

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月30日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21780162

研究課題名（和文）森林土壌におけるグロマリン現存量とその集積に関与する鉄化合物の解明

研究課題名（英文）Glomalin accumulation in forest soils and their relating iron compounds

研究代表者

谷川 東子（TANIKAWA TOKO）

独立行政法人森林総合研究所・関西支所・主任研究員

研究者番号：10353765

研究成果の概要（和文）：アーバスキュラー菌根菌と共生するソヨゴ林と共生しないコナラ林の土壌間において、「特定試薬に反応するたんぱく質量(BRSP と表記する。これがグロマリン量にほぼ相当する)」, および炭素、窒素含有率、CN 比、細根量、ピロリン酸抽出鉄含有率を比較した。これらの値は全て、ソヨゴ林土壌がコナラ林土壌より高く、ソヨゴ林土壌の BRSP、炭素、窒素の各含有率はコナラ林土壌のその約 2 倍に相当した。また BRSP 含有率は、他のパラメータと正相関をもっており、ソヨゴ林のほうがピロリン酸抽出鉄の増加率に対する BRSP の増加率は大きかった。従って、ピロリン酸抽出鉄が多く含まれる土壌ではグロマリン含量（グロマリンと同調する炭素含量も）が増えるが、その増え方はアーバスキュラー菌と共生するソヨゴの林の方がより顕著であることが明らかになった。これらの結果から、グロマリンが土壌有機物の蓄積を底上げしていることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：To clarify the glomalin accumulation in Japanese forest soils, concentrations of bradford reactive soil protein (BRSP) indicating total glomalin, soil organic carbon, organic nitrogen, fine root biomass were investigated in following two forests: an *Ilex pedunculosa* forest and a *Quercus serrata* forest. These parameters were higher in *Ilex pedunculosa* forest than in *Quercus serrata* forest. The concentration of BRSP and organic carbon and nitrogen in soils from *Quercus serrata* forest were approximately half those in the *Ilex pedunculosa* forest. The concentration of BRSP was related to concentrations of organic carbon, organic nitrogen. In particularly, the increment rate of BRSP to pyrophosphate extractable iron concentration at the *Ilex pedunculosa* forest soil was higher than that at *Quercus serrata* forest soil. These results suggest that glomalin has important role to soil organic matter accumulation in *Ilex pedunculosa* forest.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：森林土壌、菌根菌、土壌炭素、集塊、蓄積、貯留、グロマリン、鉄

1. 研究開始当初の背景

日本の森林土壌は、世界が化石燃料の消費により放出する二酸化炭素 1 年分に相当する炭素を有機物として貯留している。この膨大な量の土壌有機炭素が、地球温暖化が引き金になって起こる環境変化に対してどのように反応するかを評価することが求められている。そのためには有機物が難分解性を獲得する立地条件の抽出、さらに難分解性有機物の定義や定量が必要である。土壌の微細集塊中の有機物は分解性が著しく低いことが明らかになりつつあり、この微細集塊をつくる糊となる物質のひとつがグロマリンである。

グロマリンは粘土および鉱物と結びついて土壌の微細集塊を形成させるアーバスキュラー菌根菌由来の糖タンパクである。この物質は集塊の核となるとともに、それ自身が高い難分解性を持っている。この特性は、地球温暖化に対する土壌の反応を予測する際に、とくに注視すべきものである。日本ではその存在についての報告は無いが、欧米の草地研究によるとその含量は土壌炭素の5-8割を占めることもあって決して少量ではない。世界の温帯林を形成する造林樹種は外生菌根を形成するものが圧倒的に多く、森林におけるグロマリン研究は進んでいない。日本の主要な造林樹種のスギ・ヒノキや、広葉樹林を形成するソヨゴ、モチノキ、タブなどの樹木はアーバスキュラー菌根菌と共生しているため、森林土壌の炭素貯留機能にグロマリンが担う役割の大きさは、日本の森林生態系は世界の中で卓越している可能性が高い。

2. 研究の目的

アーバスキュラー菌根菌由来の糖たんぱく「グロマリン」が、土壌のもつ炭素貯留機能を高めている可能性について検証する。また、グロマリンの集積に関与すると考えられている鉄が、実際にグロマリン量と関係があるのかを解明する。

3. 研究の方法

京都南部にある山城試験地（京都府木津川市）において、グロマリン蓄積実態調査を行う。この試験地には、森林の履歴と立地条件が同じで、樹種が異なる2つの森林がある。一方がアーバスキュラー菌根菌と共生するソヨゴの優占する森林であり、もう一方が外生菌根と共生するコナラの優占する森林である。この試験地の土壌を採取し、グロマリ

ンの有無（アーバスキュラー菌根の有無）が鉄、アルミニウム、マンガン、ケイ酸成分のどの酸化物と深く関係しているか調べる。

4. 研究成果

[研究の主要な成果]

(1) 試験設定

山城試験地（京都府木津川市）のソヨゴ林とコナラ林の土壌間において、「特定試験に反応するたんぱく質量(BRSP と表記する。これがグロマリン量にほぼ相当する)」、および炭素含有率、窒素含有率、CN比、細根量、ピロリン酸抽出鉄含有率を比較した。前者の植生はアーバスキュラー菌根菌と共生するため、その土壌ではグロマリンが多く、後者の植生はアーバスキュラー菌根菌と共生しないため、その土壌ではグロマリンが少ないと考えられる。

(2) BRSP 含有率、炭素含有率、窒素含有率、細根量

いずれのパラメータもソヨゴ林土壌はコナラ林土壌よりも高く、ソヨゴ林土壌のBRSP、炭素、窒素の各含有率はコナラ林土壌のそれの約2倍に相当した(図1)。

(3) BRSP 含有率と炭素、窒素含有率との関係

土壌のBRSP含有率は、土壌の炭素含有率、窒素含有率と正相関をもっていた。BRSP含有率と炭素含有率や窒素含有率の関係はソヨゴ林とコナラ林間で統計的な差はなかった(図2)。これらの結果は、グロマリンの炭素や窒素の保持に寄与している可能性を示している。

(4) BRSP 含有率とCN比の関係

土壌のBRSP含有率は、CN比が高い土で高い傾向が認められた。BRSP含有率とCN比の見解はソヨゴ林とコナラ林間で統計的な差はなかった(図3)。この結果は、分解の進んでいない土壌でグロマリンが多いことを示し、難分解性であるグロマリンが糊の役目を果たして有機物の分解を抑制しているという従来の知見と矛盾しない。

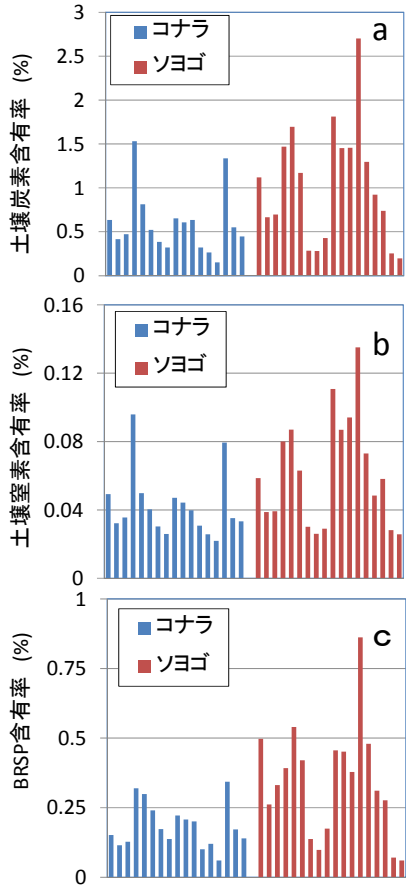


図 1 ソヨゴ林およびコナラ林土壌の炭素 (a)、窒素 (b)、BRSP (c) 含有率

(5) BRSP 含有率と細根量との関係

BRSP 含有率は生きている細根量（直径 2mm 以下の根）とは相関が無く（図 4）、また両森林では森林成立後の経過年数も同じであることから、森林成立後にグロマリンが徐々に蓄えられ、これが難分解性であるために保存されてきたと推察された。

(6) ピロリン酸抽出鉄以外の金属と BRSP 含有率との関係

BRSP 含有率は、ピロリン酸抽出アルミニウム、マンガン、シリカとは有意な相関がなかった。「アルミニウム腐植複合体」に代表されるように、腐植物質との親和性はアルミニウムのほうが鉄より強いと考えられるが、グロマリン様物質に関しては鉄によって保持されていることが示唆された。

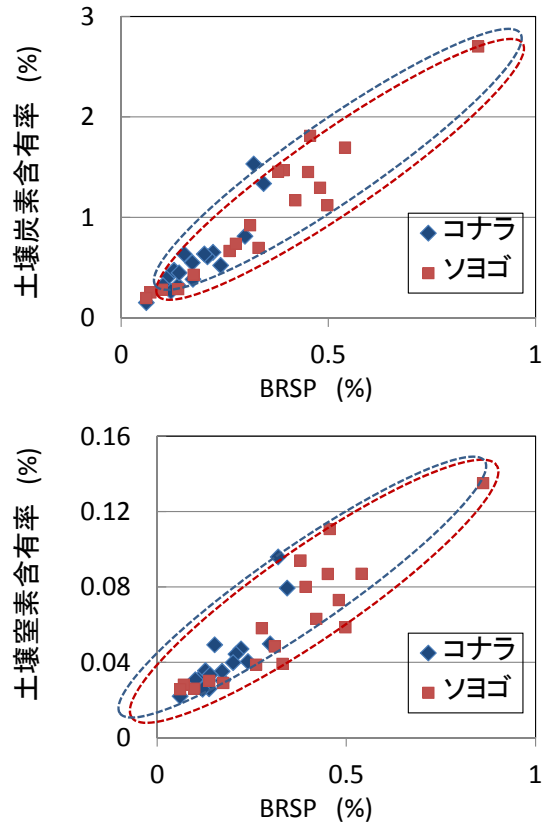


図 2 ソヨゴ林およびコナラ林土壌における BRSP 含有率と土壤炭素含有率 (a)、土壤窒素含有率 (b) との関係

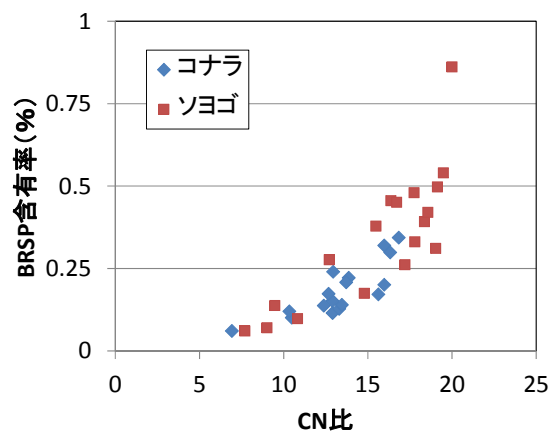


図 3 ソヨゴ林およびコナラ林土壌における CN 比と BRSP 含有率との関係

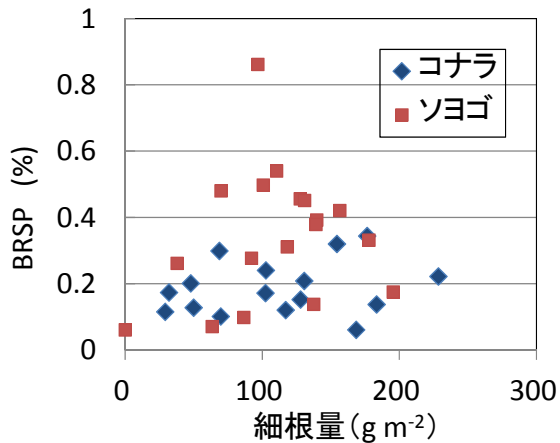


図 3 ソヨゴ林およびコナラ林土壌における細根量と BRSP 含有率との関係

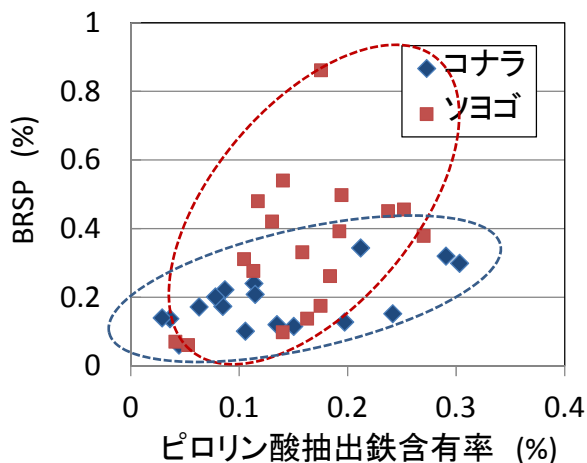


図 4 ソヨゴ林とコナラ林土壌におけるピロリン酸抽出鉄含有率と BRSP 含有率との関係

以上の結果から、次のことが明らかになった：

- 1) 林齢がほぼ同じである 2 つの森林において、BRSP 含有率、炭素含有率、窒素含有率がソヨゴ林土壌でコナラ林土壌の約 2 倍あった。
- 2) 土壌の炭素含有率と窒素含有率は、BRSP 含有率に比例した。
- 3) ピロリン酸抽出鉄はグロマリン含有率と関係があり、ピロリン酸抽出鉄が多く含まれる土壌ではグロマリン含有率（グロマリンと同調する炭素含有率も）が高くなるが、その増え方はアー

バスキュラー菌と共生するソヨゴの林の方がより顕著であった。

これらの結果から、森林土壌によるグロマリンの蓄積には、腐植複合体を形成する鉄が関与し、そのグロマリンが土壌有機物の蓄積を底上げしていることが示唆された。

[得られた成果の国内外における位置づけとインパクト]

日本には、グロマリンをつくるアーバスキュラー菌根菌と共生する、スギやヒノキといった造林樹種が広く分布するため、日本の森林ではグロマリン蓄積が炭素貯留能を底上げしている可能性が高いことが示唆された。土壌炭素貯留の観点から樹種変換を考える際には、アーバスキュラー菌根菌の共生樹種を選択することにより、土壌の炭素貯留能が向上する可能性が示された。いいかえれば、森林施業が森林の炭素吸収源としての機能を向上させる可能性をもつことが示された。

これらの知見は温暖化緩和技術の開発に資するものであると考えている。

得られた結果の一部は、森林総合研究所関西支所研究情報において「土壌の炭素貯留能を高める生物的要素の解明」という観点から紹介した。また現在論文としてまとめ、学術雑誌に投稿する準備を進めている。

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 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[その他]
ホームページ等

http://www.fsm.affrc.go.jp/Joho/res_info_094.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷川 東子 (TANIKAWA TOKO)

独立行政法人森林総合研究所・関西支所・主任研究員

研究者番号：10353765