

独立行政法人

森林総合研究所 東北支所

研究情報

Vol. 1 No. 3 2002-3

母材・植生が土壌の窒素無機化過程に及ぼす影響

森林環境研究グループ 相澤 州平

研究分野：土壌化学、酸性雨等により森林生態系外から負荷される物質が森林土壌に与える影響評価の研究

はじめに

森林土壌には森林の外部からさまざまな物質が加わっており、近年は酸性雨等による土壌の酸性化が危惧されている。しかし、日本の気候下では、外部から酸性物質が加わらなくとも土壌はそれ自体で、酸性化する要因を持っている。その要因のひとつに有機態窒素の無機化が挙げられる。落葉・落枝や動植物遺体等の有機物は、土壌中に供給された後、微生物により分解されて無機物となる。この過程で、有機態窒素はアンモニウムイオン、亜硝酸イオンへと無機化され、最終的に硝酸イオンとなる。このようにして生じた硝酸イオンは、植物にとって重要な養分源となる。その一方で、硝酸イオンは土壌pHを低くして酸性化させるため、カルシウムなどの塩基イオンが可溶化し、林地から土壌水の移動とともに流亡してしまう原因になる。このような有機物の分解に起因する森林土壌の酸性化過程は、その森林を構成する樹種によって異なることが予想される。また、土壌の化学性は母材の影響を強く受けることから、母材によっても酸性化の影響の受け方が異なる可能性がある。

ここでは、人工針葉林の主要造林木であるスギおよびヒノキを対象に、樹種と母材が窒素無機化速度

にどのような影響を与えるかについて、土壌の培養実験により調べた例を紹介する（相澤、1998）。

窒素無機化速度の測定

母材の異なる各種の土壌に成立するスギ・ヒノキ林の表層土壌を試料とし、一定条件下で培養した場合の硝酸生成速度の相違を測定した。土壌試料は、チャート・花崗岩・火山灰を母材とする褐色森林土、および火山灰を母材とする黒色土を用いた。各土壌にはほぼ同一の条件に位置するスギ林およびヒノキ林から採取した最表層の試料を用いた。施業が行われていない林地との比較のために、一部の土壌ではコナラ等の優占する落葉広葉樹林の試料も使用した。以下、試料名は母材・土壌型・植生を連記し、例えば花崗岩母材の褐色森林土(B)でスギ林から採取したものを「花崗岩Bスギ」、火山灰母材の黒色土(BI)でヒノキ林から採取したものを「火山灰BIヒノキ」というように表記する（表-1）。

2mmメッシュのふるいを通した生土50gを容量100mlのポリエチレン容器に入れ、水分を含水比で最大容水量の60%に調節し、直径2mmの穴を開けたアルミ箔でふたをして30℃で培養した。土壌の培養実験は、高温・高水条件下で土壌有機物の分解過程を

表-1 供試土の化学性

試 料	生土のpH	C (%)	N (%)	C/N	交換性塩基		(me/100g)		CEC (me/100g)
	pH(H ₂ O)				Ca	Mg	K	Na	
チャートBヒノキ	3.72	13.8	0.74	18.7	0.2	0.3	0.8	0.7	53.1
チャートBスギ	3.84	10.2	0.69	14.7	0.8	0.5	1.2	0.9	39.3
花崗岩Bヒノキ	4.27	4.5	0.33	13.9	1.3	0.3	0.6	0.4	19.9
花崗岩Bスギ	4.41	7.8	0.47	16.7	0.6	0.4	0.9	1.1	21.8
火山灰Bヒノキ	4.74				1.5	0.7	0.5	0.1	28.0
火山灰Bスギ	4.96	5.4	0.39	13.7	2.7	0.8	1.0	0.1	26.2
火山灰Bコナラ	4.74				2.3	0.7	0.4	0.1	34.9
火山灰BIヒノキ	5.60	16.8	1.20	13.9	14.2	3.6	0.7	0.3	66.3
火山灰BIスギ	6.14	8.9	0.69	12.8	14.4	2.5	0.4	0.3	44.4
火山灰BIコナラ	5.81	10.4	0.79	13.2	21.4	3.3	0.3	0.1	43.8

調べるもので、実際の林地での温度・水分条件とは異なるが、培養実験によって求められる硝酸生成速度が大きい土壌ほど、有機態窒素を硝酸態窒素に分解する能力が大きいといえる。

培養前および培養開始後1・2・4・8週間後の試料について、pH (H₂O), pH (KCl) および無機態窒素量（アンモニア態および硝酸態）を測定した。無機化窒素量は試料を2N塩化カリウム溶液で抽出し、通気蒸留法により測定した。また、培養前と8週間後の試料を10倍量の蒸留水で抽出し、抽出液中の容存イオン濃度を測定した。

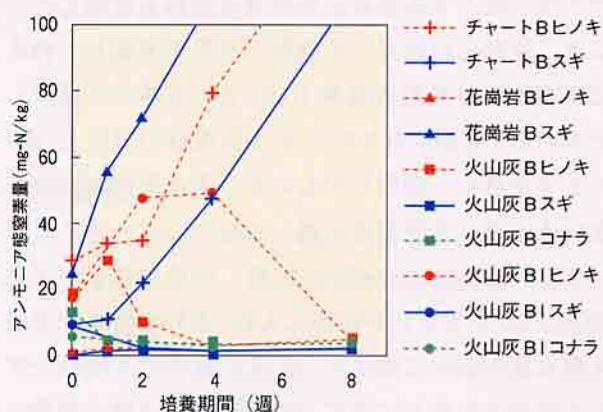


図-1 培養によるアンモニア態窒素量の変化

窒素の無機化に伴う土壌化学性の変化

培養前はいずれの試料においてもアンモニア態窒素・硝酸態窒素とも少なかったが、培養後には多くの試料でアンモニア態窒素が増加し、その後、アンモニア態窒素が減少するとともに硝酸態窒素が増加した（図-1、2）。培養期間8週間後は多くの試料で窒素無機化量全体のうち硝酸態窒素がほとんどを占めた（図-3）。これらの結果より、有機態の窒素がアンモニア態となり、亜硝酸態を経て速やかに硝酸態窒素が生成したと考えられる。

試料のpHは培養によって低下したものが多かった（図-4）。培養8週間後のpHを培養前と比べると、土壌のpH低下は硝酸生成量が大きいほど大き

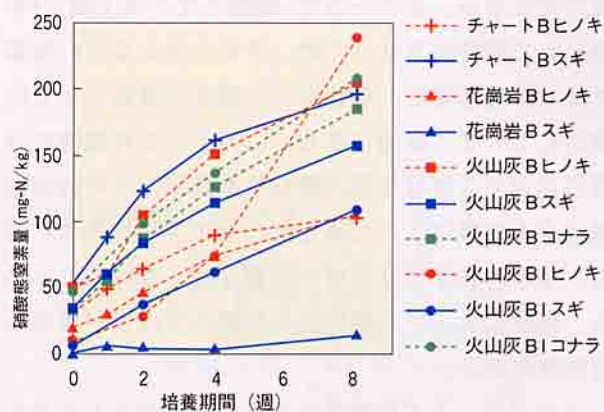


図-2 培養による硝酸態窒素量の変化

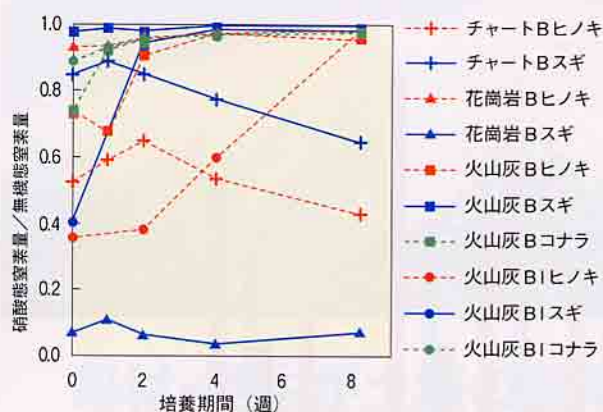
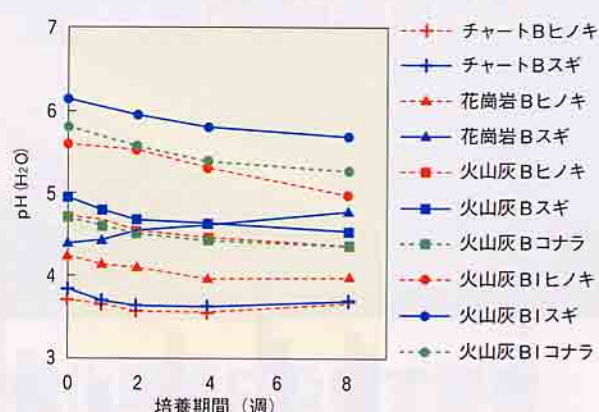


図-3 無機態窒素量に占める硝酸態窒素量の比率


 図-4 培養による pH (H₂O) の変化

かった (図-5)。このことから、硝酸生成が pH の低下に寄与していると考えられる。

抽出液中のイオン濃度は、アニオン ($\text{Cl} \cdot \text{NO}_3 \cdot \text{PO}_4 \cdot \text{SO}_4$ の合計) とカチオン ($\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{K} \cdot \text{Na} \cdot \text{NH}_4$ の合計) がほぼ同量であった。8週間後の抽出量と培養前の抽出量の差は、8週間の培養により可溶化した量と考えられる。可溶化したイオンのうち、アニオンは主に硝酸イオンが占め、カチオンはカルシウムイオンが主であった (図-6)。土壌培養後、土壌中の硝酸イオン濃度が増加することによって、それに伴って交換性塩基量の多いカルシウムを主とするカチオンが可溶化すると考えられる。実際の林地では可溶化した塩基類は土壌溶液の下層への移動によって溶脱すると考えられるため、硝酸生産量の大きな土壌ほど塩基溶脱量が大きいものと推察される。

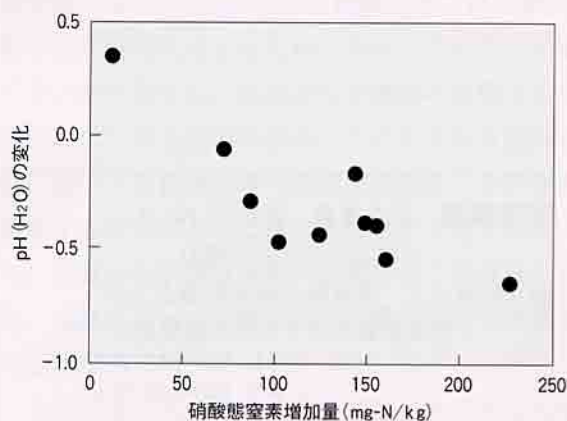


図-5 8週間の培養による硝酸態窒素増加量と pH の変化

無機化の経過が異なる土壌

チャートBスギ、チャートBヒノキ、花崗岩Bスギでは、他の土壌と異なり硝酸態窒素の増加が頭打ちとなり、アンモニア態窒素が増加し続けた (図-1、2) 8週間後、他の土壌ではアンモニウムイオンがほとんど認められなかったのに対し、これらの土壌ではアンモニウムイオンが多く存在した (図-6)。この傾向は全無機態窒素量に対する硝酸態窒素量の比率を取ると明瞭であった (図-3)。すなわち、これらの土壌では他の土壌と異なり、硝酸生成速度が小さいことが明らかになった。

チャートBスギ・ヒノキ、花崗岩Bスギが他の土壌と異なる挙動を示すのは、培養前の土壌化学性において、交換性塩基が少なく pH が低いことが原因であると考えられる。交換性 Ca と Mg の合計量は、火山灰Bスギで約 3.5 me/100g、花崗岩Bヒノキで約 1.6 me/100g、火山灰BIで 17 me/100g 前後であるのに対し、チャートBスギ・ヒノキおよび花崗岩Bスギでは 0.5~1.3 me/100g と少なかった (表-1)。また、pH (H₂O) は他の土壌が pH 5 近くから 6 台であるのに対し、チャートBスギ・ヒノキ、花崗岩Bスギでは pH 3.8~4.4 と低かった (表-1)。このことから、交換性塩基量が非常に小さい土壌では、交換性塩基量が制限要因となって、硝酸態窒素生産量が小さくなるものと考えられる (図-7)。

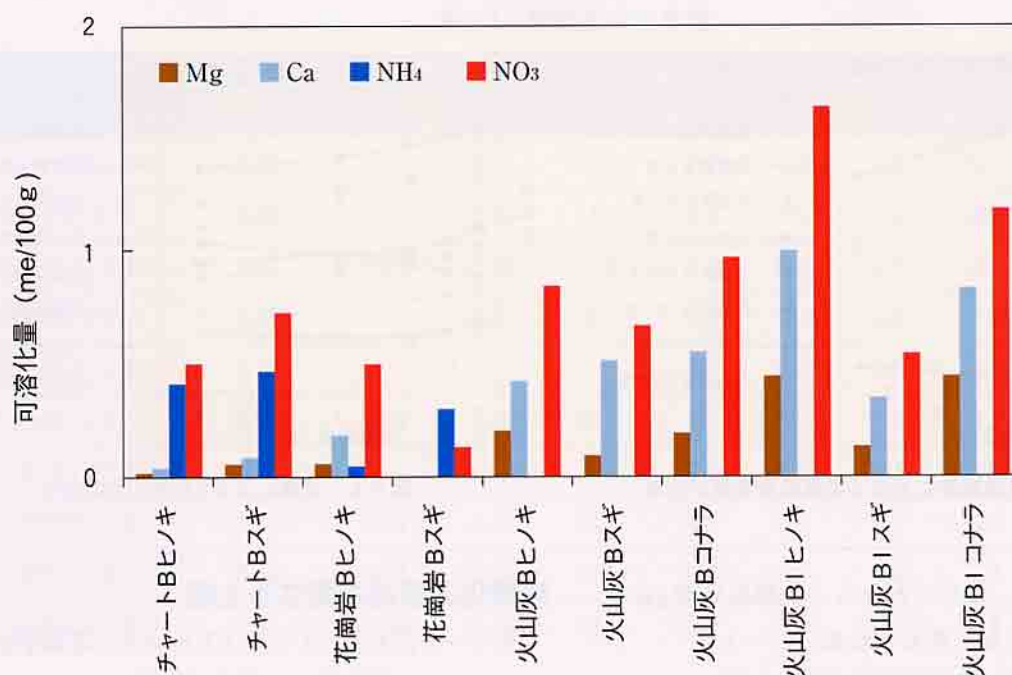


図-6 8週間の培養による主なイオンの可溶化量

窒素無機化速度に影響を及ぼす要因

本研究の結果、土壌中の交換性塩基量が窒素無機化速度に大きく影響することが明らかとなった。この塩基を始めとする土壌の化学性は、母材の影響を強く受けることが考えられる。今回の実験に用いた土壌でも、母材・土壌型の相違による土壌化学性の差は非常に大きく、一方で母材・土壌型が同一で、スギ・ヒノキといった植生が異なる場合の化学性の差は小さかった。このことから、土壌の硝酸生成速度には、樹種よりも母材の違いの方が大きく影響していると考えられた。

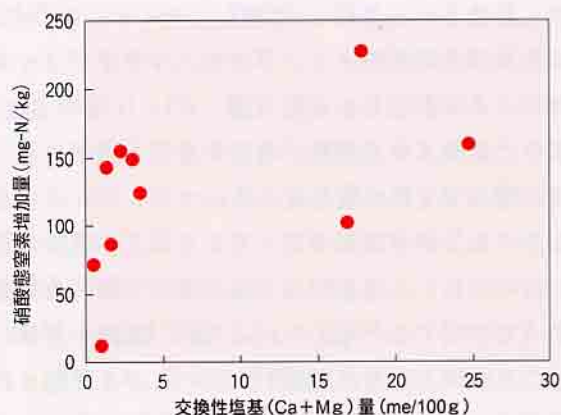


図-7 交換性Ca・Mg量と8週間の硝酸態窒素増加量

引用文献

相澤州平 (1998) 母材・植生の異なる土壌における硝化速度と酸性化、日本林学会大会論文集、109: 269-270

研究情報 2001年度 Vol.1 No.3

平成14年3月25日発行

独立行政法人 森林総合研究所 東北支所

岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷92-25

〒020-0123 TEL 019(641)2150(代)

FAX 019(641)6747

ホームページ <http://www.ffpri-thk.affrc.go.jp/>