

UAV を利用した都市公園内における樹木の健全度評価に関する研究

日本大学 (院) 学生会員 ○古田尚輝 日本大学 正会員 朝香智仁
 日本大学 正会員 岩下圭之 日本大学 正会員 杉村俊郎
 (株) 協和コンサルタンツ 非会員 鈴木 良

1. 目的

近年, 都市公園内における樹木の老齢化・大径木化が進行しており, 倒伏等の事故発生リスクが懸念されているため, 樹木の点検・診断を適切かつ確実に行うことが求められている¹⁾. 現在, 樹木医が現地に出向き, 単木毎の目視診断・外観診断を行っている. しかし, 短期間に広範囲を同時期に診断することは多大なコストと労力が必要である. また, 診断結果は樹木医毎の知識や経験によりばらつきがあることが問題とされている. そこで, 広域性や継続性に優れるリモートセンシング技術が利用できれば, 診断作業の一次スクリーニング等に応用できると思われる.

本研究では, UAV(Unmanned Aerial Vehicle: 無人航空機) にレーザースキャナおよびマルチスペクトルカメラを搭載し, 樹木の健全度評価に対応する樹木形状および樹木の生育状況を表す樹勢を定量的に評価することを目的とした.

2. 研究手法

本研究では千葉県習志野市にある屋敷近隣公園(敷地面積: 2 万 m², 樹種: 42 種) を対象とし, 産業用 UAV (図-1) にレーザースキャナおよびマルチスペクトルカメラを搭載し, 2019 年 6 月 6 日, 7 月 18 日, 9 月 12 日に現地観測を実施した. また, 公園内の 7 か所をレーザ計測の検証点およびマルチスペクトルカメラの標定点に設定し, ネットワーク型 RTK 測量(GNSS-RTK) (VRS 方式) を実施した. 樹木情報および健全度は 2018 年 10 月 22 日に実施された国土交通省の指針に基づいて作成された現地調査簿を用いた. 本調査簿には単木あたりの樹木位置, 樹形, 樹勢などの診断結果が記載されている.

樹形を評価するにあたり UAV-LiDAR によって取得された三次元点群データを基に DSM(数値地形モデ



図-1 UAV外観写真

ル) を作成し, 国土地理院から提供されている DEM(数値標高モデル) との差分により CHM(数値樹冠モデル) を作成した. また, 作成した CHM より単木あたりの樹高および枝張を目視判読より推定し, 実測値との相関図を作成することで精度評価に取り組んだ.

また, 樹勢を評価するにあたり現地調査にて撮影した空撮画像に反射率キャリブレーションを実施した後, オルソモザイク画像を作成した. 作成したオルソモザイク画像より植物の活性を表す NDVI, 葉面積およびバイオマス量を示す RTVI_{core}, 可視波長のみで植生量を推定する VARI を算出することで現地調査簿における樹勢との関係性を考察した. 各指標の計算式を式(1)~式(3)²⁾³⁾⁴⁾に示す.

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (1)$$

$$RTVI_{core} = (100(NIR - RedEdge) - 10(NIR - Green)) \quad (2)$$

$$VARI = (Green - Red) / (Green + Red - Blue) \quad (3)$$

ここに, Blue: 可視青波長の反射率, Green: 可視緑波長の反射率, Red: 可視赤波長の反射率, RedEdge: RedEdge 波長の反射率, NIR: 近赤外波長の反射率である.

また, 本研究ではオルソモザイク画像より目視にて認識可能な単木かつ 3m 以上の樹木を選定した結果, 7 種 36 本の樹木を解析対象とした.

キーワード 無人航空機, 都市公園, 樹木健全度

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TEL. 047-474-2201

3. 結果と考察

樹形および樹勢を評価するにあたり DSM およびオルソモザイクにおいて位置ずれが生じていることが判明した. そこで GNSS-RTK で取得した検証点を地上基準点として幾何補正を施した.

実測値と DSM より推定した樹高および枝張の相関図を図-2(a), (b)に示す. 各相関図において正の相関関係がみられ, 相関係数は樹高および枝張においてはそれぞれ約0.7であった. 誤差の要因として樹頂点位置のずれ等が考えられる.

6 月, 7 月および 9 月における解析対象樹木の植生指標との分布を調査したところ, 変動が大きいため樹種ごとに整理する事が望ましいと考えた. そこで 4 段階の樹勢評価の評価 1 および 2 のシラカシ, 評価 2 および 3 のトウカエデの 2 種を抽出し, 植生指標の変動を考察した. なお, 樹勢評価は評価 1 が最高値である. 図-3 に抽出したシラカシおよびトウカエデの植生指標別の月変化図を示す. 結果として, RTVcore においてシラカシ, トウカエデの両種で樹勢評価の高低の明確な差が検出できた. これは, 植生の生育状態評価に有用な波長帯である RedEdge の反射率を用いているためと考えられる. また, RTVcore の値自体と 4 段階の樹勢評価の関係性については, 明確な関係性が見られなかった. これは, トウカエデは落葉樹でありシラカシは常緑樹であることから, 樹種が RTVcore の値に与える影響が大きいことが推察される.

4. まとめ

本研究ではレーザースキャナおよびマルチスペクトルカメラを搭載した UAV を用いた樹木形状および樹勢の定量的評価を目的として解析を実施した. 樹形評価では樹高および枝張に対し十分な推定精度が確保できた. また, 樹勢評価では, RTVcore を用いることで, 樹種ごとならば樹勢評価ができる可能性を見出した. 以上の事から, UAV を利用したリモートセンシングによって, 樹木健全度評価に対応する樹形や樹勢の評価が可能であると結論づけられる. 今後の課題として, 土壌水分量などの外的環境の要素を踏まえた樹勢評価および樹木形状の自動判読に取り組むことで樹形評価における推定精度の向上およびに取り組むことで健全度評価に適した指標の考察が必要であると思われる.

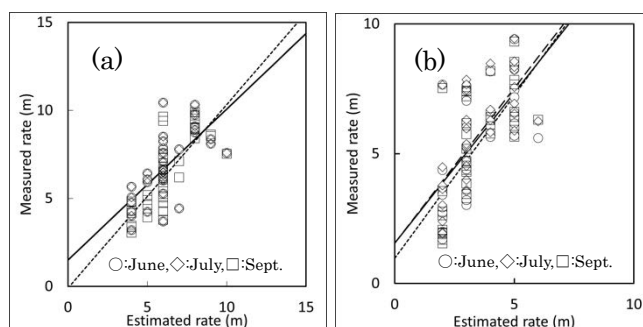


図-2 実測値および推定値における相関図

(a) 樹高, (b) 枝張

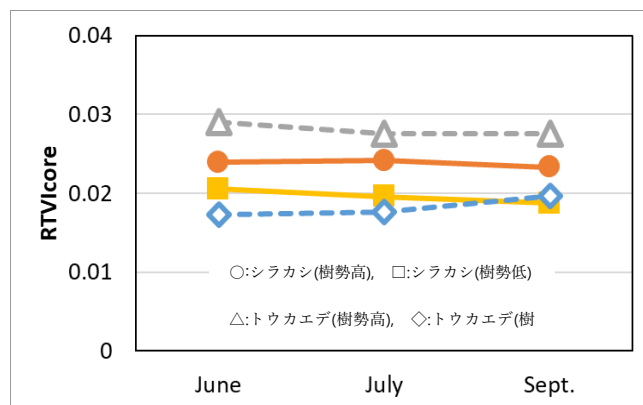


図-3 シラカシおよびトウカエデにおける時系列植生指標の変化

【謝辞】

本研究は習志野市公園緑地課のご協力により実施いたしました. また現地調査簿は株式会社協和コンサルタンツよりご提供いただきました. ここに感謝の意を評します.

【参考文献】

- 1) 国土交通省, 都市公園の樹木の点検・診断に関する指針(案), <http://www.mlit.go.jp/common/001203394.pdf>
- 2) Rouse, J. W. et al., 1973, 「Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS」, Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I:309-317
- 3) Haboudane, D. et al., 2004, 「Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture」, Remote Sensing of Environment, Vol. 90, 337-352
- 4) Anatoly A. et al., 2002, 「Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction」, Remote Sensing of Environment, Vol. 80, 76-87