

5. 水生植物の有効活用と池・沼の水質調査

静岡県立磐田農業高等学校
環境科学科 3 年 太田 みか 他 6 名

1 動機

昨年度より、環境科学科 3 年水環境保全班では、主として科目「課題研究」の授業内及び課外活動において、磐田市西貝地区に位置する（本校より東へ 1.5 km にある）ひょうたん池の環境調査と環境保全活動（「ひょうたん池自然を考えよう会」が主催する環境整備（池周辺の草刈り、池の藻取り、池周辺水路の護岸補修等）に参加）を行っている。今年度は、ひょうたん池の環境整備活動で大量に生じる水生植物（ヨシ、オオカナダモ、ボタンウキクサ）残渣の有効活用を研究することにした。また、磐田市内にある他の池・沼（大池（本校より南へ 2 km にある）・桶ヶ谷沼（本校より北東へ 3.7 km にある））の水質調査を新たに行い、3 つの池・沼（ひょうたん池、大池、桶ヶ谷沼）の水質を比較し、汚染が確認された場合は、汚染原因を探ることにした。

2 水生植物の有効活用の研究

(1) 堆肥の製作とその堆肥を使用した作物栽培実験

ア 方法

- (ア) ヨシ、オオカナダモ、ボタンウキクサをそれぞれバケツ一杯分、採取する。
- (イ) 市販の堆肥製作セット（コンポスト BAG セット）を使用する。水生植物を細かく刻み、袋に入れる。
- (ウ) 好気性微生物資材（パルミスト）を袋の中に振りかける。
- (エ) 培養土を入れ、散水し湿らせる。
- (オ) 袋の口を縛り、外袋の中に入れ、2 週間、一次発酵を行う。
※一次発酵後、オオカナダモとボタンウキクサは、堆肥化が進み、原形をとどめていなかった。しかし、ヨシは、まだ原形が見られ堆肥化は不十分であった。
- (カ) 一次発酵処理物を培養土と 1 : 10 の割合で混ぜ合わせ、更に 10 日間の二次発酵を行う。
※二次発酵後、ヨシの堆肥化も進み、原形物が少なくなった。
- (キ) 二次発酵後、堆肥が出来上がり、その堆肥を使用して、作物栽培実験を行う。
作物は、サニーレタス、ダイコン、ホウレンソウの 3 種類。3 種類の堆肥を使用し栽培する区と培養土のみで栽培する対照区の 4 種類の区に分けて、葉身長（葉の大きさ）を測定し比較する。
- (ク) 播種は、それぞれの作物とも 10 月 27 日に行い、プランターで栽培した。播種後、30 日、40 日、60 日の葉身長を測定した。

イ 結果

- (ア) サニーレタスの葉身長（単位：cm）※下表の値は、葉 20 枚測定の平均値

サニーレタス	播種後 30 日	播種後 40 日	播種後 60 日
ボタンウキクサの堆肥	6. 7	8. 0	9. 0
ヨシの堆肥	5. 4	7. 3	7. 7
オオカナダモの堆肥	5. 9	7. 6	8. 0

対照区（培養土のみ）	6. 2	7. 1	7. 4
------------	------	------	------

ボタンウキクサの堆肥で栽培した場合が、一番葉の成長が良かった。二番目にオオカナダモの堆肥。ヨシの堆肥は、対照区より成長は少しだけ上回った。

(イ) ホウレンソウの葉身長（単位：c m）※下表の値は、葉 20 枚測定の平均値

ホウレンソウ	播種後 30 日	播種後 40 日	播種後 60 日
ボタンウキクサの堆肥	7. 0	9. 7	1 2. 5
ヨシの堆肥	6. 8	9. 1	1 0. 8
オオカナダモの堆肥	5. 4	6. 7	7. 5
対照区（培養土のみ）	5. 0	6. 0	6. 7

ボタンウキクサの堆肥で栽培した場合が、一番葉の成長が良かった。二番目にヨシ。オオカナダモの堆肥も対照区より成長は上回った。

(ウ) ダイコンの葉身長（単位：c m）※下表の値は、葉 20 枚測定 of 平均値

ダイコン	播種後 30 日	播種後 40 日	播種後 60 日
ボタンウキクサの堆肥	1 5. 1	1 9. 2	2 2. 7
ヨシの堆肥	1 4. 4	1 7. 3	2 1. 2
オオカナダモの堆肥	1 3. 3	1 6. 1	1 9. 0
対照区（培養土のみ）	1 4. 0	1 4. 9	1 7. 0

ボタンウキクサの堆肥で栽培した場合が、一番葉の成長が良かった。二番目にヨシの堆肥。オオカナダモの堆肥も、対照区より成長は上回った。

(エ) 3 種類の作物栽培の総合結果 ※播種後 60 日で比較。数値は、葉身長の大きい順位

	サニーレタス	ホウレンソウ	ダイコン	総合順位
ボタンウキクサの堆肥	1	1	1	1
ヨシの堆肥	3	2	2	2
オオカナダモの堆肥	2	3	3	3
対照区（培養土のみ）	4	4	4	4

3 つの作物とも、ボタンウキクサの堆肥が一番、葉の成長が良いことがわかった。二番目は、ヨシの堆肥。オオカナダモの堆肥も対照区と比べ、葉の成長が良いことがわかった。

ウ 考察

3 種類の水生植物とも堆肥にすることが出来、作物栽培に活用しても有効であることがわかった。3 種類の水生植物堆肥の中では、ボタンウキクサの堆肥が一番成長を促進する効果を発揮することがわかった。

(2) 水生植物によるバイオエタノール発酵の実験

ア 方法

- (ア) 水生植物（ボタンウキクサ、ヨシ、オオカナダモ）をそれぞれ、ハサミで刻み、ミキサーで粉砕する。
- (イ) 粉砕したバイオマス材料中のセルロース成分の糖化を促進するために、アミラーゼ（大根おろし汁）を混ぜ、発酵酵母（ドライイースト）を溶かした液を混ぜる。
- (ウ) 溶液をキューネ発酵管に入れ、発酵管も入り口に綿栓をし、発酵させる。
- (エ) 反応液をろ過し、ヨウ素液と水酸化ナトリウム水溶液を加え、70～80℃にお湯で温める。

イ 結果

3種類の水生植物とも、ヨードホルム反応（黄色い沈殿物）があり、エタノール発酵を確認出来た。

ウ 考察

今回、エタノール抽出にあたり、蒸留、脱水工程まで行うことが出来なく、抽出したエタノールで草刈り機エンジンを動かす試験も行えなかった。しかし、河川や湖沼で大量発生する外来植物として環境問題となっているオオカナダモやボタンウキクサと草刈り作業で大量発生するヨシの残渣を活用したバイオエタノール生成の可能性を確認出来た。水生植物をバイオマス資源として有効活用することで、河川や湖沼の維持管理費の削減や地球温暖化防止に寄与できると考える。

3 池・沼の水質調査・・・パックテストにより測定した。

- ・測定項目：pH、COD、亜硝酸イオン、リン酸イオン、アンモニウムイオン計5項目
- ・単位：単位：pH以外はmg/L

水質の良し悪しの目安

(1) ひょうたん池 (磐田市西貝地区 にあり、池周辺地域 は市街化が進み、市 民の憩いの場であ	pH	きれいな水 6.5～8.5	汚れた水 6.4以下 8.6以上
	COD	きれいな水 1mg/L以下	汚れた水 8mg/L以上
	アンモニウムイオン	きれいな水 0.05mg/L以下	汚れた水 0.5mg/L以上
	リン酸イオン	きれいな水 0.05mg/L以下	汚れた水 2mg/L以上
	亜硝酸イオン	きれいな水 0.03mg/L以下	汚れた水 0.15mg/L以上

る。池の周囲長は130m、池の面積は1,291㎡、水深最深部5.45m、湧水量毎分1.6tで1日2,405t)

ア 方法

測定日：6/6、7/11、9/5、11/14、12/11 の計5回測定箇所：池の3カ所（両端と中間部）と池の水が水路へ流れ落ち、水路の下流部の1カ所 計4カ所

測定値：池の3カ所の値を平均した値の5回分の平均値。水路下流部は5回分の平均値。

イ 結果

	pH	COD	亜硝酸イオン	リン酸イオン	アンモニウムイオン
池の中	6.5	6	0.05	0.1	0.3
水路の下流部	6.8	2	0.01	0.05	0.1

ウ 考察

池の水は、すべての項目が、環境基準値以内であり、汚れていないことがわかった。池の水が流れる水路の下流部では、pHは中性に近づき、COD、亜硝酸イオン、リン酸イオン、アンモニウムイオンのいずれも数値が下がり、更に水質が良くなっていることがわかった。これは、水路の持つ自浄作用が発揮したと考える。

〈参考〉ここで、この水路の構造を知るために、測量・調査した。巻尺、標尺、レベルを使用して測量した。測定項目は、水路幅、河床勾配、水深、水路長。測量の結果、水路長は25m、水路幅は2m、水深は0.2m、河床勾配は0.5%と非常に緩やかな勾配であった。河床の状況は、粒径3～5cmの石が多くを占めていた。次に流速と流量をヒモ付の浮子を5mの区間流し、所要時間をストップウォッチで測定し流速を求め、測量で求めた流断面積に流速を掛けて流量を求めた。その結果、流速は0.1m/sと非常にゆっくりと流れ、流量は0.04m³/sであることがわかった。これ

により、ゆっくりとした流れと比較的細かな河床部の石により汚れをろ過し、自浄作用を発揮していると考え。

- (2) 大池（JR 磐田駅より南へ約 1km に位置し、面積約 100,000 m²、四角い形のかんがい池）

ア 方法

測定日：5/14、5/25、9/4 の計 3 回

測定箇所：池の 4 カ所

測定値：池の 4 カ所の値を平均した値の 3 回分の平均値

イ 結果

pH	COD	亜硝酸イオン	リン酸イオン	アンモニウムイオン
8.5	8 以上	0.03	2	0.5
基準値内	基準値を超える	基準値内	基準値を超える	基準値を超える

ウ 考察

3 つの項目が環境基準値を超える値となり、水質の汚染が見られた。

※ そこで、原因を探るため、大池に流れ込む二つの水路の水質を調査することにした。

(ア) 水路その 1 の水質調査結果

pH	COD	亜硝酸イオン	リン酸イオン	アンモニウムイオン
9.5	8 以上	0.03	3	5
基準値を超える	基準値を超える	基準値内	基準値を超える	基準値を超える

4 つの項目が環境基準を超える値となり、水質の汚染がみられた。また、流入部の水面には、アオコが発生していて水質の富栄養化が見られた。この水路は住宅街の中を通過し、池に流入する直前には水田の中を通過しているため、生活排水や肥料成分の流入が水質を悪化させていると考える。

(イ) 水路その 2 の水質調査結果

pH	COD	亜硝酸イオン	リン酸イオン	アンモニウムイオン
9	8 以上	0.02	4	2
基準値を超える	基準値を超える	基準値内	基準値を超える	基準値を超える

4 つの項目が環境基準を超える値となり、水質の汚染がみられた。また、流入部の水面には、アオコが発生していて水質の富栄養化が見られた。また、水路には多くのゴミも浮遊していた。この水路も住宅街や水田の中を通過しているため、生活排水や肥料成分の流入が水質を悪化させていると考える。

以上の(ア)と(イ)により、汚れた水が二つの水路より流入することで、大池の水質が汚れていることが確認出来た。

- (3) 桶ヶ谷沼（磐田市東部に位置し、面積約 7ha、県内に生息するトンボの 3 分の 2 の種類が生息する。国内に生息するトンボの 3 分の 1 の種類が生息する。）

ア 方法

測定日：5/21、5/26、9/18 の計 3 回

測定箇所：池の 3 カ所

測定値：池の 3 カ所の値を平均した値の 3 回分の平均値

イ 結果

pH	COD	亜硝酸イオン	リン酸イオン	アンモニウムイオン
7.5	7.5	0.01	0.2	0.3
基準値内	基準値内	基準値内	基準値内	基準値内

ウ 考察

全ての項目が環境基準値以内であり、水質の汚染は見られなかった。周りはほぼ山で囲まれ、汚れた水の流入は見られなかった。このきれいな水質により、多くのトンボや野鳥の生息地となっているのだと感じた。

(4) 3つの池・沼の水質比較（まとめ）

	pH	COD	亜硝酸イオン	リン酸イオン	アンモニウムイオン	環境基準値超え測定項目数
ひょうたん池	6.5	6	0.05	0.1	0.3	0個
大池	8.5	8以上	0.03	2	0.5	3個
桶ヶ谷沼	7.5	7.5	0.01	0.2	0.3	0個

ウ 考察

3つの池・沼の水質を比較してみると、外からの汚染水の流入（生活排水や肥料成分の流入）が明らかである大池が、一番水質が汚れていた。水源が大量の湧水にあるひょうたん池が総合的に見ると水質が一番きれいであることが分かった。

4 まとめ

- (1) 河川や湖沼で大量発生して維持管理上問題となっている外来種のおオカナダモとボタンウキクサや水辺に広く分布し草刈り作業で大量処分されるヨシを堆肥化することができ、作物栽培に活用できることが確認出来た。
- (2) 河川や湖沼の維持管理作業（草刈り・藻取り）で大量処分される、おオカナダモ、ボタンウキクサ、ヨシの水生植物が、バイオマス燃料として活用できる可能性を確認出来た。
- (3) 磐田市内の3つの池・沼の水質を確認出来た。
- (4) 大池の水質が汚れていて、その原因が二つの水路からの流入水が影響しことが確認出来た。
- (5) 河床勾配が緩く、水がゆっくりと流れ、河床が細かな石で覆われている水路の場合、自浄作用を発揮し水質を改善する効果があることを確認出来た。

