

社団法人日本技術士会北陸支部  
富山県技術士会 第7回講演会 プログラム

日 時：平成19年7月14日(土) 15:30～18:00

場 所：富山地鉄ホテル 11階会議室 (TEL：076-442-6611)

司会 富山県技術士会事務局 竹内勝信

1．開会の挨拶(15:30～15:40)

富山県技術士会副代表幹事 佐渡 正

2．富山県とその周辺の地震活動(15:40～16:40)

富山大学准教授 渡辺 了

----- 休憩(16:40～16:50) -----

3．水環境管理に向けた河川生物の活用(16:50～17:50)

富山県立大学教授 安田郁子

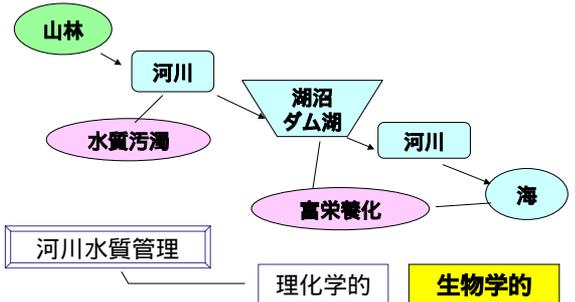
4．質疑応答(17:50～18:00)

-----  
交流会(18:15～20:00)

# 水環境管理に向けた 河川生物の活用

富山県立大学短期大学部  
環境システム工学科  
安田郁子

## 河川管理の重要性



## 生物による河川環境の評価

- 生物: 魚類、プランクトン、水草、付着生物、底生動物
- 環境要因: 水温、光量、水質、流速、底質  
水質 - DO、有機物(易分解性、難分解性)  
無機物質(濁質粒子、重金属など)

これまでの生物学的な水質判定  
の多くは

「生物の環境要求や環境要因との関係を詳細に調査しないまま、生物を水質指標として用いている」



「生物の存在が環境の何を示しているのかわからない」ということになりがち

指標生物としての河川底生生物の有用性について見直し

生物学的な水質判定

約100年前 ————> 現在

生物と水質(有機汚濁)の関係

————> 経験的・主観的

- ・生物の分類は詳細
- ・水質の解析は不十分

## 環境指標としての有用性

有用である条件



次の2点が明らか

- a) 生物のもつ環境要求や生理機能、あるいは何らかの環境要因との関係(広範囲すぎない)
- b) 分類しやすい、見つけやすい

## 調査内容

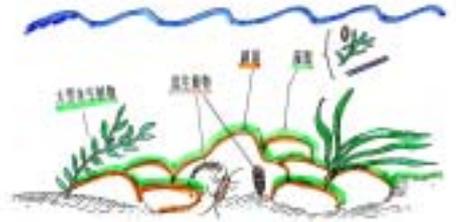
### 底生生物

細菌——附着性、浮遊性  
 附着藻類  
 底生動物

### 水質

COD, BOD  
 DO, DO日最低値  
 pH, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N,  
 酸度、アルカリ度、全硬度、  
 塩素イオン、EC, TS

川の主な底生生物



## 底生動物が有用

指標できる水質

- ・BOD (生物化学的酸素要求量)
- ・DO日最低値 (単なるDOではない)  
 ⇨ DO日変動の大きさ

## 底生動物

- 餌としての有機物  
 (生物膜、浮遊物質、溶解物質)  
BOD——浮遊性・溶解性有機物と関連
- 呼吸のための溶存酸素  
DO日最低値 (全生物の呼吸量に関連)

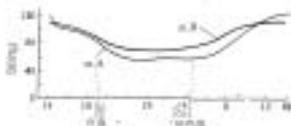


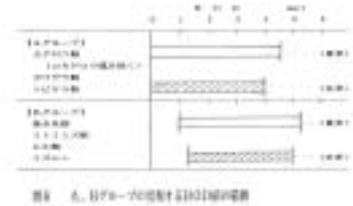
図 5.1.3 浮遊性底生動物の例 (基準) 11



図5 1、E. coli—の出現するDO日最低値の範囲

## 河川底生動物群集と水質環境

- **夜間の溶存酸素が**  
**70～80%以上の所に出現するグループ**  
… **Aグループ**(カワゲラ、カゲロウ、トビケラなど)
- **BODが**  
**1～1.3mg/l 以上の所に出現するグループ**  
… **Bグループ**(ヒル、ミズムシ、巻貝など)



## 河川底生動物群集と水質環境

- **夜間の溶存酸素(日最低値)が**  
**70～80%以上の所に出現するグループ**  
… **Aグループ**(カワゲラ、カゲロウ、トビケラなど)
- **BODが**  
**1～1.3mg/l 以上の所に出現するグループ**  
… **Bグループ**(ヒル、ミズムシ、巻貝など)

A, Bどちらのグループにも属さない生物

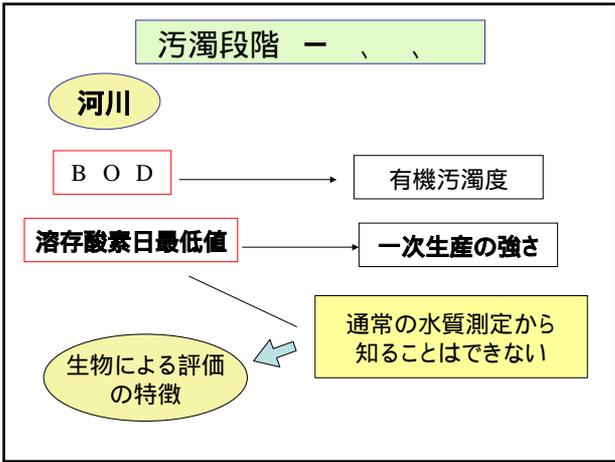
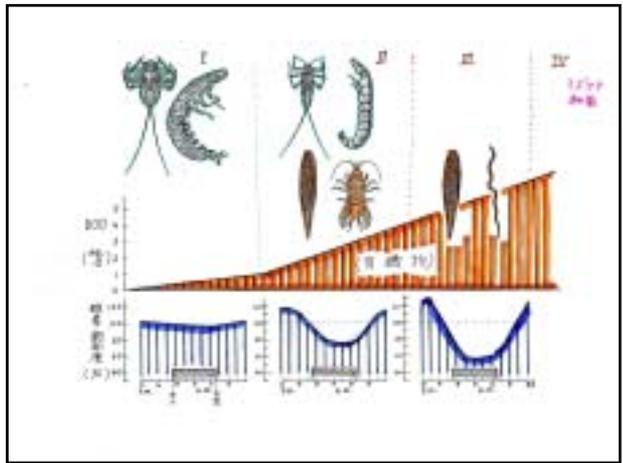
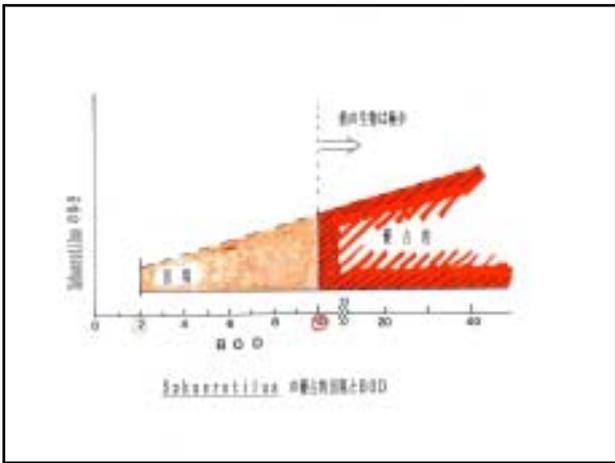


底生動物における指標性の違い

	溶存酸素日最低値を指標できる生物群	BODを指標できる生物群	指標性なし
主な生物	[水生昆虫] カゲロウ類 (コカゲロウ除く) カワゲラ類 トビケラ類 等	巻貝類 イトミミズ類 ヒル類 ミズムシ 等	コカゲロウ属 ヒラタドロムシ 等
出現する水質範囲	BOD 0～(5?) mg/L (広範囲) 溶存酸素日最低値 70～80%以上	BOD 1.0～1.3mg/L以上 (広範囲) 溶存酸素日最低値 50(?)%以上 (広範囲)	BOD 0～(5?) mg/L (広範囲) 溶存酸素日最低値 60(?)%以上 (広範囲)
指標できる水質要因と範囲	溶存酸素日最低値 70～80%以上	BOD 1.0～1.3mg/L以上	なし
グループ名	Aグループ	Bグループ	---

AグループとBグループを用いた有機汚濁度の評価

出現する生物	水質		一次生産者	汚濁段階
	BOD	溶存酸素日最低値	植物(藻類、水草)繁殖状況	
Aグループのみ (2個体以上出現)	1～1.3mg/L 未満	90%以上	少ない	
A, Bグループ 混在 (各グループの生物が2個体以上出現)	1～1.3mg/L 以上	70～80% 以上	やや多い	
Bグループのみ (2個体以上出現)	1～1.3mg/L 以上	70～80% 以下 (夜間DO低下大)	多い	



湖沼の富栄養化

藻類を増殖させる条件

- ・ 水温
- ・ 光
- ・ 窒素とリン

窒素・リンが増えること → 富栄養化

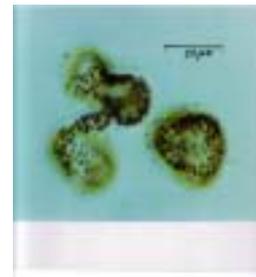
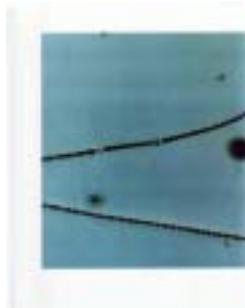
植物プランクトンの多さ

- ・ クロロフィルa (μg/L) であらわす

## 富山県内湖沼の夏季における主な植物プランクトンと水質

湖沼名	主な植物プランクトン	COD (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	クロロフィルa (μg/L)	調査年月日 文献
十二町潟	Phacus, Pandorina, Oscillatoria	13.5 ~ 14.6	1.1 ~ 1.2	0.24 ~ 0.33	77 ~ 120	'87.8.11 高倉・安田 (1988)
みくりヶ池	Dinobryon	0.6	0.09	0.001	0.6	'85.7.19 高倉・安田 (1988)
縄ヶ池	Dinobryon, Stichogloea	3.1	0.27	0.006	4	'92.8.11 安田ほか (1993), 浦谷ほか (1993)
黒部湖	Dinobryon	1.4 ~ 1.8	0.1 ~ 0.19	0.004	1.7 ~ 3.4	'88.8.30 安田ほか (1991)

## 水の華(アオコ状態)を生じさせる藍藻



## 湖沼の富栄養化

水の華(アオコ、淡水赤潮など)

### 原因藻類

ミクロキステイス、アナベナ  
ユードリナ、パンドリナ  
ペリデイニウム など

## 湖沼における水の華発生時の窒素・リン濃度

湖沼名	全窒素 (mg/l)	全リン (mg/l)	水の華原因藻類
諏訪湖	0.8 ~ 2.0 (主に1.1 ~ 1.5)	0.05 ~ 0.29 (主に0.1 ~ 0.25)	ミクロキステイス
子撫川ダム湖	0.5	0.04	アナベナ
手取川ダム湖	0.7	0.05	パンドリナ、カルテリア
山口ダム湖	0.5	0.04	アナベナ

## 湖沼

水の華抑制

T-N 0.5 mg/l 未満  
T-P 0.04 mg/l 未満

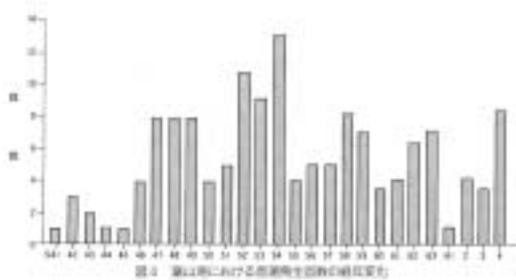
Microcystisによる  
アオコを抑制

T-N 1.0 mg/l 未満  
T-P 0.10 mg/l 未満

## 海域の富栄養化

## 富山湾の赤潮発生回数

〔「富山湾」藤井昭二編著(1997)より引用〕



どれくらいの藻類量(クロロフィルa量)で水が着色するか？

## 湖沼の水の華

### 琵琶湖 淡水赤潮

黄色鞭毛藻類 *Uroglena americana* による

クロロフィルa 北湖 10~25  $\mu\text{g/l}$  程度

南湖 30~60  $\mu\text{g/l}$  程度

### 手取川ダム湖 水の華

緑藻 *Pandorina*, *Carteria* による

クロロフィルa 13~170  $\mu\text{g/l}$  程度

↓  
10~13  $\mu\text{g/l}$  程度 でも

表層水が着色する場合がある

## 海の赤潮

クロロフィルa 50  $\mu\text{g/L}$ 程度以上の場合が多い。

クロロフィルa 10~50  $\mu\text{g/L}$ の範囲---

「**淡い赤潮**」

クロロフィルa … 植物プランクトンの量をあらわす  
クロロフィルa の多さ… 栄養塩類(N, P)の濃度

と関連

(N:窒素、 P:リン)

## 藻類量(クロロフィルa量)と 窒素・リン濃度との関係？

**AGP** (Algal Growth Potential, 潜在的藻類生産量)と  
**窒素・リン濃度の関係**を調査

**AGP** MBOD (Modified BOD)により測定… **M-AGP**

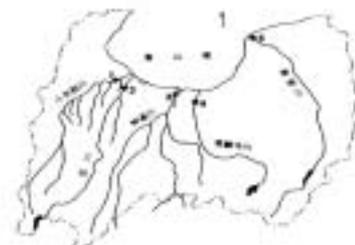
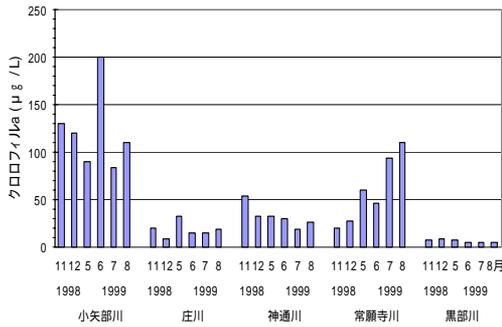
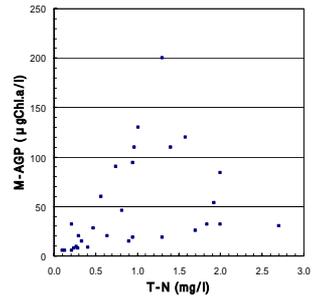


図4 調査地点 (●:地点)  
1: 宇奈月川河口、2: 宇奈月川河口、3: 宇奈月川河口、4: 宇奈月川河口、5: 宇奈月川河口、6: 宇奈月川河口、7: 宇奈月川河口

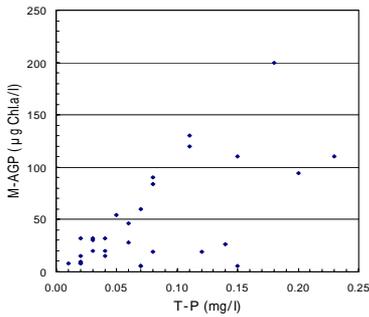
### 主要5河川のM-AGP(潜在的藻類生産量)



### M-AGPとT-Nの関係



### M-AGPとT-Pの関係

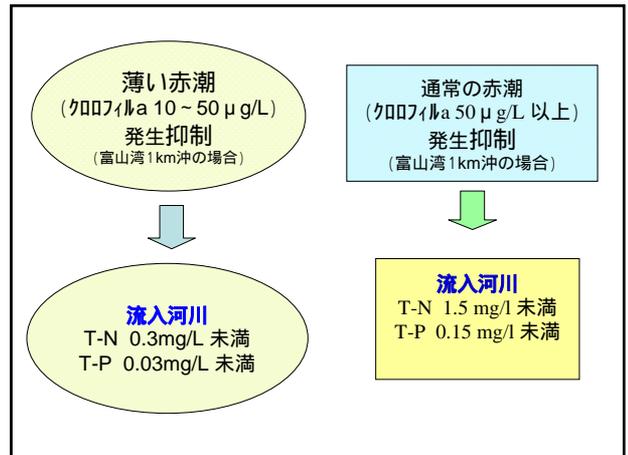


### AGP(クロロフィルa)と窒素・リンの関係

- クロロフィルa** 50 µg/l 以上 (通常の赤潮)  
全窒素 約0.5mg/l 以上  
全リン 約 0.05mg/l 以上
- クロロフィルa** 10 µg/l 以上 (薄い赤潮)  
全窒素 約0.1mg/l 以上  
全リン 約 0.01mg/l 以上

### 海の赤潮発生と海水および流入河川の全窒素・全リン濃度 (数字はおおよその値)

沿岸からの距離	1 km沖 (約1/3 以下)		2 km沖 (約1/5以下)	
	薄い赤潮	通常の赤潮	薄い赤潮	通常の赤潮
<b>海水</b>				
クロロフィルa	10 µg/L以上	50 µg/L以上	10 µg/L以上	50 µg/L以上
全窒素	0.1 mg/L以上	0.5 mg/L以上	0.1 mg/L以上	0.5 mg/L以上
全リン	0.01 mg/L以上	0.05 mg/L以上	0.01 mg/L以上	0.05 mg/L以上
<b>流入河川</b>				
全窒素	0.3 mg/L以上	1.5 mg/L以上	0.5 mg/L以上	2.5 mg/L以上
全リン	0.03 mg/L以上	0.15 mg/L以上	0.05mg/L以上	0.25 mg/L以上



河川の底生動物から河川の富栄養化度を推測できないか？

河川底生動物  
BOD、溶存酸素日変動量と関連

**溶存酸素日変動量** 水生植物の量と関連  
 —— 窒素・リン濃度と関連  
 間接的に窒素・リンと関連の可能性

汚濁段階 、 、  
 —— 窒素・リンとの関連性の有無

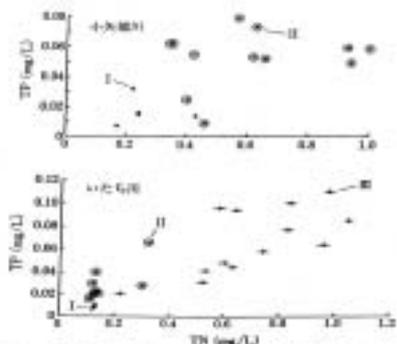


図7 小矢部川といたち川における底生動物相 (I, II, III) と全窒素、全リン

河川の底生動物相 (汚濁段階 、 、 ) と全窒素、全リン

河川名	底 生 動 物 相					
	段階		段階		段階	
	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)
黒部川	~0.31	~0.025	-----	-----	-----	-----
常願寺川	~0.55	~0.026	0.39~0.46	0.005~0.03	-----	-----
神通川	~0.8	~0.041	0.3~3.2	0.015~0.09	2.8	0.068
小矢部川	~0.43	~0.032	0.3~1.1	0.01~0.08		
子撫川	~0.25	~0.03	0.2~0.47	0.007~0.041		
九里川尻川	~0.27	~0.05	0.15~0.31	0.03~0.06		
いたち川 (1986)	---	---	0.12~0.32	0.02~0.066	0.11~2.5	0.02~3.1
いたち川 (1996)	---	---	0.05~0.71	0.01~0.18	0.2~1.2	0.01~0.11

全リンに関して

汚濁段階 —— 0.03 mg/l 以下

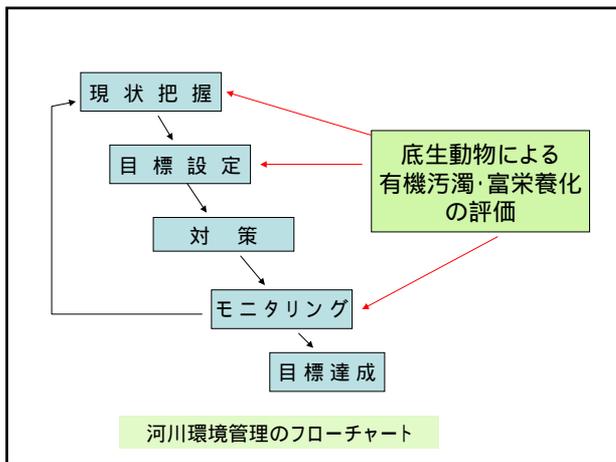
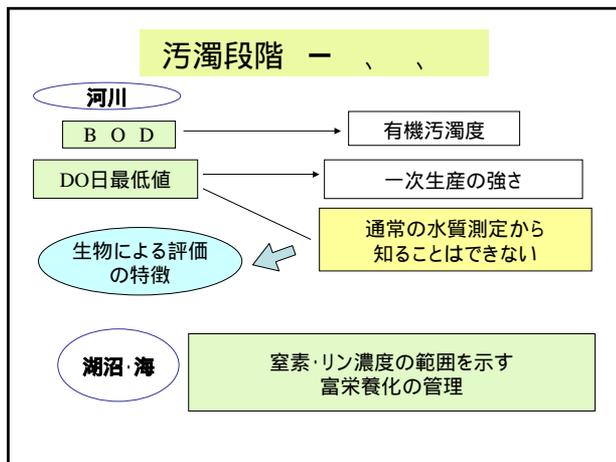
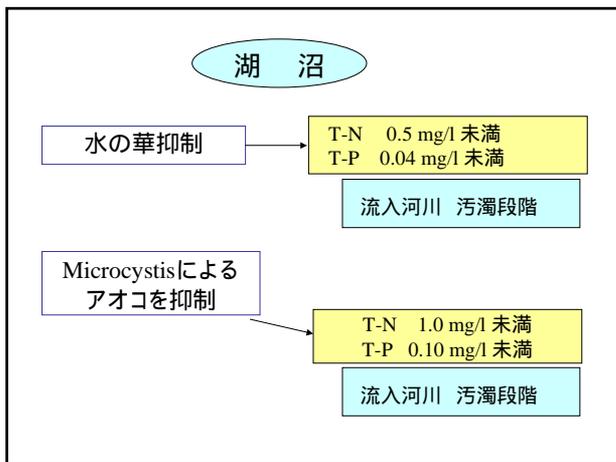
汚濁段階 —— 0.005 ~ 0.1 mg/l

薄い赤潮  
(クロコフィラ 10~50 μg/L)  
発生抑制  
(富山湾 1km沖の場合)

通常の赤潮  
(クロコフィラ 50 μg/L 以上)  
発生抑制  
(富山湾 1km沖の場合)

流入河川  
T-N 0.3mg/L 未満  
T-P 0.03mg/L 未満  
↓  
汚濁段階

流入河川  
T-N 1.5 mg/l 未満  
T-P 0.15 mg/l 未満  
↓  
汚濁段階



参 考 文 献

- 1) 藤井昭二編著(1997)富山湾、213pp. 新興出版社.
- 2) 富山県 (2005) 平成16年度版富山県環境白書、259pp.
- 3) 高倉盛安、安田郁子(1988)富山県内における天然湖沼の水質とプランクトン、富山県立技術短期大学研究報告、第22巻、26-41.
- 4) 安田郁子ほか(1993)鯉ヶ池における植物プランクトンの種類構成と垂直分布、富山県内主要湖沼等の水質と水生生物に関する研究(鯉ヶ池)研究報告、富山県公害センター、15-20.
- 5) 浦谷一彦ほか(1993)鯉ヶ池における水質とプランクトン、同上、1-14.
- 6) 安田郁子ほか(1991)黒部湖(夏季)におけるプランクトンの種類構成と現存量、富山県立大学紀要、第1巻、111-117.
- 7) 門田元編(1987)淡水赤潮、290pp.、恒星社厚生閣.
- 8) 手取川水道事務所(1993)水質試験年報第5集(平成2～3年度)、337pp.
- 9) 柳田友道(1976)赤潮、198pp.、講談社サイエンスフィク.
- 10) 中本信忠(1983)水中の生物利用可能栄養物質量の新しい水質評価法、水道協会雑誌、52(12)、14-28.
- 11) 安田郁子 (2003) MBOD法による富山湾流入河川の富栄養化度に関する評価、水処理技術、44(12)、565-570.
- 12) 安田郁子 (2004) 富山湾への流入河川の栄養塩フラックスの評価、富山県立大学戦略的教育研究課題推進プロジェクト報告「富山の水環境総合評価・管理に関する研究」、14-15.
- 13) 安田郁子 (1996) 底生生物からみた水質指標、「都市の中に生きた水辺を」、(身近な水環境研究会編)、82-90、信山社.
- 14) 安田郁子(1999)水生生物と水環境保全、「日本の水環境4 東海・北陸編」、技報堂出版、218-221.
- 15) 安田郁子(2005)河川の富栄養化管理における底生動物の利用可能性、水処理技術、46(9)