

畑作における間作技術の現代的意義

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	山田, 盾
巻/号	46巻10号
掲載ページ	p. 441-445
発行年月	1991年10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



畑作における間作技術の現代的意義

山 田 盾

1. 農業を取り巻く環境問題

近年、少投入、持続的農業 LISA (Low Input Sustainable Agriculture) への関心が高まっている。これは、農業が農耕地内の問題に留まらず、外部生態系や環境問題との関連で考えなければならない時代であることを意味している。環境に対して、農業は水田による貯水や、地下水涵養機能のような正の面と耕耘による耐侵食性の低下、窒素成分の流出など負の面を持つことから、評価が分かれているところである。

日本の過去の農耕では里山の利用や管理なども含め、農耕地内外の環境と一定のバランスを保ちながら少投入の農耕が行われたが、耕地の生産性に対しては収奪的であり、生産力の持続には、養分や、貴重な表土の流出防止が必要不可欠で、その防止には多大な労力が払われた。現在の欧米や日本の農業は過剰なまでの資材とエネルギーの投入によって、自由度の高い作付と生産力の持続は容易になった。

このため、農業の内部においては、一見持続的な生産に注意を払う必要のない状況が得られているが、これが農業の環境破壊の側面を強く顕在化させている。さらに進んで、気候変動、用水の富栄養化、塩類集積、表土の流出など、自然環境の悪化と耕地の生産基盤の崩壊が生じ、やがて農業問題にはね返って来ることも懸念される。少投入・持続的な生産様式が現在の農業に文字通りには適用できるものではないが、人間の生産活動が地球環境を左右する程に大きくなった今日、その意義が今ほど大きいことはない。

近代において最初に顕在化した環境破壊とその被害は、鉍毒や工業排水によるものであった。鉍工業が大きくなるにつれ、その影響は地球規模へとようになってきているが、一般には局所的である。農業でも人為的に生態系を破壊する点は工業と変わらず、しかも、はるかに広大な面積で生産活動を行うため、その影響は薄いですが、広域的になる可能性がある。

過去において、特に畑作では、牧畜によるヨーロッパの森林破壊、現在では、アフリカなどの少雨地帯に

おける砂漠化、アマゾンの焼畑による熱帯雨林の減少と作物生産力の低下など、この種の問題に事欠かない。これらは雨量が過少か過大であったり、瘦薄な特殊土壌地帯であることが大きな要因になっているが、大きな面積を利用する農耕の影響力の強さを示すものである。過去においては、少投入による収奪性が顕在化したのが、逆に多投入になった場合も広い面積で行うことの影響の大きさを示唆すると思われる。

日本では、局地的な豪雨と豪雪地帯を除けば、降雨量は鹿児島、宮崎の2,500mmを最大として、全国平均では1,800mm程度であり、多雨に属するが、良好な降雨に恵まれている。また、畑地の半分以上は黒ぼく土であり、燐酸吸収係数が高いが、高い有機物含量と良好な物理性を持ち、日本では農業による修復困難な生態系破壊は簡単には顕在化しないと思われる。

しかし、軽しょうな黒ボク土では、台風時などの豪雨には水食が生じやすく、風食にも弱い。冬期の好天時には、休閒畑は風食にとどまらず、都市近郊では砂塵公害の一つになりかねない。さらに、多量施肥条件下で作付の単純化が進んだ野菜作では、病害虫の多発と、それに付随する多量の農薬使用がなされており、農耕地内での生態系の拮抗作用が低下し、侵入病害虫が定着しやすいと考えられるので、水食、風食は病害虫の伝播を加速することも考えられる。

このように、膨大なエネルギーと資材投入に支えられた単作や自由作の下では、農業の基幹技術である耕耘、施肥、防除が、農業の生態系破壊の側面を極大化する方向にあり、これらの技術の再検討を行っておく必要がある。

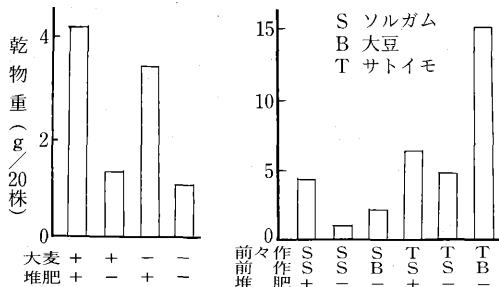
2. 多毛作体系の意義と導入の問題点

多量施肥に伴う養分集積と環境への排出の問題については、麦のように少施肥で、乾物生産能力の高い禾本科作物の補完的な作付により、有機体として回収を行うことができる。いわゆるクリーニングクロップ的な働きで、これに関しては冬作でも夏作でもよいが、経済的効果の大きい作物は夏作物が多く、これと作期の競合する夏作物を導入することは容易ではない。したがって、乾物生産の大きい冬作物の導入が積極的に

Mitate YAMADA: Significance of Multiple Cropping Systems on Intensive Material Use Agriculture. 農業技術 46(10), 1991.

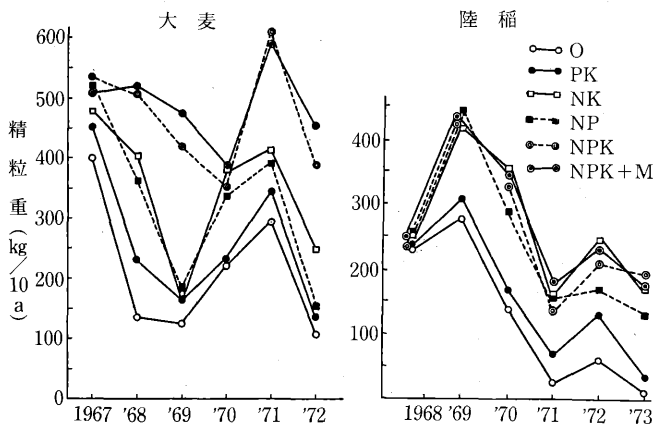
考えられる必要がある。

一方、冬期には、夏作期間に発生する病害虫は大部分が休眠状態であり、冬作の影響を受けにくく、病害虫の面からは、夏作物に対する冬作物栽培の直接的な効果は小さい。例えば、輪作の効果については、第1図に示すように、夏作の青刈ソルガムは、前あるいは前前作の夏作にソルガムが作付られると、著しい生育低下を起こすが、直接の前作である冬作では、大麦でも休閑でもほとんど差のない生育をした。



第1図 ソルガムの初期生育に及ぼす前歴と堆肥の影響

また、第2図にみるように、麦一陸稲の2毛作で連作した体系において、大麦では、十分な施肥条件であるNPK投入区では経年的な低下傾向は現れにくい、陸稲ではNPK投入や堆肥施用条件下でも収量低下傾向がみられる。このように、多毛作に劇的な連作障害軽減効果を期待できる場面は限られている。



第2図 大麦一陸稲2毛作型連作における収量の推移

多毛作のみならず、輪作であっても、作物栽培が後作に対して薬剤のような劇的な効果を持つことは非常に希であるが、これは特定の病害虫のみから効果を判定しているからである。

作物は耕地内の生態系のエネルギー源である有機物

の生産、多量の養分の吸収、固定と供給などを行い、耕地内の生態系を決定付ける最も大きな要素であり、作物組合せを適切に行うことが、少投入の作物生産の土台を作り、環境問題まで含めて考えるならば、最も効果的な農法である。ここでいう少投入は作物の必要とする養分が高い効率で吸収されて、過剰にならず、病害虫の多発が抑えられる状況を指している。このような視点からみると、多毛作と輪作では、次期作に対する効果が異なるが、日本における少投入・持続型農業の基幹技術となろう。

なお、麦一陸稲の2毛作体系を単純に形式だけみると、短期間の輪作とみられ、これも輪作と考える場合も見られる。しかし、このような1年で1サイクルを完了する体系では、季節と作物の関係が固定されるので、病害虫に対する効果は、長期間の輪作と異なる。さらに、多毛作を輪作とするならば、麦一陸稲の場合のように、輪作で、連作障害が生じることになり、多毛作は輪作と区別するのがよい。

自由作の傾向が強い現在の営農体系の中では、輪作に組み入れることのできる作物が限られ、作物の栽培上から好適な輪作が必ずしも採用できない。一方、冬作導入(主とする作物によっては夏作物)や間作、混作は、主目的とする作物を排除せず、また休閑期間が短くなるので、耐侵食性が改善される。病害虫に対する一定の防除水準が前提になるが、1年間に多種の作物を組み合わせる作付方式、即ち多毛作が日本の少投入型農業の基幹技術として見直されてもよい。

しかし、多毛作であっても、実際には導入を困難にする問題は決して少なくない。主作物を夏作物として、多毛作にする場合の主要な問題点を列挙すれば、①夏作物の前進、あるいは延長による、冬作物の栽培期間の不足。②土壌消毒や、施肥耕耘などの植付準備による冬作の排除。③適当な組合せ効果を発揮する作物の種類や組合せが少ない。④収穫と植付作業が続くため、労働および機械の需要ピークが大きくなる。

これらの点は、間作や混作を導入することによりある程度軽減できる。特に作物の生育期間のみから言えば、クリーニング効果を考えた混作は、作期の問題を大幅に軽減する。たとえば、カンピョウに対するネギの混植効果がある。これはネギに寄生する細菌がカンピョウのつる割れ病に強い抗菌活性を示すことによるもので、抗菌活性、ネギ属に対する

病原性について選抜が行われている。また、ダイコンのキタネコブセンチュウの被害については、前作のスイカの時にマリーゴールドと混作して、第1表に示すように線虫の密度を低下させた例がある。この例ではスイカそのものも、適当な密度の混作では増収しており、

第1表 マリーゴールド混植による防除効果(金子ら)

区 別	マリーゴールド		センチュウ密度			ダイコン
	栽植間隔	栽植株数	5.22	8.18	2.6	被害指数
マリーゴールド混植	40×40cm	6,250	184.8	67.0	8.0	10.8
	50×50cm	4,000	140.0	1.0	0	10.8
	60×60cm	2,780	141.0	25.5	23.0	27.5
スイカ慣行	—	0	181.0	224.0	176.0	95.0

5月22日はマリーゴールド植付前(スイカ生育初期)
 8月18日はスイカ生育末期
 2月6日はダイコン収穫期

きわめて有利な混作の例となっている。混植は対照とする作物の病原生物の活動期に障害を除去する対抗植物を導入することができるので、輪作と同様の効果が得られている。

一方、里芋の線虫害の防止のため、落花生あるいはマリーゴールドを混植した組合せでは、これらの作物が、単作では強いミナミネグサレセンチュウの密度低下があるにもかかわらず、第2表に示すように線虫が増加し、里芋の収量低下を防止するには至らない。こ

第2表 サトイモに対するマリーゴールドの混植と線虫密度および正育・収量

(八尋ら, 1985)

マリーゴールド処理	ネグサレセンチュウ(頭/20g土)	サトイモ		マリーゴールド収量(kg/a)	
		最長葉柄長(cm)	分球重(kg/a)	株間	畦間
混植 すきこみ	8.27* 8.19 8.19 11.22	株間 株間 株間 株間	7.5 8.19	株間 畦間	
1 - -	98 616 67 657	76.3 153.5	- -		
2 + -	169 91 6 699	80.6 143.2	57 178		
3 + +	54 131 2 783	85.8 200.3	47 157		
4 # -	84 115 4 526	76.3 146.8	69 219		
5 # +	182 76 9 591	78.0 165.4	89 251		
対照 -	0 177 30 239	109.5 441.5	- -		

マリーゴールド処理の+, #は混植, すきこみ程度を示す。
 対照区は前年ラッカセイを栽培した線虫無検出畑。
 ネグサレセンチュウの*は1984年の成績。
 サトイモの最長葉柄は8.19の調査。

れは、輪作では、ある時期に対抗植物だけになるのに対し、混作では、線虫の増殖可能な場、即ち回避場所を局所的に与えているためと考えられる。このように、作物組合せは輪作より限られる。

3. 間作技術の可能性

混作では導入作物が高い乾物生産をすると、目的の

作物との光競合や養分競合が激しくなるので、このような影響の少ない作物や方法に限定される。したがって、その効果は病害虫の抑制が中心であり、過剰養分の調整は困難である。野菜などの多肥作物と乾物生産の大きい少肥作物の組合せは麦作などの冬作導入型多毛作で対応することが必要であろう。この場合、つなぎ作型間作が機械化を前提としなければ、作期競合、耕地利用あるいは労働ピークの平滑化や、前作物による雨滴の土壌への打撃防止、刈株の存在のため、土壌保全的で、永続的な農業生産の基盤を確保する効果が大きい。これらの効果を生かすため、つなぎ作型間作の効率化について検討してみたい。

間作の最大の弱点である作業性の改善については、間作用作業機械の開発が行われたが、作業効率の不十分さ、栽植様式の制約などが問題として残っている。一方、麦とサツマイモの間作で、麦の収穫をサツマイモの苗を踏みつけながら作業した例では、サツマイモの減収は10%に留まった。畑作水稻の倒伏防止のため、踏みつけた結果でもほとんど悪影響が現れなかった。また、後述の里芋の同時植で冬作の収穫に伴うコンバイン踏圧にも十分耐えた。生産過剰の一方で、病虫害の多発と農薬の多用の状況下では、多少の減収を前提に間作用業の効率を高める場面も考えられる。

つなぎ作型間作で麦を導入するためには、麦の後の夏作物の植付作業の効率化が重要な意味を持つ。イネを大麦の畦間に播種した例では、作業性を含め作業限界は、大麦の草丈50cm以内の時としており、夏作物の播種・植付を従来より前進させて、麦が小さい時期にすることも検討されてもよいのではないかと。

麦作へ緑肥作物を導入する目的でルーピンを混作した例では前作の陸稲間やサツマイモ収穫跡の裸地へ播種し、その後麦を播種する方法が取られている。イタリアンライグラスのような冬作物では、部分的に耕起をして植え付けることも考えられる。このように組合せ作物によっては、多様な播種・植付方法がありうる。

4. 同時植による間作の効率化

次に、筆者らが南九州で行った里芋と大麦の間作の例を紹介する。里芋は南九州で重要な野菜であるが、植付時期が3、4月と早く、植付前の土壌消毒が一般

化しているの、前作である冬作は休閑となっている。一方、植え付けられた里芋は萌芽までに長期間を要し、初期生育も遅いので、長期間太陽エネルギーを利用しない。

そこで線虫は落花生を導入した輪作体系で抑えて土壌消毒を省き、大麦を植え付ける時に里芋を同時に植えて、作業性を高めながら省エネルギー的に冬作の大麦を導入しようとした。この方法は、つなぎ作型間作を目的としながら、2作物を同時に植え付けることから“同時植”と称している。

里芋を秋冬期に植え付けるに当っては、越冬性の確認を行った。その結果、里芋は、6℃程度が芋の貯蔵低温限界とされているが、0～-1℃10日間では十分耐えた。耐寒性の品種間差はエグイモ>石川早生>赤芽大吉と明瞭に存在したが、いずれの品種も秋～冬期のどの植付時期でも越冬率は95%以上で、穴貯蔵よりも良好であった。このため、11月以降任意の時期に作業ピークを避け、芋の十分ある期間に過不足なく植え付けできることが確認できた。

秋の早い時期に植え付けた場合は年内萌芽する場合があったが、翌春早い時期からよく再萌芽した。したがって、晩霜に会うことがあったが、葉先の枯死のみで、その後の生育はむしろ促進される傾向にあった。

省力的に行うため、大麦の播種、収穫は機械作業で行うこととし、トラクタによる里芋の踏みつけ、損傷程度を検討したところ、種芋が土中にある場合は萌芽前、後の踏圧・損傷抵抗性が強く、また、地上部が切除されても速やかに再生した。

以上から里芋と大麦の同時植を行ったところ、里芋の萌芽は慣行より遅れるが、大麦の立毛中でも95%以上の萌芽率を示し、大麦の収穫時期には2～3葉期に達した。このため、大麦のコンバイン収穫によって、里芋は踏圧や葉の切断を受けたが、第3図に見るよう



第3図 秋期同時植(11月中旬)した大麦とサトイモの大麦収穫後のサトイモの生育状況

第3表 大麦・里芋の同時植体系における、サトイモの収量

処理	水準	親芋	小 芋				小 c	
			子a	孫b	ひ孫c	合計	親	a+b+c
堆肥	0 t 3	1.37	1.52	1.81	0.032	3.36	2.45	0.009
		1.57	1.57	1.83	0.050	3.46	2.20	0.014
麦稈処理	持出 鋤込	1.42	1.55	1.86	0.033	3.45	2.42	0.009
		1.51	1.54	1.78	0.049	3.37	2.23	0.015
麦の畦幅	23cm 18	1.47	1.49	1.88	0.037	3.41	2.32	0.012
		1.47	1.61	1.76	0.045	3.41	2.33	0.015
里芋施肥	標準 1.5倍	1.47	1.53	1.80	0.035	3.36	2.29	0.012
		1.47	1.57	1.84	0.044	3.45	2.35	0.012
秋植(単作) 春植(慣行)		1.33	1.58	1.90	0.290	3.77	2.83	0.077
		1.20	1.45	1.81	0.180	3.44	2.87	0.052

収量の単位は t/10a。里芋施肥の標準は10-16-16化成 150kg/10a。

に、植え直すよりも早く再生し、第3表に示すように単独植に近い収量をあげた。このように単作と変わらない作業効率で生育期間の重複する作物の間作栽培が可能となった。同様の方法で里芋とイタリアンライグラスや秋冬野菜類との組み合わせが可能で、前作のマルチを反復利用するなど、慣行以上の収量をあげられる場合もあった。

同時植は里芋の特殊な性質を利用した方法であり、適用場面が狭いが、冬野菜とジャガイモ、百合根、ナガイモなどへの応用が考えられる。また、同時植は休眠性を利用した、つなぎ作型間作を単作作業化する技術であり、休眠制御技術ができれば多数の作物に適用できる。イネを秋に麦とともに播種した例では、翌春の出芽率が10%あるいは20%以下であったが、品種選択や、長期低温条件下の吸水種子の変化と腐敗を防ぐ薬剤処理によって、出芽率がかなり向上した。

また一定期間後にのみ有効化する緩効性肥料が開発されれば、多毛作の年間の主要作業を一度にすることができる。同時植では、春が不耕起のため、作物組合せによっては除草対策が大きな問題となるが、不耕起は雑草の休眠を覚醒しにくいことや深層の種子を攪乱しないなど、雑草発生を減らす効果もあり、畦間を覆うような組合せでは雑草発生量が減ることもある。したがって、これに長期間有効な除草剤が加われば、従来と大幅に異なる作物栽培の展開が考えられる。

最後に、筆者の私見を交えて間作と混作を定義付けてみたい。間作は作付様式あるいは作付体系の中に位置づけられる用語であるが、作付体系そのものが、厳密な定義の困難な用語である。従って、論者により異なることが見受けられる。作付体系は一般的に、狭義に空間的、時間的な作物の配置で、前者を作付様式と定義されている。また、広義には、投入資材、栽培技

術までを含む広い概念とする例もある。より広い意味を持っている農法が「技術的＝生産力視点に重点をおく生産様式」であり、その中心課題は地理的あるいは歴史的概念を含む作物配置の類型化であるとされ、作付体系とかなりオーバーラップする側面が見られる。

一方、歴史的には、澤村によれば、わが国の農業経営方式は焼き畑から主穀式(3圃式)、そして、より集約度を高めつつ改良3圃式、自由式へと進んだとしている。すなわち、日本での主穀式は畜産を伴わないこと、輪作式を経ないことが特徴であり、もっぱら作付集積の強化を行った。現在の農法が自由式の段階で、体系として捉えがたくなってきている点は西洋でも同じであるが、歴史的背景が異なり、日本の自由式は、1年間の生産様式、すなわち、多毛作が中心であり、年を越えての作付順序である輪作については、きわめて不明確なものとなってきている。

間作そのものについても、空間的配置と、時間的配置の両方に用いられているため、その概念に混乱を来たしている。たとえば、冬期の桑園や、若齢果樹園に野菜などを作る場合、あるいは麦の収穫時期近くに甘藷の挿苗を行う場合にも間作と呼んでいる。

しかし、いずれの場合も一定期間は2作物が同一圃場に共存することになるので、空間的作物配置である混作との類似性も多い。このため、体系の分類においては、両者の相違点の検討が中心であった。

間作は、主たる作物と副である作物が容易に識別できること、あるいは、2作物の植付時期が異なることが多いことが特徴としてあげられる。空間配置については、混作が牧草の散播のように混然とした配置が多いのに対し、間作では交互畦のような整然としたもの

が多いといえる。これらの点を強調すれば、間作と混作が相違するという事は十分可能である。

反対に類似点を強調すると、広義の混作は空間的に複数作物が作られることであり、狭義の混作であっても収穫時期は、飼料作物のように、作物本来の成熟期でなくても収穫できる場合を除けば、異なることのほうが多く、間作が混作の一種とみることは可能であろう。また、間作の定義に使われる、組合せ作物間の主従関係という基準はあいまいな要素を含んでいるので、二次的基準と考え、間作が混作の一種であることを基本とし、混作の特別な型として位置付けられるべきである。また、時間的配列の要素の加わった“つなぎ作”も、従来の慣行として間作と呼んでいるが、最近発表された例では、間作と区別している。しかし、“つなぎ作”であっても、一定期間は空間的主従関係の配置を持つことから、別の概念とする必要がないと考える。すなわち、“つなぎ作”は、基本的に空間的配置であり、主要作期が異なり、共存期間が短い間作と位置づけるべきであろう。時間的配置である2,3毛作、あるいは輪作と対比することでも、その妥当性が明確になると考えられる。

複数作物の空間配置の系列は、以上の方法で整理すれば、基本的に混作と規定することができよう。これに対する概念は必然的に複数組合せを伴わない単作である。同時植は以上の論議からいえば、混作か間作かということではなく、混作の中の“つなぎ作”型間作である。さらに、主要作業を単作化した特徴を強調するならば、単作と間作を橋渡しする間作と位置づけることができよう。(農業研究センター野菜導入研究室長)

作物品種名雑考

農業技術協会編 作物専攻19氏執筆 B 6版 304頁
定価 1,850 円(税込) 千 260 円

水陸稲・麦類・豆類・イモ類・茶・タバコ・テンサイ・桑など18品種について、育成品種・導入種・在来種及び外国品種の品種名の由来、命名裏話を中心に、導入・定着のようす、品種改良のあゆみなどを興味深く述べた品種改良の側面・裏面物語。

果樹品種名雑考

農業技術協会編 果樹専攻14氏執筆 B 6版 300頁
定価 1,850 円(税込) 千 260 円

作物品種名雑考の姉妹書で、カンキツ・リンゴ・ブドウ・ナシ・カキ・モモ・クリなど主要14果樹について、育成種・導入種・在来種の品種名の由来、命名裏話を中心に、果樹名の由来、起源と伝播、品種の来歴等についても述べた品種改良の側面・裏面物語。