

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00610

研究課題名(和文) 冷温帯における森林皆伐地の植生回復と土壌生成

研究課題名(英文) Study on vegetation recovery and soil genesis of abandoned cropland in cool-temperate forest

研究代表者

坂上 伸生 (Sakagami, Nobuo)

茨城大学・農学部・准教授

研究者番号：00564709

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：福島県南会津町および昭和村の境界付近に位置する駒止湿原をモデルとして、森林皆伐地の土壌生成に関する知見を得るとともに、植生回復に向けた植樹手法などの検討をおこなった。同湿原周辺のブナ二次林から耕作放棄地であるススキ草地にかけて土壌調査を行い、植生の回復と有機質表層の再生との過程を明らかとするため、土壌環境条件と植生回復との関係性を考察した。また、開墾跡地付近では、ブナ林内部に比べ、ブナ実生に定着する外生菌根菌の菌根形成率と多様性が低下していることを明らかとし、土壌・微生物環境における植生回復のために共生菌類を利用した植樹技術の検討をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、ブナ二次林および開墾跡地に生育するブナの共生菌類を調査し、開墾跡地付近の実生は外生菌根菌の菌根形成率と多様性が低下していることなどを明らかとした。また、現地で生育するブナ実生を用いた共生菌類の分離・同定により、開墾跡地においてブナの生育を支え得る共生菌類を選抜し、これらを接種菌株として用いて現地植樹試験を実施した。現地の植樹ブナの生育には、微地形や微気候、あるいは開墾時の土地利用などに起因する土壌性状の違いなど、さまざまな環境因子が影響しているため、明確な結論は得られていないが、土壌-植生-微生物の連環に着目した、三者の共生システムを利用した環境修復技術への応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：In the area around Komado-Shitsugen wetland, Fukushima prefecture, beech forest was reclaimed to be the agricultural fields in 1950s and surface soil layer was lost by logging and field grading. The reclaimed cropland was eventually abandoned and reforestation activities started in 2000. In this study, we examined soil environmental condition in beech forest, abandoned cropland (grassland), and transit area to reveal the factors inhibit the growth of beech trees. Additionally, we conducted studies on microbial conditions and found the number and variation of morphotypes of ectomycorrhiza tended to decrease in the grassland area. We obtained fungal isolates from beech roots and selected two fungal isolates which supposedly associated with root both in forest and grassland area. To develop a planting method using symbiotic fungi, we prepared fungal inoculums using these isolates, and applied it to the young root of beech seedlings separately, and planted in the grassland area.

研究分野：土壌環境科学

キーワード：植生回復 ブナ林再生 耕作放棄地 森林皆伐 共生菌類 土壌生成 駒止湿原

1. 研究開始当初の背景

本研究の対象地である福島県南会津町・昭和村に位置する駒止湿原は、1950年代に周辺地域が開拓地として開墾された。農地開発のためのブナ林伐採は1967年から1976年まで続き、整地のためにブナ林下の有機質表層が失われた。天然記念物に指定された1970年以降、湿原の保全対策が次第に強化され、農地からの土砂流入が湿原の生態系に影響を与えていることが指摘されると、2000年までに集水域全体が天然記念物として追加指定された。開拓農地跡は裸地化した。2000年よりブナ林復元事業が実施された(図1)。2016年現在、ススキ草地の中に成長したブナ個体を認めることができるが、ブナ二次林辺縁部には、枯死あるいは成長していないブナの個体が多い一帯がある。そこで、土壌-植生-微生物の連環に着目し、耕作放棄地におけるブナ林再生に向けた基礎的な知見を得る必要性が認められていた。



図1.研究対象地

2. 研究の目的

本研究では、植生の回復と有機質表層の再生との過程を明らかにするため、ブナ二次林から耕作放棄地であるススキ草地にかけて複数地点で土壌調査を行い、土壌断面の観察をおこなった。また、耕作放棄地や災害罹災地における環境修復技術への適用を目指す基礎科学的知見を得ることを最終的な目的として、ブナの生育において重要な役割を担う外生菌根菌に着目してブナ二次林および開墾跡地に生育するブナの共生菌類を調査し、ブナの生存・生育の促進に関わる外生菌根菌あるいは内生菌類を選抜し、共生菌類を利用した植樹技術の検討をおこなった。

3. 研究の方法

駒止湿原周辺に分布するブナ二次林と開墾跡地を含むように、調査区(10×30m)を設置した(図2)。優占する植生の違いから、それぞれブナ林区、境界区、および放棄地区と区分し、コードラート内に自生する植生調査を行うとともに、コードラート両端および各区境界の4地点において土壌断面調査を実施した。また、各層位から土壌試料を採取し、一般理化学的分析を行なった。次に、調査区内外の放棄地区、境界区およびブナ林区から土壌コアおよびブナ実生を採集した。土壌コアについては、コア内に含まれる菌根チップ数を計数し、含まれる形態型の割合を求めた。ブナ実生については、グリッドシート法により菌根形成率を求めた。形態型別に形成率を算出し、形態型に基づく外生菌根菌群集構造の類似性を比較した後、CTAB法により菌根チップからDNAを抽出し、菌根形成菌種の同定を行った。次に、ブナ実生根部において形成頻度が高いまたは低い形態型を基準に選抜した菌根片および非菌根(計156片)を用いて、洗浄法および表面殺菌を行い、根部内生菌の分離を行った。得られた分離菌株の培養菌糸からDNAを抽出し、菌種を同定し、開墾跡地においてブナの生育を支え得る共生菌類を選抜した。これらを接種菌株として、現地植樹試験(対照区を含む3試験区×ブナ稚樹12本×3反復)を実施し、生育状況を評価するために、主幹長の測定と葉緑素計によるSPAD値の計測を行った。また、共生菌類の接種が植樹後のブナ根部における微生物動態に与える影響を調査するために、各試験区から3本の植樹ブナを回収し、菌根形成率の算出とTRFLP法による根部周辺土壌における菌類群集構造の解析を行った。

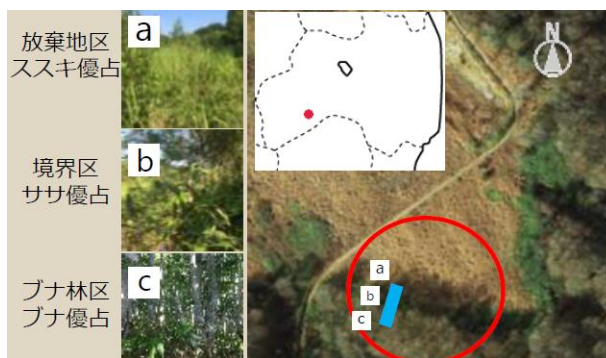


図2.駒止湿原周辺に設置した調査区

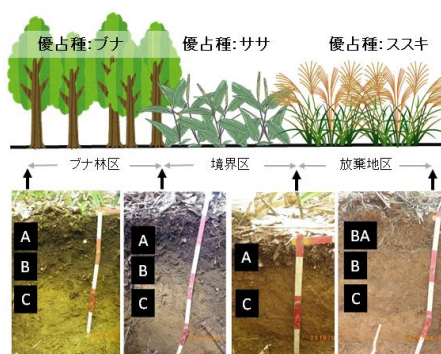


図3.調査区および土壌断面

4. 研究成果

(1) 耕作放棄地の土壌環境について

4 地点における土壌断面調査の様子を図 3 に示す。農地開拓に伴う表土削剥の影響を受けていないブナ二次林下の 2 地点では、10cm 以上 A 層が認められた（全炭素量 20%以上）。一方、開拓跡地である放棄地区では、ススキの根が張る表層土壌もブナ二次林下層土に近い褐色を呈し、有機質表層の形成はほとんど認められなかった（全炭素量 5%以下）。ササが繁茂する境界区側の地点では、ササや他の下草の根が張る地表面から 5cm 程度の範囲において、比較的明度が低く全炭素量 15%程度の有機質表層の分布が認められた。今後、ササおよびススキの繁茂と有機質表層形成との関係などについてさらに調査し、植生回復と土壌生成との関係に言及していく必要があると考えられた。

(2) ブナ林再生に向けた植樹技術の検討について

土壌コアおよびブナ実生より、これまでに 66 種類の菌根形態型が確認された。調査区内における土壌コア内の菌根チップ総数および出現形態型数は、ブナ林区から開墾跡地にかけて減少する傾向にあった。ブナ実生の菌根形成率も同様の傾向を示した。調査地における外生菌根菌群集の特徴は、ブナ林区・境界区におけるブナ実生のグループと開墾跡地におけるブナ実生のグループに分かれており開墾跡地ではブナ林内とは異なる菌類相であることがブナの生育の妨げになっていることが考えられた。菌根チップから抽出した DNA により菌根形成菌種の同定を行った結果、外生菌根菌のみではなく、根部内生菌を含む系統群である *Helotiales* 目菌類が認められたことから、ブナ実生の生育には、共生菌類として外生菌根菌だけではなく根部内生菌も関与していることが考えられた。そこで、ブナ実生根部より根部内生菌 97 菌株を分離し、うち 83 菌株を分子同定した。分離した 65 菌株中、33 菌株が *Helotiales* 目菌類であり、その中で 21 菌株が *Leptodontidium* 属菌であった。これらの菌類は主にブナ林区および境界区に認められ、菌根の形態型には依存せず分離された（図 4）。放棄地区でも同属の *L. orchidicola* が分離されたことから、調査区において、*Leptodontidium* 属菌はブナの生育と密接に関係していることが推察された。また、外生菌根菌として報告のある *Cenococcum geophilum* を菌根部から 2 菌株分離された。以上より、現地における開墾跡地への植樹試験に用いる接種菌株として、根部内生菌 *Leptodontidium* sp.および外生菌根菌 *C. geophilum* を選抜した。選抜菌株は、1.5% Malt Extract 液体培地で培養し、菌糸懸濁液を作成した。現地において 4 m×5 m の植樹区を 9 つ（対象区、*Leptodontidium* 接種区および *C. geophilum* 接種区を 3 反復）設置し、それぞれの区に 12 本のブナ稚樹を、1m 以上の間隔を空けて植樹した（図 5）。*Leptodontidium* 接種区および *C. geophilum* 接種区については、菌糸懸濁液を現地で希釈し、大型のビニール袋内でブナ稚樹の根部と接触させることで接種した後、速やかに植樹をおこなった。

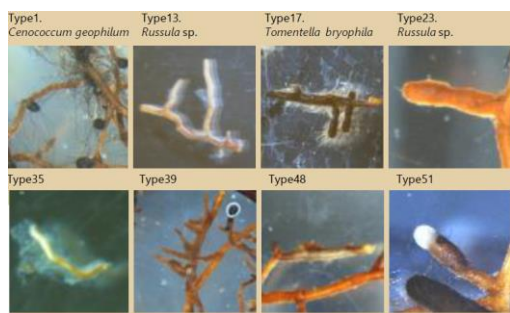


図 4. *Leptodontidium* 属菌が分離された菌根形態型



図 5. 現地植樹試験の様子

生育調査の結果、植樹から 2 年目の 2019 年に、*Leptodontidium* 接種区では、対照区に比べて優位に主幹長が増加した（図 6）。SPAD 値は、植樹後 1 年目と 2 年目において *C. geophilum* 接種区で対照区に比べ高かった（図 7）。これらのことから供試菌株の接種が、開墾跡地における植樹ブナの定着に貢献する可能性が示唆された。また、*C. geophilum* 接種区では、菌根形成率とその多様性指数の平均値が対照区に比べ高い値を示したものの、個体間のばらつきが大きい

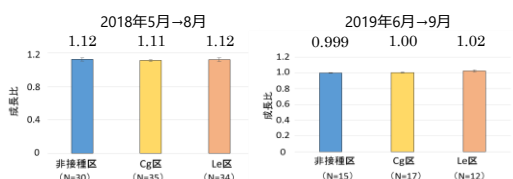


図 6. 各試験区の成長比

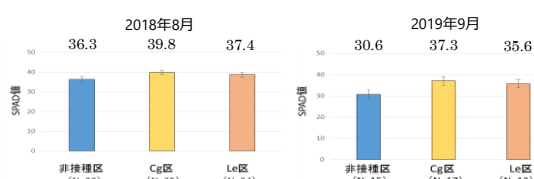


図 7. 各試験区の SPAD 値

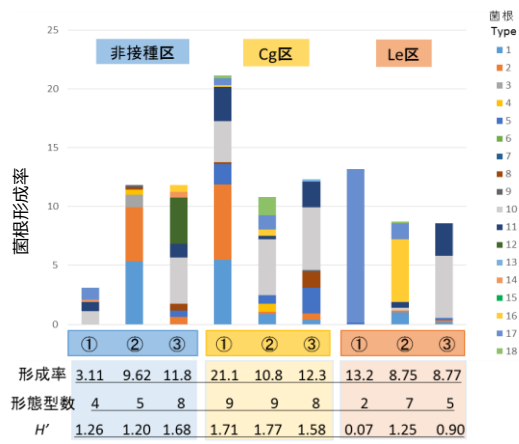


図 8.各個体の形態型別菌根形成率

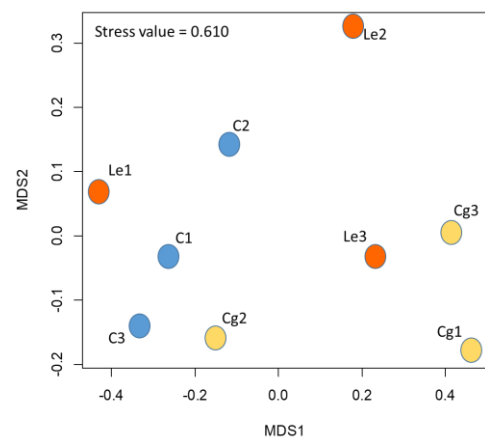


図 9.T-RFLP プロファイルに基づく MDS 解析

く、有意な差は見られなかった (図 8)。さらに、T-RFLP プロファイルから得られた根部周辺土壌における菌類群集の多様度に関しても、試験区間で有意な差は見られなかった (図 9)。

今後、アンプリコンシーケンスにより詳細な共生菌類の動態を調べていくとともに、条件を均一化したポット試験により、接種菌株がブナの生育や微生物動態に与える影響を精査することで、土壌-植生-微生物の共生システムを利用した、耕作放棄地や災害罹災地における環境修復技術への応用を目指していく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 轟 丈瑠・郭 永・高島勇介・渡邊眞紀子・西澤智康・成澤才彦・坂上伸生
2. 発表標題 駒止湿原開墾跡地におけるブナ共生菌類を利用した植樹試験の試行
3. 学会等名 日本土壤微生物学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Guo Y・Takashima Y・Sakagami N・Narisawa K・Nishizawa T
2. 発表標題 Comparative metagenomic insights into functional diversification of soil microbiome across a vegetation gradient on the deforested land around Komado wetland
3. 学会等名 日本土壤微生物学会2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Guo Y, Sakagami N, Takashima Y, Nishizawa T, Narisawa K, Watanabe M
2. 発表標題 Correlations between vegetation and soil microbiome across a vegetation gradient on the deforested land adjacent to the Komado-Shitsugen moor in Japan
3. 学会等名 ISME17 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sakagami N, Guo Y, Takashima Y, Nishizawa T, Narisawa K, Watanabe M
2. 発表標題 Soil environmental condition and vegetation recovery of the abandoned cropland around Komado-Shitsugen moor, Fukushima Prefecture
3. 学会等名 17th World Lake Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪瀬有美・高島勇介・郭 永・坂上伸生・西澤智康・渡邊眞紀子・成澤才彦
2. 発表標題 駒止湿原開墾跡地におけるブナ生育に関わる共生菌類の探索と植樹試験への利用
3. 学会等名 第17回世界湖沼会議（いばらき霞ヶ浦2018）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪瀬有美・郭 永・高島勇介・坂上伸生・渡邊眞紀子・成澤才彦
2. 発表標題 駒止湿原開墾跡地の植生回復を目的としたブナ外生菌根部からの菌類の獲得
3. 学会等名 環境微生物系学会合同大会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂上伸生・猪瀬有美・郭 永・西澤智康・成澤才彦・渡邊眞紀子
2. 発表標題 福島県駒止湿原開拓農地跡における植生回復に関する土壌調査
3. 学会等名 2017年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 猪瀬有美・郭 永・高島勇介・渡邊眞紀子・坂上伸生・成澤才彦
2. 発表標題 駒止湿原開墾跡地のブナ生育に関わる共生菌類の探索
3. 学会等名 2017年度菌根研究会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	西澤 智康 (Nishizawa Tomoyasu) (40722111)	茨城大学・農学部・准教授 (12101)	
研究 分担者	郭 永 (Guo Yong) (00791451)	茨城大学・農学部・非常勤研究員 (12101)	削除：2019年12月20日