

漂着した水生植物による山中湖への 窒素・リン・有機炭素負荷量の推定

長谷川裕弥 吉澤一家 江頭恭子

The Estimation of Nitrogen, Phosphorus and Organic Carbon Loads from Aquatic Plants in Lake Yamanaka.

Yuya HASEGAWA, Kazuya YOSHIKAWA and Kyoko EGASHIRA

キーワード：水生植物、負荷量、窒素、リン、山中湖

山中湖の北東部に位置している平野ワンドは、水生植物の多い水域として知られている。この水域では、およそ5月から1月にかけて切れ藻となった沈水植物が湖岸に漂着している¹⁾。漂着した沈水植物は、景観の悪化や悪臭を発生させたりする。また、沈水植物が枯死すると分解されて窒素、リン、炭素（以下、栄養塩）を溶出し、湖水のCODが上昇したり、植物プランクトンが増殖しやすい環境になると言われている²⁾。本報告では、山中湖に生息している沈水植物を枯死させた際の各栄養塩溶出量の経日変化の実験を行った（以下、溶出実験）。さらに、各栄養塩溶出量と平野ワンドに漂着した水生植物湿重量から平野ワンド内へのおおよその窒素、リン、有機炭素負荷量を推定したので報告する。

溶出実験の方法

2014年8月20、21日に図1に示す山中湖の平野ワンド（外周約1500m）で水生植物調査を実施した。その際に、平野ワンドで確認されたセキショウモ、クロモ、ホザキノフサモ、ホソバミズヒキモ、センニンモ、エビモ・センニンモの交雑種（以下、エビセンニンモ）の6種の沈水植物を当所に持ち帰った。溶出実験に使用した沈水植物は、葉や茎に付いている付着物を水道水でよく洗い落とし、ポリエチレン製の13L用バット容器（45cm×25cm×11.5cm）に各沈水植物200g（湿重量）と蒸留水5Lを入れ、アルミホイルで光を遮断し、2014年8月27日から室温で枯死させた。0、5、9、13、20、29、50、90、218日目に各試料水を100ml分取し、孔径0.45μmニトロセルロースフィルター（ミリポア HAWP0045）でろ過し溶存態全窒素（DTN）、

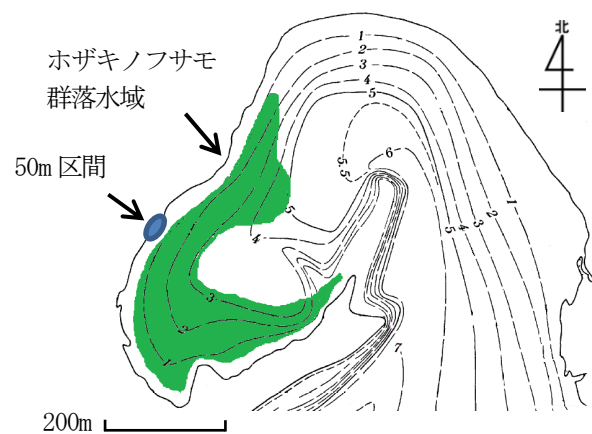


図1 平野ワンド水域

溶存態全リン（DTP）、溶存態全有機炭素（DTOC）溶出濃度を測定した。試料を分取する際は、0日目の総重量（沈水植物量+蒸留水）を基準にし、総重量が減少している場合は、蒸留水を加え総重量が一定になるようにした。また、HOB0社製の水温ロガー（UTBI-001）を設置し1時間毎に水温を連続測定した。DTNは、ペルオキシ二硫酸カリウム分解-紫外線吸光光度法で測定した。DTPは、ペルオキシ二硫酸カリウム分解-モリブデン青吸光光度法で測定した。DTOCは、全有機炭素自動測定装置（SIEVERS900 ラボ）により紫外線酸化法で測定した。

結果と考察

セキショウモの溶出実験の様子を図2に示す。5日後には水が茶色に濁りだし、セキショウモも茶色く変色した。9日後にはセキショウモが溶け出し、13日後にはバラバラ

となった。その後は目視での変化はほぼ見られなかった。セキシウモ以外の沈水植物も概ね同様の傾向が見られた。また、溶出実験中における6つのバット容器間の日平均水温の標準偏差は0.1~0.5℃であり、水温差による溶出量への影響は、ほぼなかったと考えられた。

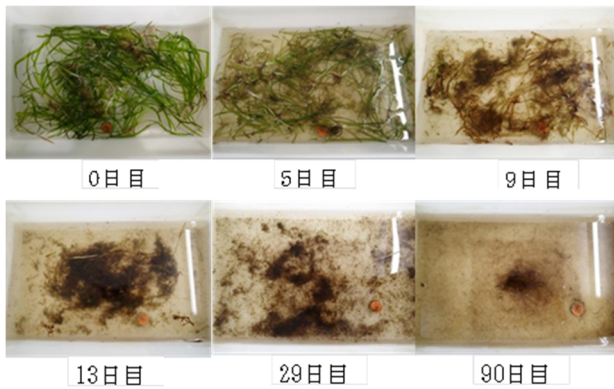


図2 セキシウモの溶出実験の様子

1 DTN、DTP、DTC溶出量の経日変化について

沈水植物6種のDTN、DTP、DTC溶出量は、沈水植物種によって各溶出量が異なることが明らかになった(表1)。DTN及びDTC溶出量が最も多かったのがホソバミズヒキモで、DTP溶出量が最も多かったのがホザキノフサモであった。従って、湖内中の窒素を最も利用しているのがホソバミズヒキモで、リンを最も利用しているのがホザキノフサモであると推察され、例えば、湖内からリンを効率的に回収する媒体としてホザキノフサモが有効であることが示された。なお、2014年8月調査では、ホザキノフサモが平野ワンド内に広範囲で大群落を形成しており(図1)、リンの回収に有用であると考えられた。

表1 100g(湿重量)あたりの最大溶出量(mg)

沈水植物種	DTN	DTP	DTC
セキシウモ	35	1.6	35
クロモ	46	5.5	58
ホザキノフサモ	37	6.6	50
ホソバミズヒキモ	57	3.4	89
センニンモ	31	5.9	72
エビセンニンモ	49	4.9	47

次に、各溶出量の経日変化について図3、4、5に示す。

DTN溶出量:センニンモを除いた5種類の沈水植物は、時間が経過するとともにDTN溶出量が増加する傾向がみられた(図3)。DTN溶出量が最大値を示したのは、50日目又は90日目であった。90日以降は、ほぼ溶出量の変化がなかったため分解が終了したと考えられるが、90日以降の水温は低い傾向にあり(図6、9~17℃)、水温が

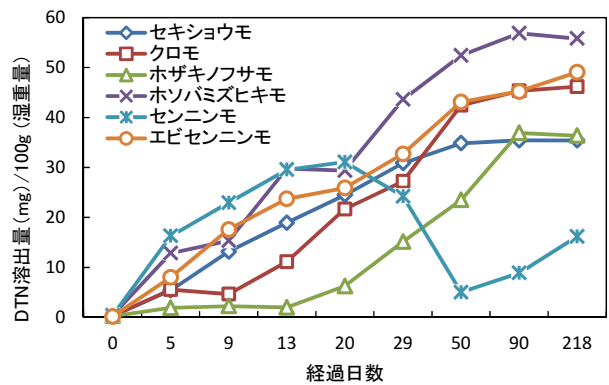


図3 DTN 溶出量の経日変化

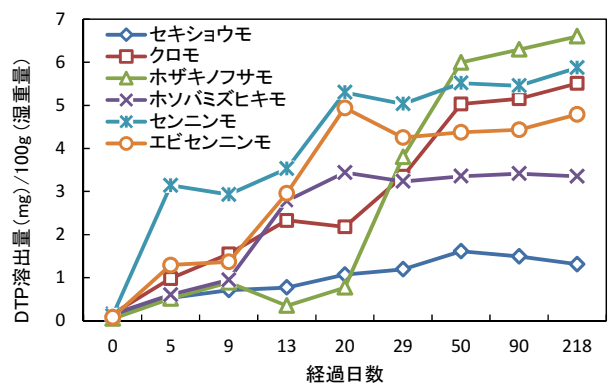


図4 DTP 溶出量の経日変化

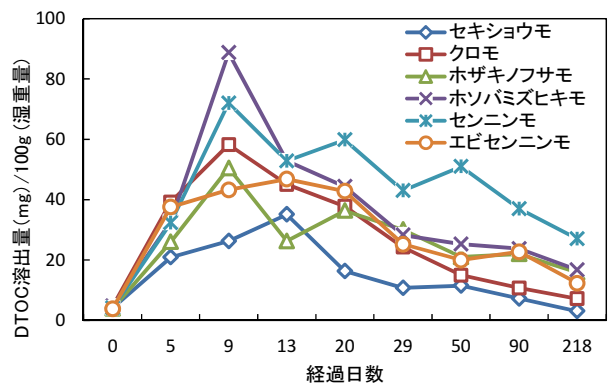


図5 DTC 溶出量の経日変化

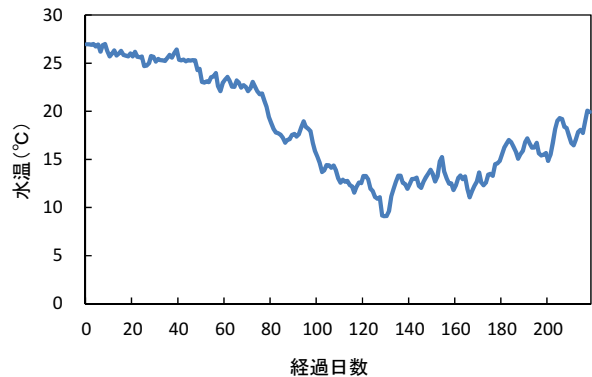


図6 日平均水温の経日変化

低いことで分解が抑制された可能性も考えられた。また、各沈水植物が溶けてバラバラになり始めた 13 日後を基準にしたDTN初期溶出速度(13日溶出量-0日溶出量)は、ホソバミズヒキモ、センニンモ、エビセンニンモ、セキショウモ、クロモ、ホザキノフサモの順に速かった。センニンモは20日まで溶出量が増加したが、その後減少する挙動を示した。

DTP 溶出量：すべての種類の沈水植物は、時間が経過するとともにDTP 溶出量が増加する傾向がみられた(図4)。DTP 溶出量が最大値を示したのは、50 日目又は 90 日目であった。90 日以降は、ほぼ溶出量の変化がなかったため分解が終了したと考えられた。13 日を基準にしたDTP 初期溶出速度(13日溶出量-0日溶出量)は、センニンモ、エビセンニンモ、ホソバミズヒキモ、クロモ、セキショウモ、ホザキノフサモの順に速かった。ただし、ホザキノフサモは20日を過ぎると極端に溶出量が増える挙動を示した。

DTOC 溶出量:DTOC 溶出量が最大値を示したのは9 日目又は13 日目であり、13 日目以降は減少傾向を示した(図5)。DTOC 溶出量が減少したのは、水生植物中の有機物が分解され、無機態の炭素として存在したためと考えられた。

以上より、ホザキノフサモは切れ藻になってから 13 日間は、窒素やリンの初期溶出速度が他の沈水植物より遅く、分解されにくいことが明らかになった。一方で、センニンモは、窒素やリンの初期溶出速度が最も速く、分解されやすいことが明らかになった。また、ホソバミズヒキモ、エビセンニンモの初期溶出速度も他の種より速い傾向にあることから、ヒルムシロ科は分解され易いと推察された。従って、初期溶出速度の速いヒルムシロ科が湖岸に漂着した場合、素早く回収することで湖内へ還元される栄養塩負荷量を低減できると推察された。

2 窒素・リン・有機炭素負荷量の推定

2010年4月～2011年1月までの平野ワンド(50m区間)に漂着した水生植物総湿重量が118kgであったと吉澤ら¹⁾は報告している。この年の優占種はホザキノフサモ(52%)、次いでセキショウモ(36%)であった。2010年度に漂着した各水生植物湿重量と各沈水植物のDTN、DTP、DTOC溶出量の結果(表1)より、平野ワンド内(50m区間)の年間のDTN及びDTP、DTOC負荷量を推定した。その結果、DTNが45g、DTPが5.3g、DTOCが56gと推定することができた。さらに、平野ワンド内(外周約1500m)に漂着する沈水植物量が一定であったと仮定したときの平野ワンド全域の年間負荷量は、DTNが1.3kg、DTPが0.16kg、DTOCが1.7kgであると推定することができた。

まとめ

本報告は、漂着した水生植物が枯死した際の窒素、リン、有機炭素負荷量を推定するために溶出実験を行い、以下のことが明らかになった。

- 1) 山中湖の水生植物が枯死したときのDTN、DTP、DTOC溶出量を明らかにすることができた。DTN、DTOC溶出量が最も多かったのがホソバミズヒキモであり、DTP溶出量が最も多かったのがホザキノフサモであった。
- 2) 平野ワンドに漂着した水生植物量とDTN、DTP、DTOC溶出量から、水生植物が枯死した際の湖内への栄養塩負荷量を推定することができた。
- 3) 漂着した水生植物を回収することで、湖内へ還元される窒素、リン、有機炭素を軽減することができると考えられた。

謝 辞

水生植物調査にご協力下さった山中湖漁業協同組合、わかさぎ屋の皆様に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 吉澤一家ら：山梨県総合理工学研究機構研究報告書，**6**, 1-11 (2011)
- 2) 中村玄正ら：第48回日本水環境学会年会講演集，**18** (2014)