

色相に注目したイチョウの黄葉度の算出法の提案

長家, 瑛 / OZAWA, Kazuhiro / MATSUDA, Shuzo / NAGAIE, Akira / 小沢, 和浩 / 松田, 修三

(出版者 / Publisher)

法政大学多摩研究報告編集委員会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学多摩研究報告 / Bulletin of Hosei University of Tama

(巻 / Volume)

31

(開始ページ / Start Page)

37

(終了ページ / End Page)

41

(発行年 / Year)

2016-05-30

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00013345>

色相に注目したイチョウの黄葉度の算出法の提案

長家 瑛¹⁾・松田修三²⁾・小沢和浩³⁾

The Calculation Method of the Yellow Degree of the Ginkgo using a Hue Expression

Akira NAGAIE¹⁾, Shuzo MATSUDA²⁾, and Kazuhiro OZAWA³⁾

1. はじめに

秋になってからの気温の低下によりイチョウは黄葉し、気温の下がり方によっても黄葉の進み方に差が出るのが従来の観察研究でわかっている^[1]。また、比較的狭い地域でも人工物、すなわち熱源となる建造物付近のイチョウとそうでない場所にあるイチョウとは黄葉の進み方に差が現れる^[2]。つまり、植物指標としてイチョウの黄葉の様子を調べることはその地域の気温環境を知るための1つの有効な方法であると考えられる。

イチョウの黄葉の記録は、動画像および静止画像として記録するとともに目測により黄葉度を判定する方法を用いてきた^{[3]~[7]}。従来の目測による方法は、イチョウが周囲の他の街路樹に囲まれていたり、逆光によって暗く見える場合でもある程度正確に黄葉度の判定が可能であった。

本研究では、画像処理技術を用いて黄葉度の判定の自動化を試みる。イチョウの黄葉は葉の色が緑から黄へと変化するものである。この色の変化はHSV表色系における色相の連続した変化に対応している。つまり、黄葉度の変化を色相の変化として捉えることができる。これにより、黄葉の進み具合を定量的に表現することが可能であり、大量のデータをより効率良く自動処理することも可能となる。

2. イチョウの黄葉の色相による表現

はじめに、イチョウの樹全体の静止画を撮影し、その画像からイチョウの葉の部分抽出して色 (RGB) の平均値を求める。イチョウの葉が気温の低下とともに緑から黄色へ変化する様子はHSV表色系では色相の値が連続的に変化することである。図1に示すように、このときのイチョウの葉の色の色相の変化はおよそ30°から120°の間の値になると考えられる。色相の値は緑の葉の場合およそ120°、黄色の葉の場合はおよそ30°となる。つまり黄葉が進むにつれて色相はおよそ120°から30°付近へ推移することになる。

2.1 色相表現によるイチョウの葉の抽出法

この色相表現の特徴を利用すると、様々な背景とともに撮影されたイチョウの樹の画像からイチョウの葉以外の部分を取り除くことができる。撮影した画像内のそれぞれのピクセルのRGBの値から色相を求め、およそ30°から120°の範囲内に収まるピクセルのみを抽出することで可能となる。さらに、彩度にも注目した。イチョウの葉は彩度が50%以上であることがほとんどであり、この彩度をしきい値として、イチョウ以外の不要な部分を取り除いてゆく。最後に抜き出されたイチョウの葉の平均色から色相を求める。

1) 株式会社コマデン

2) 法政大学理工学部

3) 法政大学経済学部

2.2 RGB 表色系と HSV 表色系

RGB 表色系から HSV 表色系への変換には式 (1)、(2)、(3)、(4) を用いる。R、G、B のうち、最大のものを *max*、最小のものを *min*、色相の値を *H* とする。

・ RGB の値のうち、R が最大のとき ($max=R$)

$$H = 60 \times (G - B) / (max - min) + 360 \quad (1)$$

・ RGB の値のうち、G が最大のとき ($max=G$)

$$H = 60 \times (B - R) / (max - min) + 120 \quad (2)$$

・ RGB の値のうち、B が最大のとき ($max=B$)

$$H = 60 \times (R - G) / (max - min) + 240 \quad (3)$$

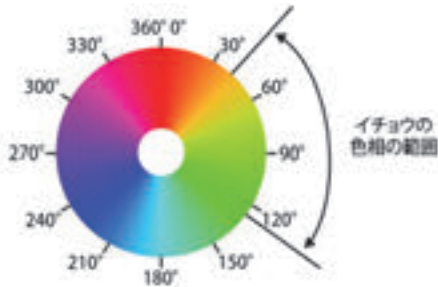


図1 色相環

HSV 表色系の彩度 (*S*) とは、色の鮮やかさの尺度である。彩度は 0% から 100% で表される。イチョウの葉の彩度を計算すると、およそ 50% を上回ることがわかっている。この特徴を利用すると、幹などの色相の値がイチョウの葉に近い部分でも彩度の違いにより識別が可能となる。彩度は式 (4) を用いて求める。*max* と *min* は R、G、B のうちの最大値と最小値をそれぞれ示す。

$$S = (max - min) / max \times 100 \quad (4)$$

2.3 色相と黄葉度の関係

従来は黄葉の進み具合を目測により観測し、0 から 4 の 5 段階で黄葉度を判断した^{[3]~[7]}。一例を図 2 に示す。

イチョウの黄葉が進むにつれて、色相の値がどの範囲で変化するかを調べる。未黄葉と完全黄葉を含

む 32 枚の様々な黄葉度のイチョウの葉の画像をスキヤナーより取り込み、その色相の値を求めた。図 3 はその一部である。求めたイチョウの葉の色相 (*h*) と黄葉度の関係を表 1 に示す。



図2 黄葉の進み方の一例と黄葉度

昭和の森公園 (昭島市) にて
 2014 年 9 月から 2014 年 12 月に観測



図3 採取した代表的なイチョウの葉
 (2014 年 9 月から 12 月昭和の森公園で採取)

表1 色相と黄葉度の関係

色相 <i>h</i> /°	黄葉度
$h \leq 44^\circ$	4
$44^\circ < h \leq 53^\circ$	3
$53^\circ < h \leq 62^\circ$	2
$62^\circ < h \leq 71^\circ$	1
$71^\circ < h$	0

イチョウの葉の色相を求めると、その値は 35° から 80° の範囲内に分布した。これを 5 段階に等分し、それぞれを黄葉度 4、3、2、1、0 とした。さらに 44° から 71° の間の黄葉度の変化を線形と仮定して、色相 (*h*) と黄葉度の関係を求めた。その結果を図 4 に示す。

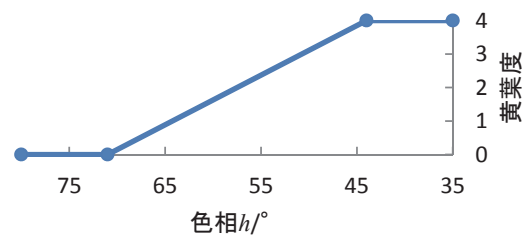


図4 色相の値と黄葉度の関係

また、図4より色相 (h) の 71° から 44° の範囲の黄葉度 (y) は式 (5) のようになる。

$$y = -0.15h + 10.5 \quad (5)$$

この式 (5) を用いて色相から黄葉度の値を求める。

3. 画像処理と色相の値から黄葉度への変換

画像からイチョウの葉の部分抽出する処理を行う前に、画像内にあるイチョウの木以外の部分を図5のように大まかに取り除く。図5に示す黒い部分がこれにあたる。



取り除く前 取り除いた後

図5 画像の前処理

処理に用いるデータの形式はJPEG画像である。次に、色相の範囲と彩度の値を指定し、イチョウの葉以外の部分のピクセルを黒く塗りつぶす。この処理を全てのピクセルで実行し、残ったピクセルの平均の色相を求め、式 (5) より黄葉度を算出する。最後に、葉を抜き出した画像と平均色の画像を出力する。ここでは、抜き出す色相の範囲を 30° から 100° 、彩度を30%以上とした。図6、7、8はそれぞれ、画像処理を実行する前の画像、葉を抽出した画像、その抽出されたピクセルの平均色である。

図7を見ると、図6の中のイチョウの葉が抽出されたことが確認できる。また、図8よりこの画像内のイチョウの葉の色相の平均は式 (1)、(2)、(3) のいずれかより 52.2° となった。



図6 処理前の画像



図7 イチョウの葉を抽出した画像



図8 抽出したピクセルの平均色 (色相 52.2°)

最後に、式 (5) を用いて色相から黄葉度への変換を行うと、黄葉度は2.7となった。

4. 黄葉度の算出と従来方法との比較

画像処理により算出された黄葉度と従来目測による黄葉度の比較を行う。用いた画像は昭和の森公園 (東京都昭島市) で撮影したものである。イチョウを定点で未黄葉の状態から完全に黄葉するまで (2014年9月から2014年12月) をおよそ1週間おきに撮影した。黄葉度は黄葉の進み具合によって図2のように0から4の5段階に定められる^{[3]~[7]}。ここでは、2つのイチョウの木 (図9) の黄葉度を求め、比較した。この2つのイチョウは歩道を挟んで向い合っており、西側をイチョウ01、東側をイチョウ02とする。



イチョウ 01 イチョウ 02
 図 9 昭和の森公園 (2014 年 9/27)

画像処理の後、式 (5) を用いて求めた結果と目測で求めた黄葉度とを比較したものを図 10 (イチョウ 01)、図 11 (イチョウ 02) にそれぞれ示す。

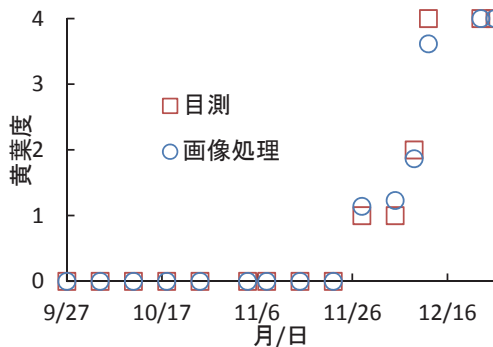


図 10 目測の値を加えた昭島のイチョウ 01 の黄葉度の進み具合 (2014 年 9 月から 12 月)

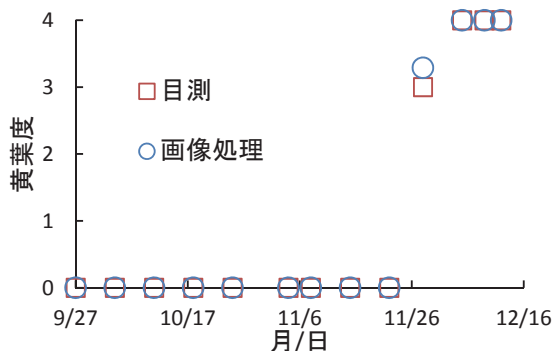


図 11 目測の値を加えた昭島のイチョウ 02 の黄葉度の進み具合 (2014 年 9 月から 12 月)

黄葉度を色相に注目して画像処理を用いて求めたものと、目測による黄葉度を比較した結果、図 10、11 のように多少の差異は認められるが、一致している。わずかな差は画像処理の分解能が目測よりも高いためである。

5. 動画像への応用

我々はこれまで、小気候区の気温環境を把握するため、東京都八王子市および多摩市を東西に走る都道 158 号線 (通称多摩ニュータウン通り) のイチョウに注目し観測を行ってきた^{[3]~[7]}。これまでは、目測でイチョウの木の黄葉度を求めた。交差点と交差点の間を 1 区間 (小気候区) として黄葉度を求める際にも、イチョウの木一本ずつの黄葉度を目測により求め区間内の平均値として算出していた。本論文で提案した手法を用いれば、車にカメラを搭載し道路脇のイチョウの街路樹を撮影しながら走行することで、小気候区の動画データからの黄葉度の算出が可能である。ここでは予備実験として、多摩ニュータウン通りの交差点「多摩中央署入り口」から交差点「多摩山王橋」の間のおよそ 300m の区間で撮影した動画に 3. と同じ方法で処理をした結果の動画の中の 1 コマを図 12 に示す。黒い背景の中に全体的に浮き上がっているのが抽出されたイチョウの葉である。左下隅にあるものが元の撮影された動画、その隣が抽出されたイチョウの葉の平均色、さらにその隣がその色相の値、一番右の値が黄葉度である。これらの色相の値と黄葉度の値は動画像とともにリアルタイムで表示される。



図 12 動画を用いた黄葉度算出

6. おわりに

本研究では、イチョウの黄葉の進み具合（黄葉度）が色相の連続した変化と関係があることに注目して画像処理を行い、その後黄葉度の算出を行った。結果として従来の目測による方法と大きな違いはなく画像処理を用いても同様に黄葉度の算出ができることがわかった。目測と異なり誰が黄葉度を判定しても常に同じ結果であることや、黄葉度1と2の間や2と3の間など、黄葉度の微妙な違いも判定できる。また、自動で処理を実行させることで膨大な動画像のデータにも対応が可能であることを示した。また、カメラからリアルタイムで得られる画像情報から黄葉度を瞬時に判別するシステムの開発などもある程度可能となる。

参考文献

- [1] 丹下、池ヶ谷、松田、小沢：HSV表色系によるイチョウの黄葉の表現と分析、24回日本知能情報ファジィ学会・ソフトサイエンス・ワークショップ、講演論文集 pp.73から76、2014年3月
- [2] 松田、小沢、但馬、宮武：植物指標としてのイチョウの葉の色相変化と気温の関係、第30回ファジィシステムシンポジウム講演論文集、2014年9月1-3日、於高知城ホール、pp.854-857
- [3] 松田、松原、小沢、宮武：イチョウの黄葉モデルと気温の関係、法政大学多摩研究報告第27巻 pp.45-49、2012年5月
- [4] 松原、松田、小沢、但馬、宮武：気候指標としてのイチョウの黄葉と気温の関係、日本地理学会2012年秋季学術大会、P024、2012年10月6、7日、神戸大学
- [5] 矢島、松田、小沢、森、坂本、宮武：GISデータと植物指標による都市の微気候の可視化、第21回地理情報システム学会、P10、2012年10月13,14日、広島修道大学
- [6] 松田、松原、小沢、宮武：ロジスティック関数を用いたイチョウの黄葉モデルの提案、法政大学多摩研究報告第26巻 pp.21-26、2011年5月
- [7] 松田、宮武、角田、小沢：イチョウの黄葉度を利用した都市微気候の可視化（Ⅱ）、法政大学多摩研究報告第25巻 pp.13-20、2010年5月