

総 合 発 表

パイプライン施設圃場における水田高度利用

山 口 邦 夫

(秋田県農業試験場)

1 ま え が き

世界的規模における人口の急増、異常気象は食糧確保に緊迫の度を加え、わが国でも食糧自給論がきびしく提唱されつつある。この自給率の向上をはかるためには、土地・水・エネルギー資源を最大限に有効に活用する方向を考慮すべきであり、当面、面積当りの収量増、土地の高度利用、未利用地開発の三つの方途が考えられるが、ここでは前2者について研究をすすめた。

このパイプライン方式は土地、水利用の合理化を目的とし、省資源と対応した利用効率の増大をねらいとして、岩手方式を採用したものである。したがって内容としては、土地の高度利用および汚濁が進み都市や工業との競合の激しいかんがい水の効率の利用を通じて、生産をいかに有利にあげるかを問題とすべきであると考えた。

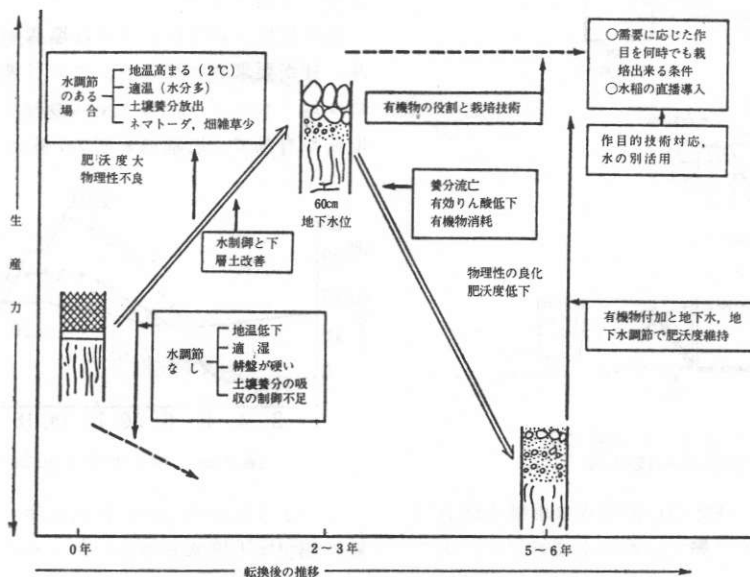
パイプライン施設圃場は昭和46年に造成され、かんがい水および地下排水をパイプラインで結合し、水の高度利用を含めてコントロールできる機能を持たせたものである。

研究の内容としては稲作はもとより、畑作物や野菜類などの安定的、かつ高い生産力を持たせる条件を具備させ、その利活用の方法および生産力の維持向上の手段を究明することとした。

本研究の構成および推進は本谷場長によるもので、水田作、土壤肥料、畑作、経営各部門のスタッフで総合助成課題として研究を進め、ここにとりまとめたものである。研究の実施に多大の御援助を賜った農林省の関係各位に深甚の謝意を表する。

2 転換作からみた好適基盤条件

水田を排水により畑地化しても直ぐには良好な畑地にはならない。水田時の耕盤が透水性を不良にし、碎土の困難、発芽や生育とくに根の伸長を阻害するからである。年次経過と共に物理性は良好になるが、有機物の分解と養分の流亡が相まって肥沃度が低下し、生産力は2〜3年でピークとなり、以後次第に低下する。畑地から水田に復帰した場合も3年目くらいで最高となり以後停滞又は低下する。

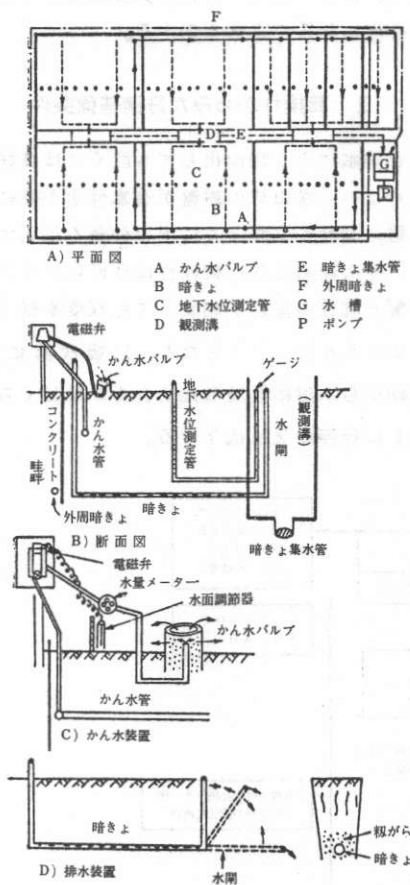


第1図 転換作を有利にするための研究の進め方

このように水が土壌の理化学性を変化させつつ水田、畑土壌へと分化していくが、水田、畑地とも共通する好適土壌条件としては地下水位が50cm以下にあることを基本条件とし、作土層の肥沃度を指摘している。したがってまず水の制御できるような基盤の造成が特に重要となる。その上に立って有機物、養分の補給など好適土壌の基盤条件の維持が課題となる。

3 パイプライン方式による圃場造成

転換作、水田高度利用を有利に進める先決条件である基盤改善を、当場ではパイプライン方式の圃場造成と土壌の肥沃化を行い、その上に必要な栽培技術を総合的に投下することとした。



第2図 パイプライン方式による
造成圃場の概略図

この圃場の装置は、耕地内に開放式用の排水路を設けず、地下埋設のパイプ網で、かん水はポンプによる加圧水(3気圧)をかん水バルブで各圃場にかん水し、地下排水もモミガラを保護材とするパイプ暗きょで集

水しかんがい水と結合する。地下水位は0~80cmまで調節できるようにしてある。地表水は0~+20cmまで自由に調節でき、降雨などによる余剰水は耕区外の大排水路に排除する仕組みとしている。

かんがい水は自動調節で必要最少限度に、排水は地下水位調節で制御しているが、加圧かん水であるのでスプリンクラー、地下かんがいなどによる水利用が可能である。

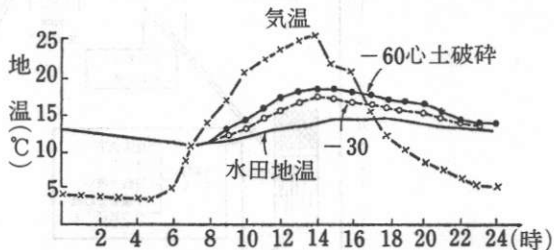
また開水路が不要となることから、耕地面積の拡大も可能で、機械走行上も有利であり、用水のロス、水管理時間の省力化、計画配水の可能化、汚濁水の回避などが、水の有効利用の効果とともに期待できる。工事費は平坦地では開水路方式に比し、やや増し、傾斜地では減少する。

4 好適基盤への接近技術

1 土壌の好適条件への接近

転換畑では地下水位が制御できる基盤を基本条件とし、豊富な潜在地力を活用して生産性の向上をはかることが主眼となる。目標を畑の好適三相分布に速やかに接近させることにおけば、地下水位の低下、堆肥の増施による気相の増加とあわせて、耕盤の問題は心土破碎によって解決される。また転換初期にはダイズ、トウモロコシなど深根性作物を導入することが孔隙量増加に有効である。このようにして土壌基盤の内の物理性は地下水位、堆肥、植生、耕盤破碎で目的を達しうることが分った。

化学性については、畑では塩基飽和度60~80%と高い量が要求されており、この目標値に到達するためには地下水位低下、透水条件の付与、塩基補給、堆肥増施が有効で、塩基飽和度90%まで上昇させ得た。



第3図 地下水位と地温の日変化

このように理化学性の好適条件への接近とともに、転換畑では土壌水分の多いことから春先に一般畑より地温が低いとされている条件が除かれ、6月上旬ころ(最低気温15℃)までの春先の地温が1.0~2.5℃高

まることは導入作物と作季の拡大を可能にし得るものとして注目された。この地温の上昇は堆肥の施用でより拡大できる。

2 作物の生産性の向上

好適基盤造成の投資効率をあげるには、作物の高い生産性と収益性が要求される。そのため将来を見越した各作物の目標収量を定めそれへの接近を試みた。初年目においてもダイズで441 kg、ハクサイで8.7トンなど透水性をもたせたこの圃場の機能の中で目標収量の大半は達成された。

第1表 供試作物の収量と期待収量への到達率

作物	供試条件	10収a 当り量	目標 収量	県収 平均量	到達率	
					目 標	県 収量
ダイズ	-30	441	400	現在 150 将来 300	110.3	294.0
	-60	416			104.0	277.3
	下層改	391			97.8	260.6
バレイショ	-30	2,939	4,000	現在 3,000 将来 3,500	73.6	97.9
	-60	3,538			88.5	117.8
	下層改	2,928			73.2	97.5
ハクサイ	-30	7,622	8,000	現在 3,500 将来 4,000	95.3	217.8
	-60	7,772			97.2	222.1
	下層改	8,661			108.3	247.5
トウモロコシ	-30	636	900	現在 600 将来 700	70.6	106.0
	-60	690			76.6	115.0
	下層改	780			86.7	130.0
牧草 ラジノク クローバ	-30	6,130	7,000	現在 5,000 将来 7,000	87.5	112.6
	-60	5,800			82.8	116.0
	下層改	7,735			110.5	154.7
オーチャード	-30	5,225	7,000	同 上	74.6	104.5
	-60	5,800			82.8	116.0
	下層改	6,150			87.8	123.0
草混播	-30	6,305	7,000	同 上	90.0	126.1
	-60	6,455			92.2	129.1
	下層改	6,085			86.9	121.7

5 パイプライン圃場の利活用

好適土壌条件への接近技術を投入し、この条件を利活用すれば、導入作物の種類についての制限が緩和され、普通転換畑より収益性の高い作物をほぼ2年で導入でき、しかも安定した高生産が可能になる。

1 小粒種子作物の早期導入

第2表 ニンジン、ハクサイの収量 (S.47)

地下水位	心有土破砕無	短根ニンジン				ハクサイ		
		砕土率	m ² 立当り数	a根当り量	上物率	球重	a収当り量	結球率
cm		%	本	kg	%	g	kg	%
-60	有	62	58	260	96	3,228	782	82
-60	無	51	50	238	97	3,414	916	94
-30	無	33	46	205	96	2,840	639	79

転換当初は隣接田からの浸水、耕盤の存在など排水が悪く十分な砕土率と整地条件が得られず、比較的影響の少ないダイズ、牧草などが導入されることが多く、収益性が高くとも発芽、初期生育が不安定な小粒種子の作物は導入しにくい。パイプライン圃場では透水性高く、ことに粗大有機物の投入や心土破砕などを合せ行えば、比較的短期間に砕土率が向上し、立毛数の確保、初期生育の順調さが期待され、ニンジン、ハクサイなど収量、品質とも先進的一般畑地にまさる結果が得られた。

2 地温上昇の活用

第3表 オクラの生育収量(kg/a) (S.49)

地下水位	堆肥有無	収穫 開始 草丈	収20 日間の 始収 後量	全 収 量	備考
cm		cm			
-60	無	43	6.5	36.2	6月11日定植 7月26日収穫
-60	3t連用	53	9.9	51.2	始、普通田は
	1.5施用	42	4.1	22.8	転換2年目

透水性向上により、春季低温日などは地温が2℃以上の上昇となり、作季の前進又は高温作物の安定生産が可能になる。この昇温は堆肥の多用で一層顕著になるが、オクラの作付でこの効果をみると、増収となり、とくに販売価格上有利な初期収量の高いことが注目された。

3 透水性向上による冠水抵抗性

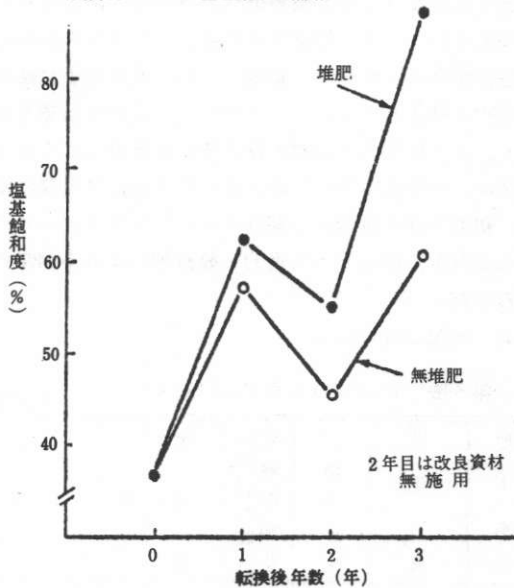
転換畑では降水時に停滞水や周辺水路からの浸水のおそれがあり、往々にして収穫皆無となる危険性があり、この圃場での安全性が問題になる。昭和47年7月上旬の131mmの集中豪雨時にもこの圃場では短時間の冠水にとどまり、一般圃場のトマトは結実不良、枯死に至ったが、パイプライン圃場では透排水機能の大

きいことから、酸素補給と根の活力維持をもたらして被害が回避された。畑作物の導入を考慮した場合の水田の基盤整備にはかん排水と同時に透水性を付与できる条件を持たせることの重要性が指摘される。

6 生産力の維持方式

水田から畑への転換により、物理性が良化する反面、有機物の分解、養分の流亡が促進され化学性は低下する。これを補給することにより収量は高水準に維持できる。

1 有機物および塩基類の補給



第 4 図 転換後年数と塩基飽和度の変化

化学性維持の目標値を有効燐酸 10 mg, 塩基飽和度 60 ~ 80 % として必要資材を投入するとダイズ, スイートコーンとも高い収量水準が維持し得る。ただしダイズでは 3 年目以降収量が停滞している。

2 水分保持力の付与

第 4 表 堆肥連用と土壤水分 (S. 49 オクラ圃場)

状態 区	多湿時		乾燥時		湿乾の差	
	10cm	20cm	10cm	20cm	10cm	20cm
無堆肥	30.8	41.3	26.1	34.9	4.7	6.1
堆肥連用	30.3	38.3	24.7	36.6	5.6	1.7

有機物は一般土壌のほぼ 5 倍の水分を保持できるが、この有機物の投入で 10 cm 以下層の土壤水分の多湿時、乾燥時の較差が縮小され、水分蓄積と有効利用の上か

らも好ましい条件を与える。

3 水の節減と活利用

パイプラインでは、開水路よりも水のロスが少なくなり、用水量が節減できると同時に必要に応じて地上かん水、地下かん水も可能となる。また都市汚水を避けて上流から水質のよい水が得られる利点もある。

7 作物別にみた排水改善の経済効果

パイプライン施設圃場で、排水、かん水を行う場合の収量反応と排水、かんがい差益と投資効率を検討した。

1 排水改善の収量反応と投資効率

収量、品質は各作物とも地下水位 -60 cm に設定したものが高いが、トマト、ハクサイあるいはニンジン+ハクサイ、パレイショ+ハクサイなど年 2 作で排水差益が高く、投資効果が高く高度な排水施設が有効であるが、ダイズなど差益の少ない作物では弾丸暗き程度で営農暗きに止めることも一方法である。

第 5 表 排水改善の増収量、排水差益 (10 a 当り)

	地下水位別の収量		指 数 (60cm / 30cm)	排水差益
	30cm < 区	60cm < 区		
	kg	kg	%	円
ダイズ	486	533	109.4	5,452
短根ニンジン	2,177	2,504	115.0	13,145
ハクサイ	6,392	9,162	143.3	36,010
トマト	3,939	8,239	209.2	217,150
パレイショ	2,939	3,538	120.4	13,477
短根ニンジン+ハクサイ				49,155
パレイショ+ハクサイ				49,487
タバコ	262	299	113.9	21,731

注. 1) タバコの 30 cm < 区は排水不良, 60 cm < 区は排水良好地である。

2) タバコは大雄村(昭 47), その他は農試パイプライン圃場実験(昭 46~47)による。

第 6 表 暗き排水費用モデルと必要排水差益(10a 当り)

	A. 本暗き (一般土地改良)	B. 本暗き (農協受託)	C. 弾丸暗き (集団または農協)
主要資材	ビニルパイプ	パイネトロンパイプ	
10a 当り施設費	64,000	32,600	1,500
耐用年数	10	10	3
必要排水差益	10,240	5,216	585

注. 必要排水差益は投資効率 1 を得るための増加収益でそれぞれの費用 × (利子率 0.06 + 1 + 耐用年数) によって算出した。

2 かんがい施設と経済性

ホップについてパイプかんがいの効果をみるとかんがいによる増収に伴う差益は、48年度でかんがい費用に対して2.4～2.8倍に達することが明らかになった。

8 む す び

パイプライン施設圃場では水田の体質を改善することにより、畑作物や野菜を含めた高位生産技術を水資源の有効利用条件下で実施でき、転換2年くらいで最高収量に達し、しかも豪雨時などにも安定した生育を維持できる機能をもたせ得る。作物の選択に当っては施設の投資効率をあげ得るものであることが要求され

るが、水の有効利用、透水、堆肥の施用による地温上昇効果、保水力向上等で、必要に応じ経済性の高い作物を自由に選択し得ることになる。

有限な土地と水など資源の効率的利用の手段としてパイプライン圃場施設のもつ機能は極めて高いと言える。この圃場でのイネを含めた輪作体系をどうするか、野菜などの導入による塩類過剰やいや地をこの圃場での水の利活用で解決するにはどうするか、かん排水路の配置など解決すべき問題点は残されているにしても、食糧基地化に対し、土壤の生産機能を高度に充実するにはこのような方式が極めて有利であることが実証された。