

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 25 年 5 月 15 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22770018

研究課題名（和文） 樹冠における当年葉間の窒素移動様式と移動機構の解明

研究課題名（英文） Nitrogen remobilization within current-year leaves in a tree crown

研究代表者

上田 実希（UEDA MIKI）

東北大学・大学院生命科学研究科・研究支援者

研究者番号：70570315

研究成果の概要（和文）：本研究では、日本に広く分布する落葉樹のコナラを材料として、窒素の安定同位体である ^{15}N を指標とした標識試験により、樹冠内において当年葉間で移動する窒素の移動を調査した。その結果、当年葉間で起こる窒素の移動の方向が双方向であり、同時に展開した 1 次葉間でも移動が起こることを明らかにした。また、当年葉間の窒素移動の季節性や、窒素移動への植物のフェノロジーの影響、さらに樹冠内の位置の影響や土壌窒素環境の影響についても明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Nitrogen remobilization within current-year leaves of *Quercus serrata* was investigated by ^{15}N labeling. I demonstrated that the movement was bidirectional and that N was translocated between 1st flush leaves. In addition, relationships between the movement and season, plant phenology, and the effects of soil N availability and leaf position within the crown on the movement were revealed.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2010 年度 | 1,700,000 | 510,000 | 2,210,000 |
| 2011 年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2012 年度 | 600,000 | 180,000 | 780,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,200,000 | 960,000 | 4,160,000 |

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：窒素、樹冠、安定同位体

1. 研究開始当初の背景

窒素は植物の光合成に必要な酵素などに多量に必要である。このため、植物にとって葉にどのようにどれだけ窒素を配分するかは、光合成能力を左右する重要な要因である。このため、樹木については、樹冠内における窒素配分について盛んに研究がなされてきた。樹冠内では窒素の移動が起こることが知られており、窒素の移動様式を把握すること

は窒素配分を理解する上で大変重要である。これまでの先行研究において、樹冠内での窒素移動は、①落葉前の葉から樹木本体への窒素の引き戻しと、②新葉の展葉時においてもともと窒素を保持していた旧葉から新たに展開した葉への転流が知られてきた。しかし、本研究の代表者はこれまでの研究から、同じ年に展開した当年葉の間でも窒素移動が起こることを明らかにした(Ueda et al. 2009)。

当年葉の間で起こる窒素移動の様式や制御機構について調べる必要がある。

2. 研究の目的

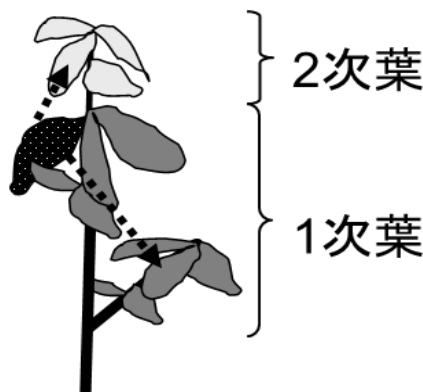
本研究では窒素の安定同位体を用いた標識試験によって、当年葉間の窒素移動に関して、その様式と制御機構を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

日本に広く分布する落葉広葉樹のコナラ (*Quercus serrata*) を主な材料として、窒素の安定同位体を用いた標識・追跡試験を行った。窒素の安定同位体を、根あるいは樹冠内の様々な位置の葉から吸収させて、その樹冠内での移動を追跡した。この試験を、異なる季節や土壤窒素環境で行うことにより、当年葉間の窒素移動への、季節の影響や植物のフェノロジーの影響、さらに土壤窒素可給性の影響を調べた。

4. 研究成果

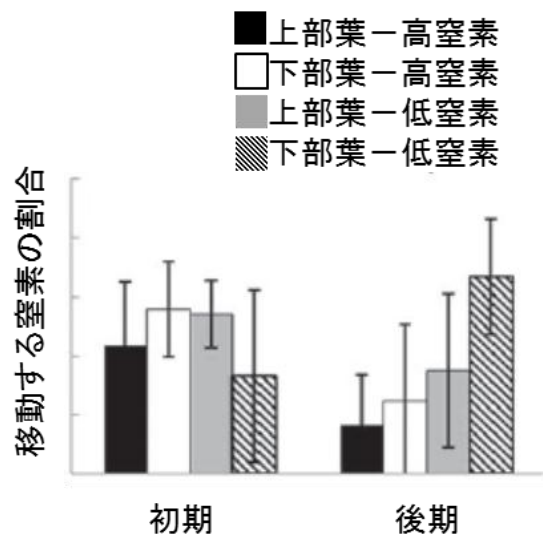
まず、本研究では当年葉間を移動する窒素の量と移動の方向について明らかにした。樹冠内において、窒素は春先に最初に展開を始めた1次葉からその数か月後に展開を始めた2次葉へという移動だけでなく、同じタイミングで展開を開始した1次葉間での移動も行っていることを明らかにした(下図)。



また、1次葉間の移動は樹冠内において、下側に位置する葉から上側に位置する葉への移動だけでなく、上側に位置する葉から下側に位置する葉への移動の両方が起こっており、双方向のものであることを明らかにした。

さらに、本研究では、季節性や土壤窒素環境が上記のような当年葉間の窒素の移動にどのように影響しているのかについても明らかにした。当年葉間で起こる窒素の移動は、成長期の初期には土壤の窒素環境によらず量的に重要であるが、成長期の後半には低窒素環境でより重要であることを示した(下図、

Ueda 2012 の図を改変)。成長期の初期には、新しく吸収する窒素よりも、葉の展開が始まる前に吸収されて樹体内に保持されていた窒素が、樹冠内において葉の展開の際に利用される窒素源として量的に重要であることが多くの落葉樹で報告されている。このため、本研究においても、成長期の初期には、新しく土壤から吸収された窒素の寄与が成長期の後期に比べて小さかったために、土壤中の窒素環境の影響が小さかったと考えられる。一方、成長期の後期には、土壤から新たに吸収された窒素の葉の展開への寄与が大きくなるため、土壤中の窒素環境の影響が強くなる結果となったと考えられる。



このように本研究から、樹冠内における当年葉間の窒素の移動について、移動の方向性が双方向であることや、土壤中の窒素可給性が窒素移動に影響を及ぼすこと、さらに展開の時期の違いによって植物のフェノロジーの違いの影響が異なることにより当年葉間の窒素移動の様式や土壤中からの窒素の可給性の影響が異なることなどを明らかにした。これらの結果は、森林生態系において、しばしば成長の制限要因となる窒素を、森林植物がどのように効率的に用いているのかを明らかにする上で重要な基礎データとなるだけでなく、植物が土壤や大気中から窒素を吸収して体内で利用しやがて土壤へリターとして供給するという一連の活動が大きな稼働力となっている森林の窒素循環の理解にも役立つものである。

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 5 件)

(査読あり)

①Ueda M.U., Tokuchi N. Effects of winter buds on winter nitrogen uptake and allocation in *Pinus densiflora* saplings. *Journal of Forest Research* (印刷中・オンライン発行済み) Doi: 10.1007/s10310-012-0371-0

② Ueda M.U., Muller O., Nakamura M., Nakaji T., Hiura T. 2013. Soil warming decreases inorganic and dissolved organic nitrogen pools by preventing the soil from freezing in a cool temperate forest. *Soil Biology and Biochemistry* 61:105-108. Doi: 10.1016/j.soilbio.2013.02.016

③ Ueda M.U. 2012. Gross nitrogen retranslocation within a canopy of *Quercus serrata* saplings. *Tree physiology* 32:859-866. DOI: 10.1093/treephys/tps050

④Ueda M.U., Mizumachi E., Tokuchi N. 2011. Foliage nitrogen turnover: differences among nitrogen absorbed at different times by *Quercus serrata* saplings. *Annals of Botany* 108: 169-175. DOI: 10.1093/aob/mcr092

⑤Ueda M.U., Mizumachi E., Tokuchi N. 2010. Winter nitrate uptake by the temperate deciduous tree *Quercus serrata*. *Journal of Forest Research* 15:411-414. DOI: 10.1007/s10310-010-0219-4

[学会発表] (計9件)

(ポスター発表、査読なし)

①上田実希, 小野田雄介, 神山千穂, 小嶋智巳, 彦坂幸毅
題名: CO2 噴出地における土壌中の窒素動態
学会名: 第60回日本生態学会 (講演番号 P2-478)、静岡県、2013年3月7日

②神山千穂, 及川真平, 上田実希, 彦坂幸毅
題名: 8年間の温暖化試験による湿原植物の群集構造変化
学会名: 第60回日本生態学会 (講演番号 P2-095)、静岡県、2013年3月7日

③岩瀬祐也, 上田実希, 彦坂幸毅
題名: 光合成速度が高い種は窒素吸収速度も高いだろうか?
学会名: 第60回日本生態学会 (講演番号 P1-062)、静岡県、2013年3月6日

④Ueda M.U., Nagashima H., Hikosaka K.
題名: Effects of elevated CO2 on the growth

of 20 radish cultivars differing sink size
学会名: Comparative Genomics and Breeding of Brassicaceae Crops, Miyagi, Japan (11th Oct 2012)

⑤上田実希, 彦坂幸毅
題名: 高CO2は植物個体群の選択圧として働くか ~CO2 噴出地由来のオオバコを用いた競争試験~
学会名: 植物学会76回大会 (講演番号P-052)、兵庫県、2012年9月16日

⑥Ueda M.U., Hikosaka K.
題名: Does elevated CO2 act as a selective agent? Results of common garden experiments using *Plantago asiatica* from CO2 spring.
学会名: Annual meeting of Ecological Society of America, PS 76-119, Oregon, USA (7th August 2012)

⑦Ueda M.U., Hikosaka K.
題名: Does *Plantago asiatica* adapt to elevated CO2 concentration? Results of a common garden competition experiment using plants from CO2 spring and the control
学会名: EAFES 5, Shiga, Japan (20th March 2012)

⑧上田実希, 梶川尚, 彦坂幸毅
題名: CO2 噴出地に生育するオオバコにおける気孔の性質の進化
学会名: 第58回日本生態学会 (講演番号 P1-098)、北海道、2011年3月9日

⑨Ueda M.U., Mizumachi E., Tokuchi N.
題名: The effect of nitrogen uptake timing on resorption from senescing leaves of temperate deciduous oak (*Quercus serrata*) saplings.
学会名: Nitrogen2010, P91, Aichi, Japan, (30th July 2010)

[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:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上田 実希 (UEDA MIKI)
東北大学・大学院生命科学研究科・研究支
援者
研究者番号：70570315

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：