



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The evolutionary process of masting behavior in a perennial herb, <i>Veratrum album</i> : its ecological significance and the physiological mechanism [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	伊藤, 陽平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15716号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91858
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yohei_Ito_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 伊藤 陽平

審査委員 主査 准教授 工藤 岳
副査 教授 相場 慎一郎
副査 教授 露崎 史朗
副査 教授 中村 誠宏

学 位 論 文 題 名

The evolutionary process of masting behavior in a perennial herb, *Veratrum album*:
its ecological significance and the physiological mechanism

(多年生植物バイケイソウにおける一斉開花結実現象の進化プロセス：
その生態的意義と生理的メカニズム)

植物の一斉開花結実現象（一斉開花）は、花や果実の大量生産が数年間隔で個体群内や個体群間で同調する現象である。一斉開花は植物を利用する昆虫や動物の個体数変動を引き起こすため、その進化的意義やメカニズムの解明は生態学における重要課題の一つである。その生態的意義（究極要因）として、植食者からの食害回避（捕食者飽和仮説）や送粉者を誘引することによる受粉効率の向上（送粉者誘引仮説）が有力視されている。一方、生理学的メカニズム（至近要因）としては、何らかの気象合図（気象トリガー仮説）や繁殖に要する資源の蓄積期間（資源収支仮説）が議論されてきた。一斉開花に作用する選択圧や環境の違いによって、開花の同調性や周期性は個体群間で変異すると予想されるが、それを実証した研究はほとんどない。本研究では、多年生草本植物バイケイソウにおける一斉開花の進化プロセス解明を目的として、北海道内の低地・高地個体群間で、開花同調性と周期性の生態学的意義と生理学的メカニズムを調べた。

第1章では、一斉開花の生態学的意義を明らかにするために、北海道の低地5個体群と高山6個体群で、開花同調の程度と選択圧の関連性を調べた。すべての調査個体群で明瞭な豊作年と凶作年が存在したが、開花同調の程度は高山個体群よりも低地個体群で高かった。いずれの個体群でも一斉開花年に繁殖部位の食害率が低下し、捕食者飽和仮説が支持された。低地個体群ではハエ目幼虫による花茎食害が顕著であり、鱗翅目幼虫による種子食害も高頻度であった。一方で、高山個体群では花茎食害が見られず、種子食害の程度も比較的小さかった。開花同調による受粉効率の向上は、低地個体群でのみ検出された。以上から、開花同調性の強さは、各個体群に作用する選択圧を反映していることが示された。低地個体群では強度の食害圧を回避するために、同調性を高める開花特性が進化したと考えられた。

第2章では、個体群間の同調性を引き起こす気象トリガーの解明を目的として、北海道全

域の23個体群の開花パターンを比較し、個体群間の空間的同調性やその規定要因について解析を行った。低地個体群では1～6年間隔で不定期に一斉開花する傾向があったのに対し、高山個体群では隔年で開花する規則的なパターンが見られた。低地個体群間の同調性は全道スケールで起こっていたが、異なる標高の個体群間では同調性が極めて低かった。いずれの個体群でも生育期の気温が低かった年の2年後に、一斉開花が起こる傾向が見られた。一斉開花を引き起こす温度感受性は、低地個体群でより敏感であった。以上から、低地と高山個体群の温度感受性の違いが一斉開花パターンの違いを引き起こし、標高間の同調性が崩れることが示された。

第3章では、個体群内の一斉開花周期の決定要因である資源収支仮説の検証を行った。繁殖を制限する資源通貨として炭素の重要性に着目し、低地個体群と高山個体群の異なる開花周期は、炭素収支バランスで説明できるのかを検証した。貯蔵器官に蓄積された炭素量は繁殖個体で著しく枯渇しており、炭素は繁殖を制限する重要な資源であることが示された。高山環境では低地と比べて、1シーズン中に光合成によって固定される炭素量が多く、また、一回の繁殖に投資される総資源量が少なかった。高山個体群では繁殖に必要とされる炭素資源を短期間で蓄積できるため、低地個体群に比べて開花周期が短いことが判明した。

本研究により、バイケイソウ個体群の開花同調性は、繁殖器官の食害回避が選択圧として強く作用しており、低温気象条件を合図に花芽形成が促進されることで起こることが判明した。食害圧が強い低地個体群では開花同調性が顕著であり、開花同調性は生育場所毎の選択圧の強さに応じて進化することが示された。また、一斉開花の周期性は低地個体群と高山個体群間で明瞭に異なっており、この違いは開花の合図となる温度条件と繁殖に要する炭素資源の蓄積期間の組み合わせによって説明できることが示された。以上の結果から、開花同調性と周期性は局所的に進化することが示され、個体群間の一斉開花パターンを変動させる環境勾配として「標高差」が重要な役割を果たしていることが明らかとなった。

申請者は多様な手法を駆使して精力的に野外調査を行い、膨大なデータを丹念に解析し、低地と高山集団間に開花特性の地域間変異が生じていることを見いだした。そして、その変異パターンは植食性昆虫の捕食圧と資源獲得様式の違いによって生じていることを実証した。審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。