

(45) 複数の高分解能衛星画像情報への オブジェクト指向解析を用いた都市公園内の 植生分布形状の評価

高岩 直彰¹・羽柴 秀樹²

¹学生会員 日本大学 理工学研究科土木工学専攻 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14)

E-mail:csna14008@g.nihon-u.ac.jp

²正会員 日本大学 准教授 理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14)

E-mail:hashiba3@civil.cst.nihon-u.ac.jp

これまで、高分解能衛星画像を用いて高密度な都市域や森林部等の植生分布の状況把握のために、従来の画像判読や画像分類をはじめ、オブジェクト指向による領域分割と分類について様々な検討が加えられてきている。しかし、30cm分解能を有する高分解能衛星WorldView-3画像情報と高分解能衛星WorldView-2画像情報を利用して高密度な都市内の植生分布の特性評価はまだ十分に検討されていない。ここでは、高密度な都市内の緑地公園に焦点を当て、樹木および芝生の面的な分布形状を評価するために、異なる分解能を有するWorldView-3衛星とWorldView-2衛星のそれぞれの観測情報に対するオブジェクト指向分類手法とピクセルベースの画像分類手法を比較した。比較検討から、WorldView-3衛星によるKNN法が最も効果的であることが示された。加えて、これらの特徴を生かした都市内緑地公園の植生分布図が考察された。

Key Words : WorldView-3, WorldView-2, high resolution satellite remote sensing, object-oriented

1. はじめに

都市内に存在する植生の分布状況の把握は、都市環境評価水準を評価する上で、重要な判断材料の1つである。近年、高分解能衛星の運用によって、都市域や森林部において高精度に植生の判読、抽出や分類が可能になってきており、土木・建設工学の分野において、より多彩な都市環境情報の評価・抽出が期待されている。これまで、従来の種々のカラー合成による画像判読やピクセルベースでの画像分類をはじめ、オブジェクト指向による領域分割と分類について様々な検討が加えられてきている¹⁻⁵⁾。しかし、最近運用が始まったさらに高い性能を有する高分解能衛星WorldView-3画像情報と従来のWorldView-2画像情報の植生分布の特性評価に対する比較はまだ行われていない。加えて、両衛星画像情報に対する従来のピクセルベースでの画像分類手法とオブジェクト指向分類手法の効果は十分に比較検討されていない。ここでは、高密度な都市内の緑地公園に焦点を当て、樹木および芝生の面的な分布形状を評価するために、異なる地上分解能を有するWorldView-3衛星とWorldView-2衛星のそれぞれの観測情報に対するオブジェクト指向

分類手法と従来のピクセルベースの画像分類手法を比較した。また、比較検討から得られた特徴を生かした都市内緑地公園の新たな植生分布図について考察された。

2. 研究方法

(1) 対象領域

東京都心に多数の植生が存在する大規模緑地公園を対象とした。その中でも日比谷公園を対象領域として設定した。

(2) 使用データ

運用開始直後の2014年9月22日にWorldView-3衛星に搭載された分解能が1.2m×1.2mで8バンドのマルチスペクトル画像情報が使用した。また比較検討のため、2011年7月11日にWorldView-2衛星に搭載された分解能が2.0m×2.0mで8バンドのマルチスペクトル画像情報が使用した⁶⁾。それぞれの衛星画像データは、ATCORアルゴリズム⁷⁾によって大気補正処理と地表面反射率の変換処理が前処理された。

(3) 解析手法

a) ピクセルベースによる手法

多バンドの衛星画像データを用いて、画素単位での統計的な分類手法として従来から用いられているクラスタリング分類処理手法のK-means法を16項目で設定し、自動分類を行った。

b) オブジェクト指向による手法

各衛星画像での植生において最適なセグメンテーションパラメータの検討を行い、その後、オブジェクト化した領域から植生抽出のための画像分類を行った。オブジェクト指向によるセグメンテーション処理は、G.J.Hayら⁷⁾によって提唱されているmultiresolution segmentation法を用いており、パラメータ設定に系統性を持たせて検討した。オブジェクト指向による画像分類では、植生抽出で最も適した分類方法としてKNN法⁸⁾を用いて各セグメントの分類を行った。ここでの使用統計量としては、各オブジェクト単位での各バンドの地表面反射率の平均値および標準偏差である。今回、トレーニングデータの作成方法として、目視判読で判別を行い、植生の緑の濃淡差による立木の違いと芝生で選定し、植生として4項目に設定した。

c) セグメンテーション・分類手法の比較検討方法

今回、セグメンテーションでの比較検討、ピクセルベ

ースとオブジェクトベースでの分類手法の比較検討を行った。セグメンテーションでの比較検討では、WorldView-3衛星とWorldView-2衛星での各セグメントについての比較を目視で行った。ピクセルベースとオブジェクトベースでの分類手法の比較検討では、植生の抽出の仕方や芝・立木での分類が行えているかを目視判読で比較検討をした。

3. 研究結果及び考察

(1) 最適セグメンテーションの特徴

a) WorldView-2衛星画像

WorldView-2衛星画像での最適セグメンテーションパラメータとして、これまでの著者らによる^{1~5)}を踏まえて系統的に検討した結果、スケールパラメータを10とし、Shape指数を0、Compactness指数が0.5とした場合が、最も植生判読が良好なパラメータ設定と傾向結果が示された。芝の領域を個々に確立し、密集した立木では3~4本程度をまとめて分割する特徴がみられた。

b) WorldView-3衛星画像

WorldView-3衛星画像での最適セグメンテーションパラメータとして、これまでの著者らによる検討結果^{1~5)}

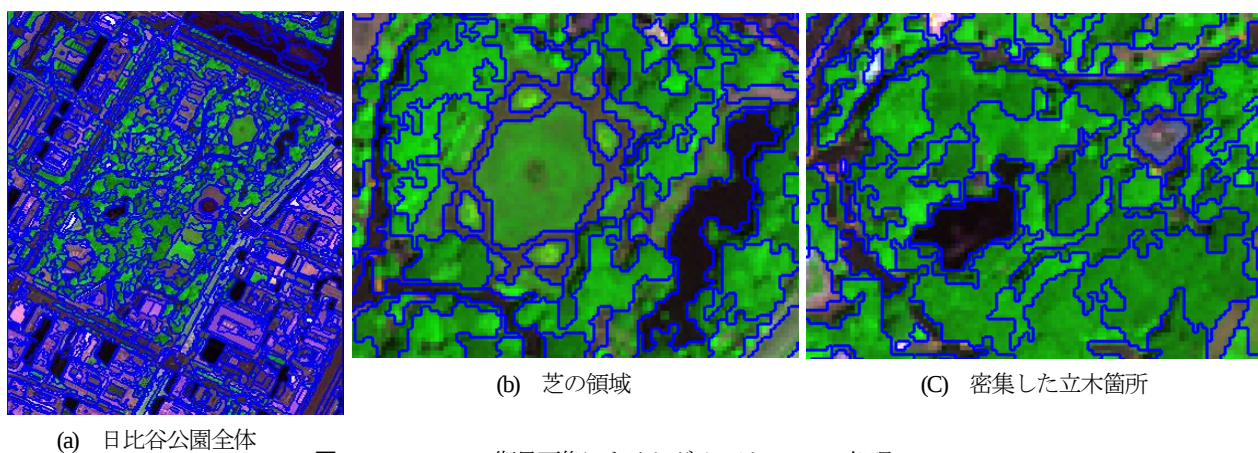


図-1 WorldView-2衛星画像によるセグメンテーション処理

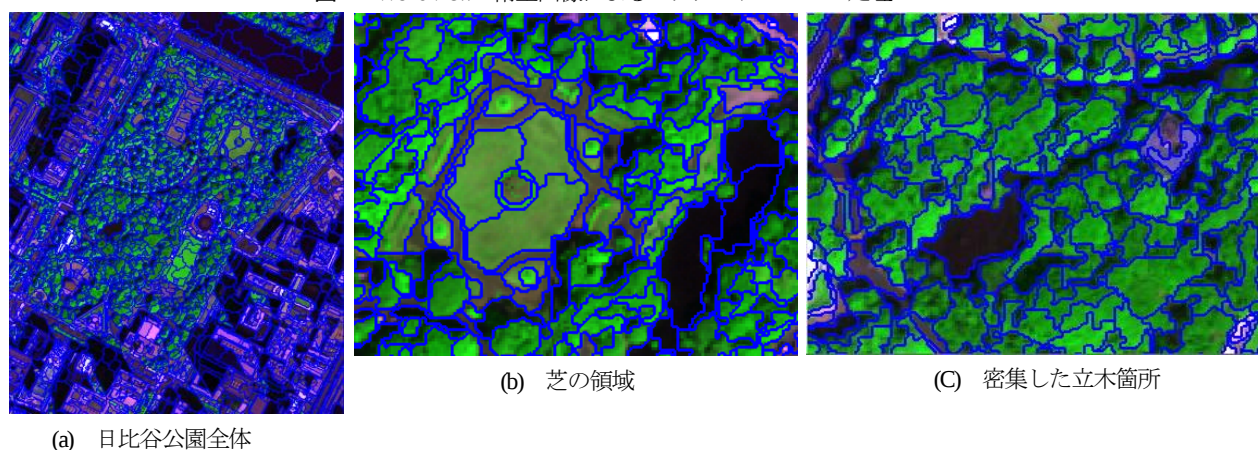


図-2 WorldView-3衛星画像によるセグメンテーション処理

を踏まえて系統的に検討した結果、スケールパラメータを20とし、Shape指数を0.5、Compactness指数が0.5とした場合が、最も領域分割として植生が分けられるパラメータ設定となる傾向が示された。芝の領域では、面積の大きい箇所では複数に分割する傾向が示された。これは分解能の向上により埤面との境界面が識別できたことにより、複数に分割されたのだと推察される。立木では、2～3本程度をまとめて分割している傾向が示された。

c) 各画像によるセグメンテーションの比較検討

今回の比較検討によって、WorldView-3衛星画像のセグメンテーション処理は、分解能の違いによって全体的にセグメンテーションが細くなる結果が得られた。セグメンテーションパラメータの設定に関しては、分解能の違いから異なるパラメータ設定を行わなければならないことが検証された。

(2) 各画像分類手法の特徴

a) ピクセルベースによるK-means法

K-means法では、全体的に良好な抽出結果が得られた。

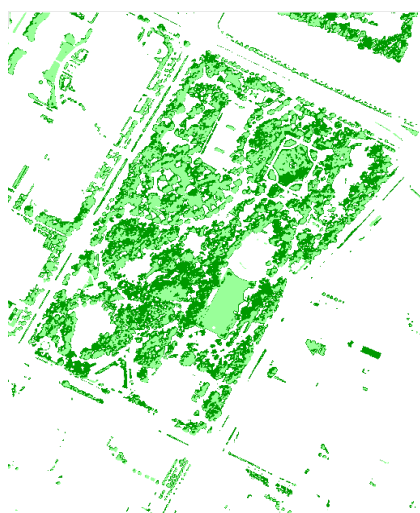
植生として2種類に分類されており、明度の高い緑が芝生と立木、明度の低い緑は芝の埤面と立木となっている。しかしながら、K-means法では、面的な芝生の繁茂と立木それぞれの面的分布形状をまとめた一つの領域として抽出することは困難である傾向が示された。

b) WorldView-2衛星画像でのKNN法

WorldView-2衛星画像情報に対するKNN法でのオブジェクト指向分類では、全体的に良好な抽出結果が得られた。芝領域に関しても良好に分類されており、分割された領域内において緑の濃淡差でトレーニングデータを作成していることから、立木のセグメントとしても違いを表しながら分類する傾向が示された。

c) WorldView-3衛星画像でのKNN法

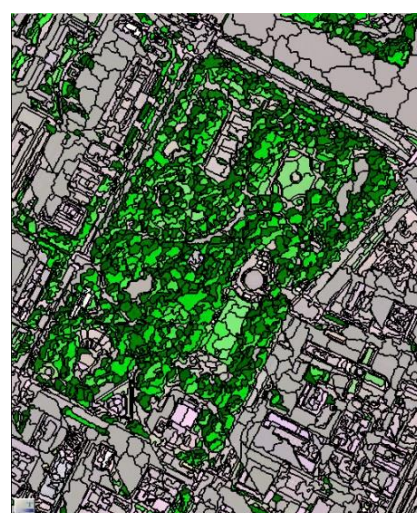
WorldView-3衛星画像によるKNN法でのオブジェクト指向分類では、全体的に良好に抽出されており、芝・立木とも良好に分類する傾向が示された。WorldView-2衛星画像での結果と比べ、セグメントが細かく、分類結果もより詳細に得られていることから、樹種判定の可能性が分類結果から得られた。



(a) WorldView-3 による K-means 法

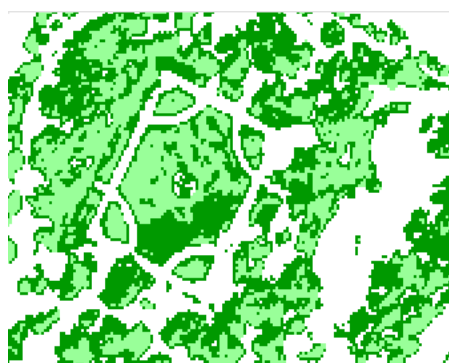


(b) WorldView-2 による KNN 法



(c) WorldView-3 による KNN 法

図-3 日比谷公園全体での分類結果



(a) WorldView-3 による K-means 法



(b) WorldView-2 による KNN 法



(c) WorldView-3 による KNN 法

図-4 芝領域での分類結果

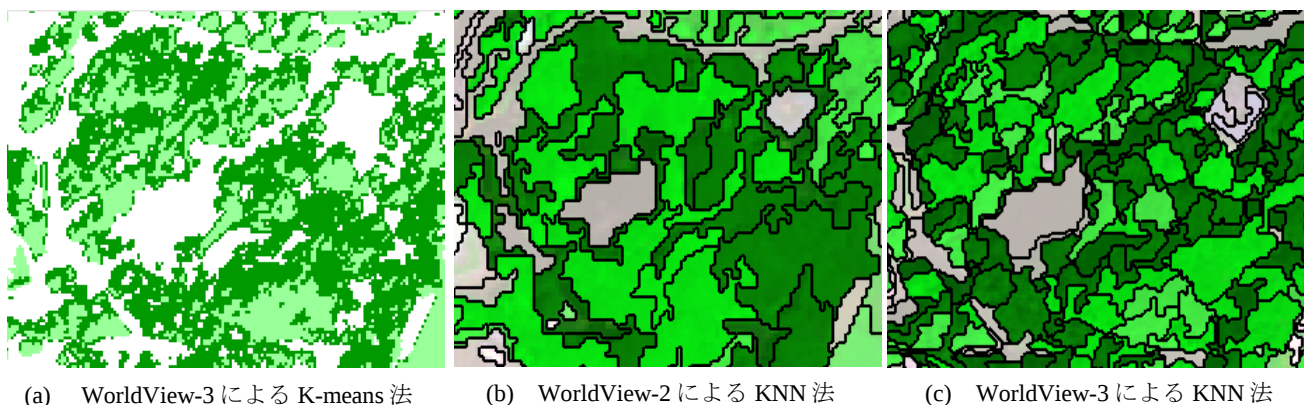


図-5 密集した立木での分類結果

(4) 各分類手法の比較検討

処理画像の比較から、芝および立木を個々に分類するためには、WorldView-3衛星によるKNN法が最も効果的であることが示された。これは、分解能の違いという点やセグメンテーションによるオブジェクト化の点から判断された結果と考察される。ピクセルベースでの植生抽出では、芝生と立木それぞれの分類が困難である可能性が示された。WorldView-2衛星でのKNN法では、領域分割が単純なことから、より詳細な抽出が困難である傾向が示された。

(5) 都市内植生の形状分布評価を反映した植生分布図の考察

今回の検討によって、衛星画像の分解能の向上により都市内の植生に対し、オブジェクト指向による植生のオブジェクト化は植生分布を把握するために効果的であることが示された。これはセグメンテーションによって、各領域が個々に判読できるからと考察される。この結果から、今後の都市内植生分布の評価を行うにあたって分布形状のまとめ上げが効果的であると考察され、今後、樹木の樹冠境界線の定量化や樹木セグメントの定量化から植生分布図への向上が望めると考察される。このことから、都市公園の維持管理への情報提供や都市空間内の新たな緑化空間の創出に繋がっていけると考察される。

4. おわりに

今回は、セグメンテーションのパラメータについての検討し、各画像分類手法での植生抽出についての比較検討を行った。この結果から、都市内植生の形状分布評価及び考察ができた。今後は、街路樹等の独立樹木でのセグメンテーションパラメータの検討及び分類・抽出の検討、新たな植生分布図の提案を予定している。

ACKNOWLEDGEMENTS: The Worldview-2 images and WorldView-3 images used in this study include copyrighted material of Digital Globe, Inc., All Rights Reserved.

参考文献

- 1) 佐藤真央 羽柴秀樹：「WorldView-2衛星画像による都市内植生のNDVI値の季節的な特徴の比較」, 土木学会第67回全国大会, 2012.
- 2) 佐藤真央 羽柴秀樹：「異なる季節のWorldView-2衛星画像を利用した都市内植生の分布特性抽出のための検討」, リモートセンシング学会第52回学術講演会, 2012.
- 3) 高岩直彰 羽柴秀樹：「高分解能衛星画像による都市内植生の分類手法の比較検討」, 土木学会第69回全国大会, 2014.
- 4) 高岩直彰 羽柴秀樹：「高分解能衛星画像を用いた都市公園内職製の分類のためのオブジェクトベースとピクセルベースでの分類の比較」, リモートセンシング学会第57回学術講演会, 2014.
- 5) 高岩直彰 羽柴秀樹：「高分解能衛星 WorldView-3画像による都市内植生に対する画像セグメンテーションの比較検討」, リモートセンシング学会第58回学術講演会, 2015.
- 6) Richter R, Schläpfer D and Müller A :An automatic atmospheric correction algorithm for visible/NIR imagery, *International Journal of Remote Sensing*, Vol.27, 10, pp.2077-2085, 2006.
- 7) Geoffrey J. Hay, Guillermo Castilla, Michael A. Wulder, Jose R. Ruiz : An automated object-based approach for the multiscale image segmentation of forest scenes, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 7 339-359, 2007.
- 8) Shepard, F. P. and Inman, D. L. : Nearshore water circulation related to bottom topography and wave refraction, *Trans. AGU.*, Vol.31, No.2, 1950.