

環境の変化に伴う樹木の窒素吸収速度の変化

山形県立米沢興譲館高等学校 2年 庄司 朗

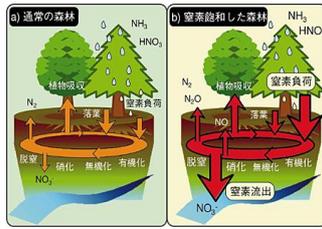


緒言

近年、一部の地域の森林において、窒素過多の状態が生じ、NH₄⁺やNO₃⁻が地下水や溪流へ流出する窒素飽和が指摘されている。

しかし...

日本の森林全体としては地域や環境条件によって状況が異なり、必ずしも窒素が過剰であるとは限らず、樹木の外観から環境変化を把握することは困難となっている。



引用：国立環境研究所二ユース 27巻6号 平成21年（2009年）2月発行

目的：樹木の窒素吸収速度に着目し、その違いから環境変化を捉える

この研究を行うことで、道路工事、交通などの人間の活動が森林に与える目に見えない影響を、樹木の根の窒素吸収データから早期に評価することに繋がると考えられる。

仮説

同じ樹種間でも国道に近接な森林に植生している樹木のほうが、国道に非近接な森林に植生している樹木よりも窒素吸収速度が早いのではないかと考えられる。

研究の流れ

- 1 国道に近接、非近接な森林の比較観察
国道に近接な森林3箇所A-C、非近接な森林D-Fを観察
- 2 国道に近接、非近接な森林の土壌中の窒素量の測定
- 3 樹木の窒素吸収速度の測定



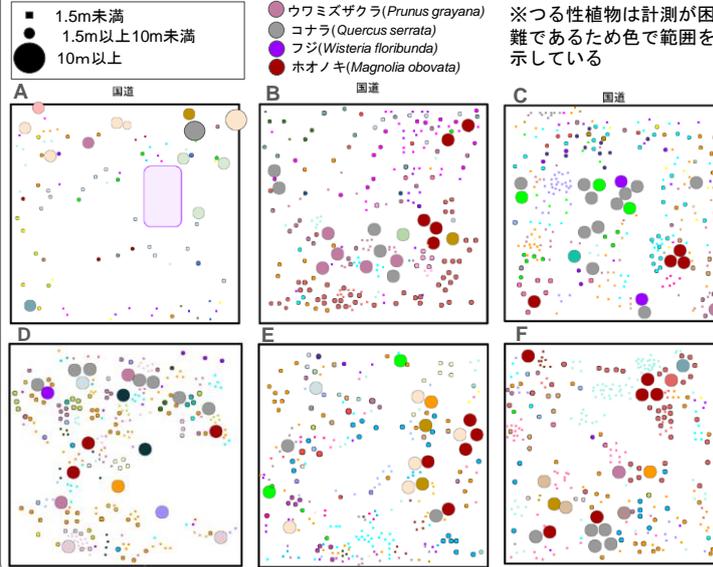
引用：地理院地図 ※道路から100m以上離れた森林を非近接な森林とする

実験結果

1 国道に近接、非近接な森林の比較観察

15m×15mの範囲で国道に近接な森林A～C、非近接な森林D～Fの樹種、樹高を目視で確認した。樹種は色で表している。（2024年観察）

○分布図



考察 1

- ・A～C森林とD～F森林の間で樹種に大きな違いは見られなかった。
- ⇒ 国道ができたことによる樹種、樹種数の違いはないと考えられる。
- ・A～Cの森林では、高さ15m以上のコナラ、B～C、Aの周辺に植生していた高さ30m以上のホオノキの木が見られた。
- ⇒ コナラは一般的に高さ15mに達するまでに30年以上を要し、ホオノキも30m以上に成長するまでに同様に30年以上かかることされている。一方、この国道が整備されたのは約20年前であることから、これらの樹木は道路ができる前から存在していたものと考えられる。

2 国道に近接、非近接な森林(A-F)の土壌中の窒素量の測定

- 1 A～Fのそれぞれ3箇所(①～③)から土壌サンプルを採取する。
- 2 1の土壌サンプルを2mm×2mmのふるいにかけて、有機物を取り除く。
- 3 土壌と精製水を1:2の割合で混合し、3分間手で振とうした後、濾過する。
- 4 濾液をNH₄⁺およびNO₃⁻パックテストと反応させる。○濾過後の溶液
- 5 吸光度を測定し、検量線から窒素濃度を算出する。
3つのサンプルの平均値を算出し、各森林の窒素濃度を決定する。



○土壌中の窒素量

	A		B		C		D		E		F	
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻										
①	0.556	(14.47)	0.671	0.728	0.763	0.750	0.470	0.677	0.624	0.730	0.468	0.860
②	0.890	1.089	0.491	0.658	0.628	0.913	0.527	0.651	0.521	0.743	0.442	0.667
③	0.619	1.747	0.686	0.616	0.699	0.616	0.475	0.728	1.221	0.707	0.762	0.817
平均	0.688	1.418	0.616	0.729	0.697	0.760	0.491	0.685	0.778	0.726	0.667	0.781

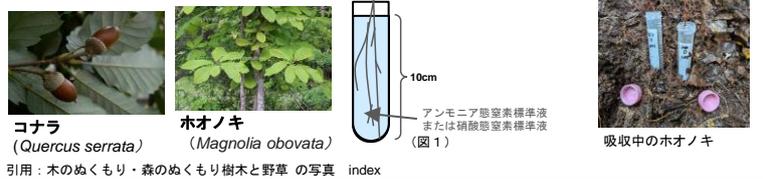
※A①はハズレ値となったため、A②、A③を平均した値をAの平均値とする。

考察 2

- ・Aの①で硝酸態窒素の値()内)が他の値よりも大幅に高くなっている
- ⇒ 動物の排泄物や死骸が分解されることでアンモニアや硝酸などの無機態窒素が生成され、土壌中の窒素濃度が上昇したと考えられる。
- ・土壌中のアンモニア態窒素、硝酸態窒素の窒素量はそれぞれA-Fで大きな違いは見られなかった。
- ⇒ 国道沿いの森林では環境条件の違いにより樹木の窒素吸収速度が高まり、その影響によって土壌中の窒素量に明確な差が現れなかった可能性があるではないかと考えられる。

4 樹木の窒素吸収速度の速度

- (1) コナラ (*Quercus serrata*)、ホオノキ (*Magnolia obovata*) の細根を樹木につなぐまま掘り出す。
- (2) 精製水で根を洗浄し20mg/Lのアンモニア態窒素、硝酸態窒素標準液が入ったチューブにそれぞれ90分間挿入する。(図1)
- (3) 吸収後の溶液の濃度を、作成した検量線を元に確認する。その後、吸収率計算式に代入して窒素吸収速度を求める。



○アンモニア態窒素

根の乾燥重量(g)	濃度 (ppm)	吸収速度 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)	平均 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)
A	0.018	19.022	0.3622
B	0.051	18.727	0.1664
C	0.08	18.951	0.0874
D	0.072	18.697	0.1206
E	0.079	18.014	0.1675
F	0.068	18.474	0.1496
平均			0.2053

コナラ

根の乾燥重量(g)	濃度 (ppm)	吸収速度 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)	平均 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)
A	0.07	18.805	0.1138
B	0.035	17.324	0.5097
C	0.069	18.447	0.1500
D	0.047	17.789	0.3136
E	0.061	19.078	0.1008
F	0.042	18.92	0.1714
平均			0.1953

○硝酸態窒素

根の乾燥重量(g)	濃度 (ppm)	吸収速度 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)	平均 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)
A	0.032	24.296	-0.895
B	0.047	21.709	-0.2424
C	0.105	25.243	-0.3329
D	0.094	21.019	-0.07227
E	0.044	21.544	-0.2339
F	0.097	20.945	-0.06495
平均			-0.1237

コナラ

根の乾燥重量(g)	濃度 (ppm)	吸収速度 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)	平均 (μmol g ⁻¹ h ⁻¹)
A	0.079	20.945	-0.07975
B	0.086	19.436	0.04372
C	0.039	22.863	-0.4894
D	0.108	17.893	0.1301
E	0.083	19.534	0.03743
F	0.173	20.015	-0.00057
平均			0.05564

p 値	硝酸態窒素		アンモニア態窒素	
	コナラ	ホオノキ	コナラ	ホオノキ
	0.5442	0.2091	0.6879	0.2863

考察 3

- ・国道に近接な森林の吸収速度が僅かに高かったものの、非近接な森林との間に有意差が見られなかった。
- ⇒ サンプル数が少なかったこと、測定したのが10月となってしまう、窒素の吸収が盛んな春の時期とは、ずれてしまったことが原因と考える。
- ・硝酸態窒素(特にホオノキ)において、窒素を吸収しなかった。
- ⇒ 今回の実験手法では根の滲出物も同時に測定していること、有意差と同じく、測定したのが10月となってしまう、窒素の吸収が盛んな春の時期とは、ずれてしまったことが原因と考える。

展望

- ・樹木の窒素吸収が盛んな春にもう一度実験を行い、国道に近接な森林と非近接な森林間の差を明確にしたい。
- ・硝酸態窒素が吸収されなかった要因について、樹種や窒素形態の違いに着目して再度検討したい。
- ・今回サンプル数が少なかったため、サンプル数を増やしたい。

謝辞

今回の調査にご協力いただいた、田沢コミュニティセンター様、田沢地区の皆様、新電力開発株式会社様、米沢市森林課の方々、京都大学 准教授 小山里 泰 信州大学 准教授 牧田直樹 様 ご協力ありがとうございました

参考文献

針葉樹における細根の無機態窒素吸収速度と根特性との関係 信州大学伊藤拓生、森林生態系における窒素飽和とその樹木に対する影響 伊豆田猛、Different Relationships of Fine Root Traits With Root Ammonium and Nitrate Uptake Rates in Conifer Forests Takumi Ito, Ayumi Tanaka-Oda, Taiga Masumoto, Maiko Akatsuki, Naoki Makita. 分光光度計を用いたパックテストの定量化の検証と検証-富栄養化に着目して- 石本 泰基・羽根 聡一郎・平澤 慶太・吉田 翼、パックテストによる簡易土壌養分分析法 松岡憲吾・波田善夫、農業環境規範に適合する家畜ふん堆肥の肥効評価システムの確立 分析マニュアル 岐阜県農業センター