

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19780116  
 研究課題名 (和文) ササとシダは窒素の流亡を防止するか？  
 ～森林生態系の窒素循環における役割の解明～  
 研究課題名 (英文) Can dwarf bamboos and ferns prevent N loss from ecosystems?  
 - Their role in N cycling in forest ecosystems  
 研究代表者  
 小山 里奈 (KOYAMA LINA)  
 京都大学大学院情報学研究科・助教  
 研究者番号：50378832

## 研究成果の概要：

ヒノキ林下層で優占するミヤコザサ・ウラジロ・コシダの3種を対象とし、森林からの硝酸態窒素流亡を防止する能力について評価を試みた。植物の硝酸態窒素利用の指標として硝酸還元酵素活性 (Nitrate Reductase Activity: NRA) を用い、器官毎の NRA、総窒素、硝酸態窒素濃度を測定した。結果から、対象3種は硝酸態窒素を利用する能力を持つこと、特にミヤコザサ・ウラジロは有効な窒素源として硝酸態窒素を利用していること、さらに、ミヤコザサは体内に硝酸態窒素をそのまま蓄積する性質を持つことが明らかとなった。また、3種が生育期間中には硝酸態窒素利用に関して季節的に棲み分け、硝酸態窒素の系からの流亡を防ぐ役割を持つ可能性が示された。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,700,000	0	2,700,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	210,000	3,610,000

研究分野：森林生態学、植物生理生態学、生態系生態学

科研費の分科・細目：林学、林学・森林工学

キーワード：ウラジロ、コシダ、硝酸還元酵素、硝酸態窒素、植物の窒素利用、森林生態系の窒素循環、ミヤコザサ

## 1. 研究開始当初の背景

森林生態系においては、植物が土壌中の無機態窒素を吸収し、後に落葉落枝として土壌

に有機態窒素を供給、土壌中で分解・無機化された窒素が再び植物に吸収されるという形の窒素循環が見られる。植物の種によって

窒素利用特性が異なることから、系内の窒素循環は分布する植物の強い影響を受ける。特に、植物が利用する窒素源の一つである土壌中の硝酸態窒素に着目すると、

- ・陰イオンである硝酸イオンは、負に帯電する土壌粒子と反発するため、系外へ流出しやすい。
- ・硝酸態窒素を同化する能力には、植物の種によって大きな差があり、全く硝酸態窒素を利用できない種も存在する

といった特徴があり、系を構成する植物の硝酸態窒素を利用する能力が系外への窒素流出にも影響を与えることが予想される。

国内の多くの森林下層で優占するササ類・シダ類は、地下茎が非常に発達するという共通した形態的特徴を持つ。そのため、ササ類・シダ類が下層で優占する立地においては他種の侵入や更新が妨げられるなど、森林の更新動態にも影響を与えることが知られている。つまり、ササ類・シダ類が系の窒素循環において果たす役割によって、系全体ひいては系外に及ぼす影響も変化することが予想される。さらに、近年には、国内の多くの森林においてニホンジカ個体数の増加・密度上昇により下層のササ類などが衰退する様子が観察され、ササ類の衰退が系に及ぼす影響についても知見が求められている。しかし、現在までのところ、ササ類・シダ類の生理生態学的特性、特に窒素利用に関する点については殆ど調べられておらず、ササ類・シダ類が森林生態系の窒素循環に及ぼす影響については未解明の点が多い。

## 2. 研究の目的

このような背景を受け、本研究では系外へ流出しやすい形態である硝酸態窒素に着目し、生態系内の窒素循環においてササ類・シダ類

が果たす役割の評価を試みた。ササ類・シダ類の硝酸態窒素を利用する能力、硝酸態窒素の蓄積など、窒素利用に関する生理特性を調査し、上層木との比較を行った。

## 3. 研究の方法

調査は滋賀県南部に位置する桐生水文試験地内のヒノキ人工林で行った。対象種として、ササ類からミヤコザサ (*Sasa nipponica* Makino & Shibata)、シダ類からはコシダ (*Dicranopteris linearis* Underw.)、ウラジロ (*Gleichenia japonica* Spreng.) の2種を用いた。

植物の硝酸態窒素利用の指標として、硝酸還元酵素活性 (NRA: Nitrate Reductase Activity) を測定した。また、窒素濃度、硝酸態濃度についても器官毎に測定を行った。また、単位面積あたりの現存量を種別・器官別に調査した。

## 4. 研究成果

調査の結果、対象とした3種全てでNRAが検出された。3種全てにおいて、NRAは冬季に最も高かった。コシダのNRAは、他種に比較していずれの部位においても比較的低く、器官間の差が小さい傾向が見られた。それに対して、ミヤコザサは新葉で、ウラジロは新葉・旧葉で、他の器官よりも高いNRAが見られた。

総窒素濃度は、3種ともに葉で最も高く、茎・桿・地下茎で低い傾向が見られた。新葉・新茎などの当年に伸長した部位では、春季に最も窒素濃度が高く、夏季以降はほぼ一定となる傾向が見られたが、旧葉などでは明瞭な季節変化は見られなかった。

ミヤコザサの植物体内からは高濃度の硝酸態窒素が検出された。葉(新葉・旧葉)以外の部分で特に高く、植物体中の総窒素の

2%程度が硝酸態窒素として保持されていることが明らかになった。他の種およびミヤコザサの葉においては、硝酸態窒素の総窒素に占める比率は1%以下であった。

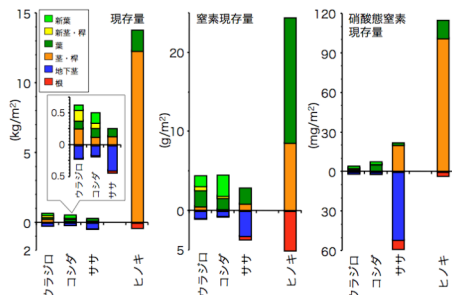


図1 単位面積あたりの種別の現存量、窒素現存量、硝酸態窒素現存量。ヒノキのデータは松村(2004)による。

単位面積あたりの現存量を上層木であるヒノキと比較すると、3種ともに葉バイオマスはヒノキの葉バイオマスの1/10程度であり、茎・芽バイオマスはヒノキの幹バイオマスの1/50~1/100程度であった(図1)。保持している窒素量の差は現存量の差に比較して小さく、ササ類・シダ類に保持される窒素量は系の中で無視できない量となっていることが明らかになった。また、ミヤコザサは硝酸態窒素をそのままの形態で(有機態に同化することなく)多量に保持しており、中でも地下茎に保持されている比率が高かった。

これらの結果から、3種は有効な窒素源として硝酸態窒素を利用していることが明らかになった。また、3種は全て冬季に盛んに硝酸態窒素を同化していたが、それ以外の時

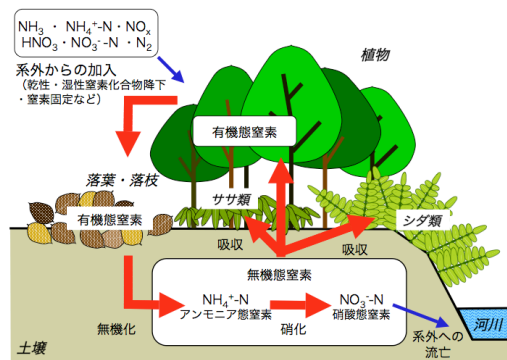


図2 森林生態系の窒素循環におけるササ類・シダ類の役割

期には種によって異なる季節変化を示し、窒素資源に対する競争において、時間的な棲み分けを行っている可能性が示された。これらを総合すると、森林生態系からの窒素の流亡防止に対し、下層のササ類・シダ類によるある一定の寄与があると考えられる(図2)。

また、今回対象としたササ類・シダ類では、地下茎が著しく発達する性質により、単一種が優占して他種を排除する傾向がある。このような種の系における寄与を評価することは、系内の窒素循環を把握する上で重要であるのみならず、系自体が持つ水質形成や環境形成の機能を評価するためにも有用であると考えられる。従来、森林生態系の窒素循環の量的評価を行う場合に、下層の植物は軽視されてきたが、現存量・窒素保持量などの評価を行った結果、その量は決して無視できるものではないことが示された。

### 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 KOYAMA Lina, TOKUCHI Naoko, FUKUSHIMA Keitaro, TERAJ Masakazu and YAMAMOTO Yasuhiro, Seasonal changes in nitrate use by three woody species: the importance of the leaf-expansion period. Trees 22, 851-859 (2008) 査読有

② KOYAMA Lina, TOKUCHI Naoko, HIROBE Muneto, HOBARA Satoru, OLSON Karl and KIELLAND Knut, Plant Responses to Biogeochemical Shifts in Nitrogen Dynamics Following Wild Fire, Proceedings of the Seventh International Conference on Global Change: Connection

to the Arctic (GCCA-7) 254-257 (2007)  
査読無

〔学会発表〕（計 5 件）

- ① 小山里奈・浅田将大・山中典和，鳥取砂丘における窒素の分布：空間的・時間的変動について，第 56 回日本生態学会大会，2009. 3. 19 岩手
- ② 小山晋平・松尾奈緒子・隠岐健児・小鹿耕平・垣本大・大手信人・小山里奈・山中典和・張国盛・王林和・吉川賢，蒸散が葉内水の酸素安定同位体比の日変化に与える影響，第 56 回日本生態学会大会，2009. 3. 18 岩手
- ③ 徳地直子・金子有子・上田実希・小山里奈・福島慶太郎，滋賀県の落葉広葉樹二次林における皆伐後処理が土壌の窒素動態に与える影響，第 119 回日本林学会大会，2008. 3. 28 東京
- ④ KOYAMA Lina, OLSON Karl and KIELLAND Knut, Seasonal changes in nitrate use of *Salix interior* and *Populus balsamifera* on an early successional floodplain in interior Alaska. 第 55 回日本生態学会大会，2008. 3. 17 福岡
- ⑤ 小山晋平・松尾奈緒子・大手信人・小山里奈・山中典和・尾坂兼一・嶋村鉄也・徳地直子，酸素・炭素安定同位体比から見た鳥取砂丘の植物の水利用様式，平成 19 年度鳥取大学乾燥地研究センター共同研究発表会，2007. 12. 4 鳥取

6. 研究組織

(1)研究代表者

小山 里奈 (KOYAMA LINA)

京都大学・大学院情報学研究科・助教

研究者番号：50378832