

生物浄化システムの研究

美 島 康 男*

I. はじめに

今日の印旛沼は、新田開発後に閉鎖性湖沼となり、都市化や経済社会活動によって、生活排水、農業排水などによる水質汚濁負荷が急速に進行しています。現在、同湖沼は環境省の定める環境基準を大幅に上回り、千葉県民140万人の大切な水道水源としてなっているものの、全国湖沼水質ワーストワンの汚名をきせられています。

こうした現状に対し、NPO法人印旛野菜いかだの会では、印旛沼及びここに流れ込む河川・水路・調整池と印旛沼流域の全ての市民に対して、親しめる清らかな水環境を再生するための「よみがえれ印旛沼」「泳げる印旛沼」再生事業をしています。生物（植物・二枚貝）が持つ浄化能力を用いた環境生態工法（バイオエコエンジニアリング）の手法による水環境改善で、印旛沼を再生しようと、心ある市民が集まり、平成12年5月「印旛野菜いかだの会」を設立しました。西印旛沼に隣接す農業用水路で、木製の「簡易いかだ」を開発し、研究・調査・実験を実施して、4年目には、130台（330m）を浮べ、「植栽いかだ法」の水耕栽培による空芯菜（野菜）の効果は、生態系を破壊するアオコ（藍藻類—植物プランクトン）の発生を抑制しています。また、「タナゴ」までが生息するほどに、多くの水生動物（魚類・動物プランクトン）が育む水環境を再生する事が出来ました。

昭和35年頃の印旛沼は、多くの浅瀬があつて、多様な水生生物が生息していて、生態系が確立され、自然浄化機能を発揮していました。

しかし、新田開発事業によって、浅瀬は失われ、多くの水生生物は絶滅し、この水生生物による自然浄化機能は失われました。

II. 環境生態工学（バイオエコエンジニアリング）による水質浄化について

湖沼に流れ込む排水の中の窒素・リンが異常に増える夏場（気温25度以上）になると、それを栄養として利用する植物プランクトン「有毒アオコ（藍藻類）」は異常繁殖して生態系を乱し、さらに、「ミクロキスチン等の有毒物質を発生します。この富栄養化の影響により水中の溶存酸素が欠乏し、多様な水生生物は死滅してしまい、水環境が悪化し、肝臓毒発ガンのプロモーターとなっています。

アオコ（藍藻類）の発生で、汚染化が進行しているにもかかわらず、印旛沼は水道水源として利用されており、深刻な健康・衛生問題が問われ、更に腐敗して異臭を放つ問題も起きている。

これらの問題に対しては、環境生態工学（バイオエコエンジニアリング）の手法（開発者・国立環境研究所・稲森室長）の植生浄化を用いることにより、アオコの発生を抑制出来ます。

※「富栄養化と有毒アオコ」

湖沼の生態系を構成する細菌や動植物にとって、

窒素・りんは必要な元素で、水域への汚濁負荷物質の流入が高まり、水中の窒素・りんが必要以上に増えると、これを栄養として利用する植物プランクトン（藍藻類）が急速に増殖し、このような状態を富栄養化といいます。

水温上昇時の夏場になると富栄養化の影響でアオコ（藍藻類—植物プランクトン）が異常繁殖すると、水中の溶存酸素が欠乏し、魚類や藻類が死滅して水環境が悪化してしまい、水道水などに利用されている場合は、浄化も大変で悪臭を放ち問題もおきています。

富栄養化に伴い発生する有毒アオコ（ミクロキスチン）は、湖沼閉鎖性水域において水温上昇と共に異常繁殖し、生態系の破壊や有毒物質・カビ臭物質により、利水障害などを引き起こし、他国では、このアオコが原因で家畜や人が死亡する事例も起きています。

アオコの有毒物質「ミクロキスチン」は、毒性が強いといわれ、全国の湖沼・河川・調整池などでアオコ除去に悩まされているのが現状であります。

Ⅲ. 植栽いかだ法

空芯菜（野菜）を「いかだ」で水耕栽培すると、水中に根が張り、窒素・全リン・BOD除去の成果を上げる事ができ、富栄養化した湖沼のアオコの発生を抑制する事が出来ます。

水生ミミズやまき貝などの水生動物と魚類が育む環境を整え、植物と小水生動物で構成される生態系の働きを利用した水耕栽培が、「生物浄化システム」です。

この「生物浄化システム」を確立させるには、

食物網を構築させる事が重要であり、食物連鎖が起きることで、生態系の安定化をもたらし、多様な水生生物を育むことで、窒素・りんの系外排除に寄与し、水質浄化に貢献するのです。

「野菜いかだ」の水辺には、小エビをはじめとしてタナゴ等の多くの魚類を観察出来るまでに、良好な水環境の回復がみられます。

浄化の仕組みを見てみると植物の根や茎の表面に多様な微生物が発生して、食物連鎖が起き、栄養塩の濃縮が行なわれていきます。

「野菜いかだ」の水を採取して、顕微鏡検査をしたところ、多様な動物プランクトン（微生物）が生息しており、このプランクトンを食べる小えびや小魚など魚類を育む水環境が再生され、富栄養化によるアオコの発生もなくなりました。そこで、更なる透視度（透明度）を高めるには、二枚貝の導入が必要と判断し、池蝶貝を平成14年に茨城県牛久沼より導入しました。

Ⅳ. 二枚貝導入による水質浄化と透視度（透明度）

野菜いかだの水辺には多様な動物プランクトン（微生物）の生息が顕微鏡検査で確認され、タナゴと共生する二枚貝（淡水貝）の生息が可能と判断して、牛久沼より、池蝶貝（淡水貝—淡水パール）を導入し、池蝶貝を入れた「かご」と、印旛沼流域の谷津田の小川に生息しているマシジミを採取し、マシジミを入れた「かご」を「野菜いかだ」の下30～50センチの所にぶら下げ実験に着手しました（写真1、写真2）。

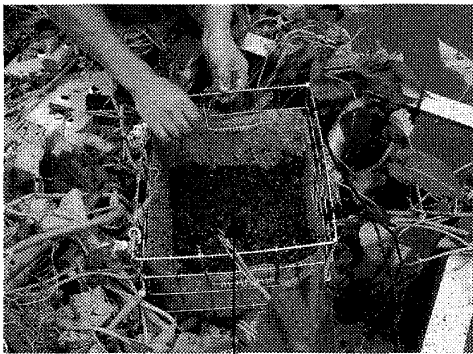
空芯菜（野菜）は富栄養物質（窒素・リン）を除去し、有毒アオコの発生を抑制する事が出来ます。

生物浄化システムの研究



池蝶貝（淡水真珠）

写真1. 池蝶貝を入れたカゴの設置作業



マシジミ

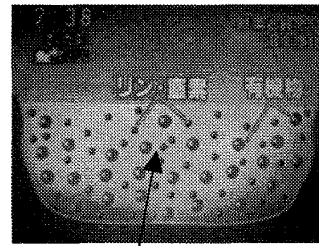
写真2. マシジミを入れたカゴの設置作業

一方、二枚貝（マシジミ・池蝶貝）は、十分な溶存酸素を前提に、濁りの現因の有機浮遊物質（微細粒子－SS）を吸収し、透視度（透明度）を高める効果が大きく、太陽光を沼底にとどかせ、光合成を促して、水生植物繁殖の一助なります（表1、図1）。

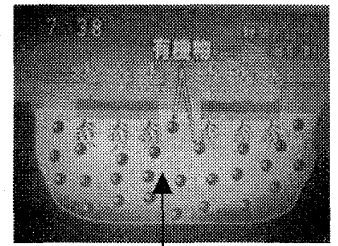
表1. 水槽実験データ（24時間後）

	原 水	しじみ	池蝶貝
COD	9.7	5.8	5.5
S S	32	1未満	1未満

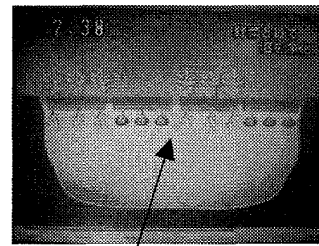
単位 mg/L



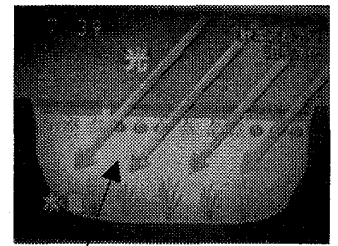
窒素・リンを吸収
（空芯菜・野菜）



有機物質吸収
（マシジミ・池蝶貝）



透明度が高まる



太陽光が湖底にとどく

水草繁殖（沈水性・抽水性・浮葉性）

図1. 生物による窒素・リン・有機物質の吸収と効果

V. 水生植物と水生動物の水質浄化について

新田開発される以前の印旛沼は、多くの浅瀬があって、泳げるほどのきれいな水環境であり、また水生生物が育む美しい沼でした。水位も平均1m程で、水生生物による自然浄化機能が発揮されていて、市民の親しめる沼でした。

しかし、今日では、治水対策のための護岸工事で、水位平均1.5m～2mとなり、近年の汚染汚濁により、多くの水生生物は破壊されました。そのため透明度は失われ、太陽光は沼底にとどかず毎年夏場になるとアオコの大発生で、水生生物の住める環境は失われました。

※ 水生植物の浄化効果

- 水生動物の多様性を高め、食物網を構築させて、生態系の安定化をもたらせることが出来る。
- 豊富な沈水植物が多様な水生動物の住処を提供する。
- 窒素・リンを吸収し、溶存酸素の供給と水生動物の繁殖を促す。

※ 水生動物の浄化効果

- 数多くの水生動物が、窒素・リンの系外排除に寄与する。
- 魚類の繁殖場を提供する。

VI. 今後の課題

水質環境基準はCOD数値で示されているが、自然環境の素晴らしさは、多様な水生植物が繁殖し、多様な水生動物を育む水辺環境の湖沼・河川・調整池こそが、人間と共生できる21世紀に求められている課題です。

今後も野菜（空芯菜、ハーブなど）・淡水貝（マシジミ・池蝶貝）・水草の3点セットの水質浄化効果によって、良好な自然環境と生態系復元へ向けて、研究・調査・実験を継続していきます。この「植栽いかだ法」による環境生態工法（バイオエコエンジニアリング）の自然浄化効果のすばらしさについて、多くの記録と水質データーを取りながらこの「生物浄化システム」こそが、全国の湖沼、河川、調整池の水質改善とアオコ対策の最善策である事を知っていただきたいと思います。

* NPO法人・印旛野菜いかだの会理事長