

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究

第2報 代かき方法が用水量・土壌及び水稻に及ぼす影響

川田 登・古野昭一郎

I 緒 言

本研究の中で代かき方法を水利用の立場から考える時にどのような因果関係があるか、そして土壌や水稻へどのような影響があるかを検討しておくことは極めて重要な点である。従来、耕うん法の中で碎土作業としての代かきの栽培技術的意義は泉⁴⁾によって明らかにされているところである。また山崎⁹⁾らによる「シロカキの研究」は動力耕うん機発達過程における代かきの研究資料として集大成したものと云える。しかし技術の進歩と農作業の内容は新たな問題を提起してくる。田植の機械化・代かきの簡素化・わらすき込みによる秋耕の実施等労力や水利用の面で明らかにしていかなければならない幾つかの点がある。この意味において試験を行い明らかにした事項を報告する。ここでは火山灰水田を供試し、暗渠排水を行ったほ場整備跡地を用い、碎土法として代かきを使用した機種はテイラー（テイラー型トラクターによる。カゴ車輪+レーキ）とロータリー（動力耕うん機のロータリーによる。）で、碎土の回数・わらすき込みの影響を試験した。実施年次は1971~1973年である。

既往の成果を整理し、問題点を提起すると次のとおりである。「シロカキの研究」において整理されているところでは、代かき作業においてまず節水機能、それに土壌変化の推移及び水稻収量への影響を指摘することが出来る。代かきは灌水と碎土を兼ねて行う水田特有の作業で、土壌の乾湿や降水量等の前提条件によって内容を異にしてくることは大切な点である。山沢¹⁰⁾は代かきにおける土塊の崩壊機構を実験的に扱

い詳細な検討を行っている。すなわち基本的に自然崩壊・振動崩壊及び破碎崩壊に類別出来るとした。興味ある点として代かき後の土塊は土性によって定まる水分恒数である崩壊限界があり、保水エネルギー的見地からPFで4.74になる点であると述べている。その詳細な水と土粒子の関係を考察に引用し説明していくことにする。本試験に供試したテイラーは、碎土形式では耕うん土塊を圧砕しつつ前進していく攪拌振動型とみられる。またロータリーは鉋爪で土塊を切割るとともに強制攪碎振動型で破碎と振動崩壊が顕著な作用を持っている。山沢¹⁰⁾によれば火山灰水田の場合、振動崩壊を主としているもので刺割・切割の機能を従とするものが適していると見ている。近年、土壌的な立場から代かき後の土塊が水田作の経過の中で物理的な面がどんな変化が起こっているか、新しい分野での理解としてレオロジー的な見方は説明できなかった点を幾つか明らかにしている。例えば流動性の測定結果から代かき現象における「いつき」について硬化の実態を究明している。また田植機走行の適正条件等も考察している²⁾。代かきの合理性は碎土作業の過程として、まづ土塊を湛水下におくと土壌密度が低下してきて、自然崩壊を示すが、破碎抵抗の少ない時に振動を伴った作業を行うことがよいとしている。荒代・中代・植代等が手順としてあったのも上記諸事項の理由である。その様な代かきをそれぞれの立地条件に合わせ管理できる点を栽培技術として生み出している。代かきに関する試験は長期にわたり、既に数多くの成績が報告されている^{3, 9)}。試験結果からは代かきにプラスとマイ

栃木県農業試験場研究報告第26号

ナス面があって必ずしも定まった意見が出しにくい。したがってそれを利用する側で活用に当り判断しなければならない。ほ場の条件に応じた対応を必要とする点が多い。一方では碎土を小さくすることが良い場合もあり、ある程度大きい土塊のままでも障害を少なくする場合もあり得ると考えられる。

水田の性格を持っている。試験の内容は代かき処理方法を第3表のとおり実施し、わらすき込みの有無と組合せ検討した。代かきに用いた作業機種はテイラーとしては、クボタ KA650 (5 PS)、車輪幅45cm、レーキ爪数10、またロータリーとしては、クボタ MP (8 PS)、車輪幅106cm、爪数16である。水稻品種は日本晴を供試し、窒素・リン酸・カリそれぞれ 1.2kg/a を用い、稚苗手植で6月上旬移植して比較した。

II 試験方法

試験は第1表に示す土壌断面を持つ厚層多腐植質多湿黒ボク土の乾田である。そして土壌の理化学的な性質は第2表のとおりで、火山灰

試験は予めトラクター（ファーガソン・35 PS）にて15cm 耕起、耕うん機にて碎土1回行った。稲わらのすき込みは秋耕時に行ってい

第1表 土壌断面形態

層	位	土性	腐植	色	構造	孔隙	斑鉄	ジピリジル	ベンチジン	密度	湿り
1	0~14	CL	H ₄	7.5YR $\frac{1}{2}$	bL	a ₁	D _b	+	-	16	W ₂
2	14~26	CL	"	"	"	"	D _a	+	-	22	"
3	26~48	CL	"	7.5YR $\frac{1}{2}$	MS	"	-	-	-	24	"
4	48~67	L	"	10YR $\frac{3}{4}$	"	"	-	-	-	22	"
5	67~80	CL	H ₃	2.5Y $\frac{1}{2}$	"	"	-	+	-	17	W ₃
6	80~	L	H ₁	10YR $\frac{3}{4}$	"	"	D _a ,D _b	+	-	17	W ₄

第2表 土壌の理化学的性質

層位	粒 径 組 成				pH (H ₂ O)	T-C %	T-N %	C/N	P ₂ O ₅ 吸収係数	遊離酸化鉄 %	C.E.C m.e	塩基飽和度 %
	粗砂 %	細砂 %	シルト %	粘土 %								
1	19.9	26.8	34.9	18.4	6.4	9.2	0.54	17.0	2361	1.52	42.9	44.5
2	21.9	30.3	30.5	17.3	6.1	9.9	0.56	17.6	2531	1.47	39.6	31.4
3	21.3	28.3	34.9	15.4	6.1	10.0	0.51	19.6	2536	1.57	37.9	32.0
4	23.2	32.8	29.6	14.4	6.2	7.1	0.37	19.3	2266	2.01	35.3	32.8
5	17.6	25.0	36.8	20.0	6.0	4.5	0.51	8.6	2005	1.46	30.5	33.2
6	25.3	34.3	31.0	9.4	6.3	1.4	0.07	16.6	2441	1.73	25.9	26.5

第3表 試験方法

※ Ca+Mg+K

試験区名(略記号)	処 理	備 考
1 無代かき区(M)		施肥(kg/a)
2 テイラー代かき1回掛区(T ₁)	植代かきを1回掛	N-基肥0.8 追肥0.4
3 テイラー代かき2回掛区(T ₂)	荒代かきと植代かき各1回掛	P ₂ O ₅ 基肥1.2
4 テイラー代かき4回掛区(T ₄)	荒代かきと植代かき各2回掛	K ₂ O基肥1.0
5 ロータリー代かき1回掛区(R ₁)	植代かきを1回掛	1971年はわら無施用
6 ロータリー代かき2回掛区(R ₂)	荒代かきと植代かき各1回掛	1972年はわらすき込み
7 ロータリー代かき4回掛区(R ₄)	荒代かきと植代かき各2回掛	1973年はロータリー耕とわらすき込みの有無(M ₀ , M ₁)

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究 (第2報)

る。灌水量の測定は量水計(100mm水道メーター)を使い、各区の給水は移動可能なビニールホースを用いた。1区94m²の1区制で、畦畔には漏水防止のため波型畦畔(塩ビ製)を埋設して、区と区との間隔を1.4mとした。

土壌の飽和透水係数及び土壌3相は100c.c容の採土管試料を分析に供し、酸化還元電位とアンモニア態窒素は常法による。

III 試験結果

試験期間における気象の概況は次のとおりであった。1971年は降雨量多く、低温であった。1972年は降雨量少なく、日照多かった。1973年

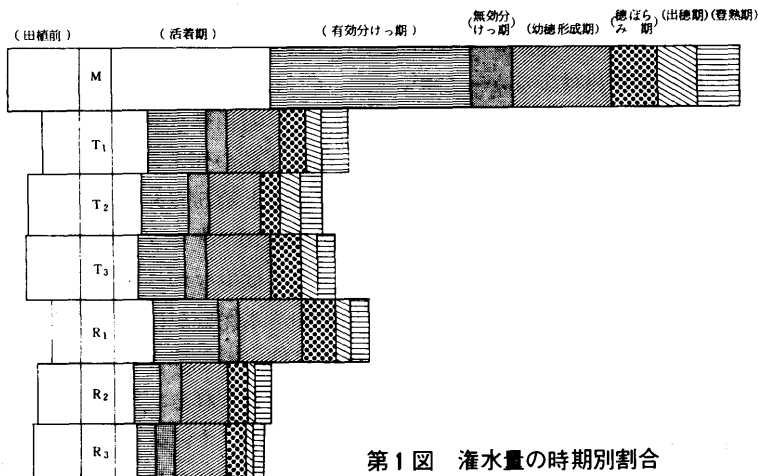
は6月に降雨量多いが他は前年と同じであった。

1. 代かき方法と用水量

初年目は降雨量が比較的多く、なほわらすき込みのない条件でかん水量(用水量)を比較すると第4表のとおりであり、2年目は降雨量少なく、わらすき込みを行い比較したものである。移植前のかん水量は代かき作業に必要なものであり、かん水後1回目の代かき(1回掛では植代になる)ではテイラーの方がロータリーよりやや少なくすむが、2回目の場合はテイラーの方がやや多くなる傾向がみられた。これは機種によるものであり、全体としての総量はもちろん無代かきでは多いが、2回掛、4回掛

第4表 時期別灌水量 (mm/10a, 1971~1972年)

時 期	降雨量	M	T ₁	T ₂	T ₃	R ₁	R ₂	R ₃	期 間
移 植 前	54	369	184	260	263	140	220	229	5/28~6/3
活 着 期	36	803	188	168	141	201	94	93	6/4~6/13
有効分けつ期	108	966	273	220	228	309	123	99	6/14~7/3
無効分けつ期	254	207	100	98	88	105	99	93	7/4~7/23
幼穂形成期	178	574	278	254	310	305	232	258	7/24~8/12
穂ばらみ期	14	232	134	112	139	153	84	85	8/13~8/22
出穂期前後	263	129	74	65	57	65	38	33	8/23~9/1
登熟期前後	186	153	111	105	95	108	95	70	9/2~9/21
計	1,093	3,433	1,342	1,280	1,320	1,387	985	961	—
1972年 計	639	3,352	2,076	1,991	1,511	1,889	2,054	1,852	—



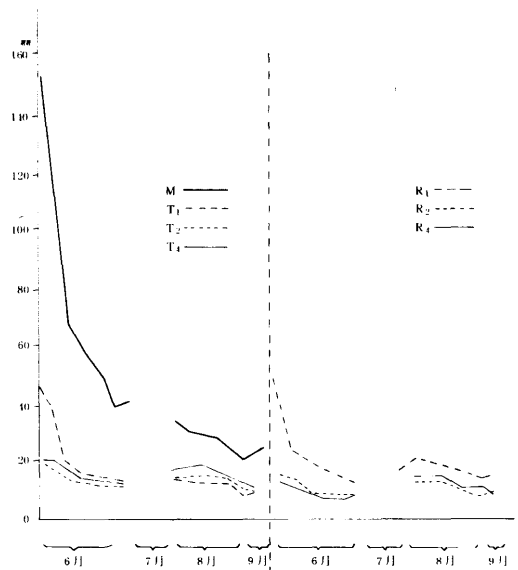
第1図 灌水量の時期別割合

は1回掛より5日前に作業したため当然多く、テイラーとロータリーでは回数に関係なくテイラーが20~30%多かった。移植後のかん水量は落水時までの総量の順序をみると、無代かき区が最も多い。次いでロータリー1回掛、テイラー1回掛、テイラー4回掛、テイラー2回掛等の各区の順でロータリー4回掛区が最も初年度は少なかった。無代かきは代かき区の2.5~4倍にあたり、ほぼ60%は移植後1ヶ月の間に費した。代かきした試験区間でロータリー1回掛区が移植後かん水量を多くしている点は、土塊が崩壊しにくい部分があったためと考えられる。降雨量を考慮してみると傾向は各区とも前述したとおりであるが、全体として用水量が高まって、分けつ期にはやや長雨の影響を受けたが出穂期前後は充分水量があった。かん水日数は無代かきで110日のうち、70日かん水し、代かきした試験区ではかん水量は日数も比例し、少ないもので40日前後であった。2年目の経過は降雨量少なくて、晴天が多く代かき用水量も2倍弱を示した。しかしわらすき込みの影響として荒代から植代へのかん水が少なくてすみ、荒代においても攪拌による土粒子の分散も良好であった。移植後のかん水量は無代かきが多く、代かきした試験区ではほぼ傾向は同じである。しかし全体的に降雨量が少ないのでかえってかん水量が多くなった。ロータリー2回掛、4回掛が多くなった点は初期に初年目は少なかったが、2年目はわらすき込みの条件となり他区と余り差がなくなった。

2. 減水深の推移

移植時の無代かき区の減水深は160mm/日と著しく大きいのが、日時の経過に伴って急速に小さくなり、1か月後には40mm/日となり、漸減していた。代かきした試験区ではテイラー1回掛は10日後まで2回掛、4回掛に比べて大であるがその後は差がなく、中干し後は傾向が逆になる。ロータリー代かきは1回掛は終始2回、4回掛

より大であり、中干し後は若干全体的に減水深が大きくなるが、その後漸次小さくなっていった。2年目のわらすき込みでは中干し前は無代かき区が40~70mm/日で大きいのが、無すき込みの初年目よりは小さくなっている。代かきした試験区も同様に小さいが、いずれもわらすき込みによって特徴的に中干し後30~40mm/日と大きくなっていった。3年目はロータリーでわらすき込みの有無で減水深を比較すると中干し迄は比較的小さいが中干し後は大きくなる。



第2図 減水深の推移 (1971)

3. 飽和透水係数について

代かき跡の作土の透水性を25日後に深さ別に測定すると第5表のとおりである。無代かきは表層のみ 10^{-4} オーダーで大きく、他は 10^{-5} オーダーで差は少なかった。無代かき区では最下部に飽和透水係数が小さくなるに対して、代かき区では作土中央部より下部にかけて最も小さくなる層がみられる。なお時期的経過を無代かきでみると 10^{-5} オーダーになり代かき区に近づいていた。さらにわらすき込みを行ったものは初

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究 (第2報)

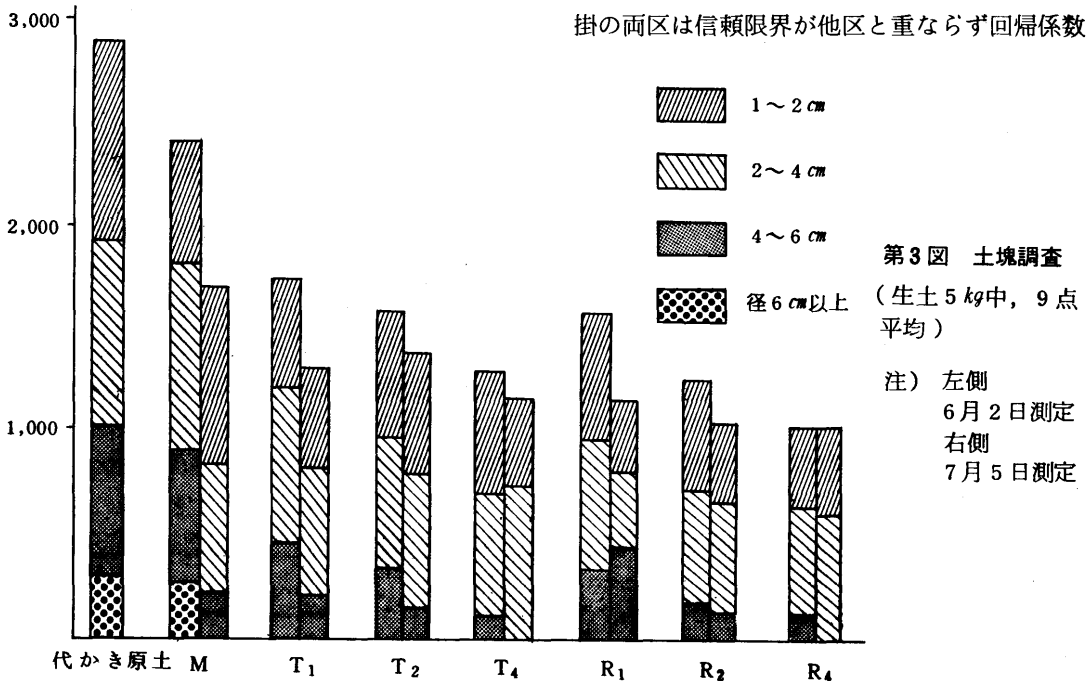
期 10^{-5} オーダーの範囲内で透水性を減少させていた。

第5表 飽和透水係数 (cm/sec)

深 さ	M	T ₁	R ₄
0~5	4.4×10^{-4}	0.9×10^{-5}	1.7×10^{-5}
3~8	5.3×10^{-5}	0.7×10^{-5}	0.7×10^{-5}
6~11	1.6×10^{-5}	0.6×10^{-5}	0.6×10^{-5}
9~14	1.3×10^{-5}	1.0×10^{-5}	0.9×10^{-5}

4. 土塊調査について

生土 5kg を 6, 4, 2, 1 cm の円孔節で、水中で軽く人力で横振とうを20回繰り返し土塊調査を行なった結果が第3図のとおりであった。代かきにより土塊量は減少するが、その程度はティラーよりロータリーによる代かきの方が大きい。回数では1回掛より2回掛、さらに4回掛の方が大きかった。しかし、ほぼ1か月後は傾向は同じであるが区間差は狭まった。特に無代かき区は1か月の経過で代かき区に近づいて



5. 土壌3相の比較

作土から移植後1か月間5~7日毎に採土し、土壌3相を調査し、処理間で比較すると第6表のとおりである。無代かき区は代かき後しばらくは実容積はやや小で気相を増しているが、代かき区間は各項目とも1~2%程度の差で推移して判然とはしない。しかし各項目について有意性 (F検定) をみると代かき直後から約15日間は処理区間に有意性が認められた。しかし、以後ほとんど差がなくなることがうかがわれた。さらにこの試料の処理間の測定値から全重量と実容積の相関関係を求めると第7表のとおりである。全重量と実容積の相関係数は高く、回帰係数の相対誤差も低いので、両者には相関があるとみられる。回帰係数に相違はあるが、信頼限界では無代かき、ティラー代かき1回掛、2回掛、4回掛及びロータリー1回掛等ともに近い値を示している。このうち無代かきとティラー代かき1回掛、2回掛は回帰係数も類似しており、これらの区間に有意性のないことを示している。これに対してロータリー2回掛、4回掛の両区は信頼限界が他区と重ならず回帰係数

栃木県農業試験場研究報告第26号

も異っている。その関係は流動性を異にしていると推測される。

第6表 代かき後1ヶ月期間の物理性(実容積, 土壌3相) (1972年)

項目		M	T ₁	T ₂	T ₄	R ₁	R ₂	R ₄
W	\bar{x}	133.2	134.5	135.8	135.3	135.8	136.1	135.5
	S	4.16	3.19	2.39	3.14	2.62	3.22	3.39
	C%	3.12	2.37	1.60	2.32	1.93	2.37	2.50
V	\bar{x}	94.5	96.7	97.0	96.7	96.7	97.2	97.3
	S	2.75	1.98	2.08	2.18	2.39	1.59	1.73
	C%	2.91	2.04	2.14	2.25	2.47	1.64	1.78
V _s	\bar{x}	23.3	23.5	23.7	23.5	24.0	24.7	23.3
	S	1.32	2.42	1.76	1.39	1.80	1.45	1.82
	C%	5.66	10.30	7.43	5.91	7.50	5.87	7.81
V _L	\bar{x}	71.0	73.3	73.3	73.3	72.7	72.4	74.4
	S	2.29	1.69	1.64	1.67	2.07	1.77	2.20
	C%	3.22	2.31	2.23	2.27	2.85	2.44	2.96
V _A	\bar{x}	5.6	3.2	3.0	3.3	3.3	2.9	2.3
	S	2.60	2.01	2.08	2.11	2.39	2.03	1.66
	C%	46.8	62.9	69.8	64.1	73.3	70.0	70.9

(注) \bar{x} ……平均, S……標準偏差, C……変動係数

第7表 全重量(W)と実容積(V)の相関関係(1972年)

区名	相関関係 (r)	回帰直線式 ($V=mW+C$)	回帰係数の信頼幅		回帰係数の 相対誤差($\Delta m/m$)
			L ₁	L ₂	
M	0.894	$V=0.592W+15.60$	0.750	0.479	0.19
T ₁	0.889	$V=0.551W+22.61$	0.658	0.444	0.19
T ₂	0.696	$V=0.604W+15.01$	0.859	0.349	0.42
T ₄	0.679	$V=0.471W+33.00$	0.533	0.409	0.13
R ₁	0.787	$V=0.718W-0.73$	0.940	0.496	0.31
R ₂	0.453	$V=0.264W+61.23$	0.385	0.261	0.19
R ₄	0.487	$V=0.248W+63.70$	0.304	0.192	0.23

6. 土壌の酸化還元電位とアンモニア態窒素の推移

代かきによる土壌変化を知るため Eh とアンモニア態窒素を調査した結果は第8表及び第9表のとおりである。初年度は Eh は移植直後、差はほとんどなく、わずかに無代かき区が高いようにみられるに過ぎない。1か月経過すると各区とも Eh は低下し、テイラー4回掛及びローター2回掛、4回掛は100mV以下になった。中干し後は各区とも上昇していた。アンモニア態窒素は区間差は少なく、わずかに代かき精の方が高いが、約1か月後は急に低下していく経

過をとった。無代かき区はかん水量を多くしているが他区とほぼ同じ推移をとった。2年目はわらすき込みを行っているので Eh は前年よりやや低く経過している。無代かき区は全期間他よりやや酸化的であり、代かきの回数及び機種によって精粗に応じて Eh の低下がうかがわれた。アンモニア態窒素の推移は処理区間の差は余り認められないが、わらすき込みの影響ではやや低く推移し、1か月後には1.5mg以下を示した。

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究 (第2報)

第8表 EhとNH₄-Nの推移 (1971年)

区名	Eh, mv			NH ₄ -Nmg			
	6.8	7.8	7.26	6.7	6.18	7.8	8.3
M	469	154	282	8.6	7.4	3.4	2.4
T ₁	436	112	124	7.9	5.2	6.5	2.7
T ₂	402	202	223	8.6	8.1	6.9	2.3
T ₄	402	52	247	9.0	6.7	4.9	2.1
R ₁	421	184	328	7.1	6.9	6.5	2.3
R ₂	392	88	185	9.5	6.6	4.9	2.6
R ₄	448	54	216	9.4	7.2	4.6	2.7

第9表 EhとNH₄-Nの推移 (1972年)

区名	Eh, mv			NH ₄ -Nmg				
	6.12	6.27	7.6	8.2	6.13	6.27	7.6	8.1
M	239	198	96	289	7.8	3.9	0.8	1.4
T ₁	215	104	92	220	6.8	2.6	0.6	0.7
T ₂	163	55	57	237	4.4	2.8	0.5	0.7
T ₄	182	109	3	220	6.2	2.5	1.2	1.2
R ₁	219	129	41	210	7.8	1.8	1.5	1.0
R ₂	240	88	57	202	6.4	2.1	0.6	1.5
R ₄	136	35	-38	188	5.7	2.7	0.8	0.9

7. 水稲収量に及ぼす影響

代かき方法と水稲収量の結果は第10表のとおりである。初年目は降水量の多い低温年であった。わら重では処理間にほとんど差がみられず、玄米量でテイラーの1回掛, 2回掛がやや収量が高かった。ロータリーの各区ではほとんど差はなかった。玄米重はテイラーでは代かき回数

を多くすると収量が増加し、ロータリーでは代かき回数の少ない方が増収していた。無代かきでもかなりの収量を示したことは注目される。この機種による傾向の相違はわらすき込みによる碎土及び還元の発達程度に関連があると考えられる。なお条件として比較的日照の多い年にあたっていた。3年目はわらすき込みとロータ

第10表 水稲収量 (kg/a)

区名	1971年		1972年		区名	1973年		
	わら重	玄米重	わら重	玄米重		わら重	玄米重	
M	62.4	42.3	66.1	53.9	R ₀	M ₀	51.7	37.9
T ₁	63.5	46.1	61.3	49.5		M ₁	56.4	45.9
T ₂	64.8	44.9	66.9	51.8	R ₁	M ₀	61.3	40.0
T ₄	65.6	42.9	64.1	55.6		M ₁	61.8	44.5
R ₁	65.4	42.8	67.8	53.7	R ₂	M ₀	62.9	46.8
R ₂	65.4	43.4	58.1	49.4		M ₁	65.7	43.4
R ₄	66.4	43.1	64.8	47.4				

リーによる代かき回数を組合せ検討したが、わら重は代かき回数に応じて増加していた。またわらすき込みの有無ではややすき込みを行ったものが収量が高い。玄米重ではわらすき込みとの関連では傾向を異にして、すき込みを行わない時は代かき回数に比例して増収し、わらすき込みを行うとわずかではあるが代かき回数の多いものが減収していた。

Ⅳ 考 察

水利用を水田で考える時に作業の出発点として、水の需給と関連して求められるのは代かき方法である。火山灰水田において検討を行った結果を考察すると次のとおりである。まず節水機能の立場では従来の研究⁹⁾で指摘されていることは、作土とその下のすき床の役割である。

(1)は作土の攪拌による節水機能と(2)にはすき床を作業機によって鎮圧することから生ずる節水機能である。しかし水平方向のアゼの漏水は配慮しなければならない。本研究では作土の処理に重点をおき、適用は限定された範囲のものである。代かき作業の作用機構について泉³⁾は土の踏圧、土の攪拌、土の砕土及び土の移動をあげている。ここでは作土の攪拌・砕土を主とし、代かきに使用した機種の特徴は前述のとおりである。土塊の状況はテイラーのカゴ車輪ではややあらく、耕深は浅い。ロータリーは耕うん砕土されたものは細く、耕深は深く、泥状化してくる。わらすき込みではロータリーの場合、わらがからみ勝ちになり易い。このようにした作土の節水機能は無代かきよりはかん水は少なくなるが、代かき回数が2回以上では余り変化がない。土塊の崩壊と水分結合の関連について山沢¹⁰⁾の研究を引用すると次のとおりである。

吸湿水が土粒子の周辺に薄膜として保持されている接触点の隙間水は非常に小さく、土粒子間の毛管水の移動を起こさない状態にある。こ

のような時には土塊は容易に崩壊する。こうした崩壊の限界は土壌の種類にかかわらず吸湿係数と萎凋係数との間にはさまれたPF値で、実験結果から4.75であることが示された。これはBriggs及びShantz¹⁾の実験式により導かれたものである。土塊はこの状態におかれると土粒子内の空気によりたん水土塊は崩壊してくる。次に土塊への水分吸水と毛管ポテンシャルの関係について、Keen⁵⁾の式により単位質量の土から単位質量の水を引き出すに必要なエネルギーとして求められる。一般に乾いた土はポテンシャルが低く湿った土は高い。したがって水分張力に反対符号で等しい力が吸引力として働いている。それ故、水分の移動はポテンシャルの高低によって起こり、含水量の大小によるものではない。更にRichards⁶⁾の張力～水分曲線は2つの連続曲線として描かれ、この転点附近に土塊のたん水による崩壊限界のポテンシャルを示すと考えられている。Wheeting⁷⁾によれば湿った層には土中孔隙内の空気～液体界面に張力が作用し、乾いた層には粒子表面の固体～液体界面に分子力が働くと考えられる。Wadsworth⁸⁾によれば低い蒸気圧の下で力学的吸着が、高い蒸気圧下で土壌孔隙内に水の凝縮が起こるとし、土塊内に毛管水の存在がなくなり吸湿水に移行する境に限界点がある。そこで崩壊限界PF 4.75附近は最早毛管水の移動を起こす主因を土粒子が持たず土粒子間の空気と吸水との置換作用が働くと考えられた。

一方土塊の耐水性を考えると、吸水能を減ずる処理により崩壊限界以下の含水において、自然崩壊を示さず耐水性が持続されている。すなわち毛管態の水分範囲では毛管水の作用により安定性を示して、たん水中に崩壊はない、したがって耐水性を増すには毛管現象をもって緩やかに土塊中に飽水させることである。しかし土塊は吸水能以上の飽水が与えられると単粒状に崩壊する。別の面で耐水性の団粒の安定性に

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究 (第2報)

については粘土と腐植の結合の重要性は明らか
なところである。

以上の崩壊と耐水性を通して代かきの特異性
をみるとたん水中の振動崩壊がある。振動崩壊
の機構は、飽和吸水により粘着力が弱められた
土粒子が振動により単粒分散してくることをさ
している。この振動エネルギーによる分離され
る土粒子は、粘着力より大きな振動力により崩
壊するとみなされる。そして振動崩壊はたん水
期間の長短とも関係し、火山灰水田ではたん水
の影響をうけやすい。しかし、短期たん水では
土塊は自然崩壊も進まず振動による分離も劣る。
ここで代かきを火山灰水田で検討すると機種と
しては振動作用を主とするものが適している。
しかし、本試験はテイラー・ロータリーとも機
能としては破砕作用が主に使われると考える。

次に水に関する調査について考察すると、代
かき方法と用水量の関係をみなければならぬ。
ここでの用水量は耕地内で消費されるもので、
結果から代かき方法による碎土性に比例して用
水量が消費されていた。影響をうけるのは初期
が強く、1か月で各区の差が少なくなってくる。
消費水量の時期別の各区の割合はほぼ同じに推
移していた。それぞれの傾向は減水深によって
説明されるとおり降下浸透を主としていると考
えられた。その程度を知るため飽和透水係数を
みると、本試験の範囲内では 10^{-5} オーダーの間
で変化している。ただし無代かき初期のみ 10^{-4}
オーダーとなった。作土内を中心に土層別の飽
和透水係数をみると、透水性の最も悪い層に支
配される。そして作土下部にこの層があり、代
かき後24時間以内で形成されていた。

土塊の大きさの分布は田植作業の難易を規制
してくるが、大きいと硬くなってくる。代かき
して軟くなったものも硬化するが、藤尾²⁾はこ
の水田泥の攪拌沈降硬化についてレオロジー的
の考察を行っている。そこで円筒沈下深による田
植適性を判定した。ここでは金属円錐柱の沈下

深で規定し、無代かきで3cm、代かきの各区で
7~10cmを代かき直後に測定した。これも20日
後は6~8cmに落ちついて行った。またわらす
き込みを行うと土塊分布は異ってくることによ
って、代かき前の作土の水分経過は重要である。
泉³⁾の研究によれば、土塊の分布は水稻の生育
収量にも関連が深い。アンモニア態窒素の消長、
還元の発達に影響し、天候に支配される面もあ
る。代かき土塊をどう扱うか、対応は難しい問
題である。立地、土壌条件に応じて総合的に理
解していくべきである。碎土性ではロータリー
がすぐれ、わらすき込みや還元障害に対してテ
イラーの有効性も考えられる。

泉⁴⁾は栽培技術的な立場から代かきを検討し、
気温および土壌別に碎土性と生育相を分類して
いる。土塊を小さくすることによって影響をう
ける因子から、起こることが考えられる作用機
作と生育相を5類型に分類している。代かきに
よる作土への影響はアンモニア態窒素の生成と
還元程度の促進によることがあげられる。この
両者が水稻の生育相に影響をもたすが、還元
の発達が弱い場合はアンモニア態窒素が多い程
、茎数・乾物重・総粒数等が増加している。還元
の強くなる場合にはアンモニア態窒素が多くな
ることによる障害として、過繁茂による受光態
勢の悪化、養分吸収の不均衡による登熟低下が
あげられる。従来はこの結果から水管理技術と
結びつけ、水稻の生育をコントロールしていく
べきである。

最後に代かき跡の土壌3相の変化を構造量
の変化として受けとめた時、無代かきとテイラー
においては液相と固相の相関は崩壊機作が類似
している。ロータリーの2回掛~4回掛になると
流動性に変化が推測されるところからレオロ
ジ的説明が望まれる点である。

V 摘 要

1. 代かき用水量を処理毎に実測し、代か

き回数では両機種（テイラー・ロータリー）とも2回掛が実用的である。無代かきは用水量を多くして不適である。

2. 減水深は代かきの砕土性に依じて差を認めるが、1か月経過すると同じく40mm/日に近く、中干し後は減水深を大きくすることが多い。

3. 飽和透水係数は代かきによって各処理とも 10^{-5} オーダーの範囲で砕土の程度や土層によって差が認められる。無代かきでは当初 10^{-4} オーダーの値を示した。

4. 土塊の大きさの分布は代かき方法や機種によって異っていた。回数に比例して、少ない時に残留土塊量を多くするが、漸次崩壊していく。

5. 土壌3相は代かきによって当初わずかの差を認める。全重量と実容積に関係を認め、性質を異にしているものがある。

6. Ehは代かき回数とロータリーで特徴的で、砕土を良くするとEhは低下した。アンモニヤ態窒素は処理間の差は少なく、水稻の生育に伴って作土から急に減少している。

7. 代かき方法が水稻収量への影響は複雑であった。結果として多雨、低温年にテイラーで玄米重が高く、多照の年には代かき回数を多くするとテイラーでは玄米重を増加し、ロータリーでは玄米重は逆の傾向がみられた。わらす

き込みの各区では代かき回数の少ない方が増収する。

引用文献

1. BRIGGS · L.J and H.L. SHANTZ (1912) U.S.Dept. Agr. Bur. Plant Ind. Bull, 230.
2. 藤尾福藏 (1975) 土壌の物理性 第31号：9～13
3. 泉清一編 (1959) 水田農作業の理論と実際 農文協 72～109.
4. 泉清一 (1962) 農事試研報 第1号：1～45.
5. KEEN B.A. (1927) Trans, Farday, Soc.17：228～243.
6. RICHARDS, L.A. (1928) J.Agr. Resarch 37：719～742.
7. VEIHMAYER. F.I and N.E. EDLEFSEN (1937) Trans. Am. Geophs. Union. Meeting. Hydrol：302～318 (Weeting引用)
8. WADSWORTH A. (1944) Soil Sci. 58：225～242
9. 山崎不二夫編 (1959) シロカキの研究 金原出版株式会社：1～470.
10. 山沢新吾 (1956, 1959) 東教大農学部 農工研究所報告：(第1報, 第2報)