

総合発表

水田高度利用のための基盤改善

木根淵 旨 光
(元東北農業試験場)

1 ま え が き

東北地方における水田耕地は稲作省力化、他作物導入などのために区画拡大、乾田化などの事業が急速に進められている。本報告は東北各県農試が農林省総合助成として実施した「水稲作の近代化」「稲作転換」「水田高度利用の促進のための基盤改善」の研究のなかから、基盤改善の重要性を土壌の変化、作物の生育反応の面から論証し、基盤整備施行上の1つの方向を求めようとした。

2 地下水位低下、透水改良効果

第1表 地下水位と作物収量
(秋田農試 昭46. パイプライン初年目)

作物名	地下水位	10a 当たり収量	同対比	目標収量	
	cm	kg	%	kg	
ダイズ	-30	441	100.0	400	
	-60	416	94.3		
	心土破	391	88.6		
バレイショ	-30	2939	100.0	4000	
	-60	3538	120.3		
	心土破	2928	99.6		
ハクサイ	-30	7622	100.0	8000	
	-60	7772	101.9		
	心土破	8661	113.5		
トウモロコシ	-30	636	100.0	900	
	-60	690	108.5		
	心土破	780	122.6		
牧	ラジノクローバ	-30	6130	100.0	7000
		-60	5800	94.6	
		心土破	7735	126.2	
草	オーチャード	-30	5225	100.0	7000
		-60	5800	111.0	
		心土破	6150	117.6	
混播		-30	6305	100.0	7000
		-60	6455	102.4	
		心土破	6085	96.5	

注. パイプ暗きよは60cm深

第1表によると各作物とも地下水位低下、透水良化(心土破碎)で多収化する。土壌水分に反応の敏感な

トウモロコシはこの基盤で根群の深層発達も良好となる。しかし、多収化のために開花始期～終期に土壌水分を必要とするダイズでは過度な透水が減収因となることもある。

第2表 無窒素圃場水稲収量の年次間差
(宮城農試 ササニシキ)

暗きよ	年次	収量 (kg/a)				もみ / わら	玄米 / もみ	屑米 / もみ
		わら	もみ	玄米	屑米			
無	昭46	31.0	39.3	31.6	0.7	126.8%	80.5%	1.7%
	47	30.0	42.3	34.5	0.5	141.0	81.5	1.1
暗きよ	45	31.9	50.3	40.3	0.5	158.0	80.0	1.0
	46	39.4	57.3	45.3	1.9	146.7	78.3	3.3
	47	32.1	43.5	35.3	0.3	135.6	81.2	0.7
弾丸3.0m隔	45	33.6	53.1	42.3	0.6	158.2	79.7	1.2
	46	47.5	59.6	46.8	1.5	125.5	78.5	2.4
	47	34.7	48.3	38.8	0.6	139.1	80.4	1.2
弾丸1.5m隔	45	33.6	55.8	44.2	0.8	166.1	79.2	1.4
	46	40.4	52.0	41.0	1.3	128.7	78.8	2.4
	47	34.9	44.9	36.0	0.6	128.7	80.2	1.2

注. 弾丸暗きよは40cmに本暗きよ60cm併設

第2表の水稲作では透水改良後2年間は収量向上を示すが、3年目になると収量の下降がみられるようであり、特に弾丸暗きよ密度の高いほど影響度が大きいのは透水増大が土壌潜在地力の低下を招くためと考えられる。また、透水改良により寡照環境でも水稲作の収量向上が期待できる。このように各作物の生育反応からみて暗きよ、弾丸暗きよなどによる2層暗きよは透水促進の効果が顕著であり、更にその結果は収量の安定向上に対して施肥技術の対応領域を拡大する可能性を示すものである。

3 暗きよによる透水効果

第3表によると暗きよ、弾丸暗きよの併設によって暗きよの排水量は増加し、降雨直後でも一時的に排水

第3表 暗きょ排水量(9~12月平均)

年別		昭 4 5	昭 4 6
暗きょ	弾丸	3,900 l/a	2,150 l/a
	丸	2,040	1,540
無弾丸		1,350	930

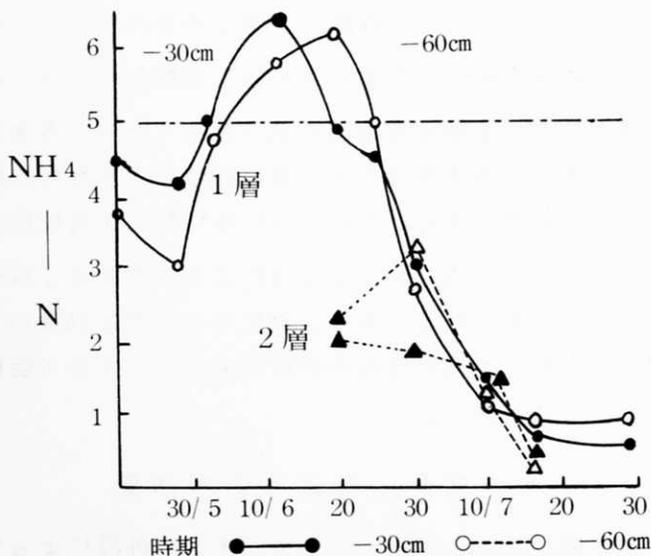
注. 弾丸暗きょは本暗きょと併設

量の増加が認められる。代掻き用水量は無暗きょ 100 mm, 弾丸併設 120 mmであった。暗きょによる排水作用は本暗きょと弾丸暗きょ間に水みちの発達, 連絡によって促進される。また, 水みちの発達は2層暗きょ施工初年度より非かんがい期の暗きょ開放管理を必要としている。

4 土壤理化学性の変化

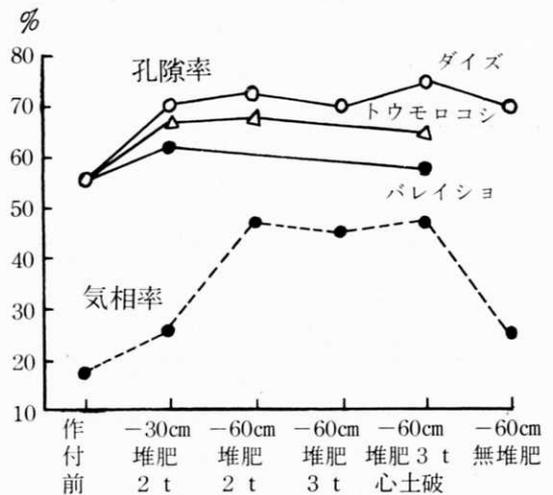
第4表 土壤化学性の変化(宮城農試 昭47)

暗きょ別	層位	全炭素 %	全窒素 %	C/N比	腐植 %
45年度原土	1	2.94	0.23	12.7	5.05
	2	2.72	0.22	12.5	4.60
無暗きょ	1	2.86	0.24	11.9	4.93
	2	2.32	0.15	15.5	4.00
無弾丸	1	2.57	0.21	12.2	4.43
	2	2.17	0.13	16.7	3.73
弾丸 3.0 m隔	1	2.15	0.11	19.5	3.71
	2	2.32	0.17	13.6	4.00
弾丸 1.5 m隔	1	2.79	0.24	12.4	4.12
	2	2.29	0.15	15.3	3.95



第1図 土壤中NH₄-Nの発現消長(秋田農試 昭46)

第4表によると暗きょによる透水量の増加は土壤中の全炭素, 全窒素, 腐植などの減少を伴っている。この現象は土壤が酸化的に経過したための分解の結果であろう。また, 第1図からは窒素の発現が遅れ, 更に下層への移動もみられる。これは土壤構造の発達による透水改良の結果が, 地温低下や土壤養分の洗脱を招くためとも考えられる。したがって基盤改善は土壤生産力の保持に留意することが必要になり, その作用は有機物の投入に負うところが極めて大きい。土壤化学性の変化は基盤改善による土壤理化学性の変化が要因となっている。すなわち, 地下水位の低下, 透水性の増加は第2図にもみられるように土壤の孔隙率, 気相率の増加を示し, 更に第5表のように土壤の耐水性団粒の発達を大きくするなど, 土壤の親水性も減少して乾田的な土壤の理化学性を安定化するとともに, 機械作業に対する阻害的な条件も緩和されるようになる。これら土壤理化学性の条件が与えられた基盤では有機物を増投しても, 透水不良地にみられるような異常還元や土壤理化学性の劣化現象は発現は少ない。したがって有機物の増投により, 地力増強, 土壤水分の保持, 地温低下の防止などの作用が付与できることは注目すべきことであろう。

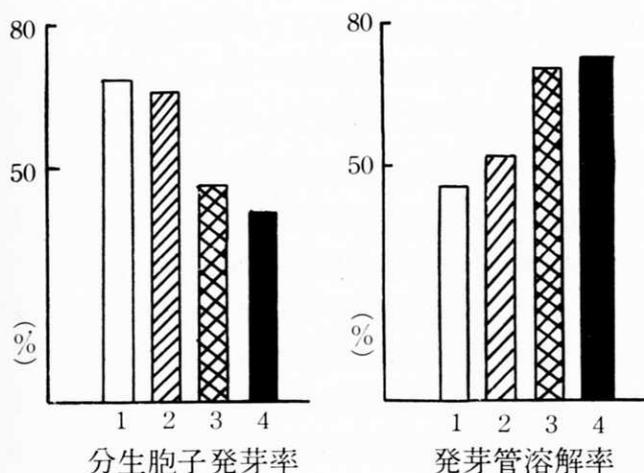


第2図 地下水位と土壤変化(秋田農試 昭46)

第5表 土壤理化学性の変化(宮城農試 昭47 採土5~10cm)

暗きょ	団粒区分	~ 0.25 mm	0.25~ 0.5 mm	0.5 ~ 1.0 mm	1.0 ~ 2.0 mm	2.0 mm ~
		%	%	%	%	%
無暗きょ		89.80	1.74	1.32	1.45	5.70
弾丸暗きょ		90.95	2.35	1.80	1.50	3.40
弾丸 3.0 m隔		86.88	1.79	1.53	1.48	8.31
弾丸 1.5 m隔		77.92	2.05	1.89	1.93	16.22

5 土壤病害菌の消長



1:水田土 2:転換初年目 3:転換3年目 4:畑

第3図 フザリウム菌に対する転換畑の静菌作用 (東北農試 昭48)

転換畑では土壤病害による立枯れ現象の発生が多い傾向がある。水田土壤や土壤水分の多い転換畑では、糸状菌数や放線菌数が多いが畑地化が進むとその密度は減少する。なお、細菌数ではこのような変動はみられない。第3図にダイズ立枯れ性の1病菌であるフザリウム菌の消長を示した。すなわち、水田土壤では分生孢子率が高いが、畑地化が進むとその程度が低下する傾向がある。また、土壤中では本菌の発芽管が溶解する現象がしばしば認められており、畑地化の進んだ土壤ではその溶解率が高くなる。この結果は土壤水分の多い水田土、転換初年目土壤はフザリウム菌に対する静菌作用が弱く、作物の発病に十分量のフザリウム菌があれば発病が激しくなることを推量させるものである。転換畑ダイズ作で高畦に立枯れ病の発生が少ないなどの理由とも考えられるが、更に水田高度利用の基盤として透水による排水改良とその促進が極めて重要な意味を持っていることも、導入作目の安定作上から注目されなければならない。

6 暗きよにおける透水管理

水田高度利用のための土壤基盤は地下水位の低下と透水性の増大を必要条件としている。そのため従来から暗きよ施行が行われてきたが、実際の場において効果の発現が良好でなく、また、効果の持続性も短い場合などがみられている。暗きよの位置は深いほどその効果の発現は遅れ、特に暗きよを必要とするような重粘質土壤では透水改良の効果が遅れる。本研究で

は作物導入のための土壤基盤改善の促進化を目標としている。そのため導入される作物の生育安定をねらいとし、各種畑作物の根群発達から地下水位は少なくとも40cm以上の深さが必要であることを認め、土壤水の毛管現象による地下水位の上昇も考慮して、本暗きよの位置を地下60cmに設定した。この暗きよのみで基盤改善の目的が達せられる土壤もある。しかし、基盤改善の促進化を図るには、更に地下30cm程度の位置に下層暗きよと直交する暗きよが必要であり、この両暗きよ間及び地表と浅層暗きよとの間の水みちの発達によって、透水効果が顕著に促進されることを明らかにしてきた。しかし、地表から本暗きよに通ずる水みちの発達とその保持のための管理が十分に行われなければ、2層暗きよの機能も効果的な作用を現すことは難しい。暗きよの排水機能効果を促進するためには水管理が必要であり、特に非かんがい期間の暗きよ開孔による排水が重要な管理となる。しかし、転換畑初年目における透水性の良化、促進を図るためには、非かんがい期の暗きよ機能を良くするために、稲作期間において中干しなどによる浅層暗きよまでの水みちの発達を行っておくことが必要である。東北地方の南部太平洋側地帯では、秋冬期間が寡雨のために、この期間における暗きよ開孔による土壤構造の発達が透水性増大に効果的な作用をする。秋冬期多雨多雪の日本海側地帯では、自然条件での土壤構造の発達は期待がもたれないようである。しかし、積雪下において地下水位を低下し、暗きよを開孔することによって積雪下の融雪水のない状態では、地表と暗きよ間に生ずる負圧現象は暗きよが土壤水を吸引する作用を付与することにもなるので、土壤構造の発達を効果的に促進することが考えられる。本研究実施の期間は暖冬に経過してその成果を認めることができなかったが、この現象は単なる物理的な現象として土壤水の重力的な下降と考えることもできることであるから、積雪下における暗きよ開孔による排水が土壤構造の発達に与える効果は十分に期待されてよいであろう。また、この条件においては、秋期耕うん作業による土壤風化作用の効果が積雪の重圧のために認め難いとされてきた積雪地帯においても、基盤改善促進の面から再考されてよい問題となるものと考えられる。北部東北地帯においても秋冬期の暗きよ開孔による排水は、地表停滞水をなくすことによって土壤凍結が進み、凍結の深層化は土壤構造の発達を促進することになるであろう。

水田高度利用のための土壤基盤改善とその促進化

は、2層暗きょとそれを効果的に活用するための非かんがい期における暗きょ開孔排水によって、期待する目的に接近することができる。

7 普及のための技術

本研究から得られたような土壌基盤改善の成果は暗きょの効果的な活用にある。しかし、暗きょ施設には農業土木的な工法が必要であり、深層暗きょはそれによって施工される。しかし、2層暗きょの浅層部暗きょについては営農用トラクターで施工が可能である。すなわち、本研究実施の過程において宮城県農試で開発された浅層暗きょの施工法である。25馬力程度のトラクターに装着した暗きょ用弾丸と、そのけん引によって生ずる暗きょ孔に朽がらなどの疎水資材を弾丸けん引と同時作業で埋入できるアタッチメントの開発である。これによって弾丸暗きょの排水持続性は暗きょ孔の崩壊が防止されるために長期的となる。それによって暗きょ用資材を必要としないなどの利点があり、更に営農用トラクターで暗きょ施工が可能であることは注目されることである。既に宮城県農試では2層暗きょの必要な重粘質土壌の現地試験においても十分にその効果を確認し、普及技術として実証していることは、本研究の成果として評価されてよいであろう。

8 残された研究上の問題点

地下水位低下、2層暗きょ、排水管理によって水田高度利用のための基盤改善とその促進化は可能である。しかし、この条件は反面において土壌潜在地力を低下する方向を進める条件でもある。東北地方の不順型低温気象下で作物の生産力の向上安定には、豊かな地力の作用の貢献度を無視することはできない。したがって改善された基盤の地力増強に技術対応をどうするかは大きな問題である。土壌基盤の整備は水田耕地において多種の作物の生産を可能にしている。これらの作付体系において地力作物の導入を行うことは、基盤整備の対応として解決の急がれる問題である。単作水稲に固定してきた水田において稲わらなどの粗大有機物施用が強調されている。しかし、整備された基盤においては裏作物の選択的、省力的栽培が可能であり、裏作物の鋤込みを加えた水稲単作への展開も期待される。整備された基盤は作物によってはかんがいを必要とする場合もあり、作物のかんがい技術の対応も研究上の問題である。基盤改善は作物生産の技術的対応領域の拡大を可能にするとともに、それは東北農業に期待される新しい展開のための基礎的条件となる。そのため特に改善基盤の活用のために残された問題の探索、その対応技術の早期確立が望まれる。