

# 湿原のミズゴケ微地形における 水文気象環境と植生の関係

## 学位論文内容の要旨

湿原は豊富な水によって地表面付近が湿潤に保たれるため、地表面付近に他の陸上生態系と異なる環境が形成される。湿原の植生は、このような湿潤な水文環境の中で分布・生育する一方で、自らの枯死体を泥炭として堆積することで水文環境の形成に寄与している。湿原生態系にはこのような植生と環境の相互作用が存在し、その相互作用に基づいて生態系が維持されていると考えられているが、その詳細はまだ良くわかっていない。近年北海道の湿原では、ハンノキの増加など人間活動の影響とみられる植生変化が生じており、その保全が課題となっている。しかし、湿原の有効な保全策を考えるためには、その基礎知識として、湿原植生と環境の相互関係、特に水文気象環境との関係を知ることが重要である。

本研究は、北方湿原に多くみられる微地形のうち、ミズゴケの枯死体が泥炭として堆積されて形成されたミズゴケハンモック(凸型地形)に着目し、その地表面に生育するミズゴケとその生育を支える水文環境の相互関係を把握することを目的とした。この目的を達成するために、北海道東部の風蓮川湿原の mixed mire (ヨシ・スゲ類が生育する湿原にミズゴケハンモックが散在した群落)において、植生調査と水文・気象環境の観測を行い、ミズゴケハンモックにおける水文・気象環境と植生の関係を検討した。

### 1. 植生の分布と生育

風蓮川湿原の mixed mire における植生の実態を把握するため、植生分布とミズゴケの成長量を調査した。測量と植生分布調査の結果、観測サイトではハンモックとホロウ(ハンモック間の凹型地形)の面積比が概ね1対1であり、ハンモックにはチャミズゴケやツツジ科灌木などの高層湿原植生が、ホロウにはヨシ・スゲ類などの低層湿原植生が分布していた。ハンモックでは、ミズゴケ以外の維管束植物の植生高は低かった。これは、ハンモック内部の水 (pH:4.25、EC:26.9  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) がホロウの水 (pH:6.02、EC:58.0  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) より酸性・貧栄養であるため、ミズゴケ以外の植物の生育が阻害されているためと考えられた。これにより、ハンモック上のチャミズゴケは、他の植物による被陰をあまり受けない光環境のもとに分布していたことがわかった。また、チャミズゴケは年間 8.7~12.7 mm 伸長していたが、基底から測ったハンモックの比高は高くはなっていなかった。このことから、ハンモックは、泥炭分解に伴う内部の収縮とミズゴケの成長による高さの変化が相殺されて、比高が維持されていると推察された。

### 2. 湿原の熱収支と蒸発散特性

観測サイトで微気象観測とライシメータによる蒸発散量の観測を行い、湿原の熱収支およびハンモックとホロウの蒸発散特性を検討した。観測サイトでは地表面に到達した正味放射エネルギーの多くが水の蒸発に使われていた。また、この湿原の群落抵抗は 4~85  $\text{s m}^{-1}$  で、大きくはなく、気孔の開閉などによる蒸発散量の調節があまり行われていないことが推察された。ハンモックとホロウの

蒸発散量を推定した結果、湿原の蒸発散量はハンモック由来の蒸発散量が4割、ホロウ由来の蒸発散量が6割であった。また、ホロウ由来の蒸発散量のうち、泥炭面由来の蒸発散量が約半分を占めていた。このことから、この群落ではホロウ泥炭面から蒸発も無視できないことがわかった。2003と2004年の6月から10月の蒸発散量は、平均2.5~2.7 mm d<sup>-1</sup>であり、この量は可能蒸発量に匹敵していた。このような群落からの高い蒸発散量は、湿原表面が湿潤であったためと考えられた。

### 3. 湿原およびハンモックの水文環境と水収支

観測サイトにおける水文環境を明らかにするため、土壌水分、水位などの水文気象観測を行い、湿原の水収支を明らかにするとともに、湿原全体とハンモックにおける水の動きを検討した。

その結果、観測サイト(mixed mire)の水位は、風蓮川の水位上昇の影響を受けずにホロウ付近で安定していること、またハンモックは7年間の観測期間内で一度も水没しなかったことがわかった。そこで、地表面の水の流出特性を検討したところ、風蓮川湿原では次のような水位安定化機構が存在することがわかった。すなわち、水位がホロウ表面より高くなると水面がつながって地表面の勾配方向(風蓮川)への流出が生じる。水位が低下すると水面の連続が途切れて流出が止まり、その後の水位低下は蒸発散によって生じる。しかし降水量が蒸発散量より多い湿潤気候の風蓮川湿原では、降雨により水位はすぐに元に戻る、というメカニズムである。このような水位安定化機構により、湿原の水位はホロウ表面付近で安定していたことがわかった。

また、ハンモック表層では含水率が安定していたことがわかった。この安定した含水率は、ホロウ表面付近での安定した水位や、ハンモックを構成する泥炭の高い空隙率による余剰水の速やかな排水と、泥炭の緻密な構造による毛管水上昇によるものと考えられた。降雨時にはハンモック表面から浸透した水の一部がその不飽和層に貯留されていたが、この雨水の貯留によってハンモック内部は局所的な雨水涵養性の水質(酸性・貧栄養)となっていたことがわかった。6月から10月の湿原の水収支を過去18年間にさかのぼって検討したところ、2004年以外は降水量が蒸発散量を大きく上回っていた。これに対し、2004年は降水量が平年の半分程度しかなく、降水量が蒸発散量より約50 mm少なかった。しかし2004年で最も水位が低かった8月においても、ハンモック表層の含水率はあまり低下していなかったことから、ハンモック表層の含水率は、少なくとも過去18年間で大きく低下することがなく、この安定した含水率のもとでハンモック上のミズゴケが生育していたことが推察された。

### 4. ミズゴケ微地形における環境と植生の相互関係

以上のことから、観測サイト(mixed mire)における環境と植生の関係を総合的に検討した結果、mixed mireにおけるミズゴケなどハンモック上の植生は、ハンモックが水没しない安定した水位、その安定した水位に基づくハンモック表層の安定した含水率、およびそれらの条件で作られしたハンモック内部の雨水涵養性の水質(酸性・貧栄養)など、ハンモック独特の水文環境に支えられて生育していることがわかった。また、ハンモックではその水質のため、他の維管束植物は大きく生育できず、ミズゴケの生育に適した光環境も形成されている。このような、ハンモック上のミズゴケの生育環境は、ミズゴケ自らが作りだした隆起地形と泥炭の物理的特性によって形成されたものであり、またその隆起地形はミズゴケの成長と泥炭の分解によって維持されていることから、ミズゴケはそれ自身の生育を支える環境を自ら形成し、かつ維持していると考えられる。

観測サイトでは、湿潤な気候と地形条件のもと、環境と植生の相互関係によって植生の生育が維持されていると考えられる。しかし、人間活動による環境の急変は、水・養分動態の変化のみならず泥炭の物理特性までも変化させ、環境と植生の相互関係を変化させることが懸念される。したがって、湿原生態系の持続的な保全を検討するためには、環境と植生の相互関係を念頭に置き、それが維持されるような手法をとる必要があると考えられる。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 浦 野 慎 一  
副 査 教 授 長 谷 川 周 一  
副 査 教 授 波 多 野 隆 介  
副 査 助 教 授 平 野 高 司

学 位 論 文 題 名

## 湿原のミズゴケ微地形における 水文気象環境と植生の関係

本論文は5章からなる175頁の和文論文で、引用文献143を含んでいる。他に参考論文4編が添えられている。

湿原は地表面付近が湿潤に保たれるため、他の陸上生態系と異なる環境が形成される。その一方で、湿原植生は自らの枯死体を泥炭として堆積することで水文環境の形成に寄与している。湿原生態系にはこのような環境と植生の相互作用が存在すると考えられているが、その詳細は良くわかっていない。湿原の保全を考える場合、このような環境と植生の相互作用の把握が基礎知識として重要である。本論文は、湿原における水文気象環境と植生の関係を把握することを目的に、北海道東部の風蓮川湿原の mixed mire (ヨシ・スゲ類が生育する湿原にミズゴケハンモックが散在した群落)において、植生調査と水文気象観測を行い、ハンモックにおける水文気象環境と植生の関係を明らかにしたものである。

### 1. 植生の分布と生育

風蓮川湿原の mixed mire における植生分布とミズゴケの成長量を調査した結果、ハンモック (凸型地形) にはチャミズゴケやツツジ科灌木などの高層湿原植生が、ホロウ(凹型地形)にはヨシ・スゲ類などの低層湿原植生が多く分布していた。ハンモックでミズゴケが優占していたのは、ハンモック内部の水がホロウの水より酸性・貧栄養であるため、ミズゴケ以外の植物の生育が阻害されているためと推察された。また、ハンモック上のチャミズゴケは年間 8.7~12.7 mm 伸長していたが、ハンモックではその成長と内部の泥炭分解が相殺されて比高が維持されていることがわかった。

### 2. 湿原の熱収支と蒸発散特性

風蓮川湿原の mixed mire に観測サイトを設け、微気象観測とライシメータによる蒸発散量の観測を行い、湿原の熱収支と蒸発散特性を検討した。その結果、観測地では正味放射量の大部分が蒸発散に使われていること、また、群落抵抗は  $4\sim 85 \text{ s m}^{-1}$  で、それほど大きくはなく、気孔の開閉などによる蒸発散調節が強くは行われていないことがわかった。さらに、ハンモックとホロウの蒸発散量を推定して比較した結果、湿原の蒸発散量はハンモック由来の蒸発散量が 4 割、ホロウ由来の蒸発散量が 6 割であることがわかった。また、ホロウ由来の蒸発散量のうち、泥炭面由来の蒸発散量が約半分を占めており、この群落ではホロウ泥炭面からの蒸発も無視できないことがわかった。

### 3. 湿原およびハンモックの水文環境と水収支

風蓮川湿原で土壌水分、水位などの水文気象観測を行い、湿原の水収支を明らかにするとともに、湿原全体とハンモックにおける水の動きを検討した。その結果、mixed mire の水位は、風蓮川の水位上昇の影響を受けずにホロウ表面で安定していることがわかった。またこの湿原では、水位が高くなると水面がつながって表面流出が生じ、水位が低下するとその連続性が途切れて流出が止まり、その後は蒸発散によってゆっくり水位が低下する、という水位安定機構が存在することがわかった。一方ハンモック表層では、含水率が安定していることがわかった。この安定した含水率は、mixed mire の安定した水位、ハンモック泥炭の高い空隙率による余剰水の速やかな排水、およびミズゴケ枯死体による毛管水上昇によるものと推察された。ハンモック表層の含水率は、観測期間中最も水位が低かった2004年8月においても低下していなかったことから、少なくとも過去18年間で大きく低下することがなかったと推測され、ハンモック上のミズゴケはこのような安定した含水率のもとで生育していることがわかった。

### 4. ミズゴケ微地形における環境と植生の相互関係

以上の結果から、mixed mire におけるハンモック上の植生は、湿原の安定した水位とハンモック表層の安定した含水率、およびそのような条件で作られ出したハンモック内部の雨水涵養性の水質など、ハンモック独特の水文環境に支えられて生育していることがわかった。また、ハンモックではその水質のため他の維管束植物の生育は困難であり、結果的にミズゴケの生育に適した環境が形成されている。しかし、このような環境はミズゴケが自らが作った微地形(ハンモック)とその泥炭の物理的特性によって形成されたものであり、またそのハンモックはミズゴケの成長と泥炭の分解によって維持されていることから、ミズゴケはそれ自身の生育を支える環境を自ら形成し、かつ維持していることが明らかになった。

以上のように本研究は、風蓮川湿原の mixed mire における水位安定機構、ハンモック表面の安定した含水率などを詳細な観測によって把握するとともに、水文気象環境と植生の関係を明らかにしたものであり、その成果は学術上、応用上高く評価される。よって審査員一同は、矢崎友嗣が博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格があると認めた。