

礫河原植物の栄養塩吸収に関する水耕栽培実験

○ 名古屋大学 正会員 戸田祐嗣

建設技術研究所 正会員 端戸尚毅

東京工業大学 フェロー会員 池田駿介

1. はじめに

水辺に生育する植物はその近傍に生息する生物に生息の場を提供し、河岸等の侵食防御機能、水質の浄化機能、そして人と自然との豊かな触れ合いの場を創出するなどの水辺環境の構成要素のひとつとして重要な役割を果たしている。このことから、近年、水辺植物の生息環境や生長に関して数多くの研究が行われている^{1), 2)}。本研究では、礫床河川高水敷に生育する植物の動態を把握するための第一歩として、我が国の典型的な礫河原植物のひとつであるツルヨシに着目し、光合成に伴う栄養塩吸収特性を水耕栽培実験により把握することを目的とする。

2. 実験方法

図-1に実験装置概略図を示す。縦45cm、横65cmのコンテナに25℃の水を循環し、その中に $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の培養液にツルヨシを植栽した容器（以下、ツルヨシ容器と略す）を設置した。このことにより実験期間中の培養液の温度が常に一定に保たれるようにした。また、実験中にツルヨシ容器内の培養液が蒸発しないように、ラップと紙粘土で容器を覆い密閉している。本研究では溶存態窒素濃度が異なった4つの培養液濃度に対して栄養塩吸収実験を実施した（表-1）。実験は2003年6月28日～29日と8月29日～30日に実施した。まず、実験前の24時間ツルヨシを培養液に浸し各培養液環境へなじませた後、4時間間隔で窒素吸収量、蒸散量、根の呼吸量を計測し、測定後に培養液の交換を行った。窒素吸収量については、培養液中の溶存態窒素濃度を分光光度計（楸ブランドルーベ）で計測することにより定量した。蒸散量は培養液の交換前後での重量変化により計測した。根の呼吸量は根近傍の水分とのイオン交換によってツルヨシの栄養塩吸収に影響を与えるものと推察される。したがって、ツルヨシの根の呼吸量を把握するため、培養液中の溶存態無機炭素(DIC)の変化を計測し、その変化より呼吸量を概算した。表-1に各培養液の窒素濃度条件を示す。6月28日～29日ではCase1, 2, 4の3ケースのみ行い、8月29日～30日においてはCase1が実験途中で著しく萎れたため除外した。

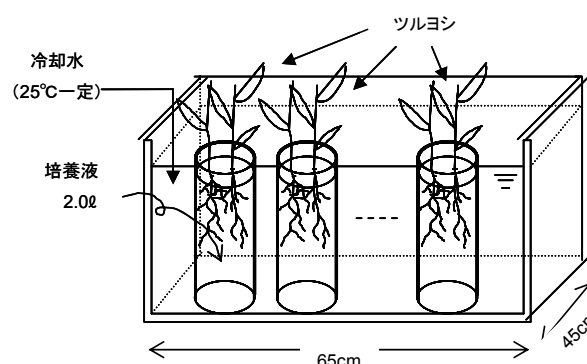


図-1 実験装置概要

表-1 実験条件（培養液濃度）

Treatment	$\text{NO}_3\text{-N} \text{ (mg l}^{-1}\text{)}$
Case 1	1.201
Case 2	2.402
Case 3	3.603
Case 4	12.01

(各ケースとも $\text{PO}_4\text{-P}$ は $0.1 \sim 0.3 \text{ mg l}^{-1}$ の範囲)

3. 実験結果

図-2に8月29日～30日の蒸散量、呼吸量および窒素吸収量の時間変化を示す。蒸散量はいずれのケースにおいても、12時～16時にピークをとり、夜にかけて小さな値を示すという、日射に対応した一般的な植物の蒸散活動を示している。各ケース間の差異はあまり見られず、植物の蒸散活動には培養液中の栄養塩濃度は大きな影響を与えていないことがわかる。根の呼吸量は4～8時に大きな値をとり、夜にかけて小さな値を示している。各ケース間を比較すると、培養液中の窒素濃度が高くなるほど呼吸量が大きくなっていること

キーワード：ツルヨシ、栄養塩吸収、水耕栽培実験、呼吸量

連絡先（名古屋市千種区不老町，052-789-5176，ytoda@cc.nagoya-u.ac.jp）

がわかる。植物の呼吸を機能別に考えた場合、新しいバイオマスを合成するために要求される生長呼吸と、現存物を維持することに要求される維持呼吸に分類することができる。同気象条件では維持呼吸に大きな違いはないと考えると、各ケース間の呼吸量の差は生長呼吸の差だと考えられる。窒素吸収量についても呼吸量と同じく4～8時の間にピークを持ち、以降減少し夜間で最小値をとる傾向が見られた。また、蒸散に伴って吸収された水分中に含まれる窒素量は全吸収量に比べて1オーダー程小さい値であり、植物が培養液中から窒素イオンを濃縮しながら吸収していることがわかる。各ケースを比較すると、培養液の硝酸濃度が高いほど吸収量が多い。呼吸量と窒素吸収量は比較的対応した時間変化を示すが、吸収量と比較すると呼吸量の変化の度合いが小さく全時刻にわたり平均的に生じている。この原因としては、呼吸量総量に占める維持呼吸の割合が比較的高いこと、および呼吸-栄養塩吸収作用間で植物生理に起因した遅れや平滑化が生じていることなどが推察される。

図-3 に単位重量あたりの蒸散量および栄養塩吸収量の日積分値の関係を、図-4 に単位重量あたりの呼吸量と栄養塩吸収量の日積分値の関係を示す。栄養塩吸収と蒸散作用の間には明確な関係は見られず、蒸散作用が直接、栄養塩吸収量を規定していないことがわかる。一方、栄養塩吸収量は呼吸量に対応して増加しており、ツルヨシの栄養塩吸収は根の呼吸に関係していることがわかる。6月と8月を比較すると、6月に行った実験のほうが単位重量の根系あたりの栄養塩吸収量が大きく、成長が大きな6月付近のツルヨシ群落の方が栄養塩の吸収効率が低いものと判断される。

4. 結論

本実験により、蒸散による水分移動に伴った栄養塩輸送量は、ツルヨシの栄養塩吸収総量と比較して小さく、栄養塩吸収量は根の呼吸量に伴って大きくなることが示された。この結果より、ツルヨシの成長量を予測するためには、根の呼吸特性を把握する必要があることが示唆される。

参考文献：1)Takashi Asaeda, Shiromi Karunaratne: Dynamic modeling of the growth of *Phragmites australis*: model description, Aquat. Bot., 67, 301-318, 2000. 2)Sinkyu Kang, Hojeon Kang, Dongwook Ko, Dowon Lee: Nitrogen removal from a riverine wetland: a field survey and simulation study of *Phragmites japonica*, Ecol.Engineering, 18, 467-475, 2002.

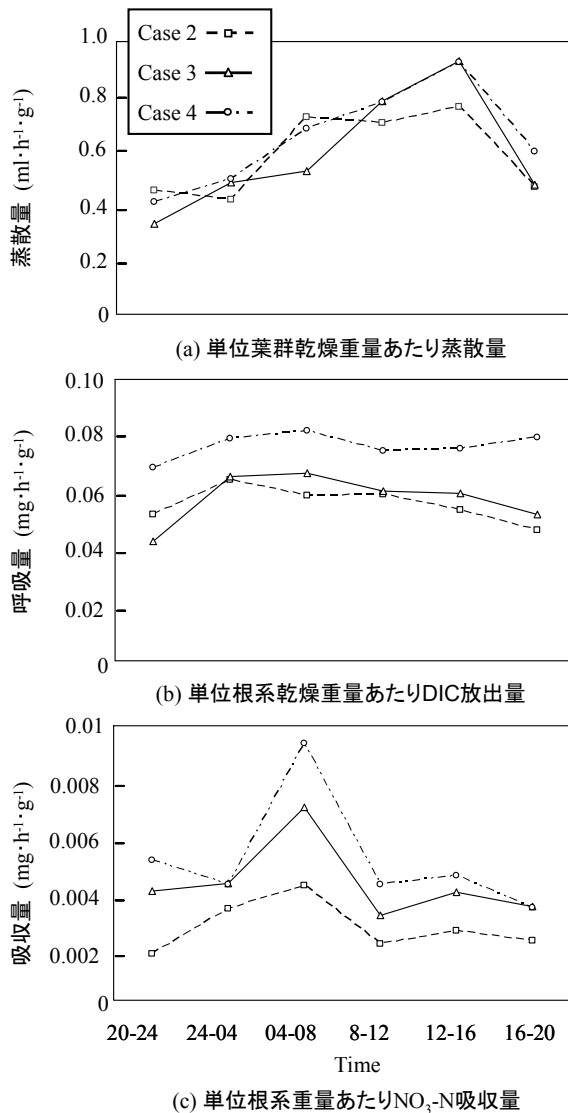


図-2 蒸散量・DIC放出量・NO₃-N吸収量の時系列変化

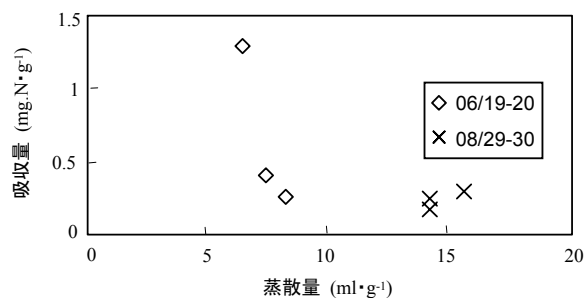


図-3 蒸散量と吸収量の関係（日積分値）

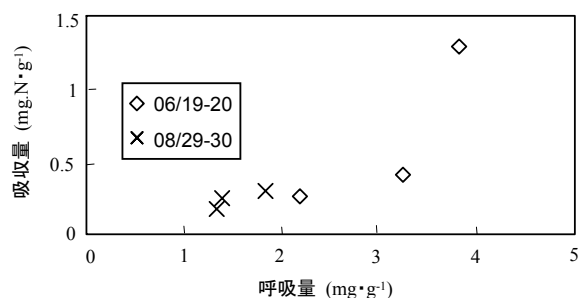


図-4 呼吸量と吸収量の関係（日積分値）