

6. まとめ

- (1) 全国でのデータ入手が可能な中分解能衛星データ (LANDSAT、Terra/ASTER) を用いて、神奈川県を対象に以下の流れで緑地、樹林地の判別を実施した。
 - ① 前処理 (幾何補正、反射率変換、地形補正)
 - ② 代表的な画像分類手法の整理と検討手法の設定
 - ③ 検証エリアでの試行と緑地、樹林地抽出手法の選定
 - ④ 神奈川県全域への適用
 - ⑤ 緑地、樹林地の抽出

- (2) (1)の①に示す前処理は以下の内容で行った。
 - ① 幾何補正では、国土地理院発行の数値地図 25000 (地図画像) を参照して GCP を取得し、RMSE が 1 画素以内になるように GCP を調整したうえで、最近隣内挿法により画素の再配列を行った。
 - ② 反射率変換は、使用する衛星データの受信局、観測時期に応じた変換式を用いて、DN 値から放射輝度値への変換、さらには反射率への変換を行った。
 - ③ 地形補正は、Minnaert 定数を用いた非ランベルトモデルの地形補正を行い、陰などの地形効果を補正した。

- (3) (1)の②に示す代表的な画像分類手法の整理の結果、緑地、樹林地抽出のための画像処理手法として下記の 8 種を設定した。
 - ① 最尤法 (ピクセルベース分類)
 - ② NDVI+最尤法 (ピクセルベース分類)
 - ③ クラスタリング (ピクセルベース分類)
 - ④ NDVI+クラスタリング (ピクセルベース分類)
 - ⑤ TGR 分解 (ミクセル分解)
 - ⑥ VRW 分解+TGR 分解 (ミクセル分解)
 - ⑦ VRW 分解×TGR 分解 (ミクセル分解)
 - ⑧ TGR-W 分解 (ミクセル分解)

- (4) LANDSAT データ (2004 年 11 月 27 日) に対して(3)の 8 手法を適用して緑地、樹林地抽出を行い、それぞれの定性的、定量的な判別精度を比較検討した。その結果ミクセル分解では TGR-W 分解 (ただし樹林地のみ)、ピクセルベース分類では NDVI+最尤法が良好な手法として選定された。

なお、中分解能衛星データによる緑地、樹林地の判別の検証用に、神奈川県内に 12 箇所の検証エリアを設定し、空中写真判読により検証用データを作成し使用した。

- (5) 異なる年の LANDSAT データによる緑地、樹林地の変遷の解析として、1990 年の LANDSAT データと 2004 年の LANDSAT データを用い、それぞれについて(4)で選定された TGR-W 分解（ミクセルベース分類）と NDVI+最尤法（ピクセルベース分類）の 2 種で緑地、樹林地を抽出し、その後両者の差分による緑地、樹林地の変遷の抽出を実施した。
- (6) 単時期の樹林地抽出精度は、1990 年の LANDSAT では TGR-W 分解が 97.6%、NDVI+最尤法が 110.9%となった。2004 年の LANDSAT では TGR-W 分解が 95.5%、NDVI+最尤法が 105.6%となり、両年の間に精度面での差異はほとんどなかった。また、TGR-W 分解はやや少なめ、NDVI+最尤法はやや多めに樹林地を抽出する傾向が認められた。
- また、2 時期の変遷の抽出精度は、増加箇所については TGR-W 分解が約 6 倍、NDVI+最尤法が約 4 倍の過大抽出となった。減少箇所については TGR-W 分解、NDVI+最尤法とも約 1.8 倍の過大抽出となった。増加と減少を差し引きした総量（ネット）については、TGR-W 分解が 101.7%、NDVI+最尤法が 123.3%となった。これより、2 時期の変遷の抽出精度は、総量（ネット）では概ね良好な精度であるが、TGR-W 分解、NDVI+最尤法ともに増加、減少それぞれについては過大に抽出する傾向があると考察された。
- (7) 最新データとして LANDSAT データの代わりに ASTER データを用いて、緑地、樹林地の抽出を行い、期初の LANDSAT データによる 1990 年時点の緑地、樹林地との差分による緑地、樹林地の変遷の解析を実施した。なお、緑地、樹林地の抽出は(4)で選定した TGR-W 分解（ミクセルベース分類）と NDVI+最尤法（ピクセルベース分類）の 2 種で行った。
- (8) 単時期の樹林地抽出精度は、2005 年の ASTER では TGR-W 分解が 111.3%、NDVI+最尤法が 96.7%となった。一方、1990 年の LANDSAT では TGR-W 分解が 97.6%、NDVI+最尤法が 110.9%であり、2 手法の大小関係が逆転していた。ただし、検証用データとの乖離幅に大きな違いはなく、精度面での大きな違いはないと考察された。
- 2 時期の変遷の抽出精度は、増加箇所については TGR-W 分解が約 8 倍、NDVI+最尤法が約 3.5 倍の過大抽出であった。減少箇所については TGR-W 分解、NDVI+最尤法とも約 1.8 倍の過大抽出であった。増加と減少を差し引きした総量（ネット）については、TGR-W 分解が 56.1%、NDVI+最尤法が 146.3%となった。これより、2 時期の変遷の抽出精度は、TGR-W 分解、NDVI+最尤法ともに増加、減少それぞれについては過大に抽出する傾向が認められた。総量（ネット）については TGR-W 分解が過少抽出、NDVI+最尤法が過大抽出で、LANDSAT 同士のケースより検証用データとの乖離が大きい結果となった。

- (9) (6)、(8)に示される 2 時期の変遷において生じた誤差の要因として、まず 2 つのデータの重ね合わせる時に生じる位置ずれと、建物の影の影響が考えられた。そこでそれらによる誤差を軽減するために、精密幾何補正と影の補正方法をそれぞれ検討し、それを試行することによりその効果を検証した。

精密幾何補正は、コントラストの明瞭な地物を GCP とし、近傍画素との色調差から地物の位置をサブピクセルレベルで推定することにより誤差を抑えようとする手法として考案した。その結果、理論上想定される最大誤差を従来の幾何補正の約 1/3 にまで抑えることができた。

建物の影の影響に対しては、正規化法を適用することにより補正を試みた。その結果、影領域の画素値が補正され、その影響が軽減されることがわかった。ただし、LANDSAT の band1 (青バンド) は海面および影領域で過剰補正される傾向が認められた。

- (10) 2 時期の変遷において生じた誤差のもう一つの大きな要因として、それぞれの時期のデータから別々に樹林地を抽出し、その結果を比較したために、それぞれの時期の誤差が掛け合わされることによって精度が低下したことが考えられた。そこで個々に樹林地を抽出するのではなく、2 時期のデータから、樹林地の増加部分を直接把握する手法の検討を行った。

手法開発にあたっては、以下の 2 点に着目し、精度向上を図った。

- ① 最初に緑地増加箇所を求め (近赤外バンドの差分&閾値処理、と重ね合わせ & 分類処理の 2 手法) てから樹林地増加箇所を絞り込むことにより、アプローチで誤差の伝播を軽減する。
- ② 樹林地増加箇所の絞り込みには、ミクセル分解 (TGR-W 分解) による最新の樹林地分布を併用する方法と、ASTER DEM による高さの情報を活用する 2 方法で比較検討する。

- (11) (9)、(10)の各手法の組み合わせた“総当たり法”によって、神奈川県内に設定した 4 箇所の検証エリアで、樹林地変遷把握の試行を行い、各種法の精度評価を、判別精度、統計的精度、面積精度の 3 とおりの考え方に則って実施した。

その結果、以下のことが確認された。

- ① 精密幾何補正は精度向上に寄与すること。
- ② 影の補正は精度向上に寄与すること。
- ③ 樹林地増加箇所の絞り込みに最新樹林地 (TGR-W 分解) を使用する手法が良好な結果を示すこと。

- (12) ALOS データの利用可能性を検討するため、ALOS/AVNIR-2 を使用した場合の樹林地増加面積把握精度を確認し、以下のことが示唆された。

- ① 精密幾何補正は ALOS においても明確な精度向上効果がある。
- ② 影の補正は ALOS においても明確な精度向上効果がある。
- ③ 増加緑地の抽出手法（近赤外差分、重ね合わせ）は同程度の精度である。
- ④ 樹林地の絞り込み方法は最新樹林地（TGR-W 分解）の併用が最適である。
- ⑤ ASTER と ALOS の比較ではやや ALOS の方が高精度である。

(13) 本研究で最適と判断された手法を適用して、樹林地の増加、減少、総量（ネット）面積を求め、(6)、(8)の結果と比較したところ、総量（ネット）では(6)、(8)とほぼ同程度であるが、増加、減少のそれぞれについては(6)、(8)では過大推定するのに対し、本調査での手法は±20%程度の誤差範囲に収まっており、大きく改善することが確認された。

(14) 本研究で最適と判断された手法で全国を対象に作業を行うことを目的に、頒布可能なレベルの衛星データ処理マニュアルを作成した。