

灌漑による畑土壤の改良に関する研究

第2報 熊本県球磨郡における火山灰土壤の改良に関する研究

小 林 嵩

Studies on the Improvement of the Upland Soil by Means of Irrigation Practice

II. Improvement of the Volcanic Ash Soil in
Kuma District, Kumamoto Prefecture

Takashi KOBAYASHI

(Laboratory of Soil Science)

I 緒 言

著者は第1報⁽¹⁾において塩基に頗る欠乏し、かつ、腐植に頗るとむ黒色の不良火山灰土壤よりなる畑の土壤改良を主目的とする畑地灌漑試験を実施してその生産力を急速にかつ極めて顕著に向上しえたことを報告した。そしてこの効果をもたらした原因は灌漑によつてその所含諸種成分が土壤に多量集積し、これらの成分が作物に対して養分としての直接的な貢献と、土壤を改良して間接的に作物の生育を良好にしている効果との総合的な結果であることを述べた。

しかし、かような顕著な効果はこの地区の灌漑水が白川の水で第2表に示すようにその所含各種成分の含量が特別に豊富であるためであつて、一般河川水⁽²⁾のように成分の含量の少ない水を灌漑した場合にも果して合志におけるような顕著な改良効果が現われるかどうか、この点が一般に疑問視されているところである。

著者はこの点を明かにするため昭和28年(1953年)以来、本邦河川の内成分含量の低い部類に属する熊本県の球磨川の水を用いて灌漑試験を実施した。その結果、成分含量の低い球磨川の水を用いてもこの地帯に分布する生産力の低い不良火山灰土壤がよく改良されて畑地の生産力が急速にかつ顕著に向上することが明かになり、合志の場合が特別な例外的なものではないことが判つた。

成績の一部はすでに発表⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ ずみのももあるが、ここに本地区における試験研究の詳細をとりまとめて第2報として報告する。

II 試 験 成 績

I 室内試験

1. 灌 漑 試 験

1) 供 試 土 壤

供試土は熊本県球磨郡上村神殿原の未耕土である。本地区の土壤断面を示すと写真第1の通りである。その化学的性質*を示すと第1表の通りである。第1表の通り、本地区の土壤は第1層に腐植

*理学的性質については菅野⁽⁶⁾⁽⁸⁾、青峰⁽⁷⁾両氏による詳細な発表がある。

Table 1. Some chemical properties of soils used for the experiments

Soils	pH		Exchange acidity y ₁	Exchangeable bases (m.e./100gm)		Humus %	Exchange capacity (m.e./100gm)
	(H ₂ O)	(KCl)		Ca	Mg		
Black volcanic ash soil	4.7	4.0	11.0	0.59	0.35	29.7	54.6
Yellow brown volcanic ash soil	6.4	5.3	1.1	0.62	0.20	2.7	7.1

に頼るとんだ黒色の火山灰土壌があり、その直下には第1層と明確な境界を以つて劃されている腐植に乏しい黄褐色の火山灰土壌よりなる第2層がある。前者は強酸性を呈し塩基に欠乏した土壌で後者は中性に近い微酸性を呈しているが塩基に頼る欠乏している。この黄褐色の火山灰土壌は当地方で「いもご」と俗称され、所謂アカホヤと類似のものである。

この試験には黒色及び黄褐色の両火山灰土壌を供試した。採取土は未風乾のまま2mmの篩を通しそのまま供試した。

2) 供試した灌漑水

この試験には直接球磨川の水は使用しなかつたが供試水は福岡県筑後市の農林省九州農業試験場構内の井戸水である。この井水をそのまま(供試水第1とする)及びこれを2倍に稀釈したもの(供試水第2とする)を用いた。この両供試水の成分量は第2表の通りである。第2表によつて明

Table 2. Some chemical composition of irrigation waters used

Waters	p. p. m.				
	CaO	MgO	K ₂ O	SiO ₂	Evaporated residue
River Shira	29.8	14.6	6.4	45.2	229
River Kuma	8.8	2.3	0.9	15.2	52
Well water No. 1 (used for the laboratory irrigation experiment)	21.4	3.2	3.6	29.4	174
Well water No. 2 (")	10.7	1.6	1.8	14.7	86

かなように供試水第2は大體球磨川の水と略同程度の成分含量を示しているのでこの水を球磨川の水に代用した。

3) 試験設計

内径7cm、高さ30cm及び50cmの硝子製のイリゲーターを用い、これに供試土を充填し、上部より灌水して下部より排水した。試験区は次の通りである。

(1) 灌漑試験第1

これは供試水第1を用いた試験である。

区番号	試験区	摘 要
1	黒土区	土層の厚さ 20cm
2	いもご区	同上
3	黒土・いもご混合区	土層の厚さ 40cm
4	黒土・いもご累層区	同上(上 20cm 黒土, 下 20cm いもご)

(2) 灌漑試験 第2

これは供試水第2を用いた試験である。

区 番 号	試 験 区	摘 要
1	黒 土 区	土層の厚さ 20cm
2	い も ご 区	同 上
3	黒土・いもご累層区	土層の厚さ 40cm (上 20cm 黒土 / 下 20cm いもご)

4) 灌漑試験実施要領

硝子製のイリゲーターの底部に脱脂綿をつめ、その上部に供試土を設計に従つて所要の厚さに填充し、土層の上面にサイホンに依つて灌水した。灌水中は上部土層の上面に約1 cm 位の深さに満

Table 3. Accumulation of CaO and SiO₂ in soils by irrigation*

Frequency of irrigation			1	3	5	7	11	15	19	24		
Volume of irrigation		mm	430	1,290	2,150	3,010	4,730	6,450	8,170	10,000		
	water (total)	koku/tan	2,361	7,033	11,805	16,527	25,971	35,415	44,859	54,910		
CaO	Quantity of CaO in irrig. water		mg	33.2	99.6	166.0	232.4	365.2	498.0	630.8	771.9	
			kan/tan	1.89	5.68	9.46	13.15	20.81	28.38	35.95	43.99	
	Plot 1	Quantity of accumulated CaO in soil	kan/tan	1.73	5.51	9.03	11.97	16.84	21.43	26.20	31.62	
			%	99.3	97.1	95.3	90.3	80.4	75.5	72.8	71.9	
	Plot 2	"	kan/tan	1.89	5.68	8.46	10.16	12.54	14.74	16.93	19.60	
			%	100.0	100.0	89.3	76.7	60.3	52.0	47.1	44.6	
	Plot 3	"	kan/tan	1.89	5.68	9.46	13.24	20.57	27.90	35.33	41.94	
			%	100.0	100.0	100.0	100.0	98.9	98.3	98.3	95.4	
	Plot 4	"	kan/tan	1.89	5.68	9.45	12.92	19.72	25.89	30.76	36.01	
			%	100.0	100.0	100.0	97.6	94.7	91.2	85.6	81.9	
	SiO ₂	Quantity of SiO ₂ in irrig. water		mg	50.8	152.4	254.0	355.6	558.8	762.0	965.2	1,181.1
				kan/tan	2.89	8.68	14.47	20.26	31.84	43.42	55.00	67.31
Plot 1		Quantity of accumulated SiO ₂ in soil	kan/tan	2.31	4.58	5.84	6.93	9.07	11.09	13.68	16.43	
			%	73.4	52.8	40.3	34.2	28.5	25.5	24.9	24.4	
Plot 2		"	kan/tan	2.24	6.51	9.79	12.59	18.32	24.33	30.26	36.11	
			%	77.4	75.0	67.0	62.1	57.5	56.0	55.0	53.6	
Plot 3		"	kan/tan	2.25	6.27	10.08	13.00	18.29	23.00	26.82	30.20	
			%	77.8	72.2	69.6	64.2	57.4	52.9	48.8	44.9	
Plot 4		"	kan/tan	2.30	6.56	10.69	13.45	19.14	25.31	30.94	35.69	
			%	79.5	75.9	73.9	66.4	60.0	58.3	56.3	53.0	

* Used irrigation water No. 1.

水し、かつ、灌水量2 lの水が6時間で土層を通過しつくすように灌水並びに排水を調節した。排水は2 l毎に集めて分析に供した。

5) 成 績

灌漑水によつて添加された各成分量と排水中の各成分量との差を以つて土壤に吸收集積した量とした。その成績は第3表及び第4表の通りである。

Table 4. Accumulation of CaO and SiO₂ in soils by irrigation*

Frequency of irrigation			1	5	10	15	25	35	40	46		
Volume of irrigation water (total)	mm		430	2,150	4,300	6,450	10,860	15,160	17,310	20,000		
	koku/tan		2,361	118,05	23,610	35,415	59,632	83,244	95,049	109,820		
CaO	Quantity of CaO in irrig. water	mg	18.2	91.0	182.0	273.0	459.6	634.2	737.7	876.1		
		kan/tan	1.04	5.19	10.37	15.56	26.19	36.14	42.04	49.93		
	Plot 1	Quantity of accumulated CaO in soil	kan/tan	0.81	4.68	8.69	12.15	18.52	23.62	26.37	30.16	
			%	78.0	90.2	83.8	78.1	70.7	65.3	62.7	60.4	
	Plot 2	"	kan/tan	1.00	4.95	9.14	12.45	15.73	17.91	18.48	19.95	
			%	96.7	95.5	88.1	80.0	60.1	47.9	44.0	40.0	
	Plot 3	"	kan/tan	0.98	4.84	10.02	14.96	23.66	29.75	32.74	36.77	
			%	94.5	93.4	96.6	96.1	90.3	82.3	77.9	73.6	
	SiO ₂	Quantity of SiO ₂ in irrig. water	mg	26.0	130.0	260.0	390.0	656.5	934.0	1,081.2	1,276.3	
			kan/tan	1.48	7.41	14.82	22.22	37.41	53.23	61.61	72.73	
		Plot 1	Quantity of accumulated SiO ₂ in soil	kan/tan	0.95	2.58	3.45	4.37	6.23	8.64	9.89	11.89
				%	64.2	34.8	28.3	19.6	16.7	16.2	16.4	16.3
Plot 2		"	kan/tan	0.92	4.07	8.06	10.65	17.00	24.37	28.58	34.49	
			%	62.3	54.9	54.4	47.9	45.4	45.8	47.3	47.4	
Plot 3		"	kan/tan	0.87	4.39	8.42	10.90	17.95	25.44	29.48	35.26	
			%	58.5	59.3	56.8	49.2	48.0	47.8	48.8	48.5	

* Used irrigation water No. 2.

但し、珪酸の定量はモリブデン法に依つて比色定量した。

第3及び第4表の成績によるといづれの土壤においても灌漑水中の各成分がよく土壤に吸収保持されたことを示している。なお、第2試験のように、成分含量の低い水を用いても各種成分がよく土壤に吸収されることが明かにされた。この成績から球磨川の水そのものを用いた場合でもこの地区の土壤が各成分を充分吸収しうることは明かである。

第3表及び第4表の成績から石灰及び珪酸が供試した2種の土壤に吸収される状況をみると、黒色火山灰土壤は珪酸よりも石灰をより多く吸収し、反之、黄褐色火山灰土壤(いもご)は石灰よりも珪酸をより多く吸収し、しかもその珪酸の吸収量はいもごにおいて遙かに大きい。この両成分はこの種土壤の改良のためには共に重要なものであるが置換容量の小さい黄褐色火山灰土壤が石灰のような2価の陽イオンの吸収が少ない反面珪酸のような陰イオンとしての性質を持つ acidoid の吸

収が大きいことは礬土性の強いしかも置換容量の小さいこの種土壌の改良に灌漑によつて富化される珪酸が極めて重要な役割を果しているものと考え、この事実はこの種土壌の改良に関して意義極めて重大なことであると考え、勿論、黒色火山灰土壌に吸収される珪酸も同様の役目を果していることは言を俟たない、これについては第3報において述べる。

6) 灌漑試験跡の土壌の調査

室内灌漑試験の跡の土壌について2・3の性質を調査して第5表及び第6表の成績をえた。

第5表及び第6表によると、灌漑跡の土壌はその原土に比べて(1) pHが顕著に大きい、(2) 置換酸度が顕著に小さい、(3) 置換性石灰量が著しく増加している、(4) 水溶性珪酸の量が明らかに増大している、以上の事実は灌漑に依つてもたらされたものと考え、

2. 灌漑跡の土壌と幼植物の生育

前項における室内灌漑試験跡の土壌が原土無灌漑の土壌に比べて諸性質が改良されていることを知つたが、これが作物の生育に対してどのような影響を与えるものであるかを定性的に確めるため小規模の栽培試験を行つた。

1) 陸稲を供試した場合

室内灌漑試験の跡の土壌を用いて硝子製の小ポットにて栽培試験を行つた。

試験区として次の8区を設けた。

- A 黒土無灌漑区 (原土)
- B 同上灌漑区
- C いもご無灌漑区 (原土)

Table 5. Changes of chemical properties of soils by irrigation
(Irrigation water No. 1)

Plot	Depth of soil sampling cm	pH		Exchange acidity y ₁	Exchangeable Ca m.e./100gm	Water soluble SiO ₂ mg/100gm	
		(H ₂ O)	(KCl)				
Nonirrigated plot	Black soil		4.7	4.0	11.0	0.59	1.9
	Yellow brown soil (Imogo)		6.4	5.3	1.1	0.12	3.4
	Mixture of black and yellow brown soil		5.6	4.4	3.3	0.45	3.3
Irrigated plot	Black soil	0 ~ 10	5.5	4.3	4.5	4.81	5.5
		10 ~ 20	4.9	4.0	10.0	1.30	4.4
	Yellow brown soil (Imogo)	0 ~ 10	6.7	5.8	1.3	2.36	5.5
		10 ~ 20	6.4	5.5	0.8	1.30	4.4
	Mixture of black and yellow brown soil	0 ~ 10	5.7	4.8	1.8	4.18	5.7
		10 ~ 20	5.4	4.5	2.3	1.25	5.4
	Stratified soil* of black and yellow brown soil	0 ~ 10	5.3	4.3	5.3	4.50	3.7
		10 ~ 20	4.9	4.0	11.0	1.06	3.7
20 ~ 30		5.8	5.2	1.5	0.53	6.3	
30 ~ 40		6.2	5.4	1.3	0.77	5.4	

* 0~20cm black soil, 20~40cm yellow brown soil.

Table 6. Changes of chemical properties of soils by irrigation
(Irrigation water No. 2)

Plot	Depth of soil sampling cm	pH		Exchange acidity y ₁	Exchangeable Ca m.e./100gm	Water soluble SiO ₂ mg/100gm	
		(H ₂ O)	(KCl)				
Non-irrigated plot	Black soil		4.7	4.5	13.5	1.63	2.4
	Yellow brown soil (<i>Imogo</i>)		6.8	6.0	0.5	0.63	3.5
Irrigated plot	Black soil	0 ~ 10	5.8	4.8	7.0	5.76	5.2
		10 ~ 20	4.8	4.5	9.5	2.03	4.3
	Yellow brown soil (<i>Imogo</i>)	0 ~ 10	6.9	6.7	1.5	2.68	4.7
		10 ~ 20	6.7	6.3	0.5	2.18	3.9
	Stratified soil* of black and yellow brown soil	0 ~ 10	5.8	4.9	7.0	5.90	3.9
		10 ~ 20	4.9	4.4	13.0	1.47	3.7
		20 ~ 30	6.0	6.0	0.5	1.45	5.3
		30 ~ 40	6.3	6.1	0.5	1.69	4.9

* 0~20cm black soil, 20~40cm yellow brown soil.

- D 同上灌漑区
- E 黒土いもご累層灌漑区のいもご区
- F 黒土いもご混合区の無灌漑区
- G 同上灌漑区
- H 同上灌漑区の下 20 cm の土層区

以上各区に該当する土壤(乾土 100 gm 相当の未風乾土)を硝子ポットに詰め、無肥料にて陸稲(農林 24 号)種子を各々 100 粒宛播種し畑状態の水分に調節しつつ 20 日間栽培した。20 日目の地上及び地下部の生育状況を示すと写真第 2 の通りである。写真第 2 によると、陸稲はある程度酸性に対する適応性が強く塩基欠乏土においてもある程度よく生育しうる作物であるため、本試験に供した強酸性で塩基に欠乏している黒色火山灰土壤においては無灌漑区の生育は地上地下部とも灌漑区に劣らないが、いもごの場合はその無灌漑区の生育は地上地下部ともその灌漑区の生育に対して顕著に劣っている。しかし、いもごの灌漑区の陸稲の生育は黒土のそれに劣らない程に良好である。また、黒土いもご累層区においても灌漑区の下層にあるいもごの場合も同じ無灌漑のそれに比べて生育は良好である。すなわち、下層にあるいもごが灌漑に依つて改良されたものと考えられる。この場合のいもごは第 5 表及び第 6 表の室内灌漑試験跡の土壤の性質についての調査成績のように、下層のいもごが灌漑に依つて無灌漑区のそれに比べて塩基の顕著な集積がみられることと珪酸が顕著に集積しているのがみられるが、灌漑に依るこの方面の改善が礬土性の強いそして塩基に著しく欠乏している“いもご”において灌漑が陸稲の生育を良好にした主原因ではないかと考える。

なお、陸稲の生育はいもご単独の場合の無灌漑区よりも黒土といもごを等量混合した場合の無灌漑の方が良好である。従つて無灌漑の場合はいもごの処理としてはそのままよりも黒土と混合することが望しい。しかし、いもご単独の場合でも灌漑の効果は著しい。

2) 稈麦を供試した場合

室内灌漑試験跡の土壤を用いて稈麦の小規模な栽培試験を行つた。その地上及び地下部の生育状況を示すと写真第 3 の通りである。

写真第 3 に依ると、稈麦は陸稲と異つて酸性に対する抵抗性弱く、塩基欠乏に対しても敏感な作物

であるので本供試土のように塩基に欠乏している場合はその改良の有無によつてその生育に顕著な相違がみられる。すなわち、黒色火山灰土壌の場合は無灌漑区の稈麦の生育は極めて不良であるが、灌漑区の生育は地上地下部共頗る良好である。また、いもごにおいては灌漑の有無は稈麦の生育に顕著な相違を来たし、灌漑区の生育極めて良好である。

要するに、以上の試験の成績に依つて球磨地区に分布する黒色火山灰土壌及び黄褐色火山灰土壌が成分含量の稀薄な水を灌漑しても土壌の改良効果は極めて顕著であることが明かにされた。

II 現地試験

1. 土壌改良を目的とする試験

1) 試験地

試験地は熊本県球磨郡上村神殿原に設けた。この地は従来松、雑木などの林地であつたものを昭和20年に伐採してその後は草地として放任されてきたものである。

2) 試験地の土壌

土壌の性質は前章室内実験のところで示した第1表の通りである。なおこの地区の代表的土壌断面を示すと写真第1の通りである。各層について記載すると次の通りである。

神殿原の土壌断面

第1層 0~30 cm, 腐植に頗るとむ。黒色軽鬆な火山灰土壌, 埴壤土, 強酸性 $pH(H_2O)4.5\sim 4.8$, 塩基に頗る欠乏す。

第2層 30~60 cm, 腐植に乏し, 黄褐色, 壤土, 火山灰土壌, ガラス細片を多量含み強く固結す。微酸性, $pH(H_2O)6.5$ 前後, 塩基に頗る欠乏す。この層の土壌をいもごと俗称す。

第3層 60 cm 以下, 腐植を含む, 暗褐色, やや粘性を帯ぶ, 微砂質埴壤土, 安山岩の風化土, 円礫を含む, 弱酸性 $pH(H_2O)5.8$, 塩基に欠乏す。

3) 灌漑試験

(1) 灌漑の実施

昭和28年8月に開墾して整地し、灌漑区と無灌漑区とを設けた。

灌漑水は球磨川の水である。試験地の隣接地区に分布している水田の灌漑用水路として設けられている高野溝の末端からさらに小用水路によつて導入した。

この試験における灌漑要領はまず、試験区の周辺を畦畔を以つて囲み水口から水を流し込み所謂潞溜灌漑法によつた。灌漑実施中は圃場面に約10 cmの深さに湛水状態を保つように水口の水量を調節して灌漑した。この要領で延べ28日間灌漑した。本地区の土層は頗る透水性にとみ、水深10 cmの水は減水深の調査の結果28日平均大体2時間で滲透した。灌漑実施の状況は写真第4の通りである。ただし、灌漑実施の間常に湛水状態を保つ必要はなく、土壌改良を目的とするこの種の灌漑の場合は灌漑した水量が問題であるのでその量が総量において充分であれば灌水の途中断水して畑を自然の水分状態に乾かしてもその改良効果には変りはない。

(2) 灌漑跡の土壌の調査

i) 灌漑跡地土壌と稈麦の生育

現地試験地の灌漑終了後に跡地土壌を採取し、稈麦についての栽培試験を実施してその幼植物の地上地下部の發育状況を比較した。この場合養分の添加は行わなかつた。その成績は写真第5の通りである。

写真第5に依つて、無灌漑区の黒土及びいもごのいずれも地上地下部とも稈麦の發育は極めて不良であるが、これに灌漑した区はいずれの土壌においても生育極めて良好である。これによつて室

内試験の場合と同様圃場における灌漑試験の場合も灌漑の効果は顕著に現われることが明かにされた。

ii) 灌漑跡地土壌の調査

(イ) 無機成分の集積と化学的性質

灌漑終了後無灌漑区及び灌漑区から土壌を採取して化学的性質及び無機成分の集積状況などについて調査した。その成績は第7表の通りである。

Table 7. Changes of chemical properties of soil by irrigation
(Field experiment)

Irrigation	Depth of soil sampling <i>cm</i>	<i>pH</i>		Exchange acidity y_1	Hydrolytic acidity y_1	Exchangeable base (<i>m.e./100gm</i>)		Exchange capacity <i>m.e./100gm</i>	Organic carbon %	Humus %	Total Nitrogen %
		(H ₂ O)	(KCl)			Ca	Mg				
Nonirrigated	0~15	4.80	4.43	12.96	79.92	1.46	2.15	56.15	17.40	29.99	0.76
Irrigated	0~15	6.63	5.63	0.34	34.72	14.74	5.29	61.00	17.26	29.74	0.79
	15~30	5.99	5.10	1.00	51.06	8.61	5.24	60.00	15.87	27.31	0.76

分析法：(1) 置換容量及び置換性塩基は SCHOLLENBERGER の醋酸アンモニア法により、(2) 炭素は TURIN 法に依つて定量し腐植はこれより算出した。(3) その他は常法によつた。

第7表によれば灌漑によつて石灰及び苦土などの塩基が圃場の表層のみでなく下層土まで顕著に集積していることがみられる。そしてこの結果土壌の反応が顕著に矯正されている。また土壌の置換容量が著しく増大している。以上の事実は第1報⁽¹⁾において報告した合志の場合と全く同傾向を示しているが土壌腐植含量については合志の場合は灌漑区の土壌が無灌漑区のそれに比べて顕著に減少しているのがみられたがこの試験においては灌漑の有無に依つて殆んど腐植含量の差は認められない、この理由は本調査の成績が短期間の灌漑直後の土壌についての成績であるため、土壌の有機物はまだ分解が進んでいないためであると考えられる。

(ロ) 灌漑によつて集積した無機成分の土層内における分布

以上のように灌漑によつて所含各種の成分が土壌内に多量集積するが、この集積した成分が土層内でどのように分布しているかを明かにするため、その垂直分布を調査した。この場合の灌漑方法は畑の上面に一様に灌水状態を保つように灌漑し、水が均一に土層を垂直に滲透降下するように行つたものである。灌漑終了後、上から 3 *cm* の厚さ毎の土壌を採取して分析に供した。その成績は第8表の通りである。

Table 8. Vertical distribution of bases accumulated in soil by irrigation

Plot	Depth of soil sampling <i>cm</i>	<i>pH</i>		Exchange acidity y_1	Exchangeable bases <i>m.e./100gm</i>	
		(H ₂ O)	(KCl)		Ca	Mg
Nonirrigated	0 ~ 15	4.5	4.2	10.0	1.0	0.9
Irrigated	0 ~ 3	5.9	5.0	change to red	17.1	6.6
	3 ~ 6	5.9	4.8	〃	11.5	5.2
	6 ~ 9	5.8	4.8	0.7	8.7	5.0
	9 ~ 12	5.7	4.7	0.7	6.9	4.1
	12 ~ 15	5.5	4.7	1.2	4.6	3.3

第8表の成績によると、土壌に集積した塩基の垂直分布は最上層部に最も多く、下層に降下するに従つてその含量を減じている。これは灌漑水が土層を降下する際、所含無機成分が土層の最上層の部分に吸収されて集積し上層の部が塩基で飽和されるに従つて下層に降下して漸次吸収されることを示すものである。かくして、灌漑水量に従つて下層まで顕著な塩基その他の成分の集積がみられる。

なお、試験区の各所から深さ 15 cm の土壌を採取して石灰の水平的分布を調査した。石灰の定量は1規定塩化加里液にて浸出した石灰を常法によつて定量したものである。えた成績は第9表の通りである。第9表によると石灰を撒布して攪拌した区の石灰の分布は極めて不均一であるが灌漑によつて集積した石灰の水平的分布は可なり均一であるといえる。しかし、栽培年次の経過と共に均一化の傾向がみられる。

Table 9. Horizontal distribution of calcium accumulated in soil by irrigation or liming

Samples	Sampling after the 2nd cultivation		Sampling after the 3rd cultivation		Sampling after the 4th cultivation	
	Nonirrigated Liming (m.e./100gm)	Irrigated No liming	Nonirrigated Liming (m.e./100gm)	Irrigated No liming	Nonirrigated Liming (m.e./100gm)	Irrigated No liming
1	8.85	13.01	5.21	8.59	6.91	8.73
2	10.87	11.71	3.45	9.60	7.48	8.87
3	5.78	12.70	8.59	10.02	8.27	8.42
4	9.64	12.91	9.66	10.98	8.20	7.69
5	8.27	10.81	7.74	9.52	7.48	9.46
6	14.89				5.71	8.40
7	9.22				3.98	9.32
8	8.93				7.97	
9	10.05				6.89	
10	10.32				7.57	
Average	9.68	12.23	6.93	9.74	7.05	8.69

以上の成績から灌漑による成分の集積は垂直的には濃淡があるが水平的には大体均一に分布しているものと考えて差支はない。

(ハ) 灌漑による土壌腐植の形態的变化

開墾地土壌の熟畑化過程における土壌腐植の形態的变化について弘法ら⁽⁷⁾は酸としての性質の弱い所謂フルボ酸や腐朽物質の腐植化が石灰施用などによつて顕著に促進されて真正腐植酸として安定するに至ると述べているがここには、灌漑によつて短時日の内に改良されて各種作物が熟畑と同等の生育をなすようになった腐植に頼るとむ火山灰土壌の所含腐植がこの短期間内にいかなる形態的变化を起すかを明かにするため現地試験地における灌漑区と無灌漑区との土壌について調査した。その成績は第10表乃至第15表に示した。

第10表乃至第15表の成績によると、

(イ) 各 fraction の $N/10KMnO_4$ の消費量には顕著な相違は認められない。また、P.Q. 及び H.Q. においても明かな変化はなく、 $A/(A+B)$ は灌漑区において僅かに減少している。

(ロ) 各 fraction の窒素の分布状態には変化はみられない。

Table 10. Consumption of $N/10$ $KMnO_4$ solution in each fraction
(cc/1gm oven dry soil)

Soil treatments	Nonirrigated soil	Irrigated soil	Nonirrigated soil aforetreated by 5% HCl	Irrigated soil aforetreated by 5% HCl
Soluble matter in 5% HCl	—	—	28	64
Soluble matter in 0.5% NaOH	287	283	242	236
Fulvic acid	75	78	22	25
β -fraction	32	34	2.6	2.5
Humic acid	210	203	221	208
True humic acid	203	169	206	198
A-type	165	124	160	149
B-type	41	41	39	38
Free humic acid	50	27	—	—
Ca-humate	15	44	—	—

Table 11. Factors

Soil treatments	P. Q	H. Q	$\frac{A}{A+B} \times 100$	$\frac{\beta}{\text{Fulvic acid}} \times 100$	$\frac{\text{Total C of extracted fraction}}{\text{Total C of soil}} \times 100$
Nonirrigated soil	73	97	81	43	75.6
Irrigated soil	72	83	76	44	77.7
Nonirrigated soil aforetreated by 5% HCl	91	93	80	—	84.8
Irrigated soil aforetreated by 5% HCl	89	95	75	—	87.5

Table 12. Total nitrogen content of each fraction

Soil treatments	Nonirrigated soil	Irrigated soil	Nonirrigated soil aforetreated by 5% HCl	Irrigated soil aforetreated by 5% HCl
Soluble matter in 5% HCl	—	—	3.15	3.31
Soluble matter in 0.5% NaOH	5.80	5.98	3.67	4.05
Fulvic acid	1.11	1.23	0.51	0.64
β -fraction	1.03	1.09	0.30	0.38
Humic acid	3.62	3.50	3.45	3.13
True humic acid	3.57	2.97	3.10	3.04
A-type	3.00	2.29	2.81	2.58
B-type	0.52	0.46	0.42	0.44
$\frac{\text{Total N of extracted fraction}}{\text{Total N of soil}} \times 100$	75.6	75.4	88.0	88.4

(ハ) 遊離腐植酸は灌漑に依つて約 $\frac{1}{2}$ に減少し、Ca-humate は約 3 倍に増加している。

(ニ) 5% HCl による前処理液中の窒素の分布には変化はないが、 $N/10$ $KMnO_4$ 消費量は灌漑区が無灌漑区の約 3 倍を示している。

Table 13. Nitrogen content in each fraction
(mg/100cc of N/10 KMnO₄ consumption)

Soil treatments	Nonirrigated soil	Irrigated soil	Nonirrigated soil afore treated by 5 % HCl	Irrigated soil afore treated by 5 % HCl
Soluble portion in 5 % HCl	—	—	11.2	5.2
Soluble portion in 0.5 % NaOH	2.02	2.11	1.52	1.68
Fulvic acid	1.48	1.57	2.32	2.56
β-fraction	3.22	3.21	—	—
Humic acid	1.72	1.72	1.56	1.50
True humic acid	1.76	1.75	1.50	1.45
A-type	1.81	1.85	1.76	1.73
B-type	1.27	1.13	1.07	1.13

Table 14. Contents of mineral constituents in β-fraction

Soil	mg/lgm of oven dry soil					mg/100cc of N/10 KMnO ₄ consumption				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Non-irrigated soil	4.84	71.5	6.12	6.11	1.69	15.13	223.4	19.13	19.09	5.28
Irrigated soil	8.58	84.3	6.13	8.87	1.92	25.38	247.9	18.02	26.09	5.64

Table 15. Contents of mineral constituents in extract solution of soil by 5 % HCl
(mg/lgm of oven dry soil)

Soil	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Nonirrigated soil	18.91	93.57	31.46	5.02	1.40
Irrigated soil	27.99	104.60	31.99	9.80	2.70

(ホ) WAKSMAN の所謂 β-fraction は N/10 KMnO₄ 消費量、窒素の分布には差はないが、灰分中の珪酸、石灰は灌漑によつて約 1.5 倍に増加し、Al₂O₃、Fe₂O₃ 及び MgO には変化は認められない。

(ヘ) 0.5 % NaOH 可溶の有機物の減少は殆んど認められない。また、フルボ酸も同様である。

以上の成績から、この試験の場合のように灌漑によつて短期間の内に改良された直後の土壌の腐植はそのものには本質的な形態上の変化は殆んど認められないが、腐植化途上にある分解度の低い有機物の腐植化は灌漑によつて僅かに促進されているのが認められる。しかし、灌漑によつて改良されてその後相当の期間を経過した場合の土壌有機物は第 1 報⁽¹⁾の通り土壌の全炭素は顕著に減少し、腐朽物質及びフルボ酸の割合が低下し、腐植化度が高まることは明かである。

一方、5 % HCl 前処理液中の SiO₂、CaO 及び MgO が灌漑に依つて約 1.5 倍に増加していること及び β-fraction 中の SiO₂ が顕著に増加していることは腐植とこれらの結合状態に何らかの変化を来たしていることは推察できる。この内 CaO は第 10 表のように、Ca-humate となり、無灌漑区土壌の約 3 倍に増加し、反之、遊離腐植酸は灌漑によつて半減しているのが認められる。

(3) 栽培試験

灌漑終了後、さらに耕起整地した後、次の設計に従つて栽培試験を実施した。

i) 試験設計

(イ) 試験区 試験区は灌漑区と無灌漑区とに別け、さらにこの各々に次の施肥区を設けた。試験区の配置は写真第6の通りである。

- a. 金肥単用区(三要素区)
- b. 金肥・堆肥併用区(三要素・堆肥併用区)
- c. 金肥・石灰・堆肥併用区(三要素・石灰・堆肥併用区)

(ロ) 試験区の面積及び区制. 1区4坪, 1区制

(ハ) 施肥設計 共通肥料として夏冬作共各区に反当硫安10貫(追肥共), 過石12.5貫, 塩化加里4貫を施し, 堆肥は反当200貫石灰は炭酸石灰(炭カル)を灌漑区に10貫無灌漑区に165貫を夫々該当区に施した。ただし, 石灰は第1作々付前に1回施しその後はいずれにも施用しなかつた。

ii) 収量調査

4作(小麦~陸稻~稗麦~陸稻)について行つた収量調査の成績を第16及び17表に示した。

Table 16. Yields of crops in field experiment

Treatments		Yields of grain (koku/tan)			
Irrigation	Fertilizer	June, 1954* Wheat	Oct., 1954* Upland rice	June, 1955* Naked barley	Oct., 1955* Upland rice
Nonirrigation	N-P-K	0.06	0.20	0	1.41
	N-P-K, C**	1.16	2.20	0	2.83
	N-P-K, C, Ca***	1.91	2.34	0.70	2.82
Irrigation	N-P-K	2.28	2.37	1.22	2.49
	N-P-K, C	3.08	2.76	2.12	2.80
	N-P-K, C, Ca	3.11	2.79	2.19	2.84

* Time of harvest of each crop. ** C...Compost. *** Ca...CaCO₃.

Table 17. Effect of irrigation on the yields of crops
(From Table 16)

Fertilizer treatments	Irrigation (A)			Nonirrigation (B)			Increase by means of irrigation (A-B) (koku)	A/B×100
	Total yield of wheat and naked barley (koku)	Total yield of upland rice (koku)	Total (koku)	Total yield of wheat and naked barley (koku)	Total yield of upland rice (koku)	Total (koku)		
N-P-K	3.50	4.86	8.36	0.06	1.61	1.67	6.69	500
N-P-K, C	5.20	5.56	10.76	1.16	5.03	6.19	4.57	174
N-P-K, C, Ca	5.30	5.63	10.93	2.61	5.16	7.77	3.26	141

第16, 17表によると, 土壤改良を目的とする畑地灌漑の効果は陸稻と麦類においてその趣を異にする。陸稻の如き酸性で塩基に欠乏した土壤においてもある程度生育しうる作物においては, 堆肥を施すことによつて灌漑の有無による生育の差は顕著でなくなる。この種土壤においては金肥単用の場合の灌漑の有無による差は極めて顕著で灌漑の効果が大きい。反之, 稗麦の如く上記の条件に対して敏感な作物では灌漑による土壤改良の効果は極めて顕著に現われる。この成績から本試験に

用いた灌漑用水である球磨川の水のように所含成分の含量稀薄な場合でもこの種土壌を十分に改良しうることが判つた。

なお第 16, 17 表の成績によると、灌漑、無灌漑区とも堆肥併用の効果は顕著である。ことに無灌漑区における堆肥併用の効果は大きい。しかし、麦類においては無灌漑区の 金肥堆肥併用区の収量は金肥堆肥石灰併用区に比べて顕著に劣る。また無灌漑区における金肥単用区では収穫皆無または生育極めて不良である。しかし、灌漑区においては金肥単用区の生育は顕著に良好で小麦作においては無灌漑区の金肥堆肥石灰併用区の収量と比べて優つている。なお、第 3 作目の稈麦の金肥単用区の収量が無灌漑区の収穫皆無に対して灌漑区のそれが充分維持されていることは灌漑による土壌改良の効果が極めて顕著であることを示すものである。(写真第 7, 第 8 参照)

iii) 灌漑によつて集積した塩基の消長

昭和 30 年 10 月第 4 作目の陸稲を収穫した直後に各試験区の土壌を採取したのち、さらに 1 週間の灌漑を行つた跡の土壌を採取してこれらの試料について反応及び置換性石灰の消長をみた。その成績は第 18 表に示した。

Table 18. Changes of some properties of soil with the progress of time after irrigation

Period of sampling		Depth of sampling cm	
		0 ~ 15	15 ~ 30
After the 1st irrigation (Oct., 1953)	Humus (%)	29.74	27.31
	pH (H ₂ O)	6.60	6.00
	(KCl)	5.63	5.10
	Exchange acidity y ₁	0.34	1.00
	Exchangeable CaO %	0.414	0.242
After the harvest of the 4th cultivated crop (Oct., 1955)	Humus (%)	29.58	29.32
	pH (H ₂ O)	6.00	6.10
	(KCl)	5.40	5.20
	Exchange acidity y ₁	0.45	0.32
	Exchangeable CaO %	0.428	0.247
After once again irrigation followed the harvest of the 4th cultivated crop (Nov., 1955)	pH (H ₂ O)	6.60	6.40
	(KCl)	6.20	6.00
	Exchange acidity y ₁	0.26	0.30
	Exchangeable CaO %	0.506	0.359

第 18 表によると、第 1 回目の灌漑によつて矯正された反応は 4 作後には酸性化の傾向がみられたが、置換性石灰の量は殆んど変化がみられない。4 作収穫後さらに灌漑したものは石灰の集積が顕著に増大し、反応 (pH) は再び大となり、置換酸度も減少した。

すなわち、本試験によつて最初灌漑によつて改良された土壌も年の経過と共に酸性化の傾向を辿っているが、途中再び灌漑することによつてこれを矯正することができることを知つた。

2. 土壌改良と旱害防止の灌漑の組合せによる生産の向上に関する試験

旱害防止を目的とする灌漑は主として早ばつ時に作物に直接灌漑し、しかも作物は夏作物が主としてその対照となる。反之、土壌を改良する目的の灌漑は休閑期に実施するものであるがその時期はえらばない。従つて実際生産力の低いしかも早ばつ常襲地帯の畑地帯において畑地灌漑が実施さ

れる場合はこの水と施設とを高度に利用して土壌的にまた災害的な不利な条件を改善克服して生産の向上をはかることが肝要である。

しかるに、旱害防止を目的とする灌漑はその用水量は夏作全期を通じて灌漑しても大約 300~400 mm の量である。そしてこの水量で補給される無機成分量は僅少であり、ことに本地区の如き塩基に欠乏した下層土をもつ地区においては灌漑した水がたとえ所謂さそい⁽¹⁰⁾水となつて下層の無機成分を表層(作土)に上昇せしめて集積せしめたとしてもその量は僅少であるので、これを以つてこの種土壌の不良性を顕著に改良しうるとは考えられない。このために、かかる地区では特に土壌改良を目的とする灌漑が望ましい。ここにかかる地区では土壌改良を目的とする灌漑と旱害防止を目的とする灌漑とを組合せて所謂二本立の灌漑が考えられる。

以上の考えのもとに、昭和 29 年以降同じ神殿原においてこの二本立の灌漑試験を実施した。

試験区として次の 4 区を設けた

1. 灌漑による土壌無改良・夏作無灌漑区
2. 灌漑による土壌無改良・夏作灌漑区
3. 灌漑による土壌改良・夏作無灌漑区
4. 灌漑による土壌改良・夏作灌漑区

この試験を開始したのは 29 年の夏作(陸稲)からである。29 年の 4 月原野を開墾し整地して以上の試験区を設け、5 月に土壌改良のため、さきに記載した灌漑要領によつて延べ 15 日の灌漑を行った。その後は土壌改良のための灌漑は行わない。旱害防止の灌漑を実施する試験区は夏作陸稲に対して 7 日毎に 60 mm の灌漑を行った。

施肥その他は前記の現地栽培試験に準じた。

収量調査の成績は第 19 表の通りである。

Table 19. Yields of crops in the field irrigation experiments combined two irrigation systems, i.e., irrigation for the improvement of soil and the prevention of drought (*koku per tan*)

Irrigation Crops fertilizer	Plot 1. Nonirrigated for improvement of soil and preven- tion of drought		Plot 2. Nonirrigated for improvement of soil, but irriga- ted for preven- tion of drought **		Plot 3. Irrigated for improvement of soil, but not irri- gated for preven- tion of drought		Plot 4. Irrigated for improvement of soil and preven- tion of drought **	
	N-P-K	N-P-K, C	N-P-K	N-P-K, C	N-P-K	N-P-K, C	N-P-K	N-P-K, C
Upland rice (Oct., 1954*)	1.27	1.72	1.43	1.73	1.91	2.33	2.06	2.28
Naked barley (June, 1955*)	0	0.05	0.08	0.40	1.70	1.73	1.57	1.95
Upland rice (Oct., 1955*)	1.83	2.56	3.27	3.18	2.61	2.55	2.85	2.92
Total yield (<i>koku</i>)	3.10	4.33	4.78	5.31	6.22	6.61	6.48	7.15
Ratios of total yields	(100)	100	(154)	123	(200)	154	(209)	165
			(100)	100	(130)	124	(138)	135
					(100)	100	(104)	108

* Period of harvest of crop,

** Irrigation for the prevention of drought practised only to upland rice in summer season.

第19表について次のことがいえる。

(1) 土壌改良のための灌漑の有無の効果は前掲の現地灌漑試験の場合と同様灌漑の効果は極めて顕著である。

(2) 土壌改良のための灌漑を行わないで単に旱害防止のための灌漑の効果は顕著である(第1区と第2区比較)。第3作目の陸稲において土壌改良を行わないで旱害防止の灌漑を行つた第2区の収量が他のいずれの区より勝つているのは土壌改良を行わなかつたために前作すなわち、第2作目の稈麦の収量が土壌改良を行つた区(第3,第4区)のそれより極めて低かつた結果、稈麦に施した肥料分のうち特に窒素分が未利用のまま残留し、これが後作の第3作目の陸稲に吸収利用され、しかもそれが夏の旱害防止のための灌漑によつて助長されたため、前作稈麦の生育良好な第3及び第4区は勿論、前作稈麦の収量が第2区と同様に低い第1区の夏作無灌漑区の陸稲より高くなつたものと考えられる。

(3) 灌漑によつて土壌を改良した上に夏の旱害防止の灌漑を行つた試験では(第3区と第4区の比較)土壌が改良されているために冬作麦類の収量も顕著に向上するとともに夏作も夏の旱害防止を行わない場合(第3区)でも収量は顕著に高い。さらに、これに夏の旱害防止のための灌漑を行つた試験(第4区)はさらに増収している。

(4) 麦類ことに稈麦は土壌の不良性に対して敏感であるが、陸稲など一般夏作物類は反対に土壌の不良性に対しては鈍感でこのような場合でも生育は比較的良好である。従つて同一の畑において両者を表裏作として連作する場合、夏作物の生育は前作麦類の生育に左右され勝ちである。これは前作麦類の生育が不良な程その跡には未利用の肥料分が多く残される。従つてこの程度の土壌の不良性に耐えうる陸稲は土壌の不良性は問題ではなく肥料分の多少によつて生育が左右される。このため、前作の生育の不良なもの程すなわち、その跡に残る肥料分(特に窒素分であるが)の多い程その後作陸稲の生育は良好となる。ことに昭和30年度の夏作に対しては豊作型の気象条件であつたので前作に施した肥料分の残りは後作陸稲に高度に利用されている。この意味において本試験の成績を各作毎に比較検討することは無意味のように考えられるので数年の作付作物の全収量の総計について比較検討を必要とするが、ここでは3作の収量の総量について比較することにする。これによると昭和29年及び同30年度における陸稲の生育期間は可なり降雨があつて比較的水分不足を来さなかつたために旱害防止のための灌漑効果は幾分認められるが顕著ではなかつたが土壌改良のための灌漑効果は頗る大きい。

要するに生産力の低い畑地帯に灌漑が実施される場合は二本立の灌漑すなわち、土壌改良を目的とする灌漑と、旱害防止のための灌漑の実施によつて生産の向上と作の安定がえられる。

3. 灌漑水量に関する試験

畑地灌漑ことに土壌改良を目的とする灌漑においては多量の水を必要とする。ことに球磨川の水のように無機成分の含量の少ない河川の水を灌漑する場合は白川の水のような成分含量の高い水の場合よりも多量を必要とするので、土壌改良の目的を達成するために必要な用水量を知ることは極めて重要な問題である。

この点を明かにするために用水量の試験を実施した。この種灌漑において用水量の測定は正確を期しえないので本試験においては灌水実施中は田面に深さ10cmの水を湛えおくように水口を加減して流し込み、これを延べ日数で示した。ただし、減水深の測定結果は10cm 2時間である。試験区として無灌漑区、7日灌漑区、15日灌漑区及び20日灌漑区の4区を設計した。

1) 灌漑跡地土壌の調査

灌漑終了後各区の土壌を採取し、2・3の調査を行つた。その成績は第20表の通りである。

第20表によると、灌漑水量に従つて土壌の反応は顕著に中和され、置換性石灰の集積量も灌漑水量に比例して顕著に集積した。

2) 栽培試験

灌漑終了後整地して各区に堆肥併用区と無施用区とを設け、堆肥区には各作に対して反当200貫の堆肥を施した。共通肥料としては反当硫酸10貫(追肥とも)、過磷酸石灰12.5貫、塩化加里4貫を施した。

供試作物は陸稲農林24号、稈麦品種熊島を用いた。収量調査の成績を示すと第21表の通りである。

第21表の成績によると、本試験では用水量の増加に従つて収量を増している。しかし、7日間の

Table 20. Chemical properties of soil and the amount of irrigation water

Amount of irrigation water	Depth of sampling <i>cm</i>	<i>pH</i>		Exchange acidity <i>y₁</i>	Exchangeable CaO %
		(H ₂ O)	(KCl)		
Nonirrigated	0 ~ 15	5.0	4.0	10.3	0.033
	15 ~ 30	4.6	4.0	8.8	0.045
7 days' irrigation	0 ~ 15	5.9	5.0	2.8	0.202
	15 ~ 30	5.7	4.2	6.0	0.056
10 days' //	0 ~ 15	6.2	5.3	1.7	0.233
	15 ~ 30	5.7	4.5	3.0	0.075
15 days' //	0 ~ 15	6.4	5.7	1.3	0.257
	15 ~ 30	6.0	4.8	1.6	0.091
20 days' //	0 ~ 15	6.6	6.0	0.6	0.324
	15 ~ 30	6.1	5.0	1.3	0.124

Table 21. The amount of irrigation water and yields of upland rice and naked barley (*koku* or *kan/tan*)

Crop	Fertilizer treatment	Non-irrigated		7 days' irrigation		15 days' irrigation		20 days' irrigation	
		Grain	Straw	Grain	Straw	Grain	Straw	Grain	Straw
Upland rice (Oct., 1954)**	N-P-K	1.27	44.0	2.04	64.4	1.91	69.0	2.09	73.6
	N-P-K-C*	1.72	58.4	2.36	75.9	2.33	78.2	2.71	92.0
Naked barley (June, 1955)**	N-P-K	0	0	1.38	79.5	1.70	83.5	2.40	108.0
	N-P-K-C*	0.05	8.0	1.56	100.8	1.73	100.4	2.40	119.6

* C...Compost.

** Period of harvest.

灌漑によつて陸稲は勿論裸麦の生育は正常で収量もまた顕著に向上した。

すなわち、この地区の不良火山灰土壌の改良を目的とする灌漑においては球磨川の水を使用する場合大体10日乃至15日間の灌漑にてこの目的を達しうるものとみてよい。

III 摘 要

この報告は熊本県球磨地区に分布する生産力の極めて低い不良火山灰土壌よりなる畑地に成分含

量の稀薄な球磨川の水を灌漑して土壌改良を行つた畑地灌漑試験の成績である。

その成績を要約すると次の通りである。

1. 成分含量の稀薄な球磨川の水を用いても白川の水を用いた合志の場合と同様に土壌の改良の効果は顕著である。
2. 球磨地区における不良火山灰土壌の改良に必要な灌漑水量は延べ10乃至15日間灌漑相当量で充分である。
3. 黒色火山灰土壌は珪酸よりも石灰をより多く吸収し、反之、黄褐色火山灰土壌は石灰よりも珪酸をより多く吸収した。そして珪酸の吸収量は後者において前者より遙かに大きい。
4. 再灌漑によつてさらに塩基を集積し、反応(pH)を高め、置換酸度を低下した。
5. 灌漑による塩基の土壌における集積は表層程多く、下層に行くに従つて漸減する。
6. 土壌改良を目的とする灌漑と旱害防止を目的とする灌漑の所謂2本立の灌漑実施によつてこの種不良土の畑地の生産力の向上と作の安定がえられる。
7. 灌漑に依つて短期間に改良された直後の土壌の腐植はその量及び質的な変化は殆んど認められない。

稿を終るにあたり、終始助力を煩わした本学部講師品川昭夫氏、九州農業試験場農林技官吉田保則氏の労を謝すると共に、本研究遂行上多大の援助を賜つた熊本県並びに同関係各位に対して深甚の謝意を表し併せて現地試験地の管理に協力いただいた橋本寅次氏の労を深謝する。

IV. 文 献

1. 小林 嵩・尾形 保・吉田保則：九農試彙報，3(1)，1~30(1955)。
2. 小林 純：大原農研，(1950)，農学研究，41(1)，27~49(1953)，農学研究，3(1)，1~40(1955)。
3. 小林 嵩・品川昭夫：日土肥講演要旨，25(補1)，9(1954)。
4. KOBAYASHI, T. : *Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kagoshima Univ.*, 2(2), 122~127(1956)。
5. 小林 嵩：熊本県振興局報告，35~64(1954)。
6. 菅野一郎：—————，1~16(1954)。
7. 青峰重範：—————，17~34(1954)。
8. 菅野一郎：九農試彙報，3(1)，31~58(1955)。
9. 弘法健三：東大立地自然科学研究報告，2，1~7(1949)。
10. 小林 嵩：農業用水としての北支の水質に関する調査，旧興亜院華北連絡部調査所資料148号(1941)。

R é s u m é

The present paper is the results on the irrigation experiments for the purpose of the improvement of upland field of volcanic ash soil, which is extremely low in productivity, in Kuma district, Kumamoto Prefecture.

The results obtained may be summarized as follows:

1. It is possible to improve rapidly and remarkably this poor field soil by the irrigation of water from the Kuma River which contains distinguishably small amounts of mineral constituents.

2. It was found that the Kuma River water would adequately bring about soil improvement by a total of 10 or 15 days' irrigation.

3. It was found that although the accumulation of bases and silicic acid varied according to the nature of the soil, that is, black volcanic ash soil absorbed more calcium than silicic acid, but on the contrary, yellowish brown volcanic ash soil absorbed more silicic acid than calcium.

4. Exchangeable bases are more accumulated, pH value of soil is heightened and exchange acidity is lowered by irrigation practice again after the harvest of the 4th cultivated crop.

5. Bases accumulated in soil by irrigation are concentrated in upper soil horizon and decrease with descending of soil layer.

6. It was clarified from the field experiments that both of the increasing of the productivity and the stability of cultivation in upland field are realized by the practice of two irrigation systems, i.e., irrigation for the purposes of the improvement of soil and the prevention of drought.

7. Humus in soil sampled immediately after irrigation finished was not recognized the essential changes in its nature.

写 真 版 説 明

1. 試験地の土壌断面
2. 室内灌漑試験跡土壌と陸稲の生育
 1. 黒土無灌漑区 (原土区)
 2. 同上 灌漑区
 3. 黄褐色土無灌漑区 (原土区)
 4. 同上 灌漑区
 5. 黒土, 黄褐色土累層区の灌漑区の黄褐色土
 6. 黒土, 黄褐色土混合区の無灌漑区
 7. 同上 灌漑区
 8. 同上 灌漑区の下部 20 cm の土層区
3. 室内灌漑試験跡土壌と裸麦の生育
 1. 黒土無灌漑区
 8. 同 灌漑区
 2. 黄褐色土無灌漑区
 9. 同 灌漑区
4. 試験地の灌漑状況
5. 現地試験灌漑跡土壌と裸麦の生育
 1. 黒土無灌漑 (未耕土)
 2. 黄褐色土無灌漑 (未耕土)
 3. 黄褐色土灌漑区 (試験畑)
 4. 黒土灌漑区 (試験畑)
 5. 黒土無灌漑区 (試験畑)
 6. 黒土, 黄褐色土混合灌漑 (試験畑)
 7. 黒土, 黄褐色土混合無灌漑 (試験畑)
6. 現地灌漑試験地
 - A. 灌 漑 区
 - B. 無 灌 漑 区
 - a. 金肥単用区
 - b. 金肥, 堆肥併用区
 - c. 金肥, 堆肥, 石灰併用区
7. 第1作小麦の生育状況
 - A. 灌 漑 区
 - B. 無 灌 漑 区
 - a. 金肥単用区
 - b. 金肥, 堆肥併用区
 - c. 金肥, 堆肥, 石灰併用区
8. 第3作裸麦の生育状況
 - A. 灌 漑 区
 - B. 無 灌 漑 区
 - a. 金肥単用区
 - b. 金肥, 堆肥併用区
 - c. 金肥, 堆肥, 石灰併用区

Explanation of photo plates

1. Soil profile of the Kodonbaru experimental field
2. Irrigated soil in laboratory irrigation experiment and growth of upland rice
 1. Nonirrigated virgin black volcanic ash soil
 2. Irrigated black volcanic ash soil
 3. Nonirrigated virgin yellowish brown volcanic ash soil
 4. Irrigated yellowish brown volcanic ash soil
 5. Irrigated yellowish brown soil in stratified soil of black and yellowish brown soil
 6. Nonirrigated mixture of black and yellowish brown soil
 7. Irrigated mixture of black and yellowish brown soil
 8. Irrigated soil under 20cm of mixture of black and yellowish brown soil
3. Irrigated soils in laboratory irrigation experiment and growth of naked barley
 1. Nonirrigated black soil
 8. Irrigated black soil
 2. Nonirrigated yellowish brown soil
 9. Irrigated yellowish brown soil
4. View of the irrigation practice in field experiment
5. Irrigated soil in field experiment and growth of naked barley
 1. Nonirrigated virgin black soil
 2. Nonirrigated virgin yellowish brown soil
 3. Irrigated yellowish brown soil (in field experiment)
 4. Irrigated black soil (//)
 5. Nonirrigated black soil (//)
 6. Irrigated soil of mixture of black and yellowish brown soil (//)
 7. Nonirrigated soil of mixture of black and yellowish brown soil (//)
6. View of field irrigation experiment

A...Irrigated plot
 B...Nonirrigated plot

 - a.....N-P-K
 - b.....N-P-K, Compost
 - c.....N-P-K, Compost, CaCO₃
7. Comparison of the growth of wheat of the 1st cultivation

A...Irrigated plot
 B...Nonirrigated plot

 - a.....N-P-K
 - b.....N-P-K, Compost
 - c.....N-P-K, Compost, CaCO₃
8. Comparison of the growth of naked barley of the 3rd cultivation

A...Irrigated plot
 B...Nonirrigated plot

 - a.....N-P-K
 - b.....N-P-K, Compost
 - c.....N-P-K, Compost, CaCO₃

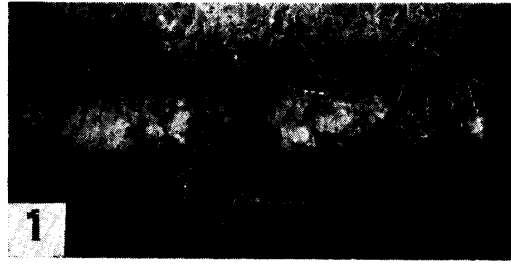


Fig. 1

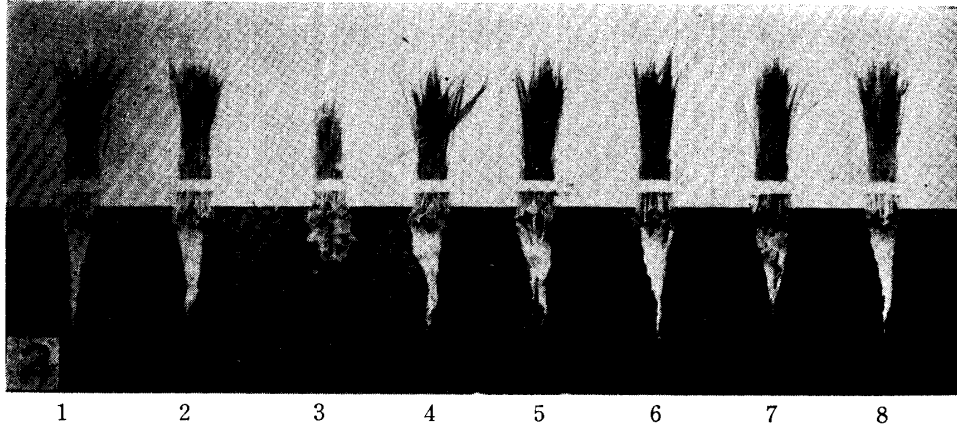


Fig. 2

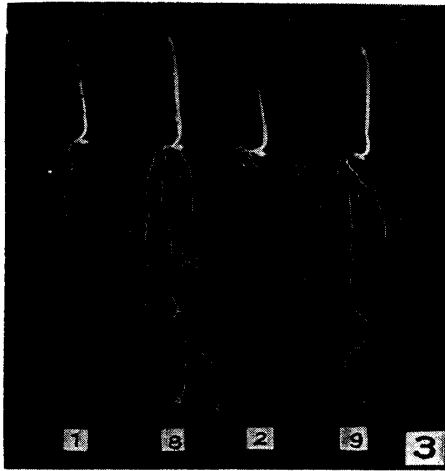


Fig. 3



Fig. 4

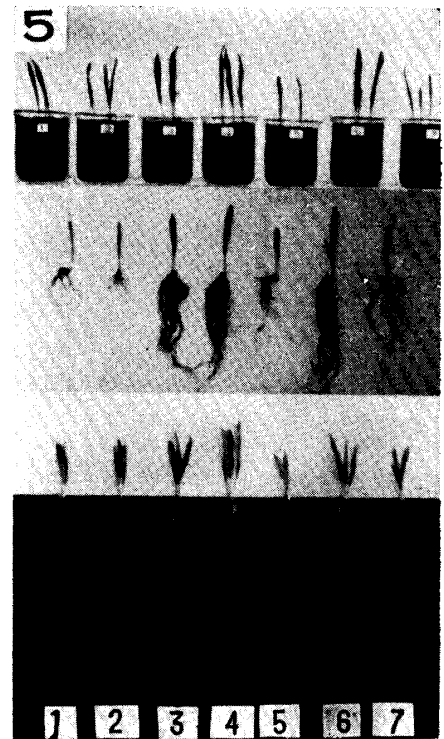


Fig. 5

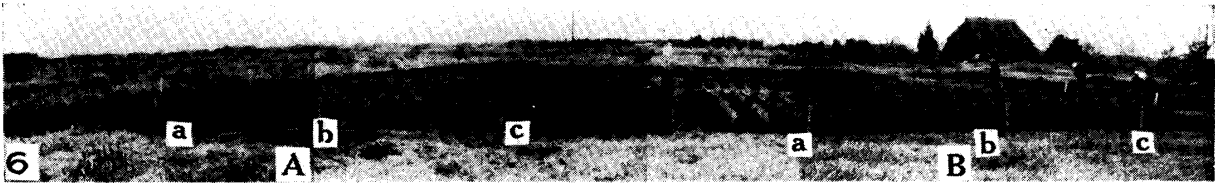


Fig. 6

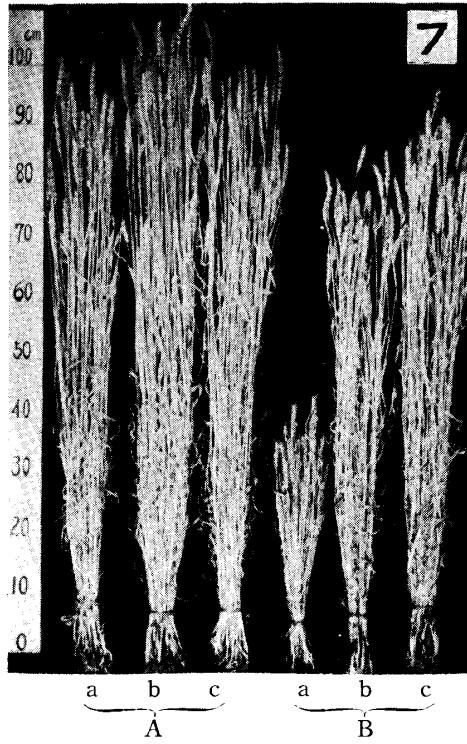


Fig. 7

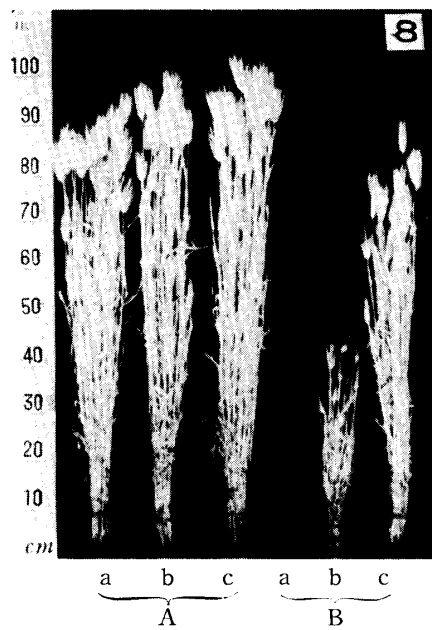


Fig. 8