

霞ヶ浦の隔離水界での沈水植物の再生実験結果

RESTORATION OF SUBMERGED MACROPHYTES AT THE ISOLATED WATER AREAS IN LAKE KASUMIGAURA

大畠巖¹・久保田一²・酒井憲司³

Iwao OOSHIMA, Hajime KUBOTA and Kenji SAKAI

¹非会員 財団法人河川環境管理財団 (〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9)

²正会員 財団法人河川環境管理財団 (〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9)

³正会員 財団法人河川環境管理財団 (〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9)

Restoration of submerged macrophytes by isolated water areas was examined in Lake Kasumigaura. In the isolated water area, the light condition was improved to compare with the Lake Kasumigaura because of the decrease of turbidity. The soil where submerged macrophytes grow are evaluated to be useful as a seed bank. In the water area where submerged macrophytes grew well, the water quality was improved.

Key Words : Lake Kasumigaura, Submerged macrophytes, restoration, isolated water area, water purification

1. はじめに

我が国の多くの湖沼では、高度経済成長期以降の流域の開発に伴う湖沼への流入負荷の増大による水質悪化、湖岸沿いの植生帯の浚渫、水位管理や湖岸堤整備などに伴って湖岸植生が大きく衰退した。霞ヶ浦西浦では、1972年に1,212haの湖岸植生が見られたが、1982年には520ha、1997年には197haへと大きく衰退した¹⁾。中でも沈水植物は1980年代半ばから後半にかけて群落が消滅したと言われている²⁾。霞ヶ浦においては、2002年に植生帯の保全・再生を目的として緊急保全対策工が11地区で実施され、植生面積は整備前の7haから整備後5年では16haに増加した。しかし、沈水植物は一次的にワンド等で530m²まで再生したが、抽水植物に被陰されて衰退した¹⁾。沈水植物は水質浄化機能などが大きいと言われており、その再生を図ることが課題となっている。

国土交通省霞ヶ浦河川事務所では、現状においては霞ヶ浦実湖沼での沈水植物の再生が難しいことから、光など沈水植物の再生のための諸条件を検討する目的で、2008年度から隔離水界実験（以下、実験という）を行っている。2008年度には、隔離水塊施設の設置・シードバンク土砂の敷設・沈水植物株の移植を行い、湖水を注入してその後の経過についてモニタリングを行った。

本実験は、霞ヶ浦河川事務所が設置した「霞ヶ浦における沈水植物再生・保全等検討WG（以下、検討WGと

いう）」（座長：高村典子国立環境研究所生態系影響評価研究室長）の指導を受けて実施している。河川環境管理財団は霞ヶ浦河川事務所からの委託により、当WGの事務局を努めており、本報告は実験モニタリング結果についてその第1報を報告するものである。

2. 実験の概要

2008年度の実験で目的としたのは、隔離水界での沈水植物の発芽・生育条件、シードバンクとなる土砂の有効性の確認、沈水植物の移植方法の比較などである。

実験は霞ヶ浦の右岸38.5kmにある木原地区の浄化実験施設内に設置された隔離水界実験施設（以下、実験施設という）で行われた。実験施設の概要は図-1に示す通りで、1辺が20mの正方形を底面とする水界が6つ連なっており、それぞれが調査路を除く3方がオイルフェンスで仕切られている。各水界の水深は岸側が0.4m、湖側が1.0mで、岸から湖に向かって緩やかな勾配がついている。実験施設の基盤の整備とシードバンクとなる土砂の搬入・敷設は2008年4月末に行われた。6つの水界の実験条件を表-1に示す。

K-1とK-2には霞ヶ浦での砂質系の航路浚渫土砂を用いた。また、K-3とK-4には沈水植物が生育していた天王崎海水浴場の土砂を用い、K-3は採取時に生育が確認されていた土砂、K-4は2ヶ月及び1年前まで生育が確認されていた土砂である。

水界名	敷設土砂の特徴	移植の有無
K-1	砂質系の航路浚渫土砂	なし
K-2	砂質系の航路浚渫土砂	なし
K-3	沈水植物生育地の土砂	なし
K-4	沈水植物生育地の土砂	なし
K-5	購入砂	4種類の沈水植物を3つの手法で移植
K-6	購入砂	なし

K-5に移植した植物は、エビモ、ササバモ、クロモ、リュウノヒゲモの4種である。移植方法は、直植え（植物体のみ、クロモは浅所適応株と深所適応株を比較）、ポット植え（植物体＋土壌、クロモを除く3種で実施）、ブロック植え（30cm四方以上の大きさの植物体の集団、クロモのみ実施）の3方法を実施した。ここで、K-6は沈水植物が繁茂しない対照区とした。

湖水の導入にあたっては魚類が流入しないように、1mm目の魚網を通して行った。また魚類等による沈水植物の捕食や底泥の攪拌は実験にとって好ましくないと判

実験の評価を行うために、沈水植物の生育状況、各水域の水質及び動植物プランクトンのモニタリングを2008年5月から12月にかけて概ね月1回の頻度で行った。

3.1 沈水植物の生育状況

沈水植物の生育状況は沈水植物に覆われた面積の割合（植被率）で評価することとした。K-1～K-4の水域で5月と12月における植被率を図-2に示す。

K-2はK-3とK-4と比べると実験初期には植被率は低かったが、10月には80%に達する部分も出てきており、リュウノヒゲモ、ササバモ、オオササエビモ、シャジクモ、フラスコモの5種が確認されている。同じ土砂を用いたK-1では秋になっても植被率が低いままであるが、出現種はリュウノヒゲモ、ササバモ、オオササエビモ、フラスコモの4種である。

K-1とK-2での沈水植物の発芽・生育は敷設した土砂によるものではなく、隣接するK-3から卓越する東寄りの風で散布体が供給されたと考えている。

K-1～K-4に共通する現象として、水深（水位）が45cmより浅い水域では水鳥によると見られる捕食跡が観察された。また岸側の斜面では波により削られている部分も見られた。

移植手法の比較は、移植された植物体の本数×体長の移植時と一定時間経過後の増減により行った。

直植えとポット植えは概ね似たような結果であるが、ササバモではポット植えの方がやや良好という結果が得られた。

直植えとポット植えのどちらにおいても水深（水位）が40cm付近では移植された植物体が見られなくなった。上記の(1)で述べたように、鳥による食害や波による影響が考えられる。

クロモはブロック植えが直植えより成長が早かったが、ブロックサイズの違いは見られなかった。直植えでは深所適応株の方の成長が良かった。しかしながらどの方法においても秋になると衰退に転じ、12月には消失した。

沈水植物に固定された栄養塩量を推定するために、K-1～K-4の水界において2008年11月上旬に沈水植物の現存量と成分含有量の測定を行った。各水界に50cm×50cmのコドラートを設置して沈水植物を刈り取り、その湿重量と乾燥重量、炭素、窒素、りんの内容量を測定し

2008. 5. 28

<湖側>

K-1	K-2	K-3	K-4
		70%	70%
		60%	30%
		40%	20%
		20%	

2008. 12. 16

<湖側>

K-1	K-2	K-3	K-4
25%	80%	100%	80%
10%	40%	100%	80%
10%	80%	80%	80%
8%	15%	80%	80%

【凡例】  70%以上  40%以上70%未満  20%以上40%未満  20%未満

図-2 各水界における沈水植物の生育状況

(注) %は植被率。

た。対象とした植物は各水界で優占したリュウノヒゲモとササバモの2種である(表-2参照)。この結果をもとに、1日当たり単位面積当たりの沈水植物への栄養塩固定速度を算定すると、炭素で36.1~106mg/m²/day、窒素で2.0~6.5mg/m²/day、リンで0.4~1.1mg/m²/dayであった(生育期間は6/1~11/12の165日間と仮定)。

3.2 水質の推移

各水界における透視度、SS、COD、T-P、T-Nの推移を図-3に示す。

(1) 透視度

透視度は、K-3とK-4は実験期間を通して80cm以上であり、特に9月以降は100cm以上である。K-2は8月以降はK-3やK-4と同様に良好である。

これに対してK-1は実験期間を通して40~60cmにとどまっている。K-6は7月と8月には100cm以上と良好であったが、9月と10月には40cm程度と低くなっている。

いずれの水界も12月には100cm以上となっている。

(2) SS

SSは透視度と似た傾向を示しており、K-2~K-4は実験期間を通して5mg/L以下と低かったが、K-6は9月と10月には10mg/L以上となっている。霞ヶ浦の湖水のSSが近年20mg/L前後で推移していることと比べると実験水界はいずれもSSが低いことが指摘できる。

(3) T-P

T-Pは7月から10月にかけてK-2~K-4は漸減、K-1とK-6は漸増と逆の動きをしており、差が拡大している。12月にはいずれの水界も0.01mg/L前後と実験期間で最も低くなっている。実験期間中の各水界の濃度範囲は0.01~0.05mg/Lであり、湖水の平均濃度の0.1mg/Lと比べると1/4~7/10である。

表-2 沈水植物の成分含有量

項目	単位	リュウノヒゲモ		ササバモ	
		地上部	地下部	地上部	地下部
DW/WW	%	7.3	—	18.7	—
C	mg/gDW	396	407	367	412
N	mg/gDW	25	14	21	15
P	mg/gDW	3.2	3.5	2.5	3.4

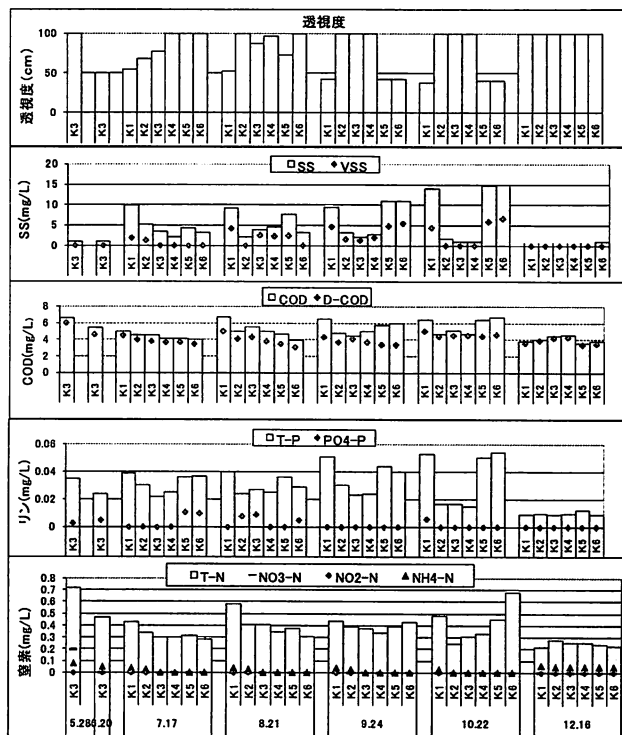


図-3 各水界における水質の推移

(5) 水質浄化量の試算

沈水植物が繁茂したK-3、K-4と沈水植物が生育していない対照区のK-6の水質の差が最も大きかった10月を対象にして水質浄化量を試算した。10月の水質の差が、オイルフェンスを隔離した7/15から10/22までの99日間に形成されたと仮定した。これによると、CODで7.3mg/m²/日、T-Nで1.5mg/m²/日、T-Pで0.15mg/m²/日であり、この値は、桜井³⁾がオオカナダモ・サンショウモで報告している値(Nで0.05~0.58g/m²/日、Pで0.06~0.24g/m²/日)よりも2オーダー低い値である。算定時の水界の容量は、設計時の(1.0m+0.4m)×1/2×20m×20m=280m³とした。

上記の算定値はある限られた条件下での試算値である。たとえば、本施設は3方向をフェンスで隔離しているが、基盤と調査路側が砂質であり、また降雨によっては、霞ヶ浦へ通じるカルバートのバルブを開放して隔離施設から排水し、これに連動して隔離水界の水位も低下していることなど、完全な隔離状態ではない。

3.3 動植物プランクトン

各水界における植物プランクトンの細胞数と動物プランクトンの個体数の推移を図-4に示す。

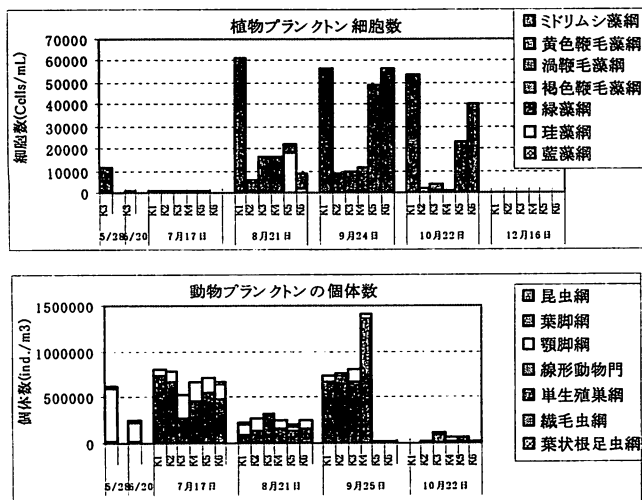


図-4 動植物プランクトンの推移

植物プランクトンの細胞数は8月～10月に多くなっており、出現する種類では緑藻が大半を占めている。沈水植物が繁茂するK-2～K-4は繁茂していないK-1、K-6と比べると細胞数はかなり少ない。

動物プランクトンの個体数はK-1～K-4は実験初期の7月～9月までは多少の増減はあるがほぼ横這いといえるが、K-6については9月以降かなり減少している。出現する種類では、ワムシとコペポダが多い。

4. まとめ

隔離水界での沈水植物再生実験結果は以下のようにとめることができる。

①隔離水界の特性

隔離水界を設置することで濁りが大きく減少し、SSは概ね湖水の近年の半分以下であった。このことは透視度の改善にも効果があり、100cm以上という水界が少なからず出現した。

②シードバンクの機能

天王崎地区で1年前程度まで沈水植物の生育が確認されていた殖芽・根茎を含む土砂を敷設した水界では、湖水導入後2週間程度で沈水植物が発芽し、50日後には植被度100%の水域もみられ、リュウノヒゲモやササバモを優占種とする計7種の沈水植物の発芽・生育が確認された。こうした区画の土砂であればシードバンクとして活用できることが分かった。

③浅い水域での沈水植物の衰退

水深（水位）が40cm以下の浅い水域では、波浪や水鳥の食害と考えられる要因によって衰退・消失しているものが多く確認された。

④沈水植物の移植方法

直植え、ポット植え、ブロック植の3つの方法の比較を行ったが、いずれも購入砂を敷設した水界で定着が確認された。直植えとポット植えはほぼ同じであったが、ササバモではポット植えの方がやや成長が良好であった。ブロック植はクロモで行ったが、直植えより良好であり、ブロックサイズによる違いは見られなかった。

⑤沈水植物による水質への影響

沈水植物が繁茂した水界では透視度が高くSSの低い状態が維持された。また沈水植物が生えなかった水界と比べてT-N、T-Pの水質がかなり低く、水質の改善が図られたと思われる。

⑥プランクトンへの影響

沈水植物が繁茂した水界では生えなかった水界と比較して植物プランクトンの出現数がかなり少なかったが、動物プランクトンでははっきりした傾向は見られなかった。

謝辞：本研究において、土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム天野邦彦上席研究員（現国土技術政策総合研究所河川環境研究室長）、大石哲也研究員に、実験方法・設定条件の提案や、シードバンク土砂の採取・撒きだし、沈水植物株の移植など現地において立会及び指示をいただくなど、実験の計画立案から実施にいたるまで全面的に指導していただいた。また、モニタリング項目の設定やモニタリング結果の評価等については、検討WGの委員の方々に様々な指摘・指導をいただいた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所：霞ヶ浦湖岸植生帯の緊急保全対策評価検討会 中間評価, 2007.
- 2) 天野邦彦, 大石哲也：霞ヶ浦における沈水植物群落の消長と環境変遷の関連性解析に基づく修復候補地の抽出, 水工学論文集, 第53号, pp.1369-1374, 2009.
- 3) 桜井善雄：水辺の緑化による水質浄化, 公害と対策, Vol. 24, No. 9, pp. 66-77, 1988.