

田畑輪換における土壌管理

金子 淳 一

(秋田県農業試験場)

Soil Management in Periodical Alternation of Lowland and Upland Field

Zyun'iti KANEKO

(Akita Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

水田利用再編も第二期体制に入り、水田の畑転換面積は拡大されつつあり、それに伴って転換対象となる水田の土壌条件は多様化し、また、転換年数の経過とともに、その間の土壌管理の如何によっては、土壌の理化学的な変化の進度も異なり、転換という目的は同じでも、立地・土壌条件や導入される作物の種類によって、畑作物安定生産への手段は当然異なり、画一的な対策では不十分な面がみられるようになってきている。さらに、転換畑の再水田化をはかった場合でも、転換作中の作物栽培法や土壌管理の手段によっては、水稻作に及ぼす影響も異なってくる。

水田の畑転換の実状は、面積的には目標を達成しているものの、一部にはまだなげやりの放任転作がみられ、特に個別転作（いわゆるバラ転）でこのような事例が多いようである。そしてこれが農家の経営を圧迫し、農業意欲の減退にもつながってくるが、このような足ぶみの一因として、畑転換する場合の適地判定の基準が十分でなかったことなど、土壌肥料の立場から反省させられるところもある。

水田の畑転換に当って、排水促進は、水田立地を畑立地にするための基本条件であるが、その上で変化してゆく土壌条件あるいは作付時点の土壌条件と、作物の欲する条件との歩み寄りが必要であり、これがうまく連繫されて始めて安定生産の達成が可能となり、転換畑の定着化が進むものといえよう。

したがって、いわゆる基盤対策は、いわば転換当初の前期対策というべきもので、排水をとり透水性を付与することにつぎが、これらの効果に優劣を生ずるのは、土壌の立地条件に合った施工がなされているかどうか、また、特に排水条件の劣るような平坦な地域では、大規模に集団化されて、用排水システムが合理化されているかどうかが大きく影響していると思われる。

このようにして基本的な基盤条件が整えば、次の対策としていわゆる土壌管理の重要な時期に入ってくる。土壌管理の狙い所は、蓄積された水田地力をうまく生かしながら、畑作物の生育を支配する大きな要因である、有効水分や土壌養分の変動方向と、そのコントロールを如何にするかにかかってくる。特に後者では、養分溶脱に伴う瘠薄化と酸性化傾向、養分的バランスの問題、有機物との関連で考慮すべき自然肥沃度の変化などが問題となり、その対策を講じてゆくことである。さらに、畑転作に伴う土壌の養分的・生物的劣化を回復させる手段として、田畑輪換という体系が見直されることになるが、転

換畑から再び水田化する逆の接点における土壌の理化学性変化に対応した対策も、土壌管理上重要となる。

2 東北地域に分布する土壌の実態

土壌について検討する場合、まず土壌の基本的な性格が問題となる。そこで、東北地域における土壌分布の実態の概略についてふれておきたい。

日本の耕地土壌の実態を全国的に把握するための基本的な土壌調査は、全国同一レベルの技術をもって同一視点から、過去20年間にわたる農林省の継続事業として実施され、昭和53年には全国各県の総合的なとりまとめが完了している⁴⁾。

それによると、全国508万haの耕地は、16土壌統群・320土壌統、に分類され、土壌生産性分級図として5万分の1地形図にのせた土壌図も、地域別に全国分が完成している。土壌統というのは、土壌分類の最小区分単位で、土壌の堆積様式を示す土壌断面の代表的なものと思われる断面形態を示す土地の固有名称をつけているが、その性格の似かよったものをいくつかまとめて土壌の性格を表現したものが土壌統群であり、さらに土壌固有の特性をまとめて土壌群としている。

東北地域の耕地面積は、水田65万ha、畑（樹園地を含む）30万haで、合計95万haとなっているが、土壌分類の結果は、15土壌群・51土壌統群・220土壌統、と分類されている。このうち、畑土壌のみに存在するものが、3土壌群・14土壌統群・87土壌統となっているので、水田として利用されている土壌は、12土壌群・37土壌統群・133土壌統、となり、これが畑転換の対象となる土壌である。

この分布を東北地域について、図-1では土壌群別に、表-1では主な水田土壌について、土壌群、土壌統群別に各県1位の分布面積を示した^{18,20)}。これからみられるように、東北地域では、地下水位が高く、グライ層^{*}をもつ排水不良のグライ土⑭が $\frac{1}{3}$ を占め、秋田・山形・青森の各県で1位の広がりを示す。

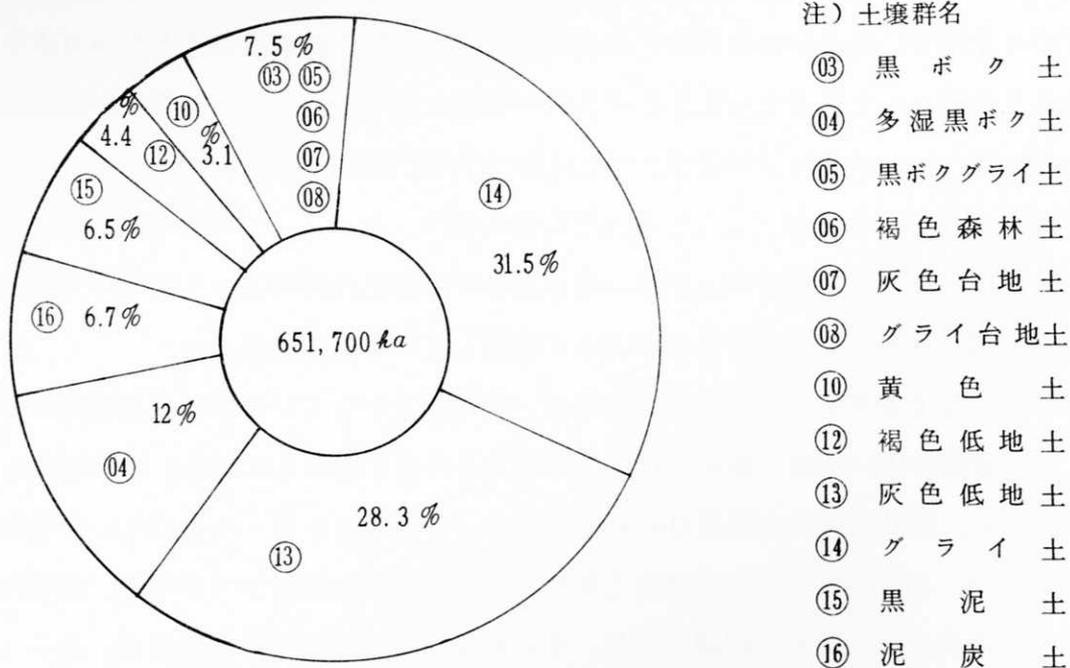


図-1 土壌群別分布割合（東北地域水田）

表-1 東北地域における主な水田土壌の分布

土 壌 群 名	土 壌 統 群 名	分布面積 (千ha)	東北6県における分布 (千ha)
14 グ ラ イ 土		205.5	Ⓔ65, Ⓕ52, 宮33, 青30, 福17
	A 細粒強グライ土	78.5	Ⓕ32, 秋16, 青12
	D 細粒グライ土	73.5	Ⓔ36, 宮12
13 変色低地土		184.2	福53, 宮36, 山28, 秋26, 青22, 岩18
	D 細粒灰色低地土系 灰 褐	70.6	福25, 宮16, 山14
	E 中粗粒灰色低地土系 灰 褐	37.0	青12, 宮11
04 多湿黒ボク土		78.3	岩38, 山12 福10
	D 表層腐植質 多湿黒ボク土	44.4	岩21
15 黒 泥 土		43.7	宮22 (全国1位)
16 泥 炭 土		41.9	青16, 宮14 (全国2位)

注) 県名 は各県での分布面積一位を示す。

※ グライ層とは、常時地下水に浸っているため水分過剰で、土壌中の酸素が欠乏して還元状態を呈している土層のことで、還元された鉄分のため、土色は青灰～緑灰色である。グライ層の深さは、土壌の排水状態を知る一つの有力な目安となる。

また、海岸や河岸の沖積地、谷底平地、扇状地に多くみられる、グライ土が酸化された灰色低地土⑬がこれに次ぎ、福島・宮城の両県で1位の分布を示す。さらに火山の多い東北では、これからの降灰を母材とする黒ボク土の水田⑭も多く、岩手県で1位の分布である。なお、排水不良地の代表とされる黒泥土⑮や泥炭土⑯は、地域別にみると、黒泥土面積は全国一位、泥炭土面積は北海道に次ぐ分布を示し、これらからわかるように、東北地域の水田は排水不良のものが多く、畑転換に際しては苦勞の多い土壌の分布が極めて多いことが知られる。

土壌の分類は、現地調査結果からすぐ判定できるが、土壌の性格をより明確にするためには、土壌の化学分析結果なども加味する必要がある。土壌の性質を表現するとみられる項目を表-2に示したが^{1,4)}、これらについて得られたデータの大小によって土壌生産力可能性等級をきめて分級できるようになっており、その区分は「正当な収量をあげ、正当な土壌管理を行う上で、土壌的に殆ど制限因子や阻害因子がなく、土壌悪化の危険のない良好な土地」をI等級とし、以下その程度によって、若干の制限因子や阻害因子があって、土壌悪化の危険性が多少存在する土地」をII等級、「かなり大きな制限因子や阻害因子があり、土壌悪化の危険性がかなり大きい土地」をIII等級、「極めて大きな制限因子や阻害因子があり、土壌悪化の危険性が極めて大きく、耕地利用が極めて困難な土地」をIV等級とする、4区分に分級されている。

そこで、土壌管理の一つの目標としては、このようにして判定された結果の、III～IV等級にランク付

けされたものを、少なくともⅡ等級まで格上げさせることが必要とされ、Ⅲ～Ⅳ等級にランクされた項目に対して、集中的な改善手段を加えることになり、土壤管理上の基本となる指針が得られるようになっている。

表-2 土壤生産力可能性分級に必要な項目

基準項目	略号	要因項目	表示例
(1) 表土の厚さ	<i>t</i>		◎水田の場合： <u>Ⅲ<i>l</i>rⅡ<i>f</i>n</u>
(2) 有効土壌の深さ	<i>d</i>		ⅢⅠ <i>t</i> Ⅰ <i>a</i> Ⅰ <i>g</i> Ⅱ <i>p</i> ⅢⅠ <i>l</i> ⅢⅡ <i>r</i> Ⅱ <i>f</i> Ⅱ <i>n</i> Ⅰ <i>i</i> Ⅰ <i>a</i>
(3) 表土の礫	<i>g</i>		透水性が劣り、グライ化が進
(4) 耕うんの難易	<i>p</i>	表土の土性、粘着性、風乾土の硬さ	み易くてⅢ等級となり、養分
(5) 湛水透水性	<i>l</i>	作土下50cmの土性、ち密度（水田利用の場合）	的にもやや考慮が必要。
(6) 酸化還元性	<i>r</i>	易分解性有機物、遊離酸化鉄の含量グライ化度	◎畑の場合： <u>ⅢⅡ<i>d</i>(<i>w</i>)<i>f</i></u>
(7) 土地の乾湿	<i>w</i>	透水性、保水性、湿潤度（畑利用の場合）	ⅢⅠ <i>t</i> Ⅱ <i>d</i> Ⅰ <i>g</i> Ⅱ <i>p</i> Ⅱ(<i>w</i>)Ⅱ <i>f</i> ⅢⅡ <i>n</i> Ⅰ <i>i</i> Ⅰ <i>a</i> Ⅰ <i>s</i> Ⅰ <i>e</i>
(8) 自然肥沃度	<i>f</i>	保肥力、固定力、土層の塩基状態	養分的にかなり瘠薄でⅢ等級
(9) 養分の豊否	<i>n</i>	置換性の石灰・苦土・加里、有効態の窒素、リン酸・珪酸、微量元素、酸度	となり、干害や施肥改善に留
(10) 障害性	<i>i</i>	有害物質の有無、物理的障害性	意する。
(11) 災害性	<i>a</i>	増冠水・地すべりの危険度	◎Ⅰ等級の表示は省略して、_____
(12) 傾斜性	<i>s</i>	傾斜（自然・人為）と方向（畑利用の場合）	のように簡略分級式として表示
(13) 侵食	<i>e</i>	侵食度、耐水食性、耐風食性（畑利用の場合）	する。

これらは、表-2の表示例のように分級式化して示されるようになっているが、例えば水田の場合の例でみると、この土壤は*l*の湛水透水性と、*r*の酸化還元性でⅢ等級になっていることがわかり、まずこの両者を改善するために、暗渠や心土破碎などによる透水性付与の方向の対策を優先すべきであるとみなされる。

このように分級した結果を東北地域でみると、表-3のとおりであるが²⁰⁾Ⅲ等級以下が43%あり、水田の半分近くは何らかの改善対策が必要と認められる。

このように、東北地域の水田は、物理的にも化学的にも問題のある土壤が多いため、それなりに土壤管理には留意すべきであるといえよう。

表-3 東北地域における水田の生産力可能性等級別県別面積

(地力保全基本調査総合成績書, 県別版から作成)

項目 等級 県名	水 田					全 耕 地				
	I	II	III	IV	計	I	II	III	IV	計
青 森	0 (-)	53,574 (55.5)	42,808 (44.4)	128 (0.1)	96,510 (100.0)	0 (-)	110,562 (64.7)	60,089 (35.2)	200 (0.1)	170,851 (100.0)
岩 手	0 (-)	54,067 (52.2)	46,112 (44.5)	3,459 (3.3)	103,638 (100.0)	27 (0.0)	79,642 (47.4)	82,991 (49.3)	5,552 (3.3)	168,312 (100.0)
宮 城	0 (-)	72,402 (63.7)	39,949 (35.1)	1,410 (1.2)	113,761 (100.0)	0 (-)	90,060 (60.7)	55,331 (37.3)	2,976 (2.0)	148,347 (100.0)
秋 田	0 (-)	54,603 (45.1)	65,431 (54.2)	1,057 (8.7)	121,091 (100.0)	430 (0.3)	58,204 (40.0)	83,255 (57.2)	3,637 (2.5)	145,526 (100.0)
山 形	0 (-)	64,741 (56.7)	49,489 (43.3)	0 (-)	114,230 (100.0)	1,105 (0.7)	79,216 (52.4)	68,530 (45.3)	2,480 (1.6)	151,331 (100.0)
福 島	10 (00)	74,828 (73.0)	27,632 (27.0)	- (-)	102,470 (100.0)	10 (0.0)	114,223 (68.4)	52,797 (31.6)	20 (0.0)	167,050 (100.0)
東北計	10 (00)	374,215 (57.4)	271,421 (41.7)	6,054 (0.9)	651,700 (100.0)	1,572 (0.1)	531,907 (55.9)	402,973 (42.4)	14,865 (1.6)	961,417 (100.0)

注) 上段は面積 ha, 下段()内は横比率%

3 土壌的にみた畑作物栽培可能地の判定

今まで述べてきた土壌調査の結果を, 転換畑作のために活用しようとして, 土壌の性質を示す分級式をさらに簡略化し, また, 作物の要求する最低の土壌条件をも同様に分級化して, 両者の比較の上で, その作物はその土壌に栽培可能かどうか, 栽培不可の場合は何が阻害要因になっているのかを判定しようと試みたものが, 東北6県農試土壌関係者の協議のもとにまとめられ, 東北農政局から出されている¹⁹⁾。

転換畑作を考えた場合は, 土壌の性格を示すために, 表-2にあげた分級の項目を全部とりあげる必要はなく, さし当って必要な項目, つまり, 土壌の物理的な性格や地下水の影響が示される項目をとりあげて, その土壌のもつ性格を示すようにする「土壌の簡略分級式」を設定する一方, その項目を用いて, 作物の安定生産に必要なとする最低限の土壌条件を「作物の限界簡略分級式」として設定し, 両式の比較から, 作物栽培の可否を判定, または改善点の抽出に当てようとしたものである。この両簡略分級式に用いた項目と等級基準は表-4に示した5項目である。土壌については土壌調査結果からすぐ引き出せるものであり, 新たに調査する場合は, この項目についてのみ調査を実施する。作物の限界分級式は, この項目のみで厳密に規定することは, 勿論困難であり適正を欠くとも思われるが, 作物の特性や実際の栽培様式などを念頭において, 必要最低限の等級を設定したもので, その一例を表-5に示した。両者の関係は次の例のようになる。

(例) 土壌の簡略分級式 IIIw II d(w) s・HCは

III w : 土地は過湿の恐れが多く

II (w) : 過干の恐れは少ない

表-4 適地判定の基準項目と等級判定基準

項 目	記号	基 準 量	等 級	
有効土層の深さ	<i>d</i>	100 cm以上	I	
		50 ~ 99 cm	II	
		30 ~ 49 cm	III	
		15 ~ 29 cm	III ~ IV	
		14 cm以下	IV	
表土の礫含量	<i>g</i>	4%以下 (なし~あり)	I	
		5 ~ 9% (含む)	II	
		10 ~ 19% (富む)	III	
		20 ~ 49% (すこぶる富む)	IV	
		50%以上 (礫土)	V	
土地の乾湿	乾	<i>(w)</i>	過乾の恐れがない	(I)
			" ある (少ない)	(II)
			" 多い	(III)
			" 甚しい	(IV)
	湿	<i>w</i>	過湿の恐れがない	I
			" ある (少ない)	II
			" 多い	III
			" 甚しい	IV
傾 斜	<i>s</i>	3°以内 (平坦)	I	
		4° ~ 8° (傾斜あり)	II	
		9° ~ 15° (緩傾斜)	III	
		16° ~ 25° (急傾斜)	III ~ IV	
		26°以上 (")	IV	
表土の土性	砂 質	S	S, LS	II ~ IV
	壤 質	L	SL, FSL, L, SiL	I ~ II
	粘 質	CL	SCL, CL, SiCL	II ~ III
	強粘質	HC	SC, SiC, LiC, HC	III ~ IV

II *d* : 有効土層の厚さは、50cm以上で、

[I *g*] : 礫はなく、(I等級は表示を省略)

II *s* : 傾斜は8度以下であるが、

HC : 表土の土性は強粘質。という性質をもつ土壤であることを示す。

一方、作物の限界分級式を大根で考えると、III(*w*)II*dws*・除強粘質となり、この適地は、

III(*w*) : 土地は過乾の恐れが多くても、

II *w* : 過湿の恐れが少なく、

II d : 耕土利用の深さが50cm以上で,

[I g]: 礫がなく,

II s : 傾斜が8度以内で,

除強粘質: 表土の土性が強粘質でなければ, 大根栽培は可能, とみなされる。

表-5 限界簡略分級式からみた作物の好適土壌条件 (例)

限界簡略分級式	栽培可能な土壌の条件	適作物
III d II g w(w) s · 除強粘質	・礫を含んでいても, 耕土が30cm以上で, 過湿・過乾の恐れが少なく, 強粘質を除いた土地	・キュウリ, トマト, ナス, ピーマン
III d w II g(w) s · 除強粘質	・礫を含むが, 耕土は30cm以上で, 過湿の恐れが多いが, 過乾の恐れが少ない, 強粘質を除いた土地	・キャベツ, ハクサイ, ホウレンソウ, レタス, カリフラワー
III d(w) II w s · 除強粘質	・耕土が30cm以上で, 過乾の恐れが多くても, 過湿の恐れが少なく礫のない強粘質を除いた土地	・カブ, ニンジン (短)
III d(w) II g s	・礫を含むが, 耕土30cm以上で, 過乾の恐れが多くても, 過湿の恐れのない土地	・イチゴ, サヤエンドウ, ソラマメ
III d(w) II g w s	・礫を含むが, 耕土は30cm以上で, 過乾の恐れが多いが, 過湿の恐れが少ない土地	・大麦, 小麦, 大豆, 小豆, ソバ, ニンニク
” · 除強粘質	・全上で, 強粘質を除いた土地	・トウモロコシ, ナタネ, カボチャ, スイカ, 露地メロン, アスパラガス, カンショ, バレイショ
III(w) III d w s · 除強粘質	・過乾の恐れが多くても, 耕土が50cm以上で, 過湿の恐れが少なく, 礫のない, 強粘質を除いた土地	・ダイコン, ニンジン(長)ゴボウ
N d III g w s II w	・礫に富む浅耕土の急傾斜地でも, 過湿のおそれがあっても, 過乾の恐れが少ない土地	・イネ科牧草
N d III g s II w(w)	・礫に富む浅耕土の急傾斜地でも, 過湿・過乾の恐れが少ない土地	・豆科牧草
N w II d	・過湿 (湛水) でも50cm以上の礫のない土層を有する平坦な土地	・レンコン, クワイ
N w III d II g(w) s	・過湿 (湛水) でも, 過乾の恐れが少なく, 礫を含んでも30cm以上の耕土をもつ土地	・ハトムギ

今, 両者の分級式を比較すると, 土壌条件がこのままでは, 大根栽培はむずかしいが, 土壌の III w と HC を改善すれば, 大根栽培は可能となることから, 排水促進による土壌の乾燥と, 粗大有機物投入などによる強粘性の改善対策によって, 栽培可能になることを示すことになる。

以上のように、土壌調査の結果から、畑転換に際しての適地の判定や、主要な基本対策の抽出ができるようになっており、そのより一層の活用を望みたいところである。

4 土壌管理上の基本目標と問題点

前述のように、土壌管理の目標は、土壌生産力可能性等級を、少なくともⅡ等級以上に維持することともいえるが、その際、土壌のもつべき主要因の最低限界目標値は、現在までの各種の調査結果から帰納された値として、表-6のように示されている^{1,4,19)}。

水田の畑利用に際しては、畑としての数値が目標となるが、この値から水田土壌と畑土壌のちがいをみると、畑にする場合には、作土深、地下水位、孔隙量、pH、有効態リン酸、塩基飽和度、透水量を水田より高める方向にもっていく必要がある。これらの目標値は、土壌改良の最低目標値ともなる。土壌の種類による目標値には大きな差はないが、この目標値をもってゆくための手段としての土壌管理の方法が、黒ボク土であるとか、あるいは粘質土か砂質土かなどのちがいによって異なってくる。また、やさい跡地などでは施肥量がかなり多くなる場合もあることから、その土壌の塩基類が目標値をはるかに上回る例もみられる。したがって、特殊な成分を除いては、過剰の限界が明確でない現在、塩基バランスを重視する方向で検討することになる。

表-6 土壌条件の維持すべき目標値

項 目	水 田	畑
作 土 深 (cm)	15 ~ 20	20 ~ 30
根 域 ち 密 度 (山 中 式)	20 以下	20 以下
地 下 水 位 (cm)	50 以下	60 以下
粗孔隙量 (PF 1.5 空気量) (%)	-	15 ~ 20
pH (H ₂ O)	5.5 ~ 6.0	6.0 ~ 6.5
EC (m Ω)	-	0.5 以下
塩 基 置 換 容 量 (me)	20 ~ 15 (粗粒 で10以上)	15以上 (粗 粒で5以上)
置 換 性 石 灰 (CaO) (mg)	200 以上	200 ~ 300
置 換 性 苦 土 (MgO) (mg)	25 以上	20 ~ 40
置 換 性 加 里 (K ₂ O) (mg)	15 以上	15 ~ 30
石 灰 苦 土 比 (CaO/MgO)	6 以下	6 以下
苦 土 加 里 比 (MgO/K ₂ O)	2 以上	2 以上
塩 基 飽 和 度 (%)	60 ~ 80	80
有 効 態 磷 酸 (mg)	10 以上	20 以上
有 効 態 珪 酸 (mg)	15 以上	-
遊 離 酸 化 鉄 (%)	1.0 以上	-
易 還 元 性 マ ン ガ ン (mg)	5 以上	-
透 水 量 (mm/day)	20	(100)

この目標値に近づき、かつそれを維持するために、土壌管理が重要となるが、その際の問題点としては、次のような点があげられよう。

(1) 土性は、土壌固有のものであるが、水分条件とからんで碎土性の良否を支配し、また、畑状態での保水性や養分の溶脱に伴う土壌の化学性変化の速度にも関係するが、それらの好適条件をいかにして

維持するか。

(2) 土壌水分は、畑作物では特にその生育を支配する大きな要因である。過湿・過乾にならないようにして、なおかつ必要時期に十分な水分を供給するためのコントロール — 勿論、土性や地下水位とも関連するが — や有効水分の確保をいかにするかが重要となる。

(3) 土壌養分の多少は直接作物生産量に関わり、その調整は或程度までは施肥などにより可能であるが、畑化に伴う移動の方向とその量、pHの低下、微量元素の問題など、土壌の種類による差も大きいことから、それらを見極めた上での対応が重要となる。

(4) 水田に比べて、畑における地力消耗の著しいことは明らかにされているが、畑土壌の化学的劣化や、連作障害を促すとされている消耗有機物の補給は重要である。しかし、現状では有機物資源の確保に難点があるため、地力蓄積の方向である再水田化を含めて、田畑輪換年数をも考慮した作付体系などによる対応や、廃棄有機物資材の活用なども考慮する必要がある。

(5) 田畑輪換方式をとり入れた転換畑の再水田化は、湛水によって畑化に伴う土壌の劣化を回復させ、地力の蓄積、連作障害の軽減ないしは回避などにも関連して、有効かつ必要な手段と考えられる。しかし、前畑作物の種類や土壌によっては、畑転換による土壌の物理的・化学的変化が大きく、水稻の生産性を不安定にする例も一部にみられる。例えば、畑作物残根による耕耘難や異常還元の発現、また、透水過多に伴って、特に山間高冷地での冷害助長の恐れなどがあり、これら各種条件に対応した作業や管理が重要となる。

そこで、以上の諸問題に関連した試験結果について検討してみたい。

5 土壌管理に関する試験結果から

1) 排水施工法の確立

排水条件を整えることは、水田の畑転換に際しては基本となるものである。土壌の水田的特性は、乾燥・酸化によって畑地化が促進されるが、そのためには、降雨時の余剰水などは速やかに排除可能とすることが重要である。

排水工法については、すでに幾多の試験結果もみられ、施工技術も確立しているとみてもよいと思われる。

表-7は、東北地域に多く分布する低湿な土壌に対する排水条件整備のための技術指針である。明渠によって停滞水を排除し、土壌中の過剰な水分は各種の暗渠によって処理し、さらにその効果を高めるために、ち密層や鋤床層の破碎を組み合わせるなど、条件に応じて営農段階で実施できるように対策を示してある。ただし、これら施工後の効果を高めて、徹底的な排水乾燥をはかるためには、施工後の排水機構の維持整備や、大規模集団化によって、灌排水施設の合理的な運用をはかることが重要である。

図-2・3は、排水性に関係する、土壌への水の侵入度を現地条件で測定した結果である³⁾。

図-2の方は、土壌の種類による違いを示しているが、地下水位の高い強グライ土壌である下2つの西山統・下谷地統では、直線が下の方であって、その傾斜も少ないことから、全体に水の侵入量が少な

表-7 東北地域における主要土壌区分別転換対策の技術指針 (抜粋)

土壌類型区分	圃場の排水条件			畑利用の可能性		必要な転換対策					
	難易	同差の判定要因	同差の判定要因	個別	集団	圃場内排水路	鋤床層の膨軟化	補水きょ	弾丸暗渠	心土破碎	その他
04 多湿黒ボク土											
D 表層腐植質多湿黒ボク土	△	有又は無	中~良	中~高	△	○	○	△	△		排水不良圃場では高畦栽培
13 灰色低地土											
D 細粒灰色低地土, 灰褐色	△	有又は無	中~悪	低又は中	△	○	○	△	○	○	畑地かんがい, 畦畔に遮水壁
E 中粗粒灰色低地土, 灰褐色	○	有	中~良	低	○	○					
14 グライ土											
A 細粒強グライ土	×	有	悪	高	△	○	○		○	○	深耕, 高畦栽培 高畦栽培(果菜, 葉菜, 根菜)
D 細粒グライ土	△	有又は無	悪	中	△	○	○	○	○	○	
15 灰泥土	△	有又は無	悪	中~高	△	○	△	○	○		高畦栽培(大豆, 小豆)
16 泥炭土	△	有又は無	中~悪	低又は高	△~○	○	△	○	△		作土層薄い場合は客土

注) 1. 「圃場の排水条件」の「難易」欄 ○:易, △:中, ×:難
 同「土壌透水性係数」欄 良: $K=10^{-4}$ 以上, 中: $K=10^{-4} \sim 10^{-5}$, 悪: $K=10^{-6}$ 以下。
 同「排水路水位」欄 高: $0 \sim 30$ cm, 中: $30 \sim 60$ cm, 低: 60 cm以下。
 2. 「畑利用の可能性」欄 ○:可能, △:条件により可能, ×困難。
 3. 「必要な転換対策」欄 ○:必要, △:条件により必要

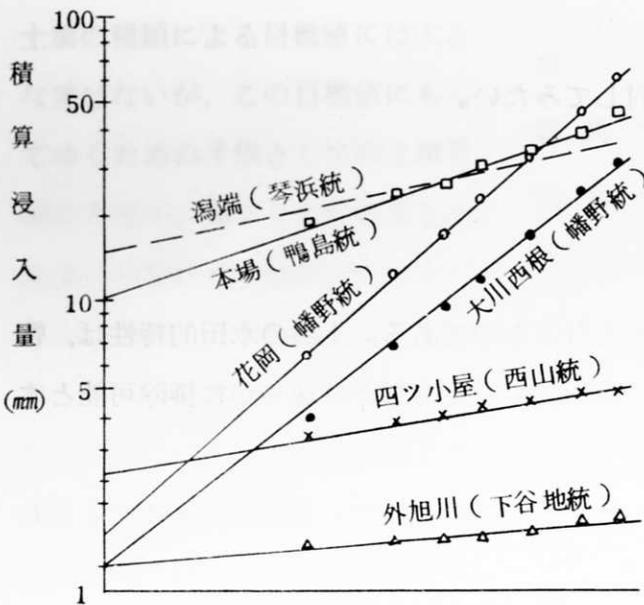


図-2 供試圃場のインテーク曲線 (秋田農試)

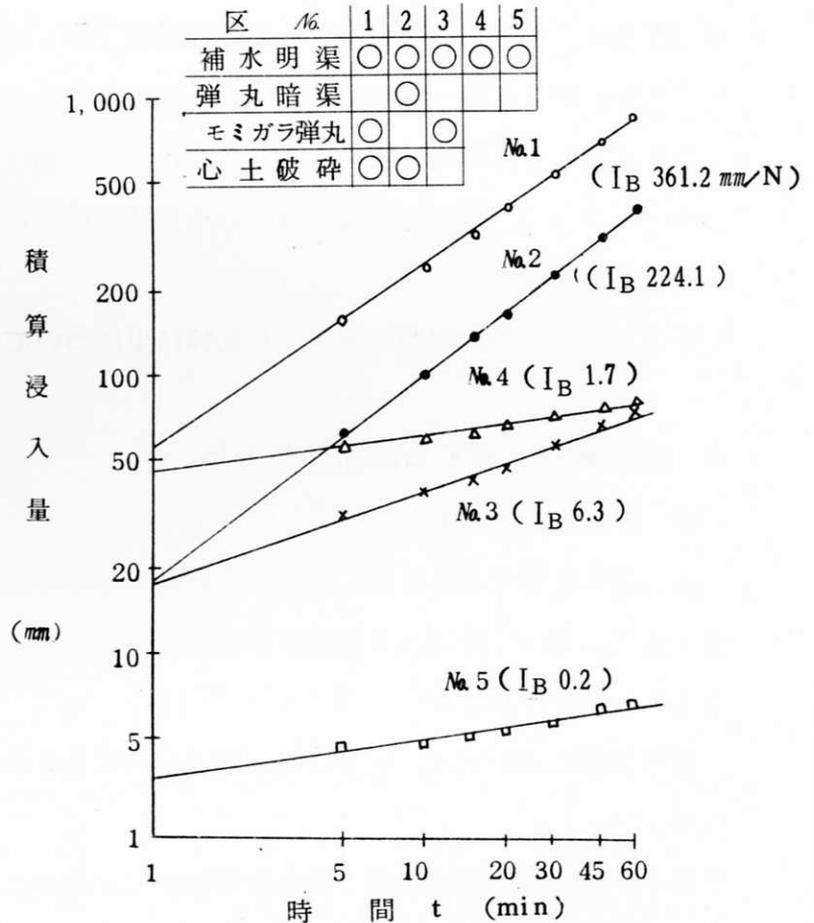


図-3 供試圃場のインテーク・レート曲線 (秋田農試)

いことを示し, 図の上の方にある, 強グライ土壌であるが, 砂質の琴浜統と乾燥条件にある細粒質の鴨島統では, 最初に沢山の水が入るために図中の出発点は高い所にあつて, 直線の傾斜が少ないことから前者と同様, 時間経過に伴う侵入水量の増加が少ないことを示している。図中で急傾斜を示す幡野統は, グライ土壌であるが, 斑・構造の発達した粘質土壌であるため, 最初にしみこむ水の量は少なく, 出発点の位置も低い, 直線の傾斜が急であることから, 時間経過による侵入水量が極めて大きいことを示

し、下層の構造が水みちとして連結した結果、侵入水量が大きくなったものと思われ、構造の発達は透排水性向上に大きな影響をもっていることがわかる。

図-3の方は、下層重粘な同一土壌条件（三輪統）の圃場で、排水施工法を変えた場合の結果を示しているが、No.1・2のように、ち密層の破碎を組み合わせた方が、そのないNo.3に比して直線の傾斜度も大きく、かつI_B（基準侵入度：ほぼ一定の侵入速度となったときの侵入水量を示す）からみても明らかに侵入水量の多いことがわかり、透排水性の向上には、現地条件に即応した施工法の選定・組み合わせが重要であることがわかる。

ただし、田畑輪換体系を考慮した場合は、再水田化に当って透水過多の問題があり、本暗渠施工に際しては、水閘の設置や、弾丸暗渠や心土破碎の実施に当っては、全面施工か部分施工かを充分検討の上、排水施工を実施することが必要となろう。

2) 碎土性の向上

碎土は、特に強粘質土壌では水分条件ともからんで問題となる。碎土率が悪い場合は、毛管水の利用ができなくなって干害をうけやすく、逆に降雨の際、下層の透排水性が不良であれば、土塊間隙が飽水状態のまま長くおかれて湿害をうけるなど、両極端の現象が起りやすく、特に畑転換初期の1～2年は、播種時や初期生育確保の上で問題を起しやすい。

営農的にみれば、現在は大型機械化も進み、作業機の種類も多くなっているため、耕耘回数、耕耘爪の選定、耕深、耕耘速度などの配慮で、対応はそれほどむずかしいとは思われないが、それでもなお土性や耕耘時の土壌水分条件を考慮して作業を実施するのが得策であることはいうまでもない。

表-8は、強粘質土壌(LiC)で、作物栽培のまま放置して、毎年春にロータリー耕を行った場合の碎土状況を調べた結果である。当初の1～2年は、碎度率（2cm以下の土塊の重量割合で示す）は30%台で良くないが、3年目になると75%台となり、以後は65%以下にはならなかった。このように、年次経過とともに乾燥が進んで碎土率は年々向上することが知られるが、土壌の水分条件を選ぶことや耕耘回数をふやすことも、碎土率向上には必要であることが認められる。

表-8 年次経過と碎土率（秋田農試）

経過年		経 cm					碎土率* (%)	含水比 (%)
		> 5 cm	5 ~ 3	3 ~ 2	2 ~ 1	1 cm >		
1	年 目		50.4	16.5	14.5	18.6	33.1	—
2	年 目	30.5	18.0	16.3	15.9	19.3	35.2	—
3	年 目	0.8	7.7	16.7	19.9	55.0	74.9	—
4	年 目	0.3	2.4	10.9	26.6	59.9	86.5	—
5 年 目	1 回がけ	0.0	11.4	20.6	26.0	42.0	66.0	57.3
	2 回がけ	0.0	0.0	20.5	27.8	51.7	79.5	44.7

注) * 2 cm以下の土塊の割合
土性はLiC

表-9は、HC~LiCのような強粘質土壌を、湛水しないようにして自然条件下に放置し、降雨と直射日光による乾湿を、8~12月の期間、反覆させた場合の土塊の崩壊性を調査した、モデル実験の結果である⁷⁾。これによると、粘土含量の多い方が乾湿反覆によって、伸縮の程度が大きいために崩壊性の大きいことが認められる。また、下の横棒グラフは、同じ土壌を、一定の大きさに成形して、室内で自然乾燥させる程度で、指圧で崩れやすい時点の水分を毎日チェックして得られた結果である。ここでは、粘土の少ない程、崩れやすくなる水分条件に達する日数が短く、崩れやすい水分の幅が大きく、またその適水分保持の日数は長くなっている。

表-9 土性と風化による崩壊性

土壌	土性 (国際法)	粒径組成 (%)			土塊分布 (%)				
		C + F Sand	Silt	Clay	> 5 mm	5 ~ 3	3 ~ 2	2 ~ 1	1 mm >
A	HC	6.2	31.7	62.1	12.5	44.7	18.4	16.4	8.0
B	HC	6.0	47.9	46.1	3.8	38.1	24.5	24.5	9.1
C	LiC	24.3	33.6	42.1	65.7	18.6	4.5	4.4	6.8
D	LiC	42.2	23.7	34.1	78.6	8.1	3.0	3.0	7.3

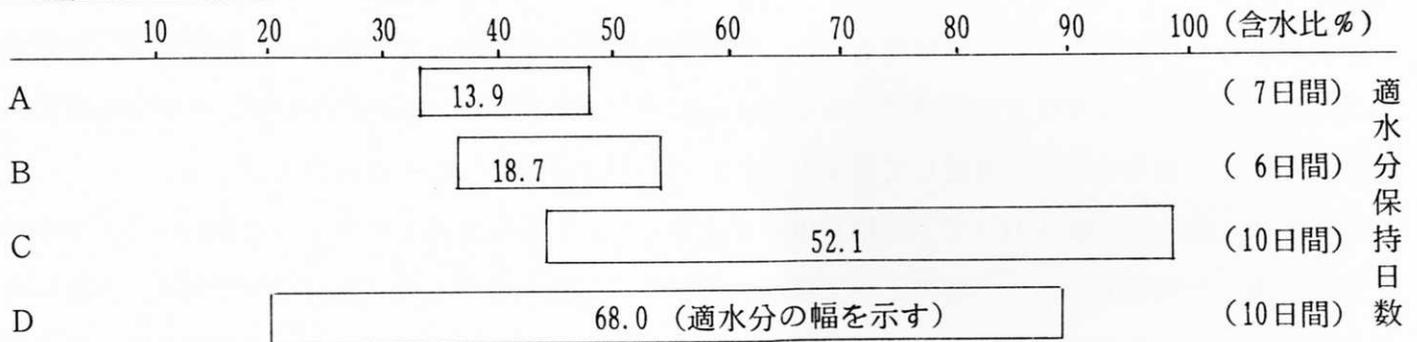


図-4は、土性（粘土または砂含量により異なる）と圧碎強度（土塊が崩壊する時の加えた力）の関係を調べた結果であるが、粘土が多く、砂が少ないと、土塊をつぶすために大きな力が必要で、耕起碎土にも影響が大きいことを示している。

このように、土性によって、また土壌の水分条件によって、機械作業の能率や精度に大きな影響があり、碎土率向上には、作業機械の能力に適した水分条件を考慮することが大切であるが、また一方では、湿潤性の大きい強粘質土壌の場合は、畑転換に先立って、乾田直播のような体

このように、土性によって、また土壌の水分条件によって、機械作業の能率や精度に大きな影響があり、碎土率向上には、作業機械の能力に適した水分条件を考慮することが大切であるが、また一方では、湿潤性の大きい強粘質土壌の場合は、畑転換に先立って、乾田直播のような体

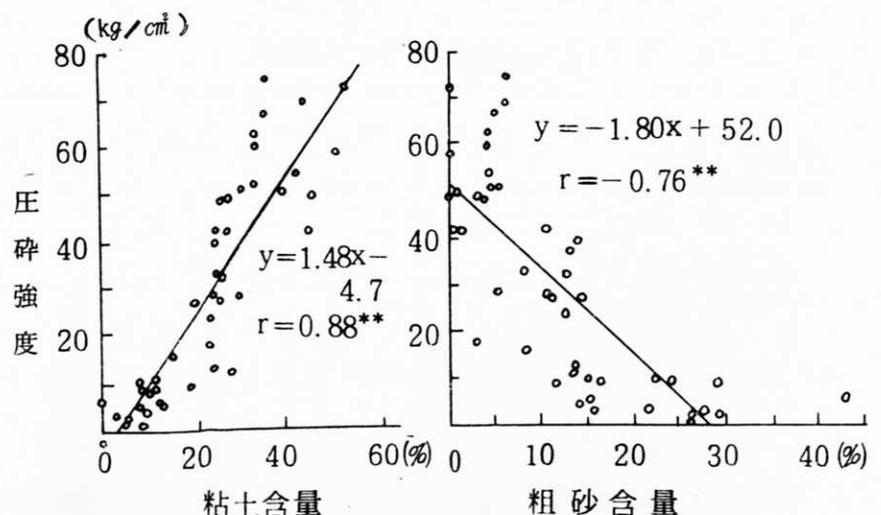


図-4 土塊の圧碎強度と粘土または粗砂含量との関係 (農技研)