

浮葉植物（ガガブタ）が生態系と水質に与える影響に関する基礎実験

A laboratory experiment of the effects of a floating-leaved plant (*Nymphoides indica*)
on an ecosystem and water quality

丸山治朗¹

Jiro Maruyama

中井正則²

Masanori Nakai

有田正光²

Masamitsu Arita

ABSTRACT : A laboratory experiment was carried out to examine the effects of a floating-leaved plant (*Nymphoides indica*) on an ecosystem and water quality using two water tanks (with and without the plant) in the autumn of 2002. The plant bodies accelerated falling down of suspended solids with adsorbed phosphorus, and then, concentration of phosphorus greatly decreased and transparency largely increased in the water tank with the plant. In addition, attached algae appeared on the plant bodies and on the side walls of the same tank and absorbed dissolving nutrients from the plant bodies due to withering.

KEYWORDS : floating-leaved plant, *Nymphoides indica*, nutrient, attached alga, withering

1 はじめに

ため池・湖沼の沿岸帯には、本来、さまざまな生物の生息域となる水生植物の遷移域（エコトーン）が形成されており、生物多様性が維持された豊かな生態系が育まれている。このように、水生植物はため池・湖沼の自然環境を考えるうえで鍵となる重要な存在である¹⁾。しかしながら、近年、ため池・湖沼では護岸工事や人為的富栄養化現象などによって水生植物が急激に消失しており、それに伴う生態系の崩壊、自然浄化機能の低下、水質汚濁の進行など、深刻な環境破壊が生じている。

以上の点を踏まえて、本研究では生態系の多様性と水質改善の2つの側面に注目し、水生植物の持つ機能について基礎実験（秋季）を行った。なお、水生植物として研究例の少ない浮葉植物を選び、在来性の貴重種であるガガブタ（*Nymphoides indica*）を使用した（写真-1参照）。

2 実験方法

実験には、東京電機大学理工学部建設環境工学科所有のモルタル製の屋外実験池2基を使用した（図-1、写真-2参照）。この実験池の一方を対照池とし、もう一方の池にガガブタ（約70株）を移植したプランターを約20%の領域に限定して20個程度並べた（以下では、この池を「ガガブタ池」と称する）。なお、両池の水深は1.2m程度とし、水は学内の調整池のものを使用した。実験期間は2002年9月24日から12月17日であり、ガガブタを中心とした生物生息状況の観察と水質項目の測定を約2週間に一回の割合で晴天日に実施した。

水質測定項目は溶存酸素濃度（DO濃度）、炭酸ガス濃度（CO₂濃度）、全リン（T-P）、全窒素（T-N）、水温である。測定位置は、図-1のガガブタ池内の測点1（ガガブタ領域）、測点2（非ガガブタ領域）、対照池内の測点3のそれぞれ2割水深と8割水深である。DO濃度とCO₂濃度は、13時30分に東亜電波工業（株）製の専用測定機器（DO-21P、CGP-1）を用いて測定した。また、T-PとT-Nについては自作の採水ビンで採水し、同社製のオートアナライザー（LASA-1）により分析した。さらに、水温は両池の中心で水深50cmまでは5cm

¹ 東京電機大学大学院理工学研究科建設工学専攻 Graduate School, Tokyo Denki University

² 東京電機大学理工学部建設環境工学科 Dept. of Civil and Environ. Engineering, Tokyo Denki University

ごとに、100cm までは 10cm ごとにサーミスタ型温度計を用いて測定した。

3 実験結果と考察

3.1 観察結果

ガガブタ池では、実験開始直後には目立った変化が見られず、10/23 頃一気に水の透明度が上昇した（写真-3 (a) 参照）。また、同じ頃にガガブタの茎に付着藻類（ペリフィトン）が出現していた（写真-4 参照）。さらに、10/29 頃よりガガブタが枯れ始め、11/19 頃には半分以上が枯死した。この頃には、付着藻類が相当に増殖しており、ガガブタ池の側壁にも出現していた。なお、11/5 頃には採水した試料水（500ml）中に大型動物プランクトンが 10 匹程度観察されたが、その後実験終了時まで個体数が徐々に減少していった。ガガブタ池の様子の経日変化を写真-5 に示しておく。

一方、対照池においては、ガガブタ池の透明度が上昇した 10/23 頃には透明度が依然として低く（写真-3 (b) 参照）、その後徐々に上昇し、11/19 頃にガガブタ池と同程度になった。また、大型動物プランクトンは 11/5 頃から実験終了時まで試料水（500ml）中に常に 1~3 匹程度観察された。なお、付着藻類は全実験期間を通じて全く出現しなかった。

3.2 測定結果

最初に、制限栄養塩について検討する。植物プランクトンの増殖は、一般に栄養塩（リンおよび窒素）のうちの相対的に少量のものに制限される。なお、リン制限・窒素制限の境界を与える N/P 比（重量比）は理論的には 7.2 であるが、実際には 10 程度の値が使われることが多い²⁾。本実験では図-2 に示すように、すべての実験値が $N/P=10$ の直線の上側にプロットされており、全実験期間にわたって両池ともにリン制限であることがわかる（図中の凡例については、例えば「1-0.2」は測点 1 の 2 割水深を表している）。このことより、以下では栄養塩としてリンに注目して考察を行う。

次に、ガガブタが生態系と水質に与える影響を水質測定結果より考察する。図-3~5 に T-P、T-N、DO 濃度の経日変化をそれぞれ示す。また、池内のリンの挙動を明らかにするために、両池に対して T-P と（一次生産と直接関連する）DO 濃度増大率の関係を図-6 に示す。図-6 より、対照池に対するプロットは全実験期間を通じて良好な相関関係を示

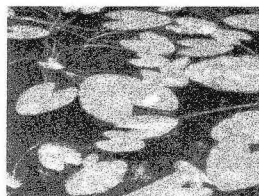


写真-1 ガガブタ

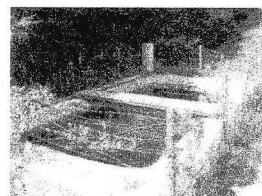


写真-2 屋外実験池

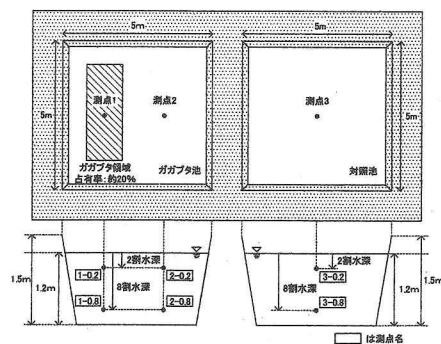
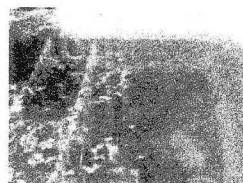
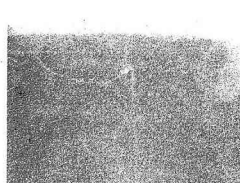


図-1 実験池の概要と測定点



(a) ガガブタ池

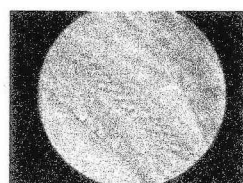


(b) 対照池

写真-3 透明度の比較 (10/23)



(a) ガガブタ池における様子



(b) 顕微鏡写真

写真-4 付着藻類

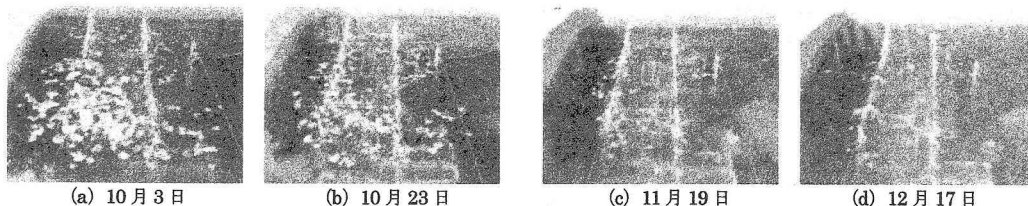


写真-5 ガガブタ池の様子の変化

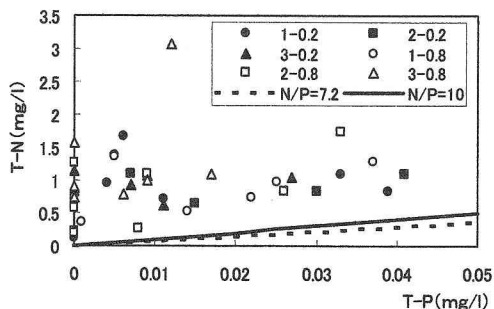


図-2 全リン (T-P) と全窒素 (T-N) の相関

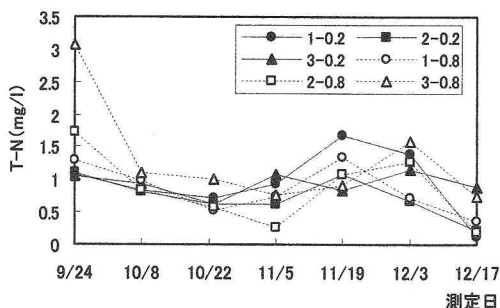


図-4 全窒素 (T-N) の経日変化

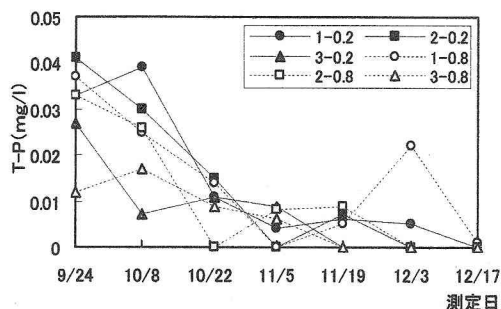


図-3 全リン (T-P) の経日変化

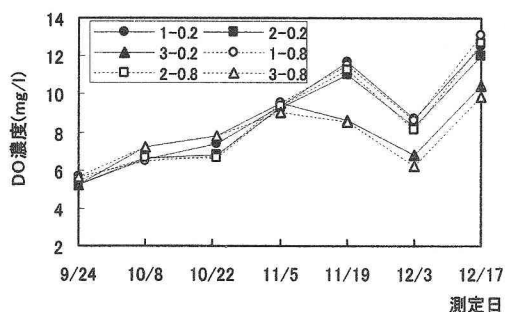


図-5 溶存酸素 (DO) 濃度の経日変化

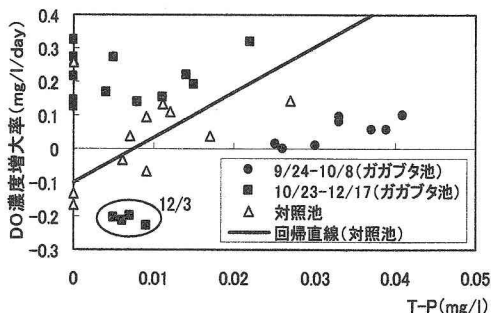


図-6 全リン (T-P) と溶存酸素 (DO) 濃度の増大率の相関

していることがわかる (同図にその回帰直線を挿入してある)。これは、対照池において、T-P 中に占める植物プランクトンの割合が高いことを意味している。

一方、ガガブタ池では、9/24~10/8 におけるプロットは対照池の回帰直線より下側に位置しており、リンが高濃度で存在しているにもかかわらず、DO 濃度の増大率が小さく、植物プランクトンの量が少ないことが示唆される。これは、リンの大部分がリン酸態リン (溶存態) の形態ではなく、水中の SS に吸着した粒状態リンの形態で存在しているため、植物プランクトンが増殖できないことを意味している。また、図-3

においてこの頃 (9/24~10/23) の T-P の経日変化を見ると、ガガブタ池の T-P はほぼ単調に激しく低下している (一方、T-N については緩やかに低下している (図-4 参照))。これは、(リンが吸着した) SS がこの間に大量に沈降したことを表しており、その結果、ガガブタ池の透明度が一気に上昇したと推察される (写真-3 (a) 参照)。なお、SS の大量沈降および透明度上昇の主な原因は、ガガブタが SS に対して接触材の役割を果たすこと、および、流れに対する抵抗としての作用によって池内を静穏化することと考えられる (透明度上昇の原因には、大

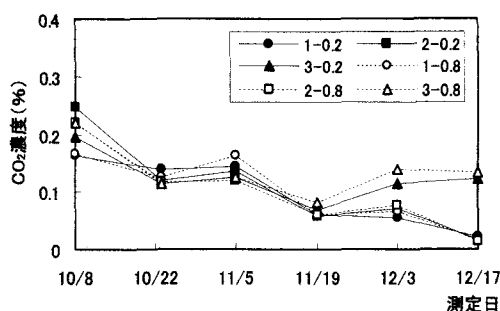


図-7 炭酸ガス (CO₂) 濃度の経日変化

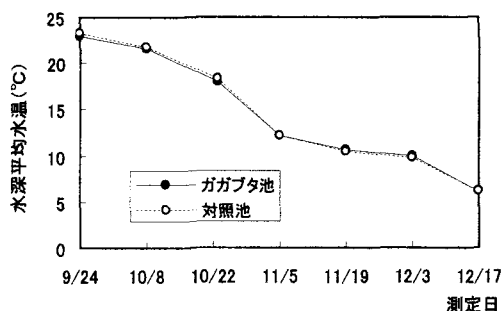


図-8 水深平均水温の経日変化

型動物プランクトンによる植物プランクトンの捕食も考えられる)。

図-6より、さらに、ガガブタ池では10/23以降にプロットが逆に対照池の回帰直線の上側に位置しており、リンが少ない割にはDO濃度の増大率が大きいことがわかる(12/3にはDO濃度増大率が負になっているが、この原因は不明である)。これは、10/23頃より出現し始めた付着藻類による光合成の影響と推察される。実際に図-5を見ると、ガガブタ池のDO濃度は10/23より大きく上昇し始め、11/19には対照池のそれに比較して大幅に増大している。さらに、図-7にCO₂濃度の経日変化を示す。同図より、CO₂濃度は11/19以降においてガガブタ池の方が対照池より小さくなっており、DO濃度と逆の関係になっていることがわかる。このことから、付着藻類の生産・増殖活動の影響を伺い知ることができる。

ところで、前述のようにガガブタは10/29頃より枯れ始め、11/19頃までに半分以上が枯死した。また、その後も徐々に枯死量が増大し、実験最終日の12/17にはガガブタはごくわずかしかなかった(写真-5(d)参照)。しかし、図-3においてこの時期にガガブタの枯死分解に起因するT-Pの増大が見られず、一見矛盾しているように思われる。これは、ガガブタの枯死分解に伴って溶出したリンが植物プランクトンに利用されることなく、速やかに付着藻類の増殖に使われたためと考えられる。なお、この原因の一つとして、付着藻類はガガブタに直接付着しているため、植物プランクトンより効率よく栄養塩を吸収できたことが挙げられる。また、別の原因として水温低下が考えられる。図-8に示した両池における水深平均水温の経日変化からわかるように、ガガブタが枯死し始めた直後の11/5を境にして両池ともに水温が急激に下がっている。多くの植物プランクトンの増殖に最適な水温は18-25°C程度であるため、ガガブタが枯死し始めた頃には植物プランクトンの活性がすでに低下していた可能性が高い。このことも、先の結果の一因となりうるだろう。

一方、T-Nについても(図-4参照)、ガガブタ池の値は11/19以降において若干増大しているものの、対照池との間に大きな差はなく、枯死分解の影響は特には見られない。また、12/17にはガガブタ池のT-Nが対照池のそれよりも大幅に小さくなっているが、これも付着藻類が生産・増殖活動に窒素を利用したためと考えられる。

4 まとめ

本実験より、ガガブタの持つ機能のうち、SSの沈降促進作用と付着藻類に対する基盤提供の二点について明らかになった。また、付着藻類はガガブタの枯死分解に伴って溶出した栄養塩を速やかに吸収し、秋季における植物プランクトンの増殖を抑制しうることがわかった。このように、今回明らかになった点に限定しても、浮葉植物が生態系の多様性と水質改善の両面に対して重要な役割を果たしていることが認識できる。今後は、他の種も含めて浮葉植物が果たす役割について、より詳細な検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 沖野外輝夫：湖沼の生態学，共立出版，pp.85-154，2002。
- 2) 手塚泰彦 訳：陸水学，京都大学学術出版会，pp.168-169，1999。