

牧草の短期輪栽による畑地土壌の改良に関する研究

「ホ1報」 クローバーの輪栽が後作作物の生育及び土壌の化学性に及ぼす影響

川井 一之・岡田 正行・池宗勝 三郎

Studies on improvement of field soil by short pasture rotation

(I) Effects of clover rotation on growth of following crops and chemical properties of soils

K. Kawai, M. Okada and K. Ikemune

緒 言

畑土壌の地力維持法としては、堆肥、化学肥料などの資材の施用により作物により収奪された成分を補う方法と、地力増強作物の輪栽あるいは休閑などの方式が、従来一般にとられている。

我が国における暖地傾斜畑地帯では、人口稠密にして耕地が細分化されており、土壌中の有機質の分解が速いにもかかわらず、有機質源に窮乏して、堆肥の施用は勿論作物残渣の畑地還元も不十分であるということが、地力低下の原因として最も重大な課題となっている⁽¹⁾。近時畑地力を維持増進せしめる合理的な輪作様式確立の試験研究が行われるようになってきている⁽²⁾⁽³⁾が、牧草導入による土壌の変化についての研究は少ない現況にある。

筆者らは、瀬戸内地域における作付様式に多年生豆科作物を輪栽し、普通作物に転換後の生産力と土壌の理化学的性質の変化を検討するため、昭和29年以降試験を行ってきた。それらの成績の一部について、ここに取まとめ報告する。

試験方法並びに材料

本試験は広島県賀茂郡西条町、広島農業短大附属農場内圃場で行った。試験地はやや平坦な洪積層台地であるが、附近全体としては僅に解析作用を受けた微傾斜地である。年平均気温は13.7℃、年降水量1,413mmの温暖な地帯に属し、土壌は黄褐色壤土からなる。

戦時中(約15年前)赤松粗悪林を開拓し、石灰、過石などを施しているが、施用量は明らかでない。昭和29年夏作は甘藷を均一栽培し、秋作より本試験を行った。

断面	土性	土 色	腐植	密度
12 cm	L	灰黄褐	含	中
17 cm	L	淡灰黄褐	含	密
17 cm	C.L	橙黄褐	ナシ	密

第1図 試験地の土壌断面

1) 試験区の概要

a. 普通作物栽培区：夏作甘藷、冬作麦を連年栽培し各作物に、堆肥(10a当り938kg)又は海藻堆肥(300kg)を施用し、無施用区と対比した。海藻堆肥はアマモ(*Zostera marina*, L)を主とし、八月上旬刈取り浜辺に堆積して除塩した農家産のものを用了。

b. 多年生牧草区：ラジノクローバーを麦~甘藷作に一定期間栽培し、後に麦~甘藷に転換して普通作物を栽培しその生産量を比較した。

各試験区は1区面積9.9m²3連制で乱塊法により配置し小麦は四国65号、甘藷は農林1号を慣行により作付した。施肥量は第1表に示す。但しクローバーは初年度の施肥量を示し、2年目以降は10a当り過燐3.7kgを年

第1表 施肥量

作物名	10a 当施肥量 (元肥)				追 肥			10a 当施肥成分量		
	塩 安	熔 燐	塩 加	有機質	第1回	第2回	第3回	N	P	K
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
クローバー	15.0	16.8	7.5	—	3.7 (P)	3.7 (P)	3.7 (P)	3.7	3.7	3.7
小麦	18.7	37.5	15.0	937.5	8.6 (N)	5.6 (N)	—	7.5	7.5	7.5
甘 藷	22.5	18.7	15.0	300.0	7.5 (N)	—	—	7.5	3.7	7.5

3回施した。

c. 試験区の処理: 上記試験区の構成は第2表の通りである。この表に見られる通りNo. 1, 2, 6, は小麦～甘藷の慣行栽培様式で施す有機物の有無及び種類を異にし, No. 3～4 はクローバーの栽培区で昭和31年に全面耕起して, 以後小麦～甘藷の慣行栽培様式にかえた転換畑を示している。

第2表 試験区 の 構 成

試験区 番号	処 理 区 名	作 物 名	年 次 別 作 付 様 式			
			2 9	3 0	3 1	3 2 年
1	無 処 理	小麦～甘藷	○.....x ○	○.....x x ○	○.....x▲ ○	○.....x▲ x
2	堆 肥 施 用	小麦～甘藷 堆肥各作 938kg	同 上	同 上	同 上	同 上
3	クローバー1年	クローバー 小麦～甘藷	○.....x ○	○.....x x	○.....x▲ ○	○.....x▲ x
4	クローバー2年	同 上	○.....x	○.....x	○.....x▲ ○	○.....x▲ x
5	クローバー3年	同 上	○.....x	○.....x	○.....x▲ ○	○.....x▲ x
6	モバ施用	小麦～甘藷 モバ各作 300kg	○.....x ○	○.....x x ○	○.....x▲ ○	○.....x▲ x

(註) ○.....x 甘藷 ○——x 小麦 ○.....x クローバー ▲ 試料採取時期

2) 供試土壌の採取並びに分析法

土壌の酸度pH及び置換酸度, 置換性塩基の分析用試料は試験開始6ヵ月後の昭和29年4月と昭和32年6月(3.5年後)に各区の表土0~10cm, 10~20cm及び下層土20cm~30cmより採土器を用いて採土した。又全窒素・腐植・乾土効果及び団粒分析用試料は32年6月採土のものを用い, 次の方法で分析を行った。

pH: 新鮮土の2.5倍水浸液につきガラス電極を用いて測定した。

置換酸度: 常法によった。

置換性塩基: Schollenberger 法により浸出し, EDTA法で石灰・苦土を定量した。

全窒素: ケルダール法による。

腐植: Tiulin の湿式簡易滴定法による。

乾土効果: 土壌水分を50~60%に保ち3週間後 Conway 法により測定した。

団粒分析: 新鮮土を Youder の方法で1時間水中振とうし, 篩上の粒子を乾燥し基本粒子を差引いた量を団粒量として示した。

実験結果並びに考察

1. 作物の生育及び収量

a 小麦

小麦の生育及び収量の調査結果は第3表の通りである。

第3表 小麦の生育及び収量調査 (10a当)

試験区番号	試験区名	年次	生育調査				収量調査				
			3月		収穫時		全重	稈重	子実重	子実重/全重	同比率
			草丈	茎数	草丈	茎数					
			cm	本	cm	本	kg	kg	kg		%
1	無処理 (小麦～甘藷)	31	43.8	25.1	89.5	25.3	638	304	224	35.1	100
		32	35.6	30.5	84.6	34.2	520	250	202	38.8	100
2	堆肥	31	52.7	28.6	96.6	30.1	763	476	245	32.1	110
		32	40.1	37.5	90.5	35.7	560	280	215	38.4	107
3	クローバー1年	31	47.1	27.6	94.9	30.5	705	396	248	35.2	110
		32	38.7	39.5	94.5	35.2	640	300	233	36.4	116
4	クローバー2年	31	47.6	29.5	93.4	35.8	802	437	265	33.0	118
		32	38.5	41.8	90.4	40.0	660	320	245	37.1	121
5	クローバー3年	31	49.2	31.8	96.3	39.8	750	379	291	38.8	130
		32	41.9	41.8	97.1	43.8	710	350	259	36.4	130
6	モバ(海藻)	31	42.2	25.4	95.3	24.6	723	412	214	29.6	96
		32	37.6	33.3	86.7	34.2	520	240	200	38.4	99

(註) 1. 生育調査月日 — 31年 3月19日, 6月10日
 32年 3月12日, 6月12日
 2. 収量調査全重 — 31年は刈取直後の秤量値
 32年は12日間日乾後の秤量値

b 甘藷

甘藷の収量は9月～10月にかけて各試験区とも盗難の被害を受けたため、正確な結果を得ることは出来なかったけれども、その大要は第4表の通りである。

第4表 甘藷の収量調査 (10a当)

試験区番号	試験区名	蔓生体重	同比率	総藷重	藷種類別重量 (kg)		
					大	中	小
1	無処理	1,520 ^{kg}	100%	2,420 ^{kg}	250	1,350	820
2	堆肥	1,810	119	3,020	600	1,480	940
3	クローバー1年	1,600	105	2,340	180	1,300	860
4	クローバー2年	1,750	115	2,570	250	1,400	920
5	クローバー3年	2,020	133	2,520	380	1,140	1,000
6	モバ(海藻)	1,710	112	2,700	430	1,520	750

(註) 1. 植付月日 32年6月20日 収穫月日 32年10月23日
 2. 大藷重量 250g以上 中藷重量 249～100g 小藷重量99g～50g

c クローバー

クローバーの地上部生育調査及び採草量を第5表に、各土層別の地下部重量を第6表に示した。

第5表 クローバーの生育及収量調査 (10a当)

試験区番号	試験区名	年次	年度	収穫時草丈(cm)			茎葉重量(生体-kg)				
				第1回	第2回	第3回	第1回	第2回	第3回	計	比率
3	クローバー1年	1年目	31	29.3	32.6	34.0	2,570	2,130	2,070	6,770	—
4	クローバー2年	1年目	30	33.4	36.1	33.8	2,680	2,360	1,420	6,460	100
		2年目	31	36.2	34.6	35.1	3,850	2,160	1,890	7,900	122
5	クローバー3年	1年目	29	36.8	34.1	34.5	3,300	2,050	1,550	6,900	100
		2年目	30	38.2	33.8	34.0	4,430	2,170	1,504	8,104	117
		3年目	31	29.3	23.5	12.3	1,400	802	240	2,442	35

(註) 収穫時期
 29年 { 第1回 6月15日
 第2回 7月22日
 第3回 10月12日
 30年 { 6月12日
 7月20日
 10月5日
 31年 { 6月11日
 7月20日
 10月10日

第6表

クローバーの根量調査 (10a当一風乾重)

試験区 番号	試験区名	年次	土壌各層別根重 (kg)				
			I 層	II 層	III 層	計	比率
3	クローバー 1年	1年目	137	25	8	170	100
4	クローバー 2年	2年目	149	9	—	158	93
5	クローバー 3年	3年目	45	3	—	48	28

- 註 1. 調査月日 昭和31年10月20日
 2. I 層 地表より10cm
 II 層 10~20cm
 III 層 20~30cm
 3. 調査は 1m² について掘取り調査を行った。

第3—6表に示した各作物の生育及び収量調査の結果から、次のことがらが考察される。

(1) クローバー転換区の小麦の生育は、1年作転換区も2、3年作転換区も、小麦～甘藷の連作慣行区に比べて何れも旺盛で、麦稈及び子実収量は慣行区に比べて1割ないし3割の増収率を示した。

転換区中クローバーの栽培年次数と小麦の収量の関係は、栽培年次の長いものすなわち1年<2年<3年作の順に増収した。その慣行区に対する収量比率を示せば、31年、32年ともにそれぞれ約1割、2割、3割の値を示している。

(2) クローバー転換区の甘藷の収量は1作だけの結果であり、また盗難の被害を受けたために本試験結果からは、細かい考察を行うことはできないが、地上部の生育は転換区が明らかに慣行区に優れていることが観察された。その収量は、小麦の場合と同様に栽培年次の長いもの、すなわち、3年作のものが最も多く慣行栽培区に比べて約3割の増加をみている。

(3) 堆肥施用区の小麦の生育は無施用の慣行区に比べて良好であったが、特に穂孕期以前の初期生育が優れていることが観察された。その収量は麦稈及び子実共に慣行区に比べて明らかに増収を示したが、その程度は31、32年度ともにクローバー1年作転換区に相当する約1割の増収率であった。

(4) 堆肥施用区の甘藷の地上部の生育は無施用慣行区に比べ明らかに旺盛で、蔓生体重で約2割の増加を見たが、地下部の藷の収量との関係は先きののべた様な理由で明らかにすることはできなかった。

(5) モバ(海藻)施用の小麦に対する効果は麦稈及び子実ともに殆んど認めることができなかった。その生育においては発芽不良にもとづく欠株、及び生育後の分けつの不良が目立った。つぎにモバの甘藷に対する効果は地上部の生育に対しては大であったが、藷の収量に対しては先きののべた様な理由により十分な調査を行うことができなかった。

(6) クローバーの生育をその栽培年次別にみると、初年度及び2年目までは草丈並びに地上茎の分枝の発生状況は良好であるが、第3年目の第2回収穫期(7月)より、部分的に欠株を生じ、その生育もまた不良になる傾向が観察された。地上部の採草量を年次別に比較してみると、第2年目においては初年度より約2割の増加をみているが、第3年目には大巾に減収し、僅かに初年度の3.5割の収量をみるに過ぎなかった。この様にクローバーが第3年目にして顕著な生育不良になる傾向は、夏の高湿乾燥期以後に発現したことからみて、牧草栽培地土壌の理化学性の変化にともなう地下部の老化と同時に、土壌の乾燥ということがその大きな原因と考えられるが、本試験のみではこの問題を明らかにすることはできず、今後の研究課題であると考えられる。

2. 化学分析結果

有機質資材の施用及び葦科牧草の栽培が土壌の物理的・化学的・微生物的諸性質にいかん影響を及ぼすかを、化学的な分析調査によって明らかにしようとした。その結果は第7—8表の通りである。

第7表 有機物の蓄積及び無機化

処 理 別		土 層	腐 植	全窒素	C/N	有効態のN(mg/100g中)		
						NH ⁴ -N	NO ₃ -N	NH ⁴ -N No ₃ -N
普通 作物 区	無 処 理	I	1.14	0.078	8.5	0	4.50	4.50
		II	0.90	0.070	7.5	0.21	3.50	3.71
		III	0.33	0.039	6.2	—	—	—
	堆 肥	I	1.67	0.118	8.7	0	4.29	4.29
		II	1.16	0.069	9.9	0	4.59	4.59
		III	0.63	0.045	8.2	—	—	—
	海 藻	I	1.42	0.080	10.2	0.14	4.08	4.22
		II	1.09	0.078	8.1	0.07	4.38	4.45
		III	0.52	0.053	5.8	—	—	—
牧草 輪栽 区	クローバー 1年	I	1.58	0.088	10.3	0.14	6.53	6.67
		II	1.32	0.075	10.2	0.07	4.36	4.43
		III	0.72	0.050	8.8	—	—	—
	クローバー 3年	I	1.72	0.101	10.3	0.07	6.95	7.02
		II	1.38	0.071	10.5	0.07	4.61	4.68
		III	0.85	0.059	8.5	—	—	—

第8表 塩基置換に及ぼす変化

処 理 別		土 層	酸 度		置換塩基 mg/100g中			塩基置換 容 量 (m.e)	飽和度 ※ (%)
			PH (H ₂ O)	Y ₁	CaO	MgO	CaO+ MgO(m.e)		
普通 作物 区	無 処 理	I	5.4	1.3	79.6	15.1	3.59	8.02	44.8
		II	5.4	3.0	75.0	17.1	3.43	8.68	39.5
		III	4.9	7.7	60.2	12.5	2.77	8.66	32.0
	堆 肥	I	5.5	1.2	95.5	13.3	4.07	9.63	41.6
		II	5.4	3.1	63.3	11.5	3.23	8.84	36.5
		III	5.0	7.9	47.6	9.7	2.18	7.49	29.1
	海 藻	I	6.0	1.7	74.8	13.7	3.35	8.36	40.1
		II	5.7	2.7	62.0	12.3	2.83	8.48	33.4
		III	5.0	6.4	65.5	14.1	3.04	8.35	36.4
牧草 輪栽 区	クローバー 1年	I	6.1	1.0	110.2	9.9	4.43	9.44	46.9
		II	6.0	0.9	93.3	8.1	3.73	9.03	41.3
		III	5.1	7.0	53.5	6.9	2.25	7.81	28.8
	クローバー 3年	I	5.8	2.8	126.2	13.7	5.19	—	—
		II	5.9	0.8	116.0	15.9	4.94	—	—
		III	5.6	4.6	112.2	10.9	4.55	—	—

※ 飽和度 置換塩基CaO+MgOの飽和度を示す。

a. 土壌有機物の蓄積並びに有効態窒素含量

腐植含量、全窒素含量及び乾土効果による無機態窒素の有効化は、第7表に示す通りである。これらはいずれも生物的活動が旺盛な表層で高く、下層程その含量は低い。

処理区間の差異についてみると、普通作物区に関しては有機質資材が施された堆肥区、海藻区とも無処理区（無堆肥区）に比較して腐植含量は増加し、その施用効果が認められる。

多年生牧草区については普通作物区の場合よりも更に腐植含量は高くなる傾向を示した。即ちクローバー1年栽培ですでに各作堆肥施用区にはほぼ匹敵し、3年栽培区では各層とも堆肥区より50%以上高くなり、下層まで腐植を増加した。このことは10a当に約1ton程度の堆肥施用よりも牧草栽培によって残される株及び根が土壌中の腐植を富ます役割が大であることを示しているものと思われる。

炭素率についてみると普通作物区は表土で8~10、下層土で6~8の間にあり、牧草区は表土10以上、下層土は8~9の間にあって表土、下層土とも牧草区のそれが普通作物区より広いことを示めた。これは普通作物区にあっては常に耕耘がなされ、通気性がよく腐植の分解を促進し、炭素を消費することによるもの

と思われるが、これに反して牧草区は耕耘することなく、且つ有機質の生産は多く、更に土壤中の石灰含量が高くなるため、腐植化が進み良質な安定腐植酸の生成が進行したためと考えられる。牧草区が普通作物区に比べて腐植化が進むことについては、柏木氏ら⁽⁵⁾が洪積層日野土壌について調査し、牧草区表層土(7~20cm)の腐植化が進むことを認めているが、筆者らの試験においても、牧草導入により腐植含量の増加、及びC/N比が広くなることから、土壌の腐植化が進むことが確認された。

乾土効果による窒素の有効化は、各区とも硝酸態窒素の生成量が多く、アンモニヤ態の窒素は極めてすくなかった。このことから、本試験区の土壌状態はいずれも酸化しており、硝酸化成作用などの微生物的活動が盛んであることが考えられる。また乾土効果は普通作物区の堆肥区、無処理区間で殆んど差がなく、施された有機質は比較的速やかに分解されるため、乾土効果として表わされる有効態窒素の蓄積は比較的少なく、窒素的には殆んど地力を増加していないように考えられる。一方牧草区については、乾土効果による硝酸態窒素は普通作物区より約50%も高くなっている。即ち畑地に牧草輪栽の方式を行うことにより、窒素的な地力を維持増進することが極めて顕著であることが、認められた。

b 土壌の酸度及び置換塩基

第8表に示す如く、水浸PHは各区とも表層で弱く、下層土程強くなっている。普通作物区における無堆肥、及び堆肥区間ではPH値に殆んど差がなく、海藻区の表土でややPH値は高くなることを示している。牧草区では、普通作物区に比べて酸度PHがかなり低くなってゆることが認められた、また y_1 値に関してもPHと殆んど同様の傾向を示し、3年牧草区の y_1 は表土II層で顕著に酸度を低下する傾向が窺われた。置換塩基は土壌の酸度の傾向と大体一致し、処理区間における特長は特に顕著に現われている。即ち牧草区は普通作物区に比していずれも石灰含量が高く、またクローバーの栽培年数が長い程この傾向は強くなっている。

普通作物区については堆肥区の表土が海藻区及び無処理区に比して置換性石灰は高く、下層土は却って含量が低い。置換性苦土は各区各層土とも含量低く、土壌100g中20mg以下を示し、苦土欠乏の土壌であると見做される。しかし各土層間の苦土含量にはかなり大きい変異があって区間に一定の傾向は認められなかった。置換容量は各区間の差異が比較的すくなく、9.6m.eから7.5m.eの間であり、堆肥区の表土及び牧草区でやや大である。これは土壌の腐植含量の多過の傾向と一致を示した。

以上の化学的分析結果から、特に多年生牧草の輪栽方式が普通作物区に比較して化学的組成が高く、その成分からみると特に土壌中に石灰を保留する能力の大であることと腐植含量の増加がとくに注目される。

このように置換性石灰を増加することは、弘法氏の云われる腐植中の真正腐植酸の占める割合を増加して、土壌の肥沃度を増強する上に重要な役割を有するものと思われる。

またクローバーの連作障害は、土壌中における可給態加里の欠乏に基因するケースが多いと報告されている⁽⁴⁾。即ち豊科作物根は禾本科作物の根に比して2価カチオンの吸収能が強いが、1価のカチオン吸収能は弱い、したがって加里の如き1価カチオンが欠乏しCa/K比が大となるとき、加里の吸収を阻害し加里の欠乏症を起しやすいと説明されている。しかし本試験では既に記した如くクローバー栽培跡地の土壌は石灰を富化し、特に下層に石灰の集積がみられ、土壌酸度を矯正しているが、このような酸度の中性化は一部Mnを不可給態に変化せしめ、Mn欠乏症を生ずる可能性も考えられる。

写真1 クローバーの要素欠乏(左)とMn施用の効果(右)



試験地と同一の土壌状態にあるクローバー栽培畑において、試験区と同様な障害があらわれているクローバーに硫酸マンガンの水溶液を噴霧した結果、写真1に示す如くクローバーの葉の斑点は治り、葉色及び生育を急に回復した。このようなクローバーの連作障害の一つには、石灰の集積による可給態マンガンの欠乏化の問題があるのではないかと考えられるが、この点については更に実験を進めて確認する必要がある。

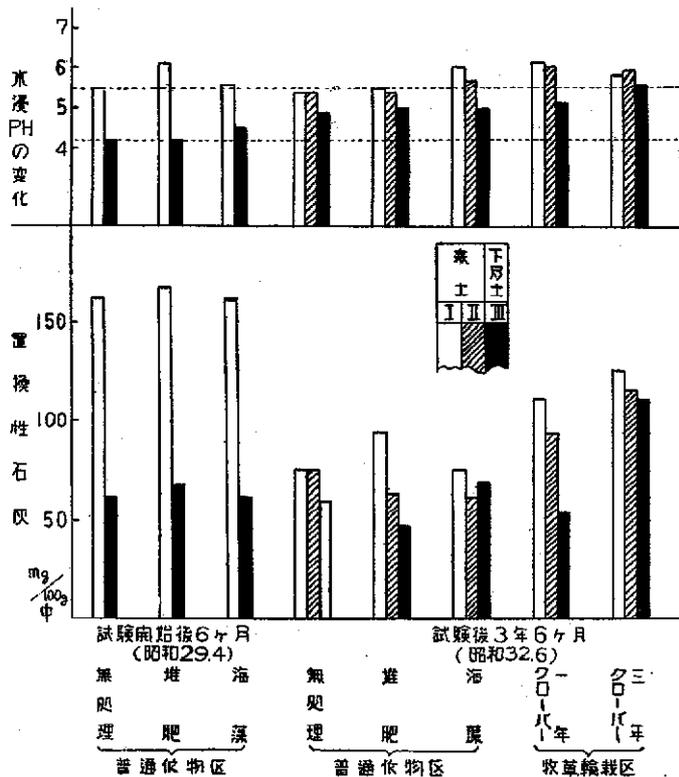
c 石灰の移動、流亡

土壌の動的な性質である酸度及び石灰が、処理及び栽培作物の差異により著しく異なることが認められたので、当初における土壌と比較して酸度及び石灰がどのように移動し流亡するものであるかについて考察した。試験初期の昭和29年4月と昭和32年6月に採土した土壌の酸度及び石灰含量は第9表及び第3図の如くである。

第9表 石灰の流亡又は収奪による経時的変化

処理別	層位	酸 度				置 換 性 塩 基				
		pH (H ₂ O)	差	Y ₁	差	CaO mg /100g	差(%)	MgO mg /100g	差(%)	
普通作物区 (29年4月)	無処理	I	5.5	0	1.0	0	163.0	0	10.1	0
		III	4.2	0	8.2	0	61.7	0	-	-
	堆肥	I	6.1	+0.6	0.9	-0.1	169.6	+4	14.1	+39
		III	4.2	0	6.3	-1.9	67.3	+9	8.1	-
	海藻	I	5.6	+0.1	0.9	-0.1	161.9	-1	10.1	0
		III	4.6	+0.4	7.5	-0.7	61.7	0	14.5	-
普通作物区 (32年6月)	無処理	I	5.4	-0.1	1.3	+0.3	75.5	-54	15.1	+49
		III	4.9	+0.7	7.7	-0.5	60.2	-2	12.5	-
	堆肥	I	5.5	0	1.2	+0.2	95.5	-41	13.3	+31
		III	5.0	+0.8	7.9	-0.3	47.6	-23	9.5	-
	海藻	I	6.0	+0.5	1.7	+0.7	74.8	-54	13.7	+36
		III	5.0	+0.8	6.4	-1.6	65.5	+6	14.1	-
牧草輪栽区 (32年6月)	クローバー1年	I	6.1	+0.6	1.0	0	110.2	-32	10.0	-1
		II	6.0	+0.5	0.9	-0.1	93.3	-43	8.1	-20
		III	5.1	+0.9	7.0	-1.2	53.5	-13	6.9	-
	クローバー3年	I	5.8	+0.3	2.8	+1.8	126.2	-23	13.7	+36
		II	5.9	+0.4	0.8	-0.2	116.0	-29	15.9	+59
		III	5.6	+1.4	4.6	-3.6	112.2	+82	10.9	-

第3図 酸度及び石灰の経時変化



昭和29年(試験開始半年後)の土壌についてみると、普通作物区では堆肥施用区のPHがやや高く、石灰含量は僅に高いが、各区の間に大した差異は認められなかった。しかし、その後、昭和32年(試験開始3年半後の土壌についてみると、当初の昭和29年の無処理土壌に比べて著しい変化が認められた。即ち普通作物区の表土については、PH及びY₁値は当初土壌より酸度は強くなるが、しかし下層土の酸度はやや弱まる傾向がうかがわれる。

一方牧草輪栽区については表層土、下層土とも酸度は弱まる傾向が認められ、表土のII層では置換酸度Y₁が、下層土III層ではPH及びY₁が、ともに顕著に変化して酸性が明かに矯正されていることが認められた。

置換性石灰については、普通作物区及び牧草輪栽区とも、表土は当初土壌に比べて低下したが、しかし下層土では各区とも増加の傾向を示している。即ち表層では作物根による石灰の収奪とともに、この層からは常に石灰は下層に流亡溶脱していたことを示している。

流亡又は収奪の程度は、栽培作物によって異なり、牧草区では少なく、普通作物区では多い。表土からの石灰の移動流亡を当初土壌に比較してみると、普通作物区では50~60%に及び、中村氏⁽⁶⁾らや青木氏⁽⁷⁾の行った実験にはほぼ一致しているが、牧草輪栽区では普通作物区に比べてその率は低く、当初より20~40%の石灰が流亡溶脱しているようであり、クローバー3年区では20~30%で、普通作物区の流亡移行の率に比べて約半分に流亡を抑えていることが認められた。

下層土についてみると、普通作物区は堆肥区で20%流亡し、無処理区、海藻区で僅かに流亡又は堆積している。即ち表層から溶脱する石灰は、第III層以下に殆んど流亡することを示すが、一方牧草輪栽区の表土では、流亡した石灰は下層にとどまり、クローバー3年区でみられるように、下層土III層の石灰は82%の増加を示し、III層に集積することが認められた。

このような石灰流亡にともなう土壌断面の化学的変化は、土壌の理学性にも影響を及ぼし、下層に集積した石灰は土壌に作用して土壌膠質物を架固し、土壌に乾性的な性質を与えるようになり、これらが下層土を硬化せしめる原因となるものと思われる。

3. 団 粒 の 成 組

実験結果は第10~11表、第4図に示した。

第10表 土 壌 の 団 粒 組 成

処 理 別	層 位	粒 径 別 団 粒 量 (%)							計
		3.0< mm	3.0~1.0 mm	1.0< mm	1.0~0.5 mm	0.5~ 0.25 mm	1.0~ 0.25 mm		
普通作物区	無 処 理	I	20.8	18.7	39.5	15.8	8.5	24.3	63.8
		II	27.9	22.8	50.7	11.7	6.1	17.8	68.5
	堆 肥	I	30.8	19.9	50.7	11.3	7.1	18.4	69.1
		II	27.5	19.4	46.9	13.4	6.5	19.9	66.8
	海 藻	I	16.8	22.3	39.1	13.4	7.7	21.1	60.2
		II	29.6	22.0	51.6	10.6	4.5	15.1	66.7
牧草輪栽区	クローバー1年	I	27.3	23.2	50.5	14.6	8.5	23.1	73.6
		II	25.6	17.5	43.1	14.7	9.2	23.9	67.0
	クローバー3年	I	28.1	21.9	50.0	12.6	6.3	18.9	68.9
		II	21.6	19.5	41.1	13.6	8.1	21.7	62.8

第11表 処 理 別 団 粒 の 差 異

項 目	層 位	普 通 作 物 区			牧 草 輪 栽 区	
		無 処 理	堆 肥	海 藻	クローバー1年	クローバー3年
団 粒 総 量	I	63.8	69.1	60.2	73.6	68.9
	II	(100)	(108)	(94)	(115)	(108)
	I	68.5	66.8	66.7	67.0	62.8
	II	(100)	(98)	(97)	(98)	(92)
平 均 粒 径	I	0.96	1.04	0.78	1.04	1.02
	II	(100)	(108)	(81)	(108)	(106)
	I	1.03	1.01	1.03	1.01	0.93
	II	(100)	(98)	(100)	(98)	(91)

() 内は指数(%)

団粒の粒径別分布は海藻区を除いて、いずれも大きい粒径のものほど高くなっている。

表土I層の団粒総量は、普通作物区が牧草区に比して低く、牧草輪栽による土壌の団粒は顕著に増加した。普通作物区においては、堆肥区の表土は団粒を増加するが、海藻施用区においては団粒はかえって破壊され、団粒総量は減少している。

団粒含量の変化は、特に3.0mm以上の粒径のものにおいて顕著であった。

海藻区において団粒が破壊され易くなる原因は、海藻中に含まれているNaイオンが土壌膠質をNa膠質として、土壌に易分散性を賦与するためと考察されるが、更に実験を行う必要がある。

表土II層の団粒は、クローバー3年栽培後転換した牧草区を除いては大差ない。普通作物区については表土I層よりもII層の含量が高いが、牧草区は表層より低く、特に栽培年数の多い3年区は他区より含量が低くなっている。一般に土壌の団粒は土壌膠質、腐植の量及び質、置換塩基の量と密接な関係にあると云われており、現実的には土壌の乾湿の状態が団粒の消長に關与するものの如くである。本実験結果も腐植及び石灰等の化学的性質のみではクローバー下層土の団粒状態に明解な説明を与えることは出来なかった。しかし供試料の採土時における土壌の水分を示せば第12表の如く、栽培作物又は輪栽の方式により土壌断面における土壌の乾湿の状態が異なっている。即ち普通作物区では下層程水分含量が高いのに反して牧草輪栽区では下層程乾燥の傾向を示し、このような乾湿の状態と団粒の消長には密接な関係があるのではないかと推考される。

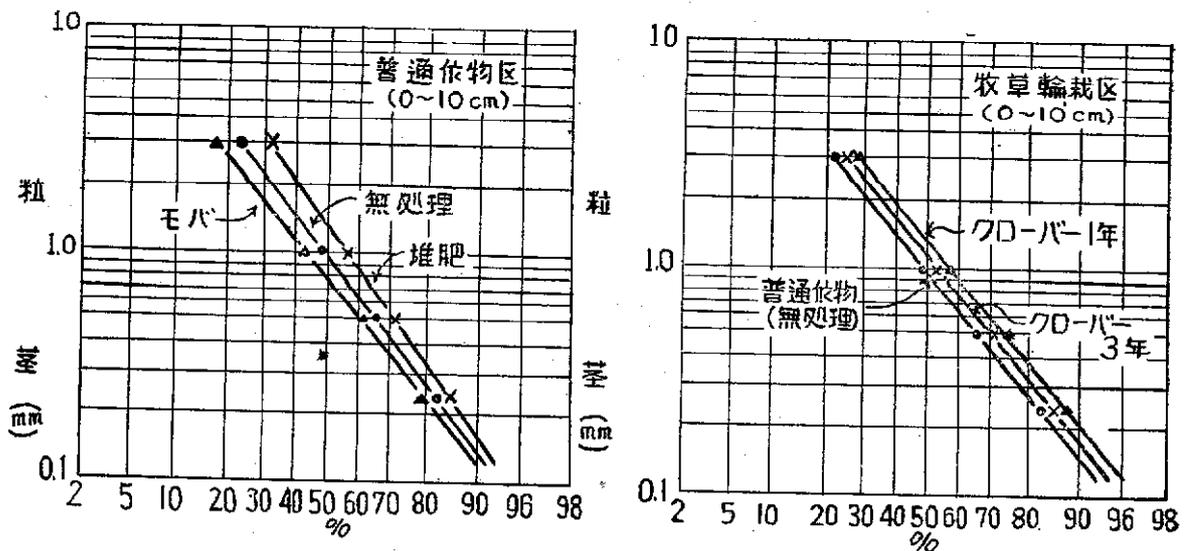
第12表 採土時の土壌水分（乾土%）

層位	処理別	普通作物区			牧草輪栽区	
		無処理	堆肥	海藻	クローバー1年	クローバー3年
I	0~10cm	17.2	18.4	16.8	16.5	15.3
II	10~20cm	18.7	19.5	17.9	16.8	14.3
III	20~25cm	19.5	21.9	19.0	15.8	14.1

Gardner⁽⁹⁾は団粒の簡単な表示を目的とし、粒径分布が対数-正規曲線をえがくことから粒径分布を対数-確率坐表に表示し、この坐表の50%で決定される粒径を平均粒径とし、これを団粒の指標として利用することを提案した。又平均団粒径の標準偏差は次式から得られる。

$$\sigma_g = \frac{\text{Size at 84.13}}{\text{Size at 50\%}} - \frac{\text{Size at 50\%}}{\text{Size at 15.87\%}}$$

第4図 処理別による団粒の差異



平均団粒
 無処理区 ; 0.96mm ± 0.208
 堆肥区 ; 1.04 ± 0.230
 海藻区 ; 0.78 ± 0.205

無処理区 ; 0.96mm ± 0.208
 クローバー1年 ; 1.04 ± 0.269
 クローバー3年 ; 1.02 ± 0.245

第11表、第4図に示す通り、平均粒径は団粒総量と傾向を一致し、団粒総量の多いものは平均粒径が大きいことを示した。また対数—確率坐表に示された土壌の団粒状態は第4図に示したように処理による差異を明確に表現出来る。

結 論

有機質の施用並びに牧草輪栽が、地力及び土壌の化学的性質に及ぼす影響を検知する目的で、以上の試験を行った。

本実験により、堆肥の如き粗大有機質の施用は畑の生産力を維持することに役立つが、更に地力を増強するためには、多年生牧草を短期輪栽様式により導入することが、極めて有効であることが確認された。堆肥等の粗大有機質の施用は、地力維持の方法として最も一般的に行われているものであるが、有機質として海藻を利用することは本試験の範囲内では地力の増進に役立たず、麦の収量は却って減収した。しかし海藻は広島県瀬戸内地帯における唯一の有機質源であるから、甘藷その他の作物についてその効果を試験し、減収を阻止する如き海藻堆肥の製法、除塩方法、施用方法を確立する必要があるものと考えられる。

粗大有機質の施用と牧草の短期輪栽方式は、土壌の理化学性に顕著な変化を及ぼすがとくに反応、石灰含量、腐植含量及び団粒形成の上に顕著な影響を与える。

粗大有機質の施用は表層の腐植含量を増加することができるが、その影響は下層まで及ばない。これは普通栽培による耕耘作業が土壌の通気を良好にし、有機質の分解を促進することによるものと考えられる。

又普通作物区からは牧草輪栽区に比べて石灰の流亡が多く、約3年間に表土から50%以上の石灰を失い、短期間に多量の石灰を流亡又は作物収奪によって失うことが確認された。

海藻区は海藻中に含まれる塩基の影響により、土壌の酸度を弱めることが出来るが、表土からの石灰流亡はやや促進されるようであり、これはその中に含まれる Na イオンが土壌を易分散性とし、団粒を破壊するように作用するためと考えられる。

牧草の短期輪栽は、土壌の腐植、全窒素及び乾土効果による有効態窒素の含量を高め、又石灰の流亡を普通作物栽培区に比較して50%に抑制し、土壌の反応を良好に保ち、また下層に石灰を集積するなどの影響を与えることが明らかとなった。

このような腐植と石灰の増加は、土壌中に安定な腐植酸を生成し、土壌の団粒化を促して土壌の肥沃度を高める要因となり、塩入氏の云われる土壌の進展過程における若返りの方向に向うものと思われる。

しかし、萱科作物を多年栽培すると、土層の一部に石灰を集積し、このため Ca/K 比を大として加里の植物吸収をさまたげて生育障害を起すおそれも考えられる。又土壌中の一部に石灰を集積し、反応を部分的に矯正するためマンガンなどを不可給態に変えて成分の欠乏症状を起す原因になることも考えられるが、この点については更に今後の実験によって明らかにしたい。

終に本研究に対して多大の御援助を戴いた広島農業短大河野農場長並びに農場職員各位に深甚の謝意を表する次第である。

摘 要

本報は、畑地における有機質施用並びに牧草の短期輪栽が、土壌の肥沃度及びその他の諸性質に及ぼす影響を明らかにするために行われた。

得られた結果は次の通りである。

1. 堆肥の施用及び牧草の短期輪栽は、土壌の肥沃度を高めることが明らかとなった。
2. 海藻堆肥の施用は麦生産量を逆に減少せしめた。その理由として海藻中に含まれる Na. イオンの影響が考えられ、団粒含量も低下した。
3. 牧草の短期輪栽は、土壌の腐植・全窒素・有効態窒素含量・団粒等の理化学性を顕著に改善することが明らかになった。
4. 牧草輪栽は普通作物区に比べて、石灰の流亡を約半分に抑制し、下層土に石灰を集積すると同時に下層土を著しく硬化することが明らかとなった。

参 考 文 献

- (1) 川井・岡田・池宗；広島県立農業試験場報告 第5号 34 昭29
- (2) 古谷 義人・久木井基二；九州農試彙報 Vol.4 343 1957
谷川 渡・出井 嘉光； " Vol.4 351 1957
出井 嘉光・谷川 渡； " Vol.4 63 1957
- (3) 近藤・福永・種田；農業改良技術資料 No.93 昭33
- (4) 青木茂一；農及園 Vol.31 No.6 781 1956
- (5) 柏木・大田・横井；日土肥誌 Vol.26 No.5 23-27 1955
- (6) 中村・長谷川・吉原； " 講演要旨集 第2集 58 昭31
- (7) 青木・山本・北野； " Vol.29 No.1 25 1958
- (8) Brown B. A, et. ct. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol.20 No.4 518~522 1956
- (9) Gardner W. R. ; Soil Sci. Soc. Amer.Proc. Vol.20 No.2 151~153 1956