

# 徳島市内の都市的緑地に生育するカンサイタンポポとセイヨウタンポポの 雑種について

藤本順子<sup>1</sup>・徳島県立城北高等学校サイエンス部<sup>2</sup>・小川 誠<sup>3</sup>・渡部 稔<sup>4</sup>・米澤義彦<sup>5</sup>

[Junko Fujimoto<sup>1</sup>, Members of the Science Club of Tokushima Prefectural Johoku High School<sup>2</sup>, Makoto Ogawa<sup>3</sup>, Minoru Watanabe<sup>4</sup>, Yoshihiko Yonezawa<sup>5</sup>: Characteristics of hybrids between *Taraxacum japonicum* and *T. officinale* (Asteraceae, Asterales) growing in urban parks of Tokushima city, western Japan.]

**摘要:**「西日本タンポポ調査 2010」および「西日本タンポポ調査 2015」において、徳島県では、香川県や岡山県と同様に、外来種であるセイヨウタンポポに比べて在来種であるカンサイタンポポの生育率が高いことが報告されている。この原因を明らかにするために、徳島市とその周辺部に生育するタンポポ属植物の総苞外片の形状、花粉の有無とその均一性、染色体数、葉緑体 DNA の分析などを行った。その結果、調査を行った徳島市の公園においては、これまでセイヨウタンポポと識別されていた個体の多くが花粉をつけない雑種タンポポであることがわかり、結果として、在来種（カンサイタンポポ）の繁殖に影響を与えず、在来種の生育率が高い可能性があることが示唆された。

**キーワード:**カンサイタンポポ、セイヨウタンポポ、雑種タンポポ、徳島市、都市的緑地

## はじめに

「西日本タンポポ調査 2010」および「西日本タンポポ調査 2015」において、徳島県内に生育するタンポポ属植物として、頭花の総苞外片の形状や花粉の有無と均一性、および倍数性などの特徴から、カンサイタンポポ *Taraxacum japonicum* Koidz. (以下、「カンサイ」という。)、クシバタンポポ *T. pectinatum* Kitam., シロバナタンポポ *T. albidum* Hand.-Mazz. の在来種 3 種と、セイヨウタンポポ *T. officinale* Weber ex F. G. Figg. (以下、「セイヨウ」という。) とアカミタンポポ *T. laevigatum* (Willd.) DC. (以下、「アカミ」という。) の外来種 2 種が報告されている (小川 2011, 2016)。

従来、低地に生育する二倍体の在来種と三倍体の外来種は、総苞外片の反り返りの程度によって区別できるとされてきた (長田 1976)。また、二倍体の在来種は有性生殖を行うが、同一個体の花粉を受粉しても受精できない (種子ができない) 自家不和合性という性質があり、種子を生産するためには他個体の花粉を必要とする。これに対して三

倍体の外来種は、三倍性の卵細胞が単為発生を行って種子を形成する、いわゆる無融合生殖を行うので、単一個体で種子を生産することができる (森田 1978)。また、外来種は開花期間が在来種よりも長く、より多くの種子を生産することができることや、種子が夏期に休眠しないなどの特徴があるため、特に新しく開発された市街地でその分布を拡大してきたと考えられていた (堀田 1977, 芝池 2005)。

しかし、渡邊ら (1997) は愛知県内の計 4 個所 9 地点の合計 406 個体について、総苞外片の辺縁の毛の数などの外部形態の分析と、グルタミン酸-オキザロ酢酸アミノ転移酵素 (GOT) の酵素多型の分析から、総苞外片の反り返り方が「セイヨウ」と見なされる個体の大部分 (約 94%) がニホンタンポポ (渡邊らは、カントウタンポポ、トウカイタンポポおよび「カンサイ」を同一種と見なして、ニホンタンポポと呼称している。) と「セイヨウ」の雑種であることを報告した。

その後、新潟市や東京都における調査でも、「セイヨウ」と考えられていた個体の大半が雑種であることが確認された (Sibaïke *et al.*, 2002 ほか)。したがって、従来「セイヨ

2023 年 11 月 30 日受付, 12 月 25 日受理.

<sup>1</sup> 徳島県立城北高等学校, 〒 770-0003 徳島市北田宮 4 丁目 13 番 6 号. Tokushima Prefectural Johoku High School, Kita-tamiya 4-13-6, Tokushima 770-0003, Japan.

<sup>2</sup> 徳島県立城北高校サイエンス部, 〒 770-0003 徳島市北田宮 4 丁目 13 番 6 号. Members of the Science Club of Tokushima Prefectural Johoku High School, Kita-tamiya 4-13-6, Tokushima 770-0003, Japan.

<sup>3</sup> 徳島県立博物館, 〒 770-8070 徳島市八万町文化の森総合公園. Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-Mori Park, Tokushima 770-8070, Japan.

<sup>4</sup> 徳島大学教養教育院, 〒 770-8502 徳島市南常三島町 1-1. Institute of Liberal Arts and Sciences, Tokushima University, Minami-Josanjima 1-1, Tokushima 770-8502, Japan.

<sup>5</sup> 鳴門教育大学, 〒 772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島 748. Naruto University of Education, Takashima, Naruto 772-8502, Japan.



図1. 調査地. 調査地は、徳島市内の徳島中央公園（地点A～C）、蔵本公園とその隣接地（地点D～F）および吉野川河川敷（地点G）に設定した。

ウ」と判別されてきた総苞外片が反り返った個体には、純粋な「セイヨウ」と、二倍体の在来種と「セイヨウ」の雑種に由来する個体が混在していることが明らかとなった。

この雑種個体の識別は、当初はGOTの酵素多型が用いられていたが、その後葉緑体DNAの *trnL* (UAA) 3'exon～*trnF* (GAA) の遺伝子間領域の塩基対 (bp) の数の違いを用いたDNAマーカーが開発され (Shibaie *et al.* 2002), 純粋な「セイヨウ」と雑種の識別がより簡単に行うことができるようになった。

このため、2010年の調査では、徳島県内に生育し、頭花と花粉の形状の特徴から「セイヨウ」と判断された個体のうち約64%は、葉緑体DNAの *trnL*3'exon～*trnF* の遺伝子間領域のbpの数の分析から、「カンサイ」と外来種との雑種起源であることが報告された (伊東ほか 2011)。さらに、2015年の調査では、これらの雑種には、フローサイトメトリーによる核DNA量の測定により、三倍体と四倍体が含まれていることが明らかにされた (伊東ら 2016)。また、2015年の調査によって、西日本各地から集められたタンポポのうち、総苞外片の形状と花粉の大きさの均一性の分析から、外来種（「セイヨウ」と「アカミ」）と判断された個体で、葉緑体DNAが在来種型であると判

定された個体の核あたりのDNA量を測定したところ、「セイヨウ」と判別された個体の59%が在来種との雑種であり、その内訳は28.4%が三倍体、30.6%が四倍体であった (伊東ら 2016)。

一方、「西日本タンポポ調査」において、徳島県では、香川県や岡山県と同様に、西日本の他府県に比べて、「カンサイ」の生育している地域が多く、近畿地方などで報告されているような「外来種の分布の拡大」が顕著ではないことが示されているが (小川 2011, 2016), その理由はいまだ明確には示されていない。

このような徳島県におけるタンポポ属植物の分布状況をふまえて、徳島県立城北高等学校サイエンス部では、徳島県下における外来種の分布の拡大が西日本の他府県のように顕著ではない原因を探るために、2017年以降、徳島市とその周辺部に生育するタンポポ属植物の外部形態、染色体数、葉緑体DNAの分析などを行ってきた。この過程で、徳島市においては、これまでは「セイヨウ」と判別されていた個体の多くが花粉をつけない雑種タンポポであることが再確認され、結果として、近畿地方の府県に比べて、在来種（「カンサイ」）の繁殖に影響を与えていない可能性が高いことが示唆された。

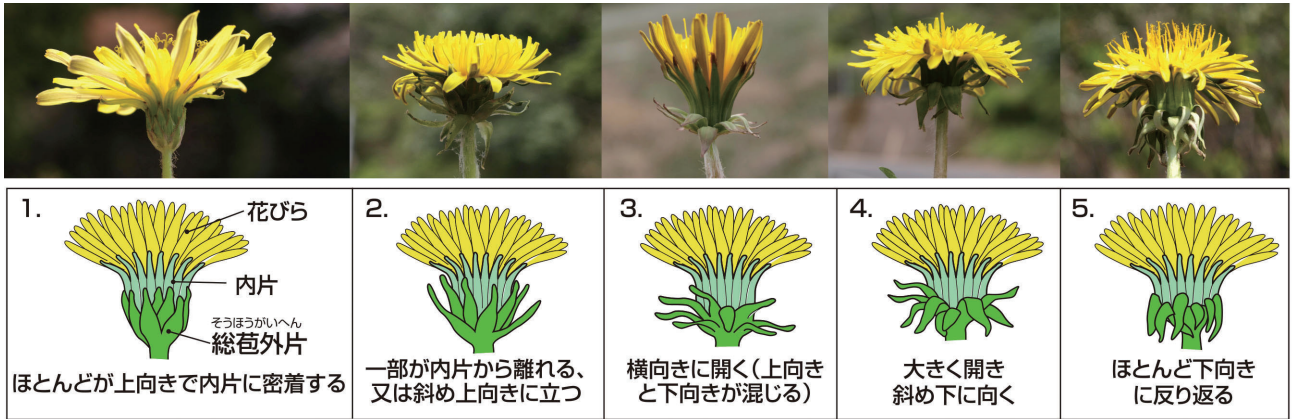


図2. 基準とした総苞外片の形状. タンポポ調査・西日本実行委員会：みんなで調べた西日本のタンポポ 2015（リーフレット）より転載.

本報告では、徳島県立城北高校サイエンス部が行った2017～2019年の調査結果の報告に基づいて、徳島市内で「カンサイ」が「セイヨウ」に駆逐されていない原因について考察する。

## 調査方法と調査結果

### 2017年の調査

#### (1) 調査地点と調査方法

調査地点は、調査の主体が高校生であることや継続調査が可能であることなどの条件を満たす場所として、総苞外片の形状（反り返りの程度）による予備調査によって在来種（総苞外片が反り返っていない）と外来種（総苞外片が反り返っている）が混生していると判断された徳島市徳島町の徳島中央公園内の3カ所（地点A～C）、徳島市庄町1丁目の蔵本公園とこれに隣接した徳島市立加茂名中学校周辺の3カ所（地点D～F）および徳島市上吉野町1丁目地先の吉野川河川敷の1カ所（地点G）の計7地点を設定した（図1）。

2017年4月に、各調査地点に縦2m×横3mで10cm間隔で仕切りがついているネットを用いて方形区を設定し、その方形区内に生育しているすべてのタンポポを、「みんなで調べた西日本のタンポポ 2015」のリーフレット（タンポポ調査・西日本実行委員会 2016）に記載されている総苞外片の反り返りの基準（図2）に従って、便宜上、「カンサイ」（総苞外片が内片に密着している個体、図2の1）、「セイヨウ」（総苞外片が完全に反り返っている個体、図2の5）、および雑種（総苞外片の反り返りの程度が両者の中間的な個体、図2の2～4）に区別して方形区上に記録するとともに、それぞれの個体に通し番号をつけて頭花1個を学校に持ち帰り、顕微鏡下で花粉の有無と大きさの均

一性を調べた。

#### (2) 調査結果

計7地点の方形区内で合計214個体が確認された（表1）。現地調査の時点で、総苞外片の形状から「雑種」と判断された個体の中には大きさが均一な花粉を持つ個体があり、これらは「カンサイ」とした。また、総苞外片の形状が図2の5であっても花粉のない個体があり、これらは「雑種」と判定した。すなわち、総苞外片の形状が図2の5で、かつ不均一な大きさの花粉をもつ個体のみを「セイヨウ」とした。

なお、花粉の分析（花粉の有無と大きさの均一性）は、それぞれの個体の頭状花を上から見て、外側と内側、およびその中間部分から小花をそれぞれ1個ずつ選んで行ったが、花粉の大きさは測定していない。

それぞれの個体は、花粉の有無および大きさの均一性を加味した結果から、最終的に「カンサイ」、「セイヨウ」および「雑種」を区別して、採集時の方形区内のプロットを

表1. 2017年に花粉の形状と総苞外片の形状から判断した、各調査地点におけるカンサイタンポポ、セイヨウタンポポ及び雑種の個体数

調査地点	カンサイ	セイヨウ	雑種	不明 <sup>1)</sup>	計
A	3	1	4 (0/4) <sup>2)</sup>	0	8
B	35	0	7 (5/2)	0	42
C	25	5	3 (1/2)	0	33
D	61	5	5 (4/1)	2	73
E	7	0	3 (1/2)	0	10
F	27	0	4 (1/3)	0	31
G	16	0	1 (0/1)	0	17
計	174	11	27 (12/15)	2	214

<sup>1)</sup> 花粉の有無が不明の個体

<sup>2)</sup> (花粉有りの個体数 / 花粉無しの個体数)

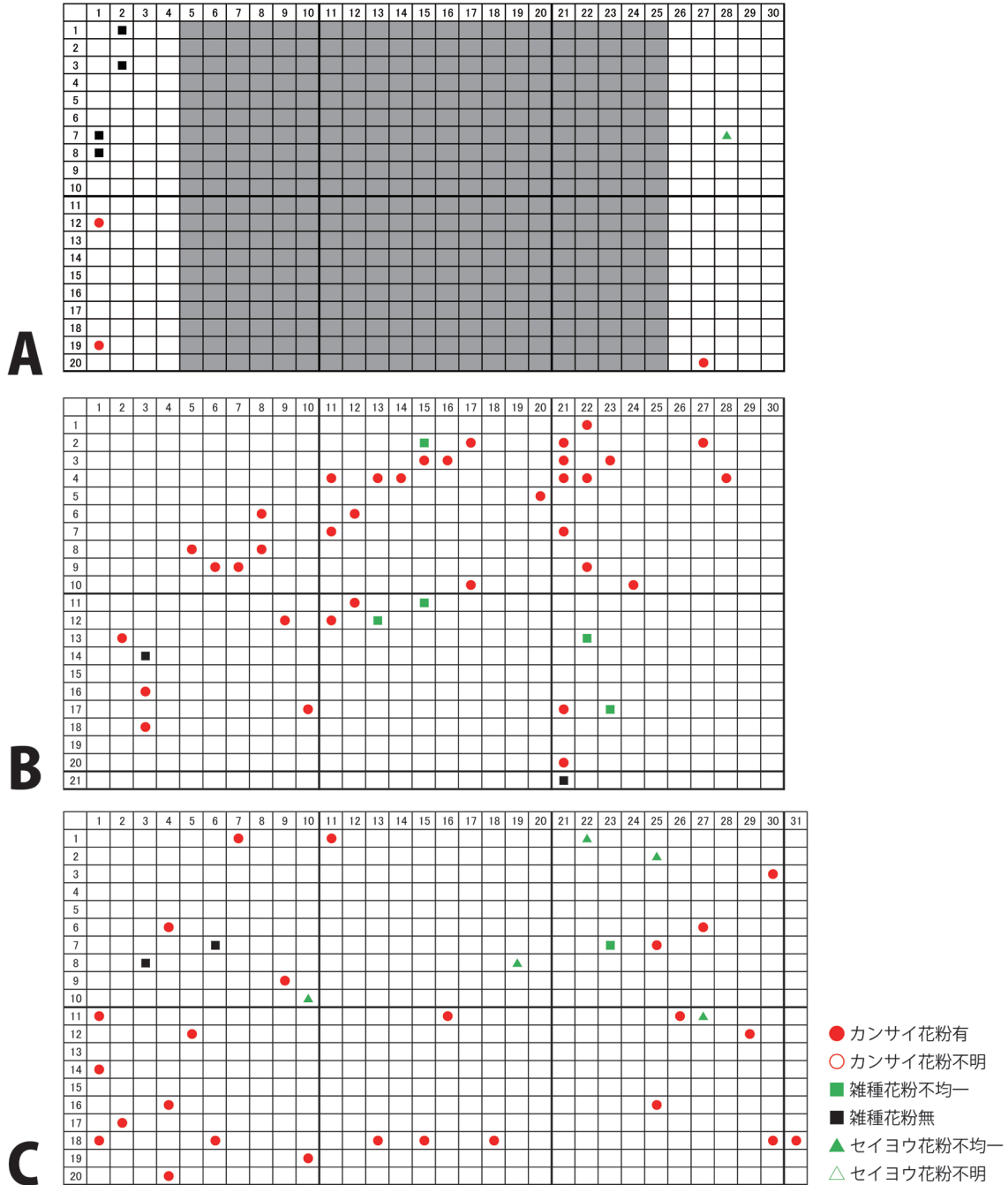


図3. 2017年の各調査地点におけるタンゴボ属植物の分布. A～Cは図1の調査地点に対応する.

修正した(図3). すなわち, 総苞外片の形状が図2の2～4であっても, 花粉の大きさが均一である個体が, C地点で2個体, D地点で9個体, F地点で1個体, G地点で2個体確認されたが, これらは図3では「カンサイ」として記録されている. その結果, 214個体中の174個体(81.3%)が「カンサイ」と判定された.

また, 総苞外片の形状から「セイヨウ」と判断された個体の中で花粉がないものが12個体あり, 「セイヨウ」は大きさが不均一であっても花粉をつけることから, これらは「雑種」とした. そのため, 最終的に「セイヨウ」と判

断された個体は, A地点で1個体, C地点で5個体, D地点で5個体のみであり, B, E, FおよびG地点では確認できなかった(表1). すなわち, 計7地点において「セイヨウ」と判断された個体は, 214個体のうちのわずか10個体(4.8%)であった.

#### 2018年の調査

##### (1) 調査地点と調査方法

2018年は, 2017年の調査結果をふまえて, 各個体の識別をより明確にまた確実にを行うために, 染色体数の確認を

徳島県内のカンサイタンポポとセイヨウタンポポの雑種について

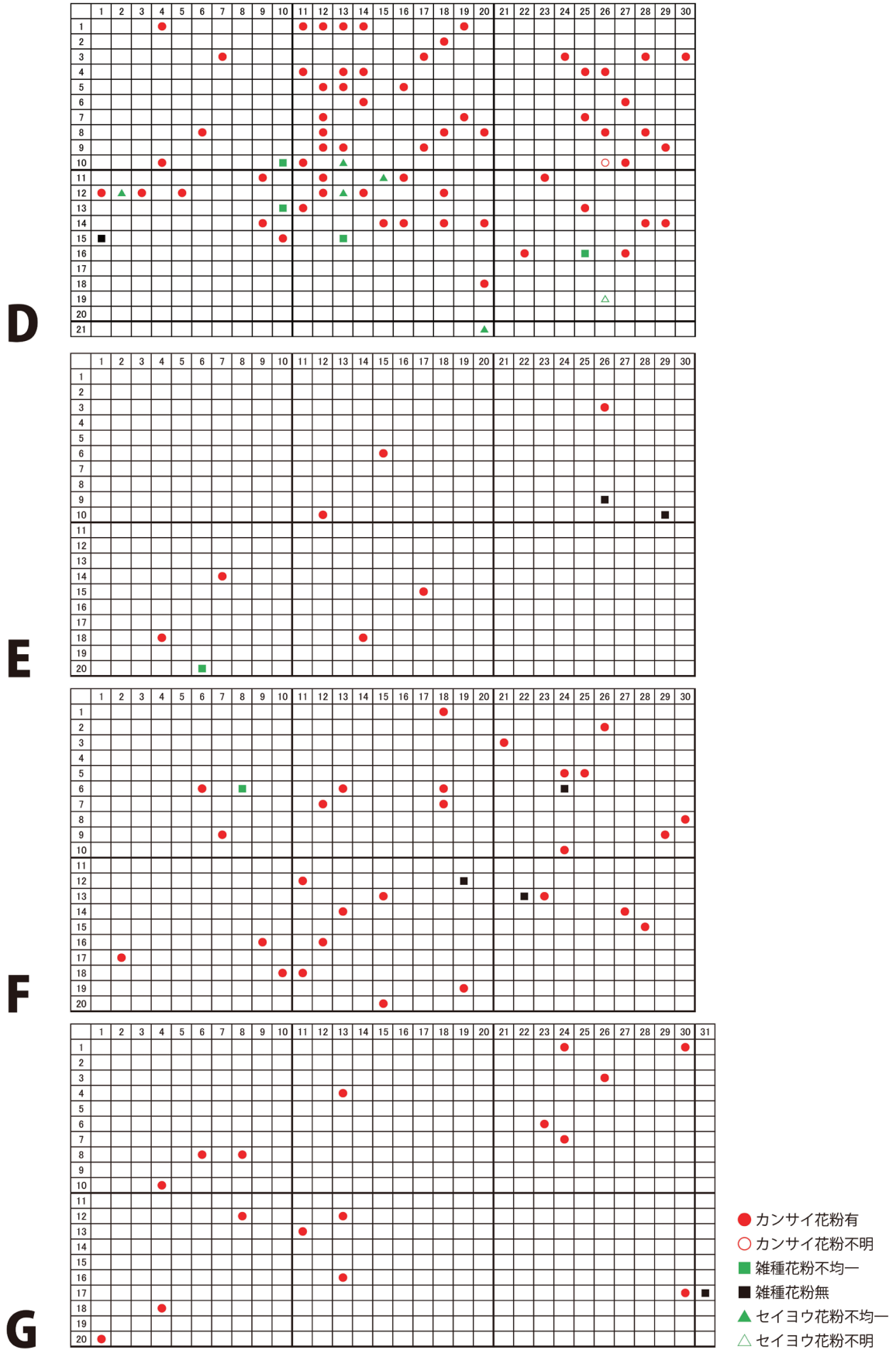


図3 (続き). 2017年の各調査地点におけるタンポポ属植物の分布. D~Gは図1の調査地点に対応する.

表 2. 2018 年に採集した個体の外部形態の特徴と染色体数

調査地	個体番号 <sup>1)</sup>	総苞外片の形状 <sup>2)</sup>	花粉の形状 <sup>3)</sup>	染色体数 (2n)
A	A-O-1	4	2	16
A	A-O-2	4	2	— <sup>4)</sup>
A	A-O-3	5	0	—
A	A-O-4	4	0	—
A	A-O-5	5	2	24
A	A-H-3	—	2	16, 24 <sup>5)</sup>
A	A-H-4	—	0	24
A	A-H-5	—	2	16
A	A-H-7	2	0	32
B	B-H-2	3	2	24
D	D-J-1	1	1	—
D	D-J-2	1	1	—
D	D-J-3	1	1	—
D	D-J-4	1	1	—
D	D-J-5	1	1	16
D	D-O-2	5	2	16
D	D-O-3	5	2	16
D	D-O-4	5	2	24
D	D-H-1	3	0	—
D	D-H-2	2	2	16, 24
D	D-H-3	3	2	16, 24
D	D-P-H-8	2	—	24
D	D-H-9	4	0	24
E	E-J-8	—	1	—
E	E-J-9	—	1	—
E	E-O-1	5	0	24
E	E-O-2	5	0	24
E	E-O-3	4	0	24
E	E-O-4	4	0	24
E	E-O-5	5	0	24
E	E-O-6	5	0	—
E	E-O-7	—	0	—
E	E-O-8	4	2	24
E	E-R-O-9	5	—	—
E	E-H-1	4	0	32
E	E-H-2	3	0	32
E	E-H-5	2	0	—
E	E-H-6	3	0	—
E	E-R-H-6	4	—	—
E	E-R-H-7	3	—	24
F	F-J-6	1	1	16
F	F-J-7	1	1	16
F	F-R-O-9	4	—	24
F	F-R-H-4	4	—	24

<sup>1)</sup> A, B, D, E および F は調査地点の記号で、図 1 の記号と対応している。また、J, O, H は、それぞれ採集時に総苞外片の形状から予想された種類で、J は「カンサイ」、O は「セイヨウ」、H は雑種を示す。

また、R は道路沿い、P は駐車場内を示す。

<sup>2)</sup> 図 2 の総苞外片の形状の番号

<sup>3)</sup> 0：花粉無し、1：大きさが均一、2：大きさが不均一

<sup>4)</sup> 未確認であることを示す。

<sup>5)</sup> 株分けをした個体で、異なる染色体数が観察されたことを示す。

行うこととした。そのため、同年 4 月に徳島中央公園の C 地点と吉野川河川敷の G 地点を除く 5 地点から、総苞外片の反り返り具合によって「セイヨウ」および「雑種」と思われる個体を中心に、新たにそれぞれ 10～20 個体を根茎をつけたまま採取して城北高校に持ち帰り、鉢植えにして調査個体とした。これらの個体を用いて、花粉の有無と大きさの均一性および染色体数の確認を行った。なお、蔵本公園内の 3 地点（調査地点 D, E, F）では、比較のために、「カンサイ」と思われる個体もあわせて採取した。

このとき、総苞外片の反り返りの程度に応じて、それぞれの個体番号に、「カンサイ」と判断された個体には記号 J を、「セイヨウ」と判断された個体には記号 O を、また雑種と判断された個体には記号 H をつけた。たとえば、A 地点で採取されて「セイヨウ」と判断された個体については A-O-1 など、また D 地点で採取されて「雑種」と判断された個体については D-H-2 などである。

なお、栽培の途中で枯死する個体などがあったため、最終的に分析を行った個体数は、A 地点が 9 個体、B 地点が 1 個体、D 地点が 13 個体、E 地点が 17 個体、F 地点が 4 個体の計 44 個体である（表 2）。

染色体数の確認は、鉢植えにした個体から新しく伸長した根の根端分裂細胞を用いて行った。染色体標本の作製は、通常の酢酸オルセイン染色—押しつぶし法（米澤 2003）によって行い、前処理は、0.1% コルヒチン溶液と 2mM の 8-オキシキノリン溶液の 1:1 の混合液を用いて、18℃ で 1～1.5 時間行った。

## (2) 調査結果

5 地点から採集され、総苞外片の形状、花粉の有無と均一性および染色体数のいずれかについて確認できた個体は表 2 に示すとおりである。このうち、染色体数が確認できたものは計 28 個体であった。そのうち、二倍体が 7 個体、三倍体が 15 個体、四倍体が 3 個体、1 個体中に異なる染色体数が算定された個体が 3 個体であった（図 4, 表 3）。この 3 個体は、以下の記述では除外している。

二倍体の中で、花粉の大きさが均一であった個体は 3 個体のみであり、他の 4 個体は花粉の大きさが不均一であった。すなわち、この花粉の大きさが不均一の 4 個体は「カンサイ」ではないと判断された。

三倍体では、均一な大きさの花粉をもつ個体はなく、不均一な大きさの花粉をもつ個体が 4 個体、花粉のない個体が 7 個体、花粉の有無が確認できなかった個体が 4 個体であった。四倍体の 3 個体はどれも花粉がなかった。

これらの結果から、総苞外片の形状または花粉の形状からは「カンサイ」とは判断できない二倍体が確認され、ま

表 3. 2018 年に 5 つの調査地点で確認された各倍数体の個体数

調査地点	染色体数(2n)			計
	16	24	32	
A	2(0/2/0/0)	2(0/1/1/0)	1(0/0/1/0)	5
B	0	1(0/1/0/0)	0	1
D	3(1/2/0/0)	3(0/1/1/1)	0	6
E	0	7(0/1/5/1)	2(0/0/2/0)	9
F	2(2/0/0/0)	2(0/0/0/2)	0	4
計	7(3/4/0/0)	15(0/4/7/4)	3(0/0/3/0)	25

\*個体数の表現は、それぞれの欄において、「確認した個体数(花粉の大きさが均一な個体数 / 不均一な個体数 / 花粉無し個体数 / 花粉の形状が不明の個体数)」の順に表記した。

た、花粉のない三倍体も確認された。このことは、「西日本タンポポ調査」でも指摘されており、前述のように、在来種と外来種を区別するためには、総苞外片や花粉の形状の分析のほかに、葉緑体 DNA の分析やサイトフローメーターによる核 DNA 量の測定が必要であることを支持するものである。

しかし、高校には DNA の分析や核 DNA 量の測定に必要な機器は設置されておらず、高校生がこれらを行うためには、大学などの研究機関との連携が必要である。

## 2019 年の調査

### (1) 調査地点と調査の方法

2019 年は、2018 年度の調査で総苞外片の形状や染色体数だけでは純粋な「セイヨウ」と雑種を明確に判別することが困難であることがわかったので、前年度までに採集し城北高校で栽培を続けている個体に、2017 年に設定した調査地点およびその他数カ所から新たに採集した個体を加えて、染色体数の確認を行うとともに葉緑体 DNA の分析を行った。

葉緑体 DNA の分析は、鉢植えにした個体から切り取って冷凍保存していた葉 1～2 枚から、改良 CTAB 法(Weising *et al.* 1991)によって DNA を抽出した。この DNA を鋳型として、葉緑体 DNA の *trnL3'exon ~ trnF* の遺伝子間領域を Taberlet *et al.* (1991) のユニバーサルプライマー「e」と「f」を用いて増幅し、2% アガロース電気泳動によってその DNA 断片の大きさを調べた。この遺伝子間領域の塩基対の数は、「カンサイ」では 482、「セイヨウ」では 405 であることがわかっている(Shibaïke *et al.* 2002)、それぞれの泳動距離から両者を区別した。ただし、伊東ら(2016)は、正確な雑種の判別には、葉緑体 DNA だけではなく、フローサイトメトリーでの核 DNA 量の解析も必要であると述べている。

染色体数の確認は、前年度の方法と同様である。

### (2) 調査結果

2018 年と 2019 年に採集して、染色体数と葉緑体 DNA の確認を行った個体は、計 48 個体である。これらの結果を葉緑体 DNA の塩基対の数と花粉の大きさの均一性を基準にしてまとめたのが表 4 である。なお、表中の「識別番号」は、採集した年度によって個体番号の付け方が異なるため、葉緑体 DNA の電気泳動を行う際に新たにつけた通し番号で、電気泳動の写真(図 5)の番号と対応している。

この結果、葉緑体 DNA が「カンサイ」型で、花粉の大きさが不均一な個体が 8 個体あり、このうち 2 個体(D-H-2, D-O-3)が二倍体であった。また、葉緑体 DNA が「カンサイ」型で花粉のない個体が 21 個体あり、このうち三倍体が 10 個体、四倍体が 4 個体、倍数性が不明な個体が 7 個体であった。この中には総苞外片の反り返りの程度が図 2 の 5 で「セイヨウ」と判断される個体があったが、純粋な「セイヨウ」は大きさが不均一であっても花粉を有するので、これらの個体は「雑種」と判定した。

さらに、葉緑体 DNA が「セイヨウ」型、花粉の大きさが不均一でかつ二倍体である個体が 2 個体見いだされた(A-H-5, A-O-1)。Wittzell (1999)によると、ヨーロッパに生育するいわゆる「セイヨウ」の中には三倍体のほかに二倍体の個体があるが、それらの個体の花粉の大きさは均一であるとされているので、今回見いだされた「セイヨウ」型の葉緑体をもつ二倍体についてはさらに調査が必要である。

なお、最近「セイヨウ」の二倍体と考えられる個体が東京湾の埋め立て地で見いだされているので(小川ほか 2011)、今後これらの個体との比較も必要である。

## 総合考察

(1) 外部形態の特徴(総苞外片の形状と花粉の大きさの均一性)と雑種の倍数性

「西日本タンポポ調査」においては、北陸地方の福井県、三重県を含む近畿地方(2府5県)、中国・四国地方(9県)および九州地方の福岡県と佐賀県の計 19 府県において調査が行われているが、種の識別は、花色、総苞外片の形状、花粉の有無とその大きさの均一性によって行うことになっている(『タンポポ調査西日本 2010 調査報告書』, pp.17-18)。

すなわち、花色が黄色の在来種のうち、総苞外片の形状が図 2 の 1～3 の個体は、葯から花粉を取りだして観察し、花粉の大きさが均一な個体を在来の二倍体種とし、また、総苞外片の形状が図 2 の 1～3 の個体であっても、花粉の



図4. 各個体の染色体数を確認した顕微鏡像の例. A, 二倍体 ( $2n=16$ , 個体番号 D-J-5). B, 三倍体 ( $2n=24$ , 個体番号 A-H-3). C, 四倍体 ( $2n=32$ , 個体番号 E-H-2).

大きさが不均一な場合は、外来種(「セイヨウ」と「アカミ」)または「その他の外来種」としている。

今回の調査は、この基準によって在来種と外来種を区別したが、総苞外片が反り返っている個体には、花粉のない個体が多数見いだされた(表1)。この花粉のない個体について、『タンポポ調査西日本2010調査報告書』では、「在来の二倍体種とセイヨウタンポポの雑種に由来する四倍体の可能性が高い」とし(p.33)、『タンポポ調査・西日本2015調査報告書』でも同様な見解が示されている(p.51)。また、芝池(2006)も、山野ら(2004)の報告を引用して、「四倍体雑種はまったく花粉を形成しない」とし、「三倍体雑種はセイヨウタンポポと同等の花粉稔性を示した」としている。さらに、保谷(2010)も「四倍体雑種には花粉が形成されない」としている。

しかし、今回の調査で確認された16個体の三倍体雑種のうち、花粉が無いものが11個体(約69%)あり、「花粉のない雑種個体」が必ずしも四倍体ではないことが明らかになった(表3)。一方で、確認された四倍体の雑種4個体はいずれも花粉がなかった。すなわち、四倍体の雑種は花粉がないが、花粉のない個体は必ずしも四倍体ではないことが明らかになった。この花粉を形成しない三倍体が「カンサイ」と「セイヨウ」のF1であるか、あるいはF1を花粉親として「カンサイ」ともどし交雑をした個体であるかは、今後さらに分析を行う必要があるが、野外調査を行った際に、「反り返った」総苞外片をもち花粉を形成していない個体を「四倍体」と判断することは避けなければならない。

芝池(2006)は、「セイヨウタンポポや三倍体雑種にも、まれに花粉を形成しない個体がある」と述べているが、今回の調査では約69%の三倍体雑種が花粉を形成しておらず、雑種個体の花粉形成能についてはさらに調査が必要である。

## (2)「カンサイ」型の葉緑体DNAをもつ二倍体と「セイヨウ」

### 型の葉緑体DNAをもつ二倍体

葉緑体DNAが「カンサイ」型で、花粉の大きさが不均一で、かつ二倍体が2個体(D-H-2, D-O-3)確認された(表4)。これまでの報告では二倍体は在来種であり、しかも在来種の花粉の大きさは均一であることが報告されているので(森田, 1976)、これらが二倍体の在来種である可能性は低い。今回確認されたこれら2個体がどのような起源を有するかについては不明であるが、「セイヨウ」の花粉母細胞の減数分裂において、バランスのとれた1組の染色体セットをもつ花粉が形成される可能性は否定できないので、これら2個体は「カンサイ」と「セイヨウ」の雑種起源と考えることもできる。しかし、わが国においては、これまでは二倍体の雑種は報告されていないので(保谷, 2010)、今後核DNA量などの分析を行って確認する必要がある。

さらに、葉緑体DNAが「セイヨウ」型で、花粉の大きさが不均一であり、かつ二倍体が2個体(A-H-5, A-O-1)確認された。これまでの報告では、葉緑体DNAが「セイヨウ」型で、花粉の大きさが不均一な個体はすべて三倍体であったので、このような個体は「セイヨウ」と見なされていた(保谷2010)。しかし、最近東京湾の埋め立て地において、「セイヨウ」の二倍体と考えられる個体が見いだされている(小川ほか2011)。ただ、この二倍体のタンポポは、在来種と同じく有性生殖を行い、均一な大きさの花粉を形成するので、徳島市で見いだされた「セイヨウ」型の葉緑体DNAをもち、不均一な大きさの花粉をつける二倍体の正体については、現在のところ不明である。

### (3) 徳島県において「カンサイ」の割合が高い理由

近畿地方では、1970年代に堀田らが行った調査(堀田1977)に比べて、2005年の調査(タンポポ調査・近畿2005実行委員会2005)では、多くの地域で外来種(「セイヨウ」と「アカミ」)の比率が増加している。この原因について、これまでは「在来種の生育に適した場所が減少し



徳島県内のカンサイタンポポとセイヨウタンポポの雑種について

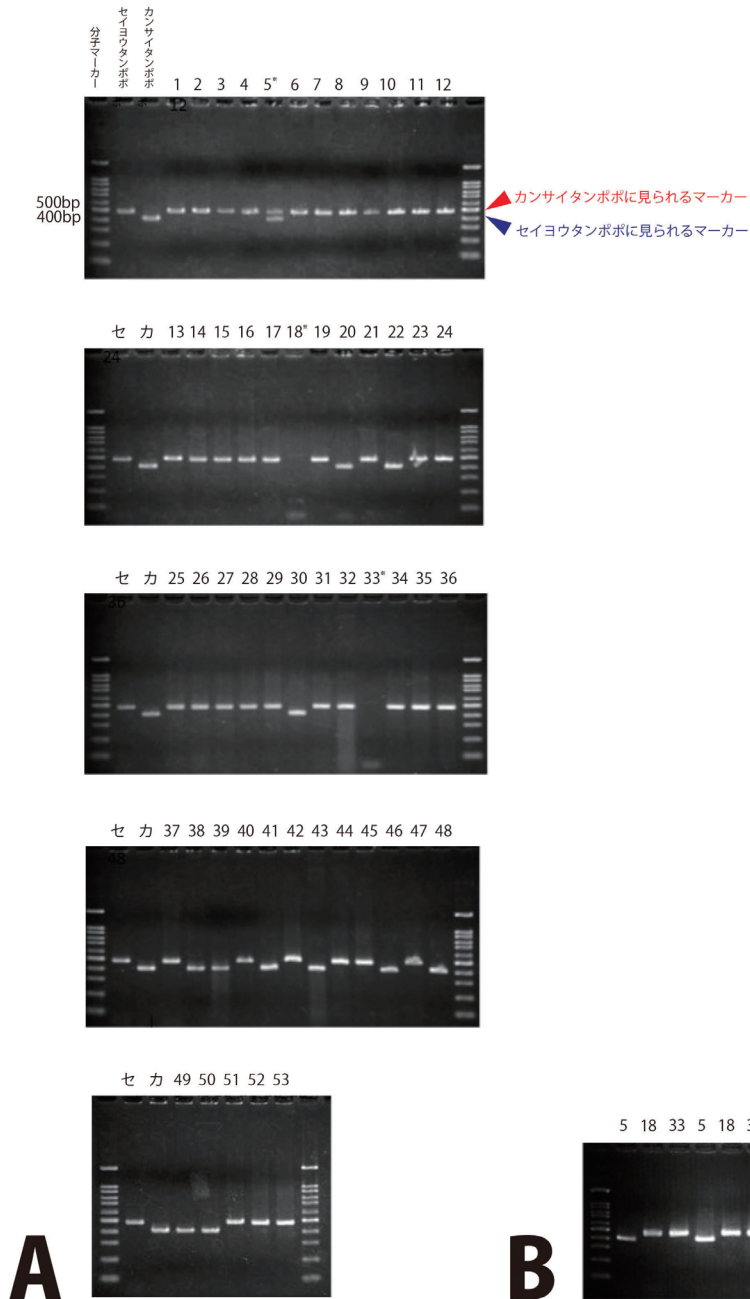


図5. 葉緑体 DNA (*trnL3'exon ~ trnF* の遺伝子間領域) の電気泳動写真. A, 2018 年および 2019 年に採集した個体. 泳動写真の上の「カ」は「カンサイ」, 「セ」は「セイヨウ」を示す. また, 番号は, 電気泳動のためにつけた個体識別番号で, 表4の識別番号に対応している. B, 1 回目の泳動で明瞭なバンドが得られなかった3個体について再泳動したもの.

た」ためという考え (小川 2001) や, 外来種には「種子が休眠しない」, 「開花時期が限定されない」, 「夏期でも種子が発芽できる」などの特性があるためという考え (森田 1980) が支持されてきた.

しかし, 最近では, 「カンサイ」などの二倍体の在来種の生育地に単為生殖を行う三倍体の「セイヨウ」が侵入した場合, 「セイヨウ」の花粉が「カンサイ」などの二倍体の在来種の花粉と競合し, 在来種の稔性のある種子の生産が妨げられる「繁殖干渉」という現象に起因するという考えが提案されている (高倉ら, 2010 西田, 2018 など).

すなわち, 「繁殖干渉」によって在来種の種子生産量は低下するが, 非減数の三倍性の卵細胞の単為発生によって種子を生産する「セイヨウ」は在来種の花粉の有無の影響を受けないで種子生産を行うので, 結果として在来種の個体が減少し, 在来種が「駆逐されている」ように観察されるという考えである.

これまでに行われた2回の「タンポポ調査」において, 徳島県では, 香川県や岡山県とともに, 近畿地方の府県にくらべて, 「カンサイ」の生育割合が高いことが報告されている (タンポポ調査西日本 2010 調査報告書 pp.27-30,

表 4. 調査した個体の総苞外片の形状, 花粉の形状, 葉緑体 DNA (*trnL3'exon ~ trnF* の遺伝子間領域) の型および染色体数

識別番号 <sup>1)</sup>	個体番号 <sup>2)</sup>	総苞外片の形状 <sup>3)</sup>	花粉の形状 <sup>4)</sup>	葉緑体 DNA <sup>5)</sup>	染色体数 (2n)
1	D-J-5	1	1	J	16
2	A-H-6	4	0	J	— <sup>6)</sup>
3	E-R-H-5	—	—	J	32
4	E-R-H-7	3	0	J	—
5	A-O-2	4	2	E	—
6	F-J-6	1	1	J	16
7	F-J-7	1	1	J	16
8	E-R-H-6	3	0	J	—
9	F-R-J-8	1	0	J	—
10	D-J-3	1	1	J	—
11	D-J-2	1	1	J	—
12	D-J-4	1	1	J	—
13	D-H-9	4	0	J	24
14	F-R-H-4	4	0	J	24
15	D-H-3	2	2	J	24
16	(識別番号21と同一個体)				
17	A-H-4	3	0	J	24
18	D-H-2	2	2	J	16
19	B-H-2	3	2	J	24
20	A-H-5	—	2	E	16
21	A-H-3	2	2	E	24
22	A-H-1	5	2	J	24
23	A-H-7	2	0	J	32
24	D-O-3	5	2	J	16
25	E-O-1	4	0	J	24
26	D-O-4	5	0	J	24
27	E-O-5	5	0	J	24
28	(識別番号18と同一個体)				
29	E-H-1	5	0	J	32
30	A-O-1	5	2	E	16
31	E-O-6	5	0	J	—
32	E-H-2	5	0	J	32
33	E-O-0	5	0	J	—
34	D-O-1	5	0	J	—
35	E-O-2	3	0	J	24
36	E-O-4	5	0	J	24
37	(識別番号35と同一個体)				
38	E-O-8	4	2	E	24
39	F-R-O-9	4	—	E	24
40	E-O-3	4	0	J	24
41	A-101	5	2	E	—
42	A-103	5	2	J	—
43	A-105	5	2	E	—
44	A-H-4	3	0	J	24
45	A-H-7	2	0	J	32
46	D-105	—	2	E	—
47	D-103	1	1	J	—
48	H-101	5	—	E	—
49	(識別番号48と同一個体)				
50	I-101	4	2	E	—
51	I-102	—	2	J	—
52	(識別番号29と同一個体)				
53	D-P-H-8	1	2	J	24

<sup>1)</sup>葉緑体 DNA の分析時の識別番号, 図 5 の番号に対応している。

<sup>2)</sup>個体採取時の番号, R は道路脇, P は駐車場を示す。また, H と I は, 2017 年に設定した調査地点以外の場所から新たに採集した個体である。

<sup>3)</sup>図 2 の総苞外片の形状の番号

<sup>4)</sup>0: 花粉無し, 1: 大きさが均一, 2: 大きさが不均一

<sup>5)</sup>J: 「カンサイ」型, E: 「セイヨウ」型

<sup>6)</sup>確認できていないことを示す。

タンポポ調査・西日本 2015 調査報告書 pp.41-43)。今回の調査でも, 徳島市内の 3 カ所の調査結果ではあるが, 調べた個体の約 81% が「カンサイ」であった。調査場所は, いずれも市街地の公園内の草地などの一画であり, 「タンポポ調査」では「都市的緑地」とされている場所である。これらの場所は, 前述のように, 外来種の生育が優勢であるとされているが, 少なくとも徳島市内では, 「セイヨウ」の影響によって「カンサイ」の個体数が減少しているという現象は見いだされなかった。

これは, 調査した 3 カ所の地域では, 純粋な「セイヨウ」が少なく, 総苞外片の形状から「セイヨウ」と見なされる個体の多くが雑種で, しかも花粉をつけない個体であることから, いわゆる「繁殖干渉」が起こりにくいことに起因すると考えられる。

しかし, 徳島県下に生育している外来種の三倍体が徳島県内に侵入してきた際にすでに花粉をつけない雑種であったために「カンサイ」の繁殖に影響を及ぼさなかったのか, あるいは Morita *et al.* (1990) や Tas and van Dijk (1999) が報告しているように, 自家不和合性の二倍体種 (在来種) でも三倍体の花粉を多量に受粉すると自家不和合性が破れ, 自家受精によって種子をつけることによって, 徳島県内の「カンサイ」が維持されているのかについてはさらに検討が必要である。

また, 徳島県と同様に二倍体の在来種の生育割合が大きい香川県や岡山県を含めて, 徳島県以外の府県では, 「雑種」または「外来種」と判断された個体が不均一であっても花粉をつける個体であるのか, あるいは花粉をつけない個体であるのかについては調べられていない。したがって, 香川県や岡山県における在来種の生育割合が大きい理由が, 徳島県と同様に, 花粉をつけない雑種の存在によるものであるか否かについては不明である。今後は香川県や岡山県はもとより, 他府県の「セイヨウ」もしくは「雑種」と判定された三倍体において花粉の有無の調査を行い, 「繁殖干渉」を含めて, 二倍体の在来種の繁殖に対する外来種の影響を明らかにする必要がある。

さらに, 葉緑体 DNA が「カンサイ」型で, 花粉の大きさが不均一で, かつ二倍体が 2 個体, 葉緑体 DNA が「セイヨウ」型で, 花粉の大きさが不均一であり, かつ二倍体が 2 個体確認された。これらの個体の起源は, 現在のところ不明であり, 詳細な核型分析や核 DNA 量の分析などによって明らかにする必要があり, 今後の課題である。

本研究は, 前述のように, 徳島県立城北高校サイエンス部の部活動の一環として行われたものであり, 野外調査とその結果の取りまとめは藤本が指導した。また, 小川は徳

島県における「西日本タンポポ調査」のとりまとめを行っており、徳島県におけるタンポポ属植物の分布状況や種の同定の指導及び分布図の作成の助言等を行った。さらに、葉緑体 DNA の分析に関しては渡部が指導と助言を行い、染色体の観察と本報告の取りまとめに関しては米澤が指導と助言を行った。

なお、調査に参加した城北高校サイエンス部の部員は以下の通りである。

2017 年度（2 年）郡 洗瑠，山下綺音，森本美柚，折原ひより，波戸千聖，（1 年）山下真輝

2018 年度（2 年）山下真輝，（1 年）池上結斗，井上実和，渡邊竜輝，竹内鼓虎，鎌田修至，（3 年）山下綺音，折原ひより，森本美柚，波戸千聖

2019 年度（2 年）池上結斗，鎌田修至，井上実和，竹内鼓虎，渡邊竜輝，（1 年）中谷 空，山口輝真，吉本悟志，（3 年）山下真輝，

## 引用文献

- 堀田 満，1977. 近畿地方におけるタンポポ類の分布. 自然史研究，1：117-134.
- 保谷彰彦，2010. 雑種性タンポポの進化. 種生物学会編：外来生物の生態学. pp. 217-249. 文一総合出版，東京.
- 伊東 明・名波 哲・福西洋一・森本美樹，2011. 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 実行委員会編：タンポポ調査西日本 2010 報告書，pp. 40-43.
- 伊東 明・山口陽子・高田こころ・名波 哲，2016. 西日本における雑種タンポポの分布状況と 5 年間の変化. タンポポ調査・西日本 2015 実行委員会編：タンポポ調査・西日本 2015 報告書，pp. 59-63.
- 森田竜義，1976. 日本産タンポポ属の 2 倍体と倍数体の分布. 国立科学博物館研究報告 B 類（植物学），2(1): 23-38.
- 森田竜義，1978. 日本産タンポポ属 2 倍体の変異と分類. 植物実験分類学シンポジウム準備会編：種生物学研究 II，pp. 21-45.
- 森田竜義，1980. タンポポ. 堀田満編：植物の生活史. pp. 58-67. 平凡社，東京.
- Morita, T., Menken, S. B. J., and Sterk, A. A., 1990. Hybridization between European and Asian dandelions (*Taraxacum* section *Ruderalis* and section *Mongolica*) 1. Crossability and breakdown of self-incompatibility. *New Phytologist*, 114: 519-529.
- 森田竜義・芝池博之，2012. 雑種タンポポ研究の現在 見えてきた帰化種タンポポの姿. 森田竜義編著：帰化植物の自然史【侵略と攪乱の生態学】. pp. 213-237. 北海道大学出版会，札幌.
- 西田佐知子，2018. 繁殖干渉と外来種問題—タンポポを例に—. 高倉耕一・西田隆義編：繁殖干渉理論と実態. pp. 93-132. 名古屋大学出版会，名古屋.
- 小川 潔，1978. タンポポの発芽習性と生活環の調節. 植物実験分類学シンポジウム準備会編：種生物学研究 II，pp. 13-20.
- 小川 潔，2001. 日本のタンポポとセイヨウタンポポ. どうぶつ社. 130 pp. 東京.
- 小川 潔・山谷慈子・石倉 航・芝池博幸・保谷彰彦・大石 恵・森田竜義，2011. 新規に移入されたセイヨウタンポポ個体群の動態と 2 倍体個体の検出. 保全生態学研究，16：33-44.
- 小川 誠，2011. 各府県のタンポポの割合. タンポポ調査・西日本 2010 実行委員会編：タンポポ調査西日本 2010 調査報告書. pp. 27-30.
- 小川 誠，2016. 各府県のタンポポの割合. 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. pp. 41-43.
- 長田武正，1976. 原色日本帰化植物図鑑. 425 pp. 保育社，東京.
- Shibaïke, H., Akiyama, H., Uchiyama, S., Kasai, K. and Morita, T., 2002. Hybridization between European and Asian dandelions (*Taraxacum* section *Ruderalis* and section *Mongolica*) 2. Natural hybrids in Japan detected by chloroplast DNA marker. *J. Plant Res.*, 115: 321-328.
- 芝池博幸，2005. 無融合生殖種と有性生殖種の出会い—日本に侵入したセイヨウタンポポの場合—. *生物科学*，56 (2)：74-82.
- Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J., 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Mol. Biol.*, 17: 1105-1109.
- 高倉耕一・西田佐知子・西田隆義，2010. 植物における繁殖干渉とその生態・生物地理 に与える影響. *分類*，10 (2)：151-162.
- タンポポ調査・近畿 2005 実行委員会，2005. タンポポ調査・近畿 2005 報告書. 69 pp.
- タンポポ調査・西日本実行委員会，2011. タンポポ調査西日本 2010 調査報告書. 144 pp.
- タンポポ調査・西日本実行委員会，2016. タンポポ調査・西日本 2015 調査報告書. 174 pp.

- タンポポ調査・西日本実行委員会, 2016. みんなで調べた  
西日本のタンポポ 2015. (リーフレット)
- Tas, I. C. Q. and van Dijk, P. J., 1999. Cross between sexual and  
apomictic dandelions (*Taraxacum*). I. The inheritance of  
apomixis. *Heredity*, 83: 707–714.
- 渡邊幹男・丸山由加里・芹沢俊介, 1997. 東海地方西部に  
おける在来タンポポと帰化タンポポの交雑 (1) ニホ  
ンタンポポとセイヨウタンポポの雑種の出現頻度と  
形態的特徴. *植物研究雑誌*, 72: 51–57.
- Weising, K, Beyermann, B., Ramser, J. and Kahl, G., 1991. Plant  
DNA fingerprinting with radioactive and digoxigenated  
oligonucleotide probes complementary to simple repetitive  
DNA sequences. *Electrophoresis*, 12: 159–169.
- Wittzell, H., 1999. Chloroplast DNA variation and reticulate  
evolution in sexual and apomictic sections of dandelions.  
*Mol. Ecol.*, 8: 2023–2035.
- 山野美鈴・芝池博幸・井手 任, 2004. 茨城県つくば市  
における在来タンポポ及び雑種タンポポの分布と景  
観構造の関連解析. *ランドスケープ研究*, 67: 587–  
590.
- 米澤義彦, 2003. 植物の染色体を見よう. *遺伝*, 57 (3):  
62–66.