

正規化植生指標 (NDVI) を用いたアムール流域の 土地被覆変化の評価

2007年3月 自然環境学専攻 56726 増田佳孝
指導教員 助教授 春山成子

キーワード：アムール川流域、衛星リモートセンシング、PAL データ、NDVI

1. 研究の背景と目的

国際河川であるアムール川は、延長距離 4,350km、流域面積 2,051,500 km²の巨大河川である。近年、アムール川流域では土地被覆変化に起因する環境変化が起きている。土地開発による湿地の減少による鶴の生息域の減少、耕地開発による河川への土砂供給の増加、農業生産の拡大による河川への負荷の増大、森林火災による大気汚染などである。アムール川流域では、1980年代以降、中国の経済発展によって都市開発や農業基盤の拡充がなされてきた。特に黒竜江省では最近 20 年間で国家事業として大規模な農業開墾事業が行われ、重要な食糧生産地域に変わってきた。一方、ロシア領内では旧ソビエト連邦崩壊後の経済低迷期にある。このため、アムール川流域内における土地被覆には地域差が大きい。アムール川流域では人間活動による土地利用・被覆変化が自然環境に対してどのような影響を与えているのかについての客観的評価が求められているが、土地利用・被覆変化に関する研究は統計資料の解析や個別地域でなされたものだけであり、アムール川流域全体を対象とした研究や土地被覆の経年変化を追ったものはない。

そこで、本研究では衛星リモートセンシングを用いて、アムール川流域全体の土地被覆の経年変化を解析する。そして、正規化植生指標 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) を用いて土地被覆変化の著しい地域を抽出し、その変化傾向を説明することを目的とする。

2. 研究対象地及び研究手法

アムール川流域は北緯 41.42° ~ 55.56°、東経 107.32° ~ 141.70° に位置する。流域内東部では農業活動が盛んに行われており、農事暦は 1 年 1 作である。

解析には、NASA/GSFC (National Aeronautics and Space Administration / Goddard Space Flight Center) の DAAC (Data Active Archive Center) が提供する Pathfinder AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) Land (PAL) data を使用した。PAL データは空間分解能 0.1° (約 10km)、10 日コンポジットデータであり、本研究では年間のデータを使用するために 1982 年から 2000 年の 19 年間のデータを利用した。解析には近藤(2004)の提案した土地被覆変動解析の手法を用い、NDVI の年間積算値 (NDVI)、最大 NDVI (NDVImax)、NDVI の標準偏差 (NDVIstd)、Ts (地表面温度) - NDVI 散布図における軌跡の傾き (TRJ) の 4 つのパラメータを使用した。そして、1982 年から 2000 年までの 19 年間に各パラメータのトレンド解析を行った。さらに、人為的な土地改変の影響が最も大きいと考えられる地域において、統計資料解析と現地調査から、PAL データ解析結果の整合性の検証を行った。

3. 結果及び考察

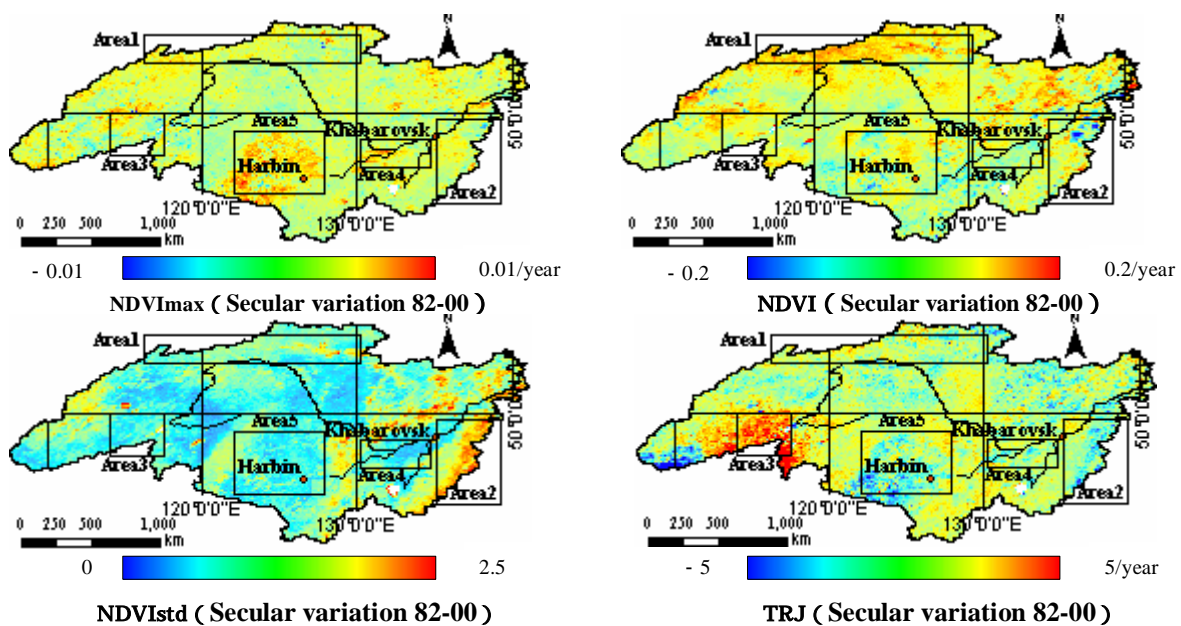
下図は、4つのNDVI指標から計算されたもので、アムール川流域における1982年から2000年間の土地被覆傾向を示している。この中から土地被覆変化のシグナルが明瞭な地域を5つ選定し解釈を行った。その結果、特にArea.4（三江平原）及びArea.5（松嫩平原）において、農業活動による土地被覆変化が大きいことが分かった。

氾濫原及び湿地が広がるArea.4では、松花江の南北でNDVImax:0.008/yearであり、TRJ:-3.0/year前後の値を示している。特に松花江とアムール川に挟まれた氾濫原での変化が明瞭である。バイオマスの増加や植生の生育状況の向上が見られる場合NDVIやNDVImaxが増加する一方、植生の蒸散が盛んになりTsは減少する。また、灌漑農業による導水によっても地表面の熱収支は変化し、結果としてTRJは減少する。したがって、Area.4での各パラメータの経年変化は農業活動の発展による土地被覆変化を捉えていると考えられる。生物多様性の観点から湿地は重要な自然環境であり、本地域の湿地改変が自然環境に対してどのような影響を与えているのかについて、今後更なる研究が必要である。また、Area.5はArea.4と各パラメータの変化傾向が一致しており、同様に農業活動の発展による土地被覆変化を捉えていると考えられる。

そこで、Area.4、Area.5において統計資料解析、現地調査の結果を用いてPALデータ解析結果の整合性を検証した。

その結果、当該地域で見られた各パラメータの経年変化は灌漑による耕地開発や稲作の発展といった土地被覆変化と関連していることが確認された。

このように、土地被覆変化研究により、過去から現在までの地域の変容を明らかにすることが出来る。本研究は将来の流域の開発や管理計画等を立案するための一助になるものである。



Evaluation of land-cover change in Amur basin using NDVI derived from NOAA/AVHRR PAL dataset

Mar.2007 , Institute of Natural Environmental Studies ,
56726 , Yoshitaka MASUDA
Supervisor ; Assistant Professor , Shigeko HARUYAMA

Keywords : Amur river basin , satellite remote sensing , PAL data , NDVI

1 . Background and objectives

The Amur River is an international river with a total length of 4350 km and a huge drainage area of 2,051,500 km². Recently, environmental changes originating in the land-cover change have been occurring in the Amur River basin. For instance, the wetland habitat of the crane has been shrinking because of land development, increased sedimentation of rivers through the development of arable land, increased chemical loading of rivers through the expansion of agricultural activity, and air pollution due to forest fires. In particular, the agriculture has been developed by Chinese government and the cultivated area has been increased in these 20 years in Heilongjiang Province, and the area has changed into an important food production region. In contrast, the Russian territory through which the river passes has been in a state of economic depression since the collapse of the old Soviet federation. Therefore, the regional differences in land-cover change in the Amur River basin are great. An objective evaluation of the factors influencing anthropogenic land-cover change in the basin is needed. The only research data that we have on land-use and land-cover change in the area is the results of statistical material analyses of individual regions. There has been no research on the entire Amur River basin; nor has there been any research on secular variations in land cover.

We therefore performed satellite remote-sensing research on the secular variations in land cover over the entire Amur River basin. By using the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), we aimed to pinpoint regions that are experiencing marked land-cover changes and to explain the trends in these changes.

2 . Study area and methodology

The Amur River basin is located at lat 41.42°–55.56°N and long 107.32°–141.70°E. Agricultural activity is active in the eastern Amur River basin and only one crop is planted each year.

Pathfinder AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer) Land (PAL) data offered by the DAAC (Data Active Archive Center) of NASA/GSFC (National Aeronautics and Space Administration / Goddard Space Flight Center) was used to analyze land-cover changes in the Amur basin. The spatial resolution is 0.1° (about 10 km) of both latitude and longitude. The data divided the year into 36 seasons. The following four parameters were adopted to reflect surface conditions: sum of NDVI (Σ NDVI) during the year; maximum NDVI ($NDVI_{max}$), standard deviation ($NDVI_{std}$) of Σ NDVI; and the trajectory on the T_s (surface temperature)–NDVI scatter chart (TRJ). And their linear trends from 1982 to 2000 were examined. Moreover, the validity of the PAL data analysis results was verified by statistical material analysis and the regional field

investigation; thus the areas in which the influence of artificial land alteration was greatest were determined.

3 . Results and discussion

We demonstrated the trends in land-cover change in the Amur Basin from 1982 to 2000 spatially by using four indices calculated from the NDVI (figures below) . Signs of land-cover change were apparent in the five areas chosen for further study. In particular, in Areas 4 (Sanjiang Plain) and 5 (Songnen Plain) land-cover change through agricultural activity was detectable by this analysis.

Area 4 is known as the Sanjiang Plain, and here the floodplain is distributed to about 50–70 m asl. North and south part of the Songhua River, the $NDVI_{max} = 0.008$ (Figure 4) and the TRJ was about -3.0 (Figure 7). When biomass increases and the conditions for vegetation growth improve, $NDVI_{max}$ and $NDVI$ increase. On the other hand, transpiration becomes active and T_s decreases. Moreover, the heat budget at ground level is changed by water transmission via irrigation and T_s decreases. TRJ decreased by these factors. Therefore, the secular variation in each parameter in Area 4 can be interpreted as showing land-cover change through the development of agricultural activity. From viewpoint of biological diversity, the wetlands in this plain are important natural environment. Further research is requested about what influence the reclamation of the wetland gives natural environment especially, in this area. The trends in each parameter were similar to those in Area 4 and can be interpreted as indicative of land-cover change in response to the development of agricultural activity.

To validate the results of the PAL data analysis, we performed a statistical material analysis and field investigation for Areas 4 and 5. We confirmed that the secular variation in each parameter in these regions was associated with arable land development for irrigation and with land-cover changes from rice farming development. Thus, the transformation of the region from past to present was clarified by this land-cover change study. This research should be helpful in planning the future development and administration of the basin.

