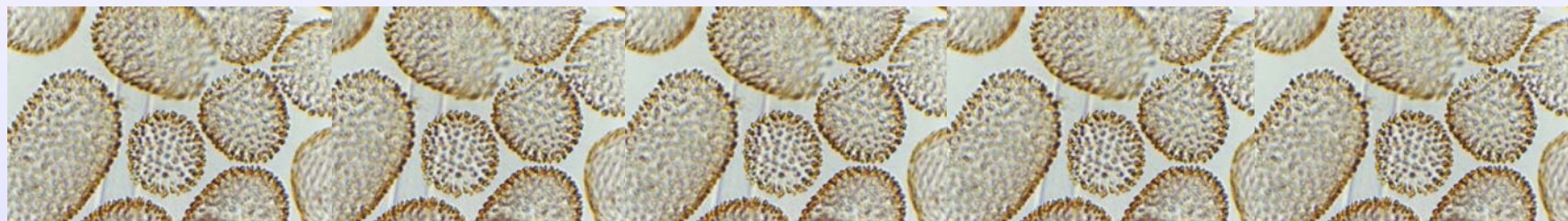


なるほど！環境セミナー

**琵琶湖のプランクトン検索、
同定および水質評価**



平成17年8月26日

滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター：一瀬 諭

内容：**琵琶湖のプランクトン検索、 同定および水質評価**

- 1. 導入、プランクトンとは
- 2. アオコ、淡水赤潮とは
- 3. プランクトン簡易計数法
- 4. 近年のアオコの分類と計数法
- 5. **実習** 従来の検索、同定法
- 6. やさしい日本のプランクトン図解・
ハンドブックを用いた検索法
実習 琵琶湖の生サンプルを用いた同定実習
- 7. プランクトンの水質評価について
(ディスカッション)

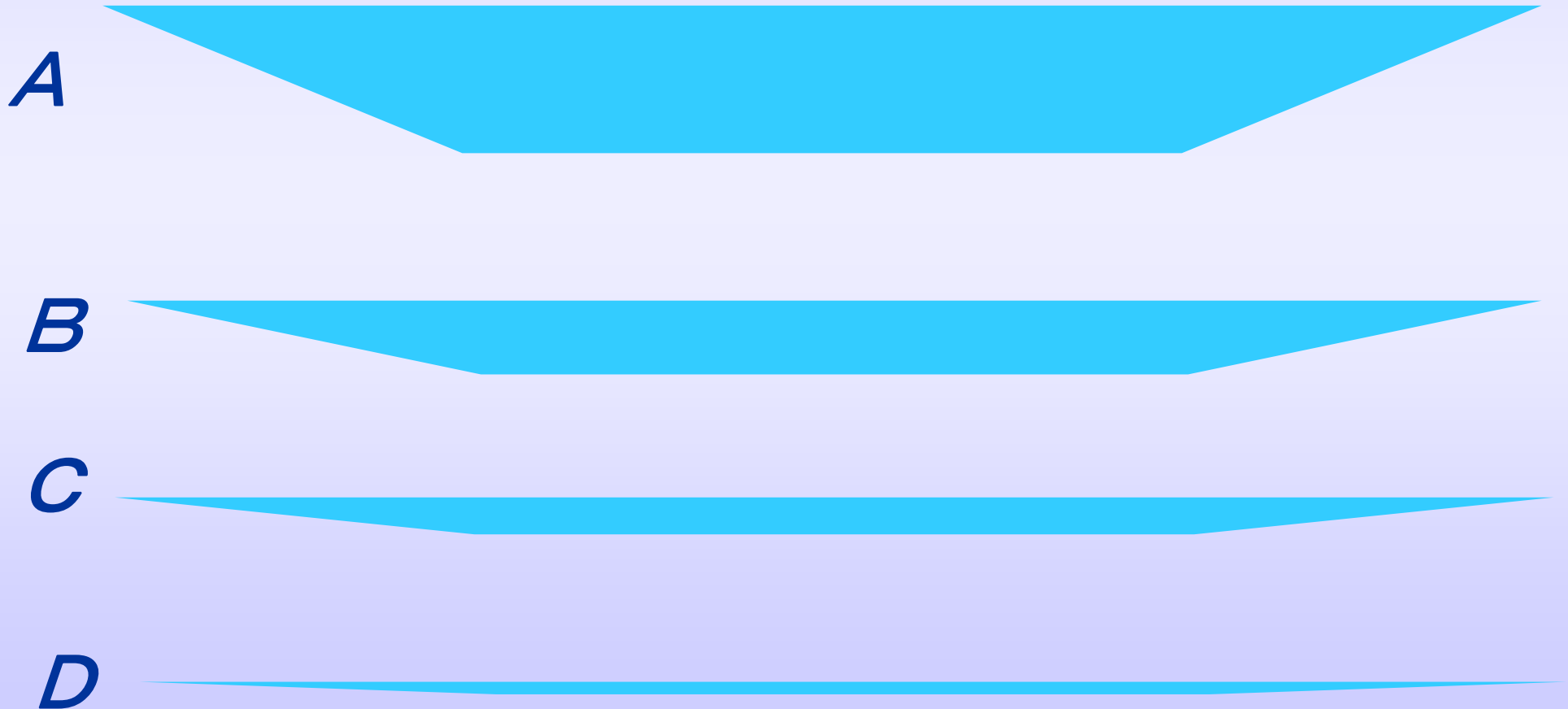
さて、ここで 問題です！

琵琶湖の一番深い部分で
東西にカットした断面を、
沖島から見た場合、その断
面はどのように見えるで
しょうか？



問題！

琵琶湖の一番深い部分で東西にカットした断面を、
沖島から見た場合、どのように見えるでしょうか？



さて、正解です。

正解：D

◎琵琶湖は一見すると湖盆が凹んでいるように思えますが、実は水を抜けば、平坦な平野が広がっています。

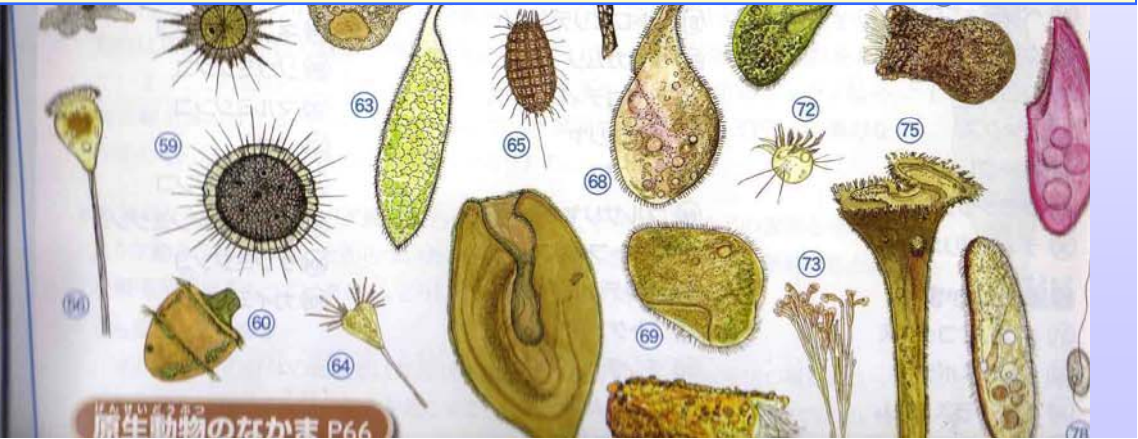
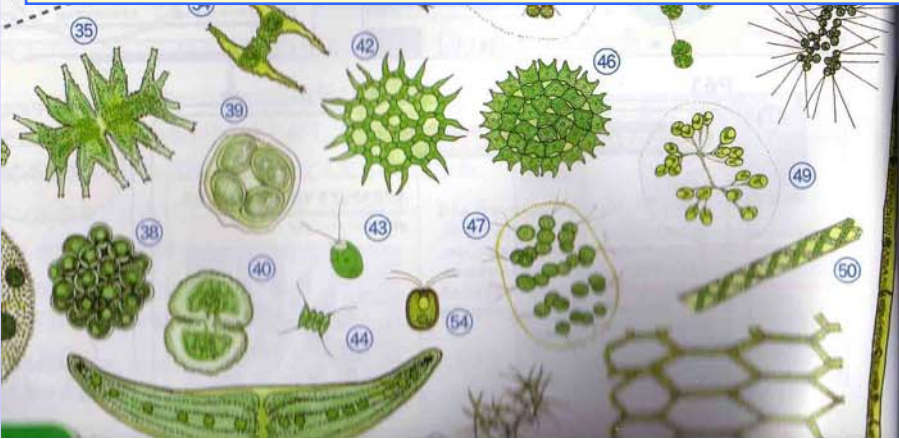


幅220cm: 深さ1cm

1
導入、プランクトンとは



先生！プランクトンって
なんですか？



1

導入、プランクトンとは

プランクトンとは、『浮遊生物』と呼ばれ、水の中に浮かんで波の間に漂っている小さな生物群の総称を指します。

- 大型プランクトン (2~20mm)
- 中型プランクトン (200 μ m~2mm)
- 小型プランクトン (20~30 μ m)
- 微小プランクトン (2~20 μ m)
- 超微小プランクトン (<2 μ)

1 導入、プランクトンとは

しかし、

近年、プランクトンとは「浮遊生物」よりも、「水生の顕微鏡的生物」という意味で使われることも多くなっています（淡水プランクトンのページ）。

淡水プランクトン図鑑の中にも付着性のものや、匍匐性、底生性、水表生活する種類なども多く含んで記載されているからです。これは、浮遊生物だけに種類を限定すると、子どもたちが湖岸からプランクトンネットを曳いた場合に、入ってくる浮遊生物は限定され、浮遊生物以外の種類が多いため図鑑が役に立たないからと考えられます。

2

アオコ、淡水赤潮とは

アオコとは. . プランクトンの集積作用

水の華現象

淡水赤潮現象

- ・ウログレナ
- ・ミドリムシ
- ・ミジンコ

鞭毛、繊毛、触角
(走光性:眼点)

アオコ現象

- ・マイクロキスチス
- ・アナベナ
- ・プランクトスリックス

偽空胞
(浮上:浮力)

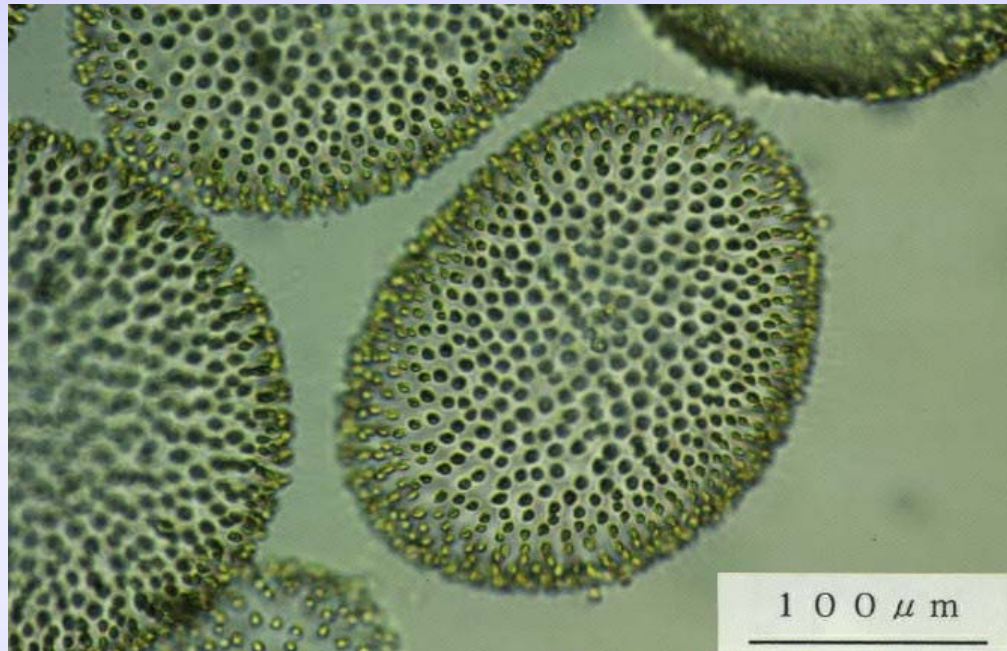
集積機構

淡水赤潮とは！

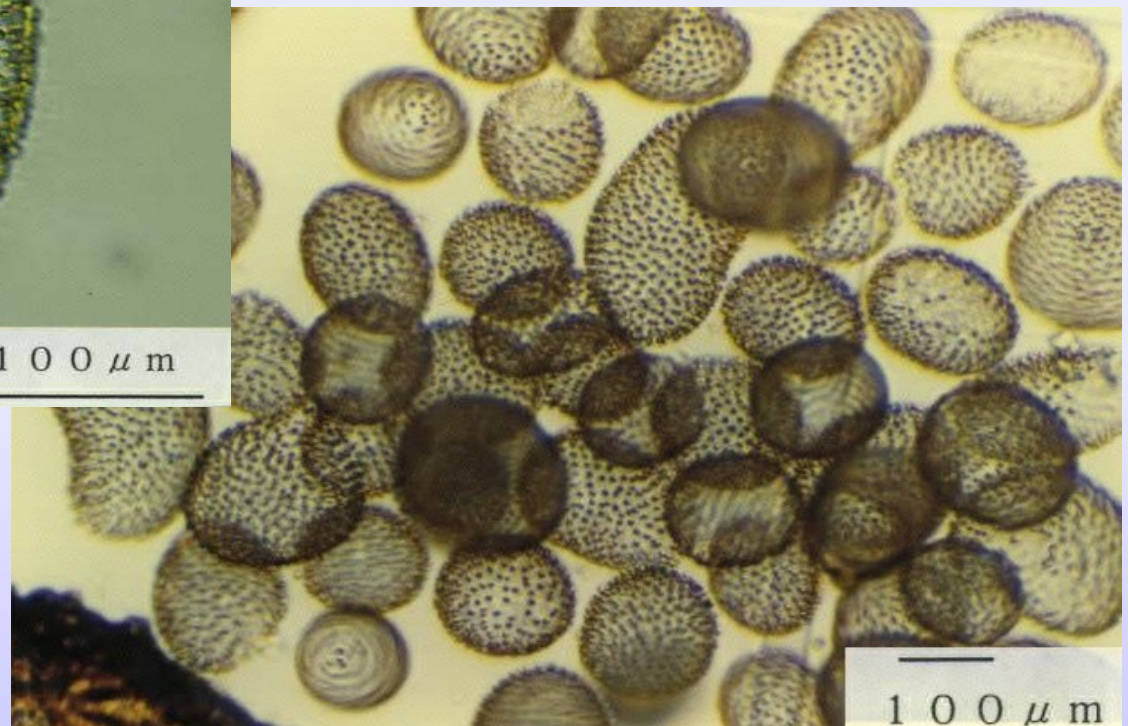


写真：滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター

ウログレナ *Uroglena americana*



黄色鞭毛藻



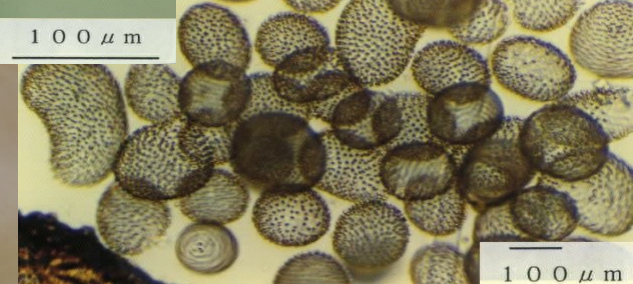
淡水赤潮(沖島北約500m)



Uroglena americana

ウログレナ・アメリカーナ

黄色鞭毛藻類



アオコ とは！

大津市際川
湖岸で発生した
アオコ
2002年9月



オシラトリアのアオコ（フランクトリックス）

（平成12年8月・琵琶湖文化館前）



アオコとは. . .

- ◎湖や池で、アナベナやミクロキスチスが増加し、水面に浮き上がり緑色のペンキを流したような状態。
- ◎プランクトンの大発生により、水面が赤色、褐色、藍色、緑色など様々に色付く現象で「水の華」のひとつの現象。
- ◎アオコが発生により、湖や池の美観が損なわれ、また、異臭を放つことがある。
- ◎アオコの発生している場所の水を、飲用水として利用する場合、水処理障害や水道水に不快な臭いや味がつく。
- ◎アオコを形成する種類の中には、カビ臭、肝臓毒、神経毒などの有害な化学物質を作る種類もある。

3

**プランクトン採水法
簡易計数法**

プランクトン採水方法

- 植物プランクトンは湖水を直接採水



- 動物プランクトンはプランクトンネットNXXX25 (40 μm)の細かい目のものを使用し一定量ろ過する。



手作りプランクトンネットNXXX25 (40 μm メッシュ)

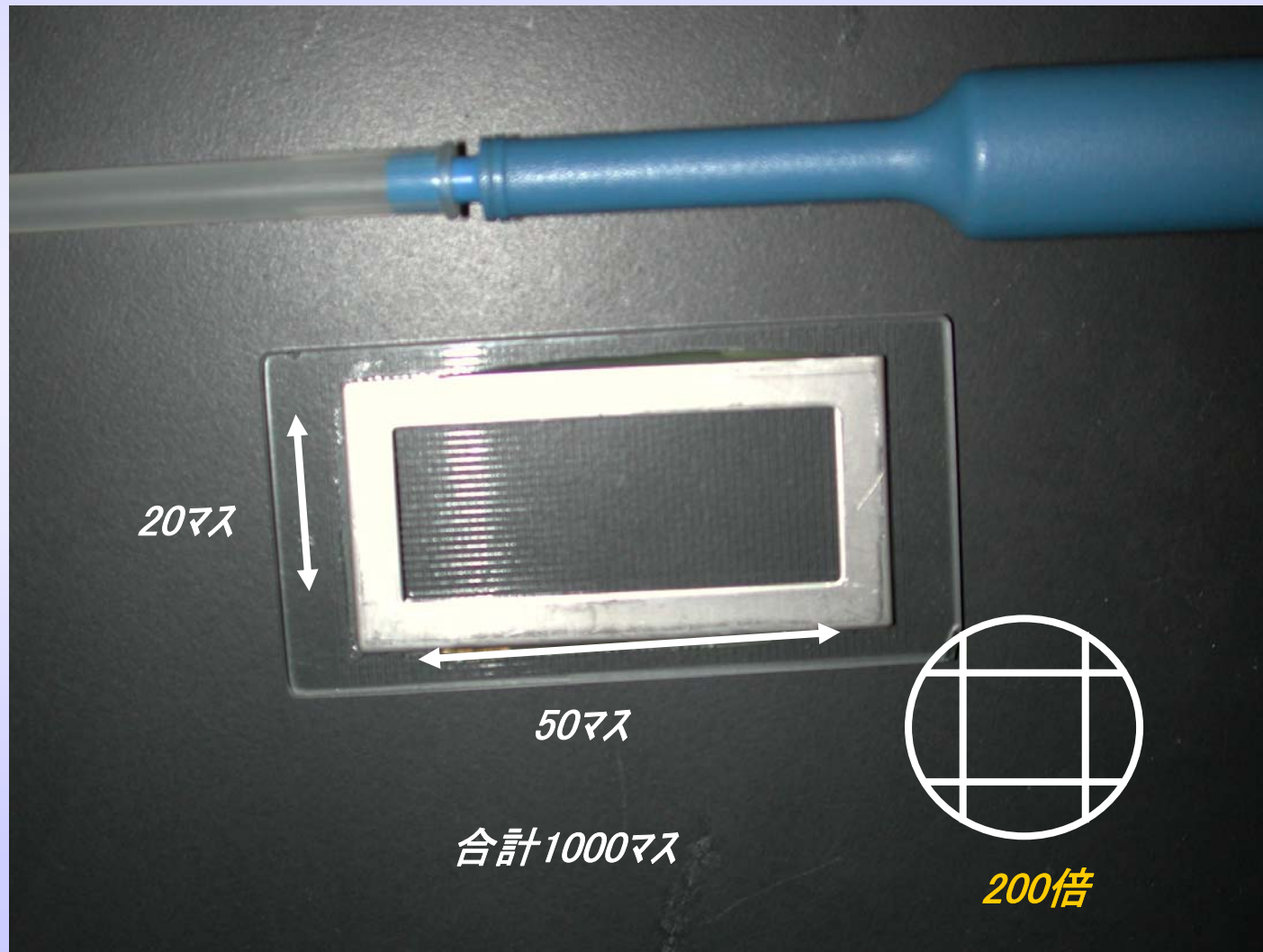
検鏡の方法

- 光学顕微鏡で原因プランクトンの存在を確認
- 落射蛍光顕微鏡で、動物性か植物性かを判断
（クロロフィル色素：光合成の有無）
- 微分干渉顕微鏡で鞭毛、繊毛の有無の確認
- プランクトン計数板にて簡易計数
- 検体固定
（グルタルアルデヒド1%+ホルマリン0.1%）
- 通常の計数方法で計数、集計、報告書作成

界線枠付きプランクトン計数板(離合社)



プランクトン計数板にて簡易計法



ここで問題です！

計数板による簡易計法

検水: 1ml

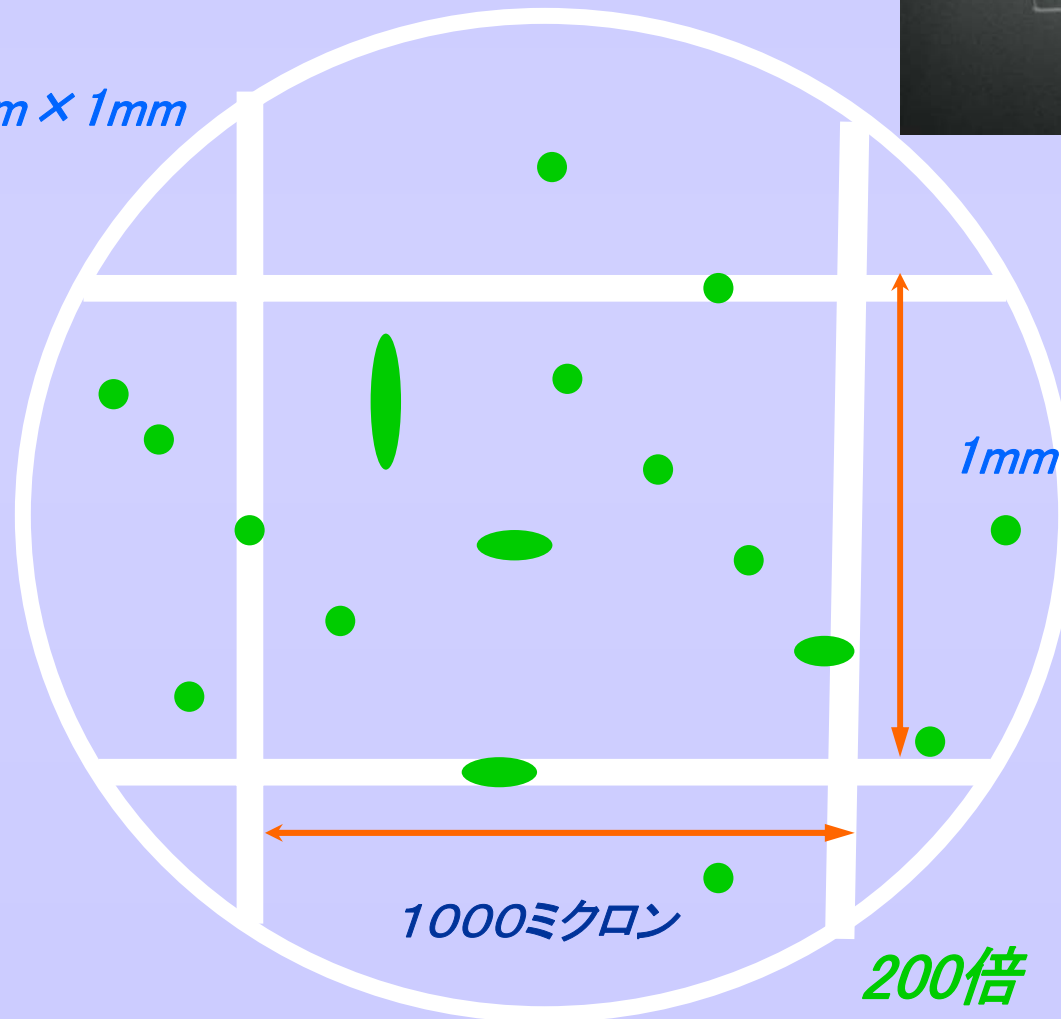
一マス: 1mm × 1mm × 1mm



幅20マス: 2cm

長さ50マス: 5cm

合計1000マス



1000マイクロン

1mm

200倍

正解: 8000/ml

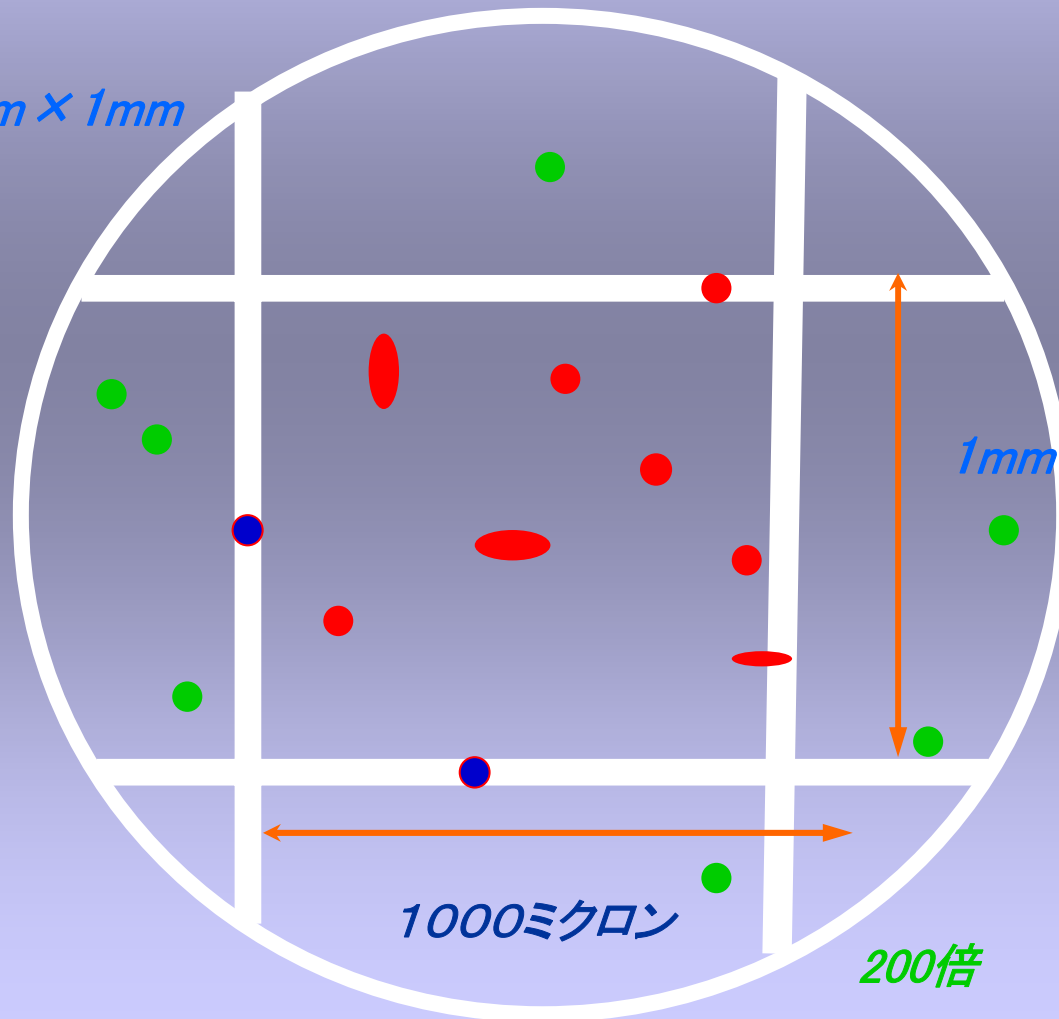
検水: 1ml

一マス: 1mm × 1mm × 1mm

幅20マス: 2cm

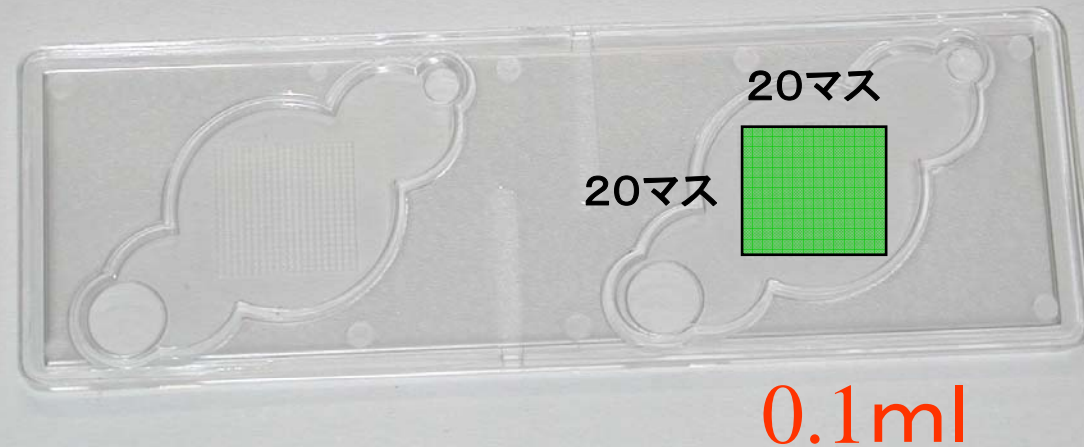
長さ50マス: 5cm

合計1000マス



標準プランクトン計数板 (マツナミ硝子)

正方形枠内の容量: 0.1ml
全マス計数1細胞平均で10細胞/ml



答:4,000
細胞/ml

20 × 20マス = 400マス

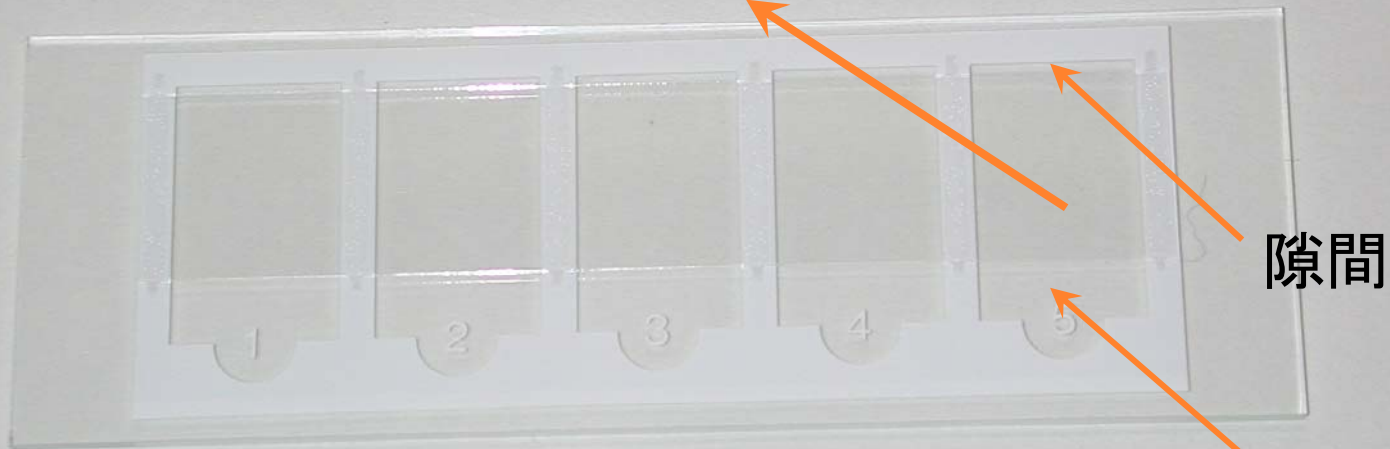
1マス1細胞平均で何細胞/mlでしょう?

サンプルスライド回覧

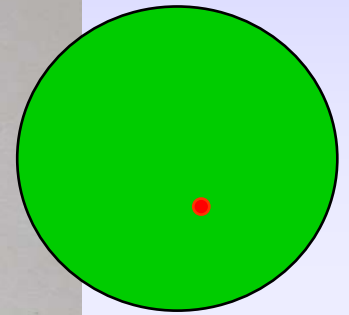
ピコプランクトン用計数板 (セキスイ検鏡プレート)

0.01ml × 5枠 200倍
顕微鏡1窓1細胞平均で36,000細胞/ml

毛細管現象で均一にする。



スライドグラスにカバーグラスを貼り
付け、厚さ70 μ mに固定してある。



1視野の面積
× 厚さ = 体積

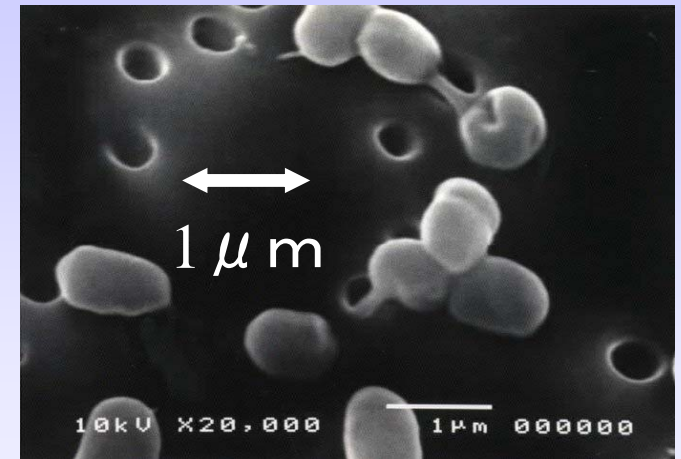
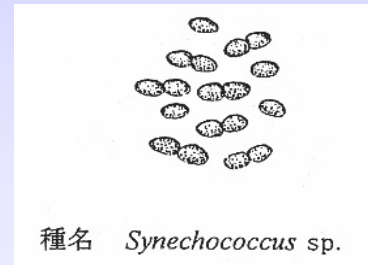
1ml体積 /
1視野の
体積

サンプルスライド配布

琵琶湖生態系の異常事例

超微小プランクトン（ピコプランクトン）

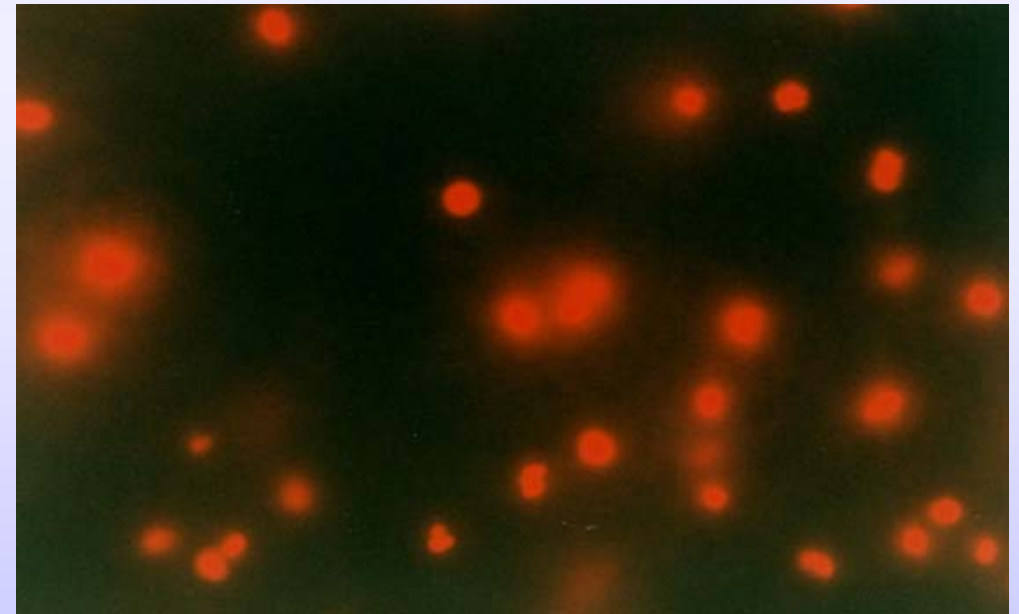
最小のプランクトン



1989年7月に北湖一円で湖水が黒色化し、超微小プランクトンであるピコプランクトンが大発生し、透明度は約2.5mまで低下していた。

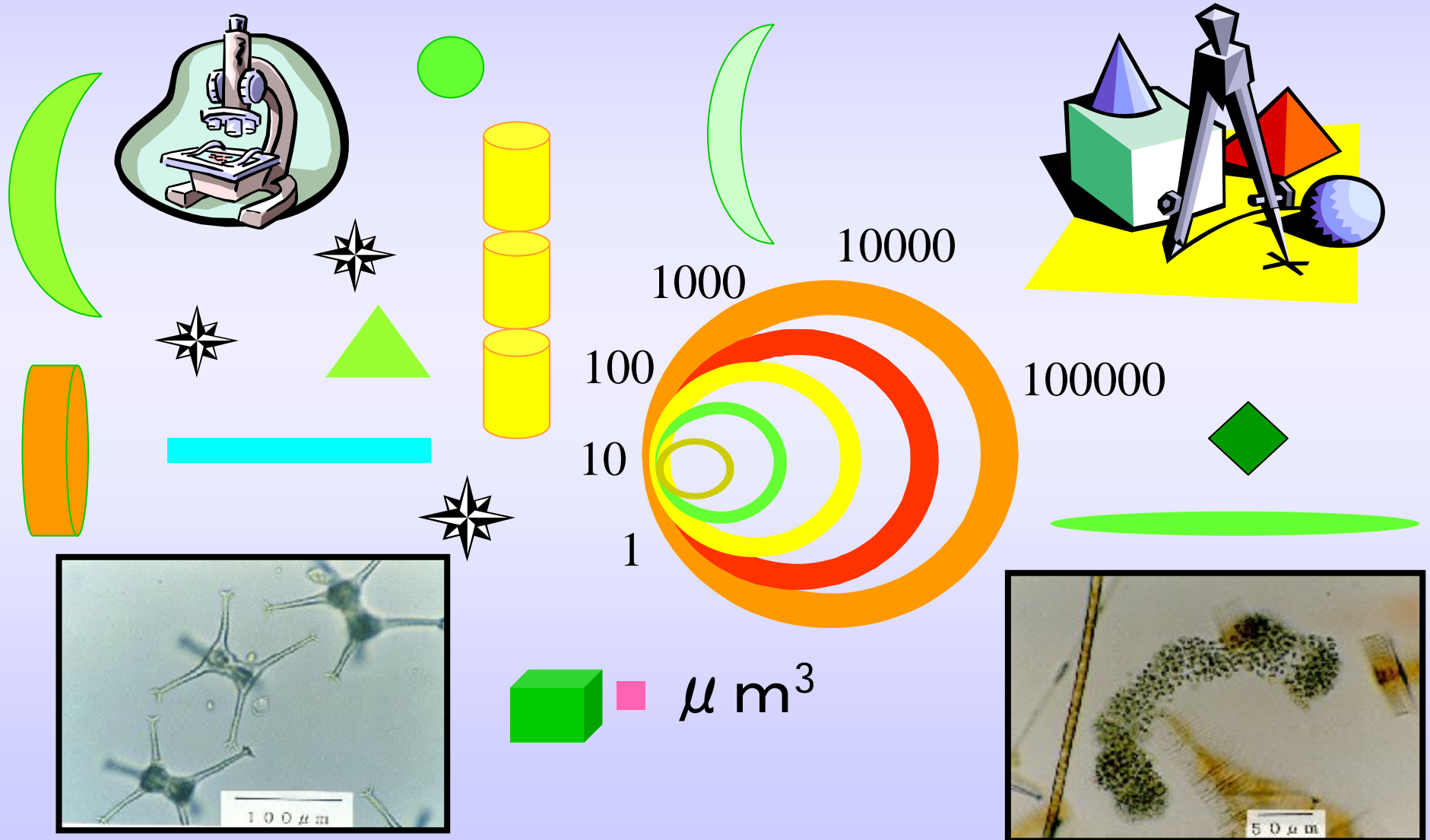
本種は $1\mu\text{m}$ 程度と微細なプランクトンで通常の光学顕微鏡下ではほとんど観察できない。

落斜蛍光顕微鏡によって観察できる。異常発生当時は1mlあたり最高100万細胞以上のピコプランクトンが計数された。



クラゲとピコとの体積の差は約20万倍

琵琶湖のプランクトン細胞容積



タイプ別細胞容積 (V) を求める計算式

Aタイプ

円筒形 (cylinder), 楕円柱 (elliptic cylinder)

$$\text{細胞容積 (V)} = \frac{\pi}{4} a b h$$

a : 長軸
b : 短軸
h : 高さ

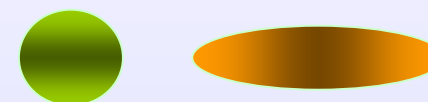


Bタイプ

球体 (sphere), 楕円体 (ellipsoid)

$$\text{細胞容積 (V)} = \frac{\pi}{6} a b^2$$

a : 長軸
b : 短軸



Cタイプ

立方体 (cube), 直方体 (rectangular parallelepiped)

$$\text{細胞容積 (V)} = a b h$$

a : 長さ
b : 幅
h : 高さ

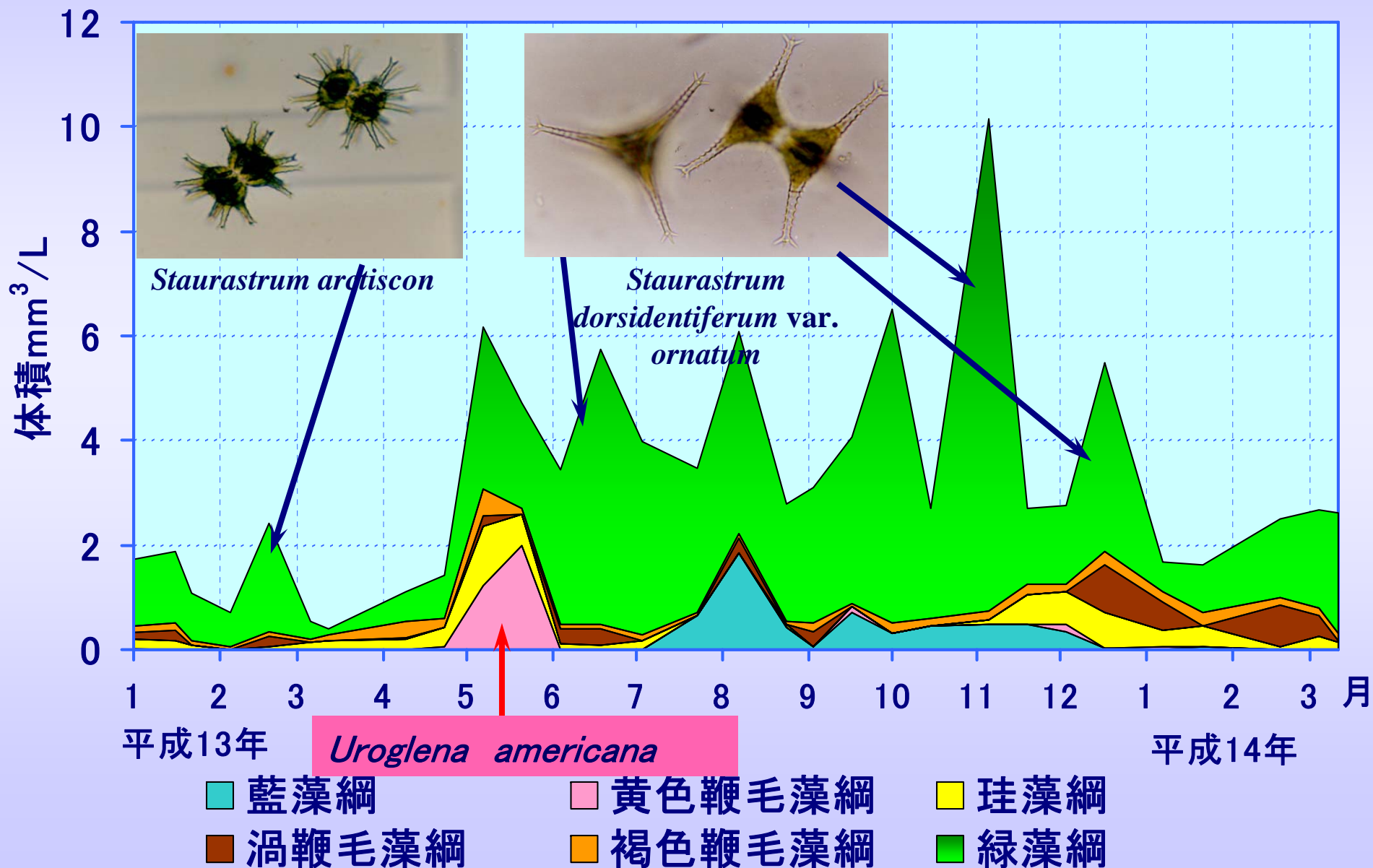


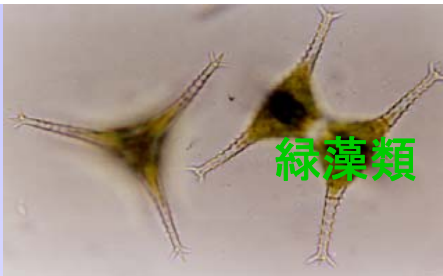
植物性600種の細胞容積を算出

植物プランクトン組成の変遷

(平成13年1月から平成14年3月)

データ: 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター





緑藻類

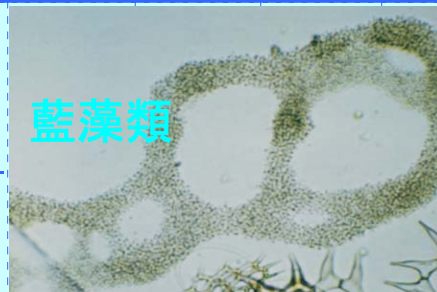
植物プランクトン組成の変遷

(体積換算, H15 今津沖中央 表層)



珪藻類

Staurastrum dorsidentiferum
var. *ornatum*

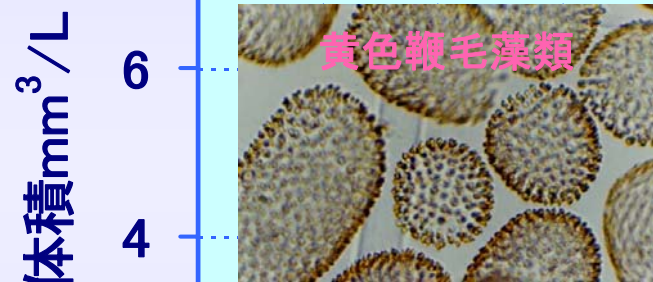


藍藻類

Aphanothece clathrata

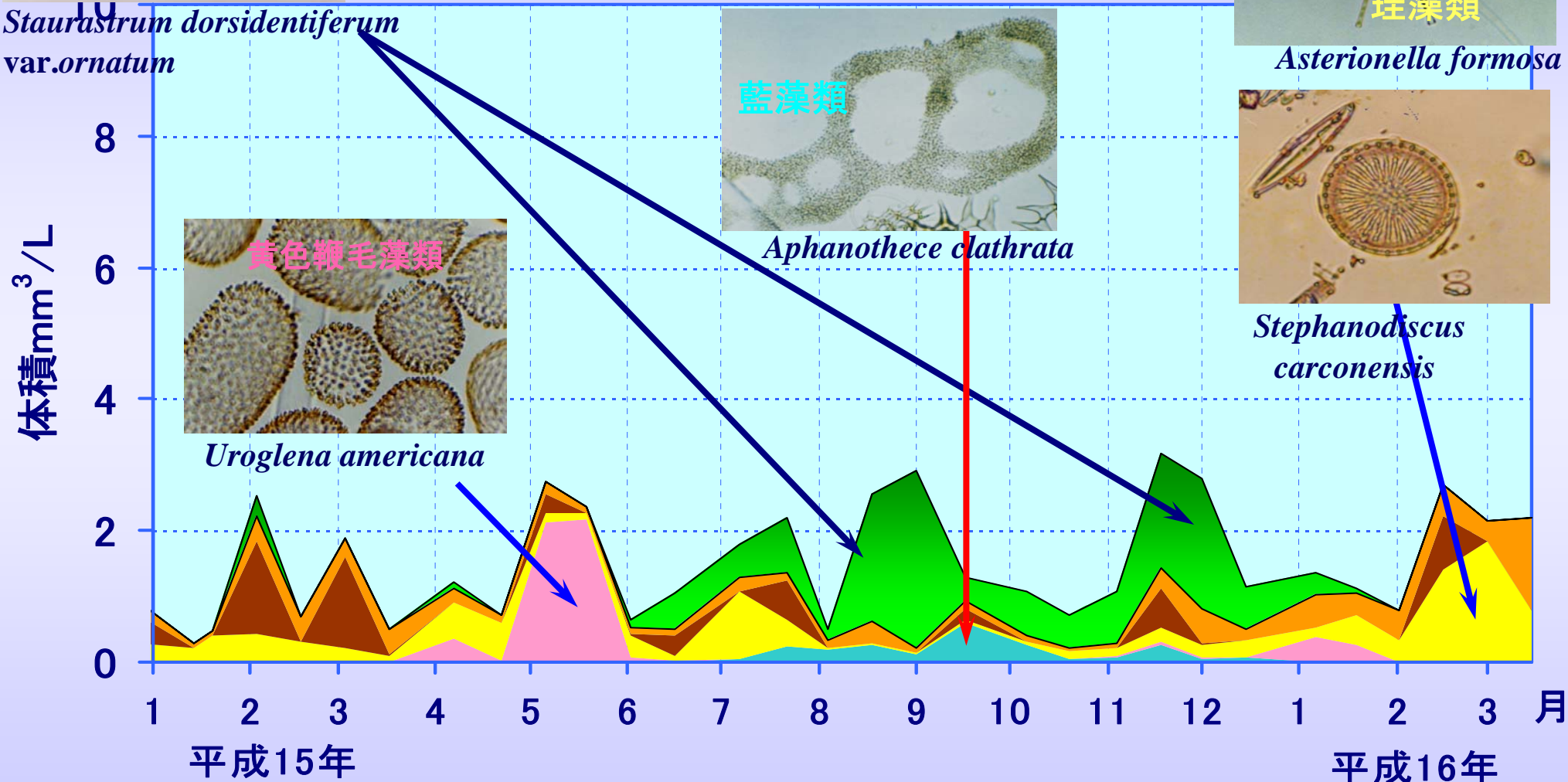


Stephanodiscus carconensis



黄色鞭毛藻類

Uroglena americana

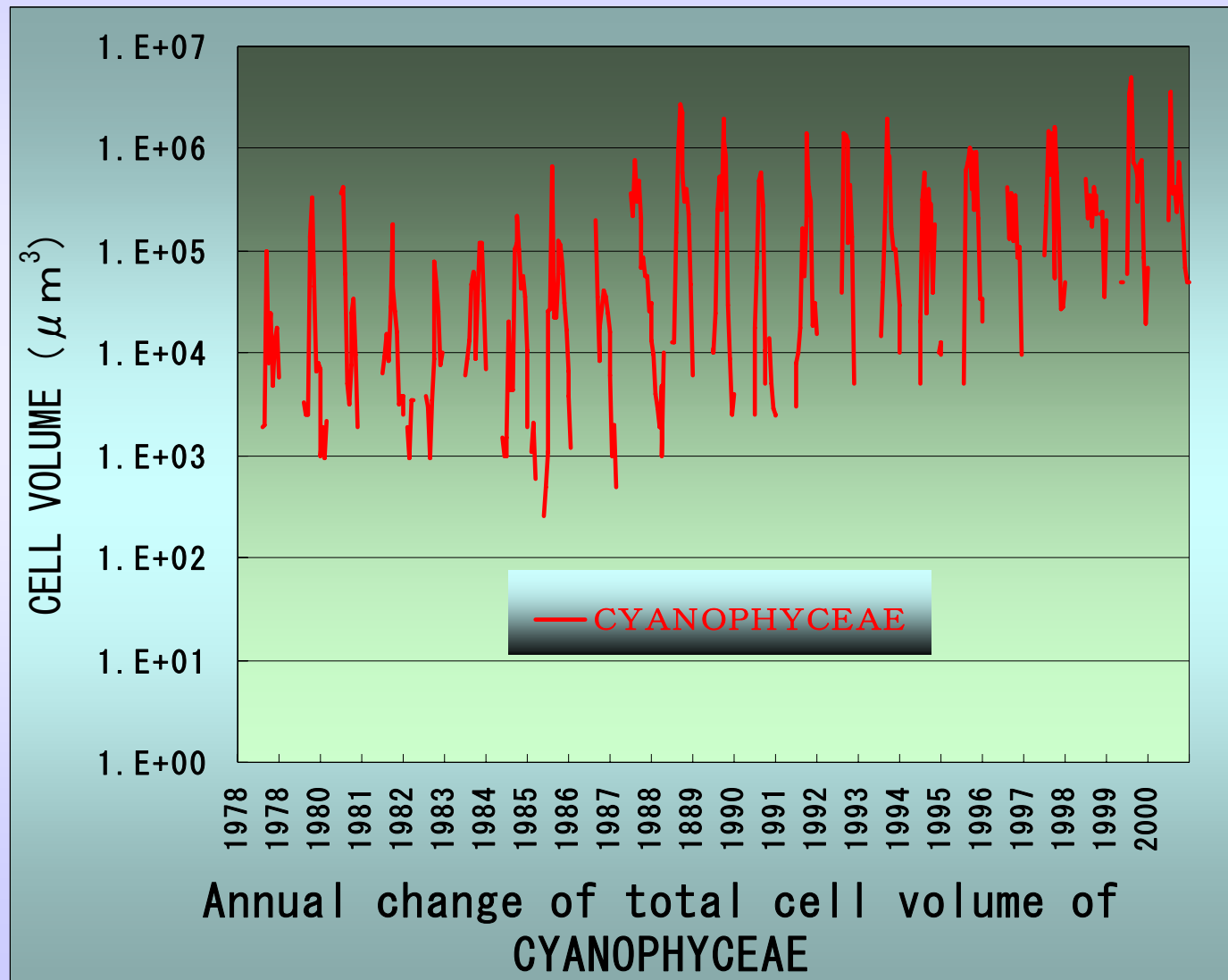


- 藍藻網
- 黄色鞭毛藻網
- 珪藻網
- 渦鞭毛藻網
- 褐色鞭毛藻網
- 緑藻網

データ: 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター

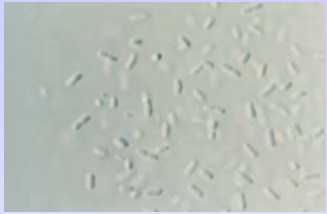
藍藻類の経年変化

Annual change of total cell volume of CYANOPHYCEAE



琵琶湖生態系の異常事例

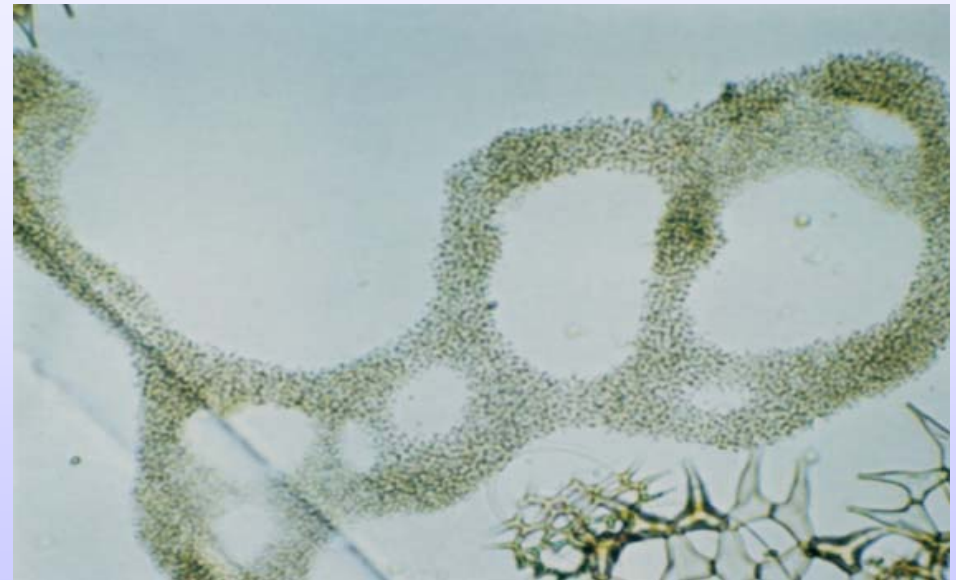
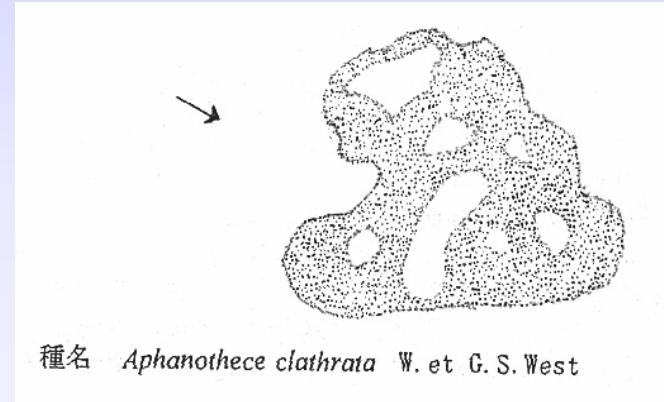
浮遊性藍藻（アファノテーケ）



1998年の夏季に、北湖全域でCODの上昇が認められた。この時に多く発生したプランクトンは、藍藻の *Aphanothece clathrata* であった。

本種は群体性の藍藻に属し、透明な粘質鞘に包まれた群体を形成する。

今回のCODの増加は、多量の粘質鞘を有した群体が増加したことによってCODの上昇が起こったと考えられた。



細胞体積からみた優占種

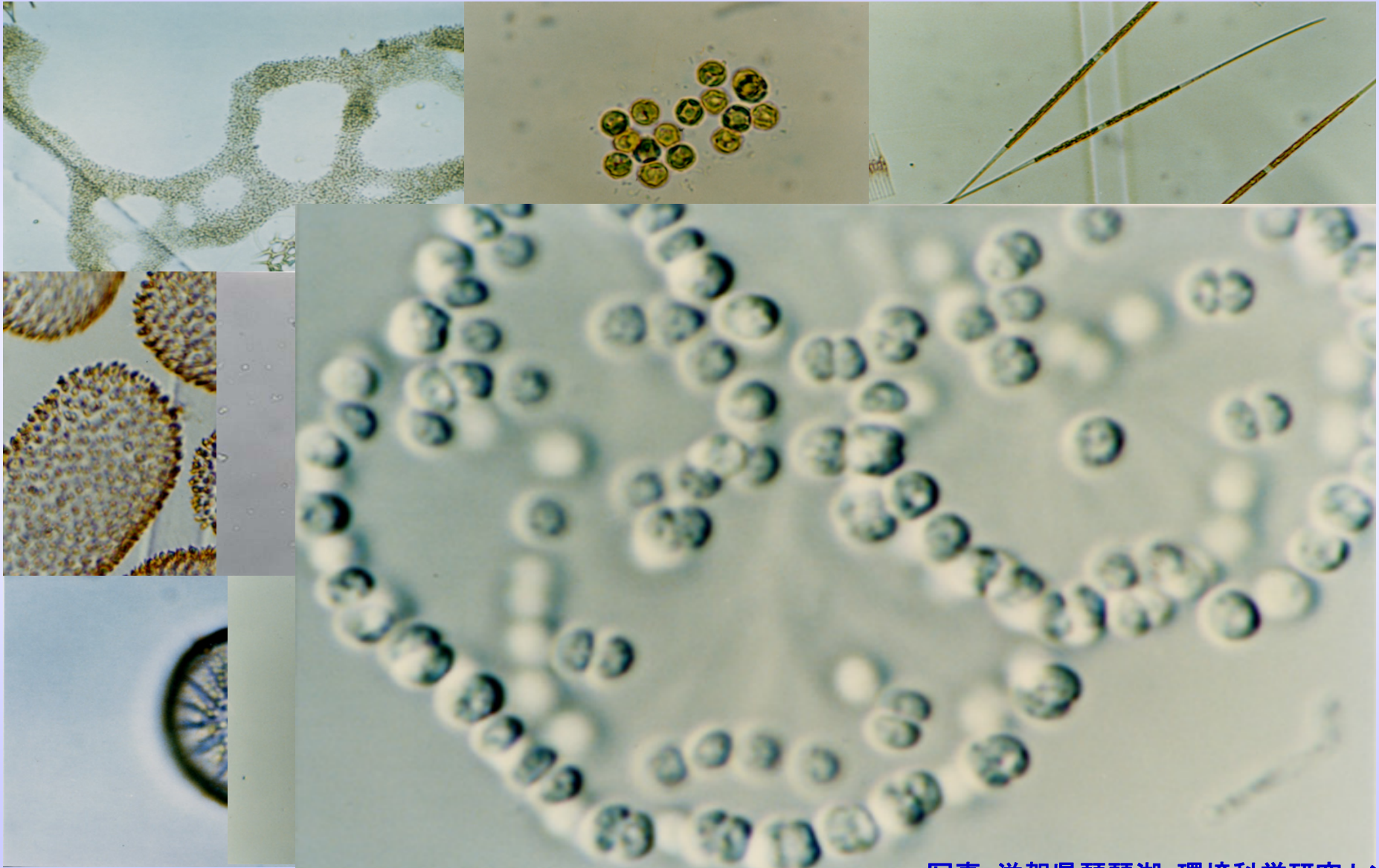


写真: 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター

4

近年のアオコの分類と計数法

アオコの分類と計数方法

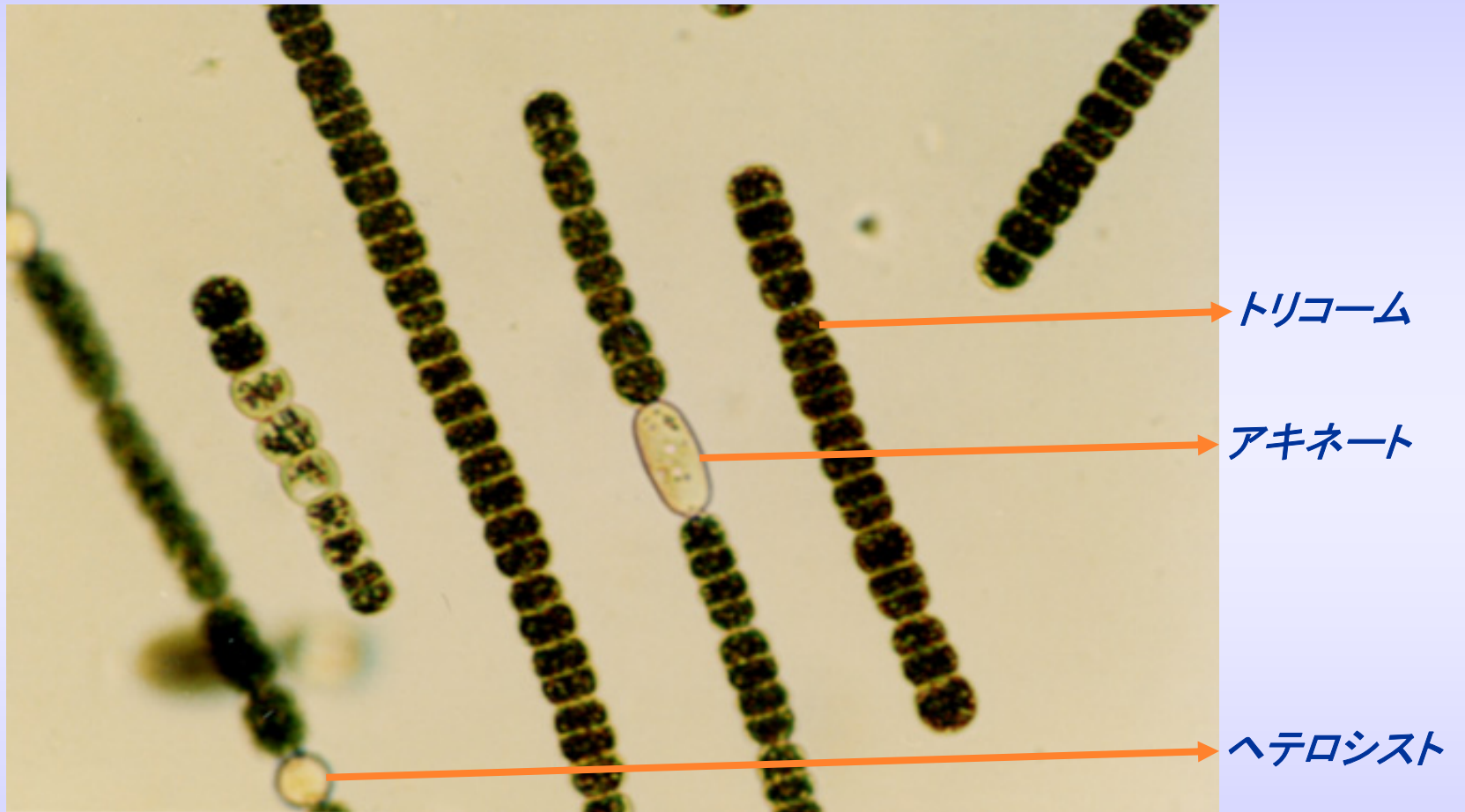
- クロオコックス目 Chroococcales
ミクロキスチス属
- ユレモ目 Oscillatoriales
プランクトトリックス属
- ネンジュモ目 Nostocales
アナベナ属
- スチゴネマ目 Stigonematales
ウメザキア属

マイクロキスチス属



Microcystis aeruginosa

アナベナ属



Anabaena macrospora

オシラトリア属 (プランクトトリックス属)

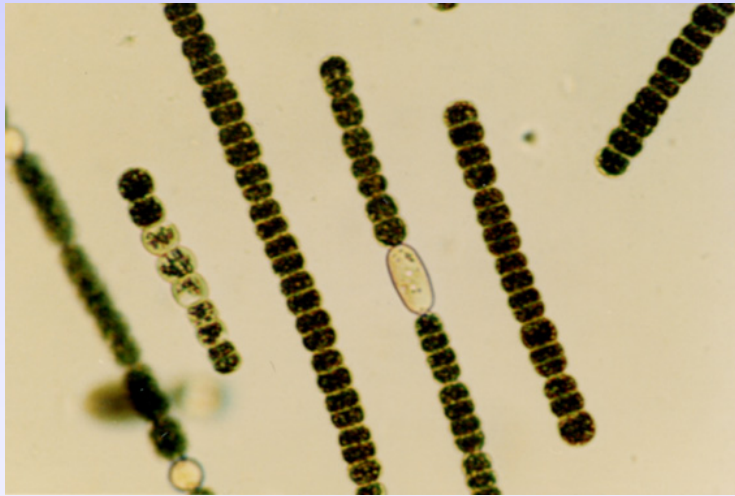


Oscillatoria tenuis

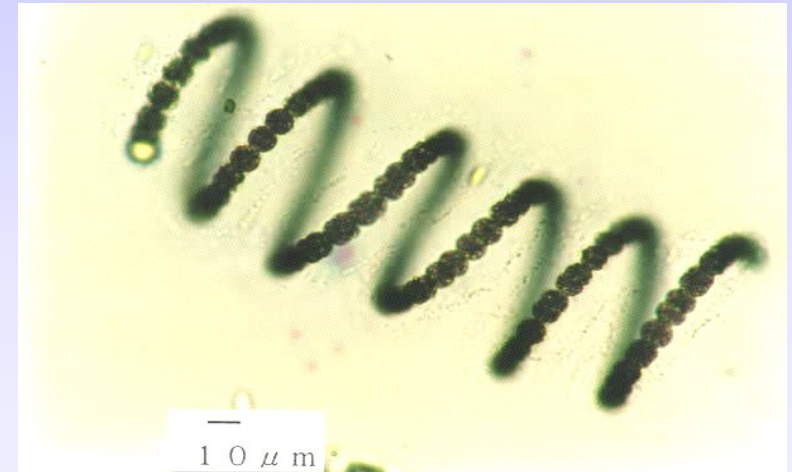
カビ臭オシラトリア
(プランクトトリックス属)

*Oscillatoria*属の中で、
細胞にガス胞を持ち、
単独で浮遊生活をす
る*Oscillatoria*の種類
をまとめて
*Planktothrix*とされるよ
うになった。

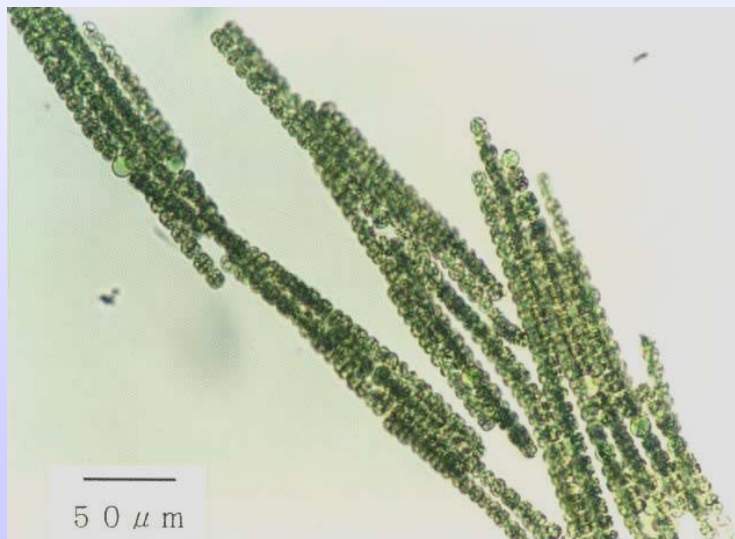
アナベナ属



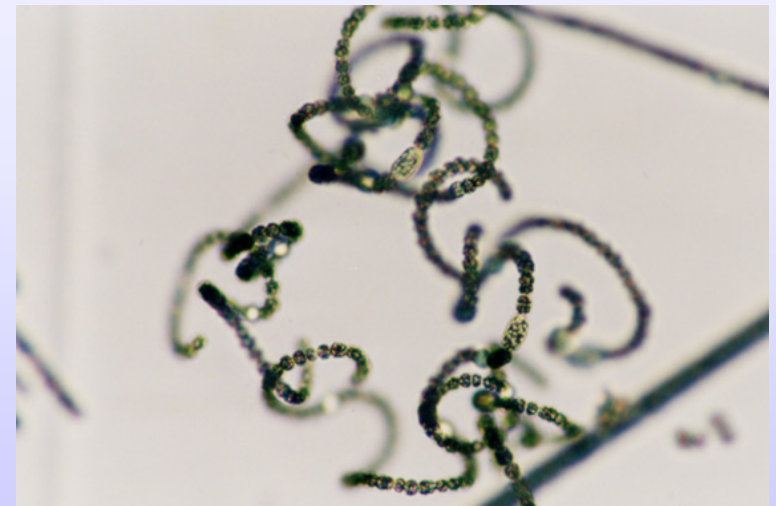
Anabaena macrospora



Anabaena spiroides



Anabaena affinis



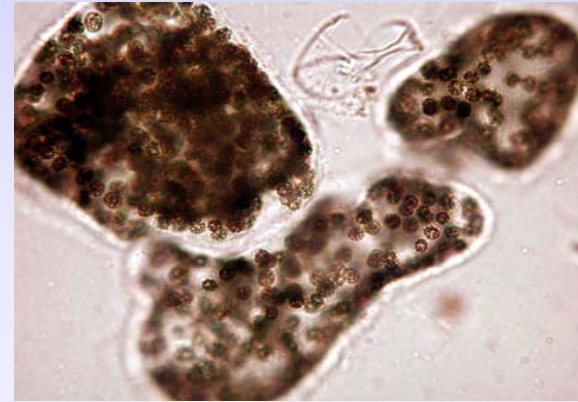
Anabaena flos-aquae

写真: 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター

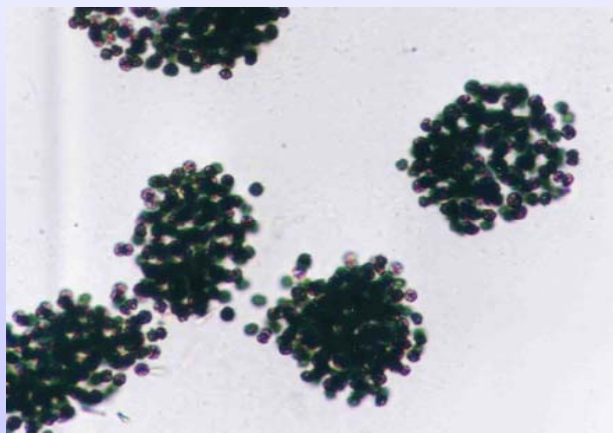
ミクロキスチス属



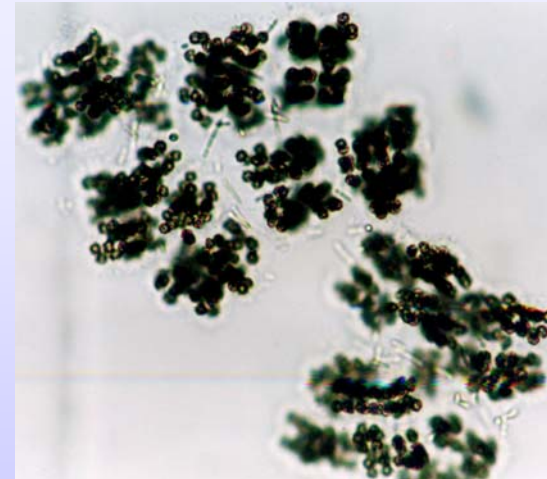
Microcystis aeruginosa



Microcystis wesenbergii



Microcystis novacekii



Microcystis viridis

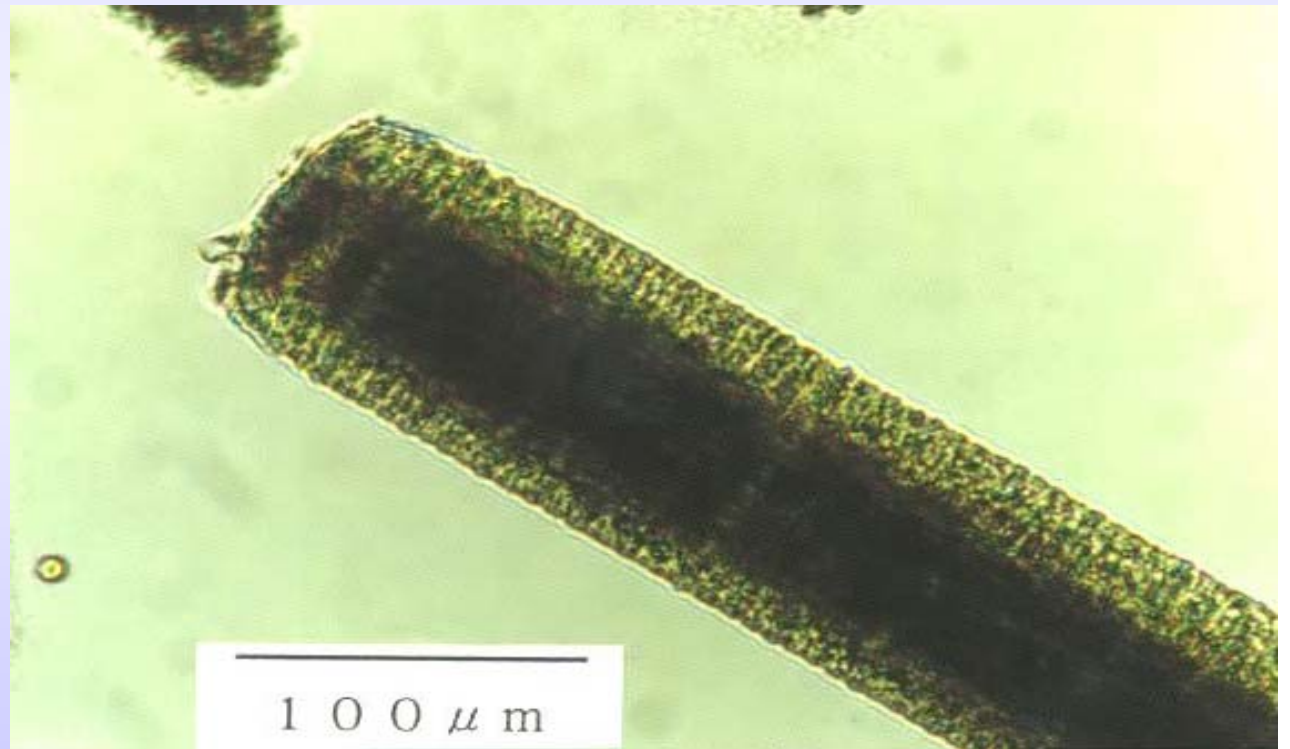
オシラトリア属 (プランクトトリックス属)



Oscillatoria tenuis

カビ臭オシラトリア

超大型オシラトリア

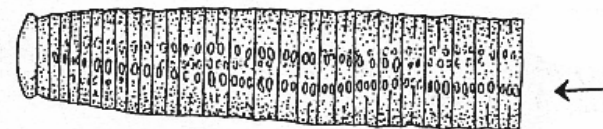


Oscillatoria kawamurae

琵琶湖生態系の異常事例

新型アオコ種（オッシラトリア）

新型アオコプランクトン

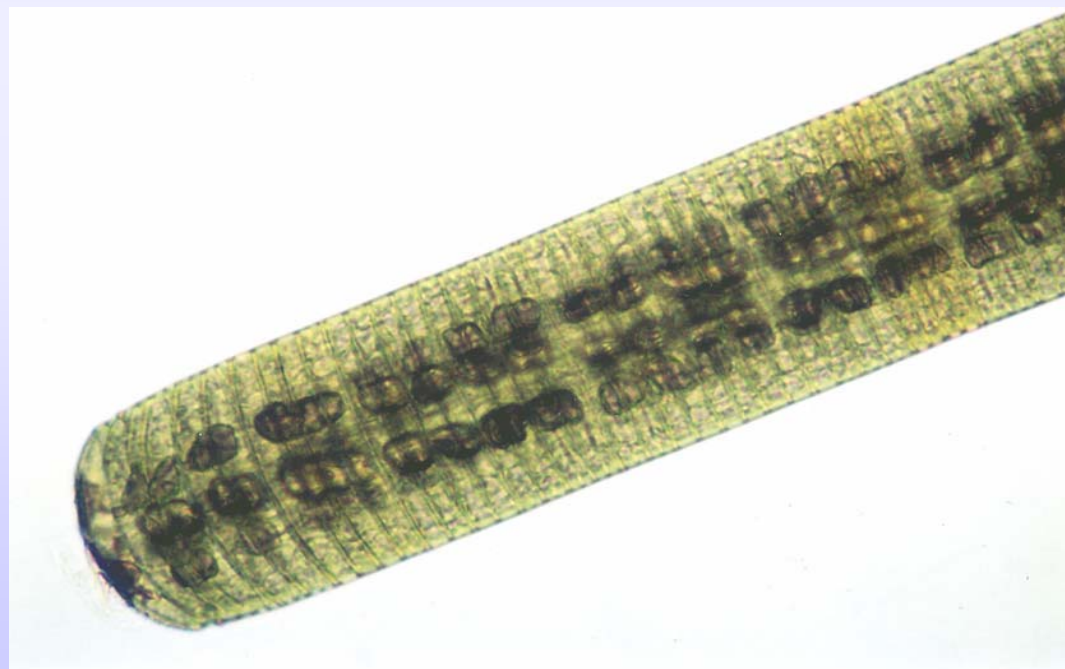


種名 *Oscillatoria kawamurae* Negoro

1998年夏季～秋季にアオコ検体中に肉眼でも観察できる超大型藍藻が出現した。この原因種は

*Oscillatoria kawamurae*であった。本種は薄い円盤形の細胞が重なり合って1列に並び、紐のような長い群体を形成する。また、細胞内に数個のガス胞を有するために湖面に浮上し、アオコ現象を引き起こす。

近年、南湖で発生するアオコの主体となっている。



水の華（アオコ）の発生

オシラトリア

（平成12年8月・琵琶湖文化館前）

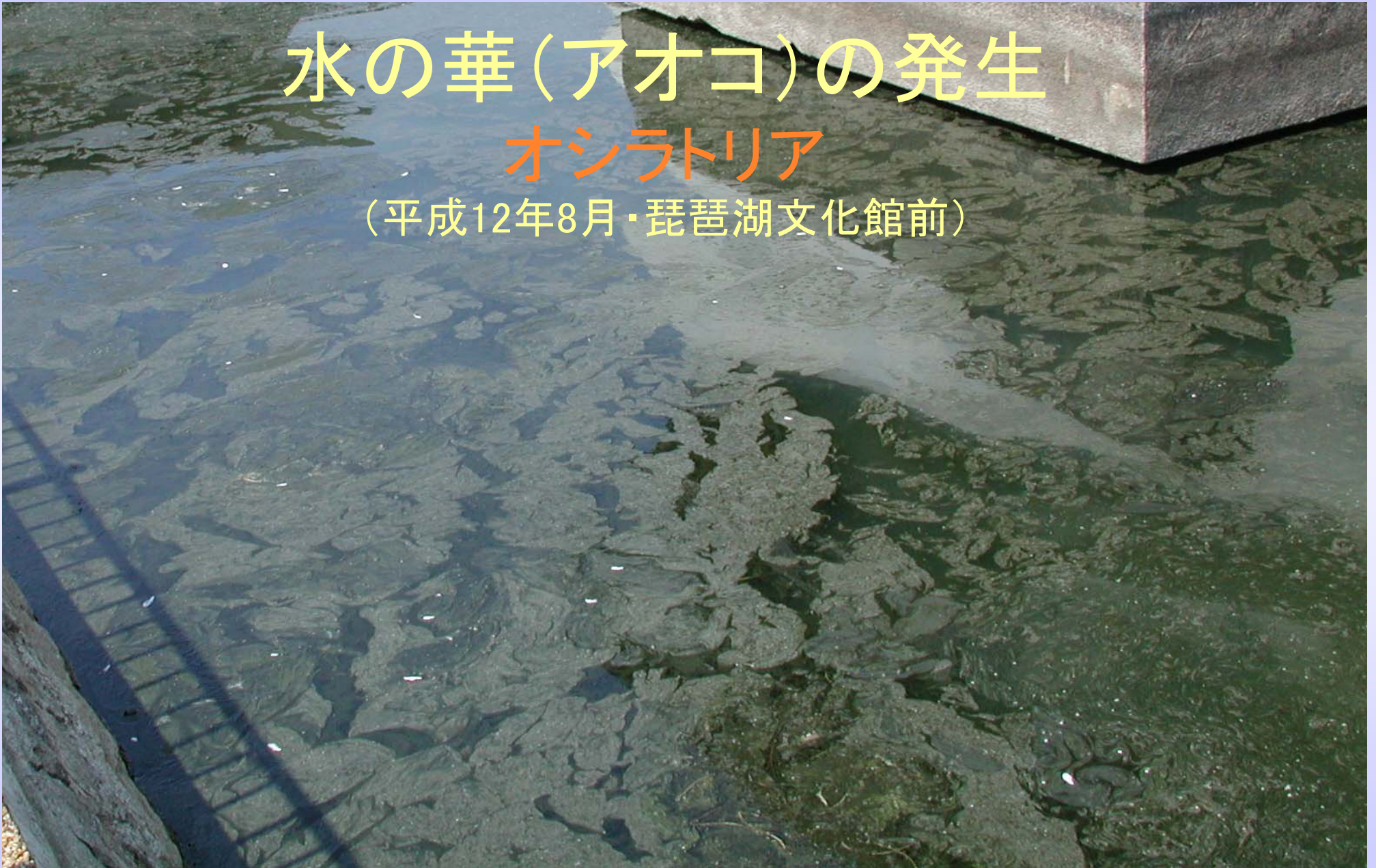
2cm



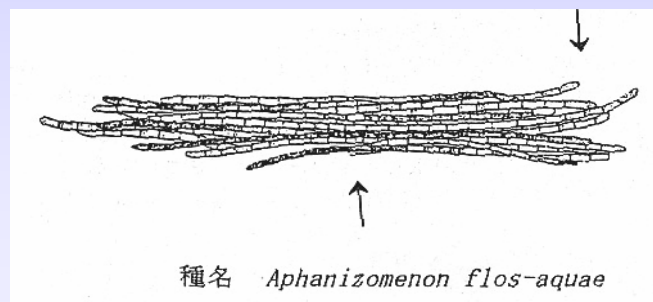
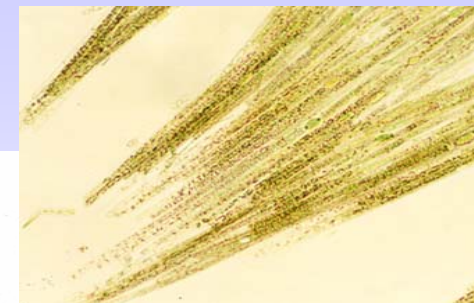
水の華（アオコ）の発生

オシラトリア

（平成12年8月・琵琶湖文化館前）



外来型アオコ種（冬季型）



琵琶湖では1999年秋季に糸状体が集まり、アオコ現象を引き起こすプランクトンが観察されるようになった。

原因は *Aphanizomenon flos-aquae* であった。



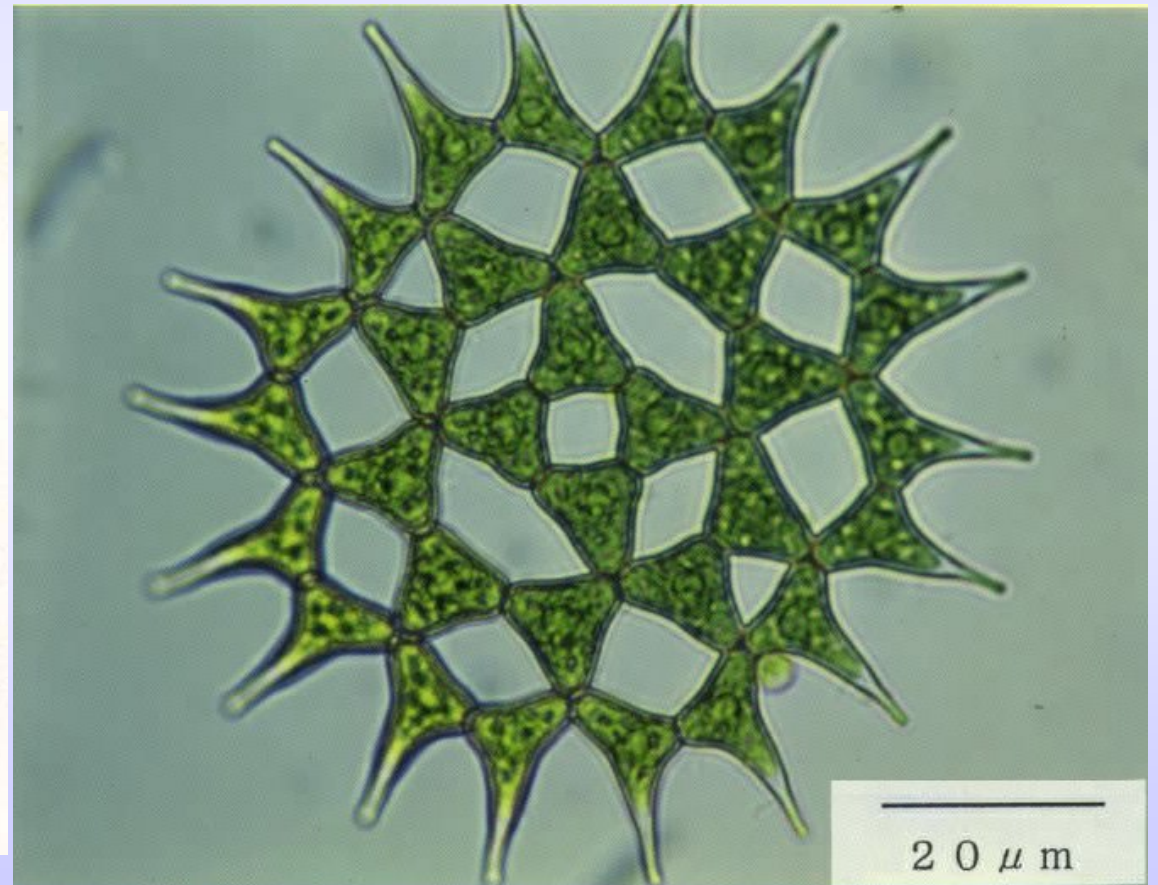
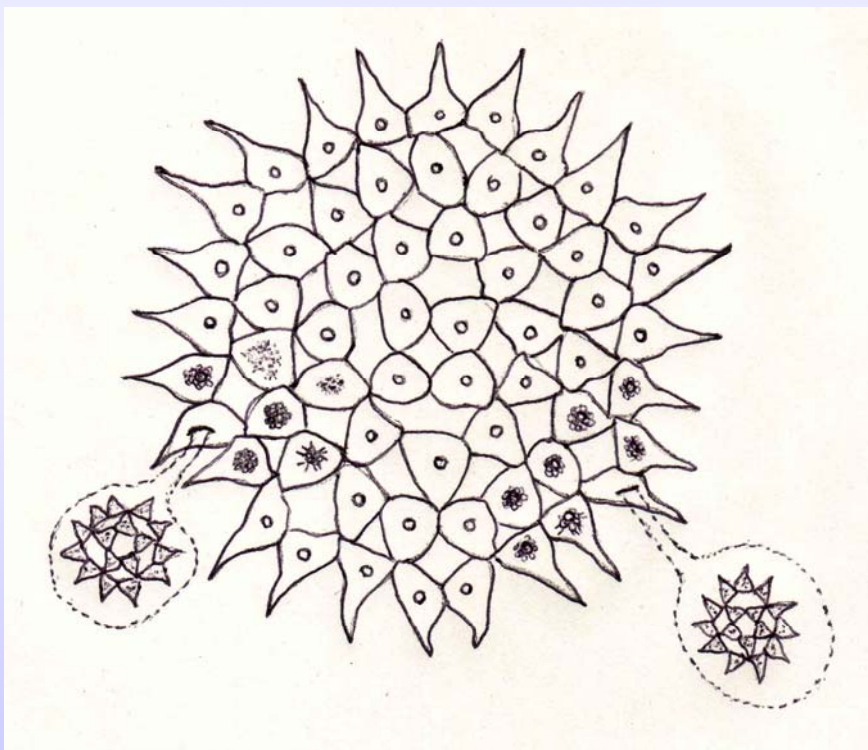
Aphanizomenon flos-aquae

実習：琵琶湖のプランクトン検索、 同定および水質評価

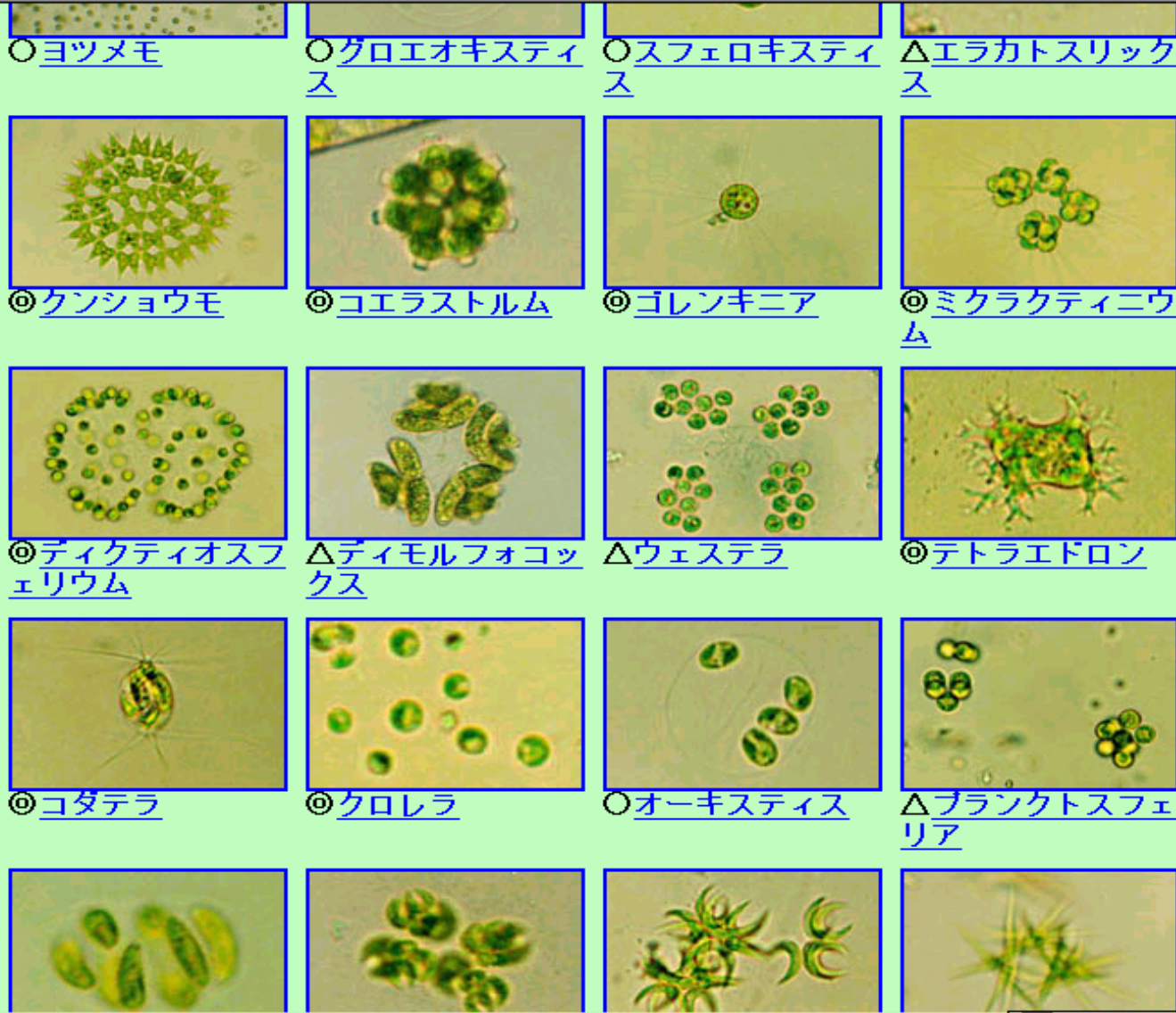
- **5. 実習 従来の検索、同定法**
- **6. やさしい日本のプランクトン図解・
ハンドブックを用いた検索法
琵琶湖の生サンプルを用いた同定実習**
- **7. プランクトンの水質評価について
(ディスカッション)**

定数群体 (ビワクンショウモ)

■ ビワクンショウモ



遊走子が各細胞内で配列する。



写真主体

今までのプランクトン図鑑

スケッチ主体

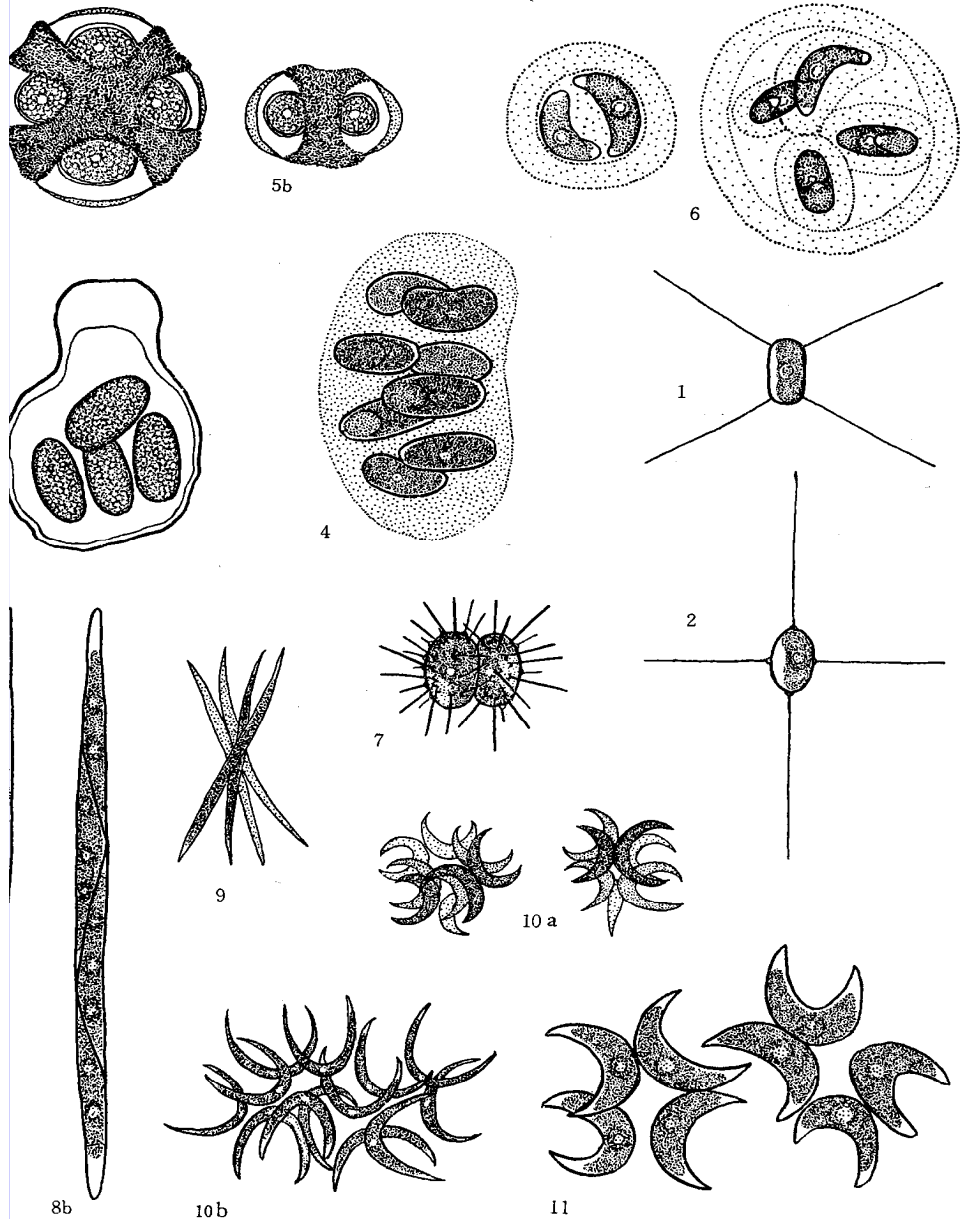


PLATE 116

Family Oocystaceae オーキスチス科 (属の検索表)

1. *Chodatella quadriseta* LEMMERMANN (×800)

藻体は単細胞で自由生活をする。細胞は円柱形で両端は円頭状、端部直径 3~6 μ, 長さ 4~10 μ。針の長さ 10~25 μ。1~4 個の葉緑体とピレノイドとして出現。産地 千島, 本州 (近畿, 山陰)。分布 欧州, 北米。

2. *Chodatella wratislawiensis* (SCHROEDER) LEY (×800)

藻体は前種に類似しているが、細胞は楕円球形で、4 本の針状突起をばね状。細胞の直径 5~10 μ, 長さ 6~13 μ。養魚池, 堀, 川に出現。産地 本州 (山陰)。分布 北米。

3. *Nephrocytium ecdysisceparum* W. et G. S. WEST (×800)

藻体は 2~4 個の細胞よりなり、古い母細胞壁に包まれている。細胞の直径 20~23 μ。池沼の水垢中に出現。産地 本州西部 (山陰)。分布 欧州。

4. *Nephrocytium agardhianum* NAEGELI (×800)

藻体は 4~8 個の細胞よりなり寒天質に包まれている。細胞は湾曲した。細胞の直径 10~15 μ。湖沼のプランクトンとして出現。産地 本州 (常陸, 山陰)。

5. *Gloetiaenium loitelsbergerianum* HANSGIRG (a, b×600)

藻体は 2~8 個の細胞よりなる群体。細胞は球形、黒色の寒天質に包まれている。細胞の直径 20~30 μ。産地 沖縄。分布 欧州, 北米, インド。

6. *Nephrocytium lunatum* W. WEST (×800)

藻体は 2~4 個の細胞よりなり、寒天質の被膜をもった群体細胞は三ノイドを含む。細胞の直径 4~8 μ, 長さ 10~16 μ。池沼に出現。産地 本州西部。

7. *Franceia tuberculata* G. M. SMITH (×1000)

藻体は単細胞または 2~4 個の細胞の群体を形成。細胞は楕円球形で、針の基部はいぼ状、葉緑体は 1 個で薄板状、1 個のピレノイドを含む。針の長さ 8~12 μ。湖沼のプランクトンとして出現。産地 本州西部。

8. *Closteriopsis longissima* LEMMERMANN var. *tropica* W. WEST (×600)

藻体は単細胞で自由生活する。細胞は長く、両端はわずかに尖る。細胞の幅 3~5 μ, 長さ 130~200 μ。産地 本州西部 (山陰)。

9. *Ankistrodesmus falcatus* (CORDA) RALFS (×1000)

藻体は多数の細胞よりなる群体。細胞は針状で幅 2~3 μ, 長さ 25~30 μ。池沼, 水田などの水垢中に出現。産地 日本各地。分布 世界各地。

10. *Ankistrodesmus gracilis* (REINSCHE) RALFS (×1000)

Syn.: *Selenastrum gracile* REINSCHE

「日本淡水藻図鑑」から引用

**フランクトン
実習の問題点**

図鑑

理科離れ！

子供達にとっては
難し過ぎる。

**先生
指導力**

**生徒の
プラクツ
実習**

**顕微鏡
の不良**

普通に分布する種？

スケッチのみ

質問に答えられ
ない指導者。

写真のみ

結論：実習の見送り

幼児から中学の学習教材の出版販売 新学社 - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 進む 中止 更新 ホーム 検索 お気に入り 履歴 メール 印刷 編集

アドレス(D) http://www.sing.co.jp/info/book/siga.html

トップページ > 新刊のお知らせ > 滋賀の自然観察シリーズ

15年間の調査研究の集大成
 一水辺の生きもの一
 滋賀の自然観察シリーズ 全6冊
 ここに完成！ キーワードは **水**



滋賀の自然観察シリーズNo6
 「滋賀の両生類、は虫類、ほ乳類・図解ハンドブック」

インターネット



プランクトン
スライドの
選定作業

やさしいプランクトン
ハンドブック
編集合宿研修会

50人を越える
小中高の理科の
先生による。

プランクトン
原稿執筆作業

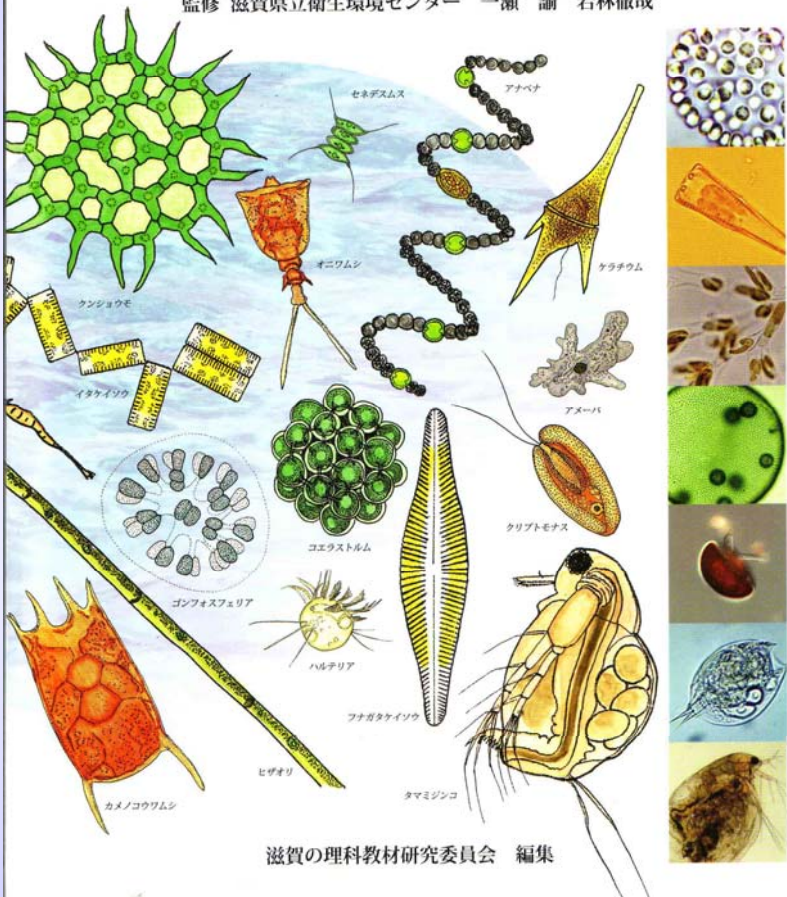
滋賀の理科教材研究委員会



やさしい たんすい 自然観察シリーズ No. 7
日本の淡水プランクトン

図解ハンドブック

監修 滋賀県立衛生環境センター 一瀬 論 若林徹哉



滋賀の理科教材研究委員会 編集

学校実習用

一般図書館用

やさしい
**日本の淡水
 プランクトン**
 図解ハンドブック



プランクトンの不思議な世界。

合同出版 創立50周年記念出版

211属260種写真・図版982点を掲載。

小学生から使える日本で初めての図解ハンドブック。

全国の小中高校図書館 必備!!

【協力機関】

滋賀県小中学校教育研究会理科部会・滋賀県高等学校理科教育研究会・滋賀県立衛生環境センター・滋賀県立琵琶湖博物館・滋賀県琵琶湖研究所・滋賀県水産試験場・大津市科学館・滋賀県立大学環境科学部・京都市上下水道局水質管理センターほか

【監修】滋賀県立衛生環境センター・一瀬 論・若林徹哉 【編集】滋賀の理科教材研究委員会

【参考サイト】電子図鑑 (<http://www.ds-j.com/nature/science/>) (滋賀の理科教材研究委員会)

普通にみられる プランクトン一覽



このハンドブックの使い方

たとえば、①のようなプランクトンが見つかりました。プランクトンのなかまかを探します。

P. 6



なかがわかったら、
りよくそう
緑藻のなかまの見開きを
見る (P40)

P. 40



P. 59

ミクラステリアス属

Micrasterias

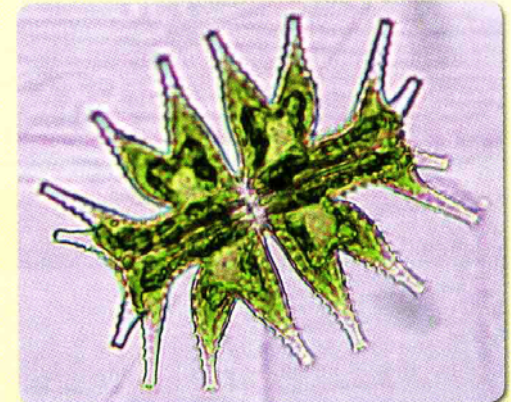
解説

細胞は大型で1個の細胞で生活しています。体の長さは幅よりも大きくなっています。上下対称で、非対称になっています。1つの細胞の中央が深くくぼれています。中央のくぼれは半細胞に分かれています。中央のくぼれは半細胞に2つまたは4つの切れ込みがある場合があります。葉緑体は大きく平板形のもが半細胞に1個あります。

P. 63

やさしい 検索

ミクラステリアス マハブレッシュワレンシス
Micrasterias mahabuleshwarensis
細胞の長さ130~220 μ m



インターネット→pdfファイルでの全国的に共有

ワムシのなかま

ワムシ綱 (EURATOROEA)

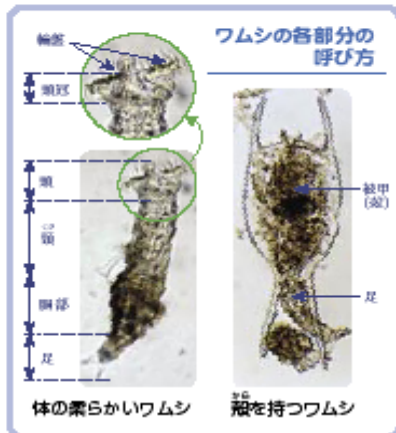
■ ワムシの各部分の呼び方

頭に、せん毛が車輪の形に生えた輪盤があるので、ワムシ(輪虫)という名前がついています。

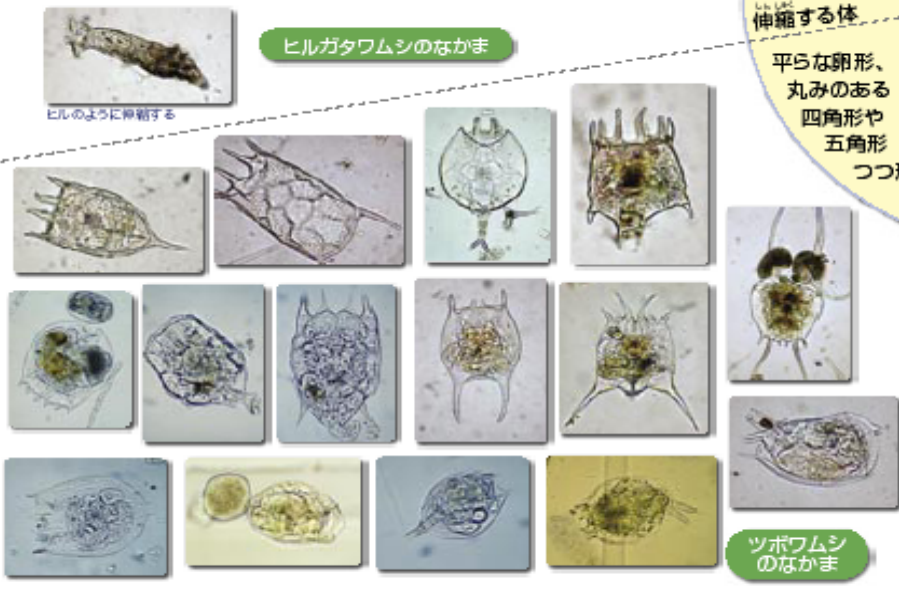
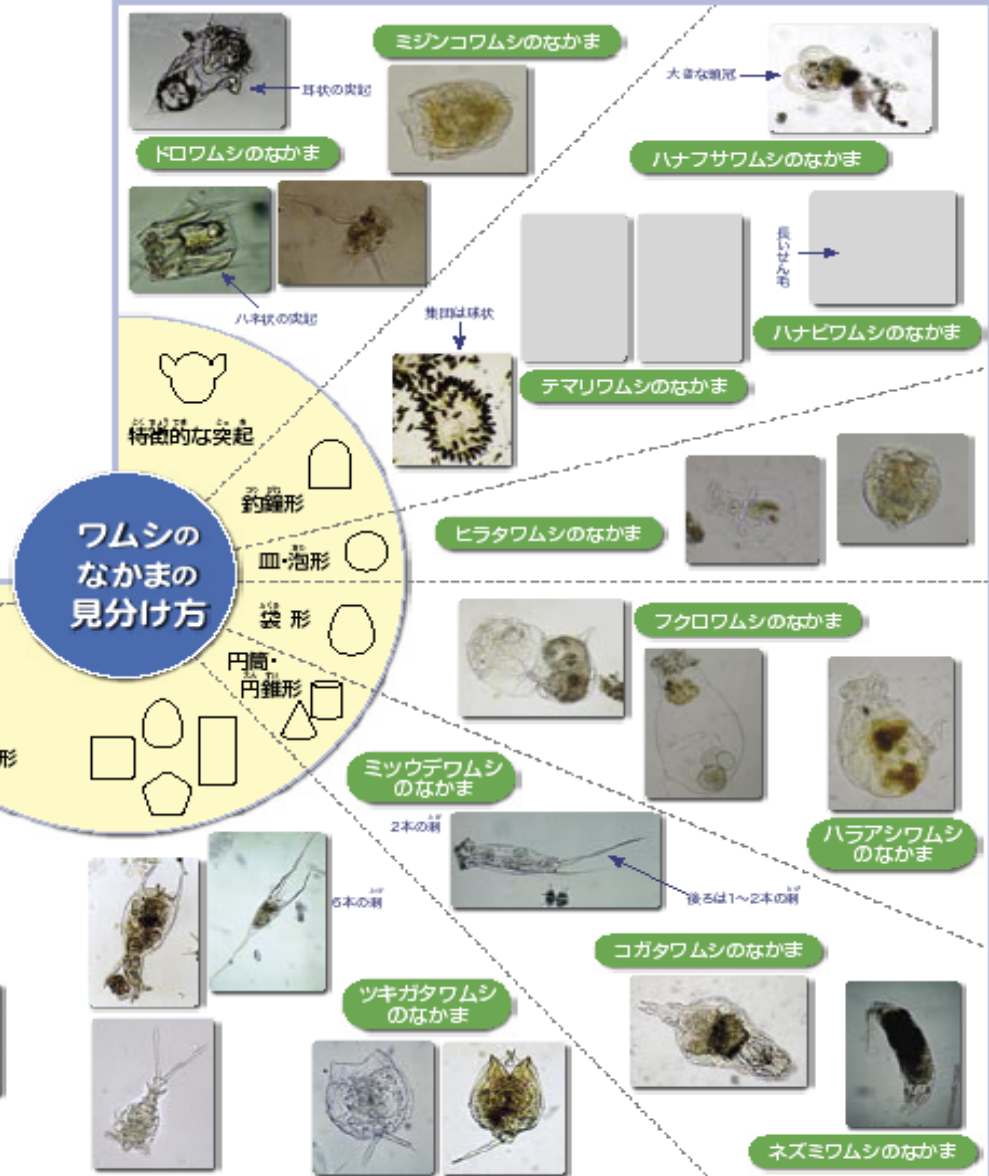
ワムシのなかまには、体の柔らかいものややかたい被甲(殻)を持つものがあります。体の柔らかいものは、薬品で処理したり死んだりすると縮んでしまい、種類を見分けにくくなってしまいます。

■ 「ワムシのなかま」のグループ分け

正式な分類は、口の中にあるそしゃくぼん(咀嚼板)という部分の形なども含めて行われています。しかし、最初からそれを利用することは困難なので、この図鑑では観察したときの形をもとに、それぞれの「なかま」にたどりつくように組み立てました。



ワムシのなかま



① 触角(しよっかく)を使って動くもの

- か?
- しよっかく)をくもの
- なかま
- コのかなかま
- コのかなかま
- ノモウ)をくもの(1)
- なかま
- ノモウ)をくもの(2)
- ユウのかなかま
- ノモウ)をくもの
- ウのかなかま
- ソウのかなかま
- ウのかなかま
- ソウのかなかま
- ウのかなかま
- エウチュウ
- 運動をする
- なかま

動画像で検索



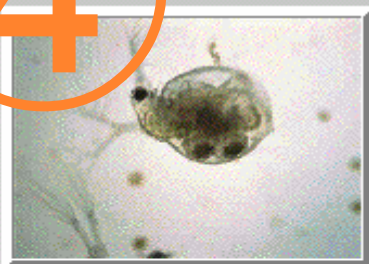
マジレミジンコ
(ダフニア アンビグア)



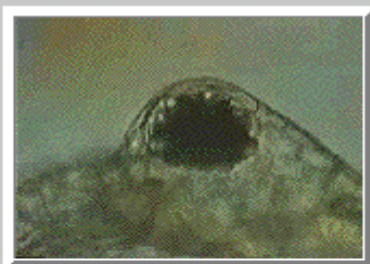
オカメミジンコ

ネコゼミジンコに似ていますが、
単眼が流れたひし形(三角形)をしています。

4



ネコゼミジンコ



トガリネコゼミジンコ

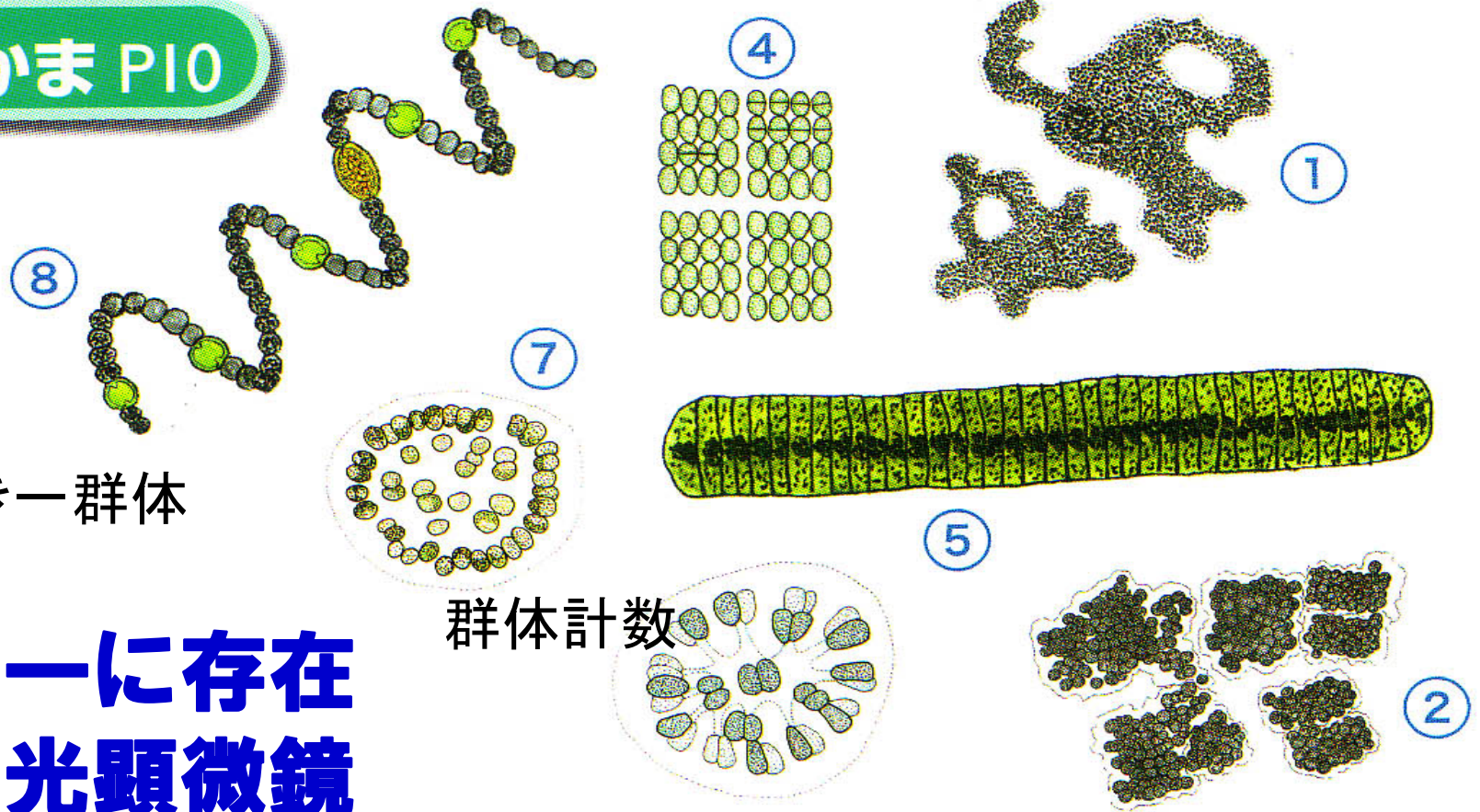
5



プランクトン同定・計数の ポイント

藍藻：原核生物

らんそう
藍藻のなかま P10



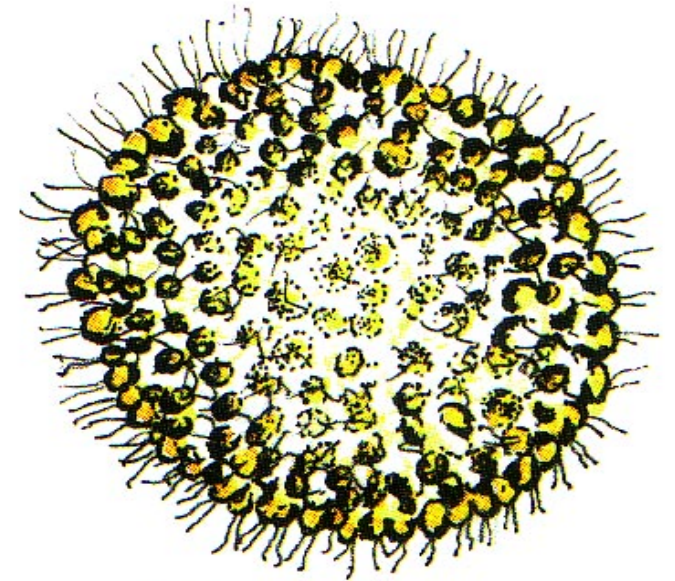
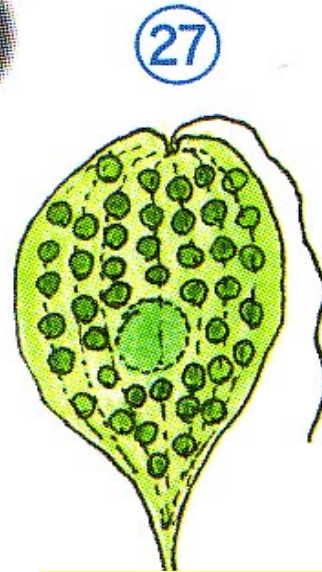
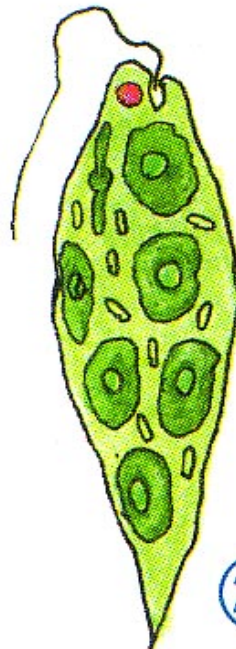
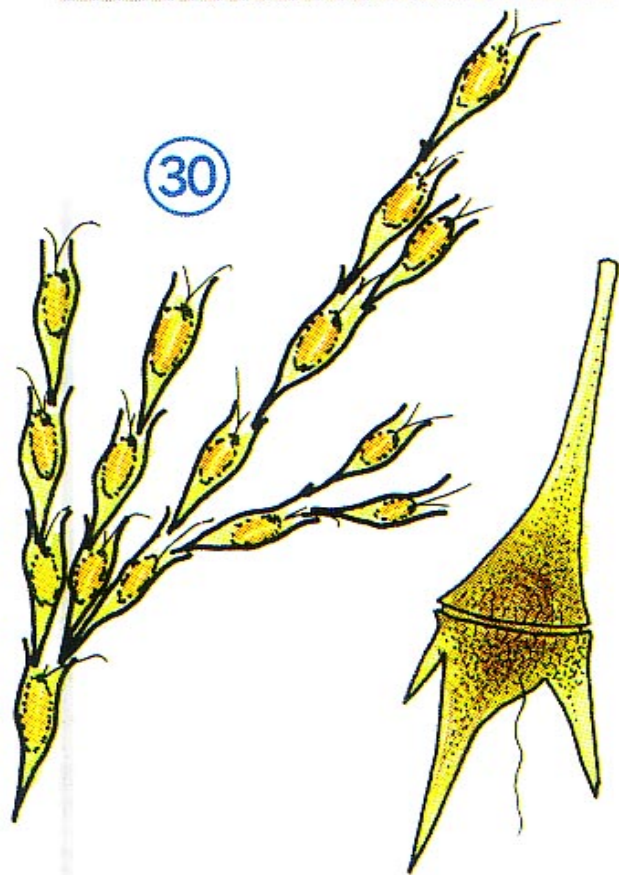
一卷き一群体

群体計数

色素が均一に存在する。蛍光顕微鏡

鞭毛藻：黄色、褐色、渦、ミドリムシ

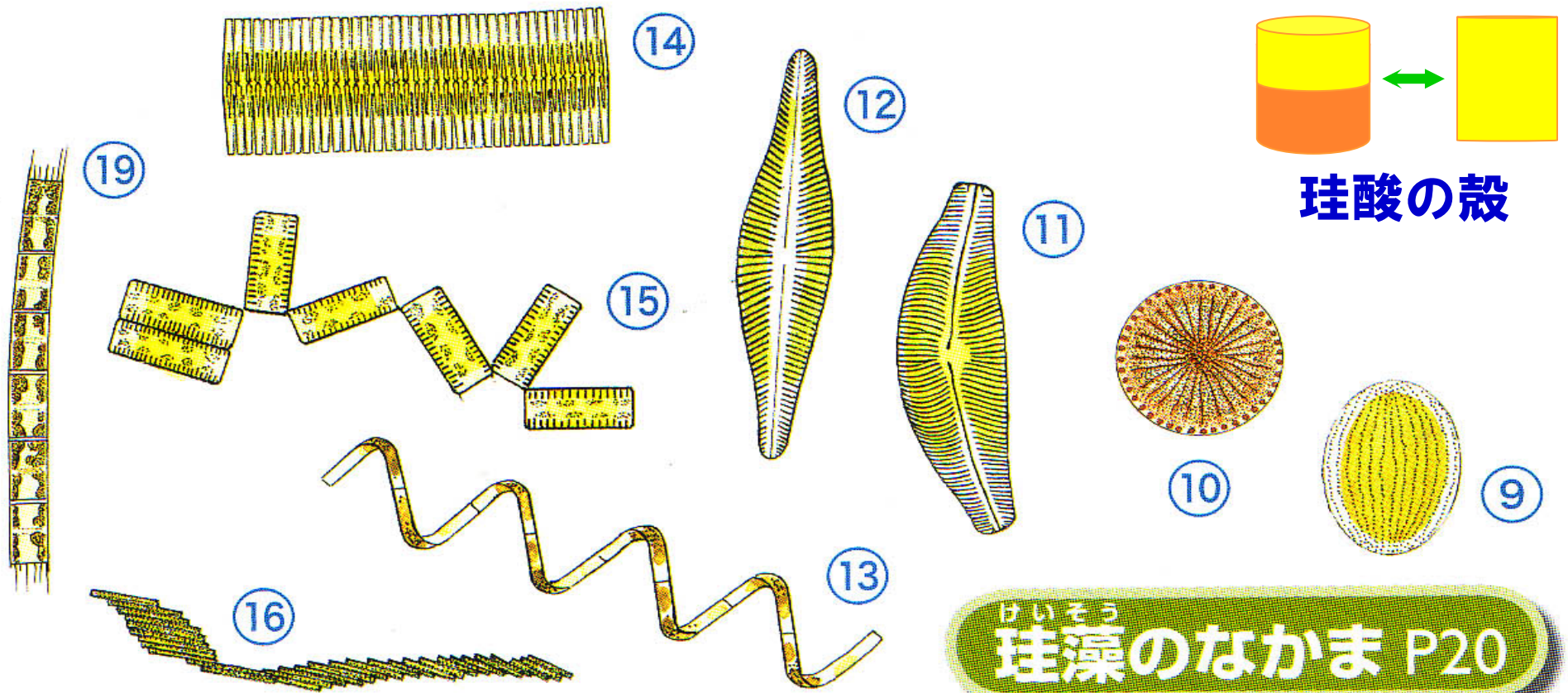
べんもうそう
鞭毛藻のなかま P32



・光合成をする。葉緑体の色や鞭毛の数。動き方や殻の有無を確認する。

本多・一瀬担当


珪藻：上蓋、下蓋



緑藻：葉緑体の形



りよくそう
緑藻のなかま P40

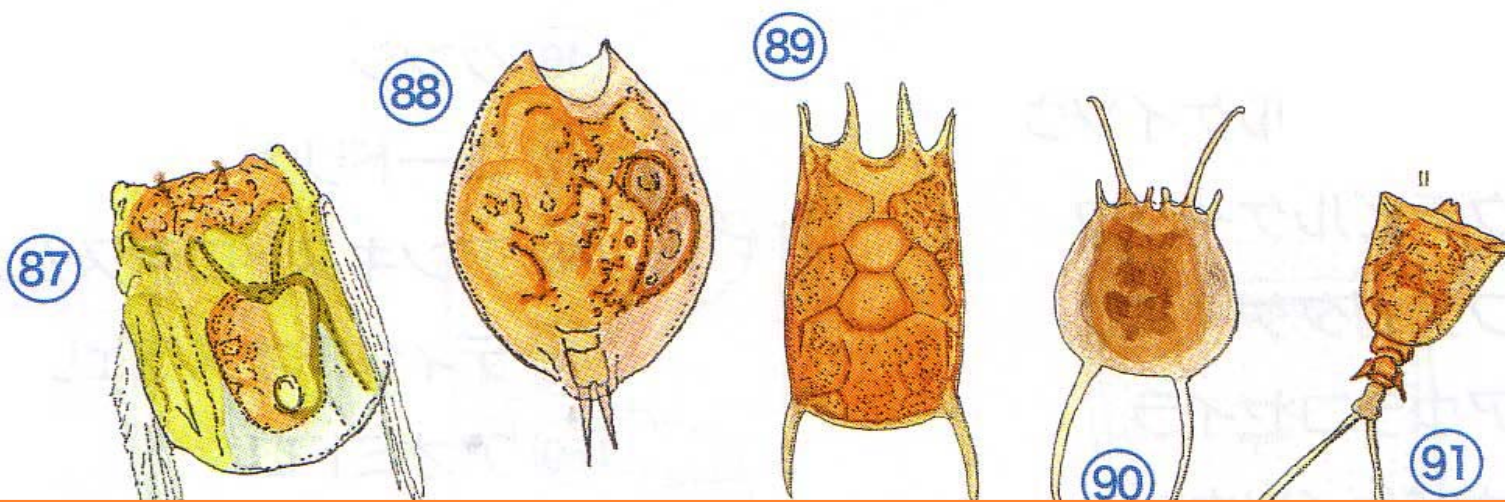


原生動物：光合成をしない

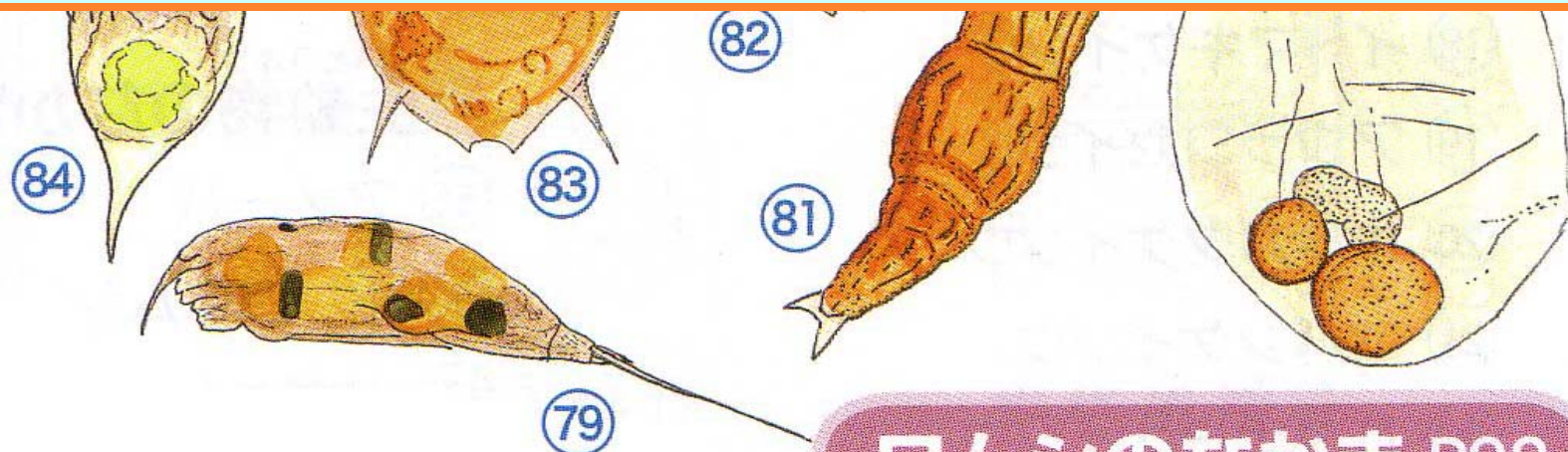
餌を取り込む器官がある。
単細胞の真核生物

げんせいどうぶつ
原生動物のなかま P66

楠岡担当



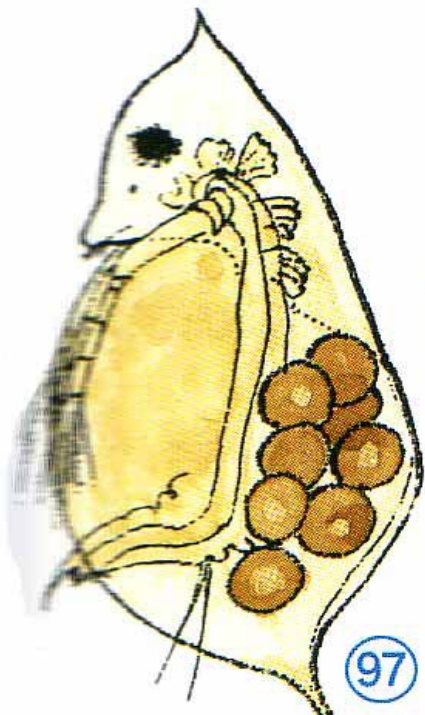
ワムシ：輪盤を有する



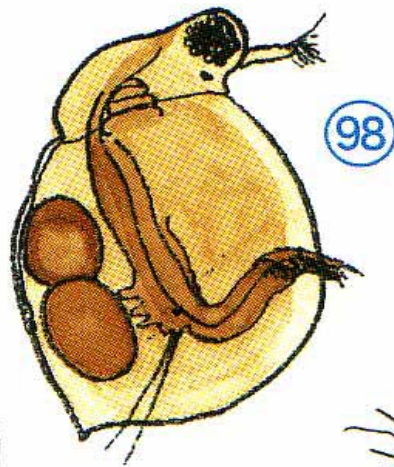
透明に見える。

浅井担当

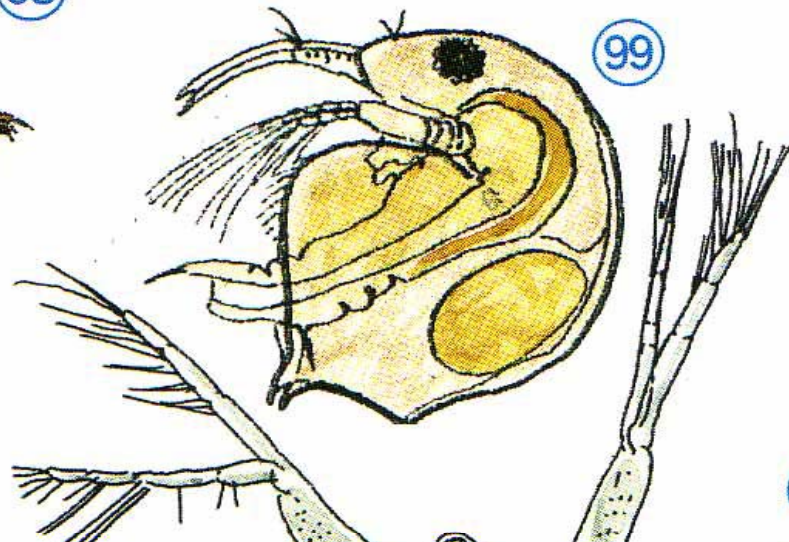
ワムシのなかま P98



97



98



99

100

甲殻類：殻があり節がある
卵→ノープリウス期→脱皮

デジカメでプランクトン 写真を撮ろう。

デジカメのモード設定で、
発行禁止モードにし、ズーム
拡大し、カメラ表示部で
ピントを合わせ、ぶれない
ようにゆっくりシャッターを
切ってください。

子供たちでも簡単にプラン
クトン写真が撮れますよ！

筒井・井田担当

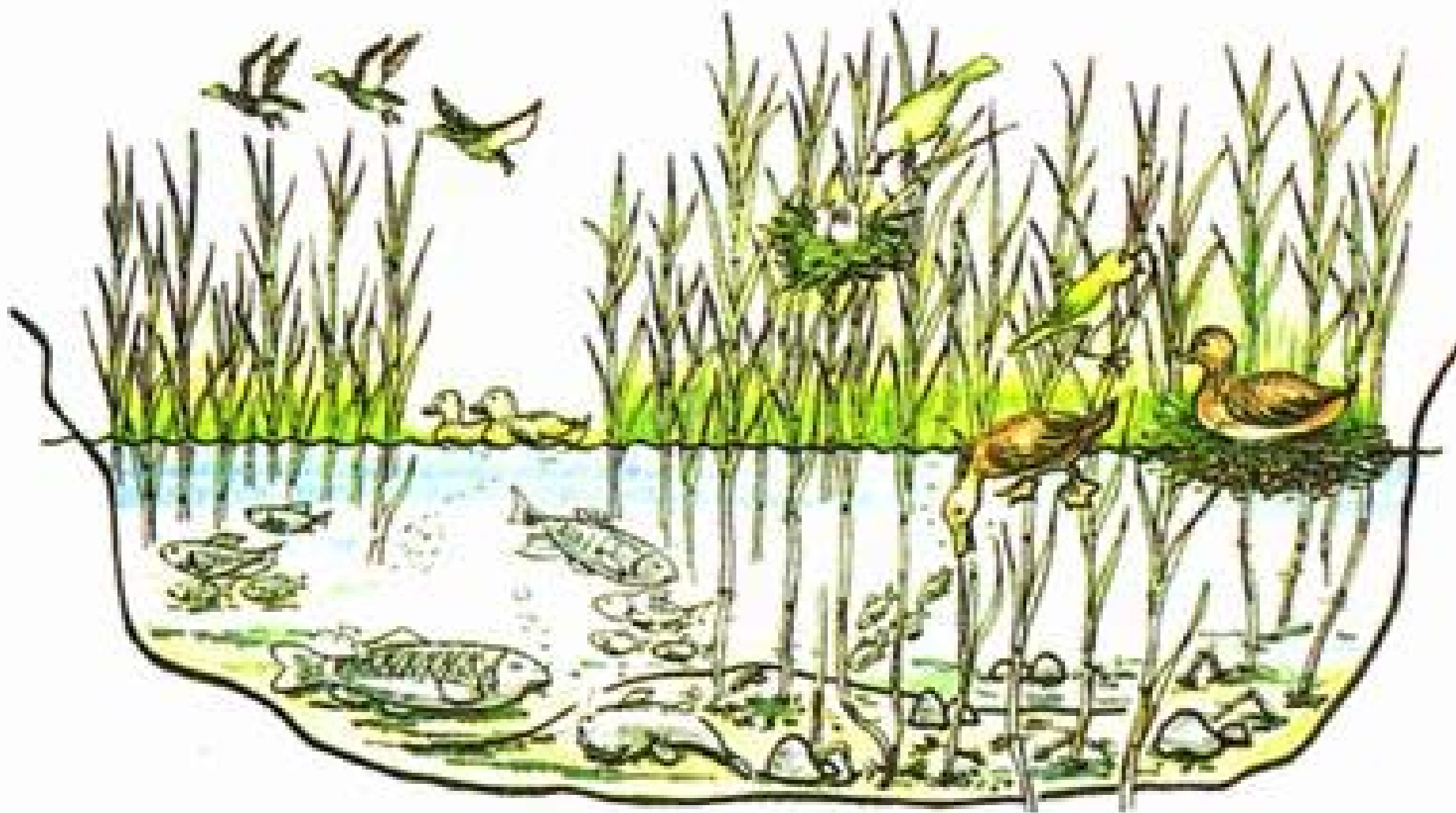




6



**琵琶湖の生サンプルを用いた同
定実習の開始**



E N D

ありがとうございました。