

## 博士論文(要約)

論文題目 奥羽山脈における山岳湿地の形成と発達に与える  
地すべり地形の発達と気候変動の影響  
(Development and evolution of mountain wetlands  
related to landslide development and climate  
change in the Ou Mountains, northeastern Japan)

氏 名 佐々木 夏来

山岳湿地は、美しい景観を提供するだけでなく、希少種の生育場所や氷期の遺存種のレフュージアとして、生態学的にも重要な場所である。近年の気候変動が山岳環境に与える影響が懸念されており、脆弱性が高いとされる山岳湿地が過去の気候・水文環境および地形変化に対してどのように応答してきたのかを明らかにし、将来予測に役立てることは急務である。本研究では、多様な成因の湿地が存在する奥羽山脈の第四紀火山地域を対象として、空中写真判読とGIS解析によって湿地分布と地形および積雪深との関係を明らかにするとともに、湿地堆積物分析によって湿地の形成・発達過程を明らかにして地形変化および気候変動と関係について考察した。その結果、奥羽山脈の山岳湿地は地すべり地内と火山原面上に主に分布しており、両者の地形面に位置する湿地は千年オーダーでの発達史に大きな違いがあることを明らかにした。それは、以下のようにまとめられる。

以下に論文の構成を示す。本論文は7つの章から構成される。

第1章では、日本における湿地の分布を標高別にまとめ、湿地の立地場所として低地のみならず山岳地域も重要である点を指摘した。また、これまでの山岳湿地研究および湿地の形成場としての地すべり研究について文献レビューをおこない、本論文の位置づけを明確にした。すなわち、奥羽山脈における山岳湿地について、地形、気候、水文条件を包括的に捉え、湿地の空間的な広がりや配置だけでなく、湿地の形成および発達過程を解明することを本論文の重要な課題に設定した。

第2章では、研究対象地である、奥羽山脈の仙岩火山地域（八幡平火山群、岩手火山群）、栗駒火山地域、船形火山地域について概観した。第3章では、調査および分析方法について述べた。本研究では、空中写真判読により湿地を認定し、「池沼」「池沼を伴う湿原」「湿原」の3タイプに湿地を分類するとともに、地形判読をおこなった。さらに、GISで湿地分布と地形分類および積雪深分布を重ねて解析をおこなった。八幡平火山群内の湿地については、湿地特性を明らかにするために、オルソ空中写真で湿地範囲をトレースしてGISで面積計測した。また、湿地の形成および発達過程を明らかにするために、地すべり地内および火山原面上の湿地の堆積物を掘削し、層相解析、テフラ分析、放射性炭素年代測定、花粉分析、大型植物遺骸の樹種同定をおこなった。

第4章では、湿地分布と地形および水文環境との関係について、空間的な多様性に着目して考察した。4.1 では各火山地域の湿地分布と地形分類図を重ね合わせ、湿地の形成場について地形学的視点で検討し、湿地は主に火山原面上と地すべり地内に形成されていることを指摘した。火山原面上の湿地は仙岩火山地域および栗駒火山地域で特に多く、山頂

付近の噴火口内のほか、高標高域の緩やかな斜面上や溶岩台地末端の平坦地に多く形成されていた。一方で地すべり地では、大規模地すべり地ほど内部に多くの湿地を有し、多様なタイプの湿地が共存する傾向があった。4.2 では各火山地域の巨大地すべり地に焦点を当て、地すべりの運動様式（回転型、並進型、大規模崩壊型）の違いによる湿地の分布特性を明らかにした。地すべり土塊の微地形配列の差異や、土塊の侵食度合いの違いが、地すべり地内の湿地分布や湿地密度に影響していることを指摘した。また、巨大地すべり地内では、河川侵食を受けて土塊の開析が進んでいる湿地は、河川による排水によって湿原化しやすく、新しく発生した二次すべり内では池が分布しやすい傾向が認められた。このような大規模地すべり土塊の解体に伴う湿地の形成と発達、多様なタイプの湿地が同一地すべり地内に共存する原因であると考えた。4.3 では湿地分布と積雪深分布を重ね合わせて、湿地形成における地形と水文環境について考察した。その結果、火山原面上の湿地は多雪地に多く、とくに線状凹地や崖の東斜面といった雪の吹きだまりに小規模なものが分布すること、一方、積雪深があまり大きくない火山原面でも周辺斜面からの流入水や湧水が滞留しやすい平坦地には湿地群が形成される傾向があることを指摘した。他方、地すべり地内には、積雪の多寡と関係なく湿地が形成されていた。4.4 では4.1～4.3の成果を統合し、湿地の分布特性を規定する環境条件について、火山原面上の湿地は主に天水を涵養減とし、雪の吹き溜まりや豊富な水が流入する平坦面上に湿地が形成されやすい一方で、地すべり地内の湿地は、微地形と対応して分布し湧水が主な涵養源であると考えた。

第5章では、湿地の発達過程と地形変化及び気候変化の関係について時間軸に沿った検討をおこなった。5.1 では仙岩火山地域の地すべり地内の湿地（大谷地）と火山原面上の平坦地に形成された湿地（安比高原湿地群）の発達過程を比較し、湿地の発達要因について検討した。地すべり地内に形成された大谷地は、ブナ林内に局所的に湿地が存在する環境であった場所が、河川の堰き止めと推定される地形変化によって5500 cal BP 頃に池となり、3300 cal BP 頃に排水によって湿原化したと考えられ、湿地の形成と発達には地形変化の影響が大きいことが明らかとなった。火山原面上の平坦地に形成された安比高原湿地群の3つの湿地は、いずれも中世温暖期頃の温暖湿潤化に伴って形成されたと考えられ、安比高原湿地群内で気候変動に応答した湿地形成の同時性が確認できた。5.2 では船形火山地域における巨大地すべり地内の湿地群の形成史を明らかにした。すげ沼地すべり地内の田谷地沼周辺に形成された湿地群は、地すべりの再活動による凹地の形成、二次すべりによる堰き止め、小崩壊によって形成されたものであり、地すべり土塊の発達にともなっ

て新たな湿地が追加されていくことが明らかとなった。5.3 では 5.1 と 5.2 の成果から、山岳湿地の形成と発達に地形変化や気候変動が与える影響について考察した。奥羽山脈の火山原面上は、山地のなかでも比較的平坦で安定的な地形場である。したがってそこに形成された湿地は、気候変動の影響を一義的に受ける。氷期―間氷期サイクルよりも短い時間スケールで、変動幅の小さな中世温暖期の温暖湿潤化の影響が仙岩火山地域内の複数の湿地で認められたことは、山岳湿地が気候変動に鋭敏に反応していることを示唆した。一方で、地すべり地内の湿地では、形成や発達のタイミングに地形変化が大きく影響していることが明らかとなった。地すべりは初生的な地すべり活動の後にも再活動を繰り返す。再活動によって新たな凹地形が形成されれば湿地が追加される。さらに、地すべり活動が休止している間も、土塊は河川侵食に伴う二次すべり、崩壊によって解体が進行する。二次すべりによる堰き止めが田谷地湿原や大谷地のような新たな大規模湿地の形成場となり、小さな崩壊によっても湿地は追加される。そして、大谷地のように土塊の侵食に伴って、池は排水されて湿原化する。地すべり活動とその後の土塊の解体は、湿地の形成と発達、そして新たな湿地の追加という、地すべり地内の湿地を含むモザイク景観を維持する主要な原動力となっていると考えられた。

第 6 章では、第 4 章と第 5 章で明らかになったことを基に、山岳湿地の発達と地形および気候の関係について総合考察した。多雪という気候条件に加え、なだらかな火山原面と巨大地すべり地の存在によって、奥羽山脈が湿地分布密度の高い地域となっていることを指摘した。火山原面上の湿地のうち、稜線上もしくは溶岩台地末端部の平坦地に形成された湿地は、周辺からの流入水を主な涵養源としており、千年スケールの気候変動の影響を受けるのに対して、雪の吹き溜まりに形成された湿地は、主な涵養源が積雪であり、積雪の減少による乾燥化という短期間で生じる気候変動の影響が最も顕著に表れる可能性が考えられた。地すべり地内の湿地は、主な涵養源が地下水であり、環境変動の影響を受けにくい。地すべりの活動期間は数万年から 10 万年程度であると見積もられており（横山，2004）、地すべり土塊の消滅までは約 100 万年と推定されている（柳田・長谷川，1993）。したがって、初生的な大規模な活動によって形成された湿地が数千年スケールで池沼と湿原のそれぞれの状態を継続している中で、新たな湿地が追加されるという状況が、数十年間程度継続する可能性が考えられた。地域内に多様な成因の湿地が存在するということは、発達要因や発達時期の異なる湿地が共存するということであり、湿地環境を消失させ

るような外的要因に対して抵抗性を高める役割を果たし、山岳地域における生物多様性の維持に貢献すると考えられる

第7章では、本研究の成果をまとめた。本論文では、従来不明な点が多かった千年オーダーでの山岳湿地の発達史が復元され、地すべり地内の湿地と火山原面上の湿地とでは、発達史に大きな違いがあることが明らかにされた。地すべり地内の湿地については、地すべり活動が数万年継続し、長い時間をかけて地すべり土塊が消滅していく過程で、湿地の分布構造がどのように変化していくのか、今後、長期的な時間スケールで明らかにしたい。一方で、現在、急速に進行しつつある温暖化によって山岳環境への影響が危惧されている。最近数十年から百年程度の短期的な湿地変化を捉え、地形、気候、水文条件を総合的に検討して湿地の気候応答メカニズムを明らかにし、湿地変化の将来予測につなげたい。