アムール川流域のＮＤＶＩの変化
NDVI value changing in the Amur river basin

増田佳孝・春山成子（東京大学）・近藤昭彦（千葉大学）
Masuda Yoshitaka・Shigeko Haruyama（The University of Tokyo）
Akihiko Kondoh (Chiba University)

１．はじめに

アムール川の延長距離は 4350km, 流域面積は 205 万 1500 ㎢であり，寒冷地にある．流域の上流地域はモンゴルの乾燥地域，中・下流地域は中国・ロシア国境付近の半乾燥地域であり，年間の降水量は 500-600mm 程度に過ぎない．旧ソビエト連邦崩壊後のロシア・プーチン大統領時代初期は経済低迷期にあったが，一方，中国では沿岸地域の経済発展の余波が内陸部に向かい東北部中国でも工業化が目覚しい．このため，アムール川流域ではロシア・中国国境地帯での土地被覆変化には顕著な差が見出させる．土地利用変化は工業地域の拡大と都市拡大のみならず，高度経済成長期にあった中国の穀倉地帯としての東北平原，三江平原の農業開発の歴史も包含している。この影響はアムール川，支川の松花江流域も如実に見出すことができる．

ハルピンからジェムスにかけての松花江中流地域では、丘陵地帯が針葉広葉混交樹林帯を耕地化してとうもろこし畑（写真 1）に，三江平原の湿地は最近２０年間で農地に開墾され，大豆畑と水田に変化した（写真 2,3）．また，ウスリー川流域の森林地帯では 1998 年に大規模な森林火災が起きており，土地被覆は人間活動に修飾されてダイナミックに変化している．このような土地被覆の変化を明らかにすることは食糧生産や生物多様性とのかかわりを理解する上で重要である．そこで，本研究では流域全体を視野にいれた土地被覆の解析を行うことにした．この研究で過去から現在までの地域の変容を明らかにすることができ，これは将来的に流域の管理計画などを立案するための一助となる．

２．アムール川流域の土地被覆変化のシグナル

Koizumi（2000）は，ロシアの北方林において，共生の観点からの森林攪乱の影響評価による生物多様性の解析を行い，Nakano *et al.*（2000）は，西シベリア域において森林火災によって引き起こされる地表面状態の変化に伴うメタンフラックス変化を評価している．また，Takao (2000) は LANDSAT TM, MSS を用いて Khabarovsk 地域の Sikhote-Alin' 地域で 1980～1999 年の森林攪乱史を再構成した．Kushida（1999）は，北方林の破壊と地球温暖化との関係を明らかにするために東シベリアを対象地域として衛星データで森林構造を解析した．アムール流域における土地被覆変化は個別地域で研究がなされているものの，流域全体を対象地域としての土地被覆の経年変化を捉えた研究事例はない．

流域全体の土地被覆変化のシグナルを明らかにするため，本研究では，近藤（2004）の提案した PAL データセットである 1982～2000 年の間の全球スケールの植生・土地被覆変動解析の手法を用いた．1992 年から 2000 年の間での NDVI（正規化植生指標）の年間積算値（ΣNDVI），年間最大値，ΣNDVI の標準偏差（NDVIstd），年間最大地表面温度（Tmax），Ts-NDVI 空間における軌跡の傾き（TRJ）のトレンド解析手法を用いることにした．

２．手法

2-1. NOAA/AVHRR PAL データセット

アムール流域における長期間かつ広域の土地被覆情報を抽出するために NASA/GSFC DAAC(Data Active Archive Center)の提供する PAL(Pathfinder Advanced Very High Resolution Radiometer AVHRR Land)データセットを使用する．気象衛星 NOAA に搭載する AVHRR センサーにより得られた画像データを基に作成されたデータセットであり，今回は時間分解能として 10 日ごとにまとめられたものを 1982 年～2000 年までの 19 年間分使用する．また経緯度 0.1°×0.1°メッシュに変換されたものを使用する．本研究では PAL データからアムール流域にお

いて以下の解析を行った.

1）19年間のトレンド解析

（ΣNDVI，NDVImax，NDVIstd，TRJ）

2）各年の夏期・冬期ΣNDV解析

なお，NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）は緑色植物の密度や活性を，可視域と近赤外域におけるクロロフィルのスペクトル反射の違いによって得られる指標である．衛星NOAAは，AVHRRセンサーを搭載しており，5バンドのチャンネルを持っているが，CH1は可視（0.58μm-0.68μm），CH2は近赤外(0.725μm-1.10μm)である．NDVIは一般的に用いられている植生指標であり以下の式で示される．

$$NDVI = (Ch2-Ch1) / (Ch2+Ch1)$$

2-2. Landsat TM/ETM+

PALの解析によって現れた土地被覆変化のシグナルを説明するために，高空間分解能の地球観測衛星LANDSAT TM/ETM+を用いる．データはNASAが提供しているGEOCOVER（https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/）のCirca 1990 Landsat 4/5とCirca 2000 Landsat 7を使用した．空間分解能は前者が28.5m，後者が14.5mと非常に高いため，農地や伐採地などの抽出には優位である（図4）．また，上記の衛星データサイトからダウンロードしたデータについてはER-MAPPER 7（ソフト）を用いて，幾何補正をかけ，モザイク処理を行った．1990年と2000年の2時期の画像を比較することで土地被覆変化を明らかにすることができる．最後に，PALデータとの対応関係についても考察する．

3．結果

アムール流域のNDVIの変化は，地域差が大きい．NDVIstd（図4）では，主に標高1000m以上の山岳地帯で値が大きい．三江平原周辺ではNDVIamp（図5）の正のトレンドが見られ，TM/ETM+での2時期の比較においても土地被覆の変化が認められた．他の地域でのトレンドも何らかの意味を有していると考えられ，今後解析を進めていく必要がある．

図 1　とうもろこし畑（丘陵地帯）

図 2　大豆畑（三江平原）

図 3　稲作（三江平原）

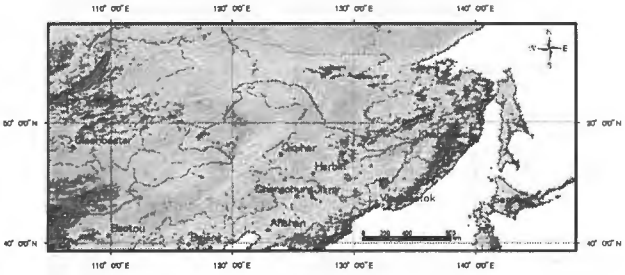

図 4　アムール流域のNDVIstd

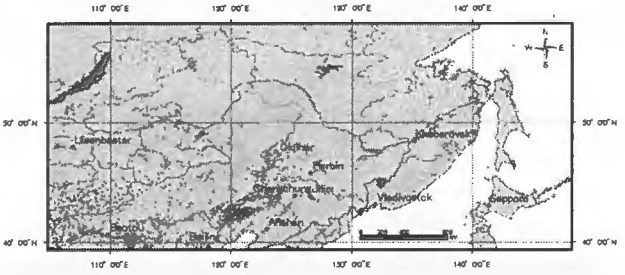

図 5　アムール流域のNDVIampの19年間のトレンド