

陸稻の連作害に関する研究(第1報)*

緒 言

陸稻は関東畑作地帯では広大な作付面積を持ち、農家の飯米自給・商品化の両面から重要な地位を占めているが、連作害による減収は栽培上の大きな障害となつてゐる。しかしその原因については不明の点が多く¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾¹²⁾したがつて有効な対策もなく、専ら1~3年の輪作によつて被害を回避している。³⁾⁴⁾⁵⁾

われわれはさらに有効な対策を知るために本研究を行つた。なお本研究の内昭和31年度は農林省農林漁業応用試験研究費補助によるものである。

第1表 調査市町の概況

市町名	農家戸数 戸	専業農家戸数 戸	経耕地面積 町	田面積 町	畠面積 町	水稲作付面積 町	陸稲作付面積 町	稻作付面積 町	甘藷作付面積 町	諸作付面積 町	小麦作付面積 町	牛飼農家戸数 戸
昭島市	昭和 565	191	330.6	59.2	242.5	58.8	98.4	73.0	209.8	82		
	拝島 297	37	133.4	23.4	102.8	22.7	31.0	31.0	70.8	24		
国立	431	186	294.3	93.9	182.0	93.1	50.1	59.1	175.3	98		
府中市	西府 365	210	303.2	116.7	161.0	112.4	40.8	41.1	152.9	49		

(昭和29年度東京都統計書)

調査町村の概況は第1表のとおりで、平均一戸当經營耕地面積は6.4反、畠率65%、畠に対する陸稻作付率32%、甘藷作付率30%で、畠の主要な作付様式は 麦—陸

稻、麦—甘藷 となつてゐる。

i) まづ農家の畠面積広狭別、甘藷、陸稻の畠作付率をみると第2表のとおりで、畠面積の狭い農家ほど陸稻

第2表 農家畠面積別、陸稻、甘藷畠作付率

農家戸当畠面積	2反以下	2~4反	4~6反	6~8反	8~10反	1~1.2町歩	1.2~1.4町歩	1.4~1.6町歩	1.6~1.8町歩
陸稻畠作付率	66.7	47.3	34.6	33.3	40.0	27.7	29.1	24.2	26.4
甘藷畠作付率	20.0	27.2	26.7	24.7	25.7	29.1	25.6	21.4	21.2
調査農家数	1	5	6	11	10	5	6	3	3

の作付率は高くなるが、甘藷の作付率は変わらない。これは陸稻が自給主食であるため、畠地の少い農家でも需要量があまり変わることと、畠地の広い農家では連作の減収を見込んでまで作付を増す必要もなく、除草・収穫に一時に労力や資材もかかるので、これが作付面積拡大の制限因子となつてゐるためである。したがつて陸稻の

連作害は畠面積の狭い農家ほど切実な問題となつてゐる。

ii) 陸稻の連作をしたことがある農家は第3表のとおり、65%で、3年以上連作農家は全体の22%あつた、そして連作農家の一戸当畠面積は無連作農家にくらべ狭い傾向がみられる。

* 本研究報告者は山崎正枝、仲宇佐達也、加藤治、伊藤佳信である。

第3表 農家の陸稻連作年数

調査項目	農家数	同比率	平均一戸当畠面積		
			戸	%	反
陸稻を連作したことがない	19	35.2	10.9		
陸稻を2年連作したことがある	23	42.6	8.7		
陸稻を3年以上連作したことがある	12	22.2	8.2		

iii) 聴取り調査の結果では、陸稻を連作すると2年目から減収(減収率1~2割)するとの回答が100%で、3年目は特に減収が著しく「問題にならない」という農家が多い。連作害の症状は発芽歩合が悪く、初期生育が劣って草丈も低く、茎数が少ないといつてている。

iv) 陸稻を一度栽培したらその作柄からみて何年くらい休ませたいか、という問に対しても2年間または2~3

第4表 陸稻の休閑年数

調査項目		連作して休閑しない	5年連作して1年休間	1~2年間休む (2~3年作り2年休む)	2~3年間休む (2年つくり5年休む)	3~4年間休む	4年以上休む
(A) 陸稻の作柄からみて何年休閑したいか。	農家数 同比率			5戸 12.5%	20 50.0	13 32.5	2 5.0
(B) 実際に陸稻を何年休閑しているか。	農家数 同比率	1戸 2.0%	1 2.0	38 73.0	11 21.0	1 2.0	
(B)の農家平均1戸当畠面積		1.5反		6.0	9.3	10.1	14.5

第5表 調査農家の陸稻連作害対策

調査項目	農家数	同比率
品種、または穀、梗を変えて作る	13	15.3
播種量を多くして成苗歩合の減少を防ぐ	5	5.9
化学肥料主に窒素を多肥する	32	37.6
堆肥を多用する	14	16.4
化学肥料を少くして有機質肥料を増す	8	9.4
下肥を追肥する	2	2.4
速効性肥料を使い追肥量を多く長くやる	2	2.4
石灰を入れる	2	2.4
使う肥料の種類を変えてやる	1	1.2
田の土を客土してやる	1	1.2
良く耕起してやる	2	2.4
前作をしないで畑を肥す	1	1.2
前作(間作)麦の生育を抑えてやる	1	1.2
前年と作を違えて作る	1	1.2

年間という回答が多いが、実際には他に適作物がないため1年間しか休ませていない農家が多い(第4表)。

v) 農家の減収防止対策としては(第5表)、④化学肥料主に窒素の増用と分施、⑤堆肥の施用、⑥品種または穀梗の交換栽培、⑦播種量の増加があげられている。しかしその方法をとつても被害を完全に防止することは不可能であるといつていている。

B 現地調査結果

そこで昭和30年(1955)は都下で比較的陸稻作付率の高い、昭島市、浅川町(南多摩郡)、小平町、村山町(北多摩郡)の3市町を選定し、耕作者や栽培管理が等しく、しかも連作、無連作畠が近接している農家を各市町5戸内外選び、聴取りと圃場調査を行つた。なお各畠地表2~10cm間の畦間土壤を採取し、柳田式土壤検定器で土壤を調査した。この結果を総括すると第6表のとおりで

第6表 農家陸稻連作・無連作畠調査結果

項目	草丈	茎数	土壤酸度	置換性石灰	マグネシウム	有効磷酸	磷酸吸収力	マンガン	三価鉄	根アブラムシ着生株	陸稻根線虫着生株
無連作の方が良い	8 脚	10 脚	3	4	7	8	7	9	5	0	10
変らない	0	0	8	6	7	3	4	3	7	12	2
連作の方が良い	2	0	5	5	2	5	5	4	4	3	3
総合判定	○	○	△	△	○	△	△	○	△	△	○

- [備考] 1. 調査に当り、草丈は高い方、茎数は多い方、土壤酸度は酸性の方、置換性石灰、マグネシウム、有効磷酸、マンガン、三価鉄は多い方、磷酸吸収力、根アブラムシ、陸稻根線虫は少い方を良いとした。
 2. 総合判定の記号○…標準無連作がよい、△…変らない。

(a)連作によつて生育初期の草丈、茎数は減り、陸稻根線虫シストの着生株が増すようであるが、根アラムシの着生は差が認められなかつた。(b)土壤の酸度、置換性石灰、有効磷酸、磷酸吸収力、アルミニユーム、鉄含量は、連作、無連作両土壤による差はみられなかつたが、置換性のマンガンとマグネシウムは連作土壤が少い傾向がみられた。

第7表 陸稻の連作と初期生育

項目 区名	成苗歩合	草丈	葉数	最長根長	乾物重(20個体当g)			胡麻葉枯病 病斑数 (20個体)
					地上部	地下部	全重	
陸稻無連作土壤	73%	18.7cm	4.75	18.1cm	1.06	0.72	1.78	4
陸稻連作土壤	59%	13.4cm	4.65	13.9cm	0.60	0.53	1.13	17

写真1のとおりで、発芽後2週間目頃から生育劣り、乾物重も軽く、特に根は細根が少く老朽根の多い傾向がみられた。

そこで実際の洪積火山灰土壌、陸稻連作畑(30年以上連作)、無連作畑(陸稻9年休閑)における生育収量の違

II 陸稻連作害の原因に関する試験

A 陸稻の連作害症状

陸稻連作害の症状を知るため、1953年陸稻無連作、連作両土壤(洪積火山灰土表土)を径8寸の素焼鉢へ入れ、4月26日陸稻農林12号種子を1鉢100粒宛播種、6月28日鉢上げ調査した。1区4鉢使用。その結果は第7表と

第8表 陸稻の連作と生育

調査月日 区名項目	6月17日	7月2日	7月12日	7月21日	8月3日	8月11日	8月20日	出穂期	成熟期
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	日	日
無連作 (草丈 茎数 (1m間))	15.7	23.3	34.2	39.6	70.1	87.9	98.6	9月3日	10月13日
	66本	74	94	108	134	126	131		
連作 (草丈 茎数 (1m間))	13.9	22.2	30.7	35.1	57.4	76.9	84.1	9月6日	10月14日
	70	80	99	101	116	118	115		

生育の初期は異状冷害年のため両区とも生育悪く、差がみられなかつたが、気候が回復した7月中旬から順次差が認められ、草丈、茎数とともに連作区が劣り、出穂も遅れた。根についてみてても写真2のように連作区は根群の分布が狭く、細根が少なかつた。収穫物の調査についてみると第9, 10, 11, 12表のとおりで、連作区は稈長、穂長、

穂数が劣り、ワラ重、穂重軽く、穀、玄米重でおよそ3割減収した。これは連作区が穂長の短い穂重の軽い穂が多いことによるもので、穀の稔実歩合も悪かつた。また千粒重についてみても連作区が軽く、玄米の形の小さいものが多いようである。

多くの観察結果を総合すると、実際の圃場における連

第9表 陸稻の連作と収量(1)

(0.7坪当り)

区名項目	稈長	穂長	穂数 (1m間)	穂重	ワラ重	全重	穀重	玄米重	同比率
	cm	cm	本	g	g	g	g	g	%
無連作	84.6	23.5	114	315	381	696	273	209	100.0
連作	76.1	22.8	95	226	260	486	191	148	70.8

第10表 陸稲の連作と収量(2)

項目	穂長 区名	14cm 以下	15cm	16cm	17cm	18cm	19cm	20cm	21cm	22cm	23cm	24cm	25cm	26cm	27cm	28cm	計
穂重 (1m間)	無連作	7.7g	5.1	9.2	8.7	11.5	12.2	20.5	29.5	37.5	46.5	36.9	32.1	21.4	10.3	2.7	289.5
	連作	9.1	6.0	7.0	10.0	15.1	18.0	26.3	24.8	30.3	20.6	22.3	15.2	4.4	—	—	209.1
穂数	無連作	14.3	5.0	8.5	6.5	8.0	7.0	10.0	11.5	13.0	15.5	11.0	8.0	4.8	1.8	0.5	125.4
	連作	15.3	7.5	6.8	8.5	10.3	10.5	13.0	11.3	11.5	7.0	6.5	4.0	1.0	—	—	113.2
一穂重	無連作	0.5g	1.0	1.1	1.4	1.4	1.7	2.0	2.6	2.9	3.0	3.3	4.0	4.4	4.0	5.4	
	連作	0.6	0.8	1.1	1.1	1.5	1.7	2.0	2.2	2.7	2.9	3.4	3.8	4.5	—	—	

第11表 陸稲の連作と収量(3)

項目	穂長 区名	14cm以下	15~17cm	18~20cm	21~23cm	24cm以上	全 体
第1次枝梗数	無連作	3.7本	5.6	6.7	8.1	8.6	
	連作	3.8	5.1	6.4	8.2	9.6	
総粒数	無連作	30.7粒	49.3	79.2	130.5	150.0	
	連作	35.9	57.4	85.9	134.2	162.9	
稔実粒数	無連作	21.9粒	32.5	56.9	105.4	127.4	
	連作	24.9	40.6	59.2	99.4	134.5	
稔実歩合	無連作	71.3%	65.9	71.8	80.8	84.9	79.7
	連作	69.4	70.7	68.9	74.1	82.6	72.9

第12表 陸稲の連作と収量(4)

項目	篩目 区名	3.1mm 以上	3.0mm 以上	2.9mm 以上	2.8mm 以上	2.7mm 以上	2.6mm 以上	2.5mm 以上	2.5mm 以下	全 体
玄米重	無連作	4.0g	67.5	119.3	38.3	39.5	13.0	8.5	9.5	299.5
		1.3%	22.5	39.8	12.8	13.2	4.3	2.8	3.2	100
	連作	1.8g	35.6	106.6	50.6	55.4	19.2	13.5	16.5	299.2
		0.6%	11.9	35.6	16.9	18.5	6.4	4.5	5.5	100
玄米粒数	無連作	164	2890	5460	1868	2075	770	574	856	14657
		1.1	19.7	37.3	12.7	14.2	5.3	3.9	5.8	100
	連作	73	1547	4855	2424	2844	1089	871	1445	15148
		0.5	10.2	32.1	16.0	18.8	7.2	5.7	9.5	100
千粒重	無連作	24.4g	23.4	21.8	20.5	19.0	16.9	14.8	11.1	20.4
	連作	24.8	23.0	22.0	20.9	19.5	17.6	15.8	11.4	19.8

作害の症状は一定ではなく色々な形で発現する場合が多いが上記の症状はほぼ一般的なものと考えられる³⁾⁴⁾⁵⁾。

B 陸稲連作害土壤と他作物の生育

陸稲の連作害土壤が他作物の生育に及ぼす影響を知るために、陸稲連作、無連作土壤を径8寸の素焼き鉢へ入れ、1953年7月20日陸稲、小豆、大根を各鉢100粒、トウモロコシは50粒播種し、3月3日一鉢当たり陸稲90個体、ト

ウモロコシ15個体、小豆、大根各25個体に間引し、8月24日鉢上げ調査した、一区2鉢使用。その結果は第13表写真3のとおりで、陸稲連作土壤では陸稲の生育は無連作土壤に較べて劣るが、トウモロコシ、小豆はむしろ陸稲連作土壤が良く、大根では明らかに良い傾向がみられた。このことから陸稲の連作害は陸稲に限つて発現するもので、他作物の生育にはあまり関係がないように思わ

第13表 陸稲連作害土壤と他作物の生育

作物名	土壤の種類	草丈	葉数	最長根長	乾燥重(100個体当g)		
					地上部	地下部	全重
陸稲 (農林12号)	陸稲無連作土壤	28.7cm	3.8枚	16.7cm	6.0	4.4	10.4
	陸稲連作土壤	24.1	3.9	13.2	4.1	2.9	7.0
トウモロコシ (イエローデントコーン)	陸稲無連作土壤	41.8	5.2	32.6	37.8	29.4	67.2
	〃連作土壤	45.9	5.2	42.7	38.8	31.0	69.8
小豆 (大納言)	陸稲無連作土壤	33.7	4.3	22.8	24.7	8.2	32.9
	〃連作土壤	36.3	4.9	22.4	29.5	12.0	41.5
大根 (時無し)	陸稲無連作土壤	7.3	3.5	21.3	2.0	3.3	5.3
	〃連作土壤	10.8	4.3	23.7	4.4	9.0	13.4

れる。

C 陸稲茎葉根の土壤混入

陸稲茎葉根の土壤混入が連作害の原因であるか否かを確かめるため、径8寸の素焼鉢で次の各区を設け、8月13日陸稲農林24号種子を1鉢16粒宛播種した、1区3鉢使用。標準無処理、陸稲(トウモロコシ)茎葉粉末15g加用、陸稲(トウモロコシ)根粉末15g加用、陸稲(トウモロコシ)茎葉15g粉水浸出液加用、陸稲(トウモロコシ)根粉15g水浸出液加用。なお使用粉末は陸稲では農林12号幼穗形成期のもの、トウモロコシはホワイトデントコーン草丈60cmくらいのものを、60°Cで乾燥後粉碎したもの、水浸出は粉末15gを300CCの水に24時間浸漬後さらに300CCの水で洗滌した。その結果は第14表のとおりで、陸稲茎葉根粉末、または水浸出液の土

壤混入各区は、トウモロコシのそれよりやや生育は劣つたが、標準無処理に較べかえつて生育の良かつたことからみて、陸稲茎葉根の土壤混入が連作害の直接原因とは考えられない。

また200CC容ビーカーに1%寒天液を100CC入れその直径線上に陸稲種子を一列に並べて発芽させ、その両側等距離にコルクボーラーで深さ3cmの穴をあけ、その片側に井戸水、他方に陸稲茎葉根汁液を入れて根の生育をみても、何等異状はみられなかつた。

D 土壤の酸化還元と陸稲の連作害

陸稲の根は酸化力が強いので、連作により土壤を還元状態から酸化状態へ変えて行くため、土壤中の鉄、マンガンは不溶性となり、その結果これらの欠乏に弱い陸稲が連作症状(欠乏症状)を起すのではないかと考えられるので³⁾¹²⁾、土壤の酸化状態を過酸化水素の添加で、還元状態を澱粉の添加によつて作り試験した。

i) 1955年素焼6寸鉢に陸稲連作、無連作土(洪積火山灰土)を入れ、標準無処理、蒸気殺菌(土壤を120°C 15ポンドで30分)、過酸化水素添加(3% H₂O₂ 1鉢10CC 1日置5回)、澱粉添加(1鉢15g)、小豆(大納言)播種区を設け、陸稲は農林12号を1鉢17粒あて播種し、7月21日鉢上げ調査した。1区2鉢無肥料。その結果は第15表のとおりである。

第15表 過酸化水素、澱粉添加と連作害の発現(1)

区名	草丈	乾物重(個体当)		
		地上部	地下部	全重
標準無処理	21.2	64	65	129
陸稲茎葉粉加用	22.4	76	66	142
トウモロコシ茎葉粉加用	25.4	82	72	154
陸稲根粉加用	21.6	61	63	124
トウモロコシ根粉加用*	(21.1)	(44)	(50)	(99)
陸稲茎葉粉水浸液加用	21.1	64	62	126
トウモロコシ茎葉粉水浸液加用	23.1	81	71	152
陸稲根粉水浸液加用	21.8	71	72	143
トウモロコシ根粉水浸液加用	22.1	71	73	144

* 実験途中の事故により数値不確実

区名	草丈cm	乾物重(個体当g)		
		地上部	地下部	全重
無処理{標準連作}	27.8	0.11	0.13	0.24
	25.8	0.11	0.12	0.23
H ₂ O ₂ 添加{標準連作}	30.6	0.16	0.17	0.33
	25.8	0.11	0.13	0.24

澱粉添加(標準)	19.9 18.4	0.05 0.04	0.06 0.06	0.11 0.10
120°C 30分(標準) 蒸気殺菌(連作)	34.5 39.9	0.22 0.35	0.32 0.33	0.54 0.68
小豆(標準) (大納言)(連作)	19.3 22.4	0.38 0.38	0.15 0.16	0.53 0.54

ii) i) の結果をさらに検討するため同じ方法で、1日置10回過酸化水素30%のもの 1, 2, 4CC 液加(水50CCに稀釀)区と、澱粉3, 6, 9g 添加区を設け、7月18日播種9月23日鉢上げ調査した。その結果は第16表のとおりである。

第16表 過酸化水素、澱粉添加と連作害の発現(2)

区名	草丈	茎数	乾物量		
			地上部	地下部	全重
無処理(標準) (連作)	cm 39.6 40.7	本 1.0 1.0	.34g .35 .43	.51g .43 .78	.85g .78
H ₂ O ₂ (30%) 4cc添加(連作)	38.9 40.6	1.0 1.0	.32 .33	.43 .44	.75 .77
H ₂ O ₂ (30%) 2cc添加(連作)	38.3 39.5	1.0 1.0	.31 .32	.38 .40	.69 .72
H ₂ O ₂ (30%) 1cc添加(連作)	41.6 40.4	1.0 1.0	.36 .31	.45 .44	.81 .75
澱粉3g(標準) (連作)	34.0 32.7	1.0 1.0	.25 .19	.49 .25	.74 .44
澱粉6g(標準) (連作)	29.5 28.6	1.0 1.0	.14 .14	.17 .18	.31 .32
澱粉9g(標準) (連作)	25.6 26.1	1.0 1.0	.09 .08	.17 .21	.26 .29

iii) 過酸化水素、澱粉添加の影響を生育全期について知るため、内径21cm 深さ65cmのコンクリート無底ポットに連作、無連作土を入れ、無処理、過酸化水素添加(1ポット当たり30% H₂O₂ 10CCを水200CCに稀釀1日置15回添加)、澱粉添加(1ポット300gを全体に混合)区を設けて、5月2日播種12号苗を6月23日1ポット3株宛定植した。1区3ポット、10月9日刈取、基肥硫安3g、過石8g、塩加3g、追肥7月20日硫安3g。その結果は第17表、写真5のとおりである。以上3つの試験成績をみると、過酸化水素添加濃度の高い場合を除き、土壤が酸化状態から還元状態となるにしたがつて連作、無連作の生育の差は少くなるようであるが、両区とも澱粉添加区の生育は悪かつた。これらの結果から陸稻連作害の主因が土壤の酸化還元によるものではなくて、むしろ土壤が酸化状態となるにつれて連作の害が

助長され、大きく発現するのではないかと考えられる。

第17表 過酸化水素、澱粉添加と連作害の発現(3)

区名	出穗期	草丈	穗長	穂数(一株当)	ワラ重(一株当)
無処理(標準) (連作)	8月23日 8月25日	72.5cm 65.5	18.3cm 15.8	10.4本 7.0	20.3g 12.3
H ₂ O ₂ 添加(標準) (連作)	8月24日 8月26日	68.1 63.1	17.0 16.7	8.6 6.4	16.4 9.1
澱粉添加(標準) (連作)	8月22日 8月20日	64.9 55.4	17.6 16.2	6.0 6.9	7.3 6.7

E 連作土壤の各種処理試験

i) 連作土壤に対する土壤消毒の効果を知るため、D i)と同じ方法で、蒸気殺菌120°C 20分、80°C 20分、40°C 60分、クロールピクリン消毒(1ポット2CC添加5日後播種)、デイエルドリン消毒(1ポット粉剤2g添加5日後播種)区を設け、7月18日播種、9月23日調査した。その結果は第18表のとおりで、熱処理温度120°C 20分ではほぼ完全に連作害は消え、80°C 20分でやや効果が落ち、40°Cでは効果がみられない。またクロールピクリン消毒の効果はみられたが、デイエルドリン(殺虫剤)の効果はなかつた。

第18表 土壤処理と連作害消去効果(1)

区名	草丈	茎数	乾物量		
			地上部	地下部	全重
無処理(標準) (連作)	cm 39.6 40.7	本 1.0 1.0	.34g .35 .43	.51g .43 .78	.85g .78
120°C(20分) 蒸気殺菌(連作)	49.1 48.8	1.4 1.7	.57 .61	.60 .81	1.17 1.42
80°C(20分) 蒸気殺菌(連作)	45.8 45.4	1.4 1.0	.57 .56	.48 .53	1.05 1.09
40°C 蒸気殺菌(標準) (連作)	37.8 35.0	1.0 1.0	.34 .27	.35 .28	.69 .55
クロールピクリン消毒(標準) (連作)	43.7 44.1	1.4 1.6	.48 .50	.53 .56	1.01 1.06
デイエルドリン消毒(標準) (連作)	40.8 37.4	1.0 1.0	.35 .31	.54 .56	.89 .87

ii) これをさらに生育の全期についてみるため D iii) の方法により、クロールピクリン消毒(土壤15kgに16CCのクロールピクリン灌注、7日後定植)、蒸気殺菌(120°C 15ボンド20分)区を設けて試験した2年間の結果は第19表、写真5のとおりで、両消毒はいずれも連作害をほぼ完全に消去することがわかつた。

iii) そこでさらに連作土壤に各種の処理を行つて連作害の消去効果を調べ、その原因を知るために、1956年200

第19表 土壤処理と連作害消去効果(2)

年次	項目 区名	出穂期	草丈	穗長	穂数 (1株当)	ワラ重 (1株当)			
一九五五年	無処理(標準) 連作	8月23日 8. 25	72.5cm 65.5	18.3cm 15.8	10.4 7.0	20.3g 12.3			
	クロールビック(標準) リン消毒(連作)	9. 5 9. 7	79.0 66.3	20.2 17.2	8.7 10.1	21.9 23.0			
	蒸気殺菌(標準) 連作	8. 29 8. 29	73.7 72.0	18.2 17.7	8.7 9.6	17.7 22.2			
年次	項目 区名		草丈	穂数	風乾重(1株当g)				
					ワラ重	穂重	全重		
一九五六六年	無処理(標準) 連作	62.3cm 61.3	12.7 10.3	27.2 18.3	10.8 6.5	38.0 24.8			
	クロールビック(標準) リン消毒(連作)	69.7 72.3	20.3 14.7	43.8 38.8	19.3 15.2	63.1 54.0			
	蒸気殺菌(標準) 連作	76.0 82.7	26.0 24.0	55.3 60.7	24.5 30.8	79.8 91.5			

CC 容ビーカーに陸稻連作、無連作上(洪積火山灰土)を 100 g(風乾)入れ、第1回は 8月2日、1 ポット11粒あて陸稻農林12号播種、8月21~22日鉢上げ調査した。肥料は1ポット当り硫安0.25 g、過石0.5 g、塩加0.25 g。第2回は9月5日、1ポット16粒あて陸稻農林12号を播種、10月20~23日調査した、肥料は無肥料である。

第1、2回とも隔日秤量して水分を一定に保つため給水した(土壤水分70%)。1試験区3ポットを使用、試験区名は次のとおりである。

無処理、冷水浸出(風乾土300 gに300CCの水を加え時々振盪して24時間後ブフナー漏斗を使い水600CCで濾過洗滌した)冷水浸出物添加(冷水浸出した濾液を加えたもの)。熱湯浸出(風乾土300 gに300CCの水を加えて煮沸し、時々水を加え1時間後冷却したものをブフナーレ漏斗を使い、熱湯300CCで濾過洗滌した)熱湯浸出物添加(熱湯浸出液を煮沸濃縮したもの)エーテル浸出(風乾土300 gに300CCのエーテルを加え、時々振盪して24時間後ブフナー漏斗を使いエーテル300CCで洗滌したもの)エーテル浸出物添加(エーテル浸出液を蒸発濃縮して加えたもの)エーテル処理(風乾土100 g当り100CCのエーテルを加えて攪拌したもの)クロールビクリン消毒(風乾土100 g当り1CCのクロールビクリンで土壤消毒)ホルマリン消毒(風乾土100 g当り1 gのホルマリン粉末を加えたもの)蒸気殺菌(オートクレーブ120°C 15ポンドで30分殺菌したもの)殺菌土+1/10原土(無連作土を蒸気殺菌し、無殺菌土を1/10量加えたもの)。その結果は第20表、写真6、7のとおりでエーテル・クロー

第20表 土壤処理と連作害消去効果(3)

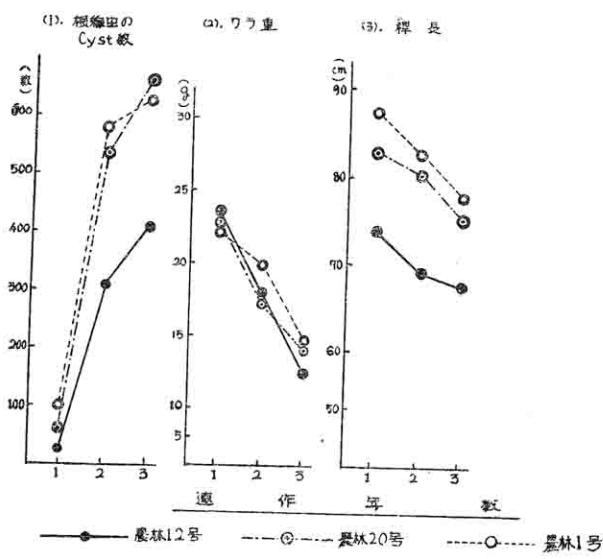
区名	第1回			第2回		
	草丈 cm	乾物重 (個体当)		草丈 cm	乾物重 (個体当)	
		地上部	地下部		地上部	地下部
無処理(標準) 連作	30.4 30.2	mg 24.9 23.2	mg 4.7 4.0	mg 29.6 27.2	mg 28.8 26.2	mg 33.3 29.3
冷水浸出(標準) 連作	31.1 31.2	23.5 22.8	4.0 3.9	27.5 26.7	22.9 20.8	23.7 18.7
冷水浸出物(標準) 添加	29.8 31.0	23.0 23.9	4.3 3.8	27.3 27.7		
熱湯浸出(標準) 連作	32.0 33.2	25.6 27.5	4.0 3.6	29.6 31.1	30.5 28.7	32.3 30.3
熱湯浸出物(標準) 添加	32.4 33.5	25.5 27.8	4.4 4.7	29.9 32.5	34.1 35.0	45.3 47.3
エーテル浸出(標準) 連作	27.8 30.7	21.8 24.9	3.4 3.4	25.2 28.3	29.7 33.6	33.7 37.0
エーテル浸出物(標準) 添加	31.9 31.8	22.4 22.7	4.4 4.5	26.8 27.2	28.0 30.1	37.0 37.0
エーテル処理(標準) 連作					32.4 31.6	39.0 41.7
クロールビクリン消毒(標準) 連作					36.3 37.3	13.7 14.7
ホルマリン消毒(標準) 連作					27.3 32.1	28.3 31.7
蒸気殺菌消毒(標準) 連作	25.7 27.5	15.4 19.5	3.7 3.8	19.1 23.3	32.6 32.7	32.0 32.0
殺菌土+1/10標準 土添加					32.8 32.6	39.3 39.0
殺菌土+1/10連作 土添加					31.4 30.0	53.6 53.0

ルビクリン・ホルマリン・蒸気殺菌処理で連作害は消去し(D ii)の結果から過酸化水素の多量添加も消去効果があると思われる)、熱湯浸出ではやや不完全で、水浸出では効果が認められない。また水、熱湯、エーテル浸出液中には連作害物質は認められないようである。特にエーテル浸出区で害が消えるにもかかわらず、その浸出液添加区で害の認められないことは、エーテル浸出+浸出物添加区であるエーテル処理区で、やはり害の消去されていることからもうなづけることで、エーテルの害消去は抽出効果ではなく、消毒によるものと考えられる。また殺菌土に1/10量連作土を入れたのでは同量の標準土を入れたものと生育に大きな差はなかった。

F 連作害と陸稻根線虫

農家調査(I B)の結果からも、連作によって陸稻根線虫(Heterodera, SP.)着生株の増加することは明ら

第1図 陸稲連作年数と根線虫及
陸稲生育との関係



かであるが、さらに連作年数と陸稲根殺虫との関係を知るため、後に報告するIII B 試験の陸稲に着生したシスト (Cyst) 数を3品種について調査した結果は第1図のとおりで、連作年数増加にしたがつて、陸稲の生育悪く、陸稲根線虫のシスト数が増加する。そこで土壤を蒸気殺菌、クロールビクリン消毒したE ii (第19表)区のシスト数をみると第21表の如く、これらの処理によつてシスト数は減少し、陸稲の生育も回復している。

第21表 土壤処理が陸稲根線虫に及ぼす影響

区名	項目		陸稲根線虫 シスト数
	標 準 作	連 作	
無処理	{ 標準作	{ 連作	91.3 371.3
クロールビクリン消毒	{ 標準作	{ 連作	198.3 95.3
蒸気殺菌	{ 標準作	{ 連作	78.6 71.0
水田状態	{ 標準作	{ 連作	0 0

第22表 陸稲連作畑における D.D., クロールビクリンの土壤灌注が陸稲の生育に及ぼす影響

調査月日	6月30日		8月6日		9月3日		10月13日		9月3日	10月13日
	草丈	1m間数	草丈	1m間数	草丈	1m間数	草丈	1m間数		
D.D.処理区	37.9	115.3	99.4	160.0	115.1	156.6	117.6	146.3	126.3	119.6
クロールビクリン区	42.5	108.6	108.6	190.0	120.8	159.3	126.4	166.0	146.6	132.6
無処理区	30.3	92.0	92.0	136.0	107.3	141.1	111.4	135.1	119.8	116.8

これをさらに圃場試験によつて確かめるため、陸稲連作畑(洪積火山灰土)に1955年4月27日、クロールビクリン反当13貫、D.D.反当9貫を灌注し、5月19日陸稲を播種して生育を比較した。その結果は第22表のとおりで、D.D., クロールビクリンとともに初期生育は良かつたが、D.D.は生育後期まで効果の持続しない傾向がみられた。しかしこれらの成績からは陸稲根線虫の着生が陸稲の生育収量にどの程度の被害をあたえるのか、連作害とどの程度関係があるのか、については不明の点が多いので、殺菌効果なく、しかも線虫を殺すと思われる殺線剤を使つて、1区4坪3連制、輪作標準(1年休耕)、連作無処理(連作3年)連作クロールビクリン処理(反当13貫)連作殺線剤処理(YN B-300, 60%粉剤坪100g播撒散布)区を設け1956年試験した。その結果は第23表のとおりで、連作害の解消に殺線剤の効果はあまりみ

第23表 土壤処理と連作害消去効果(4)

区名	草丈	茎数 1m間本	粒重 4坪当 kg	一升 穀重 kg
輪作標準	96.5	115	479	247
連作無処理	86.5	83	239	247
連作クロールビクリン	109.6	137	570	241
連作殺線剤	86.1	71	312	238

られず。殺菌殺虫力の強いクロールビクリンが卓効のあつたことからみて、少くとも、陸稲根線虫の直接被害が連作害の主因ではないようと考えられる。

III 陸稲連作害の対策に関する試験

A 肥料試験

化学肥料による要素の増施、堆肥の増用、微量元素の添加によつて、どの程度連作害を防止できるか、を1953年と1954年の2年間にわたり検討した。試験方法は径21cm高さ65cmのコンクリート無底ポットに連作土または無連作土を入れ、1953年は1ポット当硫安4g(中2g追肥)過石6g、塩加2gを入れ、あらかじめ無連作土に生育していた苗をややおくれて7月13日定植、1954年は1ポット当り硫安6g(半量追肥)、過石8g、塩加3gを入れ、6~7葉程度の苗を6月21日定植した。品種は農林12号を用い、1区3ポットとし、無肥料区、標準肥料区、肥料倍量(3要素倍量)区、堆肥加用(腐熟堆肥100%添加)区、マンガン添加区(1953年はマンガン肥料シオヤゲン1ポット3g添加、1954年は硫酸マンガン0.5%液を7月23日より9月4日まで10日置5回葉面散布)マグネシウム加用区、マンガン、マグネシウム加用区、マンガン、マグネシウム、鉄加用区(マグネシウムは硫

第24表 施肥と連作害との関係

区	名	草丈	穗長	穂数	ワラ重		穂重		全重	
					(一株)	(当)	(一株)	(当)	(一株)	(当)
無肥料	{標準 連作	cm 67.1 65.3	cm 18.5 18.4	本 2.8 2.1	g 6.6 3.5	g 2.6 1.8	g 9.2 5.3	g 9.2 5.3	g 10.6 13.6	g 31.8
標準肥料	{標準 連作	cm 75.6 68.2	cm 21.4 20.0	本 6.9 3.5	g 21.2 9.3	g 10.6 4.3	g 15.9 13.6	g 44.5	g 19.7	g 31.8
肥料倍量	{標準 連作	cm 86.0 71.7	cm 22.3 20.3	本 11.8 5.0	g 28.6 13.3	g 15.9 6.4	g 44.5 19.7	g 29.1	g 19.4	g 31.8
標準肥料+堆肥	{標準 連作	cm 77.0 69.9	cm 20.3 20.2	本 7.0 5.5	g 18.9 13.7	g 10.2 5.7	g 29.1 19.4	g 27.3	g 17.6	g 31.8
標準肥料+マンガン	{標準 連作	cm 79.9 71.8	cm 20.9 20.3	本 5.5 4.8	g 17.0 10.8	g 10.3 6.8	g 27.3 17.6	g 27.3	g 17.6	g 31.8
無肥料	{標準 連作	cm 67.6 52.0	cm 18.7 16.7	本 3.2 1.8	g 5.7 2.2	g 4.9 1.8	g 10.6 4.0	g 10.6 4.0	g 10.6 4.0	g 31.8
標準肥料	{標準 連作	cm 76.7 65.0	cm 18.6 18.5	本 6.8 5.4	g 13.9 10.1	g 8.8 5.2	g 22.7 15.3	g 22.7 15.3	g 22.7 15.3	g 31.8
肥料倍量	{標準 連作	cm 81.2 70.2	cm 19.5 19.9	本 8.5 7.3	g 23.3 14.0	g 12.9 8.3	g 36.2 22.3	g 36.2 22.3	g 36.2 22.3	g 31.8
標準肥料+堆肥	{標準 連作	cm 78.0 69.3	cm 19.8 18.2	本 7.9 6.3	g 14.8 10.6	g 12.1 7.7	g 26.9 18.3	g 26.9 18.3	g 26.9 18.3	g 31.8
標準肥料+マンガン	{標準 連作	cm 81.4 62.9	cm 20.4 19.0	本 7.6 6.2	g 17.6 10.9	g 10.9 5.5	g 28.5 16.4	g 28.5 16.4	g 28.5 16.4	g 31.8
標準肥料+マグネシウム	{標準 連作	cm 77.5 65.7	cm 17.5 17.9	本 9.4 6.5	g 20.6 9.3	g 11.4 5.6	g 32.0 14.9	g 32.0 14.9	g 32.0 14.9	g 31.8
標準肥料+マンガン+マグネシウム	{標準 連作	cm 78.5 68.8	cm 20.2 18.5	本 7.1 6.3	g 15.0 10.7	g 9.4 7.2	g 24.4 17.9	g 24.4 17.9	g 24.4 17.9	g 31.8
標準肥料+マンガン+マグネシウム+鉄	{連作	cm 75.3	cm 18.5	本 5.9	g 12.0	g 7.3	g 19.3	g 19.3	g 19.3	g 31.8

酸マグネシウム、1ポット1.5g当り7月6日土壤へ添加、マンガンは硫酸マンガン0.5%液、鉄は硫酸第1鉄0.1%液を7月23日から9月4日まで、10日置5回葉面散布した)を設けた。その結果は第24表のとおりで、(a)連作土壤での3要素化学肥料の増用は増収するが、その絶対収量も、単位施肥量当り増収量も無連作土壤によらず、(b)堆肥施用も増収の傾向は認められるが、連作害解消効果はあまり大きくなかった、(c)マンガン・マグネシウム・鉄の添加は全重についてみると、連作土では鉄、マグネシウム、マンガン添加区、マグネシウム、マンガン添加区にやや増重効果が認められるようである。しかしいずれにしても完全に連作害を克服する効果はみとめられない。

B 品種の交替試験

陸稻連作害の品種間差と品種の交替栽培が、連作害の軽減にどの程度役立つかを知るため1953年A試験と同じ無底ポットに無連作土を入れ、甘藷農林10号と陸稻農林12号、農林糯20号、農林糯1号の3品種を組合せて次表の各区を作った。鉢の管理はA試験と同様で、1955年以

昭和28年 (1953年)	昭和29年 (1954年)	昭和30年 (1955年)	昭和31年 (1956年)
O — O — O — A	O — O — A — A	O — A — A — A	A — A — A — A
A — B — C — A	A — C — B — A	O — O — O — B	O…甘藷 農林10号
O — O — B — B	O — O — B — B	A — B — B — B	A…陸稻 農林12号
B — B — B — B	B — A — C — B	B — C — A — O	B… 農林糯20号
B — C — C — C	O — O — O — C	C — C — C — C	C… 農林糯1号
C — C — C — C	C — A — B — C	C — B — A — C	
C — B — A — C			

降は1954年と同じである。また甘藷の施肥量は陸稻と等しくし、裏作は全区大差の均一栽培を行つた。その結果は第25, 26, 27表のとおりで、連作2年目の1954年度は品種交替の効果がみられず、むしろ前年農林12号跡が連作の害が軽かつたようであるが、1955, 1956年の成績では明らかに品種交替の効果が認められた。しかしその効果はあまり大きくなかったようである。

第25表 陸稲連作害と品種の交替(1)

区名		出穂期	草丈	穗長	穂数 (一株) (當)	ワラ重 (一株) (當)	穂重 (一株) (當)	全重 (一株) (當)
昭28	昭29	月日	cm	cm	本	g	g	g
O—A		9.3	79.5	17.9	9.8	19.4	13.5	32.9
A—A		9.6	76.9	18.7	8.4	14.9	12.0	26.9
B—A		9.6	76.0	19.2	6.5	12.2	8.9	21.1
C—A		9.9	76.3	18.3	6.3	11.5	9.5	21.0
O—B		8.18	79.1	19.7	6.8	11.3	6.9*	18.2*
B—B		8.30	78.4	19.5	6.0	9.0	8.7	17.7
A—B		8.24	77.3	19.8	7.3	9.2	9.0	18.2
C—B		8.30	71.9	19.6	6.0	7.4	7.3	14.7
O—C		9.3	85.6	20.8	6.6	15.3	11.0	26.3
C—C		9.9	84.9	20.2	7.0	15.5	8.7	24.2
A—C		9.9	83.8	20.4	6.4	15.9	9.8	25.7
B—C		9.3	81.1	19.8	6.5	14.2	8.5	22.7

(1954年度)

* 雀害のため不確実

O…甘諸農林10号 A…陸稲農林12号 B…農林糯20号 C…農林糯1号

第26表 陸稲連作害と品種の交替(2)

区名			出穂期	草丈	穗長	穂数 (一株) (當)	ワラ重 (一株) (當)
昭28	昭29	昭30	月日	cm	cm	本	g
O—O—A			8.18	74.7	19.0	11.6	23.8
O—A—A			8.20	69.4	18.6	10.3	18.5
A—A—A			8.25	67.4	17.5	8.8	12.1
B—C—A			8.25	71.0	18.3	7.6	12.5
C—B—A			8.23	62.9	16.0	9.2	14.6
O—O—B			8.11	82.6	18.8	9.3	23.2
O—B—B			8.11	80.4	21.7	10.0	17.8
B—B—B			8.17	75.7	19.8	9.1	14.2
A—C—B			8.15	76.2	21.0	9.7	15.8
C—A—B			8.15	75.5	21.0	9.3	14.4
O—O—C			8.20	87.4	20.9	9.0	22.8
O—C—C			8.25	82.6	19.1	7.8	19.4
C—C—C			8.27	77.9	18.3	6.8	14.5
A—B—C			8.27	74.8	17.5	7.9	14.8
B—A—C			8.27	84.8	22.0	5.9	15.5

(1955年度)

O…甘諸農林10号 A…陸稲農林12号 B…農林糯20号 C…農林糯1号

第27表 陸稲連作害と品種の交替(3)

昭年	昭年	昭年	草丈	莖数	穂数	一株当風乾重(g)		
						ワラ重 一本	穂重	全重
O—O—O—A			cm	本	一株	26.0	17.7	38.0
O—O—A—A			68.3	19.3	11.3	29.5	7.5	37.0
O—A—A—A			64.2	17.3	14.7	21.3	9.0	30.3
A—A—A—A			48.0	10.0	3.3	15.5	3.5	19.0
A—B—C—A			61.0	9.0	5.5	14.8	5.0	19.8
A—C—B—A			60.6	17.3	8.3	23.0	5.8	28.8
O—O—O—B			78.2	17.0	13.0	20.4	10.5	30.9
O—O—B—B			77.7	16.3	11.7	19.2	10.9	30.7
O—B—B—B			77.0	17.7	10.0	17.6	7.2	24.8
B—B—B—B			58.8	8.3	3.0	6.4	1.5	7.9
B—A—C—B			63.5	7.7	4.0	7.3	3.3	10.6
O—O—O—C			71.5	23.7	17.0	34.0	16.7	50.7
O—O—C—C			66.3	13.0	8.7	15.5	7.2	22.7
O—C—C—C			69.5	13.7	8.7	19.7	6.3	26.0
C—C—C—C			65.0	10.0	7.3	15.7	7.7	23.4
C—A—B—C			66.8	12.0	8.7	20.0	7.2	27.2
C—B—A—C			61.3	11.0	4.3	15.3	3.7	19.0

(1956年度)

O…甘諸農林10号 A…陸稲農林12号 B…陸稲農林モチ20号 C…陸稲農林モチ1号

C 移植と連作害試験

i) 育苗条件と移植時期試験 直播と移植で連作害の程度に差があるか否か、育苗条件、移植時期などの移植操作を変える事により連作害を軽減できるかどうかを知るため、1955年品種は農林糯26号を用い、洪積火山灰土連作、無連作畑で、育苗条件（連作、無連作畑育苗5月11日播種）、移植時期（6月11日、6月22日、7月2日）を組合せた移植栽培と直播（5月19日播）を比較試験した。1区2連作とし、栽植密度は移植、直播とも畦巾2尺株間2寸2条(坪180株)，反当基肥堆肥200貫，硫安5貫、過石12.5貫、塩加4貫を施し、7月15日に硫安5貫を追肥した。その結果は第28表のとおりで、無連作畑では移植は直播より減収し、移植時期が遅れるとその傾向が著しかつたが、連作畑では逆に移植が直播より良い傾向がみられ、しかも移植時期による収量差が少いようである。しかしいずれも無連作畑直播の収量にはおよばない。

また無連作畑育苗の苗は連作畑育苗の苗にくらべ草丈高く太かつたが、移植後の活着や初期生育はむしろ連作畑育苗の苗が良かつた。これは苗生育がよかつたためい。

第28表 育苗法、移植時期と連作害

			8月12調査		稈長	穗長	穗数 (50cm 間)	出穂期	反当				玄米 1升重	
									ワラ重	糲重	全重	玄米重		
直	播	無連作 連作	cm 113.4 103.1	cm 164 151	cm 83.4 84.9	cm 22.0 22.3	本 75 60	月 日 8. 19 8. 25	貫 175.7 142.6	貫 92.9 84.0	貫 268.6 226.6	貫 72.3 65.6	kg 384 387	
移 植	無連作 連作 育苗	6月11日移植	無連作 連作	112.9 106.8	146 132	82.1 78.9	24.1 24.1	62 55	8. 17 8. 19	160.1 143.6	86.0 87.5	246.1 231.1	67.3 69.5	kg 382 381
		6月22日移植	無連作 連作	108.4 99.9	128 125	86.3 83.9	22.8 23.8	58 57	8. 23 8. 24	168.9 148.6	89.1 87.7	258.0 236.3	69.6 69.3	kg 385 387
		7月2日移植	無連作 連作	101.2 92.3	108 116	87.0 84.2	22.9 23.9	52 48	8. 27 8. 30	147.0 137.2	75.0 87.9	222.0 225.1	59.1 69.2	kg 388 390
	連作 育苗	6月11日移植	無連作 連作	106.7 104.0	157 140	81.2 76.0	23.8 23.6	69 63	8. 13 8. 16	153.0 136.2	91.5 85.2	244.5 221.4	71.4 67.4	kg 382 382
		6月22日移植	無連作 連作	107.8 99.6	141 139	85.1 81.7	23.7 23.4	61 63	8. 22 8. 23	168.8 154.3	71.3 91.9	240.1 246.2	55.2 72.5	kg 382 385
		7月2日移植	無連作 連作	102.6 95.4	121 130	86.6 84.2	23.0 22.6	58 56	8. 29 8. 28	158.7 147.3	75.3 89.7	234.0 237.0	58.4 70.7	kg 386 388

苗取時の断根や植えいたみなど、無連作土苗の素質が活着に大きく影響したため、連作、無連作の違いによるものではないと考えられる。

ii) 1956年には肥料条件を変えて、連作、無連作畑における直播と移植を比較するため、直播(5月23日播種)と移植(5月8日苗床播種、6月8日移植)、肥料条件(全区とも磷酸加里は反当過石10貫、塩加4貫とし、無堆肥

堆肥反当200貫、窒素成分0, 1, 2, 4貫)を組合せて試験を行つた。品種や栽培管理は i) 試験と同様である。

その結果は第29表のとおりであるが、本年は夏期旱魃のため生育と収量が逆転したので、生育量を示すワラ重についてみると、直播と移植の関係は前年 i) 試験と全く等しかつた。また窒素の増肥効果は、無連作畑では直播で、連作畑では移植で大きく現れるようで、堆肥の

第29表 移植・施肥量と連作害

		窒 素 量	出穂期	稈長	穗長	穗数 (50cm 間)	坪当			
							ワラ重	糲重	全重	玄米重
直 播	無堆肥	0 無連作 連作	月 日 8. 31 9. 5	cm 75.8 58.2	cm 21.1 18.5	本 47.2 31.4	kg 643 274	kg 227 86	kg 870 360	kg 178 67
		1 無連作 連作	8. 27 9. 1	81.4 62.3	21.3 19.2	56.4 47.2	kg 836 428	kg 264 152	kg 1.100 580	kg 202 119
		2 無連作 連作	8. 27 8. 30	80.0 65.1	21.6 19.8	55.2 46.8	kg 920 541	kg 260 159	kg 1.180 700	kg 204 133
		4 無連作 連作	8. 30 9. 2	78.6 63.6	21.8 19.3	58.8 48.9	kg 1070 826	kg 240 124	kg 1.310 950	kg 187 95
播	堆肥 反当200貫	0 無連作 連作	8. 29 9. 3	78.0 60.7	21.2 19.0	46.3 41.3	kg 692 338	kg 228 113	kg 920 451	kg 170 87
		1 無連作 連作	8. 28 9. 1	79.6 62.5	21.3 19.7	60.5 48.1	kg 913 428	kg 267 152	kg 1.180 580	kg 210 118
		2 無連作 連作	8. 30 8. 31	81.4 65.1	21.1 20.0	56.6 53.2	kg 935 587	kg 215 148	kg 1.150 735	kg 168 115
		4 無連作 連作	8. 31 9. 2	78.0 65.0	21.1 19.6	58.1 50.4	kg 1189 839	kg 211 96	kg 1.400 935	kg 160 73

移 植	無堆肥	0	無連作 連作	8. 25 8. 30	72.0 58.5	23.1 20.2	31.9 30.2	489 280	201 105	690 385	157 82
		1	無連作 連作	8. 23 8. 24	76.6 64.3	23.7 22.2	37.8 39.9	613 395	237 165	850 560	187 127
		2	無連作 連作	8. 22 8. 23	72.3 62.6	23.7 22.9	45.9 45.5	745 620	225 146	970 766	176 113
		4	無連作 連作	8. 24 8. 25	72.7 63.6	23.2 22.3	42.8 44.3	828 848	192 83	1,020 931	126 63
	堆肥反当200貫	0	無連作 連作	8. 24 8. 29	73.0 61.0	22.9 20.2	31.2 33.5	506 322	174 128	680 450	135 97
		1	無連作 連作	8. 23 8. 24	77.2 62.7	23.4 22.3	37.7 41.5	672 500	218 155	890 655	168 119
		2	無連作 連作	8. 23 8. 25	78.1 64.8	23.6 22.7	38.9 41.3	768 663	212 132	980 795	166 100
		4	無連作 連作	8. 23 8. 29	74.7 60.9	23.3 19.5	45.6 38.8	875 905	195 71	1,070 976	149 51

施用は窒素にくらべ增收効果が少いようである。

D 播種期と連作害試験

播種期によつて連作害の発現に差があるか否かを知るため、1956年素焼8寸鉢に陸稲連作土と無連作土（洪積火山灰畑表土）を入れ、4月30日より7月20日まで5回にわたり、農林12号種子1鉢70粒あて播種、1区3鉢とし、8月5日取上げ調査した。その結果は第30表のとおりで、生育初期の連作害症状は播種期に関係なく発現するようである。

そこで生育の全期についての影響を知るため、洪積火山灰土の連作畑と無連作畑で、早播（5月8日播）、標準播（5月23日）、晚播（6月8日）の3区を設け、C i) 試験と同じ栽培管理で試験した結果は第31表のとおりで、連作、無連作とも晚播は早播、標準播に比し減収する。また連作土は前記鉢試験の場合と同様に、播種期に関係なく生育初期の連作障害が発現し、収穫物全重においても連作土は無連作土に劣り、無連作土の収穫物全重に対する連作土のそれの比率も播種の早晚による差異がなか

つた。ただなお検討の余地はあると思うが、粒重並びに玄米重においては晚播になるほど、連作区収量が無連作区収量に接近する傾向がみえた。

第30表 播種期と連作害の発現（1）

区名	草丈	乾物重（1個休当）		
		地上部	地下部	全重
4月30日播 〔連作	cm 28.3 24.7	mg 87 76	mg 130 94	mg % 217(100.0) 170(78.3)
	28.8 27.0	82 66	118 85	200(100.0) 151(75.5)
5月20日播 〔連作	cm 27.7 23.7	mg 80 85	mg 102 78	182(100.0) 136(74.7)
	30.3 25.5	56 35	61 44	117(100.0) 79(67.5)
6月10日播 〔連作	cm 25.3 21.8	mg 28 24	mg 34 26	62(100.0) 50(80.6)
	25.3 21.8	28 24	34 26	62(100.0) 50(80.6)
6月30日播 〔連作	cm 25.5 21.8	mg 56 44	mg 61 44	117(100.0) 79(67.5)
7月20日播 〔連作	cm 25.3 21.8	mg 28 24	mg 34 26	62(100.0) 50(80.6)

第31表 播種期と連作害の発現（2）

項目 区名	出穂期	稈長	穗長	穂数 (50cm間)	坪当り			
					ワラ重	穀重	全重	玄米重
5月8日播 〔無連作 連作	月日 8. 23 8. 24	cm 73.8 63.3	cm 23.5 21.3	本 54.4 45.7	kg 693 559	kg 247 96	kg 940 (100) 655 (70)	% 193 (100) 73 (38)
	8. 28 8. 31	78.3 67.0	21.4 20.2	55.1 52.9	kg 888 599	kg 236 137	kg 1124 (100) 736 (65)	% 182 (100) 106 (58)
6月8日播 〔無連作 連作	9. 7 9. 11	79.9 74.1	21.2 20.7	43.2 40.7	kg 693 496	kg 108 79	kg 801 (100) 575 (72)	% 67 (100) 58 (87)

E 灌水と連作害試験

灌水によつて陸稻の連作害をどの程度軽減できるかを知るため、コンクリート無底ポットを用い、B試験と同じ方法で次の各区を作り試験した。標準無処理区、灌水区(7日毎50mm灌水)、多湿区(8月下旬まで毎日灌水)、水田区(底を突き固め8月下旬まで湛水状態)その結果は第32表・写真5のとおりで、灌水、多湿状態でも連作害はみられ、水田状態で消去する。したがつて畑地灌漑による連作害の消去効果はそれほど期待できないと思われる。

第32表 灌水の連作害におよぼす影響

年次	区名	草丈	穗長	穂数 (一株) 當	ワタ 重 (一株) 當	穗重 (一株) 當	全重 (一株) 當
一九五三年	標準(無連作)	75.6	21.4	6.9	21.2	10.6	31.8
	(連作)	68.2	20.0	3.5	9.3	4.3	13.6
一九五四年	灌水(無連作)	77.2	21.8	7.3	21.9	13.1	35.0
	(連作)	71.5	19.5	5.1	11.9	6.4	18.3
一九五五年	多湿状態(無連作)	75.6	19.6	5.0	15.4	8.1	23.5
	(連作)	66.8	17.1	3.0	7.1	3.3	10.4
一九五六年	標準(無連作)	76.7	18.6	6.8	13.9	8.8	22.7
	(連作)	65.0	18.5	5.4	10.1	5.2	15.3
一九五七年	灌水(無連作)	77.6	18.9	7.3	17.3	10.2	27.5
	(連作)	72.2	19.0	6.8	11.2	7.3	18.5
一九五八年	多湿状態(無連作)	73.5	17.6	5.2	10.6	6.0	16.9
	(連作)	65.2	16.4	5.3	9.0	5.0	14.0
一九五九年	標準(無連作)	72.5	18.3	10.4	20.3		
	(連作)	65.5	15.8	7.0	12.3		
一九六〇年	水田状態(無連作)	98.2	20.9	11.9	42.8		
	(連作)	100.5	22.1	14.2	41.8		

総合考察

陸稻の連作害はクロールビクリン、ホルマン、過酸化水素、エーテル、蒸気殺菌による土壤処理及び湛水栽培によって消去するものので、この結果からみるとその主原因は土壤微生物と関係があるように思われる。蒸気殺菌による害解消効果については渡辺氏等¹³⁾も認めており、微量元素の欠乏ないし不均衡⁵⁾、根線虫、根アラムシ⁵⁾など害虫の増加、土壤容水量その他土壤の物理性の悪変¹²⁾は、第2義的な原因と考えられる。

陸稻の養分吸収上の特性から、各地において鉄、マンガンの欠乏ないし不均衡によつて、連作に関係なく萎黄症害を起し、連作害も現象的に似た症状を呈することが多いが、これはむしろ他の原因によつて吸収機能を弱められた結果で、連作害の原因とは考えられない。

(a)鉄、マンガンなど微量要素の土壤添加¹³⁾または葉面散布、(b)易溶性鉄、マンガンを増加する酸性肥料、枸橼酸、硫酸の加用、(c)土壤の易分解性有機物を増加し、土壤を還元状態に保つて鉄、マンガンの可動性を計る堆肥の増施¹²⁾が、連作害に効果があるのは、やはりこの養分吸収上の特性によるものであろう。

陸稻根線虫、根アラムシの増加についても薬剤試験によつて、原因としては複数的なものであることを確かめたが、これらと主因との相互関係や、農家圃場での被害実態は今後の検討を要する。なお土壤の物理性の悪変による旱ばつ害の助長も考えられるが、むしろ主因によつて受ける根群の減少や、細根の減少による旱ばつの方が遙かに大きいのではないかと思われる。

また立枯病、歯核病の増加も一因としてあげられている⁵⁾が、これが主因であるか他の有害土壤微生物、またはそれによつて生成される有害物質であるか否かについては不明で、今後の研究にまちたい。なお連作対策としての品種間差の利用、品種の交替栽培、移植、晚播、灌水、灌素追肥は、すべて作物の生育促進と、ある程度の害回避なしし軽減を主眼においた対策であつて、連作害を根本的に消去する対策ではない。

摘要

(1) はじめに東京都下数カ市町村にわたる、陸稻連作に関する農家調査を行い、小経営農家ほど陸稻連作の機会が多く、かつ陸稻の連作障害はきわめて普遍的に存在し、農家はそれぞれに耕種上各種の苦心を払っていることを知るとともに、農家圃場の調査で連作地と無連作地との陸稻生育、土壤の化学的諸性等について調査し、2~3の化学的性質の相異のほか、陸稻根線虫の着生数に差があることを指摘した。

(2) また試験場内においては、ポット及び圃場を用いて、陸稻連作害の原因及びその防止法について2~3の実験を行い、次の結果を得た。

i) 連作害は土壤の過酸化水素・クロールビクリン・ホルマリン・エーテル・蒸気殺菌(15ボンド 120°C 20分)・水田状態等の処理で消去する。

ii) 障害発現の一般症状としては、発芽歩合低く、初期生育が不良で、草丈茎数少く、根群狭少で細根の発達少く、出穂期が遅れ、減収する。

iii) 陸稻の連作害による生育不良は陸稻に限つて発現し、他作物にはみられない。

iv) 土壤が還元状態から酸化状態となるにしたがつて連作害は大きく発現する。

- v) 薬剤試験の結果からみて、農家調査の際に認められた陸稲根線虫数の増加は連作害の主因とは考えられない。
- vi) 化学肥料（主に窒素）の増施、堆厩肥の増用、微量元素の添加、品種の交替、移植、畑地灌漑はいづれも連作害をある程度軽減するが、連作害防止の点では不充分である。
- (3) 連作害の原因も対策もなお究明の要がある。しかし著者等の実験結果から、連作害の顕著な消去効果を認める処理の共通的特色は、いずれも畑土壤の殺菌効果をもつことであり、陸稲連作害の主因は土壤微生物と重要な関係があるようと考えられる。
- 参考文献
- (1) 東京府農事試験場(1914~1915) 業務功程 大正3年~4年
 - (2) 東京府農事試験場(1934) 業務功程 昭和9年
 - (3) 久保田喜代太郎(1925) 陸稲の作り方
 - (4) 白石代吉(1937) 陸稲栽培の実際
 - (5) 黒崎正美(1954) 陸稲の安全増収法
 - (6) 滝島康夫(1949) 毒素説を中心とする忌地の研究 農学3(7)
 - (7) 杉山直儀(1954) 蔬菜の忌地の問題、蔬菜高度輪栽法
 - (8) 萩原十(1955) 忌地 園芸技術新説
 - (9) 松原茂樹(1953) 蔬菜の作付計画とその注意 農業及園芸 28(6)
 - (10) MARTIN, J. P. (1956) Influence of some common soil fungi on growth of citrus seedlings. Soil Science 81 (4) 259.
 - (11) BONNER, J. (1950) The role of toxic substances in the interactions of higher plants. Botan. Rev. 16. 51.
 - (12) 渡辺敏夫等(1955) 昭和30年度試験成績、関東東山農業試験場 土壤肥料第2研究室
 - (13) 小田切弘一、橋元秀教(1954) 陸稲の連作に関する土壤肥料的研究 日本土肥雜 25(4),176.

Studies of the Depression of Upland-Rice caused by Continuous Cropping [I]

YAMASAKI, M., NAKAUSA, T., KATO, O. and ITO, Y.

Summary

The investigations and experiments were carried out at several villages and our station in TOKYO, to study on the continuous cropping of upland-rice which is prevailing and depressing its growth and yields. The results are as follows:

- (1) The depression of upland-rice caused by continuous cropping is expelled by every soil treatment of H_2O_2 , Chlorpiclin, formalin, ether, autoclave process or paddy-field condition.
- (2) General symptoms of upland-rice growing in the continuous cropping field are found out as low germination capacity, weak growth of seedling, dwarf of adult plant, decrease of stem number, poor development of root, especially in its hairy root, delay of heading period and resultant decrease of yields.
- (3) The soil of upland-rice field reveals its wickedness when upland-rice is sown continuously, but no wickedness when the other crops are sown in its field.
- (4) The effect of wickedness of the soil is more increased in oxidized soil condition than in reductive soil condition.
- (5) Many cysts of nematode (*Heterodera* sp.) living upon root of upland-rice are more found out in the continuous cropping field than in the rotation field, but it seems that this is no important factor of the main cause of wickedness of continuous cropping, according to the results of several medication tests.
- (6) Every process such as increase of chemical manure (mainly Nitrogen) or compost, addition of minor elements, alternation of the same crop varieties, transplanteration and field irrigation is recognized to be effective in some degree but not perfectly to the extinction of the depression of upland-rice caused by continuous cropping.
- (7) From this experiment, it seems that some soil microbe take an important part directly or indirectly in the depression of upland-rice caused by continuous cropping.

写真1 陸稻の連作と初期生育

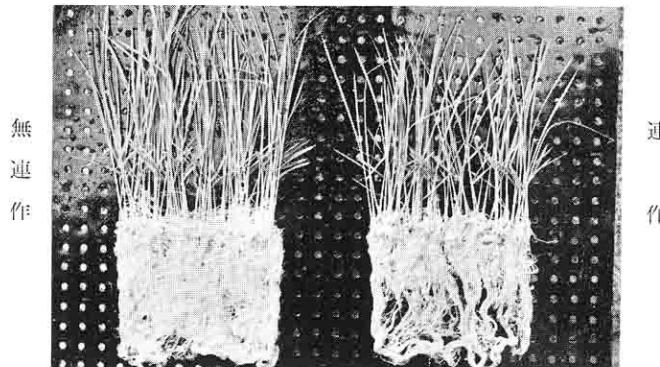
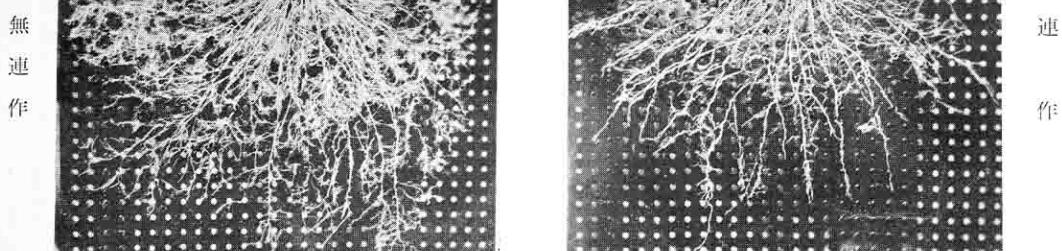


写真2 陸稻の連作と根の生育



(8月11日写)

写真3 陸稻連作害土壤と他作物の生育 (左, …陸稻無連作土壤, 右, …陸稻連作土壤)

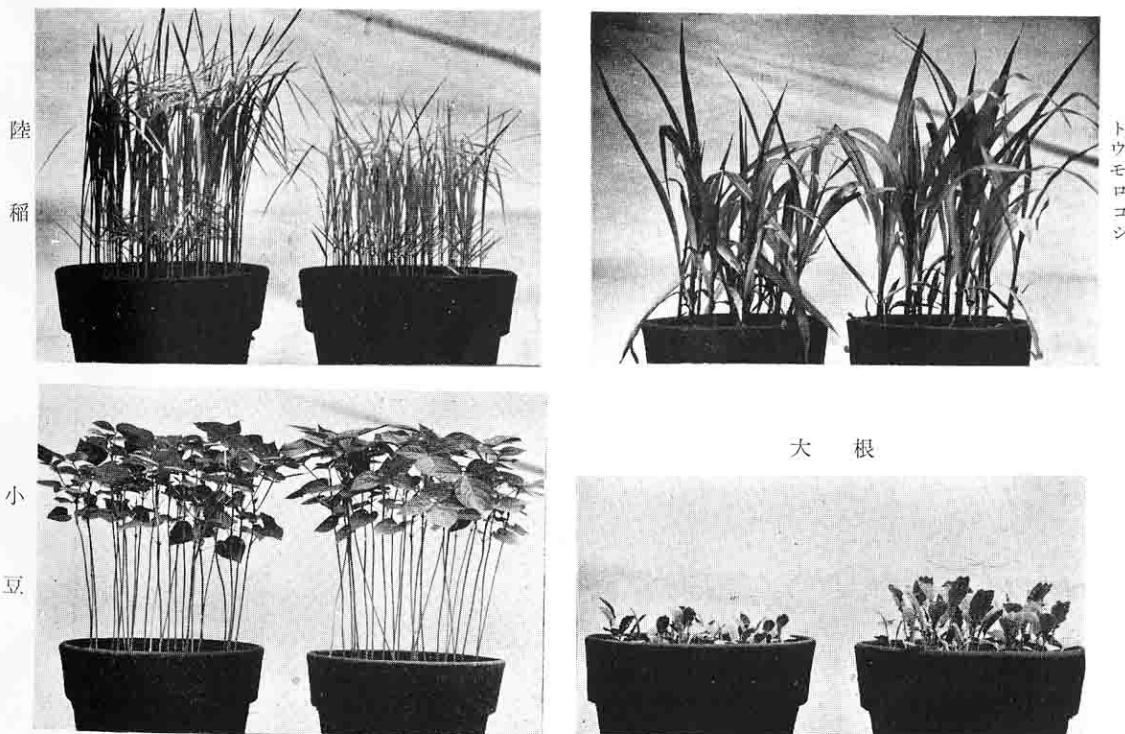


写真4 連作年数と陸稲の生育

無 連 作



連 作 1 年

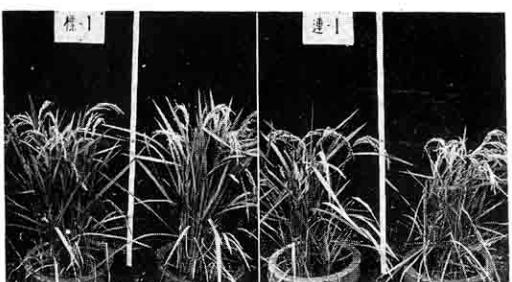


連 作 2 年

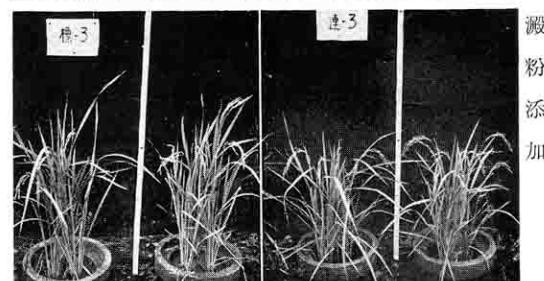


写真5 土壤処理と陸稲の生育

無
處
理



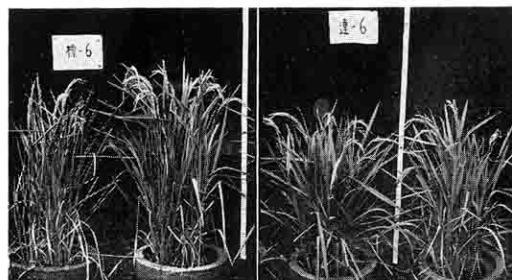
過酸化水素添加



澱粉
添 加



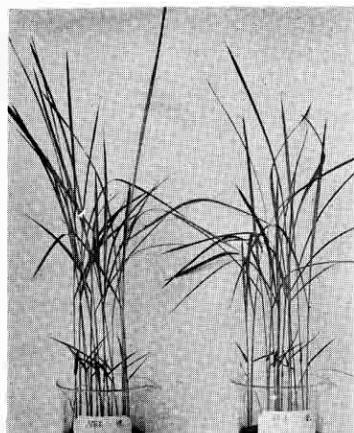
水
田
狀
態



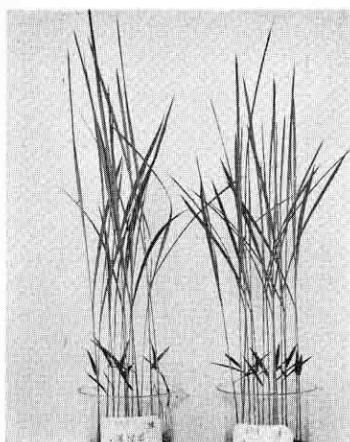
蒸
氣
殺
菌

写真 6 土壤の各種処理と陸稲の初期生育

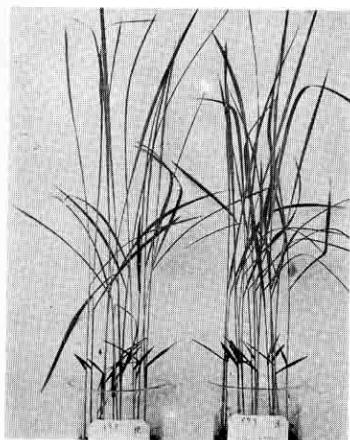
無 处 理
無連作 連 作



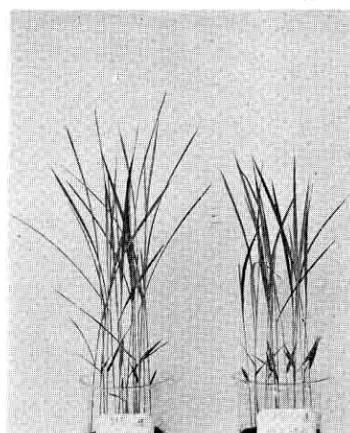
熱湯 浸出
無連作 連 作



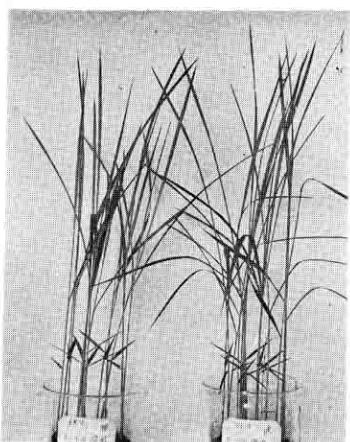
クロールピクリン処理
無連作 連 作



冷 水 浸 出
無連作 連 作



エーテル浸出
無連作 連 作



蒸 気 殺 菌
無連作 連 作

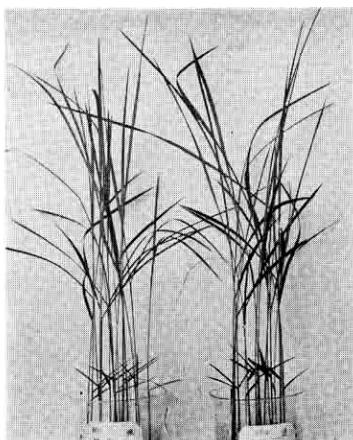
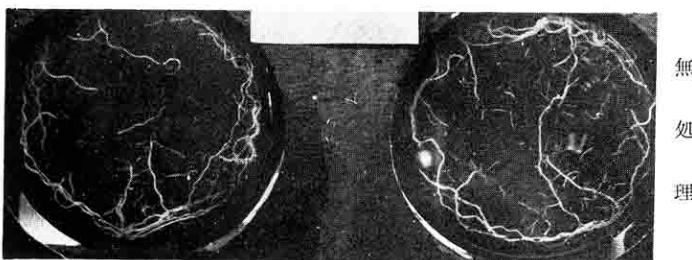


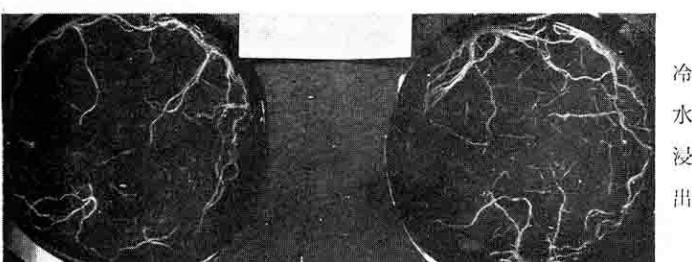
写真7 土壌処理と陸稲根の生育

連作土

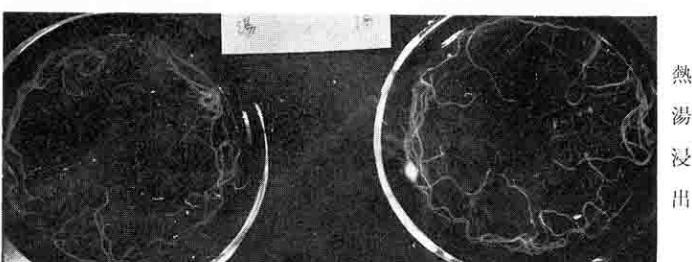
無連作土



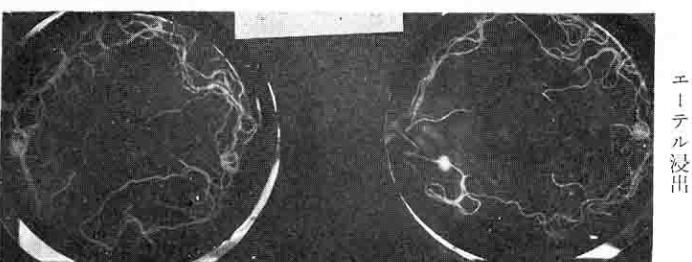
無
處
理



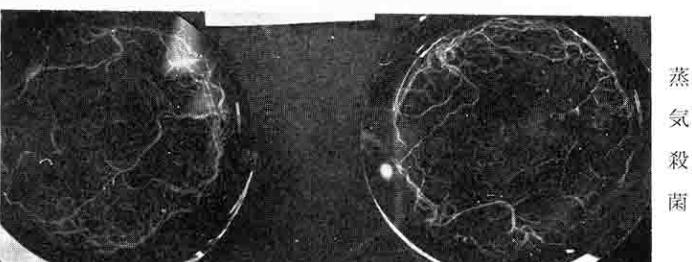
冷
水
浸
出



熱
湯
浸
出



エ
チ
テ
ル
浸
出



蒸
氣
殺
菌