

1A1-2 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

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

○一瀬 諭、早川和秀、古田世子、藤原直樹、池田将平
東レテクノ(株) 馬場大哉、龍谷大学理工学部 岸本直之

1. はじめに

1985 年以降、琵琶湖をはじめ霞ヶ浦、印旛沼、十和田湖、野尻湖など多くの湖沼では、難分解性と考えられる有機物の増加が報告されるようになった。我々は、琵琶湖における難分解性有機物に係る水質メカニズムを解明するためには、内部生産構造や内部生産過程における有機物収支を把握することが重要と考えた。そこでまず、琵琶湖の動植物プランクトンを有機炭素量に変換し評価する必要がある。さらに、長期的なプランクトン由来の有機物挙動変化についても把握するとともに、一次生産有機物の生産特性評価やその有機物の分解特性評価が必要となる。

また、プランクトン生分解試験結果と合わせて、バクテリア由来の難分解性有機物生成に係るメカニズムについても解明することを目的として、産、官、学の協働プロジェクトを立ち上げ現在、実施している。今回、中間報告としてその概要を紹介する。

2. 方法

2.1 植物プランクトン由来の有機物量の長期変動解析に関する研究: 長期モニタリングで得られた植物プランクトンデータを活用し、種毎の細胞体積から Strathmann の式を用いて細胞炭素量にデータを換算し、植物プランクトン由来の有機物量を把握するとともに、琵琶湖の水質形成に重要な役割を果たす種類を抽出した。さらに、近年増加傾向を示す藍藻等の変動や粘質鞘の量的な変動把握調査も実施した。

2.2 植物プランクトンの培養技術の確立に関する研究: 植物プランクトンの大量培養技術の確立のため、一次培養(試験管培養)、二次培養(フラスコ培養)、三次培養(5~10 L サイズの大量培養)を行い、各種に応じた、洗浄・移植・培

養温度等の検討を行った。また、細胞質と粘質鞘の分離方法として、既存研究等による 14 手法のうち 7 手法について検討を行った。

2.3 植物プランクトンによる湖内一次生産有機物の特性評価に関する研究: 分離培養した植物プランクトン株を用いて培養実験を実施し、炭素安定同位体比測定法で総生産速度を測定した。数種の植物プランクトン種について、微量元素の含有量等を測定し、レクチン染色法による粘質鞘の単糖組成分析を実施した。

2.4 植物プランクトン由来の一次生産有機物の生分解特性評価に関する研究: 大量培養を行った種類の生分解試験を実施し、藻体の分解速度等について検討した。生分解試験は植物プランクトン培養液に琵琶湖水 2% 植種し、振とう培養等にて攪拌を行い、暗所、20℃にて 100 日間の生分解試験を実施し、COD、TOC 等の有機物や GPC-TC 分析等を実施した。

2.5 バクテリア由来の有機物の生成特性評価に関する研究: 湖水中に糖を添加して細菌を繁殖させて、繁殖後の溶存有機物の組成について調べ細菌類の変成を評価した。また、グルコースを基質とする琵琶湖水での細菌培養を行い、生

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

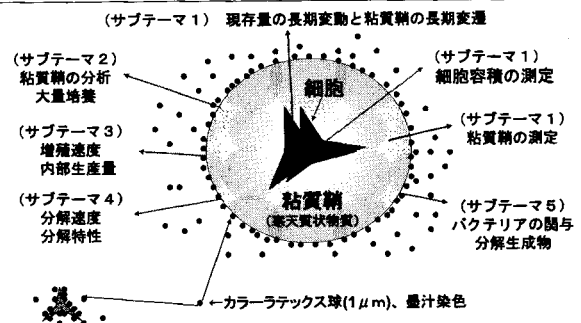


図 1. 本プロジェクトの目標(内部生産と有機物指標)

成される有機物についての解析を実施した。

3. 結果及び考察

3.1 植物プランクトン由来の有機物量の長期変動解析に関する研究:植物プランクトンデータおよび細胞容積情報の30年間のデータベース化を実施した結果、琵琶湖では北湖、南湖とも経年的に現存量ピークが小さくなり、平均細胞容積も小型化していく傾向が認められた。また、琵琶湖北湖において主要な16種の植物プランクトンが全植物プランクトン生物量の約84%を占めることが明らかとなった。さらに、植物プランクトン種毎の粘質鞘容積を計測し、データベース化した結果、琵琶湖では粘質鞘容積が増加傾向にあり、藍藻の寄与率が大きいことを明らかとなった。さらに、藍藻の増減と溶存有機物の増減には相関が認められ、一部の粘質鞘や細胞外排泄有機物が溶存有機物の供給源となっている可能性が示唆された。

3.2 植物プランクトンの培養技術の確立に関する研究:植物プランクトンの大量培養技術について、単離操作での洗浄回数、培養サイズ毎の移植タイミング、培養温度等について検討を行った結果、13属21種の琵琶湖産植物プランクトンの大量培養に成功した。この大量培養によって得られた試料を用いて、粘質鞘と細胞質を分離する手法を検討し、粘質鞘を得るためには、粉碎器による粉碎後に遠心分離する方法が有効であり、細胞質を得るためには、精製水での洗浄が有効であることが明らかとなった。

3.3 植物プランクトンによる湖内一次生産有機物の特性評価に関する研究:室内実験により明瓶・暗瓶法と炭素安定同位体比測定法を比較した結果、測定に要する時間や計測精度の点で炭素安定同位体比測定法が適切であると判断された。植物プランクトンが有する粘質鞘構成糖の分析については、粘質鞘の構成糖をレクチン染色法により分析した結果、粘質鞘にはNアセチルガラクトサミンやシアル酸、ガラクトース、フコース、グルコース、マンノースなどが含まれるが、種類により、その構成糖が大きく異なることが明らかとなった。

3.4 植物プランクトン由来の一次生産有機物

の分解特性評価に関する研究:琵琶湖における主な緑藻や、藍藻、珪藻についての生分解試験を実施した結果、粘質鞘と呼ばれる細胞外ポリマーを保持する植物プランクトンは、準易分解性有機物や難分解性有機物の割合が高くなり、TOCの残存率でみると、4種類中3種類が100日間の生分解試験後に25%以上が残存し、GPC-TC分析結果でも生分解前に存在した有機物は、生分解を受けながら異なる分子量に変化している現象が認められたことから、難分解性有機物として、寄与していることが示唆された。

3.5 バクテリア由来の有機物の生成特性評価に関する研究:湖水にグルコースを添加した系で細菌の増殖を行い、生成する溶存有機物を分析した結果、NMR分析から細菌増殖後の培養水には有機酸が検出され、添加されたグルコースが細菌により有機酸へ変換されたものと考えられた。以上のことから、細菌類の増殖によって、新たに有機物生成が起こっていることは明らかであり、比較的分子量の多いものが多いこと、親水性であることが明らかとなった。今後、細菌群集の同定を含めて詳細に研究する必要がある。

4. まとめ

本テーマの目的は琵琶湖の植物プランクトンバイオマスを炭素量および各種有機物指標値として正確に評価することであり、引き続き、そのための技術的手法を検討、開発しているところである。湖内の有機物量を定量的に把握することは湖沼管理を行う上で不可欠な基礎情報であり、本テーマはその基礎情報およびその手法を提示することで、今後の琵琶湖および他の湖沼における水質管理技術の向上に貢献するものと考えている。

5. 謝辞

本研究は、環境省環境研究総合推進費(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の解明に関する研究、研究代表:一瀬 諭、研究期間:平成20年~22年度)として実施した。ここに記して深く敬意を表する。

第37回
環境保全・公害防止研究発表会
講演要旨集

平成22年11月15日(月)～11月17日(水)

環 境 省
全国環境研協議会
埼 玉 県