

高解像度衛星データを活用した街路樹管理手法に関する研究

日大生産工（院） ○開澤 祐一 (株)協和コンサルタンツ 山本 満
日大生産工 藤井 壽生 日大生産工 工藤 勝輝

1. はじめに

近年の都市環境問題において、街路樹は多くの役割を担っている。

その役割として、景観面においては都市に生命感と潤いを与え、空間の連続感や統一感を高める効果がある。環境面においては、ヒートアイランド現象の緩和、自動車の排気や工場排煙などへの浄化作用、蒸散作用による保湿効果がある。防災面においては、道路の地形と線形を明確にして事故を防ぎ、万一事故が発生した場合には自動車が歩道に突入するのを防ぐ役割がある。

しかしながら、街路樹は自動車の排気ガスや狭い植樹帯、街路樹ぎわの各種工事、その他の人為的行為によって樹勢が劣化する。よって、常時モニタリングを必要としているが、現状の街路樹管理手法では以下のような問題点が挙げられる。

業務経験豊富な樹木医が現地に赴き、樹木を一本一本診断しなければならない。

樹木医による診断は、多大なコストと労力が必要である。

診断は、現地での手作業であるために短時間に計測を行うことが出来ず、広範囲に渡る同時期の計測結果を算出することが出来ない。

本研究では、上記の問題点を解決する手法の一つとして、高解像度衛星データを活用したリモートセンシング技術によって樹木の健全度評価を測定し、その測定結果を指標化する

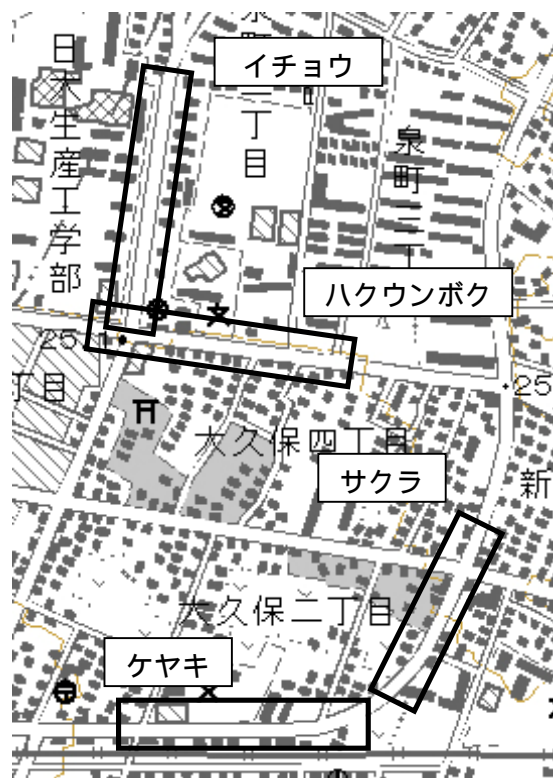


図 - 1 研究対象地域

ることによって街路樹の健全度評価を行うことを目的とした。

2. 研究対象街路樹

本研究では、千葉県習志野市にある日本大学生産工学部周辺に植栽されているハクウンボク、イチョウ、ケヤキ及びサクラを研究対象街路樹とした。

図 - 1 は、研究対象地域及び研究対象街路樹の位置を示したものである。

3. 街路樹診断

街路樹診断とは、病害や障害などによって樹勢や樹形など樹木の活力が衰退し、回復不能となってしまった樹木や、材質腐朽や胴枯性の病気によって被害の顕著な樹木などを診断により早期に把握して、樹木の健康状態を明確にし、適切な処置を施すことである。

表 - 1 は、街路樹診断における診断の種類とその内容を示したものである。街路樹診断には、外観診断と精密診断の二種類があり、その一連の作業を合わせて街路樹診断と呼ばれている。

これらの診断によって処置が必要と判定された樹木は、伐採・更新、外科的処置、内科的処置、環境改善などの処置が施される。

4. 植生の生育状態に対する測定

植生の生育状態を評価するには、植生の持つ分光反射特性が利用されている。太陽光を受けた対象物は、固有の光学特性を示すことから、その光学特性を活用して多バンドデータから植生指標を算出する。

本研究では、植生指標の一つである正規化植生指標（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）を用いた。NDVI は、植生の有無・多少・活性度を示すのに使われ、その値が大きいほど有無・多少・活性度が大きいことを示している。

生きた葉の分光特性は、緑色が強ければ可視光緑波長域（VG = 0.52 ~ 0.60μm）で上昇し、クロロフィルが多ければ光を吸収することによって可視光赤波長域（VR = 0.63 ~ 0.69μm）が低下する。また、葉の活性度が高ければ、近赤外波長域（NIR = 0.76 ~ 0.90μm）が急激に上昇する特性がある。

NDVI は、VR と NIR を用いて（1）式より算出される。

$$NDVI = \frac{NIR - VR}{NIR + VR} \text{----- (1)}$$

表 - 1 街路樹診断の種類と内容

外観診断	目視	樹勢、樹形、生育状況等を調べる
	木槌打診	樹皮の状況や内部の空洞の有無を調べる
	鋼棒貫入	根元の材の腐朽等を調べる
	上部外観診断	梯子を使用し、上部の幹や枝の損傷、腐朽の状況を調べる
	上部外観診断	高所作業車を使用し、上部の損傷や腐朽の状況を調べる
精密診断	貫入抵抗測定器による診断	レジストグラフにより内部空洞規模の測定を行う
	振動波測定器による診断	インパルスハンマーにより内部空洞規模の測定を行う
	上部精密診断	高所作業車を使用し、レジストグラフやインパルスハンマーにて精密診断を行う

5. 現地調査

本研究では、街路樹の生育状態を葉面積と乾物重から算定される比葉面積で数量化した。

葉面積（LA）

葉面積の測定法は、採取した試料の全葉面積を、スキャナーを用いてパソコン処理によって測定した。

乾物重（TDW）

乾物重の測定法は、試料を熱風の乾燥炉に入れて行う。最初の 1 時間は 100 に保ち生理反応を停止させ、その後 80 で 48 時間乾燥炉に入れ乾物重が一定になるまで乾燥させる。乾燥炉から取り出した試料は、デジケータに入れ室温になるのを待ってから秤量した。

比葉面積（SLA）

比葉面積の測定法は、乾物重の測定試料の中から 1 個体を測り、葉の乾物重 1g 当たりの葉面積（cm²/g）を求める。この値が、比葉面積（SLA：Specific Leaf Area）と呼ばれ、葉の生長量を示す指標として使われている。

SLA は、LA と TDW を用いて（2）式より算出される。

$$SLA = \frac{LA}{TDW} \text{----- (2)}$$

分光反射特性の測定

本研究では、樹木より葉の採取を行い、分光反射率を測定した。測定から、各測点の可視光赤波長域（VR）と近赤外波長域（NIR）及び NDVI 値を得た。

6. マルチスペクトルによる植生の生育状態評価

6-1. 比葉面積（SLA）と正規化植生指標（NDVI）

現地調査にて測定した比葉面積（SLA）と正規化植生指標（NDVI）の単相分析により、樹木の生育状態と植生指標との相関性を検証した。

以下に、ハクウンボク、イチョウ、ケヤキ及びサクラの SLA と NDVI で得られた関係式（3）（4）（5）（6）を示す。

ハクウンボク

$$SLA = 120.960(NDVI)^{-0.236} \text{ ----- (3)}$$

（相関係数 $R=0.5545$ ）

イチョウ

$$SLA = 80.483(NDVI)^{-0.342} \text{ ----- (4)}$$

（相関係数 $R=0.5182$ ）

ケヤキ

$$SLA = 88.823(NDVI)^{-0.387} \text{ ----- (5)}$$

（相関係数 $R=0.5012$ ）

サクラ

$$SLA = 90.430(NDVI)^{-0.445} \text{ ----- (6)}$$

（相関係数 $R=0.5320$ ）

図 - 2、3、4、5 は、それぞれハクウンボク、イチョウ、ケヤキ、サクラの SLA と NDVI の関係を示したものである。

ハクウンボクとイチョウ、ケヤキ及びサクラの四つの樹種全てにおいて、SLA が大きくなるほど、NDVI が小さくなる相関性が見て取れる。

6-2. 衛星データから判読した樹勢

本研究では、2006 年 6 月に観測された IKONOS 画像の可視光赤波長域（Band3）デ

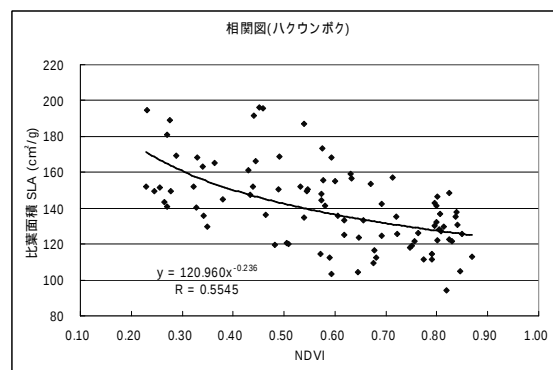


図 - 2 ハクウンボクの SLA と NDVI の相関

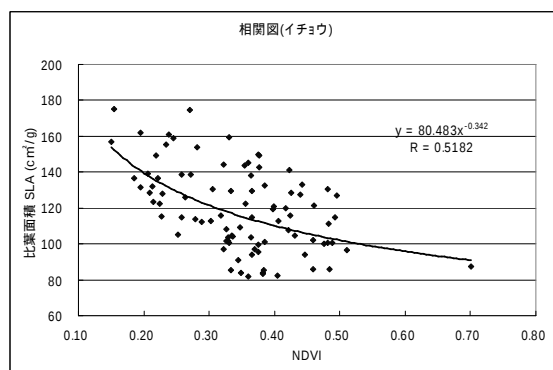


図 - 3 イチョウの SLA と NDVI の相関

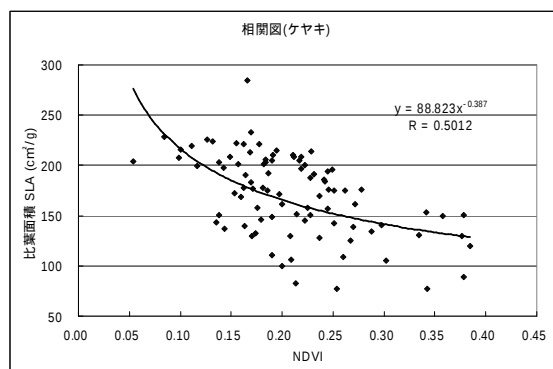


図 - 4 ケヤキの SLA と NDVI の相関

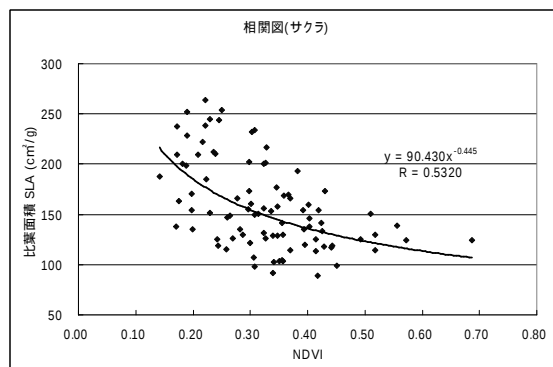


図 - 5 サクラの SLA と NDVI の相関



画像 - 1 ハクウンボクの NDVI 評価画像

ータ及び近赤外波長域 (Band4) データを用いて、研究対象街路樹の解析を行った。

解析では、画像間演算処理すなわち「 $(\text{Band4} - \text{Band3}) / (\text{Band4} + \text{Band3})$ 」によって計算される比植生指標を可視化した衛星画像を作成した。

画像 - 1、2、3、4 は、それぞれ IKONOS によるハクウンボク、イチョウ、ケヤキ、サクラの NDVI 評価画像である。

評価画像より、同樹種においても植樹帯の大小や日当たりの良否によって活性度の違いを見ることが出来る。

7. おわりに

本研究において、研究対象街路樹の比葉面積 (SLA) と正規化植生指標 (NDVI) 間に相関性があることが判読出来た。

衛星データの解析より、植樹帯の狭い範囲、日当たりが悪い範囲においては同樹種、同道路ぎわであっても活性度に違いがあることが見て取れた。

これにより、衛星画像と現地調査データから数値的・視覚的に街路樹の健全度の評価が出来たと思われる。

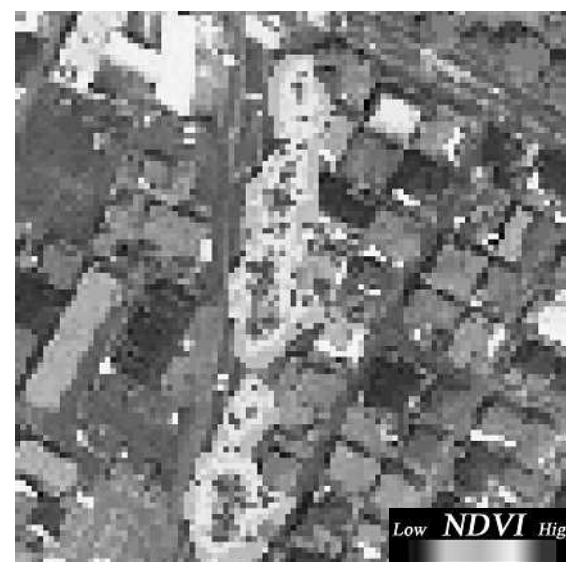
本研究は、(株)協和コンサルタンツの委託研究に基づいて行われた。



画像 - 2 イチョウの NDVI 評価画像



画像 - 3 ケヤキの NDVI 評価画像



画像 - 4 サクラの NDVI 評価画像