

2008年1月21日

創造工学研修 簡単な地球環境計測 提出レポート

担当教員 風間聡 准教授 TA 秋本嗣美

A7TB5056

工学部 建築・社会環境工学科

瀬尾 玄輝

今回私は、創造工学研修において「簡単な地球環境計測」を選択し、履修した。その成果および考察、感想をここに記す。

第一回目では、顔合わせを行った。

私以外のメンバーは、池田さん、加藤君、鎌田君、佐藤君、渡邊君であった。

広域の環境計測の有効な方法と波長の性質についての話を聞き、演習として仙台市周辺のLANDSAT画像を解析した。

以下に、各バンドと波長特徴についての表を示す。

| バンド | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 波長特徴 | 青 | 緑 | 赤 | 近赤外 | 短赤外 | 熱赤外 | 短赤外 |

表1：各バンドと波長特徴

光の性質についての説明を受けた。

光の三原色はRGB(赤緑青)である。赤、青、緑の光を組み合わせれば、ほとんど全ての色の光を作りだすことができる。

光の波長は、長いものから、マイクロ波～赤外～赤橙黄緑青藍紫～紫外である。

また、デジタル画像についての説明を受けた。

RGBの各色調について、1bit～8bits=1byte=256階調で強弱を表現し、白はR255G255B255で、黒はR0G0B0で表現する。

仙台近郊のTM画像も見た。

以下の画像はナチュラル画像と呼ばれるものであり、植物の緑色を強調した絵になっている。Rにバンド3，Gにバンド4，Bにバンド2を割り付けている。バンド4は近赤外の波長帯であり、葉緑素に強く反射する。



図1：仙台近郊のTM画像

第二回目は、実際に作業を行った。

特徴的な場所の各波長の値を調べた。

それぞれのバンドごとに、地図と比較して土地利用ごとの輝度値を抽出した。以下にその結果を示す。

| バンド | 輝度値域 | 対象物 |
|-----|---------|---------|
| 1 | 0-100 | 市街地でない |
| 1 | 0-70 | 森林かも・・・ |
| 1 | 70-90 | 市街地でない |
| 2 | 50-60 | 都市部 |
| 3 | 0-30 | 陸より海、山地 |
| 3 | 80-100 | 市街地や道路 |
| 4 | 20-50 | 水辺 |
| 4 | 150-200 | 山や森林 |
| 5 | 0-50 | 水と一部の山地 |
| 5 | 0-30 | 水辺 |
| 5 | 30-80 | 森林 |
| 6 | 35-40 | 自然なもの |
| 6 | 50-60 | 市街地 |

表2：土地利用ごとの輝度値

このように、色々な場所を特定していくことにより、土地利用区分図を作成することができる。

第三回目は、屋外で実際に分光反射計を使って色々な地表物の反射率を計測した。なお、

PDの川越さんに協力して頂いた。

中山のうどう公園で観測をした。天候は曇りで、気温は20度であった。草、道路、家、森、水、土、畑を対象物とした。白板との比較から反射率を計算した。

以下にその実測結果をまとめたグラフを示す。

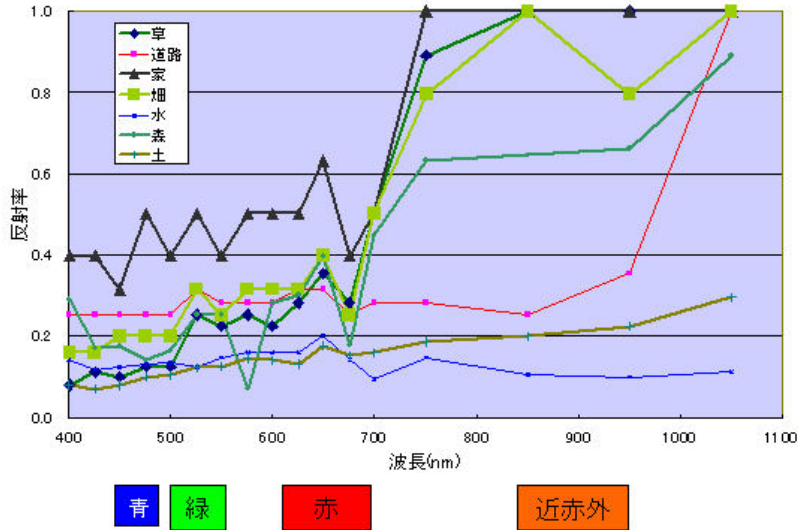


図2：実測結果による反射率

結果から、対象物や波長によって、反射率は異なることが分かる。このように、対象物の反射率の増減の幅の違いによって、いろいろな区分をすることができる。

第四回目および第五回目には、LANDSAT-TM 画像を見て、現地観測と同様の作業をした。

具体的には、土地利用毎の輝度値を調べた。結果は以下ようになった。

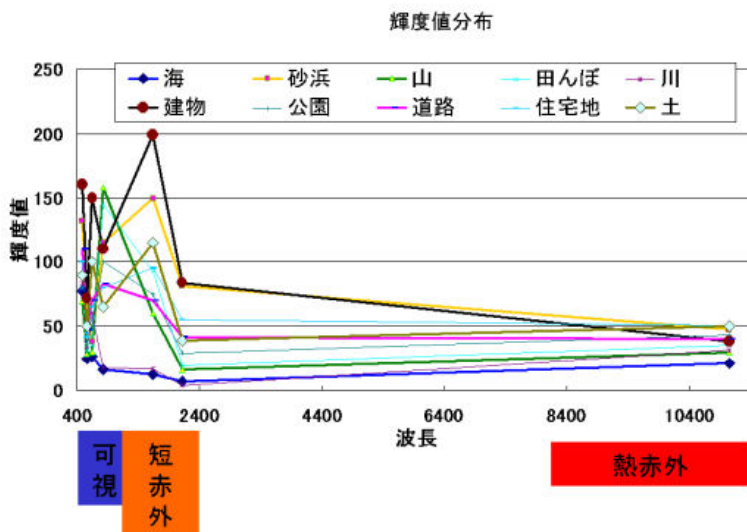


図3：輝度値分布

800nm 付近の近赤外帯では、やはり山（森林）や田んぼのような緑地帯の値が大きくなっている。建物や土のような箇所は赤の波長帯でやや大きくなっている。水域は全般に低い値になっているが、長い波長帯で顕著である。

赤外は対象物の温度と関係がある。建物の温度は低く、砂浜や住宅地の温度は高くなっている。

短赤外の波長帯からの減少率（勾配）を見ると、水域は増加しているが、建物や砂浜は減少している。

こうした対象物体の性格をみることにより、衛星画像から対象物を区分した地図を作成することができる。

第六回目には、八つの土地利用を区分するための方法と特長を学んだ。

植生指標等の波長の組み合わせや、バイナリツリー法について学んだ。

第五回のグラフを見ながら作成したバイナリツリーを以下に示す。

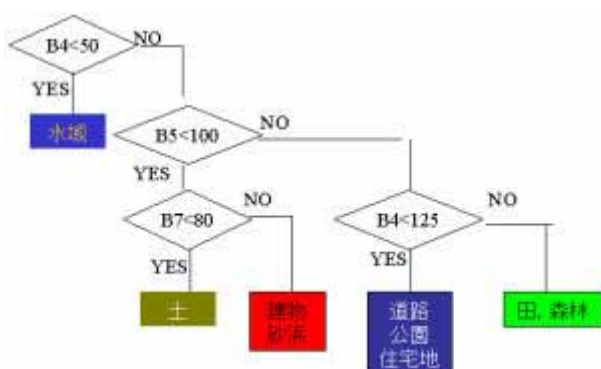


図 4：作成したバイナリツリー

また、このバイナリツリーをもとに区分すると以下のようなになる。

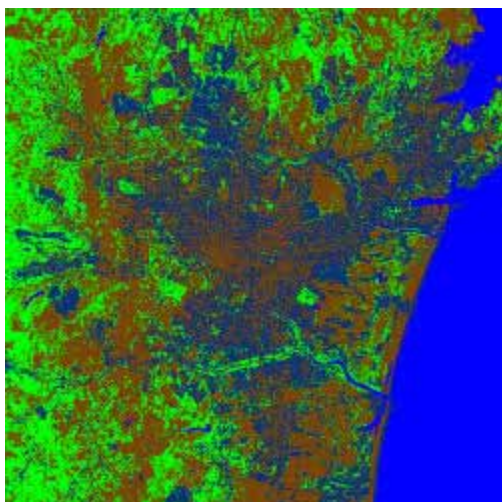


図 5：バイナリツリーをもとに区分した図

水域と緑地については概ね綺麗に区分できているが、都市や人工物についてはあまり綺麗に区分できていない。

ここでは、バンド5の区分に問題があると考えられる。近赤外で緑地を区分したつもりであるが、バンド5は短赤外であり、近赤外ではない。また、グラフをみるといくつが混在している。近赤外はバンド4であるので、これを使うとだいぶ改善される。その区分を $B4 < 140$ としてみると以下のようなになる。

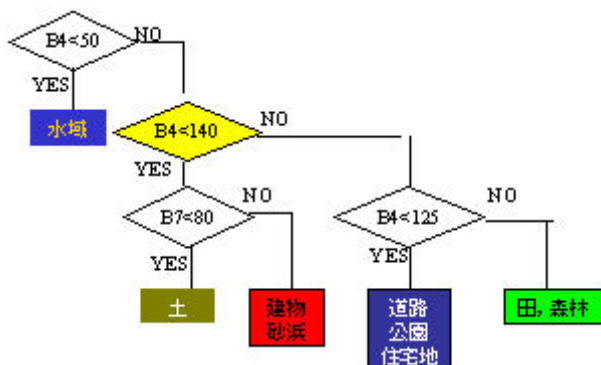


図6：改善したバイナリーツリー

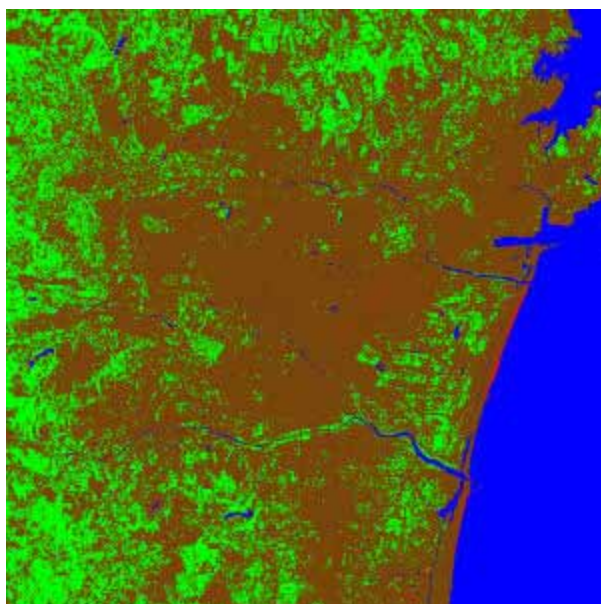


図7：改善したバイナリーツリーをもとに区分した図

砂浜がよく出ており、また、緑地とそれ以外が良く出ているといえるが、それ以外の区分が出来ていない。

こうして分ける値を閾値（いきち、しきいち）という。

第七回目は、TAの秋本さんに指導して頂いた。

前回の続きを行った。九つの土地利用の区分をした。

閾値の同定を丁寧にし、全ての土地利用区分を行った。

バイナリツリー法の精査を行った。

今回得られたツリーは以下の通りである。

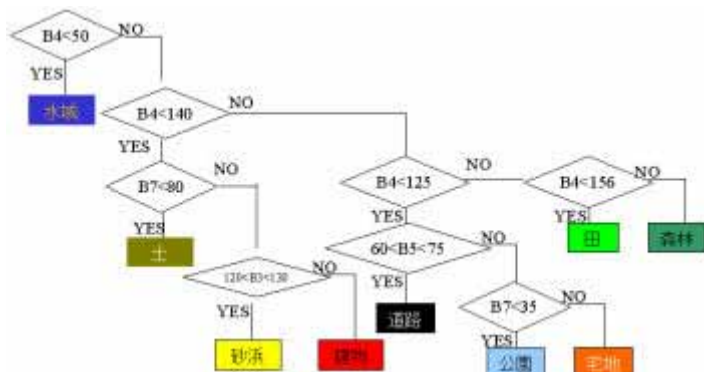


図8：改善したバイナリツリー

これに従って区分した図が以下の通りである。

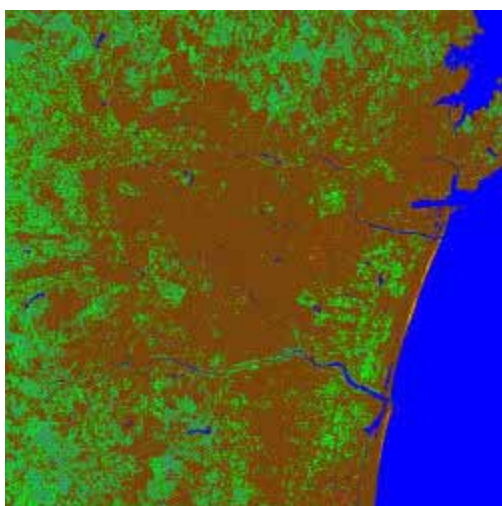


図9：改善したバイナリツリーをもとに区分した図

第六回に比べると、だいぶ良くなったといえる。

大きな問題点は、土と判断された地域が広すぎることである。また、公園の地域も広がってしまった。

さらに、道路については指摘されていない。再考してみる必要がある。

特徴的な地域から抽出するというように、ツリーの順序も重要である。

第八回目には、前回の続きをし、教師つき判別と教師なし判別について学んだ。

現地に行って状態を把握してから行う判別を教師つきと言う。

それとは別に、現地に行かなくてもヒストグラフから特長をつかんで判別するのが教師なしである。

また、今回初めて植生指標(NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)を使った。

これは植生地域を特定するのに有用である。バイナリツリー法は順序が大事なので、水域を除いた後に、植生を判定することが大事である。

以下は、NDVI の画像である。

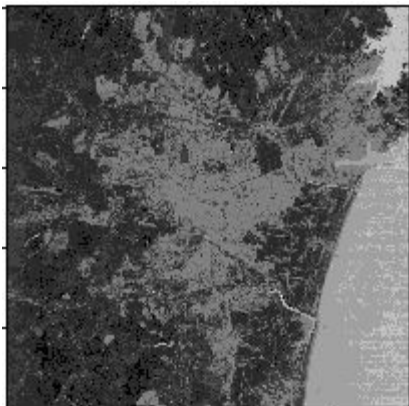


図 1 0 : NDVI 画像

NDVI の画像では、

$$\text{NDVI} = (\text{近赤外} - \text{赤色}) / (\text{近赤外} + \text{赤色})$$

で求める。つまり、

$$(\text{NDVI} = (B4 - B3) / (B4 + B3))$$

である。

これを使うと植生の判断が容易である。

大部分を占める緑地帯から抜き出すなど、今までと判定の順序を変えると、バイナリツリーは以下ようになる。

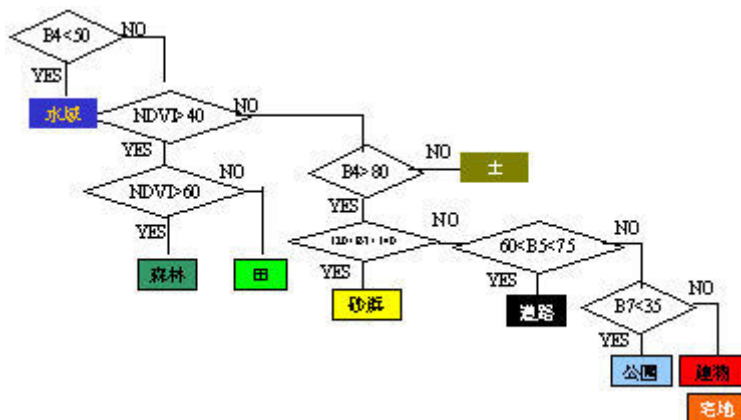


図 1 1 : 改善したバイナリツリー

順序を変えただけで、随分区分が変わることが分かる。

このバイナリツリーをもとにした図を以下に示す。

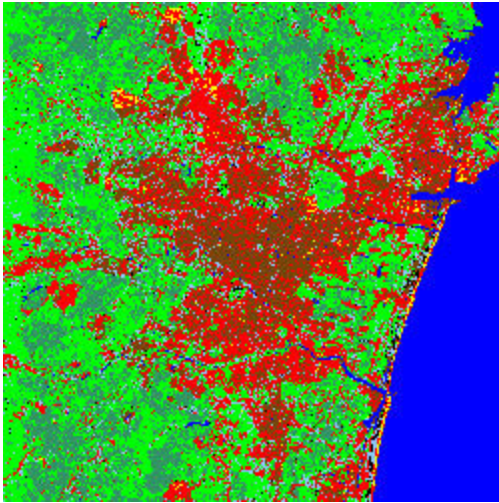


図 1 2 : 改善したバイナリツリーをもとに区分した図
都市と緑地の区分が良好である。

問題点としては、田と森林がうまくいっていないことである。

他の波長を使う必要がある。なお、ここでは宅地と建物を区分するのは困難と判断し、統一した。

第九回目は、前回の結果を見て、方法と判別の考察をした。

物理量を調べるのに「定性的」と「定量的」があるという説明を受けた。工学的には定量性が求められる。

また、分解能と軌道についての説明を受けた。

以上が、授業を受けたり作業をしたりした内容である。

なお、私は、残念ながら一度欠席してしまったが、その回の内容も、ホームページなどを参考にしてここに記した。

ここで、環境物理量推定の具体的な方法を示す。

ここでは、ヒートアイランドの測定について述べる。

ヒートアイランドは、地表温度や気温を測定することによりあきらかにされる。

地表温度測定についてであるが、衛星画像は、地表からの放射排出を記録するひとつの例である。それは屋根、舗道、植物、裸地、水などの陸上からのエネルギー反射と放出を記録する。こうした物体の表面はすべて、波長の中に放射される熱エネルギーを発しており、これらの波長はリモートセンシングにより、確認し測定できる。

衛星の利用についてであるが、都市の中には、ランドサット衛星データを利用して、土地の被覆を分類してヒートアイランドを明らかにしようとするところもでてきている。ランドサット 7 衛星はアメリカの衛星で、地球の地表面と周囲の海岸地域の画像をリモート

センシングにより獲得すると、そこから私たちは地表温度を引き出すことができ、ヒートアイランドを評価するための情報を提供する。

続いて、気温測定について述べる。都市ヒートアイランドを描いたグラフィックは、都市の特徴的な気温側面図を示す。気温は、通常標準的な気象観測が行われる、地上約 1.5m ~ 1.8 m で測定される。この図を作るためには次のようなものを含むさまざまなデータソースが必要となる。

- ・ JXDA の都市の気象ステーションネットワーク
- ・ 気象庁 測候所 (国内)
- ・ N A S A (米国)
- ・ 米国の気象研究機関
- ・ 大学や研究機関

これらのデータソースは気温の長・短期的傾向を明らかにするために必要である。測候所の中には 100 年以上に渡って気温および他の気象データを観測し記録しているところもある。

ただ、リモートセンシングによる地表温度と気温測定には次のような欠点がある。

リモートセンシングを使用して得られた表面測定は、完全には建物壁のような垂直面からの放射排出を捕らえない。これは、設備が第一に街路や屋上、木の梢のような水平面からの放射を主として観察するからである。

リモートセンシングによるデータは、波長が地球から大気圏までと同様に太陽から地球まで旅行するので、二回大気圏を通過した放射を表している。したがって、日射反射率などの表面の固有性を正確に評価するために、データを修正する必要がある。

ヒートアイランドを評価するために気温測定を用いることは面倒で、市街と都市に近い非市街地域に気象ステーションを設置しなければならない。研究者は、計測、サンプリング、データ記録方式およびステーションの微気候による変化を考慮する必要がある。

気温は測定する高さによっては、いろいろな表面の熱特性について信頼できる指標を提供しないことがある。なぜならば、大気は流動する特性を持ち、表面と気温の関係は高度が上がるにつれて薄れていくからである。

こうした欠点があるにもかかわらず、依然としてリモートセンシングによるデータは、都市のヒートアイランドを効果的に表示する方法である。また気温は、ヒートアイランドによる影響の厳しさを測る有効な指標として、ヒートアイランドから受ける影響のほとんどと結び付けて考えられている。

最後に、創造工学研修「簡単な地球環境測定」を受講した考察および感想を記す。

今回研修を受けて、リモートセンシングは、「物を触らずに調べる」ことができるという点で、これまでも、そしてこれからも有効な調査手段であると感じた。実際に触ったりして調べるわけではないので、現地に行って調査しなくてもよいからである。この技術に応用すれば、今回述べたヒートアイランドのみならず、森林伐採や砂漠化の様子や、農作物の状況を調べたり、黒潮やエルニーニョ現象について知ることで漁業に利用したり、さらに、地図の作成をしたり、雲の状態を計ることによって、天気予報に利用したり、また、洪水時に被害状況を知ったりできるのではないだろうか。

この研修は、東北大学一年における数少ない専門的な授業ということもあって、興味をもって受けることができた。これからどのコースに進むかはまだ分からないが、専門的な技術を知って、実際に作業をできて、とてもいい経験になったと思う。意外と、自分の身の回りの環境については知らないことも多いので、リモートセンシングは、環境を測定することのできる素晴らしい技術であり、これからも必要な技術だと思った。

風間先生、ステーキごちそうさまでした。あと、秋本さん、飴をくれて、ありがとうございました。

最後になりましたが、今回の研修では、風間准教授や TA の秋本さんに指導して頂き、とてもお世話になりました。ここに感謝の意を表します。