

衛星画像を用いた藤ヶ谷流域における 森林状態と河川水位の関係

1250043 景山浩哉

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

近年河川の水位は減少傾向にあり、その要因の一つとして、人工林を含む高密度な森林の影響が考えられる。本研究では、衛星画像を用いて森林の状態と河川水位の関係を明らかにすることを目的とした。今回衛星画像は、Landsat5、Landsat8、Sentinel2 を利用した。数値標高モデルを用いて衛星画像のバンドごとに地形補正を行い、さらにセンサの分光感度を補正した。NDVI(正規化植生指標)を用いて水位と比較した結果、森林の成長が河川水位の減少に寄与している可能性が示唆された。

Key Words : Landsat5, Landsat8, Sentine2, NDVI

1. はじめに

近年河川水位は減少傾向にあり、その要因の一つとして高密度の人工林による木々の成長が考えられる。高密度の人工林は、農業用水の減少や自然災害などの要因となる。問題解決のためには適切な森林管理が必要であり、そのために森林と河川の評価することが重要である。国土情報処理工学研究室では衛星画像を用いて物部川流域の森林面積と河川水位の関係を研究してきた[1]。対象としていた深淵水位観測地点上流までには複数のダムがあり適切な評価が困難だった。本研究では上流にダムのない藤ヶ谷水位観測地点を対象とする(図1)。衛星画像を用いて森林状態を評価し、水位との関係を明らかにすることを目的とする。

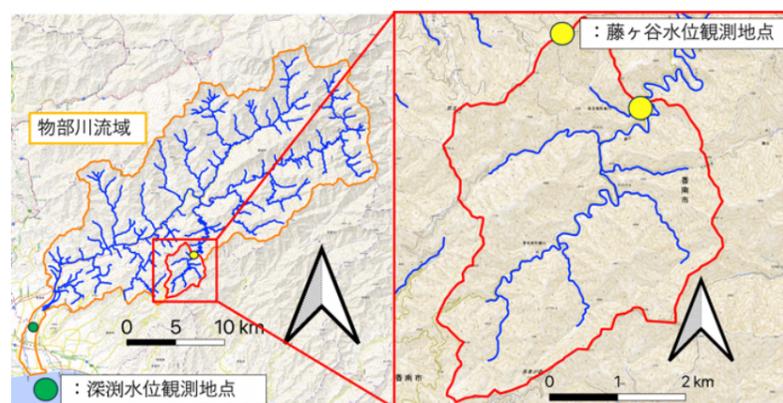


図1 研究対象流域

2. 使用データ

2.1 水位データ

高知県は物部川流域において藤ヶ谷水位観測所を設置しており2000年から観測している。2018年以降の水位は、西日本豪雨により、河床の形状が

変化し、異常な値となっていたため、今回は2000年から2018年春までの水位データを使用した。

2.2 使用衛星

長期間にわたる衛星画像を使用して植生の変化を観測するため、本研究では3種類の衛星を用いた(表-1)。Landsat5とLandsat8は処理レベル2、Sentinel2は処理レベル1のものをダウンロードした。各年の3月および4月の衛星画像のうち対象範囲に雲の影響がないものを選定して使用した。

表-1 衛星の概要

衛星名	センサ	赤バンド	近赤外バンド	分解能	打ち上げ時期	運用機関
Landsat5	TM	B3	B4	30m	1984/3/1	USGS
Landsat8	LOI	B4	B5	30m	2013/1/11	
Sentinel2	MSI	B4	B8	10m	2015/6/23	ESA

3. 衛星画像の校正

3.1 衛星画像の重ね合わせ

衛星画像同士を重ね合わせるために位置合わせが必要である。USGSが運用しているLandsatとESAが運用しているSentinel2では位置ずれが認められた。そこでSentinel2の衛星画像を東方向に5m、南方向に5m平行移動をおこなった。また、分解能を統一するためにSentinel2の分解能を10mから30mに変更した。

3.2 地形補正

撮影時刻の違いによる陰影の影響を低減するために地形補正を行う。

a) 陰影図の作成

各衛星画像の撮影時刻をもとに、プログラムを用いて対象流域の太陽高度と太陽方位角を算出した。国土地理院の数値標高モデル(DEM)を10mメッシュから30mメッシュに変更した。その後、QGISのHillShade機能を用いてDEMから陰影図を作成した。陰影図は8bitで作成しており0~255の画素値で表される。

b) 衛星画像と陰影図の関係

各衛星画像におけるバンド画像の画素値を $I(x, y)$ 、陰影図の画素値を $H(x, y)$ とし、散布図を作成した(図2)。最小二乗法を用いて回帰直線を求めた。

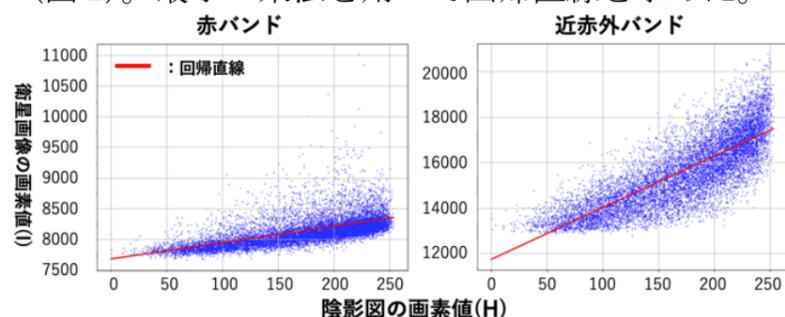


図2 バンド画像(:Landsat8)と陰影図の関係

c) 衛星画像の補正

衛星画像の地形による影響を低減するために、得られた回帰直線を元に、式(1)により各バンド画像にストレッチ処理を行った(図3)。

$$I'(x, y) = I(x, y) + \{M - (a \times H(x, y) + b)\} \quad (1)$$

I' : 補正後の画素値 M : バンド画像の平均画素値
 a : 回帰直線の傾き b : 回帰直線の切片

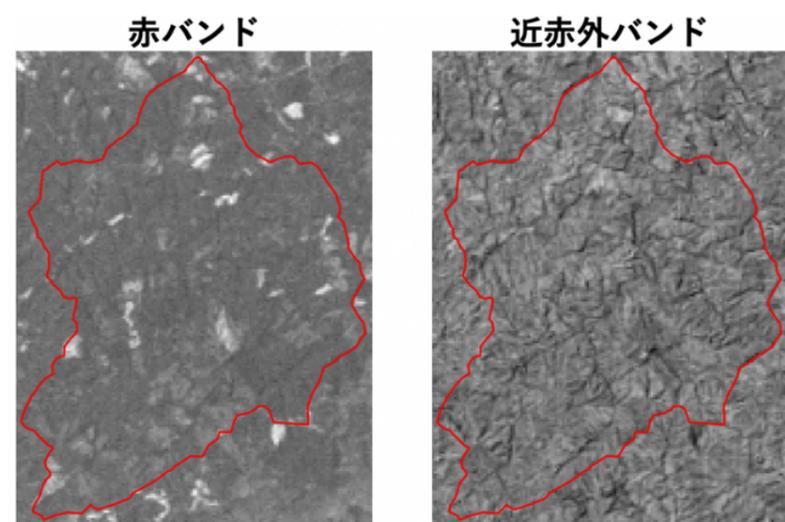


図3 補正後のバンド画像(:Landsat8)

3.3 各センサの分光感度特性の違いの補正

Landsat5とLandsat8とSentinel2間のセンサ特性による分光感度の補正を行うために、Landsat5の2010年12月19日のシーンとLandsat8の2013年12月2日のシーンを使用し、Landsat8を基準に補正を行う。これらのシーンの関係を回帰直線で表し、

Landsat5のピクセル値を回帰直線の傾きで割ることで $y=x$ の関係になるようにストレッチ補正を行った。Sentinel2とLandsat8でも2020年3月24日の同日のシーンを使用し同様の補正を行なった。

4. 土地被覆と水位の関係

森林の評価のために植物の量や活力を表す正規化植生指標(NDVI)を使用する。NDVIの計算式を式(2)に示す。NDVIは、値が高いほど植物量が多い。

$$NDVI = \frac{\text{近赤外バンド} - \text{赤バンド}}{\text{近赤外バンド} + \text{赤バンド}} \quad (2)$$

対象流域全体のNDVI平均値と、渇水期である12月、1月、2月の河川の最低水位の関係を図4に示す。2000年から2018年にかけて河川水位は減少傾向にある一方、NDVIはわずかに増加している。藤ヶ谷流域の人工林では、木々の成長に降雨が利用され、河川への流出水量が減少している可能性がある。

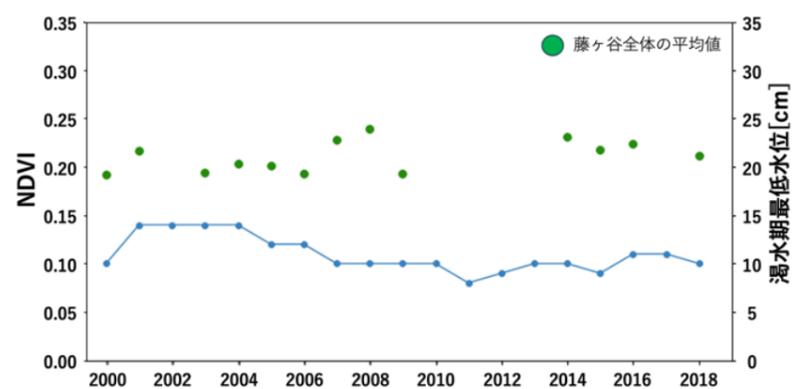


図4 NDVIと渇水期最低水位の経年変化

5. おわりに

本研究では衛星画像を使用して森林と河川水位の関係について評価し、森林の成長に伴い水の消費量が増加している可能性を示唆した。今後は具体的な変化量の推定のため、河川水位の変化と樹高や葉面積指数の変化を比較することが必要であると考えられる。

参考文献

- [1] 飛崎翔, 2023, 衛星画像を用いた物部川流域における森林消失面積と河川水位の関係、高知工科大学学士論文
- [2] 高木方隆, 2012, 国土を図る技術の基礎-地理空間情報技術者をめざす人のために-