

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 10 月 6 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K14743

研究課題名(和文) 表現型の異なるスギの植林が様々な母岩流域生態系の無脊椎動物群集に与えるインパクト

研究課題名(英文) Impacts of functional traits for cedar plantations on invertebrate communities in watersheds having different geological features

研究代表者

日浦 勉 (HIURA, Tsutomu)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号：70250496

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：植物群落の機能形質の違いが河川および土壌中の無脊椎動物群集形成に与える影響を明らかにするため、堆積岩流域と花崗岩流域が隣接して存在する九州大学演習林山地流域をモデル生態系とし、自然生態系である落葉広葉樹林流域と人工的にスギを植林した流域を用いて比較した。またスギ人工品種の機能形質と窒素利用様式との関係を九州大学宮崎演習林で、スギの地域変異の機能形質がカルシウム動態と土壌無脊椎動物に及ぼす影響を北海道大学研究林共通圃場実験によって明らかにすることで、上記の結果を考察した。

研究成果の概要(英文)：We compared functional traits for cedar plantation with natural deciduous broad-leaved forests at some watersheds having different geological features (sediment and granite) in a Kyusyu University Forest as model ecosystems to reveal structure of benthic and soil invertebrate communities.

We also compared some functional traits with geographic variations of Japanese cedar in common gardens of Kyusyu University (with special reference to nitrogen use) and Hokkaido University Forests (with special reference to calcium dynamics), and discussed about above results.

研究分野：森林科学

キーワード：スギ林 天然林 カルシウム 窒素 リン 有機酸 土壌動物 流域

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 世界の冷温帯から寒帯域の広い範囲にわたる森林や陸水生態系でカルシウム濃度が過去数十年間で低下してきていることが指摘され、その生態系影響が懸念されている。カルシウムは土壌の酸性度に強い影響を与えたり、窒素動態と関係したりするため生態系機能に直接大きなインパクトを与える。またそこを生息場所としている動植物の成長や生存に極めて大きな影響を与えるため、その高低が生物の多様性や個体数にも影響を与える。これらの動物はバイオマスの高い植食者や分解者で、生態系における物質循環の駆動者でもあるため、カルシウム濃度の違いは間接的にも生態系機能に大きなインパクトを持つ。

(2) 森林生態系においてそこで優占する樹木の機能形質は他の生物多様性や生態系機能と密接に結びついている。カルシウムに着目した場合、リターフォール中のカルシウム濃度の樹種間差が土壌の酸性度の差を生み出し、ミミズの個体群密度にも強く影響することが明らかにされている。スギのリターはこれらの樹種に比べ数倍のカルシウムを含んでおり、これまで報告された中で突出して高い。またスギ林土壌中のカルシウム貯留は落葉広葉樹林土壌の数倍、照葉樹林土壌の数十倍にも及ぶことが知られている。このようなカルシウムを多量に含むリターの特徴から、スギ植林が土壌の酸性雨の緩衝作用をもたらすことなどが報告されている。一方で河川性無脊椎動物群集の多様性や個体数はスギ植林流域において増加するという報告もあるが、それはスギリターの分解の遅さが要因となっていると推察されているに過ぎない。またスギ植林地の土壌動物相を天然林と比較した研究は古くからあるが、カルシウム濃度を初めとした優占樹種の機能形質と結びつけて解析した例はなかった。

### 2. 研究の目的

(1) 本研究は花崗岩、堆積岩というカルシウム供給可能量が大きく異なる母岩で覆われた複数の流域をモデル生態系とし、自然生態系である落葉広葉樹林流域と人工的にスギを植林した流域を用いて、植物群落のリターフォールの質の違いが河川および土壌中の無脊椎動物群集形成に与える影響を明らかにする。

(2) スギの地域品種毎に異なる、カルシウムを初めとした機能形質を共通圃場実験によって定量する。これらをもとに日本列島で最も優占する樹木であるスギの各品種が、各地の森林生態系の物質循環や生物多様性に与える正負の両者の効果を検証するための初期材料を提供することを目的とする。

### 3. 研究の方法

(1) 当初二つの地域の流域で研究を行う予定であったが研究経費の大幅な削減によって一つの地域に絞り込まざるを得なかった。九州大学宮崎演習林において、堆積岩上のスギ人工林流域、落葉広葉樹林流域、花崗岩上のスギ人工林流域、落葉広葉樹林流域の複数流域計 14 流域において主要樹種のリター、土壌と河川水の化学性とストロンチウム同位体比、土壌動物群集組成を調べた。

(2) 北海道大学和歌山研究林の約 45 年生のスギの共通圃場において地域変異 4 産地のスギ林冠木の個体サイズ分布、緑葉と土壌の化学性、根からの有機酸浸出量、葉のストロンチウム同位体比、土壌動物群集組成を明らかにした。

(3) 九州大学宮崎演習林の 45 年生のスギ品種試験地において 5 品種のスギの窒素利用様式を調べた。

### 4. 研究成果

(1) 九州大学宮崎演習林での土壌のストロンチウム同位体比は堆積岩上ではスギ林でより母岩に近い値をとった(図 1)が、花崗岩上では落葉広葉樹林と差がなかった。同様に河川水のストロンチウム同位体比は堆積岩上ではスギ林流域でより高い値をとったが、花崗岩上では落葉広葉樹林流域と明確な差は見られなかった。また河川水のカルシウム濃度はいずれの基岩上でもスギ林流域と落葉広葉樹林流域で大きな差は見られなかった。紀伊半島の堆積岩地域である古座川流域で行った我々のこれまでの研究では、照葉樹林流域と比較してスギ林流域で土壌及び河川水中のカルシウム濃度が高く、土壌及び底生無脊椎動物の密度が高かった(Ohta et al.2014a,b)。このことから当初の仮説では堆積岩上のスギ林流域でカルシウム濃度が最も高く、花崗岩上の落葉広葉樹林流域で最も低いと想定したが、必ずしも支持されなかった。その理由の一つとして九州地方のスギ品種が紀伊半島のスギ品種と比較してカルシウム動態に及ぼす機能が低いことが考えられた。

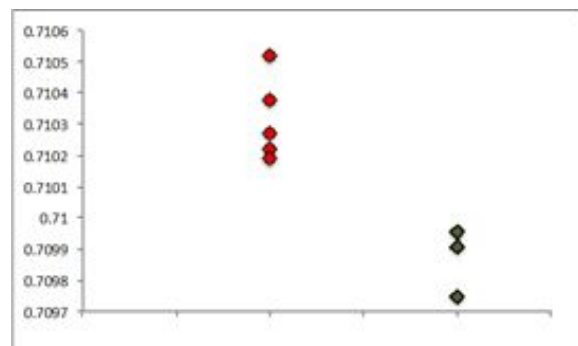


図1 堆積岩流域のスギ林(赤)と落葉広葉樹林(緑)のストロンチウム同位体比( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )

(2) 上記の結果を受け、北海道大学和歌山研究林のスギ産地・品種別共通圃場において4産地のスギ林冠木の機能形質を比較したところ、紀伊半島原産のヨシノスギが樹高、胸高直径共に最も高い値を示し(図2)、有機酸浸出量も最も高く、土壌中のカルシウム及びリン濃度も高く、土壌動物も多いことが明らかとなった。またストロンチウム同位体比もヨシノスギで最も高く、基岩の同位体比と近く、基岩由来のカルシウムを多く利用していると推定された。これらのことから、紀伊半島のヨシノスギのカルシウム動態に及ぼす機能が他の産地と比較して高いと考えられた。

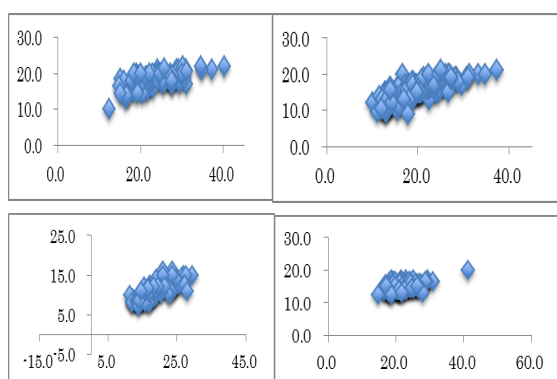


図2 和歌山研究林のスギ共通圃場における4産地の個体サイズ分布  
縦軸：樹高(m)、横軸：胸高直径(cm) 左上：ヨシノスギ、左下：ヤクスギ、右上：ヤナセスギ、右下：イトシロスギ

(3) 九州大学宮崎演習林のスギ品種別試験地での調査から、樹高、枝下高、胸高周囲長、樹冠上部および最下部の生葉ならびに落葉の炭素・窒素濃度、落葉前の窒素再転流率を用いて主成分分析を行った結果、第一主成分は、樹高などサイズ、成長に関する変数との相関が高く、寄与率は60%であった。また、第一主成分は、落葉の窒素濃度と正の相関、窒素の再転流率と負の相関があり、成長の遅い品種ほど窒素利用効率が高い傾向が見られた。第二主成分は、枝下高と負の相関があり、樹冠形や光利用様式に關与すると考えられた。また、枝下高が低い品種ほど生葉や落葉の窒素濃度が高い傾向があった。相対的な比較として、クモトオシとヤイチの成長速度は速いが、クモトオシは枝下高が高く、樹体への窒素取り込み量はヤイチよりも少ない傾向があった。メアサとアヤスギの成長速度は遅いが、メアサは枝下高が低く、樹体への窒素取り込み量はアヤスギよりも多い傾向があった。これらのことから、人工的な品種間でも機能形質に大きな差があり、これらの差が生態系機能に波及する潜在的な可能性があることが示された。

#### <引用文献>

Ohta, T., Niwa, S., and Hiura, T. (2014)

Catchment vegetation alters benthic invertebrate communities in warm-temperate forests via the calcium concentration of leaf litter. *Freshwater Biology* 59: 748-760.

Ohta, T., Niwa, S., Agetsuma, N., and Hiura, T. (2014) Calcium concentration in leaf litter alters the community composition of soil invertebrates in warm-temperate forests.

*Pedobiologia* 57: 257-262

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

Hishi T, Tateno R, Fukushima K, Fujimaki R, Itoh M, Tokuchi N (2017) Changes in the anatomy, morphology and mycorrhizal infection of fine root systems of *Cryptomeria japonica* in relation to stand ageing.

*Tree Physiology* 37: 61-70

DOI:10.1093/treephys/tpw076 (査読有)

Ohta, T. and Hiura, T. (2016) Root exudation of organic acids for six tree species alters dynamics of calcium and magnesium in soil. *Canadian Journal of Soil Science* 96: 199-206

DOI:10.1139/cjss-2015-0063 (査読有)

〔学会発表〕(計3件)

榎木勉・鍛冶清弘・長慶一郎・山内康平・椎葉康喜・緒方健人・佐々木寛和・菱拓雄・田代直明・石井弘明、品種によるスギの成長量と窒素利用様式の違い-九州産スギ5品種間の植栽後45年での比較-。第128回日本森林学会大会、2017年3月28日、鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)

Hiura, T. Nexus among the ecosystem functioning in Japanese cedar plantations. 2016 ICENR ILTER-EAP International conference. 2016年10月28日, Vietnam National University, Ho Chi Minh City (Viet Nam)

Takuo Hishi, Yuka Maeda, Naoaki Tashiro, Maintenance of functional structure by species

turnover of habitat groups under changes in topographic positions and forest types. XIV International Colloquium on Apterygota, 2016年8月26日 Nara Kasugano International Forum IRAKA (奈良県奈良市)

〔図書〕(計1件)

日浦 勉 (2016) 長期観測の意義. 寺島 一郎・西廣淳他編、「植物学の百科事典」、丸善出版、800頁

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

日浦 勉 (HIURA, Tsutomu)  
北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授  
研究者番号：70250496

### (2) 研究分担者

榎木 勉 (ENOKI, Tsutomu)  
九州大学・農学研究院・准教授  
研究者番号：10305188

### (3) 連携研究者

奥田 昇 (OKUDA, Noboru)  
総合地球環境学研究所・研究部・准教授  
研究者番号：30380281

### (4) 研究協力者

太田 民久 (OHTA, Tamihisa)  
総合地球環境学研究所・研究推進戦略センター・研究員