

八 郎 潟 調 整 池 の 富 栄 養 化 に つ い て

第 4 報 代かき時における田面水質の挙動について(予報)

三 浦 竹治郎 湯 川 幸 郎 片 野 登
大 橋 猛 小 林 裕¹⁾ 加 藤 潤²⁾

閉鎖系水域の富栄養化の一因として、近年多肥多収型農業のもとでの水田に施用された肥料成分の流入が各地で論議の対象となっている。¹⁾ 我々は八郎潟調整池の富栄養化機構解明調査の一環として、大潟村農地の地表排出水の調査を実施中である。水田からの肥料成分の排出は表面排出と浸透排出であるが、表面排出の代表的例は田植直前の落水である。この時の田面水の水質は代かき作業の影響を強く受けている。大潟村農地は既報の如く八郎潟を干拓して造成された新しい農地で、ヘドロと俗称される低湿重粘土壌からなる。この特殊な土壌条件下での地表排出水中の肥料成分の挙動を調査する一段階として、代かき時の田面水の水質調査を行った。本報告では、昭和55年に行った調査の一部について報告する。

I 調 査 圃 場

調査は大潟村農地の代表的 3 圃場について行い、対照として秋田市内の普通水田 1 圃場を調査した。また調査圃場に直接関係する用排水路の水質をも併せて調査した。調査地、用排水路系統および調査圃場の耕種条件を表一 1 および図一 1 に示した。

表一 1 調 査 圃 場 の 耕 種 条 件 ^{2) 3)}

項目 圃場	土 性	入植時期	元 肥 量 (kg/10a)	代かき日	田 植 日
A	灰 褐 色 系 砂 壤 土	S 45	硫加磷安 40kg N—4.0kg P—3.5kg K—3.3kg	5 月 9 日	5 月 16 日
B	強 グライ 土 壤 重 粘 土	S 46	硫加磷安 50kg N—5.0kg P—4.4kg K—4.1kg	5 月 12 日	5 月 16 日
C	強 グライ 土 壤 重 粘 土	S 55	硫加磷安 20kg N—2.0kg P—1.7kg K—1.7kg	5 月 13 日	5 月 20 日
D	強 グライ 土 壤 灰 色 埴 壤 土	—	硫加磷安 50kg N—6.5kg P—3.7kg K—8.0kg	5 月 10 日	5 月 17 日

1) 現在秋田県大曲保健所 2) 現在秋田県本荘保健所

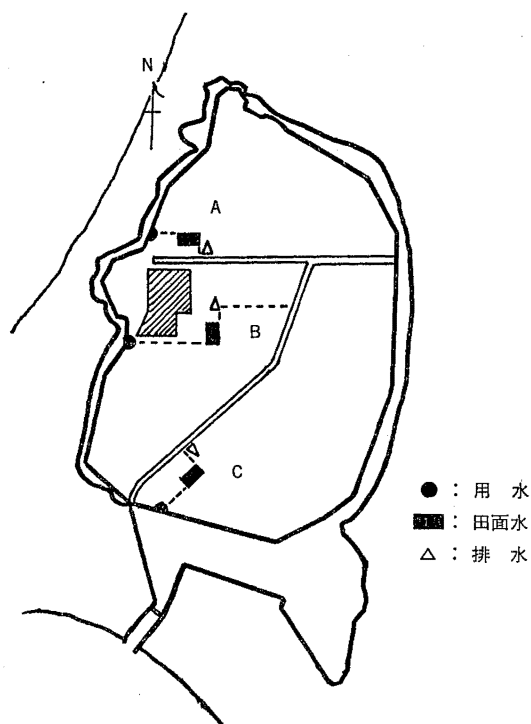


図-1 調査地点

Ⅱ 調査項目および分析方法

COD(ppm) : JIS K0102.13

pH	: 東亜電波製 HM-10B
導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	: 東亜電波製 CM-15A
SS (ppm)	: JIS K 0102 10.2 備考3
T-N (ppm)	: ケルダール窒素 + $\text{NO}_2^- - \text{N}$ + $\text{NO}_3^- - \text{N}$
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (ppm)	: JIS K 0102 17.1.2A
$\text{NO}_2^- - \text{N}$ (ppm)	: 上水試験法 19.2
$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (ppm)	: JIS K 0102 17.3.2
T-P (ppm)	: JIS K 0102 解説27
$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (ppm)	: JIS K 0102 27.1 (3) (b)

なお分析は原則として試料採水日に行い、出来ない場合は0°Cの冷蔵庫に保存し、なるべく早く分析を行った。

Ⅲ 調査結果

調査は遠隔地であり、また調査圃場の作業進捗具合に合わせて適時行ったので、調査間隔は日単位であり不均等である。調査結果を表-2~5、図-2~5に示した。

表一 2 A圃場の用水・田面水および排水の分析結果

採水系統	採水月日	分 析 項 目									
		pH	導電率	SS	T-N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	T-P	PO ₄ ³⁻ -P	COD
用 水	5. 6	7.8	290	20	0.49	0.03	<0.007	0.03	0.038	<0.006	5.1
	5. 8	7.8	324	60	0.60	0.01	<0.007	0.07	0.021	<0.006	5.6
	5.13	7.7	314	17	0.54	0.01	<0.007	<0.01	0.031	<0.006	4.5
田面水	5. 9	6.2	484	9,280	37.31	1.00	0.016	1.13	0.623	—	114
	5.12	7.3	438	490	2.32	0.09	0.014	0.13	0.572	0.024	28
	5.13	7.6	455	204	1.44	0.17	0.011	0.14	0.181	0.018	19
	5.14	7.6	458	154	1.78	0.11	<0.007	0.05	0.185	0.006	19
排 水	5.13	7.1	1,112	57	2.05	1.13	0.009	0.09	0.128	0.026	6.6
	5.19	7.4	742	51	2.02	1.38	0.009	0.15	0.130	0.009	6.9

(単位：ppm 導電率 $\mu\text{V}/\text{cm}$)

表一 3 B圃場の用水・田面水および排水の分析結果

採水系統	採水月日	分 析 項 目									
		pH	導電率	SS	T-N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	T-P	PO ₄ ³⁻ -P	COD
用 水	5.12	9.3	587	49	1.40	0.01	0.022	0.23	0.171	0.013	12
	5.13	9.0	599	47	1.61	0.05	0.018	0.25	0.133	0.007	10
田面水	5.12	7.3	704	3,450	10.59	0.65	0.24	3.1	3.798	0.051	109
	5.14	9.3	603	72	1.57	0.02	<0.007	0.07	0.255	<0.006	15
	5.16	7.7	743	112	1.81	0.19	0.010	0.02	0.231	0.045	17
排 水	5.19	7.3	836	145	0.93	0.27	<0.007	0.17	0.287	0.062	16

(単位：ppm 導電率 $\mu\text{V}/\text{cm}$)

表一 4 C圃場の用水・田面水および排水の分析結果

採水地点	採水月日	分 析 項 目									
		pH	導電率	SS	T-N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	T-P	PO ₄ ³⁻ -P	COD
用 水	5.13	7.8	588	54	1.07	0.07	0.016	0.20	1.07	0.084	8.7
田面水	5.14	7.5	856	260	3.39	0.65	0.166	1.13	0.241	0.026	25
	5.16	8.7	752	150	3.16	0.39	0.066	0.43	0.270	0.067	25
	5.19	8.6	683	51	1.84	0.14	<0.007	0.11	0.130	0.011	15
排 水	5.13	7.2	1,130	11	1.37	0.24	0.024	0.09	0.071	0.025	15
	5.19	7.8	646	113	5.64	4.74	0.033	0.19	5.767	4.647	18

(単位：ppm 導電率 $\mu\text{V}/\text{cm}$)

表—5 D圃場の用水・田面水の分析結果

採水系統		採水月日	分 析 項 目						
			SS	T—N	NH ₄ ⁺ —N	NO ₂ ⁻ —N	NO ₃ ⁻ —N	T—P	PO ₄ ³⁻ —P
用 水		5.10	11	0.29	0.11	<0.007	0.15	0.045	0.017
田面水	代かき直後	5.10	5,100	8.95	3.39	<0.007	1.03	6.172	0.165
	代かき6時間後	5.10	675	5.73	2.61	<0.007	0.01	1.008	0.084
	代かき12時間後	5.10	64	2.18	1.15	0.009	<0.01	0.073	0.040
	代かき4日後	5.14	38	1.27	0.29	<0.007	0.34	0.074	0.029
	代かき7日後	5.17	11	0.84	0.28	<0.007	0.20	0.056	0.017

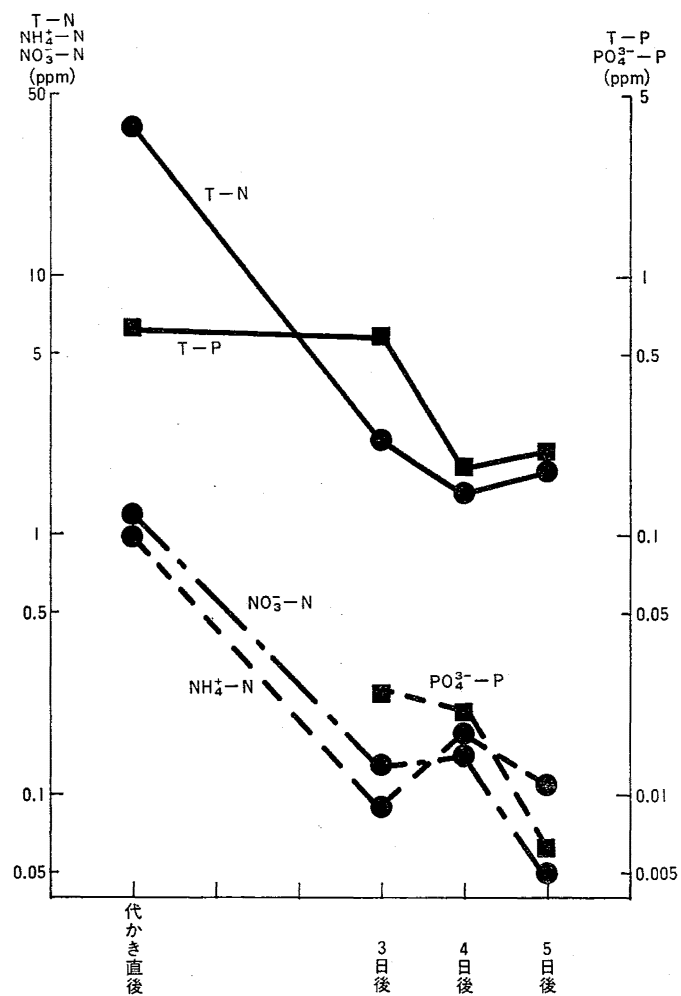
(単位：ppm)

大潟村農地のかんがい水は前報で報告したように、用排水路は完全に分離しているが、全体として循環型になっており、また一般農地では用排水路は分離していない。したがって代かき時期、田植時期のかんがい水はかんがい、代かき、落水が一時に集中するので、通常時のかんがい水より混濁していることは日常経験するところである。この調査田にかんがいされたかんがい水は、大潟村農地では取水口の位置によって大きく異なるが、SS 50ppm前後、T—N 0.5～1.4 ppm、T—P 0.04～0.17ppmである。

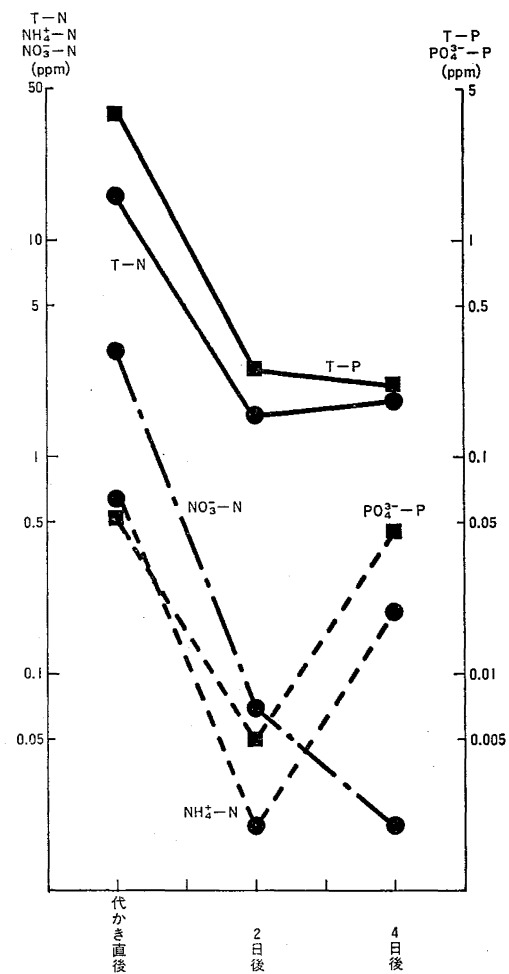
代かき作業は湛水中での土壌の機械的攪拌であるので、当然水中のSS量は激増するが、作業終了後速やかに沈降する。その速さはD圃場での調査結果によれば、12時間以内に急速に沈降し、その後は徐々に沈降する。このことはA圃場3日後、B圃場2日後、C圃場1日後のSS量から判断して、大潟村農地でも同じ経過をたどっていると推定される。4～6日後の水質が安定した時のSS濃度水準は大潟村農地の濃度が高く、初期かんがい水に近いが、それに数倍する濃度であり、それぞれの用水系の通常時に比較して数倍の高濃度である。特にA圃場の150ppm以上の安定水準は対照水田に比較して異常に高い濃度である。

代かき時の田面水中の窒素成分はその大半を土壌窒素に由来し、土壌肥沃度に関連する要素であるが、代かき直後のT—N濃度は調査田の特徴を反映して大きな差があり、元肥施肥量との相関はない。T—Nの量的変化はその田面水のSSの量的変化と極めて強い整合性を示している。施用窒素成分である $\text{NH}_4^+—\text{N}$ では、減少傾向はT—Nに同じであるが、量的には施用量とは相関がない。土壌窒素に由来する $\text{NO}_3^-—\text{N}$ が大きな比率を示しているが、経時的に急速に減少する。T—N中の無機窒素の比率はA圃場で非常に小さいが、大潟村水田は共に落水時の無機窒素の比が大幅に減少している。落水時のT—Nおよび $\text{NH}_4^+—\text{N}$ 濃度は、それぞれの通常用水に数倍する濃度である。

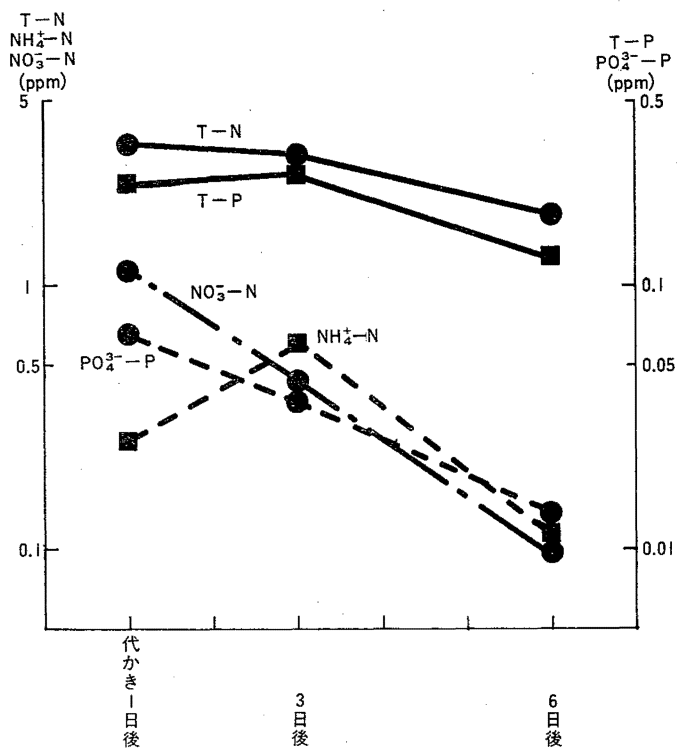
磷成分については、T—P、 $\text{PO}_4^{3-}—\text{P}$ 共に基本的挙動はT—Nと同様であるが、施肥量および窒素成分に比較して量的に少なく、落水時の濃度は低く、通常用水よりやや高い濃度に安定する。磷自体は土壌吸着性が強いので、土壌粒子沈降後の田面水では、磷成分は低い濃度で安定するが⁴⁾、大潟村農地の方がやや高い値で安定する。



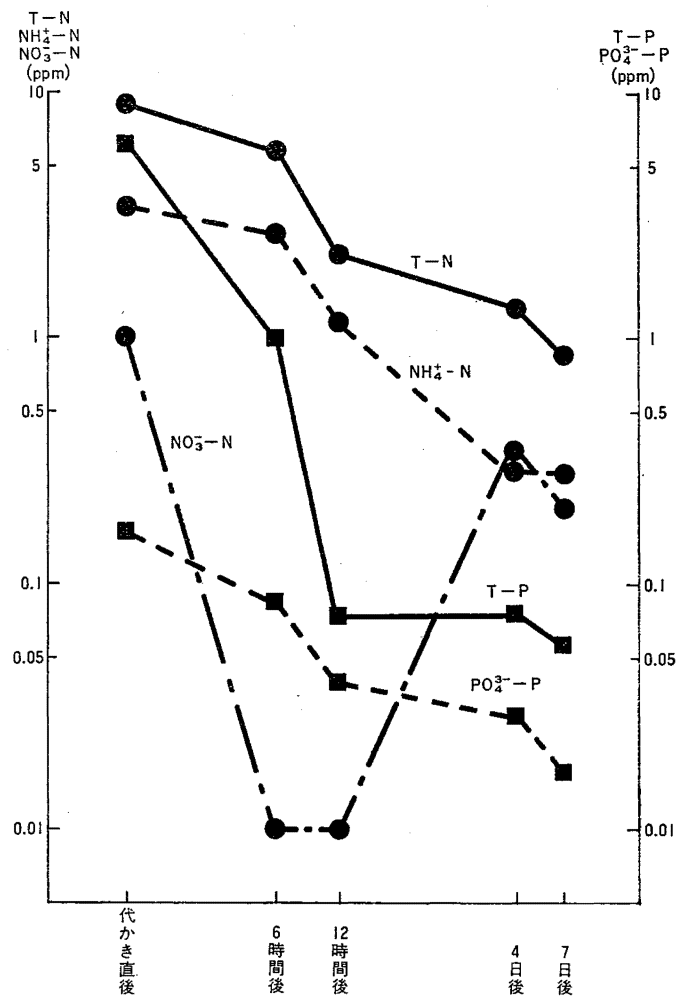
図一 2 A圃場の代かき時における田面水のN・Pの動向



図一 3 B圃場の代かき時における田面水のN・Pの動向



図一 4 C 圃場の代かき時における田面水のN・Pの動向



図一 5 D 圃場の代かき時における田面水のN・Pの動向

CODの挙動は肥料成分とは多少異なり、代かき直後には異常に高位の値を示すが、その後20 ppm前後に安定し、経時的变化は少ない。また3圃場共ほぼ同位の水準を示し、通常用水を大きく上回る値である。代かき直後のCOD負荷は土壌粒子によるものであるが、土壌粒子沈降後の高位安定は導電率が安定した数値を示すことから考えて、土壌攪拌による土壌、農業資材からのCOD寄与があるものと考えられる。

以上の調査結果は、4調査田共傾向的には同一の挙動を示しているが、4調査田がそれぞれ土壌の性質を異にした開田年数が異なるので、それらを反映して代かき後の水質が安定した時点での水質諸項目の水準はかなり違っている。一般に大潟村水田は高水準にあり、特にA圃場のSS量は異常である。水中の土壌粒子の沈降速度は単に粒径組織のみならず、溶存塩基量等水の質に關係する現象であるので、今後解明しなければならない。

田植前には大方の圃場では田面水を一時的に排出するので、当然小排水路はその影響を直接に受け、水質は用水より田面排水に近い水質を示している。

Ⅳ 考 察

本調査は、農地から直接排出される肥料成分の一部をしめる代かき水排出時の肥料成分の挙動について調査した結果であるが、水質の挙動を標徴するSSの挙動をみれば、SS量が50ppm 前後に安定するまでの時間は対照水田で約1日、A圃場で5日以上、B圃場で3～4日、C圃場で5日と推定され、それぞれの土壌条件を強く反映している。Bの重粘土壌圃場で三浦⁵⁾らは、代かき水の影響について2日後以降に落水すれば水質に及ぼす肥料成分の影響はほとんどないとしているが、通常用水に比較すれば2日後ではなお高濃度である。大潟村農地では、初期除草剤使用の關係で代かき後3日は湛水するし、農家が所有する耕起攪拌能力と田植能力のバランスから代かき後の湛水期間は長い、A圃場のように代かき後SSが安定するのに長時間を要し、溶存物質が高濃度に安定するのが一部の大潟村農地の特徴であると考えらるならば、田植前の排水では肥料成分の流失は当然考慮すべきである。この事は、小排水路の水質が具体的に説明している。

大潟村農地のかんがい水は、前報で記載した如く循環方式になっており、また周辺農地の排水も流入しているので、田植時の用水は通常時に比べて数段の高濃度の溶存物質を含む。さらに、かんがい水の大部分が水田にかんがいされないまま、用水堰から幹線排水路に直行し循環している実情から、流量の少い排水堰の水質が、幹線排水路に十分に反映されず、水田からの排水の影響が過少評価される恐れがある。大潟村農地から排出される流出負荷量の算定にあたっては、これらの特徴に十分留意する必要がある。

Ⅴ 摘 要

- (1) 代かき作業による田面水の混濁は速やかに沈降するが、安定濃度に達する時間とSS濃度は圃場条件により大きく異なり、灰褐色系砂壤土では、1週間以上を要し100ppm 以上を維持し、八郎潟干拓農地の特徴となっている。

- (2) T-N、T-Pの挙動は、SSの挙動に付随するものであるが、安定後の量は通常の用水及び対照水田よりかなり高濃度に安定する。特にT-Nにこの傾向が強い。
- (3) CODは、代かき当日以後の経時的変動が少ないが、用水よりかなり高位に安定している。
- (4) 導電率は、経時的変動が少ない。
- (5) 代かき水の排出に伴い、肥料成分の流失が起きている。
- (6) 代かき水の排出の影響は、小排水路で明らかに認められる。

[参 考 文 献]

- 1) 米田 茂男 農地排水による肥料成分の排出機構 ——富栄養化に及ぼす肥料の影響 評価に関する諸問題—— 農業および園芸 第55巻第10号 (1980)
- 2) 秋田県農業試験場 八郎潟中央干拓地第二期土壌説明書 S52.3
- 3) 秋田県農業試験場 水田および畑地土壌生産性分級図 S51.1
- 4) 金 秉圭、山口益郎、高橋英一、河崎利夫、奥田 東 土壌によるリン吸収およびその溶出 日本土壌肥科学雑誌 第38巻第7号 (1967)
- 5) 三浦昌司、村井 隆、児玉 徹 八郎潟干拓地地域の灌漑水質に関する調査 S55. 秋田農試大潟支場土壌試験科指定試験成績