

抽水植物の地下部増大能力抑制を目的とした 夏期刈り取り実験

A CUTTING EXPERIMENT OF EMERGENT MACROPHYTES IN SUMMER FOR CONTROLLING THEIR BELOWGROUND INCREASING STRATEGY

武村武¹・田中規夫²・浅枝隆³・石井直樹⁴

Takeshi TAKEMURA, Norio TANAKA, Takashi ASAEDA and Naoki ISHII

¹学生会員 工修 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)

²正会員 工博 埼玉大学工学部助教授 建設工学科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255)

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

⁴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)

We made field experiments for investigating the effect of different cutting season on *Typha angustifolia* at the Shibakawa-pond (35° 51' N, 139° 42' E). Three cuttings were done on 17th June, 18th July and 7th August, 2002. Shoot height, shoot density and the number of leaves were observed in each 1m×1m quadrant with 1m wide surrounding buffer area. Moreover, belowground organs were sampled in the area in December and compared with that in a no cutting area. As for the belowground biomass in December, not so much difference was observed with June-cutting area and no-cutting area. However, July-cutting and August cutting caused about 50% decrease in belowground biomass. The difference of regrowth biomass in each cutting can be considered to affect the transportation and translocation from aboveground to belowground. In the three cuttings, August cutting is most effective to maintain the *Typha angustifolia* in the smallest biomass.

Key Words: *Typha angustifolia*, cutting, field experiment, belowground biomass

1. はじめに

湖沼・河岸等において陸域と水域が接するエコトーン(推移帯)に形成される抽水植物帯は、多くの生物に対して採餌場、隠れ場、繁殖地等としての場所を提供すると共に、周辺環境を創生する重要なファクターの一つである¹⁾。また、抽水植物群落における地中への酸素輸送に伴い、群落内部における硝化・脱窒反応を促進し水質を浄化する効果もあるといわれている²⁾。そのため、近年、水圏における再自然化をキーワードに、様々な植物が湖沼沿岸・河岸において植栽され、もしくは湿生植物・抽水植物を自然に繁茂させるための生育基盤整備が行われている。しかし、人工的に整備されたビオトープ等においては、攪乱が少なく栄養塩の蓄積が進行するため、当初の目的とは違い大型の抽水植物がエコトーンを占有してしまうという問題(生態系の単調化)が生じている³⁾。また、枯死シュートの堆積による水・土壌環境の悪化が生育環境を悪くし、これも生態系の単調化に影響を

与えている⁴⁾。

このような場所に生育する代表的な抽水植物の一つにヒメガマがある。ヒメガマは、高い生産力と拡大力を有しており、それらを適切に維持管理することが生物多様性の保持や植生帯に蓄積された栄養塩によるdie back⁴⁾を防ぐために重要である。このような、ヒメガマの管理手法として、刈り取り^{5,6)}や除草剤⁷⁾などに関する研究が行われているものの、除去を目的としたものが多く、前述した様々な効果を活かすための「適切な維持管理」という視点の研究が不足している³⁾。

そこで、本研究では地下器官を低いバイオマスで維持することを目的として、維持管理の一手法である刈り取りを夏期に実施し、増加抑制効果を把握した上で適切な刈り取り期を評価することを目的とする。

2. 現地観測

刈り取り後のヒメガマの再生長が地下部動態に与える

影響を調べるため、自然に繁茂したヒメガマ群落の地上部を夏期に刈り取る実験を行った。また、12月に同地点においてサンプリングを行い、無刈り取り区との比較を行った。

(1) 現地観測地点

刈り取り実験を行った場所は、埼玉県南部に位置する芝川調節池(35° 51'N, 139° 42'E)である。ヒメガマ群落の大きさは約 50m×70mであり、湛水深は平均 30cm 程度である。刈り取りは、2002 年 6 月 17 日(ユリウス日:168 日)、7 月 18 日(199 日)、8 月 7 日(219 日)に行った。刈り取り実験範囲は各区共に 1m×1m である。また、その刈り取り区の外周に 1m 幅の緩衝帯を設けた。刈り取りにおいて、もっと大きな面積を刈り取ればより詳細なデータを得ることも可能であったが、今ある群落に与えるダメージを極力少なくするためにこの大きさとした。緩衝帯(非観察区域)を設けたのは刈り取らない区域からの地下茎の進入状況を観察するためである。地下茎が拡大する際の水平地下茎の長さは約 60cm であり、緩衝帯には拡大に伴うシュート(葉茎)の生長はほとんど観察されなかった。

(2) 観測方法と項目

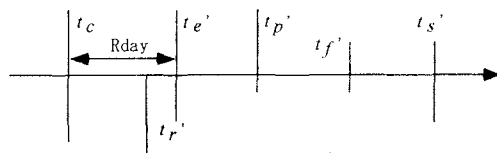
本研究においては、ヒメガマ群落を低いバイオマスに維持するための手法の一つとして刈り取りを用いている。そこで刈り取り位置は、刈り取り後の再生長を期待するため水面上に設けた。その高さは水面から約 20cm 上である。この刈り取り高さは、偽茎(葉の付け根により構成される茎で非光合成器官)の最上部の高さにあたる。刈り取り範囲内でサンプリングは行わなかったため、観測項目は刈り取り後の再生長高さ、葉の厚さと幅、葉の枚数である。刈り取り後の再生長したシュートのバイオマスは、観測項目の内容を利用し推定した。また、刈り取り区において 2002 年 12 月にサンプリングを行った。持ち帰ったサンプルは各器官(穂、葉、茎、地下茎、根)に分けた後、乾燥重量(85℃, 48 時間)を測定した。

3. 生長解析モデル

支配方程式は、Asaeda and Karunaratne⁸⁾によって提唱され、田中ら^{9),10)}によって拡張されたモデルを基本とすることにする。

(1) ヒメガマの生活史

Asaeda & Karunaratne⁸⁾は、ヨシの年間の生長過程をユリウス日(Julian day)によって表現した。ガマ、ヒメガマの場合には、生長開始がやや遅く 120day^{11),12)}, 110day¹¹⁾程度で、8~9 月にピークバイオマスが現れる¹³⁾。今回は刈り取りによる再生長を考えるため、生活史を新たに 2 ステージにわけて考え、刈り取り前後で生活史を変更し



刈り取りシュートの生長開始日	: t_c (day)
光合成生長開始日	: $t_e' = t_c + k_t(t_b + 0.14(t_f - t_b)^{1.27})$ (day)
穂の形成日	: $t_f' = t_c + k_t(t_f - t_b)$ (day)
物質輸送開始日	: $t_p' = t_c + k_t(t_p - t_b)$ (day)
老化開始日	: $t_s' = t_c + k_t(t_s - t_b)$ (day)
根の生長開始日	: $t_r' = t_c + k_t(t_r - t_b)$ (day)

註) t_b , t_e , t_f , t_p , t_s , t_r はそれぞれ通常の生長開始日、光合成生長開始日、穂の形成日、物質輸送開始日、老化開始日、根の生長開始日を表している⁹⁾。

図-1 刈り取り後の生活史

た。図-1 に刈り取り後の生活史を示す。刈り取り後の再生長期間については、Fiala¹³⁾によれば、春先に伸び始めたヒメガマと、その後(5 月や 6 月頃)に伸び始めたものは非常に似たような生育をする。しかし、5 月に生長しはじめたヒメガマは 8 月にピークに達するが、6 月に生長しはじめたヒメガマも 8 月にピークに達することが報告されている。そこで、同様の生活史をもとに生長していると考えられるが、ピークに達する期間に違いは存在するとして、刈り取り前の生活史に比例定数 k_t を用いることにより刈り取り後の生活史を表現した。

(2) 地下部から葉茎への物質輸送

Asaeda and Karunaratne⁸⁾は初期生長期の地下茎から地上部への物質輸送を、初期地下茎バイオマスを用いて以下のように表現した。

$$Rhif = \alpha_{rhi} \cdot \theta^{(T-20)} \cdot B_{rhi} \quad (1)$$

$$\alpha_{rhi} = a \cdot B_{rhi0}^b \quad (2)$$

ここに、 α_{rhi} は地下茎の物質輸送率、 θ はアレニウス定数(=1.09)⁸⁾、 T は日平均気温、 B_{rhi} は地下茎バイオマス、 B_{rhi0} は初期地下茎バイオマス、 a , b は定数(ヨシの場合⁸⁾, $a=0.58$, $b=-0.5$, 相関係数 $R=0.85$: ヒメガマの場合¹⁴⁾, $a=0.133$, $b=-0.3396$, $R=0.87$)を示す。

4. 現地観測結果

図-2 に刈り取り後の高さ変化の結果を示す。無刈り取り区におけるシュート高さは、4 月より徐々に高くなり夏期においてピーク(約 2.7m)を迎えている。本観測においては、4 月からピークになるまでの期間は約 100 日程度であった。それに対して、刈り取り後のシュートは生長速度が非常に高いことが確認できる。なお、本論文では日当りのシュート高さの変化(m/day)を生長速度と定義する。6 月刈りのケースでは、刈り取り後約 50 日程度でピーク値に達しており、4, 6, 7, 8 月のピーク

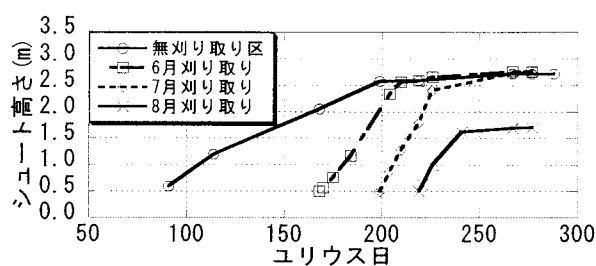


図-2 シュートの高さ変化

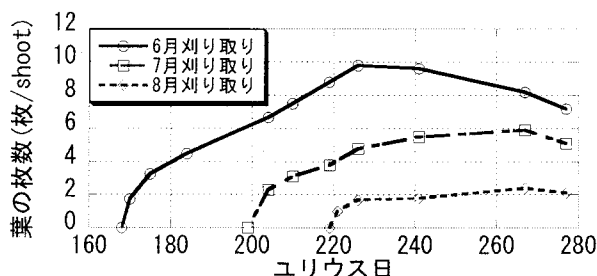


図-4 刈り取り後の葉の枚数の変化

高さに達するまでの生長速度は、それぞれ 0.018, 0.048, 0.068, 0.049 (m/day) となった。

図-3 に刈り取り後のシュート密度(本/m²)の変化を示す。ヒメガマは刈り取り後、すぐに再生長を開始するが、すべてのシュートが再生長を行うわけではない。6 月刈り区においては、刈り取り時に 48 本/m²の密度を有していたが、刈り取り数日後に、その密度は約半分にまで減少した。他の刈り取り区においても同様に刈り取り数日後にその再生長密度は減少している。これは、刈り取り後に再生長するものの、その後生長が止まるシュートがあることを示している。

図-4 にヒメガマの有する葉の枚数の変化を示す。無刈り取り区においては、高さ変化におけるピーク値を得られる時期まで、葉の枚数が増加している。その後老化期を迎えたヒメガマは葉の枚数を減少させている。6 月刈り区におけるシュートは、刈り取り後急速にシュート高さと同様に葉の枚数も大きく増やしている。シュート高さにおいては、無刈り取り区と同様の高さまで再生長を行ったが、葉の枚数においては、無刈り取り区の約 70% 程度の葉を有するに止まった。

これらの結果から、刈り取り後の生長速度は春期の生長速度と比してかなり高い(図-2)が、再生長後の葉の枚数が十二分には出現しないことから、再生長後のピーク時におけるバイオマスは無刈り取り状態と比べると小さくなるが解る。

図-5 に 12 月におけるサンプリングの結果を示す。この結果は、波線が無刈り取り区を示し、カラムが各刈り取り区における結果を示す。本結果は、一本あたりの地下部バイオマスの結果である。この結果より、刈り取り時期の違いが、地下部バイオマスの現存量に大きく影響を与えていることがわかり、すべての刈り取り区において、無刈り取り区よりバイオマスが減少している。具体的には、無刈り取り区に対して 6 月刈り取り区、7 月刈り

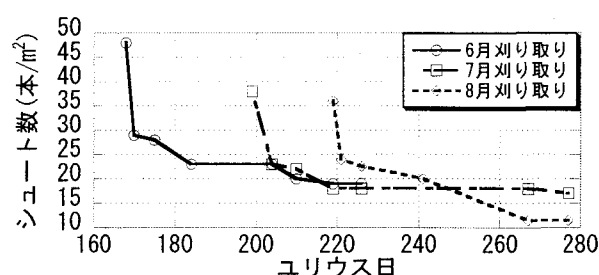


図-3 刈り取りエリアの密度変化

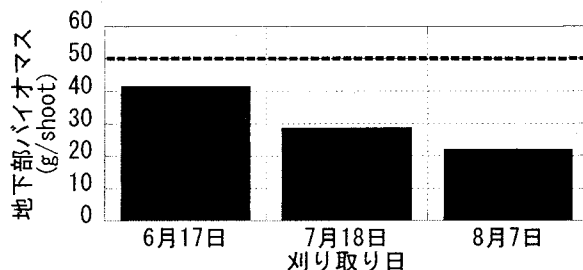


図-5 12 月における刈り取り区の地下部バイオマス

り取り区、8 月刈り取り区はそれぞれ約 20%減、約 40%減、約 50%減と大きく減少していることが確認できる。

5. モデル解析結果

現地における観測と並行して、地下部動態をより詳細に把握するため生長モデルを構築し、それにより、刈り取り後の地下部回復(もしくは減少)メカニズムの推論を行った。

図-6 に無刈り取り区のモデル解析結果を示す。本解析により、生長初期における地下部の減少量、地上部における最大生産量等、ヒメガマの季節変化を良好に再現していることが確認できる。

図-7, 8 に 6 月刈り取り、8 月刈り取りの解析結果を示す。図-7 より、12 月(354day : B)におけるサンプリング結果を本解析結果は良好に再現していることがわかる。6 月刈り取りを行った場合においても、地下部バイオマスは 4 月(96day : A)より増加していることが観測・解析双方によって確認できることから、この時期による刈り取りは群落にはそれほど大きなダメージを与えるものではないものと考えられる。図-8 において、8 月における刈り取りは 6 月における刈り取りよりも 12 月における地下部バイオマスの減少量が多いことが確認できる。モデル解析より 6 月刈り取りにおいては、4 月に対する 12 月における地下部バイオマスは約 150%であるのに対して、8 月刈りでは約 110%となっており、4 月とほぼ同等の値であることが解る。6 月刈りの地下部が増加しているのは図-7 の地下部解析値(破線)で示したように、再生長シュート(地上部)のピーク付近における地下部の増加(地上部から地下部への輸送による)が大きく関与していると考えられる。一方、8 月刈り取りは再生するものの葉の枚数、シュート高さ、シュート密度ともに 6 月より低く(図-2, 3, 4)、地上部が大き

なバイオマスまで達しないため、地下部への輸送はほとんどなく再生長は無駄な投資となる(図-8)。それが図-5の1本あたりのバイオマスに大きく現れていると考えられる。このように、刈り取り時期によって地下部の対応は大きく異なるため、刈り取り時期の変化により地下部のバイオマスを制御することが可能と考えられる。

6. おわりに

大型抽水植物を適切に管理するための手法の一つである刈り取りについて次年度への影響を考慮し現地刈り取り実験をもとに、モデル解析を行った。その結果、次年度への影響を生長初期の地下部バイオマスとの関係で考えた場合、夏期における刈り取りは6月、7月、8月共に影響は少ないものと考えられる。しかし、1本あたりの地下部バイオマスは7月、8月において大きく減少しており、本報告での目的である低いバイオマスで群落を維持するという観点からは、夏期の中でも8月に刈り取ることがもっともよいのではないかと考える。

しかし、植物は生育地の栄養状態により生産量が大きく変化することを考えると、今後は他の地域における生長も考慮し、より一般的な知見へと高めていく必要がある。

謝辞: 現地調査を行うにあたっては、さいたま県土整備事務所(元埼玉県南部河川改修事務所)より快諾をいただいた。また、湯谷賢太郎助手には現地調査を手伝っていただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Beule, J. D. : Control and management of cattails in southeastern Wisconsin wetlands., Technical Bulletin, 112 : 1-41, 1979.
- 2) Dean, J. V. and Biesboer, D. D. : Loss and uptake of ^{15}N -ammonium in submerged soils of a cattail marsh. Amer. J. Bot., 72: 1197-1203, 1986.
- 3) 近藤雅春 : 企業内ビオトープの普及とその問題点, 水環境学会誌 25(8): 441-445, 2002.
- 4) Ostendorp, W. : Die-back' of reeds in Europe - a critical review of literature, Aquat. Bot., 35, pp. 5-26, 1989.
- 5) Shekhov, A. G. : Effect of cutting time on renewal of stands of reed and cattail., Hydrobiologia, 10, pp.45-48, 1974.
- 6) Ulrich, K. E. and Burton, T.M. : The establishment and management of emergent vegetation in sewage-fed artificial marshes and the effects of these marshes on water quality., Wetlands, 4, 205-220, 1985.
- 7) Linz, G. M., Bergman, D. L. and Bleier, W. J. : Evaluating Rodeo® herbicide for managing cattail-choked marshes: objectives and methods. Proceedings Cattail Management Symposium, 21-27, 1992.

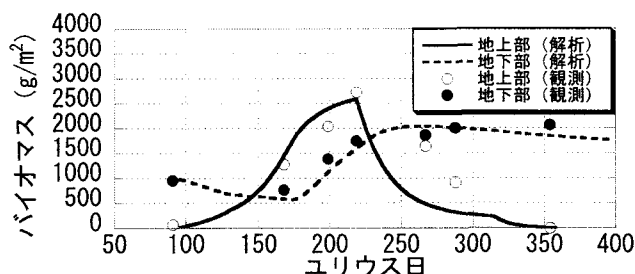


図-6 モデル解析結果(無刈り取り区)

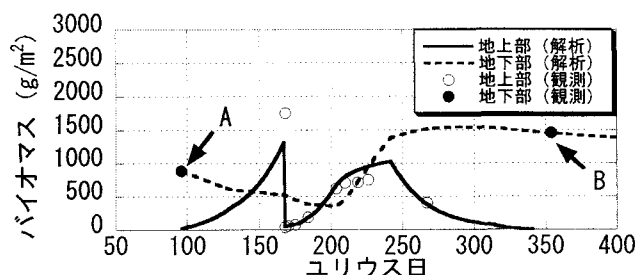


図-7 モデル解析結果(6月刈り取り区)

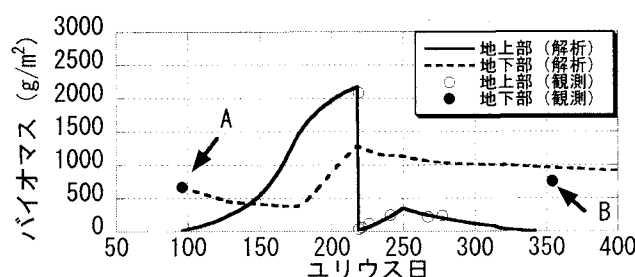


図-8 モデル解析結果(8月刈り取り区)

- 8) Asaeda, T. & Karunaratne, S. : Dynamic modeling of the growth of *Phragmites australis*: Model description, Aquat. Bot., 67, 301-318, 2000.
- 9) 田中規夫, 浅枝隆, 谷本勝利, 長谷川敦 : 抽水植物の鉛直生産構造の相違を考慮した生長解析, 水工学論文集, 第45巻, 1093-1098, 2001.
- 10) 田中規夫, 武村武, 浅枝隆, 長谷川敦, 谷本勝利 : 河川空間におけるヒメガマ *Typha angustifolia* の地下茎拡大機構, 土木学会論文集, No.698, II-58, pp.81-91, 2002.
- 11) McNaughton, S. J. : Ecotype function in the *Typha* community type, Ecol. Monographs, Vol. 36, pp. 297-325, 1966.
- 12) Kvet, J. : Growth analysis approach to the production ecology of reedswamp plant communities, Hydrobiologia, Vol. 12, pp.15-40, 1971.
- 13) Fiala, K. : Underground Organs of *Typha latifolia* and *Typha angustifolia*, their growth, propagation and production, Acta Sc. Nat. Brno., Vol. 12, No. 8, pp.1-43, 1978.
- 14) 長谷川敦・田中規夫・浅枝隆・谷本勝利 : 初期生長期の特性に基づくガマ・ヒメガマの生長解析, 水工学論文集, 46, 1109-1114, 2002.

(2003. 4. 11受付)