

光学衛星画像を用いた福島県の汚染廃棄物と汚染水タンクの抽出

12T0276W 高山 直也
指導教員：山崎 文雄

1. はじめに

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震とその後の津波によって、福島第一原子力発電所で甚大な事故が発生し、放射性物質が広範囲に放出された。その結果、福島県では大規模な除染作業が行われ、福島第一原子力発電所では汚染水の流出阻止に向けた対策が行われている。こうした復興に向けた取り組みをモニタリングする手法の1つにリモートセンシング技術が挙げられる。

本研究では、光学衛星画像から除染作業によって生じた汚染廃棄物と福島第一原子力発電所内の汚染水タンクの自動抽出を試みた。また、衛星画像の解像度や土地被覆分類手法の違いによる抽出精度への影響についても検討を行った。

2. 対象地域と使用データ

汚染水タンクの自動抽出には2013年10月23日に福島第一原子力発電所とその周辺を撮影したWorldView-2衛星画像を使用した。使用した画像はRed, Blue, Green, NIRの4バンドとパンクロマティックを所有している。これにパンシャープ処理を施し、解像度0.46mとなったマルチスペクトル画像を解析に用いた。

対象地域として福島第一原発内の汚染水タンクの密集区域を指定した。対象地域と抽出対象となる汚染水タンクを図-1に示す。

抽出精度の検証を行う際には、目視判読によって参照データ(図-2)を作成し、これを正解データとして使用することにした。

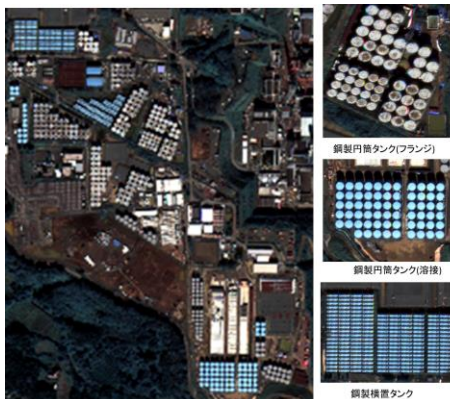


図-1 対象地域と抽出対象の汚染水タンク

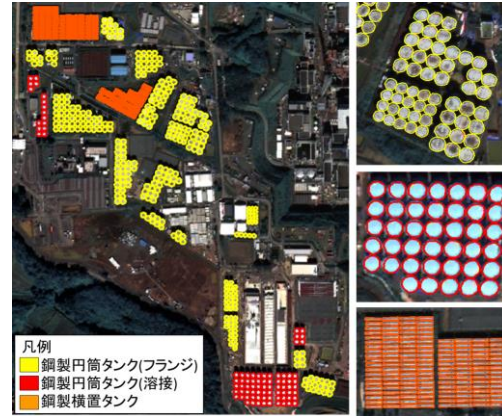


図-2 目視により作成した参照データ

3. 汚染水タンクの自動抽出

汚染水タンクの自動抽出は、WorldView-2衛星画像に対する教師付きの土地被覆分類により実施した。教師付き分類とは、分類したい項目であることが確実な領域(教師データ)を選び出し、任意の画素がどの教師データとスペクトル特性が近いかを判断し、画像分類処理を行うことである。本研究では、植生や土壌といった土地被覆の他に抽出対象である3つの汚染水タンクを分類する項目に加えて土地被覆分類を行い、自動抽出を試みた。

教師付き分類には、ピクセルベースとオブジェクトベースによる分類がある。ピクセルベースの分類は1つ1つのピクセルを分類するため、細かい誤分類やノイズが発生する恐れがある。これに対し、類似した特徴を持つピクセルの集合体を結合させて生成したオブジェクトを最小単位とするオブジェクトベースの分類では、細かい誤分類やノイズを低減することができる。また、オブジェクトベースの分類では、スペクトル特性の他にオブジェクトの大きさや形状といった様々な特徴量を用いて分類手法を決めることができ、精度の向上につながる可能性がある。そこで本研究では、ピクセルベースとオブジェクトベースによる教師付き分類の土地被覆分類を行い、分類手法の違いによる抽出精度への影響についても検討を行った。

分類クラスとして抽出対象である3種類の汚染水タンク、屋根(白)、屋根(灰)、屋根(茶)、屋根(青)、植生、土壌、影の計10つを設定し、1つのクラスに対して3か所の教師データ範囲を選定した。オブジェクトベースの分類では、スペクトル特性の他に、オ

プロジェクトの大きさや形状などの特徴を分類の判断基準に追加し分類を行った。

教師付きの土地被覆分類により、汚染水タンクとして抽出された領域を図3に示す。ピクセルベースによる分類では、鋼製円筒タンク(フランジ)が屋根(茶)のスペクトル特性と近似していることから、タンクの領域をうまく抽出できていないのに対し、オブジェクトベースによる分類では、オブジェクトの特徴を分類の判断基準に加えているため、ピクセルベースの分類よりもタンクの領域を適切に抽出できている、抽出精度が向上したのがわかる。

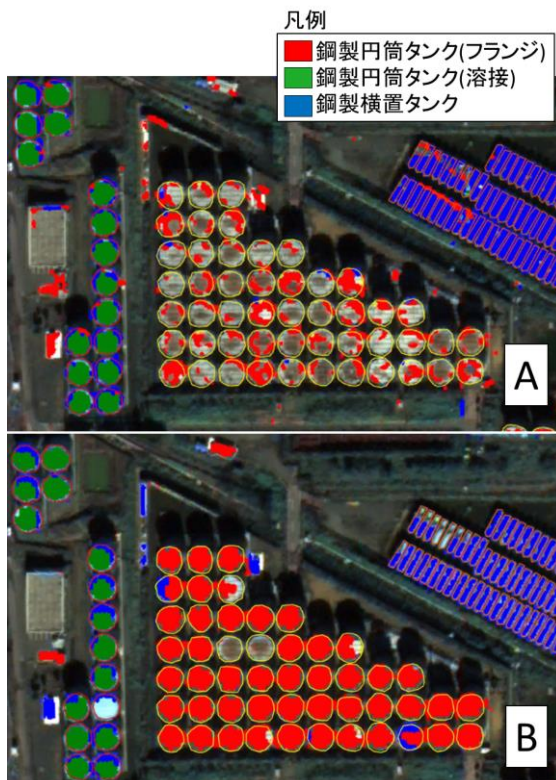


図-3 教師付き分類による汚染水自動抽出の結果 (A: ピクセルベース, B: オブジェクトベース)

4. 抽出精度の検証

本研究では、抽出率と正答率を用いて抽出精度の評価を行う¹⁾。抽出率とは、誤抽出の有無に関わらず、どれだけ対象物を抽出することができたかという割合を表し、正答率は、自動抽出した領域のうち正しく抽出できた割合を表す。図-4に自動抽出精度の算出方法を示す。

参照データと教師付き分類によって自動抽出された領域を重ね合わせた図を作成し、過抽出および誤抽出となった領域、重なり合った領域、未抽出となった領域のピクセル数をそれぞれ解析ソフト *Image J* によって算出し、抽出精度を求めた。結果を表-1に示す。

結果より、鋼製円筒タンク(フランジ)はオブジェクトベース分類の方が高い精度で抽出できているが、鋼製円筒タンク(溶接)と鋼製横置タンクに関しては、若干の精度の低下がみられた。オブジェクトベースの分類を行う際には、画像のセグメント化を行い、1つのタンクが1つのオブジェクトで構成されるように画像分割を行う必要がある。鋼製円筒タンク(溶接)と鋼製横置タンクは画像分割が困難であり、1つのタンクが複数のオブジェクトによって構成されており、自動抽出される領域が減少したため、抽出精度が低下したものと考えられる。

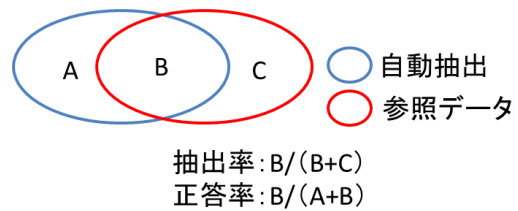


図-4 精度の算出方法

表-1 抽出精度の結果

	抽出率		正答率	
	ピクセル	オブジェクト	ピクセル	オブジェクト
鋼製円筒タンク(フランジ)	21.2%	80.3%	50.7%	77.8%
鋼製円筒タンク(溶接)	84.6%	79.5%	96.2%	97.8%
鋼製横置タンク	86.2%	85.0%	71.8%	68.1%

5. まとめ

本研究では2013年10月23日に福島第一原子力発電所とその周辺を撮影した WorldView-2 衛星画像に対し、ピクセルベースとオブジェクトベースの教師付き土地被覆分類を行い、3種類の汚染水タンクの自動抽出を試みた。その結果、画像分割を適切にすることが可能であれば、オブジェクトベースによる分類の方が高精度に抽出できるが、そうでない場合はピクセルベースによる分類の方が精度よく抽出できるという結果を得た。

オブジェクトベースによる分類においては、画像分割や使用するオブジェクトの特徴量の把握を行い、再度抽出精度を向上させることができるかを検討する必要がある。またこのような方法により高精度に自動抽出することが可能となれば、汚染水流出阻止という観点からの復興モニタリングが可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 松田薫元, 山崎文雄, 鈴木賢太郎: 航空写真を用いた2012年つくば市竜巻による被害自動抽出の試み, 第56回学術講演会論文集, 日本リモートセンシング学会, pp.75-76, 2014.