

泥炭地水田と重粘土水田の排水改良

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	塩島, 光洲
巻/号	44巻10号
掲載ページ	p. 444-448
発行年月	1989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

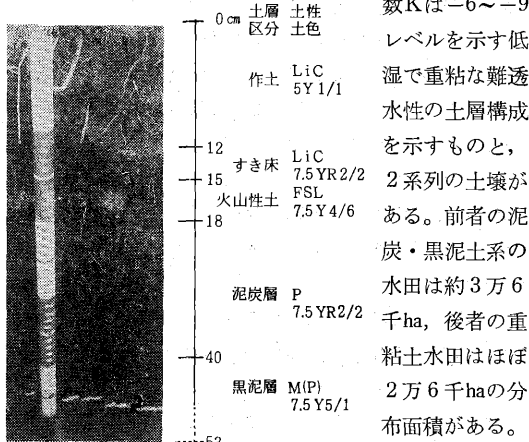


泥炭地水田と重粘土水田の排水改良

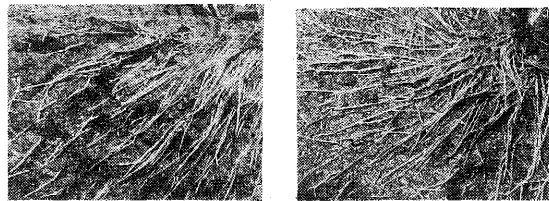
塩島光洲

まえがき

宮城県下、仙台平野には12万haに及ぶ水田が分布している。これらの水田は、海岸線から内陸部へ60km入った地点でも標高は20m以下であり、低温な立地条件下にある。水田土壌の特性は、泥炭土と黒泥土からなる腐植過多土壌に属するものと、粘土含量が極めて多く透水係



第1図 試験圃場の土壌断面(岩沼統1604)
注) 土層区分の層位はcm, 平均的数値を示している。



第2図 埴質田根系(左:直根が斜下方に分布)と
泥炭田根系(右:直根が水平方向に分布)

土水田をも含むこととする)よりも概して単収は高い傾向があるが、近年は泥炭土水田の土地改良がすすみ、排水や客土などによって重粘土水田の収量水準を凌駕するようになりつつあり、一方、重粘土水田では、収量の停滞性が目立つ状況に変化しつつある。

ところで戦後間もない昭和28年東北地方を直撃した冷

Mitsuhiro SHIOJIMA: The Improvements of Peaty and Heavy Clay Soils Paddy Fields with Drainage Control. 農業技術 44 (10), 1989.

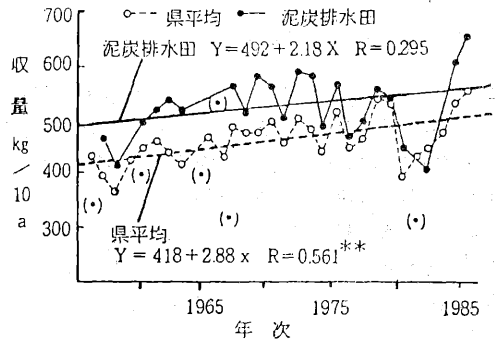
害は、作況指数89, 反収302kgの低収をもたらした。とくに冷害は泥炭地水稲に甚大な被害を及ぼした。この冷害凶作を契機として泥炭地水田に対する根本的な土壌改良試験の必要性が痛感されるに至り、農林水産省指定試験として泥炭地水田の改良試験が昭和29年に設置された経緯がある。

I 泥炭地水田の排水効果ならびに施肥合理化

1. 排水改良に伴う水稲生育の特徴

昭和29年から61年まで継続した排水試験における水稲の収量および収量構成要素を宮城県平均と対比して検討した。

1) 排水改良田の水稲収量 試験開始以降、継年的に平均2.2kg/10aずつ増加した。その要因は県平均と同様、年次の種数の増加によるものであった。排水田の水稲収量は、県平均より高いレベルで推移し、標準施肥



第3図 1955年以降の宮城県平均および泥炭排水田の収量
注) (・)は、沼沢排水田の冠水年を示し、統計処理から除外した。

区において全年平均で、県平均対比112%であった。

2) 泥炭地水田の増収要因 収量構成要素からみて全粒数は県平均と差がなく、登熟歩合・千粒重など登熟要

第1表 宮城県平均と泥炭田の水稲収量, 収量構成要素および年次との相関関係(1965~1985)

	穂数	一穂粒数	全粒数	登熟歩合	千粒重	
県平均	年次	0.808***	-0.229	0.795***	0.104	-0.597
	収量	0.460*	0.013	0.552**	0.706***	0.008
泥炭田	年次	0.518*	-0.435	0.101	-0.082	-0.001
	収量	0.005	0.449	0.123	0.580*	0.125

注) 1. 泥炭田: 沼沢泥炭排水田 県平均: 県内作況平均
2. *5%, **1%, ***0.1% 有意水準

因の充実によっていた。排水効果が期待される泥炭地水田の生育の特徴は、県平均に比べて穂数が少なく、1穂粒数と登熟歩合および千粒重が向上した(第1表、第3図)。第2表に排水の効果として pHの低下、Ehの下の

第2表 pH, Eh, Fe⁺⁺の推移 (1979)

項目 月日	pH(H ₂ O)			Eh ₆ (20°C, mv)			Fe ⁺⁺ (Fe ₂ O ₃ mg/乾土100 g)		
	無排水	普通量排水	倍量排水	無排水	普通量排水	倍量排水	無排水	普通量排水	倍量排水
5. 8	4.95	4.75	4.70	+388	+399	+403	21.1	18.9	20.6
22	5.52	5.25	5.12	+282	+325	+290	105	52.2	69.1
6	5.85	5.40	5.55	+175	—	+215	298	210	226
19	5.80	5.20	5.65	+37	+161	+99	629	625	501
7. 3	6.40	6.40	6.40	+102	+162	+184	671	528	609
17	6.26	6.45	6.32	+26	+101	+121	564	511	565
31	6.40	6.15	6.25	+42	+68	+46	659	608	581
8.21	6.35	6.04	6.26	+59	+85	+73	730	643	684

注) 1% AlCl₃ 溶出による。

降, Fe⁺⁺の減少推移を示したが、これは土壤の酸化的方向への変化を示しており、登熟期間中の根の活向上とそれに対応した養分吸収、地力窒素の効率的利用などが推定された。

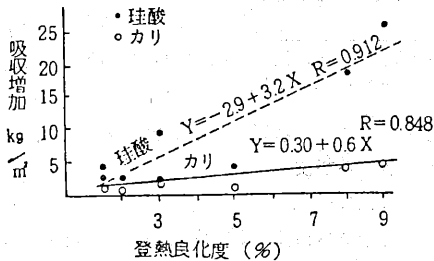
2. 排水改良と施肥改善による水稻の登熟良化

1) 収量構成要素上の排水改良と施肥改善

カリ・リン増施および珪カル・堆肥加用の効果は登熟の良化となつて現れ、特に試験開始後数年間の施肥改善の効果は、旺盛な全粒数の確保と良好な登熟が相まって著しかった。しかし窒素のみの増施では粒数は増加するが登熟歩合と千粒重は低下し、効果がなく、登熟良化の要因としては水稻の珪酸およびカリの吸収増加との関連が密接であった(第4図)。

2) 中干し・間断かんがいの効果

排水改良の中で、中干し・間断かんがいは土壤を酸化的にし、登熟良化の効果がある。ただし、強度の水管理は、粒数を抑制する



第4図 “登熟良化度”と珪酸、カリの吸収増加の関係

注) 登熟良化度：同一粒数での対照の登熟歩合との差
珪酸、カリ吸収増加：同一粒数での吸収量の差

ので、十分な基礎的生育量の確保がなされてはじめて明確な増収効果があらわれる。水稻の初期生育を促進するうえで、冬期間の地下水位を下げ、秋耕などにより作付前に土壤の乾燥をはかることは意義がある。

3. 泥炭田における排水の強さ及び水稻の養分吸収と生育・収量

1) 排水の強さ

泥炭地水田の主要養分の収支に関する試験において、排水の強さが水稻の収量、生育、養分吸収に及ぼす影響について検討した。普通量の排水(日減水深20mm)により、水稻の多くの養分の吸収量は増加し、とくにカリ、珪酸は無排水対比(=100)で、132、120と大きく伸びた。ただし、マンガンは73と大きく下がった。これは、弱い環元下で可溶化し、排水

の増加にともなつて急速に土壤溶液濃度が低下するた

第3表 排水条件別の水稻のm²当たり養分吸収量(成熟期、1978~1983年の平均値)

養分 排水区	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		SiO ₂		CaO		MgO		MnO		Fe ₂ O ₃	
	g	比	g	比	g	比	g	比	g	比	g	比	g	比	g	比
無排水	9.51	100	5.35	100	8.30	100	73.0	100	2.54	100	1.75	100	0.283	100	0.290	100
普通排水	10.6	111	5.87	110	10.9	132	80.6	120	2.41	95	2.01	116	0.183	73	0.298	103
倍量排水	11.7	122	5.73	107	10.2	123	80.9	114	2.29	90	2.07	119	0.226	85	0.320	110

めと推定される。窒素については111であり、これと比例して穂数と全粒数は増加した(第3、4表)。

倍量の排水(日減水深40mm)により、水稻の窒素吸

第4表 排水条件別の収量及び収量構成要素(1978~1983年平均値)

区	わら重 g/m ² 比	精玄米重 g/m ² 比	穂数 本/m ² 比	一穂粒数 粒比	全粒数× 100/m ² 比	登熟歩合 %比	千粒重 g比							
無排水	499	100	470	100	480	100	62.8	100	301	100	76.2	100	20.7	100
普通排水	575	115	498	106	522	109	62.9	100	329	109	72.2	95	20.7	100
倍量排水	554	111	495	105	549	115	66.2	103	363	121	65.5	86	20.4	99

収量は、20mmの場合よりさらに増加したが、他の殆どの養分は普通量と同等か、または低下した。

2) 暗渠排水条件下における土壤中は養分の収支 殆どの養分で排水量の増加にともない大きく負になっていた。作土100t中の可給態養分量に対する年間損失率は、カリが40~50%、マンガン10~20%、沃土は10~15%、石灰、遊離鉄が3~7%と大きかった。

3) 泥炭地水田の排水による土壤窒素肥沃度の変化 無窒素および窒素少肥の継続によって土壤窒素肥沃度は低下した。反面、窒素多肥および堆肥加用によって向上した(第5図)。

4) アンモニア化成分からみた水稻生育初期の地力窒素発現 試験(排水)開始の数年間、著しく高く、不安定であった。しかし、その後はほぼ一定で、窒素の発現

第5表 用水量水準別養分収支 (kg/10a)

用水量	項目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgOF	e ₂ O ₃	MnO
1,000mm	収入 灌漑水肥料	1.4	0.2	1.6	17	4.4	2	0.2
	支出 暗渠排水	1.4	0.6	2.0	33	9.0	20	1.5
	支出 水稻吸収	10	5.5	10.5	2.3	1.5	0.3	0.15
	収入-支出	-6.0	+1.1	-3.9	-12	-6	-18	-1.4
	作土中損得率*	-0.8	+0.5	-43	-3.1	-10.5	-2.7	-11
2,000mm	収入 灌漑水肥料	2.8	0.4	3.2	34	8.5	4.0	0.4
	支出 暗渠排水	3.0	1.3	4.1	56	15.7	49	3.0
	支出 水稻吸収	11.3	0	10.5	2.3	1.8	0.3	0.2
	収入-支出	-7.5	+0.1	-4.4	-18	-9.0	-45.0	-2.8
	作土中損得率*	-1.1	+0.05	-49.0	-4.7	-15.5	-6.7	-21.6

* 作土100t中の養分量に対する収支%。養分量は、全窒素(680)、全リン(220)、交換性カリ(9)、交換性石灰(384)、交換性苦土(58.4)、遊離鉄(670)、易還元性マンガン(12.8kg/100g乾土)より求めた。

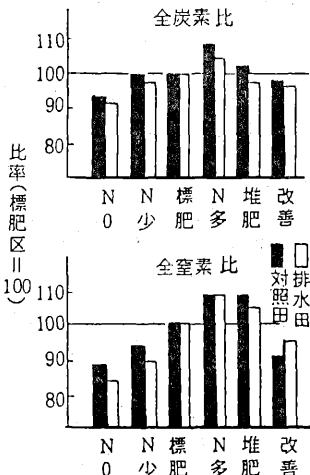
は安定し、穂肥などによる生育の調整が容易になった。

5) 成熟期水稻の窒素吸収量 浸透水量(暗きよ排水量)が1,000mm増す毎に、約1.2kg/10a増加し、浸透水量3,500mm付近で最大値13kg/10aに達した。跡地土壌の全窒素量は

浸透水量の多い区ほど低い値を示し、水稻の窒素吸収の大部分は作土から供給されたと考えられる。

6月中旬の有効茎数決定期頃から、排水区の窒素吸収量は無排水区より多くなり、その後吸収量の差は拡大した。この窒素吸収に対応した生育相がみられた。

6) 成熟期水稻の稈節部の鉄濃度 浸透水量の多い区ほど低下しており、透水性による根の活力の維持と土壌の酸化的条件による影響の結果と思われる。



第5図 施肥条件と作土の全炭素、全窒素比

注) 1. 全窒素化(標肥区=100) 1966年度分析値
2. 改善区は珪カル、ようりん、堆肥加用

II 重粘土水田の排水改良

1. 技術の特徴

1) 技術開発の背景とねらい 排水不良田の透水性改良としては暗きよ排水が進められている。しかし従来の暗きよ施工のみでは、可及的すみやかに乾田化を可能に

することの困難な水田がかなり多く、この種排水不良田の排水効果を高める方法の確立が強く望まれていた。とくに、水田農業確立を図るためには、水田を早急に畑地化するために水田高度利用促進のための基盤改善技術の開発が必要であった。

こうした背景下で、本暗きよと弾丸暗きよの組合せ施工技術が開発された。

2) 技術の特徴 重粘土水田に代表される土壌の透水性が悪く、そのため排水路の整備や従来の暗きよ施工だけでは、所期の排水効果を短期間にあげることができない水田で、

第6表 宮城県下における重粘土水田の分布 (地力保全基本調査)

土壌群	土壌統名	分布面積
グライト	富曾統	3,329ha
	田川 "	2,096
	白山 "	852
計		6,277
グライト	保倉統	529
	幡野 "	2,969
	川副 "	3,962
計		7,460
灰色低地土	四倉統	929
	東和 "	615
	佐賀 "	436
計		1,980
細粒黄色土	諸橋統	2,567
	緒方 "	6,296
	計	8,863
細粒灰色台地土	北多久統	1,156
早稲原統	271	
計		1,427
総計		26,007

注) 泥炭質土壌、黒泥土壌群の強粘質土壌については省略した。

従来の位置(70~100cm)に施工された暗きよ(本暗きよ)に、加えて、それより浅い位置(35~40cm)で立体交差するように弾丸暗きよ(補助暗きよ)を組合せて施工し、排水効果を発揮させる。本暗きよを施工する場合疎水材を十分にん充し、本暗きよと弾丸暗きよの連通性をもたせ、暗きよ浸出水の水みちを確保する必要がある。

2. 技術の効果

1) 土壌透水性改良と排水効果 弾丸暗きよの施工は、弾丸保持板と弾丸せん頭による心土破碎のため、土層改良にも役立つおり、弾丸暗きよ組合せ施工田は、本暗きよだけの水田よりも垂直浸透量が増加し、水稻か

んがい期間中の地下水位，土中水圧の低下がみられ，日減水深は増加し，暗きょ排水量も無弾丸にくらべ2～5倍にもなる。この透水性改良効果は，水稲作付期間の中干しによって土壤に亀裂をつくり，水みちをつけることでさらに増大される(第6図)。

また，水稲の非かんがい期間においても，地下排水効果は大きく，地下水位は低下し土壤の乾燥は大幅に促進される。

2) 土壤の変化 著しくすすみ，土壤断面は酸化的方向へ変化する。中干し期，非かんがい期の亀裂の発達は大暗きょのみの水田よりきわめて大きく，土壤乾燥による含水比の低下・空気容積，孔隙量が増加する。

地耐力の強化と機械走行性の向上も見逃がせない。バインダー作業の不可能であった水田でも，自脱コンバインの収穫作業が可能になる。また，積雪地帯では春の雪どけ水の排水が促進され，田面乾燥が早く，春耕の機械作業が無排水田より約2週間早く可能となる。

3) 総合的な効果 以上，この技術の総合的な効果は畑作への転換を容易にする。また，暗きょ排水口の調節によって，地下水位，土壤水分の制御の可能性も出現し，さらに排水路水位の調節で地下かんがいも可能になり，畑作物の収量水準安定向上のための基盤となる。

III 技術の実証試験成果の要約

はしがきで述べたような重粘土水田において，次の2課題の実証的研究を実施して以下の成果をあげた。

1. 水田の排水改良と土地利用

水田高度利用促進のための基盤改善技術としての組合せ暗きょの効果を圃場整備地域内の40a区画水田において現地実証した。土壤は灰色低地土灰白系の佐賀統であり，各層土壤の土性はSiC-LiCを示す難透水性水田であ

る。3年4作の転換作体系で，大豆一大麦一白菜一復元水稲を栽培し，大豆及び白菜については，標準単収を大きく上回る収量をあげることができた。大麦については，播種期が遅れたため，所期の収量をあげることができずかなりの減収となったが，復元水稲作については，前作が白菜であったため，肥基を50%減量し，強稈なトヨシキを作付し，連続水田作と同等の収量を得た。

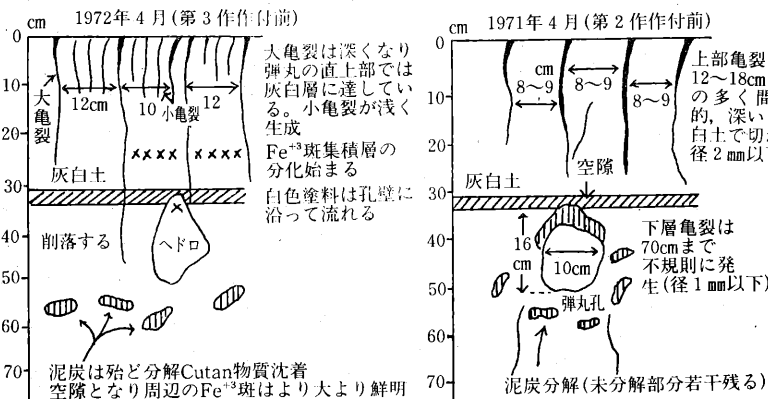
また土壤の変化については，転換前の灰色低地土灰白色系の佐賀統から，灰褐色土壤の緒方統となり，土壤断面が酸化的方向へと変化していた。砕土率についても第2年次第3作白菜播時には，2cm以下の土塊分布は85%に達しており，細粒種子作の導入が可能な土壤条件が得られた。ただし，弾丸暗きょの施工は，各作の作付前に実施し，畑地化の促進を図った。

2. 重粘土水田土壤における乾田直播好適基盤の造成に関する研究

この研究の対象水田の各層の土性は粘土含量50～60%のHCからなり，透水係数は-7～-9レベルである。まず，透水性改良の手段として，本暗きょと弾丸暗きょの組合せ施工法をとり入れ検討し，さらに「直交(クロス)2段弾丸施工法」を考案した。直交2段弾丸施工法は，弾丸暗きょを上下2段にクロスさせ，重粘土層の孔隙，亀裂生成を促し，排水効果を増大させる。

直交2段弾丸暗きょを利用した地下かん水，地下水位の調節機能を検討し，有効利用の可能性をみとめた。また秋耕後の冬期間の圃場乾燥効果が高く，砕土率を高める。上述の排水基盤改良後は，水稲の出芽・苗立にとって適当な耕耘整地法について検討し，秋耕は深く(15cm以上)し，作土層の凍結，脱水風化をうながすことが必要であり，春耕は5cm程度に浅くして凍結風化層をかく乱しないような整地法にすることが肝要であった。

このようにして得られた好適土壤条件に加えて，さらに播種作業を適正にすすめる必要があった。例えば，播種時に表層土の膨軟な直交弾丸暗きょ施工区では，溝状となった播種条あとに比較的大きな土塊がころがって覆土される状況がみられ，あるいは膨軟で空隙の多い部分では，播種機の駆動輪の接地圧が低下して空転し，このために播種むらを生じた。したがっ



第6図 弾丸暗きょ1.5m施工区の土壤断面の変化

注) 弾丸孔の閉塞: 1970年11月50%, 1971年4月80%, 1972年4月100%

て、このような条件に対応することが今後の問題点として残された。(宮城県農業センター土壌肥料部長)

参考文献

- 1) 瀧嶋康夫・塩島光洲・今野喜一、宮城県農業試験場報告、第24号、泥炭地水田土壌の調査並に施肥合理化に関する研究(1958)
- 2) 瀧嶋康夫・塩島光洲・今野喜一、日土肥学誌 V-29, 6号, V-30, 11号, 泥炭地水田土壌に関する研究, 第1報~第18報(1958~1960)
- 3) 大向信平・蓬田 宏・今野喜一・千葉準三、宮城県農業試験場報告、第34号、泥炭地水田土壌の改良に関する研究(1964)

- 4) 農林水産技術会議、研究成果56, 重粘土地帯水田の排水改良と用排水組織に関する研究(1972, 3)
- 5) 農林水産技術会議事務局, 水田高度利用促進のための基盤改善(1974, 3)
- 6) 農林水産技術会議事務局, 排水技術を中心とした水田高度利用技術関連試験研究現地検討会の概要(1978)
- 7) 農林水産省構造改善局, 土地改良事業計画設計基準計画, 暗きよ排水(1979, 7)
- 8) 塩島光洲・黒沢 諒, 水田の排水改良と土地利用に関する研究. 宮城県農業センター研究報告, 47号(1980)
- 9) 塩島光洲・千葉隆久・千葉文一・高橋重郎, 重粘土水田土壌における乾田直播好適基盤の造成に関する研究. 宮城県農業センター研究報告, 第48号(1981)

農林漁業現地情報(通巻216号)

—農林水産統計情報部発行—

○県下有機米を一斉販売(鳥取・県内一円) 県経済連は、登録農家が栽培する有機米を「天恵米」の名で今年6月から販売を始めた。これは、コシヒカリ、ヤマヒカリを同経済連が定めた「有機米取扱要領」に基づいて栽培したもので、栽培基準は堆肥、油かす、鶏ふん及び生草等の有機質肥料を施用するほか、除草剤1回、病害虫防除2回を限度とするなど、農協が登録農家に対して栽培指導とともに、基準が守られているか巡回点検も行っている。当面、月間40tの販売を一般のコシヒカリ上米1に比べ7%高い5kg袋2,903円(税込み)で目指す。元年産米の作付面積は400haを見込んでいる。

○農業公社が請負稲作(広島・向原町) 昭和63年10月労働力不足や兼業から生じる農業機械の過剰投資を抑え効率的な農業経営を図るため、町と農協が共同出資して町農業公社を設立した。同公社は、総事業費3,900万円を投入し、トラクタ、田植機、コンバイン、運搬車、格納庫などを整備し、耕耘から田植、病害虫防除、稲刈り、脱穀、調整、出荷までの全作業を、公社、町、農協からの計4名の職員が引き受ける。農家は、作業料金として10a当たり平均4万1千円を支払い、収入は、収穫量、米質にもよるが、9万円程度になる見込み。

同公社発足後初めての田植シーズンでは、59戸の農家から約30ha(全面を含む)を請負った。大型機械のため、ほ場整備済みの水田のみを対象に町全体の4分の1を請負った。営利を目的としない公社の運営は県内では初の試みで、関係者から注目されている。

○無農薬米の栽培を推進(愛媛・今治市) 今治市「安全な食べものの生産と健康をすすめる会」は、今年度から無農薬米の栽培に取り組んでいる。同会は、昭和63年3月、市の「食糧の安全性と安定供給体制を確立する都市」宣言を受けて発足したもので、本年は、17名がコシ

ヒカリ約2.2haを作付けした。除草剤など農薬を一切使わないため、代かきを5~6日間隔で2度行い、ひえなど雑草の発生を抑える。またウンカの発生を抑えるため、たばこの粉を6月下旬に専用育苗箱1箱に30gと、本田には7月中・下旬、8月中旬の2回10a当たり30kgを散布するなど、病虫害予防に工夫を凝らしている。

○チェリモヤの試作に取り組む(和歌山・湯浅町) 湯浅町のみかん農家Nさんら4名は、みかんに替わる果樹としてチェリモヤの導入試作に取り組んでいる。チェリモヤは、中南米(アンデス山麓)原産のバンレイシ科の植物で、マンゴスチン、パイナップルとともに熱帯の三大美味果実といわれ、独特の風味を持つ高級果物である。

Nさんらが導入に踏み切ったのは、オレンジの輸入枠撤廃を控えて、みかんの転換作物を探している中で県果樹試験場がチェリモヤの栽培に成功、平成元年から配布を開始したため、400本の穂木を譲り受け試作を始めたもの。Nさんらは3月初旬に接木した幼木をハウスに移して、室内温度を5~30℃にコントロールするなどテキストを片手に栽培しているが、3年10月ころには0.5~1kgの黄緑色の果実が収穫できると期待を寄せている。

○アマランサスの試作を開始(北海道・旭川市) 旭川市の永山農協では、南米大陸アンデス山脈原産のヒエ科の1年生草木植物アマランサスを、農家5戸に委嘱して試験栽培を行っている。アマランサスは、葉の栄養価が高く、鉄分はトマトの14倍、きゅうりの18倍、カルシウムはトマトの14倍、きゅうりの30倍で、ビタミンCも多く、たんぱく質も優れている。また穀物として利用される子実の栄養分も、米、麦、そばなどを大きく上回っている。同農協では、5年ほど前からアマランサスの栽培に取り組んでいる岩手県から種子を取り寄せた。葉はおひたしに、子実はごはん・パンに混ぜて食べ、ぜんそくやアトピーなどの食物アレルギーの治療にも効果があるといわれており、自然健康食品、転作田の有効利用、鉢植えとしての販売も計画され、地元で注目されている。