



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Theoretical and empirical studies on the roles of life history variation in maintaining genetic diversity in stage-structured perennial plant populations [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	都築, 洋一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15267号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89636
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Tsuzuki_Yoichi_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学） 氏 名 都築 洋一

審査委員 主査 教 授 大原 雅
 副査 教 授 越川 滋行
 副査 准教授 内海 俊介
 副査 名誉教授 高田 壮則（北海道大学）

学 位 論 文 題 名

Theoretical and empirical studies on the roles of life history variation in maintaining
genetic diversity in stage-structured perennial plant populations
(生育段階構造を持つ多年生植物集団において生活史変異が遺伝的多様性に及ぼす影響の
理論的および実証的研究)

これまで遺伝的多様性は集団サイズが大きいほど維持されやすいことが示されてきた。しかしその一方で多年生植物において、小さな集団であっても遺伝的多様性が維持されている事例も報告されている。この理由として、遺伝的多様性を決定する主要因として認識されてきた集団サイズと比べて、生活史が遺伝的多様性にどの程度影響するのかが重要と考えられるようになっていく。本博士論文では、生活史が遺伝的多様性に及ぼす影響を集団サイズの影響と関連付けて解明することを目的に、数理モデルを用いた理論研究（第2章）と、多年生植物オオバナノエンレイソウの野生集団を対象にした実証研究（第3章・第4章）を実施した。さらに、遺伝的多様性が具体的にどのような環境変動への適応に寄与しているのかを考察するために、環境変動の一つである気候の温暖化に着目し、春季の温暖化がオオバナノエンレイソウの繁殖成功に与える影響を調べた（第5章）。

第2章 多年生植物集団の遺伝的多様性の時間動態の理論モデルの構築

これまで遺伝的多様性の時間変化は、生育段階構造を持たない単純な生活史を対象に理論的に研究されてきた。本研究では、複数の生育段階で生活史が構成される多年生植物を想定して、生育段階ごとのヘテロ接合度の時間変化を表す行列モデルを構築した。そして、構築したモデルを解析することで、滞留する（次の生育段階に成長せずに同じ生育段階に留まる）個体が多い生育段階において遺伝的変異が蓄積され、集団の遺伝的多様性が維持されることを示した。

第3章 分断された多年生植物オオバナノエンレイソウ集団の遺伝的多様性に生活史変異が及ぼす影響

第2章の理論研究の結果を、北海道十勝地方に生育するオオバナノエンレイソウを用いて実証研究を実施した。オオバナノエンレイソウは種子・実生・一葉・三葉・開花の5つの生育段階で生活史が構成される。11集団を対象に、4年に渡りセンサス調査を実施し、生活史パラメーター（生育段階ごとの生存率・繁殖率）と集団サイズを用いベイズ推定を行った。得られた推定値を第2章で構築した理論モデルに代入することで、各生育段階の遺伝的多様性の相対的な高さを予測した。その結果、生育段階間で遺伝的多様性に大きな差は生じず、集団サイズが大きいために生活史の影響はほとんど表れないことが予測された。しかし、ddRAD-seqによる遺伝解析で各生育段階の遺伝的多様性を実際に求めたところ、理論予測に反して生育段階間で遺伝的多様性に有意な差が存在しており、滞留による遺伝的多様性の維持が起きている可能性が示唆された。

第4章 オオバナノエンレイソウにおける遺伝的に有効な生活史サイクルの推定

第3章で明らかになった理論予測と実際のデータの不一致を考察するために、第2章で構築した理論モデルを用いて、観察された「生育段階ごとの遺伝的多様性」と「生育段階間の遺伝的分化」を実現するような生活史パラメーターと集団サイズを、近似ベイズ計算によって逆推定した。その結果、集団の遺伝的多様性は、集団内の一部の個体の成長・滞留・繁殖を直接観察するセンサス調査で推定された生活史と集団サイズに従い決定されているわけではない可能性が示唆された。

第5章 オオバナノエンレイソウにおける送粉成功度の時間的偏り

北海道十勝地方では過去60年の間、内陸に位置する帯広市が太平洋岸に位置する広尾町よりも比較的急速に春季の温暖化が進んでいる。気候の温暖化が、共生関係にある送粉昆虫との出現時期（フェノロジー）の不一致を引き起こしている可能性を検証すべく、操作実験を行った。その結果、帯広では送粉昆虫が温暖化により開花期前半に偏って訪花していて、フェノロジーの不一致が起きている可能性が示唆された。

一連の結果から、集団サイズが小さい場合に生活史が遺伝的多様性の維持に大きく影響することが理論的に予測された。また、見かけ上は十分な個体数からなる野生集団であっても、全ての個体が遺伝動態に有効に寄与しているとは限らず、異なる生活史の影響が複雑に表れる可能性が判明した。

本研究で得られた成果は、多年生植物において遺伝的多様性の維持における種の生活史の重要性を示唆していると共に、気候の温暖化などの環境変動に対する生物の適応進化動態を考える上で重要な知見を導いていると考えられる。審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また申請者は、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合わせ、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。