

# 雑種性帰化タンポポの遺伝的多様性とその起源

渡邊 幹男

愛知県

近年、自然には起こらない遺伝子の交流（集団内に本来なら存在しない遺伝子が、他の種から入り込む現象）、すなわち遺伝的汚染や遺伝的強奪が問題になっている。帰化植物による遺伝的汚染や遺伝的強奪もそのひとつである。生物の種は、必ず相互に遺伝子の交流が妨げられ、独立性が維持されるような仕組みを持っている。これを隔離という。ところが、分布域が地理的に大きく離れ、自然状態では遺伝子の交流があり得ないような種の間では、地理的隔離以外の隔離機構が発達していないことがある。そのため、意図的にでも非意図的にでもある種が自然状態で分散できる範囲を超えて持ち込まれると、そこにもともとあった別の種と交雑し、稔性のある雑種を作ることがある。特にもともとあった種の集団が小さい場合には、しばしば集団全体に入り込んだ遺伝子が広がり、種としての純粋性が失われてしまう。

日本列島には、セイヨウタンポポ *Taraxacum officinale* Weber、アカミタンポポ *T. laevigatum* DC. の、2 種のヨーロッパ原産のタンポポ属植物が帰化している。これらの帰化タンポポは、かつて春の田園地帯で主役の座を占めていた在来黄花タンポポにかわって、近年急速に分布を拡大している。またその見かけ上セイヨウタンポポである植物の大部分が雑種性である可能性が示唆されている。タンポポの場合は、2 倍体で有性生殖を行う在来種自体が、遺伝的に汚染されるわけではない。在来種は、いつまでも在来種のままである。

しかし、3 倍体で無融合生殖を行う帰化種が交雑によって在来種の遺伝的特性を取り込み（渡邊ほか 1997a、1997b、芝池・森田 2002 など）、いわばスーパー帰化種に変身して在来種の生育地に入り込む。在来種にしてみれば、長い時間をかけて形成した適応的な特性を強奪されるようなものである。スーパー帰化種への変身は手を変え、品を変え繰り返されるから、在来種はなかなか対抗できない。現在のところはまだ在来種と帰化種群との間にある程度の形態的ギャップが存在するが、将来戻し交雑が繰り返され、スーパー帰化種が更に在来種の遺伝子を取り込むようになれば、さまざまなスーパー帰化種が大きな複合群を形成し、在来種は辛うじて存続できてもその中の 1 系統のようになってしまうかもしれない。

移入種問題に対する対策は、環境省も最近になって、やっと重い腰を上げるようになった。移入種問題でよく注目されるのは、その地域の本来の生態系の中で空白になっていた地位の生物が人為的に導入され、対抗手段を発達させていない在来種が絶滅の危機に瀕してしまう問題である。例えば日本の淡水域には、琵琶湖に住むビワコオオナマズを別にすれば、魚食性の遊泳魚はいない。そこにオオクチバス（ブラックバス）が放流されれば、もともとそういう敵を想定していない在来魚は、なすすべもなく食べられてしまう。強力な競争力を持つ外来種がある生態的地位に入り込み、本来その地位を占めていた在来種を駆逐してしま

うこともある。全国の空き地を埋めるセイタカアワダチソウ、湖沼に繁茂するコカナダモなどは、この例にあたる。

けれどもこのように形態的に認識可能な種がそのままの形で入り込んでいるならば、少なくとも起きている事態は認識できる。労力的にはなかなか困難なことだが、肉眼的に識別して駆除することもできる。本当にやっかいなのは、目でははっきり識別できない、遺伝的汚染や遺伝的強奪である。

遺伝的汚染や遺伝的強奪は、前者は在来集団が変わる、後者は移入集団が変わるという違いはあるが、いずれも自然状態では明確に区別できた2つの実体が、本来ならあり得ない遺伝子の交流によって攪乱され、脱分化してしまう現象である。このような遺伝的攪乱の状況は、少し前まで、専門の研究者でも明確に把握することが難しかった。ところが近年の分子生物学的手法の発展によって、事情は大きく変わった。少し前まではそれ自体が研究であった遺伝子の塩基配列決定も、道具と試薬さえそろえれば、誰にでもできるようになった。昔ながらの形態的特徴による種の識別は、道具がなくてもできる反面、かなりの訓練と熟達を要する。誰にでもすぐできるというわけにはいかない。これから初めて生物多様性に目を向けるという人にとっては、むしろ遺伝子レベルのマーカーを使った多様性認識の方が、とりつきやすいという状況になった。遺伝子レベルのマーカーを使った多様性認識ならば、分析する手法や部位を工夫すれば、種間の差異も種内集団間の差異も検出できる。そうすれば遺伝的汚染や遺伝的強奪も明確につかめるし、「生物愛護」的発想による行為が生物多様性保全という観点からはいかに危険なものであるかも、はっきりと見えてくる（芹沢

編 2004）。

タンポポの雑種の識別は外部形態からでは判断しにくい、アロザイム分析を行えば識別は可能である。その識別方法は、GOT 染色で得られたゲル板上で、d バンドのみが現れたものを真の帰化タンポポ、d バンドとニホンタンポポを特徴づける a、b、c バンドのうち一つを合わせ持つものを雑種性帰化タンポポである（渡邊ら、1997a、b）。

タンポポは、今までの環境教育の中でもよく取り上げられてきた材料である。ニホンタンポポと帰化タンポポの分布状態を調査するいわゆる「タンポポ調査」は、市民参加の環境調査の代表格である。タンポポ調査は大阪で行われ日本各地に広がった。すなわち大阪はタンポポ調査の発祥の地であるといっても過言ではない（堀田、1977）。タンポポの特性としては、ニホンタンポポは有性生殖を行い、しかも自家不和合性を持つので、1株では繁殖できない。そのため一度群落が失われるとなかなか復活できないが、夏期休眠性を持つので、背が高くなる他の草とも共存できる。一方帰化タンポポは無融合生殖を行い、新たな場所へも容易に侵入できるが、夏期休眠性を持たないので、まわりに他の草が多くなると存続できない。このような生物学的特性の差が2つのタンポポの分布状態を決定する要因であり、従って分布状態の変化は人間による土地攪乱の程度、すなわち都市化の指標になると考えられてきたのである。

そこで我々は1996年と2001年に、比較的近年大規模な開発が行われて見かけの帰化タンポポが増加したがカンサイタンポポもまだ多く生育している場所として堺市泉北ニュータウン泉ヶ丘地区で調査を行った。その結果、泉北ニュータウンの場合、見かけのセイヨウタンポポのうち90%以

上が、雑種性のものであった。それに対して、見かけのアカミタンポポの方はほとんどが真のアカミタンポポで、雑種性のもは数個体であった。

愛知県において1996年から、毎年雑種性帰化タンポポの分布拡大の調査を行っている。その調査結果から、ここ2、3年の間に郊外の地域でも、みかけのアカミタンポポが増加している傾向が見られる。また、2005年に行われた大阪でのタンポポの分布調査から、カンサイタンポポが増加しているということが報告された。それは、カンサイタンポポの形態に近い雑種性帰化タンポポの出現した可能性が示唆される。そこで前回の調査から5年が経過した大阪堺市の泉北ニュータウンで、約10年間に雑種性帰化タンポポの分布がどのように変化しているかを調査した。さらに、調査地北西部の地域では各種タンポポの遺伝的特性（特にクローン性）を明らかにする目的でマイクロサテライト遺伝子マーカーを用いた解析を行った。

### タンポポとタンポポ地図の名称

本論に入る前に、ここで用いるタンポポとタンポポ地図の名称を定義しておく。

今回の調査の対象となる在来黄花タンポポは、大阪近郊の平野・丘陵部に広く分布しているもので、従来一般にカンサイタンポポ T. japonicum Koidz. と呼ばれている。この植物は2倍体で、自家不和合性の有性生殖を行う。在来種であるが白花のシロバナタンポポ T. albidum Dahlst.、黄花であるが山間部に生育するヤマザトタンポポ T. arakii Kitamura やクシバタンポポ T. pectinatum Kitamura などは無融合生殖種で、調査の対象には含まれない。カンサイタンポポは大阪近郊では形態的に比較的良好にまとまっているが、琵琶湖東

岸まで行くと、セイタカタンポポ T. elatum Kitamura と呼ばれるやや大型の頭花を持つ型に移行する。大阪近郊でも、稀には形態的にセイタカタンポポと区別できない個体が出てくる。セイタカタンポポは、更に東に行くと、順次トウカイタンポポ T. longeappendiculatum Nakai、カントウタンポポ T. platycarpum Dahlst.、シナノタンポポ T. hondoense Nakai と呼ばれる型に移行する（森田、1978；芹沢ほか、1982；芹沢、1995）。全国的な論議の必要から、ここではある程度地理的なまとまりはあるものの形態的にはっきり区別できないカンサイタンポポ、セイタカタンポポ、トウカイタンポポ、カントウタンポポ、シナノタンポポをまとめて、「ニホンタンポポ」と呼ぶ（芹沢、1986）。ニホンタンポポは種の階級ではおそらく一つにまとめられるものであり（森田、1978；芹沢ほか、1982）、その場合の学名は T. platycarpum になる。

セイヨウタンポポとアカミタンポポは無融合生殖を行い、ヨーロッパでは多数の小種に区別されている（Richards and Sell, 1976）。しかし、日本に帰化しているものがそのどれに当たるか判断できないので、ここでは従来日本で一般に使われている総称的な名称を、そのまま種名のような形で使用する。また、両者を合わせて「帰化タンポポ」と呼ぶ。

雑種性のタンポポは、見かけは非雑種性の真の帰化タンポポによく似ており、無融合生殖を行うこともそれと同様である（森田、1988）。つまり、中間的な雑種というよりは、ニホンタンポポの遺伝子を取り込んだ帰化タンポポという色彩が濃い。そこで、ニホンタンポポとセイヨウタンポポの雑種を「雑種性セイヨウタンポポ」、ニホンタ

ンポポとアカミタンポポの雑種を「雑種性アカミタンポポ」、両者を合わせて「雑種性帰化タンポポ」と呼ぶ。これに対して非雑種性のものは、それぞれ「真のセイヨウタンポポ」、「真のアカミタンポポ」、「真の帰化タンポポ」と呼ぶ。また、雑種性と非雑種性を合わせた、見かけ上帰化タンポポである植物は、それぞれ「見かけのセイヨウタンポポ」、「見かけのアカミタンポポ」、「見かけの帰化タンポポ」と呼ぶ。これらの名称の関係は、表1のようになる。

ニホンタンポポと見かけの帰化タンポポの生育地点の分布調査は一般に「タンポポ調査」、ニホンタンポポと見かけの帰化タンポポの生育確認地点数の比を示す地図は一般に「タンポポ地図」と呼ばれている。しかし、見かけの帰化タンポポを表1のように区分すると、タンポポ地図にもいろいろな種類のものができることになる。そこで、今回作成した各種のタンポポ地図は、それぞれ表2のように呼ぶことにする。この名称によれば、従来一般に作成されてきた「タンポポ地図」は、「見かけのタンポポ地図」と呼ばれることになる。

また、各タンポポ地図のもとになる生育確認地点数の比の値を「タンポポ比」と呼ぶことにする。

## 調査地と方法

### 調査地

調査は、1996年および2001年に調査を行った堺市泉北ニュータウン泉ヶ丘地区で行った。この地域は、比較的近年大規模な開発が行われて見かけの帰化タンポポが増加したがニホンタンポポもまだ多く生育している場所である。泉北ニュータウンは約30年前に丘陵地を崩して造成された住宅地で、高層の集合住宅と戸建ての分譲地がモザ

イク状に配置されている。地域内には造成前の地形が比較的多く残されており、公園・緑地として利用されている。

### 材料の採取

材料の採取は、2006年4月下旬および2007年4月下旬に行った。採取に際しては、10,000分の1地形図を用いて調査地域を250mメッシュに区切り、各メッシュ内でニホンタンポポ、見かけのセイヨウタンポポ、見かけのアカミタンポポをそれぞれ探索した。サンプル個体は、ニホンタンポポ119個体、見かけのセイヨウタンポポ114個体、見かけのアカミタンポポ39個体、合計272個体になった(表1)。各個体からは、酵素多型解析とニホンタンポポ・見かけの帰化タンポポの判別確認用に花茎をつけた頭花を採取し、見かけの帰化タンポポの場合は更に見かけのセイヨウタンポポと見かけのアカミタンポポの判別確認用にそう果を採取した。採取した材料はただちにジッパー付きのビニールの小袋に入れて密閉し、保冷状態で輸送して分析に供した。さらに、真の帰化タンポポを北海道で採集し比較に用いた。

### 各種タンポポの識別

アロザイム酵素多型解析によって識別された各種タンポポの名称は、渡邊ら、1997cに従った。そのうち真の帰化タンポポと識別された個体で葉緑体DNAがニホンを示すもの、あるいは雑種性帰化タンポポと識別された個体で葉緑体DNAが帰化を示すものを偽タンポポと呼ぶ。各種タンポポの識別方法を図に示す。今回得られたタンポポは、タンポポ地図作製のために用いたタンポポは、アロザイム酵素多型による5タイプに、マイクロ

サテライト解析に用いたタンポポは9タイプに分けた(図1)。

### アロザイム酵素多型解析

生葉約200mgを乳鉢に取り、ダウエックス(イオン交換樹脂)をマイクロスパーテルで一杯入れ、さらに1mlの抽出bufferを加え、乳棒で表面を削り取るようにして抽出した。それを1.5mlのマイクロチューブに移し、0℃、12000rpmで15分間遠心をかけ、上澄みを泳動用試料として用いた。抽出bufferは0.1mM Tris-HCl pH7.5、1mM EDTA(4Na)、10mM KCl、10mM MgCl<sub>2</sub>を攪拌し、使用直前に5% PVP(Polyvinyl-Pyrrolidone)、0.2% 2-メルカプトエタノールを加えた。

電気泳動は、ポリアクリルアミド垂直電気泳動法で行った。電流はゲル板1枚あたり約22mAで約2時間泳動した。得られたゲルを酵素活性染色法により染色した。染色は、GOT(アスパラギン酸アミノ転移酵素、EC No.2.6.1.1)のみを行った。染色後、染色液を洗い落として50%アルコールで固定し、セロファンで挟み自然乾燥させた。そして、GOT染色で得られたゲル板上で、dバンドのみが現れたものを真の帰化タンポポ、dバンドとニホンタンポポを特徴づけるa、b、cバンドのうち一つを合わせ持つものを雑種性帰化タンポポと見なした(渡邊・丸山・芹沢1997a、b)。

また、6PG染色で得られたゲル板上で6PG-1のaバンドまたは6PG-2のcバンドを持つものをアカミタンポポとする。この6つの酵素を使用して、ニホンタンポポ、真のセイヨウタンポポ、雑種性セイヨウタンポポ、真のアカミタンポポ、雑種性アカミタンポポを判別した(渡邊1997a)。

### DNAの抽出

アロザイム酵素多型分析で抽出した液に2XCTAB(強力な界面活性剤を含む溶液)400 $\mu$ lとメルカプトエタノール4 $\mu$ lをサンプル分だけウオーターバスで60℃1時間以上温める。次にクロロホルム:イソアミル(24:1)を500 $\mu$ l入れて、10分間攪拌する。

攪拌後、10000回転、20℃で10分遠心する。遠心した上澄みを、新しいエッペンに移す。

その際ゴミを取らないように注意する。それに再びクロロホルム:イソアミル(24:1)を500 $\mu$ l入れて、10分間攪拌する。10000回転、20℃で10分遠心する。そして、遠心した上澄みを、新しいエッペンに移す。この行程を2から3回繰り返す。その後、イソプロパノールを330 $\mu$ l加えて、軽く混ぜ、-20℃で2時間以上冷やす。

次に、10000回転、0℃で5分遠心する。下部にDNA付着。付着したDNAを落とさないように、上澄みを小さいビーカーに捨てる。その中に、TE200 $\mu$ l、3M酢酸ナトリウム20 $\mu$ l、-20℃の100%アルコール500 $\mu$ lを入れてボルテックスで攪拌し、-20℃で2時間以上冷やす。

次に、エタノール沈殿を行う。10000回転、0℃で5分遠心する。下部にDNA付着。付着したDNAを落とさないように、上澄みを小さいビーカーに捨てる。-20℃の70%アルコール500 $\mu$ lを入れて指ではじく。10000回転、0℃で5分遠心する。(15~17を2~3回繰り返す)アルコールを捨てて、エッペンをふたにキムワイプを挟んで逆さまにする。約10分おいた後、ふたを空けてチューブ立てに立て、真空ポンプで5分間ひく。下部にDNAが付着していることを確認して、

エッペンに TE を 100  $\mu$ l 入れて、- 20°C で保存する。以上で完成である。

### 葉緑体 DNA 解析

葉緑体 DNA 上の *trnL* と *trnF* 間の非翻訳領域 (約 500 塩基対) を PCR で増幅して、アガロースゲル電気泳動をすることで容易に葉緑体 DNA を判別することができる (Shibaikae et al 2002)。

抽出した DNA をエッペンに 1  $\mu$ l 分注する。これに試薬 (10xBuffer 1  $\mu$ l, dNTPmix 0.8  $\mu$ l, MgSO<sub>4</sub> 0.5  $\mu$ l, primer (*trn-e*) 0.15  $\mu$ l, primer (*trn-f*) 0.15  $\mu$ l, water 6.9  $\mu$ l, taq 0.005  $\mu$ l) を 9  $\mu$ l 分注する。エッペンを指ではじいて液を混ぜ、遠心し、サーマルサイクラーにかける。PCR 反応を終えたサンプルをアガロースゲル電気泳動し、増幅結果を確認する。

### マイクロサテライト解析

核 DNA ゲノム中には多数の反復配列が存在する。個体による反復配列の長さの違いを利用して、この領域を PCR で増幅し、電気泳動をする。示されたバンドの位置をもとに、遺伝子型を決定した。その際用いた 9 タイプのプライマーを用いた (表 3)

抽出した DNA をエッペンに 1  $\mu$ l 分注する。これに試薬 (10xBuffer 1  $\mu$ l, dNTPmix 1  $\mu$ l, MgSO<sub>4</sub> 0.4  $\mu$ l, primer1 0.5  $\mu$ l, primer2 0.5  $\mu$ l, water 5.5  $\mu$ l, taq 0.1  $\mu$ l) を 9  $\mu$ l 分注する。エッペンを指ではじいて液を混ぜ、遠心し、サーマルサイクラーにかける。PCR 反応を終えたサンプルを Gene pure・Seakem (3 : 1) 3%ゲルで電気泳動し、増幅結果を確認する。

### 倍数性の決定

マイクロサテライト解析に用いた材料は、フローサイトメトリーを用いて倍数性を決定した。作業は共同研究者である大阪市大の伊東明氏が行った。

### タンポポ地図の作成

各種タンポポ地図は、以下のように作成した (渡邊ら 1998)。

#### ・計算式と図化の方法

加重平均法は、任意の計算地点についてその近傍にある生育確認地点を抜き出し、抜き出した生育確認地点について近い点では重く、遠い点では軽くなるよう加重平均を行い、その計算地点の帰化タンポポ比を求めるものである。

計算地点を 200 (m) 間隔のメッシュの交点に配置する。

計算地点から半径 500 (m) 以内の生育確認地点を、計算地点の帰化タンポポ比  $x$  を算出するのに用いる。

ニホンタンポポの生育確認地点には 0、帰化タンポポの生育確認地点には 1 の得点を与える。この得点を  $a_i$  とおく。1 地点でニホンタンポポと帰化タンポポが共に確認された場合は、同じ地点にそれぞれ独立の 2 つの情報があるものとして扱う。

計算地点と生育地点の間の水平距離  $d_i$  (m) の逆数によって  $a_i$  を重み付けして、得点  $a_i$  の平均化を次式のように行い、平均値をその計算地点での帰化タンポポ比  $x$  とする。

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i / d_i)}{\sum_{i=1}^n (1 / d_i)}$$

ただし、 $i$ は計算対象となる生育確認地点につけられたランニング番号、 $n$ は計算対象となる生育確認地点数を示す。計算地点と調査地点が重なり、 $d_i = 0$  (m) となった場合は、便宜的に  $d_i = 0$  (m) とみなす。

結果は、帰化タンポポ比  $x$  を  $x = 0$ 、 $0 < x \leq 0.2$ 、 $0.2 < x \leq 0.4$ 、 $0.4 < x < 0.6$ 、 $0.6 \leq x < 0.8$ 、 $0.8 \leq x < 1$ 、 $x = 1$  の7段階に分け、計算地点を中心とした一辺 200 の正方形の濃淡で表示した。

## 結 果

### 雑種性帰化タンポポの頻度

今回泉北ニュータウンで得られたタンポポ計 272 個体を、GOT の分析結果をもとに、各種タンポポに区別した (表 1)。今回は、ニホンタンポポの形態に近い雑種タンポポの出現が予想されることから、すべての個体の分析を行った。その結果、見かけのセイヨウタンポポ 114 個体のうち、真のセイヨウタンポポは 10 個体にすぎなかった。見かけのアカミタンポポ 39 個体のうち、雑種性アカミタンポポは 5 個体にすぎなかった。

### 雑種性帰化タンポポの分布

泉北ニュータウンにおけるニホンタンポポ、真の帰化タンポポ、雑種性帰化タンポポの生育確認地点をそれぞれ図 2A、B、C に示した。

ニホンタンポポは調査地域全体に広く分布していた (図 2A)。雑種性帰化タンポポは大部分が雑種性セイヨウタンポポで、ニホンタンポポと同様調査地域全体に広く分布していた (図 2C)。真の帰化タンポポの生育確認地点は泉ヶ丘地区の南東および北西側に点在していた (図 2B)。従来の

タンポポ地図に相当する見かけのタンポポ地図 (図 2A) では、全域にわたって両者が混在しているという結果が得られた。雑種タンポポ地図 (図 2C) は、色調は異なるが、パターン自体は真のタンポポ地図と一致するものであった。

### マイクロサテライト遺伝マーカーによる解析結果

採集した 272 個体のうち、58 個体についてアロザイム酵素多型解析および、葉緑体 DNA 解析の結果 8 タイプにわけられた (表 2)。そしてデータから作成された、見かけのタンポポ地図と真のタンポポ地図には大きな差が見られた (図 2A、B)。また見かけ上帰化タンポポの雑種率は約 70 % であり、雑種性タンポポ地図をみても雑種は全体に広がっている (図 2C)。特に、見かけ上セイヨウタンポポの雑種率は約 85 % と見かけ上アカミタンポポの約 5 % に比べて高い値を示した。1996 年および 2001 年と 2006-7 年の見かけの差のタンポポ地図を見ると、帰化タンポポの遺伝子をもつタイプが増加している地域が広がっているのがわかる。(図 4)。また、調査地北西部の深坂周辺で採集した 58 個体をマイクロサテライト解析した結果、52 タイプのパターンに分けられ、雑種性セイヨウタンポポ以外では同一クローンは検出されなかった (図 4)。

### 考察

雑種性セイヨウタンポポは 1996 および 2001 年同様、90 % 以上の高頻度で出現していたのに対して、雑種性アカミタンポポは 2001 年の調査ではほぼ 100 % が雑種であったが、約 10 % に低下した (図 5)。雑種性タンポポ地図 (図 1C) から雑種性帰化タンポポは真の帰化タンポポの生育域を超えて

調査地区一帯に広く分布していた。このことから雑種性帰化タンポポは雑種化することによってニホンタンポポの生育域まで進出していることが分かった。これらは、帰化タンポポはニホンタンポポと交雑し雑種性帰化タンポポを形成することによりニホンタンポポの遺伝子を取り込み相手種の分布域に進入する「強奪種」(Harlan&de Wet1963)であると考えられる。また、マイクロサテライト解析からクローン性が低いことが明らかになり、帰化タンポポの遺伝子を持つタイプは頻繁に交雑し雑種形成を行っていることが裏付けられた。そして、雑種性帰化タンポポは今後も雑種形成を頻繁に行い、増加していく可能性が示唆される。

#### 遺伝的汚染と種分化

今回のタンポポの分布調査からは、郊外で雑種性帰化タンポポが増加しているという結果が得られ、帰化タンポポが強奪種的な分布特性を示すことが明らかになった。すなわちニホンタンポポの遺伝子を取り込むことによる帰化タンポポ自身の変化が分布と大きく関係しているものと思われる。発芽実験の結果からも、雑種タンポポは、ニホンタンポポと同じような発芽特性を持つもの・純粋な帰化タンポポと同じような発芽特性を持つもの・両者の中間的なものなどさまざまな特性を持つものかみられた(渡邊ほか2003)。すなわち、交雑によってニホンタンポポの遺伝子が帰化タンポポに取り込まれた結果、ニホンタンポポの生理的特性も、帰化タンポポに取り込まれることが明らかになった。

現在は泉ヶ丘中心部においてニホンタンポポの増加が見られるが、将来もし、日本の環境により適応した雑種性帰化タンポポが出現したならば、

日本に元来分布していた種の生育場所を占領しかねない。だからといって、ニホンタンポポの種子を採集し、庭で発芽させ増やした後、その個体を自然環境に戻すことをしても、本来、生物多様性の保全はその生育環境の保全であって、ニホンタンポポを個別に保全しても問題の解決にはならない。かえって人為的に遺伝的浮動を起こすことになり、自然状態でなくなるだけでなく、新たな種分化や絶滅確率の増加を引き起こすことにもなりかねない。しかしこのような行為は、一部の絶滅危惧生物で現在行われ、新聞等にも美談として取り扱われているケースが多い。このような行為が、日本の野生植物を絶滅の危機を増大させていることに気づいてほしい。

最後に本研究は研究代表者以外では以下のものによって行われた。

#### 材料の採集

芹沢俊介(愛知教育大学)・石原和代(愛知教育大学)・櫛田敏宏(愛知県教育センター)・伊東明(大阪市立大学)

#### 研究材料の分析

石原和代(愛知教育大学)・山本真梨子(愛知教育大学)・鈴木愛(愛知教育大学)・石川恭子(愛知教育大学)・梅田育美(愛知教育大学)・石川宏美(愛知教育大学)・伊藤真紀(愛知教育大学)・三宅めぐみ(愛知教育大学)

#### 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、  
Harlan J.R. and De Wet J. M. J. 1963. The

- compilospecies concept. *Evolution* 17: 497-501.
- 森田竜義、1978、日本産タンポポ属 2 倍体の変異と分類、*種生物学研究* (2) : 21-34、
- Morita T., Menken S. P. J. and Sterk A.A. 1990. Hybridization between European and Asian dandelions (*Taraxacum* section *Ruderalia* and section *Mongolica*) . *New. Phytol.* 114: 519-529.
- Richards, A. J. and Sell, P.D. 1976. *Taraxacum*. *Fl. Europaea* 4: 332-343.
- 芹沢俊介、1986、愛知県知多半島に生育する淡黄色花タンポポについて *植物地理・分類研究* 34 : 55-59、
- 芹沢俊介、1995、*エコロジーガイド人里の自然*、196 pp、保育社、大阪、
- 芹沢俊介編、2004、*分子生物学的手法を用いた環境調査 愛知教育大学ブックレット*
- 芝池博幸・森田竜義、2002、広がる雑種タンポポ、*遺伝* 56:16-18、
- 渡邊幹男・丸山由加理・芹沢俊介、1997a、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、
- 渡邊幹男・丸山由加理・芹沢俊介、1997b、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 (2) ニホンタンポポとアカミ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:
- 渡邊幹男・小川美穂・内藤敬江・神崎護・下村英基・芹沢俊介、1997c、大阪府における雑種性タンポポの頻度と分布、*関西自然保護機構* : 19 (2) : 69-77、
- 渡邊幹男・榎原洋子・櫛田敏宏・神崎護・市川雅美・丸山由加理・内藤敬江・森春江・溝口忍・山倉拓夫・芹沢俊介、1998、加重平均法によるタンポポ地図の作製、*植生学会誌*、15 : 147-150
- 渡邊幹男・来本麻世・櫛田敏宏・伊東明・芹沢俊介、2002、大阪府堺市泉北ニュータウンにおける雑種性帰化タンポポの分布の変化—1996年から5年後の追跡調査—*関西自然保護機構* : 24 (1) : 15-20、
- 渡邊幹男・神崎 護・櫛田敏宏・芹沢俊介、2003、セイヨウタンポポ、ニホンタンポポおよびその雑種の発芽特性 *植物地理・分類研究* 51:183-186、

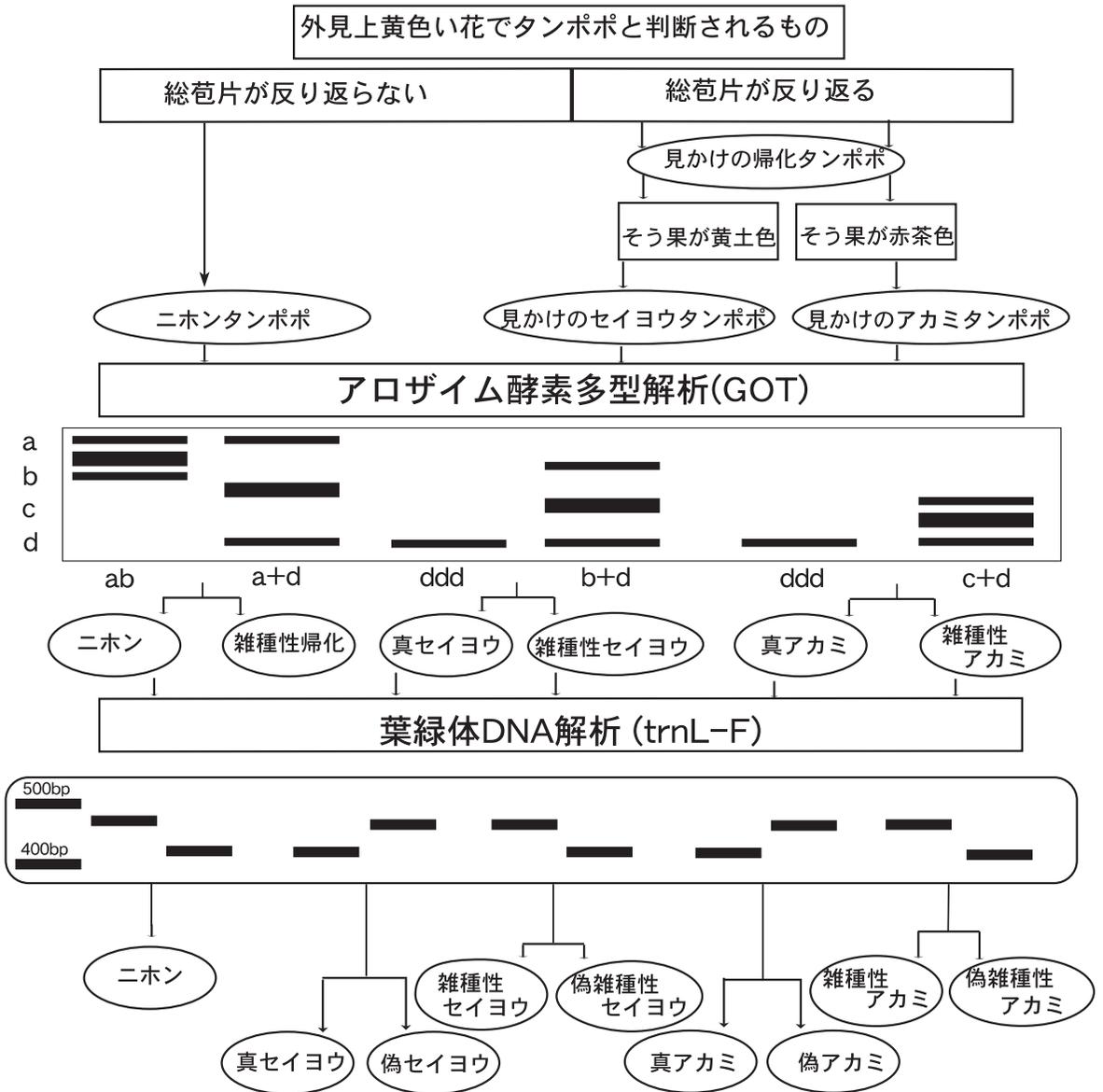
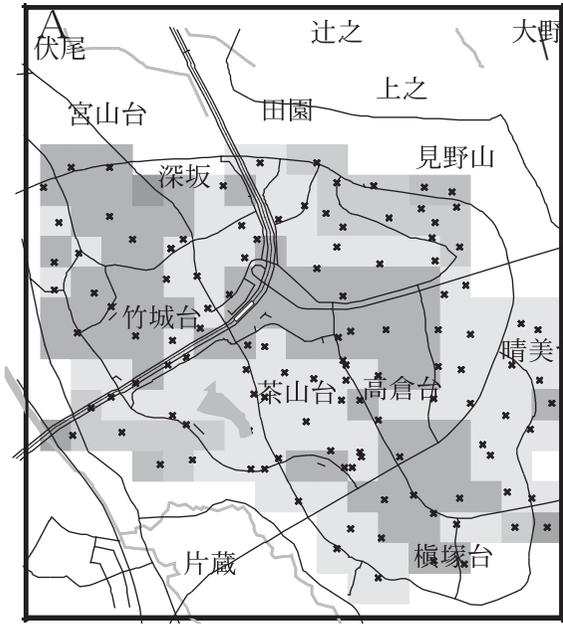
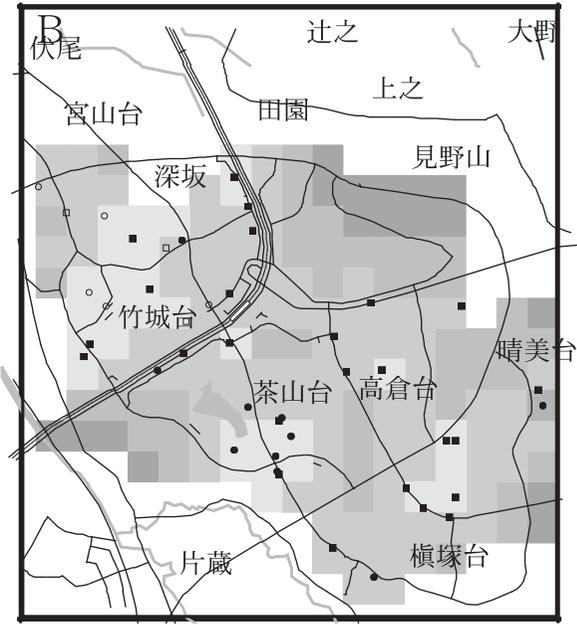


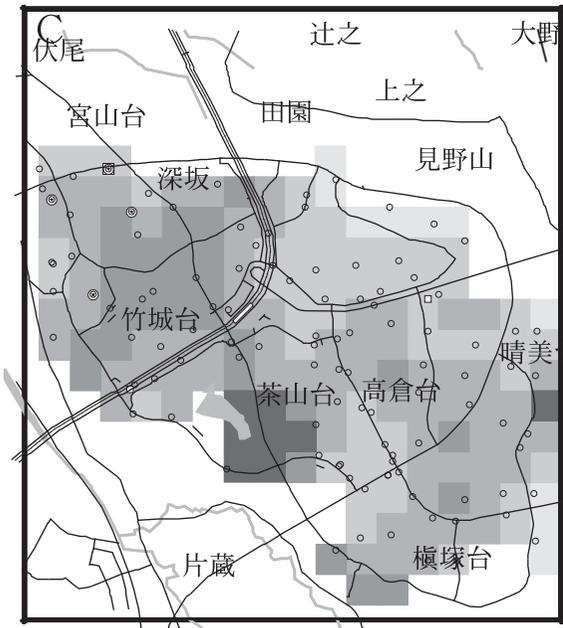
図1 各種タンポポの識別法



$X=0 < X \leq 0.2 < X \leq 0.4 < X < 0.6 \leq X < 0.8 \leq X < 1 < X$   
 (X=見かけのタンポポ比)



$X=0 < X \leq 0.2 < X \leq 0.4 < X < 0.6 \leq X < 0.8 \leq X < 1 < X$   
 (X=真のタンポポ比)



$X=0 < X \leq 0.2 < X \leq 0.4 < X \leq 0.6 < X \leq 1$   
 (X=雑種性タンポポ比)

- × ニホンタンポポ
- ⊕ 偽セイヨウタンポポ  
(セイヨウ♂×ニホン♀)
- 真アカミタンポポ
- 真セイヨウタンポポ
- ⊗ 雑種セイヨウタンポポ
- ⊕ 雑種性アカミタンポポ
- ⊕ 偽雑種性セイヨウタンポポ  
(雑種♂×セイヨウ♀)

A: 見かけのタンポポ地図  
 B: 真のタンポポ地図  
 C: 雑種性タンポポ地図

図2 各種タンポポ地図

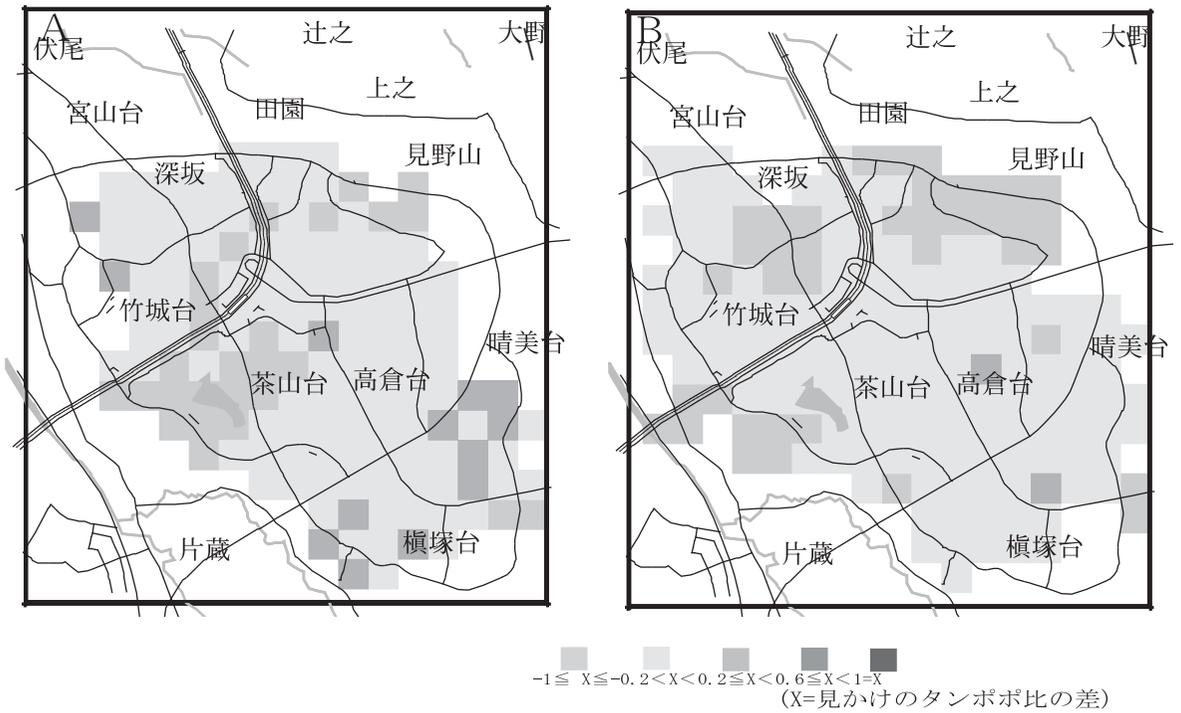
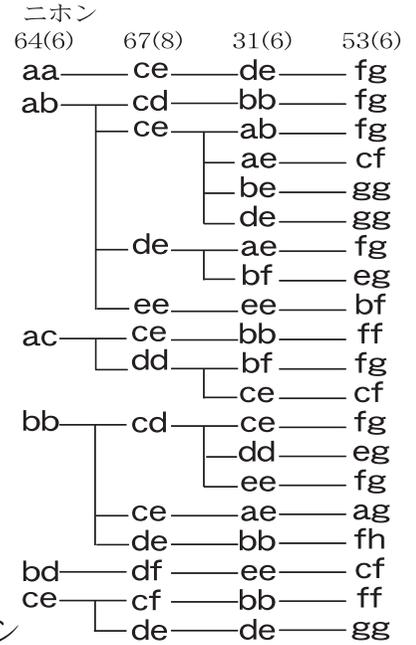
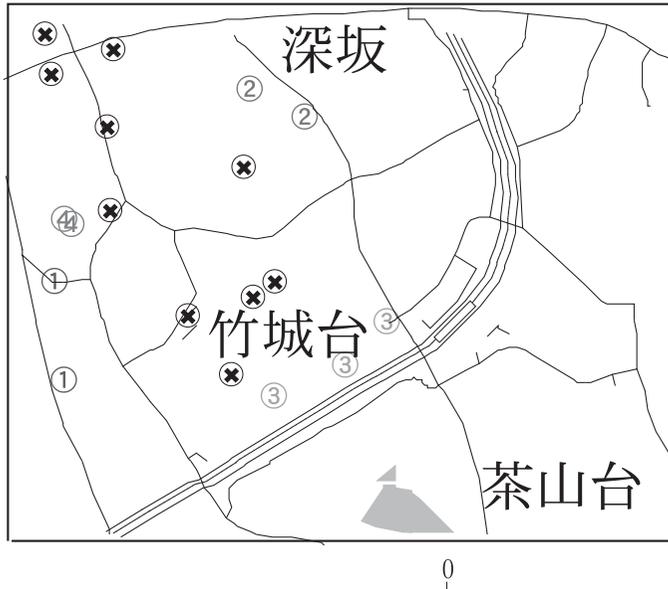


図3見かけの差の地図  
 A: 1996年と2006-7の差の地図  
 B: 2001年と2006-7の差の地図



① ② ③ ④ 雑種性セイヨウタンポポのクローン  
 \* 雑種性セイヨウタンポポ

※ ( ) 内は対立遺伝子数

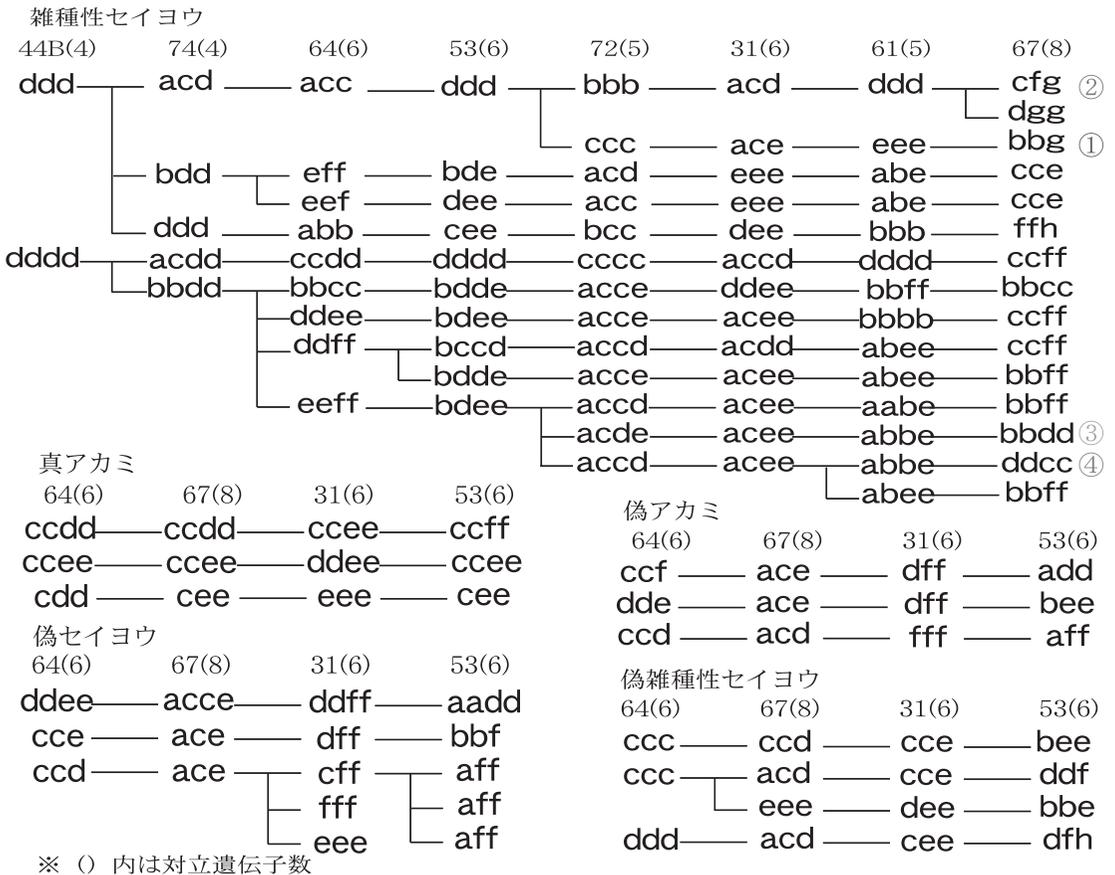


図4. マイクロサテライト解析による各種タンポポのクローン性

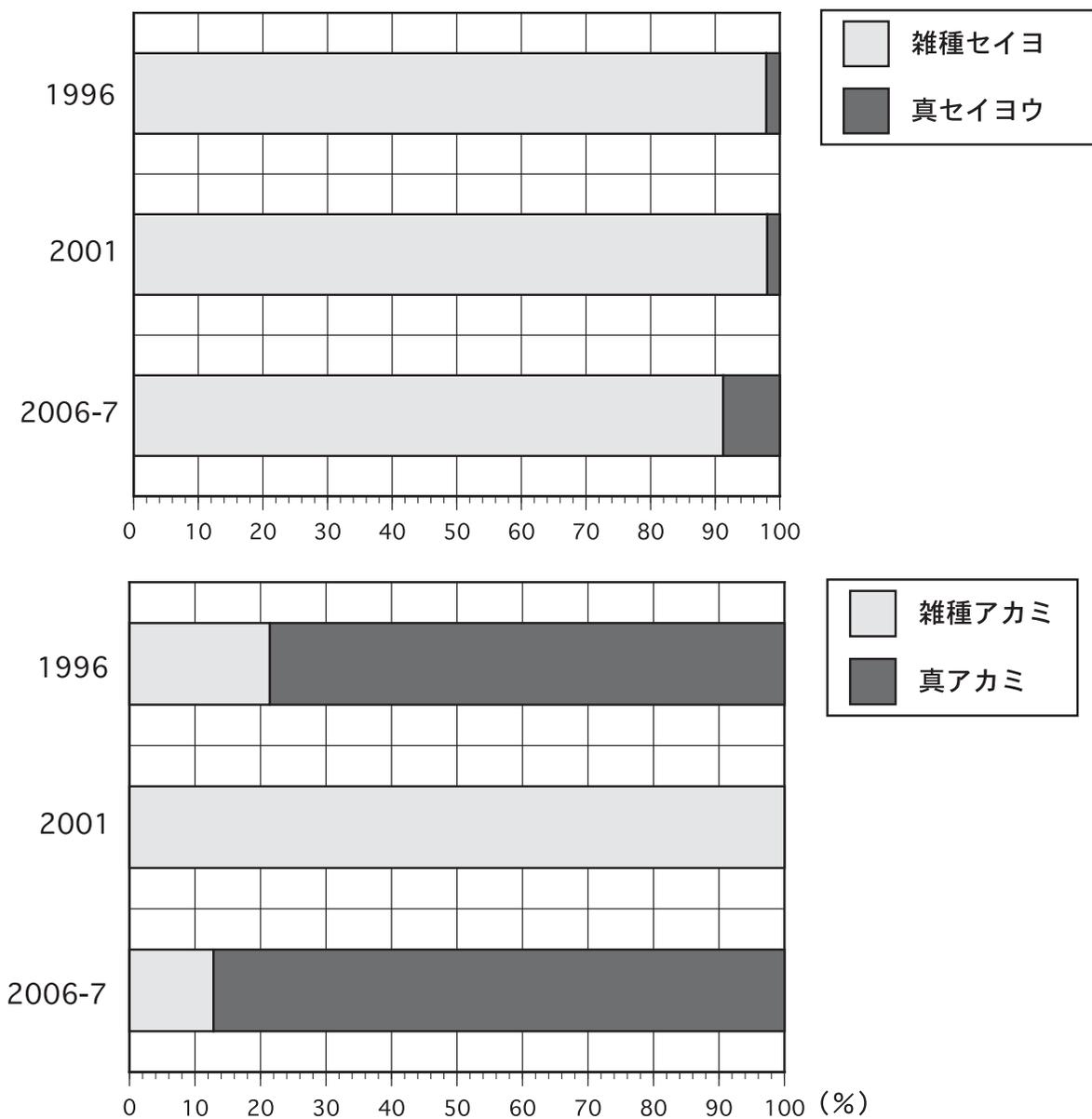


図5 雑種性帰化タンポポの出現頻度の変化

表1 泉北ニュータウンにおける各種タンポポの出現頻度（2006年, 2007年）

ニホンタンポポ	119	
見かけのセイヨウタンポ	114	
真のセイヨウタンポポ		10
雑種性セイヨウタンポポ		104
見かけのアカミタンポポ	39	
真のアカミタンポポ		34
雑種性アカミタンポポ		5
計	272	

表2 泉北ニュータウンにおける各種タンポポの出現頻度（2006年）

ニホンタンポポ	21	
見かけのセイヨウタンポポ	30	
真のセイヨウタンポポ		1
雑種性セイヨウタンポポ		20
偽セイヨウタンポポ		5
偽雑種性セイヨウタンポポ		4
見かけのアカミタンポポ	7	
真のアカミタンポポ		3
雑種性アカミタンポポ		0
偽アカミタンポポ		3
偽雑種性アカミタンポポ		1
計	58	

表3. マイクロサテライト解析に用いたプライマー

Primer	Repeat	Primer sequence		温度	size
MSTA31	(CT)17	CCTCAAAGCCCGAACTT	ACGACCCCAACTGATTTTAC	51	240
MSTA44B	(CT)11	CAGCCGAAATTCTTGAAAAT	TGTCAGGTATATTCAAAAAGATTC	51	191
MSTA53	(CT)12(GT)8	CAATTATTATGGTCTCGTCCT	CCAGTTGAAGCAAAAACAGT	55	203
MSTA61	(CT)9(GT)8	CTACGCTCTTCCCCATTGAT	TGGTGGTTGAGCTCTGTTT	55	126
MSTA64	(TC)4TT(TC)2TT(TC)2 TT(TC)5A(TC)4-(A)16	TGCTTTTTGAACGACAGTG	TTTGCTTGGTTATTAGTGAACAT	55	191
MSTA67	(TC)22T(CA)12	TTCGGATATGACCCTTCACT	GACATCTTGCACCTAAAAACAAT	56	219
MSTA72	(CT)18	GATGAATTTGTCTTTGCT	CTATATCATTTTTAGGTGTCGT	49	181
MSTA74	(CT)10	GAGGTCTTTTTATTCCGGTTTT	GGATGCCTTTACAGTTACAAT	49	223
MSTA78	(CT)9	TGATTGATTCTGCCTAAACC	TGCCAAGACATCCGAAAAG	52	151

