

平成29年3月30日

報道関係者各位

国立大学法人 筑波大学
国立大学法人 北海道大学

木登りカタツムリはなぜ木に登る？ ～樹上生活性が進化した適応的意義～

研究成果のポイント

1. 樹上性カタツムリであるサッポロマイマイ^{註1}が、春に樹上に移動し秋に地表に降りてくるという面白い行動特性を進化させた適応的意義を明らかにしました。
2. この行動には、地表の捕食者を回避し生存率を高める効果があること、樹上に生育する地衣・コケ類を食物資源として利用していることが明らかとなりました。
3. 樹上に生息する動物は多いものの、その適応的意義を自然環境下で実験的に確かめた例はほとんどなく、その点で本成果は高く評価できます。

国立大学法人筑波大学芸術系の佐伯いく代准教授(自然遺産分野)、国立大学法人北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの日浦勉教授らの研究グループは、樹上性カタツムリ的一种であるサッポロマイマイの生態を調査し、このカタツムリがなぜ木の上という特殊な空間を利用するのかに関する研究を行いました。その結果、林床での冬眠を終えたカタツムリは樹上に移動し、秋になると再び冬眠のため林床に移動すること、樹上の捕食圧は林床よりも低いこと、樹上では林床性のカタツムリとは異なる食物を利用していることなどが判明しました。風通しのよい木の上は、カタツムリの生息にはあまり適していないと一般的には考えられています。しかし本研究から、サッポロマイマイは、捕食者が少ない上に食物に不自由しない樹上という環境にうまく適応進化していることがわかりました。

本研究は、樹上生活への適応的意義を、カタツムリという超スローライフな樹上性動物に着目することにより、自然環境下で実験的に証明した点で評価されます。また、高木の生える原生林を保護することの意義を考える上でも示唆に富む成果です。

本研究の成果は、「Animal Behaviour」のオンライン版で2017年3月27日に先行公開されました。

* 本研究は、三井物産環境基金が助成する研究助成事業「樹上性陸産貝類」を用いた森林環境の指標化(研究期間:平成26～28年度)によって実施されました。

研究の背景

森林には、多くの野生生物が生息しています。樹木は上に向かって成長するため、その集合体である森林は、三次元の複雑な立体構造を有しています。しかしわたしたち人間が容易に観察できるのは、せいぜい地上2-3mの高さまでであり、それよりも上方の空間、すなわち「林冠(りんかん)」に棲む生物については、まだわかっていないことが多く残されています。たとえば、樹上に生息する生き物は、そもそもなぜ木の上で生活しているのでしょうか。木の上は風通しがよいため、湿気が多いジメジメした場所を好むカタツムリの生息には適していないように思われます。本

研究グループは、樹上性カタツムリの一種であるサッポロマイマイ(図1)を対象として、野生生物の樹上生活性の適応的意義を明らかにするための研究を行いました。

研究内容と成果

1. いつ木に登るのか？ ー林冠での季節行動観察ー

まず、サッポロマイマイが、1年のうち、どれぐらいの期間、木の上で生活しているのかを調べました。北海道大学 苫小牧研究林には、高さ約14mの森林観測用のタワー(通称ジャングルジム、図2)が設置してあります。研究グループは、これを利用し、サッポロマイマイの樹上での行動ならびに個体数を記録しました。その結果、サッポロマイマイは、冬季は林床の落葉の中で冬眠し、5月中旬になると一斉に樹上に移動し、その後しばらく木の上で生活した後、10月中旬ごろに越冬のため再び地上に降りてくることがわかりました(図3)。^{注2} ジャングルジム脇に設置した、昆虫採集用ピットフォールトラップの結果によれば、春の登り始めの時期は、カタツムリの捕食者である地表性のオサムシ類が活動を開始する少し前でした。一方、サッポロマイマイが樹上から降りてくる時期は、オサムシ類がほぼ活動を停止する時期と一致していました。このことから、サッポロマイマイが木に登ることには、地表に生息する捕食者を回避する効果があるのではないかと推定されました。

2. 木に登らないとどうなるのか？ ー野外操作実験ー

「では、木に登らなかつたらサッポロマイマイは捕食者に食べられてしまうのか？」この問いに答えるため、樹上と地表での生存率を比較するための野外操作実験を行いました(図4)。これは、サッポロマイマイに糸をくくりつけ、①樹上に固定するグループ(樹上グループ)、②木に登れないよう地表に固定するグループ(地表グループ)、③地表に固定するが、地表から2センチ程度の隙間があくようザルをかぶせて大型の動物が捕食できないようにしたグループ(地表+ザルグループ)の3つの実験システムを自然林内に設置しました。そしてセンサーカメラをとりつけ、夏季に約2週間、観察しました。すると地表グループは、樹上グループに比べて著しく生存率が低い結果となりました(図5・左)。地表グループの主な死因は、タヌキ、ネズミ、オサムシ類などによる捕食と衰弱死でした。一方、ザルをかぶせた地表グループは、タヌキなどの大型動物による捕食圧が軽減されるため、地表グループよりもやや生存率が高い傾向にありました。しかし、樹上グループよりは生存率が低いという結果でした。

さらに同じ実験を、サッポロマイマイが秋に樹上から降りてくる少し前の時期にも実施しました。すると、樹上グループと地表グループとの生存率の差が夏の実験よりも小さくなっていました(図5・右)。この理由としては、サッポロマイマイの捕食者であるオサムシ類の活動が気温低下にともなって弱まっていたこと、さらには、捕食者であるタヌキの主食がカタツムリや昆虫などの小動物から熟した果実へと季節変化したことなどが考えられました。以上の結果から、サッポロマイマイが木から降りてくる時期は、夏に比べて安全な時期にあたることが明らかとなりました。

3. 木の上に食べものはあるのか？ ー安定同位体分析ー

実験により、サッポロマイマイにとって、樹上は生存率を高める上で重要な場所であることがわかりました。しかし、木の上には、サッポロマイマイが生きていくための食物資源はあるのでしょうか？ 安定同位体分析という手法を用いて調べてみると、サッポロマイマイは、地衣類やコケ類を食物資源として利用していることがわかりました(図6)。サッポロマイマイが多く生息する自然性の高い森林の樹上には、地衣・コケ類が幹や枝にたくさんついています。こうしたものを食べ物として利用することで、サッポロマイマイは樹上で生活することが可能となっていると考えられます。

以上の結果から、樹上性カタツムリであるサッポロマイマイは、地表にいる様々な捕食者を回避し、生存率を高めるために木に登ることが強く示唆されました。また食物資源として利用している地衣・コケ類が樹上にあることも樹上で生存していく助けとなっていると考えられました。樹上性動物の生態については研究が進んでいません。リスやムササビといった哺乳類は、動きが早いに警戒心が強いいため、観察が難しいという事情もあります。今回の研究

は、カタツムリという超スローライフな樹上性動物に着目したことで、樹上を生活場所とすることの適応的意義を自然環境下で実験的に証明できた点で評価されます。また、そもそもこのカタツムリの樹上での分布や行動特性については、ほとんど知られていませんでした。林冠観察用のジャングルジムや木登り技術を駆使して、その生態をつぶさに明らかにしたことも本研究の成果といえます。

今後の展開

1. 樹上を利用するカタツムリは国内外にたくさん知られています。これらのカタツムリや、他の樹上性動物についても、捕食者や食物資源との関係性を検証していくことで、樹上生活性の進化プロセスをより深く理解できると考えられます。
2. サッポロマイマイの樹上生活性の進化は、樹上に強力な捕食者がいなかったことによります。しかし最近では、外来生物のアライグマが侵入し、サッポロマイマイを捕食していることがわかりました(Saeki et al. in press)。アライグマは手先が器用で木登りが上手なため、木の上にいるサッポロマイマイを簡単に捕まえることができます。長い時間をかけて樹上生活性を進化させてきた生物にとって、こうした移入種は大きな脅威となります。またサッポロマイマイは、原生的な森林環境を好みます。樹上性生物にとっては、樹高が高く、枝ぶりの複雑に発達した森林が大切な棲みかです。しかし森林の開発や人工林化などにより、そうした原生林は減少しつつあります。現在、本研究グループは、近年の森林環境の変化が、樹上の生物相にどのような影響を与えているかに関する研究を行っています。サッポロマイマイのような、林冠と地表とをいったりきたりする生物は、わたしたちの目に触れる機会の少ない、木の上の生態系の環境を知る指標種としての潜在性も秘めています。

参考図



図 1. サッポロマイマイ（左）と樹上での生息の様子（右・○印内）



図 2. 林冠観測用ジャングルジム（左）とサッポロマイマイの調査の様子（右）

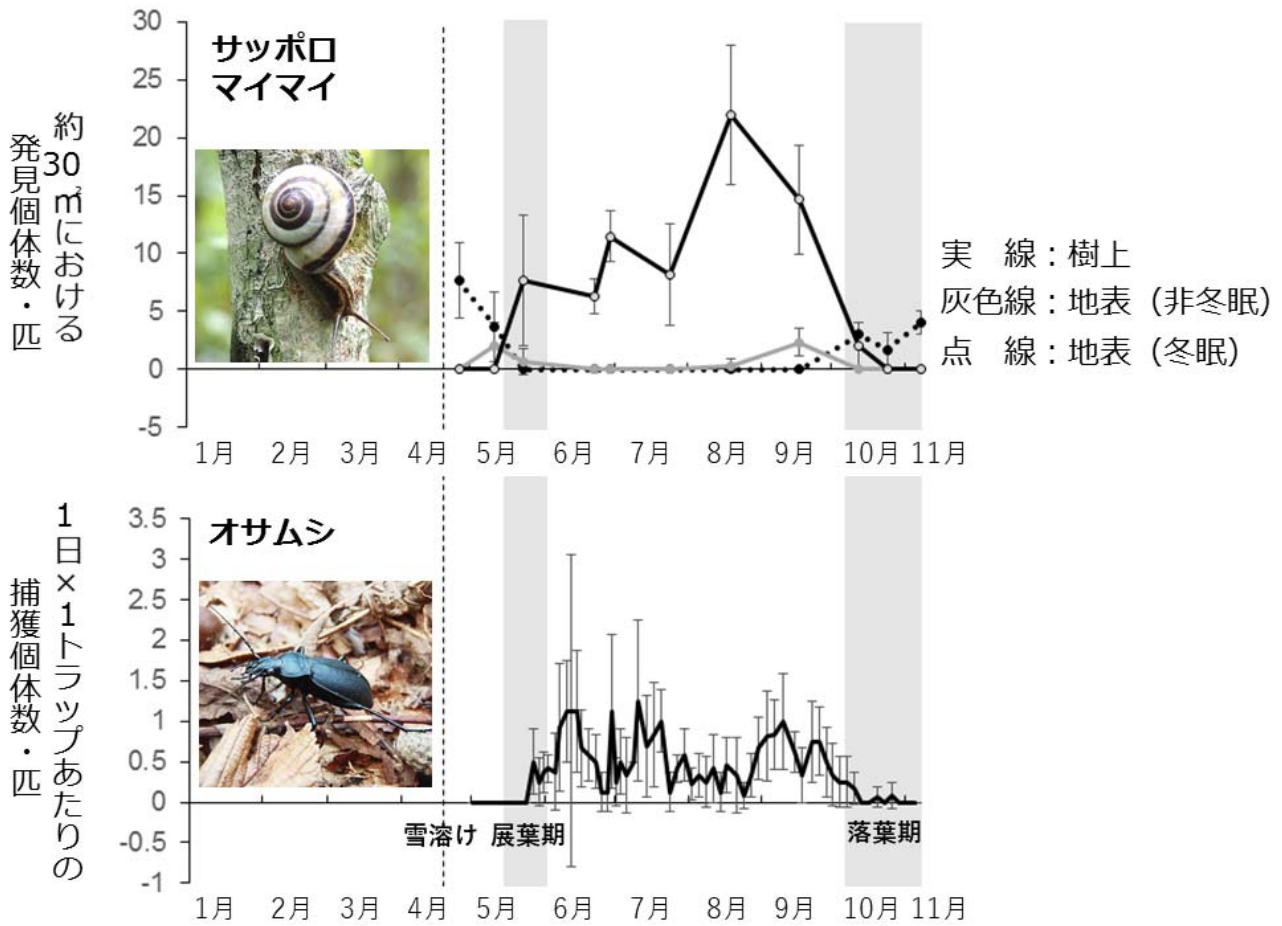


図3. サッポロマイマイとオサムシ類の活動性・生息場所の季節変化

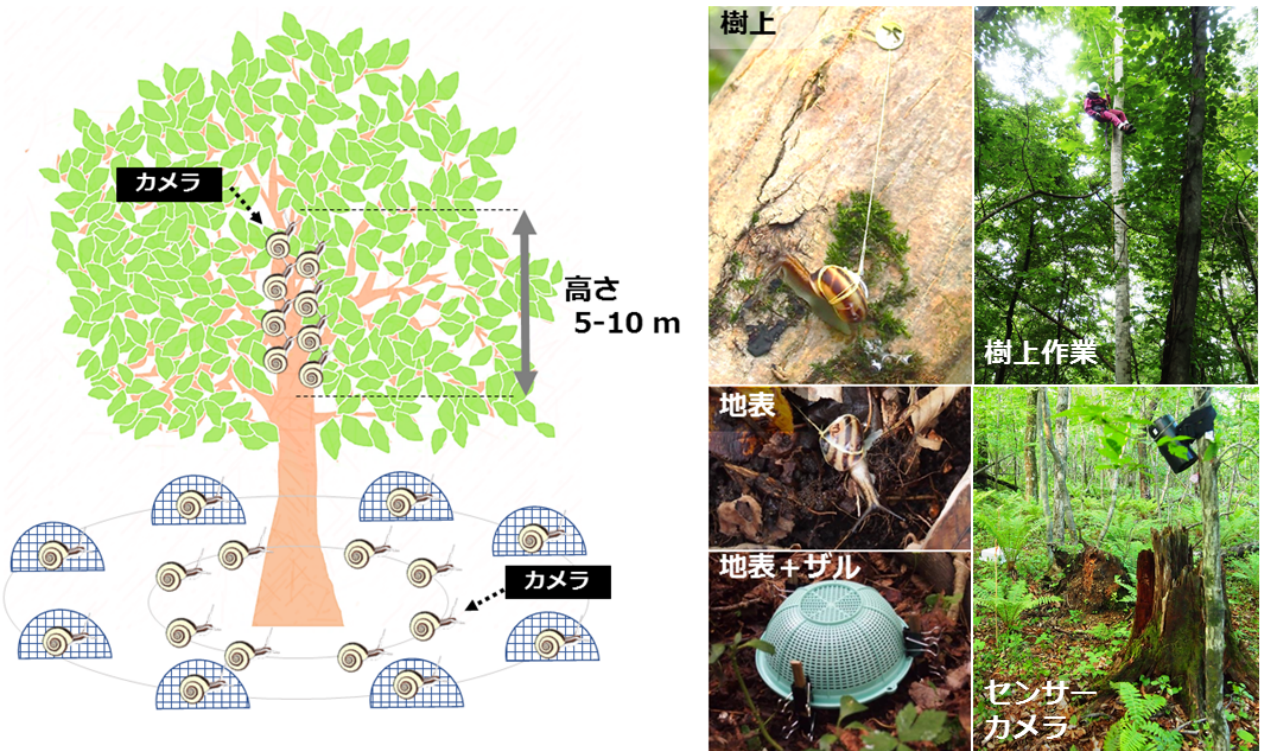


図4. 野外操作実験の模式図. サッポロマイマイに糸を付け、自然林内で「樹上」、「地表」、「地表+ザル」の環境に固定。

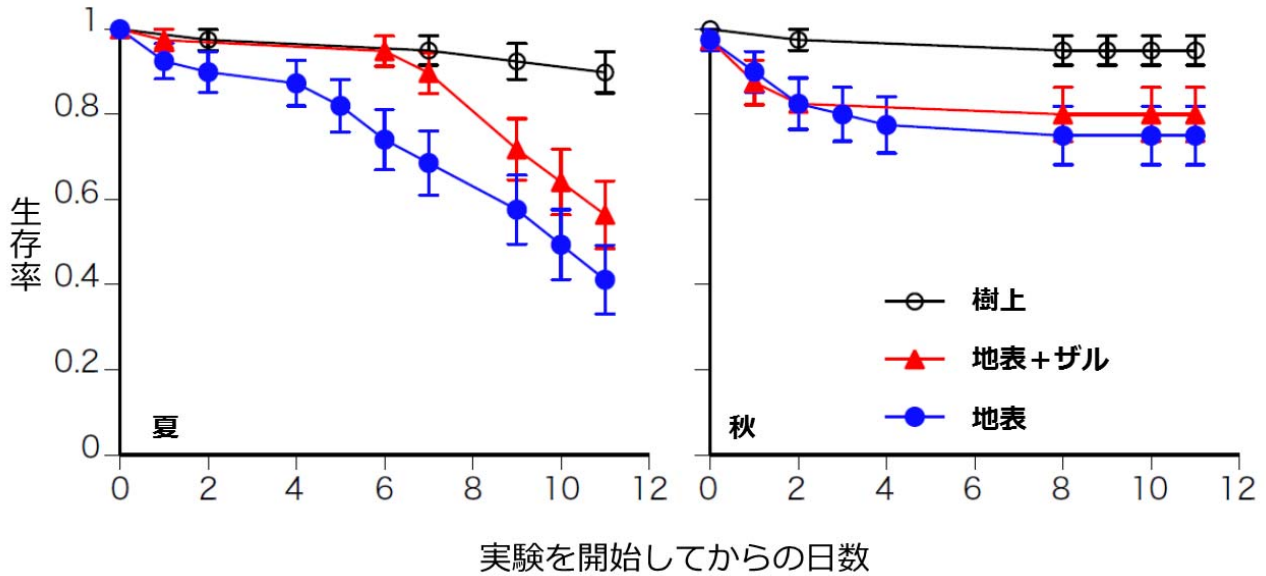


図 5. 野外操作実験（図 4 参照）におけるサップロマイマイの生存率の比較

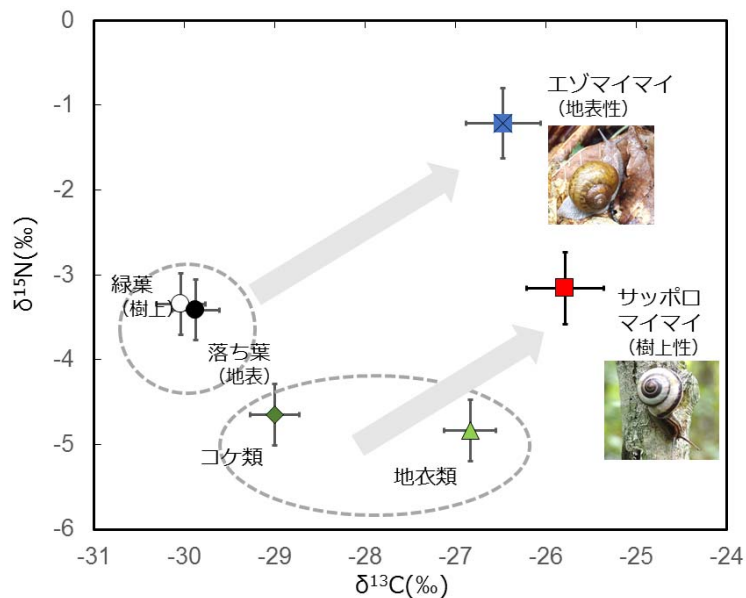


図 6. 安定同位体分析による樹上性サップロマイマイと地表性エゾマイマイの食性の比較。灰色の矢印は推測された食物資源と生物との関係性を示す。縦軸は窒素、横軸は炭素の安定同位体が試料に含まれる量。緑葉、落ち葉、コケ類、地衣類は窒素源や光合成活性の違いによってそれぞれ含有量が異なる。動物は食物資源から得た安定同位体を一定の割合で濃縮するため、濃縮率を勘案することで食物を推定できる。

用語解説

注 1) サップロマイマイ *Euhadra brandtii sapporo* 関東から東北地方に分布する樹上性のカタツムリ、ヒタチマイマイの北海道固有の亜種。

注 2) サップロマイマイの寿命はまだよくわかっていないが、生理的には少なくとも 5 年以上と推定される。

参考文献

Ikuyo SAEKI, Shigeru NIWA, Noriyuki OSADA. Predation of a rare arboreal land snail (*Euhadra brandtii sapporo*) by introduced common raccoon (*Procyon lotor*) Venus (in press)

掲載論文

【題名】 Adaptive significance of arboreality: field evidence from a tree-climbing land snail

【著者名】 Ikuyo SAEKI, Shigeru NIWA, Noriyuki OSADA, Fujio HYODO, Tamihisa OHTA, Yoshitaka OISHI, Tsutomu HIURA

佐伯いく代(筑波大学)、丹羽慈(自然環境研究センター)、長田典之(北海道大学)、兵藤不二夫(岡山大学)、太田民久(総合地球環境学研究所)、大石善隆(福井県立大学)、日浦勉(北海道大学)

【掲載誌】 Animal Behaviour

doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.02.022

問合わせ先

佐伯いく代(さえきいくよ)

筑波大学大学院芸術系 (世界遺産専攻自然遺産分野) 准教授

〒305-8571 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: saeki.ikuyo.ge@u.tsukuba.ac.jp

Tel: 029-853-7686