

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月29日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21510243

研究課題名（和文）市民との協働による西日本の雑種タンポポの現状と変遷の研究

研究課題名（英文）Study of distribution and dynamics of hybrid dandelions in Western Japan based on a research by collaboration with citizens

研究代表者

伊東 明（ITOH AKIRA）

大阪市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：40274344

研究成果の概要（和文）：市民参との協働研究により、西日本でセイヨウタンポポに見える個体の63%、アカミタンポポに見える個体の31%が雑種で、在来二倍体種の分布しない地域にも雑種の割合が高い場所があることが明らかになった。遺伝解析により、雑種集団の遺伝的多様性は高いこと、混成群落のカンサイタンポポ個体の果実の0.05%が雑種種子であることがわかった。一方、在来種が混成する雑種個体の多くでは、同一群落の在来種から遺伝子を取り込んだ証拠は得られず、群落内、地域内での雑種形成より、群落外、地域外からの雑種個体の移入頻度の方が高いことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Based on a study by collaboration with citizens, 61% of apparent *Taraxacum officinale* (an extotic dandelion) and 31% of apparent *T. laevigatum* in Western Japan were hybrids with Japanese dandelions. There were areas with high hybrid ratios even in the regions where very few native dandelions were distributed. Molecular genetic analysis showed high genetic diversity in hybrid populations, which suggested frequent hybridization. On the other hand, there were little evidence of hybridization within mixed populations of native and exotic species. The results suggested that hybridization within populations and/or local areas were less frequent than immigration of hybrids from other populations or areas.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学

キーワード：保全生物学、在来種保全、外来生物、雑種化、タンポポ、マイクロサテライト

## 1. 研究開始当初の背景

外来種の分布拡大の防止は、在来生態系の保全における重要課題である。外来種の急速な分布拡大の要因のひとつに、近縁在来種との交雑（雑種化）による移入地の環境への適

応がある。雑種タンポポは、過去100年あまりの間に、日本各地に急速に分布を広げており、その分布拡大過程の解明は、雑種化による外来植物の分布拡大研究のモデルケースとなりうる。

我々を含めたこれまでの研究から、日本に於ける雑種タンポポの拡大過程には、次の2つの可能性が考えられている。

(1) 外来タンポポが急速に分布を拡大した後で雑種形成が進んだ。

(2) 雑種化によって日本の環境に適した形質を獲得した後で雑種が急速に分布を拡大した。

近畿では、在来種と外来種の接触の可能性が低い都市部中心部で雑種の割合が低く、接触の可能性が高い新興住宅地域で雑種割合が高いことがわかっている。これは、(1)の過程を支持するように思えるが、より広域、詳細な調査に基づいて雑種拡大過程を推定する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、西日本における雑種タンポポの分布拡大メカニズムを解明することを目指し、次の3点を具体的な目的とした。

(1) 市民参加によって西日本全域（近畿、中国、四国、九州北部）で行われる「タンポポ調査・西日本2010」と協働し、西日本における雑種タンポポの詳細な分布状況の把握する。

(2) 遺伝子解析を用いて野外での雑種形成頻度を推定するとともに、雑種タンポポ集団の遺伝的多様性と遺伝構造を明らかにする。

(3) 上記データを総合して、雑種拡大過程における「現地での雑種形成」と「雑種形成後の移動分散」それぞれの重要度を推定する。

## 3. 研究の方法

(1) 西日本における雑種分布の把握

「タンポポ調査・西日本2010」の参加者が西日本19府県で採取した果実サンプルから、頭花と果実の形態からセイヨウタンポポとされた2,063個体、アカミタンポポとされた912個体のサンプルを選んだ。葉緑体DNAのtrnL-trnF遺伝子間領域をPCRで増幅し、塩基数の違いから雑種かどうか判定した。

雑種割合の空間分布を推定するため、以下の式を用いて、調査地全域の約4km×4kmの格子点について雑種割合(H)を推定した。

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n h(i)w(x_i)}{\sum_{i=1}^n w(x_i)}$$

ここで、nは雑種解析に用いたサンプル総数、h(i)はi番目のサンプルが雑種ならば1、雑

種でなければ0になる関数、 $x_i$ は格子点からi番目のサンプルまでの距離(km)、 $w(x_i)$ は重み付けのための関数で標準偏差6kmの正規分布密度関数である。

(2) 雑種集団の遺伝的多様性と遺伝構造

大阪近郊から、在来種(カンサイタンポポ)と外来種、雑種が混成している群落と在来種がない群落を各5カ所選んだ。各群落から無作為に選んだ雑種14~42個体(平均27.1)の果実からDNAを抽出し、マイクロサテライト9遺伝子座について遺伝子型を決定した。遺伝子型に基づいて、各集団のクローン多様性(クローン数/サンプル数)と遺伝的多様性(He)を求めた。また、個体間の遺伝距離(Sørensenの非類似度)と集団間の遺伝距離(Neiの遺伝距離)を算出し、群平均法(UPGMA)を用いたクラスター解析を行って、個体間、及び、集団間の遺伝構造を解析した。

(3) 雑種形成の頻度と場所

在来種と外来種、雑種が混成している2つの群落(大阪市大植物園、大泉緑地)で、在来タンポポ192個体の果実1,891個に雑種種子がどれくらい含まれているかを、葉緑体DNAを用いて調べた。また、それぞれの群落の在来、外来、雑種タンポポ、計287個体について、マイクロサテライト6遺伝子座の遺伝子型を決定した。雑種については、フローサイトメータで倍数性も調べた。得られた遺伝子型データを用いてベイズクラスター分析(STRUCTURE)を行い、各群落、各種類のタンポポ間の遺伝的類似性を解析した。

## 4. 研究成果

(1) 雑種タンポポの分布状況

西日本全体の平均で、セイヨウタンポポとされた個体の62.9%、アカミタンポポとされた個体の31.3%が雑種だった。いずれの雑種もほぼ西日本全体に分布が見られた(図1)。

雑種割合は、比較的小さい空間スケール(数10km程度)でも、場所によって大きく異なっており(図1c、f)、雑種の割合が高い地域と低い地域があった。また、在来の二倍体有性生殖種のがほとんど分布しない四国南部、山陰、九州北部にもセイヨウ型雑種の割合の高い地域があったことから(図1c)、雑種形成後の移動過程が現在の雑種割合の空間分布に大きく影響していると考えられる。今後は、雑種形成の起源地域の特定と移動経路を調べる必要があるだろう。

今回の調査によって、セイヨウ型雑種に比べてアカミ型雑種が少ないことが明らかになったが、その理由は、現時点では良くわからない。セイヨウタンポポに比べ、アカミタンポポの分布はより都市部に限られている

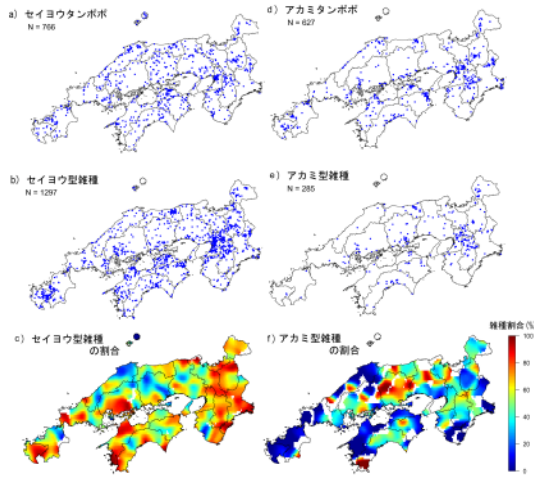


図 1. 西日本における外来、雑種タンポポの空間分布。

ため、在来二倍体タンポポとアカミタンポポが接触することが稀で、雑種が形成される機会が少ないのかもしれない。あるいは、アカミタンポポが、そもそも日本の在来タンポポの間に雑種をつくりにくい生理的特性を持っているのかもしれない。

## (2) 雑種タンポポの遺伝的多様性

大阪近郊の雑種タンポポ 10 集団のマイクロサテライト解析の結果、在来種が混在しているかどうかとは関係なく、各集団のクローン多様性はいずれの集団でも高かった (図2)。同一集団中に多くのクローンがあったことは、雑種形成の頻度が高いことを示唆し、どこかで形成された少数の雑種クローンが分布を拡大してきたとする見方を支持しない。

また、群落中の在来タンポポの有無と遺伝的多様性が無関係であったことから、群落内での雑種形成より、集団外からの雑種の移入頻度の方が高いと考えられる。

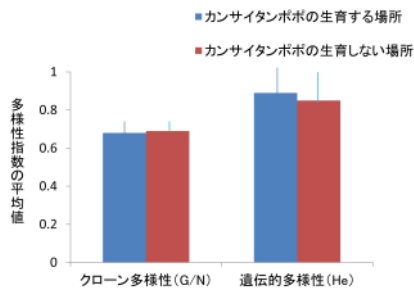


図 2. 雑種タンポポ集団の遺伝的多様性。(縦棒は SE)

個体間の遺伝的距離によるクラスター解析の結果、各個体は 5 つのグレードに分かれた (図 3)。クラスター 2 を除いた各クラスターでは、カンサイタンポポが混成する群落としない群落のいずれか一方の個体だけでほ

とんどを占められていた。つまり、カンサイタンポポがいる場所といない場所の雑種は遺伝的に異なっていることを示す。

集団間のデンドログラム (図 3) でも、カンサイタンポポが混成する集団としない集団は、それぞれ別のクレードに分かれた。ただし、植物園と舞洲の集団は別のクレードを形成した。これらの集団の個体のほとんどは、個体のデンドログラムのクラスター 2 に含まれていた。

個体間、集団間のデンドログラムは、いずれもカンサイタンポポが混在する群落としない群落で、雑種タンポポ集団の間に遺伝的分化が生じていることを示唆する。すでに述べたように群落内での雑種形成より外部からの移入の頻度が高いことから、遺伝的分化が群落内での雑種形成によるカンサイタンポポの遺伝子取り込みによって形成されたとは考えにくい。今のところ、在来種の有無による雑種タンポポの遺伝的分化のメカニズムは不明だが、在来種の有無と密接に関わる環境要因による選択が関与している可能性も考えられる。

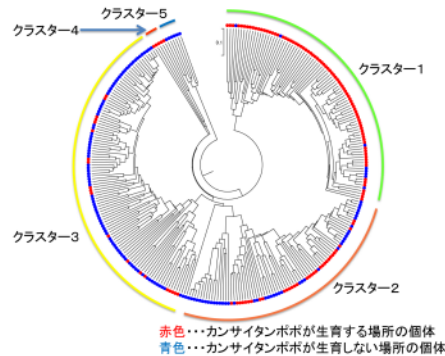
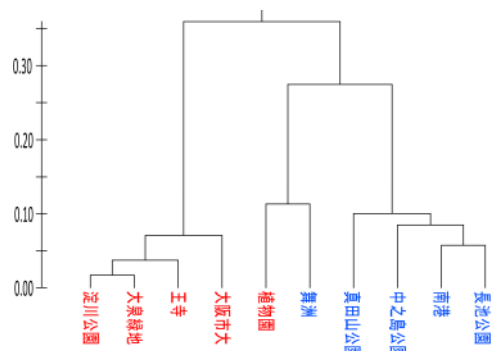


図 3. 雑種タンポポ個体の樹形図。  
(Sørensen の非類似度に基づき群平均法で作成)



赤字：カンサイタンポポが混成する場所  
青字：カンサイタンポポが混成しない場所

図 4. 雑種タンポポ集団の樹形図。  
(Nei の遺伝距離に基づき群平均法で作成)

### (3) 雑種形成の場所と頻度

カンサイタンポポ果実 1,891 個中に 1 個だけ雑種の種子が見つかった。この値から、野外での雑種形成率は約 0.05% (95%信頼区間: 0.001-0.294%) と推定される。低頻度ながら群落内で実際に雑種が形成されている証拠が得られた。

カンサイタンポポ、セイヨウタンポポ、雑種タンポポが混在する 2 つの群落 (大阪市大植物園、大泉緑地) の個体のクラスター解析の結果、各群落の在来、外来、雑種は互いに異なるクレードに分かれた (図 5)。ベイズクラスタリング (STRUCTURE) 解析でも同様の結果が得られ、各群落の在来、外来、雑種の持つ遺伝子のほとんどは異なっており、雑種集団内に在来集団を起源とする遺伝子が含まれている証拠は得られなかった (図 6)。これらの結果は、雑種個体のほとんどが、群落外で形成されて移入してきたことを示唆する。

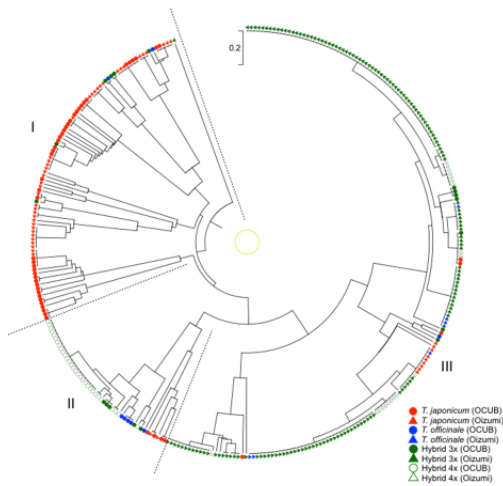


図 5. 在来、外来、雑種タンポポ個体の樹形図。  
(Nei の遺伝距離に基づき群平均法で作成)

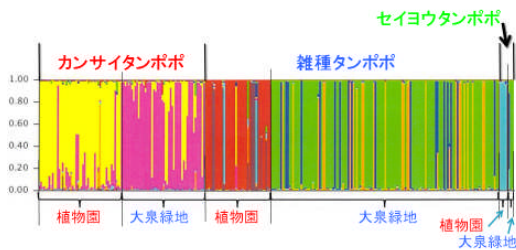


図 6. 在来、外来、雑種タンポポ個体のベイズ・クラスタ分析の結果 (k = 8) .

### (4) 雑種形成、拡大過程の推定

今回の調査結果は、日本の環境に適応した少数の雑種クローンが西日本の広範囲に拡

散したことを支持しなかった。雑種タンポポの遺伝的多様性が集団内、集団間ともに高かったことから、雑種形成はかなり頻繁に起きた可能性が高い。実際、本研究では野外で雑種が形成されている証拠も得られた。カンサイタンポポ 1 個体が 1 年に約 1,000 個種子を生産すると仮定すれば、本研究で得られた 0.05% の雑種形成率から、100 個体のカンサイタンポポ集団では、年約 50 個の雑種種子が形成されると予測される。在来個体と外来、雑種個体が混成する雑種形成が起こりやすい状況であれば、現在でもかなり頻繁に雑種が形成されている可能性が高い。ただし、つくられた雑種種子のどのくらいが生き残れるのかは、今のところ全くわからない。

一方で、今回の調査結果のほとんどは、集団内、地域内の雑種形成の頻度よりも、集団外、地域外からの雑種の移住頻度の方が高いことを示唆している。これらの調査結果は、様々な地域で雑種が形成されると同時に、形成された雑種が広範囲に移動拡散してきたことを予想させる。今後は、現在、各地域で見られる雑種個体が形成された起源地と移動経路を推定することが重要だろう。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 伊東明・名波哲・福西洋一・森本美樹、西日本における雑種タンポポの分布状況、タンポポ調査西日本 2010 調査報告書、2011、40-43

[学会発表] (計 4 件)

- ① Matsuyama S, Sugai S, Morimoto M, Nanami S & Itoh A, Population genetic structure of native and exotidandelions (*Taraxacum japonicum* and *T. officinale*) and their hybrid in Osaka, The 5th EAFES International Congress, 19 March 2012, Otsu, Japan
- ② 松山周平・森本美樹・名波哲・伊東明、大阪南部における雑種タンポポの遺伝的多様性、第 58 回日本生態学会年次大会、2011 年 3 月 10 日、札幌
- ③ Itoh A & Ogawa M, Spatio-temporal database of urban ecosystems - two examples - Image database of street tree phenology and geo-database of native, introduced, and hybrid dandelions, the 3rd International Conference of the OCU Advanced Research Institute for Natural Science and Technology, 7 March 2011,

Osaka, Japan

[その他]

タンポポ調査・西日本 2010 ホームページ  
<http://www.nature.or.jp/Tampopo2010/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

伊東 明 (ITO AKIRA)  
大阪市立大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号：40274344

### (2) 研究分担者

名波 哲 (NANAMI SATOSHI)  
大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号：70326247

### (3) 連携研究者

該当なし