

徳之島の魚を探る

鹿児島高校2年 餅田 樹

1. はじめに

徳之島での淡水産魚類の研究の歴史は古く、Kroiva(1927)が島内の河川より記録したウナギ、オオウナギ、ドジョウ、フナの仲間の4種が最も古いとされる。しかしながら、徳之島の海水産魚類の研究は乏しく、徳之島の魚類の編成はよくわかつていない。また近年、徳之島は世界自然遺産登録を目指しており、徳之島の魚類相の解明は必要不可欠である。

2. 目的

徳之島の魚類相を解明する。

3. 方法

筆者は2013年8月19日から2017年3月22日にかけて徳之島で魚類採集を行い、標本を作製した。それらを、2017年5月から詳細に同定し鹿児島大学研究博物館の登録標本とした。また、同博物館にすでに登録されている標本中で徳之島産のものを抽出し、前述の標本とあわせて整理し、徳之島の魚類相を解明するための資料とした。さらに、他の14の地点の魚類相を比較し、どの地点に近いかを検討した。

4. 結果

徳之島初記録種である214種を含む、19目88科257属505種の魚類が徳之島より確認された(表1)。最も多くの種が属する科(図1)はGobiidae(ハゼ科)であり、種数75種、全体の14.9%を占めた。次いで

(ベラ科)の順であった。なお、10位の科の中でBalistidae(モンガラカワハギ科)が確認されたのは徳之島だけであった。

また、上位10位の科(図1、図2、図3)について他の14の地点(相模湾、大瀬崎(駿河湾)、串本(紀伊半島)、柏島(四国)、硫黄島・竹島(大隅諸島)、屋久島、奄美大島、与論島、沖縄島、西表島、小笠原)と比較した結果、地理的に近い奄美大島より与論島に類似した(奄美大島および与論島以外のデータは省略)。

表1 徳之島産標本の目、科、属及び種数

目	19目
科	88科
属	257属
種	505種
徳之島初記録種	214種

5. 考察

上位10位の科の比較結果から、徳之島の魚類相は与論島に近いと推察される。よって徳之島と与論島との間に位置する沖永良部島も徳之島の魚類相に近いと考えられる。なお、奄美大島と徳之島以南の3島とは魚類相が異なると推測できる。

6. まとめ

今回、の調査で、徳之島の魚類の構成が解明した。今後は、種での比較と徳之島初確認種の214種に焦点を当て、研究したい。

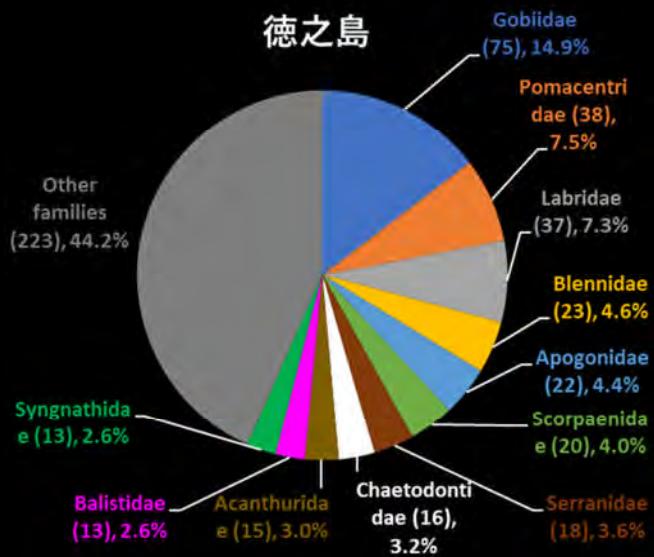


図1 徳之島産標本の上位10位の各科が占める割合 ()内の数字は種数

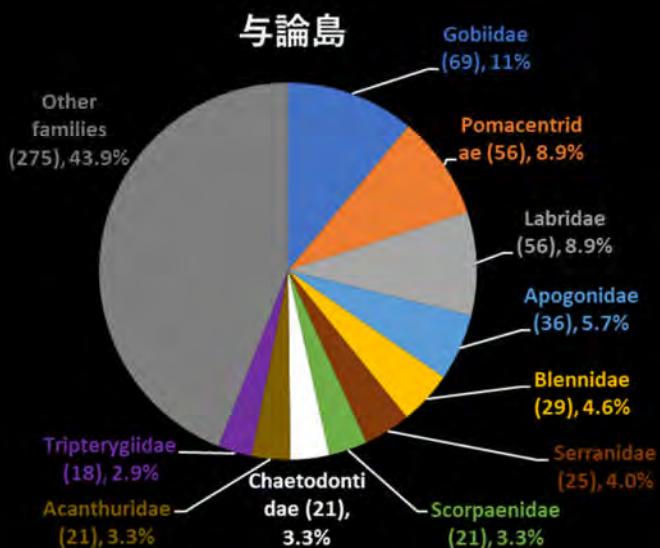


図2 与論島産標本の上位10位の各科が占める割合 ()内の数字は種数

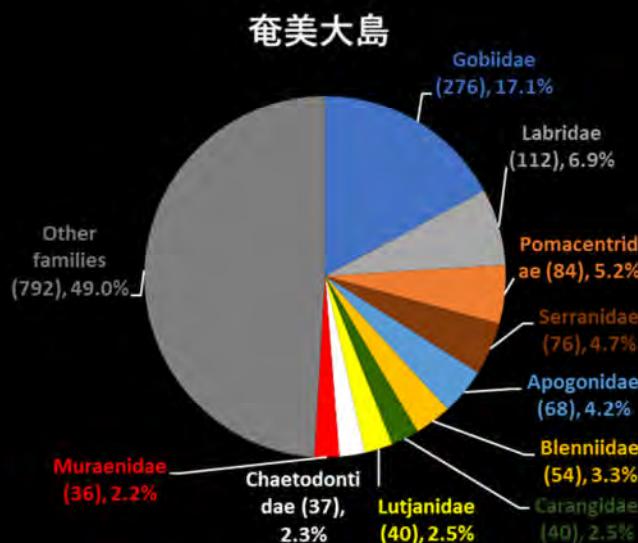


図3 奄美大島産標本の上位10位の各科が占める割合 ()内の数字は種数

生12

プラナリアの研究

鹿児島県立加治木高等学校 科学工学研究部 プラナリア班

2年 廣森駿 城野剛也 1年 西加直生 福山詩織 堀ノ内希 前田小羽 山田峻太 徳留夏蓮

研究動機

私たちは昨年度に続き、プラナリアについて研究した。プラナリアとは、扁形動物門ウズムシ目ウズムシ亜目サンカクアタマウズムシ科に属する生物で、再生能力が非常に高いことで知られている。

私たちは定期的にプラナリアの切断を行っていた。その際に、個体によって再生速度に差があることに気がついた。

のことから私たちは、切断面の表面積や切断する場所がプラナリアの再生に影響を与えるのではないかと考えた。そこで私たちは、2つの実験を行った。

研究 プラナリアの再生速度に関する実験

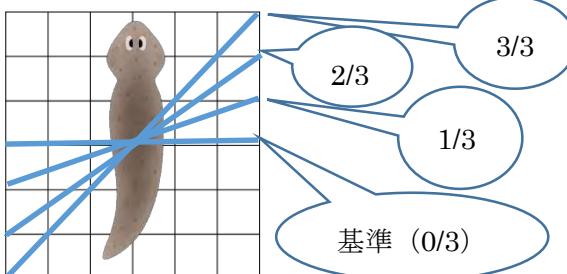
今回の実験では切断後の再生速度は、切断してから眼が確認できるまでの時間とする。

実験1 切断面の面積による再生速度の違い

(ア) 実験方法

プラナリアの中心を通る水平な直線を基準として、方眼用紙をもとに、基準(0/3)・1/3・2/3・3/3の4通りの傾きで切断面の表面積を変えて、各20匹切断した。4通りの傾きによる眼が確認できるまでの日数を測定する。

※切断したプラナリアは16°Cで保存する。



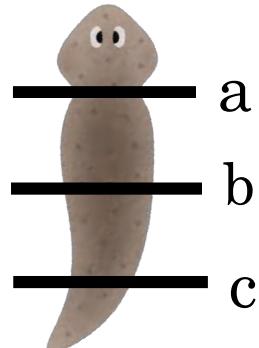
(イ) 仮説

切断面の面積が広いほど、眼が再生するまでにかかる日数がより多くなると仮説を立てた。

実験2 再生部分の長さによる再生速度の違い

(ア) 実験方法

右図のように、頭の下のくびれの位置をa、体の半分の位置をb、尻尾の先端付近をcとする。それぞれの位置で切断し、眼が確認できるまでの日数を測定する。



※切断したプラナリアは、20°Cで保存する。

(イ) 仮説

仮説I 切断したプラナリアが胴体、頭、眼の順で再生すると考えた場合

• a→b→cの順で眼が再生するまでの速度が速い。

再生しなければならない部分が多いため

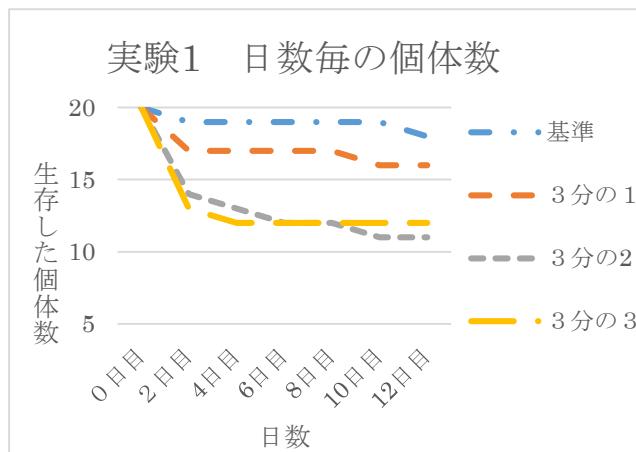
仮説II 切断したプラナリアの切断面から最初に頭部が生えてくると考えた場合

• 再生完了にかかる時間はa,b,cで変化しない。

切断面から直接頭部が生えるため、再生速度はほぼ変わらない。

(イ) 結果

実験の結果より切断面の大きさと再生速度には、相関性が見られなかった。このことから、切断面の大きさはプラナリアの再生に関係がないと考えた。一方で、生存率をみると、切断面が大きいものほど生存率が高い傾向にある。



(イ) 結果

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
a	0	0	0	7	10	10	10
b	0	0	0	0	6	10	10
c	0	0	0	0	1	4	6

a が最も早く眼が再生し、c が最も遅かった。

c は再生過程で死亡した個体があるため 6 匹で実験終了とする。

考察

実験 1

プラナリアの生存率において、切断面の面積が大きいほど生存率が低かった。このことから、切り口から細菌が入った可能性が考えられる。

実験 2

a→b→c の順で再生したことから、仮説 I が有力となる。つまり、再生完了時のプラナリアの全長について考えると、切断面から頭部が直接再生するのではなく、切断面に近い組織から順に再生し、頭部は最後に再生すると考えられる。

以上のことから a,b,c の再生の仕方を考えた。

a で切断した場合、再生する必要のある部位の体積が b・c と比較して最も小さい。そのため、b・c のプラナリアよりも再生完了に要する時間が短く済んだのではないかと考えた。

b・c についても同様に考えると、再生する部分の体積が c→b の順に大きいため、仮説 I のようになると考へた。

今回の反省

- 実験に使用したプラナリアの個体数が少なかつたため、実験の正確性に欠ける部分があった。

今後の見通し

今回、全体の再生速度に着目して実験を行ったため、今後はプラナリアの各器官の再生と再生完了までの様子と再生完了にかかる速度について実験を行いたいと考えている。

また、切断を繰り返す中で 1 匹だけ不自然な再生をした個体がいた。今後はこの個体について詳しい調査・研究を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 切っても切ってもプラナリア (岩波書店)
- An automated training paradigm reveals long-term memory in planaria and its persistence through head regeneration
- Tal Shomrat, Michael Levin
- Journal of Experimental Biology 2013 : doi: 10.1242/jeb.087809

生13 ヤクシマエゾゼミはなぜそこにいるのか ~350km の隔離分布の謎に迫る~

鹿児島県立国分高等学校 サイエンス部 2年 生物班

伊久良, 岩城, 梅木, 上村, 末吉, 中村, 西川, 宮下, 八ヶ代, 山本, 吉田, 米倉,

1 はじめに ~エゾゼミ類について~

エゾゼミ属は、標高の高いところに生息するグループで、日本には、ヤクシマエゾ、コエゾ、エゾ、キュウシュウエゾ、アカエゾの5種が生息。北海道から九州北部までの広範囲に分布しているが、九州南部には分布していない。しかし、大きくかけ離れた屋久島にはヤクシマエゾが分布しており、不自然な分布となっている。

2 先行研究より

日本のエゾゼミ類は互いによく似ており、種間の形態的相違点が少ない。黒沢(1969)はオス腹弁の形態により以下の3群に分類している。

- ・腹弁の左右が重ならずハの字状に長く伸びる→コエゾ
- ・丸みが強く左右が重なり先端は第2腹節を超えない
→アカエゾ、キュウシュウエゾ
- ・左右が内縁の一部で重なり先端が第2腹節を超える
→エゾ、ヤクシマエゾ

また、曾田(2016)はDNA解析を行い、ヤクシマエゾはエゾに近縁であることを指摘している。

しかし先行研究ではDNA解析の個体数が少なく、各種の分岐年代には言及していない。また、九州南部の分布空白の謎にも触れていない。

3 目的

- ① 形態解析からエゾゼミ類の分類を再検討する。
- ② DNA解析を行い、ヤクシマエゾを含むエゾゼミ類各種の分岐年代を推定する。
- ③ 九州南部のエゾゼミ類の分布空白について考察し、ヤクシマエゾがなぜ大きくかけ離れて屋久島のみに分布するのかを明らかにする。

4 調査地(調査はすべて2018年)

屋久島①(7月14日～16日)

大分県牧ノ戸峠(7月26日～27日)

屋久島②(8月4日～5日)

長野県茅野市(8月7日～8日)

屋久島③(8月11日～12日)

佐賀県背振山(8月16日～17日)

5 研究方法

1) 形態解析

標本を作製し、デジタルノギスで頭幅、胸幅、全長、体長、前翅長、腹弁長、腹弁幅の7項目を計測した。データをもとに散布図を描き種ごとに形態を比較した。

2) DNA解析

ヤクシマエゾが属する*Lyristes*属5種(コエゾ2個体、エゾの6個体、ヤクエゾ1個体、キュウシュウエゾ4個体、アカエゾ1個体)について解析を行なった。DNA解析に使用する個体は右中脚を抜き取り、99%無水エタノールを入れたエッペンドルフチューブに入れ、冷凍して保管した。DNA解析は(株)生物技研に依頼した。アカエゾについては、解析を行ったものの、正確に読み取ることができなかつたため、その後の解析からは除外した。

6 結果と考察

研究I 形態解析

- ・散布図による「前翅長:胸幅」等の比較では、体サイズに従って全体が一つのライン上にプロットされ、種ごとの特徴は見られなかった。
- ・腹弁幅:腹弁長においては、エゾ、アカエゾ、キュウシュウエゾに比べてヤクシマエゾは腹弁長に対し腹弁幅がやや狭かった。コエゾは腹弁幅がさらに狭くきわめて特徴的であった。
- ・腹弁の色については、アカエゾが橙色、コエゾとキュウシュウエゾは淡褐色、エゾとヤクシマエゾは橙褐色の3群に分けることができた(図1)。
- ・腹弁の形については、先行研究でも示されている通り、コエゾは左右が重ならずハの字に開き、アカエゾとキュウシュウエゾは丸くて左右が重なり、エゾとヤクシマエゾは角ばって左右が重なるという3群に分けることができた。

考察

ゼミ類が生殖を行う上で鳴き声というのは極めて

重要であろう。その鳴き声にかかる重要な形質である腹弁に最も種間差が現れるという点は興味深い。ヤクシマエゾの腹弁は、エゾよりもやや幅が狭いものの形や色はエゾに最も似ていた。



図 1 エゾゼミ類の腹弁の比較

研究 II DNA 解析

ヤクシマエゾはエゾと姉妹群を形成し、先行研究と同様、エゾに最も近縁であることが示された。また、ヤクシマエゾとエゾの分岐は約30万年前であることわかった(図2)。

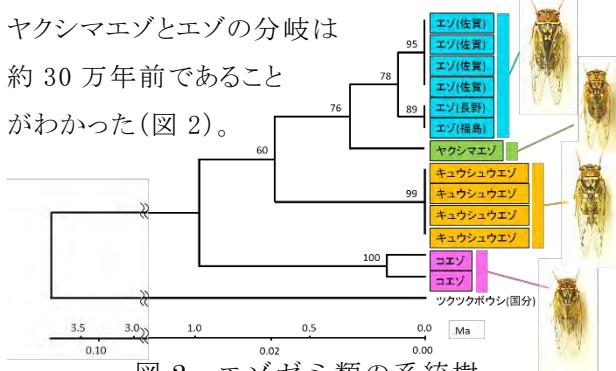


図 2 エゾゼミ類の系統樹
(ミトコンドリア DNA CO I 領域)

7 考察 ~350km の隔離分布の謎に迫る~

上記の結果より、ヤクシマエゾは最も近縁なエゾと350kmも離れて分布していることになる(図3)。このことについて私たちは、九州をたびたび襲ったカルデラ形成を伴う巨大噴火が影響していると考えた。

図 3 エゾとヤクシマエゾ
の分布

エゾとヤクシマエゾの分布図に、約50万年前以降の全国のカルデラ噴火の分布図を重ねてみると、図4のようになった。2つの分布図は見事に重なり、両種の分布や種分化にカルデラ噴火が深く関わって

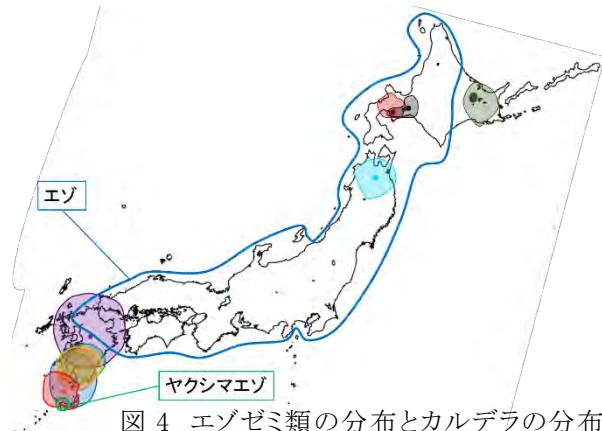


図 4 エゾゼミ類の分布とカルデラの分布
いることが容易に見て取れる。

当初九州にばかり注目していたが、北海道東部のエゾの空白地帯に屈斜路カルデラがきれいに重なる点は私たちの考えを強く支持していると思われる。

私たちが考えるヤクシマエゾの種分化と隔離分布に関するシナリオは次の通りである。

「エゾゼミとヤクシマエゾの共通祖先は北海道から屋久島まで日本に広く分布していたが、約52万年前の小林カルデラの噴火に始まる九州の相次ぐカルデラ噴火により、そこに生息するエゾゼミは繰り返し壊滅的な打撃を受け、生息地が大きく分断された。そして屋久島に取り残され、遺伝的交流を絶たれた個体群が約30万前にヤクシマエゾに種分化した。」

北海道東部のエゾの分布空白については、約12万年前の屈斜路カルデラの噴火後、分布を回復できていないと考えれば説明がつく。

8 今後の課題

- ・各種の抜け殻や交尾器の形態を比較する。
- ・DNA解析の個体数を増やす。
- ・先行研究の塩基配列を入手し、統合した系統樹を作成する。
- ・洞爺、支笏、十和田カルデラ周辺にエゾの分布空白があるかを確認する。

9 謝辞

研究にご協力いただいた鹿児島大学坂巻祥孝准教授、東京農大林正美教授、伊集院高校成尾英仁教諭にこの場を借りて厚く御礼申し上げる。

10 参考文献

林正美 稲所康正 2011 「日本産セミ科図鑑」他

生14

南さつま市に存在するマングローブ林について

～あまり知られていない大浦町のメヒルギ群落～

鹿児島県立 加世田高等学校 科学同好会 2年
小野原 啓介 関田 伊織 加藤 銀次 下屋 宏太

1 研究の背景と目的

マングローブ林は熱帯の「樹木・ヤシ・ツル・シダ類」などが群生している森林のことで、塩生植物が多く占める。この中でメヒルギは最も低温耐性が強く、東アジアでは最も北部まで分布し、北限近くでは、単独の群落を形成する。メヒルギ群落の自生北限は、鹿児島県日置市の南部にある神之川河口であるが、南さつま市大浦町のメヒルギ群落は、これに次いで北に位置しており、その地理的価値から南さつま市の天然記念物に指定され、保護してきた。

しかしながら、同地域では、大規模な河川改修で自然状態の攪乱が生じたことやその後の人為的なメヒルギの植栽によりその価値が低減したことにも影響したのか、メヒルギ群落の位置や規模、その特徴が継続的に詳しく調べられていなかった。

そこで、本研究は大浦町のメヒルギ群落を継続的にモニタリングするために分布位置と分布面積を明らかにすることを最初の目的とした。また、この地域のマングローブを構成する樹木やその林中や周辺の生物相を調べることにより、大浦のマングローブ林の特徴を明らかにすることを次の目的とした。

2 大浦町のメヒルギ林の分布位置と分布面積

①分布位置

大浦川を中心にメヒルギ群落の有無を目視で確認し、地図上に記録した。(図1)

メヒルギは、大浦川の河口から2. 4 kmの場所まで存在していた。また、群落が蛭子島近くの水路内(河口から0. 3 km), 支流の榊川内(河口から1. 2 km), 大浦川右岸側干拓地の水路内(河口から1. 5 km), 大笠中学校付近(河口から1. 6 km~2. 3 km)に確認できた。

なお、上記の地域を順に「蛭子島」「榊川」「干拓地水路」「大浦川」と名付けて、さらに詳細な調査を行うこととした。

②分布面積

分布面積を測定するために、ドローン(DJI社

Phantom4Pro)を使って4地域を空撮し、空撮写真をAgisoft社 PhotoScanを使ってつなぎ合わせメヒルギの分布を確認できる平面地図を作成した。続いて、平面地図をGoogle社のGoogle Earth Proに読み込ませて、群落の面積を測定した。4地域のメヒルギ群落の面積を求めた結果が図2である。

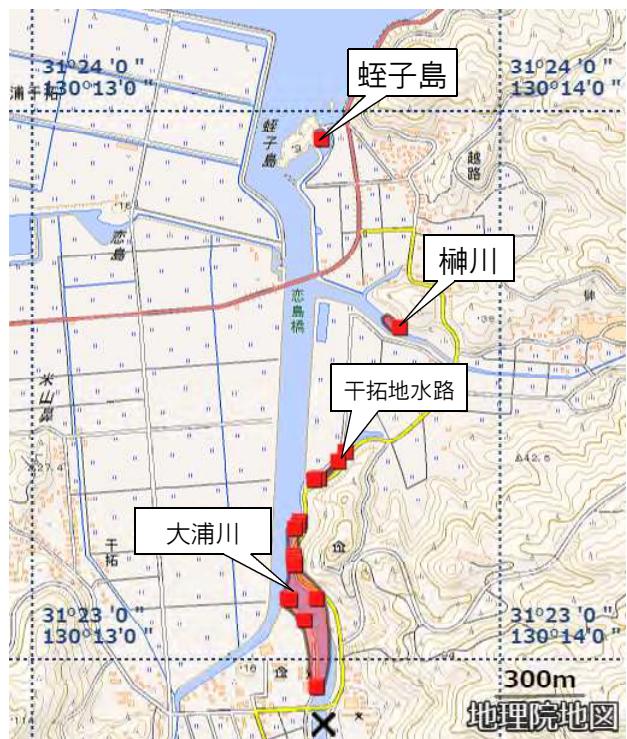


図1 メヒルギが見られる場所

■は群落が見られる場所。×は最も上流にあるメヒルギの生息地(河口から2.4km) 枠内の地名は調査地区名。

	分布面積 (ha)
蛭子島	0. 022
榊川	0. 061
干拓地水路	0. 073
大浦川	0. 172
合計	0. 328

図2 メヒルギ群落の面積

3 マングローブ林の特徴調査

今回は、榊川のマングローブ林(上の地図で「榊川」と)と大浦川右岸側干拓地の水路内のマングローブ林(上の地図の「干拓地水路」)について、メヒルギ群落の密度、樹高、樹径(枝分岐点直下の樹径)を調べるとともに、林内の生物相を調べた。

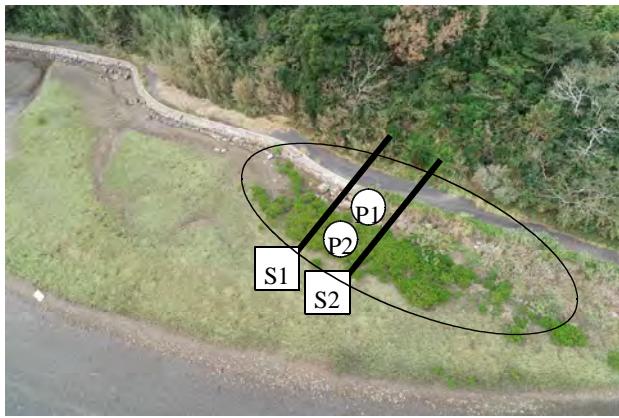


図3 槿川に見られるマングローブ

この場所は、河口干潟から中流へ帯状にひろがる河川型のマングローブ。○で囲まれた場所はメヒルギ群落。Pは密度調査地、Sは樹高、樹径の調査ポイントを示す。

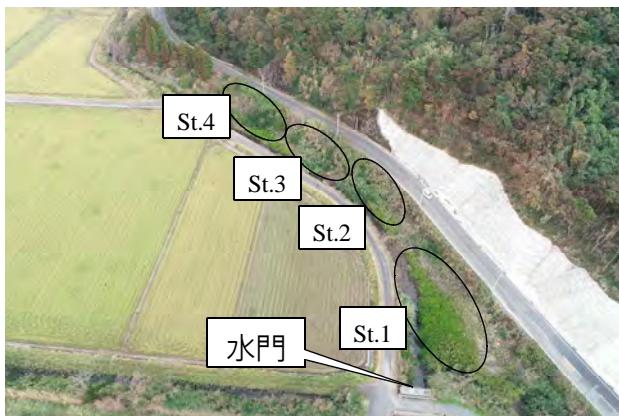


図4 干拓地水路に見られるマングローブ

この場所は、手前の水門で大浦川から切り離されており、半陸封型のマングローブになっている。4つの大きな群落に分かれており、川に近い方からSt.1とした。塩分濃度はSt.1:0.9%、St.2,3は0.06%、St.4は0.01%となっている。

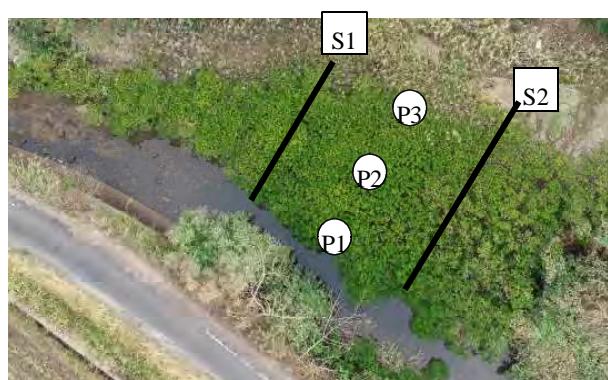


図5 干拓地水路St.1に見られるマングローブ

○で囲まれた場所はメヒルギ群落。Pは密度調査地、Sは樹高、樹径の調査ポイントを示す。

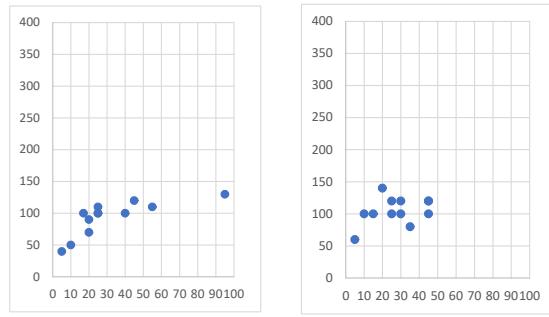
メヒルギ群落の密度 * 単位は (本/m²)

	榎川	干拓地水路
P1	32.5	3.5
P2	26.0	11.3
P3		13.0

* 榎川は小個体が多く密度が高い。

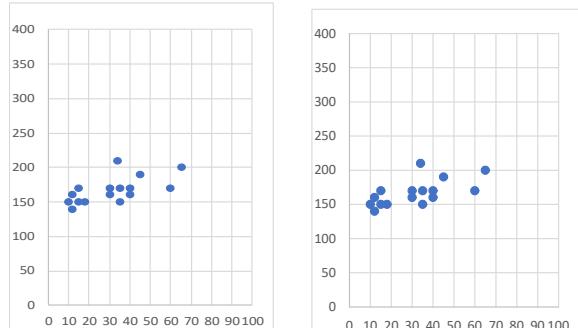
メヒルギ群落の高さと樹径

* 縦軸…高さ (cm) 横軸…樹径 (mm)



榎川S1

榎川S2



干拓地水路St.1 S1 干拓地水路St.1 S2

* 榎川のマングローブが高さが低く、均一。

生物相 (見つけ取りにより確認できたもの)

		榎川	干拓地水路
甲殻類	スナガニ科	コメツキガニ チゴガニ	○ ○
	イワガニ科	ハクセンシオマネキ アシハラガニ フタバカクガニ イソガニ ヒメアシハラガニ カクベンケイガニ クロベンケイガニ モクズガニ アカテガニ ハマガニ	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
魚類	ハゼ科	トビハゼ	○

* 榎川と干拓地は生物相が異なるようだ。

生15 体格差からみるオキナワカブトムシの特徴

鹿児島県立川内高等学校生物同好会 中原和士（1年）・篠原大輝（1年）

カブトムシ *Trypoxylus dichotomus* はコウチュウ目コガネムシ科カブトムシ属に属し、一属一種である。分布は国内の他、朝鮮半島～中国～インドまで広く分布し、台湾や濟州島にも分布する。さらに日本産は4亜種に分類され、このうち亜種オキナワカブトムシは沖縄諸島に分布する。本亜種は日本本土亜種に比べやや小型で幅広く黒味が強い傾向があり、オスでは上翅の光沢がやや強く、頭角と胸角は体長に比べて小さいとされている（以上、岡島・荒谷監修、2012より）。今年の夏、オキナワカブトムシの標本を見る機会があり、鹿児島県産のカブトムシとオキナワカブトムシの間に確かな体格の違いがあるのかに興味を持ち、調べてみることにした。



1 研究の目的

図鑑に記載されている沖縄亜種オキナワカブトムシの体形について、本土亜種との違いを統計的に確かめる。

仮説…沖縄亜種は本土亜種と比べて有意に体形が幅広く、かつオスの頭角が短い。

2 材料

県本土産カブトムシは、鹿児島県立博物館が所蔵する標本を借用した。標本は全て、県本土各地の野外で採集されたものである。

オキナワカブトムシは 2017 年の夏、沖縄本島北部においてコンビニの明かりに飛来したメスから採卵、孵化した幼虫を飼育し、羽化した成虫の標本を使用した。



3 研究方法

（1）各部位の計測

胸長、胸幅、上翅長、上翅幅（左右の合計）、頭角長を、デジタルノギスを用いて測定し、胸長と上翅長の合計を体長、上翅幅（左右の合計）を体幅とした。

次に体長と体幅、体長と胸幅、体長と頭角長の比を求め、それぞれの平均値を求めた。

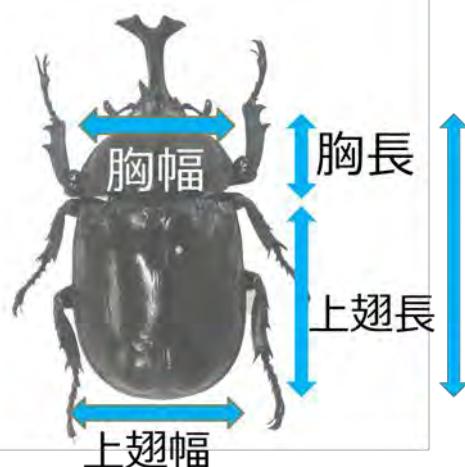
（2）相関関係

各部位間で散布図を作成し、相関関係を確認各部位間の長さの比について平均値を算出して比較した。

(3) 検定

エクセルによる検定を行い、オキナワカブトムシと県本土産の平均値に有意差があるかどうかを調べた。

頭角長



4 結果と考察

比	性別	本土亜種	沖縄亜種	t検定の結果(p値)
胸幅／胸長	♂	1.62	1.65	0.115
	♀	1.49	1.48	0.517
上翅幅／上翅長	♂	0.82	0.85	0.571
	♀	0.85	0.83	0.074
胸幅／体長	♂	0.50	0.51	0.254
	♀	0.48	0.47	0.044
上翅幅／体長	♂	0.69	0.69	0.498
	♀	0.68	0.69	0.157
頭角長／体長	♂	0.38	0.37	0.724

本土亜種と沖縄亜種の有意差が見られなかつたのは、沖縄亜種が同じ餌で育つたため、大きさにばらつきが生じなかつたことが原因と考えられる。

5 まとめ

沖縄亜種は本土亜種に比べて体が幅広い傾向があつたが、統計的な有意差はなかつた。

オスの頭角については、大型個体では有意に沖縄亜種の方が短かつた。

本土亜種と沖縄亜種との区別は、体形だけでなく、色や光沢などの特徴を併せて総合的に判断する必要があることが分かつた。

6 今後の課題

オキナワカブトムシのオスの頭角が短い理由を明らかにする。

沖縄亜種と本土亜種の交雑個体の特徴を明らかにする。(本土から持ち込まれたカブトムシとの交雑が心配されているから)

<引用文献>

岡島秀治・荒谷邦雄 監修, 2012, 日本産コガネムシ上科標準図鑑. 学研.

校内のサクラを遺伝子レベルで比較する

池田学園 池田高等学校 課題研究 生物班①

1 はじめに

本校の土手にサクラの幼木を見つけた。植樹をしていないので、種子から発芽したものと考えられる。このサクラの親を遺伝子レベルで調べることはできないだろうかと考えた。

本校には、多くのサクラの木があり、野生種やソメイヨシノがある。サクラは自家不和合性を示す樹木である。ソメイヨシノは、接ぎ木などでふやされるので、ソメイヨシノは遺伝的にクローンであると考えられる。そうであれば、ソメイヨシノどうしでは、自家不和合性を示すので、種子ができないはずである。

もし、ソメイヨシノと野生種の雑種であれば、本校ではサクラについて遺伝子の搅乱が引き起こされていることになる。

幼木がソメイヨシノを親とするかを調べるために本研究を行う。また、これをきっかけに本校の他のサクラについても遺伝子レベルで調査をしていき、遺伝子流動も調べていきたい。

※ 自家不和合性とは

- ・ 自家受粉が行われて花粉の不発芽、花粉管の伸長阻害などで受精が妨げられる現象。自殖を回避する。
- ・ 自家不和合性は、S遺伝子座に存在する複対立遺伝子（S対立遺伝子）によって制御される。
- ・ 他殖性を促進するが、異種間交雑を促進させる可能性もある。
- ・ S遺伝子型が異なると受精可能。

(例) ソメイヨシノ × ソメイヨシノ
→ 受精が妨げられる。

(種子ができない。)

◎ ソメイヨシノは遺伝的にクローンなので。

- ・ S遺伝子型が一致すると他家受粉でも自殖と見なされる。

(例) ヤマザクラなど自生のサクラ
→ 孤立木であれば種子生産は期待できない。

2 実験の方法

- ① 葉を採取し、乾燥させる。
- ② 乾燥させた葉からゲノムDNAを抽出する。

※ ISOPLANT IIを使用

- ③ 分光光度計を用いて、とれたDNAの量を測定する。

- ④ PCRを行う。

※ 自家不和合性に関するS対立遺伝子を特異的に増幅させる。

※ 今回のPCRの条件設定

i 94°Cで5分の熱変性

ii 94°Cで30秒、57°Cで30秒、72°Cで30秒を40サイクル

iii 72°Cで7分の伸長反応

- ⑤ 電気泳動を行う。

※ 2種類あるS対立遺伝子のどちらが増幅されたかを確認する。

- ⑥ 結果から親となる個体を判別する。

※ 今回の実験は、ISOPLANT IIのマニュアル及び参考文献の
加藤珠理他. ソメイヨシノ由来のゲノムを検出するマーカー・ツールとしての自家不和合性遺伝子と核SSRの利用. 日林誌.
(2009) 91:354-359
を参考にした。

※ 今回使用したプライマー

PyS1
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{TCATATGCGATCCAAACTGAAG} \\ \text{AATTGAGATCTCGCCTGTC} \end{array} \right.$$

PyS2
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{GAATTACGAGCCAAACT} \\ \text{CAACTGATTATTGTTATTCCA} \end{array} \right.$$

Cox1
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{CAAATTGAAGCTGCAGCAATTATGGA} \\ \text{GGTAAGACCTGCATTCCGTAATCCTGTT} \end{array} \right.$$

PyS1・PyS2→オオシマザクラが持つ
ているS遺伝子を増
幅
(ソメイヨシノの親は
オオシマザクラとエ
ドヒガンである。)

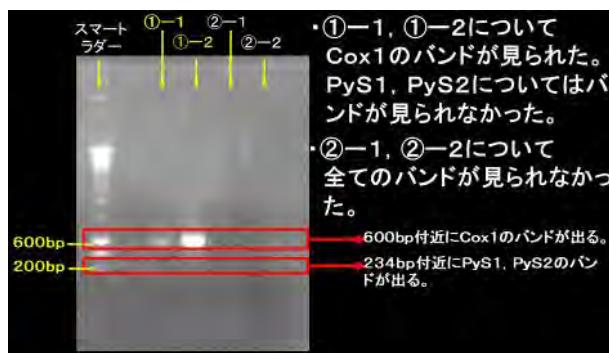
Cox1→どのサクラも持っている遺伝子
を増幅
(PCR反応が上手くいったか
どうかを知るコントロールと
して使用。全てのPCR反応液
に入れる。)

※ 今回見つけたサクラの幼木は2本あった
ため、①、②と呼ぶこととする。

また、PyS1を使用したものには1、
PyS2を使用したものは、2とする。

(例) ①のサクラの幼木を用い、PyS1の
プライマーを用いてPCRを行った
サンプルは ①—1 と呼ぶ。

3 結果



※ 予想されるバンドの大きさは、参考文献よ
り決定した。

4 考察

- ①の幼木について
コントロールのバンドが出たので、PCR
反応はきちんと行われたと判断できる。
しかし、目的とするPyS1, PyS2の
バンドが出なかったことから、ソメイヨシノ
を親に持つことの確率が低い。のことより、
ソメイヨシノと他の桜の品種であると断定で

きない。

本校での遺伝子搅乱は進んでいるとは言え
ない。

- ②の幼木について
コントロールのバンドが出ていないので、
PCR反応がきちんと行われなかつたと考え
る。

5 今後の課題

- ②の幼木から抽出したDNAでは、PCR
反応がきちんと行われていないことより、も
う一度DNA抽出からやり直して結果を考
察したい。
- 本校には、ソメイヨシノではないサクラが
他にもあるので、他のサクラの木でも樹齢が
若そうなものから実験したい。

6 参考文献

加藤珠理他. ソメイヨシノ由来のゲノムを検出す
るマーカー・ツールとしての自家不和合性遺伝子
と核SSRの利用. 日林誌. (2009) 91:354-359

S Kato and Y Mukai. Allelic of S-RNase at the
self-incompatibility locus in natural
flowering Cherry populations (*Prunus
lannesiana* var. *speciosa*). Heredity
(2004) 92. 249-256

7 謝辞

本研究にあたり
熊本大学発生医学研究所 江良沢実教授
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科
古川龍彦教授
森林総合研究所 加藤珠理氏
には、お忙しい中、ご指導、ご助言をしていただ
いたこと、この場を借りて厚く感謝申し上げる。

ヤンバルトサカヤスデの生態と防除について

池上大祐 石本優真 入鹿誓良 加藤龍 林隼滉 山下慶悟 木之下航己 坪田天
(鹿児島県立錦江湾高等学校 理数科2年)

要旨

ヤンバルトサカヤスデ（学名Chamberlinius hualienensis 以下、ヤスデという）の防除を、「本校建物へヤスデを侵入させない」ことを主目的に、下記2つの研究を並行して行った。

1) 錦江湾高校構内でのヤスデの動きを追い、最小限で効率的な薬剤散布法を模索する。2) 自治体等で推進されている「テープによる防除」が科学的に効果があるのか検証する。

1)の結果、ヤスデの生態は例年構内中に大量発生するが、幼生群生はクス樹木下とごく限定的な分布だった。特定の樹木または匂いなどの化学物質が産卵や発生に関わる可能性が示唆された。幼生が移動する前に該当樹木周辺に薬剤を散布すれば、最小限の使用に留められるかもしれない。

2)では、簡易装置（ヤスベルθ）を作成して調べたところ、テープの選択では表面の滑らかさよりも、ヤスデの体長（3cm程度）以上の幅があることの方が重要であることが分かった。また、ヤスデの脚先が錐状で、細い脚先が入る隙間があるかどうかが重要なのではないかと考えた。

シャーレ内にテープ表面で壁を作った実験装置（テープ箱庭）により、私達が選択したテープを用いれば、1日経過しても侵入を100%防除することが分かった。また副産物的に、ヤスデが基本的に食べるのは土であるということ、土を食べないと乳白色になること、そしてこの時は触ってもヤスデ特有の臭いがしないことも分かった。ただし、食性については、飼育中の経過を見ると、変態の前の時期に一気に葉を食べたことから、限定的な条件で葉を食べる可能性が示唆された。

はじめに

ヤンバルトサカヤスデは台湾に生息しているヤスデの一種である。1983年に沖縄で発生が確認されて以降、鹿児島県、高知県、静岡県、東京都八丈島などに生息を拡大させ、国や自治体も「侵略的外来種」として警鐘を鳴らしている。

私たちが学ぶ錦江湾高校でも平成24年から秋に大量に発生している。このヤスデの大量発生の問題点は、見た目で不快な思いをするだけではない。ヤスデから発せられるシアン化合物を含んだ臭いや、ヤスデを退治するために散布される殺虫剤による健康への不安も隠せない。

既に、自治体や大学が研究を行っている分野で、専門家からも駆除も難しいと言われている。そこで、私たちは「本校建物へヤスデを侵入させない」ことを主目的に、浮かんだ対策を試み、解決の一助をつかもうと試みた。

材料と方法

1) ヤスデの構内での動きを追う

構内で例年大量発生が見られる5か所（7月から7か所）で、10平方cmの広さ、既定のスコップで掘れる深さ（30cm）に、どれだけのヤスデがいるかを6月から数えた。（同地点で3か所測定）。ヤスデがいた場合、体長も測定し（5匹以上いれば5匹、5匹未満なら全匹）、平均体長を出した。

2) ①ヤスデが登れない角度・摩擦係数を測定する

最終的に屋外で使用することを考え、安価で対候性が良いとされる6種のテープを用意しTA～TFとした（TA:SLIONTEC No.3372, TB:アサヒペン PowerTape, TC:SLIONTEC No.3430, TD:寺岡製作所No.4140, TE:Scotch No.DUCT-C8, TF:KIRACS 艶消しアルミテープ）。滑らかなアクリル板上に傾斜計を取り付け、調べたいテープを貼り、テープ上を二本のアクリルの棒で挟む形で道を作り、ヤスデを直線的に進ませる装置をつくった（図1左：装置名ヤスベルθ（図1左））。テープ状にヤスデを乗せて傾斜をつけ、どの角度まで登ることができるのかを調べた。また、テープ上に500gの重りとバネばかりを用い、TA～TFの摩擦係数を測定した（図1右）。



図1 (左 ヤスベルθ 右 摩擦係数測定)

② 脚の観察

電子顕微鏡（HITACHI Miniscope TM3030）を用い、ヤスデと厚紙、テープを2500倍で比較した。

③ 室内での手テープ防除能力検査

シャーレ内に、テープ表面が内側に来るようテープTDを巻き、テープの壁を作った（装置名：テープ箱庭）。その中に水分補給用のティッシュ（水5mL）と体長2cmのヤスデを2匹入れ、1日放置した（装置名：テープ箱庭（図2））。なお、同時にヤスデの食性を調べるために、4種（葉なし、クスの葉、サクラの葉、クス周囲にあった種別不明の葉）を用意した。



図2 テープ箱庭

結果と考察

1) ヤスデの構内での動きを追う

6月、ヤスデの幼生が確認できたのはE地点だけであった。18日、ヤスデの体長が14mmを越えたあたりでいったん個体数が大きく減少したため、移動経路を追うために、7月、E地点と近くのポイント(C, D)の間にCE, DEポイントを設けた(図3, 表1)。E地点で個体数が減少するとともに、CE地点での数が増加した。両地点ともにクス周辺であったことから、クス沿いに移動した可能性が考えられる。文献(1)から幼生はチャ、ミカンの落葉を好むという報告もある。すべて芳香性のある木であることから、特定の臭いまたは化学物質に誘因されている可能性が示唆された。もし、幼生が化学物質に誘因されいるのであれば、移動期より前に、化学物質を放つ樹木下の土に薬剤散布をすれば効果的である。個体数については、8月に入ると全地点で1匹も観測できなくなつた。移動期に入ったと考える。

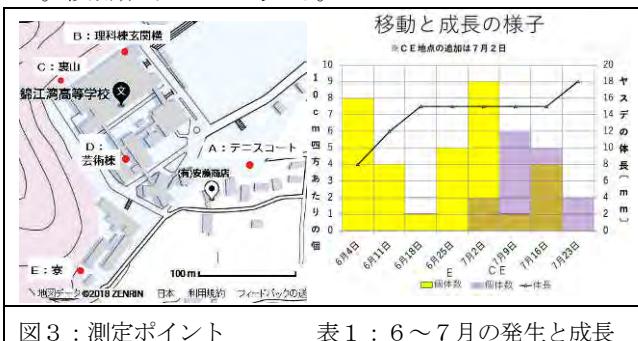


図3：測定ポイント

表1：6～7月の発生と成長

2) ①ヤスデが登れない角度・摩擦係数を測定する

用意した6種すべてのテープで、 90° の傾斜をヤスデは登ることができなかつた。これより、ヤスデ防除用のテープには過度な滑らかさは不要であることが分かつた。ただ、厚紙や紙などは容易に登ることができたが、テープや紙の間で摩擦係数に差がなかつた。摩擦係数の計測方法に問題があつたと考え、測定方法を再考する。

測定の最中に、ヤスデがテープの2mmほどの隙間でぶら下がり続けることがあつた。これより、テープを貼る際は、ヤスデの足場ができないようにすること、テープの幅が確実にヤスデの体長以上である必要があることが分かつた。

② 電子顕微鏡での観察

電子顕微鏡でヤスデの脚先と厚紙、テープを観察した(図5：テープは屋外で最も使用感が良く、安価で建物へ接着と糊剥がれの良いTD)。その結果、脚先が錐状で幅は推定10μm程度だった。ヤスデが登ることができた厚紙は、ヤスデの脚先が引っかかるほどの隙間が空いていたが、ヤスデが登れなかつたテープは、ほとんど穴が空いていなかつた。ヤスデは脚先を隙間に引っかけて登っているのだと類推する。

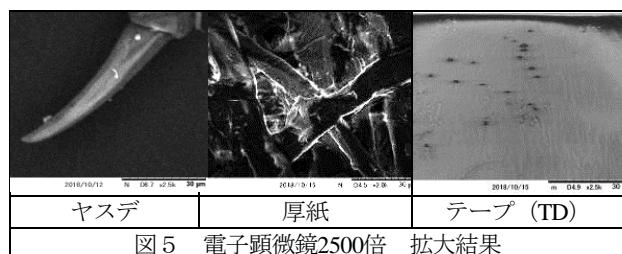


図5 電子顕微鏡2500倍 拡大結果

③ 室内での防除能力検査

どのテープ箱庭においても、テープの壁を超える個体は1匹もいなかつた。これにより、テープによる屋外での防除も期待できると考える。

副産物的に、次のようなことも分かつた。

・主食は土で、状況に応じて葉を食べる。(テープ箱庭の葉を何も食べなかつた。ただし、予備実験ではクスの枯葉だけ食べていた。飼育個体は、体長が一気に増加する前にそれまで2か月以上も手付かずだった葉を一斉に食べた)

・1日絶食し、体内の土が出て上半身

が乳白色になつたヤスデをどれだけ触つても、ヤスデからシアン化合物を含んだ特有の臭いはまったく感知できなかつた。

これまで私たちの観測で白いヤスデは臭いがしないという意見があつた。また、2017年の論文(2)で、ヤスデはアミノ酸からシアン化合物を作成するという記述があつた。

これまで観測で見つかった白いヤスデは、おそらく変態直後で絶食していたヤスデであろう。また、絶食後のヤスデからシアン化合物臭がしないのは、アミノ酸からシアン化合物を生成するという論文の記述を裏付ける結果だと考える。しかし、シアン化合物を合成する遺伝子については、ヒトにも類似の遺伝子あるため、臭いを抑えて捕食者を増やすという方向性は安全の面で不可能であることを示唆されてしまった。



図4：わずかな足場
で体を支えるヤスデ



図6 乳白色
のヤスデ

今後の展開

例年、本校では9月中旬から大量発生の兆しが始まるため、屋外でのテープ防除効果の検証準備を整えているが、10月16日時点になつても、ヤスデが未発生のため実験できていない。

大量発生時に屋外でのテープ防除の効果を確認するとともに、大量発生には特定の条件が必要なのではないかと考え、今後、気象条件などの検証を行う。

参考文献

(1) 神谷貴文、飯田奈都子(静岡県環境衛生科学研) . "一般講演(ポスター発表) P3-227". 日本生態学会第58回全国大会(2011年3月、札幌) 講演要旨.

<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0508/red/documents/351325.pdf>, (参照 2018-07-28).

(2) Takuya Yamaguchi, et.. A novel cytochrome P450, CYP3201B1, is involved in (R)-mandelonitrile biosynthesis in a cyanogenic millipede. FEBS Open Bio .2017, No.7,p.335-347. ,(参照2018-09-13).