

日本産倍数性タンポポの問題

山口 聰
(大阪府立大農学部)*

1. はじめに

日本産タンポポの分類は、北村(1957)により詳しく研究され、*Ceratophora*, *Mongolica* の2亜節、22種4変種8品種があげられている。発表当時は、北方の旧領土を含んでいた関係もあり、種数は更に多かった。また岡部(1951)、宮地(1932)、竹本(1954, 1956, 1961, 1970)、西岡(1956)らによって細胞遺伝学的研究が進められ次のような事実が判明した。すなわち日本産のタンポポは、2倍体から8倍体までを含む倍数性シリーズが顕著であり、倍数性種は単為生殖をし、2倍体は自家不和合でもっぱら他殖を行っており、倍数体は減数分裂時に、多価接合の頻度が少ないというような事実である。

前述の2亜節のうち、*Ceratophora* 亜節は、北半球の高緯度地帯に周極的に広く分布し、4倍体を中心となっていることが報告されており (RICHARDS 1973)、かなり寒冷な気候条件に適応しているグループである。日本においても、ほとんどのものが高山植物として、本州中部以北の高山から亜高山帯に点々と分布しており、氷期に適応した一群の遺存であろうと推定される。一方の *Mongolica* 亜節は、モウコタンポポ *T. mongolicum* HANDEL-MZT. を基準とする東亜特有の一群で、中国、朝鮮、台湾、日本に集中している。日本においても、多数の種が認められている。日本産の *Mongolica* 亜節の特色は、2倍体が多く、しかも5倍体までの倍数性シリーズが存在しているという点にある。2倍体の大半が農耕地周辺に生育する人里植物でもあることから、雑草化の過程の考察と共に、農耕文化史的な側面からの研究も可能である。その上細胞遺伝学的には、単為生殖性の起原を解明する上での貴重な一群である。

日本産 *Mongolica* 亜節タンポポ2倍体の分類学的取扱いについては森田(1976)により、鋭意研究中である。森田によると、2倍体は倍数体とは同所的に生育していない。更に、2倍体の分類の再吟味の必要が強調され、従来の種のランクを変種ランクに下げるのが適当であろうとの見解も提示されている。

単為生殖というのは、遺伝的に同一組成の個体を多数

残していくのに効果的な繁殖様式であり、種分化の過程で単為生殖能を獲得すると、その時点での形態的、生理的、生態的な様々な形質を保存することが期待される (STEBBINS 1970)。タンポポの倍数体は遺伝的に均質であるため、特定の立地に適応しており、気候変動や人為的攪乱などによる環境条件の変化に際しては、今までと同様な環境条件の地域へと移動することにより種の維持が可能となる。

一方、2倍体のタンポポは、自家不和合性で他殖をしている。遺伝子組合わせを毎代変えつつ今日に至っており、環境条件の変化に適応することが可能である。つまり現在の分布、生育地を、維持しながら種分化が可能になる。タンポポのなかには新しい環境条件に適応していくものと、古い環境条件に適応しきったままであるものとの2方向の分化が進行しているものと思われる。

以上のような理由から、タンポポの倍数性進化と、個体群動態とを研究していくことは、種分化の過程の解析、倍数性進化と単為生殖性の起原との関連性の解析、更には、人里植物の進化の研究についてもよい資料を提供してくれるものと思われる。

2. タンポポ属について

RICHARDS, A. J. (1973) によると、タンポポ属は32の節に分けられている。原始的なタンポポの特徴として、クレピスに似ていること；冠毛が汚白色、冠毛柄が短く、総苞外片が被針形で圧着すること；総苞は幅が小型(8mm以下)；そう果は滑面紡錘形；更に、有性生殖をし、核学的にはB染色体を持たず、二次狭窄も認められず、中部に狭窄を有した染色体のみから構成された核型をしていることが指摘されている。染色体数については、原始的な節とされる6つの節のすべてが、基本数8の2倍体のみより構成されており、*Mongolica* 節は2倍体と4倍体、*Ceratophora* 節は3, 4, 5倍体よりなるものとされた。そして様々な細胞学的根拠から、*Mongolica* 節は *Ceratophora* 節より派生した、比較的進んだ節であるという見解を提示した。更に、タンポポ属は後氷期に氷床の後退したあとの open-space に単為生殖によって急速に colonize したものであろうと推定している。

この論議では今後 RICHARDS (1973) に従い *Mongolica*,

* 現所属：野菜試験場久留米支場花卉育種研

Ceratophora を亜節ではなく、節として取扱って進めていきたい。

3. 日本産タンポポの核型

日本の各地で、一ヶ所より最低5株、多い場合に30株ほど採集した。圃場で鉢植えとしておいたものから、直根を切り取り、砂に根伏せして、発根してきた細根を、冷水前処理してフォイルゲン反応で染色後、押しつぶし法によって観察した。

日本産タンポポ2倍体の基本核型は、8本の染色体のうちの第1染色体と第4染色体とに付随体が認められる。この第1染色体と第4染色体との数に注目して、倍数性に応じた数（例えば、3倍体なら3本+3本となる）の付随染色体が認められる場合をホモな核型とし、そうでない場合をヘテロな核型とした。今までの報告をまとめ表1に示す。

本表から *Ceratophora* 節はユウパリタンポポ *T. yuparense* が2倍体で、他に3倍体、4倍体、8倍体の種が含まれている。Mongolica 節のうち2倍体でヘテロ

な核型をしているのはオキタンポポ *T. maruyamanum* で、それ以外はホモである。

倍数体種は、ヘテロ核型のものは西日本のシロバナタンポポ *T. albidum*、中部以北のウスギタンポポ *T. shinanense*、更に山陰地域に分布の中心を持つヤマザトタンポポ *T. arakii*、ケンサキタンポポ *T. ceratolepis*、クシバタンポポ *T. pectinatum* である。ホモ核型のものはエゾタンポポ *T. hondoense*、クザカイタンポポ *T. kuzakaiense*、ツクシタンポポ *T. kiushianum* であった。

4. 分布について

京都大学理学部及び東京大学理学部所蔵標本に基づき、日本産タンポポの分布を概観してみると(図1)、吉良の温量指数(吉良 1945, 48, 49, 堀田 1974より引用)の分布と極めてよく類似したパターンを示すものがある。例えばエゾタンポポ *T. hondoense* は、指数100度の線より以北に分布しており、分布の南端で2倍体の biotype が出現する(森田 1976)。この100度の線は森田(1976)の指摘する、中部地方での海拔高度1000mに相当するもので

表1 日本産タンポポの染色体数と核型

	SPECIES	STUDENTS*				KARYOTYPE
		YM	SO	TT	SY	
Sect. Mongolica	<i>T. platycarpum</i>	16	16	16	16	Homo
	<i>T. japonicum</i>		16	16	16	Homo
	<i>T. longeappendiculatum</i>		16		16	Homo
	<i>T. elatum</i>		16		16	Homo
	<i>T. maruyamanum</i>				16	Hetero
	<i>T. variable</i>				16	Homo
	<i>T. sendaicum</i>		16	16	16	Homo
	<i>T. hondoense</i>		24	24, 32	24, 16, 32	Homo
	<i>T. kuzakaiense</i>				32	Homo
	<i>T. kiushianum</i>				32	Homo
	<i>T. pectinatum</i>		32	32	32	Hetero
	<i>T. ceratolepis</i>			32	32	Hetero
	<i>T. arakii</i>				(32, 40)	Hetero
	<i>T. albidum</i>	40	40	40	40	Hetero
	<i>T. shinanense</i>	38	32, 40	32	40	Hetero
	<i>T. formosanum</i>		16		24, 32	Hetero
Sect. Ceratophora	<i>T. yuparense</i>				16	Homo
	<i>T. alpicola</i>			24	24	Homo
	var. <i>shiroumense</i>	62			(24)	Homo
	<i>T. yatsugatakense</i>				24	Homo
	<i>T. platyepidum</i>				24	Homo
	<i>T. chamissonis</i>	32			32	Homo
	<i>T. shikotanense</i>		64	64	64	Hetero

* YM : Miyaji, Y. (1932) SO : Okabe, S. (1951)

TT : Takemoto, T. (1954, '56, '61, '70)

SY : Yamaguchi, S. (1974, '76)

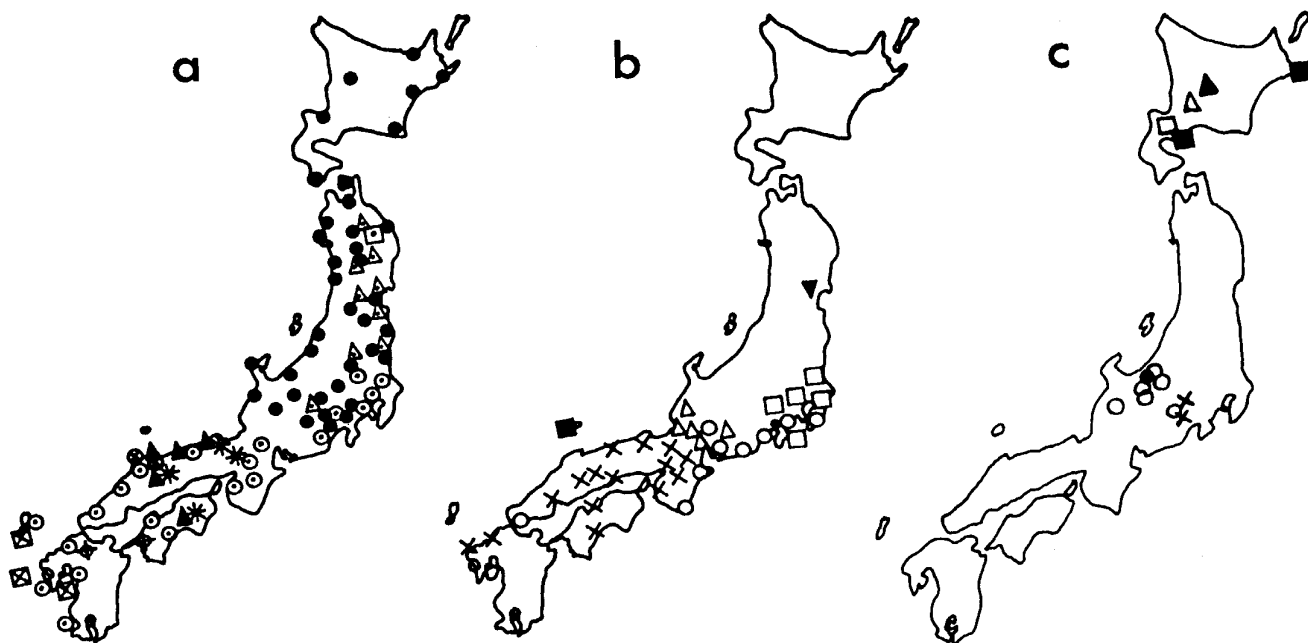


図1 日本産 Mongolica 節 (a, b) と Ceratophora 節 (c) タンポポの分布図

- a (倍数種): ● *T. hondoense*, ■ *T. kuzakaiense*, ▲ *T. arakii*, ⊗ *T. celatolepis*,
 * *T. pectinatum*, ⊕ *T. kiushianum*, ⊙ *T. albidum*, △ *T. shinanense*, ■ *T. formosanum*
 b (2倍種): ▼ *T. sendaicum*, □ *T. platycarpum*, ● *T. variabile*, ○ *T. longependiculatum*,
 △ *T. elatum*, × *T. japonicum*, ■ *T. maruyamanum*
 c: ▲ *T. chamissonis*, △ *T. yuparense*, ■ *T. shikotanense*, □ *T. platypecidum*,
 × *T. yatsugatakense*, ○ *T. alpicola*, ● *T. alpicola* var. *shiroumense*

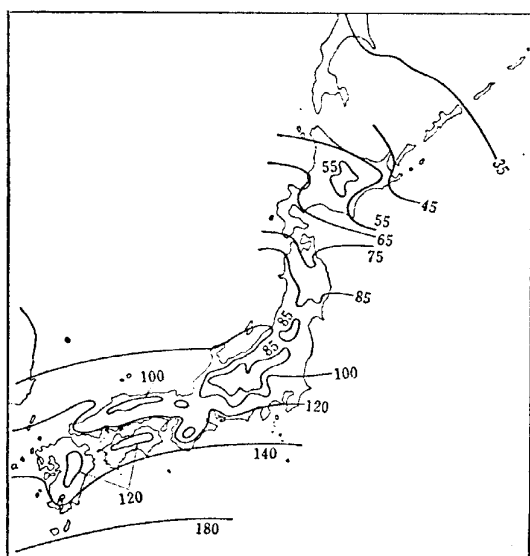


図2 温量指数の分布 (吉良1945, 48, 49)

あろう。反対に、シロバナタンポポ *T. albidum* は指数100度の線より以南に分布している。日本産2倍体タンポポは、倍数体の分布とは排反的に、大体指数100と120ないし140度で囲まれた帯状の地域に分布していることと考え合わせると、2倍体と倍数体との間には、生育に要する気候条件にかなり根本的な差異が生じているのではないと思われる。しかも、倍数体も温量指数の分布と平行的な分布をしており、2倍体同様日本原産の可能

性が高い。倍数体が環境変動に対して、保守的に行動する可能性が高いので、同じ指数の地域には、ほぼ同じ系統のタンポポが生育していると考えられよう。このような観点から山陰地方のタンポポを考えると、指数100度以下の狭い地域に分布しており、周囲は100から120度までの2倍体の生活域である。後氷期の気候の温暖化を考えると、この山陰地方に見つかる指数100度の島状の地域は、東日本の指数100以下の地域に生態的に連続しており、徐々に縮小しつつあるものと考えられ、極めて環境圧の強い状態であろう。この地域に近接する隠岐に分布しているオキタンポポ *T. maruyamanum* はヘテロ核型の2倍体であり、ヘテロ核型をした倍数体タンポポとの関係について考察をさらに加える必要があろう。

5. 種子稔性について

同一圃場で栽培した場合、頭花当りの放任受粉時の結実率は、単為生殖をする倍数体はほぼ95%以上、他家受粉をする2倍体では60%程度であるが、山陰産のヤマザトタンポポ *T. arakii* と類似の倍数性の一群のものの結実率を調べると、78%から93%までで、他の倍数体より低い値を示している(表2)。この原因として、このヤマザトタンポポと類似の山陰地方産のタンポポでは単為生殖が安定していない可能性が考えられる。

表2 放任受粉時の倍数種タンポポの種子稔性の差異

SPECIES	POLYPLOIDY	SEED SET
<i>T. hondoense</i>	3x	97.4
<i>T. kuzakaiense</i>	4x	97.6
<i>T. pectinatum</i>	4x	96.3
<i>T. kiushianum</i>	4x	90.6
<i>T. arakii</i>		
MINARI	5x	92.9
MIHO	5x	82.8
AI-1	4x	78.3
DAIKONJIMA-1	4x	88.7
<i>T. ceratolepis</i>	4x	79.6

6. アイソザイムからの解析

大阪府立大教養部の桃谷好英博士の御協力で、タンポポ葉中のパーオキシダーゼ・アイソザイムのバンドパターンから種の同定が可能であるかどうかを解析した。葉中のアイソザイムは、凍結遠心法により抽出した細胞液を、アクリルアミド電気泳動法 (pH 3~10) で検出した (IWANAGA and MOMOTANI 1976)。検出に全面的に協力していただいた桃谷博士に感謝致します。まず、シロバナタンポポの一枚の葉の各部分によるアイソザイムバンドの異同を調べた。羽状葉の頭羽片及び第一側羽片、第二側羽片、第三側羽片と、先端部より3枚の羽片、さらに中肋を含む下部葉身の5ヶ所から、約1.5cm平方の葉身組織を切り取り材料とした。バンドの位置の差は全くなく、若干の濃度差が認められ、頭羽片をアイソザイム検出の対象とすることにした(図3)。地域差を見るために、対馬、佐世保、壱岐、平尾台(福岡県)、松戸、焼津、道明寺(大阪)の7ヶ所で採集してきたシロバナ

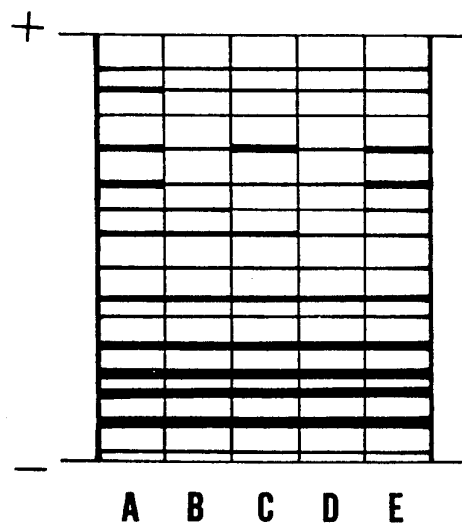


図3 シロバナタンポポの葉の各部のパーオキシダーゼ・アイソザイムの変異

A, 葉の頭羽片。B, 第1側羽裂片。C, 第2側羽裂片。D, 第3側羽裂片。E, 中肋を含む葉身基部。

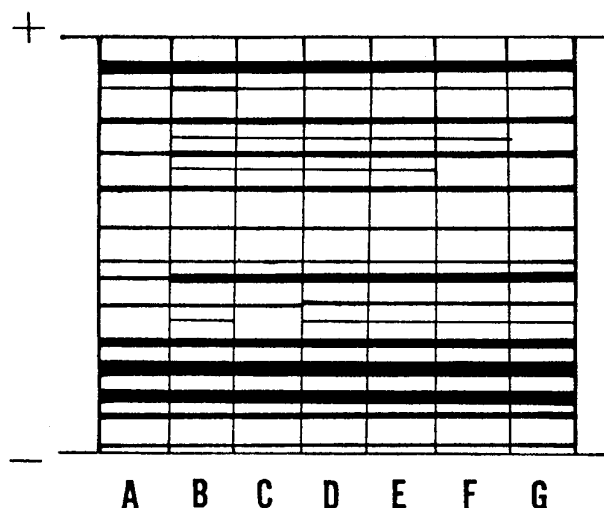


図4 シロバナタンポポの各地方集団におけるパーオキシダーゼ・アイソザイムの変異

A, 対馬。B, 佐世保。C, 壱岐。D, 平尾台。E, 松戸。F, 焼津。G, 道明寺。

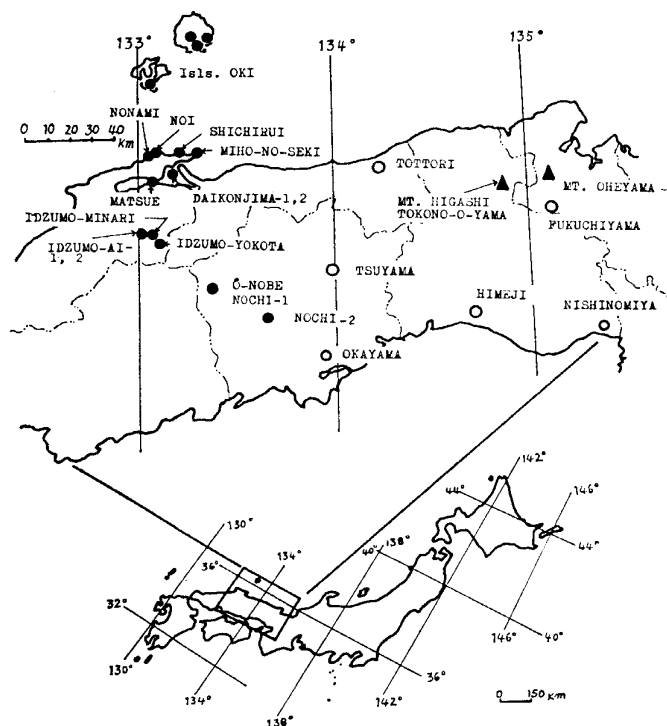


図5 山陰地方における採集地点の分布

タンポポのパーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラムを比較した(図4)。ごく微弱なバンドにおいて、いくらかの差が認められるが、中程度以上のバンド、特に主要なバンドにおいては全く差が認められず、ほぼ同一の遺伝子組成を持っているものと推定できる。これは、シロバナタンポポが5倍体で obligate な単為生殖をしていることを裏付けるものであろう。またカンサイタンポポのザイモグラムと比較して、中性よりややアルカリ性側に濃厚なバンドが存在するのがシロバナタンポポの特徴と思われた。

セイヨウタンポポにおいては、単為生殖をするにも

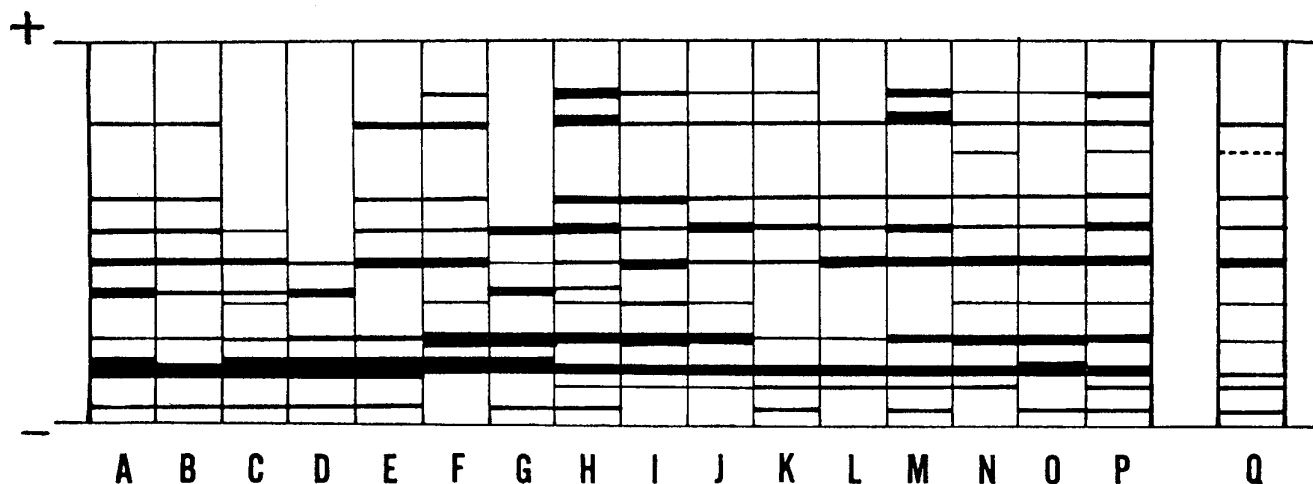


図6 ケンサキタンポポ, ヤマザトタンポポ, クシバタンポポ, オキタンポポの各バ
イオタイプの葉中パーオキシダーゼ・アイソザイムの変異 (1)

A, B, Idzumominari. C, D, Idzumoyokota (*T. pectinatum*). E, Oheyama (*T. pectinatum*).
F, Mihonoseki. G, Daikonjima-1. H, Daikonjima-2. I, J, Nochi-2. K, L, Higashitokonooyama
(*T. pectinatum*). N, O, P, Noi (*T. ceratolepis*). Q, Oki (*T. maruyamanum*).

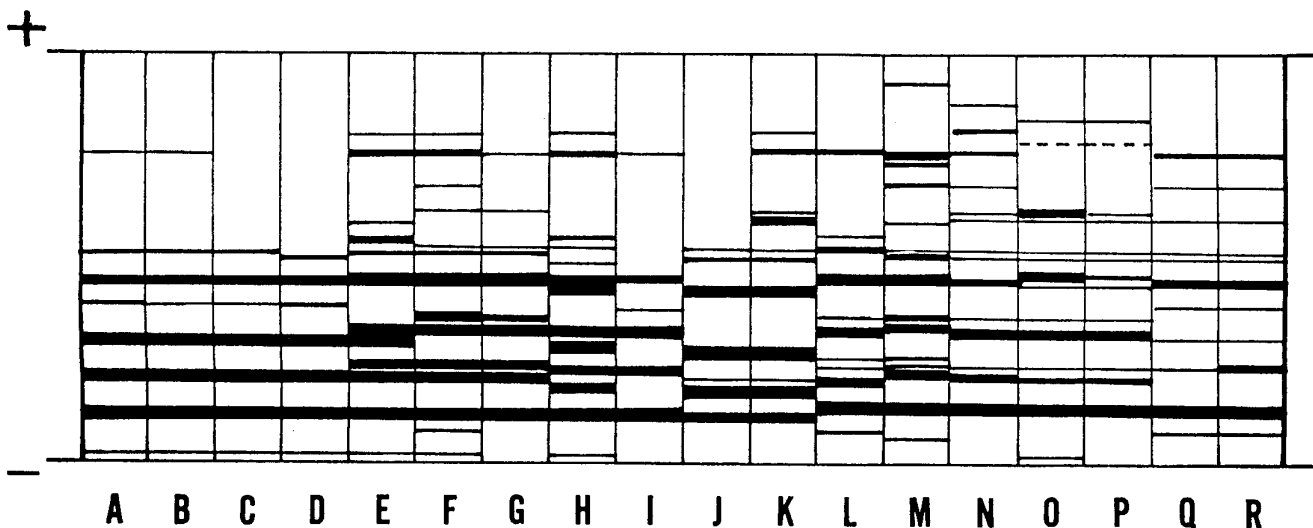


図7 ケンサキタンポポ, ヤマザトタンポポ, クシバタンポポ, オキタンポポの各バ
イオタイプの葉中パーオキシダーゼ・アイソザイムの変異 (2)

A, B, C, D, Ônobe (*T. pectinatum*). E, F, G, Nochi-1. H, Nonami (*T. ceratolepis*).
I, J, Ai-1. K, Idzumominari. L, Daikonjima-1. M, N, Daikonjima-2. O, Mihonoseki.
P, Nochi-2. Q, R, Oki (*T. maruyamanum*).

かわらず, 生育地の差に応じた生態型の分化が生じていることが, アイソザイムの方から証明されている (SOLBRIG 1971, SOLBRIG and SIMPSON 1976). しかしシロバナタンポポのパーオキシダーゼ・アイソザイムからは, 生態的分化らしき徴候は認められず, 急速に分布を広げた結果とも考えられる.

次に山陰地方で採集してきた (図5) いくつかの個体について, パーオキシダーゼ・アイソザイムを検出して比較してみた. その一部の泳動像を図6と図7に示してある. 泳動条件によりザイモグラムは変化し易く, 再現性に富む結果ではないが, 常にオキタンポポ *T. maruyamanum* を対照としているので, ある程度の考察が可

能であった. オキタンポポは大体10本のバンドを持っている. オキタンポポの10番目のバンドよりアルカリ側に明瞭なバンドを持っているものが山陰産のものに多い (図6-F, H, I, J, K, M, N, O, Pと図7-E, F, H, K, M, N, O, P). しかしそうでないものはクシバタンポポ *T. pectinatum* とされるものが多く, クシバタンポポとしては比較的まとまっていると思われた. 野井産のケンサキタンポポ *T. ceratolepis* はオキタンポポのアルカリ側の第9番目のバンドを持ち, 他のものとは特異である. 他のものはオキタンポポに比べて非常にバンド数が多いのが特徴で, 10番目のバンドよりアルカリ側にバンドを持つことも比較的共通している. 山陰地方の個体全般にはシ

表3 山陰地方の数ヶ所より採集したヤマザトタンポポ, ケンサキタンポポ, クシバタンポポのいくつかのバイオタイプにおける, 倍数性, 外部形態, およびパーオキシダーゼ・アイソザイムのパターンの比較

Biotypes	Criteria*						
	1	2	3	4	5	6	7
MIHO	5	C	±	P	+	S	*
IDZUMOMINARI	5	Y	—	C	+	S	*
NOCHI-1	4	C	±	P	+	S	*
NOCHI-2	4	C	±	P	+	S	*
DAIKONJIMA-1	4	W	±	P	+	S	*
NONAMI	4	Y	++	P	—	S	**
NOI	4	Y	++	P	—	S	***
AI-1	4	Y	±	C	—	S	**
AI-2	5	Y	±	C	—	S	?
HIGASHITOKONOOYAMA	4	C	±	C	—	S	**
ÔNOBE	4	Y	—	C	—	R	*****
OHEYAMA	4	Y	—	C	—	R	****
IDZUMOYOKOTA	4	Y	—	C	—	R	****
HIGASHITOKONOOYAMA	4	Y	—	C	—	R	****

* 1, 倍数性. 2, 花色. Y=濃黄~黄. C=黄~淡黄. W=淡黄~白. 3, 小角突起の目立つ程度. 4, 葉色. P, 淡緑. c, 緑 (冬期に着色する). 5, 葉質. +=肉厚; -=薄. 6, 頭花の形. S=細; R=基部ふくらむ. 7, アイソザイムの似通り.

ロバナタンポポの場合に示された均一性は認められず, アイソザイムの面からは極めて複雑多様な複合体の存在が示唆される.

染色体数の他にいくつかの外部形態を比較してみると表3に示すようになる. 4倍体と5倍体が混在するうえ, 花色も黄色, 淡黄色, 白色とあり, 小角突起も出現程度が様々である. ヤマザトタンポポとされている一群のなかにも, 葉質が肉厚で淡緑色を呈し, 冬期にもあまり着色せず, 花色も淡い黄色を示すことが多いなどの点で区別出来るものがあり2型に大別できる. しかしケンサキタンポポを含めて, ヤマザトタンポポ群はそう果が黒褐色で大型であることから, 他の日本産タンポポとやや異質である. いくつかの外部形質及びアイソザイムのザイモグラムが, 各産地により異なり, 各形質間に相関がないことより, 単為生殖の能率が劣っており, 多少の有性生殖を行っているものという推定もできるであろう.

7. 花粉四分子期の観察

タンポポの単為生殖は, 減数分裂後に複旧核となった雌性配偶体が種子という形態をとって行なわれる (OSAWA 1913, FAGERLING 1947, BATTAGLIA 1963). この減数分裂時の異常現象は雌性配偶体側にのみ認められるのではなく, 雄性側にも認められることが予想される. また複旧核も形成時の条件によっては, 稔性を持つ

場合がある.

ヤマザトタンポポ及び他のいくつかのタンポポのPMCを観察して, 四分子期の各分子の頻度を調査した. 観察した細胞数はほぼ100から200個である (表4). その結果一分子から六分子まで出現していることが判った. 一分子は複旧核の形成が減数第1分裂時に起きたものであり, 二分子, 三分子は第2分裂時に娘細胞の両者か一方かに起きたものである. 五分子以上の場合は, 多核分裂が起きたか, 1回余計に分裂を行なった結果と推定される. 表4に示す四分子期の各分子の頻度分布のうち, 1番目と2番目に多い分子数と倍数性レベルとの相関を表にすると (表5), 4倍体が二分子を形成する頻度が高い. 3倍体, 5倍体では, 奇数倍数性であることから, 各々の分子が花粉にまで分化しても, 染色体数の異常なものが多く不稔と思われる. 山陰地方のヤマザトタンポポの場合には, 外部形質が均一でなく, アイソザイムが多型であることから, かなり稔性ある倍数性花粉を生じていることが推定される. このことから4倍体は更に倍数性を5倍体以上に進める倍数性進化に関与し得るが, 5倍体自体は倍数性を維持する傾向にあるものと判断される.

8. 各倍数性と核型との機械論的考察

核型分析のうえで核型を機械論的に取扱うことは極めて危険なことであるが, 先に, 偶数倍数体からの複旧核

倍体ということである。この節のヘテロ核型を有する倍数体の成立にオキタンポポが直接関与した証明は現時点ではなされていない。しかしオキタンポポは分布地が近接していること、そう果が大形であること、総苞外片が開花後早期に離生、反転する傾向が強いことなどの形質で、山陰地方の倍数体タンポポ群と共通している。またヤマザトタンポポには花色が淡黄色や白色の変異があり、ヘテロ核型の5倍体で雑草性の強いシロバナタンポポ *T. albidum* へと変異が連続する傾向がある。今はシロバナタンポポの異名同種とされる *T. hideoi* は中国山地に分布していた。竹本 (1961) がとり扱ったウスギタンポポ *T. shinanense* ($2n=32$) も中国地方の産であり、*T. hideoi* 型のもものと推定される。これはヤマザトタンポポ *T. arakii* の白花品である可能性が高い。その根拠は、竹本がウスギタンポポとした理由として掲げた、小形の角突起である。シロバナタンポポの角突起は大型であり、花色以外の点では、産地のことも考慮した場合、ヤマザトタンポポに最も一致するものである。ヤマザトタンポポ型の白花は、意外に分布が広いようで、山陰から九州、そして対岸の韓国にも見つかる。韓国のものは、ケイリンシロタンポポ *T. coreanum* ($2n=32$) とされている。これらを考え合わせると、オキタンポポと祖先を共通にするヘテロ核型の倍数性複合体のタンポポが朝鮮半島から日本、特に山陰から九州にかけての地方に侵入し、山陰地方で大規模な交雑が生じていた可能性が考えられる。雑種化によって、分布が広く雑草的に生育し、そう果が大形である、ヘテロ核型で5倍体のシロバナタンポポが成立して来たと考えられる。その場合、facultative な単為生殖をする倍数体が主要な役割を果たした

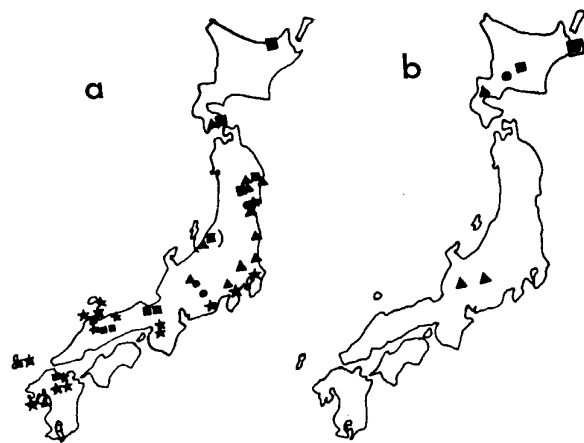


図9 供試した倍数性タンポポの産地

a, Mongolica 節, b, Ceratophora 節
● 2x, ▲ 3x, ■ 4x, ★ 5x, ◆ 8x.

ことが推定される (VALENTINE and RICHARDS 1967).

9. 倍数体の分布

今回調査した倍数体の分布図を示す(図9). Mongolica 節の分布図で中部地方にある2倍体のしるしは、エゾタンポポ *T. hondoense* とされているものである。山陰地方に5倍体のヤマザトタンポポ *T. arakii* (広義) が認められた。また、森田(1976)の指摘した通り、伊那産のエゾタンポポ *T. hondoense* は2倍体であった。また、東北から北海道にかけて4倍体のエゾタンポポが確認された。南から北への地理的倍数性が成立しつつあるのか、実際には各地で倍数体の複合体を形成しているのか、材料のサンプリング地点が少ないためにそのような傾向に見えるのか、詳しい調査が必要である。

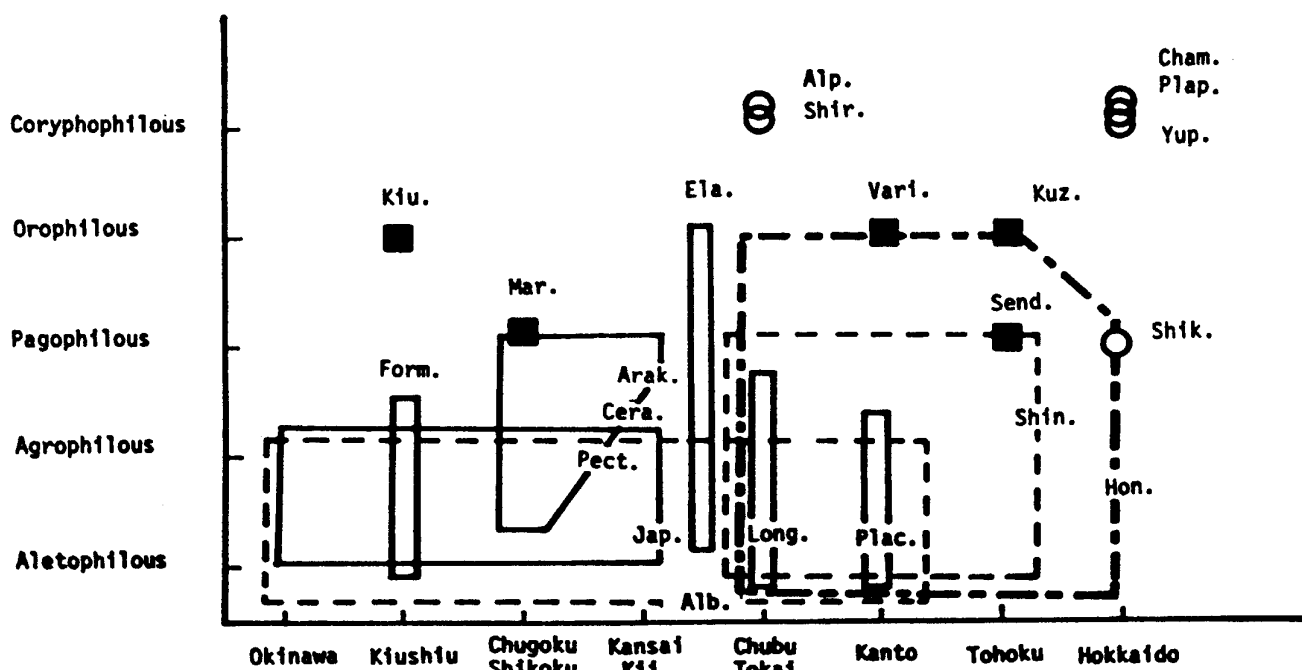


図10 日本産タンポポの水平分布と生活領域との相互関係図

10. 生育環境と分布との相関

タンポポの生育地を、Coryphophilous (高山性), Orophilous (山地性), Pagophilous (平地性), Agrophilous (耕地性), Aletophilous (路傍性) とに5大別した。後2者は人為的攪乱の加わり易い生育地である(図10)。Ceratophora 節の大半が高山性であり、孤立している。その中でシコタンタンポポ *T. shikotanense* のみ、平地性である。Mongolica 節では、山地性、平地性のツクシタンポポ *T. kiushianum*, オキタンポポ *T. maruyamatum*, キツネタンポポ *T. variable*, クザカイタンポポ *T. kuzakaiense*, センダイタンポポ *T. sendaicum* は孤立している。Ceratophora 節の高山性のものが氷期の遺存だと考えた場合、Mongolica 節のこれらも、後氷期の温暖化の影響で、冷涼な山地、又は北方へ移動する過程で遺存的に分布するようになったと考えられる。北の方へ移動した? 或いは北の方に分布していたエゾタンポポ *T. hondoense* は現在でも山地から路傍まで広い生活域を保有している。しかし山地には、葉身の中肋部が紅紫色を帯び、そう果も比較的小形でエゾタンポポの系統とされるクザカイタンポポとか、2倍体のセンダイタンポポがエゾタンポポ分布域内の山地、平地に孤立している。

気候の温暖化によって、それまで面的に広く分布していたタンポポが北へ移動し、そうでないものは高山へと上昇して行き、南の方から遺存的分布をするものが出現したとの筋道が考えられよう。

その後の気候の温暖化と共に、日本は農耕文化が広がり、耕作地が増加して来た。山地のタンポポ群落にも人為的攪乱が加わり始め、人里植物へと変化したものが残り、他は絶滅して行ったのではないか。2倍体のタンポポは地方性がはっきりしており、狭い地域で山地、平地から路傍にまで幅広く生育している。他殖性で遺伝子交換するという特性が2倍体に有利に作用したためと思われる。人里植物化の最も進んだのが、九州から関東まで広く耕地から路傍まで雑草的に生育しているシロバナタンポポである。

更に温暖化が進めば、高山性、山地性の遺存種は絶滅するし、山地から平地性のものが、北へ移動しつつ各地で遺存種となって行くであろう。また人里化の進んだ2倍体種との交雑が生ずれば、新たな雑草性タンポポが分化して来るであろう。更に人里空間から都市空間が増加して行くと、在来タンポポの生育できない地域が増加し、広く分布するシロバナタンポポ、エゾタンポポ内にも地方種の分化が引き起こされる可能性がある。小川(1977)

の報告にある、カントウタンポポの個体による種子休眠の浅深の差の存在は、雑草性タンポポへの分化の可能性があることを示唆している。

引用文献

- BATTAGLIA, E. 1963. Apomixis, in P. MAHESHWARI (ed.); Recent advances in the embryology of Angiosperms. Intern. Soc. Pl. Morphol., Univ. Delhi.
- FAGERLING, F. 1947. Macrosporogenese und Embryosackbildung bei Agamospermischen *Taraxacum*-biotypen. Svensk Bot. Tidsk. **41**: 365-390.
- 堀田 満 1974. 植物の分布と分化. 三省堂, 東京.
- IWANAGA, M. and Y. MOMOTANI. 1976. Inter- and intrapopulational variations in the peroxidase isozymes of *Asarum nipponicum* F. Maekawa. Bot. Mag. Tokyo **89**: 93-98.
- KITAMURA, S. 1957. Compositae Japonicae, pars sexta. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto ser. B, **24**, No. 1 (Biology): 1-42.
- 宮地数千木 1932. たんぽぽ属ノ染色体数ニ就イテ. 植物学雑誌 **69**: 586-591.
- 森田竜義 1976. 日本産タンポポ属の2倍体と倍数体の分布. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo ser. B (Botany) **2** (1): 23-38.
- 岡部作一 1951. タンポポ類の染色体数について. 遺伝の総合研究 **2**: 3-6.
- OSAWA, J. 1913. Studies on the cytology of some species of *Taraxacum*. Ark. Zellforsch. **10**: 450-469.
- RICHARDS, A. J. 1973. The origin of *Taraxacum* agamospecies. Bot. J. Linn. Soc. **66**: 189-211.
- SOLBRIG, O. T. 1971. The population biology of dandelions. Amer. Sci. **59**: 686-694.
- SOLBRIG, O. T. & B. B. SIMPSON. 1974. Components of regulation of population of dandelions in Michigan. Jour. Ecol. **62**: 473-486.
- STEBBINS, G. L. 1970. Adaptive radiation of reproductive characteristics in Angiosperms I. Pollination mechanisms. Ann. Rev. Ecol. System. **1**: 307-326.
- 竹本貞一郎 1954. タンポポ属の細胞学的研究Ⅱ. 遺伝学雑誌 **29** (4): 177.
- 1956. *Taraxacum* 属植物の細胞学的研究Ⅳ. 同上 **31** (10, 11): 312-313.
- TAKEMOTO, T. 1961. Cytological studies on *Taraxacum* and *Ixeris* I. Some Japanese species of *Taraxacum*. Bull. Educ. Okayama Univ. **11**: 77-94.
- 竹本貞一郎 1970. タンポポ属4倍体3種の核型. 染色体 **79-80**: 2539-2547.
- VALENTINE, D. H. & A. J. RICHARDS. 1967. Sexuality and apomixis in *Taraxacum*. Nature **214**: 114.
- 山口 聡 1974. 日本産タンポポ属の核型分析Ⅰ. オキタンポポ, カンサイタンポポ, カントウタンポポ. 日本植物分類学会会報 **3**(3): 15-17.
- YAMAGUCHI, S. 1976. Chromosome numbers of Japanese *Taraxacum* species. Jour. Jap. Bot. **51**: 52-58.

[討 論]

司 会：山 口 裕 文（大阪府大農学部）

山口(裕)：細胞遺伝的な立場から、倍数性と分布、すみわけ、生化学的な形質との関係、等幅広い発表があったわけですが、自由に討論して下さい。

渡邊：タンポポの倍数性と分布に関して、染色体数を調べられたタンポポの個体数は一ヶ所でおおよそどの位ですか。

山口(聴)：一ヶ所で標準的なもの10株以上は採集しています。多い時には20から30個体です。その後で、なにかおかしいものを見つけた時にはまた補充するようにしています。

渡邊：たいいて一ヶ所でみつけたのは、皆同じプロイディだったわけですか。

山口(聴)：そうではなかったわけです。たとえば花巻ですか、ここでは、ほぼ同じ集団と考えていいわけですが、ここで3倍体と4倍体がまざっていたわけです。現地でも、形態的にちょっと変わっているな、と思って持って帰ったのが4倍体だったわけです。

渡邊：今、私はヒヨドリバナの仲間に関して倍数性と分布を調べているんですけど、今まで他の著者によって報告されているものでは、調査個体数が非常に少ない。そのためにたとえばヒヨドリバナでは、3倍体が北海道や東北など北の方に多くあるのではないかとされていて六甲山では、ほとんど4倍体だと思われていたのです。

また、2倍体も見つかっていませんでした。私はそれで、六甲山系（縦10km、横30km）で、300個体くらい核型を調べてみたら、2倍体から5倍体まで全部でできました。また、谷ごとに、その集団構成も変化している。しかも核型は同じ倍数体でも一様ではなくて、ものすごく変異があります。花粉稔性を調べてみますと、3倍体と5倍体はおそらくアポミクシスをしているらしく、花粉の稔性がかなり落ちている。2倍体は非常に高く90%以上の稔性があるんですけど、4倍体では、高いものから低いものまで個体によって、また集団によって、パターンが全然違う。タンポポの場合とまったく同じようなパターンが出ていると思うのです。おそらくタンポポの場合でも一つの地域に限って多数の個体について観察してみると、2倍体から6倍体まで全部でくる可能性もあるのではないかと、またサンプリングの方法に関してうまいやり方が見つかるのではないと思うのですが、地理的な分布を大きくみた場合、調査した個体数が少ないと、いかにもなにか傾向がでてきているように見えるんですけども、このように繁殖様式や個体群の内部構造が複雑であると予想される植物群では、一つの集団を多数の個体について詳しく調べてみてから全体を見

ていったら良いのではないかと思います。

野口：表1では、サテライトを持った染色体の数によって倍数性と核型の相互関係が示されていますけれども、サテライトの数とか有無とかヘテロ・ホモの現われ方などは、一つのポピュレーションの中で同じだったのかそれとも変異があったのでしょうか。

山口(聴)：調査した集団というのは非常に狭い範囲ですから、だいたい一致していました。サテライトも減数分裂でみえていますけれども、ほとんど仁についています。

野口：そうですか。しかし、サテライトの場合には、大きさだとか数だとかは変異が大きいことが他の多くの植物で調べられているので、非常に注意しなくてはならない場合が多いと思いますが。

山口(聴)：その点は同意見ですけれどね。僕の場合も、たしかにサテライトは出たり出なかったりするんだけど、その場合は細胞をたくさん見まして、一番頻度が多く出た数を基準にしているわけです。

野口：たくさんの細胞を調査すれば、一つの株に関してだったら決められると思うのですが、しかし、それを一つの集団レベルとかあるいは種のレベルにまで広げることについてどうお考えですか。

山口(聴)：ですけどね。北村先生が種と認めたものの中に出現したサテライトの最高数は、だいたい一致しているわけです。

小山：先程の森田君の話ですと、倍数体と2倍体を非常にはっきりした形で区別して、種群というものを考えたということだったと思います。ところが今の山口君の方は視点がかなりちがいますから、当然そういうことになるんでしょうが、2倍体から8倍体まで連続するのではなからうかということですが、そのあたりの解釈の根拠は何によっているわけですか。

山口(聴)：例えばエゾタンポポですけど、これは2倍体と3倍体とが同所的に生えている場所がだいぶあります。また、外部形態では区別が付きません。そこで、もしエゾタンポポというものを認めるのなら、必然的にこの両者が含まれることになります。また北海道産のものもエゾタンポポと形態的には区別が不可能ですが、これは4倍体ということがわかっています。6倍体と8倍体は、*Ceratophora* 節の特徴であります。総苞の色がたしか淡緑色だったと思いますけど、これの形質を持っています。ですからそういう点では違うんですけども、生育環境が高山あるいは山地とはちょっと離れている、ということで、はたして同じグループに入れて良いものか、ちょっと疑問な点があったわけです。また核型の面からも

ちょっと違う、ということがあります。まあ、その点オキタンポポを核型が違って同じグループにに入れる、ということとは矛盾しますけれども、シコタンタンポポのそう果の色といいますか、形というのか、これはどうも、*Ceratophora* 節の小形で滑らかなそう果の形状とは違うみたいなのです。高山性のものは割合スムーズで、こんなふうになっていて、割合小さいそう果をつけ色は黄色が普通です。

森田：僕が2倍体と倍数体を取りあえず区別して考えるのは、それぞれがはっきりと集団を異にしているからです。分布域も立体的に見ればはっきり違い、分布の重なる地域でも2倍体と倍数体が混在する集団というのはきわめてまれで、2倍体は2倍体のみ、倍数体は倍数体だけの集団をつくるのです。同一地点に接近して2倍体と倍数体が出現する場所は、僕の知っている例は2、3ヶ所しかありません。その一つは大江山（京都府）ですけど、ここは2倍体のカンサイタンポポとクシバタンポポという4倍体と一緒にでてくる所です。よく見ますと、田んぼの縁だとか道端といった所にはカンサイタンポポがあります。それに対して、クシバタンポポは主として、林縁または林縁からすこし中に入ったくらいの所にあります。そして道端などにはほんの少し出てくるだけです。また、象潟（秋田）にもう一ヶ所あります。こちらの方は2倍体と倍数体が同一種（エゾタンポポ）にされているもので、外形的にはまず区別できないのですけれど、市街地の非常に攪乱を受けた場所と、象潟はもと海だったわけですが、そのようなもと海の底だった所に生えていたのは、倍数体でした。それに対して、もとの海の岸に相当する所に生えていたのは2倍体です。しかも、集団の様子が全く違うわけです。2倍体は、個体密度の高い大集団を形成しています。その中には2倍体しかありません。それに対して倍数体の集団は非常に個体数が少く密度が低いのです。集団の様子は全く違うわけです。だから僕は同一集団だとは思わないのです。

山口(聴)：しかし、逆に先程の例では、反応性が同じだからということで、同一種にまとめて行くということもあったのでしょうか。

森田：いや反応性の議論とはこの場合直接関係はありません。それとは別の点で、別種にしようと思っているわけですが。総苞はまったく似ているけれど。

山口(聴)：それは2倍体では、ということでしょう。

森田：いや、象潟の場合は2倍体と3倍体は分けるということです。なぜならば、集団の在り方のちがいでなく、先程言いませんでしたがそう果で区別できるから。2倍体どうしは区別できないけど。

山口(聴)：私は3倍体からも2倍体がでてくる可能性があるのではないかと考えているのだが、もしそのような場合があったらどのように考えますか。

森田：もしそのような事がみつければ話は別だ。

山口(聴)：実はですね、センダイタンポポの場合、これは2倍体ですが、私が仙台の青葉山で見たものは個体数が非常に少なくて集団とはいえないようなものなのですが、エゾタンポポの中に混生していたのです。つまり、3倍体のエゾタンポポの集団の中にセンダイタンポポと思われる2倍体が生えていたということです。それで、案外センダイタンポポというのはエゾタンポポから出たということもあり得るのではないかと考えたわけなんですけれど。

もう一つの例は、キツネタンポポの場合ですけれど、箱根の明神岳ではキツネタンポポの集団のはじの方にエゾタンポポの3倍体が3株か4株あるんです。それでですね、3倍体からでたと思われる巨大花粉が、2倍体の柱頭で発芽している写真があるのです。ですから、2倍体と3倍体の間でも、交配しうるのではないかと考えているのですが。そこで、2倍体も3倍体も含めた形での複合種 complex というものを考えた方が良いのではないのかという気もしているんですけど。

森田：勿論最終的には、倍数体まで含めて複合種 complex を考えて行くということなんだけれど、当面、作業の一段階として今はまず区別して考えていこうということです。それから、センダイタンポポですけど、なんでカントウタンポポから分けられるのかというと、形態的な違いというよりも、ものすごく稔性が悪く、ほとんど種子ができないということで区別されたわけです。実際現地で見ても良くわかったのですけれど、まわりをエゾタンポポ（3倍体）にとりかこまれているわけなんです。その中に2倍体のセンダイタンポポが点在していて、ほとんど種子をつけていない。ところが、これを東京に持ってかえって栽培すると、まわりにカントウタンポポがいっぱいあるわけですし、その時には種子がちゃんとつきます。だから、これは単純にまわりを倍数体にとりかこまれているからと考えられます。こういう場合やはり、このエゾタンポポとセンダイタンポポが同じ所にはあるのだが同一の集団とは考えられない。

山口(聴)：同所的という場合ですけど、集団の中にあつたら同所的といえるのかどうか。

森田：ただ同じ所にあるのではなくて。

〔注〕同所的 sympatry という概念は、山口氏の言うとおりの意味でかなり漠然と使われている。同一場所に2倍体と3倍体があればそれは同所的であると言えるわけだが、この場合に問題となっているのは同所的か異所的かということではなくて集団というものをどう考えるかということだろう（森田）。

山口(聴)：一般的には、近くに、あるいは集団の中にあつたら、それは同所的といわれているのではないんですか。