

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：33915

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510015

研究課題名(和文) 琵琶湖北湖沿岸域における底質の相違に関する付着藻類の種類構成、現存量、基礎生産

研究課題名(英文) Species composition, biomass and primary production of benthic algae growing on the different types of substratum at the littoral area in the North basin of Lake Biwa, Japan

研究代表者

石田 典子 (ISHIDA, Noriko)

名古屋女子大学・文学部・教授

研究者番号：90191874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円、(間接経費) 1,290,000円

研究成果の概要(和文)：琵琶湖北湖沿岸域の底質構造の異なる地点において、付着藻類の種類構成、現存量および基礎生産を、2011年8月、11月、2012年3月および6月に測定した。付着藻類現存量は、粒径が大きい礫で構成される地点において大である傾向が認められた。砂質の水域では小さい糸状体の藍藻が出現するが、中礫以上の礫質からなる地点では、大型の緑藻が優占的に出現した。付着藻類の種類構成は、底質構造の似た地点間で類似する傾向が認められた。同化数は、砂質が優占する地点で、礫質の地点に比べやや高い値が得られた。沿岸域生態系の基幹である付着藻類の基礎生産、現存量および群集構造は、底質条件の相違に影響される。

研究成果の概要(英文)：Measurements of species composition, biomass and primary production of benthic algae growing on different types of bottom substratum were conducted in Aug. and Nov., 2011, and Mar. and Jun., 2012 along the littoral area in the North basin of Lake Biwa. The biomass of benthic algae at the stations occupied with boulder and cobbles was larger compared to those with sand. At the sandy-substratum stations small filamentous blue-green algae appeared, on the other hand, a few large filamentous green algae dominantly appeared on the boulder, cobble and pebble-substratum stations. Each algal community structure resembled the other among the stations having similar bottom substratum property. The values of assimilation numbers of sandy-substratum stations were slightly higher than those of boulder and cobble-substratum stations. The primary production, biomass and community structure of benthic algae at the littoral area seem to be restricted by difference in the bottom substratum property.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：湖沼沿岸域 付着藻類 基礎生産 底質 琵琶湖

### 1. 研究開始当初の背景

沿岸域の付着藻類の動態や生産力についての研究は、浮遊藻類に比べて極めて少ない。研究代表者は琵琶湖上部沿岸域の岩礁帯において付着藻類の基礎生産を測定し、岩面付着藻類の生産力は年間を通じて高く、特にその生物量の大きさに関係して寄与は大きくなり、沿岸域は湖沼生態系において基礎生産および物質代謝の場として重要であり、付着藻類は大きな役割を果たすことを報告した (Ishida et al., 2006)。

湖沼沿岸域では、湖流や河川の流入および波浪などに関係して、湖岸線にはさまざまな底質が見られるが、沿岸域の付着藻類に関する研究の多くは礫に付着する藻類を対象としており、その現存量や生産量についての情報も少ない。付着藻類には、基質となるものに関係して岩石表面付着藻類、砂粒表面付着藻類、堆積物表面付着藻類、植物表面付着藻類などの区分があり、共通して出現する藻類種もあるが、特に砂のような粒径の細かい基質については、特徴的な植生があるという報告も見られる。付着する基質に係る付着藻類の種類構成の相違についてはいくつかの報告は見られるものの、水域ごとの断片的な結果であり、また生産力についての情報はほとんど見られない。

底質の粒径の相違は、基質の安定性に関係し、付着藻類の付着、増殖、剥離に影響する。したがって、底質構造の相違は、付着藻類の種類構成、現存量および生産力に関係して、水域の基礎生産および物質代謝に影響を及ぼすと考えられる。しかしながら、これまでこのような視点から沿岸域のさまざまな底質での付着藻類群集の動態や生産力を検討した研究は見られない。

研究代表者は琵琶湖沿岸域において付着藻類 *Spirogyra* と植物プランクトンの栄養塩類利用について実験的検討を行い、付着藻類の生産活動は、その種類構成に関係して、水域の栄養塩類の挙動などの物質循環に影響を及ぼすことを指摘した (Ishida et al., 準備中)。湖沼沿岸域にはさまざまな底質の場があり、付着藻類に関して異なった付着基質を与える。ほとんどの種群はほとんどすべての基質に付着する (Biggs, 1996) とされるが、基質の粒径に係る底質の安定性は付着藻類に対して継続した増殖と成熟した群集構造の成立を促すと考えられることから、底質の条件は付着藻類の群集構造や生産力を決める重要な要因の一つといえる。また、付着藻類の種類構成や現存量は、水域の生物群集の構造、多様性、生物活性を決定する重要な要因である。

本研究は、これまで研究されなかった底質 (基質) の相違に係る付着藻類の群集構造がどのように異なっているのか、現存量がどのように変動するのか、またそれは生産力にどのように影響するのかなどに関する問題について、琵琶湖北湖の沿岸域における調

査と解析により知見を得ようとするために計画されたものである。

### 2. 研究の目的

琵琶湖北湖の沿岸域では、砂泥、砂、小礫、大礫、岩礁などさまざまな底質条件の湖岸が見られる。本研究では、琵琶湖北湖において底質条件の異なる水域における付着藻類の現存量、種類構成および基礎生産を測定し、付着藻類の動態を底質構造との関係において明らかにする。

この結果を沿岸域の水質保全対策および湖の湖岸の保全や整備への指針に貢献するための基礎的資料とする。また、重要な水源であり価値ある水環境を有する琵琶湖水域における本研究の結果を環境教育の推進に貢献する情報として発信する。

### 3. 研究の方法

琵琶湖北湖沿岸域における付着藻類の採集調査および光合成測定実験は、藻類種の季節的变化を考慮して、2011年8月、11月、2012年3月および6月に行った。

琵琶湖沿岸域の底質については、湖岸に沿って代表的な水域を選び、水深2 mから3 mにおいて、予備調査を行った。湖底に50 cmの方形枠を置き、底質を回収したのち、中径が65 mm以上の巨礫をとり、8, 2, 0.6 mmのふるいで分別し、5つの分画に分けた。各分画の割合を重量で表わし、底質構造とした。

付着藻類の採集地点は、底質調査の結果から、底質構造と地点相互の距離、湖岸環境などを考慮して12地点を選んだ。4地点については8 mm以上の中・大礫が50%以上を占める。特にそのうちの2地点では、巨礫や岩の割合が大きい。また、12地点のうち2地点については、中礫が優占する。6地点については、砂質が優占する。

付着藻類の採集深度は、2011年8月の調査日における各地点の2 m水深とし、毎回の採集は同じ場所において行った。各地点において、25 cmの方形枠をそれぞれ4か所置き、攪乱を避けるため、その中の付着物を底質ごとスキューバにより採取した。礫については、上面のみの付着物を採集するために、水中で礫の横裏の付着物をあらかじめ剥ぎ落して回収した。礫の付着物は、プラスチックブラシを用いて上面のみから剥ぎ落とし、Whatman GF/Cを用いて濾過した湖水中に懸濁させ、試料とした。砂質の付着物については、底質上部の約5 cmを採取し、採取時の湖水を除去したのち、プラスチックパック内に湖沼濾過水を入れ、こすり合わせて付着物を剥ぎ落して採取した。付着物の試料は保冷して持ち帰った後、一部はクロロフィル *a* および光合成測定に用い、残りの試料は、生物活性を固定して保存し、種類構成と藻類量を分析するための試料とした。光合成の測定は、剥ぎ落した付着物試料を湖沼濾過水により適宜希釈したのち、酸素法により、光飽和条件

下で、明ピンと暗ピンを用いて行った。藻類各種の計数と細胞容積の測定を光学顕微鏡下で行い、種類ごとの藻類量を測定した。藻類の種類構成は、4つのコドラートにおける値の平均として、藻類量により示した。

各付着藻類採集調査時に、水温、pH、電気伝導度など主な物理化学的環境要因の観測を行った。同時に試水を採取し、溶存態の窒素やリンの定量は定法に従って行った。また、付着藻類の藻体内の炭素、窒素やリンの定量を元素分析により行った。

また、各調査時に、調査地点の表面水を湖水を採取し、植物プランクトンの現存量、種類構成および基礎生産も付着藻類と同様な方法により測定した。

#### 4. 研究成果

琵琶湖は北半球に位置する温帯一回循環湖であり、水温は明瞭な季節変化を示す。栄養塩類は、夏季に著しく枯渇する。水温、pH、電気伝導度についての地点間での相違はいずれの調査時においても小さかった。無機態窒素化合物はほとんどを硝酸が占め、溶存無機態のN/P比はほぼ100以上であり、P制限の様相を示す。市街地に近い地点でややリンが高いが、地点間での栄養塩類濃度の相違はほぼ見られない。

付着藻類現存量は、各採集時を通じて、0.4から32.8 mg chl. *a* m<sup>-2</sup>の範囲にあり、この値は、研究代表者が琵琶湖北湖の上部沿岸域の岩面付着藻類について得た値とほぼ同様な範囲にある。中礫以上が50%を占める地点において、現存量が大きく、一方砂質が優占する地点では現存量は小さいという傾向が見られた。礫により底面積が拡大すること、基質の安定度に関係して群落が良く成長することなどが要因と考えられる。各地点においての季節的な変動は顕著には認められなかった。

クロロフィル *a* あたりの光合成すなわち同化数は、0.4から4.6 mg O<sub>2</sub> mg chl *a*. h<sup>-1</sup>の範囲にある。中礫以上が50%以上を占める地点に比べ、砂質の優占する地点でやや高い傾向が見られた。種類構成の違いなどの要因が考えられる。季節的な変動傾向は明瞭でない。

付着藻類の群集構造は、いずれの時季においても緑藻および珪藻に所属する種群が各地点において優占的に出現していた。砂質が優占する底質である地点のうち、ほぼすべての地点で、小さい糸状体の藍藻である *Oscillatoria* や *Anabaena* などが出現した。一方、中礫以上の礫質の底質である地点においては、大型の糸状緑藻である *Spirogyra* や *Cladophora* などが少なくともいずれかの時季について、優占的に出現した。各地点の付着藻類の群集構造は、同じ底質構造である地点間で似る傾向を示した。採集時により、変動があるが、巨礫や大礫が優占する地点では、安定した基質が付着藻類の継続した生育と大型糸状藻類の群集構造の成立を促すと考

えられ、これら緑藻類の現存量への寄与が大きいと考えられる。

珪藻群集の種類構成について、2011年8月を例にみると、大型の *Epithemia turgida* など *Epithemia* 属の種群が中礫以上の地点で多く認められ、巨礫が多い2地点では45または84%と著しく優占した。一方、砂質の地点については、湖西側の3地点では *Cocconeis placentura* var. *lineata* が26から38%、また、湖東側の2地点では小型の *Fragililaria* 属の種群が24または46%と優占的に出現していた。本研究の結果は、底質構造に見られる特性は、付着藻類の藻類量および種類構成に影響を及ぼす主要な要因であることを示すと考えられる。

本研究より得られた結論は、1) 底質構造において、粒径が大きい礫の占める割合が高い地点で、付着藻類現存量は大である傾向が認められる、2) クロロフィル *a* あたりの光合成は、砂質が優占する地点において礫質の地点における値に比べてやや高いという傾向が認められる、3) 粒径の相違に関係する底質の性質の相違は、付着藻類の種類構成に関係すること、である。

本研究により、湖沼沿岸域における底質の構造的な相違は、場の付着藻類の現存量、種類構成および基礎生産に強く影響することが示唆された。

また、本研究の過程で、水草表面付着藻類の水域の藻類現存量への寄与を求める検討の一環として、水草の模型を湖北の地点において浸漬する実験が実施された。2か月経過したときの模型上の付着藻類現存量は、水草模型の形態の違いに関係して、表面積がより大きい模型で現存量が高くなった。この結果から、自生する水草においても、種ごとの形態の相違が付着藻類現存量に影響することが示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

小林楓・石田典子 (2013年): 異なる葉形をもつ水草模型に付着する藻類。陸の水, 60: 45 - 50.

〔学会発表〕(計 5 件)

石田典子・宗宮麗・三田村緒佐武・後藤直茂: 琵琶湖北湖沿岸域の様々な基質における付着藻類の現存量と光合成。日本陸水学会第77回大会(名古屋大学)講演要旨集, p. 62, 2012年9月16日.

小林楓・石田典子: 異なる葉形を持つ水草模型に付着する藻類について。日本陸水学会東海支部会第15回研究発表会(佐久島さざ波)講演要旨集 16, 2013年2月10日.

Noriko Ishida, Naoshige Goto, Osamu Mitamura : Primary production and species composition of benthic algae growing on the different types of substratum at the littoral area in the north basin of Lake Biwa, Japan.(poster) 32h Congress of SIL, the International Society of Limnology. (Budapest, Hungary) SIL 2013 abstracts P.136, 2013年8月6日,

石田典子・後藤直茂・三田村緒佐武: 琵琶湖北湖沿岸域の異なる底質における付着藻類相. 日本陸水学会第78回大会(龍谷大学)講演要旨集, p.108, 2013年9月13日.

佐々木香純・石田典子: 琵琶湖北湖における水草付着藻類. 日本陸水学会東海支部会第16回研究発表会(答志島寿々波)講演要旨集5, 2014年2月22日.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者  
石田典子(名古屋女子大学)

研究者番号: 90191874

(2)研究分担者  
( )

研究者番号:

(3)連携研究者  
後藤直茂(滋賀県立大学)

研究者番号: 40336722

三田村緒佐武(滋賀大学)

研究者番号: 50030458