

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 22 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25660111

研究課題名(和文) スギ植林がカルシウム欠乏生態系の河川・土壌無脊椎動物群集に与えるインパクト評価

研究課題名(英文) Ecological impacts of cedar plantation on the stream benthic and soil invertebrate communities in calcium limited ecosystems

研究代表者

日浦 勉 (HIURA, TSUTOM)

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) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：照葉樹林流域と皆伐地、人工的にスギを植林した複数の造林地流域の河川水、土壌中のカルシウムを中心とした栄養塩濃度と土壌および河川底生無脊椎動物群集の比較解析を行うとともに、甲殻類を各流域河川において実験的に飼育し、その成長と生残を流域間で比較した。スギ植林地流域では照葉樹林流域や皆伐流域に比べ甲殻類の密度が極端に高く、スグリター中のカルシウム濃度が3-4倍高いことと密接に結びついていることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：We compared calcium concentration of leaf litters, soils, stream water and stream benthic and soil invertebrates sampled at nine sites in catchments composed of cedar plantations, evergreen broadleaved forest and clear-cut areas. In addition, we placed a kind of crustacean in cages in the nine streams and after one month surveyed the number of surviving individuals. Calcium concentration in stream water and soil, and the density and survival of the dominant crustacean were significantly higher at sites dominated by Japanese cedar compared with other forest types. Furthermore, invertebrate community composition was correlated with total calcium and nitrate in stream water, indicating that terrestrial vegetation can affect stream invertebrate communities, particularly crustaceans.

研究分野：農学、森林科学

キーワード：スギ 照葉樹 皆伐 カルシウム 硝酸 リターフォール

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 Nature 誌上等でも何度も指摘され、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。例えば陸水域に生息する甲殻類(ミジンコ、ヨコエビなど)は、繰り返す脱皮の際に多量のカルシウムを必要とするために、カルシウム濃度が低い陸水では個体数が大きく低下する。また、貝殻の形成に多量のカルシウムを必要とする陸貝の多様性と個体数は、流域のカルシウム濃度と正の相関を持つ。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も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(14種)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い。

2. 研究の目的

本研究は極端なカルシウム欠乏地域をモデル生態系とし、自然生態系である照葉樹林流域と人工的にスギを植林した流域を用いて、流域間比較と野外飼育実験を組み合わせ、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。これをもとに日本列島で最も優占する樹木であるスギが、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) 北大和歌山研究林一帯には照葉樹林が優占する流域とスギ植林地で覆われた流域、近年皆伐が行われた流域がそれぞれ複数存在するため、他の条件が似通った流域単位での反復を得ることが容易である。本研究ではこれら照葉樹林、スギ植林、皆伐流域(各数十ヘクタール)の反復を設け、研究サイトとする(図1)。各流域にリタートラップを複数設置し、1ヶ月に1度回収して自然林で優占する照葉樹数種(アカガシ、タブノキ、イヌガシ等)とスギリターフォール量測定と物理化学特性の分析を2年間通して行った。また各流域で流速や水温、pHなどを測定するとともに河川水を採取してカルシウムをはじめとする各種栄養塩の分析を行った。さらに複数の土壌コアを採取し、リター層と土壌層の各種栄養塩の分析を行った。

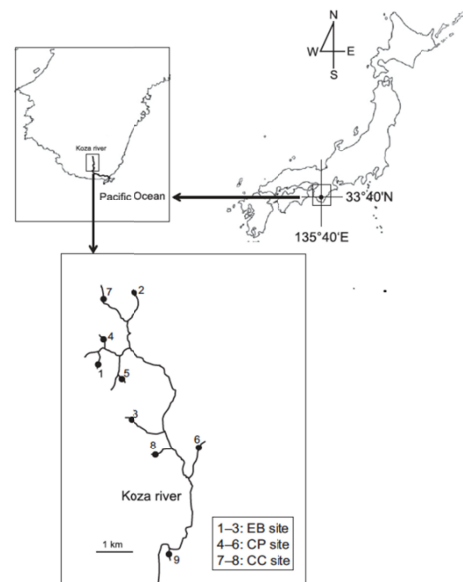


図 1

(2) 照葉樹、スギ植林、皆伐の各流域で河川ではサーバネットサンプリング、土壌ではピットフォールトラップと区画掘り取りにより無脊椎動物群集をサンプリングし群集解析を行った。河川では淡水性ヨコエビを用い、網を張ったケージに10頭程度ずつ導入し、野外に2ヶ月間設置した後回収し、成長と生残を記録した。

4. 研究成果

(1) 100本以上の文献サーベイの結果、樹木リター中のカルシウム濃度は樹種によるバラツキが大きく、スギが属するヒノキ科スギ上科の樹種で他の分類群よりも明らかに高い傾向があった。

(2) 野外でのリタートラップ設置によってスギを含む優占種7種の化学分析の結果、スギリター中のカルシウム濃度は3.44mg/gで他の樹種の3-4倍高かった。またスギ人工林

集水域の河川水中および土壌中のカルシウム濃度は約 49-68 μM および 1.8-2.2 mg/g で、照葉樹林集水域の 3-4 倍高かった。

(3) スギ人工林集水域河川の甲殻類の生息密度は、照葉樹林集水域や皆伐集水域より数百倍と圧倒的に高く(図2) ヨコエビの野外飼育実験の結果、その生残率は河川水中のカルシウム濃度が高いほど高かった(図3)。また底生無脊椎動物群集の組成は河川水中のカルシウム濃度およびそのカウンターイオンである硝酸濃度と強い関係があることが多変量解析から明らかとなった。

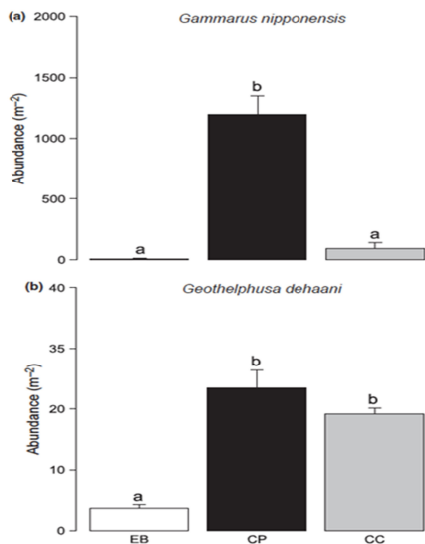


図 2

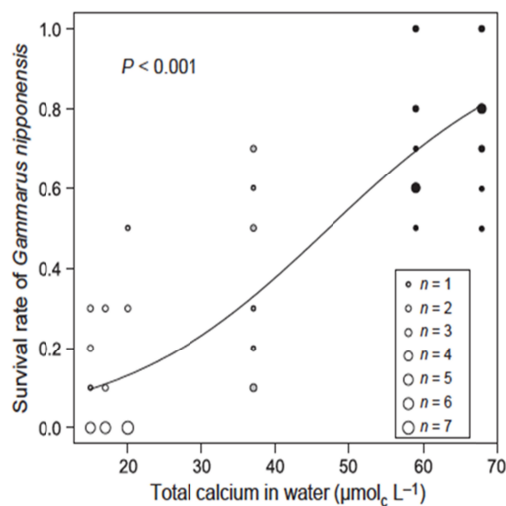


図 3

(4) 土壌中に生息する甲殻類である Talitridae と Ligidium の生息密度は照葉樹林土壌で限りなくゼロに近かったが、スギ林土壌では 40-100 m^{-2} 程度生息しており、その差は明白であった(図4)。また土壌動物群集の組成は土壌中のカルシウム濃度およびリター堆積量と強い関係があることが多変量解析から明らかとなった。

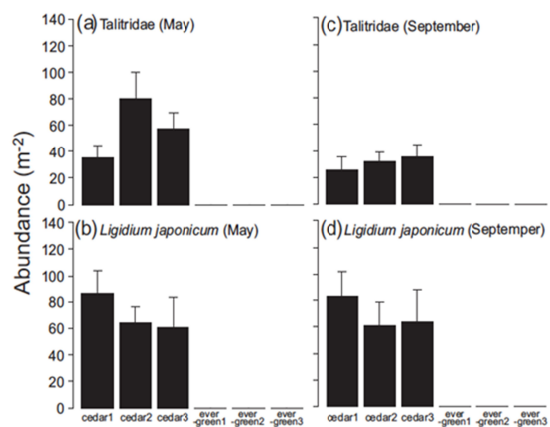


図 4

これらの成果を国際誌に公表した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

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. 査読有

DOI:10.1016/j-pedobi.2014.07.003

Ohta, T., Niwa, S., and Hiura, T. (2014) Calcium concentration in leaf litter affects the abundance and survival of crustaceans in streams draining warm-temperate forests. *Freshwater Biology* 59:748-760. 査読有

DOI:10.1111/fwb.12301

[学会発表](計3件)

太田民久・松永壮・日浦勉 多様性—生態系機能の関係—Stoichiometry の理論を用いて検証—。日本生態学会第 61 回大会、2014 年 3 月 16 日、広島国際会議場(広島県・広島市)

Hiura, T. Japanese cedar plantations alter the ecosystem functioning and

biodiversity.

(20th memorial symposium of Takayama site: Takayama)、2013年10月25日、飛騨・世界生活文化センター(岐阜県・高山市)

松永壮・中塚誠次・佐伯いく代・日浦勉
拡大造林による樹種改変とその大気環境影響．日本生態学会第60回大会、2013年3月8日、静岡コンベンションアーツセンター(静岡県・静岡市)

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) 連携研究者

揚妻 直樹 (AGETSUMA, Naoki)

北海道大学・フィールド科学センター・准教授

研究者番号：60285690

松永 壮 (MATSUNAGA, Sou)

東京都環境科学研究所・研究員

研究者番号：60457827

(3) 研究協力者

丹羽 滋 (NIWA, Shigeru)

自然環境研究センター・嘱託研究員

太田 民久 (OHTA, Tamihisa)

総合地球環境学研究所・研究支援員