

田畑輪換に伴う土壌の変化

渡 辺 春 朗*

The Change of Soil Physical and Chemical Properties with
Alternative Land Usage System

Haruo WATANABE

CHIBA-KEN Agricultural Experiment Station

I はじめに

田畑輪換とはローテーションの年数の違いはあるが主に水田を利用して、田→畑→田→畑と水稲および畑作物を交互に栽培する農地の利用技術、形態（栽培、水の利用技術）の一つであり、土壌の還元・畑作に伴う酸化のくり返しとみなしうる。これら栽培様式の差違、湛水の有無、還元酸化が土壌に及ぼす影響について、主に畑土壌の現地調査、試験に従事してきた者の視点に基づき、著者が関係した転換畑¹⁾および田畑輪換の調査を中心にして検討した結果ならびに考えを述べる。

II 畑輪換が土壌の物理性、地下水位、根群分布に及ぼす影響

1 調査試験の方法

千葉県代表的な5土壌型別水田とそれに隣接する水田を転換した畑（以下転換畑）を選び両者の地下水位の周年変化を測定した。そして隣接水田の湛水ならびに降雨が転換畑の地下水位に及ぼす影響について調査検討し

た。さらに水田の入水期と落水期に転換畑において試坑断面調査、根群分布調査を行い、作物根の分布状況と土壌のち密度、三相分布、孔隙径分布、地下水位の関係について調査検討した。なお調査方法および測定法は下記のとおりである。

地下水位の測定：内径2.5cmの塩ビ管を深さ100cmに埋設し、管内の水面を地下水位とみなし、4～8月は毎週9～3月は2週間ごとに測定した。

降水量：調査地点に最も近い測候所および観測所のゲージを使用した。

根群分布調査：モノリス板で試料を採取し、幅50cm、深さ50cm、厚さ5cmに整理統一し、水道水で洗浄後105℃で乾燥し根量とした。

三相分布、孔隙径分布：2000ccおよび100ccの採土管を併用し、実容積法、砂柱法、吸引法で測定した。

2 結果および考察

(1) 地下水位の周年変化について

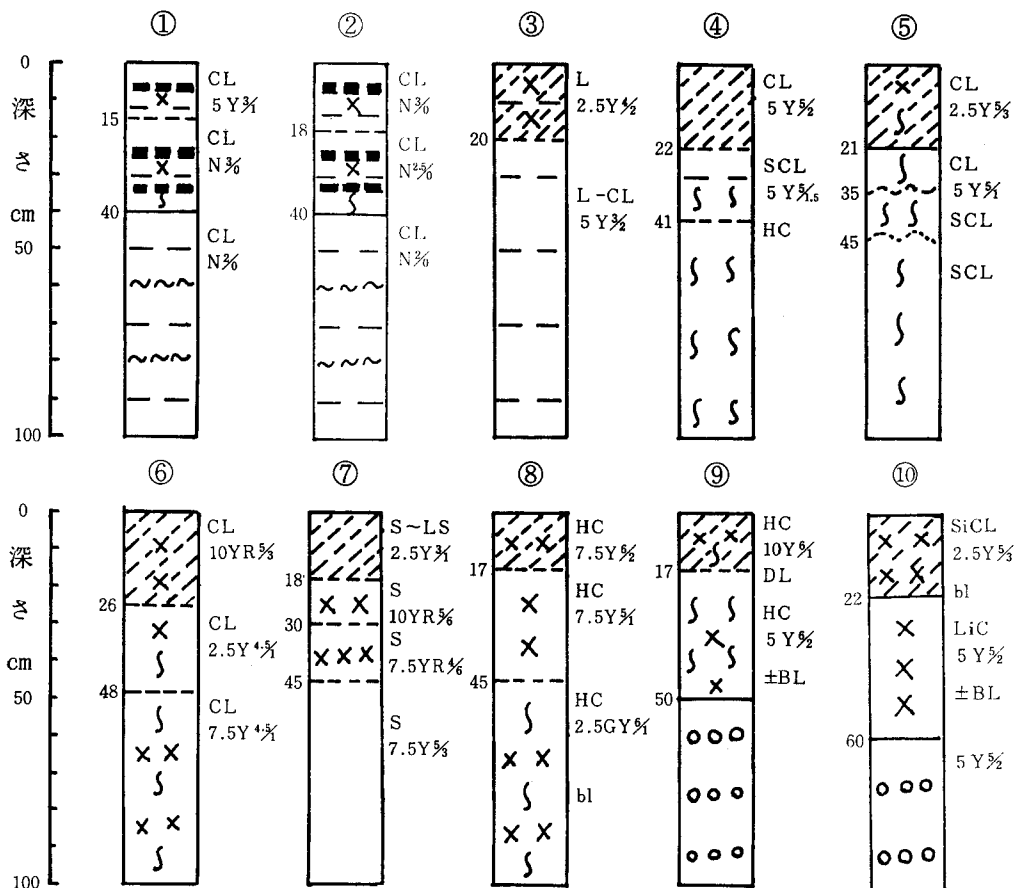
調査地点および転換後1年目の落水時における転換畑の特徴を表-1、図-1に示す。泥炭土壌から乾田型の

表-1 土壌の特徴・栽培作物

No.	土 壌 型	地形および土壌の特徴	作物名
①	泥炭土壌粘土型	平 坦 地下水位高い	キ ャ ベ ッ
②	〃	〃 〃 低い	〃
③	黒色土壌壤土腐植型	谷 津 火山灰湿田土壌	—
④	グライ土壌粘土型	ほぼ平坦 三紀半湿田土壌	トウモロコシ
⑤	灰色土壌粘土構造型	ほぼ平坦 三紀乾田土壌	牧草混播
⑥	〃	平 坦 沖積乾田土壌	キ ウ リ
⑦	灰色土壌砂土型	〃 海成沖積砂質土壌	ラ ッ カ セ イ
⑧	灰褐色土壌強粘土構造型	ほぼ平坦 三紀系土壌地下水位高い	牧草混播, ヒエ
⑨	〃	〃 〃 〃 低い	〃
⑩	〃	〃 三紀系土壌溶脱型	〃

注 1) ③地点には転換畑設置しない

2) ①, ④, ⑤, ⑦, ⑧, ⑨の6地点で根群分布調査を実施した。



図一 調査転換畑土壌の断面柱状図 (③は落水期水田)
 (記載は地力保全基本調査における土壌断面記載要綱による)

灰褐色土壌までの5土壌型、土性は砂質から強粘質に及び、千葉県代表的な土壌型がほぼ含まれる。

試坑断面調査結果から、グライ層の出現位置、構造の発達程度などの土壌断面形態には、転換による大きな変化はみとめられなかった。また半湿田型のグライ土壌より乾田型の土壌では、ち密度15~20mmのすき床層が存在し、各地点とも転換後1年目では水田土壌の本質的な性質は失われていなかった。

各地点において水田および転換畑の地下水位の周年変化と降水量の関係を調査した結果、その変化の状態からおおよそ図一2の三つの型に大別された。

- a 年間を通して変動が少なく地下水位が常時高い。
 ……泥炭土壌①②
- b 収穫期前後を境にして急激に地下水位が低下し、以後再び上昇しない。……灰色土壌砂土型土壌⑦
- c 降雨の影響を受けやすく、時期的な変動が大きい
 ①②⑦以外のすべての地点でこの傾向が観察され、本県の大部分の土壌型がこのタイプに属する周年化

化を示すものと思われる。

転換畑と水田の地下水位の差は土壌型によって異なるが、周年変化の状態にはほとんど違いはみとめられない。すなわち泥炭土壌①②および砂質土壌⑦では水田と転換畑の地下水位の間には差がなく10cm内外である。しかし、グライ土壌より地下水位の低い乾田型の粘質な土壌では稲作期間に差がみとめられ、転換畑の地下水位は水田のそれに比べて20~40cm程低く推移する。

降雨と地下水位の関係についてみると、図一2のように、おおよそ40mm/日以上降雨が地下水位に影響を与えるものと思われる。その影響は時期および土壌型によって異なるが入水期間中は比較的少ない。水稻栽培後の落水期もしくは用水不足期になると地下水位は急激に低下する。この時期以後になると降雨が地下水位に及ぼす影響は極めて大きくなる。40mm/日以上降雨によって砂質以外の土壌型の水田および転換畑の地下水位は上昇し、その影響は10~20日間持続している。しかし、砂質土ではその影響は殆んどない。

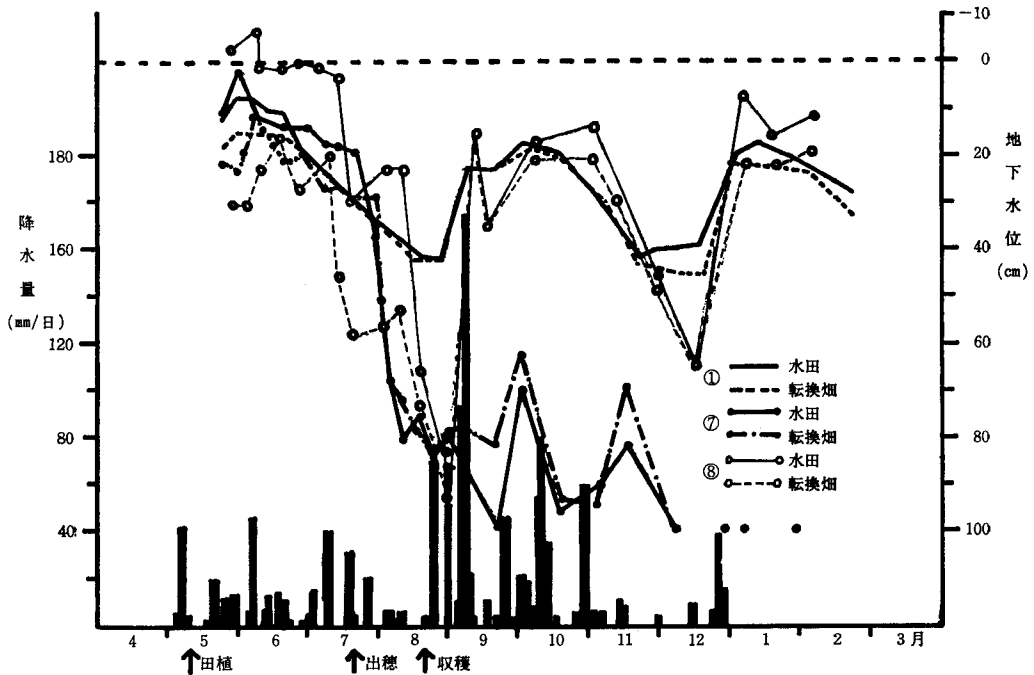


図-2 代表的な土壌型における地下水位の周年変化と降水量
(泥炭土壌粘土型①, 灰色土壌砂土型⑦, 灰褐色土壌強粘土型⑧, 降水量は①の東金観測所)

隣接水田の湛水が転換畑の地下水位に及ぼす影響について、前記地下水位調査と並行して④, ⑦, ⑧地点において検討した。その結果、グライ土壌粘土型④および灰色土壌砂土型⑦では60~20mの範囲まで影響がみとめられた。また構造が発達した亀裂の多い灰褐色土壌強粘土構造型では約60mの範囲に影響がみとめられた。

以上の結果から、転換畑では隣接水田の湛水の影響はかなり広範囲に及び、1年目では転換畑土壌の状態は水田土壌に近いことが判明した。また作物の生育、根群の発達伸長は試坑断面調査等から、必ずしも地下水位の高低によってのみ規制されるだけでなく、耕耘の状態、栽培様式(平畦, 高畦)などの孔隙径分布を含めた物理性によって、異なることが観察された。

(2) 土壌の孔隙径分布, 三相分布, 地下水位, ち密度と根群分布について

前記の調査から作物の生育および根群の伸長発達は第一には地下水位によって規制されるが、土壌の物理性によってもかなり異なることが観察された。そこで作物根の伸長発達に及ぼす影響について、主として土壌の孔隙径分布, 三相分布等の物理性, 地下水位との関連について検討を行なった。

調査土壌型, 作物の種類は表-1および脚注のとおりであり、空気要求量の高いキャベツから低いヒエの6種類に及んでいる。

泥炭土壌における深さ別の孔隙径分布, 地下水位と圃場状態における三相分布の状態は表-2のとおりであ

表-2 泥炭土壌①の転換畑における孔隙径分布, 地下水位と三相分布の関係

深さ cm	100 cc 容中 cc				*飽水度 %	真比重	吸引圧cmH ₂ O——水分cc				粗孔隙 cc	
	乾土重 g	水分率	固相率	空気率			全孔隙	10 (pF1.0)	32 (pF1.5)	63 (pF1.8)		100 (pF2.0)
0~5	68.4	47.0	25.2	27.8	74.8	62.8	2.72	51.9	50.2	48.3	47.1	24.6
10~15	81.2	63.2	31.6	5.2	68.4	92.4	2.60	64.4	63.4	62.3	60.3	5.0
20~25	87.0	63.3	34.7	2.0	65.3	96.9	2.51	63.9	63.5	62.7	61.3	1.8
30~35	87.2	64.0	34.2	1.8	65.8	97.3	2.55	64.6	64.4	63.7	62.4	1.4
40~45	22.8	84.7	11.2	4.1	88.8	95.4	2.02	85.6	84.5	81.5	77.6	4.3

注* : 孔隙中水分の占める割合, 地下水位40cm, 高畦25cm

る。

深さにもなる三相分布の変化についてみると、水分率は0~5cmの深さで47%であるが、その下層は63~64%でほとんど地下水水面まで変化はない。空気率はごく表層で28%と非常に高く、15cmまでは5%以上あるが、それより下層では2%前後に低下しほとんど変化はなくその三相分布の状態は特異的である。

孔隙に関しては、全孔隙は0~5cmの深さで約75%、30~35cmで約65%存在し、両者の差は約10%であり、空気率の20%および飽水度の30%に比べて全孔隙の変化量は非常に小さい。一方孔隙径分布（吸引圧H₂O cm-水分率cc）は表のように、深さ10cm以下では0~5cmの深さに比して土壌水分吸引圧（以下吸引圧）100cmH₂O以下に相当する比較的大きな孔隙の占める割合が少なく、特に32H₂O（pF1.5）以下の粗孔隙が減少する傾向がみとめられる。

深さ別の孔隙径分布と三相分布の関係については表で明らかのように、現地圃場における深さ別の水分率は吸引圧32cmH₂O（pF1.5）時の水分率とほぼ一致している。すなわち土壌の水分率、空気率は孔隙径分布によって規制され空気率は吸引圧32cmH₂O（pF1.5）以下に相当する粗孔隙の量と密接な関係があることを示唆している。

また同様な現象は、グライ土壌粘土型④、灰色土壌砂

土型⑦および灰褐色土壌強粘土構造型⑨でもみとめられた。即ち転換畑における孔隙径分布は土壌の種類に関係なく、耕耘の影響を受けることがない深さ20cm以下では吸引圧32~100cm H₂O（pF1.5~2.0）間の孔隙量は2~1%と極めて少なく、粗孔隙量も少ないのが特徴である。そして深さにもなる変化もみとめられない。

土壌の通気性および透水性は粗孔隙の量と密接な関係があるとされており^{9,10)}（図-9参照）、その分割点は32~63cmH₂O（pF1.5~1.8）とする報告が多い^{5,6)}。したがって、以後は吸引圧32cmH₂O（pF1.5）以下を粗孔隙とみなし、その分布状態を主体にして検討した。

灰色土壌砂土型⑦の転換畑と隣接する普通畑（島畑）における根群分布の状態を粗孔隙量、三相分布、地下水位の観点から調査した結果は図-3に示すとおりである。

ラッカセイの生育初期は水田の入水期に相当し、普通畑においては深さ30cmまで根群はほぼ均等に分布している。しかし、転換畑ではその大部分は深さ10cmに限定され、根群の伸長は地下水位の影響を強く受け空気率の不足によって規制されている。また、収穫直前の落水期の根群の状況についてみると、普通畑では50cmまでほぼ均等に分布している。しかし、転換畑では地下水位が90cmに低下してもその大部分は深さ20cmまでであり、粗孔隙

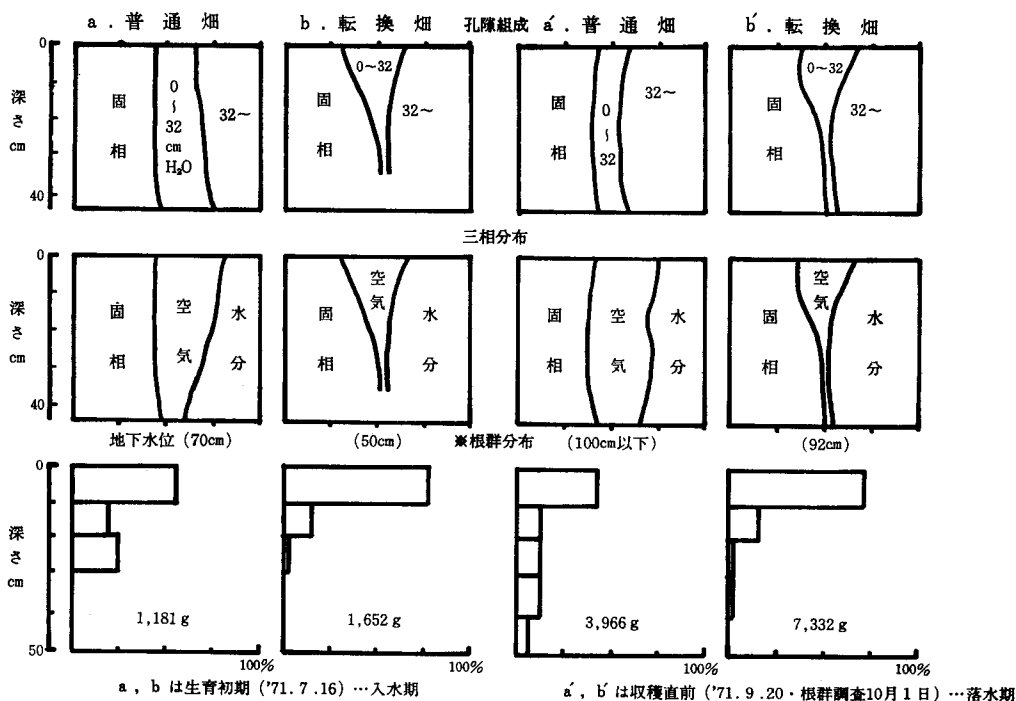


図-3 灰色土壌砂土型における孔隙径分布、三相分布、地下水位と根群分布
注※根群分布：数字はモノリスによる50×50×5cm³中の全重量

が少ない20cm以下にはほとんど分布しない。これらの事実より根の伸長発達に対して粗孔隙の多少が関与しているものと思われる。

孔隙分布と三相分布の関係については、転換畑では地下水位が低下した時期においても、深さ別の空気率は粗孔隙量とかなり近似し、特に地下水位の高い7月でこの傾向が強い。

これと同様な傾向がグライ土壌粘土型、灰褐色土壌強粘土型でもみとめられた。なお構造の発達した灰褐色土壌強粘土構造型では落水もしくは作物根の伸長によって粗孔隙量が増大する傾向がみとめられた。

以上の結果から、転換畑のように地下水位が比較的高く粗孔隙の少ない土壌では、土壌の空気率および根群の発達は粗孔隙の多少により規制される。そして、根群分布が良好な粗孔隙量の下限は5~10%の間に存在する(図-4)。

土壌のち密度と根群分布の状態について、根群分布調査時のち密度と根群分布の関係を調査検討した結果、グライ土壌より地下水位の低い乾田型の土壌ではち密なす

き床層において根群分布が明らかに不良になることが判明した。そのち密度は17~20mmであった。しかし、転換畑のすき床層は粗孔隙量も少なく空気率も低いため、必ずしも土壌のち密度が根群分布を不良にした直接的な要因であるか否かは明確にし得なかった。

Ⅲ 田畑輪換にともなう土壌の断面形態、物理性、化学性の変化—粘質土における一例—

千葉県でも比較的乾田率が高く且つ酪農が盛んな安房郡三芳村の三紀系重粘土水田において、飼料作物を導入する田畑輪換が試みられた。当地区で1972年から4年間にわたり現地調査を実施する機会を得たので、土壌調査を中心にして、田畑輪換にともなう土壌の断面形態、物理性、化学性の変化について検討した。その結果は以下のとおりである。

1 調査地区および調査圃場の特徴

調査地区の土壌は図-5に示す如く全て強粘質の強グライ土壌、灰色土壌および灰褐色土壌に区分された。

調査圃場の作付体系および土壌の特徴をそれぞれ表-

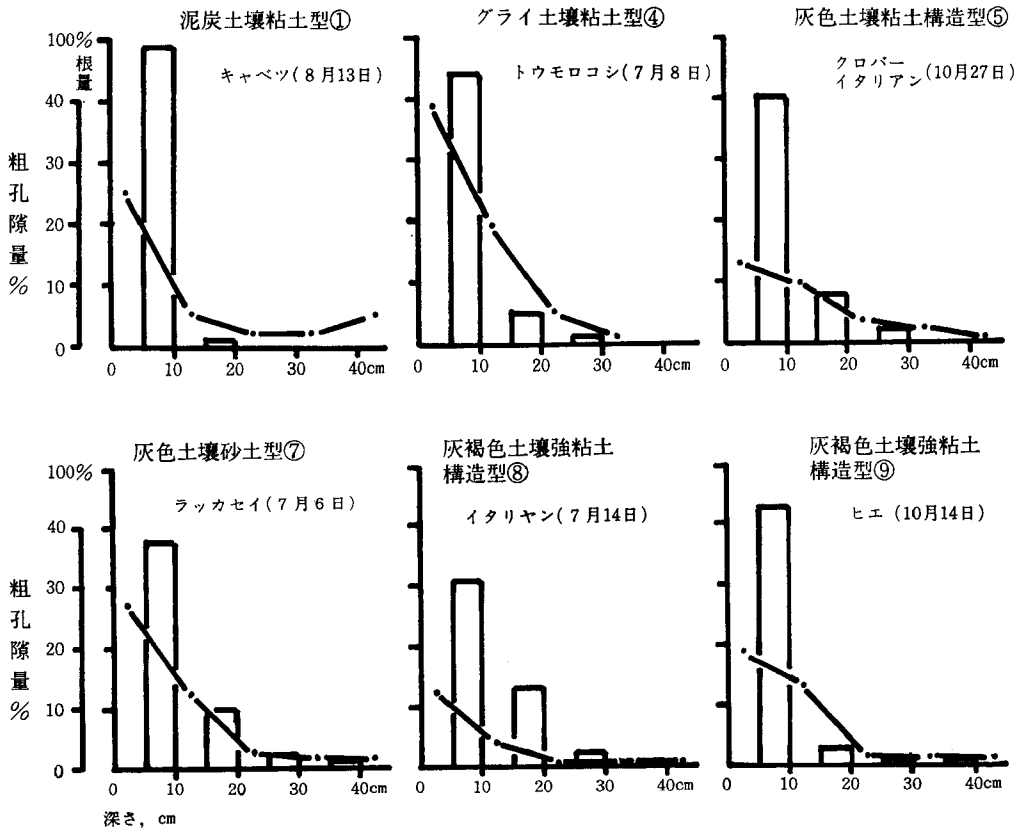


図-4 粗孔隙量(吸引圧32cmH₂O—pF1.5—以下)と根群分布
注 折線グラフは粗孔隙量, 棒グラフは根量%

3, 表-4, 図-6に示す。

調査圃場は、粘土含量65%前後塩基置換容量約45me/100gで乾燥収縮率が著しく固相率が小さく且つモンモリロナイトを主要粘土鉱物とする湿田型の強グライ土壌④, ⑤および粘土含量35~45%, 塩基置換容量25me/100g前後で乾燥収縮率が小さく固相率の大きい乾田型の灰色土壌①, ②, ③ならびに普通畑⑥からなる。

なお現地調査の性格上圃場間差や前述の粘土鉱物が異なることにより、圃場条件による影響を無視し得ないと考えられるので、ここでは主に同一土壌型における変化を中心に検討した。

2 土壌の断面形態の変化

強グライ土壌④, ⑤では転換畑として利用すると、地下水位の低下にともないグライ層は低下し、酸化沈積物はより下層まで降下し(図-7B), 亀裂の発生もみられた。一方表土では耕耘, 乾燥, 作物根の作用により発達程度弱の小粒状構造および小塊状構造の生成がみとめられた。この傾向は1年目よりも2年目において明らかであった。しかしながら, 乾田化への速度は遅く, これは主要粘土鉱物がモンモリロナイトであるた

土壌統	記号	土壌型
富貴亀		強グライ土壌 強粘土還元型
田川	×	強グライ土壌 強粘土還元型
東和	二	灰色土壌粘土 構造型
緒方	∨	灰褐色土壌 強粘土構造型

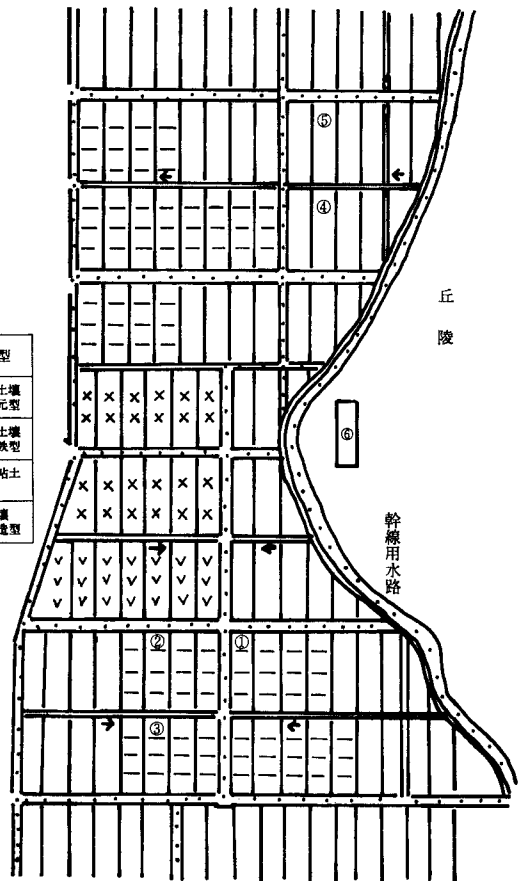


図-5 調査地区の土壌図および調査圃場 (区画100m×30m)

表-3 調査圃場の年次別作付体系および収量

圃場No.	作物名				収量 kg/10a			
	1972	1973	1974	1975	1972	1973	1974	1975
①	水 稲	水 稲	水 稲	水 稲	430	440	435	440
②	水 稲	水 稲	ソルゴー	ソルゴー	425	435	8300	8400
③	ソルゴー	ソルゴー	水 稲	水 稲	6600	9000	445	450
④	水 稲	水 稲	ソルゴー	ソルゴー	425	425	9300	9500
⑤	ソルゴー	ソルゴー	水 稲	水 稲	7200	9600	450	445
⑥	菜 花	菜 花	菜 花	菜 花	—	—	—	—

注 1) 1971年度圃場整備施工, 地区平均収量水稲: 420kg, ソルゴー: 10000kg
 2) 施肥量kg/10a 水 稲: 普通田N:P₂O₅:K₂O=7:7:7 還元田5:5:5
 ソルゴー: N:P₂O₅:K₂O=20:20:20+牛尿5000kg
 3) 収量調査は千葉県耕地第一課による。

表-4 調査圃場の土壌の特徴(1973.10月)

圃場 No.	層位 深さ cm	細土無機物中%				土性	100cc 容中				pH	T-C %	CEC me	備考
		粗砂	細砂	シルト	粘土		乾土重g	固相率	水分率	空気率				
①	1 0~21	15.0	32.2	20.3	32.5	LiC	128.4	47.2	49.0	3.8	5.90	1.22	23.6	粘土鉱物
	2 21~38	11.2	32.6	22.6	33.6	LiC	129.6	46.8	49.0	4.2	6.85	0.84	23.7	モンモリロナイト
	3 38~56	26.7	37.6	14.8	20.9	SCL	151.8	54.6	43.9	1.5	6.75	0.48	21.6	およびアロフェン
	4 56~	16.3	28.1	23.2	32.4	LiC	130.1	47.5	50.3	2.5	6.55	0.78	25.3	
②	1 0~15	7.2	38.7	21.9	32.2	LiC	123.0	44.7	51.6	3.7	5.80	1.02	22.4	
	2 15~28	6.9	36.2	22.8	34.1	LiC	137.6	50.6	48.0	1.4	6.50	0.85	22.1	
	3 28~52	5.2	35.7	25.0	34.1	LiC	136.2	50.6	48.5	0.9	6.40	0.52	21.2	
	4 52~69	7.4	40.9	20.9	30.8	LiC	128.9	47.8	49.9	2.3	6.60	0.41	19.6	
③	1 0~23	4.0	25.6	23.6	46.8	HC	119.2	43.7	55.4	0.7	6.30	1.14	28.1	
	2 23~38	3.3	36.0	22.8	37.9	LiC	133.5	49.0	50.9	0.1	6.50	0.21	24.3	
	3 38~55	4.2	40.4	22.8	32.6	LiC	134.2	49.6	49.5	0.9	6.50	0.13	25.9	
	4 55~	24.9	35.4	18.5	21.2	SCL	142.8	50.6	47.9	1.5	6.65	0.08	25.8	
④	1 0~16	0.6	7.3	27.1	65.0	HC	79.8	30.7	65.0	4.3	5.85	2.33	43.1	粘土鉱物
	2 16~39	0.7	7.5	28.7	63.1	HC	83.3	30.4	68.5	1.1	6.65	1.81	43.6	モンモリロナイト
	3 39~63	0.1	3.3	29.1	67.5	HC	73.6	27.8	71.1	1.1	5.95	2.62	46.3	風乾土の 液性限界 83.0%
	4 63~	0.1	7.6	30.8	61.1	HC	58.0	21.9	75.1	3.0	5.75	3.29	46.6	塑性限界 38.9%
⑤	1 0~10	0.4	3.0	26.2	70.4	HC	80.9	30.4	52.6	17.0	6.00	2.20	46.4	風乾土の
	2 10~37	0.3	7.5	23.7	68.5	HC	87.0	32.9	64.3	2.8	6.40	1.93	46.4	液性限界 106.9%
	3 37~68	0.1	3.2	33.3	63.4	HC	68.7	27.0	71.3	1.7	5.75	1.80	43.7	塑性限界 43.9%
	4 68~	0.3	8.9	32.7	58.1	HC	59.8	23.1	73.1	3.8	5.60	3.14	47.0	
⑥	1 0~23	16.9	40.6	25.9	16.6	CL	116.3	43.7	37.6	18.7	4.80	1.34	21.8	
	2 23~38	17.1	41.1	23.5	18.3	CL	126.3	46.8	38.5	14.7	4.95	0.70	19.7	
	3 38~66	17.6	42.8	23.4	16.2	CL	144.8	52.4	37.4	10.2	6.00	0.39	18.9	
	4 66~	21.1	31.5	24.3	23.1	CL	—	—	—	—	6.30	0.51	23.6	

注 1) 粘土鉱物の同定および考察は北川靖夫氏による。

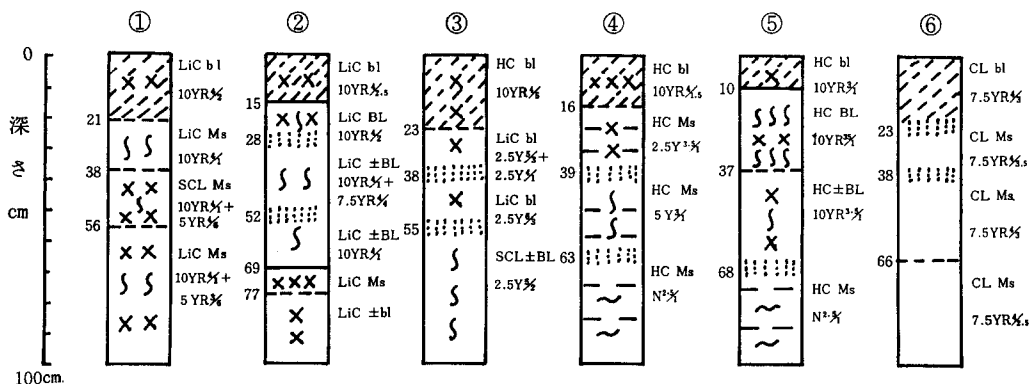


図-6 調査圃場の特徴(1973.10)

(記載は地力保全基本調査における
断面記載要綱による)

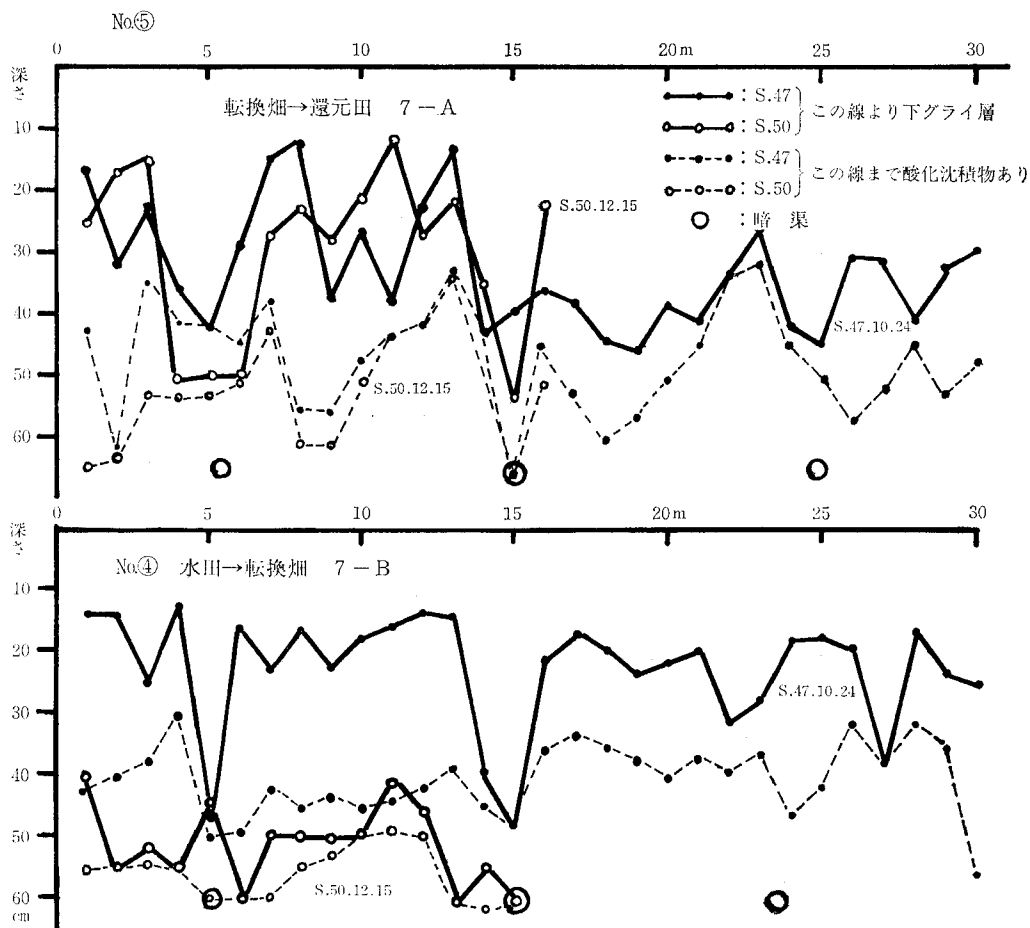


図-7 田畑輪換および暗渠施行にともなうグライ層，酸化沈積物の出現位置の変化

めと考えられた。¹⁾

3年目に再び湛水して水田（以下還元田）にもどすとグライ層の出現位置はほぼ元の位置まで上昇し（図-7 A），表土の構造も壁状構造になるが，一旦生成された酸化沈積物は消失しないことが観察された。

暗渠の効果についてみると図-7に示す如く，グライ層および酸化沈積物の分布状態から強粘質土壌における暗渠の効果が直接及ぶ範囲は2～4 m程度である。

強グライ土壌の田畑輪換にともなう断面形態および作物根の分布状況の変化について以下のことが観察された。水稻根は青灰色のグライ層でも酸化沈積物が存在する深さまで分布する。しかし畑作物のソルゴーの主根群域は耕耘された土層に限られ，青灰色のグライ層では亀裂に沿ってのみわずかに分布するが土塊中には全くみとめられなかった。そして両作物の根群域はグライ層の低下にともない拡大された。

一方灰色土壌②，③では，強グライ土壌④，⑤に比較すると断面形態に変化は少なく，下層の酸化沈積物がや

や増加したにすぎない。

以上の如く断面形態の変化について調査検討したところ，前述のように粘土含量が極めて高い重粘な④，⑤圃場では乾田化の速度が極めて遅いこと，また同一地区内（約35 ha）で強グライ土壌，灰土壌及び灰褐色土壌が大部分を占めグライ土壌はほとんど存在しない現象がみとめられた。その理由としては地形条件の他に基盤整備にともなう排水の結果，三土¹⁾の指摘する地下水グライ土壌から停滞水型低地水田土壌へ移行する場合に起る現象が考えられる。即ち重粘で且つ透水性が極めて不良なものは依然として強グライ土壌として残り，その他のものは排水により灰色もしくは灰褐色土壌に変化したものと考えられる。

3 土壌の物理性的変化

1975年における各調査圃場のち密度，粗孔隙量，三相分布および測定結果は図-8に示すとおりである。これら土壌の物理性に大きな変化がみとめられる範囲は耕耘および作物根の影響を受ける深さ25cm位までであり，前

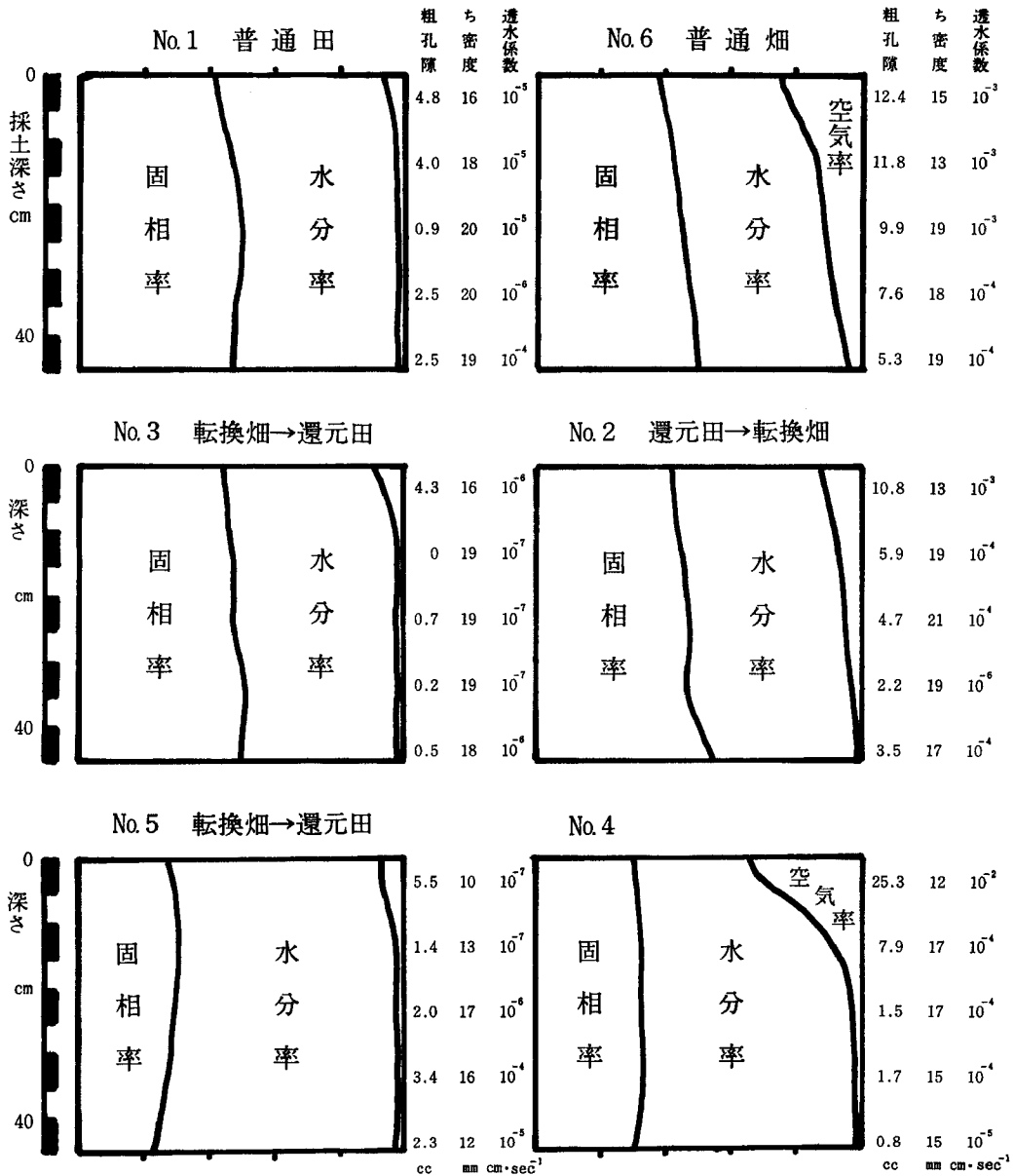


図-8 1975年三相分布, 粗孔隙量, ち密度, 透水係数

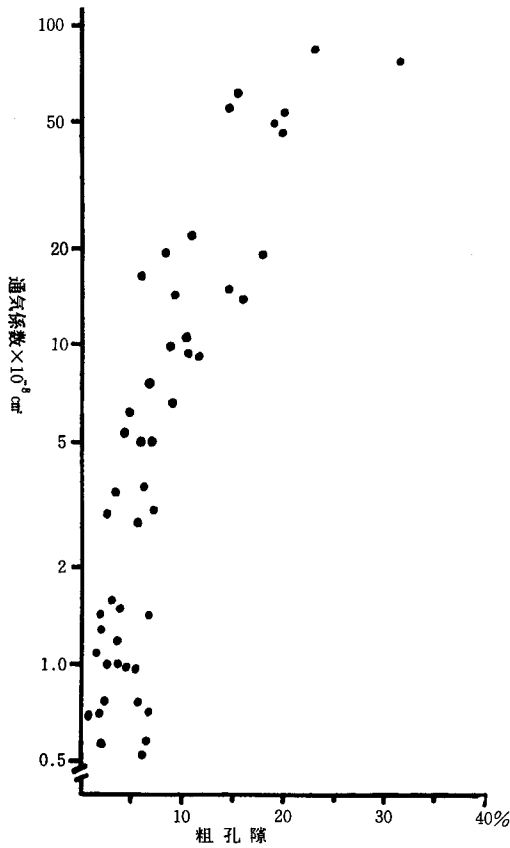
述の転換畑における傾向とほぼ同様である。

転換畑では土壌の通気性, 透水性は粗孔隙量の増加とともに増加するが, 粗孔隙量5~10%を境にして急増する(図-9)。

還元田では湛水ともなり土壌のグライ化⁹⁾および代かき等により粗孔隙量は減少し透水性も低下した。

還元田の落水期に表土から採取した未攪乱試料の透水

係数は各圃場とも1年目で10⁻⁴~10⁻⁶, 2年目で10⁻⁷cm・Sec⁻¹のオーダーとなり当地区における値まで回復した。なお本調査と並行して千葉県耕地第一課が調査された同一圃場における水稲作付時の減水深および降下浸透量はそれぞれ約10mm, 3mm/日であり普通田①, 還元田②~⑤による違いはみとめられなかった。



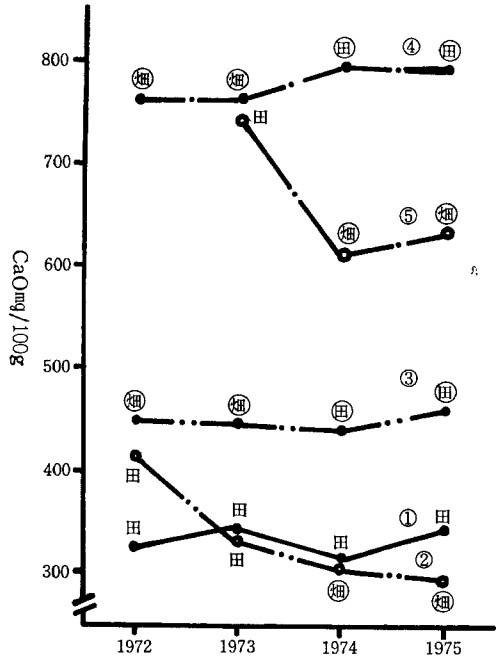
図一9 粗孔隙量と通気性
(吸引圧32cmH₂Oで平衡させた)
(試料について測定した)

4 土壌の化学性的変化

土壌中のCaO含量は畑処理により明らかに減少するが還元田および普通田では変化は少ない(図一10)。MgO含量およびpHも同様に推移する。

この要因として、土壌の落水酸化にともなう交換座におけるFe²⁺、Ca²⁺の変化^{4,15)}、作物による吸収、溶脱流出およびかんがい水による塩基の補給が指摘されている⁷⁾。本調査の場合にはソルゴーの栽培に際して、Nとして45~65kg/10aの多量な施肥がなされているため、生成された硝酸態窒素(NO₃⁻)の随伴イオンとして塩基特にCa²⁺が流亡したことがCaOを減少させた主要な原因と考えられる。また普通田および還元田における傾向はかんがい水の塩基の補給による(塩基の再編成作用⁷⁾)ものと考えられる。

その他の成分には2年毎の田畑輪換では明確な傾向はみられないが、有効態珪酸含量はやや減少する。土壌の窒素供給力は水稻の生育収量・施肥量(表一3)および転換畑における乾土効果の値から1年目でやや高く推移した。



図一10 田畑輪換にともなう土壌中の石灰含量の変化
注 田：普通水田，⊕：還元田，⊗：転換畑

Ⅳ まとめおよび問題点

1 まとめ

千葉県代表的な5土壌類型における1年目転換畑において、地下水位の周年変化および土壌の物理性と作物根の分布状況について検討した。さらに三紀系強粘質水田において畑状態2年の田畑輪換の現地調査を行い、土壌の断面形態、物理性および化学性的変化について調査検討した。その結果は以下に要約される。

(1) 通常の管理がなされる条件下では畑転換および田畑輪換による土壌の変化は耕土層に限定される。

(2) 転換畑の地下水位は一般に周囲の水田の湛水および降雨の影響を受けやすく変動巾も大きく水位も高い。

(3) 転換畑は普通畑に比較して粗孔隙量(土壌水分吸引圧32cmH₂O (pF1.5)以下)が少ないのが特徴であり、転換後2年程度では水田土壌の本質的な性格は失われぬ。

(4) 転換畑における根群分布は土壌の通気性的変曲点に相当する粗孔隙量5~10%を境にして不良になる。また現地圃場における空気率と粗孔隙量はかなり良く近似する。

(5) 転換畑では土壌中のCaO、MgO含量が減少してpHは低下する。しかし普通田および還元田では変動は少ない。

(6) 還元田の透水性は強粘質土壌では1~2年では
 ぼ元の水田状態となる。

これらの調査結果および既往の田畑輪換ならびに水田

土壌に関する研究などから「田畑輪換にともなう土壌の
 変化」はおおむね下記に要約されると考えられる。

——一般的にみとめられる方向性—— (本谷ら1965より³⁾) 備考欄は加筆

	水 田 化	畑 地 化	備 考
物 理 性	単 粒 に 分 散	←——→団粒の形成	耕耘・構造 コンシステンシー
	親 水 性 大	←——→小	
	下層の亀裂・透水性小	←——→大	グライ化, Fe ²⁺ の役割 ⁸⁾
化 学 性	有機物の分解小	←——→大	水田土壌生成作用 ⁷⁾ N供給力 塩基の再編成 ⁷⁾ 交換座のFe ²⁺ , Ca ²⁺ ^{4,15)} 還元 ¹¹⁾ , pH上昇 ¹³⁾
	塩基の集積大	←——→小	
	磷酸の有効化大	←——→小	
生 物 性	雑草の発生小	←——→大	
	土 壌 線 虫 小	←——→大	

しかし上記の方向性はあくまでも原則的なものであり、水田化←→畑地化の間には湛水・落水、還元・酸化などにともなうヒステリシス現象が本来的に内在する。そしてある一定以上の条件……例えばすき床層の破壊、極度な乾燥など……を境にして両者間の可逆性が断ち切られる危険性が大きい。したがって、田畑輪換を実施するに際してはこれらの点を充分考慮する必要がある。

2 問題点

長期にわたって田畑輪換を行う場合の方向性、位置づけおよび問題点は以下に要約される。

(1) 水の問題

転換畑においては湿害の回避および耕耘、碎土など農作業にともなう機械導入上の排水、還元田では用水の確保と水の問題が最大の課題である。

(2) 土壌管理上の問題

転換畑の土壌管理対策についてみると、物理性に関しては碎土性、ち密層の有無および形成など土壌構造に関連する湿害、干害の問題ならびに構造確保と有機物の問題がある。また化学性に関しては畑地化(酸化^{4,15)})および多肥にともなう養分の集積、流亡による酸性害、環境汚染の問題、さらに派生する問題としてはMn過剰²⁾、特異酸性¹²⁾などの問題がある。

還元田(再び水田に戻す)においては水稻の還元障害が心配される。

(3) 水田土壌の現状からみた問題点—千葉県例、1965年頃と比較して—

1) 既施工の基盤整備ではいわゆる転換畑利用の乾田化は望めない。千葉県の圃場整備施工率は約65%であるが一般に用水に恵まれないために、水稻作上グライ土壌程度の排水(乾田化)が安定多収につながっている。それ故、転換畑の利用を推進して行くには、この現実、許容される範囲内で対応することが要求される。

2) 作土の理化学性は変化している…

表一5 ここ10年における耕耘方法および作土深の変化 (cm)

調査年次	聴取調査		試坑断面調査			
	1965 ~69	1975 ~77	1965 ~69	1975 ~77	1965* ~69	1975 ~77
平均	16.9	16.6	16.8	13.7	15.3	13.2
標準偏差	3.4	3.7	4.7	4.2	3.5	3.9
調査点数	51	56	51	56	22	22
ロータリー耕	6	31	6	31	0	22
ブラウ耕	45	26	45	26	22	0

注 1) 調査は全て同一農家の同一圃場で行なった。
 2) *はブラウ耕からロータリー耕に変わった場合

①物理性：ブラウ耕からロータリー耕の変化にともなう作土深の減少は表一5のとおりである。有効根群域の減少、粗孔隙の減少にともなう土壌の還元性が栽培管理上問題となる。

②化学性：一般にSiO₂, CaOは減少し、T-Cは乾田で減少している。今後転換作物として導入される作物は珪酸植物であるイネ科の麦類、飼料作物および石灰植物であるマメ科の大豆、飼料作物が予想されるので、特にこの点に留意した土壌管理を行う必要がある。

なお①, ②は全国的に行われた土壌保全調査事業にもとづく地力実態調査の千葉県の調査結果による。

(4) 技術上、研究上の問題点

既往の水田土壌および田畑輪換に関する研究は「田畑輪換土壌の特性位置づけ」を明確化もしくは一定の方向性を定める程集積されていないように思われる。また田畑輪換に関する調査試験は長くて数年と比較的短期間に少面積で実施された例が多く、各部門内で実施されたものが多い。換言すると、それは点であり、点と点を結ぶ線もしくは面的な広がり欠けるきらいがある。今後田畑輪換を成功させるためには各部門間の情報交換ならび

に境界領域を越えた共同研究が望まれる。

(5) 位置づけ

現場に立脚した耕地土壌の調査試験に従事してきた者の立場からは、田畑輪換導入のメリットを理解しながらも農家の心の動揺、第一次減反時の耕地の荒廃、技術者の現地対応の困難さなどを考えると、現時点で早急に取り入れることは無理な感がある。一步譲って実施するならば、地力維持および土壌管理の観点からはクリーニングクローブおよび有機物の供給源として稲作を4～5年に1回とり入れた田畑輪換が望ましく、食糧問題および耕地の確保の面からは永久転換は望ましくない。

V おわりに

シンポジウムでは水田土壌の生成分類に若干言及したが、この点に関しては文献⁷⁾および各県発行、農林水産省発行の地力保全基本調査総合成績書を参照して頂きたい。

本報告の一部は千葉県農業試験場地力保全研究室前室長三好洋氏、現室長松本直治氏と共同で実施したものであり、報告とりまとめに際し両氏より適切な助言を頂いた。粘土鉱物の同定、考察は農業技術研究所北川靖夫氏の御好意によるものである。また調査および試料の採取に際し、千葉県耕地第一課、安房農業改良普及所、三芳村役場の関係各位に多大の御協力を頂いた。なお本研究費の一部は関東農政局により実施された「田畑輪換モデル地区調査」によるものである。ここに御世話になりました各位に心から感謝致します。

引用文献

- 1) 阿部和雄・荒明正倫：農技研報B27, 61～127 (1975)
- 2) 深津量栄・山本公昭・山本馨：高知農試研報4, 1～27 (1964)
- 3) 本谷耕一・高和和吉・田代秀臣：東北農試研報31, 45～72 (1965)
- 4) 川口桂三郎・川地武：土肥誌40, 177～183 (1969)
- 5) 木下彰：北農37, 1～4 (1970)
- 6) KOHNKE. H : Soil physics p. 136 Mc Graw Hill Inc (1968)
- 7) 三土正則：農技研報B25, 29～115 (1974)
- 8) 本村悟：農技研報B21, 1～114 (1969)
- 9) 大崎玄佐雄：東近農試依頼研究員報告9, 1～51 (1970)
- 10) レポート著(松田宏 訳)：土壌物理, p. 72～92, 農林技術会議資料54号 (1968)
- 11) 志賀一：北農試研報105, 31～47 (1973)
- 12) 白鳥孝治：千葉農試特別報告4, 1～48 (1972)
- 13) 田中明・渡辺紀元・石塚喜明：土肥誌40, 406～414 (1969)
- 14) 渡辺春朗・松本直治・三好洋：千葉農試研報14, 87～93 (1974)
- 15) 吉田稔・伊藤信義：土肥誌45, 525～528 (1974)

質疑応答

高橋(四国農試) 地下水位の測定方法について。

渡辺(千葉県農試) 1インチのパイプを使っていたが、今はピエゾメータを使っている。

高橋(同上) 隣接田への地下水の影響が20～60cmとあるが、その距離が違うのは、土層断面によって変化があるか。

渡辺(同上) グライ土壌粘土型では余りない。構造の発達した重粘土ではある。

高橋 土性との関係は。

渡辺 思ったより強粘質(乾田型の)なところの方が影響されるようだ。

石井(東北農試) 地下水は昔はフラットだったのか。

渡辺 千葉県は用水に恵まれない為平坦地形の大部分は湿田である。乾田型のこの土壌では実際にはフラットではない。

石井 その間に農道はないのか。

渡辺 ない。

石井 作物は何か。

渡辺 塩成干拓地における圃場整備直後の転換畑の落花生です。