

ボリビアにおける水害情報の可視化に関する研究

福島大学共生システム理工学類環境システムマネジメント専攻 学生会員 遠藤 智之
福島大学大学院共生システム理工学研究科 正会員 川越 清樹
東京工業大学大学院総合理工学研究科 正会員 木内 豪

1. 研究目的

南米に位置するボリビア国では、エルニーニョ現象をはじめとする異常気象の生じやすい地域であり、特に水に関連する災害が頻発しやすい背景を持つ(図1 解析対象位置図参照)。その一方で、社会基盤が未だ成熟しておらず、災害履歴を含む環境情報も乏しい状況である。今後の社会発展と並行して、環境情報も整備し、リスク管理を講じる必要がある。

本研究では、異常気象の発生に伴う流域環境変化の影響解明のため、ボリビア国における現状の気象変化による影響把握を目的に、衛星画像を利用することでボリビアの流域環境を精読し、気象条件との関係の解明に取り組んだ。この解明を通じて環境情報の整備手法も懸案する。既に戒らにより、衛星画像を利用し災害情報を判読する¹⁾試みがなされているが、本研究では、ボリビア国に災害情報の抽出手法を適用させることで、環境情報の不足する地域の環境変化の時空間情報の取得を試みている。

2. 解析手法

本研究に利用するデータは、人工衛星 Terra に搭載されている MODIS センサによるリモートセンシングの衛星画像である。この画像は NASA の WIST のウェブサイト²⁾から取得した。全体の解析期間は、2001 年から 2008 年までである。解析手順は以下①から③に示すとおりである。

- ① ボリビア全域を対象として、MODIS のデータから得られる正規化植生指数 (以下 NDVI) の月毎の時系列変化から異常な時期を抽出。
- ② 抽出した月とその前年の月について、空間的な画像比較を行い、顕著な NDVI の変化地域を抽出。
- ③ 抽出された NDVI 変化の著しい特定地域、時期に対し時空間情報を細やかにした NDVI 分析(空間解像度を 1 km×1 km から 250 m×250 m、時間を 1 ヶ月から 16 日周期)を行い、気象状況と比較検証することで、変化の原因究明を試みた。

本研究に用いられる NDVI とは、Normalized

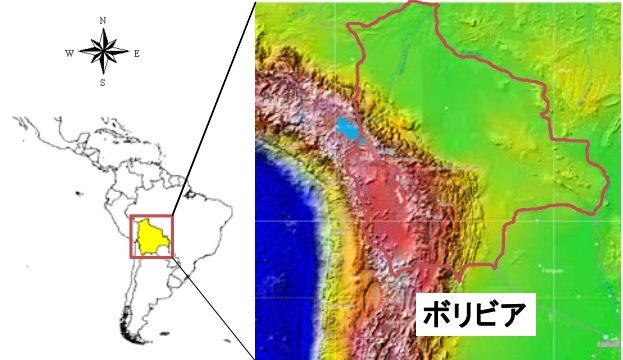


図1 解析対象位置図

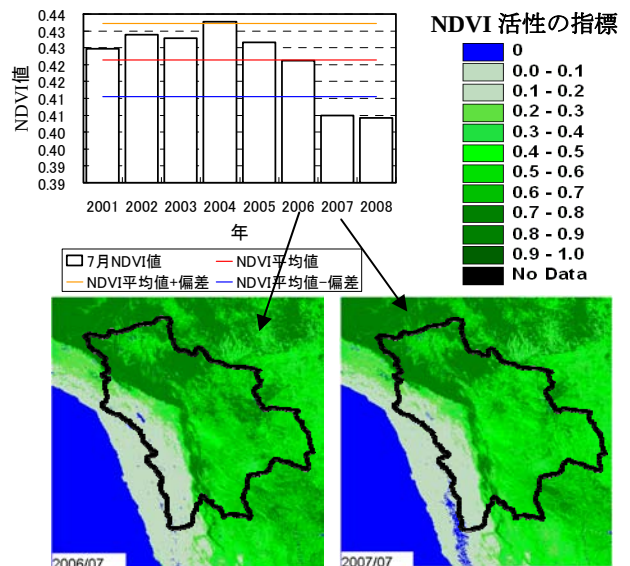


図2 2006年と2007年NDVIの比較図

Difference Vegetation Index の略であり、植生が可視域に対して近赤外域で比較的強い反射を示す状態を利用し、観測区域にどれだけ植生があるかを判定する指標である。NDVI は-1.0 から 1.0 の数値によって表され、高い値を示すほど植生が高く、逆に低い値を示すほど植生が低いことを表す。NDVI の算出は、近赤外域 IR および可視域の赤 R の反射率データから式(1)を用いて求められる。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (1)$$

3. 結果

手順①より概ね経年を通じて NDVI 値は安定する傾向を示すものの、2007 年の 6 月、7 月、8 月は約 0.1 低くなる結果を得た(NDVI 値

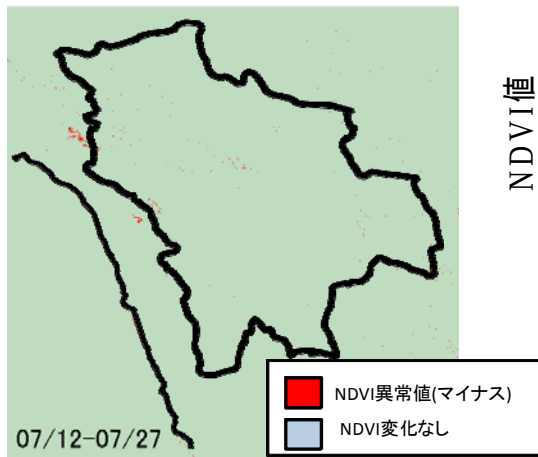


図3 2006年と2007年のNDVI差

が正規分布していると仮定し、平均一偏差を異常基準値とした場合、異常値に相当). 図2は、2006年7月と2007年7月のNDVI分布の比較結果を整理したものである. この結果を基に、極端にNDVI値が変化する地域を検討した(手順①). その結果が図3である. 水域を除くとトリニダにNDVI減少の集中が認められた. 以上の結果をふまえ、2007年のトリニダを含む地域に着目し、手順②を行うこととした. なお、該当期に前後してNDVIを減少させる原因が認められる可能性を考慮し、手順②については2007年全体を検討する方針にした. 手順②のNDVI時系列変化から、2007年2月2日から2月17日のトリニダにおけるNDVIが、0.53805という直前直後の時期に比べて異常に低い値を示していたことが見てとれた. (図4参照)

さらに、NDVI変化の原因解明のため、気象条件との関係を検証した. トリニダにおける日平均降水量から、2007年2月16日に155.5 mm/dayの異常多雨が記録され、加えて、トリニダにおける2007年2月14日から20日にかけての日平均気温が、直前の時期より約5℃から8℃急激に低下が認められていた. この気象条件は、トリニダでは2007年2月に洪水が生じたこと、そして、洪水により植生流出が進み、6月から8月の乾季に植生が繁茂しない条件になったと推測される.

4. 考察

2007年2月に洪水を引き起こした原因を追及するため、平均海面水温画像と海面水温偏差時系列図を用いて、ボリビアにおけるエルニーニョ現象の影響を考察した. AMSR/AMSR-E³⁾より、平均海面水温から、ペルー沖のエルニーニョ監視海域における2007年2月の海面水温

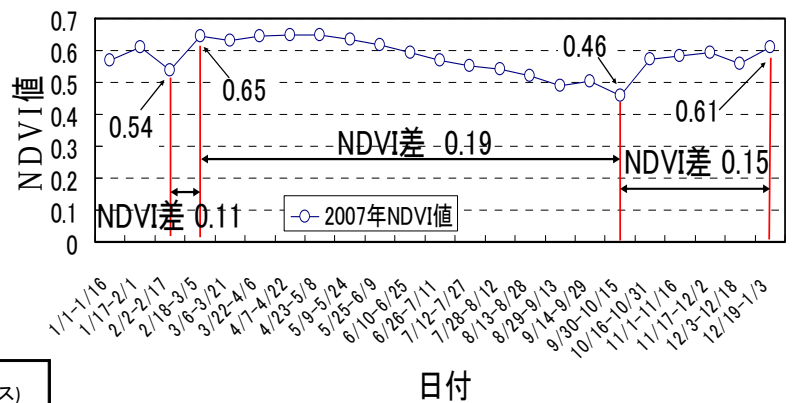


図4 2007年NDVI時系列変化(トリニダ)

は、前年に比べ高かったことが明らかにされた. 2006年9月から2007年2月において継続して海面水温偏差値が0.5℃を上回っており、気象庁によるエルニーニョの定義と一致することが明らかにされた.

5. 結論

本研究の結論を以下に列挙する.

- 1) NDVIによるリモートセンシングの画像判読から、トリニダにおける2007年2月にエルニーニョ現象に起因した洪水被害を把握することができた.
- 2) 洪水氾濫による植生流出の影響から、2007年2月2日から2月17日の時期にNDVIが異常に低下し、さらに6月から8月の乾季に植生が繁茂しない条件になったと見積もられる.
- 3) 本研究の取り組みにより、衛星画像の時系列解析から、データの不足する流域環境の情報を取得できる可能性を明らかにした.

ただし、今後はリモートセンシングデータの空間解像度や時間分解能をさらに細かく見ることで、より具体的なNDVI時系列変化や流域環境変化の解明に期待したい. さらに、本研究では植生の活性度合いを示すNDVIの観点から研究を行ったが、その他土地利用や地質構造などの観点も加えて具体的にどのような流域環境変化が起こるのか検証することも重要である.

参考文献

- 1) 戒信宏・村瀬悠・丸谷知己：衛星データとGISを用いた崩壊地の判読に関する研究 市房山崩壊地群を例として，砂防学会誌，Vol.53, No.1, p.3-9, 2000.
- 2) NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATIONA WIST : <https://wist.echo.nasa.gov/api/>
- 3) AMSR/AMSR-E Advanced Microwave Scanning Radiometer for EROS,JAXA EORC : http://sharaku.eorc.jaxa.jp/AMSR/index_j.html