

草花による水質浄化活動



青森県立名久井農業高等学校

TEAM FLORA PHOTONICS

環境システム科2年

嶋守雄大 川村健勝 佐々木敦也 中山恭輔 小向美沙紀

園芸科学科3年

葛形小雪 佐藤晴香 四戸美希 野田寿樹

佐々木愛 種市雪菜 松橋奈美

1 現状と課題

人間生活によって湖沼や河川に過剰な窒素やリン酸が流れ込み、富栄養化を引き起こす水質汚染が各地で発生している。これにより過剰な栄養によりアオコと呼ばれる藻が大量発生し、水中の酸素濃度が減少するため水生生物に影響を与えている。なかでも都市公園の修景池やゴルフ場の池などは、水の交換が少ないため汚染されやすく、悪臭を発生することが多い。浄化装置によって水質浄化は可能だが、日本は慢性的なエネルギー不足となっている。そこで従来からエコな水質浄化対策としてアシやホテイアオイという浄化力の高い水生植物を活用してきた。しかし近年、ホテイアオイは繁殖力旺盛なため、外来生物法で要注意外来生物に指定されてしまった。また都市公園ではホテイアオイやアシによる浄化は景観を損なう理由からまったく導入されていない。環境問題といえば大自然をイメージするが、都市公園と地球の水系には境界線がない。つまり修景池の環境修復の取り組みは地球規模の水質修復につながるものなので私たちは新たに取り組むことにした。

2 活動の目的

- (1) 都市公園に適した新しい水質浄化植物を考案する
- (2) 植物を活用した高性能でエコな水質浄化システムを開発する
- (3) 地域の公園で水質浄化ボランティアに取り組む

3 研究内容と結果

(1) 水質浄化の基本的な仕組み

植物は根から硝酸態窒素やりん酸などを養分として吸い上げる。吸い上げる力は、葉の気孔から水分が蒸散することによって生まれる。気孔とは光合成を行う際、二酸化炭素を吸収する場所である。したがって旺盛に二酸化炭素を吸収し光合成する植物は蒸散が多くそのため根から吸収する力も高い。サンパチェンスは気孔が多く旺盛な光合成を行う草花である。そこでサンパチェンスを用いて実験に取り組むことにした。

環境浄化植物サンパチェンス



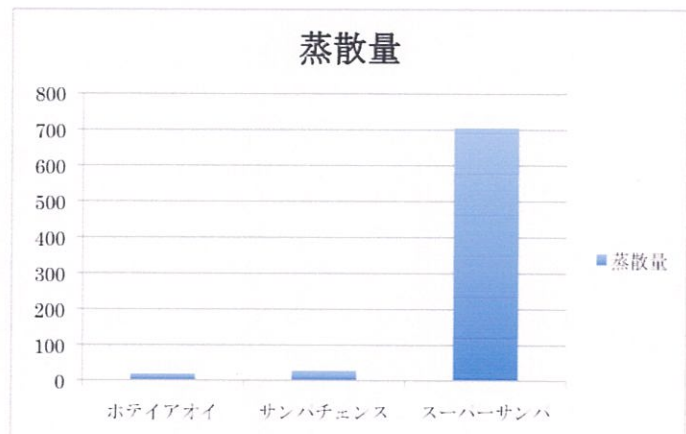
(2) 光合成能力向上の工夫

光合成は光がある程度強いほど促進される。植物ホルモン「ブラシノステロイド」の生成阻害剤ブラシナゾールを散布すると植物の光感受性が高まることがわかっている。そこでサンパチェンスの光合成能力をさらに高めるため処理を行った。その結果、葉が濃くなり草丈がやや小型化した。これは光合成が盛んになったためで、私たちはこれをスーパーサンパチェンスと呼ぶことにした。

(3) 蒸散量の調査

①植物の蒸散量

実験の結果、ホテイアオイ、サンパチェンスよりも Brz 処理したスーパーサンパチェンスの方が二酸化炭素を吸収するとともに蒸散量が極めて多いことがわかった。これによりスーパーサンパチェンスの光合成が盛んになり、浄化力が高まっていると考えられる。この実験が成功したことで従来より優れた浄化



植物を考案することができた。

(4) 水質浄化のサポート

サンパチェンスは陸上の植物である。この植物を水上で栽培するために次のような①から②を考案し、サンパチェンスをサポートすることにした。

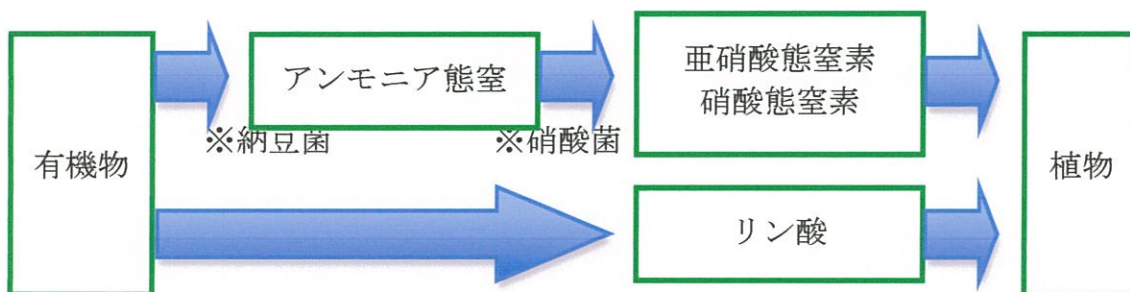
①浄化をサポートする工夫 その1

- ・ 鉢底に小さな穴を開け、根が鉢から外に出られるようにする
- ・ 鉢底に3 cm程度の吸着物質ゼオライトを敷く
- ・ その上に培養土を入れ、スーパーサンパチェンスを植える
- ・ 鉢ごと水深3 cm程度のプールに浸け、水中根（水中で生える根）を発生させる
- ・ 水中根を出たサンパチェンスの鉢底を水槽につけて浄化を行う。

②浄化をサポートする工夫 その2

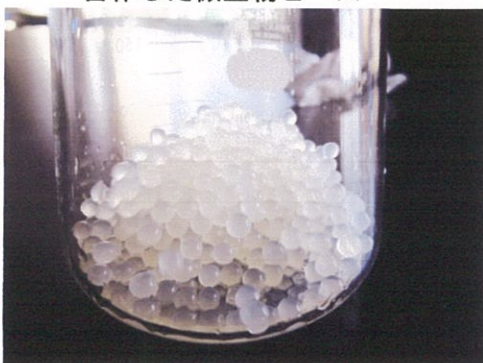
富栄養化した池にはアンモニア態窒素の形で汚染物質が流入してくる。しかし植物の多くは、このアンモニア態窒素を根から吸収できない。微生物によって亜硝酸態窒素を経て硝酸態窒素に分解されてはじめて吸収できるのである。これらの微生物は水中や土壤中に存在するが、人工的に作られた修景池では底やへりがコンクリートのため自然界より活動は停滞していると思われる。そこで有機物をアンモニア態窒素へ、そして硝酸態窒素に変換し積極的にサンパチェンスへ提供するために、ペットショップでも販売している安全な微生物「硝化菌」の力を借りることにした。

有機物が分解され植物に吸収される過程

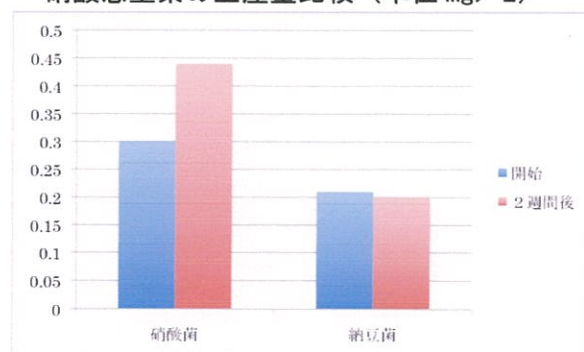


微生物は液体培養される。しかし微生物を液体で池に投入すると、最初は効果が期待できるもののすぐに水とともに流出してしまい効果は消えてしまう。そこで微生物が流れ出ないように人工イクラの技術を応用して、ゲル状のビーズ（小さなボール）内に閉じ込めて用いることにした。1鉢わずか50mlの菌を直径3mmのビーズに閉じ込めることで表面積はなんと約0.27㎡にもなり、効率よく水と接触することができる。微生物はビーズの中に入ってくるアンモニア態窒素を含む池の水と反応して、サンパチェンスが吸収できる硝酸態窒素に変換し放出する。この方法では微生物が池から流れでることなく長い間効果が持続する。さらにサンパチェンスを設置した場所にだけピンポイントで設置することで、効率的に栄養分を供給することができると思われる。

自作した微生物ビーズ



硝酸態窒素の生産量比較（単位 mg/L）



その結果、予想通り硝化菌が納豆菌などよりも富栄養化の原因であるアンモニア態窒素を硝酸態窒素に変えられることがわかった。

(5) 水質浄化実験

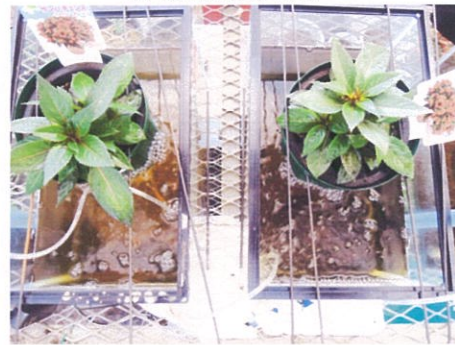
光合成能力を高めたスーパーサンパチェンスと微生物などのサポート技術の組み合わせを水質浄化用「バイオエンジン」と名付け、実際に水を浄化する実験を行った。

<実験手順>

- ① 水槽にビオトープの水 17L と液肥ハイポネックス (6-10-5) 1.7ml 添加して人工的に富栄養化の水 (成分は下表) を作る。

主な成分等	mg/L
アンモニア態窒素 (NH ₄ -N)	3.15
硝酸態窒素 (NO ₃ -N)	1.03
リン酸態リン (PO ₄ -P)	1.6
濁度	84.3

浄化試験の様子



- ② 水槽に馴化処理したスーパーサンパチェンス、サンパチェンスの鉢をつける。その際、スーパーサンパチェンスの鉢底には約 950 粒の硝酸菌ビーズとゼオライトを入れる。
- ③ この他にまったく植物を入れない Control 区、ホテイアオイ区を設ける。
- ④ エアレーションはスーパーサンパチェンスとサンパチェンス区に設定する。ホテイアオイにエアレーションを施さなかったのは自然状態に近づけるためである。
- ⑤ 測定項目は蒸散量、アンモニア態窒素量、亜硝酸態窒素量、硝酸態窒素量、リン酸量、DO (溶存酸素量)、pH、EC (電気伝導率)、濁度を 1 週間ごと 4 週間調査した。分析は吸光度計を用いて自分たちで測定した。ここでは主なデータだけを報告する。

<結果>

①アンモニア態窒素量 (NH₄-N)

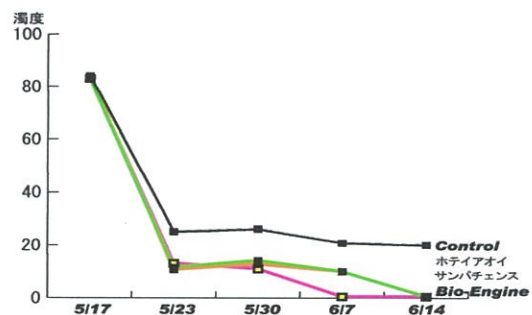
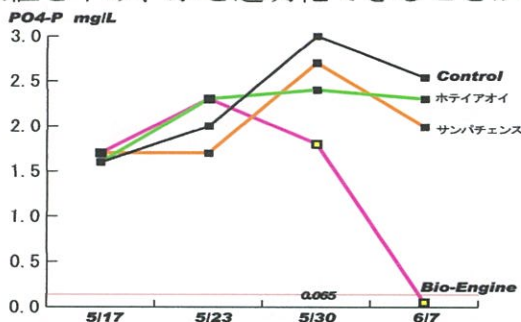
ホテイアオイは 2 週間後でも約 0.6mg までしか浄化できなかった。しかしバイオエンジンは下水並みに多かったアンモニア態窒素をわずか 2 週間で雨水並みの 0.2mg まで浄化した。これはバイオエンジンに組み込まれた硝酸菌が分解したものである。これによりバイオエンジンはホテイアオイの 3 倍の浄化力をもちことがわかった。

②リン酸態リン (PO₄-P)

アンモニア態窒素と並ぶ富栄養化の指標であり、汚染の基準は 0.065mg 以上といわれている。3 週間たってもサンパチェンス、ホテイアオイは基準まで浄化できないが、バイオエンジンはこのように 3 週間で 0.05mg と湧き水並みに浄化した。光合成能力が高まったスーパーサンパチェンスの優れた浄化力があらわれた成果である。

⑤濁度

水の濁りを示す濁度についてもバイオエンジンは浄化力の高いホテイアオイよりも早く数値を下げ、水を透明化できることがわかった。

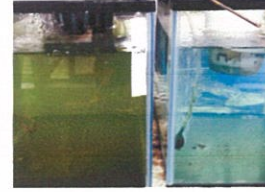


以上のようにスーパーサンパチェンスは高い浄化能力を示した。また1日当たりの平均吸収量は他の水生浄化植物と比較しても遜色ないことがわかった。景観の問題からアシやホテイアオイが使えない都市公園の修景池においてこれは朗報である。

1日当たりの一般的吸収量 (g/m³/日)

濁度 (左:サンパ 右:バイオエンジン)

主な成分等	NH ₄ -N	P ₀₄ -P
スーパーサンパチェンス	0.4~0.5	0.04~0.07
アシ	0.1~0.5	0.02~0.08
ホテイアオイ	0.6~2.7	0.05~0.5



浄化試験3週間後の水質

分析項目	開始時	ホテイアオイ	サンパチェンス	バイオエンジン
アンモニア態窒素	3.15	0.48	0.69	0.2以下
亜硝酸態窒素	0.01	2.2	0.11	0.03
硝酸態窒素	1.03	0.71	1.45	1.53
リン酸態リン	1.6	2.3	1.99	0.05
EC (μS/cm)	210	200	260	380
pH	7.0	7.7	7.5	7.8
DO	5.6	5.7	7.5	7.8
濁度	84.3	10.8	10.0	10.0以下

(7) 実用化試験

青森県南部町にふれあい公園という都市公園がある。この公園の修景池(約40m²)は市民の憩いの場であるが、農地で使う肥料等の影響のためか春から夏にかけて富栄養化傾向となる。そこで町の協力を得て水質浄化と美しい景観を目的にバイオエンジン19鉢を設置した。

ふれあい公園で花を咲かせるスーパーサンパチェンス

ふれあい公園の水質分析 (mg/L)

分析項目	5/27	7/9
アンモニア態窒素	0.44	0.2
硝酸態窒素	0.65	1.03
リン酸態リン	0.19	0.08
COD (化学的酸素消費量)	7.4	2.0以下



ひょうたん池での浄化試験

約1ヶ月半後、水槽でおきた現象が上記表のように実際の池でもおき、ゆっくりではあるが浄化されていることがわかった。

特に7.4mgと下水並みの汚染を示したCOD(化学的酸素消費量)が雨水並みの2mg以下まで浄化したのには驚いた。確実にバイオエンジンの効果があらわれたものと思う。現在は八戸市と連携して都市公園「三八城公園」



の修景池「ひょうたん池」にも設置してモニタリングを開始している。また美しい景観を作り始めていることから地元新聞に「草花を活用した水質浄化と景観形成」と取り上げられ広く紹介されている。



※導入試験中の
ソーラーエア
ポンプ

4 研究のまとめ

今回、私たちはサンパチェンスの光合成能力を高めることで飛躍的に浄化力をアップさせることに成功した。さらに陸生植物のサンパチェンスが水上でも浄化力を発揮できるよう微生物ビーズとエアレーションを付加したがこれも浄化力向上に大きな効果を発揮した。私たちはこの組み合わせをエコ水質浄化システム「バイオエンジン」と名付けて実用化に入っている。紙面の関係上、多くの実験データを掲載できなかったのが残念である。サンパチェンスによる水質浄化は各地で試験が行われている。しかしこのような発想なシステムは私たちだけのものである。

今後はもっと普及させたいと考えている。また私たちが主催したスーパーサンパチェンスを活用した地元中学生への環境教室も人気である。さらに公園での浄化活動中に多くの方から激励と花を愛でる言葉をいただいた。水上に咲く美しい花は見応えがあり、水上ガーデニングとして景観作りに大いに貢献している。

震災から数年経つが、東北はまだまだ以前の状態まで回復していない。しかし今後、新たな都市計画が立てられ復旧に向かうと思われるがぜひ作られる公園や湖沼の水質浄化をこの省エネ水質浄化システム「バイオエンジン」で行ったらどうだろうか。多くの方を癒せるはずである。さらに2020年には日本でオリンピックが開催される。その際は、私たちが考案したバイオエンジンで会場の公園や水辺をきれいに飾り、「おもてなし」したいものである。

最後になったが、研究にご協力くださった(株)サカタのタネ、岡山大学の沖陽子先生、八戸市、南部町他、多くの方々に感謝する。

5 参考資料

- (1) 水質浄化と水辺の修景 (ソフトサイエンス社)
- (2) 水調べの基礎知識 (オーム社)
- (3) 水質浄化の基礎データ
(<file:///Users/kimuratohru/Desktop/水質浄化基準.webarchive>)

中学生のための環境教室



夢はバイオエンジンでのおもてなし



TOKYO ● 2020
CANDIDATE CITY

