

平成 22 年 5 月 27 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19780181

研究課題名（和文） ため池の持つ水質保全機能の定量評価とモデル化に関する研究

研究課題名（英文） Study on quantitative evaluation and modeling of water quality conservation function of irrigation pond

研究代表者

中桐 貴生 (NAKAGIRI TAKAO)

大阪府立大学・生命環境科学研究科・准教授

研究者番号：80301430

研究成果の概要（和文）：

大阪府岸和田市にある傍示池での調査を通じ、「ため池による水質保全機能」の機能増進に向けて研究を行った。本研究の成果の要点は以下の通りである。

- 1)傍示池はその水源となる河川の栄養塩類の流出抑制に寄与している。
- 2)既存の水質推定モデルにより、傍示池内の窒素およびリンの動態の再現や予測が可能である。
- 3)集水域の水環境保全には、池水の水質保全にも考慮すべきである。
- 4)受益者による水質保全活動や、経済的な池水浄化システムの導入などの、積極的な水質保全対策が実施可能である。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to propose for enhancement of water quality conservation function of irrigation pond. This study was conducted in Hojiike, which is an irrigation pond, and its catchment area located in Konoyama, Kishiwada, Osaka, Japan. The results of this study can be summarized as follows:

- 1) Hojiike could contribute to reduction of nutrient load flowing down along the river which is its water resource.
- 2) The existing water quality estimation model regarding aquatic ecosystems in exclusive water area could to some extent estimate and also predict nitrogen and phosphorus in the pond by applying parameters related with phytoplankton behavior determined using the pond water.
- 3) Stakeholders of the pond were very anxious for degradation of water quality of the pond. So conservation of water quality of the pond should be also considered when the enhancement of water quality conservation function of the pond is promoted.
- 4) It seems possible to promote more positive strategy for water quality conservation such as some concrete activity for reduction of pollutant load put into the catchment by the stakeholders and introduction of an economical water purification system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	0	2,000,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,000,000	300,000	3,300,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：ため池，栄養塩類，窒素，リン，流出削減，多面的機能，植物プランクトン，クロロフィル a

1. 研究開始当初の背景

1961年に制定された農業基本法に代わる新しい基本法として、食料・農業・農村基本法が1999年に制定された。この新しい基本法では、①食料の安定供給の確保、②多面的機能の発揮、③農業の持続的発展、及び④農村の振興という4つの基本理念が掲げられており、これを受けて、既存の利水施設や農地においても、例えば、洪水防止や気候緩和など、利水施設や農地が本来具すべき機能以外のいくつかの付加的な機能、いわゆる「多面的機能」が注目されるようになってきた。

本研究代表者らは、こうした背景の下、「ため池」の持つ多面的機能の1つとして、水質保全機能に着目し、「ため池による水質保全機能」増進に向けての提案を行うことを目的に研究を行ってきた。具体的には、大阪府岸和田市神於山地区にある傍示池を事例として、本池がもつ水質保全機能の定量評価と、その機能のメカニズムに関する分析を行ってきた。これまでに得られた結果から、調査を行ったため池では、河川水と同時にそれに含まれる栄養塩類負荷（とくに、窒素、リン）もため池に取り込まれることにより、ため池より下流への栄養塩類負荷流出が抑制されている状況が示された。また、ため池の水質保全機能と、ため池の人為的な操作管理や周辺土地利用の関係を分析するために、ため池を含む流域全体の水・物質収支モデル構築が検討された。（中桐ら、2005）

ため池などの閉鎖性水域においては、水域内での有機汚濁の内部生産、底泥からの栄養塩類の溶出などによる水質変化を無視できないことが多く、傍示池においても有機汚濁負荷の流入・流出の程度に比較して、池内で生じている水質変化の大きさが無視できないことが確認されている。（中寫ら、2005）こうした閉鎖性水域における物質循環をモデル化する場合、単に水域上下流における河川流量および物質負荷量の差し引きのみならず、水域内での物質変化も考慮する必要がある。上述の構築モデルには、一般的によく用いられている生態系モデル（白谷、1994）が組み込まれた。

生態系モデルでは、有機汚濁や栄養塩類の循環において最も大きな影響を及ぼす植物プランクトンの動態について、その増殖、死滅、沈降をそれぞれ一次反応式で定式化し表

現されるのが最も一般的であり、本研究申請者も、これに基づいて定式化を行いパラメータの決定を試みた。ところが、既往の研究成果におけるパラメータを参考にしようと、過去の文献を整理したところ、他地点で決定されたパラメータ値がそのまま引用されている例がほとんどで（例えば、古川ら、2004）、その妥当性についてまで言及されている例は皆無であった。

【引用文献】

- 中桐貴生，堀野治彦，松島隆治，荻野芳彦：ため池のもつ栄養塩類流出防止機能の定量評価—大阪府岸和田市傍示池の事例研究—，平成17年度農業土木学会大会講演会講演要旨集，pp.284-285，2005
- 中寫 遼，堀野治彦，中桐貴生，清家桂太，荻野芳彦：ため池における底泥を介した窒素動態の推定—岸和田市神於山地区傍示池を事例として—，平成17年度農業土木学会大会講演会講演要旨集，pp.258-259，2005
- 白石栄作：水質環境解析（その4）—生態系モデルによる解析—，農業土木学会誌62(1)，pp.47-53，1994
- 古川政行，金木亮一：無い子を対象とした水質モデルの開発とその適用，農業土木学会論文集232，pp.67-73，2004

2. 研究の目的

本研究では、傍示池の原水を採取し実験室に持ち帰り、光、温度等の環境条件を様々に変化させた状況の下で、植物プランクトンの動態に関する水槽実験を行い、パラメータ値の決定と他地点で求められた値を引用することの妥当性を検討することとした。また、これに留まらず、モデル全体の推定精度向上、およびモデルを用いての「ため池の人為的管理操作と水質保全機能の関係」についての分析評価も目的におくこととした。

3. 研究の方法

本研究では、大阪府岸和田市神於山地区にある傍示池を事例対象として、下記の方法により研究を進めた。

(1) 水質保全機能の定量評価

1) 分析データ

2003年1月～2005年12月（流出負荷量に関する水質や水量などの実測データは2003年6月～2005年12月）において **Fig.1** に示す各地点で観測されたデータを分析に用いた。観測の項目および方法は、**Table 1** に示す通りである。雨量については地点④および

⑤のデータを平均した。流量観測地点に設置した堰は矩形形で、堰板の上流側に水圧式水位計を設置し、堰公式により流量を求めた。傍示池への流入水量は地点①の流量から地点②の流量を差し引いて求めた。傍示池の余水吐は広頂堰型で堰の天端からの越流水深に対して広頂堰の公式を適用し越流量を求めた。傍示池からのポンプ送水量については、ポンプの運転時間をデータログで記録し、ポンプの実性能から送水量を推定した。流量および貯水量に関するデータの計測間隔は2分(1分毎に計測し平均)とした。

また、上記期間中に1~2週間に1回の頻度で地点①、地点④、および傍示池内で定期的な採水を行い、さらに出水時の河川水中の栄養塩類濃度の変動特性を把握するために比較的大きな出水時に集中的な採水も行い、窒素およびリンについて全量(T-N, T-P)、溶存態(D-N, D-P)の濃度を測定し、また、それぞれの差から懸濁態(P-N, P-P)の濃度を求めた。

2) 評価方法

本研究では、栄養塩類流出の削減量、削減

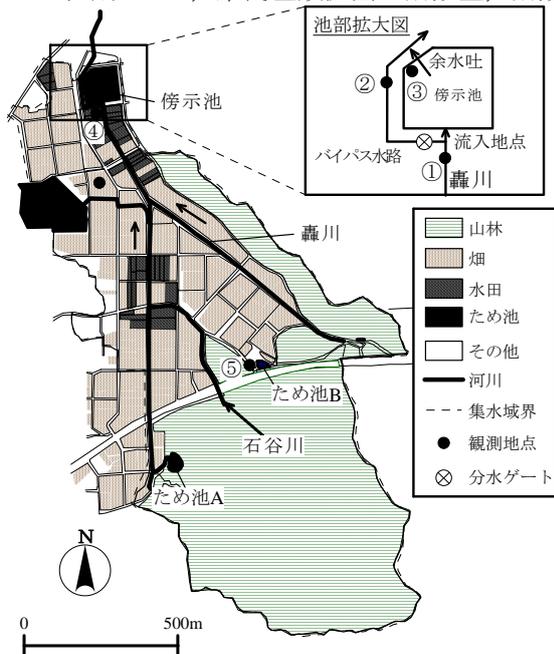


Fig.1 調査地の概要

Table 1 データ項目および観測地点

データ項目	観測方法	観測地点
流量	四角堰	地点① (轟川)
		地点② (バイパス水路)
貯水量変化	水位およびポンプ送水量	地点③ (傍示池)
雨量	雨量計	地点④
		地点⑤
水質	定期採水および集中観測	地点①
		地点③ (傍示池)

観測地点の番号は、Fig.1 中の地点番号を示

率を指標として負荷流出抑制機能を評価した。削減量 ΔL (kg)は、次式により算出し、また削減率については、ため池への流入負荷量に対する削減率 r_1 (%)と、河川のため池直上流地点における総負荷量に対する削減率 r_2 (%)の2指標を用いることにした。

$$\Delta L = L_{in} - L_{out} \quad (1)$$

$$r_1 = \Delta L / L_{in} \times 100 \quad (2)$$

$$r_2 = \Delta L / L_{riv} \times 100 \quad (3)$$

ここに、 ΔL は栄養塩類流出削減量、 L_{in} はため池に流入する栄養塩類負荷量、 L_{out} はため池から流出する栄養塩類負荷量、 L_{riv} は轟川のため池直上流地点での負荷量である。

f) ため池への流入負荷量の推定

傍示池への流入負荷量については、まず $L = a \cdot Q^b$ 型 (a および b は定数、 Q は流量)の $L-Q$ 式によりT-N, D-N, T-P, D-Pの流入負荷量を求め、それぞれの差からP-N, P-Pを求めることにした。 $L-Q$ 式は、定期的および集中的な採水調査によるT-N, D-N, T-P, D-Pの濃度データと採水時刻における流量データから、それぞれ最小2乗近似により回帰的に求めた。ただし、回帰式をそのまま適用すると、低流量時に溶存態の負荷量が全負荷量を上回ることがあるため、その場合には、溶存態負荷量=全負荷量として扱うことにした。

g) ため池からの流出負荷量の推定

轟川の傍示池への流入点付近と、傍示池の余水吐付近でのT-NおよびT-P濃度の経時変化を調べたところ、傍示池内の水質は、流入水の水質に比べ、変動が比較的小さく安定していることがわかった。そこで、流入水の水質と比較するうえで、傍示池における各回の水質の実測値がその調査日前後でのため池の水質を代表するものとし、最も近い調査日の計測値をその日の池水の水質濃度として扱っても差し支えないと判断し、こうして求めた日々の濃度のため池からの流出量を乗じて日流出負荷量を算定した。

(2) 水質の動的推定モデルの検討

1) 既存モデルの適用

琵琶湖の野田沼内湖に適用された古川ら(2004)のモデル(以下、モデル1)を傍示池に適用した。2003年1月1日~2004年12月31日に傍示池で得られたデータから、日ごとの全量(T-), 溶存態(D-), 懸濁態(P-)別の窒素(N), リン(P)濃度を推定した。モデルパラメータは文献値を参考に計算値と実測値の誤差が最小となるよう試行錯誤的に同定した。傍示池の各N, P濃度の推定精度をTable 2に示す。T-N, T-P濃度の推定精度は、野田沼内湖での適用結果と比べ、相対誤差でそれぞれ約10ポイント程度大きくなった。また

溶存態、懸濁態別では、N、P共に懸濁態の濃度の相対誤差が大きくなった。

2) モデルの改良

P-N、P-Pの変動は植物プランクトンによる内部生産の影響が大きいと考えられるため、その動態に関わるサブモデルを改良することにより、推定精度向上を試みた。

7) 植物プランクトン動態モデル式の検討

一般に植物プランクトン量 X の単位時間変化量は式①(以下、各式の記号は **Table 3** 参照)で表される。モデル1では、式①において、増殖に関わる係数・には温度や栄養塩濃度の影響を考慮した式②が、減少に関わる係数 k_d には温度を考慮した式③が用いられている。ここではこれらを日射量及び最適温度も加味した式②', 式③' に置き換えた。(以下、モデル2)

1) 培養実験

各モデル式に用いられているパラメータについては、現場の実態をより忠実に反映させるために、傍示池の水及び藻類を用いてAGP試験に準じた植物プランクトンの培養実験を **Table 4** に示す条件下で2回行い、その結果に基づいて決定した。培養は、植物プランクトンが増加しほぼ一定に達するまで(2~3週間)明条件で行い、その後遮光して、植物プランクトン量が減少傾向を示すまで継続した。なお、この実験では、植物プランクトン量の代替としてChl. a濃度を用いた。

(3) 傍示池の水質に対する受益者の意識調査

生産団地を管理する神於山土地改良区の組合員220人すべてを対象に、アンケートにより傍示池の水質に対する印象や保全などに関する意識調査を行い分析した。

Table 2 2モデルによる推定精度の比較

水質項目	野田沼内湖(取水口)		モデル1		モデル2	
	N	P	N	P	N	P
T-	27	37	41	42	32	53
D-	-	-	72	85	41	99
P-	-	-	147	152	84	77

$$\frac{dX}{dt} = (\mu - k_d) \cdot X \dots \textcircled{1}$$

$$\mu = \mu_{\max} \left\{ \frac{T}{T_s} \exp \left(1 - \frac{T}{T_s} \right) \right\}^{\zeta} \cdot \frac{C_{DN}}{K_{DN} + C_{DN}} \cdot \frac{C_{DP}}{K_{DP} + C_{DP}} \dots \textcircled{2}$$

$$\mu = \mu_{\max} \left\{ \frac{T}{T_s} \exp \left(1 - \frac{T}{T_s} \right) \right\}^{\zeta} \cdot \frac{I_y}{I_s} \exp \left(1 - \frac{I_y}{I_s} \right) \cdot \frac{C_{DN}}{K_{DN} + C_{DN}} \cdot \frac{C_{DP}}{K_{DP} + C_{DP}} \dots \textcircled{2}'$$

$$k_d = k'_d \cdot T \dots \textcircled{3} \quad k_d = k''_d \left\{ \frac{T}{T_d} \exp \left(1 - \frac{T}{T_d} \right) \right\}^{\alpha} \dots \textcircled{3}'$$

4. 研究成果

(1) 水質保全機能の定量評価

各態の窒素およびリンそれぞれの流入負荷量 L_{in} と流出負荷量 L_{out} の日単位での計算結果を月別に集計し、両者を比較したところ、流入および流出の負荷量変動パターンは、どの項目についても、ため池への流入水量の変動パターンにほぼ対応していることがわかった。また、P-N以外の項目については、どの月においても L_{in} が L_{out} を上回っており、ため池が下流に対して、栄養塩類流出の抑制に寄与していたと判断された。とくに出水の大きかった月は、どの項目でも L_{out} が L_{in} を大幅に下回る傾向が見られた。一方、P-Nについては、 L_{in} に比べ L_{out} の方が大きい、すなわち、ため池が河川水質に対し汚濁側に作用する結果となる月も少なからず見られた。ただし、このような月でも、T-Nでみれば、やはり流出を抑制する側に作用していることには変わらない。

傍示池における窒素およびリンの溶存態・懸濁態別の年ごとの物質収支を **Table 5** に整理した。流入および流出負荷量は年降雨量(2003年(6月~12月): 1,058 mm, 2004年: 1,419 mm, 2005年: 926 mm)に対応して変動し、各態とも最小と最大で2~3倍程度の差がみられるが、 r_1 および r_2 ともにP-Nを除きほぼ30%以上の値をとり、平均値±10%程度の比較的小さな変動に留まっている。つまり、1年スパンでみると、傍示池はその水源である轟川を流下する栄養塩類負荷量の削減に安定的に寄与しているといえる。

Table 4 培養条件

項目	実験1		実験2	
	D-N	D-P	D-N	D-P
濃度倍率※	×1	×1	×1	×1
	×5		×5	×10
	×3			
	×1			
	×1/3			
	×1/5			
	×1/10			
		×5		
		×3		
		×1		
	×1/3			
	×1/5			
	×1/10			
水温	23°C		20, 25, 30°C	
光強度	13 cal · cm ⁻² · day ⁻¹			

※傍示池原水の濃度を1倍とする。

Table 3 モデル式の記号の意味

記号	名称	単位
X	植物プランクトン量	µg/l
μ_{\max}	最大比増殖速度	d ⁻¹
T	水温	°C
T_s, T_d	増殖及び減少に関わる最適温度	°C
C_{D-N}	D-N濃度	mg/l
C_{D-P}	D-P濃度	mg/l
K_{D-N}	D-Nに関する半飽和定数	mg/l
K_{D-P}	D-Pに関する半飽和定数	mg/l
I_y, I_s	日射量及び最適日射量	cal · cm ⁻² · d ⁻¹
ζ, α	温度に関するパラメータ	無次元
k_d, k'_d, k''_d	減少係数	d ⁻¹

また、削減割合を窒素とリンで比較すると、どの形態でもリンの方が概して大きい。中村ら(2000)や大久保(2005)の報告でも、窒素・リンの除去効果に関し、これと同様の傾向が示されており、リンは窒素に比べ凝集沈殿や底泥等の土壌への吸着といった化学的作用を受けやすいことを考えても、本研究結果は妥当であると判断される。

一方、P-N については、負荷量としては、D-N の平均年流入量の約 1/6、同流出量の約 1/3 と D-N に比べてかなり小さいものの、 r_1 および r_2 は 3 ヶ年のうち 2 ヶ年で負値、すなわち、ため池が汚濁側に寄与しているという結果となっており、正值となった 2003 年についても r_1 で 20%、 r_2 で 17.8% と他の項目に比べ小さい値となった。このように、P-N において $L_m < L_{out}$ となった理由について、ため池の流入口以外に栄養塩類負荷の流入は無いことから、ため池内で P-N が内部生産されたことによると考えるのが自然であると思われる。また、P-N に関する月別の値を見ると、とくに 7 月～9 月において $L_m < L_{out}$ となる傾向が顕著であった。これらの月は水温が 1 年の中で高温となり、アオコの発生も多く見られる時期でもある。つまり、以上のことを総合的に考えると、ため池内で植物プランクトン等の内部生産により、D-N が吸収されて P-N へと変化し、結果的に P-N 濃度が河川水より高い状態でため池外に流出したことにより起因した現象ではないかと推察される。このことは、Table 5 において、T-N の削減率 r_1 および r_2 に比べ、D-N のそれらの値の方がむしろ大きくなっていることから裏付けされていると考えることもできよう。

なお、P-P についても窒素同様に植物プラ

Table 5 栄養塩類負荷量の年収支

項目	年	流入 (kg)	流出 (kg)	削減量 (kg)	r_1 (%)	河川水 (kg)	r_2 (%)
T-N	2003 ¹⁾	3,127	1,760	1,367	43.7	3,682	37.1
	2004	4,284	2,795	1,489	34.8	5,074	29.3
	2005	2,504	1,306	1,198	47.9	2,749	43.6
	平均 ²⁾	4,049	2,372	1,677	41.4	4,712	35.6
D-N	2003 ¹⁾	2,589	1,329	1,260	48.7	3,077	40.9
	2004	3,653	2,146	1,506	41.2	4,317	34.9
	2005	2,281	877	1,405	61.6	2,430	57.8
	平均 ²⁾	3,457	1,767	1,690	48.9	4,007	42.2
P-N	2003 ¹⁾	538	430	108	20.0	605	17.8
	2004	631	648	-17	-2.7	757	-2.2
	2005	225	429	-204	-90.6	322	-63.3
	平均 ²⁾	593	605	-12	-2.0	705	-1.7
T-P	2003 ¹⁾	437	141	295	67.7	504	58.6
	2004	570	263	307	53.8	673	45.6
	2005	305	135	170	55.7	340	49.9
	平均 ²⁾	541	213	328	60.6	626	52.4
D-P	2003 ¹⁾	227	100	126	55.7	274	46.1
	2004	342	182	160	46.8	399	40.1
	2005	231	99	132	57.0	245	53.7
	平均 ²⁾	321	151	169	52.9	371	45.6
P-P	2003 ¹⁾	210	41	169	80.5	230	73.5
	2004	227	81	147	64.5	274	53.6
	2005	77	36	41	53.3	97	42.2
	平均 ²⁾	221	62	159	71.9	255	62.4

1) 2003年は6月1日～12月31日の合計。

2) 平均値は2003年の値を127倍して計算。

ンクトンの増殖によるため池内での負荷量上昇の影響を受けていることが予想されるが、植物プランクトン体内におけるリンの重量構成比は、海洋性のものではほぼ一律に窒素のおよそ 7 分の 1 (レッドフィールド比) であるのに対し、淡水性では生息水環境により変動するものの、海洋性と同程度かそれより小さくなる場合も多く (Sterner and Hessen, 1994)、いずれにせよ量的には少なく、また既述のようにため池内でのリンの削減効果が大きいことから、P-N のように汚濁側に作用することはなかったと推察される。

以上で考察した、ため池内の P-N 濃度の変動における植物プランクトン量の影響について検証を行うために、水質の追加調査を行うことにした。2007 年 6 月～12 月の期間中に採水地点における水質調査を計 50 回行い、既述の水質項目に加え、プランクトン量の指標としてクロロフィル a (以下、Chl. a) の濃度も蛍光法により測定し、各態の窒素およびリン濃度と Chl. a 濃度の対応関係を調べたところ、P-N 濃度と Chl. a 濃度の相関が他の項目との相関に比べ顕著に高く、P-N についてため池が汚濁側に作用したのは、やはり池内の植物プランクトン増殖による影響が要因となっている可能性が高いと判断された。

(2) 水質の動的推定モデルの検討

各培養実験の結果に基づき、モデル 2 による傍示池の水質濃度の推定を行った。N、P の全量および懸濁態の計算結果を実測値とともに Fig. 2 に示す。また、実測値との平均相対誤差は前出の Table 2 に示す通りであり、窒素については各態ともにモデル 1 に比べ推定精度が大幅に向上し、一方、リンについては懸濁態では大幅な向上が見られたものの、全量および溶存態では 10 ポイント以上悪化する結果となった。これは、現時点でのモデルパラメータセットでは、Fig. 2 に示されるように、T-P および D-P が過小に推定されてしまうことに起因すると考えられる。

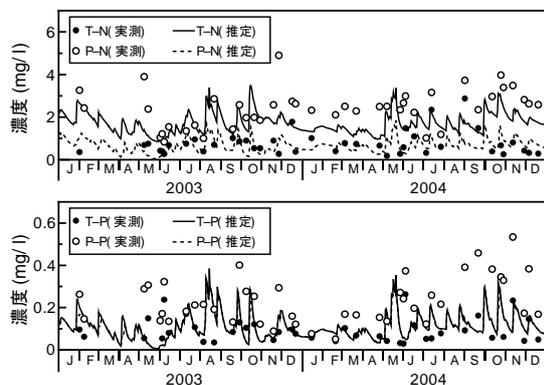


Fig. 2 モデル 2 によるシミュレーション結果

(3) 傍示池の水質に対する受益者の意識調査アンケートの回収率は72%, 有効回答率は70%であった。有効回答者の53% (81人) が傍示池の水質を「改善して欲しい」、「改善が望ましい」とし、池の水質が良くないという認識を持っていることがわかった。さらに、そのうちの52% (42人) が「自分の負担が増えても改善して欲しい」と回答し、改善への強い要望を示した。なお、組合員には、非農業従事者や遠隔地の住人も含まれるため、これらの人を除くと改善を要望する人の割合はより大きくなる。

また、水質改善に向けて負担が増える場合に、どの程度まで許容できるかの問いに対し、共同作業や金銭的負担の増加でも許容できるとしたのは、負担が増えても改善したいと回答した人とほぼ同数であった。さらに多くの農家が日頃の水路環境保全活動の強化を受け入れるとしているが、一方で保全活動を現在全く心掛けていない農家も有効回答者の34% (52人) に達していた。今回のアンケート回答により水質保全への意識が向上した人が36% (55人) いたことから、今後も啓発活動が継続されれば、水質保全意識がより高まる可能性があるといえる。

(4) 総括

以上の研究成果を以下に整理する。

- ① 2003～2005年における傍示池周辺における気象・水文データを用いて、傍示池がその水源となる河川の栄養塩類の流出抑制に寄与していることを実証的に示した。
- ② 琵琶湖沿岸の内湖を対象に開発された閉鎖水域における生態系を考慮した水質推定モデルに、傍示池の水を用いて求めた植物プランクトンにかかわるパラメータを適用すれば、池内の窒素およびリンの動態をある程度再現でき、水質変化予測にも利用できる可能性があることを示した。
- ③ 傍示池の受益者へのアンケート調査の結果、受益者は傍示池の水質悪化への懸念が強く、池水の水質保全についても考慮しながら、集水域全体の水環境保全に取り組む必要があることがわかった。
- ④ 受益者における傍示池の水質保全意識はかなり高いことから、単に河川の栄養塩類をため池に取り込むことにより水質保全を図るだけでなく、受益者による集水域への汚濁負荷軽減のための活動や、より経済的な池水浄化システムの導入などの、より積極的な水質保全対策が実施可能であると感じられた。

【引用文献】

古川ら(2004) 内湖を対象とした水質モデルの開発とその適用, 農土論集 **232**, pp.67～73.
中村圭吾, 森川敏成, 島谷幸宏 (2000) : 河口に設置し

た人工内湖による汚濁負荷抑制, 環境システム研究論文集, **28**, 115-123.

大久保卓也 (2005) : 内湖・ため池における水質浄化機能, 琵琶湖研究所報, **22**, 87-91.

Sterner, R.W. and Hessen, D. O. (1994) : Algal Nutrient Limitation and the Nutrition of Aquatic Herbivores, *Annual Review of Ecology and Systematics*, **25**, 1-29.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 中桐貴生, 堀野治彦, 松島隆治, オフ・ストリーム型ため池による河川の栄養塩類流出抑制効果の実証および考察, 農業農村工学論文集, 査読有, 262号, 2009, pp. 35-40

[学会発表] (計1件)

- ① 中桐貴生, 堀野治彦, 小池綾乃, 閉鎖性水域における水質の動的推定モデルの精度向上に関する検討—植物プランクトン動態のサブモデルの改良, 平成21年度農業農村工学会大会講演会, 2009年8月4日～6日, 筑波大学筑波キャンパス

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中桐 貴生 (NAKAGIRI TAKAO)

大阪府立大学・生命環境科学研究科・准教授

研究者番号 : 80301430

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし