

水田転換畑の基盤整備技術

宮城県農業センター土壌肥料部長 及 川 慶 一

Land Improvements Techniques for Upland Field

Newly Converted from Lowland Field

Kiichi OIKAWA

(Miyagi Prefectural Agriculture Reserch Center)

1 基盤整備の必要性

近年における水田の基盤整備では、生産性の向上を目途として、用排水路や農道の整備とともに機械化のための大区画ほ場が造成されている。この造成の多くはブルドーザなどの機械力を利用しており、機械走行による圧密や練り返しによって土壌構造の破壊や粗孔隙の減少を生じ、透水性の低下を招来している。

又、大区画の水田では耕うん作業面でも湛水のための均平化に多くの代かきを要し、土壌粒子の分散による透水の阻害を引起こしている。

各種作業機による圧密も同じ傾向を示している。

このように多くの水田では透水性が不良になっているが、水稻の多収技術としては透水性の付与が挙げられている。その目標値は日減水深 20 mm、透水係数では 2×10^{-5} のオーダーであるが、現状の水田ではこの程度の透水性もほとんど確保されていない。

稲作の機械化、特に収穫作業の機械化に伴って、大区画水田では土壌の乾燥による走行可能性を短時間に確保するために透水係数 10^{-4} 程度の水田でも暗きょ排水の施設が必要とされている。

もともと、水田は立地的にも低湿で地下水位が高い場合が多いことも忘れてはならない条件である。

特に、透水の不良な重粘土系水田（東北で 40 %）は土層中の水の流動速度が遅いため、暗きょ排水と弾丸暗きょの組合せ施工による水みちの確保や粗孔隙の増大などによっての透水性の確保が重要な基盤改善技術になる。

このような水田土壌に畑作物を導入する場合には、畑作物の種類に応じた適切な基盤改善対策が講じられなければならない。

一般に、畑作物は水稻とは異なり過湿、特に湛水に弱く、湿害を受けやすい。この対応策として畑では湿害を回避し、生育量を確保するため、特に土層中の水の流動を速め、空気量を確保するための土壌構造の発達・団粒化促進をはかっている。具体的対策としては深耕、碎土率の向上、中耕、

有機物や石灰の施用など水田より細かい土壌管理が行われている。これらによって、畑は立地的にも排水しやすい条件をもっていることもあって、主な根群域内では降雨時の水の停滞を排除しうる条件を付与されている。

以上から、水田転換畑に畑作物を導入する場合には土壌条件と導入する畑作物の特性に応じた基盤改善技術が必要であり、その第一には湿害対策を考えなければならない。

同時に、畑作で生じやすい干害の対策も合せて考えるべきである。

湿害と干害の繰返しが畑作生産を著しく阻害するものであり、また同じ場条件で起こりやすい。この湿害・干害の二つの対策が水田転換にあたっての基盤整備の基幹技術となるものである。

2 水分管理対策

1) 湿害対策

畑地としての水分管理の目標値を第1表のように設定すると、水田と畑における水分管理の目標値の差が大きく、しかも水田ではほとんどが水田の水分管理目標値にも達していない現状であり、畑としての好適条件確保のためには十分な対策を講じなければならない。

第1表 畑としての水分管理目標値

① 地下水位	50～60 cm (永年作物 70～80 cm)
② 透水係数	10^{-4} cm/sec 以上
③ 地下水位低下速度	100 mm/day
④ 湛水消失速度	50 mm/day 以上 (降雨後 2～3 日以内)
⑤ 許容湛水	ウネ上湛水は原則として認めない
⑥ 有効保水量 (pF 2.0～3.0)	表土 30 cm に 50 mm 以上

特に、畑作物の根群域の水分を適正に保持できるように整備することが必要である。

水分管理上の特徴を2～3の土壌についてみると、重粘土水田（東北で40%）では一般に地下水位が高い欠点をもつが、土層内の水の流動速度が極めて小さく、隣接田からの水の浸透は少ない。又、暗きよによる排水の効果もでにくい。泥炭系水田（東北で13%）では下層の水の流動速度は大きい、排水路の水位によって地下水位が左右され、稲作期間の大部分は透水性不良・高位地下水位となり、隣接田からの水の浸透も大きい。砂質、隙質水田も同じ傾向がみられる。

又、水田畦畔の現状からみて、隣接田からの水の浸入対策が必要であり、降雨時の停滞水排除の対策も必要となる。

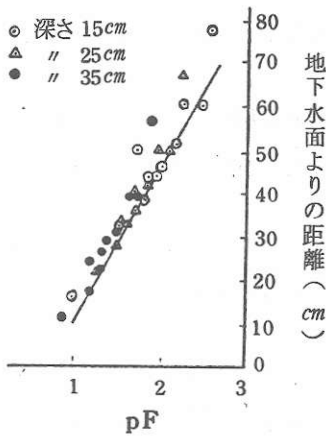
以上から、畑作物の導入にあたっては、農業土木的な基盤改良としての用排水施設の整備、区画整理などを基本としながら以下にのべる営農的な諸対策を土地・土壌条件に応じ組合せて実施しなければならない。

すなわち、①地下水位低下対策、②浸入・浸透水対策、③降雨（地表水）対策などであり、次に

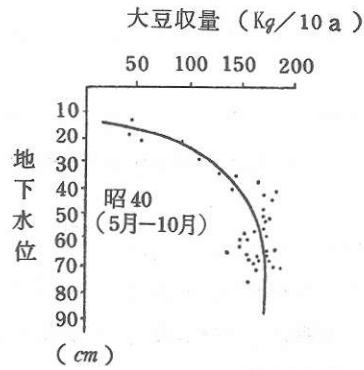
それぞれの対策について述べる。

地下水位低下対策：もともと水田は利水の便が良く、湛水可能な立地にあるから、隣接水田の高地下水の影響で、転換畑の地下水位も高まり過湿状態になりやすい。この地下水位の変動は根群域の土壌の水分張力と密接な関係を有するので、根群域を最適水分状態に維持するためには地下水位の調節が当然必要になる。

畑の水分管理目標値では地下水位を 50 ～ 60 cm に設定してあるが、地下水位と作物収量との関係は第 1 図、第 2 表の通りであり、試験場所により差がみられる。



第 1 図 pF と地下水位の関係
(児島地区)(長堀)



第 2 図 大豆収量と地下水位の関係
(北海道農試)

第 2 表 地下水位と作物との関係

地下水位	作物	試験場所名
20～30 cm で生育良好 20 cm 以下なら影響なし 30 cm 以下	サトイモ、ショウガ、キュウリ ナス、ヤマトイモ、ダイズ、トウモロコシ、ニンニク ラッカセイ、ピーマン、コカブ、カボチャ、オクラ、アズキ、シロウリ、イチゴ、キャベツ、 ジュンギク、ハクサイ、ジャガイモ、タマネギ、インゲン、ネギ、サツマイモ ハウレンソウ、ニンジン、スイカ	千葉県農試
40 cm 以下 50 cm 以下	ソルゴー (多降雨時) (少降雨時)	中国農試
20～50 cm 20 cm 50 cm 20 cm 50 cm 20 cm	ラジノクローバ (この範囲は影響なし) アカクローバ (高水分がよし) アルファルファ (低水分がよし) チモン オーチャード (低水分がよし) イタリアンライグラス (高水分がよし)	北海道農試
40 cm 以下 " " 20 cm 以下 "	トウモロコシ (耐湿性) ダイズ オーチャード イタリアンライグラス (耐湿性) ラジノクローバ	東北農試

例を大豆にとると、北海道農試では地下水位が地表下 20 ～ 30 cm で収量が安定し、40 ～ 50 cm より低くなると急に収量が低下するとしており(第2図)、千葉農試では地下水位 20 cm 以下、東北農試では 40 cm 以下を必要とするとしており、秋田農試では地下水位が 30 cm より 60 cm が高い収量を示しており、品種と立地・土壌条件によって異なるとみられる。特に土壌中の水の流動速度の大きい条件ではある程度の高地下水位(流動している地下水位)には耐えうるのではないかと考えられる。

以上から、この対策としては地下水位低下のための暗きょ排水と深耕・心土破碎などによる土壌粗孔隙の増大との組合せが必要である。

又、地下水位を高める周辺からの浸透水は排水路の水位を下げるるとともに、ほ場周縁部に承水のための明きょを設けて遮断するとか、粘質土では疎水材でん充の弾丸暗きょを組合せるのが効果的である。

パラ転の場合には、これらの施設費と効果の面から高畦栽培による高地下水位を回避することもできるが、土地利用率や機械作業上の問題が残る、畑作物の収量向上と定着化のためには集団転作が望ましい。

暗きょ排水と弾丸暗きょの組合せ施工(組合せ暗きょ)については、昭和45年以降本県で実施した一連の水田転換畑の基盤改善に関する試験の成果があるので紹介する。

本暗きょと弾丸暗きょの組合せ施工

(1) 技術の特徴

土壌の透水性が不良で、そのため排水路の整備や従来の暗きょ施工だけでは、所期の排水効果を短期間に上げることができない水田で、従来の位置(70 ～ 100 cm)に施工された暗きょ(本暗きょ)に加えて、それより浅い位置(35 ～ 40 cm)で立体交差するように弾丸暗きょ(補助暗きょ)を組合せて施工し排水効果を発揮させる。この場合、弾丸暗きょの耐久性・機能保持のための「もみがら自動でん充弾丸暗渠施工機」を宮城農試で開発し、作業の省力化を可能にした。

(2) 技術の効果

① 土壌透水性改良と排水効果(水みち、亀裂・心土破碎による土層改良・垂直滲透量の増大・土壌乾燥の促進など)

② 土壌理化学性の改善(土壌構造の生成発達・湿田の性格がうすれ酸化的方向へ変化・孔隙と気相容積の増加)

③ 地耐力の強化と機械走行性の向上

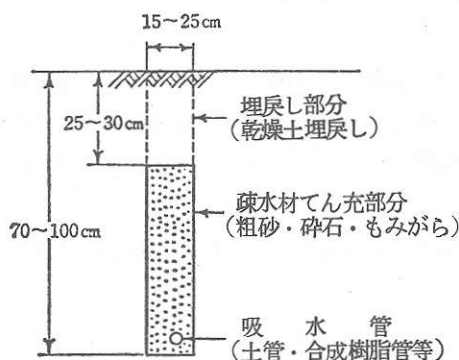
④ 畑作への転換(地下水位の低下・透水性の改良・ほ場乾燥促進・耕うん整地作業精度の向上)

(3) 施工法

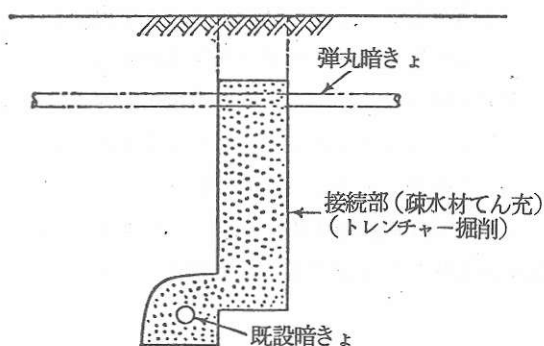
① 組合せ暗きょのうち、本暗きょの施工………施工の細部については、「土地改良事業計画設計基準」に準じて行う。また、暗きょ排水計画・施工・管理についての報告を参考とする。

本暗きょの地表下 25 ～ 30 cm 以下の埋戻し部分には疎水材(碎石・粗砂・もみがらなど)をてん充する(第3図)。本暗きょのてん充疎水材部分と弾丸暗きょが交差して、両暗きょ間の連通性

をよくするとともに、本暗きょの吸水断面を大きくし、更に直接土層中の亀裂・水みちとの接続もよくし集水能力を大きくするためである。既設暗きょに接続する場合の例を第4図に示した。



第3図 本暗きょの標準断面形状



第4図 弾丸暗きょの既設暗きょとの接続(例)

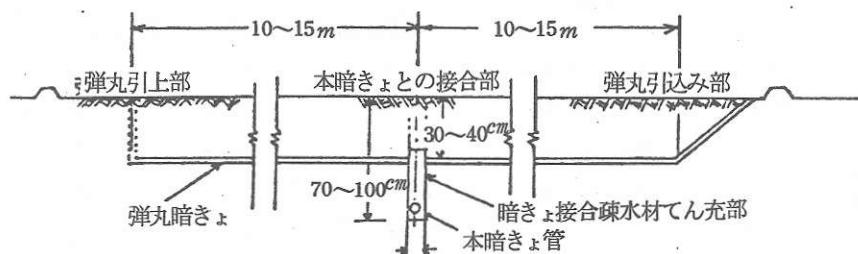
② 組合暗きょのうち、弾丸暗きょの施工

Ⅰ 弾丸暗きょの間隔・深さ………弾丸暗きょは施工時の弾丸せん頭と弾丸保持板による心土破碎や土壌亀裂を水みちとして集水するもので、効果の及ぶ範囲は弾丸孔を中心に1 m内外である。

施工間隔はトラクターの車輪幅、作業能率などからみて1.5~3.0 m間隔とする。

施工深は弾丸孔の保持を考慮して地表下30~40 cmとする(第5図)。

本暗きょと弾丸暗きょの接続は第4図に示めすように、本暗きょにてん充された疎水材(もみがら)部分で交差・接続するように施工して連通性をはかる。



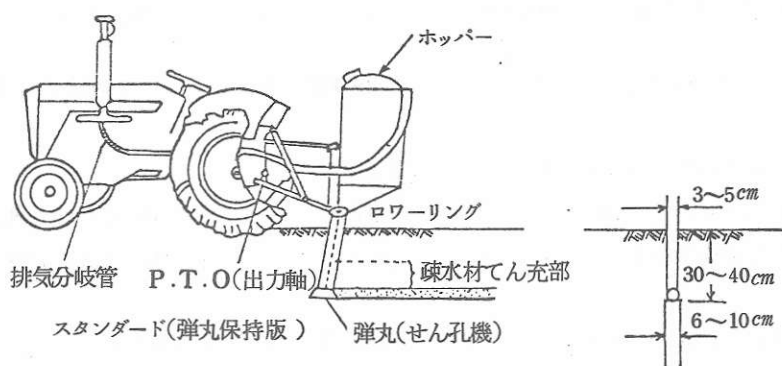
第5図 本暗きょと弾丸暗きょの接続施工法(断面図)

既設の暗きょに接続する場合も各交点でオーガーまたは人力による掘削を行い、疎水材（もみがら）をてん充して両者を接続するが、この場合既設暗きょに沿ってトレンチャー掘削によって疎水材をてん充溝を補充敷設して、弾丸暗きょを接続させるのが効率的である（第4図参照）。

ii 丸暗きょの施工機と施工……弾丸暗きょ施工機はトラクター直装型で、農家保有のトラクター（20～30ps程度）で簡易に施工されることが望まれる。又、自動的に任意の田面から弾丸暗きょを引き込み施工できる機種がよい。

この条件に合わせて宮城県農業試験場では、第6図の「もみがら自動てん充弾丸暗きょ施工機」を開発試作した。この施工機は直装式で弾丸保持板に付着した導管を通じて、もみがらを弾丸孔に送り出し、ほぼ自然状態でてん充するものであり、営農用トラクター（20～30ps程度）にウェートを装着して施工が可能である。

このような機械を使用すれば、トラクター運転者のみで、1.5m間隔、10a当り30分以内で能率的な施工が可能である（第3表）。



第6図 疎水材てん充弾丸暗きょ施工機

第3表 弾丸暗きょ施工性能 (宮城県農試, 1970・3月)

施工方法	施工間隔 (m)	弾丸の深さ (cm)	進行速度 (m/sec)	スリップ率 (%)	10a 施工時間 (分 秒)	備考
長辺方向 (50m)	1.5	40～45	0.83	10.7	13 23	
	3.0	40～45	0.83	9.2	6 45	
短辺方向 (18m)	1.5	40～45	0.79	8.8	28 30	
	3.0	40～45	0.79	9.2	15 03	

注. 使用トラクター：ヤンマートラクター Y M 2700 (27 PS)。フロントウェイト 120 Kg 使用

iii 弾丸暗きょの耐久性と保持……………きょ孔の耐久性は土壤条件によっても異なるが、一般に孔の縮少閉そく・崩壊・沈泥（ヘドロ）のつまりなどがあり、それ程長くはない。

きょ孔の持続性は土壤によって異なるが、無資材の場合で2～3年程度、もみがらてん充の場合は5～6年程度期待できる。

iii 弾丸暗きょ施工経費……………営農用トラクターを使用し、トラクター運転者一人で弾丸暗きょ施工方向が短辺（20 m）方向、間隔1.5 mに施工した場合の試算結果は第4表の通りであり、10 a当り1,089 円（昭和52年7月現在）であった。

なお、施工間隔3.0 mの場合や間隔1.5 mでも長辺（50 m）方向に施工した場合には作業量が $\frac{1}{2}$ になるので、上記試算経費の半分程度になる（第4表）。

第4表 弾丸暗きょ施工経費 (昭52.7)

区 分	単 価	
トラクター固定費 (円)	361,750	
弾丸暗渠施工機固定費 (円)	48,750	
固 定 費 小 計 (円)	410,500	
稼 働 面 積 (a)	6,910	
10 a 当り固定費 (円)	594	注. 弾丸暗渠施工機 DA 300 (ヤンマー 型) 195,000 円
10 a 当り オペレーター賃金 (円)	300	
燃 料 費 (円)	195	
変 動 費 小 計 (円)	495	
機 械 作 業 費 計 (円)	1,089	

備考：稼働面積の算定基礎

- ① 1日当りの作業面積 $1.28\text{ha} \times \text{稼働期間日数 } 90 \text{ 日} \times \text{実働日数割合 } 60 \% = 6,910\text{a}$
- ② $1\text{ 日当り面積} = \frac{1\text{ 日当り稼働時間 (8 時間)}}{10\text{ a 当り能率 } 0.5 \text{ 時}} \times \text{同時効率 } 0.8 = 128\text{a}$
- ③ オペレーター賃金 $600 \text{ 円} / 1 \text{ 時間} \times 0.5$
- ④ 燃 料 費 $3 \text{ 円} / 10\text{a} \times \text{② } 65 \text{ 円}$

(4) 留意事項

① 地区排水との関連……………排水路の整備、とくに地下かんがいのためには水路水面の調節施設が必要である。

② 暗きょの施工と維持……………疎水材を十分に施用して集水をよくすることとともに、弾丸暗きょの反覆施工が必要である。

③ 水管理の適正化

④ 地力維持増強対策の励行

(5) 施工法の現地実証的研究成果

昭和49年から3カ年間、本暗きょと弾丸暗きょの組合せ施工法についての現地実証試験を次の3点をねらいとして実施した。

① 本暗きょと弾丸暗きょの組合せ施工法の排水効果を現地の立地・土壌条件下で検討・実証する。(中新田試験地30a, 沖積平坦, 富曾亀統=強グライ土壌・強粘土還元型, 水稻移植と直播栽培を実施)

② 転換畑作物の生産性及び水田還元後稲作について検討する。(鹿島台試験地40a, 沖積平坦, 佐賀統=灰色土壌・粘土マンガン型, 大豆-大麦-白菜-水稻の3年4作)

③ 農家保有の中一大型機械の畑作物導入における有効利用上の問題点を解明する。
(鹿島台試験地40a)

〔成果の概要〕

① 排水効果： 本暗きょと弾丸暗きょの組合せ施工法の効果は、本暗きょ単独の施工では十分な排水・ほ場乾燥が得られない難透水性水田・重粘土水田群に対して、その排水効果が認められ、急速に土壌の脱水・透水と圃場乾燥が進行し、水田では施工後1作目から生育・収量が上昇し、施工後3作目には乾田直播栽培に好適な土壌条件が得られ、収量は移植水準となった。

② 畑作物の生育・収量： 転換畑においては、乾燥第1作目から安定した生育状況となり、又、冬・夏作とも排水不良・過水分による障害は認められず、第3作目の細粒種子野菜(白菜)の直播栽培でも高収量を得た(第5表)。

第5表 作物作付の年次計画及び目標収量(実績収量)

作付計画作物名	49 夏	49 冬	50 夏	51 夏
	大豆	大麦	白菜	水稻
収量目標	40	50	400	60
実績 (Kg/a)	29.4	21.2	430 (826)*	60.1

注.* 晩生種は病害なく高収を得た。また県下農業祭において農林大臣賞を獲得した。

畑作物導入時の土壌改良資材・有機物多施用による地力付与の効果は各畑作物及び水田還元後の水稻の生育・収量にもあらわれた。

③ 土壌の変化： 排水及びほ場の乾燥進行に伴って、土壌断面形態は速かに湿田型から乾田型・酸化型へ変化し、土壌物理性の改善

効果が認められた。畑作物の導入によって作土の塊状構造が細塊状構造へと分化発達し、下層土も柱状構造の発達、斑鉄の生成が認められた。

特に、碎土率の連年推移は第6表の通りであり、畑第3作目の白菜播種時には2cm以下の土塊が80%を超え、ほぼ満足し得る結果を得た。

第6表 砕土率(%) [ロータリ2回掛後]

時 期	cm	8~6	6~4	4~2	2以下
	月日				
大豆播種時	(49. 5. 13)	0. 8	9. 1	20. 6	69. 5
大麦播種時	(49. 10. 29)	0. 4	7. 9	21. 0	70. 7
白菜播種時	(50. 7. 29)	0	2. 7	12. 7	84. 6

浸入・浸透水対策 低湿平坦地

では隣接田からの侵入・浸透水によって湿害を受けることがあるが、農業土木関係では第7表のように区分して対策を挙げている。

すなわち、地表及び耕盤までの浸入には、地区排水の完備、畦畔の補強、簡単な止水壁などが必要であり、耕盤以下の層からの浸入水については、水の流動速度の小さい水田では転換畑自体としての地下排水で、大きい水田では遮断水路との組合せで対処すべきであるとしている。

なお、近年畦畔の補修が十分に行われておらず、畦畔不備のための浸入・浸透水に注意が必要であり、特にバラ転の場合には十分な留意が必要である。

第7表 隣接水田からの浸入水の影響(要因の大別)

要 因	対 策	調査該当地区
1 地表水としての浸入(用水路, ケイハンover)	地区排水完備, ケイハン補強	和田山, 彼岸田
2 地下水として浸入		
2-1 耕盤より浸入(ケイハン, 作土)	ケイハン補強, 簡単な止水策	豊岡, 和田山, 波田(のりしき), 加須彼岸田
2-2 耕盤下より浸入	対策不要	和田山, 平鹿, 糸貫
2-2-1 開放浸透		
2-2-2 閉鎖浸透		
2-2-2-1 透水性小($< 10^{-5} cm/sec$)	対策不要	
2-2-2-2 透水性大($> 10^{-4} "$)		
2-2-2-2-1 地下水位低(10 cm以下)	対策不要	豊岡, 平鹿
2-2-2-2-2 地下水位高(10 cm以上)	しゃ断水路 補水暗きょ	加須, 城端, 児島, 彼岸田

降雨(地表水)対策 降雨による湿害は降雨の量・強度と土壌中の水の流動速度によって決まるが、畑の水管理目標値としては、湛水消失速度、地下水位低下速度、許容湛水などで表わされている(第8表)。

第8表 地下排水の目標値の諸例(多田)

排水の目標	暗渠 委員会*	飼料作**	禾本科***	普通 野菜***	高級 野菜***
計画暗渠排水量 (mm/day)	20-50	50-100	25	40	80
地表残留水許容日数	1日以下				
地下水位低下速度 (cm) (降雨後2~3日の地下水位)	40-50	40	60 mm/day	100 mm/day	200 mm/day
地下水位 (cm) (降雨後7日)	50-60	60			
透水係数 (cm/sec)		10 ⁻⁴ 以上	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻³
降雨消失速度(湛水) (mm/day)		50-100	60	100	200

注. *農業土木学会：暗渠排水調査委員会；暗渠排水の計画，施工，管理についての報告，農土誌 41 (9), pp. 9-30 (1973)

**農 土 試：飼料生産のための水田の総合的利用技術の確立に関する研究，農林水産技術 会議 (1974)

***永 石 義 隆：田畑輪換圃場整備，圃場と土壌6 (11), pp. 22~25 (1974)

その値は作目によって異なり，湛水消失速度では一日当り飼料作で50~100 mm，禾本科で60 mm，野菜で100~200 mmであり，地下水位低下速度では一日当り禾本科で60 mm，野菜で100~200 mmであり，許容湛水は原則として認められないとなっている。

これらの条件を満たすためには，前述の地下水位低下対策を講ずるとともに，深耕・心土破碎や土壌構造発達促進などによって透水性を増大して，土層内停滞水の排除に努めなければならない。

又，降雨時には排水路の水位上昇が生じ，排水路の中・下流部では自然排水が困難になるので，排水路の整備による流下速度の増大をはかるべきである。更に，条件によっては小地域での機械排水の施設も必要となる。

2) 干害対策

畑作物の生産安定と向上には，湿害回避とともに水の供給が大きな要点となる。

もともと利水の不十分な地帯に主要な畑作地帯が残され，降雨依存の栽培が続けられ，降雨との関連で適作物が導入されてきたともいえよう。近年，畑かんがいに対する関心も高まってきているが，必ずしも十分ではなく，畑作では水の面からも水稻に比べ生産の不安定さを残しており，主要畑作地帯では土壌管理を主体にした干害対策によって対応してきたといえよう。

第9表の要水量（環境条件によっても異なる）でみられるように，湛水かんがいされる水稻の要水量が295であるのに対して，大麦175，大豆429，キャベツ398，かぼちゃ686~719とされており，多量の水を必要とすることが知られている。

このことから畑でかんがいされない条件ではいかに降雨を土層中に貯え，又，地下水からの毛管上昇による補給が必要かということになる。

第9表 各作物の要水量

作物名	要水量	備考	作物名	要水量	備考
大豆	429	長谷川	イタリアンライグラス	248 ~ 500	東北農試
陸稲	309		チモシ	271	中川
水稲	295		インゲン	444 ~ 773	
サツマイモ	248		カボチャ	686 ~ 719	
ナタネ	227		ジャガイモ	167 ~ 650	
小麦	191		ニンジン	297 ~ 614	
大麦	175	東北農試	スイカ	577	
ラジノクローバ			キヤベツ	398	
(6 ~ 7月)	674		トマ	350	
(8 ~ 10月)	1, 134		タマネギ	235	
レッドクローバ	360 ~ 454				

湿害を回避し、必要な通気性を満足させながら土層中にいかに貯水するかであり、そのためには作土層の増大、土壌構造の発達促進などがあり、深耕・耕起や碎土の作業方法・有機物の施用・土壌改良資材の投入、作物根の利用などが挙げられ、これらによって畑では土壌の気水条件をできるだけ好適に保つような努力がなされている。

転換畑作物の収量安定・向上をはかるためには代かきにより土壌が単粒化した水田土壌・作土層が10 cm内外と浅い水田土壌をいかに早く構造の発達した畑土壌化(作土深の目標25 cm)するかにかかっているといえよう。

このような土壌管理面にも一時的転換、永久転換それぞれに対する技術対策の違いがあり、対応の複雑さ、困難さが現われてくる。

又、地下水位の目標値60 cm前後に設定されているのは毛管上昇による水分供給の面も当然含まれてくる。

更に、積極的な水分供給方法としてはかんがいがあり、作目・土地・土壌条件に応じて畦間かんがい、散水かんがい、地下かんがいなどを取り上げるべきである。

地下かんがいについては、地下水位低下対策として施設してある暗きょを通じて、逆に用水を圃場下層に送りこむ方法である。

その送水方法には排水路に水位調節施設を設けて、必要に応じて排水路の水位を上げ、水位差を利用して水を送り込む方法(山形庄内など)があり、又、加圧して水を下層に送り込むパイプライン方式(秋田)などもある。

いずれのかんがい方法でも根群域の土壌の水分張力(pF)を測定しながら好適水分の維持に努めることは当然である。

これらの水分補給は今後更に検討を要する課題であり、転換畑の生産安定と定着化に大きな影響を及ぼす課題と考えられる。

3 おわりに

以上、水田転換畑の基盤整備技術として、湿害回避のための排水工法を主体に干害対策を一部含めて述べたが、基盤整備技術はあくまでも基盤の造成であり、可能性の付与である。原則的には既往の土壌調査成績を参照して土地・土壌的にみて転換容易な条件のほ場から転換を進めるべきであり、又、バラ転よりは集団転換が水対策からも対応しやすいことになる。

転換畑作の定着は生産の安定なくしては得られないと考えられるので、水分管理とともに水以外の土壌物理性・化学性についても、土壌診断結果に基づく改善対策を併行して進め、好適畑土壌条件へできるだけ短時日に近づけ、又、それを維持するための土づくりを進めることが大切である。

参 考 文 献

- 1) 農林水産技術会議事務局：大型機械化に伴う水田土壌基盤整備に関する研究（研究成果40）（1969）.
- 2) 農林水産技術会議事務局：重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する研究（研究成果56）（1972）.
- 3) 宮城県農業センターほか：水田高度利用促進のための基盤改善に関する研究（1973）
- 4) 農業土木学会暗きよ排水調査委員会：暗きよ排水の計画，施工，管理についての報告，農業土木学会，41(9)，(1973).
- 5) 農林水産技術会議事務局：水田高度利用促進のための基盤改善－本暗きよと弾丸暗きよの組合せ施工－（実用化技術レポートNo.7）（1974）.
- 6) 秋田農試：パイプライン方式圃場における転換作生産技術確立に関する研究。(1976)
- 7) 農業土木学会畑地転換対策調査委員会：畑地転換の技術的諸問題とその対策，農業土木学会，44(12).
- 8) 長堀金造：水田の高度利用について，農業土木学会，45(1)，(1977).
- 9) 長堀金造ほか：畑作転換に伴う土壌物理性の変化，農業土木学会，45(9).
- 10) 宮城県農業センター：土壌保全基本調査成績書（1978）.
- 11) 塩島光洲ほか：水田高度利用のための圃場整備－水田の排水改良と土地利用－，農業及び園芸，53(7).