

長野市における MOS-1 データの利用 に関する研究 ——MESSR データと TM データの比較——

近藤雅昭*** 浅野良晴** 島 坦*

(平成元年10月25日 受理)

A Utilization of MOS-1 Data for Land Classification in Nagano City

Masaaki KONDOH, Yoshiharu ASANO
and Hiromu SHIMA

Data obtained from a multispectral electronic self-scanning radiometer (MESSR) loaded on the MOS-1 were compared in spectral quality with those from the thematic mapper (TM) on the Landsat-5, with a view to examining the applicability of MESSR data to land classification for Nagano city. Single-band data of the MESSR are lower in value than those of the TM, but the spectral histogram of Band-4/Band-1 ratios of MESSR data is capable of covering a wider range than the corresponding single-band data. As an important finding, with TM data the Band-4/Band-1 ratio will reduce the noise of data, whereas with MESSR data the spectral histogram of the same ratio may exhibit extraordinarily values. MESSR data should be subject to two-band radiocalculation before they are used effectively for land classification.

1. 序 論

1.1 はじめに

昭和62年2月に日本初の地球観測衛星である海洋開発衛星1号(MOS-1)が打ち上げられた。このMOS-1は、可視及び近赤外域に4バンドの波長感度特性を持ち国土利用、防災等の環境監視、資源探査などに役立つMESSR、可視熱赤外域に4バンド持ち水産資源、海流の調査に役立つVTIR、23GHz、32GHzのマイクロ波に感応し、海難事故防止、海象

* 社会開発工学科(土木)教授

** 社会開発工学科(建築)助教授

*** (株)長谷工コーポレーション
(研究当時、大学院工学研究科 建築工学専攻学生)

などの調査に役立つ MSR および地表・海表の温度、積雪深、潮位、塩分濃度などの測定を衛星の中継器を介して受信局に電送する DCST の4つのミッション機械を持っている。MOS-1 検証の目的は、これら機器の機能及び得られたデータの有用性を確認すると共に、地上処理設備、特にソフトウェアの開発及びその維持改訂、更に次期観測システムの機能・性能向上にその成果を役立てることである。このような目的を持つ MOS-1 のデータを本研究では建築工学への応用を目指し、研究を行った。

1.2 研究の目的

本研究は MOS-1 データを地方都市域に建築工学の見地で利用することを目的としている。しかし MOS-1 データはランドサットデータなど他のリモートセンシングデータに比べ、基礎データの蓄積があまりないため、建築工学への利用事例も少ない。そのためデータ蓄積の大きいランドサットの TM と比較することにより、MOS-1 の MESSR データが長野市のような地方都市域でも有用である検証を行った。

1.3 本研究の位置づけ

本研究は、宇宙開発事業団の MOS-1 データの検証計画の一環として位置付けるとともにリモートセンシング技術の建築工学への応用を行うものである。

2. 研究概要

2.1 解析対象地域

本研究は長野市における MOS-1 の利用に関する研究を目的としているため、解析対象地域は長野市およびその周辺地域（豊野町、小布施町、須坂市の一部）とした。

2.2 比較対象データの概要

本研究では検証の目的で、海洋観測衛星 MOS-1 に搭載されている可視近赤外放射計 (MESSR) のバンド1からバンド4のデータを使用した。以下にその詳細を示す。図2.2.1に使用した MESSR データのフルシーンの位置を示す。このフルシーンデータの $(X, Y) = (1040, 2500)$ から切り出したデータを解析対象データとした。図2.2.2に解析対象地域のナチュラルカラー画像を示す。

撮影日：1987年6月17日

地図投影法：UTM

リサンプリング法：キュービックコンポリューション

WRS：21-70

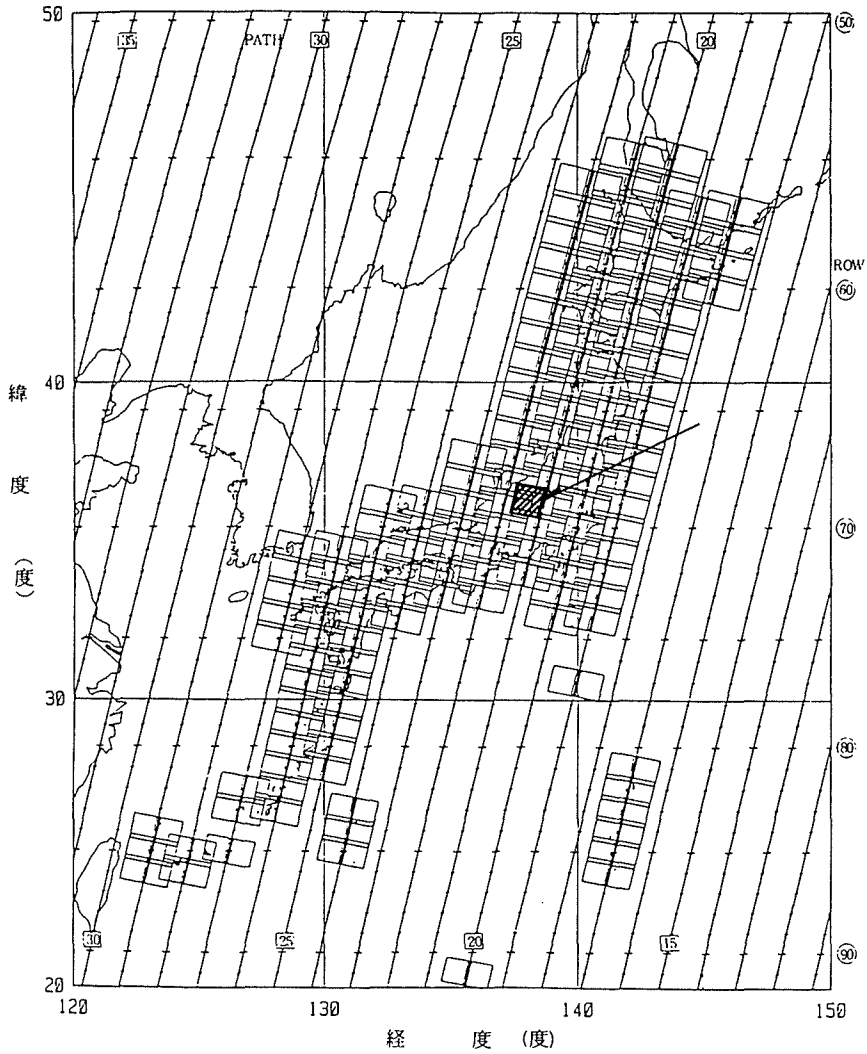
また MESSR データと比較・検証を行うために、本研究ではランドサット5号に搭載されているセマティックマッパー (TM) のバンド2からバンド4のデータを用いた。以下に詳細を示す。図2.2.3に使用した TM データのフルシーンの位置を示す。このフルシーンの $(X, Y) = (699, 1830)$ から切り出したデータを解析対象地域とした。図2.2.4に解析対象地域のナチュラルカラー画像を示す。

撮影日：1985年8月26日

地図投影法：UTM

リサンプリング法：キュービックコンポリューション

WRS：108-035



(シーンの大きさは100km×100kmとした、
実際には90km×100kmを1シーンと定義する)

図2.2.1 MESSR のフルシーン位置

2.3 トレーニングエリアの選定

本研究では、長野市について植生密度の相違による土地被覆分類について比較を行うため、植生密度の異なる5つのカテゴリーを選定した。各カテゴリーは植生密度の大きいものから「山林」「果樹園」「市街地」「裸地・草地」とした。トレーニングエリアは各カテゴリー毎に450m×300mのエリアを5ヶ所選定した。

図2.3.1 にトレーニングエリアの位置を示す。F-1～F-5は「山林」、O-1～O-5は「果

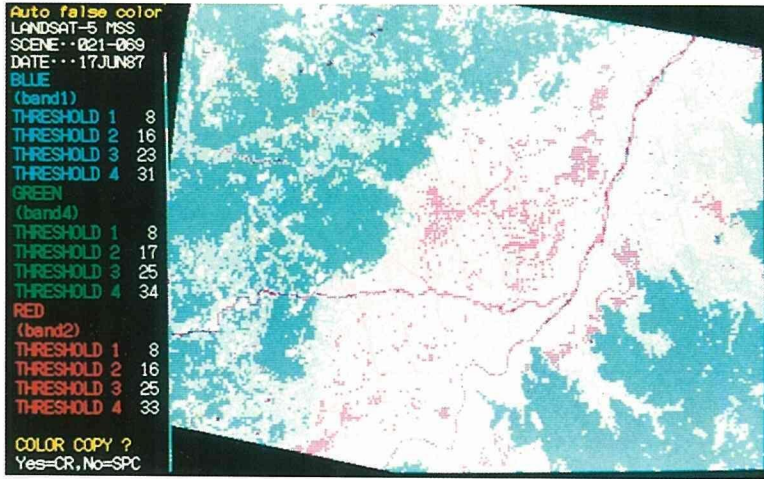


図2.2.2 MESSR のナチュラルカラー画像

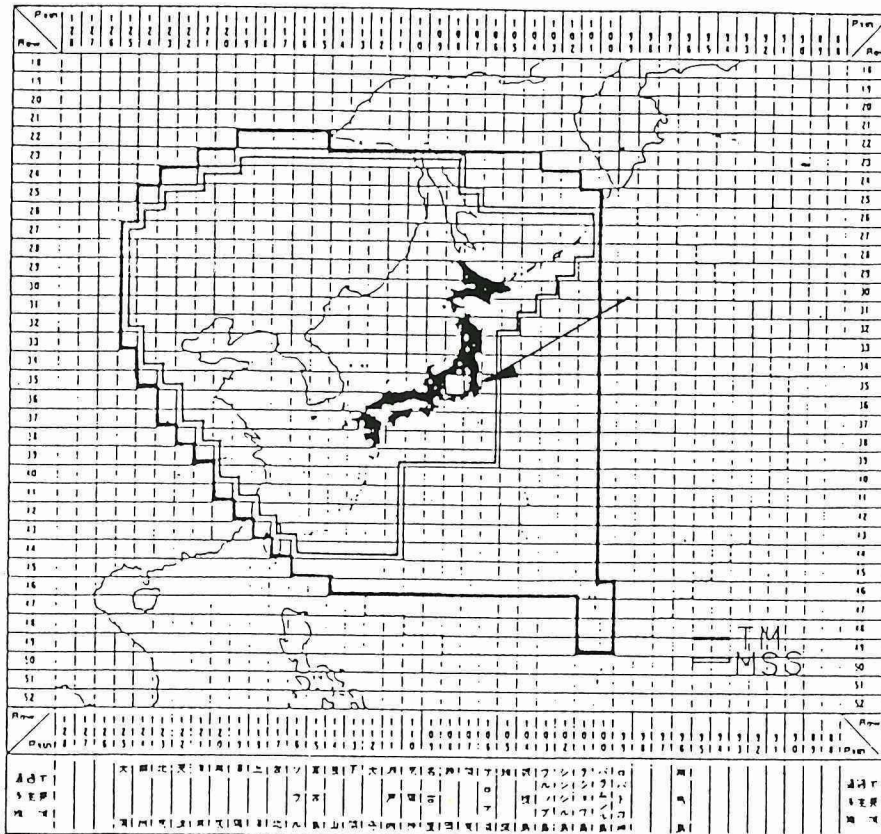


図2.2.3 TM のフルシーン位置

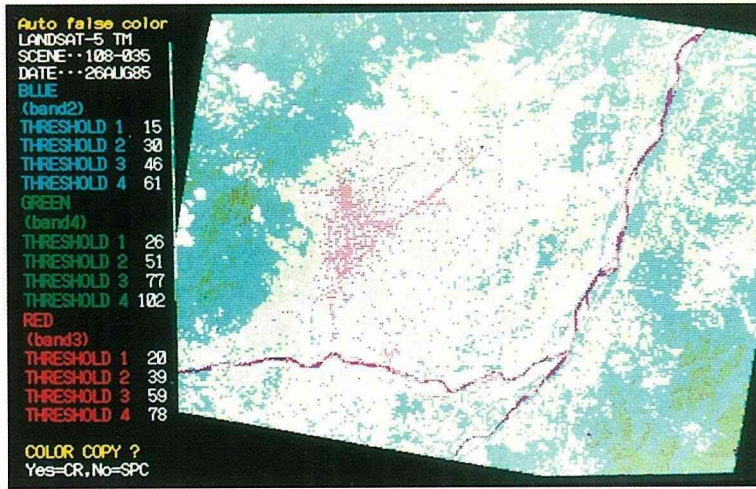


図2.2.4 TM のナチュラルカラー画像

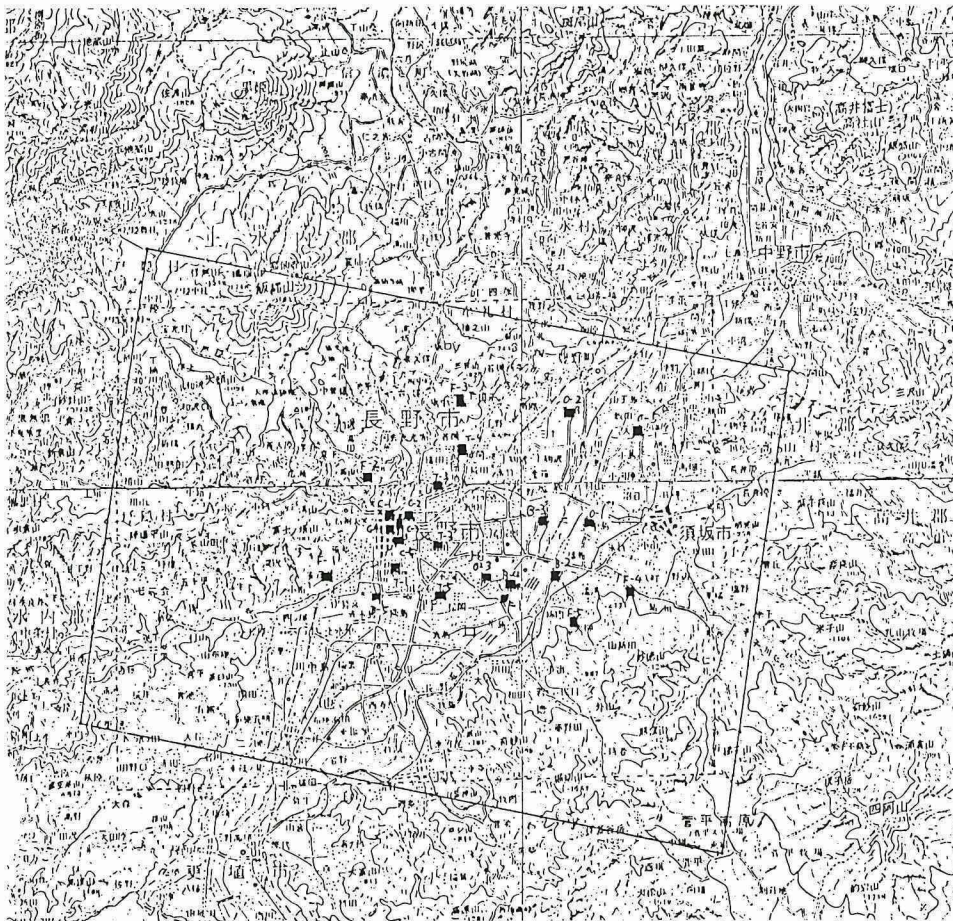


図2.3.1 トレーニングエリアの位置

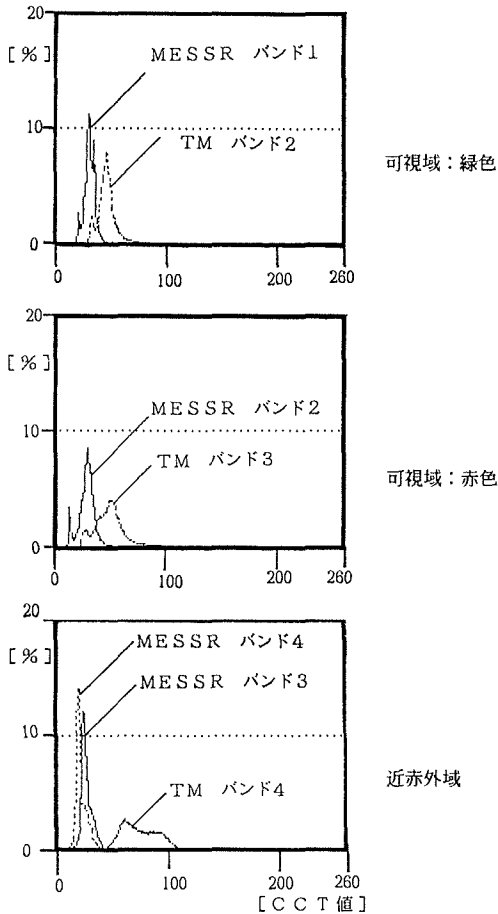


図3.1.1 単バンドヒストグラム

樹園, T-1~T-5は「住宅地」, C-1~C-5は「市街地」, B-1~B-5は「裸地・草地」のトレーニングエリアである。

3. 単バンドの比較

3.1 分類なしの比較

本節では、MESSR データと TM データの単バンドのヒストグラムの相違について述べる。

図3.1.1に MESSR データと TM データの各バンド毎のヒストグラムを、図3.1.2~図3.1.5に MESSR のシュードカラー画像を、図3.1.6~図3.1.8に TM のシュードカラー画像を示す。

これらより6月と8月の季節間の違いを考慮しても、MESSR データの CCT 平均値は全体的に TM データの1/2程度であり、標準偏差も MESSR データが4~7であるのに対し、TM データは8~18となる。このため分布範囲も MESSR データは TM データの1/2以下となる。この理由としては MESSR と TM のラジオメトリックの特性の違いによると考えられる。

3.2.5 カテゴリーによる比較

MESSR のバンド1からバンド4, TM のバンド2からバンド4について、「山林」「果樹園」「住宅地」「市街地」「裸地・草地」の5カテゴリーに分類し、各カテゴリーにおける反射スペクトル特性から比較を行った。比較には第2章で示したトレーニングエリアを用いた。

また図3.2.1に各カテゴリーの平均値の違いを示す。これらから以下に各カテゴリーにおけるそれぞれのバンドの特徴を示す。

(1) カテゴリー1：山林

「山林」においては MESSR データの各バンドの CCT 平均値は、図3.2.1より近赤外域のバンド3でもっとも大きく、順に近赤外域のバンド4, 緑色域のバンド1, 赤色域のバンド2の順であった。このことは TM データの平均値についても近赤外域のバンド4がもっとも大きく、続いて緑色域のバンド2となり、赤色域のバンド3がもっとも小さくなる。このことから MESSR データと TM データの「山林」における各バンドの分布

傾向は相似しているといえる。また標準偏差から近赤外域については、MESSR データバンド3が6.37, バンド4が6.32, TM データのバンド4が18.58と MESSR データに比べ TM データは分散した分布となるといえる。しかし可視域においては MESSR データのバンド1が2.07, バンド2が3.27, TM データのバンド2が1.91, バンド3が1.75となり MESSR データの可視域は、TM データに比べ分散傾向にあると考えられるが、実際にはエリア5の標準偏差のみが TM データに比べ MESSR データの値が大きくなっている。このためカテゴリ全体では、可視域においても MESSR データの標準偏差は、TM データに比べ小さく、分布範囲は集中しているといえる。

この様に「山林」において、MESSR データは TM データ同様可視域では CCT 値が小さい方向に、近赤外域では CCT 値が大きい方向に分布するといえる。

(2) カテゴリ：果樹園

「果樹園」においても「山林」同様、MESSR データの CCT 平均値は、TM データと同様に、近赤外域の CCT 値は大きく、可視域は小さくなるといえる。

また MESSR データの可視域においては「山林」と比べ、「果樹園」の CCT 平均値は大きく、可視域においては分布範囲も重ならない。しかし近赤外域においては、「果樹園」の分布範囲は「山林」の分布範囲とほぼ一致する。このため、可視域における「山林」と「果樹園」の判別は可能であるといえるが、近赤外域においてはあまり期待できないと考えられる。

(3) カテゴリ：住宅地

「住宅地」における MESSR データの CCT 平均値は、「山林…果樹園」とは逆に、可視域では大きく、近赤外域では小さい値となる。しかし TM データと比較すると、TM データの CCT 平均値の順は近赤外域のバンド4が最も大きく、赤色域のバンド3, 緑色域のバンド2と続く。このため「住宅地」における分布の傾向から MESSR データは TM データに比べ、各バンド間の特性の違いが大きいといえる。

(4) カテゴリ：市街地

MESSR データにおいては「住宅地」同様、CCT 平均値は可視域では大きく、近赤外域では小さい値となる。また「住宅地」との判別については、可視域において分布範囲がほぼ一致し、可視域のバンドではあまり期待できないといえる。しかし近赤外域においては分布範囲が1値ほど重なるが、MESSR データのバンド3, バンド4の標準偏差はともに2未満であるため、近赤外域のバンドでの判別は可能であるといえる。

(5) カテゴリ：裸地・草地

植生密度が一定しない「裸地・草地」は、MESSR データにおいては植生密度の大きい「山林…果樹園」と植生密度の小さい「住宅地」「市街地」の中間に位置することが、図3.1.2 からわかる。また TM データにおいて、近赤外域の値が「森林」「果樹園」に比べ大きくなるのは、本研究で扱ったデータが8月のデータであるため、草地の植物に対する生理的刺激が高いためと考えられる。

3.3 単バンドについての検討

図3.3.1～図3.3.4 に各バンドの5カテゴリの分布範囲を示す。これらより各バンドの反射スペクトル特性は次のようにまとめることができる。

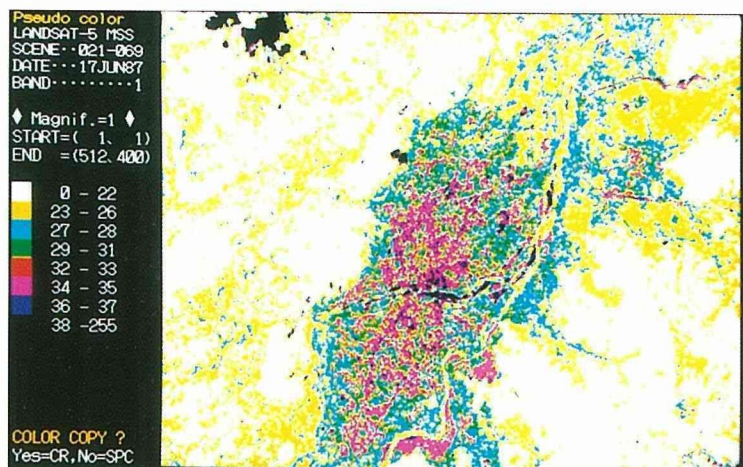


図3.1.2 MESSRバンド1画像

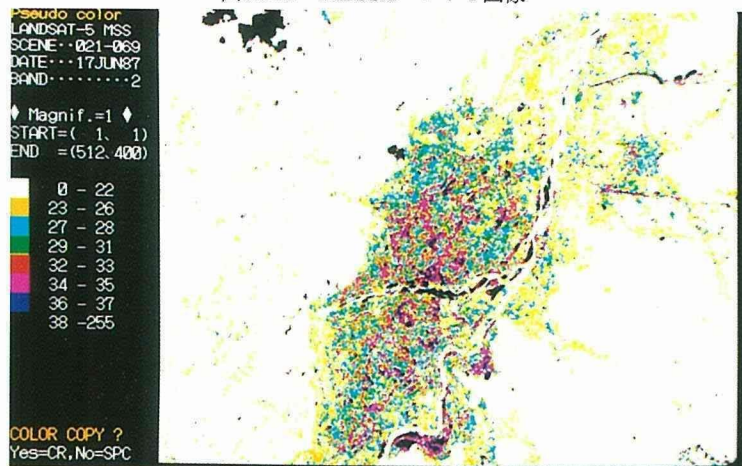


図3.1.3 MESSR バンド2画像

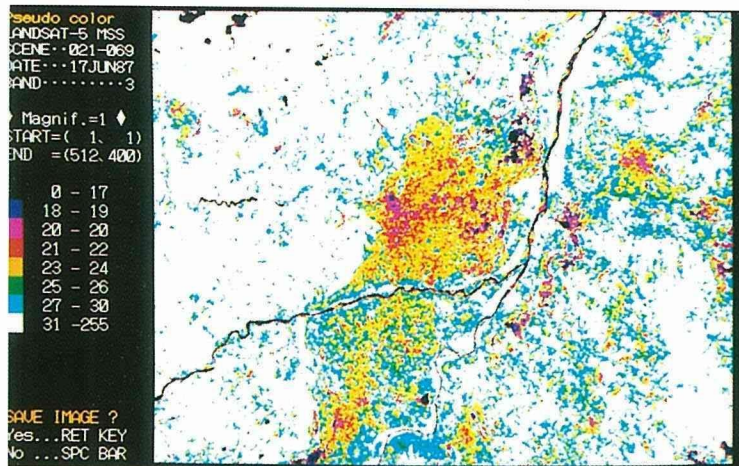


図3.1.4 MESSR バンド3画像

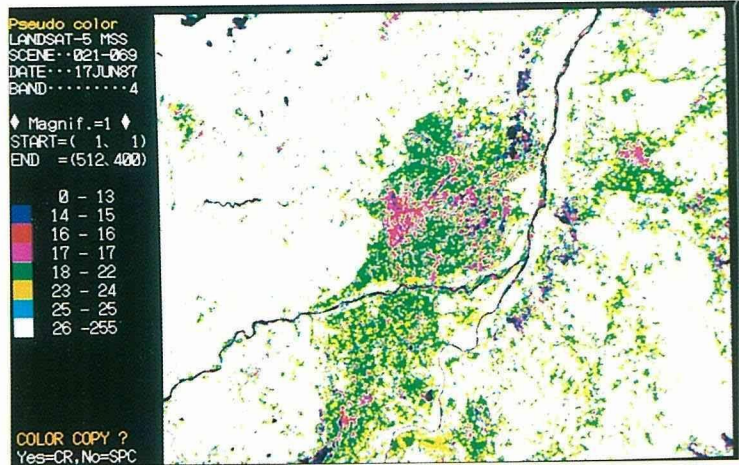


図3.1.5 MESSR バンド4画像

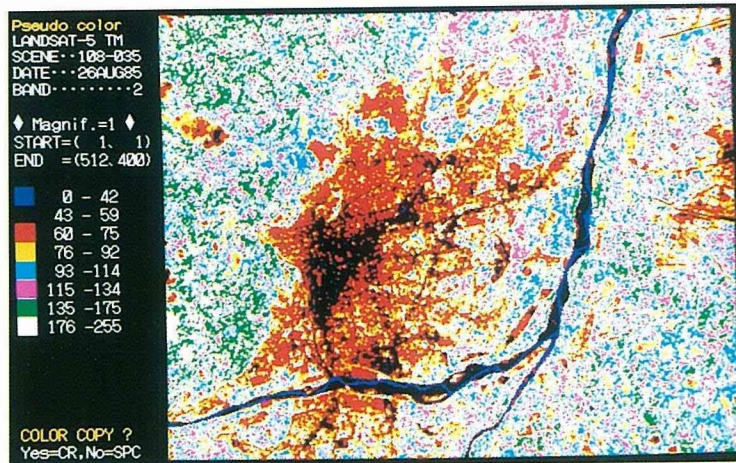


図3.1.6 TM バンド2画像

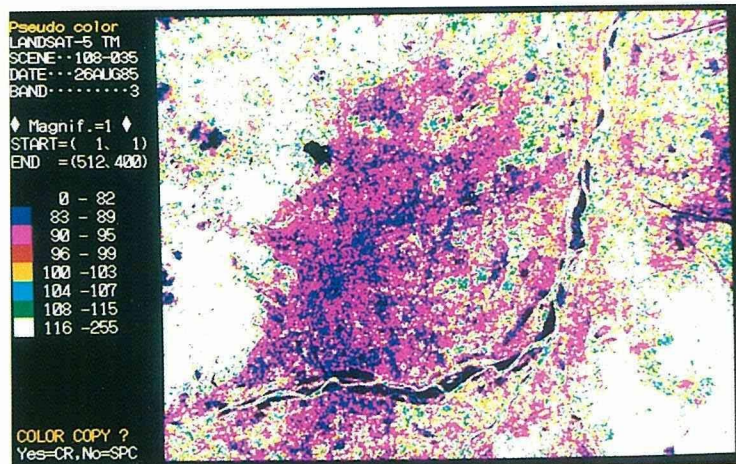


図3.1.7 TM バンド3画像

図3.1.8 TM バンド4画像 (44頁参照)

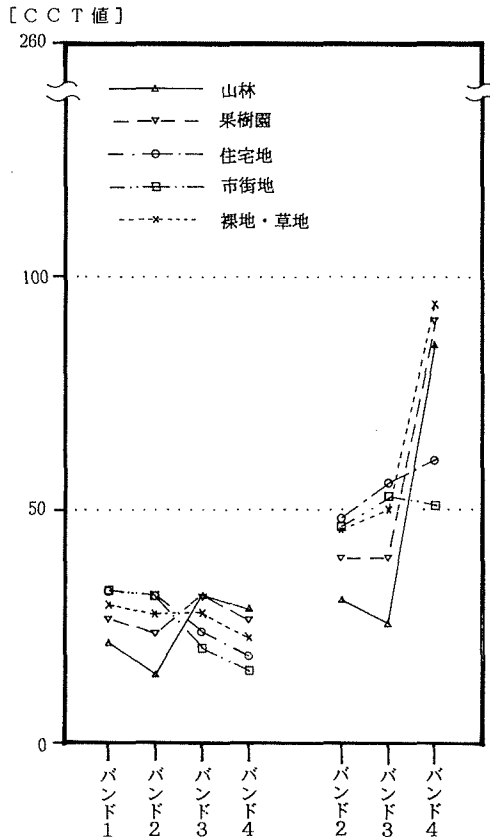


図3.2.1 各カテゴリーの CCT 平均値の違い

ド4による土地被覆分類図を示す。これらの図から MESSR データの土地被覆分類図は「山林」「果樹園」「住宅地」「市街地」のそれぞれの区別はできる。しかし各カテゴリーの分布範囲の違いがほとんど無いため、TM データほど細密な分類は難しいといえる。

4. 比演算処理結果の比較

前章で単バンドでのスペクトル特性について MESSR データと TM データを比較したが、単バンドのデータは各バンド毎の特性から分類する場合は有用であるが、幾何的なノイズが残っている恐れがある。そのため本章では幾何的なノイズの除去の意味を含め、MESSR データのより広範囲の有用性を知るため、比演算処理を行った。

本章で用いる比演算処理バンドは以下の通りである。なお本章では、MESSR データに対応する TM データのバンドだけを用いる。

(i) TM データ

- a. バンド2/バンド3：可視域（緑～黄域）/可視域（橙～赤域）
- b. バンド4/バンド2：近赤外域/可視域（緑～黄域）
- c. バンド3/バンド4：可視域（橙～赤域）/近赤外域

MESSR データは、植生密度が大きくなるほど可視域での CCT 値は減少し、近赤外域では増加する。このことにより、MESSR データを植生密度によって分類することは可能であるといえる。またバンド1とバンド2については「山林」と「果樹園」の間の差異のようにカテゴリーに含まれる植生の性質の違いによる判別が可能であるといえる。しかしこのバンド1とバンド2を「住宅地」と「市街地」など植生の少ないカテゴリーの差異で区別する場合には、判別は難しいといえる。逆に近赤外域では植生の性質の違いによって CCT 値は変化しないため、「山林」と「果樹園」などを判別することは難しいが、「住宅地」と「市街地」などの密集度の違いによる判別には有用であるといえる。

これらの結果から長野市における図3.3.5に5カテゴリーを用いた MESSR データのバンド1からバンド4による土地被覆分類図を、また図3.3.6に TM データのバンド2からバン

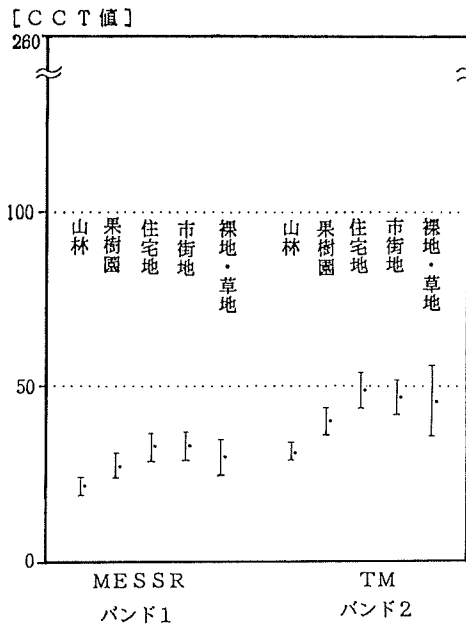


図3.3.1 可視域の分布範囲

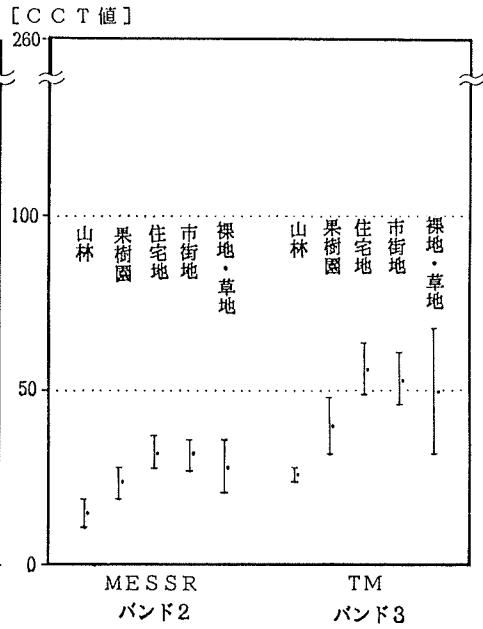


図3.3.2 可視域の分布範囲

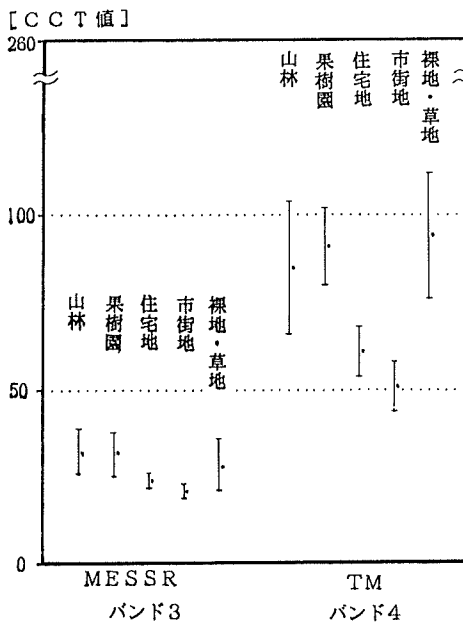


図3.3.3 近赤外域の分布範囲

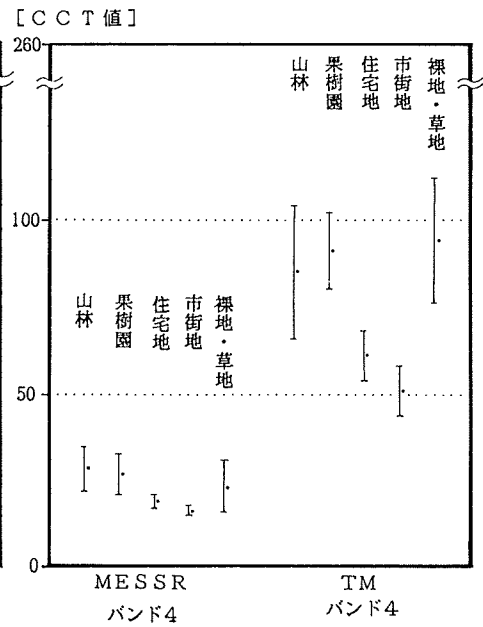


図3.3.4 近赤外域の分布範囲

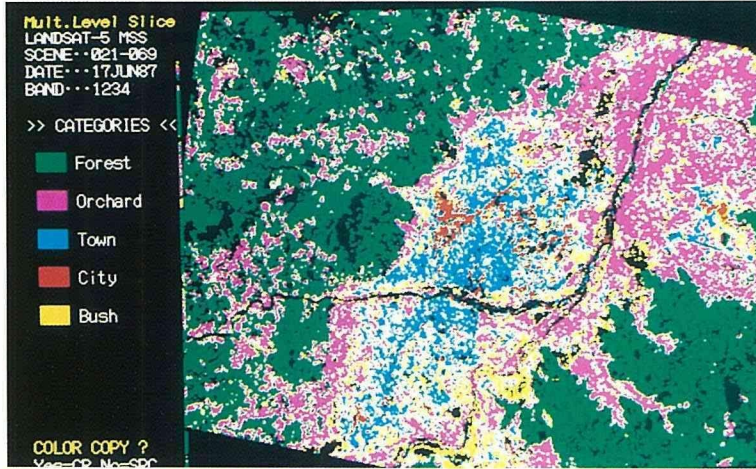


図3.3.5 MESSR の単バンドの土地被覆分類図

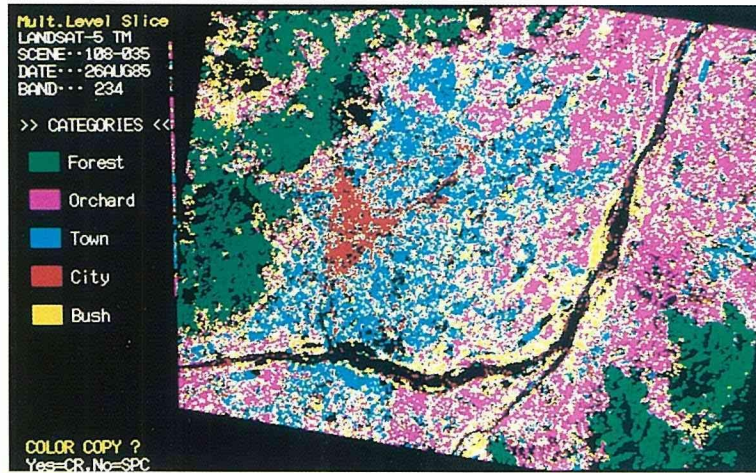


図3.3.6 TM の単バンドの土地被覆分類図

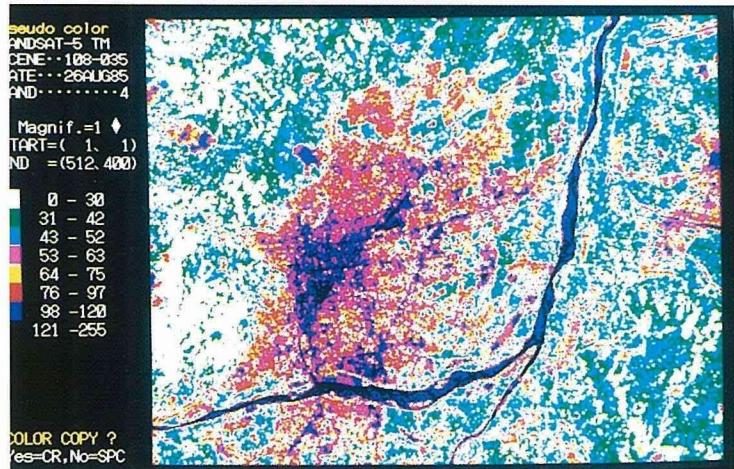


図3.1.8 TM バンド4画像

(2) MESSR データ

- a. バンド1 / バンド2 : 可視域 (緑～黄域) / 可視域 (橙～赤域)
- b. バンド3 / バンド1 : 近赤外域 / 可視域 (緑～黄域)
- c. バンド4 / バンド1 : 近赤外域 / 可視域 (緑～黄域)
- d. バンド2 / バンド3 : 可視域 (橙～黄域) / 近赤外域

以上の他に各組み合わせの逆数が存在する。しかし MESSR データのバンド1 / バンド4、バンド3 / バンド2、バンド4 / バンド2等は、比演算処理の際、分類精度を高めるため比を100倍すると CCT 値の最大である255値を越える危険性がある。このため比に対する倍率を100倍より小さくしなければならない。このことにより比演算処理結果を用いた土地利用分類の精度がおちる可能性があるため、本研究では MESSR データ、TM データともに比演算処理結果が2.55を越える点を10点以下に限定し、解析を行った。

比演算処理の方法として、本研究では次式を用いた。

$$X = \frac{100 \times [\text{第1バンド}]}{[\text{第2バンド}]}$$

$$\text{Ratio} = X + b$$

ここでbの値は(2) a, バンド1 / バンド2を-16とした以外はすべて0とした。また255値を越える値は255値とする。

以下にその解析結果を述べる。

4.1.2 バンド間の相関性

各カテゴリーの比演算処理に対する影響を知るため、MESSR データ、TM データの各

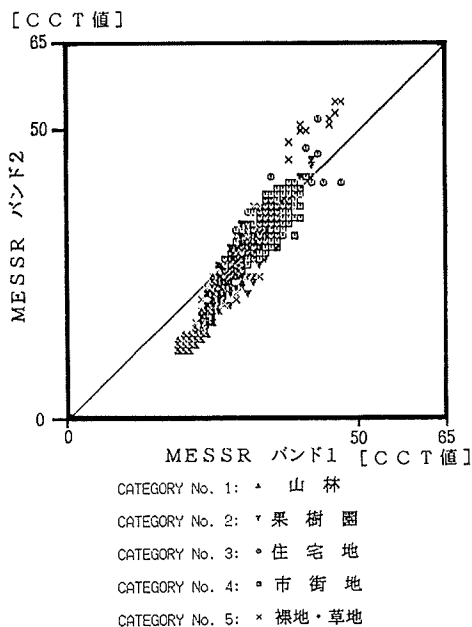


図4.1.1 MESSR のバンド1とバンド2の相関分布

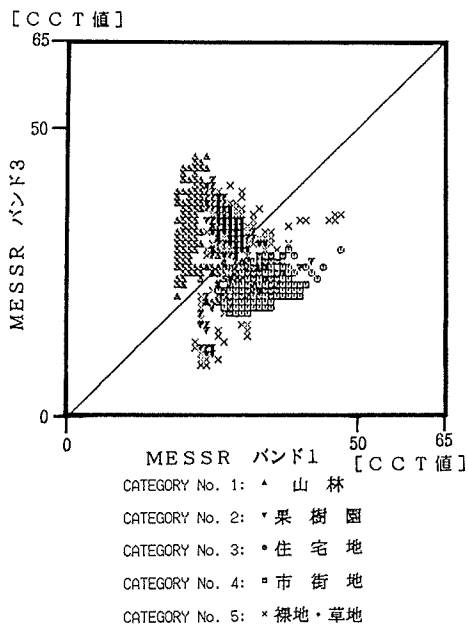


図4.1.2 MESSR のバンド1とバンド3の相関分布

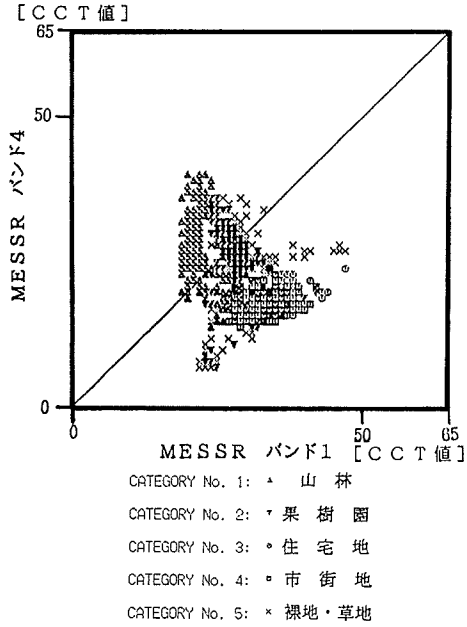


図4.1.3 MESSR のバンド1とバンド4の相関分布

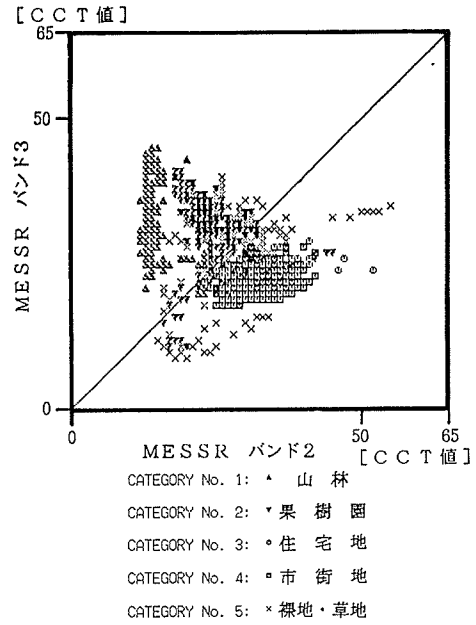


図4.1.4 MESSR のバンド2とバンド3の相関分布

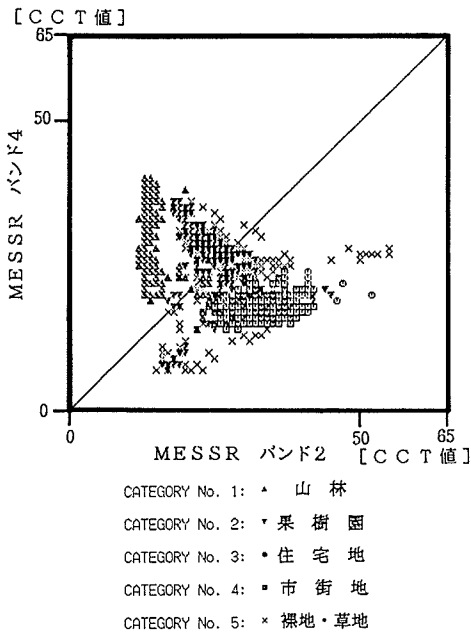


図4.1.5 MESSR のバンド2とバンド4の相関分布

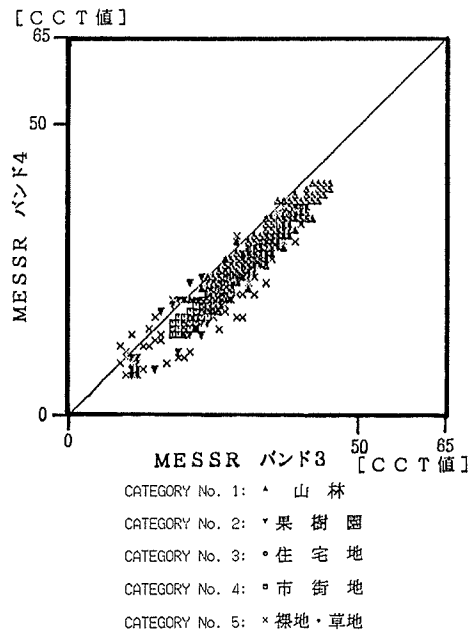


図4.1.6 MESSR のバンド3とバンド4の相関分布

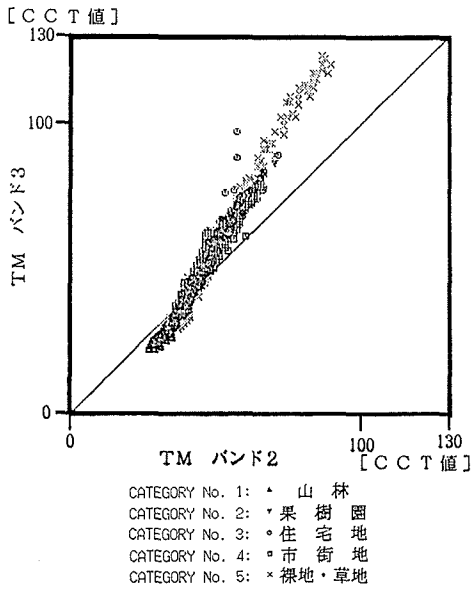


図4.1.7 TM のバンド2とバンド3の相関分布

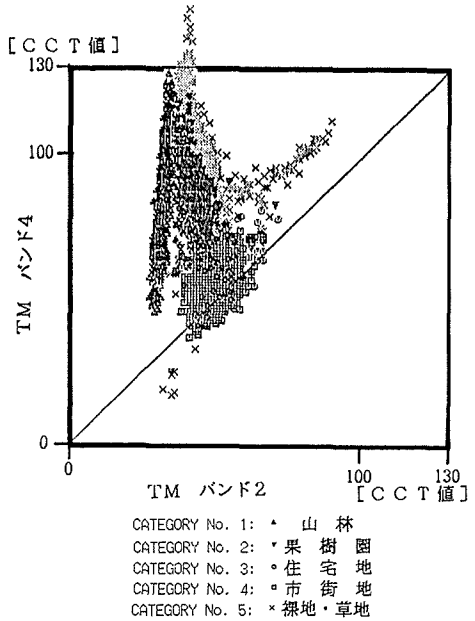


図4.1.8 TM のバンド2とバンド4の相関分布

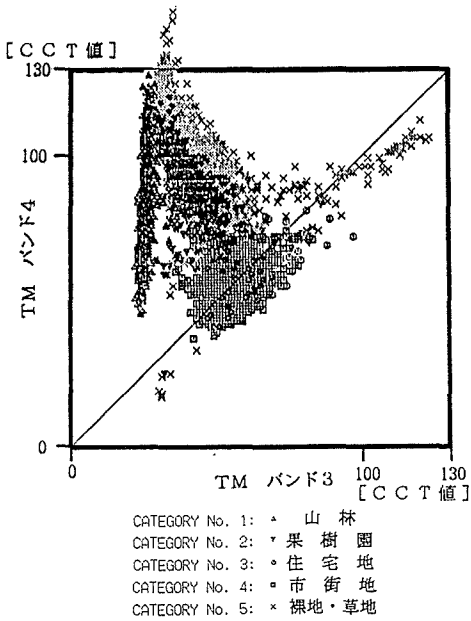


図4.1.9 TM のバンド3とバンド4の相関分布

バンド間の関係を調べた。

図4.1.1～図4.1.6に MESSR のバンドの相関分布を、図4.1.7から図4.1.9に TM のバンドの相関分布を示す。

これらの図より対象とする2つのバンドの両方が可視域、あるいは近赤外域に属す場合、MESSR、TM のどちらのデータも相関性の高い分布を示す。これに対して可視域と近赤外域では、植生密度の違いによりその分布範囲は大きく異なる。具体的なものとしては、図4.1.5の MESSR のバンド2とバンド4の関係である。この相関分布は、「山林」「果樹園」と植生密度の小さいカテゴリーでそれぞれが分離した形を示す。また単バンドでの分布範囲から植生密度の違いにより可視域と近赤外域は相反する性質を持つといえる。しかし TM データにおいては必ずしも

相反するといえないため、分布状態は MESSR データと異なり、「山林」などの植生密度の大きいカテゴリーと相反する「市街地」「住宅地」なども「山林」と同様な分布状態を示す。このことから、MESSR データの比演算結果は TM データよりも各カテゴリーの較差が大きくなり、状況把握には都合がよい。

4.2. 5 カテゴリーによる比較

MESSR 及び TM の比演算結果から「山林」「果樹園」「住宅地」「市街地」「裸地・草地」の5カテゴリーに分類し、各カテゴリーにおける反射スペクトル特性から比較を行った。比較には第2章で示したトレーニングエリアを用いた。

図4.2.1 に各カテゴリーの「比演算処理による CCT 値の比の平均値」の違いを示す。これらから植生密度の違いによる各カテゴリーの較差は、「山林」と「市街地」の差で、MESSR データのバンド1/バンド2においては0.44、バンド3/バンド1においては0.88、バンド4/バンド1においては0.84、バンド2/バンド3においては1.03の違いが生じた。これに対し、TM データでは「山林」と「市街地」の差はバンド2/バンド3で0.39、バンド4/バンド2で0.81、バンド3/バンド4で0.74となる。このように MESSR

データの各 CCT 平均比の較差は TM データの対応するバンドの比演算で同程度の値を示し、植生密度の違いによるカテゴリーの差が大きいことから、MESSR データは TM データ同様可視域処理による土地被覆分類は可能であるといえる。しかし MESSR データの標準偏差は、TM データと比べ、2倍近い値を示すので、TM データに比べ分散している。

4.3 比演算処理の検討

図4.3.1～図4.3.4に各比演算における分布範囲を示す。これらより比演算処理による分布特性は、MESSR のバンド2/バンド3、TM のバンド3/バンド4 (図4.3.2)を除いて、ほぼ似た分布の傾向を示す。このことにより植生密度の違いは各比演算においては、カテゴリーの較差が大きいため、TM と同程度の土地被覆分類は可能であるといえるが、この場合分布傾向が似ているため、どの比演算処理を用いても同じ様な分類結果となると考えられる。

図4.3.5に MESSR データの比演算処理を用いた土地被覆分類図を図4.3.

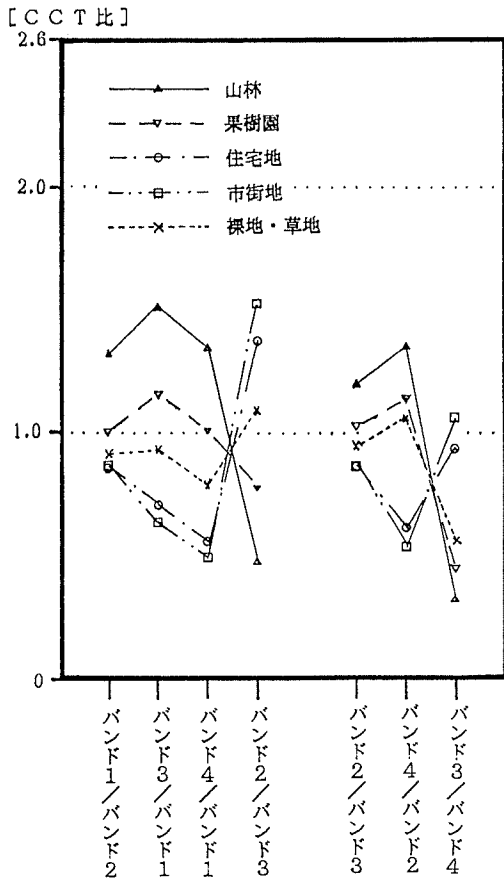


図4.2.1 比演算処理値の CCT 平均値

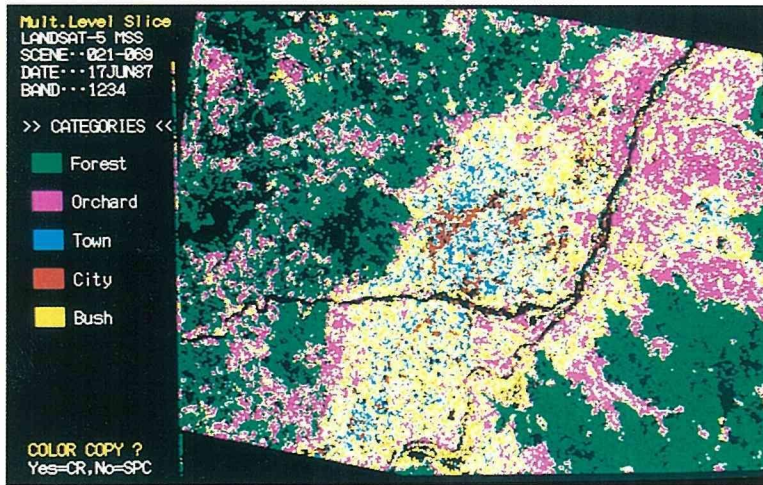


図4.3.5 MESSR 比演算による土地被覆分類図

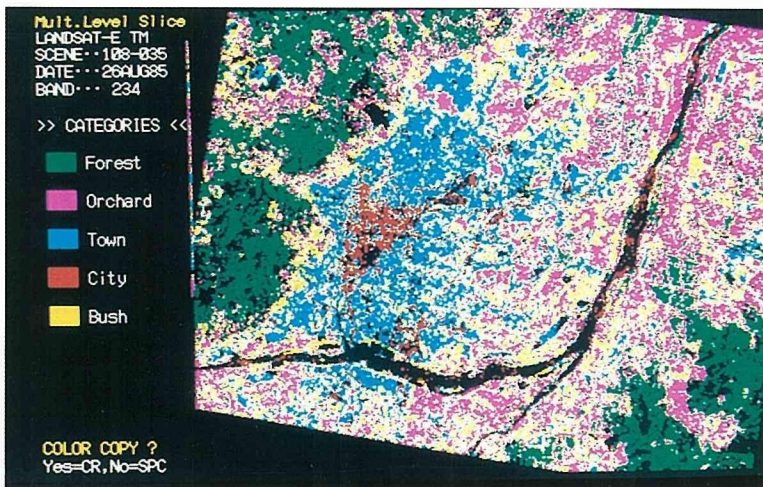


図4.3.6 TM 比演算による土地被覆分類図

6に TM データの比演算処理を用いた土地被覆分類図を示す。

5. 結 論

植生密度の違いによるカテゴリーについて、単バンド及び比演算処理を行った結果、単バンドでは TM データに比べ MESSR データの分布する範囲が狭いため、「市街地」と「住宅地」の判別など植生密度の差が少なくカテゴリーの間での分類は難しいが、各バンド間の特性の違いにより、植生密度の差が大きい「山林」「果樹園」と植生密度の少ない「住宅地」「市街地」などとの間での分類・判別は可能であるといえる。

また比演算処理は各カテゴリーの分布範囲を大きくとることができるため、単バンドに比べ、「山林」と「果樹園」の判別は可能であるといえるが、MESSR データの各バンド

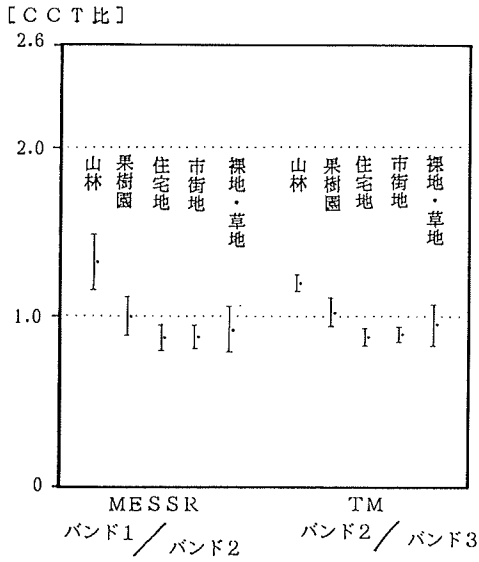


図4.3.1 比演算処理値の分布範囲

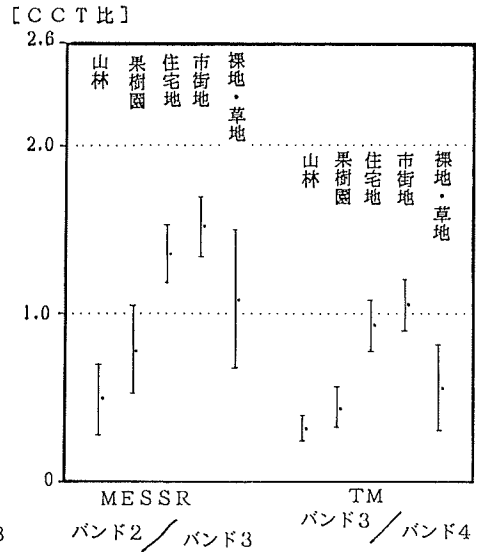


図4.3.2 比演算処理値の分布範囲

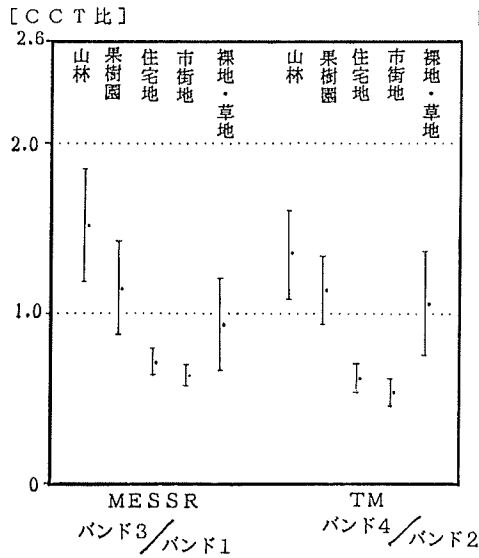


図4.3.3 比演算処理値の分布範囲

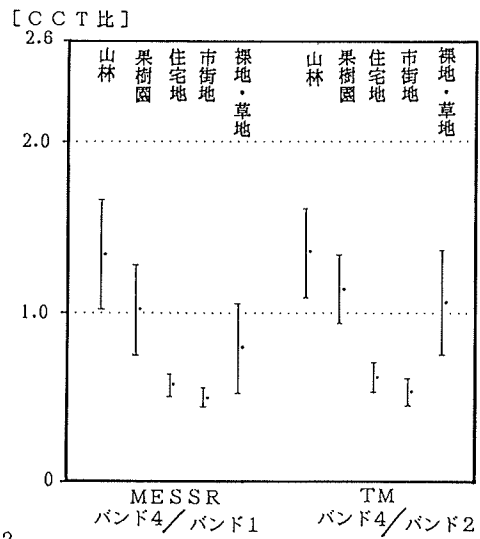


図4.3.4 比演算処理値の分布範囲

は海洋資源観測を主な目的として設定されているため、バイオマスの量の差異がスペクトル特性として表れる。このためバイオマス量の差異がさほどない「市街地」と「住宅地」の判別は単バンド同様難しい。また TM データは可視域のバンド1から赤外域のバンド7までスペクトル波長域が分割されているのに対し、MESSR データは可視域と近赤外域の間に4つのバンドしかないため、分布の傾向がどの比演算においても同様の結果となる。このため比演算処理の違いと分類能力の違いの間には関連性が少ないといえる。

以上のことから、TM データに比べ、MESSR データはその分布範囲が低い値に集中しているため、植生密度の違いによる分類は単バンドの場合よりも比演算処理を用いた場合のほうが、その分布範囲の大きさから有用であるといえるが、単バンド、比演算処理結果のどちらにおいても、植生密度の差異が大きいカテゴリー間では有用といえるが、MESSR データはバイオマス量の違いにセンサーの設定がなされているため、主として建築工學で着目すべき「住宅地」と「市街地」の違いにおいては難しいといえる。このように MESSR データは TM データの分解能（公称30m×30m）に対し公称50m×50mの分解能のため、細部にわたる調査に主眼がおかれる大都市域にくらべ、都市部と山間地域部の要素を持ち合わせる長野市のような地方都市においては、「山林」「果樹園」等のカテゴリーを山間地域部、「住宅地」「市街地」等のカテゴリーを都市部として大別すれば、その領域の判別などにおいて MESSR データを利用することができるといえ、今後リゾート開発等、大規模な地域開発における調査において有用であるといえる。

ただし、本研究で用いた5つのカテゴリーによる分類も、MESSR データは TM データに比べ、正確な分類が難しいため、細密な分類精度の検討とその他の要因（分解能の向上等）の検討が MOS-1 の今後の課題であるといえる。

参 考 文 献

- (1) 和達清夫ら著 「リモートセンシング」 朝倉書店
- (2) 野上道男・杉浦芳夫著 「パソコンによる数理地理学演習」今古書院。
- (3) 「MOS-1 地球観測システムの概要」 宇宙開発事業団。
- (4) 「地球観測データ利用ハンドブック（改訂版）—MOS-1 編—」 宇宙開発事業団、地球観測センター
- (5) 「MOS-1 MESSR データ CCT フォーマット説明書」 宇宙開発事業団地球観測センター
- (6) 「リモートセンシング情報の有効利用に関する調査」 科学技術庁資源調査所
- (7) 「リモートセンシング実用化推進に関する調査報告」 科学技術庁資源調査会。
- (8) NASA Technical memo randum 86149 “A PRO SPECTUS FOR THEMATIC MAPPER RESEACH IN THE EARTH SCIENCES” Goddard Space Flight Center.
- (9) E. L. Maxwell (Colorado State University) “Multivarriate System Analysis of Multi-spectral Imagery” Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 1976.
- (10) 妹尾俊夫ら著 「比演算を施した2季節のランドサットMSS データによる広域山地の林相区分」日本リモートセンシング学会誌 vol.3 No.3 (1983).
- (11) 尾島俊男（早稲田大学）ら著 「地域環境評価へのリモートセンシングの応用に関する研究」日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）昭和55年9月
- (12) 尾島俊男（早稲田大学）ら著 「ランドサットの Thematic Mapper と Multi Spectral Sca-

- ner の比較」 日本建築学会大会学術講演梗概集（関東） 昭和59年10月.
- (13) 尾島俊男（早稲田大学）ら著 「東京都23区500mメッシュ土地利用に関する研究（ランドサットと行政データとの比較研究）」 日本建築学会大会学術講演梗概集（東海） 昭和60年10月.