

## タンポポの発芽習性と生活環の調節

小 川 潔

(東京大学理学部)

日本には20種以上のタンポポ属植物が生育し(北村1957), 分布域も種により高山帯, 冷温帯あるいは暖温帯と多様である。倍数体の存在についても日本には, 世界的に貴少な2倍体をはじめとして, 3倍体, 5倍体など多くの倍数性が知られている(森田1976, 山口1976)。さらに近年, 都市部を中心に帰化種タンポポが分布域を拡大している(自然を返せ! 関西市民連合1975, 内藤1975, 堀田1975, 原沢・山田1975, 根平ほか1977)。

植物の分布要因や分布の時間的あとづけを探る際, 現在の植物の生活ないし環境とのかかわり方を調べることは研究の第一歩となろうし, また植物の生活または環境とのかかわり方の種特異性ないし分化を明確にするためには, 種間の比較, とりわけ近縁種の比較生態学が有効な武器として用いられてきた(HARPER 1961, HARPER et al. 1961)。

本稿では, 日本におけるタンポポ属植物の環境条件への適応に関して, 発芽習性と生活環の調節という点を中心に実態を多少なりとも明らかにし, その意味を考察するとともに, 種の分布や分化を考える一助としたい。

なお, 本稿の一部はすでに, 日本生態学会誌(Jap. J. Ecol.)に掲載されることになっているので, 詳細はそちらを合わせ見られるようお願いする。

### 日本におけるタンポポ属植物の分布と立地

日本アルプスなどの高山帯(寒帯)に分布するミヤマタンポポ *Taraxacum alpicola* KITAMURA の生育地は, 高山のお花畑やガレ場で, タンポポ個体は開放景観中に単独で存在する場合や, 草原中であって他の植物に周囲をおおわれる場合もあるが, 著しい被陰状態下に置かれるとすれば実生期だけである。また高山帯の気候では, 南アルプスを例にとると11月から5月までは雪におおわれるため, 生育可能期間は6か月以下と考えられる。

本州中部以北の温帯域に分布するエゾタンポポ *T. hondoense* NAKAI ex H. KOIDZUMI は, 路傍, 草地, 果樹園下などに生育する。あき地などに単独で生育する場合もあるが, 牧草地や林下など夏季に丈の高い草や木によっておおわれる場合もある。南アルプスの例では, 亜高山帯で12月から3月まで雪におおわれる所の生育可能期間は8か月以下と考えられる。東北地方の多雪地帯な

どではさらに生育期間は短いと予想される。なお, 森田(1976)は, 従来みとめられてきた3倍体のエゾタンポポのほかに, 本州中部の低山帯にエゾタンポポの形態を持つ2倍体の存在を指摘している。東京都及び山梨県におけるこの2倍体と思われる集団は, 筆者の観察によると花期が3~4月と他のタンポポと比較して早いことが特徴である。

本州の平野部を中心に暖温帯域には, カンサイタンポポ *T. japonicum* KOIDZUMI, トウカイタンポポ *T. longependiculatum* NAKAI, カントウタンポポ *T. platycarpum* DAHLST. などの2倍体種が分布する。森田(1976)によると, これらの2倍体種の分布域はおおむね海拔200m以下であるという。2倍体種の生育地はことごとく人為的環境で, 路傍, あき地, 河川の堤防, 日本庭園などで, 時に下草刈りや落葉かきの行われる果樹園や二次林下に見られることもある。これらの生育地では人間の手で一定のサイクルの草刈りなどが行われ, 1年のうちある期間は開放的景観が維持されている。

一方, 帰化種のセイヨウタンポポ *T. officinale* WEBER sens. lat. やアカミタンポポ *T. laevigatum* DC. は都市部を中心に, 路傍, あき地, 公園などのいわゆるオープンスペースに生育し, また山間部の林道端やキャンプ場でも見られることがある。

以上のほか, 西日本を中心に5倍体のシロバナタンポポ *T. albidum* DAHLST. が, 2倍体種の生育地とほぼ重なって分布する。

タンポポの生育地は前述のように, おおむねオープンスペースとすることができる。このことは, タンポポが一生涯ロゼット型の外部形態を持ち, 地表近くに同化器官を位置せざるを得ないという事実と対応している。もっとも, 在来種の中には丈の高い草原や林床にも生育するものがある。この場合はタンポポの外部形態の不利を補うものの存在が予想される。こうした点を含めて各種の生活環と生育環境との対応を次にとりあげてみる。

### タンポポの発芽習性

タンポポの開花・結実期は平地では一般に春季である。表1は東京都文京区の小石川植物園内のカントウタンポポ群落における実生発生状況を示したもので, 実生は秋

表1 季節別のタンポポ新生実生数

初夏(5-7月)	8
夏季(7-9月)	0
秋季(9-12月)	28
冬季(12-2月)	0
早春(2-4月)	7

数値は東京都文京区の小石川植物園内のカントウタンポポ群落内の10m<sup>2</sup>の調査地から得たもの

季に多く発生し、次いで初夏の5-7月、早春の2-4月に実生発生が見られた。この事実は、単に種子が埋まったり何かの偶然によるのか、それとも種子集団本来の性質なのだろうか。種子集団の発芽習性を明らかにするため、カントウタンポポの種子をシャーレ中に播種して発芽状況を調べた実験によると、結果は図1に示した通りとなった。つまり、5月下旬に播種された種子の一部は7月上旬に発芽し、夏季は発芽が見られず、約70%の種子が秋季に発芽し、わずかが翌年の2月に発芽した。春季に生産された種子の発芽期が、初夏、秋、早春と周年的に分散されていることがわかった。なおここではシャーレは戸外に置かれ適宜給水された。同様の実験をトウカイタンポポ、カンサイタンポポについても行った結果、戸外条件下の発芽パターンとして図1と同様のものが得られた。実験に用いた種子によって、各季に発芽する種子数の割合には多少の差違が見られるものの、基本的発芽パターンに差違はなかった。もっとも、種子生産期末の6月中旬に採種・播種されたカントウタンポポ種子は初夏にはほとんど発芽せず発芽は秋季に集中した。

ところで、この実験では用いた種子集団の発芽習性をより詳しく知るため、異なる頭花に由来する種子集団をそれぞれ別々のシャーレに播種した。各頭花ごとの発芽率の平均値が図1であるが、頭花間には不均一な発芽パターンが見られた。図2は頭花ごとの発芽パターン(戸

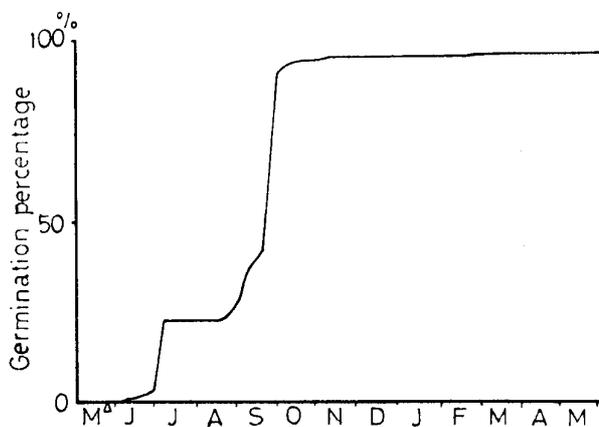


図1 カントウタンポポの発芽パターン  
三角印は播種時を示す。頭花ごとにシャーレに播種し、戸外に置いた。発芽率は31頭花の平均値。

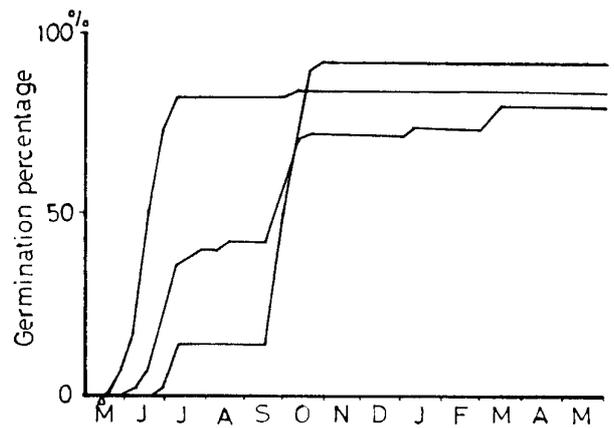


図2 カントウタンポポの頭花別種子発芽パターン

外条件)の代表例で、平均値に近い初夏と秋季におもな発芽期を持つタイプのほかに、ほとんどの種子が初夏に発芽してしまうタイプ、逆に初夏にはほとんど発芽せず秋季に発芽が集中するタイプがあった。つまり、一頭花由来の種子集団をとると、発芽期が不均一なため二季的に発芽するものや、発芽期が比較的均一で初夏または秋季に集中するものがあり、その結果として種子集団全体としては二季的あるいは周年的な発芽状況を示すことになっているのである。

エゾタンポポ(3倍体)とシロバナタンポポについても、実験的に得た発芽パターン(戸外条件)は基本的には2倍体種のそれと同様であった。

一方、高山性のミヤマタンポポについては異なる結果が得られた。すなわち、南アルプス産のミヤマタンポポ種子(採種は8月末)を9月上旬に東京で播種したところ図3-aに示すように播種後2週間で発芽は完了してしまつた。なお、この時期は2倍体タンポポではほとんど発芽が見られない。また、ミヤマタンポポでは頭花間に発芽習性の差異がなく、播種後一斉的発芽が見られた。

ところで、帰化種のセイヨウタンポポでは、ミヤマタンポポと類似の発芽パターン(戸外条件)が見られた。

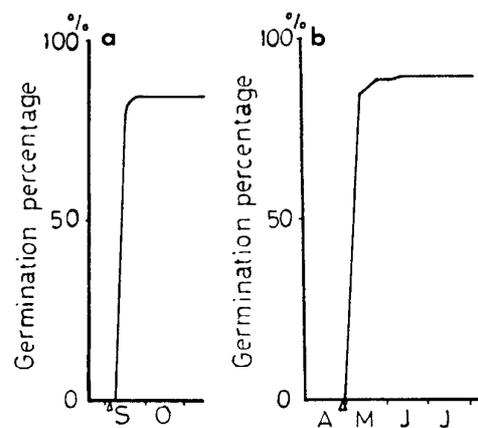


図3 ミヤマタンポポ(a)とセイヨウタンポポ(b)の発芽パターン  
aは12頭花の、bは5頭花の平均値。

すなわち、春季に採種・播種したセイヨウタンポポは図3-bに示す通り、播種後2週間で発芽をほとんど完了してしまっただ。この場合も頭花間における発芽習性の差異はなく、一斉の発芽が見られた。帰化種のアカミタンポポの場合も、発芽パターン（戸外条件）はセイヨウタンポポと同様である。ただしセイヨウタンポポと比べ、より一斉的な発芽が見られた。

カントウタンポポの播種実験では前述の戸外条件のほかに、夏季に戸外より低温の20°Cにおいて播種を行い、比較的一斉的な発芽を見た。また、戸外実験では常にシャーレは給水により乾燥を防がれていた。そして秋季の発芽は夏の高温状態が終了して数日してから始まった。こうした事実からカントウタンポポの発芽にとって夏季の高温は抑制的に働いていると言える。また同様のことは2倍体種一般についてもおこっていると考えられる。

### タンポポの生活環

2倍体タンポポの発芽期が二季あるいは周年的であることは先に述べたが、発芽後の生育はどのようになっていくのであろうか。図4は秋季生のカントウタンポポの生長曲線で、地上部と地下部について乾燥重量で示してある。タンポポは径9cmの素焼鉢に1個体ずつ植えて戸外に置き、サンプリング1回につき4個体の平均値とし

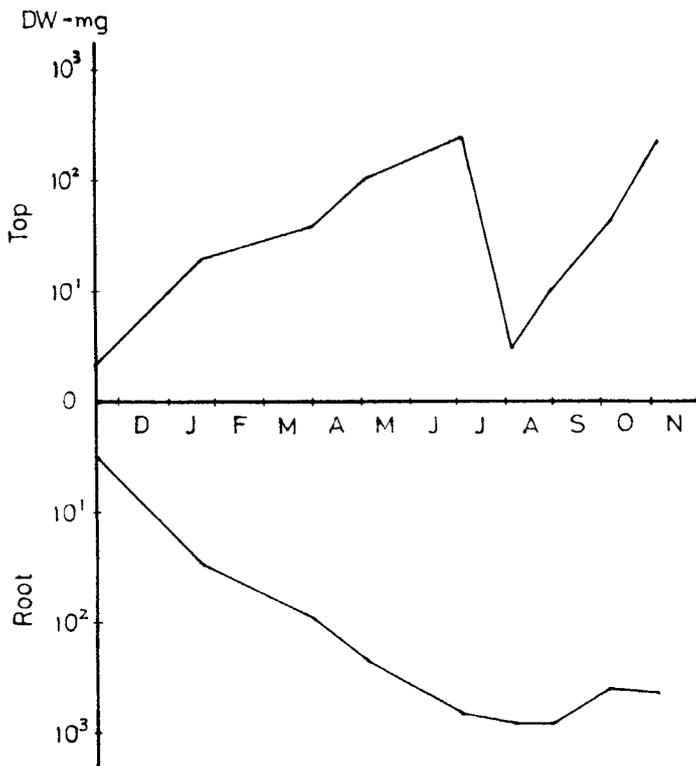


図4 カントウタンポポの生長曲線  
幼植物はそれぞれ径9cmの素焼鉢で栽培し、現存量は4個体の平均値で示してある。

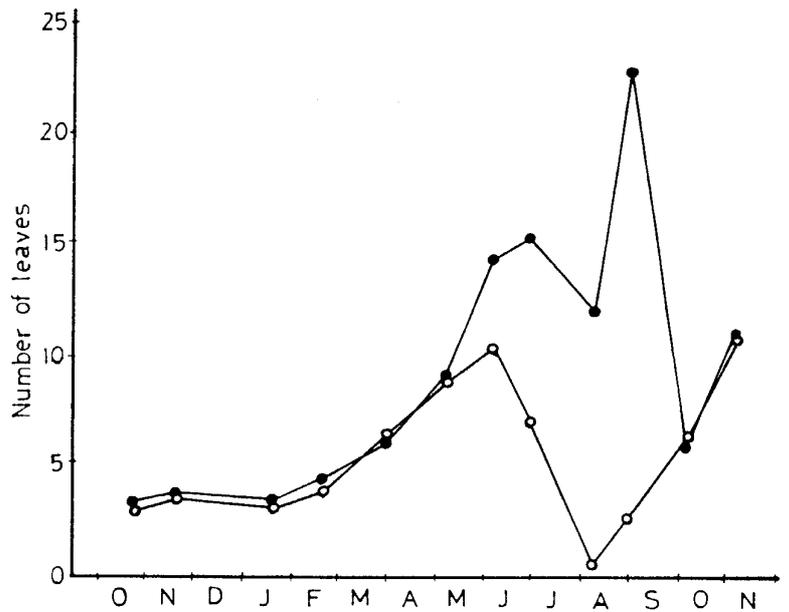


図5 葉数の季節変化

白丸はカントウタンポポ、黒丸はセイヨウタンポポ。処理は図4参照。

て表わした。秋に芽生えたカントウタンポポは、翌年の晩春まで地上部・地下部とも指数関数的に重量を増大させるが、夏季の7-8月に地上部を著しく減少させ、それに伴って地下部の増大も停止する。しかし秋季には再び地上部が増大し、そのため一時的に地下部が減少するが、そののち地上部・地下部とも増大していく。なお、実生1年目の5-6月には花をつける個体も見られた。

図5は上述のカントウタンポポと、実験的に秋季に発芽させたセイヨウタンポポ（生育条件やサンプリング法は上述と同様）の葉数変化を示したもので、冬季は両種とも葉は3-4枚であるが、春季には葉数を増す。カントウタンポポでは6月に葉数が10を越すが、8月には0-1に減少し、秋季に再び増大する。セイヨウタンポポでは夏季の葉数減少は著しくはないが、秋季に葉数減があり、その後再び葉数増に転じる。ところで、図4と図5のデータは畑の放棄地に鉢を並べて実験的に育てたタンポポから得たもので、生育時の特に夏季はタンポポは他の植物の繁茂により、上をおおわれた状態にあった。野外観察によると、カントウタンポポの夏季の落葉（見かけ上の休眠）は、落葉樹林下ではさらに顕著であり同調的に起こるが、裸地では逆にあまり目立たない。

### 生育地と適応

カントウタンポポは年1回春に種子を生産するが、発芽期は初夏、秋、早春と周年的である。その実生は、長期の乾燥や他の植物による極端な被陰がない限り、いずれの発芽期に芽生えても成体に生長する。従って、ある時期に除草などによって実生が除かれるとしても、別の季節に発芽し定着することが可能である。また、他の植物が繁茂する夏季を種子の形や、成体なら葉を落した状

態で回避することができる。定期的な草刈りの行われる田園地帯や日本庭園などに、カントウタンポポをはじめとする在来2倍体種の群生地が維持されてきたのは、こうしたタンポポの生活環調節能力が大いに寄与していると考えることができる。

一方、帰化種タンポポは発芽後1年以内に多くの個体が開花結実を行うので、在来種よりは成熟が早いと考えられている。これが無配生殖により受精なしに種子形成を行うこととあわせて、都市の一時的な空閑地に侵入してすみやかに群落を形成していく主要因と考えることができる。エゾタンポポの生活環については、筆者は野外調査を継続中であるが、夏季の休眠的現象は在来2倍体種ほど顕著ではないものの、おおむね2倍体種に類似した生活環を持つ。シロバナタンポポの生活環も、在来2倍体種と同様である。

一方、寒帯に相当する本州高山帯に分布するミヤマタンポポが、夏季の高温による発芽抑制を受けずに、実験的には播種後すみやかに一斉発芽することは興味深い。高山帯では低温や積雪のため冬季はもとより一年の半分程の期間は生育期間としては使えない。降雪までの短い秋の期間を生育期間として十分利用するには、夏季の種子生産後すみやかに発芽することは、気候帯に適應した性質とすることができる。野外観察によると、高山帯では、8—9月にミヤマタンポポの種子は発芽し、ある程度生長してから冬を迎えている。

こうして比較してみると、生育可能な期間及び夏季の過し方を軸として、日本在来タンポポの生活環は二つのタイプに区分することができる。つまり、暖温帯から温帯に分布するものは発芽と生育期を周年的に分散させ夏季には生育を停止することもあるが、一方、寒帯に分布するミヤマタンポポは生育期を夏季に持ち、一斉の発芽により生活環の出発時を晩夏にしている。いずれの場合も、それぞれの種が置かれた気候条件に対して生育可能な期間を残らず使って生活環を回転させて集団の維持を行っていると言することができる。

一方、帰化種タンポポについては、生活環を調節する機構といったものは開花期以外は見られず、生育期間も一年中を使っている。こうした性質は無配生殖法をとることとともに、パイオニア植物として攪乱された土地へ侵入し定着するのに適したものと言えよう。

ミヤマタンポポの属する *Ceratophora* 節の植物には、樺太、千島列島などに分布するものが多い(北村 1957)。HULTÉN (1968) は *Ceratophora* 節には無配生殖をする約45の *microspecies* があるとし、*T. ceratophorum* (LEDEB.) DC. の分布域としてアラスカ、カムチャッカ、千島、北海道、本州北部、樺太、シベリア東部、ヨーロッパ最北部にわたる周極的分布域を示している。日本アルプス高山帯や北方の寒冷地の植物の中には、後氷期の

裸地へのパイオニアと考えられているものがあるが、ミヤマタンポポの発芽パターンも、セイヨウタンポポと同様、一種のパイオニア植物的性質を示唆する。*Ceratophora* 節やセイヨウタンポポ等の系統関係は明らかではないが、環境と生態的諸性質との関係は、種の分布域拡大と分化の過程で選択されたと考えれば、逆に種分化と分布のあとづけにひとつの手がかりを与えてくれるものであろう。

## 要 約

野外調査及び発芽実験によると、在来2倍体種のカントウタンポポは、初夏、秋季、早春に発芽期を持っている。発芽実験ではカンサイタンポポ、トウカイタンポポも同様の発芽習性を示した。これら2倍体種が、種子生産期が春季であるにもかかわらず周年的に発芽するのは、種子集団の持つ発芽不均一性による。この不均一性は同一頭花内の種子間にも見られるが、頭花によって早く発芽する種子を多く持つもの、遅く発芽する種子を多く持つものもある。

在来3倍体種のミヤマタンポポは、発芽実験によると種子生産期の直後の晩夏に一斉発芽する。同様の発芽パターンは、春季を中心に帰化種のセイヨウタンポポやアカミタンポポでも見られる。

秋季に発芽したカントウタンポポの実生は秋から翌春にかけて指数関数的生長を示したが、成株は夏季、草地条件下で地上部を落とす休眠的現象を示した。セイヨウタンポポの成株ではこのような現象は見られなかった。

このような発芽習性や生活環は、それぞれの種が生育する気候帯や立地に対し、よく適應した形と考えられる。

## 文 献

- 原沢伊世夫・山田卓三 1975. タンポポ属の生態学的研究 I. 東京周辺における都市化とタンポポの分布. 東京学芸大学紀要 第6部門 27: 28-38.
- HARPER, J. L. 1961. Approach to the study of plant competition. Symposium 15 of the society for Experimental Biology. F. L. MILTYORPE, ed.
- HARPER, J. L., J. N. CLATHWORTHY, I. H. MCNAUGHTON & G. R. SAGAR. 1961. The evolution and ecology of closely related species living in the same area. *Evolution* 15: 209-227.
- 堀田 満 1975. 大阪府下のタンポポ類の分布——環境指標としてのカンサイタンポポとセイヨウタンポポの分布比. *Nature Study* 21: 38-41.
- 1975. 同上 その2. *Nature Study* 21: 55-56.
- HULTÉN, E. 1968. *Flora of Alaska and neighboring territories*. 1008 pp. Stanford Univ. Press, Stanford.
- KITAMURA, S. 1957. *Compositae Japonicae, IV; Taraxacum* WIGG. Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ., Ser. B 24: 1-43.
- 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 Univ. Ser. B 2: 23-38.
- 内藤俊彦 1975. タンポポ属 (*Taraxacum*) の侵入と定着について. 生物科学 27: 197-202.
- 根平邦人・瀬川道治・小林祐子・金田典子 1977. 広島市におけるタンポポ類の分布状況. 植物と自然 11 (2): 18-20.
- OGAWA, K. 1978. The germination pattern in a native

- dandelion (*Taraxacum platycarpum*) as compared with those in introduced dandelions. Jap. J. Ecol., in press.
- 自然を返せ! 関西市民連合 1975. タンポポ調査特集号. かけはし (33): 1-23.
- YAMAGUCHI, S. 1976. Chromosome numbers of Japanese *Taraxacum* species. J. Jap. Bot. 51: 52-58.

## 〔討 論〕

司 会：小 林 央 往 (京都大学農学部)

小林：特に葉数とエネルギー配分の二つを出して、発芽パターンと関連づけてゆこうという試みだったわけですが、なにか質問ありましたら。

岡田：種子の発芽が温度と関係があるのではないかといわれましたが、図の2を見ると、そうではない個体があるわけですね。そうすると種子の発芽の時の温度コントロールを完全にした実験というのが必要なのではないかという気がするのだが。

小川：私の所に恒温器がいくつもありませんから20°Cの実験しかまだ行なっていません。それで、図2ですがこれはむしろ温度のきいている証拠になっているわけですし、最初が一番左の曲線はほぼすべて発芽が夏前に完了してしましまして、温度が下った秋にも出ないわけです。秋に発芽するものは、全部7月末に止まります。ただ途中ですこしあるのは、だいたい一粒か二粒がでてきたものです。山口(聰)さんが確か温度を変えて発芽させる実験をしておられるので、何かコメントしていただければ。

山口(聰)：私は30°C, 25°C, 15°Cの恒温器の中で発芽実験を行なったデータがあるのですが、低温だと取り播きで直ぐでできます。高温ですと、2ヶ月間ほぼ発芽が認められません。しかしその際に15°Cの低温区に移しますと、一斉にほぼ80%くらい発芽してきます。ですから、この図2でいえば、ちょうど秋口の発芽の図のようになります。

小野：図2でちょっと伺いたいのですが、この各ラインは一頭花の集団ですか。そうでないとすると、個体との関係はどうなっていますか。

小川：実はこの実験はちょっとインチキがありまして、二つばかり同じ個体からとったものがあります。それはあまり差がありませんでした。実はまだ図ができていないんですが、別の図に示した方は、各々時期を変えたものですが、この場合にはすべて、一本の曲線を描く場合には、別個体から取った頭花の平均値を書いています。そちらの場合には明らかにきちとなるんですが、同じ

株から取ったものを全部やってみるというのはまだやっていません。つまり、親株の性質としてどうかというのはまだはっきりしていないのです。

山口(聰)：在来のカントウタンポポですが、春に発芽する個体と秋に発芽する個体とあるということなんですけれど、その後の発育の差というか、生育の差というのはどうでしょうか。

小川：どのような場所で育つかということによって、非常に左右される。というのは、まず大きな攪乱のために死んでしまうという場合が一つあります。また逆に管理をしないでぼうぼうにしておくために死んでしまう場合があります。また、そのような場所では、春にでてきた実生というのは、まわりの植物が繁茂するために枯れてなくなってしまうことは度々あります。それから、秋に出て来た方は、だいたい秋口になりますと草が刈られて、かつ風でどンドン飛ばされます。それから特に庭園の場合ですと、防火用に草を刈ることが多いので割合冬を生き延びて、翌春うまく成長したものは花をつけることになります。ガリ版の方でカントウタンポポの花の所が全然分配としてありませんが、実は多少花をつける個体もあります。しかしつけない個体の方が多いようです。それに対して、春から初夏にできた個体については、そういう死ぬような目にあわない場合で、光条件がよいと夏のあいだに非常に大きくなります。これは、セイヨウタンポポ、カントウタンポポ両方ともかなり大きくなりまして、だいたい秋口になりますと、以前からの親株とほとんど変わらないくらいになり、翌春にはすべて花を持ちます。量的にはまだ重さを量っていないのですが、たとえば7月に実験的に芽をださせまして、それを鉢に植えて育てたものですが、10月でセイヨウタンポポでは地上部1g、地下部2gくらいになります。カントウタンポポでは地上部0.6g、地下部が1.2gくらいです。成長としてはセイヨウタンポポの方が良いということになります。そして、サイズは少し違いますが両方ともきちんと大人になります。また秋の方は、だいたいバラツ

キが大きいのですが、秋にでたものというのは、個体の重さは乾燥重量で1 mg 以下です。春5月くらいになると、カントウタンポポの方でわりと順調に育った株では、地上部0.1 g, 地下部0.2 g くらいです。セイヨウタンポポの方ですと、地上部0.2 g, 地下部0.2 g くらいです。これが夏場になりますと、カントウタンポポがそろそろ地上部を落とし始め、セイヨウタンポポがまだどんどんのびているという時期ですが、カントウタンポポで地上部が0.2 g, 地下部が0.6 g, セイヨウタンポポですと地上部が2~2.6 g, 地下部が1.4 g くらいです。

秋に生育を始めたセイヨウタンポポの場合ですと、冬を越して夏にかかれば、だいたい親株と同じくらいになります。カントウタンポポの場合、秋生えの場合はもう一回りしないと親と同じにはならない。初夏に発芽した場合には、翌年の夏をこせば成長して親と同じくらいになります。

**堀**：まず素朴な疑問で、なにが研究目的かということがよくわからないんですが。もう一つ先程の方もいわれたように、タンポポの発芽パターンと図4みたいな、エネルギー・アロケーション、みたいなことから、在来型あるいは帰化型のタンポポの生育地に対する適応みたいなものを明らかにしていこうとした場合、その過程で、たとえば図4みたいな所で、物質再生産的な研究と、それから、たとえば在来型のカントウタンポポが夏には休むというようなことを包括的に理解してゆこうというような事なのか。

**小川**：まず、今日お話した目的は、タンポポの生活環みたいなものとして、カントウタンポポとセイヨウタンポポを比較して、だいたい一年間どんなことをやっているかと、肉眼的に観察できることは何か、ということ明らかにすることと、またその出発点にあたる発芽というのが何時起こるかということ、それらについてはっきりさせたい。その場合に、地上部を定期的に観察するものは、物理的に遠くまで何回も行けないので、ここに示すようにカントウタンポポとセイヨウタンポポだけですけれども、発芽実験の方は他の種と、たまたま倍数性と、それが生えている気候帯とがほぼ対応しているものですから、それについてはどうかという問題。そして私自身の研究目的の方は二つありまして、今述べた気候帯など大きなレベルでの環境と、種または集団、種類をふやした種類群みたいなものがどう対応するかということが一つと、個々の場所でそれが生残って行くために何をやっているのか、またはどういう環境の、具体的にはその土地の管理とか自然状態でいろいろな変化みたいなものに対して、タンポポがどういう性質をもってそこにうまく生えているか、または生えられないか、ということをも明らかにしたいと思っています。

**山口(裕)**：今のこの実験で土に実際に100粒くらい播い

て、それがどういう具合に発芽していったら何個体くらい生残るか。いくつ死んでいくつ生残るか、ということはやっておられませんか。

**小川**：私はやっていません。やっていないというよりは失敗してしまったわけです。

**山口(裕)**：もう一つは、一つ一つのサンプルに使われた種子の重さには差がないのかということについて伺いたい。

**小川**：実は1 mg で計れなくて、秤の最少目盛以下なものですからよくわからないんです。実際に行っている実験では一応まず肉眼的に種子をふるいわけます。つまり肉眼的に秕であるものを除きます。また実際に数える時にはピンセットでつまみますので、だいたい比重みたいなのははかります。とくに軽いものは、さわったときに下に落としても落ちにくいわけです。そういうものは除かれますから、だいたい中身としては、充実していると思うんですが、ただ一つ一つの個体差みたいなものは計っていません。またでてきた実生の方の重さにしましても、だいたい秤の信頼限界ぎりぎりなものですから、どうもわかりません。それから実験的に育てる場合には播いてでてきたものをそのままにしておけば良いんですけども、ついあとのことを考えて移植をするわけで、それによる影響が強すぎて、今までの所まだきちんとはスタートの大きさというのはつかめてはいないのです。結局、ある程度大きくなった所からしか確実に、はかれないということです。

**森島**：カントウタンポポの方が個体によって随分発芽のパターンに差があるのは確かで、これが遺伝的かどうかはまだ確かめられてないようですけれども、そうかもしれないわけで、そういうことを考えると生殖方法と関係するのではないのでしょうか。というのは、私はタンポポのことは全然知らないのですけれども、カントウタンポポとセイヨウタンポポでアポミクティックの程度が異なるとか、またたとえばカントウタンポポはいくらか有性生殖をやっているとかというような。

**小川**：これはたぶん、後の人が話してくれると思うんですが、一応カントウタンポポは他の花がないと実を結ばない、つまり、他家受精ということになっていますし、セイヨウタンポポなど3倍体以上の倍数体タンポポの方はアポミクシスを行なうということになっています。そういうことを前提として考えれば、遺伝的な問題というのが相当きいているということがある程度予想がつくわけですが、私はそういう点でのテクニックがないものですからやっていません。

**八田**：この一連の実験の中で、いろいろ種によって播種時期が違うわけですが、この違いは、たとえばたまたま山にいったら取ってきたからということなのか。

**小川**：そうです。

八田：それで、いいものかどうかというのがちょっと疑問だし、また、播種してから発芽までの間に、夏の期間というのは随分長く、具体的にはどんなことをして居られますか。たとえばカビが生えたりして、非常に困ることが多いわけですが。

もう一つは表1なんですけど、これはお話によりますと、 $1\text{m}^2$ のコードラートを10個とって、実際にでてくるのを数えられたわけですね。その場合に、この表からは、確かに5月と6月に個体数がかなり増えますから問題ないんですが、たとえば5～6月頃わっとでてしまって、その限られた面積の中で物理的にも先に発芽したものが大きくなって、後から発芽しようにもたとえばその葉の下になってしまったとか、そのような事があって、実際にでるにでられないというようなことがおこっていないか。

小川：まず最初の方ですが、実は砂にしたのも最初に口紙でやって全滅したことが2年くらいありました。しかしよく洗った砂の場合には割合もったということがあったので、その後はずっと砂にしているわけです。カビが生える最大の原因は種子についているようです。ですから取り播きした種子はほとんどカビが生えません。また半年くらいたちまして蘚苔類がはえてきます。またたぶんカビもはえていると思いますけど、そういう場合にも、全々そのようなものがないシャーレと比べて違いはありません。ところが保存した種子を播きますと、すぐに種子からカビが生えます。そのようなものは、だいたいだめになります。ですからこのデータはそのようなものはすべて落としてあるのでして、肉眼的にそのようなカビや何かのはえなかったもの、またははえてもわずかで、はえなかったものと比較して異なると思われるようなものは、おとしてあります。

八田：方法論としまして、我々にも施設がないからもっと戸外でやる方法がありましたら。

小川：わからないですね。戸外でも、また $20^\circ\text{C}$ においてもやはり同じようにカビがはえます。また、多少感じとして持っているのは砂の粒の大きさによって異なるのかなということがあります。はえてくるカビや蘚類の種類は多少ちがいます。それで失敗するのがいやだったものですから、なるべくこの年は取り播きにして、きちんとデータがでるように実験を組んだわけです。それから後の方なんですけど、実は何か起きているのですが、それをつかまえられるにでているわけです。といいますのは地上部が枯葉でもいいし、植物でもいいんですが、なにかが被ってしまうと、そこから発芽はしてこないんです。その辺でだいたいコードラート間で違いがでてしまったような気がします。

八田：そのための一つの方法として、たとえば発芽したらそれで終わったとしてすぐ除去してしまうとか。そのようなことは。

小川：いえ、でてきたタンポポの影響というのはほとんどありません。でてきた株は小さいですし、また隣り同士が接して出てくるということはしょっちゅうあります。むしろ他の植物が被うか、または枯葉が被うかというのが一番影響するようです。

八田：タンポポの場合、たとえば5月にでたものは秋、9月から10月にはどれくらいの大きさになっているわけですか。

小川：この野外での場合は先の山口(聰)さんの質問に答えた場合と比べると、大部小さいです。先程いいましたのは実験的にやったものですから一個体ずつ鉢にとりありまして、光もよくあたる状態にしておりますけれど、野外の場合は木があつたり他の植物があつたりしますから、株の大きさとしてもだいたい6月頃に出て秋まで来ても、せいぜい直径5cmくらいです。だからすべての面積を被うわけでもありませんし、その間はいているわけです。葉が細長くて中心から放射状に出ますし、それで、むしろヒメジョオンなどのグループですと、夏の間に、広い葉が互に重なりあうくらいで完全に地上を被ってしまう。その下に古株のタンポポがあつた場合ですと、そこから横の方にてでくるのにだいぶ苦労しています。そしてそういうのが半年くらい続きますとタンポポの株はだいぶちいさくなってしまいます。

北元：発芽実験に用いた種子の採集は、どのようにしたのですか。

小川：ただ、あつたものをつまんで袋に入れて持って帰ってくるだけです。

北元：採集地点がいろいろあるわけですがけれども、その地域を代表するようなサンプリングがされているのかどうか。

小川：いや、そうではありません。たまたまいて、あつた所であるということです。地名は一応示してありますが、それは他のことを考える時にそこからとつたというのを明らかにするためであつて、たとえばカントウタンポポの分布の中心とか、ここのものは特徴的だからとかということではありません。

河野：図2のことなんですけれども、先程おっしゃられたのでは取り播きにしたといわれたと思うんですが。

小川：いや、図2はすこし時間がたっています。とつてから1週間か10日くらい。図1は取り播きです。また、これくらいだと取り播きでも結果はほとんどかわりません。

河野：アカミタンポポとセイヨウタンポポの場合は、たまたま6月始めの頃、ここで集中的に取り播きをしているわけですがけれども、もしこれを少しずらして発芽させた場合にも、これと同調的に発芽率が短期間に高くなる、ということですか。

小川：この場合は、Aにあたるアカミタンポポについて

はさらに一月後にやっています。それでも同じ結果になっています。

**河野**：秋，9月でも同じですか。

**小川**：私の実験では夏を越えますとだめです。

**河野**：ですから，ここでは発芽ということだけに焦点をあわせているわけですが，休眠ということに注目すると，むしろとってからどれくらいの期間おくと発芽率が変わるかとか，それから貯蔵のしかたなどもかなり重要なのではないかと思うわけです。実際に自然集団の中で種子が発芽して，次の世代が確保されるためには，自然の中ではたとえば，たまたま土の中深く埋れてしまうと，他の植物によって被覆されるとか，または掘りかえされて表面にでるとか，そういった条件によって，まだまだ他の物理的要因もあるけど，実際にはそのようなことも含めて発芽とそれ以降の個体群の establishment というのは決められているのだろうと思うのです。ですから，発芽の基礎的なことを理解するために，こういう形の仕事を最初にやられるのは重要だと思いますしかなり意味のあるデータが出てきていると思うんですけど，逆にたとえば，休眠の長さそのものをはっきりと機構として明らかにしてゆくことも，ずいぶんおもしろいのではないかという気がするわけです。

**小川**：セイヨウタンポポに関しては，弘前の石川さんの所で多少やっています，60日くらいをこえて保存しておくのだめになるということです。そして最終的には90日をこえると発芽率がたんと落ちるということです。

また私の場合は先程いいましたように，夏を越して保存したセイヨウタンポポやアカミタンポポは発芽能力がないわけです。これは完全に休眠しているためかどうかというのはわかっていません。たとえばこういう所で播いて，その後2年くらいたってもまだ発芽してこないわけです。カントウタンポポの場合は戸外でやったものについては，これよりあとの発芽というのはないんですけども，たまたま 20°C でやりますとほぼ直線的に，時間と一次関数で発芽がずっと進行しまして，半年くらいたって発芽が止まったあとでさらに半年くらいして出て来るような種子もあります。ですから生き残る能力というのは，単純に時間としてみれば，カントウタンポポというのはだいぶ長いような気がします。それに対して，セイヨウタンポポは，このまま出ないだろうという予測をもっていますので，それでいきますと寿命が短いのではないかと思います。

**山口(裕)**：コメントですけれども，結局実験される時に，土の中，何cmくらいまでうまったら芽が出てこないかとか，そういうことをやられたらどうかと思うんです。つ

まり強制休眠が，いったいどれくらいの条件で作られるのかということに関係すると思うので。

**小川**：山口(聰)さんの方がやっておられますね。

**山口(聰)**：私の場合は覆土しなかった場合と，1cm覆土した場合を比較したわけですが，これだとそれほど差がなかった。

**小林**：この講演の中で，いろいろと問題提起がありましたが，質問の中でもあったように，genetics の問題が全々はっきりしていない。とくにアポミクシスの問題ですけど，私の知っている範囲内ではアポミクシスの頻度自身が，生育している環境条件によってかわるということ。だから，アポミクシスをやる種の場合は，結局，いわゆるリコンビネーションをおこした種子と，アポミクシスに由来した種子と両方まざっている。しかもその頻度が変わっている可能性があるということが一つ難しい問題だと思います。またクォドラットの調査ですけれども，これは雑草の方でいろいろ出ていますが，八田さんの質問の中にもありましたように，結局前にてた，種というのがあるかないか。たとえば耕地の場合ですと耕起するかしないかによって，本当は休眠がないんだけど，強制的に休眠させられたり，あるいは死滅したりする場合がありますので，そのあたりも今後の問題として残されていると思う。

もう一つは種子の採集の問題ですけれども，これはスイバ属などで明らかになっていることなんですけれども，いわゆる同時に採集した場合ですと，この場合無限花序ですので，一頭花の中に成熟度のちがう種子がまじっているということで，この成熟期間の短いものは休眠が一般に低いというデータがたくさん出ているわけで，そういう点でも発芽率を調査する場合には気をつけないといけない問題だと思う。また，河野先生がいわれた，休眠と貯蔵の問題があったわけですけども，これは結局 genetics，その種自身の環境との反応ということと，その種自身のもっている特性ということを考える場合にどうしてもおさえおかなくてはならないことだと思います。

**小川**：種子の成熟期間の問題ですけれども，増沢さんのやっておられたマツヨイグサ属の場合には，一個体の種子の集団を取りますと半年くらい違うのだそうです。しかし，タンポポの場合は実際の受精がどのように起こるかはわかりませんが，花が開くということについてみると，せいぜいずれても3日くらいのものです。ただし，その3日くらい差というのがどの程度影響するかということは全くわかりませんが。