

高等学校科学研究実践活動に対する，単位時間採集法を用いた アリ類研究の提案と実践

吉村正志^{*,**}，芳田琢磨^{*}，小笠原昌子^{*}，エヴァン・エコノモ^{*}

Ant Research Program for High School Students Using the Time-unit Sampling Method

Masashi YOSHIMURA, Takuma YOSHIDA, Masako OGASAWARA and Evan ECONOMO

要旨：2015年度より始動した「OKEON 美ら森プロジェクト」の一環として，沖縄本島内の高等学校における科学研究実践活動との高大連携プログラムを推進している．その取組として，高校への単位時間採集法を用いたアリ類研究の提案と，その実践を行なった．

キーワード：環境教育，シチズンサイエンス，高大連携，環境指標性，沖縄島

1. はじめに

現在，筆者らは沖縄本島における全島規模の環境モニタリングプロジェクト「OKEON 美ら森プロジェクト」を推進している．長期にわたって継続利用が可能な調査地点を本島全域に設けること，そして，さらにそのフィールドネットワークを用いて研究活動を行い，その結果を共有して利用するための，社会ネットワークを構築することを目指している．社会ネットワークに組み込まれる組織としては，高等学校や博物館などの教育機関，大学などの研究機関，そして行政組織を想定している．沖縄本島全域での環境評価には，北部やんばる地域のような連続林から，中南部の都市環境までを評価できる，汎用性のある指標が必要となる．環境指標には，生息環境の変化に反応して増減する「環境指標性生物」を使う方法が一般的である．寺山ら(1999)によって沖縄本島だけでも113種がリストされているように，アリ類は，種数・個体数ともに多く，森林から都市までどこにでも見られ，種ごとの環境要求性が高く，そして採集によって被る影響が少ない分類群であることから，環境指標性生物としての汎用性が高い．さらに，沖縄をはじめ，日本のアリ類の同定資料も充実している（アリ類データベース作成グループ2008, 2008; 寺山ら, 2009; 寺山ら, 2014)．こうし

た特性から，環境評価におけるアリ類の活用範囲は広く，学校での環境教育の場もその可能性のひとつだと考える．筆者らは社会ネットワーク構築の一環として，2015年度より，沖縄本島内の高等学校における，科学研究実践活動を通じた協力関係構築を開始した．本稿では，その初年度の取組の記録として，高校への「単位時間採集法」を用いたアリ類研究法の提案と，その実践を紹介したい．

2. アリ類の調査方法

アリ類を採集調査する場合，その方法は大きく分けて「受動的採集」と「能動的採集」との2つに大別される(Agosti・Alonso, 2000)．受動的な方法は，能動的な方法に比べて観察者の採集技術に左右されにくく，そのために再現性も高いとされるが，概して手間がかかる．アリ類を選択的に採集できないこと，そして，サンプルに土などの異物が大量に混入することがその主要因である．受動的な採集方法として挙げられるのは，地上徘徊個体を狙う落とし穴トラップや粘性トラップ，飛翔性の羽アリをねらうマレーゼトラップや衝突板トラップなどである．逆に，能動的方法は手間はかからないが，採集者の技術や経験に左右されることが多く，再現性がより低いとされる(Agosti・

* 沖縄科学技術大学院大学生物多様性複雑性研究ユニット，** 宮城教育大学環境教育実践研究センター

Alonso, 2000). 代表的な例としては、見つけ採りをはじめ、草や葉からアリを落とすピーティング、捕虫網を振るスウィーピング、落葉層をふるうシフティングなどが挙げられる。また、光源を使った夜間採集（ライトトラップ）や、糖蜜を用いた採集（ベイトトラップ）の場合には、そのままトラップを設置して受動的に採集する場合と、誘引された昆虫を能動的に見つけ採りする場合があります。必ずしも一般に使用される採集法の中には明確にカテゴリー化しにくいものもある。いずれにしても、その目的とコストによって適当な採集方法を選択、あるいは組み合わせることが重要だといえる。

3. 学校現場に適したアリ類の調査方法

高校の授業の一環として、またはクラブ活動として行われる研究活動の場合を考えてみたい。アリ類を学術的に扱うことに慣れた専門家とは異なり、高校の研究プログラムの範囲でアリ類調査を行う際には、考慮すべき幾つかの制約がある。

まずひとつ目は、調査からまとめまでに許される時間的な制約である。高校では一般的に、単年度で実験計画立案から結果発表までをひと通り終わらせねばならず、研究コンクールへの応募を想定するなら、実質確保できるのは7-8ヶ月ほどであろう。その上、ひとまとまりで確保できる時間も長くはない。授業ならひとコマ45-50分程度、長くてもふたコマ連続で最大100分程度となる。Agosti・Alonso (2000)にある例を参考に、一般的な調査で利用される代表的な2つの方法、ピットホール（落とし穴）トラップと、落葉層からのウィンクラーを使った土壌動物抽出の場合について、大雑把な見積もりを表1に示した。いずれの方法も、後に紹介する単位時間採集法に比べると、高校の研究プログラムの調査法として採用するには、運用上の時間的負荷が大きいことがわかる。

表1.1 サンプルあたりに予想される作業時間

採集法	採集に要する時間 (分)	サンプル処理と同定に要する時間 (分)
ピットホール	15	180
ウィンクラー	35	180
単位時間採集	15	60

ふたつめに挙げられるのは、採集技術や同定技術の問題である。こうした技術的な困難は、実は初学者には共通して立ちどころの問題である。しかし継続して学習が蓄積する個人と違い、最大でも3年で総入れ替えになってしまう高校の教育現場では、毎年ある程度の時間的なコストを見込まねばならない。同定の問題については、生物相を扱う以上は対象分類群や調査方法にかかわらず、多かれ少なかれぶつかる問題であるため、調査法の選択自体にはあまり影響しないと思われる。結局、調査法の選択において一番の判断基準は時間的な制約であろう。見つけ採りや、糖蜜を染み込ませたコットンを使ったベイト採集が多くの場合で採用されるのは、そのような事情からだと推測される。

研究成果をまとめる上で、選択する調査方法によって、使用できる解析方法にも制約が生じることも、無視できない要素である。最も単純で簡便な見つけ採り法を行なった場合、結果として得られるのは各調査地からの種のリストであり、同定の後に使用できる解析方法は、名義変数を用いた解析に限定される。トランセクトや方形区を利用した糖蜜トラップでは、サンプルがユニット化するため、より柔軟な解析が使用できそうである。しかし、糖蜜などに誘引される種限定で採集されるという偏りを常に考慮する必要がある。アリ相全体から見た比較は難しい。

4. アリ類における、15分単位時間採集法とそのメリット

本稿で紹介する15分をひと区切りにした単位時間採集法は、特定の小面積の調査区の、包括的なアリ相を調査するのに優れた方法であり、時間的なコストパフォーマンスに優れていることから、高校での研究プログラムに適している。方法としては、時間を15分間のユニットに区切り、その15分間の間に各自があらゆる能動的な採集法を駆使して最大数の種数を採集する、というものである。バイアルはユニットごと、採集者ごとに別とする。各ユニットで、各種の得られた個体数は加味せず、出現の有無をデータとして利用する。ユニット間での種の重複は気にせずに前回採集した種でも積極的に採集し、そのユニットの採集種数を最大にする努力をする。緒方・竹松 (2001)によれば、

この調査方法は、一定の面積の種類を採集することを目的としたものではないとされる。しかし今回は、緒方・竹松(2001)の調査法を改良し、20平方メートルの方形区、もしくはそれと同等の面積を持つ調査区を設定してその中で実施することにより、定面積間での比較を可能にした。

本調査法のメリットは、複数の能動的な採集法を組み合わせることで、その調査区内のアリ類を網羅的に採集できること、そして、調査者と時間とを区切ってユニット化することによって、短時間で大量のデータセットが得られることである。たとえば、5人で90分の調査を行うと、最大で $5 \times (90 \div 15) = 30$ ユニットができる。これによって単純な見つけ採りに比べると、より多くの解析が可能になる。どこにでも生息し、各種コロニーに多くの個体を抱えるアリ類に適した調査法であると言えるだろう。また、単位時間採集法は限られた時間内にアリ相全体を明らかにするには、他の方法と比較しても優れた方法であるとされる(緒方, 2007)。

5. 学校現場における実践

「OKEON 美ら森プロジェクト」の一環として、2015年度は沖縄本島内の4つの高校と協力関係を結んで、アリ研究チームを立ち上げることができた。各校にとっては、自校の研究実践を発展させることができ、筆者らにとっては各地点でのアリ相のデータが得られることで、双方に大きなメリットがある。まず年度当初に沖縄生物教育研究会の総会で講演を行ない、15分単位時間採集法を使った調査法の概略を説明した(図1)。その後、生物教員の中に希望者を募



図1. 沖縄生物教育研究会での講演の様子



図2. 教員向けのアリ類単位時間採集法ワークショップ



図3. 辺土名高等学校での同定指導

り、調査法全体を体験してもらいワークショップを開催し(図2)、ワークショップでは簡単なマニュアルを作成して配布した。ワークショップ参加校の中から、やんばる地域に位置し環境科を有する辺土名高等学校(図3)、スーパーサイエンス指定校の球陽高等学校、これまでもアリ類をテーマに研究を実施していた生物クラブをもつ普天間高等学校、そして開邦高等学校の、合計4校が参加を表明し、生徒の中にアリ研究チームを立ち上げた。開邦高校は、以前球陽高校でアリ類を用いた研究を行った経験がある教員が、今年度から着任した高校であった。

筆者らにとっても、高等学校での研究プログラムに関わるのは初めての経験であった。しかも、辺土名高校と球陽高校の担当教員は、アリ類に関しての予備知識や研究経験がほぼない状態からの手探りでの立ち上げとなった。紆余曲折はあったものの、現在までに、4校全てにおいて、なんとか研究結果をまとめて第38回沖縄青少年科学作品展へと出展するまでに至った。

6. 初年度の実践を通しての課題

「OKEON 美ら森プロジェクト」における社会ネットワーク構築初年度にして、早くも4つの高校の環境研究実践活動との連携が実現したことは、我々としては大きな成果である。しかし初年度ということもあり、予想内および予想外の困難も少なからずあった。初年度の連携を通して明らかになった課題や、それらについて改善点を整理することが、今後の連携の中でより良い成果を上げていくために必要だろう。以下では、そうした課題を「OKEON 美ら森プロジェクト」側の要改善点と、学校現場側の要改善点に分けて議論したい。プロジェクト側の課題として挙げられるのは、(1)当方の標本処理・同定支援システム整備の遅れ、(2)高校側の年間研究実践活動スケジュールの把握不足、の2点である。(1)のシステム整備については、当初計画では、高校側が試料の同定を始める予想時期であった秋には、我々のプロジェクト内に試料のソーティングや標本作製、そして同定までを支援できる学び合いのシステムが整備される計画だった。各校の担当教員らに対し、筆者らのプロジェクトのソーティング作業現場内に技術を学べる場を開放して、必要に応じて入ってもらおう。チーム内では、地元から採用したスタッフが、常時大量の試料を採集して処理している。スタッフの多くは今年度に採用されるまで、昆虫同定や標本作製の経験をもっていなかった。これは教員らとしても学びやすい環境だろう。しかし、実際には大学院大学側の施設整備等の遅れなどから、教員らが最も必要とする標本作製と同定に関しては未だ準備中である。つまり、本来予定していた支援システムがほとんど機能せず、筆者を始めとした数人のスタッフにその作業や指導が集中してしまった。こうなると、コン

クール出展時期の作業量の増大に対応できない、次年度に向けての支援システムの整備を急ぎたい。(2)のスケジュールに関しては、予想以上に時間的な余裕がない事を高校側と共有できず、締め切りが迫る中で作業に追われた感が否めない。当方としては年度ごとに結果をまとめるという意識でいたものの、現実には校内予選やコンクール出展などを加味すると、その6割ほどの時間で中間結果をまとめなければならない。年度当初から、もう少し綿密なタイムスケジュールを共有すべきだった。

次に高校側の問題としては、(3)高校側の研究設備の能力不足、(4)我々と指導教員との研究主体に対する認識の違い、の2点である。(3)の研究設備に関しては、高校現場に配備されている双眼実体顕微鏡の多くが、本研究実践活動上の基本作業である、アリ類の標本作製を行うのに必要な性能を備えていないことが判明した。双眼実体顕微鏡を導入した時点では、具体的に実体鏡下で行う具体的な作業を想定しておらず、実体鏡の使用経験がある教員も少ないことから、機種選定の際の採択基準が価格優先になるのは仕方ないだろう。しかし、高校側である程度自転できる研究を目指す筆者らとしては、これは今後大きな隘路となる。(4)の教員らからの対応は、研究が進むにつれ、指導教員の意識が向上することで大きく改善したと感じる。当プロジェクト側が対象にしているのは、指導教員の研究指導技術の向上であり、直接生徒に対しての指導は想定していない。すべての高校で統一した調査法を採用するため、将来的なデータの共有が見込める反面、各高校での独自性を出すためにも、研究の問題や目的設定自体はあくまで高校側が行うことが望ましい。我々がすべきは、あくまで問題設定や研究遂行に対する助力である。しかし当初は、指導教員自らが目的の設定をできなかつたり、我々が直接生徒を指導する場を設けられたりという場面が目立った。確かに、短期的には、我々が生徒たちを直接指導するほうが、成果を出す上で効率が良いだろう。しかし、長期的な視点に立てば、時間はかかっても指導教員自身が生徒たちと向き合わなければ、各高校における自立した研究チーム運営はより難しくなり、生徒たちとの間の信頼関係構築上も好ましくないだろう。

7. 今後の実践に向けての改善

初年度の取り組みを通して見えた課題に対しては、直ちに解決が難しい設備面の問題があるものの、来年度に向けて、できるところから改善を試みたい。まず、自立的な研究実践指導が難しい教員らに対しては、具体的な研究指導計画を本人に策定してもらい、それを基にした我々プロジェクト側とのスケジュール調整を年度の早い時期に行なうべきである。時間的な制約が大きい指導計画の中で、最も時間を要するのは標本作成と同定作業であった。この部分での生徒の活動内容を単純化し、不足部分を補う教員の作業をプロジェクト側から効率よく助力できれば、単年度でもある程度の結果を出して、研究を時間内にまとめることが可能であると思われた。実際、採集された種数は各校10から15種程度であった。教員がこれらの種を自ら同定できるようになれば、指導もずっと円滑に進むだろう。新たに採集される種の出現も今後予想されるものの、それを持って我々のプロジェクトのソーティング作業現場入り、スタッフとの学び合いの中で解決することもできるだろう。また、研究計画や実践への助言は、可能な限り生徒を入れずに、指導教員のみに行えるよう、さらなる認識の共有を図りたい。

なお、各高校で採集されたアリ類の標本は、各校での研究終了後に「OKEON 美ら森プロジェクト」に寄贈され、研究の証拠品として保管されると同時に、沖縄全体の環境保全研究のための重要な標本群として活用されることが決定している。

8. 謝辞

本研究を遂行するにあたって、沖縄生物教育研究会、辺土名高等学校、普天間高等学校、球陽高等学校、開邦高等学校の先生方と生徒さんにご協力をいただいた。各校からの試料同定に際して、高嶺英恒氏より寄贈されたアリ類コレクションには大変助けられた。感謝を申し上げたい。また、研究遂行をサポートしてくれた「OKEON 美ら森プロジェクト」のスタッフにも感謝したい。

Agosti, D. and Alonso, L. 2000. The all protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Agosti, D., Majer, J., Alonso, L. and Schultz, T. (eds.) Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 204-206.

アリ類データベース作成グループ 2008. 日本産アリ類画像データベース 2008. アリ類データベース作成グループ, 仙台 (CD-ROM).

緒方一夫・竹松葉子 2001. II. アリ類. In: *生物多様性モニタリングに及ぼす諸要因の研究*. 緒方一夫 (編) 平成8年度～10年度科学研究費補助金 (基盤 (C) (2)), pp. 7-27.

緒方一夫 2007. 生物多様性バイオインディケーターとしてのアリ類の利用に関する基礎的研究. 平成16年度～18年度科学研究費補助金 (基盤 (B)).

寺山守, 久保田敏, 江口克之 2014. *日本産アリ類図鑑*. 朝倉書店, 東京都.

寺山守・高嶺英恒・久保田敏 2009. *沖縄のアリ類*. 高嶺英恒, 那覇市.

