

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 11日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21710243

研究課題名（和文）外来植物が土壌分解系を介して生態系に影響を与えるメカニズムの解明

研究課題名（英文） the effects of invasive woody species on belowground ecosystem of oceanic island

研究代表者

黒川 紘子（KUROKAWA HIROKO）

東北大学・大学院生命科学研究科・助教

研究者番号：70515733

研究成果の概要（和文）：

本研究では、小笠原諸島における外来木本種アカギが土壌分解者群集や生態系の炭素・栄養塩動態に与える影響およびそのメカニズムの解明を目的とした。まず、アカギの機能形質が小笠原在来種と異なるかを調べた結果、アカギは在来樹種よりも葉の二次代謝産物濃度が高いことが分かった。また、群集内におけるアカギの密度が増えるほど、土壌は酸性になり、土壌中のフェノール性物質濃度と微生物の活性が低くなることが示された。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this study was to understand how an invasive woody species, *Bischofia javanica*, affect soil ecosystem of oceanic islands, Ogasawara, in Japan. First, we compared the leaf functional traits of *B. javanica* to those of native woody species in Ogasawara. We found that *B. javanica* had higher phenolic concentrations in their leaves when compared to native woody species. It is also suggested that *B. javanica* increased soil acidity and decreased phenolic concentrations and microbial activity in soils probably through their leaf litter.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学

キーワード：生態系保全、外来種、生態系機能

1. 研究開始当初の背景

近年、外来生物の侵入による生態系の改変が世界中で大きな問題となっており、侵入種となり得る外来生物の特性や分布域拡大メカニズムの解明、および侵入種が生態系に与える影響を予測することが早急に求められて

いる。外来植物の侵入は、在来植物の駆逐のみならず、ときに炭素・栄養塩循環などの生態系機能を大きく変化させる可能性がある。そのような外来植物の影響は侵入初期には明確でないことから、その影響を早期に予測する手法の開発が保全策には重要である。本

研究では、その予測手法を開発し、在来生態系の保全に不可欠な実証的基盤を与える。

2. 研究の目的

本研究では、生活史などと深い関係があり、また土壌などの環境に影響を与える植物の「機能形質」に着目し、侵入植物が土壌微生物群集を介して炭素・栄養塩動態に影響を及ぼすメカニズムを群集レベルで解析することを目的とした。

3. 研究の方法

調査は小笠原諸島で行った。小笠原諸島は大陸と一度も陸続きにならなかったことのない海洋島であるが、その生態系は固有種を多く含み世界的に見ても希少であると同時に、外来生物の侵入に対し非常に脆弱である。木本種においてはその約75%が固有種であるが、近年これらの島々で外来木本種の侵入が非常に大きな問題となっている。特に、沖縄から持ち込まれた外来木本種であるアカギは、その旺盛な成長力により在来樹木を駆逐しつつあり、小笠原諸島・母島では既に地表面積の約15%を覆っている。陽樹が多い在来樹木に比べ、外来樹木であるアカギはより耐陰性が高いなどはわかりつつあるが、落葉の機能的性質の変化を介して炭素・栄養塩動態にどのような影響を及ぼすかは明らかでない。本研究では、この小笠原諸島のシステムを用い、研究期間内に具体的に以下の点を明らかにする。

(1) 外来木本種アカギの機能形質が、原産地である沖縄の在来樹木群集と、侵入先である小笠原の在来樹木群集と比較してどのように異なるかを明らかにする。

(2) アカギの侵入頻度の異なる植物群集において、各構成種のアバンダンス、落葉量および群集レベルの機能形質と、各植物群集下の土壌微生物分解者群集構造と活性、炭素・栄養塩濃度との関係を明らかにし、外来植物の侵入による土壌分解系への影響を予測する。

4. 研究成果

(1) 外来木本種アカギと小笠原／沖縄在来樹木群集の機能形質

外来木本種であるアカギが、侵入先である小笠原の樹木群集と原産地である沖縄の樹木群集の中で相対的にどのような機能形質を持っているかを明らかにした。小笠原と沖縄からそれぞれアカギを含む20-30樹種の生葉を採取し、植物の成長に関わるLMA(葉重量/葉面積)と葉の窒素濃度、また葉の被食防衛、落葉分解抑制に関わるDMC(葉乾燥重量/葉生重)、総フェノール濃度、縮合タンニン濃度を測定した。その結果、まず小笠原樹木群集において、アカギのSLA, DMC, 窒素濃度

は群集の平均値と大きく変わらなかったが、縮合タンニン、総フェノール濃度に関しては、アカギは小笠原樹木群集の中で飛びぬけて高い値を持っていることが明らかとなった。一方、沖縄群集の中では、アカギはどの葉の性質においても平均値に近い値を持っていた。さらに、総フェノール、縮合タンニンに注目してみると、沖縄のアカギに比べて小笠原のアカギはそれらの濃度が2倍程高くなっていた。小笠原と沖縄の各群集で主成分分析を行った結果、小笠原でも沖縄でも、機能形質間の関係は変わらなかったが、原産地の沖縄ではアカギは群集内で特に突飛な形質をもっているわけではなかったが、侵入先の小笠原では、アカギは群集内で突飛な形質をもつことがわかった(図1)。縮合タンニン、総フェノールはタンパクと結合する能力があり、土壌中の有機物を分解しにくくする性質を持っている。つまり、小笠原の生態系において、在来群集と比較して高い縮合タンニン、総フェノールを持つアカギの侵入は、有機物分解を抑制することにより生態系の炭素・栄養塩循環を大きく変えてしまう可能性が示唆された。

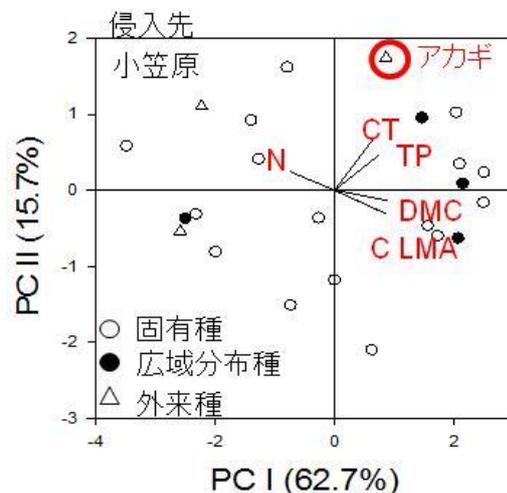
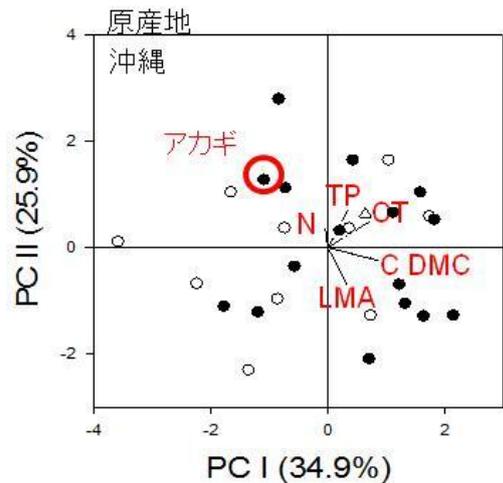


図 1. 沖縄 (アカギの原産地) と小笠原 (アカギの侵入先) の樹木群集の葉の機能形質の主成分分析の結果。TP(total phenol)は二次代謝産物である総フェノール、CT(condensed tannin)は二次代謝産物である縮合タンニン、C(carbon)は炭素、N(nitrogen)は窒素、DMC(dry matter content)は乾重率、LMA(leaf mass per area)は単位面積あたりの葉重量を示す。また各群集において、○は固有種、●は広域分布種、△は外来種を示す。アカギの位置を赤丸で示してある。

(2) 群集内のアカギ密度と落葉量および土壌の化学特性、微生物群集活性との関係

アカギがその落葉の性質によって土壌生態系にどのような影響を与えているのかを調べるため、小笠原においてアカギの密度の異なる (0 - 100 %) 26 のプロット (10mx 10m) を作成し、毎木調査と土壌調査を行った。また、各調査プロットにリタートラップを設置し、群集組成と落葉量の関係を明らかにした。

全体の傾向として、樹木群集の胸高断面積 (ここでは胸高断面積の合計を群集の地上部バイオマスの指標とする) が増えるほど、落葉量が多くなる傾向にあった (図 2. $r = 0.243$, $P < 0.1$)。この傾向は、アカギと在来種を分けたときにより顕著にみられ、群集内のアカギの胸高断面積とアカギの落葉量、在来種の胸高断面積と在来種の落葉量には、それぞれ有意な正の相関関係があった (図 2. アカギ : $r = 0.678$, $P < 0.05$, 在来種 : $r = 0.765$, $P < 0.01$)。つまり、群集内でアカギの地上部バイオマスが増えるほど、土壌に供給されるアカギの落葉量も増加することを示している。しかし、在来種だけの群集とアカギだけの群集を比較すると、在来種だけの群集の方がアカギだけの群集より、現存量は平均して 1.2 倍ほど、落葉量は平均して 2.7 倍ほど高いことがわかった (図 2)。

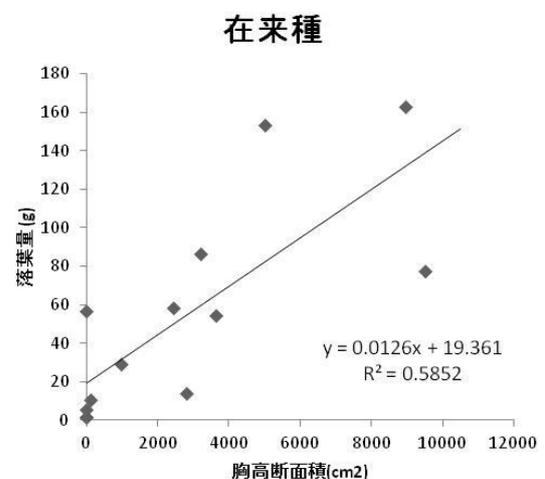
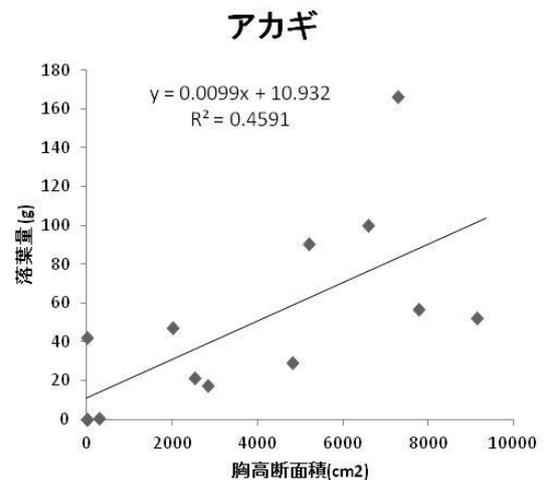
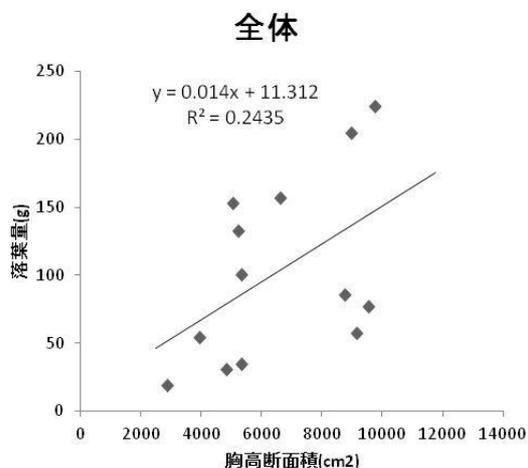


図 2. 全体 (アカギ+在来種) とアカギのみ、在来種だけの胸高断面積 (cm²) と落葉量 (g) との関係

土壌サンプルは、直径 5cm x 高さ 3cm の採土管を用い、各プロットとも 5 か所ずつ採取した土を合わせて一つのサンプルとして分析を行った。分析項目は、pH、土壌中のフェノール性物質濃度、栄養塩 (無機態窒素、可給態リン) 濃度、土壌呼吸 (微生物群集活性の指標)、微生物群集組成である。その結果、アカギの密度 (群集全体の胸高断面積合計におけるアカギの胸高断面積の割合) が増える程、群集全体のフェノール性物質濃度は増加していた。さらに、群集内のアカギ密度と土壌 pH の間には正の相関関係 ($r = 0.557$, $P < 0.01$)、土壌中のフェノール性濃度との間には負の相関関係 ($r = -0.562$, $P < 0.01$) があった。また、微生物群集の潜在的な活性能力をしめす呼吸量 (basal respiration/substrate induced respiration) との間にも負の相関

関係($r=-0.493$, $P<0.05$)があった。つまり、アカギが増えるほど、土壌は酸性になり、土壌中のフェノール性物質濃度と微生物の活性が低くなる可能性が示された。

つまり、アカギの群集内密度が高くなるほど土壌が酸性になり土壌微生物活性が低くなるという傾向は、群集内でアカギが優占することによる落葉量の減少と、アカギの葉の形質の両方に影響されている可能性がある。今後は、アカギの落葉を用いたリターバッグ実験を行うことにより、外来植物が落葉を介して土壌に影響を与えるメカニズムをさらに詳細に検討したい。また、土壌栄養塩の解析を引き続き行う予定である。

今回の結果は、外来植物が侵入先の群集内で特に土壌生態系に与える影響の大きい形質において突飛な形質をもつことで、生態系の炭素・栄養塩循環に影響を与える可能性を示した。今後、このメカニズムをさらに詳細を解明していくことは、生態系における外来植物の影響を予測する上で非常に重要である。

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1件)

Freschet, GT., A. Dias, DD. Ackerly, R. Aerts, PM. van Bodegom, WK. Cornwell, M. Dong, TG. Elumeeva, T Jianping, H Kurokawa, G Liu, VG. Onipchenko, JC. Ordoñez, DA. Peltzer, SJ. Richardson, NA. Soudzilovskaia, JHC. Cornelissen. Global to community scale differences in the prevalence of divergent and convergent leaf trait distributions in plant assemblages. (2011) *Global Ecology and Biogeography* 20:755-765 査読有り

[学会発表] (計1件)

黒川絃子、饗庭正寛、片渕正紀、柴田嶺、石田敏、Lamthai Asanok、佐々木雄大、中静透、異なる森林生態系における種多様性損失と機能的多様性の変化、日本生態学会第59回全国大会、2012年3月18日、滋賀県大津市

[図書] (計1件)

黒川絃子、裳華房、外来生物 — 生物多様性と人間社会への影響 — 2章 外来植物による生態系改変とその影響 — 機能形質に着目したアプローチ、2011年、pp23-40 (総ページ数296)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒川 絃子 (KUROKAWA HIROKO)

東北大学・大学院生命科学研究所・助教

研究者番号：70515733