

# 伝える 伝わる 課題研究ミニ論文の作り方

セミの抜け殻は語る ～校内のセミの発生活長～

Cicada Shells Talk ～Seasonal Variation in the Emergence of Cicadas～

**Abstract:** We investigated how weather conditions affected the emergence of cicadas. We used daily weather data and locally collected cicada shells. We came to two conclusions. First, the emergence of cicadas is directly affected by the level of rainfall and wind. Second, as the temperature increased at the end of rainy season, so did the emergence rate of cicadas.

**Keywords:** Cicada, Shed, Weather, Occurrence

## 1. 研究背景

セミ類は風の強い日や降水量の多い日はあまり羽化しないといわれているが、先行研究で気象条件(気温、降水量、風速、日照時間)との関係を詳しく調べた物がなかったので、個体数の増減のパターン(発生活長)とのグラフを作り確かめようと考えた。

## 2. 研究目的・意義

先行研究では、発生活長と気象条件との関係を詳しく調べた物がなかったのでこの2つの関係が何か見つかればセミについての新しい発見ができる。例えば、気温との関係が見つかれば地球温暖化の1つの指標になると考える。

## 3. 研究方法

- ① 国分高校の校舎と体育館のある敷地(約12,000平方メートル)を、毎日授業と部活の合間(1～2時間)に、見落とさないよう細心の注意を払ってすべてのセミの抜け殻を採集した。
- ② 日付を書いたラベルと共にカップに入れ、日毎に生物室に保管した。
- ③ セミの種類を識別した。次に雌雄を識別した。メスの産卵管の有無で雌雄を識別した。
- ④ 調査地に1番近い気象庁の牧之原観測所のデータをもとにセミと気象条件の関係を調べた。

## 4. 結果・考察

結果1 校内に生息するセミの種類

採集した抜け殻はクマゼミ、アブラゼミ、ツクツクボウシ、ニイニゼミの4種であった。(図1)



図1 校内で採取したセミの抜け殻

(右からクマゼミ、アブラゼミ、ツクツクボウシ、ニイニゼミ)

結果2 雌雄の羽化数の差

クマゼミ、アブラゼミ、ツクツクボウシの3種については、オスがやや多かったものの、雌雄の羽化数に有意な差はなかった(χ<sup>2</sup>検定 いずれも p>0.05)。(図2)

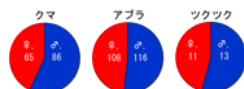


図2 各種の雌雄の羽化数

結果3 種類ごとの羽化日の差

クマゼミとアブラゼミの羽化日に有意な差はなかった(χ<sup>2</sup>検定 p>0.05)が、ツクツクボウシの羽化日は、クマゼミ・アブラゼミよりも有意に遅かった(χ<sup>2</sup>検定 p<0.05)。(図3)

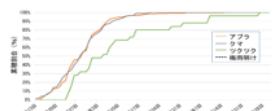


図3 種類ごとの羽化数(累積)割合

結果4 種類ごとの羽化日の差

クマゼミ、アブラゼミは、オスがメスより有意に早く羽化した(χ<sup>2</sup>検定 p<0.05)。(図4)  
ツクツクボウシは、オスがメスより早く羽化する傾向が見られたが、有意差はなかった。

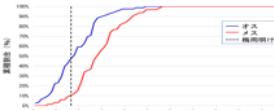


図4 クマゼミの雌雄の羽化日の差

結果5 セミの羽化日と気象条件

- ・梅雨明け直前の気温の上昇期に羽化数が急激に増加する傾向がみられた。
- ・降水量の少ない日に羽化数が多い傾向があった。
- ・風の弱い日に羽化数が多い傾向がみられた。
- ・日照時間との傾向は見られなかった。(図5)

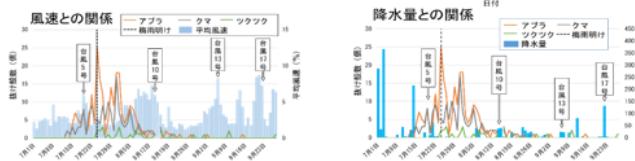


図5 セミの羽化日と気象条件

考察1 セミの幼虫は、土の中から地上の気象を確認しながら羽化していることがうかがえる。雨が降っていると羽が乾きにくくなり、風が強いと羽を広げて乾かしている時に飛ばされてしまうためと考えられる。  
考察2 梅雨明け前の気温の上昇によって羽化数が増えるということは、地球温暖化が進めば羽化時期が早まって梅雨時期に重なり、雨のためセミ類の羽化数が影響を受ける可能性があると思われる。

## 5. 結論及び今後の展望

本研究により、降水量の多い日や風の強い日は羽化数が少ないという傾向がみられた。また、梅雨明け直前の気温の上昇期(7/13～7/31)で散布図を使い相関を調べるとR<sup>2</sup> = 0.4323とやや相関があった。このことから地球温暖化が進めば羽化時期が早まって梅雨時期に重なり、雨のためセミ類の羽化数が影響を受ける可能性があると考えられる。つまり地球温暖化の1つの指標になるであろう。極めて身近な題材でも世界に目を向けた大きな研究になりうることを実感することが出来た。しかし、今回使用した気象データは気象庁(牧之原)の観測データであり、調査地のものではないため、相関をとることが出来ず、「傾向がみられる」と表現することしかできない。より正確な研究を行い地球温暖化との関係を明白にするため、来年は降はデータロガーを用いて校内の気象データを独自に観測し継続的なデータをとっていくべきと考えられる。

## 6. 本研究を1年振り返って思ったこと

セミの抜け殻についての研究は老若男女問わず研究されており、結論でも述べたように、きわめて身近な題材であると感じた。しかし、セミの抜け殻の採取地の気象データを使用したり、実際に地中から出る瞬間のセミの幼虫に一定の風を当てるなどの実験を行っている研究は見当たらなかったため、今後は継続的なデータを録りつつ、並行して実験を行ってもおもしろいと思う。

## 参考文献・引用文献

- ・前田幸四郎 他(2007)「奈良教育大学附属幼稚園におけるセミ類の発生に関する研究 一奈良教育大学構内との比較」
- ・栗林正俊 他(2017)「長野県における5年間のセミの抜け殻調査」
- ・天気予報一気象庁 <http://www.jam.go.jp/jp/ych>



# 鹿児島県立国分高等学校

※ この資料の作成に関しては、東京海洋大学 柴田 恭幸 先生にご指導をいただきました。

# ミニ論文を作成する意義



1. 研究内容をまとめて活動全体を振り返るとともに、考察力・文章力を高める契機とする。
2. 論文形式の記述方法を学習することで、正しい文章表記を身につける。
3. 小論文学習と並行して実施することで、志望する学問分野を特定あるいは絞り込み、受験を意識した日々の学習に資する契機とする。
4. 「ミニ論文」として形に残すことで、受験や各種課題研究の選考の場において活用できる資料あるいは必要な資料となり得ることを知る。

外来植物の抑制作用は本当に在来植物を駆逐してきたのか？

～大隅国分寺跡周辺の植物群落の調査から～

Keywords 外来植物 国分寺跡 アレロパシー効果

## 1 研究背景

文献によると、国内に1980年代後半頃から侵入し、特に、1993～1995年頃濃厚飼料の原料となる輸入穀物サンプルに混入していた。その種子そのものを外来植物と考えた。

一度侵入すると、ほかの農作物が収穫不能になるほど甚大な被害をもたらすといわれている。一方で、江戸時代や、明治時代に侵入したものもあり、既に日本に100年以上定着し、いわば在来生物と共存しているものがあることも知った。

## 2 研究目的・意義

現在霧島市で外来植物の割合が増えていると聞き、化学物質を使わずに外来植物を減らし在来植物の割合を増やしていきたいと考えたから。

## 3 研究方法

①大隅国分寺跡附宮田ヶ岡瓦窯跡(以下 調査地①とする)と国分高校プール跡(以下 調査地②)での植物の種類と被度を調査。コドラート法を参考にして調査。(図1)

※調査地①は2週間ごとに霧島市による草刈が行われており、調査地②は少なくとも2年間放置されている。

### 方形区法(コドラート法)による調査の方法

1 長さ1mの角材を4本用意し、調査しようとする植物群落に正方形を置く。これを、方形区という。

2 方形区内の全ての植物の種類と被度を測定し、記録する。

①種名… 方形区内に生えている植物の種類を調査で調べる。

②被度… 種類別に方形区内面積(1m<sup>2</sup>)の何%を占めているかを、

被度階級(+、1、1～4)で示す。

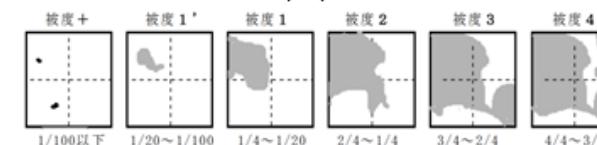
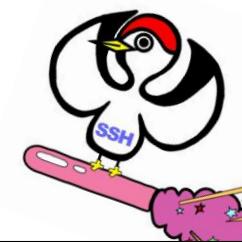


図1 方形区法(コドラート法)による調査の方法

# ミニ論文の作り方



女性の社会的地位を向上させるには

鹿児島県立国分高等学校 自主ゼミ ジェンダー班

Abstract: The purpose of this study is to investigate what factors prevent Japanese women from improving their social status. Our survey showed that the proportion of women in managerial positions in schools was very low as they were more burdened with housework than men. Interviews with working women revealed women have a more negative mindset and have to be more ambitious to improve their overall social status.

Keywords: social status of women, female manager, burden of housework, ambitious

## 1. 研究の背景

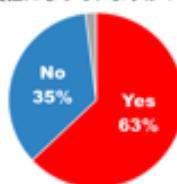
先輩方の先行研究から女性が家事を負担に思っているということが分かった。

このことから、女性の社会的地位を阻んでいる要因が家事の負担にあるのではないかと思ひ、研究を始めた。

## 2. 先行研究

- ・全国の女性の就業率で最も高かったのは福井県だった。
- ・福井県と鹿児島県の女性の就業率を比較すると、6.5ポイントの差があった。

家事はあなたにとって負担になっていますか？



## 3. 研究の目的

- ・新たな提言を行う。日本における女性の社会的地位の現状を把握する。
- ・女性の社会的地位の向上を妨げている要因を探る。
- ・女性が輝ける社会の実現に向けて新たな提言を行う。

## 4. 研究

### 研究1 鹿児島県の公立学校における教諭・管理職の男女比

研究方法

男性と女性の社会的地位の差を明確にするために一つの尺度として学校の管理職に着目し、「2019年度版、鹿児島県教職員録」を用いて、小・中・高の教諭・管理職における男女の数をそれぞれ正の字でカウントした。

小学校

教諭は女性のほうが多いが、管理職は男性に比べて女性がずっと少ない。



図1. 鹿児島県の公立小学校における教諭・管理職の男女比

## タイトルはとても重要

- 内容を正確に表し、簡潔であること
- 「〇〇の研究」よりも
  - ・より具体的に 「〇〇は△△である」
  - ・キーワードを入れる 「〇〇の□□に関する研究」

## 一般的な論文と構成は基本同じ

1. タイトル (Title)
2. 研究要旨 (Abstract)
3. 序論 (Introduction)
4. 材料と方法 (Material&Methods)
5. 結果 (Results)
6. 考察 (Discussion)
7. 結論 (Conclusion)
8. 謝辞 (Acknowledges)
9. 参考文献 (References)

## 色覚のバリアフリー

色は人によって見え方が異なります。みんなが見えやすい色を心がけましょう。

- 色刷りの資料は白黒コピーして判別できるものが良い
- 赤と緑、橙と黄緑、白とピンク、緑と黒等は避ける
- 背景と文字の明るさにコントラストをつける。

## 参考文献の書き方

### □図書の場合

濱田大輔編著, 「フィボナッチ数列に関する考察」, p. 26 (国分社, 2020)

### □ウェブページの場合

国分高校“SSH”

<http://www.edu.pref.kagoshima.jp/sh/kokubu/docs/2018052900030/>



# ミニ論文の書式について

(1) 枚数 A4で2枚以上

(2) フォント・サイズ

① タイトル 游ゴシック Light 14pt

② 見出し 游ゴシック Light 10.5pt

③ 本文

日本語 游明朝 10.5pt

英語 Times New Roman 10.5pt

(3) 内容構成・基本形式

タイトル → Abstract(英文を推奨)

→ keywords → 1 研究背景(はじめに)

→ 2 研究目的・意義 → 3 研究手法

→ 4 結果・考察 → 5 結論

→ 6 参考文献

ゴミ拾いの重要性～下井海岸のごみ状況と生物への影響～

The Importance of Picking Up Garbage

～The Garbage Condition of the Shitai Beach and The Impact on Creatures～

鹿児島県立国分高校

### Abstract:

We research on the garbage condition of the Shitai beach in Kirishima city. We knew that garbage puts creatures at risk, so we want to know where the garbage comes from. We discovered garbage comes to the beach by ocean currents and by people who throw away. We will find how to collect and recycle garbage efficiently.

Keywords: Garbage, Ocean current, Kinko bay, Creature

### 1. 研究背景

ごみは生物の死骸や海水の塩分が付着することでリサイクルできる物もできなくなることや、ごみによって死亡する生物がいることを知った。生物を危険にさらすごみにはどのようなものがあり、どこから海岸へやってくるのが気になったため、身近な下井海岸での調査を行うことにした。

### 2. 研究目的・意義

下井海岸のごみ状況からごみの発生原因を模索し、ごみが生物にどのような影響を与えるのかを予測する。それらによって、ごみが海へ流れてしまうことの危険性をつたえることや海岸のごみの減量方法を探すことにつなげていきたい。

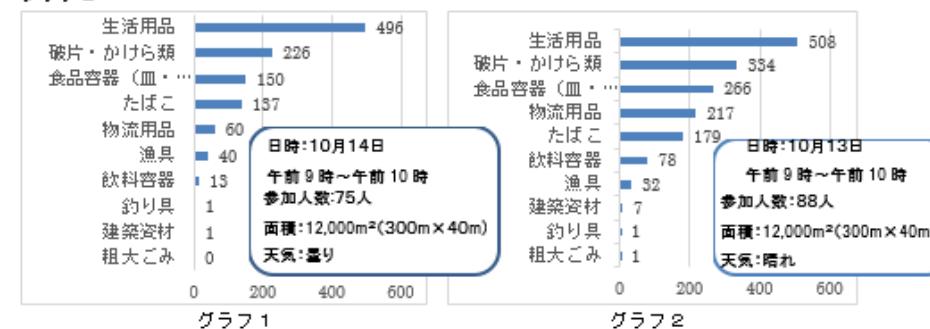
### 3. 研究方法

- ① 下井海岸でのごみの調査や「錦江湾クリーンアップ作戦秋の部 2017・2018」のデータ、実際に下井海岸でゴミ拾いを行って得たデータから下井海岸のごみの状況を把握する。
- ② I 錦江湾内の海流の流れやII下井海岸の利用方法・施設からごみの発生原因を模索する。
- ③ ごみにより負傷・死亡した生物の事例を参考にどのような影響があるのか予想する。

### 4. 結果

① 下井海岸のごみの状況

「錦江湾クリーンアップ作戦秋の部 2018・2017」の下井海岸のデータより、2017年・2018年の多かったごみの項目はともに1位:生活用品、2位:破片/かけら類、3位:食品容器であった。(グラフ1、グラフ2)



(錦江湾クリーンアップ作戦 2017・秋の部に係るゴミ集計より) (錦江湾クリーンアップ作戦 2018・秋の部に係るゴミ集計より)

# 課題研究ミニ論文評価について



表2 自己評価表

課題研究ミニ論文の評価に関しては、「表1 評価基準表」を活用し、  
 1次審査をSSH推進部職員，管理職  
 2次審査を3学年全職員  
 で実施しています。  
 ミニ論文完成後に「表2 自己評価表」を活用し、  
 全生徒自己評価とリフレクションを行います。

表1 評価基準表

評価の観点	キーワード	レベル1(△)	レベル2(○)	レベル3(◎)	得点 (50点)
		3点((3)のみ6点)	6点((3)のみ12点)	10点((3)のみ20点)	
(1)テーマと副題について、適切に設定している	①主題の的確性	主題が内容を踏まえたものとなっており、他者からの興味をひく可能性も薄い	主題が内容を一定程度踏まえたものであり、他者からの興味をひく何らかの可能性を持つ	主題が内容を踏まえたものであり、副題を含めて他者からの興味をひくものとなっている	
	②他者からの興味				
(2)定められた項目を基本として適切に構成している	①項目立ての遵守	項目立てが遵守されており、フォント・サイズも指定どおりになっていない	項目立てが概ね遵守されており、フォント・サイズも指定どおりになっている。また、工夫もなされている。	項目立てが遵守されており、フォント・サイズも指定どおりになっている。また、工夫もなされている。	
	②フォント・サイズの遵守				
(3)研究の目的・意義(もしくは仮説)と結論が適切にまとめられている	①明らかにする内容の明示	明らかにしたい目的・内容(または仮説)が読みとれず、一定の結論とするものもはっきりとしない	明らかにしたい目的・内容(または仮説)や結論(活動による一定の結果)が概ね読みとれる	目的(または仮説)・結論となるものが明示されており、客観性を確保した内容となっている	
	②結論の明示と客観性確保				
(4)資料の適切な作成・活用と掲載における工夫がなされている	①資料の適切な作成・活用	図・写真・表・グラフ等の資料が何もなく、作成された形跡も文面から読みとれない	何らかの図・写真・表・グラフ等の資料が作成・掲載されており、内容を補足するものとなっている	図・写真・表・グラフ等の資料が適切に作成・掲載されており、内容が工夫されたものも見られる	
	②資料の効果的な掲載				

(※完全なコピーと見られる論文は一律の減点を検討する)

鹿児島県立国分高等学校  
 SSH推進部

## 「ミニ論文」リフレクション (自己評価)

- ※1 論文作成おつかれさまでした。以下の項目ごとに自己評価をしてください。各項目とも2つの観点から成り立っていますので、振り返りながら回答してください。
- ※2 回答は右端の①～④から該当するものを選び、番号を塗りつぶしてください。
- ※3 記述欄については、気付いたことを積極的に記入してください。

3年( )組( )番 氏名( )

評価内容	キーワード	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	自己評価
	キーワード①	△	○	◎	◎	
	キーワード②	△	△	○	◎	
①休校期間中を含め、計画的に論文作成を進めることができる	①スケジュールを計画・調整 ②執筆のための資料準備・整理	スケジュール作成を試み、資料の準備を行おうとした	スケジュールを作成して取り組み、資料の準備を試みた	進捗状況からスケジュールを調整し、資料の準備をした	進捗状況からスケジュールを調整し、資料を適切に準備した	① ② ③ ④
②指定された論文形式に則り、項目を適切に立てることができる	①フォントや文字の大きさ ②指定項目を踏まえた項目立て	指定されたフォント、文字の大きさ、項目立てを意識した	指定フォント・サイズでほぼ執筆し、項目立てを意識した	指定フォント・サイズで執筆し、項目もはっきり立てた	指定フォント・サイズで執筆し、項目立てを工夫した	① ② ③ ④
③研究の目的(もしくは仮説)と結論が適切にまとめられている	①明らかにする内容の明確さ ②結論の明確さと目的との関連	研究の目的をはっきりと書いておらず、結論も曖昧であった	研究の目的を示す何らかの記述はあるが、結論が曖昧であった	研究の目的が分かる記述があり、それに対する結論も出せた	研究の目的がはっきりとし、結論も明確で客観性を確保した	① ② ③ ④
④資料の適切な作成・活用と掲載における工夫がなされている	①資料の作成とその活用 ②資料の効果的な掲載	図・写真・表・グラフ等の調査はしたが、何も掲載しなかった	図・写真・表・グラフ等を調査し、掲載したが、作成はしなかった	調査して得たデータを基に図・表・グラフ等を作成・掲載した	データを基に効果的な活用を意図して資料を作成・掲載した	① ② ③ ④
⑤論文作成時に研究倫理を意識しながら取り組むことができる	①著作権等への意識 ②表現方法等への配慮	引用した部分や転用した部分の出典を明らかにしなかった	引用部分や転用部分の出典を何らかの形で示した	掲載箇所ごとに基本的に出典を明示し、個人情報等にも配慮した	出典を明示し、掲載内容すべてにおいて表現方法等で配慮した	① ② ③ ④

[論文作成への取組において、自分を評価できる良かったことは何ですか?]

[論文作成への取組において、自分が取り組むべき改善点は何か?]

# 課題研究ミニ論文の例 I



## 茶節を用いた霧島つつみ～高校生に好まれる霧島つつみとは～

鹿児島県立国分高等学校 自主ゼミ 霧島つつみ班

Abstract: We are interested in Kirishima's foods. When we researched it, we found Kirishima-Tutumi that is a service provided by Kirishima city. So we wanted to make it ourselves to disseminate this service to Kirishima's high school students, and we cooperated with Kirishima-city holl staff to do it.

Keyword: Kirishima-Tutumi, Ume-Chabusi-chazuke, Gastronomy, High-school-students, Kirishima-Gastronomy-Promotion-Council

### 1 研究背景

現在、世界ではヨーロッパ諸国が中心となりガストロノミー活動が推進されている。霧島市では 2017 年より「霧島ガストロノミー推進協議会」という組織が「霧島の食を盛り上げたい!」と、食についての独自のブランド認定制度や、市の食文化を活かしたイベントを行っている(霧島ガストロノミーパンフレットより)。ガストロノミーとは、健康的な生活と食を通じた喜びを分かち合うための知識、体験、芸術、クラフトを統合した概念のことをいう。(欧州連合宣言 2014)

その「霧島ガストロノミー推進協議会」が「霧島つつみ」という活動を行っている。「霧島つつみ」とは霧島産の食材を2品以上使用し、中身がすっかり覆ってあるものと規定されている。鹿児島市はこの活動を通して日本全国、世界へ霧島の食材を発信している(霧島つつみパンフレットより)。

だが現実としては、これらのことは霧島市に在住・通勤・通学している市民にあまり知られていない。(インタビューより)

### 2 研究の目的

今回私たちは、これらのガストロノミー活動があまり知られていないということに注目した。

研究の前提として、霧島でのあらゆる食についての活動を知ると同時に、鹿児島県の伝統料理についても調査を行った。結果、「茶節」という軽節と味噌を混ぜ合わせ、お茶を注いだ薩摩地方南部の郷土料理に目をつけた。そこでそれを使って何かガストロノミー活動をしようと考えた。

次に「霧島つつみ」と「茶節」についての認知度を知るための予備調査として、国分高校の生徒・職員 970 人を対象としたアンケートを行った。するとほとんどの人が知らないという結果がでた。そこで「霧島市の高校生」に霧島包を通してガストロノミー活動や霧島の食の美味しさを知ってもらうために、新たな霧島つつみとして茶節をご飯で包みお茶をかける「茶節茶漬け」をつくることにした。中身には、霧島産の胡麻、味噌、粉茶、市販の軽節が入っている。

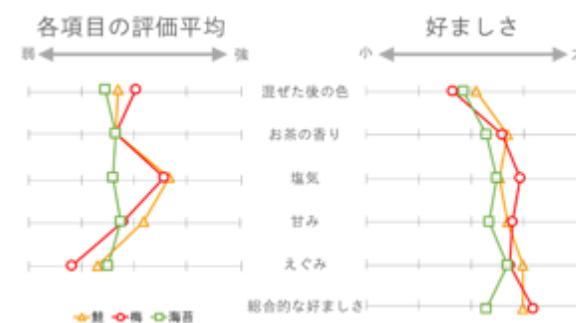
### 3 研究内容・方法

研究内容・方法は以下の通りである。

内容	理由	方法
(1)基準の茶節の味噌の配合比率決定のための官能試験	味噌の配合割合で味が変化するため	味噌の量が異なる茶節 A・B・C を国分高校の生徒 21 人を対象に食べてもらい好ましいものを選んでもらうアンケートを行う
(2)基準となった茶節と合わせご飯の量決定	茶節の味を消さないようにするため	
(3)茶節茶漬けに付加するトッピング決定のための官能試験	高校生に好まれる茶節茶漬けにするため	事前調査のトッピングに関するアンケートで上位の鮭・梅・海苔に絞って(2)の茶節茶漬けに付加したものを国分高校の生徒 21 人を対象に食べてもらい好ましいものを選んでもらう 5 段階評価のアンケートを行う

### 4 結果・考察

- 結果として、全体の 71% の人が最も濃い味が好ましいと答えた。
- 全体の味のバランスから 130g のご飯が最も適していた。
- アンケートでは混ぜた後の色・お茶の香り・塩気・甘み・えぐみ・総合的な好ましさについて聞いた。
  - 混ぜたあとの色…全ての味で濁りを感じたと答えられた→食欲の湧く見た目にする必要がある。
  - お茶の香り…全ての味で同程度だが好ましさの差が生じた→トッピングや味噌の香りが強かったからではないか
  - 塩気・甘み…梅と鮭を比較すると甘みは梅の方が弱い…梅の甘みが弱いことで、塩気が際立ったのではないか
  - えぐみ…全ての味で弱い→お茶の抽出温度によるえぐみを感じたからではないか
  - 総合的な好ましさ…「梅」が最も好まれた。
 よって高校生に好まれるのは「梅茶節茶漬け」であると考えられる。



### 5 結論

高校生に好まれるのは、「梅茶節茶漬け」である。

### 6 今後の課題

本来ならば 2 月 27, 28 日に霧島市が開催する「霧島ガストロノミーコレクション」という霧島つつみや霧島の特産品を紹介するイベントにて梅茶節茶漬けを振舞う予定があった。今回は新型コロナウイルスの感染拡大防止のため中止になってしまった。今後またこのような機会があれば、使う食材を 99% 霧島産の梅茶節茶漬け(軽節は霧島産がないため)を作りたいと考えている。

またその他の霧島市のイベントに参加する。

### 7 参考文献・引用文献

- 霧島って美味しい。霧島ガストロノミーパンフレット  
<https://kirishima-gastronomy.com/tsutsumi/>
- 霧島つつみパンフレット  
<https://www.city-kirishima.jp/kyodo/kirishimatutumi.html>
- かごしまの食ウェブサイト かごしまブランド推進本部  
<https://www.kagoshima-shoku.com/brand>



# 課題研究ミニ論文の例Ⅱ-1

## 霧島の水 - 霧島の自然の恵み“地下水”の実態 -

### ( Tap Water of Kirishima City - Research on Nitrite Nitrogen in Our Water- )

鹿児島県立国分高等学校 自主ゼミ 霧島の水班

**Abstract** Our research focuses on Kirishima's water supply. We analyzed the water and found that it contains higher than average levels of Nitrite Nitrogen. We think that these high levels are caused by the use of fertilizer in local orchards and tea gardens. To further our research we will continually study the city's water and analyze the fertilizer composition.

**Keywords** Tap water, Nitrite nitrogen, Kirishima city, Tea garden, Orchard, Fertilizer

#### 1. 研究背景

霧島市は鹿児島県内第2位の規模をもつ都市である一方、多くの自然に恵まれた霧島山系を中心に水資源が豊富であり、黒酢や焼酎、温泉などの産業にいかされる。また、霧島市では市営の水道水100%を地下水・湧水で賄う。その水質において霧島市上下水道部が管理する市内の水源地の水質検査結果を比較したところ、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の値が基準値10mg/L以下ではあるものの比較的高い値を示す水源地があった。窒素は体内に多く入るとヘモグロビンと結びつき、チアノーゼとよばれる血液中の酸素の減少で皮膚や粘膜が青紫色を帯びて見える症状を引き起こす。水の窒素による汚染原因のひとつとして化学肥料・有機質肥料の農地への施用がある。アンモニア態窒素と硝酸態窒素が含まれる肥料を畑地や果樹園等にまくことで、その大部分は作物に固定される。固定されずに残存したアンモニア態窒素は土壌粒子や土壌有機物に吸着されるが、硝酸態窒素は雨水や灌漑用水に溶脱する。茶やにんじんなど、特に多肥の畑地においては硝酸態窒素の溶脱が大きく、こうした地域の中には施肥量の低減化や土地改良等の対策が行われている所がある(社団法人日本水道協会, 2000)。鹿児島県は国内2位の茶の生産地であり、「茶いっぺ(慌てず急がず茶を飲んでください)」という人を気遣う意味が込められた方言に代表されるように茶は鹿児島の文化のひとつとして定着している。そのなかで霧島市では霧島茶が特産品として生産され、第73回全国茶品評会で産地賞を3年連続受賞した。旧溝辺町を中心として霧島市内には茶畑が広がる地域が多くあり(写真1)の茶の生産に使われる肥料が、市内の水源地の水質に影響しているのか疑問に思い研究を始めた。



写真1 旧溝辺町 鹿児島県産付茶に茶畑が広がる

#### 2. 研究目的・意義

水道水において霧島市の一部の水源地で硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の値が比較的高くなる地点がある原因の解明に少しでも近づくことで、より良質な水の確保を実現し、霧島の恵まれた水資源をこれから先の世代にも残していきたい。また、今後この研究を継続的に進めていく中で原因を特定し具体的な対策を提案することを目標とし、水道水に含まれる硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が、霧島市及びその周辺に住む私達と次の世代の人々へ、生活や自然環境において将来的に悪影響を及ぼす可能性を軽減することを目指す。

#### 3. 研究方法

##### 予備調査

- ①第一工業大学、霧島市の上下水道部での聞き取り調査と資料収集を行った。
- ②水質検査結果(霧島市上下水道部, 2013~2018)から硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素に関するデータを抽出し、市内7地点の水源地ごとに比較した。
- ③国土地理院の地図をもとに、土地利用の状況を調査し、茶畑と果樹園及び水源地の位置やおおよその範囲を特定した。

※1 大学と連携し、霧島市から個人より情報提供の了承を受け結果を開示(個人情報保護の条件を遵守)  
※2 第一工業大学の石本弘治教授、森岡の宇都鉄則教授に実地調査を依頼(個人情報保護のため私産に場所の詳細は知らされていない)

##### 本調査

- ④霧島市上下水道部の協力のもと市内の配水池で採水を行い、第一工業大学でアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の検査を、ラムダ-9000(株式会社理化学研究所)を使用して行った。
- ⑤民間の簡易給水施設水質検査結果<sup>※1</sup>(霧島市環境衛生課, 2019)及び水質検査結果(霧島市上下水道部, 2018)を地図上にプロットした。
- ⑥調査④で2.0mg/L以上の値を示した簡易給水施設水質検査箇所のうち新たに確認された3地点で実地調査<sup>※2</sup>を行い、周辺の土地利用について確認した。

#### 4. 結果・考察

##### 予備調査

- ①石本弘治教授(第一工業大学)、下村英明氏(霧島市上下水道部)に聞き取り調査を行った。このとき上下水道部から水質検査結果(霧島市上下水道部, 2013~2018)などの提供をしていただいた。
- ②、③西光寺配水池と重久配水池に位置する水源地では硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の値が基準値10mg/L以下ではあるが他の配水池より高い(図1)。西光寺では十三塚台地を中心に茶畑が広がり(図2)、国分重久の春山台地には茶畑に加え果樹園が多い(図3)。一方、その他の配水池周辺には茶畑や果樹園がほとんど見られない(図4)ことから、西光寺や重久の配水池において値が比較的高くなるのは、茶と果樹園の生産に使われる肥料からの窒素溶脱による可能性があると仮説をたてた。

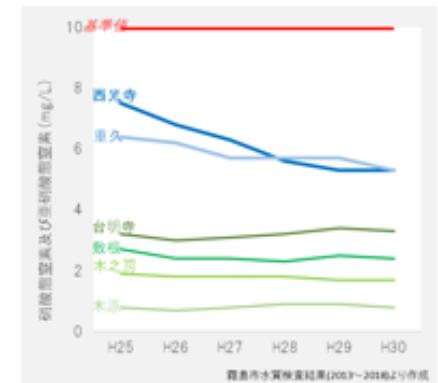


図1 配水池別硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の変化量

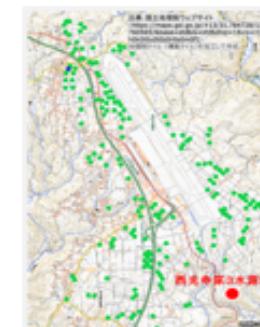


図2 西光寺配水池系周辺  
十三塚台地: 多くの茶畑が確認できる



図3 重久配水池系周辺  
春山台地: 茶畑に加え果樹園が目立つ

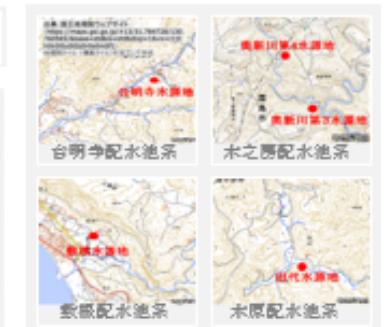
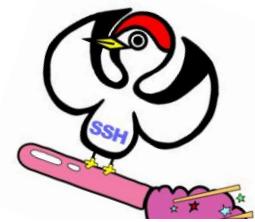


図4 その他の配水池系周辺  
茶畑・果樹園はみられない



# 課題研究ミニ論文の例Ⅱ-2

### 本調査

④検査結果(図5)からアンモニア態窒素と亜硝酸態窒素の値が小さく、硝酸態窒素の値が大きくなっているのは、硝化され硝酸態窒素になったからだと考える。また西光寺、重久(茅落)の水源地で特に値が高いことから、これらは肥料からの窒素溶脱によるものではないかと考えられる。周辺に茶畑や果樹園が見られなかった台明寺でも高い値を示したが、水源地周辺を流れる永谷川上流の両岸には養鶏場・堆肥関連施設・農場・豚舎などがみられた。家畜排せつ物を農地利用する場合、窒素分の多くは作物や牧草などに吸収され、一部が溶脱して地下水に流入する(社団法人日本水道協会, 2000)。家畜ふん尿の野積みや素掘りは「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律(農林水産省・法律第112号)」によって基本的に禁止されている。現時点でまだ確認はできていないが家畜排せつ物からの窒素溶脱も考慮する必要がある。

	アンモニア態窒素 NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	亜硝酸態窒素 NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	硝酸態窒素 NO <sub>3</sub> -N (mg/L)
台明寺	0.11	N.D.	2.35 × 10
西光寺	N.D.	N.D.	3.38 × 10
茅落	N.D.	N.D.	3.36 × 10
範囲	0.10~4.00	0.006~0.200以下	※

(採水: 19.10.14 検査: 19.11.20) ※NO<sub>2</sub>-Nについては10倍希釈を行った

図5 調査地の結果

⑤民間の井戸水の水質(図6, ○で示す)については、開示されたサンプルの中で基準値10mg/L以下ではあるが、一番高い値を示したのが川内のものだった。ここは茶畑や果樹園がみられた市の管理する配水池系からは離れていた。次いで隼人町小田・隼人町姫城・国分重久のサンプルの値が高かった。その他の地点では、主に北側で値が低くなっていて、山間部の地域の水はもとより、川の下流や沿岸部でも高い値を示す箇所がほとんどみられないことから、霧島市で水道水として利用される地下水・湧水は極めて良質であるといえる。

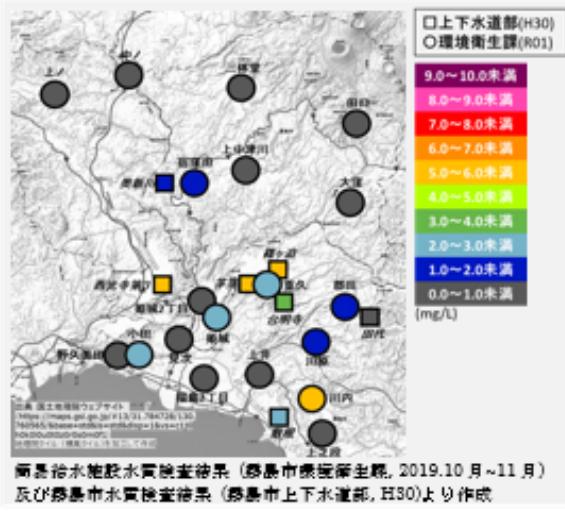


図6 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の値

⑥隼人町小田の検査箇所はシラス台地(写真2, 赤色で示す)の麓に位置する。この台地上には茶畑や果樹園、化学肥料を芝の育成に使うと考えられるゴルフ場がみられた。隼人町姫城の検査箇所は山(写真3, 赤色で示す)の麓に位置する。ここでは、近隣に果樹園がみられた。国分川内の検査箇所は山地の頂上付近に位置する。この検査箇所より標高の高い近隣の位置では、広域の農場(写真4)が五ヶ所ほど点在していた。周辺の環境から肥料からの窒素溶脱の可能性は十分あると考えられる。



### 5. 結論及び今後の展望

硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の値が基準値10mg/L以下ではあるものの比較的高い地域があるのは、茶畑や果樹園などで使われる肥料からの窒素溶脱による可能性が高いと考えられる。これをより明確にするため、使用される肥料等の種類・施肥量・施肥時期等の調査を行い、施肥状況と比較するための霧島市の水源地での水質検査と民間の井戸水の検査結果のサンプル収集を継続する必要がある。また、地下水脈が河川の流れてと違っている可能性も考えられるため地下水脈や土壌の状況等も調査したい。また、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素と水を中心とする霧島の自然・社会との関わりについて知ること、霧島についてより一層の理解を深めていきたい。

#### 《今後の展望》

- 使用される肥料等の種類・施肥量等の調査・比較
- 霧島市の水源地での継続的な水質検査
- 民間の井戸水の検査結果のサンプル収集の継続
- 地下水脈, 土壌の状況等の調査

### 6. 参考文献・引用文献

- ・社団法人日本水道協会. (2000/3). 「平成11年度厚生省委託費による水道における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素対策の手引き」.
- ・霧島市上下水道部. (2013~2018). 「水質検査結果」.
- ・地理院地図(国土地理院)ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp>). (2019/10/18).
- ・霧島市環境衛生課. (2019). 「簡易給水施設水質検査結果」.
- ・環境省. (2020). 「温室効果ガス排出・吸収量等の算出と報告」. (<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/index.html>). (2020/2/10).
- ・霧島市. (2017). 「市の概要」. (<http://www.citykirishima.jp/hisyokouhou/shisei/shinosyokai/gaiyo/ichi.html>). (2020/1/9).

### 7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご協力いただきました。厚く御礼申し上げます。  
 ・第一工業大学 石本弘治教授(研究への助言, 水質検査の協力, 霧島市との交渉, 実地調査)  
 ・霧島市上下水道部水道工務課 下村英明氏(資料の提供, 水質検査のための採水)  
 ・霧島市環境衛生課(資料の提供)

# 2020SSH生徒研究発表会

# 要旨 例

## 奨励賞受賞



3048 鹿児島県立国分高等学校

出水市に侵入したリュウキュウアブラゼミはどこからきたのか

### 抄録

出水市産リュウキュウアブラゼミの形態とDNAを解析して原産地と比較した結果、出水市産は徳之島産に最も近いという結果になり、出水市産は徳之島から侵入したと推測された。発生数が多く、2年連続で発生していることから、すでに定着していると考えられた。9月下旬から発生する点は移入による影響と考えられ、興味深い。

#### 1. 研究の背景と目的

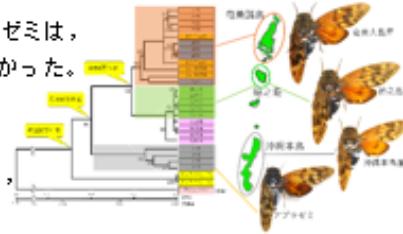
2018年に鹿児島県出水市でリュウキュウアブラゼミが確認され(金井・所崎 2018)、胸部の斑紋等が徳之島産に近いと指摘された(金井・所崎 2019)。しかし形態に関する詳細な研究やDNA解析はまだないため、形態解析とDNA解析によって出水市産リュウキュウアブラゼミのルーツを特定することを目的として研究を行った。

#### 2. 方法

本来の生息地や出水市で見つけ採りによって成虫を採集した。また出水市では調査区(生息地全体の1/9の面積)を設定し、一週間に一度全ての抜け殻を採集することで発生時期の推定を行った。採集した個体は標本にして各部位を測定し、散布図と主成分分析によって形態の比較を行った。また右中脚を99%無水エタノールに保管し、(株)生物技研に解析を依頼した。送られてきた塩基配列をもとにMEGAを用いて最尤法により系統樹を作成した。

#### 3. 結果

形態解析の結果、出水市産のリュウキュウアブラゼミは、散布図でも主成分分析でも徳之島産に極めて近かった。ミトコンドリアDNAを元に描いた系統樹でも、出水市産は徳之島産と一つの枝を形成しており、近縁であることが示された。また沖縄産は100万年前、奄美諸島産と徳之島産は50万年前に分岐したことも分かった。抜け殻調査の結果、133個体の発生を確認した。また出水市での発生は、9月下旬から10月にかけて一山型の発生パターンになることが分かった。



#### 4. 考察

出水市のリュウキュウアブラゼミは徳之島から来たと断定してよいと考える。発生数の多さと2年連続で発生したことから、侵入後かなり時間が経過していると考えられる。発生地は園芸業者の養樹園であり、南方から樹木を移植した際に根周りの土に幼虫が含まれていたものと考えている。原産地と異なる秋の発生については、積算温度の不足による幼虫期の長期化によるのではないかと考えられる。

#### 5. 参考文献

- ・金井賢一・所崎聡(2018)鹿児島県出水市でリュウキュウアブラゼミが発生。Cicada25:25.
- ・金井賢一・所崎聡(2019)鹿児島県出水市で発生したリュウキュウアブラゼミ。鹿児島県立博物館研究報告第38号

6. キーワード 出水市 リュウキュウアブラゼミ 植木の搬入 主成分分析 DNA解析

3048 Kagoshima Prefectural Kokubu High School

Where are they from?

~The Origin of *Graptopsaltria bimaculata* in Izumi City~

### Abstract

The results of morphological and DNA analyses of *G. bimaculata* showed that the Izumi population is close to the Tokunoshima population. Thus, the Izumi population was presumed to have been introduced from Tokunoshima Island and, due to the large number of occurrence, to have already established.

#### 1. Introduction

In 2018, *G. bimaculata* was identified in Izumi City, Kagoshima Prefecture. However, since no detailed morphology or DNA analyses were yet available, this study was conducted with the aim of identifying the origins of the Izumi population of *G. bimaculata*.

#### 2. Method

Adult specimens were collected from both their native Ryukyu island habitats and Izumi City. Their morphology was compared using a scatter chart and a principal component analysis. The DNA sequencing was outsourced. After receiving the results, we drew a phylogenetic tree of *G. bimaculata* by using the software MEGA. Additionally, all exuviae were collected from our Izumi City study area once a week in order to investigate the timing of the occurrence.

#### 3. Results

The scatter chart, principal component analysis, and the mitochondrial DNA analysis all showed that the *G. bimaculata* of Izumi City are closely related to the Tokunoshima population. In addition, the phylogenetic tree showed that the Amami and Tokunoshima populations diverged from each other 500,000 years ago. The 133 exuviae that were found showed that the occurrence started in late September and finished in mid-October.

#### 4. Discussion

It is highly probable that the *G. bimaculata* in Izumi City was introduced from Tokunoshima. The large number of occurrence and the fact that it occurred two years in a row suggest that considerable time has elapsed since their initial introduction. The larvae were presumed to have been moved with trees that were transplanted from the Ryukyu islands. The occurrence in autumn, which is different from the place of origin, may be due to a prolonged larval stage caused by lower temperatures.

#### 5. References

- Kanai, K. and Tokorozaki, S. (2018) Occurrence of *G. bimaculata* in Izumi City, Kagoshima Prefecture. *Cicada* 25: 25.

6. Key words Izumi city, *Graptopsaltria bimaculata*, DNA analysis