

E-5 人工衛星データを用いた東南アジア地域の土地被覆分布図の作成に関する研究

研究代表者： 国立環境研究所 安岡 善文

環境庁 国立環境研究所

地球環境研究センター

社会環境システム部

情報解析研究室

安岡 善文・宮崎 忠国

田村 正行・清水 明

山形 与志樹・杉田 幹夫

(委託先)

東京大学生産技術研究所

柴崎 亮介

千葉大学環境リモートセンシング研究センター

本多 嘉明

平成6-8年度合計予算額 45,071千円  
(平成8年度予算額 15,658千円)

[要旨] 環境を評価する上で、地域の土地被覆や土地利用の状態を正確に把握することは不可欠である。しかしながら、大陸や全球といった広い範囲を対象として、地上調査のみで土地被覆や土地利用の状態を把握することは極めて難しい。本研究では、人工衛星データを利用して広域の土地被覆状況を調査する手法を開発することを目的とする。特に、アジア地域を対象として、1970-90年代のLANDSAT MSS、TM、NOAA AVHRR等の人工衛星データを用いて各年代の土地被覆分布図を作り、さらにこの20年間における土地被覆状況の変化、特に、植生分布の変化を評価することを試みる。

平成8年度までに、東南アジア地域をカバーする1970-80年代の高空間分解能センサであるLANDSAT TM、MSS データ約600シーンを、また、広域、高頻度センサであるNOAA AVHRR データを入手し、一部地域について、対象全域をカバーする衛星モザイク画像を作成した。これらのLANDSAT、NOAAデータを利用して東アジアを対象とする広域土地被覆分類を行うための手法を開発した。特に、局所的な情報を失わずに大陸レベルでの広域情報を抽出するために、高空間分解能センサ(LANDSAT TM、MSS) データと広域・高観測頻度センサ(NOAA AVHRR)データを併用した分類手法の開発を試みた。

また、LANDSAT TM とNOAA AVHRR データを併用して、両者をつなぐスケーリングモデルを開発した。スケーリングモデルは、多くの地球環境問題が、基本的には局地的/地域的事象から発していることから、高分解能ではあるが狭い範囲のみを低頻度で観測するLANDSAT TM データと、低分解能ではあるが広い範囲を高頻度で観測するNOAA AVHRR データを融合的に利用し、TMからの局所情報をAVHRRを用いてより広範囲に外挿することを目的とするものである。

さらに、東アジア、東南アジアの広域分布を粗い分解能で概査するために、米国NASAより提供されたNOAA AVHRR データを基にした東アジア地域の8km分解能での時系列植生指数図(1982年-1990年の月単位データ)から、広域土地被覆分布図を試作した。

[キーワード] 土地被覆分布、土地被覆変化、リモートセンシング、東南アジア、人工衛星画像

## 2. 衛星データセットの作成

東南アジア地域を約半分をカバーする1970-90年代のLANDSAT MSS、TMデータ600シーンを入手した。本データは、米国NASAの保有するLANDSAT PATHFINDERデータセットより提供を受けたものがある。平成8年度まででほぼ対象地域全域をカバーする高空間分解能データの収集が終了した。得られたデータを基に対象地域の衛星モザイク画像を作成した。

また、対象地域全域をカバーする広域高頻度データとしてNOAA AVHRRからの植生指数時系列データ(1982年-1991年)をNASAより入手した。本データは、AVHRRの原画像(1km分解能)を間引いて8km分解能として東アジア全域をカバーするようモザイクし、さらに毎日のデータを重ねて雲除去を行ったうえで毎月単位で植生指数を計算したものである。Fig. 2には、NOAA AVHRR植生時系列データの一例として1982年の毎月の植生指数図を示す。

## 3. 大量衛星画像モザイクシステムの開発<sup>1), 2)</sup>

衛星画像1シーンあたりの大きさはかなり限定されており、広域をカバーするためには少なくとも数百シーンに及ぶ画像を幾何補正してモザイク(合成)し、土地被覆分類することが必要になる。本研究では、特に、幾何補正の自動化による衛星画像のモザイク手法の開発を行った。

衛星画像を幾何補正するためには、画像を地上座標系(地図)と正確に対応付け、さらに隣接する、あるいは重なる画像とも正確に対応づける必要がある。従来から地図との対応付けは目視により、地図上の特徴点と画像上の特徴点をそれぞれ計測することにより行われてきた。また隣接画像との位置関係は無視されるか、同じく目視による微調整で解消されてきた。しかし、数百シーンを越える衛星画像ではこうした手作業による計測や調整は実行がきわめて困難である。そこで、衛星画像データをタイポイントにより相互に自動リンクし、さらに地上基準点を数値地図から自動認識することで大量の衛星画像を処理する方法を開発した。

タイポイントは衛星画像のオーバーラップ部分における共通点であり、画像の相対的な位置関係を決定するために利用される。タイポイントは小さな画像パッチであり、オーバーラップする片方の画像上に規則的に配置されている。各タイポイントの対応する画像上の位置を、画像相関(相関係数)が最大になる点として自動計測するが、画像相関による自動計測では時折大きなエラーが発生するため、大きなエラーを自動的にスクリーニングすることが必要である。このために画像相関最大点での相関係数の値でスクリーニングをおこない、さらにマッチングした点が片方の画像の規則的な配置から大きくはずれたパターンになった場合には、異常点を削除し、スクリーニングを行うこととした。これらのスクリーニングにより、タイポイントの決定精度は約1画素(RMSE, 最大誤差が3画素)と非常に高くなった。

地上基準点は、季節変化に対してできるだけ安定的であること、画像中から容易に抽出できることが重要である。そこで、World Data Bank IIやDigital Chart of the Worldなどの数値地図中の海岸線、河川水涯線などを抽出して地上基準点データとして使用する。これらを衛星画像から抽出された海岸線や河川水涯線とマッチングさせることにより、タイポイントで相互接続されている画像群を地図と対応させる。地上基準点データは海岸線などを含む2値画像パッチであり、その2値画像パッチと衛星画像とのマッチングを取る。その際、画像ピクセル値の絶対差の総和を最小化する画像上の位置を地上基準点の画像座標とする。

この場合、画像中から海岸線などの水涯線を抽出する精度が重要になる。抽出のアルゴリズム

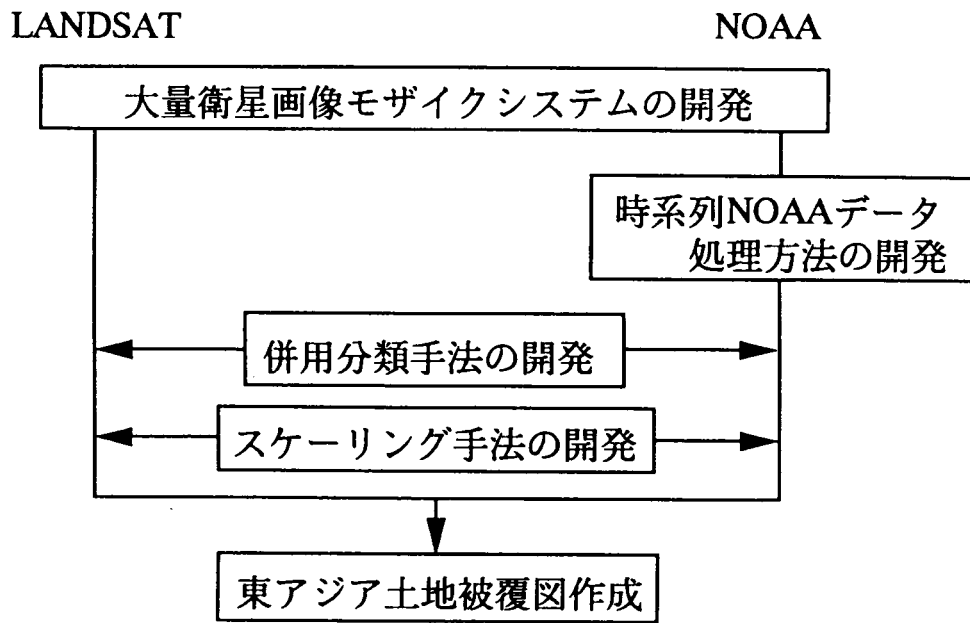


Fig. 1 東アジア土地被覆図作成フロー

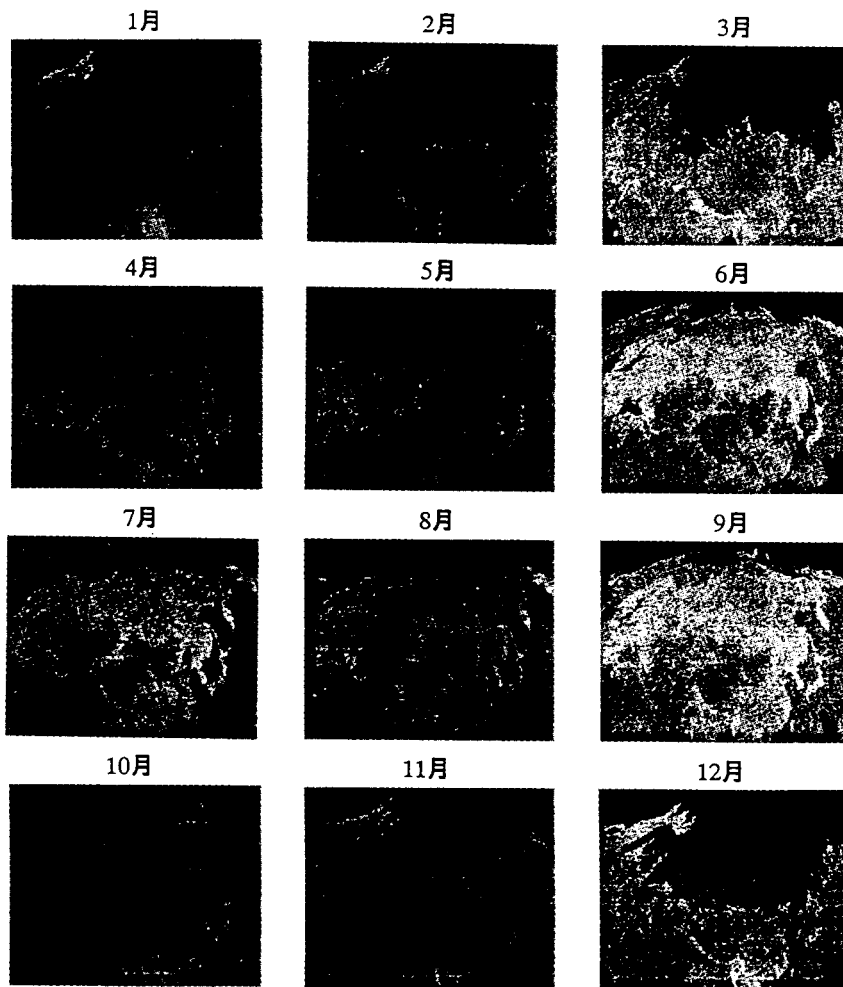


Fig. 2 NOAA AVHRR 植生指数変化図 (1982年)

としてはウェーブレット変換によりエッジを抽出し、さらに細線化する方法を採用した。海岸線の場合には実験区域では全く問題がなかったが、内陸部の水田や湿地など水涯線として地図に現れない地物を水涯線として抽出してしまうことがあり、さらに検討を要することが判明した。

#### 4. 多種類の衛星画像を併用した土地被覆情報抽出手法の開発

LANDSAT TM 等の比較的高分解能の衛星画像は走査幅がせいぜい100-200km程度であることが多く、取得頻度が数週間に一回と限られる。天候も考慮すると東南アジア地域では、せいぜい1年間に数シーン程度、しかも乾期しか利用できないと考えてよい。すると、作付けパターンなどに起因する変化や、季節性の落葉林などの季節変化をとらえることができなくなる。極端な場合には落葉林を裸地と誤分類することが起こり得る。そこで、低分解能ではあるが、観測頻度の高いNOAA AVHRR画像を利用して、上記のような時間軸方向の「分解能」を補完することが重要になる。本研究では、TM、MSS などの高空間分解能（低観測頻度）データと AVHRR などの低空間分解能（広域、高観測頻度）データの併用により、広域地表面情報をより効率的に抽出するための手法の開発を行った。

##### 4. 1 LANDSAT TM および NOAA AVHRR データを併用した自動土地被覆分類<sup>3)</sup>

LANDSAT衛星画像を主に利用する場合に、もっとも困難が予想されるのは乾期には落葉する季節林の抽出と、農地、草地・荒地の区別である。季節林は乾期のLANDSAT画像では裸地に近く見える。そのため、雨期の画像が不可欠である。また、農地と草地・荒地との区別は耕作パターンの有無によって目視判読の場合には容易に区別することができるが、そうした区別を自動的に行おうとする試みはほとんどない。

本研究では、NOAA AVHRR画像（分解能は1km。EROSデータセンターにより作成された1992-1993年の全球10day composite画像）を利用し、植生の指標の季節変化を追跡する。同時に LANDSAT TM画像（実験では、1990年1月撮影）を利用して、土地被覆分類を行う。分類処理の全体フローを Fig. 3 に示す。

まず、対象地域の全ての衛星画像を植生指標に変換の後、一年間の季節時間軸上に並べる。撮影年が多少異なる程度の場合には大きな問題は生じないと考える。また変換時には、もっとも広域をカバーし、観測頻度の高いAVHRR画像に一致するように他の衛星画像からの植生指標を線形変換する。線形変換式は同じ時期の画像を対照させ、統計的に決定する。一方、LANDSAT画像はウェーブレット変換によりエッジ画像に変換され、エッジの形状、分布密度などに関するテクスチャ画像へとさらに変換される。分類対象クラスは、それぞれ植生指標の年間変化パターンと、画像上のテクスチャ、地形上の特徴（地形傾斜）で特徴づけられる。各クラスの特徴は分類フローにあるように、乾期においても高い植生指標の値をとるといった形で記述されている。一方、畑地については耕作パターンがテクスチャ特徴量として利用されている。Fig. 4 は分類結果の一例を示した。分類精度の検証には、タイ国・土地開発省(Department of Land Development)の作成した土地利用図（1990年）を利用した。畑地や水田の分布などがランドサット画像の目視判読結果と明らかに異なる部分があったため、特に目立つ部分については修正を行った。分類精度は森林系で80%、水田で70%、畑・草地で65%と、土地利用図全面と1シーンを比較したものとしては、まあまあの結果である。ランドサット衛星画像1シーン分全体を土地利用図と比較している

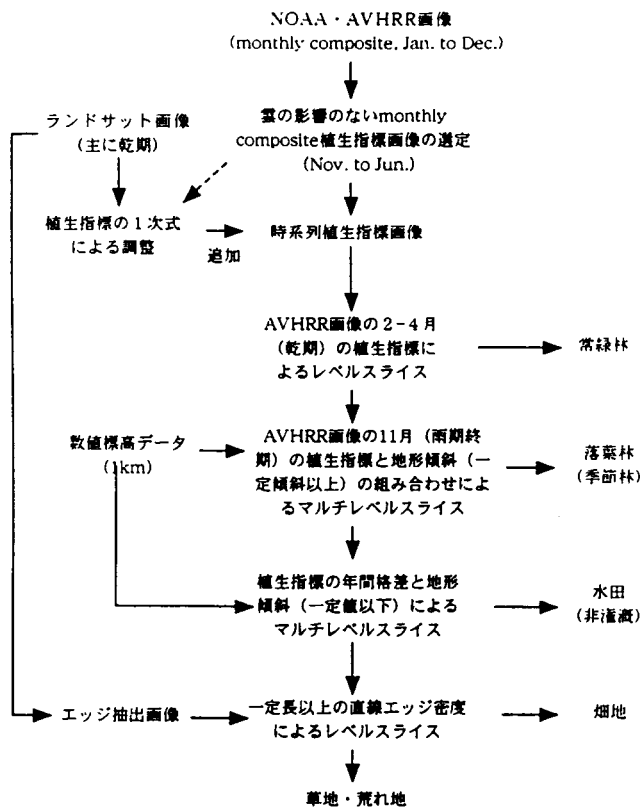


Fig. 3 分類の手順

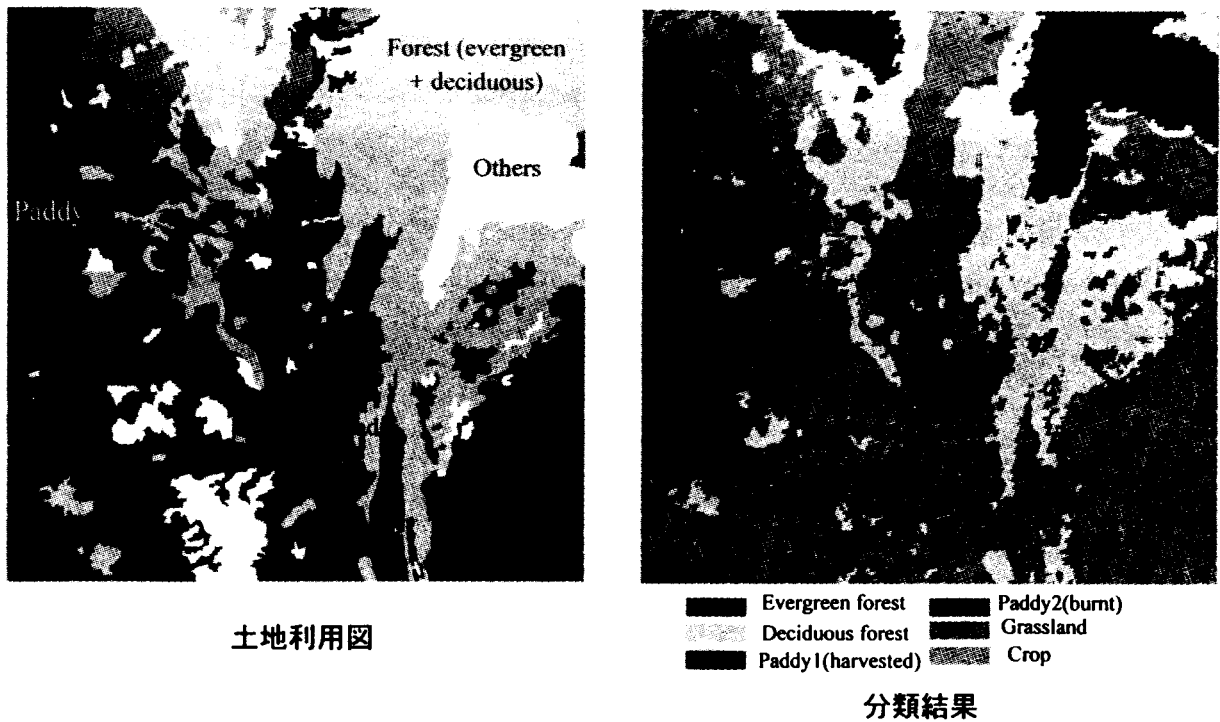


Fig. 4 分類結果と土地利用図の比較

ため、比較的lowの値となっていると考えられる。今回入手した土地利用図では、畑地と草地・荒地の区別が十分でなかったため、テクスチャを利用した部分については、十分検証できなかった。

#### 4.2 スケーリング手法の開発<sup>41)・51)</sup>

高分解能センサーである LANDSAT TM から得られる局地情報をより広域に外挿するために、TM と NOAA AVHRR データの重ね合わせを行い、両者をつなぐスケーリングモデルについて検討を行った。スケーリングモデルは、多くの地球環境問題が、基本的には局地的/地域的事象から発していることから、高分解能ではあるが狭い範囲(180km)を観測する LANDSAT MSS、TM データと、低分解能ではあるが広い範囲(2700km)を高頻度(毎日2回)で観測する NOAA AVHRR データを統合的に利用し、局所情報を広範囲に外挿することを目的とするものである。

スケーリングのパラメータとしては、本研究で開発された VSW 指数を用いた。VSW 指数は、衛星画像の各点の中に、植生、土壌、水がどれだけの面積比率で含まれているかを表す指数で、通常使用される植生指数が植生のみの被覆率を表しているのに比較し、水、土壌との関係をも含めて表しており、地表の状態を記述するより一般的な指数といえる。ここでは、最終的に、AVHRR 画像から広域の VSW 指数を求めることを目的とした。解析には、東南アジアをカバーする AVHRR データ(1990年2月1日取得)と、その一部であるタイ東部の コンケン周辺(103° E, 17° N)をカバーする LANDSAT TM データ(1990年2月9日)を用いた。AVHRR データと TM データの重ね合わせは両データの NDVI 画像の相関に基づくパターンマッチングによって行ない、AVHRR データ 100x100 画素と TM データ 3600x3600 画素を対応させた。

地上分解能 1 km の AVHRR データではピュアピクセル(1画素が純粋に植生、土壌、水から校正される)が極端に少なく、VSW 指数を算出するための植生、土壌、水のエンドメンバーの決定が困難である。これに比べ TM データは地上分解能 30m であり、ピュアピクセルを含む確率が高く、エンドメンバーの決定が容易である。本研究では、エンドメンバーの決定が困難な AVHRR データの VSW 指数を推定するために、まず、TM データからエンドメンバーを決定し、次に、TM データと AVHRR データの間の相関関係を調べ、この関係から、AVHRR データのエンドメンバーを決定した。以上の手順で求めたエンドメンバーを基に推定した AVHRR VSW 指数の例として、AVHRR データの VSW 指数のうち、植生面積比率に関連する HV を画像化した図を Fig. 5 に示す。この図では、明るい部分ほど植生被覆の多い地域を示している。

### 5. 時系列植生指数データを用いた土地被覆分類

高頻度で観測される NOAA AVHRR データを利用して、衛星時系列画像から広域の土地被覆分布を調査する手法について検討を行った。ここで用いられるデータは、NOAA AVHRR 画像から算出した植生指数(NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)時系列データである。

#### 5.1 時系列植生指数による土地被覆変化の評価

NOAA AVHRR GAC データ(空間分解能 1km の原データを間引いて空間分解能を粗くしたデータ)から作成された空間分解能 8km GAC データを使用することにより、10年以上の時系列解析を行い、10年間の土地被覆変化の評価を行った。

使用データ：米国USGS/EROSデータセンターが作成したNOAA AVHRR 8km GACデータ（10日間クラウドフリーコンポジットデータ）。

地域：インドシナ半島

期間：1982年－1992年

原データである10日間コンポジットデータには雲の影響が残っているので、まず、NDVI値の最大値を利用して雲を除去することにより30日間クラウドフリーコンポジットデータを作成した。これにより雲の影響をほとんど受けない時系列データが利用できる。時系列低解像度データを利用し土地被覆改変の活性度を定性的に把握するために下記の処理を行った。

- ①クラウドフリーコンポジットデータから植生の活動を示すNDVI値の時系列データを作成する。
- ②1982年から1992年の平均的な土地被覆の季節変化を求める。1から12月までの月ごとの平年値（1982－1992年）を求める。
- ③1月から12月の平年値に対して1982年から1992年が持っているばらつきを月ごとの標準偏差を計算することによって調べる。
- ④1月から12月までの平年値に対する標準偏差を1982年から1992年まで加算する。
- ⑤ところが、森林の改変ではNDVI値の変化量の絶対値が大きく、草原や畑の改変では絶対値が小さいため標準偏差を直接比べることができない。そこで月ごとピクセルごとの変化量の最大値を基準化して、地域ごとに絶対値の大きさの違いを考慮せずに比較できるデータを作成する。
- ④と⑤で作成されたデータを比較分析することにより土地被覆改変の活性度を定性的に知ることができる。

実際にデータを処理した結果をFig. 6に示す。Fig. 6は上記⑤の出力で、月ごとピクセルごとの変化量の最大値を基準化して、地域ごとに絶対値の大きさの違いを考慮せずに比較できる標準化改変画像である。地形図と見比べて標高が高いところで改変画像が高い値を示している部分は雲による影響と考えられる。このほかの地域について見るとミャンマーの東北部やタイの東北部の農業地帯の改変度が高く、作付けの変化と考えられる。

## 5. 2 NOAA AVHRR 時系列植生指数データによる土地被覆分類<sup>6)</sup>

NOAA AVHRR 画像から算出した植生指数（NDVI）時系列データを基に、NDVIの月変化パターンの違いから土地被覆分類を行なった。植生指数は地表面がどれくらい植生で覆われているかを表す指数で、衛星画像から地表面状態を推定する指数として最も良く利用されている。砂漠では1年を通じて植生が無いいため月毎の植生指数の変化は少なく値も低い。一方温帯林では、夏期の植生指数は高いが、冬期は落葉のため植生指数は低くなり、季節により周期的な変化を示す。NDVIの変化パターンを基に対象を分類する方法としては、変化の類似度を最小二乗誤差で評価する方法や、フーリエスペクトルのレベルスライスによる方法などが試みられているが、ここでは、NDVI時系列データをフーリエ変換し、低次のフーリエスペクトルを特徴ベクトルとして最尤法分類する方法を試みた。

分類に使用したNDVI時系列データは、NASA GSFC の Tucker 博士から提供された東アジアの植生指数画像である（Fig. 2参照）。データは各画素ごとに毎月の最大NDVIを選択した月間単位のデータで、地上分解能は8kmである。1982年1月から1989年12月までの計96ヶ月の時系列データを使用した。まず、対象地域の各画素毎に、96ヶ月間の月単位NDVI時系列データを離散フーリエ



Fig. 5 スケーリングによる植生面積比率画像



Low High

Fig. 6 標準化改変画像



変換し、パワースペクトル密度  $P(k)$  ( $k=0, 1, 2, \dots, 16$ ) を求めた。解析に用いたNDVIデータは欠損データを含んでいるので、時系列データ中の単独の欠損データを補間する目的で、幅3ヶ月のメディアンフィルタをかけた。連続する欠損データを含む地点については、解析から除外した。

つぎに、各画素毎のスペクトル密度を検討した。その結果、直流成分(平均値)  $P(0)$ 、12ヶ月周期成分  $P(8)$ 、6ヶ月周期成分に相当する周波数  $P(16)$  にスペクトルが集中していることがわかった。このことから、3つのパワースペクトル密度  $P(0)$ 、 $P(8)$ 、 $P(16)$  の対数値を特徴ベクトルとみなして、土地被覆分類を行なった。分類は、ISODATA法により20のクラスターに分割後、7つのカテゴリ(海、砂漠、草地、耕作地、森林1、森林2、森林3)の教師データを決定し、最尤法による分類を行う手順で行なった。Fig. 7 に、土地被覆分類の分類結果を示す。パワースペクトル成分として、 $P(0)$ 、 $P(8)$ 、 $P(16)$  のほかに、 $P(0)$  から  $P(8)$  までの9つのスペクトル成分を特徴ベクトルとした場合、あるいは  $P(0)$  から  $P(16)$  までの17のスペクトル成分を特徴ベクトルとした場合について、同様の分類を行なったが、安定した分類結果が得られなかった。このことは、植生の変動では、年変動と6ヶ月の周期の変動が大きく、上記の3つ以外のスペクトル成分は、土地被覆分類には有効ではないことを示している。

## 6. まとめ

東アジア、東南アジアを対象として、1970-90年の20年間における土地被覆状況の変化、特に、植生分布の変化を評価することを目的とした。このために、対象地域をカバーする1970、80、90年代のLANDSAT TM、MSS、NOAA AVHRR データ等を入手し、対象全域をカバーする衛星モザイク画像の作成、土地被覆分類を行った。

本研究では特に、多くの地球環境問題が基本的には局地的/地域的事象から発していることから、高分解能衛星データと低分解能、広域、高頻度衛星データを融合的に利用し、局所情報を失わずに広範囲の情報を得るための手法の開発を目指した。このために、まず、高空間分解能センサであるLANDSAT TM、MSS データと低空間分解能、広域、高頻度観測センサであるNOAA AVHRR を併用して土地被覆分類を行う手法を開発した。またTM から得られる局地情報をより広域に外挿するために、TM と AVHRR データをつなぐスケーリングモデルについて検討を行った。これらの手法は、地域環境問題と地球環境問題を並行的に考えるための手法として有効と考えられる。

## 7. 本研究により得られた成果

- ① 大量衛星データからのモザイク画像作成等、データ処理、解析システムを開発した。
- ② 高空間分解能衛星データと広域高頻観測データの併用による土地被覆分類手法を開発した。
- ③ 高空間分解能データによる局所情報を広域に外挿するためのスケーリング手法を開発した。
- ④ 時系列 NDVI (植生指数) 画像からの土地被覆分類図を作成した。

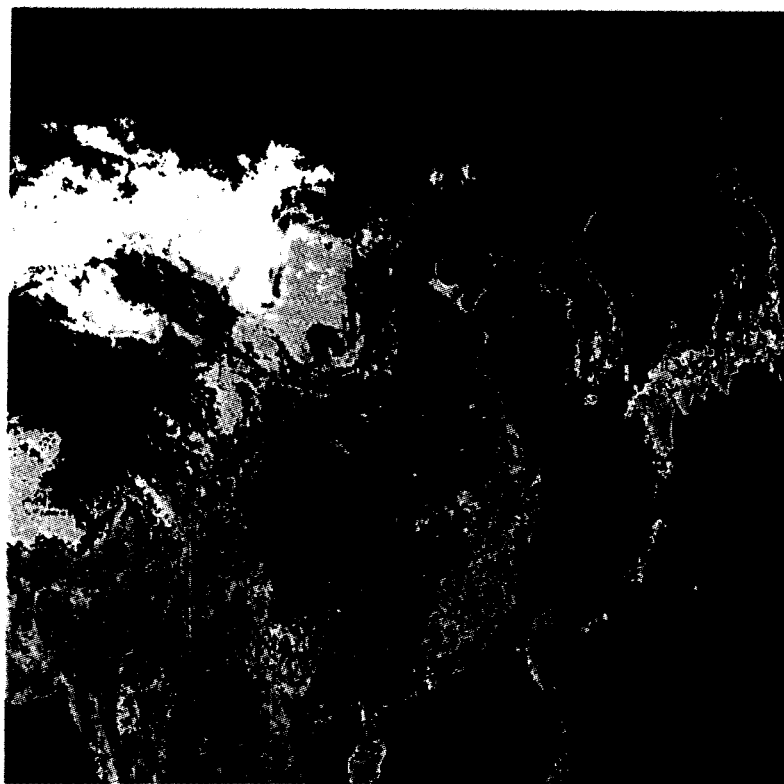
なお、得られた成果は以下の研究発表として、公表されている(発表年次順)。

- (1) Y. Yasuoka(1994): Application of Remote Sensing to Land Cover Change Monitoring, Preprint of IGBP/HDP/LUCC Workshop (Tsukuba).
- (2) Y. Yasuoka, Y. Yamagata, M. Tamura and S. Takeuchi(1994): Monitoring of Actual Vegetation Distribution and its Change, Project Report of JERS-1.

- (3) 桜井・柴崎・高木(1994)：タイにおける土地利用の経年変化，日本写真測量学会，平成6年度秋季学術講演会，pp.141-144.
- (4) 杉田・安岡(1995)：衛星画像に対するスケーリング手法の検討，平成7年度計測自動制御学会講演会予稿集.
- (5) Y.Yasuoka, M.Sugita, Y.Yamagata, M.Tamura and T.Suhama(1995)：Scaling between NOAA AVHRR data and LANDSAT TM data for monitoring and mapping of wetlands, Proc. Int. Symp. on Vegetation Monitoring, pp.131-136.
- (6) Y.Yasuoka, Y.Yamagata, M.Tamura and M.Sugita(1995)：Monitoring of wetland vegetation distribution and its change by using microwave sensor data, Proc. of 16th Asian Conference on Remote Sensing, pp.A11-A16.
- (7) 杉田・安岡(1995)：NOAA AVHRRデータとLANDSAT TMデータのスケーリング，日本リモートセンシング学会学術講演会予稿集，pp.229-230.
- (8) 杉田・安岡(1996)：異空間分解能データにおけるVSW指数の比較，日本リモートセンシング学会第20回学術講演会予稿集，pp.35-36.
- (9) 杉田・桜井・藤代・安岡(1996)：時系列 NDVIデータのフーリエスペクトルを用いた東アジアの土地被覆分類，日本リモートセンシング学会第20回学術講演会予稿集，pp.37-38.
- (10) M.Sugita, Y.Yasuoka, Y.Yamagata and M.Tamura(1996)：Scaling of NDVI and VSW index between LANDSAT TM and NOAA AVHRR data, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.L-4-1~L-4-6.
- (11) 杉田・安岡(1996)：異空間分析能データにおけるVSW指数の比較，日本リモートセンシング学会第21回学術講演会，pp.169-170.
- (12) 岩男・柴崎・高木(1996)：大量衛星データの自動モザイク手法の開発，日本写真測量学会，平成8年度年次学術講演会発表論文集，pp.53-56.
- (13) T.Saravanapavan, D.G.Dye and R.Shibasaki(1996)：Mid-day atmospheric humidity from thermal infrared observations of the NOAA-14 AVHRR Satellite Validation in Tropical Environment, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.G-6-1-G-6-6.
- (14) K.Iwao, R.Shibasaki and M.Takagi(1996)：Semi automated geometric correction for mosaicing large number of satellite data, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.F-8-1-F-8-5.
- (15) R.Shibasaki, Hua Hu and Elgene.O.Box(1996)：Generation of global terrestrial biomass map by integrating satellite data and carbon dynamics model, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.F-8-1-F-8-5.
- (16) T.Saravanapavan, D.G.Dye and R.Shibasaki(1996)：Near-surface air temperature from the NOAA-14 AVHRR Data, Validation in Tropical Environment of Thailand, Journal of Tropical Agricultural Research.
- (17) 山形・杉田・安岡(1997)：植生・土壌・水(VSW)指数アルゴリズムの開発とその応用，日本リモートセンシング学会誌，Vol.17(1)，PP.54-63.

8. 参考文献

- (1) 岩男・柴崎・高木(1996)：大量衛星データの自動モザイク手法の開発，日本写真測量学会，平成8年度年次学術講演会発表論文集，pp.53-56.
- (2) K.Iwao, R.Shibasaki and M.Takagi(1996)：Semi automated geometric correction for mosaicing large number of satellite data, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.F-8-1-F-8-5.
- (3) R.Shibasaki, Hua Hu and Elgene.O.Box(1996)：Generation of global terrestrial biomass map by integrating satellite data and carbon dynamics model, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.F-8-1-F-8-5.
- (4) Y.Yasuoka, M.Sugita, Y.Yamagata, M.Tamura and T.Suhama(1995)：Scaling between NOAA AVHRR data and LANDSAT TM data for monitoring and mapping of wetlands, Proc. Int. Symp. on Vegetation Monitoring, pp.131-136.
- (5) M.Sugita, Y.Yasuoka, Y.Yamagata and M.Tamura(1996)：Scaling of NDVI and VSW index between LANDSAT TM and NOAA AVHRR data, Proc. of 17th Asian Conference on Remote Sensing, pp.L-4-1-L-4-6.
- (6) 杉田・桜井・藤代・安岡(1996)：時系列 NDVIデータのフーリエスペクトルを用いた東アジアの土地被覆分類，日本リモートセンシング学会第20回学術講演会予稿集，pp.37-38.



Legend		
Class_Names	Class_Names	Class_Names
desert	forest2	sea
grassland	agriculture	
forest3	forest1	

Fig. 7 東アジア土地被覆分類結果