

北上山系地域における雑穀を組み入れた普通畑作物の 機械化一貫体系の実証からの提言

大 里 達 朗

(岩手県農業研究センター県北農業研究所)

Demonstration Project for Mechanization of Traditional Upland

Crops Farming in Kitakami Mountainous Area

Tatsuro OSATO

(Kenpoku Agricultural Institute, Iwate Agricultural Research Center)

1. はじめに

北上山系地域は、岩手県東部を南北に長く縦断する広大な地域であるが、そのほとんどは山林である。農地は山あいの集落を中心に広がっているが、「やませ」の常襲地域という厳しい気象条件に加えて、市場に遠いなどの地理的制約も受けてきた地域である。

こうした中にあって、雑穀は古くから適した作物として農家に受け入れられ、地域の食生活にも深く係わる文化の一つとされてきたが、昭和40年以降は、葉タバコや野菜等の高収益作物の振興とともに、収益性の低い雑穀は衰退の一途をたどってきた。しかし、近年は、雑穀の栄養価や機能性が評価されるようになったことから、こうしたニーズに雑穀産地として応えようとする動きもでてきている。

雑穀の栽培技術は、トラクターによる耕起作業以外は、古くからの伝統による人力を主体とした経験則に基づくものであり、収益性の高い作物への再編を進めようとする若い担い手に受け入れられるためには、雑穀の機械化栽培技術を開発するとともに、葉タバコ、野菜等と雑穀を組み合わせ

た輪作体系の確立が緊急の課題となっていた。

この実証研究は、大型機械が稼働できる地域となわち成果が普及することが見込まれる地域として軽米町を選定し、平成7年～11年の地域基幹農業技術体系化促進研究「機械の汎用利用・複数作業同時化による特産作物の高品質畑輪作技術」の中で取り組んだものである。今回、この研究経過をとりまとめるとともに地域営農に与える影響についても検討したので報告する。

2. 岩手県北地域における畑作農業の現状

岩手県北部は、北上山系内でも地形が比較的なだらかで農地の開発がすすんでいることから、ところどころに広大な畑作地帯を形成している。

本研究を行った軽米町もこの例にもれず、畑地面積が耕地面積の3分の2を占めている（図-1）^{1), 2)}。

軽米町の農業生産額の推移を表-1に示したが、米は、4～5年に1回は、強い「やませ」の影響を受けるため、米を基幹とする農家は極めて少なくなっている。このため、農家は、気象の影響を受けることが少ない葉タバコや鶏・豚等の家

表－１ 軽米町の農業粗生産額の推移

(単位：百万円)

年 度	S 50		S 60		H 7		H10	
合 計	4,889	順位	10,873	順位	10,350	順位	10,115	順位
米	1,139	2	1,195	3	914	3	690	3
麦・豆・雑穀	174	8	379	7	213	8	145	9
い も	32	11	12	12	10	12	6	13
野 菜	265	5	441	5	589	5	618	4
果 樹	148	9	267	9	273	7	343	7
花 き	0	-	6	13	20	11	43	10
工 芸	1,370	1	1,667	2	1,464	2	1,304	2
そ の 他	38	10	58	10	49	10	30	11
養 蚕	3	13	46	11	8	13	4	14
肉 牛	241	6	437	6	399	6	378	6
乳 牛	198	7	334	8	193	9	147	8
豚	433	4	729	4	665	4	592	5
鶏	836	3	5,302	1	5,548	1	5,803	1
そ の 他	12	12			5	14	12	12
生産農業所得	2,724		3,077		3,201		2,960	
所得率 (%)	55.7		28.3		30.9		29.3	

畜の選択指向が強く、農業粗生産額に占める割合が高くなっている²⁾。

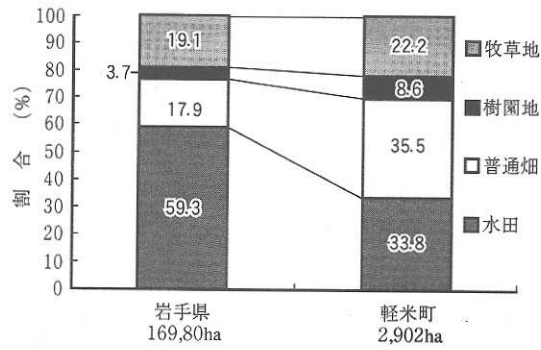
また、最近では、こうした冷涼の気象を逆手に取って、キャベツやほうれんそう等を積極的に経営に取り入れる農家も増えてきており、野菜品目における粗生産額の拡大もみられている。

しかし一方では、図－２に示したように軽米町においても農業従事者の減少と高齢化が急速に進んでおり、これ以上の粗生産額の拡大が難しい状況になってきている。このため、兼業農家はもとより専業農家であっても、遠隔地農地の管理に手がまわらず、耕作を放棄する圃場も急激に増加し、これに併せて、水稻用機械の利用が可能な小

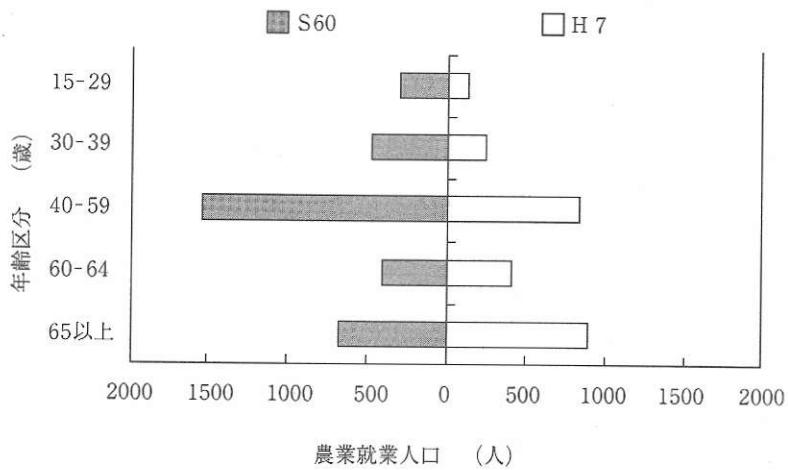
麦を除く大豆やヒエ等の雑穀の栽培面積が減少している（図－２，３）^{1), 2)}。

3. アマランサスの機械化栽培体系確立への取り組み

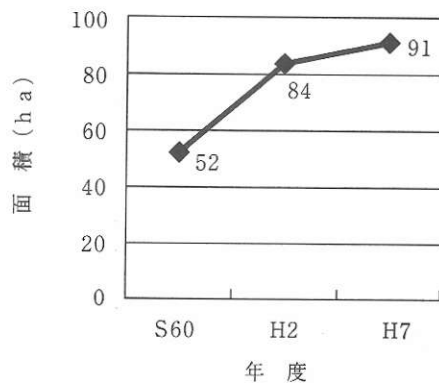
アマランサスは、メキシコからアンデスにかけての中南米を原産地とするヒユ科ヒユ属の植物で、子実はカルシウムや鉄などのミネラル含量が高く、抗酸化力を持つビタミンE含量も高く、健康食品、機能的食品として脚光を浴び、国内での生産が望まれるようになった作物である。こうしたニーズに従来から栽培されていたアワ、ヒエ、キビを含めた雑穀産地として応えようと、



図一 1 岩手県と軽米町の耕地区分割合



図一 2 軽米町の農業就業人口 (S 60年とH 7年の比較)



図一 3 軽米町の耕作放棄地

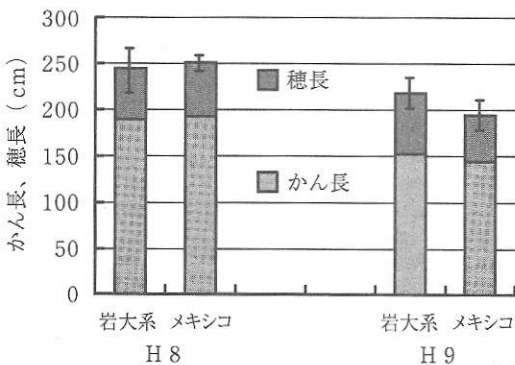
軽米町内には栽培組合が結成され、地域特産品としての商品開発も進んでいる。しかし、アマランサスは新規作物であり栽培法そのものが確立されていないこと、また、その他の雑穀は、人力作業を主体とした栽培であることから、機械化栽培技術の開発に対する強い要望が生産者から出されていた^{3), 4)}。

雑穀類の機械化にあたっては、それぞれの雑穀別に専用機を開発しても普及性がないことから、すべての雑穀に共通して利用する汎用性の高い機械を想定した。

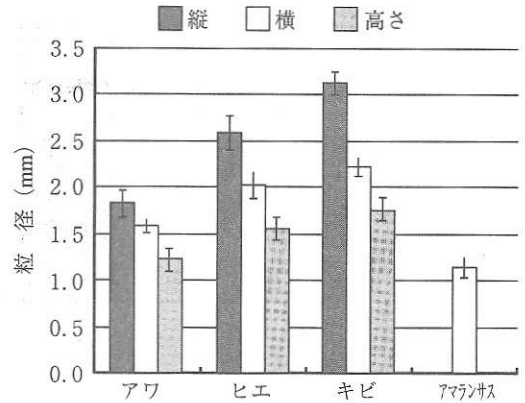
こうした中で、アマランサスの機械化が最も困難との判断から、アマランサスに焦点をあてた研究を行い、他の雑穀には、アマランサスで開発された技術を適用し、その実用性を検討した。

なお、アマランサスの機械化が難しいとした理由は、以下のとおりである。

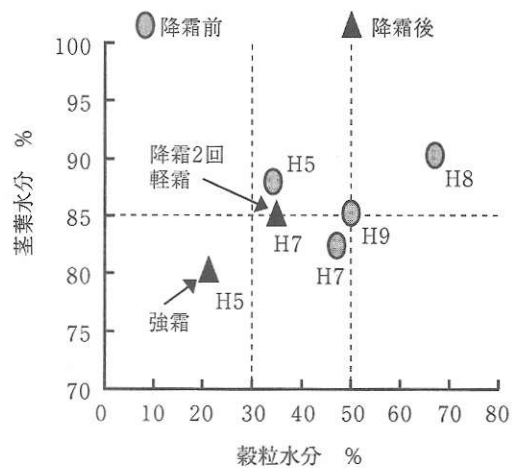
①草丈が2m～2.5mと高く、個体間の偏差が大きいこと（図－4）、②その結果倒伏しやすいこと、③穀粒が直径約1mm、千粒重0.8～0.9g程度と極小粒で取り扱いが難しいこと（図－5）、④アワ、ヒエ、キビ等と共通の事項であるが無農薬栽培が求められ雑草防除が難しいこと、⑤収穫時の茎葉及び穀粒水分が高く、効率的で高精度の収穫が求められること（図－6、7）や収穫時期の判定が難しいこと。



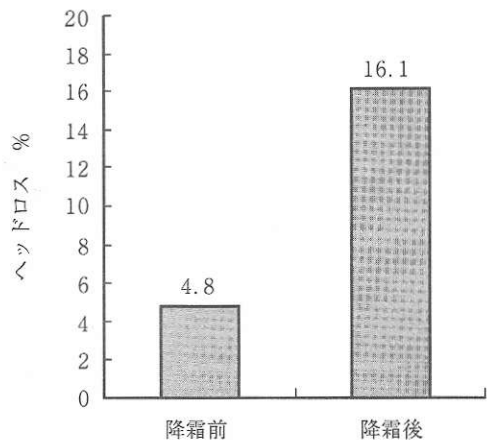
図－4 アマランサスの収穫時の生育



図－5 雑穀類の粒径



図－6 アマランサスの降霜による水分変化



図－7 アマランサスの降霜前後のヘッドロス

表－2 真空播種機による雑穀の播種作業能率

作業能率\対象作物	アマランサス	キ　　ビ	小粒大豆
条間 _{cm} ×株間 _{cm} ×粒数 (播種量)	70×15×2 (11g/10a)	70×5×2 (0.6kg/10a)	70×15×2 (8kg/10a)
作　業　速　度　　m/s	0.61	0.66	0.64
作　業　時　間　　h/ha	4.3 (100)	3.2 (100)	3.9 (100)
作　業 (構成比 %)	2.3 (53.8)	2.2 (67.8)	2.3 (59.1)
旋回移動 (構成比 %)	1.6 (37.9)※	0.7 (20.9)	1.2 (31.1)
補　給 (構成比 %)	0.0 (0.0)	0.1 (2.1)	0.4 (9.8)
調　整 (構成比 %)	0.4 (8.3)	0.3 (9.2)	0.0 (0.0)

※圃場の関係で1方向からの作業にしたため移動時間が多くかかった。

(1)播種

粒が極めて小さい種子を高精度で播種するため、真空播種機の適応性を検討した。

条間は、除草などの中間管理作業も考慮して70cm、株間15cmで1株2粒播きで行った結果、精度が高く、間引き作業を省略することができた。

この場合の真空播種機はトラクター装着型とし、1行程3条播種にした。ノズルは、特注ノズル0.4mmのものもあるが、野菜用の0.6mm2穴で真空圧最低(500mmAq以下)で適正な播種が可能であり、このときの適性作業速度は、0.7m/s(2.5km/h)前後、ha当たりの作業能率は4.3時間であった(表－2)。

また、他の雑穀類への利用拡大についても検討した結果、キビ、大豆においてもhaあたり3.2～3.9時間の作業が可能であり、実用性があるものと判断された(表－2)。

(2)中間管理

アマランサス等の雑穀類は、登録された除草剤が無いだけでなく、販売戦略上(需要先の性格上)無農薬栽培が求められるため、機械的な除草あるいは手取り除草が必要になる。

特に、雑草が発生した場合、雑草害による収量低下が著しい。また、コンバイン収穫を前提にした場合、収穫時の雑草の混入はその除去が困難で、品質低下の原因ともなる。

したがって、中耕・培土は、極めて重要な作業であり、機械的除草法として、乗用管理ピークルを用いた1行程3畦間処理法について検討した。

1回目の中耕は、草丈20cm(発芽後20日程度)の頃に、株間除草を兼ねて株元に軽く土を寄せるように行い、2回目は草丈40cm(発芽後40日頃)のころに株元の草を埋没させるように強めに処理を行うことが効果的であった。なお、この場合で

表－3 中耕・培土（除草）作業能率

作業能率\対象作物	アマランサス、キビ	アマランサス
供 試 機 械	乗 用 管 理 機	歩行型管理機 (慣行作業)
1 行程処理畦間数	3	1
作業速度 m/s	0.43	0.40
作業時間 h/ha	4.5 (100)	15.0
作 業 (構成比%)	3.4 (75.6)	－
旋回移動 (構成比%)	0.6 (13.3)	－
補 給 (構成比%)	0.1 (2.2)	－
調 整 (構成比%)	0.4 (8.9)	－
作業時間の対慣行比	30	100

- 種子は風選し、小さい夾雑物を除く
- ノズル=0.6mm, 2穴（野菜用標準ノズル）
- 真空圧=0～500mmAp（最低圧）
- 条間=60～80cm（中間管理しやすい条間）
- 株間=15cm×2粒（アマランサス）
5cm×2粒（キビ、アワ等）
- 作業速度=0.7m/s程度（精度の点から）
- マーカの作成（作業精度・易管理作業）

図－8 真空播種機の雑穀への適応条件

も株元及び株間に残草がある場合が多いため、補助的に人力による株間除草が必要であった。

このときの作業速度は、0.43m/s（1.5km/h）で作業時間はhaあたり4.5時間で、慣行の歩行型管

理機による1畦間作業に比べて70%の省力化が可能であった（表－3）。

(3)収穫

アマランサスは収穫時の穀粒水分、茎葉水分が

禾本科の穀実作物に比べて非常に高く、特に茎葉水分は85%前後である（図－6）。穀粒水分は降霜により低下するが、茎葉水分はそれほど低下しない。また、数度の降霜や強霜に遭遇すると自然脱粒の増加や、コンバイン収穫時のヘッドロスの増加を招くことになる。そこで、できるだけ、降霜前に収穫する必要があると考え、収穫作業は茎葉水分の高い作物に対応できるように直流型の抜き胴を持った汎用コンバインを用いた。アマランサスの草丈は1.7m程度のものから2.5mを超えるものまでと偏差が大きく、この収穫に対応できるように掻き込みのためのリールを1.0mから1.5mに拡大した。また、脱穀した後の花穂等のタンクへの混入が多いため、グレンタンク直前に揺動式の網を設置して夾雑物を除去する方式をとった。その結果、作業速度0.45～0.62m/sでha当たり約3.3時間、損失15～25%程度で収穫できた。また、収穫適期穀粒水分についても検討し、穀粒水分50%以下の収穫で脱穀選別損失が20%以下に抑えることができることを明らかにした（図－9）

5). 6)。

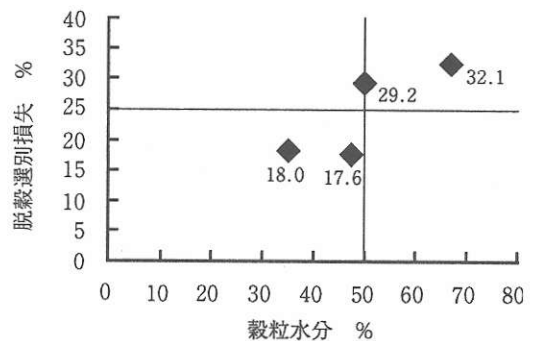
また、アマランサス用に改良した汎用コンバインを用いてキビ、ソバを収穫した結果、篩い網を

替えることで対応することができ、実用性が認められた（表－4、5）。

4. 雑穀を組み入れた普通畑作物の機械化一貫体系の実証

大型機械化実証は、1区画が概ね100a以上に区画整理された八戸平原農地開発地域内で、かつ近隣に圃場が集積している条件下で行った。

当初、実証農家は6haの農地を所有し、家族労働を主体に一部雇用も受け入れながら葉タバコを約2haを作付けしてたが、労働力の不足からこれ



図－9 収穫適期穀粒水分

表－4 汎用コンバインの作業能率（H 8，H 9）

対象作物		アマランサス	キ ビ
作業能率			
作業速度	m/s	0.45～0.62	0.53～0.56
作業時間	min/10a	17.5 (100)	24.1 (推定値)
作 業 (構成比 %)		13.9 (79.4)	—
巡回移動 (構成比 %)		3.6 (20.6)	—
調 整 (構成比 %)		0.0 (0.0)	—

表一 5 汎用コンバインの収穫作業精度 (H 8)

作	作物名				アマランサス		キ　　ビ		ソ　　バ	
	作　品	種	名		メキシコ系		二戸在来		岩手中生	
作	選　別	網　目	の　形　状	mm	12	12	10	10	8.0	8.0
	作　業	速　度		m/s	0.45	0.62	0.53	0.56	0.75	0.76
	刈　り	高　さ		cm	91.0	51.5	40.0	40.0	36.2	49.0
業	全穀	穀　粒	口　　%		56.7	69.5	91.2	94.4	97.2	97.5
	穀損	失　粒	%		43.3	30.5	8.8	5.6	2.8	2.5
精	粒の 内訳	損	脱穀選別損失	%	40.6	23.6	6.1	3.8	1.6	0.8
		失	頭　部　損　失	%	2.7	6.9	2.7	1.8	1.2	1.7
		内	(刈り残し)	%	0.7	5.8	2.3	1.5	0.3	0.1
		訳	(ヘッドロス)	%	2.0	1.1	0.4	1.3	0.9	1.6
度	穀粒	完　　全	粒　　%		80.8		73.9	57.9	73.9	
	口	未　　熟	粒　　%		1.0		5.0	5.9	1.0	
	夾	雑　　物	%		18.2		21.1	36.2	25.1	

表一 6 実証作物の圃場別推移

圃場No.	面積	H 7	H 8	H 9	H10	H11
No. 1	50a	アマランサス	大豆	葉タバコ	キ ビ	葉タバコ
No. 2	120a	小麦+ソバ10a	葉タバコ	キ ビ	葉タバコ	葉タバコ
No. 3	120a	小麦	葉タバコ	ア ワ	葉タバコ	葉タバコ
No. 4	120a	葉タバコ	小麦+ソバ	アマランサス	アマランサス	キ ビ
No. 5	160a	葉タバコ	キ ビ	葉タバコ	キ ビ	アマランサス
No. 6	100a	アマランサス	ソ バ	(返 還)		
No. 7	30a	ウ メ	大豆	(休 耕)	アマランサス	ソバ展示圃
No. 8	200a			(H10より新規)	ソバ(共同)	キ ビ
No. 9	200a			(H10より新規)	ソバ(共同)	ソ バ
No.10	150a				(H11より新規)	ア ワ
No.11	150a				(H11より新規)	キ ビ
合 計		710a	820a	570a	1,000a	1,300a

以上の葉タバコの拡大は難しい状況にあった。このため、残りの農地には維持管理を目的に小麦や雑穀を栽培していた。

平成7年から前述した機械化体系を組み立てながら農家での実証を行った結果、播種から収穫までの機械化一貫体系がほぼ出来上がった平成10年には桑園跡地を利用（借地）して栽培面積を拡大し、平成10年には10ha、平成11年には13haの経営が可能になった（表－6）。

しかし、この程度の規模では、機械投資額が大きく、作物によっては収益がマイナスになった（表－7、8）。機械経費の低減化を図るためには、雑穀の面積の拡大が必要であるが、実証農家は葉

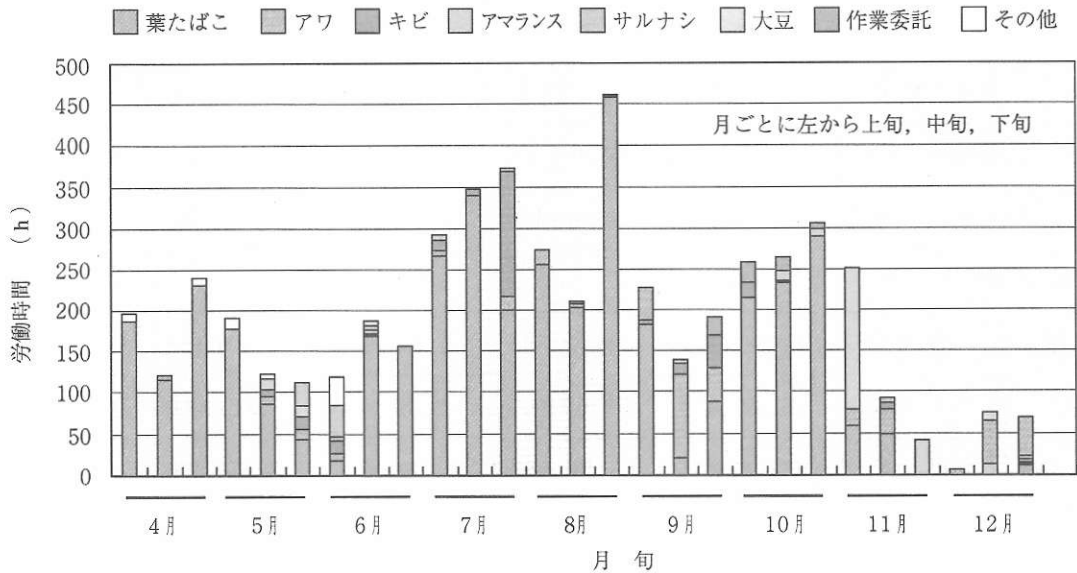
タバコ農家であり、葉タバコ作業に占める労働時間が多く、個人ではこれ以上の規模拡大は困難であり、このことは、野菜農家等が雑穀を取り入れた場合も同様にあてはまるものと考えられた（図－10）。

表－7 実証作物の収益収支（H7年）

	全 経 営	葉タバコ	小 麦	ソ バ	アマランサス
作・付 面 積 (a)		210	250	200	180
収 量 (kg)		7,140	8,160	2,400	1,080
収 量 (kg/10a)		340	326	120	60
費 用 合 計 (円)	14,286,742	9,787,805	1,605,889	1,094,983	1,575,617
うち農機具費(円)	3,243,649	399,017	1,097,141	704,910	1,042,581
うち労働費(円)	6,446,129	5,988,555	68,903	33,128	249,402
うち家族(円)	4,685,171	4,310,532	68,903	31,793	190,863
副産物価額(円)	5,546	0	5,546	0	0
生 産 費 (円)	14,281,196	9,787,805	1,600,343	1,094,983	1,575,617
粗 収 入 (円)	15,021,332	10,917,060	1,137,744	687,000	1,620,000
所 得 (円)	5,425,307	5,439,787	-393,696	-376,190	235,246
所 得 率 (%)	36.1	49.8	-34.6	-54.8	14.5

表一 8 実証作物の収益収支 (H 9 年)

	全 経 営	葉タバコ	ア	ワ	イナキビ	アマランサス	サルナシ	大 豆
作付面積(a)		180		120	120	120	25	100
収 量(kg)		5,910		1,024	2,000	2,000	1,480	1,890
収 量(kg/10a)		328		85	167	167	592	189
費用合計	12,089,076	7,092,618	1,124,391	1,280,430	1,159,257	224,730	681,392	
うち農機具費	2,811,941	146,797	730,955	730,955	652,726	6,289	544,219	
うち労働費	4,740,161	3,636,899	246,200	312,778	318,712	199,429	26,143	
うち家族	3,752,693	2,804,135	196,308	263,362	266,216	196,529	26,143	
生 産 費	12,089,076	7,092,618	1,124,391	1,280,430	1,159,257	224,730	681,392	
粗 収 入	15,815,500	10,205,100	614,400	1,000,000	2,900,000	592,000	504,000	
所 得	7,479,117	5,916,617	-313,683	-17,067	2,006,959	563,799	-151,249	
所 得 率(%)	47.3	58.0	-51.1	-1.7	69.2	95.2	-30.0	



図一10 旬別作業時間の推移

しかしながら、葉タバコや野菜などを基幹とする農家が個人で利用した場合、労働力の不足によりこれ以上の普通畑作物等の面積拡大が難しく、経営的に成立しないことから、機械を広域に地域全体で利用することが必要になる。こうしたこと

②作物別各作業期間は、作物毎に可能な最大期

作業名：堆：堆肥散布，起：耕起，整：碎土・整地，播：播種，中：中耕・培土，追：追肥，
防：病虫害防除，草：除草剂散布，収：收穫

表一10 シミュレーションに用いた機械と能率及びシミュレーション結果の必要装備台数

作業名	機 械 名	馬 力 等	作業能率 h/ha	最大稼働時	損益分岐点
	トラクタ	50ps		2	1
堆肥散布	マニユアスプレッダ	1500kg	3.00	2	1
耕起	ボトムプラウ	リバーシブル1連	1.82	1	1
碎土・整地	ロータリ	180cm	3.00	2	1
播種(雑穀)	真空播種機	乗トラ3条	3.51	2	1
播種(小麦)	旋肥条播機	7条	3.33	2	1
播種(ソバ)	ブロードキャスタ	400L	3.00	2	1
中耕・培土	管理ビークル	14PS		4	1
防除	ロータリカルチ	3条	4.50	4	1
収穫	ブームスプレーヤ	8m	2.15	2	1
	汎用コンバイン	直流60PS	3.33	1	1
	トラック	2t	2.00	1	1
	コンバイントレーラ	5,000kg積		1	1
乾燥	静置式乾燥機	2t坪用	1.50	3	2
調製	唐箕	縦型	1.50	3	2

表一11 最大経営可能面積と収益

	最大稼働時	損益分岐点
経営可能面積 (ha)	117.6	28.8
小麦	29.4	7.2
大豆	29.4	7.2
ソバ	29.4	7.2
アマランサス	9.8	2.4
キビ	9.8	2.4
アワ	9.8	2.4
必要オペレータ数	3人 最大時5人	2人 最大時4人
粗収益(千円)	71,060	17,402
費用(千円)	49,793	17,402
うち機械費(千円)	21,694	10,383
純利益(千円)	21,267	0

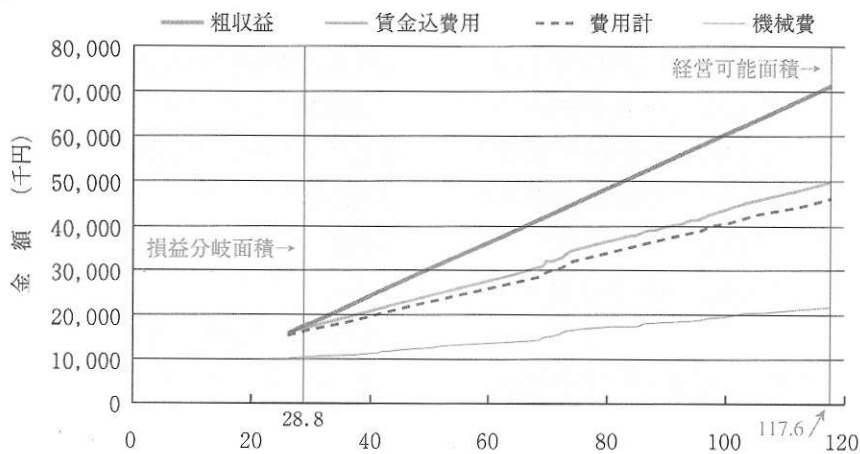


図-11 大型機械化体系の稼働面積

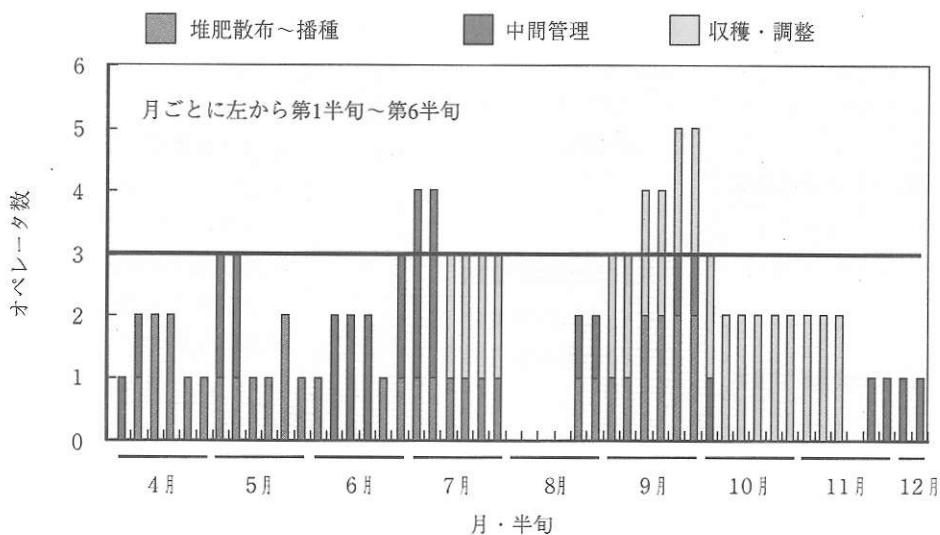


図-12 時期別作業とオペレータ数（汎用：最大稼働時）

間を想定。

③作業可能日数の算出は、軽米町の過去30年間の降水量から確率的に算出。日照時間は盛岡のものを使用。

④機械は、高価な汎用コンバインのみを1台にして、他の機械は必要に応じて台数を増加可能。

⑤機械の価格は「1999/2000 農業機械・施設便覧」(社)日本農業機械化協会から各馬力、大きさ毎の平均単価を算出して使用。

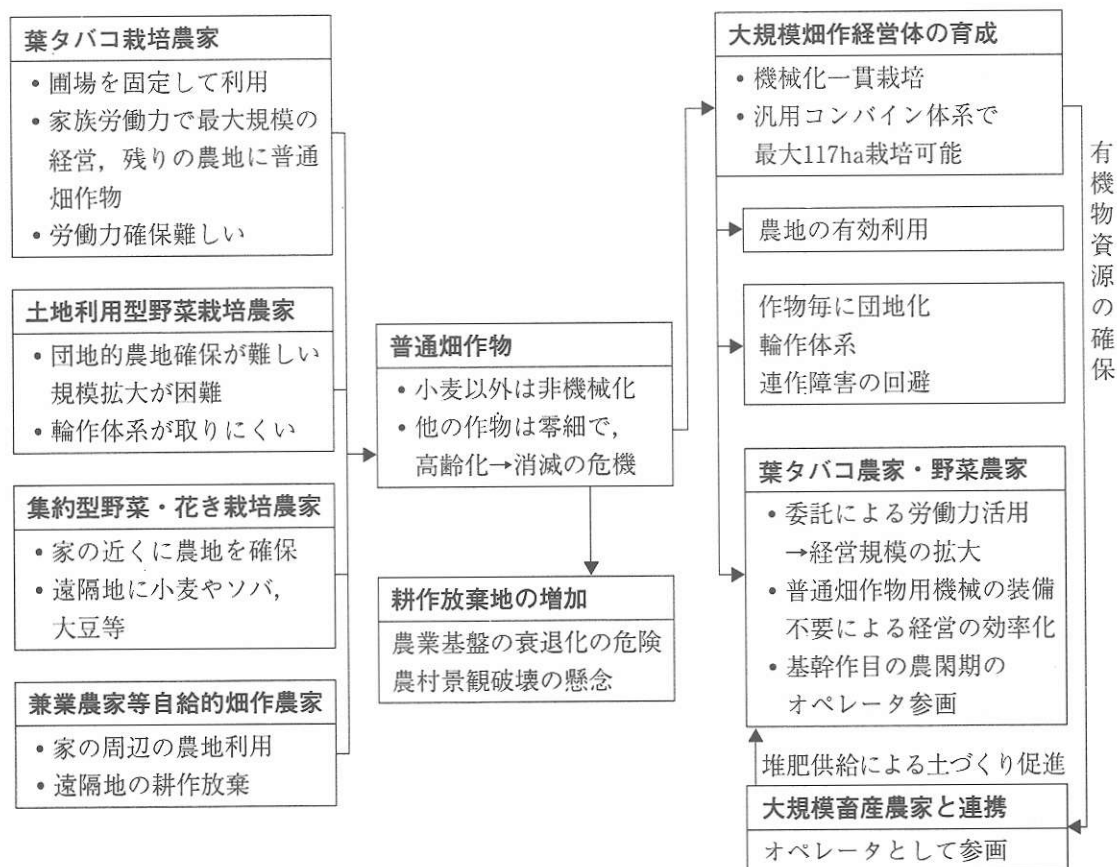
⑥シミュレーションはMicrosoft Excel 97ソルバーを使用。

軽米町内には、葉タバコや野菜などの高収益作

物を経営に取り入れている農家にあっても残りの農地には、維持管理を目的に小麦、大豆、雑穀を栽培している農家が多く、自らの農地内で個々による輪作体系がとられている。

小麦は、機械化体系が確立されているが、豆、ソバ、雑穀類については、この作物のためだけに機械を導入することは、経営を圧迫するため人力作業が主体となっている。また、労働力の不足から手がまわらず耕作を放棄する圃場もみられてきている。

今回開発した技術は、農家個々に導入しては採算がとれないが、集落等広域に利用した場合に



図一13 岩手県北地域における問題点と今後の方向

は、上述したような農家個々が抱える課題の解決につながり、地域内農業の形態が大きくかわるものと期待される（図－13）。

こうした機械を利用した大規模畑作経営体が成立するためには、葉タバコ、野菜、水稻、畜産などそれぞれの部門を基幹とする農家が、労働力を補完しあって畑作経営に必要なオペレータになることが重要である（図－14）。

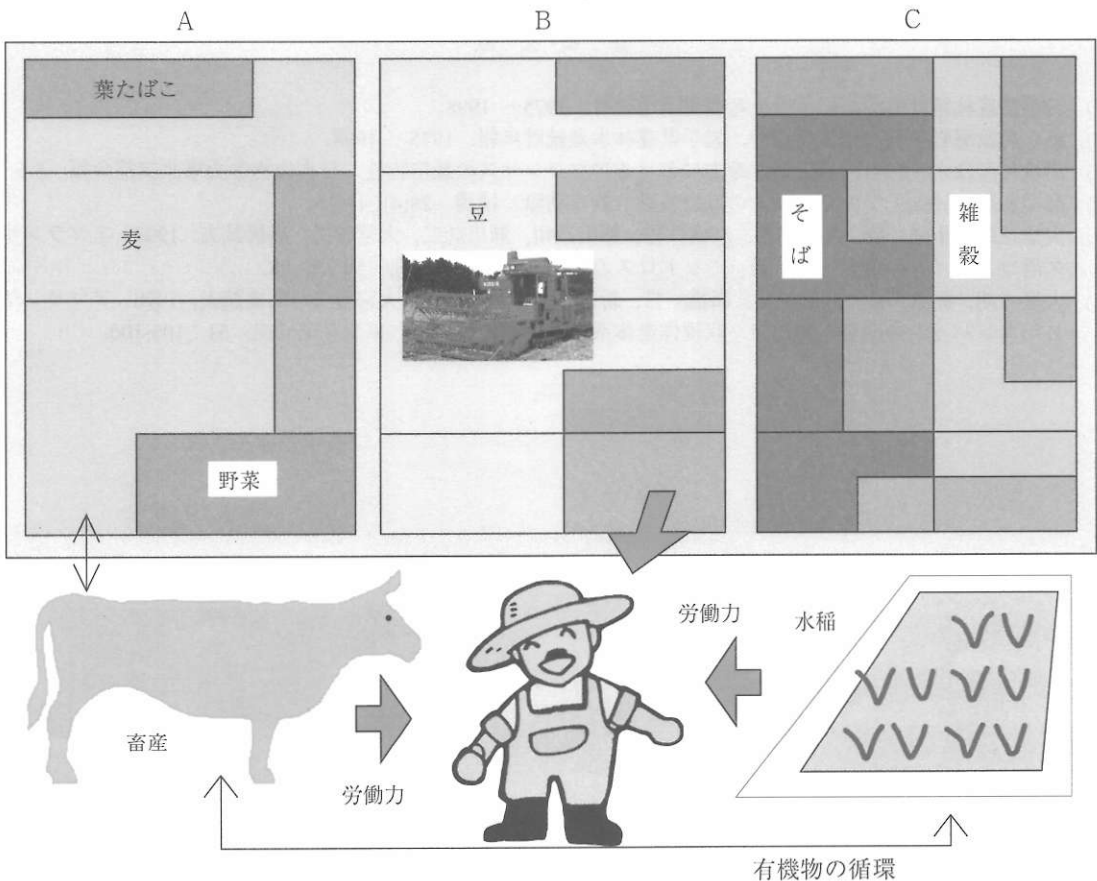
このため、平成12年度から地域内において賛同の得られた6名（葉タバコ基幹3名、水稻基幹1名、肉牛肥育基幹1名、野菜基幹1名）を対象に大規模機械化実証試験を行っている。この研究

では、担い手の条件、集落全体での土地利用、輪作体系の確立、畜産農家と連携した有機物の確保方策についても併せて検討することとしている。

6. おわりに

雑穀は、健康食品・機能性食品として注目されている。軽米町は古くからの雑穀産地であり、特にこうしたニーズに応えることによって地域を活性化しようとする動きが出てきている。

しかしながら、これらの栽培技術は、手作業を主体としたものであることから機械化栽培技術の開発試験を行った。



図－14 これからの地域内における畑作営農のイメージ

開発技術は、真空播種機、栽培管理ビークル、汎用コンバインによる一貫体系であり、集落等広域に利用することが必要である。

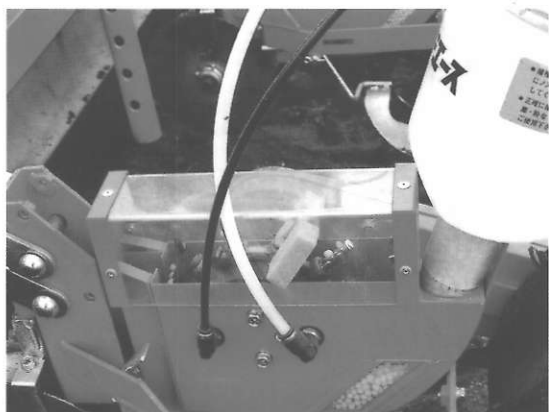
こうした機械を利用した大規模畑作経営体が成立するためには、複数のオペレータがそれぞれに補完しあって作業を行う必要があり、この営農が存立することで、地域内全体での輪作体系の確立や有機物の確保・交換が容易になるなど、岩手県

北畑作地帯における地域営農システムが大きく変貌するものと考えられた。

現在、雑穀は高齢者に支えられ自給的な生産となっているが、今後、若い担い手が雑穀を経営に取り入れた営農に参画することや社会的ニーズに応えた雑穀の高付加価値化流通システムの開発を行っていくことで、北上山系の伝統的な食文化の維持にもつながるものと考えられた。

参 考 文 献

- 1) 岩手県農林統計協会. 岩手県生産農業所得統計. 1975～1998.
- 2) 東北農政局岩手統計情報事務所. 岩手県農林水産統計年報. 1975～1998.
- 3) 高橋和彦ほか. 1991. 岩手県北地方におけるアマランサスの栽培特性. 日本作物学会東北支部会報 5-6.
- 4) 高橋和彦. 1994. アマランサスの栽培特性と雑草防除. 植調 28(4): 11-16.
- 5) 大里達朗, 藤原 敏, 高橋昭喜, 高橋 修, 新田政司, 瀬川託二, 大宮幹夫, 高橋誠夫. 1997. アマランサス用コンバインの開発 第1報 ヘッドロスの低減. 東北農業研究 50: 97-98.
- 6) 大里達朗, 藤原 敏, 高橋昭喜, 高橋 修, 新田政司, 瀬川託二, 大宮幹夫, 高橋誠夫. 1998. アマランサス用コンバインの開発 第2報 収穫作業体系と汎用性について. 東北農業研究 51: 105-106.



写真一 真空播種機



写真二 真空播種機による播種状況



写真三 管理ピークルによる中耕・除草作業



写真五 収穫時のアマランサス



写真四 汎用コンバインによる収穫風景