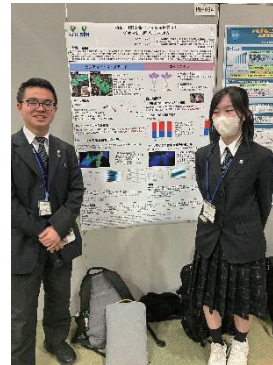


## 絶滅危惧植物の保全生態学を通じた ESD

### － 箱根・丹沢の希少植物の保全生態学 －

実施担当者 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校・附属中学校  
教諭 矢部 重樹



#### 1 はじめに

中学・高等学校における課題研究授業において、定期的にフィールド活動を伴う生態学的調査は地理的、時間的制約があるため、テーマとして扱われにくい。しかし、第6の大量絶滅時代と言われる<sup>1)</sup>現在において、生物多様性の保全、持続可能な環境をつくってゆく人材の育成は急務である。そこで、昨年度より本校の課題研究部（中学・高校生の自主的な研究チーム）で、地元神奈川県特有のフォッサマグナ植物のうち、希少植物・絶滅危惧植物についてフィールドで調査を行ない、保全生態学を学ぶ活動を開始した。早期から保全生態学を学ぶことでESD（持続可能な開発のための教育）を推進することが目的である。

昨年度のメンバーに加え、附属中学3年生4名、高校1年次生1名が加わり、全16名となった。対象植物をオトメアオイ、カントウカンアオイとコイワザクラの2種に絞り、生徒を2グループに分けて調査、分析を行った。グループごとに自生地域情報を収集し、丹沢、箱根を主な調査地として生態学的調査を行った。対象植物の個体数や開花状況、周囲のフェノロジー等の調査を複数回行った。保全生態学の手法として、両グループともQGIS、MaxEntを使用して生息適地予測モデルを作成し、その評価、分析を行った。また、週1回のミーティングを行い、各グループの進捗状況の報告、今後の予定の確認、立案を行わせ、生徒が主体的に活動するようにした。

また、こうした活動を広めること、専門家の意見を広くいただくために、東京学芸大学主催課題研究発表会、第73回日本生態学会大会ジュニアポスター発表に参加し、ポスター発表を行った。

#### 2 調査対象植物と調査結果

##### 2-1 オトメアオイ、カントウカンアオイ

ウマノスズクサ科カンアオイ属の植物で、世界ではアジアに62種、そのうち49種が日本固有種である<sup>2)</sup>。箱根や丹沢で多く見られるのはカントウカンアオイとも呼ばれている。カンアオイの中でも箱根の乙女峠にしか生息しないオトメアオイ<sup>3)</sup>と、関東地方の山林に広く分布するカントウカン

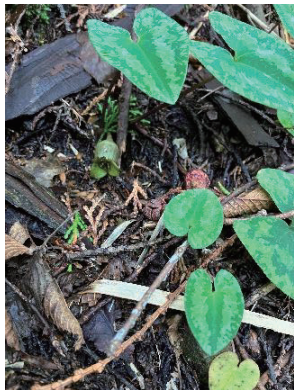


図 1. 黄緑色の花をつけたオトメアオイ

アオイ<sup>4)</sup>を対象に調査を行った。昨年度乙女峠で発見したカンアオイ類(判別ができなかった)をオトメアオイの花期である6月に再調査したところ、開花後間もない黄緑色の花をつけている個体を複数確認することができた(図1)。カントウカンアオイの花期は10月下旬~11月であるため、乙女峠で自生しているものはオトメアオイと推定される。また、昨年度の調査経験をもとに種子散布の様式を考慮して周囲を調査したところ、50個体以上の巨大な自生集団を発見した。

丹沢大山においては、6月と11月に調査を行った。6月には花をつけていなかった個体が、11月には花をつけていたため、カントウカンアオイと推定される(図2)。花筒の中にはトビムシやムギダニと思われるダニ類が観察された(図3)。

また、都市部の自生するカントウカンアオイについて文献を調べ、1月には横浜市金沢区の自然観察の森でカントウカンアオイと思われる個体についても調査した。



図 2. 大山のカントウカンアオイ

撮影したオトメアオイとカンアオイの写真から GPS データを抽出し、QGIS に生息地をプロットした。生物多様性センターから植生データ、国土数値ダウンロードサイトから標高、土地利用、傾斜、気温、降水量などのデータをダウンロードし、11 のデータを重ね合わせ、MaxEnt で神奈川県と静岡県におけるカンアオイ類の生息適地予測モデルを作成した(図4)。赤い色を示しているところにカンアオイ類が生息している可能性が高いと予測される。モデルの性能を評価する AUC の値は 0.89 であった。(AUC は 1 に近いほど高精度と評価できる。)

ジャックナイフ検定では、日照時間、土地利用、植生がカンアオイ類の分布に大きく影響していることがわかった。まだ調査が行えていない相模原市北部、川崎市や横浜市における自生株の調査を進め、より精度の高いモデルにしていく。



図 3. カンアオイの花筒内にいた虫。ムギダニ(左)、トビムシ(右)

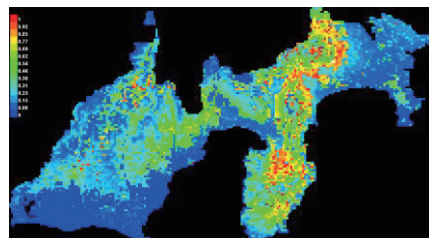


図 4. 神奈川県、静岡県におけるカンアオイ類の生息適地予測モデル

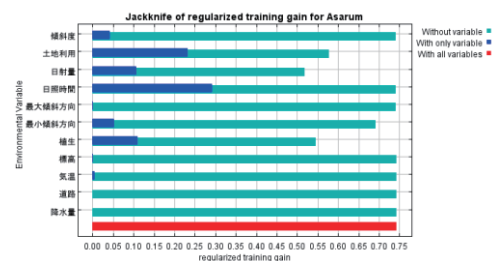


図 5. ジャックナイフ検定による変数の分析

## 2-2 コイワザクラ

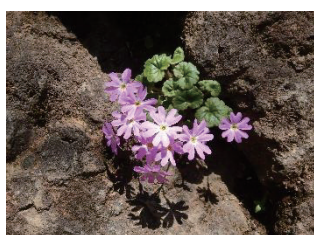


図 6. コイワザクラ

コイワザクラ(図6)はサクラソウ科サクラソウ属の多年草である。異形花柱性の植物で、花柱が雄蕊よりも長い長花柱型と花柱が雄蕊よりも短い短花柱型がある。互いの花を放花昆虫が行き来し、受粉することで結実する。健全な個体群では花型比は1:1であり、種内の多様性を保つといわれている<sup>5)</sup>。花期の4月に花型比の調査のために金時山と箱根駒ヶ岳で調査を行った。

金時山の個体群は、山頂付近、山頂近くの北側斜面、北側斜面上と大きな個体群3つを調査し、小花数、花型(長花柱、短花柱)を記録した。

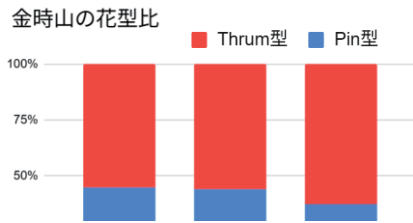


図 7. 金時山のコイワザクラの花型比 2023～2025 年

過去 3 年間の調査の結果、花型に偏りが生じてきている (図 7) ことが示唆された。コイワザクラは全個体が毎年花をつけるわけではないので、今後も花型の調査を重ね、これより大きく偏りが生じないか注視していく。

箱根駒ヶ岳は 2015 年の大涌谷噴火以来、一部登山ルートが閉鎖されており、10 年間調査が行われていない。過去の文献<sup>6)</sup>で示されていた自生地は発見することができなかったが、これまで調査されていない新たな自生集団を発見した。この集団についても金時山の調査と同様に小花数、花型を記録した。箱根駒ヶ岳の集団は花型比がほぼ 1 : 1 であった。この集団についても記録を重ねていく。

金時山、箱根駒ヶ岳に加え、矢部が 2022 年に檜洞丸において撮影したコイワザクラの写真から GPS データを QGIS にプロットし、カンアオイ類と同様に、植生、標高、土地利用など 11 のデータを重ね合わせ、MaxEnt で神奈川県と静岡県におけるコイワザクラの生息適地予測モデルを作成した。モデルの性能を評価する AUC の値は 0.998 であった。この値は非常に高く、過大評価が疑われる。コイワザクラが特定の狭い範囲に密集して自生していることに起因していると考えられる。ジャックナイフ検定では、日照時間、植生、標高、傾斜方向が分布に強く影響していることが示された。ただ、本来コイワザクラが生息しているはずのない富士山周辺が赤くなっており、生息の可能性を示している。今後はより広範囲にコイワザクラの自生地調査を行ない、データを広範囲に収集するとともに、自生地に特有の共通する環境要因を見つけ出し、より精度の高いモデルを作成する。

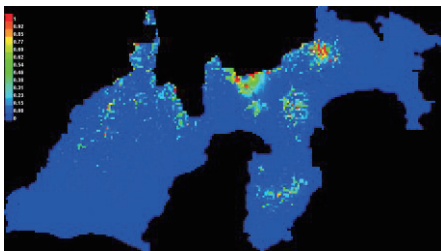


図 8. 神奈川県、静岡県におけるコイワザクラの生息適地予測モデル

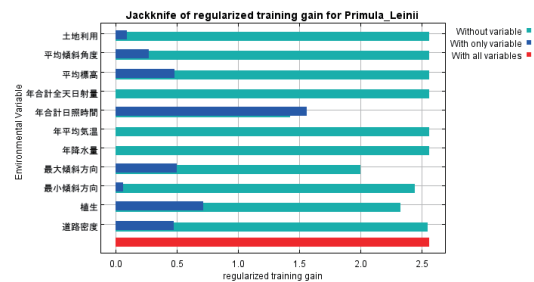


図 9. ジャックナイフ検定による変数の分析

### 3 生徒の変容

こうした活動を通して、生徒の意識や考えがどのように変わるのかを測るために、年度初めと年度末に毎年アンケートを取っている。

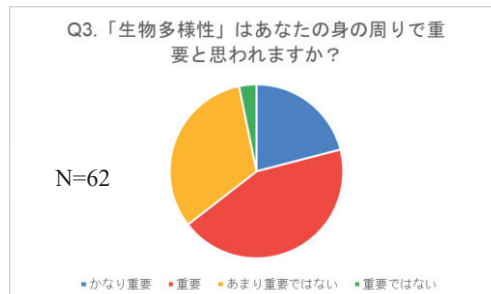
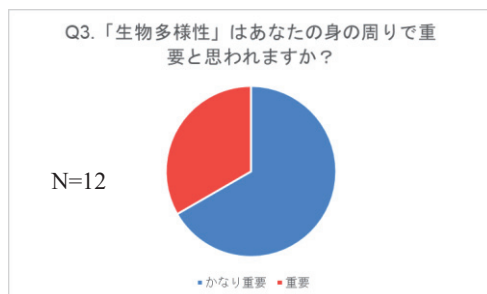


図 10. 「生物多様性が重要か」に対する回答 (選択式)。左は保全生態学のプログラムに参加した生徒の回答割合。右はプログラムに参加していない高校 1 年次生の回答割合。

今年度は保全生態学のプログラムに参加した生徒 (中 3～高 2、12 名) と、プログラムに参加していない高校 1 年次生 (62 名) との比較を行った。アンケートは、生物基礎で生態系を学習する前の 12 月に実施した。

「生物多様性」はあなたの身の回りで重要ですか？という質問に対し、プログラムに参加した生徒の回答は、「かなり重要」「重要」合わせて100%であったが、プログラムに参加していない生徒の回答は64.5%に留まった（図10）。

上記の質問に、「なぜそのように答えたのか」を自由記述で回答してもらった。図11に、自由記述の回答を分析し、単語の関係性をネットワーク図で可視化した（共起ネットワーク）。プログラムに参加した生徒の記述には生態系そのものだけでなく、生物多様性や自然環境が失われることで自然災害につながるといった具体的な記述や、食料など身近なものとしてとらえている記述が目立った。プログラムに参加していない生徒の回答は、「身の回りで生物多様性を感じない」「実感がない」といった記述や、生物との関わりが希薄と思われる内容の記述があった。

このプログラムを通して自然に触れる機会が増え、生物多様性の保全に関する意識や態度は確実に育まれているといえる。

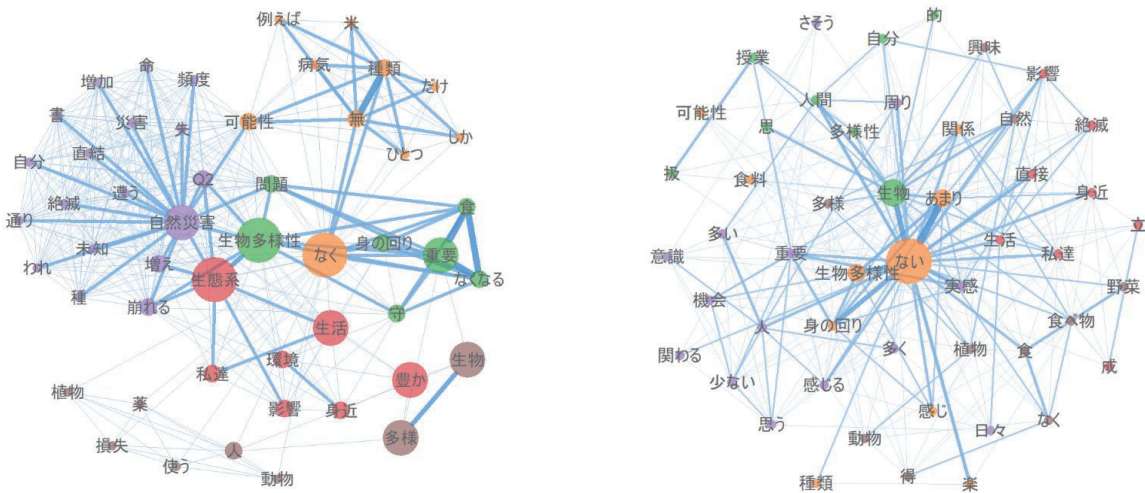


図11. 「なぜそう答えたのか」に対する回答。左は保全生態学のプログラムに参加した生徒、右はプログラムに参加していない高校1年次生の自由記述を共起ネットワークで示したもの。

## 謝 辞

コイワザクラの調査を進めるにあたってご助言をいただいた横浜国立大学大学院環境情報学府 倉田薫子教授に感謝申し上げます。

生徒の調査活動に伴う交通費を中谷財団の科学教育振興助成より得ることができ、十分な活動が行えた。感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) ダイヤモンド社. “地球上には過去に五回の大量絶滅があった。そして現在、第六の大量絶滅が始まっている”. ダイヤモンドオンライン. <https://diamond.jp/articles/-/377128>
- 2) Yudai Okuyama, Nana Goto, Atsushi J Nagano, Masaki Yasugi, Goro Kokubugata, Hiroshi Kudoh, Zhechen Qi, Takuro Ito, Satoshi Kakishima, Takashi Sugawara. Radiation history of Asian *Asarum* (sect. *Heterotropa*, Aristolochiaceae) resolved using a phylogenomic approach based on double-digested RAD-seq data. *Annals of Botany*, Volume 126, Issue 2, 1 August 2020, Pages 245-260, <https://doi.org/10.1093/aob/mcaa072>
- 3) Trippers. “オトメアオイ”. 植物図鑑. <https://trippers.info/botany/plants/0118>
- 4) Trippers. “カントウカンアオイ”. 植物図鑑. <https://trippers.info/botany/plants/0231>
- 5) 山本将也. 岩に生える小さなサクラソウの分子生態学. 2021, pp. 1-10. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/chiribunrui/69/2/69\\_0692-04/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/chiribunrui/69/2/69_0692-04/_pdf/-char/ja)
- 6) 菅原穂波. 絶滅危惧植物コイワザクラの繁殖生態の解明と遺伝的多様性の解析（箱根駒ヶ岳）. 2013. 横浜国立大学卒業論文