

タイムインターバルカメラによるカバノキ類の開花・開葉期推定

—フェノロジー観察との比較—

森林総合研究所 北海道支所 倉本 恵生
 東京大学 北海道演習林 木村 徳志

はじめに

開花や開葉など、季節の推移にともなう生物の行動や状態の変化は生物季節（フェノロジー）と総称される(1,5)。樹木のフェノロジーは森林の生産性や他の生物の動向に影響するため、森林観測の基盤情報の一つとして野外観測がなされてきた。また、地球温暖化問題への関心が高まる中、開葉の早期化や落葉の遅延などのフェノロジーの変化にも注目が集まっている(5)。

フェノロジー観測は目視によって現地状態で状態を観察し、定められた基準に照らして記録する方法が主に用いられてきた。目視観察は頻りに現地へ赴く必要があり、遠隔地や飛び離れた多点で実施することは大きな労力を伴う。また、観測者による評価の差が生じやすいため、熟練した観測者が担当することが多く(1,3)、多くの地点で実施することは実質的に困難である。

目視観察に代わる方法として、近年、自動撮影カメラの利用が試みられており(2)、市販機器の利用も検討されている(5)。しかし、自動撮影カメラの画像による判定が、従来の目視観察に対してどの程度の整合性を持つのか検証された例はこれまでにない。

本研究では北海道の天然林の主要構成種であるカバノキ類について、デジタルカメラの撮影画像による開花期・開葉期の判定を行い、熟練者による目視観察との整合性の検証と画像判定法についての検討を行った。カバノキ類は北海道の主要な花粉症原因でもあり、花粉症対策の見地からも開花期に関する情報は重要である(4,6)。

調査地と方法

調査は長期に渡ってフェノロジー観測が実施されている東京大学北海道演習林（富良野市）で行った。

シラカンバとウダイカンバのフェノロジー観察木（樹高約 20m）それぞれ 1 本について、近くの地上で観察木の樹冠が見通せる位置に三脚を立て、撮影用のデジタルカメラ（PentaxOptioWS80,Pentax 社製）を固定した。樹冠表面の枝に焦点を当て倍率約 20 倍で、カメラのタイムインターバル機能を用いて 90 分間隔で撮影を行った。撮影は 2011 年から 2014 年までの 4 年間で、各年 4 月中旬から 6 月上旬までの期間で行った。撮影された画像から変化を観察したうえで基準を定め（表-1）、画像から開花期（雄花の花粉飛散開始日）と開葉期（開芽日と開葉日）を判定した。開花・開芽および開葉日とも画像に写り込んだ花芽・葉芽の 50% 以上がそれぞれ開花および開芽・開葉した日とした。

画像による判定は、従来から実施している目視観察（表-1）の結果との独立性を保つため、目視観察実施者（木村）と異なる判定者（倉本）が目視観察結果を知らない状況で実施した。判定の後、目視観察結果との比較を行った。その後、目視観察結果をもとに画像の再検討を行い、精度改良のための判定基準の検討を行った。

表—1 開花・開葉期の判定基準

項目	方法	段階/ 定義	状態	樹冠に 占める 割合%
開花	観察	初期	花粉飛散が確認できる	20
		盛期	雄花：花粉が大量に飛ぶ 雌花：雌ずいが鮮やか	50
		終期	雄花：花粉が確認できない 雌花：雌ずいが色褪せる	80
	画像	開花日	雄花が完全に下垂・葯が視認・鮮黄色	50
開葉	観察	初期	芽鱗から新葉の先端が出る	20
		盛期	葉柄まで露出し展開が始まる	50
		終期	ほぼ完全に展葉した	80
	画像	開芽	芽鱗から新葉の先端が出る	50
"	開葉	葉身が露出	50	

結果

1)開花期

デジタルカメラの定点撮影画像からは雄花芽の状態変化を判読することができ（図—1）、開花期が判定された。



図—1 定点撮影画像（シラカンバ）

Shigeo KURAMOTO(Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute(FFPRI), Sapporo 062-8516),Noriyuki KIMURA (The Univ. of Tokyo Forests, Furano 079-1653)
 Estimation of flowering and bud-break timing for birch trees using a time-interval camera –a comparison with direct phenological observation.

シラカンバ観察木は4年間のいずれにも画像内に雄花芽が確認できたが、ウダイカンバ観察木は着花の年変動が大きく、2011年と2014年のみ開花期が判定できた。

画像判定によるシラカンバの開花日は5月4日～21日で、目視観察の開花初期と同日から2日程度の開きであり、目視観察の開花盛期に対しては3～7日早い対応関係であった(図-2)。画像判定と目視観察の開花期の傾き1の回帰直線は0.5%水準で有意であった。一方、ウダイカンバの画像判定による開花日は5月28日と5月16日で目視観察の開花初期よりも4～7日、開花盛期に対しても2～4日遅かった(図-2)。

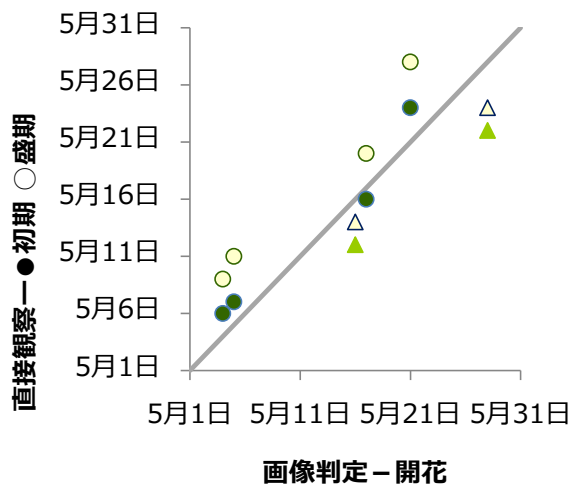


図-2 画像判定結果と目視観察結果の関係(開花)
丸はシラカンバ、三角はウダイカンバを示す。塗りつぶしは画像判定の開花日と目視観察の開花初期、白抜きは画像判定の開花日と目視観察の開花盛期の関係を示す。

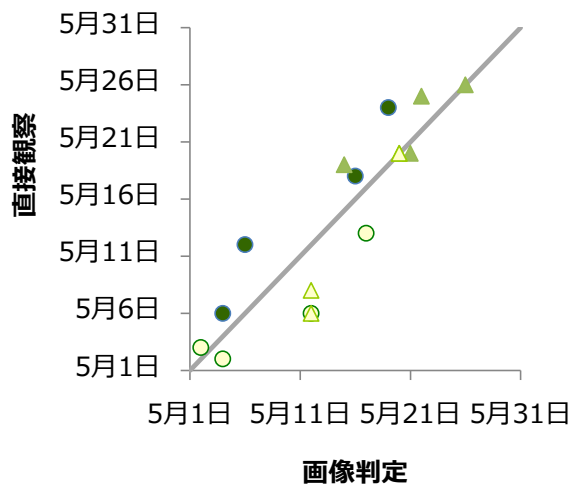


図-3 画像判定結果と目視観察結果の関係(開葉)
丸はシラカンバ、三角はウダイカンバを示す。塗りつぶしは画像判定の開葉日と目視観察の開葉盛期、白抜きは画像判定の開芽と目視観察の開葉初期の関係を示す。

2)開葉期

シラカンバの画像判定による開芽期は5月2日～17日で、開葉日は5月4～19日であり、いずれの年でも開葉日は開芽日の2日後という対応にあった(図-3)。開芽日は目視観察の開葉初期よりも1日早い～6日遅く、開葉日は目視観察の開葉盛期より2～6日早かった。

ウダイカンバの画像判定による開芽日は5月12日～20日、開葉日は5月15～26日で、両者の日数差は3～6日であった(図-3)。画像判定による開芽日は目視観察の開葉初期の同日～6日遅く、画像判定による開葉日は目視観察の開葉盛期より4日早いから1日遅いまでのずれがあった。シラカンバでは画像判定と目視観察の傾き1の回帰直線は0.5%水準で有意であった。

考察

定点画像から判定された開花期・開葉期は熟練者による目視観察の結果とおおむね対応していた。開花日はシラカンバでは目視観察による開花初期(花粉飛散開始日)とのずれが3日以内の範囲にあり、やや早めであるため、代替方法として実用に十分に堪えると考えられる。一方、ウダイカンバの画像判定では開花日は目視観察よりも4日以上遅く判定されており、評価の際にはこのずれを考慮するか、画像判定の基準を改良する必要があると考えられた。画像から開花日を判定する際には、雄花序が完全に下垂すること、鮮黄色であること、葯が視認できることを基準とした。葯の視認性は画像では花序の輪郭の凹凸が明瞭であることを基準として評価している。目視観察結果をもとに画像を再検討したところ、ウダイカンバでは葯の視認性を重視した場合、目視とのずれが3日以内に収まる見通しが得られた。着花が2年分しか観測できなかったため、基準改良の検討は今後の課題である。

開葉については開芽・開葉の両段階とも画像判定結果は目視観察に対して最大6日のずれを生じており、基準の改良などの検討が必要であると判断された。

引用文献

- (1)藤本征司(2007) 広葉樹29種の10年間の開芽フェノロジー観測に基づく開芽日予測法の検討. 日本森林学会誌 89: 253-261.
- (2)藤原章雄・斉藤馨(2005) ロボットカメラによる定点長期連日ビデオの樹木フェノロジー情報についての分析. ランドスケープ研究 68: 927-930.
- (3)木村徳志・木佐貫博光・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛(1995) ウダイカンバのフェノロジー: 東京大学北海道演習林における35年間の経年変動. 日林北支論 43: 175-177.
- (4)倉本恵生・高橋正義・古家直行・伊藤江利子(2014) 択伐施業林におけるウダイカンバの着花パターン 北方森林研究 62:43-46.
- (5)上治雄介・今泉文寿(2013) デジタルカメラ画像を用いた開葉期・落葉期の客観的識別手法の検討. 筑波大農林研報 1: 39-46.
- (6)八坂通泰(2005) シラカンバ, ダケカンバの花粉生産および飛散特性. 日林誌 87: 20-26.