

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月11日現在

機関番号：32670

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K19370

研究課題名(和文)窒素を巡る競争における植物間の相互作用の解明

研究課題名(英文) Effects of interaction between plant individuals on competition for soil nitrogen

研究代表者

上田 実希 (Ueda, Miki)

日本女子大学・理学部・講師

研究者番号：70570315

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：植物の個体間相互作用が窒素を巡る土壤中での競争に及ぼす影響を調べる目的で、異なる個体群由来のオオバコ (*Plantago asiatica*) と、土壌とその土壌に含まれる土壌微生物群集を材料として、土壌中の養分を巡る植物間および植物-微生物間の競争実験を行った。さらに、実験の進捗状況から、当初の対象であった窒素に加えてリンの動態も測定した。その結果、個体間相互作用は土壌中の窒素およびリンを巡る植物間そして植物-土壌微生物間の競争に有意な影響を及ぼしていることを明らかにした。また、その様式は窒素とリンの間で異なっていることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

土壌養分の獲得、特に本研究で着目した窒素およびリンの獲得は、多くの陸上生態系において植物の生産の律速する重要な要因である。このため、植物間や植物-土壌微生物間の土壌養分を巡る競争については多数の研究が行われてきた。しかし、植物間の相互作用の競争への影響に関する研究はこの10年で飛躍的に伸びた分野であり、植物-微生物間の養分を巡る競争への影響は研究されていなかった。本研究から、土壌養分を巡る競争への影響の存在が明らかとなった。また、その影響の様式が窒素とリンという養分間で異なったことは、植物の養分利用戦略を知る上で重要であるだけでなく、陸上生態系の生産を律速する要因の理解にもつながるものである。

研究成果の概要(英文)：To understand the effects of plant interaction on the competition for soil nutrients, a competition experiment using *Plantago asiatica* from different populations were conducted. To prevent home advantages of soil to each *P. asiatica* population, soil were collected in different place from where each populations were collected. As soil nutrients, nitrogen and phosphorus dynamics were measured. As results, plant interaction significantly affected the competition for soil nitrogen and phosphorous both between plant individuals and between plants and soil microbes. In addition, the effects of plant interaction were different between nitrogen and phosphorous dynamics.

研究分野：生態学

キーワード：窒素 リン 競争 相互作用 土壌

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の研究で、植物個体間の相互作用が植物の振る舞いに影響することが報告され、注目が集まっている。この10年間で、植物にとって特に重要な他個体との関係である光などの資源を巡る競争において、相互作用の有無が影響しうることが複数の植物において報告されてきた。本研究では地下部の競争関係に着目した。地下部では他個体との間に窒素などの養分を巡る競争があることが古くから知られている。本研究では、地下部での養分を巡る競争において、隣接個体間の相互作用がどのように影響するかに着目した。特に、地下部での養分を巡る競争相手として重要である土壌微生物との競争において、植物の相互作用の違いがどのように影響するのかは全く分かっていない。本研究ではその点に着目した。

2. 研究の目的

本研究は、植物にとって土壌中の重要な養分である窒素の獲得を巡る競争において、植物間の相互作用の違いがどのように影響するのかを定量的に明らかにすることを目的とした。このとき、植物間の競争だけではなく、土壌養分を巡る重要な競争相手である土壌微生物との競争への植物個体間の相互作用の違いの影響を調べることを目的とした。当初の計画では、土壌養分として窒素のみを対象としていたが、研究の進捗状況から、植物にとってのもう一つの主要な土壌養分であるリンも合わせて調査対象とし、窒素とリンを巡る土壌中での養分獲得競争への隣接する植物個体の相互作用の違いの影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、全国に広く分布するオオバコ (*Plantago asiatica*) を植物材料として用いた。地理的に十分に離れた個体群から採取した種子を人工気象器で同じ条件で栽培して、各個体群について両親が揃った種子を作成し、実験の材料とした。また、いずれの個体群からも十分に離れた森林土壌とそこに含まれる微生物群集を材料として用い、土壌中の窒素動態および微生物に獲得された窒素量およびリン量の測定に用いた。植物間相互作用は、隣接して植栽された植物の組み合わせによって異なるとされるため、本研究では隣接して植栽した植物の組み合わせを変えることで植物間相互作用の影響を検出することを目指した。この方法は先行研究でも広く用いられるやり方である。

植物の植え方の組み合わせのみを変えて、温度・光条件などを同じ条件で植物を栽培したあと、刈り取って植物体、土壌および土壌微生物のサンプルを得た。これらに含まれる窒素およびリン量の測定を行い、植物個体間の関係と窒素およびリンの動態の解析を行った。

4. 研究成果

まず、本研究の最も主要なポイントである植物-土壌微生物間の養分を巡る競争への植物個体間の相互作用の影響について示す。隣り合う植物の組み合わせによって、土壌中の窒素およびリンの動態に有意な違いが検出されたことから、植物間の相互作用の違いが土壌中の養分動態に影響を及ぼすことが示唆された。

< 土壌中窒素動態への植物間相互作用の影響 >

土壌中の窒素の大半は有機態で存在するが、多くの植物にとって量的に最も重要な窒素源はアンモニア態や硝酸態の無機態の形態の窒素である。このため、土壌中でこれらの無機態の窒素の生成速度(純窒素無機化速度)は、多くの陸上生態系の植物の生産を規定する重要な要因である。本研究では、植物の植え方の組み合わせの違いにより、まずこの純窒素無機化速度が影響を受けることが明らかとなった。植え方が同一個体群由来の個体どうしの場合と別の個体群由来の個体どうしの場合を比較すると、土壌の純窒素無機化速度は植物の植え方の組み合わせの違いの影響を受けることが明らかとなった。異なる個体群どうしの個体の場合、純窒素無機化速度は同一の個体群由来の個体どうしの場合よりも大きくなり、無機態窒素の生成が大きくなることが分かった(図1)。

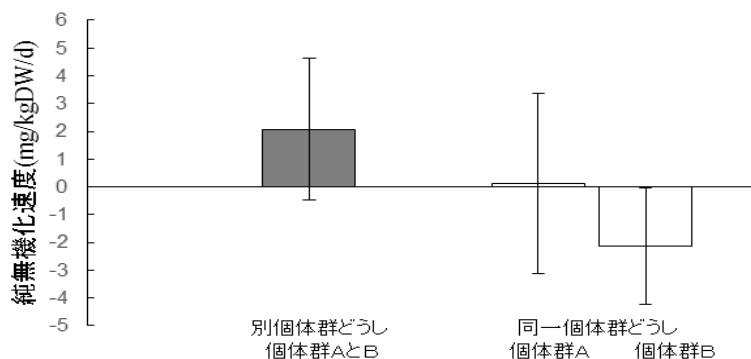


図1 純窒素無機化速度への植物間相互作用の影響

一方、同一の個体群由来の個体どうしの場合は、純窒素無機化速度は非常に小さいかもしくは負の値を取り、これは不動化と呼ばれる現象で、土壤中の無機態窒素の多くを土壤微生物が消費していることを示す（図1）。

さらに、土壤微生物に保持される窒素量を測定したところ、同一個体群由来の個体どうしを植栽した場合の土壤微生物の方が、異なる個体群由来の個体どうしを栽培した場合よりも統計的に有意に多くの窒素を保持していた（図2）。この結果は、先ほどの純窒素無機化速度の結果において、同一個体群由来の個体どうしの相互作用の方が土壤微生物への影響で無機態の窒素をより多く消費していたことと合致する。

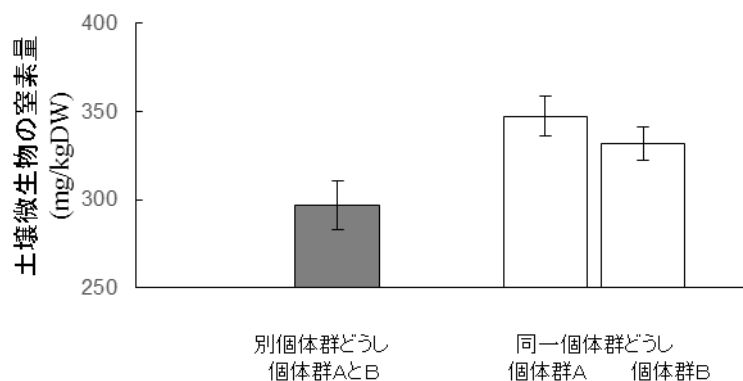


図2 土壤微生物の窒素保持量への植物間相互作用の影響

< 土壤中のリン動態への植物間相互作用の影響 >

一方、リンの動態への植物間相互作用の影響は窒素とは異なっていた。土壤中での無機態リンの生成速度である純リン無機化速度を測定したところ、純窒素無機化速度とは異なり、同一個体群由来の個体どうしの組み合わせの相互作用の方が速度が速くなっていた（図3）。

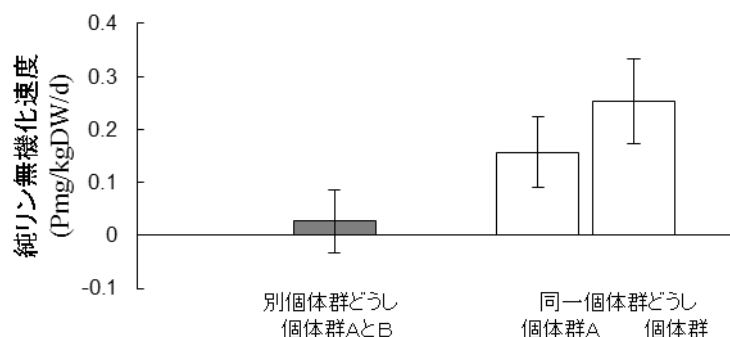


図3 純リン無機化速度への植物間相互作用の影響

純リン無機化速度は別個体群どうしでも、同一個体群どうしでも正の値であったことから、結果がリンの生成自体に違いがあるのか、もしくは微生物の取り込みによる不動化の違いによるのか判別が困難であった。しかし、微生物に保持されるリン量には有意な違いは見られなかったことと、リン無機化の基質である有機態リンの量が同一個体群どうしの相互作用条件下で有意に少なかったことから、リンの生成そのものが小さい可能性が示唆された。

< 植物の影響の考察 >

植物間相互作用が植物の成長に影響することが検出され、これは先行研究と一致した。特に、地下部バイオマスと、地上部と地下部のバイオマス分配比率に顕著な違いが見られた。植物の地上部および地下部の形質への植物間相互作用の影響と、先に述べた土壤中の養分動態との関係を解析したところ、次のようなことが明らかとなった。

まず、土壤中の窒素を巡る競争において、図1と図2のように同一個体群由来の個体どうしの組み合わせの相互作用の方が微生物が窒素を多く保持できたことについては、植物の地上部の形質との間に有意な相関が検出された。特に、植物から土壤への有機物の供給として重要な落葉量と微生物が保持する窒素量との間に正の相関があったことが明らかとなった。このことから、落葉によって供給された有機物をエサとして土壤微生物が増え、窒素を獲得した可能性が考えられる。一方、植物の地下部の形質は予想に反して土壤中の窒素の動態との関係は検出されなかった。

これとは逆に、リンについては、植物の地上部の形質との関係は検出されなかった一方で、地下部の形質との関係が検出された。特に植物の根の長さが長いほど純リン無機化速度が速くなる関係が検出された。

以上のことから、植物の個体間の相互作用は、土壌中の窒素およびリンの動態に影響することが示唆され、この影響は養分間で異なっていることが分かった。この影響の違いは、それぞれの養分に影響する植物形質の違いが原因となっていることが示唆された。

本研究から以上のような新しい知見が得られたが、まだ1つの植物の種および土壌のみの組み合わせの結果であるため、他の植物の種や土壌微生物群集を用いてこの知見の一般性を明らかにすることが必要であると考えられる。また、現在、この結果をまとめて論文として準備中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

なし

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。