

シダ類の窒素利用に関する生理特性

-生態系の持つ緩衝機能においてシダが果たす役割-

Physiological characteristics of ferns regarding nitrogen use

-the role of ferns in the buffering function of ecosystems-

研究代表者：小山 里奈， 助手， 京都大学情報学研究科

KOYAMA Lina, Assistant Professor,

Graduate School of Informatics, Kyoto University

植物は、必須多量元素の一つである窒素を土壌から無機態窒素の形で得ている。植物が利用する土壌中の無機態窒素にはアンモニア態窒素と硝酸態窒素があるが、このうち硝酸態窒素は土壌粒子に吸着されないため生態系から流出しやすく、植物による硝酸態窒素量の利用は森林の持つ浄化・緩衝機能において重要な役割を果たす。植物の種によって硝酸態窒素を利用する能力には著しい差があり、生態系を構成する植物種の窒素利用に関する特性を把握することは系内の窒素循環の状態、ひいては森林の持つ緩衝機能を把握するために不可欠である。

本研究ではシダ類を対象として、硝酸態窒素利用に関する生理特性の解明を行う。シダ類は日本の森林下層に広く分布するが、その生理特性については未解明な点が多い。本研究は、シダ類の硝酸態窒素を利用する能力、硝酸態窒素同化の季節性・植物体内での配分・種間の違いなどを明らかにしていく。

Nitrogen (N) is one of the essential macronutrients for plants, and plants take up inorganic N (ammonium (NH_4^+ -N) and nitrate (NO_3^- -N)) from soil as major N sources. Plant NO_3^- -N uptake is an important process in the N cycle in forest ecosystems, since it is one of the possible factors reducing the NO_3^- -N loss from forest ecosystems, as NO_3^- -N is an anion that readily leaches from ecosystems. The ability of plants to take up and assimilate NO_3^- -N as a source of N differs greatly among species. It is necessary to investigate the physiological properties of plant species concerning N use to understand N cycling in ecosystems and its buffering functions in forests.

The physiological properties of NO_3^- -N use in ferns will be investigated in this research. Ferns (Pterophyta) are dominant in the understory in Japanese forests. However, their physiological characteristics have not been described in detail. This research will provide information on the physiological characteristics of ferns concerning NO_3^- -N use: species differences in the ability to use NO_3^- -N as a N source, seasonal changes of NO_3^- -N assimilation, and allocation patterns of NO_3^- -N assimilation.

1. 研究目的

近年、都市域において窒素酸化物による大気汚染は深刻な状況が続いている。大気汚染物質として様々な対策が取られているにもかかわらず、同じく汚染物質である硫黄酸化物に比較して、大気中の窒素酸化物の環境基準の達成状況は低い水準のままである。自動車排出ガスは窒素酸化物発生源全体の50%前後を占めるとされ、排出規制などの法的な対処が行われているが、現時点では顕著な効果が現れたとは言い難い。このような状況においては、外部から供給される窒素酸化物を生態系が窒素源として吸収・利用する能力を把握することは、既に排出された窒素酸化物の行方を把握し、対処していく上で重要な課題の一つである。

森林などの自然の生態系が持つとされる、窒素酸化物を含む大気汚染物質に対する浄化・緩衝機能は図1のような循環過程の中で働く。大気から乾

性・湿性の降水物として生態系に供給された窒素は、土壤中で微生物の働きによって形態が変化し、植物によって吸収・同化され、有機態窒素として再び土壌へと供給される。土壌中に存在する窒素のうち、マイナスイオンである硝酸態窒素には、通常マイナスに帯電する土壌粒子に吸着されず系外へと流出しやすい性質がある。つまり、系を構成する植物の硝酸態窒素を利用する能力は、系の持つ浄化・緩衝機能を構成する重要な要素であると言える。

シダ類は日本国内の森林の下層に広く分布し、森林全体のバイオマスに占める比率は他の下層種に比較して高い場合が多い。さらに、湿潤な環境を好むシダ類は、河畔域など水辺に多く生育し、生態系外へ流出する養分を最後に吸収・利用する種となる場合が多い。このことから、シダ類が硝酸態窒素を利用する能力を把握することは生態系の持つ機能を解明する上でも重要である

と考えられる。しかし、その窒素利用に関する生理特性はほとんど未解明で、窒素の吸収源としての観点からの研究例はほとんどない。本研究では、窒素酸化物吸収源としてのシダ類の役割を評価するために、シダ類の窒素利用に関する生理特性を明ら

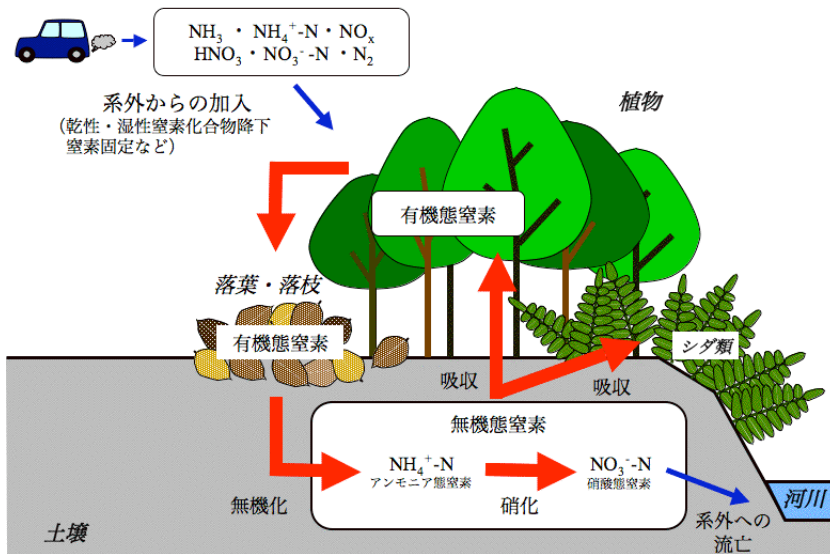


図1 陸上生態系における窒素の循環

かにすることを試みた。

2. 研究経過

本研究ではシダ類の窒素利用に関して窒素の形態別に調査を行う。植物は必須元素の一つである窒素をアンモニア態窒素と硝酸態窒素の二種の形態で吸収するが、その後の同化過程は吸収された窒素の形態により大きく異なる。アンモニア態窒素は直接有機態窒素へと同化されるのに対して、硝酸態窒素は硝酸還元酵素等の酵素の働きによる亜硝酸態窒素、さらにアンモニア態窒素への還元過程を経た後、有機態窒素へと同化される。この性質を利用し、本研究では、硝酸還元酵素活性 (NRA: Nitrate Reductase Activity) を測定することにより自然条件下におけるシダ類の硝酸態窒素利用の評価を行った。

調査は琵琶湖 (滋賀県) の南東部に位置する桐生水文試験地 (34°58', 136°00') で行った。調査地において最も優占していたシダ2種、ウラジロ (*Gleichenia japonica* Spr.) とコシダ (*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Und.) を対象として用いた。2005年5月・8月・10月・2006年2月にそれぞれ5個体を掘り取り、葉・葉柄・地下茎・根に分けて器官毎の NRA、総窒素濃度、硝酸態窒素濃度を測定した。また、各々の種の生育密度とバイオマスについても調査を行った。2種が各々優占している場所に

50cm×50cm のプロットを設定し、その中に生育する当該種の個体全てを掘り取り、葉・葉柄・地下茎・根に分けて乾重を測定した。

3. 研究成果

NRA は全般にウラジロにおいてコシダよりも高い傾向が認められた (図2)。ウラジロには10月と2月に、コシダでは2月に高い NRA が検出された。両種ともいずれの季節においても葉で高い NRA が検出され、硝酸態窒素同化における葉の寄与が高いことが示された。窒素濃度はウラジロでは葉で特に5月に高かったが、同時期にコシダはまだ展葉が起こっておらず、芽で窒素濃度が高い様子が示された。

シダ類の単位地表面積あたりのバイオマスを上層木のヒノキと比較すると、

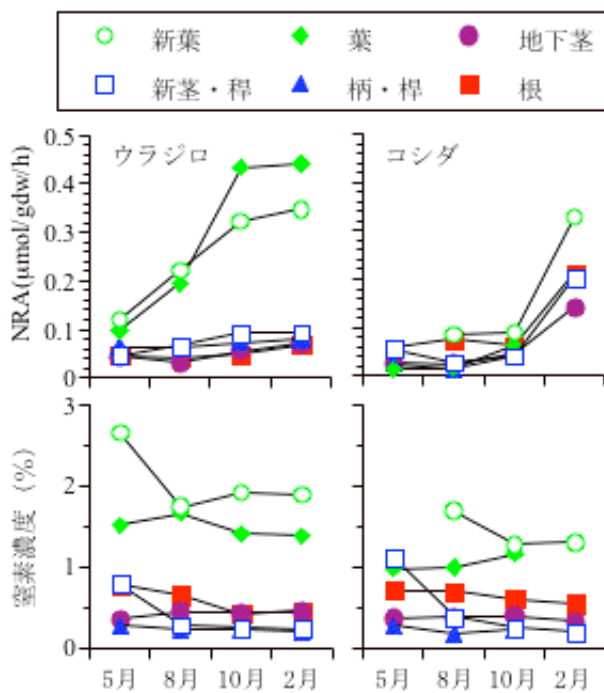


図2 ウラジロ・コシダの器官毎の NRA および窒素濃度の季節変化

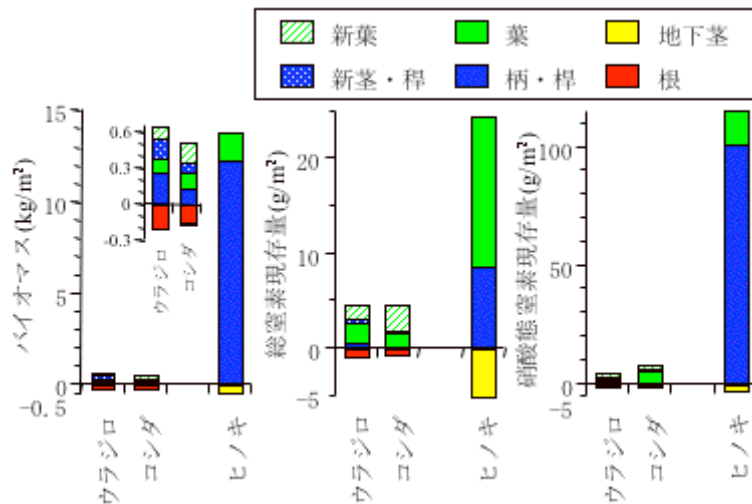


図3 単位地表面積あたりの器官毎のバイオマス・窒素現存量・硝酸態窒素現存量（ヒノキのデータは松村(2004)による）

ウラジロ・コシダ両種ともヒノキの5%程度であった（図3）。それに対して単位地表面積あたりの植物体中の窒素量を比較すると、両種ともにヒノキの20%程度であった。また単位地表面積あたりの硝酸態窒素の保持量は、コシダでウラジロよりも多く、ヒノキの保持量の10%程度であった。

以上の結果から、ウラジロ・コシダの2種が硝酸態窒素を窒素源として利用できること、また、冬季に硝酸態窒素を同化していることが示された。つまり、これら2種は森林生態系が持つとされる硝酸態窒素の流亡を防ぐ機能において一定の役割を果たしていると言える。特に、落葉樹林においては冬季には高木層による窒素の吸収・利用が起こっていないと考えられるため、冬季にシダ類が硝酸態窒素を利用することの意義は大きいことが予測される。さらに、森林生態系内の窒素循環にお

けるシダ類の役割・寄与度を定量的に評価しようとするとき、バイオマスの比較においては上層木ヒノキに対してシダ類は非常に小さい。しかし、単位地表面積あたりに保持される窒素現存量を比較すると、シダ類の保持する窒素量は上層のヒノキの20%程度であり、バイオマスに比して多量の窒素を保持していると言え、その寄与は無視でき

ないことが示された。

4. 今後の課題と発展

今後の課題として、森林生態系内の窒素循環、および系の持つとされる窒素保持と水質浄化の機能におけるシダ類の寄与をより定量的に評価することがあげられる。そのためには、系外からの窒素加入量、土壌の無機態窒素生成とその移動などの窒素循環に関するより詳細なデータ、およびバイオマスの季節変動に関する知見、また他の優占種に関する情報などが必要であると考えられる。

5. 発表論文リスト

小山里奈・大手信人・上田実希・徳地直子（2006）ヒノキ林下層に生育するササ・シダ類の硝酸態窒素利用に関する生理特性，第53回日本生態学会大会講演要旨集，322，2006