

農業用ため池「前の池」の水質と水生植物の影響

牧 浩之・椎名義徳*・桑名健夫

要 約

富栄養化による水質の悪化が懸念されている兵庫県下の代表的な農業用ため池「前の池」で、8箇所の採水定点を決め、1990年から1991年にかけて水質を調査した。また、水中クロロフィルa濃度の二次有機汚濁の指標の可能性、並びに水生植物ヒシの繁茂期における窒素とリン吸収量について検討した。

- 1 「前の池」の水質は流入水に比べて、無機態窒素やオルソ態リン濃度が低く、全窒素、CODがやや高い傾向にあり、有機汚濁が比較的進行している。
- 2 ため池中央部の全窒素と全リン濃度は、流入水に比べてヒシの繁茂する6～9月は低い傾向にあった。
- 3 ため池水中のクロロフィルaは、オルソ態リン濃度の低い条件(0.2 ppm以下)でCODと高い正の相関関係にあり、二次有機汚濁の指標となる。
- 4 水生植物ヒシの繁茂期における窒素、リン吸収量は水面被覆率から推定が可能であり、ヒシの水質浄化能は極めて大きい。

Water Quality and Influence of Aquatic Plants in Irrigation Pond "MAENOIKE"

Hiroyuki MAKI, Yosinori SHINA, and Takeo KUWANA

Summary

Water quality of the irrigation pond, "MAENOIKE", in Hyogo Prefecture has changed for the worse by inflow of domestic waste water. Therefore, the water quality was measured once a month from 1990 to 1991. On the other hand, chlorophyll-a (CHLa) concentration as the index of secondary organic pollution in the irrigation water was examined. And the amounts of N and P uptake by waterchestnut (*Torapa natans*) at the thickening growth stage were determined.

- (1) The inorganic N and P concentration of water in the pond were lower than those of the influent. And T-N and COD concentration of water in the pond were higher than those of the influent. We thought the water quality of the pond was in the progress of being organically polluted.
- (2) T-N and T-P concentration of water at the central point in the pond were lower than those of the influent during June~September.
- (3) In the case of 0.2 ppm or less inorganic P, CHLa concentration correlated with COD. And CHLa concentration was available as the index of secondary organic pollution.
- (4) N and P uptake by water-chestnut at the thickening growth stage could be estimated from the cover ratio of the water surface by water-chestnut, and the uptake ability of N and P by water-chestnut was very high.

キーワード：農業用水、ため池、二次有機汚濁、クロロフィルa、ヒシ

緒 言

兵庫県下のため池は53,000余あり、その多くは水質

が富栄養化する傾向にあると思われる。糟谷ら²⁾は富栄養化したかんがい水を利用した水田で、水稻の過繁茂と収量低下を指摘しており、実態の把握と早急な対策が必要と考えられる。そこで、1990年から1991年にかけて兵庫県における代表的な農業用ため池である「前の池」

1994年8月31日受理

*現九州農政局

で年間の水質の変化を調査した。

また、富栄養化の進んだため池では二次的に有機汚濁が生じているが現在適当な指標がない。そこで、ため池に通常存在し、光合成により有機汚濁を進行させられる植物プランクトンの持つクロロフィルa(以下、CHL_a)に着目して、二次有機汚濁の指標としての可能性を検討した。

さらに、夏期のため池に繁茂し、水質浄化に寄与していると考えられる水生植物ヒシ(*Trapa natans* L)による窒素、リンの吸収量についても調査した。

材料及び方法

1 調査対象

小野市中島町に位置し、生活雑排水の流入する県下の平均的規模の「前の池」を調査対象とした。「前の池」は貯水面積3.1ha、水深1.5m、貯水量55,500m³で、流入口が3カ所、取水口が1カ所存在する。夏期にはヒシが水面を被覆する、この地域の典型的な農業用ため池である。

2 採水方法

「前の池」の略図を図1に示した。採水箇所は、3カ所の流入口(No.1, 2, 3)、ため池の3カ所の流入口付近(No.4, 5, 6)、中央部(No.7)及び取水口付近(No.8)とした。採水は水深15cmまでの表層から行った。調査は1990年6月から1991年11月までの間、毎月1回の

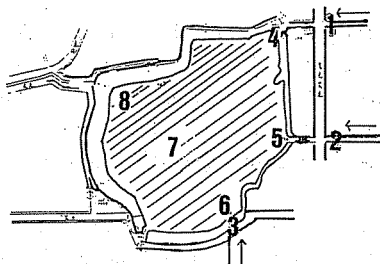


図1 「前の池」の略図

注：数字は採水箇所

間隔で行い、各箇所の水質の時期的変化を調べた。

3 調査項目

(1) 水質分析

試料の分析は中央農技において実施した。pH、電気伝導度(以下、EC)、懸濁物(以下、SS)、化学的酸素要求量(以下、COD)、全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、全リン、オルソ態リンをJISK 0120⁵⁾及び常法⁶⁾により測定した。

水中のCHL_aの分析は、ため池水をガラス繊維ろ紙でろ過し、残さろ紙を乳鉢で磨砕しアセトンで抽出したのち定容とし、分光光度法により測定⁷⁾した。また、植物プランクトンはホルマリン固定し、光学顕微鏡により同定と計数を行った。

(2) ヒシの水面被覆率及び窒素、リン吸収量

1992年7月に「前の池」より採取したヒシを水深1.2mの農業用水をいれた500ℓ容のポリエチレンタンク(水面面積0.865m²)に自生していたのと同様に入れ、水面を写真撮影し、拡大後ヒシ部分をトレースして葉面積計で測定し水面被覆率を求めた。また、同試料を水面部と水面下に分けて窒素とリン含有率、並びに吸収量を測定した。

結 果

1 水質の変化

調査期間中における採水箇所ごとの水質の平均値を表1に示した。流入口に比べ、ため池中央部や取水口付近では、CODが高く、EC、オルソ態リン、硝酸態窒素濃度が低くなる傾向にあった。

図2に全リン、全窒素の経時的変化を示した。全リンは、流入口では0.1~0.7ppmと時期的に変化が大きく最高濃度も高いのに対し、ため池中央部や取水口付近では0.1~0.3ppmと変化も濃度も低くなった。特に、6~9月は中央部や取水口付近の濃度が低く推移した。

表1 「前の池」における採水箇所と水質

採水箇所	pH	EC(mS)	COD	SS	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	
No.	地点	ppm								
1	北側水路流入口	8.1	0.170	7.0	16.0	1.77	0.16	0.76	0.28	0.20
2	中央水路流入口	7.1	0.176	11.4	16.5	1.65	0.19	0.34	0.25	0.14
3	南側水路流入口	8.6	0.181	10.4	16.3	1.84	0.10	0.91	0.16	0.07
4	北側水路流入口付近	7.4	0.139	8.0	12.8	1.36	0.06	0.41	0.36	0.31
5	中央水路流入口付近	7.2	0.163	11.7	22.8	1.60	0.10	0.22	0.31	0.20
6	南側水路流入口付近	7.2	0.159	10.5	18.5	0.80	0.06	0.10	0.15	0.01
7	中 央 部	7.4	0.136	12.4	15.5	1.64	0.29	0.22	0.22	0.05
8	取 水 口 付 近	7.3	0.146	12.9	14.9	1.92	0.31	0.13	0.18	0.03

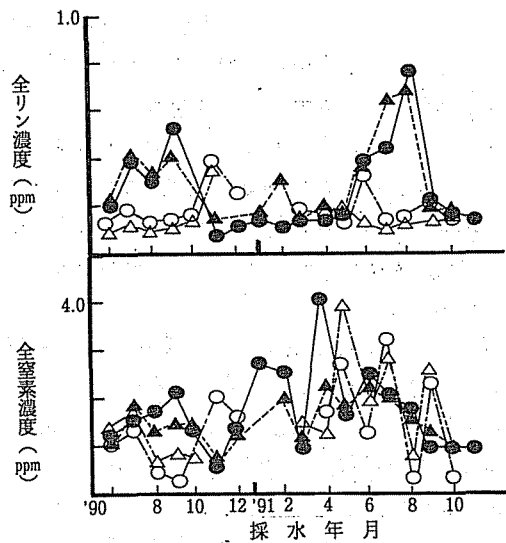


図2 「前ノ池」における全リン及び全窒素の変化
 ● 流入口 ▲ 流入口付近 ○ 中央部 △ 取水口付近
 注) 流入口、流入口付近は3箇所ノ平均値

全窒素は、1990年の6～9月には全リンと同様に中央部や取水口付近で流入口に比べ濃度が低くなった。しかし、1991年の6～9月はヒシの枯死が見られ、一定の傾向が認められなかった。

2 ため池水中のクロロフィルa

全てのため池水中にCHLaは3～30 μg/lの濃度で存在した。CHLaの起源として、25種の植物プランクトンが確認され、優先種は緑藻綱の *Senedesmus arcuatus*, *Dictyosphaerium pulchellum* と珪藻綱の *Merosira distans* で、この3種で計数した55,000個体の植物プランクトンの71.6%を占めた。

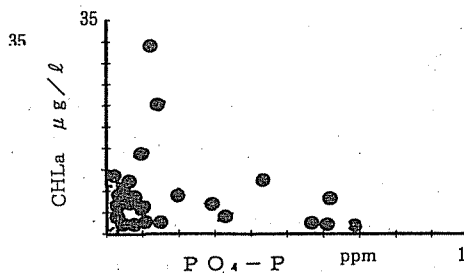


図3 ため池水中のクロロフィルaとオルソ態リンの関係

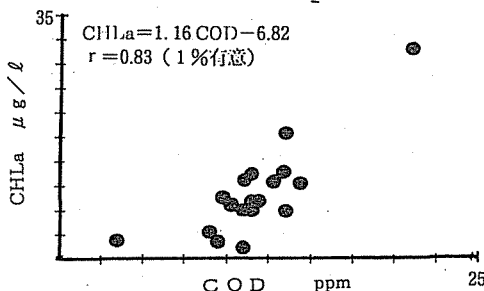


図4 ため池水中のCODとクロロフィルaの関係

図3に示すように、水中にCHLaが高いときにはオルソ態リン濃度必ずしも高くなく、むしろ低かった。そして、オルソ態リン濃度が0.2 ppm以下の時には図4に示すようにCHLaとCODの間には正の高い相関関係を示した。

3 水生植物ヒシの窒素、リン吸収量

「前の池」におけるヒシの刈り取り調査結果を表2に示した。ヒシは7月には1個体当たり茎長403 cm、新鮮重は55 g程度で、窒素、リンの吸収量はそれぞれ173, 23 mgであった。水面部と水面下に大別すると、新鮮重の77.6%は水面下に存在した。

このヒシを用いて、500 l ポリエチレンタンクでヒシの水面被覆率と窒素、リン吸収量との関係を検討したところ、図5に示したように、最小自乗法による一次回帰式において、窒素吸収量 (g/m²) = 0.28 × 水面被覆率 (%) - 0.35 (r = 0.98, 1% 有意)、リン吸収量 (g/m²) = 0.037 × 水面被覆率 (%) - 0.028 (r = 0.98, 1% 有意) の回帰式を得た。

表2 ヒシの生育量と窒素、リン含有率

	茎長 cm*	新鮮重 g*	窒素含有率**	リン含有率**
水面部	12.3	3.47	0.49	
水面下部	403	42.7	2.69	0.34

* 1個体当たり、1992年7月採取 ** 乾物%

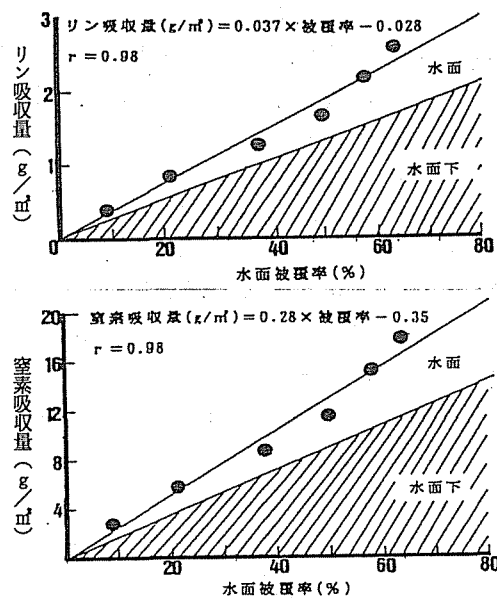


図5 ヒシの水面被覆率とリン、窒素吸収量との関係

考 察

1 水質の変化

流入口付近の水質は流入水の影響を受けるが、ため池中央部や取水口付近ではその影響はほとんど認められない。特に、オルソ態リンでその傾向が顕著であった。す

なわち、図6に示すように、流入水では1991年7～8月のように非常に高いオルソ態リンを含む場合があり、変動の幅が大きいのにに対し、ため池中央部のオルソ態リンは0.1 ppm以下の極めて低い水準で安定的に推移している。また、全リン及び全窒素濃度も流入水に比べ中央部や取水口付近では低濃度で安定する傾向がみられ、特に夏期のヒシの繁茂期に顕著であった。このように、ため池には流入水質の変動に対する緩衝作用が認められた。

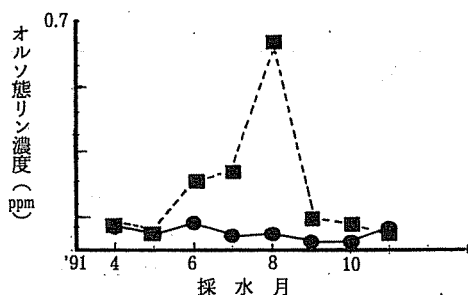


図6 「前の池」におけるオルソ態リンの変化

注) 流入水は3箇所平均値 ■ 流入水 ● 中央部

2 ため池水中のクロロフィルa

ため池では流入してくる無機態窒素やオルソ態リンを利用して植物プランクトン等水性生物が繁殖し、死滅により二次有機汚濁を起こしCODが増大すると考えられる。糟谷ら³⁾も二次有機汚濁がため池水質に影響することを指摘している。本試験でも、CODはため池中央部や取水口付近で流入水よりもやや高い傾向にあり、二次有機汚濁が進行しているものと思われる。このような汚濁は水質に大きく影響していると思定される。

しかし、現在、二次有機汚濁には適当な指標がない。通常有機汚濁の指標にはCODやBODが用いられるが、これらは流入水の値も高く、二次有機汚濁との区別がつかない。今回、CHLaに注目して、水質項目との関係を検討したところ、オルソ態リンが0.2 ppm以下の低濃度の条件でCODと正の高い相関関係が認められた。通常、「前の池」の中央部や取水口付近ではオルソ態リンは0.1 ppm以下であった。すなわち、「前の池」においては、オルソ態リンの供給量がCHLaで示される植物プランクトンの生育を制限し、CODの律速因子となっていると考えられる。また、CHLaとCODの関係については、極めて高い正の相関関係($r = 0.955$, 1%有意)を認めており、CHLaは植物プランクトンが発生させるCODと密接な関係にあると思われる。

以上のことから、オルソ態リンが0.2 ppm以下の場合にはオルソ態リンが植物プランクトンの生育を制限していると考えられる。また、CHLaを測定することにより、

植物プランクトンの生育にともない水中に新たに発生してくる二次有機汚濁の程度を判定できるものと思われる。

3 水生植物ヒシの窒素、リン吸収量

水生植物が水質浄化に寄与していることはよく知られている。しかし、ヒシの場合、水面に見られる部分が全体の一部で、水面下に極めて発達した茎をもち、単位面積当たりの植物体量や窒素及びリンの吸収量を求めることは困難である。

前川ら⁴⁾はつる性植物ナツツタを用いて、被覆率からナツツタの乾物重が推定できることを報告している。本試験ではヒシの水面被覆率と植物体重量との関係、さらに窒素、リン吸収量との関係について検討したところ、高い相関関係が認められ、水面被覆率からヒシの窒素、リンの吸収量の目安を得ることが可能であることが明らかになった。今回得られた回帰式を用いて、7月のヒシの水面被覆率を60%として「前の池」のヒシによる窒素、リン吸収量を概算するとそれぞれ510, 68 kgとなった。この量がすべて水中に溶解すると「前の池」の窒素、リン濃度をそれぞれ9.2, 1.2 ppm増加させる量になり、ヒシの水質浄化能は極めて大きいものと考えられた。また、「前の池」ではヒシの生育が旺盛で水稻のかがい時期でもある6～9月に、中央部や取水口付近の全窒素や全リン濃度が、流入口に比べ、低く推移しており、ヒシによる水質浄化効果に関与していると思われる。

以上のことから、ヒシの繁茂によりため池水質の悪化が軽減され、水稻の生育に対する影響が少なくなるものといえる。

引用文献

- (1) 井上恵子・庄籠徹也(1991): 福岡県における農業用水の水質: 土肥誌 62, 577-583
- (2) 糟谷真宏・加藤 保・沖野英男・豊田一郎(1990): かがい水の汚濁による窒素の土壌集積と水稻の被害: 愛知県総農試研報 22, 69-77
- (3) 糟谷真宏・加藤 保・濱田玲子・永田敬子・木野勝敏・豊田一郎(1989): 多変量解析を用いた尾張東部地域のため池の水質解析: 愛知県総農試研報 21, 123-130
- (4) 前川 進・藤井 徹・稲垣 昇・寺分元一(1986): つる性カバープランツの生育に関する研究: 園学要旨集 55, 334-335
- (5) JIS(1986): 工業排水試験法 K 0102, 1325-1395
- (6) 農林水産省編(1979): 土壌環境基準調査における土壌、水質及び作物体分析法, 131-155
- (7) 半谷高久・小倉紀雄(1985): 水質調査法(丸善), 279-280