

## 【4-1406】水草バイオマスの持続可能な収穫と利活用による湖沼生態系保全技術の確立 (H26～H28)

伴 修平 (滋賀県立大学)

### 1. 研究開発目的

本研究では、これら水草の持つ生態学的機能を明確にするためにメソコズム実験区を設定し、水草の除去が生物群集、水質、底質に与える影響を明らかにし、水草の持続可能な管理基準を策定する。除去した水草の嫌気発酵処理については、バイオガス化の高効率化に加えてN、P、Kなどの栄養塩を積極的に循環利用し、豊富に栄養塩を含む液分残渣を微細藻類の培養に有効活用する基盤技術を確立する。即ち、湖沼生態系の保全と水草バイオマスの利活用を両立させることで水草問題の解決を目指す。

### 2. 研究の進捗状況

#### (1) 水域生態系を健全に保つための持続可能な水草収穫量の推定

水草生物量の中長期データを解析したところ、乾重量換算の年間生物量は、過去 80 年間には 500～18,000 t、過去 20 年間には 3,000～18,000 t でそれぞれ変動していたことが分かった。季節的には 5～9 月に明瞭な成長が認められ、2011～2014 年の月別平均水草生物量から見積った成長速度は、月間およそ 2,100 t 乾重量であった。

#### (2) 水草の刈り取りが湖沼の水質及び底質に与える影響の評価

琵琶湖南湖において、定期的に水草刈り取りを行っている地点と刈り取りを行っていない地点における湖底堆積物間隙水について、サイズ排除クロマトグラフィーによる溶存有機物 (DOM) の分子量、イオンクロマトグラフィーによる各種イオン濃度を測定した。水草刈り取り区において、DOM分子量の低下および $Mg^{2+}$ と $Ca^{2+}$ の増加が認められた。DOM分子量の低下は刈り取り区での酸化的環境の進行と有機物の分解促進を示唆し、有機物の分解過程において $Mg^{2+}$ と $Ca^{2+}$ が間隙水中に溶出したものと考えられた。後者の過程は重金属や栄養塩の溶出フラックスに影響を与える可能性が高い。

#### (3) 水草バイオマスの効率的な処理技術の確立

リグニン含有量が多くメタン生成量が低いセンニンモにおいて、前処理としてのアルカリ処理条件の最適化の検討ならびに、これを基質に用いた中温 (37℃) および高温 (55℃) メタン発酵を実施し、最適条件について検討した。その結果、アルカリ処理・高温発酵プロセスによってメタン生成速度がおよそ2倍に向上することが分かった。次に、バイオガス中の約40%を占める $CO_2$ ガスを、微細藻類を用いて回収することを目的とし、これに適した微細藻類の最適培養条件の検討、ならびに微細藻類によるバイオガス中の $CO_2$ 除去実験を実施した。

#### (4) 嫌気発酵液分残渣を用いた藻類大量培養技術の確立

嫌気発酵液分残渣を用いて、4種の緑藻を培養し、その最適な希釈率および最適な藻類種を求めた。どの藻類を用いた場合も 10 倍希釈が藻類増殖に最適だった。*Chlorella sorokiniana*を用いた実験では、液分残渣中に増殖を阻害する物質は含まれないが、不足する栄養素の存在があるため、 $PO_4\text{-P}$  と  $NH_4\text{-N}$  の除去率がいずれも 50%に満たないことが分かった。これは Mg の不足が原因であることが明らかになり、これを加えることでいずれの除去率も 80%以上に向上させることができた。

### 3. 環境政策への貢献 (研究代表者による記述)

(1) 滋賀県の水草対策チーム (事務局: 琵琶湖政策課) において、本研究成果である水草量と湖底直上の溶存酸素濃度および底生動物との関係を提示し、水草の管理 (優先的に刈取りおよび除去する場所、時期等の選定) に貢献した。

(2) 滋賀県の「マザーレイク 21 計画」において「除去された水草の資源化の検討」が掲げられているが、今日、水草の効率的な処理方法は確立されておらず、非効率的な焼却処理や需要の少ない堆肥

化処理をせざるを得ない状況にある。本研究により、本来メタン発酵しやすい水草だけでなく、難分解性の水草のメタン変換率を約 50%向上できたことで、水草のメタン発酵による資源化（バイオガス化）が有用である可能性が示唆された。本研究の2～3年目において、「マザーレイク 21 計画」への貢献の観点からも水草のメタン発酵処理の利用可能性について引き続き検討する予定である。

- (3) 現在、家畜糞尿排水や都市排水等に含まれる窒素の処理法を開発することは緊急の課題の一つである。本研究により、微細藻類を用いて排水に含まれる窒素を除去し、さらには藻体を高機能餌料等有用物質として回収する方法を確立することができれば、水草処理問題の解決だけでなく、多量の窒素を含む排水処理分野にも大きく貢献できるものと考えられる。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

バイオマス推定のソーナ利用を評価する。除去した水草バイオマスの有効利用の基盤技術を確立するとしているが、具体像を示してもらいたい。リグニンの多い藻のメタン生産量の増加法の開発を期待するが、最終的なコストはどうなるのか、1日 60ha は本当に可能か、そもそも琵琶湖の水質のコントロールの問題はあきらめた上での技術開発なのか等疑問も多い。水域生態系の健全性の評価手法、適正な水草現存量の具体的な評価法をつくることも今後の課題である。

#### 5. 評点

総合評点： B