

衛星データを用いた黄河流域の土地被覆モニタリング

松岡真如・福嶋義宏・早坂忠裕・本多嘉明・沖大幹

はじめに

本研究の目的は黄河流域において開発している水文モデルへの入力データとして、1980年以降20年間の土地被覆の変化を衛星データを用いて解析することである。ここでは発表に使用したファイル（抜粋）を用いて研究の現状を報告する。

研究の流れと進行状況

本研究では3つのセンサを使用し、MODISを用いた土地被覆分類、AVHRRを用いた土地被覆変化の抽出、Landsatによる検証と局所的な解析の三つを柱として解析を進めている（図1）。これまでにMODISを用いた土地被覆分類をほぼ終了し、現在はAVHRRを用いた変化地域の抽出を重点的に行なっている。ここではAVHRRの未補正データを処理して約20年分の時系列データセットを作成し、それを用いて解析を行なう予定である。並行してLandsatとAVHRRを用いた灌漑区における農地面積推定手法の開発を行なっている。ここでは水文モデルにおいて重要な役割を果たす灌漑区においてAVHRRの時系列データを用いて農地面積の変化を高精度に抽出するために、高解像度のLandsatデータから求めた農地面積と低解像度のAVHRRデータから求めた年間最大NDVIの関係を解析している。

AVHRR時系列データセットの作成

データセットの作成行程を図2に示す。まず一日分のAVHRRの未補正データ（1〜3軌道分）に放射量補正と幾何補正を施すことで毎日のデータであるデイリーデータセットが作成される。しかし通常は雲により地表面はほとんど見えないので数日分のデイリーデータを用いて雲を除去したコンポジットデータセットを作成する。AVHRRの未補正データは東京大学生産技術研究所と千葉大学環境リモートセンシング研究センターで受信されたHRPTとNOAAから配布されているLAC, GACを使用している。現時点における問題点として軌道情報の精度の低さがあげられる（図3）。AVHRRの幾何補正においてはCeles Trak (<http://www.celestrak.com/>)で公開されているNOAA衛星の軌道情報を利用している。この軌道情報の精度が低く、主として衛星の軌道方向に10度程度のずれが見られることがある。これに対処するため、空間解像度の低いデータセットを試作したうえで目視によって精度を確認し、ずれの少ない軌道情報を選別して軌道情報の再編成を行なった。これによりデータセットの幾何精度が向上した。本データセットではHRPT, LAC, GACの三種類のデータを使用しており、HRPT, LACは1kmの、GACは4kmの解像度である。本来は対象地域全域を1kmの解像度でカバーできることが望ましいが、地域や時期によってはデータが入手できない。とくにHRPT受信局の受信範囲から外れる西側において顕著である。そのため、HRPT, LACが利用可能な地域においては1km解像度でデータを作成し、その他の地域においては4km解像度のGACを1km解像度に幾何補正して使用している（図4）。現在、数年分のデータセットを作成済みであるが、データ量が多い関係で全ての期間をカバーしておらず、引き続き処理を行なう予定である。

AVHRRとLandsatを用いた灌漑区における農地面積の推定

黄河の水文モデルの開発において農業は流域の水動態を大きく左右する要因であり、特に灌漑区における水利用はモデルの結果に大きな影響を及ぼす。そのためモデルの高精度化には灌漑区の農地面積変化を高精度に推定することが重要である。本研究では青銅峡灌漑区を対象に、LandsatとAVHRRを組み合わせて農地面積を推定する手法を開発した。手法はLandsat/ETM+を用いて作成した土地被覆分類図から算出した農地面積と上記AVHRR時系列データセットから作成した年間最大NDVIとの関係を用いて、低解像度のAVHRRから画素内の農地面積を推定する手法である（図5）。ETM+からの土地被覆分類図の作成では1999年8月12日に観測された2シーンを用いたデジジョンツリー分類手法を適用した。この分類結果を寧夏統計年鑑に記載された1999年の県別の播種面積との比較し、分類精度の評価を行った（図6）。両者は良い一致を示したが、灌漑区の中流部に位置する県で土地被覆分類図が若干の過大推定を示し、灌漑区の下流部において若干の過小推定を示した。この理由は明らかになっておらず、今後の解析が必要である。また塩池県では土地被覆分類図は極端な過小評価を示した。これは塩池県が青銅峡灌漑区に含まれておらず、農地のほとんどが灌漑農地ではないために自然植生に分類されたことが原因である。しかし水文

学的な視点から見ると塩池県の農地の挙動は灌漑農地よりもむしろ自然草地に近いと考えられるため、この結果は妥当であると見なせる。この分類図から算出した農地面積と AVHRR から得られた年間最大 NDVI の関係を解析した (図 7)。年間最大 NDVI は 1999 年の全デイリーデータを用いて、年間で 2 番目から 6 番目に大きい 5 つの NDVI を平均することで求めた。AVHRR は約 1 km の解像度で、Landsat は約 30 m の解像度であるため、AVHRR の一画素には Landsat の 25×35 画素が対応する。これにより AVHRR の一画素に含まれる農地面積の割合を Landsat データから取得することが可能であり、これと年間最大 NDVI を比較することにより、両者の関係として [農地面積率] = 2.54 × [年間最大 NDVI] - 0.33 が取得された。この式を用いて AVHRR から灌漑区の農地面積率を推定し、この結果を Landsat から求めた県別の農地面積率と比較した (図 8)。この結果から、県レベルの比較では低解像度の AVHRR を用いて Landsat と同程度に農地面積を推定できることが明らかとなった。今後はこの関係を AVHRR の時系列データに適用し、農地面積の変化を継続的に抽出する予定である。

黄土高原における NDVI と地表面温度の年間最大値の関係性

8 km 解像度の AVHRR データから抽出した NDVI と地表面温度の時系列データの比較を行なった。この結果、両者の年々変動は逆位相の変動を示した (図 9)。つまり地表面温度の高い年には植生指数が低く、地表面温度が年には植物が相対的にみて活発であるといえる。これから黄土高原の植生を規定している要因は温度 (つまり水?) であることが示唆された。しかし、詳細については降水量や河川流量のデータ等を用いて詳細に解析する必要がある。

まとめと今後の課題

ここでは衛星データによる黄河流域の土地被覆モニタリングについて研究の現状を報告した。今後は AVHRR の時系列データセットの作成を重点的に行なう予定である。これにより、作成されたデータセットを用いて青銅峡灌区における農地面積の変化を推定する予定である。並行して河套灌漑区においても AVHRR と Landsat を用いて同様の解析を適用しており、これについても今後解析を進める予定である。



図 1 研究の流れ



図 2 AVHRR データの作成

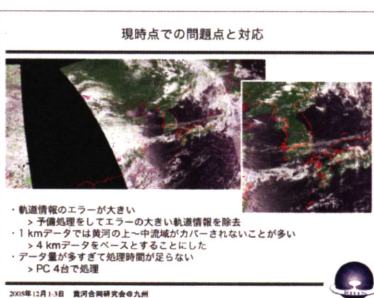


図 3 現時点での問題点と対応

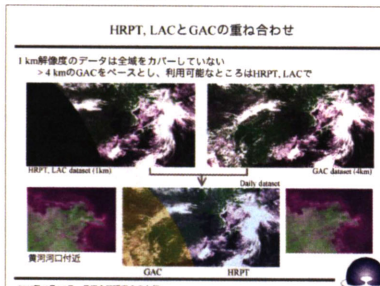


図 4 1km と 4km の重ねあわせ

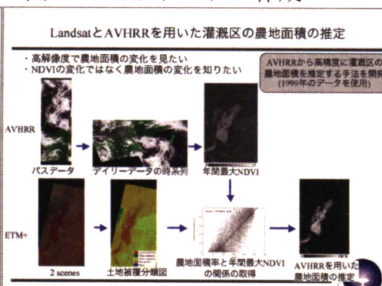


図 5 灌漑区での農地面積の推定手法

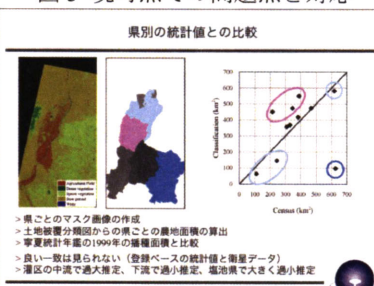


図 6 分類精度の評価

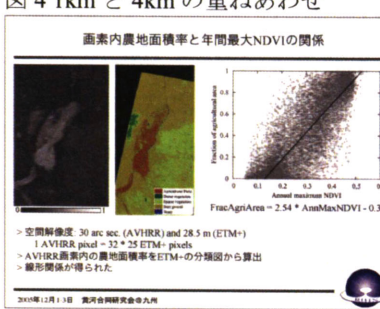


図 7 農地面積と年間最大 NDVI の関係

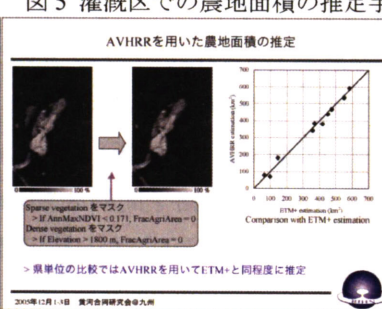


図 8 AVHRR による農地面積の推定

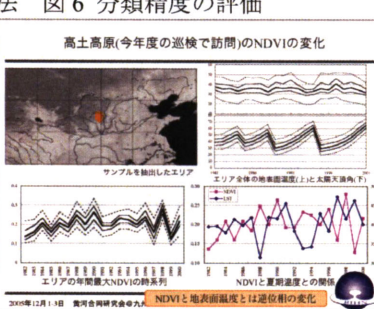


図 9 NDVI と地表面温度の関係