

## 信州の植物フェノロジーの研究 (Ⅶ)

## クリのフェノロジーと標高について

小林正明 (飯田市座光寺 2155)

Masaaki Kobayashi : Phenological studies of plants in Nagano PrefectureⅦ

On the efflorescence of *Castanea crenata* (Fagaceae) and the altitude

はじめに

筆者は1990年以来、長野県内の植物フェノロジーの調査を続けてきた。本報告はそ  
 中の1993年のクリ *Castanea crenata*  
 の開花と標高の関係を中心に芽吹き、紅葉、  
 種子散布等についてまとめたものである。

クリはブナ科の落葉高木で北海道南西部  
 から本州、九州から朝鮮中南部に分布する。  
 中国には近似の別種が分布する(北  
 村, 1959)。長野県内にも全県に分布する普  
 通種で、植物分布上でもクリ帯と呼ばれて  
 いるほどの重要な種類である。

## 調査方法

## (1) 調査方法

調査方法は小林(2003)によった。小林  
 (2003)はノコンギクで草本だったので、  
 記録項目は「芽のサイズ」を加え、「草丈」  
 は調査しなかった。

## (2) 調査期間と調査場所

1993年に長野県内の任意の場所で調査し  
 た。調査に当たってはできるだけ標高、地  
 域のサンプル数が均等になるように心がけ  
 たが、後に示すように結果的に偏りがあっ  
 た。

## 結果及び考察

## (1) サンプルについて

クリに関するデータ数の市町村別、標高  
 別、月別のものをそれぞれ表1に示した。  
 が無く、冬のデータが少なかった。これは

調査データ数は272、観察個体数は461で  
 あった。データ数と観察個体数の違いは1  
 カ所で2個体以上、最大5個体観察したこ  
 とがあったからである。同時に2個体以上  
 観察したときの各観察項目の記録は平均値  
 として、データ数は1とした。

表1 クリのフェノロジー観察のデータ数。

| 標高別データ数 |      |     | 市町村別データ数 |      |
|---------|------|-----|----------|------|
| 標高      | データ数 | 個体数 | 市町村名     | データ数 |
| 1600~   | 2    | 6   | アズミ      | 6    |
| 1500~   | 0    | 0   | アナン      | 15   |
| 1400~   | 8    | 9   | イダ       | 45   |
| 1300~   | 20   | 47  | イイヤマ     | 1    |
| 1200~   | 17   | 17  | イナ       | 2    |
| 1100~   | 11   | 27  | ウエダ      | 2    |
| 1000~   | 24   | 34  | カルイザワ    | 17   |
| 900~    | 22   | 60  | コウミ      | 4    |
| 800~    | 8    | 22  | コモロ      | 27   |
| 700~    | 51   | 78  | サク       | 26   |
| 600~    | 14   | 14  | サナダ      | 1    |
| 500~    | 43   | 78  | シモスワ     | 1    |
| 400~    | 8    | 15  | スザカ      | 1    |
| 300~    | 25   | 34  | スワ       | 1    |
| 200~    | 14   | 20  | タモリ      | 49   |
| 100~    | 5    | 0   | タノ       | 1    |
| 合計      | 272  | 461 | タデシナ     | 6    |
|         |      |     | チノ       | 15   |
|         |      |     | デンリウ     | 21   |
|         |      |     | トシナ      | 1    |
|         |      |     | ナカト      | 2    |
|         |      |     | ナカノ      | 8    |
|         |      |     | ミナミノワ    | 2    |
|         |      |     | ミヤタ      | 1    |
|         |      |     | ミヨタ      | 1    |
|         |      |     | モチツキ     | 3    |
|         |      |     | ヤシロ      | 2    |
|         |      |     | ヤマノウチ    | 1    |
|         |      |     | ワダ       | 5    |
|         |      |     | 埼玉寄居     | 2    |
|         |      |     | 埼玉長瀬     | 3    |
|         |      |     | 総合計      | 272  |

| 月別データ数 |      |
|--------|------|
| 月      | データ数 |
| 3月     | 3    |
| 4月     | 19   |
| 5月     | 13   |
| 6月     | 28   |
| 7月     | 58   |
| 8月     | 10   |
| 9月     | 20   |
| 10月    | 66   |
| 11月    | 49   |
| 12月    | 6    |
| 総合計    | 272  |

データをとった地域は全県にわたったが  
 飯田市、高森町が多かった。標高別では700m  
 台と500m台が多かった。月別では1、2月  
 この期間がフェノロジーの対象となる観察

項目についての変化が少なかったからである。標高別では最も標高の低いところは天龍村伊那小沢で290mであった。最も標高の高いところは茅野市蓼科の1,670mであった。また埼玉県のデータを5つとったが統計処理からははずした。

## (2) 生育環境と分布

クリはさまざまな環境にみられた。ただ二次林では林縁によく見られたが、林内には少なかった。これは二次林を構成するナラ類のように切り株から萌芽することがないからと思われる。また山地の尾根筋のアカマツが優先する場所には無かった。

水平分布は広く、県下全域に分布する。観察データは広い範囲から記録されているが、飯山や白馬地方の記録が少なかった。これは調査に行かなかったからで、分布していないわけではない。

垂直分布の最高地点は茅野市蓼科高原の標高1,670m(1993/8/7)で、2個体観察し

た。次いで標高1,480mの白樺湖、1,440mの和田峠などであった。表1でも1,400mを越すとデータ数少なくなっている。調査活動は小諸市高峰高原(1,990m)、立科町御泉水(1,840m)は週1回の調査を行った。したがって1,500m以上のデータが少ないのは、クリの垂直分布の限界であったためと思われる。中山(1997)の長野県内のデータも、最も標高の高い記録は榑川村権兵衛峠の1,500mであった。これらのことから垂直分布は1,500mを越すと少なくなり、上限は標高1,700m近いものと思われる。

最低地点は標高290mであった。本種は長野県外では海岸付近にも分布しているから、伊那小沢の低標高の記録は単に県境の標高が290mであったためと思われる。

## (3) 標高551~750mでの周年経過

南信地方の標高551~750mの間のデータが最も多かった。この地域での1年間のフェノロジーについて図1と表2に示した。

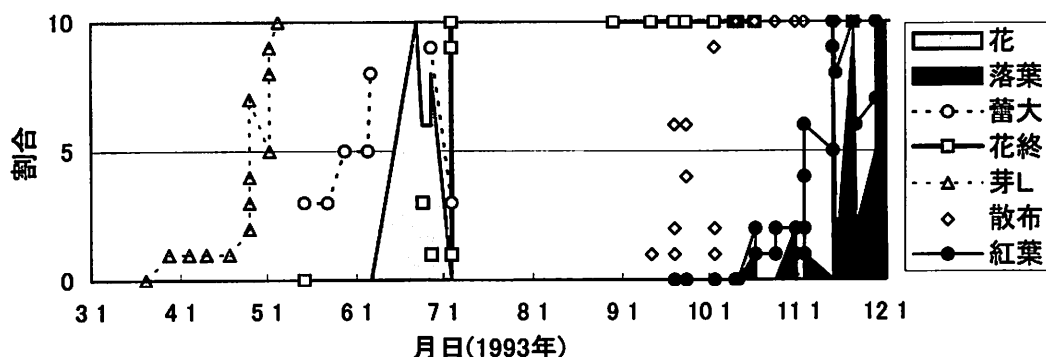


図1 クリの標高551m~750mのフェノロジー(1993年, 南信)

表2 クリの標高 551m~750m の  
主な観察日 (1993年, 南信)

| 観察内容         | 551~750m(南信) | 1201~1400m(全県) |
|--------------|--------------|----------------|
| 芽が動き始める(芽1)  | 3月20日        |                |
| 芽が動き始める(芽2)  | 4月25日        |                |
| 葉のサイズ普通(葉10) | 5月5日         |                |
| 蕾を初見(蕾大3)    | 5月14日        |                |
| 開花(花1)       | 6月15日頃       | 7/10頃          |
| 花満開(花10)     | 6月22日        |                |
| 果実散布始める      | 9月11日        | 10月4日          |
| 果実散布6割       | 9月19日        |                |
| 紅葉初見、1本のみ    | 9月23日        | 10月1日          |
| 野生種全紅葉最終確認   | 11月13日       | 11月2日          |
| 栽培種全紅葉最終確認   | 11月28日       |                |
| 落葉始まる        | 10月3日        | 10月15日         |
| 全落葉          | 11月28日       | 11月4日          |

### ①芽吹き

この芽吹きは種子からでなく冬芽からの芽吹きを意味している。最も早いのは3月20日、天龍村平岡(標高270m)と飯田市川路(標高390m)であった。この時に冬芽がほんのわずか動いて「芽1」と観察された。この後芽2になるのに約1ヶ月かかった。芽吹いた葉がクリの本来の大きさになったのは5月5日であった。蕾を最初に観察したのは5月14日で、その時に蕾サイズはすでに蕾大が3であったから、葉が本来の大きさのなったときには蕾は出来ていたと思われる。

### ②開花

蕾の中の1割が開花した状態を開花率1として、その日を開花日とした。開花率1の初観察は6月15日であった。6月22日には満開の個体を観察している。花を観察した最後の個体は7月15日であった。したがって開花期間は31日であった。

同一個体の開花期間は観察することができなかったが、今回の調査では蕾率、蕾サイズ小サイズ、蕾大サイズ、開花率、花終わり率を調べた。このデータからおおよその開花している期間を推定することができた。例えば蕾率8で開花率2のデータは6

つあった。この蕾率8の中の蕾小の平均は6であった。蕾サイズ6から1割開花までは16日かかる(この算出方法は後述の開花日推定で扱う)。1割開花したものが花が終わるまでは5日かかる(同後述)。また当初開花率2であったものは1日前が開花率1であったと思われる。以上のことから同一個体の開花期間は22日間あると推定された。これはかなり長いと言える。

### ③果実の散布

クリの種子にみえるのは果実である。クリは子房が薄くなって堅い皮になっている。種皮はクリをむいたときの渋皮である。しかしクリでは果実のまま散布されるので、ここでは果実の散布と種子散布を同義と考えることにした。

果実の散布を最初に観察したのは9月11日であった。9月19日には6割散布の個体を観察した。最も遅く種子散布を観察したのは10月3日、高森町不動滝下の標高740mで散布率1であった。この個体が全部散布するのには10日ぐらいかかるとされる。散布を初めてから全散布をするまでの期間を散布期間とすると、散布期間は32日となる。

### ④紅葉と落葉

紅葉率 $r$ を初めて観察したのは9月23日であった。その後紅葉率1が10月17日、紅葉率10を初めて観察したのは11月13日であった。紅葉率 $r$ の日から緑葉が最後に観察された日までを紅葉期間とすると紅葉期間は68日であった。ただしこの計算には緑葉を最後に観察した日が11月23日だが、その時の紅葉率は7だったので、それが紅葉率10になるのに7日かかったとして計算した。これは芽吹き、開花期間、果実散

布などの現象と比べて最も長かった。長い原因は紅葉が個体の栄養状態、病気、害虫などの影響を強くうけるためと思われる。落葉率 $r$ を初めて観察したのは10月10日、落葉率 $1$ が10月17日、最初に全落葉を観察したのは11月28日であった。紅葉期間と同様に落葉期間を計算すると56日であった。ただし、この計算には最後の落葉率10未満を観察したのが11月28日であった

が、その時の落葉率が5であったので、全落葉まで15日かかったとして計算した。

#### (4) 標高 1,201~1,400m でのフェノロジー

この高さのデータ数は全県を併せて38であった。データ数が不十分なので、全県を表示し、調査結果を図2に示した。芽吹の観察はできなかった。

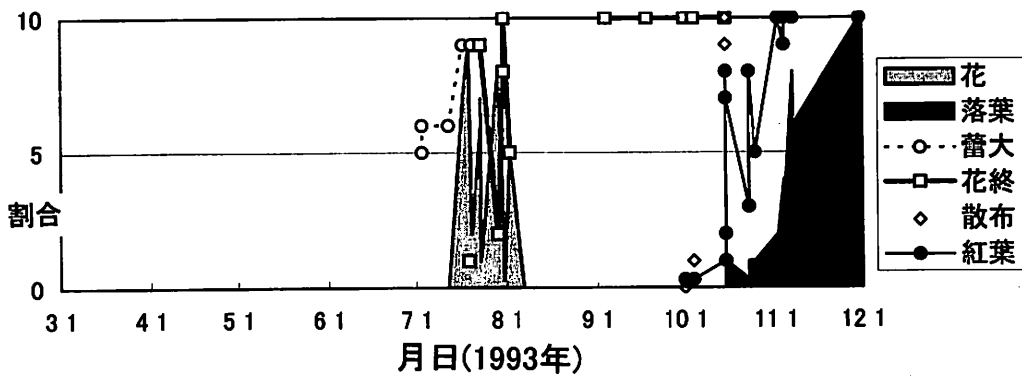


図2 クリの標高 1,201m~1,400m のフェノロジー (1993 年, 全県)

最も早い観察は4月19日だったが、まだ芽が動いていなかった。蕾は7月3日に蕾大が5であった。開花は7月17日に開花率7であった。これは蕾の大きさも開花も標高551~750mに比べて1カ月ほど遅かった。

最初の紅葉率と落葉率を1以上記録したのはそれぞれ10月15日、10月23日であった。これが標高551~750mではそれぞれ10月17日、10月31日であった。紅葉と落葉は標高の高いところが早かった。またその差の日数は蕾や開花と比べて少ないものであった。

#### (5) フェノロジーと標高

前項でみたように蕾期、開花期、紅葉期、落葉期等は標高と関わりがあることが分か

った。そこで各現象と標高との関係を検討した。

##### ①芽吹き

標高と芽吹きとの関係を図3に示した。データ数が少なかったため図には芽レベル1と2をプロットすることとした。芽吹きは標高の低いところが早く、標高と芽吹きは比例していた。回帰式から発芽前線は1日当たりおよそ9.5m登っていることが分かった。

##### ②開花期

1割開花日と標高との関係を図4に示した。1割開花している日を直接観察できたのは全データ数272の内、1つだけであった。そこで1割開花の日を次のようにして

推定した。1割開花に近いデータとして開花率 $r$ のものが2、開花率2以上のものが57、蕾をもっているものが30のデータがあった。この蕾をもっているものにはそれぞれ蕾小と蕾大のサイズを表すデータがあった。これらのデータの中に標高550~750mに最も多くのデータがあったので、このデータから表3のような開花日を推定する資料を得た。この開花日推定は次のようなものである。蕾大のデータが8のものは8日後に開花率1となり、開花率5のものは3日前に開花率1になると予想して1割開花日を推定した。その結果1割開花日のデータを40得ることができた。この1割開花日と標高の関係を示した。

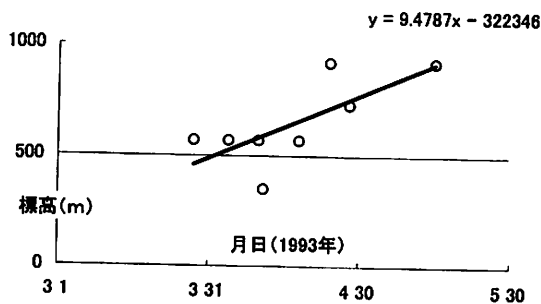


図3 クリの芽吹きと標高の関係  
芽レベル1と2をプロットした。

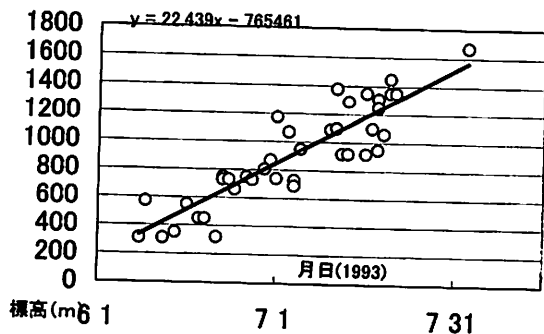


図4 クリの1割開花日と標高との関係

図4によると開花は標高が低いところが早く、標高310mでは6月8日、1,670mでは8月2日であった。この差は55日と2ヶ月近くになった。回帰式から開花前線は1日当たり22.4m登っていることが分かった。

### ③果実散布

標高と果実1割散布との関係を図5に示した。1割散布のデータ数が7と少なかったので、散布率4以下のデータ7つから散布率1の日を推定して加えた。推定値は散布率1が加わるごとに-2日とした。これは観察データの多い標高551~750mの資料から同一個体の種子散布期間はおおよそ20日間と推定されたことによった。推定したデータを加えた結果データ数は14となった。

図4から分かるとおり、標高の低いところの散布日が早く、高いところは遅かった。散布前線の上昇は回帰式から1日当たり16.6mであった。

表3 クリの1割開花日を推定の  
ための補正值

| 蕾大・開花率値 | 補正日数 |
|---------|------|
| 蕾大5     | +20  |
| 蕾大6     | +16  |
| 蕾大7     | +12  |
| 蕾大8     | +8   |
| 蕾大9     | +4   |
| 開花率2    | -1   |
| 開花率3    | -2   |
| 開花率4    | -2   |
| 開花率5    | -3   |

データ数の多い標高551m~750mの蕾大、開花率の資料から1割開花日を推定する補正值を示している。例えば蕾大の観察値が8であれば8日後に1割開花日となる。

## ④紅葉

紅葉率2と3のデータと標高との関係を図6に示した。紅葉率2と3にしたのは紅葉率 $r$ や1だと紅葉個体の生理的な理由によるものがあると思われたからである。これは病気や水分不足によって紅葉することがあるために、標高と紅葉の関係がつかめないと考えたためである。図6によると最初に観察したのは10月15日、1,320mであった。逆に最も遅いのは11月3日、570mであった。また埼玉県の場合は11月3日、標高150mであった。紅葉は栽培している個体は遅くまで紅葉しないことが観察された。

紅葉と標高の関係は標高の高いところが早く紅葉して、低いところが遅く、反比例の関係があった。これは芽吹きから果実の散布までと逆である。

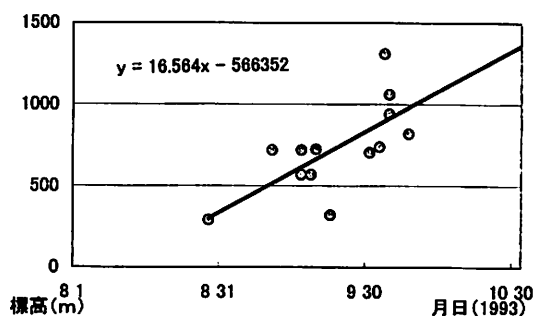


図5 クリの果実の1割散布日と標高の関係

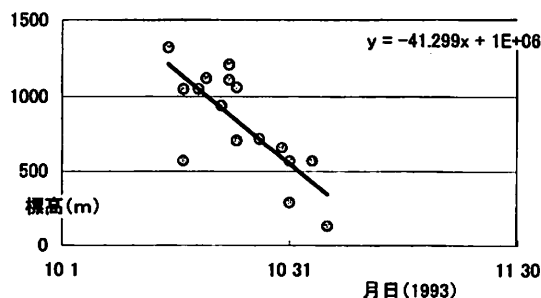


図6 クリの紅葉と標高の関係  
紅葉率1と2をプロットした。

## ⑤落葉開始期

落葉と標高の関係を図7に示した。落葉のデータは落葉率1～2のものを示した。最も早く落葉率1を観察したのは10月10日、標高1,060mであった。最も遅く落葉率1を観察したのは12月5日、標高420mであった。このデータは栽培個体であった。野生の個体の最も遅いのは11月20日、標高470mであった。図7はデータの幅があることとデータ数が少ないことによって、落葉と標高との関係を正確には示していないと思われる。しかし標高が高いところが早く落葉し、低いところが遅いという関係は変わらないと思われた。また紅葉と同様に落葉も栽培個体は遅くなる傾向があった。

## (6) 標高別の生育期間

観察した生命現象と標高との関係を回帰式を中心に検討したい。まず回帰式はマイクロソフトのExcelによって求めた。そのため $y = ax + b$ の $b$ は1990年1月1日を0とした日数の絶対値である。 $a$ は勾配を示し、それぞれの現象の1日あたりの移動する距離(m)を示している。今回の調査の結果 $a$ の値には変化が大きく、芽吹きで+9.5, 1割開花で+22.4, 種子散布で+16.6, 紅葉で-41.3, 落葉で-20.2であった。

このように差が大きいことの原因として次のようなことが考えられる。①データ数が少ないこと。②観察項目が数値化にはなじまないこと。または数値化には無理があること③データ取得が目測によるので誤差がでること。④もともとクリの中に個体差があること。⑤観察地域が一定でないこと。例えば諏訪地方は内陸的な気候要素をもっていて、他の地域の同じ標高のものと一緒に

に扱うことに無理があること。⑥紅葉などは個体ごとの肥料や病気などの環境の影響を受けやすい等である。

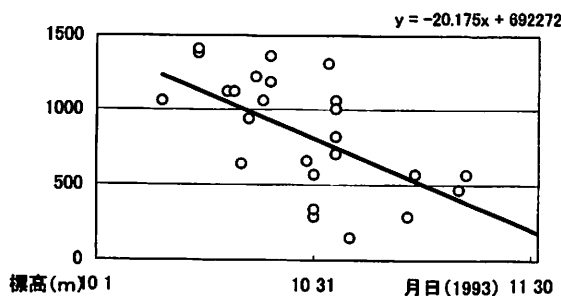


図7 クリの落葉と標高の関係

落葉率1と2をプロットした。

以上のような問題があるが、概ね芽吹きから種子散布までが標高と比例することが認められ、紅葉と落葉が標高とは反比例の関係にあることが分かった。この関係には前述したような誤差があったとしても、それぞれの現象と比例、反比例の関係は変わらないものと思われる。

芽吹きが標高と比例することは現在までの報告されているこの地方の全ての植物に共通である(小林 1999 他)。これは調べていない他の植物にも共通すると言えるだろう。

開花前線が標高と比例する関係は多くの植物と共通である(小林 1999 他)。とりわけ夏の前に開花する種類は全て標高と開花は比例する。逆に夏以降に開花する種類は標高と反比例する(小林 1999, 2001 他)。木本植物はほとんどが開花と標高は比例する関係にある。しかし8月に開花するヌルデは開花と標高とは反比例する(小林 2002)。クリは木本の中で比較的開花期が遅いにも関わらず、標高と比例関係があるのは留意する必要がある。クリでは秋に狂い咲きをすることがあるから前年に花芽ができるの

であろう。クリの開花期が遅いにも関わらず開花と標高が比例することは、おそらく花芽が秋に形成されることと関係があるものと思われる。

図4の開花前線と図5の果実散布前線から標高 500m での果実の生育期間はおおよそ 71 日である。標高 1,500m ではそれよりも若干長くなる。研究報告は無いが、経験的に一般にクリの果実は標高の低いところのものは高いところのものよりも大きい。またクリのいが(殻斗)1つに入っている果実数は標高の高いところでは少なくなる傾向がある。また標高の高いところは気温が低く、光合成効率は良くないと思われる。これらのことと果実の生育期間については今後の興味ある課題だと言える。

次に果実を散布した後の光合成期間について考えてみたい。今回の結果からみると果実散布は標高と比例するのに対して、紅葉や落葉は標高と反比例している。これは標高の低いところは果実を散布した後の光合成期間が長いことになる。一般に越冬前の光合成産物は組織内に蓄積されてモル凝固点を下げる。このことが枝などの凍結を防いでいる。本来ならば高標高のところが多く光合成産物を蓄えなければならないが、実際には蓄える期間が短くなっている。このことについても今後の検討課題である。

#### 摘要

①1993年にクリの芽吹き、開花、果実散布、紅葉、落葉について長野県内で観察し、標高との関係を調べた。

②クリの垂直分布は最高 1,670m であった。

③クリの開花は標高 300m 以下では6月初旬であったが、標高 1,600m では7月上旬で

約2ヶ月の差があった。

④芽吹き、開花、果実散布は標高と比例していた。紅葉、落葉は逆に標高と反比例していた。開花前線は1日当たり22.4m登っていた。

#### 謝辞

本研究にはタカラハーモニストファンドの助成をいただいた。またその際に琵琶湖博物館館長川那部浩哉先生、山科鳥類研究所長山岸哲先生にお世話になりました。厚

く御礼申し上げます。

#### 文献

- 中山 冽他(1997)長野県植物誌, 1731pp.、信濃毎日新聞社
- 北村四郎(1959)原色日本樹木図鑑、306pp 保育社
- 小林正明(2003)ノコンギクの開花と標高について 長野県植物研究会誌 36号 長野県植物研究会