

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14日現在

機関番号：82105

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21658056

研究課題名（和文） 虫こぶ形成昆虫における生物多様性－生態系機能関係の解明

研究課題名（英文） Biodiversity-ecosystem function relationships in gall-forming insects

研究代表者

尾崎 研一 (OZAKI KENICHI)

独立行政法人森林総合研究所・北海道支所・グループ長

研究者番号：50343794

研究成果の概要（和文）：森林を対象にして、生物多様性が低下すると生態系機能も低下するという関係（多様性－生態系機能関係と呼ぶ）を調べた研究はほとんど行われていない。本研究は虫こぶ形成昆虫を対象とすることで、その多様性－生態系機能関係を明らかにすることを目的とする。虫こぶが形成されたケヤキの葉は、虫こぶが形成されていない葉と大きさは変わらなかったがバイオマスは15%増加していた。エゾマツカサアブラムシ及びヒメカサアブラムシの虫こぶをリターケースに入れて林床に設置し、1年後の分解速度を調べた結果、虫こぶ形成により分解が10%遅延することが明らかになった。分解速度は虫こぶの種間では変わらず、複数種の虫こぶを混合しても影響はなかった。虫こぶの大きさや捕食の有無による違いはなかった。本研究では虫こぶ形成昆虫は低密度であっても様々な生態系機能をもたらし、その多様性－生態系機能関係は構成種により変化することが示された。

研究成果の概要（英文）：Plant-insect interactions can alter ecosystem processes, especially if the insects modify plant architecture, quality or the quantity of leaf litter inputs. In this study, we investigated the interactions between gall-forming adelgids (Adelgidae) and ezo-spruce (*Picea jezoensis*) to quantify how the galls affect rates of litter decomposition and nutrient release in a forest ecosystem. Two adelgids species leads to the formation of shoot galls on *P. jezoensis*. Overall decomposition rate was lower in galled litter relative to ungalled litter. Decomposition rate did not differ between galls induced by two different species. The proportion of N remaining was always higher in galled litter than in ungalled litter indicating differential release of nitrogen in galled litter. Our results illustrate how plant-insect interactions in a tree species can affect ecosystem processes by altering the quality and quantity of litter inputs.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	0	1,200,000
2010年度	900,000	0	900,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	270,000	3,270,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：森林生態・保護・保全

1. 研究開始当初の背景

現在、地球上の多くの生物種が絶滅の危機に瀕している。そして、それに伴う生物多様性の喪失が、生態系の持つ諸機能を低下させることにより、人類の存続の基盤である生態系サービスが劣化することが危惧されている。しかし、生物多様性が低下すると生態系機能も低下するという関係（多様性－生態系機能関係と呼ぶ）については、1990年代から多くの研究がなされているにも関わらず、研究によって結果が様々であるため、いまだに統一的な見解が示されていない。特に、森林を対象に、この関係を調べた研究はほとんど行われていない。多様性－生態系機能関係が明らかにされない原因として、個体数やバイオマスが少ない低密度種の存在がある。低密度種は群集の構成種の多くを占めるが、個々の種が生態系に及ぼす影響が小さいため、その存在は多様性－生態系機能関係を明らかにするのを妨げてきた。

2. 研究の目的

本研究では、低密度種として虫こぶ形成昆虫を対象とし、その多様性－生態系機能関係を明らかにすることを目的とする。虫こぶ形成昆虫とは、植物組織を改変することにより葉や芽等を変形させて虫こぶを形成し、その中で生活する昆虫類のことである。昆虫自体は小型で個体数も少ないが、虫こぶの形成により植物組織の成長を促進したり、二次代謝物質の生産を制御することにより、植物の物質生産量や分解過程に影響を与えるため、低密度種の多様性－生態系機能関係を明らかにするには格好の材料である。

3. 研究の方法

(1) 調査地

調査は主に森林総合研究所北海道支所の苗畑と実験林で行った。

(2) 虫こぶ形成昆虫の実験的操作

エゾマツやケヤキ苗木に虫こぶを形成する昆虫の種数や個体数を実験的に操作するために、これらの昆虫を虫こぶの形成前に付け加えたり除去することによって、各苗木に形成される虫こぶ密度を操作した。

(3) 虫こぶ形成昆虫と植物の物質生産

虫こぶ形成が物質生産量に及ぼす影響を明らかにするために、ケヤキハフクロフシが0～6個形成されたケヤキの葉を採集し、80℃で48時間乾燥させた後、葉面積と重量を計測した。

(4) 虫こぶ形成昆虫と植物の分解過程

虫こぶ形成が分解過程に及ぼす影響を明

らかにするために、ケヤキハフクロフシが形成されたケヤキ葉と、形成されていない葉を採集し、重量計測後にリターバッグに入れ、林床に1年間置いて分解させた。回収後に再度重量を計測することにより分解速度を調べた。同様の実験をカシワメニセハナフシとナラハグキコブフシが形成されたカシワ葉でも行うことにより分解速度を種間で比較した。

カサアブラムシ科の昆虫はエゾマツのシュートを虫こぶ化する。これらの種の虫こぶの分解過程を明らかにするために、まず形成された時期の異なる虫こぶの重量とサイズを計測した結果、当年性のものと2-5年前に形成されたものの重量には違いがなかった。そこで、エゾマツカサアブラムシ及びヒメカサアブラムシの虫こぶが形成されたシュートと落葉を採集し、重量計測後にエゾマツカサアブラムシの虫こぶだけ、ヒメカサアブラムシの虫こぶだけ、両者を同数混合したもの、及び落葉をリターバッグに入れ、エゾマツ林の林床に1年間置いて分解させた。回収後に重量を計測するとともに窒素含有量等を調べた。また、エゾマツカサアブラムシの虫こぶに関しては、その大きさとマダラメイガ科の幼虫による捕食が分解速度に及ぼす影響を明らかにするために、サイズと捕食の有無を調べた虫こぶを1個ずつリターバッグに入れ、同様の方法で分解速度を調べた。

4. 研究成果

(1) 虫こぶ形成昆虫が物質生産に及ぼす影響

ケヤキハフクロフシが形成されたケヤキの葉は、虫こぶが形成されていない葉と比べて葉面積に違いはなかったが、バイオマスは15%増加していた（図1）。また、虫こぶ密度が高いほどバイオマスが大きかったことより、虫こぶの形成は物質生産を促進していると考えられた。

(2) 虫こぶ形成が分解過程に及ぼす影響

虫こぶが形成された葉の1年間の分解速度は、カシワメニセハナフシでは虫こぶが形成されなかった葉よりも速く、ナラハグキコブフシでは遅く、ケヤキハフクロフシでは違いがなかった（図2）。このことから、形成される虫こぶの種類によって分解過程に及ぼす影響が異なることが分かった。

カサアブラムシ科の虫こぶが植物の分解過程に及ぼす影響を明らかにするために、エゾマツカサアブラムシ及びヒメカサアブラムシの虫こぶと、通常の落葉を入れてエゾマツ林の林床に設置したリターケースを回収し、サンプルの分解速度を測定した。その結果、落葉の分解速度は虫こぶよりも約10%速く、虫こぶ形成により分解が遅延することが明

らかになった(図3)。窒素含有量は分解の前後ともに虫こぶの方が高かったので、分解速度の遅延は窒素不足のためではなく、フェノールやリグニン等の難分解性物質のためだと考えられた。分解速度は虫こぶの種間では変わらなかった。また、両種の虫こぶを混合した場合にも分解速度に変化は生じなかった。虫こぶの大きさやマダラメイガの幼虫による食害の有無も分解速度に影響はなかった。

以上の結果より、虫こぶ形成昆虫は低密度であっても森林の物質生産や分解過程に様々な役割をもたらすことが明らかとなった。また、虫こぶ形成虫による生物多様性-生態系機能関係は構成種により変化することが示唆された。

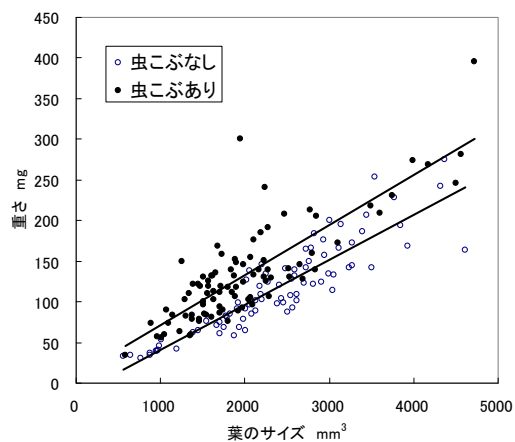


図1 虫こぶが形成されたケヤキ葉の面積と重量の関係

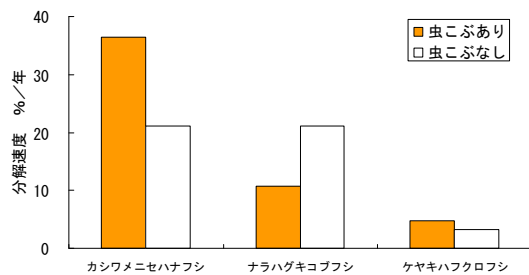


図2 虫こぶ形成葉の1年間の分解速度

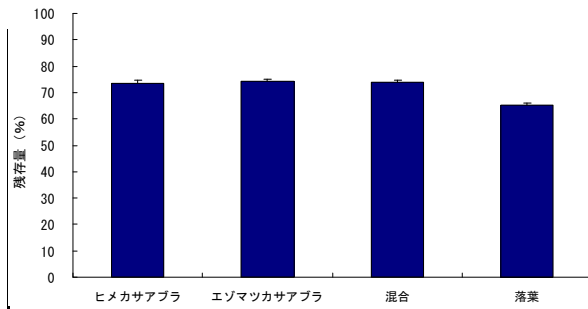


図3 カサアブラムシの虫こぶの分解過程

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5件)

- ①Sano M, Ozaki K, Variation and evolution of the complex life cycle in Adelgidae (Hemiptera), Entomological Science, 査読有, vol 15, 2012, 13-22, 10.1111/j.1479-8298.2011.00483.x
- ②Tabuchi K, Quiring DT, Flaherty LE, Pinault LL, Ozaki K, Bottom-up trophic cascades caused by moose browsing on a natural enemy of a galling insect on balsam fir, Basic and Applied Ecology, 査読有, vol 12, 2011, 523-531, 10.1016/j.baae.2011.06.007
- ③尾崎研一・滝久智, 森林の生物多様性の価値, 森林科学, 査読無, vol 63, 2011, 7-12
- ④Sano K, Natthan H, Ozaki K, Taxonomic identity of a galling adelgid (Hemiptera: Adelgidae) from three spruce species in central Japan, Entomological Science, 査読有, vol 14, 2011, 94-99
- ⑤Tabuchi K, Sano M, Ozaki K, Delayed larval developmental without summer diapause in a galling adelgid (Homoptera: Adelgidae), Annals of the Entomological Society of America, 査読有, vol 102, 2009, 456-461

[学会発表] (計3件)

- ①佐野正和・尾崎研一, エゾマツカサアブラムシにおける不完全生活環と完全生活環の遺伝的変異, 2011年度日本昆虫学会・応用動物昆虫学会北海道支部大会, 2012年1月19日, 北海道大学(札幌市)
- ②Johns RC, Ozaki K, Tobita H, Dietary mixing of foliage from dimorphic shoots within a deciduous conifer enhances the performance of a specialist sawfly,

Joint Annual Meeting of the Acadian
Entomological Society and the
Entomological Society of Canada, 2011
年 11 月 8 日、Westin Nova Scotian Hotel
(Halifax, Canada)

- ③佐野正和・尾崎研一、本州中部で発見した
Adelges sp. (カサアブラムシ科) の特異
的に広い寄主範囲、2009 年度日本昆虫学
会・応用動物昆虫学会北海道支部大会、
2010 年 1 月 20 日、北海道大学 (札幌市)

[図書] (計 1 件)

- ①尾崎研一 (共著)、朝倉書店、森林大百科
事典、2009、194-195

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾崎 研一 (OZAKI KENICHI)

独立行政法人森林総合研究所・北海道支
所・グループ長

研究者番号：50343794

(2) 研究協力者

佐野 正和 (SANO MASAKAZU)

北海道大学大学院・専門研究員

研究者番号：40532453