

人工衛星からの植生モニタリングによる廃棄物埋立地の安定化評価手法の検討

九州大学大学院 学生会員 ○小宮哲平 学生会員 石崎俊夫
 " 正会員 中山裕文 正会員 島岡隆行

1. はじめに

衛星リモートセンシングは、面的かつ定期的に地表の情報を取得できるという特性から、各種の環境モニタリングに利用されている。著者らは、衛星リモートセンシングを用いた新たなモニタリング方法として、廃棄物処分場の安定化評価への適用について検討してきた。これまでの研究により、埋立地表層の植生状況と埋立層内のガス組成との間にある程度の相関があることがわかっており、これを利用して人工衛星からの植生モニタリングデータを埋立層内のガス組成評価に適用するための手法を示した¹⁾。本研究では、人工衛星からの植生モニタリングによる埋立地安定化評価手法の有効性について、実証的に確認することを目的とし、現地調査を行った日に近い衛星画像を使用し、人工衛星からの植生モニタリング結果と現地での地中ガス調査結果との関連性について検討した。

2. 分析対象及び方法

(1) 分析対象 本研究で対象とした埋立地は、上海市老港廃棄物埋立地である。この埋立地は、1989年に長江河口域の湿地帯に建設され、埋立面積約 320 ha、処理能力 4,900 t/日を有する中国最大規模の廃棄物埋立地である。主として上海都市部の生活ごみが未焼却で埋立てられている。埋立方式は嫌気性埋立で、埋立高さが 4~8 m になると厚さ 50 cm の最終覆土が施される。

(2) 衛星画像解析 衛星画像として、Terra / ASTER / VNIR 画像を使用した。画像の撮影日は、2005 年 5 月 11 日及び 10 月 11 日である。図 1 及び図 2 は、この衛星画像を用いて算出した老港処分場内の NDVI の分布状況である。NDVI は植物活性度の評価に広く用いられている指標であり、近赤外域と可視域(赤)の分光反射率の差により算出される。この値が大きいほど植物活性が高いことを意味する。ただし、使用した衛星画像の 1 画素は 15 m 四方であるため、画素内に複数種類の植物が存在することもあり、この場合 NDVI は画素内での面積占有率が高い植物の影響を強く受けることに留意する必要がある。

(3) 植生調査および埋立層内ガス組成調査の方法

2005 年 9 月 13 日、14 日に老港処分場の埋立完了区画において地表植生及び地中ガスの調査を行った。図 2 に示すように、埋立終了後 3~4 年経過した埋立区画(約 370 m × 250 m)において、裸地(植生がなく覆土が露出)を 4 地点、被植地 A(植生の密度、高さがともに高い)を 4 地点、被植地 B(植生の密度、高さが様々)を 17 地点選定した。植生調査は Braun-Blanquet の全推定法²⁾に基づき、各調査地点に 5 m × 5 m の調査方形区を設け、植物種とその被度・群度及び草本層高さを調査した。埋立層内のガス組成は、調査方形区内の数点にて、ボーリングバーで 80 cm 穿孔した後、採取管を挿入し原位置ガス調査器(GA2000, Geotechnical Instrumentants 社, 英国製)を用いて測定した。

3. 結果及び考察

(1) NDVI と地中ガス組成の関係 図 3 は、9 月の現地調査により得られた各調査地点の埋立層内ガス組成を縦軸にとり、衛星画像から得られた対応調査地点の NDVI を横軸にとり図示したものである。ただし、このグラフには植生が全く存在しない地点(裸地)と、逆に

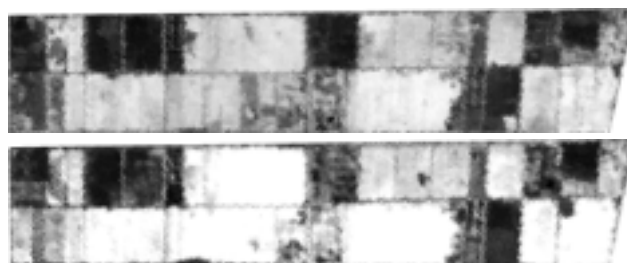


図 1 NDVI 分布状況
(上: 2005 年 5 月、下: 同 10 月)

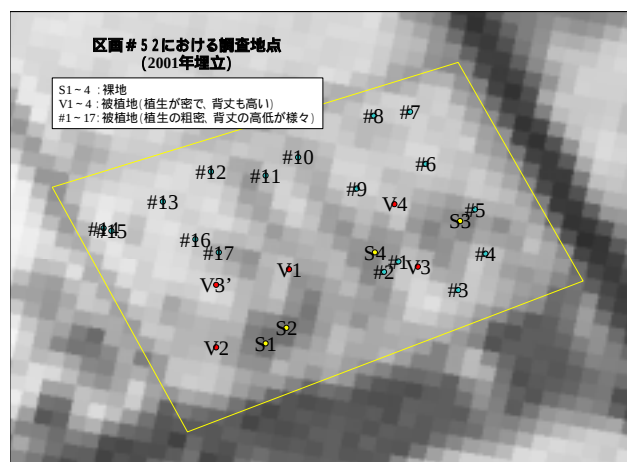


図 2 調査地点(背景は 5 月の NDVI)

植生の密度、高さがともに高い地点（被植地 A）の調査地点のみをプロットしている。両者の関係を線形近似し、相関係数 R の値を図中に示す。図より、NDVI が増加すると、 CH_4 及び CO_2 に関しては組成割合が減少し、 O_2 の組成割合は増加する傾向がある。5 月と 10 月の画像について R の値を比較すると、現地調査日（9 月）に近い 10 月の画像を用いた結果の方が R は高く、 CO_2 について 0.82、 O_2 について 0.66、 CH_4 について 0.87 と比較的良好な結果が得られた。 H_2S については、5 月、10 月ともに R が低く相関は見られなかった。

同様に、全調査地点のデータ（図 3 で考慮しなかった被植地 B のデータを加えたもの）を用いて地中ガス濃度と NDVI の関係を示したものが図 4 である。NDVI と地中ガス組成との間の増減傾向は図 3 と同様となったが、相関係数は CO_2 、 O_2 及び CH_4 についてそれぞれ 0.50、0.40、0.51（10 月）であり、図 3 に比べて両者の相関は低くなった。このことから、NDVI の値が極端に高いかあるいは低い場所については、NDVI からガス組成の状況にある程度推定できるが、NDVI の値が中間的な場所については、推定精度が低くなると考えられる。

（2）推定精度改善のための検討 ～草本層高さと地中ガス組成の関係 現地で得た植生データのうち草本層高さに着目し、草本層高さと地中ガス組成の関係を図示したものを図 5 に示す。相関係数は CO_2 で 0.60、 O_2 で 0.25、 CH_4 で 0.59、 H_2S で 0.54 であり、植生高さの増加に従い CO_2 、 CH_4 及び H_2S では減少、 O_2 では増加の傾向が見られた。つまり、植生の平面的な NDVI の大小だけでなく、植生高さを併せて考慮することにより、推定精度を向上させることが期待できる。衛星画像から植生高さを直接推定することは困難であるが、多時期の画像を用いて植物種を同定すること³⁾ができれば、植物種と衛星撮影時期の関係から植生高さを推定できると考えられる。

本研究では、埋立地の安定化評価手法として地表の植生状況に着目し、現地での植生及び地中ガス調査結果と衛星画像から得られる NDVI との関連性について検討した。今後、NDVI の時期変動解析を行い、人工衛星からの埋立地地表の植物種に関する情報の把握可能性について、現地植生調査データとの対比によりさらに検討していく必要がある。

【参考文献】1) 石崎ほか：アジアメガシティの大規模廃棄物処分場における環境モニタリングのための現地植生調査，環境システム研究論文集，Vol.33，pp.37-45，2005。2) J.Braun-Blanquet（鈴木時夫訳）：植物社会学，朝倉書店，1971。3) 小宮ほか：多時期衛星画像による大規模廃棄物埋立地の植生モニタリング，第 16 回廃棄物学会研究発表会講演論文集，pp.1022-1024，2005。

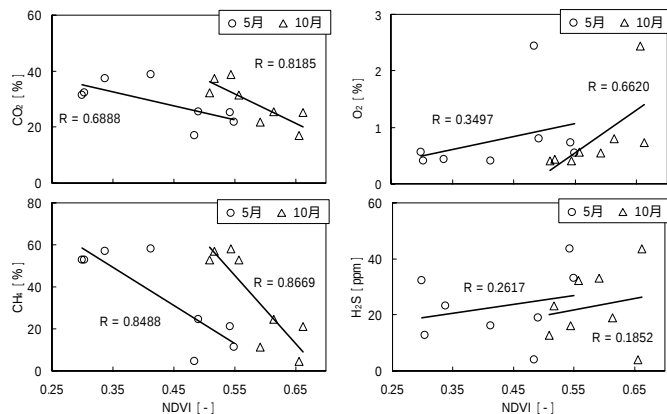


図 3 単時点 NDVI と地中ガス組成との関係（裸地と被植地 A のみの場合）

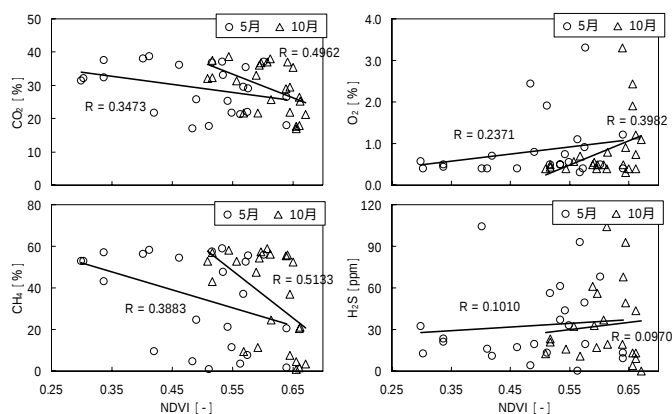


図 4 単時点 NDVI と地中ガス組成との関係（全調査地点の場合）

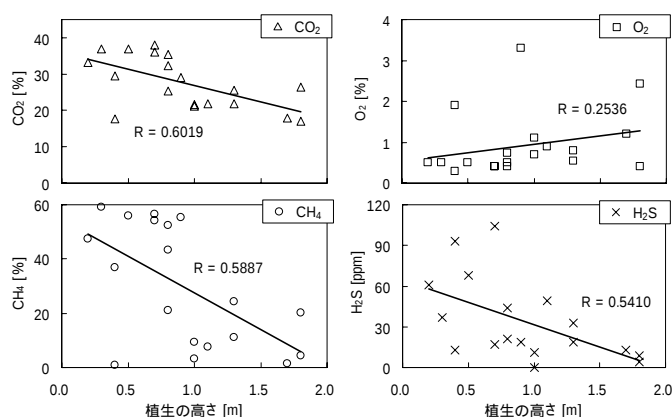


図 5 草本層高さと地中ガス組成との関係（被植地 A 及び B のみ）