

復元田の土壌環境と水稻生育

木村 清*

Soil Physical and Chemical Conditions
of Paddy-upland Rotation Fields on Rice
plant growth

Kiyoshi KIMURA

Hokkaido Prefectural Central Agricultural
Experiment Station

I はじめに

昭和45年に第1次の稲作転換政策がとられた。これを契機に田畑輪換に関する研究が各地で開始された北海道においても昭和47年から48年にかけて多数の研究が行われ、現場に対する転換技術の開発がなされた。

しかし、第1次の転換政策の際には、あくまでも米の生産調整としての対応が中心で、転換畑へ導入された作物も、牧草を主体とし、むしろ、単純休耕が多かった。

ここに述べる報告は、第2次転換政策以降、稲作転換を恒久的な施策と位置づけ、水田転換を推進することは逆に畑から水田へ復元するコースをも推進することであると認識のもとに、道内の道立農試の5研究室⁽¹⁾で実施された田畑輪換関係の試験をとりまとめたものである。なお、用語の使い方として、水田から畑へ転換された後再び水田に戻した場合は復元田、開田以降水田利用が続いている場合を連作田と呼ぶこととした。

II 復元田の発生とその背景

(1) 復元田が発生する理由

水田を畑転換した場合、熟畑化に要する期間は2~3年と言われている。一旦熟畑化した転換畑を復元田に戻すことは、減反面積が固定されている現状では、他方で新たな畑転換を要求されることであり、決して好んで行われていることではない。それにも拘らず復元田が生ぜざるを得ない理由として、①転換畑における畑作物の連

作障害回避、②畑地雑草の蔓延、③転作畑の集団化政策による減反面積の調整や転作割当面積の変動等があげられる。①の場合はある程度前作物の選択の余地があり復元するに当たって計画的に対処することが可能であるが、③の場合は突発的な場合が多く、無理を承知で復元田とすることとなる。復元田として考慮しなければならない基本的な事項として、a. 転換畑期間、b. 前作物の種類と残渣処理法、c. 土壌型(特に泥炭土)の3点があげられる。従って、これらのことを考慮して、連作田に近い生産性と安定性が得られるように土壌の物理化学性を改善し、田畑輪換を行うことが肝要である。

(2) 転換期間と前作物

復元田を扱う場合、転換畑期間と前作物を知ることは、復元初年目の窒素施肥量を決定する際に重要な要素となる。図-1によると、復元田の約3/4は2~3年の畑転換の後水田に復元されていること、また前作物は約7

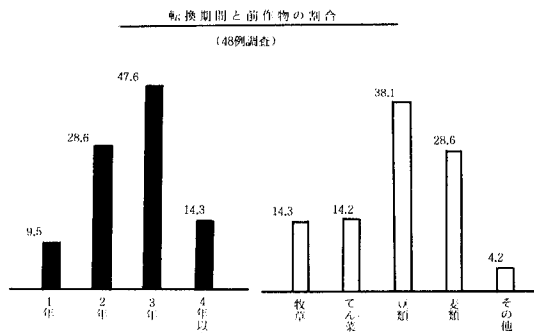


図-1 転換期間と前作物の調査(48例)

* 北海道中央農業試験場

(注)道立中央農業試験場化学部

農水省北海道農業試験場農芸化学部

" 稲作部

土壌肥料第2研究室

道立上川農業試験場土壌肥料科

" " 泥炭地研究室

割が豆・麦であり、復元田の取り扱いがめんどろな牧草とてん菜はそれぞれ1割強である。復元田の施肥量を決めるに当り、残渣の少ない豆・麦グループと残渣の多いてん菜・牧草グループに分けて考えることが必要である。

(3) 復元田(転換畑)の養分状態

復元田を取り扱う場合、復元直前の養分状態を知るこ

とは重要なことである。表-1, 表-2は、同一土壤型、同一経営内における連作田、1年目転換畑、3年以上の転換畑の養分状態の比較を行った調査事例³⁾である。

各土壤型とも置換性石灰、有効態りん酸の富化が著しく、特に転換1年目で顕著である。これは、畑転換にあたり、多量の石灰・りん酸資材が一挙に投入されているためである。泥炭土においては、更に全炭素の増加が著しい。これは転換畑期間にプラウ耕により下層の泥炭が作土内に混和するためである。この泥炭土における作土中の有機物含量の増加は、復元田の窒素施肥に大きな影響を与える。これらのことから、復元田の養分状態は連作田よりも富化された状態にあると言える。

(4) 復元田における水稲の生育と収量について

表-3は復元田(初年目)と連作田における水稲の乾物生産を比較した。復元田では初期から旺盛な生育を行うことが明らかである。この事例では各生育期とも復元田水稲の生育が優り、しかも灰色台地土以外では出穂期以前に全乾物生産の約7割を獲得してしまう旺盛な生育を示している。

表-4は復元田と連作田の施肥と収量の実態調査をまとめたものである。復元初年目は窒素減肥が徹底して行われている。土壤型によりその減肥の程度は異なるものの、泥炭土以外の土壤型では復元田の窒素施肥は連作田の70%程度、泥炭土で50%程度である。収量は各土壤型とも連作田より平均値で115%増収している。復元2年目で

表-1 復元田(転換畑)の養分状態

(中央・上川 水田高度利用)

土壤型	水田・畑の別	項目	全炭素(%)	置換性塩基 (mg / 100g)			塩基飽和度(%)	有効態りん酸(mg)	調査点数
				CaO	MgO	K ₂ O			
灰色台地土	水田	1.99	194	53	19	45	8.3	12	
	1年目畑	2.26	232	55	13	55	13.0		
	3年目畑	1.97	263	55	15	60	19.2		
褐色低地土	水田	3.46	221	50	16	49	7.3	19	
	1・畑	3.24	254	56	18	58	12.0		
	3・畑	3.38	283	52	23	59	12.0		
灰色低地土	水田	2.44	212	103	11	59	10.3	16	
	1・畑	2.34	257	104	15	69	12.4		
	3・畑	2.93	276	99	22	67	17.3		
グライ土	水田	2.50	213	78	9	55	19.1	19	
	1・畑	2.44	238	77	23	59	11.1		
	3・畑	2.35	326	101	27	72	17.6		
泥炭土	水田	4.92	276	126	20	63	8.6	28	
	1・畑	6.21	277	113	26	59	14.6		
	3・畑	7.04	308	116	28	60	14.5		

表-2 転換畑の養分状態(対連作田比)による分布状況

項目	比率		3年目以上畑/水田		調査数
	1年目畑/水田	比より小	1以上	比より小	
CaO	18%	82%	16%	84%	70
MgO	42	58	43	57	67
K ₂ O	33	67	18	82	74
塩基飽和度	21	79	20	80	70
トルソーグ法 P ₂ O ₅	25	75	22	78	51

水田高度利用対策調査(S53~56)より作成

表-3 乾物生産量の比較(S56年)

土壤型	生育期節	幼形期	止葉期	出穂期	成熟期		出穂期以降乾物生産(%)
					成	熟	
灰色低地土	連作田	72	227	469	1098	7	57
	復元田	117	383	754	1178	107	36
褐色低地土	連作田	44	144	409	788		48
	復元田	70	436	691	994	126	30
灰色台地土	連作田	142	317	621	738		16
	復元田	150	361	684	834	113	18

(上川農試)

表-4 復元田の水稲収量性

土壤型	復元後年数	N施肥割合	玄米重	青米歩合	N吸収量
灰色台地土	1年目	78	106	116	111
	2 "	100	106	98	107
	3 "	100	78	104	83
褐色低地土	1年目実数	6.8 kg	461 kg	20.0%	11.6 g/m ²
	1年目	70	116	87	132
グライ土	2 "	100	106	95	102
	3 "	100	119	87	109
	1年目実数	7.8 kg	461 kg	27.3%	16.1 g/m ²
泥炭土	1年目	64	118	103	135
	2 "	100	81	108	86
	3 "	100	97	76	108
泥炭土	1年目実数	6.2 kg	440 kg	38.9%	15.8 g/m ²
	1年目	47	117	151	—
泥炭土	2 "	72	97	101	117
	3 "	79	101	99	103
	1年目実数	4.7 kg	577 kg	52.3%	—

連作田 = 100 とする

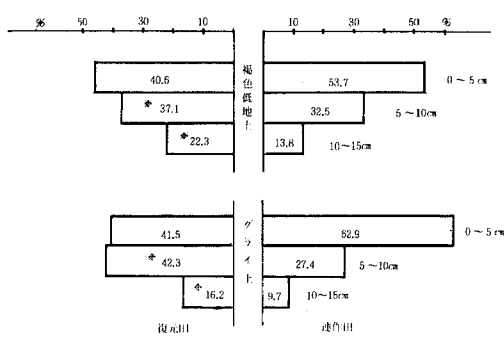


図-2 水稻根の層別分布割合 (S50 上川農試)

表-5 復元田作土中の2価鉄含量

Fe⁺⁺含量 (対連作田%)

項目 土壌型	復元後 年数	湛水期間中のFe ⁺⁺ 含量	
		幼形期	止葉期
灰色台地土	1年目	85	66
	2年目	39	82
	3年目	98	81
褐色低地土	1年目	57	70
	2年目	78	99
	3年目	57	61
灰色低地土	1年目	80	84
	2年目	94	87
	3年目	84	117
グライ土	1年目	48	80
	2年目	100	106
	3年目	84	117
泥炭土	1年目	51	68
	2年目	100	80
	3年目	96	91

中央農試・土改1 (昭56~58)

は、泥炭土以外の復元田で窒素施肥水準は連作田並みに戻っている例が多いが、連作田より幾分増収する傾向にある。

以上のように復元田、特に初年目では、窒素が減肥されているにも拘わらず、初期から生育が旺盛なこと、収量も連作田より優る傾向にあると言える。

(5) 復元田における根圏域土壌と水稻生育

図-2は2つの土壌型における復元田と連作田における水稻の根系の発達状況を比較したものである。連作田は0~5cmに分布する根の割合が多く。復元田では5cm以深に分布する割合が多い。また表-5より、土壤還元の指標となる2価鉄含量が連作田より少なく、根圏域は酸化的条件にあると考えられる。このような条件が根の健全化に反映したものであろう。

次に、旺盛な生育を示す復元田水稻の窒素吸収がどの

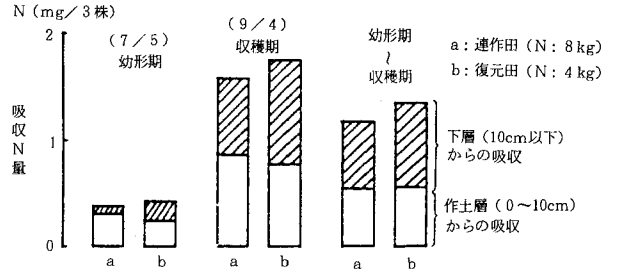


図-3 水稻のN吸収量とその吸収領域 (昭59. 北村 備考) ① 中苗マット苗 (ともひかり), 木框 (30×60 cm) に2本×8株

② 10cmの深さに濾布をひき根の伸長を抑える。無処理との差引きを下層土からの吸収とする。

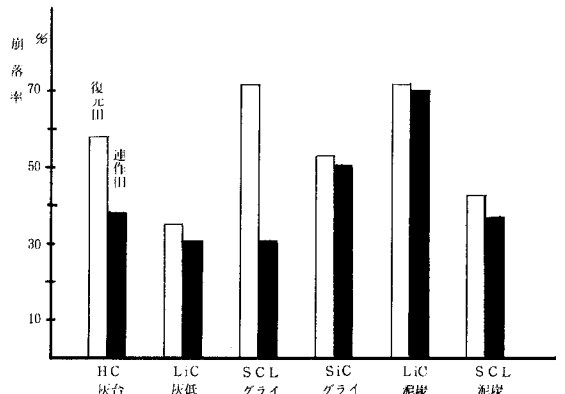


図-4 土壌の水中崩落率 (%)

(供試土塊20~10mm 2年目復元田)

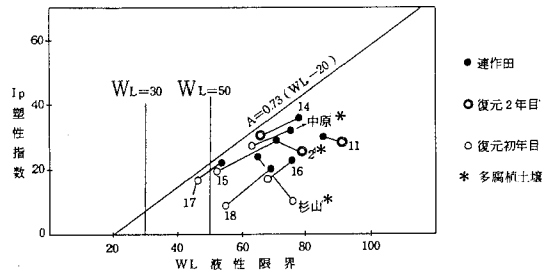


図-5 湿土 (止葉期) の塑性図

(1mm水中ふるい通過土壌)

(S57 上川)

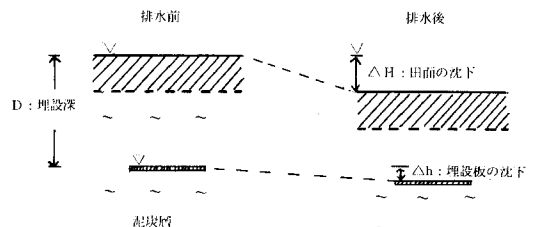


図6 泥炭層収縮の測定法

復元田の土壤環境と水稲生育

層位から行われるかを調査した例が図-3である。すなわち復元田では下層10cm以下からの吸収割合が多く、図-2に示した根の分布位置割合の事実と一致している。

III 復元田の物理性

(1) 土壤の乾燥化に伴う影響

転換畑期間中、作土は長期間にわたり乾燥を受ける。この乾燥により土壤の物理性は変化する。図-4は復元田土壤の水中崩落率を測定した例であるが、復元田土壤は水中の崩落性が良好である。図-5は連作田と復元田土壤の塑性図上の位置を示したものである。復元に伴い液性限界が低下し、塑性指数も低下する傾向にある。このような塑性の低下は、復元田土壤が乾燥履歴を持つために、代かきを行っても連作田より“粘り”が減少した感覚で受けとめられる現象と対応している。それゆえ、復元田土壤は代かき時に“いっき現象”を生ずる。

また、復元田土壤は締まり易く、秋期の地耐力増加が期待できる。

(2) 復元田の用水量について

復元田で最も問題となるのは復元初年目における代かき用水量である。表-6は道農務部による調査事例である。復元初年目は、最大4.8倍、最小0.9倍であるが、平均1.5~2.0倍の用水が必要と考えられる。褐色低地土と泥炭土については復元2年目でも1.4倍から2倍の用水が必要となる例もある。特に泥炭土では暗渠へ漏水する量を測定した例では、連作田の14倍もの漏水があり、このことから泥炭土のように基本的には透水性良好な土壤では、復元にあたり暗渠への漏水対策が必要と考えられる。(表-7)

(3) 泥炭土の不等沈下について

泥炭土復元田については畑転換により作土の有機物含量が高まる傾向にあることは先に触れたが、また、泥炭土

は地下水位が変化することにより、泥炭層の収縮が生じ不等沈下が生じる。表-8は低位泥炭土における排水に伴う泥炭層の収縮を調査した例である。排水溝掘削40日間で最大9cmの沈下が生じ、しかもその沈下は地表50cm以内の泥炭層の収縮によることが明らかである。

このように泥炭層の収縮のために、泥炭土水田を長期間畑転換することによる不等沈下は避けられない現象であり、泥炭土復元田を取り扱う場合、作土の均平化はかなり大がかりなものとならざるを得ない。

(4) 復元田による物理性の改善効果

復元田の物理的な変化を連作田と対比して検討してきたが、復元田を作ることにより、透水性の改善、作土の

表-6 復元初年目、2年目の用水量と減水深

土 壤 型	畑作 年数	復 元 初 年 目			回 2 年 目	
		代かき時 用水量	連 作 田 対 比	減 水 深 (21日目)	代かき時 水量 比	減 水 深 (7日目)
褐色低地土	2	698	2.4	42(19)	約2倍	21(8)
"	2	280	3.5	8(6)	-	-
灰色低地土	2	150	0.9	22(6)	-	-
"	2	375	4.8	10(7)	-	-
グライ土	3	123	2.1	8(7)	1.0	7(7)
"	3	213	1.3	4(3)	-	-
泥 炭 土	3	455	1.5	14(5)	-	-
"	2	91	1.5	6(3)	1.4	9(6)

(S49.50 道農務部調査)

()内は連作田減水深

表-7 代かき用水量の調査事例 (泥炭土)

区 別	全流入量 (m ³)	暗きよか らの流失 (m ³)	実流入量 (m ³)	※所 要 時 間
連作田	394	6	388	27
復元田	472	89	383	31

S57復元初年目 中央土改1

表-8 排水による泥炭層の収縮事例

排水の強弱 測定項目	排水無処理	排 水 弱	排 水 中	排 水 強	備 考
D 埋 設 深	55.3 cm	59.3	63.7	55.0	岩見沢市金子 低位泥炭土 区 画 30×120m 排水の強弱 弱：トレンチ2本 15m巾 中： " 3本 10m巾 強： " 3本 10m巾切断6条 工事後 40日 (S52.5~7)
△H 田面の沈下	3.3 cm	6.3	10.0	9.0	
△h 埋設板の沈下	1.0 cm	1.3	1.7	0.3	
△H-△h 板より上の収縮	2.3 cm	5.0	8.3	8.7	
$\frac{\Delta H - \Delta h}{D} \times 100$	4.2 %	8.4	13.0	15.8	
$\frac{\Delta H - \Delta h}{\Delta H} \times 100$	70 %	79	77	97	

中央・土改1 (昭52)

厚層化が計れるものと思われる。ここでこれまでの試験を通して各土壌型別に復元田による物理性の改善効果を評価してみると表-9のようになる。

表-9 復元田による物理性の改善効果

項目 土壌型	排水性	易耕性	代かき の難易	代かき 用水量	作土 層厚
灰色台地土	◎	◎	◎	△	◎
褐色低地土	○	○	◎	△	◎
灰色低地土	◎	◎	◎	△	◎
グライ土	◎	◎	◎	△	◎
泥炭土	○	○	◎	△	◎

備考1) 代かき用水量復元初年目の用水量が1.5~2.0倍多く要するため△とした。

2) ◎…改善効果大、○…改善効果中、

表-10 復元田に対する窒素施肥

項目 土壌型	転作物の種類	復元 年数	施肥対策 施肥標準 =100 N	基肥 分施別	施肥法		
					全層	表層	
半湿ほ場 (グライ土 灰色台地土)	てん菜 (トップすき込み) 牧草、野菜	1年目	40~60	全量	50%	50%	
		2年目	60~70	基肥			
	豆類、麦類 馬鈴しょ	1年目	60~70	N 2 kg	分施	50%	50%
		2年目					
乾燥のよいほ場 (灰色低地土 褐色低地土 黒ボク土)	てん菜 (トップすき込み) 牧草、野菜	1年目	50~70	全量	50%	50%	
		2年目	60~80	基肥			
	豆類、麦類 馬鈴しょ	1年目	70~80	N 2 kg	分施	50%	50%
		2年目					
泥炭土及び泥炭質ほ場 (泥炭土)	てん菜 (トップすき込み) 牧草、野菜	1年目	30~50	全量	50%	50%	
		2年目					
		3年目					
	豆類、麦類 馬鈴しょ	1年目	50~60	基肥			
		2年目					
		3年目					

注) りん酸、カリの施肥量は北海道施肥標準に従うこと。

IV. 総合考察

復元田は転換畑と表裏一体の関係で発生するものである。米の生産調整が恒久的となった現状を踏まえ、近年その性状悪化が著しいと言われる水田土壌の改善策として、復元田の土壌環境変化を利用するという発想のもとに復元田の実態解析を行った。

その結果、復元田水稻の生育、収量は連作田と同等か、逆に優る場合が多くみられた。それらを列挙すると、

- ① 初期から土壌の窒素無機化量が多い。
- ② 土壌環境が良好で水稻生育の健全さが認められる。
- ③ 初期生育が対照連作田より優る場合が多く、玄米収量は同等かむしろ高収である。
- ④ 土壌のりん酸・カリなどの供給能も復元田が連作田よりほとんどの場合高い。
- ⑤ てん菜跡頸葉すきこみ復元田では、無窒素でも施肥された場合と同等の窒素吸収が行われる。

以上の成果を従来からあった復元田に対する施肥管理法をまとめて、北海道では表-10に示すような復元田に対する施肥管理法によって現場の指導に当たっている。

V おわりに

復元田の問題は、その直前に転換畑の問題がある。土壌型、転換期間、前作物の種類、さらに復元田になってからも復元後の年数や水管理の問題等、非常に複雑である。従って、実態調査を多数実施する手法を用いて復元田の一応の概要は把握した積りである。しかし今回の報告は多くの研究室の成果を組み合わせているので十分に整理されていない面もあることをことわっておきたい。資料を提供された各研究室に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 北海道農業試験会議資料：復元田の施肥，土壌管理改善並びに栽培法に関する成績（1979）
- 2) 北海道農業試験会議資料：復元田の土壌環境と施肥対策（1985）
- 3) 土壌保全対策事業資料：水田高度利用総合成績書（1983）各道立農業試験場