

## 調査報告

# 琵琶湖における *Aphanizomenon flos-aquae* の出現について

一瀬 諭<sup>\*1</sup>, 若林徹哉<sup>\*1</sup>, 水嶋清嗣<sup>\*1</sup>, 野村 潔<sup>\*2</sup>

## Invasion of *Aphanizomenon flos-aquae* at Lake Biwa

Satoshi ICHISE<sup>\*1</sup> Tetsuya WAKABAYASHI<sup>\*1</sup>  
Kiyoshi MIZUSHIMA<sup>\*1</sup> and Kiyoshi NOMURA<sup>\*2</sup>

琵琶湖では1999年秋季から、糸状体が集まり、水の華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。本種は1998年までの調査では全く観察されなかった種類である。本種は分岐しない糸状体を形成し、トリコームやヘテロシスト、アキネートを有しており、トリコームの末端細胞が無色の長い細胞で終わることから *Aphanizomenon* 属であると同定した。また、本種の各細胞の大きさについて実測を行った結果、*Aphanizomenon flos-aquae* の大きさと一致し、藻塊形成状態についても両端部で狭まる特徴を持っており、本種を *Aphanizomenon flos-aquae* var. *flos-aquae* の基本種と同定した。本年の増加の特徴は、通常の水の華現象が終息する10月中旬から増加が始まり、11月中旬まで続いたことである。その増加時に行った分布調査結果では、南湖東岸部水域の分布が特に多かった。また、本種は従来から水の華を形成している *Microcystis* 属や *Anabaena* 属に比べ、早く表層部に集積することも推察された。北海道での出現例は比較的多いが、本州での出現例は少なく、特に琵琶湖における本種の大発生は初めてのことであり、今後の本種の増減が注目される。

### はじめに

琵琶湖では1983年夏季に南湖沿岸部において、*Anabaena* 属の増加によるアオコ現象が初めて確認されて以来、毎年、滋賀県環境政策課や当センター、各関係県事務所および市町村の協力のもと、水の華監視パトロールが実施されている。その結果、近年では *Anabaena* 属の増加よりも *Microcystis* 属の増加が顕著<sup>1)</sup> となってきたことが明らかになった。更に、1999年秋季からは、搬入されるアオコ検体中に糸状体が集まり塊状を形成する種が観察されるようになった。

本種は1998年までの水の華監視パトロール期間中では全く観察されなかった種類であり、同定を行った結果、近畿地方では比較的少ない *Aphanizomenon flos-aquae* var. *flos-aquae* (以下 *A.flos-aquae* と呼ぶ) であることが明らかとなった。今回は、本種の形態的特徴やその経日変動および平面分布についてまとめたので報告する。

### 1. 原因種

本種は針状の糸状体を形成し、写真1に示したように、

分岐しない糸状体が集まり束状となって表層部に浮遊する。本種は各細胞内に偽空胞(ガス胞)を有し、この擬空胞が発達すると比重が小さくなり水面に浮上する。

### 2. 本種の同定・検索

群体性の藍藻類は、群体が塊状であるか糸状であるか、また、分岐するかないかで分類される。図1に示したように、本種は分岐しない糸状体を形成する種<sup>2)</sup> であった。また、トリコーム(栄養細胞)、ヘテロシスト(異質細胞)、アキネート(休眠細胞)を有し、写真2に示すように多くの細胞は円筒形であり、トリコームの末端細胞が無色の長い細胞で終わることも本種の特徴であった。これらの特徴から藍藻綱の中でも *Aphanizomenon* 属と同定された。また、写真3に示すように *Aphanizomenon* 属の中でも本種は末端部細胞に近づくにつれて直径が細くならないことも特徴の一つであった。アキネートは円筒形でトリコーム細胞と同じかトリコーム細胞より直径がやや大きい。国内産の *Aphanizomenon* 属については、図2に示したように国立博物館の渡辺眞之氏<sup>3)</sup> によって

\*1 滋賀県立衛生環境センター 〒520-0834 滋賀県大津市御殿浜13-45  
Shiga Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science,  
13-45, Gotenhama, Ohtsu, Shiga, 520-0834, Japan

\*2 (現) 滋賀県立水環境科学館 〒525-0066 滋賀県草津市矢橋町帰帆2108  
Shiga Prefectural Science Museum of Water Environment,  
2108, Yabasecyokihan, Kusatsu, Shiga, 525-0066, Japan

現在5種類が報告されている。また、国外文献<sup>4)</sup>の検索も同時に行った結果、日本で報告されている5種の内、3種は単体で浮遊する種類である。残りの2種は、*A. flos-aquae*と *Aphanizomenon yezoense* である。この2種の相違点はトリコームやアキネートの大きさ、および群体形成の状態で区別される。

### 3. 琵琶湖産 *Aphanizomenon* の実測

琵琶湖産 *Aphanizomenon* の大きさについて実測を行った結果、糸状体の全長は210  $\mu\text{m}$  ~ 600  $\mu\text{m}$  と変動し平均群体長は320  $\mu\text{m}$  であった。また、各細胞は図3に示したようにトリコームは直径4.6 ~ 5.4  $\mu\text{m}$ 、長さ6.0 ~ 8.4  $\mu\text{m}$  であり、アキネートは直径5.5 ~ 7.5  $\mu\text{m}$ 、長さ25.0 ~ 45.0  $\mu\text{m}$  であった。*A. yezoense* のトリコームの直径は2.7 ~ 4.0  $\mu\text{m}$  と、明らかに *A. flos-aquae* より小型であり、アキネートの直径とトリコームの直径との比率においても、本種とは異なっていた。また、藻塊の群体形成についても *A. yezoense* の集合は両端部で狭まらないが本種は両端で狭まる特徴を持っており、*A. flos-aquae* の特徴と一致した。従って、本種を *A. flos-aquae* の基本種と同定した。

### 4. *Aphanizomenon flos-aquae* の浮上について

*A. flos-aquae* の浮上能力を調べる目的で、表1に示した1999年10月20日に発生した *Microcystis* 属 (620,000群体/ml : 81%) と *Anabaena* 属 (150,000群体/ml : 19%) によってほとんどが占められている市民会館前で発生したアオコ検体と、*A. flos-aquae* のみ (1,300,000群体/ml : 99%以上) によってほとんどが占められている雄琴港内で発生したアオコ検体を比較した。なお、雄琴港内で発生した検体は、濃度が濃すぎるため10倍希釈を行った。それぞれアオコ検体を1 Lのメスシリンダーに移し、攪拌した後、浮上能力を調べた結果、写真4および図4に示したように、明らかに *A. flos-aquae* が *Microcystis* 属より浮上能力が高く、荒天等による攪拌後には、他の種類に比べ早く表層部集積することが推察された。

### 5. 本種の分布 (文献による報告例)

*A. flos-aquae* は本州の霞ヶ浦などの *Microcystis* の水の華が出現する水域に混じって出現することが報告<sup>5)</sup>されているが、その出現例は少ない。しかし、北海道網走湖、シラルトロ湖、塘路湖、大沼に広く分布し<sup>6)</sup>、日本以外では、欧州、中央アジア、インド、中国、カムチャツカに分布<sup>6)</sup>する。琵琶湖での本種の増加は今回が初めてのことである。

### 6. 出現経過および分布状況

表2に示したように1999年のアオコパトロール計数結果をみると、最初に観察されたのは、9月8日に北湖東岸部に位置する長浜市米川河口部であり、その後、9月20日南湖東岸の矢橋中間水路、10月19日には南湖南部水域の大津市民会館沖と多くの水域で観察されるようになった。また、10月20日には大津市西岸の雄琴港内において、

初めて本種によるアオコ現象の兆候が確認され、群体数は1,300,000群体/mlにも達していた。しかし、その発生規模としては小規模であり、浮上した本種が10mm程度の球形の塊状を形成し、数多く周辺水域に浮遊していた。その後も多くの地点でも本種の増加を確認し、11月8~11日には琵琶湖における本種分布調査を行った結果、図5に示したように、琵琶湖北部より南部に多く、また、西岸より東岸に多く分布する傾向が認められた。中でも草津市湖岸部の分布が特に顕著であり、北山田漁港入口付近の集積域では、最高600,000群体/mlを計数した。

次に、瀬田川 (唐橋流心) で行っているプランクトン調査では、表3に示したように北湖での最初の観察より約1ヶ月後の1999年10月4日から本種が計数され始め、1999年11月29日まで計数されたが12月に入ると観察されなくなった。また、この期間中の瀬田川 (唐橋流心) における最高値は、11月8日の2,400群体/mlであった。

### 7. まとめ

(1) 琵琶湖では1999年秋季から、糸状体を形成し水の華を引き起こす新たな種が観察されるようになった。本種は分岐しない糸状体でトリコームやヘテロシスト、アキネートを有する。また、トリコームの末端細胞が無色の長い細胞で終わることやトリコームやアキネートの大きさの実測を行った結果、*Aphanizomenon flos-aquae* var. *flos-aquae* の基本種であると同定した。

(2) 1999年における水の華発生の特徴は、通常の水の華現象が終息する10月中旬から増加が始まり、11月中旬まで続いたことである。また、その発生は北湖の長浜市周辺で最も早く観察され、その後、南湖周辺や瀬田川周辺でも観察された。

(3) 本種の分布は、北湖より南湖に多く、南湖の中でも東岸部の草津市湖岸部が最も多く、南湖の西岸部は比較的少なかった。

(4) 本種は、従来の水の華形成種より浮上能力が高く、荒天等による湖内の攪拌後には、他の種類に比べ、早く表層部に集積することが推察された。

(5) 本種は日本では北海道に多く分布しており、本州での分布例は少ない。中でも琵琶湖での本種の大量発生は今回が初めてのことであり、今後の増減が注目される。

### 参考文献

- 1) 琵琶湖における「水の華」に関する調査報告書：滋賀県立衛生環境センター (1988)
- 2) Smith, G.M.: Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, United States Madison, Wisconsin 61-62 (1920)
- 3) 渡辺真之：日本のアオコ. 国立科学博物館. 43 (1999)
- 4) G. Huber-Pestalozzi: Das Phytoplankton des süesswassers in: A. Thienemann (ed.) Die Binnengewässer Band 1 Teil, 192-195 (1975)
- 5) 生嶋功：水の華の発生機構とその制御：24 (1987)
- 6) 廣瀬広幸，山岸高旺：日本淡水藻図鑑：85 (1977)

表 2 *Aphanizomenon flos-aquae* の計数結果  
(アオコパトロール調査：1999年)

月 日	地 点	群 体 数 / ml
9月 8日	長浜米川河口部	40群体 / ml
9月 8日	長浜港突堤部内	50群体 / ml
9月20日	矢橋中間水路船着場	40群体 / ml
10月 4日	長浜港沖定点	50群体 / ml
10月19日	大津市民会館沖	140群体 / ml
10月20日	大津市雄琴港内	1,300,000群体 / ml
10月21日	大津市雄琴港内	2,500群体 / ml
10月22日	大津市疎水入口	180群体 / ml
10月22日	大津市文化館	520群体 / ml
10月28日	帰帆島中間水路	6,200群体 / ml
10月28日	北山田港内	340,000群体 / ml
11月10日	北山田港入口	600,000群体 / ml
11月10日	帰帆島中間水路	2,900群体 / ml

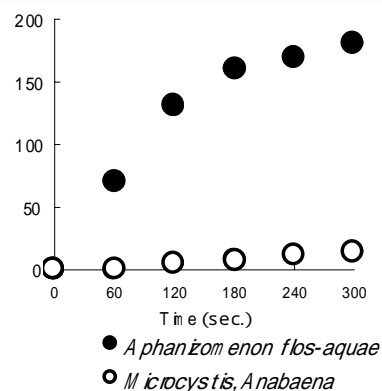


図 4 アオコ形成種の浮上能力

表 3 *Aphanizomenon flos-aquae* の計数結果  
(瀬田川流心部調査：1999年)

月 日	地 点	群 体 数 / ml
10月 4日	瀬田川流心部	1群体 / ml
10月18日	"	13群体 / ml
10月22日	"	1群体 / ml
10月29日	"	1群体 / ml
11月 1日	"	220群体 / ml
11月 4日	"	190群体 / ml
11月 8日	"	2,400群体 / ml
11月12日	"	84群体 / ml
11月16日	"	65群体 / ml
11月19日	"	280群体 / ml
11月22日	"	770群体 / ml
11月29日	"	14群体 / ml