

晩秋の樹木の生き様と観察 (MNC研修参考資料)

樹々の色付きと果実の成熟・散布

MNC 児玉 勝久

・序：秋の気象の変化（大阪：1991～2020）

	平均気温℃	日最高気温℃	日最低気温℃	日照時間h	降水量mm
9月	25.2	29.5	21.9	161	153
10月	19.5	23.7	16.0	167	136
11月	13.8	17.8	10.2	153	73
c f. 12月上旬	10.1	13.9	6.7	63	18

1. 晩秋の樹木たちの生活は？

- ・ 葉の変化・・・落葉樹で離層の形成 紅葉・黄葉・落葉
- ・ 果実の成熟（色づき）と種子散布
- ・ 冬期対策（越冬芽の完成）・・・（本稿では触れない、冬期の観察会で解説）
- ・ 冬季・早春の開花 準備・・・（同上）
- ・ 種数は少ないがこの時期に開花する樹木もある。

厳しい冬の季節への対策や、種の保存、来春以降への準備を進めています。

2. 落葉樹での離層の形成 紅葉・黄葉・落葉

夏から秋にかけて日照時間が短くなり、気温が低くなっていくに従って葉での光合成力が落ちてきます。気温の低下にともない落葉樹では葉を落とす準備を始めます。まず、葉の葉柄の基部「離層」が形成されます。この間に葉の中の葉緑体が炭水化物やタンパク質に分解され、葉身から茎に取り込まれます。その結果葉の中には代謝に不要になった物質のみが残ることになります。このように葉の働きが弱くなると葉柄基部の離層が発達し界面がコルク化し落葉につながります。

この過程で葉の色が緑から赤や黄色に、時には褐色に色付きます。

2-1. 落葉：

葉柄の基部に離層を形成 — 黄葉・紅葉・（褐色化） — 落葉

・落葉の意義は？

- ・ 省エネルギー、光合成量<呼吸（分解量）、の関係
- ・ 冬期の乾燥（蒸散）対策
- ・ 種子散布への対応

風散布種・・・翼果等 葉は風散布の邪魔

カエデ科、シンジュ、ボタイジュ 等

鳥散布種・・・落葉することで「果実」の存在を「形」でアピールする。

ウルシ・ハゼ類、ナンキンハゼ、センダン、エンジュ 等

（常緑樹では果実は赤や黒紫色に色付いて存在をアピールする。）

- ・ 葉が枯れても落葉しない樹も・・・離層を形成しない。

カシワ、ヤマコウバシ、等

（年数の若いクヌギ、コナラ等の樹・枝の葉も落葉しない・・・順次開葉枝に多い）

- ・ 半落葉樹・・・モチツツジ（大きな春葉は紅葉後落葉、夏葉は来春まで残る）

- ・ ハンノキの仲間の落葉 — 緑のままの葉を落とす。

(葉緑素の分解 ー窒素源の回収、ハンノキ類は空中窒素の固定可能、回収不要?)

- ・針葉樹 カラマツ、ヌマスギ、メタセコイア など落葉
マツやヒノキ : 冬の来る前に一部の葉を落とす
スギ 一部の葉を枝ごと落とす。

2-2. 葉の黄葉 . . . もともと葉身中には緑色系色素 (葉緑素) と共に黄色系色素 (カロチノイド) が存在するが、離層形成時には不要となった葉緑素が分解され消失し、黄色が目立つようになります。

- ・なぜ、カロチノイドは葉に含まれているのか?

植物では紫外線により、発生する活性酸素化合物から細胞、組織のダメージを防ぐ目的で葉の色素として含まれると思われます。(抗酸化作用)

2-3. 葉の紅葉 . . . 離層の形成で葉身に残った糖質やアミノ酸類が酵素の働きで赤色の色素である「アントシアン」類を作り出す。この色素によって葉が赤く色づきます。(葉が紅葉するかどうかはこの種の酵素をもっているか、否かによります。アントシアンは置換基により赤〜紅〜紫の色素となります。一般に紅葉といっても樹種により異なる一因でもあります。)

- ・緑 → 黄 → 赤 明るい赤、橙色
- ・緑 → 赤 暗い赤 (透過光が美しい)

茶褐色への変化 . . . フロバフェンという色素の合成によっておこります。(クヌギ等)

2-4. なぜ紅葉するのか?

落葉する葉に、なぜエネルギーを投資して色素 (アントシアン) を合成するのでしょうか?

- ・ 人の眼を楽しませる為?
- ・ 葉や樹皮に付く虫を驚かせ、撤退させて自身を守る?
- ・ 鳥や動物に種子の存在や、種子の成熟のサインを出し鳥などに知らせることで、散布の効果を上げるため?

(紅葉の代表種であるカエデ類の種子は風散布ですが . . .)

- ・ 本当の理由は解明されていませんが 植物は無駄なことはしないはず!

2-5. 黄葉・紅葉の時期を決める因子

植物の様々な活動 (変化) は、一日の明るい時間 (実際は夜間の暗期時間) に支配される場合と、気温に影響される場合とがあります。一部の花の開花や冬芽の形成等は暗期の時間に支配されますが、葉の色付きの支配因子は気温であるとされ、地球温暖化の進みつつある昨今ではイチョウの黄葉やイロハモミジの紅葉の時期は段々遅くなる傾向が見られるようになって来ているようです。

・イロハモミジの色付きは、最低気温が8℃を下回ると始まり、夜間と昼間の温度差が大きいほど美しく色付くと言われていました。また、紅葉には日照時間 (量?) も重要であり、一本の樹でも日当たりの良い頂部から色付き始めます。また日陰の樹木の色付きは遅れます。

・最近の研究では、紅葉の色 (鮮やかさ) は葉に残存する糖の濃度にも関係し、糖の残存量が多いほど鮮やかになるという報文があります。山岳地帯の紅葉が鮮やかなのは里や都会に比べ、秋になると急激に夜間の温度が下がることで葉に残る糖分も多い状態で紅葉が始まり、しかも夜間と昼間の温度差が大きいことが関係しているのでしょうか。他方、都市部では温暖化が進み、冷え込みも徐々に訪れるようになって来ています。このため、葉から糖分の回収が進み残存量が少なくなって紅葉が始まる為、色も鮮やかにはならないというのがここ数年の傾向ではないでしょうか?

2-6. もみじ

「もみじ」と言えば現代では一般にはカエデ類の紅葉をさす、古くは「樹々」が色付くことを「もみつ」といい奈良時代には黄葉を、平安時代に入って紅葉も「もみつ」というようになった。

*柿もみじ

柿の葉本来の緑に赤や茶など様々な色が入り混じって美しく色付くことを言います。実際には赤く紅葉した柿の葉に黄、茶、緑の模様が点在したような葉身が見られます。これ等の、模様の変色部を良く見ると中に黒色の点や穴がみられます。この黒い点々は黒星病（くろほし病）とか黒点病とか言われるものです。リンゴ、ナシ、カキ、モモ、ウメ、バラ等などの葉や果実に発生する植物の病気で、原因は糸状菌というカビによって引き起こされるとされています。

*「柿もみじ」した葉は、『柿の葉ずし』の季節版に使われているそうですし、また押し葉してのシオリに、ドングリ姫の着物にと自然工作にも使えます。

*桜もみじ

桜は春先に花で彩りを添えてくれますが、秋にはカエデに先がけ色付いた葉で秋の野山を彩る。カエデ類の単色の紅葉よりもサクラの葉の赤や橙色、あるいは黄ばんだりする紅葉の方が、より秋を感じさせてくれるように思われます。里のサクラの紅葉は緑、黄、橙、赤と変化するものが多いが、ヤマザクラ系は黄葉するものが多いように思われます。

ただ、桜の紅葉は樹全体が色付くのではなく、枝先から葉が順次色付き次々と散ってしてしまうので落ち葉を見ないと気付かないことが多い。

*蔦もみじ

蔦は花や実を愛でるものではなく、その本領は葉の美しさにある。夏の緑の葉もつややかで目を引くが、晩秋の鮮やかさを増した紅葉はさらに美しい。桜もみじ同様に古くから愛され、多くの歌にもよまれています。蔦の紅葉は、緑、黄、赤と進むものと、緑から赤色に変化するものがある。前者は鮮やかな紅色となるが、後者は暗赤色に色付く。なお、蔦の葉の離層は葉柄の基部と、葉身の基部の2ヶ所に出来、通常葉身基部から落葉し、葉柄が蔓に残ることが多い。

*樺もみじ

ハゼノキも紅葉の美しさを賞するためにカエデと共に庭木とされ、古くから神社の境内などに植栽された。ハゼノキはウルシやヌルデと同様にウルシ科の羽状複葉をもつ樹木であるが、その紅葉の様子は不可解である。通常、複葉の紅葉は葉身全体が色付くのが普通であるが、ハゼノキでは小葉が別々に色付くことが多い。また、通常の紅葉は樹冠から下方へ進むのが普通であるが、ハゼノキではそのような規則性はなくあちこちから色付きが始まる。さらに紅葉後の落葉も小葉単位である。ハゼノキの紅葉は他の樹木の色付きに先立って進み秋の山を最初に彩る。

*銀杏もみじ

紅葉の代表が、カエデなら黄葉の代表はイチョウといえるであろう。若葉も美しいが、秋の黄葉の鮮やかさは圧倒的で、特有の扇形の葉がいっせいに色付いて樹全体を黄一色に染め上げる。神社仏閣に多く植えられ、この季節に地方を旅すれば遠くからでもそれとわかる黄金色に輝く大樹が目につくであろう。イチョウの葉には防虫効果があり、落ち葉を作物の根元に敷くと、肥料兼虫除けとなる。また、しおりとして書籍に挟めば紙魚（しみ）防除の効果もあると言われています。

*ははそもみじ

「ははそ」とは、コナラなど櫟属の樹の古語。コナラやミズナラなどが赤茶や黄色に色付くことをさします。山では最も遅い時期の紅葉とされます。

*参考：世界三大紅葉樹

ニシキギ、スズランノキ、ニッサ・シネンシス

3. 果実の成熟と色づき

・多くの樹木は春季に花をつけ、晩秋に果実を実らせます。樹木の果実(種子)の散布は殆ど動物、特に野鳥に頼っています。野鳥の多くは春～夏季は主として昆虫を主食としています。晩秋になると昆虫は姿を消します。昆虫がいなくなると果実を餌とします。樹々はこの時期に合わせ果実を成熟させるわけです。春～初秋にかけての種子の成熟期は、果実は葉と同様に大抵緑色です。また、果肉部には酸や苦味成分が含まれており、動物などに食べられないような防御策がとられています。

晩秋、種子が成熟すると色付き動物に果実の存在をアピールするようになります。

・種子が成熟すると果実は赤や黒青色に色付きますが、落葉樹では色付かずに葉を落とすことで果実の存在をアピールするものが多いようです。

・また、カエデのような翼果は落葉後まで果実を残します。

4. 果実・種子の散布戦略

4-1. 種子の散布戦略

『生態学事典(日本生態学会 2003)』によると、「**種子が母植物から離れて拡がっていくことを種子散布という**」と記述されています。植物は基本的に自ら動くことはできず、散布体(果実や種子など)といわれる器官によって移動あるいは分布拡大をおこなっています。

なぜ植物は種子散布を行っているのかについては、いくつかの説が挙げられています。

・「**逃避仮説**」 親の植物体の近くでは密度が高まることにより、実生同士の競争や捕食者を多くひきつけること、あるいは病気の発生による阻害など、死亡率が高くなる要因から逃れるためであるという説。

・「**移住仮説**」 種子散布によって種の分布を拡大させるチャンスを獲得するためであるという説。

「**指向性散布**」 種子が生育にとって好条件である場所へと運ばれるという説。

4-2. 種子散布の分類

種子散布は、その種子がどのようにして運ばれるのか(散布されるのか)によっていくつかの様式に分類されています。

- ・ **自発的散布** ・ ・ ・ ・ ・ 自分ではじけ飛ぶ(フジ等のマメ果、フウロウソウの仲間)
- ・ **風散布** ・ ・ ・ ・ ・ 風によって飛ばされる(翼果、針葉樹の球果等) 後述
- ・ **水散布** ・ ・ ・ ・ ・ 流水や海流によって流される (ヤシやサキシマスオウの実、)
- ・ **重力散布** ・ ・ ・ ・ ・ 重力に任せて落ちる、ころがる。(ドングリの仲間) ・ ・ ・ 現在?
(ドングリ等は動物散布とし、**重力散布**という言葉自体が使われない場合がある)
- ・ **動物散布** ・ ・ ・ ・ ・ 動物によって運ばれる (後述)
 - 附着型 ・ ・ ・ ・ ・ 鉤や棘などの構造物や粘着物によって動物の体にくっつき運ばれる
 - 食べ残し型 ・ ・ ・ ・ ・ 種子自体が餌資源として食べられるが、貯食などにより食べ残されたものが発芽する (重力散布と言われるものの大部分はこの型)
 - 周食型(鳥散布) ・ ・ ・ ・ ・ 周りの果肉は食べられるが、中の種子は食べられずに糞やペリットとして体外に排出されます。 (特殊なケース アリ散布)

4-3. 風散布について ・ ・ ・

風で散布される**果実**や**種子**は翼や毛束によって表面積を大きくしているものが多く見られます。また種子自体が極めて小さくしているものもあります。風散布される種子は基本的に軽いものが多く、養分(胚乳など)を多くためることができないので、芽生え時から活発な光合成が可能な明所に生きる種が主です。種子や果実を遠くまで風に運んでもらう為、以下のような工夫がなされています。

・葉による散布

ケヤキ では複数の果実をつけた短枝が散布体になり、短枝ごと葉とともに風を受けて運ばれます。

・苞葉による散布

ボダイジュ等の 果実 は苞葉が風を受けて運ばれます。またツクバネ (ビャクダン科) では翼状になった苞葉が果実 (翼果) の一部になっています。

・風船状の果実

フウセンカズラ の果実は紙風船のように膨らんでおり、種子を含んだまま風に飛ばされます。

・翼果

果皮の一部が花の後に成長して翼になるもの。ニレ科・ハルニレ, アキニレやナデシコ属 (ナデシコ科)、ムクロジ科 (旧カエデ科)、タデ科の一部 などに見られます。アオギリ (アオギリ科) では成熟後に果皮が割れて心皮ごとに分離し、種子をつけた心皮が風を受けて散布されます。ツクバネウツギ (スイカズラ科) では萼片が翼になっています。

・果実の毛

特別な呼称はないが、風散布する果実にはさまざまなタイプの毛をもつものがあります。キク科の多くでは萼の変形物 (**冠毛**) が綿毛のようになって風に乗ります。樹木でも、一見豆果に見えるテイカカズラやキササゲの果実も冠毛をもちます。

・種翼

種子にある翼状の構造を**種翼**といいます。被子植物ではユリ属 (ユリ科)、ヤマノイモ属 (ヤマノイモ科)、トリカブト属 (キンポウゲ科) などにみられ、**外種皮**が伸張したものであります。裸子植物のマツ属 (マツ科) の多くでは胚珠が付いた葉である**種鱗**の組織がはがれて種翼になります。

・種髪

種子にある毛束のことを**種髪**といいます。アカバナ属 (アカバナ科) やガガイモ類 (キョウチクトウ科) など珠孔付近の**珠皮**起源のものと**ヤナギ科**のように**胎座**起源のものがあります。人間が利用するワタ (アオイ科) の毛も本来は風散布のための構造です。

・その他

種子が極めて小さく、わずかな風でも飛び散ることができる種もあります。ラン科はこのタイプの種子をつくります。

4-4. 動物による散布

前述のように、動物を利用し種子散布をする方式には、付着型、食べ残し型、周食型があります。この内、付着型は草本類の果実に多く、樹木の果実・種子では後2者による散布が圧倒的に多く見られます。

A. 付着型 : 文字どおり、動物に付着することで種子散布されます。

オナモミ、メナモミ、センダングサ、ヌスビトハギ、チカラシバ等

B. 貯食型散布 (食べ残し型)

果実等を地中に貯える習性を持つ動物 (アリ・ネズミ・カケスなど) によって貯蔵場所に運ばれ、食べ残されたり食べ忘れられたりしてその場で発芽する。ブナ科のいわゆるドングリ 類(アカガシ、ミズナラ等)、クルミ等 にその例が見られます。

C. 周食型散布

果実を動物に食べてもらい消化管を通過した後、種子が散布される様式を周食型散布と呼んでいます。散布者として働く動物には、哺乳類や鳥類、爬虫類、魚類などが知られています。なかでも鳥類は、樹上の果実消費者であり、高い移動能力を持つため、有効な種子散布者であるとされています。

また、鳥類には歯がないため果実を丸ごと飲み込んで果肉を消化しますが、種子は破壊せずに糞によって排出されるか、あるいはペリットとして口から吐き出されます。そのため嘴で種子を割って食べるか、あるいは砂嚢によって種子を破壊する種子食鳥類を除けば、種子の破壊される危険性は少ないわけです。さらに、植物種によっては種子が鳥類の消化管を通過して果肉が除去されたり、表面に適度な傷をつけられることにより発芽率が上昇することも知られています。これらのことから、鳥類は有能な種子散布者であるといえます。そこで、鳥類による種子の散布を特に**鳥散布**と呼んでいます。

*.鳥散布の果実の特徴

・鳥類には歯がなく、大きな果実をつつく場合を除けば果実を丸呑みします。そのため、鳥類が食べられる果実の大きさは基本的に嘴を開けたときの大きさより小さいものとなります。植物のほうからみると、大きな果実は大きな口をもつ鳥類にしか食べられないが、小さな果実は大きな口の鳥類から小さな口の鳥類まで幅広く食べられることとなります。しかし、採食効率の問題もあり、あまりに小さい果実は好まれない可能性も示されています。

・野鳥の多くは、春～秋にかけては栄養価の高い昆虫や、昆虫の幼虫を餌としていますが、昆虫等が少なくなる晩秋から初春にかけては果実を主な餌とします。この期間に合わせて樹木は実を熟させます。果実の色付きについては、3つの機能があると考えられています。

- ① 鳥等に注意をひきつける。
- ② 個々の果実の具体的な位置を示す。
- ③ 果実が熟したことを示す。

一般に照葉樹の実は赤や黒紫色に色付き、実の成熟と存在をアピールします。また、ミヅキ類やイヌザンショのように実の小さいものでは、果柄を赤くし、実のありかをアピールするものもあります。これに対し、落葉樹では葉を落とすことで実の存在を知らせ、色付かない種もあります。(センダン、ナンキンハゼ、エンジュ、ウルシ科の仲間など)

*その他

- ・アリ散布 (エライオソーム・スミレ類、アケビ、ホトケノザなど)

5. 晩秋・初冬に開花する樹木

数は少ないが、晩秋から初冬に花をつける樹木もあります。

- ・ツバキの仲間 サザンカ、チャノキ、ハマヒサカキ等
- ・ヤツデ・・・両性花・雄性先熟
- ・ビワ・・・花期が長い。

一般的にこの季節に開花する花は、送粉者である昆虫類が少ないので春や夏に比べ花期が長いのが特徴です。また、サザンカやツバキはメジロ等野鳥に送粉を委ねる種もあります。

6.この季節の樹木観察

通常であれば、晩秋に向けて落葉の前段階の紅葉や黄葉が見られ始める時期です。また、この時期には果実を熟させる樹木も多く絶好の観察対象でもあります。さらに、詳しく観察すれば、冬季の乾燥や寒さに耐え、来るべき春に備えた越冬芽が見られ、これ等も観察のポイントとなります。

以下、この季節の樹木の観察ポイントを列記します。

6-1、常緑樹

- ・常緑の樹木の姿は基本的に夏季と変わることが無いように思われますが、多くの樹木では越冬芽が見られます。冬芽の付き方等は落葉樹と変わることはありません。

シイ・アラカシ等とコナラ、クヌギ等

- ・この季節に果実を成熟し、色付きます。これ等の果実も観察の対象です。
モチノキの仲間、ネズミモチ、ピラカンサ、クスノキの仲間等
前述のように樹木の種子散布の様式は主として、風散布と動物散布によってなされることが多いが、これ等の散布方式に対して樹木等はどうのような知恵を働かせているであろうか？この機会に少し詳しく見てみたい。
- ・また、この季節に開花する樹木は少ないが、ビワやサザンカ、チャノキ、ヤツデのように開花する樹木もあります。
- ・針葉樹では雄花花序が見られる種も多くあります。（ヒマラヤスギ、スギ等）

6-2. 落葉樹

- ・紅葉（黄葉）、落葉の時期は樹種によっても異なります。身近な場所ではどんな樹が早く色付き、落葉するだろうか？
- ・落葉後の果実の観察、
- ・落葉後の樹の姿は、夏季には観察の難しい樹形、樹皮の様子、枝の分枝、枝先の変化等の観察が容易になります。勿論越冬芽、葉痕等も魅力ある観察対象となります。

6-3. 花序および開花

- ・ハンノキやヤシヤブシ等のカバノキ科の仲間では雄花花序と雌花花序（冬芽）が見られます。
- ・メタセコイア、スギ等の雄花花序、
- ・コブシ等の花芽、
- ・開花　　ビワ、　サザンカ、チャノキ等ツバキ科の仲間

以上

参考：生物季節観測（大阪・気象台データ）

イチョウ

	黄葉日	落葉日
平年	11月20日	12月3日

もみじ（イロハモミジ）

	紅葉日	落葉日
平年	12月2日	12月15日

- *各気象台の「生物季節観測」の対象種は2021年度から6種、9項目に縮小されましたが、
・イチョウの黄葉と落葉　・イロハモミジの紅葉と落葉　の観測は残されることになりました。