

## 衛星データ MODIS を用いたパナマ運河流域の 土地利用変化の実態調査

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○菊地 菜々  
日本大学工学部土木工学科 正会員 朝岡 良浩

### 1. はじめに

パナマ運河は1914年にアメリカの途上国支援によって建設され、2016年に増幅工事をした。運河の最高点は海拔 26 メートルになるため、水のエレベータ式の開門式運河が適用された。そのためパナマ運河は、ガツン湖とアラフエラ湖を水源とする淡水の運河である。ガツン湖は運河の用水供給だけでなく生活用水、灌漑用水、水力発電(国内の60%)にも利用されている<sup>1)</sup>。パナマ運河は太平洋と大西洋を結ぶインフラとして、パナマを經由して120の海上ルートで接続可能となり、パナマの経済の大部分は船舶の通行料が占めている。

近年、パナマ運河がエルニーニョ現象などの気候変動の影響を受け、水不足の事例が報告されている。エルニーニョ現象やラニーニャ現象はペルー沖で発生するため、周辺に位置するパナマはその影響を受けやすい。またパナマ運河流域では20世紀後半に焼き畑農業を目的とした大規模な森林伐採が進んだ。森林伐採以降の森林成長と土地利用の変化は水循環に影響を及ぼすと考えられる。既往研究ではパナマの降水量や河川流量は単年のみの解析<sup>2)3)</sup>に限定されているため、長期的な水文・水資源解析が必要とされている。本研究ではパナマ運河の流域(3300 km<sup>2</sup>) (図-1)を対象とし、運河の水量不足となるいくつかの要因のうち土地利用変化と森林の増減に着目して長期的に解析する。

### 2. 解析方法

本研究では人工衛星データ MODIS(The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)を用いて熱帯雨林の葉面積指数(Leaf Area Index, LAI)と土地利用の解析を行った。LAIは単位面積あたりの葉面積を示し、単位はm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>である。運河流域の土地利用データは湖、都市域、密林、疎林、自然草本、草本農耕地、灌木地の7分類されている。MODISセンサーはTerra衛星とAqua衛星に搭載されている。解像度はどちらも500mである。両衛星の周期日数は1日であるが、雲の影響を軽減するために、1日周期のデータを8日と1年のデータに合成したデータを用いた。対象地域の標高、流向、河川、流域界のGISデータはhydroshedによって公開されているデータを用いた。解析期間は2001年から2017年までとした。

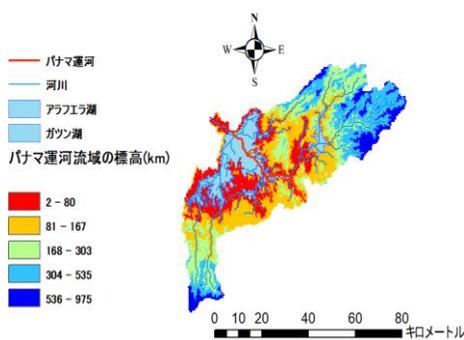


図-1 パナマ運河流域

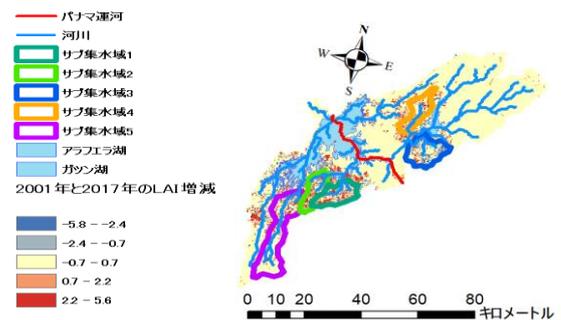


図-2 パナマ運河流域のLAIの増減  
赤が増加、青が減少

キーワード 葉面積指数, 熱帯雨林, 水循環, 降雨流出

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL024-956-8732

### 3. 解析結果及び考察

2001年から2017年でのLAIの変化を図-2に示す。LAIの変化はガツン湖とアラフエラ湖周辺が顕著であった。これは水田や畑といった農耕地の灌漑に利便性があるためと考えられる。2001年から2017年までの各年のLAIを図-3に示す。LAIの大幅な増減はなく、平均は6.3であった。2000年以降は顕著な熱帯雨林の増減はなかったといえる。2001年と2017年の土地利用を比較するため土地利用の面積を表-1に示す。都市域の変化はなく、湖も僅かに2.00 km<sup>2</sup>増加した。湖と都市域以外には、疎林が密林になった面積は149.25 km<sup>2</sup>で、2001年の疎林面積の10%に相当する。また密林から疎林になった面積は180.75 km<sup>2</sup>で、2001年の密林面積の9.5%に相当する。以上より、都市域、森林域を含めて大規模な土地利用の変化はないことが示された。

次に、2001年に密林と分類されている地域で熱帯雨林が増減している可能性を考慮してLAIの増減が著しい地域を評価した。湖周辺でLAIの増減が著しい5つのサブ集水域（図-2）を対象として、2001年と2017年のLAIの変化を示した。サブ集水域3以外は全体的に2017年のLAIが高くなった。5つの集水域の中で特にサブ集水域1とサブ集水域2でLAIの変化が顕著であった（図-4、5）。サブ集水域1で2001年のLAIが1.2から3.0となる面積はサブ集水域1の面積の24.2%に対し、2017年が12.1%に減少した。一方で、2001年にLAIが3.1以上となる面積の割合は75.8%、2017年に割合が87.9%に増加した。2000年以降にパナマ運河流域内の熱帯雨林保護の政策によって、熱帯雨林が成長したためと考えられる。

### 4. まとめ

本研究は、パナマ運河流域を対象として20世紀後半の大規模な森林伐採以降の土地利用変化と森林成長について人工衛星データを用いて2001年から2017年まで調査した。今後は流出モデルを用いて、森林の変化が流域の水循環に及ぼす影響を明らかにする。

### 参考文献

- 1) 日本貿易機構 “世界のビジネス潮流を読む AREA REPORTS パナマ クリーンエネルギー分野に商機” <<https://www.jetro.go.jp/>> 2018. 12
- 2) Russell Harmon(2005):THE RIO CHARGES,PANAMA, Water Science and Technology Library,pp.1-361.
- 3)Eylon Shamir,Konstantine P.Georgakakos,Michal J.Murphy Jr.(2013): Frequency analysis of the 7-8 December 2010 extreme precipitation in the Panama Canal Watershed, Journal of Hydrogy, vol.480, pp.136-148.

表-1 土地利用面積の変化

	2017_湖(km <sup>2</sup> )	都市域	密林	疎林	自然草本	草本農耕地	灌木地	2001年_合計
2001_湖(km <sup>2</sup> )	410.25	0	0	0	0	0	0	410.25
都市域	0	3.75	0	0	0	0	0	3.75
密林	0.5	0	1622	180.75	2.75	0	0.25	1806.25
疎林	1.25	0	149.25	1357.5	56.25	0	0	1564.25
自然草本	0.25	0	1.75	16	6	0	0	24
草本農耕地	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5
灌木地	0	0	0.25	0.25	0	0	0	0.5
2017年_合計	412.25	3.75	1773.25	1568	66	0	0.25	

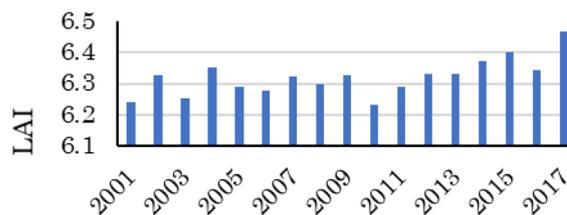


図-3 各年のLAIの変化

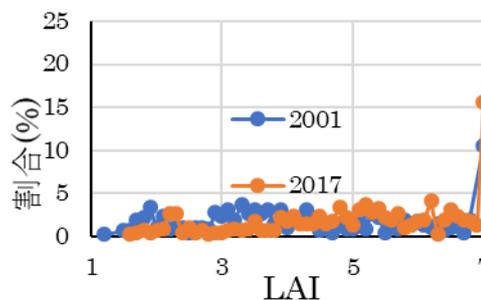


図-4 集水域1のLAIの変化

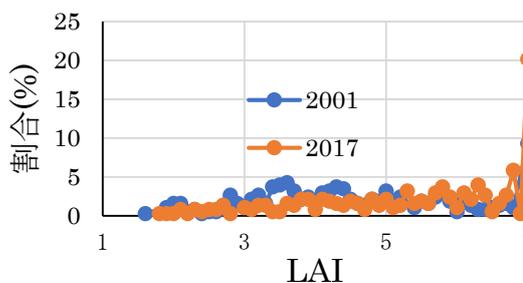


図-5 集水域2のLAIの変化