

誰でもできる国際耕種のリモートセンシング画像解析シリーズ

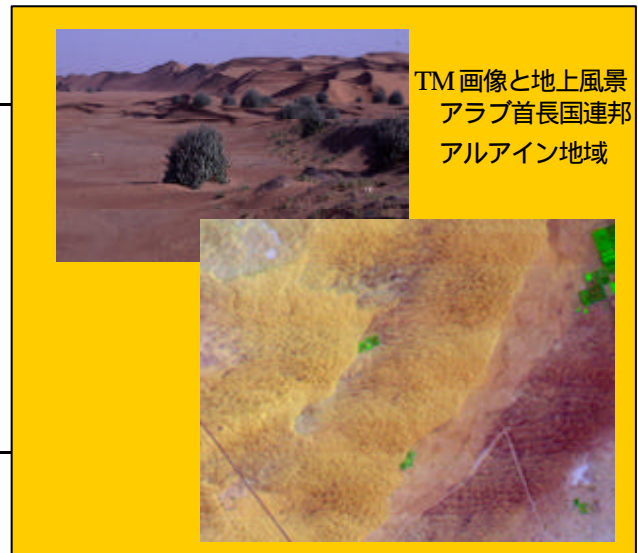
第1回：簡単に始められるリモートセンシング解析

(1) リモセン技術って何に使われているの？

リモートセンシングは人工衛星や航空機等に搭載された電磁波観測用センサを用いて離れた場所から地球の広い範囲を同一条件のもとで観測する方法です。現地調査で入手した情報（作物、樹種、土壌、表面温度）や調査データ（分光反射率）を活用し、現地調査が困難な地域（たとえばジャングル、砂漠、山岳地帯）の状況を高精度で推定することができるようになってきています。今日、リモートセンシングの技術は気象、地質、環境、植生、土地利用等以下のような分野で活用されています。では実際にはどのような原理でリモートセンシング解析が行われているのでしょうか。太陽から放射された光は地球の岩、土、植物（物体）などにぶつかり反射します。また、物体は赤外線などを放射しています。これらをまとめて電磁波と呼んでいるわけですが、リモートセンシングではこれら電磁波をセンサで捉え、その電磁波の性質・強度から物体の特徴を把握していこうとする技術です。

一般的に使われている調査・解析分野

農業	作物の収量予測、作付け面積把握、土壌分類
林業	植生分布区分、森林火災監視、森林病害虫管理
土地利用	土地利用状況把握、主題図作成への応用
災害	火山観測の監視、土砂崩れ調査
地質	地表地質調査、地表構造パターン把握、地熱調査
水資源	積雪調査、地表水分調査
環境	環境区分把握、汚染状況、都市環境監視
海洋	水温分布、海流調査、赤潮調査、海底火山監視
気象	気象調査・予測



(2) 解析にお金がかかるんじゃないの？

画像解析はコンピューターはいるし、特殊な解析ソフトなど費用がかかると思われがちです。国際耕種では極力安価な方法で解析できるように下に示した機材で作業を行っています。

使用機材 : マッキントッシュ LC 630 程度 (20万円程度)

使用ソフト : Photoshop、 MapII、 その他 (静岡大学土屋先生提供ソフト)

(3) リモートセンシングデータはどうやって入手するの？

入手可能な主なデータとして Landsat (TM, MSS)、 SPOT、 JERS-1 (ふよう1号)、 MOS-1 (もも-1号) などの衛星で取られているデータがあります。購入物としては写真みたいな画像や数値化されたデータが入っている磁気ディスクなどの形で入手でき、このようなデータは(財)リモート・センシング技術センター (TEL:03-5561-9777) で購入可能です。各衛星よりの入手可能地域は以下の通りです。

衛星	データ入手可能地域
Landsat	全世界
SPOT	全世界
JERS-1	極東、東南アジア、オーストラリア、欧州、北米
MOS-1	極東、東南アジア、ヨーロッパ、北米

価格は広範囲のデータを購入しようとすると高くなりますが、100km²程度のデータですとフロッピーディスクで3万円(TM)程度で購入できます。

誰でもできる国際耕種のリモートセンシング画像解析シリーズ

第2回：リモートセンシング用衛星と入手データの内容

(1) どれぐらいの精度で解析できるの？

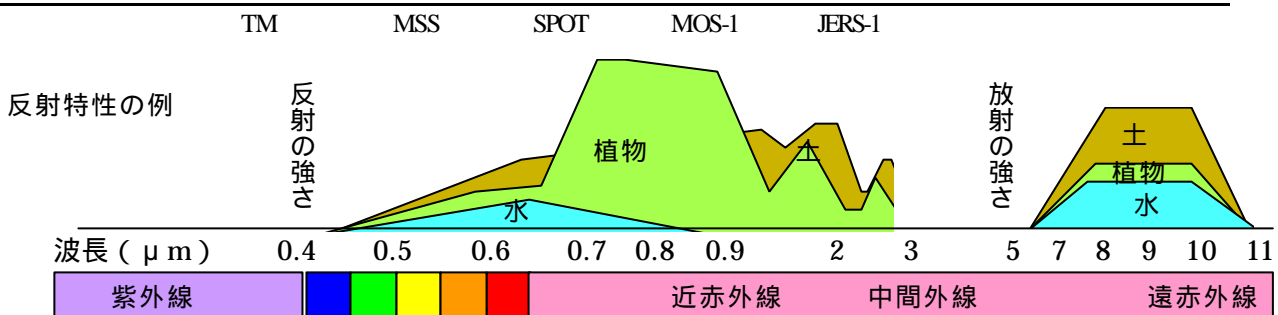
衛星のデータは地上 500km以上の高さから入手されています。だから、リモートセンシングデータから花壇の植物を調べようとしてもだめ。最近のセンサーの精度はどんどんあがってきているがそれでも一番精度の高いのでも 10 m。通常使われているデータの精度は 80m から 20m 程度。だからそれより小さい物を調べようとしても無理。でも、技術はどんどん進んでいるから将来はもっと細かい物でも判別できるかも。

衛星	国	バンド	分解能(m)	観測開始
Landsat (TM)	USA	7	30m	1988年
Landsat (MSS)	USA	4	80m	1972年
SPOT	仏	3	20m	1986年
JERS-1	日本	8	20m	1992年
(ふよう1号)		SAR*1	20m	
MOS-1(もも-1号)	日本	4	50m	1990年

SAR：合成開口レーダ

(2) リモセンのデータってどうなっているの？

このような精度で入手できるリモートセンシングデータはどのような内容なのか？人間の目は太陽光の反射を見て色を識別しているのだけれども、その範囲は下に示した図の可視光線だけ。でも、衛星に載せてあるセンサーはこれとは少し違います。下の図にも示されているようにセンサーは特定の波長帯のみの反射を感知し、その強さを 256 段階の数値で記録しています。このような方法で特定の波長帯（例えば MMS では 4 波長帯（バンド））の情報を収集しています。選ばれた波長帯は調査の目的に応じて決められています。たとえば水の調査を目的とするときは、水の反射の大きい波長帯（0.6μm 付近）のセンサーでデータが取られているわけです。



衛星	センサー	バンド
LANDSAT	MSS	4, 5, 6, 7
SAT	TM	1, 2, 3, 4, 5, 7, 6
SPOT	HRV-XS	1, 2, 3
MOS-	MESSR	1, 2, 3, 4
JERS-2	OPS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

	B-波長帯	B-波長帯	B-波長帯	B-波長帯	B-波長帯	判別
可視域(青～緑)	1 0.45-0.52					落葉樹と針葉樹の区別
可視域(緑)	2 0.25-0.60	4 0.5-0.6	1 0.50-0.59	1 0.15-0.59	1 0.52-0.60	植物の活力度
				2 0.61-0.69	2 0.63-0.69	
可視域(赤)	3 0.63-0.69	5 0.6-0.7	2 0.61-0.68	3 0.72-0.80	3 0.76-0.8	植物の識別
					4 0.76-0.86	
近赤外域	4 0.76-0.90	6 0.7-0.8	3 0.79-0.89	4 0.80-1.10		海域と陸域の区別 植物量の確認
中間赤外域	5 1.55-1.75	7 0.8-1.1		5 1.60-1.71		地表の水分含有量の 推定水分の区別
	7 2.08-2.35			6 2.01-2.12		
				7 2.13-2.25		
				8 2.27-2.40		
熱赤外域	6 10.4-12.5					地表や海面の温度分布の推定

誰でもできる国際耕種のリモートセンシング画像解析シリーズ

第3回：解析によく使われる手法

衛星画像の特徴は写真のように単に自然のままの状態を見るばかりでなく、データが数値として配置、保存されているという特徴を利用し、自分の望んでいる情報をより鮮明に画像に反映、出力させることができます。このための処理をまとめて「画像処理」と呼んでいます。画像処理にはデータの入手するときの大気吸収・散乱、衛星の姿勢などにより生じる歪みを取り除く補正処理、画像内容をより認識しやすく、画像の内容を視覚的に把握しやすくするデータの変換処理、および画像に含まれるいくつかの対象物を区別する分類処理の3つに分けられます。

それではこのうち、解析によく使われる処理をいくつか取り上げて紹介しましょう。

(1) 画像の出力

衛星データで入手された各バンドの情報に機械的に色をつけて重ね合わせると画像ができあがります。主な画像としてフォルスカラー、ナチュラルカラー、シュードカラー画像等があります。

・フォルスカラー画像：
近赤外領域 - 赤、赤波長 - 緑、緑波長 - 青
・ナチュラルカラー画像：
近赤外領域 - 緑、赤波長 - 赤、緑波長 - 青
・シュードカラー画像：
濃淡階調をいくつかの任意のランクに分け、各ランクに色を割り付ける

(2) 画像間演算 (例：植生指標)

植生指標 (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) は画像間演算の一種で植生の活力の高い地域を確認するのによく用いられ、TMの場合 $NDVI = (Band\ 4 - Band\ 3) / (Band\ 4 + Band\ 3)$ という近赤外域 (Band 4) と赤色域 (Band 3) の関係で示されます。

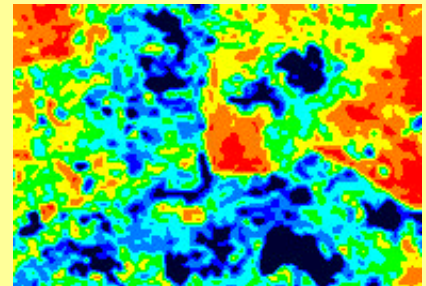
UAE、アルアイン市街地、TM画像、1989年



フォルスカラー画像
森林・農地は赤系統、市街地は青系統



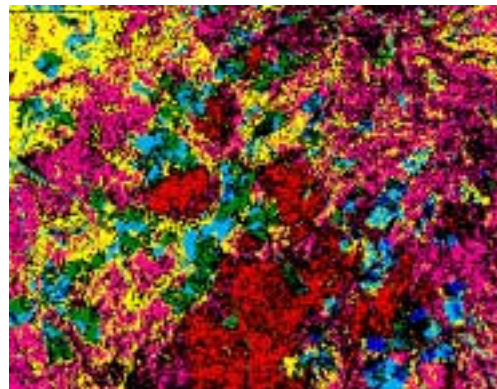
ナチュラルカラー画像
森林・農地は緑、市街地はマゼンダ系統



レベルスライス画像
バンド7、赤色が濃、ほど温度が高い
オアシスは低温、裸地は高温

(3) 最尤法 (さいゆうほう)

もっともよく用いられる分類方法。分類したサンプルデータが正規分布を示すと仮定して、未知の画素を最大尤度を示す分類に分けていく方法である。例えば、土地利用分類をする場合、地上で得られた情報を基にサンプルエリアを取り、各分類データからより正規分布している確立密度の高いほうに未知のデータを分類する手法です。



- 耕作地
- 放牧地
- 休閒地
- 疎林地
- 森林地
- 未分類地

最尤法による土地利用分類 (SPOT Image)

誰でもできる国際耕種のリモートセンシング画像解析シリーズ

第4回：衛星データを支える地上データ解析

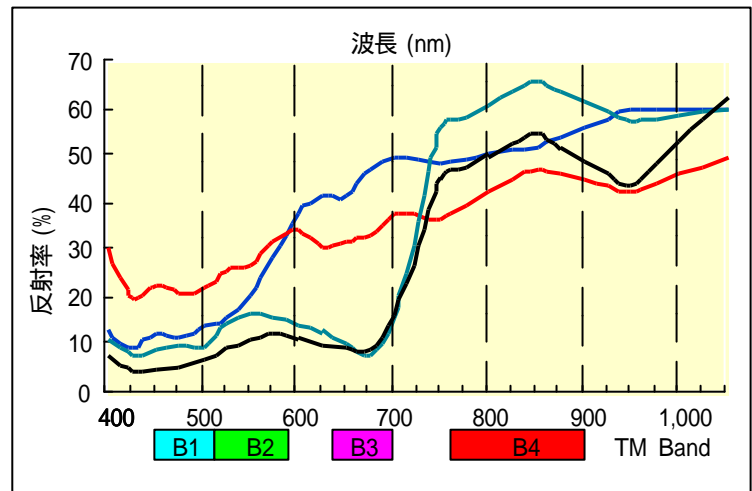
リモセンの解析で大切なのは地上で得られた点の情報を使い、うまく衛星データを面的に分類していくことです。従って、より精度の高い解析を行うためには、できるだけ多くの地上情報を集めることが大切です。地上で得られる情報には、視覚情報と数値情報があります。



視覚情報：土地利用、植物、土壌、地質など
数値情報：座標、温度、物の反射率など

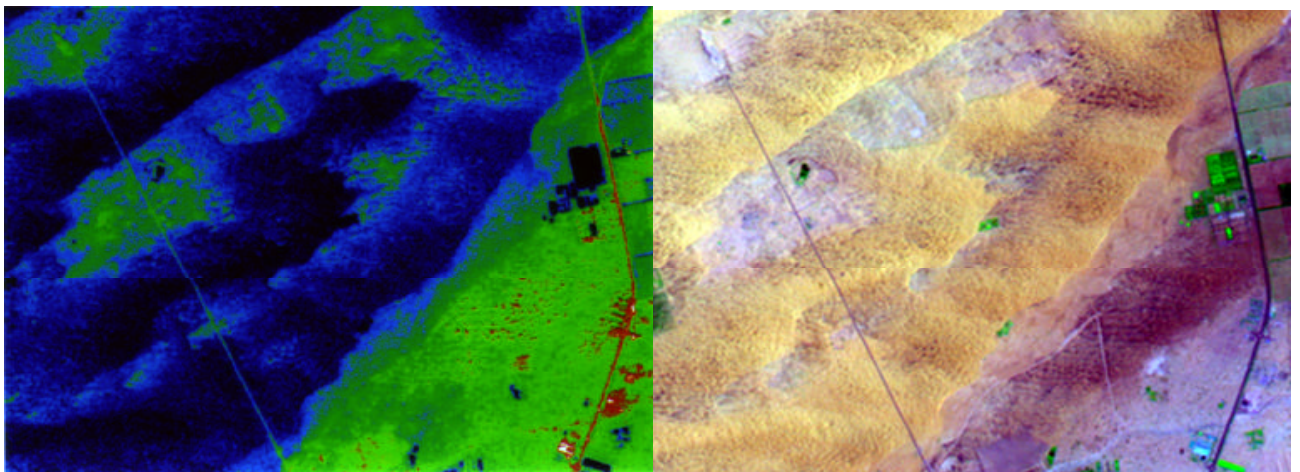
視覚情報とは実際に現地を見て、そこでの肉眼的観察から得られる情報です。従って、特別に機械が必要ではありません。しかし、数値情報を得ようとするとなんらかの機材が必要です。座標の情報のためにはGPSレシーバー、温度には温度計、物の反射率には分光反射計などが必要です。この内、分光反射計は左の写真のような機器を使い、衛星で収

集している情報と同じ分光反射率（実際はより多くのバンド帯で測定）を測定し、比較しながら分類していきます。右の図は、UAEで4種類のもの（野菜、自然植生、砂丘砂、岩石）の反射率を実測した結果です。植物は650nmから750nmで反射率が大きくなり、特に成長がさかんな植物（葉緑素が多く、活性が高い）ほど急激に増加します。岩石、砂（土壌）などは波長が長くなるに従って、徐々に反射率が増加する傾向がありますが、岩質などによって変化が見られます。



下の写真は地上で得られたデータからTMバンドの内、500nm（バンド2）と750nm（バンド4）の比を取って、砂丘を強調する処理をした画像です。

野菜(キャベツ) 砂丘砂
自然植生 (Rhazya stricta) 岩石(石灰岩)



分析画像 (2バンド比画像) とナチュラルカラー衛星画像

第5回：国際耕種における今後の活用の方向性

今回を最後に「誰でもできる国際耕種のリモートセンシング画像解析シリーズ」を一応、閉めようと思います。しかし、今後も随時我々の入手した経験・情報はできるだけわかりやすい形で皆様にご紹介していこうと思っています。国際耕種では今後も持続的開発に向けた乾燥地の農業・国内外の環境業務に係わりつつ、リモセン技術など新しい手法も導入してよりよい成果を出せるように頑張るつもりです。

これまで我々の取り組んできたリモセン関係の解析実績は、右に示しましたように数も内容もまだまだ不十分で試行錯誤の状態ですが、下に書きました GIS の考えかたも含め、今後の業務の柱の一つにしたいと考えています。

国際耕種がこれまで実施したリモセン画像の解析業務

- (1) UA日における砂丘移動調査
- (2) UA日における自然植生の種類別 季節別分光反射特性調査
- (3) UA日における栽培作物の分光反射特性調査
- (4) アフリカにおける植生区分
- (5) 国内での栽培作物現況把握調査

そこで今回は、国際耕種が今後リモセン技術、その関連情報に関する活用方法で、常日頃我々が話している内容を紹介しておきます。

(1) 画像情報と地図情報の組み合わせ

これは最近、地理情報システム (GIS) とか言った言葉で一般的にも普及してきたデータベースのことで、画像情報と地図情報をリンクした形で事象を表現しようとするものです。これまで画像は画像解析ソフトで、地形や土地利用など地図情報はマップ II やエクセル、さらに手作業など別々の作業で利用してきました。そのためこれらの関連を調べるときの作業は試行錯誤で、時間もかかり大変な作業量となっていました。近年、GIS 関連の市販ソフトのシステムも多くで回るようになってきており、これらを活用しデータの保存や分析を効率的に進めるような形にしたいと思っています。

(2) 地域開発業務への導入

画像の分解能がどんどん細くなってきて、より面積の狭い地域でもリモセン技術を使えるようになってきています。海外ばかりでなく国内でも「村興し」とか「グラウンドワーク運動」など特定地域での調査にも係わる機会が増えてきていますので、GIS 関連手法での解析をやってみたいと話しています。

(3) 事例の積み上げ

これまで耕種で行ってきたリモセン業務は数も少ないため、耕種内部でも一面的な使い方しか行っていません。また、解析ソフトを取り扱っている業者でさえ、ソフトをどのように活用できるかわからないと言いながら販売している業者もあり、実用面からの使い方は一般には十分浸透していない面もあると思います。今後、耕種では社内研究・調査、情報の収集などから、日常的な業務になり得るような情報を蓄積し、どのような分野で、どのように使えるか等の情報を集め、多くの分野で生かせるような技術にしていきたいと思っています。

沙漠の都市、Al Ainの発達 (UAE)

