

中山間地域における地域資源の活用に関する総合研究（プロジェクト研究成果シリーズ372）

誌名	中山間地域における地域資源の活用に関する総合研究
ISSN	
著者名	
発行元	農林水産省農林水産技術会議事務局
巻/号	372号
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-159
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



中山間地域における地域資源の 活用に関する総合研究

農林水産技術会議事務局

中山間地域における地域資源の活用 に関する総合研究

2001年3月

序 文

この研究成果シリーズは、農林水産技術会議が関係試験研究機関の協力を得て推進した特別研究、別枠研究又は複数の試験研究機関が共同で推進したその他の農林水産関係の試験研究の成果を、研究、行政等の関係者に総合的かつ体系的に報告することにより、今後の研究及び行政の効率的推進等に資することを目的として刊行するものである。

この第372集「中山間地域における地域資源の活用に関する総合研究」は、農林水産技術会議の連携開発研究として、平成9年度から平成11年度までの3年間にわたり、農業研究センターが中心となり、他に国立10（農業環境技術研究所、野菜・茶業試験場、農業工学研究所、北海道農業試験場、東北農業試験場、北陸農業試験場、中国農業試験場、四国農業試験場、農業総合研究所、森林総合研究所）と大学2（東京大学、九州大学）、公立8（岩手県農業研究センター、秋田県農業試験場、群馬県園芸試験場、山梨県総合農業試験場、長野県営農技術センター、福井県園芸試験場、京都府農業総合研究所、広島県立林業技術センター）及び民間1（日本植生株式会社）の試験研究機関の協力を得て、共同で実施した研究の成果を取りまとめたものである。

中山間地域はわが国の国土面積の約7割を占めるが、そこは地理的・地形的にみて不利な条件下にあり、農業、産業、社会、環境等のすべてにおいてさまざまな問題を抱えている。また、ウルグアイ・ラウンド農業合意の実施や新食糧法の施行等により、我が国の農林水産業が大きな変革期を迎えている中であって、中山間地域の農林水産業の振興を図るためには、平地とは抜本的に異なる中山間地域の特性を活かした技術体系を開発する必要がある。

本研究は、国・地方自治体等の関係行政部局の要望等を踏まえ、中山間地域の立地特性に即した地域資源の高度活用技術を開発するとともに、地域資源の持続的活用のための地域計画手法と維持管理組織の形成・運営方式の解明により、地域資源の総合的管理システムを開発することを目的に実施したものである。

この研究成果は、今後における農林水産関係の試験研究及び行政を推進する上で貴重な知見を与えるものと考えられるので、ここに本書を刊行し、関係者の参考に供する次第である。

終わりに、この研究を担当し推進された方々及び研究推進に当たって御指導いただいた評価委員の諸先生方の労に対し、厚く感謝の意を表するものである。

平成13年3月

農林水産技術会議事務局長
小林 新一

目 次

研究の要約	1
第Ⅰ編 地域資源の高度活用技術の開発	15
第1章 気象・地形条件等が植物に及ぼす生理反応機構等の解明	15
1. 地域資源を利用する作期拡大に伴う葉・根菜類の品質変動の評価	15
2. 自生山野草の生育・開花生理及び生理反応機構の解明	18
3. ナルコユリの生育・開花調節技術の開発	23
4. ミズバショウの生育・開花調節技術の開発	29
5. 日本スイセンの生育・開花調節技術の開発	32
第2章 気象・地形条件等を活用した栽培技術等の開発	40
1. 湧水を利用した冷却栽培技術の開発	40
2. 傾斜地を利用した温度勾配ハウスの開発	47
3. 複雑地形下の多様な気候資源の利用技術の開発	51
4. 山ウド等の増殖技術及び安定栽培技術の開発	56
5. 林地利用による菌根性きのこの安定生産技術の開発	60
第3章 難繁殖性植物等の大量増殖・流通技術の開発	66
1. 自生山野草の流通技術の開発	66
2. リンドウの効率的増殖育苗技術の開発	71
3. カタクリ、ウチョウランの効率的増殖育苗技術の開発	76
4. ギョウジャニンニク等の素材収集と安定栽培技術の開発	81
5. 難繁殖性林産物資源植物の増殖技術の開発	85
第4章 地域資源の維持管理のための基盤整備手法の開発	90
1. 粗放の営農のための農地整備・管理技術の開発	90
2. 急傾斜農村における農地の整備・管理技術の開発	95
3. 土壌・地下水環境を考慮した耕作放棄地の森林化技術の開発	99
第Ⅱ編 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発	106
第1章 地域資源の評価・土地利用計画手法の開発	106
1. 生産視点からみた農地の評価手法の開発	106
2. ランドスケープパターン解析による農林地の環境保全機能評価手法の開発	111
3. 定住視点からみた中山間地域の評価手法の開発	116
4. 中山間農林業地域の総合的評価に基づく土地利用計画手法の開発	120
第2章 地域資源の持続的利用のための総合的管理システムの開発	127
1. 第3セクター等重層的担い手による農地管理・利用方式の解明	127
2. 農林地の多面的利用による地域資源管理の実態と公的支援のあり方の解明	135
3. 地域資源管理組織の活性化対策及び再編方向の解明	140
4. 農林地利用管理主体・担い手の育成方式の構築	145
5. 国土・環境保全を目的とした農業・農村基盤の維持・管理システムの開発	148
6. 地域資源管理のための費用負担方法の解明	153

研究の要約

I. 研究年次・予算区分

研究年次：平成9年度～平成11年度
(11年度から総合研究「農村経済活性化」に組み替え)

予算区分：農林水産技術会議

連携開発研究

II. 主任研究者

主査：農業研究センター所長

藤巻 宏(平成9年4月～平成10年6月)

中川原捷洋(平成10年7月～平成12年3月)

副主査：農業研究センター総合研究官

古谷 修(平成9年4月～平成10年3月)

権藤昭博(平成10年4月～平成12年3月)

チームリーダー：

東北農業試験場地域基盤研究部長

河部 暹(平成9年4月～平成11年3月)

中山正義(平成11年4月～平成12年3月)

農業研究センター農業計画部長

原田節也(平成9年4月～平成12年3月)

(取りまとめ：諸岡慶昇)

農業工学研究所農村整備部長

吉野秀雄(平成11年4月～平成12年3月)

推進リーダー(取りまとめ責任者)：

農業研究センタープロジェクト研究第5

チーム長

深山一弥(平成9年4月～平成11年9月)

増淵隆一(平成12年1月～平成12年3月)

外部評価委員：

相川哲夫(広島県立大学生物資源学部教授)

橘 昌司(三重大学生物資源学部教授)

永木正和(筑波大学農林学系教授)

III. 研究場所

国立機関：農業研究センター，農業環境技術研究所，野菜・茶業試験場，農業工学研究所，北海道農業試験場，東北農業試験場，北陸農業試験場，中国農業試験場，四国農業試験場，農業総合研究所，森林総合研究所

委託機関：東京大学，九州大学，岩手県農業研究

センター，秋田県農業試験場，群馬県園芸試験場，山梨県総合農業試験場，長野県営農技術センター，福井県園芸試験場，京都府農業総合研究所，広島県立林業技術センター，日本植生株式会社

IV. 研究目的

ウルグアイ・ラウンド農業合意の実施や新食糧法の施行等により，我が国の農林水産業は大きな変革期を迎えている。こうした時期に，地理的・地形的にみて不利な条件下にある中山間地域の農林水産業の振興を図るためには，平地とは抜本的に異なる中山間地域の特性を活かした技術体系を開発する必要がある。

そこで，地域資源の高度活用技術の開発として，中山間地域に賦存する冷涼な気候，傾斜面，希少植物等の様々な地域資源の利用の可能性を多方面から分析し，その有効利用技術の開発等により，中山間地域ならではの新たな農林水産業の展開を図るための共通技術を開発するとともに，多様な地域条件に対応した地域資源の活用技術を開発する。

また，地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発として，地域資源の総合的評価にもとづく地域計画手法を開発すると共に，その維持管理組織の形成・運営方式を解明することにより，地域資源の総合的管理システムを開発する。

1. 地域資源の高度活用技術の開発

中山間地域に賦存する気象・地形条件を農林水産業の振興に積極的に活用するために，これら気象・地形資源等が植物に及ぼす品質変動・生理反応機構等を解明するとともに，冷熱，傾斜，微気象等，中山間地域に局在する地域資源の評価と利活用技術を開発する。また，中山間地域には様々な山野草が自生しているが，これら山野草のもつ園芸的価値を活用するために，山野草の品質保持・流通・効率の増殖技術を開発する。また林産資源に関しても，その効率的活用のため制約となる難繁殖性林産物資源植物について，増殖技術の開発を行う。中山間地域の生産基盤となる農地の基盤整備技術については，超省力的農業生産および国土保全や防災の観点から新たな農地整備・管理技術を開発するとともに，耕作

放棄農地については省力・低コストな緑化工法を確立する。

2. 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発

中山間地域における農地などの地域資源を活用し、面的に維持管理していくためには、農業生産の場としての土地評価だけでなく、環境保全機能、さらに定住視点から中山間地域を多角的に評価し、地域資源の適正利用手法を開発する必要がある。そこで、中山間農林業地域を生産・環境・定住という多角的な視点から評価する手法を開発・総合化すると共に、こうした評価に基づくきめ細かな土地利用計画手法を開発する。また、集落や農家など、これまで農地等の地域資源を管理してきた担い手が弱体化している中山間地域においては、第三セクターや都市農村交流等多様な管理主体や新しい管理システムを構築する必要がある。そこで、こうした地域資源管理に果たす多様な管理主体の役割と今後の方向性を解明し、地域資源管理に関わる地域諸組織について、その活性化対策及び再編方向を解明する。また、このような地域資源管理組織の形成と維持や中山間地域の新しい管理システムに関しては、その基本理念と施策のあり方、育成方式、費用分担方式について諸外国の事例検討等を踏まえて提示する。

(増淵隆一)

V. 研究方法

1. 地域資源の高度活用技術の開発

(1) 気象・地形条件等が植物に及ぼす生理反応機構等の解明

中山間地域農業の振興のために、中山間地域の気象条件や希少な山野草を利用して、特産作物を生産する技術を検討する。

最近の消費者ニーズに対応して、葉・根菜類のビタミンなどの品質成分含量に注目し、作期や栽培温度を変えて葉・根菜類を栽培し、温度、日射量とビタミンC、カロチン含量等との関係を検討し、中山間地域での栽培適地を判定するための基礎資料を得る。

また、未開発の山野草を園芸生産に利用するため、多数の山野草の耐暑性、低温要求性等の生理反応を検討し、選抜した草種について鉢花としての商品化技術を検討する。

一方、山野草は年に一度決った時期に開花する季

咲き性が強い。そこで、すでに一部商品化されているオオナルコユリ、ミズバショウ、ニホンスイセンを対象に、作期を拡大して商品性を高めるため、生育・開花調節技術を検討する。

(2) 気象・地形条件等を活用した栽培技術等の開発

中山間地域の冷涼な気象や傾斜・日陰などの地形条件を活かした栽培技術を開発する。

まず、中山間地域の冷涼気候を利用したハウレンソウ栽培における高温障害（萎凋病）の実態調査を行い、地温・土壌水分の日変化および遮光時刻と発芽・生育との関係を解析する。さらに、中山間地域にある低温資源を有効に活用するため、冷水育苗技術、ハウスの部分遮光技術等について検討する。

また、山間部にある斜面方向に直角に作られた傾斜ハウスでは、ハウス内部の上手・下手で温度勾配が生じ、収穫期幅が広くなることを利用し、寒冷地山間部における冬の自給野菜の生産技術として確立するとともに、傾斜ハウスでの冬作コマツナを導入した農家女性の意識調査を実施する。

中山間・複雑地形下の気候を評価するため、気温の時空間分布を詳細に調査する簡易定点観測法、地形因子解析法の適用による50mメッシュの気温分布図の作成等を行う。さらに、気候的類似性から導入適作物を判定する手法の適用性を検討する。

一方、山菜類の有望品目である山ウドについて産地化を図るために、実生苗増殖技術の効率化、普通畑での山ウドの適応性調査等を行う。

また、マツタケ、及びアカマツと共生し比較的接種が容易と考えられているアミタケを対象に、種菌の培養法を検討し、さらに、これらの培養菌系を林地に接種して菌を感染させ、子実体発生の基礎となる菌根やシロ（菌根集団）を人工的に形成させる技術を検討する。

(3) 難繁殖性植物等の大量増殖・流通技術の開発

自生山野草の流通技術の開発では、ニホンスイセン及びリンドウ切り花の品質保持に及ぼす各種薬剤の効果を検討する。

難繁殖性植物の大量増殖技術の開発では、リンドウ、カタクリ、ウチョウラン、ギョウジャニンニク、クサソテツ等について試験を実施する。

リンドウは、収穫までに定植後2年を必要とする。そこで、苗に対するジベレリン処理方法や低温処理

とジベレリンの併用処理によるリンドウの株養成期間短縮技術を検討する。

また、カタクリ及びウチョウラン等については、バイテク手法による安定的な増殖方法と培養苗の効率的な苗化方法の検討を行う。

ギョウジャニンニクについては、まず、発芽の安定化方法を検討し、次いで、好適な栽培条件、育苗法、収穫法について検討を進める。

難繁殖性林産物資源植物の増殖技術の開発では、山菜としての活用が期待されるクサソテツの組織培養による増殖・順化とコシアブラのシュート培養について検討するとともに、マツノザイセンチュウ病抵抗性マツの組織培養における発根促進条件について検討する。

(4) 地域資源の維持管理のための基盤整備手法の開発

管理の粗放化が進んでいる中山間農地の省力的管理手法について検討する。

中山間地域の農地を、平場と同様な一律の水準で整備することは困難であり、雑穀、飼料等の粗放的営農による管理利用形態に応じた基盤整備が必要である。そこで、粗放的営農の実態をアンケートにより調査し、中山間地域の農地管理に有効な農地整備手法を策定するための資料を得る。

急傾斜農村における農地管理技術開発の一環として、地理情報システム(GIS)を活用した簡便な集落現況図作成手法の検討と、遊休農地・表層崩壊発生に関わる指標の開発を行う。また、基盤整備技術開発の一環として、整備農地の不陸発生要因を検討する。

一方では、耕作放棄によって失われる多面的機能を回復させるため、法面緑化手法を適用した低コストで省力的な放棄地の森林化技術を検討する。

(中山正義)

2. 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発

(1) 地域資源の評価・土地利用計画手法の開発

中山間地域の農地資源を有効活用し、農業生産の振興と多目的機能の発現を図るため、生産視点、特に資源条件に重点を置く農地評価手法を開発する。また、農林地のもつ環境保全機能を評価し地域計画に反映させるため、環境要素の広がり(ランドスケープパターン)に基づいて、地域が全体として有

する機能を評価する手法を開発する。さらに、生産及び環境保全視点と併行し、定住条件を評価するため、実測・統計データによる客観的な評価手法を、地元の居住者による主観的評価(達観評価)との比較で検証する方法を、デルファイ法と重ね検討する。これら生産条件、国土・環境保全条件、定住条件という異なる3つの視点に立った評価手法の開発とともに、これらを統合する手法として、GIS(地理情報システム)などの新しいIT技術を援用しながら、地域の実態に見合うゾーニング手順を開発する。

(2) 地域資源の持続的利用のための総合的管理システムの開発

保全すべき農地の範囲を明確にするため、集落において自主的に土地利用再編と取り組む事例をもとに、耕圃別調査及び農業の経営概況・就業状況調査への数量化手法の応用と、土地利用区分のあるべき手順を提示する。また、関連して中山間地域の市町村を対象に、傾斜度と集落管理組織の育成状況に着目し、調査地の農地管理のあり方及び公社の役割を解明する。他方、農林地の持つ多面的機能のうち棚田を事例に、保健休養ややすらぎ機能等を活かした都市との交流の進め方や資源管理のあり方、資源の維持管理費用の負担方法と公的支援等について明らかにする。さらに、高齢化に伴う資源管理の粗放化を補完する機能として、営農集団、土地改良区、農協等の役割を明らかにするため、耕作放棄地の発生により管理問題が深刻化している地区を対象に分析・考察する。

他方、中山間地域の農林業の保全と担い手の確保に関連する理念と方法について、海外、特にEUの条件不利地域対策を参考に経済学の見地から理論的な把握を検討する。また、中山間地域の国土・環境保全機能を維持・再生し、それを支援するための施策の在り方に検討を加え、類型化指標として平均傾斜と都市とのアクセスを含む維持管理システムのプロトタイプを作成し、現地踏査による検証を行う。以上の考察を踏まえながら、中山間地域において、誰がどれだけその管理費用を負担するかを解明するため、個別管理主体(農家)と公的管理主体(国、県、第3セクター)別に実態を把握し、特に公的管理の費用負担額水準の算定方法を提示する。

(諸岡慶昇)

研究計画表

研 究 課 題	課題 番号	研究年度			担当場所・研究室
		8	9	10	
I. 地域資源の高度活用技術の開発					
1. 気象・地形条件等が植物に及ぼす生理反応機構等の 解明					
(1)地域資源を利用する作期拡大に伴う葉・根菜類の品 質変動の評価	1101	←	←	←	東北農試(低温ストレス研)
(2)自生山野草の生育・開花生理及び生理反応機構の解明	1102	←	←	←	野茶試・久留米(花き研)
(3)ナルコユリの生育・開花調節技術の開発	1103	←	←	←	委託・秋田県農試
(4)ミズバショウの生育・開花調節技術の開発	1104	←	←	←	委託・群馬県園試
(5)日本スイセンの生育・開花調節技術の開発	1105	←	←	←	委託・福井県園試
2. 気象・地形条件等を活用した栽培技術等の開発					
(1)湧水を利用した冷却栽培技術の開発	1201	←	←	←	東北農試(気象評価制御研)
(2)傾斜地を利用した温度勾配ハウスの開発	1202	←	←	←	東北農試(気象評価制御研)
(3)複雑地形下の多様な気候資源の利用技術の開発	1203	←	←	←	中国農試(気象資源研)
(4)山ウド等の増殖技術及び安定栽培技術の開発	1204	←	←	←	委託・京都府農総研
(5)林地利用による菌根性きのこの安定生産技術の開発	1205	←	←	←	委託・広島県林技センター
3. 難繁殖性植物等の大量増殖・流通技術の開発					
(1)自生山野草の流通技術の開発	1301	←	←	←	野茶試(流通技術研)
(2)リンドウの効率的増殖育苗技術の開発	1302	←	←	←	委託・岩手県農研センター
(3)カタクリ、ウチョウランの効率的増殖育苗技術の開発	1303	←	←	←	委託・山梨県総農試
(4)ギョウジャニンニク等の素材収集と安定栽培技術の開発	1304	←	←	←	委託・長野県営農技術センター
(5)難繁殖性林産物資源植物の増殖技術の開発	1305	←	←	←	森林総研(組織培養研)
4. 地域資源の維持管理のための基盤整備手法の開発					
(1)粗放的営農のための農地整備・管理技術の開発	1401	←	←	←	農工研(土地資源研)
(2)急傾斜農村における農地の整備・管理技術の開発	1402	←	←	←	四国農試(地域防災研・基盤 整備研)
(3)土壌・地下水環境を考慮した耕作放棄地の森林化技 術の開発	1403	←	←	←	委託・日本植生(株)
II. 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発					
1. 地域資源の評価・土地利用計画手法の開発					
(1)生産視点からみた農地の評価手法の開発	2101	←	←	←	農工研(施設管理研)
(2)ランドスケープパターン解析による農林地の環境保 全機能評価手法の開発	2102	←	←	←	農環研(農村景域研)
(3)定住視点からみた中山間地域の評価手法の開発	2103	←	←	←	北農試(動向解析研)
(4)中山間農林業地域の総合的評価に基づく土地利用計 画手法の開発	2104	←	←	←	農研センター(プロ5チーム)
2. 地域資源の持続的利用のための総合的管理システム の開発					
(1)第3セクター等重層的担い手による農地管理・利用 方式の解明	2201	←	←	←	北陸農試(農業経営研)
(2)農林地の多面的利用による地域資源管理の実態と公 的支援のあり方の解明	2202	←	←	←	農研センター(土地利用研)
(3)地域資源管理組織の活性化対策及び再編方向の解明	2203	←	←	←	農総研(農村組織研)
(4)農林地利用管理主体・担い手の育成方式の構築	2204	←	←	←	委託・東京大学
(5)国土・環境保全を目的とした農業・農村基盤の維持・ 管理システムの開発	2205	←	←	←	委託・東京大学
(6)地域資源管理のための費用負担方法の解明	2206	←	←	←	委託・九州大学

注) 平成11年度から総合研究「農村経済活性化」に組み替え

Ⅵ. 研究結果

1. 地域資源の高度活用技術の開発

(1) 気象・地形条件等が植物に及ぼす生理反応機構等の解明

ア. 地域資源を利用する作期拡大に伴う葉・根菜類の品質変動の評価

温度、日射量と葉・根菜類のビタミンC、カロチン含量との関係を見ると、コマツナ葉身の酸化型ビタミンC含量は高温条件で減少すること、ニンジン β -カロチンは強日射条件で減少すること、等が明らかになった。これらの現象は環境変化(ストレス)に対する作物の適応反応と考えられた。中山間地域の多様な環境条件の活用には、作物の環境適応機能を利用する視点も必要であろう。

イ. 自生山野草の生育・開花生理及び生理反応機構等の解明

阿蘇周辺や久留米市内で販売されていた山野草22種の耐暑性を検討した結果、カッコウセンノウの耐暑性が強いこと、ハナシノブの耐暑性はやや弱であるが摘心や挿し芽ができること、によって鉢花としての利用の可能性が見いだされた。この2種について低温要求性を検討し、開花調節技術を明らかにした。一方、匍匐茎が広がりやすいイソカンギクについては、刈込みによる鉢花化技術を確立した。

ウ. ナルコユリの生育・開花調節技術の開発

オオナルコユリについては、休眠機構を解明し、冷蔵処理による開花促進技術、長期低温貯蔵による開花抑制技術を開発し、周年切り花栽培が可能となった。

エ. ミズバショウの生育・開花調節技術の開発

ミズバショウについては、高標高の800mで低温条件下におき、15または20℃で加温処理することで、展葉日数や致花日数が短縮されることを明らかにした。また、ジベレリン100ppm処理が開花を促進すること、休眠株を0℃の冷蔵庫でモミガラやビニールで被覆して貯蔵することで抑制栽培が可能なること、を明らかにした。

オ. 日本スイセンの生育・開花調節技術の開発

ニホンスイセンの促成栽培には、10~30℃・2日間の球根水浸漬処理、及び夏季の水管理における夜間灌水が有効であることを明らかにした。一方、抑制栽培のための低温貯蔵における球根重、貯蔵開始時期、貯蔵温度、及び貯蔵方法等を明らかにした。

(2) 気象・地形条件等を活用した栽培技術等の開発

ア. 湧水を利用した冷却栽培技術の開発

ハウレンソウの高温障害の実態調査から、土壌水分が減少し、地温が上昇する時刻帯に発芽が抑制され、さらに、発芽時の水ストレスはその後の生育を抑制することを明らかにした。この対策として、南北棟のハウスでは東面だけを遮光する技術が発芽・生育の促進に有効であることを実証した。また、冷水面上で育苗した苗の移植栽培技術は、萎凋病の多発地では有効な対策とみられた。

イ. 傾斜地を利用した温度勾配ハウスの開発

まず、資材費、建設労力の少ない「ワイドスパンハウス」の利用法を開発し、また、コマツナに比べて草丈の伸びにくい“おぼこハクサイ”が適することを明らかにした。さらに、意識調査の結果から、冬にコマツナを作っている農家女性は、経済的效果より生活的効果を評価しており、自給野菜の生産技術として冬の生鮮野菜不足の深刻な中山間地域に、この技術が定着するとみられた。

ウ. 複雑地形下の多様な気候資源の利用技術の開発

気温の簡易定点観測結果に、地形因子解析法を適用することで、従来と比較して極めて詳細、かつ高精度な50mメッシュの気温分布図作成法を開発した。また、導入適作物の選定には、気候的類似性に基づく判定が有効であることを実証した。

エ. 山ウド等の増殖技術及び安定栽培技術の開発

山ウド種子の休眠覚醒及び幼苗へのVA菌根菌の接種により、効率的な実生苗増殖技術を確立した。普通畑で山ウドを栽培する場合、特に夏期に日除けを行う必要があり、コスト面から実用的ではなく、中山間地域の半日陰地で粗放的に露地栽培するのが適すると考えられた。

オ. 林地利用による菌根性きのこの安定生産技術の開発

マツタケ菌の害菌であるトリコデルマ属菌に耐性のある種菌を開発し、このマツタケ種菌の林地接種試験の結果、感染率が高いこと、確立は低いがシロの造成が可能であることを明らかにした。また、菌根菌用合成培地を改変することで、アマタケの菌系伸長速度が著しく改善され、この培地を用いて作成した種菌は、林地接種試験で高い確率で菌根が形成されることが判明した。

(3) 難繁殖性植物等の大量増殖・流通技術の開発

ア. 自生山野草の流通技術の開発

シベレリンとチオ硫酸銀錯塩（STS）の短期間の併用処理はニホンスイセン切り花の葉の黄化を抑制するとともに、花持ちを延長させた。リンドウ切り花の品質保持に、スクロースとHQSの連続処理、及びSTSにスクロース・HQSの短期間併用処理はある程度の効果があると判断された。

イ. リンドウの効率的増殖育苗技術の開発

通常では2年間の養成を必要とするリンドウの株養成期間は、リンドウ定植苗の100ppmジベレリン処理によって1年間に短縮することが可能であった。また、定植直前の苗を5℃で45日程度処理後、温室内で養成し、ジベレリン処理後定植した苗は、ジベレリン単独処理よりも株養成期間の短縮効果が大きかった。

ウ. カタクリ、ウチョウランの効率的増殖育苗技術の開発

カタクリ鱗茎の芽を含む切片の培養条件を明らかにした。さらに、増殖した不定芽、不定根を持つ鱗茎は、パーミキュライトを用土として馴化すれば鉢上げが可能であった。ウチョウラン等の増殖育苗技術については、交雑後1.5ヶ月の未熟種子を用いて、発芽率を向上させる培養条件を明らかにし、発芽約4ヶ月後に莖葉、球根及び根を形成した苗を、容器ごと5℃2週間処理後、鉢上げすることで生育期間を短縮できることを明らかにした。

エ. ギョウジャニンニク等の素材収集と安定栽培技術の開発

ギョウジャニンニクの発芽は、20℃±2℃、暗所で良好であり、慣行的に行われていた種子低温処理は発芽を遅らせるので、取り播きが良いことを明らかにした。育苗法としては、育苗床、または平育苗で行い、栽植密度は2000～3000株/㎡、遮光率20～50%が良いことがわかった。ギョウジャニンニクの収穫は、地上部のみを2～3年に1回収穫する方法、または、毎年育苗して鱗茎部を含む全体を収穫する方法がよいと判断された。

オ. 難繁殖性林産物資源植物の増殖技術の開発

クサソテツの組織培養では根茎に発生した側芽が適していることを見だし、大量増殖、及び順化再生の培養条件を明らかにした。一方、コシアブラのシュート培養に成功するとともに、ザイセンチュウ抵抗性のクロマツのシュートから発根植物を得る培養条件を明らかにした。

(4) 地域資源の維持管理のための基盤整備手法の開発

ア. 粗放的営農のための農地整備・管理技術の開発

アンケート調査の結果、粗放的営農を10類型に分類すると、雑穀が最も多く27%、次いで景観が26%で、他に果樹、山菜、飼料が約10%を占めており、栽培されている作物等では、ソバは全事例の1/4以上を占めており、

粗放的農業の代表的作物であった。また、中山間地域の中でも農地が急傾斜地に多く分布する地域において、勾配と農地利用、簡易保全施設の配置等との関係を明らかにした。さらに、急傾斜農地団地への農道設置により、農地利用が再開されることや栽培作物目が増加すること等を明らかにした。

イ. 急傾斜農村における農地の整備・管理技術の開発

中山間地集落の活性化計画を策定する上で重要な、詳細で簡便な集落現況図作成法を開発した。また、遊休農地発生の指標として労働作業条件に関わる指標が有効なこと、及び表層崩壊発生の指標として土地利用、傾斜度、比集水面積、水系次数、NDVIの指標が適当なことを明らかにし、得られた結果に基づいて農地管理データベース構築手法の体系化を行った。また、整備農地の不陸発生要因を、整備後経過年数、切り盛り厚さ、土性等との関係で明らかにした。

ウ. 土壌・地下水環境を考慮した耕作放棄地の森林化技術の開発

耕作放棄地の森林化技術の開発に、法面緑化工で用いられている植栽工・播種工を利用して現地試験を実施した。その結果、植栽工では、防草マットを利用して雑草管理作業の低減を図ることと、生長が早く樹冠形成力に優れたネムノキ、エゴノキを用いること、により早期の森林化が図れることが確認された。播種工では、ヌルデ、ネムノキは繁茂した雑草の被圧に対する抵抗性が強く、成長が早いことが確認された。耕作放棄地の森林化は、1) 復元目標群落の設定、2) 使用樹種の選定、3) 工法の設定の手順で実施する必要がある。

(中山正義)

2. 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発

(1) 地域資源の評価・土地利用計画手法の開発

ア. 生産視点からみた農地の評価手法の開発

自然条件に関わる農地評価要因として気象、地形、土壌条件を取り上げ、農地整備予定区域を対象に潜在的優良農地判定に重要な評価要因を解明した。これらの結果、農地評価要因として、①傾斜、②団地面積規模、③通作距離、④農道、⑤地下水位、⑥区画規模形状、⑦水利の各条件が基本的に重要であることを明らかにした。これらの農地評価要因の中から、①特に重要な要因として農地の優良性への評価要因を取り上げ影響度合いを定量的に明らかにする方法を開発し、②水田団地スコアを活用した市町村の農業集落単位のゾーニングによる農地評価手法とその手順を明らかにした。

イ. ランドスケープパターン解析による農林地の環境保全機能評価手法の開発

ランドスケープパターンに基づいて環境保全機能の評価するため、集落域と流域とを比較し、景観保全機能の評価には4次流域程度の高次スケールが、国土保全機能の評価には低次スケールが有効であることを明らかにし、集落域が地域計画の単位として有効であることを確認した。このことから、環境保全機能の評価し、結果を地域計画へ反映させるためには、集落域が基礎的なランドスケープ単位として有効であることを実証した。

ウ. 定住視点からみた中山間地域の評価手法の開発

デルファイ法を応用した中山間地域の定住条件評価手法を開発するため、客観評価と達観評価を組み合わせ、地元意向をより反映させながら中山間地域の定住条件を集落単位で評価する方法を検討した。北海道中川町・新潟県入道村に適用した結果、①達観評価値のバラツキが収束し、②客観評価値と達観評価値のズレを縮小する効果が認められ、デルファイ法の応用によって客観評価・達観評価を総合化しながら、中山間地域の定住条件を評価できることを明らかにした。

エ. 中山間農林業地域の総合的評価に基づく土地利用計画手法の開発

生産・環境保全・定住条件をGISを活用しセンサス集落単位に集約し、農業の将来的な可能性についてカテゴリーランクを組み合わせゾーニングを行う手法を開発した。この手法により、例えば中核的農家等により優良農地を活用した生産振興が可能な地域は「農業振興型」、農林地の荒廃により公益的機能の低下を生む危険性が高い地域は「公益機能型」、現

状では農林業を主体とした振興は困難で農林地の活用が重要となる地域は「農地活用型」、現状では定住性の確保が困難な地域は「定住限界型」に類型化し、中山間地域の多様性を踏まえた振興方向や施策上の課題の明確化に有効であることを明らかにした。

(2) 地域資源の持続的利用のための総合的管理システムの開発

ア. 第3セクター等重層的担い手による農地管理・利用方式の解明

自主的に集落の土地利用再編を進める事例では、外部環境要因として日照、生産性要因では通作や機械の搬入の容易さ、経営的要因では所有者の年齢階層が主要な要因として働いていることを統計解析で確認した。これは、土地利用の再編に住民の自主的な判断や土地利用検討委員会の組織化が有効であることを示唆している。また、もう1つの調査研究では、水田傾斜度と集落営農の取り組みを基準として代表的な4町村における公社の事例分析を行い、農地の重層的管理の実態と農地保全や担い手確保等の点での公社の重要性を確認しながら、集落営農への支援や担い手育成等における農業公社の役割を解明した。

イ. 農林地の多面的利用による地域資源管理の実態と公的支援のあり方の解明

農林地の持つ多面的機能のうち、棚田の持つ保健休養・やすらぎ機能等を活用して都市との交流を図り、棚田保全を図っている事例から三重県紀和町と石川県輪島市を選定し、棚田の保全システムとして共通する要素を抽出した。その結果、①都市農村交流を活用した棚田保全システムには、公的機関、農協や農業公社、地元集落・農家の他に、都市住民ボランティア及び地元住民ボランティアの参加が重要であること、②市町村の役割は耕作補助金の支給だけでなく、保全システム全体の維持管理であることなどを明らかにした。

ウ. 地域資源管理組織の活性化対策及び再編方向の解明

水田と畑（桑園）の管理方法を対比すると、水田管理では水という共通資源があるため、農地の利用調整や機械共同利用のための組織（営農集団）が農家間で形成され、地域的な農地の管理体制が形成されている。このような体制を維持・強化する中核として農業公社が機能し、面的な資源管理が図られているが、自治体の方針、農業労働力の賦存量、経営

規模や区画の大小等によって、水田管理のあり方は大きく影響を受けている。一方、畑作では個別的な農地利用が主となっており、集落を基盤とした地域組織の形成は少なく、桑園の跡地への作目導入に関わる生産基盤の整備、生産・販売振興面では、自治体やJA等の果している役割が大きく、それらの諸機関の活動が地域の資源管理に影響を及ぼしていることなどを明示した。

エ. 農林地利用管理主体・担い手の育成方式の構築

水田を中心とする多くの中山間地域農村は、自然空間と定住空間、その両者を規定するアクセス空間が重なり合って存立している。加えて、日本の中山間地域農業は、圃場ごとの営農活動が相互に支え合う集落型農業であるところに、EUの条件不利地域にはない特質を持つ。こうした農業・農村の特性を、①農業の保全と担い手の確保をめざした日本型条件不利地域政策に独自の仕組み、及び②農業から分離困難な多面的機能、圃場間の正負両面の外部効果、地域の共有資本としての水利施設の適切な整備と管理の視点から捉え、日本型政策の国際的な妥当性を主張する根拠を明らかにした。

オ. 国土・環境保全を目的とした農業・農村基盤の維持・管理システムの開発

都市とのアクセス及び傾斜によって中山間市町村を類型化し、それぞれの類型ごとに、自然資源・物理的インフラ・社会的インフラ等の不可欠な構成要素を含む基本型に沿った農業・農村基盤の維持・管理システムの試案を作成した。作成された試案を、類型ごとの現地調査によって検証し、構成要素の在り方と持続的に成り立たせる支援方策を提示した。

カ. 地域資源管理のための費用負担方法の解明

中山間地域において喫緊の課題とされる地域資源管理の費用負担のあり方について、そのあり方を農業経営が有す私経済的・国民経済的両側面から考察し、事例を対象に費用負担額水準の算定方法を明らかにした。

(諸岡慶昇)

Ⅶ. 今後の問題点

1. 地域資源の高度活用技術の開発

この研究課題の中では、中山間地域に存在する山野草、山菜等の利用可能性が検討され、未開発の山野草であるカッコウセンノウ、ハナシノブ、イソカ

ンギクの鉢花化技術やオオナルコユリ、ミズバショウ、ニホンスイセンの生育・開花調節技術により、山野草の安定生産技術を開発した。また、ギョウジャニンニク、クサソテツ、コシアブラ等の山菜類については、効率的な種子繁殖技術、株養成技術を開発した。

しかし、研究対象とした希少植物の中には、播種から収穫までに6年を要するものもあり、本プロジェクトの3年間の研究期間は必ずしも十分ではなかった。時間的な制約によって残された問題については、研究担当者に今後とも継続した試験を依頼したい。

山ウドを対象とした研究課題においては、市場調査がなされ、1997年に比べ、出荷量が約3倍になった1998、99年には、平均価格が約半分に下がったことが明らかにされた。山菜等の需要量には限りがあるため、販路の拡大等を常に検討する必要がある他、利用可能な新しい山野草の探索を今後とも継続する必要がある。

一方、中山間・複雑地形下の気候を評価するための50mメッシュ気温分布図の作成手法、中山間地域の粗放的農地管理に有効な農地整備手法、急傾斜農地における農地管理のための集落現況作成手法等が検討された。言うまでもなく中山間地域の自然・社会的条件は多種多様であり、一つの事例をそのまま他の地域に適用することはできない。これらの手法は、マニュアル化して、中山間地域農村の活性化に従事する担当者に手渡される必要がある。

(中山正義)

2. 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発

地域資源の評価・土地利用計画手法の開発の課題では、農林業生産、国土・環境保全、定住条件の3視点から、農林地の評価及びゾーニングを総合的に把握する方法を検討したが、生産視点では稲作中心の中山間地域農業を対象としたため、他の部門や品目を主体とする農業形態へ敷衍させる課題が残されている。そのためには、単位面積当たりコストや粗生産額など目的変数の変更や、解析に付与する評価要因に応じて適応の妥当性と精度をさらに検証する必要がある。また、国土・環境保全についても同様に、中山間部では有効な集落域や流域の重複度が低地や台地などの平地部で低く、基礎的空間単位とし

て集落域は必ずしも決定的な単位とはいえない。定住条件については、デルファイ法の応用によって達観評価値の振れを収束させる利点を確認されたが、検証が2つの事例に限られており、評価者選定方法による差異には考察が及んでいない。

総じて、本課題では3視点からの評価データに対し、既存の手法を適用することを前提としており、活用しうる手法の要件やどのような手法の活用が有効かといった点に整理・検討の課題を残している。対象事例の考察を深め、手法の有効性を幅広に検討する必要がある。

自主的な土地利用再編に取り組む調査研究は、1事例に対象が絞られているため適用範囲が限られているが、今後の精査においても圃場一筆調査の簡易化や土地利用区分手法に改善課題がある。同様に総合的管理システムの1つとして公社の機能を4町村を対象に検討した研究も事例的な整理に限定されており、今後さらに一般化を図る課題が課されている。また、中山間地の多面的機能を棚田を事例に検討した研究では、直接支払い制度が適用される以前の事例考察であり、新たな制度下での比較や、千枚田を有する地域の人・物・金の流れをより精査し、システム内の量的な流れを解明する課題が残されている。地域資源の管理組織の研究では、公社自体の運営基盤の確立、公社の調整機能による担い手育成や地域農業における生産のシステム化について検討が必要である。これは桑園のような畑地でも同様で、新たな作目の技術的・経営的可能性の比較検証が課題として残されている。

観点を変え、本課題をEUの条件不利地域の振興政策と比較考察した研究は、まだ概念モデルにとどまっているものの、わが国における地域政策の根幹に関わるテーマを扱っており、提示されたモデルにそった実証研究が望まれる。また、都市とのアクセスなどを勘案し、中山間市町村を類型化しながら農地と林地の一体的な維持・管理の方途を検討した研究では、実際には農と林が結節した事例が極めて限られているという課題を抱えている。以上の結果を踏まえながら、最後に地域資源管理のための費用負担方法を検討したが、今後、中山間地の農地分級、公的費用負担額水準の算定方法などについて、精査に基づく検討を加える必要がある。

(諸岡慶昇)

VIII 研究発表

注1) 平成12年7月現在、研究推進事務局(農業研究センター・プロ5チーム)で調査した発表文献を、著者名五十音順で示した。

注2) 文献末尾記載の数字は関連する研究課題番号(研究計画表参照)である。

- 1) 青木和彦: コマツナの部位別アスコルビン酸含量の栽培時気温による変動, 平成11年度日本土壤肥料学会札幌大会講演要旨集, p152 (1999), 1101
- 2) 青木和彦: 野菜カロテン含量の栽培時気象による変動, 平成11年度日本土壤肥料学会弘前大会講演要旨集, p5 (1999), 1101
- 3) 阿部 潤: 平成10年度春夏作野菜・花き関係除草剤・生育調節剤試験成績集録(日本植物調節剤研究協会), pp226-227 (1998), 1302
- 4) 阿部 潤: 平成11年度春夏作野菜・花き関係除草剤・生育調節剤試験成績集録(日本植物調節剤研究協会), pp352-353 (1999), 1302
- 5) K. Ishii, E. Maruyama, I. Kinoshita: Application of artificial seed technology for regeneration of in vitro cultured plantlets of forest trees, Proceedings of Second International Wood Biotechnology Symposium, pp247-258 (1999), 1305
- 6) K. Ishii, E. Maruyama, I. Kinoshita: Artificial seed technology applicatin in propagation of forest trees, Proceedings of the 6 th annual conference in Tsukuba, Ibaraki pref. IPPS - Japan, pp 1 - 2 (1999), 1305
- 7) 石田憲治: 北松地区における事業を契機とした農地集積, 再編整備事業農地利用計画検討調査報告書(農村開発企画委員会), p p83-100 (1998), 2101
- 8) 石田憲治: 整備方式-北松地区の事例とその特徴-, 再編整備事業農地利用計画検討調査報告書(農村開発企画委員会), pp123-134 (1998), 2101
- 9) 石田憲治・吉村亜希子・渡嘉敷勝: 中山間地域水田団地における遊休化農地発生要因の解明, 平成11年度農業土木学会大会講演要旨集, pp460-461 (1999), 2101
- 10) 石田憲治・吉村亜希子・渡嘉敷勝: 中山間地域の水田評価における区画規模・形状の意味-新潟

- 県 I 村における事例的検討－，第50回農業土木学会関東支部大会講演要旨，pp15－17 (1999)，2101
- 11) 石田憲治：中山間地域における遊休化農地発生要因の影響度合の数値的解析法，農業工学関係研究成果情報，pp11－12 (1999)，2101
- 12) 市村一雄・後藤理恵：リンドウにおけるゲンチオビオースの同定とその濃度の開花にともなう変動，園芸学会雑誌，68 (別2)，p337 (1999)，1301
- 13) Ichimura, K. and Goto, R.: Effect of gibberellin A3 on leaf yellowing and vase life of cut *Narcissus tazetta* var. *chinensis* flowers, J. Japan. Soc. Hort. Sci., Vol. 69, pp423－427 (2000), 1301
- 14) 出澤文武：ギョウジャニンニクの発芽安定，日本農業新聞9面 (1999. 3. 12)，1304
- 15) 出澤文武：ギョウジャニンニクの有望系統，日本農業新聞7面 (1999. 11. 26)，1304
- 16) 出澤文武：ギョウジャニンニク発芽特性の解明，特産情報，20 (10)，pp58－60 (1999)，1304
- 17) 出澤文武：ギョウジャニンニクの栽培法，平成12年度普及に移す農業技術，443，p23 (2000)，1304
- 18) 井上久義・内田晴夫・細川雅敏：整備圃場における基盤不陸の発生状況の把握，第53回農業土木学会中国四国支部講演要旨，pp106－108 (1998)，1402
- 19) 井上久義・内田晴夫・細川雅敏：切盛土量の大きい圃場における沈下を考慮した表土厚の確保について，平成10年度水田整備基礎諸元調査報告書 (日本農業土木総合研究所)，pp175－233 (1999)，1402
- 20) 江川 章・橋詰 登・両角和夫・香月敏孝・福田竜一：中山間地域における地域資源管理組織の現状と課題 (その2)－大分県東国東郡国見町調査結果－，農総研季報，39，pp11－50 (1998)，2203
- 21) 衛藤慎也：土壌中の害菌に強いマツタケ種菌の開発，平成9年度プロジェクト研究主要成果選 (農林水産技術会議事務局)，p55 (1998)，1205
- 22) 衛藤慎也・谷口 實：殺菌剤を利用したカプセル化によらない菌根菌接種源の開発，日本応用きのこ学会第3回大会講演要旨集，p47 (1999)，1205
- 23) 遠藤和子：中山間地域における自主的土地利用区分の取り組みと支援方法－新潟県安塚町細野集落を事例として－1998年度農村計画学会学術研究発表会要旨集，pp9－12 (1998)，2201
- 24) 遠藤和子：中山間地域における保全すべき農地判別のための自主的土地利用区分手法の開発，農村計画学会誌，18 (別1)，pp283－288 (1999)，2201
- 25) 大原源二・植山秀紀：局地の気温分布と野菜作付け適地の事例的検討，農業気象学会全国大会講演要旨集，pp142－143 (1998)，1203
- 26) 大原源二・植山秀紀：局地の50mメッシュ気温分布図の試作，農業気象学会全国大会講演要旨集，pp104－105 (1998)，1203
- 27) 大原源二：栽培適地判定のための50mメッシュ気温分布図，総合農業の新技术 (農業研究センター)，12，pp134－138 (1999)，1203
- 28) 大原源二：50mメッシュでの気温環境の推定とその農業利用，農業気象学会局地気象研究会講演論文集，15，pp1－11 (1999)，1203
- 29) 大原源二：球体上の光線追跡法による高速・高精度日照環境推定法，農業気象学会講演要旨，pp142－143 (1999)，1203
- 30) 大原源二：中山間地域振興に対する農業気象の役割と課題，中国・四国の農業気象，12，シンポジウム講演要旨，pp107－108 (1999)，1203
- 31) 大原源二：標高及び傾きの周期から見た地形の定量的解析と地域比較，農業気象学会講演要旨，pp50－51 (2000)，1203
- 32) 小倉 力・塩野隆弘・上村健一郎：急傾斜農地の土地利用と簡易農地保全構造物の配置事例，平成11年度農業土木学会大会講要，pp392－393 (1999)，1401
- 33) 小倉 力・奥島修二・塩野隆弘・福本昌人・上村健一郎：急傾斜農地における農道整備が農地利用におよぼした影響，平成12年度農業土木学会大会講要，pp550－551 (2000)，1401
- 34) 小沢 聖・村井麻里：地温・土壌水分の日変化がハウレンソウの発芽・生育に及ぼす影響，日本農業気象学会要旨，pp216－217 (1998)，1201
- 35) 小沢 聖：地温・生産現場からみた持続型農業

- の問題と展開方向, 日本農業気象学会シンポジウム講演要旨, pp624-632 (1998), 1201
- 36) 小沢 聖: 夏期の異常高温と作物被害, 平成 11 年度気象環境研究会, 変動気候下の農業気象問題とその対策, 農業環境技術研究所, pp35-42 (1999), 1201
- 37) 後藤理恵・市村一雄・向井俊博: ニホンズイセン切り葉の黄化に及ぼすジベレリンの影響, 園芸学会雑誌, 68(別1), p310(1999), 1301
- 38) 小林拓哉・町田安雄: 鉢植えミズバショウ年間通し咲きます, 日本農業新聞9面(2000.4.15), 1104
- 39) 小林拓哉・町田安雄: ミズバショウの周年出荷実現「人工開花技術を確立」, 全国農業新聞9面(2000.7.28), 1104
- 40) 小林拓哉・町田安雄: ミズバショウの生育・開花調節技術の開発, 平成12年度関東東海農業試験研究推進会議花き研究会資料, pp39-40(2000), 1104
- 41) 小森治貴・野上雅弘・永井輝行: ニホンズイセンの低温貯蔵球根による抑制栽培について, 園芸学会北陸支部研究発表要旨, p60(1999), 1105
- 42) 小森治貴・野上雅弘・永井輝行: ニホンズイセンの定植前球根水浸漬処理による開花促進法, 北陸農業研究成果情報(北陸農業試験場), pp141-142(1999), 1105
- 43) 小森治貴・野上雅弘・永井輝行: ニホンズイセンの低温貯蔵球根による春切り抑制栽培, 北陸農業研究成果情報(北陸農業試験場), pp131-132(2000), 1105
- 44) 清水夏樹・佐藤洋平: 中山間地域における農業・農村基盤の維持・管理システム開発のための地域類型, 平成10年度農業土木学会大会講演要旨集, pp726-727(1998), 2205
- 45) 清水夏樹・佐藤洋平・山路永司: 中山間地域資源の維持・管理システム-農林業基盤に着目したシステムの提案-, 農村計画学会誌, 18(別1), pp301-306(1999), 2205
- 46) 清水夏樹・佐藤洋平・山路永司: 中山間地域における農業・農村基盤の維持・管理システム, 農業土木学会講演要旨集, pp468-469(1999), 2205
- 47) 生源寺真一: 農政の対象としての「共」と「私」, 協同農業研究会会報, 41, pp6-46(1997), 2204
- 48) 生源寺真一: 開発型から保全型へー土地改良のパラダイム転換-, 生源寺真一「アンチ急進派の農政改革論」(農林統計協会), pp180-196(1998), 2204
- 49) 生源寺真一: 農業の非市場的要素と政策デザイン, 奥野正寛・本間正義編「農業問題の経済分析」(日本経済新聞社), pp87-113(1998), 2204
- 50) 生源寺真一: 山地畜産に学ぶ, 生源寺真一「農政大改革」(家の光協会), pp141-161(2000), 2204
- 51) 生源寺真一: 日本型直接支払制度と地域づくり, 生源寺真一「農政大改革」(家の光協会), pp163-190(2000), 2204
- 52) 生源寺真一: 経済学からみた農業の多面的機能, 衆議院調査局「次期WTO農業交渉における「日本政府提案」についての見解等」, pp65-71(2000), 2204
- 53) 生源寺真一: 農政改革とWTO農業交渉, 生源寺真一「農政大改革」(家の光協会), pp263-276(2000), 2204
- 54) 生源寺真一: 北海道の農業・農村と新しい農業政策-条件不利地域政策と農業環境政策をめぐって-, 北海道農業経済研究, 8(2), pp3-12(2000), 2204
- 55) 須藤憲一・今村 仁・岡本章秀: 山野草の耐暑性, 野菜・茶業試験場久留米支場研究年報, 11, pp146-147(1998), 1102
- 56) 須藤憲一・今村 仁・岡本章秀: 山野草の生育開花調節技術の開発, 野菜・茶業試験場久留米支場研究年報, 12, pp167-169(1999), 1102
- 57) 須藤憲一・今村 仁・岡本章秀: 山野草の生育・開花調節技術の開発: 野菜・茶業試験場久留米支場研究年報, 13, pp159-161(2000), 1102
- 58) 田口多喜子: オオナルコユリの休眠特性と休眠打破, 東北農業研究成果情報, pp279-280(1998), 1103
- 59) Thakur, R. C., Y. Hosoi and K. Ishii: Rapid in vitro propagation of *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro - an edible fern. *Plant Cell Reports*, Vol. 18, pp203-208 (1998), 1305
- 60) 多田 徹・星 伸枝・仲谷房治: エゾリンドウの葉片からの不定芽誘導と植物体再生, 育種学研究, 2(別1), p183(2000), 1302

- 61) 辻 雅男：農村と都市の共生－直接支払制度をめぐる－，農業および園芸，74(11)，pp1-2 (1999)，2206
- 62) 辻 雅男：農業経営の展開と経営形態－私企業経営と公共企業経営－，日本農業における公企業経営の成立条件とその限界の解明（平成10年度科研費報告書），pp1-15(1999)，2206
- 63) 辻 雅男：土地利用の方向，地域資源の維持・保全・管理の方向，阿蘇久住飯田地域整備計画調査報告書（九州農政局），pp1-45(1999)，2206
- 64) 辻 雅男：中山間地域の農業・資源管理に関する三つの問題（「中山間地域農業の担い手再建問題」，日本の農業，No.212），pp119-123(2000)，2206
- 65) 永井輝行・野上雅弘・小森治貴：ニホンズイセン球根に対する植え付け前吸水処理が促成開花におよぼす影響，園芸学会北陸支部研究発表要旨，p41(1998)，1105
- 66) 仁平恒夫：新規参入者定着と市町村公社を核とする支援体制，北陸農業経営研究，17，pp15-27 (1998)，2201
- 67) 仁平恒夫：中山間地域における農業公社を核とした新たな担い手育成－福井県池田町及び新潟県清里村の事例を中心に－，北陸農試農業経営研究，55，pp38-64(1999)，2201
- 68) 仁平恒夫：中山間地域における市町村農業公社の存在状況－担い手型公社を中心に－，北陸農試農業経営研究，56，pp55-79(1999)，2201
- 69) 仁平恒夫：中山間地域における農業公社の経営拡大と担い手育成，農政調査時報，509，pp26-33 (1999)，2201
- 70) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウの生育・開花調節技術の開発，平成10年度関東東海農業試験研究推進会議花き研究会資料，pp43-44 (1998)，1104
- 71) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウの開花抑制「咲かせたい時，いつでも」，上毛新聞18面 (1999. 12. 2)，1104
- 72) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウの人工開花に成功「温度調節技術を応用」，東京新聞 (1999.12.2)，1104
- 73) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウ年間通して楽しめす「遅咲き技術開発」，読売新聞33面 (1999.12.2)，1104
- 74) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウの花冬でも咲かせます「通年栽培実用化めど」，朝日新聞38面 (1999.12.6)，1104
- 75) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウが一年中楽しめす「開花抑制技術を開発」，産経新聞23面 (1999.12.8)，1104
- 76) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウの新技术開発，日本経済新聞 (1999.12.25)，1104
- 77) 根岸明美・町田安雄：ミズバショウいつでも咲かせます，NHK (2000.2.23)，1104
- 78) 納口るり子：中山間農林地の多面的機能を活用した管理システムの実態と分析視角，全国農業経営研究会分科会報告 (1998)，2202
- 79) 福与徳文：北海道中山間地域の特徴と地域の維持・振興策のあり方，道立中央農試農業経営研究資料，11，pp4-42(1998)，2103
- 80) 福与徳文：デルファイ法の応用による客観・達観評価の総合化－中山間地域の定住条件評価を題材にして－，農村計画学会誌，18(別1)，pp307-312(1999)，2103
- 81) 細井佳久・ラメッシュ・タクル・石井克明：クサソテツの組織培養，第109回日本林学会大会講演要旨集，p184(1998)，1305
- 82) 村松功巳・江川 章・田畑 保・橋詰 登・福田竜一：中山間地域における地域資源管理組織の現状と課題（その1）－鳥根県飯石郡頓原町調査結果－，農総研季報，38，pp19-66(1998)，2203
- 83) 村松功巳・江川 章・増渕隆一・橋詰 登・福田竜一：中山間地域における遊休農地の利活用に関する現状と課題－福島県伊達郡月舘町，川俣町実態調査－，農総研季報，43，pp51-111(1999)，2203
- 84) 安中誠司・唐崎卓也・深山一弥：中山間地域における内部的多様性の様態－新潟県 村における分析－，農村生活研究，43(3)，pp2-11(1999)，2104
- 85) 山本勝利・加藤好武：環境保全機能の評価から見た農村ランドスケープの空間スケール，農村計画学会誌，18(別1)，pp313-318(1999)，2102
- 86) 吉迫 宏・山下恒雄：四国中山間地域における農地の立地条件と顕示空間選好，第53回農業土木学会中国四国支部講演要旨，pp131-133(1998)，1402

87) 吉迫 宏：棚田における土地利用後退メカニズムの考察，第54回農業土木学会中国四国支部講演会講演要旨，pp134-136(1999)，1402

IX 研究担当者

○印は執筆者，所属は研究終了時（平成12年3月末時点）である。研究終了以前に課題担当場所から異動した研究者は，研究終了時の所属を「現」と示した。

第I編

第1章

- 1 青木 和彦○：東北農業試験場
- 2 須藤 憲一○：野菜・茶業試験場
今村 仁：野菜・茶業試験場
岡本 章秀：野菜・茶業試験場
- 3 田口多喜子○：秋田県農業試験場
- 4 小林 拓哉○：群馬県立農林大学校
根岸 明美○：群馬県園芸試験場
町田 安雄○：群馬県園芸試験場
- 5 小森 治貴○：福井県園芸試験場
野上 雅弘：福井県園芸試験場
永井 輝行：現・福井県農業試験場

第2章

- 1 小沢 聖○：東北農業試験場
菅野 洋光：東北農業試験場
村井 麻理：東北農業試験場
- 2 小沢 聖○：東北農業試験場
佐藤百合香：東北農業試験場
- 3 大原 源二○：中国農業試験場
植山 秀紀：中国農業試験場
- 4 橋本 典久○：京都府農業総合研究所
- 5 衛藤 慎也○：広島県立林業技術センター

第3章

- 1 市村 一雄○：野菜・茶業試験場
後藤 理恵：野菜・茶業試験場
向井 俊博：野菜・茶業試験場
- 2 高橋 寿一：岩手県農業研究センター
阿部 潤○：岩手県農業研究センター
仲谷 房治：岩手県農業研究センター
多田 徹：岩手県農業研究センター

星 伸枝○：岩手県農業研究センター

- 3 望月 太：山梨県総合農業試験場
雨宮 圭一○：山梨県総合農業試験場
両角 斉彦○：山梨県総合農業試験場
五味亜矢子：山梨県総合農業試験場
- 4 出澤 文武○：長野県営農技術センター
- 5 石井 克明○：森林総合研究所
木下 勲：森林総合研究所
細井 佳久：森林総合研究所

第4章

- 1 奥島 修二○：農業工学研究所
福本 昌人：農業工学研究所
塩野 隆弘：農業工学研究所
小倉 力：現・国際農林水産業研究センター
上村健一郎：農業工学研究所
- 2 吉迫 宏○：四国農業試験場
井上 久義○：四国農業試験場
細川 雅敏：四国農業試験場
内田 晴夫：四国農業試験場
- 3 中村 勝衛○：日本植生株式会社
津下 圭吾：日本植生株式会社

第II編

第1章

- 1 石田 憲治○：農業工学研究所
- 2 山本 勝利○：農業環境技術研究所
加藤 好武：農業環境技術研究所
大久保 悟：科学技術振興事業団
- 3 福與 徳文○：北海道農業試験場
- 4 安中 誠司○：農業研究センター
唐崎 卓也：農業研究センター
深山 一弥：農業研究センター

第2章

- 1 仁平 恒夫○：北陸農業試験場
遠藤 和子○：現・農業研究センター
- 2 納口るり子○：農業研究センター
- 3 村松 功巳○：農業総合研究所
江川 章○：農業総合研究所
橋詰 登：農業総合研究所
福田 竜一：農業総合研究所
香月 敏孝：農業総合研究所

増渕 隆一：現・農業研究センター

田畑 保：現・明治大学

両角 和夫：現・東北大学

4 生源寺真一[○]：東京大学大学院

5 佐藤 洋平[○]：東京大学大学院

清水 夏樹[○]：東京大学大学院

6 辻 雅男[○]：九州大学大学院

X 取りまとめ責任者あとがき

本書は、中山間地域ならではの農業技術開発と中山間地域資源の評価・利用・管理の手法開発を目的に、国立11，公立8，大学2，民間1の試験研究機関が連携して実施した3年間の研究成果を取りまとめたものである。

このうち、地域資源の高度活用技術の開発では、中山間地域に特有な気象・地形条件の活用技術や、オオナルコユリからクサソテツに至るまでの希少な資源植物の増殖・流通技術の開発が行われた。この中には播種から収穫までに6年を要するものもあるが、3年間でも多くの具体的な成果が生み出されている。また、地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発においても、地域資源の総合評価手法や維持・管理システムに関する新たな知見が得られ

ている。研究担当者の労を多としたい。また、これらの主要研究成果については、農業研究センターより「『中山間資源』研究成果集」（平成12年6月）を刊行しているので、併せて参照されたい。

一方で、3年間という研究期間において残された課題も少なくはなく、地域資源活用技術については研究担当者が引き続き試験を継続するものが多い。今後の成果を期待するとともに、地域資源活用については他にも技術開発の余地は多いものと思われ、新たな研究の展開にも期待したい。また、地域資源の評価手法や維持・管理システムについては、プロトタイプが提示されたが、平成12年度からは「中山間地域等直接支払制度」が導入されるという新たな段階を迎えており、評価手法のマニュアル化や管理システムモデルの検証等を始め、一層の研究深化が期待される。

最後となったが、評価委員、チームリーダーをはじめ、本プロジェクト研究の推進にご尽力いただいた多くの方々に深く感謝する。

（増渕隆一）

第 I 編 地域資源の高度活用技術の開発

第 1 章 気象・地形条件等が植物に及ぼす生理反応機構等の解明

1. 地域資源を利用する作期拡大に伴う葉・根菜類の品質変動の評価

ア 研究目的

中山間地で有利な農業生産を行うには、その地域に特有の環境・自然資源を有効活用し、平坦地とは異なった作期に高栄養・機能性で良食味の特産作物を安定的に低コスト・省力生産する技術が重要である。本課題では、作付地域や作期など気象・地形条件の違いが葉・根菜類の栄養・食味・機能性成分含量に及ぼす影響を解析・評価し、一定レベル以上の品質をそなえた野菜を流通上有利な時期に安定的に生産・供給するための栽培条件の解明に資する。

イ 研究方法

(ア) 露地栽培試験

a 1997年度

東北農試(盛岡市)圃場で露地栽培試験を行い、コマツナ、カブ、キャベツ、ブロッコリ、ニンジン等を春から初冬にかけて3～6作の栽培を行った。施肥は各作物ごとに同一とし、一定の大きさまで育った時点で収穫して収量、水分含量、糖、ビタミンC、カロテン、トコフェロール、クロロフィルの含量を測定した。コマツナは地上部全体、カブは地上部および地下部、キャベツは結球部、ブロッコリーは花らい部、ニンジンは地下部について調査を行った。ただし、夏の高温期(7月下旬、8月)に播種したコマツナ、カブは生育が極端に悪く、病害虫の発生で被害を受けたため調査を中止した。また今回、逆相系カラムを用いた高速液体クロマトグラフィーを用い、作物体試料の酢酸エチルーヘキサン抽出液からカロテン(α , β), トコフェロール(α , γ), クロロフィル(a, b)を同時に分離定量する手法を確定した。

b 1998年度, 1999年度

前年度の栽培試験で総ビタミンC含量が栽培期間中の平均気温または平均日射量と高い正の相関を持つことがわかったコマツナについてより詳細な栽培試験を行い、ビタミンC含量の葉身、葉柄別での変動やその存在型への影響について調査した。また、ニンジンについても同様により詳細な栽培試験を行い、

カロテンの存在型別の変動などについて調査した。

(イ) 温度勾配チャンバー(TGC)ハウス栽培試験

栽培時の温度条件のみを変えた栽培試験を行うため、温度勾配チャンバー(TGC)ハウスを用いた栽培試験を行った。このTGCハウス(東北農試・盛岡市)内に温度勾配に沿って4～5の温度区を設定し、夏から初冬にかけて4作の栽培試験を行った。各温度区の平均気温の差は7月から9月にかけては約0.2℃毎(21.7～22.5℃), 10月の試験では約0.3℃毎(13.4～14.7℃), 11月の試験も約0.3℃毎(7.6～8.5℃)の温度差で試験を行った。このTGCハウスでコマツナを栽培して一定の大きさまで育った時点で収穫し、各温度区における葉身・葉柄別の生体重、水分含量、ビタミンC(酸化型、還元型)含量、および葉身の葉色(SP AD), 葉柄のBrixを測定調査した。

ウ 結果

(ア) 露地栽培試験

a 1997年度

栽培期間中の気温、日射量(盛岡)はともに6月から8月にかけて高く、9月以降低下していった。総ビタミンC含量はコマツナ、カブでは気温、日照とも高い6、7月収穫で高く、9月～11月収穫では低くなった。キャベツ、ブロッコリーでは逆に夏に低く、秋以降に高くなった(図1-1)。 β -カロテン含量はコマツナで9月収穫で低下が見られたが、キャ

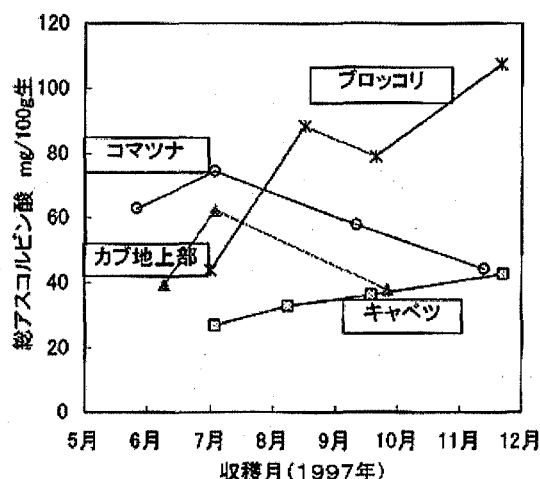


図1-1 (圃場試験)収穫月によるビタミンCの含有の変動

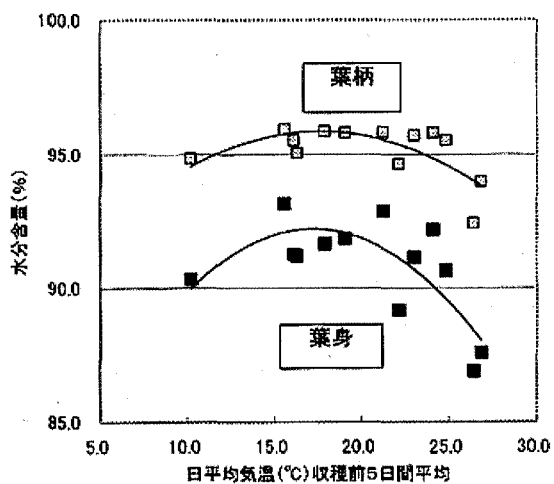


図1-2 (圃場試験)日平日気温とコマツナの部位別水分含量

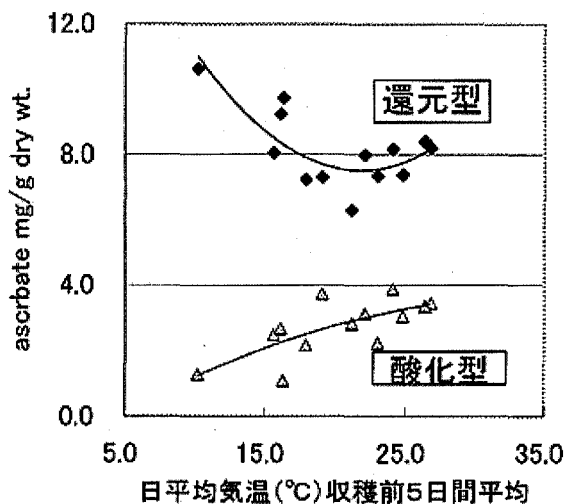


図1-3 (圃場試験)日平日気温とコマツナ葉身のビタミンC含量

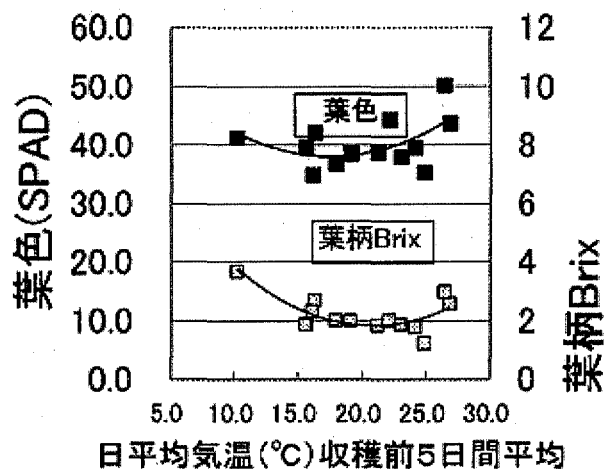


図1-4 (圃場試験)日平均気温とコマツナの葉色、葉柄Brix

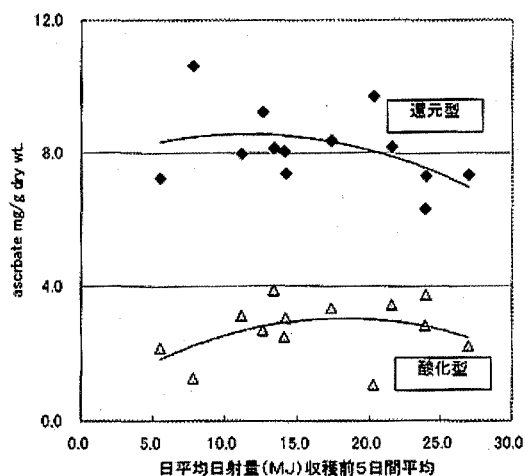


図1-5 (圃場試験)日平均日射量とコマツナ葉身のビタミンC含量

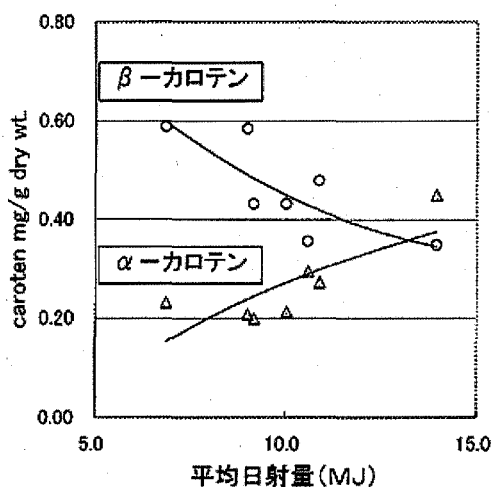


図1-6 (圃場試験)日平均日射量とニンジン主根のカロチン含量

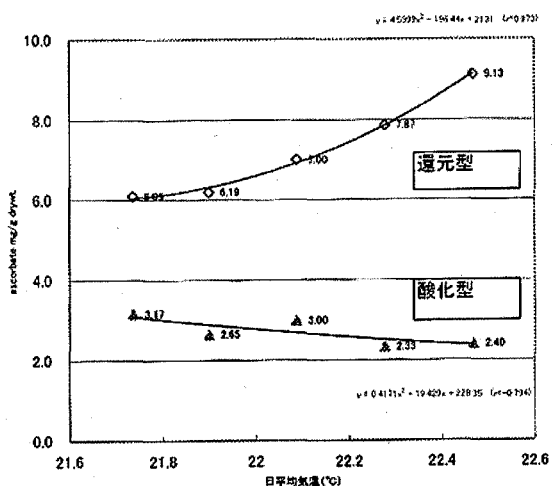


図1-7 TGCハウスの平均気温とアスコルビン酸含量(コマツナ葉身)

ベツ、ブロッコリーは7月収穫に比べ8月以降の方が高くなった。一方、ニンジンでは12月収穫で大きく低下した。クロロフィル含量もカロテンと同様の変動を示したが、キャベツは12月収穫時に低下した。トコフェロール含量はコマツナではカロテンと同様の変動を示したが、ブロッコリーは12月収穫で α 、 γ とも大きく増加した。キャベツ、ニンジンでは α に比べ γ が12月収穫時に大きく増加した。糖含量はカブの地下部を除き、いずれも春～夏に比べ9月以降に高くなった。

b 1998年度, 1999年度

コマツナ葉身の水分含量は日平均気温（収穫前5日間平均）約18℃を頂点に、それ以下においては気温が高くなるのに従い増加したのに対し、それ以上では逆に減少する傾向を示したが（図1-2）、日射量との相関は小さかった。コマツナ葉身の還元型ビタミンC含量は日平均気温（収穫前5日間平均）20℃以下においては気温が高くなるに従い減少したのに対し、20℃以上でやや増加に転じた。一方、酸化型は気温が高くなるにつれて増加した（図1-3）。葉色、葉柄Brixも還元型ビタミンCと同様の傾向を示した（図1-4）。日平均日射量20MJ以上においてコマツナ葉身の還元型ビタミンC含量が低下する傾向がみられた（図1-5）が、葉色、葉柄Brixと日射量との相関は小さかった。ニンジンの β -カロテン含量は特に主根において日平均気温と負の相関を示したが、ニンジンに特有なカロテンである α -カロテンは逆に正の相関を示した（図1-6）。

(イ) 温度勾配チャンバー(TGC)ハウス栽培試験

平均気温21.6～22.4℃においてビタミンC含量は生重、乾物重当たりともに温度が高くなるほど増加した。これは葉身における還元型ビタミンCの増加によるものだったが、酸化型は逆に低下した（図1-7）。また葉柄においては変化が小さかった。葉身の水分含量は温度が高くなるほど低下しており（図1-8）、ビタミンCの増加と関連していると考えられた。10月、11月の試験でも気温が高いほど葉身における還元型ビタミンC含量が増加する傾向が見られた。一方、葉色やBrixと平均気温との相関は小さかった。

エ 考察

ビタミン類をはじめとする野菜の品質成分は野菜（作物）自身にとっても、生命を維持していくため

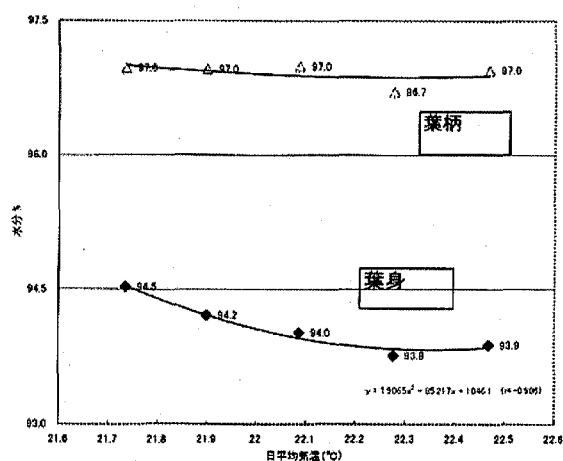


図1-8 TGCハウス平均気温とコマツナ部位別の水分含量

に重要な成分である。中でも特にビタミンCは、植物体内の過酸化ストレス消去機構に重要な抗酸化物質である。今回の試験結果より、栽培時の温度条件による還元型ビタミンC含量の増加は、水分含量の低下（＝水ストレスの発生）と関連していると考えられた。これはストレス回避のためビタミンCがより多く生合成され、また酸化型からの再還元機構が強く働いたためとみられる。一方、圃場試験において日射量が高くなることで還元型ビタミンCが低下し酸化型が増加したのは、強い日射で発生した有害な過酸化物質の消去に還元型ビタミンCが使われ酸化型に変化し、その再還元がうまく働かなかったことが考えられる。またカロテン類は光合成の補助色素として、さらには抗酸化物質として作物体内で重要な成分である。今回コマツナのカロテン含量と日射量との関係は特定できなかったが、ニンジンと同じく過剰な日射によって β -カロテンが減少することが考えられる。

これら栽培試験の結果から、葉・根菜類のビタミンなど品質成分の含量を高めるためには、栽培地域の気象条件に応じて、適度な水分ストレスをかけられる温度条件等の設定や、過剰な日射量を制限するなどの栽培管理を行うことが有効であると考えられた。

オ 今後の課題

栽培時の気温、日射量条件と、ビタミンC、カロテンなど品質成分の生合成系・分解系との関係について検討する必要がある。これまでに得られた知見を基に、品質成分含量を増加させるための栽培試験を想定し、中山間地の気象条件（気温、日射量）を考慮した上で、遮光資材等も用いた栽培試験を行う必要がある。

カ 要 約

中山間地の環境・自然資源を有効活用し、高栄養・機能性で良食味の特産作物を低コスト・省力生産するために、気象条件の違いが葉・根菜類の栄養・食味・機能性成分含量に及ぼす影響を解析した。その結果、ビタミンC含量は栽培時の温度条件により適度な水分ストレスがかかることで増加するが、過剰な日射により低下し、また β -カロテン含量も過剰な日射によって減少することが明らかとなった。これらのことから、栽培地域の気象条件に応じて、適度な水分ストレスをかけられる温度条件等の設定や、過剰な日射量を制限するなどの栽培管理を行うことで葉・根菜類のビタミンなど品質成分の含量を高める事が可能であると考えられた。

(青木和彦)

2. 自生山野草の生育・開花生理及び生理反応機構の解明

ア 研究目的

花き消費傾向の多様化の中で山野草に対する憧れが増加しており、これまで未利用の山野草でも営利生産への導入が期待できる。園芸生産的に未開発の山野草は年に一度決まった時期に開花する季咲き性が強いが、その開花期間を調節することにより、鉢花あるいは切り花としての出荷による収益の拡大が期待できる。さらに観光地における観賞期間の延長や分散化による集客期間の延長や、特殊な山野草の観賞を目的として訪問したにも係わらず、開花時期の年変動による観賞不能等による落胆を防ぐ手段としてなど、観光資源としての有利な活用が期待できる。山野草の生育の安定及び開花期の人為的な調節による開花期間の拡大や安定化のためには、生育開花のための低温要求性や耐暑性を明らかにすることと、その商品化技術を計ることが必要である。そのために、この試験は山野草の耐暑性を夏季高温の野菜・茶試久留米支場下で、生育適応性、高温期の光合成能力等から比較することから開始し、それに適合したカッコウセンノウを主な対象品目として検討した。次いで、阿蘇周辺に多いハナシノブを対象にした研究を行った。この植物は6月前後から群落を作って開花し、観光資源に寄与しているとともに、鉢物や切り花としての出荷も行われている。電照栽培法は岩本ら(1993, 1994)によって播種後4ヶ月後

からの処理で、開花期が調節可能であることが明らかにされているが、抽台開花に対して低温要求性の把握が必要とされたので検討を加えた。さらに、これらの花の矮化剤による鉢花化や、匍匐性が強く鉢花としての草姿が作りにくいイソカンギクを供試して、山野草の活用法の拡大技術の開発を目的とした数種の試験を行った。

イ 研究方法

(ア) 山野草の耐暑性の検討

a 試験1 阿蘇周辺で山野草として販売されていたヒゴタイ、オカオグルマ、カッコウセンノウ、シライトソウ、マツモトセンノウ、フシグロセンノウ、カイジンドウ、クリンソウ、ヤツシロソウ、ハナシノブ、タカネマツムシソウ、エゾルリソウを5月26日からピアレス遮光用フィルム(遮光率65%)を張ったガラス室内で最低2鉢ずつ栽培管理し、生育状態を観察した。別に、久留米市内で収集したウラシマソウ、サギソウ、ダイヤモンドソウ、シュウメイギク、センニンソウ、バイカイカリソウ、ヨメナ類を5月18日から85%の遮光幕を張ったガラス室内で同様に管理した。

b 試験2 人工環境下で耐暑性を比較した。オミナエシ、キキョウ、ヤツシロソウと園芸品種として耐暑性が劣るとされるプリムラ・マラコイデスなどの園芸種を1997年3月31日に播種し、2.5号鉢で養成した。7月23日から9月16日間、昼/夜温を23/18, 38/18, 38/28℃に設定した人工気象室(照度30klx)内とガラス室内で3鉢ずつ栽培した。

c 試験3 一部の種類についてLICOR社製LI6200携帯用光合成測定装置を使用し、栽培環境下での単葉のみかけの光合成速度を測定した。また群馬県から提供を受けたミズバショウの球根をピートと粒状ロックウールを4:1の体積比で混合した用土を使って5号鉢に植え、上部からの灌水のみでその後の生育を観察するとともに、6月に日射量や温度の日変化の中で、個葉のみかけの光合成能力に及ぼす日射量や温度の影響を携帯用光合成測定装置を使用して測定した。

(イ) 山野草の開花時期の調節

a カッコウセンノウの低温要求性

(a) 試験1 9月30日に288穴セル成型トレイに播種育苗後、11月4日に2.5号鉢に鉢上げし、雨除けハウス下で育苗して自然の低温に遭遇させた。12月6日から、最低気温15℃の加温室に適時入室し、

4.5号鉢に鉢上げ後、抽台開花反応を調査した。

(b) 試験2 無加温条件下で播種育苗可能な9月30日と、最低夜温15℃の加温環境下で播種育苗する11月27日と3月4日播種、及び厳寒期に20℃の加温下で播種育苗する1月11日と2月17日播種、さらに抑制を目的として当年採種種子を使った6月4日播種を行った。播種は288穴セル成型トレイを使用し、本葉4～5枚で7.5cmポリ鉢に移植し、生育に応じてさらに、4.5号鉢に移植して栽培した。低温処理は2.5号鉢苗を2.5℃又は5℃の冷蔵庫内で表記期間、暗黒下で貯蔵した。

b ハナシノブの低温要求性

(a) 試験1 前試験1と同様に9月30日に288穴セル成型トレイに播種育苗後、11月4日に2.5号鉢に鉢上げし、雨除けハウス下で育苗中に自然の低温に遭遇させた。12月6日より、最低気温15℃の自然日長の加温室に適時入室し、4.5号鉢に鉢上げ後、抽台開花反応を調査した。2月21日からは、暗期光中断で長日条件に設定した温度管理を変化させた3ハウスと、無加温、無電照の育苗環境下で栽培した。

(b) 試験2 育苗後の低温付与が生育開花に及ぼす影響を検討した。11月27日に播種し、1月27日から無加温、15℃加温、20℃加温のガラス室内で育苗後、3月27日に無加温ハウスに移動して低温遭遇量を変えて生育開花状況を調査した。また20℃室にそのまま放置した苗を7月1日から5℃暗黒状態で低温処理し、8月1日と9月1日に出庫して生育開花反応を調査した。さらに、秋季の開花を目的として、1月11日に20℃加温室で播種育苗後、15℃加温室で管理して無低温処理状態で育苗した

(ウ) 山野草の草型の改善による商品化技術

a 矮化剤を利用した鉢花化技術

矮化剤として活用されているユニコナゾールの散布濃度の影響を、カッコウセンノウ5～6月開花の作型で検討した。4月10日にユニコナゾールの図示濃度液を約2ml茎葉散布、50倍液20mlの土壤灌注処理を行い、生育開花状況を調査した。ハナシノブについては2月25日に散布した。

b イソカンギクの刈り込み時期による鉢花化技術

イソカンギクはダルマガクに類似しているが、匍匐性が強いとともに、花色がやや淡青で赤みがある。その色彩と野生味に惹かれ、種子を長崎県壱岐の海岸縁で旅行中に採種し、その鉢花化を試みた。11月30日に15℃

加温室で播種し、1月18日に無加温ハウスに搬出し、2.5号鉢に鉢上げした。匍匐枝が多出するために鉢花化が困難と判断し、中途、6月15日に半数を分枝上4～5節で刈り込んだ。さらに8月20日と8月31日に再刈り込みを行った。別に、2月17日に20℃加温室内で播種し育苗した苗の一部を8月2日から8月19日と9月2日まで5℃暗黒下で低温処理を行い、低温未遭遇苗に対する低温処理効果を検討した。

ウ及びエ 結果と考察

(ア) 山野草の耐暑性の検討

a 試験1 当試験場のガラス室内での生育状態は、7月中旬までは比較的高温時間が少なかったために、目に見える障害は全供試植物で観察されなかった。しかし高温になった7月下旬以降に多くの植物の生気が無くなり、ヒゴタイのように8月上旬には衰弱枯死する植物が生じた。シライトソウ、クリンソウ、ハナシノブ、ダイモンジソウなどは衰弱が激しかったが、枯死には至らなかった。センノウ類は秋以降も開花を続けた。特にカッコウセンノウは高温障害が少なく、6～7月開花後のこぼれ種が自然発芽し、秋以降あるいは、加温温室内でも開花を続け、野趣味のある花として普及の可能性が示された。ハナシノブは摘心や挿し芽を繰り返すことによって開花が7月下旬まで続き、冷涼地における作型の開発で鉢花としての出荷時期の延長が可能と考えられた(表1-1, 表1-2)。

b 試験2 キキョウ、オミナエシは高温環境で多少の生育阻害が生じたが、23/18℃の冷涼環境よりも、ガラス室の方が良い生育を示し、耐暑性は強いと判断できた。園芸種のプリムラ・マラコイデスは23/18℃の冷涼環境に比較して、ガラス室で生育がかなり阻害された。ヤツシロソウはガラス室でも90%の生育を示したが、38℃の高昼温下では阻害が増した。さらに高夜温では一部の株は枯死しており、中程度の耐暑性と判断できた。

c 試験3 高温期を経過した後の8月29日に測定した9種の山野草の光合成速度は最大でも15mgCO₂dm⁻²h⁻¹以下であった。シライトソウ、クリンソウのように能力の低下が顕著にみられた植物や、カッコウセンノウ、オカオグルマ、ダイモンジソウなど比較的高い光合成能を維持する植物もあった。7月下旬から8月上旬に受けた障害が後遺症として継続している植物と、回復の兆しを示している植物

	強	中	やや弱	弱
山野草	カッコウセンノウ キキョウ オミナエシ シュウメイギク ハマナデシコ ウラシマソウ	オカオグルマ マツモトセンノウ フシグロセンノウ カイジンドウ ヤツシロソウ サギソウ センニンソウ ヨメナ類 シクラメン	ダイモンジソウ シライトソウ ハナシノブ バイカイカリソウ クリンソウ プリムラ・マラコイデス プリムラ・ポリアンタ デルフィニウム	ヒゴタイ エゾルリソウ タカネマツムシソウ メコノプシス
園芸種 (参考相対値)	スプレーギク			

表 1-1 耐暑性の程度

昼温/夜温	キキョウ		ヤツシロソウ		オミナエシ		プリムラ・マラコイデス	
	重量(g)	処理前比	重量(g)	処理前比	重量(g)	処理前比	重量(g)	処理前比
23/18	1.87	271	2.86	341	11.43	323	0.76	447
38/18	2.07	300	1.28	164	11.33	320	-	-
38/28	1.85	268	1.08	139	11.20	316	-	-
ガラス室	2.31	335	2.37	304	13.86	392	0.47	277

"病気の発生による障害" "全株枯死" "2株枯死"

表 1-2 温度環境に対する山野草の生育対応 (地上部乾物重)

もみられた。ミズバショウのみかけの光合成速度は光合成有効波長域日射量 (PPFD) が $500 \mu\text{mol}/(\text{s}/\text{m}^2)$ までは日射量の増加とともに増加したが、それ以上では低下した (図 1-9)。また葉温が 34°C を越えると低下傾向が著しくなり、日射量の増加による葉温の上昇が水分代謝等のストレスを導き、光合成能力を低下させたと考えられた。高温期の生育維持手段として、一般の園芸植物で行われている遮光や根域環境の改善で高温下で生産が可能な種類は多いと想定できる。

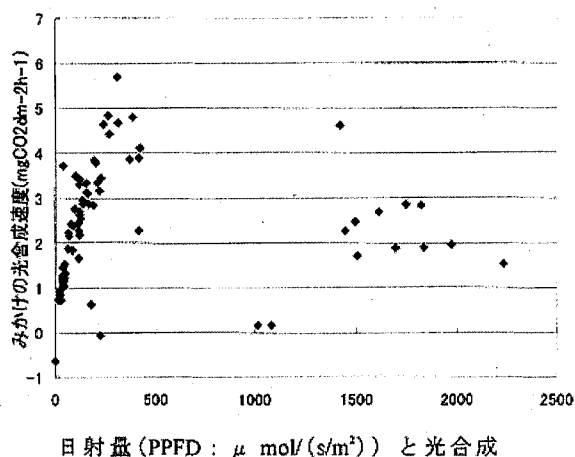
(イ) 山野草の開花期の調節

a カッコウセンノウの低温要求性

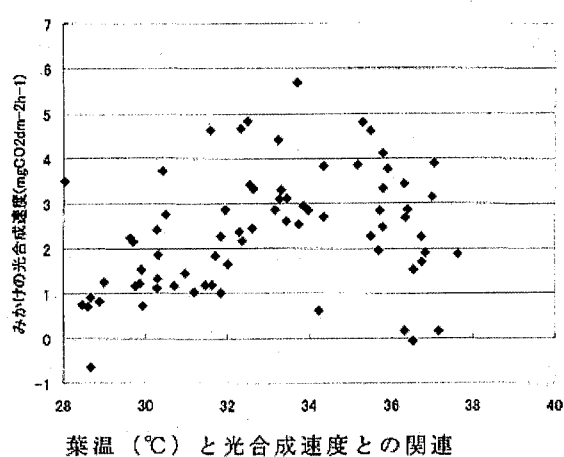
(a) 試験 1 カッコウセンノウの低温要求性は比較的少なく、11月4日の鉢上げ時でもすでに21%は

抽台株があった。そのために、以下の試験は無抽台株を選出して検討した。12月6日加温開始株は1月8日の段階で、無抽台株が28%で12月19日から2月10日間に7株以外は開花した。1月6日、1月31日加温開始株の平均開花日は、それぞれ、2月3日、2月21日で全株が開花した。低温要求性は低い品種と判断され 5°C 以下の気温に300時間程度の遭遇で低温要求が満たされる種と判断された (図 1-10)。

(c) 試験 2 9月下旬に播種、育苗した苗を自然低温に遭遇させた後、1月上中旬以降から、加温あるいは保温室内で栽培した場合、2月から5月まで開花した。11月27日に播種し、 15°C 加温環境で育苗後に、1月下旬から無加温室で栽培すると、5月中下旬に全株開花した。しかし、2月中旬以降に発芽、生育



日射量 (PPFD: $\mu\text{mol}/(\text{s}/\text{m}^2)$) と光合成



葉温 ($^\circ\text{C}$) と光合成速度との関連

図 1-9 ミズバショウのみかけの光合成速度に及ぼす日射量と葉温の影響 (6月18日測定)

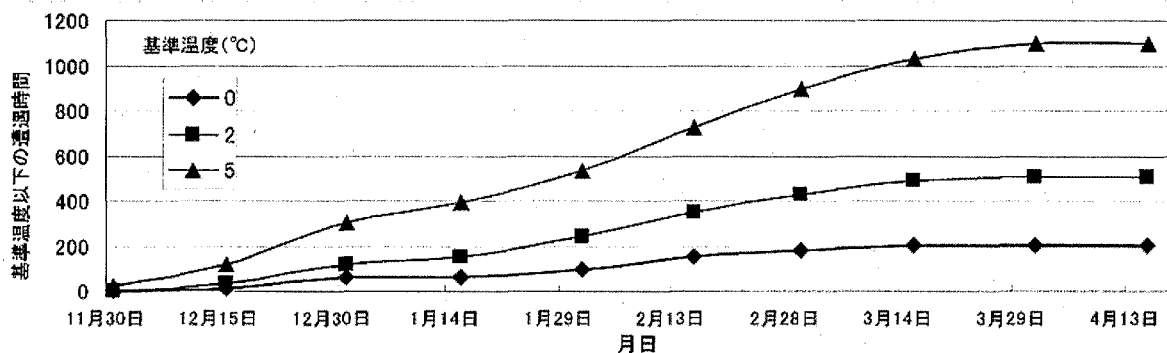


図1-10 野菜茶業試験場久留米支場における基準温度以下の低温遭遇時間

促進のために20℃加温室で播種、育苗した場合には、苗養成に5月まで要したために、その後の自然の低温遭遇量が不十分になり、抽台率が低下した。1月に播種し、20℃で育苗後に、2ヶ月間の人工低温処理を行い、6月始めに出庫した区は、6月下旬に100%開花し、暗黒下の人工低温で低温を充足することが可能であった。なお出庫時期が高温期になるほど、出庫後短期間に生育開花するので、品質に問題があった。また長期の貯蔵により苗が衰弱し、出庫後の抽台率が低下し、2ヶ月程度が限界と考えられた。9月以降の出庫による秋季開花は抽台しやすい系統の利用で、11月上旬の開花が可能であった。なお、自然低温や人工の低温感応が不十分でも開花する系統が全時期にあり、このような系統の利用で有利な栽培体系の構築が可能と判断された。

低温処理し、9月1日定植した小苗は10月下旬までに6割、11月下旬までに8割が春季と同様に一斉に開花し、小苗の反応は斉一であった。発芽率、発芽勢も良く、さらに低温伸長性があるので、播種期や加温開始時期、加温温度設定によって開花時期の調節が可能と判断された(表1-3)。

b ハナシノブの低温要求性

(a) 試験1 1月31日まで屋外で管理後に加温を

開始した区が4月中旬に80%開花した。それ以前の加温では、無抽台株が多かったとともに、抽台は開始するものの、高所ロゼットになり、開花しない株が大部分であった。1月末までに5℃以下の気温に500時間強遭遇しており(図1-10)、低温要求量はこの程度で充足されと考えられた。2月21日から長日条件で25℃以上で加温栽培した場合、3月末から開花したが、15℃加温条件では、4月下旬に開花した。なお長日処理で10日程度開花が促進された。自然条件下の開花は6月上旬になった。低温感応が早い高冷地での育苗苗を利用すればより早期からの開花が期待できる(表1-4)。

播種日	鉢上げ	管理	低温処理	抽台率	開花時期
9/30	11/ 4	1/18(15℃)		100.0%	2上
		無加温		100.0	2中~3中
11/27	1/18	(15)→無	—	100.0	5中下
			3/29-7/1	60.0	7下~8上
1/11	2/ 4	(20)→	—	49.3	5中下
			4/ 1-6/1	100.0	6下
			8/ 2-9/2	34.6	11上
2/17	5/ 9	(20)→		34.0	9上
3/ 4	5/ 9	(15)→		41.2	6上
6/ 4	7/ 7			21.8	7下~9上
			8/2-9/15	60.0	11上

表1-3 カッコウセンノウの開花時期の調節結果

加温開始日	管理温度 (内開窓/加温)	日長	開花率 %	開花日	主茎着 葉節数	着花節 数	茎長 cm
12月6日	15℃加温	自然	0.0	無開花	38.4		9.9
1月6日	15℃加温	自然	2.2	4月28日	29.5		9.2
1月31日	15℃加温	自然	80.0	4月中旬	38.9	57.0	51.0
2月21日	15℃加温	自然	100.0	5月上旬	27.1	45.9	52.1
2月21日	(35/25)	暗期中断	100.0	3月下旬	20.5	35.9	58.7
2月21日	(25/20)	暗期中断	100.0	4月上旬	17.9	36.9	60.6
2月21日	(20/15)	暗期中断	100.0	4月下旬	19.1	36.8	55.1
2月21日	無加温	自然	100.0	6月上旬	23.5	35.3	53.0

(調査終了6月8日)

表1-4 ハナシノブの開花に及ぼす加温開始時期、加温温度の影響

播種日	鉢上げ	管理	低温処理	開花時期	抽台率	無：無加温室 (15)：15℃加温室 →：5月以降は無加温 9月1日から4時間の 暗期光中断
1/11	3/2	(15)→	—	7上中下	86.4	
		(20)→	3/24-6/1	7中8上	100.0	
6/22	7/8	自然日長	—		0.0	
		電照9/1		11中～	100.0	
		電照9/14		11中～	90.9	
		電照9/1	8/2-8/19	10下11中	75.0	低温処理5℃暗黒
		電照9/1	8/2-9/1	10下11中	100.0	調査期間：11月末まで
		電照9/1	8/19-9/1	11上中	54.5	

表1-5 ハナシノブの開花時期の調節結果

(b) 試験2 1月に播種し、15℃ 加温室で栽培した苗は、7月中までに8割強が不齊一に開花した。20℃ の高温下で育苗して2.5号に鉢上げ後に低温処理を行った後、6月に在庫した株は7月中旬～8月上旬に開花した。6月に播種した苗をそのまま管理した苗は抽台しなかったが、9月から長日下で栽培した株は、11月中旬から開花した。在庫前に低温処理を行い、長日下で管理した株は、10月下旬から多くが開花した。2週間2℃ で短期間低温処理した株も半数が11月16～24日に開花した。20℃ 程度的高温環境で2.5号鉢で育苗した苗を夏期に低温貯蔵し、夏から秋季に定植し、長日処理を行うことで、収穫期の延長が可能であることが明らかになった。6月に春期に開花した当年性種子を播種し、育苗後に冷蔵庫内で低温処理を兼ねて越夏させ、秋季からの電照栽培で開花期の延長が容易に行えることが明らかになった(表1-5)。

ウ 山野草の草型の改善による商品化技術

(ア) カッコウセンノウの抽台開始時に、ウニコナゾール25-50ppm液を株当たり2ml散布すると鉢花としての草姿が確保できたが、高濃度では山野草としての趣が減少した(図1-11)。土壌処理の効果

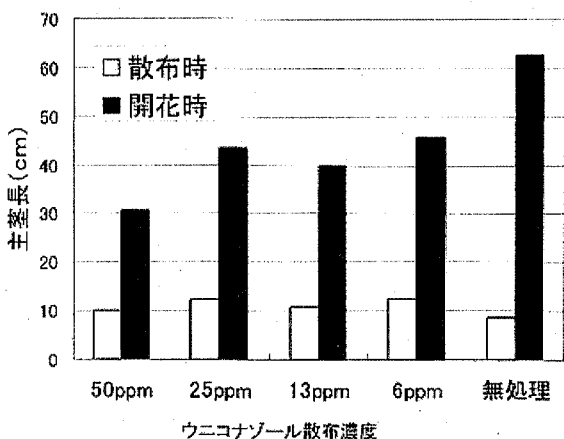


図1-11 カッコウセンノウに対するウニコナゾール散布効果

は消費液量とも関連して実用性は低かった。ハナシノブに対しては初期の抑制は大きい、後期に反発的に伸長するために、効果は10倍の高濃度でも小さかった(図1-12)。最終的には大きな差が無く、処理回数、濃度などの検討がさらに必要と判断された。

(イ) イソカンギクの刈り込み時期による鉢花化技術

放任すると、匍匐茎が広がり、鉢花化は困難である(写真1-1 上段中、右)。強い短日性を示したことから、花芽分化期の直前に刈り込みを行い、短い新茎に開花させることを目的として、8月20日と8月31日の2時期に刈り込みを行ったところ、8月20日の刈り込みにより、鉢花に適した草姿になった。31日刈り込みでは、ロゼット化し、不着蕾鉢が多発した。6月15日にも刈り込みを行った区は開花株率が低下した(表1-6)。2月播種の無低温遭遇苗は供試20株中10月下旬までに10株が節間伸長を開始したに過ぎなかったが、17日間低温処理を行ったところ、1株が開花し、9株が発蕾した。1ヶ月の低温処理では7株が発蕾した。

別に、早期開花を目的とした初夏からの短日処理を行ったが、短日下で開花はするものの、夏期の高濃度下では花色が不鮮明であり、商品価値は期待でき

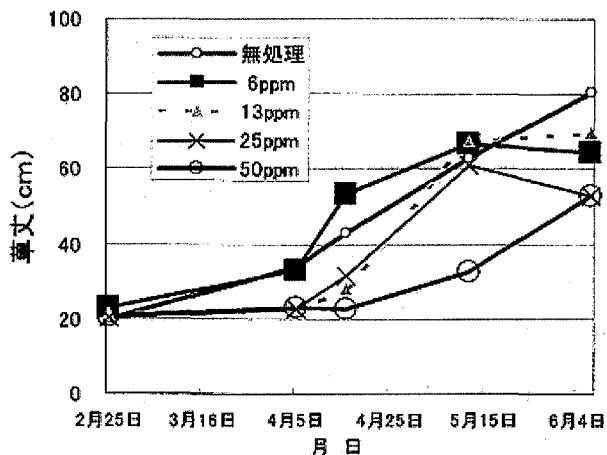


図1-12 ハナシノブに対するウニコナゾールの散布効果

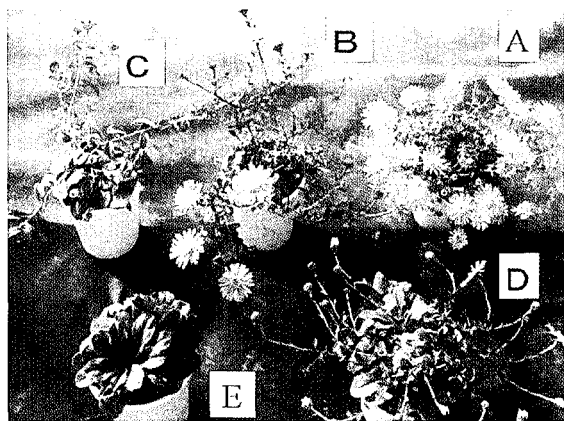


写真1-1 イソカンギクの草姿改善

11月30日播種

A 8月20日刈り込みにより鉢花に適した形状の株

2月17日加温室播種・低温処理苗

B 無刈り込みのために鉢花に不適な株

C 未開花株

同 無低温処理苗

D 抽台開花株

E ロゼット株

刈り込み	10月27日	11月5日	
時期	開花株率	開花株率	ロゼット株率
8/20	25.0 %	46.2 %	7.7
8/31	8.7	27.9	35.3
6/15+8/20	6.1	13.0	9.1
6/15+8/31	5.5	23.5	55.9

(11月30日播種株)

表1-6 イソカンギクの刈り込み時期

なかった。

総合考察

山野草の営利生産への活用を試みた数試験を行い、供試した品目を含め、利用可能な山野草が多数あることが想定された。営利生産されている草花それ自体が、山野草から発展し、美しさ、新規性を重視して選択、商品化されてきており、現在残されている種類は、商品性が少ないか、生産が技術的、経営的に難しい部類の物と理解できる。出荷時期、形質等を含めて商品性が高ければ、あるいは高めることができれば、営利性を発揮できる山野草は数多く存在しているはずであり、この試験で行った開花期の延長や草姿改善、好適栽培環境の策定などの方法を用いれば、より生産性を高める経営が期待できる。併せて、生産された物の経営視点からみた販売戦略もマイナーな品目である故に重要になり、生産技術開発とともに経営的な対応が必要視される。

オ 今後の問題点

山野草としての憧れが高いにも係わらず、栽培技術の不確定さから、営利的な生産が行われず、趣味的な流通でのみ対応されている品目は多い。商品性を高める生産体系、品種・系統の選抜によって販路が広域化していく可能性が高い品目が多数あると想定でき、生産者の取り組みと問題解明に応じる研究

対応が必要と考えられる。

カ 要約

中山間地の農業経営に山野草生産を導入することによる生産性向上を目的とし、カッコウセンノウ、ハナシノブ、イソカンギクの生育・開花習性を検討し、開花時期の延長法や鉢花化に向けた草姿制御法を明らかにした。

キ 引用文献

- 1) 岩本英信ら：ハナシノブの開花に及ぼす電照及び播種期の影響，園学九研集.2, pp145-146 (1993)
- 2) 岩本英信ら：ハナシノブの開花に及ぼす電照開始時期及び電照期間の影響，園学九研集.3, pp131-132(1994)

(須藤憲一)

3. ナルコユリの生育・開花調節技術の開発

ア 研究目的

ナルコユリは、ユリ科アマドコロ属の多年草で、北海道～九州までの山林等に自生する。しかし、難繁殖性のため群落はまばらである。花は野趣味に富み、若芽は山菜としても貴重で、根茎は生薬ともなるため、繁殖法・栽培法の確立に向け1989年以来研究を手がけてきた。本研究では、形状の優れるオオナルコユリを対象として、切り花栽培化のために重要となる休眠覚醒や花芽分化時期を明らかにすることにより、生育・開花調節技術を開発し、作期拡大を図るとともに、周年切り花栽培技術の確立を目的とする。

イ 研究方法

(ア) 休眠機構の解明

a 休眠覚醒期の把握

栽培圃場での休眠覚醒期を把握するため、1997年

は9月10日から12月29日の間約10日間隔に、1998年は12月10、19、29日に掘取った根茎を、最低気温10℃ のガラス温室に定植し、段階的に覚醒していく状態を調査した。また、20℃ のインキュベータ内に置き、萌芽までの温度環境がその後の生育・開花に及ぼす影響を調査した。休眠覚醒に必要な自然低温量の把握は、アメダスデータ及び栽培圃場に設置したデータロガーの計測値を用いて行った。

b 休眠打破法の検討

露地8年養成の開花済み根茎を用い、休眠打破に必要な温度、開始時期、日数について検討した。1997年は、処理温度5、10、15℃ で、開始時期を9月10日から11月30日まで約10日間隔とし、処理日数を90日（9月掘り）、60日（10月掘り）、30日（11月掘り）で行った。温度無処理（12月21日定植）を設け、萌芽、開花の状況を比較した。処理後の根茎は、プランター植えし、最低気温10℃ のガラス温室で栽培した。

1998年は処理温度5℃ で、開始時期を8月31日

とし、処理日数を100、110、120日で行った。また処理温度は同様で、開始時期を9月10、20、30日とし、処理日数を90日で行った。温度無処理（12月10日掘り、20℃ 萌芽処理）を設け開花の状況を比較した。処理後の根茎は、最低気温10℃ のガラス温室で、または萌芽まで20℃ のインキュベータ内に置き、その後最低気温10℃ のガラス温室で栽培した。

(イ) 生育・開花調節技術の開発

a 開花促進のための冷蔵処理技術の開発

開花調節のためには、花芽分化期を把握する必要がある。1998年は8月31日から9月30日の間、1999年は8月20日から9月20日の間（一部11月4日観察含む）、10日置きに掘取った根茎を用い、実体顕微鏡で花芽の分化及び発達状況を観察した。また、1999年は14℃ 予冷による花芽分化促進効果を知るため、予冷処理後の根茎の花芽分化状況を観察した。花芽分化ステージの確認は、小杉³⁾ のテッポウユリにおける方法に従った（花芽分化期は分化開始期、生長点肥厚期、花被形成期、雄蕊形成期、雌蕊形成

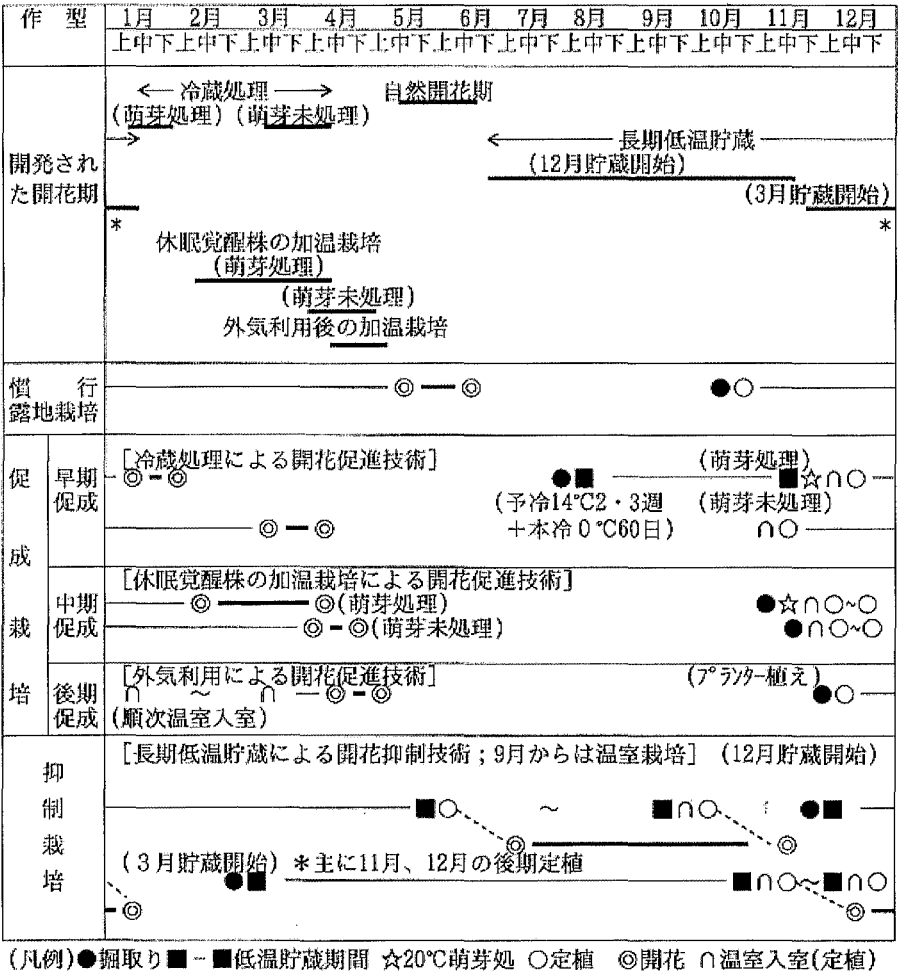


図1－13 オオナルコユリの開花調節による作期・作型

期からなる)。

開花促進のための冷蔵処理として、予冷 (14℃ ± 1℃) と本冷 (0℃ ± 1℃ 及び 5℃ ± 1℃) を組み合わせて検討した。1998年は、予冷期間を2週、開始時期を8月21日、31日、9月10日とし、本冷 (0℃ ± 1℃) 60日、80日処理で行った。冷蔵無処理 (12月19日掘り、20℃ 萌芽処理) を設け、開花状況を比較した。1999年は、予冷期間を2週及び3週、開始時期を8月20日とし、本冷の温度を0℃ ± 1℃ で60日処理、または開始時期を8月30日とし、本冷の温度を0℃ ± 1℃ 及び 5℃ ± 1℃ の2段階で、60日処理で行った。冷蔵無処理 (12月10日掘り、20℃ 萌芽処理) を設け、開花状況を比較した。処理後は、最低気温10℃ のガラス温室定植または、20℃ インキュベータ内で萌芽させ、その後最低気温10℃ のガラス温室に定植した。

一方、外気利用による開花促進のため、休眠覚醒株を用い、プランター植えして戸外に置いた。1月23日から3月20日までの間、2週おきに最低気温10℃ のガラス温室に入室し、萌芽・開花状況を調査した。

b 開花抑制のための長期低温貯蔵技術の開発

長期低温貯蔵として、1998年は12月10日に予冷2℃ で6週処理後、本冷-2℃ で貯蔵し、6月から12月までの間、月1回出庫し、定植後の萌芽、開花状況を調査した。1999年は3月8日に予冷5℃ で2週間処理後、本冷-2℃ で貯蔵し、11月2日、12日、26日及び12月2日、10日、20日に定植後の萌芽、開花状況を調査した。

なお、出庫後は5℃ 下で約7日解凍し、8月定植までは寒冷紗被覆の露地栽培、9月以降はガラス温室に定植した。

ウ 結果

慣行露地栽培の自然開花期は5月中旬から6月中旬の約1ヶ月である。これを1月中旬から下旬に開花促進する冷蔵処理法を開発した。さらに、休眠覚醒株を用い、順次加温栽培し、2月上旬から自然開花期まで開花促進する栽培技術を明らかにした。

また、自然開花期以降の7月から1月上旬までに開花抑制する長期低温貯蔵法を開発した。このことにより、ほぼ周年切り花栽培が可能となった (図1-13)。以下にその概要を細部課題ごとに述べる。

(ア) 休眠機構の解明

a 休眠覚醒期の把握

1997年は最低気温10℃ のガラス温室栽培で、萌芽までの日数は、9月及び10月9日掘りで160日以上を要したが、低温遭遇量が多くなった12月29日掘りでは60日と短くなった。

掘取り後20℃ インキュベータ内に置くと、萌芽までの日数は短縮され、12月21日及び29日掘りでは、最低気温10℃ ガラス温室定植に比べ22~35日早い3月12日に開花し、開花率は100%であった。1998年は、12月19日掘りの、20℃ 萌芽処理が最低気温10℃ ガラス温室定植に比べ、32日早い3月31日に開花したが開花率は20%と低下した。12月29日掘りでは20日早い4月15日に開花し、開花率は60%であった。

2ヶ年の結果から、最も短期間で萌芽、開花し、しかも開花率の高い時期を休眠覚醒期とすると、12月21日以降にあると見られた (図1-14、表1-7)。

栽培圃場での低温遭遇量を1997、1998年のアメダス及びデータロガーの計測値で見ると、日最低気温は10月20日頃から10℃ を下回り、萌芽までの日数が短縮された11月20日以降は5℃ 以下の遭遇日数が多かった。同時に行った休眠打破処理で5℃ の効果が見られたことから、休眠覚醒期までの5℃ 以下の積算遭遇量を調査したところ、1997年は12月

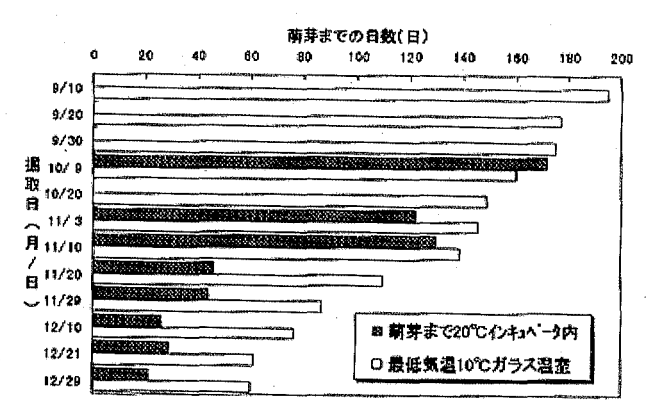


図1-14 掘取り時期と萌芽までの日数 (1997年)

区分	試験年次	栽培条件	平均萌芽期 (月/日)	平均開花期 (月/日)	到花日数 (日)	開花率 (%)	根茎重 (g)
掘取り日	12/10	1997	1/5	3/12	52	100	198
12/21	1997	萌芽まで	1/19	3/12	52	100	97
12/29	1997	20℃インキュベータ処理	1/19	3/12	52	100	90
12/10	1998	1999, 1/18	1/18	3/31	72	20	74
12/19	1998	1/25	1/25	4/15	80	60	73
12/29	1998	1/25	1/25	4/15	80	60	61
12/10	1997	1998, 2/24	2/24	4/7	42	100	105
12/21	1997	2/20	2/20	4/3	42	100	76
12/29	1997	2/27	2/27	4/16	48	100	68
12/10	1998	1999, 3/24	3/24	4/30	37	60	80
12/19	1998	3/29	3/29	5/2	34	40	77
12/29	1998	3/26	3/26	5/5	40	80	57

*到花日数は萌芽から開花までの日数

表1-7 掘取り時期と萌芽期及び開花期

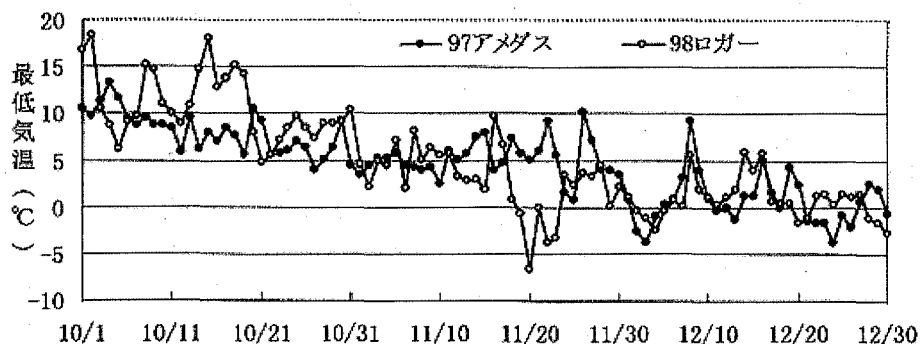


図1-15 日最低気温の推移 (1997年：秋田市アメダス値、1998年：栽培圃場計測値)

1997年			1998年		
測定期間 (月/日)	5℃以下遭遇量(アメダス値) 日数(日)	時間	測定期間 (月/日)	5℃以下遭遇量(圃場測定値) 日数(日)	時間
9/1~12/10	25	246	9/1~12/10	31	404
9/1~12/21	35	415	9/1~12/19	39	515
9/1~12/29	43	576	9/1~12/29	49	752

表1-8 栽培圃場での掘取りまでの低温遭遇量 (1997、1998年)

21日まで35日、415時間で、1998年は12月29日まで49日、752時間であった (図1-15、表1-8)。

b 休眠打破法の検討

1997年で休眠打破に効果があったのは、5℃ 処理で、9月20日開始の90日処理、10月9日開始の60日処理であった。最低気温10℃ のガラス温室栽培で、3月29日に開花し、温度無処理 (12月21日定植) に比べ開花が5日早まった。また、9月30日開始の90日処理では4月1日に開花し、温度無処理 (12月21日定植) に比べ開花が2日早まった。10℃ 及び15℃

処理では萌芽、開花の促進効果は見られなかった。

1998年は、5℃ 処理を8月31日に開始し、100日処理後最低気温10℃ のガラス温室で栽培すると、温度無処理 (12月10日定植) より12日早い4月18日に開花し、開花率は80%であった。処理日数が増えると、萌芽までの日数は短くなったが、開花率が低下した。また、9月30日開始の90日処理では、温度無処理 (12月10日定植) より9日早い、4月21日に開花し、開花率は80%であった (表1-9、表1-10)。

(イ) 生育・開花調節技術の開発

試験年次	処理日数 (日)	処理開始期 (月/日)	定植期* (月/日)	平均萌芽期 (月/日)	平均開花期 (月/日)	開花率 (%)	対照無処理 開花日数差
1997	90	9/20	12/21	1998, 2/16	3/29	100	-5
	//	9/30	12/29	2/16	4/1	100	-2
	60	10/9	12/10	2/20	3/29	100	-5
	温度無処理		12/21	2/20	4/3	100	
1998	90	9/10	12/10	1999, 3/5	4/25	20	-5
	//	9/20	12/19	3/19	4/25	40	-5
	//	9/30	12/29	3/8	4/21	80	-9
	温度無処理		12/10	3/24	4/30	60	

*最低気温10℃ガラス温室植え。

表1-9 5℃ 処理の開始時期が休眠打破に及ぼす影響 (1997、1998年)

処理日数 (日)	定植期* (月/日)	平均萌芽期 (月/日)	所要日数 (日)	平均開花期 (月/日)	開花率 (%)	根茎重 (g)	対照無処理 開花日数差
100	12/10	1999, 2/27	79	4/18	80	85	-12
110	12/19	3/3	74	4/14	40	79	-16
120	12/29	3/1	65	4/19	60	94	-11
温度無処理 (12/10定植)	3/24		104	4/30	60	80	

*最低気温10℃ガラス温室植え。

表1-10 8月31日処理開始の5℃ 処理日数が休眠打破に及ぼす影響 (1998)

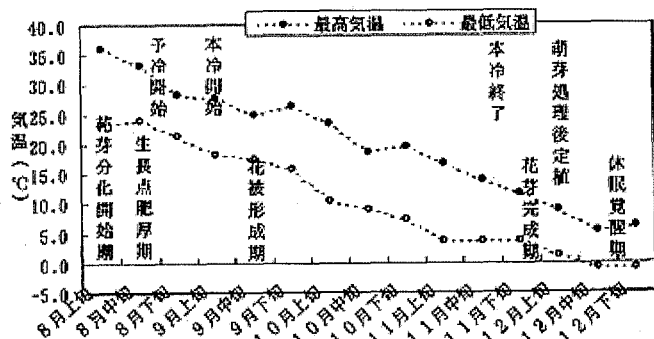


図1-16 花芽の発達経過と開花促進のための冷蔵処理開始時期 (1999年)

a 開花促進のための冷蔵処理技術の開発

花芽の分化及び発達状況は、1997年、1998年8月20日～31日では生長点肥厚期にあり、9月20日では下位節で花被形成期となった。また11月4日では上位2～3節で花被形成期、下位節は雌蕊形成期にあった。このことから、花芽分化開始期は8月上旬頃で、11月下旬頃が花芽完成期と見られた。

1999年は、14℃ 予冷処理株を取り出し、実体顕微鏡で花芽を観察したところ、8月20日予冷開始の11日及び14日処理で、無処理に比べ花芽数が増加した。9月10日以降では予冷による花芽の増加は見られなかった (図1-16、表1-11)。

1月中旬から下旬に開花促進するには、予冷 (14℃ ± 1℃) 処理を8月中、下旬に開始し、2

調査日 (月/日)	処理開始日 (月/日)	処理日数 (日)	花芽数 (個)
8/20	—	0	5
8/31	—	0	4
8/31	8/20	11	6
9/ 3	—	0	4
9/ 3	8/20	14	11
9/10	—	0	7
9/10	8/20	21	7
9/14	—	0	7
9/14	8/31	14	7
9/20	—	0	6

表1-11 14℃ 予冷処理による花芽分化促進状況 (1999年)

週及び3週処理後、本冷 (0℃ ± 1℃) を60日処理する冷蔵処理技術を開発した。

1998年に本冷の処理日数を検討したところ、60日処理が80日処理に比べ7日から15日開花が早まった。8月21日に予冷 (14℃ ± 1℃) 2週処理を開始し、本冷 (0℃ ± 1℃) 60日処理後、最低気温10℃ のガラス温室で栽培すると、冷蔵無処理 (12月19日掘り、20℃ 萌芽処理) より13日開花が早まった。3月18日に開花し、開花率は80%であった。

1999年は、予冷の処理日数及び本冷の処理温度を検討した。8月20日に予冷 (14℃ ± 1℃) 2週及び3週処理を開始し、その後本冷 (0℃ ± 1℃) 60日処理し、20℃ で萌芽させ、最低気温10℃ のガラス温室で栽培すると、冷蔵無処理 (12月10日掘り、

予冷 開始 (月/日)	本冷 開始 (月/日)	本冷 終了*日数 (月/日)	本冷 平均 開花期 (月/日)	平均 開花期 (日)	到花 日数 (日)	開花率 (%)	根茎重 (g)	切り 花長 (cm)	切り 花重 (g)	着花 数 (個)	着花 段数 (段)	無処理 開花日 数差
8/21	9/ 4	11/ 3	60	1999,3/18	135	80	234	118	46	14	10	-13
8/21	9/ 4	11/23	80	4/ 2	130	100	238	95	31	12	6	+ 2
8/31	9/14	11/13	60	3/25	132	100	288	114	52	11	7	- 6
8/31	9/14	12/ 3	80	4/ 4	122	100	211	107	45	15	7	+ 4
9/10	9/24	12/ 7	74	4/11	125	100	230	98	44	11	6	+11
9/10	9/24	12/14	81	4/18	125	100	167	97	37	9	5	+18
冷蔵無処理				3/31	102	20	73	(12/19掘り、20℃萌芽処理)				

*本冷終了後は、最低気温10℃のガラス温室植え。

表1-12 開花促進のための冷蔵処理が開花・切り花品質に及ぼす影響 (1998年)

予冷 開始 (月/日)	予冷 終了 (月/日)	予冷 期間 (週)	本冷 温度 (℃)	本冷 定植期 (月/日)	*平 均 開花期 (月/日)	到花 日数 (日)	開花率 (%)	根茎重 (g)	切り 花長 (cm)	切り 花重 (g)	着花 数 (個)	無処理 開花日 数差
8/20	9/ 3	2	0	12/ 7	2000,1/15	39	80	149	89	22	22	-28
8/20	9/10	3	0	11/30	1/14	45	80	237	93	33	20	-29
8/30	9/14	2	0	12/10	1/24	45	80	161	107	39	18	-19
8/30	9/14	2	5	11/26	1/16	47	60	180	94	41	14	-27
8/30	9/20	3	0	12/10	1/24	45	100	196	106	32	19	-19
8/30	9/20	3	5	12/19	1/23	35	80	209	91	36	15	-20
冷蔵無処理				1/ 7	2/12	31	100	(12/10掘り、20℃萌芽処理)				

*20℃インキュベータで萌芽処理後、最低気温10℃ガラス温室植え。

表1-13 開花促進のための冷蔵処理が開花・切り花品質に及ぼす影響 (1999年)

入室日 (月/日)	平均萌芽期 (月/日)	平均開花期 (月/日)	到花日数 (日)	自然開花日* との差(日)	開花率 (%)
999,1/23	3/27	4/26	93	23	100
2/ 7	3/16	4/23	75	22	100
2/20	3/27	4/27	66	22	100
3/ 6	4/ 3	5/ 4	59	15	100
3/20	4/ 7	5/ 7	48	12	100
*自然開花日:5月19日					

表1-14 外気利用による開花促進効果(1998年)

20℃ 萌芽処理)より28日及び29日早い1月14日、15日に開花し、開花率は80%であり、着花数が20個以上、切り花長も90cm程度と品質の勝ったものが得られた。

また、8月30日に予冷2週及び3週処理を開始し、本冷の温度条件を0℃±1℃、5℃±1℃と変え、60日処理後、20℃で萌芽させ、最低気温10℃のガラス温室で栽培すると、各処理とも冷蔵無処理(12月10日掘り、20℃萌芽処理)より19~27日早く開花した。とくに、予冷3週、本冷0℃±1℃処理では1月24日に開花し、開花率が100%と高く、着花数19個、切り花長106cmと品質の勝ったものが得られた(表1-12、表1-13)。

4月26日から自然開花期前の5月7日に開花させるため、1998年に休眠覚醒株をプランター植えし、戸外に置き、1月23日から3月20日までの間、2週おきに最低気温10℃のガラス温室に入室すると、開花率100%の促成栽培が可能であった。到花日数は、入室が遅くなるに従い短くなった(表1-14)。

b 開花抑制のための長期低温貯蔵技術の開発

7月から1月に開花抑制するためには、12月及び3月に長期低温貯蔵を開始し、6月から11月に出庫する貯蔵技術を開発した。

1998年12月10日に予冷2℃6週を開始し、さらに

本冷-2℃で長期低温貯蔵を行い、6月から12月まで出庫すると、7月から翌年3月まで開花した。到花日数は、7月出庫が25日と最も短く、10月出庫が43日、それ以降は出庫日が遅くなると長くなった。

10月1日出庫以降では、低温障害花(ブラインドや花の萎れ)が発生したことから長期貯蔵限界は9ヶ月と考えられた。1999年3月8日に予冷5℃2週を開始し、さらに-2℃で長期貯蔵し、11月及び12月出庫すると、12月中旬から2月上旬までの開花が可能であった。

しかし11月26日出庫以降で開花率が低下したため、ここまでの抑制作型の晩限と見られた(表1-15、表1-16)。

エ 考察

栽培圃場での休眠覚醒期は、短期間で萌芽、開花し、開花率も高かった12月21日以降にあり、ここまでの低温遭遇量は5℃以下の積算日数で35日以上、積算時間で400~800時間と見られた。年次により休眠覚醒期までの低温遭遇量に差がでたのは、供試した根茎重の違いによるものと見られ、重い根茎では少ない低温量で休眠覚醒が起こることが示唆された。

萌芽まで20℃に置くと、最低気温10℃に定植したものより開花が22~35日早まることが明らかになった。このことから、掘取り後萌芽までの気温20℃が、開花促進に役立ったものと見られた。しかし、12月10日掘りでは、萌芽後伸長が停止し、1998年の12月19日掘りでは開花率が低下した。このことは、掘取りまでの低温量不足によるものと考えられた。

ヒメサユリにおける休眠覚醒のための低温要求は、5℃以下の夜温が有効であることが池田¹⁾により

出庫日 (月/日)	定植期 (月/日)	平均開花期 (月/日)	到花日数 (日)	開花率 (%)	切り花 長(cm)	着花 数(個)	着花段数 (段)	ブラインド 発生
6/ 1	6/ 8	7/ 9	31	100	95	9	6	無
7/ 1	7/ 6	8/ 1	26	100	86	18	8	無
7/31	8/ 6	8/30	25	100	81	12	8	無
9/ 1	9/ 8	10/ 6	28	100	91	10	7	無
10/1	10/8	11/20	43	100	93	24	13	有
10/30	11/6	1/ 3	58	100	81	9	5	有
12/ 2	12/8	3/20	102	100	93	9	6	有

表1-15 長期低温貯蔵の出庫日と開花・切り花品質の関係(1998年:12月貯蔵開始)

出庫日 (月/日)	定植期 (月/日)	平均開花期 (月/日)	到花日数 (日)	開花率 (%)	供試根茎重 (g)	切り花 長(cm)	着花 数(個)	ブラインド 発生程度
11/ 2	11/11	12/21	40	80	125	89	9	少
11/12	11/16	1/ 6	51	100	125	93	10	少
11/26	11/26	1/11	41	40	134	84	6	少
12/ 2	12/ 6	1/19	44	80	151	97	10	少
12/10	12/19	1/27	39	100	136	98	12	中
12/20	12/25	2/11	48	100	113	93	6	中

*ブラインド発生程度;少1~2段、中3~4段、多5段以上。

表1-16 長期低温貯蔵株の出庫日と開花・切り花品質の関係(3月貯蔵開始:1999年)

報告されている。休眠打破のための処理温度は5℃で効果があり、10℃及び15℃では処理による促進効果は見られなかった。また、8月31日処理開始は処理日数が100日を超えると、また9月10日、20日処理開始及び萌芽まで20℃に置いた区では、開花率が低下した。花芽が未完成のうちに5℃休眠打破処理が行われたことにより、花芽の減少やブラスチングが発生し、開花率や品質の低下を招いたものと考えられた。このことから、早期開花のためには低温処理による休眠打破の前に、花芽分化を促進させておく必要性のあることが知られた。

一方、開花調節を行う上で重要となる花芽の分化、発達過程を調査したところ、8月20日～30日には生長点肥厚期にあり、9月20日には下節位で花被形成期にあった。

花芽分化促進のため予冷14℃処理を8月20日に開始し、11日及び14日予冷した後の花芽数は、同時期に掘取った無処理の根茎より増加した。このことから、予冷開始は8月20日が適し、14℃予冷は花芽の発達を促進させる効果があることが明らかになった。

開花習性がオオナルコユリと同じヒメサユリでは、りん茎の予冷を13℃±1℃で15日間、本冷を0℃±1℃で12週処理により、開花促進に効果があることが池田²⁾によって報告されている。

長期低温貯蔵による抑制栽培は、12月に2℃6週間で予冷を開始し、引き続き本冷-2℃を行い6月から12月まで出庫すると、7月から翌年3月まで開花した。しかし、10月出庫以降では、低温障害花(ブラインドや花の萎れ)が発生したことから、長期低温貯蔵限界は9ヶ月と考えられた。3月に5℃2週で予冷を開始し、さらに-2℃で長期貯蔵し、11月及び12月出庫すると、12月中旬から2月上旬までの開花が可能であった。しかし12月10日出庫以降でブラインドが発生したため、ここまですぐ抑制型型の晩限と見られた。

オ 今後の問題点

供試した根茎数に制約があり、根茎重別の生育反応を十分確認できなかった。

今後は山菜としての活用について、研究を継続していく。

カ 要約

休眠覚醒期、休眠打破法、花芽分化過程を把握したことで、生育・開花調節技術が明らかとなり、冷

蔵処理による開花促進技術、長期低温貯蔵による開花抑制技術が開発され、オオナルコユリの周年切り花栽培が可能となった。

キ 引用文献

- 1) 池田幸弘：ヒメサユリの圃場栽培条件下における休眠覚醒期，兵庫県農業技術センター特別研究報告，(22)，pp81-84(1997)
- 2) 池田幸弘：ヒメサユリのりん茎の早期冷蔵処理による促成栽培，兵庫県農業技術センター特別研究報告，(22)，pp84-86(1997)
- 3) 小杉清：テッポウユリの花芽分化について，園芸学雑，21，pp59-62(1952)

(田口多喜子)

4. ミズバショウの生育・開花調節技術の開発

ア 研究目的

ミズバショウは群馬県の地域特産的花きとして需要が多くなってきている。しかし、露地栽培での開花は4月中旬～5月上旬のため出荷期が限定され、需要拡大の大きな障害となっている。そこで、開花促成及び抑制のための基礎的資料を得て、出荷期拡大に資する。

イ 研究方法

(ア) 開花促成技術の開発

a 加温処理が開花に及ぼす影響

群馬県片品村菅沼(標高800m)で育成した尾瀬系ミズバショウ6～7年生株(4号ポリポットに2株植え、1区10鉢)を用い、開花促成のための低温積算時間および加温処理が開花に及ぼす影響について検討した。低温感応温度および積算時間操作のために株を平成9年9月24日に菅沼から群馬県中山間支場(標高390m)に移動し、幅1.6m×長さ11.0m×深さ0.1mのプール(以下プール)で栽培管理した。プールには深さ約5cmの水を張り、常時水が流れるようにした。菅沼および支場で栽培管理した株をそれぞれ平成9年12月19日、平成10年1月10日・1月30日および2月20日にガラスハウスに移動し、最低温度10℃・15℃および20℃で栽培管理した。

b ジベレリン処理が開花に及ぼす影響

群馬県片品村幡谷(標高700m)で育成した尾瀬系ミズバショウ6～7年生株(平成10年6月に4号ポリポットから5号ポリポットに鉢替え、2株植え、1区20鉢、支場プールで栽培管理)を試験に用い、

促成	低温	促成	開花	到花	第1葉	第2葉	開花		
開始	感応	温度	月日	日数	展葉	到展葉	展葉	到展葉	株率
月日	標高 (℃)				月日	日数	月日	日数	(%)
12/19	20	-	-	12/30	11	1/15	27	0	
	800 m 15	-	-	1/2	14	1/2	36	0	
	10	1/31	43	1/13	25	2/17	60	5	
	20	1/14	26	1/4	16	1/18	30	10	
	390 m 15	2/11	54	2/4	47	3/24	95	10	
	10	3/28	99	2/25	68	4/8	110	10	
1/10	20	1/20	10	1/16	6	1/20	10	10	
	800 m 15	2/9	30	1/16	6	1/24	14	5	
	10	-	-	1/22	12	2/1	22	0	
	20	2/9	30	1/22	12	2/1	22	5	
	390m 15	2/13	34	1/22	12	2/13	34	10	
	10	-	-	1/22	12	3/8	57	0	
1/30	20	2/6	7	2/3	4	2/6	7	5	
	800m 15	2/15	16	2/5	6	2/9	10	5	
	10	-	-	2/5	6	2/10	11	10	
	20	-	-	2/6	7	2/12	13	0	
	390m 15	2/25	26	2/10	11	2/17	18	15	
	10	3/21	50	2/16	17	3/2	31	5	
2/20	20	-	-	2/24	4	2/26	6	0	
	800m 15	3/1	9	2/25	5	3/2	10	5	
	10	3/6	14	2/28	8	3/5	13	5	
	20	3/14	22	2/27	7	3/3	11	10	
	390m 15	-	-	3/1	9	3/7	15	0	
	10	3/16	24	3/3	11	3/12	20	5	

注) 開花月日は仏炎包が開いて肉穂花序が確認された日、到花日数は加温開始から開花までの日数、第1葉は外側から1枚目、第2葉は外側から二枚目の葉とし、展葉月日は葉が完全に展開した日、到展葉日数は加温開始から葉が展開するまでの日数とした。

表1-17 加温処理が開花及び展葉に及ぼす影響 (1997年)

開花促成のためのジベレリン処理が開花に及ぼす影響について検討した。平成12年2月2日に葉が全て落葉した状態の株に濃度100ppmおよび200ppmのジベレリンを1鉢当たり30cc灌注した後、ガラスハウスに移動し、最低温度15℃で栽培管理した。

(イ) 開花抑制技術の開発—冷蔵方法が開花に及ぼす影響—

	-2℃以下				5℃以下			
	12/19	1/10	1/30	2/20	12/19	1/10	1/30	2/20
標高800m	164	347	647	938	808	1256	1714	2151
標高390m	114	226	420	595	536	925	1375	1814

表1-18 低温感応標高別-2℃以下及5℃以下積算時間 (1997)

処理区	開花	到花	到展葉日数		仏炎包長	花穂長	花持ち	開花株率
	月日	日数	第1	第2	(cm)	(cm)	日数	(%)
無処理	2/29	27	9	14	11.0	8.8	7	36.4
GA100	2/16	14	8	13	15.0	8.9	12	38.1
GA200	2/22	20	6	11	13.8	10.1	13	14.3

表1-19 ジベレリン処理が開花促進栽培の育成・開花に及ぼす影響 (1999)

群馬県片品村幡谷(標高700m)で育成した尾瀬系ミズバショウ6~7年生株(平成10年5月22日に4号ポリポットから5号ポリポットに鉢替えし、同年10月14日支場プールへ移動して栽培管理)を試験に用い、開花抑制のための冷蔵方法が開花に及ぼす影響について検討した。平成11年2月23日に葉が全て落葉した状態の株を0℃設定、暗所状況の冷蔵庫に入庫した。保存方法は、縦50cm×横35cm×深さ30cmのコンテナを利用し、株の周りにモミガラを詰め塩化ビニールで被覆したもの、株を塩化ビニールのみで被覆したもの、株のみで無被覆のものをそれぞれ1区10鉢をコンテナに入れた。いずれの場合も出庫の7~10日前に5℃設定の冷蔵庫で馴化を施した。平成11年5月26日・6月24日・7月23日・8月24日・9月28日・10月20日および11月22日出庫し、支場プールに移動し栽培管理した。低温期にあたる11月22日出庫のみ無加温のガラスハウスに移動し栽培管理した。

ウ 結果

(ア) 開花促成技術の開発

a 加温処理が開花に及ぼす影響(表1-17、表1-18)
 到花日数および到展葉日数は、低温積算時間が多く促成温度が高いほど短くなる傾向であった。開花株のなかで最も低温積算時間が多く促成温度が高い区は、2月20日促成開始、促成温度15℃区で、低温積算温度5℃以下が2151時間、-2℃以下が938時間、到花日数が9日、到展葉日数は、第1葉が5日、第2葉が10日であった。また、開花株のなかで最も低温積算時間が少なく促成温度が低い区は、12月19日促成開始、促成温度10℃区で、低温積算時

出庫日	被覆方法	平均 開花 月日	到花 日数	第1葉		第2葉		花持ち 日数	* 供試 株数	開花 株数	開花 株率 (%)
				展葉 月日	到展開 日数	展葉 月日	到展開 日数				
5/26	モミガラ	5/30	4	5/28	2	5/29	3	5.0	10	2	20
	ビニール	5/29	3	5/28	2	5/29	3	5.7	10	4	40
	被覆無	5/29	3	5/27	1	5/28	2	6.5	12	2	17
6/24	モミガラ	6/29	5	6/26	2	6/27	3	2.7	12	3	25
	ビニール	6/27	3	6/26	2	6/27	3	4.1	10	7	70
	被覆無	6/27	3	6/25	1	6/26	2	4.0	11	2	18
7/23	モミガラ	7/26	3	7/25	2	7/26	3	3.6	11	6	64
	ビニール	7/27	4	7/25	2	7/26	3	3.4	9	8	78
	被覆無	7/26	3	7/24	1	7/26	3	3.0	10	7	70
8/24	モミガラ	8/27	3	8/26	2	8/27	3	2.6	13	5	38
	ビニール	8/28	4	8/25	1	8/26	2	3.3	11	3	27
	被覆無	8/26	2	8/26	2	8/27	3	2.3	11	8	73
9/28	モミガラ	10/1	3	9/30	2	10/1	3	2.7	11	7	64
	ビニール	10/1	3	9/29	1	9/30	2	2.6	10	5	50
	被覆無	10/2	4	9/30	2	10/1	3	2.7	10	4	40
10/20	モミガラ	10/23	3	10/22	2	10/23	3	4.9	12	7	58
	ビニール	10/23	3	10/23	3	10/25	5	5.3	8	6	75
	被覆無	10/23	3	10/23	3	10/24	4	5.0	9	4	44
11/22	モミガラ	11/26	4	11/24	2	11/25	3	6.7	10	7	70
	ビニール	11/26	4	11/25	3	11/26	4	6.8	9	5	56
	被覆無	—	—	11/25	3	11/27	5	—	9	0	0

表1-20 冷蔵時の被覆方法が開花・展葉に及ぼす影響

*供試株数は2株植え鉢および枯死株により変動

間5℃以下が536時間、2℃以下が114時間、到花日数が99日、到展葉日数は、第1葉が68日、が110日であった。

最も低温積算時間が長く促成温度の高い2月20日促成開始、促成温度20℃区は本試験では開花に到らなかった。しかし、到展葉日数は第1葉が4日、第2が6日と試験区中最も短かった。

b ジベレリン処理が開花に及ぼす影響(表1-19)

ジベレリン処理により到花日数は、無処理区の27日に比較し、100ppm処理区が14日、200ppm処理区が20日とそれぞれ13日間、7日間短くなった。到展葉日数も同様の傾向となり、無処理区の第1到展葉日数9日に比較し、ジベレリン100ppm処理区は8日、ジベレリン200ppm処理区は6日とそれぞれ1日間、3日間短くなった。また、ジベレリン処理区は花持ち日数が延長した。

(i) 開花抑制技術の開発—冷蔵方法が開花に及ぼす影響—(表1-20)

到花日数は、出庫日および被覆方法を問わず3～5日であった。また、到展開日数も第1葉が1～3日、第2葉が2～5日と到花日数と同様に区間の差

は認められなかった。また、開花株率は、出庫日5月26日から10月20日までは、被覆方法による差は認められなかった。一年間と最も冷蔵期間が長い出庫日11月22日では被覆なし区のみ開花に到らなかった。

エ 考 察

(ア) 開花促成技術の開発

a 加温処理が開花に及ぼす影響(写真1-2)

低温積算時間が-2℃以下114時間、5℃以下536時間と本試験中最も少ない株が開花に到ったこ



写真1-2 小トンネル利用による促成状況

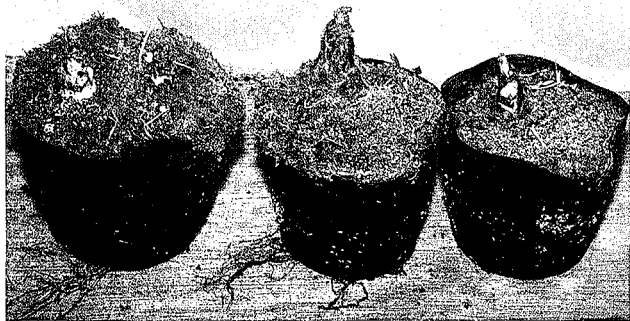


写真1-3 冷蔵時の育成状況

とから、ミズバショウの低温要求量はこれ以下と推測される。また、尾瀬湿原に自生するミズバショウは、冬の間は雪中に埋もれる。雪中の微気象は大きな融解等が起こらない限り安定しており、中の温度は0℃であった。また、-2℃貯蔵では凍害による株の衰弱が懸念された。これらのことから花芽発達段階に必要な低温有効温度は0℃以上と推測される。一方、低温必要期間は前述の様に短期間と考えられるが、低温積算時間の長い株ほど到花日数と展葉日数が短い。しかし、本試験のいずれの処理区でも開花株率が一定しないことから、低温遭遇は一定の発達段階に達した株の開花促進に有効であり、花芽分化には別の生理機構の存在が推測される。

b ジベレリン処理が開花に及ぼす影響

成長ホルモンの一つであるジベレリンの作用として、細胞の伸長、細胞分裂および花芽の成熟促進等が上げられる。本試験においての到展葉日数および到花日数の短縮はジベレリン処理による効果と考えられ、さらに葉および花（仏炎包）は充実したものとなった。

花持ち日数の延長がみられたが、ジベレリンの直接の効果とは考えにくい。充実した株が結果的に花持ち延長に繋がると推測される。開花株数が少ないため、より多くの供試株による追試験が必要と思われる。

(イ) 開花抑制技術の開発ー冷蔵方法が開花に及ぼす影響ー

開花抑制のための株の貯蔵温度は雪中温度に近い0℃が望ましいと考えられる。0℃貯蔵であれば長期冷蔵を除き貯蔵方法は問わず開花に到った。長期間冷蔵する場合にはより自然に近い状態での保存が望ましく、モミガラやビニールで被覆し温度およ

び湿度を一定に保つことが良いと考えられる（写真1-3）。

オ 今後の問題点

ミズバショウは、全国的にも研究は進んでおらず、生理生態反応に関しても不明な点が多いが、今回の研究により開花制御に関する生理反応の一部が解明され、今後の研究に大きく貢献できると考えられる。しかし、ミズバショウをポット栽培した株の開花率は低く、開花は個々の株自体の生育に委ねる部分が大きい。そのため花芽分化の解明による開花株率の向上が課題となる。また、抑制栽培では高温期に開花させることから花持ちが短くなる。そのため生産者段階での植物生育調整物質の利用等による花持ち日数延長が併せて課題となる。

カ 要約

ミズバショウは、温度調節により促成および抑制栽培が可能であった。促成栽培では低温感応時間が長く加温温度の高い株ほど早く開花に到った。また、ジベレリンを処理することにより、開花が数日間促進された。抑制栽培では休眠株を0℃の冷蔵庫でモミガラやビニールで被覆して貯蔵することが可能であった。

（小林拓哉・根岸明美・町田安雄）

5. 日本スイセンの生育・開花調節技術の開発

ア 研究目的

福井県の県花「ニホンズイセン」は、中山間地域の海岸地帯で据え置き栽培され、切り花が12月から1月の季咲きを中心に出荷されている。開花調節については、10月～11月に開花させる促成栽培が実用化され、促成栽培用の球根養成も行われているが、定植後の栽培管理については充分検討されていない。また、前年に掘り上げた球根を貯蔵して春季～夏季に開花させる抑制栽培は、ほとんど試験されていない。そこで、促成栽培で確実に早期出荷できる栽培技術を確認すると共に、抑制栽培における球根貯蔵条件と栽培技術を開発し、中山間地で準周年的に生産できる生産体系を確認する。

イ 研究方法

(ア) 促成栽培のための管理技術確立

a 球根の水浸漬処理が生育と開花、切り花品質に及ぼす影響

供試した球根は1997年5月中旬に掘り上げ、31℃

の高温処理を17日間（5/30～6/16）ともみがらくん煙処理3日間（6/16～6/18）の後、室内に置いて花芽形成させた35～40gのものをを用いた。球根の水浸漬処理は、処理方法を10℃ 浸漬、25℃ 浸漬、流れ川浸漬の3水準とし、浸漬期間を1日、2日、3日の3水準とする組み合わせで、7月28日から処理を開始した。対照として無処理区を設定した。7月31日に露地圃場へ定植し、9月11日まで灌水チューブによる夜間灌水と遮熱寒冷紗による遮光を行った。

b 球根の水浸漬温度と期間が開花と切り花品質に及ぼす影響

供試した球根は1998年5月19日に掘り上げ、32℃の高温処理を14日間（6/1～6/15）ともみがらくん煙処理3日間（6/16～6/18）の後、室内に置いて花芽形成させた35～40gのものをを用いた。球根の水浸漬温度は、10℃、20℃、25℃、30℃の4水準とし、浸漬期間を1日、2日、3日の3水準とする組み合わせで、7月28日から処理を開始した。対照として無処理区を設定した。7月31日に露地圃場へ定植し、9月16日まで灌水チューブによる夜間灌水と寒冷紗による遮光を行った。

c 夏季の水管理が開花と切り花品質に及ぼす影響

試験aと同じ花芽形成処理した球根を用い、7月31日に露地圃場へ定植して、7月31日から9月11日まで灌水処理を行った。灌水方法を1日中灌水、17時から8時30分までの夜間灌水、17時から20時までの夕方灌水の3水準に設定し、収穫率、開花日、切り花品質等を調査した。定植後は9月11日まで遮熱寒冷紗による遮光を行った。

(i) 抑制栽培のための球根貯蔵条件の検討

a 球根の低温貯蔵開始時期が花芽形成段階に及ぼす影響

抑制栽培における球根の低温貯蔵開始時期を明らかにするため、1997年6月11日に掘り上げた球根を用い、貯蔵開始時期を7月11日、7月18日、7月25日、8月1日、8月8日の5回に分けて10℃の低温庫へ貯蔵した。10月6日から13日に貯蔵球根の花芽形成段階を調査した。なお、本観察調査に際しては、花芽形成段階を釜江²⁾に準じ、表1-25のごとく、A：未分化、B：花芽分化開始期、C：総苞形成期、D：小花分化開始期、E：小花形成期Ⅰ、F：小花形成期Ⅱ、G：花被形成期、H：副冠・雄

ずい形成期以上の8段階に細分した。

b 貯蔵処理球根重量が定植時の花芽形成段階に及ぼす影響

利用可能な球根重量を明らかにするため、1997年6月11日に掘り上げた球根を用い、貯蔵前に球根重量を20～25g、25～30g、30～35g、35～40g、40～45gの5段階に分けて、7月11日から10℃の低温庫へ貯蔵した。その後、貯蔵中に一部の球根が出葉したので、10月7日からより5℃に変更して、11月28日まで貯蔵した。出庫後、3日間室温でならし、32℃で2週間の高温処理と1日2時間のくん煙処理を3日間した後に、25℃で4週間の花芽発達処理を行った。定植時の1月16日から18日に花芽形成段階を調査した。

c 球根の貯蔵温度が開花と切り花品質に及ぼす影響

球根の貯蔵温度を明らかにするため、1998年6月18日に掘り上げた球根を用い、貯蔵温度を5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、30℃の5段階に分けて、7月16日から10月28日まで貯蔵した。出庫後、3日間室温でならし、32℃で2週間の高温処理と1日2時間のくん煙処理を3日間した後に、25℃で8週間の花芽発達処理を行った。1999年1月14日に無加温ハウス内へ定植し、開花率、開花日、切り花品質等を調査した。

d 低温貯蔵球根の貯蔵方法が開花と切り花品質に及ぼす影響

低温貯蔵球根の貯蔵方法を明らかにするため、1998年6月18日に掘り上げた球根を用い、貯蔵方法を球根輸入箱、球根輸入箱+ポリ包装、球根輸入箱+ピートモス(パッキング)、球根輸入箱+もみがら(パッキング)、発砲スチロール箱の5水準に分けて、7月16日から1999年4月7日まで5℃に貯蔵した。出庫後、3日間室温でならし、32℃で2週間の高温処理と1日2時間のくん煙処理を3日間した後に、25℃で8週間の花芽発達処理を行った。1999年6月24日に寒冷紗で遮光した露地の圃場へ定植し、開花率、開花日、切り花品質等を調査した。

(v) 抑制栽培のための低温貯蔵後の花芽形成処理方法の検討

a 花芽分化促進高温処理後の花芽発達処理期間と定植時期が開花と切り花品質に及ぼす影響

低温貯蔵後の花芽発達処理の期間を明らかにするため、1998年6月18日に掘り上げた球根を用い、7

月16日から5℃の低温庫へ貯蔵した。出庫後、4日間室温でならし、32℃で2週間の高温処理と1日2時間のくん煙処理を3日間する花芽分化促進処理を行った。その後、25℃の花芽発達処理を6週間、8週間、10週間、12週間、14週間の5水準とし、定植時期を12月11日、1月14日、2月19日の3水準とする組み合わせで無加温ハウスへ定植して、開花率、開花日、切り花品質等を調査した。

(エ) 抑制栽培のための管理技術開発

a 抑制栽培における球根の水浸漬処理と定植時期が開花と切り花品質に及ぼす影響

1998年6月18日に掘り上げた球根を用い、7月16日から5℃の低温庫へ貯蔵した。試験区は、低温貯蔵した球根を定植前に20℃で2日間の水浸漬処理の有無と、定植時期を1999年5月13日、5月27日、6月10日、6月24日の4水準の組み合わせで設定した。前記の定植時期に合わせるため、1999年3月1日、3月15日、3月29日、4月12日にそれぞれの球根を出庫して、32℃で2週間の高温処理、1日2時間のくん

煙処理を3日間と25℃で8週間の花芽発達処理を行い、開花率、開花日、切り花品質等を調査した。開花期間の調査は、2輪開花した切り花を室内で水道水に浸漬して、3輪が枯れた日までの期間とした。

ウ 結 果

(ア) 促成栽培のための管理技術確立

a 球根の水浸漬処理が生育と開花、切り花品質に及ぼす影響

定植後25日目の発根率は、無処理区の50%に対し、25℃浸漬区で100%、10℃浸漬区で80~100%と高く、流れ川浸漬区は50~90%と、やや低かった。このときの発根状況をみると、10℃浸漬の2日区、3日区と25℃浸漬の全区で根数、最大根長、根重が優れた。出葉率や葉長も無処理区に比べ、浸漬処理区が優れた(表1-21)。

開花時の調査では、開花株率と収穫率は、10℃浸漬区が最も高く、次いで25℃浸漬区が高かった。流れ川浸漬3日区は、開花株率、収穫率が低かった。開花日は、10℃浸漬の2日区、3日区、25℃浸漬の2日区、3日区、及び流れ川浸漬の1日区で早かった。切り花品質をみると、葉長は10℃浸漬区、25℃浸漬区で長く、停滞水浸漬による生育促進効果が認められたが、その他の切り花品質では処理間の差が明らかでなかった。(表1-22)。

b 球根の水浸漬温度と期間が開花と切り花品質に及ぼす影響

開花始期は、20℃3日区と30℃1日区で10月9日と最も早く、開花日では25℃3日区が10月23日と最も早くなった。他の区についても無処理区比べ開花日は早くなった。しかし、球根の浸漬期間が長くな

浸漬方法	発根率 (%)	根数	最大根長 (cm)	根重 (g)	出葉率 (%)	葉長 (cm)
10℃浸漬1日	80	15	17	2.7	40	3
10℃浸漬2日	100	24	29	5.3	50	1
10℃浸漬3日	100	19	28	4.8	20	3
25℃浸漬1日	100	20	29	4.8	10	2
25℃浸漬2日	100	22	27	4.6	50	5
25℃浸漬3日	100	22	26	4.5	50	4
流れ川浸漬1日	70	14	15	3.0	50	2
流れ川浸漬2日	90	12	20	2.3	70	1
流れ川浸漬3日	50	9	10	1.9	50	7
無処理	50	11	7	1.6	0	0

1997年8月25日調査

表1-21 球根の水浸漬処理が成育に及ぼす影響

浸漬方法	開花株率 (%)	収穫率 (%)	開花日 (月/日)	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花茎長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数
10℃浸漬1日	95	115	11/4	45	23.8	3.7	35	3	5.7
10℃浸漬2日	95	110	10/29	45	23.2	3.4	36	3	6.2
10℃浸漬3日	95	105	10/27	44	23.9	3.5	36	3	7.3
25℃浸漬1日	80	100	11/7	43	22.0	3.5	35	3	5.4
25℃浸漬2日	85	95	10/31	44	22.2	3.3	36	3	6.3
25℃浸漬3日	80	100	11/1	46	22.6	3.6	35	4	5.8
流れ川浸漬1日	95	110	10/27	42	22.6	3.4	35	4	6.2
流れ川浸漬2日	75	95	11/4	41	19.6	3.3	35	3	5.3
流れ川浸漬3日	30	30	11/3	41	20.0	3.7	29	3	6.3
無処理	80	85	11/8	42	23.5	3.7	34	3	5.9

表1-22 球根の水浸漬処理が開花、切り花品質に及ぼす影響 (1997年)

浸漬方法	開花状況			切り花品質					
	開花株率 (%)	開花始期 (月/日)	開花日 (月/日)	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花茎長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数
1 0℃ 1日	100	10/16	10/27	41	19.4	3.2	30	7.6	5.5
1 0℃ 2日	85	10/16	10/26	43	19.9	3.4	33	7.7	5.3
1 0℃ 3日	65	10/16	10/30	38	18.3	3.3	29	7.3	4.3
2 0℃ 1日	100	10/19	10/28	42	20.8	3.5	34	7.8	5.2
2 0℃ 2日	95	10/16	10/25	43	21.4	3.3	34	7.6	5.4
2 0℃ 3日	75	10/9	10/27	41	21.5	3.5	33	7.5	5.5
2 5℃ 1日	80	10/19	10/28	42	19.8	3.4	34	7.5	4.7
2 5℃ 2日	90	10/14	10/29	40	19.3	3.4	32	7.5	5.3
2 5℃ 3日	75	10/14	10/23	42	20.4	3.5	31	7.6	5.8
3 0℃ 1日	90	10/9	10/25	42	21.6	3.5	33	8.0	5.8
3 0℃ 2日	80	10/16	10/24	44	22.6	3.3	33	7.8	6.1
3 0℃ 3日	70	10/16	10/25	42	20.3	3.3	32	7.5	5.2
無処理	100	10/23	11/1	39	19.6	3.3	32	8.1	5.1

表1-23 球根の水浸漬温度と期間が開花と切り花品質に及ぼす影響 (1998年)

灌水方法	開花株率 (%)	収穫率 (%)	開花日 (月/日)	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花茎長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数
1 日中灌水	73	73	11/11	40	18.8	3.4	33	3	4.0
夜間灌水	73	73	11/2	44	21.6	3.5	35	3	4.4
夕方灌水	45	48	10/29	40	18.5	3.5	32	3	5.1

表1-24 促成栽培における夏季の水管理が開花と切り花品質に及ぼす影響

るにつれて、開花株率は低くなった。また、花芽の発達が遅れた球根を浸漬処理して定植すると、開花期のばらつきが見られた。切り花品質の葉長では、浸漬処理すると無処理区に比べ長くなったが、その他の切り花品質では、各処理間の差は認められなかった (表1-23)。

c 夏季の水管理が開花と切り花品質に及ぼす影響

夏季の水管理における開花株率および収穫率は、1日中灌水区と夜間灌水区で高く、夕方灌水区で

劣った。開花日は夕方灌水区が最も早く、次ぎに夜間灌水区で早くなり、1日中灌水区は、開花が最も遅かった。切り花品質は、葉長、切り花重、花茎長で夜間灌水区が優れた (表1-24)。

(イ) 抑制栽培のための球根貯蔵条件の検討

a 球根の低温貯蔵開始時期が花芽形成段階に及ぼす影響

7月11日や7月18日貯蔵開始区では、未分化の球根も多いが、花芽形成初期の球根も見られた。7月

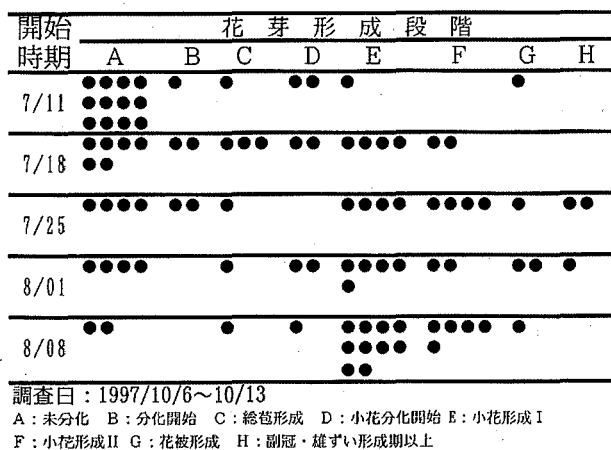


表1-25 球根の低温貯蔵開始時期が花芽形成段階に及ぼす影響

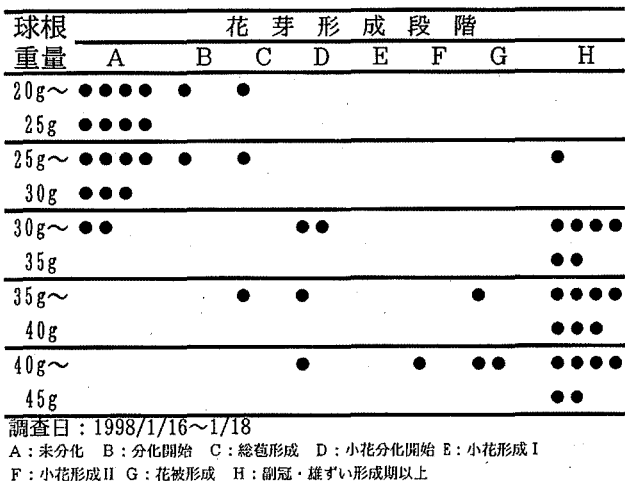


表1-26 貯蔵処理球根重量が定植時の花芽形成段階に及ぼす影響

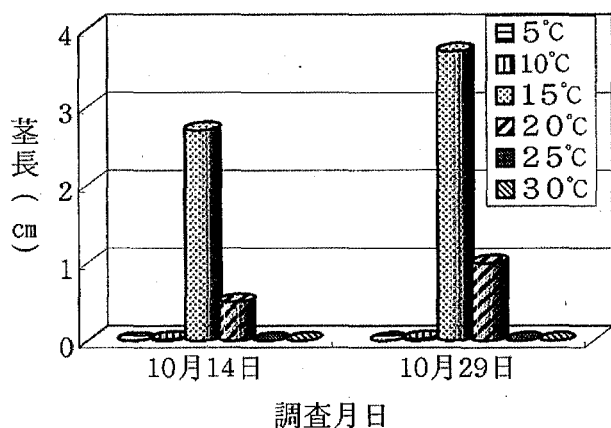


図1-17 貯蔵温度と貯蔵中の茎長

25日貯蔵開始区以降では、球根によってばらつきもあるが、花芽形成後期の球根が多く見られた。特に、8月8日貯蔵開始区では、ほとんどの球根で花芽分化が始まっていた。(表1-25)。

b 貯蔵処理球根重量が定植時の花芽形成段階に及ぼす影響

定植時の花芽形成段階をみると、20~25g区、25~30g区の球根はほとんどが未分化であった。30~35g区の球根は副冠・雄ずい形成期以上に発達した球根もあるが、未分化の球根も見られた。35~40g区、40~45g区の球根では未分化のものはなく、副冠・雄ずい形成期以上の球根が多かった(表1-26)。

c 球根の貯蔵温度が開花と切り花品質に及ぼす影響

貯蔵中の球根は5℃、10℃、25℃、30℃区で出芽が見られなかったが、15℃、20℃区で出芽が見られた。特に、10月29日の出庫時には、15℃区で茎長が3.7cmに達していた(図1-17)。

開花時の調査では、開花率は5℃、10℃区で

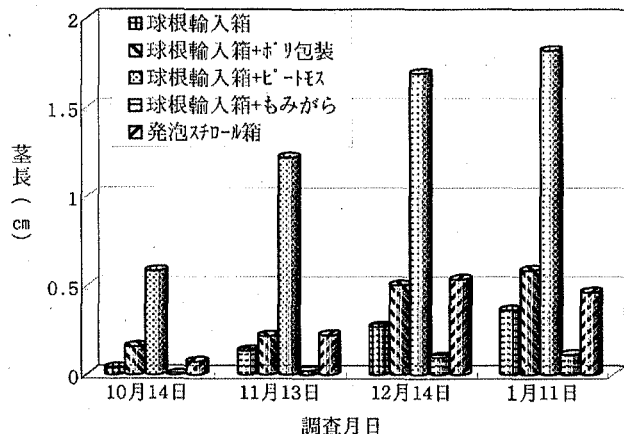


図1-18 貯蔵温度と貯蔵中の茎長

90%以上であったが、15℃、20℃、25℃区では25%以下と極端に低かった。開花日は15℃区を除いて、貯蔵温度が高くなるにつれて早くなった。最も早い開花日の30℃区で、到花日数は65日であった。葉長、切り花重、葉数、花茎長の切り花品質は、開花率が高い5℃区で最も優れ、茎葉のバランスも良かった。15℃、20℃区は、葉数が6~8枚と多く、切り花品質を著しく低下させた。小花数は30℃区で5.5個と最も多く、また、アボーシオン率は20℃区で45%と最も高かった(表1-27)。

d 低温貯蔵球根の貯蔵方法が開花と切り花品質に及ぼす影響

貯蔵中の球根の茎長は、1月11日現在で球根輸入箱+もみから区が最も短く、次に球根輸入箱区で短かった(図1-18)。しかし、根数は球根輸入箱区で最も少なくなり、次に球根輸入箱+もみから区で少なかった(試験データ省略)。

開花時の調査では、開花率は球根輸入箱区が最も

貯蔵温度	開花率 (%)	開花日 (月/日)	到花 日数	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花茎長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数	アボーシオン率 (%)
5℃	92	4/10	87	33	13.8	3.4	23	5.4	3.1	5
10℃	95	4/9	86	29	12.0	2.8	20	5.6	3.6	0
15℃	23	4/18	95	45	26.5	7.9	19	4.2	1.6	10
20℃	10	4/6	83	38	23.7	6.7	26	5.2	2.0	45
25℃	23	3/28	73	17	7.6	3.7	14	6.3	3.5	0
30℃	84	3/20	65	22	12.5	3.8	16	2.6	5.5	0

表1-27 球根の貯蔵温度が開花と切り花品質に及ぼす影響

貯蔵方法	開花率 (%)	開花日 (月/日)	到花 日数	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花茎長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数	奇形花率 (%)
球根輸入箱	76	9/16	84	54	32.0	3.6	37	11.6	5.6	4
球根輸入箱+ポリ包装	72	9/19	87	49	26.5	3.4	34	10.9	5.5	13
球根輸入箱+ビートレス	67	9/15	83	55	28.7	3.3	38	10.7	5.9	12
球根輸入箱+もみから	58	9/17	85	53	28.0	3.5	35	10.4	4.9	8
発泡スチロール箱	72	9/19	87	55	27.9	3.6	37	10.9	5.3	10

表1-28 低温貯蔵球根の貯蔵方法が開花と切り花品質に及ぼす影響

花芽発達 期 間	定植時期	開花率 (%)	開花日 (月/日)	到花 日数	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花莖長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数	アポーシ ョン 率(%)
6週間	12月11日	79	3/19	98	41	19.2	4.1	28	5.3	2.3	8
8週間	12月11日	93	3/11	90	34	19.6	4.4	23	5.0	3.2	3
10週間	12月11日	100	3/5	84	32	20.0	4.3	21	5.4	4.7	0
12週間	12月11日	95	3/3	82	29	17.8	4.3	20	5.5	5.1	0
6週間	1月14日	76	4/16	92	35	13.9	4.2	24	5.7	2.5	3
8週間	1月14日	81	4/9	85	33	13.9	3.8	23	5.6	3.0	0
10週間	1月14日	84	4/2	78	32	14.4	4.0	22	5.3	3.3	0
12週間	1月14日	93	3/26	71	30	15.4	4.2	20	6.1	4.4	0
14週間	1月14日	75	3/22	67	28	14.9	4.3	18	6.0	4.9	0
6週間	2月19日	85	5/11	81	40	18.8	3.5	23	6.9	3.0	3
8週間	2月19日	84	5/6	76	36	18.8	3.4	24	6.7	3.6	3
10週間	2月19日	80	4/27	67	33	17.6	3.7	21	6.8	4.2	3
12週間	2月19日	69	4/29	69	27	15.0	4.0	19	6.2	4.0	5
14週間	2月19日	65	4/24	64	27	14.3	4.0	19	6.6	4.1	3

表 1-29 花芽分化促進高温処理後の花芽発達処理期間と定植時期が開花と切り花品質に及ぼす影響

高く、次に球根輸入箱+ポリ包装、発泡スチロール箱区であった。開花日は、球根輸入箱+ピートモス区で最も早かった。葉長は、球根輸入箱+ポリ包装区を除いて、54cm前後であったが、切り花重は球根輸入箱区で最も重かった。小花数は球根輸入箱+ピートモス区で最も多く、球根輸入箱+もみがら区で最も少なかった。奇形花は、球根水分が保持される球根輸入箱+ポリ包装などの貯蔵方法で発生率が高い傾向であった(表1-28)。

(ウ) 抑制栽培のための低温貯蔵後の花芽形成処理方法の検討

a 花芽分化促進高温処理後の花芽発達25℃ 処理期間と定植時期が開花と切り花品質に及ぼす影響

開花率は、各定植時期とも、花芽発達期間の8週間区と10週間区が80%以上となった。花芽発達期間の12週間区と14週間区では、球根貯蔵期間が長い2月19日定植で、開花率が70%未満となった。到花日数は、花芽発達期間が長くなると短くなり、開花時期は早くなる傾向であった。また、各花芽発達期間とも、定植時期が遅くなると、到花日数が短くなった。切り花品質の葉長と花莖長は、各定植時期とも、花芽発達期間が長くなると短くなり、葉数は、花芽発達期間が長くなると多くなる傾向であった。

小花数は、各定植時期とも、花芽発達期間が長くなると多くなった。アポーシオンは、花芽発達期間が短い6週間区で、各定植時期とも発生した。また、球根貯蔵期間が長くなる2月19日定植で、各処理区とも発生が認められた(表1-29)。

(エ) 抑制栽培のための管理技術開発

a 抑制栽培における球根の水浸漬処理と定植時期が開花と切り花品質に及ぼす影響

開花率は、定植時期により、区間差の違いが見られ、水浸漬処理の効果は明らかでなかった。しかし、定植時期が遅くなるにつれて、開花率が低くなる傾向であった。開花時期は、各定植時期とも水浸漬処理をすると早くなり、到花日数が短くなった。また、定植時期が遅くなるにつれて、到花日数が長くなった。切り花品質の葉長は、6月24日定植を除き、水浸漬処理が短い傾向であったが、花莖長はその反対の傾向を示した。その他の切り花品質では、水浸漬処理の効果は明らかでなかった。開花期間の調査では、7月下旬開花で5~6日間であったが、8月下旬から9月中旬の開花では3~4日間と短くなった(表1-30)。

工 考 察

(ア) 促成栽培のための管理技術確立

定植時期	水浸漬 処理	開花率 (%)	開花日 (月/日)	到花 日数	葉長 (cm)	切花重 (g)	葉数	花莖長 (cm)	花梗長 (cm)	小花数	奇形花 率(%)	開花期間 (日)
5月13日	有	87	7/23	71	56	26.0	3.1	48	10.8	4.0	3	6
5月13日	無	82	7/25	73	57	28.5	3.3	47	11.0	4.6	6	5
5月27日	有	65	8/7	72	57	30.7	3.3	41	11.4	5.0	0	5
5月27日	無	81	8/9	74	59	30.2	3.3	40	10.3	4.8	9	5
6月10日	有	72	8/30	81	60	32.0	3.0	47	10.8	5.5	7	4
6月10日	無	56	9/4	86	65	33.5	3.2	48	10.3	5.6	0	3
6月24日	有	67	9/13	81	59	30.7	3.4	38	10.9	5.2	4	4
6月24日	無	76	9/16	84	54	32.0	3.6	37	11.6	5.6	4	3

表 1-30 抑制栽培における球根の水浸漬処理と定植時期が開花と切り花品質に及ぼす影響

ニホンズイセンの促成栽培では、高温処理した球根を7月下旬から圃場に定植して、価格の高い10月に出荷する作型が現地で普及している。この作型では、スプリンクラーによる頭上灌水や畝間への水掛け流しによって、球根への水分補給と地温の低下を図り、生育を促進している。しかし、この管理方法では、圃場や定植場所によって生育の不揃いと、過湿による弊害が見られる。雨木¹⁾は、花芽未分化の球根に対する水浸漬処理が開花を促進する効果のあることを報告している。年次間の気象の影響を考慮して、本実験では1997年と1998年の2ヶ年に亘り、花芽分化の終わった球根に対する水浸漬処理を行ったところ、2ヶ年とも初期生育が優れ、発根と出芽が早くなり、開花が早くなり、葉長も長くなる傾向にあった。水浸漬処理の温度は、10℃ から30℃ の範囲内では、温度にかかわらず開花始期が早くなり、開花促進の効果が認められた。水浸漬の期間は2日間で開花促進の効果が最も高く、3日間水浸漬処理すると開花株率が低下した。

以上のことから、ニホンズイセンの促成栽培において、花芽分化した球根を定植前2日間の水浸漬処理後に定植すると、発根が早くなり、開花が促進される。また、切り花の葉長が長くなることが明らかになった。

次に、夏季の水管理について検討したところ、17時から8時30分までの夜間灌水は、開花株率や収穫率が高く、葉長や花茎長の切り花品質を向上させることが明らかになった。これは、夜間灌水法によって夏季の夜温を下げ、昼夜間の温度差を与えたため、葉長や花茎長が伸長したと考えられる。

(イ) 抑制栽培のための球根貯蔵条件の検討

ニホンズイセンの抑制栽培は、高温貯蔵球根を用いた3～4月開花の技術が真柄ら⁶⁾によって普及に移す技術として紹介されたが、切り花品質や開花率の低下が問題となっている。そこで、切り花品質と開花率の向上を図るため、小池ら³⁾が示した長期低温貯蔵球根による抑制栽培の実用性について検討した。この技術は、10℃ 以下の低温で球根を貯蔵して花芽の分化を抑え、貯蔵後に高温処理などの花芽形成処理をする方法である。中村⁵⁾は、花芽分化前の球根を10℃ 以下で貯蔵すると花芽は未分化状態を維持すると報告している。

まず、抑制栽培における球根の低温貯蔵開始時期について検討した。釜江²⁾は自然条件下の日本スイ

センは7月中～下旬から花芽分化を始めるとしている。本試験では、7月11日から1週間おきに貯蔵し、10月に花芽形成段階を調査したところ、7月11日の貯蔵では、ほとんどの球根が未分化であったが、一部では花被形成期に達している球根もあった。これは1997年が平年より葉の枯れ上がりが早く、掘り上げる前の球根の前歴が影響したと考えられた。以上より、球根の低温貯蔵開始時期は、7月中旬以降は遅くなるほど花芽形成が進むので、花芽が未分化の7月上旬以前とする必要があった。なお、貯蔵する前には検鏡して、花芽の未分化を確認することが重要である。

第2に、抑制栽培の低温貯蔵球根の重量を検討した。貯蔵球根は、定植前の花芽形成状態から、ほぼ副冠・雄ずい形成期に達し、花芽形成処理効果の高い35g以上のものが適していた。福井県内の促成栽培では、35g以上の球根を使用する技術が実用化されており、抑制栽培でも同じ重さ以上の球根を必要とすることが明らかになった。なお、抑制栽培に使用する球根は、掘り上げ後に風通しのよい室内で、十分に乾燥させた1芽の丸玉球を用いるとよい。

第3に、球根の低温貯蔵温度を検討した。小池ら³⁾は、低温貯蔵の温度を5℃ ～10℃ で球根を乾燥貯蔵するとよいとしており、本試験でも15℃ 以上の貯蔵では開花率や切り花品質の低下が認められ、同様な結果が得られた。このことは、花芽形成したラッパスイセンでも確認されており、長期間の低温処理にて生長活性が高まり、葉の伸長促進効果を認めている(小西ら⁴⁾)。また、葉長、切り花重、葉数、花茎長の切り花品質は、10℃ に比べ5℃ の貯蔵で優れ、茎葉のバランスも良かった。このため、切り花生産から考えると切り花品質が優れる5℃ 貯蔵が適すると考えられる。

第4に、長期貯蔵における球根の消耗を軽減させるため、パッキング資材および低温貯蔵方法について検討した。貯蔵中の球根の消耗は茎長や根数から判断すると、湿潤冷蔵ではなく球根輸入箱+もみからや球根輸入箱の乾燥冷蔵が優れていた。開花時の調査でも、開花率は球根輸入箱貯蔵で最も高く、切り花品質も優れることが明らかになった。しかし、長期に球根を低温貯蔵すると開花率が低くなるので、エチレン吸収剤の利用やCA貯蔵法などの可能性を検討する必要がある。

(ウ) 抑制栽培のための低温貯蔵後の花芽形成処理

方法の検討

花芽分化促進処理（32℃ 2週間＋くん煙処理 1日 2時間を3日間）後の、花芽発達のための25℃ 処理期間と定植時期について検討したところ、12月11日、1月14日、2月19日の3定植時期とも開花率が高く、切り花品質の茎葉バランスと小花数が多い10週間が有効であった。小池ら³⁾は、抑制栽培について、低温貯蔵後に花芽形成処理として、30℃で3週間後、ついで25℃で12週間おいた後に、15～20℃の温度下で栽培する可能性を示唆した。本試験では、花芽分化促進処理の方法が小池ら³⁾と異なるため、比較はできないが、経済性から判断すると、25℃で10週間の花芽発達処理が有効であった。なお、小花数を増加するには、処理期間を12週間と長くすればよいが、葉長や花茎長が短くなるので注意する。

(エ) 抑制栽培のための管理技術開発

低温貯蔵球根による抑制栽培において、促成栽培で効果が認められた球根への水浸漬処理を、定植時期別に検討した。各定植時期とも、定植前の球根に対する水浸漬処理による開花促進効果が認められた。しかし、促成栽培で認められた葉長を長くする効果は明らかでなかった。これは、促成栽培に比べ、生育中の気温が高く、開花が早くなったため、葉長が十分伸長するまでに開花したと考えられる。また、開花期間は、7月下旬開花で5～6日間であったが、8月下旬から9月中旬の開花では3～4日間と短くなった。このため、市場出荷を考えると、開花期間を延長させる技術が必要である。

オ 今後の問題点

球根を長期に低温貯蔵すると開花率の低下や奇形花が発生するので検討を必要とする。また、7月下旬から9月中旬に開花させる抑制栽培は、室温では開花期間が短いため、切り花品質保持技術等を検討する必要がある。

カ 要約

(ア) 促成栽培において、水浸漬処理した球根を定植すると、初期生育が優れ、発根と出芽が早くなり、開花が早くなり、葉長も長くなる傾向にあった。

(イ) 促成栽培の水浸漬処理の温度は、10℃から30℃の範囲内では、温度にかかわらず開花始期が早くなり、開花促進の効果が認められた。水浸漬期間は2日間で開花促進の効果が最も高く、3日間水浸

漬処理すると開花株率が低下した。

(ウ) 促成栽培の夏季の水管理において、17時から8時30分までの夜間灌水は、開花株率や収穫率が高く、切り花品質も優れた。

(エ) 抑制栽培における球根の低温貯蔵開始時期は、遅くなるほど花芽形成が進むので、花芽が未分化の7月上旬以前とする。

(オ) 抑制栽培の低温貯蔵球重は、定植前の花芽形成状態から、ほぼ副冠・雄ずい形成期に達し、処理効果の高い35g以上のものが適した。

(カ) 球根の低温貯蔵温度は、開花率が高く、切り花品質が優れる5℃が適した。

(キ) 抑制栽培における球根の低温貯蔵方法は球根水分が保持されない球根輸入箱貯蔵が最も開花率が高く、切り花品質も優れた。

(ク) 花芽分化促進処理後の花芽発達のための25℃処理期間は、開花率が高く、切り花品質の茎葉バランスと小花数が多い10週間が有効であった。

(ケ) 低温貯蔵球根による抑制栽培において、定植前の球根に対する水浸漬処理により開花促進効果が認められた。

キ 引用文献

- 1) 雨木若橘：スイセン球根の促成開花に及ぼす呼吸抑制処理の影響，園学雑，65(別2)，pp596-597 (1996)
- 2) 釜江正巳：日本スイセンの育種に関する基礎研究－花芽の分化と発育過程について，神大教研究集録，第6報(40)，pp61-76(1968)
- 3) 小池安比古・大引明・森源治郎・今西英雄：ニホンスイセンの開花に及ぼす温度の影響，園学雑，63(3)，pp639-644 (1994)
- 4) 小西国義・上田尚志：数種の球根花卉の生長と開花に及ぼす球根の低温処理とその後の生育温度の影響，岡山大学農学報，47，pp25-33 (1976)
- 5) 中村進治郎：日本スイセン (*Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* ROEM.) の周年開花に関する研究，福井短大研究紀要，3，pp85-102 (1978)
- 6) 真柄紘一・永井輝行：日本スイセンの抑制栽培による3～4月開花，北陸農業研究成果情報，6，pp113-114 (1990)

(小森治貴)

第2章 気象・地形条件等を活用した栽培技術等の開発

1. 湧水を利用した冷却栽培技術の開発

ア 研究目的

東北地方の中山間地では、夏の冷涼な気候を利用したハウレンソウの栽培が盛んである。しかし、暑い夏には頻繁に発芽・生育が阻害される。そこで、中山間地にある低温資源を有効に利用する技術を開発する。

イ 研究方法

(ア) 高温被害の実態調査

1997年に、岩手県山形村のハウレンソウを13年連作したハウスで、7月10日、18日、29日播種‘アクティブ’の発芽率、発芽後の萎凋病による枯死率を調査した。

(イ) 地温・土壌水分の日変化との発芽・生育との関係解析

‘アクティブ’を雨よけハウス内に、1997年7月23日12時から同25日6時まで6時間ごとに、50粒ずつ10cm正方に1粒ずつ播種した。7月26日12時から8月3日6時まで、6時間ごとに発芽個体をマークし、8月10日に各個体の生体重を測定した。各処理の播種日から起算した播種後日数ごとに、0-6時、6-12時、12-18時、18-24時の発芽率と、各時刻帯に発芽した個体の生体重を求めた。この間、深さ10cmに埋設したテンシオメータで1日おきに6時に土壌水分を測定した。また、深さ0-5cmの土壌水分の日変化を8月6日から7日にかけて、深さ3cmの地温の日変化を7月25日から8月11日にかけて測定し、発芽率、生体重との関係を解析した。

また、東北農業試験場の雨よけハウス内の土壌面に幅1.8cm、長さ2m、30Wの帯状ヒータ9本を、60cm間隔に設置した。このうち1本を通日加温区、他の8本を3時間ごとに1日を8分割した時刻帯別加温区とした。1999年7月6日に‘アクティブ’を、ヒータの脇1cmと15cmに各74粒播種した。地温は播種位置の下3cmで測定した。加温によりヒータ脇1cm、深さ5cmの地温は約1℃上昇した。7月12日に発芽率を調査し、ヒータから15cmでの発芽率に対する同1cmでの発芽率の比をとることにより、環境むらを排除して地温上昇時刻の影響を評価した。

(ウ) 遮光時刻が発芽・生育に及ぼす影響の解明

1997年7月25日に‘アクティブ’を、東西向き雨よけハウスの幅1m長さ8mの東西方向のベッドに、10cm正方に1粒ずつ播種した。播種直後に、ベッド両端から1.5mを中心とした2カ所に、長さ90cmのシルバータフベルを高さ50cmに2重に水平張して、遮光時刻の異なる個体群を作った。南中時の資材下の遮光率は50%であった。個体別に発芽日を毎日18時に調査し、生体重を播種20日後に測定して、遮光時刻が発芽と生育に及ぼす影響を解析した。

(エ) 冷水育苗の実用性の検討

粉碎籾殻と砂壤土を等量に混ぜ、合計容積に対してマイクロロングトータル70日タイプ0.35%と、粉炭3%を混ぜた育苗培地を作った。この培地をチェーンポットに充填し、‘アクティブ’を7月10日に播種した。これを山形村の水温9.3℃のワサビハウスの水面上2cmに置いた冷水区と、隣接したハウスに置いた対照区に分けた。5葉期に達した7月29日に苗の生育を調査し、連作障害が激しい同村のハウスに移植した。8月16日に生育、萎凋病枯死率、収量を調べた。また、育苗、移植に要する費用と培地作成、播種、苗の管理、移植、チェーンポットの片づけに要する労力を算出した。

(オ) 地中冷却・冷水地下灌水栽培の影響評価

東北農業試験場のハウス内に幅1.4mのベッドを作り、この中央の深さ25cmに直径13mmの塩化ビニル製パイプを埋設した。このパイプに8.2℃の冷却水を循環させた区を地中冷却区、24.8℃の水を循環させた区を対照区とした。また、パイプに1mごとに穴を開け、地下灌水した区を地下灌水区とし、灌水量をベッドに対して20mm/日に調節した。これらを組合せた4処理に、8月8日に‘アクティブ’を10cm正方に1粒ずつ播種し、9月2日に生体重を調査し、地中冷却・冷水地下灌水の効果を評価した。

(カ) 地中冷却栽培の実用性の検討

現地試験1：岩手県山形村内で最も萎凋病が多発する間口5.4mのハウス2棟を借り受けた。1棟の中央とその両側2mの3カ所に深さ30cmのトレンチを掘り、直径13mmの塩化ビニル製パイプを2本ずつ埋設して処理ハウスとし、他の1棟を無処理ハウスとした。埋設パイプ1本は、1m間隔で穴を開けて

灌水用とし、他の1本は、穴を開けずに冷却循環用とした。1998年8月10日に‘アクティブ’を株間10cm、畝間14cmで1粒ずつ播種した。処理ハウスでは、13℃の沢水を播種直後から冷却用パイプに循環させ、土壌水分の不足し始めた8月23日から24日にかけて地下灌水した。8月25日に生存率を、9月16日に収量調査した。

現地試験2：同村で、萎凋病の発生が少ない間口5.4mのハウス2棟を借り受けた。1棟の中央とその両側2mの3列に深さ35cmの溝を掘り、冷却循環用に直径13mmの塩化ビニル製パイプを1列ずつと、これに加えて中央に灌水用リーキパイプを埋設して処理ハウスとし、他の1棟を無処理ハウスとした。1999年7月6日に‘アクティブ’を株間10cm、畝間14cmで1粒ずつ播種した。処理ハウスでは、11℃の沢水を播種直後から冷却用パイプに循環させ、8月25日に通日地下灌水した。7月16日に発芽状況と土壌水分を調査し、8月下旬に出荷量を調査した。

(キ) ハウスの遮光位置が生育に及ぼす影響の評価
東北農業試験場の間口4.5mの南北向きハウス2棟を、奥行方向に2mずつ8分割し、屋根を被覆しない無遮光区、2m幅で屋根全体を遮光する全遮光区、それぞれ東側と西側だけを同様に遮光する東遮光区と西遮光区を2反復で設けた。遮光には2重にしたホワイトタフベルを用い、播種3日前に被覆した。南中時の遮光率は50%であった。9月3日に‘アクティブ’を10cm正方に1粒ずつ、1区に360粒播種した。真夏の温度環境を再現するため、実験後期には、ハウスは密閉管理した。10月5日に発芽率、生存率、生体重を調査し、ハウスの遮光位置がこれらに及ぼす影響を解析した。

また、東北農業試験場の南北向きの雨よけハウスの棟パイプの下に、1999年7月10日に‘アクティブ’を株間10cmに1列に80粒播種した。この列を中心に、幅1m、高さ1mのパイプ枠を組んだ。これを3分割して、両側面と上面を遮光した全遮光区、列の中心から東側だけを遮光した東遮光区、無遮光区を設けた。遮光には、通風を考慮して遮光率24%の寒冷紗を用いた。8月1日に遮光資材を除去し、その前日から7日後まで、12時に4から6個体の木部圧ポテンシャルをプレッシャーチャンバーで測定し、遮光位置の前歴が遮光資材除去後の水ストレスの回復に及ぼす影響を解析した。

(ク) ハウスの部分遮光の実用性の検討

山形村の南北棟ハウスを使い、24%遮光の寒冷紗で東肩から西肩まで遮光した全遮光区、東肩から棟まで遮光した東遮光区、無遮光区を各2棟設けた。1999年7月26日から28日にかけて、‘アクティブ’を株間10cm、畝間14cmで1粒ずつ播種し、寒冷紗は播種11日後に除去した。9月上旬に収穫し、出荷量と葉焼けの有無を調査した。高価格な時期に当たったため、軽微な葉焼けは除かず出荷した。

(ケ) 高温対策が必要な時期の判定基準の策定

気象観測ロボットを設置させてもらっている岩手県山形村霜畑の農家に、1999年に播種日別に生育を良・中・不良に分けて記録してもらった。高温対策の必要な条件を指標化するために、この生育程度と播種翌日から播種5日後までの平均外気温と生育との関係を解析した。この解析で、播種翌日からの平均気温を利用したのは、播種当日には灌水により土壌水分が充足され、地温が低下するためである。

ウ 結 果

(ア) 高温被害の実態調査

山形村の連作害ハウスでは、不発芽が25%から52%、萎凋病による枯死が11%から45%であった。そのため、平均の生存率は30%にすぎなかった(表1-31)。

(イ) 地温・土壌水分の日変化との発芽・生育との関係解析

播種後日数別の発芽は、4日後と8日後で多く、次いで3日後と5日後が多かった。ここで播種8日後の発芽が多かったのは、播種8日から9日後に曇天の影響があったためとみられる。また、播種後日数別に発芽した個体の生体重は、4日後で最も多く、次いで3日後で多く、4日以降では漸次減少した。これらを面積当たりに換算した生体重は、播種4日後の発芽で最も多く、次いで3日後と5日後が多かった。播種5日後までに発芽した個体の合計生体

	播種日		
	7/10	7/18	7/29
	(%)		
不発芽率	25	52	33
枯死率	45	11	44
生存率	30	37	23

表1-31 連作ハウスの不発芽率と萎凋病による渴死率の実態

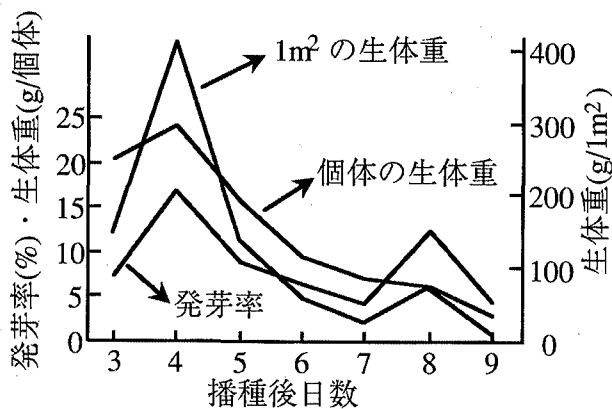


図1-19 播種後日数別の発芽率と播種後日数別に発芽した個体の生体重

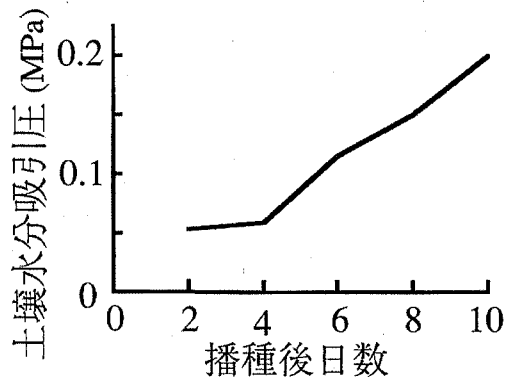


図1-20 土壌水分の経日変化

重は、全生体重の80%を占めた(図1-19)。播種5日後は、深さ10cmで土壌水分の減少が始まる時期であった(図1-20)。

また、時刻別の発芽率と発芽時刻別の個体生体重は、ともに播種5日から9日後に12時から18時までで、播種7日から9日後に6時から12時までで減少した(図1-21)。この間、土壌水分は12時から24時で少なく(図1-22)、地温は12時から18時で高かった(図1-23)。

時刻別土壌加温では、12-15時加温が41%、6-9時加温が24%、発芽率を低下させた(図1-24)。

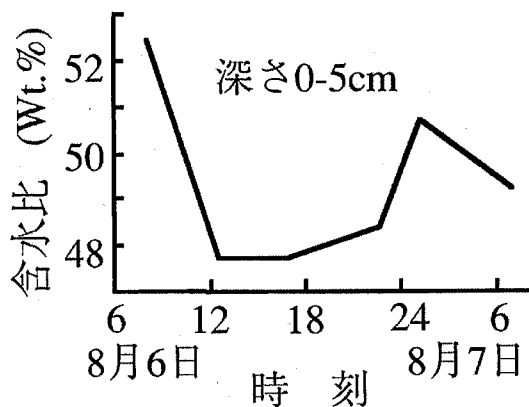


図1-22 土壌水分の変化

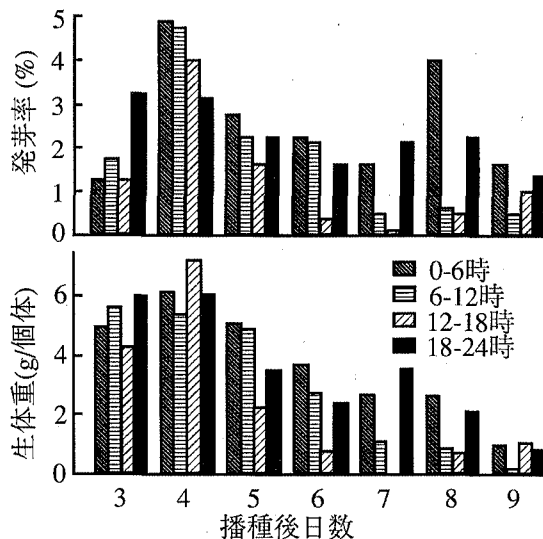


図1-21 発芽日・時刻別の発芽率と生体重

前者が最も地温の高い時刻に、後者が最低に下がった地温が上昇開始する時刻に当たった。

(ウ) 遮光時刻が発芽・生育に及ぼす影響の解明

図1-25は、この実験での遮光資材の位置と時刻による遮光範囲の関係を示す。土壌水分は、遮光資材下で多く、資材から離れると減少した。東側と西側の土壌水分は、播種6日後には大差なかったが、播種20日後に東側1mで西側1mより減少した(図1-26)。地温は遮光資材下で昼夜を通して最も低く、特に上昇時間帯の上昇が大きく抑制された。遮光資材の中心から東側1mと西側1mの地温は、夜間に差がなく、東側1mでは下降時間帯の下降が早く、西側1mでは上昇時間帯の上昇が遅かった。この2カ所の日平均地温は大差なかった(図1-27)。積算発芽率の上昇は、資材下の両端の内側で最も早く、中心で遅れた。資材の外では、西側1mまでの上昇が東側1mまでより早く、その差は播種4日後までで最も大きかった(図1-28)。単位面積当たりの生体重は、播種4日後に発芽した個体の占める割

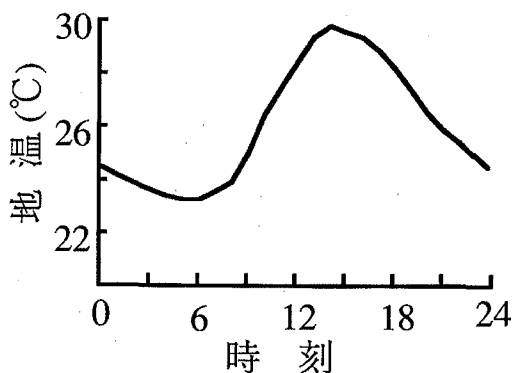


図1-23 地温の日変化

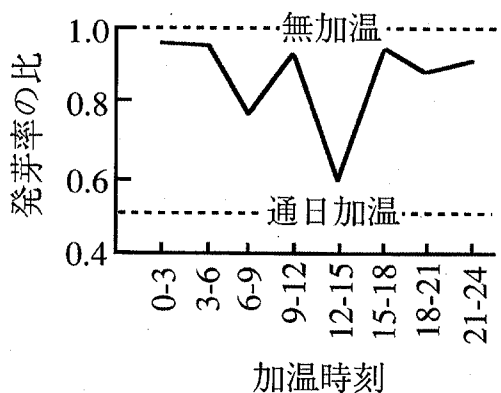


図1-24 地中加温時刻が発芽に及ぼす影響

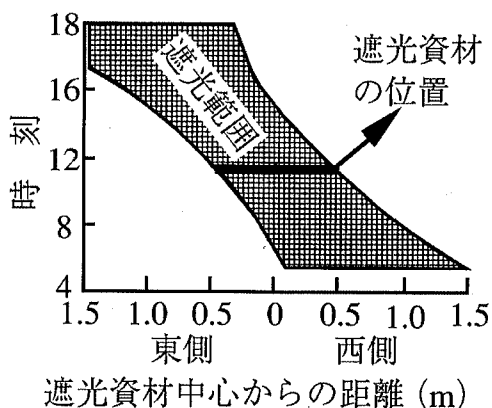


図1-25 遮光資材の位置および、時刻と遮光範囲との関係

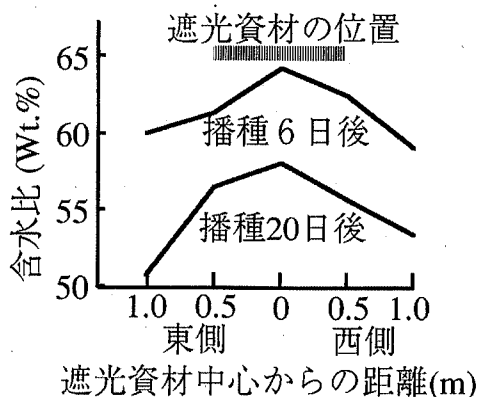


図1-26 資材からの距離と土壌水分との関係

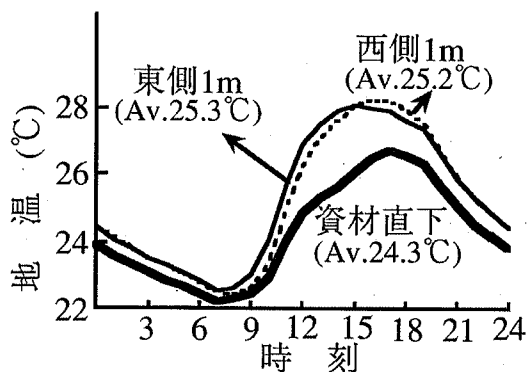


図1-27 資材からの距離と深さ5 cmの地温の日変化

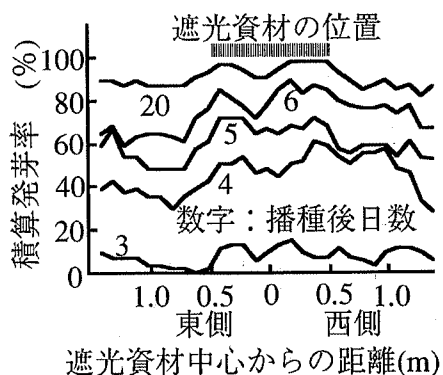


図1-28 資材からの距離と播種後日数ごとの積算発芽率

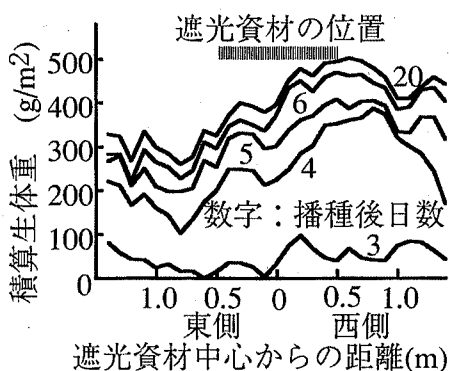


図1-29 資材からの距離と播種後日数ごとに発芽した個体の生体重の積算

合が最も多く、播種5日後までに発芽した個体の生体重は総生体重の80%を占めた。総生体重は、資材の東端以東で最少で、資材下では西ほど増加し、資材の西端以西でわずかに減少した。この差は、播種4日後までに発芽した個体によった。資材外の生体重は、西側で東側に比べ極めて多かった(図1-29)。

(エ) 冷水育苗の実用性の検討

苗の発芽・生育は、地温上昇が抑制された冷水育苗区で促進された。萎凋病による枯死は、育苗期間中全くなく、移植後もわずかであった。また、収量は冷水育苗区で17kg、17%増収した(表1-32)。

ハウス1a分の苗作りに要する費用は、培地材料が¥200、チェーンポットが¥4,800、移植機「ひっぱり君」が年10作、5年間使う前提で¥1,200、合計¥6,200であった。1aの移植栽培で余剰に必要な労力は、培地材料150リットルの運搬に1時間、培地作りに1時間、播種に3時間、苗の灌水と間引きに5時間、移植に男女1組でのべ6時間、片づけに0.5時間、合計16.5時間であった。

(オ) 地中冷却・冷水地下灌水栽培の影響評価

平均地温は地中冷却と冷水の地下灌水で低下し、土壌水分は地下灌水により増加した。発芽率は地中

育苗条件	対照	冷水
発芽率(%)	69	82
移植時生体重(g/個体)	7.2	11.2
萎凋病枯死率(%)	0.5	0.4
収量(kg/a)	97	114

表 1 - 32 冷水育苗が発芽、生育、萎凋病枯死率、収量に及ぼす影響

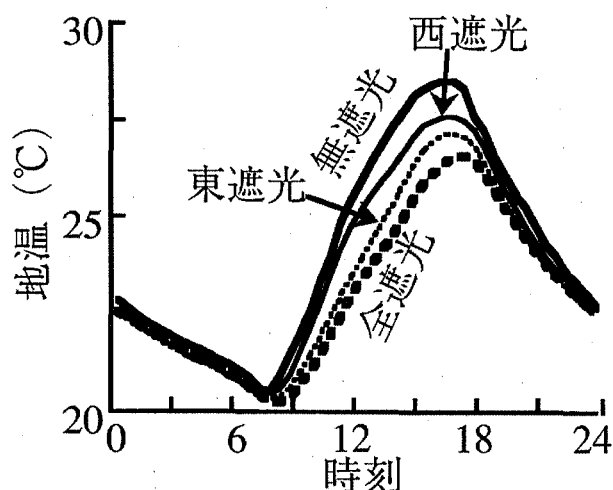


図 1 - 30 ハウスの遮光位置が地温（深さ 5 cm）の日変化に及ぼす影響

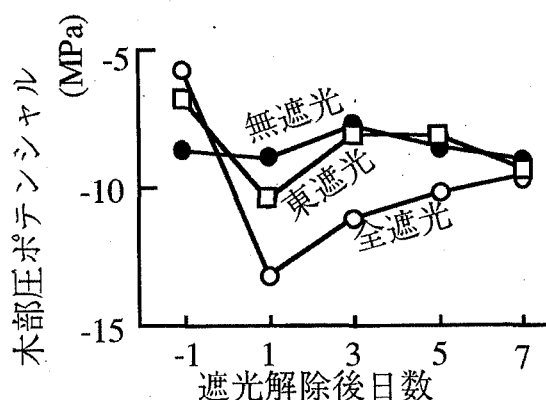


図 1 - 32 遮光終了後の木部圧ポテンシャルの経日変化に及ぼす遮光位置の影響

処理	生存率 (%)	収量 (kg/a)
処理	34	54.1
無処理	19	29.0

表 1 - 34 地中冷却・冷水地下灌水処理が生存率と収量に及ぼす影響（現地試験 1）

処 理	平均 地温 (°C)	土壌水分 吸引圧 (MPa)	発芽 率 (%)	萎凋病 枯死率 (%)	生 体 重 (g/個体)(g/m ²)
無処理	25.2	0.13	81	18	1.7 96
地下灌水	25.3	0.07	80	3	1.8 125
無処理	23.4	0.15	89	10	2.3 164
地中冷却	22.9	0.09	86	1	2.3 176

表 1 - 33 地中冷却と地下灌水が地温、土壌水分、発芽、萎凋病枯死、生育に及ぼす影響

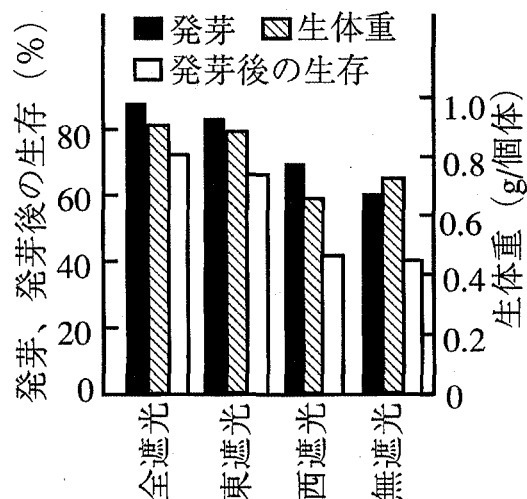


図 1 - 31 ハウスの遮光位置が発芽、発芽後の生存、生育に及ぼす影響

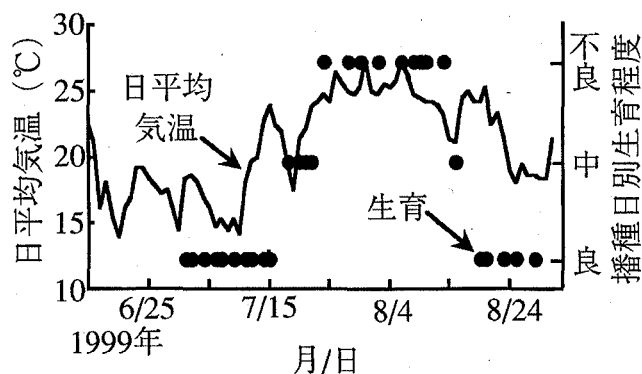


図 1 - 33 山形村霜畑の日平均気温の推移と播種日別生育程度との関係

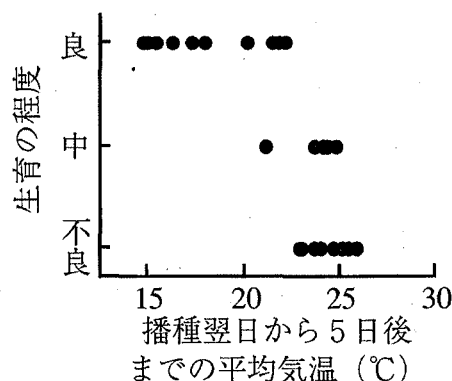


図 1 - 34 播種翌日から 5 日後までの平均気温と播種日別生育程度との関係

処理	発芽 (%)	収量 (kg/a)
処理	62	140
無処理	83	130

表 1-35 地中冷却・冷水地下灌水処理が発芽率と収量に及ぼす影響（現地試験2）

冷却で高まり、萎凋病枯死率は地中冷却と地下灌水により相乗的に減った。個体の生体重は地中冷却で増加し、単位面積当たり生体重は地中冷却と地下灌水で相乗的に増加した（表1-33）。

(カ) 地中冷却・冷水地下灌水栽培の実用性の検討
 現地試験1では、無処理区の生存率が19%と極めて低かった。地中冷却・冷水地下灌水により生存率は34%に高まったが、収量は54kg/aにすぎなかった（表1-34）。また、現地試験2では、地中冷却・冷水地下灌水の効果がみられなかった。この原因は発芽率の低下によった（表1-35）。

(キ) ハウスの遮光位置が生育に及ぼす影響の評価
 日中の地温上昇速度、最高地温、平均地温は、無遮光で最も高く、西遮光、東遮光、全遮光の順に低下した（図1-30）。発芽率、発芽後の生存率、播種苗の生体重は、全遮光で最も多く、東遮光がこれに次ぎ、無遮光と西遮光で少なかった。（図1-31）。また、遮光資材除去後の水ストレスは、全遮光で強く、回復まで7日を要したのに対して、東遮光で弱く、3日で回復した（図1-32）。

(ク) ハウスの部分遮光の実用性の検討
 東遮光で、収量は全遮光と同程度に多く、葉焼けは起きなかった。一方、無遮光では、収量は全遮光と東遮光の半分で、葉焼けが起きた（表1-36）。

(ケ) 高温対策が必要な時期の判定基準の策定
 ハウス外の日平均気温と播種日別生育程度との関係を図1-33に示す。高温期に播種した作物体の生育が不良となる関係がうかがえた。播種翌日から5日後までの平均気温と生育の程度との関係から、平均気温23℃以上で、高温による生育障害の頻度が高まるといった（図1-34）。

オ 考 察

表1-31から、夏ホウレンソウの生産阻害要因は、発芽不良と萎凋病にあり、長期間連作したハウスでは双方の影響は同程度といった。本研究では発芽改

処理	収量 (kg/a)	葉焼け
全遮光	100	有
東遮光	100	無
無遮光	50	無

表 1-36 ハウスの遮光位置が収量と葉焼けに及ぼす影響

善を主目的に環境制御技術の開発を進めた。

図1-19から、土壤水分の多い播種5日後までに発芽する個体が、収量に大きく寄与するといえた。また、図1-21~23の結果では、土壤水分が減少する時刻帯と地温が上昇する時刻帯に発芽が抑制され、発芽が抑制された時刻帯に発芽した個体のその後の生育は抑制されることが明らかになった。このことは、発芽時の少土壤水分と高地温によるストレスが、その後の生育を抑制することを示す。この抑制には土壤水分と地温が相乗的に影響したことから、直接の原因は作物体の水ストレスにあると考えられる。しかし、この解析では1日を6時間ごとに分割して解析したため、ストレスに感受性の高い特異時刻の存在の有無は確認できなかった。そこで、1日を3時間ごとに分割して地温上昇が発芽に及ぼす影響を解析したところ、地温の最も高まる12時から15時と、地温上昇の始まる6時から9時に感受性の高い時刻帯が存在することが明らかになった（図1-24）。これら時刻帯の地温上昇は、図1-21の関係から生育も抑制すると推察できる。

遮光時刻を変えた実験結果から、土壤水分、平均地温が同じでも、地温上昇が遅れると発芽が早まるといった（図1-26~28）。また、早朝から9時あるいは12時までの遮光で発芽率、生体重が増加した（図1-25、図1-29）。この結果は、図1-24の結果を裏付けるとともに、播種後、ハウスの屋根全面を遮光する慣行法に改良の余地があることを示唆する。

この実験で、遮光資材直下の地温上昇速度が、西側1mと東側1mに比べて大幅に遅れた（図1-27）。同様の現象はハウスの遮光位置の実験でも認められ、15時以降の地温低下速度に陽の当たっている東遮光と影になっている西遮光で差がみられなかった（図1-30）。これらの現象は午前中の遮光に土壤を冷却する機能があることを示唆する。この原

因として、播種20日後の土壤水分が午前中に遮光される資材西側1mで、東側1mより極めて多かったことから(図1-26)、潜熱による冷却が考えられる。この機能の証明には、下層土からの土壤水分の上昇に及ぼす遮光時刻の影響を解析する必要がある。

対策技術のひとつと考えられる冷水育苗では、常温での育苗に比べて17kg/a、率にして17%増収した(表1-32)。一般に、移植は萎凋病の被害を受けないので、同病の被害対策として夏に利用される。直播で3作する間に4から5作できる利点があるが、多大な労力と経費が固定的にかかる。そのため、冷水育苗による17%の増収は、移植栽培の収益増に大きく貢献するといえる。しかし、萎凋病の発生が深刻でないハウスでは、移植栽培そのものの実用性は極めて低いと考えられる。一方で、主要な萎凋病対策である土壤消毒剤臭化メチルが2004年に全廃される。その後の代替農薬の実情によっては、本技術の有用性が高まる可能性もあるといえる。

もうひとつの対策技術は、地中冷却・冷水地下灌水である。東北農業試験場での精密な実験では発芽・生育の促進だけでなく萎凋病の抑制効果も認められた(表1-33)。さらに、資材費が1a当たり¥15,000程度と安く、施工労力は人力でも6時間/aにすぎない。そのため普及性は極めて高いとみられた。しかし、現地試験1の萎凋病多発地では、効果は明確であっても実用的な萎凋病の抑制には至らなかった(表1-34)。また、現地試験2の圃場では、耕土層以深が砂礫層であった。施工には注意をはらったものの、施工後、耕土に砂礫が混ざり、これが発芽率の低下を招いたとみられる(表1-35)。これらの結果から、この技術が有効な条件を明らかにするために、現地試験を今後も継続する必要があると考えられる。

一方、ハウレンソウの高温に対する反応を解析する過程で、研究の当初目的のほかに、午前中の遮光の有効性が明らかになった(図1-31)。これまで東北地方では、高温対策としてハウス全体を寒冷紗などで遮光するのが一般であった。この方法では、遮光期間が長すぎると徒長により収量・品質が低下するため、播種10日ほどで遮光資材を除去する必要がある。しかし、資材除去後の水ストレスが強すぎると、生育遅延や葉焼けにより収量・品質が低下する危険が大きい。そのため、遮光を導入した生産者

は資材の除去時期の判断に苦労している。この対策として南北棟ハウスでは、東面だけを遮光する方法が有効である。東面遮光は、日射に対する馴化を並行するため、遮光資材除去後の作物体の水ストレスを著しく緩和する(図1-32)。これにより葉焼けや徒長による減収の危険が減るだけでなく、生産者の精神的ストレスも減る。さらに、ハウス1a当たり寒冷紗で2万円かかる遮光資材が半減する利点もある。現地試験を担当した農家が極めて高く評価していたことから、この技術の実用性は高いといえる。

午前中の遮光の効果は、地形によっても得られた。岩手県山形村で東西向きの谷に位置するハウス群と、南北向きの谷に位置するハウス群で、1998年夏に農家に依頼してハウレンソウの発芽率を調査した。その結果、東西谷では高温期に発芽が抑制されたものの、南北谷では夏を通じて80%以上の発芽率を維持した(小沢, 1999)。このことから、とくに東西谷で、高温対策の必要性が高いといえた。

高温対策技術の適用時期を誤ると、かえって収量は低下する。ハウレンソウでは、播種翌日から播種5日後までの平均気温23℃以上の条件で高温対策が必要とみられた(図1-34)。盛岡の平年値でこの条件に該当するのは、7月上旬から9月上旬の2カ月間である。

オ 今後の問題点

(ア) 午前中の遮光で土壤水分が増加するメカニズムを解明する。

(イ) 地中冷却・冷水地下灌水の適用条件を明らかにする。

(ウ) 東西棟ハウスでの部分遮光技術を開発する。

(エ) 週間天気予報、天気図支援図などを利用して遮光技術の適用を判断するシステムを開発する。

カ 要約

(ア) ハウレンソウの連作ハウスでは、夏に収穫に至る個体は30%にすぎず、不発芽と萎凋病による枯死による被害が同等であった。

(イ) 土壤水分は播種6日後から減少し始めた。土壤水分が充足されている播種5日後までに発芽する個体で、全生体重の80%を占めた。

(ウ) 土壤水分が減少し、地温が上昇する時刻帯に発芽が抑制された。この現象は播種5日後以降みられた。また、発芽が抑制された時刻帯に発芽した個体では、その後の生育も抑制されたことから、発芽

時の水ストレスが生育を抑制するといえた。

(エ) これらのことから、播種5日後までの水ストレスの軽減により高温障害を抑制できるといえた。

(オ) 6時から9時と12時から15時の地温上昇が発芽を抑制した。

(カ) 日の出後9時までから12時までの遮光で地温上昇が遅れ、発芽・生育が促進された。また、午前中の遮光が1日を通じて地温上昇を抑制した。

(キ) 冷水面上で育苗した苗の移植後の収量は、常温で育苗した苗に比べて17%増加した。この技術は、萎凋病の多発地では有効とみられた。

(ク) 地中に埋設したパイプで地中冷却し、冷水灌水する技術を開発した。この効果は、試験場で高かったものの、現地では認められなかった。

(ケ) 南北棟ハウスでは、東面を遮光するだけで全面遮光並に発芽・生育が促進された。東面遮光では、全面遮光に比べて、遮光資材除去後の水ストレスが緩和され、葉焼けが減少した。この技術の実用性は高いとみられた。

(コ) 播種翌日から5日後までの平均気温が23℃以上の条件で、高温対策が必要とみられた。

キ 引用文献

- 1) 小沢 聖：夏期の異常高温と作物被害，平成11年度気象環境研究会，変動気象下の農業気象問題とその対策，農業環境技術研究所，pp35-24 (1999)

(小沢 聖，菅野洋光，村井麻理)

2. 傾斜地を利用した温度勾配ハウスの開発

ア 研究目的

従来、ハウスは作物生育を斉一化するために、斜面方向に水平に作られる。しかし、山間部には、やむなく斜面方向に直角に作られたハウスが少なくなく、岩手県山形村でも2割ほどがそうである。このようなハウスを、ここでは傾斜ハウスと呼ぶ。傾斜ハウスを密閉すると、ハウス内で暖められた空気がハウス内斜面上方に移動するため、ハウスの上手で生育促進され、下手で生育抑制される。そのため収穫期間が分散され、少量ずつの長期間の収穫が可能になる。

この収穫の分散性を調節する環境制御技術の開発に本研究の当初の目的はあった。しかし、初年目の推進会議で評価委員から、一連の研究における社会

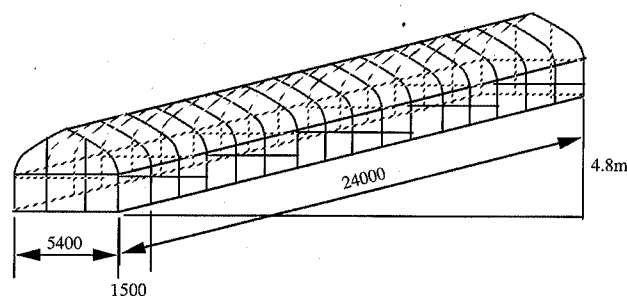


図1-35 パイプ構造鳥瞰図

科学系と技術系の連携不足が指摘された。そこで、傾斜ハウスの特徴が自給用、産直用の栽培に向くこと、傾斜ハウスは流通システムが不備な山間部に多いことに着目して、寒冷地山間部の農家の冬の自給野菜の生産拡大を目的に、東北農業試験場総合研究第5チームの協力での研究を進めた。

イ 研究方法

(ア) 傾斜ハウスの建設

中山間地には礫質土壌が多く、アーチパイプを建てるのに穴を掘らざるを得ない場合が多い。そこで、傾斜ハウスには「ワイドスパンハウス（大洋興行KK）」を採用した。これは、従来の直径41mmの補強パイプのスパンを1.5m程度に狭め、これだけを工体とし、従来のアーチパイプを使わない構造である（図1-35）。これにより、礫質土壌で掘る穴数は1/3に減少するため、労力が削減できる。また、パイプの肩から下を直角に曲げ、従来の死角をなくした。一方、「ワイドスパンハウス」では、パイプ間隔が広いと、伸縮性の少ないポリオレフィン（PO）系フィルムを使わないと、屋根面を支えられない。一方で、伸縮性に乏しいことによりフィルムの展張に熟練と筋力が必要であった。そこで、PO系フィルムのハウス肩に、濡れで収縮するビニロンネットを接着した「クイックバン（クラレkk）」を採用した。これは、ビニロンネットをパイプ地際に付けたEペットに固定すると、ネットの縮み（5%）でフィルムが強固に固定される仕組みで、フィルムの展張は簡単である。また、ネットの目合いが1mmのため、害虫の進入が抑制され、低農薬栽培が可能になる。このハウスでは、側面のネット内側のフィルムを、「くるくる」で上下させて、保温と換気を調節する。この方法では、外側にネットがあるため、ネットに雪が付着してハウスを押しつぶす危険がある。そこで、同型ハウス（傾斜ハウスでない）を、豪雪地帯である岩手県沢内村に建設し、

ハウスの種類	資材費 (¥/坪)	建設時間 (時間)
ワイドспанハウス	8600	48
従来のハウス	11000	66

表1-37 ハウスの資材費と建設時間

入手法	頻度 (%)
秋に収穫して保存	76
購入	12
干し菜	8
ほとんど食べない	4

表1-38 冬作をしない農家が冬に家庭消費する菜っ葉を入手する方法

耐雪性を検討した。また、傾斜ハウスでは、屋根面から落ちる水が、ハウスの脇を流れ、土壌を浸食する。そこで、ハウス脇の土壌面に、目付70g/m²の透水性のある不織布を敷いた。この材料は、カーペットなどの芯地の端切れで、安価に入手できる。このハウスの建設に必要な資材費と労力を調査し、ハウス販売する商社の基準から、従来の同型ハウスの場合と比較した。

(イ) 冬に寒冷中山間地の農家が消費する野菜の入手先の実態調査

寒冷地の冬の中山間地では、野菜不足が深刻である。夏に来る移動販売車も、冬には奥地まで来られない。そこで、1999年に、岩手県久慈市、山形村、大野村、普代村で、冬野菜を作っていない農家女性40人を対象に、冬に利用する野菜の入手先を調査した。

(ウ) 冬作コマツナを導入した山間部の農家女性の意識調査

1997年に岩手県山形村で、冬作コマツナを導入した農家女性37人に、栽培面積、「コマツナを作って良かったこと」、来年の作付け予定をアンケート調査した。この地域は、雨よけハウスを利用した春から秋にかけてのホウレンソウ産地で、生産の担い手は女性である。これらハウスを冬にも利用するため、コマツナが導入されたのは1年前の1996年であった。

(エ) 自給に適した野菜の選定

野菜の中では、コマツナとハクサイの低温伸長性が極めて高い(小沢, 1997)。これまでは、市場性の高いコマツナが東北地方の冬作に導入されていた。しかし、コマツナは草丈の伸長が早いので、菜っ葉

としての利用可能期間が短い欠点があった。そこで、1998年10月28日に久慈市の無加温ハウスに、コマツナ‘せいせん7号(協和)’と、菜っ葉用の‘おばこハクサイ(渡辺)’をべたがけ栽培し、菜っ葉用のハクサイの自給用としての適性を評価した。

(オ) 傾斜ハウスにおける収穫の分散性の評価

1998年12月14日に、東北農業試験場の傾斜ハウスに‘おばこハクサイ’を畝間14cm、株間5cmに播種した。1999年1月13-19日にかけて、高さ1.2mの気温を測定した。また、1999年3月20日に傾斜ハウスの上手から下手にかけて5カ所から作物体をサンプルし、生体重を調査して、収穫の分散性を評価した。

(カ) 傾斜ハウスで生産した野菜の自給・配布・販売の実態調査

山形村の中心部から5km離れた14戸の小集落に一人で暮らす女性から、1aの傾斜ハウス1棟を借り受けた。これを耐雪補強して、1999年10月20日に‘おばこハクサイ’を播種した。この女性には、収穫日・量、販売・配付先を記録することを条件に、収穫物を自由に処分してもらった。

ウ 結 果

(ア) 傾斜ハウスの建設

「ワイドспанハウス」の建設資材費は、¥8,600/坪で、従来のハウスより20%以上軽減され、建設時間は5人1組で48時間/人で、従来のハウスより25%以上軽減された(表1-37)。一方、沢内村に建設した「ワイドспанハウス」は、積雪2m以上の2年を含む3年間、雪による被害は全くなかった。このことから、「ワイドспанハウス」は中山間地に適するといえた。

(イ) 冬に寒冷中山間地の農家が消費する野菜の入手先の実態

冬に菜っ葉を作っていない農家が家庭で消費する主な野菜は、秋に収穫して貯蔵したハクサイ、ホウレンソウであった。伝統的な干し菜を主に使っている家庭、ほとんど食べない家庭もあり、冬に主に新鮮な野菜を食べていた家庭は12%に過ぎなかった(表1-38)。

(ウ) 冬作コマツナを導入した山間部の農家女性の意識

冬作付コマツナの作付け面積は、1a(ハウス1棟)がほとんどであった(表1-39)。農家女性が

面積	頻度
(a)	(%)
1	74
2	23
3	3

表1-39 冬作コマツナの作付面積の頻度分布

内 容	(%)
分けて喜ばれた	97
食生活が豊かになった	61
仲間との話題ができた	52
適度な運動になった	36
食費が軽減できた	33
生活に張りができた	12
一定の収入になった	12

表1-40 農家女性がコマツナを作って良かったと感じたこと

回答	(%)
もう作らない	0
減らす	13
同じ	51
増やす	31
不明	5

表1-41 来年の冬のコマツナの作付け予定

コマツナを作って良かったと感じたことは、「分けて喜ばれた」、「食生活が豊かになった」、「仲間との話題ができた」の順に多かった。一方、「一定の収入になった」という評価は最も少なかった(表1-40)。来年の冬作コマツナの作付け予定は、「同じ」人が最も多く、「増やす」人が「減らす」人より多かった。また、「もう作らない」人はいなかった(表1-41)。

(エ) 自給に適した野菜の選定

図1-36に示すように、草丈の増加は、コマツナでは衰えないものの、「おばこハクサイ」では20cm程でほぼ停止した。「おばこハクサイ」の生体重の増加はコマツナに比べて早く、45gでほぼ停止した。このことから、「おばこハクサイ」の菜っ葉としての収穫適期は、コマツナに比べて極めて長いので、自給野菜に適するといえた。

(オ) 傾斜ハウスにおける収穫の分散性の評価

傾斜ハウスでの「おばこハクサイ」の生育は上手7.5mまでは上手でほど早かったが、上手3mの生育は手前12mより遅れた(図1-37)。気温は上手21mで平均0.8℃、日最高の平均12.1℃、日最低の平均0.6℃であった。気温は上手ほど高まり、上手3mと21mの差は平均0.9℃、日最高の平均2.3℃、日

最低の平均0.6℃であった(図1-38)。地温は上手21mで平均5.8℃、日最高の平均10.1℃、日最低の平均3.5℃であった。日最低地温は上手ほど高く、上手3mと21mの差は1.1℃であった。平均と日最高の平均は上手7.5mで最も高く、21mとの差はそれぞれ1.2と0.6℃であった。上手3mでの平均と日最高の平均地温は、それぞれ上手7.5から12mと16.5から21mの間であった(図1-39)。これらのことから、傾斜ハウスでは収穫期が分散し、自給野菜の生産に有益とみられた。作物の初期生育は、気温より地温に依存した。ハウスの上手3mで地温、とくに最高地

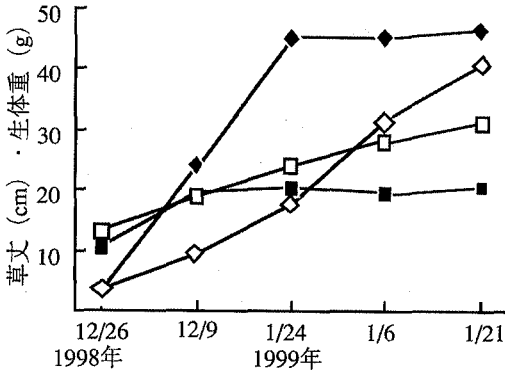


図1-36 コマツナとおばこハクサイの草丈と生体重の推移
コマツナ・□草丈 ◇生体重
おばこハクサイ・■草丈 ◆生体重

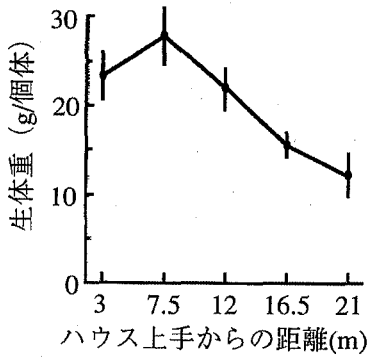


図1-37 傾斜ハウス内部の位置とおばこハクサイの生育

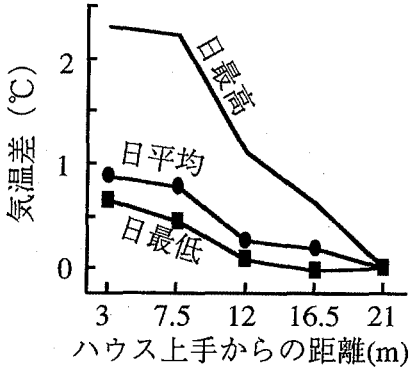


図1-38 傾斜ハウス内の位置と気温差との関係

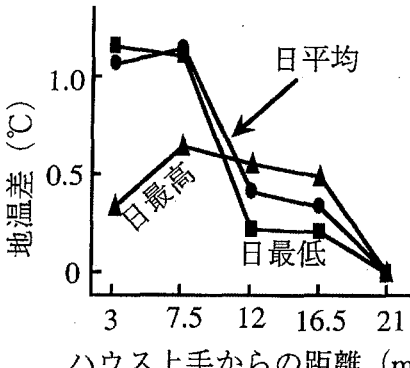


図1-39 傾斜ハウス内の位置と地温差との関係

販売・ 配布	集落の 内外	販売・ 配布量 (kg)
販売	外	86
自家用	内	9
嫁	外	8
A子	内	8
B子	内	8
C子	内	5
D子	内	4
E子	外	3
F子	内	2

表1-42 おぼこハクサイの販売・配布先

温が低下した。高さ1.2mの気温が低下しなかったことから、この低下は、上昇暖気がハウス妻面に沿って下に環流する際の冷却の影響と考えられた。

(カ) 傾斜ハウスで生産した野菜の自給・配布・販売の実態

傾斜ハウスで‘おぼこハクサイ’を栽培した山形村の女性は、12月22日から3月14日にかけて合計133kgを収穫し、そのうち86kgを村の中心地の直売店で販売した(表1-42)。直売店への運搬は、近くの集落から中心地に毎日勤めに出る嫁の役割であった。本人と息子家族の消費量は、それぞれ9kgと8kgで、残りの30kgは6戸に配られた。このうち5戸は、同じ集落内であった。集落内の40%の家庭に、平均5kgが配られたことになる。

旬別収量は、12月下旬から1月中旬までが5kg以下、1月下旬が10kg、2月中旬以降が20から25kgであった(図1-40)。当初、直売店に出荷したもののコマツナに比べて馴染みがないようで、あまり売れなかった。そのため、出荷を控えた。その後、直売店に少量を置き続けることにより、消費者に浸透が進み、2月上旬から売れるようになった。

エ 考 察

この研究の主な対象地である山形村の世帯数は1170で、そのうち冬にコマツナを作っている世帯数は40ほどである。ここで収穫した菜っ葉は、JA、仲買業者を通じて東京、盛岡などの都市部に販売される。一部農家は村の中心街のスーパーマーケットなどにも出荷する。しかし、街から離れた住民の口にはなかなか入らず、冬の生鮮野菜の不足は深刻で

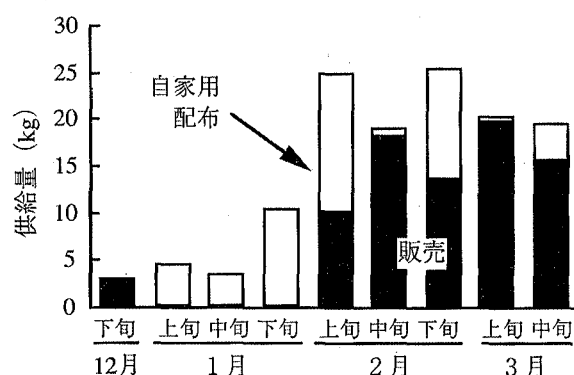


図1-40 おぼこハクサイの時期別の自家用・配布、販売量

ある(表1-37)。

冬にコマツナを作った農家女性は経済的効果より生活的効果を評価していた(表1-40)。また、傾斜ハウスで‘おぼこハクサイ’を使った女性も、販売より家族で食べたり、周囲の人の配ることを重視していた。彼女らは共通して、冬の菜っ葉の面積拡大はしないものの、来年も同程度は作りたいと考えていた(表1-41)。これは、生鮮野菜の不足を反映しての結果とみられる。

配布した‘おぼこハクサイ’の評判は極めて高かった。配布された家庭のほとんどは、老夫婦2人暮らしである。配布を受けた人はこの間に1日平均30gの菜っ葉を食べたことになり、この量は、日本人が1日に必要とされている緑黄色野菜の40%に及ぶ。これまで冬にほとんど生鮮野菜を食べなかった家庭の食生活は大いに改善されたといえる。このような冬の野菜供給拡大に、傾斜ハウスと‘おぼこハクサイ’が大いに役立つと期待される(表1-42, 図1-36)。

オ 今後の問題点

(ア) 傾斜ハウス内で簡易被覆などを利用して、厳冬の収量を高める技術の開発が必要である。

カ 要 約

(ア) 材費、建設労力の少ない「ワイドスパンハウス」を利用して、傾斜地向きのハウスを建設した。

(イ) 山間地の農家で、冬に主に新鮮な野菜を食べていた家庭は12%に過ぎなかった。

(ウ) にコマツナを作っている農家女性は、経済的効果より生活的効果を評価していた。

(エ) コマツナに比べて、草丈の伸びにくいおぼこハクサイが自給に適していた。

3. 複雑地形下の多様な気候資源の利用技術の開発

ア 研究目的

作物立地は、需要、気候、土壌、経済関係、農業組織、在来の慣行の6条件により決定されるといわれる。気候と土壌は相互に作用して、地域固有の風土を形成する。この持ち運び不能な風土を作物生産に盛り込めば、生産は容易で、なおかつ生産費は低下し、市場競争力も高くなる¹²⁾といわれる。

複雑地形下の風土、特に局地的な地形の影響を受けやすい気候を作物生産に活用するには、その時空間分布の評価と適切な利用計画の策定が欠かせない。そこでまず、地形的複雑さを定量的に解析する手法を、次に、重要な気候要素である気温・日射環境の詳細な時空間分布の評価法を、そして最後に、局地気候を活用する導入適作物判定法を開発することとした。

イ 研究方法

(ア) 複雑地形の定量的解析法の開発

解析対象地域として、中国、中部、関東という地形が大きく異なる3地域から50mメッシュで2048×2048という約100km四方の領域を選定した。そして、東西または南北方向に50mメッシュ標高値をフーリエ変換して、標高の振幅と周期の関係を求めた。これを南北または東西方向に繰り返して、各々の方位の平均値を得た。そして、振幅を周期で除して傾きの指数とし、これらの地域間比較を行った。

(イ) 簡易定点観測法による気温の時空間分布の調査

気温の時空間分布を詳細に調査する簡易定点観測法を開発した¹⁾。商用電源が無くても、簡便・廉価に気温を観測する手法で、マイクロデータロガー方式で5分毎の観測値を約2ヶ月間記録できる。この手法を用いて、広島県世羅台地、京都府夜久野町、神奈川県三浦半島などの複雑地形下の気温の時空間分布の調査を行った。

(ウ) 50mメッシュ気温分布図の作成

簡易定点観測によって入手した5分毎の気温観測値を、2～5時までを平均化して最低気温、12～15時までを平均化して最高気温、全日を平均化して平均気温とした。そして、1kmメッシュの気温分布図の作成に用いられた地形因子解析法^{9, 13)}を、図1-41の手順で50mメッシュに適用することで50mメッシュの気温分布図を作成した。

地形因子としては、標高値を初めとして、様々な

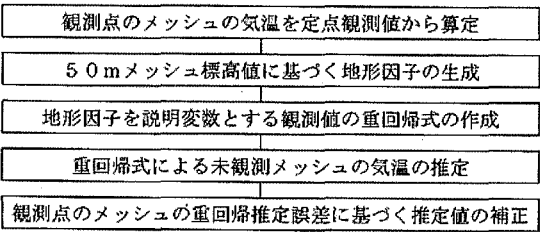


図1-41 地形因子解析法に基づく50mメッシュ気温分布図作成手順

項目	内容
標高	50mメッシュの標高値
経度	50mメッシュの経度
緯度	50mメッシュの緯度
平均標高	(2j+1)個四方のメッシュの標高の平均値
平均傾斜	(2j+1)個四方のメッシュの4方位と南北・東西からの合成値
標高差	(2j+1)個四方のメッシュの最高標高との標高差
標高差	東西南北へjメッシュ移動したメッシュを中心とする(2j+1)個四方のメッシュの平均標高との標高差
開放率	東西南北方向ならびに全方位への開放率

表1-43 メッシュ気候図の作成に用いた地形因子の概要

広さの平均標高や傾斜度、様々な方位・広さの最高標高との差や開放率など、表1-43に概要が示される総計520種を想定した。これら説明変数を、変異係数や相互相関係数をもとに50～100個程度に絞った後に、変数増減法を適用して、気温に対する地形因子の重回帰式を決定した。そして、得られた重回帰式と地形因子から、気温が未観測であるメッシュの気温を推定した。さらに最寄りの観測点の重回帰式による推定値と観測値の差に距離的重みを付けて補正したものを、最終的な推定値とした⁵⁾。

(エ) 可照時間分布図の作成

全天日射と散乱日射の観測の結果、山影では天気の良い否に関わらず日射がほぼ一定になる傾向があることが明らかにされた⁴⁾。そのため、複雑地形下の日射環境は、直達日射の有無で特徴づけられ、日射環境は概ね可照時間の長短で評価できると判断された。そこで、地球を球体で近似した場合の光線の軌跡を解析的に解き、3次元CGなどで用いられる光線追跡法を用いて、光線の軌跡を高速に追跡するアルゴリズムを開発した。そして、50mメッシュ標高値を用いて、可照時間を高速・高精度で評価するソフトを開発した⁴⁾。

(オ) 気候的類似性に基づく導入適作物判定

月平均気温と月降水量の月毎の経過を示すクリモグラフの類似性から、導入適作物を判定する手法が既に開発されている¹⁰⁾。そこで、世羅台地を対象として、その適用の可能性を調査した。気候的類似性

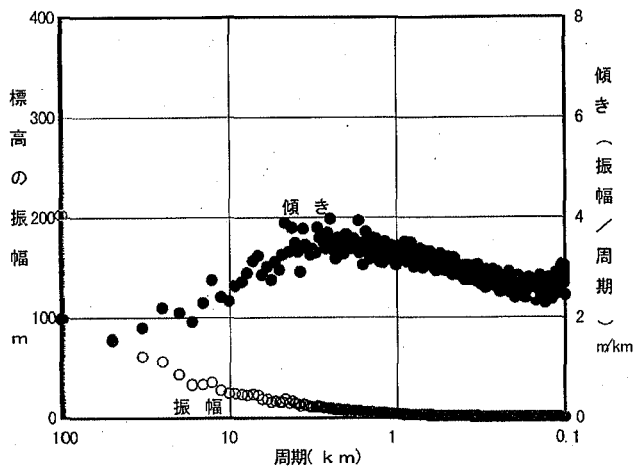


図1-42 中国地域の東西方向の標高の振幅と傾き

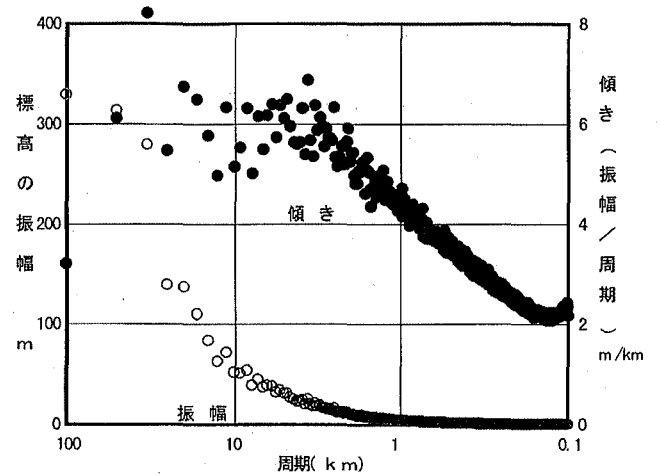


図1-43 中部地域の東西方向の標高の振幅と傾き

は、月平均気温の差が $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内で、なおかつ月降水量が $\pm 100\text{mm}$ 以内の場合に満たされたとした。気候的類似性を満たすアメダス観測点を探索して、その市町村が指定産地などに指定されている野菜類の品目・作型を調査することで、導入適作物を判定しようとする。得られた品目・作型と実際に世羅台地で推奨されている品目を比較することで、手法の適用性を検討した。

ウ 結果

(ア) 複雑地形の定量的解析法の開発

解析の結果得られた中国地域の東西方向の標高の振幅及び傾きと周期の関係を図1-42に示す。標高の振幅は、最大周期の100kmで最も大きく、周期が短くなるにつれて減少した。傾きは、周期数km付近で最大となり、周期数百mでも数十kmより大きかった。周期数百m以下では再び大きくなったが、これは周期100m以下の短周期成分が長周期側に見かけ上現れるエリアシングによる。南北方向では、標高の傾きは周期50kmで最も大きくなったが、その他の周期では振幅、傾きとも概ね東西方向と同様の傾向を示した。

中部地域では、図1-43に示されるように、周期が短くなるにつれて傾き、振幅ともに単調に減少する傾向を示した。しかし、それらの絶対値は中国地域に比べて大きかった。関東地域の東西方向の振幅は、図1-44に示されるように、極めて小さかった。傾きは大きな周期では小さく、周期が短くなるとやや増大するものの、周期が10km程度以下ではほぼ一定となった。

関東地域に対する中国・中部地域の東西方向の振

幅と傾きの比を図1-45に示す。傾きは振幅を周期で除することで定義したので、振幅の比と傾きの比は等しい。中国・中部両地域とも比が大きく、関東地域より起伏に富むことが定量的に示された。全体的に見れば、中国地域は中部地域より比が小さく、起伏は緩やかである。しかし、短い周期では相対的に傾きが大きいことが明らかにされ、周期方向に展開することで、地形の特徴をより鮮明に比較することが可能になった。

(イ) 易定点観測法による気温の時空間分布の調査

世羅台地の約10km四方内の30地点で97年4～11月の期間に測定した気温分布を表1-44に示す。夏季は日射の影響を受けやすい最高気温を除けば、平均・最低気温の場所による差は小さい。しかし、春秋期には大きくなった。夏季の月平均気温は、標高の高い地帯で低く、標高の低い平坦部で高くなった。しかし、秋季には、逆に標高の高い地帯で高く、標高の低い平坦部で低くなる傾向が認められた。そのため、山頂や尾根部では盆地底や谷部等に比較して、相対的に夏季は冷涼で、秋季には逆に温暖になった。

約10km四方内の100地点で97年7～10月の期間に測定した夜久野町でも、世羅台地と同様の傾向が認められた。そして、標高差がそれほど大きくない三浦半島でも、冬季放射冷却の大きい夜間には地形によって 3°C 以上の気温差が生じた。

(ウ) 50mメッシュ気温分布図の作成

世羅台地及び夜久野町で、2年間気温分布を測定して、その再現性を調査した。その結果、地点によっては 0.3°C 程度の差を生じたが、その再現性は高いことが確認された。そこで、地形によって生じ

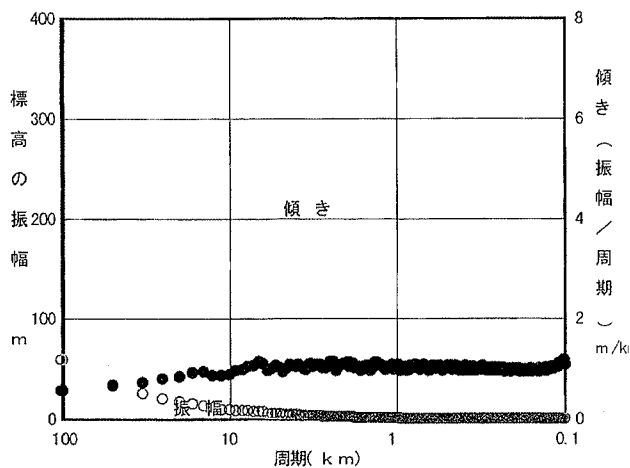


図 1-44 関東地域の東西方向の標高の振幅と傾き

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
平均気温	2.2	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	2.6	1.9
最高気温	1.9	2.4	2.3	2.6	3.1	2.9	2.9	2.4
最低気温	5.0	2.6	2.6	1.6	1.4	1.1	4.5	3.4

(約10km四方内の28~30地点の測定値の日別の平均、最高、最低値の月別の平均値の地点間差(℃))

表 1-44 世羅台地の月毎の気温の地点間差

る気温分布は高い再現性をもつとして、地形因子解析法を適用して気温分布図を作成した。

重回帰式作成時に、説明変数の数を増すと、重相関係数は徐々に大きくなって、回帰誤差は減少した。しかし、域内の気温の推定値の範囲は大きく増大した。説明変数を外挿して大きな推定誤差を生じたためである。重相関係数が大きく、回帰誤差が小さくても、推定値の範囲が大きすぎるとは推定精度が低いと判断せざるを得ない。そこで、推定値の範囲が大きくなり過ぎないように、説明変数の数を適宜調節した。

これらの結果得られた推定精度の概要を表 1-45 に示す。気温分布図を作成した領域内で出現した高温側あるいは低温側の観測値と推定値の差に注目すると、低温側で大きく、高温側で小さい。高温となる低標高部では多数の地点で測定したために、その差は小さかった。しかし、低温となる高標高部では、山頂などに至る道路がなく、ほとんど測定できなかった。測定できた最も高い地点の標高は町内の最も高い地点より300m以上低い。一般に高度の上昇に伴う気温の低下度は高度1000m当たり5~6℃といわれ、300mの標高差は平均して1.5~2℃程度の温度差を生じる。そして、その差は夜間は小さく、

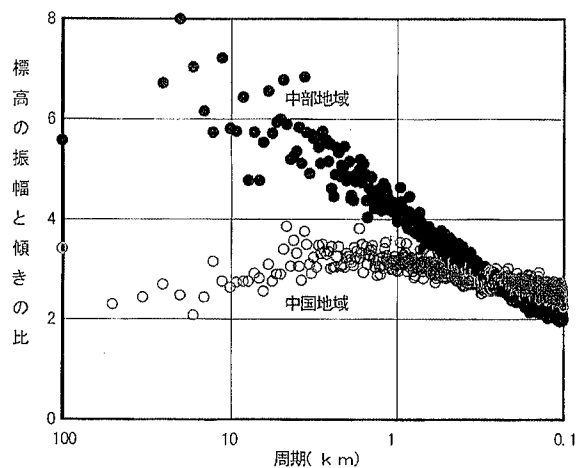


図 1-45 関東地域に対する中国、中部地域の傾きの比

	重相関係数	重回帰誤差(℃)	説明変数の数	高温側の差	低温側の差
最高気温	0.92	0.37	7	+0.7	-2.8
平均気温	0.92	0.20	7	+0.2	-1.7
最低気温	0.79	0.19	7	+0.4	-1.0

(最高・平均・最低とも1996年と1997年の7~10月の平均値、94~100点の観測。ただし、7月は7~13日間、10月は7~15日間の観測値で

表 1-45 夜久野町における気温推定精度

昼は大きくなりやすい。これらの点を考慮すると、低温側の差はほぼ説明できる。こうしたことから、総合的にはかなり高い精度で50mメッシュの気温分布図を作成できたと判断した。

作成した気温分布図の一例を図 1-46に示す。夜久野町周辺を含む約13km四方の領域の1996年8月の月平均気温の分布図である。同地域の図 1-47の標高を考慮すると、図 1-48の1kmメッシュの気温分布図に比べて、新たに作成した50mメッシュの気温分布図は、極めて詳細である。また、1kmメッシュの気温分布では図の領域に温度観測点が1ヶ所もないのに、50mメッシュでは100ヶ所で観測していることから、当然精度も高い。

(エ) 可照時間分布図の作成

新しいアルゴリズムでは、光線が1メッシュ移動する時の高さの変化を予め計算しておけば、日向・日陰の判定を簡単な減算1回で行える。そのため、0.1時間単位で1日分を計算しても、わずか数分で計算を終え、従来法と比較して数十倍以上高速化したと考えられる。

夜久野町の9月1日の可照時間の分布図を作成した結果を図 1-49に示す。可照時間は、尾根筋や東

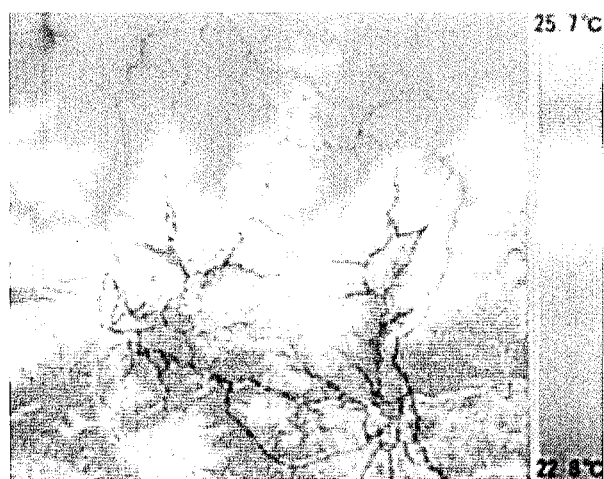


図1-46 50mメッシュの気温分布図(96年8月月平均、夜久野町を中心とする約13km四方の領域)

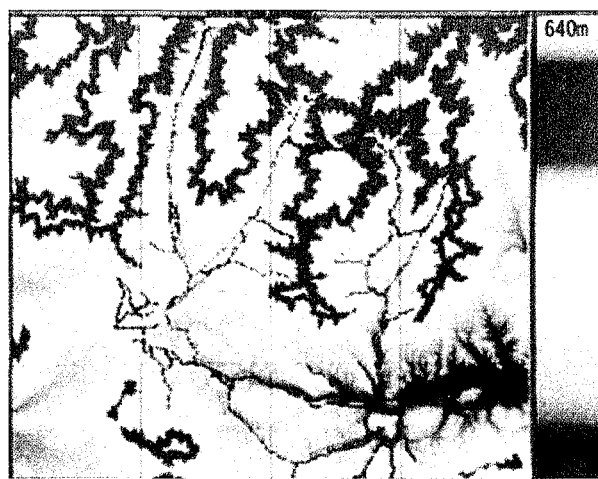


図1-47 50mメッシュの標高分布図(夜久野町を中心とする約13km四方の領域)

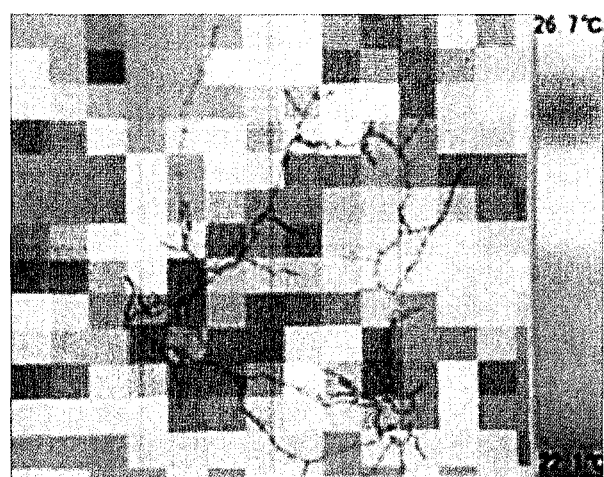


図1-48 1kmメッシュの気温分布図(気象庁、1996より作成した8月の月平均気温の平年値の1kmメッシュ気候値)



図1-49 9月1日の夜久野町の可照時間の算定結果(夜久野町を中心とする約20km四方の領域)

西の幅の広い谷あるいは広い平地部で長く、幅の狭い南北の谷で短い傾向を示すというように、地形に応じて極めて複雑に分布した。そして、9月1日という太陽高度の高い季節でも、地形が複雑な場合には15時に一部の地区で日陰を生じることが示された。

(オ) 気候的類似性に基づく導入適作物判定

世羅台地と気候的に類似するアメダス観測点のある市町村として、福島県の広野町、上遠野町、茨城県の北茨城市、栃木県の鹿沼市、長野県の飯田市、新潟県の両津市、滋賀県の信楽町、京都の園部町、奈良県の大宇陀町の9市町が検索された。これらのうち、表1-46に示す市町が指定産地である。表中の品目・作型は、いわゆる雨除けハウスによる夏秋どり作型あるいは準高冷地としての作目と判断される。現地の農協の聞き取り調査では、戦略的拡大を行う基幹品

目をピーマンとアスパラガスとしており、推進すべき品目としてナスとハクサイを取り上げている。これら品目・作型は、表の品目・作型と同類で、気候的にみて適切な品目・作型が実際に導入・拡大していると判断され、本法の有用性が実証された³⁾。

エ 考察

(ア) 地形がもたらす局地気候について

月平均気温などに地形因子解析法を適用することで、50mメッシュという詳細でありながら、高い推定精度をもつ気温分布図を作成することが可能になった。しかし、大気が局地的に循環して気温分布が複雑になりやすい最低気温の分布図の作成には、観測位置の綿密な検討や説明変数である地形因子に一層の工夫が必要と考えられた。地形の定量的解析の結果明らかになったように、メッシュサイズが50

地域名	作型・品目
福島県広野町	かつてパレイショの指定産地
栃木県鹿沼市	夏秋キュウリ、夏秋トマト、ニラ
長野県飯田市	夏秋キュウリ、夏秋トマト、夏秋ピーマン、 春ハクサイ、春レタス、アスパラガス
奈良県大宇陀町	夏秋ナス

表 1-46 気候的類似性に基づく指定産地の探索結果

mでは必ずしも地形的な特徴を十分には表現できない。そのため、推定精度の低い最低気温分布図の作成には、今後より細かいメッシュサイズの利用や樹木などの地物を考慮することも必要と考えられた。

山影は、人工的な遮光とは大きく異なって、天気の良い否に関わらず、日射強度を一定にする傾向を示した。そして、複雑地形下では、日照時間が地形の影響を受けて大きく変化した。そのため、山影の特性を考慮して、作物生育との関係を現地調査などから明らかにしてゆく必要があると考えられる。

(イ) 複雑地形下の局地気候の農業生産への活用について

a 地形による気温の季節変化の差の活用

世羅台地では、山頂や尾根部は盆地底や谷部等に比較して、相対的に夏季は冷涼で、秋季は逆に温暖になった。そのため、山頂や尾根部では冷涼性気候を好む作物に望ましい気温条件がより長期間継続する。尾根部の圃場で谷部の圃場より秋遅くまでブロッコリが収穫でき、年次によっては越冬する事例も見いだされた。また、夏秋どりピーマンが尾根に近い南斜面で、谷部の圃場より秋遅くまで霜害の影響を受けずに収穫できている。こうした作物の生育状況は、詳細な気温分布図の月毎の変化によく合致する。このような複雑地形下の気温の季節変化の差の活用は、各種作物の作型の延長や収穫期の分散に有用と判断される³⁾。

b 地形による気温の日較差の活用

盆地底や谷部では、気温が昼は高く、夜は低くなって、日較差が大きくなりやすかった。大きな気温の日較差が品質の向上に有利に作用する作物では、付加価値の向上に有効に活用できる。世羅台地では、盆地部で栽培する水稻を味の良い米として売り込んでいた。気温の日較差と食味の関係が明らかになれば、地域振興の観点からより興味深い³⁾。

山頂や尾根部では、気温は昼は低く、夜間は相対

的に高くなって、日較差が小さい。そのため、気温の日較差が茎長に大きく影響する作物では、矮化剤の使用量が少なくても草丈を抑えて、鉢姿等を美しくすることが可能となる²⁾ので鉢花生産などへの利用が期待される。

c 地形による平均・最低気温の分布の活用

わずか10km四方程度の領域では、平均気温の差は春秋の降霜季でも2～3℃しかないため、生育には大きな地点間差は生じにくいと考えられがちである。しかし、夏どりホウレンソウなどでは、わずかこれだけの気温差でも収量が大きく異なった⁶⁾。そのため、複雑地形がもたらす気温差は、一見わずかでも作物・作型によっては十分に資源として活用できることが明らかになった。

平均気温と比較して最低気温の地形による差は表1-44に示されるように大きい。地形が複雑な地域では、大きな標高差がない限り、日平均気温がほぼ等しい。そのため、作物はほぼ同じ早さで发育段階が進むが、地形によっては、突然の低温に遭遇する。そして、发育段階が遅れていれば本来無事であるものが、進んでしまっているために凍霜害を受ける。このように、複雑地形下で凍霜害が発生しやすいのは、平均気温と最低気温で変化幅が大きく異なることが原因であることが明らかにされた。そのため、凍霜害を受けやすい作物では、最低気温分布に十分注意した立地配置が望まれる。また、最低気温の下がりにくい山頂や尾根部は大きな資源を持つことになる。

オ 今後の問題点

局地的気候資源の評価については、50mメッシュ気温分布図の作成など、新しい可能性を提示した。しかし、地形が複雑な場合にはまだ改良が必要なことも明らかとなった。

ここで示した局地的気候資源の活用事例は、あくまでも現地調査で得られた事例で、多くは適否判定の根拠を明示できる段階に至っていない。今後、局地気候分布の調査と作物生育への影響の調査を同時に行い、気候資源の利用効果をより適切に判定する手法の開発が望まれる。

今回用いた栽培適地判定法は、多くの作物・作型で利用可能と考えられた。しかし、年間を通しての気候的類似性の適用は、特定の季節しか栽培されない野菜や花卉では、制約条件として厳しすぎる。そ

のため、特定の季節しか栽培されない作物を対象とする発育段階毎に気候的類似性を適用する手法7)の一層の検討が望まれる。

カ 要 約

標高をフーリエ変換して、傾きと周期の関係を解析することは、地域間の地形の定量的比較法として有効であることを実証した。しかし、地形が複雑な地帯では、50mメッシュでもまだ地形を表現するには粗すぎる事が明らかになった。

極めて廉価で簡便な気温の定点観測法を用いて、複雑地形下の地形による気温の季節変化や日較差などの分布特性を明らかにした。そして、作物立地について現地調査を行って、地形によって生じるこれら局地気候を様々に活用できることを明らかにした。また、気温と並んで作物生育に大きな影響を及ぼす日射については、複雑地形下では日照時間の長短で評価できることを明らかにして、高速・高精度の可照時間の計算法を開発した。

そして、気温の簡易定点観測結果に、地形因子解析法を適用することで、従来と比較して極めて詳細かつ高精度である50mメッシュの気温分布図作成法を開発した。また、導入適作物の選定には、気候的類似性に基づく判定が有効であることを実証した。

キ 引用文献

- 1) 植山秀紀・大原源二：太陽電池を利用した通風式温度計の試作，近畿中国農業研究，97，pp24-28 (1999)
- 2) 大川清・古在豊樹：DIFで花の草丈調節（監訳），農山漁村文化協会，p87 (1992)
- 3) 大原源二・藤森英樹・植山秀紀：局地の気温分布と野菜作付適地の事例的検討，農業気象学会講演要旨，pp142-143 (1998)
- 4) 大原源二：球体上の光線追跡法による高速・高精度日照環境推定法，農業気象学会講演要旨，pp142-143 (1999)
- 5) 大原源二：50mメッシュでの気温環境の推定とその農業利用，農業気象学会局地気象研究会講演論文集，15，pp1-11 (1999)
- 6) 大原源二：栽培的判定のための50mメッシュ気温分布図の作成，近畿中国地域における新技術，pp81-84 (1999)
- 7) 大原源二：発育段階毎の気候的類似性を用いる導入適作物判定法，農業気象学会講演要旨，pp

186-187 (1999)

- 8) 気象庁：気象庁観測平年値，気象業務支援センター，CD-ROM，1996
- 9) 正務章：応用気象問題における地形因子解析法の応用，気象研究ノート，166，pp1-129 (1989)
- 10) 広島県立農業技術センター：「天・地・人メッシュ」利用ガイド，p28(1997)
- 11) 房尾一宏・河野富香・森康明・上原由子：広島県メッシュ気候図の利用に関する研究—第2報，広島県農試報告，48，pp123-134 (1984)
- 12) 三澤勝衛：風土産業，古今書院，p25，1952
(大原 源二)

4. 山ウド等の増殖技術及び安定栽培技術の開発 ア 研究目的

近年，中山間地域農業の活性化の一策として，地域に自生する山菜類を特産物として利用する試みが各地で行われているが，その導入条件には一般野菜と大きく異なる点がある。即ち，1) 一般野菜のように園芸店等での種苗の購入が不可能であるため，大量かつ簡易な種苗増殖技術が確立していること，2) 山菜類の多くは日陰地など特異な気象，地形条件で自生しているため，その生育の適応範囲，特に一般野菜と同様に普通畑での栽培が可能かどうか確認すること，3) 圃場での栽培方法が確立していること，4) 栽培してもその収穫物の販路がなければ栽培の意味を失うため，市場調査を行い収穫物の市場性を知ることの4点である。

本研究では，山菜類の有望品目である山ウドについて産地化を図るために，上述の4点にそれぞれ対応する形で(ア)実生苗増殖技術の効率化，(イ)普通畑での山ウドの適応性調査，(ウ)露地栽培におけるモミガラ被覆時期の検討，(エ)市場調査を行った。

(ア)については，著者らが既に実生苗増殖技術^{2) 3) 4)}を開発しているが，それをさらに効率化するために，種子の休眠覚醒処理方法とVA菌根菌の接種方法の改良を行った。

イ 研究方法

(ア) 実生苗増殖技術の効率化

a 低温湿潤処理の検討

育苗箱 (L30cm×W25cm×H7cm) 内のバーキュライト (予め水道水で底面給水) に山ウド種子 (A

y-1 系統，綾部市内自生系統，以後の試験にも使用）を50粒捲き，育苗箱ごと5℃の冷蔵庫内でそれぞれ15，30，60日間置いた。各処理後，育苗箱を人口気象器（25℃，12h明）内に入れて出芽させ，2週間後に出芽率を調査した。なお，対象は冷蔵処理なしとした。

b 低温湿潤処理時におけるVA菌根菌の接種の検討
育苗箱（L30cm×W25cm×H7cm）に1.5Lのバーミキュライトを入れ，その中に200mlの菌根菌資材（メロン・イチゴ用セラキンコン（*Gigaspora margarita*）：セントラル硝子製，写真1-4）を均一に広げ，さらにその上に1Lのバーミキュライトを入れて播種床とした。そして，予め水道水で底面給水した後，種子をまき，1Lのバーミキュライトで覆土した。播種後，育苗箱ごと5℃の冷蔵庫内に60日間置いた。処理後，育苗箱を人口気象器（25℃，12h明）内に移して出芽させ，さらにハウス内の電熱温床上（地温25℃）で育成した。本葉が2～3枚展開（ポット移植時期）したときにVA菌根菌の感染率¹⁾，生育促進効果（無接種苗（対照）の茎葉重，根重との比較）を調査した。なお，育苗期間中の施肥はハイポネックス1,000倍液を週1回施用した。

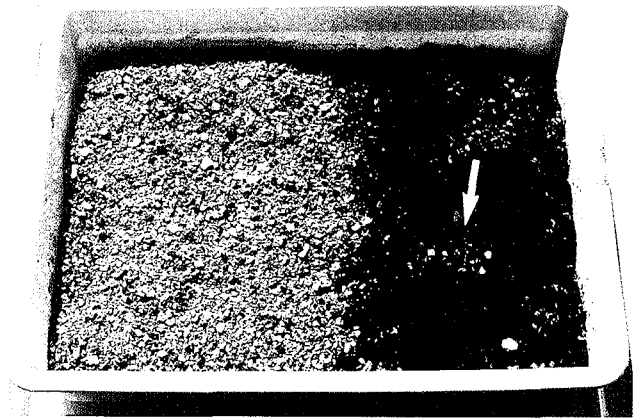


写真1-4 VA菌根菌資材（矢印）の挟み込み

はそれぞれ0%，0%，43%であったのに対して，5℃-60日区の出芽率は65%と最も高かった（表1-47）。

b 低温湿潤処理時におけるVA菌根菌の接種の検討
VA菌根菌接種区の幼苗にはVA菌根菌の感染が見られ，感染率は31%であった。VA菌根菌接種区の幼苗の茎葉重，根重は対照区に比べそれぞれ72%，77%増となり，顕著な生育促進効果が見られた。（表1-48）。

(イ) 普通畑での山ウドの適応性調査

1997年は圃場全体で茎葉の枯死（写真1-5）が多く見られ，全体の22%近くが欠株となった。一方，1998年，1999年は茎葉が軽く遜色したのみで枯死は見られず，欠株率は0%であった。3カ年の気象条件を比較すると，6，7，8月の付平均気温は3カ年ともそれぞれ平年並みでほぼ同じであったが，1998，1999年の6～8月の日照時間は1997年よりそれぞれ104時間，65時間少なく，曇りの日が多かった（表1-49）。

(ウ) 露地栽培におけるモミガラの被覆時期の検討

3月20日被覆区，3月30日被覆区の収量，規格別収量割合はほぼ同じであったのに対して，3月10日

(イ) 普通畑での山ウドの適応性調査
福知山市字正明寺に設けた現地圃場（1996年5月に96株定植，畝幅1.5m×株間1m）で1997，1998，1999年の夏期に茎葉の退色，枯死の様子及び欠株数を調査した。なお，調査結果を解析するために京都地方気象台福知山観測所の気象データを参照した。

(ウ) 露地栽培におけるモミガラの被覆時期の検討
上記(イ)圃場に隣接する圃場（1994年6月定植）において，1997年3月10日，20日，30日のそれぞれ株上をモミガラで高さ約30cm被覆し，モミガラ上を約10cm伸長した若茎を下記(エ)の規格別に収穫した（供試株：23株／区）。

(エ) 市場調査

上記(イ)，(ウ)圃場で収穫した山ウドの若苗を長さ40cmに切りそろえ，規格別（2L：250グラム以上／本，L：200-250g／本，M：130-200g／本，S：100-130／本）に選別，箱詰（2kg／箱）して京都市中央卸売市場へ出荷した。

ウ 結果

a 低温湿潤処理の検討

対照区，5℃-15日区，5℃-30日区の出芽率

試験区	出芽率 ^{a)}
	%
5℃-15日	0
5℃-30日	43
5℃-60日	65

対照（冷蔵なし）	0

^{a)} 供試種子数は50粒／区とした

表1-47 低温湿潤処理による山ウド種子の休眠覚醒

試験区	茎葉重	根重	VA感染率
	mg	mg	%
VA菌根菌接種	434(172) ^{a)}	83(177)	31
対照（無接種）	253(100)	47(100)	—

^{a)}対照を100とした場合の指数



表1—48 低温湿潤処理時におけるVA菌根菌の山ウド幼苗への接種効果

写真1—5 普通畑における夏期の山ウドの茎葉枯死

年	日照時間 ^{a)}				月平均気温 ^{a)}			8月の降水量及び 降雨日数 ^{b)}		茎葉の状態 退色 ^{c)} 枯死 ^{d)}		欠株率 ^{e)}
	6月	7月	8月	合計	6月	7月	8月	mm	days			%
1997年	109	113	162	384	22.0	25.0	26.3	175	7	+	+	22
1998年	76	106	98	280	21.2	25.6	26.6	165	14	±	—	0
1999年	90	84	145	319	21.5	24.9	26.8	38	9	±	—	0
平年値 ^{f)}	88	110	150	348	21.3	25.5	26.4	165	8.6			

^{a)} 京都府気象月報(山)を引用(京都府気象台編)

^{b)} 1mm以上の降雨日数

^{c)} +: 強 ±: 弱 —: なし

^{d)} +: あり ±: なし —: なし

^{e)} 春の生存株数に対する欠株数の割合

^{f)} 1988年～1998年の平均値

表1—49 夏季の気象条件が普通畑における山ウドの生育に及ぼす影響

被覆区の収量は3月20日被覆区, 3月30日被覆区よりそれぞれ7kg, 6.8kg多く, 規格別収量割合ではM以上の割合が高くなり, モミガラ被覆時期を早めると収量, 品質が向上した(表1—50)。

kg, Mが913円/kg, Sが594円/kgで, 太い茎ほど単価が高かった。1998, 1999年も同様の傾向が見られた(表1—51)。

エ 考察

(エ) 市場調査

1998年, 1999年の京都市中央卸売市場の出荷量は, 1997年よりそれぞれ191kg, 148kg多かったが, 平均価格は1997年が934円/kgであったのに対して1998, 1999年はそれぞれ485円/kg, 496円/kgで, 出荷量が多くなると平均価格が低くなった。1997年の規格別単価は2Lが1,325円/kg, Lが1,231円/kg,

著者らは既に実育苗増殖技術^{2) 3) 4)}を確立したことにより山ウドの大量かつ簡易な種苗増殖を可能にしたが, さらにその実育苗増殖技術を効率化して実用性を高めるために, 種子の休眠覚醒処理方法とVA菌根菌の接種方法の改良を行った。従来の種子の休眠覚醒処理方法は, シャーレ内のジベレリン溶液に種子を浸漬しながら発芽させ, その催芽種子をピ

被覆日	収量 ^{a)}	規格別収量割合				
		2L	L	M	S	規格外
	kg	%	%	%	%	%
3/10	17.4	11	14	40	18	17
3/20	10.4	4	11	34	19	32
3/30	10.6	3	8	34	23	32

^{a)}23株当たりの収量

表1—50 モミガラ被覆時期が山ウドの収量、品質に及ぼす影響

出荷年 ^{a)}	出荷量	平均価格	規格別単価			
			2L	L	M	S
	kg	円/kg	円/kg	円/kg	円/kg	円/kg
1997年	86	934	1,325	1,231	913	594
1998年	277	485	625	644	532	371
1999年	234	496	—	765	595	499

^{a)} 出荷先は京都市中央卸売市場

表1—51 山ウドの市場調査

ンセットによって育苗箱内のバーミキュライトに捲いていたが、実験器具を使った細かい作業がある上に、催芽種子を捲く時に種子根の破損が多く見られた。本研究で取り組んだ低温湿潤処理は、捲種した育苗箱をそのまま冷蔵庫に入れて種子の休眠を覚醒させ、次にその育苗箱を人口気象器や育苗器などに入れて出芽させるので、従来のジベレリン処理にあった細かい作業や種子根の破損はなく、より効果的に種子の休眠覚醒ができる。そしてさらに捲種床のバーミキュライトにVA菌根菌資材を挟み込ませることにより、出芽と同時に幼苗にVA菌根菌資材の使用量が少なく、VA菌根菌の接種もより効果的にできるようになった。以上のような改良を行い、図1-50に示すような新たな実生苗増殖技術を確立した。本技術は、農家段階での山ウドの種苗増殖を可能にし、より実用性が高くなったと考えられる。

著者の調査では、山ウドは林道沿いなど、昼間の何時間かは樹木などにより影ができ、ある程度の土壌水分が保たれた半日陰地で自生しているのが多く見られた。そこで本研究では自生地と環境条件の異なる、特に夏期に陰がなく強い日差しを受ける普通畑での山ウドの生育を観察し、栽培の可否を検討したところ、1997年のような日照時間が平年並みの年は茎葉の枯死や欠株が見られたが、1998、1999年のような日照時間が平年より少ない年は茎葉が軽く遜色したのみで、茎葉の枯死や欠株は見られなかった。これらの現象から山ウドの栽培には自生地の環境に近い条件が必要であると推察された。但し、現段階では茎葉枯死の直接的な気象要因（日照時間は日長、照度等の様々な気象要因を含むために茎葉枯死の原因を十分に説明できない）を明らかにしていないので断定はできない。今後、自生地の気象条件を解明するとともに、茎葉枯死の原因となる気象要因を解明する必要がある。

以上のことから普通畑で山ウドを栽培する場合、特に夏期に寒冷紗等を用いて日除けを行う必要があると考えられるが、今回の市場調査から10aあたりの粗生産額は7～10万円程度となり、コスト面から考えると実用的ではない。実際に中山間地域で山ウドを栽培する場合は、地域内で多く見られる谷地田や林間田等の自然の地形が形成する半日陰地を利用して粗放的に露地栽培するのが適すると考えられる。これらの土地は休耕地になっている場合が多いので、

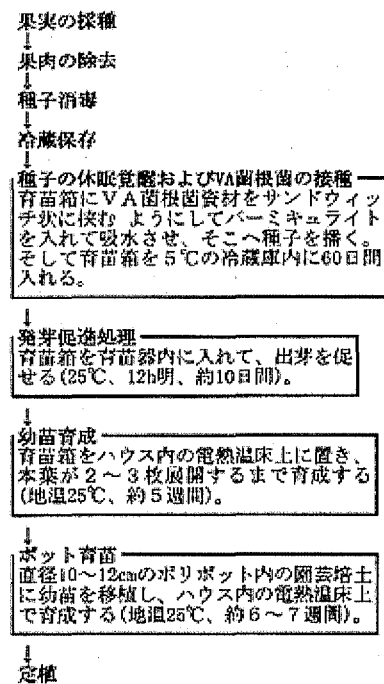


図1-50 新しい山ウドの実生苗増殖技術

休耕地の有効利用に繋がる。

前述のとおり、新規の山菜類の栽培技術が確立しても、収穫物の販路がなければ、その栽培の意味を失う。本研究においても、山ウドの市場性を調査するために山ウドを京都市中央卸売市場へ出荷した。その結果、山ウドの市場での市場性は確認されたものの、出荷量が増加すると平均価格が下がる傾向が見られた。これは、京都の場合、山ウドの需要は一般家庭用ではなく、料理屋等の業務用が中心で、需要量に限りがあるためだと考えられる。出荷量が多くなった場合、平均価格を高く維持するためには、他地域へ出荷先を分散する必要があると考えられる。また、露地栽培で収穫する場合、収穫時期が一時に集中するので、収穫時期を調整するために早生、晩生系統の選抜等が必要である。

オ 今後の問題点

(ア) 山ウドの自生地の環境条件及び茎葉枯死を起こす気象要因の解明。

(イ) 山ウドの早生、晩生系統の選抜。

カ 要約

山菜類の有望品目である山ウドについて産地化を図るために、実生苗増殖技術の効率化、普通畑での山ウドの適応性調査、露地栽培におけるモミガラ の被覆時期の検討、市場調査を行った。5℃、60日間の低温湿潤処理により山ウドの種子の休眠を覚醒すると同時に山ウド幼苗にVA菌根菌を接種すること

により効率的な実生苗増殖技術を確立した。普通畑で山ウドを栽培する場合、特に夏期に寒冷紗等で日除けを行う必要があると考えられたが、コスト面から実用的でないと考えられた。実際に栽培する場合は、中山間地域で多く見られる谷地田や林間田等の半日陰地で粗放的に露地栽培するのが適すると考えられた。露地栽培におけるモミガラの被覆時期は3月10日が適した。京都市中央卸売市場において、山ウドの市場性は確認されたが、需要には限りがあり、出荷量が多い場合は出荷先を分散する等の対策が必要である。

キ 引用文献

- 1) 斎藤雅典：新編土壌微生物実験法，pp297-311，養賢堂，東京，1992
- 2) 橋本典久：山ウドの実生苗増殖技術，今月の農業，39 (7)，pp70-73 (1995)
- 3) 橋本典久・吉川正巳：実生苗利用によるタラノキ及びウドの無病苗増殖技術，京都農研報，97，pp21-27，(1995)
- 4) 橋本典久・吉川正巳：VA菌根菌のウド実生苗に対する生育促進効果，京都農研報，17，pp62-63 (1995)

(橋本典久)

5. 林地利用による菌根性きのこの安定生産技術の開発

ア 研究目的

マツタケ等の菌根性きのこは、農山村の貴重な収入源及び観光資源として中山間地域の活性化に大きく貢献しており、これらを生産するため、きのこの発生に適した林地の環境改善の取り組みが各地で行われている。そこで、全国的に最も期待度が高いマツタケ、及びアカマツと共生し比較的接種が容易と考えられているアマタケを対象に、これらの培養菌糸を林地に接種し菌を感染させ、子実体発生の基盤となる菌根やシロ（菌根集団）を人工的に形成させる技術を開発し、生産の安定化を図る。

イ 研究方法

(ア) 土壌中の害菌に強いマツタケの種菌開発

きのこ栽培に使用可能な殺菌剤⁹⁾を添加した培養液をしみ込ませた、バーミキュライトを支持体とする培地でマツタケの菌糸体を培養し、林地土壌中の雑糸状菌、特に菌寄生菌のトリコデルマ属菌に耐性

のある培養菌糸の塊を、マツタケの林地接種用種菌として作成することを試みた。また、マツタケの菌糸伸長速度は大変遅いため、小型培養ビンに少量の培地を詰めて菌糸の培養をできるだけ短期間で行い、多数のビンで培養することにより結果として種菌を多量に作成することを試みた。

a 使用薬剤

殺菌剤として、ベノミルの50%水和剤であるベンレート（デュポン社製）、チアベンダゾール（以下、TBZと記す）の10%液剤であるビオガード液剤（北興化学工業製）を用いた。また、以下の試験における濃度は有効成分濃度で示した。

b 殺菌剤添加濃度の検索

ベノミルあるいはTBZを5 ppmごとに5~50 ppmの濃度で添加した培養液で作成した寒天平板培地の中央に、あらかじめ拡大培養しておいたマツタケの菌糸体から切り取った直径5 mmの菌糸体片を接種し、23℃ 暗所で60日間培養して拡大した菌糸体のコロニーの直径を測定し、マツタケの成育を著しく阻害しない添加濃度を検索した。また、ベノミルあるいはTBZを1 ppmごとに1~20 ppmの濃度で添加した培養液で作成した寒天平板培地の中央に、あらかじめ拡大培養しておいたトリコデルマ属菌の菌糸体から切り取った直径5 mmの菌糸体片を接種し、23℃ 暗所で30日間培養して菌糸伸長の有無を観察し、トリコデルマ属菌が成育しない添加濃度を検索した。なお、培養液はpHを5.0に調整した太田の菌根菌用合成培地³⁾（以下、太田培地と記す）及びPGY培地（グルコース2%，イーストエキス0.2%，ポリペプトン0.2%，硫酸マグネシウム0.05%，リン酸一カリウム0.05%）を用い、寒天濃度は1.5%とした。

c マツタケ種菌の作成

容量200 mlの培養用ガラスビンにバーミキュライトを70 ml入れ、上記の実験から得られた最適濃度のベノミルあるいはTBZを添加した培養液を60 ml加えて加圧殺菌し土壌培地を作成した。これに、あらかじめ増殖させておいたマツタケの菌糸体（直径23 mm，厚さ2 mm）を細かく切断してランダムに接種し、23℃ 暗所で3ヶ月間培養してマツタケ種菌を作成した。次に、作成したマツタケ種菌を滅菌シャーレに広げ、直径5 mmのトリコデルマ属菌の菌糸体片を中央に接種し、23℃ 暗所に置きトリコデルマ属菌に対する耐性を調べた。なお、太田培地はPGY培

地に比べてマツタケの菌糸が速く伸長するが、バーミキュライトを培地支持体とする土壌培地で両者を比較した場合、太田培地ではマツタケの菌糸が薄く広がるだけでPGY培地のような黄色みを帯びた濃い菌糸叢ができないため、種菌の作成に当たっての培養液はPGY培地のみを使用した。

(イ) マツタケ種菌の林地接種試験

マツタケ種菌を1998年2～3月にかけて、マツタケ発生環境整備施業が継続的に行われている広島県内の民有林に接種した。林地接種は、林地の落葉腐植層を取り除き、長さ約30cm、幅約10cm、深さ5～10cmの溝を掘り、上記の方法で作成した種菌5ビン分を線状に寄せて接種する方法で行った。その後、1999年11～12月にかけて、接種地を注意深く掘り起こしマツタケの感染状況について調査した。感染による菌根の形成はテングス状で黒色の菌根の有無により判断した。また、シロの形成は菌糸が菌根から土の中へ広がっているかどうかにより判断した。

(ウ) アミタケの菌糸培養特性の把握と種菌開発

アミタケは、自らの生育にも影響を与える抗菌性のある黒色の二次代謝物を分泌することから、菌株の植え継ぎによる保存ができなくなったり、培養途中で菌糸伸長が止まり大量培養ができなかったりすることがある。そこで、広島県内で子実体を採取して組織から菌株を分離し、菌株の植え継ぎ方法及び、菌糸体の培養に適した太田培地の成分組成の改変について検討した。

a 菌株の植え継ぎ方法

アミタケ及び近縁種のヌメリイグチの菌株を、浜田寒天斜面培地（水道水1000ml当りグルコース20g及び乾燥酵母5g添加、寒天濃度1.5%、pH5.0）を含む試験管内で、2ヶ月おき、4ヶ月おき、6ヶ月おき、12ヶ月おきの4種の方法で植え継ぎ比較した。なお、菌株の保存は4℃の冷暗所で行った。

b 太田培地のアミタケ培養に適した成分組成改変

太田培地の窒素源である酒石酸アンモニウムを、酵母エキス、麦芽エキス、ポリペプトンに変えた寒天平板培地（寒天濃度1.5%、pH5.0）をそれぞれ作成し、あらかじめ増殖させておいたアミタケの菌糸体から直径5mmの菌糸体片を切り出し中央に接種して、23℃で20日間培養し菌糸伸長量を比較した。また、有効であった窒素源の添加濃度についても検討した。

c アミタケ種菌の作成

径8cm、深さ5cmの培養ポットにバーミキュライトを50ml入れ、上記の実験により改変した液体培地を40ml加えて加圧殺菌し土壌培地を作成した。これに、あらかじめ増殖させておいたアミタケの菌糸体から径5mmの菌糸体片を切り出し2個を接種し23℃暗所で2ヶ月間培養してアミタケ種菌を作成した。

(エ) アミタケ種菌の林地接種試験

アミタケ種菌を1999年4月に広島県立林業技術センターの試験林に接種した。林地接種は、林地の落葉腐植層を取り除き、径8cm、深さ5～10cmの穴を掘り、上記の方法で作成した種菌1個を接種する方法で行った。その後、11月まで子実体発生の有無について観察を続け、12月に接種地を注意深く掘り起こしアミタケの感染状況について調査した。感染による菌根の形成はフォーク状で熱湯を通すと紫色に変化する性質がある菌根の有無により判断した。

ウ 結 果

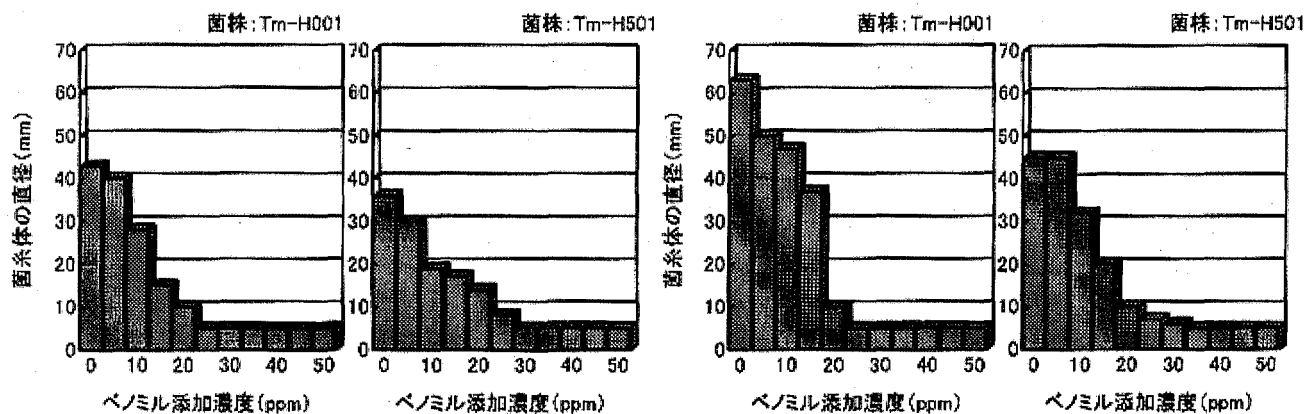
(ア) 土壌中の害菌に強いマツタケの種菌開発

トリコデルマ属菌の育成が阻害される殺菌剤添加濃度は、3菌株で実験した結果、ベノミルで10ppm以上、TBZで15ppm以上であった（表1-52）。

ベノミルを10ppm添加した培地でのマツタケの菌糸伸長量は無添加培地での伸長量の70～60%で、20ppm添加した培地での伸長量は40%以下まで低下し、30ppm以上添加した培地においてはほとんど伸長しなかった（図1-51）。一方、TBZは図1-52に示すとおりマツタケの菌糸成長をベノミルほど阻害せず、50ppm添加してもマツタケの菌糸培養が可能であった。また、培養液にPGY培地を用いた場合、TBZの添加によりマツタケの菌糸成長が促進されたが、無機塩やビタミン類が豊富に含まれた太田培地ではこのような現象が起きなかったことから、バイオガード液

菌 株 名	殺菌剤名	最低添加濃度 (ppm)
5034	ベノミル	9
	TBZ	13
TD001	ベノミル	5
	TBZ	9
TD003	ベノミル	3
	TBZ	8

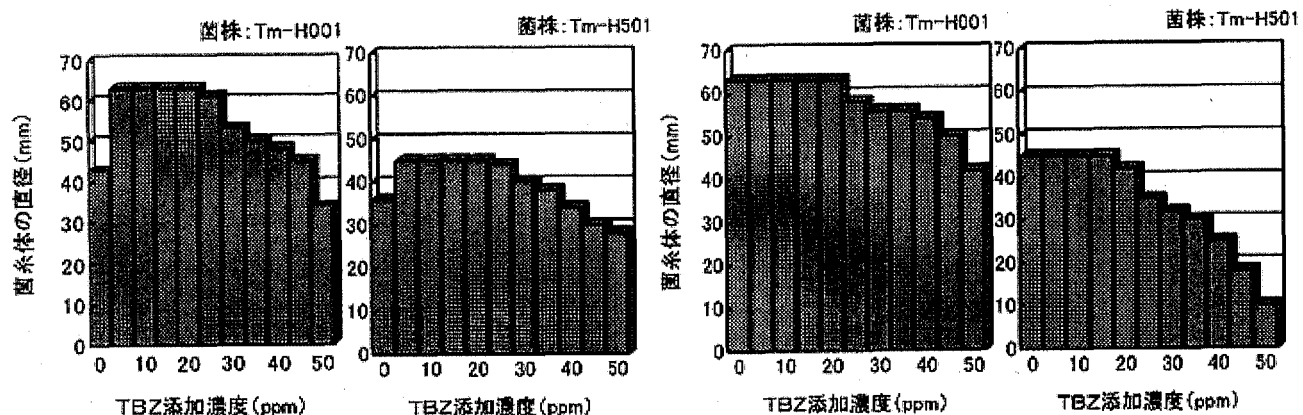
表1-52 トリコデルマ属菌が育成しない殺菌剤最低添加濃度



(a) PGY培地の場合

(b) 太田培地の場合

図1-51 ベノミル添加とマツタケ菌糸成長の関係



(a) PGY培地の場合

(b) 太田培地の場合

図1-52 TBZ添加とマツタケ菌糸成長の関係

剤に含まれる他の成分の影響であると判断された。

以上から、ベノミルを10ppmあるいはTBZを15ppm添加した培地を用いてマツタケ種菌の作成を行った。菌糸がビン全体に蔓延するまでに要した日数は、殺菌剤無添加培地では約60日、TBZ添加培地では約50日、ベノミル添加種菌では70～80日で、培養3ヶ月間で全ての種菌を作成することができた(写真1-6)。作成したマツタケ種菌にトリコデルマ属菌を接種した結果、殺菌剤を含まない種菌ではトリコデルマ属菌が1週間でシャーレの半分以上蔓延したが、殺菌剤を含んだ種菌では2ヶ月間放置してもトリコデルマ属菌が全く生育しなかった(写真1-7)。

(イ) マツタケ種菌の林地接種試験

種菌接種地の調査結果を表1-53に示す。殺菌剤を添加した種菌は無添加の種菌に比べて感染率が高

く、わずかではあるがシロが形成された箇所もあった(写真1-8)。また、獣類による接種地の掘り起こし被害が多く見られ、被害を受けやすい場所での接種は避けるべきであると結論付けられた。

(ウ) アミタケの菌糸培養特性の把握と種菌開発

アミタケの菌株は、植え継ぎ試験の結果(表1-54)から、近縁種のヌメリイグチのように1年おきに植え継ぐのは困難で、4ヶ月おきの植え継ぎが適当であった。

太田の菌根菌用合成培地の窒素源を変えてアミタケの菌糸体(菌株Sb-H001)を培養した結果を表1-55に示した。酒石酸アンモニウムを同濃度の酵母エキスに変えて培養したとき3倍近い菌糸伸長が見られた。酵母エキスは添加濃度を上げると菌糸伸長は低下し、高濃度では阻害的であった。以上の結果から、太田の菌根菌用合成培地の窒素源である酒



写真 1－6 作成したマツタケ種菌

石酸アンモニウム0.1%を酵母エキス0.1%に改変した培地を用いてアマタケ種菌を作成した。

(エ) アマタケ種菌の林地接種試験

アマタケ種菌の接種地から子実体は発生しなかったが、接種地を掘り起こし調査した結果、20箇所中18箇所では菌根の形成が確認された。

エ 考 察

ベノミルが食用きのこ類と害菌、特にトリコデルマ属菌との間で選択的毒性を有することが報告¹⁰⁾されている。また、ベノミル及びTBZが菌根菌と土

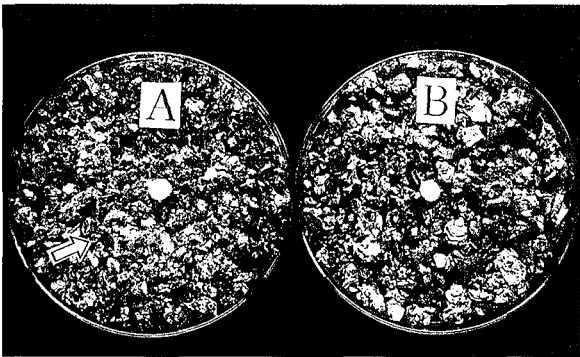


写真 1－7 マツタケ種菌にトリコデルマ属菌を接種して7日後の状況

A：殺菌剤を含まない種菌ではトリコデルマ属菌が蔓延する(矢印)。
B：殺菌剤を含んだ種菌ではトリコデルマ属菌が生育しない。

壌中の雑糸状菌との間で選択性を示すことも報告⁷⁾されている。本研究では殺菌剤のこのような性質を利用して、微量の殺菌剤を添加し培養したマツタケ菌糸体の塊を、林地接種に適した害菌に強いマツタケ種菌として開発することができた。菌根菌の培養菌糸体を林地に接種する方法としては、土壌中の害菌から培養菌糸体を保護するため、殺菌した土壌、

	ベノミル 添加種菌	T B Z 添加種菌	殺菌剤無 添加種菌
マツタケ種菌を接種した箇所数	49	49	49
シロの形成が確認された箇所数	4	5	1
菌糸の感染のみ確認された箇所数	23	22	9
菌糸の感染が確認されなかった箇所数 (内獣類による被害箇所数)	22 (12)	22 (13)	39 (20)

表 1－53 マツタケ種菌の林地接種試験結果

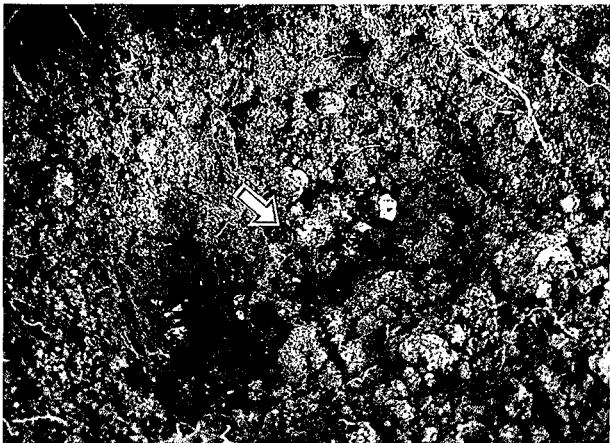


写真 1－8 マツタケ種菌接種地を掘り起こした状況
菌糸が土の中へ広がり土を固めシロの形成が認められる (矢印)。

菌 株 名	植え継ぎ間隔	成功率
アマタケ	2ヵ月	5／5
Sb-H001	4ヵ月	5／5
	6ヵ月	3／5
	1年	0／5
アマタケ	2ヵ月	5／5
Sb-H002	4ヵ月	5／5
	6ヵ月	4／5
	1年	1／5
アマタケ	2ヵ月	5／5
Sb-H003	4ヵ月	5／5
	6ヵ月	4／5
	1年	0／5
ヌメリイグチ	2ヵ月	5／5
SI-H001	4ヵ月	5／5
	6ヵ月	5／5
	1年	5／5

成功率：成功本数／供試本数

表 1－54 アマタケ及びヌメリイグチ菌株の植え継ぎ試験

窒 素 源 (添加濃度%)	菌糸体直径 (mm)
酒石酸アンモニウム (0.1)	2.2 ± 2
麦芽エキス (0.1)	1.6 ± 3
ポリペプトン (0.1)	4.6 ± 2
酵母エキス (0.1)	6.1 ± 3
(0.2)	5.7 ± 3
(0.3)	2.3 ± 3
(0.4)	1.4 ± 2
(0.5)	1.0 ± 2

菌糸体直径：平板 5 枚の平均値 ± 標準偏差

表 1－55 窒素源とアマタケ菌糸伸長量の関係

ゲル，容器などで培養菌糸体を包み接種する方法がいくつか考案^{2) 8) 11)} されている。本研究で開発した種菌を林地に接種する方法は，これらの方法に比べ，培養菌糸体と林地の寄主植物の根が接しやすく簡便であると思われる。

マツタケのシロを人工的に造成するのは大変難しいが，種菌を数多く接種することにより確率は低いがシロの造成が可能であると思われる。また，本研究で形成された小さなシロから子実体が発生するには，過去のマツタケ研究の結果^{1) 5) 6)} から順調に行って接種後 4～6 年かかると推測される。

アマタケは胞子を林地に播種して翌年子実体を多く発生させた事例⁴⁾ が報告されているなど，胞子による林地接種は容易であると考えられている。本研究では子実体発生には至らなかったが，高い確率で菌根を形成させることができ，培養菌糸によってもアマタケの林地接種は容易であると思われる。また，アマタケは近縁種のヌメリイグチに比べ自ら分泌する二次代謝物に弱く，菌株を早目に植え継いだり，種菌の作成にあたっては菌糸が速く伸長する培地を用いる必要があると思われる。

オ 今後の問題点

マツタケの生態学的研究はよく行われているが，生理学的・生化学的な研究が十分なされておらず，菌根やシロが形成されるメカニズムについてはほとんど解明されていない。シロ形成率を高めるため，マツタケとアカマツの共生関係などについての詳細な研究が今後取り組まれる必要がある。

培養菌糸を用いてアマタケの菌根を高い確率で形成させることができたが，試験をした場所は 20 年生程度の若いアカマツだけの人工林である。今後多く

の民有林で実用化に向けた試験を行う必要がある。

カ 要 約

きのこ栽培に使用可能な殺菌剤であるベノミルあるいは TBZ を，林地土壤中の主要なマツタケ菌の害菌であるトリコデルマ属菌の成育を抑えマツタケ菌の成育を著しく阻害しない濃度で培養液に添加し，この培養液をバーミキュライトにしみ込ませた培地でマツタケの菌糸体を培養して，トリコデルマ属菌に耐性のある成熟した培養菌糸の塊を林地接種用種菌として開発した。

開発したマツタケ種菌の林地接種試験の結果，殺菌剤を添加した種菌は無添加の種菌に比べ感染率が高く，また，種菌を数多く接種することにより確率は低いがシロの造成が可能であることが判明した。

太田の菌根菌用合成培地の窒素源を酵母エキスに改変することにより，アマタケの菌糸伸長速度が著しく改善された。この培地を用いて林地接種用種菌を作成し，林地接種試験をした結果，高い確率で菌根が形成され，アマタケの林地接種は胞子同様に培養菌糸によっても容易であることが判明した。

キ 引用文献

- 1) 伊藤 武・藤田博美：食用きのこ栽培のコストダウン技術に関する研究，昭和 60 年度京都府林業試験場業務年報，pp42－44 (1986)
- 2) 王子製紙株式会社：公開特許公報(A)，特開平 4－71423 号 (1992)
- 3) Ohta, A : A new medium for mycelial growth of mycorrhizal fungi, Trans. Mycol. Soc. Japan, 31, pp323－334 (1990)
- 4) 大森久夫：アマタケ栽培試験，特産情報，15 (12)，pp36－37，農村文化社 (1994)
- 5) 小川 真・伊藤 武・小林藤雄・藤田博美：マツタケのシロ形成初期の状態について，日菌報，21, pp505－512 (1980)
- 6) 枯木熊人・川上嘉章：マツタケ菌感染苗によるシロの人工形成，広島県立林業試験場研究報告，20, pp13－23 (1985)
- 7) 川合正允・小川 真：まつたけの培養に関する研究 第 5 報，日菌報，18, pp391－398 (1977)
- 8) 京都府：公開特許公報(A)，特開平 8－37926 号 (1996)
- 9) 農村文化社編：99 年版きのこガイドブック，p p76－78，農村文化社 (1998)

10) 福井陸夫・小川輝美・片山 功・小笠原雅雄・
松本邦臣・渡辺哲郎・関沢泰治：食用キノコ栽培
上の害菌防除薬剤に関する研究 I，日菌報，15，
pp147-154 (1974)

11) ペンてる株式会社：公開特許公報(A)，特開平1
-218522号 (1989)

(衛藤慎也)

第3章 難繁殖性植物等の大量増殖・流通技術の開発

1. 自生山野草の流通技術の開発

ア 研究目的

花きの新規需要を開拓するためには、リンドウ等わが国原産の山野草を園芸植物化することが重要な課題となっている。このような山野草を園芸植物として流通させるためには効率的な流通技術を開発することが重要である。

ニホンスイセンはわが国に古くから自生している花きであり、福井県を中心に生産されている。しかし、ニホンスイセンの切り花は、特に高温条件において花持ちが短いだけでなく、葉が黄化しやすく問題となっている。リンドウはわが国原産の花きであり、最近では岩手県を中心に生産が伸びている。リンドウ切り花の消費を拡大するためには品質保持技術の開発が必要であるが、それについてはほとんど研究されていない。

切り花の品質保持に効果のある薬剤にはチオ硫酸銀錯塩 (STS) をはじめとしたエチレン阻害剤やスクロースをはじめとした糖がある。また、アルストロメリアやユリではジベレリンが葉の黄化抑制に効果があることが報告されている。

そこで、本研究においてはニホンスイセンとリンドウ切り花の品質保持に及ぼす各種薬剤の影響を調査した。また、切り花の品質保持に重要な役割を果たしていることが示唆されている切り花中の糖濃度について調査した。

イ 研究方法

(ア) 材料と薬剤処理方法

房咲きニホンスイセンとリンドウ‘スカイブルーしなの2号’を供試した。ニホンスイセンの切り葉は葉を長さ30cmに切り、1枚ずつ異なる濃度のジベレリン溶液 (10ml) に挿した。対照には蒸留水を用いた。ニホンスイセンの切り花は、花穂全体の基部を異なる濃度のジベレリン (GA^3)、STSおよびスクロース溶液に挿した。短期間処理は20時間とし、処理後蒸留水に移した。

リンドウ切り花は収穫適期のものを長野県の生産者から入手し、野菜茶試に水に浸漬しながら運搬し、収穫後1日目にスクロース、8-ヒドロキシキノリン硫酸塩 (HQS) およびSTSを組み合わせた短期間

処理あるいはスクロースとHQSを組み合わせた連続処理を行った。短期間処理は20時間、STSの濃度は0.5mMとした。

切り花あるいは切り葉を保持する環境条件は、ニホンスイセン、リンドウともに特に断らない限りは23℃、相対湿度70%、光強度 $10\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、12時間日長とした。小花の花持ち日数は収穫当日開花した小花が萎凋するまで、また花穂 (花茎) の花持ち日数はすべての小花が萎凋するまでの日数とした。

(イ) クロロフィルの定量

葉緑素計 (SPAD502、ミノルタ) を用い、葉の先端から10cmの部位のクロロフィル含量を非破壊的に測定した。一部についてはクロロフィルを葉から80%アセトンで抽出し、Arnonの方法¹⁾により分光光度計で定量した。

(ウ) 糖質の単離・同定

リンドウに含まれる未同定糖質は花卉から80%熱エタノールを用いて抽出した。抽出液を遠心分離後、上澄みを濃縮し、HPLCを用いて単離した。単離した糖質は、 $^1\text{H-NMR}$ により構造解析を行った。

(エ) 糖質の定量

糖質は花卉、花卉以外の花器官、茎および葉から80%熱エタノールを用いて抽出し、遠心分離・濃縮

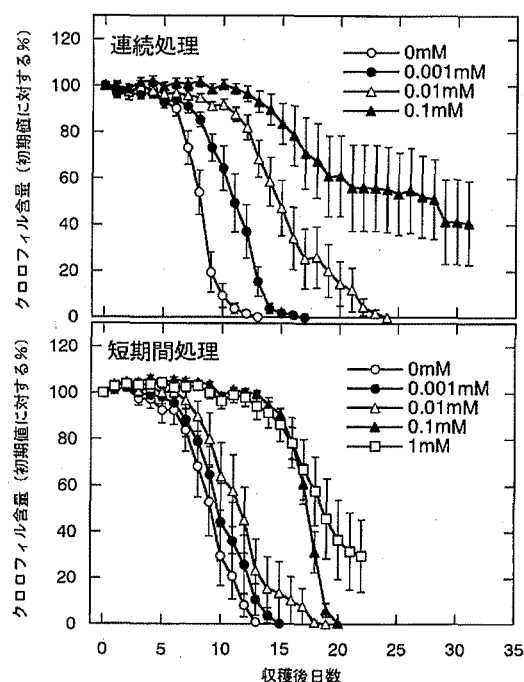


図1-53 切り葉のクロロフィル含量に及ぼすジベレリン濃度の影響

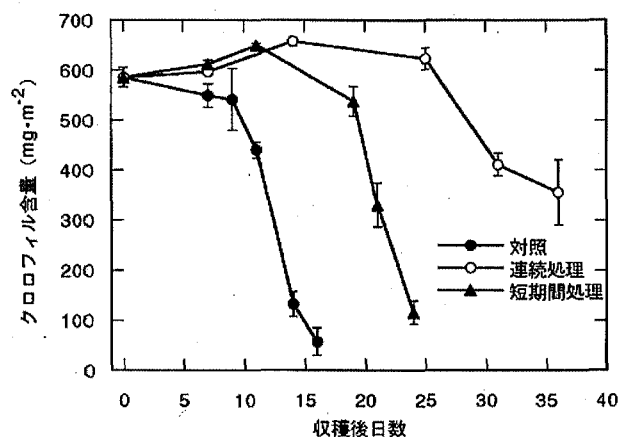


図1-54 切り葉のクロロフィル含量に及ぼすジベレリン (0.1mM) 処理の影響

を行った後、Sep-Pak C-18で精製した。精製した試料はカラムにShodex SUGAR SP0810を用い、HPLCにより定量した。リンドウの開花にともなう糖濃度の変動は、以下の5段階の開花ステージを用いて調べた。ステージ1；つぼみの先端がやや着色、ステージ2；花卉の大部分が着色、ステージ3；つぼみがわずかに膨らむ、ステージ4；開花直前、ステージ5；完全に開花しているが、柱頭は開いていない状態。

ウ 結果

(ア) ニホンスイセン

a ジベレリンがクロロフィル含量と花持ちに及ぼす影響

ニホンスイセンの切り葉において、ジベレリンの連続処理および短期間処理ともにクロロフィル含量

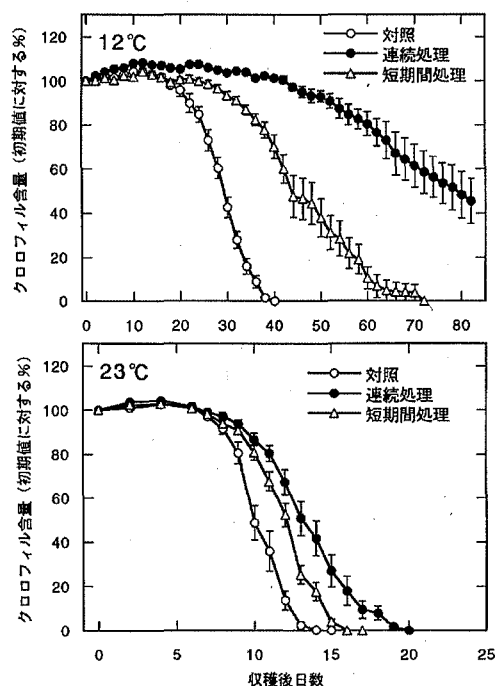


図1-55 花穂に付いた葉のクロロフィル含量に及ぼすジベレリン (0.1mM) 処理の影響

の低下を抑制した。ジベレリンの濃度が高くなるほど抑制効果は高まったが、同じ濃度では連続処理の方が短期間処理よりも高かった (図1-53)。

ニホンスイセン切り葉のクロロフィル含量を分光光度計で定量したところ、葉緑素計による定量と同様の結果が得られた (図1-54)。クロロフィルAとBの含量も総クロロフィル含量と同様の変動パターンを示した (データ略)。

次に花穂全体を用い、ジベレリンの連続および短期間処理を行い、12℃ と23℃ で保持した。試験を23℃ だけでなく12℃ でも行った理由はニホンスイセンは通常冬季に観賞するためである。ジベレリンの短期間処理および連続処理ともに葉の黄化を抑制し、連続処理の方が効果は高かった。葉の黄化を抑制する効果は12℃ で保持した方が23℃ で保持した場合よりも優れた (図1-55)。花持ち日数はジベレリン処理によりやや延長する傾向が認められた (表1-56)。

b STSが花持ちに及ぼす影響

STSの短期間処理により花持ちは延長した。0.02 mMの濃度でも効果が認められ、0.1mM程度が最適と考えられた (表1-57)。

c スクロースが花持ちに及ぼす影響

5%および10%スクロースの短期間処理が花持ちに及ぼす影響を調べたところ、花持ちを延長することは認められなかった (データ略)。また、葉の黄化を助長した (データ略)。ニホンスイセンの構成糖をHPLCを用いて調べたところ、主要な構成糖はグルコース、フルクトースおよびスクロースであり、少量のミオイノシトールが含まれていた。糖濃度を定量した結果、花卉以外の糖濃度はこれまでに報告されている植物に比較してかなり高いことが見出された (表1-58)。

温度	処理	花持ち日数	
		小花	花穂
12℃	対照	14.5 ± 0.3 ¹⁾	23.5 ± 0.5
	連続処理	16.1 ± 0.3	26.3 ± 0.5
	短期間処理	14.6 ± 0.3	24.6 ± 0.4
23℃	対照	4.8 ± 0.2	8.5 ± 0.2
	連続処理	5.4 ± 0.2	9.6 ± 0.3
	短期間処理	5.5 ± 0.2	9.6 ± 0.2

¹⁾ 平均 ± 標準誤差

表1-56 ニホンスイセンの花持ちに及ぼすジベレリン処理の影響

STS濃度 (mM)	花持ち日数	
	小花	花穂
0	5.3 ± 0.2 ¹⁾	8.0 ± 0.4
0.02	6.4 ± 0.2	10.3 ± 0.3
0.05	6.9 ± 0.2	10.5 ± 0.2
0.1	7.0 ± 0.3	11.3 ± 0.2
0.2	7.3 ± 0.2	11.2 ± 0.3

器官	濃度 (mg/gFW)			
	グルコース	フルクトース	スクロース	ミオイノシトール
花卉	14.3 ± 0.2 ¹⁾	14.7 ± 0.3	8.6 ± 0.4	0.5 ± 0.0
花 (花卉以外)	8.0 ± 0.6	17.3 ± 0.4	28.3 ± 2.1	0.3 ± 0.0
茎	20.9 ± 0.0	16.1 ± 0.2	13.7 ± 0.9	0.4 ± 0.0
葉	9.5 ± 0.5	8.5 ± 0.4	21.9 ± 2.9	0.7 ± 0.0

¹⁾ 平均 ± 標準誤差

¹⁾ 平均 ± 標準誤差

表 1-57 STS濃度がニホンスイセン切り花の花持ちに及ぼす影響

表 1-58 ニホンスイセンの各器官の糖濃度

d ジベレリンとSTSを組み合わせた短期間処理がクロロフィル含量と花持ちに及ぼす影響

Bは花卉と葉の両者において最も主要な構成糖であると考えられたため、生理的に重要な役割を果たしているのではないかと考えられた。そこで、2種類の糖様物質B、CをHPLCを用いて単離し、¹H-NMRにより構造解析を行った結果、ピークBはゲンチオビオース、ピークCはボルネシトールと同定した。一方、ピークAはHPLCの保持時間からゲンチオトリオースと同定した。

ジベレリンとSTSと組み合わせた処理はSTS単独処理よりも花持ちを延長した (表 1-59)。ジベレリンの最適濃度は0.5mM程度と判断された。また、STS単独処理はクロロフィルの減少を抑制する効果はなかったが、0.5mM以上のジベレリンと組み合わせることによりクロロフィルの減少を抑制した (図 1-56)。また、ジベレリン処理は花柄や葉を伸長させる等の害作用を起こさなかった (データ略)。これらの結果から、ジベレリンとSTSを組み合わせた短期間処理はニホンスイセン切り花の品質保持に有効であることが明らかとなった。

リンドウの花弁、花器、茎および葉の糖濃度を調べたところ、ゲンチオビオースはどの器官においても最も主要な構成糖であった。ボルネシトールは葉において、ゲンチオビオースと並んで最も多い糖質であり、それ以外の器官にも比較的多量に含まれていた (表 1-60)。

(i) リンドウ

リンドウの開花にともなう花卉中の糖濃度の変動を調べたところ、ゲンチオビオースはどのステージにおいても、最も高濃度で存在した (図 1-58)。

a リンドウの糖組成

b スクロースとSTS処理がリンドウ切り花の花持ちに及ぼす影響

リンドウ花卉のエタノール抽出液をHPLCで分離したところ、グルコース、フルクトースおよびスクロース以外に3種類の未同定の糖様物質 (A、B、C) が検出された (図 1-57)。とくに、保持時間が9.3分でスクロースとは完全に分離しないピーク

処理	花持ち日数	
	小花	花穂
対照 (蒸留水)	4.9 ± 0.2 ¹⁾	7.1 ± 0.3
STS	7.0 ± 0.3	9.7 ± 0.5
STS + 100 μM GA ₃	7.4 ± 0.2	11.8 ± 0.3
STS + 200 μM GA ₃	7.7 ± 0.4	11.8 ± 0.3
STS + 500 μM GA ₃	8.2 ± 0.3	12.6 ± 0.3
STS + 1,000 μM GA ₃	7.8 ± 0.3	11.3 ± 0.5

¹⁾ 平均 ± 標準誤差

表 1-59 STS (0.1mM) とジベレリン (GA₃) を組み合わせた短期間処理がニホンスイセン切り花の花持ちに及ぼす影響

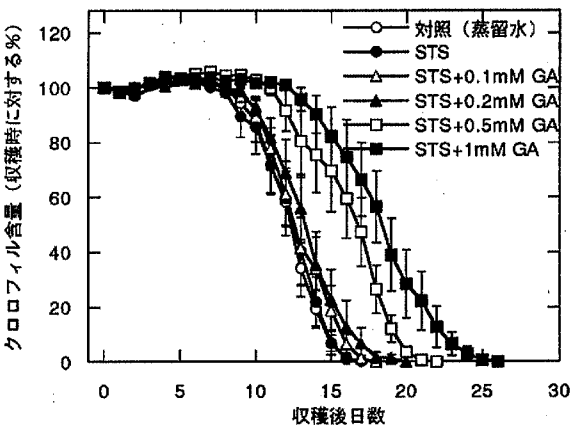


図 1-56 クロロフィル含量に及ぼすSTS (0.1mM) とジベレリン処理の影響

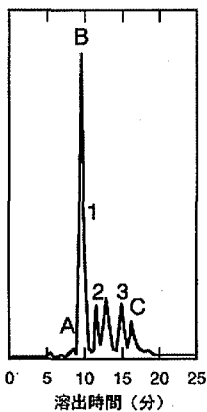


図 1-57 リンドウ花卉抽出液のHPLCクロマトグラム
1:スクロール 2:グルコース 3:フルクトース

STSにスクロースとHQSを組み合わせた短期間処理はリンドウ切り花の花持ち延長にある程度効果があった。同様に、スクロースとHQSの連続処理も花持ち延長に効果があった(表1-61)。

エ 考 察

(ア) ニホンスイセンについて

本実験の結果、ジベレリンはニホンスイセンの葉の黄化を抑制した。この結果はアルストロメリア¹⁴⁾やユリ¹³⁾の切り花で得られた結果と一致した。ジベレリンが葉の黄化を抑制する機構についてはよくわ

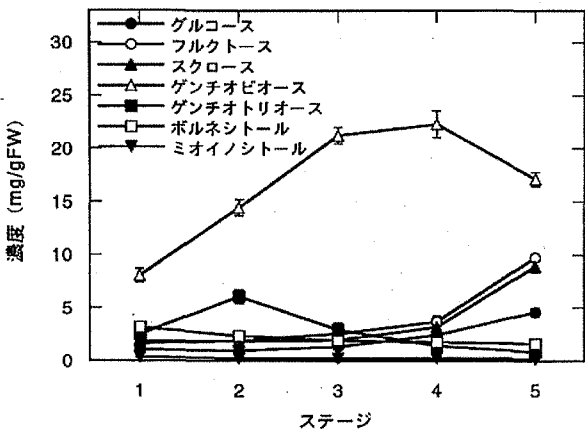


図 1-58 リンドウの開花にともなう花卉中の糖濃度の変動

かっていない。アルストロメリアでは葉が黄化する過程で内生のジベレリン含量が低下し、これを補うことが黄化抑制に関係していると考えられている¹¹⁾。

STSはエチレン作用阻害剤であり、エチレンに感受性の高い切り花の花持ち延長に効果があることが報告されている¹⁰⁾。本実験の結果、STSはニホンスイセンの花持ち延長に効果があった。したがって、ニホンスイセンはエチレンにある程度感受性が高いと考えられるが、詳細についてはさらに検討が必要である。

器官	濃度 (mg/gFW)						
	グルコース	フルクトース	スクロース	ミオイノシトール	ゲンチオトリオース	ゲンチオビオース	ポルネシトール
花卉	4.6 ± 0.4 ¹⁾	9.7 ± 0.3	8.9 ± 0.6	0.2 ± 0.0	0.9 ± 0.2	17.1 ± 0.7	1.6 ± 0.0
花 ²⁾	2.2 ± 0.1	8.2 ± 0.5	7.4 ± 0.9	0.2 ± 0.0	2.1 ± 0.3	10.2 ± 0.4	2.6 ± 0.1
茎	3.5 ± 0.1	0.8 ± 0.1	1.3 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.0	10.8 ± 0.2	2.4 ± 0.0
葉	1.5 ± 0.0	0.3 ± 0.0	1.4 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0	3.1 ± 0.4	3.1 ± 0.2

¹⁾ 平均 ± 標準誤差
²⁾ 花卉以外の花器官

表 1-60 リンドウ各器官の糖濃度

処理	花持ち日数	
	小花	花茎
対照 (蒸留水)	9.9 ± 0.6 ¹⁾	18.9 ± 1.1
HQS (連続)	11.8 ± 0.8	19.8 ± 1.5
HQS + 2%スクロース (連続)	14.6 ± 1.6	24.7 ± 1.8
HQS + 10%スクロース (短期間)	11.8 ± 0.9	21.3 ± 1.1
0.2mM STS (短期間)	12.6 ± 0.8	20.7 ± 1.2
HQS + 10% スクロース + 0.2mM STS (短期間)	12.7 ± 0.6	23.6 ± 0.9

¹⁾ 平均 ± 標準誤差

表 1-61 STSとスクロールを組み合わせた処理がリンドウ切り花の花持ちに及ぼす効果

ジベレリンとSTSを組み合わせた短期間処理はニホンスイセンの花持ちを延長するとともに、葉の黄化を抑制し、品質保持に著しい効果があることが明らかとなった。ジベレリンとSTSを組み合わせた処理を生産者が利用するためには、処理時間にあわせて処理濃度を検討することが必要であるが、生産者段階でも利用可能な技術になりうると考えられる。本実験では処理時間は20時間としたが、生産者段階では処理時間の短縮が必要になると予想される。そのためには、ジベレリンとSTSの濃度をさらに高くすることが必要になるかもしれない。

スクロース処理はニホンスイセン切り花の品質保持に効果が認められなかった。これについて、各器官の糖濃度を定量した結果、花卉以外の糖濃度はキク⁷⁾、バラ⁵⁾、カーネーション⁴⁾などで報告されている結果に比較して著しく高いことが判明した。したがって、収穫時に糖が十分あることがスクロース処理が品質保持効果がなかった原因ではないかと考えられる。

(イ) リンドウについて

ゲンチオビオースとゲンチオトリオースはリンドウ属の植物に特異的に見出され、特に根に多いことが明らかにされている²⁾。本研究により、ゲンチオビースがリンドウ花卉の主要な構成糖であることが明らかとなった。開花は花卉の細胞肥大に依存した生理反応であり¹²⁾、細胞が肥大するためには、浸透圧調節物質として多量の糖が液胞に蓄積することが必要とされている¹⁵⁾。リンドウの開花過程をとおして、ゲンチオビオースは花卉で最も多かったことから、ゲンチオビオースは液胞に蓄積し、開花に重要な役割を果たしているのではないかと考えられた。ボルネシトールはスイートピーやトルコギキョウなど数種の植物に見出されている⁶⁾。その生理的役割についてはほとんど明らかにされておらず、今後の検討が必要である。

リンドウ切り花の花持ち延長にスクロースとHQSを組み合わせた短期間処理ならびにSTSとスクロースを組み合わせた連続処理が効果があった。しかし、延長効果は十分ではなかった。これについては、材料の都合で、収穫後1日目以降に処理を行ったため、吸液量が少なく十分な効果が得られなかった可能性がある。これについては今後さらに検討する必要がある。

オ 今後の問題点

ジベレリンとSTSを組み合わせた短期間処理がニホンスイセン切り花の品質保持に現場段階で適用可能であるか明らかにする必要がある。また、リンドウ切り花の品質保持にさらに効果が高い薬剤の組成を検討するとともに、リンドウにおけるゲンチオビオースの生理的役割を解明する必要がある。

カ 要 約

ジベレリンとSTSを組み合わせた短期間処理はニホンスイセン切り花の葉の黄化を抑制するとともに、花持ちを延長させ、品質保持期間延長に効果があることを明らかにした。リンドウ切り花の品質保持にスクロースとHQSの連続処理およびSTSにスクロースとHQSを組み合わせた短期間処理がある程度効果があることを示した。リンドウにおいて、ゲンチオビオースとボルネシトールが主要な構成糖質の一つであることを見出した。

キ 引用文献

- 1) Arnon, D.I.: Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24, pp 1 - 15 (1949)
- 2) Avigad, G.: *Encyclopedia of Plant Physiology New series Vol 13A*, pp193 - 216, Springer - Verlag, Berlin (1982)
- 3) Ichimura, K., K. Kojima and R. Goto: Effects of temperature, 8 - hydroxyquinoline sulfate and sucrose on the vase life of cut rose flowers, *Postharv. Biol. Technol.*, 15, pp33 - 40 (1999)
- 4) Ichimura, K., K. Kohata, M. Koketsu, M. Shimamura and A. Ito: Identification of pinitol as a main sugar constituents and its content during flower bud development in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.), *J. Plant Physiol.*, 152, pp363 - 367 (1998)
- 5) Ichimura, K., K. Kohata, M. Koketsu, Y. Yamaguchi, H. Yamaguchi and K. Suto: Identification of methyl β - glucopyranoside and xylose as soluble sugar constituents in roses (*Rosa hybrida* L.), *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 61, pp1734 - 1735 (1997)
- 6) Ichimura, K., K. Kohata, Y. Mukasa, Y. Yamaguchi, R. Goto and K. Suto: Identification of 1 - bornesitol and changes in its content during flower bud development in sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.),

Biosci. Biotechnol. Biochem., 63, pp189 - 191
(1999)

- 7) Ichimura, K., K. Kohata, Y. Yamaguchi, M. Douzono, H. Ikeda and M. Koketsu: Identification of 1 - inositol and scyllitol and their distribution in various organs in chrysanthemum, Biosci. Biotechnol. Biochem., 64, pp865 - 868 (2000)
- 8) Ichimura, K. and M. Korenaga: Improvement of vase life and petal color expression in several cultivars of cut Eustoma flowers using sucrose and 8 - hydroxyquinoline sulfate, Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Ornam. Plants & Tea, 13, pp31 - 39 (1998)
- 9) Ichimura, K. and T. Hiraya: Effect of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers, J. Japan. Soc. Hort. Sci., 68, pp23 - 27 (1999)
- 10) 宇田明・小山佳彦・福嶋啓一郎・池田幸弘: 品質保持剤STSの前処理が草花類の品質保持期間に及ぼす影響, 近畿中国農研, 87, pp32 - 35 (1996)
- 11) Kappers, I. F., W. Jordi, F. M. Maas and L. H. M. van der Plas: Gibberellins in leaves of *Alstroemeria hybrida*: Identification and quantification in relation to leaf age, J. Plant Growth Regul., 16, pp219 - 225 (1997)
- 12) Kenis, J. D., S. T. Silvente and V. S. Trippi: Nitrogen metabolism and senescence - associated changes during growth of carnation flowers (*Dianthus caryophyllus*), Physiol. Plant., 65, pp455 - 459 (1985)
- 13) Han, S. S.: Growth regulators delay foliar chlorosis of Easter lily leaves, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 120, pp254 - 258 (1995)
- 14) Hicklenton, P. R.: GA and benzylaminopurine delay leaf yellowing in cut *Alstroemeria* stems, HortScience, 26, pp1198 - 1199 (1991)
- 15) Wagner, G. J.: Content and vacuole / extra-vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts, Plant Physiol., 64, pp88 - 93 (1979)

(市村一雄)

2. リンドウの効率的増殖育苗技術の開発

(1) リンドウの組織培養による母株維持, 増殖技術

ア 研究目的

リンドウは自殖劣性が現れやすく, 反復自殖による品種の固定化は困難である。このため, 岩手県では親系統を集団で維持しながら1代雑種品種を育成している。形質の安定した一代雑種の種苗を大量に作出するためには, 優良親系統のバイテク手法によるクローン増殖技術の確立が必要である。そこで茎頂培養法及び外植片由来の培養の確立を図る。

イ 研究方法

(ア) 茎頂培養によるエゾリンドウの増殖

エゾリンドウの矢巾系を供試し, 無菌播種由来の個体の越冬芽を用いて茎頂培養を行い初代培地の検討を行った。第1回試験においては, 成長点部分を切り出し, ホルモン組成 (ホルモンフリー, NAA 0.01mg/L, BA 0.01mg/L) の異なるMS培地 (ショ糖3%, ゲルライト0.2%, pH5.7) 及び1/2 MS培地に置床し, 初代培地の検討を行った。培養は23℃, 3500lux, 16時間日長で行い, 3ヶ月後に根, 花芽の形成, 茎長, 分枝数を調べた。また, 第2回試験においてはNAA 0.01mg/Lのみ再度同一条件で検討した。続いて, 増殖過程における培地の検討を行った。第1回試験として越冬芽を材料とし, 茎頂培養由来の個体のシュート部分 (約2.5cm) を切り出し, ホルモン組成 (ホルモンフリー, BA 0.01mg/L, BA 0.1mg/L, NAA 0.01mg/L, BA 0.01+NAA 0.01mg/L) の異なるMS培地に置床し増殖培地の検討を行った。また, 第2回試験においてはBA 0.1mg/Lの区のみ再度同一条件で検討した。培養は23℃, 3500lux, 16時間日長で行い, 2ヶ月後に根, 花芽の形成, 茎長, 分枝数の調査を行った。

(イ) 無菌播種由来リンドウの葉片培養を用いた不定芽誘導

エゾリンドウの北海道系, 磐梯系及び矢巾系, オヤマリンドウの吾妻系及び千沼ヶ原系の実生を無菌播種した植物体の葉片をホルモン組成 (NAA: 0, 0.1, 0.5, 1, 5mg/Lの5水準, TDZ: 0, 1, 5, 10mg/Lの5水準) が異なるMS培地 (ショ糖3%, ゲルライト0.3%) に置床してカルス及び不定芽の形成状況を比較した。次いで, 得られたカルス (千沼ヶ原系) を用いて, ホルモン組成 (NAA 5mg/LとTDZ 0, 5, 10, 20mg/Lの4水準の組み合わせ) が異なるMS培地に置床してカルス増殖に適する培

基本 培地	ホルモン 組成 (mg/L)	供試数 (本)	根 形成 (%)	花芽 形成 (%)	草丈 (cm)	分枝数 (本)
第1回試験*						
MS	Free	5	100	0	1.7	1.4
	NAA0.01	6	83	0	1.8	2.4
	BA0.01	6	100	0	2.5	2.8
1/2MS	Free	6	67	0	1.3	1.8
	NAA0.01	6	83	0	2.6	1.0
	BA0.01	6	83	0	1.0	2.0
第2回試験**						
MS	NAA0.01	14	100	0	1.6	1.4

*第1回試験: 1997年9月8日開始
**第2回試験: 1997年10月7日開始
pH5.7 ~ 5.8

表1-62 矢巾系を用いた茎頂培養法における培地及びホルモン組成の影響

ホルモン 組成 (mg/L)	供試数 (本)	根 形成 (%)	花芽 形成 (%)	草丈 (cm)	分枝数 (本)
第1回試験*					
Free	5	40	0	2.5	1.4
BA 0.01	5	100	10	3.7	2.2
BA 0.1	5	100	0	4.4	6.9
NAA0.01	5	80	40	3.6	1.2
BA0.01+NAA0.01	5	80	0	3.7	4.2
第2回試験**					
BA0.1	4	100	0	4.0	8.0

*第1回試験:1998年8月19日開始
**第2回試験:1998年10月8日開始

表1-63 矢巾系のシュート増殖におけるホルモン組成の影響

地を検討した。また、ホルモン組成（オーキシンとしてNAA 0.1, 1mg/L, IAA 0.1, 0.5, 1mg/L, カイネチンとしてTDZ 1, 10mg/L, 4-CPU 0.1, 1mg/L, の組み合わせ）が異なるMS培地を供試して再分化条件を検討した。

（ウ） 越冬芽由来茎頂培養リンドウの葉片を用いた不定芽誘導

北海道系及び矢巾系、松尾系及び千沼ヶ原系を供試して、これらの越冬芽由来茎頂培養個体から主脈を含む葉片（4×8mm）を切り出し、ホルモン組成（TDZ 10mg/LとNAA 0.1, 0.5, 1.0及び5.0 mg/Lの組み合わせ）が異なるMS培地（ショ糖3%, ゲルライト0.3%）に置床して培地の影響を検討した。培養は、最初の1週間は25℃、暗黒下に置き、次いで2ヶ月間23℃、14時間日長に置いた後、

ホルモンフリー培地に継代した。北海道系及び松尾系については無菌播種由来個体の葉片を用いてNAA 0.5mg/L及びTDZ 10mg/Lを加用したMS培地で培養して比較した。

ウ 結 果

（ア） 茎頂培養によるエゾリンドウの増殖

矢巾系の茎頂培養法を用いた初代培養においては、MS培地NAA 0.01mg/LあるいはBA 0.01mg/Lを加えたMS培地が側枝形成や発根も含めた生育状況が良好であった。NAA 0.01mg/Lを加えた1/2MS培地は、側枝形成や発根状況は良かったものの、緑色が薄かった。第2回試験においても、NAA 0.01mg/Lを加えたMS培地は生育状況が良好であった（表1-62）。

腋芽を含む茎部分を材料とした場合、増殖はもとより生育が困難であったが、シュート部分を用いた場合、BA 0.1mg/L, BA 0.01+NAA 0.01mg/Lのホルモン組成において、増殖率が高かった。特に、BA 0.1mg/Lにおいて分子数が6.9本と高く、またシュートの茎や緑色程度が優れていた（表1-63）。

（イ） 無菌播種由来リンドウの葉片を用いた不定芽誘導

系統によってホルモン組成が異なるものの、どの系統でもNAA及びTDZを含むMS培地で増殖可能なカルスが形成された。千沼ヶ原系を用いて継代培養したところ、ホルモン組成がNAA 5 mg/L・TDZ 10mg/LのMS培地はカルス増殖がすぐれ、カルスからの再分化は、IAA 0.1mg/L・TDZ 10mg/LのMS培地で若干の不定芽の発生が認められた（写真1-9, 1-10）。

（ウ） 越冬芽由来茎頂培養リンドウの葉片を用いた不定芽誘導

各系統の葉片置床2ヶ月後の結果から、不定芽を効率よく誘導する培地のホルモン組成はNAA 0.5 mg/L・TDZ 10mg/Lが適すると考えられた。系統間の比較では不定芽形成率は北海道系が高く、次いで矢巾系、松尾系、千沼ヶ原系の順であった（表1-64）。北海道系及び松尾系を供試して、越冬芽由来茎頂培養個体の葉片と無菌播種由来個体の葉片を用いて置床3ヶ月後の不定芽誘導を比較すると、両系統ともに越冬芽由来茎頂培養個体の方が無菌播種由来個体より不定芽誘導効率（再生不定芽数/置床葉片数）が10倍程度高かった（表1-65）。

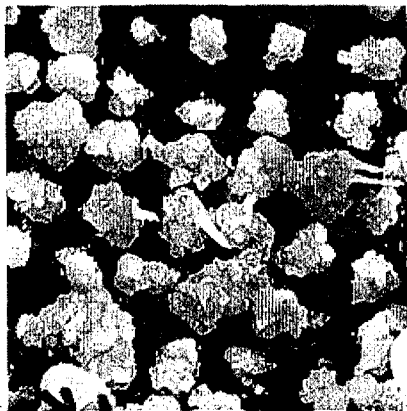


写真1-9 継代増殖中のカルス
(NAA5mg/L、TDZ10mg/L、継代培養後約2ヶ月後、千沼ヶ原系)

エ 考 察

ササリンドウにおいては、腋芽部分を含む節を供試して固体培地による大量増殖法がすでに実用化されている。一方、エゾリンドウにおいては、増殖効率が低く、培養性質において系統間差がみられる。このことから各系統ごとの効率的な増殖法が望まれている。そこで、主要系統の矢巾系について、越冬芽を材料とし茎頂培養法により育成した幼植物体を供試し、固体培地を用いた増殖法を検討した。腋芽部分を含む節を供試した場合、増殖は困難であったが、シュート全体を供試すると、BA 0.1mg/LをMS培地に加えた培地で約8倍の増殖が可能となった。他系統は、固体培地を用いた増殖法ではほとんど増殖がみられなかった。佐藤¹⁾は液体培養法を用いて、日影ら²⁾は低温、液体振とう培養を組み合わせ、一部系統において効率的な増殖法を確立していることから、今後、液体振とう培養を用いた方法を検討していく予定である。

葉片培養法は、ササリンドウにおいて細川ら³⁾が増殖できることを報告しているが、エゾリンドウに



写真1-10 葉片培養法におけるカルスからのシュート再分化状況 (4.5ヶ月後、TDZ 10mg/L、IAA 0.1mg/L)

系統	ホルモン組成(mg/L)		外植片*の割合(%)		
	NAA	TDZ	カルス化	カルス化	
				+不定根	+不定根+不定芽
北海道系	0.1	10	0	0	100
	0.5	10	0	9	91
	1.0	10	0	17	83
	5.0	10	0	90	10
矢巾系	0.1	10	50	5	45
	0.5	10	0	47	53
	1.0	10	18	18	64
	5.0	10	81	6	13
松尾系	0.1	10	58	32	11
	0.5	10	0	52	48
	1.0	10	0	89	11
	5.0	10	88	12	0
千沼ヶ原系	0.1	10	36	59	5
	0.5	10	0	91	9
	1.0	10	4	96	0
	5.0	10	0	100	0

*中央脈を含む葉片 (4~8mm 角)

**培地組成 MS 培地 (シヨ糖 3%、ゲルライト 0.3%)、

表1-64 越冬芽由来茎頂培養個体の葉片を用いた不定芽誘導不定芽形成に及ぼす培地組成の影響

系統	外植片*の由来	供試個体数	不定芽発生力 ルス率(%)	不定芽数		不定芽の 大きさ (cm)
				(個/葉片)	(個/カルス)	
北海道系	茎頂培養	24	96	4.13	4.30	1.5
	無菌播種	20	20	0.45	2.25	1.3
松尾系	茎頂培養	25	24	2.48	10.33	1.6
	無菌播種	17	18	0.24	1.33	< 0.5

*中央脈を含む葉片 (4~8mm 角)

**葉片を MS ホルモン培地 (シヨ糖 3%、ゲルライト 0.3%、NAA 0.5mg/L・TDZ 10mg/L) に置床して2ヶ月培養した後、MS ホルモンフリー培地に継代して、1ヶ月培養した

表1-65 不定芽形成に及ぼす外植片の培養由来の影響

については効率的な増殖法は確立されていない。北海道系及び松尾系を供試して、無菌播種由来の幼植物体の葉片と越冬芽由来の莖頂培養法を用いた幼植物体の葉片を材料としてNAA 0.5mg/L・TDZ 10mg/Lを加えたMS培地に置床した場合、両系統とも越冬芽由来の莖頂培養法を用いて育成した幼植物体の方が10倍程度の不定芽誘導効率（再生不定芽数／置床葉片数）を示した。この方法は他の系統にも有効な手法と思われるので今後さらに検討する予定である。

オ 今後の問題点

(ア) 各系統ごとの増殖法を確立するとともに、選抜された親系統を増殖させて圃場における特性を調べ評価する。

(イ) クローン増殖させた親系統を用いたF₁品種の種子生産システムを確立する。

カ 要 約

エゾリンドウのF₁品種親系統の組織培養による増殖法を検討した。主要系統の矢巾系は、越冬芽由来の幼植物体のシュートを用いて、BA 0.1mg/Lを加えたMS固体培地で増殖ができるようになった。他の系統については、葉片培養法で越冬芽由来の莖頂培養植物個体の葉片を用いることにより高頻度不定芽を再分化させることができた。

キ 引用文献

1) 佐藤光子：今月の農業，35(2)，p p26－30 (1991)

2) 日影孝志・吉池貞蔵・高畑義人：メリクロン苗を利用したエゾリンドウF₁親株の増殖，園芸学雑誌，66，別2，pp618－619 (1997)

3) 細川敬三・中野優・及川弥生・山村三郎：りんどう葉・莖・根外植片からの不定芽分化，育種学雑誌，44，別1，pp111 (1994)

(星 伸枝)

(2) リンドウの株養成期間短縮技術

ア 研究目的

岩手県における1998年度のリンドウ生産は、本県の花き栽培面積の69%，販売額の48%を占有する重要な品目である。しかしながらリンドウは、収穫までに定植後2年を必要とするため、省力化と早期成園化のために株養成期間を短縮する技術の開発が望まれていた。そこで苗に対する効果的なジベレリン処理方法や、低温処理とジベレリンの併用処理によるリンドウの株養成期間短縮技術について検討する。

イ 研究方法

(ア) ジベレリン処理方法

a 好適処理濃度の検討

供試品種には、岩手県育成の極早生F₁品種『マシリィ』を用い、処理濃度を50，100，500ppmの3区とし、定植葉齢に達した3.5対葉時のプラグ苗（200セル）に、葉が充分濡れる程度ジベレリンを散布した。

b ジベレリン処理量と処理時期の検討

供試品種には、『マシリィ』を用い、処理量は10，50，100，200ml／トレー（200セル）の3区とし、処理時期は1対葉展開時，2対葉展開時，定植時（3.5対葉展開時）の3区を設定した。処理するジベレリンの濃度は100ppmとした。

(イ) 低温処理とジベレリン処理の併用処理方法

供試品種には、『マシリィ』を用い、播種は1998年12月25日に行った。播種後は最低気温15℃の温室内で育苗し、定植葉齢に達した3月12日からトレー（128セル）のまま15，45，60日間，5℃暗黒条件下で低温処理した。処理後は温室内で生育させ、定植前日の6月21日に100ppmのジベレリンをトレー当たり100ml処理し、その後口径15cmのポリ鉢に定植して屋外で生育させ、越冬前に生育量を調査した。

表1－66 処理濃度とセル苗の生育経過 (1997)

処理濃度	処理後11日			処理後25日			処理後55日			抽台苗率*
	葉令	葉長	葉幅	草丈	節数	茎立数	草丈	節数	茎立数	(%)
50ppm	4.0	3.6	1.8	12.5	4.7	3.8	20.0	7.4	5.3	95.0
100ppm	3.8	3.7	1.9	12.2	5.1	4.8	20.9	8.1	6.1	100.0
500ppm	4.4	3.6	1.7	11.6	5.0	5.4	20.2	7.8	6.1	100.0
無処理	3.4	2.7	1.6	1.6	2.1	0.0	2.8	2.1	1.7	12.5

〔単位〕葉令：対 葉長：cm 葉幅：cm 草丈：cm 節数：節 茎立数：本/苗

*1997年10月末現在

項目	(1998)			
	マシリュ		ジョバンニ	
処理時期	苗育成率	苗生存率*	苗育成率	苗生存率
1 対葉展開時	64.3	12.1	69.2	17.9
2 対葉展開時	68.1	27.3	73.7	22.7
定植時処理	96.8	95.7	97.6	100.0
無 処 理	96.8	90.6	97.6	94.8

* 苗生存率は、定植時を母数とした11月末時点の割合

表1-67 処理時期と苗の育成率(%)、生存率(%)

ウ 結 果

(ア) ジベレリン処理方法

a 定植直前の3.5対葉時の苗に対するジベレリンの処理濃度は、いずれの処理区でも早期に抽台して処理当年の生育を促進した。これらの苗は初冬期における根重やクラウン径、越冬芽の数や大きさの点で、無処理区を大きく上回り、処理区の中では100ppm区がもっとも優れていた(表1-66)。

b ジベレリンの処理時期については、育苗中の早期の処理は節間の徒長などにより、最終的な苗の育成率の低下や、定植後の欠株増により越冬前の生存率が低下した(表1-67)。

c ジベレリンの処理量については、10、50ml区では抽台株率が大きく低下したが100mlおよび200mlの処理区では100%の抽台率が得られ、越冬前の地下部の生育量も安定していた(表1-68)。

d 定植時に100ppmのジベレリン処理をした苗は、

(1998)

ジベレリン 処理の有無	立茎数 (本/株)	株当たり規格別*収穫本数(本)			
		S	M	L	合計
100ppm	8.25	1.05	1.37	0.47	2.89
無 処 理	4.63	0.63	0.00	0.00	0.63

* 岩手県経済連規格

表1-69 処理2年目の収穫量

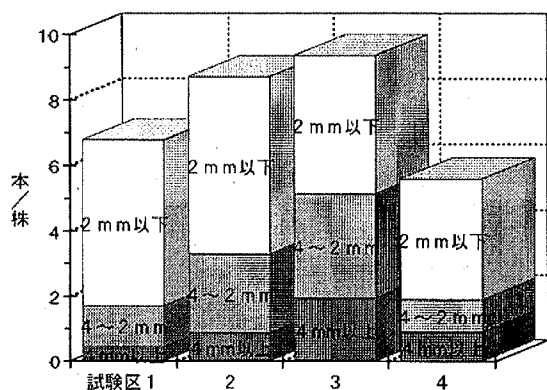


図1-59 GA、低温併用と径別越冬芽数

試験区1 低温15日+GA

試験区2 低温30日+GA

試験区3 低温45日+GA

試験区4 無処理区(GA処理のみ)

処理量	(1998)				
	抽台率(%)	立茎数(本/株)	草丈(cm)	節数(節)	株重(g)
10(ml/トレ)	52.6	1.07	8.8	11.2	11.5
50	78.6	1.21	10.1	10.8	12.5
100	100.0	3.29	17.1	10.8	25.1
200	100.0	3.24	19.2	10.1	24.8
無処理	10.5	0.13	2.1	計測不能	9.9

* 1998年10月末時点

表1-68 処理量と1年目の生育量*

定植翌年の生育も旺盛で、無処理区に比較して収穫本数が増加すると共に、越冬前の株重や根重、越冬芽の点で優れ、株養成期間の短縮と株の充実が促進した(表1-69、表1-70)。

(イ) 低温処理とジベレリン処理を併用した株養成期間短縮技術

a 定植直前の苗を5℃で45日間処理後、温室内で養成してジベレリン処理後に定植した苗は、ジベレリン単独処理よりも越冬芽の数や大きさ、根量の点で優れ、併用処理による株養成期間短縮技術の可能性が示された(図1-59、図1-60)。

エ 考 察

(ア) リンドウの定植直前の苗に対する100ppmのジベレリン処理は、初夏の高温状態で強制休眠状態にある苗の休眠を覚醒させて早期に抽台を促進して光合成を促進することにより、処理当年の初冬には無処理区に比較して大幅な株の充実が図られたもの

(1998)

ジベレリン 処理濃度	地下部の肥大(g)			越冬芽の形成数(本/株)			
	根重	株重	全重	2mm未満	2~4mm	4mm以上	合計
100ppm	52.63	32.26	87.89	5.22	10.89	10.22	26.33
無 処 理	23.50	17.33	40.83	3.33	5.54	4.67	13.54

表1-70 処理2年目の初冬の生育量

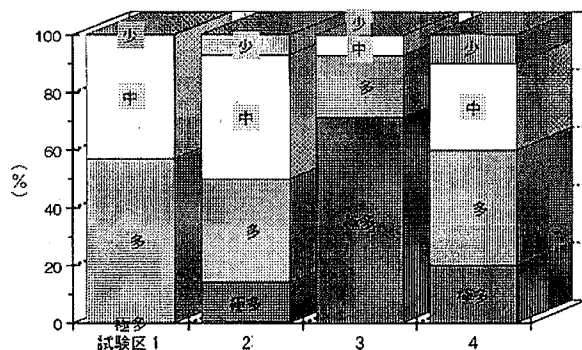


図1-60 GA、低温処理の併用処理と根量割合(%)

試験区1 低温15日+GA

試験区2 低温30日+GA

試験区3 低温45日+GA

試験区4 無処理区(GA処理のみ)

と考えられる。

(イ) ジベレリン処理は、一般に花き類では開花促進や草丈伸長促進などに利用されている。リンドウに対する1～2対葉時処理では、各対葉間で旺盛な節間の伸長が見られ、草丈伸長の促進効果が見られたが、3～4対葉時処理では、処理時の展開葉は処理後もロゼット化したまま早期に抽台茎が伸長を開始する。またこの抽台茎における節間の伸長は認められないことから、ジベレリンの効果は幼苗期では単純な節間伸長促進、成苗期では低温代替による生育促進と捉えることができる。

(ウ) リンドウの苗に対する低温とジベレリンの併用処理は、いずれの処理も同様の効果が期待されることから、リンドウの育苗において効率的な処理方法について検討が必要である。

オ 今後の問題点

定植苗に対する低温処理とジベレリンの併用処理により、株の充実を促進させることが可能であることから、鉢物品種を利用した株養成技術について検討する必要がある。

カ 要 約

収穫まで2年間の養成を必要とするリンドウの、株養成期間短縮技術の開発について検討した。その結果、リンドウの定植苗に対する100ppmジベレリン処理は、株養成期間を1年に短縮することが可能であり、その処理方法について明らかにした。

定植苗に対する低温処理とジベレリンの併用処理も同様に効果が高く、株養成期間短縮の可能性が示された。

(阿部 潤)

3. カタクリ・ウチョウランの効率的増殖育苗技術の開発

(1) カタクリ

ア 研究目的

中山間地域に自生する山野草のカタクリを、地域植生の回復と中山間地の特産物として定着化させるためには苗の安定供給が不可欠である。このため、バイテク手法による安定的な増殖方法と培養苗の効率的な苗化方法の検討を行った。

イ 研究方法

(ア) 鱗茎からのカルス、不定芽、小球の形成条件の検討

a 供試材料

鱗茎の内部にある大きさ2～3mmの芽の切片を用

いた。

b 培養条件

培地はNAA 0.5～5.0mg/ℓとBA 0.5～2.0mg/ℓの濃度を添加した1/2MS寒天培地を用いた。培養は20℃、3000ℓuxの18時間照明下で行った。

(イ) 不定芽、鱗茎の増殖条件の検討¹⁾

a 供試材料

鱗茎の切片培養で形成された不定芽、鱗茎を持つ個体を用いた。

b 培養条件

培地はNAA 0.2mg/ℓとBA 2.0mg/ℓの濃度を添加したMS液体培地を用いた。培養は20℃、3000ℓuxの16時間照明下で行った。方法は水平振とう培養として、回転数は90rpm、また、綿を詰めたゴム栓を利用した。

(ウ) 馴化条件の検討

a 供試材料

継代培養により形成された不定芽・不定根を持つ鱗茎を用いた。

b 馴化条件

20℃で、イチゴパックにパーミキュライトを入れ、密閉状態とした。

ウ 結 果

(ア) 鱗茎からの不定芽、小球の形成条件の検討

鱗茎の芽を含む切片をNAA 0.5～5.0mg/ℓ、BA 0.5～1.0mg/ℓを添加した培地で培養することにより、カルスや不定芽、鱗茎の基となる小球が得られた(図1-61)。

(イ) 不定芽、鱗茎の増殖条件の検討

不定芽、鱗茎を持つ個体をNAA 0.2mg/ℓ、BA 2.0mg/ℓを添加した液体培地で振とう培養すると、45日間で不定芽は約1.5倍、鱗茎は約3倍に増殖することがわかった(表1-71)。

(ウ) 馴化条件の検討

不定芽・不定根を持つ鱗茎を馴化した結果、80%が生存し、新芽の伸長が見られた(表1-72)。

エ 考 察

カタクリは、鱗茎の芽を含む切片から増殖が可能で、NAAとBAを添加した1/2MS寒天培地で4ヶ月間培養することによりカルスや不定芽、小球が得られた。しかし、カルスはそのままの培養では分化、増殖しなかった。この中から不定芽、鱗茎を持つ個体をNAA、BAを添加したMS液体培地で振とう培

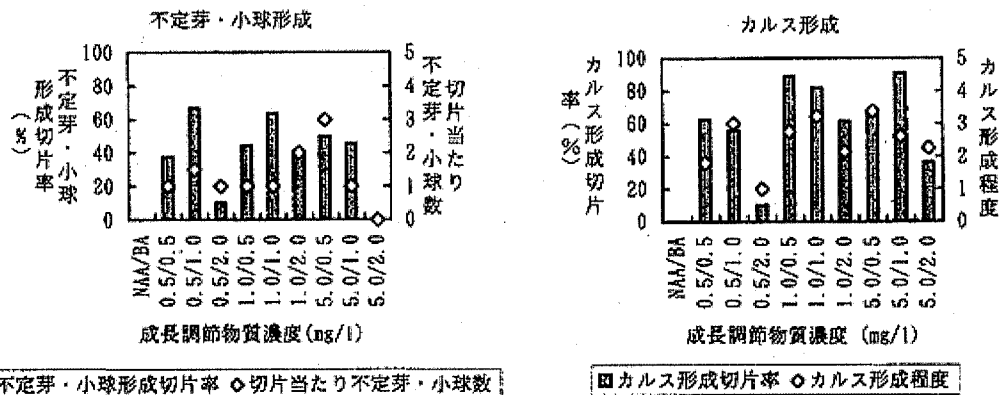


図1-61 カタクリの鱗茎培養における成長調節物質濃度の影響（青森産開花株）

1998年10月より培養開始、3ヶ月後に調査
カルス形成程度：培地に置床した切片の大きさに対するカルスの大きさを 1：切片の大きさの1/3未満、2：1/3以上同程度未満、3：同程度以上2倍未満、4：2倍以上3倍未満、5：3倍以上として判定し、平均値を算出した。

養すると、45日間で不定芽は約1.5倍、鱗茎は約3倍に増殖した。増殖した不定芽、鱗茎の中から発根している個体をバーミキュライトを用土として約1ヶ月間馴化すれば鉢上げ可能な苗となった。以上の結果、鱗茎切片を約4ヶ月間初代培養し、得られた不定芽、鱗茎をもつ個体を液体振とう培養すれば、1年間で不定芽が約12倍、鱗茎が約25倍に増殖することがわかった。

オ 今後の問題点

今後、開花を確認し、さらに開花期間の短縮技術の検討が必要である。

カ 要 約

鱗茎の芽を含む切片をNAA 0.5～5.0mg/l, BA 0.5～1.0mg/lを添加した1/2MS寒天培地で培養し、得られた不定芽や小球をNAA 0.2mg/l, BA 2.0mg/lを添加したMS液体培地で振とう培養すると、45日間で不定芽は約1.5倍、鱗茎は約3倍に増殖することがわかった。また、増殖した不定芽、不定根を持つ鱗茎は、バーミキュライトを用土として馴化すれば鉢上げ可能なことがわかった。

キ 引用文献

- 1) 藤木俊也・雨宮圭一・関宏夫：組織培養によるカタクリの増殖，山梨県総合農業試験場研究報告，6，pp49-57（1994）

（両角斉彦・五味重矢子）

(2) ウチョウラン

ア 研究目的

中山間地域に自生する山野草のウチョウランを、地域植生の回復と中山間地の特産物として定着化さ

せるためには苗の安定供給が不可欠である。そこで、バイテク手法による安定的な増殖と培養苗の効率的な苗化システムの確立を行う。このため組織培養による効率的な増殖法として交雑種子の無菌播種における培養条件、育苗法として培養により増殖した苗の馴化、鉢上げ条件、及び苗生産コストについて検討する。

イ 研究方法

(ア) 交雑種子の無菌播種における発芽率向上条件の検討

a 供試材料

交配母株10系統間の交雑により得られた種子を用いた。

b 供試根菌

ウチョウラン、シュンラン、エビネ、ネジバナ、シンビジウムの植物体の根から分離した糸状菌を供試した。

c 播種方法

1個の莢を1/2に分割し、その中の全種子をプラントボックス1個に播種した。播種した時期は、未

部 位	振とう培養前 (個)	振とう培養後 (個)	増殖率 (%)
不定芽	6.2	9.4	151.6
鱗 茎	2.5	7.7	308.0

「注」1 調査個体数は、33個体

2 培養期間は、45日間

表1-71 カタクリ不定芽、鱗茎の振とう培養における増殖率

供試苗数(個)	生存苗数(個)	枯死苗数(個)	生存率(%)
10	8	2	80

表1-72 カタクリ培養苗の馴化における生存率(30日後0)

熟種子としては交配後1.5ヶ月目のものを、完熟種子としては、交配後2.5ヶ月目を用いた。

d 試験区

種子の塾度(2段階)×培地の種類(2種)×培地への糖添加(2段階)×ラン菌の種類(5種)の組み合わせで行った。

交雑種子の培養条件の検討

培養条件としては、培地:ハイポネックス(1.5g/ℓ)+寒天7g/ℓ(+サッカロース20g/ℓ),オオムギ煮汁(25g/ℓ)+寒天7g/ℓ(+サッカロース20g/ℓ),オオムギ煮汁培地+グルタミン添加区、無添加区のものを用い、培養温度は、25℃ 恒温、培養時の光は、播種後1ヶ月は暗黒下、その後3,000ℓux下とした。

(イ) 培養苗の馴化、鉢上げ条件の検討

a 供試材料

交配母株10系統間の交雑により得られた実生苗を用いた。これらは、平成10年9月に無菌播種し育成したものである。

b 低温処理効果の検討

試験区として

- ①20℃ 1ヶ月馴化区
- ②馴化状態で5℃ 1ヶ月処理区
- ③培養状態で5℃ 1ヶ月処理区

を設け、処理後の生育を調査した。

c 生育促進に有効な低温処理期間の検討

5℃ 下で 1, 2, 3, 4 週間処理をした各区を設け、処理後の生育を調査した。

さらに、平成11年1月、4月の時期別に培養苗を鉢上げし、その後の生育を調査した。このときの供試個体数は各試験区とも20個体、低温処理5℃ 2週間(冷蔵庫内)とした。また、鉢上げ時の球根の大きさとその後の生育の関係も調査した。このときの球根の大きさは、大球(長径6~8mm)、小球(長径2~3mm)とした。

(ウ) 苗生産におけるコストの試算の検討

a 供試材料

無菌播種により苗を育成し、鉢上げ後1年間育苗した鉢上げ苗を用いた。

b 調査項目

資本装備、消耗品費、労働費、光熱水費を調査し、試算目標として、10,000本の苗を生産するとき苗1本当たりの生産費(鉢上げ苗原価)を算出した。

(エ) 器官別の増殖法の検討

a 供試材料

交配母株10系統間の交雑により得られた実生苗を用いた。

b 茎頂組織、球根、根からのカルス及び増殖体の誘導

供試部位は、系統番号 A25, B25の茎頂組織、球根(1/2分割)、根(5mm長)を供試した。このとき使用した苗は、フラスコ内の幼苗を5℃ で低温処理したものを用いた。

培養条件:

培地は、1/2MS培地+サッカロース30g/ℓ+寒天8g/ℓ,ハイポネックス1g/ℓ+サッカロース20g/ℓ+アデニン1mg/ℓを用い、試験区は、生育調整物質 2,4-D 0、1、2mg/ℓ,BA 0、1、2mg/ℓ添加の各区とした。

生育調節物質の濃度は、寒天培地では、NAAとBAの各0、1、3mg/ℓの組合せ、液体培地では、NAAとBAの各0、0.5mg/ℓの組合せとした。

c 幼葉からのカルス及び増殖体の誘導

供試部位は、系統番号 A10, B25, B31の幼葉(フラスコ内の幼苗を5℃ で低温処理したもの)を用いた。

培養条件としては、培地は、1/2MS培地+サッカロース 10g/ℓ+寒天8g/ℓ,試験区は、生育調節物質濃度 NAAとBAの各0、0.1、1mg/ℓの組合せとした。

ウ 結果

発芽率向上条件

(ア) 無菌播種時の培地はハイポネックス培地よりオオムギ煮汁培地の方が発芽した莢の数及び平均発芽個体数が多かった。また、平均発芽個体数でみると、サッカロースは無添加の方がよかった。(表1

培地の種類	供試 莢数	発芽 莢数	1/2莢当たりの 平均発芽個体数
ハイポネックス	19	6(32)*	7.5
ハイポネックス+サッカロース	19	9(47)	3.1
オオムギ煮汁	20	17(85)	19.6
オオムギ煮汁+サッカロース	20	11(55)	6.4

「注」1. 供試した莢は、1個の莢(未熟)を1/2に分割したものでその中の種子全てを1個の培地に播種した
2. ()内の数字は供試莢数に対する割合(%)

表1-73 培地の種類、サッカロース添加の有無と1/2莢ごとの発芽状況

種子のステージ	供試莢数	発芽莢数	1 莢当たりの 平均発芽個体数
未熟種子（交配後1.5ヶ月目）	3 6	1 3 (36)	2 0 . 1
完熟種子（交配後2.5ヶ月目）	4 2	1 8 (43)	1 2 . 0

「注」1 調査結果は無菌播種5ヶ月後
2 ()内の数字は供試莢数に対する割合(%)

表1-74 ウチョウランの未熟種子と完熟種子の発芽状況

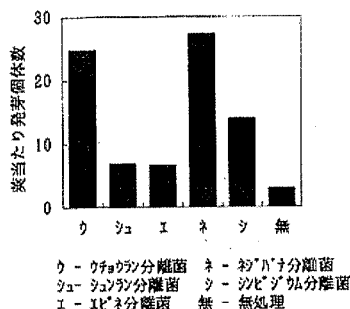


図1-62 ウチョウラン種子の無菌播種時におけるラン菌の種類と莢当たり発芽個体数

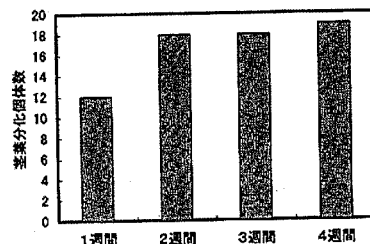


図1-63 低温処理期間とウチョウラン培養苗の茎葉分化個体数の関係

-73)

(イ) 交雑種子は通常の播種では発芽率が低く遅延する。そこで、これらを交配後の未熟種子と完熟種子とに分けて無菌播種し発芽状況を調査したところ、未熟種子の方が発芽率は高かった。(表1-74)

(ウ) ラン共生菌の効果について調査したところ、発芽した莢の数はウチョウラン分離菌区、シュラン分離菌区、ネジバナ分離菌区で多かった。しかし、平均発芽個体数ではネジバナ分離菌区が最も多く、次がウチョウラン分離菌区で、無接種区が最も少なかった。(図1-62)

(エ) 交雑種子の無菌播種時における培地へのグルタミン添加は発芽後の培養苗の生育を促進した。

馴化、鉢上げ条件

(オ) 無菌播種により得た個体についてバーミキュライトを用土に馴化後、鉢上げしたが、植物体は休眠状態に入っており、低温処理なしでは再び生育を開始するまでに室温下で約3ヶ月かかった。これに対して、馴化状態またはフラスコごと5℃の低温処理を1～4週間行なったものは、処理後1週間ほどで新葉を再び展開しながら生育を始めた。しかし、1週

間処理では生育を再開した個体が全体の6割とやや少なかったことから、確実に生育促進できる処理期間は2週間と考えられた。(表1-75、図1-63)

(カ) 種子から得られた培養苗を球根の大きさ別(大,小),及び鉢上げの時期別に育苗したところ、鉢上げ時の球根の大きさが3mm以下のものは活着が悪く2/3以上が枯死したが、6～8mm以上の球根ではよく活着し、茎葉も分化した。また鉢上げ時期と開花の関係を調査したところ、1月及び4月に鉢上げた苗ともに開花は見られなかった。(表1-76)

(キ) 交雑種子を用いて苗を育成するまで過程は、図1-64のとおりとなった。従来法では、種子の発芽までに約7ヶ月かかるが、本手法では約1ヶ月半であった。

(ク) 無菌播種により苗を育成し、鉢上げ後1年間育苗(10,000本)することを前提として生産費を試算したところ、苗1本当たり約78円、また鉢上げ後1年間育苗すると196円となった。生産費の中では、消耗品費が占める割合が最も高く、次が労働費であった(表1-77)。

(ケ) 種子ではなく、葉、根、球根、茎頂組織など

鉢上げまでの過程	茎葉分化個体数	草丈(cm)	葉数(枚)	活着個体数
[馴化] → 鉢上げ	0 (0)	—	—	—
[馴化+低温処理] → 鉢上げ	1 8 (90)	1 . 7	1 . 5	1 7 (85)
[低温処理] → 鉢上げ	1 8 (90)	1 . 5	1 . 4	1 8 (90)

「注」1. 調査個体数 20株

2. ()内の数字は、供試個体数に対する割合(%)

3. 低温処理は、5℃1ヶ月間行い、鉢上げ2週間後に調査

4. 馴化とは、バーミキュライトを入れた付ゴパック内に移植した状態

表1-75 培養苗の鉢上げまでの過程と鉢上げ後の生育の関係

球根の大きさ	鉢上げ時期	発芽株数	草丈(cm)	葉数(枚)	開花株数
大球 (長径6~8mm)	1月(4ヶ月)	16	2.3	4.2	0
	4月(7ヶ月)	17	2.7	4.5	0
小球 (長径2~3mm)	1月(4ヶ月)	3	0.8	2.3	0
	4月(7ヶ月)	5	0.9	2.4	0

「注」1 () 内は無菌播種からの培養期間 調査個体数は各区20株
2 鉢上げ後、6月28日に調査

表1-76 球根の大きさと培養苗の鉢上げ時期における鉢上げ後の生育状況

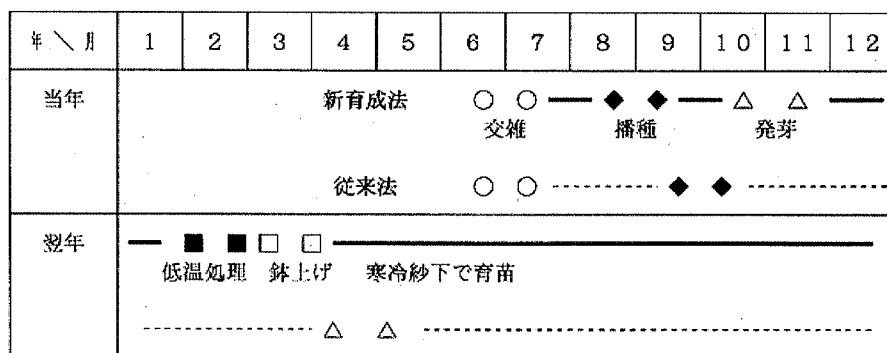


図1-64 ウチョウランの播種による育苗歴

の器官を用いて増殖する方法について検討したが、添加した生育調整物質の種類及び濃度、培地形態(固体、液体)にかかわらず、増殖の基になるカルス、不定芽、不定胚などを誘導することができなかった。茎頂組織を用いた場合には、茎頂組織1個から小球根が2~3個形成されたが大量増殖までには至らなかった。

エ 考察

ウチョウランの交雑種子を用いて増殖するときの種子発芽率を向上させるには未熟種子(交配後1.5ヶ月)をサッカロース無添加のオオムギ煮汁培地に無菌播種し、この培地にネジバナの根やウチョウランの球根から分離したラン菌を接種するとよいことが、三つの条件の組み合わせ試験の結果から明らかになった。

器官培養による大量増殖はできなかったが、無菌

播種により得られた個体は容器ごと5℃下に2週間おいた後に直接、鉢上げすることにより生育期間を短縮することができ、球根の大きさが長径6mm以上であればその後の活着率もよいことがわかった。

オ 今後の問題点

- (ア) 器官からの増殖体誘導法を確立する。
- (イ) 開花までの生育期間の短縮方法を検討する。

カ 要約

組織培養による効率的な増殖法及び育苗技術を確立するため、交雑種子の無菌播種における培養条件、及び培養により増殖した苗の馴化、鉢上げ条件、苗生産コストについて検討を行った。

交雑種子による増殖法では、交雑後1.5ヶ月の未熟種子をオオムギ寒天培地に無菌播種し、ネジバナやウチョウランの根から分離した糸状菌を接種すると発芽率が向上することがわかった。発芽約4ヶ月

表1-77 苗生産(10,000本)

(単位:円)

苗の状態	資本装備	消耗品費	光熱水費	労働費	合計	苗1本当たり
培養苗	128,923 (16.7)	291,473 (37.7)	97,699 (12.6)	255,500 (33.0)	773,595 (100)	77.4
鉢上げ苗	128,923 (8.6)	1,125,173 (57.7)	107,779 (5.5)	590,100 (30.2)	1,951,975 (100)	195.2

「注」()内は、合計に対する割合(%)

「備考」1 鉢上げ苗とは、無菌播種で育成した培養苗を1年間育苗したもの

2 莖1個から20本の苗が得られるとする

3 建物は資本装備に含まない

4 鉢上げ後の苗の欠損率は考慮していない

後に莖葉、球根及び根を形成した苗は、容器ごと5℃下で2週間処理後に直接、鉢上げすることで無処理に比べて生育期間の短縮ができた。育成した苗は、球根の長径が6mm以上のものを鉢上げするとその後の活着がよかった。

このような結果から、交雑種子の莢1個から約5ヶ月後に約20個の鉢上げ可能な幼植物が得られ、低温処理を行えば馴化を経ずに直接、鉢上げ可能なことがわかった。

また、苗1本当たりの生産費は、10,000本を育成した場合、鉢上げ可能な培養苗の状態では78円であることがわかった。

キ 引用文献

- 1) 加古 舜治：図解ランのバイオ技術，誠文堂新光社，(1988)

(雨宮圭一)

4. ギョウジャニンニク等の素材収集と安定栽培技術の開発

ア 研究目的

ギョウジャニンニク (*Allium victorialis* ssp. *platyphyllum*) は、ニンニクとニラの風味を合わせ持つユリ科ネギ属の多年草山菜である。近畿以北に自生し冷涼な気候を好む。群生するため他の山菜と比べ収量性が高く、寒冷地や傾斜地といった一般農作物には向かない気象、地形下でも栽培できるため、中山間地域の振興作物として有望である。香り、食味もよいため今後広く普及する可能性が高い。

ギョウジャニンニクは多くの利点をもった山菜であるが、栽培は限られ、ほとんどが山採りにより出荷されてきた。自生量には限りがあり資源保護上も栽培化の必要がある。

本研究では、ギョウジャニンニクの発芽の安定を中心として、好適な栽培条件、育苗法、収穫法について技術開発を行った。

イ 研究方法

- (ア) 栽培適応性：自生株と栽培株の生育状況と生育環境を調査，検討。

- (イ) 発芽適温：種子の発芽適温について検討。

発芽温度 5, 10, 15, 20, 25℃ 暗条件

16, 18, 20, 22, 24℃ 暗条件, 明条件

98年7月13日採種，7月27日試験開始。なお，2mm目のふるいにかけて種子を選別，しいなを除いた。

発芽試験は発芽床にろ紙を用いたTP法で行った。

- (ウ) 播種前処理：種子の播種前低温処理の有効性について検討。

種子前処理時の乾湿条件と処理期間

- ・ 種子を乾燥状態で2ヶ月間低温処理
- ・ 種子を湿潤状態で2ヶ月間低温処理
- ・ 種子を湿潤状態で1ヶ月間低温処理

98年7月13日採種，7月27日処理開始。なお，2mm目のふるいにかけて種子を選別，しいなを除いた。前処理温度は5℃，発芽試験は発芽床にろ紙を用いたTP法で20℃ 暗条件で行った。

- (エ) 好適土壌pH域

自生株および栽培株生育土壌のpHを調査すると共に，pHを4.7, 5.7, 6.5, 7.0, 7.8に調整した土壌を詰めた1/5000aワグネルポットで株の生育を比較。

- (オ) 遮光程度：遮光が生育，品質に及ぼす影響について検討。

96年に株を定植し，97年，98年に寒冷しゃをトンネル状にかけ20%，50%，80%に遮光。他に寒冷しゃをかけない遮光率0%区を設置した。これら方法で処理した株の生育を99年に調査した。

- (カ) 育苗法：効率的な株養成法のための育苗法を検討。

セルトレイ200穴および128穴，連結ポット6cm角，6cm黒ポリポットにより育苗。96年9月播種，98年6月調査。

- (キ) 収穫法：収穫方法の違いが生育に及ぼす影響について検討。

96年に株を定植し，97年，98年に地上部全部を収穫した区，地際3cmで収穫した区，葉を1枚収穫した区，無収穫区を設置した。これら方法で2年間処理した株の生育を99年に調査した。

ウ 結果

- (ア) 栽培適応性

栽培株は自生株に比べはるかに生育が良い(表1-78)。特に栽培株で生育良好な株は草丈が60cmを越え地上部も90gを越える。

土壌の化学性は，自生地 비해栽培地はりん酸と加里が高めである。自生地土壌の硝酸態窒素は1mg/100g以下の土壌が多いが，栽培株で生育が良好な土壌は30mg/100gと肥沃な野菜畑並である(表1-79)。

	草丈 cm	茎径 mm	葉数 枚	葉色	地上部 重 g	地下部 重 g	出蕾数 本/株
自生株 小谷村	24.9	3.1	1.2	23.1	(5.1)		0
東郷町	18.7	1.9	1.1	31.7	(2.2)		0
栽培株 普通	35.7	9.7	3.0	44.7	27.0	18.7	0.7
生育盛	63.7	17.9	3.3	45.2	91.0	36.7	1.3

表 1-78 自生株と栽培株の生育

	pH H ₂ O	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O mg/100g	CaO
自生地 小谷村	5.4	0.3	15	37	668
東郷町	5.1	0.2	4	24	495
平均	5.3	0.3	10	31	582
栽培地 普通	5.2	0.7	4	33	170
生育良好	5.4	30	7	26	524
戸隠村	6.6	0.2	54	46	807
青木村1	6.2	0.5	7	53	364
2	7.1	8	65	63	668
南葉村	6.6	7	26	59	696
葉村	5.7	0.2	16	33	78
小堀市	6.4	6	23	22	255
平均	6.2	6.6	25	42	445

表 1-79 自生地、栽培地土壌の化学性

(イ) 発芽適温

ギョウジャニンニクの種子の発芽最適温度は20℃で、18~22℃の範囲で発芽が良好であり(図1-65~66)、これより低温あるいは高温では発芽が大幅に遅れ、発芽率も低下する(表1-80)。

適温下では2週間後から発芽しはじめるが、適温を十分に維持できない自然条件下では大半の種子が発芽するまでには2ヶ月以上を要す。

発芽時の光条件では、暗所の発芽率は明所の発芽率より優る(図1-65~66)。

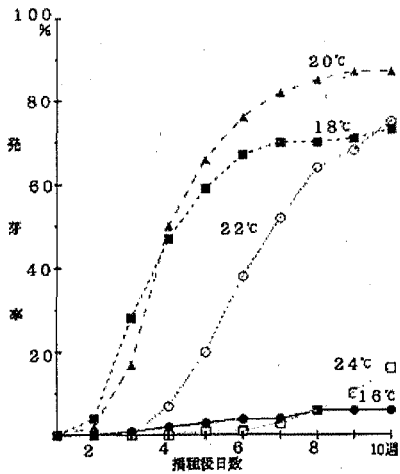


図 1-65 発芽温度と発芽率 (暗条件)

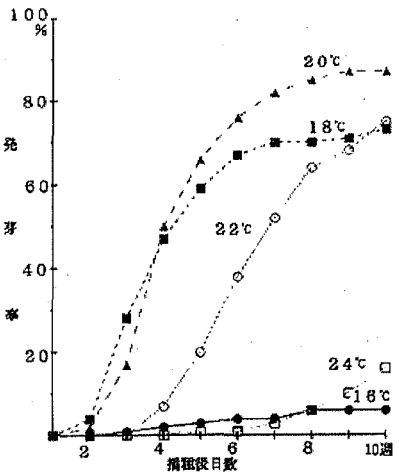


図 1-66 発芽温度と発芽率 (明条件)

(ウ) 播種前処理

種子の前処理について、種子を湿らせ布袋に入れて冷蔵庫で1ヶ月保存する慣行の方法を対照として、乾湿条件を検討すると、種子を湿らせて5℃で2ヶ月間処理すると発芽が5週間程度遅れ、1ヶ月間の処理でも2~3週間程度遅れる(図1-67)。種子を湿らせて冷蔵する前処理は、かえって発芽を遅らせる。

(エ) 好適土壌pH域

ギョウジャニンニクは樹林下に生育するため、自生地の土壌pHは弱酸性である。しかし、栽培地土壌のpHは微酸性である(表1-81)。ポット試験では強酸性域で生育が劣り、中性から微アルカリ域での生育が優る傾向がある(表1-82)。

(オ) 遮光程度

遮光率が低いと草丈が低い反面葉数の多いがっさりした株となり、分球や出蕾も多く繁殖能力が高い。遮光率が高くなると草丈が高くなるが葉数が減少し大柄な株となり、出蕾数も減少する。しかし、葉色は濃く、葉の光沢は強くなり、品質は向上する(表1-83)。

自生地、栽培地の遮光程度の調査を行うと、遮へい物の無い場所でも群落を作って自生している例もあった。(表1-84)。

(カ) 育苗法

使用する培土量が多い育苗法ほど苗の生育が優ったが(表1-85)、トレイやポットの育苗は、乾燥しやすく水管理が困難で、長期の育苗には実用的でなかった。

栽植密度と苗の生育の関係では、疎植ほど苗の生

	%									
	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	9週	10週
5℃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10℃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15℃	0	1	2	2	3	3	5	7	9	10
20℃	2	48	74	85	90	93	94	94	95	96
25℃	0	0	0	0	2	2	14	24	26	29

表 1-80 発芽温度と発芽率 (暗所)

調査地	自生・栽培別	標高 (m)	pH (H ₂ O)
奈川村	自生	1000	5.5
開田村	自生		5.7
小諸市	自生		5.6
栄 村	自生		5.1
	自生地平均		5.5
奈川村	栽培	1100	6.6
大岡村	栽培		6.7
御代田町	栽培	850	6.3
	栽培地平均		6.5

表 1-81 土壌pH調査

育が優るが、苗立ち時の栽植密度が2000~3000株/m²が適当であると考えられた (表 1-86)。

(キ) 収穫法

収穫方法の違いが生育に及ぼす影響を検討すると、2年連続して地上部を全部収穫した区と地際3cmを残して収穫した区で枯死株が多く、生き残った株の生育も著しく劣る。地際3cmを残して収穫しても株のダメージは大きい。葉を1枚ずつ収穫した区の株の消耗は比較的少ない (表 1-87)。

エ 考 察

タラノメ、ワラビ、フキなどは栽培法が検討された結果生産量が増えつつあるが、今まで取り上げられる機会が少なかった山菜も多い。例えばシオデは

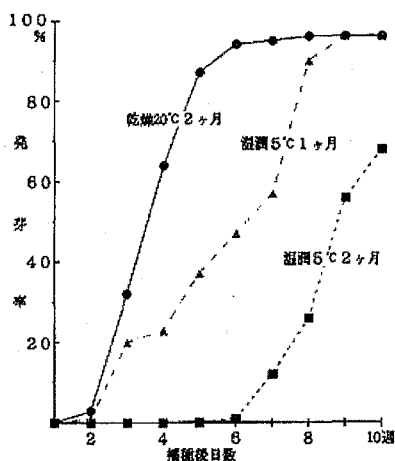


図 1-67 播種前処理法と発芽率

土壌pH	草丈 (cm)	茎径 (mm)	株数 (g/株)	分球率 (倍)	ポット当たり球重 (g/ポット)
4.7	11.1	3.3	5.0	3.5	5.0
5.7	12.4	3.1	4.6	4.7	4.6
6.5	13.4	3.1	4.4	4.3	4.4
7.0	14.9	3.9	6.8	4.0	6.8
7.8	15.2	3.5	5.8	4.7	5.8

表 1-82 ポット試験

遮光率%	草丈 cm	葉数 枚	茎径 mm	分球数 個/株	葉色	出穂数 本/株	葉の光沢
0	35.5	3.3	9.8	3.9	32.7	1.0	2
25	38.4	3.2	10.3	2.9	36.2	0.8	3
50	43.9	3.1	10.5	2.9	33.7	0.9	3
80	42.0	3.0	9.1	2.6	37.2	0.6	4

葉色はミナルタ製SPAD-502値 葉の光沢は調査区間での相対値 光沢:1弱-3普通-5強い

表 1-83 遮光程度と育成

調査地	自生・栽培別	標高 (m)	遮光率 (%)
開田村	自生		0
奈川村	栽培	1100	0
大岡村	栽培		20
奈川村	自生	1000	51
開田村	自生		56
南箕輪村	栽培	700	58

5月中旬、晴天下

表 1-84 遮光調査

	草丈 cm	葉数 枚	全重 g/株
200穴トレイ	7.0	1.6	0.71
128穴トレイ	7.9	1.7	1.11
6cm角鉢ポット	7.7	1.7	1.27
6cmポリポット	8.2	1.8	1.12

表 1-85 育苗方法と生育

	草丈 cm	葉数 枚	茎径 cm	全重 g/株
15200株/m ²	8.8	1.0	1.3	0.21
3300株/m ²	8.5	1.1	1.7	0.48
1800株/m ²	9.0	1.2	2.1	0.61

表 1-86 育苗時の栽植密度と生育

収穫方法	処理後1年目				処理後2年目				全重 g/株
	残存率 %	草丈 cm	葉数 枚	茎径 mm	残存率 %	草丈 cm	葉数 枚	茎径 mm	
地上部全部	100	18.6	2.7	4.8	61	10.8	1.3	1.9	3.3
地際3cm	100	18.1	2.4	5.2	62	14.5	1.7	2.5	5.6
葉を1枚	100	21.5	3.0	7.0	100	35.7	2.8	8.6	33.6
収穫せず	100	23.8	3.3	9.1	100	40.4	3.1	11.7	57.8

表 1-87 収穫方法と生育

美味しい山菜であるが、収量が少なく、逆にスイバやイタドリは生育が旺盛だが一般には受け入れられにくい味である。食味、収量性、栽培のしやすさなどに条件を満たす山菜は限られている。ギョウジャニンニクは食味が特に優れ、群生するため収量性も高いが、栽培年数が長く栽培も難しいとされてきた。

ギョウジャニンニクの栽培が増えなかった理由の一つとして、栽培法が詳しく検討されていなかったことがあげられる。農家は自生株を採取し、試行錯誤で栽培しようと試みるが、多くはうまく行かなかった。そこで本研究ではギョウジャニンニクを栽培する際の基本的な事項について明らかにしようとした。

(ア) 栽培適応性

収量が少ないために栽培しにくい山菜が多い中ギョウジャニンニクは栽培化により収量性が高まる。生育が良好な土壌中の硝酸態窒素は野菜畑並に含有されていた。ギョウジャニンニクは肥沃な土壌を好み、適切な肥培管理を行うことで収量をあげることが可能である。

(イ) 発芽適温

ギョウジャニンニクの播種時期について取り播きがよいのか、翌春播きがよいのか明らかではなかった。種子の発芽特性を調べると、発芽最適温度は20℃で、18～22℃の範囲で発芽が良好であり、これより低温あるいは高温では発芽が大幅に遅れ、発芽率も低下した。このことから、実際に播種する際は、発芽適温域になるべく長くおいて年内の発芽を促進させるために採り播きがよいことが判った。播種が遅れると発芽率が低下し、鱗茎部への養分の蓄積も十分に行われない。

(ウ) 播種時期

一部の農家は発芽率を高めることを目的に、種子を湿った袋に入れ冷蔵庫で1ヶ月程度冷蔵した後播種していた。この種子前処理法が有効かどうかを検討した結果、かえって発芽を遅らせることが判った。種子低温処理は発芽を遅らせるので行わず、実際に播種する際は取り播きがよい。

(エ) 好適土壌pH域

今までギョウジャニンニクの生育に適した土壌pHは弱酸性であると考えられてきた。しかし、自生地、栽培地土壌のpH調査とポット試験の結果から、弱酸性から微アルカリ性域まで広いことを確認した。

(オ) 遮光程度

ギョウジャニンニクの多くは樹林下の木陰になる場所に自生しているので、圃場で栽培する際も遮光が必要であると考えられていた。

遮光程度はどの程度が適当かを検討した結果、25～50%までの遮光が有効であった。しかし、遮光が全く無い状態でも旺盛に生育している場合もある。強光そのものが生育を阻害するのではなく、直射日光が当たることによる植物体温、土壌温度の上昇や土壌の乾燥が生育を阻害するものと推測され、これらを防ぐため遮光が有効であると考えられる。

(カ) 育苗法

トレイやポットでの育苗を検討したが、いずれの方法も1株当たりの培土量が少なく乾燥しやすいため水管理が難しく、3年を要する長期の育苗には向かない。ギョウジャニンニクは圃場で育苗床をつくって播種するか、培土量の多い平箱へ播種するのがよい。圃場へ播種する場合は雑草の種子の処理を必ず行う。

(キ) 収穫法

ギョウジャニンニクは展葉する前年にはすでに翌年分の葉の分化が起こり葉数が決まっているため¹⁾、茎葉を収穫した株から年内に新しい葉は再生されない。

ギョウジャニンニクの収穫方法として今までは、地際3cmを残して収穫するとされていたが、試験の結果、地際3cmを残して収穫しても、地上部全てを収穫しても、これらの方法で2年連続して収穫すると株のダメージは大きい。一方、葉を1枚ずつ収穫した区の株の消耗は比較的少ない。

山菜採りで自生株を収穫する場合、2～3葉の内1葉のみを収穫するのが資源保護上有効と考えられる。しかし、この方法は収穫物の葉が萎れやすく収穫の手間もかかるので、栽培株の収穫方法としては実用的ではない。栽培株の収穫法としては2～3年毎に地上部を収穫するか、毎年育苗を行って鱗茎部を含めた全てを収穫する方法がよい。

オ 今後の問題点

ギョウジャニンニクは播種から収穫まで現状の栽培法では6年かかる。一度成株となった圃場では以後継続して収穫できるとはいえ、栽培年限の短縮は必要である。前半の3年間は育苗箱や育苗床による育苗のため多くの面積を必要としない。後半3年間の圃場定植後いかに株を充実させ収穫可能とするか

が課題である。そのためには早期収穫可能な系統の選抜や、肥培管理法などの検討が必要である。

カ 要 約

(ア) 栽培適応性

栽培すると自生より株が大型化し、収量性が高くなる。

(イ) 発芽適温

発芽に適した温度は $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ で、暗所での発芽が明所での発芽に優る。

(ウ) 播種時期

慣行的に行われていた種子を湿潤条件下で低温処理する方法は発芽を遅らせるので行わず、取り播きを行う。

(エ) 好適土壌pH域

好適土壌pH域は広い。

(オ) 遮光程度

株養成時に遮光を行う場合には遮光率20~50%までとする。

(カ) 育苗法

育苗床又は平育苗箱で育苗し、苗立ち時の栽植密度は2000~3000株/ m^2 が適当である。

(キ) 収穫法

収穫は地上部のみを2~3年に1回収穫する方法か、毎年育苗して鱗茎部を含む全体を収穫する方法がよい。

キ 引用文献

- 1) 金澤俊成：北海道大学農学部邦文紀要，第18巻 第2号，pp133-134 (12993)

(出澤文武)

5. 難繁殖性林産物資源植物の増殖技術の開発

ア 研究目的

中山間地域における林産関連の地域資源の活用をはかるためには、難繁殖性の林産植物の安定供給が必須である。そこで、林木、山菜等で、種苗の供給が難しい植物を対象として、その中山間地域での活用のために、組織培養等の技術を用いた安定供給システムの構築を目指しての研究を行う。

山菜としての活用が期待されるクサソテツの組織培養による増殖・順化とコシアブラのシュート培養、さらにマツノザイセンチュウ病抵抗性マツの組織培養の発根について検討する。

イ 研究方法

(ア) クサソテツの組織培養での初代培養に用いる最適外植片の検討を行う。根茎に発生した側芽からの組織培養系の開発を行う。さらに、増殖率や分化再生の向上や順化方法の検討について研究を行った。基本培地として、Murashige & Skoogの培地を1/2, 1/4に希釈したものを試みた。増殖には、植物成長調節物質として、チジアズロン、4-PU、カイネチン、NAA、BAPを組み合わせて用い、分化再生には活性炭の効果を検討した。順化は、バーミキュライトやパーライト培地に鉢だしをして、はじめ2週間100%の湿度に保った後、徐々に湿度を落として行った。培養環境は 25°C 恒温、16時間蛍光灯照明/日で、寒天培地と液体培地の両方を試みた。

(イ) 新たに、山菜と工芸用の資源樹木のコシアブラについて、不定胚培養やシュート培養を試みた。

(ウ) マツノザイセンチュウ病抵抗性のクロマツで、1/2LP培地で増殖したシュートについて、発根試験を行った。基本培地として改変RIM培地を使用し、発根を促進するオーキシシンとしてIBAとIPAを添加した。発根への培地添加糖の効果についても調べた。1ヶ月間培養した後、全てホルモンフリーの改変RIM培地へ移植した。難発根性の原因が、遺伝的変異にあるのではという仮説のもとに、クロマツの培養シュートのDNAの変異をRAPD法を利用して調べた。

ウ 結 果

(ア) クサソテツ

a クサソテツの組織培養での外植片としては、根茎に発生した側芽が適していることをみつけた。初代培養での外植片の生存率は70%で、試みた基本培地の中では1/2MS培地が最適で、継代培養では、チジアズロン 0.25mg/l 添加培地やカイネチン 1mg/l 添加培地等が芽の伸長に効果があることがわかった。また、増殖率は4-PUを 2mg/l 、チジアズロンを 0.5mg/l 添加した時最高で20倍であった(表1-88)^{4) 5)}。さらに、最適培養条件の検索を進めて、側芽からの効率的な再生系を確立した(図1-68)。

b クサソテツの組織培養条件を検索して、再生条件を調べたところ、表1-89に示すように1/4濃度のMS培地にて、活性炭を添加することが、発根数及び葉の数の増加に効果があった。

c クサソテツの順化苗の作出には、バーミキュライトよりもパーライト培地が生存に適していた。

植物ホルモン	濃度 (mg/l)	外植片無菌生存率 (%)			分裂組織の成長(mm)			分裂組織の増殖(数)			
		LM	SM	Mean	LM	SM	Mean	LM	SM	Mean	MR
Control	---	45.0	44.3	44.7	1.2	1.3	1.2	2.3	2.7	2.5	Shoots
4-PU	1.0	72.5	71.2	71.9	1.5	1.6	1.6	5.0	3.1	4.1	Shoots
	2.0	75.0	74.1	74.6	2.2	2.1	2.2	6.2	3.8	5.0	Shoots
	3.0	73.5	74.2	73.9	1.9	1.9	1.9	5.5	3.1	4.3	Shoots
	TDZ	74.0	72.3	73.2	4.0	4.0	4.0	15.1	10.2	12.7	MNs
TDZ	0.1	74.0	72.3	73.2	4.0	4.0	4.0	15.1	10.2	12.7	MNs
	0.25	72.0	73.1	72.6	4.1	4.2	4.2	16.1	10.8	13.5	MNs
	0.5	75.5	71.6	73.6	4.2	4.2	4.2	17.5	12.2	14.9	MNs
	BA	54.2	60.0	57.1	3.5	3.7	3.6	12.8	9.0	10.9	MNs
BA	0.5	54.2	60.0	57.1	3.5	3.7	3.6	12.8	9.0	10.9	MNs
	1.0	50.0	55.7	52.9	3.3	3.3	3.3	12.1	8.2	10.2	MNs
	2.0	60.4	65.9	63.2	3.0	3.2	3.1	10.5	8.1	9.3	MNs
	Kin	62.7	65.3	64.0	3.0	2.6	2.8	9.1	6.1	7.6	Buds
Kin	0.5	62.7	65.3	64.0	3.0	2.6	2.8	9.1	6.1	7.6	Buds
	1.0	66.7	68.9	67.8	3.0	3.0	3.0	10.2	6.5	8.4	Buds
	2.0	70.1	68.5	69.3	3.1	3.0	3.1	8.8	6.1	7.5	Buds
	4-PU+TDZ	75.2	72.6	73.9	4.4	4.2	4.3	20.2	14.4	17.3	MNs
4-PU+TDZ	2.0+0.1	75.2	72.6	73.9	4.4	4.2	4.3	20.2	14.4	17.3	MNs
	2.0+0.25	78.5	79.0	78.8	4.5	4.6	4.6	21.0	16.2	18.6	MNs
	2.0+0.5	76.2	77.0	76.6	4.6	4.7	4.7	22.6	16.8	19.7	MNs
	4-PU+ Kin	70.7	72.5	71.6	3.6	3.7	3.7	11.0	7.2	9.1	Buds
4-PU+ Kin	2.0+0.5	70.7	72.5	71.6	3.6	3.7	3.7	11.0	7.2	9.1	Buds
	2.0+1.0	71.9	72.9	72.4	4.0	3.6	3.8	12.5	8.2	10.4	Buds
	2.0+2.0	73.5	72.9	73.2	4.0	3.6	3.8	11.0	8.0	9.5	Buds
	4-PU+ BA	70.7	68.9	69.8	4.1	4.0	4.1	13.4	10.4	11.9	MNs
4-PU+ BA	2.0+0.5	70.7	68.9	69.8	4.1	4.0	4.1	13.4	10.4	11.9	MNs
	2.0+0.1	65.8	66.7	66.3	4.0	3.9	4.0	12.9	10.0	11.5	MNs
	2.0+0.2	64.7	62.1	63.4	3.8	3.5	3.7	12.2	9.2	10.7	MNs
	TDZ+BA	72.0	70.8	71.4	4.3	4.3	4.3	16.4	12.2	14.3	MNs
TDZ+BA	0.25+0.5	72.0	70.8	71.4	4.3	4.3	4.3	16.4	12.2	14.3	MNs
	0.25+1.0	73.2	72.9	73.1	4.4	4.4	4.4	17.6	13.2	15.4	MNs
	0.25+2.0	72.7	71.9	72.3	4.2	4.1	4.2	17.4	12.9	15.2	MNs
	TDZ+Kin	73.0	73.6	73.3	4.3	4.1	4.2	16.0	12.1	14.1	MNs
TDZ+Kin	0.25+0.5	73.0	73.6	73.3	4.3	4.1	4.2	16.0	12.1	14.1	MNs
	0.25+1.0	72.7	71.0	71.9	4.5	4.2	4.4	16.2	12.4	14.3	MNs
	0.25+2.0	74.7	74.6	74.7	4.0	4.1	4.1	15.0	11.1	13.1	MNs
	BA+Kin	68.8	66.9	67.9	3.5	3.6	3.6	13.4	10.4	11.9	MNs
BA+Kin	1.0+0.5	68.8	66.9	67.9	3.5	3.6	3.6	13.4	10.4	11.9	MNs
	1.0+1.0	70.0	69.9	68.5	3.6	3.6	3.6	14.4	10.4	12.4	MNs
	1.0+2.0	67.9	66.2	67.1	3.7	3.6	3.7	14.2	10.2	12.2	MNs
	TDZ+BA+Kin	65.0	62.9	64.0	4.4	4.3	4.4	18.1	13.9	16.0	MNs
TDZ+4-PU+Kin	0.25+1.0+0.5	73.0	72.9	73.0	4.0	4.0	4.0	18.5	14.1	16.3	MNs
TDZ+4-PU+BA+Kin	0.1+1.0+0.25+1.0	60.9	65.8	63.4	4.2	4.1	4.2	17.9	14.1	16.0	MNs
平均		68.9	69.0		3.7	3.6		13.6	9.9		

LSD (p=0.05)	培地 (LM vs. SM)	NS			NS			0.4**			
	処理	3.5**			0.2**			1.7**			
	培地 x 処理	NS			NS			2.4*			

*** それぞれ 5% と 1% レベルで統計的に有意, NS, 統計的に非有意

*LM, 液体培地; SM, 固体培地; MR, 形態的反応, MN, 分裂細胞塊

表1-88 クサソテツの組織培養における各種ホルモンが分裂組織の成長と増殖に与える効果

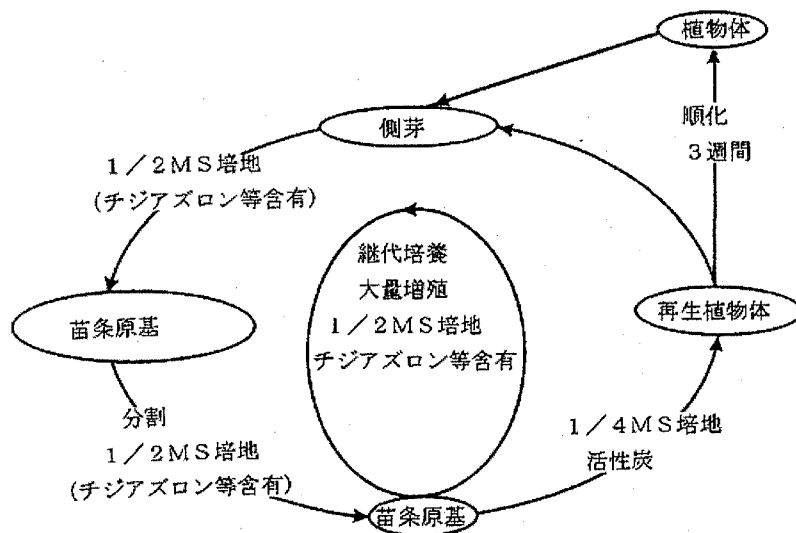


図1-68 クサソテツの組織培養による大量増殖

培地組成	幼植物体再生(%)			発根数/植物体	葉数/植物体	
	4週後	6週後	8週後			
固体培地						
1/2 MS+30 g/l suc.+1.0% AC	66.6	75.2	85.5	10.5	6.4	
1/2 MS+30 g/l suc.+0.5% AC	51.2	68.4	84.0	7.2	6.0	
1/2 MS+30 g/l suc.	45.8	66.2	82.5	5.5	5.8	
1/2 MS+15 g/l suc.+1.0% AC	70.5	76.4	88.5	11.1	6.5	
1/2 MS+15 g/l suc.+0.5% AC	60.5	70.1	85.0	9.8	6.4	
1/2 MS+15 g/l suc.	55.1	68.5	86.6	6.4	6.0	
1/4 MS+30 g/l suc.+1.0% AC	80.5	86.9	93.0	11.5	8.2	
1/4 MS+30 g/l suc.+0.5% AC	71.2	80.5	91.2	10.0	7.0	
1/4 MS+30 g/l suc.	65.4	78.5	90.1	5.5	6.8	
1/4 MS+15 g/l suc.+1.0% AC	95.0	97.0	97.0	14.1	9.0	
1/4 MS+15 g/l suc.+0.5% AC	76.9	86.5	95.5	11.0	7.5	
1/4 MS+15 g/l suc.	72.8	84.6	95.4	6.0	7.5	
液体培地						
1/2 MS+30 g/l suc.	50.2	65.3	80.0	4.8	5.2	
1/2 MS+15 g/l suc.	60.4	70.0	81.6	5.0	6.0	
1/4 MS+30 g/l suc.	71.3	80.4	89.1	5.4	7.0	
1/4 MS+15 g/l suc.	78.3	85.7	91.1	6.2	7.1	

LSD (p = 0.05)	11.6	10.7	10.0			
F test significance ^a	**	**	*	NS	NS	

^a 1% レベル (**), 5% レベル (*)で統計的に有意, 非有意 (NS). AC ; 活性炭

表 1－89 クサソテツの組織培養における植物体の再生に与える培地の影響

d クサソテツの順化では, 4℃ で3ヶ月以上処理することで, 順化後のシュートの発生が優れることがわかった (写真1－11)。

(イ) コシアブラ

コシアブラの不定胚起源の再生植物よりシュートを採取し, それを0.5mg/lのBAPを含有した1/2 MS培地に移植したところ, シュートを増殖培養することに成功した (写真1－12)。また, シュート片や不定胚をアルギン酸ゲルに包埋してインビトロで播種し, 一部で発芽をさせるなど人工種子化^{1, 2)}の基礎データを得た。

(ウ) クロマツ

a ザイセンチュウ抵抗性のクロマツシュートの発根培養における培養温度については, 25℃ と20℃とで, 発根への差は無かった。難発根性が長期間培養したクロマツのシュートの遺伝的変異にあるかど



写真 1－11 クサソテツの順化苗

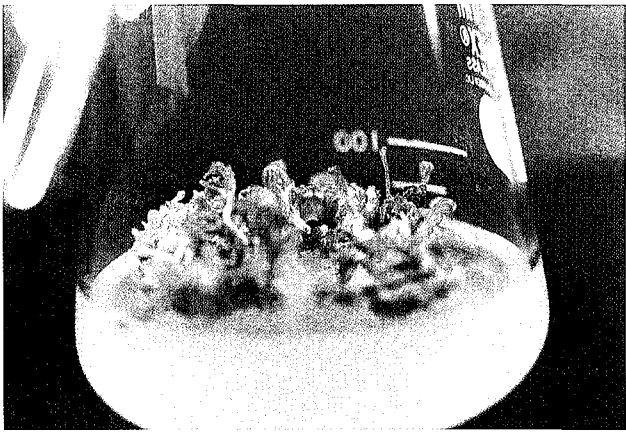


写真1-12 コシブラのシュート培養

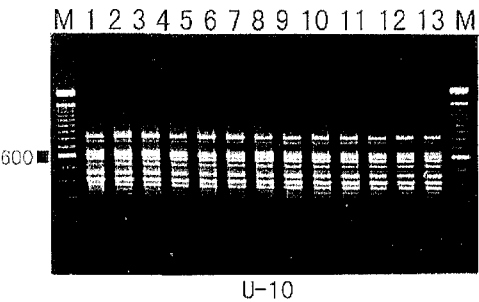


写真1-13 クロマツの長期間継代培養シュートのRAPD分析の例

うかを調べるためのRAPD分析では、バンドのパターンの変異はなく、遺伝的にシュートは均一であると予想された(写真1-13)³⁾ので、難発根性には生理的な原因も考えられる。

b ギイセンチュウ抵抗性のクロマツのシュートをIBA 3 mg/lとIPA 2 mg/lを含有したRIM培地にて培養することによって、発根植物を得た。

c クロマツの発根への各種糖の効果は、ラクトース、スクロースが促進的で、ガラクトース、キシ

糖等の種類 (g/l)	根原基形成シュート数
マルトース (20)	1
ラクトース (20)	4
ガラクトース (20)	0
キシロース (20)	0
デンプン (20)	3
スクロース (20)	3
スクロース (5)	2

RIM 培地(IBA 5 mg/l)各 20 本供試、1 ヶ月培養

表1-90 クロマツの培養での各種糖の効果

ロースが阻害的であった(表1-90)。

d クロマツの1クローンでは、ラクトースの濃度が10g/lの時のみに発根がおきた(表1-91)。グルタミン(0-820mg/l)やアスコルビン酸(0-1760 mg/l)は、検索した濃度では発根に効果が認められなかった。

e マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツのシュートの発根試験では、暗黒・低温処理をすることで、低率の発根が認められた。

エ 考察

クサソテツについては、組織培養での大量増殖、及び順化再生が可能となった。農家への無病優良苗の頒布等に活用できると思われるが、増殖した山菜を実際に頒布する場合には生産農家との連携が必要である。

コシアブラのシュート培養については、増殖後の発根処理が必要だが、他の増殖法である不定胚からの再生率が低いクローンでは確実な再生方法として活用できると思われる。

ギイセンチュウ抵抗性クロマツの組織培養シュートからの発根は、温度や光条件、気体環境等物理的な環境にも注目して発根率の向上のための検索をさらにする必要がある。

オ 今後の問題点

クサソテツについては、培養の増殖生存率をさらに向上させるとともに、試験的頒布による現場での生産について検討する必要がある。また、新たに山菜と工芸用の資源樹木をみつけ、その増殖再生について研究することも必要である。

マツノザイセンチュウ病抵抗性のクロマツでは、発根率の向上をさらに検討する必要がある。

カ 要約

クサソテツの組織培養での外植片としては、根茎

糖の濃度 (g/l)	発根シュート数
2	0
10	1
20	0
50	0

RIM 培地(IBA 5 mg/l)各 8 本供試、1 ヶ月培養

表1-91 クロマツの培養でのラクトース濃度の効果

に発生した側芽が適していることをみつけた。初代培養での外植片の生存率は70%で、試みた基本培地の中では1/2 MS培地が最適で、継代培養では、チジアズロン 0.25mg/l添加培地やカイネチン 1 mg/l添加培地等が芽の伸長に効果があることがわかった。分裂組織の増殖では4-PUを2 mg/l、チジアズロンを0.5mg/l添加した1/2 MS培地等が優れていた。さらに、最適培養条件の検索を進めて、側芽からの効率的な再生系を確立した。クサソテツの組織培養条件を検索して再生条件を調べたところ、1/4濃度のMS培地にて活性炭を添加することが、発根数及び葉の数の増加に効果があった。クサソテツの順化苗の作出には、バーミキュライトよりもパーライト培地が生存に適していた。さらに4℃で3ヶ月以上処理することで、順化後のシュートの発生が優れることがわかった。以上のようにクサソテツについては、組織培養での大量増殖、及び順化再生が可能となった。

コシアブラのシュート培養に成功した。また、人工種子化の基礎データを得た。

ザイセンチュウ抵抗性のクロマツのシュートをIBA 3 mg/lとIPA 2 mg/lを含有したRIM培地にて培養することによって、発根植物を得た。マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツのシュートの発根試験では、暗黒・低温処理をすることで、低率の発根が認められた。培養温度についても、25℃と20℃とで発根への差は無かった。RAPD分析では遺伝的にシュートは均一であった。クロマツの発根への各種糖の効果は、ラクトース、スクロースが促進的で、ガラク

トース、キシロースが阻害的であった。クロマツの1クローンでは、ラクトースの濃度が10g/lの時のみに発根がおきた。グルタミン (0-820mg/l) やアスコルビン酸 (0-1760mg/l) は検索した濃度では発根に効果が認められなかった。

キ 引用文献

- 1) K. Ishii, E. Maruyama, I. Kinoshita: Application of artificial seed technology for regeneration of in vitro cultured plantlets of forest trees. Proceedings of Second International Wood Biotechnology Symposium, pp247 - 258 (1999)
- 2) K. Ishii, E. Maruyama, I. Kinoshita: Artificial seed technology applicatin in propagation of forest trees. Proceedings of the 6 th annual conference in Tsukuba, Ibaraki pref. IPPS - Japan, pp 1 - 2 (1999)
- 3) Goto, S., R. C. Thakur & K. Ishii: Determination of genetic stability in long - term micropropagated shoots of *Pinus thunbergii* Parl. using RAPD markers, Plant Cell Reports 18, pp193 - 197 (1998)
- 4) Thakur, R. C., Y. Hosoi & K. Ishii: Rapid in vitro propagation of *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro - an edible fern, Plant Cell Reports, 18, pp203 - 208 (1998)
- 5) 細井佳久・ラメッシュ・タクル・石井克明: クサソテツの組織培養, 第109回日本林学会大会講演要旨集, p 184 (1998)

(石井克明)

第4章 地域資源の維持管理のための基盤整備手法の開発

1. 粗放的営農のための農地整備・管理技術の開発

ア 研究目的

わが国では、労力不足等のため維持が困難となる農地が増加している。特に中山間地域では過疎化、高齢化が進んでいるだけでなく、農地の条件も傾斜地や狭小区画が多いなど相対的に不利である場合が多い。こうした中山間地域でも、将来の食糧生産の場の確保や地域環境保全の視点から今後も農地を維持していく必要があるが、中山間地域の農地を一律な水準で整備することは困難になってきている。一方、中山間地域の農地を雑穀栽培、飼料作等の粗放的営農を実施して管理することが試みられており、このような管理利用形態に応じた農地整備技術の確立が求められている。

本課題では、粗放的営農によって農地を維持していく場合の農地の整備・管理技術を開発するために、現在実施されている粗放的営農の実施実態を解明するとともに、圃場の位置、勾配等の環境条件と、農業の担い手等の社会条件に応じた農地の管理条件を求め、区画や農道、用排水施設等の整備項目の抽出を試みた。

イ 研究手法

本研究では、主に農地管理を目的とした粗放的営農について、全国的な実施状況を広く把握するとともに、農地の条件が特に厳しい急傾斜地において、農地の保全に必要な農地付帯施設等の整備水準について検討を行った。

粗放的営農の把握は、主に道県の中山間地域対策担当者に対するアンケートにより行い、急傾斜農地の整備水準の調査は関東山地内において行った。

(ア) 粗放的営農実態調査

粗放的営農の実事例と対象農地の状況を把握するため、道県の中山間地域対策を担当する部署を対象にしたアンケート調査を行った。アンケートは、農地管理を目的として中山間地域で行われている粗放的営農の事例について各道県4件程度を対象に実施したが、事例の選定は道県の担当者に委ね、中山間地の農地管理を行うために現状でどのような農業が試みられているかを調査した。調査項目は事例の所在する市町村、集落名の他、作物の種類、営農面積、農地の状況、市町村の支援措置の各項目について担当者の自由記入により行った。

(イ) 急傾斜農地整備水準調査

一口に中山間地域と呼ばれる地域であっても、農地の条件は地形、地質等の影響を受け様々である。関東山地や四国山地等では斜面勾配20°～40°にも及ぶ傾斜地に農地や集落が位置している。そのような地域では、農地を保全していくために営農対応による簡易な保全施設設置や事業による農道設置が行われているが、このような急傾斜農地の農地付帯施設について設置状況や効果を現地での測定およびアンケート調査により明らかにした。調査は、中山間地域でも特に急傾斜地に農地が多く分布する地域の一つである関東山地中央部の山梨県T村において行った。

ウ及びエ 結果と考察

(ア) 粗放的営農実態調査

a 粗放的営農の実態

道県における粗放的営農の事例として、151事例について回答を得た。この151事例を栽培作物や目的により表1-92に示す10類型に分類した。分類の

類型	事例数	分類基準	栽培作物等
果樹	16	生産物の販売を目的に果樹を栽培している事例	りんご、きんかん、ぶどう、ブルーベリー、えす、かき
花木	1	生産物の販売を目的に花木を栽培している事例	ハナモミ
工芸	3	生産物の販売を目的に工芸作物を栽培している事例	コウゾ、ナタネ、ハゼ
雑穀	35	生産物の販売を目的に雑穀を栽培している事例	ソバ、ハトムシ、コムギ*
山菜	13	生産物の販売を目的に山菜を栽培している事例	ヤマドリ、リラビ、フキ、ココミ、センマイ、ウロイ、キョウジ、ヤコンニク、タラノ
野菜	4	生産物の販売を目的に野菜を栽培している事例	ヤマカブ、ラズ、スイートコーン、タリナキマメ、ミョウガ
飼料	14	飼料作物を栽培している事例	イタリアンライグラス、ソルガム、デントコーン
畜産	5	農地を直接畜産に利用している事例	レンゲ（養蜂）、タリ（和牛）
緑肥	5	地力維持を目的に作物等を栽培している事例	レンゲ、ヘイオーツ、ヒマワリ
景観	34	販売を目的とせず、景観維持を目的に作物等を栽培している事例	コスモス、レンゲ、ヒマワリ、ナノハナ、ショウブ、スイセン、ハナショウブ、アジサイ、ササビ、アスレシ、ソバ、ヒカマ、ナ、ヒメクニナギ

作物名は調査票に具体的名称が記載されていた事例について記載。*コムギは雑穀類型に含めて扱った。

表1-92 類型区分の基準と栽培作物等

基準は同表に示したが、同じ作物等が栽培されていても栽培目的によって異なった類型としている場合がある。なお、調査票に栽培目的等が具体的に記入されていなかった場合等は、市町村の担当者への問い合わせや現地確認によって補完した。また、各事例毎に検討を行い、同一市町村内の類似条件の地区において同一の作物を栽培している場合、および同一地区内において栽培されている作物等が異なるものの同一類型に分類された場合は、一事例として取り扱った。一方、同一地区で複数の類型に分類される営農が実施されている場合は別個の事例として扱った。この結果、事例数は130に整理された。

類型ごとの事例数は、雑穀が最も多く全事例の27%、次いで景観が26%と比較的多く、他に果樹、飼料、山菜がそれぞれ約10%を占めていた。

b 栽培作物

栽培されている作物等では、ソバの件数が34事例と最も多く全事例の1／4以上を占め、粗放的営農の代表的作物と捉えられていることが示された。次いで、レンゲ15、コスモス13、ヒマワリ7事例と景観維持を主な目的としている花卉類の栽培事例が多くみられた。この中で、レンゲについては、景観類型のほか、畜産、緑肥の各類型でも栽培されていた。また、ヒマワリについても緑肥として栽培されていた事例が1事例あった。なお、景観類型では複数の

作物を栽培している事例が7事例あり、他の類型と比較して多くみられた。類型毎に作物等をみた場合、雑穀、果樹では作物の種類が比較的少なく、同一の作物が多く事例で共通して栽培されているのに対し、山菜、景観では事例毎に異なる作物等が栽培されている傾向がみられた。

c 対象農地

対象農地の地目は、水田が最も多く、次いで畑、樹園地（すべて桑園）の順であった。類型毎に見た場合、水田が占める比率は、景観と飼料の類型で高く、果樹、山菜では低い。また、粗放的営農開始前は当該農地が遊休化していた事例が56あった。

対象農地の整備状況を図1-69に示した。このうち、農地が整備されているとした事例の中には対象農地の一部が整備されていた事例も含んでいる。全類型では水田の45%、畑の48%の事例で区画が整備され、また、水田の57%、畑の73%の事例で農道が整備されていた。対象農地のうち区画、農道とも整備されているのは水田で49、畑で23事例であった。

類型毎に見た場合、果樹においては整備事例率が低い。また、花木の一例は区画、農道とも未整備、工芸のうちコウゾ、ハゼを栽培している事例でも区画は未整備であり、果樹に限らず木本類は整備されていない農地に導入されている場合が多い。一方、景観類型では農道の整備事例率が低い。この理由として、通過交通が多い主要道路や観光地へのアクセス道路等の沿道の圃場が対象となる場合が多く、農地内の耕作道が整備されていなくても営農上の支障が比較的少ないこと、収穫物輸送の必要性が無いことが考えられる。

これに対して、飼料と緑肥の類型は、整備された農地で営農が実施されている事例が多い。飼料については農地利用自体は粗放的であっても、畜産の一環として農地が利用されるため大型機械による効率的な作業が求められるためと考えられる。また、緑肥については、連作障害回避や転作のローテーションに組み込まれ、近い将来に他作物導入などを予定しているなど、次の利用を念頭において実施されているため、整備された農地で実施されている事例が多いものと推定される。各類型とも水田と比較して整備事例率は畑の方が高い。

粗放的営農実施以前の農地について、対象地の全部または一部が耕作放棄等により遊休地となってい

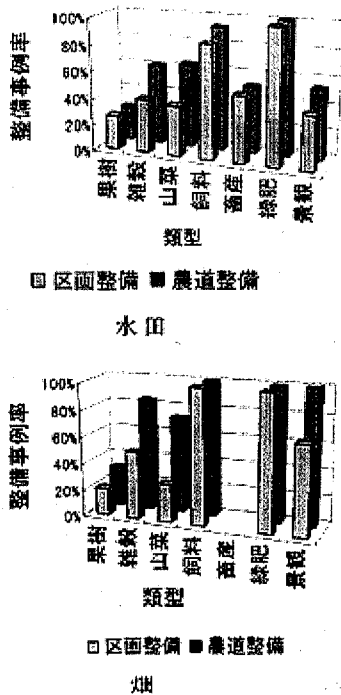


図1-69 類型別農地整備事例率
整備事例には対象農地の一部が整備されていた事例を含む

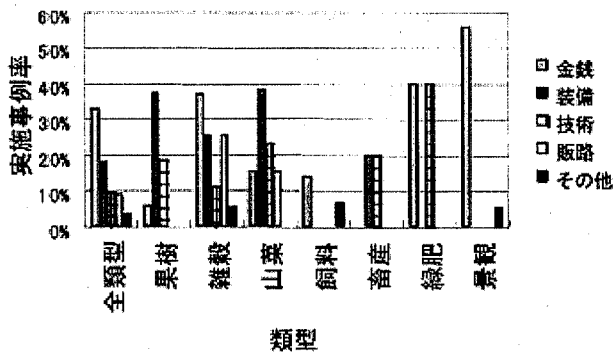


図 1-70 類型別支援措置

金銭－資材費の補助や収穫物の販売に対する助成等で金銭的な助成が行われている場合（転作奨励金は含まない）
 設備－加工施設や農機具購入等に対する助成
 技術－営農の技術面での指導
 販路－収穫物の販売
 その他－集団育成、制度整備等

た事例は41%あった。類型毎では、景観では56%の事例が遊休地を含んでいた。なお、雑穀類型は他類型の事例と比較して広い面積の管理に利用されていた。

d 公的支援措置

全事例の60%で、営農を実施している農家や農業者集団に対しての市町村等による支援措置が実施されていた。図1-70に示すように、最も多く実施されていたのは、種子や資材費の助成、収穫物の価格保証や取引に対する助成、面積に応じた補助金等の金銭による支援措置であった。また、加工施設や農機具購入等に対する助成は、直接販売の対象となる作物等を生産する果樹、雑穀、山菜、畜産の各類型においてだけ行われている。営農技術の指導等の技術指導は果樹、雑穀、山菜、畜産、緑肥の各類型の事例で、収穫物の買い入れ保証等の販路の確保の支援は、雑穀と山菜の類型の事例において見られた。事例数が多いソバについて検討すると、営農面積10ha以上の9事例中6事例では、公的支援措置として、販路の確保、価格保証などが行われていた。一方、0.5ha以下の8事例では、支援があった場合でも種子代の補助程度であり、生産物はイベント等で消費される程度となっていた。

e 地域による特徴

各類型が占める構成比を地域ブロック毎に検討した結果では、景観は関東東山と近畿において全事例中に占める構成比が高く、特に近畿においては景観以外の類型は1事例のみであった。雑穀は近畿を除き、各地域とも25~33%を占めていた。山菜は北海道・東北と北陸で、飼料は東海と九州で高い。一方、果樹類型は北陸と近畿にはなく、緑肥は近畿以

表 1-93 T村各集落の農地所在地の勾配

集落	農地所在地の傾斜 (中心部) (外縁部)		耕地面積 変化率*	畑の不 作付率**
①	3°	27°	36%	12%
②	4°	11°	33%	33%
③	6°	5°	40%	7%
④	31°	40°	41%	0%
⑤	37°	40°	—	—
⑥	36°	36°	—	—
⑦	27°	40°	24%	13%

中心部：集落内で宅地が集中し農地と混在している部分

外縁部：集落外縁部で宅地が無く農地だけがある部分

*、**農林業センサスによる。なお、⑤、⑥の集落はセンサス調査結果非公開

* 1970年を100%としたときの1995年の耕地面積

** 1995年

西からは報告されていない。

(イ) 急傾斜農地整備水準調査

a T村の農地利用状況

T村を対象に農地が位置する斜面の勾配を縮尺1:10,000の地形図から求めた。T村内の各集落では、表1-93に示すように27°~40°の斜面上に農地が位置している場合が多く、集落中心部の宅地の間にある農地も同様の急勾配斜面上にある集落もある。このよう集落では耕地面積は減少してきたが、1995年の畑の不作付率は高くない。これらの農地は、ソバ、ジャガイモ、ワラビ等と自家用野菜の栽培に主に用いられている。

農地の利用状況および簡易保全構造物配置の調査は村内3ヶ所で行い、A~C調査地とした。3調査地はいずれも南斜面にあって、A調査地は表1-93に示した①の集落の上方に位置し、調査地内を自動車通行が可能な農道が設置されている。B調査地は④の集落の上方、C調査地は④の集落の宅地の間に位置し、調査地内の耕作道の通行は歩行者に限られている。調査は1998年に実施し、斜面および圃場面の傾斜を求めるとともに、圃場内に設置されている簡易な農地付帯施設の配置を求めた。併せて同年秋作の栽培作物の調査を行った。

b 急傾斜農地の土地利用と簡易農地保全構造物の配置

(a) 圃場勾配と簡易保全構造物配置

各調査地の斜面傾斜は、A調査地が23~25°、B調査地は31~36°、C調査地は35~37°であった。

斜面および圃場の勾配、簡易保全構造物の配置および1998年秋作の状況についてB調査地の調査結果

を図1-71に示した。圃場面の傾斜については、A調査地では斜面がそのまま畑面として利用されている圃場が多いが、B、C調査地では階段状に勾配を修正して利用している圃場が多く見られた。B、C調査地では、概ね35°以下の斜面では傾斜の修正を行わずに利用されている圃場が多いのに対し、傾斜35°を越える場合、現在作物の栽培が行われている圃場では、永久構造物である石積みの他、木材、ガードレール等の廃材を利用した簡易な保全構造物を配置して傾斜の修正を行っている場合が多い。また、傾斜修正が行われていない圃場においても、廃ガードレール等を畑面に埋め込んだだけの、さらに簡易な保全構造物が配置されていた。

(b) 栽培作物

1998年秋作の作物を調査した結果では、ソバおよびマメ類、ソサイ類が各調査地において共通して栽培されていた他、サトイモがA、B調査地、ワラビがA、果樹がB、花卉がC調査地で栽培されていた。

(c) 圃場条件と土地利用

圃場の位置、勾配等の条件と作付けされている作物との関連を見ると、A調査地の場合、自動車通行可能な農道に面した圃場は主にソサイ等の栽培に利用されており、B、C調査区でもソサイ類の栽培に利用されているのは自動車道から進入する歩道に接した圃場に限られていた。また、勾配との関連では圃場面の傾斜が35°を越える圃場では、一部にマメが栽培されている他はソバが栽培されていた。

c 施設整備の効果

(a) 調査地の概況

粗放的営農により急傾斜農地の営農を継続するための整備条件を求めるため、自動車通行可能な農道等の整備が行われたB調査地の42筆の耕作者26戸を対象にアンケート調査を実施した。調査対象圃場は、ソバを主体にして各種の作物が栽培されており、1990年度から1992年度にかけて農道整備が実施されているとともに、簡易な畑地灌漑施設、有害獣侵入防止を目的とした柵工の整備が実施されている。

調査農家における主な農業従事者は、65歳以上が21人であったが、30、40歳台も各1人含まれていた。生産物は自家消費されている場合が多いが、販売および自家業務（旅館、民宿）に生産物を利用している農家が6戸あり、地域の産業の中で急傾斜農地の地位が低くはないことが示されている。農道が設置される前は、養蚕やコンニャクの衰退により遊休地が多く生じていた。

(b) 農道設置の効果

各圃場の利用状況の変化を図1-72に示した。31%にあたる13筆は農道開通後に利用が再開された圃場である。このうち5筆は農道開通と同時に、8筆がその後に利用が再開されている。また、12筆では農道開通後、栽培作目が増加し、3筆は貸借や売買等が行われていた。また、図1-73に示すように農道開通前は、いも類が最も多くの圃場で栽培されていたが、農道開通後、穀類、葉菜類の栽培が行わ

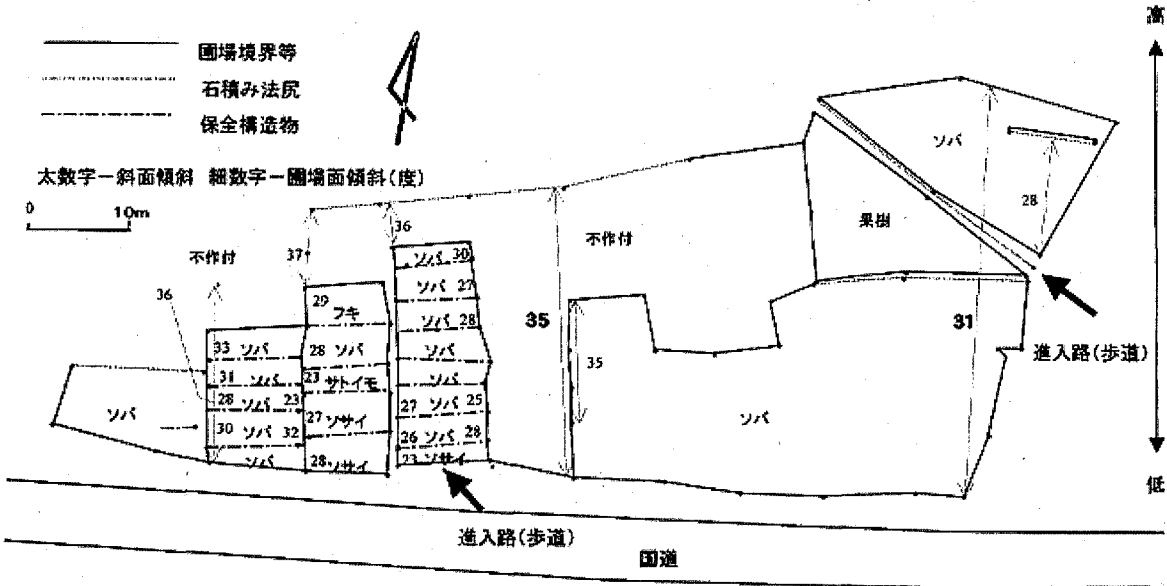


図1-71 急傾斜農地の勾配、施設配置と農地利用状況事例（B調査区）
作付は1998年10月調査 ソバ作付け畑の一部にはマメが栽培

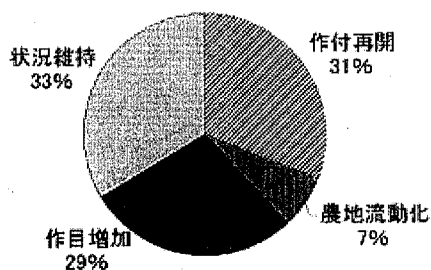


図1-72 農道設置後の圃場利用の変化

作付再開：農道開通後、遊休地に作付が再開された圃場
 農地流動化：農道開通後、売買、貸借等が行われた圃場
 作目増加：農道開通後、作付けされている作目が増加した圃場
 状況維持：農道開通後も開通前と同じ作目を作付けしている圃場

れるようになった圃場が多い。なお、現在では、一筆の圃場でソバとジャガイモの二毛作と野菜栽培を組み合わせ実施している場合が多い。機械利用については、農道設置前3戸であった耕耘作業への機械利用が、現在は過半の農家に普及している。また、通作に関しては、現在も10戸の農家が徒歩であるが、運搬作業には20戸で自動車を利用しており、運搬作業の軽労化の効果が著しいことが判明した。

また、営農条件を確保するために農家が今後希望することを自由に述べた内容を集約した結果では、自由意見であるにもかかわらず獣害対策を求める意見が圧倒的に多かった。本地区ではイノシシによる獣害が急増しており、これに対応して有害獣侵入防止施設の設置が行われているものの一部で被害が継続しているためこれを反映したものと考えられる。また、2件ではあるが土地利用の規制（畑地への植林を抑制）を求める意見も出された。

オ 今後の問題点

粗放的営農により農地管理を継続する農地に対し、農道整備や簡易保全施設等の既存技術をどのように適用して整備されているかについてはある程度示すことが出来た。今後は、地域特性に応じた粗放的営農のための体系的な農地整備手法の開発を行う必要がある。

カ 要約

中山間地域の農地管理を目的とした、比較的手のかからない農業の実施事例を道県の中山間地域対策を担当する部署を対象としたアンケートにより調査した。その結果、全国130事例について、営農の形態、管理対象となる農地の状況等について把握した。また、中山間地域の中でも農地が急傾斜地に多く分布する地域において、勾配と農地利用、簡易保全施設の設置等の関係を明らかにしたとともに、急傾斜農

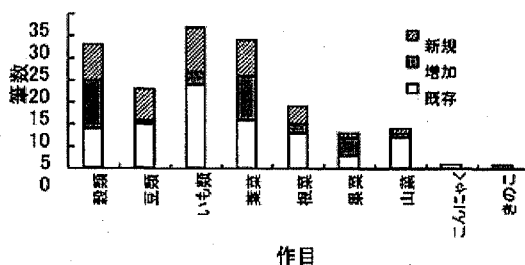


図1-73 栽培作物別圃場筆数

新規：農道設置後、不作付地に新規に栽培されるようになった圃場の筆数
 増加：農道設置後に追加して栽培されるようになった圃場の筆数
 既存：農道設置前から栽培されていた圃場の筆数

地圃地への農道設置が農地利用に及ぼした影響を明らかにした。

(ア) 粗放的営農による管理が必要とされている農地とその整備状況を営農実態と併せて把握するため、道県を対象に調査を行った。各事例を栽培作物や目的により、果樹、工芸、花木、雑穀、山菜、飼料、畜産、野菜、緑肥、景観の10類型に分類した結果、雑穀が最も多かった。

対象農地は水田、畑、樹園地（すべて桑園）の順に多かった。農地の整備状況は区画、農道とも整備されているのが水田47%、畑43%の事例にあった。類型毎に見た場合、飼料では整備地区の比率が高いが、果樹は農道も未整備の地区が多く、雑穀や山菜は区画は整備されていないが農道が整備されている地区での実施事例が多かった。また、雑穀類型の事例は、他類型の営農事例と比較して広い面積の管理に利用されていた。なお、粗放的営農開始前は遊休化していた農地が36%の事例にあった。

(イ) 粗放的営農において求められる農地および付帯施設、保全施設等の整備項目とその整備状況の検討は、条件的に過酷な急傾斜地の農地を対象として行った。山梨県T村における調査結果の範囲からは、傾斜35°を越える圃場では、雑穀栽培等による管理が必須であるとともに、現状から判断して斜面勾配の修正、保全構造物の設置が必要であった。また、自動車通行可能な道路の整備は集約的作物の導入をも促し総合的な農地管理に有効であり、獣害発生地域においては有害獣侵入を完全に防止できる施設の整備が重要な項目と判断された。これらの諸施設を有機的に結びつけて整備を行うことが農地管理のために有効であると考えられる。

(奥島 修二，小倉 力)

2. 急傾斜農村における農地の整備・管理技術の開発

ア 研究目的

急傾斜農村において地域の活性化を図るためには、農業生産基盤としての農地を利用しやすく整備し、かつ安定的に生産できるよう維持管理することが不可欠である。

そこで、農地管理技術開発の一環として、地理情報システム（GIS）を活用した農地管理データベース構築手法の開発、中でも簡便な集落現況図作成手法の検討と農地維持管理指針の策定に有用な遊休農地・表層崩壊発生に関わる指標の開発を行う。また、基盤整備技術開発の一環として、整備農地の不陸発生要因の検討を行う。

イ 研究方法

(ア) 地理情報システムを活用した農地管理データベース構築手法の開発

a 簡便な集落現況図作成手法の検討

高知県長岡郡大豊町A集落において、密着焼付した空中写真より作成したラスター画像から、市販のGISソフトを用いて正射投影変換画像（地図座標を持った画像）を作成する。この正射投影変換画像を基に、一区画の面積が狭小な急傾斜棚田集落においても土地利用区分線が作成可能であることを一般的な地図作成手法である解析図化機を用いて作成した農地区画区分線図とこの正射投影変換画像を比較・対比することによって検討する。

b 集落単位での農地維持管理指針の指標開発

前出のA集落において、1975年から1998年の間の遊休農地発生に対する自然立地条件と労働作業条件に関わる要素の影響度合を検討する。検討に必要な農地区画区分線や土地利用、等高線等のデータは空中写真や既存の各種地図、現地調査結果を基にGIS上に作成・構築し、これらのデータから農地1筆毎に面積、車道からの通作距離、及び立地する斜面の傾斜方位と傾斜度を求める。求めたデータから耕作地・遊休地別の平均値と変動係数を年次別に算出し、この結果に基づいて、遊休農地発生の予測に有用な指標を求める。

同じくA集落において、1975年に耕作地であった農地を対象に、農地の立地・管理条件と表層崩壊発生の関係を統計解析する。解析に当たっては、農地1筆毎に既往の研究等から表層崩壊と関係が深いと

考えられる土地利用、傾斜度、比集水面積、水系次数、及びNDVI（正規化植生指標）の5項目のデータをGIS上に作成・構築し、表層崩壊の有無を外的基準として数量化理論第Ⅱ類を用いて統計モデルを作成する。この結果に基づいて、表層崩壊予測に有用な指標を求める。

(イ) 整備農地の不陸発生要因の検討

中山間地域における整備圃場基盤の不陸発生実態を把握するため、香川県8筆、愛媛県2筆、高知県2筆のそれぞれの整備圃場において、表面標高、作土厚さを3m×3mメッシュで計測することによって圃場基盤の標高分布を把握する。さらに、基盤の標高分布から得られた沈下傾向とそれぞれの圃場の整備後経過年数、切り盛り厚さ、土性などとの関係を求めることによって、傾斜地域整備圃場における基盤沈下の発生要因について検討する。

ウ及びエ 結果と考察

(ア) 地理情報システムを活用した農地管理データベース構築手法の開発

a 簡便な集落現況図作成手法の検討

作成した正射投影変換画像と同一の空中写真等を用いて解析図化機から作成した農地区画区分線を重ね合わせ表示したものを図1-74に示した。両者とも、ほぼ同一の図化精度である。

この正射投影変換画像から、棚田や段畑、傾斜畑の農地区画や舗装道路は概ね正確に判読することが出来た。従って、農地1筆の面積が狭小かつ地形的な要因から空中写真画像の歪みが大きい急傾斜農村においても、正射投影変換画像を作成し、これを背景に農地区画区分線等を重ね書きすることによって、簡便に集落現況地図を作成することが出来る。

急傾斜農村においては、現況の農地1筆まで表現された大縮尺の地図が整備されていない集落は多い。地籍図の1筆には畦や法面等を含む場合や現況の数



正射投影変換画像：背景映像
農地区画の区分線：白線（解析図化機で作成）
縮尺：約1/2,000

図1-74 作成した正射投影変換画像

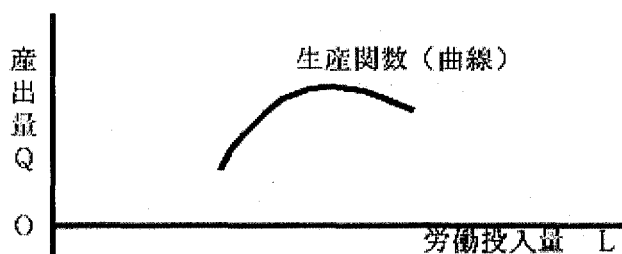


図 1-75 圃場の生産関数 (模式図)

の差は、図 1-75 上曲線の Y 軸方向への移動、労働作業条件の相違は X 軸方向への移動として表され、前者では第 I 形態の、後者では第 II 形態の差額地代が相違すると考えられる。なお、第 I 形態の差額地代とは等しい投入量の下で土地条件の相違から生じる産出量の差から形成される地代、すなわち図 1-75 上曲線の Y 軸方向への平行移動として表され、第 II 形態の差額地代とは等しい土地条件の下で投入量の相違から形成される地代、すなわち X 軸方向への平行移動として表される。遊休農地は負の差額地代を生じる農地で発生する。

年次別の各項目の平均値と変動係数の算出結果は表 1-94 に示した。この結果から、労働作業条件を表す面積と通作距離の平均値には耕作地と遊休地の間に明瞭な値の差が認められるのに対し、自然立地条件に大きく関わる傾斜方位の平均値には両者間に明瞭な差は認められない。このことから、急傾斜農村における遊休農地発生は第 II 形態の差額地代の相違が卓越する形で生じていると考察される。

従って、圃場面積や通作距離など労働作業条件に関わる指標が急傾斜農村の遊休農地発生の予測に有用な指標である。また、急傾斜農村においては、圃場面積の拡大や農道の整備等の基盤整備を実施して労働作業条件を改善することにより、農地の保全が図られることが判る。

表層崩壊の解析結果例を表 1-95 に示した。

表 1-95 の事例では、ある程度の相関比が得られており、統計モデルとして棚田の表層崩壊危険度の判別は可能である。従って、表層崩壊発生危険度に関わる指標として土地利用、傾斜度、比集水面積、

表 1-94 農地の立地条件と土地利用変動 (大豊町 A 集落)

筆が地籍図上の 1 筆とされる場合も多く、農地の現況把握という面では難がある。また、専門業者に地図作成を依頼した場合には、多額の費用を必要とする。本手法は、自治体や農協等で集落の活性化計画を担当する技術者自らが簡便、安価かつ比較的高精度に急傾斜農村の現況把握図を作成するのに有用な手法といえる。

b 集落単位での農地維持管理指針の指標開発

各農地での生産関数 (投入量と産出量の関係を表した関数) は、図 1-75 上の曲線として模式的に表すことが出来る。自然立地条件の相違に伴う産出量

表 1-95 表層崩壊の発生と農地の立地条件 (大豊町 A 集落)

	土地利用	傾斜度	比集水面積	水系次数	NDVI	相関比	正答率
Aブロック	0.591	1.354	1.546	0.789	0.825	0.536	0.929
Bブロック	0.022	0.830	1.627	0.689	2.281	0.375	0.869

Aブロック：総サンプル数42 (内、崩壊サンプル数：9)

Bブロック：総サンプル数61 (内、崩壊サンプル数：10)

注1)各項目のカテゴリー

土地利用：耕作地(1975)→耕作地(1989)、耕作地(1975)→遊休地(1989)

水系次数：1/5,000縮尺でブロック出力した等高線より判読できる等高線凹部を「谷」、これらを結んだものを「沢」として修正ストレーラ方式で沢にランク付けた後、沢に対応する水系内の農地を沢のランク値でカテゴリー化

その他：各項目の値の大小より、各カテゴリーの個数が均等になるように5段階に区分

注2)NDVI (正規化植生指標)

1990.5.9収録のLandsat TMデータより算出

注3)解析対象範囲 (ブロック)

A集落内において、沢を境界として区分

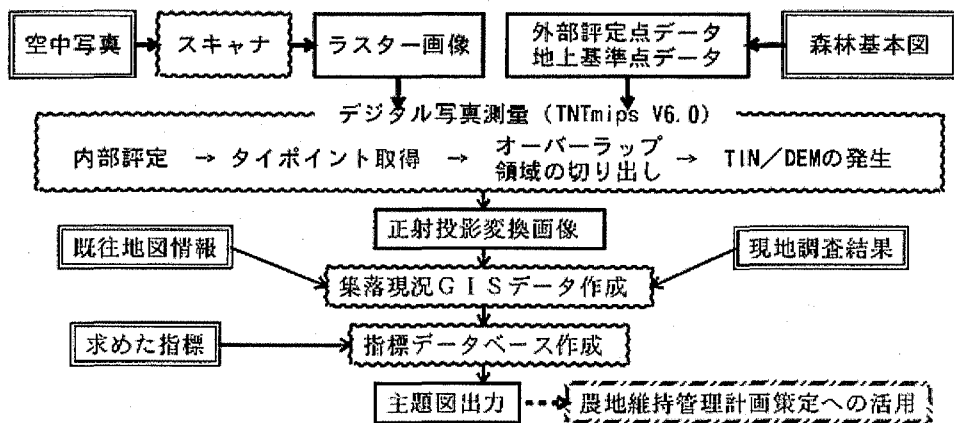


図1-76 農地管理データベース構築手法の体系化

水系次数、及びNDVIの5項目は適当であると考えられる。

c 農地管理データベース構築手法の体系化

以上の結果・考察に基づき、急傾斜農村における集落単位での農地維持管理計画策定を支援する農地管理データベース構築手法を図1-76に示した。本手法では、ラスター画像化した空中写真から正射投影変換画像を作成し、これを基図として農地区画区分線のベクターデータを作成することから、農地を現況の1筆単位で表した詳細な集落現況図を簡便に作成することが出来る。また、今回求めた指標以外にも、農地各筆に対応した各種調査結果等を取り込むことは容易である。

(イ) 整備農地の不陸発生要因の解明

図1-77には圃場整備する前と後の圃場形態の違いを示すが、傾斜地域での圃場整備は標高差のある幾つかの小さな圃場を集めて一つの圃場を形成するため、整備後一枚の圃場の中に土を盛ってできた部分と土を切ってできた部分が生じる。これらを以降、盛土部、切土部と呼ぶものとする。

図1-78には、基盤標高の測定結果の一例を示し

た。調査した全ての圃場において程度の大小はあるものの盛土部分を中心に基盤が低くなる傾向が認められた。基盤の不陸の程度が小さいうちは基盤標高と作土厚さの間に強い相関が認められたが、不陸程度が大きくなると基盤標高と圃場表面標高との間の相関が強くなる傾向が窺えた(図1-79)。このことは、基盤不陸が小さなうちは、代掻きなどによる土の移動で表面均平が図られるが(基盤が低いところほ

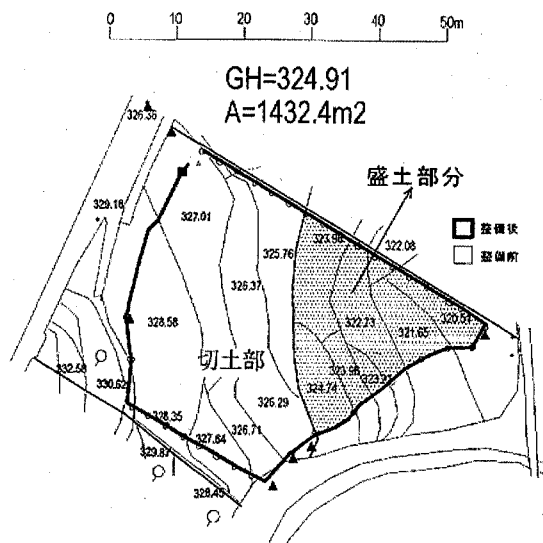


図1-77 整備前後の圃場形態の変化

基盤高分布 (平均圃場表面からの深さ)

MAX: 32cm
MIN: 11cm
AVG: 22.4cm
STD: 3.62cm

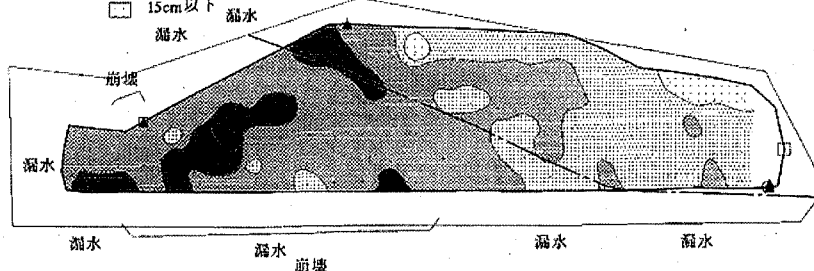


図1-78 整備圃場内の基盤深さの分布

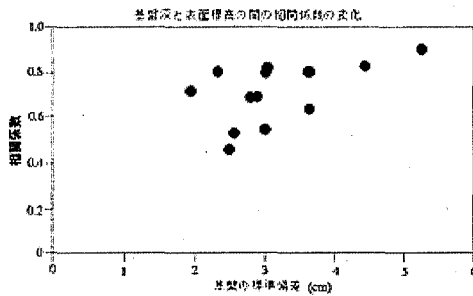
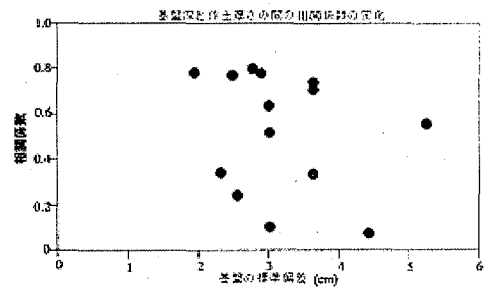


図1-79 基盤不陸程度と圃場状況の関係



ど作土が厚くなる), 基盤不陸がひどくなると代掻きなどの土の移動では追いつかず表面不陸として現れてしまい(基盤が低いところほど表面標高が低くなる), ひいては水稻栽培を行うためには圃場を分割せざるを得なくなってしまうという, 圃場状況を示している。このように, 基盤の不陸は整備圃場における栽培上, 営農作業上大きな影響を与えているといえる。

図1-80には, 調査圃場における整備後の経過年数と基盤不陸の程度を示した。なお, 以降, 基盤不陸の程度として基盤標高の標準偏差を用いるものとする。基盤不陸は, 程度の大小によらず整備後の早い時期から現れている。香川県などの整備工事は図1-81に示すように土を30cm巻きだして転圧していく方法で行われている¹⁾。同様な工程で整備が行われているとすると, 沈下などの発生には地区の傾斜程度(盛土厚さ)や土の性質が大きな影響を与えているものと考えられる。

図1-82には, 調査圃場における盛土の厚さと基盤標高の関係を示した。圃場内の盛土部と切土部を比べると盛土部で明らかに基盤標高が低くなっていることが分かる。このとき, 盛土の厚さが1.5から2.0mを超えると基盤の下がり方が大きくなる傾向が認められた。

図1-83には, 基盤部分の土性(砂含量, 粘土含量)と基盤不陸程度との間の関係を示した。なお, 砂画分, 粘土画分の分類は国際法によった。基盤不

陸程度は砂含量との間には正の相関, 粘土含量との間には負の相関が見られ, 砂分が増加し粘土分が減少するほど不陸の程度が大きくなる傾向が見られた。調査対象とした圃場は粘土分が10%程度であり, ほとんどが砂分からなっている。転圧の効果は, 一定粒径のみが卓越する(均等係数が小さい)場合現れにくく, 色々な径の粒子が混ざるほど(均等係数が大きくなる)現れやすくなることが知られている。そこで, 図1-84には調査圃場基盤土壌の均等係数と不陸程度の関係を示す。これから, 基盤不陸と均等係数の間には高い相関が見られ(相関係数=-0.723)基盤土壌の均等係数が小さいほど(一定粒径に近づくほど)基盤不陸程度が大きくなる傾向が明瞭に認められた。

整備圃場の基盤不陸の発生は当然工事の粗密等によっても発生しうるものといえるが, 一方では, 同様な工事が行われていても転圧の効果が現れやすい土壌と現れにくい土壌があり盛土厚が大きくなることによる土圧の上昇に伴う基盤の沈下が原因の一つとなるものと考えられる。今後さらにデータを蓄積する必要があるが, 中山間地域の圃場整備を行うにあたってこのような面からも考慮していく必要があるものと考えられる。

オ 今後の問題点

今後, 調査対象地域を広げ, 得られた研究成果を

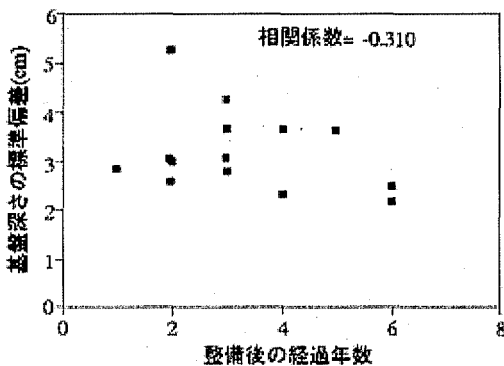


図1-80 基盤不陸と整備後経過年数の関係

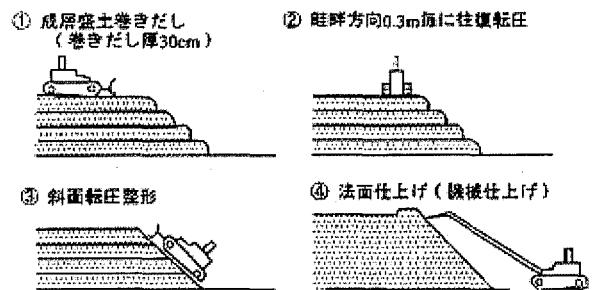


図1-81 圃場整備の工程
(香川県ほ場整備事業標準設計図より)

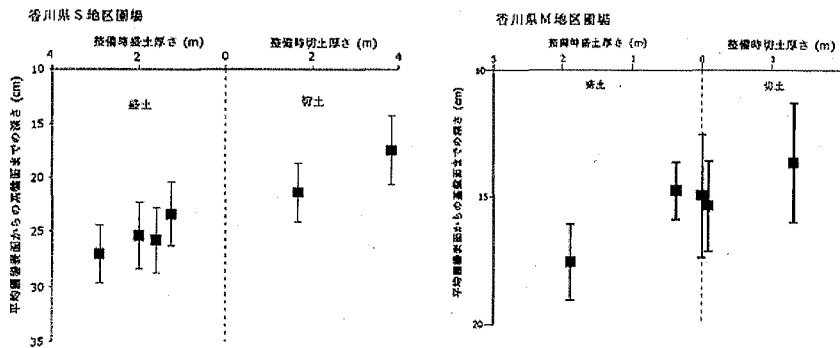


図1-82 切土・盛土厚さと基盤深さの関係

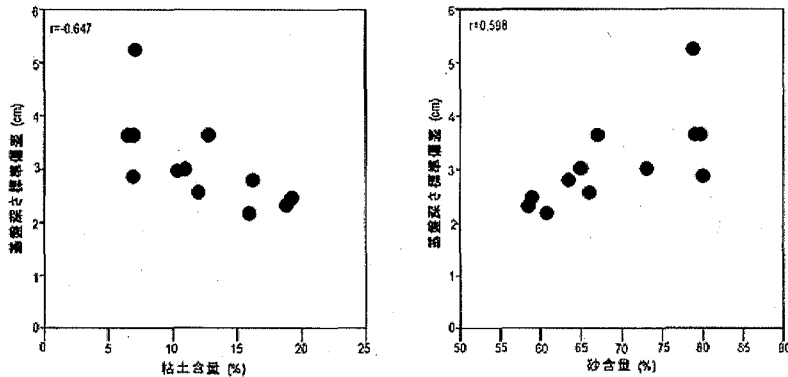


図1-83 基盤不陸と粘土含量・砂含量との関係

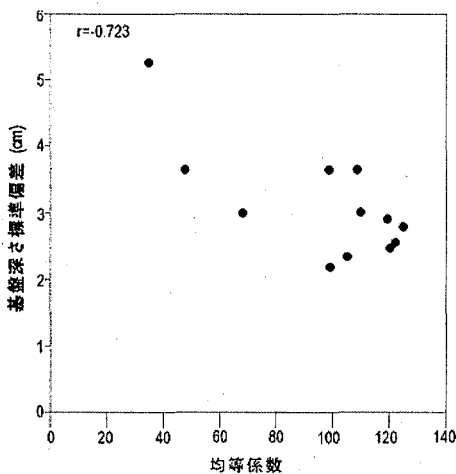


図1-84 基盤不陸と均等係数の関係

より一般化する必要がある。また急傾斜農村における斜面災害被災農地の管理等、今回の研究で対象としなかった領域における農地管理技術の高度化を図る必要がある。

カ 要 約

GISを活用した農地管理データベース構築手法の開発の一環として、空中写真から作成した正射投影変換画像を基に、詳細な集落現況図は簡便に作成可能なこと、遊休農地発生指標として労働作業条件に関わる指標が有用なこと、及び表層崩壊発生指標として土地利用と傾斜度、比集水面積、水系次数、NDVIの指標が適当なことを明らかにし、得られた

結果に基づいて農地管理データベース構築手法の体系化を行った。また、急傾斜農村の基盤整備技術開発の一環として、基盤標高の沈下は盛土部で大きいこと、田面表面の不陸程度が小さいうちは基盤標高と作土厚さの間に強い相関が認められること、及び不陸程度が大きくなると基盤標高と圃場表面標高との間の相関が強くなる傾向が窺えることを明らかにした。基盤不陸の発生には基盤部分の砂含量と正の相関、粘土含量と負の相関があること、及び均等係数の間には負の相関があることを明らかにした。

キ 引用文献

- 1) 香川県農林水産部：圃場整備事業標準設計図，P5（1999）

（吉迫宏，井上久義）

3. 土壌・地下水環境を考慮した耕作放棄地の森林化技術の開発

ア 研究目的

中山間地域では、担い手の高齢化・後継者不足、価格低迷などによる生産意欲の減退、圃場整備などの土地基盤の未整備などの理由により、1990年代以降耕作放棄地が拡大しており、現在においても年間約2万ha以上の農地が放棄されている。

拡大する耕作放棄地が周辺地域に及ぼす影響として、土砂崩壊・土壌侵食による国土保全機能の低下、雑草の繁茂による景観保全機能の低下、雑草や害虫・害獣の発生源などが挙げられる。中山間地域は、国土の約7割を占め、国土保全機能・景観保全機能・水源涵養機能を発揮する重要な地域である。

本研究では、耕作放棄地において失われつつあるこれらの機能を回復させることを目的とした低コストで管理労力低減が可能な森林化技術を既存の法面緑化手法を用い開発するものである。

イ 研究方法

(ア) 森林化手法の検討

法面緑化で用いられる森林化の手法は、1) 植栽工、2) 播種工、3) 表土利用、4) 自然遷移（放置）、5) 1)～4)の複合型である。

これらの手法から、早期に森林化が可能で効率性・経済性の高い手法として、植栽工・播種工を選択し、現地試験に供与した。

(イ) 現地試験

現地試験は、茨城県久慈郡大子町大沢地内の畑地および大子町頃藤地内の水田で1997年11月から2000年3月まで植栽工と播種工を実施した。

a 植栽工

植栽工は、購入苗や山取苗を植栽する方法、挿し木による方法、現地で採取した種子を畑に播き苗木に育て植栽する方法などがある。本研究では、品質のばらつきが少なく、比較的苗木の入手し易い購入苗を現地試験に使用した。

苗木は、2・3年生のポット苗を使用し、雑草防除対策試験ではネムノキ・マユミ・エゴノキ・ヒサカキ・アオキの5種および施肥試験ではコナラ・アキグミ・メグスリノキ・エノキ・ウツギの5種を用いた。

試験区の面積は、1 施工区5.0m×5.0mである。

(a) 雑草防除対策試験

耕作放棄地では、土壌表層に埋土種子として雑草の種子が大量に含まれており、雑草が早期に生長するため植栽木が被圧される可能性が高く、被圧回避および管理低減のために雑草防除対策を講じる必要がある。

本試験における雑草防除対策は、表層土（表層10cm）の撤去区、防草マット（天然素材および人工素材）の布設区、除草剤の散布区および対照区の5種である。

1997年11月と1998年3月に畑地でネムノキ等5種

	1998年3月		2000年3月	
	植生マット	手播き	植生袋	手播き
クヌギ	94.0		45.2	45.2
コナラ	85.5			
アラカシ			6.6	6.6
シラカシ	18.0		9.0	9.0
ヤマハギ	0.4	0.7		
ヌルデ		8.8	21.8	21.8
ネムノキ		0.8	1.6	1.6
アカメガシワ			4.8	4.8

表1-96 播種工の使用樹種と播種量 (g/m²)

を用いて実施した。植栽本数は、1 施工区に10本／1種の計50本である。また、雑草管理を実施しない場合の植栽木の被圧状態を観察するために、1998年3月施工区では放置区を設置した。

(b) 施肥試験

植栽木の生長をより促進させるため施肥試験を1999年3月に畑地・水田でコナラ等5種を用いて実施した。植栽本数は、1 施工区に10本／1種である。肥料は丸山1号 (N:P:K=6:4:3) を用い、1本当たり3ヶ投入した。また、施肥効果を高めるため苗木の周囲に防草マット（天然素材）50cm×50cmを布設した。雑草防除試験と同様に、被圧状態の観察のため放置区を設置した。

b 播種工

播種工は、種子を機械で散布する種子吹付工・厚層基材吹付工、種子をシートやマットに添着する植生シート工・植生マット工、種子を袋に挿入する植生袋工、種子を人力で散布する手播き工などがある。

本試験では、低コストで省力化が可能な植生マット工、植生袋工、手播き工を採用した。機械使用の播種工は、熟練した作業員と専用の機械が必要なため採用しなかった。また、植栽工と同様に雑草防除対策を講じて現地試験を実施した。対策工は、表層土の撤去、防草マット（天然素材）の布設の2タイプである。

1998年3月に畑地で植生マット工、手播き工を実施した。植生マット工は、50cm×50cmの植生マットを用い、雑草防除対策工として表層土の撤去区および防草マットの布設区を設置した。手播き工では表層土の撤去を実施して種子を施工区全面に均一に播いた。ここでは、直接地面に播種した区と種子の定着を促すために播種後ネットを張り付けた区を設置した。試験区の面積は、1 施工区5.0m×2.5mである。

2000年3月に水田および畑地で植生袋工、手播き工を実施した。30cm×30cmの大きさで表層土の撤去を実施して、そこに植生袋、手播きにより種子を散

布しパーク堆肥を充填して周囲に防草マット（天然素材）を布設した。試験区の面積は、1 施工区5.0 m×5.0mである。

植生マット工、手播き工、植生袋工の使用樹種・播種量（g/m²）は、表1－96に示すとおりである。使用した種子は、採取から1年以内のものを購入して使用した。

ウ 結 果

(ア) 植栽工

2000年7月に植栽工の調査を実施した。雑草防除対策試験区の調査項目は、活着率・生育比・樹冠投影面積・材積である。施肥試験区に関しては、植栽後1年程度であるため活着率・生育比のみとした。

雑草管理は、植栽木に対する被圧を解消するために、植栽木以上に雑草が伸長した際に実施した。また、施工区内に侵入したクズに関しては、植栽木からみつき倒伏や枯死の危険性があるため、随時刈り取りを実施した。放置区に関しては、雑草管理を全く実施していない。

a 活着率

雑草防除対策試験・施肥試験各施工区の活着率は、表1－97～99に示すとおりである。

(a) 雑草防除対策試験

防除対策・施工時期（秋植栽と春植栽）による活着率の相違は認められなかった。しかし、1997年11月施工区のアオキに関しては、使用した苗木が斑入りの園芸用であったため、比較的明るい日照下においても枯死への影響が低減され、山取苗を使用した1998年3月施工区に比較して活着率が高かった。1997年11月施工区のエゴノキおよび1998年3月施工区のネムノキは、病害の発生により枯死したものがあり活着率が低下した。

(b) 施肥試験

施肥の有無による活着率の相違は認められなかった。アキグミ・ウツギは、病害により枯死木が発生し活着率が低下した。

(c) 放置区

放置区は、クズ・ススキ・セイタカアワダチソウなどの大型雑草の繁茂により、植栽木に対する被圧の被害が顕著となり、雑草防除対策区に比べ全ての樹種で活着率が低くなった。日当たりの良い場所を好む樹種であるエゴノキ・ウツギは0％、エノキは10％、ネムノキは30％の活着率であった。

1997年11月施工区

	表層撤去	天然素材	人工素材	除草剤	対照
ネムノキ	100	80	80	80	90
マユミ	100	100	100	90	80
エゴノキ	100	70	50	40	60
ヒサカキ	80	100	90	90	80
アオキ	100	100	100	100	100

表1－97 植栽工・雑草防除対策試験区における活着率（％）

1998年3月施工区

	表層撤去	天然素材	人工素材	除草剤	対照	放置
ネムノキ	100	90	60	60	80	30
マユミ	100	100	90	100	100	90
エゴノキ	100	90	100	100	80	0
ヒサカキ	80	90	80	80	90	60
アオキ	80	90	60	90	40	40

表1－98 植栽工・雑草防除対策試験区における活着率（％）

1999年3月施工区

樹種	施工区分	畑 地			水 田	
		放置	施肥	対照	施肥	対照
コナラ		50	100	90	100	100
アキグミ		50	60	80	80	70
メグスリノキ		90	100	100	90	100
エノキ		10	100	100	100	90
ウツギ		0	60	80	90	90

表1－99 植栽工・施肥試験区における活着率（％）

b 生育比

雑草防除対策試験・施肥試験各施工区の生育比は、図1－85～87に示すとおりである。生育比は、植栽時の樹高を1.0として2000年7月における樹高の比を表したものである。

(a) 雑草防除対策試験

表層撤去区は、他の雑草防除対策区と比較して生育比が劣っている。表層撤去区以外では、雑草防除対策による生育比の相違は認められない。施工時期を比較した場合、春施工区の生育比が良好である。樹種別に見ると、陰樹であるアオキ・ヒサカキの生育比が他の樹種と比較して3割以上劣っている。

(b) 施肥試験

エノキの生育比が向上している。エノキ以外の樹種に関しては、施肥の有無による相違は認められない。

(c) 放置区

放置区は、雑草の被圧の影響により雑草防除対策区と比較して全ての樹種で生育比が劣っている。被圧による日照不足とクズが植栽木上面を覆ったため生長が抑制されたためと考えられる。

c 樹冠投影面積

樹冠投影面積は、南北方向・東西方向の枝張りを測定し楕円の面積を樹冠投影面積として算出した。結果は、図1－88に示すとおりである。

表層撤去区では、ネムノキ以外の樹種の樹冠投影

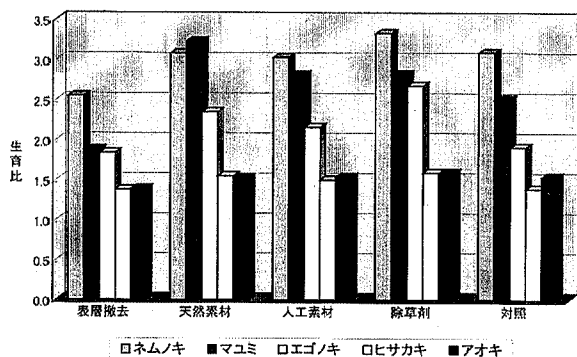


図1-85 植栽工・雑草防除試験区における生育比 (1997年11月施工区)

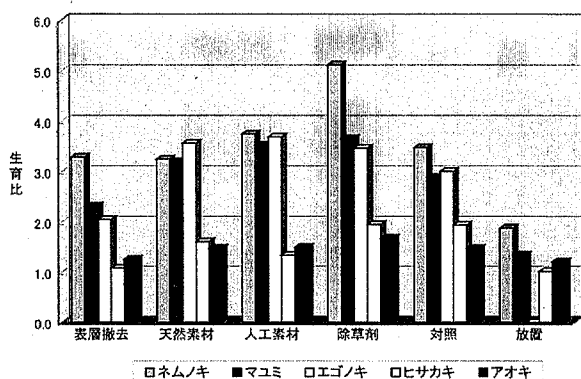


図1-86 植栽工・雑草防除試験区における生育比 (1998年3月施工区)

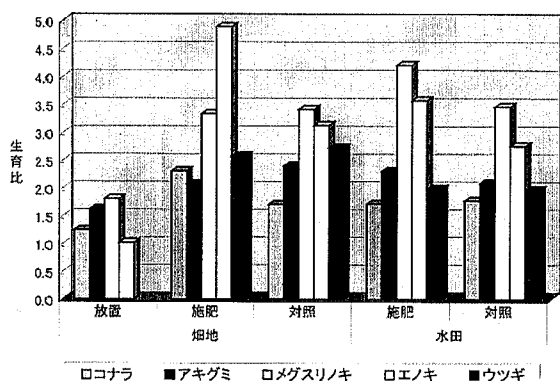


図1-87. 植栽工・施肥試験区における生育比 (1999年3月施工区)

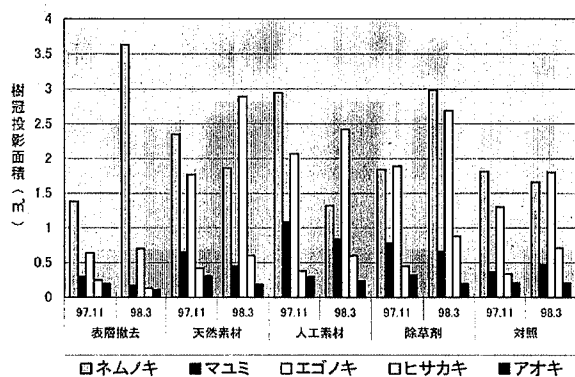


図1-88 植栽工における雑草防除対策及び施工時期と樹冠投影面積

面積が、他の施工区と比較して劣っている。表層を撤去したことによる栄養源の不足、雑草埋土種子の激減により植被率が低下し土壌表面が乾燥したことにより、痩せ地・乾燥に強いネムノキが順調に樹冠を形成したと考えられる。樹種別では、ネムノキ・エゴノキの樹冠形成力が優れている。

d 材積

雑草防除対策試験の1997年11月および1998年3月施工区の材積は、図1-89に示すとおりである。

表層撤去区の材積が他の施工区と比較して劣っている。特に、エゴノキ・マユミに関しては、1/2以下の材積にとどまっている。樹種別では、陰樹のアオキ・ヒサカキの材積が劣っている。施工時期を見ると、1998年3月施工区のエゴノキの材積が突出している。

e 雑草管理

1997年11月施工区・1998年3月施工区における1年間の平均雑草管理回数は、表層撤去区、防草マット区(天然素材および人工素材)で1.5回、除草剤区、対照区で3回となり表層撤去区、防草マット区では、雑草管理の低減を図ることができた。また、防草マット区では、雑草の侵入が植栽木の周辺に限定されたため刈り取り時間の短縮も図ることができた。

(イ) 播種工

2000年7月に樹種名・密度の調査を実施した。1998年3月に実施した施工区に関しては、成立樹種の階層別生存率を算出した。

a 密度

密度は、施工区の全面積について成立した樹種の全数を調査し、1㎡当たりの本数を算出した。結果は、表1-100に示すとおりである。

1998年3月施工区のコナラおよび2000年3月施工区のシラカシについては、発芽が確認されなかった。大型種子は、種子保存方法や採取した年により極めて低い発芽率となる場合があるためと考えられる。

1998年3月施工区は、防草マット区で土壌表面に直接植生マットを布設したため埋土種子からの雑草繁茂により、導入樹種が発芽直後に被圧を受けシラカシ・ヤマハギの生育に影響を与えたためと考えられる。手播き工では、ネットの張り付けにより密度が2倍程度向上している。

2000年3月施工区では、畑地・水田および植生袋・手播きによる違いは認められない。

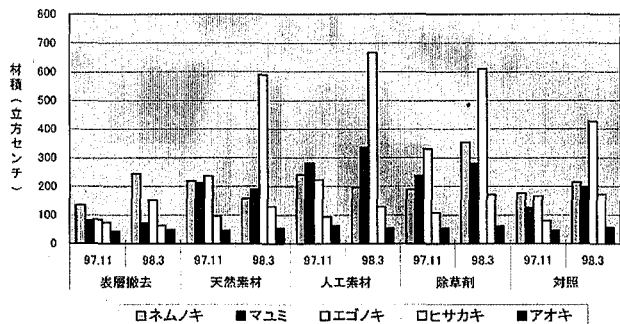


図1-89 植栽工における雑草防除対策および施工時期と材積

b 階層別生存率

1998年3月施工区の1年目に成立した樹種の2年目の生存率を階層別に算出した。結果は、表1-101に示すとおりである。

成立した全ての樹種で、樹高21cm以上では75%以上の生存率、樹高31cm以上では100%の生存率であった。樹高20cm以下のヤマハギは、被圧に対し極めて弱くほとんどが枯死している。ヤマハギと同じ先駆性のヌルデ・ネムノキは、樹高10cm以下でも50%以上の生存率を示している。

c 雑草管理

調査前に1度雑草刈り取り実施したのみで、年平均1回の雑草管理となった。1998年3月施工の手播き工区では、施工区全面に種子を散布したため成立した樹種を確認しながら雑草除去を実施したところ、25㎡の面積に対し2人で1日掛かりとなり、年1回の除草でも人的負担はかなり大きくなる。場所が確認できる筋状・千鳥状に播種する工夫が必要である。

工 考 察

(ア) 植栽試験

耕作放棄地への植栽は、常に雑草との競合があり被圧解消のための雑草管理が不可欠である。被圧を受けたままの植栽木は、5年程度でほとんどの樹種が枯死し森林化の形成が阻まれる。このため、雑草に対する防除対策を施すことにより雑草管理の低減を図る必要がある。雑草防除対策として表層土の撤去・防草マットは、雑草管理回数を1/2に低減することが可能である。しかし、表層土の撤去は、雑草に対する防除効果が期待できる反面、表層土の撤去にかかる人的負担の増加、栄養源の減少・土壌表面の乾燥による植栽木の生長への影響などマイナスの要因が大きい。これに対して防草マットは、雑草管理回数・作業時間の低減と植栽木の良好な生長を可能とする優れた雑草防除対策工である。

植栽樹種は、日当たりの良い場所を好み、生長の早い樹種の使用が望ましい。これは、樹高が2mを越えれば雑草の被圧の影響はほとんど受けなくなり、雑草管理が不要となるためである。2000年7月の時点で樹高が2mを越えた樹種は、1997年11月施工区では防草マット(天然素材)布設区のエゴノキ、1998年3月施工区では防草マット(天然素材)布設区のエゴノキ、防草マット(人工素材)布設区のネムノキ・エゴノキ・マユミ、除草剤区のネムノキ・エゴノキ・マユミ、対照区のエゴノキであった。ネムノキ・エゴノキは、生長が早く雑草管理回数の低減が図られること、樹冠形成力に優れているため日照の遮断に

施工年 施工地 施工方法	1998年3月				2000年3月			
	畑地		水田		畑地		水田	
	植生マット		手播き (ネット有) 表層撤去		植生袋		手播き (ネット無) 表層撤去	
雑草防除工	表層撤去	防草マット	表層撤去	表層撤去	表層撤去 防草マット	表層撤去 防草マット	表層撤去 防草マット	表層撤去 防草マット
クヌギ	1.04	0.80			0.48	0.20	0.16	0.68
コナラ	0	0						
アラカシ					1.24	0.92	0.52	0.28
シラカシ	0.16	0			0	0	0	0
ヤマハギ	0.72	0	0.80	0.32				
ヌルデ			8.96	5.28	1.24	3.24	3.60	2.92
ネムノキ			3.20	1.60	5.44	6.16	4.92	7.08
アカメガシワ					1.68	5.20	0.52	0.84

表1-100 播種工における密度(本/㎡)

1998年3月施工区					
	クヌギ	シラカシ	ヤマハギ	ヌルデ	ネムノキ
0~10cm	—	0	0	59	57
11~20cm	33	100	5	88	84
21~30cm	78	—	86	100	100
31~40cm	100	—	100	100	100
41cm以上	100	—	100	100	100

表1-101 播種工における成立樹種の階層別生存率(%)

	過湿	湿	適	乾
水田	・湿性植物による ビオトープ	・ハンノキ・ヤナギ類 などの湿性木本群落	・国土保全機能の強化を図る群落 ・景観保全機能の強化を図る群落 ・特用木による地域振興を図る群落 ・生態系機能の強化を図る群落	・国土保全機能の強化を図る群落 ・生態系機能の強化を図る群落
畑地			・国土保全機能の強化を図る群落 ・景観保全機能の強化を図る群落 ・特用木による地域振興を図る群落 ・生態系機能の強化を図る群落	・国土保全機能の強化を図る群落 ・生態系機能の強化を図る群落

表 1－102 復元目標群落

よる雑草繁茂を低減することが可能である。

(イ) 播種試験

大型種子であるコナラ・クヌギ・アラカシ・シラカシなどは、初期生長の遅さ、豊凶による発芽率の変動、種子貯蔵技術の未確立、播種時期の限定および播種後の小動物による食害などにより確実に森林化することが困難である。本試験においても、野ネズミにより大型種子の半分以上が食害を受けるとともに、周辺土壌が攪乱され同時期に播種した生育初期の他樹種に枯死が発生する被害が生じた。食害を受ける可能性の高い場所では、大型種子の導入を見合わせる必要がある。

ヤマハギは、高発芽率で生長が早く価格が安価なため法面緑化工の森林化では1番多く採用されている。しかし、ヤマハギを耕作放棄地に播種すると、雑草による被圧をまともに受けるため20cm以下では生存することができない。したがって、ヤマハギは5月までに播種を完了し雑草の被圧の影響が出る前に20cm以上に生育させる必要がある。施工時期がずれる場合には、ヤマハギの使用を見合わせる必要がある。

ヌルデ・ネムノキは、10cm以下でも被圧に対する抵抗性が強く生長も早いとため播種工では期待できる樹種である。

播種工では、種子を直接地面に散布すると雑草による被圧をまともに受け発芽・生育が困難となる。播種する場合は、表層土を撤去した上で実施する必要がある。

播種工は、生育初期に天候条件による影響を受けやすく、植栽工と比較して確実性に欠ける。

(ウ) 耕作放棄地の森林化手順

耕作放棄地の森林化は、1) 復元目標群落の設定、2) 使用樹種の選定、3) 工法の選定 の手順で実施する。

a 復元目標群落の設定

耕作放棄がなされると平野部などの乾田化した水

田は、ススキやセイタカアワダチソウが侵入し、耕作放棄畑と同じ遷移系列を示す。谷津田などの湿田では、ススキを中心とした乾性の遷移とヨシを中心とした湿性の遷移に分かれることが知られている。水分条件の異なる耕作放棄地を森林化するためには、表1－102のような土壌・水分条件別に森林化の復元目標群落を設定することが必要である。

b 使用樹種の選定

使用樹種は、土壌・気象・地形条件を考慮して選定する。植栽工では、日当たりの良い場所を好み、生長の早い樹種、播種工では、ヌルデ・ネムノキなどの先駆性樹種が望ましい。流通していない苗木・種子は、周辺の森林から採取して用いる。周辺にない場合には別の樹種に変更する。

c 工法の選定

植栽工を基本とする。やむを得ず播種工を行う場合には、雑草対策を確実にを行い適切な時期に実施する。

オ 今後の問題点

植栽工は、ポット苗で樹種により400円～1,000円、防草マットで300円/㎡以上のコストを要する。耕作放棄地にどれだけの経費を掛けることが出来るのか、適切な経費に見合う低コストな植栽技術を検討することが必要である。

植物を扱う緑化工では、発芽・生育後少なくとも3年以上の追跡調査が必要であり、本試験では3年未満と研究期間が短く、適切な判断を下す材料が不足した。また、限られた研究期間内では各種土壌・地下水環境条件に対応する森林化手順や全国各地域への対応などができなかった。耕作放棄地の森林化の手順をさらに具体化するためには、5年以上の長期的な全国規模での研究の蓄積が必要である。

カ 要 約

耕作放棄地の森林化技術の開発に、法面緑化工で用いられている植栽工・播種工を利用して現地試験を実施した。その結果、植栽工では、防草マットにより雑草管理の低減が図られること、生長が早く樹

冠形成力に優れたネムノキ・エゴノキにより早期の森林化が図られることが確認された。播種工では、先駆樹種であるヌルデ・ネムノキは被圧に対する抵抗性が強く生長が早いことが確認された。

耕作放棄地の森林化は、復元目標群落の設定、使用樹種の選定、工法の設定の手順で実施する。

(中村勝衛)

第Ⅱ編 地域資源の持続的活用のための地域計画手法の開発

第1章 地域資源の評価・土地利用計画手法の開発

1. 生産視点からみた農地の評価手法の開発

ア 研究目的

中山間地域に賦存する農地資源を有効に活用し、農業生産の振興と多面的機能の発現を図るためには、画一的な農地保全施策を超え、中山間地域農業の戦略的展開の基礎となる生産視点からみたゾーニングが必要である。そのためには、中山間地域の農業生産基盤の特徴を踏まえた農地の評価手法の開発が急がれる。そこで、中山間地域における農業生産の視点から、中山間農地を適正に評価する手法を開発する。

ここでいう生産視点とは、必ずしも高収量を追求する視点ではなく、土地生産性および労働生産性のほか、中山間地域の諸条件との適合、自然環境や生活環境との均衡的調和、持続的生産という視点も含めた広義に安定的な生産を意味している。ただし、研究の焦点を明確にするため、主として自然条件に重点を置いた農地評価手法の開発をねらいとした。

イ 研究方法

(ア) 農地評価要因の解明

生産視点からみた中山間地域の優良農地の要件に関して、諸条件の改善もしくは緩和の可能性とコストの観点を重視した理念の整理を通じて、中山間農地評価のための指標となる自然条件に関わる評価要因を選定した。具体的には、自然条件に関わる農地評価要因を改善の難易度順に、気象条件、地形条件、土壌条件に分類し、主要な評価要因と圃場レベルの評価指標を整理した。

また、中山間地域の農地を対象に、地元農家の要望を踏まえて基盤整備を実施している長崎県のH農地再編整備事業地区において、計画区域確定過程で重要な判断基準となった評価指標を明らかにすることにより、農業生産基盤の主要な評価要因を事例的に検討した。

(イ) 農地評価基準の算定と評価要因の影響度合いの解明

中山間地域における農地に関するデータに統計的手法を適用することにより、自然条件に関わる主要な評価要因の評価基準について計量的な算定を行った。

まず、水田の標準小作料を3段階（区域1、区域2、区域3）に区分している新潟県I村を事例として、空中写真を用いて区画面積を精密なプランメータを用いて計測し、その数値と区域区分の分布を対応させて統計的に分析することにより、農地評価に関わる圃場の区画規模の評価基準を明らかにした。

さらに、宮崎県G町の水田団地を評価単位として、水田の諸条件と遊休化農地面積との間の定量的関係を明らかにした。具体的には、多変量解析の一手法である数量化理論Ⅰ類を適用した統計的手法により、評価要因の評価基準ならびに影響度合を数値的に示した。

(ウ) 定量的な農地評価手法の開発とゾーニング手順の確立

数量化理論Ⅰ類を活用した定量的な農地評価手法を、事例対象市町村に適用して農地の生産条件を水田団地単位に評価し、その結果を用いて市町村における農業集落単位のゾーニングの手順を明らかにする。また、事例地域における農地の評価結果に基づいて、ゾーニングの具体的事例を作成することにより、中山間地域における戦略的農業生産の展開や公的支援に関わる基礎的情報を提供する。

ウ 結果

(ア) 農地評価要因の解明

自然条件に関わる生産視点からの農地評価要因は、①気象条件、②地形条件、③土壌条件、に大別された（表2-1）。このうち、気象条件は評価対象地域が小規模の場合には均質となる。微気象条件は営農に重要な影響をもたらすが、これは地形条件と不可分であると判断された。また、土壌条件のうち営農による改善余地が大きい要因は、農業生産の規定条件とはならない。したがって、地形条件および改善余地の小さい土壌条件が主要な農地評価要因を構成する。

また、労働生産性及び土地生産性の両面から、農道の完備状況、水源・かんがい施設の有無など、効率的な農業生産を行う上での圃場の装備に関する整備水準も生産視点からの農地評価要因として重要である。

分類	要因の例	評価の可否a	コストb	圃場レベルの指標
気象条件	気温、降水量、日射・日照時間	極めて小	大	栽培環境（包括的）
地形条件	標高、傾斜	比較的小	比較的大	圃場面傾斜、区画規模、形状
土壌条件	土性、有効土層、物理性、化学性	比較的大	小	保水力、排水性、地味・地力

表 2－1 自然条件に関わる生産視点からの農地評価要因

時 期	事業予定区域面積 [単位：ha]	面積の減少状況（脚注） [単位：%]	団地数
平成 5 年 8 月	1 0 6 5 . 6	1 0 0	6 2
平成 6 年 10 月	8 3 1 . 3	7 8 . 0	4 1
平成 7 年 1 月	6 6 5 . 5	6 2 . 4	3 8
平成 8 年 3 月	6 0 1 . 9	5 6 . 5	3 6

（注）面積の減少状況は、平成 5 年 8 月時点をもととした面積比率（％値）
表 2－2 農業基盤投資の予定区域面積及び団地数の変遷（長崎県 H 地区）

長崎県下における国営の農地再編整備事業実施地区の予定区域変更事例では、当初の計画から全部で 3 回の変更を経て、最終的な整備予定面積が当初の 56.5％に縮小された。これらの面積は、表 2－2 に整理したとおりであるが、整備予定区域から除外された際の理由は、①急傾斜、②地すべり、③団地構成、の 3 つが他の理由を大きく卓越していた。

地形条件が重要な農地評価要因であることが事例的にも実証されるとともに、団地面積やその構成など、農地のまとまりに関する指標も重要であることが示唆された。図 2－1 に区域除外面積の理由別構成を示しているが、この中に整理した団地構成による除外理由の大半が、優良農地としての団地規模が不足する農地であった。

これらの検討の結果、農地評価要因として、①傾斜、②団地面積規模、③通作距離、④農道、⑤地下水位、⑥区画規模形状、⑦水利、の各条件が基本的に重要であることが明らかになった。

(イ) 農地評価基準の算定と評価要因の影響度合いの解明

a 区画に関する評価基準の検討

標準小作料の高い区域 1（計測筆数：120、平均区画面積：885㎡）の農地とそれ以外の農地の間には、圃場の区画規模に有意な差が認められた。区域 1～3 に対応する 10a 当たりの水稻平均収量は、それぞれ 500kg、460kg、420kg であった。区域 2（計測筆数：206、平均区画面積：627㎡）と区域 3（計測筆数：173、平均区画面積：647㎡）は、平坦部では区画規模の相違と対応する（それぞれ 554㎡、469

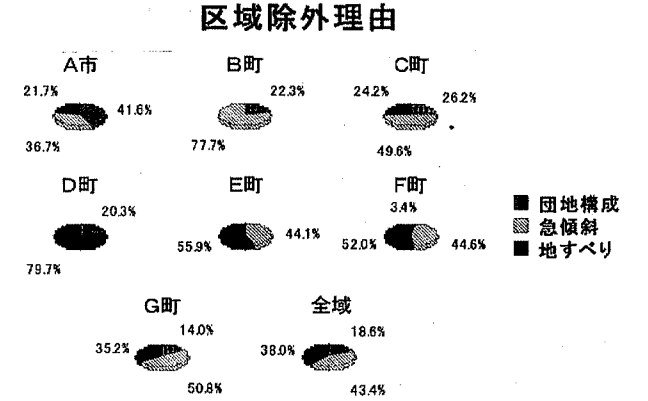


図 2－1 優良農地判定から除外された農地の除外理由

㎡）が、山間部では農道の完備状況と対応して区分されている実態が明らかになった。

そこで、区画規模の条件のみで比較することができる領域を抽出して、区画面積の評価基準として整理した結果が表 2－3 である。表 2－3 の区域区分は、平成 10 年度作時点での標準小作料で示すと、29,500円、22,500円、13,500円に、また、実勢小作料の上限値では 40,000円、30,000円、20,000円に、同下限値では 20,000円、15,000円、10,000円にそれぞれ対応している。

したがって、ゾーン間の収量、実勢小作料と区画面積規模の関係は、表 2－3 中に示したとおり指数化することができる。この結果から、区画規模が小さくなると、収量には大きな差を生じないにもかかわらず、実勢小作料水準が急激に低下することがわかる。

b 数量化理論Ⅰ類による農地評価要因の影響度合いの算定

実際の農地利用においては、先に農地評価指標として選定した農地のもつ様々な条件が複合的に総合化され、条件の劣悪な農地から順に農地利用が粗放化したり、耕作放棄される。こうした実態に照らすと、優良性の高い農地ほど遊休化面積は小さいと仮定することができる。

そこで、遊休化農地面積の割合を外的基準として、

区域区分	区画平均面積[㎡](指数)	実勢小作料[円](指数)	収量[kg/10a](指数)
区域 1	7 8 5 (1 0 0)	40,000 / 20,000 (100)	5 0 0 (1 0 0)
区域 2	5 5 4 (7 0)	30,000 / 15,000 (75)	4 6 0 (9 2)
区域 3	4 6 9 (6 0)	20,000 / 10,000 (50)	4 2 0 (8 4)

（注）実勢小作料は、上限値/下限値のように表示している、指数はいずれも区域を 100 とした場合のパーセント値。

表 2－3 小作料から推察される区画規模評価基準の指数表示（新潟県 I 村）

農地評価 要因	カテゴリ ： カテゴリの内容	影響度 を示す係数	レンジ	偏相関 係数
① 団地面積 規模	1：40ha 以上	-0.33	4.59	0.45
	2：20 ～ 40ha	-2.28		
	3：20ha 未満	2.31		
② 傾斜	1：1／10 ～ 1／20	-0.01	3.16	0.33
	2：1／6 ～ 1／10	-2.37		
	3：1／6 以上	0.79		
③ 農道	1：完備	-0.11	0.47	0.06
	2：不備箇所有	0.36		
④ 通作距離	1：1km 未満	0.37	2.30	0.22
	2：1 ～ 2km	-0.73		
	3：2km 以上	1.57		
⑤地下水 70cm 以浅 面積比率	1：20 % 未満	-0.10	0.9 1	0.10
	2：20 ～ 60 %	-0.36		
	3：60 % 以上	0.55		

(注)外的基準は遊休化農地面積割合、重相関係数：r＝0.67
サンプル数(水田団地数)31、アイテム数(農地評価要因数)5、総カテゴリ数14
レンジは、影響度を示す係数の農地評価要因ごとの最大値と最小値の幅
レンジの値が大きい農地評価要因ほど影響度合いが大きい

表 2－4 遊休化農地の発生からみた農地評価要因
の影響度合（宮崎県 G 町）

$$v_i = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{j_k} \alpha_{jk} \cdot x_i(jk)$$

ここで v_i ：水田団地 i の遊休化農地面積割合の推定値
 α_{jk} ：農地評価要因 j 、第 k カテゴリの係数
 $x_i(jk) = 1$ （農地評価要因 j 、第 k カテゴリに該当）
 又は 0 （農地評価要因 j 、第 k カテゴリ以外に該当）
 j_k ：農地評価要因 j のカテゴリ数
 n_i ：分析の対象とする農地評価要因の数
 参考：表 2-4 の G 町の例では、 $i = 1, 2, \dots, 31$ 、 $j = 1, 2, \dots, 5$ 、
 $k = 1, 2, 3$ ($j=3$ を除く)、 $k = 1, 2$ ($j=3$)
 調査済みの水田団地の遊休化農地面積割合と農地評価要因の
 該当条件をそれぞれ v_i 、 $x_i(jk)$ に代入して α_{jk} を算定する

図 2－2 数量化理論 I 類の式と分析指標との具体的
対応

①団地面積規模、②傾斜、③農道、④通作距離、⑤
地下水位、の 5 要因の影響度合いを分析したところ、
事例とした宮崎県 G 町の水田団地では、団地面積規
模、傾斜、通作距離の順に遊休化面積発生への影響
が大きく、「団地面積が 20ha 未満」、「通作距離が 2
km 以上」の条件が、特に農地の遊休化を拡大して
いることが明らかになった（表 2－4）。

なお、ここでの遊休化農地には、分析の趣旨に照
らして、耕作放棄地のほか不作付け農地、過去 10 年
間の山林転用農地も含めている。また、ここで適用
した数量化理論 I 類の式と分析指標との具体的な対
応は、図 2－2 のように説明できる。

(ウ) 定量的な農地評価手法の開発とゾーニング手
順の確立

数量化理論 I 類を適用して得られた評価要因の条
件別ウェイト（表 2－4 に影響度を示す係数として

水田団地 No.	遊休化農地面積率スコア
1	3.68
2	9.56
3	3.11
4	2.43
5	1.39
6	1.15
7	9.34
8	6.17
9	1.48
10	6.74
11	13.09
12	4.50
13	7.48
14	5.05
15	2.63
16	1.97
17	2.71
18	0.56
19	2.52
20	6.74
21	0.18
22	11.55
23	1.79
24	0.60
25	13.86
26	2.60
27	9.89
28	8.87
29	4.54
30	18.39
31	9.32

表 2－5 水田団地のスコア算定

表示)を用いて、事例地域（宮崎県 G 町）における
31 の全水田団地ごとの遊休化農地面積率スコアを算
定した。その結果は、表 2－5 に整理したとおりで
ある。このスコアが小さい水田団地ほど農地として
の優良品が高いと判断される。

水田団地は担い手の居住する複数の農業集落にま
たがって分布しているため、水田団地ごとのスコア
をもとに農業集落単位のスコアを求めた。水稻収量
水準と比較したところ、遊休化農地面積率スコアが
5 % 未満の農業集落の水稻収量が 470kg であるのに
対して、同 10 % 以上の農業集落では 456kg で、算定
されたスコアは水稻収量水準とも対応する妥当な値
であることが確認された。

次に、農業集落ごとに算定した遊休化農地面積率
スコアの平均値と標準偏差をもとに、G 町に存在す
る 60 の全農業集落について、①農業生産地区、②農

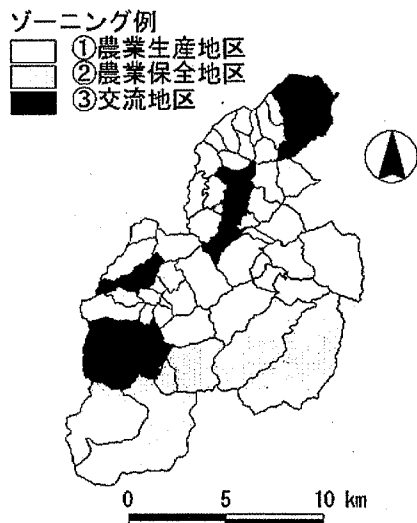


図 2-3 宮崎県 G 町のゾーニング例

業保全地区、③交流地区、の 3 種類のゾーンに類型化した結果を図 2-3 に示す。①～③の地区の名称はいずれも仮称である。ここでは、①が積極的な農業生産基盤投資の見合う地区、②は採算性の見通しは困難であるが、国土の環境保全や景観など農業の多面的機能をも加味すると農業生産の継続が期待される地区、③は都市との交流など非農業的な空間利用をも積極的に取り入れた農業の転換が期待される地区、であると位置づけることができる。なお、スコアの区分は、表 2-6 に示すとおりである。

図 2-3 は、市町村におけるゾーニングの具体例を作成したものであると言えるが、これまで述べた生産視点からみた一連の農地評価手法とゾーニングに至るそれらの手順をフローチャートに準じて整理すると、図 2-4 に示すとおりである。

エ 考 察

(ア) 農地評価要因の解明

生産視点から農地を評価する際には、①傾斜、②団地面積規模、③通作距離、④農道、⑤地下水位、⑥区画規模形状、⑦水利、の各条件が基本的に重要であることが明らかになった。このことは、理念的な整理からも導き出されているほか、中山間地域における具体的な農地評価の事例においても検証された。

ただし、農地評価の対象とする地域において、①～⑦に掲げた条件のいくつかが均質である場合があり得る。例えば、農道の整備がほぼ全域について完了している地域では、農道条件は地域内の農地の相対的優劣性に関与しないと考えられる。したがって、この場合には、農道の評価要因を取り上げる必要は

$v_i < m$ 農業生産地区(38)
$m \leq v_i < m + s$ 農業保全地区(9)
$m + s \leq v_i$ 交流地区 (13)

(注) m : 平均値、 s : 標準偏差、
 $i = 1, \dots, 60$: 集落数
() 内は該当集落数

表 2-6 水田団地スコア v_i による農業集落区分

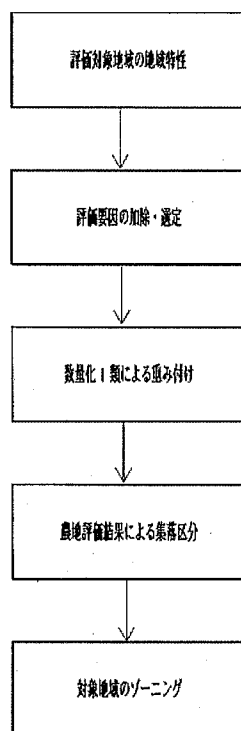


図 2-4 農地評価とゾーニングの具体的手順

ない。他の評価要因についても、地域内で均質である条件については同様である。

逆に、傾斜のみでは条件差を加味することができない微気象条件が存在する場合には、その微気象条件を反映するための土地利用などの要因を農地評価に追加する必要がある。農地評価の対象となる地域内での相対的条件差が分析に反映されるよう、地域の特性に応じて評価要因を加除の可否を検討する必要がある。

ここで事例解析した宮崎県 G 町においては、多く

の圃場区画が規模・形状ともに類似していること、主要な水田団地は河川から取水して配水するための用水路が完備されていること、等から、これらの条件を評価するための評価要因を、評価基準の算定や評価要因の影響度合い解明の対象要因から除外している。

(イ) 農地評価基準の算定と評価要因の影響度合いの解明

評価要因の影響度合いの解析に数量化理論Ⅰ類を適用することにより、農道の完備状況など、定性的に計測される農地の優良性をも定量的に解析することが可能となった。

農地の優良性が総合的に低い農地で遊休化が発生するという前提に立って、外的基準を遊休化農地面積率とし、主要な農地評価要因を説明変数として解析を進めたが、この数量化理論Ⅰ類を用いた農地評価手法を宮崎県G町に具体的に適用することにより、手法適用の有効性を確認した。

農地評価要因の解析に際して、地域特性に応じて説明変数を加除する場合は、重相関係数値を参考にして遊休化農地面積率で代表した農地の優良性（遊休化はマイナスの優良性と定義している）と農地評価要因の相関の有無を確認しながら行うことにより、解析の精度が確保される。

(ウ) 定量的な農地評価手法の開発とゾーニング手順の確立

農地の遊休化に関する評価要因の影響度合いを明らかにすることにより、農地の優良性を規定する要因が定量的に評価された。そのため、農地の優良性をスコアとして数値的に算定することにより、そのスコアに基づいて農業集落単位の農業生産に関わる土地利用の方向を類型区分することが可能となり、市町村のゾーニング案を作成することができた。ここで示した、ゾーニングに至る一連の農地評価手法は、自治体等の行政現場において、土地利用計画策定の目的や地域特性に応じて類型区分の種類や区分数を決定することにより、他の市町村においても汎用的に活用することができる。

オ 今後の課題点

生産視点という概念の中で、焦点を水稻生産に限定して研究を進めたが、生産に関わる目的変数は多岐にわたることが指摘される。ここでは、水稻を主体とする典型的な中山間地域農業を前提に評価を

行っているが、その他の部門や品目を主体とする農業生産への適用を想定して、具体的な営農の目標や農業形態を特定した農地評価手法についても明らかにする必要がある。

集約型農業の単位面積当たりコスト、単位面積当たり粗生産額など、目的変数の変更と解析に加味する評価要因の加除により、基本的にはここで示した手法を適用することが可能であるが、適用の妥当性とその精度を検証する必要がある。

また、ここで示した農地評価手法は、評価単位を水田団地とした上で、評価結果のとりまとめの最小単位を農業集落としている。これは、生活環境面からの評価や自然環境面からの評価等と整合させる場合の共通的単位としての一般性、データ収集の際の制約などを考慮したものである。しかしながら、自然条件の種類によっては流域単位でのとりまとめが適切であると思われる場合もあること、評価に関わる多様な資源の存在形態により把握すべき空間的な広がり異なること、等から、評価単位を柔軟に設定するための手法とその制約条件を予め明らかにしておく必要があると考えられる。

さらに、この農地評価手法は、将来の市町村土地利用計画における農業生産面からのゾーニングの基礎的知見を提供することを念頭に置いていることから、市町村行政担当者など、計画策定に携わる人々への積極的な広報とそれらの実需者の要望を含めた手法の精緻化と操作性の向上を含めた手法の簡素化が求められる。

カ 要 約

自然条件に関わる農地評価要因を、気象、地形、土壤条件に大別して改善・緩和の可能性とコストの観点から整理した。また、農地整備予定区域の変更事例分析から、潜在的優良農地判定に重要な役割を果たす評価要因を解明した。これらの結果、農地評価要因として、①傾斜、②団地面積規模、③通作距離、④農道、⑤地下水位、⑥区画規模形状、⑦水利、の各条件が基本的に重要であることが明らかになった。

これらの農地評価要因の中から、事例地域で特に重要な要因を取り上げ、遊休化農地面積率を外的基準とする数量化理論Ⅰ類分析を行うことにより、農地の優良性への評価要因の影響度合いを定量的に明らかにする方法を開発するとともに、水田団地スコアを活用した市町村の農業集落単位のゾーニング事

例を作成し、生産視点からみた一連の農地評価手法とその手順を明らかにした。

キ 引用文献

- 1) 石田憲治・吉村亜希子・渡嘉敷勝：中山間地域水田団地における遊休化農地発生要因の解明，平成11年度農業土木学会大会講演要旨集，pp460～461（1999）
- 2) 石田憲治・吉村亜希子・渡嘉敷勝：中山間地域の水田評価における区画規模・形状の意味－新潟県I村における事例的検討－，第50回農業土木学会関東支部大会講演要旨，pp15～17（1999）
- 3) 石田憲治：中山間地域における遊休化農地発生要因の影響度合の数値的解析法，農業工学関係研究成果情報，pp11～12（1999）
- 4) 石田憲治：北松地区における事業を契機とした農地集積，再編整備事業農地利用計画検討調査報告書（農村開発企画委員会），pp83～100（1998）
- 5) 石田憲治：整備方式－北松地区の事例とその特徴－，再編整備事業農地利用計画検討調査報告書（農村開発企画委員会），pp123～134（1998）

（石田憲治）

2. ランドスケープパターン解析による農林地の環境保全機能評価手法の開発

ア 研究目的

農林地の持つ環境保全機能は、農村空間における耕草林地などの環境要素の3次元的広がりによって保持または発揮されている。したがって、環境保全機能を精度良く評価し、評価結果を適切に地域計画へ反映させるためには、環境要素の広がり（ランドスケープパターン）に基づいて地域が全体として有する機能を評価する手法の開発が必要である。

ところで、農村空間には階層性が有り、対象とするスケールによって等質性や結節性などの空間特性と解析可能なランドスケープパターンが異なると言われている³⁾。特に中山間地域では、個々の地形単元が小さく耕草林地などが複雑に混在しているため、対象とするスケールによって評価結果が大きく異なると予想される。一般にランドスケープパターンの解析や地域計画の対象空間と環境保全の視点からは「流域」などの自然単位が、生活や生産の視点からは「集落」などの社会単位が用いられることが多い。

流域は河川流路の捉え方によって様々なスケールで区分できる。集落も旧村，市町村，郡，県など様々なスケールの社会単位の一部をなす。したがって、ランドスケープパターンに基づいて機能を評価し、その結果を地域計画に反映させるには、最適なスケールの解明が必要である。

これらのことから本研究では、環境保全機能のうち国土保全機能，景観保全機能，生物相保全機能を取りあげ，流域と集落の範囲（以下「集落域」）に着目しながら，様々なスケールの空間単位を相互に比較し，ランドスケープパターンに基づいて機能を評価するための基礎的空間単位を解明した。さらに，解明された単位を用いて環境保全機能の総合的な評価手法を開発した。

イ 研究方法

(ア) モデル地域の選定と環境要素データベース

埼玉県都幾川流域をモデル地域とした。当地域には，荒川低地，東松山付近の台地，比企丘陵，外秩父山地などが比較的狭い範囲に見られ，それらの相互比較が容易である。

当地域の環境要素（土地利用，植生，標高，傾斜度，地形，地質，土壌，降水量など）に関する地理情報を，縮尺1：50,000の地形図，植生図，土地分類図から判読し，標準地域メッシュ1／10細分メッシュ（1辺約100m）のデータベース（全33,536メッシュ）として作成した。

(イ) ランドスケープ単位の区分と類型化

ランドスケープパターンを任意の空間スケールで解析するため，社会的空間区分として1990年世界農林業センサスの農業集落を，自然的空間区分としてStrahlerの水系次数²⁾を利用した流域区分を用い，ランドスケープ単位を区分した（図2－5）。流域は水系網に基づいているため階層構造を有しており，空間スケールを検討するのに有効と考えられる。本研究では1：25,000地形図に明記された河川（平時川幅1.5m⁵⁾）を基本とし，その最上流を1次水系と位置づけ，高次水系の流域内部をより低次の流域に細分する方法で流域の区分と格付けを行った。

本研究で区分した集落域や流域などのランドスケープ単位は，その内部に様々な地形や土地利用が混在するヘテロな構造を持っている。そこで，これらの混在状態に基づいてランドスケープ単位をいくつかのタイプに類型化し，各タイプの環境保全機能

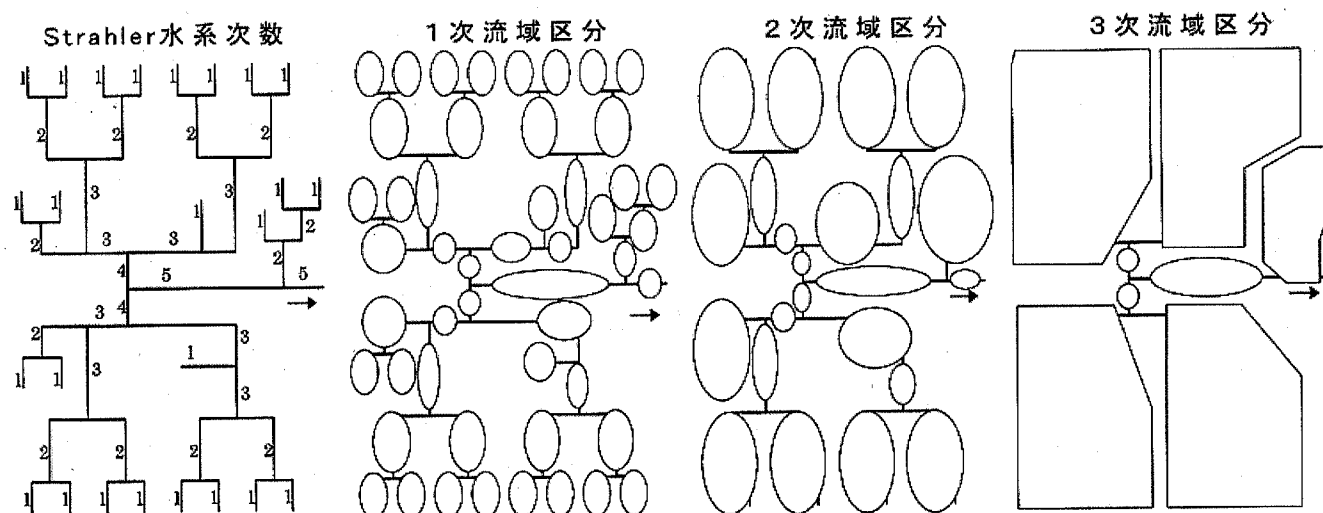


図2-5 水系次数に基づいた流域区分と空間スケール

を相互に比較した。類型化は、ランドスケープ単位ごとの土地利用面積率、平均標高、平均傾斜度、傾斜度分布比率を用い、SPSS8.0Jの大規模クラスタ分析により行った。この際、スケール相互の比較が可能になるように各スケールとも5タイプ(A～E)に区分した。

(ウ) メッシュを単位とした環境保全機能の評価

国土保全機能として、土砂崩壊防止、土壤侵食防止、水かん養、大気浄化(NO_2 吸収能)を、景観保全機能として地域住民による水田景観の評価を、さらに生物生息空間維持機能を取りあげ、その評価をメッシュ単位で求めた。

国土保全機能は、加藤¹⁾が農林水産技術会議事務局による評価式⁶⁾を全国評価用に改良した手法(表2-7)を、さらに1/10細分メッシュ用に改良して評価した。

景観保全機能は、田野倉ら⁴⁾が明らかにした地域

住民による「好き」な水田景観に対する評価因子のうち「広がり感(寄与率72.0%)」と「自然感(同22.1%)」について、各水田メッシュを視点とした可視領域内の環境要素分布割合を説明変数とする下記の重回帰式を求めて評価した。

$$\begin{aligned} \text{広がり感} = & 2.947 - 0.034[\text{水田率}] - 0.011[\text{畑地率}] \\ & - 0.027[\text{建物率}] - 0.016[\text{台地率}] - \\ & 0.026[\text{丘陵地率}] - 0.030[\text{山地率}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{自然感} = & 1.035 - 0.048[\text{水田率}] - 0.028[\text{畑地率}] \\ & - 0.098[\text{荒地率}] + 0.024[\text{低地率}] - \\ & 0.018[\text{台地率}] - 0.009[\text{山地率}] \end{aligned}$$

生物相保全機能については既存手法が無いため、土地利用変化から生物生息空間の維持程度を評価する手法を新たに考案した。1950年～1990年頃の変化を、無変化(0点)、緑地化(+1)、植生遷移順方向変化(-1)、植生遷移逆方向変化(-2)、非緑地化(-3)に区分し、各メッシュごとに評点を与

機能の種類	評価式
水かん養機能	$0.7 \times 0.3[\text{年間降水量}] + 0.6[\text{土地利用}] + 0.1[\text{傾斜}]$ $+ 0.3 \times 0.3[\text{土壤の透水性}] + 0.2[\text{表層地質の透水性}]$ $+ 0.5[\text{表層地質の保水性}]$
土砂崩壊防止機能	$2[\text{表層地質}] + [\text{地形分類}] + 4[\text{傾斜}] + 2[\text{土地利用}]$ $+ 2[\text{年間降水量}] + 2[\text{土性}] + 2[\text{植生}]$
土壤侵食防止機能	$1 / ([\text{降雨強度}] \times [\text{傾斜角}] \times [\text{土地利用}] \times ([\text{土壤の種類}]$ $+ [\text{土性}]) / 2 \times 100)$
大気浄化機能 (NO_2 吸収量)	$15.5 \times [\text{NO}_2\text{濃度}] \times [\text{植生区分別総生産量}]$ $\times [\text{植生区分別土地利用面積}]$

表2-7 国土保全機能の評価式(加藤、1998年による)

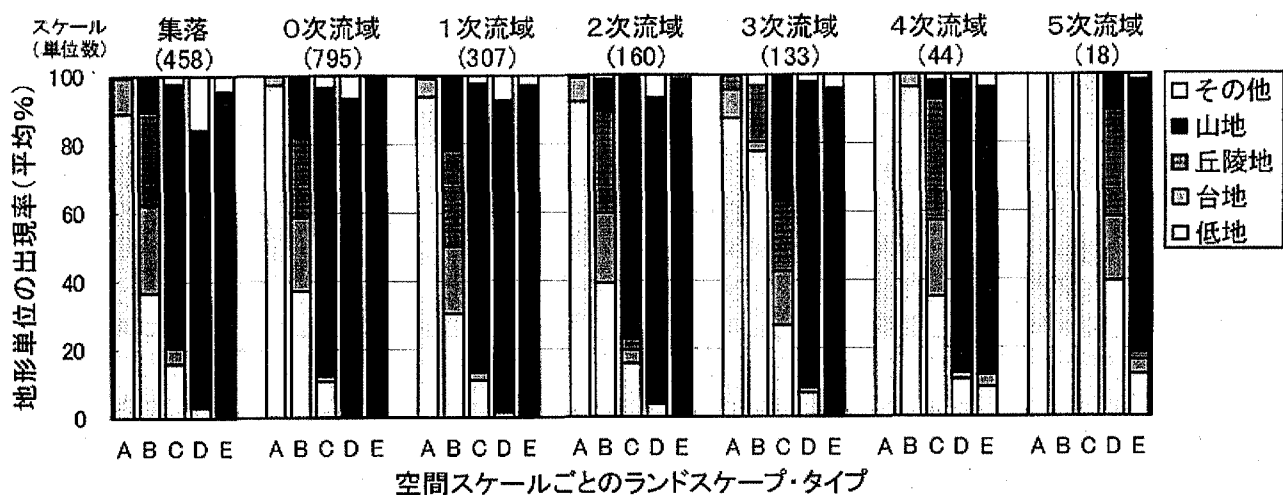


図2-6 各空間スケールにおけるランドスケープ・タイプと地形との関係

えた。

(エ) 空間スケールの相互比較と総合的評価手法の開発

類型化されたランドスケープ・タイプごとに環境保全機能の平均値を求め、ランドスケープ・タイプを相互に比較した。タイプ間の機能評価値の違いが大きいほど類型タイプによる機能の説明力が高いと言える。ここで、ランドスケープ・タイプの類型化には、対象とした全ての空間スケールで同一のデータと方法を用い、類型数は各々5タイプに統一してある。したがって、タイプ間の機能評価値の違いが大きいほど、機能評価における当該スケールを採用することの有効性が高いと判断できる。具体的には、空間スケールごとにランドスケープ・タイプの機能評価値の差の検定を分散分析によって行い、有為差が認められた場合には多重比較 (TukeyHSD法) によって等質サブグループを区分した。さらに、F値と等質サブグループ数を用いて空間スケールの有効性を相互に比較した。なお、解析にはSPSS8.0 Jを用いた。また、集落域と各次流域の規模と重複度を求め、ランドスケープパターン解析単位としての集落の有効性を検討した。

最後に、最適とされた空間スケールにおいて、各機能ごとに「平均値±標準偏差/2」を基準として、普通 (0点), 高い (1点), 低い (-1点) を評価し、機能の相互比較と、総合的評価を試みた。

ウ 結果

(ア) ランドスケープ単位の類型化と機能評価
モデル地域の水系の最高次数 (6次) に基づき、

0次から5次までの流域ならびに集落域を各空間スケールのランドスケープ単位として区分し、上記手法によりランドスケープ・タイプに類型化した。図2-6に各空間スケールごとの単位数、および類型結果と地形との関係を示した。空間スケールによって地形及び地形に対応した土地利用と類型結果との関係に大きな違いが見られ、2次以下の低次流域および集落では山地が優占する地域が複数のランドスケープ・タイプに細分され、逆に高次の流域区分では低地域が細分されている。

各スケールのランドスケープ・タイプごとに機能平均値を求め、類型間ならびにスケール間の比較を行なった。その結果、土砂崩壊防止機能と土壌侵食防止機能はいずれの空間スケールでも山地が優占するランドスケープ・タイプほど機能が高く、水かん養機能は低地で評価値が高かった。景観保全機能や生物相保全機能については国土保全機能ほど明瞭な傾向は見られなかった。

(イ) 環境保全機能による空間スケールの相互比較
ランドスケープ・タイプ (A~E) による機能平均値の差を分散分析を用いて空間スケールごとに検定した結果、全てのスケール、全ての機能で有意な差が認められた。そこで、多重比較を行い等質サブグループを区分し、空間スケールとF値、等質サブグループ数との関係を検討した (図2-7)。

その結果、景観保全機能のうち「広がり感」ではF値、等質サブグループ数ともに4次流域で最高値を示した。このことから、4次流域スケールで類型化されたランドスケープ・タイプが水田の広がり感

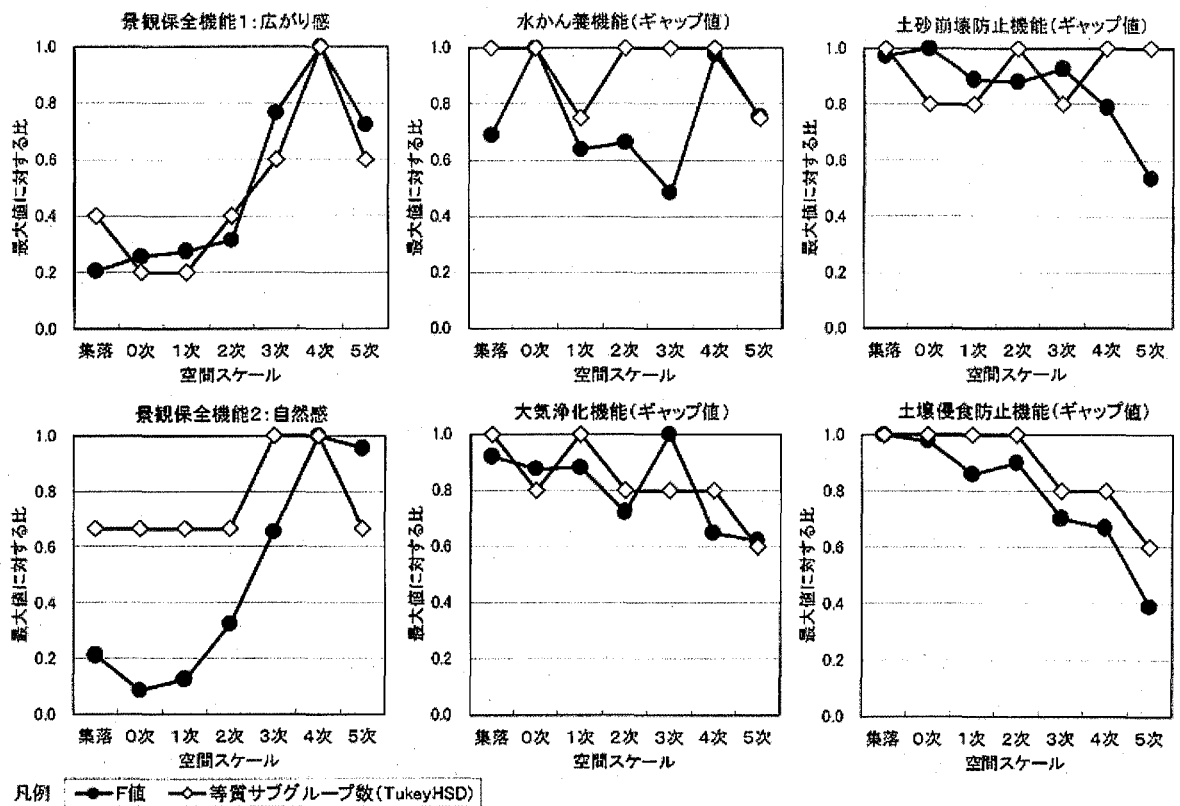


図 2-7 流域区分スケールによる環境保全機能の説明力

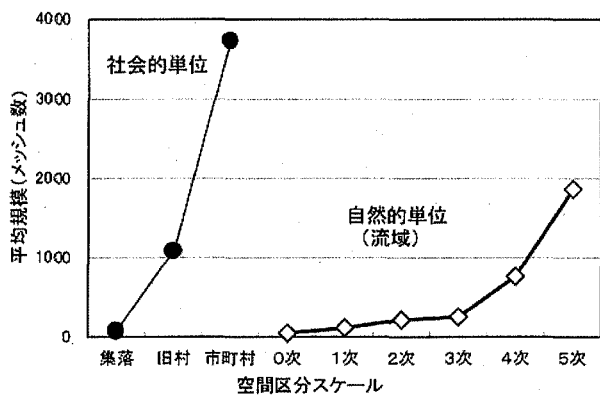


図 2-8 社会的空間単位と流域の規模の比較

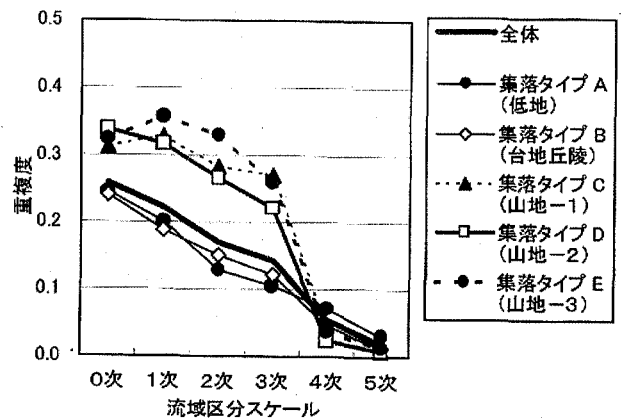


図 2-9 集落域の類型による流域との重複度の相違

に対する住民評価を最も良く説明しているといえる。「自然感」についてもほぼ同様の傾向が見られ、住民による景観評価の把握するには4次流域を対象にランドスケープパターンを解析することが有効であると考えられた。

国土保全機能では、水かん養機能を除き概ね低次流域区分ほどランドスケープ・タイプ間の機能評価値の差が明瞭であった。特に土砂崩壊防止機能では顕著な傾向が認められた。また、集落域はF値、等質サブグループ数ともに高い値を示した。集落域や2次流域以下の低次スケールではランドスケープ・タイプの5類型中3類型で山地が優占しており、同

じ山地域でも要因によって機能に違いがあるといえる。したがって、国土保全機能評価のためには、地質や植生など地形以外の要因によって山地域を細分化しうる低次スケールでランドスケープパターンを解析することが必要である。これらの機能に比べ、生物生息空間維持機能は、空間スケールとの間に明瞭な関係が認められなかった。

(ウ) 流域と集落域との関係

集落域と流域の平均規模を比較した結果、集落域は概ね0次～1次の流域に相当する規模であった(図2-8)。集落域と流域との領域の重なり程度を解析するため、各集落域内で最大面積を占める流

域（最大重複流域）を流域区分スケールごとに求め、集落面積（Ac）、最大重複流域面積（Aw）、両者の重複面積（Ao）から重複度を $D=Ao/(Ac+Aw-Ao)$ として算出し、その平均値を集落タイプごとに求めた。その結果（図2－9）、山地型の集落タイプ（C、D、E）の方が低地型(A)や台地・丘陵地型(B)より重複が大きいこと、流域区分スケールが低次なほど重複が大きいこと、とくに山地型集落タイプでは0次流域または1次流域で最も重複が大きいことがわかった。

エ 考察

以上のように、ランドスケープパターンに基づいて環境保全機能の評価を行う際の対象空間設定スケールとして、景観保全機能については4次流域が、国土保全機能については2次流域以下の低次スケールが適していると考えられた。生物生息空間維持機能については明瞭な傾向は認められなかった。

ここで、様々な機能を総合的に評価するには最も厳しい条件を満たすことが求められるため、2次以下の低次スケールで空間単位を区分する必要がある。また、本研究で用いた流域区分は水系が持つ階層構造に基づいているため、低次流域はより高次の流域に統合することが可能である。すなわち、国土保全機能の評価に適した2次流域以下のスケールでランドスケープ単位を区分すれば、それを統合して景観保全機能の評価に適した4次流域スケールのランドスケープ単位を求めることが可能である。一方、集落域は、機能評価のみならず、領域の規模や、その重複程度からも0次または1次の流域に相当する低次スケールの空間単位といえる。したがって、低次

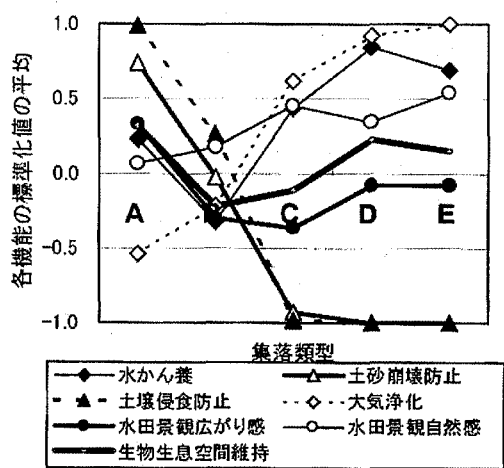


図2－10 機能評価標準化による集落比較

類型タイプ		A	B	C	D	E
集落特性	集落数	173	191	55	26	13
	平均メッシュ数	全体 50.2	66.5	110.4	134.2	199.1
地形単位 (%)	水田	26.8	10.6	6.8	1.9	0.4
	低地	89.1	36.7	15.9	3.0	0.0
	台地	10.4	25.7	4.8	0.1	0.0
	丘陵地	0.4	27.3	0.0	0.0	0.0
	山地	0.0	9.6	77.1	81.2	95.6
	その他	0.0	0.7	2.2	15.7	4.4
総合評価	国土保全機能 注)	-0.20	-0.27	-0.50	-0.50	-0.50
	景観保全機能 注)	-0.11	-0.37	-0.22	-0.12	-0.12
	生物相保全機能 注)	-0.22	-0.38	-0.20	-0.08	-0.15
	総合評価 注)	-0.26	-0.36	-0.22	-0.15	-0.17

注)総合評価は<平均値±(標準偏差/2)>で-1, 0, 1に変換し複数機能を統合

表2－8 集落の類型と環境保全機能の総合評価

流域の代わりに集落域を用いても流域の自然環境を把握することが可能と考えられる。また、集落域は社会的空間単位であるため流域よりも地域計画の単位として優れた面を持つと考えられる。

以上のことから、自然環境に規定される環境保全機能の評価し、結果を地域計画へ反映させるためには、集落を基礎的な単位として空間区分を行うことが有効であると考えられた。

そこで、集落域を単位として、機能とランドスケープ・タイプとの関係を検討するとともに、環境保全機能の総合評価を試みた。その結果、低地ほど評価が高い機能（土砂崩壊防止、土壌侵食防止）、山地ほど評価が高い機能（大気浄化、景観自然感）、丘陵地で評価が低い機能（水かん養、生物生息空間維持、景観広がり感）が認められた（図2－10）。

現在の農林業を停止した場合の環境保全機能の喪失危険性を評価するため、「低い」とされた評価結果のみを加算し、環境保全機能の評価結果を総合化した。その結果、丘陵地で総合評価が低かった（表2－8）。これは、低地と水田、山地と森林のような土地自然と土地利用との結びつきが丘陵地・台地では希薄であること、ならびに近年の都市開発などによって農林地の減少と細分化が進んでいることが原因と考えられる。

以上のように、集落域をランドスケープパターン解析の基礎単位とすることにより、地域計画への反映を目的とした環境保全機能の総合評価が可能であった。

オ 今後の問題点

本研究では、ランドスケープパターンの解析に基づいて環境保全機能の評価し、その結果を地域計画へ反映させるための基礎的な空間単位として集落域が有効なことを示した。しかし、集落域と流域の重

複度は山地に比べて低地や台地などの平地部で低く、基礎的空間単位として集落域を採用することは平地部では必ずしも有効とは言えない。このことは、低地などの平坦部では水流の境界（分水界）と人間が認識する土地の境界線（集落界）が一致しないことを示している。また、低地の流域は人工水路などにより細分化されており、山地の流域と同等に扱うことはできない。このため、集落域をランドスケープパターン解析の基礎的単位とすることは、中山間地域では非常に有効と考えられるものの、平地農村への適用については今後さらに検討する必要がある。

また、生物相保全機能については、これまで定量的評価手法が開発されておらず、今回開発した生物生息空間維持機能の評価手法はあくまでも試案の域を出ない。今後、生物生息空間維持に限らず、生物相保全機能についての定量的評価手法の開発が必要である。また、既往研究が少ない他の機能についても評価手法を開発し、その結果を踏まえた環境保全機能の総合化を図る必要がある。

カ 要 約

ランドスケープパターンに基づいて環境保全機能の評価するための最適な空間スケールの解明を目的として集落域と流域とを比較した。その結果、景観保全機能の評価には4次流域程度の高次スケールが、国土保全機能の評価には低次スケールが有効であった。高次スケールの空間単位は低次スケールの空間単位を統合することで求められる。また、集落域は地域計画の単位として有効であると同時に、低次流域に相当していた。これらのことから、環境保全機能の評価し、結果を地域計画へ反映させるためには、集落域を基礎的なランドスケープ単位とすることが有効であると考えられた。

キ 引用文献

- 1) 加藤好武：農林地および農用地の持つ国土保全機能の定量的評価，環境情報科学，27(1)，pp18-22 (1998)
- 2) 高山茂美：河川地形，pp22-30，共立出版，東京，1974
- 3) 武内和彦：地域の生態学，pp23-53，朝倉書店，東京，1991
- 4) 田野倉直子・横張 真・山本勝利・加藤好武：地元住民による水田景観の認知構造，ランドスケープ研究，62(5)，pp727-732 (1999)

- 5) 日本地図センター：地形図図式の手引き，pp 25-26，日本地図センター，東京，1980
- 6) 農林水産技術会議事務局：農林水産業のもつ国土資源と環境保全機能及びその維持増進に関する総合研究，pp1-203，農林弘済会，東京，1990
(山本勝利・加藤好武・大久保悟)

3. 定住視点からみた中山間地域の評価手法の開発

ア 研究目的

(ア) 定住視点からの評価の必要性

中山間地域と一口に言っても、その実態は自然条件や社会・経済条件などによって多様である。このため、中山間地域の活性化方策も地域の特徴を的確に評価したうえで、それ応じて効果的に講じられるべきである。ところで、中山間地域を評価する視点としては、まず、「農業生産条件の優劣」を評価する視点が挙げられる。しかし、現実には農業生産条件が比較的良好な地域でも、生活環境が劣悪なために地域外に人口が流出し、農林地の維持・管理が困難に陥っているケースが多く見られる。このため、中山間地域の評価視点としては、「農林地の主たる管理主体である農家がある程度快適に居住していけるか」といった「定住条件」からの評価も、「農業生産条件」からの評価と同様に重要なのである。そこで、本課題では中山間地域の定住条件を集落単位に評価する手法を開発する。

(イ) 従来の評価手法の問題点

従来、地域資源の評価手法は、実測データ・統計データ等による客観的な評価手法を目指して開発されてきた。その中で、評価結果の妥当性の検証が重要な課題となっていた。いままでは、地元有識者による主観的評価(以下、達観評価と呼ぶ)との比較によって検証する方法がとられてきたが、①達観評価値のバラツキ、②客観評価値と達観評価値のズレの問題は残されたままであった。本課題では、これらの問題点を解決する方法として、デルファイ法を応用した中山間地域の定住条件評価手法を提案する⁵⁾。

(ウ) デルファイ法の応用

デルファイ法は、当初、アメリカが核攻撃を受けた場合の影響に関して、軍事専門家の意見を集約するために考案された³⁾。その後、未来技術予測手法として用いられることが主流となったが¹⁾、一般住民による道路沿線の環境評価に用いられるケースが

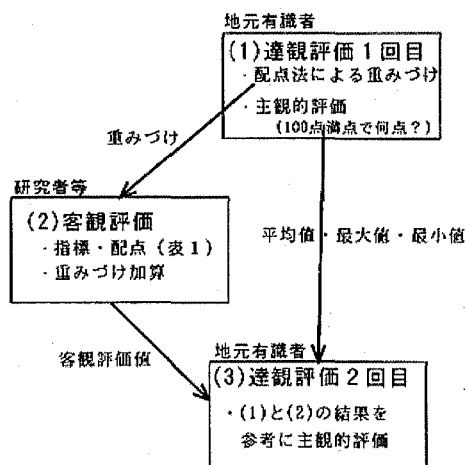


図 2-11 デルファイ法を応用した評価手法

あるなど²⁾、様々な場面で多様な方式がとられている。デルファイ法の目的は、同一対象者に同じ質問を繰り返すことによって意見の収束をはかることにあるが、中間集計を示しながら質問を繰り返すことによって、個々の評価の寄せ集めから集団評価へと質的転換を遂げるのがその特長である。

ここで用いる方法が一般的なデルファイ法の手続きと異なる点は、①1回目の集計結果のほか、客観評価値も参考にして2回目の評価を行うことによって客観・達観評価の総合化をはかる点、②地域固有の条件に精通し、かつ地域全体を見通すことができる地元有識者（専門家と一般住民の中間に位置する）を対象とする点である。

また、従来からの地域資源評価手法と異なる点は、達観評価を客観評価結果の妥当性の検証手段として、あるいは客観評価のためのサンプルとして用いるだ

けではなく、客観評価をむしろ「たたき台」として用い、達観評価（2回目）を最終出口としている点である。

イ 研究方法

ア 手順

図 2-11 の手順で、中山間地域の定住条件を集落単位に評価する。

a 達観評価 1 回目

「達観評価調査票」を達観評価者（地元有識者）に配布し、回答してもらう。調査票は、①集落定住条件の主観的評価、②配点割付の2項目からなる。

集落定住条件の主観的評価では、「各集落を、ある程度快適に社会的生活が営めるかどうかといった観点から、100点満点で何点になるか点数をつけて下さい。感覚的なもので結構です。」といった質問文によって、主観的評価値を集落ごとに記入してもらう。なお、評価者が対象集落のイメージを捉えやすくするために、集落区分図を添付し、そこに評価値を書き込んでもらった。

配点割付では、「評価を行ったとき、どのような条件を重視したかを教えて下さい。100点満点のテストを行うとしたら、どのような配点にするか、でお答え下さい。」といった質問文で、経済・生活・交通・社会・人口・自然の6条件に配点割付をしてもらう。この結果を、次の客観評価における算定式の重みづけに用いる。

b 客観評価

研究者（あるいは行政担当者）が、表 2-9 にもとづいて、各条件（経済・生活……）の得点（20点

条件(配点)	指標	A	B	C
経済(20)	1人当たりの所得	85万円以上(20)	60～85万円(10)	60万円未満(0)
生活(20)	小・中学校までの距離(10) (北海道)	1km未満(10)	1～3km(5)	3km以上(0)
	病院までの距離(10)	(2km未満) 2km未満	(2～5km) 2～8km	(5km以上) 8km以上
交通(20)	DIDまでの距離(10)	30分未満(10)	30分～1時間(0)	1時間以上(0)
	国道等の通過(10)*	通過	隣接集落に有	未通過
	鉄道駅の有無(10)*	集落内に有	隣接集落に有	無
	バス停の有無(10)*	集落内に有	隣接集落に有	無
社会(20)	寄合回数	10回以上(20)	5～10回(10)	5回未満(0)
人口(20)	農家戸数(10)**	30戸以上(10)	10～30戸(5)	10戸未満(0)
	高齢化率(10)	20%未満	20～40%	40%以上
自然(-20)	豪雪地帯指定(-10)	指定無(0)		指定(-10)
	地滑地帯指定(-10)	指定無(0)		指定(-10)

*3指標の最高点

**5戸未満は高齢化率にかかわらず人口条件を0点とする。

市街地を含む場合、農家戸数・高齢化率にかかわらず20点とする。

表 2-9 客観評価の指標・配点

満点)を求め、(1)式に代入して評価値を算出する。
なお、表2-9の指標は、①経済条件(当該地域で生計を立てていけるか)、②生活条件(生活上の利便性は確保されているか)、③交通条件(利便性が高い地域へのアクセスがよいか)、④社会条件(地域社会組織に活力はあるか)、⑤人口条件(社会生活を営むのに十分な人口構成か)、⑥自然条件(生活を脅かすような自然・災害条件がないか)の6条件を評価でき、かつデータ採取の容易なものを選定した⁴⁾。

$$Y=aX_1+bX_2+cX_3+dX_4+eX_5+fX_6\cdots\cdots(1)$$

Y : 定住条件の客観的評価値

X₁～X₆: 順に経済・生活・交通・社会・人口・自然条件の得点

a～f : 重み係数

算出式の重み係数は、達観評価1回目の配点割付の集計結果にもとづいて比例配分する。たとえば、経済・生活・交通・社会・人口・自然に対する地元有識者が行った配点割付の平均値が20,25,25,10,5,15ならば、その比率に合わせて算定式は「 $Y=1.2X_1+1.5X_2+1.5X_3+0.6X_4+0.3X_5+0.9X_6$ 」となる。

c 達観評価2回目

1回目の中間集計結果(平均値・最小値・最大値)と客観評価値を参考資料として添付し、地元有識者(1回目と同じ)に、資料を参考にしながら、もう一度主観的評価を行ってもらう。ところで、2回目評価で懸念されるのが、(地元有識者といえども)安易に中間集計結果に合わせるような評価を行ってしまうことである。そこで、調査票には次の工夫をした。

① 調査票の質問文に「第1回目の集計結果、客観評価値(案)を参考にして下さい。無理に合わせる必要はありません。」といった但し書きをつけて、注意を喚起する。

② 2回目調査票には、1回目の中間集計結果と客観評価値に対する地元有識者の考えを聞く項目(「ほぼ妥当・一部妥当・自分の考えと異なる」からの三者択一)を設け、評価者が中間結果に批判的な目をむけるように誘導する。

(イ) 現地検証

a 対象町村

開発した定住条件評価手法の効果を、北海道中川町・新潟県入広瀬村に適用することによって検証した。2町村とも特定農山村地域・過疎地域・振興山村・特別豪雪地域に指定されており、典型的な雪国の中山間市町村である。中川町は上川支庁の最北端に位置し、人口は2,663人(95国調)である。専業農家率65.0%、1戸あたり経営耕地面積は23.0ha/戸(95センサス)の専業農家中心の酪農・畑作地帯である。一方、入広瀬村は北魚沼郡の北東端(福島県境)に位置し、人口は2,223人(95国調)である。第2種兼業農家率82.4%、1戸あたりの経営耕地面積が0.59ha/戸と、零細兼業農家中心の魚沼コシヒカリの産地である。

b 達観評価者の選出

中川町と入広瀬村では、異なる方法で評価者を選出した。

(a) 地元キーパーソンによる選出(中川)

中川町では、地元キーパーソン(元普及員の役場職員)に地元有識者20名を選出してもらった。その際、「町全体を見通して評価できる方」という条件をつけた。この方法を採用したのは、町外出身で、かつ町内の事情に精通した役場職員が存在し、その中立性に期待できたためである。キーパーソンによって選出された20名は、役場職員4、農協職員3、普及員3、農家リーダー6、獣医2、乳業・糖業会社員各1である。

1回目、2回目ともキーパーソンを通じて調査票の配布・回収を行った。1回目の有効回答者数は19名であったが、2回目はその19名に対して実施し、全員から回答を得た。

(b) 農業・農村振興関係の役場職員悉皆(入広瀬)

入広瀬村では、村全体を把握し定住条件の善し悪しを評価できる有識者集団、すなわち、村役場の農業・農村振興関係部局の職員全員(現職と経験者)をまるごと対象にした。1回目は、役場産業課を通じて該当する25名全員に調査票を配布し、19名から回答をえた。2回目は、その19名に調査票を直接郵送し、17名から回答を得た。

以下の分析は1回目・2回目のいずれも回答した評価者を対象に行う(中川町19名、入広瀬村17名)。

ウ及びエ 結果と考察

(ア) 定住条件の評価結果

2町村の定住条件の評価結果を図2-12と表2-

10に示す。

中川町では、町の中央を天塩川が流れ、それに沿ってJR宗谷本線・国道40号線が走り、地域住民の重要な交通手段となっている。市街地はN4・N9の2地区に形成されており、それぞれに小・中学校がある。町の南部は、天塩川支流に沿って列状に集落が並び、行き止まりになっている。定住条件の評価結果は、町の中心集落周辺の等級が高く、そのまた周辺部が中位の等級で、南部の行き止まり集落(N12・N13)の等級が最低位である(図2-12)。

一方、入広瀬村では、村(山林を除く)の南側を破間川が流れ、それに沿ってJR只見線・国道252号線が走っている。只見線から北に行くほど標高は高く、傾斜は急になる。役場・学校等の公共施設はR1地区に、商店はR2地区に集中している。評価結果は、中心集落であるR1・R2地区の等級が高く、その周辺のR3・R4および只見線沿いのR7地区が中位の等級で、只見線(谷筋)から見て奥2集落が低位の等級である(図2-12)。

このように、評価結果は2町村の定住条件の実態をよく反映していると思われる。

(イ) デルファイ法を応用した効果

図2-11の手順で評価することによって、①達観評価値のバラツキが収束したか、②客観評価値と達観評価値のズレは小さくなったか、を検証する。

a 達観評価値の収束効果

達観評価1回目と2回目の標準偏差の比較によって、達観評価値の収束効果を検証する(表2-10)。中川町では1集落(N10)を除いて全ての集落で、入広瀬村では全集落で、2回目の標準偏差の方が小さくなっている。これはデルファイ法の応用によって達観評価値が収束したことを示す。

b 総合化の効果

(a) 達観・客観評価のズレ縮小効果

達観評価値(評価者の個別値)と客観評価値の差の絶対値の平均を集落ごとに求め、1回目と2回目で比較する(表2-10)。中川町、入広瀬村の全ての集落で、達観評価値と客観評価値との差は、1回目より2回目の方が小さくなり、達観評価値と客観評価値のズレが縮小したことを示す。

(b) 評価者の動向

図2-13は中川町N1地区における評価者の動向(1回目と2回目の変化)を示したものである。こ

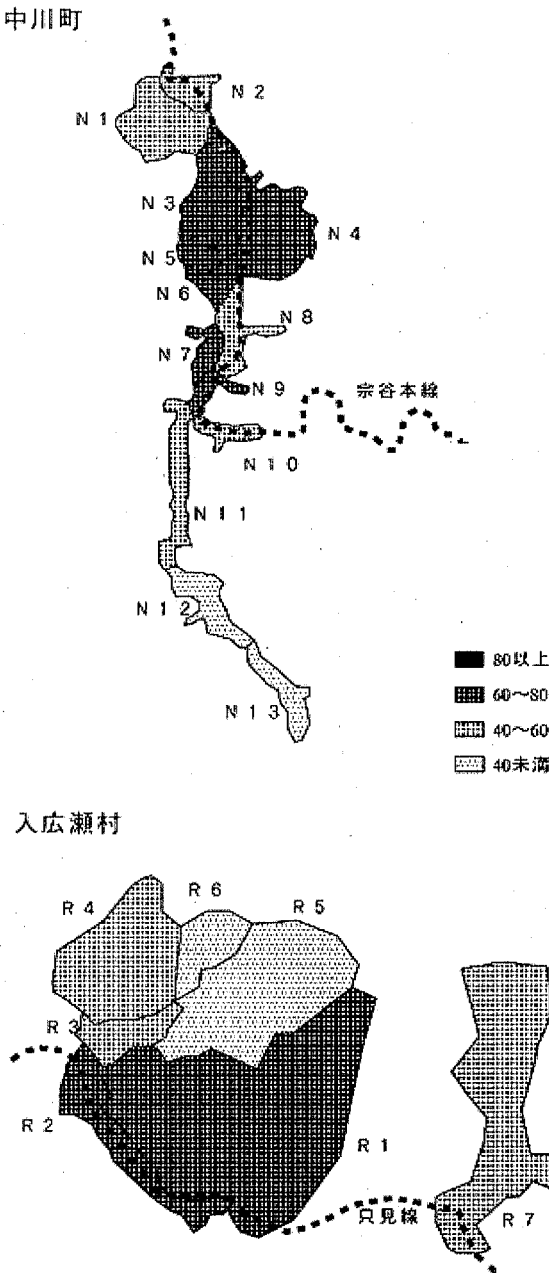


図2-12 達観評価2回目の結果による集落分級図

町村	集落	客観評価	達観評価		達観評価の標準偏差		客観・達観評価の差*	
			1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
中川	N1	48.3	60.8	53.7	20.3	9.8	20.4	9.4
	N2	37.2	60.8	54.1	21.0	9.2	27.7	18.5
	N3	73.6	70.8	68.4	17.5	9.3	14.1	8.7
	N4	70.5	71.3	71.1	17.3	13.4	11.9	8.4
	N5	66.5	73.7	73.7	16.8	7.6	14.8	9.2
	N6	54.6	72.4	71.6	17.8	9.3	21.3	17.5
	N7	54.0	65.8	62.1	19.1	8.5	17.8	9.5
	N8	30.5	58.2	53.9	18.3	10.8	30.4	23.5
	N9	58.6	63.4	61.6	20.4	9.3	16.6	7.4
	N10	24.5	45.8	40.3	20.1	20.9	26.4	24.0
	N11	36.0	55.5	45.8	18.6	16.1	23.0	16.0
	N12	37.2	42.1	28.7	14.7	13.3	12.9	11.9
	N13	24.5	14.3	10.3	17.2	11.3	17.9	16.4
入広瀬	R1	69.8	71.6	69.7	19.2	15.8	13.8	8.6
	R2	64.2	71.6	70.9	20.8	18.1	17.6	12.4
	R3	58.6	55.9	52.4	21.1	16.9	16.8	13.1
	R4	29.1	50.9	45.6	19.4	16.3	25.3	19.2
	R5	37.6	40.8	34.4	21.2	17.6	20.6	14.2
	R6	20.8	35.5	30.3	22.4	15.9	16.4	13.1
	R7	30.4	48.6	42.4	21.6	15.4	22.7	18.3

*達観評価値(評価者の個別値)と客観評価値の差の絶対値の平均を集落ごとに求めたもの

図2-10 評価結果と方法の効果

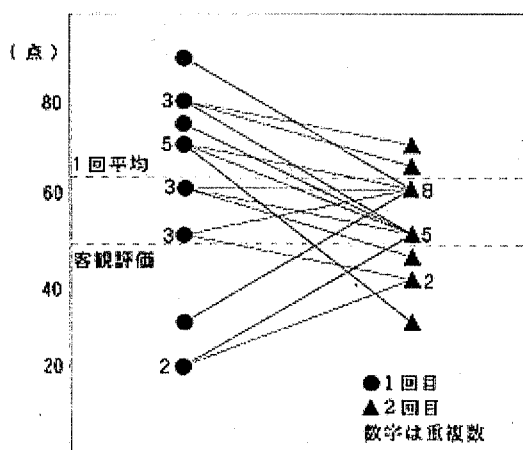


図2-13 評価の動向 (中川町N1)

の中で、1回目平均値と客観評価値の中間域に2回目の評価値が集まっている点 (評価者19名中13名) が注目される。

このことを全調査集落で確かめてみよう。中川町と入広瀬村を合わせると、366 (=13集落×19名+7集落×17名) の評価が行われた。1回目平均値と客観評価値の中間域にある評価値は、1回目には366中73 (19.9%) であったのが、2回目には137 (37.4%) に増えている。評価者の意識の中では、1回目平均値と客観評価値の中間域を中心に総合化が図られたといってよいだろう。

オ 今後の問題点

デルファイ法の応用によって、達観評価値のバラツキを収束させ、達観評価値と客観評価値のズレを縮小させながら、中山間地域を集落単位に評価できることが明らかとなった。図2-11に示した評価手順は、中山間地域の定住条件評価だけでなく、様々な地域資源評価の場面でも用いることができるだろう。

開発した手法による定住条件評価が成功するか否かの鍵を握る条件の一つが、達観評価者 (地元有識者) の選定のあり方である。ここでは、①地元キーパーソンによる選出、②農業・農村振興関係の役場職員悉皆といった2つの方法をとった。ところが、現段階では2町村への適用にとどまっているため、評価者選定方法による違いの検証までには至らなかった。今後、他地域への適用を進めていく中で、これらの課題の解決を図る。

カ 要約

デルファイ法を応用した中山間地域の定住条件評価手法を開発した。本手法の特徴は、客観評価と達

観評価を組みあわせることによって、地元意向をより反映させながら中山間地域の定住条件を集落単位に評価できる点にある。手法の効果は、北海道中川町・新潟県入広瀬村に適用することによって検証した。その結果、①達観評価値のバラツキが収束する、②客観評価値と達観評価値のズレが縮小するといった効果が認められ、デルファイ法の応用によって客観評価・達観評価を総合化しながら、中山間地域の定住条件を評価できることが明らかとなった。

キ 引用文献

- 1) 科学技術庁科学技術政策研究所・未来工学研究所編：2025年の科学技術，(財)未来工学研究所 (1997)
- 2) 原科幸彦・西岡秀三：地域環境評価のための集合調査法の有効性に関する実証的研究—土浦市内の道路周辺住民による会議実験—，地域学研究13，pp119—140 (1983)
- 3) Harold Linstone and Murray Turoff editors：The Delphi Method，Techniques and Applications，Addison Wesley Advanced Books Program (1975)
- 4) 福与徳文：中山間地域の耕境判定に関する一考察 (1)，農業および園芸70(1)，pp137—142 (1995)
- 5) 福与徳文：デルファイ法の応用による客観・達観評価の総合化—中山間地域の定住条件評価を題材にして—，農村計画論文集第1集，pp307—312 (1999)

(福与徳文)

4. 中山間農林業地域の総合的評価に基づく土地利用計画手法の開発

ア 研究目的

中山間地域対策の実効性を高めるためには、様々な視点から農林地等の評価及びゾーニングを総合的に行い、各ゾーン毎の対策を具体的に提示していく必要がある²⁾。そこで、それぞれ視点が異なる「農林業生産」「国土・環境保全」「定住条件」からの評価を統合・体系化し、対象地域の特性に応じたゾーニング手法の確立を図る。

イ 研究方法

(ア) 概要

視点別評価結果の集約を行なうツールとしてGIS (地理情報システム) を活用した。新潟県I村を対象と

して現地調査を実施するとともに、サンプルデータに基づくGISデータベースの試作を行った。それらに基づき、地域の実態に見合うゾーニング手順の明確化を図った。さらに、広域市町村圏域を対象としたゾーニングを試行し、手法の一般化を図った。

(イ) 現地調査

新潟県I村を対象とし、地形図や住宅地図、郷土史や役場資料などの収集・整理を行うとともに、1998年4月に農家全戸（438戸）に対する質問紙調査を実施した（以下農家調査と呼ぶ）。調査票の配布・回収は、役場および農家組合長を通じて行い、回収率は77.2%であった。

事例市町村は福島県との県境に位置し、周囲を1,000m級の山々に囲まれた峡谷型の山村であり、振興山村、過疎、特定農山村等の地域指定を受けている。戦後の市町村合併は行っておらず、7つのセンサス集落（＝大字＝藩政期村落）から構成される。村域は南北に長いが、居住域は北側に集中しており、主要道路及び鉄道は東西方向に村域を横断している。農業は稲作中心であり、畑作は自家消費程度になっている。

(ウ) 視点別評価の集約方法

「農林業生産」「国土・環境保全」「定住条件」からの評価はそれぞれ基礎単位が異なる。それらを統合して総合的な評価を行うためには、農地の優劣を団地単位で評価したデータ、メッシュを基礎として公益機能の評価したデータ、集落の定住条件を評価したデータ、を一つに集約しうるツールおよび集約単位の設定が必要となる。

そこで、GIS（地理情報システム）を活用することで視点別評価の集約を行うことにした。また、集約の単位としては、センサス集落界を基準とすることで、連携課題（2101～2103）の担当者の了解を得た。集落域を集約単位とした理由は、従来より小地域の単位として地域計画上利用されてきたことや既存データの活用が容易なことに加え、課題2102（第Ⅱ編第1章の2）においても公益機能の評価単位としての集落域の有効性が明らかにされたこと等による。

(エ) GISの活用

手法開発のために複数のテーブルから構成されるGISデータベースを下記のように試作し、農家調査結果を交えた地域の概況分析および視点別データの集約等を行った。

a 事例対象地（新潟県I村）の役場から入手した水田区分図に基づき、団地単位で農地ポリゴンを作成するとともに、生産の評価データのサンプルとして水田団地別評価ランクを属性データとして入力した。

b 市販の標準地域メッシュ地図を購入し、1kmメッシュ区画を細分化することで100メッシュ区画を作成した。公益機能の評価データとして農業環境技術研究所農村景域研究室から国土・環境保全機能全国評価マップ（標準地域メッシュデータ）の提供を受け、1kmメッシュベースの機能別評価値を100mメッシュにそれぞれ割り当てた。

c センサス集落界を農林統計協会から入手するとともに、市販の住宅地図に記載された集会施設の位置を集落中心位置としてポイント入力した。また、センサス集落カードに記載された社会経済指標と、北海道農業試験場動向解析研究室から提供を受けた定住条件の評価データ（内容は第Ⅱ編第1章の3を参照）をGIS上の属性データファイルに変換した。

d その他として、主要道路の経路や各種施設の位置を示すテーブル等を作成した。

(オ) 手法開発にあたって留意した点

中山間地域が多様であることを前提とし、個々の地域特性を踏まえた振興方向や施策上の問題を明らかにできるようなゾーニングを行うことを重視した。また、関係機関が利用できるように、そのプロセスならびに結果が理解しやすいものになるように努めた。

ウ 結 果

(ア) 現地調査に基づく評価

図2-14はI村の地理的な概況をGISにより表示したものである。A～Gと7つあるセンサス集落のうちA～Cの3集落は村内を流れる河川の下流域に位置し、比較的平坦で標高も300m未満と相対的に低い。また国道に近接しており交通アクセスも良い。特にA集落には、役場、JA、小中学校、郵便局等の主要施設があり、商工会、森林組合、土地改良区等の事務所も置かれるなど村の中心集落となっている。B集落も、駅の周囲に地元商店が立地し、国道沿いには事業所が集積している。またC集落では温泉宿泊施設等の整備が行われている。それに対して、D～Fの3集落は山あいに位置する。傾斜面に沿って農地が分散し、地すべりの危険もある。観光的な設備も相対的に乏しい。またG集落は、国道に通じる幹線道に近接しており、川沿いにある居住域の地

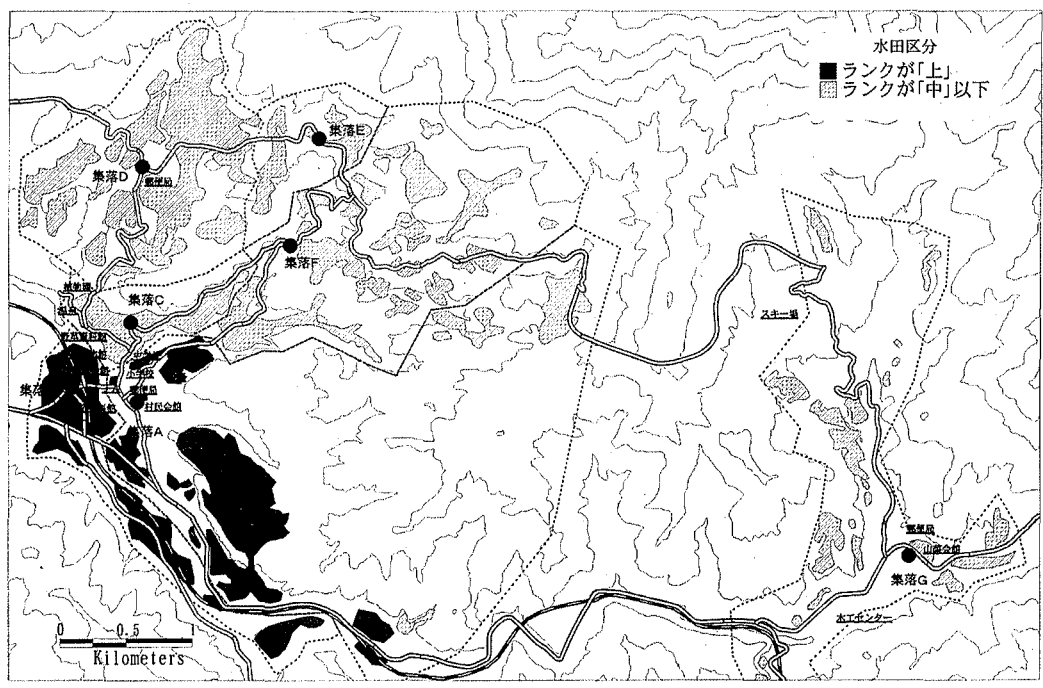


図 2-14 地理的な概況 (新潟県 I 村)

集落名	戸数	農家率		販売農家率		主業的農家率		小規模農家率		大規模農家率		あとつぎ同居率	高齢者率	
		1990	1990	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995		1995	1995
A集落	208	47.6	60.4	17.6	36.4	5.5	45.1	25.6						
B集落	177	41.8	54.8	21.0	50.0	5.9	46.8	27.5						
C集落	56	69.6	64.7	20.6	50.0	4.5	35.3	25.6						
D集落	80	83.8	87.1	46.8	24.5	1.9	21.0	33.2						
E集落	5	100.0	50.0	0.0	50.0	0.0	25.0	80.0						
F集落	44	72.7	75.8	33.3	24.0	0.0	27.3	31.3						
G集落	99	61.6	48.1	7.4	60.0	0.0	37.0	33.2						

注 1) センサス集落カードより作成
2) 主業的農家率 = (主業農家 + 準主業農家) / 総農家
3) 小規模農家率 = 経営耕地 0.3 ~ 0.5ha の販売農家 / 販売農家
4) 大規模農家率 = 経営耕地 2.0ha 以上の販売農家 / 販売農家
5) 高齢者率 = 65 歳以上の農家人口 / 農家人口

表 2-11 社会経済面での概況 (新潟県 I 村)

形は比較的平坦である。もともと林業との結びつきが強く、山菜をシンボルとした I 村の観光開発の重要な拠点である。所得確保のために民宿業を営む世帯も多く、図からは除外したが居住域を東へ抜けたエリアには観光設備が集積している。なお水田団地の分布を見ると、国道が通っている河川の下流域 (A と B の集落) には、ランク「上」の優良農地が集積していることがわかる。

表 2-11 は、センサス集落カードのデータを集落別に整理したものである。これをみると、E 集落はわずか 5 戸に過ぎず、集落の限界水準に達している³⁾。これは、1970 年代前半に集落再編成事業が導入されたためである。かつて E 集落には約 30 戸が居住していた。しかし、公共的な施設や商店等が集積している村の中心部に行くためには道路沿いに大きく迂回しなくてはならない。さらに村内では最も標

高が高い (400m 以上) ために雪が多く、冬季の通勤・通学は困難を極め、大雪の年には雪崩の危険にさらされるという状況にあった。そこで、居住世帯の大半が A ~ C の 3 集落へ転居し、残留した世帯は 1979 年に建設された公営住宅に居を構えて現在に至っている。そのため、農家率は高いものの、販売農家率および主業的農家率が低く、高齢者率が高い。自給的な高齢専業農家が居住する限界的な集落と言えるだろう。農家調査の結果をみても、全ての回答農家が定住を希望する一方、10 年から 20 年のうちには集落が消滅すると予想している。

E 集落と同様に山あいの D・F 集落は、農家率、販売農家率及び主業的農家率がいずれも高く、農業の担い手は相対的に豊富であることがわかる。その反面、大規模農家率は A・B 集落より低い値を示し、中核層の形成は遅れている。水田のランクは「中」もしくは「下」であり、傾斜地に農地があるため生産条件は A・B 集落に劣ると言えよう。農家調査の地区別分析結果⁴⁾をみても、山あい地区では、水田農業を続ける上での問題点として、「休耕水田の再耕作が困難」という指摘が「高齢化により耕作継続が困難」という指摘を上回っている。また他の地区と比べて「耕作を頼める受け手がない」ことを問題視する回答も相対的に多い。さらに、これらの集落では、傾斜地に居住しているという条件が除雪や自然災害という形でも問題となる。農家調査の結果

によれば、日常生活における不便さとして「自然災害が心配」という指摘が相対的に多く、F集落では回答率が40%にも達している。また「道路が悪い」「除雪が大変」という指摘も相対的に多い。そのため、農家調査による定住意向では、移住を希望する回答が20%を超える結果となった。

一方、村の中心部にあり戸数規模も大きいA・B集落は、農家率が50%を割り込み、販売農家率も相対的に低い。その反面、大規模農家率が相対的に高い。定住条件が良くあとつぎ同居率も相対的に高いA・B集落では兼業化が進行しやすいが、優良農地が多いために中核的農家の育成と利用集積による営農展開が見込まれる。実際、農家調査の結果から後継者不在の場合の対応をみると、A・B集落では「耕作を依頼」もしくは「農地を手放す」という回答が相対的に多く、大規模層への利用集積の可能性が示唆されている。なお、C集落は、その特徴ははっきりしないが、地理的にみて中心部のA・B集落と山あいのD・F集落の境に位置しており、この両者の中間的な性格を有するものと考えられる。

またG集落は、販売農家率および主業的農家率が低く、小規模農家率が50%を上回っている。観光を主体に自給的農業を営む集落と位置づけられよう。日常生活における不便さとしては、「病院や診療所まで遠い」という回答が最も多く、「役場が遠い」という指摘も多い反面、「道路（が悪い）」という指摘は少ない。村の観光拠点であるG集落は施設や交通アクセスの面では山あいの集落よりも恵まれている。村の中心部から離れているという地理的条件の悪さを解消するまでには至っていないが、農業以外の所得機会と定住条件の確保はなされていると言えよう。実際、「あなたの住んでいる集落は今後どうなると思いますか」という質問に対し、「戸数は減少するが集落は維持される」という予想がG集落では92.2%と大半を占める。その一方、後継者不在の場合の対応では「農地を保持して耕作放棄」という回答が他の集落よりも相対的に多く、農地の利活用が今後課題になると予想される。

以上のような集落別の特徴は、公的支援の必要性やその根拠に関する意識を尋ねた農家調査の結果にも現れている。表2-12は、公的支援の是非を問うた質問と個々の経営に対する公的支援の具体的方法を尋ねた質問（複数回答方式）から公的支援の必要

(単位:%)

	A集落	B集落	C集落	D集落	F集落	G集落
支援は必要	34.8	26.4	25.0	41.7	29.4	20.8
低生産性	70.6	64.0	57.1	68.0	57.1	28.6
農地保全	58.8	60.0	78.6	68.0	42.9	35.7
国土保全	35.3	32.0	35.7	40.0	57.1	28.6
国民利益	26.5	24.0	21.4	28.0	28.6	14.3

- 注 1) 農家調査の結果から作成
- 2) 根拠に関しては複数回答から該当する部分を抽象
- 3) 各根拠に対する回答率は公的支援が必要と回答した農家数から算出
- 4) E集落は有効回答なし

表2-12 公的支援の必要性とその根拠に関する意識（集落別）

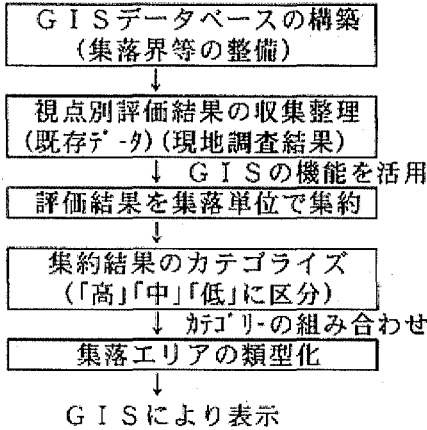


図2-15 総合的なゾーニングの手順

性と根拠に関する選択肢を取り出し、集落別に整理したものである。これをみると、D集落では公的支援が必要という回答が多いことが目立つ。「国土保全（営農継続による機能の維持）」に支援の根拠を求める回答の割合を集落間で比較すると、F集落が最も高く、次いでD集落、C集落となっている。特に山あいの集落では、公的機能を踏まえた営農支援が必要とされていると言えよう。また、自給的農業を営むG集落においては、公的支援が必要という回答が少なく、支援の根拠としては「営農の継続による農地の保全」を挙げるケースが多い。一方、優良農地が存在するA集落およびB集落では、公的支援の根拠として「平坦地と比較した営農の困難さや生産性の低さ」を挙げるケースが多く、特にA集落でその傾向が強い。

(イ) 視点別評価データの統合と類型化のプロセス
 現地調査により明らかになった集落別の特徴を踏まえ、総合的なゾーニングの手順を考案し、その明確化を図った（図2-15）。

a 視点別データの集約

試作したGISデータベースを活用して視点別評価データを集落単位で集約する。I村の場合、生産的

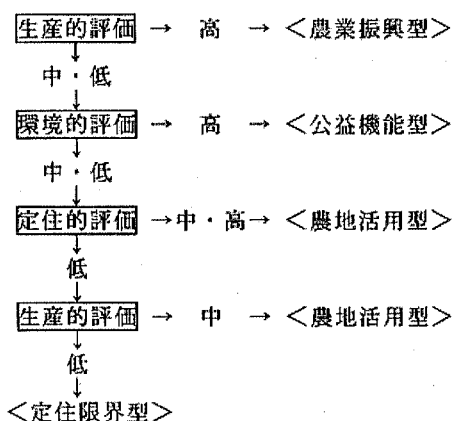


図2-16 視点別評価の定性的な結合

評価データは、役場で確認した耕作圏と水田団地ポリゴンの重ね合わせを行い、集落ごとにランク別水田団地数を集約した。また、環境的評価データは、集落界を用いて100mメッシュに割り付けられたデータを機能別に集落単位で集計した。なお、定住的評価データは、集落単位のデータのため、そのまま利用した。

b 視点別のカテゴリーランク化

集落単位で集約したデータをさらに加工し、それぞれの視点ごとに「高」「中」「低」の3カテゴリーにランク区分する。I村の場合、生産的評価データは、優良農地が存在し、かつその構成比が50%を超えるケースを「高」とした。また、中程度の農地さえ存在しないケースは「低」、それ以外は「中」とした。環境的評価データは、第3四分位数(75%点)を求め、集約値がこれ以上を示す機能が1つもないケースを「低」、2つ以上あるケースを「高」、それ以外は「中」とした。定住的評価データは、客観的評価と主観的評価を平均し、75%点以上のケース「高」、25%以下のケースを「低」とした。

c カテゴリーランクに基づく定性的な類型化

振興施策との対応づけを行うために、農業の将来的な可能性という点に着目し、カテゴリーランクを組み合わせて4つのゾーニング類型を設定する(図2-16)。

生産的評価カテゴリーが「高」のケースは、そこに優良農地が存在することを意味すると捉え、そのみで「農業振興型」とする。I村ではA集落等がこれに該当し、中核的農家による優良農地の維持、優良農地を活用した生産振興が可能な地域と考えられる。なお、環境的評価カテゴリーのランクに関わらずに「農業振興型」とするのは、公益機能は農業

生産に伴う波及的な機能であるため、農業が振興されれば結果的に公益機能も維持されるという考え方に基づいている。

生産的評価カテゴリーは「中」以下だが環境的評価カテゴリーが「高」のケースは、農地条件の悪さが公益機能の継続的発揮の不安定要因になっていると捉え、「公益機能型」とする。I村ではF集落等がこれに該当し、農林地の荒廃に伴う公益的機能の低下が将来的に懸念される地域と考えられる。

生産的評価および定住的評価のカテゴリーがともに「低」で、環境的評価カテゴリーも「中」以下という中山間地域の中でも特に条件が悪いケースは、農業振興以前にそこでの定住自体が問題になると捉え、「定住限界型」とする。I村ではかつて集落再編成事業の対象となったE集落がこれに該当し、現状のままでは定住性の確保が困難で、集落消滅の危険性が高い地域と考えられる。

また、以上の三類型に該当しないケースは、優良農地の活用、公的機能の維持、定住問題の解決といった明確なテーマを見出しにくい状況にあると捉え、一括して「農地活用型」とする。I村ではG集落等がこれに該当し、現状では農林業を主体とした振興は困難であるが農林地を活用することで農業の位置づけを明確化することが可能であり、振興方向の選択に幅がある地域と考えられる。

(ウ) 手法の広域適用による一般化

I村を含む広域市町村圏(新潟県K郡)を対象とし、現地調査を行わずに入手可能なデータから広域ゾーニングを試行した。なお、視点別評価およびそのカテゴリーは下記のように行った。

a 生産的評価データについては、90年センサス集落調査データ及び傾斜地帯水田適正利用対策調査(H3~5)¹⁾の結果を用いた。カテゴリーに際しては、水田の基盤整備状況や傾斜水田の有無を組み合わせて、傾斜水田が存在かつ集落耕地に占める不整形水田の割合が50%以上の場合は「低」、20a以上の区画の水田が存在かつ集落耕地に占める整形水田の割合が80%以上の場合は「高」、それ以外は「中」とした。

b 環境的評価データについては、国土・環境保全機能全国評価マップの1kmメッシュデータを用い、センサス集落界を利用してGIS上で面積比による評価値の分割・併合を行った。カテゴリーに際して

	現地調査結果を踏まえて実施										広域ゾーニングとして実施 (既存データを活用)				
	生産			公益機能(国土保全)					定住		結果	生産	環境	定住	結果
	上	中	下	大気浄化	土壌浸食防止	土砂崩壊防止	水かん養	支援ニーズ	遠観評価	観光開発					
A集落	9	1	4	5.52	9.46	5.58	4.45	35.3	71.6	△	農業振興型	◎	○	◎	農業振興型
B集落	5	0	0	3.88	9.80	5.71	4.02	32.0	71.6	△	農業振興型	◎	○	○	農業振興型
C集落	0	1	0	3.91	4.80	5.39	5.48	35.7	55.9	△	公益機能型	○	○	○	農地活用型
D集落	0	7	6	10.03	9.21	5.47	5.06	40.0	50.9	×	公益機能型	○	◎	×	公益機能型
E集落	0	0	4	5.32	9.61	5.32	4.73	—	35.5	×	定住限界型	×	○	×	定住限界型
F集落	0	5	12	9.02	9.23	5.60	4.89	57.1	40.8	×	公益機能型	○	◎	○	公益機能型
G集落	0	15	8	10.83	10.94	5.81	4.10	28.6	48.6	○	農地活用型	○	○	×	農地活用型

注1) 生産的評価: 農地区分ごとの団地数(役場資料を活用)

2) 環境的評価(機能別評価値): 農林研景域研の1Kメッシュデータを活用

(支援ニーズ: 国土保全のために公的支援が必要と考える農家の割合(全戸を対象としたアンケート調査結果))

3) 定住的評価(遠観評価): 北農試験向解析研によるデルファイ調査結果

(観光開発): 施設等が集積○、施設等なし×、施設等あり△

4) 既存データによる評価: ◎高、○中、×低

表2-13 新潟県I村におけるゾーニング結果

は、平場地域も含めて評価値の分布を求め、その第1四分位数(25%点)と第3四分位数(75%点)を基準にその高低を機能別に判定した上で、評価値が高い機能が1つ以上かつ評価値が低い機能がない場合を「高」、評価値が低い機能が1つ以上かつ評価値が高い機能がない場合を「低」、それ以外を「中」とした。

c 定住的評価データについては、第Ⅱ編第1章の3で記述された定住条件の客観評価の指標・配点を用いた。80年及び90年の集落調査も含めた過去のセンサスデータを活用し、交通条件においては一部GIS上での計測を行ったが、一部の指標は割愛せざるをえなかった。カテゴライズに際しては、重みづけなしで各指標を得点化し、平場地域を含めて分布を求め、その第1四分位数(25%点)と第3四分位数(75%点)を基準に「低」「中」「高」のランク分けを行った。

広域的な視点で行ったI村各集落のゾーニング結果とI村のみに限定して現地調査結果を踏まえてゾーニングを行った結果を比較すると、C集落以外は同一の類型に判別された。また、条件が良いところが「低」にランクされたり、条件が悪いところが「高」にランクされたりするといった逆転現象は見られず、現地調査を実施しなくてもある程度の評価が行えることが確認できた(表2-13)。これは、広域圏を対象とする場合、平場地域との比較がカテゴライズの結果に反映され、データの不十分さを補うためだと考えられる。

エ 考 察

ここでは、ゾーニング結果に基づく振興方策の提示と2101~2103の課題との連携の二点に焦点を絞り、

若干の考察を行う。

(ア) ゾーニング類型別にみた振興方向と施策上の課題

生産条件が比較的恵まれている農業振興型では、基盤整備の強化よりも、栽培作物・品種の選定や中核的農家への優良農地の集積等の営農対策を展開することが基本的な方向になろう。なお、定住的評価が「低」の場合は、担い手確保のための生活環境整備や広域的な農地利用集積等の対策が必要となろう。それに対し、公益機能型では、農林地の持つ公益的機能を維持していくことが基本的な方向になろう。基盤整備を行う場合は、生産振興というよりは公益機能の維持が主目的となる。また、生産的評価が「低」の場合は、林地化の是非も検討事項になるとと思われる。

一方、定住限界型では、集落移転を含めて定住問題の解決を図ることが基本的な方向になろう。生活環境整備を行う場合は、定住性の確保が主目的となる。また、農地活用型は、地域資源として農地の有効な利活用を図っていくことが基本的な方向になろう。他の類型と比べて振興方向の選択に幅があると考えられ、農家や関係機関の意向に基づく参加型の地域づくりも有用と思われる。

(イ) 連携課題の成果の活用方向

課題2101では(第Ⅱ編第1章の1)、生産的視点から整理した農地評価要因に数量化I類を適用することによって水田団地スコアを算出し、その分布から農業集落を「農業生産地区」「農業保全地区」「交流地区」の3つに区分している。最終的な評価値は集落別の連続量であり、ランク数も3である。よって、その結果を生産的視点からの評価結果(ラ

ンク)としてそのまま活用できよう。

2102の課題では(第Ⅱ編第1章の2)、流域圏を対象とし、環境的視点から1/10細分メッシュ(100mメッシュ)ごとに機能別の評価値(景観保全と生物相保全も含む)を求め、集落域による平均値の算出を行っている。また、「平均値±標準偏差/2」を基準として機能別の評価値を-1/0/+1という形でスコア化し、その合計値を求めることで総合化を図っている。本課題の場合、1kmメッシュという粗いデータを用いて試行を行ったため、評価値が高い機能と評価値が低い機能の有無に注目して環境的評価結果のカテゴリライズを行ったが、100mメッシュデータならば、スコアの合計値を利用することも可能と考えられる。

2103の課題では(第Ⅱ編第1章の3)、センサスデータ等に基づく定住条件の客観評価値と地元有識者による主観的な達観評価値のズレをデルファイ法の応用により収束させ、評価値の分布から4区分で集落のランクづけを行っている。本課題の手法とはランクの数異なるが、最終的な評価値は集落別の連続量であるため、地元の意向を反映させて定住視点からの評価データを作成する手法として活用することができる。

オ 今後の問題点

本課題では、各視点からの評価データは既存の手法を適用して別途用意することを前提としており、活用しうる手法の要件やどのような手法の活用が有用なのかといった点についての整理・検討が今後必要となろう。また、「高」「中」「低」のカテゴリライズは、ゾーニングの結果を左右する。視点別の評価をそのまま活用できない場合は、データの特性に応じてカテゴリランクづけを行う必要があり、この点についても整理・検討が必要である。

また、課題2101~2103で開発された手法は、現状ではいずれも現地調査が必要となる。広域的なゾーニングを効率的に実施するには、利用可能なデータの整備、GIS上でゾーニングプロセスを自動化するようなソフトウェアの開発などが将来的な課題となる。

カ 要約

中山間地域に対する「農林業生産」「国土・環境保全」「定住条件」の3視点からの評価結果を、GISを活用してセンサス集落単位で集約し、農業の将来的

な可能性という観点からカテゴリランクを組み合わせてゾーニングを行う手法を開発した。その特徴は下記のように整理できる。

(ア) 各視点からの評価データを収集もしくは既存の手法を適用して作成し、GISを活用してセンサス集落単位で集約する。これにより評価単位が異なるデータを統合することが可能となる。

(イ) 集約した各視点からの評価データをそれぞれ「高」「中」「低」の3カテゴリにランク分けを行い、それらを組み合わせることで総合的な評価を行う。これにより、定性的でわかりやすいゾーニングを行うことができる。

(ウ) 農業の将来的な可能性に着目して類型を設定し、ゾーニングを行う。具体的には、中核的農家等により優良農地を活用した生産振興が可能な地域は「農業振興型」、農林地の荒廃により公益的機能の低下を生む危険性が高い地域は「公益機能型」、現状では農林業を主体とした振興は困難で農林地の活用が重要となる地域は「農地活用型」、現状では定住性の確保が困難な地域は「定住限界型」とする。これにより、中山間地域の多様性を踏まえた振興方向や施策上の課題の明確化が可能になる。

(エ) カテゴリランクの組み合わせにより結果を導き出せるため、農業センサスのデータや1kmメッシュベースのデータを活用し、広域な範囲でのゾーニングをより容易に行うこともできる。

キ 引用文献

- 1) 日本土壤協会・農林水産省構造改善局計画部資源課：平成5年度傾斜地帯水田適正利用対策調査報告書，pp1-251，1994
- 2) 福与徳文：中山間地域における行政施策の現状と課題，中山間地域研究の展開－中山間地域問題の整理と研究の展開方向－農村計画研究連絡会編)，pp17-44，養賢堂，1998
- 3) 福与徳文・藤森新作・深山一弥：集落維持のための限界条件，中山間資源活用の諸側面－美しく活力あふれる中山間地域の創造に向けて－(小室重雄・深山一弥編)，pp47-57，養賢堂，2000
- 4) 安中誠司：中山間地域における内部的多様性の様態－新潟県I村における分析－，農村生活研究，43(3)，pp2-11 (1999)

(安中誠司・唐崎卓也・深山一弥)

第2章 地域資源の持続的利用のための総合的管理システムの開発

1. 第3セクター等重層的担い手による農地管理・利用方式の解明

(1) 自主的土地利用区分と土地利用再編手順の解明

ア 研究目的

第3セクター等重層的な担い手による農地管理を行う上で、まず、保全すべき農地の範囲を明確にすることが重要である。そのための1つのアプローチとして、集落において自主的に土地利用再編を進める事例をもとに、自主的な土地利用区分のための基準と土地利用区分の手順について解明する。

イ 研究方法

(ア) 土地利用区分の基準の解明

土地利用区分の基準を解明するために、新潟県安塚町H集落において自主的に行われた土地利用区分の結果、および取り組みの中で実施されたほ場一筆調査、農家の経営概況・就業状況調査の結果を用いて数量化Ⅱ類分析を行う。

(イ) 対象集落における土地利用区分の実施とあるべき手順の提示

現地における聞き取り調査からH集落の取り組みを事後的に検討、整理し、土地利用区分のあるべき手順を提示する。

ウ及びエ 結果と考察

(ア) 土地利用区分の基準の解明

a 土地利用を規定する要因の整理

土地利用区分の基準を解明する前提として、保全すべき農地の概念と分析に用いる要因を整理する。和田は、優良農地の概念は基本的には経済学的な概念であり経済地代によって把握されるものであるが、現実的にはその算出が困難なことから経済的土地分級によりそれを把握すべきであると述べている¹⁾。その際都市的土地利用と農業的土地利用が競合する地域を対象に、優良農地は地域内での農業の優良性と同時に強い農業志向に裏付けられた経営主体の存在程度によって主張されたとした。

ところで中山間地域には、和田が想定したような都市的土地利用との競合に対して主張される優良農地は存在しない。むしろ農業的土地利用が一方的に後退するという局面が一般的である。しかし農業生産を継続しようとする経営主体は少なからず存在し

ており、そこには「農地を保全することによって定住をより可能にし地域の活性化の方向を模索しようとする視点」がある。そこで、そのような視点から主張される農地を「保全すべき農地」と定義することができ、それは基本的に、そこで農業を継続するという意志をもった主体の存在程度によって主張されるべきものであると考える。

このような概念整理に基づけば、H集落における住民等の判断(1.田として保全すべき／2.畑または樹園地として保全すべき農地／3.農地以外の用途に転用すべき)を用い、それを説明する要因を検討することによって土地利用区分の基準を見出すことができると思う。説明する要因には、H集落の取り組みの中で行ったほ場一筆調査、および農家概況調査から「傾斜」「地すべり発生頻度」「日照条件」としての外部環境要因、「所有者の年齢」としての経営要因、そして「用水確保」「収量水準」「整備状況」「機械進入可否」「通作難易」「区画規模」としての生産性要因を用いる。これらの要因は従来の議論に加え、H集落の取り組みの中で住民らが判断の基準として重視してきたものを事後的に整理したものである。

b 分析結果と考察

住民等の判断および土地利用を規定すると思われる要因は、ともに質的なデータであるため、数量化Ⅱ類分析により土地利用区分の基準を明らかにする。すなわち外的基準にはH集落の住民等の判断(1.田として保全すべき／2.畑または樹園地として保全すべき農地／3.農地以外の用途に転用すべき)を、アイテムには上記要因をあてはめる。

まず、ほ場毎の経営的な属性を考慮せず要因別の分析を行ったところ、外部環境要因ではより日照条件の良好なほ場が田として保全すべき農地に判別された。他に地すべりの発生頻度が高いところや傾斜が1／8未満のところについても同様に判別されたが、アイテムレンジは低く重要な基準とは解釈されなかった。次に生産性に関する分析では、労働生産性に注目すればより通作容易、コンバインの進入可能なほ場が、土地生産性では用水源がため池であるほ場が田として保全すべき農地に判別された(表2-14)。

しかし、これら経営要因を考慮しない分析では

			I 軸		
アイテム	カテゴリ	頻度	アイテムレンジ	スコア	
傾斜	1.1/12 未満	197	0.76906	0.25600	
	2.1/12-1/8	253		0.23464	
	3.1/8 以上	214		-0.51306	
地すべり発生頻度	1.少ない	541	0.97472	-0.18056	
	2.頻発	123		0.79416	
日照条件	1.多い	299	2.09775	0.33049	
	2.普通	219		0.56837	
	3.少ない	146		-1.52938	
		頻度	グループ統計量(平均)	正判別率	相関比
外的基準	1.田	428	0.208	97.2%	0.308
	2.畑/樹園地	104	-0.680	22.1%	
	3.農地以外	132	-0.139	0.0%	

－生産性要因のみをアイテムとした場合－

I 軸				
アイテム	カテゴリ	頻度	アイテムレンジ	スコア
用水確保	1.河川	136	0.84447	-0.01160
	2.湧水	94		-0.08427
	3.ため池	68		0.73405
	4.天水田	366		-0.11042
収量水準	1.6 俵未満	96	0.76418	0.38729
	2.6-7 俵	277		-0.37690
	3.7 俵以上	291		0.23100
整備状況	1.事業整備	102	0.22270	0.17828
	2.自力整備	397		-0.02734
	3.未整備	165		-0.04442
機械進入可否	1.コンバイン可	473	1.26780	0.31598
	2.田植機可	143		-0.95183
	3.困難	48		-0.27802
通作難易	1.より容易	127	1.91684	-0.17710
	2. 	111		0.65861
	3. 	162		0.58095
	4. 	155		-0.04891
	5.より困難	109		-1.25823
区画規模	1.2a 未満	150	0.33141	-0.21911
	2.2-6a 未満	319		0.03438
	3.6a 以上	195		0.11230

		頻度	グループ統計量(平均)	正判別率	相関比
外的基準	1.田	428	0.385	89.0%	0.522
	2.畑/樹園地	104	-1.306	57.7%	
	3.農地以外	132	-0.220	11.4%	

注：正判別率は、II軸まで求めた場合に実際の区分結果に対して正しく判別された割合を示している

表2-14 経営要因を考慮しない分析結果

－外部環境要因のみをアイテムとした場合－

「1. 田として保全すべき農地」と「2. 畑または樹園地として保全すべき農地」の判別は可能であるが、「3. 農地以外の用途に転換すべきところ」については、「1. 田として保全すべき農地」に誤判別されてしまう。そこでアイテムに「所有者の年齢」としての経営要因を加え、外的基準をこの2つに限定した分析を行ったところ、外的基準の判別が可能となった(表2-15)。

この結果では「所有者の年齢」のアイテムレンジが

				I 軸	
アイテム	カテゴリ	頻度	アイテムレンジ	スコア	
傾斜	1.1/12 未満	174	0.76055	-0.18530	
	2.1/12-1/8	212		0.42637	
	3.1/8 以上	174		-0.33418	
地すべり発生頻度	1.少ない	442	0.49717	-0.10476	
	2.頻発	118		0.39241	
日照条件	1.多い	261	0.23030	0.08368	
	2.普通	200		-0.14662	
	3.少ない	99		0.07561	
所有者の年齢	1.60 歳未満	119	1.72458	-0.69964	
	2.60-65 歳	114		1.02494	
	3.65-70 歳	112		-0.43391	
	4.70-75 歳	126		0.36398	
	5.75 歳以上	89		-0.34662	
用水確保	1.河川	117	0.12899	-0.01660	
	2.湧水	80		0.10755	
	3.ため池	65		-0.00418	
	4.天水田	298		-0.02144	
収量水準	1.6 俵未満	87	0.71685	-0.58585	
	2.6-7 俵	207		0.07788	
	3.7 俵以上	266		0.13101	
整備状況	1.事業整備	95	1.13893	0.91084	
	2.自力整備	334		-0.22809	
	3.未整備	131		-0.07900	
機械進入可否	1.コンバイン可	424	0.54873	0.11967	
	2.田植機可	97		-0.42906	
	3.困難	39		-0.23389	
通作難易	1.より容易	104	1.28418	0.11333	
	2.	107		0.57004	
	3.	155		0.25868	
	4.	131		-0.71414	
	5.より困難	63		-0.30672	
区画規模	1.2a 未満	116	0.40085	-0.07503	
	2.2-6a 未満	274		-0.13388	
	3.6a 以上	170		0.26697	
		頻度	グループ統計量(平均)	正判別率	相関比
外的基準	1.田	428	0.302	93.2%	0.479
	3.農地以外	132	-0.980	38.6%	

注：正判別率は、実際の区分結果に対して正しく判別された割合を示している。

表2-15 経営要因を考慮した分析結果

最も高いことが注目される。このことは、計画論的な判断においても経営者(所有者)の属性が重視されるべきことを示している。また、60～65歳のカテゴリースコアの符号が正で最も高いことから、この階層が事例集落において最も重要な農業労働力に位置付けられていると解釈することができ、所有者の年齢が60～65歳であることが、重要な基準としてあげられる。

一方で、判別結果と実際の土地利用区分とが異なる場合についてみると、経営者(所有者)の属性要因が影響していることが推察される。事実、実際の検討過程では、経営規模を縮小する農家から他の農家への農地集積が進まないこと、不在地主の中に貸付に応じない者がいることなどから、生産性に関する

る条件は良好だが保全は無理と判断された農地が少なからず存在している。このことは、保全すべき農地は何らかの基準によって一元的に決定されるものではなく、特に経営的な要因によって変わり得るのであることが示されたといえる。そのため、保全すべき農地の把握は、検討の過程を通じて住民らの討議がつくされ、その結果、例えば第3セクター等重層的な担い手による農地管理へ移行するなど、現況を改善するために活用される場合にその積極的な意義を見出すことができるといえる。

(イ) 対象集落における土地利用区分の過程の検討とあるべき手順の提示

H集落では、農家の代表、役場、農協（JA）、普及センター、試験研究機関の10名からなる土地利用検討委員会が組織され（図2-17）、この委員会で土地利用区分の原案を検討し集落へ提案、集落全体で議論するという手続きがとられた。

参画するメンバーのそれぞれの役割は次に述べるとおりである。まず計画主体となる住民等が原案づくりを行い、それに先立つ基礎資料の提示および保全すべき農地の基準の検討については試験研究機関が、農地として利用する場合の作物の選択に関するアドバイスは普及センターやJAが中心となる。町役場は委員会の企画、集落と関係機関との調整に加え、町の上位計画とのすりあわせ、および棚田地域等緊急保全対策事業の導入など実現手段の検討に際し大きな役割を果たしている。

保全すべき農地の範囲の明確化については、試験研究機関より提示された基礎資料をもとに検討された。まず田として保全すべき農地が選択され、次に田としては無理だが畑地等として保全すべき農地が選択された。その際田については現況の土地利用の維持を前提としながらも生産性要因である「用水確保」や「通作難易」から、より良好な条件にあるところが選択された。また畑地等については、すでに行われている都市との交流を推進することを目的に畑地の整備が、労力のかからない作物という視点から在来の柿、栗または新たな取り組みとしてブルーベリーなどの植樹が適当であると判断された。さらに、いずれの利用も困難と判断されるところについては、やはり都市との交流を目的に、山菜エリアとして道路の維持、管理のみを行うこととされた。

この検討を通して事例集落では集落全戸が土地利

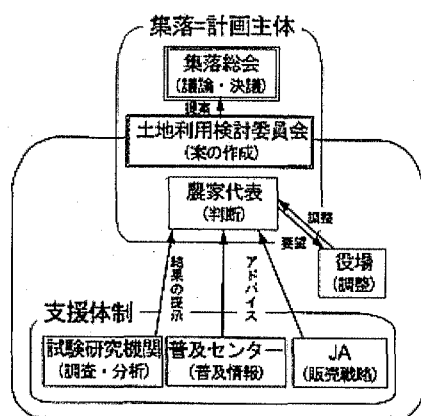


図2-17 H集落の土地利用検討体制

用に対するある共通の認識をもつに至っている。すなわち、将来経営を縮小、離農または離村する際には、今回了承された土地利用区分に基づき所有地を貸し付ける等の適当な対応をすること、事業導入の話し合いには快く応じることが確認されている。各種の条件整備は農地を保全する上で不可欠ではあるが、農地に関する利用および所有にかかわる権利の調整を伴うためその実施は困難を極める場合が多い。しかしH集落は、自主的に土地利用区分に取り組む中で、上記のように農地の権利調整の重要性を認識し、その上で土地利用区分の実現手段として棚田地域等緊急保全対策事業の導入に至っている。つまり、住民等の自主的な取り組みは、農地保全上その実効性を担保し得るという点において非常に重要なポイントとなる。

一方、自主的な取り組みとはいえ関係機関の支援は欠かせない。特に棚田地帯についていえば、田に変わる土地利用の転換が積極的に検討される必要があり、そのため都市との交流による活性化の方向が上位計画のレベルできちんと位置づいていること、様々な土地利用を可能とする補助事業のメニューが豊富にそろえられていることなどが条件となる。また、GISの活用によって一筆調査結果等の地図表示など、討議に活用し得る基礎資料を作成することができる。関係機関の協力が得られればGISの積極的な利用が望まれる。このような意味から、農家および関係機関の参画する土地利用検討委員会（仮称）の設置は有効な手段であるといえる。

以上より、H集落の取り組みを事後的に整理することによって土地利用区分のポイントは次のように示される。

- ① 農家代表を中心に役場、農協、普及センターさらに研究者が参画する委員会を組織化する。

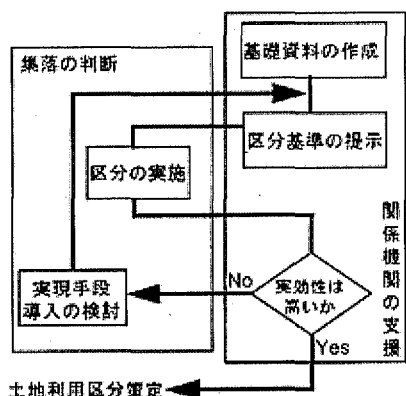


図2-18 農地保全と活性化を目的とした土地利用区分策定の手順

- ② しかし、土地利用区分の決定、実現手段導入の検討は集落が自主的に行う必要がある。
- ③ ほ場の一筆調査等から各種ほ場条件および利用意向を示す基礎資料を作成する。
- ④ それらの基礎資料をもとに土地利用区分基準の検討、および区分方式の設計を行う。
- ⑤ 山菜栽培等も含めた土地利用転換を積極的に進め、都市・農村交流も視野にいれることで活性化につないでいく。

また、その手順を図2-18に示す。

オ 今後の課題点

事例集落の取り組みを素材に土地利用区分の基準を検討し、前述したような基準を見出した。しかし依然所有者の属性など経営的な要因が判断の制約条件となっていることが指摘された。特に、60～65歳の階層にある農業労働力の確保は主体の判断を大きく左右すると考えられ、この階層の労働力の確保については別途詳細な将来予測を行っていく必要がある。この点は今後の課題である。

土地利用再編過程においては、農家および関係機関が参画する土地利用検討委員会の組織化と住民等の自主的な決定が重要であることを指摘した。しかし本報告は、1集落の事例分析にとどまっている。ほ場一筆調査の簡易化や土地利用区分手法としての確立など残された課題も多いが、集落協定を要件として実施される直接支払い制度に関連し今後このような取り組みが各地域で試みられることを期待する。

カ 要約

H集落の自主的土地利用区分を素材に、数量化Ⅱ類分析から土地利用区分の基準を明らかにした。その結果H集落の条件のもとでは、外部環境要因においては日照条件において良好であること、生産性要

因においては通作容易、コンバイン進入可、用水源がため池であること、そして経営要因では所有者の年齢が60～65歳の階層にあることなどが明らかとなった。加えて計画論的な判断にあってもなお経営要因が重視されている点から、保全すべき農地の把握は、むしろ検討の過程を通じて住民らの討議がつくされ、その結果、例えば第3セクター等重層的な担い手による農地管理が検討されるなど現況を改善するために活用される場合にその積極的な意義を見出すことができることを指摘した。

土地利用再編過程については、住民等の自主的な判断が重要であるとともに関係機関の支援が欠かせないこと、そのため農家および関係機関が参画する土地利用検討委員会の組織化が有効な手段となることを明らかにした。

キ 引用文献

- 1) 和田照男：現代農業と土地利用計画，東京大学出版会（1980）

（遠藤和子）

(2) 農地の重層的な管理における公社等第3セクターの役割の解明

ア 研究目的

第3セクター等重層的な担い手による農地管理のあり方は、傾斜等の条件及び地域の農業システムによって異なる。そこで、これらの条件を踏まえながら中山間地域における農地管理のあり方を解明するとともに、そこでの公社等第3セクターの役割を解明する。

イ 研究方法

- (ア) 代表的な中山間市町村における農地管理のあり方の解明

中山間地域市町村において、傾斜度とともに集落営農組織の育成の有無に着目して事例市町村を抽出し、当該地域における農地管理のあり方を解明する。

- (イ) 地域農業システムに応じた農業公社機能と担い手育成における役割の解明

事例市町村の農業システムについて整理を行い、これと関連させて農業公社の機能を解明するとともに、新規参入者をはじめ担い手育成における農業公社の役割を解明する。

ウ及びエ 結果と考察

- (ア) 代表的な中山間市町村における農地管理のあり方の解明

実施しなければならない部分が増加しつつあり、公社自体の体制強化が課題である。

(b) 傾斜1／20以上の棚田地域で集落営農組織化の進んでいない地域

B村では、集落を単位とする営農組織は25集落中わずかに1集落であり、主として個別の農家の作業受託・農地受託により農地の保全・管理が行われてきた。しかし、受託農家の高齢化とリタイアにより受け手が減少し、そこで公社が設立された。これらの公社を含む受け手農家間の作業受託の調整は農協の機械銀行により行われているが、受け手の減少により公社は全村的に農作業受託を実施せざるを得ない。さらに合理化法人としての農地の権利調整については、これまでのところ公社として積極的な役割が果たされていない。

これらの中で、管理耕作についてもほ場分散により作業効率が低いことが問題となっている。そこで当面、受託農家との作業及び農地の受託調整が重要であるとともに、中期的に基盤整備の実施と並行した営農組織化の推進が重要となっている。他方で、農業公社は村の進める集約作物導入において、栽培技術や販路の確立等リスク軽減を担うなど、中山間地域の今後の農業展開にとって重要な機能を果たしている。

(c) 準平坦中山間地域で集落営農組織化の進んでいる地域

C町では、34集落のうち12集落で営農組織化が図られ、集落単位での営農組織化が進んでいる地域の1つである。これらの組織では、耕耘・代かき、田

植、収穫等の作業を各組織のオペレータ2～3名が担い、肥培管理及び水管理を各農家が実施している。組織の中には事実上オペレータの個人受託に近い実態のところもある。しかし、オペレータの高齢化が著しく、また農機具の更新等が進まず、運営困難となりつつある組織も少なくない。

そこで公社では、農機具のリース等による組織への支援を行うとともに、公社としては部分作業受託は実施せず、集落営農との棲み分けを図っている。さらに、平成4～5年に過疎対策として町が受け入れた新規参入者（10名）のうち農業意欲のある参入者を、営農組織のオペレータ後継者と位置づけ作業受託を担わせている。

公社は、新規参入者の中で農業意欲のある者に対し、研修実施（OJT）等を行うとともに、営農組織の後継者と位置づけ、農地保有合理化法人として、当該集落の近傍に重点的な農地の斡旋を図る等により新規参入者の定着を支援している。さらに新規参入者を高齢化が進む集落営農組織の後継オペレータとして位置づける集落も複数生まれており、集落営農への間接的な支援機能も果たしている（図2－20）。しかし、農家の高齢化の進行により公社への農地委託が増加しており、公社では集落を基盤として農地を保全管理するため、新規参入者への斡旋の強化を図るとともに、公社が直営で農地管理を効率的に行えるような体制の整備と農作業受託料金の見直しを進めている。

(d) 準平坦中山間地域で集落営農組織化の進んでいない地域

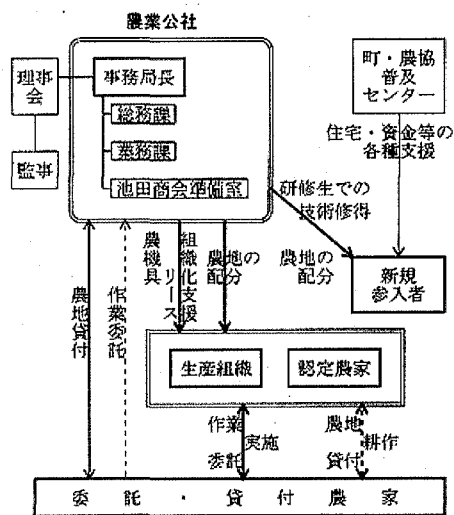


図2－20 C町における公社と農家の関係
資料：公共資料及び聞き取りによる。

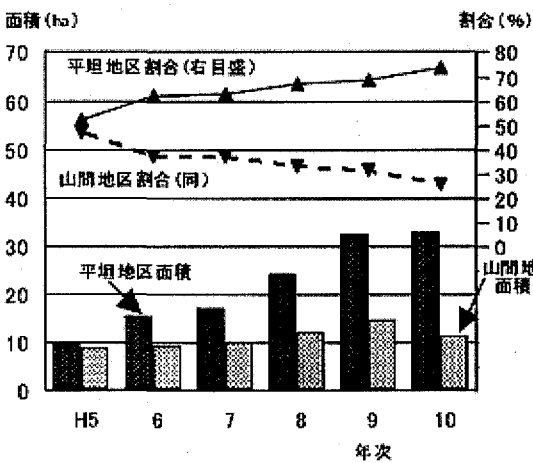


図2－21 助清里村農業担い手公社の受託面積の推移
注：公共資料による。

ブロックNo.	1	2	3	4	5	6	計
担当者年齢(歳)	38	47	40	41	35	21	
関係集落数	6	4	5	2	4	3	19
平坦地区	1	2	5	2	1	3	11
山間地区	5	2	-	-	3	-	8
水田面積(ha)	7.3	10.4	9.5	9.8	7.5	3.0	47.5
平坦地区	2.4	5.8	9.5	9.8	2.1	3.0	32.5
山間地区	5.0	4.6	0.0	0.0	5.4	0.0	15.0
水稲面積(ha)	6.5	9.5	9.0	9.5	6.8	2.7	44.0
平坦地区	2.3	5.7	9.0	9.5	2.1	2.7	31.4
山間地区	4.2	3.8	0.0	0.0	4.8	0.0	12.7

注：公社資料を基に集計。

表 2-17 ブロック別の担当者及び関係集落数、面積

D村では、現在は23集落中、営農組織が3集落で活動するにとどまっている。この中で、兼業農家が個別営農を続けてきたが、高齢化により農作業委託、農地貸付けが増加している。しかし、地方中核都市に隣接する条件の中で、兼業深化により農作業受託及び農地の受け手となる農家が極めて限られているところに地域の特徴がある。他方、農作業・農地の利用調整システムについては、農作業受託は農業機械銀行（事務局：農協）が調整を担うものの、農地の権利調整を担う合理化法人は設立されていない（図2-21）。

このような中で、農業公社は農地の受け手（＝実質的な経営体）としての性格を強く与えられ、数少ない担い手農家との棲み分けを図りつつ、後継者のない農家の農地を全町的に受け入れ規模拡大を進めている。とくに山間地区だけでなく、村内平坦地区までも視野に入れ、むしろ積極的に平坦地区も含めた規模拡大を進めている点が特徴である。その際、農地管理への習熟及びコスト意識醸成を目的にブロック設定を行い、専任オペレータを決め農地管理の効率化と収量向上を図っている（表2-17）。また、水管理、畦畔草刈りについては集落内の高齢者等在住者に積極的に再委託を実施している。

さらに公社では、米の独自販売にも取り組むなど収益確保を図り、農機具更新投資を除き市町村からの補填なしで経営採算を確保している。同公社は、このように地域内に担い手が少ない条件を背景として経営体的な展開を進めており、これを通じて農地の保安全管理が図られている。

(イ) 地域農業システムに応じた農業公社機能と担い手育成における役割の解明

a 地域農業システムに応じた農業公社の機能

このように農業公社の実態と機能は、地域条件及び公社の位置づけ等に応じきわめて多様であり、農業公社の機能を論じるに当たっては、これらの地域的条件及び地域農業システムにおける公社の位置づけを踏まえつつ、実態に即して議論することが重要であろう。これまで、農業公社の機能を論じたレポートは多いが、以上のような観点からの分析は少ない。

表2-18は、前述した4事例について水田立地条件、地域農業システム及び農業公社の機能を整理したものである。特徴的なことは、集落における営農組織化が進んでいるA、C両町村において、農地の移動調整を公社が担い、農作業・農地管理の実行部隊であるだけでなく、集落営農支援がその機能となる点である。もちろん、高齢化に伴い集落営農への支援のあり方には、旧小学校区単位での組織育成（A村）や新規参入者を営農組織の後継オペレータとする（C町）等、新たな対応が求められ、公社への管理耕作の増大と併せこれらにどう対応するかが、公社の課題となっている。なお、新規参入者を後継オペレータとすることが可能なのは準平坦地域にある条件が大きい。

これに対し、営農組織数が少なく個別借地経営が主な担い手となっているB、D両村においては、農業公社は農作業・農地管理の実行部隊としての機能が大きく、他方農地移動の調整主体が事実上存在し

	水田の 立地条件	農業システム構成要素の存在形態				農業公社の主な機能
		農作業・農地の受け手 個別借地 集落営農 経営 組織		調整主体 農作業 農 地 受委託 移 動		
A村	棚田地域	少ない	多数	公社	公社	集落営農支援、農作業・農地管理の実行部隊
B村	同	一定数	少ない	農協	(公社)	農作業・農地管理の実行部隊、新規作物導入
C町	準平坦	少ない	多数	農協	公社	担い手育成を通じた集落営農支援、農地管理の実行部隊
D村	同	一定数	少ない	農協	なし	農地管理の実行部隊（＝経営体的）

注：農地移動の欄の「公社」は農地保有合理化法人の場合を示す。ただし（公社）とあるのは、農地の移動調整機能を実質上果たしていないためである。

図 2-18 事例市町村における水田立地条件・地域農業システムと農業公社の主な機能

ていない。このような地域では、D村の事例が典型的なように、集落営農組織がない条件を逆手にとって公社が規模拡大を積極的に進め、農地の団地化等を図り、経営体として一定の展開を図ることも可能である。しかし、これも準平坦地域だから可能なのであり、棚田地域にあるB村公社では容易なことではない。なお、集落営農組織が展開するような地域において、公社が積極的に全村的な規模拡大を図ることが、論理的にも実体的にも容易でないのはいうまでもない。

このように公社設立時点における地域農業システムの違いが与件となり、農業公社の機能が異なることとなる。もちろん地域農業システムといえども組織化の推進等により変化しうが、一般にはその変化は徐々に進むものであり、公社機能も急激に変化することはない。

b 準平坦中山間地域における担い手育成における農業公社の役割

棚田地域では、土地利用型農業展開が限られるため、新規参入者の確保は容易でなく、分析対象市町村においても、そのような例はみられなかった。他方、準平坦中山間地域では、土地利用型の農業展開が一定程度可能であり、これを背景に、新規参入者の受け入れや公社への就職就農者が増加している。上でみたC町、D村においても一定数の新規参入者及び公社への就職就農があり、これを新たな担い手として育成することが重要となっている。

集落営農組織化の進んでいるC町では、過疎対策として平成3～4年に新規参入者10名を県外から受け入れ、町営住宅の新設・貸与（20年定住後には無償譲渡）及び森林組合等の就業機会の斡旋等を積極的に行ってきた。その中で農業公社は、農業意欲のある参入者に対して研修実施（OJT）等を行うとともに、農地保有合理化法人としてエリアを決めた農地の斡旋を図っている（前掲図2-20）。この中で、認定農家として成長した農家も生まれている。

組織化の進んでいないD村では、農業公社が後継者のない農家の農地を全町的に受け入れ規模拡大を進めているが、農地管理への習熟及びコスト意識醸成を目的にブロック設定と専任オペレータによる農地管理が実施されている。特徴的なことは、このブロックは収益確保できるよう山間農地と平坦農地をセットと設定し、将来的に職員が独立した際には属

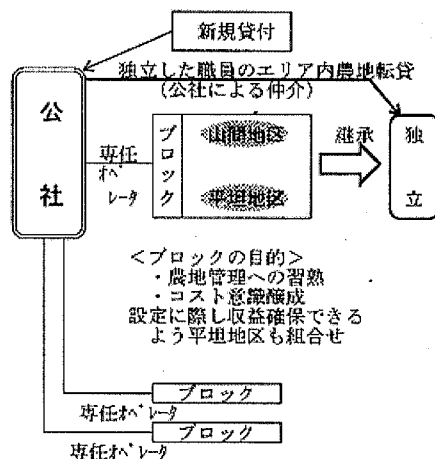


図2-22 D村公社における職員独立の仕組み

資料：公社からの聞き取りによる。

注：実際のブロック数は、平成9年6、職員独立後の10年以降は5である。

地的に継承可能な仕組みとしている点である（前掲表2-16）。さらに独立した場合には当該エリア内の公社への新規貸付地は転貸することが想定されている。このような中で平成10年には、職員が独立することとなり、10haを超える新たな担い手として成長している（図2-22）。そこでは、単に農地の転貸にとどまらず、小作料の徴収や水管理等のクレーム仲介等の機能も果たしている。

以上は、前者が新規参入者に対し合理化法人としての農業公社が支援し担い手への成長を図る方法であり、後者は公社職員に対し公社自らの管理耕地を転貸し独立を図る方法という点で異なる。C町のような新規参入者で県外からの参入の場合には、技術、農地、資金等の各面に加え、地域との信頼関係の蓄積もないため、関係機関の連携がきわめて重要となる。これに対し、D村の場合には、公社職員とはいえ在村者であり、しかも一定の営農経験と、従前からの所有農地がある等の点で、技術修得、資金面においても新規参入者より有利である。そのことが、関係機関の組織的な支援なくして定着が可能な要因と考えられる。とはいえ、公社が農地確保の面だけでなく、機械リース、その他の多くの面でバックアップしているからこそ独立が可能となったことはいうまでもない。

重要なことは、いずれの場合にしても、農地に関して公社や法人経営等への農地集積（実質的な経営拡大）が不可欠ということである。さらに、後者の場合においても、農地貸借に際して、新たな担い手に対する一種の信用保証の役割を公社が演じている

ことである。新たな担い手の育成に際して、公社の役割はきわめて大きいことが改めて確認される。

オ 今後の問題点

傾斜度及び集落営農組織化の進展度を踏まえ、4町村を対象に分析を行い、地域農業システムに応じた公社機能について、一定程度明らかにできた。しかし事例的な整理にとどまっており、今後さらに一般化を図る必要がある。

カ 要約

水田傾斜度と集落営農の取り組みを基準として代表的な4町村・公社の事例分析を行い、農地の重層的管理の実態と農地保全や担い手確保等の点での公社の重要性を確認するとともに、集落営農への支援や担い手育成等における農業公社の役割を解明した。

キ 引用文献

- 1) 小田切徳美：日本農業の中山間地帯問題，pp1-251，農林統計協会，東京，1994

(仁平恒夫)

2. 農林地の多面的利用による地域資源管理の実態と公的支援のあり方の解明

ア 研究目的

中山間地域において、農林地のもつ多面的機能を生かし、都市との交流等によって地域の活性化を図っている事例を対象に、利用される地域資源の種類、生産的機能とその他の機能との関連、資源管理のあり方、資源の維持管理費用の負担方法と公的支援等について明らかにし、中山間地域における農林地の保全管理のあり方を解明する。

イ 研究方法

農林地の持つ多面的機能のうち、棚田の持つ保健休養・やすらぎ機能等を活用して、都市との交流を図り、中山間地の農地を保全している先進事例の調査を行うことにより、地域資源管理のあり方、資源の維持管理費用の負担方法と公的支援等について明らかにする。

ウ及びエ 結果と考察

(ア) 棚田保全の先進2事例について調査を行った。

- ① 三重県紀和町で1993年から棚田の復元を実施し、都市住民によるオーナー制を実施して地域の活性化を図っている事例と、②石川県輪島市で、1970年から棚田の保全を開始し、現在まで観光資源として活用している事例である。両事例とも、保全している

棚田の耕地としての意義は大きいとは言えず、観光資源や地域活性化資源としての位置づけが重要になっている。

(イ) 三重県紀和町は三重県の南端、紀伊半島にあり、和歌山県および奈良県との県境に位置している。戦前から鉱山と農林業を主軸産業としていたが、1978年に鉱山が閉山になり、それ以降、人口減少と高齢化等の厳しい課題を抱えている。1995年の総人口は1,810人、968世帯で、1965年の人口の27.6%に減少している。農家率は低く、総戸数の22%あまり、182戸（1995年）である。町基本計画の中では、観光事業を中心とした産業振興がうたわれており、農林業や商工業も観光との関連で展望されている。観光開発の中で、温泉や景勝地とともに、観光資源の一つとして丸山千枚田が位置づけられている。町の総面積11,367haの約90%が森林で、農用地はわずか148ha（1993年：総務課資料）にすぎない。しかも実際に耕作されているのはさらに少なく、1995年のセンサスでは58haであり、1975年から20年間で約4割に減少した。58haのうち田が45ha、畑が9ha、樹園地が4haで、耕地は傾斜地に存在するものが多く、田の多くは棚田である。農家1戸当たりの平均耕地面積は32aに過ぎない。

町は千枚田を保全し地域活性化に役立てていくために、1994年に「紀和町丸山千枚田条例」を制定した。この条例では、町の責務として千枚田の保護と活用を図るための必要な施策の推進、町民の責務として施策への協力、所有者及び耕作者の責務として千枚田の保護と活用、町の施策への協力がうたわれている。さらに、町長による保護区域の指定、保護区内の所有者の所有・利用に関する事前届け出、保護区内の所有者・耕作者に対する助成措置などが定められている。基本構想においては、丸山千枚田を都市住民との交流の場として位置づけ、町活性化の一つの顔として展望していく必要があるとしている。ここで強調されている「都市住民との交流」は、紀和町活性化の基本戦略とされており、千枚田活用の基本方向は町活性化の戦略に合致している。

丸山千枚田は、江戸時代初期に7ha、2,400枚あまりの田があったとされるが、人口流出、後継者不足、転作などの影響で耕作されない圃場が増加し、1990年頃には実際に耕作される圃場が530枚程度まで減少してしまった。町当局からの棚田保全の要請

に応じて、1993年に丸山地区全戸加入による「丸山千枚田保存会」が結成され、町の補助を受けて放棄されていた棚田の復田が開始された。そして1996年秋までに810枚の田が復元され、合計1,340枚の千枚田が蘇った。

現在の千枚田を維持するために構築されたシステムを図2-23に示している。まず、都市住民との交流を促進し千枚田を支える仕組みとして、1996年にオーナー制度が導入された。1口3万円（1997年度から3.5万円）で100㎡の水田が割り当てられ、無農薬米20kgと年2回季節の野菜が宅配される。年間70組程度のオーナーが参加している。また、田植えと稲刈りは地域のイベントとして取り組まれ、地元住民、オーナーの他、県内の団体職員と家族、地元の小・中学生などが参加して行われる。また、1997年に交流のための宿泊施設（交流センター）が、山村振興事業で千枚田に隣接して建設され、宿泊も可能となった。他の宿泊施設としては、1990年に町の観光開発公社直営の温泉宿泊施設が設立されており、こちらへの宿泊の斡旋も行われている¹⁾。さらに、1993年に紀和町ふるさと公社が設立され、雉の飼育と放鳥（猟友会の委託）の他、味噌・たかな漬けなどの特産品の加工事業や、千枚田の維持管理（実際の作業は千枚田保存会に委託）、交流センターの管理などの業務を担当している。さらに、公社は町からの補助金の受け皿にもなっており、千枚田の維持

経費として千枚田保存会に委託料を支払っている。以上のように、紀和町の保全システムでは、都市住民が千枚田のオーナーとなる他、田植え祭り・稲刈りの集いなどに参加して交流を行っている。千枚田を有する集落には「千枚田保存会」があり、千枚田の耕作を維持している。そして、千枚田の耕作及び地域農業振興を支援し、都市農村交流などのイベントを支える組織として、「ふるさと公社」が機能している。

(ウ) 石川県輪島市は能登半島の北端に位置しており、金沢市へは120km、高速バスで約2時間半の距離にある。人口は、1958年の41,144人をピークに緩やかに減少しており、1996年には29,195人となっている。市の産業は、伝統工芸である輪島塗を含む商工業、観光業、水産業、農業、林業が主であり、農業のウエイトは高くはない。農家総戸数は2,413戸で、農家率は8%程度である。市内の経営耕地面積は合計で1,300ha余り、水田が1,100haであり、うち83%は基盤整備がなされているが、残りの180ha余りは棚田である。

輪島市では、1956年に千枚田を市の「名勝」に指定した。これは、千枚田が貴重な観光資源であることが広く認識されており、各方面からその保護が要請されたためである。写真2-1に千枚田の空中写真を示したが、山と海に挟まれた景勝地となっている。1970年には次第に困難になっていく耕作を支援する目的で県・市から耕作補助金（観光資源保護対策事業、1974年からは歴史的観光資源保護対策事業）が支給されるようになり、補助金の受け皿として地元集落に千枚田耕作組合が結成された。この当時は全ての農家が自ら千枚田の耕作を行っていたため、耕作組合は農家ごとの面積を確定し、それに応じて補助金を分配すれば良かった。しかし、徐々に自分では耕作できないという農家が増え、1990年頃からは放棄される圃場も出てきた。そこで、1993年に石川県、輪島市、地元経済団体などが合計8,000万円を出資して千枚田景勝保存基金を設立し、その果実を耕作補助金として耕作組合に助成することになった。また同時に、農作業ボランティアを広範囲に呼びかけ、市職員・県内労働組合・一般企業・農協などがボランティアとして参加する体制が整ってきた。さらに、1994年には千枚田を展望する場所に道の駅のポケットパーク（展望台・トイレ・売店・駐車場）が

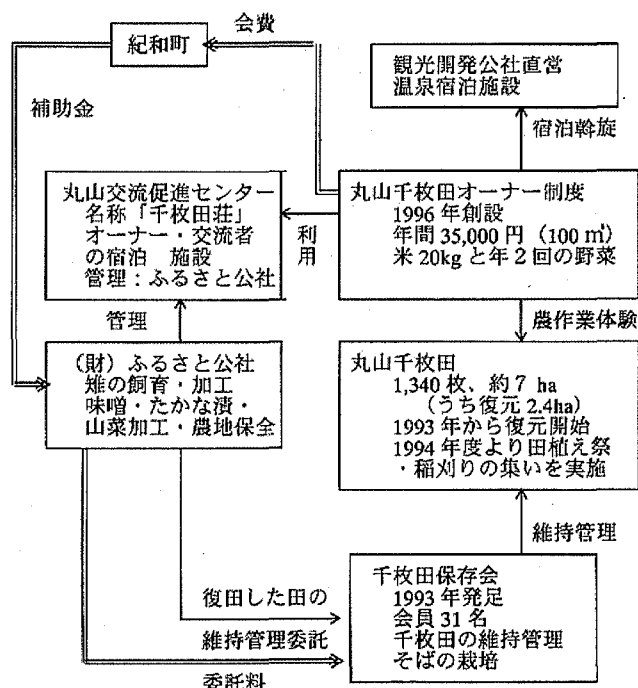


図2-23 紀和町千枚田の保全システム

建設され、観光地としての整備がなされた。

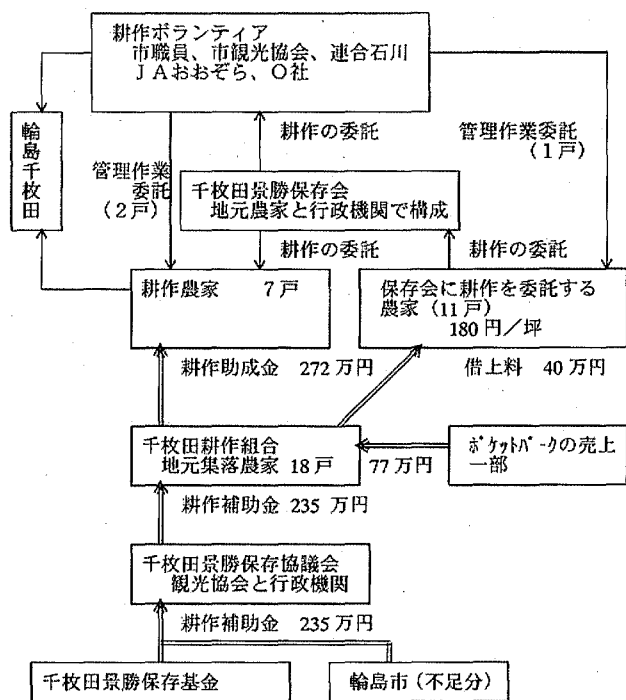
以上のような経緯を経て形成された、現在の輪島市千枚田を支えるシステムを図2-24に示す。まず、千枚田耕作組合は集落全戸（18戸）で構成され、ここに耕作補助金が235万円支払われる。このほかに、集落に維持管理が任されているポケットパークからの収入の一部を加えた総額312万円を、自らは耕作せず保存会に委託する農家への借り上げ料（地代）として総額40万円、耕作農家への助成金として総額272万円を支払う（金額は1998年の数値）。千枚田の耕作を委託したいという農家の圃場を、適当な耕作者に斡旋する責任は、地元集落だけではなく行政機関も含めた景勝保存会が負っている。また、耕作ボランティアは主要作業は行うが、水管理などはやはり地元住民でないと実施が困難なため、管理費を支払って集落の農家に再委託している²⁾。

集落内の農家別保全区域の棚田所有枚数と耕作枚数、および耕作補助金等の受取額を表2-19に示している。18戸の所有農家のうち、1枚でも耕作しているのは6戸に過ぎない。耕作や管理作業を中心的に担っているのは、ほぼ4戸の農家である。このうち2戸は、年額60万円以上の補助金を受けとっている。他の農家が耕作を中止した結果、少数の農家がまとまった助成金を受けとるようになった訳だが、労働に見合う一定程度まとまった額でないと、労働の対価として意味が無いとも言えよう。主要な担い手である2戸は、13番農家は60歳代の夫婦であるが、休日には市内に住む息子達が手伝い、耕作を行っている。16番農家は、60歳代の夫婦を息子が手伝っている。近年、急速に耕作できる農家が減少してきたが、耕作を中止する理由は、高齢のため、けがのため、後継者死亡のためなどである。息子は同居しているが、千枚田の耕作は行わないという農家が多い。これは、千枚田の耕作が非常に重労働であるにも関わらず、補助金の額が見合わないためであろう。しかし一方で、定年退職後に千枚田の耕作や管理作業の受託を開始した農家もあり、若い担い手が望めない状況においては、60歳代の耕作者や管理作業担当者をボランティアなどが支援する体制が不可欠であると言えよう。

1998年現在、千枚田耕作自体に関わっているボランティア組織は4組織である。まず輪島市職員であるが、1992年からボランティアを開始し、現在80枚



写真2-1 輪島市白米千枚田の空中写真(1996年)
注1) 道路より海側が保全地区であり、区画・形状などの変更が許可されていない。道路より山側は保全地区ではないので、農家自身が区画を拡大している。



注) 金額、戸数等については平成9年度の数値を示す。

図2-24 輪島市千枚田の保全システム

と、助成金の分配は当初より集落に任されてきたこと、複数のボランティア組織が耕作の支援を行っていること、ボランティア耕作における管理作業は集落内の農家に委託されていることなどが指摘できる。

(エ) 三重県紀和町の千枚田と石川県輪島市の千枚田の事例から、千枚田維持のためのシステムとして一般化を図ったものの概念図が図2-25である。このシステムは棚田の生産機能よりも観光的資源とした位置づけの方が重視されている事例をもとに一般化したものである。まず、保全システムには、①市町村・県などの行政機関、②農業公社・JA等、③地元集落・農家、④地元ボランティア、⑤都市住民ボランティアが重層的に参加し、それぞれ役割を果たす必要がある。都市住民ボランティアの役割は、まだレクリエーション的作業への参加にとどまっているが、今後は保全基金等への出資や棚田保全自体を検討する場への参加などの検討が必要となろう。

農作業は、①田植え・刈取りなどの非日常的な作業、②水管理や肥培管理などの管理作業、③その他の耕起・代かき・畦塗り・草刈り等の作業に分けられる。①はイベント的であり、多くの都市住民が参加を希望する作業であり、マスコミの注目を集めることも可能で、棚田のPRを行うのにふさわしい行事である。②は地域独特の水や土の状態などを熟知しており、朝・晩の作業が可能な集落の農家などではないと、実施困難である。さらに重労働ではないので、高齢者でも対応できる。③は最も地味で重労働の作業であるが、この部分は、農業公社・JA・地元ボランティアなどが中心になって実施しなければならない。また、普段は農作業をしなくても家の後継者がいる場合は、休日にこうした作業に参加することを呼びかける必要があると考える。

市町村の公的支援は、システムの運営全般にわたって必要である。まず、保全すべき棚田を「保全エリア」などとして社会的に明らかにするとともに、その棚田維持が必要な理由を一般市民に知らせて認めてもらう必要がある。また、多くの棚田を保全することはコストや労働力の条件から困難であるので、保全すべき圃場のゾーニングが必要である。さらに、保全基金の創設、補助金の交付、公社の設立等多岐にわたる機能を果たす必要がある。また、保全システム自体の管理維持すなわち、保全すべき棚田を維持していく仕組みを作り、それを管理していくこと

は、市町村でなければ実施が困難である。

耕作補助金は、担い手の状況にもよるが、今日のように担い手が減少している状況下においては、ばらまきではなく、一定程度集中的に給付する必要がある。しかし、金額も限られているため、若い担い手を支えるほどの金額は支給困難であり、他産業を退職後の年金と合わせて、60歳代の担い手の生活を支える額の支給が現実的であろう。さらに若い担い手が必要であれば、さらに多くの支給額が必要となる。

オ 今後の問題点

本研究は、中山間地への直接所得補償制度が開始される以前の、いわば旧来の制度の下での実質的な所得補償の事例と、それによる棚田保全のシステムを解明したものである。新制度の創設により、本事例だけでなく他にもこのような仕組みが広範に設立されると思われるので、そこでのフォローが必要である。また、本課題では、千枚田を有する地域の人・物・金の流れを全体として把握することはしていない。システム内の量的な流れを解明することは今後の課題である。

カ 要 約

農林地の持つ多面的機能のうち、棚田の持つ保健休養・やすらぎ機能等を活用して、都市との交流を図り、棚田保全を図っている事例のうち、三重県紀和町と石川県輪島市の現地調査を行い、そこから棚田保全システムとして一般化できる要素を抽出した。その内容は以下のようにまとめられる。まず、都市農村交流を活用した棚田保全システムには、公的機関、農協や農業公社、地元集落・農家の他に、都市住民ボランティアおよび地元住民ボランティアの参加が重要である。市町村の役割は耕作補助金の支給だけでなく、保全システム全体の維持管理である。農業公社や農協は農作業自体を支える。ボランティアのうち、都市住民は田植え・稲刈り等への参加が主であり、地元住民は他に草刈り等の作業も担う必要がある。また、担い手確保のための耕作補助金は、単位面積当たりの支給額だけではなく、農家1戸当たりの受取金額も重視すべきであり、担い手に集中的に支給すべきである。

キ 引用文献

- 1) 寺口瑞生：棚田を守る高齢者たち，農業と経済，64(2)，pp58-64 (1998)

2) 中島峰広：棚田の保全，地学雑誌，105(5)，pp 547-568 (1996)

(納口るり子)

3. 地域資源管理組織の活性化対策及び再編方向の解明

ア 研究目的

中山間地域の農地，林地，水等の地域資源の管理は個別農林家の経営活動によって担われてきたが，近年では農林業労働力の高齢化が進行し，資源管理の粗放化（農林地の荒廃等）が大きな問題となっている。このような状況に対し，個別農林家が行う資源管理を代替・補完する営農集団，土地改良区，農協および森林組合等が今後重要な役割を果たすものと見込まれるが，現状では資源管理の面で機能を発揮していないものも多い。中山間地域における将来的な資源管理を維持していくためには，個別の担い手を育成していくとともに，これらの地域諸組織の活性化を図ることが重要な課題となっている。

本研究では，中山間地域の資源管理に関わる地域諸組織の実態と問題点をケーススタディによって明らかにし，その活性化対策及び再編方向を明らかにする。

イ 研究方法

地域諸組織は管理対象となる資源の種類によって形態や役割が大きく異なっている。本研究では，地域資源として農地・水・林地を取り上げ，なかでも耕作放棄地の発生によって管理問題が深刻化している農地を直接の対象とする。さらに農地を水田と畑に分け，それぞれの管理実態についてケーススタディを実施する。調査目的は，個別農林家とともに，集落組織，土地改良区，自治体，農協，森林組合等の地域諸組織が資源管理に果たしている役割やそれぞれが抱える問題点を探ることにある。

97年度は水田を対象として，農業公社を核とした資源管理が行われている島根県頓原町²⁾（山間農業地域）と大分県国見町¹⁾（中間農業地域）のケースを取り上げた。98年度は畑地を対象とし，なかでも養蚕の衰退によって急速に荒廃化が進んでいる桑園の管理問題を検討した。その調査事例には，近年まで養蚕が盛んであった福島県月舘町および川俣町（両町とも中間農業地域）を選定した³⁾。

以上の実態調査を踏まえ，水田と畑の管理問題に

ついて検討し，それぞれの管理を担う地域諸組織の活性化・再編課題や今後の方向性について比較分析を行った。

ウ 結果

(ア) 事例にみる水田管理の実態と市町村農業公社の役割（島根県頓原町，大分県国見町）

島根県頓原町は中国中山間地域に位置し，山村としては経営規模が比較的大きく，圃場整備（30-50a区画）のもとで集団転作が実施されている。また，同町では大型農業機械が導入され，稲作での個別規模拡大がみられるなど，比較的生産条件に恵まれている。他方，大分県国見町は圃場整備は完了しているものの，圃場区画が10-20aと狭小であり，集団転作の実施や大型機械の導入が困難である。また，担い手の賦存状況をみると，頓原町では同居跡継ぎが比較的多く確保されているのに対し，国見町では高齢単身者・夫婦のみの農家世帯が多く，同じ中山間地域にありながら，両町の土地，労働力等の生産条件は大きく異なっている。

a 水田の管理主体とその実態

まず，個別農家による水田管理をみると，頓原町では規模拡大を志向する個別農家が存在しているが，個別のみでは水田の効率的な集積は困難な状況にある。そこで同町では地域の水田を面的にカバーするために，個別農家とその他営農主体との分担関係を明確にし，それら主体間の相互補完関係の形成・強化に取り組んでいる。一方，国見町は1戸当たりの農業経営規模が零細であるため，主として施設園芸による経営展開が図られており，水田作で規模拡大を行う農家は極めて少ない。さらに水田作の担い手は町内に分散しているうえに，集落範囲を越えた出入り作が多くみられ，農地利用の調整が困難な状況となっている。

次に，集落による水田管理をみると，頓原町では基盤整備の実施と同時に集落の生産面に関わる機能を強化し，町内46集落のうち約3分の1に当たる14の集落営農組織を結成している。また，集落営農のオペレーターには若年の兼業労働力を活用し，補助労働力と合わせて出役調整を行いながら，集落単位での農地保全が図られている。しかし町全域にわたっての組織化は地形上困難であり，集落営農を補完する営農主体が必要となっている。他方，国見町では生産面にかかわる集落機能が弱く，農用地利用

組合は9つの集落に組織されているが、同組合は主に転作の調整・配分機能を担っているにすぎない。今後は転作調整と合わせて、農地流動化にかかわる集落活動の強化と集落を基盤とした担い手の育成が重要な課題となっている。

このような水田の管理状況にある両町では、それぞれ農業公社が設立されており、個別経営や集落の営農をサポートしている。表2－20は頓原町と国見町の農業公社の概要を示したものである。

両町とも水田作の作業受託面積は95年から96年にかけて総じて増加しており、特に国見町では耕起作業で2.5倍、田植え作業で2.9倍に伸びている。これは国見町において公社設立以降、委託が公社に集中し始めたことを示すものであり、さらに将来的には委託を希望する農家が全体の4割に達すると予想されている（「国見町農業経営に関する意向調査」1993年12月実施より）。国見町では個別の規模拡大農家や集落営農組織が点的な存在であるため、公社自ら農作業ならび水田の直接管理に乗り出さざるを得ない。しかし、受託した水田は全町的に分散しているためコスト高となるうえ、労働力（公社職員）の不足から水田管理にかかわる営農主体間の調整を

行うことが難しくなっている。

他方、頓原町の農業公社は受託した農作業や水田を集落営農および個別農家に対して優先的に再委託することによって、地域農業の担い手育成の機能を果たし、公社自身は生産条件が劣弱な水田の管理を行っている。すなわち、同町の農業公社は水田管理において各営農主体と競合しないように棲み分けを図り、共存関係を基礎とした資源管理体制をとっているのである。

b 市町村農業公社による水田管理の実態と課題
以上の調査結果から、農業公社を核に水田管理を行う上でのポイントを示すと、次のようになる。

第1に、農地条件（特に圃場整備の実施状況）が資源管理に大きな影響を及ぼしていることが確認される。頓原町でみたように、大区画圃場整備の実施やそれに伴う集落営農の組織化は、集団転作や大型機械の導入を促進し、個別経営や集落営農組織による農地資源管理が行い易い状況を生み出している。

第2に、若年の農業労働力の存在が、集落営農の組織化および集落を基盤とした農地管理体制の構築を可能にしている。これは労働市場の展開状況と関連しており、頓原町のように兼業機会の存在は同居

		頓原町農業公社	国見町ふるさと振興公社
設立		1993年7月	1994年12月
組織形態		財団法人	社団法人
組織（職員）体制		事務局長（農業委員会事務局長と兼任） オペレーター2名、事務職員1名	事務局長（町産業課長と併任） オペレーター2名、職員5名
主な機械・施設類		トラクター①、田植機②、コンバイン②、動噴① 乾燥機②、トラック①、軽トラ①	トラクター③、田植機①、コンバイン①、動噴① トラック②、軽トラ①、ビニルハウス17棟（50a）
主な農作業受託 （95→96年）	耕起	295a（8戸）→400a（13戸）	97a→239a（11戸）
	田植	1,548a（34戸）→1,555a（36戸）	193a→563a（19戸）
	収穫	1,502a（36戸）→1,280a（31戸）	532a→954a（41戸）
	全作業	295a（36戸）→1,280a（31戸）	148a→0a（－）
農地保有合理化 事業（96年）	幹線	446a	247a
	管理	432a	334a
集落営農との関係		農作業および農地受託において、町内14の集落営農組織と棲み分けを図り、農業公社は主に農地利用の調整役を担う。	町内には農用地利用組合が9つあるが、総じて転作調整のための組織という性格が強く、水稻作の作業等は農業公社が直接受託
その他		農業公社の運営強化のために、育苗センター（稲、花）や農業施設（ライスセンター、町委託）の管理業務を重点化	農業公社の経営部門として施設園芸（小ネギ）やふるさと宅配便に取り組みなど、公社経営の収支改善に取り組む
【備考】 （95センサス）	農家数	487戸	912戸
	水田面積	420ha	390ha
	集落数	46	30

注、頓原町は97年10月、国見町は97年12月の聞き取り調査による。

表2－20 頓原町と国見町における農業公社の概要比較

	集落名	農家数 (戸)	経営 耕地 (ha)	桑園の 耕作放棄 (ha)	生産面での組織的対応	今後の農地動向
月 館 町	N 5	20	19.0	6.0	転作は個別対応で組織的対応なし	農地流動化がないと荒廃進む
	N 3	25	14.0	5.0*	共同利用組織あるが集落の関与なし	悪条件の農地を中心に荒廃
	T 4	35	25.0	3.0	委託希望者が多いが組織的対応なし	委託者が増えるが受託者なし
	N 6	39	29.0	23.0	組織的対応なく集落外に作業委託	今後とも荒廃化が進行
	K 2	14	13.0	10.0	転作は個別対応で組織的対応なし	受託者がなく荒廃化が進行
川 俣 町	Y 5	20	27.5	0.0	機械共同利用組織があり活動活発	今後とも良好に保全される
	T 3	14	7.7	2.2*	耕作放棄に対する集落の活動なし	悪条件の農地を中心に荒廃
	T 10	26	15.7	12.6*	生産面での組織的対応なし	放棄地の鳥獣害が深刻化
	F 8	27	19.0	9.0*	転作は個別対応で組織的対応なし	今後とも荒廃化が進行

注) 1. 桑園の耕作放棄における*印は畑地も含めた面積を示すが、そのほとんどは桑園である。
2. 月館町、川俣町とも1999年1月の調査データによる。

表2-21 月館町および川俣町における調査集落の概要

跡継ぎの確保を比較的容易にし、兼業オペレーターとしての活用の道を開いている。

第3に、農業公社の役割の明確化—農業公社を水田管理の調整主体として位置づけることがあげられる。頓原町では、農業公社が個別経営や集落営農組織の育成、農地や農作業受委託の調整に重点化することによって、公社自らの水田管理に関する負担を軽減している。しかし、多くの中山間地域では、国見町でみたように農業公社が水田の直接的な担い手として町内全域をカバーせざるを得ず、このため水田の保全コストが割高となり、農業公社の経営を圧迫しているケースが多い。中山間地域で農業公社を核とした水田管理を図っていく上で、それが単なる水田や農作業の受託組織としての役割を担うだけでなく、農業の担い手育成にどのように関わっていくのかを明確にした上で、地域内の各農地管理主体間の調整を積極的に行うことが肝要である。

(イ) 事例にみる遊休桑園の利活用の実態と将来方向 (福島県月館町、川俣町)

福島県月館町および川俣町は、阿武隈山系の県北地域に位置している。阿武隈山系における基幹作目は養蚕であったが、蚕業従事者の高齢化、生糸・繭価格の低迷と養蚕所得の減少により、多くの養蚕農家の離脱が起きている。このような状況のなかで桑園の荒廃化が進行しており、月館町では100ha、川俣町では400haにも及ぶ放棄桑園が発生し、その管理が深刻な問題となっている。

a 桑園の管理主体とその実態

後述のように、両町とも個別農家対応での桑園管理には限界が生じており、桑園のみならず、自家飯米用の水田ですら荒廃の危機に直面している。荒廃桑園対策として、町・JAが主体となって月館町では畑ワサビ、川俣町ではタラの芽の導入・普及を図ってきたが、遊休桑園を残したまま、一部分の桑園のみの作目転換や兼業の深化がみられ、担い手の脆弱化と農地利用の粗放化・荒廃化が進行している。

また、表2-21でみるように、両町とも集落を単位とした生産面での対応は希薄であり、転作の配分・調整を除いて個別経営の桑園管理を補完する集落の組織的活動はほとんどみられない。

しかし、少ないとはいえ、借地によって畑ワサビやタラの芽の規模拡大を志向する農家も存在しており、個別相対的な農地賃貸借から計画的な農地流動化に移行することが求められる。それには集落を単位とした話し合いや調整を基礎として、転作調整と合わせて荒廃桑園対策に集落が乗り出すことが重要となっており、その役割に対する個別農家の期待も大きい。

b 桑園管理に対する自治体、JAの支援

月館町、川俣町とも、個別農家や集落による桑園管理は困難を極めており、自治体やJAが中心となって、荒廃桑園の再整備 (桑の抜根、抜根後の整地および農道整備に対する補助事業等) や跡地作目の導入に対する補助を推進している。これまで月館町では畑ワサビ10ha、川俣町ではタラの芽50haが作付けされ、それぞれ産地として成長が図られてき

た。特に、このような跡地作目の生産指導や販売対策に関しては、JAによるところが大きい。しかし、両作目とも土壌管理が難しいため、近年では連作障害が発生しており、作付け面積は頭打ちの状況にある。今後とも、畑ワサビ、タラの芽が荒廃桑園の利活用という点で決定打となり得るとは言い難い。このような状況を見越して、両町とも全域的な農地一筆調査を実施し、総合的な農地利用計画を策定しつつある。既に川俣町では将来保全すべき農地と積極的に転換すべき農地を仕分けし、傾斜地に立地する条件が悪い桑園は広葉樹を植林する計画を打ち出している。

c 桑園管理の今後の方向

以上、月舘、川俣両町における自治体やJAの桑園管理対策をみてきたが、その中から地域資源として桑園を管理していく上で、下記の論点が指摘される。

第1に、両町において実施した土地利用現況調査に基づいて、土地利用計画区分を策定することが肝要である。それは、農地という枠だけにとらわれず、非農用的な利用も含めた計画となろう。たとえば、傾斜地にある荒廃桑園は、農地整備に要する新たな投資という点でも、また整備後の活用という点でも非効率的な面が大きい。このような農地は積極的に農外の利用も含めた新たな方向性を考えざるを得ず、いわば耕境の問題も視野に入れた農地利用計画が必要となる。ただし、ゾーニングは、耕作者または所有者による主観的な栽培意向と合わせて、客観的な基準（技術的・経営的栽培可能性）を考慮する必要がある。同時に、この判断基準をベースとして、集落内での農地保全に関する話し合いが行われることが重要となる。

第2に、土地利用計画の中で農地として保全すべきと判断された場合は、荒廃桑園の再整備の方法を検討する必要がある。すでに桑の抜根に対して両町とも助成を行っているが、桑園の積極的な転換を図るためには、助成費の適正水準や跡地作目の経済性も考慮にいれなければならない。

第3に、桑園を管理する上で、農業の担い手育成は重要である。農地として桑園を活用する担い手を確保するために、具体的な行動計画が策定されるべきである。両町とも他産業に従事する若年労働力は豊富にあり、町やJAがリーダーシップを発揮して、彼らが将来的に新しいかたちで農地を管理しうると

う動機づけていくべきであろう。

最後に、以上の土地利用計画の策定、農地の再整備、農業の担い手の確保という課題のもとで、安定的な複数品目により産地形成を図るということについてJAの果たす役割は重要である。JA自体は広域合併により小規模の産地形成に取り組みにくい状況にあるが、支所単位をベースとした農業振興はJAの存続からも必要であろう。

エ 考 察

本研究では、地域資源として水田と畑（桑園）を取り上げ、その管理主体や地域諸組織の現況、今後の方向性について検討した。分析結果は下記の通りである。

第1に、水田と畑（桑園）という地域資源の性格に基づく管理体制の相違があげられる。水田では水という共有資源があるため、その利用調整を基礎として水田利用や機械の共同利用のための組織（営農集団）の形成が図られる。それに対し、桑園管理では水の利用調整はほとんど問題とならず、個別的農地利用が基本構造となっている。すなわち、桑園管理では、集落を基盤とした地域的な桑園管理組織の形成は非常に難しい。

第2に、上記のように地域資源の性格の違いのもとで個別経営や集落組織の活動にも差異が生じているが、水田管理はさらに圃場整備等の生産条件にも大きく左右される。頓原町でみたように、生産条件が整っている地域では、借地による個別規模拡大に加え、大型機械の導入を契機とした集落営農の形成がみられる。しかし、圃場区画が狭小な国見町においては、担い手（認定農業者）は専ら施設園芸を対象としており、稲作で担い手の形成はほとんどみられない。そこでは、集落を基盤とした農地利用調整がなされず、既存の農地利用組合の活動も停滞している。一方、桑園ではさらに事態は深刻である。調査事例の月舘町、川俣町では個別農家対応による畑ワサビ、タラの芽の特産地化が進んだが、荒廃地を大きくカバーするまでには至らず、桑園利用に対する集落の関与もみられない。両町とも担い手の脆弱化、農地利用の粗放化が引き続き進行しており、水田さえ荒廃の危機に直面しているのである。

第3に、自治体の地域農業振興に対する姿勢が、農地資源管理組織の活動に大きく影響を及ぼしているということである。水田管理に関してみると、町

行政の最重要課題として農地資源管理に関する明確な方針を持っている頓原町では、農業公社により個別経営や集落営農組織の育成、農作業受委託の配分・調整が行われるなど、公社を中核とした水田管理体制が整備されている。一方、国見町では、農業公社を水田農業の主な担い手として位置づけているため、個別経営や集落との連携は十分ではなく、公社自体も受託水田の分散など作業効率性に問題を残している。さらに月舘、川俣両町の畑地（桑園）利用に関してみると、個別経営による管理を基本としながらも、桑園跡地の農地整備や新たな作目の導入・普及という点で、自治体やJAの役割が大きい。また、荒廃桑園も含めた全体の農地利用総合計画を策定し、そのもとで資源管理を図ることにも自治体の姿勢が反映することになる。

以上の分析結果を踏まえ、地域資源管理に関わる組織の再編・活性化方向を示す。

- ① 農業公社の事例でみたように、組織自体の財務面の強化である。公社は条件が悪い農地を引き続き受託せざるを得ない以上、経営収支は常に下方に引き下げられる危険にさらされる。今後は公社経営の多角化や作業効率の向上による収支改善が求められる。
- ② 桑園管理でも、総合的な資源活用の方角性を打ち出すためには、資源管理組織間の連携が必要となる。荒廃農地の再整備や新たな作目の導入において自治体、JA、その他関連機関が役割を分担したうえで、地域資源の管理システムを構築していくべきであろう。
- ③ このような資源管理組織の活動の基礎として、地域住民の協力は欠かせない。資源管理を図るための財政支援は今後とも必要であるが、地方財政の悪化の下では、地域住民の理解と協力なしに資源管理を遂行することは非常に困難な状況となっている。今後は自治体が先頭に立って、地域資源の管理活動に関して地域住民への啓蒙・普及を行うことが重要になるだろう。

オ 今後の問題点

水田管理に関して、農業公社を核とした地域資源管理体制を検討したが、今後農業公社自体の運営基盤の確立、公社の調整機能による担い手育成や地域農業生産のシステム化等について検討する必要がある。また、水田管理では地縁的な集落内関係が重要

であるが、近年、集落を越えた範囲で水田管理を図る動きがみられることから、集落内の動向と合わせ集落間関係についても検討する必要がある。

次に、桑園管理に関しては自治体・JAの取り組みを中心に資源管理体制を検討したが、畑ワサビやタラの芽に代わる新たな作目の技術的・経営的可能性を探るまでには至っておらず、今後の研究課題として残されている。

カ 要約

担い手問題が深刻な西日本中山間地域において、水田管理の実態を明らかにするとともに、農業公社を通じた地域資源管理の方策を検討した。経営規模が比較的大きく、同居跡継ぎがいる島根県頓原町では、集落営農組織の形成や個別経営の展開がみられ、農業公社は「棲み分け」によって地域農業生産の補完と担い手育成の調整機能を果たしている。他方、経営規模が小さく、水田作における担い手が形成されていない国見町では、農業公社が町全域をカバーせざるを得ず、公社自体が水田作の主要な担い手となっている。そこでは、広域対応による作業ロスに問題を抱えているうえ、農地資源管理主体間の調整機能に問題を残しており、農業公社による地域間調整と担い手育成のシステム化が求められている。

さらに、畑地として桑園を取り上げ、福島県月舘町および川俣町を事例に、地域資源としての桑園の管理について方向付けを図った。両町では、繭価格の下落に伴う養蚕経営の崩壊で生じた桑園の荒廃化が広範囲にみられ、それを防止するため、町・JAの主導によって、月舘町では葉ワサビ、川俣町ではタラの芽が導入され、それぞれ産地として確立してきた。さらに今後、全体的な農地利用計画を策定するために、両町とも農地の利用現況図を作成し、遊休桑園の貸借による活用対策を推進している。

以上の調査結果を踏まえ、水田と畑（桑園）を対比してみる。水田管理においては、水という共通資源があるため、農地の利用調整や機械共同利用のための組織（営農集団）が農家間で形成され、地域的な農地の管理体制が形成されている。このような体制を維持・強化する中核として農業公社が機能し、面的な資源管理が図られている。しかし、資源管理組織として農業公社を設立しても、自治体の方針、農業労働力の賦存量、経営規模や区画の大小等によって、水田管理のあり方は大きく影響を受けるこ

となる。

一方、桑園では個別的な農地利用が主となっており、集落を基盤とした地域組織の形成はみられない。他方、桑園の跡地への作目導入に関わり、生産基盤の整備、生産・販売振興等の点では、自治体やJA等の果たしている役割が大きく、それらの諸機関の活動が地域の資源管理に影響を及ぼしている。

キ 引用文献

1) 江川章, 橋詰登, 両角和夫, 香月敏孝, 福田竜一: 中山間地域における地域資源管理組織の現状と課題(その2) - 大分県東国東郡国見町調査結果 -, 農総研季報, 39, pp11-50 (1998)

2) 村松功巳, 江川章, 田畑保, 橋詰登, 福田竜一: 中山間地域における地域資源管理組織の現状と課題(その1) - 島根県飯石郡頓原町調査結果 -, 農総研季報, 38, pp19-66 (1998)

3) 村松功巳, 江川章, 増渕隆一, 橋詰登, 福田竜一: 中山間地域における遊休農地の利活用に関する現状と課題 - 福島県伊達郡月舘町, 川俣町実態調査 -, 農総研季報, 43, pp51-111 (1999)

(村松功巳, 江川章)

4. 農林地利用管理主体・担い手の育成方式の構築

ア 研究目的

中山間地域の農林業の保全と担い手の確保を目指す理念と方法については、四半世紀の歴史を持つEUの条件不利地域政策から学ぶべき点が多い。けれども、畑作や草地型畜産を主体とするEUと、水田作主体の日本とでは農業の生産構造が異なっている以上、政策の手法にも違いがあつてしかるべきである。この研究では、農業の保全と担い手の確保という目的を念頭において、日本農業の構造的特質に根ざした中山間地域政策の基本方向を描き出すことをねらいとした。また、目前に迫ったWTO次期交渉に向けて、日本型条件不利地域政策の国際的な妥当性について、経済学の見地から理論的な根拠を構築することを副次的な目的とした。

イ 研究方法

(ア) 理論研究

経済学の見地から日本型条件不利地域政策のバックボーンを解明するため、公共財や外部性に関する近年の研究動向を吟味するとともに、農業の多面的機能を根拠とする政府助成が正当化される条件に関

して、主としてミクロ経済学の理論フレームから検討を加えた。

(イ) EUの政策に関する文献研究

条件不利地域政策を中心にEUの共通農業政策の理念と方法について、幅広く情報を収集・吟味するとともに、さまざまな機会を捉えて、イギリスやフランスなどの政策担当者や研究者との意見交換を積み重ねた。

(ウ) 現地調査

作物の栽培条件や農外就業機会の賦存条件の違いに着目して、異なるタイプの条件不利地域の農業と農村の存立構造について現地調査を実施した。あわせて、米の生産過剰という市場条件を踏まえて、土地利用転換の可能性の観点から、山地畜産の実践例について実態調査を行った。

ウ 結果

(ア) 条件不利地域農業の類型区分

日本の条件不利地域農業は、①農業生産条件のハンディキャップの特質と、②農外就業機会へのアクセスの良否、のふたつの軸による二元分類によって、表2-22のようにタイプ分けすることができる。表中にある工学的条件不利とは、耕地が狭小であったり、急傾斜地に立地しているために、農作業の機械化が困難で、面積規模の拡大も難しい立地条件のもとにあることを意味する。また、生物学的条件不利とは、気象や土壌条件からくる作物栽培上の不利であつて、しばしば栽培可能な作物自体が著しく限定される立地条件をさす。

さて、ふたつの分類軸によって日本の条件不利地域農業は3つのカテゴリーに分けられる。まず、タイプ1は、機械化による農業の規模拡大に制約がありながら、兼業機会へのアクセスは良好な条件不利地域であり、日本の多くの中山間地域はこのタイプに属している。作物の栽培条件に恵まれず、しかも、農外就業機会に乏しいタイプ2の典型は、北海道の

	兼業アクセス良好	兼業アクセス不利
生産条件良好	条件良好地域	該当地域なし
工学的条件不利	タイプ1	タイプ3
生物学的条件不利	該当地域なし	タイプ2

表2-22 条件不利地域の類型区分

草地型酪農地帯に見出される。このタイプ2の農業は、中北部のヨーロッパ、なかでも放牧を主体とする条件不利地域の農業と共通点を有している。政策手法に関しても、EU型の施策の適用を視野に入れるべきであろう。

タイプ3は、農業生産の立地条件はタイプ1と共通しているが、農外就業機会には恵まれていない条件不利地域である。DID地区から遠隔の地にある限界集落を想起すればよい。このタイプに関しては、集落の定住環境と農地の長期的な維持・保全の可能性を慎重に見極めながら、必要に応じて、次世代以降をも視野に入れた交通条件の整備といった投資的な施策から、現存する住民の福祉の確保に万全を期するフロー重視型の施策への転換をはかることも考慮すべきである。タイプ3の地域のおおまかな基準として、DID地区から1時間以上の時間距離にある集落をとるならば、全集落の6%、実数で6000を超える集落がこのカテゴリーに含まれる（国土庁「農村地域整備状況調査」, 1994年）。

(4) 農山村の存立構造と条件不利地域政策

日本の中山間地域の農山村は、自然資源の産業的利用空間（農林業空間）、国民が手軽にアクセスできる二次的自然空間（レクリエーション空間）、さらにはコミュニティの形成される定住空間（居住空間）からなる3つの空間利用のディメンションが、重なり合って存立している。これに対して、北米やオセアニアのように新しく開発された地域では、自然資源がなお豊富に賦存していることもあって、農場の空間とアクセス可能な自然空間は概して分離されて存在する。農場はなによりもビジネスの場であって、それ以上でもそれ以下でもない。農村のコミュニティが存在しないわけではないが、人口密度が極端に小さいなかで、稠密な居住空間が形成されることは希である。

日本の農村にみられる空間の多目的利用という特徴は、歴史的に古くから開発が進んだために、自然資源の制約が相対的に強く働いていることに起因する。したがって、このような農村の存立構造上の特質は、農法の違いを超えて、同じように古い開発の歴史を有するEUの条件不利地域にも観察される。農場への国民のアクセス権を法的に保証するイギリスのパブリック・フットパス制度や、多くの国々で親しまれているファームインの存在などからも、E

U農村における自然空間の多目的利用の一面をうかがうことができる。そして、日欧の農村にこうした共通項があるからこそ、二次的自然空間の保全のためには健全な農業とコミュニティが必要だという問題意識が、EUの条件不利地域政策と日本の中山間地域政策に共有されている。また、食料・農業・農村基本法にもうたわれた農業の多面的機能の概念の背景にも、自然空間の多目的利用という農村の存立構造がある。EU諸国の農業団体や政策当局が多面的機能の概念に理解を示していることには、共通する農村構造の形成という歴史的な根拠が存在する。

(5) 農業生産構造の日本的特質と政策手法

EUと日本の条件不利地域政策は、共通の理念のもとに組み立てられようとしている。そこには、農村の存立構造の類似性という根拠が認められる。けれども、具体的な政策手法のデザインにさいしては、両者の農業生産構造の差異を十分に認識しておかなければならない。端的に表現するならば、EUの農業が個々に独立性の強い農場型農業であるのに対して、タイプ1やタイプ3の条件不利地域にみられる日本農業の基本形態は、集落型の農業である。この場合の集落型の農業とは、圃場ごとの生産活動が、したがって地域の農家ごとの生産活動が相互に支えあう構造のもとにある農業を意味している。

集落型農業の相互支持構造は、分散錯圃のもとでの圃場と圃場のあいだの影響関係と、地域の共有資本である水利施設によって形成されている。1枚の圃場の耕作放棄といえども、近隣の圃場に対して病虫害の伝播や用排水条件の劣化のかたちの影響を与え、それが二次的な耕作放棄に結びつく関係は、集落型農業の相互支持構造をネガの画像として示す現象にはかならない。あるいは、耕作者の数の減少が、一定の時期に集中する水利施設の維持管理活動に支障をきたし、そのことが地域農業の存続条件のいつそうの悪化につながるのも、地域の共有資本に媒介されて個々の営農が成立している集落型農業の特徴である。

したがって、日本の中山間地域政策のポイントは、耕作放棄によって生じる農業生産の相互支持構造のほころびをカバーすることと、共有資本の維持管理活動の低下に対処することにおかれるべきである。加えて、これらの方策の基礎条件を整えるミニマムの農業基盤整備をはかることを忘れてはならない。

しかしながら同時に、こうした農業生産に関わる施策が周到に準備されたとしても、地域の定住条件を維持し、改善するための総合的な政策を欠いたままであるならば、中山間地域を対象とする農業政策はいわば孤立無援の施策となっており、農業とコミュニティの長期的な維持に失敗する可能性が高い。ここでいう定住条件は、安定的な所得稼得機会と良好な生活環境のふたつのカテゴリーからなる。このうち所得稼得機会に関して言うならば、中山間地域の第2種兼業農家率70%は全国の割合69%と同水準にあり（「農業センサス」, 1995年）、中山間地域の就業人口に占める第1次産業の割合は17%に過ぎないのである（「国勢調査」, 1995年）。中山間地域の産業の中心が農林業であるとの認識は正しくない。

(エ) WTO交渉へのバックアップ(1): 多面的機能の供給構造

日本の農村の存立構造を踏まえるならば、今後は農業の多面的機能の内容と大きさを強調するだけでなく、多面的機能の多くが農業と分離しがたい外部経済であることについて、内外の理解を求めることが大切である。かりに分離供給が容易であるならば、海外からの安価な農産物と、分離供給される多面的機能の組み合わせが、日本の農業にとって代わることが合理的であるとの結論を導くこともできる。その場合には、農業の保全と担い手の確保を目指した政策は、国際的な説得力を失うことになりかねない。

いま述べた点を簡単なモデルで説明する。まず、農産物と農業の多面的機能の供給費用について、つぎのように想定する。すなわち、農産物Aの生産に伴って多面的機能Mが同時に供給されるときのコストが $C(A, M)$ であるとする。ただし、Aは農産物の量を表し、Mは多面的機能の量を表している。したがって、 $C(A, M)$ は多面的機能の供給を含めた日本農業のコストであると考えてよい。ここで、農産物の便益 $B(A)$ と多面的機能の便益 $B(M)$ に関して、つぎのふたつの不等式が成立するとき、政府の助成的介入が正当化される。

$$B(A) < C(A, M) \quad (1)$$

$$(A) + B(M) > C(A, M) \quad (2)$$

これは、通常の外部経済を根拠とする補助金（ピグー補助金）の根拠にほかならない。けれども、農産物貿易が可能なオープン・エコノミーのもとで補助金が正当化されるためには、さらにつぎの条件

が満たされなければならない。すなわち、農産物のみを供給するときのコストを $C(A, 0)$ 、多面的機能のみを供給するときのコストを $C(0, M)$ と書くと、

$$C(A, M) < C(A, 0) + C(0, M) \quad (3)$$

が成立するとき、費用と便益の比較の基準に照らして、国内農業に対する政府の助成は正当化される。

条件式(3)はなにを意味するであろうか。海外からの農産物の輸入を想定するならば、右辺の第1項 $C(A, 0)$ は、農産物Aの輸入コストと読むことができる。つまり右辺は、農産物Aの輸入コストと、多面的機能のみを分離供給するさいのコストの和にほかならない。これが日本農業のコストである $C(A, M)$ よりも小さいならば、農業を放棄し、農産物供給を輸入に依存したうえで、多面的機能を農業とは分離して確保すればよいという結論を得ることができる。問題は(3)式の不等号が成立するか否かであり、次のふたつの要素に依存することは明らかである。ひとつは、農産物の内外価格差である。すなわち、 $C(A, M)$ と $C(A, 0)$ の開きが小さいほど、(3)式は成立しやすい。もうひとつは、多面的機能を農業から分離することが容易であるか否かである。分離供給が困難であるとするならば、 $C(A, M)$ と $C(0, M)$ の差は小さいであろうし、ときには $C(0, M)$ が $C(A, M)$ を上回ることも考えられないではない。これらの場合に(3)式が成立しやすくなることは言うまでもない。

(オ) WTO交渉へのバックアップ(2): 外部性と地域共有資本

すでに述べたとおり、日本農業の生産構造は、圃場と圃場のあいだの影響関係と、地域の共有資本である水利施設によって特徴づけられている。効率的な資源配分の達成という基準に照らして、このふたつの要素は条件不利地域政策をバックアップする理論の根拠に結びつく。すなわち、政府による農業に対する助成的介入がない場合には、これらの要素は非効率な資源配分、言い換えれば市場の失敗を引き起こすのである。

第1に、圃場と圃場のあいだに作用しているさまざまな影響関係は、耕作放棄が近隣圃場の二次的な放棄を誘発する点に典型的なように、一種の外部不経済にほかならない。この場合、ある圃場の耕作放棄をめぐる利害得失の比較は、その二次的な副作用をも考慮したものでなければならない。この要素を

カウントすることができない通常の市場メカニズムは、適正な資源配分に失敗する。したがって、耕作放棄の防止に力点を置いた条件不利地域政策は、このような資源配分上の失敗を補正するという意味でも、経済政策としてはオーソドックスなアプローチなのである。

第2に、水利施設の整備と維持管理に対する政策的な支援についても、地域共有資本の最適供給を達成する観点からその妥当性を主張することができる。分割不能な性質を有する地域資本の形成と維持管理には、地域の農家の面的な参加が不可欠である。裏返せば、面的な参加が困難になった地域では、残る農家にとっての生産条件も、個々の農家の意図に反して、悪化の道をたどらざるを得ない。そこで求められるのが、地域の農家全体の参加を促す施策であり、管理主体の欠落が生じる場合には、欠落した管理主体の機能を補うための施策の実施である。一般に、社会的に望ましい生産活動について、私的には採算が成立しない場合に、政府の助成型の介入が正当化される。さらに、水利施設に典型的な分割不能な地域共有資本にあっては、一部の生産者の採算性の悪化が、共有資本に依存するすべての生産者の活動にネガティブなインパクトをもたらす回路を通じて、資源配分のゆがみが増幅されるのである。

エ 考察

個々の論点に関する考察は、前項ウの結果に含めて記述したため、ここで繰り返すことはしない。全体として、本研究の成果は、国際比較の観点に立った日本の農業・農村の実態観察と、オーソドックスな経済政策論を組み合わせることによって生み出されたものであり、主として政策の検討・立案の場面に直接のユーザーを想定している。けれども同時に、地域で実践されているさまざまな営農活動や各種の施策について、その現代的意義を国際的な広い視野から認識するよりどころを提供することであろう。

オ 今後の問題点

農業の多面的機能の供給構造については、本研究が農業の保全と担い手の確保を自明の課題ととらえて取り組まれたこともあって、深く立ち入ることは控え、簡単な概念モデルを提示するにとどまった。けれども、この問題は日本の中山間地域政策のレゾナントの根幹に関わるものであり、提示されたモデルにそって実証的な研究に取り組むことが望ま

れる。

カ 要約

多くの中山間地域農村は、農業空間とアクセス可能な二次的自然空間と定住空間の3つが重なり合って存立している点を特徴とする。加えて、水田を中心とする日本の中山間地域農業は、圃場ごとの営農活動が相互に支え合う集落型農業であるところに、EUの条件不利地域にはない特質を持つ。こうした農業・農村の特性は、農業の保全と担い手の確保を目指す日本型条件不利地域政策に独自の仕組みを要請する。と同時に、これらの特性は、農業から分離困難な多面的機能、圃場間の正負両面の外部効果、地域の共有資本としての水利施設の適切な整備と管理といった観点から、日本型政策の国際的な妥当性を主張する根拠にも結びつく。

(生源寺真一)

5. 国土・環境保全を目的とした農業・農村基盤の維持・管理システムの開発

ア 研究目的

中山間地域では人口流出・高齢化などによって地域社会が崩壊しつつあり、農業・農村基盤を維持・管理することが困難となり、地域が本来もっていた国土・環境保全機能が麻痺している。そこで、本研究では、中山間地域の国土・環境保全機能を維持・再生するための農業・農村基盤の維持・管理システムを開発し、それを支援するための施策の在り方を提供することを目的としている。

イ 研究方法

(ア) 類型化

中山間地域と言っても「中間地域」、「山間地域」の違いが指摘されているように、産業基盤条件には相対的な差異がある。このような中山間地域の多様性に鑑み、第一に市町村を単位として類型化を試みた。類型化指標としては、地域の条件を最も反映すると考えられる「平均傾斜」と「都市とのアクセシビリティ」を用いた。「傾斜」は土地利用を規定する条件であり、具体には経済企画庁発行の土地分類図付属資料より、各市町村ごとに平均傾斜を算出した。また、「都市とのアクセシビリティ」は、兼業所得の獲得機会及び生活の利便性に影響を与える条件であると同時に、本研究で開発されるシステムが地域内だけで構築されるのではなく都市と関

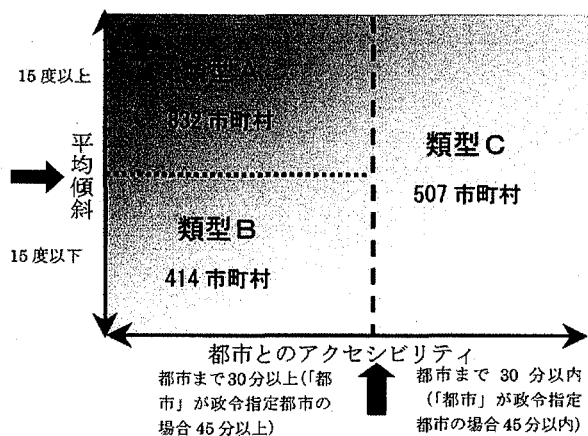


図 2-26 中山間地域の類型化

連性の高いオープンなシステムであることを考慮に入れ、選択された指標である。具体的には、一定以上の人口規模を有した都市（通勤兼業が発生する規模）から各市町村までの時間距離で表した。類型の単位を市町村としたのは、市町村が社会的支援策導入の意思決定を行う最小単位であると考えられるためである。

(イ) 各類型における農業・農村基盤の維持・管理システムの試案

先ず、農業・農村基盤の維持・管理システムの基本型を作成した。これに基づき、国内外の事例を収集し、各類型の特性を考慮に入れ、類型ごとの維持・管理システムの試案を作成した。

(ウ) システム試案の検証

収集した事例の中から詳細な現地踏査を行い、システムの構造及びシステム成立の条件を明らかにし、システムを支援するための施策の在り方を検討した。

ウ 結果

(ア) 類型化

対象とされた全国1753市町村の類型化の結果、都市から対象市町村までの時間距離が30分以上の市町村のうち、傾斜15度を境界に、急傾斜地域を類型A、

項目名	係数		F値
	判別関数 1	判別関数 2	
林野率	0.785	-0.114	275.675
65歳以上人口割合	0.388	0.417	156.023
農家一戸当農業粗生産額	-0.140	0.732	119.448
事業所数	-0.042	-0.580	91.849
農産物販売なし農家数割合	0.111	0.301	74.934
一人当たり販売額	0.020	0.383	63.483
固有値	0.397	0.062	
判別率	58.00%		

表 2-23 類型間の差異（判別分析結果）

緩傾斜地域を類型B、そして都市から30分以内（ただし、都市が政令指定都市の場合は、都市から45分以内）を類型Cとした（図 2-26）。

次に、類型間の条件の差異を検証するため、判別分析を行い、判別に有意に寄与した指標を特定し、各類型地域における特性及び問題点を明らかにした。分析に用いたのは、定住のための社会経済的指標と、農業の生産条件を表す17変数である¹⁾。それらの変数のうち、ステップワイズ法を用いて判別に有意（5%水準）に寄与した指標は、表 2-23に示した6変数である。図 2-27は、これらの指標の類型内平均を示したものである。類型Aは社会経済的指標及び農業の生産条件において最も不利な地域である。農業生産のための土地利用が制限され、林業が基幹産業となっている地域も多い。類型Bは、農業生産条件が類型内で最も有利であるが、農外就業機会が少ないため、若年層の流出が問題となると考えられる。類型Cは、都市への通勤が可能で兼業所得獲得の場となる事業所数が多い。

(ウ) 各類型における農業・農村基盤の維持・管理システムの試案

a 農業・農村基盤の維持・管理システムの基本型²⁾

システム成立のためには、①本来的に存在し、産業を規定する自然資源、②生産基盤と生活基盤から成る物理的インフラストラクチャー（以下物理的インフラ）、③自治体や集落組織など担い手を社会的に組織する社会的インフラストラクチャー（以下社会的インフラ）が構成要素として必要である。個々

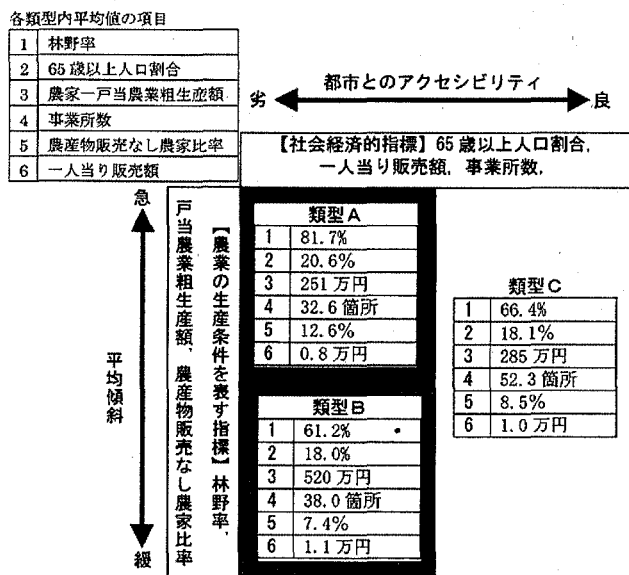


図 2-27 類型間の差異を示す指標の類型内平均

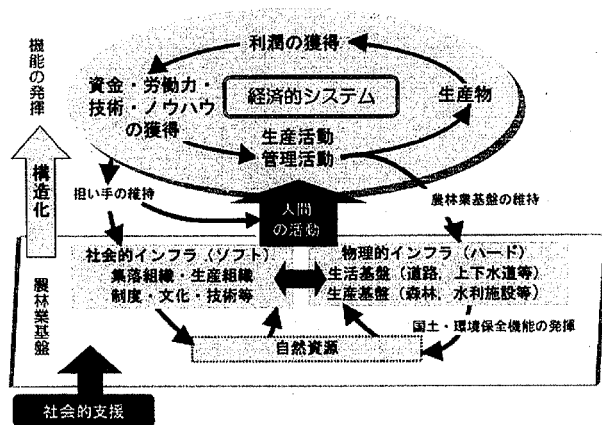


図2-28 農業・農村の基盤の維持・管理システムの基本型

の構成要素は人間活動を通して経済的システムを成立させ、同時に国土・環境保全機能が発揮される。これら全体が農業・農村基盤の維持・管理システムであり、これに基づき、おのおのの類型に即した現地調査を行い、システムの試案を作成した（図2-28）。

b 類型Aのシステム試案¹⁾

類型A地域では従来、豊富な森林資源と関連した経済的システムが存在していた。また、河川の上流部に位置する地域が多いことから、国土保全の観点からも森林資源及び斜面農地の管理が望まれる。しかし、外材の輸入による材価の低迷により林業のおかれている状況も厳しく、また、都市への通勤は不便であり就業機会が限られているため若年労働者の流出が顕著である。そこで、従来の林業を経済的システムの中核におき、経済的システムと社会的インフラの強化を図り、担い手を確保することにより農業・農村基盤を維持・管理するシステムを検討する。具体的には、森林組合など地域森林管理組織を軸にサラリーマン林業など新卒者やI・Uターン者の参入しやすい体制で、広域な森林の管理に加え土木事業等多角的な事業を行うことにより短期的な収益があげられるようにする経済的システムである（図2-29）。事例調査では、農地管理や農作業受託を行っている、あるいは経営が軌道に乗った場合にはその実施を計画している、とする事業体がほとんどであった。

c 類型Bのシステム試案¹⁾

類型Bは農業生産条件がよく、農業を中核においた経済的システムが考えられる。しかし、社会経済

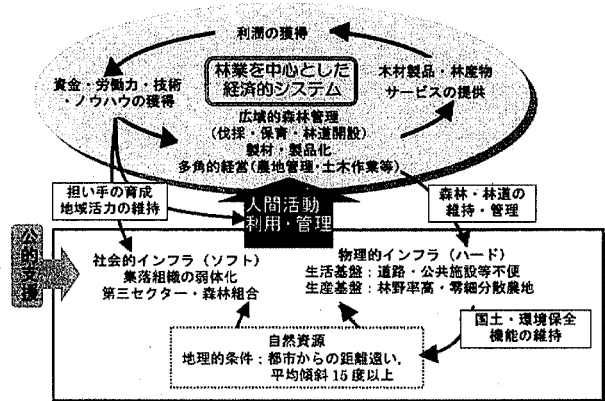


図2-29 類型Aにおけるシステム試案

的指標が示すように農外所得の獲得機会が少ないことから、若年層の転出により将来的には耕作放棄地の増加等農地の管理が困難になる。この類型の基盤管理システムとして、物理的インフラの整備による生産条件の更なる改善と同時に、土地改良区や集落等を生産と管理を一体的に行う社会的インフラとして位置付けるシステムが考えられる。図2-30にシステム試案を示した。基盤整備等で生産条件が改善された農地では、受託組織を通じたオペレーターや中核的農家の受託作業により効率性・利便性を優先した農地管理を行う。そのほかに残る急傾斜地など生産性の低い農地では、景観作物等の栽培や放牧畜産などの粗放的管理とする。整備が困難でも、集落に近い土地では、高齢者や女性を中心とした野菜や工芸作物などの生産が可能である。システム成立のために、直接支払いが支援策として有効である。事例調査では、直接支払いに類似した制度により農地管理委託費の農家負担が軽減された事例がみられた。

d 類型Cのシステム試案¹⁾

類型Cは都市に通勤可能な距離にあり社会経済的ポテンシャルは高い。よって定住人口は減少しないものの、農林業労働力は第二・三次産業に流出し、生産・管理主体の減少、耕作放棄地の増加が問題となっている。加えて、緩傾斜地域では農業生産条件はよいものの、農林地の都市的土地利用への転用、地価の上昇等が進み、農林業基盤の維持が困難となってきた。そこで、双方とも都市とのアクセスがよいことを利用し、社会的支援として都市住民の労働力・資金面での参加を考慮に入れた農林業基盤の維持・管理システムを提案する（図2-31）。

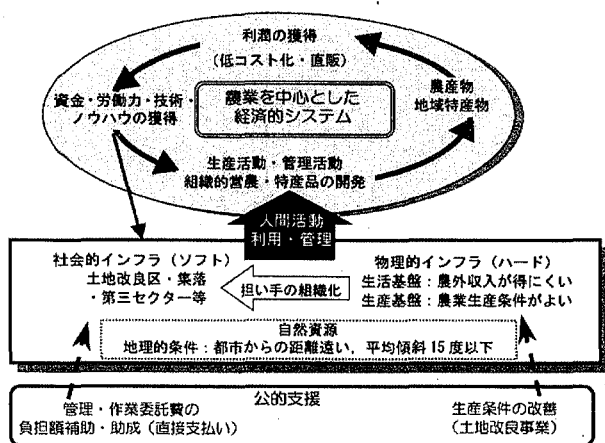


図2-30 類型Bにおけるシステム試案

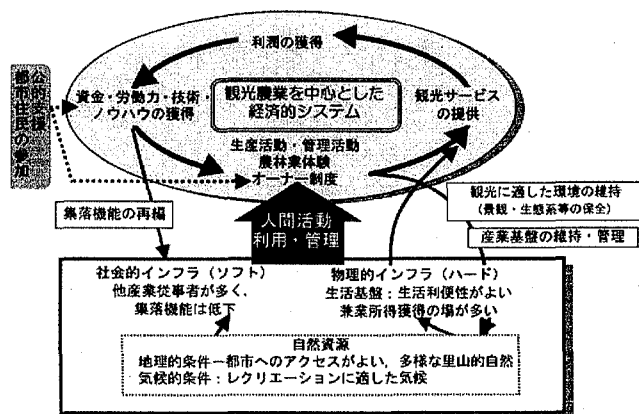


図2-31 類型Cにおけるシステム試案

経済的システムはレクリエーション的要素を取り入れた農業生産を中軸とし、サービス提供による利潤を観光に適した環境の維持に投入することにより、農業基盤及び自然資源が維持・管理される。

(ウ) 具体事例にみる農業・農村基盤の維持・管理システム（図2-32）

a 愛媛県久万町³⁾・静岡県龍山村¹⁾における農業・農村基盤の維持・管理システムー類型Aー

久万町では、1990年に自治体や町内の林業経営者が出資し、第三セクター方式の「株式会社いぶき」を創設した。以来、旧来の森林組合の管理するエリアを超えた広域的な森林管理及び農林道・集落道の管理等を行っている。また、雇用の場を創出することにより人口の減少をスローダウンさせ、加えて若者のUターンもみられている。久万町で農業・農村基盤の維持・管理システムが成立した要因は、当該林業地域の特徴である高い林道整備率、及び補助金による高性能林業機械の充実等、物理的インフラが整備されていたことが挙げられる。また、未熟練労働者に対しては自治体の補助金を投入して教育し、当初4名だった社員も現在は30名を超えている。町内諸施設の手入れや祭りなどの際の担い手としても活動している。

龍山村は天龍林業地域の中心地である。当該地域は、森林組合を中心に1965年頃より林業構造改善事業等を利用して事業の多角化を図ってきており、現在では「苗木から住宅まで」をモットーに、ほぼ100%の運営資金を森林組合の事業基盤から得ている。村内に農地は少ないが、特産物の一つである茶の集荷・加工も事業の一つであり、村内の産業基盤

維持の担い手である。また、I・Uターン者を積極的に雇用し、将来の後継者を育成するとともに、長期的な計画の元に森林管理を行っている。

b 兵庫県但東町赤花地区、大分県竹田市九重野地区にみる農業・農村基盤の維持・管理システムー類型Bー

兵庫県では、1997年度より行われた棚田保全緊急対策事業の一部として、棚田での作業受託者に対し反当たり最大2万4千円の支払いが行われている。また、但東町では町単独で、県で定めた基準に達しない傾斜や日照などの条件が不利な農地で利用権を設定した場合、小作料とほぼ同額を町が耕作者に支払うという政策を行っている。その結果、集落単位で利用権が集積され、認定農家を中心に、水稻生産及び効率的な転作による新規特産作物の生産が行われている。また、高齢者により自宅に近い小規模な農地で栽培される作物は町営の温泉施設で販売され、温泉利用による年間収益を上回る販売額となっている。

竹田市九重野地区では、1993年より県営圃場整備事業により大型機械が運行可能な30a区画への整備が行われ、同時に所有権・利用権の面的集積が進められた。また、事業を進める中で担い手推進協議会及び中核農家による受託組合が結成され、集落あるいは谷ごとに数種類の作目に統一し、組合所有の大型機械を用いてオペレーターが耕作することで低コスト・省力化を図っている。オペレーターへの賃金、機械購入・維持費等受託組合の運営資金は、今年度から導入される直接支払いの3分の2を共益費として充てることとなっている。圃場整備の行われなかった小規模な区画では兼業農家による自家用米や



各類型に共通した成功要因・要素

図2-32 各事例における農業・農村基盤の維持・管理システム成立要因

野菜の栽培が行われており、市全体の第三セクター組織である「竹田市わかば農業公社」に委託して、大分市を中心とした県内14ヶ所のアンテナショップで販売され収益をあげている（1999年度売上約2億5千万円）。

c 長野県更埴市、千葉県鴨川市にみる農業・農村基盤の維持・管理システムー類型Cー

長野県更埴市姨捨地区では、市当局が窓口となり

棚田のオーナーを募集しており、営農指導及び日頃の管理（田植え・収穫・脱穀以外の作業）は地元有志で組織された「名月会」によって行われている。市民農園の利用を行う「体験コース」と、作業を行わない「保全コース」が設けられており、駐車場、トイレ、休憩所が地区内に整備されている。また、全国土地改良事業団連合会主催の田植え・稲刈りを行うイベントが毎年行われており、オーナー以外で

も参加できる。

千葉県鴨川市の大山千枚田は「東京に最も近い棚田」として注目を集めており、マリリゾート地として著名な当該地域の観光客の中に潜在する棚田への興味を利用し、更埴市と同様オーナー制度を開始した。地区内では地元の所有者も耕作しており、日頃の水管理は地権者により行われている。指導を通じたオーナーとの交流が主な目的となっているため、オーナーは自分で管理作業を行わなくてはならず、作業内容は更埴市に比べ多岐にわたっている。

エ 考察

類型A地域の事例調査により、社会的インフラ（森林管理・林業会社組織）に対する財政的な支援が経済的システムの成立に効果をあげていることが明らかとなった。具体的には生産・管理活動にかかる一般管理費の赤字に対する補填、未熟練労働者に対する教育補助、事業量確保のための自治体からの事業委託等であり、社会的インフラは経済的システムを成立させる中軸になるだけでなく、農業・農村基盤の管理を行う担い手を育成・確保する役割をも果たすこととなる。

類型B地域では、助成金による補完あるいは物理的な基盤条件の改善等により農地の利用集積が進められた結果、中核的担い手への委託がしやすくなり、間接的に保全コストの負担が軽減されている。また、作物の直接販売が成功し小規模農地でも農業による収入が得られるため、農業の持続が図られている。これらを組織的に行うための運営資金として、直接支払い制度は有効と考えられる。

類型C地域では、「棚田」を取り上げたが、棚田に限らず各種のオーナー制度・貸し農園制度が全国で行われている。この制度が持続するためには、指導と日頃の管理を行う社会的インフラと、駐車場・トイレ・休憩所等の最低限の物理的インフラが必要である。また、他の観光資源も、これを利用した観光客・オーナーの確保が可能となるため、初期の運営原資を得るためにも重要な条件である、

オ 今後の問題点

類型A地域のような条件が最も不利な地域において、農地と林地の一体的な維持・管理は不可欠である。しかし現段階では、農林地の一体的な管理を行っている事例はほとんどなく、システムとして提示することはできなかった。今後の課題としたい。

カ 要 約

都市とのアクセシビリティ及び傾斜によって中山間市町村を類型化し、それぞれの類型ごとに、自然資源・物理的インフラ・社会的インフラ等の不可欠な構成要素を含む基本型に沿った農業・農村基盤の維持・管理システムの試案を作成した。作成された試案を、類型ごとの現地調査によって検証し、構成要素の在り方を具体的に示し、また、これらを持続的に成り立たせるための支援方策を提示した。

キ 引用文献

- 1) 清水夏樹・佐藤洋平・山路永司：中山間地域資源の維持・管理システム－農林業基盤に着目したシステムの提案－，農村計画論文集，18（別1），pp301－306（1999）
- 2) 清水夏樹・佐藤洋平・山路永司：中山間地域における農業・農村基盤の維持・管理システム，平成11年度農業土木学会大会講演要旨集，pp468－469（1999）
- 3) 清水夏樹・佐藤洋平：中山間地域資源の維持・管理システムに関する一考察，農村計画学会学術研究発表会要旨集，pp15－16（1999）

（佐藤洋平・清水夏樹）

6. 地域資源管理のための費用負担方法の解明

ア 研究目的

今日、中山間地域における地域資源管理をめぐる、誰がどれだけその管理費用を負担するかが問われている。一般に、地域資源管理における費用負担の方法は管理主体が誰かによって異なる。そして、その管理主体は大きく個別管理主体（農家など）と公的管理主体（国・県・第三セクターなど）に分けられる。このうち前者の個別管理主体は主として私企業であり、費用負担方法は原価主義に立脚することが明らかである。そのため本研究では、むしろその費用負担方法のあり方がまだそれほど解明されていない公的管理主体による地域資源管理を主対象に、その費用負担方法を解明する。

イ 研究方法

上記目的を達成するために、つぎのような方法を採用した。

（ア）中山間地域における地域資源の公的管理の類型化

まず本題の中山間地域における地域資源の公的管

理の費用負担のあり方を考えるためには、どのような種類の地域資源の公的管理が存在するかを整理しておく必要がある。それは類型の違いによって費用負担のあり方が異なる可能性があること、および費用負担の一般的方法を解明するためには、現在趨勢になっている公的管理の類型に焦点を当て、その中から調査対象事例を選定し、分析する必要があること、などからである。

しかし、この類型化にあたっては地域資源の公的管理主体に関する全国同一精度の資料が少ないために、既存の実態調査報告や文献等を参考にして、類型化を図ることにした。

(イ) 費用負担の実態把握

費用負担のあり方に接近するためには、まず費用負担の実態を把握する必要がある。そこで、ここでは公的管理主体の一つである第三セクター方式に焦点をあて、それを採用している佐賀県富士町「有限会社グリーンファーム富士」と福岡県杷木町「株式会社ガマダス」を選定した。その選定理由は、これらの事例は中山間地域に位置していること、わが国の地域資源の公的管理の多くが農地を対象にした第三セクター方式になっていること、および中山間地域は峡谷型と高原型に分類できるが、高原型は相対的に少なく、峡谷型の事例が分析対象として妥当であること、などである。

なお、この事例は後述する「ウ．結果の(ア)」の類型でいえば「地域資源の公的管理に関する目的別類型化」の「農地有効利用型」に属し、「農地の公的管理に関する内容別類型化」に関しては「保全管理型」の「管理耕作型」に属する事例である。

(ウ) 中山間地域において公的管理主体が管理耕作の対象とする「保全することが望ましい農地」の画定

中山間地域における地域資源の公的管理の費用負担を考えると、その前提として「標準的な農業経営者が標準的農業経営をしていれば、地代ゼロ以下にはならない農地」を対象にして考えることが必要になる。なぜならば、もしこの前提が無ければ限界外地の農地も対象になり、そうした農地上での農業経営は農業経営をすればするほど赤字になってしまうからである。そこで、中山間地域における地域資源管理を考える場合には、地代ゼロ以下にはならない農地を「保全することが望ましい農地」として具

体的に把握する必要がある。そのために、ここではその方法を検討する。

この課題を検討する対象地域として佐賀県富士町と熊本県上益城郡矢部町を選定した。このうち前者の富士町は農地管理を目的とした第三セクター「グリーン・ファーム富士」を全国に先駆けて設立した地域であり、矢部町はアイガモ農法などの環境保全型農業を先駆的に実施している地域である。

(エ) 中山間地域における地域資源（農地資源）の公的管理の費用負担額水準の算定

上記ア)～ウ)を踏まえて、ここでは中山間地域において農地を公的に管理する場合の費用負担の考え方とその負担額水準を算定する方法を理論的に検討する。

ウ 結 果

(ア) 地域資源の公的管理の類型化

a 農業に関連した地域資源の公的管理はその目的から農地有効利用型・畜産振興型・山村振興型・農業振興型の四類型に類型化できる。

農地有効利用型：農地資源の有効利用を目的とした公的管理(農地保有合理化法人等)

畜産振興型：畜産振興を目的とした地域資源の公的管理(畜産公社等)

山村振興型：山村振興を目的とした地域資源の公的管理(山村振興公社等)

農業振興型：農業振興を目的とした地域資源の公的管理(農業振興公社等)

b 農地有効利用型の公的管理はその管理内容から農地幹旋型・保全管理型・農作業受託型・総合管理型の四類型に整理できる(図2-33)。

農地幹旋型：公的管理主体が預かった農地を農業者に貸し出すことで農地を管理する方法。

保全管理型：受け手のない農地を公的管理主体が直接管理する方法。この中にはさらに「管理耕作型」、「農業他部門利用型」、「都市交流利用型」に区分できる。

農作業受託型：農作業を受託することで農地を管理する方法。この中にはさらに「農作業全面受託型」、「農作業部分受託型」に区分できる。

総合管理型：保全管理と農作業受託を総合的に行う農地管理の方法。

(イ) 費用負担の実態

a 事例における費用負担の特徴

事例調査から明らかになった事例の特徴は以下になる。その第一は、調査2事例は共に赤字であり、その額は増加する方向にあること。第二は、第三セクターに対する自治体側の助成金も増加の方向にあること。そして第三は、農地管理に関する公的管理には「赤字拡大メカニズム」が機能しているように見えること、などである。

b 事例の経営収支

〔株式会社ガマダス〕：資本金2,800万円（杷木町2,000万円・筑前あさくら農協600万円・杷木町森林組合200万円）。受託料金は徴収しない。収穫物はガマダス所有になる。

〔有限会社グリーンファーム富士〕：資本金300万円（富士町150万円・富士町農協150万円）、収支状況は表2-24参照。受託料金および収穫物はガマダスに同じ。ただし、農家に農地の固定資産税相当額を支払っている。

(ウ) 「保全することが望ましい農地」の概念とその

把握方法

a 「保全することが望ましい農地」の概念

「保全することが望ましい農地」はつぎの3条件を具備した農地である。それは、①経済的地代が高く、②土地条件が良好で、③空間的広がりを持つ農地、である。

b 上記農地の把握方法－「中山間地農地分級」の方法－

この方法の分級単位は集落、対象作物は稲作であり、その手順は以下になる。

①「農業所得水準分級図」の作成

この分級図の作成によって、「保全地域」、「遷移地域」、「他利用地域」を画定する。すなわち「経済的地代の高さ」を規定する農業所得水準形成要因としての「一戸当たり経営面積規模」、「基幹労働力賦存状況」、「一戸当たり農産物販売額」を指標に、一定の手順で農地評価を行い、そこから上記3ゾーンを画定する。

②上記分級図の長期安定性の検証

上記分級図の長期安定性を「土地条件が良好な農地」を規定する「傾斜」、「土壌生産力可能性」、「標高」指標によって検証する。

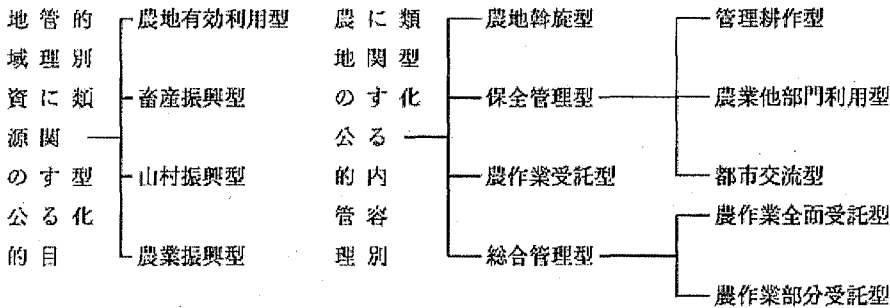


図2-33 中山間地域における地域資源の公的管理の類型

年 度	農作業収入	事業外収入	助 成 金	総 費 用	当期利益	累積利益
平成4年度	530,397	148,562	80,000	779,934	△ 100,975	—
平成5年度	2,075,597	1,413,161	40,000	3,737,382	△ 248,624	△ 349,599
平成6年度	7,231,464	1,510,697	1,290,005	10,138,900	△1,396,739	△1,746,338
平成7年度	12,130,895	1,170,239	909,850	13,965,134	△ 664,000	△2,410,338
平成8年度	14,460,315	12,002,943	11,341,280	26,119,079	344,179	△2,066,159

出所：「（有）グリーンファーム富士」総会資料

表2-24 「（有）グリーンファームフジ」収支状況

(エ) 中山間地域における農地資源管理の費用負担額の算定

中山間地域における農地資源を公的に管理する場合、そこで負担されるべき費用は理論的には次項「エ. 考察」に示したように「超過生産費相当分」と「農地管理料相当分」の合計として算定できる。

エ 考察

(ア) 中山間地域における公的管理の対象資源

中山間地域において公的管理の対象となる地域資源にはストック資源(土地資源など)とフロー資源(水資源など)がある。したがって、本来その両資源の費用負担を考えるべきであるが、本研究ではストック資源の費用負担のあり方についてのみ検討する。

(イ) 中山間地域の農業がもつ多面的機能と費用負担の関連性

中山間地域の農地がもつ多面的機能は「費用負担の必要性を容認する根拠」にはなっても、そこから費用負担額水準を算定することは難しい。そしてその理由は以下になる。

a 農地としての土地資源は私経済性と国民経済性の二つの側面をもつ。このうち私経済的側面は利潤追求を基本とする農業経営の活動側面であり、食料供給機能を発揮する。一方、国民経済的側面は国土資源としての農地の保全活動の側面であり、食料供給機能以外の多面的機能を発揮する。農家は意識すると否とに関わらず、この二つの行動をしていることになる。

b 費用負担が容認される根拠は、中山間地域における農業経営がその経営活動を維持することによって食料供給機能と多面的機能の両方を国民に供給していることによる。それゆえ、もしその農地が片方だけの機能しか持たないならば、その農地を保全する必要性は生じない。

c したがって、費用負担額水準は論理的には両方の機能に基づいて算定されることが望ましい。しかし、食料供給機能以外の機能は極端に言えば無限に存在する。その意味で農地が持つ多面的機能は「中山間地域の農地資源は食料供給機能以外にも国民に多くの貢献をしている。よって、そうした農地には一定の費用負担をしても良いのではないか」といった説明の根拠にはなっても、そこから費用負担額を算定することは難しい。

(ウ) 費用負担の対象農地の特定の必要性—中山間

地農地分級—

中山間地域に立地する農地がすべて費用負担の対象になるわけではなく、費用負担の対象になるべき農地とそうでない農地が存在する。本研究では「中山間地農地分級」によって、そうした農地を特定化する。すなわちこの「中山間地農地分級」によって画定された「保全地域」と「遷移地域」に立地する農地のみが費用負担の対象になる農地である。

a 今日、中山間地域で農業経営を行う場合、採算割れになることが多い。それは本来「合理的な農業経営」をしても、論理的には採算がとれない限界外地に立地する農地が多いためである。

b そして、その原因は食料が当面のところ余剰の傾向にあり、限界外地としての「耕境」が従前よりも内側にシフトしたためである。その意味で、食料供給機能の視点から中山間地域に立地する農地を考えると、限界外地の農地は原則的に他の利用を考えた方がよいことになる。

c 以上から中山間地域において費用負担を考えると、「保全することが望ましい農地」を把握することが必要なのである。そして、その「保全することが望ましい農地」とは前記ウ—(ウ)—aを充足する農地である。

(エ) 費用負担額水準の算定方法

このように費用負担は本研究で確立された「中山間地農地分級」の「保全地域」と「遷移地域」に立地する農地、換言すれば農業経営が対象になる。そして、その費用負担は農地がもつ二面性、すなわち農業経営がもつ私経済的側面と国民経済的側面の両方から考えることが必要になる。

a 私経済性からみた費用負担のあり方

—「超過生産費相当額」—

私経済性からみた費用負担額水準は中山間地域における農業経営の維持・存続を補償する水準であり、それは最劣等地の生産費水準になる。それは農産物価格が最劣等地の生産費によって規定されるからである。そしてここでの最劣等地は「他利用地域」になるから、論理的に「保全地域」・「遷移地域」の生産費が「他利用地域」の生産費を超過することはない。したがって、もし「保全地域」・「遷移地域」の生産費が「他利用地域」の生産費を超過するような場合には、その超過生産費分を補償することが必要になる。

b 国民経済性からみた費用負担のあり方

－「農地管理料相当額」－

中山間地域の農地を多面的機能の側面からみる限り、それは農業経営が国民に代わって農地を管理していることになり、国民が「農地管理料」を「保全地域」・「遷移地域」の農業経営に支払うことを意味する。その場合、「農地管理料」は国民が農業経営に農地管理を委託する委託料の性格を帯びる。その意味で、その「委託料水準」としては農地管理を目的とする第三セクターの受託料がその地域の一つの水準と考えられる。

c 以上から費用負担額水準の算定は、上記aの「超過生産費相当額」とbの「農地管理料相当額」合計ということになる。

オ 今後の問題点

(ア) 本研究に関する課題

a 中山間地域において「保全することが望ましい農地」を把握する「中山間地農地分級」の一層の検討

中山間地における耕境ないしは限界地の把握方法や農地一筆評価方法等の検討が必要である。

b 公的費用負担額水準の算定方法の一層の検討

農家個々の損益分岐点分析や主要な多面的機能の評価による算定方法等の検討が必要である。

c フロー資源の公的費用負担の算定方法の検討

本研究は主としてストック資源を対象にした公的費用負担の算定方法の検討であり、フロー資源に就いての検討が残されている。

(イ) 他と関連する課題

今後、中山間地域の直接支払い制度との照応が必要である。

カ 要 約

現在、中山間地域において地域資源の公的管理が進んでいるが、その多くは農地資源を対象にしたものであり、それは図2-33に見られるように「地域資源の公的管理に関する目的別類型」の「農地有効利用型」および「農地の公的管理に関する内容別類型」の「保全管理型」、そしてその中の「管理耕作型」に属している。

今日、上記類型が中山間地域の地域資源に関する公的管理の趨勢といえる。そこで、この類型に属する農地の公的管理を目的として設立された第三セク

ターの事例を見ると、自治体側の助成金が増加する方向にあり、そこには「赤字拡大メカニズム」が機能していることが伺える。

こうしたことから、現在中山間地域における地域資源管理の費用負担のあり方が問われている。そこで、ここではその費用負担のあり方を農地資源、就中農業経営が有する二側面すなわち私経済的側面と国民経済的側面の両方から考えることが必要であることを指摘し、この両側面から費用負担額水準の算定方法を検討した。

まず私経済的側面からみた費用負担額水準は中山間地域における農業経営の維持・存続を補償する水準であり、それは最劣等地の生産費水準になる。それは農産物価格が最劣等地の生産費によって規定されるからである。そして、本稿での最劣等地は「中山間地農地分級」によって確定された「他利用地域」である。したがって、論理的には「保全地域」・「遷移地域」の生産費が「他利用地域」の生産費を超過することはない。しかし、もし「保全地域」・「遷移地域」の生産費が「他利用地域」の生産費を超過するような場合には、その超過生産費分を費用負担額として補償することが必要になる。

一方、国民経済的側面からみた費用負担額水準は「農地管理料水準」になる。つまり中山間地域の農地を多面的機能の側面からみる限り、それは農業経営が国民に代わって農地を管理していることであり、国民が「農地管理料」を「保全地域」・「遷移地域」の農業経営に支払わなければならないことを意味する。その場合、「農地管理料」は国民が農業経営に農地管理を委託する委託料の性格になる。その意味で、その「委託料水準」として考えられるのは農地管理を目的とする第三セクターの受託料であり、それがその地域の一つの水準になると考えられる。

以上のように、中山間地域における地域資源の公的管理に関する費用負担額水準は、私経済的側面からの「超過生産費相当額」と国民経済的側面からの「農地管理料相当額」の合計ということになる。

(辻 雅男)