

	材料 刈
氏 名	大崎 晴菜
本籍（国籍）	岩手県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 837 号
学位授与年月日	令和 5 年 3 月 2 3 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 地域環境創生学専攻
学位論文題目	<p>Effects of plant-plant interactions on resource utilization by phytophagous animals</p> <p>（植物間相互作用が植食性動物の資源利用に与える影響の解明）</p>
学位審査委員	主査 弘前大学准教授 山尾 僚 副査 弘前大学教授 石田 清 副査 山形大学教授 江成 広斗 副査 岩手大学講師 松木 佐和子

論 文 の 内 容 の 要 旨

植物は近隣植物との相互作用によって葉の化学物質の組成や濃度を変化させることが知られる。この化学物質の組成や濃度の変化は植物の葉を食物として利用する植食性動物の摂食にも影響を与えると考えられる。本研究では、複数の植物—植食性動物系を対象とし、植物間相互作用が植食性動物の資源利用に与える影響を検証した。

第 1 章では、植物間相互作用に伴う葉の化学物質の濃度の変化とそれに対する植食性動物の応答について過去の研究を整理した。そして「植物間相互作用が葉の二次代謝産物の濃度の変化を介して植食者の資源利用に影響する」という仮説を提案し、その学術的位置づけについて述べた。

第 2 章では、タデ科の多年草のエゾノギシギシ（以下、ギシギシ）とその植食者である 2 種のハムシを対象に、植物間相互作用に伴う葉形質の可塑的変異と植食者への波及効果について検証した研究をまとめた。野外のギシギシの局所的な生育密度と植食性昆虫の分布の関係を調査し、ギシギシの生育密度とスペシャリスト植食者のコガタルリハムシの存在確率に正の相関があることを明らかにした。また、生育密度の高いギシギシは生育密度の低いギシギシと比べ、葉の縮合タンニンと総フェノールの濃度が高い傾向がみられ、室内実験下においてもコガタルリハムシに選択的に食害されることが判明した。これらの傾向は栽培実験でも観察され、同種他個体と一緒に栽培されたギシギシは、単独や他種植物と栽培された場合と比べ、葉の縮合タンニンと総フェノール濃度が有意に高く、コガタルリハムシからの食害率も有意に高かった。さらに、より野外のギシギシ個体群の分布を再現したメソコスム実験を実施し、生育密度の高いギシギシパッチにおけるコガタルリハムシの集中的な分布が、ギシギシ同士の相互作用によって引き起こされることを証明した。これら複数の調査と実験によって、近隣植物との種

内相互作用による葉の二次代謝産物の濃度の変化が植食性昆虫の分布を決定する重要な要素の一つとなっていることが明らかになった。

第3章では、植物の浸出液を介した相互作用がギシギシの葉の化学物質の濃度に与える影響に関する研究をまとめた。ギシギシの実生をギシギシを含む様々な植物種の根圏浸出液に暴露した環境で栽培したところ、同種他個体の根圏浸出液への暴露は、第2章で実施した直接的な相互作用に暴露した栽培実験で観察された葉の縮合タンニンや総フェノールの濃度の上昇はみられなかった。このことより、葉の化学物質の濃度に対し、根圏浸出液を介した地下部での間接的な相互作用は、物理的接触を伴う直接的な相互作用とは異なる影響を及ぼすと考えられた。

第4章では、キク科多年草のシロヨメナとニホンジカの系を対象とし、シロヨメナがと隣接植物との相互作用が葉の化学物質の濃度の変異に与える効果とそれに対するニホンジカの採食応答について検証した内容をまとめた。野外の局所的な生育密度の高いシロヨメナは、生育密度の低いシロヨメナに比べ、葉に含まれる総フェノール濃度が有意に高く、ニホンジカから忌避された。さらに、栽培実験により、シロヨメナは他種植物との種間相互作用に曝されることで葉に含まれる総フェノール濃度が低下し、シカからの採食を受けやすくなっていることがわかった。これらの結果から、植物間相互作用に伴う葉の化学物質の濃度の変化は、大型のジェネラリスト植食者であるニホンジカの採食反応にも影響を与えることが示された。

第5章では総合討論として、4章までの研究を総括し、植物-植食者相互作用研究の展望をまとめた。先行研究と本研究の結果から、葉に含まれる化学物質、特に二次代謝産物の濃度は植物間相互作用によって変動し、その方向性は植物種によって異なる傾向があることが明らかになった。また、植食性動物に対する効果も、対象とする動物種によって異なり、植食性動物の食性幅（スペシャリストか、ジェネラリストか）によって効果が異なる可能性を指摘した。最後に、植物群集の空間構造によってもたらされる化学環境が植食者群集の群集構造に与える影響について考察した。

一連の成果により、植物と植食者の相互作用を理解するうえで、植物間相互作用の効果を考慮することの重要性を明らかにした。

論文審査の結果の要旨

植物と動物の相互作用は、陸上の生物群集を決定する主な要因の一つと考えられてきた。近年、植物間の相互作用が植物と動物の相互作用において機能する二次代謝産物の濃度を変化させることが報告されてきた。しかし、植物間相互作用による形質変化が植食者の資源利用や分布に影響しうるのかは未解明の課題であった。大崎氏は、エゾノギシギシ（以下、ギシギシ）-コガタルリハムシ系とシロヨメナ-ニホンジカ系という異なる2つの植物-植食者系において、植物間相互作用が植食者の資源利用や分布に与える影響について解析した。

1) 密集したギシギシでは、同種との干渉が葉のフェノール化合物の濃度を上昇させ、コガタルリハムシの集中的な分布を誘導することが明らかになった。植物間相互作用による葉の成分の変化が植食性昆虫の分布を決定するメカニズムとして機能することを証明した。

2) ギンギシの根圏浸出液をギンギシに与えて栽培する実験を実施したところ、直接的な同種との相互作用に曝されたギンギシで観察されたフェノール濃度の上昇はみられなかった。このため、ギンギシにおけるフェノール化合物の蓄積には、同種間の直接的な相互作用が重要であることが明らかになった。

3) シロヨメナの競争環境とニホンジカに対する被食との関係を解析したところ、他種との相互作用に曝されたシロヨメナはフェノール化合物の濃度を低下させることが明らかになった。また、ニホンジカは他種植物との相互作用に曝されたシロヨメナを好んで摂食することが判明した。

以上より、植物間相互作用による葉の成分変化は、植物と植食性動物の関係性を改変し、植食性動物の資源利用や分布に影響していることが明らかになった。また、植物間相互作用の影響は、節足動物に限らず脊椎動物にまで及ぶことを示した。これらの知見は、植物群落の空間構造を人為的に操作することで、植食性動物との相互作用をある程度制御可能であることを示唆している。

よって、本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

1. Ohsaki H., Miyagi A., Kawai-Yamada M., Yamawo A. (2022) Intraspecific interaction of host plants leads to concentrated distribution of a specialist herbivore through metabolic alterations in the leaves. *Functional Ecology*, 36: 779-793.
2. Ohsaki H., Yamawo A. (2022) Effects of indirect plant-plant interaction via root exudate on growth and leaf chemical contents in *Rumex obtusifolius*. *Plant Signaling & Behavior*. 17: e2050628
3. Ohsaki H., Miyamoto R., Sembongi Y., Tajima M., Sakamoto Y., Okuda K., Yamawo A. (2022) Plant-plant interaction by *Aster leiophyllus* affects herbivory by Sika deer, *Cervus nippon*. *The Science of Nature*, 109 : 54