

霞ヶ浦臨湖実験施設研究発表会 講演報告集 — 9 —

Proceedings of the Conference on Limnological Studies
at the Kasumigaura Water Research Station, NIES. Part 9

福島 武彦 編
Edited by Takehiko Fukushima

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

環境庁 国立環境研究所

序

霞ヶ浦臨湖実験施設は1983年3月に完成し、以来10年が過ぎた。我々の研究所においては、初期に霞ヶ浦プロジェクトを全所的に行ったように、湖沼に関する研究は重要なテーマであった。その結果、多くの学問的な成果を得るとともに、外部からも高く評価されてきた。臨湖実験施設も10周年を迎えるにあたり、ますますの研究の進展を期待するとともに、各研究者が初心にもどり、湖沼研究の新たな飛躍を真剣に考えてほしい。

本報告書は1994年10月21日に行った第10回の発表会の講演要旨をまとめたものである。今回の発表会では17件の一般発表が行われたが、湖沼の水質汚濁の構造解明に加えて、地球環境への影響、生態系としての評価、汚濁防止の技術に関する話題もあり、湖沼の抱える問題が多様化していることがうかがわれた。

さらに一般発表に加えて、千葉県水質保全研究所、滋賀県琵琶湖研究所、長野県衛生公害研究所から3名の研究者をお呼びし、湖沼保全対策研究の現状と課題と題して、パネルディスカッションを行った。関連分野の研究者にとっては示唆される点も多く、今後とも情報交換を行い議論を深めることができれば、湖沼研究のレベル向上に役立つであろう。

発表会には総勢40名以上の方にご参加頂いた。遠路から参加され討論に加わって頂いた所外、所内の方々に感謝する。

1995年3月

国立環境研究所所長

鈴木 継美

目 次

I. 臨湖実験施設研究発表	
1. pHとDOの連続測定による生産量の推定 (2)	1
松重一夫・福島武彦・Richard S. J. Weisburd・河合宗欣	
2. 屋外実験池における溶存有機物の挙動	5
朴 濟哲・大槻 晃・相崎守弘・福島武彦	
3. The effect of goldfish on the presence of dissolved organic nitrogen (urea and dissolved free amino acids) in eutrophic experimental pond water	9
Rokaya H. Goma・T. Fukushima・M. Aizaki・A. Otsuki・Dong-Soo Kong	
4. grazers構成が異なる実験池でみられたフェオ色素組成の特徴	14
中島 淳・福島武彦・孔 東壽・相崎守弘	
5. BOXを用いた水界生態系に関する研究	18
松永千会・秦 三和子・大久保卓也・細見正明・福島武彦・松重一夫	
6. 生物活性炭パイロットプラント処理における汚濁湖沼水浄化手法の適正操作条件の解析	21
橋本貴行・金 周永・近山憲幸・稲森悠平	
7. 生物活性炭流動床法における水質浄化と自己造粒化の機構解明	25
近山憲幸・金 周永・稲森悠平	
8. 水耕生物ろ過法による土浦港湖水の浄化	28
相崎守弘・中里広幸	
9. 東京湾奥における植物プランクトンの変遷	35
木幡邦男・竹下俊二・中村泰男・田中秀之・佐藤正春	
10. 東京湾における青潮に関する研究VI	
底泥における乳酸, プロピオン酸, 酢酸資化性硫酸還元菌の分布変動	39
田中秀之・相崎守弘・木幡邦男・中村泰男・竹下俊二	
11. シベリア永久凍土地帯の小湖沼のメタン放出について	41
野尻幸弘	
12. Methods of dissolved inorganic carbon measurement for natural waters	44
Richard S. J. Weisburd・M. Ishii・T. Fukushima・A. Otsuki	
13. 藍藻類の種構成に及ぼすN/P比の影響	49
藤本尚志・伊藤豪人・須藤隆一・松重一夫・稲森悠平	
14. 霞ヶ浦における各種ラン藻類の増殖制限物質	52
矢木修身・内山裕夫・富岡典子・桜井昌文・高村義親	
15. 霞ヶ浦での溶存有機物の動態	56
福島武彦・松重一夫・今井章雄・相崎守弘・朴 濟哲	
16. 湖水・河川水中の溶存有機物の化学的分画	61
今井章雄・福島武彦・朴 濟哲	
17. 霞ヶ浦の生態系構造とその管理	65
春日清一	
II. パネルディスカッション	
1. 湖沼保全対策研究の現状と課題	
-陸学的視点からみた窒素・リンの発生源対策-	71
中島 淳	
2. 面源負荷対策と湖内対策	74
川村 實	
3. 成層した湖における溶存酸素の消費過程について	77
高橋幹夫	
III. 資料	
1. 臨湖実験施設実験用湖水の水質測定結果	86
2. 第10回霞ヶ浦臨湖実験施設研究発表会参加者名簿	88
3. 平成6年度施設利用計画	89
4. 施設を利用した研究成果の一覧	90

I . 臨湖実験施設研究発表

pHとDOの連続測定による生産量の推定(2)

松重一夫¹・福島武彦¹・Richard S. J. Weisburd¹・河合宗欣²

(1地域環境研究グループ, 2化学環境部)

1. はじめに

1993年8月3日～9月10日の39日間、多目的実験池を用いてpHおよびDOの連続観測を行った。昨年度このデータを用いて生産量を推定したが、ガス交換量の推定をDOおよびDICの交換速度が等しいと仮定した計算を行ったがDOとDICの交換速度がかなり異なることが分かり、本年の6月にガス交換量の測定実験を同じ実験池を用いて行い、その結果を用いて昨年度のデータの再解析を行い、酸素と炭素の物質収支の計算を行った。

2. 結果および考察

生物による変化を計算するため、生物以外の原因によるDO・DIC変化の計算を行った。まず、水の流入・流出による変化は、本実験池の滞留時間を20日に設定しているため、流入水によるDO・DIC濃度の変化は、流入量×(流入水濃度-実験池水濃度)で計算する。同様に降雨による濃度変化は、降雨量×(雨水中濃度-実験池水濃度)である。次に、ガス交換による変化は、以下の式を用いて計算を行った。詳しくは文献¹⁾を参照。酸素のガス交換係数は、(1)式を用いて計算した。

$$K_L=49.2Rv(Dm_{20}^{O_2})^{0.5}(U_{10})^{1.5} \dots\dots\dots(1)$$

ここで、

K_L : ガス交換係数($cm \cdot h^{-1}$)

Rv : 純水と現地水の動粘性係数の比

$Dm_{20}^{O_2}$: 酸素の分子拡散係数($2.06 \times 10^{-5} cm^2 \cdot s^{-1}$)

U_{10} : 地上10mでの風速($m \cdot s^{-1}$)

炭酸ガスの場合、 CO_2 は水中に溶解するとすぐに HCO_3^- 、 CO_3^{2-} に解離するため下層へのフラックスが増加する。そこで、その増加率EFを風速とpHの関数とし(2)式のよう

$$EF=rz \coth(rz) \dots\dots\dots(2)$$

$$r=((K_{12}[H^+]+K_{13}K_w)/Dm_{20}[H^+])^{0.5} \dots\dots\dots(3)$$

$$Z=0.072 \exp(-0.215U_{10}) \dots\dots\dots(4)$$

ここで、

K_{12} : CO_2 が水と水和して HCO_3^- に解離する時間定数 ($0.037 M^{-1} \cdot s^{-1}$)

K_{13} : CO_2 がOH-と結合して HCO_3^- となる時間定数 ($8500 M^{-1} \cdot s^{-1}$)

Dm_{20} : 炭酸ガスの分子拡散係数($1.64 \times 10^{-5} cm^2 \cdot s^{-1}$)

炭酸ガスのガス交換係数は、(5)式を用いて計算した。

$$K_L=49.2Rv(Dm_{20}^{CO_2})^{0.5}(Dm_{20}/Dm_{20}^{O_2})^{0.5}EF(U_{10})^{1.5} \dots\dots\dots(5)$$

酸素および炭酸ガス交換係数を用いて、各交換フラックスFは、(6)式を用いて計算した。

$$F=K_L(C_{sat}-C_w) \dots\dots\dots(6)$$

ここで、 C_{sat} は大気と平衡な水中濃度(M)で、DOおよびDICは(7)式および(8)式で計算した。また、 C_w は溶存水中濃度であり、 CO_2 の場合ほぼ $[H_2CO_3^*]$ と等しい。

$$C_{sat}(DO)=(14.4-0.394t+0.00812t^2-0.000084t^3)/32 \dots\dots\dots(7)$$

$$C_{sat}(DIC)=(1.19-0.0438t+0.00084t^2-0.00000638t^3)/44 \dots\dots\dots(8)$$

以上の式を用いて、計算した結果をまとめて図1～4に示す。図はPond1とPond2のDOおよびDICの結果で図中 meas.DO および meas.DIC は測定した水中濃度、water ex.は流入・流出水による変化、gas ex.は大気とのガス交換による変化、biol.valは生物由来の変化を表したものである。biol.val.は実験開始時を0として、 $biol.val.=\Delta meas.(Do \text{ or } DIC)-water \text{ ex.}-gas \text{ ex.}$ である。

夜間の20時から4時のデータからその変化を呼吸量とし、その3倍を1日の呼吸量とし、図5、6にPond1およびPond2の実験期間中の呼吸量の変化を示す。生産量は $\Delta biol.val.+呼吸量$ と計算した。

実験期間中の呼吸量および生産量のDOとDICの比PQおよびMQを図7、8に示す。PQは平均で0.91、1.02、期間中は0.45～1.34、0.70～1.58の範囲、MQは

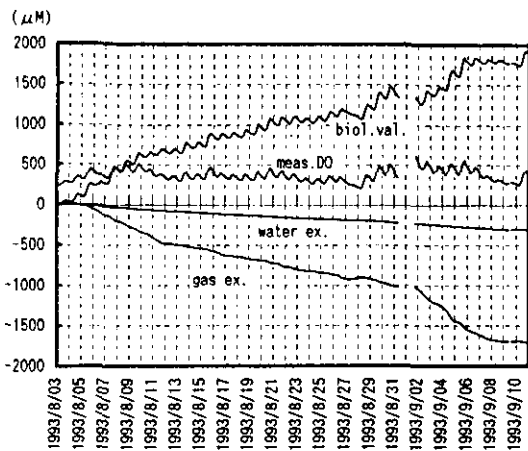


図1 DO濃度と要因別の変化量 (Pond1)

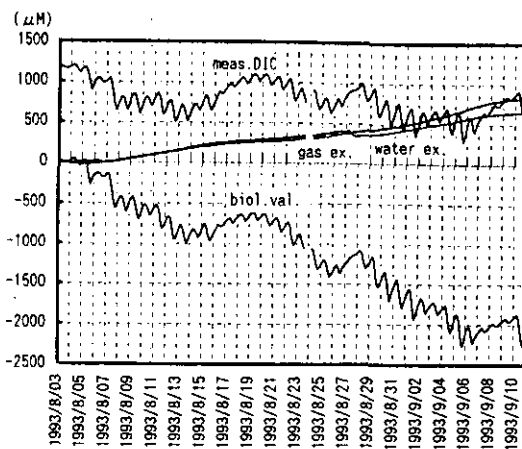


図4 DIC濃度と要因別の変化量 (Pond2)

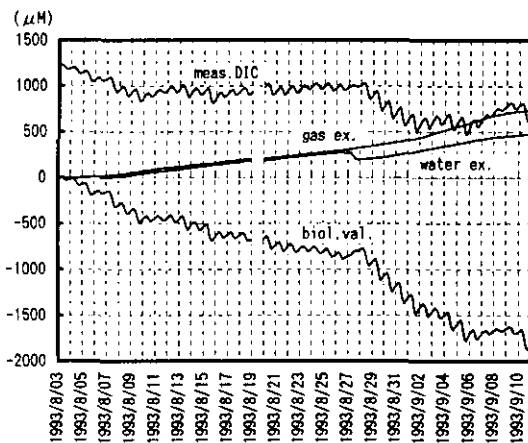


図2 DIC濃度と要因別の変化量 (Pond1)

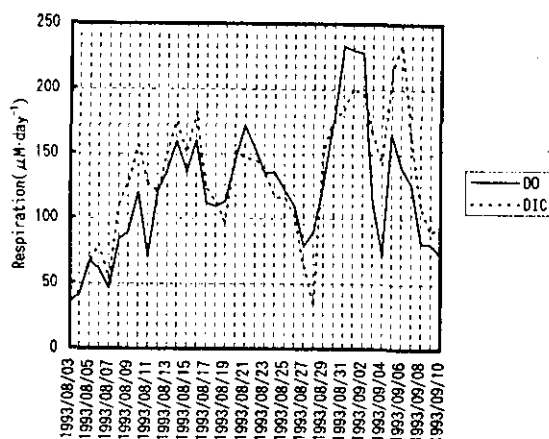


図5 実験期間中の呼吸量 (Pond1)

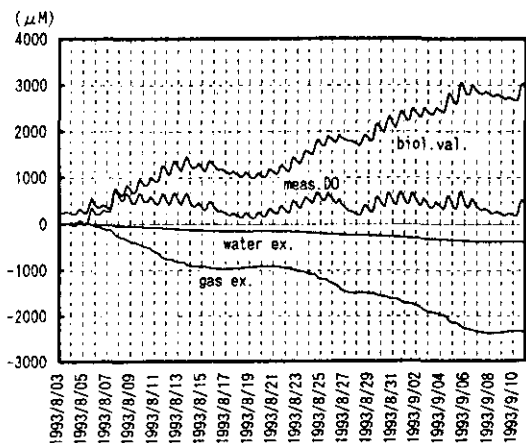


図3 DO濃度と要因別の変化量 (Pond2)

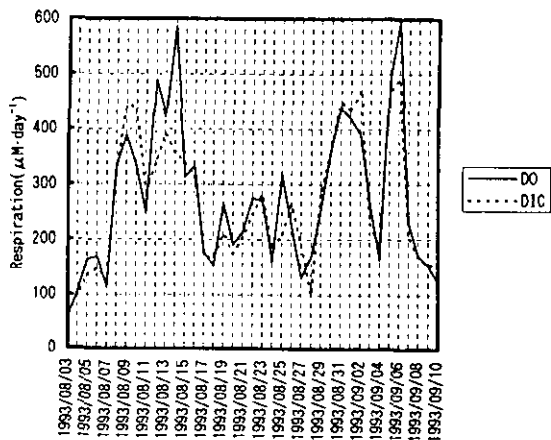


図6 実験期間中の呼吸量 (Pond2)

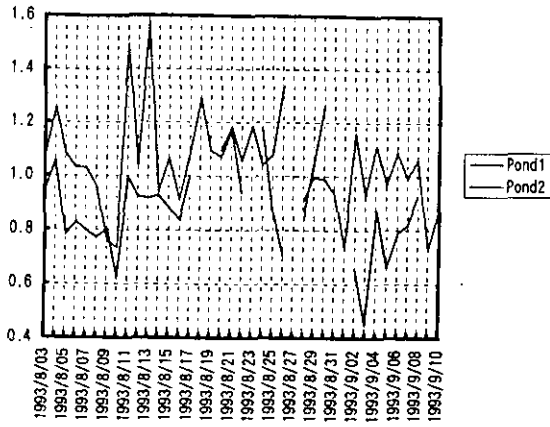


図7 DOとDICによる呼吸量の測定値の比

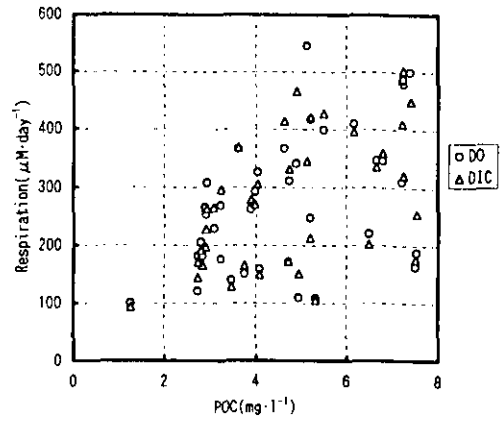


図10 POCと呼吸量の関係 (Pond1)

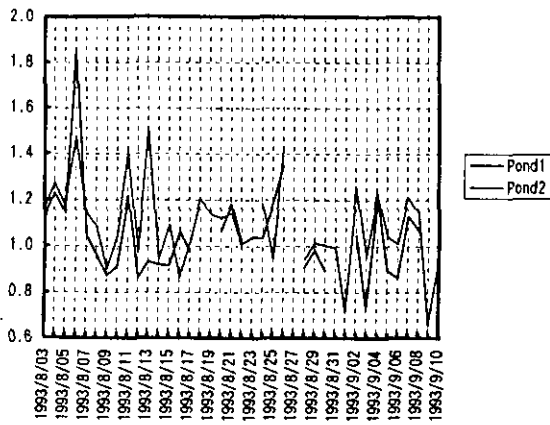


図8 DOとDICによる生産量の測定値の比

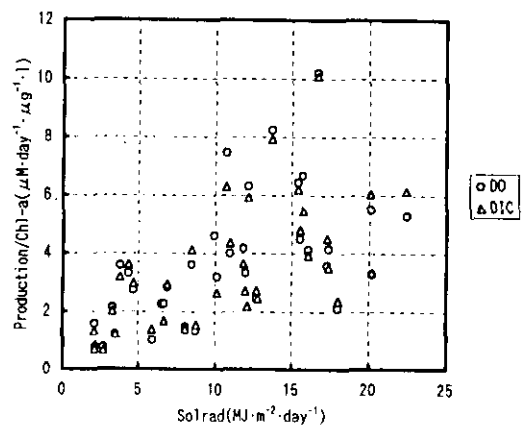


図11 生産量と日射量の関係 (Pond1)

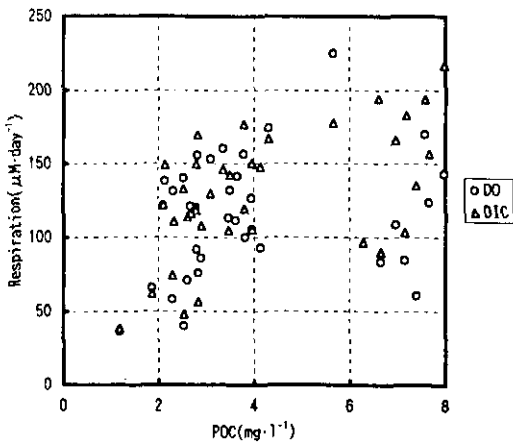


図9 POCと呼吸量の関係 (Pond1)

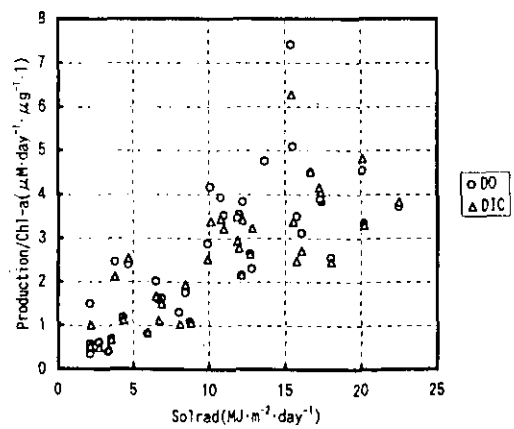


図12 生産量と日射量の関係 (Pond2)

表 1 炭素と酸素の物質収支

	Carbon								Oxygen	
	Pond 1				Pond 2				Pond 1	Pond 2
	DIC	DOC	POC	SUM	DIC	DOC	POC	SUM	DO	DO
Water Exchange										
Inflow	60.6	11.1	1.0	72.7	60.6	11.1	1.0	72.7	10.4	10.4
Outflow	-43.9	-13.9	-16.9	-74.7	-39.6	-18.3	-18.9	-76.9	-18.5	-20.0
rain (in)	0.2	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.3	0.9	0.9
rain (out)	-4.2	-1.2	-1.3	-6.6	-3.8	-1.5	-1.2	-6.5	-1.3	-1.4
SUM	12.8	-4.0	-17.1	-8.3	17.3	-8.7	-19.1	-10.5	-8.5	-10.0
Gas Exchange	19.4			19.4	21.5			21.5	-46.0	-60.9
Sedimentation			-14.3	-14.3			-7.1	-7.1		
Photosynthesis	-174.0				-317.7				176.3	345.3
Community Res.	127.4				265.8				-118.1	-270.1
-d/dt	14.3	-1.4	-11.3	1.5	12.9	-5.0	-17.2	-9.4	-3.7	-4.1

平均で1.04, 1.09, 期間中は0.73~1.85, 0.65~1.51の範囲であった。POCと呼吸量の関係を図9, 10に, 生産量(Production/Chl-a)と日射量の関係を図11, 12に示す。

最後に, 酸素および炭素の実験期間中の物質収支を表1に示す。DOおよびDICのデータは連続測定の結果から計算したもので, DOCおよびPOCのデータは流入水および実験池水の分析値, 沈殿瓶からの沈殿量およびPond2については金魚の重量の増加量から計算したものである。DOおよびDICは計算方式からも当然収支

が一致するが, 炭素収支を見た場合でも, ガス交換で水中に取り込まれた炭素が, 沈殿, 流出および池内の増減分とおおむね一致した。

3. おわりに

実験池の結果をもとに, 今後, 実際の湖沼での生産量の推定が行える手法を開発して行く予定である。

参考文献

1)水環境学会誌投稿中