

ヤマトシジミの浄化能力が 小川原湖に与える影響について

ON THE INFLUENCE OF WATER PURIFICATION
BY *CORBICULA JAPONICA* ON LAKE OGAWARA

河野翔太¹・藤原広和²・玉井翠¹・奥山紘平¹・長崎勝康³・細井崇⁴

Shota KAWANO, Hirokazu FUJIWARA, Akira TAMAI

Kohei OKUYAMA, Masayasu NAGASAKI and Takashi HOSOI

¹学生会員 八戸工業高専専攻科 建設環境工学専攻 (〒039-1192 青森県八戸市田面木上野平 16-1)

²正会員 博(工) 八戸工業高専准教授 建設環境工学科 (〒039-1192 青森県八戸市田面木上野平 16-1)

³青森県水産総合研究センター内水面研究所 (〒034-0041 青森県十和田市大字相坂字白上 344-10)

⁴小川原湖漁業協同組合 (〒039-2406 青森県上北郡東北町旭北四丁目 31-662)

The *Corbicula japonica* fishery in Aomori Prefecture has been performed in Lake Ogawara and Lake Jyusan. Recently *Corbicula japonica* has been decreasing in Lake Ogawara, which is brackish lake located in the southeast of Aomori and is well-known as its major source. In order to investigate the cause of the decrease and to control its proliferation, it is necessary to research the relationship between *Corbicula japonica* and its environment.

In this research, we have examined the water quality of the lake, and its relation with the purification ability of *Corbicula japonica*. The results of the examination show that *Corbicula japonica* has the purification ability of chlorophyll-a and chemical oxygen demand. The ability depends on its connection with the number of monads, water temperature and the rudiment of the concentration of chlorophyll-a and chemical oxygen demand. This ability evidently affects the environment of the lake.

Key Words : *Corbicula japonica*, water quality, purification ability, chlorophyll-a, chemical oxygen demand

1. はじめに

青森県のヤマトシジミ漁業は、小川原湖と十三湖で行われている。2002年には、両湖合わせて約5,700トンの漁獲量だったが、2005年には、約3,000トンに激減している。

本研究の対象である小川原湖は、青森県東南に位置する汽水湖であり、ヤマトシジミは、小川原湖の代表的な水産資源である。しかし、図-1に示す小川原湖のヤマトシジミ漁獲量推移から、小川原湖のヤマトシジミ漁獲量は2002年から減少している。また、既往の研究^{1),2),3)}からヤマトシジミは浄化能力を有することが知られている。本研究では、小川原湖のヤマトシジミによる浄化能力を把握し、小川原湖の水質とヤマトシジミ資源量の関係を検討することにより、ヤマトシジミの浄化能力が小川原湖に与える影響について考察した。

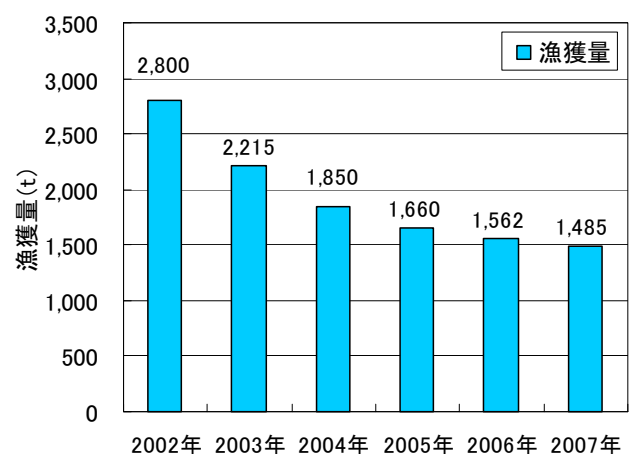


図-1 小川原湖のヤマトシジミ漁獲量の推移

2. 小川原湖およびヤマトシジミの概要

(1) 小川原湖の概要^{4),5)}

図-2は、小川原湖の概略図である。小川原湖は湖面積

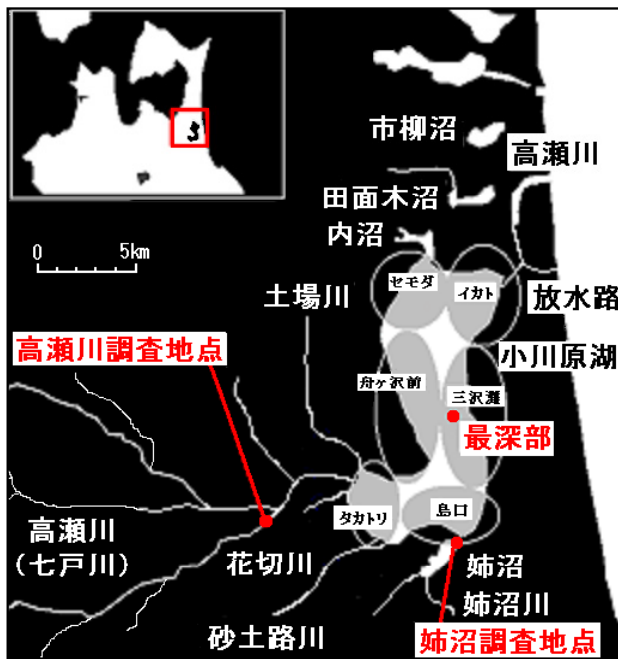


図-2 小川原湖周辺と調査地点

63.2km²、湖容量714×10⁶m³、湖岸延長67.4km、平均水深約11m、最大水深約25mの海跡湖である。小川原湖への流入河川は、高瀬川（七戸川）、砂土路川、土場川、姉沼川などがあり、湖南西に偏っている。対して流出河川は高瀬川のみであり、湖北東に位置する。小川原湖では、2004年のブルーミング¹⁾の影響を受け、富栄養化傾向にあり、対策が必要になってきている。

(2) ヤマトシジミの概要³⁾

日本国内におけるシジミの漁獲量のほとんどがヤマトシジミであり、小川原湖に生息する種もヤマトシジミである。ヤマトシジミの活動は水温により規定され、夏季は底表から1～2cm、冬季は2～4cmが生活空間となる。水温が約10℃を下回ると冬眠するが、それ以上の水温では、底質から水管を出し、水中の有機懸濁物を餌としている。また、生息には酸素が関係しており、DO飽和度（以下DO）50%以上が生息範囲である。小川原湖は水温躍層の形成により、底層部では貧酸素水塊が形成されやすいため、ヤマトシジミの生息範囲は水深10m以浅といわれている⁵⁾。

3. 現地観測および実験方法

(1) 水質調査

小川原湖の水質調査は、図-2に示す最深部において、2002年8月～2007年12月（1～3月を除く）に月1回程度実施した。調査には多成分水質計（ALEC社 AAQ1183-PT）を用いて、水温、塩分、クロロフィルa、濁度、DO、pHを測定し、同時に表層水を採水し、COD、SSを測定した。また、図-2に示す姉沼、高瀬川調査地点と小川原湖の最深部における国土交通省東北地方整備局高瀬川河

表-1 実験条件

	実験指標	初期クロロフィル a (μg/L)	初期COD (mg/L)	平均水温 (°C)	シジミ個体数 (個)	試験水量 (L)	実験時間 (hr)
CASE1-1	クロロフィルa	24.6		22.3	8	8	48
CASE1-2		23.6		22.4	0	8	48
CASE2-1	COD		17.3	21.1	200	200	24
CASE2-2			17.6	21.1	0	50	24
CASE3	クロロフィルa	18.0		23.1	5	200	140
CASE4	COD		13.6	23.0	30	200	144

川事務所の定期観測結果と降水量より、姉沼、高瀬川のCOD、T-P、T-Nと、降水量や小川原湖のCOD、T-P、T-Nとの関係について調査した。降水量は、図-2には示していないが、小川原湖から約21km上流にある山屋観測所のデータを用いた。

(2) 資源量調査

資源量調査は図-2に示す、セモダ、イカト、舟ヶ沢前、三沢灘、タカトリ、島口の湖内6地区において、2002～2007年の8月に各1回実施した。調査方法は1地区あたり14～15の調査地点において、エクマンバージ採泥器（15cm×15cm）により採泥し、1mmふるいにかかったシジミをサンプルとした。また、単位面積あたりの重量に、各地区の水深10m以浅の面積を乗じたものを推定資源量として算定した。

(3) 浄化実験

小川原湖のヤマトシジミの浄化能力を把握するため、実験を行った。実験条件は表-1に示す通りである。小寺らの研究⁶⁾より、ヤマトシジミによるクロロフィルa、CODの減少は、水温が関係していることがわかっている。そこで、CASE1～2では、初期のクロロフィルa、CODを高くしたシジミによる浄化実験を行い、比較のためシジミ無でも同様の実験を行った（CASE1-2、CASE2-2）。CASE3～4では、長時間（140hr程度）の実験を行った。試験水は八戸高専の下水処理施設の流入水を希釈したものを用い、常時エアレーションを行った。

4. 結果および考察

(1) 小川原湖の水質

a) クロロフィルa

図-3に、2002年8月～2007年12月の小川原湖の最深部におけるクロロフィルaの鉛直分布の季節変化を示す。クロロフィルaは、2003年12月から全水深で高い値を示し、それ以降同様に高い値で推移している。2007年は、夏季の表層で濃度がやや低い値を示している。

b) 水温とDO

図-4に、2002年8月～2007年12月の小川原湖の最深部における水温の鉛直分布の季節変化を示す。小川原湖では夏季に季節水温躍層が形成され、上層と下層で水温差が明確となる。これより、夏季は下層部において貧酸素

クロロフィル a (mg/L)

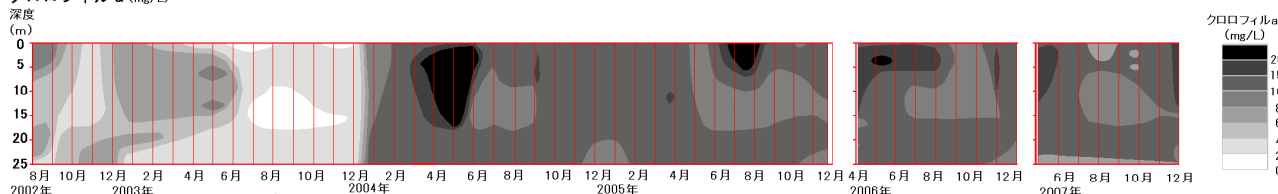


図-3 小川原湖のクロロフィルaの季節変化

水温 (°C)

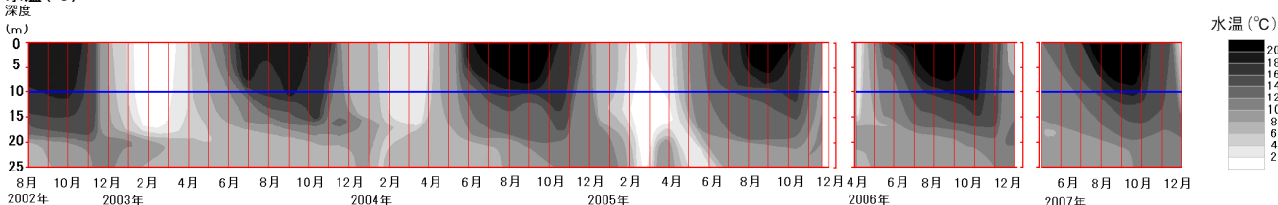


図-4 小川原湖の水温の季節変化

DO (%)

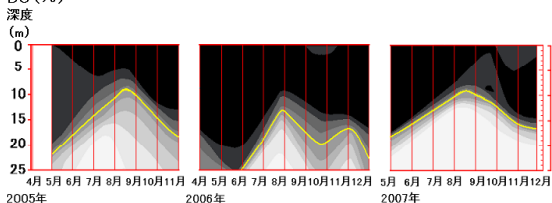


図-5 小川原湖のDOの季節変化

水塊が形成されやすい。図-5に2005年5月～2007年12月のDOの鉛直分布の季節変化を示す。図中の黄色の線は、シジミが生息に必要なDO50%を表しており、黄色の線以浅ではDOは50%以上、黄色の線以深ではDOは50%以下である。前述したとおり、DO50%以上がヤマトシジミの生息範囲であり、DOが50%以上を維持しているのは水深約10m以浅であることがわかる。よって、ヤマトシジミの生息に適しているのは、水深10m以浅である。

c) 表層COD

図-6に、表層CODの季節変化を示す。表層CODは、春季に高くなる傾向があるが、これは全循環期において、湖水が混合するためである。2003年春季には約3.8mg/Lであった値は、年々減少傾向にあり、2005年の秋季以降、小川原湖の環境基準⁷⁾である3mg/L以下を維持している。2007年は春季、秋季の約2.5mg/Lが最も高いものとなった。

(2) 姉沼、高瀬川の水質

図-2に示すように、姉沼は小川原湖に隣接しており、高瀬川（七戸川）は小川原湖への流入河川である。図-7に、1998～2007年の姉沼、高瀬川、小川原湖の最深部におけるCOD、T-P、T-Nと降水量の経年変化を示す。図-7a)より、姉沼、高瀬川については、変動が激しく、傾向を捉えにくいいため、姉沼、高瀬川を3ヶ月移動平均で表したものを図-7b)に示す。これより、姉沼ではCODが冬季に低くなる傾向がある。T-Pは春季、秋季に高くなる傾向があるが、2007年は冬季と夏季に高い。T-Nは冬季に高く夏季に低くなる傾向がある。高瀬川のCOD、T-

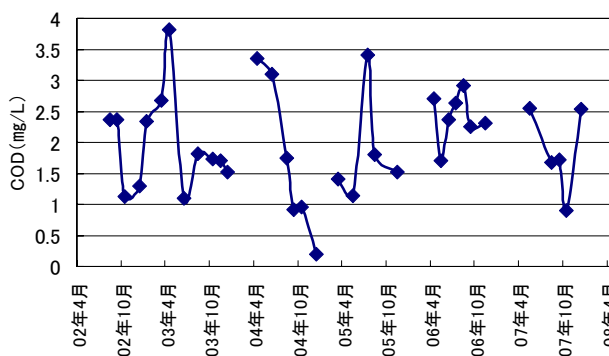
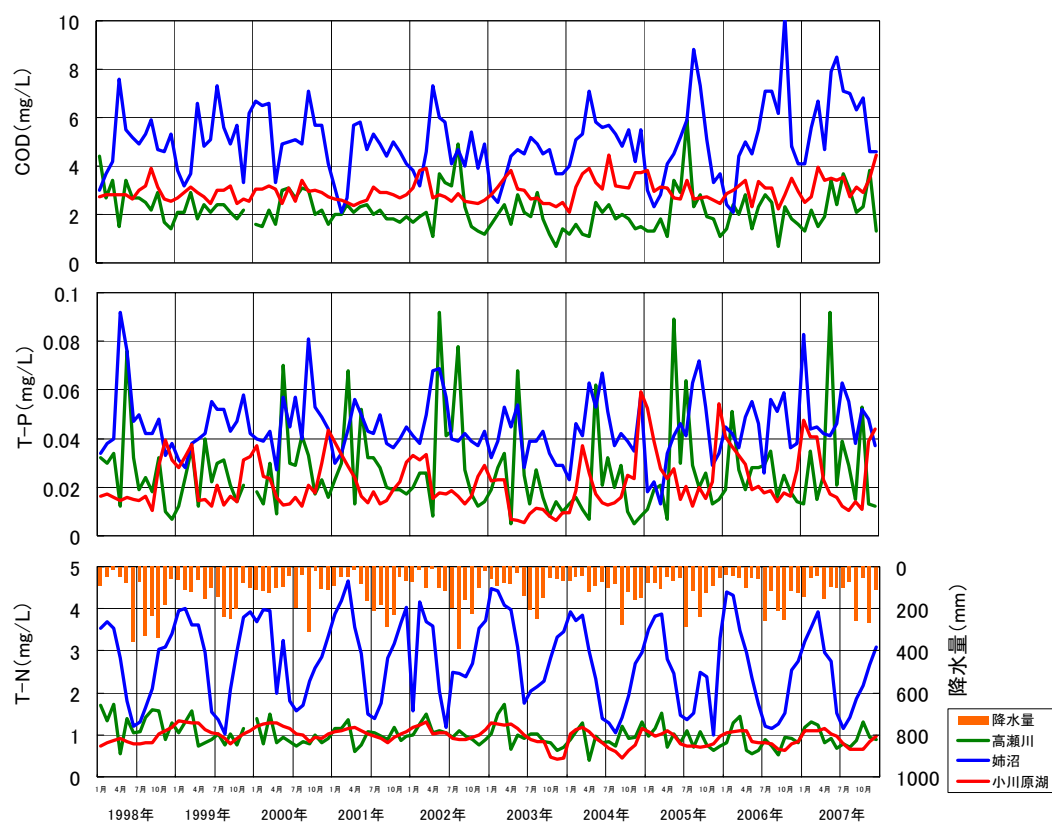
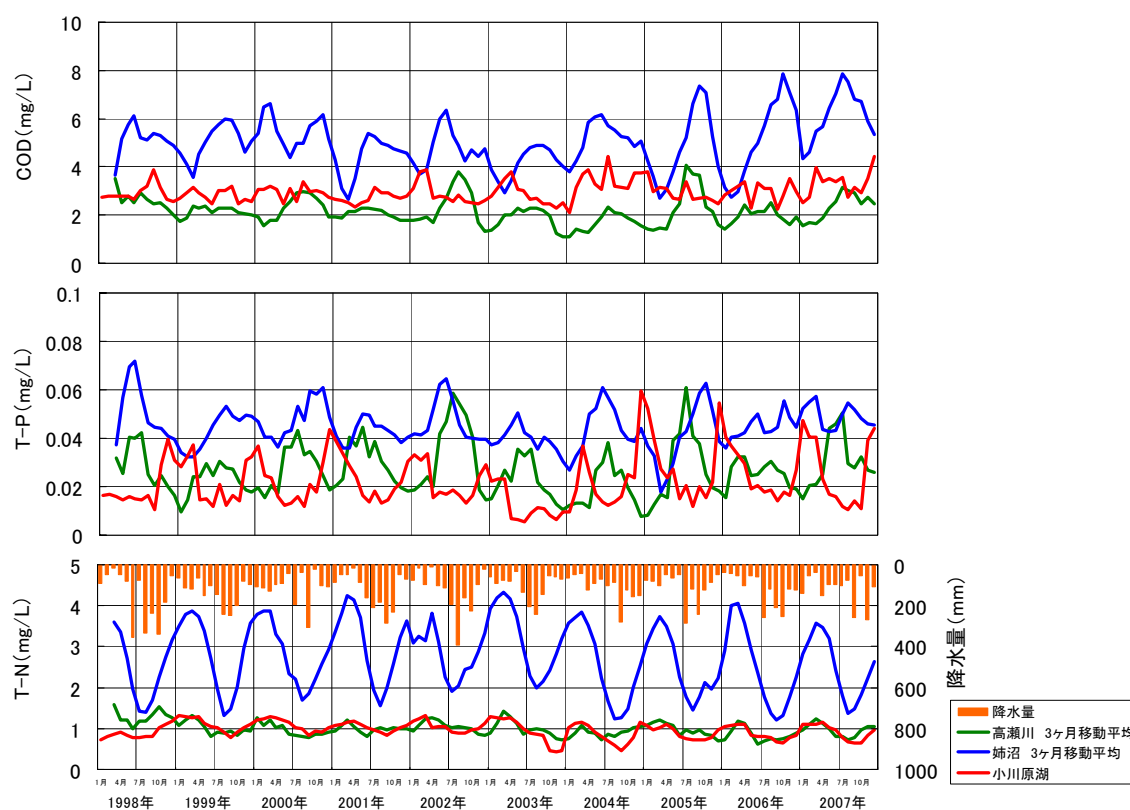


図-6 小川原湖のCODの季節変化

P、T-Nは、姉沼とほぼ同じ変動傾向がみられるが、姉沼よりも低い値を示す。小川原湖の最深部におけるCODは、値が概ね姉沼、高瀬川の間である。T-Pは、姉沼、高瀬川が減少すると増加する傾向がある。小川原湖のT-Nは、高瀬川のCODと近い値を示している。ここで、小川原湖の最深部におけるT-Pの変動は、姉沼、高瀬川のT-Pの増加が、遅れて小川原湖の最深部にあらわれたと考えることができる。その遅れは約6ヶ月である。これより、姉沼、高瀬川の水質は、約6ヶ月で小川原湖にあらわれると考えられる。小川原湖の最深部のCOD、T-Pは、姉沼、高瀬川の影響を受けている。降水量は、夏季～秋季に多く、冬季は少ない。降水量と姉沼、高瀬川、小川原湖の最深部におけるCOD、T-P、T-Nを比較すると、姉沼、高瀬川のCOD、T-Pは、降水量の多い時期に高い値を示すことが多い。小川原湖の最深部におけるCOD、T-Pは、降水量の多い時期から遅れて高い値を示すことが多い。姉沼、高瀬川、小川原湖の最深部におけるT-Nは、降水量の少ない時期に高い値を示している。これより、姉沼、高瀬川のCOD、T-P、T-Nは降水量の影響を受けているといえる。ヤマトシジミの資源量については後述するが、2004年、2005年の資源量は少なく、小川原湖のT-Pは高い傾向がある。これより、ヤマトシジミの資源量とT-Pは関係があると考えられる。



a) 定期観測結果



b) 姉沼、高瀬川を3ヶ月移動平均値としたもの

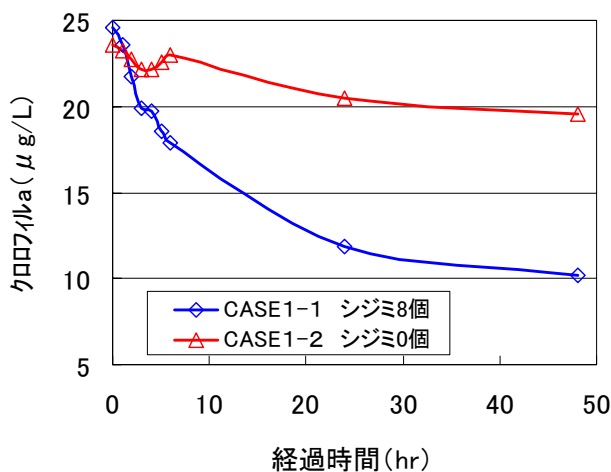
図-7 姉沼、高瀬川、小川原湖最深部におけるCOD、T-P、T-Nと降水量の経年変化

(3) 浄化実験

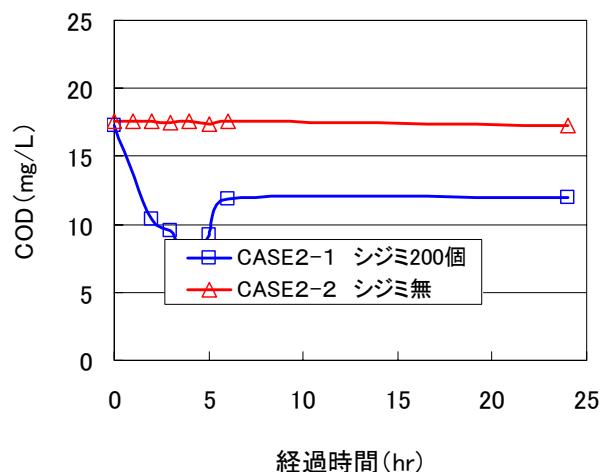
a) CASE1, CASE2の実験結果

図-8a), b)にCASE1, CASE2の実験結果を示す。CASE1-1は、初期濃度24.6 $\mu\text{g/L}$ が、48時間後に10.2 $\mu\text{g/L}$

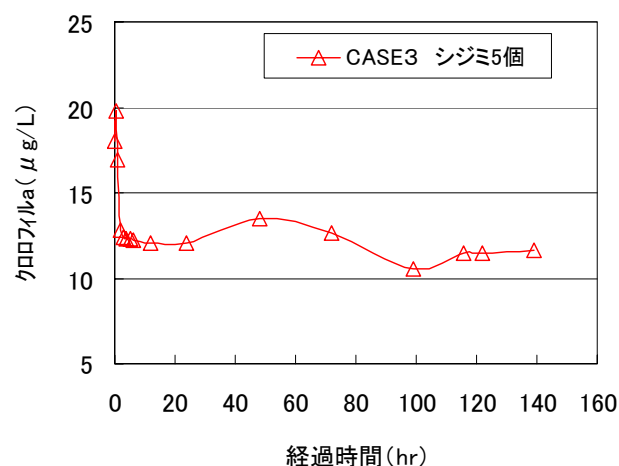
となり、48時間で14.4 $\mu\text{g/L}$ 減少した。CASE1-2は、初期濃度23.6 $\mu\text{g/L}$ が、48時間後に19.6 $\mu\text{g/L}$ となり、48時間で4.0 $\mu\text{g/L}$ 減少した。CASE1-1, CASE1-2の濃度減少の差から、ヤマトシジミによるクロロフィルaの浄化量は48



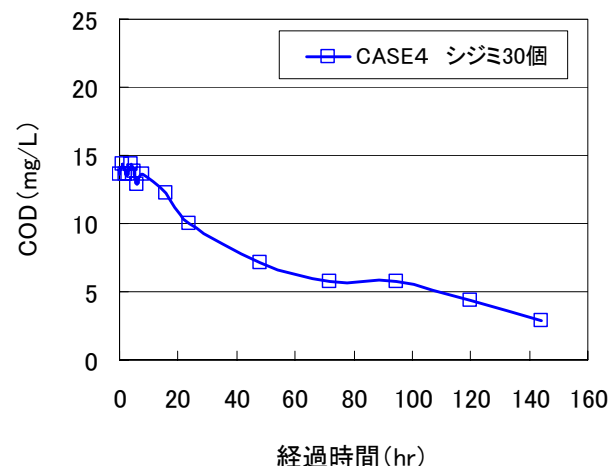
a) CASE1の実験結果



b) CASE2の実験結果



c) CASE3の実験結果



d) CASE4の実験結果

図-8 浄化実験結果

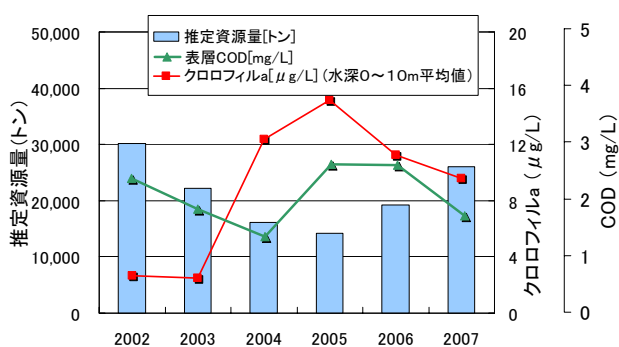


図-9 推定資源量と水質の関係

時間で10.4 $\mu\text{g/L}$ となった。CASE2-1では、初期濃度17.3mg/Lが、48時間後に12.0mg/Lとなり、48時間で5.3mg/L減少した。濃度が減少し、4時間後を境に増加するのは、ヤマトシジミの糞や、死滅等が原因と考えられる。CASE2-2は、初期濃度17.6mg/Lが、24時間後に17.3mg/Lとなり、24時間で0.3mg/L減少した。CASE2-1、CASE2-2の濃度減少の差から、ヤマトシジミによるCODの浄化量は24時間で5.0mg/Lとなった。これらにより、

ヤマトシジミのクロロフィルa、CODの浄化能力が確認された。また、野中ら⁸⁾によると、ヤマトシジミによるクロロフィルa、CODの減少がみられている。CODは、減少の後に排出物によるわずかな増加がみられる。これはCASE2-1と一致する。

b) CASE3, CASE4の実験結果

図-8c)、d)にCASE3、CASE4の実験結果を示す。CASE3は、初期濃度18.0 $\mu\text{g/L}$ が、12時間後に12.1 $\mu\text{g/L}$ まで減少した後は、多少変動しているが、停滞している。CASE4のCODは、初期濃度13.6mg/Lが、時間経過とともに減少し、144時間後には3mg/L以下となった。

(4) 小川原湖の推定資源量と水質の関係

図-9に小川原湖の推定資源量と最深部のクロロフィルa、表層CODの関係を示す。クロロフィルa、表層CODは、2002～2007年の7～9月における平均値であり、クロロフィルaは水深0～10mまでの平均値である。2002～2004年は、推定資源量の減少とともに表層CODは減少している。クロロフィルaは2002～2003年にかけて変化

がなく、2004年に急激に増加している。2005年の推定資源量は、6年間で最少であり、このとき、クロロフィルa、表層CODは6年間のうち最大値である。2006年、2007年は、推定資源量が増加に転じ、クロロフィルa、表層CODの値が小さくなる傾向を示していることから、これらの指標と、ヤマトシジミ資源量には関係があるといえる。

5. おわりに

本研究により得られた主な知見は以下の通りである。

- (1) 小川原湖のクロロフィルaは、2003年12月から全水深で高い値を示し、それ以降同様に高い値で推移している。
- (2) 小川原湖では夏季に貧酸素水塊が形成されるため、DOが50%以上の水深10m以浅がヤマトシジミの生息に適している。
- (3) 姉沼、高瀬川のCOD、T-Pと降水量に関係がみられた。また、小川原湖のCOD、T-Pは、姉沼、高瀬川の影響を受けている。
- (4) ヤマトシジミの浄化実験により、クロロフィルa、CODの減少が確認された。
- (5) 小川原湖の夏季のクロロフィルa、CODとヤマトシジミ資源量には関係がみられた。

謝辞：資料提供や現地観測では、小川原湖漁業協同組合ならびに国土交通省東北地方整備局高瀬川河川事務所の皆様に御高配いただきました。ここにお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 鈴木誠二、西田修三、金城周平、小野雅史、中辻啓二：小川原湖におけるヤマトシジミの資源量変動と物質循環、海岸工学論文集、第52巻、pp. 1041-1045. 2005.
- 2) 西田修三、鈴木誠二、山中亮一、金城周平、中辻啓二：優先二枚貝を考慮した汽水湖の水質変動解析、海岸工学論文集、第50巻、pp. 1016-1020. 2003.
- 3) 島根県水産試験場：島根県水産試験場研究報告、第9号、192p、1998.
- 4) 久保田光彦、藤原広和、長崎勝康、吉田由孝、細井崇：小川原湖における水質・底質環境およびヤマトシジミの生息状況について、海岸工学論文集、第53巻、pp. 1091-1095. 2006.
- 5) 玉井翠、藤原広和、久保田光彦、長崎勝康、濱田正隆、榊昌文：小川原湖の水域環境およびヤマトシジミの発生について、水工学論文集、第52巻、pp. 1255-1260. 2008.
- 6) 小寺栄蔵、藤原広和、久保田光彦、石鉢史哉、関下遥香：小川原湖の水質調査とヤマトシジミについて、土木学会東北支部技術発表会、-5、2007.
- 7) 環境省：水質汚濁に係る環境基準について、環境省告示第59号、1971.
- 8) 野中一臣、伊奈良平、大杉圭：ヤマトシジミの復活をめざして、日本水大賞、pp. 111-125, 2004.

(2008.9.30受付)