

リモートセンシングによる廃棄物処分場覆土表層の面的情報取得に関する研究

九州大学工学部	学生会員	○高山 裕明
九州大学大学院工学研究院	正会員	中山 裕文
応用地質株式会社	正会員	小宮 哲平
九州大学大学院工学研究院	フェロー会員	島岡 隆行

1. 目的

廃棄物処分場から放出されるメタンガス等の埋立ガスのフラックスには、覆土の含水率や通気性が影響しており、廃棄物層内におけるメタン酸化にも深く関わっている。廃棄物処分場における覆土性状のモニタリングは重要であるが、廃棄物処分場は広大な面積を有するため、土壌の通気性、含水率を限定された測定点で計測する従来のチャンパー法や土壌サンプリングといった手法では全体の把握、管理することが難しい。そこで広域的、定期的に面的データを取得できる衛星リモートセンシングに着目し、廃棄物処分場の覆土情報の取得を試みた。本研究では人工衛星の代用としてスペクトルメータを用いて廃棄物処分場における覆土の分光反射スペクトルを測定するとともに、現地の覆土をサンプリングし含水率試験、通気性試験、分光反射スペクトル測定を行いそれぞれの関係について考察した。

2. 内容

2. 1 覆土の分光反射スペクトル、含水率及び通気係数の関連性把握のための室内実験

大阪湾広域臨海環境整備センターが管理する泉大津沖埋立処分場管理型区画において覆土をサンプリングした。覆土は、表層、深度 30cm および 50cm の地点で採取した。採取したサンプルを持ち帰り、含水率、通気係数、分光反射スペクトルを測定した。図 1 のように含水率は 8.7%~17.2% の範囲にあり、通気係数は地点 1、地点 4 については 0.5~0.8cm/sec と小さく、地点 3 は深くなるにしたがって 0.1~5.4cm/sec と大きくなった。これらと比較して地点 2 は表層から順に 5.6、3.4、6.1cm/sec と通気係数の値が大きかった。

含水率や通気係数と深度との関連性は認められなかった。次に含水率を 0%~20% まで 2% 刻みで人為的に変化させ、各含水率で通気係数を測定した。結果を図 2 (左) に示す。含水率が増加すると通気性が減少した。含水率と通気係数変化の傾向がサンプル採取地点によって異なるのは、粒径等が異なるためと考えられる。

スペクトルメータで測定した分光反射率を衛星リモートセンシングデータの代用とした。採取した覆土サンプルの含水率を 0%~20% で 2% 刻みに人為的に変化させ、それぞれで分光反射スペクトルを測定した。各含水率の分光反射スペクトルを図 2 (右) に示す。これからは含水率が高くなるにつれ、反射率も減少していくのが見て取れる。次に得られた分光反射率を用いてスペクトルパターン分析を行い、含水率や通気係数の変化をより反映するバンドの組み合わせを計算した。

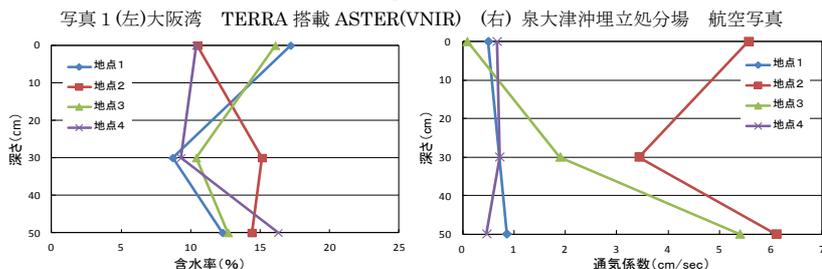
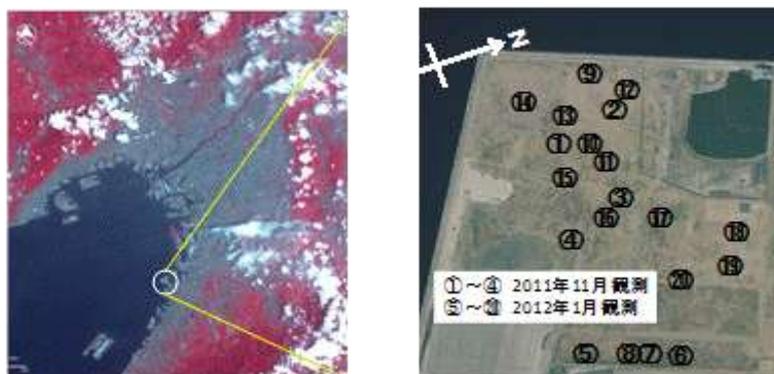


図1 深さ別含水率分布 (左) 通気係数分布 (右)

キーワード リモートセンシング 分光反射スペクトル スペクトルパターン分析 覆土 含水率
 連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 3 号館 916 号室 TEL 092-802-3431

波長帯は ASTER (TERRA)、IKONOS、ALI (EO-1)、QUICKBIRD、TM (LANDSAT5号)、TM+ (LANDSAT7号)にあわせた。採取サンプルの最高含水率にもっとも近い値(14%)における分光反射スペクトルから抽出した波長における反射率で記述されるベクトルを基準ベクトルとし、それに対して採取サンプルのベクトルとのなす角 θ を式(1)

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} \right) \dots (1)$$

により求めた。ここでベクトル a は基準となる分光反射ベクトルであり、ベクトル b は最長となるサンプルの分光反射ベクトルである。全てのバンドの中から2つ以上のバンドを抽出してこの計算を行い、全ての組み合わせの中から θ が最大となるバンドの組み合わせを探索した結果、図3の組み合わせが基準ベクトルと当該含水率のベクトルのなす角 θ が大きかった。ここでは ASTER に関して θ と含水率、通気係数の関係を図4に示す。また、 θ と含水率、 θ と通気係数の関係式を線形回帰により求めた。その結果、 R^2 はそれぞれ0.725、0.831となり、相関が認められた。

2. 2 泉大津沖埋立処分場における検証

前述した θ と含水率、通気係数との関係式について現地において検証を行った。16地点において覆土の分光反射スペクトルを測定するとともに、覆土サンプルを採取して含水率、通気係数を測定した。2.1と同様のスペクトルパターン分析を行った。ただし、基準ベクトルには含水率が最高値に最も近い値(10.7%)のものを採用した。その結果得られた基準ベクトルとのなす角 θ と含水率、通気係数の関係を図5に示す。またこれから θ と含水率、通気係数の関係を表す線形回帰式を求めた結果、 R^2 はそれぞれ0.500、0.153となり、室内試験の結果よりも決定係数は低かったが、傾向としては同様であった。ばらつきが大きかった理由として、分光反射スペクトル測定地点の植生の影響、表面粗度の影響、覆土サンプルに粒径の大きい粒子が含まれていたことにより部分的に空隙が存在しているといった局所的な性質に起因するものと考えられた。以上により地上リモートセンシングや人工衛星リモートセンシングで取得した覆土の分光反射スペクトルから抽出したベクトルを用いることで覆土の含水率や通気係数を一定の精度で推定することが可能であるといえる。

3. 結論

本研究では廃棄物処分場における覆土表層の分光反射率、含水率、通気係数の関連性について検討を行い、関連性を見出すことでリモートセンシングによる廃棄物処分場覆土表層の面的情報の取得を試みた。覆土の反射スペクトルを地上リモートセンシング、あるいは衛星リモートセンシングにより得ることができれば、覆土の含水率、通気係数を推定することが可能であり、リモートセンシングの有用性が示された。

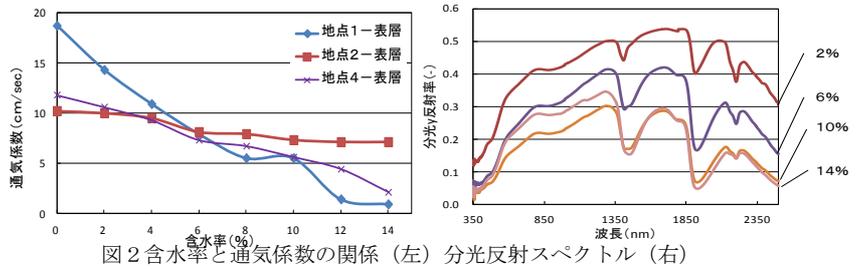


図2 含水率と通気係数の関係(左) 分光反射スペクトル(右)

(人為的に含水率を変化させた場合)

EO-1		IKONOS		QUICKBIRD	
Band3	0.630 ~ 0.690	Band1	0.445 ~ 0.516	Band1	450 ~ 520
Band7	2.080 ~ 2.350	Band3	0.632 ~ 0.698	Band2	520 ~ 600
				Band4	760 ~ 900
LANDSAT-5		LANDSAT-7		ASTER	
Band3	0.63 ~ 0.69	Band3	0.63 ~ 0.69	Band2	0.63 ~ 0.69
Band7	2.08 ~ 2.35	Band7	2.09 ~ 2.35	Band8	2.295 ~ 2.365
				Band9	2.360 ~ 2.430

波長: μm

図3 センサ別スペクトルパターン分析

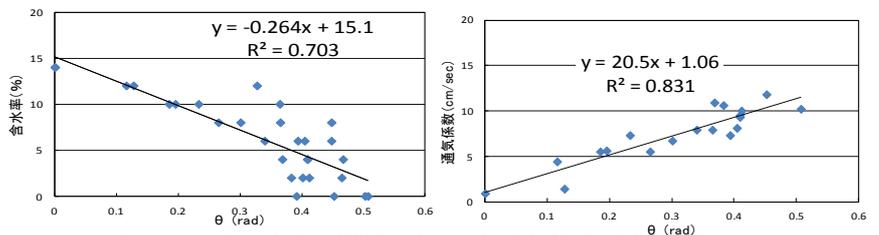


図4 θ と含水率の関係(右) θ と通気係数の関係(左)

(含水率を人為的に変化させた場合)

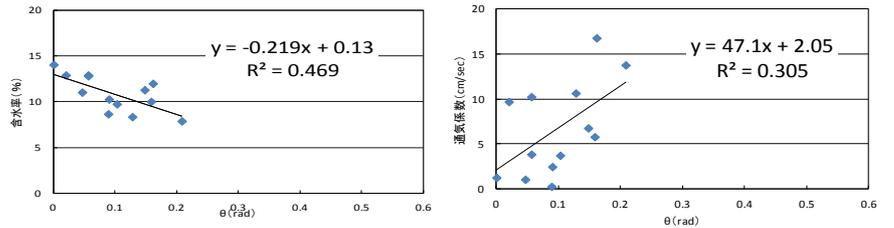


図5 現地データにおける θ と含水率の関係(左) θ と通気係数の関係(右)