

オサムシ科昆虫の地下進出に伴う爆発的種分化プロセスの解明

申請時：筑波大学大学院生命環境科学研究科生物科学専攻博士後期課程 4 年

現在：北杜市オオムラサキセンター

小粥隆弘

はじめに

オオズナガゴミムシ類（オサムシ科ナガゴミムシ属、以下、オオズ類）は、砂礫地の地下に生息することから、捕獲が困難であった。しかし、地中生節足動物を簡便に採集する地中トラップの開発に伴い、2010 年以降、これまで 1 種しか知られていなかった四国で 23 種のオオズ類が新種記載された。そのため、我が国全体では膨大な潜在種が未発見のまま眠っていること予想される。オオズ類はどのような進化プロセスを経て爆発的な種分化を経験したのだろうか。豊富な種多様性の形成理由として、砂礫地の地下環境に適応したニッチ分化（適応放散進化）、あるいは砂礫地間のジーンフローの減少に伴う異所的種分化（平行進化）という 2 つの可能性が考えられる。本研究は、①オオズ類を含むナガゴミムシ属を日本各地で採集し、分子系統解析を行い、オオズ類の適応放散進化（共通の祖先からの短期間の膨大な種分化）、平行進化の有無を明らかにすること、②生態的ニッチ・形態的形質の関係性を検討し、地下進出の鍵となる形質を見出すこと、③潜在種を採集し、新種記載することを目的とした。

① 系統解析

これまでに収集された標本や文献等で形態的特徴をもとにオオズ類の分類体系を整理し、この分類体系の分類群をなるべく網羅するように、日本各地で系統解析用の採集を行った。また、オオズ類の本州タイプ 1 種群 2 種 3 個体のミトコンドリア *COI* 遺伝子、核 16s リボソーム遺伝子・28s リボソーム遺伝子の塩基配列決定を行い、先行研究の他のナガゴミムシ属の遺伝子データとともに、系統樹を作成した。

既存文献・標本に基づきオオズ類の分類体系を整理した結果、本州タイプ (*P. macrogenys* 等 5 種群)、近畿タイプ (*P. fujimurai* 等 2 種群)、四国タイプ (*P. yoshidai* 等 6 種群)、九州タイプ (*P. macrocephalus* 等 2~3 種群) の計 4 タイプ 15~16 種群に分けられた。そこで、本研究ではこれら 4 タイプの少なくとも 1 種を採集することを目指し、岩手・群馬・栃木・長野・兵庫・和歌山・徳島・熊本県の各県で 1-3 地点、計 13 地点で採集調査を行った。その結果、本州タイプ 3 種群 3 種 (*Pterostichus kurikomasanus*、*P. macrogenys* の近縁グループ (以下、*P. macrogenys* 類)、*P. today*) 計 19 個体、近畿タイプ 1 種群 1 種 (*P. fujimurai* 類) 3 個体、九州タイプ 1 種群 1 種 (*P. macrocephalus* 類) 3 個体が獲られた。残念ながら、本州・四国の両島間の系統関係を明らかにするために必要な四国タイプを採集することができなかった。オオズ類の本州タイプ 2 種群は、*COI* 遺伝子、16s 遺伝子、28s 遺伝子いずれにおいても一つのクレードにまとまった。

オオズ類が単一の祖先をもつ独立したクレードを形成していることから、本州タイプのオオズ類は、一度の地下進出にともなう適応放散進化の可能性を示している。今後、本州タイプの他の種群や、近畿・四国・九州タイプのサンプルを含めた遺伝子解析を行い、より網羅的な検討をする必要がある。

② 生態ニッチ

中部山岳地域の菅平・八ヶ岳・南アルプス・秩父で各地域3砂礫地（崩壊地）を選択し、各崩壊地内外に3～6穴掘り、各穴の土壌深度0・25・50 cmに各1トラップを設置し、約一か月後に回収した。採集調査のデータを用い、環境要因（崩壊地内外、トラップ深度）がナガゴミムシ属の種ごとの分布に与える影響を、指標種分析（Indicator value test）を用いて検討した。

中部山岳地域の採集調査の結果、オオズ類本州タイプ2種群2種5個体を含む

ナガゴミムシ属が、計15種211個体獲られた。指標種分析の結果、オオズ類2種を含む13種が崩壊地内に依存していた（図2a, b）。オオズ類以外のナガゴミムシ属について、深度0 cm（地表面）、25 cm、50 cmを選好する種がそれぞれ、5、1、2種存在した（図1b）。オオズ類2種、オオズ類以外のナガゴミムシ属3種は、崩壊地内であれば特定の深度による偏りは検出されなかった（図2a, b）。

崩壊地に8割以上のナガゴミムシ属が依存していたことから、崩壊地は地域のナガゴミムシ属の種多様性を維持する上で重要な環境要素であることが示された。また、崩壊地内でも種によって選好する深度が異なり、ニッチ分化していることが示唆された。さらに、オオズ類が必ずしも土壌深層に生息しているわけではなく、その一方で地中生形態をもたないナガゴミムシ属も土壌深層に分布することが示された。

③ 新種記載

長野県菅平高原で獲られた本州タイプのオオズ類の一種を形態学的に新種記載した。

長野県菅平高原で獲られたオオズ類の22個体の標本が、既知種 *P. kohei* と比較してより体が扁平で色が薄いことから、新種 *Pterostichus nagasawai* として記載した（Ito & Ogai 2015）。本種 *P. nagasawai*（図2a）は、他の地表生のナガゴミムシ属と比較すると体が扁平であり、複眼が著しく退化していた。また、中部山岳地域の調査では、本州タイプの異なる種群であるオオズ類の一種 *P. macrogenys* が *P. nagasawai* とともに同一の崩壊地から採集された（図2b）。この2種

は、体長・体幅・体色・鞘翅外縁・側縁孔点列・交尾器などの形態的特徴が明瞭に異なった。*P. nagasawai* 以外にも、全国の採集調査で獲られた個体のうち、近畿タイプ（*P. fujimurai* 類）、九州タイプ（*P. macrocephalus* 類）は新種の可能性が高く、記載作業中である。地表生のナガゴミムシ属についても、4種の新種可能性種（*P. asymmetricus* 類、*P. biexcisus* 類、*P. sphodriiformi* 類、*P. hikosanus* 類）を獲ることができ、記載作業中である。

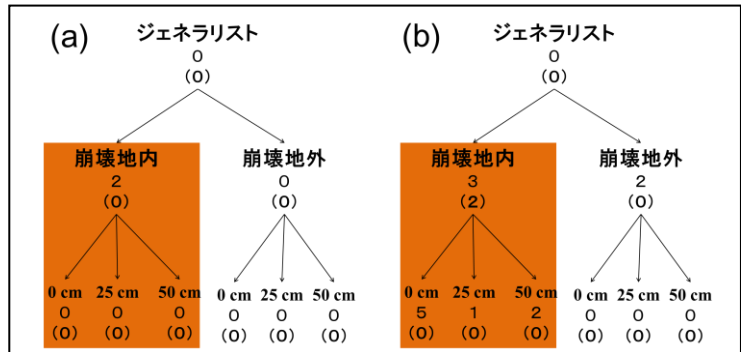


図1. (a)オオズ類2種、(b) その他のナガゴミムシ属13種について、種ごとに崩壊地内外、地表面から深度0, 25, 50 cmを独立変数としてグループ分けした指標種分析の結果。数値は指標種数を示し、括弧内の数値は有意だったもの（ $P < 0.05$, 9,999 反復）を示す。

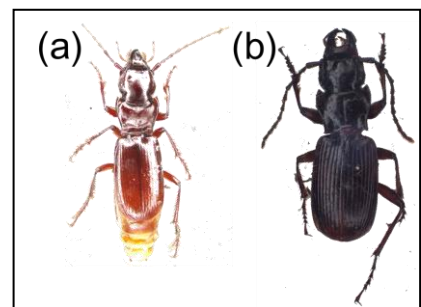


図2 (a) 新種記載した *Pterostichus nagasawai*, (b) 同所的に分布していた *P. macrogenys*。