

三瓶演習林における落葉広葉樹二次林を構成する樹木のフェノロジー

尾崎嘉信<sup>1</sup>・寺田和雄<sup>1</sup>・山下多聞<sup>2</sup>

Leaf and shoot phenology of trees in a deciduous broad-leaved secondary forest in the Sambe Forest, Shimane University

Yoshinobu OZAKI<sup>1</sup>, Kazuo TERADA<sup>1</sup> and Tamon YAMASHITA<sup>2</sup>

**Abstract** We studied the leaf and shoot phenology of five tree species, i.e., *Styrax japonica*, *S. Obassia*, *Cornus Kousa*, *Acer rufinerve* and *Carpinus tchonoskii*, in a deciduous broad-leaved secondary forest in the Sambe Forest. Leaf emergence started in early April and ended by late April. It takes all tree species about 19 days to fully expand their leaves. On the other hand, leaf shed started in the middle of September to the middle of November dependent on tree species. Duration of leaf shed differed among species, from 8 days to 42 days. We also measured the length of leaves and current shoots. The growth pattern of leaves showed no differences among species. But the annual growth pattern of current shoots differed among species. The current shoots of *Acer rufinerve* elongated almost two months after the leaf expansion had stopped. The current shoot elongation of *A. rufinerve* is performed using photosynthate produced by their current leaves, whereas the other species utilize the annotinous photosynthate.

**Key word:** Deciduous Broad-Leaved Forest, Growth Pattern, Leaf Expansion, Leaf Shed, Shoot Elongation.

はじめに

開葉や落葉といった樹木の生物季節（フェノロジー）は、温度をはじめとする環境の変化の影響を反映していると考えられる。地球環境の変化やそれに対応した生物の生活の変化などをとらえる上で、樹木フェノロジーの長期にわたる観察は重要である。気象台発表の桜（ソメイヨシノ）の開花予報や紅葉前線などは樹木の開花フェノロジーや落葉フェノロジーの応用的側面である。また、樹木のフェノロジー調査を光資源獲得のための生存戦略を解明する手段としてとらえることもできる（青木ほか、1995；加藤ほか、1999）。

全国の大学演習林を中心とする全国大学演習林協議会では「樹木フェノロジー観察ネットワーク」を構築し、各地の演習林において樹木の開葉、落葉などの過程をモニターしている（藤原ほか、1996）。

島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター森林科学部門三瓶演習林では1996年よりこの計画に参

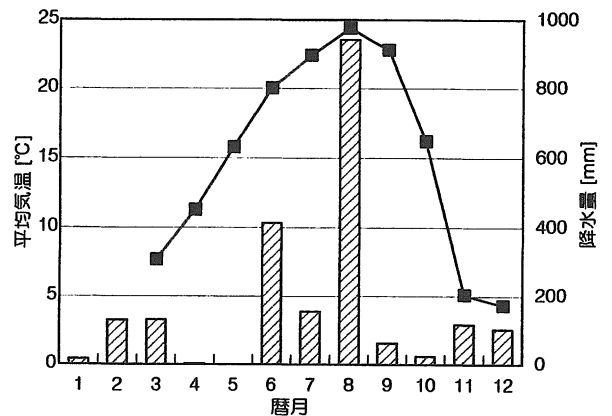


図1 1999年の月平均気温 [■: 左軸] と月降水量 [棒: 右軸] の変化 1月および2月の気温は欠測

<sup>1</sup>: 附属生物資源教育研究センター森林科学部門三瓶演習林

<sup>2</sup>: 附属生物資源教育研究センター森林科学部門

<sup>1</sup>: Sambe Forest, Forest Science Section, Education and Research Center for Biological Resources

<sup>2</sup>: Forest Science Section, Education and Research Center for Biological Resources

加しており、現在5種の樹木の観察を続けている。本報告では光資源獲得戦略という観点も含め、1999年の樹種毎の開葉・落葉の時期や、葉やシュートの伸長過程について報告する。

## 調 査 地

本調査は、主に島根県大田市および頓原町にある島根大学三瓶演習林(35° 10' N, 132° 40' E)内の落葉広葉樹二次林(標高300~600 m)において行った。調査地より約3 km離れた演習林事務所前の気象を図1に示す。若干の欠測があったが1999年の平均気温は16.4°C(最高31.6°C, 最低-4.8°C)で、年降水量は2,094 mmであった。

本演習林は薪炭林として利用されてきた経緯があり、主にコナラ *Quercus serrata* Murr, クリ *Castanea crenata* S. et Z., シデ類 *Carpinus spp.* から成る典型的な落葉広葉樹二次林となっている(山下ほか, 1996; 寺田ほか, 2000)。

## 調 査 方 法

本調査は1999年3月下旬~同年12月下旬にかけて、演習林内の林道・作業道沿いおよび演習林事務所構内のいずれも高木層を形成しうるエゴノキ *Styrax japonica* S. et Z., ハクウンボク *Styrax Obassia* S. et Z., ヤマボウシ *Cornus Kousa* Bueg., ウリハダカエデ *Acer rufinerve* S. et Z.およびイヌシデ *Carpinus Tschonoskii* Maximの5種を対象として行った。調査に供した各樹木は調査が困難な森林内の高木層ではなく、到達の容易な道路沿いの比較的開けた立地に生育するものを選んだ。エゴノキ, ハクウンボク, ヤマボウシ, ウリハダカエデから3個体ずつを、さらにイヌシデから2個体を選び、開葉・落葉の度合い, 葉・当年生シュートの長さを判定

あるいは測定した。各個体の開葉・落葉(着葉)の度合いは、目視による基準を表1のように定め、1~2週間間隔で判定した。ステージ1, ステージ5が最初に観察された日をそれぞれ開葉開始日, 開葉終了日とした。また, ステージ5が最後に確認された日を落葉開始日とし, 落葉が始まった後最初にステージ1が観察された日を落葉終了日とした。さらに, 各個体から3本の当年生シュートを選んでマークし, その長さを同じく1~2週間間隔で測定した。同時に各個体から無作為に10枚の葉を選び, その葉身長を測定した。

## 結 果

1. 開葉の時期 開葉・落葉の過程を図2に, またそれをもとに推定したそれぞれの開始日, 終了日を表2に示す。開葉の時期については, いずれの樹種でも4月上旬に開葉し, 同月末に開葉が終わっていた。開葉に要した日数の樹種間較差は5日であった。イヌシデとハクウンボクの開葉パターンはステージ0からステージ5へと中間的な時期のないものであった。他の3種はステージ0から順に開葉段階をあげた。ウリハダカエデの場合, 一通り開葉を終え開葉終了と判定された後もシュートが伸長し続け, 葉数も増えているのが観察された。

表1 開葉および落葉の度合いの判定基準

ステージ	開葉の度合い	落葉の度合い
0	0%	100%
1	1~20%	80~100%
2	20~40%	60~80%
3	40~60%	40~60%
4	60~80%	20~40%
5	80~100%	1~20%

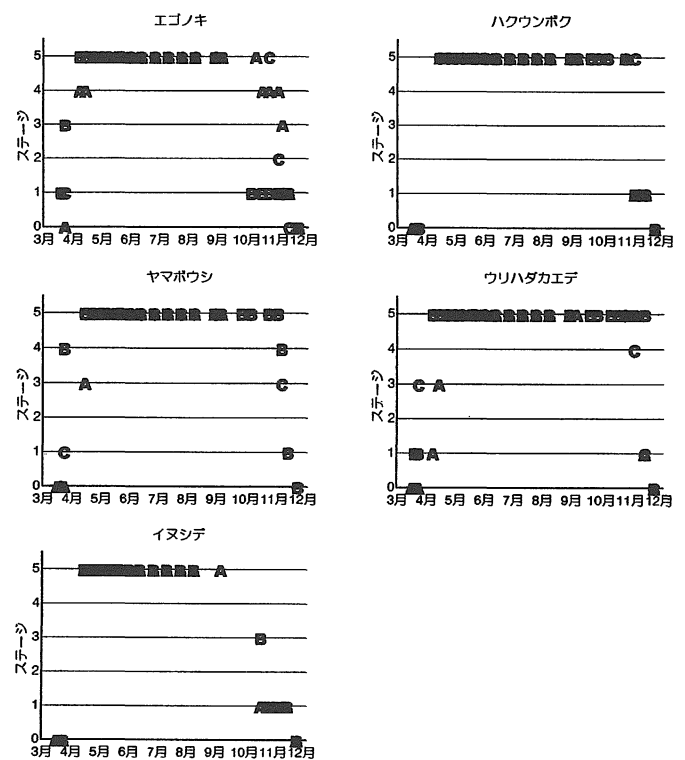


図2 開葉および落葉ステージの季節変化 A, B, Cの記号は各樹種の個体別の平均値を示すがイヌシデはA, Bの2個体のみ

表2 各樹種の開葉および落葉の開始日，終了日とその日数

樹種	開葉			落葉		
	開始	終了	日数	開始	終了	日数
エゴノキ <i>S. japonica</i>	4月3日	4月25日	22	10月15日	11月10日	27
ハクウンボク <i>S. Ovassia</i>	4月10日	4月28日	18	11月8日	11月16日	8
ヤマボウシ <i>C. Kousa</i>	4月7日	4月28日	21	11月15日	11月26日	11
ウリハダカエデ <i>A. rufinerve</i>	4月9日	4月26日	17	11月10日	11月26日	16
イヌシデ <i>C. tchonoskii</i>	4月10日	4月28日	18	9月17日	10月29日	42

表3 各樹種の葉およびシュートの最終サイズ到達日

樹種	最終サイズ到達日	
	葉長	シュート長
エゴノキ <i>S. japonica</i>	5月24日	5月23日
ハクウンボク <i>S. Ovassia</i>	5月30日	5月29日
ヤマボウシ <i>C. Kousa</i>	5月27日	6月7日
ウリハダカエデ <i>A. rufinerve</i>	6月1日	7月27日
イヌシデ <i>C. tchonoskii</i>	5月21日	5月15日

2. 落葉の時期 一方，落葉の時期については樹種によって多少の違いがあるように思われた。イヌシデが最も早く9月中旬に落葉を始め，次いでエゴノキが10月中旬に，それ以外の3樹種がほぼ同時期の11月半ば頃に落葉を始めた。落葉の終了もイヌシデ，エゴノキが早く，その後ハクウンボク，ヤマボウシ，ウリハダカエデが続いた。イヌシデやエゴノキでは比較的早い時期から落葉を始め，時間をかけて葉を落としていたが，それ以外の樹種では遅く落葉を始めて，短期間に落葉を終わらせる傾向がみられた。ハクウンボクの落葉パターンは落葉に要する日数が少ないことを反映して，ステージ5からステージ1へと中間のステージを省略したパターンを示した。

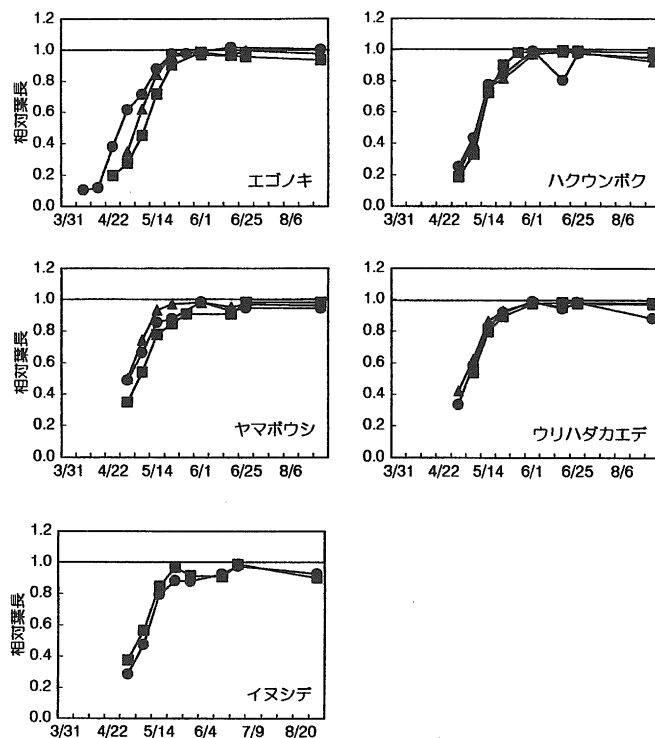


図3 最大葉長を1.0とした相対葉長の季節変化 横軸は測定日を，■，▲，●の各樹種の個体別平均値をそれぞれ示す

3. 新葉の伸長 葉の伸長の過程を図3に，葉の最終サイズ到達日を表3に示す。同樹種の各個体間でのばらつきは小さかった。また各樹種とも似たようなパターンを描き，葉の最終サイズ到達日はほぼ5月下旬に集中していた。表2と表3の日付をもとに，葉の最終到達サイズとそれに到達するまでの日数との関係を見ると図4のようになった。イヌシデは40日であったが，他の4樹種は葉の最終サイズによらず50日程度であった。

4. 当年生シュートの伸長 当年生シュートの伸長過程を図5に，当年生シュートの最終サイズ到達日を表3に示す。これについては樹種間で，また各樹種内のシュート間で差がみられた。樹種による伸長パターンの違いをみると，ウリハダカエデとそれ以外の4種の間で顕著な差がみられた。ウリハダカエデ以外の4種では最初の1ヶ月～1ヶ月半の間に伸長を終えているのに対し，ウリハダカエデでは測定を終える9月上旬までシュートが伸び続けていた。葉とシュートの最終サイズ到達日を比較すると，ウリハダカエデ以外の4種ではそれらが比較的近い時期になっているのに対し，ウリハダカエデではシュートが最終サイズに達するのが葉が最終サイズに達する約1ヶ月半後になっていた。

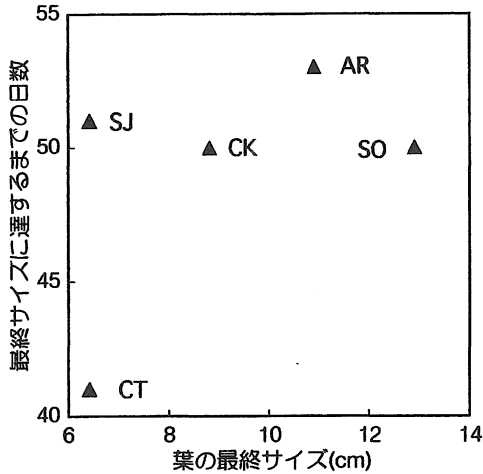


図4 葉が最終サイズに達するまでの日数と葉の最終サイズの関係 SJはエゴノキ, SOはハクウンボク, CKはヤマボウシ, ARはウリハダカエデおよびCTはイヌシデを示す

考 察

開葉に要する日数は5樹種でばらつきは少なく、平均で19日であった(表2)。葉身の最終サイズに至るには40ないしは50日を必要とした(図4)。各樹種ともほぼ同じ日数で開葉を終了させ、最終サイズに到達することから、最終サイズが大きい葉を広げる方が光資源獲得の観点からは有利なように考えられる。しかし、観察によれば葉身長が長い樹種では単位シュート当たりの葉数が少なく、シュート当たりまたはシュート長当たりの葉面積には大きな差はおそらく認められない。大きく少数の葉をもつか、小さく多数の葉を持つかは遺伝的進化的要因によるものである。いずれの戦略をとるにしても葉の展開は5月中に完了させている。これは光条件が比較的良好な道路沿いの個体を調査対象とすることで、樹種間または個体間の光環境が似通ったものとなったことが影響していると考えられる。同じ樹種でも光環境その他微気象的な違いの見られる林冠部の葉と林床部の葉ではフェノロジーが異なる(仁藤・橋本, 1997)。開葉フェノロジーについては、同じ樹種の林冠部のシュートと林床等の被陰部のシュートの比較や、林床性の樹木と高木性の樹木の比較調査を行う必要がある(加藤ほか, 1999)。

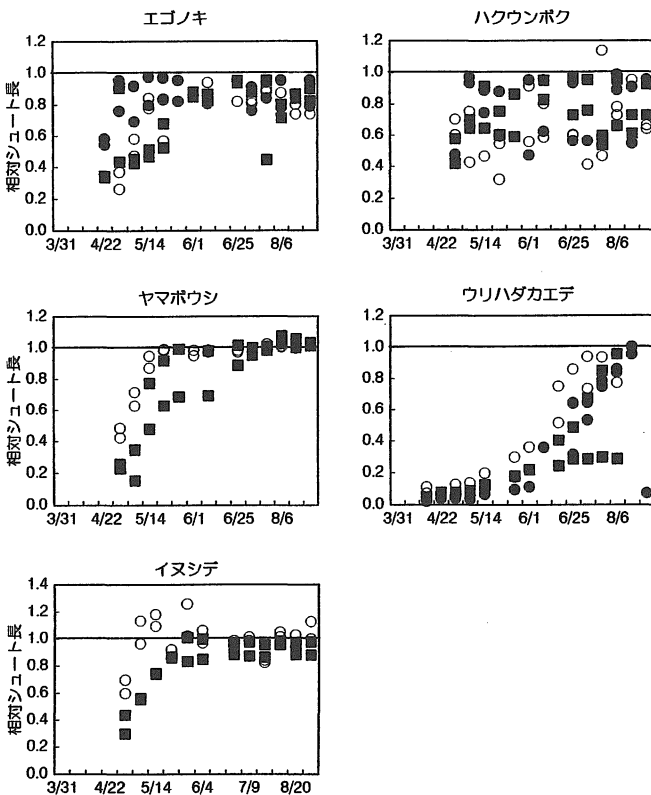


図5 最大シュート長を1.0とした相対シュート長の季節変化 横軸は測定日を, ■, ●, ○は各樹種の個体別平均値を示す

開葉にくらべ落葉に要する日数は種間の較差が大きかった(表2)。とくにハクウンボクは11月8日から8日間で、イヌシデは9月中旬から42日間かけて落葉させ、5倍以上の時間差がある。光合成の開始時期を決定する要因でありかつ完了時期が同調する開葉に比べ、青木・橋本(1995)の言うように夏期の成長期間を終えた後の落葉は各樹種ごとで必ずしも同調しないことがわかった。ただし、ここでいう落葉はシュートからの脱落をさし、緑色の場合と褐変している場合とどちらもシュート上であれば着葉状態とみなしている。通常、落葉は葉柄基部に離層を形成することによって生じる。また、離層形成に先立って可溶成分の転流を促し、葉身の細胞質などをシュートに引き戻す。この過程で褐変が生じるが、観察によれば落葉の遅い樹種の場合、褐変後もシュート上に残存していることが多い。葉の褐変と離層形成の時間差が大きいものがあると考えられる。同化器官としての葉の動態を明らかにするためには、葉緑素量や光合成能を指標にして光合成可能な着葉期間を明らかにしたい。多年生植物の栄養生態を考える際には葉の細胞成分の転流は重要な要素であり、開葉落葉フェノロジーやデモグラフィとともに調査することによって樹木の生態的特徴

が解明されると期待される。

開葉のパターンは一斉開葉型、順次開葉型、中間型などにタイプ分けされている (Kikuzawa, 1983)。このタイプ分けにしたがい、ハクウンボクは一斉開葉型に、ウリハダカエデは順次開葉型に、エゴノキやイヌシデは中間型に分類する報告があるが (平山・嵯元, 1999)、今回の調査方法ではそのような傾向をとらえることはできなかった。目視による観察ではフェノロジーをとらえるのに限界があり、葉数の測定など定量的な観察でそれを補完する必要がある。しかし、当年生シュートの成長については、順次開葉型のウリハダカエデとそれ以外の樹種にわけることができた。順次開葉型に分類されるウリハダカエデでは当年葉による光合成産物を利用して当年生シュートは遅い時期まで伸長を続けると考えられる。ウリハダカエデ以外の種では当年生シュートの伸長量はすでに決定されており、当年葉による光合成産物が当年生シュートの伸長を促すことはなく、翌年のための資源として貯えられると考えられる (丸山, 1978)。光資源獲得上注目すべきなのは時期的に同調した開葉よりはむしろシュートの伸長であることが推察された。

## 謝 辞

本研究は島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター (現所属、兵庫県立淡路景観園芸学校) の新村義昭先生によって始められたフェノロジー観察を引き継いだものである。本研究を始めるきっかけを与えていただいた新村義昭先生に厚く感謝する。

## 引用文献

- 青木亨宏・橋本良二 (1995) 冷温帯コナラ二次林における構成樹種の葉のフェノロジー. 岩手大学農学部演習林報告, **26**, 29-41.
- 藤原滉一郎 (1996) 森林地域における酸性雨等地球環境モニタリング体制の確立. 平成 5~7 年度科学研究費補助金「試験研究 (A)」研究成果報告書
- 平山貴美子・嵯元道德 (1999) 冷温帯スギ・落葉広葉樹林における高木・亜高木種の葉フェノロジーとその類型化. 森林研究, **71**, 19~25.
- 加藤正吾・山本美香・小見山章 (1999) 落葉広葉樹林の上層と下層での葉フェノロジー—1997 年の荘川村六厩における解析—. 森林立地, **41**, 39-44.
- Kikuzawa, K. (1982) Leaf survival of woody plants in deciduous broad-leaved forests. 1. Tall trees. *Canadian Journal of Botany*, **61**, 2133-2139.
- 丸山幸平 (1978) ブナ天然林—とくに低木層および林床—を構成する主要木本植物の伸長パターンと生物季節について—ブナ林の生態学的研究(32)—, 新潟大学農学部演習林研究報告, **11**, 1-30.
- 仁藤和敏・橋本良二 (1997) ニセアカシア樹冠における新条発達のフェノロジー特性. 岩手大学農学部演習林報告, **28**, 27-39.
- 寺田和雄・尾崎嘉信・山下多聞・新村義昭 (2000) 島根大学三瓶演習林における落葉広葉樹二次林の林分構造と種組成の 5 年間の変化. 島根大学生物資源科学部研究報告, **5** (本巻)
- 山下多聞・川上誠一・中村良男・金塚 洲・寺田和雄・新村義昭 (1996) 島根大学生物資源科学部附属演習林にある天然生二次林の植生. 島根大学生物資源科学部研究報告, **1**, 63-66.