

学位論文題名

Factors controlling the pattern of sedge fen
vegetation in Hokkaido

（北海道におけるスゲ湿原の植生パターン決定要因）

学位論文内容の要旨

湿原生スゲ属4種の分布パターンを調べ、無機環境要因、生物的要因および吸収栄養回収効率の違いが、これらの分布に大きな影響を与えていることを示唆した。

1 スゲ属種の分布パターンと無機環境要因の関係

（1）勇払湿原に広く分布、生育するスゲ属4種（ヤチスゲ、ムジナスゲ、ツルスゲ、オオアゼスゲ）について、分布パターンと無機環境要因の関係について分析した。

（2）調査地点はおもに、北海道の低層湿原の特徴型を示している氾濫原湿原、中間湿原、および谷湿原を中心に58地点設定した。

（3）無機環境要因については、平均水位・水位変動性・泥炭水化学成分濃度（pH, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, T-N, T-P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ）について解析した。

（3）データ解析には、CCA解析 (canonical correspondence analysis) を用い、種の分布と無機環境要因との対応関係を明らかにした。

（4）勇払湿原の植生は、水位変動性、平均水位、泥炭水中窒素、リン、カリウム濃度に大きく影響されていた。ツルスゲは、泥炭水中に無機栄養元素を多く含み、水位変動が激しい環境に多く分布した。これとは反対にヤチスゲとムジナスゲは、比較的貧栄養で、水位変動が小さい環境に多く分布した。オオアゼスゲは、泥炭水中の窒素濃度が高い環境に多く分布した。

2 表層水の流動が、水位勾配に沿って分布しているヤチスゲ、およびムジナスゲの分布・生育に及ぼす影響

（1）勇払湿原の一部であるトキサタマップ湿原において、表層水の流動性がヤチスゲ、およびムジナスゲの局所的な分布、生育に与える影響について分析した。

（2）ヤチスゲの被度は平均水位と有意に正の相関を示したが、ムジナスゲの被度は有意に負の相関を示した。ムジナスゲの密度および単位面積当りの地上部乾物重は、平均水位と有意に負の相関を示した。

（3）表層水が停滞している環境では、ヤチスゲの丈長およびムジナスゲの丈長・地上乾物重は、平均水位と有意に負の相関を示したが、表層水が流動している環境では、両種の丈長・地上部乾物重は、平均水位と有意な相関は示さなかった。

(4) 高い溶存酸素濃度を伴う表層水の流動性は、植物の丈長や乾物重に負の影響を与えている“水没ストレス”の影響を緩和していると考えられた。その結果、表層水が流動する環境では、水位が比較的低い環境に多く分布する大型のムジナスゲにとって、より水位が高い環境へ進出するチャンスが与えられる可能性が示された。またそれにより、水位が高い環境に生育する小型のヤチスゲの分布域が、ムジナスゲとの競合により制限されることが考えられた。

3 無機環境要因、体内窒素・リン回収効率、およびヨシによる被陰が、ムジナスゲおよびオオアゼスゲの分布に与える影響

(1) 無機環境要因の影響、体内窒素・リン回収効率、およびヨシによる被陰に対する比葉面積 (SLA) の可塑性を分析することにより、ムジナスゲ (貧栄養環境に多く分布)、およびオオアゼスゲ (富栄養環境に多く分布) の分布パターンの違いを明らかにした。

(2) ムジナスゲの分布は、ヨシの被度と強い負の相関関係を示したが、オオアゼスゲの分布は、ヨシの被度と有意な相関を示さなかった。

(3) オオアゼスゲの SLA は、単位面積当りのヨシの地上部乾物重と有意に正の相関を示したが、ムジナスゲの SLA は有意な相関を示さなかった。オオアゼスゲは SLA を可塑的に変えることにより、ヨシによる被陰の影響を緩和でき、このことがヨシが多く分布している富栄養環境への進出を可能にしているものと考えられた。

(4) 窒素・リンの地上部残存率は、オオアゼスゲがムジナスゲの 1.7 倍高い値を示した。

(5) ムジナスゲは、吸収した栄養を効率的に再回収できるため、貧栄養環境でも生育できるものと考えられた。しかし、ヨシによる被陰に対する適応性が欠如しているため、ヨシが広く分布する富栄養環境へは進出できないものと考えられた。

これらの結果をもとに、無機環境要因、種間相互作用、および栄養回収効率の違いから、湿原生スゲの分布のメカニズムを考察した。

学位論文審査の要旨

主査	教授	甲山隆司
副査	教授	山村悦夫
副査	教授	東正剛
副査	助教授	福田弘巳
副査	助教授	大原雅 (農学部)

学位論文題名

Factors controlling the pattern of sedge fen vegetation in Hokkaido

(北海道におけるスゲ湿原の植生パターン決定要因)

本申請論文は、北海道勇払湿原に広く分布、生育するスゲ属4種（ヤチスゲ、ムジナスゲ、ツルスゲ、オオアゼスゲ）を対象とし、それらの分布パターンを多角的に解析し、湿原生態系において無機環境要因、個々の種の生理特性の違い、ならびに被圧を介した生物間相互作用が植物の分布に大きな影響を与えていることを明かにしたものである。本論文は3章から構成されている。

第1章は、スゲ属4種の分布パターンと無機環境要因との関係を論じている。調査地点は、北海道の低層湿原の特徴型を示している氾濫原湿原、中間湿原、および谷湿原を中心に58地点を設定した。無機環境要因については、平均水位・水位変動性・泥炭水化学成分濃度（pH, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, T-N, T-P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ）について解析し、データ解析には、CCA解析 (Canonical Correspondence Analysis) を用い、種の分布と無機環境要因との対応関係を明らかにした。その結果、勇払湿原の植生は、水位変動性、平均水位、泥炭水中窒素、リン・カリウム濃度に大きく影響されていた。ツルスゲは、泥炭水中に無機栄養元素を多く含み、水位変動が激しい環境に多く分布していた。これとは反対にヤチスゲとムジナスゲは、比較的貧栄養で水位変動が小さい環境に多く分布した。オオアゼスゲは、泥炭水中の窒素濃度が高い環境に多く分布した。

第2章は、表層水の流動がヤチスゲとムジナスゲの分布・生育に及ぼす影響について論じている。ヤチスゲの被度は平均水位と有意に正の相関を示したが、ムジナスゲの被度は有意に負の相関を示した。ムジナスゲの密度および単位面積当りの地上部乾物重は、平均水位と有意に負の相関を示した。表層水が停滞している環境では、ヤチスゲの丈長およびムジナスゲの丈長・地上乾物重は、平均水位と負の相関を示したが、表層水が流動している環境では、両種の丈長・地上部乾物重は、平均水位と有意な相関は示さなかつ

た。高い溶存酸素濃度を伴う表層水の流動性は、植物の丈長や乾物重に負の影響を与えている“水没ストレス”の影響を緩和していると考えた。その結果、表層水が流動する環境では、水位が比較的低い環境に多く分布する大型のムジナスゲにとって、より水位が高い環境へ進出するチャンスが与えられる可能性を指摘した。またそれにより、水位が高い環境に生育する小型のヤチスゲの分布域が、ムジナスゲとの競合により制限されることを示唆した。

第3章では、無機環境要因、体内窒素・リン回収効率、およびヨシによる被圧効果が、ムジナスゲとオオアゼスゲの分布に与える影響について論じている。無機環境要因の影響、体内窒素・リン回収効率、およびヨシによる被圧に対する比葉面積（SLA）の可塑性を分析することにより、ムジナスゲ（貧栄養環境に多く分布）とオオアゼスゲ（富栄養環境に多く分布）の分布パターンの違いを明らかにした。ムジナスゲの分布は、ヨシの植被率と強い負の相関関係を示したが、オオアゼスゲの分布は、ヨシの植被率と有意な相関を示さなかった。オオアゼスゲのSLAは、単位面積当りのヨシの地上部乾物重と有意に正の相関を示したが、ムジナスゲのSLAは有意な相関を示さなかった。オオアゼスゲはSLAを可塑的に変えることにより、ヨシによる被圧の影響を緩和しており、このことがヨシが多く分布している富栄養環境への進出を可能にしているものと考えた。窒素・リンの地上部残存率は、オオアゼスゲがムジナスゲの1.7倍高い値を示した。ムジナスゲは、吸収した栄養を効率的に回収できるため、貧栄養環境でも生育できるものと考えた。しかし、被圧に対する適応性が欠如しているため、ヨシが広く分布する富栄養環境へは進出できないものと結論した。

以上のように、本論文は、(1) 水位ならびにその変動性、化学的水質環境、表層水の流動といった無機的环境要因と植生パターンの関係、(2) 個々の種の養分要求性、回収効率、ならびに葉の特性変化の可塑的性質といった生理特性からの種の分布パターンの把握、そして(3) 他種による被圧効果を介した生物間相互作用を取り入れた種の分布域の変動性、といった階層的な視座から植生パターン形成メカニズムを解明した。これまでの湿原植生研究は、主に巨視的な無機的环境要因のみからの解析がほとんどであり、微環境変動や生物間相互作用を組み込んだ、連続的な分布パターン形成メカニズムを提示できた点は、本論文の際だった成果である。本研究では、勇払湿原における4種のスゲ属植物の研究例に過ぎないが、本研究で確立した方法論は、他の湿原生態系にも十分適用可能であり、生態系科学への貢献は大きいものとする。

審査員一同は、上記のように申請論文を評価する。また、申請者が大学院課程において意欲的に勉学・研究を進めてきたことから、今後、研究者として高い能力を発揮していくことと判断する。以上から、申請者が博士（環境科学）の学位に相当する、十分な資格を有するものと判定する。