

小河川におけるミクリ (*Sparganium erectum*) 群落による有機土壌、栄養塩堆積の機構および生長促進への影響

MECHANISM OF ORGANIC SOIL SEDIMENTATION AND ITS EFFECT ON THE GROWTH OF *SPARGANIUM ERECTUM* IN THE LOTIC ENVIRONMENT

小池 直行¹・狩野 正浩²・浅枝 隆³

Naoyuki KOIKE, Masahiro KANOU and Takashi ASAEDA

¹非会員 工修 株式会社建設技術研究所 東京本社環境部
(〒338-0071 埼玉県さいたま市浦和区上木崎1-14-6 CTIさいたまビル)

²学生非会員 学士 埼玉大学大学院 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

³正会員 工博 埼玉大学教授 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

Mikuri, *Sparganium erectum*, is an endangered species locally. Characteristics of annual growth pattern was observed in a small stream separately between above- and belowground biomass, and new and old shoots. Succeeding upward and downward material translocation was recognized from between above- and below ground biomass from spring to summer, and at the time of new shoot formation from summer to winter. *Sparganium* hibernates in submerged form, is transformed into emergent form in spring, then grows rapidly.

Many shoots collapse in June and December, then stuck the current in the community, declining the flow velocity. An amount of organic and inorganic sediments is accumulated in a short time on the bottom, producing nitrogen and phosphorus rich substrate there. Then, 53.9% of nitrogen is taken up by the plant, when growing. Presumably it is one of strategies to develop a community there.

Key Words : *Sparganium erectum*, Emergent plants, sedimentation, stream plants, shoot collapse

1. はじめに

ミクリ (*Sparganium erectum*) は多年生の抽水植物であり、河川や湖沼、池や放水路などの浅水域に群落を構成して生息している。戦後、わが国における社会基盤整備によって急激に自然環境が改変されたために、抽水植物群落の生息地が消失するとともに生息環境の悪化に伴って衰退していることを受けて、ミクリもその群落数が各地に部分的に点在するほどに減少してしまい、現在ではレッドデータブックにおいて準絶滅危惧種に指定される希少種である。また、対象とした元荒川は水源を埼玉県水産試験場の湧水に求め、水産試験場の閉鎖と共に、この河川の維持管理に関し、ムサシトミヨという希少種の魚が生息していることもあって生物多様性の観点からも今後の動向が懸念されている。

さて、水生植物は周辺の流況は単に円柱周辺の流れでは近似できないことが近年の研究で明らかになってきている^{1),2)}。そのため、抽水植物群落においても周辺の流況は様々な場所で測定されている^{3),4)}。既往の研究により、ミクリは年に2回程度の群落全体の倒伏を生存戦略の1つとして自発的に示し、倒伏後、群落内の流速が減少することで有機物を豊富に含んだ細粒土砂を堆積させることが分かっている。そして、この現象によってミクリにとって住みよい環境が作られているのではないかという仮説が立てられているが、堆積した土壌の栄養塩濃度の変化など具体的にミクリの生長とどのように関わっているか、年間の観測を通しては明らかになっていない⁵⁾。

そこで本研究では既往の研究結果を踏まえ、ミクリの生長・繁殖の過程および年間を通した群落内・外の流況変化や堆積物の栄養塩濃度の変化を把握し、それ

がミクリの生長にどの程度寄与しているかを検証した。そして、この検証をもとに、抽水植物群落を維持・管理をしていく上での留意すべき点について考察した。

2. 観測地概要

観測地は埼玉県熊谷市久下-佐谷田間を流れる元荒川上流部である。元荒川は熊谷市から行田市の市街地にかけて荒川に沿って流れており、忍川や星川、野通川と合流して蓮田市を流れ、岩槻市、越谷市の幅が狭い流域を通過して中川に合流する、全長約60 kmの荒川水系の1級河川である。

ミクリが群生する範囲は最上流部から約5 kmの区間であり、その区間の中流域から下流域にかけて礫河床となり河岸部にはヨシやキショウブなども生息し、河道中央部にはエビモやコカナダモ、セキショウモなどが生息している。水温と水深は湧水を起源とすることもあり、年間を通して $14.5 \pm 3.5^{\circ}\text{C}$ 、 $60.5 \pm 4.5\text{cm}$ とそれほど変化しない。水質に関しては、T-N（全窒素）、T-P（全リン）、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ （アンモニア態窒素）、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ （硝酸態窒素）、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ （リン酸態リン）の各濃度を測定した結果の年間平均値±標準偏差は順に、 1.742 ± 0.451 、 0.084 ± 0.035 、 0.202 ± 0.051 、 0.651 ± 0.142 、 $0.047 \pm 0.010\text{mg/l}$ である。

最上流部から下流約1kmの流速の速い地点（以下、流水部とする。ミクリ群落周辺部の流速： $44.1 \pm 8.3\text{ cm/s}$ 、年間平均水深 $22.0 \pm 7.93\text{ cm}$ 、川幅約4.2m）でミクリが優占していたため、ミクリ群落の観測を行った。

3. 観測方法

(1) 生長観測と水質及び底質の化学分析

生長観測は2005年9月から2006年11月まで計13回行った。毎回の観測では、葉茎の本数がほぼ均等な領域を岸から離れたところで選び、 0.125 m^2 （ $0.25\text{ m} \times 0.50\text{ m}$ ）となるコドラートを3箇所設定し、1箇所ずつ4本の支柱を立ててその周囲を深さ方向に約40cm程度シャベルで掘り、葉茎と地下茎の構造を不攪乱土柱として取り出してビニール袋に収納した。また、河川の表層水を1lの容量でPPボトルに採取し、水深についてスタッフを用いて計測し、水深5cmの水温を棒温度計で計測した。また、流速は河幅の中央において表面から5cmの水深で電磁流速計（TOKYO KEISOKU SF-5511）を用いて測定した。底質の試料は観測を行うたびに、ミクリ群落内とミクリ群落のない比較的流速が速い箇所での河床の表層土を採取した。

採取した試料は実験室まで速やかに搬送し、水は吸引濾過をした後、冷凍庫に保存した。持ち帰った植物

試料は、葉茎や地下茎及び根の周りに付着している土などの汚れを洗い落とした。地上部の試料については、まず採取する段階で葉茎が直立しているもの（Emergent）と沈水しているもの（Submerged）をシールで分け、さらに、葉茎の色や損傷状況から判断して生きているもの（Live）と死んでいるもの（Dead）に大別した。地上部の試料の分類後、葉茎の根元付近で地下部と切り分けた。そして、葉茎の本数、高さ、根元付近の長径を計測した。地下部の試料については、色や触った感触などから損傷状況を判断して、生きているもの（Lived）と死んでいるもの（Dead）に大別した。計測が終わった全ての試料は、 85°C に設定した乾燥炉に入れ、72時間を目安に定量になるまで乾燥させた後、それぞれの試料の重量を測定して、これと採取面積からバイオマスに換算した。

乾燥重量を測定し終えた全ての試料の一部は、ミルを用いて破碎して分析用の粉末試料とした。分類された各試料に対して、T-C（Total Carbon）、T-N（Total Nitrogen）及びT-P（Total Phosphorus）について濃度を測定した。T-C及びT-NはCHNコーダー（YANAKO MT-5）を使用し、T-Pは酸化分解及びモリブデン青吸光光度法によって定量した⁵⁾。

底質の各試料に関しては 85°C に設定した乾燥炉に入れ、72時間を目安に定量になるまで乾燥させた後、乾燥密度、湿潤密度、粒径加積曲線、T-C、T-N、T-P、及び強熱減量を測定した。T-C、T-N、及びT-Pは植物体と同様な方法で強熱減量は温度 600°C 、強熱時間30分に設定したマッフル炉（EYLA TMF-2200）を使用し定量した。なお、これらの諸項目に対して有意な差があるかどうかを状況に応じて比較する際に検定ソフト（Microsoft EXCEL-2003に含まれる分析ツール）を使用し、t検定を行い確認した。

観測地の水質に関しては、採取した表層水からT-N（Total Nitrogen、全窒素）、T-P（Total Phosphorus、全リン）、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ （アンモニア態窒素）、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ （硝酸態窒素）、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ （リン酸態リン）の各濃度を分析により測定した。それぞれの水質項目は、酸化分解及びUV試験法、酸化分解及びモリブデン青吸光光度法、インドフェノール法、硫酸ヒドラジン還元法、モリブデン青吸光光度法によって定量した⁶⁾。

(2) ミクリ群落における土壌堆積に関する観測

流水部のミクリ群落の周辺部（葉茎が連続的にある場所と全くない場所の境界部分）において任意で1.6m四方を1箇所選定し（以下、観測点エリアとする。）、メッシュ状に10cm間隔で、葉茎の本数、流速、水深を測定し、それぞれの分布を求めた。そして、得られた葉茎分布から群落外と群落内の境界線となる線を引き、葉茎がある側を群落内と葉茎がない側を群落外と定義した（写真-1）。さらに、観測点エリアを通る場所において

河川の横断方向に10 cm間隔で水深と水深5 cmの流速を測定し、元荒川の流量の概算値、観測点エリアを通過する流量、及びそれらの比（以下、流量比とする。）また、水深分布から群落内・外に堆積した土壌の高さ、葉茎分布から群落内の葉茎密度を求めた。なお、流速、水深、流量、流量比の変化に対して有意な差があるかどうかを検定ソフト（Microsoft EXCEL-2003に含まれる分析ツール）を使用し、t検定を行い確認した。これらの結果をもとに群落内の単位面積あたりに堆積した土壌の体積を求め、これに堆積した土壌の栄養塩濃度、湿潤密度及び乾燥密度の分析結果を加味して群落内に堆積する土壌によって流入する窒素及びリンの概算値を求めた。なお、侵食した場合については観測を行った日を基準にして、1つ前に観測した時に採取した土壌を侵食した土壌と仮定し、堆積した時の計算方法と同様な方法で系外に流出する窒素及びリンの概算値を求めた。

4. 結果

(1) 生長観測

図-1は地上部及び地下部の生きている葉茎のバイオマスと枯死したバイオマスの月変化を示している。2005年9月から2006年1月までの期間においては生きている地上部バイオマスは、11月15日に約 $756 \pm 20.9 \text{ gD.W./m}^2$ とピークを迎え、12月5日に倒伏が確認された後は減少していった。また、同期間の地下部バイオマスは12月5日時点で、 $1660 \pm 248 \text{ gD.W./m}^2$ となりピークを迎えた。2006年1月10日以降の期間においては生きている地上部バイオマスは6月8日にピークを迎え、約 $1440 \pm 778 \text{ gD.W./m}^2$ となった。なお、1月10日から3月31日の期間は沈水状態で越冬することが確認され、6月8日に抽水葉茎の倒伏が確認された。そして、6月から7月にかけて倒伏により抽水葉茎の枯死が進み、枯死した地上部バイオマスが約 $100 \pm 14.5 \text{ gD.W./m}^2$ から約 $408 \pm 69.2 \text{ gD.W./m}^2$ と増加した。また、生きている地上部バイオマスは7月8日には、約 $775 \pm 402 \text{ gD.W./m}^2$ まで減少し、8月初旬には1次抽水葉茎の分解と1次沈水葉茎が抽水状態に生長が同時に起こったことで生きている地上部バイオマスはそれほど変化せず、約 $777 \pm 186 \text{ gD.W./m}^2$ となった。その後、生きている地上部バイオマスは抽水2次葉茎が生長したことで増加し、10月12日にピークを迎え、約 $1070 \pm 411 \text{ gD.W./m}^2$ となった。なお、枯死したバイオマスは2006年5月8日に1回目のピークを迎え $398 \pm 47.4 \text{ gD.W./m}^2$ となっていた。

(2) ミクリ群落における土壌堆積に関する観測及び底質の化学分析

図-2に観測期間中の観測点の2005年9月15日の水位を

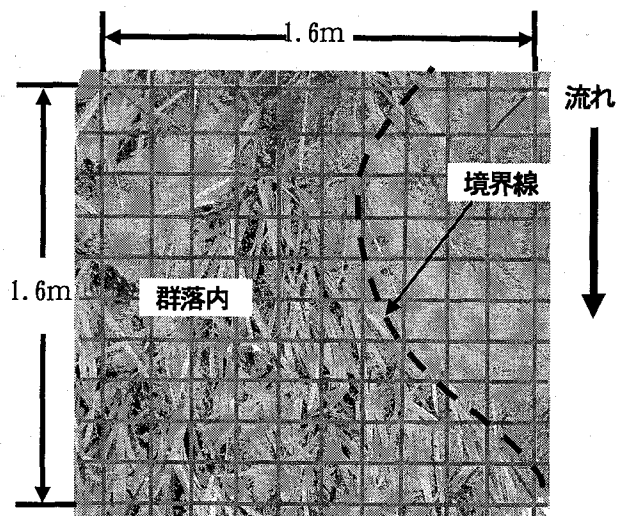


写真-1 10cm間隔メッシュと群落内・外の境界線

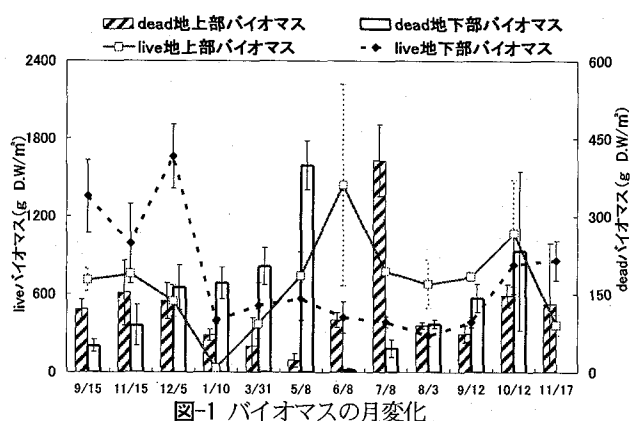


図-1 バイオマスの月変化

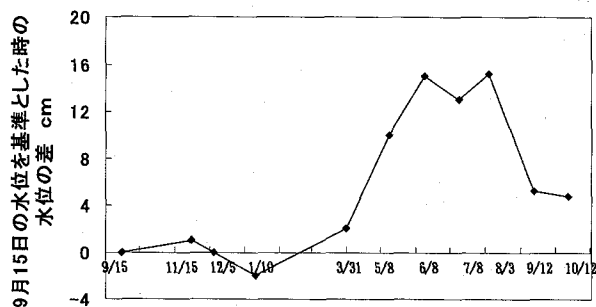


図-2 水位の月変化

基準とした時の各観測時の水位の差を示す。図-2に示されるように9月から12月の期間は、観測時における水位の変化はそれほど確認されなかったものの、3月31日以降、水位は次第に増加していき、6月8日には15cm水位が上昇した。そして、7月8日に13cmまで減少した後、再び上昇し8月3日は15.2cmとなった。以降、水位は次第に減少していき、10月12日には4.8cmとなった。

図-3は元荒川、横断方向160 cmの観測点エリアを通過する流量及び、流量比の月変化を示したものである。2005年9月15日から2006年3月31日の期間において、まず元荒川の流量は9月15日の時点で $229 \pm 81.21/\text{s}$ であったものが、12月5日には $247 \pm 75.81/\text{s}$ となりピークを示し、3月31日には $196 \pm 39.51/\text{s}$ まで減少した。次に観測点エリアの流量については、1月10日に $105 \pm 6.891/\text{s}$ と

ピークを示した。また、流量比については11月15日時点で $24.7 \pm 0.33\%$ であったものが、12月5日には $21.0 \pm 4.52\%$ まで減少し（ただし、11月15日比較では有意な差はなし、 t -test: $p > 0.05$ ）、その後、1月10日には $46.3 \pm 5.15\%$ まで増加したが、3月31日には $23.4 \pm 2.54\%$ まで急激に減少した（1月10日比較、 t -test: $p < 0.05$ ）。

3月31日から10月12日の期間において、まず元荒川の流量は5月8日に $292 \pm 54.01/s$ とピークを示し（3月31日比較、 t -test: $p < 0.05$ ）、6月8日に $176 \pm 44.91/s$ まで減少した（5月8日比較、 t -test: $p < 0.01$ ）。以後、元荒川の流量は増加傾向を示し、10月12日には $237 \pm 22.81/s$ となった。次に、観測点エリアの流量については5月8日に $89.4 \pm 6.591/s$ とピークを示した後（3月31日比較、 t -test: $p < 0.01$ ）、6月8日には $31.2 \pm 11.01/s$ まで減少し、以後、緩やかな増加傾向を示し10月12日には $44.8 \pm 5.891/s$ となった。また、流量比については5月8日に $30.6 \pm 3.55\%$ とピークを示した後（3月31日比較、 t -test: $p < 0.05$ ）、6月8日には $17.8 \pm 1.85\%$ となり急激に減少した。以後、流量比は増減を繰り返しながら推移していき、10月12日には $18.8 \pm 1.60\%$ となった。

図-4は観測点エリアにおいて、葉茎分布に応じて群落内と群落外に定義した後、群落内・外それぞれの土砂の堆積高さを、図-5は同様な方法で定義した後、群落内・外の水深5cmの平均流速の推移を示したものである。9月から12月にかけて群落内に土砂の堆積が確認され、この期間に $6.18 \pm 10.7\text{ cm}$ 堆積した（ t -test: $p < 0.001$ ）。群落内の流速は12月5日の時点で約 1.8 cm/s であったのが倒伏した葉茎の分解が進んだことで、2006年1月10日には約 $15.3 \pm 5.42\text{ cm/s}$ と速くなり（ t -test: $p < 0.001$ ）、この期間に群落内の土砂が $4.66 \pm 4.71\text{ cm}$ 侵食した（ t -test: $p < 0.001$ ）。そして、1月から3月にかけては群落内の流速は $18.4 \pm 9.22\text{ cm}$ と再び減少し（ t -test: $p < 0.001$ ）、土壌が $11.6 \pm 5.23\text{ cm}$ と観測期間中最も顕著な堆積を示した（ t -test: $p < 0.001$ ）。2006年6月8日に倒伏が確認された前後の期間においては、群落内では5月から6月にかけて、 $3.24 \pm 3.92\text{ cm}$ の土砂の侵食が確認されたものの堆積している箇所も確認され（ t -test: $p < 0.001$ ）、6月から8月の期間には合計で $2.89 \pm 9.64\text{ cm}$ の土砂の堆積が確認された。なお、5月から8月の期間においては群落外では葉茎の倒伏が生じるとともに5月から6月にかけて平均流速が約 26 cm/s から約 7.1 cm/s と急激に減少した後（ t -test: $p < 0.001$ ）、6月から8月に流速が約 8.53 cm/s と再び増加したため（ t -test: $p < 0.001$ ）、土砂の堆積と侵食が交互に生じた結果、土砂が $0.255 \pm 1.35\text{ cm}$ と堆積したものの群落内ほど顕著な堆積は生じなかった。8月から10月の期間においては、群落内では流速は遅い状態が続いたが堆積と侵食が交互に生じた結果、 $0.43 \pm 1.37\text{ cm}$ 土砂が堆積したが、群落外では流速が次第に増加していき、2006年10月12日時点で約 14.7 cm/s となり、この間に $4.03 \pm 6.88\text{ cm}$ の土砂が侵食された。

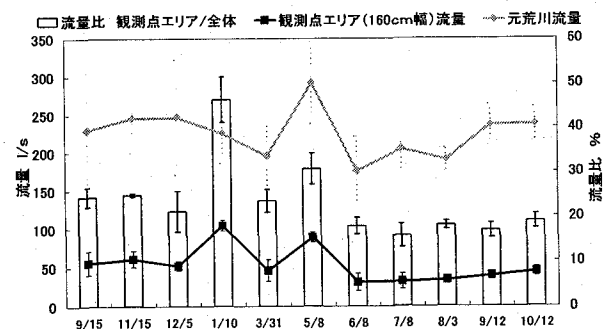


図-3 流量及び流量比の月変化

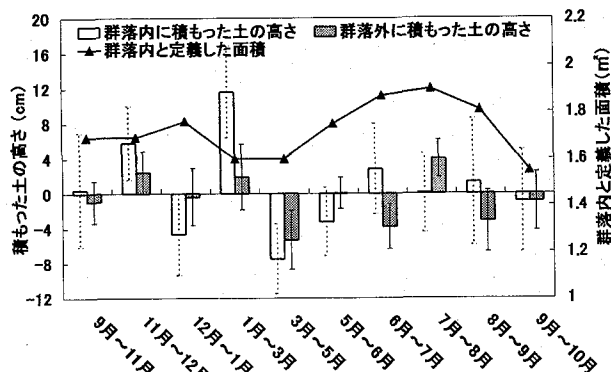


図-4 ミクリ群落周辺部の土壌の堆積状況

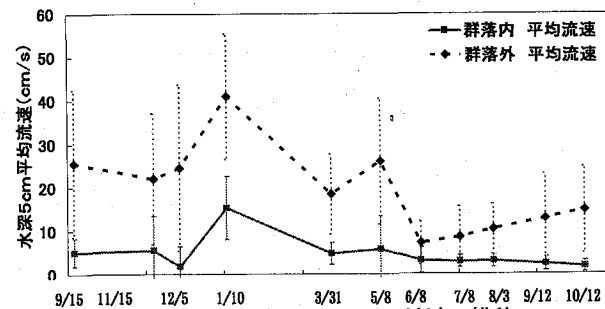


図-5 群落周辺部の水深5cmの流速の推移

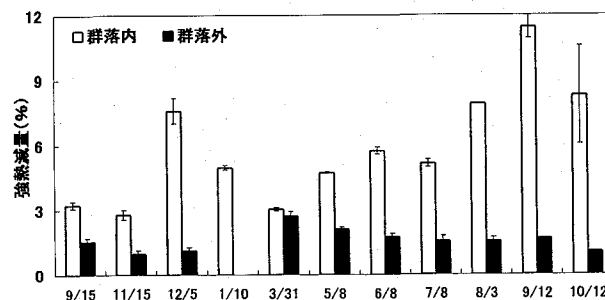


図-6 ミクリ群落周辺部の土壌の強熱減量の月変化

図-6はミクリ群落内・外の土壌の強熱減量の月変化を示したものである（ただし、群落外2006年1月は検体不備のためデータなし）。2005年11月から2006年1月の期間において、群落内の土壌の強熱減量は2005年11月約 2.77% 、12月約 7.59% 、2006年1月約 4.96% と増減した。2006年6月に倒伏が確認された時点の前後においては群落内の土壌は、5月8日時点で強熱減量は約 4.72% であったものが9月12日には約 11.4% となり、この期間におけるピークを迎えた。

図-7はミクリ群落内・外の土壌のT-N含有率（ただし、

群落外2006年1月は検体不備のためデータなし)と、ミクリのT-N現存量の月変化を示したものである。なお、ミクリのT-N現存量とは各部位ごとのT-N現存量を総和したものであり、1次生長期は冬季から夏季において葉茎が生長し枯死するまで期間を、2次生長期は夏季から冬季において葉茎が生長し枯死するまで期間と定義している。倒伏確認時の2005年12月5日にミクリのT-N現存量は約 $34.2 \pm 5.33 \text{ g/m}^2$ であったが、1次生長期に入る2006年1月10日には1次生長期と2次生長期のミクリのT-N現存量を合わせた値が約 $6.25 \pm 0.48 \text{ g/m}^2$ と急激に減少した。その後、1次抽水葉茎の生長とともにT-N現存量は増加し、倒伏確認時の6月8日に約 $41.3 \pm 15.6 \text{ g/m}^2$ とピークを迎え、7月8日には1次生長期と2次生長期のミクリの現存量を合わせた値が約 $16.7 \pm 6.33 \text{ g/m}^2$ と急激に減少した。そして、2次生長期に入るとともに再び増加し、地上部バイオマスのピーク時である10月12日には約 $24.1 \pm 4.63 \text{ g/m}^2$ となった。なお、群落内の土壌のT-N含有率については、2005年9月15日には約 $0.08 \pm 0.00\%$ だったのが、12月5日には約 $0.35 \pm 0.03\%$ となり、2006年5月8日には約 $0.19 \pm 0.00\%$ だったのが9月12日には約 $0.48 \pm 0.01\%$ となり、葉茎の倒伏が生じ、土壌の堆積が進んでいくとともにT-N含有率は増加していった。そして、10月12日には群落内の土壌は侵食を受けて約 $0.43 \pm 0.01\%$ まで減少した。

5. 考察

(1) ミクリの生長による流況の変化及び流況の変化による土壌堆積との関係

図-8に生きているミクリの地上部バイオマスと流量比(元荒川の流量と観測点エリアを通過する流量の比)の関係を示す。なお、2006年5月8日は流量が大きかったため、別のカテゴリーにしてある。この図からわかるように地上部のバイオマスが増加するにつれて、次第に流量比が減少することが分かる。これは、葉茎が生長するにしたがって流れに対して抵抗が大きくなり、観測点エリアを通過する流量が減少するためと考えられる。図-9に今度は流量比増加速度と土壌堆積速度の関係を示す。なお、2006年5月8日を挟む期間は流量が大きかったため、別のカテゴリーで色分けしてある。この図に示されるように流量比が減少すればミクリ群落内の堆積が促されているのが分かる。これは、流量比が減少するという事は、流心の移動により相対的に滞留状態に近づくことであり、これにより水中の浮遊物の沈降が促され、このような結果となったと考えられる。なお、2005年11月15日から2006年3月31日の期間は群落内への土壌の顕著な堆積と侵食が交互に起こったが、これはミクリの生きている地上部バイオマスの変化が他の期間と比べ大きく、これにより流況の変化が大きかったためである。特に、1月10日から3月31日の期間に

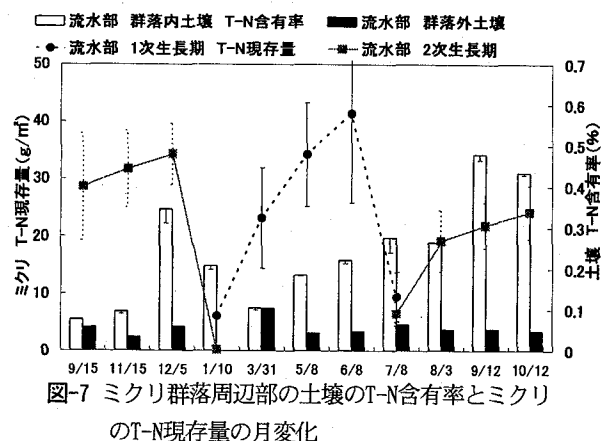


図-7 ミクリ群落周辺部の土壌のT-N含有率とミクリのT-N現存量の月変化

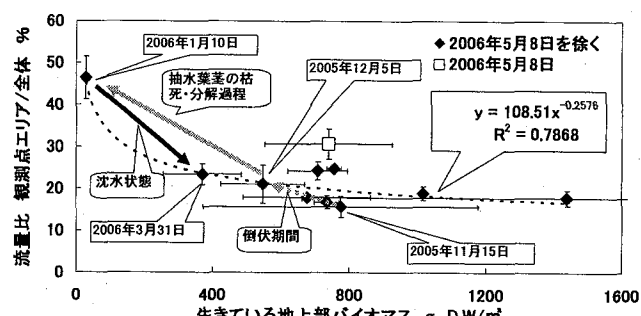


図-8 ミクリの生きている地上部バイオマスと流量比の関係

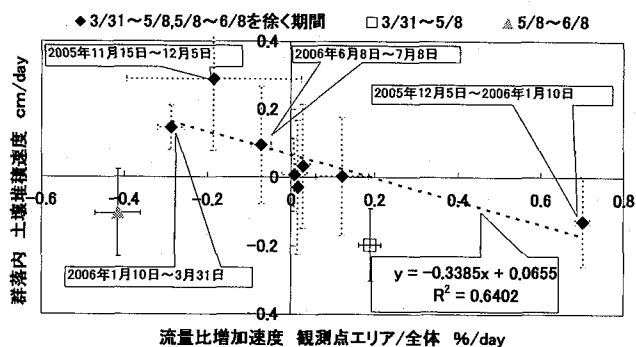


図-9 流量比増加速度とミクリ群落内の土壌堆積速度の関係

かけて群落内の土壌堆積が促された結果となったが、これは既往の研究によりミクリは沈水状態により越冬することが分かっており⁵⁾、沈水葉茎による流水への抵抗が強いことによる群落内の流速・流量が急激に減少したことによると考えられる。

(3) 水位上昇に対する影響

元荒川のミクリ群落は、元荒川の水位を上昇させ、周辺に氾濫をもたらすという理由から、毎年6月に刈り取られている。今回の測定によって、群落自体は、川幅4.2 mのうち、2mを占めているだけであるが、それでも、15 cm程度の水位上昇が確認された。なお、この間、群落内の水位と群落外の水位にはほとんど差がないことから、水位の変化は、1次元的に追跡することも可能である。

ここで、マンニングの平均流速公式を(1a)に示す。

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (1a)$$

観測点付近におけるミクリ群落による水位上昇による影響を見るために、河川の断面は一樣であり、かつ群落付近の水位は変わらないという仮定の元、(1)式を用いて、2006年6月8日におけるミクリ群落によるマンニングの粗度係数の上昇について計算すると（計算条件：6月8日時点の流量 $Q=0.175\text{m}^3/\text{s}$ 、川幅 $b=4.2\text{m}$ 、勾配 $i=1/4000$ とし、水位上昇後；水深 $h=0.429\text{m}$ 、水位上昇前；ミクリの地上部バイオマスがほとんどない2006年1月10日と2006年6月8日では19cmの差があったので水深； $h=0.239\text{m}$ とした。）水位上昇前のマンニングの粗度係数の値は約 $0.037\text{L}^{-1/3}\text{T}$ であったものが、水位上昇後のそれは約 $0.082\text{L}^{-1/3}\text{T}$ となり上昇前の2.2倍程度の増加が確認された。

(2) 群落内のミクリの枯死・分解による土壌中の有機物量の変化と栄養塩収支

図-9に観測点における観測間隔ごとのミクリの生きている葉茎全体のバイオマス増加量と土壌堆積による有機物流入速度との関係を示す。2005年11月15日から2006年1月10日の期間と、2006年1月10日から3月31日の期間はミクリの生長段階である。土壌堆積による有機物流入速度は2005年11月15日から2006年1月10日の期間では $253 \pm 15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 、2006年1月10日～3月31日の期間では $69.2 \pm 10.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ と他の期間と比べて速い速度で有機物が流入した。これはこの河川に生息するミクリやその他の植物が枯死したものが堆積したことによるものと考えられる。また、2006年6月8日から7月8日の期間は倒伏した葉茎が枯死・分解過程にある期間であるが、ミクリの生きているバイオマスの増加速度が $-23.3 \pm 15.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ で、土壌堆積による有機物流入速度は $48.9 \pm 3.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ であることから、この時期にミクリが枯死・分解したものの多くが有機土壌として堆積したことにより、有機物流入速度の増加をもたらしたのと考えられる。

表-1は観測点の地上部バイオマスピーク間である2006年11月15日から2006年6月8日と6月8日から10月12日の期間における流水部の観測点に流入するT-N現存量収支の概算値をまとめたものである。なお、表中の土壌堆積による見かけの補足量とは堆積による群落内への補足量から侵食による系外への流出量を差し引いた値である。加えて、表中の合計は群落内への見かけの補足量にミクリ生長による吸収量を加えた値である。表-1から2005年11月から6月にかけてミクリは土壌中に補足された栄養塩のうち、窒素は約53.8%を吸収していることがわかった。そして、2006年6月から10月の期間において、窒素は約31.3%を吸収していることが分かった。なお、もし倒伏時や沈水状態での越冬時に顕著な土壌堆積が起こらなければ、ミクリ群落内における1年間の栄養塩収支はマイナスとなることが考えられる。

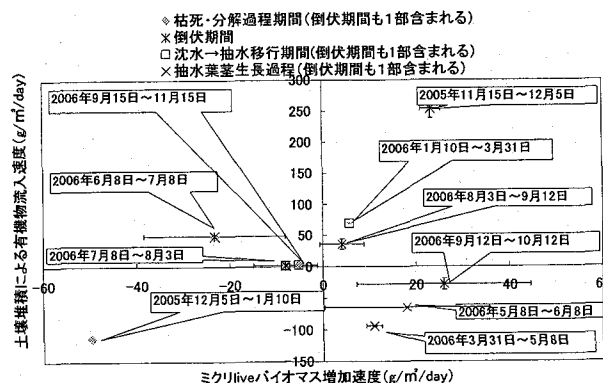


図-9 観測間隔ごとのミクリの生きているバイオマスの増加量と土壌堆積による有機物流入速度との関係

表-1 観測点の窒素収支

11月から6月までのT-N収支	(g/m ²)
土壌堆積による群落内への捕捉量	421±20.3
土壌侵食による系外への流出量	388±22.8
土壌堆積による群落内への見かけの捕捉量	32.3
ミクリの生長による吸収量	37.8±2.04
合計	70.1
6月から10月までのT-N収支	(g/m ²)
土壌堆積による群落内への捕捉量	118±12.6
土壌侵食による系外への流出量	35.5±6.56
土壌堆積による群落内への見かけの捕捉量	82.5
ミクリの生長による吸収量	37.6±3.30
合計	120

6. 結論

本論からミクリの生活史における群落内・外の流況の変化が群落内の有機土壌堆積と密接に関わっていることが確認された。特にミクリの倒伏時や沈水状態での越冬時に有機土壌を顕著に堆積させ、それが次世代葉茎の生長を促していることが分かった。

河川改修の際には、抽水植物の生活史における群落周辺部の流況の変化を予測し、土壌堆積による適度な栄養塩供給が維持されるような環境を維持・管理していく必要があると考える。

参考文献

- 1) Sand-Jensen, K. (2005) Aquatic plants are open flexible structures- a reply to Sukhodolov, Freshwater Biology, 50, 196-198.
- 2) Sand-Jensen K. (2003) Drag and reconfiguration of freshwater macrophytes. Freshwater Biology, 48, 271-283
- 3) Power P. (1996) Effects of current velocity and substrate composition on growth of Texas wild rice (*Zizania texana*). Aquatic Botany, 55, 199-204.
- 4) T. Asaeda, T. Fujino, & J. Manatunge (2005) Morphological adaptations of emergent plants to water flow: a case study with *Typha angustifolia*, *Zizania latifolia* and *Phragmites australis*, Freshwater Biology, Vol. 50, pp.1991-2001, 2005.
- 5) 太田純一, 小池直行, 浅枝隆: 河川に発達したミクリ (*Sparganium erectum*) 群落の葉茎の生長特性および流れ場の応答, 水工学会論文集, 第50巻, pp1183-1185.
- 6) 那須義和, 水の分析 (第4版) 182, 253, 269 (株)化学同人(1966)

(2007.4.5受付)