

# 小河川に形成されたミクリ群落による 有機土壌堆積の機構および生長促進への影響

MECHANISM OF ORGANIC SOIL SEDIMENTATION AND INFLUENCE TO  
GROWTH PROMOTION OF *SPARGANIUM ERECTUM* COMMUNITY FORMED  
IN STREAM

小池 直行<sup>1</sup>・狩野 正浩<sup>2</sup>・浅枝 隆<sup>3</sup>・藤野 毅<sup>4</sup>

Naoyuki KOIKE, Masahiro KANOU, Takashi ASAEDA and Takeshi FUJINO

<sup>1</sup>学生非会員 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)

<sup>1</sup>学生非会員 埼玉大学工学部 建設工学科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

<sup>3</sup>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)

<sup>4</sup>正会員 学博 埼玉大学助教授 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 and 18.4% of phosphorus are 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り、

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<sup>1),2)</sup>。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<sup>3),4)</sup>。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一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<sup>5)</sup>。

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・外の流速や堆積物の栄養塩変化を測定し、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。

## 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 $14.5 \pm 3.5$ 、 $60.5 \pm 4.5$ 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）、 $\text{NH}_4^+$ -N（アンモニア態窒素）、 $\text{NO}_3^-$ -N（硝酸態窒素）、 $\text{PO}_4^{3-}$ -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、 $1.742 \pm 0.451$ 、 $0.084 \pm 0.035$ 、 $0.202 \pm 0.051$ 、 $0.651 \pm 0.142$ 、 $0.047 \pm 0.010$ mg/lである。

最上流部の滞留部（流速：夏季 $3.7 \pm 1.5$ cm/sec 冬季 $16.1 \pm 4.8$  cm/s 年間平均水深： $60.5 \pm 4.5$ cm）とそこから下流約1kmの流速の速い地点（以下、流れ場とする。ミクリ群落周辺部の流速： $44.1 \pm 8.3$  cm/s、年間平均水深 $22.0 \pm 7.93$  cm）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

生長観測は滞留部、流れ場ともに2005年9月から2006年8月まで計10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、 $0.125 \text{ m}^2$  ( $0.25 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ )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1/5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5 cm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5 cm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、滞留部についてはミクリ群落内の土を流れ場については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。また、果実（Fruit）の有無によっても葉茎を分類した。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。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）に大別した後、その構造から、葉茎を支持する基礎（Stem Base 以下、SBとする。）とSBの側方に伸びている地下茎（Horizontal Rhizome 以下、HRとする。）に分類し、SBや地下茎から発生する根（Root）とに切り分けた。

地上部の試料については、葉茎の本数、高さ、根元付近の長径、葉の枚数、果実の個数と直径及び種子の個数について計測した。地下部の試料については、SBの個数と直径、HRの本数と直径、芽の個数と、その長さ及び長径を計測した。計測が終わった全ての試料は、85℃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 Carbohydrate）、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度法によって定量した<sup>5)</sup>。

底質の各試料に関しては85℃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℃、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）を使用し、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）、 $\text{NH}_4^+$ -N（アンモニア態窒素）、 $\text{NO}_3^-$ -N（硝酸態窒素）、 $\text{PO}_4^{3-}$ -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、モリブデン青吸光度法によって定量した<sup>6)</sup>。

(2)流れ場のミクリ群落における土壌堆積に関する観測

流れ場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、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）。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）を使用し、t検定を行い確認した。さらに、こ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。

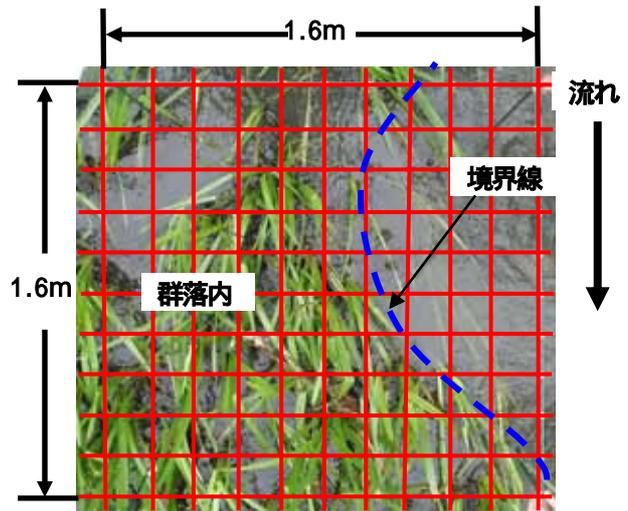


写真-1 10cm間隔メッシュと群落内・外の境界線

4. 結果

(1)生長観測

図-1は各地点の生きている葉茎1本あたりの高さの変化を表している。抽水葉茎は春季に抽水状態だった葉茎を1次抽水葉茎と定義し、夏季に沈水状態から抽水状態に移行したものを抽水2次、冬季に沈水状態から抽水状態に移行した葉茎を3次抽水と定義している。沈水葉茎については春季に沈水状態だったものを1次沈水葉茎と定義し、以降、新しい沈水葉茎が発芽するのに応じて2次、3次と定義した。まず、2005年9月から12月の期間においては両地点とも抽水葉茎の高さは2005年9月時点で滞留部では平均約103cm、流れ場では平均約113cm、12月時点で滞留部では減少して平均約81cm、流れ場では平均約109cmとそれほど変化しなかった。そして、12月初旬に倒伏が確認され、2006年1月にはそれまで2次沈水葉茎が生長して抽水葉茎になったのが確認された。そして2006年3月下旬以降、抽水状態の葉茎は勢い良く伸び、6月初旬には滞留部では平均約200cm、流れ場では平均約190cmとなった。なお、この時に群落の倒伏が確認され7月初旬まで倒伏状態は続き、抽水葉茎の高さは滞留部ではあまり増加せず、下流部では低くなった。8月初旬の時点で倒伏した葉茎の1部が残っているのが確認されたものの沈水1次葉茎が生長して、抽水状態となり7月の時点で滞留部では平均約87cm、流れ場では平均約57cmだったのが8月には滞留部では平均約158cm、流れ場では

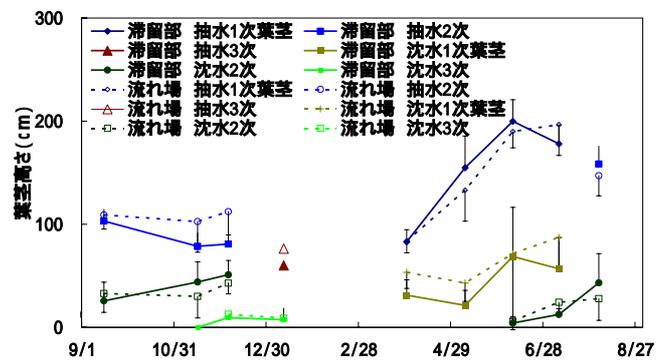


図-1 葉茎高さの月変化

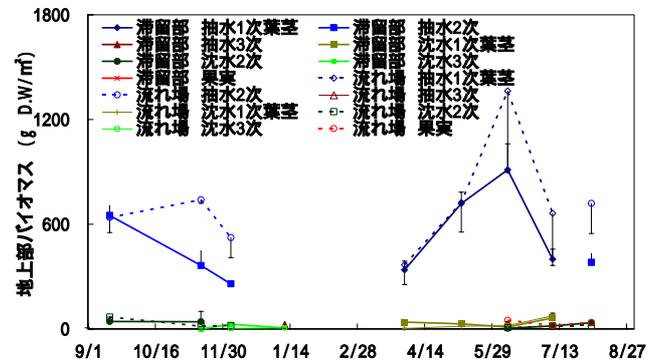


図-2 地上部の部位ごとのバイオマス

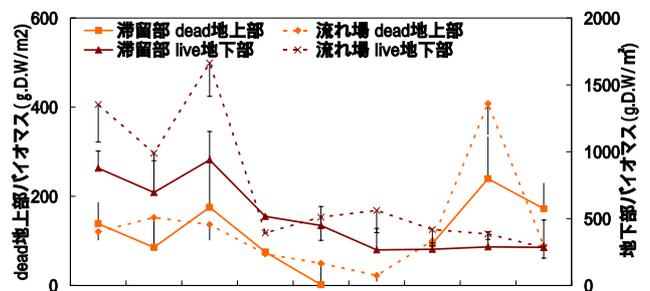


図-3 地下部及び枯死した地上部バイオマスの月変化

平均約147cmと急速に成長した。

図-2は滞留部、流れ場それぞれの生きている地上部の各部位ごとのバイオマスの月変化を、図-3は地上部の各部

位後とのバイオマスを合計したものの、及び地上部の枯死したバイオマスを表している。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滞留部では減少していったのに対し、流れ場では11月に約 $756 \pm 20.9 \text{gD.W./m}^2$ とピークを迎えその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月に滞留部では $940 \pm 211 \text{gD.W./m}^2$ 、流れ場では $1660 \pm 248 \text{gD.W./m}^2$ となり、ピークを迎えた。2006年1月以降の期間においては生きている地上部は両地点とも6月初旬にピークを迎え、滞留部では $928 \pm 156 \text{gD.W./m}^2$ 、流れ場では $1440 \pm 778 \text{gD.W./m}^2$ となった。そして、6月から7月にかけて倒伏により両地点とも抽水葉茎の枯死が進み、枯死した地上部バイオマスが滞留部では $93.9 \pm 0.68 \text{gD.W./m}^2$ から $240 \pm 93.5 \text{gD.W./m}^2$ へ、流れ場では $100 \pm 14.5 \text{gD.W./m}^2$ から $408 \pm 69.2 \text{gD.W./m}^2$ と増加し、生きている地上部バイオマスは7月初旬には、滞留部では約 $480 \pm 107 \text{gD.W./m}^2$ 、流れ場では約 $775 \pm 402 \text{gD.W./m}^2$ まで減少した。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、滞留部では $434 \pm 51.3 \text{gD.W./m}^2$ 、流れ場では $777 \pm 186 \text{gD.W./m}^2$ となった。

## (2) 流れ場のミクリ群落における土壌堆積に関する観測及び各地点の底質の化学分析

図-4は流れ場でのミクリ群落周辺部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、及び群落内の葉茎密度を示したものである。2005年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 ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )。群落内の流速は2005年12月の時点で約 $1.8 \text{cm/s}$ 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月には約 $15.3 \text{cm/s}$ と速くなり ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )、この期間に群落内の土砂が $4.66 \pm 4.71 \text{cm}$ 侵食した ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )。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 ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )、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 ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )。2006年6月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 ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )、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 $26 \text{cm/s}$ から約 $7.1 \text{cm/s}$ と急激に減少した後 ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )、6月から8月に群落内の葉茎密度が減少するとともに流速が約 $8.53 \text{cm/s}$ と再び増加したため ( $t\text{-test}; p < 0.001$ )、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つ

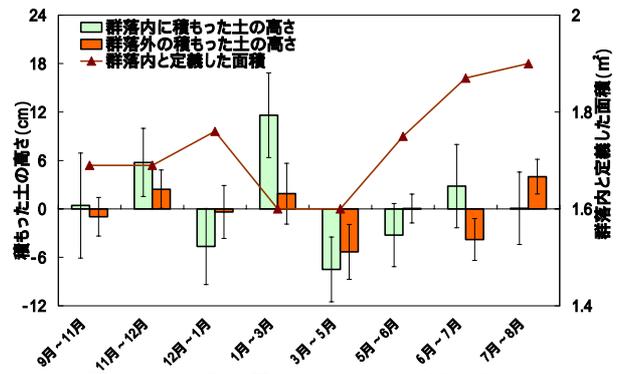


図-4 ミクリ群落周辺部の土壌の堆積状況

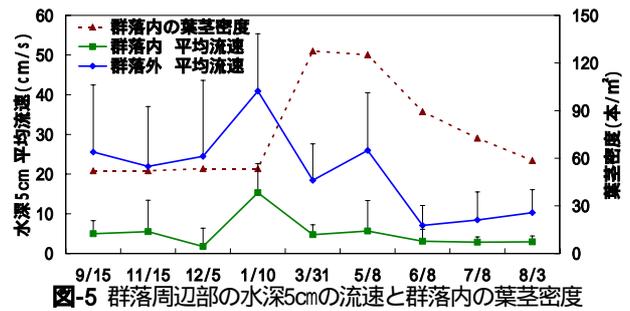


図-5 群落周辺部の水深5cmの流速と群落内の葉茎密度

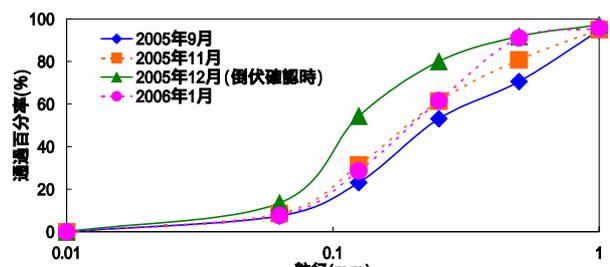


図-6 2005年9月から2006年1月までの粒径の推移

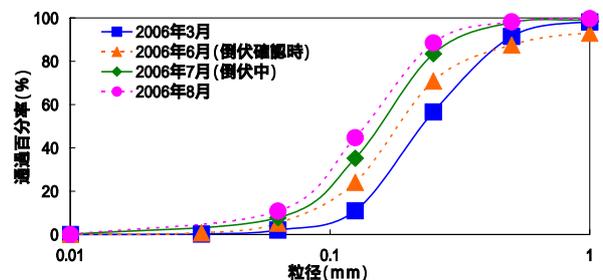


図-7 2006年3月から8月までの粒径の推移

た。図-6は2005年12月に倒伏が確認された前後の期間を、図-7は2006年6月に倒伏が確認された前後の期間における群落内の土壌の粒径加積曲線の推移を示したものである。2005年9月から12月においては、群落内に土砂が堆積するのに応じて、次第に粒径が細かくなり (粒径 $0.125 \text{mm}$ 以下の通過百分率: 9月約23% 12月約55%  $t\text{-test}; p < 0.001$ )、一方、12月から2006年1月においては、群落内の土砂が侵食するのに応じて粒径が粗くなったのが確認された (粒径 $0.125 \text{mm}$ 以下の通過百分率: 12月約55% 1月約28%  $t\text{-test}; p < 0.001$ )。そして、2006年6月以降の期間においては倒伏により土砂の堆積が確認されるのに応じて、粒径が細かくなったのが確認された (粒径 $0.125 \text{mm}$ 以下の通過百分率: 2006年6月約24% 8

月約45% (t-test:p<0.001)。

図-9は滞留部のミクリ群落内と流れ場ミクリ群落内・外の土壌の強熱減量を示したものである(ただし、滞留部は2005年9月と2006年1月、流れ場群落外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、流れ場の群落内の土壌は細粒分の増減に応じて、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流れ場土壌は、5月時点で強熱減量は約4.72%であったのが8月には約7.90%となり、この期間におけるピークを迎えた。一方、滞留部の群落内の土壌は2005年11月から12月の倒伏確認時点にかけて、2005年11月時点で強熱減量は約10.4%であったのが12月には約7.97%となり、有機物量の減少が確認された。2006年5月以降の期間においては、土壌中の有機物量が増加していき8月には強熱減量は約14.2%とピークを迎えた。

図-11は滞留部のミクリ群落内と流れ場ミクリ群落内・外の土壌のT-N含有率(ただし、滞留部2005年9月と2006年1月、流れ場群落外2006年1月は検体不備のためデータなし)と、滞留部、流れ場のミクリのT-N現存量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を表している。滞留部のミクリは2005年12月の倒伏確認時にT-N現存量は約29.2g/m<sup>2</sup>であったが、2006年1月には約10.5g/m<sup>2</sup>と急激に減少した。それ以降、次世代葉茎の生長とともに次第に増加し、6月の倒伏確認時に約36.9g/m<sup>2</sup>とピークを迎え、7月には約20.0 g/m<sup>2</sup>まで急激に減少していった。なお、同地点の土壌の方は2006年3月以降の期間において、3月時点でT-N含有率が約0.20%だったのが次第に増加していき8月には約0.56%となった。流れ場のミクリについては、倒伏確認時の2005年12月にT-N現存量は約34.2g/m<sup>2</sup>であったが、倒伏確認後の2006年1月には約6.25g/m<sup>2</sup>まで急激に減少した。その後、次世代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月に約41.3g/m<sup>2</sup>とピークを迎え、7月には16.7g/m<sup>2</sup>まで急激に減少した後、次世代葉茎の生長とともに再び増加し8月には22.6g/m<sup>2</sup>となった。なお、同地点の群落内の土壌のT-N含有率については2005年9月には約0.09%だったのが12月には約0.23%となり、2006年5月には約0.09%だったのが8月には約0.32%となり、葉茎の倒伏が生じ、土砂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。

図-11は滞留部のミクリ群落内と流れ場ミクリ群落内・外の土壌のT-P含有率(ただし、滞留部2005年9月と2006年1月、流れ場群落外2006年1月は検体不備のためデータなし)と、滞留部、流れ場のミクリのT-P現存量を示したものである。なお、ミクリのT-P現存量はT-N現存量と同様な方法で算出した。滞留部のミクリのT-P現存量は2005年12月の倒伏確認時に約5.13g/m<sup>2</sup>であったが、2006年1月には2.20g/m<sup>2</sup>と減少した。その後、

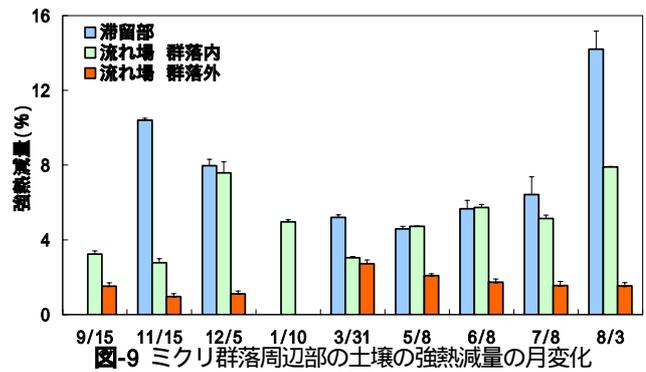


図-9 ミクリ群落周辺部の土壌の強熱減量の月変化

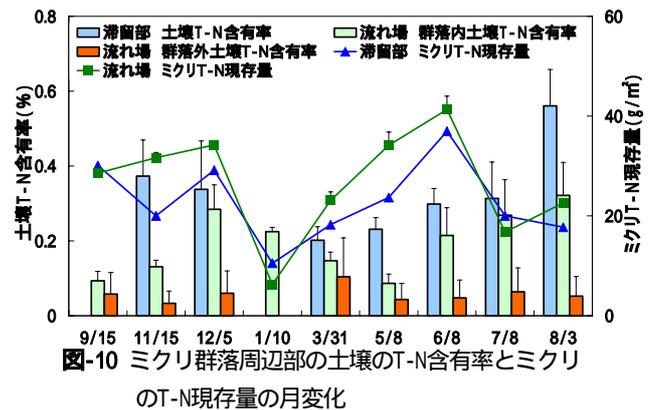


図-10 ミクリ群落周辺部の土壌のT-N含有率とミクリのT-N現存量の月変化

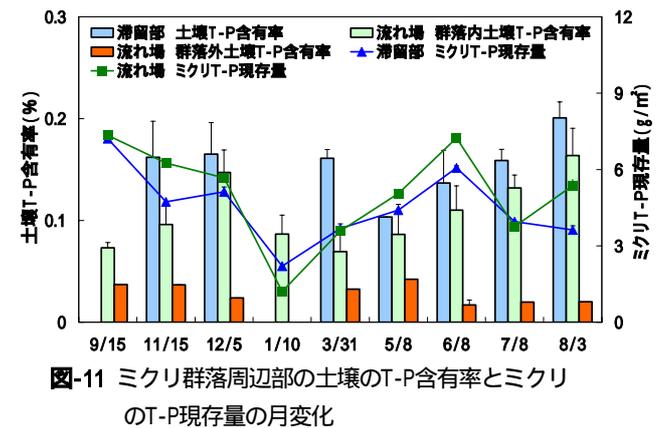


図-11 ミクリ群落周辺部の土壌のT-P含有率とミクリのT-P現存量の月変化

葉茎の生長と共に増加していき、6月の倒伏確認時には6.06g/m<sup>2</sup>とピークを迎え、7月には約3.95g/m<sup>2</sup>まで減少した。なお、同地点の土壌についてはT-P含有率は5月に0.10%だったのが次第に増加していき、8月には0.20%と観測期間の最大値となった。流れ場のミクリについては、倒伏確認時の2005年12月にT-P現存量は5.67g/m<sup>2</sup>であったのが、2006年1月には1.21g/m<sup>2</sup>まで減少した。それ以降、次世代葉茎の生長とともにT-P現存量は増加していき、倒伏確認時の6月に7.24g/m<sup>2</sup>とピークを迎え、7月には約3.76 g/m<sup>2</sup>まで減少し、次世代葉茎の生長とともに再び増加し、8月には5.37 g/m<sup>2</sup>となった。なお、同地点の土壌の含有率については2005年9月時点で約0.07%であったのが12月には0.15%まで増加していき、2006年1月には0.09%まで減少した。2006年6月の倒伏確認時の前後の期間については5月時点で約0.09%であったのが、次第に増加していき8月には0.16%となった。

## 5. 考察

栄養塩循環の観点から見ると、上流で観測を行った滞留部では2005年11月から12月にかけては、土壌中の有機物量及び栄養塩濃度が減少していった。これは、滞留部は夏季に比べ冬季の方が流速は速いことから、有機物を豊富に含んだ土壌が浸食を受けたためだと考えられる。そして、2006年6月以降の期間においては倒伏した葉茎の枯死が進み、土壌中の有機物、栄養塩濃度は増加していることから、枯死した地上部の葉茎の一部が滞留部に堆積していることが考えられる。下流で観測を行った流れ場では、2005年9月から12月の期間において群落内の土壌の堆積とともに土壌の有機物、T-N含有率、T-P含有率が増加しているが、特に11月から12月の滞留部の群落内の土壌中の有機物量および栄養塩濃度が減少していることから、観測地の流れ場より上流のミクリやその他の植物が枯死したものが流れ場の群落内の土壌中の栄養塩濃度の増加に寄与しているものと考えられる。そして、2005年12月にミクリのT-NおよびT-P現存量はピークを迎えた後、葉茎の枯死が進み2006年1月まで減少していった。なお、1月から3月にかけて、群落内に土壌が顕著に堆積した。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<sup>5)</sup>、沈水葉茎による流水への抵抗が強いため群落内の流速が減少し、土壌の堆積が促されたと考えられる。しかし、それにも関わらず土壌中の栄養塩濃度は増加しなかった。これは、3月時点で土壌中の有機物量が1月と比較して少ないことから有機土壌が群落内にあまり供給されていないのに加えて、この期間においてミクリの窒素吸収量が17.1g/m<sup>2</sup>、リン吸収量が2.40g/m<sup>2</sup>と観測期間において窒素、リン共に最も多く吸収したためだと考えられる。

6月から7月の期間においては葉茎の倒伏が起こり、ミクリの地上部バイオマス、T-N現存量およびT-P現存量が減少した一方、この期間に土壌の堆積とともに土壌中の有機物量、栄養塩濃度が増加していることから、観測地より上流のミクリが枯死したものの一部が土壌の栄養塩の増加に寄与しているものと考えられる。

**表-1, 表-2**はそれぞれ流れ場の地上部バイオマスピーク間である2005年11月から2006年6月の期間における流れ場の観測点に流入するT-N、及びT-Pの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の生長による吸収量を加えた値である。**表-1**および**表-2**からミクリは土壌中に補足された栄養塩の内、窒素は約53.9%、リンは約18.4%を吸収していることがわ

表-1 流れ場の観測点の窒素収支

11月から6月までのT-N収支	(g/m <sup>2</sup> )
土壌堆積による群落内への捕捉量	421 ± 20.3
土壌浸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

表-2 流れ場の観測点のリン収支

11月から6月までのT-P収支	(g/m <sup>2</sup> )
土壌堆積による群落内への捕捉量	225 ± 27.3
土壌浸食による系外への流出量	198 ± 37.6
土壌堆積による群落内への見かけの捕捉量	26.8
ミクリの生長による吸収量	6.06 ± 0.14
合計	32.9

かった。もし、2005年11月から12月、及び2006年1月から3月にかけて土壌が堆積せず栄養塩が土壌中に捕捉されなければ土壌中に補足される窒素及びリンの収支はマイナスとなることが考えられる。

## 6. 結論

既往の研究では、流れ場のミクリ群落内では倒伏により流速が遅くなることで土壌が堆積し、土壌中の細粒分、有機物が増加するということが確認されていたが、本研究により土壌中の栄養塩濃度も増加すること、そして、沈水状態での越冬時にも土壌を顕著に堆積させることが新たに確認された。栄養塩の収支については2006年8月以降に再び訪れると考えられる地上部バイオマスのピークまで考慮にいれなければならないが、ここまでの本研究の結果によりミクリが倒伏や沈水状態で越冬することにより、栄養塩を豊富に含んだ有機土砂の堆積を促し、それが倒伏後の次世代葉茎の生長を促進させている可能性が示唆された。

## 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)

(2006.9.30受付)