(33) 合成開口レーダのコヒーレンス値に着目した都市域における被覆変化域推定方法の検討

関根 大樹¹・桑原 祐史²

¹学生会員 茨城大学 都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

E-mail:14nm812n@vc.ibaraki.ac.jp

²正会員 茨城大学 都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

E-mail:kuwahara@vc.ibaraki.ac.jp

InSAR 処理におけるコヒーレンス値は、異なる 2 時期間のデータの干渉性を評価する中間生成データとして扱われることが多く、そのために土地被覆変化ごとのコヒーレンス値の傾向を複数地域で定量的に示した研究事例は未だない。そこで本研究では、地域性と被覆変化の有無を視点とし、土地被覆変化毎のコヒーレンス値の傾向を整理し、その有用性を示すことを目的とした。結論として、比較的天候に依存しない SAR の特徴と、光学センサの特徴を組み合わせた被覆変化域の確認方法を提案した。具体的には、2 時期の SAR データと光学センサ等のデータを組み合わせることで、天候やフェーズの影響を抑え、SAR データの物理特性と光学センサによる地物判読の 2 つの観点から土地被覆変化を捉えることが可能であることを示した。

Key Words : PALSAR, coherence, land cover classification map

1. 序論

リモートセンシングのレーダセンサの 1 つである合成開口レーダ（以下、SAR と記述する。）はマイクロ波の地表での反射（後方散乱）強度や位相差などを計測する能動型センサである。受動型の光学センサと異なり、昼夜、天候の影響を受けにくい性質をもつことから、災害時の迅速な被害把握に有効であると考えられる。

本研究では、SAR より生成されるデータの 1 つであるコヒーレンス値に着目した。干渉 SAR（以下、InSAR と記述する。）の処理過程で生成されるコヒーレンス値は 2 時期における反射強度の相関係数であり、土地被覆変化と対応関係があるといわれており、土地被覆変化項目を加味した被害把握に活用できる可能性がある。

しかし、InSAR 処理におけるコヒーレンス値は、異なる 2 時期間のデータの干渉性を評価する中間生成データとして扱われることが多く、そのために土地被覆変化毎のコヒーレンス値の傾向を複数地域で定量的に示した研究事例は未だない。

本研究では地域性と被覆変化の有無を視点とし、土地被覆変化毎のコヒーレンス値の傾向を整理し、天候に依存しにくい SAR の特徴と、光学センサの特徴を組み合わせた被覆変化域の確認方法を提案することを目的とした。

2. 研究の目的

本研究では、土地被覆変化域におけるコヒーレンス値の傾向を整理し、SAR の特徴と光学センサの特徴を組み合わせた被覆変化域の確認方法を提案することを目的とする。対象領域は、現地調査の容易性や土地被覆の多様性を考慮し、茨城県の日立市、東海村、ひたちなか市とした。

3. 使用データ

(1) ALOS/PALSAR

本研究では水田のマイクロ波吸収を考慮し、水田の植生の繁茂する 2008 年 7 月 16 日、2009 年 7 月 19 日、2010 年 7 月 22 日の 3 時期のデータを用いた。

(2) ALOS/AVNIR-2

本研究では秋季の稲刈りに起因する水田と畑の誤分類を考慮し、2008 年 5 月 17 日、2008 年 6 月 17 日、2009 年 5 月 20 日のデータを用いた。

(3) EOS-Terra/ASTER

本研究ではAVNIR-2と同様の理由により2010年6月9日のデータを用いた。

4. コヒーレンス画像作成

本研究ではInSAR処理を行い、コヒーレンス画像を作成した。コヒーレンス画像の精度評価として、同時に生成されるDSMと電子基準点を含む基本基準点42点との残差の平均、標準偏差、RMS誤差を算出した。表-1に評価結果を示す。PALSARの公称誤差（標準偏差）が17mであり、評価結果が公称誤差以内であるため、作成したコヒーレンス画像の精度は良いといえる。

5. 土地被覆分類図作成

教師付き最尤法分類により土地被覆分類図を作成した。分類項目は市街地、樹林、畑、水田、疎林、芝地、水域、工場、砂地の9項目とし、被雲のある衛星画像は雲の項目を追加した。

土地被覆分類図の評価方法にはさまざまなものが適用されているが、本研究では分類図全体の評価方法として目視判読、トレーニングエリアに対する評価方法として総合精度を用いる²⁾。

(a) 目視判読

作成した土地被覆分類図と空中写真を見比べることで相互のおおまかな土地被覆の比較を行う。

(b) 総合精度：P

総合精度Pは以下の式(1)で表される。

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^m n(i)c_{ii} \quad (1)$$

ここで、 $n = \sum_{i=0}^m n(i)$

c_{ii} ：判別効率表の対角要素（確率）

$n(i)$ ：クラス*i*のテストサンプル数（要素数）

表-2に総合精度を示す。一般的に土地被覆分類図の精度がおおむね良いとされる80%を超えているため、作成した土地被覆分類図の精度は良いといえる。

6. コヒーレンス値の平均値算出

2時期間の土地被覆分類図より分類項目毎の土地被覆変化域を示す差分画像を作成し、差分画像内の被覆変化域および被覆変化のなかった領域の同一領域のコヒーレンス値の平均値を算出した。表-2に被覆変化域および被覆変化のなかった領域のコヒーレンス値の平均値を示す。

表-1 生成DSMの基準点評価結果

単位(m)	2008-2009	2009-2010	2008-2010
平均	-4.639	-13.246	23.318
標準偏差	14.412	13.851	4.251
RMS誤差	15.14	19.165	23.703

表-2 総合精度

	2008	2009	2010
日立市	96.60%	93.44%	92.79%
東海村	95.97%	94.59%	92.72%
ひたちなか市	93.43%	93.33%	86.96%

表-3 コヒーレンス値の平均値

データセット	分類項目	日立市		東海村		ひたちなか市	
		変化なし	変化域	変化なし	変化域	変化なし	変化域
2008-2009	畑	0.550	0.581	0.530	0.533	0.531	0.553
	芝地	0.614	0.605	0.564	0.581	0.558	0.566
	樹林	0.544	0.570	0.558	0.564	0.541	0.563
	水田	0.516	0.545	0.536	0.524	0.513	0.522
	市街地	0.623	0.605	0.569	0.641	0.556	0.584
	水域	0.682	0.653	0.665	0.602	0.661	0.606
	砂地	0.576	0.554	0.578	0.587	0.556	0.558
	工場	0.698	0.683	0.683	0.628	0.679	0.643
	疎林	0.587	0.606	0.564	0.571	0.586	0.588
2009-2010	畑	0.472	0.505	0.445	0.472	0.446	0.472
	芝地	0.529	0.528	0.484	0.506	0.476	0.506
	樹林	0.440	0.446	0.488	0.472	0.459	0.472
	水田	0.457	0.486	0.444	0.452	0.435	0.452
	市街地	0.545	0.516	0.495	0.489	0.486	0.489
	水域	0.627	0.575	0.619	0.544	0.591	0.544
	砂地	0.482	0.454	0.504	0.497	0.483	0.497
	工場	0.615	0.633	0.613	0.578	0.600	0.578
	疎林	0.500	0.539	0.485	0.524	0.510	0.524
2008-2010	畑	0.471	0.486	0.457	0.463	0.449	0.451
	芝地	0.539	0.527	0.497	0.493	0.473	0.489
	樹林	0.439	0.438	0.481	0.469	0.455	0.476
	水田	0.440	0.507	0.453	0.447	0.444	0.455
	市街地	0.533	0.522	0.481	0.499	0.459	0.493
	水域	0.650	0.550	0.628	0.538	0.614	0.552
	砂地	0.492	0.463	0.530	0.498	0.476	0.504
	工場	0.627	0.632	0.635	0.556	0.631	0.548
	疎林	0.506	0.518	0.490	0.519	0.514	0.498

7. 結論

(1) 2時期の SAR データから、土地被覆変化域のみを抽出することは難しく、3 時期の組み合わせがあると有利であることが分かった。

(2) 2時期の SAR データと光学センサ等画像データを組み合わせた変化域確認手順を提案した。天候に依存しない SAR データの物理特性と地物を判読できる光学センサの特性、2つの観点から土地被覆変化を捉えることのできる点に注目できる。

参考文献

- 1) 防災分野における ALOS データ利用成果—ALOS データの災害への適用—、衛星リモートセンシング推進委員会防災利用 WG 報告、2008。
- 2) 画像解析ハンドブック、高木幹雄、下田陽久、東京大学出版会、pp.685、1991。