

植物の季節はいかにしてきまるか

渡 辺 隆 一

R. Watanabe: On the phenology in plants

は じ め に

それぞれの植物は特定の時期に芽を開き花を咲かせ実をつけていく。このような植物の季節はどのようにしてきまるのだろうか。植物のこうした季節的現象は、植物研究者だけでなく広く一般にも関心をもたれてきているが、その具体的な研究および紹介は、それほど多くはない。当研究会において二度ほど発表してきた内容とあわせて、フェノロジー（植物季節）研究の一部を紹介してみたい。

フェノロジーは一般には花暦として知られている。“生物気象学”の分野では、“桜前線”とか“ツバメの初見日”とかいった調査研究がなされている（大後1961などにまとめられている）。こうした気象庁による生物季節の観測は、明治13年（1879）以来行なわれ農業気象等の研究にも応用されている。“コブシの花が咲くとイワシがとれる”といったような自然暦がそれぞれの地方毎に生物の季節現象に注目して言い伝えられてきてもいる（倉嶋1980や筑波1978などにさまざまな例が紹介されている）。これは、外国にもみられ、ドイツではムギの収穫日とシナノキの色づきとの関係がいわれ、統計的にも高い相関があることが研究されている（Lieth 1974）。

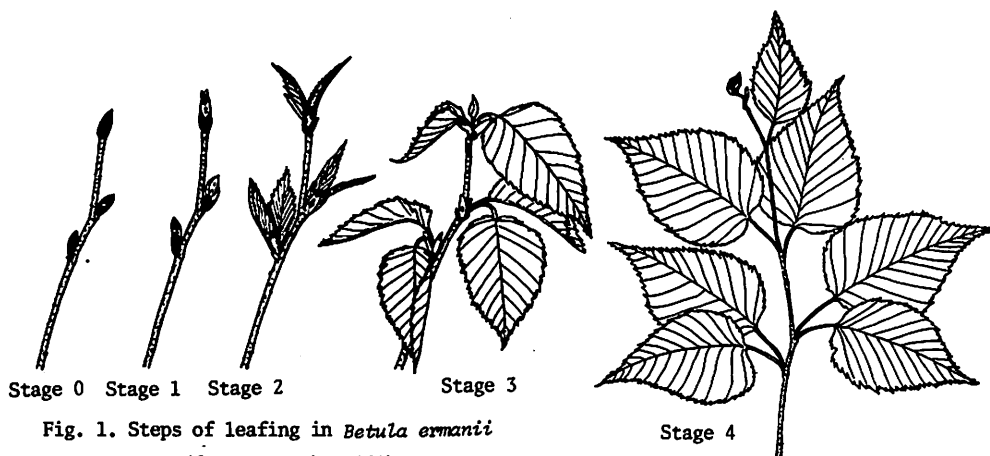
生物学、特に生態学では生物の生活史が諸研究の前提となるが、多くの場合、それは野外の季節に対応したものとなっている。また、動物と植物の諸関係も相互の季節的現象に依存している場合が多い。

特に植食性の昆虫、それも花や新芽を食べるものは、特定の季節に適応した生活史をとらざるをえないだろう。正木（1974）は昆虫の生活史の進化をこのような自然界の季節現象と関連して考察している。

植物の季節現象は、当然、気候の影響を受けた結果でもあるが、またそれは、動物や人間の活動にも影響を与えるものであり、一地域における生物界の動きの最も代表的な部分であるといえる。このような観点から、植物の季節現象を記載し、それと気象気候との関連や、また他の生物との関連を調査研究することがフェノロジーの研究であると私は考えている。

調査研究方法について

フェノロジーの定義は、はっきりしたものはないが、Linnaeus がすでに1751年にフェノロジー研究の概要として“開芽や開花、結実、落葉の植物の一年のカレンダーを、気象と関連してまとめあげること”と述べているという（Hopp 1974）。また、アメリカのIBP フェノロジー委員会は、“フェノロジーとは繰り返される生物的现象のタイミング、および、それをひきおこす生物的、非生物的要因、および、同種や異種間の諸様相関に関する研究である”と定義している（Lieth 1974）。フェノロジーには、このように学としての意味と現象そのものを示す場合とがある。先に述べた私の考えを含めて、その概念には多少のあいまいさがある。具体的な研究方法



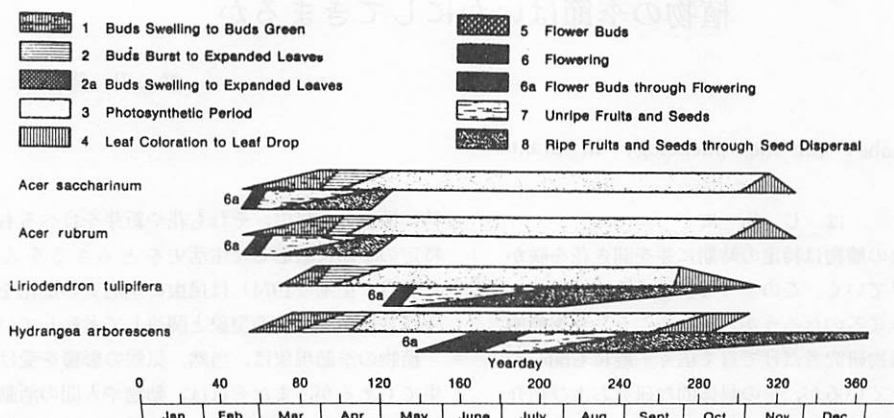


Fig. 2. An example of phenological spectra in a temperate forest (from Taylor, 1974).

は個々の研究者によってさまざまである。現象の記載の方法でさえも、またさまざまである。ここでは、特定地域の植物相のフェノロジーを記載することから考えてみたい。

調査地の大きさは任意でよいが、小笠原諸島（岡部1935）とか、コスタリカの熱帯降雨林調査地（Opler 他1980）とかいった一定の限定した地域を対象とする場合が多い。志賀高原のように、幅広い高度差をもつ場合には、特定の高度帯を限定する必要があるだろう（Watanabe 1980）。熱帯などの場合には、種の同定がつかないものも多く、また少ないものは記録のとれないものができるのはやむをえないが、できるだけ多くの種について調べ記録しておくことが重要だろう。

調査期間は開花日などの詳しい調査の場合には、毎日（倉橋他1966など）、2日毎（Frengh 他1974）、5日毎（功力他1961など）だが、一般的な現象の記録の場合には、5日毎、一週間毎、10日毎、月2回、毎月など、目的により地域によりさまざまである。フェノロジー調査の目的にもよるが、季節現象には、個体差や枝毎の差がみられるので、現象の期日の記録としては、月2～6回程度の調査期間が適当ではないかと考えられる。また、年々の差も通常は前後5日間くらいなので、10日を単位とするとほぼ平年値としての意味をもつことになる。種毎に代表個体をマークしておいて定期観察するのが能率的だが、必ずしも、それぞれがその種の平均値を示さないで、全体的な状況をつかんで判断しておくことも重要である。種によっては、咲かない年や稔りのない年などがでてしまうので、調査が一年で完結できることは少ない。

また、年々の気候も変動するので、その地域の平均的な期日を記録するだけでも3年以上を必要とするだろう。

現象の記載はやさしいようで、やってみると意外にめんどうなものである。主な観察項目としては、芽ぶき、開花、結実、紅黄葉またはしおれ、落葉などである。栄養成長に関する記録と花などの繁殖成長に分けて考えるのが適当である。それぞれを10～20の段階、または期間にあらかじめ決めておいて、調査日にどれに相当するかを決める方法がよく用いられる。栄養成長の段階については、Mueller-Dombois 他（1974）の方法では以下のようなものである。

- 0-2 最初の葉が開いてくる。
- 3 2ないし3枚の葉が開いてくる。
- 4-5 ほとんど全部の葉が開く。
- 6 植物体は完全に発達する。
- 7 葉または最初の葉が黄色くなる。
- 8 枝葉の50%以下が黄色くなる。
- 9-10 枝葉の50%以上が黄色くなるか枯れる。

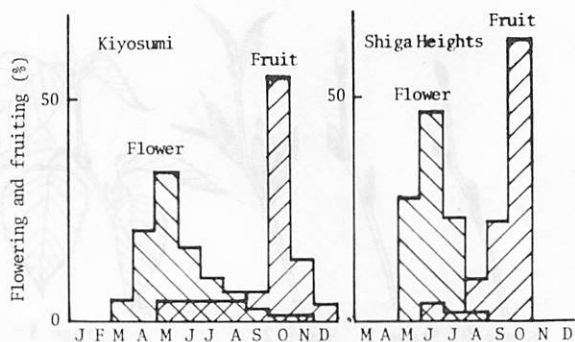


Fig. 3. Phenograms of flowering and fruiting in Kiyosumi (warm temperate) and Shiga Heights (cool temperate).

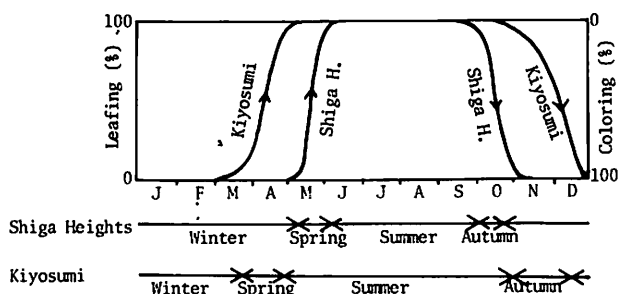


Fig.4. Seasonal divisions in Kiyosumi and Shiga Heights.

繁殖成長については、ツンドラのWielgolaski (1974) の調査では以下の5つの期間に分けられた。

- 1 花芽が肉眼で認められる期間。
- 2 開花の期間 (始め, 盛期, 終期に3分できる)。
- 3 花から完熟までの期間。
- 4 熟果の期間。
- 5 種子の分散の期間。

私の場合は樹木の調査が主なので開芽については、図-1のような5段階に分けて記録して、stage 2を開芽期としている。いずれにせよ、一定の方法があるわけではないので、目的に合わせて考えるのがよいだろう。

フェノロジカルスペクトラ (Phenological spectra) というのは、一種類毎の一年間の変化を図示したもので、表現のしかたにはいくつかの方法がある (図-2)。

フェノグラム (Phenogram) というのは、こうして集められた各地域毎の現象の頻度の季節変化をグラフ化したものである。図-3は、それぞれ、私の調査した千葉県の清澄山と長野県の志賀高原での開花と結実のフェノグラムである。開芽や紅葉葉に

についても同様に作ることができる。

Watanabe (1979) は、両地域における開芽のフェノグラムを利用して、生物季節的な四季の区分を行なった (図-4)。四季の区分は、通常、天文学的または気象学的に行なわれることが多い。しかし、実際の自然の景観や動植物の動きといったものは、このような植物季節現象に基づく区分の方がはるかによく適合しているものと思われる。ここでは、春は、落葉樹の芽ぶきが進行している期間をいい、

立ちあがりの選曲点より以前を早春とすることもできるだろう。また、芽ぶき期 (春) の終りから紅葉期 (秋) の始めまでを夏とするが、平均気温の最高点で、前、後期に二分するのも意味があるだろう。気温との関係を見ると、冷温帯上部の志賀高原では、暖温帯の清澄山に比べて春は、ほぼ同じ気温 (9℃と10℃) で始まるが、秋は、かなり低い気温 (11℃と17℃) になってから始まる。つまり、開芽にはどこでもある程度の温度を必要とするらしい。各地毎に、このような四季区分が行なわれれば、従来の気象による区分との関連がよりよく研究されるだろう。

フェノロジーにみられるいくつかの傾向

このような植物の季節はどのような要因によって決定されているのだろうか。なるほど、開芽が春に一斉に起きて、落葉が秋に一斉に起きるのは、おそらく気温の上昇、下降によるものだろう。しかし、開花については、種類毎にさまざまな時期を選んでいる。なぜ、ある種は特定の開花期や結実期、早いまたは遅い開芽や落葉期を選んだのだろうか。これは、一年という限られた時間という資源をどのように利用して生活をたてていくかという、種毎の生活

Table 1. Leafing and growth form in some regions.

		March	April	May	June	July	Mean	Reference
Kiyosumi (Warm temp.)	Deciduous tree		2 7 7 2 1				4/21	Watanabe(1979a)
	shrub	1	9 14 12 5				4/17	
	small shrub		7 3				4/ 8	
	climber		1 2 7 3				4/17	
	Deciduous total	1	1 20 31 19 10 1				4/17	
	Evergreen tree		1 5 5 1 3	1			5/ 7	
	other		3 2 2 3 3		1		4/29	
	Evergreen total		4 2 7 8 4 3	2			5/ 3	
Shiga-Heights (Cool temp.)	Deciduous tree			2 8 16 1			6/ 1	Watanabe(1979b)
	shrub			3 7 11 2			5/31	
	small shrub			1 11 5			5/27	
	climber			1 3 1			5/25	
	Deciduous total			7 29 33 3			5/29	
	Evergreen total				17 6 1 1		6/20	
Sendai (Temperate)	Deciduous tree			8 1			4/26	Yoshioka(1942)
	shrub		2 5 5				4/18	

戦略上の重要なテーマである。ここでは、生物季節現象の生理的要因ではなく、この生態的な要因を考えてみたい。

Watanabe (1979) は、清澄山地域における木本植物の季節現象を調査研究し、そのフェノロジーにおける以下のようないくつかの傾向をみいだした。

1. 落葉樹の開芽期は、一般に（もちろん例外も多い。以下は略す。）常緑樹よりも早く、短期間である。
2. 落葉樹の落葉期は、高木では、低木よりも多少早い。
3. つる性木本の開花期は他のものよりも遅い。
4. 高木の開花期は低木よりも早い。
5. 常緑樹の結実期は落葉樹よりも遅い。
6. 高木の結実期は低木よりも遅い。
7. 常緑樹の熟期間（花から実まで）は、落葉樹よりも長い。
8. 高木の熟期間は低木よりも長い。
9. 熟期間の長い種類は、開花期が早く、結実期が遅い。

このような傾向のうち、いくつかはすでに注目されており、吉岡（1942）は、仙台の樹木のフェノロジー研究において、常緑樹は落葉樹に比べて、葉の開芽のはるかに遅れ、また、低木は高木よりも開芽が早いものが多いことなどをみている。このように生育形とフェノロジーの間には、なんらかの関係が考えられる。しかし、フェノロジーといっても開芽や落葉といった栄養成長と、開花結実といった繁殖成長とはある程度わけて考える方がよいだろう。

開芽のフェノロジーについては適当な資料が少ないが、私の調査した清澄山、志賀高原、および吉岡

の仙台のもので検討してみた（表-1）。清澄山での全常緑樹の平均開芽日は5月3日、全落葉樹は4月17日で約20日の遅れ、志賀では、それぞれは、6月20日と5月29日で、同じく20日の遅れがみられる。

生育形との関係では、常緑、落葉の区別なく、高木で最も遅く、低木、小低木となるほど早く開芽した。吉岡（1943）も指摘するように、高木の下に生育する低木類が、上層の高木の展開の前に開芽を始めるのは生態的にみて有利なことだろうと思われる。しかし、菊地（1978）や丸山（1979）の調査した八甲田山および苗場山では、高木層の方が、低木層よりも約10日から1ヶ月も早く展開することが調べられている。しかし、これは、両地域とも春にはまだ大量の残雪が低木層を埋めているためと考えられる。

いずれにせよ、このような栄養成長は、気温や日照といった外部の気候要因に支配されることが多いと考えられる。志賀高原の1600m付近では、この開芽の時期（5月下旬）に遅霜があったりすると、展開中の新芽の多くがしおれて枯れてしまう。亜高山性のダケカンバなどは芽ぶきはもっと遅く、また、開花中のタカネザクラなどは、花や芽がロウ質のものでおおわれているので、この遅霜にも枯れることなく成長を続ける。このようなフェノロジーと気象条件の関係は、植生帯や高度帯の決定にもきいていることが十分に考えられる。

繁殖成長は、このような栄養成長ほどには気候の影響は少ないと考えられる。日本でも冬期に開花する種類が少なからずみられるからである。それでは個々の種の開花期を決めているものはなんだろうか。

花期に関しては、比較的多くの資料が発表されているので、いくつかの地点での比較をしてみると、

Table 2. Flowering and growth form in some climatic regions.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean	Reference
Costa Rica (Tropical)	Upper layer	16	23	23	22	28	22	25	23	20	15	8	11	5/30	Frankie et al (1974)
	Lower layer	29	29	27	21	23	35	27	34	33	25	20	16	6/23	
Bonin Islands (Sub-tropical)	Tree	1	2	4	5	5	11	3	2	2	3	1	1	6/13	Okabe (1935)
	Shrub	1	1	1	17	9	4	5	1	3	8	5	1	6/30	
	Climber			1		2	1	3	1				2	7/29	
Kiyosumi (Warm temp.)	Tree			1	9	9	2	2						5/9	Watanabe (1979a)
	Tall shrub			7	25	22	11	8	5	2	1	1	1	5/28	
	Shrub			4	21	30	15	9	9	4	1	1	1	6/4	
	Climber				4	10	11	5	6	1	1	1		6/25	
Honshu (Temperate)	Tree	1	5	14	71	111	60	27	12	7	4	4	2	5/29	Kitamura (1971, 1979)
	Tall shrub	2	18	31	45	43	12	5	5	3	3	2	2	5/31	
	Shrub	1	3	16	78	156	136	112	60	28	14	5	2	6/18	
	Climber			1	7	33	44	30	21	5	5	3		6/30	
Shiga Heights (Cool temp.)	Tree					7	20	2	1					6/13	Watanabe (1979b)
	Shrub					10	35	14	4					6/23	
	Climber						1	3						7/8	
Alaska (Sub-arctic)	Small tree				1	12	9	2	1					6/3	Leslie A.V. and Elbert L.L. (1972)
	Shrub				2	11	27	19	4					6/23	
	Small shrub				16	27	23	13	2					6/30	

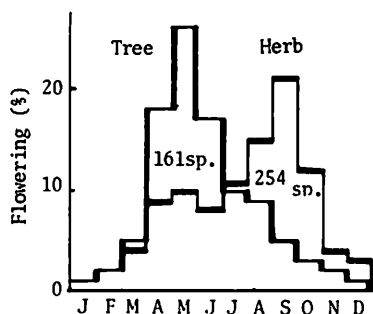


Fig.5. Flowering of tree and herb in Kiyosumi.

いずれにおいても生育形と花期との間には強い関係がみられる。

草本と木本という大きな生育形での比較を、千葉県清澄山の資料（千葉演習林概要1977）でみると、実にはっきりしている（図-5）。木本植物の花期は年の前半に多く、草本は後半に多く、まったく分かれている。草本植物には、一年生のものが含まれており、春から成長を始めるのでどうしても年の後半に開花せざるをえないということがあるのだろう。

花期と生育形の関係については、表-2のように広く熱帯から寒帯まで、一般的な傾向が認められる。高木または上層に生育するものは、花期が、低木または低層よりも明らかに早いものが多いことである。そして、木本性のつる植物（清澄山の資料では、草本性のつるについても）は、直立性のものに比べてとびぬけて遅いものが多いことである。これは、つる植物が多少なりとも草本的性格（肥大成長が少なく、連続成長するものが多い）をもっていることと関連があるのではないかと考えられる。

生育形と花期については、さらに重要な点は、熱帯の低木、または下層に生育するものは、開花期間が、高木または上層のものに比べて長くなる傾向がみられることである（Davis 他1933; Frankie 他1974）。これは、清澄山でもみられる。また、花期の早いものほど、開花期間は短かく、特に花期の遅いつる植物で、開花期間が長くなっている傾向がある（Watanabe 1979）。こうした生育形と花期および開花期間は、訪花性昆虫と密接な関連を持っており、おもしろい生態学的な問題と思われる。

実期についても、生育形と同じような関係が指摘できるが、これは、当然、花から実までの熟期間とも関連している。少なく

とも温帯域においては、熟期間と生育形との関係の方が、花期や実期との関係より以上に明りょうである。高木または上層に生育するものの方が、低木または下層のものよりも長い熟期間をもつ（表-3）。一方で、温帯地域では、実期はほとんど秋に集中している（図-3）。花期と熟期間との関係をみると（表-4）、花期が早いものほど長い熟期間をもち、遅いものほど短いという傾向がみられる。これを、生育形との関係でみると、高木の方が、花期が早く熟期間が長いということである。逆に、低木は花期が遅いが、熟期間が短いということであり、結果として、高木でも低木でも秋に実期をもつということになる。温帯地域では、多くの植物が、秋に結実、種子散布するのは、種子を食物とするような動物の活動が衰えていること、逆に、動物に食べられて散布するものでは、秋に他の食物源が少なくなること、冬眠能力の高い種子を散布するには冬の直前が能率的であることなど、いろいろに考えられる。

一方で、熟期間は、種子や果実の大きさ、熟し方などと関係しているのではないかと思われる。科や種毎に種子や果実の型式がたいへん異なるので、一概には言えないが、大きな種子や実をつけるものは、やはり高木に多いようである。低木には、巨大な実をつけるものは、そうはみあたらない。大きなまたは大量の実をつくるためには、それなりに長い熟期間が必要とされるならば、生育形と花期や実期のフェノロジーとの上記の関係がよく説明できる。熱帯から暖温帯にかけて同じ生育形のことを比べてみると（表-3）、熟期間が温度の低下とともにしだいに長くなっている。亜寒帯では生育期間の短縮のた

Table 3. Ripening periods and growth form in some climatic regions.

		No. of Mean ripening species period(month)		Reference
Malaysia (Tropical)	Emergent layer	7	5.1	Medway (1972)
	Upper layer	14	5.0	
	Lower layer	10	4.3	
Ogasawara (Sub-trop.)	Tree	40	6.1	Okabe (1935)
	Shrub	44	5.8	
	Small shrub	12	3.6	
	Climber	10	5.1	
Kiyosumi (Warm-temp.)	Tree	23	9.0	Watanabe (1979a)
	Tall shrub	80	5.2	
	Shrub	94	3.9	
	Climber	39	4.3	
Shiga Heights (Cool-temp.)	Tree	27	4.1	Watanabe (1979b)
	Shrub	52	2.8	
	Climber	4	2.7	
Alaska (Sub-arctic)	Small tree	12	1.3	Leslie & Elbert (1972)
	Shrub	35	1.4	
	Small shrub	33	1.5	

Table 4. Ripening period and flowering time of woody plants in Honshu.

Flowering	Ripening period (month)																			Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
February							1	2	1											9.5
March		2	1	2		2	14	6						1				1		7.7
April		12	11	9	9	43	19	4	1		1						4	1		6.4
May		9	15	19	62	46	8	3									5			5.7
June		6	12	35	43	10	1			1						1				5.1
July	1	6	15	16	6									1	1					4.4
August		6	9	3	1						1				1					4.4
September	2	5	1					2			1			1						5.4
October			1				1	2			1	3								9.1
November	1						2				1									7.5

め熟期間も短くなる。つまり、熟期間は結実のための生産力にある程度比例していることが考えられる。また、熟期間を系統的にみると、温帯の樹の中で、ヤナギ類はひどく開花が早く、熟期間も短い（約1ヶ月）という特徴をもっている。これはおそらく、寒帯の短い生育期間に対する適応的なフェノロジーが、温帯域にもたらされたものだろう。一方、常緑性サクラ属やカゴノキ属のように、秋期開花、翌年結実するというようなものも、温帯域の中では少数派であり、亜熱帯的な気候下でのフェノロジーではないかと考えられる。これ以上の議論は、種子の生産量や形態、散布の方法、発芽諸条件といった問題との関連においてなされなければならないだろう。

フェノロジーの起源について

Lee (1971) は、熱帯から寒帯にいたるまで幅広く、世界18箇所のフローラおよび花期のフェノロジーを調べて比較研究した（図-6）。各地域の花期のフェノグラムは、平均気温のパターンとほとんど同一である。つまり、開花可能期間とその頻度は、生物的自然にとっては、外的な気候条件によって一定の制約を受けているわけである。そして、地域の中では、生育形や花生態、種子生態といった群集の内的な規定の中で、さらに種毎に、それぞれの花期が選ばれているものと考えられる。

現在の各地域のフェノロジーは歴史的にはどのような過程によって形成されてきたのだろうか。温帯地域の植物は、熱帯を起源にして発生したものと考えられている (Axelrod 1952)。熱帯は、また通年高温で、典型的な降雨林地帯では、降水量も一年中多い。フェノロジーについては、外的な気候による制約をほとんど受けていないと考えることができる。このようなところでは、どのようなフェノロジーがみられるのだろうか。また、それは、温帯地域のフェノロジーの原形として考えられるだろうか。

1979年12月に、私はボルネオ島（マレーシア領）

に行き、サンダカン市の近くにある熱帯降雨林を見学することができた。常緑降雨林の植物を実際に採集してみると、かなり多くのものが、ずいぶんと立派な冬芽（休眠芽）をもっているのに驚いた（図-7）。成長のようすも、大部分は展開と休止を繰り返すものだという話を、現地の植物研究者から

聞くことができた。同時に、4100mのキナバル山にも登頂して、中腹のブナ科主体の照葉樹林、熱帯高山のわい生林や草地の植生をみることもできた。山頂では早朝に張った薄氷を見て驚いた。2週間ばかりのことではあるが、“百聞は一見にしかず”で熱帯の諸論文を読むには大いに役に立った。

気温、降水量が十分にある熱帯では、通年成長、通年開花、結実が可能ではあるが、実際には、そのような植物は少ないという (Richards 1952; Cro-at 1975)。マレー半島の調査では、大部分の種 (47%) は、年一回の展開期および落葉期をもつものであったという (Medwey 1972)。また、展開期も一定しているものが多い (郡場1947)。熱帯地域では、弱いながらも乾季、雨季をもつ所が大部分で、そこでは、乾季に展開のピークがある (Frankie他 1974)。乾季、雨季のリズムが強まると、雨季に展開期が移行する（図-8）。ただ、幼木や低層木の場合には、このような明りょうな季節性は示さないという。しかし、それは、連続して成長するというのではなく、展開と休止を、年に数回繰り返して行なうということである。林内ではより恒常的な条件が、このような繰り返し成長を可能にし、また、それでなければ成長して生活の場を獲得しえないのかもしれない。一方、上層の超高木は、弱いとはいえ風にもさらされて、不連続な展開、落葉を行なうようになるのだろう。

マレー半島の林の主要な樹木であるフタバガキ科は、ひどく不規則に集団開花（同時に、フトモモ科、トウダイグサ科、ムクロジ科などの多くの樹木も）を大面積にわたって行なうので有名である。しかし、その引きがねは長いこと不明であった。最近の研究では、“日平均で4時間以上という日照時間の突然の上昇が通常の集団開花を刺激する”ということがわかった (Ng 1978)。ただ、5年以上も開花がない場合には、4時間以下の日照時間上昇でも引きがねになるという。熱帯の多様な樹種からなる林では

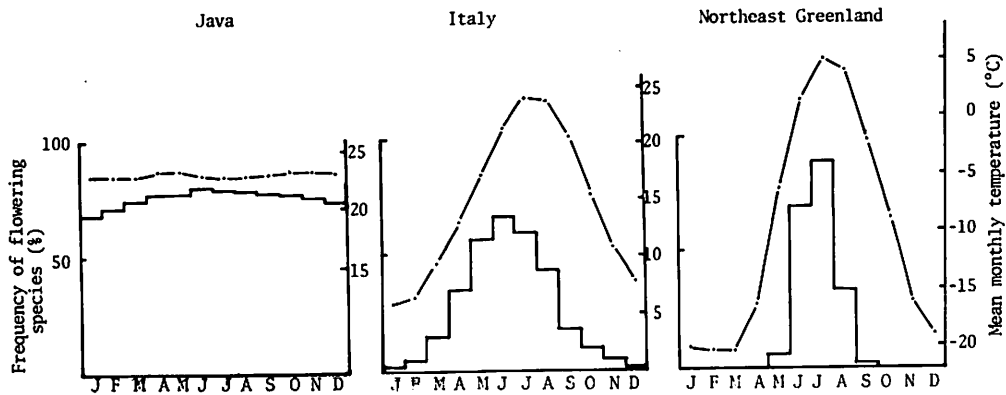


Fig. 6. Phenogram of flowering in some climatic regions (from Lee, 1971).

能率的な他家受粉を行なうためには、集団開花を引き起こさなければならない。一方で、植食性の動物の活動も大きい熱帯では、不規則な集団開花が有利だろう。大規模な集団開花のためには、日照のような要因を使わざるをえないが、そうすると、やはり開花は一定の季節に決まりがちになってくる。このようにして、熱帯では7~10ヶ月おきに規則的に開花するといった半端な周期 (Richards 1952) をもつものさえ生まれてくるのではないだろうか。また、鳥によって種子が分散されるような植物の結実の時期は、相互に重ならないようなフェノロジーの適応がみられるという (Snow 1965)。

いずれにせよ種の多様性と同様に、個々の種のフェノロジーも多様であって、パナマのバロ島で調べられた1253種の開花結実のパターンは、27種類にも分類できた (Croat 1975)。

このような熱帯低地のフェノロジー集団が、温度だけが低下するような熱帯高山に移動すると、どのような変化が考えられるだろうか。温度が低下するから熟期間が長くなるだろう。それは、一般に、体が小型化することで逆に補償されるだろう。温度も低下しかつ年変化をおこし、降水量もまた変動するような温帯地域に移動するとどうだろうか。展開と休止という栄養成長の波は、低温期の休止、気温の上昇期に展開というように、容易に適応するだろう (休眠芽を包む形態も、すでに熱帯の多くの種では前適応的に形成されているのだから)。開花と結実、気候的制約の中で、生育形的に時間的すみわけを起こしながら、なおかつ重複をさけながら、種毎の生活史にあったフェノロジーを選択することになるだろう。

ごくおおまかには、このような経過が考えられるのだが、今後、さらに資料を収集して、十分に検討

しなければならない興味深いテーマであると思われる。

おわりに

フェノロジーは地域自然の基本的な性格であり、その資料は、動植物の生態研究の重要な基礎になるものである。しかし、教科書もなく、まだ遅れている分野であると思われる。今後、各地の資料が集積されるにつれて、まだまだおもしろい成果が期待されるだろう。

また、フェノロジーの調査は、それ自体でも興味深いものであり、自然観察の一手法として、自然を見る目を養うのに最適の方法と考えられる。小、中学校のクラブ活動として、継続調査が行なわれれば貴重な資料ともなり、自然教育の大きな成果となることも期待できる。

現在できるだけ多くのフェノロジーの資料を収集しておりますので、ぜひ皆様のお力とお考えをお寄せください。

引用文献

1. Axelrod, D. I. 1952. A theory of Angiosperm evolution. *Evolution* 6 : 29-60.
2. Croat, T. B. 1969. Seasonal flowering behavior in Central Panama. *Ann. Missouri Bot. Gardens* 56 : 295-307.
3. Croat, T. B. 1975. Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). *Biotropica* 7 : 270-277.
4. 大後美保. 1961. 季節の事典. 東京堂出版.
5. Davis, T. A. W. & Richards, P. W. 1933. The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana; an ecological study of a limited area of tropical rain forest. *J. Ecol.* 21 : 350-384.

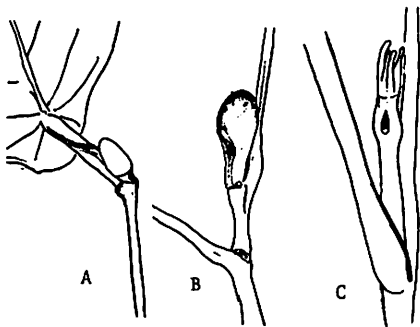


Fig.7. Sleeping buds of tropical trees in Borneo, A, *Dipterocarpus* sp. B, *Leea* sp. C, *Evodia* sp.

6. Frankie, G. W., Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. J. Ecol. 62:881-912.
7. French, N. & Sauer, R. H. 1974. Phenological studies and modeling in grasslands." Phenology and seasonality modeling" (ed. Lieth, H.), 227-236.
8. Hopp, R. J. 1974. Plant phenology observation networks." Phenology and seasonality modeling" (ed. Lieth, H.), 25-43.
9. Jackson, J. F. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower mountain moist forest. Biotropica 10: 38-42.
10. 菊地多賀夫. 1978. 八甲田山における2・3森林群落の植物季節学的観察. 吉岡邦二博士追悼植物生態論集. 517-526.
11. 北村四郎・村田源. 1971, 1979. 原色日本植物図鑑・木本編 (I), (II), 保育社.
12. 郡場寛. 1947. 馬來特にシンガポールに於ける樹木生長の周期に就て (1). 生理生態 1-2: 93-109.
13. 功力太郎. 佐々木忠兵衛. 1961. 主要樹木の季節調査資料. 日本林学会北海道支部講演集 10: 59-63.
14. 倉橋昭夫. 佐々木忠兵衛. 渋谷稔夫. 1966. 開花期と積算温度. 北海道の林木育種 9: 20-27.
15. 倉嶋厚. 1980. 季節ノート. 東海大出版会.
16. Lee, Y. N. 1971. Patterns of flowering periods in selected floras of the world (1). J. Korean Res. Inst. Better L. 6:41-52.
17. Leslie A. V. & Elbert L. L. 1972. Alaska trees and shrubs. Forest Service, U. S. Ag-

		SEASONALITY OF TEMPERATURE		
		LARGE	MODERATE	SMALL
SEASONALITY OF MOISTURE	LARGE	A cold season leaf-fall warm season flushing	B dry season leaf-fall wet season flushing	B dry season leaf-fall wet season flushing
		A cold season leaf-fall warm season flushing		D dry season leaf-fall dry season flushing
	MODERATE	A cold season leaf-fall warm season flushing		
	SMALL	A cold season leaf-fall warm season flushing	C warm season leaf-fall warm season flushing	E continuous leaf-fall continuous flushing

Fig.8. Adaptive strategies of leaf replacement as a function of seasonality of temperature and moisture (from Jackson, 1978)

- riculture.
18. Lieth, H. 1974. Purposes of a phenology book." Phenology and seasonality modeling" (ed. Lieth, H.), 3-19.
19. 丸山幸平. 1979. 高木層の主要樹種間および階層間のフェノロジーの比較. 新潟大学農学部演習林報告 12: 19-41.
20. 正木進三. 1974. 昆虫の生活史と進化. 中央公論社.
21. Medway, L. 1972. Phenology of a tropical rain forest in Malaya. Biol. J. Linnean Soc. 4: 117-146.
22. Muller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Willey international edition.
23. Ng, F. S. P. 1978. The reproductive rhythm of the forest. Nature Malaysiana 3: 12-17.
24. 岡部正義. 1935. 小笠原に於ける木本植物の開花を並び結実期に関する調査. 林業試験場集報 41: 1-100.
25. Opler, P. A., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. J. Ecol. 68: 167-188.
26. リチャーズ, P. W. 1978. 熱帯多雨林 (植松真一・吉良竜夫訳). 共立出版.
27. Snow, D. W. 1965. A possible selective

- factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos*, 15: 274-281.
28. Taylor, F. G. 1974. Phenodynamics of production in a mesic deciduous forest. "Phenology and seasonality modeling" (ed. Lieth, H.) 237-254.
29. 筑波常治. 1978. 農業博物誌. 玉川大学出版部.
30. Watanabe, R. 1978. Seasonal division based on the phenological records in two different climatical regions of Japan. *Bull. Inst. Nature Educ. Shiga Heights, Shinshu Univ.* 17: 19-32.
31. Watanabe, R. 1979a. Phenological studies of woody plants in Kiyosumi region. 東京都立大学博士論文.
32. Watanabe, R. 1979b. Phenology of woody plants in Shiga Heights. *Bull. Inst. Nature Educ. Shiga Heights, Shinshu Univ.* 18: 55-60.
33. Wielgolaski, F. E. 1974. Phenological studies in Tundra. "Phenology and seasonality modeling" (ed. Lieth, H.), 209-214.
34. 吉岡邦二. 1942. 仙台における樹木の花暦. *生態学研究* 8: 30-34.

〔植物ニュース〕 44. ヒダアザミ *Cirsium hidaense* Koidz.

大分前のことであるが木曽郡南木曽町与川の小学校分校上の林内で見られない小形のアザミを見たことがある。初夏の頃でまだ花をつけていなかったの で採集を後日に期したまま何年も過ぎてしまった。

その後京都大学で当時木曽山林学校教諭であった重本勝氏が1935年に与川で採ったヒダアザミの標本を拝見した。重本氏が採集した場所は書面で白山神社の境内で高い杉の附近であったと記憶するとの返答をいただいた。ところがこの標本を誤ってワタムキアザミと記憶し小著「木曽谷の植物」にも他の産地とあわせて、そのように記述してしまった。

昨年再び京大で重本氏の標本を拝見し、これがヒダアザミであったことを知った。そこで前にいただいた書面を再び拝見すると、貴殿の書面で私の採品がヒダアザミであることを初めて知ったとあって、重本氏自身もそれがヒダアザミであることは、それまで知らなかったと思われる。私はその時点ではヒダアザミであることを知っていたはずである。

そこで昨1980年9月17日、同町文化財委員の上本文夫氏を誘って白山神社の大杉を中心に附近を捜したが、その辺は樹木が茂っていて草本類は極めて少なく、それらしいものは見当たらず前にはあったとしても絶滅したものしか思われなかった。そこで今度は先年不明のアザミを見ておいた場所を捜すこととし記憶をたどりながら歩き廻って、ヒダアザミとみられるものを見つめることができた。

林内には小湧水が幾つか流れていて、その辺に点々と群生状をなしていた。花期には少し早いようであったが数点を採集することができた。早速北村先生にお願いしてヒダアザミと確認された。その際あわせて1973年10月16日、下伊那郡泰阜村の万古川溪

谷で採ったのもご覧願って、やはりヒダアザミと同定された。このものは日照もあってやや大形であったが数は少なかった。

これで飛騨地方の狭い範囲にしか分布していないとみられているヒダアザミが長野県南部にもあることがはっきりした。(奥原弘人)

45. キセルアザミ *Cirsium sieboldi* Miq.

キセルアザミ(マアザミ)の頭花は花が終れば上に向くが開花中は横に向いていて煙管の雁首状であるところから、この名がつけられたという。ところが昨1980年9月岐阜県の飛騨地方で植物を観察中見られないアザミのあるのに気づいた。葉はキセルアザミであるが頭花は開花中であるのに全部上向きである。富山市とその近くの湿地3ヶ所で見たのは百何十株であろうが全部同じ上向きであった。そこであの地方の調査を行っている会の会員に注意していただいたところ飛騨地方のキセルアザミは何れも開花中から上向きであるとのことであった。

これがキセルアザミであることは北村先生も確認されたが、このタイプのキセルアザミは飛騨地方特有のものともみられるので一応ヒダキセルアザミ *f. hidaense* と呼ぶこととしたい。(奥原弘人)

46. ミツバツツジ類 *Rhododendron* Sect. *Sciadorhoidion* Rehd. et Wils.

本誌前号で金井先生が梓川方面にはミツバツツジ類が見当たらないと記されているが、そのとおりで、ミツバツツジ類ばかりでなく、この方面にはツツジ類が少ない。ただ1ヶ所私は大分前であるがトウゴクミツバツツジを見ている。それはこの川の支流の奈川村黒川谷で、黒川が奈川に合流する黒川渡部落から約4km上流の林道端、最近砂防堰堤を造った直ぐその手前である。近年道路を広めて両端を削ったので数は減ったと思う。(奥原弘人)