



愛知県立時習館高等学校

前田佳紀, 村松 恵, 執行智也, 渡邊花梨 (顧問: 村松聡子)

解明せよ！ いつもきれいな水槽の謎 緑藻による水質浄化の可能性

本研究は、日本農芸化学会 2011 年度 (平成 23 年度) 大会 (開催地 京都) での「ジュニア農芸化学会」において発表予定であったが、残念ながら東日本大震災によって大会が中止となった。日本農芸化学会和文誌編集委員会によって本研究を優れたものと選定し、掲載することとなった。同校生物教室に設置されているろ過装置もない水槽の水が常にきれいであることに着目し、その原因を究明しようとした研究で、緑藻による水質浄化作用を見いだしたものである。



本研究の背景、調査方法および結果と考察

【背景】 当校生物教室に 2 つの水槽が並んでいる。どちらの水槽にもろ過装置はなく、足し水をしているだけである。管理の仕方は同じであるにもかかわらず、図 1 のように水の濁り方が異なる。一方の水槽には糸状の緑藻 (以後、緑藻と記す)、もう一方の水槽にはオオカナダモが入っている。緑藻が入った水槽は透明度が高い。そこで、水生植物の種類によって水質が変わるのではないかと考え、富栄養の原因となる窒素化合物に注目し、植物を入れた水槽の水のアンモニウムイオンと硝酸イオンの濃度変化について調べることにした。

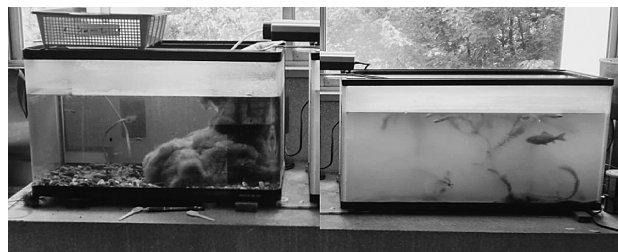


図 1 ■ 水槽の写真

左：緑藻を入れた水槽，右：オオカナダモを入れた水槽

まず、水道水 (当校の水道水には硝酸イオンが 25 mg/l 程度含まれていた) を用いて予備実験を行なったところ、オオカナダモと緑藻を入れた水槽で硝酸の除去効果が高かったことから、これら 2 種の植物が水質浄化に及ぼす影響を詳細に調べた。

以前、汲み置きした水道水でヒドラを飼育したところヒドラが収縮して死んでしまったことから、緑藻の水質浄化能力が水生動物の生育に及ぼす影響を調べた。

【方法】

実験 1: 3 つの水槽に 850 ml の実験水 (硝酸イオン濃度 25.1 mg/l およびアンモニウムイオン濃度 4.9 mg/l) を入れ、①植物を入れない水槽、②4 g のオオカナダモを入れた水槽、③4 g の緑藻を入れた水槽の 3 区とした。経時的に一定量の水を採取し、硝酸イオンとアンモニウムイオンの濃度をデジタルパケットテスト・マルチ (共立理化学研究所) にて測定した。

実験 2: 水道水を汲み置きしたバケツを 2 つ用意し、一方のバケツに緑藻を入れておき、ヒドラ、ミジンコ、プラナリアを飼育して、その生息状態を観察した。

【結果と考察】

実験 1: オオカナダモを入れた水槽②と緑藻を入れた水槽③で、何も入れない水槽①に比べて速やかにアンモニウムイオンの減少が認められ、その減少速度は水槽③で大きかった (図 2)。アンモニウムイオンが減少した後、硝酸イオン濃度の低下が観察された (図 3)。これらことから、オオカナダモに比べて緑藻のほうが水質浄化作用に優れ、アンモニウムイオンの吸収後に硝酸イオンの吸収が起こるものと推定された。

図 2 の結果から、緑藻がアンモニウムイオンを優先的に吸収する可能性が示唆された。そこで、アンモニウム

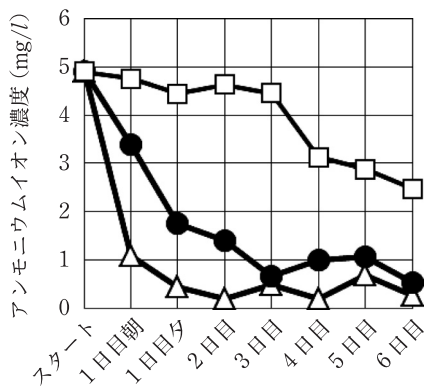


図2 ■ アンモニウムイオン濃度の変化
△：緑藻，●：オオカナダモ，□：植物なし

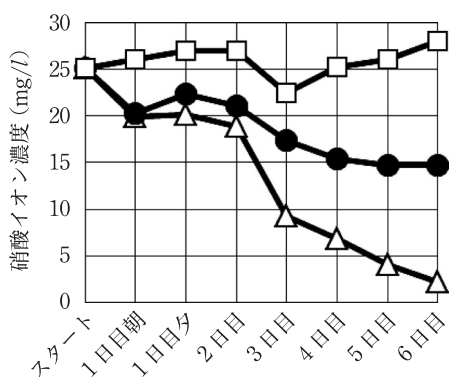


図3 ■ 硝酸イオン濃度の変化
△：緑藻，●：オオカナダモ，□：植物なし

イオンをある程度一定レベルに保つため、1, 2および4日目に各イオンの濃度測定をした後、アンモニウムイオンを追加した。その結果、図4に示すように、アンモニウムイオンを追加すると、アンモニウムイオンはすぐに減少するが、硝酸イオンはほとんど減少しないことが明らかとなった。この結果より、緑藻は優先的にアンモニウムイオンを吸収するものと考えられた。

これらのことから、生物教室に設置した水槽では緑藻が魚類の排泄したアンモニウムイオンをすばやく吸収す

ることにより、水槽内の窒素化合物の濃度の上昇を防ぎ、水中の植物プランクトンの増殖が抑えられるため、高い透明度を維持しているものと考えられた。

実験2： これまでの調査で、本校の水道水には硝酸イオンが多く含まれていることが確認されている。上述したようにヒドラ飼育がうまくいかないのは、水道水の組成が原因ではないかと考え、水道水の汲み置き水と汲み置き水に緑藻を入れた水で、ミジンコ、プラナリアおよびヒドラを飼育してその挙動を観察したところ、ミジンコとプラナリアでは大きな差は見られなかった。一方、ヒドラでは、図5に示すように飼育2日目まで汲み置いた水道水では触手が収縮していたが、緑藻を入れた水では収縮も見られず、正常な形態のままであった。

これらのことから、水道水に緑藻を入れて汲み置きすることにより、ヒドラの飼育に適した水に変化したものと考えられた。

以上の結果をもとに、緑藻による水槽管理のメリットについて考察してみる。緑藻を入れた水槽について、一般的な水槽管理と比較してみると、以下の利点が見いだせる。

1. 浄化装置やカルキ抜きなどの薬剤が不要となる。
2. 水槽の水が減少した際に汲み置き水を追加し、時々増殖した緑藻を除去するだけの簡単な手間で

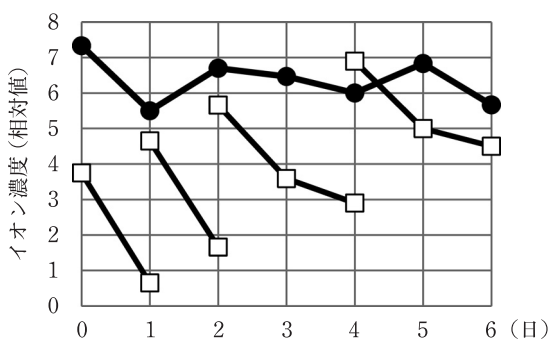


図4 ■ アンモニウムイオンと硝酸イオン濃度の変化
□：NH₄⁺，●：NO₃⁻

	水道水の汲み置き水	どちらも触手を伸ばしている	緑藻を入れた汲み置き水
飼育開始			
翌日			

図5 ■ 飼育水の違いによるヒドラの変化
中央写真：(左) 水道水，(右) 緑藻を入れた水道水

水槽内の環境が維持できる。

3. 緑藻が光合成によって酸素を放出するので、エアポンプも不要になる可能性がある。

これらのことから、緑藻を水槽に入れておくと、ろ過材や電気代が不要となり、1水槽あたり年間2,000円のコスト削減につながるものと考えられる。

【今後の課題】

これまででは、窒素化合物に焦点を絞って測定してきたが、今後は金属イオンなどの浄化能力も確認したい。緑藻の浄化能力を生かして、水を浄化する方法を考えると同時に、水を浄化して増殖した生物を、最終的に資源として有効に利用することも重要だと考え、増殖した緑藻の有効利用方法についても今後検討したい。



本研究の意義と展望

身近に存在する水槽の様相の違いから、水質浄化作用を有する緑藻の発見につなげた点は科学的考察のたまものであり、非常に評価できる。さらに、詳細な検討によって緑藻によるアンモニウムイオンの優先的吸収を証明した他、ヒドラの飼育やコスト削減の考察など実用化をも考慮しているところは、科学の入り口から出口まで網羅しており、この一連の研究の今後の発展が大きく期待される。

(文責「化学と生物」編集委員)

プロフィール

中井 博之 (Hiroyuki Nakai) <略歴> 2000年北海道大学農学部応用生命科学科卒業/2005年同大学大学院農学研究科応用生命科学専攻博士後期課程修了/同年同研究科博士研究員/2010年(独)農研機構食品総合研究所農研機構特別研究員/同年新潟大学大学院自然科学研究科助教、現在にいたる。この間、2007年 The Technical University of Denmark ポスドク/2008年同大学 Assistant Professor<研究テーマと抱負>高機能性食品素材として有用な糖質の生産、糖質の機能的評価、糖質代謝機構の解明<趣味>旅行、釣り

中川 知己 (Tomomi Nakagawa) <略歴>1998年兵庫県立姫路工業大学理学部生命科学科卒業/2000年京都大学大学院農学研究科修士課程修了/2003年同博士後期課程修了(農博)/同年東京大学大学院理学系研究科研究員/2005年日本学術振興会特別研究員(東京大学)/2006年(独)農業生物資源研究所任期付職員/2011年明治大学研究推進員、現在にいたる<研究テーマと抱負>植物の微生物に対する共生と抵抗性の戦略を包括的に解明する。植物に有用微生物を自在に共生させるような技術を開発したい<趣味>読書、スポーツ観戦、バドミントン

並木 満夫 (Mitsuo Namiki) <略歴> 昭和20年東京大学農学部農芸化学科卒業/同年同大学副手、理化学研究所所員(兼務、2年)/30年同研究所副主任研究員/40年名古屋大学農学部食品工業化学科教授/61年同大学名誉教授/62年東京農業大学農学部醸造学科教授(~平成8年)<研究テーマと抱負>後継者達による新しい発展を期待している<趣味>かつては、登山、山スキー、辺境旅行、溪流釣りなど。現在は思い出を肴に一杯

橋本 博 (Hiroshi Hashimoto) <略歴>1995年大阪大学工学部応用精密化学科卒業/2000年同大学大学院工学研究科物質化学専攻博士後期課程修了(工博)/同年日本学術振興会特別研究員/2001年横浜市立大学助手/2007年同助教、現在にいたる<研究テーマと抱負>構造生物学

濱田 信之 (Nobuyuki Hamada) <略歴>1975年九州大学農学部農芸化学科卒業/1980年同大学大学院農学研究科博士後期課程修了/同年日本学術振興会奨励研究員/1981年久留米大学医学部助手/1993年同講師/1998年同准教授、現在にいたる。この間、1989~91年米国南フロリダ大学リサーチフェロー<研究テーマと抱

負>エンテロウイルス、ロタウイルスの分子疫学、最近ヒト・メタニューモウイルスRNAポリメラーゼの性状解析。研究のヒントは患者から採れるウイルスにありという信念のもと、臨床依頼検体のPCR検査を日々行ない、とりあえず医師からは感謝されています<趣味>天体観測(最近PC制御を導入し気楽に観察可能となった)

馬場 健史 (Takeshi Bamba) <略歴> 2001年大阪大学大学院工学研究科応用生物工学専攻単位取得退学/同年日立造船(株)博士研究員/2006年大阪大学大学院薬学研究科助手/2007年同助教/2008年同大学大学院工学研究科准教授、現在にいたる<研究テーマと抱負>メタボロミクス、超臨界流体工学<趣味>テニス

福崎英一郎 (Eiichiro Fukusaki) <略歴>1985年大阪大学大学院工学研究科醗酵工学専攻博士前期課程修了/同年日東電工(株)/1995年大阪大学大学院工学研究科助教/2007年同教授、現在にいたる<研究テーマと抱負>メタボロミクス、代謝プロファイリング<趣味>テニス、読書、野球