

スギ人工林の皆伐および植栽後の成立にともなう窒素循環の変化

福島慶太郎(京大院・農), 徳地直子(京大フィールド研), 舘野隆之輔(鹿大・農), 勝山正則(地球研)

fmkataro@kais.kyoto-u.ac.jp

窒素(N)は植物に必須の養分元素であるが、森林生態系内では植物に利用可能な形態のN(主にアンモニア態: NH_4^+ ・硝酸態窒素: NO_3^-)が少なく、成長の制限要因となる。森林では植物と土壤間でNの内部循環系が発達しており、大気から流入するNの大部分は内部循環系内に保持される。一方で植物-土壤系のN循環は外部からの攪乱に鋭敏に反応し、たとえば皆伐や火災などによって多量のNが系外へと流出することが知られている。これまで、森林伐採によるN循環の変化に関する知見は欧米をはじめ、日本でも得られている。しかしながら、皆伐後森林が成立する過程におけるN循環の変化に関しては十分に把握できていない。本研究では、隣接集水域間で林齢の異なるスギ人工林を対象にN循環を定量的に把握し、皆伐・植栽後の経過年数に伴うN循環の変化を明らかにすることを目的とした。

調査地は、奈良県十津川村に位置する護摩壇山試験地(GEF)のスギ人工林である。集水域単位で施業を行っているため、皆伐直後から90年生の集水域まで隣接して存在する。その中の33集水域について渓流水を2002年から04年まで約2週間に1度の間隔で測定し、水質を測定した。04年から08年にかけては、5、16、31、42、90年生集水域に量水堰を設置して月1度の水質測定に加えて流量観測も行った。また、GEF内の3箇所に林外雨、3集水域で林内に3箇所ずつ林内雨を採取するバケツを置き、林外雨・林内雨の水質および量を月に1度測定した。量水堰を設置した5集水域では、年間のリター量と肥大成長量をもとに積上げ法によってスギのN吸収量を推定した。また、土壤中の無機態N現存量、現地培養によるN無機化速度・硝化速度、イオン交換樹脂を用いた土壤層への無機態N流入・流出量をもとに可給態N量を通年測定した。

林齢と渓流水の NO_3^- 濃度の結果から、皆伐後から濃度が急上昇し、3-4年で最大値となった後、皆伐前の濃度に回復するまでに15年程度の時間を要することが示された(図1)。スギのN吸収量は、30年生前後で頭打ちとなった後、90年生でピーク時の半分程度まで減少した(図2)。N吸収量と溪流のN流出量との関係から、主にスギによるN吸収量がN流出量を規定することが示され(図3)、皆伐後のN流出の回復には植物のN吸収が重要な役割を果たすことが分かった。しかし90年生集水域ではN吸収量が減少してもN流出は低く維持されていた(図3)。

人工林の成立にともなう植物-土壤間のN内部循環の変化を図4に示す。31年生では植物のN吸収量が最大であったにもかかわらず、土壤の可給態N量が低く、Nの需給バランスが大きく崩れた。土壤の可給態N量が減少した理由のひとつに、30年生前後で見られた樹冠閉鎖によるリター量の増加が考えられた。すなわち、リターの投下によって土壤微生物によるN不動態速度が上昇し、植物-微生物間のN獲

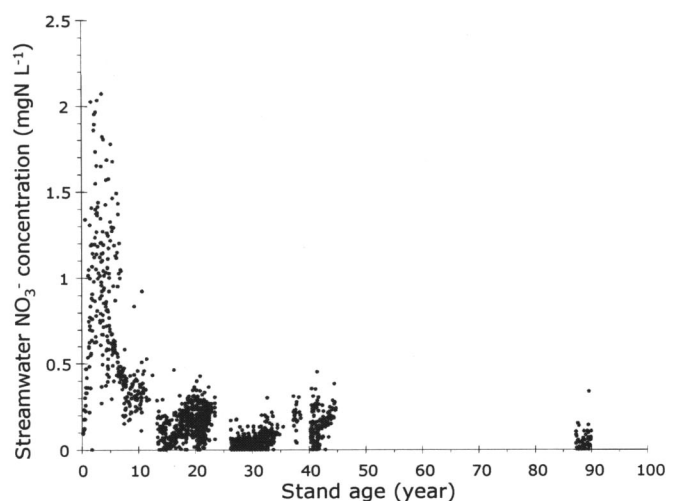


図1 林齢と渓流水 NO_3^- 濃度の関係

林齢は2002年時の林齢と採取日を考慮したもの

得競争が強くなったことが原因であると示唆された。一方、高齢の 90 年生スギ人工林では、土壌の C:N 比が他の林齢の集水域よりも高く、腐植層には難分解性画分の蓄積が認められた。このことから、高齢林の土壌では土壌中での移動性が高い NO_3^- の生物的・非生物的に取り込まれ、移動性の低い NH_4^+ が優占する窒素動態で特徴付けられることが示された。

以上のことから、皆伐後、スギ人工林の成立過程において集水域からの N 流出を規定する要因として植物の N 吸収が重要であるが、樹冠閉鎖後、スギの N 吸収量が減少した高齢林においては、土壌での N 保持が重要であることが示された。

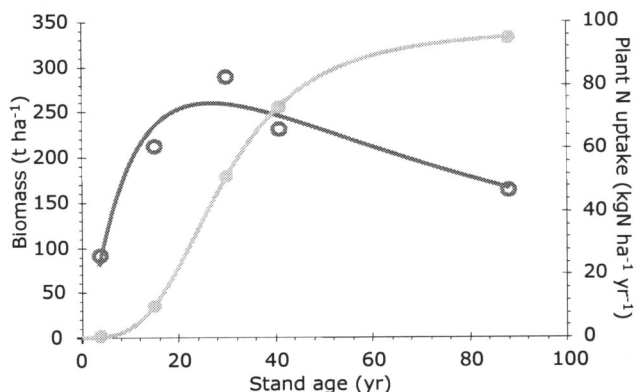


図 2 林齢とスギのバイオマス(●), 年間の窒素吸収量(○)との関係

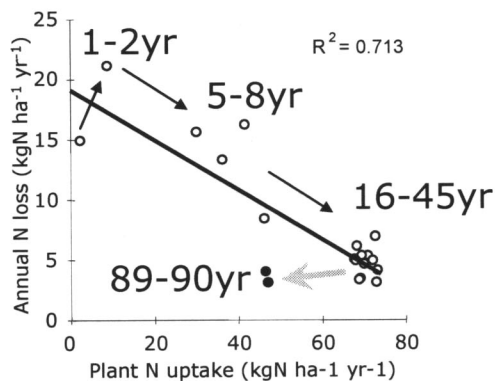


図 3 5 集水域における窒素吸収量の推定値(図 2 より)と窒素流出量との関係

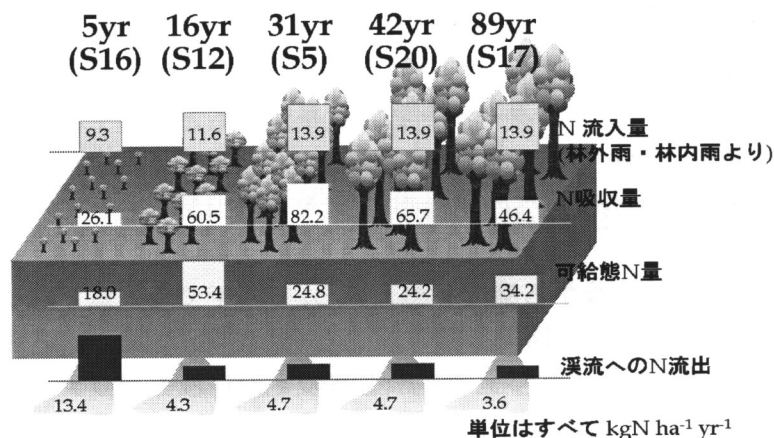


図 4 5 集水域における N 動態

関連する業績

- 福島慶太郎・徳地直子 (2008) 皆伐・再造林施策が溪流水質に与える影響 -集水域単位で林齢の異なるスギ人工林を用いて- 日林誌 90: 6-16.
- Fukushima K, Tokuchi N, Tateno R, Katsuyama M. (2009) Water yield and nitrogen loss during regrowth of Japanese cedar forests after clearcutting. Taniguchi M, Fukushima Y, Burnett WC, Haigh M, & Umezawa Y. (eds.) *From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management*. pp. 97-104. Taylor & Francis.
- Fukushima K, Tokuchi N. (2009) Factors controlling the acid-neutralizing capacity in Japanese cedar forest watersheds of various stand ages and topographic characteristics. *Hydrol. Process* 23: 259-271.
- Fukushima K. (2009) Process and mechanism of change in nitrogen cycling during a forest development after clear-cut in Japanese cedar plantations. Doctorial dissertation, Kyoto University.
- Tokuchi N, Fukushima K. (in press) Long-term influence of stream water chemistry in Japanese cedar plantation after clear-cutting using the forest rotation in central Japan. *For. Ecol. Manage.*