

気候変動が与える落葉広葉樹の紅葉現象への影響評価

2017年3月 自然環境景観学分野 47-156624 中村英史
指導教員 教授 齋藤馨

キーワード：生物季節，気候変動，紅葉，画像解析

1. はじめに

樹木フェノロジーのうちの一つには紅葉があり，フェノロジー研究においてソメイヨシノの開花と比較すると近年の研究例は少ない。一方，紅葉は「紅葉狩り」の言葉通り，その社会的関心は高く国土の標高差が大きい我が国の観光要素の1つでもある。既往研究では低温との相関が報告されており，気候変動の影響を受けていると考えられる。

フェノロジーの変動を把握するには長期的な観測が必要で，近年は定点デジタル画像解析によるフェノロジー観測が登場している。従来の人々の目視による気象庁のフェノロジー観測では気象官署のない森林域の長期観測は困難であり，研究例は少ない。そこで，本研究では森林域における独自の定点観測によって得た画像データを用い，落葉広葉樹の紅葉について，気候変動が与える影響について評価することを目的とする。

2. 対象と方法

都市化の気象データへの影響が少ないと考えられる秩父演習林内に設置されているロボットカメラ撮影映像のキャプチャ画像とデジタル一眼レフカメラの定点撮影画像を使用した。対象樹種は紅葉の目視判読が容易なコハウチワカエデとカスミザクラとし，期間は紅葉が確認でき，連続してデータの揃う2001年～2007年，2013年～2016年の各年10月15日～11月20日とした。気象データは秩父演習林小赤沢観測地点のものを使用した。

まず，画像解析指標の検討を行った後に，各年の紅葉日の基準を設定した。紅葉日は当該期間内の各指標の最値をとる日とした。また，2016年に樹冠下からの写真撮影と至近日現による現地調査を行い，紅葉日設定手法の妥当性を検討した。他年を含めた紅葉日の変化傾向を確認した上で，日平均気温の変化量と各指標値の変化量との相関，年平均気温と各指標の紅葉日との相関を解析した。さらに，フェノロジー研究で頻繁に用いられる有効積算温量法により，気温積算が紅葉日推定にどの程度寄与するのかを検討した。誤差の評価にはRMSE（平均二乗誤差の平方根）を用いた。

3. 結果と考察

まず，紅葉日設定時に撮影地の天候の影響を軽減するため，定点カメラ設置地点に最も近い甲府気象台における日全天日射量を基準に第1スクリーニングを行った。その後，筆者の目視判読により対象木が明らかに不確認の画像を第2スクリーニングとして除去した。表1に使用データ数を示す。結果，コハウチワカエデで平均30.2枚，カスミザクラで平均25.5枚の画像データを得た。

表 1 使用画像数

西暦	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2013	2014	2015	2016
コハウチワカエデ	29(34)	32(36)	30(37)	29(37)	30(33)	30(34)	27(37)	28(37)	33(37)	30(37)	34(37)
カスミザクラ	23(28)	27(31)	26(31)	26(31)	25(31)	26(27)	22(28)	23(31)	27(31)	27(31)	29(31)

※()内は元画像数

現地調査により生物季節観測指針(気象庁,1985)に基づいて定めた紅葉日と指標値が決定した紅葉日との差は2日程度であり,本研究の紅葉日設定手法は妥当であると判断した。しかし,対象樹種の設定した紅葉日の経年変化には明確な傾向は確認できなかった。

日平均気温の変化量と各指標値の日変化量の間には相関関係は確認されなかった(図1)。これには撮影時の天候の様子を十分に反映しきれなかった可能性が考えられる。

設定したコハウチワカエデ紅葉日の経年変化と年平均気温の変動との間には正の相関関係が存在した(相関係数=0.37(3指標の平均))。カスミザクラ紅葉日の経年変化と年平均気温とは相関関係は認められなかった。カスミザクラ紅葉日は他の気象値との関連の可能性が考えられた。

以上の気温との関係性から有効積算温量法による予測式はコハウチワカエデのみ算出を行った。起算日8月11日で限界温度が30°C以上の時にRMSEが最小値5.39日をとった。これは既往研究と比べて妥当な結果であり,コハウチワカエデの紅葉日に至るまでの過程は気温積算である程度表現できることが示唆された。

4. 結論

指標値によって設定された紅葉日は当該期間(2001年~2007年,2013年~2016年)においては有意な傾向は確認できず,明確な気候変動の影響評価は困難であった。しかし,年平均気温の年変動との間にはある程度の相関関係を示し,本研究で設定した紅葉日は気候変動の影響を反映する可能性が示唆された。データ数の増加とともに傾向が有意性を帯びる可能性は十分に考えられ,長期のデータ観測の重要性を示した。

本研究に用いた画像は1km程度の距離からの景観撮影画像を切り出して用いており,紅葉日設定などフェノロジー把握に耐えうる資料であると判断できた。1km程度の景観撮影画像が多く存在する現代において解析対象を広げる余地が示唆された。

5. 引用文献

気象庁(1985):生物季節観測指針第3版,気象庁編.

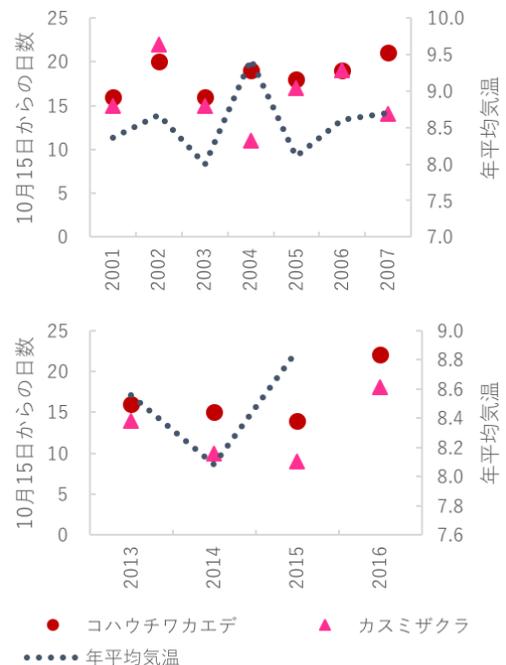


図 1 指標値による紅葉日と年平均気温の経年変化

Evaluation of climate change impact on autumn leaf of deciduous broad leaved trees

Mar.2017 Natural Environmental Landscape 47-156624 Hidefumi Nakamura
Supervisor Professor Kaoru Saito

Keyword : Phenology, Climate change, Autumn leaves, Image processing

I .Introduction

Compared with flowering of *Prunus yedoensis* in phenology research, there are a few researches for autumn leaves in tree phenology in recent years. Although, the autumn leaves are one of the tourism elements in Japan due to the reason of high level of Japanese social concerns. Furthermore, Japanese large difference in altitude conduct/produce the word of "Autumn leaves hunting". Correlation with low temperature has been already reported, hence it may be affected by climate change.

Long-term observation is required to grasp fluctuation of phenology, and tree phenology observation by fixed point digital image analysis has appeared in recent years. However, it is difficult for Japan Meteorological Agency to observe tree phenology in long-term of forest without meteorological offices by conventional visual observation. Therefore, we aim to evaluate the influence of climate change on autumn leaves of deciduous broad-leaved trees using images by fixed point observation in forest.

II .Material and Method

Images of robot cameras and fixed point images of digital single lens reflex cameras in university forest in Chichibu, the University of Tokyo, which has less influence of urbanization were used. The target species are *Acer sieboldianum* and *Prunus verecunda* which can recognize the autumn leaves. The period is from Oct.14 to Nov.20, the autumn leaves be confirmed, each year from 2001 to 2007 and from 2013 to 2016. Weather data used Koakazawa point in Chichibu.

First, after consideration the image analysis index, the autumn leaves day (ALD) for each year was set. The ALD was taken as the day that the max (min) value of each index within that period. In 2016, taking picture from the under canopy and near vision were conducted, and the validity of the ALD setting method was considered. After confirming the changing tendency of ALD including the other year, correlation between change of daily average temperature and change of each index, correlation between annual average temperature and ALD of each index was analyzed. Furthermore, we investigated how much temperature integration contributes to ALD estimation by CT (Cumulative Temperature) method. RMSE (Root Mean Squared Error) was used for error detection.

III .Result and Discussion

Due to reduce the influence of the weather, the first screening was carried out based on the

daily whole solar radiation in the Kofu meteorological office. After that, the image in which the objective tree was clearly unconfirmed was removed as the second screening. As a result, 30.2 images on average at *A. sieboldianum* and 25.5 images on average at *P. verecunda* can be used (Table.1).

Table.1 Number of using image data

Years	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2013	2014	2015	2016
<i>A. sieboldianum</i>	29(34)	32(36)	30(37)	29(37)	30(33)	30(34)	27(37)	28(37)	33(37)	30(37)	34(37)
<i>P. verecunda</i>	23(28)	27(31)	26(31)	26(31)	25(31)	26(27)	22(28)	23(31)	27(31)	27(31)	29(31)

※Number of original data in parenthesis

The ALD setting method of this study is valid because the difference between the ALD by index set and by author based on the phenology observation guidelines (Japan Meteorological Agency, 1985) is about 2 days. But, there is no trend of the change of ALD.

No correlation was confirmed between the daily average temperature change and the daily variation of each index (Fig. 1). The weather condition may influence on each index.

In addition, there was a positive correlation between the change of ALD of *A. sieboldianum* and the variation of annual average temperature ($R=0.37$ <average of 3 indices>). The change of ALD of *P. verecunda* seems to no correlation, possibility of relation with other weather elements. Only *A. sieboldianum* was calculated prediction formula by CT method because the relationship with the temperature. The minimum RMSE reached 5.39 days when the limit temperature was 30°C on Aug.11, the starting date. This is a reasonable result compared to the past research.

IV. Conclusion

The ALD set by the index, confirmed no significant trend in the relevant period, it was difficult to evaluate the impact of climate change clearly. However, it showed some correlation with mean annual temperature variation. The trend may have significance with the increase in the number of data and showed the importance of long-term observation. We used the images is cut out of the landscape image from the distance of about 1 km. At present, many landscape images exist, there is room to expand the analysis target.

V. Reference

Japan Meteorological Agency (1985): (Japanese) Phonological Observation Guidelines.

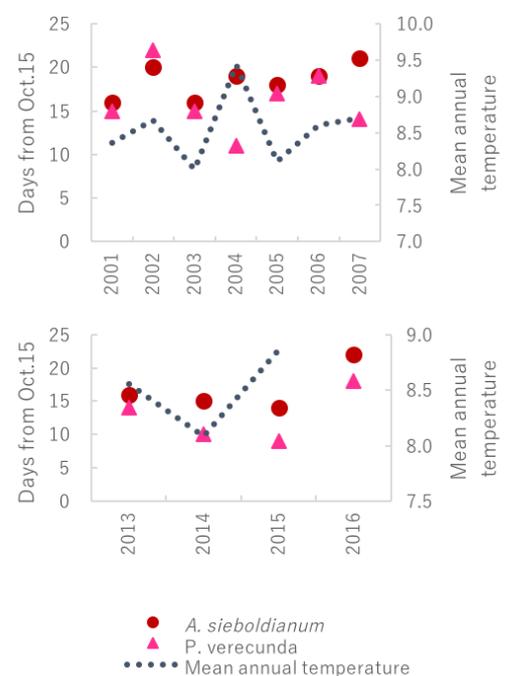


Fig.1 Annual variation of autumn leaves day and mean annual temperature