

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	橋本 洸哉
論文題目	Plant-mediated indirect interaction between two butterflies: consequences of species specific food demand (植物を介した2種のチョウの間接相互作用：種特異的な餌要求量の意義)		
(論文内容の要旨)			
自然界では、植物の一時的あるいは局所的な食い尽くしがしばしば生じる。しかし、寄主植物を介した植食性昆虫間の間接相互作用の研究では「植物個体の多くの部分は消費されずに余っている」と考えられてきたため、植物の食い尽くしを通した植食者間の相互作用の実態はほとんどわかっていない。この問題については、植食者の種特異的な餌要求量が食い尽くしを通した相互作用の特徴を説明できる可能性がある。餌要求量は、植食者の餌消費量を増加させたり、餌不足による負の影響を受けやすくしたりするからである。 本学位論文の目的は、植食者の餌要求量が寄主植物の食い尽くしが介在する種間相互作用をどれほど説明できるかを明らかにすることである。この目的を達成するため、寄主植物ウマノスズクサをしばしば食い尽くすホソオチョウ（以下、ホソオと略。餌要求量は小さい）とジャコウアゲハ（以下、ジャコウと略。餌要求量は大きい）を対象にして、以下の研究を行った。研究1：植食者の餌要求量が食害後の植物の成長量と現存量に与える影響の検証。研究2：餌要求量が種内および種間の密度効果に与える影響の検証。研究3：幼虫間の相互作用が野外の個体群増加率に与える影響の検証。 研究1では、野外操作実験により、ジャコウ幼虫はホソオ幼虫に比べて約2倍の食害を与えることがわかった。ジャコウはしばしば植物の地上部をすべて食い尽くした。しかし、食害を受けた植物は、どちらの種に食われたかに関わらず、食害を受けなかった場合と同程度の成長量を維持した。成長後の現存量は、無食害株、ホソオ幼虫食害株、ジャコウ幼虫食害株の順に低下した。このようなウマノスズクサの再成長はホソオやジャコウによる食害が次世代の幼虫に与える影響を緩和している可能性が示された。 研究2では、圃場でのケージ実験を行い、自種と他種の合計密度はジャコウの生存率を低下させ発育日数を増加させたが、ホソオの生存率と発育日数には影響を与えないことがわかった。このことは、餌要求量の多いジャコウの方がホソオよりも餌不足に弱く、それが両種間の相互作用を非対称（ホソオはジャコウに負の影響を与えるが、逆方向の影響はない）にした可能性を示している。 研究3では、上記の非対称な相互作用が、野外の世代あたり個体群増加率に反映されるかを検証した。もし両種間の相互作用が個体群増加率に反映されるならば、ジャコウ密度はホソオの個体群増加率に影響しないが、ホソオ密度はジャコウの個体群増加率を低下させると考えられる。京都府木津川堤防で2013年から2016年に野外調査では、ホソオによるウマノスズクサの群落の食い尽しは観察されなかったが、ジャコウ幼虫密度が株あたり1個体を上回ったときに群落が食い尽くされやすいことがわかった。しかし、予測に反して、他種の幼虫密度が両種の個体群増加率に与える影響は検出されなかった。一方、両種ともに自種密度は個体群増加率に負の影響を与えた。 本研究の結果、餌要求量がホソオ-ジャコウ間の相互作用を説明する範囲が明らかになった。餌要求量は幼虫が餌不足から受ける影響の種間差を通して、植物の食い尽くし			

が介在する両種間の作用を非対称にしていた。一方で、両種間の非対称な相互作用は野外では観察されなかった。ウマノスズクサの再成長による資源の回復とホソオ若齢の株間での集中分布が、野外において両種の種内競争の相対的な頻度を高め、種間相互作用を緩和した可能性がある。一時的または局所的な植物の食い尽くしが介在する種間相互作用を理解するためには、餌要求量に加えて、少なくとも植物の再成長や植食者の空間分布を考慮する必要があることが示唆された。

(論文審査の結果の要旨)

共通の寄主植物を利用する植食性昆虫の種間相互作用は、陸上生態系における群集生態学では長年注目を集めてきた課題である。特に近年は、種間相互作用の強度・密度効果・対称性が、植物上での多種共存を考える際に極めて重要であるとの認識が共有されている。餌資源を介した間接相互作用についての研究は、これまでに数多くある。しかし、その強度や動態を予測できるような普遍原理の解明には、未だほど遠いと言わざるを得ない。この理由は、植食性昆虫の種間相互作用には、季節・気象・密度・群集構造など、さまざまな要因が影響を与えるからである。また、餌資源である陸上植物の量や質は可変性が高いことも、そうした難しさの原因となっている。

本学位論文は、共通の寄主植物であるウマノスズクサを利用する植食性昆虫のホソオチョウ（以下、ホソオと略）とジャコウアゲハ（以下、ジャコウと略）を対象にして、共通の餌資源を介した間接相互作用が生じていることを、2種の幼虫の種特異的な餌要求量の違いに着目して、間接相互作用の強さと動態を木津川堤防のウマノスズクサ群生地での長期にわたる野外観察と圃場を使った野外操作実験により明らかにしたものである。

本研究で得られた主な結果は、以下のように要約される。（１）ホソオとジャコウの幼虫が蛹になるまでに必要な植物資源量を飼育実験で調べたところ、ジャコウ幼虫の餌要求量はホソオ幼虫のそれに比べて約2倍であった。一方、ジャコウおよびホソオ幼虫による食害を受けたウマノスズクサは、補償成長により食害を受けなかった場合と同程度の成長を示した。（２）野外ケージを用いた実験により、自種と他種の合計密度はジャコウの生存率を低下させ発育日数を増加させたが、ホソオの生存率と発育日数には影響を与えなかった。ジャコウはホソオからの密度効果は受けるが、ホソオはジャコウからの密度効果を受けないという、非対称的な相互作用であることが明らかになった。（３）この非対称的な相互作用を野外の生息地で調べたところ、ジャコウとホソオの個体群増加率は両種とも他種からの密度効果は検出できなかった。一方、自種の密度効果は認められた。

植物を介した植食性昆虫間の相互作用についての研究は、今世紀に入って急速に発展している。しかし、多くの研究は植食者の食害による植物の防御化学物質生産など、植物の質の変化を扱っており、植物の量を介した間接相互作用の理解は大きく遅れている。餌要求量に注目した本研究は、このような近年の研究動向に一石を投じるものとして極めて重要である。特に、餌要求量が高い種は、それが低い種に比べて餌資源の枯渇による負の影響を受けやすいことを操作実験によって検証した意義は大きい。これによって、植物資源量の違いが、植食性昆虫間の寄主植物を介した間接相互作用における非対称性に寄与する可能性を示唆することができた。この成果は、従来の研究が見落としてきた「植食性昆虫の生活史形質」が、植物を介する間接相互作用に果たす大きな役割をクローズアップした点で高く評価できる。

本研究で用いたアプローチは、他の系への適用が可能なものである。今後は、本研究をさらに発展させ、異なる系を用いる実証研究、データベース解析やメタ解析を通して、食性昆虫間の寄主植物を介した間接相互作用の理解をさらに深めることにより、陸上昆虫が関わる群集生態学への貢献が期待できる。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、平成30年3月6日、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。

要旨公表可能日： 年 月 日以降