

# 航空機 SAR の多偏波画像による土地被覆分類の基礎的検討

11T0221Z 佐無田 夏希  
指導教員：山崎 文雄

## 1. はじめに

合成開口レーダ(SAR)はマイクロ波を照射することで地表面の状態を観測するセンサで、昼夜および天候によらず観測可能な特徴がある。日本では1992年に打ち上げられた「ふよう1号(JERS-1)」をはじめとして、LバンドのSARが主に開発されてきた。Lバンドはマイクロ波の波長が長く、植生を透過するなどの利点を有するが、波長の短いXバンドに比べると画像の分解能が低かった。しかし、最近では分解能の高いLバンドの衛星・航空機SARが登場しており、都市域における土地被覆分類や地物判読が研究されている<sup>1)</sup>。ごく最近では、2012年に「Pi-SAR-L2」が、2014年には「だいち2号(ALOS-2)」が新たに打ち上げられ、これらを用いてさらに多くの情報が得られると期待されている。

本研究では、2014年6月12日に仙台市周辺を撮影したPi-SAR-L2の多偏波画像を用いて、単偏波と複数偏波による地表面状況の特徴を把握し、その結果をもとに教師付き分類を行い、土地被覆分類に関する基礎的検討を行った。

## 2. 使用画像データと対象地域

Pi-SAR-L2画像は、2014年6月12日に宇宙航空研究開発機構(JAXA)が航空機から撮影したものを使用する。使用した画像は、中心周波数85MHz、スラントレンジ分解能1.76m、アジマスレンジ分解能3.2mと、Lバンドとしてはきわめて高い分解能を有する。北北東に向かう軌道から、左方向視で全4偏波を取得している<sup>2)</sup>。本研究ではこのうち主にHH、HV、VVの3偏波を使用する。

対象地域は宮城県名取市、岩沼市に設定した(図-1)。この地域の沿岸部には2011年東北地方太平洋沖地震で被災した仙台空港や閑上地区が含まれているほか、震災復興事業として「千年希望の丘」と呼ばれる緑の防潮堤および避難所となる丘が建設されている。内陸部には田畑と市街地が広がっており、山間部にはゴルフ場が所在している。

また、Pi-SAR-L2画像を検討するにあたって画像の撮影日に沿岸部の現地調査を行った(図-1)。撮影時間は午前中で、天気は生憎の雨であった。

## 3. 土地被覆分類の検討

まず4偏波の強度画像を後方散乱係数(dB)に変換



図-1 対象地域と現地調査ルート

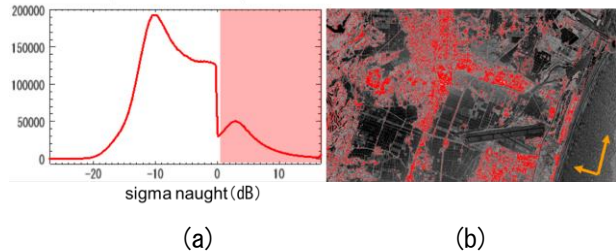


図-2 HH偏波のヒストグラム(a)と配色結果(b)

し、そのヒストグラムを表示した。HH偏波を例にとり図-2(a)に示す。後方散乱係数が0dBのところでは大きな落ち込みがみられ、0dB以上に赤色を与え図-2(b)に示したところ市街地に対応していることがわかった。残りの3偏波においても同様の落ち込みがみられ、VV偏波でもその範囲は市街地であった。HV、VH偏波については、0dB以上の土地被覆に特徴はなく、-23dB以上0dB未満で植生と市街地を合わせた土地被覆しか確認することができなかった。したがって単偏波での土地被覆分類は難しいと考えられた。

次に2偏波の組み合わせで散布図を作成し、これによる土地被覆をみた。図-3(a)に示すようにHV偏波とVH偏波の相関は非常に高く、2偏波のもつ情報はほぼ同じだといえる。そこで本研究ではこれ以後HH、HV、VVの3偏波を使用する。HH偏波とHV偏波を用いた場合、相関関係は図-3(b)のようになる。散布図をもとに色を与えたところ、図-4のように水田+水域、植生、市街地の3つに分類できた。HV偏波とVV偏波の組み合わせでは、水域+水田の分類も可能であることが分かった。また、HH偏波とVV偏波からは、ソーラーパネルの分類が可能であった。このように偏波を複数組み合わせることで、単偏波では出来なかった詳細な土地被覆分類が可能になると考えられる。

最後にこれらの結果をもとに、オブジェクトベー

スの教師付き分類を行った。教師は植生を樹木と樹木以外の草本にわけ、計7つ（緑：樹木、灰色：道路、黄：草本、シアン：水域、赤：建物、青：水田、マゼンダ：ソーラーパネル）に設定した。結果を図-5に示す。水域と草本の分類ができていないが、これは草本の中に後方散乱係数の小さい芝等が含まれており、同じく後方散乱係数の小さい水域と同じような結果になったためと考えられる。市街地に含まれる建物と樹木はおおよそ分類することができた。

また、一部の範囲で正解を作成し、得られた結果との比較を行い、分類精度を表-1に示す。選択した範囲は図-5の黒枠A内である。建物、水田、道路、樹木、草本の5分類のみで水域とソーラーパネルが含まれていないが、得られた結果も5分類のみ表示された。水田は精度高く分類できたが、道路の精度が極めて低い。これは、対象とした道路が住宅の間を通るもので、LバンドのSARでは斜め照射の幾何学的関係もあって、細い道路の検出は難しいと考えられる。また、建物と樹木の分類は位置に関してかなり一致しているものの、精度はあまり良くなかった。全体としての分類の精度は61.2%となった。

#### 4. まとめと今後の展望

宮城県名取市、岩沼市を対象に、LバンドSARであるPi-SAR-L2の多偏波画像を用いて、土地被覆分類に関する検討を行った。ヒストグラムによる単偏波での分類は難しいが、散布図を作成したところ複数偏波の組み合わせによって分類できることがわかった。HH, HV, VV 偏波の3偏波を用いた教師付き分類では、市街地、樹木、水域、水田、草本をおおよそ分類できた。しかし、詳細にみると細い道路などで誤分類も多く、分解能は高くなっているが、細かい分類は難しいと考えられる。

今後は、Lバンドより波長の短いXバンドのSAR画像も併用することで、より詳細な土地被覆分類が可能かどうか検討したい。分類区分数の増加に努めることに加えて、分類精度の向上も考える必要がある。XバンドはLバンドに比べて分解能も高いため、今回誤分類となった土地被覆の精度向上も望める。また、稲の成長によって水田の後方散乱は変化すると考えられる。本研究では1時期の画像を使用した。多時期の画像を用いることで、より高い分類精度を目指したい。

**謝辞：** Pi-SAR-L2 データは、JAXA と千葉大学の共同研究 (Pi-SAR-L2 データを用いた市街地のモデル化と自然災害の把握：山崎文雄代表) として貸与されたものである。記して謝辞を表します。

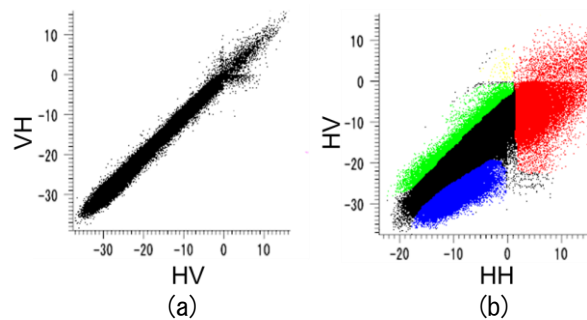


図-3 散布図 HV-VH(a), HH-HV(b)



図-4 散布図 HH-HV による分類結果

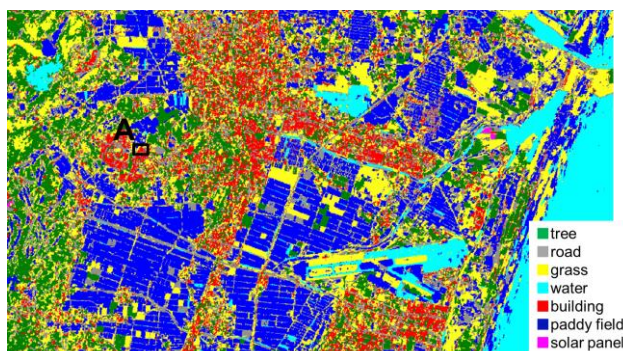


図-5 教師付きのオブジェクト分類結果

表-1 エラーマトリクスによる精度検証

class	Ground Truth (Pixels)						total	User's Accuracy
	building	tree	paddy field	road	grass			
building	132	0	0	10	42	184	71.7%	
tree	30	356	0	78	147	611	58.2%	
paddy field	0	0	156	7	1	164	95.1%	
road	64	9	0	37	234	344	10.8%	
grass	36	15	27	143	647	868	74.5%	
total	262	380	183	275	1071	2171		
Producer's Accuracy	50.4%	93.7%	85.3%	13.5%	60.4%		Overall Accuracy 61.2%	

#### 参考文献

- 野中崇志, 笹川正, 浦塚清峰, 梅原俊彦, 佐竹誠, 灘井章嗣, 松岡建志, 中村和樹, 守山敏文: 航空機搭載合成開口レーダ(Pi-SAR)の多周波/多偏波データを利用した地物判読, 先端測量技術 No.93, 日本測量調査技術協会, pp.17-27, 2007
- JAXA Web ページ: URL:[http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/Pi-SAR-L2/about\\_pisar.html](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/Pi-SAR-L2/about_pisar.html)