

小中高が一体となった岐阜県西濃地区における 在来タンポポの保護活動を通じた環境教育



実施担当者 岐阜県立大垣西高等学校
教諭 今井 丈暁

岐阜県立不破高等学校
教諭 磯見 拓也

1 要旨

現在、日本において、環境問題の中で外来生物など人間によって持ち込まれたものによる危機は、人間による開発、自然に対する働きかけの縮小に次いで「第3の危機」とされている。本プログラムでは、外来タンポポの侵入対策手法を検討するために、高校生が現地調査や遺伝子解析等の様々な手段を用いて、地元地域である岐阜県西濃地区に生育するタンポポを調査することを目的としている。さらに、西濃地区にある他の高等学校や小中学校と協力してタンポポ調査を行うことによって、児童・生徒が環境問題を身近に感じ、地元地域が抱える環境問題を解決するための方法を考察し、試行する機会を創出することを目的として活動を行った。

その結果、西濃地区において、協力した小中高で 1,000 を越えるタンポポのサンプルを採集することができた。また、一部のタンポポの遺伝子解析を行った結果、①在来タンポポと外来タンポポの生育地域に傾向があること、②西濃地区で形態的に外来タンポポの特徴を示す個体のほとんどは在来タンポポとの間で形成された雑種タンポポであるということがわかった。

2 序論

私たち人類の活動が拡大するのにもなって、環境に対する影響が増大しているが、その中でも外来生物の問題が増加している。持続可能な開発目標（SDGs）が 2015 年 9 月の国連サミットで採択され、「陸の豊かさを守ろう」のテーマのもと、「2020 年までに、外来種の侵入を防止するとともに、これらの種による陸域生態系への影響を大幅に減少させるための対策を導入し、さらに優先種の駆除または根絶を行う」というターゲットが示された。

現在、日本では「生物多様性国家戦略 2012-2020」において、外来生物など人間によって持ち込まれたものによる危機を人間による開発、自然に対する働きかけの縮小に次ぐ「第3の危機」として明示されている。また、「外来生物法」が施行されてから「生態系被害防止外来種リスト」を策定し、新たな環境に適応し繁殖に成功した外来種（侵略的外来種）への対策を進めているため、社会的関心は高まっているものの、現場対策は未だ不十分である点が多い。

侵略的外来種にはセイヨウタンポポなどの外来帰化タンポポがあるが、これらは不完全な花粉しか作らないため、雑種を作らないと考えられてきた。しかし実際には受精能をもつ花粉がまれにできることがあるため、地理的に隔離されていた在来タンポポとの間で自然には起こらない遺伝子の交流が起こってしまう。すなわち、外来帰化タンポポは交雑によって在来タンポポの遺伝的特性を取り込み、長い時間をかけて在来タンポポが形成した日本の環境に適応的特性を強奪し、在来タンポポの生息域に侵入をしている。外来生物対策の基本は、様々な観点から現状を評価して、

目標を達成できる可能性や、成功のために乗り越えなければならない障壁を事前に明らかにすることが必要である。

そこで、本研究では児童・生徒に地元の環境問題に対して関心を持たせ、その調査や観察を通して科学的な考察力、共同研究者とのコミュニケーション能力を育成することを目的として、岐阜県西濃地区に生育するタンポポ属の調査を行うこととした。

3 今年度の活動

3-1 西濃地区のタンポポ採集

本研究は岐阜県立不破高等学校と共同で研究を行っている。不破高校自然科学部の生徒は岐阜県不破郡の小中学校と協力してタンポポの採集を行った。日程があった小中学校とはタンポポの採集において、在来タンポポと外来タンポポの特徴などを解説しながら行った。その時に、「身近なタンポポにこんな違いがあるなんて知らなかった」、「日本にもともとあるタンポポにも違いが多く、もっと詳しく知りたい」といった意見があった。実際に現地で実物に触れて、観察することの大切さを再認識させられた。日程があわず、今回は採集したタンポポを提供してもらっただけの小中学校もあったが、あわせて 250 サンプルのタンポポが提供された。来年度は実際に一緒に採集し、高校生から小中学生に教える機会を増やしていきたいと考えている。



Fig. 1 小学生との採集の様子

高校が重点的に行った活動は、岐阜県垂井町を 100 の区画に分け、任意の地点から 10 サンプル採集したことである。正確な実態を調査しようとして、垂井町を網羅的に探索することにしたが、実際に調査を行うと垂井町は広く、全区画から採集を行うことは非常に困難であったが、各高校が協力し、すべての区画からサンプルを採集できたことは西濃地区のタンポポ属の分布状況を知るために非常に意義深いことである。採集したサンプルは大垣西高校と不破高校にて花序と葉を冷凍保存した。

3-2 採集タンポポの形態学的分類（分布状況の調査）

採集したタンポポは倍数性などを判定するために花粉をスライドガラスに保存した。また、タンポポ調査・西日本 2015 調査報告書¹⁾に記載されている西日本産タンポポの検索表に基づいて、花序の形態から種を判別した。

我々が独自に分類を行っているため、非常に不正確ではあるが、岐阜県西濃地区には、在来タンポポとしてはカンサイタンポポ・トウカイタンポポが多く分布しており、その他にセイタカタンポポ・シナノタンポポが分布していると考えられる。また、外来タンポポとしてはセイヨウタンポポおよび、在来タンポポとの交雑種（3 倍体と 4 倍体）が分布していると考えられる。今回の調査から、主要幹線道路沿いと宅地で外来タンポポの分布割合が高く、耕作地のあぜ道や河川敷において在来タンポポの割合が高いことが分かった。



Fig. 2 形態学的分類の様子

一般的に外来タンポポが在来タンポポを駆逐しているといわれていることが多いが、我々の調査から、両者はある程度すみわけをしているのではないかと考えられる。しかし、雑種タンポポの形成によって、在来タンポポの遺伝子汚染が起こったり、在来タンポポの遺伝的な要素を取り

込み、生育場所を奪う現象（遺伝的強奪）が起こったりする可能性がある。今後も生育状況を注意深くモニタリングする必要性を強く感じている。

3-3 採集タンポポの分子生物学的解析（雑種形成状況の解析）

ヨーロッパ産タンポポと日本産タンポポの間で、葉緑体 *trnL*(UGU)-*trnF*(GAA) 遺伝子間領域に変異があることが明らかになっている。²⁾ また、外来タンポポと在来タンポポの葉緑体 *trnL-F* に 77Bp の長さの違いがあることが明らかになっている。³⁾・⁴⁾ 葉緑体 *trnL-F* 領域のハプロタイプの違いで、葉緑体ゲノムが在来タンポポの由来のものか、あるいは外来タンポポ由来のものか判断できる。雑種タンポポは外来タンポポの稀にできる受精能を持つ花粉が、在来タンポポのめしべの柱頭に受粉した場合生じると考えられる。タンポポの場合、葉緑体は花粉からは伝達されないため、雌由来の葉緑体となる（母性遺伝）。このため、雑種タンポポの場合、在来タンポポの葉緑体を持つと考えられる。さらに、核 DNA の一部（ITS 領域）を増幅し、制限酵素処理を行うことで、在来タンポポまたは外来タンポポのどのタイプのゲノムを持つか判定することができる。高校生が DNA 抽出法～PCR 法～制限酵素処理～電気泳動法を行い、ゲノム解析を独自に行っている事例は少ないが、本研究では採集したタンポポの一部をゲノム解析することができ、西濃地区においても在来タンポポと外来タンポポの間で雑種が形成されていることが分かった。雑種タンポポ（オス）と在来タンポポ（メス）の組み合わせで戻し交雑が起こることも知られており、複雑な現象がみられるため、これまで考えられていない交雑現象が見つかる可能性も否定できず、形態的に外来種の特徴を示す個体を優先的に解析し、交雑現象の実態を明らかにしていく必要がある。

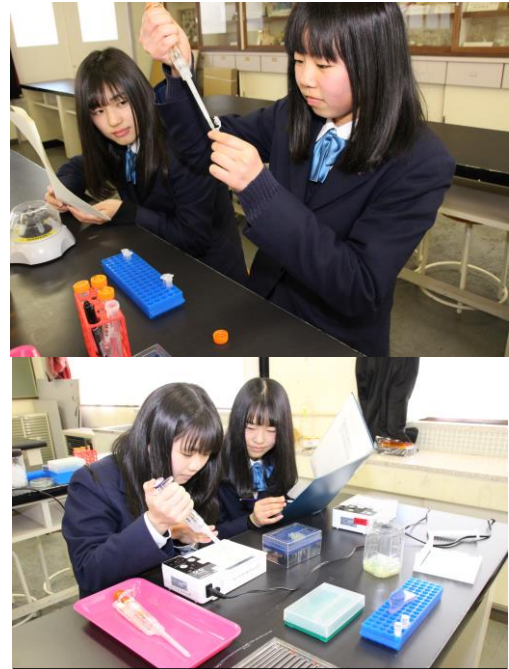
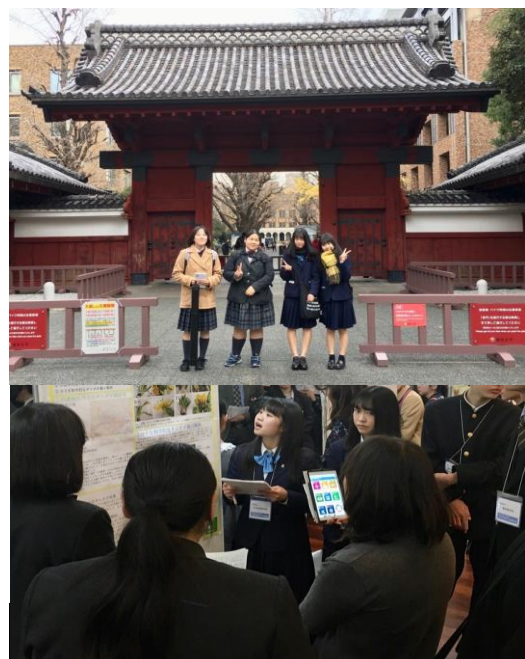


Fig. 3 分子生物学的解析の様子

3-4 学会での発表

今年度の成果はポスターにまとめて、12月に伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールで行われた、中谷医工計測技術振興財団令和元年度成果発表会で報告した。大勢の聴講者の前で研究発表をする経験が少ない中で、このような機会を与えていただき、非常に生徒のプレゼンテーション能力が鍛えられた。自分では発表原稿を作成する際に理解できたと思った内容であっても、実際に質問されるとうまく答えられない場面や、全く想定していなかった質問があり、困惑した様子もあったが、最終的にはとても達成感が得られる発表会となった。

今年度は日本生態学会と日本森林学会が主催する年次大会（名城大学と名古屋大学で開催予定）での高校生ポスター発表において、「岐阜県西濃地区に分布するタンポポ属に関する調査」という題で発表を行う予定であった。発表用のポスターを作成し、学会での発表練習を行っているところだったが、新型コロナ



ウイルス感染症の流行に伴って、学会の中止が決定され、残念ながら発表ができなかった。来年度は他学会で得られた成果を発表していきたい。

4 結論と今後の展望

形態学的にタンポポを分類すると、西濃地区にはさまざまな種類のタンポポが生育していることが分かった (Fig. 5)。本研究は今年度本校で始めた研究だが、在来タンポポと外来タンポポの中間的な形質を示す個体を分子生物学的に解析した結果、葉緑体ゲノムは在来タンポポのものであることが分かった (Fig. 6)。さらに核ゲノムの解析結果から、在来タンポポと外来タンポポの両方のゲノムを持っていることが分かった (Fig. 7)。

今回の調査から、タンポポの生育には一定の傾向が見られた。主要幹線道路や宅地開発されたところには外来タンポポの割合が非常に高かった。しかし、耕作地のあぜ道や河川敷には在来タンポポの割合が高かった。つまり、在来タンポポと外来タンポポの間で若干ではあるが、生育条件に差異がある可能性が示唆された。

今回の研究を続けて、高校生が自ら考え、実験計画を相談し、共同で研究を進行する体験は、まさに探究的で深い学びができたと考えている。岐阜県は、昔から交通の要衝としてさまざまな街道が交差する地点であった。そのため、人の往来にともなって、福井県・滋賀県・三重県・愛知県・長野県等から複数種のタンポポが進入し、混在している場所である。このような研究課題が非常に多い岐阜県で高等学校が中核となって地元地域で研究を行うことは非常に大切である。今後はさまざまな研究機関・学校と協力し、研究を継続して岐阜県のタンポポ属の実態を明らかにしていきたいと考えている。

謝 辞

本研究は公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団のプログラム助成をいただくことで、飛躍的に研究が進みました。ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 鈴木武・小川誠, 2016, タンポポ調査・西日本実行委員会(編), タンポポ調査・西日本 2015 調査報告書, 18-33pp, 大阪
- 2) Wittzell, H. 1999, Chloroplast DNA variation and reticulate evolution in sexual and apomictic sections of dandelions, *Mol. Ecol.* 8:2023-2035
- 3) Shibaike, H., Akiyama, H., Uchiyama, S., Kasai, K. & Morita, T. 2002. Hybridization between European and Asian dandelions (*Taraxacum* section *Ruderalia* and section *Mongolica*), 2. natural hybrids in Japan detected by chloroplast DNA marker, *J. Plant Res.* 115: 321-328
- 4) Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. & Bouvet, J. 1991, Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Mol. Biol.* 17: 1105-1109



Fig. 5 垂井町で採集されたタンポポ



Fig. 6 採集されたタンポポの葉緑体DNA解析結果

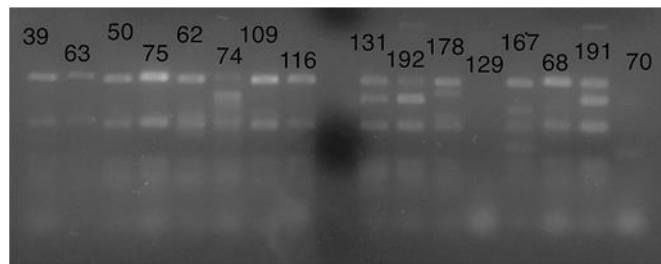


Fig. 7 採集されたタンポポの核DNA解析結果