

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)

Koya Hashimoto (橋本 洸哉)

要約：

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ている。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「植物の大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じ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は食い尽くしを通じ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（餌要求量：少）とジャコウアゲハ（餌要求量：多）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、食害履歴を操作した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する可能性が示された。

研究2の圃場でのケージ実験では、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有意な影響を与えなかった。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個体群増加率に影響しない一方、ホソオ密度はジャコウ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年に野外調査を行った。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くなった。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が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相互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。

(1484 字)

Summary

Introduction

The importance of food depletion for interspecific interactions between herbivorous insects has been largely overlooked in studies on plant-mediated herbivore interactions, because their resources are usually abundant. However, food depletion occurs at least in some times and places, where interactions between herbivorous insects may be mediated by food shortage. I examined whether food demand of herbivores can explain the characteristics of herbivore interactions mediated by temporary/local food shortage, using two butterfly species *Seriginus montela* and *Atrophaneura alcinous*, which often severely defoliates their shared host plant *Aristolochia debilis*. Specifically, I examined whether (1) herbivore species-specific food demand influences plant growth and biomass, (2) larval food demand of the two specialist butterfly characterizes their interaction via reduced quantity of their shared host plant, and (3) the interaction between these butterfly larvae is reflected in their population growth rate per generation in the field.

Methods

Chapter 2 conducted a field experiment examining the effects of herbivory history on plant growth and biomass, and tested whether herbivory effects differ between *S. montela* and *A. alcinous*. Chapter 3 conducted a cage experiment examining whether larval density affects larval survival and development and whether the density effects differ between con- and heterospecifics. Chapter 4 conducted a four-year field survey that examined heterospecific density effects on population growth of *S. montela* and *A. alcinous* at the riverbank of the Kizu River in Kyoto prefecture.

Results

The main findings are as follows. (1) Despite that *A. alcinous* larvae imposed greater damage on plants than *S. montela* larvae, plant growth did not differ due to herbivory by these species both in single and multiple herbivory events. On the other hand, total aboveground biomass of the plants was reduced more by *A. alcinous* than *S. montela* feeding regardless of the number of herbivory events (Chapter 2). (2) The cage experiment showed that total larval density (i.e., sum of con- and heterospecifics) significantly decreased survival and prolonged development time of *A. alcinous*, but neither affected *S. montela* survival nor development time. Furthermore, a defensive chemical of *A. debilis* did not influence larval consumption and growth of either herbivore (Chapter 3). (3) Although an increase in *A. alcinous* density caused severe defoliation (damage rate > 90 %), neither *S. montela* nor *A. alcinous* decreased the population growth rate of heterospecifics. On the other hand, conspecific density decreased the population growth rate of both butterflies, suggesting that intraspecific competition is more frequent than interspecific interactions for these butterflies (Chapter 4).

Discussion

Overall, food demand may have produced the asymmetric interaction between *S. montela* and *A. alcinous*, but this asymmetric interaction may be modified by other factors such as spatial distribution and plant regrowth. In fact, the larvae were more likely to aggregate on a plant with same species than with the other. Moreover, defoliated plants recovered their foliage at least four weeks after defoliation, which may provide additional food resources for subsequently colonizing herbivores. These factors would ameliorate the strength of the interspecific interaction via food shortage. The present study suggests that focusing on food demand of herbivores may be useful for understanding how herbivores interact through temporary/local food depletion.