

学位論文題名

Facilitative effects of tussocks on plant establishment
in a post-mined peatland

(泥炭採掘跡地における谷地坊主の植物定着促進効果)

学位論文内容の要旨

泥炭湿原は、北半球冷温帯域に広範に分布し、特異な生物相からなる生態系であるが、その面積は、泥炭採掘や農耕地化という人為攪乱により著しく減少している。特に、泥炭採掘跡地は、植生が除去されることにより、地表面が強光、乾燥、土壌侵食などのストレスにさらされ植物定着が困難となっている。一方、攪乱とストレスの強い環境において、先駆種が後続する他種の定着を促進させ生態系回復を進行させる現象は、定着促進効果と呼ばれ、保全修復への応用が期待されている。しかし、定着促進効果は、ストレス緩和、攪乱低減、生息地多様性創出などの様々な機構により構成されており、それらの相互作用には不明の点が多い。湿原では、スゲなどが隆起した谷地坊主と言われる構造を発達させることで定着促進効果を有することが知られている。そこで、本研究は、北海道サロベツ湿原泥炭採掘跡地において、谷地坊主が、他種の種子散布、実生発芽、成長、生存に与える影響を調べ、定着促進効果の機構を明らかにすることを目的として行った。特に、環境要因間の時間・空間スケールを介した相互作用の変化を把握するために、5年間にわたり追跡調査を行った。

調査は、北海道サロベツ湿原における採掘放棄後30年以上が経過し、ホロムイスゲ(*Carex middendorffii*)とワタスゲ(*Eriophorum vaginatum*)が谷地坊主を形成している地域において行った。谷地坊主が形成するハビタットを、“谷地坊主の上部”、リターに被覆された“谷地坊主周囲”、谷地坊主に被覆されない“裸地”に区分し、6個の1m×10mの調査区において、それぞれのハビタットにおける他種の各生活史段階(種子散布、実生発生、成長、生存、開花)について比較した。種子移入量を、種子トラップを用い測定した。同時に、光、土壌水分、土壌移動を測定した。さらに、リター除去および被陰により谷地坊主の効果をリターと構造の2つの要因に分離した操作播種実験をヌマガヤおよびサワギキョウの実生に対して行った。2006年から2009年にかけて優占種の実生密度と生存を、裸地、谷地坊主周囲、リター除去谷地坊主周囲間で比較した。この間、2007年の植物生育期である6月から7月にかけて少雨であり、乾燥に対する実生の挙動が検出できた。

調査区内で 20 種の定着が確認され、モウセンゴケ・ブタナ・サワギキョウ・ヌマガヤ・アキノキリンソウの 5 種が優占していた。優占種では、全種で谷地坊主周囲により多くの個体が分布していた。5 種の生存率は、夏季よりも冬季に低く、低温およびそれに関連するストレスが生存に関与することが示された。また、ブタナの生存率は谷地坊主周囲で裸地よりも高かった。年成長量はブタナ、サワギキョウ、アキノキリンソウにおいて谷地坊主周囲で裸地よりも高かった。種子供給量は、谷地坊主上部で極端に少なく、谷地坊主の構造上、上部における種子供給が強く制限され、その結果、個体密度が低いものと考えられた。一方、裸地と谷地坊主周囲間での種子供給量の違いはほとんど認められなかった。したがって、谷地坊主周囲で他種の高い個体密度が認められる要因としては、種子散布以降の生活史段階での発芽・消長が重要である。

谷地坊主周囲では、リター蓄積による被陰、隆起構造による水分低下および地表の安定化という環境の改変が認められた。操作実験において、ヌマガヤおよびサワギキョウの種子発芽率は、地表面の安定化により種子流出が抑制されれば、被陰及び隆起構造の有無に関わらず高くなった。即ち、隆起構造は、地表安定化により発芽セーフサイトを提供していた。しかし、当年性実生の生存率や成長量は、谷地坊主周囲において 2 種間で異なり、ヌマガヤの生存率と成長量は被陰や構造により低下し、サワギキョウの生存率と成長量は低下しなかった。したがって、谷地坊主は、強光を好む先駆種であるヌマガヤの生存・成長には負に作用するが、その一方で、後続種であるサワギキョウに対し被陰による水環境の改善により正に作用することが示唆された。このことは、遷移が谷地坊主により加速される可能性があることを示している。

4 年間の調査期間中、実生密度はリター除去処理に関わらず谷地坊主周囲で裸地よりも高かったが、実生生存は季節を通して谷地坊主に影響されなかった。しかし、2007 年には、発芽開始時期が乾燥期と重複したモウセンゴケにおいて、実生密度は谷地坊主周囲で低下した。さらに、2007 年夏には、実生生存率は全体として低く、アキノキリンソウで谷地坊主周囲での低下が顕著であった。しかし、晩夏に発芽のピークを持つブタナは、他の優占種と異なり、実生密度及び生存率の年変化は認められなかったが、これは実生発生が乾燥期を回避したために起こると考えられた。したがって、少雨年には、谷地坊主が引き起こす乾燥化作用が強くなり定着促進効果は低下することと、定着促進効果は各種の発芽時期と強い関連があることが明らかとなった。

以上のことから、谷地坊主は、他種の定着を促進させるには、リターよりも隆起構造が重要であり、特に、隆起構造は種子トラップとしての機能が重要であることが示された。定着した実生の成長および生存は、裸地と比べて低くなるパターンはほとんど認められず、全生活史を通じて、他種の定着に正に働いていた。さらに、定着促進効果には、年変動があるが、その主な要因は谷地坊主の構造に由来した土壤水分の低下に起因することが示唆された。本研究は、植物による環境形成作用が、特に後続種の他種の定着と消長を規定する重要な機構であることを示し、攪乱地における生態系の保全と修復に応用できる展望を得ることができた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 露 崎 史 朗
副 査 教 授 大 原 雅
副 査 教 授 甲 山 隆 司
副 査 准教授 工 藤 岳
副 査 教 授 原 口 昭 (北九州市立大学

国際環境工学部)

学 位 論 文 題 名

Facilitative effects of tussocks on plant establishment in a post-mined peatland

(泥炭採掘跡地における谷地坊主の植物定着促進効果)

攪乱・ストレス環境下において、先駆種が後続する他種の定着を促進させ生態系回復を進行させる現象は、定着促進効果と呼ばれ、保全修復への応用が期待されている。定着促進効果は、ストレス緩和、攪乱低減、生息地創出などの機構により構成されるが、それらの相互作用は空間時間的に変化するため不明の点が多い。北半球に広範に分布する泥炭湿原は、特異な生物相からなる生態系であるが、その面積は人為攪乱により著しく減少している。特に、泥炭採掘跡地は、植生が完全に除去され、地表面が強光、乾燥、土壌侵食などにさらされるため植物定着が困難となる。湿原では、スゲなどが隆起した谷地坊主と言われる構造を発達させることで定着促進効果を有することが知られている。そこで本研究は、北海道サロベツ湿原泥炭採掘跡地において、谷地坊主が、他種の種子移入、実生発芽、成長、生存に与える影響を調べ、定着促進効果の機構を明らかにした。特に、環境要因間の空間時間スケールを介した相互作用の変化を把握するため5年間の追跡調査を行い、以下の知見を得た。

各種の生活史段階(種子散布、実生発生、成長、生存、開花)について、谷地坊主が形成する3ハビタット(上部、周囲、裸地)間で比較を行った。調査区内では、モウセンゴケ・ブタナ・サワギキョウ・ヌマガヤ・アキノキリンソウの5種が優占していた。優占種は、周囲において高い個体密度であった。5種の生存率は、夏季よりも冬季に低かったが、その要因と

しては低温およびそれに関連するストレスがあげられた。生存率はブタナにおいて、成長量は3種において、周囲で裸地よりも高かった。上部は、種子供給が強く制限されているため、個体密度が低かった。一方、裸地と周囲間での種子供給量の違いは認められなかった。以上のことから、周囲で他種の密度が高い要因として、種子散布以降の生活史段階での発芽・消長が重要であることを示した。

谷地坊主周囲の効果をリターと隆起構造の2つの要因に分離した操作播種実験をヌマガヤおよびサワギキョウに対して行った。谷地坊主周囲では、リター蓄積による被陰、隆起構造による水分低下および地表の安定化という環境の改変が認められた。隆起構造は、地表安定化により種子流出を抑制させ2種の種子発芽率を高めていた。しかし、被陰と構造は、先駆種であるヌマガヤの生存・成長には負に作用し、一方で、後続種であるサワギキョウに対しては被陰による水環境の改善により正に作用することが示された。これらのことは、谷地坊主により遷移が加速される可能性があることを示している。

2006年から2009年にかけて優占種の実生密度と生存を、裸地、周囲、リター除去周囲の3ハビタット間で比較した。この間、2007年には植物生育期である6月から7月にかけて少雨であり、乾燥に対する実生のハビタット間での挙動の相違が検出できた。実生密度はリターの有無に関わらず周囲で裸地より高かったが、実生生存は谷地坊主に影響されなかった。しかし、2007年には、発芽開始時期が乾燥期と重複した1種において実生密度は周囲で低下し、実生生存率は全体として低く周囲での低下が顕著な種も見られた。しかし、夏に発芽ピークを持つ種では、実生密度及び生存率の年変化は認められなかった。したがって、少雨年には、谷地坊主が引き起こす乾燥化作用が強くなり定着促進効果は低下し、その効果は各種の発芽時期と関連していることが示された。

申請者は、以上の成果をもとに、谷地坊主の定着促進効果は、これまで区別されることのなかったリター供給と隆起構造という2つの要因を明瞭に区別し、その構造による種子トラップ機能がより重要であることを示すことができた。さらに、定着した実生の成長および生存は、裸地と比べ低くなることはなく、全生活史を通じて、他種の定着に正に働くことを明らかにした。定着促進効果には、年変動があるが、その主な要因は谷地坊主の構造に由来した土壤水分の低下に起因することを示した。以上の成果は、環境形成作用が先駆植物により時空間的に変化し、それにより後続種の定着と消長を規定することを明確に示している。この成果は、定着促進効果が、生態系動態に重要な機構であり、生態系の保全と修復に関連する環境科学研究に大きく寄与するものと確信する。

審査委員一同は、これらの成果を評価し、研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士(環境科学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。