

# 湖山池における水生植物の分解による栄養塩の回帰特性

環境計画研究室 永田彩

## 1. 序論

湖山池では、昭和 40 年頃急激な水質悪化により、沈水植物が消滅した。消滅後、沈水植物に代わって植物プランクトンが増殖、現在はヒシが繁茂している。このように湖山池は、状態を様々に変化させてきた。過去生えていた沈水植物も現在生えているヒシにもメリット・デメリットがあり、どちらの状態が良い状態であるか、判断は非常に難しい。ヒシや沈水植物の繁茂によって、分解による栄養塩の回帰や悪臭の発生、景観の悪化、船の往来の邪魔になるなど周辺の住民や漁業者に悪影響を及ぼす。しかしその反面、栄養塩を吸収し一時的に固定できることや、生物の産卵場や隠れ家等として生きるための場所を提供するなど、デメリットばかりではない。

現在、水質改善により、何らかのショックが与えられれば、また植生の状態が変化する可能性もある。そのため、本研究では、湖山池における植生による影響として調整可能であると考えられる栄養塩の回帰について注目し、影響を把握した。また、湖山池において、浮葉植物、抽水植物については植生群落の場所や植物の種類など調査されているが、沈水植物については、現在消滅してしまっているため、種類について知る術がない。そこで、種類の把握を行う為に、実際に種子を採取・発芽させることで、種類を把握した。

## 2. 実験方法

### 2.1. 水生植物の分解実験

本節では、水生植物の分解特性についての実験の条件を示す。湖山池の分解特性を把握するために、10 μm メンブランフィルターでろ過した湖山池の水 4L と GF/F ガラスフィルターでろ過した河川水 16L の混合水を用いた。湖山池・東郷池から 6 種類(マツモ、ホザキノフサモ、オオカナダモ、ヤナギモ、ヒシ、ヨシ(葉、茎、枯死部分の 3 種類に分類)の水生植物を採取、その後冷凍保存していたものを試料とし、乾燥重量 5g 相当の植物試料を水に添加した。湖山池の秋冬の水温(16 ± 1.5)に設定し、暗条件下で分解実験を行った。定期的な水質測定と実験前後での植物の重量・植物に含まれる CNP 量・比を測定することで、それぞれの植物の分解特性について把握した。水質測定項目としては、分解実験において分解に影響の受けやすい項目として、pH・ORP・DO・水温・塩分濃度の測定を行った。また、分解による水質の変動を見るために、表 1 の項目についても測定を行った。

### 2.2. シードバンクによる発芽実験

本研究では、湖山池における水生植物の分解に関する特

性を把握するために行っている。そのため、実際に湖山池で生える植物の種類を把握することが必要である。しかし、湖山池での植生に関する文献はほとんど残っておらず、種類などの詳細については、現在も不明である。この実験で種類を同定することで、湖山池の植生に関する対策について検討する資料となる。

過去の植生に関する文献から、沈水植物の種子が含まれている可能性のある場所として、過去沈水植物の群落が確認できた湖山池の東北岸の入江を選定した。そこで採取した底泥を 0.5~4mm の粒子を残すようにフルイに掛ける。これをシードバンクとし、植物の生長しやすい環境条件下で発芽・生育させた。十分に生育し、形態的に種類が判別できるような大きさになった段階で過去の湖山池の植生に関する文献や図鑑などを用いて、同定を行った。

## 3. 結果・考察

### 3.1. 分解実験による植物ごとの分解特性

植物の分解による形状や色の変化について、以下のような変化が見られた。植物を添加した際に水の色が変わるなど、植物を解凍して水に入れた事による変化は見られた。その後、11 日目まで浮遊していた植物が水槽の底に沈み、ホザキノフサモやマツモのような形の崩れやすい植物については、形状の崩れが見られ、沈水植物の色が緑色から茶色に変化した。

植物の水質測定の結果から水への栄養塩回帰については、分解実験についての他の論文から、分解の流れとして、窒素については  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$  の順にピークを迎え、その後  $\text{NO}_3\text{-N}$  が増加していくという特徴を示すと述べられている。また、リンについては  $\text{PO}_4^{3-}\text{P}$  も  $\text{T-P}$  も同じように増加傾向をみせ、最初緩やかに増加し、徐々に増加量が増え、ある程度分解すると、増加が緩やかになる。炭素についても緩やかな増加傾向を示すという(一瀬ら 2004)。

本実験の結果として、リンについては、図 1 に一例を示した。沈水植物については、冷凍保存していたものを解凍し実験に使用しているため、最初の段階で植物の水分が水中に流れ出し、高い値をとっている。経時変化をみると、マツモとオオカナダモについては、緩やかな増加傾向を見せている。その他の植物は、変化が見られなかった。沈水植物については、どの植物も同様の動きを見せた。T-P 中の DT-P の割合が高いことがわかる。2 日目から 7 日目にかけて減少している傾向が見えるが、これは、植物に付着していた粒子がエアープンプを使用していることで巻き上がり、値が安定していなかった

表 1 水質測定項目

試験試料	測定項目	測定方法	
水質	SS・VSS	ろ過法	
	リン	T-P	高圧分解モリブデン法
		DTP	
		$\text{PO}_4\text{-P}$	
	窒素	T-N	紫外線吸光度法
		DTN	
		$\text{NH}_4\text{-N}$	インドフェノール法
		$\text{NO}_2\text{-N}$	N-1(1-ナフチル)エチレンジアミン吸光度法
		$\text{NO}_3\text{-N}$	ブルシソ・スルファニル法
	炭素	TOC	燃焼酸化赤外線分析法
DOC			
植物	含水率		
	CN比・量	乾式燃焼法(CNコーダー分析法)	
	P量	硝酸-硫酸分解法モリブデン書法	

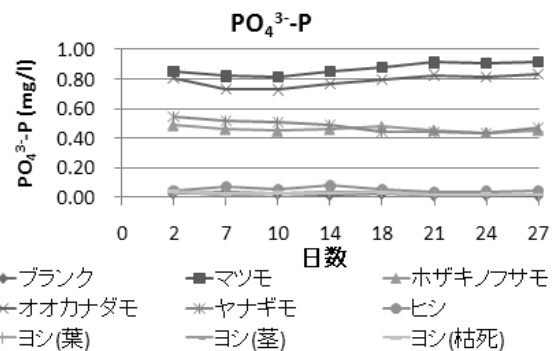
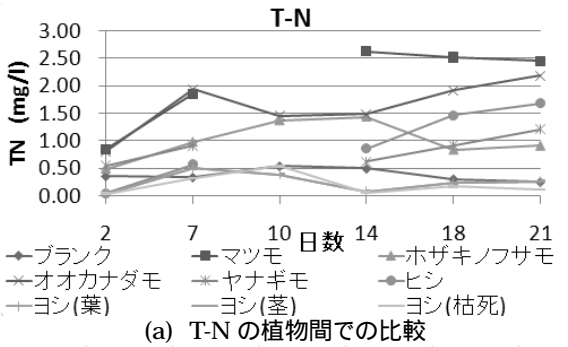
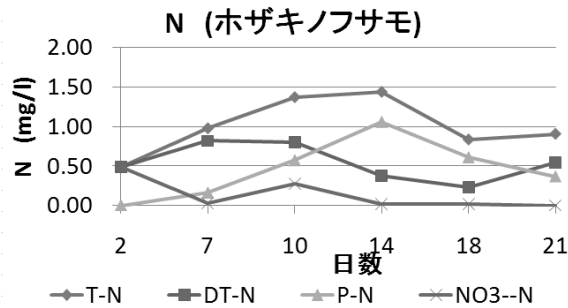


図 1  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  の植物間での比較



(a) T-N の植物間での比較



(b)ホザキノフサモの窒素の変動  
図2 窒素についての測定結果

ことが要因であると考えられる。その後、T-P、DT-P、 $PO_4^{3-}P$  が徐々に増加していた。これが植物からの栄養塩回帰による影響であると考えられる。

次に、窒素の測定結果について述べる。結果の一部を図2(a)に示した。T-N のデータを見ると、最初にどの植物も値が急に上昇しているのがわかるが、これもリンと同様に添加して間もない状態での測定となっているためであると考えられる。14 日目以降の変化についてみると、オオカナダモ、ヒシ、ヤナギモに増加傾向が見えることから、分解による影響が現れたものではないかと考えられる。ホザキノフサモは、最初 2 日目に増加し、14 日目から減少していることから、分解が他の植物より早く進んでいるのではないかと考えられる。(b)のグラフでは、ホザキノフサモの分解による窒素についての変化を示した。これを見ると、T-N のほとんどが DT-N であり、P-N はほとんどないことがわかる。T-N が 2 日目から増加し 14 日目から減少していく様子が見える。この間に  $NH_4^+-N$ 、 $NO_2^-N$  のピークが来ていると考えられる。しかし、その後の  $NO_3^-N$  の増加が見えない。今後徐々に増加する可能性もあるが、プランクトンが吸収し、増殖してしまっている可能性も考えられる。

次に、植物自体の分解量と水への回帰量についての関係について示す。表 2 に植物それぞれの分解量を示した。この表を見ると窒素の分解が進んでいるが、リンの分解が進んでいないことがわかる。これは、植物に付着する付着生物がリンを吸収し、体内にため込んでいるために、水には溶けださず、溶解量としては小さくなっている。分解が進み、植物が分解され尽くせば、付着生物が死滅し、水中にリンが溶けだ

表 2 植物の分解量

植物	乾燥重量 分解量(mg/g)	炭素 分解量(mg/g)	窒素 分解量(mg/g)	リン 分解量(mg/g)
マツモ	0.79	-0.10	-1.84	6.31
ホザキノフサモ	0.76	3.50	-2.87	5.41
オオカナダモ	0.73	2.53	-2.81	-4.82
ヤナギモ	0.83	-12.43	-3.95	0.46
ヒシ	0.50	8.92	-2.72	-2.48
ヨシ葉	0.54	-6.21	0.18	1.52
ヨシ茎	0.17	-0.99	0.93	3.25
ヨシ枯死	0.27	-0.99	0.13	0.34

すことが考えられる。

### 3.2. 発芽実験による水生植物の同定

シードバンクを撒いた水槽に計 4 個の芽が発芽した。葉の長さ自体は長くなり 15cm 程度まで生長したが、植物の形から種類を判断するには、生長が十分ではない。

まず、湖山池の植生に関する文献を参考に生える可能性のある植物を挙げた。平塚ら(2006)は、湖山池の東北岸の入り江で昔生えていた沈水植物として、エビモ、カワツルモ、トリゲモの 3 種類に似た植物が生えていたというが、正確な植物名は明らかにしていない。鳥取県の調査により、近年では、その付近でマツモが確認できたという。

次に、現在水槽で生育している植物の形体から、種類の同定を行う。図 3 に発芽実験で生育した植物の写真を載せている。現在は茎が見られず、根と葉しかないため、葉の形状を見て確認する。葉は 2~4mm の幅のある平らな葉が 5 枚、根から直接出ている。葉の先は尖っており、葉の縁に鋸歯はなく、長く真っ直ぐな葉が伸びている。

もし、沈水植物であれば、過去生えていた植物である可能性が高い。マツモとは確実に葉の形状が異なっている。エビモは葉が波打っており、葉の幅が 1cm 程度であることから、エビモとも異なっている。葉の形状からトリゲモとカワツルモに類似しているが、トリゲモの葉の長さが 3.5cm 程度であるが、図 3 の植物の葉は 15cm 以上あること、鋸歯がないことから、カワツルモである可能性が高いと考えられる。



図 3 発芽した植物

### 4. 結論

分解実験では、沈水植物の窒素の分解が確実に見られた。今回の実験条件として、冷凍保存していた植物を使っていたことで、細胞が壊れやすくなっており、分解が早く進んだ可能性があるが、ホザキノフサモは 2 日目に、オオカナダモやヤナギモなどは 14 日目から分解による影響が水質変化に現れた。マツモとヒシの水への溶解量が最も大きく、水への影響量が大きくなると考えられる。

発芽した植物については、十分に成長させることができなかった。そのため、種類を確実に同定することはできなかったが、カワツルモが有力な候補であると考えられる。しかし、この植物がカワツルモであるという確証がない。そのため、植物の種類を確実に把握するためには、この植物を十分に生育させていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 平塚純一, 山室真澄, 石飛裕(2006): 里湖モク採り物語 - 50 年前の水面下の世界, 生物研究社, pp59-60
- 2) 一瀬諭 岡本高弘 若林徹哉 藤原直樹 加賀爪敏明 辻元宏(2004): 琵琶湖沿岸での水質形成機構に関する調査 沈水植物の吸収・分解実験について, 滋賀県立衛生環境センター所報, 39, pp48-56