

三島ダム湖における浮遊微生物相

林 紀 男¹⁾・鎌 田 愛 美²⁾

¹⁾ 千葉県立中央博物館
〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2

²⁾ 君津市立清和中学校
〒292-1164 君津市東日笠 522

要 旨 千葉県君津市正木に位置するダム湖「三島湖」において、浮遊微生物（プランクトン）相を調査した。その結果、藍藻（藍細菌）17 種、原生生物 48 種（肉質虫類 6 種、鞭毛虫類 17 種、繊毛虫類 7 種、緑藻類 10 種、珪藻類 8 種）、袋形動物 14 種（輪虫類 11 種、腹毛類 1 種、線虫類 2 種）、節足動物甲殻類 11 種（鯀脚亜綱 5 種、カイアン亜綱 4 種、カイクシ亜綱 2 種）、緩歩動物 1 種、環形動物門貧毛綱 2 種の合計 93 種の水生浮遊微生物の出現が確認された。

キーワード：三島ダム、浮遊微生物、プランクトン、生物相、水質。

はじめに

全国には、農業用水や工業用水の取水を目的とした大規模なダム、農地灌漑を目的として谷津上流部に設けられた人造のため池、自然に形成された天然池沼など数多くの多様な閉鎖性水界が存在する。これらの水界には周辺環境をも包含した各種の環境要因により異なる水界生態系が構築されている（林，1999）。ため池として造成されたものの農地の宅地化などにより灌漑目的を廃れさせ荒れたままになっているため池、修景用に整備されて公園の一部として活用されているような池、調整池としての役割から普段市民が容易に近づけない構造の池など、千葉県内にも大小さまざまな数多くの池沼が存在する（林，2004）。しかしながら、これらの水界において水生生物調査が網羅的に実施されたことはなく、これらの水界を比較検討する上で大きな制約となっている（水野，1971）。ここでは、千葉県内にある池沼において、三島ダム湖に着目し、浮遊微生物相の視点から網羅的な調査を実施し、生物相の記録・リスト化を通じた浮遊微生物の戸籍簿を作成し、当該ダム湖の基礎的な知見を集積することを目的とした。

調査地の概要

三島ダムは千葉県君津市正木の小糸川に 1960 年に築造された農地灌漑用のアースダム湖である。堤体部は北緯 35 度 13 分 13 秒，東経 140 度 1 分 37 秒に位置し，堤長 127.7 m，堤高 25.3 m，有効貯水量 5,400,000 m³ の規模で，目視できる余水吐け部分がコンクリートダムのような景観をなす。ダムの概要は表 1 に示すとおりである（竹内，1984）。非灌漑期の 9

月から 3 月にかけて貯水し，小糸川下流域の 2919 ha の耕地灌漑に活用されている（君津市史編さん委員会，1996）。三島ダムは図 1 に示すとおり，小糸川水系の谷筋に沿って湛水されているため，湖水面に複数の尾根筋が入り込んで複雑な形状を呈し，灌漑時期には水位の変動が大きい（君津市史編さん委員会，1996）ことが特徴である。

ゲンゴロウブナ，ワカサギ，オイカワ，コイの放流が実施されていた（君津市史編さん委員会，1996）。湖面には数多くのボートが係留され，早朝から日暮れまで多くの釣り人がヘラブナ釣りを楽しんでいる。現

表 1. 三島ダムの概要。

ダム名称	三島（みしま）ダム
ダム形式	アースダム
水系名	小糸川水系
河川名	小糸川
ダム湖名称	三島（みしま）湖
所在地	千葉県君津市正木
堤体部経緯度	北緯 35 度 13 分 13 秒，東経 140 度 1 分 37 秒
用途	農業用水
着工年	1943 年
完成年	1956 年
堤高	25.3 m
堤長	127.7 m
最大水深	23.5 m (HHWL83.2-EL59.7 m)
堤体積	98,000 m ³
総貯水量	5,400,000 m ³
有効貯水量	5,400,000 m ³
湛水面積	0.7 km ²
集水面積	26.1 km ²

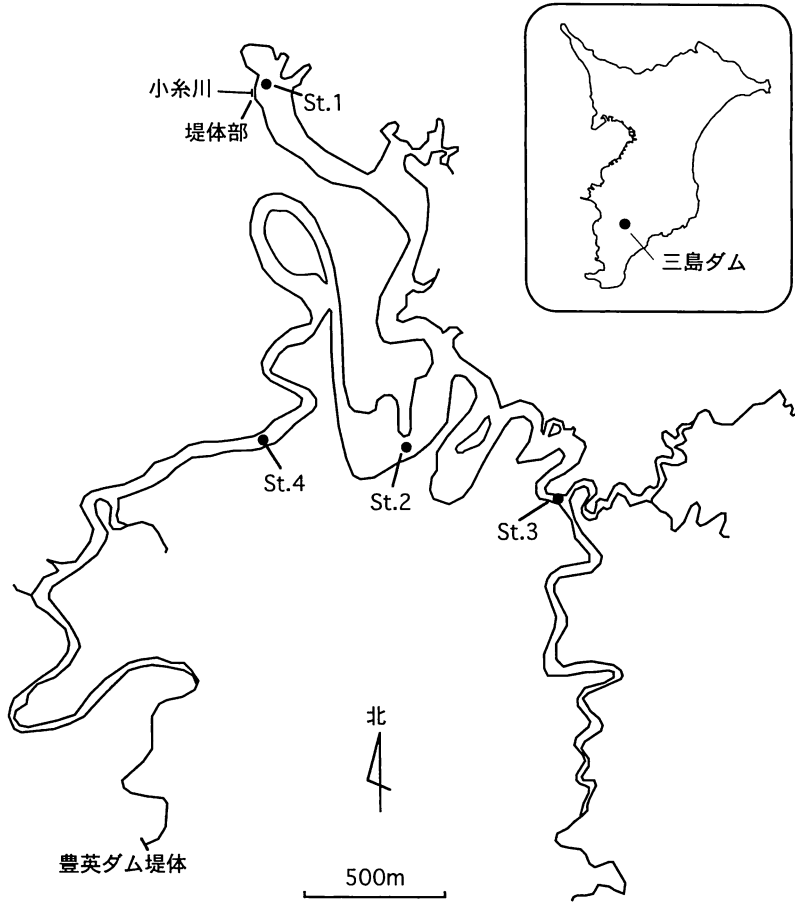


図 1. 三島ダム湖平面図および測点位置図.

在は、1986年から定着（君津市史編さん委員会、1996）したオオクチバスおよびブルーギルも高い生息密度を維持しており、疑似餌（ルアー）によるバス釣りを楽しむ人も増加している。これら外来魚種が在来魚種を捕食するため水界生態系に影響（日本魚類学会自然保護委員会、2002）を及ぼしているものと考えられる。1990年まではワカサギの卵125万卵入りの箱を20箱、年間23トン放流する事業が実施されてきたが、外来魚種の食害の影響が大きく、1991年以降は中止されるに至っており、現在ではゲンゴロウブナの放流のみが実施されている（君津市史編さん委員会、1996）。

調査方法

1. 試料採取

1998年から2002年の5年間にわたり、浮遊微生物相の隔月の調査を行なった。調査地点は図1に示す測点1から測点4とした。浮遊微生物試料の採取は、網目長径58 μ m（1インチ四方あたりの網目数

196 $\times$ 238）のナイロン製プランクトンネット（NXXX 25）を用いて表層水より行なった。

2. 水質分析

試料は、採取後直ちに水質分析に供した。測定項目および測定方法は以下に示すとおりである。透視度、pH（水素指数）：ガラス電極法、水温：ベッテンコーヘル水温計法、ORP（酸化還元電位）：ガラス電極法、SS（浮遊懸濁物質）：ガラス繊維濾紙法、TOC（全有機性炭素）：燃焼酸化-赤外線法、TN（全窒素）：銅・カドミウムカラム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、NH₄-N（アンモニア性窒素）：インドフェノール青吸光光度法、NO₂-N（亜硝酸性窒素）：ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、NO₃-N（硝酸性窒素）：銅・カドミウムカラム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、TP（全リン）：モリブデン青（アスコルビン酸還元）吸光光度法、PO₄-P（リン酸態リン）：モリブデン青（アスコルビン酸還元）吸光光度法、Chl.a（クロロフィルa）、DO（溶存酸素）：ウインクラーアジ化ナトリウム変法。なお、測定法は下水試験方法（社団

法人日本下水道協会, 1997) および上水試験方法 (日本水道協会, 1993) に従った。また、藍藻類の産生する毒素ミクロキスチンに着目し、総ミクロキスチン濃度について ELISA 法 (酵素免疫測定法) (Kim YM *et al.*, 2003) を用いて測定した。

3. 生物相

試料は、採取後直ちにノマルスキー型微分干渉顕微鏡および蛍光顕微鏡、実体顕微鏡を用いた検鏡に供し生物相を定量的に同定した。この際、ホルマリンやアルコールなどの化学物質による固定は細胞の変形などを生じ同定に支障をきたすため、無固定で検鏡した。また、珪藻については、パイプユニッシュ処理 (南雲ほか, 2000) を用いて細胞内容物を除去し殻の模様配列が判別しやすいようにした。生物相は上野 (1973)、水野 (1977)、猪木 (1981)、水野・高橋 (1991)、小島ほか (1995)、田中 (2002) などに基づき同定を行った。

結果および考察

1. 水質

三島ダム湖における調査時の水質は表2に示すとおりである。三島ダム湖には大きな汚濁源となる点源負荷は存在せず、主な流入負荷は非点源 (面源) 負荷である。水質は TOC 約 11 mg/l、TN 約 1.2 mg/l、TP 約 0.2 mg/l であり栄養状態から中栄養湖 (ホイッタカー, 1979) と位置づけられるが、無機態窒素が 1 mg/l を超えており、大幅な窒素過多の状態にあることが明らかである。平均水質で算定した全窒素・全リン比は 62 である。ただし、表2に示した測定値は、測定時点に得られた値であり、必ずしも調査期間中の代表値とはなっていないことに留意する必要がある。湖面には数多くのボートが係留されヘラブナ釣りの人で

表2. 三島ダム湖の水質。

項目	単位	平均値	最低値	最高値
透視度	cm	37	25	80
pH	—	7.9	6.5	9.4
水温	℃	18.8	2.5	24.4
ORP	mV	175	90	210
DO	mg/l	6.9	4.0	9.5
SS	mg/l	10.4	6.1	22.7
TOC	mg/l	11.3	7.5	23.8
TN	mg/l	1.24	0.69	1.95
NH ₄ -N	mg/l	0.54	0.30	1.08
NO ₂ -N	mg/l	0	0	0.03
NO ₃ -N	mg/l	0.39	0.15	0.55
TP	mg/l	0.02	0.009	0.05
PO ₄ -P	mg/l	0.008	0.003	0.03
Chl. a	μg/l	110	39	420
総ミクロキスチン	μg/l	180	—	—

賑わっているが、これらの釣り人がヘラブナ釣りに使用するマッシュポテトを主成分とする練り餌が汚濁負荷となっていることが示唆される。

2. 生物相

三島ダム湖において浮遊微生物相を調査した結果、藍藻 (藍細菌) 17 種、原生生物 48 種 (肉質虫類 6 種、鞭毛虫類 17 種、繊毛虫類 7 種、緑藻類 10 種、珪藻類 8 種)、袋形動物 14 種 (輪虫類 11 種、腹毛類 1 種、線虫類 2 種)、節足動物甲殻類 11 種 (鯉脚亜綱 5 種、カイアシ亜綱 4 種、カймシ亜綱 2 種)、緩歩動物 1 種、環形動物門貧毛綱 2 種の合計 93 種の水生浮遊微生物の出現が確認された。確認された生物種は以下に示すとおりである。同時期に同水系の豊英ダム湖で実施した浮遊生物相調査では 240 種を超える浮遊微生物が確認されており、僅か 4 km 下流に位置する三島ダムでは浮遊微生物の多様性が著しく限定されていることが明らかである。

三島ダムの浮遊微生物相

モネラ界 Monera

藍藻植物門 Cyanophyta

藍藻綱 Cyanophyceae

クロオコックス目 Chroococcales

クロオコックス科 Chroococcaceae

シネココックス *Synechococcus aeruginosus* var. *aeruginosus*

ダクチロコッコプシス *Dactylococcopsis* sp.

クロオコックス *Chroococcus turgidus* var. *turgidus*

ミクロキスチス *Microcystis aeruginosa* f. *aeruginosa*

ミクロキスチス *Microcystis wesenbergii*

アフアノカプサ *Aphanocapsa ecachista* var. *elachista*

アフアノケーテ *Aphanothece alathrata* var. *clathrata*

コエロスファエリウム *Coelosphaerium naegelianum*

ネンジュモ科 Nostocaceae

キリンドロスペルムム *Cylindrospermum* sp.

アナベノプシス *Anabaenopsis raciborskii*

アフアニゾメノン *Aphanizomenon* sp.

アナベナ *Anabaena affinis* f. *affinis*

アナベナ *Anabaena spiroides* var. *spiroides*

ノストック *Nostoc* sp.

ユレモ科 Oscillatoriaceae

ユレモ *Oscillatoria princeps* var. *princeps*

フォルミジウム *Phormidium* sp.

サヤユレモ *Lyngbya* sp.

原生生物界 Protoctista

肉質鞭毛虫門 Sarcomastigophora

肉質虫亜門 Sarcodina

根足虫上綱 Rhizopoda

葉状根足虫綱 Lobosea

アメーバ目 Amoebida

オオアメーバ *Amoeba proteus*

ナエグリア目(シゾピレヌス目) Schizopyrenida

バールカンピア属 *Vahlkampfia* sp.

ナベカムリ目 Arcellinida

ナベカムリ属 *Arcella* sp.

トゲフセツボカムリ属 *Centropyxis* sp.

糸状根足虫綱 Filosea

グロミア目 Gromiida

ユーグリファ属 *Euglypha* sp.

有軸仮足上綱 Actinopoda

太陽虫綱 Heliozoa

タイヨウチュウ目 Actinophryida

タイヨウチュウ属 *Actinophrys* sp.

鞭毛虫亜門 Mastigophora

動物性鞭毛虫綱 Zoomastigophora

キネトプラスト目(マクムシ) Kinetoplastida

ボドヒゲムシ属 *Bodo* sp.

植物性鞭毛虫綱 Phytomastigophorea

クリプトモナス目 Cryptomonadida

カゲヒゲムシ属 *Cryptomonas* sp.

渦鞭毛虫目 Dinoflagellida

ツノオビムシ属 *Ceratium* sp.

マルウズオビムシ属 *Peridinium* sp.

ミドリムシ目 Euglenida

ミドリムシ *Euglena gracilis* var. *gracilis*

オオミドリムシ *Euglena oxyuris*

ミドリムシの仲間 *Euglena tripteris*

ウチワヒゲムシ *Phacus pleuronectes*

ネジレウチワヒゲムシ *Phacus helikoides* var. *helikoides*

カラヒゲムシの仲間 *Trachelomonas armata* var. *steinii*

ペラネマ属 *Peranema* sp.

エントシフォン属 *Entosiphon* sp.

黄色鞭毛虫目 Chrysomonadida

サヤツナギ属 *Dinobryon* sp.

オオヒゲマワリ目 Volvocida

コナミドリムシ属 *Chlamydomonas* sp.

クロロゴニウム属 *Chlorogonium* sp.

クワノミモ属 *Pandorina* sp.

ユードリナ属 *Eudorina* sp.

繊毛虫門 Ciliophora

旋毛綱 Spirotrichea

少毛亜綱 Oligotrichia

ハルテリア目(少毛類) Oligotrichida

ハルテリア *Halteria grandinella*

下毛類亜綱 Hypotrichia

ユープロテス目 Euplotida

アスピディスカ属 *Aspidisca* sp.

棘毛亜綱 Stichotrichia

アンフィシエラ目(棘毛類) Stichotrichida

スティロニキア属 *Stylonychia* sp.

梁口綱 Nassophorea

ナスラ亜綱 Nassophoria

ナスラ目 Nassulida

ナスラ属 *Nassula* sp.

貧膜口綱 Oligohymenophorea

ゾウリムシ亜綱 Peniculia

ゾウリムシ目 Peniculida

ゾウリムシ *Paramecium caudatum*

膜口亜綱 Hymenostomatia

アンキストルム目(有スクチカ類) Scuticociliatida

シクリディウム属 *Cyclidium* sp.

周毛亜綱 Peritrichia

ツリガネムシ目(固着類) Sessilida

ツリガネムシの仲間 *Vorticella campanula*

緑藻植物門 Chlorophyta

緑藻綱 Chlorophyceae

クロロコックム目 Chlorococcales

ゴレンキニア *Golenkinia radiata* var. *radiata*

ミクラクチニウム *Micractinium pusillum* var. *elegans*

ジクチオスファエリウム *Dictyosphaerium pulchellum* var. *pulchellum*

イカダモ *Scenedesmus quadricauda* var. *quadricauda*

アクチナストルム *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii*

クンショウモ *Pediastrum simplex* var. *simplex*

ヒビミドロ *Ulothrix* sp.
 ジグネマ目 *Zygnematales*
 ミカヅキモ *Closterium diana* var.
diana f. *diana*
 ツツミモ *Cosmarium margaritatum* var.
margaritatum f. *margaritatum*
 チリモ *Desmidium swartzii*

不等毛植物門 *Heterokontophyta*

珪藻植物綱 *Bacillariophyceae*
 中心珪藻亜綱 *Centrophycidae*
 コアミケイソウ目 *Coscinodiscales*
 タルケイソウ *Melosira varians*
 羽状珪藻亜綱 *Pennatophycidae*
 イタケイソウ目 *Diatomales*
 ヌサガタケイソウ *Tabellaria flocculosa*
 ホシガタケイソウ *Astrionella formosa*
 var. *formosa*
 フナガタケイソウ目 *Naviculales*
 フナガタケイソウ *Navicula cuspidate*
 var. *cuspidate*
 ハネケイソウ *Pinnularia gibba* var.
gibba
 クサビケイソウ *Gomphonema sphaerophorum*
 クチビルケイソウ *Cymbella tumida* var.
tumida
 ササノハケイソウ *Nitzschia palea* var.
palea

動物界 *Animalia*

袋形動物門 *Trochelminthes*

輪虫綱 *Rotatoria*
 二性亜綱 *Digononta*
 ヒルガタワムシ目 *Bdelloidea*
 ミズヒルガタワムシ科 *Philodidae*
 ベニヒルガタワムシ *Philodina roseola*
 単性亜綱 *Monogononta*
 マルサヤワムシ目 *Flosculariaceae*
 マルサヤワムシ科 *Flosculariidae*
 マルサヤワムシ *Floscularia ringens*
 遊泳目 *Ploima*
 ドロワムシ科 *Synchaetidae*
 ドロワムシ *Synchaeta stylata*
 ハネウデワムシ *Polyarthra trigala*
 ネズミワムシ科 *Trichoceridae*
 ネズミワムシ *Trichocerca capucina*
 フクロワムシ科 *Asplanchnidae*
 フクロワムシ *Asplanchna priodonta*

ツボワムシ科 *Brachionidae*
 ツボワムシ *Brachionus calyciflorus*
 カメノコワムシ *Keratella cochlearis*
 ハリオワムシ科 *Euchlanidae*
 ウサギワムシ *Lepadella oblonga*
 ツキガタワムシ *Lecane luna*
 ミツウデワムシ科 *Filiiniidae*
 ナガミツウデワムシ *Filinia longiseta*

腹毛綱 *Gastrotricha*

イタチムシ目 *Chaetonotida*
 イタチムシ科 *Chaetonotidae*
 イタチムシ *Chaetonotus nodicaudus*

線虫綱 *Nematoda*

クロマドリダ目 *chromadorida*
 クロマドリダ *Chromadorida bioculata*
 ディプロガスタ目 *Diplogasterida*
 ディプロガステリタス *Diplogasteritus nudicapitatus*

節足動物門 *Arthropoda*

甲殻綱 *Crustacea*
 鰓脚亜綱 *Branchiopoda*
 枝角目 *Cladocera*
 ミジンコ科 *Daphniidae*
 ミジンコ *Daphnia pulex*
 カブトミジンコ *Daphnia galeata*
 タマミジンコ *Moina macrocopa*
 ゾウミジンコ科 *Bosminidae*
 ゾウミジンコ *Bosmina longirostris*
 マルミジンコ科 *Chydoridae*
 シカクミジンコ *Alona quadrangularis*

カイアシ亜綱 *Copepoda*

カラヌス目 *Calanoida*
 ヒゲナガケンミジンコ科 *Diaptomidae*
 ヒゲナガケンミジンコ亜科 *Diaptominae*
 ヤマヒゲナガケンミジンコ *Acanthodiaptomus pacificus*
 ヤマトヒゲナガケンミジンコ *Eodiaptomus japonicus*
 ケンミジンコ目 *Cyclopoida*
 ケンミジンコ科 *Cyclopidae*
 ホンケンミジンコ亜科 *Eucyclopinae*
 ノコギリケンミジンコ *Eucyclops serrulatus*
 ケンミジンコ亜科 *Cyclopiinae*
 オナガケンミジンコ *Cyclops vicinus*
 カイムシ亜綱 *Ostracoda*
 ボドコーバ目 *Podocopida*
 シカクカイミジンコ科 *Ilyocyprididae*
 シカクカイミジンコ *Ilyocypris japonica*

カンドナ科 Candonidae
マルカイミジンコ *Notodromas monacha*

緩歩動物門 Tardigrada
真緩歩動物綱 Eutardigrada
チョウメイムシ目 Macrobiotidae
クマムシ *Macrobiotus intermedius*

環形動物門 Annelida
貧毛綱 Oligochaeta
原始生殖門目
アブラミズ科 Aeolosomatidae
ベニアブラミズ *Aeolosoma hemprichi*
原始貧毛目 Archiologochaeta
ミズミズ科 Naididae
ミズミズ *Nais variabilis*

三島ダム湖では、袋形動物輪虫類の出現密度が高く、ツボウムシ *Brachionus calyciflorus* およびドロウムシ *Synchaeta stylata* が優占種であった。三島ダムの4 km 上流部に位置する豊英ダム湖の湖水が流入するため三島ダム湖で見いだされる種の多くが豊英ダム湖でも見いだされている。三島ダム湖で出現が認められた種の中で、豊英ダム湖に出現していない種は、藍藻類ネンジュモ目のキリンドロスベルムム *Cylindrospermum* sp. およびノストック *Nostoc* sp. の2種のみである。確認された浮遊微生物相の種多様性は豊英ダム湖に比較して三島ダム湖で著しく低いが、藍藻類に関しては、三島ダム湖も高い種多様性を示しており、逆に富栄養化の指標とされるアオコ *Microcystis aeruginosa* f. *aeruginosa* に着目すると調査期間中に確認された最大密度は1 ml あたり 20,000 細胞と豊英ダム湖に比較して高密度であった。同時に *Microcystis* 属などのアオコが産生する毒素であるミクロキスチンも 180 µg/l と豊英ダム湖よりも高濃度であることが明らかとなった。今後、富栄養化の進展に注意をはらう必要があると考えられる。

引用文献

- 林 紀男. 1999. ため池の生態系. 遺伝 53(4) 41-46. 裳華房, 東京.
林 紀男. 印刷中. 千葉県史 第8巻 都市の水環境. 千葉.
ホイッタカー (宝月欣二訳). 1979. ホイッタカー生態学概説—生物群集と生態系—. 363 pp. 培風館, 東京.
猪木正三. 1981. 原生動物図鑑. 838 pp. 講談社サイエンスティフィク, 東京.
Kim, Y. M., S. W. Oh, S. Y. Jeong, D. J. Pyo and E. Y.

- Choi. 2003. Development of an ultrarapid one-step fluorescence immunochromatographic assay system for the quantification of microcystins. Environ. Sci. Technol. 37(9) 1899-1904.
君津市史編さん委員会. 1996. 君津市史 自然編. 640 pp. 君津市.
小島貞男・須藤隆一・千原光雄. 1995. 環境微生物図鑑. 776 pp. 講談社サイエンスティフィク, 東京.
水野寿彦. 1971. 池沼の生態学. 187 pp. 築地書館, 大阪.
水野寿彦. 1977. 日本淡水プランクトン図鑑. 353 pp. 保育社, 大阪.
水野寿彦・高橋永治. 1991. 日本淡水動物プランクトン検索図説. 532 pp. 東海大学出版会, 東京.
南雲 保・出井雅彦・長田敬五. 2000. 微小藻の世界 珪藻の世界 ミクロの宝石 観察と分類. 58 pp. 国立科学博物館, 東京.
日本魚類学会自然保護委員会編. 2002. 川と湖沼の侵略者 ブラックバス—その生物学と生態系への影響. 150 pp. 恒星社厚生閣, 東京.
日本水道協会. 1993. 上水試験方法. 794 pp. 日本水道協会, 東京.
社団法人日本下水道協会. 1997. 下水試験方法 上巻 1997年版. 812 pp. 社団法人日本下水道協会, 東京.
竹内理三. 1984. 角川日本地名大辞典. 12. 千葉県. 604 pp. 角川書店, 東京.
田中正明. 2002. 日本淡水産動植物プランクトン図鑑. 584 pp. 名古屋大学出版会, 名古屋.
上野益三. 1973. 川村多實二原著 日本淡水生物学. 760 pp. 北隆館, 東京.

(2004年2月25受理)

Planktonic Biota of Mishima-dam Lake, Chiba, Central Japan

Norio Hayashi¹⁾ and Manami Kamata²⁾

¹⁾Natural History Museum and Institute, Chiba
955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan
²⁾Seiwa Junior High School
522, Higashi-Hikasa, Kimitsu 292-1164, Japan

Planktonic microfauna and microflora and water qualities were investigated at the Mishima-dam lake in 2000-2003. A total of 93 species of planktonic microorganisms were recorded including 17 spp. of Cyanophyceae, 48 spp. of Protoctista (6 spp. of Sarcodina, 17 spp. of Mastigophora, 7 spp. of Ciliophora, 10 spp. of Chlorophyceae, 8 spp. of Bacillariophyceae), 14 spp. of Trochelminthes (11 spp. of Rotatoria, 1 sp. of Gastrotricha, 2 spp. of Nematoda), 11 spp. of Arthropoda (5 spp. of Branchiopoda, 4 spp. of Copepoda, 2 spp. of Ostracoda), 1 sp. of Tardigrada, 2 spp. of Oligochaeta.