

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07270

研究課題名(和文) 樹上性カタツムリを指標とした森林の分断化影響評価

研究課題名(英文) Arboreal land snail as an indicator for evaluating effects of forest fragmentation on biodiversity

研究代表者

佐伯 いく代 (SAEKI, Ikuyo)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：70706837

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：森林の分断化は野生生物の生息に負の影響を与えると考えられているが、個々の種の応答は多様である。我々は、こうした違いが種のもつ行動形質の差異から生み出されるとの仮説をたて、樹上性のサッポロマイマイと地表性のエゾマイマイの分断化への応答メカニズムを比較した。北海道苫小牧市において、連続性の高い自然林から市街地内の分断化した森林にかけ、両種の生息密度と捕食者による捕食圧の変化を比較した。その結果、エゾマイマイは、森林の分断化によって地上性哺乳類による捕食圧が緩和され個体数が増加するが、サッポロマイマイにはその現象がみられないこと、しかし個体密度は分断化した森林ほど減少していることが明らかにされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は、森をきりひらいて街をつくるという人間の活動が、陸産貝類をはじめとする動物たちに様々な影響を与えていることを示している。森林が分断化されると、サッポロマイマイは生息密度が低下すると考えられた。本種は樹上性で、常にタヌキなど地表の捕食者を回避することはできるが、そもそも樹木がないと生活できないため、森林がなくなると生存や移動が難しくなる。一方地表性のエゾマイマイは、連続林では哺乳類に頻りに捕食されるが、分断化した森林では捕食者がいなくなるため、数が増えると考えられた。野生生物はそれぞれ他の生き物と複雑な関係を結んでいる。森林の分断化はこうした関係性も変化させることが明らかにされた。

研究成果の概要(英文)：Urbanization generally reduces wildlife populations, but individual species responses are highly variable. Such variability may be explained by differences in species ecological traits. To examine this hypothesis, we compared population densities and trophic interactions of two land snails, ground-dwelling *Ezohelix gainesi* and arboreal *Euhadra brandtii*. Our results show markedly high *E. gainesi* and low *E. brandtii* densities in the urban, fragmented forests. According to manipulative field experiments, ground-tethered *E. gainesi* survived at high rates in urban forests. By contrast, tree-tethered *E. brandtii* maintained high survival rates both in urban and continuous forests. A lack of predatory mammals likely enables ground-dwelling *E. gainesi* to occur at high densities in urban forests. *E. brandtii* was not affected by this predation-relaxation effect. However, the absence of this species in urban forests suggests that canopy-dwellers may be more sensitive to forest fragmentation.

研究分野：保全生態学

キーワード：生物多様性 森林 林冠 陸産貝類 都市化 保全 捕食被食関係 操作実験

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

森林の分断化は、野生生物の生息に負の影響を与えると考えられている。しかし個々の種の応答は多様であり、中には生息地の分断化によって個体数が増加するものもある。

2. 研究の目的

我々はこうした違いが種のもつ行動形質の差異から生み出されるとの仮説をたて、サッポロマイマイ (*Euhadra brandtii sapporo*) とエゾマイマイ (*Ezohelix gainesi*) という陸産貝類に着目し、分断化への応答メカニズムを比較することとした。前者は樹上性、後者は地表性である。

3. 研究の方法

(1) 調査地

調査は、北海道苫小牧市で行った。北海道は、一般に、自然の豊かな地域として知られているが、苫小牧市では、1963年に大規模な港がつくられ、海沿いに市街地が広がっている。私たちは、都市の断片化した森林から、市の北部に広がる連続した森林にかけ、9か所の調査地を設置した(図1)。



図1. 調査地の位置. 連続林: 連続した自然林の広がる森林. 半連続林: 連続林の周縁で都市域と接する森林. 孤立林: 都市内に孤立した小面積の森林.

(2) 調査対象としたカタツムリ

調査は、サッポロマイマイとエゾマイマイという2種を対象に行った(図2)。サッポロマイマイは、樹上性で、木の上で生活する特徴をもつ。一方エゾマイマイは、おもに地表で生活する。



図2. 樹上性のサッポロマイマイ(左)と地表性のエゾマイマイ(右)。

(3) 調査方法

調査は、①カタツムリの生息密度、②カタツムリへの捕食圧、③カタツムリの捕食者相の3つに分けて実施した。

①生息密度

9か所の森林において、1か所あたり、約5.4m×5.4mの調査区を3つ設け、サッポロマイマイとエゾマイマイが、どれぐらいの密度で生息しているのかを調べた。サッポロマイマイは、通常、木の上で生活しているが、秋になって気温が下がってくると、地表の落葉層におりてくること

わかっている。そこで、10月下旬から11月上旬ごろに、地表の落葉層の中のカタツムリを探す調査を行った（図3）。

10月下旬-11月上旬



図3. 落ち葉の中にあるエゾマイマイ（左）とサッポロマイマイ（中央）. 調査は、右図のように区画（白線）をくぎって実施した.

②捕食圧

森林には、カタツムリを食べる動物が存在する。こうした「捕食者」とカタツムリとの関係性を調べるため、各調査地点に、糸を結びつけたカタツムリを設置し、どのような動物が、どれぐらいカタツムリを食べにくるのかを、自動撮影カメラを設置して記録した（図4、図5）。

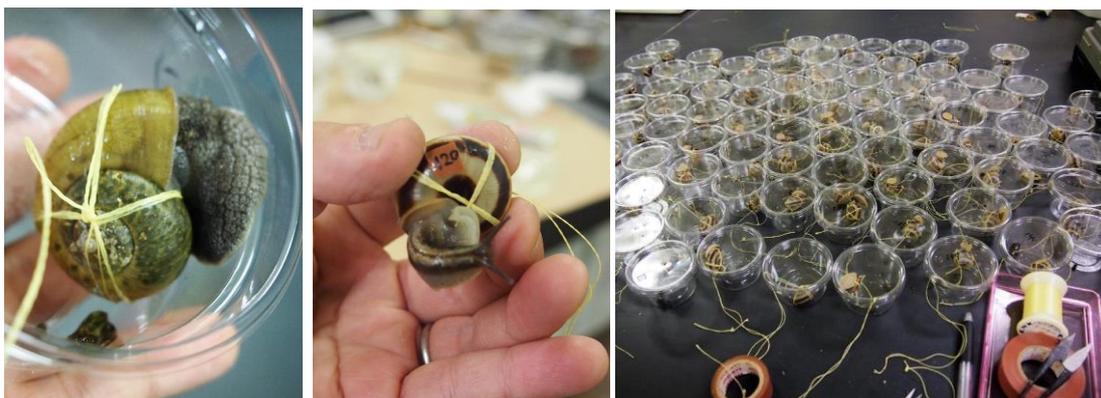
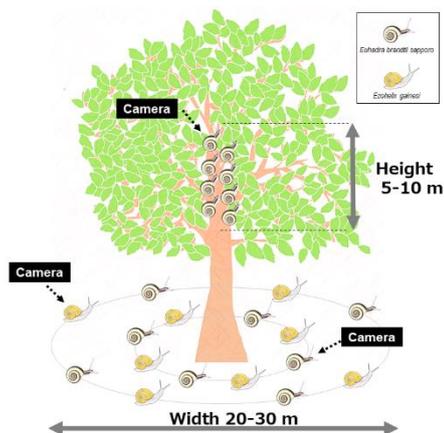


図4. 糸付けしたカタツムリ. 左：エゾマイマイ 中央：サッポロマイマイ 右：実験の準備の様子.

図5. 野外実験の様子. 調査地ごとに、1本の樹木を選び、樹上に8個体のサッポロマイマイを、地表に8個体のサッポロマイマイと8個体のエゾマイマイをそれぞれ糸付けして固定した. また、自動撮影カメラを1調査地あたり3台設置し、どのような動物がカタツムリを捕食するのかを記録した.



③捕食者相調査

カタツムリを食べる動物には、オサムシという、地表を徘徊する甲虫の仲間が知られている。しかしオサムシは、体が小さく、自動撮影カメラではとらえることができない。そこで各調査地点に、ピットフォール調査という落とし穴式のトラップを設置し、オサムシ類がどれぐらい活動しているのかを調べた。また、捕食圧を調べる実験（②）の期間以外にも、自動撮影カメラを設置し、調査地点に出現する哺乳類や鳥類を調べた。



図6. ピットフォールトラップ (左) とオサムシ (甲虫) による捕食の様子 (右: 実験室にて).

4. 研究成果

①カタツムリの生息密度

サッポロマイマイとエゾマイマイの生息密度を調べてみると、サッポロマイマイは、都市域にいくほど、個体数が減少し、市街地の中の孤立した森林では、1個体も発見することができなかった。これは、サッポロマイマイが、何らかの理由で、都市域の森林では生息できないことを示している。一方、エゾマイマイは全く逆の傾向を示した。つまり、連続した森林では数が少ないものの、都市域の森林ほど、数が増えるという結果となった (図7)。

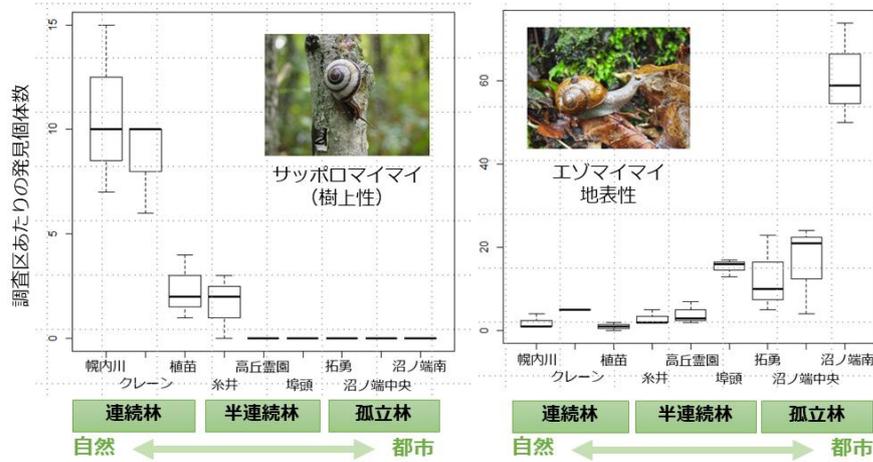


図7. 都市化の度合いによるサッポロマイマイとエゾマイマイの生息密度の違い。サッポロマイマイは、自然性の高い連続した森林に多いが、エゾマイマイは、都市の孤立林に多い。

②捕食圧

カタツムリに対する捕食状況を調べるため、糸をつけたカタツムリを調査地に固定して観察したところ、地表に固定したエゾマイマイは、連続した森林やその周辺で、頻繁にタヌキやキツネに捕食され、殻が割れたり、糸が切られて持ち去られてしまうということがあった。一方、都市域の孤立林では、それが見られず、ほぼ100%の生存率を保っていた。地表に固定したサッポロマイマイも連続林で、タヌキなどに食べられ、生存率が低下していた。しかし、樹上に固定したサッポロマイマイは、連続林、孤立林ともに生存率が高い結果となった。これは、樹上という環境が、捕食者を避けるために有効であることを示している (図8)。

③捕食者相

捕食者相の変化を調べるため自動撮影カメラ調査を実施したところ、カタツムリを捕食するタヌキやキツネは、都市内の孤立林では記録されなかった (図9)。これは、都市化によって、森林のサイズが小さくなると、これら中型の哺乳類が生息できなくなることを示している。一方、オサムシ類について、ピットフォールトラップ調査を実施したところ、連続した森林から都市の孤立林にかけ、どの調査地においてもカタツムリを捕食する種が一定数、記録された。これらのことから、森林の分断化による捕食圧の変化という点では、オサムシ類は、哺乳類よりも影響が小さいと考えられた。

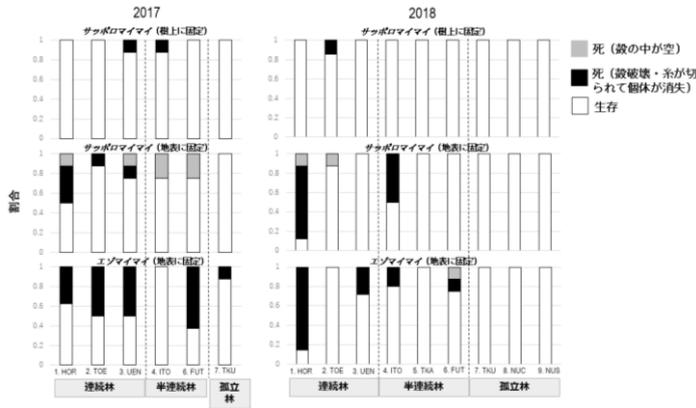


図8. 野外に糸付けしたサッポロマイマイとエゾマイマイの生死の割合. 地表に固定したカタツムリは、サッポロマイマイ、エゾマイマイともに、連続林で殻割れなどによる死亡が多いことがわかる。

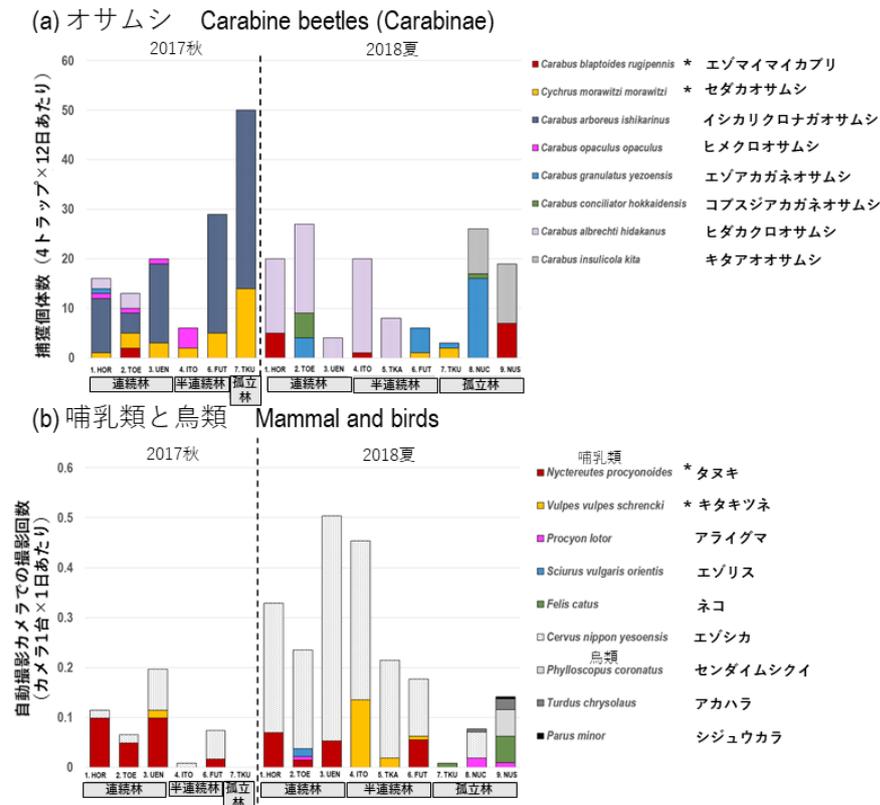


図9. ピットフォール調査(上)と自動撮影カメラ調査(下)による捕食者相の比較. 上図のアスタリスク(*)は、カタツムリを専門に食べることで知られる甲虫の種類を示す. 下図のアスタリスク(*)は、捕食実験でカタツムリを捕食していた哺乳類を示す。

都市化によって、森林が消失したり、分断されたりすると、サッポロマイマイは生息密度が低下すると考えられた。サッポロマイマイは、樹上性で、常にタヌキやキツネといった地表の捕食者を回避することはできる。しかし、そもそも樹木がないと生活できないため、森林がなくなってしまうと、生存自体が難しくなると考えられた。一方、地表性のエゾマイマイは、連続した自然林では、タヌキやキツネなどに頻繁に捕食されるが、都市の分断化した森林では、こうした動物がいなくなるため、逆に数が増えると考えられた。エゾマイマイは、大きなカタツムリで、横方向への移動能力もサッポロマイマイより大きいと考えられる。そのため、タヌキやキツネがない都市の森で、数が増えていると考えられる。本研究の結果は、森をきりひらいて街をつくるという人間の活動が、カタツムリをはじめとする動物たちに様々な影響を与えていることを示している。野生生物はそれぞれ、ほかの生き物と複雑な関係を結んでいる。森林の消失は、こうした他の生き物どうしの関係性も変化させ、その結果、特定の生き物の数が増えたり減ったりする場合があることが明らかにされた。なお、ピットフォール調査の結果から、港近くの森林において、苫小牧市でこれまで確認されていなかったキタアオオサムシという甲虫が発見された。連続した森林やその周縁部では見つかっていないので、人間活動によって本州からもちこまれた国内外来種であると推測される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Saeki, I., S. Niwa, A. Osada, W. Azuma, and T. Hiura.	4. 巻 23
2. 論文標題 Contrasting effects of urbanization on arboreal and ground-dwelling land snails: Role of trophic interactions and habitat fragmentation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Urban Ecosystems	6. 最初と最後の頁 603-614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s11252-020-00930-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 丹羽慈; 佐伯 いく代	4. 巻 106
2. 論文標題 北海道苫小牧市におけるアオオサムシの生息の確認とDNA 分析 による移入元個体群の推定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Edaphologia	6. 最初と最後の頁 19-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.20695/edaphologia.106.0_19	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 佐伯いく代・丹羽慈・長田典之・東若菜・日浦勉
2. 発表標題 都市化が陸産貝類に与える影響：地表性エゾマイマイと樹上性サッポロマイマイの比較から見えるもの
3. 学会等名 日本貝類学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐伯いく代・丹羽慈・長田典之・東若菜・日浦勉
2. 発表標題 都市化によって増えるカタツムリと減るカタツムリ - 捕食パラドックスの検証 -
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐伯 いく代; 丹羽慈; 長田典之; 東若菜; 日浦勉
2. 発表標題 森林の分断化が陸産貝類に与える影響
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ikuyo Saeki, Shigeru Niwa, Noriyuki Osada, Wakana Azuma, Tsutom Hiura
2. 発表標題 Contrasting occurrences of arboreal and ground-dwelling land snails along an urbanization gradient: the role of predation and fragmentation.
3. 学会等名 29th International Congress for Conservation biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	日浦 勉 (HIURA Tsutom) (70250496)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授 (10101)	
研究 分担者	長田 典之 (OSADA Noriyuki) (80400307)	名城大学・農学部・准教授 (33919)	
研究 協力者	丹羽 慈 (NIWA Shigeru)	自然環境研究センター	

