



Title	Age-size structured models with stochastic growth and optimal life history [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	大泉, 嶺
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11079号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53867
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Ryo_Oizumi_review.pdf, 「審査の要旨」



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 大泉 嶺

審査委員	主査	教 授	高田 壮則
	副査	教 授	甲山 隆司
	副査	教 授	原 登志彦
	副査	准教授	佐竹暁子
	副査	准教授	坂井 哲(大学院理学研究院)
	副査	准教授	稲 葉 寿(東京大学大学院数理科学研究科)

学 位 論 文 題 名

Age-size structured models with stochastic growth and optimal life history

(確率的成長下における齢—サイズ構造モデルと最適生活史)

地球規模の環境変動は現代の人類が直面する喫緊かつ未解決問題の一つである。それは我々人間社会の経済活動に大きな影響を及ぼすだけではなく、生態系や生物多様性などの維持にとっても深刻な問題をもたらすことが懸念されている。その一つに生活史の不確実性がある。生物の生活史は様々な不確実性に影響されている。例えば、気温、天候、採餌、遺伝的な個体差などがある。これら不確実性を構成する要素は二種類の不確実性に大別できる。気温、天候など生物集団全体に影響を及ぼす不確実性と個体の成長率や採餌成功率の差異など個体差がもたらす不確実性である。前者を外的不確実性、後者を内的不確実性とよぶ。これまで、多くの生態学者は外的不確実性の生物集団への影響に目を向けてきた。なぜなら、外的不確実性が個体群の内的自然増加率を減少させる事が一般に示されており、その影響は種の保全に負に働くからである。しかし、内的不確実性の集団への影響は外的不確実性の持つそれと比べて体系的に研究されていない。

そこで申請者は、内的不確実性の影響を受ける個体群を仮定し、その個体群動態と生活史進化について理論的な研究を行った。第一章、二章では、個体のサイズ (X_a) 成長に内的不確実性を持つ線形人口モデル（齢 - サイズ構造モデル）を用い内的不確実性影響下での個体群動態と生活史進化を解析する一般理論を構築した。この理論では経路積分モデルを導入し、その表現を用いることによって、内的不確実性の存在下では一般にサイズ成長曲線は死亡率の影響を受ける事を示すことができた。また、このモデルから、内的不確実性影響下でのEuler-Lotka方程式を導き、生活史が個体群動態に与える影響の解析を可能にした。そのEuler-

Lotka方程式を構成する関数（目的関数）を用いて、対象種の繁殖齢のcumulant母関数、繁殖齢分布、基本再生産数などの統計量を与える事ができた。第三章では、二章で構成された一般理論を用いて、内的不確実性の下での最適繁殖スケジュールの解析手法を用いる事で最適生活史進化を解析するための基本となる方程式を導いた。この方程式はHamilton-Jacobi-Bellman 方程式(HJB方程式)とよばれる確率制御理論における基本方程式の一つであり、最適制御によって最大化された目的関数（値関数）がこれにしたがう。さらに、生活史における制御の対象として死亡率が含まれない場合、最適制御は基本再生産数を最大化する戦略と等しくなることが示された。第四章、五章では、応用例として最適スケジュール問題と最適資源利用モデルが解析された。四章では一回繁殖型生物の最適繁殖スケジュールを考え、目的関数が最大となるような成熟サイズを解析した。その結果、最適成熟サイズは繁殖率と初期体サイズのみで決まる事、また内的不確実性は外的不確実性とは異なり内的自然増加率に対して正に働く場合があることを示した。五章では、ハイリスク・ハイリターンおよびロウリスク・ロウリターンの二つの餌資源を利用するモデルを作成し、一回・多回繁殖型生物それぞれの最適な資源利用頻度を解析した。その結果、内的不確実性が存在するとき、餌資源の多様性が種の存続に重要な役割を果たす場合があることが分かった。この研究における理論はより一般的な生命現象に応用可能であるので、今後より複雑な生命現象に対し応用、発展が期待できると考えられる。

以上の成果に対して、審査委員一同はテーマの新奇性および数理的解析手法、得られた解析結果の妥当性に高い評価を与え、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。