

B-2 西シベリアにおける温室効果気体の収支推定と将来予測に関する研究

(3) リモートセンシングとモデリングによる西シベリア低湿地帯からのメタン発生量推定に関する研究

研究代表者 国立環境研究所・社会環境システム部・情報解析研究室 田村正行

環境庁国立環境研究所

社会環境システム部

情報解析研究室

趙 文経

地球環境研究センター

総括研究管理官

井上 元

平成9～11年度合計予算額 37,174千円

(うち、平成11年度予算額 12,044千円)

[要旨] 西シベリアのオビ川流域には広大な湿地帯があり、温室効果ガスであるメタンの巨大な発生源となっている。西シベリア湿原からのメタンガス発生量を見積もるには、湿原面積、表面温度、発生原単位などの計測が必要である。本研究では、NOAA/AVHRRデータから得られる植生指数と地表面温度を用いて、湿原域の抽出を行う方法を開発し適用した。また、米国地理院 (U. S. Geological Survey) によって作成された全球植生指数1kmデータセットから得られる、年間の最大植生指数と最高地表面温度を用いて、西シベリアのような広い範囲における土地被覆を一度に分類する方法を開発した。さらに、高分解能衛星画像 (SPOT/HRV、LANDSAT/TM など) によって得られた地表面の詳しい情報を、NOAA/AVHRRのような広域衛星画像に外挿する手法 (スケーリング手法) に関しても検討を行った。

[キーワード] リモートセンシング、シベリア、湿原、植生、温室効果ガス、メタン

1. はじめに

シベリアの陸域生態系は、二酸化炭素やメタンなど温室効果ガスの地球規模の収支に関して重要な寄与をしていると見られている。例えば、シベリアのタイガに代表される寒帯、亜寒帯林は二酸化炭素濃度の抑制に大きな役割を果たしているものと推定されている。また、湿原やツンドラの水苔なども一次生産量は小さいが分解が遅いため、差し引きの炭素蓄積量は大きいとの指摘もある。また、西シベリアの大低地などにある湿原からの夏期のメタン発生量は莫大な量に上ると考えられている。地球規模の炭素循環を研究する上で、シベリアの土壌と植生が果たしている役割を評価することは重要である。

シベリアにおける温室効果ガスの挙動に関しては、平成3年(1991年)から地球環境研究総合推進費の下で日露共同研究が開始され、季節変動、濃度分布、フラックスなどが観測されてきた。これら温室効果ガスの動態は、気象条件など大気の状態によって影響されるとともに、発生・吸収源である地表面の状態(土壌と植生の状態)に大きく依存していると考えられる。従って温室効果ガスの発生・吸収量を推定するためには、大気中における濃度分布やフラックスの測定と気象条件の観測に加えて、土壌・植生な

ど地表面の状態を把握しておくことが必要である。シベリアのように広大な領域において、これら土壌・植生の面的分布データを得るためには、航空機観測と地上での現地調査に加えて、衛星リモートセンシング画像の利用が不可欠である。また、衛星画像は、年間を通じて定期的に入手することができるので、土壌・植生の季節変動を捉えるうえでも有効である。

本研究サブテーマの目的は、各種の衛星センサデータと航空機観測および地上での現地調査を併用することにより、西シベリア低湿地帯における植生の種類、分布、および地表面の状態（地表面温度など）を推定する方法を開発することである。さらに、地上実験により得られるメタン発生源モデルと、リモートセンシングによる陸域生態系の観測結果を組み合わせることにより、最終的には西シベリア低湿地帯全域からのメタン発生源量の推定を行う計画である。

本研究ではまず第 1 に、広域衛星センサである NOAA/AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) を用いて、湿地の広域分布を抽出する手法を開発した。西シベリアにおいては、湿地の分布に関して詳しい地図情報がないため、衛星リモートセンシング等のデータから湿地分布を計測する必要がある。ここでは、NOAA/AVHRR 画像データを用いて地上分解能約 1 km 程度で湿地の分布を計測することが可能であることを示した。本手法の検証には、プロトニコボ近辺のテストエリア（北緯 58 度、東経 82 度を中心とする地域）のデータを用いた。さらに、西シベリアの他の地域で AVHRR データを用いて本手法の一般性に関する検討を行った。

本研究の第 2 の成果は、全球植生指数 1km データセットによる湿原域の抽出方法の開発である。NOAA 衛星の AVHRR データから計算した植生指数と地表面温度を用いて、地上分解能約 1 km で湿原域を抽出する方法は AVHRR 原画像を用いるため雲の影響を受けるので、西シベリア全域のような広い範囲における土地被覆を一度に分類するには適さなかった。この問題を解決するために、米国地理院 (U. S. Geological Survey) によって作成された全球植生指数 1 km データセットを用いて、湿原域の抽出を行う方法を開発した。このデータセットは植生指数や AVHRR 各観測バンドの雲なしコンポジット画像から構成されるので、これらのデータを利用することにより広域の湿原分布を一度に抽出することが可能になった。

第 3 の成果として、以上のような湿原抽出法の改良と並行して、高分解能衛星画像 (SPOT/HRV、LANDSAT/TM など) によって得られた地表面の詳しい情報を、NOAA/AVHRR のような広域衛星画像に外挿する手法 (スケーリング手法) についても検討を行った。シベリアのような広大な地域においては全域を高分解能衛星で観測するには莫大なコストがかかる。このため、いくつかの代表サイトで高分解衛星データによる解析を行い、その情報を広域衛星データに反映させるような観測方法が必要である。

2. NOAA/AVHRR データによる湿地の抽出方法の開発

2.1 対象地域

図 1 に示すように、オビ川流域の矩形域（東経 82 度 10 分、北緯 57 度 50 分を中心とし東西 440km、南北 410km の範囲）を対象とし、1995 年 7 月 8 日 7 時 21 分 (GMT) に得られた NOAA/AVHRR 画像を用いて湿原域の抽出を行った。図 2 に対象域の NOAA/AVHRR 画像を示す。この図の右下方で、四角で囲まれている湿地は、国立環境研究所の研究チームがロシアの研究者と共同で、植生分布、メタンガス発生量、地表面温度、水位変動など

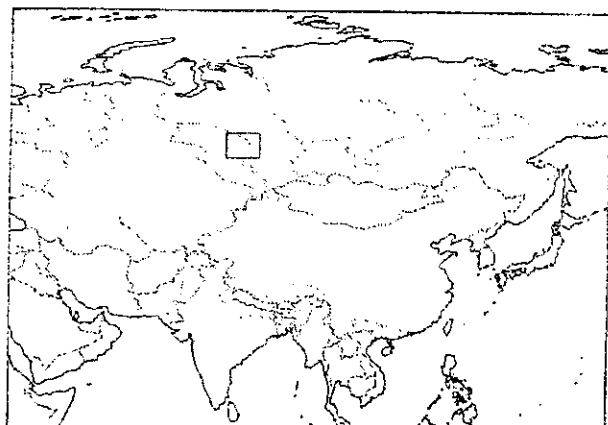


図1 対象地域 (矩形で示した範囲).



図2 NOAA/AVHRR 画像データ. 1995年7月8日取得. 白い矩形は地上測定を行っている湿原を示す.

の測定を行っている湿原である。

この対象地域では湿原と森林が大部分の面積を占めているが、川沿いの地域には村落、農耕地等が点在している。湿原の主な植生は水苔、スゲ、灌木、低木の松などであり、森林は白樺などの広葉樹と針葉樹から構成されている。

2.2 湿地の抽出

図3は、地上観測を行っている湿地の部分を拡大したものである。図3のトランセクト上で植生指数 (NDVI) とバンド4輝度温度は、図4のようなプロファイルを示す。NDVI と表面温度の間には負の相関関係があることが分かる。NDVI が高く表面温度の低い両端部は森林であり、NDVI が低く表面温度の高い中央部は湿原である。湿原部の右端でNDVI が最小、表面温度が最大になっている部分 (Distance:17~20) は、溝を掘って湿原を乾燥化させている場所である。

NDVI は植生の反射特性や密度を反映しているのに対し、表面温度は水分量、蒸発散などによって決まるエネルギーバランスに関係している。湿原とは植生と水の混在する場所であるので、これら二つの指標を用いれば、湿原を他の土地被覆から区別することができると考えられる。

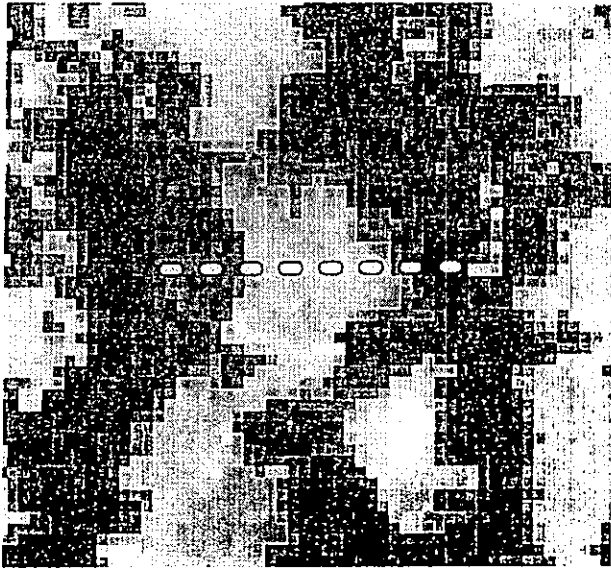


図 3 地上測定を行っている湿原におけるトランセクト。

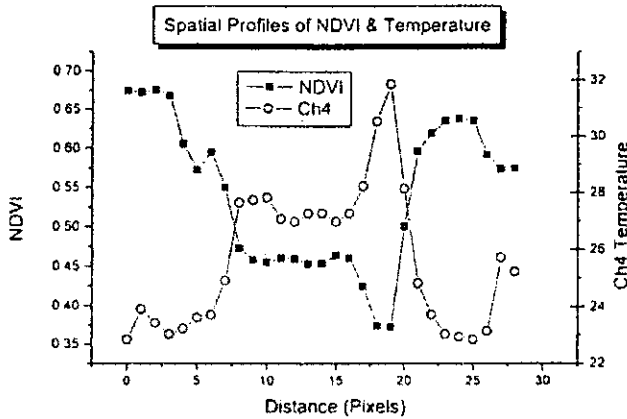


図 4 トランセクト上での植生指数 (NDVI) と表面温度(チャンネル 4)のプロファイル。

図 5 は NDVI を横軸、表面温度を縦軸にとって画像ピクセルの散布図を描いたものである。この図においても、NDVI と表面温度の間の負の相関関係は明らかである。図中に+印と矩形で示したのは、各土地被覆クラス（湿原、森林、草地、土、水、雲）のトレーニングデータの平均と境界である。

各土地被覆クラスにおける、このような NDVI と表面温度の特性の違いを用いて、湿原域の抽出を行うことができる。図 6 は、マルチレベルスライスと最短距離法を組み合わせ分類した結果である。この結果は、高分解能衛星 (SPOT/HRV および JERS-1/SAR) や航空機ビデオ撮影による観測結果と良く一致している。対象領域において、湿原と森林の面積は、それぞれ全体の 33% および 60% と推定された。

2.3 まとめ

西シベリア湿原のような北方湿原地帯においては、NOAA/AVHRR データから得られる二つの指標 (NDVI と表面温度) を用いて、水苔などの植生が存在する湿原域を、森林など他の土地被覆タイプから区別できることを示した。

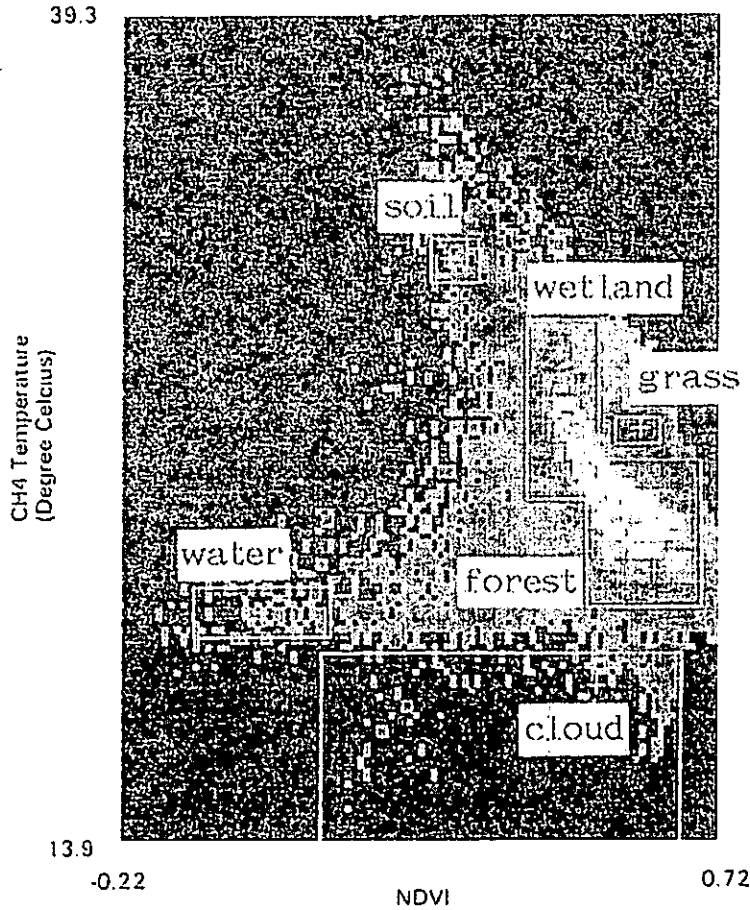


図5 植生指数を横軸、表面温度を縦軸とした画像ピクセルの散布図. 矩形と+印は各土地被覆クラスのトレーニングデータの境界と平均を示す.



図6 植生指数と表面温度による土地被覆分類結果.
湿地: 33%、森林: 60%.



3. NOAA/AVHRR による湿地の広域分布を抽出する方法の一般性に関する検討

3.1 湿地抽出方法

AVHRR センサは5つの観測バンド（可視、近赤外、中間赤外、及び2つの熱赤外バンド）を持っている。各バンドデータの空間プロファイルをプロトニコボ近辺の湿原地帯で調べたところ、空間変化パターンの違いによってこれらのバンドデータは、3つのグループ（可視バンド、近赤外バンド、及びその他の3バンド）に分類されることが分かった。これらをさらに集約して、可視と近赤外バンドから計算される植生指数（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）と、中間赤外、熱赤外バンドを代表するバンド4輝度温度の二つを湿地抽出のための指標として選択した。NDVI は植生のスペクトル反射特性や密度を反映しているのに対し、表面温度は水分量、蒸発散などによって決まるエネルギーバランスに関係している。湿原とは植生と水の混在する場所であるので、これら二つの指標を用いれば、湿原を他の土地被覆から区別することができると思われる。実際、NDVI と表面温度を二つの座標軸にとってピクセル（画像要素）の散布図を描くと、この平面上で各土地被覆クラス（湿原、森林、裸地、土、水）はそれぞれ異なった位置を占めるので、これら二つの指標の値により土地被覆を分類し湿地を抽出することが可能である。

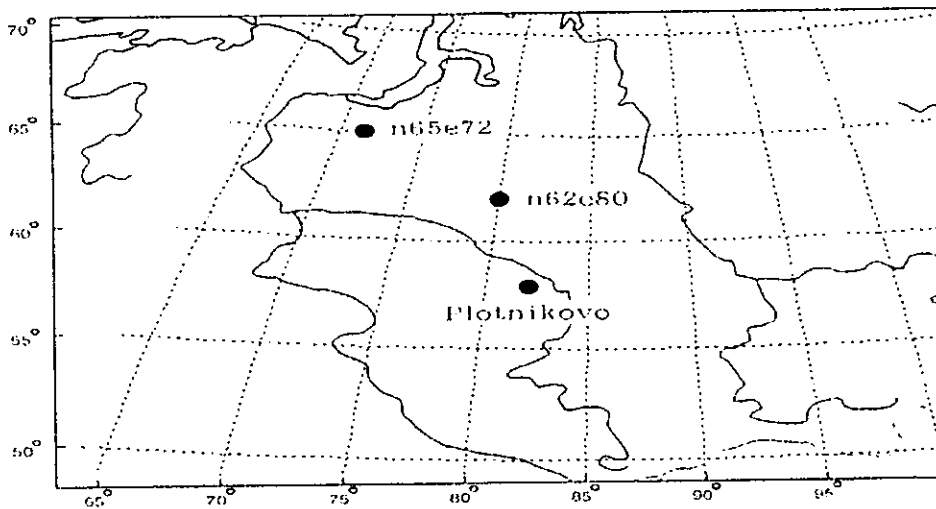
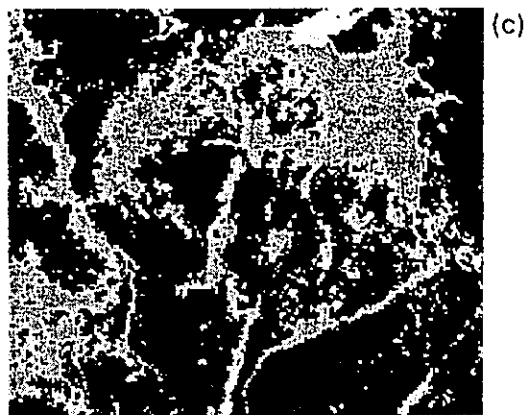
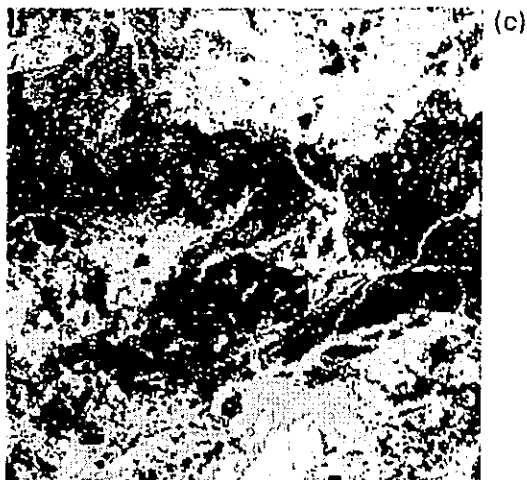
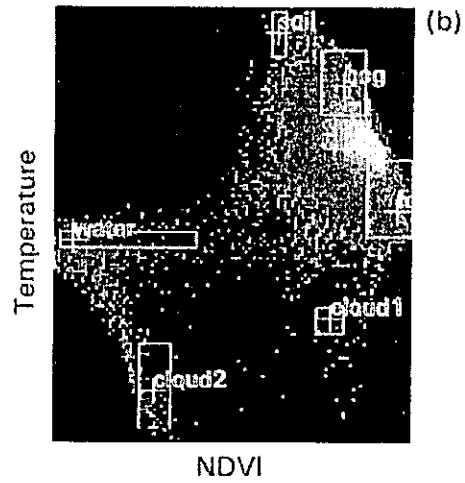
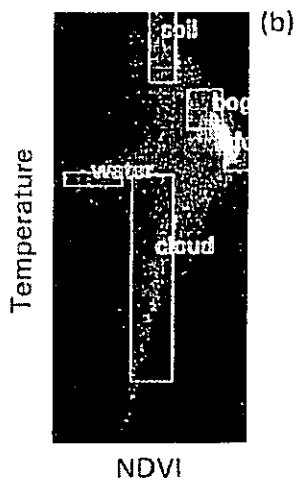
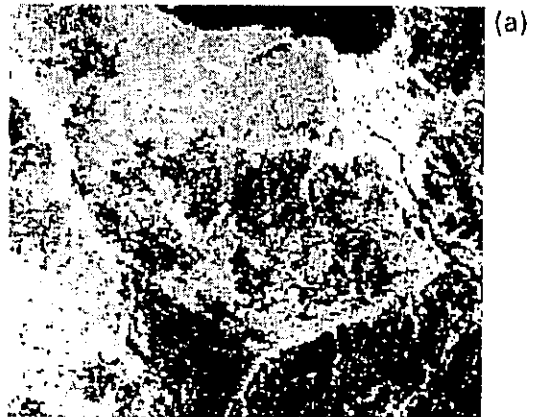
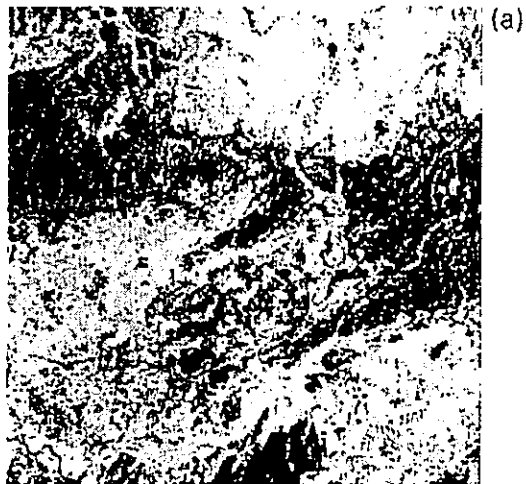


図7 解析対象サイトの位置.

3.2 湿地の抽出

上記の方法を西シベリアの湿原地帯に適用した。ここでは、中心をそれぞれ（北緯62度、東経80度）、（北緯65度、東経72度）とする2つの地域（各々をn62e80、n65e72と呼ぶ）での解析結果について述べる。図7に、これらのサイトと、国立環境研究所の研究チームが地上観測を行っているプロトニコボ・サイトの位置を示す。n62e80は、オビ川の北岸で森林と湿地がモザイク状に分布している地域であり、n65e72は、森林、湿地の存在し得る北限でツンドラとの境界近くに位置する。図8(a)、図9(a)は各サイトの画像をNDVIで示したものである。明るい部分はNDVIが高く、暗い部分は低いことを表している。画像のサイズはそれぞれ約300×300kmと200×175kmである。



soil
 water
 cloud
 forest
 bog

water
 soil
 cloud1
 forest
 bog
 cloud2

図8 n62e80 サイトの(a)NDVI 画像、(b)NDVI-表面温度散布図、(c)土地被覆分類結果。

図9 n65e72 サイトの(a)NDVI 画像、(b)NDVI-表面温度散布図、(c)土地被覆分類結果。

図 8 (b)、図 8 (b)は、各画像の NDVI-表面温度平面上におけるピクセル散布図を示す。図中の矩形は、各土地被覆タイプのトレーニングサンプルの存在領域(シグナチャ)を示している。二つの散布図は、元画像中の水面または雲を含むピクセルの比率が異なるために分布状態は異なって見えるが、森林 (forest)、湿地 (bog)、裸地 (soil)、水面 (water) など各土地被覆のシグナチャーの位置関係は共通しており、しかも互いに分離されている。このようなシグナチャーの特性に基づいて、対象地域の土地被覆分類を行うことが可能である。図 8 (c)、図 8 (c)は、マルチレベルスライスと最短距離法を組み合わせ分類した結果である。この結果と航空機ビデオ撮影による観測結果を比較したところ両者の一致は良好であった。

3.3 まとめ

西シベリア湿原のような北方湿原地帯においては、NOAA/AVHRR データから得られる二つの指標 (NDVI と表面温度) を用いて、水苔などの植生が存在する湿原域を、森林など他の土地被覆タイプから区別できることを示した。

4. 全球植生指数1km データセットを用いる湿原域の抽出方法

4.1 全球植生指数1km データセット

全球植生指数 1km データセットは、全世界の NOAA 受信局で受信した AVHRR データセットに基づいて、10 日間ごとに雲除去コンポジット画像を作成したものであり、次の 10 バンドから成っている。①10 日間の最大植生指数、②植生指数が最大になった日付、③太陽天頂角、④衛星仰角、⑤太陽と衛星間の方位角、⑥~⑩植生指数が最大時の AVHRR バンド 1 からバンド 5 の反射率あるいは輝度。地上分解能は1km であり、1992 年 4 月から 1996 年 5 月までの期間(途中データ欠損期間あり)について作成されている。

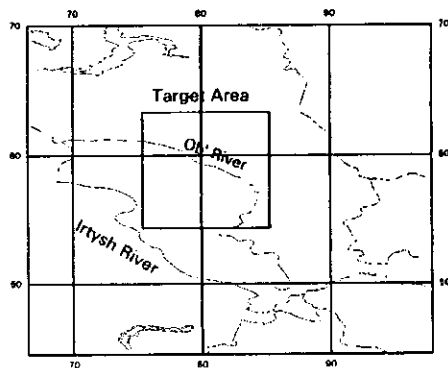


図10 対象エリア
(北緯 54 度 36 分~63 度 36 分,
東経 76 度 06 分~84 度 00 分)。

4.2 湿地域の抽出

前節までに述べた研究により、AVHRR 原画像から計算される植生指数と地表面温度を用いて湿原域の抽出ができることを明らかにした。植生指数と表面温度を二つの座標軸にとってピクセル(画像要素)の散布図を描くと、この平面上で各土地被覆クラス(湿原、森林、裸地、土、水)はそれぞれ異なった位置を占めるので、これら二つの指標の値により土地被覆を分類し湿地を抽出することができた。本方法を改良して、雲に影響されることなく広域の土地被覆を一度に分類できるようにするために、全球植生指数1km データセットから、年間の最大植生指

数と最高温度を各ピクセルに関して求め、これらに基づいて土地被覆分類を行うようにした。なお、地表面温度は、バンド4と5を組み合わせ、スプリットウインドウ法(Singh, 1984)で求めた。

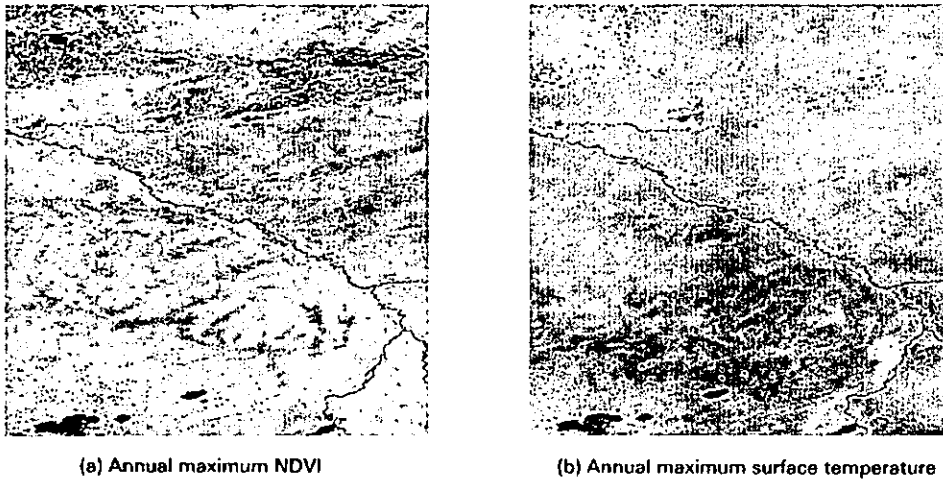


図11 1993年における(a)植生指数の年間最大値と(b)表面温度の年間最高値の分布。明るい部分は値が高く、暗い部分は値が低いことを表す。

図10にオビ川流域の対象エリア、図11に1993年における(a)植生指数の年間最大値と(b)表面温度の年間最高値を示す。1年間に取得された多数のAVHRR画像を重ね合わせた上で最大値を選択しているため、雲の影響はほぼ完全に除去できていることが分かる。図12は、湿原、草地、白樺林、針葉樹林、裸地の5つの土地被覆クラスについてトレーニングサンプルを選定し、そのシグナチャーを植生指数-地表面温度座標平面上にプロットしたものである。各土地被覆クラスはこの平面上で異なる位置を占めるので、適当な分類法を適用することにより土地被覆を分類することができる。図13は最尤方を使って分類した結果である。

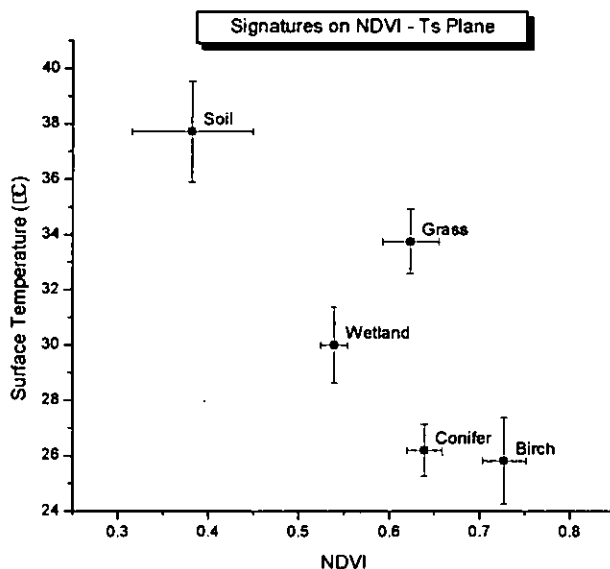


図12 植生指数-表面温度座標平面上における湿地、草地、白樺林、針葉樹林、裸土のシグナチャーの位置。

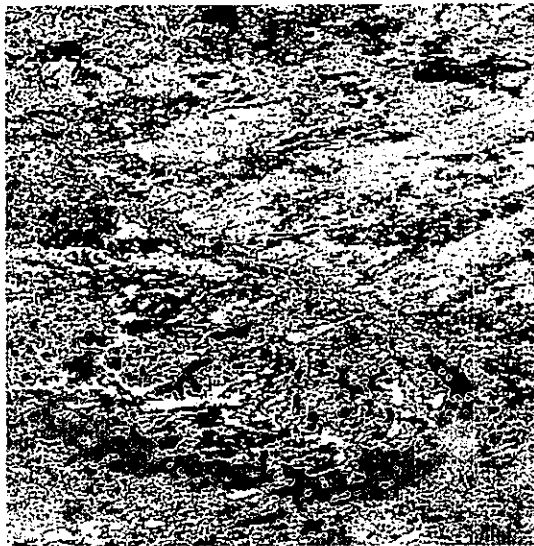


図13 土地被覆の分類結果.



4.3 SPOT/HRV データと NOAA/AVHRR データ間のスケーリングに関する検討

西シベリア湿原で同じ日(1995年7月8日)に取得した SPOT/HRV 画像(地上分解能 20m)と NOAA/AVHRR 画像を用いて、前者から得られた局地的な土地被覆分類情報を、後者の広域画像上に外挿する手法(スケーリング)について検討を行った。SPOT 画像はプロトニコボ湿原を含む約 60×60km の範囲をカバーしている。図14に本手法のフロー図を示す。この手法は、高分解能データと広域画像データ間の回帰関係を両画像の重なる範囲で求めておき、その関係を広域画像全域に外挿するものである。スケーリングにより、広域画像の各ピクセルに関して、高分解能画像から得られた土地被覆クラスの構成比率を計算することができる。

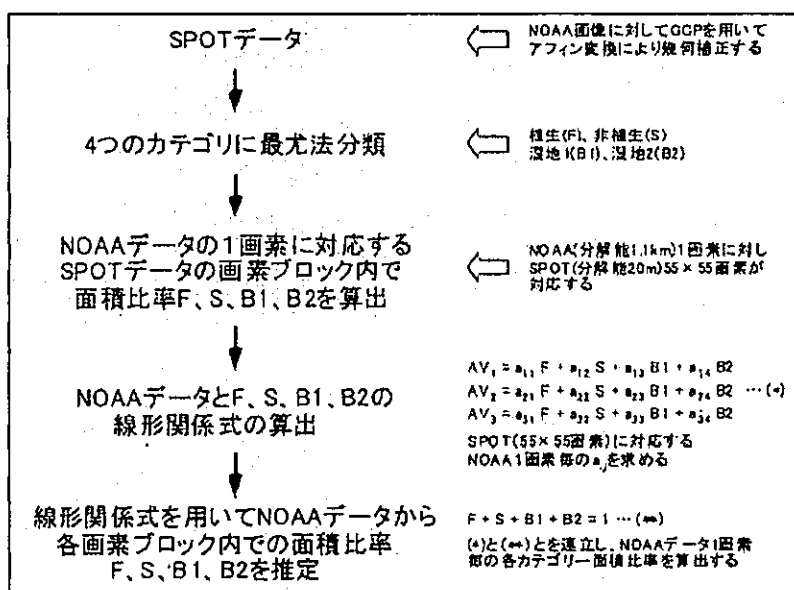
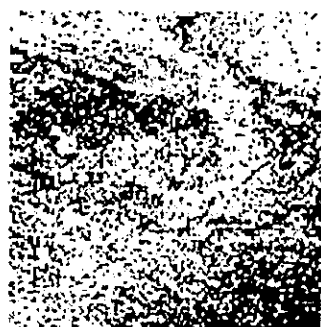


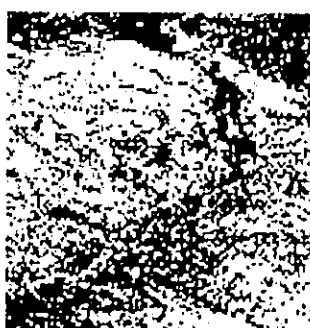
図14 NOAA/AVHRR データと SPOT/HRV データ間のスケーリング手法フロー図.



図15 SPOT/HRV 画像の分類結果.



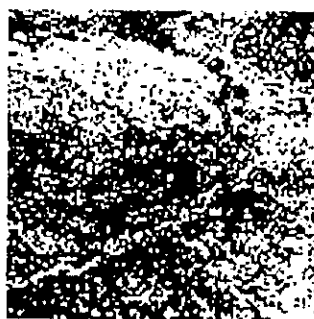
Estimated Forest (500 × 500 pixel)



Estimated Soil (500 × 500 pixel)



Estimated Bog1 (500 × 500 pixel)



Estimated Bog2 (500 × 500 pixel)

図16 NOAA/AVHRR データへの外挿結果.

(SPOT/HRV 画像を含む北緯 56-60 度、東経 80-85 の範囲への外挿).

図15は SPOT 画像を、森林、裸地、湿地1(比較的乾燥した部分)、湿地 2(比較的水位の高い部分)に分類した結果である。図16は AVHRR データへの外挿結果を示す。画像の濃淡はそれぞれの土地被覆クラスの AVHRR ピクセル中における構成比率の高低を表している。

5. 参考文献

Singh, S. M., "Removal of atmospheric effects on a pixel by pixel basis from the thermal infrared data from instruments on satellite," Int. J. Remote Sensing, vol. 5, pp. 161-183, 1984.

[国際共同研究等の状況]

本研究サブテーマは IGBP 国際共同研究 (Global Wetland Distribution and Classification) の一環として位置づけられている。

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表

- M. Tamura, H. Higuchi, H. Shimazaki, H. Oguma, Y. A. Darman, V. A. Andronov, M. Nagendran, and M. Parilov, Satellite observation of migration routes and habitats of cranes and storks in Russian Far East, *Global Environmental Research*, Vol. 4, No. 2, pp.207-217, 2001.
- H. Higuchi, M. Nagendran, Y. Darman, M. Tamura, V. Andronov, M. Parilov, H. Shimazaki, and E. Morishita, Migration and habitat use of Oriental White Storks from satellite tracking studies, *Global Environmental Research*, Vol. 4, No. 2, pp.169-182, 2001.
- W. Zhao, M. Tamura, and H. Takahashi, Atmospheric and spectral correction for estimating surface albedo from satellite data using 6S code, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 76, No. 2, pp.202-212, 2001.
- H. Yamano and M. Tamura, Can satellite sensors detect coral reef bleaching? A feasibility study using radiative transfer models in air and water, *Proc. 9th International Coral Reef Symposium*, (in press).
- 田村正行, 高槻幸枝, 航空機レーザースキャナーによる樹高計測, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 39, No. 2, pp.8-13, 2000.
- W. Takeuchi, M. Tamura, and Y. Yasuoka, Estimation of the methane emission from west Siberian wetland by Scaling between NOAA/AVHRR and SPOT/HRV data, *Proc. 21st Asian Conference on Remote Sensing*, pp.200-203, 2000.
- P. J. Baruah, M. Tamura, K. Oki, and H. Nishimura, Estimation of the methane emission from west Siberian wetland by Scaling between NOAA/AVHRR and SPOT/HRV data, *Proc. 21st Asian Conference on Remote Sensing*, pp.419-424, 2000.
- T. Endo, T. Okuda, M. Tamura, and Y. Yasuoka, Estimation of Photosynthetic Rate of Plant from Hyper-spectral Remote Sensing of Biochemical Content, *Proc. 21st Asian Conference on Remote Sensing*, pp.815-820, 2000.
- W. Zhao and M. Tamura, Integrating remotely sensed data with an ecosystem model to estimate net primary productivity in East Asia, *Proc. 21st Asian Conference on Remote Sensing*, pp.1099-1103, 2000.
- K. Kakubu, K. Pahari, M. Tamura, and Y. Yasuoka, Feasibility analysis for vegetation from time series NDVI data with "Green Census" data, *Proc. 20th Asian Conference on Remote Sensing*, pp.537-541, 1999.
- M. Sone, Y. Fujinuma, M. Tamura, Y. Yasuoka, Correlation analysis between carbon dioxide concentration and vegetation distribution, *Proc. 20th Asian Conference on Remote Sensing*, pp.1011-1013, 1999.
- Y. A. Darman, V. A. Andronov, H. Higuchi, M. Nagendran, M. Tamura, V. V. Gorobeiko, A. G. Roslyakov, and M. P. Parilov, Aerial census of rare birds at middle Amur

- lowland, in *Oriental White Storks in Russia* (N. M. Litvinenko ed.), pp. 13-19, 1999.
- 茅根創, 波利井佐紀, 山野博哉, 田村正行, 井出陽一, 秋元不二雄, 琉球列島石垣島白保・川平の定測線における 1998 年白化前線の造礁サンゴ群集被度変化, *日本サンゴ礁学会誌*, Vol. 1, No. 1, pp. 73-82, 1999.
- 大久保章人, 黒柳直彦, 波多江直之, 田村正行, 衛星データと同期調査による広域土壌水分の推定, *日本リモートセンシング学会誌*, Vol. 19, No. 1, pp. 30-44, 1999.
- W. Zhao, H. Takahashi, and M. Tamura, Atmospheric and spectral correction of LANDSAT TM data to estimate wetland surface albedo, *Int. Peat J.*, Vol. 9, pp. 11-20, 1998.
- M. Tamura and Y. Yasuoka, Extraction of wetland areas in West Siberia using NOAA/AVHRR data, *Proc. SPIE*, Vol. 3499, pp. 105-110, 1998.
- M. Tamura and Y. Yasuoka, Optical coarse spatial resolution sensors, *IGBP Report 46, Global Wetland Distribution and Functional Characterization* (D. Sahagian and J. Melack ed.), pp. 44-45, 1998.
- 渡辺正孝, 天野邦彦, 石川裕二, 田村正行, 村上正吾, 木幡邦男, 東京湾におけるタンカー事故による原油流出解析, *海岸工学論文集*, Vol. 45, pp. 926-930, 1998.
- M. Tamura, A sound visualization technique using a computer-generated signal and its application to the measurement of reflection coefficients, *Proc. Int. Symposium on Simulation, Visualization and Auralization for Acoustic Research and Education*, pp. 71-78, 1997.
- 沼田洋一, 勝田成久, 下垣豊, 山形与志樹, 小熊宏之, 田村正行, GPS/GIS を利用した R/S のための地上観測支援システムの開発, *写真測量とリモートセンシング*, Vol. 36, pp. 75-82, 1997.
- 沼田洋一, 山形与志樹, 小熊宏之, 田村正行, 安岡善文, 全球湿地分布図作成のための衛星画像管理システムの開発, *日本リモートセンシング学会誌*, Vol. 17, No. 4, pp. 50-56, 1997.

(2) 口頭発表

- M. Tamura and Y. Yasuoka, Investigation of wetland ecosystems in Japan and Russia, *ASTER Science Meeting*, 2001.
- M. Tamura and H. Higuchi, Satellite observation of migration routes and habitats of migratory birds living in wetlands in East Asia, *Proc. 21st Asian Conference on Remote Sensing*, pp. 603-608, 2000.
- W. Zhao and M. Tamura, Integrating remotely sensed data with an ecosystem model to estimate net primary productivity in East Asia, *Proc. 21st Asian Conference on Remote Sensing*, pp. 1099-1103, 2000.
- 田村正行, 樋口広芳, 東アジアにおける渡り鳥の移動経路と生息環境の衛星観測, *バイオ GIS 研究会*, 2000.
- K. Kakubu, K. Pahari, M. Tamura, and Y. Yasuoka, Feasibility analysis for vegetation from time series NDVI data with "Green Census" data, *Proc. 20th Asian Conference on Remote Sensing*, pp. 537-541, 1999.
- M. Sone, Y. Fujinuma, M. Tamura, Y. Yasuoka, Correlation analysis between carbon

dioxide concentration and vegetation distribution, Proc. 20th Asian Conference on Remote Sensing, pp.1011-1013, 1999.

趙文経, 田村正行, 高橋英紀, 衛星データによる地表面アルベドの算定のための大気補正及び波長補正, 日本リモートセンシング学会第27回学術講演会, 1999.

島崎彦人, 小熊宏之, 田村正行, サブカテゴリの検出方法の検討, 日本リモートセンシング学会第27回学術講演会, 1999.

林真智, 沼田洋一, 斉藤和也, 安岡善文, 田村正行, 加藤正胤, ASTER データによる湿地分布図作成手法の開発 (その3), 日本リモートセンシング学会第27回学術講演会, 1999.

M. Tamura and Y. Yasuoka, Extraction of wetland areas in West Siberia using NOAA/AVHRR data, Proc. SPIE, Vol. 3499, pp.105-110, 1998.

田村正行, 趙文経, 友定光洋, 安岡善文, NOAA/AVHRR データによる西シベリア湿原の環境計測, 日本リモートセンシング学会第24回学術講演会, 1998.

趙文経, 田村正行, 王権, 友定光洋, NOAA/AVHRR データによる東アジアの地表面アルベドの算定, 日本リモートセンシング学会第25回学術講演会, 1998.

林真智, 沼田洋一, 斉藤和也, 安岡善文, 田村正行, 加藤正胤, ASTER データによる湿地分布図作成手法の開発, 日本リモートセンシング学会第25回学術講演会, 1998.

牧田史子, 田村正行, 釧路湿原周辺域の土地改変による湿原植生への影響推定, 日本リモートセンシング学会第25回学術講演会, 1998.

田村正行, 小熊宏之, 安岡善文, 二次元イメージングスペクトロメータによる植生反射率の計測, 日本リモートセンシング学会第25回学術講演会, 1998.

(3) 出願特許

無し。

(4) 受賞等

(社) 日本リモートセンシング学会第26回学術講演会優秀論文発表賞

島崎彦人, 小熊宏之, 田村正行, サブピクセルカテゴリの検出方法, 第26回日本リモートセンシング学会学術講演会論文集, pp. 687-690, 1999.

(5) 一般への公表・報道など

①ASTER シンポジウム (2000年9月14日), 田村正行「地球環境への応用例」

②環有明海ウォッチング (2000年4月21日), 田村正行「国立環境研究所における衛星データの利用」