

2023 International Symposium on Aquatic  
Ecosystem and Environmental Health and the  
Second China Wenzhou International Wetland  
Forum 2023-10-29

目には見えない有機物の解明

揭示看不见的有机物

## 琵琶湖のプランクトン相 の動向と外来種

琵琶湖浮游生物群的变化趋势和外来物种

大家好!

我是日本滋贺县琵琶湖环境科学研究中心的一濑谕。

今天请多多关照。

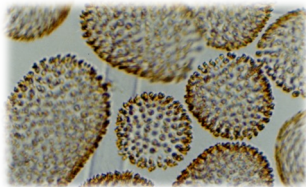
我针对日本日本最大的琵琶湖浮游生物组成变迁的研究已进行了45年。今天，以琵琶湖浮游生物相的举动和外来种为主题进行报告。演示内容以日文表示，中译文内容显示在右侧。

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 元特命研究員  
工学博士 一瀬 諭 (Satoshi Ichise)

# 背景：琵琶湖水質の現状

琵琶湖は古くからリン制限の湖で貧栄養湖だったが、高度成長期を向かえてリンや窒素が急増した。

长期以来，琵琶湖一直是一个磷有限的寡营养湖，但在高生长期，磷和氮的含量迅速增加。



淡水赤潮の発生 → 富栄養化防止条例施行  
1977 1979年



滋賀県が県民や企業と一緒に対策に取り組んだ結果、特にリンの削減効果が顕著に現れた。

通过滋贺县的县民和企业共同采取措施，磷的削减尤为显著。

## 対策の成果

クロロフィル-a量も低下してきた。

叶绿素-a量也有所下降。

植物プランクトン量も減少し 透明度も良くなった。

浮游植物量减少的同时，透明度也改善。

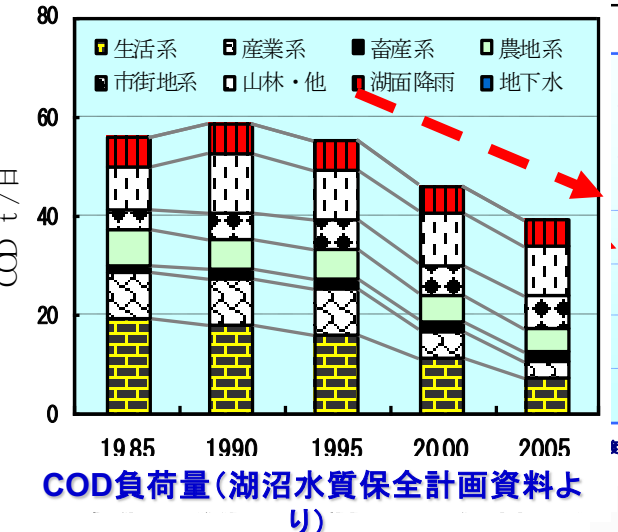
しかし、然而

拥有日本最大面积的琵琶湖，从古至今一直是一个受磷限制的贫营养湖泊。

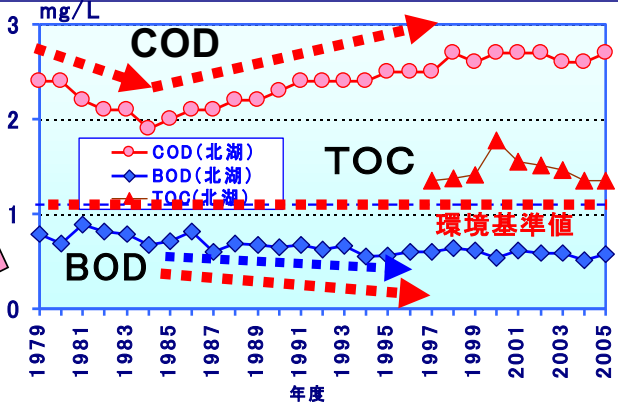
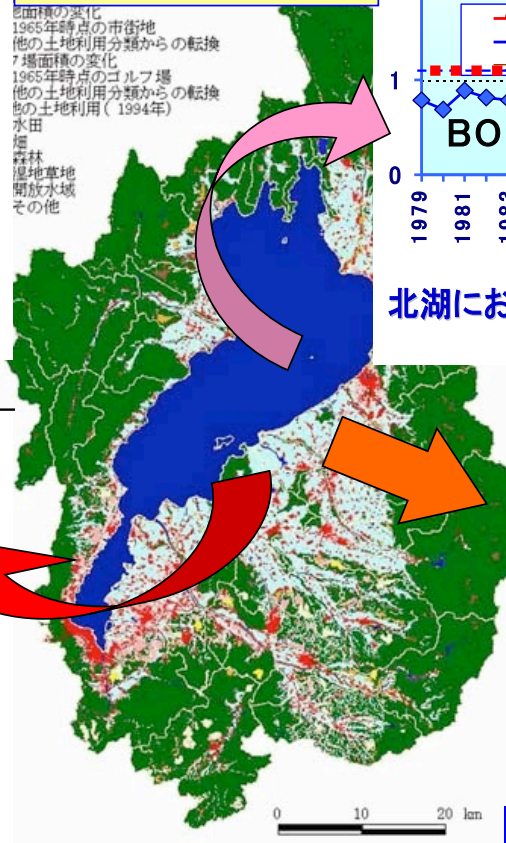
然而，在1977年发生了大规模的淡水赤潮事件，两年后施行了富营养化防止条例。促使磷、氮浓度等降低，叶绿素a及浮游植物的现存量随之减少，透明度提高等水质有所改善。但是、、、

政策課題：陸域でのCOD負荷削減が進んでいるにもかかわらず、環境基準であるのCODが改善しない。

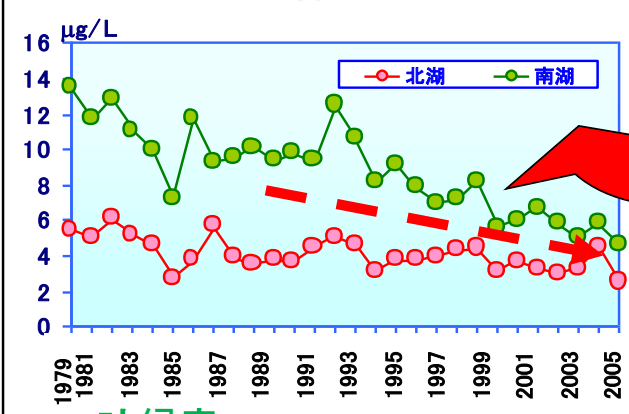
尽管在减少陆地地区的COD负荷方面取得了进展，但作为环境标准的COD并没有得到改善。



滋賀県におけるCOD負荷量調査



北湖における有機物指標(CODおよびBOD、TOC)の経年変動の比較



叶绿素 a  
クロロフィル-a 濃度の経年変動

微生物では分解出来ないような有機物の増加を確認した。

观察到无法被微生物分解的有机物有所增加。

難分解性有機物

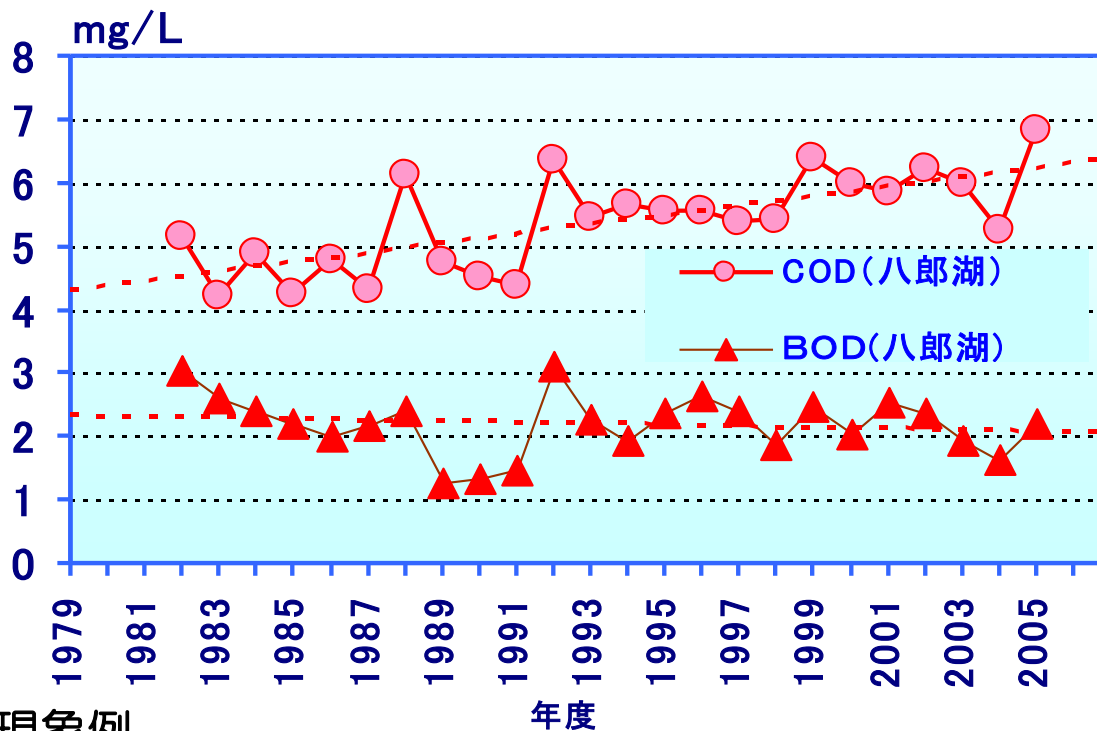
然而，发现即使来自陆地流入负荷消减，按照湖泊水质标准的COD也不会减少。

对于这种化学需氧量(COD)增加和生化需氧量(BOD)减少的不可思议的趋势是由于不能被微生物分解的有机物增加所致，我们称之为难降解性有机物增加。我对这种难降解性有机物的来源及产生机制进行了调查研究。

# 八郎湖におけるCOD・BODの経年変動の比較

八郎湖中COD・BOD的年际变化比较

秋田県  
八郎湖  
湖心部  
(表層)



这一现象不仅局限于琵琶湖，从，日本秋田县的八郎湖也出现这类偏离趋势。此外，COD增加现象在霞之浦、印旛沼等富营养湖泊及贫营养湖泊，甚至在海域中也发生，这种现象是在全日本范围内需要解明的一个问题。

CODの上昇現象例

- 富栄養湖 : 霞ヶ浦、印旛沼
- 中栄養湖 : 琵琶湖
- 貧栄養湖 : 十和田湖、野尻湖
- 海 域 : 富山湾

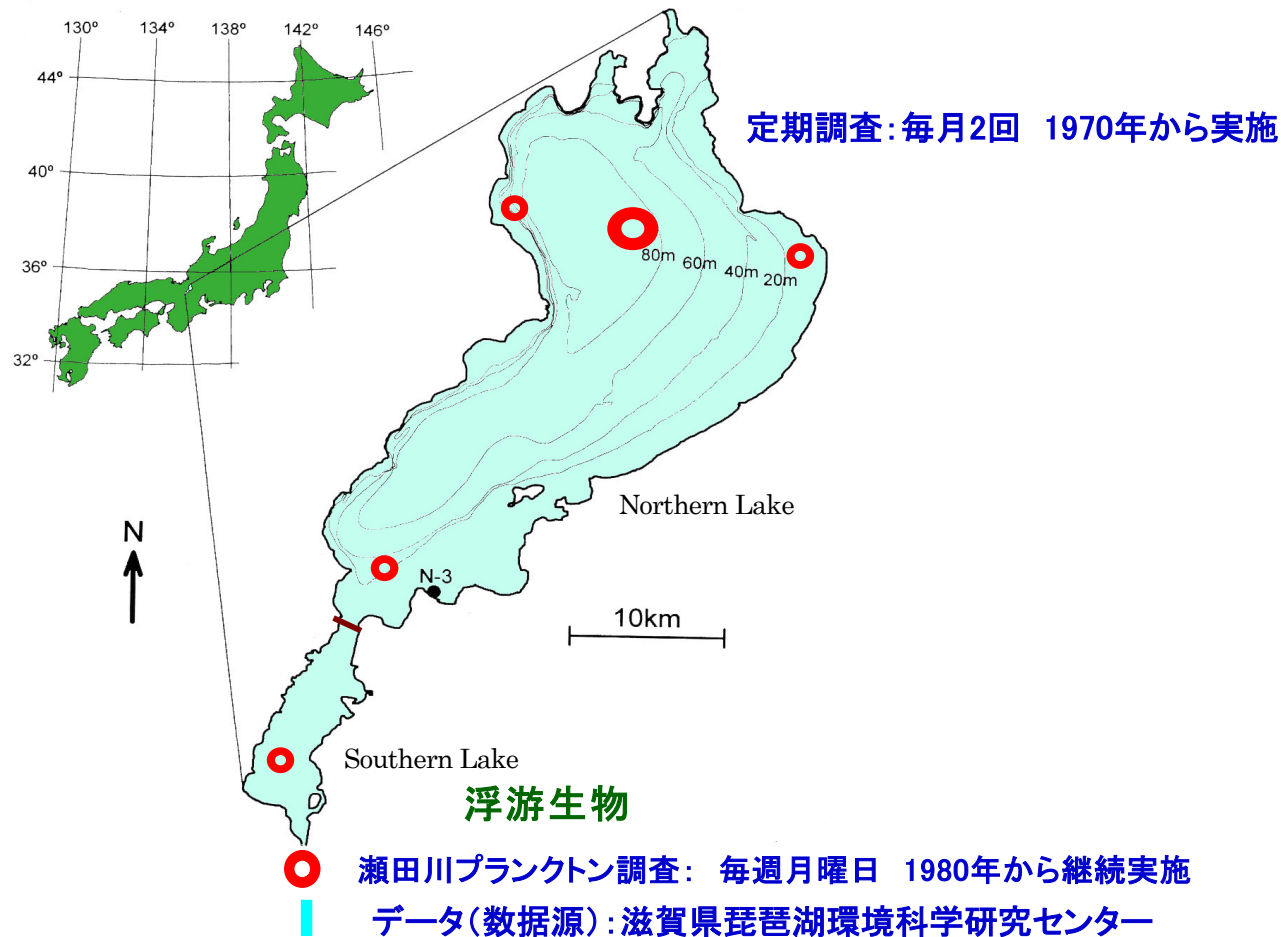
データ提供

秋田県健康環境センター  
 数据由秋田县健康环境中心提供  
 国立環境研究所特別研究報告  
 (SR-62-2004)

# 琵琶湖のプランクトン定期調査地点

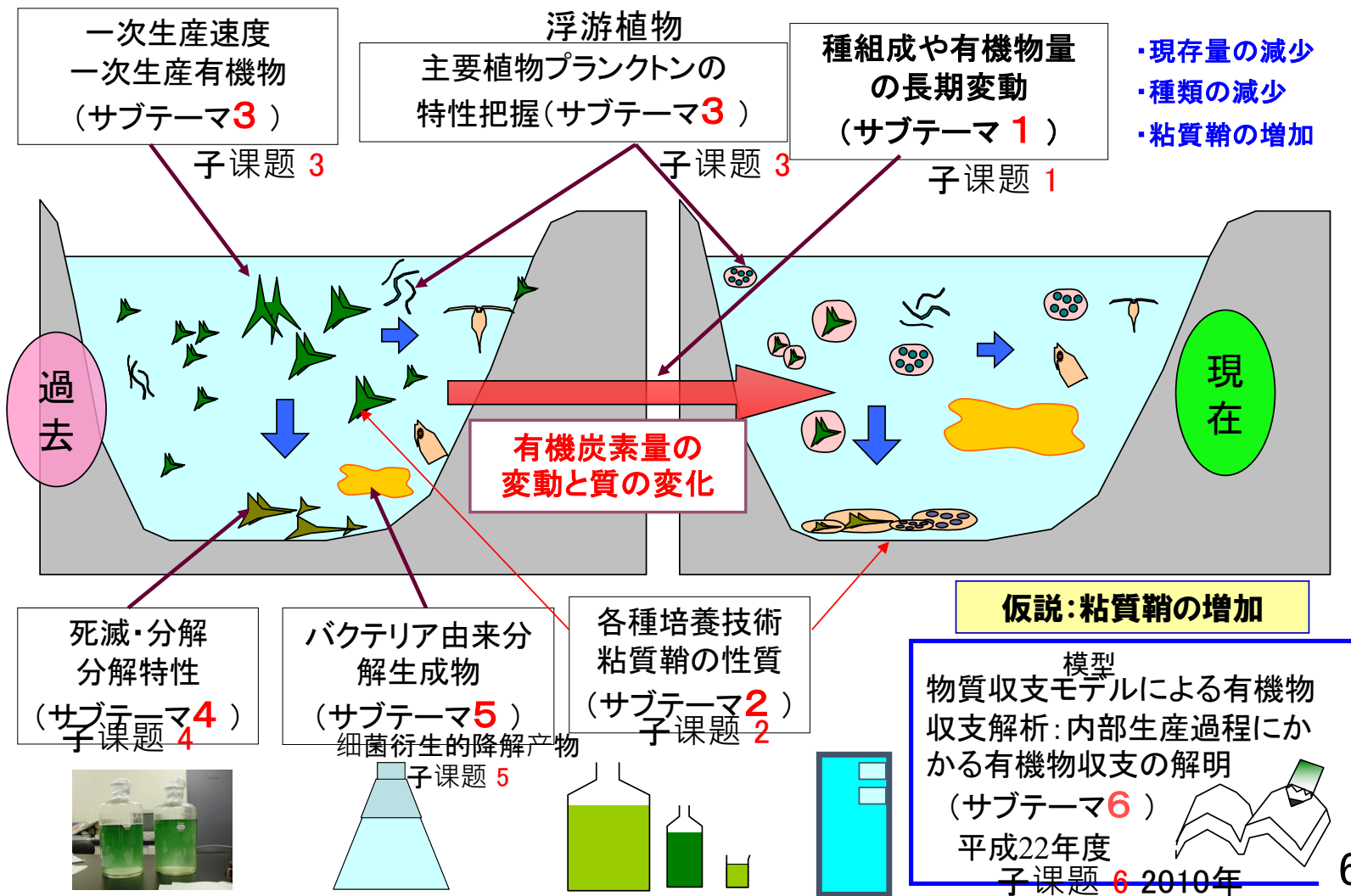
## 浮游生物

这里标出了琵琶湖的浮游生物采样点。红色圆圈表示每月进行2次调查，下面的绿色圆圈表示每月进行4次浮游生物调查。而顶部的大圆圈是为了进行不同水深的调查。





# プランクトン相の長期変遷と目に見えない有機物研究概要 浮游生物的长期演变和不可见的有机物研究概述。



本项目内容简要总结如下:

1. 浮游生物长期变动解析
2. 为了分析和测定生产量进行了大量培养;
3. 测定初级生产有机物量和生产速率。
4. 进行分解实验和分解速度;
5. 分析分解时细菌由来的分解产物;
6. 解明琵琶湖内的物质收支。

# 琵琶湖のプランクトン細胞体積換算

浮游生物

Aタイプ (类型A)

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 (类型B)

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 (类型C)

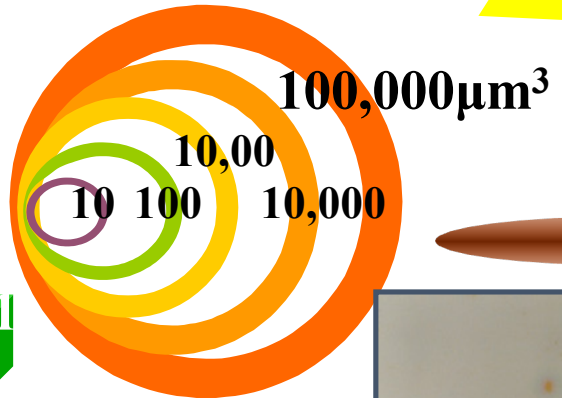
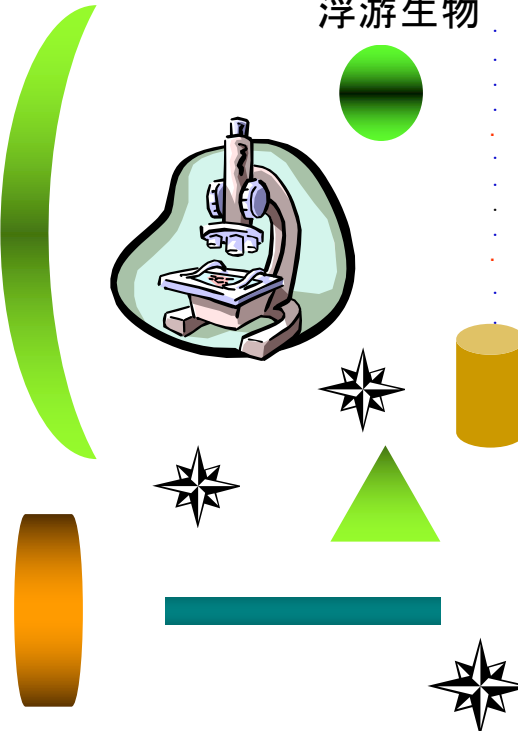
立方体 (cube), 直方体 (rectangular parallelepiped)

$$\text{細胞容積}(V) = a b h$$

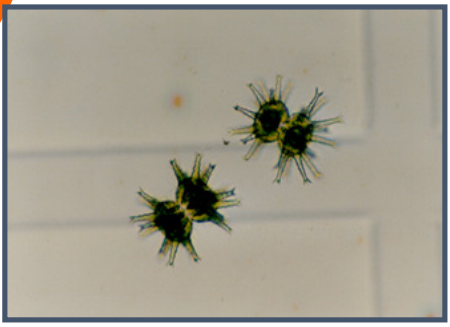
a: 長さ  
b: 幅  
h: 高さ

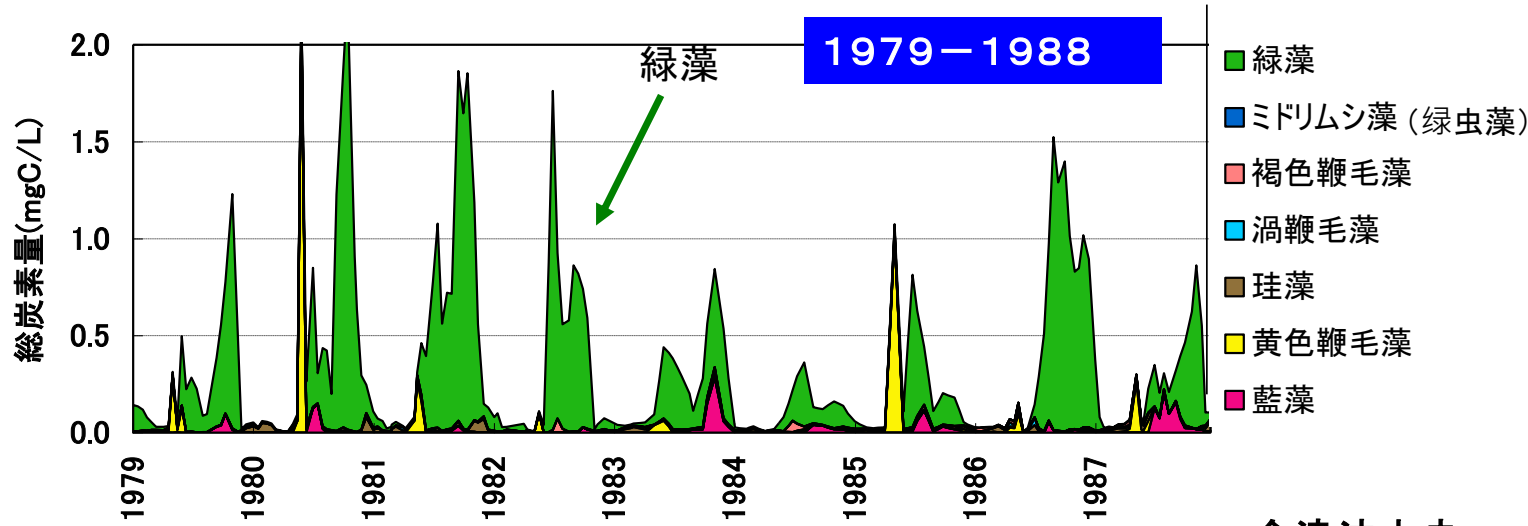


浮游生物細胞大小因種類而异，因為大細胞和小細胞相差10000倍以上，因此，對每種類型細胞體積提前進行了測量，作為總體積量進行評估。

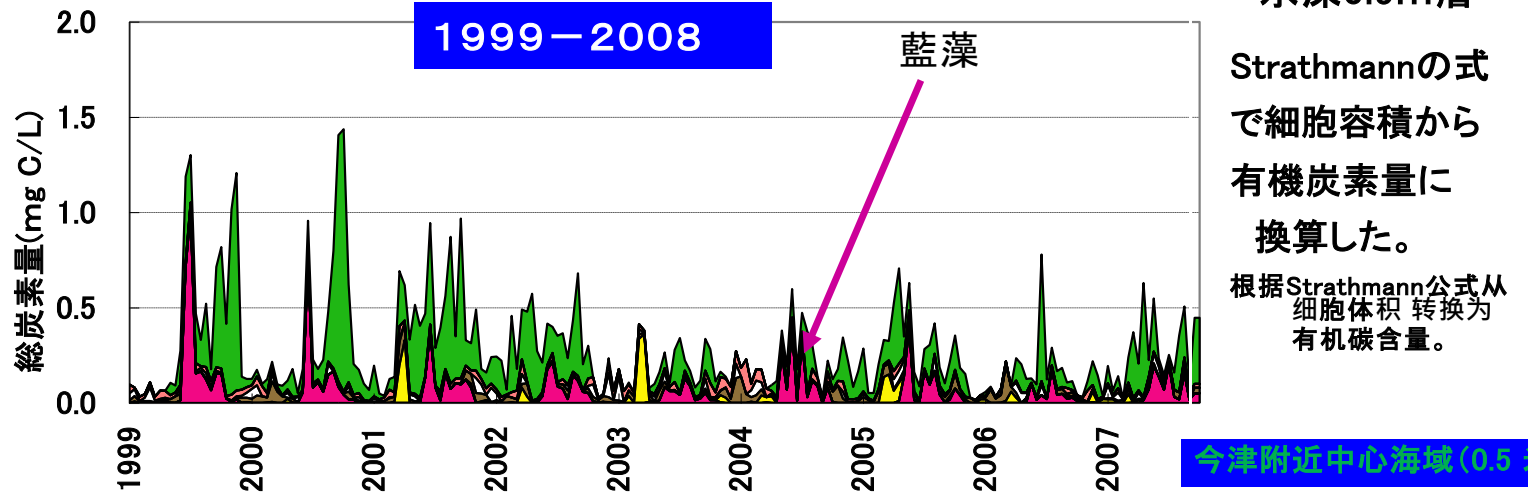


藍藻種 ~ 綠藻種  
 $1\mu\text{m}^3 \sim 82,000\mu\text{m}^3$   
 約8万倍





20世纪80年代过去，  
生物量主要是以绿色的  
绿藻为主体，2000年后，  
红色的蓝藻增加，占比  
也在增加。



今津沖中央  
水深0.5m層

Strathmannの式  
で細胞容積から  
有機炭素量に  
換算した。

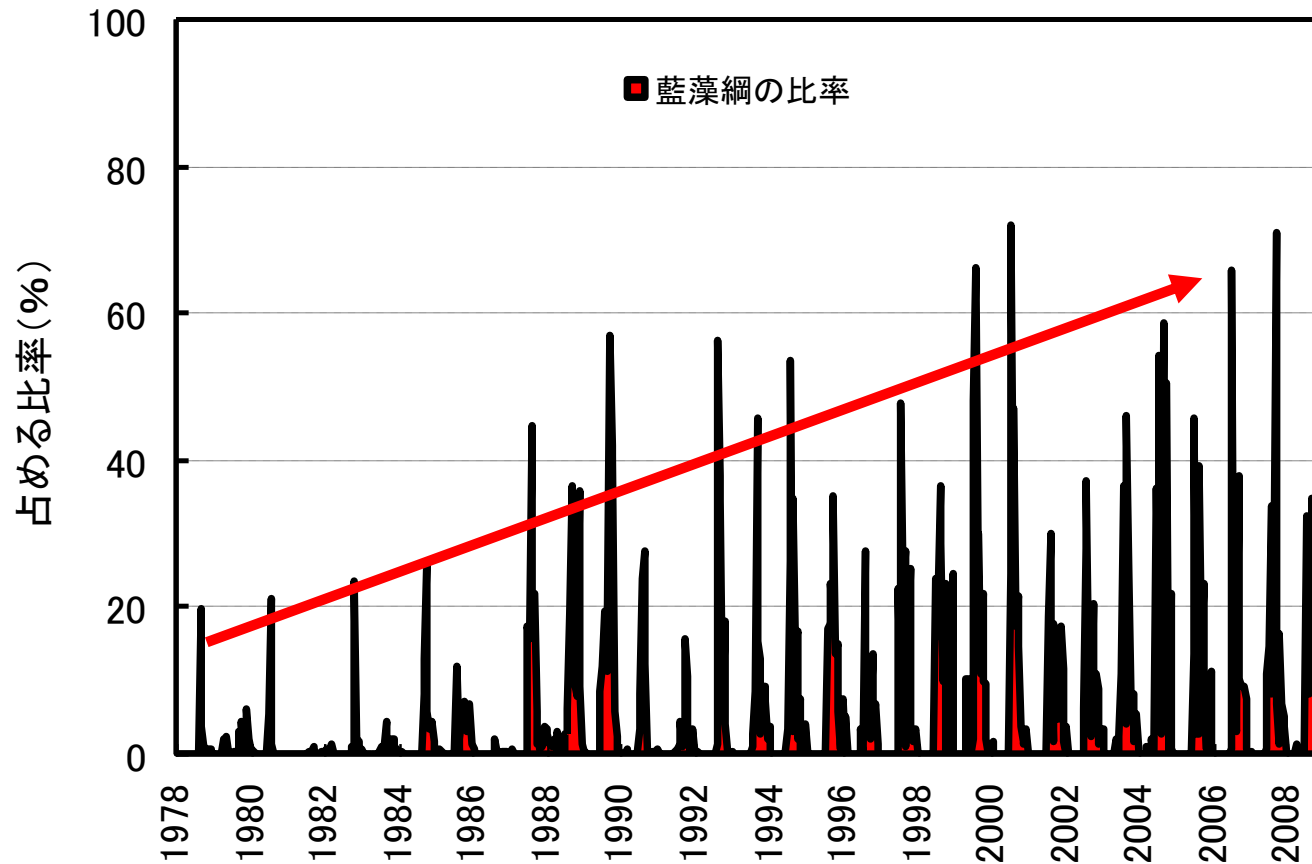
根据Strathmann公式从  
细胞体积转换为  
有机碳含量。

今津附近中心海域(0.5米)浮游植物总碳含量的季节性变化。



# 植物プランクトン総細胞容積中に藍藻綱の占める割合(北湖今津沖中央表層)

蓝藻占浮游植物细胞总量的百分比(北湖今津离岸中央表层)



为了更加清楚，对蓝藻在全浮游植物中占比进行了计算。  
正如在这里明显可见的，蓝藻明显在增加。

琵琶湖今津离岸中央(0.5m)蓝藻占浮游植物细胞总量的百分比的变化  
琵琶湖今津沖中央(0.5m)における植物プランクトン  
総細胞容積量中に占める藍藻綱の比率の変化(%)

# 本プロジェクトのきっかけ ① : 粘質鞘その分解?

(粘質鞘 = 寒天質状物質、細胞外有機物質評価)

项目动机 1) : 胶鞘, 及其分解? (胶鞘=琼脂状物质, 细胞外有机物质的评估)

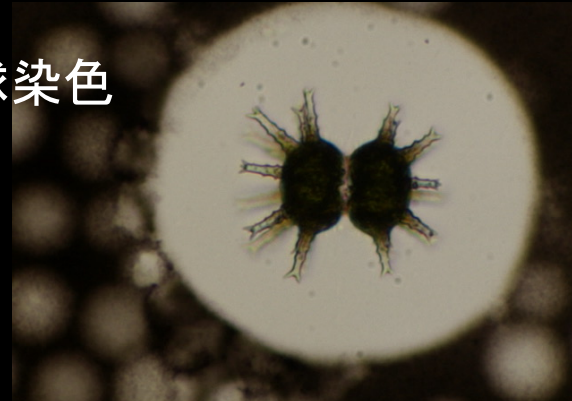
- ・墨汁染色
- ・カララテックス球染色

- ・墨汁染色
- ・彩色胶球染色



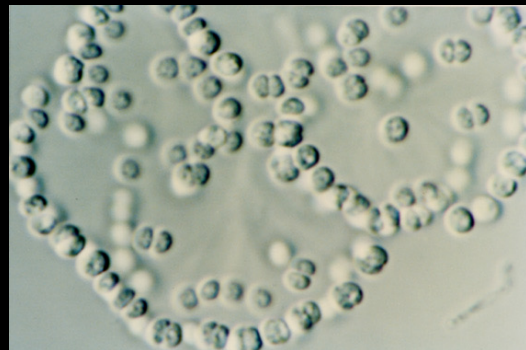
*Microcystis novacekii*

寒天質状物質質量 (琼脂样物质含量)  
N20 71倍



*Staurastrum arctiscon*

体積の39倍



*Gomphosphaeria lacustris*

物質質量 N20 9.5倍



*Aphanothece clathrata*

寒天質状物質質量 (琼脂样物质含量)  
N20 3,800倍

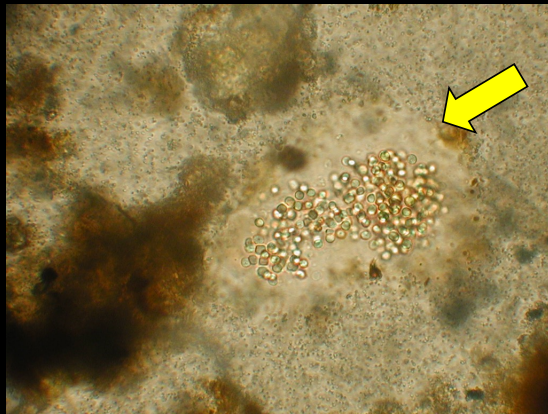
无色透明的浮游生物可通过墨水染色来可视化其胶鞘。通过发现并测量胶鞘的体积, 可以揭示看不见的有机物的含量, 并阐明其与难分解性有机物的相关。

琵琶湖北湖底泥上の藍藻：光学顕微鏡と倒立蛍光顕微鏡

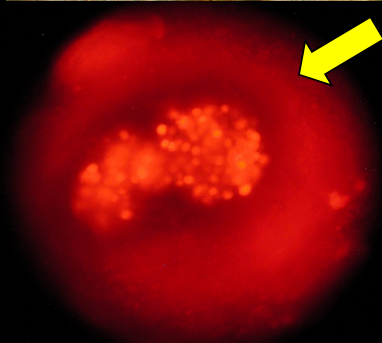
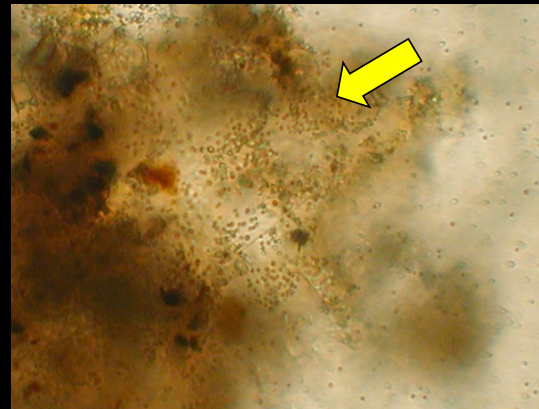
Nicon G 励起の群体が多量に存在：ブルーラテックス球染色1  $\mu\text{m}$

(今津沖中央水深90m湖底直上泥：2009.10.5)

琵琶湖北面湖底淤泥上の藍藻：光学顕微鏡和倒置荧光显微镜下的 Nicon G 兴奋菌落丰富：蓝色乳胶球染色 1  $\mu\text{m}$  (今津离岸中心 90 米深处湖底淤泥：2009.10.5)



光学



蛍光



*Microcystis aeruginosa*

*Aphanotece clathrata*

の群体が多量に存在 (今津沖中央水深90m湖底直上泥)

大量存在于 (今津离岸中心 90 米深处湖底淤泥)

从底泥中，揭示了存在于其中，以往肉眼难以观察到的具有胶鞘的浮游生物的存在。

琵琶湖における各プランクトンの粘質鞘保有率  
 (墨汁染色&カラーラテックス球染色)

琵琶湖中每种浮游生物的胶鞘保留率 (墨水染色和彩色乳胶球染色)

表 琵琶湖中每种浮游生物的胶鞘 (琼脂状物质) 保留率

表 琵琶湖における各プランクトンの粘質鞘(寒天質)保有率

中間発表

(池田、一瀬:2009)

各 綱	2倍以上の粘質鞘保有率		代表種
藍 藻	73%	51 / 70	<i>Aphanothece</i>
黄緑藻	15%	2 / 13	<i>Botryosphaerella</i>
黄色鞭毛藻	6%	3 / 50	<i>Uroglena</i>
珩 藻	0%	0 / 152	<i>Fragilaria</i>
渦鞭毛藻	0%	0 / 20	<i>Gymnodinium</i>
褐色鞭毛藻	0%	0 / 7	<i>Cryptomonas</i>
ミドリムシ藻	0%	0 / 16	<i>Euglena</i>
緑 藻 (绿虫藻)	38%	104 / 273	<i>Staurastrum</i>
合 計	27%	160 / 601	

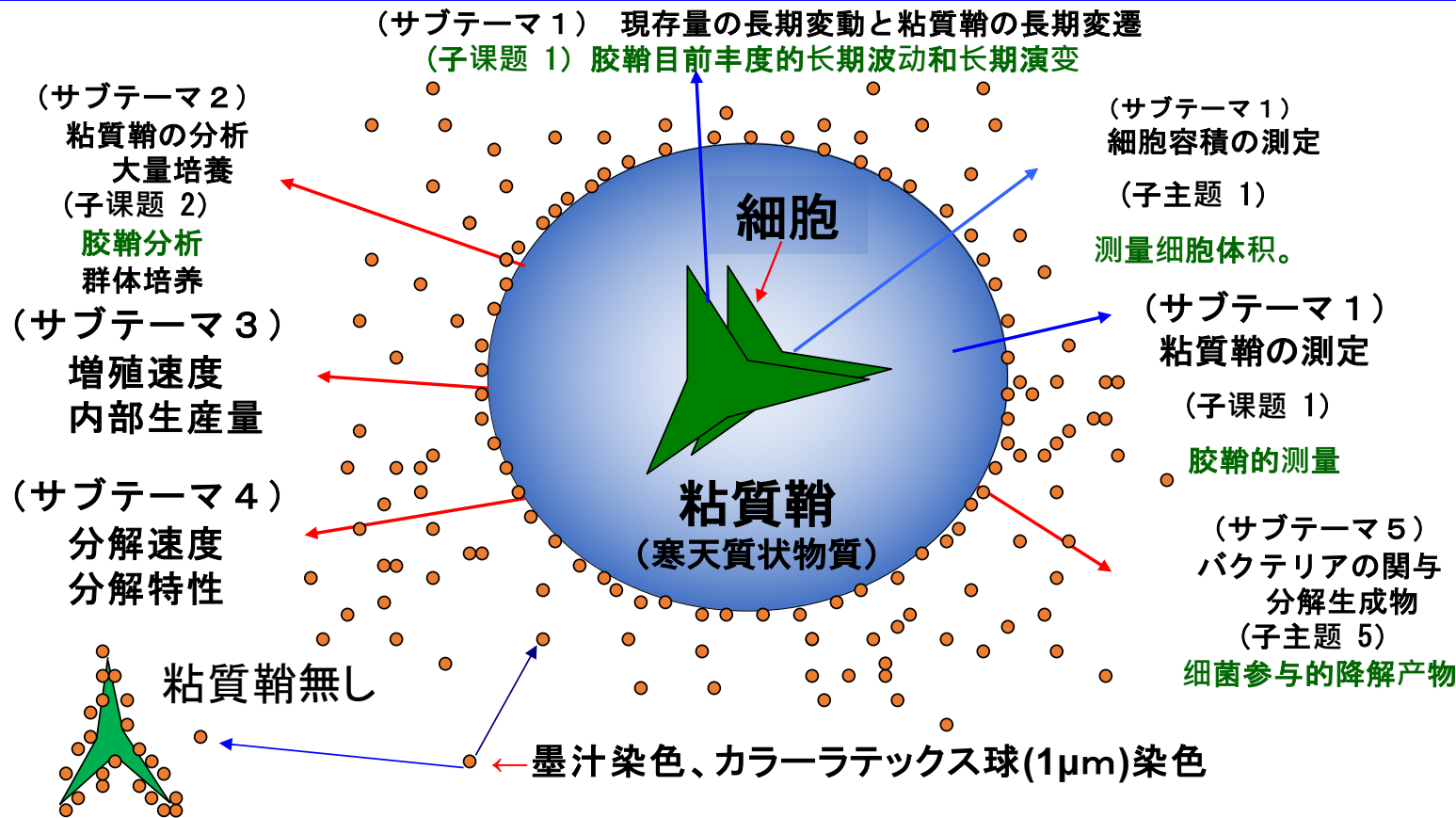
这个表显示的是具有胶鞘和不具有胶鞘的浮游生物种类, 硅藻和鞭毛藻类没有胶鞘, 而大多数的蓝藻类具有胶鞘。



# 当該研究の新規性(見えない有機物)

植物プランクトンが生成する粘質鞘の影響

研究的创新点在于(看不见的有机物) 浮游植物产生的胶鞘的影响



## 粘質鞘的研究:

首先, 使用墨汁对浮游生物进行染色;

然后, 测定粘質鞘和细胞计算体积。

而且, 针对每个主题, 我们还进行了粘質鞘的化学分析、増殖速度、分解特性等研究。

本プロジェクトの目指すもの(有機物指標)

本項目目標(有機物指標)

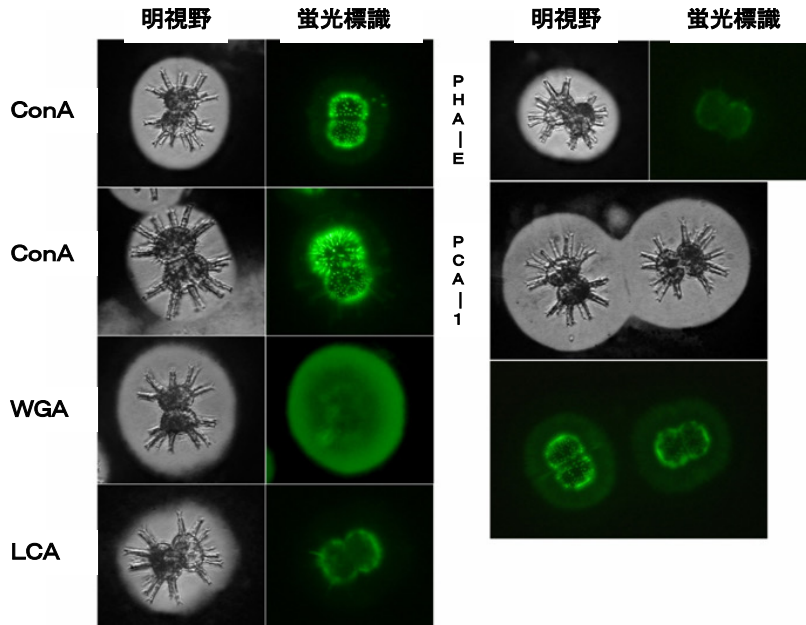


# サブテーマ 3 (子课题3)

## 成果 一次生産有機物の糖類分析結果 (初级生产有机物的糖分析结果)

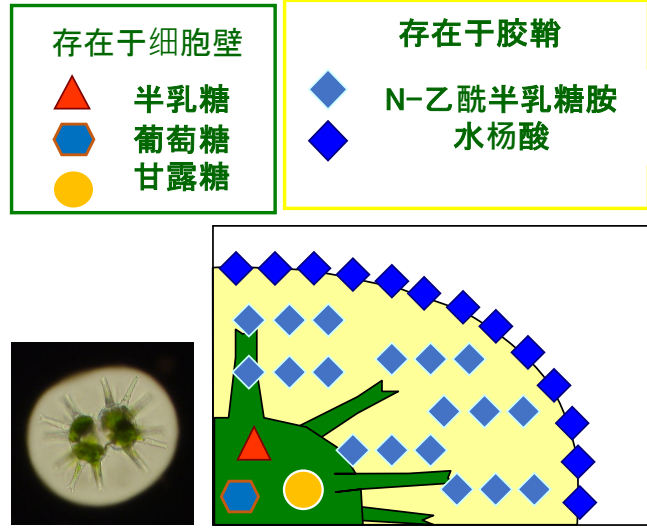
### 粘性鞘的特性(单糖成分、分子大小)分析

<技术要点> **20种凝集素染色:糖类的鉴定**  
 通过凝集素染色法分析粘液鞘(多糖是主要成分)的单糖组成  
 →这是首次应用于浮游植物的粘液鞘  
 分子大小测量 → GPC 法(未实施)



**凝集素:** 一组蛋白质的总称, 它们专门与组成糖的类型结合并形成交联(糖链之间的桥梁)。糖的成分可通过结合后的荧光测量进行无损检测, 利用结合的糖链因所使用的凝集素而异这一事实来确定。

### Staurostrum arcticon的测定结果

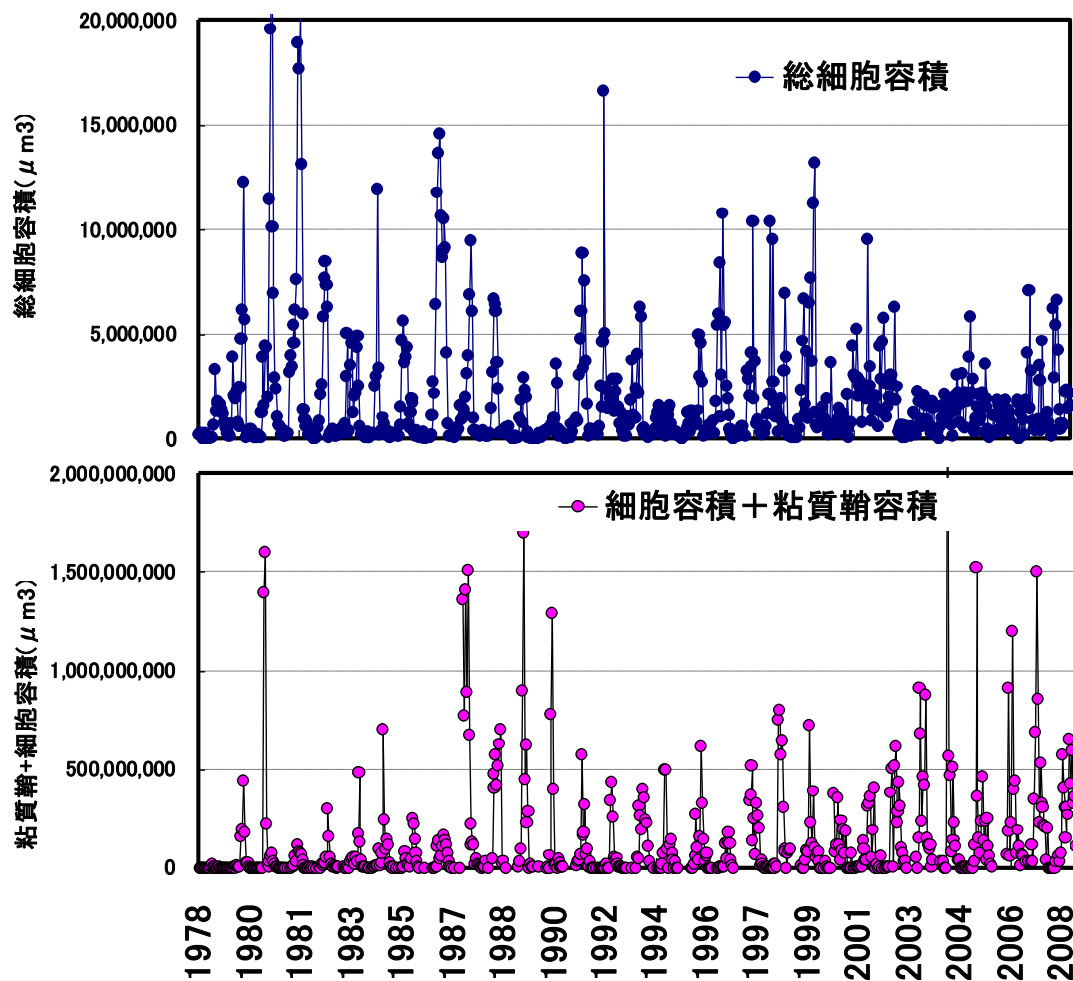


**成果**  
 用凝集素进行的荧光测量显示, *Staurostrum arcticon* 含有大量的 N-乙酰半乳糖胺, 细胞壁周围还存在半乳糖、葡萄糖和甘露糖。

在子主题3中, 对子主题2开发的分离和精制方法得到的胶鞘和细胞质, 即“光合成产生的初级生产有机物”的组成成分进行了分析。因胶鞘的主要成分是多糖类物质, 因此尝试分析了其组成糖分。方法是使用一种称为“凝集素”蛋白质, 它可以用来检测多糖类物质中单糖, 这种方法首次被应用于浮游植物中。根据这些结果, 明确了它主要由各种多糖组成, 我们也正在研究琵琶湖的其他许多种类关于胶鞘的各种性质。

# 子课题 浮游生物的长期波动解析

分析琵琶湖北部（今津离岸中部，0.5米深处）16种  
主要浮游植物的细胞总量和包括胶鞘的体积的长期波动

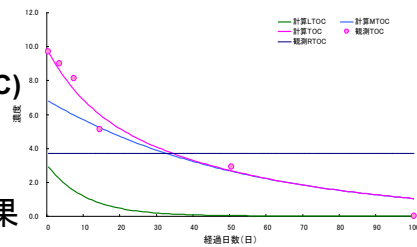


上图所示的是近年来，琵琶湖的浮游生物的总量有减少趋势；下图是具有胶鞘的浮游生物总体积量近年却有增加倾向。

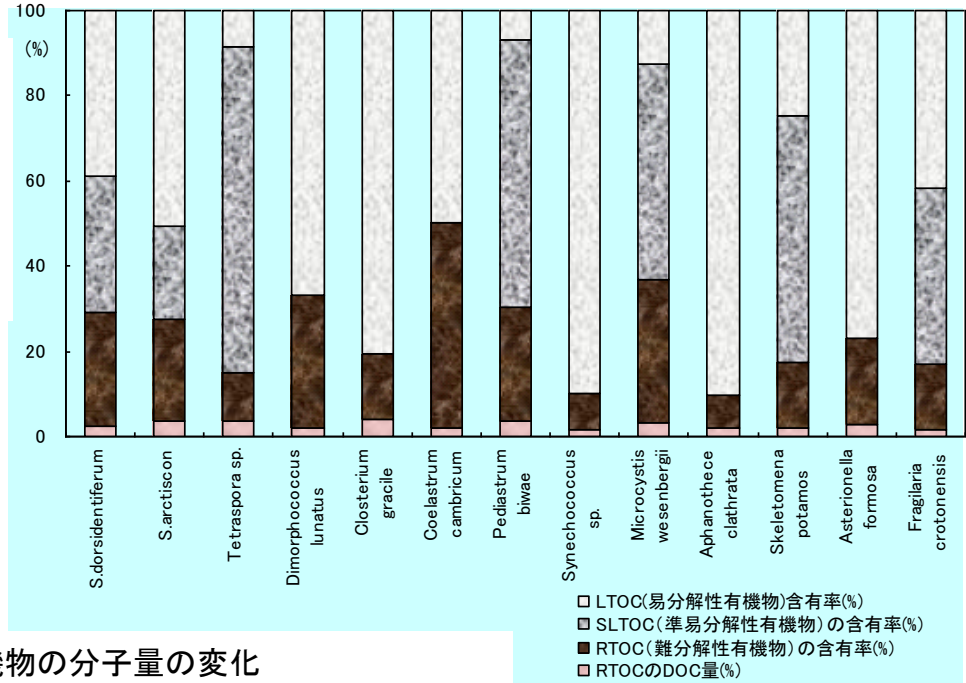
# サブテーマ4 子課題4 浮游植物初级生产有机物的降解特征 植物プランクトン由来の一次生産有機物の分解特性評価について

- ・经过 100 天的生物降解试验后, 确定了有机物的剩余量。
- ・根据生物降解试验中的 TOC 分析结果, 利用基于有机物降解特性的双组分模型方程确定了降解速率常数。

生分解試験  
(生物降解试验)  
*Staurastrum arcticon* (POC)

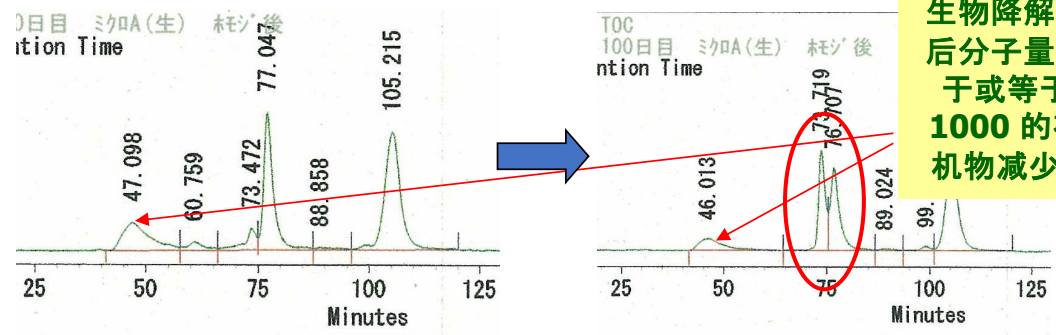


GPC-TCの結果



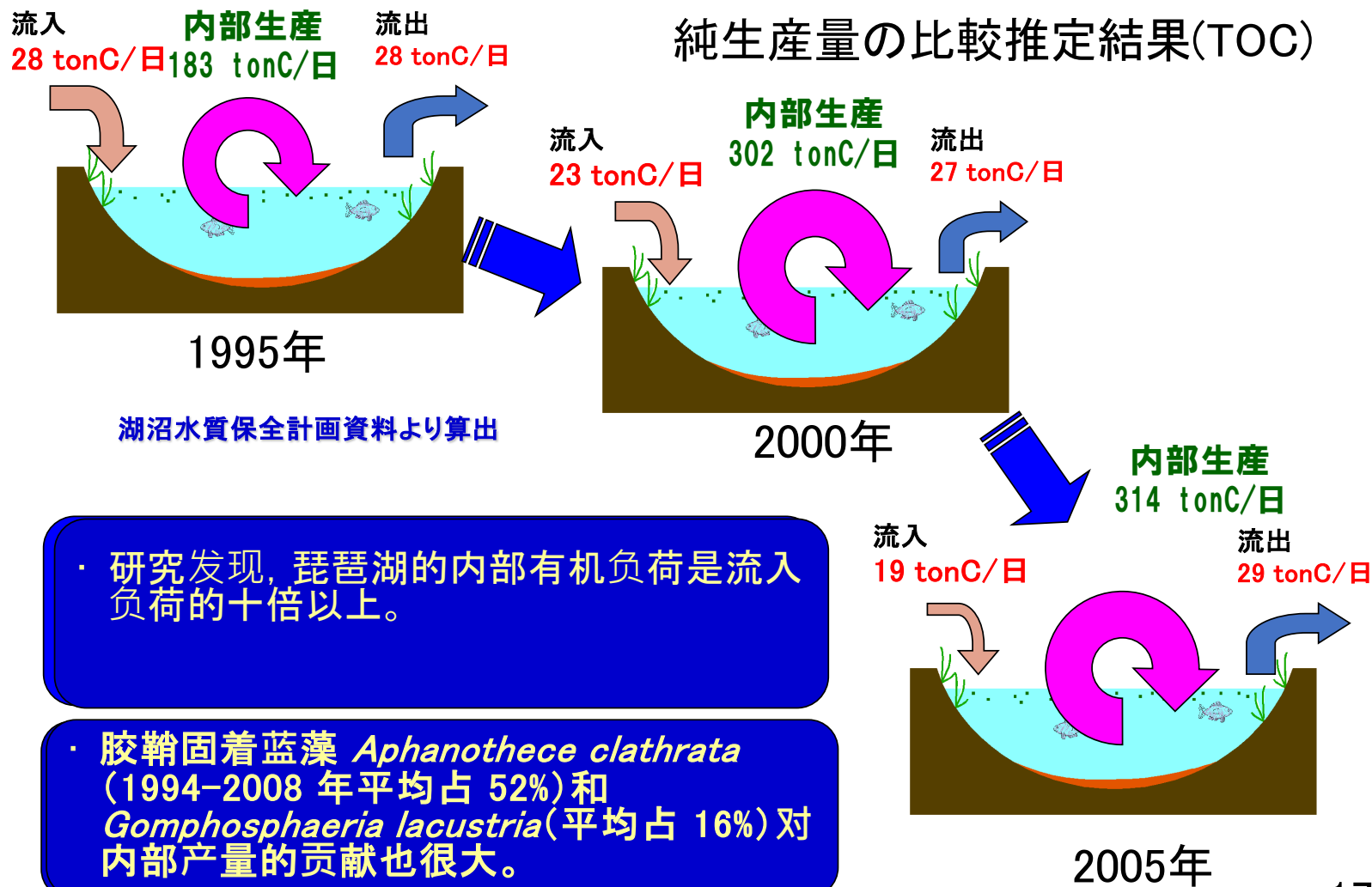
通过大量培养琵琶湖优势种类, 进行了为期100天的生物降解实验。结果显示: 种类不同分解速度不同。此外, 作为注目点, 发现在分解初期具有高分子的浮游生物在分解后期逐渐变成了低分子的腐殖酸和腐植质的难降解性有机物。

植物プランクトンの100日間分解後の有機物の分子量の変化  
(浮游植物降解 100 天后有机物分子量的变化。)



生物降解前  
后分子量大  
于或等于  
1000 的有  
机物减少。

結果  
・ 为期 100 天的生物降解实验  
结果表明, 平均 35% 的有机  
物以 COD 的形式存在, 25%  
的有机物以 TOC 的形式存在  
, 这表明湖中浮游生物产生的  
有机物在湖水中停留了很长时  
间。



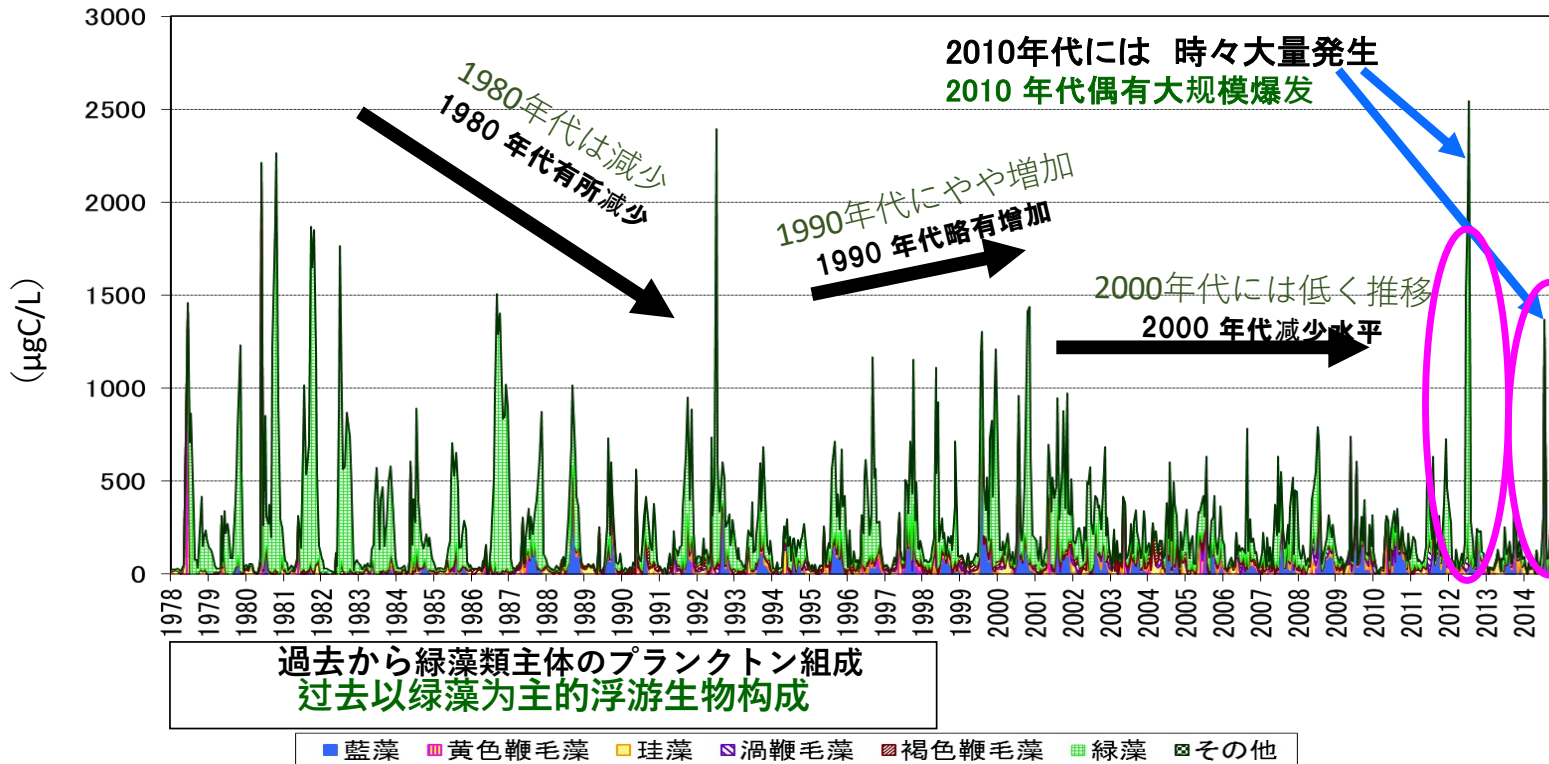
我进行了琵琶湖有机物收支的研究。在1995年，内部产量为每日183吨碳，但到了2000年，增加到每日302吨碳，2005年则增至每日314吨碳。这表明琵琶湖内的有机物并没有减少，这也部分解释了COD不减少的原因。

· 研究发现，琵琶湖的内部有机负荷是流入负荷的十倍以上。

· 胶鞘固着蓝藻 *Aphanothece clathrata* (1994-2008年平均占52%)和 *Gomphosphaeria lacustris* (平均占16%)对内部产量的贡献也很大。

# 外来由来プランクトンの急増 外来浮游生物迅速増加

## 琵琶湖（今津沖中央0.5m層）における植物プランクトン量の長期変動 琵琶湖（今津离岸中央0.5米水层）浮游植物丰度的长期变化。



接下来我们将谈论外来浮游生物

这是琵琶湖北湖缓冲带浮游植物量长期变动的结果。

1980年代减少，1990年代微增加，2000年代则呈降低倾向。

研究表明：浮游生物是以绿藻为主体。

但是近年来，外来种浮游生物大量繁殖



# 琵琶湖で外来プランクトン急増生態系に悪影響懸念 琵琶湖外来浮游生物激増 对生态系统造成负面影响的担心 【2017年04月20日 京都新聞デジタル版】

**新聞**

京都新聞社  
平成29年9月26日  
13時12分 更新

天気予報

9/26 15時 21時

京都北部 晴 月  
京都南部 晴 月  
滋賀北部 晴 月  
滋賀南部 晴 月

天気予報

門川市長とゲストのきょうかん対談

京都新聞+日経テレコン

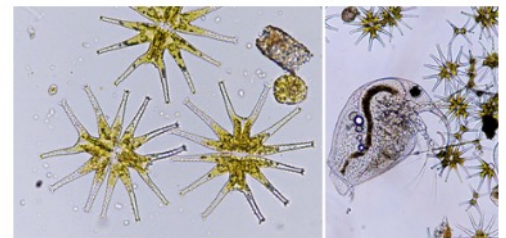
京都新聞

トマト倶楽部 マイハストロ 京都 出版案内 福祉事業団 Kotoshirube 京都新聞AR

住まい 京都の病院 老舗案内 お取り寄せ こころのわ 京都サンガ Bリーグ 防災

トップ 滋賀ニュース 地域ニュース 政治・社会 スポーツ 経済 株・為替 教育・大学

## 琵琶湖で外来プランクトン急増 生態系に悪影響懸念



琵琶湖で急増した外来種の植物プランクトン「ミクラステリアス・ハーディ」=左=、比較的大きいため、ミジンコなど動物プランクトンの餌にならない(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター提供)

印刷用画面を開く

琵琶湖で外来種の植物プランクトンが昨年11月から今年2月にかけて急増していたことが、滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの調査で分かった。急増の理由は不明だが、食物連鎖の最底辺を支える植物プランクトンのバランスが乱れることで、琵琶湖の生態系に悪影響を及ぼす恐れがあるという。現在は沈静化しているものの、今後も再び増える懸念があり、センターが警戒を強めている。

据京都新闻报道，外来种的浮游植物在琵琶湖急速增加。产生这一现象的原因是由一个名为“微星鼓藻 (*Micrasterias hardyi*)”的浮游生物，它原产于奥地利和新西兰。为什么它们来到日本尚不清楚。

# 琵琶湖北湖中央部における総細胞容積の変動

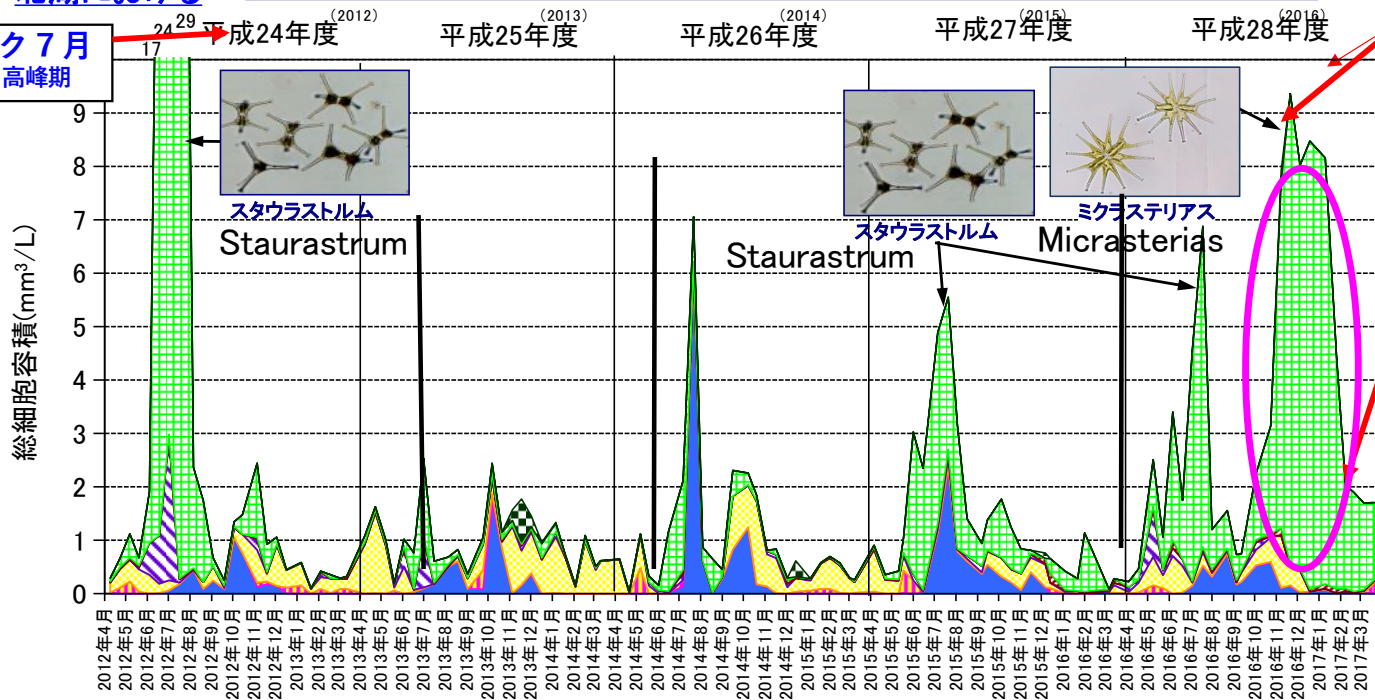
(今津沖中央0.5m層, 2012年4月~2016年3月) 琵琶湖北湖中部  
 (今津离岸中央 0.5 米水层, 2012 年 4 月至 2016 年 3 月) 细胞总量的变化

北湖における 植物プランクトン総細胞容積の変動(今津沖中央0.5m層,平成24年4月~平成28年3月)

ピーク7月  
七月高峰期

ピーク  
11月  
十一月高峰期

5月  
ピーク時の1/10  
五月高峰期的1/10

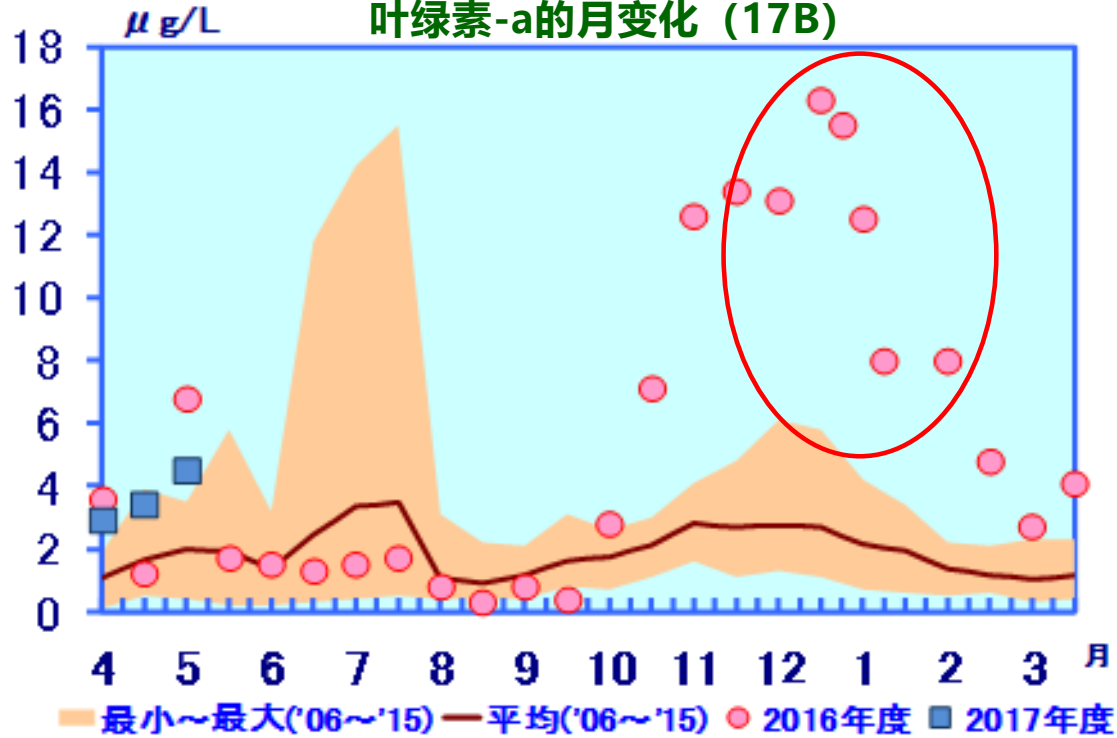


- 藍藻綱
- 黄色鞭毛藻綱
- 珪藻綱
- 渦鞭毛藻綱
- 褐色鞭毛藻綱
- 緑藻綱
- その他

这个微星鼓藻，即使在琵琶湖浮游生物很少出现的水温下降秋冬和冬季也会大量出现，这是一个特别的现象。

# クロロフィルa経月変化(17B)

## 叶绿素-a的月变化 (17B)



クロロフィル-a量(µg/L)  
植物プランクトン色素量  
(葉緑素の指標)

叶绿素-a 含量(µg/L)  
浮游植物色素含量  
(叶绿素指标)

在 *Micrasterias* 发生时的11月到12月，叶绿素a含量和SS等参数显示出历史最高值。

12月～2月の冬季におけるクロロフィルa量の増加は過去1979年以降(40年間)最高値となった。  
12月至2月冬季叶绿素-a含量的增幅是1979年(40年)以来最高的。

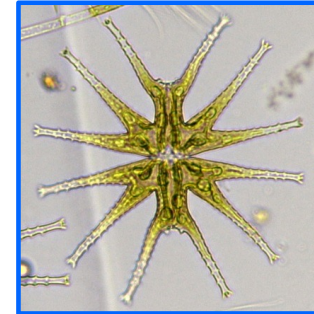
データ: 滋賀県琵琶湖環境科学センター

琵琶湖今津沖中央 (0.5m) におけるクロロフィル-a量の経月変化 (2006-2017)  
琵琶湖今津离岸中心 (0.5米) 叶绿素-a含量的月度变化 (2006-2017年)

## ミクラステリアス ハーディ (*Micrasterias hardyi*) の特徴

Hardyi *Micrasterias* 的特征

- 学名. *Micrasterias hardyi* (G. S. West 1905)
- 和名. **ミクラステリアス ハーディ** (日本文名)
- 分類. 緑藻類、ホシミドロ目、**ツツミモ科、ミクラステリアス属**
- 分類. 緑藻, **Zygnema, Tutmimidae, Micrasteriaceae. 微星鼓藻**



这是 *Micrasterias* 的学名和形态描述。据报道其生息地包括澳大利亚和新西兰。

- 平面的で勳章などに似た形をしており、2つの半細胞から構成され、中央部に深い切れ込みがある。半細胞には3本の腕状突起に分かれ、さらに2股に分かれる。合計1細胞に12本の突起がある **175 $\mu$ m と超大型のプランクトンである。**
- 它是扁平的，形状类似于奖牌等，由两个半细胞组成，中间有一条深缝。半细胞分为三个臂状突起，再分为两个凹槽。浮游生物的总体积非常大（175 微米），每个细胞有 12 个突起。
- 生息地. **オーストラリア（タスマニア）ニュージーランドなどから報告<sup>2)</sup>されている。**
- 栖息地. **澳大利亚（塔斯马尼亚）、新西兰和其他地方都有报告<sup>2)</sup>**

2) P. A, Tyler (1970) Taxonomy of Australian freshwater algae.1.The genus *Micrasterias* in South-Eastern Australia British Phycological,5:2, 211-234

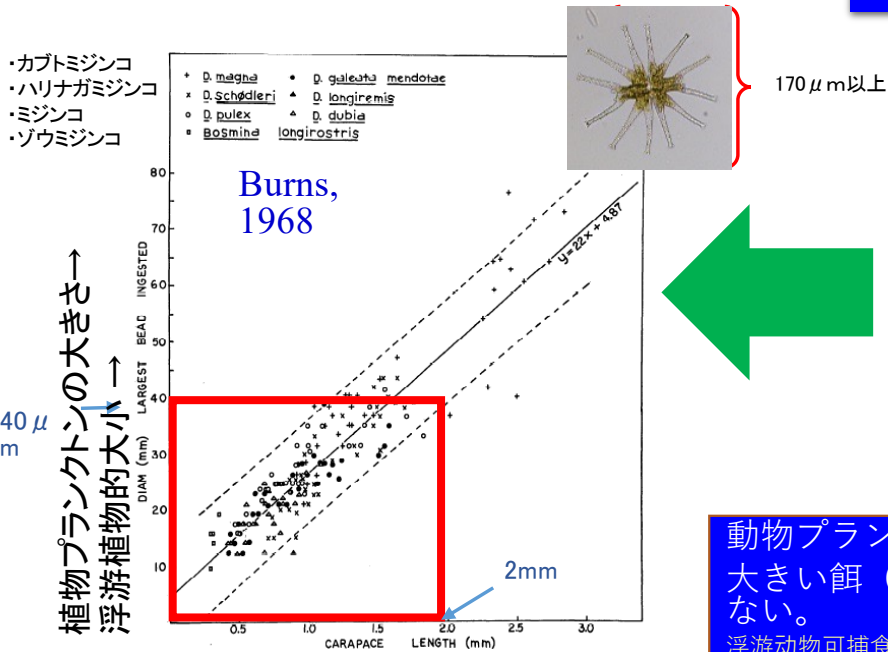


# ミジンコ類と植物プランクトンサイズとの関係 大型蚤与浮游植物大小的关系

最大餌サイズと体長の関係式がある  
最大食物体积与体长之间有一个公式关系

琵琶湖のミジンコ類の体サイズ  
琵琶湖中大型蚤的体型

*Bosmina longirostris* ゾウミジンコ



琵琶湖中常见的浮游动物象鼻蚤以捕食40微米以下的微粒子在增加，但外来的微星鼓藻具有175微米，尺寸非常大，无法被捕食，食物链中断，琵琶湖微生物生态系统的崩溃也变得越来越明显。

動物プランクトンには摂食可能な最大餌サイズ  
大きい餌（植物プランクトンや粒子）は食べれない。

浮游动物可捕食的最大食物体积。  
较大的猎物（浮游植物和颗粒）无法被吃掉。

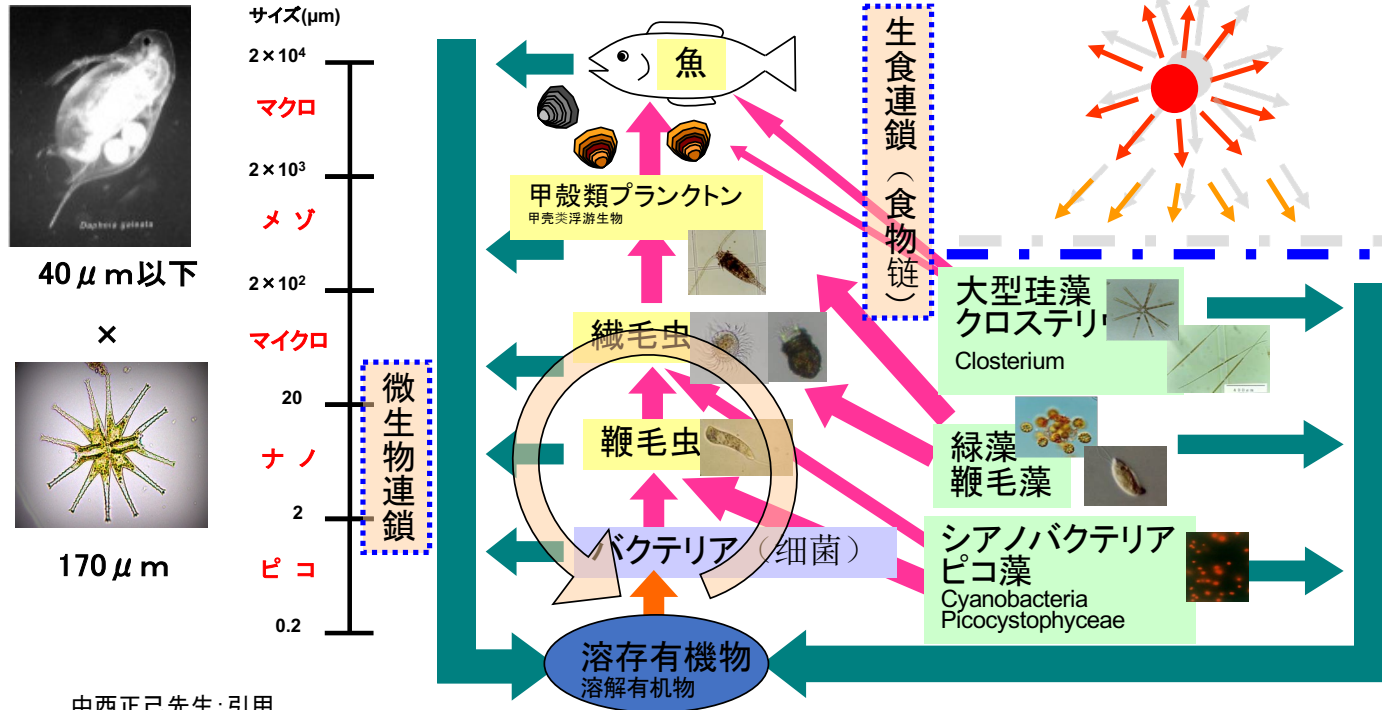
ミジンコの大きさ →  
大型蚤的大小 →

琵琶湖のミジンコはほとんどが2mm以下  
琵琶湖中の大多数水蚤都小于2毫米

琵琶湖のミジンコ類は、40μm以下の植物プランクトンや粒子だったら摂食可能  
琵琶湖中的水蚤以浮游植物和小于40 μm的颗粒为食



植物プランクトンを中心とする食物網構造  
以浮游植物为中心的食物网结构



中西正己先生: 引用

近年来，琵琶湖水质在氮和磷浓度方面有所改善，但迄今为止，仍出现了许多与水质有关的环境问题，其中大部分是由某些浮游生物大量繁殖引起。

浮游生物监测对于了解这种以浮游生物为中心的食物链结构非常重要，今后应继续进行。

琵琶湖の原動力

**まとめ (总结)** 琵琶湖水質は、近年、窒素やリンの濃度が改善傾向にあるが、これまでに多くの水質が関係する環境問題が発生し、そのほとんどが特定のプランクトンの大増殖によるものであった。

近年来，琵琶湖水质在氮和磷浓度方面有所改善，但迄今为止仍出现了许多与水质有关的环境问题，其中大部分是由某些浮游生物大量繁殖引起的。

•このプランクトンを中心とする食物連鎖構造を理解する上で、プランクトンのモニタリングは大切であり、続的に監視していく必要がある。浮游生物监测对于了解这种以浮游生物为中心的食物链结构非常重要，今后应继续进行。

# 本プロジェクト研究の学会発表

## 该项目研究的学术会议报告

- 1) 一瀬諭、古田世子他：琵琶湖の内部生産を考慮した難分解性有機物の一考察、  
日本陸水学会第74回大会要旨集、2009、139
- 2) 一瀬諭、古田世子他：琵琶湖における藍藻の増加と難分解性有機物生成に関わる一考察、  
日本水処理生物学会第46回大会要旨集、2009、20
- 3) 岡本高弘、一瀬諭他：有機物による琵琶湖の水質汚濁メカニズム調査について、  
第43回日本水環境学会年会要旨集、2009、516
- 4) 古田世子、一瀬諭他：植物プランクトンの分解特性について、  
第43回日本水環境学会年会要旨集、2009、504
- 5) 池田将平、一瀬諭他：琵琶湖の植物プランクトンの長期変遷を考慮した難分解性有機物の一考察  
第36回環境保全・公害防止研究発表会要旨集、2009、106-107
- 6) 古田世子、一瀬諭他：琵琶湖における内部生産を考慮した植物プランクトン分解特性について、  
第36回環境保全・公害防止研究発表会要旨集、2009、108-109
- 7) 古田世子、一瀬諭他：植物プランクトンとその生産物質の分解特性について  
日本陸水学会第74回大会要旨集、2009、140
- 8) 一瀬諭、岸本直之他：琵琶湖における植物プランクトン由来炭素量の長期変遷について  
第43回日本水環境学会年会要旨集、2008、124
- 9) 一瀬諭、古田世子他：琵琶湖における植物プランクトンの長期変動と難分解性有機物を考慮した水質汚濁メカニズムの解明について  
第35回環境保全・公害防止研究発表会要旨集、2008、50-51
- 10) 岡本高弘、一瀬諭他：有機物による琵琶湖の水質汚濁メカニズム調査について  
第43回日本水環境学会年会要旨集、2008、516、その他シンポジウムを含め**20題**を発表

**現在、投稿中も含め、4報の査読付き論文を発表**

## 謝 辞（致谢）

本研究は、環境省環境研究総合推進費

平成20年～22年度

「琵琶湖における湖内生産および分解の変化と難分解性有機物を考慮した有機汚濁メカニズムについて」

本研究是作为环境省 "琵琶湖的生产和分解变化以及考虑持久性有机物的有机污染机制研究"(2008-2010 年)的一部分进行的, 由环境省的环境研究综合推进项目提供资助。

の中で実施しました。  
ここに記して敬意を表します。

我们在此向他们表示敬意。

END 谢谢!