

# 水田転作の問題点と対策

北海道主席専門技術員

西 勲

米の生産調整により、本道の水田面積約 26 万 ha のうち既に 9 万 ha が転作を強いられており、55 年度はさらに強化されようとしている状況である。

問題点は何んといっても転作条件の整備ということである。なかでも汎用田化対策が急務であり、水田の汎用化には基盤整備が最重点となる。

これらのことから、水田面積の 34% にのぼる転作を課せられた本道としては、水田面積 24 万 ha を対象として田畑輪換を考えていかななくてはならない。以下、水田土壌の一般的な特性を理解し、転作に関連する問題点と対策を読者各位と共に考えてみたい。

## ◎ 水田土壌の一般的特性

畑土壌に比べ、明らかに異なる水田土壌の一般的特性のうち、特に転作と関係の深いものをあげると、

① 水田は一般に低地につくられているために地下水が高く、排水不良のものが多い。

② 水田は稲作期間中、灌がいを行われているので、土粒と土粒の隙間は全部水で満たされ、空気の入る余地がない。したがって、土の中は酸素不足の状態になる。さらに、土壌中では微生物の働きが活発で、酸素の消費が激しいので、土壌が還元状態になる。

ところが、畑の方は土粒と土粒の隙間に空気が自由に出入りして、土壌はたえず酸化状態にある。稲の根には大きな腔隙（破生通気組織）があり、この腔隙は地上部からつながっており、地上部から酸素を根に供給する働きを持っているといわれている。

それで、稲の根は土壌中の酸素が少ない場合でも割合耐えて生育することができるが、牧草はじ

め畑作物は稲と違って好氣的条件の下でなければ、その根が正常な活動をつづけることができない。

畑作物の根は、水稻と違って土壌に対し、水と空気の共存する条件を要求するもので、水と空気に対する要求は同時的であって、しかも軽重の差がないものである。

③ 水田特有の「しろかき作業」のため、作土の団粒がねりつぶされて構造を失い、土粒が単粒状となっているため、粘土分の多い土壌では特に粘着性、可塑性および凝集力が大きいので、水分の多いときドロドロ状態となり、水分の少ないときは凝集固結して大きい土塊を形成しやすい。

④ 水田の作土は単粒化され、長年の機械耕と相俟って鋤床層を形成し、さらに堅密な犁底盤となっている場合が少なくない。

⑤ 水田は灌がい水からの石灰、苦土などの塩基の富化があるのと、還元になるため灌水期間中は中性近く保たれるが、非灌水期間の畑状態時の PH は 5.5 前後である。

⑥ 一般に酸素の少ない嫌氣的条件下では、微生物による有機物の分解が畑より不十分である。それで、水田土壌では植物の根や作物の根からもたらされた有機物、あるいは堆きゅう肥から加えられた有機物が、畑ほど分解されず、長年の間には次第に増加してくる傾向がある。

そのため、稲作期間の長い水田は、その近くの畑より土壌有機物、ことに分解されやすい有機物が多くなっている。したがって、土壌を乾燥すると（畑地にした場合も同じ）多量の有効なアンモニア態窒素を生ずる。このことを乾土効果といっている。

⑦ 分解しやすい有機物の増加は、土壌の養分貯蔵庫としての機能を高める方向にあるが、畑で

表1 稲作と畑作の土地条件の比較

区 分		稲 作	畑 作	
栽培条件		湛水状態	畑地状態	
酸化還元		還元	酸化	
作物に対する 土壌からの 供給	水	多	一般に少なく不安定(降水依存, 多過ぎると土壌流亡を起し, 不足の場合は干ばつとなる)	
	空 気(酸素)	少~無	多	
	養 分	有 機 物	集積	酸化分解により減耗
		窒 素	多(乾土効果により地力の窒素の発現大)	少(乾土効果ほとんどなし)
		無機態の窒素	還元層...アンモニア態窒素 安定 酸化層...硝酸態窒素となり 還元層に達し脱窒	無機態窒素は速やかに硝酸化成を起こして流亡しやすい
	磷 酸	多(還元化に伴い土壌磷酸が有効化する)	少(土壌による固定により有効態磷酸は減少する)	
	カ リ	+ (灌漑水により供給される)	- (溶脱により減少する)	
	鉄	多(還元に伴い、 $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+}$ )	少(酸化に伴い、 $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$ )	
	マンガン	多	少	
	その他 微量元素	+ (灌漑水により供給される)	- (溶脱により減少する)	
有 害 物	硫化水素, 有機酸	アルミニウムイオン		
土 壌 の 反 応	灌漑水による塩基の供給があるのと還元になるため中性近くに保たれる	溶脱により酸性になりやすい		
土 壌 構 造	単粒	団粒		

はたとえそれが多く存在していたとしても障害をあたえないのに対して、水田ではそれが過大になる時には、土壌の還元程度が強く、酸素要求量の少ない稲の根さえ障害をうけるようになる。

⑧ 北海道の水田は、一部に洪積土や火山性土、泥炭土に由来するものがあるが、大部分は沖積土で平坦であり、水利にもめぐまれている。

水田では、灌がい水から供給される無機養分量は大変多い。これは養分の濃度は小さいが、灌がされる水量は莫大であるからである。たとえば、稲がカリの施肥がなくてもかなりの収量をあげられるのは灌がい水によってカリが供給されているからである。

⑨ 水田は沖積土に多いほか、灌がい水による

硅酸、石灰、苦土、カリなど種々の無機養分の酸化があり、また乾燥による窒素の固定もあって、一般には畑土壌より肥沃とされている。

⑩ 水田は、鋤床層以下の土層は作土に比べて苦土、リン酸などが著しく少ない場合が多い。

土壌中にもともとあるリン酸や肥料から加えられたりん酸は、土壌の中では主にリン酸鉄とリン酸アルミの形をしていると考えられる。水田が還元状態になってくるとリン酸鉄に形態変化が起こりリン酸鉄の中の鉄は酸化状態の時は三価の鉄( $Fe^{+++}$ )であるが、還元状態の下では二価の鉄( $Fe^{++}$ )に変ってくる。二価の鉄は三価の鉄より溶解性が大きいので、その結果、鉄についても不溶性にされていたりん酸も溶けてくるようになる。

このような作用によって溶けてくるりん酸の量は大変に多いので、稲の三要素試験で平年気候であるとりん酸の施用がなくても収量が劣らないのはこのためである。しかし、水田が還元状態になるには地温がある程度上る必要がある。

以上、転作に関係の深いものについて特記したが、これらを一括表示すると第1表のとおりである。

表2 水田土壌と畑土壌の層別微生物分布

微生物の種類	水 田 土 壌			畑 土 壌		
	作 土	鋤床層	心 土	作 土	中間層	心 土
好気性細菌	3,000	1,310	837	2,185	628	164
放 線 菌	220	88	38	477	172	35
糸 状 菌	8.5	1.6	0.6	23.1	4.3	1.1
硝酸化成菌	1.1	-	-	7.1	5.3	0.05
嫌気性細菌	222	112	22	147	57	16
脱窒性細菌	29.7	16.4	12.2	4.7	2.7	-
硫酸還元菌	7.9	1.6	0.4	0.09	0.06	0

注) 単位: 乾土 1 g 当たりの菌数

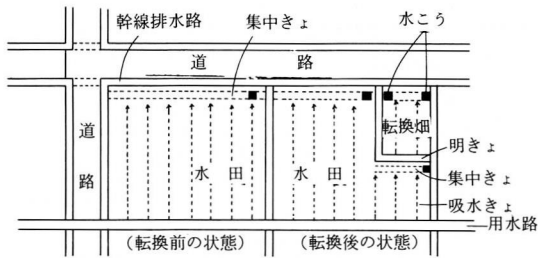


図1 転換畑の排水

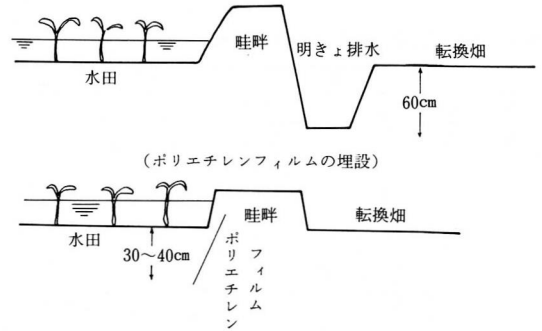


図2 補助排水溝の設置

## ◎ 転換畑の改善対策

転換畑の第一に要求されるのは排水問題，第二は土壌問題である。これらの対策をよく考えてみよう。

### (1) 排水対策

転換畑の排水が十分でなければ導入された畑作物の良好な生育は期待できない。また，機械の作業能率もあがらない。転換畑の土地，土壌条件に応じて適宜次のような対策を講ずる必要があると考えられる。

転換畑での湿害の原因としては，次の3つをあげることができる。その第一は降雨などに伴って，地表水が停滞すること。第二に地下水が高いか，上昇してくること。第三には隣接水田から水の横浸透によることである。湿害を防ぐには，地表水停滞と土壌中の過剰に含まれる水分をできるだけ早く排除する必要がある。そのためには暗きょによって地下水を下げるとともに，土壌の透水性を良好にする土壌底盤の整備が必要である。

#### ア 暗きょ排水の施行

地下水位の高い場合は，地下水位が50～80 cm以下になるよう，暗きょ排水を施行することが必要。これによって通常地下水位は低下し，ほ場は排水され通気性もよくなり，土壌は表層から順次下層へ畑土壌の性格を強めて行くことになる。なお，粘質土の水田ではもみながら暗きょが効果的である。

#### イ 暗きょ排水の再整備

転換畑の暗きょ排水が一般水田の暗きょ排水と連絡している場合は，図1のように境の部分で切断し，水田の部分には新しく水こうを設置するなど，転換畑がそれぞれ独立した排水系統となるよ

う再整備する必要がある。

#### ウ 横浸透水防止

水田転換に当っては，用水系統を中心として，集团的に実施することが望ましいが，隣接する水田や周辺の用水路から横浸透によって，土壌水分が過剰になるおそれがある。図2のように，境に切深60 cm以上の補助排水溝を設け，他からの地下水位の横浸透を防ぐ。水の地下浸透性がよく，暗きょ排水を必要としない場合，あるいは暗渠排水の効果が高く境に暗きょ排水を必要としない場合でも，図のように水田及び用水路との境にポリエチレンフィルム（厚さ0.1 mm程度）を深さ30～40 cm程度埋設して隣接水田等からの浸透性を防ぐようにする。

#### エ リ底盤及び心土の破碎

堅密なり底盤が存在する場合や地表より50 cm以内に堅密な層が存在する場合は，リ底盤及び心土破碎を行い浸透性の向上を図る。

粘性の強い土壌では，暗きょだけでは排水効果が速やかに現われにくいので，心土破碎などの補助排水対策を併用する必要がある。

ただし，この場合は暗きょに対して直角または斜めに施行する。

#### オ 地表水排水対策

降雨などによる一時的な地表滞水の処理法としては，一時的な暫定排水溝を適当な間隔に設け，これを小排水路に連絡して排水する。この対策は土性が重粘土のときなどはポリエチレンパイプによる浅暗きょを設けるものも一方法である。

#### カ 暗きょ排水の水位低下

転換畑が明きょ排水に囲まれている場合は，明きょ排水の水位を下げる。

#### キ 一般水田の漏水防止



図3 畦畔からの漏水防止

泥炭地、火山灰地、砂質土壌地帯では、転換畑の排水のために明きょ排水を新設した場合は隣接している一般水田の畦畔に図3のようにポリエチレンフィルムを深さ30~40cm埋設し、畦畔からの漏水を防止する。

## (2) 土壌改良

### ア リ底盤等の破碎

水田には多くの場合、リ底盤が形成されており、転換した場合には根の発育を阻害する。また、地表より50cm以内に硬度5mm以上(乾燥した場合は20mm以上)の層がある場合はその層も破碎することが必要である。

### イ 砕土、整地

砕土、整地の良否は発芽、除草剤の効果、安定並びに生育に大きく影響するので、耕起後、土壌が乾き固結する以前に砕土、整地を行い、は種後は土壌の状態に応じて必要な場合は鎮圧を行う。

なお、砕土整地の効率化、並びに熟畑化の促進のために、秋耕しを努めて実施することが望ましい。ロータリー耕を行う場合はロータリーの回転を早め、走行速度を遅めにして、砕土を良好にする。また、転換2年目以降は畑雑草が多くなるので毎年反転することにした。

### ウ 深耕、秋耕

深耕すると、耕土内部の粗孔隙は多くなるので通気性が改善される。しかし、あらかじめ心土耕等により心土を破碎し、風化させた後徐々に深耕することが望ましい。また、土性が粘土質などで深耕が困難な場合には高畦栽培(15~30cm)が有効である。

### エ 酸性矯正

申し上げるまでもなく、転換畑は一般に酸性が強いので、事前に土壌のPHを検定し、PHの低い場合には炭カルなどの施用によりPH6.0~6.5に矯正する。一般的にはPH6.5に矯正相当量の石灰質資材を施用すればよい。しかし、初年目は矯正

が十分でない場合が多いので、矯正当年酸性に弱い作物を栽培する場合は7~10日以前に施用し、特に土壌と十分混和するように留意したい。

### オ 堆きゅう肥等粗大有機物の施用

前に述べたように、水田を畑地化すると土壌中の有機物の分解が促進され、土壌窒素の無機化が進み、転換年次が経過するに従って転換土壌の窒素的な肥沃度は低下の方向をたどるので、堆きゅう肥、稲わらなどの粗大有機物を努めて多用し、土壌の物理性や化学性の改善を図る必要がある。

### カ りん酸質資材などの土壌良剤の施用

土壌改良のためのりん酸、苦土、微量元素などの施用を行い、土壌の化学性の改良を図るが、この場合りん酸資材(ようりん又は苦土重しようりん等)を10a当たり2~3袋施用することが望ましい。

### キ 施肥

転換初年目は土壌乾燥等(乾土効果)によって窒素的肥効の発現が大きく、あとぎきすのおそれがあるので、窒素は標準量よりやや少な目の施用とする。加里の初年目の施用量は窒素供給量とのバランスを保つ意味からも標準量より多目とするのが望ましい。なお、2年目以降は北海道の地帯別標準施肥量を参考にさせていただきたい。

### 転換畑における技術対策

#### 牧 草

転換畑の事例からみて、一般草地の場合に劣らない生産が期待できるので、牧草栽培に当たっては次の諸点に留意し、安定生産と効果的な利用に努めていただきたい。

### ア は種床の整備

牧草根の着床および初期生育をよくするために必要量の土壌改良資材(炭カル、りん酸資材、堆きゅう肥)を施用し、砕土整地をていねいに行う。

### イ 造成草地の施肥

施肥は地帯別、土壌別の施肥標準に準拠する。基肥に草地用化成肥料を使用する場合は、りん酸成分の多いものを使用し、施肥要素のバランスに注意する。なお、追肥についてはは種時期、草種、刈取り回数や目標収量等を考慮し、必要に応じて施用する。



### ウ 導入草種と草種組合せ

(ア) 一般的に転換畑の場合も普通草地と同様な草種の組合わせでよい。導入草種にはチモシー、オーチャードグラス、メドーフェスク、赤クローバ、ラジノクローバ、イタリアンライグラス等があるが、道の定める奨励品種のなかから土壌条件や利用年限、利用目的を考慮して選定を行う。なお、まめ科草種は根粒菌を接種したものを使用する。

(イ) 一般的に考えられる耐湿性の順序は概ね表3のとおりである。

(ウ) 草種の組合わせとして、1番草を早く利用する場合は、オーチャードグラス主体草地とし、1番草を遅く利用する場合はチモシー主体草地とすることが望ましい。

(エ) 流通乾草とする場合はチモシーの単播にすることが望ましい。

(オ) 単年利用でイタリアンライグラス単播の場合は10 aあたりは種量は2.5~3 kgとする。

表3 牧草の耐湿性の順序

湿潤でもかなりの収量が期待できる	中庸湿度で好適	過湿に弱いもの
イタリアンライグラス	赤クローバ	オーチャードグラス
メドーフェスク	ラジノクローバ	アルファルファ
ラジノクローバ	チモシー	
	イタリアンライグラス	
	メドーフェスク	
	オーチャードグラス	

### エ は 種

は種時期は早い方がよいので、なるべく土壌水分の多い時期には種する。5月中には種すれば年2回刈りは可能である。は種量は普通の混播草地では10 aあたり2.5~3.0 kgであるが、砕土整地の良否により適宜増減する。

は種に当たっては種子を均一に「ムラなく」は種し、鎮圧を十分にいき、整一な発芽と初期生育を促進する。

### オ 病害虫防除

転換畑牧草が水稻病害虫の繁殖源になることも考えられるので、適切な利用管理を行い、荒廃草地とならないようにする。なお、必要に応じ「北海道病害虫防除基準」に準拠して防除を行う。この場合、農薬は残留毒性のないものを使用する。

### カ 収穫・調製

収穫調製に当たっては利用目的を考慮し、乾草またはサイレージにする。

乾草に調製する場合は晴天日に刈取り、反転、集草を繰り返す、ウインドロー（列条）して夜露に当てることなく短日で良質に仕上げる。調製された乾草は野積みすることなく収納貯蔵する。

サイレージに調製する場合は、いね科牧草の出穂期に刈取り、水分調整、密封、加圧をよくいき、良質に調製する。

### キ 維持管理

転換畑牧草の維持管理については、一般の牧草栽培技術に準拠する。