

今切川鯛浜堰における水質特性について

徳島県保健環境センター

岩佐 智佳・土佐 政二・大垣 光治¹⁾

The Water Quality at Tainohama Sluice on the Imagire River

Chika IWASA, Seiji TOSA and Mitsuharu OHGAKI

Tokushima Prefectural center of Public Health and Environmental Sciences

Abstract

The Imagire River is widely used in industrial and agricultural water applications. Because most of the river is a tidal area, the Water Resources Development Public Corporation (Mizushigen Kaihatsu Kohdan) controls the operation of the sluice at Tainohama on the Imagire River.

Tokushima Pref. measures the water quality (pH, DO, COD, etc) by using continuous measuring instruments. Furthermore, the new chlorophyll-a measurement instrument which is a fluorescence spectrophotometer was introduced in 1999.

We examined this new instrument and improved it. As a result, we obtained an accuracy of measuring equal to or higher than the official method. We examined the relation between the continuous measurement water quality data and the operation of the sluice. We also estimated the inner production in the Imagire River.

Key words : 鯛浜堰 Tainohama Sluice, 水質自動測定装置 Water Quality Continuous Measuring Instruments, クロロフィル a Chlorophyll-a, 内部生産量 Inner Production, 蛍光光度計 Fluorescence Spectrophotometer

I はじめに

今切川は、県内最大の一級河川、吉野川の派川であり、工業用水、農業用水及び上水等として広く利用されているが、流路約11.7kmのほとんどが感潮部にあるため、水資源開発公団では鯛浜堰において可動堰による管理を行っている。

徳島県では、昭和49年から潮止め可動堰である鯛浜堰の直上流(今切局)で、水質自動測定装置によるpH、溶存酸素、COD等の連続測定を行っているが、平成11年度からは、淡水域での植物プランクトンによる内部生産の実態を把握するため、蛍光光度計によるクロロフィルaの測定装置を追加して、連続測定を開始した。

改良を進めた結果、手分析と同等の精度をもつ測定方法に改良できたので、その得られたクロロフィルa値及びその他の常時監視データについて、可動堰の操作と関連させて、潮止め可動堰上流部における内部生産等の水質特性を考察した。その概要について報告する。

1) 現 環境管理課

II 実 験

1 調査地点

今切川河口堰(鯛浜堰)約100m上流右岸側(図-1)¹⁾ 採水部は固定式で、採水時の水位により、表層から1~2mを水中ポンプで採水している。



図-1 吉野川水系

2 測定項目

測定項目及び測定方法を表-1に示す。

表-1 測定項目及び測定方法

(1) 水質自動測定機器

測定項目	測定方式
水温	白金抵抗体式
pH	ガラス電極式
DO	ガルバニ法
電気伝導度	交流2極法
濁度	表面散乱光式
COD	過マンガン酸カリウム法(酸性法)
アンモニア	アルカリ領域条件-アンモニア電極測定法
クロロフィルa	フィールド蛍光光度計10-AUを使って蛍光光度を測定後、保健環境センター内のデータ収集装置によりクロロフィルa濃度に換算

(2) 手分析

測定項目	測定方式
pH	ガラス電極法
DO	ウインクラール-アジ化ナトリウム変法
電気伝導度	白金電極法
濁度	積分球式光電光度法
COD	100℃における過マンガン酸カリウム酸素消費量
クロロフィルa	吸光法(海洋観測指針)

クロロフィルa以外はJIS K0102による

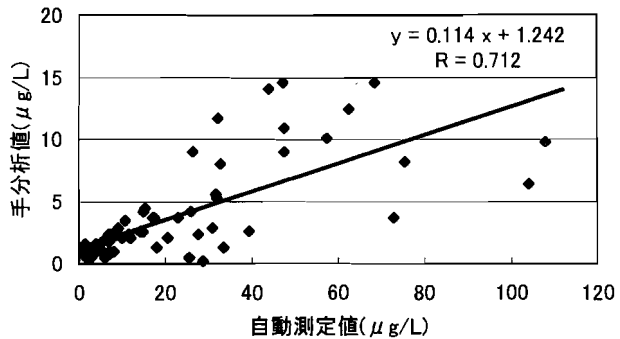


図-2 自動測定値と手分析値の相関(1~2回/週洗浄)

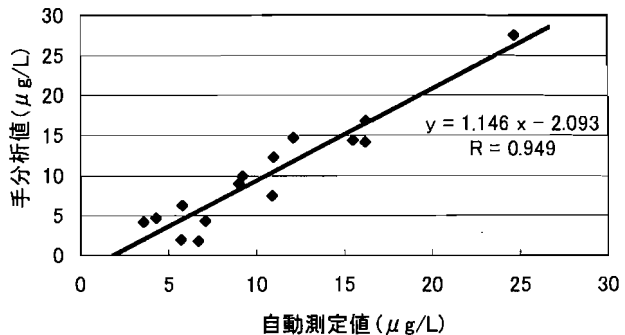


図-3 自動測定値と手分析値の相関(測定毎に洗浄)

2 鯛浜堰の開閉と堰上流部の水質について

1) 可動堰の操作

鯛浜堰は、堰延長220m、経間25mのゲート6門で堰の操作を行っている。(図-4)¹⁾

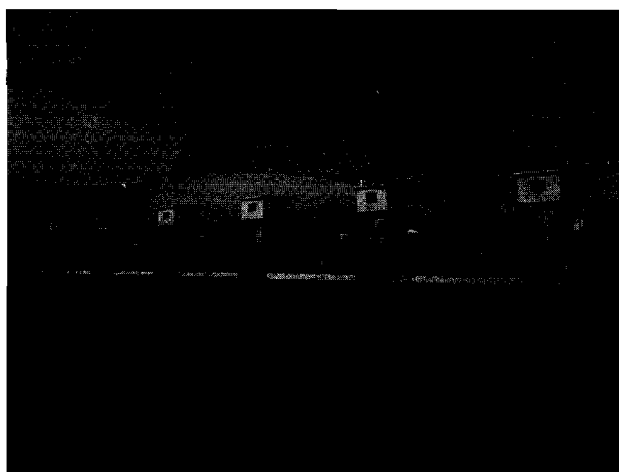


図-4 今切川河口堰(鯛浜堰)

農業用水の灌漑期(3月1日~9月30日)には、3湛2落という操作を行っている。(図-5)¹⁾

つまり、5日間を周期とし、最初の3日間は取水のための定水位操作、4日目から5日目には内水排除のための干満操作を行っている。

それに対して、非灌漑期(10月1日~2月末日)には、常時、干満に合わせた操作を行っている。

III 結果と考察

1 自動測定値と手分析値の比較

クロロフィルaの連続測定開始後、自動測定値と手分析値のクロスチェックを週に1回行っている。

平成11年8月から平成13年3月までの自動測定値と手分析値の比較データを図-2に示す。

回帰式は、 $y=0.114x+1.24$ 、相関係数(R)は、0.712であった。相関係数が低かった原因としては、当初測定装置には、セルの自動洗浄装置が搭載されていなく、週に1、2回の手動洗浄で対応していたことが考えられた。

そこで今年度当初、水質自動モニターの更新を行った際に、水道水によるセルの自動洗浄装置を組み込む改良を行った。

改良後の平成13年6月から9月までの比較データを図-3に示す。

回帰式は、 $y=1.14x-2.09$ 、相関係数は、0.949であり、短期間のデータであるが、大幅な精度の向上がみられた。この式より算出した換算値を用いて以下の解析を行った。

3湛2落操作模式図

かんがい期及び非かんがい期における堰操作
 かんがい期 : 3湛2落操作
 非かんがい期 : 干満操作

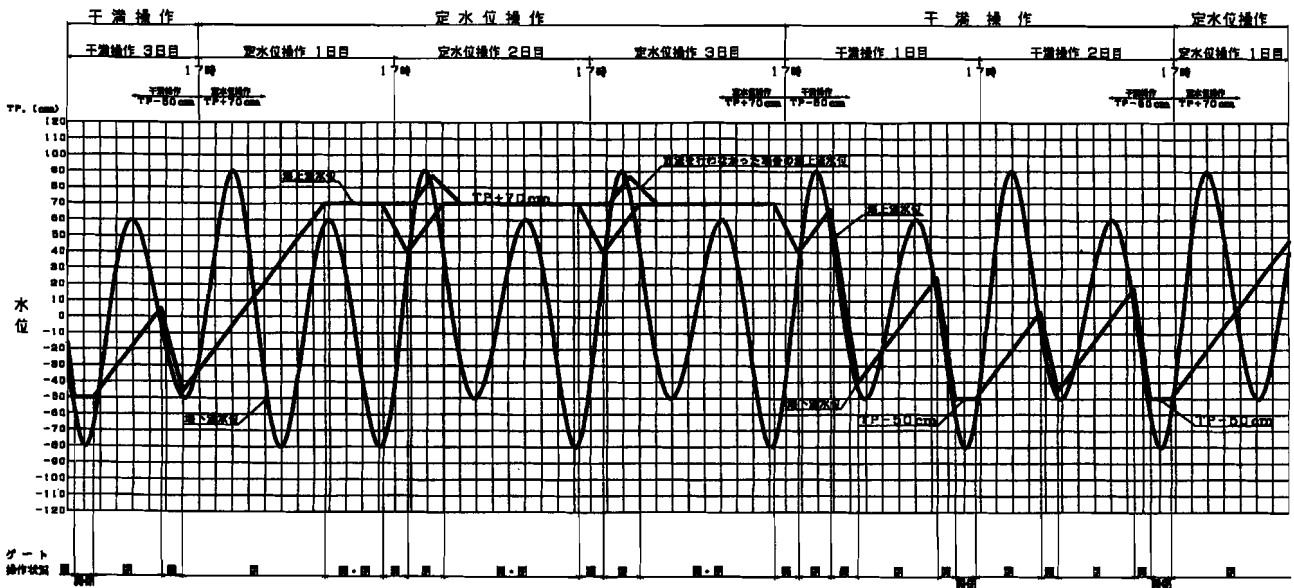


図-5 3湛2落操作模式図

2) 鯛浜堰上流部の時系列変化について
 クロロフィル a が平成13年夏期に最高値を示した6月28日から7月3日までの6日間の水質変動を堰の操作との関係から検討した。

調査期間中の鯛浜堰上流側水位, クロロフィル a,

溶存酸素, pH, COD 及び水温のデータをそれぞれ図-6, 7, 8, 9, 10, 11に示す。

この6日間のうち6月28日から30日の3日間は定水位操作を行い, 7月1日と2日で内水排除を行っている。その後, 7月3日から定水位操作に戻っている。

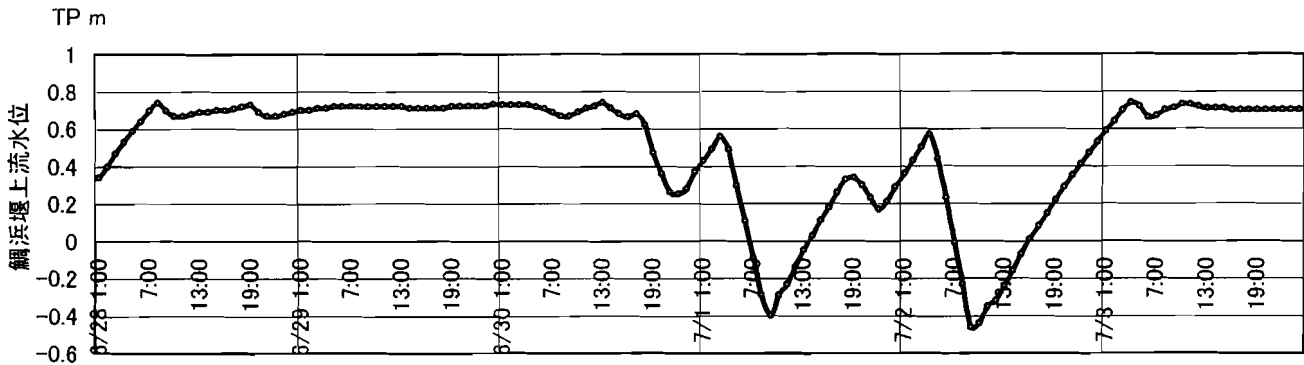


図-6 鯛浜堰上流水位

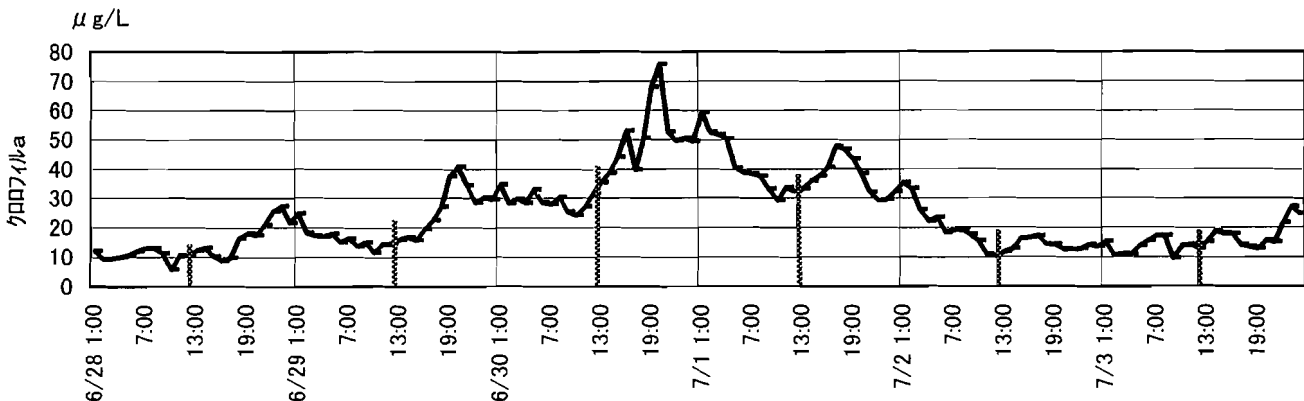


図-7 クロロフィル a

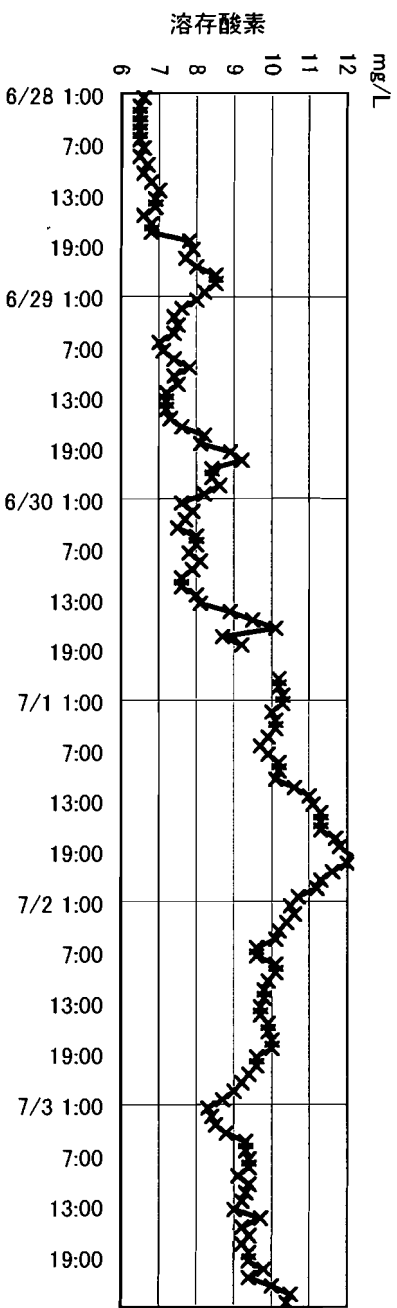


図-8 溶存酸素

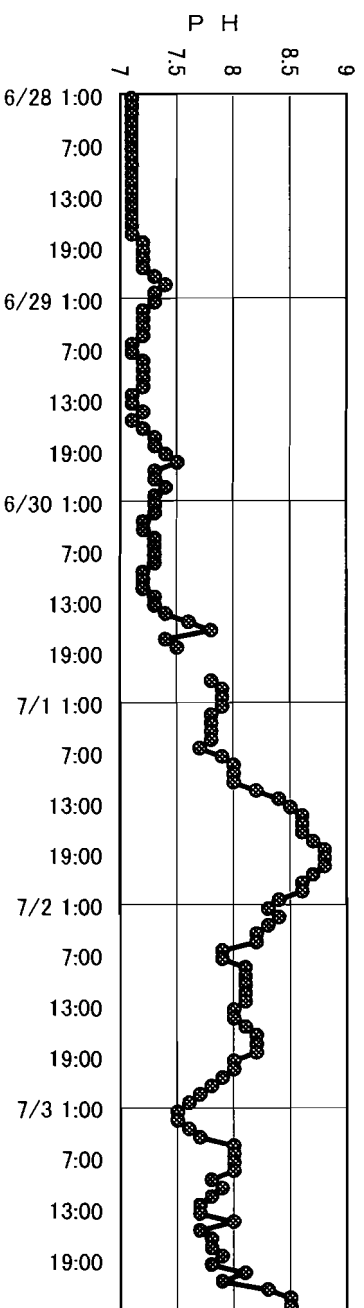


図-9 pH

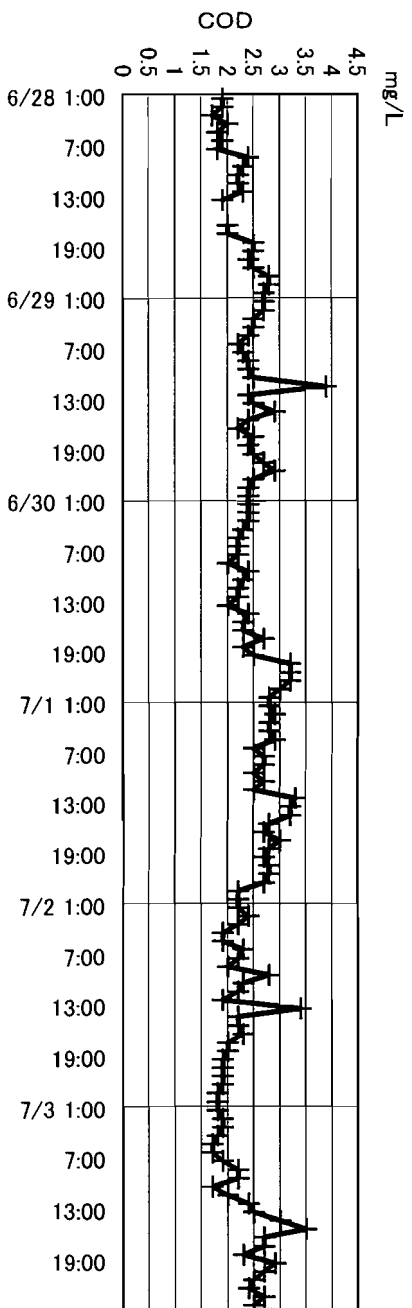


図-10 COD

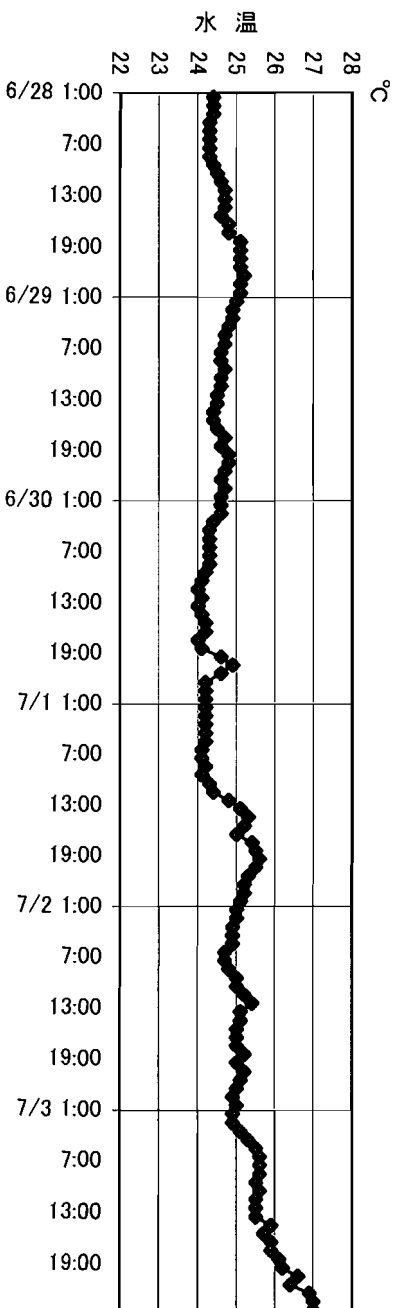


図-11 水温

表-2 OECDが提案した湖沼の栄養段階を決めるための基準値²⁾

Trophic Category	Annual mean total phosphorus concentrations	Mean annual euphotic chlorophyll-a concentrations	Annual peak chlorophyll-a concentrations	Mean annual Secchi disc transparency	Annual minimum Secchi disc transparency
	mg · m ⁻³			m	
Ultra-oligotrophic	≤4.0	≤1.0	≤2.5	≥12	≥6
Oligotrophic	≤10.0	≤2.5	≤8	≥6	≥3
Mesotrophic	10-35	2.5-8	8-25	6-3	3-1.5
Eutrophic	35-100	8-25	25-75	3-1.5	1.5-0.7
Hypertrophic	≥100	≥25	≥75	≤1.5	≤0.7



珪藻類 Nitzschia sp. 珪藻類 Melosira sp. 褐色鞭毛藻類 Cryptomonas sp.

図-12 植物プランクトンの種類

定水位操作期間のクロロフィル a の日平均値は、1日目13.6μg/L、2日目21.4μg/L、3日目39.7μg/Lと濃度が上がっており、この3日間の最高値は75.6μg/Lであった。

OECDが提唱した湖沼の栄養段階を決めるための基準値(表-2)²⁾のうち、Annual peak chlorophyll-a concentrations とデータ値を比較すると、当初の貧栄養型が、3日間で富栄養型を経て過栄養型に変化している。

溶存酸素は、6.5mg/Lから12.0mg/Lまで増えている。溶存酸素飽和度に換算すると、当初の80%が、最高時には150%になっている。pHについても7.1から8.8まで上がっており、植物性プランクトンの光合成による影響が強く現れている。溶存酸素とpHは、クロロフィル a 濃度とは違って、内水排除操作を始めてから、約1日遅れて最高値を示している。

次に、定水位操作が終わって、干満操作に移ると、堰中の有機物が流下し、クロロフィル a の日平均値は4日目の39.2μg/Lが、5日目17.5μg/Lへと大きく低下している。

3) 植物プランクトンの種類

調査期間後の植物プランクトンを調べてみると、珪藻類のニッチア、メロシラ、緑藻類、鞭毛藻類等が見られた。(図-12)

4) クロロフィル a と各測定項目の相関

定水位期間のクロロフィル a と溶存酸素、pH、COD

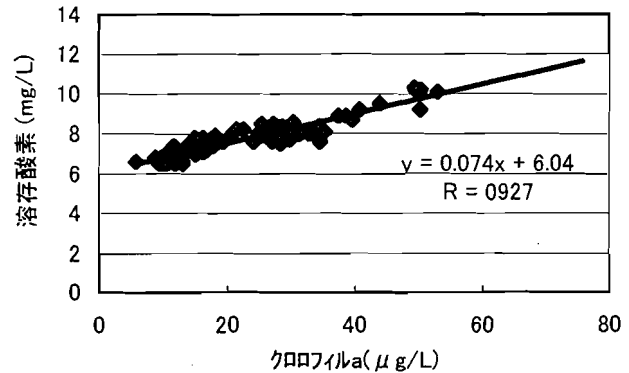


図-13 クロロフィル a と溶存酸素の相関

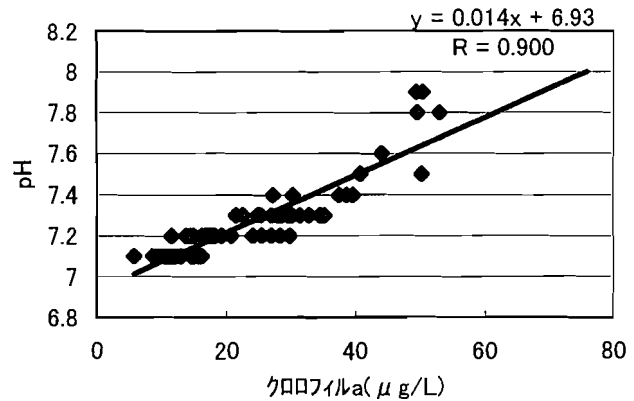


図-14 クロロフィル a と pH の相関

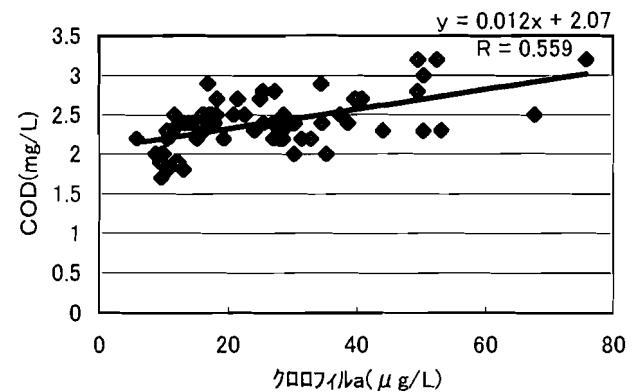


図-15 クロロフィル a と COD の相関

との相関を図-13, 14, 15に示す。溶存酸素とpHはいずれも相関係数が0.9以上であり、極めて高い正の相関が見られた。

クロロフィルaとCODの相関係数は、1点を除くと0.559であった。

CODが溶存酸素やpHと比べてクロロフィルaとの相関が少し低い理由としては次のことが影響していると考えられるが、今後検討したい。

a) CODの濃度は植物プランクトン以外に、上流からの負荷の変動や底質からの溶出等の要因が関与している。

b) 溶存酸素, pH, クロロフィルa等は連続測定で得られた値を平均して1時間値として扱っているが、CODは正時1回の測定値を1時間値として扱っているため、若干の差が生じている。

5) クロロフィルaからみた内部生産量

定水位期間3日間での内部生産量をCODから評価した。

この期間のクロロフィルa (X μ g/L) とCOD (Ymg/L)の間には、

$$Y = 0.012X + 2.07$$

の回帰式が得られた。(図-16)

定水位操作当初のクロロフィルaは10 μ g/L未満であったが、3日間で約80 μ g/Lまで増加している。これを回帰式に当てはめると、クロロフィルaの10 μ g/Lは約2.2mg/LのCODに、クロロフィルaの80 μ g/Lは約3.0mg/LのCODに相当している。言い換えると、上流からはCOD約2.2mg/Lの水が流れ込み、鯛浜堰付近で3日間滞留する間に、COD値として約0.8mg/Lに相当する植物プランクトンが増殖して、約3.0

mg/Lの水質になっていると推定される。

このクロロフィルaによる内部生産量の推定を評価するため、別の手法でも内部生産量を推定した。

6) Δ COD法による内部生産量

Δ COD法(中西モデル)³⁾⁴⁾による内部生産の評価法から検証してみた。

Δ COD法(中西モデル)は海域についての考え方であるが、水域で生産されたCODは①式で表される。

$$\Delta\text{COD} = \text{COD} - \text{CODmin} \quad \dots \dots \text{①}$$

Δ COD: 水域で生産されたCOD

COD: 水域でのCOD年平均値

CODmin: 水域でのCOD年最小値

鯛浜堰上流地点については、国土交通省等が毎月調査を実施している。平成12年度のCODの測定結果は、1.6~4.0mg/L、年平均値は2.5mg/Lであった。この値を用いて Δ COD法による内部生産量を求めると、
2.5-1.6=0.9mg/L

となり、クロロフィルaからみた結果とはほぼ同じ値になっている。

IV まとめ

今回我々は、全国的に珍しいクロロフィルaの連続的な測定を行い、その値を活用することによって、河口堰の開閉状況と堰内での内部生産の実態を時系列変化で立証できた。

今後も、引き続きデータを蓄積し、より詳しい解析を行いたい。

本研究結果は、2001年11月、第28回 環境保全・公害防止研究発表会において発表した。

文 献:

- 1) 水資源開発公団: 水との対話—吉野川総合開発事業管理20年のあゆみ (1996)
- 2) OECD: Organization for cooperation and development Eutrophication of Waters. OECD, Paris. (1982)
- 3) 中西弘: 海域の富栄養化の機構と予測: 環境管理 Vol. 30, No. 4 (1994)
- 4) 徳島県: 橋湾水質予測調査報告書: 5-3 (1993)
- 5) 徳島県: 大気汚染並びに公共用水域及び地下水の水質の汚濁の状況についての測定結果: 平成12年度 (2000)

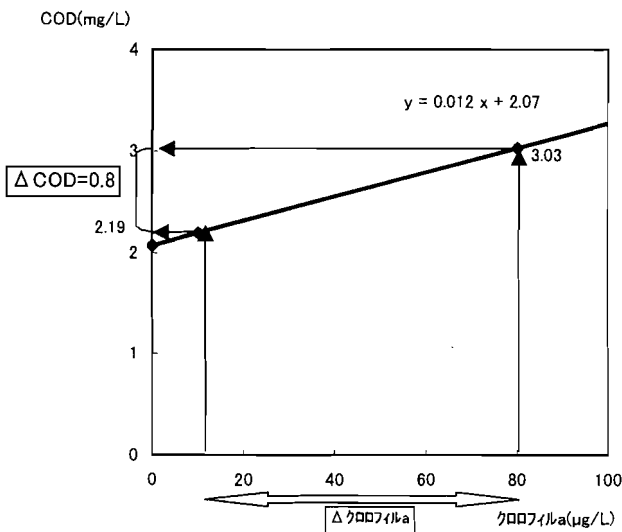


図-16 クロロフィルaからみた内部生産量