

パイプラインかんがい施設利用による 水田用水の多目的利用に関する研究

岡島正昭・小沢龍生・米沢 確・石川 洋・千葉満男
築地邦晃・斉藤博之・鶴田正明

The Multipurpose Utilization of Irrigation Water by Pipe Line System
by

Masaki OKAJIMA, Tatsuo OZAWA, Tsuyoshi YONEZAWA, Hiroshi
IHIKAWA, Michio CHIBA, Kuniaki TSUKIJI, Hiroyuki SAITO,
Masaki TSURUTA

目 次

- | | |
|------------------|-----------------------|
| I 諸言 | VI 肥料の流入施用と水稲の生育収量 |
| II 立地条件および施設内容 | VII 除草剤の流入施用と除草効果 |
| III 試験期間の気象経験の概要 | VIII 殺菌、殺虫剤の流入施用と防除効果 |
| IV かんがい期間の用水量 | IX 総合考察 |
| V かんがい法とほ場内地温 | 引用文献 |

I 諸 言

近年、水田地帯においてパイプラインかんがい方式が普及し、岩手県においても昭和57年現在 5,810 ha 施工されている。

この方式は、水稲の集団栽培を企画する地域を対象として集中制御方式による一体的な水管理を行うために有効な手段となり得る。

この方法とかんがい用水に肥料、農薬（殺菌、殺虫、除草剤）を混入し、かんがいと同時に流

入施用する多目的利用技術を組合せることにより、水稲の生産性の向上、および高位平準化を図るとともに、質的労働の軽減をねらいとして研究を行い、肥料、農薬の流入施用技術について若干の知見を得たので、これらの成績について取りまとめた。

なお、本研究は昭和52年度から昭和55年度までの4カ年間、東北農政局資源課からの委託試験として実施したもので、事業の運営にあたっては、東北農政局資源課および岩手県農政部構造改善課の御助力によるものであることを記し、

謝意を表す。

2. ほ場条件

II 立地条件および施設の概要

1. 立地条件

- 1) 地形 火山灰砂台地(小田台地)
- 2) 地質 火山砕屑物(洪積世)
- 3) 標高 250 m
- 4) 傾針 緩傾斜

- 1) 土壌型 厚層腐植質多湿黒ボク(高梨統)
- 2) 減水深 20~25mm/日(ほ場減水深)の程度のは場である。
- 3) 規模 135 a(5筆)
1筆27 a(108×25 m)
- 4) 用水 岩洞ダムを水源とする国営岩手山麓地区北部主幹線より取水

表一 1 供試ほ場の土壌断面

層界 cm	土色	土性	腐植	斑紋結核	礫	構造	孔隙	粗密 mm	可塑性	粘着性	透水性
17	7.5 Y R 2/1 黒	L	頗る富	鉄糸根状 膜状 含む	なし	発達程度「小」 の塊状構造	細孔 あり	12	中	中	中
	7.5 Y R 1.7/1 黒	L	頗る富	鉄糸根状 膜状 含む	なし	発達程度「中」 の塊状構造	細孔 小孔 あり	18	中	中	中
40	10 Y R 3/2 黒褐	S L	富	鉄糸根状 あり	角形 未風化細礫 含む	無構造 連結状	細孔 小孔 あり	20	弱	中	大
60	10 Y R 4/3 にぶい黄褐	S L	含む	なし	なし	無構造 連結状	細孔 あり	16	弱	中	大
85	10 Y R 3/2 黒褐	S L	含む	なし	なし	無構造 連結状	なし	18	弱	中	大

表一 2 物理性

層位	採取部位	粗砂	細砂	砂合計	シルト	粘土	土性
I 層	0 ~ 18	28.4	32.2	60.6	25.7	13.7	L
II 層	18 ~ 40	40.2	23.7	63.9	27.7	8.4	L
III 層	40 ~ 60	38.1	39.3	77.4	19.9	2.7	S L
IV 層	60 ~ 85	35.4	42.8	78.2	20.5	1.4	S L
V 層	85 ~	34.6	43.4	78.0	20.9	1.0	S L

表-3 化学性

層位	pH		T-C	T-N	C/N	CEC me	置換性塩基 mg/100g			P ₂ O ₅ 吸収係数	有効態 りん酸
	H ₂ O	KCl					CaO	MgO	K ₂ O		
I	6.04	5.09	6.93	0.48	14.4	21.5	154	14	13	2,060	10.3
II	6.37	5.40	7.30	0.52	14.0	20.6	220	44	8	1,960	1.1
III	6.40	5.68	4.86	0.28	17.4	17.6	169	34	13	2,280	0.1
IV	6.70	5.72	1.46	0.14	10.4	17.4	177	40	22	2,340	0.1
V	6.78	5.82	2.80	0.24	11.7	22.4	264	36	18	2,400	0.2

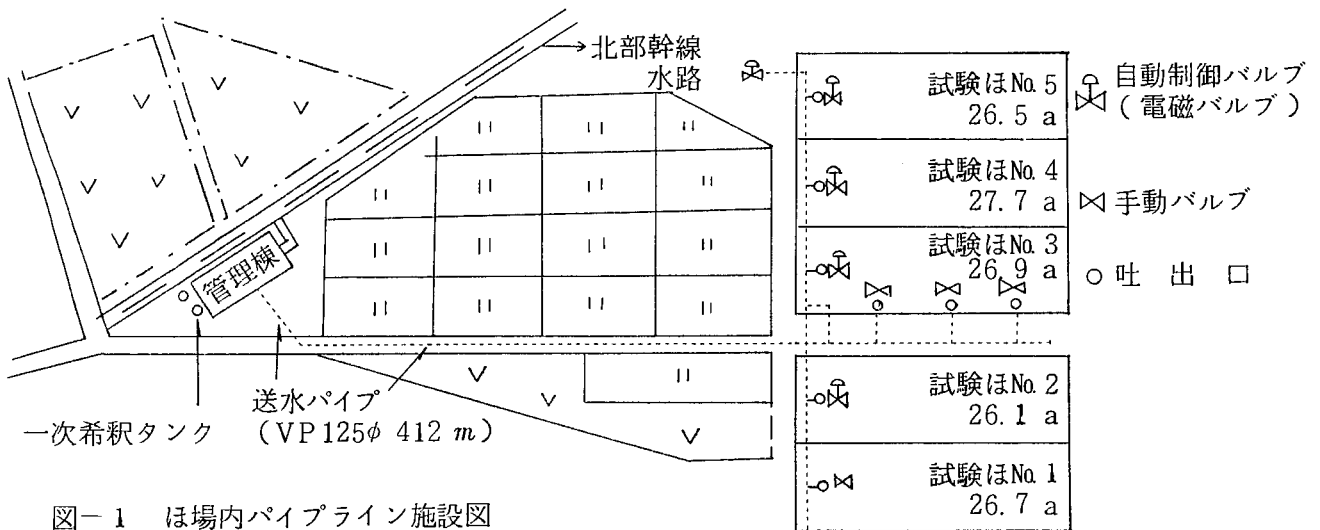


図-1 ほ場内パイプライン施設図

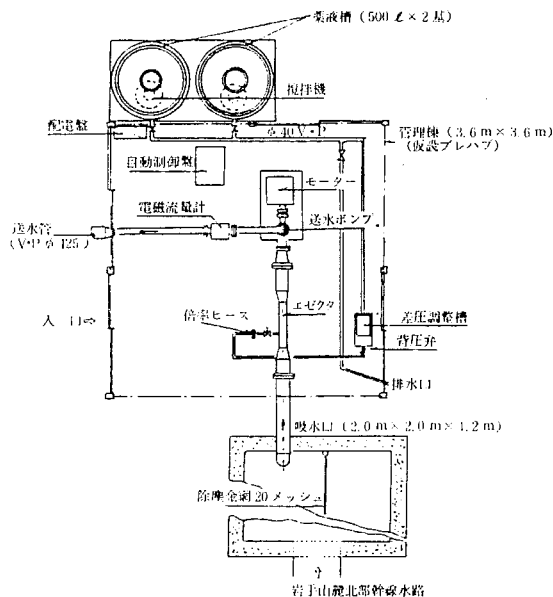


図-2 送水、薬液混入装置配置図

3. 薬液混入方式

送水ポンプ吸入側にエゼクターを設置して、一定液面に保たれた薬液（差圧調整槽内の薬液）をかんがい水の中に一定倍率で吸引混入させる本管注入方式である。

薬液希釈の原理はかんがい水本管の吸引圧（ベンチュリー）を利用して混入するものであり、所定の希釈倍率は倍率ピースを交換することによって得られる。

III 試験期間の気象経過の概要

1. 昭和52年

育苗期間は低温がしばしば入り込み、苗質は

平年より劣り、苗立枯れ病の発生もみられた。

移植後も気温は低目に経過し、活着、初期生育は例年になく遅れた。

5月下旬から6月中旬までは好天に恵まれ、多少生育の遅れを取りもどしたが、平年より劣っていた。6月中旬～下旬まで寒気が入り込み、生育は停滞気味であった。7月に入り好天に恵まれ、生育の遅れを急激に回復したが軟弱徒長気味であった。

幼穂形成期は平年並みであったが、7月下旬の高温により生育が進み、出穂期は平年より3～4日早まった。8月に入り、連続的に低温少照で登熟速度は遅れたが、9月の好天により登熟が進み、平年並の作柄となった。

2. 昭和53年

育苗期間中は平年並みの気象経過で、育苗後半の好天により多少軟弱徒長苗であった。

移植後は好天に恵まれ、活着は順調であった。その後、5月下旬から6月上旬にかけて低温、少照の天候もあり、初期分けつが遅れもあったが、それ以降梅雨型の天候もほとんどなく、高温、多照に経過し、幼穂形成期は平年より4～5日早まり、出穂期も8～13日早まった。

登熟期間の天候も順調で、本年は移植期から収穫期まで好天に恵まれ、史上最高の豊作年となった。

3. 昭和54年

育苗期間中の天候は、低温、少照に経過し、多少苗立枯れ病の発生もみられ、草丈がやや短かめであったが平年並の苗であった。

移植後は5月第5半旬まで低温で活着が遅れた。その後は6月下旬まで少照(平年比73%)であったが高温(平均気温平年比+2.7℃特高夜温)に経過し、生育は平年並であった。7月に入り梅雨型の天候となり、生育はかなり抑えられた。

幼穂形成期は平年並であったが、7月中旬の低温で生育が抑制され、出穂期は遅れぎみであった。

登熟期間の気温は平年並であったが、日照時間が平年より30～40%多く、登熟が良好で平年をやや上まわる作柄となった。

4. 昭和55年

育苗期間中の気温は平年より低目に経過し、多少過保護的育苗となり、やや軟弱徒長気味の苗であった。

移植後は5月中旬に1時的低温の日もあったが、5月中旬以降記録的好天に恵まれ、稲の生育も順調で6月27日の調査では草丈、葉数とも平年を大きく上まわり、茎数は平年の170%であった。

しかし、6月下旬からオホーツク海高気圧が張り出し、一転して典型的な梅雨型の気圧配置となり、低温少照の気象となり、この天候が8月いっぱい継続した。7月2日、8月7日は最低気温が10.3℃まで下り、記録的な低温となった。これ等の低温により障害型不稔が、また、長期間の低温、少照は出穂遅延、開花受精障害をまねいた。

本年の気象は、この両者が複合された形で現われ、近年、例を見ない大冷害年となった。

IV かんがい期間の用水量

1. 試験方法

かんがい期間の用水量は、電磁流量計(自記)を使用して計測した。

降雨日には、かんがい用水は原則として停止した。降雨で田面水位が上昇し、排水口から流失した量は自記水位計のグラフと降雨量から逆算して、無効降水量として用水量から除外し、ほ場内に残った降雨のみを有効用水量として算出した。

2. 試験結果

1) 代かき用水量

代かき用水量は、ほ場の乾湿程度に、また、用水の流量によって大きく左右される。

ほ場が乾燥した状態や流量が少ないと代かき用水量は極端に増加する。短時間に集中的に流入することにより用水量の変化が少なくなり、地下浸透によるロスが減少する。供試ほ場条件では、流量80 t / 時間、ほ

場合含水比70~80% (耕土層で代かき時の平均含水比) で10 a 当り85 t 前後の用水量が必要である。

2) 管理用水量、総用水量

管理用水量はかんがい期間の天候によっ

表一4 年度別代かき用水量

区 年度	No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			用水量 総平均 (t/10a)
	用水量 (t/10a)	降水量 (mm)	土壌含 水比 (%)	用水量 (t/10a)	降水量 (mm)	土壌含 水比 (%)	用水量 (t/10a)	降水量 (mm)	土壌含 水比 (%)	用水量 (t/10a)	降水量 (mm)	土壌含 水比 (%)	
52年	106*	27.7	77.5	79	27.7	77.3	103*	27.7	77.3	42	126	103.1	
53	113	7.0	41.1	94	7.0	38.9	97	7.0	40.5	94	0	-	
54	83	21.5	73.7	116 ^{***}	14.5	78.6	80	21.5	78.6	76	22	79.9	
55	73	13.7	79.1	93	15.5	82.4	94	15.5	82.2	94	13.7	-	
平均	89.7	17.5	67.9	88.7	16.2	69.3	90.3	17.9	69.7	76.5	40.4	91.5	86.3

注) *は前日の夕方から入水を始めた区で、その時の流量は30~35 t / 時間である。

は基肥流入施用試験を行ったほ場である。*、*とも平均から除外した。降水量は代かき1週間前の総降水量である。

て大きく左右され、日照が多く水稻の生育量が大きい年は、管理用水量が多くなる。また、当然のことながら、稲作体系の相違(水管理期間)によっても異なる。これを、降雨の多い52年と少ない53年の稚苗体系で比較してみると、52年は降水量が平年(14カ年平均)の30%増で、管理用水量は4カ年平均1730 t / 10 a に対して20%減少し、1400 t / 10 aであった。53年は降水量が平年の30%減で、管理用水量は25%増の2250 t / 10 aであった。

4カ年間の稚苗体系の平均管理用水量は1730 t / 10 a (最大2340 t / 10 a、最小1260 t / 10 a)、中苗体系で平均1390 t / 10 a (最大1760 t / 10 a、最小1040 t / 10 a)と、ほ場減水深23mm / 日前後の供試ほ場条件での管理用水はこの程度の量が必要である。

代かき用水量、管理用水量、有効降水量(降雨のうち排水口から流出した降雨を無効降雨とし、ほ場内に残った降雨を有効降

水量として用水に加算した)を合計した総降水量は、管理用水量と同様にその年の気象条件に左右されるが、管理用水量ほどの差はない。

総用水量は稚苗体系で平均2450 t / 10 a (最大2870 t / 10 a、最小2120 t / 10 a)、中苗体系で平均2060 t / 10 a (最大2270 t / 10 a、最小1730 t / 10 a)の用水が必要である。

総用水量は、ほ場減水深の測定結果に概ね一致し、ほ場減水深の測定によって総用水量の推定は可能である。また、減水深の測定にはN型減水深枠測定法よりも自記水位計による方法が誤差が少ない。

V かんがい法とほ場内地温

1. 試験方法

パイプラインほ場、慣行開水路ほ場の水口部(水口より3 m地点)、中央部、水尻部に自記

表一5 管理用水量 単位 t / 10 a

年度	体系 区	種 苗 体 系				中苗体系
		No. 1	No. 2	No. 3	平均	
52		1,458	1,480	1,263	1,400	1,039
53		2,340	2,038	2,088	2,155	1,758
54		1,712	1,660	1,608	1,660	1,326
55		1,852	1,683	1,560	1,698	1,429
平均		1,841	1,715	1,630	1,729	1,388
かんがい期間日		115			115	104
1日当り用水量		16	15	14	15	13

表一6 総用水量 (代かき用水+管理用水+有効降雨) 単位 t / 10 a

年度	体系 区	種 苗 体 系				中苗体系
		No. 1	No. 2	No. 3	平均	
52		2,341	2,336	2,116	2,264	1,728
53		2,869	2,548	2,601	2,673	2,268
54		2,245	2,436	2,338	2,406	2,035
55		2,615	2,462	2,331	2,469	2,213
平均		2,568	2,446	2,347	2,453	2,061
かんがい期間日		115			115	104
1日平均用水量		22	21	20	21	20
ほ場減水深(mm/日)		20.3	29.3	20.8	23.5	22.5

表一7 かんがい期間の降水量 単位 mm (%)

年 度	月	5 月 (5.11~5.31)	6 月	7 月	8 月	計
52		131.7 (79.9)	160.1 (31.2)	299.1 (53.0)	185.8 (△12.5)	776.7 (28.7)
53		81.5 (11.3)	166.0 (36.1)	15.0 (△92.4)	159.5 (△24.9)	422.0 (△30.0)
54		27.5 (62.4)	138.9 (13.9)	195.5 (-)	285.7 (34.5)	647.5 (7.4)
55		110.9 (51.5)	194.8 (59.7)	212.1 (8.5)	177.8 (△16.3)	695.6 (15.3)
平 年		73.2	122.0	195.5	212.4	603.1

(注) ()内は平年値との差を増・減△で表わした。

表-8 自記水位計とN型枠によるほ場減水深の比較

測定時期	自記水位計		N型減水深 枠	
	用水量 ($t/10a \cdot 日$)	減水深 ($mm/日$)	用水量 ($t/10a \cdot 日$)	減水深 ($mm/日$)
5/17~21	23.8	29	—	—
22~26	21.5	26	20.1	25
27~31	17.6	23	16.4	40
6/1~5	19.2	24	18.6	37
6~10	32.2	25	17.8	35
11~15	15.3	28	9.7	—
16~20	13.0	31	11.9	31
21~25	21.5	23	12.6	21
26~30	23.0	27	19.3	28
7/1~5	15.0	20	18.6	26
6~10	26.8	21	18.6	37
11~15	26.8	27	21.6	65
16~20	27.6	25	22.3	—
21~25	23.0	18	22.3	69
26~30	27.6	19	24.5	51
7/31-8/4	33.0	—	24.5	55
5~9	23.0	29	29.7	—
10~14	20.7	26	20.1	44
15~19	6.9	13	8.9	—
20~24	14.6	14	16.4	37
25~28	13.4	11	13.4	29
平均	21.5	23	18.5	39

注) 供試ほ場ではN型減水深枠による24時間測定は不可能であったので昼間7~8時間の測定結果を24時間に換算した。

地中温度計を地面下1cmの深さに埋設し、田面地温を測定し両者の比較を行った。

水管理の方法は、パイプライン区は夜間かんがいとし、日の出とともにかんがいが完了する自動かんがい法で行い、慣行開水路区は夕方6時~7時に入水し、朝7時~8時頃止水する方法で行なった。

2. 試験結果

田面下1cmの地温をパイプライン区と慣行(用水路)区を比較してみると、中央部、水尻部は両区間に有意差は認められない。しかし、水口部は寒冷地稲作において重要な意味を持つ6月の地温が慣行区と比較して、パイプライン区は最高地温2.4℃、最低地温2.1℃、平均地温で2.3℃高くなった。この地温差は6月中旬位までで、7月以降、パイプライン区の地温は慣行区と比べて低目に推移し、とくに最高地温の差が顕著である。これは、前半の地温差が稲体の生育量に影響し、パイプかんがい区の水口部の生育量が慣行区より旺盛となり、日射による地温上昇が抑えられたためと考えられる。また、パイプライン区は水口、中央、水尻の地点間による地温の差は認められないが、慣行区では水口部の地温が低く、一部青立ち現象が見られた。

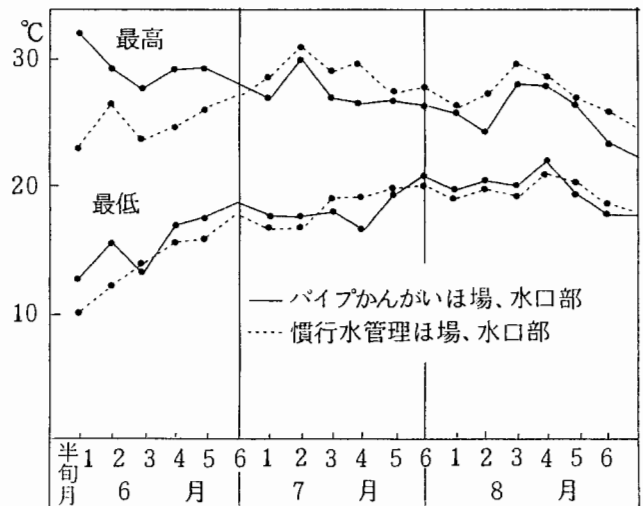


図-3 田面地温の経時変化
(S 54年、半月別、水口部)

VI 肥料の流入施用と水稻の生育収量

パイプかんがい施設を施肥に利用する場合は、かんがい水に肥料を溶解してほ場に流入することになる。したがって肥料の溶解性、圃場への流入方法、流入施肥前の圃場の水深、かんがい水の流入経過と濃度分布等が新たに問題となってくる。本試験では、パイプかんがいを施肥に

表一9 田面地温の測定(S54年月別)

項目			6月			7月			8月		
			最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
パイプラインかんが(A区)	水口	1	29.2	16.1	22.7	27.1	18.5	22.8	25.4	19.2	22.3
		2	28.6	17.1	22.9	27.3	19.2	23.3	27.1	20.0	23.6
	中央	3	28.4	17.1	22.8	27.2	18.9	23.1	26.1	19.7	22.9
		4	29.2	17.7	23.5	27.2	20.0	23.6	26.8	20.7	23.8
	水尻	5	29.1	17.4	23.3	26.5	19.0	22.8	26.2	20.1	23.2
		6	27.5	16.6	22.1	25.2	18.2	21.7	24.0	19.1	21.6
平均			28.7	17.0	22.9	26.8	19.0	22.9	25.9	19.8	22.9
慣行水管理(B区)	水口	1	26.0	15.0	20.5	28.7	18.7	23.7	27.0	19.6	23.3
		2	29.6	16.6	23.1	30.7	19.2	25.0	28.8	20.0	24.4
	中央	3	28.7	16.5	22.6	27.8	18.3	23.1	27.7	20.3	24.0
		4	29.6	16.3	23.0	29.5	18.0	23.8	28.4	20.8	24.6
平均			28.5	16.1	22.3	29.2	18.6	23.9	28.0	20.2	24.1
気温			24.1	15.7	22.3	25.1	16.4	23.9	27.8	18.0	24.1

利用する際の現象と問題点の把握、および利用の可否について検討した。

1. 基肥の流入施肥

1) 試験圃場の理化学性の特徴

岩手農試本場16号水田を基肥流入施肥試験に使用した。土壌は厚層腐植質黒ボク土(高梨統)である。りん酸吸収係数が高く(I層2000)、窒素質肥料の吸着力の弱いのが特徴である。

2) 試験の方法

- a、施用時期：昭和54年5月10日
- b、使用肥料：住友液肥2号10-5-8
(窒素10のうち、尿素8.3、1.7アンモニア態)、重過石、塩化加里。
- c、施用方法：住友液肥2号のみでは当場の施肥基準10-30-15(kg/10a)に不足するため、重過石と塩化加里で補正することとした。液肥100kg：重過石60kg：塩加20kgの割合で薬液槽に入れて攪拌溶解し、一次希釈液とした。その液をエゼクター(薬液混入装置)と倍率ピースで約400倍に2次希釈してパイプライン

で試験圃場の短辺から流入施肥した。

対照区は化成肥料を手で散布した。

d、耕種法：品種、ハヤニシキ、稚苗移植

3) 試験の結果

a、一次希釈および二次希釈について

重過石は溶解しがたく、エゼクター内で目詰まりをおこした。一次希釈液のT-N、P₂O₅、K₂Oの比は計画の10:25:21に対し10:21:21となり、りん酸成分が計画より低くなった。塩化加里は溶解しやすく問題ないが、重過石のように溶解性の悪い肥料はパイプラインかんがい施肥には使用しがたい。

b、田面水中の濃度分布

基肥のパイプラインかんがい施肥は、未溶解の重過石が水口に沈澱し、均一に分布しなかった。水口の濃度を100とすれば、水尻ではT-Nが68%、P₂O₅で17%、K₂Oで48%と低下し、特にりん酸の低下が著しく施肥ムラとなった。

また、流入施肥後すぐに代かきを行ない泥を採取、ろ過してろ液を分析した。その結果、代かき前の田面水濃度にくらべるとT-N、K₂Oは29~37%に濃度が低下しP₂O₅は検出できないくら

いに吸着された。しかし成分濃度は水口
 中央水尻であり、濃度ムラは代かき
 によっても解消されない。しかし、その
 後4日間で濃度低下しながら水口と水尻
 の差が解消される傾向にあった。

c、基肥施用後の土壌養成変化

基肥施用後に5/10~7/20まで5回、
 土壌中の有効態成分を調査した。アンモ
 ニア態窒素は施肥当日の傾向（水口中央
 水尻）が基肥の切れる頃まで続いた
 と思われる。有効態りん酸はアンモニア
 態窒素よりもその傾向が強かった。

d、生育、収量調査結果

対照区に比べ、濃度分布ムラが大きく
 出た結果、処理区の水稲の生育は稈長、
 穂長、穂数とも水尻部が劣った。収量調
 査結果も生育調査結果と同様、処理区の
 水尻部が劣った。

e、稲体養成含有率と吸収量

生育と栽培法との関連について稲体窒
 素含有率をみると、流入施用区で水尻の
 稲体窒素濃度が水口にくらべて低い傾向
 があった。また生育も劣るため窒素吸収
 量も水尻が低く推移した。

表-10 処理区、パイプ流入施肥直後の表面水中濃度分布

地点		養分	N		ppm		P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
			NH ₄ -N	NO ₃ -N	尿素態N等*	T-N		
水口	1		13.9	2.8	61.6	78.3	153	150
	2		13.4	2.4	44.3	60.1	168	156
	3		14.2	2.5	72.7	89.4	133	153
	平均		13.8	2.6	59.5	75.9	151	153
中央	4		10.2	2.4	51.6	64.2	68	113
	5		14.0	2.1	66.2	82.3	155	160
	6		12.2	2.1	64.0	78.3	116	145
	平均		12.1	2.2	60.6	74.9	113	139
水尻	7		6.8	2.4	46.9	56.1	16	75
	8		9.0	2.1	39.9	51.0	48	90
	9		5.8	3.0	39.2	48.0	10	58
	平均		7.2	2.5	42.0	51.7	25	74

* 尿素態N等 = (T-N) - (NH₄-N+NO₃-N)、P₂O₅、K₂O共、上澄液を分析

表-11 代かき後の泥水中養分濃度

地点			養分	N		P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
				NH ₄ -N	T-N		
対照区	中央	2	24.8	34.1	0.5	63.5	
	水口	2	14.9	20.0	0.1	45.0	
処理区	中央	5	10.9	17.4	tr	32.5	
	水尻	8	9.3	14.9	tr	27.4	

表一12 有効態窒素

NH₄-Nmg/100g乾土

区	地 点		月・日	5/10	5/26	6/2	6/9	7/20
対 照 区	水	口	1	-	7.2	4.1	4.8	0.64
	中	央	2	11.5	6.1	4.8	3.6	0.64
	水	尻	3	-	4.9	3.8	3.3	0.41
処 理 区	水	口	2	6.6	3.9	3.1	3.0	0.66
	中	央	5	5.1	3.7	2.8	3.7	0.21
	水	尻	8	4.4	2.9	2.4	1.0	0.46

表一13 生育調査結果

区	項目		6/14~19		6/29		7/6		7/13~14		成 熟 期			有 効 茎歩合 (%)
			草 丈 (cm)	茎 数 (本/株)	草 丈 (cm)	茎 数 (本/株)	草 丈 (cm)	茎 数 (本/株)	草 丈 (cm)	茎 数 (本/株)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/株)	
			対 照 区	水口	1	24.1	3.8	43.2	12.1	51.8	16.4	57.4	21.0	
対 照 区	中央	2	29.8	4.7	48.7	14.8	57.2	17.3	62.4	18.1	75.3	16.8	14.9	82.3
	水尻	3	31.0	3.7	49.7	11.9	58.2	14.7	63.7	17.2	78.7	17.4	14.0	81.4
	処 理 区	水	1	30.4	9.9	45.6	19.9	52.1	23.2	57.9	26.9	80.6	16.6	20.9
口		3	32.2	13.1	47.5	21.6	52.5	23.6	57.6	25.6	77.2	16.1	19.0	74.2
中		4	30.2	11.8	43.1	19.8	49.3	21.7	56.9	25.0	74.8	16.8	18.9	75.6
処 理 区	中央	6	31.6	12.2	44.6	19.9	49.7	20.8	55.2	21.5	78.9	16.7	20.3	94.4
	水	7	30.9	13.0	43.8	21.8	48.4	22.7	54.9	22.8	75.9	16.4	20.4	89.5
	尻	9	31.2	10.4	44.9	17.4	50.2	18.4	55.5	19.1	73.3	16.2	15.5	81.2

表一14 収量調査結果

区	項 目		収 量 調 査 (kg/a)							登熟歩 合 %	千粒重 g
			全 重	わら重	精 も み 重	もみ / わら	精玄米重 (対比)	籾摺歩 合 %			
									合 %		
対 照 区	水	口	1	140.1	63.5	71.2	1.11	57.5 (100)	80.8	87.3	21.6
	中	央	2	140.3	68.3	69.0	1.00	55.4 (100)	81.1	91.6	21.6
	水	尻	3	137.8	56.9	74.2	1.28	59.5 (100)	80.2	89.8	21.3
処 理 区	水	口	1	133.0	57.1	70.0	1.20	55.0 (96)	78.6	96.3	21.7
			2	126.0	55.8	66.2	1.18	53.7 (93)	81.1	89.5	21.9
	中	央	3	130.2	53.2	71.8	1.33	57.2 (103)	79.7	89.4	22.0
4			116.7	48.9	63.5	1.29	51.0 (92)	80.3	89.9	22.2	
水	尻	5	123.4	54.6	64.4	1.17	51.7 (87)	80.3	91.1	22.2	
		6	95.6	40.9	51.9	1.26	41.6 (70)	80.2	94.8	22.2	

表一15 稲体養分含有率の変化

稲体窒素含有率（％）

項目			6 / 19		7 / 20		8 / 11		9 / 20	
			茎 葉	穂	茎 葉	穂	茎 葉	穂	茎 葉	穂
対 照 区	水 口	1	4.05	2.40	1.00	1.20	0.47	1.37		
	中 央	2	3.94	1.43	0.79	1.11	0.53	1.16		
	水 尻	3	4.19	2.23	0.94	1.05	0.56	1.15		
処 理 区	水 口	1 1-2 2	3.98	2.03	1.01	1.14	0.64	1.16		
	中 央	3 3-4 4	3.95	1.92	1.17	1.19	0.61	1.17		
区	水 尻	5 5-6 6	3.95	1.67	0.94	1.15	0.54	1.14		
							0.48	1.11		

表一16 成熟期養分吸収量（kg / 10 a）

項目			N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
			茎 葉	穂	計	茎 葉	穂	計	茎 葉	穂	計
対 照 区	水 口	1	3.0	10.5	13.5	0.95	4.14	5.09	13.7	2.4	16.1
	中 央	2	3.6	8.3	11.9	1.09	3.74	4.83	13.5	2.1	15.6
	水 尻	3	3.2	9.3	12.5	0.80	3.72	4.52	13.9	1.9	15.8
	平 均		3.3 (100)	9.4 (100)	12.6 (100)	0.95 (100)	3.87 (100)	4.81 (100)	13.7 (100)	2.1 (100)	15.8 (100)
処 理 区	水 口	1	3.7	8.8	12.5	0.97	4.17	5.09	13.5	2.7	16.2
		2	3.0	7.9	10.9	0.89	3.93	4.82	10.8	1.7	12.5
	中 央	3	3.3	9.0	12.3	0.74	3.93	4.67	12.6	1.9	14.5
		4	2.7	7.2	9.9	0.59	3.99	4.58	9.8	2.0	11.8
	水 尻	5	3.0	7.8	10.8	0.71	4.27	4.98	10.4	2.1	12.5
		6	2.0	6.1	8.1	0.57	3.07	3.64	7.6	1.5	9.1
区	平 均 (対照比)		3.0 (91)	7.8 (83)	10.8 (86)	0.75 (79)	3.89 (101)	4.63 (96)	10.8 (79)	2.0 (95)	12.8 (81)

4) 基肥流入施肥の要約

液肥の他に、重過石と塩加を補正に用いて流入施肥した。その結果、混入装置内で目づまりをおこし問題となった。また濃度分布も水口>中央>水尻となり、代かきによっても解消されなかった。その結果、生育・

収量にも影響をおよぼし水尻で劣った。液肥を溶解性の悪い肥料で補正するのは問題があるので、基肥にパイプラインかんがいを利用するためには、りん酸成分の高い液肥の開発が必要とされる。

2. 追肥の流入施肥

表-17

区番	田面水の状態	肥料	流入位置
1	湛水	単肥	長辺流入(管理用水)
2	完全落水	液肥	短辺流入
3	"	単肥	短辺流入
4	半落水	液肥	長辺流入

1) 試験の方法

a、試験区の構成

b、施用時期

分けつ期：52年6月14日

幼形期：52年7月21日、53年7月14日

c、使用肥料

住友液肥2号、硫安、塩加

d、施用方法

追肥は住友液肥2号のみか、単肥(硫安、塩加)を溶解して使用した。単肥は一度、大バケツでできるだけ溶解して薬液槽にいれ、スクリュウで攪はんすることにより比較的容易に溶解するが、液肥の方が取り扱いが容易であった。基肥と同様に一次希釈液をエゼクターと倍率ピースにより260~290倍程度に希釈して

パイプラインで試験圃場にかんがい施肥した。

e、耕種法

品種、ハヤニシキ、稚苗移植

2) 試験の結果

a、肥料の溶解性と均一性

肥料の溶解性は良好であった。吐出口の濃度変化は各資材とも流入終了に近くなるほど濃度が高くなる傾向を示したが、ほぼ実用に耐えうると思われる。

表-18 流入用水の窒素濃度

資材	流量 t/hr	倍率 ピース 径(mm)	施用量 (kg/10a)	希釈倍率と濃度				吐出口の濃度			
				一次希釈		二次希釈		A	B	C	平均
				倍率	濃度 ppm	倍率	濃度 ppm				
硫安 と 塩加	35 (1.35hr)	5.0	3	12.7	16,600 (16,718)	289	57.8	57.6	56.8	60.2	58.2
	60 (0.71hr)	5.0	2	14.0	11,080 (10,784)	262	42.1	38.5	43.1	43.6	41.7
	70	4.1	3	9.1	19,302 (-)	450	46.0	50.0	-	48.0	49.0
液肥	35	4.1	3	6.3	15,882 (16,336)	207	70.6	63.1	69.1	67.0	66.4
	35	5.1	3	4.6	21,622 (-)	235	-	70.0	79.2	84.2	77.8

注1、一次希釈液濃度は上段理論値()内実測値、二次希釈濃度は理論値

2、吐出口の濃度は実測値A=流入開始5分、C=終了前5分、B=AとCの中間

b、圃場流入時間と希釈液の濃度

表18は硫安と塩加を溶解した一次、二次希釈液を分析した結果である。流入に要する時間がかわっても、ほぼ理論値とかわらない濃度となっている。

c、手まき慣行区の田面水濃度分布

手まき肥料(分けつ期は硫安、幼形期はNK化成)を施用した場合、水深と濃度から計算して理論値の75~80%の施肥窒素が田面水中に溶け出してきている。

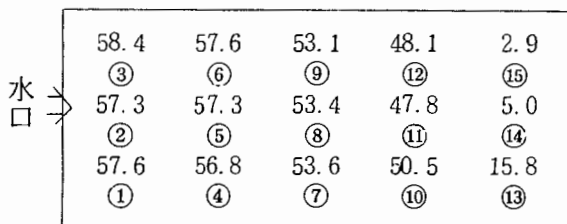
この点ではかんがい水に予め肥料を溶解する本法も慣行法と大差ないと思われた。また、圃場内の濃度を地点別にみると差が大きかった。

d、流入施肥の濃度分布と経時変化

ほ場の短辺中央部から流入施用した分けつ期の田面水濃度分布は、田面水が一部残水している状態で流入したため、施肥直後（30分）は水口32m地点まで51~58ppmと均一で、76m地点までは48~53ppmとやや低く、90m地点の水尻部は2.6~16ppmと著しく濃度が低下した。5時間、24時間、48時間後とやや濃度が低下したが、水尻部の濃度低下は解消されなかった。管理用水流入後は、押し水によって逆に水尻部の濃度が高くなった。

幼形期追肥後の濃度分布は中干し処理直後で足跡に残水が見られない程度で、完全落水に近い状態の流入施肥となり、水口部と水尻部の濃度差は少なかった。しかし70m地点以降は水口部より10~33%前後低下した。管理用水流入後は分けつ期同様水尻部で高濃度となった。また幼形期追肥後の各地点における田面水中NH₄-N濃度の経時変化が著しい。このことは田面水温、かんがい水中での形態変化、水生植物の吸収利用、土壌吸着、稲体の生育量等が相互に関係していると思われる。幼形期の加里分布の動態はNH₄-Nと同様のパターンを示し、相関係数もr = 0.986*** (n = 102、No.3圃場)となった。

追肥終了後30分の窒素濃度分布
(6/14)NH₄-N ppm

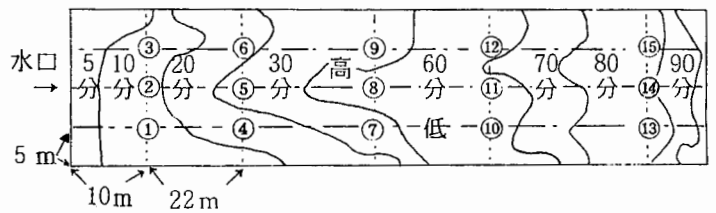


表一19 慣行施肥後の田面水濃度分布
(NH₄-N、ppm)

時 期	52年分けつ期	52年幼形期	53年幼形期
	硫 安	N K 化 成	N K 化 成
施肥後時間	5 時 間	5 時 間	4 時 間
水 口	41.2	17.8	40.6
中 央	46.8	27.9	39.5
水 尻	54.6	10.1	25.6

一部残水、用水量 48.4 t、流量 35 t/hr

全面浸水時間 1.75 hr



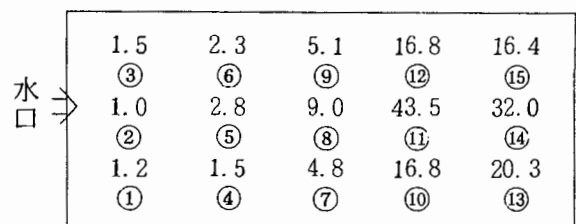
注 採水地点①~⑮ ⑨⑮ ③は田面の高い地点
⑥⑭は田面の低い地点

図一4 分けつ期施用の流入経過（短辺流入）

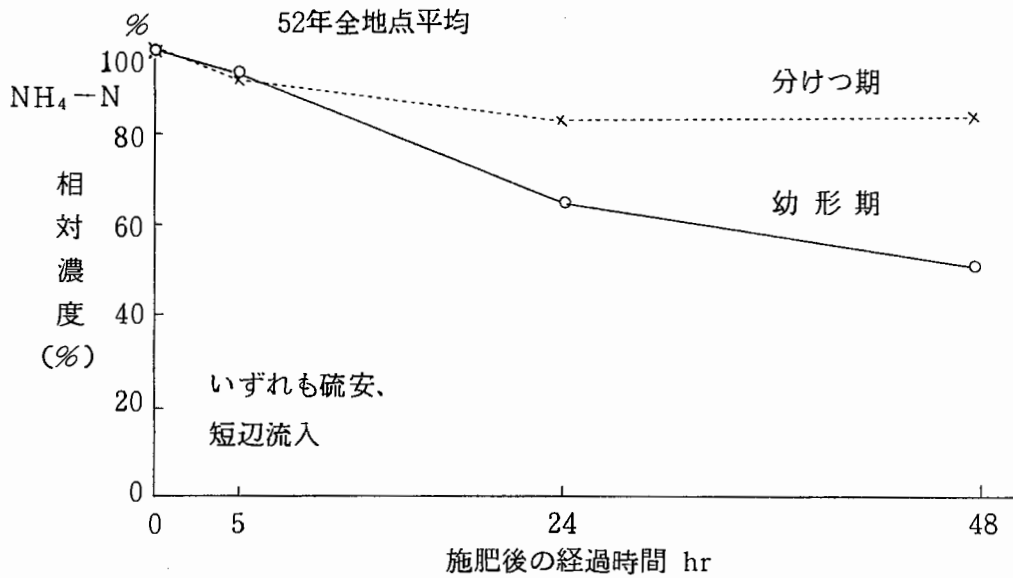
施用時期別の経時変化をNH₄-Nでみると、分けつ期施用にくらべ幼形期施用の方が濃度低下率が大きかった。

りん酸の濃度分布は、完全落水条件で液肥を流量60 t/hr以上で流入施用すれば田面水の濃度は均一となる。また田面水中の窒素とりん酸の濃度比は10:48となって、液肥(10-5-8)の濃度比と対応した。しかし溶液中のりん酸はすみやかに土壌に吸着され、24時間後の濃度低下が著しい。このことは腐植質多湿

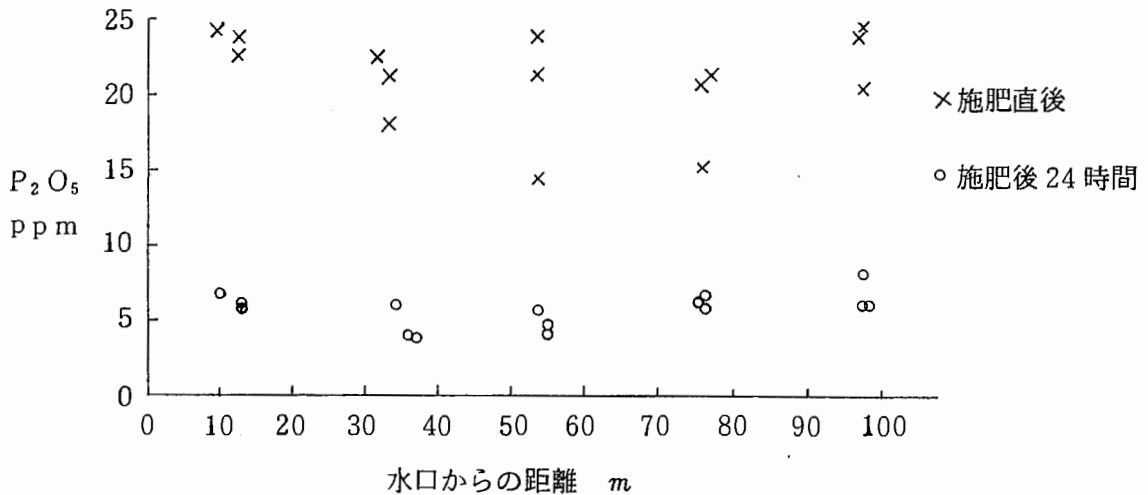
管理用水流入後の窒素濃度分布
(6/16)NH₄-N ppm



図一5 分けつ期流入施肥の濃度分布（硫安流入施肥）



図一6 施用時期別の経時濃度変化(昭52.短辺流入)



図一7 りん酸の施用後の経過時間と濃度分布

黒ボク土壌のりん酸吸収の強いことが関与しているものと思われた。

e、硫安溶解施肥と液肥溶解施肥の比較

硫安、液肥の短辺流入施用による田面水濃度分布は、硫安区で水口から50m地点より濃度がやや低下し、水尻部は8%前後の濃度低下を示した。液肥区は田面水中の濃度分布変動が少なく、完全落水条件で流量を増すことによって濃度の均一化が図れる。24時間後の濃度低下は硫安が流入直後の平均濃度43.3ppmから

21.9ppmと51%に低下している。また液肥施用は、施用後24時間で66%に濃度が低下した。

f、流入施用位置と田面水の濃度分布

圃場の長辺中央部から流入施用した分けつ期の田面水濃度分布は、一部残水がある状態で流入したため水口より30~40m地点で原水の6%低下、50m地点で42%低下した。分けつ期、幼形期ともに水口より対角線上の圃場両角になる地点で流入直後の濃度が低下した。

表-20 単肥（硫安、塩加）流入施用時の濃度分布
追肥後の窒素濃度分布 NH₄-N ppm

時間 \ 地点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	低	高	平均
1. 流入直後	50.5	51.7	47.6	48.8	47.6	48.0	44.5	43.6	41.2	41.2	37.2	41.8	40.3	37.0	31.9	39.9	43.0	43.4
2. 24時間後	13.0	17.1	26.3	10.4	13.7	30.7	21.6	27.0	22.4	22.4	27.5	24.6	20.2	23.1	20.3	25.6	25.6	21.9
3. 管理用水 流入直後	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.3	0.7	0.2	1.9	3.5	1.2	0.1	0.47

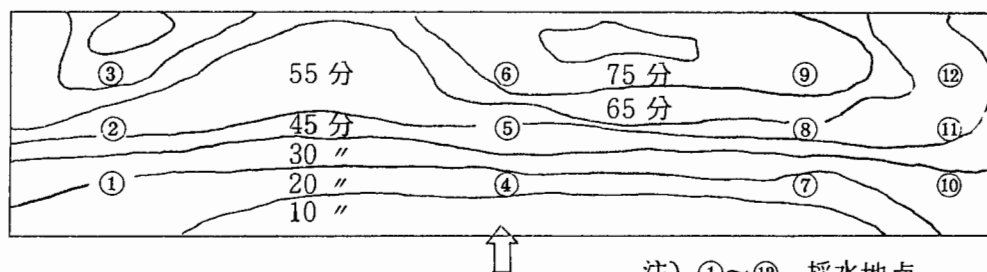
注) 1、3共に流入終了30分後に採水

表-21 液肥（住友2号）流入施用時の濃度分布
追肥後の窒素濃度分布 T-N ppm

時間 \ 地点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	平均
1. 流入直後	43.6	45.5	47.2	40.1	47.2	48.3	34.3	47.3	44.7	44.9	43.0	43.2	45.5	48.2	43.0	44.4
2. 24時間後	30.2	29.6	14.5	28.9	31.4	32.5	29.4	28.5	28.3	30.0	28.3	27.3	30.0	32.7	34.5	29.1

幼形期の流入経過

入水開始13時52分～全面浸水15時20分、全面浸水時間 1.47 h r



注) ①～⑫ 採水地点

図-8 長辺流入の流入経過（幼形期）

()内K₂O

()内はK₂O

37.7(19.8)	43.6(30.1)	45.2(28.9)	42.5(25.7)
×	×	×	×
46.2(29.2)	50.5(34.2)	49.4(32.5)	47.2(30.7)
×	×	×	×
49.4(32.6)	51.9(34.2)	50.3(34.3)	57.8(32.2)
×	×	×	×

↑
水口

図-9 長辺流入施用後の濃度分布

g、流入施肥前の落水条件と田面水濃度
圃場の短辺流入施肥における田面水濃度分布は圃場内残留水の多少による影響

が強く、本圃場の半落水、押水かんがい方式では水口>中央>水尻の濃度較差が著しく、分けつ期、幼形期追肥ともほぼ

同様の傾向を示した。パイプラインかんがい施肥では施肥ムラを小さくするため、できる限り落水条件で流入施肥することがのぞましい。

h、生育収量調査と養分吸収量

流入追肥による水稻の生育、収量および養分吸収への影響は、草丈や茎数

は水口部で増加する傾向にある。また稲体の養分吸収量は水尻部で多くなるが、これら初期生育および窒素吸収と流入施肥後の田面水濃度分布、土壌中の養分動態の関係は明らかでなく、対照区(慣行施肥)なみの収量水準となった。

i、流入施肥窒素の吸収利用について

表一22 分けつ期流入施用

地点	条件	慣行施肥 (人力散布) 硫安 3kg/10a	流入施肥 (一部残水) 硫安 3kg/10a	流入施肥 (半落水) 液肥N3kg/10a	備考
	1. 水口部		41.2 ppm	57.3 ppm	
2. 中央部		46.8	53.1	59.1	半落水
3. 水尻部		54.6	8.0	1.4	

注 1. 流入施用の水口部①～③ 平均、中央部⑦～⑨平均、水尻部⑬～⑮平均

2. 分析値は慣行施肥、流入施用ともに施用4～5時間後

表一23 幼形期流入施用

地点	条件	慣行施肥		流入施肥			
		昭 5 2	昭 5 3	昭 5 2		昭 5 3	
		人力散布 NK化成 2 kg	人力散布 NK化成 3 kg	一部残水 硫安塩加 2 kg	半落水 液肥 N 3 kg	完全落水 硫安 3 kg	完全落水 液肥 N 3 kg
1. 水口部		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2. 中央部		17.8	30.6	42.2	79.6	49.9	45.4
3. 水尻部		27.9	39.5	40.3	75.0	43.1	42.1
		10.1	25.6	28.8	2.5	36.4	45.6

注 1. 2 : 分けつ期に同じ

No. 3 圃場(短辺流入、単肥)において水尻の窒素吸収量が多くなる傾向にあったので、重窒素硫安を用いて下記条件で水口と水尻の追肥窒素利用率を求めた。

ア、試験方法

幼形期の生育が均一な株を選定し、30×60cmのトタン枠を埋設した。重窒素硫安の処理と水管理は表一26によった。

水口は流入施肥すると2次希釈液の濃度そのまま、管理用水が入水すると濃度ゼロとなる。一方水尻は流入施

肥の際残水があると、水尻に希釈液がとどくまでに濃度低下し、水口濃度より低くなる。その後、管理用水が入水しても押し水現象により、水尻は低濃度ながら更に肥料のはいった水と接触することになる。実験の結果、水尻に相当する区の窒素吸収量が水口相当区より多く、追肥窒素の吸収利用率が約10%高かった。しかも穂への吸収移動が大であり、低濃度ながら長時間接触する方が吸収利用に有利になっていると考えられた。

表一24 生育収量調査

ほ場 No.	水口 中央 尻	稈長	m^2 当り 穂数	わら重	玄米重	籾/ わら	一穂 着籾数 (粒)	m^2 当り 籾数	登熟 歩合	千粒重
		cm	本/ m^2	kg/a	kg/a			$\times 10^3$		
No. 1	水口	81.8	372	53.4	65.3	1.47	87.7	32.6	88.4	23.2
	中央	78.9	413	52.9	62.6	1.42	72.4	29.9	91.7	23.3
	水尻	84.7	378	57.0	65.4	1.38	86.8	32.8	87.6	22.9
No. 2	水口	81.1	447	58.4	64.4	1.34	77.4	34.6	85.8	22.5
	中央	86.8	540	64.3	66.8	1.27	76.8	41.7	73.2	22.3
	水尻	85.7	440	66.1	67.8	1.25	98.2	43.2	71.9	22.4
No. 3	水口	78.4	481	52.6	61.1	1.39	63.3	30.4	91.5	23.3
	中央	77.9	410	51.7	61.4	1.43	74.7	30.6	88.8	22.7
	水尻	84.9	469	62.6	63.4	1.23	86.2	40.4	73.2	22.4
No. 4	水口	71.6	348	49.9	59.0	1.43	84.6	29.4	91.3	22.5
	中央	80.9	495	65.3	71.0	1.34	89.8	44.5	72.5	22.5
	水尻	79.8	401	57.4	67.5	1.44	90.8	36.4	83.5	22.1

注) No. 2 ほ場：液肥は長辺流入、管理用水は短辺流入である。
 No. 1 ほ場：慣行施肥
 No. 3 ほ場：短辺流入
 No. 4 ほ場：半落水、短辺流入

表一25 窒素含有率の推移と窒素吸収量 (昭52)

ほ場No.	水口 中央 尻	月日	時期別窒素含有率 (%)							成熟期養 分吸収量 kg/a	
			6 / 13		7 / 14		8 / 8		9 / 29		
			茎葉	葉身	茎	葉身	茎	穂	茎葉		穂
No. 2	水口			4.09	2.01	2.77	0.72	1.13	0.54	1.11	1.16
	中央	4.18	3.80	1.70	3.39	1.02	1.32	0.55	1.20	1.19	
	水尻		4.36	2.22	3.03	0.85	1.25	0.57	1.19	1.26	
No. 3	水口		3.91	1.75	3.17	0.95	1.34	0.69	1.21	1.35	
	中央	3.82	4.15	2.16	3.45	1.08	1.39	0.72	1.34	1.56	
	水尻		4.23	2.16	3.03	0.85	1.20	0.66	1.26	1.48	
No. 4	水口		3.89	1.93	3.15	0.79	1.25	0.52	1.21	1.16	
	中央	3.85	3.77	1.65	2.79	0.79	1.18	0.61	1.23	1.22	
	水尻		3.96	1.95	3.40	1.13	1.40	0.78	1.21	1.42	

表-26 流入条件

区	7 / 14 試験開始	7 / 16	7 / 17	9 / 20
A (水口)	40 ppm N 水深 7.5 cm (540 mg N / 枠)	浸透継続	0.5 cmほど残水あるが、 枠をはずして、枠外の用 水管理と同じにする。	成熟期 サンプリング
B (水尻)	30 ppm N 水深 7.5 cm (405 mg N / 枠)	枠内に残水あるが、枠外 へ捨て、あらたに23ppm N、水深 4 cm分入れる。 (165.6 mg N / 枠)	残水多いが、枠をはずし 枠外の用水管理と同じに する。	同上

A、BのN濃度、水深は昭和52年のデータをもとにして決めた。

表-27 施肥窒素の吸収利用 (成熟期)

		乾物重	T / N	T - N	15 N	14 N	15 N	14 N	15 N	吸収利 用率 %
		g / 株	%	mg / 株	mg / 株	mg / 株	%	%	分配率 %	
A (水口)	茎葉	25.4	0.54	137	24.2	112.7	17.7	82.3	31.6	56.8
	穂	26.3	1.16	437	52.5	384.6	12.0	88.0	68.4	
	計	51.7		574	76.7	497.3			100	
B (水尻)	茎葉	28.6	0.66	188	16.5	171.5	8.8	91.4	17.2	67.2
	穂	37.0	1.20	443	79.4	364.0	19.9	80.1	82.8	
	計	65.6		631	95.9	535.5			100	

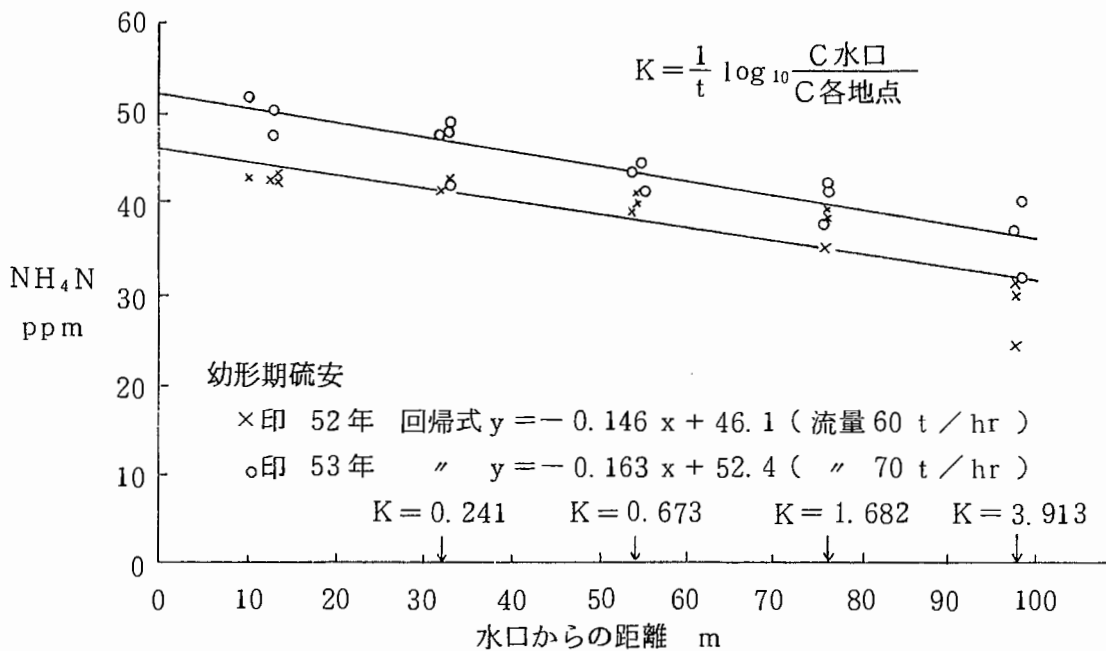


図-10 硫安流入施用後の濃度変化 (昭52.53) (短辺流入)

j、追肥流入施肥の要約

本管注入方式による吐出口の濃度は液肥、単肥（硫安、塩加）ともに経時変化が少なくほぼ均一な希釈液が得られた。

肥料の流入追肥は、圃場残留水の多少によって田面水中の濃度分布が異なる。とくに圃場内の一部残水、半落水状態で流入施用した場合、押し水現象によって水尻部の濃度が著しく低下した。

圃場の短辺と長辺の水口位置による濃度分布は、完全落水条件で流入施用した場合差がない。しかし圃場内に残留水がある場合は長辺水口より流入施用した方が濃度の分布ムラが少なく均一となった。

幼形期の流入追肥は、中干し処理等によって完全落水状態で流入施用が可能である。各資材（液肥、単肥）とも計画施肥量 2 ~ 3 kg / 10 a（成分）は、流量 60 ~ 70 t / hr の流入施用で田面水の濃度は均一となった。

流入施肥による水稻の生育・収量は、草丈、茎数が水口部で増加する傾向があり、養分吸収は水尻部で多くなるが、ほぼ対照区（慣行施肥）なみの収量となった。

3. 流入施肥による濃度低下要因解析

圃場に残留水がある場合は、流入施肥した時に押し水により希釈され水尻の濃度が低下する。一方残留水のない状態で流入施用した基肥、幼形期流入施肥においても、水尻で濃度の低下が認められ、経時的にも濃度が低下した。りん酸の濃度低下は主にりん酸吸収係数 2000 という本土壌への吸着と考えられたが、窒素については多くの要因が考えられるので検討した。

1) 圃場での濃度低下について

幼形期に完全落水条件で硫安を流入施用した場合、水口からの距離とアンモニア態窒素の関係は、昭和52年 $Y = -0.146x + 46.1$ 、昭和53年 $Y = -0.163x + 52.4$ （ Y ：アンモニア態窒素、 x ：水口からの距離）となって両年ともに水尻部の濃度が低下し

た。このことについて、自浄係数（ $K = \frac{1}{\log 10 \text{ 水口濃度} / \text{各地点濃度}}$ ）で水口から各距離別に検討した結果、圃場の中央部から水尻部の自浄係数は明らかに高く、水田の浄化機能は極めて高いと思われる。とくに硫安の圃場内流下による濃度低下は伊藤、増島（土肥誌、51-6、478）らが指摘しているように水田の水生生物による吸収利用や、土壌の吸着によるものと推定した。

2) 室内インキュベーション試験

窒素の形態、温度、土壌への接触日数による窒素濃度低下について、および圃場試験を行えなかった沖積土壌での濃度低下を類推するため、下記の室内実験を行った。

(1) 試験方法

図-11のようなスチロールビンに風乾土 30 g を入れ、水 80 ml を加えてよくかきませ 1 日放置。1 日後に上澄液をすてて肥料溶解液（尿素、硫安 50 ppm-N）50 ml を静かに注ぎこみ、20、28℃ でインキュベートした。1 日後と 3 日後に上澄液、および土壌を 11% KCI 180 ml で浸出し N を定量した。硫安区はそのまま水蒸気蒸留したが、尿素区はサリチル硫酸法で分解後同様に蒸留した。肥料液 50 ml 中の N は 2.50 mg である。

(2) 結果の要約と考察

スチロールビンに土壌のかわりに脱塩水を入れた区（No.25 ~ 28）、および土壌浸出液（土 30 g : 水 80 ml、攪はん後 1 日放置した上澄液）をいれた区（No.21 ~ 24）では、液中の N がほとんどなくなる。田面水中の濃度低下は、土壌と接することによりおこる。温度が高くなっても土なしで濃度低下はおこらず、田面水から土壌を介さずに直接窒素が揮散することはないと考えられた。

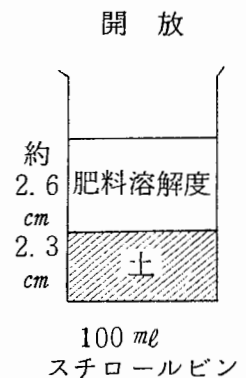


図-11 試験方法

また土壌により上澄液中の濃度低下に差がなかった。沖積土の圃場でもパイプラインかんがい施肥が可能であることが示唆される。

肥料形態による上澄液中の濃度低下は硫安区、尿素区共に確認された。この実験では流亡がないので、土壌に吸着されたか土壌微生物により窒素の形態が変化して分析されなかったと思われる。

火山灰土壌での結果をみると硫安は尿素よりも土壌中にとりこまれやすい。硫安の窒素はアンモニア態であり、電離しにくい尿素より土壌に吸着されやすいと思われる。硫安は上澄液の43~60%が低下したが、その約70%が土壌に吸着され、残り30%は硝酸態に変化したか脱窒するか、微生物の作用を受けたと思われる。しかしその割合は20℃でも28℃でも差がなく、この実験系での微生物作用は限界に達していると思われる。

火山灰土での尿素区は20℃では2~6%しか溶液中の濃度が低下しないが28℃では37~39%が低下しており温度依存性が高い。しかもその濃度低下分の70%~

80%は硫安と異なり土にアンモニア態窒素として吸着されず、系外に逃げている。この場合サリチル硫酸分解法で分析しているので、上澄液の濃度低下分の大部分は微生物により脱窒したと思われる。尿素のアンモニア化成はウレアーゼをもつ土壌微生物によるが温度依存性が高く、また炭酸アンモニウムになったあとの硝酸化成は硫安に比べて速いといわれる。28℃で上澄液の濃度が低下するのはアンモニア化成によるものと思われるし、土壌にアンモニアとして吸着されにくいのは生成したアンモニアがすみやかに硝酸になっているためと推察される。硝酸になったあとの脱窒が尿素28℃で硫安より多いが原因は不明である。

以上より流入施肥による田面水の窒素濃度低下は土壌吸着だけでなく、微生物の作用も受けていると考えられた。実際の圃場で土壌吸着量、流亡、脱窒等考えると尿素での追肥が不利なように思われるが、本実験では透水がないこと。土の還元状態が弱いこともあり、圃場と条件が異なるので断定できない。

表一28 試験結果 (上澄液と土壌の窒素総量 mg)

土	肥	℃	日	No.	上澄液	土 壌	計	土	肥	℃	日	No.	上澄液	土 壌	計
火 山 灰	硫 安	20	1	1	1.42	0.74	2.16	沖 積	硫 安	20	1	9	1.41	1.44	2.85
			3	2	1.02	0.98	2.00				3	10	1.11	1.38	2.49
		28	1	3	1.38	0.79	2.17			28	1	11	1.38	1.67	3.05
			3	4	1.00	1.11	2.11				3	12	1.01	2.25	3.26
	尿 素	20	1	5	2.44	0.15	2.59		尿 素	20	1	13	2.02	0.08	2.10
			3	6	2.35	0.06	2.41				3	14	1.53	0.40	1.93
		28	1	7	1.52	0.30	1.82			28	1	15	1.92	0.91	2.83
			3	8	1.57	0.20	1.77				3	16	1.34	0.24	1.48
同 上	水	20	3	17	0.12	0	0.12	同 上	水	20	3	19	0.23	0.92	1.15
		28	3	18	0.12	0	0.12			28	3	20	0.22	1.05	1.27

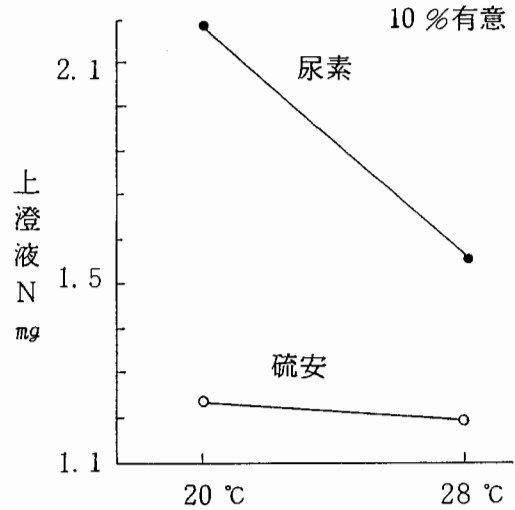
表一29 試験結果（土壌がない場合の液中窒素総量 mg）

土壌浸出液 30 ml	肥	℃	日	No.	液中	土壌塩水 30 ml	肥	℃	日	No.	液中
	硫安	20	3	21	2.48		硫安	20	3	25	2.48
		28	3	22	2.47			28	3	26	2.49
	尿素	20	3	23	2.35		尿素	20	3	27	2.36
		28	3	24	欠測			28	3	28	2.48

表一30 上澄液中N mgの分散分析

因子	水準	上澄液 N mg
土壌	1. 火山灰	1.59
	2. 沖積	1.45
肥料	1. 硫安	1.22 **
	2. 尿素	1.82 **
温度	1. 20℃	1.66 *
	2. 28℃	1.38 *
日数	1. 1日	1.69 *
	2. 3日	1.35 *

* 5%有意 ** 1%有意



図一12 交互作用（肥料×温度）

VII 除草剤の流入施用と除草効果 （昭53～54）

パイプライン灌漑施設の効率的な利用と共に、投下労働の軽減を図るために、ここでは、除草剤の灌漑用水混合流入施用による、水田雑草防除法について検討した。

1. 試験方法

- 1) 供試田：農試本場 30 a 区画水田を供試した。
- 2) 供試除草剤：剤型の異なる、デルカット乳剤（オキサジアゾン8%・ブタクロール12%）と、マメットSM粒剤（モリネート8%・シメトリン1.5%・MCPB0.8%）の2剤種を供試し、流入施用の実用性を検討した。
- 3) 除草剤分布調査方法：流入施用区は9又は3地点、対照区は3地点から田面水は100 mlピーカーを使い約500 mlをガラスびんに採取

し、デルカット乳剤はオキサジアゾンについて100 mlをn-ヘキサン抽出、アセトン定容後、電子捕獲型検出器付ーガスクロマトグラフィー（以下GCとする。）分析、マメットSM粒剤はモリネートについて100 mlをクロロホルム抽出、n-ヘキサン定容後、蛍光光度計検出器付GC分析を行った。土壌は表層から5 cmまでを採土管で採取し生土50 gをアセトン抽出（オキサジアゾン）、又は水蒸気蒸留（モリネート）後、以下同様の操作を行なって分析した。なおGCカラムはオキサジアゾンには1.5% NPGS、モリネートに対しては5%シリコンAN-600を使用した。

- 4) 除草剤の処理法：①デルカット乳剤（初期剤）施用量は10 a 当り 500 cc。流入施用区は田植終了直後完全落水状態の圃場へ、灌漑用水に薬剤を混入（オキサジアゾン濃度 1.4 ppm）流入施用した。散布区（対照区）は代かき直後、湛水状態で散布施用をおこ

なった。

②マメットSM粒剤(中期剤)の施用時期は移植30日後、10a当り施用量は3kg流入施用処理は、所定量の粒剤を水で溶解し、(水440ℓに対し8.3kg)計画モリネート

濃度5.3ppmの灌溉水を、落水状態とした圃場に流入した。散布区(対照区)は湛水状態の圃場へパイプダスターにより散布した。

5)耕種法: 稚苗機械移植栽培で、供試品種はハヤ

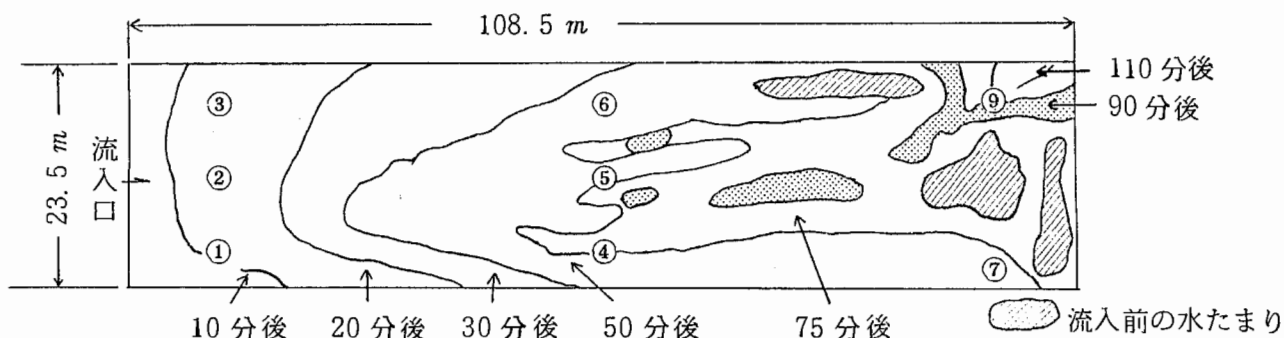


図-13 除草剤混入用水の流入状況の経時変化

ニシキである。

2. 試験結果

除草剤はその施用量が多い場合は栽培作物に薬害を与え、少ない場合には雑草防除効果が低下する性格をもつだけに、所定量内での均一施用が要求される。したがって、この試験では、除草剤の均一な圃場流入方法の検討が主要な課題となるが、前年の流入施肥試験の結果、完全落水状態流入で、ほぼ均一な施肥がなされることが判明したので、この除草剤流入施用試験においても、完全落水状態圃場流入の方法をとった。

1) 除草剤混入灌溉水流入状況

除草剤圃場流入の経時的状況は、図-13に示した。

除草剤混入灌溉用水は、流入口に近い部位の田面の低い部位を通り、水深を増しながら田面の高い部位に湛水しつつ水尻に及ぶ。毎秒11.1ℓの流量で、27.5aの落水圃場全面に湛水する所要時間は、1時間50分であったが、除草剤を圃場全体に均一に流入するには、流入圃場湛水所要時間帯の灌溉水に、除草剤が均等に配分されていなければならない。

2) 乳剤の流入施用

① デルカット乳剤流入の濃度分布

デルカット乳剤流入施用後の、圃場内における薬剤の濃度分布は、表-31のとおりである。流入直後の田面水のオキサジアゾン濃度分布差は、0.34~0.56ppm・平均0.44ppm(変動係数16.5%)の均一分布を示し、散布施用の分布差0.05~0.42ppmに比べても劣らない均一流入施用である。流入直後の土壌中濃度分布は、0.05~0.14ppm、平均0.1ppm(変動係数31.2%)で分布差はやや大きい、対照区(分布差0.49~3.53ppm)に比べれば、比較的均一な分布である。

なお、圃場内の田面高低差にもとづく、水深の深浅差によって、濃度分布に差異が生ずるとすれば、流入施用を困難にするが、調査の結果が示すように、水深と濃度分布との間には、特定の関連性は認められない。

② 流入施用の雑草防除効果

乳剤流入施用の雑草防除効果は表-33に示す。デルカット乳剤の流入施用は、散布施用に比べ、ノビエ・ミゾハコベの発生量が少なく、高い防除効果を示している。また、田面が高くて露出することが多く、抑草効果の低下した部位を除けば、30a圃場内における雑草発生量の地点差は認められず、除草剤は均一に流入されたことを示している。多年生雑草のホタルイの発生量は流入施用圃場に多いが、そのほとんどが前年発生越冬残存株であり、圃場の相違による発生差とみられた。

表一31 デルカット乳剤流入施用区の濃度分布（昭53）（オキサジアゾン・ppm）

地点	5/15 0時間（流入直後）			18時間後（管理用水入水前）			24時間後（入水後）		
	田面水	土 壤	水 深 (cm)	田面水	土 壤	水 深 (cm)	田面水	水 深 (cm)	
水口	1	0.41	0.05	3	0.37	0.06	1 - 1.5	0.08	1 - 1.5
	2	0.46	0.10	4 - 5	0.37	0.12	2 - 2.5	0.08	3
	3	0.56	0.14	3 - 4	0.46	0.19	3	0.09	3 - 3.5
中央	4	0.47	0.11	2.5	0.18	0.19	1 - 2	0.10	1 - 1.5
	5	0.45	0.13	3	0.33	0.13	2.5	0.20	2.5
	6	0.54	0.06	1.5 - 2	0.45	0.16	0.5	0.39	1
水尻	7	0.40	0.09	3	0.17	0.14	0.5 - 1	0.22	1.5
	8	0.34	0.11	3.5 - 4	0.18	0.20	2.5	0.22	3 - 3.5
	9	0.36	0.13	3 - 3.5	0.31	0.20	1.5 - 2	0.30	2.5 - 3
平均	0.44	0.10	2.9 - 3.3	0.31	0.15	1.6 - 1.9	0.19	2.0 - 2.3	
変動係数	16.5%	31.2%		36.6%	31.4%		54.2%		
10 (高)	0.29	0.16	1.5 - 2	-	0.24	0	0.25	0 - 0.5	
11 (低)	0.45	0.06	5.5 - 6	0.43	0.21	3 - 3.5	0.36	3.5 - 4	

※オキサジアゾンの検出限界 田面水：0.005 ppm 土 壤：0.01 ppm

表一32 デルカット乳剤散布区（対照区）の濃度分布（昭53）

地 点	分析値（オキシジアゾン・ppm）				備 考
	施用直後（5/12）		施用3日後（5/15）		
	田面水	土 壤	田面水	土 壤	
1（水口部）	0.05	(0.49)	0.09	(0.49)	検出限界
2.（中央部）	0.42	(3.53)	0.50	(2.17)	田面水：0.005 ppm
3.（水尻部）	0.15	(1.39)	0.59	(3.16)	土 壤：0.01 ppm

③ デルカット乳剤流入施用の薬害

デルカット乳剤の使用基準は、代かき時または代かき直後施用で、田植の6～3日前となっているが、均一に流入施用するには、この使用基準の範囲外である移植直後施用をおこなわざるを得ない。この移植直後施用では稲の薬害が懸念されたが、移植後初期の天候が良好だった53年には、葉鞘褐変および下葉枯れ等の薬害的症状は認められなかった。移植後の天候が不順で低温に経過した54年には、若干の薬害症状がみられたが、その程度は軽微で実害となる程ではなかった。以上のように、デルカット乳剤の流入施用は、均一流入が可能で雑草防除効果も高く、移植直後施用においても実害を与える薬害がなく実用性が認められる。

3) 粒剤の流入施用

① マメットSM粒剤流入の濃度分布

流入施用後の圃場内薬剤濃度分布は表一35のとおりである。田面水中のモリネート濃度は、水口部で1.9ppm、中央部で0.5ppm、水尻部では0.03ppmで、流入口から遠ざかるほど低濃度となり薬剤分布むらが大きい。また、灌漑水の計画濃度5.3ppmに対して、実測平均濃度は1ppm以下の低濃度流入となった。これは、薬剤が粒剤のために水に溶解しがたく、一次希釈タンク内濃度が計画濃度の1/5～1/6に低下したことと、一次希釈後の吐出口においても、経過時間による濃度むらがあったことおよび流入施用時の圃場内の所々に残留水があったこと等の諸要因

表-33 昭和53年雑草発生量 (m²当り 本数)

ほ場地点No.			6 月 12 日 (デルカット乳剤使用后)						田面の 高低 (cm)
			ノビエ	キカシグサ	ミゾハコベ	ヘラオモダカ	計	ホタルイ	
対 照 区	水口	1	32	-	88	-	120	-	
	中央	2	32	-	10	-	42	-	
	水尻	3	22	-	110	-	132	-	
流 入 施 用 区	水 口	1	10	10	10	-	30	-	-1.0
		2	10	-	-	-	10	-	-3.0
		3	-	-	-	10	10	-	-3.0
	中 央	4	-	22	-	-	22	10	-1.5
		5	-	-	-	-	-	32	-2.5
		6	-	44	22	-	66	32	-0.5
	水 尻	7	-	-	-	-	-	32	-0.5
		8	-	-	10	-	10	32	-3.0
		9	-	-	-	-	-	22	-2.5
田面{	高低	32	-	166	10	208	32	基 準	
		-	-	-	-	-	22	-3.5	

注) 基準より数字が大きいのは田面がより低いことを示す。

表-34 昭和54年雑草発生量 (m²当り 本数)

調査 区	項目 No.地点	薬 害 5/25	6 月 14 日 (デルカット乳剤使用后)						
			ノビエ	ミゾハコベ	ヘラオモダカ	そ の 他	計	ホタルイ	
対 照 区	水口	1	無	30	20	-	2	52	4
	中央	2	無	30	22	4	8	64	11
	水尻	3	無	9	12	-	3	24	-
流 入 施 用 区	水 口	1	微	9	4	1	2	16	43
		2		* 21	37	7	3	68	69
	中 央	4	微	9	19	2	3	33	20
		5		21	18	5	1	45	44
水 尻	7	無	5	2	5	5	17	26	
	8		3	2	1	1	7	24	

*は水深の浅い地点である。

が複合されての結果と推定される。なお粒剤製造のための増量剤が、一次希釈タンクに沈澱し、あるいは流入中にパイプストレーナーに詰まりを生ずるなど、粒剤の流入施用には問題が多い。

② 粒剤流入施用の雑草防除効果

マメットSM粒剤流入区は初期剤デルカット乳剤流入供試圃であり、対照区は初期のデルカット散布供試圃であるが、表-33にみるように、マメットSM粒剤施用時(6月13日)の流入施用区における雑草は散布区より少ない。しかし、マメッ

表一35 マメットSM粒剤流入施用区の濃度分布（モリネート・ppm）

地点	6/13（施用直後）		6/13（施用3時間後）		6/14（施用1日後）		6/15（施用2日後）	
	田面水	土 壤	田面水	土 壤	田面水	土 壤	田面水	土 壤
2	1.90	< 0.02	1.70	< 0.02	0.69	< 0.02	< 0.01	0.10
5	0.51	< 0.02	0.76	< 0.02	0.03	< 0.02	< 0.01	< 0.02
8	0.03	< 0.02	0.13	< 0.02	< 0.01	< 0.02	< 0.01	< 0.02

※モリネート検出限界 田面水：0.01 ppm 土 壤：0.02 ppm

表一36 マメットSM粒剤散布区（対照区）濃度分布

地 点	分 析 値（モリネート・ppm）				備 考
	施用直後（6/14）		施用1日後（6/15）		
	田面水	土 壤	田面水	土 壤	
水口部	7.95	< 0.02	< 0.01	0.74	検出限界
中央部	1.60	< 0.02	< 0.01	0.94	田面水：0.01 ppm
水尻部	0.91	< 0.02	0.03	< 0.02	土 壤：0.02 ppm

表一37 雑草の発生量

ほ場地点No.	7 月 5 日（マメットSM使用后）							（m ² 当り本数）	
	ノビエ	キカシグサ	ミゾハコベ	ヘラオモダカ	イヌノヒゲ	マツバイ	計	ホタルイ	
対 照 区	水口 1	10	—	88	—	—	96	22	
	中央 2	10	—	276	—	—	283	10	
	水尻 3	—	—	22	—	10	32	10	
流 入 施 用 区	水 1	10	—	10	22	—	44	22	
	2	—	—	110	—	—	110	10	
	口 3	10	11	76	—	—	108	132	
	中 4	10	—	222	10	76	318	22	
	5	10	—	66	—	—	76	54	
	央 6	10	—	200	—	32	242	76	
	水 7	—	—	166	10	—	176	100	
	8	10	—	110	—	—	110	110	
	尻 9	10	—	144	—	—	154	10	
田 面	高	—	—	366	76	32	484	188	
	低	—	—	88	—	—	88	44	

トSM施用後の雑草発生量は、表一37に示すように、逆に流入施用区で多く、特にミゾハコベおよびホタルイの種子発芽新生草の発生が散布区より多く、流入施用区の雑草防除効果は散布施用区に劣った。また雑草発生量の地点間差が大きく発生むらが認められる。これは、粒剤が水に溶解しが

たいために、施用量が所定量以下となり、また、圃場内の濃度分布むらが大きかった結果であり、流入施用区の雑草発生量は総体的に多くなった。粒剤の流入施用は以上のような問題があるが、根本的には、粒剤を構成する増量物質と、除草剤成分が一次希釈槽内で容易に分離しないことに問題

がある。増量物と結びついた比重の重い状態で薬液が流入される結果、圃場内の薬液濃度は流入口から遠ざかるほど低下する。この薬液分布むらの発生は流入施用にとっては致命的であり、粒剤除草剤の流入施用の実用性は極めて薄いものとみられる。

VIII 殺菌・殺虫剤の流入施用と防除効果
(昭54~55)

ここでは病害虫防除を目的とした農薬の灌漑用水混合流入施用の実用性を検討した。

1. 試験方法

- 1) 供試圃場：30a区画水田
- 2) 供試農薬：殺菌剤としていもち病を対象にフジワン乳剤(イソプロチオラン、40%)、また殺虫剤としてイネクビボソハムシを対象にサンサイド乳剤(PHC・25%)を供試した。なお対照にはそれぞれの粒剤(イソプロチオラン・12%、PHC・3%)を供試した。
- 3) 薬剤の処理法：粒剤(対照区)はパイプダスターにより10a当りフジワン剤は4kg、サンサイド剤は3kg散布した。また流入施用区は対照区の投下分量と同一になる分の乳剤を灌漑水に混入し、落水状態の圃場に短辺の水口から流入施用した。
- 4) 農薬濃度分析方法：かんがい水、田面水は約500mlを採取し、このうち100mlをイソプロチオランはジクロロメタン抽出→n-ヘキサン定容→ECD-GC、またPHCはジクロロメタン抽出後、2,4-ジニトロフルオロベンゼンを加えてDNP化し、フロリジルカラムクロマトグラフィー(以下CC

とする。)精製後、n-ヘキサン定容としてECD-GC分析を行った。稲体は必要量を地際部で刈取り、水に触れていた部分を水洗後、イソプロチオランは試料50g又は20gをアセトン抽出→ジクロロメタン転溶→アセトニトリル分配→フロリジルCC→ECD-GC、PHCは試料25gを(アセトン+水)抽出→ジクロロメタン転溶→凝固法による精製→DNP化→フロリジルCC→ECD-GCにより分析を行った。なおGCカラムはイソプロチオランには10%-シリコンDC-200、PHCには5%シリコンDC-200を使用した。

5) 防除効果調査方法：いもち病防除効果は、試験圃場でいもち病が発生しないため、以下の人工接種試験により調べた。試験区内にハヤニシキを植えた素焼のはちを圃場面と同一になるように埋め込み薬剤処理9日後にとり出す。次に同17日後、各葉身にいもち菌の孢子懸濁液(孢子濃度、5~6コ/視野(×200))をパンチ接種し温室内遮光下において、接種12日後主幹上位3葉および分けつ茎上位2葉における病斑面積を調べた。イネクビボソハムシに対する殺虫効果は、各調査地点毎にあらかじめ網でおおった稲2株に成虫10頭を放し産卵させてから網を取り去り、薬剤処理後被害葉数と幼虫数または蛹数を調査した。調査株数は放虫した2株を中心に計10株とし、処理区は9地点2反復、対照区および無処理区は2地点各3反復とした。

2. 試験結果

1) 施用薬液および田面水濃度

施用薬液は表-38に示すように計画値に近い濃度であったことから順調に薬液がかんがい水に混入

表-38 薬液槽内(一次希釈) 濃度および吐出口の二次希釈濃度 (ppm)

薬 剤 名	希 釈 液	計 画 値	分 析 値			分 析 成 分	実 施 年 月 日
			流 入 前 期	流 入 中 期	流 入 後 期		
フジワン乳剤	一 次	1,700	1,420		1,620	イソプロチオラン	S 54.7.13
	二 次	5.7	6.16	5.52	6.00		
サンサイド乳剤	一 次	1,052	898		-	P H C	S 55.6.19
	二 次	3.0	2.63	2.45	2.50		

したと推定される。またフジワン乳剤については流入施用直後の田面水濃度を分析し、圃場内のばらつきを調べた。その結果を表-39に示したが9地点の変動係数が8%と均一な分布であり、慣行の粒剤散布よりもむらがなく優れていた。サンサイド乳剤については水口、中央、水尻の3地点を

表-39 薬剤流入施用6時間後の田面水濃度

地点	薬剤	フジワン乳剤 (イソプロチオラン・ppm)
(水口)	1	5.20
	2	5.40
	3	5.16
(中央)	4	4.16
	5	4.80
	6	5.08
(水尻)	7	4.64
	8	4.76
	9	4.96
平均		4.91
変動係数		0.08

調査したが、施用直後でそれぞれ2.46、2.05、1.91(いずれもPHC・ppm)であった。水尻側で濃度が低くなったのは圃場内に残留水があったためと考えられる。またフジワン乳剤の流入施用に際しては、均一に流入施用されたにもかかわらず、管理用水を流入した3日後に濃度を調べたところ、水口・0.24、中央・0.53、水尻・3.72(イソプロチオラン・ppm)であった。水尻部が特に高濃度となったのは成分を含んだ残留水が管理用水により押し流されたためと考えられるが、同様の現象が流入施肥試験でも認められている。

2) 稲体中イソプロチオラン濃度およびいもち病防除効果

人工接種試験の結果、流入施用区の発病程度は対照区とはほぼ同じであり、無施用区に比べ防除効果が認められた。稲体中のイソプロチオラン濃度については流入施用区は粒剤の慣行散布に比べて低濃度であった(表-40)。別に実施した試験においても流入施用区が最高1.9ppmであったものに対し、対照区は2.6ppm(いずれも施用10日後分析)、という結果が得られている。この原因が施用法による違いであるのか剤型による違

表-40 いもち菌接種試験*と稲体中イソプロチオラン濃度

区	調査病斑数	病斑面積**	変動係数	稲体中濃度***
流入施用区	117 ^コ	26.4 ^{mm²}	0.62	0.12 ^{ppm}
対照区	65	28.3	0.57	0.22
無施用区	58	42.9	0.31	-

* 薬剤処理17日後接種、接種12日後調査。

** 流入施用区は9地点、対照区および無施用区は3地点を調査し平均。

*** 薬剤処理14日後、2点を分析し平均。

いであるのかは明らかではないが、実用化に際してはさらに圃場における防除効果確認等、検討の必要があると思われる。

3) 稲体中PHC濃度とイネクビソハムシ防除効果

表-41に結果を示したが流入施用区では施用1日後で3ppm程度の吸収であり、2日後に最高の約4ppmであった。これに対し対照区は粒剤

施用であるため施用4日後に最高の約3ppmとなった。なお流入施用区では水尻がやや低濃度であるが、田面水の分析結果と一致している。

イネクビソハムシの防除効果は流入施用4日後の調査結果では、水尻部地点8、9にのみ生存幼虫がみられた。これは濃度分析結果と一致しており、この辺りだけが残留水の影響により薬剤が十分に行き渡らず防除効果も劣ったものと判断さ

表-41 イネクビボソハムシ防除効果と稲体中P H C濃度

区	地 点		幼 虫 (蛹) 数*			稲体中P H C濃度(ppm)	
			施用 2 日前	施用 4 日後	施用 12 日後	施用 1 日後	施用 4 日後
流入施用区	水口	1	5.5	0	—	3.02	2.57
		2	12.0	0	—	3.02	
		3	4.5	0	—		
	中	4	51.5	0	—	3.58	
		5	30.0	0	—		
		6	22.4	0	—		
	水尻	7	29.0	0	—	2.40	
		8	62.0	18.5 (1)	0 (3.5)		
		9	23.0	9.0	0 (0.5)		
対照区	1	11.7	1.0	0	1.19	2.86	
	2	8.0	0.7	0			
無施用区	1	8.0	16.7	1 (1.0)	—	—	
	2	9.3	12.7 (0.3)	1 (4.7)			

* 流入施用区は1地点当り2ヶ所、対照区、無施用区は同3ヶ所の平均値。

れる。しかしほとんどの地点は生存幼虫数0であり流入施用は実用性があると思われる。対照区はわずかに生存幼虫が存在するが(施用4日後)、12日後では幼虫が認められていないことから剤型か粒剤であるために効果の発現がやや遅かったと思われる。

4) 農薬の流入施用の実用性

試験に供した農薬はそれぞれ防除の対象が異なっているが、剤型別では乳剤3、粒剤1である。中期除草剤の試験に粒剤(マメットSM)を供したのは他の剤型がなかったためであるが、結果は既述のように実用性も劣っていることから流入施用にあっては乳剤等の水に溶けやすい剤型のものを使用しなければならない。さらに、ほ場内に残留水があると分布むらが生じやすいので、完全落水にして流入する必要がある、また、できるだけ田面の高低がないようにする必要がある。

殺菌、殺虫剤の場合は吸収移行性を持つものではない。この理由により本試験ではフジワン乳剤、サンサイド乳剤を試験に供したが実用性が認められた。しかし本試験結果によれば稲体に吸収された成分量は慣行粒剤散布した場合と必ずしも一致していないことから、個々の薬剤

について実際の防除効果を確認しておく必要がある。またデルカット乳剤のように特殊な使用方法となるのであれば、薬害等、予想される問題点をあらかじめ解決しておかなければならない。

環境保全の立場からは、パイプライン施設は閉鎖系ではあるものの水質汚染には特に注意する必要がある、できるだけ低毒性の薬剤使用が望ましいと考える。

IX 総合考察

本調査は、パイプラインかんがい方式を、単に、水田用水のかんがいに利用するだけでなく、かんがい用水に肥料、除草剤および殺菌、殺虫剤を混入施用する技術を確立し、パイプラインかんがい方式の多目的利用をはかることを目的として調査した。以下、51年から55年までの調査結果を要約する。

1. 土壌調査

基肥の流入施用は土壌の有効態リン酸に影響し実用上問題があるが、追肥の流入施用は4か間の

試験結果では土壌の理化学性に与える影響はみとめられなかった。

2. 用水量調査

- (1) 代かき用水量は、代かき用水入水時の土壌水分によって左右され、平均80 t/10 a、最大113 t、最小42 tであった。また、代かき用水量は短時間に集中的に入水することによって用水量の節約となる。
- (2) 日減水深（ほ場）20～30mmの当ほ場での管理用水量は稚苗体系で平均1,700 t/10 a、最小1,300 t、最大2,300 t、中苗体系で、平均1,400 t/10 a、最小1,000 t、最大1,800 tであった。降雨を含めた総用水量は稚苗体系で、平均2,500 t、中苗体系は2,100 tであった。

3. 地温調査

パイプラインかんがい方式による夜間かんがい法は、慣行水管理法（朝、夕水管理）に比較して、地温上昇効果が高く、とくに、寒冷地稲作に重要な生育前半の6月の地温が高く経過する。また、パイプラインかんがい方式は水口、中央、水尻の地点間差がなかった。

55年の調査結果から、慣行水管理法においても日の出前後のかんがい水の入水はパイプライン夜間自動かんがいと同様な地温経過であった。

4. 肥料の流入施用

1) 基肥流入施用

基肥の流入施用は、施肥基準量を現在一般的に使われている資材（この試験では液肥+単肥）を使用した場合、ほ場内の濃度分布が不均一となり、生育、収量に大きく影響し実用性がなかった。

2) 追肥流入施用

- (1) 本装置による二次希釈液（吐出口）は、液肥、単肥（硫安、塩加）ともほぼ均一な濃度となった。
- (2) 追肥の流入施用は、分けつ期、幼穂形成期ともに、完全落水条件で流入施肥することに

よって均一な濃度分布となり生育収量にも影響を与えず実用性が高い。

(3) 流入施肥による田面水中の窒素

濃度低下は希釈、土壌吸着、土壌微生物による窒素形態の変化、脱窒、水稻および水生植物による吸収が考えられる。

5. 農薬の流入施用

1) 除草剤流入施用

- (1) デルカット乳剤の移植直後の流入施用は、多少の薬害の発生もみられるが、除草効果も高く、実用性が認められた。
- (2) 粒剤は水に溶難く、濃度分布も不均一となり、除草効果も濃度分布に対応して除草効果もバラツキ、対照区と比べて除草効果も劣り、実用上問題がある。

2) 殺菌剤流入施用

- (1) フジワン乳剤の流入施用濃度分布は、乳剤ということもあって、均一な濃度分布であった。
- (2) 稲体中の濃度は対照区と比較して低目であったが、いもち菌の接種試験の結果は一応防除効果は認められた。

- (3) 実用化に際しては、ほ場での防除効果の確認等、さらに検討を要する。

3) 殺虫剤流入施用

- (1) サンサイド乳剤の流入施用濃度分布は、ほぼ均一な濃度分布となった。
- (2) 稲体の体内濃度は対照区と比較して高濃度であった。
- (3) 防除効果も十分あり、サンサイド乳剤の流入施用の実用性は十分認められた。

6. 結論

パイプライン方式を利用して、かんがい水に資材を混入施用する技術の実用化のためには、資材の開発にかかっている。

その資材の要件は、①水に溶解し易いこと、②稲体への吸収移行性があること。③流入施用を行っても薬害がないこと。④土壌への吸着性

が適度であること、これ等の条件を持つ資材であればかんがい水混入流入施用は十分実用性があり、管理作業の省力化とともにパイプラインの効率的利用も図られる。

参 考 文 献

- (1) 横田忠夫、辻勝治ら
農業技術研究所編、農薬試験研究打合せ会議資料、資料番号22(1978)
- (2) 財団法人日本植物調節剤研究協会編
最新除草剤解説 P 179 (1974)
- (3) 滋賀農試成積概要：農業技術研究所編、農薬試験研究打合せ会議資料 資料番号 25 (1980)
- (4) 高井康雄也
植物栄養土壤肥料大事典
P1101~1102 (1976)
- (5) 土壤肥料学会誌 P 478 (51-6)