

氏 名	うつ み しゅん すけ 内 海 俊 介
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3291 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 生 物 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Ecological consequences of herbivore-induced plant regrowth for arthropod communities on willows (食害が誘導するヤナギの再生長反応が節足動物群集に与える影響に関する生態学的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 大 串 隆 之 教 授 今 福 道 夫 教 授 椿 宜 高

論 文 内 容 の 要 旨

近年, 植物の食害誘導反応が節足動物の群集構造に影響を与える重要な要因であることが指摘されるようになってきたが, それを実証的に示した研究は少ない。本研究では, 植物の変化として植物の補償的な再生長に注目し, それが節足動物群集に与える生態的意義を明らかにした。

コウモリガ(鱗翅目)の幼虫はヤナギを食害することによって, その損傷部位付近から新たな側枝の伸長を誘導する。これは, 穿孔食害によって損失した植物組織を補うヤナギの補償的な再生長反応である。この側枝は生長を活発に行い, その葉には窒素や水分が多く含まれる。そのため, ヤナギを利用するヤナギリハムシ(鞘翅目)の個体数とその側枝上で増加し, 側枝の葉を与えたハムシの体サイズや産卵数が向上した。この再生長反応における植物形質の変化(長さや窒素含有率の増加)がヤナギ種間で異なるため, 再生長を介した間接効果の強さがヤナギ種間で異なっていた。

新たに伸長した側枝上では, ヤナギを利用する他の植食性昆虫の個体数にも影響が見られた。特に, ヤナギ科植物のスペシャリスト植食者が増加する傾向があった。その結果, 側枝上では植食性昆虫の総個体数と種数が増加した。さらに, 捕食者のアリやクモの密度を増加させ, 捕食者の総個体数や種数も増加した。

また, ヤナギ個体内における部分的な損傷(コウモリガによる食害や部分的な枝切除)は, 再生長反応を誘導することによって, 植物個体内の資源の質的な不均一性を増加させた。一方, 全枝の切除は資源の質を向上させるが, 不均一性を減少させた。不均一性が増加すると, 植物個体レベルでの植食性昆虫の総個体数と種数が増加し, アリやクモの密度も増加した。

さらに, ヤナギの再生長は, 節足動物に対して進化的な影響を及ぼす可能性が示唆された。ヤナギリハムシ成虫の摂食選好性には地理的変異があり, 初夏における新葉生産がさかんな場所ほど新葉選好性が強かった。初夏における新葉生産は, 主に食害などによって誘導される再生長反応によるものである。新葉選好性には遺伝的な基盤があり, 再生長した枝の新葉と当年枝の成葉をハムシ個体群に別々に与えて経代飼育したところ, 新葉を与えられた系統は新葉選好性が強まり, 成葉を与えられた系統は選好性が弱まった。

本研究により, 食害がヤナギの再生長を介して植食性昆虫に間接効果を与え, ヤナギ上の節足動物群集の構造に影響を与えることが明らかになった。本研究で得られた知見から, ①食害が誘導する植物の形質変化の強さと, 再生長に対する植食者の反応パターンはそれぞれ種の特性に依存し, それによって間接効果の強さが異なること, ②食害が誘導する植物資源の不均一性が節足動物の個体数や種数に大きな影響を与えること, ③ヤナギの再生長がハムシの選好性の地理的・遺伝的変異に影響を与える可能性があること, ④異なる空間スケールにおいて, 植物を介した間接効果が異なるメカニズムで群集構造に影響を与えうること, という点について新たな理解を得ることができた。それらをもとに, 植食者の食害は, 植物の形質変化の誘導によって「植物資源の不均一性」を生み出し, 「上位栄養段階へのボトムアップ効果」を通して, 節足動物群集の構造に大きな影響を与えていると結論づけられた。

論文審査の結果の要旨

近年、生物群集の決定要因として、間接効果の役割が注目されている。間接効果は、2種間の直接的な関係とは異なり、生物間相互作用のネットワークを通して群集を構成する多くの種に波及する。最近の植物と植食者の相互作用の研究から、植物は被食されると質や生長を大きく変化させることがわかってきた。このため、植食者によって誘導される植物の形質の変化を介する間接効果が、植食性昆虫のみならず、捕食者を含めた節足動物群集に大きな影響を与える可能性が指摘されているが、その実態はほとんど分かっていない。

本学位論文は、3種類のヤナギを利用する穿孔性昆虫のコウモリガの幼虫が、植物の再生長を促し、それがヤナギ上の節足動物群集に与える影響を野外での観察と操作実験から明らかにしたものである。本研究により得られた結果は次のようにまとめられる。(1) コウモリガの幼虫による穿孔は、何れのヤナギに対しても側枝の伸長と新葉の増加をもたらした。しかし、この程度はヤナギ種間で大きく異なっていた。(2) 側枝の伸長に伴う新葉の増加により、ヤナギルリハムシの密度の増加が見られただけでなく、新葉を摂食したハムシのサイズと産卵数も増加した。(3) 再生長を行った側枝の上では、植食性昆虫と捕食者の密度および種数が増加した。しかし、数の変化は植食性昆虫の摂食ギルドや捕食者の種によって異なっていた。(4) コウモリガの接種および枝の切除により、ヤナギ個体の再生長の程度を変えた実験により、資源の不均一性（全体に対する再生長の割合）が増加するにつれて、植食性昆虫の総個体数と種数が増加した。さらに、ヤナギの種に依存してアリとクモの個体数も増加した。(5) ヤナギルリハムシの新葉に対する摂食選好性は、再生長による初夏の新葉生産が盛んな場所ほど強かった。さらに、成葉と新葉をそれぞれ与えて経代飼育したところ、3-4世代でハムシの新葉に対する選好性が変化した。このため、ヤナギルリハムシの摂食選好性には、遺伝的な基盤があることが示唆された。

群集生態学では、これまで、捕食や競争というマイナスの相互作用が群集構造の決定要因として重要であると考えられてきた。本研究から、これらの直接的な相互作用のみならず、植物の形質の変化を介した間接効果が、その上に成立する節足動物群集の構造に重要な役割を果たしているということが明らかになった。植食者の食害は、植物の形質変化の誘導を通して、植物資源の不均一性を生み出し、それが、上位の栄養段階へのボトムアップ効果を通して、節足動物群集全体に大きな影響を与えているのである。本研究は、群集内で作用する直接効果と間接効果の統合することにより、生物群集の多様性の解明を目指す新たな研究の方向性を示したものとして高く評価される。さらに、夏期の再生長に伴う新葉の供給パターンが、優占種であるヤナギルリハムシの摂食選好性の進化に影響したという指摘は、植食者によって誘導される植物の形質の変化が、それを利用する昆虫の形質の進化から群集構造にまで重要な役割を果たしている可能性を示唆しており、進化生態学と群集生態学を繋ぐ新たな試みとして高く評価されるものである。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。