

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26640137

研究課題名(和文) マダガスカルにおける流水性両生類の多様性維持機構の解明

研究課題名(英文) Mechanisms of species diversity in lotic Amphibia in Madagascar.

研究代表者

夏原 由博 (Natuhara, Yoshihiro)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：20270762

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：マダガスカルの溪流での多種の両生類の共存機構をと、森林の改変による両生類幼生の種数減少が溪流生態系に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

自然林、二次林、農耕地のそれぞれで3支流で、成体のトランセクト調査を行うとともに、幼生とその餌候補を採集した。

成体37種2287個体が記録され、種数は自然林、農地、二次林の順で、種組成は流域環境を反映した。幼生には5種の口器が見られ、安定同位体比分析から、幼生で一般型口器の種は、藻類や動物遺骸を食べていること、吸盤型口器は、餌中の藻類の割合が大きいことが示唆された。砂食型は窒素同位体比が大きく、分解者あるいは動物遺骸を主に食べていることが推測された。

研究成果の概要(英文)：The objectives of this study is to clarify coexistence process of amphibians and effects of species loss of the amphibian on stream ecosystems in Ranomafana National Park, Madagascar.

We conducted night visual and acoustic surveys in 12 streams in and around Ranomafana: primary forest, selectively logged forest and in adjacent degraded agricultural areas, and collected tadpoles and their potential food.

A total of 37 species and 2287 individuals of adult was recorded. Species richness was highest in primary forest and lowest in secondary forest. Species composition was affected by the vegetation.

Tadpoles (4515 individuals) were classified to 5 types by their mouth parts. Values of stable isotope suggested that foods of tadpoles with generalized mouth is algae and animal remains, that of suctional mouth is algae, and that of sandeater is decomposer or animal remains.

研究分野：生態学

キーワード：生物多様性 両棲類 熱帯雨林 マダガスカル 種間相互作用 ニッチ

1. 研究開始当初の背景

マダガスカルに生息する500種近い両生類は、ほとんどが固有種である (Glow and Vences 2007)。マダガスカルは8800万年前に最終的にインドから分離し、現存の両生類は6500万年前の地球規模の大絶滅後に島外から移住した集団が、島内で適応放散したと考えられる (Samonds et al. 2013)。近年、分子遺伝学的方法により分類学的研究は急速に進んだが、種分化を進めた要因や多種の共存が可能な条件に関する生態学的な研究はほとんどなされていない。マダガスカルでの両生類の適応放散の解明は、ガラパゴスのフィンチやタンガニーカ湖のシクリッドに匹敵する意義のある課題である。

Strauss et al. (2013)は、マダガスカルの雨林帯に位置するラノマファナ国立公園で、溪流生の幼生の微小生息場所と口器形態からニッチ分割を試みたが、測定できたニッチに種間の重複が大きく、真のニッチ幅や多種共存機構は解明されていない。そこで、安定同位体比の測定や現地での実験生態学的方法など、これまで実施されていない方法を用いて、両生類幼生をめぐる生物間相互作用の解明を試みることにした。

2. 研究の目的

本研究では、マダガスカルにおける多種の両生類の共存機構を幼生(おたまじゃくし)の食性ニッチの違いから解明し、森林の改変が、幼生期の種間関係の変化を通じて、特殊化した種の絶滅とジェネラリストの増加を招くことを示す。そのため、これまで用いられていなかった安定同位体比による餌生物の解明と、現地での実験生態学的方法を用いることにした。これらの手法によって、同時に、生態系エンジニアとしての両生類幼生の種数減少が溪流生態系に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 調査地

マダガスカル南東部のラノマファナ国立公園において調査をおこなった(図1)。調査地の標高は850-1050 m、年平均気温23.9℃、年降水量は2760 mmである。

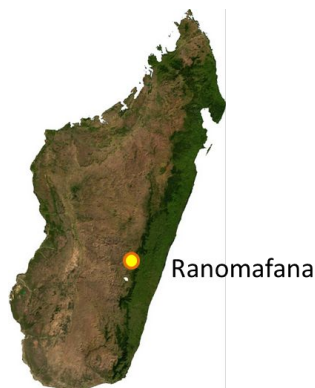


図1. ラノマファナ国立公園の位置

(2) 人為かく乱による種組成変化

かく乱によるカエルへの影響を評価するため、自然林、二次林、農地のそれぞれにおいて3支流を選び50mの調査区間を4つつ設置、夜間に鳴き声の聞き取りと目視による成体調査を行った。種数や個体数を比較するとともに、多次元尺度法(MDS)による種組成の比較を行った。幼生については各支流で瀬と淵それぞれ4地点で、手網によって10分間採集した。調査は2014年10月と2015年3月に実施した。

(3) 幼生の食性

幼生の食性を解明するために、局所生息場所と口器形態の分類と安定同位体比を利用した餌の推定を行った。各地点で、幼生と底生動物を採集するとともに、周辺植生や流速、水質を測定し、餌候補として付着藻類、浮遊粒子、デトリタス、落葉などを採取した。幼生は写真撮影し、麻酔した後、組織片を採取した。

幼生の種は、ミトコンドリアDNAの多型(シトクロムオキシダーゼ1と16SリボソームRNA遺伝子 [=cox1と16SrRNA])の多型を用いて同定した。安定同位体比は、各試料を乾燥、粉碎後、筋肉組織については脱脂し、軽元素安定同位体比測定用質量分析装置を用いて測定した。

(4) 囲い込みによる生物間相互作用の評価

両棲類幼生の生態系エンジニアとしての役割を評価するために、ポリエチレン網(2mmメッシュ)を用いた25cm x 25cmの囲いを設置した。囲い内の大型水生生物を除去した後、幼生と一辺5cmに切った落葉を投入して、25日後に落葉の面積を測定した。実験には、一般型口器の*Boophis quasiboehmei*のみ、砂食の*B. picturatus*、漏斗型口器の*Mantidactylus melanopleura*の幼生を用いた。囲いには、それぞれ単独の種のみ、2種の組み合わせ、3種すべてを合計が6個体となるよう入れたもの、および何も入れない囲いの8種類を設定した。

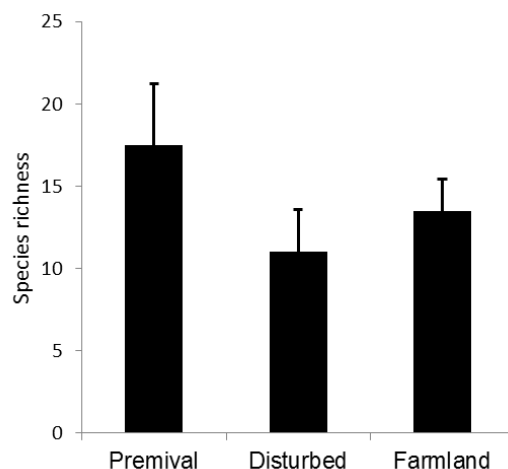


図2. 異なる植生間の成体種数の比較

4. 研究成果

(1) 人為かく乱による種組成変化

2014年10月の調査で、3地域で成体37種2287個体が記録された。種数は自然林、農地、二次林の順であった(図2)。しかし、個体数は自然林、二次林、農地の順であった。優占種は自然林と二次林ではともに *Boophis quasiboehmei* で、それぞれ全記録個体数の61%と45%を占めたが、農地では本種は5.5%に過ぎなかった。農地での優占種は、*Mantidactylus majori* であったが、全個体数中の割合は20%であった。本種は二次林では11%を占めたが、自然林では2.7%と少なかった。両種とも森林性の種とされるが、生態的な違いについては明らかではない。

MDSによって、溪流単位の種組成は地域ごとに分離できた(図3)。MDSの第1軸上で自然林、二次林、農地の順に配置されており、成体の種組成が人為かく乱に応じて変化していることは明白である。

幼生について、自然林からのサンプルはDNA解析が終わっていないが、2014年10月の調査で採集された幼生は、二次林で10種、農地で17種であった。二次林、農地とも優占種は *B. quasiboehmei* で次いで *B. madagascariensis* が多かった。いずれもgeneralizedである。第3位は二次林では、*M. melanopleura* (漏斗型)であったが、農地では *B. andohahela* (吸盤型)であった。

農地で10個体以上採集されたにもかかわらず、二次林で採集されなかったのは、*B. andohahela*、*B. tasymeria* であった。しかし、Strauss et al. (2013)によると前者のラノマファナでの出現頻度は44種中11位、後者は15位であり、比較的普通に見られる種であると考えられる。我々の調査で二次林から採集されなかった原因は不明である。一方、二次林で10個体以上採集されたが農地では採集されなかった種は *B. picturatus* であった。この種は外見で明瞭に区別でき、自然林でも普通に見られた。

成体と幼生の種組成の相関係数は、二次林

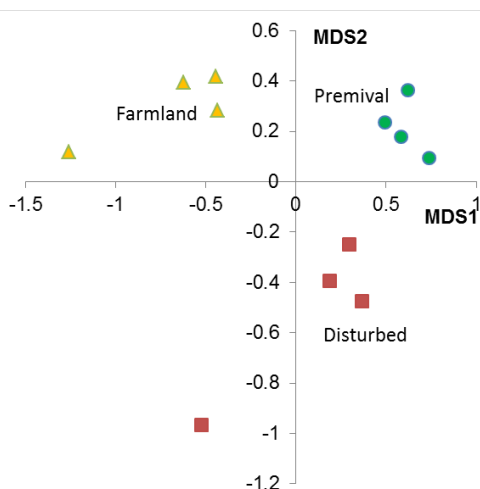


図3. MDSによる支流単位の種組成の比較

では0.75と高い値が得られたが、農地では0.26と低かった。調査地の農地は森林と隣接しているため、森林内で産卵された幼生が、農地内の溪流に移動して生息していることも考えられる。特に *Boophis* 属は樹上性で成体は農地で個体数が少なかったが、幼生は多く見られた。

(2) 幼生の食性

採集した4515個体の幼生は、その口器から5タイプ(一般型、漏斗型、吸盤型、唇歯縮小型、砂食)に分類できた。

安定同位体比分析の結果、一般型の口器を持つ種は、種によって炭素同位体比の大きく異なったが、窒素同位体比の違ひは小さく、主に藻類や昆虫(死体)を食べていることが示唆された(図4)。落葉が主たる餌とする種は見られなかった。漏斗型口器の種は、炭素同位体比の違ひは小さく、餌の種類がより限られていることが示唆された。急流に生息する吸盤型口器は、一般型より窒素同位体比が小さく、餌中の付着藻類の割合が大きいたことが示唆された。砂食型の *B. picturatus* は窒素同位体比が大きく、分解者である微生物あるいは動物遺骸を主に食べていることが推測され、従来考えられたように間隙中の珪藻が主たる餌ではないことが明らかとなった。

(3) 囲い込みによる生物間相互作用の評価

囲い込み実験の結果、落葉の減少率は、3種を入れたものが最も大きく、次いで、*M. melanopleura* 単独、*B. quasiboehmei* 単独、*M. melanopleura* と *B. quasiboehmei* の組み合わせがほぼ同程度であった。投入した幼生は落葉を食べないにもかかわらず、落葉の消費が促進された。これは、幼生の排泄物に含まれる窒素が落葉表面の微生物を増加させたためではないかと考えられる。安定同位体比によって、*B. picturatus* は微生物を食べることが推定されたことから、本種の存在は落葉

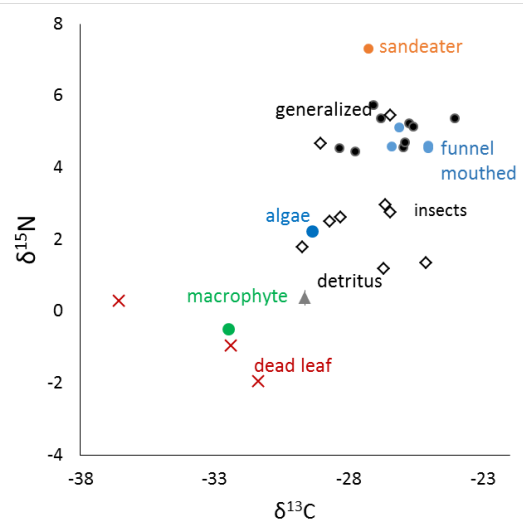


図4. 自然林で採取した幼生および餌候補の窒素、炭素安定同位体比

の分解を促進しないものと考えられた。しかし、本種を含む3種の混合で最も落葉の消失が進んだ理由は明らかではない。

引用文献

Glaw F, Vences M (2007) A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar (3rd edition). Vences & Glaw,

Samonds KE, Godfrey LR, Ali JR, Goodman SM, Vences M, et al. (2013) Imperfect Isolation: Factors and Filters Shaping Madagascar's Extant Vertebrate Fauna. PLoS ONE 8(4): e62086.

doi:10.1371/journal.pone.0062086

Straus A, Randrianiaina RD, Vences M, Glos J (2013) Species distribution and assembly patterns of frog larvae in rainforest streams of Madagascar. Hydrobiologia 702, 27-43

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

1) Ramamonjisoa N, Rakotonoely H, Natuhara Y (2016) Animal or algal materials: Food toughness, food concentration and competitor density influence food choice in an omnivorous tadpole. Herpetologica 72: 114-119 (doi: <http://dx.doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-15-00051>) (査読有り)

2) Ramamonjisoa N, Iwai N, Natuhara Y (in press) Post-metamorphic costs of carnivorous diets in an omnivorous tadpole. Copeia (査読有り)

[学会発表](計 2件)

1) 夏原由博, Ramamongisoa N (2016) マダガスカルの流水性幼生の食性の多様性, 日本生態学会, 仙台, 2016年3月23日

2) Ramamongisoa N, Natuhara Y (2016) Values of degraded habitats for maintaining frog diversity in Ranomafana. 日本生態学会, 仙台, 2016年3月22日

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

夏原由博 (Yoshihiro Natuhara)

名古屋大学環境学研究科・教授

研究者番号: 20270762

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: