

平成 21 年 5 月 30 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17580211  
 研究課題名（和文） 寒冷地に定着する植物－微生物共生系の養分・水獲得機能を利用した荒廃地の環境修復  
 研究課題名（英文） Revegetation of degraded cool environments using nutrient acquisition by indigenous plant-microbe symbiosis  
 研究代表者  
 立石 貴浩（TATEISHI TAKAHIRO）  
 岩手大学・農学部・准教授  
 研究者番号 00359499

研究成果の概要： 北上山地の荒廃地周辺部には、寒冷で貧栄養といった過酷な環境にも関わらず、シバを中心とする先駆植物群落が定着し、持続的に成長している。本研究では、このような寒冷荒廃地に定着している先駆植物群落がどのようにして養分資源を獲得し、成長を維持しているのかを、主要な養分である窒素とリンの吸収に関して、微生物の機能を介した養分動態に焦点を当てて、解明した。さらに、この様な植物が持っている養分獲得機能を寒冷荒廃地の土壌修復や植生の早期回復の方策として利用できないかを検討した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	1,800,000	0	1,800,000
2006年度	900,000	0	900,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	200,000	60,000	260,000
年度			
総計	3,600,000	270,000	3,870,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：菌根菌、共生微生物、荒廃土壌、土壌微生物、養分動態、先駆植物

## 1. 研究開始当初の背景

近年、土壌の劣化や荒廃が世界的に進行しており、植物生産の基盤としての土壌の機能が十分に発揮できず、食料の安定的供給が脅かされる状況におかれている。特に、乾燥・半乾燥地帯での土壌荒廃は著しい。一方、湿潤で温暖な気候を有する日本では、土壌の荒廃とは一見関係ないように思われるが、火山噴火、森林火災、地滑り、鉱山採掘、耕作放棄などによる荒廃地が全国に点在している。

岩手県に目を向けると、北上山地・準平原の緩斜面上に荒廃地が存在している。同地点では強風・寒冷という厳しい環境条件に加えて、森林伐採や畜産における過放牧や畜産

業撤退に伴う管理放棄という人為的な要因により土壌の荒廃が起きている。

このような風衝荒廃地は、1976年当時岩手県内に340ha存在しており、荒廃地の拡大が懸念されていた。このような荒廃地の拡大を防止するため、1976年以降営林局や地方自治体等による治山事業の取り組みにより、基盤工、植生工、保護管理工といった土木技術を利用した土壌修復と緑化が継続的に行われてきたが、いまだ1/3程度の荒廃地が修復されないまま放置されている（村井、2004）。

ところで、このような強風・寒冷で養分の非常に乏しい厳しい環境にも関わらず、荒廃裸地の周辺部では、部分的に草本群落が定着

している。このような草本群落は、過酷な環境にある寒冷荒廃地に定着し成長を維持するよう適応したものと考えられ、このような植物が持つ養分獲得機構の解明は、寒冷荒廃地での土壌修復と植生の早期回復に利用できるのではないかと発想に至った。

一方で、研究開始前には、岩手・青森県境産業廃棄物不法投棄サイトで産業廃棄物の撤去作業が開始された。同地点では廃棄物や有害物質に汚染された土壌を撤去した後に下層土が露出した広大な裸地が発生する事が予想される。このような荒廃裸地に前述の寒冷地に定着する植物の養分獲得機能を利用した土壌修復・植生回復の技術を応用することで、産業廃棄物撤去跡地での土壌修復と植生の早期回復に寄与できるのではないかと考えた。

## 2. 研究の目的

従来の荒廃裸地における土壌修復と緑化では、基盤工、植生工、および保護管理工といった専門的土木技術を必要とするが、本研究では、寒冷地で先駆植物として定着する植物群落とこれらに共生する土壌微生物の特性を利用した自然の遷移に近い様式の植生回復技術を開発することを目指す。

その第1段階として、北上山地荒廃地で自生している先駆植物群落で、植物種-共生微生物-土壌間での養分動態（窒素およびリン）などを評価し、貧栄養・寒冷環境に適応した先駆植物種-共生微生物の協力作用による効率的な養分獲得機構と荒廃地における養分物質のリサイクルシステムを解明する。

第2段階として、これらの特徴を利用した寒冷荒廃裸地での土壌修復と植生の早期回復の具体的方策を検討し、この特性が岩手青森県境産業廃棄物不法投棄跡地での環境修復に適用可能かどうかを検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 寒冷荒廃地に定着する先駆植物の養分獲得機能の解明

主な調査地は岩手県北西部に位置する安家森（40° 20' N, 141° 32' E）の山腹緩斜面の標高 1100m 付近に広がる荒廃地、およびこれに隣接した草地である。草地を構成する植物の優占種はシバ (*Zoysia japonica* Steud.; 以下シバ区と略す) とミノボロスゲ (*Carex nubigera* D. Don subsp. *albata* (Boott))-ヤマヌカボ (*Agrostis elavata* Trinius) (以下スゲ区と略す) であり、各々群落を形成している。両区とも土壌層位は、表層から深さ 20cm まで黒色の黒ボク土 (Andisol) で覆われていた。

試料の採取は、2005 年～2007 年の冬期を除く期間に行った。土壌、植物体等を定期的に採取し、化学性および微生物性（土壌微生物

バイオマスの測定、アーバスキュラー菌根菌 (以下 AM 菌と略す) の感染状況など) の分析を行った。

### (2) 岩手・青森県境産業廃棄物不法投棄サイトでの調査

寒冷荒廃地に定着する植物群落の養分獲得機能の特性が、寒冷荒廃地での土壌修復と植生の早期回復に利用できるかどうかを検証するため、岩手-青森県境産業廃棄物不法投棄サイトの産廃撤去跡地および隣接する草地を調査地として選んだ。さらに、不法投棄サイト周辺部での環境汚染の基礎的情報を得るため、投棄サイト東側に設置されたモニタリング井戸の地下水および周辺の環境水を採取し、産業廃棄物由来の汚染物質の指標である塩化物イオンおよび臭化物イオンを経時的に測定した。廃棄物が既に撤去されている裸地とその周辺部の木本・草本が生育する対照区より土壌を採取し、土壌の理化学性、および AM 菌根菌胞子数や採取植物への AM 菌感染状況を調べた。さらに、荒廃地のモデル土壌として同地点の下層土を用いたポット栽培試験により、先駆草本への AM 菌接種の成長に対する効果について検討した。

## 4. 研究成果

### (1) シバおよびミノボロスゲ群落における養分動態の解明

岩手県安家森の山腹緩斜面の荒廃裸地に隣接するシバ区およびスゲ区の土壌の化学性を分析したところ、土壌表層 (0-10cm) の有機態炭素含量は、黒ボク土の特徴を反映して 10% 前後と多く、また全窒素は 0.6-1% の範囲にあった。全リンは 1000 mg/kg 乾土 前後と高い値を示したが、可給態リンは痕跡であった。いずれの分析値も、スゲ区の方がシバ区に比べて有意に高い傾向にあった。このように、荒廃裸地に隣接する草本群落が定着する土壌は、貧栄養状態にあることがわかった。

シバ区およびスゲ区での各植物による養分吸収量を、地上部および地下部現存量と当年の生産量より算出したところ、各区の 1 平方メートルあたりの窒素およびリン吸収量は、表 1 の様に評価された。

表 1 各植物群落の年間の養分吸収量

	シバ区 (g/m <sup>2</sup> )		スゲ区 (g/m <sup>2</sup> )	
	N	P	N	P
地上部	2.03	0.10	3.50	0.13
地下部	1.46	0.02	ND	ND
合計	3.49	0.12	3.50	0.12

ND, 分析せず

さらに、04 年 5 月から 10 月までの調査期間中の降水を採取し、降水による窒素のインプット量を推定したところ、0.23-0.35gN であった。しかし、降水による窒素のインプットは、植物による窒素吸収量約 3.5g をまか

なうことはできない量であった。

そこで本研究では、土壤微生物の機能が植物への窒素供給に対して寄与しているものと考え、微生物によるリターの分解に伴う窒素の放出、そして可動性養分としての微生物バイオマス窒素、に焦点をあてて調査・分析を行った。

土壤微生物バイオマスは、養分の貯蔵庫としての機能を持ち、植物に対する可動性養分として寄与することが知られている。微生物バイオマス炭素は、季節にともなう若干の変動はあるものの、シバ区で 290 mg/kg 乾土、スゲ区で、410 mg/kg 乾土前後であった。この量は 1 m<sup>2</sup>あたり 15~21g 炭素に相当した。

一方、微生物バイオマス窒素は、季節にともなう変動がいくらか見られるものの、調査期間中の平均値は、シバ区で 90 mg/kg 乾土、スゲ区で、150 mg/kg 乾土前後であった。この量は、1 m<sup>2</sup>あたり 5~8gN の量に相当した。

土壤微生物バイオマスの可動性養分としての機能を明らかにするためには、微生物バイオマスを経由して放出される窒素量、すなわち窒素フローを評価する必要がある。そこで、微生物バイオマスの代謝回転時間を算出し、調査期間中におけるバイオマスの窒素フローを算出した。

代謝回転時間とは、微生物バイオマスの成分がすべて新しい成分に更新されるまでの時間を指す。本研究では、土壤を長期間培養し、CO<sub>2</sub>発生速度とバイオマス炭素量より求める Joergensen ら (1990) の方法を採用した。培養温度は現地の推定平均気温である 15°C に設定し、シバおよびスゲ区の両土壤を 120 日間培養し、この間に経時的に CO<sub>2</sub>発生速度、および微生物バイオマス炭素を測定した。

各土壤の CO<sub>2</sub>発生速度は、培養開始後 40~50 日目以降に一定となり、微生物バイオマスも同期間で 300mg 前後のレベルにあった (表 2)。そこでこの期間を定常状態と見なし、その平均値を、以下の (1) 式に代入することで、代謝回転時間 (T) を求めた。

$$T = (\alpha / \beta) \cdot (X / R) \quad (1)$$

なお、X は定常状態におけるバイオマス炭素量、R は CO<sub>2</sub>発生速度、 $\alpha$  は添加基質の二酸化炭素になる割合、 $\beta$  は添加基質のバイオマス炭素になる割合を示す。本研究では、 $\alpha / \beta$  値として 1.35 を使用した。

その結果、代謝回転時間は、シバ区で 42 日、スゲ区で 27 日と算出され、スゲ区においてバイオマスの代謝回転の速いことが示された。

そこで、この微生物バイオマス炭素の代謝回転時間から、調査地での植物の成長期間における微生物バイオマスの窒素フローを算出した。なお、本研究ではバイオマス窒素の代謝回転時間がバイオマス炭素のそれと同じと仮定する。その結果、1 平方メートルあ

たりの微生物バイオマスを通ずる窒素フローは、シバ区で 14g、スゲ区で 34g となり、スゲ区の窒素フローはシバ区のおよそ 3 倍となっていた (表 2)。

表 2 各植物群落の土壤における微生物バイオマスの代謝回転時間と窒素フロー

	CO <sub>2</sub> 発生速度 (mgC·kg <sup>-1</sup> ·day <sup>-1</sup> )	微生物 バイオマスC (mgC·kg <sup>-1</sup> )	q-CO <sub>2</sub>	代謝回転 時間(日)	窒素フロー (g/m <sup>2</sup> )
シバ区	8.9	278	1.3	42	14
スゲ区	17.9	354	2.0	27	34

一方、当年に生産された地上部植物バイオマスの土壤への還元が、土壤への養分のインプットの一つになると考えられるため、植物リターを起源とする窒素のインプットの可能性について検討した。本研究では、リターからの窒素の放出様式として、微生物によるリターの分解、雨水による養分の溶脱、の 2 点を分析した。

前年採取したシバおよびミノボロスゲのリターを用いたリターバッグ法により、リター分解にともなう各成分の経時的变化を分析した。その結果、炭素濃度は調査期間中、ほとんど一定だったが、窒素とリンの濃度は調査期間を通じて緩やかな増加が認められた。一方、各成分の現存量は、培養期間中に減少し、炭素では設置後 149 日目まで 35%、窒素とリンでは 10% 程度減少した。一方、分解リターにコロナイズした菌類菌糸の長さを直接検鏡法により測定したところ、リター 1g 乾物あたり約 1000m に達し、菌類がリター分解に大きく寄与している事が示された。

そこで、現地におけるリターの現存量と、リターからの窒素の減少量より、リターの分解にともなう養分放出量を算出したところ、窒素は 0.2~0.3 g/m<sup>2</sup> 放出されていることがわかった。

一方、雨水によるリターからの養分溶脱に関しては、水振とう抽出法により各種成分を分析した。その結果、リターに含まれる窒素は振とう後 22~36% 減少した。これを現地のリターに適用すると、雨水による溶脱は 1 m<sup>2</sup>あたり、シバ区では 0.9g、ミノボロスゲ区では 0.5g となることがわかった。

表 3 リターの分解等により放出される養分量

	シバ区 (g/m <sup>2</sup> )		スゲ区 (g/m <sup>2</sup> )	
	N	P	N	P
分解	0.3	0.01	0.2	0
溶脱	0.9	0.06	0.5	0.05
合計	1.4	0.08	0.8	0.05

以上の結果より、当年生産された地上部植物バイオマス由来のリターを起源とする養分のインプットをまとめると、表 3 の様になった。

以上の結果を窒素の養分動態に焦点を当ててまとめると、図1のようになる。安家森草地での草本の成長期間（5月～10月）において、リターの分解や溶脱にともなう土壤中への窒素放出量、代謝回転による微生物バイオマスの窒素フローの合計は、シバ区およびミノボロスゲ区での各植物の窒素吸収量を十分にまかなうことができる量であり、草地生態系での窒素収支に関しては、有機物分解・養分の保持という土壤微生物の機能が、寒冷貧栄養環境下での先駆草本類の窒素獲得に大きく寄与していることが示唆された。

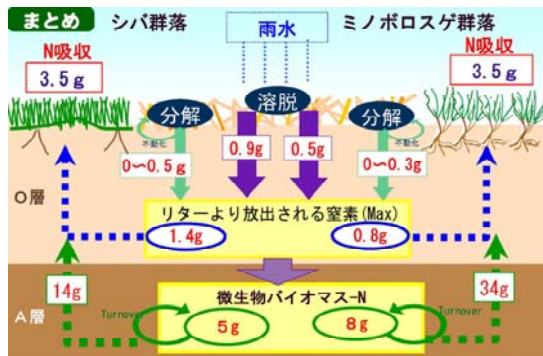


図1 シバおよびミノボロスゲ群落における窒素動態。すべての値は1m<sup>2</sup>あたりで表示。微生物バイオマスの窒素フローは6～9月(122日)を想定して算出した。

(2) 黒ボク土に定着する先駆植物によるリンの吸収について

安家森草地群落での土壤は、前項で示した様に、典型的な黒ボク土の特徴を反映して植物に利用可能な可給態リンが非常に少ないため、このような環境に定着する草本植物は、限られたリン資源を効率的に獲得するシステムを持っているものと思われる。リン獲得の様式としては、(i) 土壤中の微生物バイオマスのターンオーバーにより可給態リンが供給される、(ii) 植物に感染したAM菌が外部菌糸を広く土壤に伸長させることでわずかな可給態リンを効率的に吸収する、(iii) AM菌やその他の土壤中の微生物から放出された酸性ホスファターゼ(以下APaseと略す)によって有機態リンよりリン酸が遊離しこれを植物が吸収する、ということが考えられる。本研究では特に(ii)、(iii)に焦点を当てて分析した。

05年6月～11月の間シバ区の土壤とミノボロスゲ区の土壤において土壤微生物バイオマス炭素、APase活性、AM菌感染率、土壤中の菌糸長を測定した。調査期間中のM菌感染率の平均値は、シバ区で28±5%、スゲ区で9±3%であった。APase活性は、スゲ区土壤で活性が最も高く次にシバ区が高かった(図2)。APase活性とAM菌感染率との間には相関関係は見られなかったが、APase活性と微生物

バイオマス炭素とAPase活性との間には有意な相関が認められた(図3)。このことから土壤中のAPaseは土壤微生物由来であるものと考えられた。

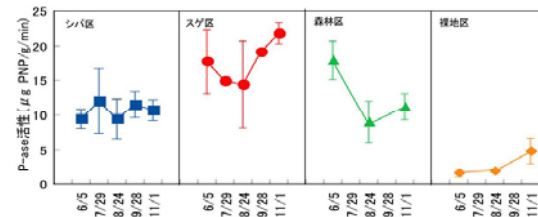


図2 シバおよびミノボロスゲ群落とこれに隣接する森林および裸地における土壤中のAPase活性。

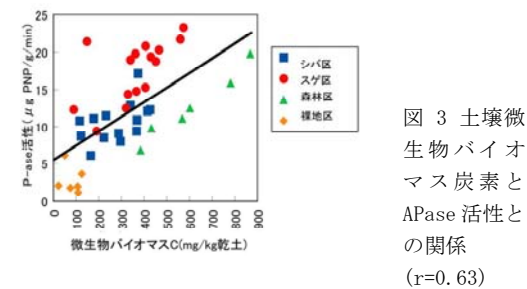


図3 土壤微生物バイオマス炭素とAPase活性との関係 (r=0.63)

現地で採取したシバおよびヤマヌカボの種子を用いて、土着AM菌プロパギウムを含む現地新鮮土壤を用いたポット栽培を行った。栽培は、25°Cの人工気象器内で3ヶ月間行った。栽培終了後、土壤中の全リン、地上部植物体のリン含有量、AM菌感染率、孢子数、および土壤のAPase活性を測定した。

その結果、シバ、ヤマヌカボのどちらも可給態リンをほとんど含まない土壤からリンを吸収しており、その吸収量はシバでは10mg、ヤマヌカボでは25mgであった(表4)。土壤中の全リン含量に対する植物に吸収されたリンの割合は、シバで9%、ヤマヌカボで11%であった。このことから可給態リン以外のリン画分を植物は吸収したことが強く示唆された。

表4 AM菌感染植物による培土中のリンの吸収

	シバ	ヤマヌカボ
地上部植物体リン吸収量(mg/pot)	10	25
土壤中の全リン(mg/pot)	110	228
AM菌感染率(%)	28	7
APase活性(μgPNP/g/min)	11.1	15.1

さらにAM菌感染率、AM菌孢子数、APaseおよび植物のリン吸収量の各々の間で相関分析を行ったところ、APase活性と植物のリン吸収量との間に相関は認められたことから、APaseは黒ボク土中の非可給性のリン画分を分解してリン酸を生成し、植物はこのリンを吸収している可能性が示唆された。しか

し、AM 菌の感染と APase 活性との間に直接的な関係性は見いだせなかった。

そこで、安家森草地だけでなく、施肥管理が行われている草地まで調査の範囲を広げ、黒ボク土を基盤とする様々な草地土壌の全リンおよび可給態リンの含有量の違いが、宿主草本植物への AM 菌の感染と土壌中の APase 活性の発現に及ぼす影響を調査した。

その結果、土壌中の可給態リンが 100g 乾土中 2.5mg 以下の時、AM 菌感染率は大きくばらついたが、2.5mg 以上になると感染率は 15% 前後に収束する傾向にあった (図 4)。可給態リン濃度に対応した同様の傾向は、APase 活性にも認められた。これに対して、全リン含有量に関しては、100g 乾土中 200mg を下回ると、AM 菌感染率、APase 活性ともに高い値を示す場合が多かった。また、AM 菌感染率と土壌中の APase 活性との間に有意な正の相関が認められた。

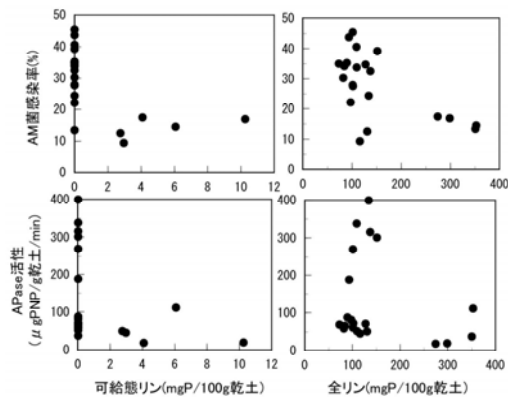


図 4 安家森草地および施肥管理された草地での黒ボク土の各種リン含有量と AM 菌感染率および APase 活性との関係。

以上の結果より、可給態リンが非常に少ない黒ボク土に生育する草本は、リン資源の獲得に対して AM 菌のリン吸収機能に大きく依存していること、2.5%酢酸では抽出されないようなリン画分を宿主草本-AM 菌共生系が利用・吸収しており、APase の分泌がこのリン画分の可給態化に関与していること、が明らかとなった。さらに、APase が関わる酵素反応とその基質を考慮すると、このリン画分は有機態リンである可能性が推察された。

### (3) 先駆植物の養分獲得機能の荒廃地土壌への導入の可能性

寒冷荒廃地に定着する植物群落の養分獲得機能を寒冷荒廃地での土壌修復と植生の早期回復に利用できるかどうかを、岩手-青森県境産業廃棄物撤去跡地の現地調査と現地より採取した下層土を荒廃地のモデル土壌として用いたポット試験により検討した。

2004 年から 3 年間の現場地下水および周辺部の環境水の塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )、臭化物イオン ( $\text{Br}^-$ ) を経時的に測定したところ、多くの

調査地点で、濃度が減少する傾向にあり、不法投棄地の表面遮水工の効果が現れていた。不法投棄物が撤去された裸地の土壌は、対照区に比べて、全炭素含量、全窒素含量、可給態リンともに低く、きわめて貧栄養の状態にあった。同地点では、わずかに周辺部より侵入した草本が定着しており、一部の草本の根には AM 菌が感染していた。同地点の土壌を用いて、白クローバーを宿主とした AM 菌トラップカルチャーを実施したところ、AM 菌感染感染は認められなかった。そこで、土壌へのリン酸吸着も考慮して有機態リンを含む少量の有機質資材を撤去区土壌に添加し、これを培土として AM 菌胞子を接種した白クローバーをポット栽培したところ、白クローバーは、AM 菌の感染に依存せず、資材由来のリンを吸収していることが示された。

以上の結果より、撤去後に露出すると思われる土壌は、火山灰心土のためリン酸吸収が高い上に、窒素、リンなどの養分がきわめて少ない貧栄養状態にあり、AM 菌プロパギュールも皆無であるため、AM 菌プロパギュール、宿主となる草本種子、両者が共生し定着するための最小限の養分資源を現地土壌へ導入する必要があることがわかった。

### (4) 研究の総括と今後の展開

本研究では、北上山地の荒廃地周辺部に定着する先駆草本植物の土壌微生物の機能を介した養分資源の獲得メカニズムを明らかにした。具体的には、窒素の獲得において、先駆植物は、降水による無機態窒素のインプットの他に、微生物によるリター分解や土壌微生物バイオマスのターンオーバーといった機能に依存していた。また、リンの獲得では、先駆植物は AM 菌と共生関係を築き、黒ボク土に含まれるある特定のリン画分を利用していた。

このような先駆植物-微生物共生系による貧栄養環境での養分獲得機能は、寒冷荒廃地での植生回復の方策を考える上で、有効な機能と考えられる。しかし、その適用に関して、単純に先駆植物と共生する微生物を現場土壌に導入すればよいというものではない。火山灰心土の様な有機物含量が乏しい土壌を用いたポット栽培試験でも明らかな様に、AM 菌と宿主植物との共生によるリン獲得機能が効果的に発現するには、リンを含む養分資材の導入が必要であることが指摘された。

大規模攪乱により破壊された生態系は、一次遷移の過程で植生の回復と土壌生成が長い期間を通して進行する (図 5)。本研究で明らかにした先駆植物-微生物共生系による貧栄養環境での養分獲得機能は、荒廃後の遷移初期における先駆植物の定着と土壌化の初期段階を促進させるという効果が期待できる。日本では、富士山、駒ヶ岳、有珠山など

の火山性荒廃地において、共生微生物である菌根菌の宿主植物への定着が一次遷移の促進に及ぼす影響について、生態学的視点で調査研究が行われている。その一方で、先駆植物-微生物共生系による養分獲得機能を利用した荒廃土壌の修復と植生回復に関する応用的研究は、雲仙普賢岳の火砕流跡地や国内の一部のダムサイトでの緑化に限られている。このような地点では、先駆植物の種子と共生微生物の接種源および緩効性肥料を分解性バッグに充填し、これを現場に投入し、人的労力やコストを抑えた新工法が採用されている。現在、このような新技術を利用した植生回復に関するデータが蓄積されつつある。

本研究では具体的な新技術の提案までは至らなかったが、先駆植物-微生物共生系の養分獲得特性とその応用への基礎情報を得ることができた。この特性を利用した植生回復技術の具体的な条件設定が今後の課題であり、更なる研究が期待される。

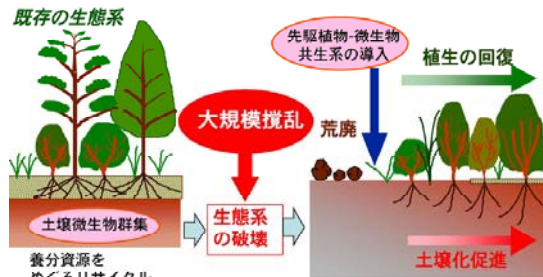


図 5 先駆植物-微生物共生系の養分獲得機能を利用した植生の早期回復と土壌化促進作用

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ①川向有希子、颯田尚哉、立石貴浩、臭素酸のコマツナ成長抑制作用に及ぼす陽イオンの影響、環境工学研究論文集、査読有、第 45 巻、65-70、(2008)
- ②大橋史彦、颯田尚哉、立石貴浩、土壌-植物系における臭素酸の挙動と形態変化に関する基礎的研究、環境工学研究論文集、査読有、第 44 巻、107-113、(2007)

[学会発表] (計 8 件)

- ①立石貴浩、大内匠、高校理科分野の土壌教育における土壌呼吸量の定量的評価とその展開について、日本土壌肥料学会、2008 年 9 月 9 日、名古屋市立大学。
- ②川向有希子、颯田尚哉、立石貴浩、水耕栽培による無機態臭素の植物への影響に関する実験的検討、農業農村工学会、2008 年

8 月 17 日、秋田県立大学。

- ③立石貴浩、高田江身子、颯田尚哉、登尾浩助、家畜糞尿スラリーの施用が草地土壌の微生物群集に及ぼす影響、日本土壌肥料学会東北支部会、2007 年 7 月 9 日、福島県農業総合センター。
- ④立石貴浩、畠山奈津、黒ボク土に含まれるリンの可給態化に対する土壌微生物の寄与について、日本土壌微生物学会、2007 年 6 月 8 日、東葛テクノプラザ。
- ⑤颯田尚哉、立石貴浩、工藤優太、大橋史彦、大規模不法投棄現場東側における環境水中の塩素・臭素濃度、地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会、2007 年 6 月 5 日、京都大学。
- ⑥立石貴浩、西野徹哉、伊藤浩平、寒冷荒廃地に定着する先駆植物群落の土壌微生物を介した養分動態、日本土壌肥料学会、2006 年 9 月 5 日、秋田県立大学。
- ⑦伊藤浩平、西野徹哉、立石貴浩、寒冷荒廃地の黒ボク土に含まれるリンの可給化に対するアーバスキュラー菌根菌の寄与について、日本土壌微生物学会、2006 年 6 月 10 日、東北大学。
- ⑧立石貴浩、中道加奈子、西野徹哉、溝田智俊、寒冷荒廃地に定着する先駆植物群落の栄養獲得に対する土壌微生物の寄与について、日本土壌微生物学会、2005 年 6 月 12 日、名古屋大学。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

立石 貴浩 (TATEISHI TAKAHIRO)  
岩手大学・農学部・准教授  
研究者番号：00359499

### (2) 研究分担者

溝田 智俊 (MIZOTA CHITOSHI)  
岩手大学・農学部・教授  
研究者番号：10089930  
颯田 尚哉 (SATTA NAOYA)  
岩手大学・農学部・教授  
研究者番号：20196207  
登尾 浩助 (NOBORIO KOSUKE)  
明治大学・農学部・教授  
研究者番号：60311544

### (3) 連携研究者

なし