衛星リモートセンシングを用いた豪雨による氾濫域抽出の試み

1		+	18	JA I	I -
1	. 1	ት		α	1

1.1 研究の背景

近年集中豪雨は世界中で起こっており、洪水によ る被害が多く発生している。主な被害例を挙げると、 浸水や人的被害、土砂崩れによる家屋の損害や道路 の不通などがあげられる。衛星リモートセンシング は広い範囲を一度に捉えることができ、同じ地域を 長期間で見ることができ、直接現地に行かなくても 観測できるため、洪水被害の拡散状況を調べるには 適している¹⁾。しかし、衛星リモートセンシングの 全てが万能というわけではなく、光学センサの場合 は洪水時に雲に覆われていれば地表を観測すること ができない。そこで現在注目を浴びているのが、合 成開口レーダ(Synthetic Aperture Radar: SAR)を搭 載した人工衛星による観測である。SAR はマイクロ 波を地表に向けて照射し、その反射波を観測して地 表面の状況を把握するセンサであり、天候や昼夜を 問わず観測でき豪雨災害の観測に適していると考え られる。

1.2 研究の目的

衛星 SAR 画像による浸水域の抽出はこれまでに 多数行われているが、日本国内では洪水の堪水時間 が短く, SAR 画像で捉えられた洪水の事例は多くな い。本研究では、愛知県で平成 20 年に発生した集中 豪雨に着目し、人工衛星 ALOS/PALSAR が捉えた衛 星画像を用いて画像解析を行う。

人工衛星 ALOS に搭載されている PALSAR は L-band の波長を用いた SAR である。照射されたマ イクロ波は水面において後方散乱が弱くなる性質が ある。これは水面に照射されたマイクロ波は水面で 鏡面反射を起こしセンサ方向で受信する反射波成分 が少なくなるためである。この性質を利用すること によって、水域の抽出が可能である²⁰。そこで、洪 水被害地域における災害後のみの PALSAR 画像を

山口大学大学院	学生会員	○松井	映
山口大学大学院	フェロー会員	三浦	房紀

取得し、浸水域の抽出を試みる。図1は本研究で扱 う画像である¹⁾。



図1 愛知県岡崎市 観測日時: 2008/08/30

2. 調査対象

本研究では、平成20年8月に日本の紀伊半島から 関東地方までの太平洋岸を中心に発生した「平成20 年8月末豪雨」を解析対象とした。8月28日に始ま ったこの豪雨で、8月29日には時間降水量146.5mm を記録した。愛知県では岡崎市を中心に4,271棟、 また、関東地方では埼玉県や千葉県を中心に4,327 棟の被害があった³⁾。

3. 解析方法

3.1 前処理

今回使用した PALSAR のデータは災害後の平成 20 年 8 月 30 日に観測された画像である。観測範囲 は愛知県全域を捉えている。浸水域の抽出の流れを 図 2 に示す。



まず、PALSAR 画像のスペックルノイズを除去す るために 5×5 サイズの Lee フィルタ処理を行う ²⁾。

スペックルノイズとはPALSARなどのマイクロ波 センサが特有のノイズである。一般に位相が揃った 波動で入射波が統計的に一様に分布した散乱体で散 乱されると、その散乱波間でランダムな干渉が起こ り、ある部分では位相が合って強めあい、ある部分 では逆に打ち消しあう。そのためランダムな強度の 揺らぎが生じ、非常に細かな濃淡の揺らぎが画像に 現れる。これをスペックルノイズという。

スペックルノイズを除去に用いられるLeeフィル タとは画像中の対象のエッジ(輪郭)を保存しながら 画像の平滑化を行う。画像内の注目点を中心とした 局所領域内に近傍領域を数カ所設定し、輝度の分散 値が最小の近傍領域はエッジを含まないものとして、 その平均値を出力値とする^{2)、4}。

次に PALSAR 画像は後方散乱係数を表す画像で はないため(1)式を用いて変換する必要がある。

$$5^{0} = 10^{10} (DN^{2}) + CF$$
 (1)

ここに、σ⁰:後方散乱係数[dB]、DN:衛星画像デー タに入力されている Pixel 毎の数値、CF:補正値で PALSAR の場合-83.0[dB]で定義される。

PARSAR 画像は地表面の物体の形状によって後方 散乱係数が変化し、後方散乱係数が低いほど水域で ある可能性が高い。この後方散乱係数σ⁰に変換した 画像から浸水域の閾値を決めて2値化画像を作成す る。

3.2 閾値の決定

浸水域の閾値の決定にはラプラシアンヒストグラ ム法を用いる。ラプラシアンヒストグラム法とは画 像中の濃度ヒストグラムによる閾値の決定法である。 処理範囲を対象物と背景の境界付近のみに限定し、 ラプラシアンにより濃淡変化の大きい部分のみに注 目して濃度ヒストグラムを作成し、閾値を決定する 手法である。以下の手順により求められる。

- 画像の画素ごとのラプラシアン(2次微分)絶対値 を求める。
- ② ラプラシアンが大きな値を持つ画素を抽出する。
- ③ 抽出画素の濃度ヒストグラムを出力。この場合、 ヒストグラムは双峰性を示す。
- ④ ③で出力したヒストグラムをモード法や判別分 析法によって、閾値を決定する⁴⁾。

図3に、後方散乱係数σ°に変換した画像のヒスト グラムを示す。ラプラシアンヒストグラム法によっ て決定した閾値は図2の赤線で示した-12.81[dB]と なった。



3.3 浸水面積計算

 σ° = -12.81[dB]以下を浸水域として2値化した画 像の微小ノイズを除去するためにオープニング・ク ロージング処理を行なった⁴。Pixel サイズ5×5[ク ロージングを1回行なった後オープニング1回の処 理を2サイクル行なう。図4にノイズを除去した後 の2値化画像と浸水面積精度を求めるための現地調 査の浸水域の地図5を示す⁵。水色が浸水域を示し ている。



図4 2 値化画像



図5 現地調査の浸水域

現地調査の浸水域と比較するため、河川域を除い た、図5の黄色線で囲った中の浸水域の面積を計算 した結果とその現地調査に対する割合を表1に示す。

その結果本手法により求めた浸水域は実際の 20% 以下であった。

表1 浸水域の抽出面積と精度

現地調査の	抽出した	浸水域
浸水域	浸水域	抽出精度
(km ²)	(km ²)	(%)
16.162	3.018	18.67

4. 解析結果・評価

表1に示した浸水域抽出精度を低下させた要因とし て建物の影響が考えられる。PARSAR 画像は地表面 の物体の形状によって後方散乱係数を変える特徴が あることから、図4の2値化画像に建築物の位置情 報を重ねあわせた画像を図6に示して検討を行なう ⁵⁾。



図5 建築物を重ねあわせた2値化画像⁵⁾

ここでは建築物を黄色で表示している⁶。図4と 図6を比較すると両図の青色で示した浸水域に建築 物が無いことから建築物が無い場所の浸水域しか抽 出できていないことがわかる。図4の黒色で示した 非浸水域と判断された地域の多くは市街地であり、 建物による2回反射によって後方散乱係数 σ⁰が高く なったため、浸水していたとしても、非浸水域とし て誤抽出されたものと考えられる。

建物の影響に加えて、データの観測日の影響も考 えられる。図6に気象庁が発表した岡崎市の降水量 時系列図を示す³⁾。



図 6 からわかるように今回使用した災害後のデー タは、降水量が増え洪水による浸水域が最大となっ た日とは異なる。そのため、最大氾濫浸水域である 現地調査の浸水面積より抽出した面積が小さくなっ たと考えられる。

都市部など建物の多い災害発生後の衛星画像にお いてより高い抽出精度を出すためにはマイクロ波セ ンサの建物などにおける2回反射の後方散乱係数σ⁰ の変化量を明らかする必要がある。あらかじめ建物 の位置情報を考慮したうえで後方散乱係数の解析を 行えば、誤抽出のリスクを減らせることが考えられ る。そのためには同じ地域での浸水してないときの 画像を取得し、浸水時の画像と差分を取ることで、 浸水時の建物と非浸水時の建物地域における後方散 乱係数の変化量を明らかにすることが必要である。

6. まとめ

ALOS/PALSAR画像を取得し後方散乱係数により 浸水域の抽出を試みた。

洪水氾濫の湛水時間は短ければ短いほどより災害 発生から衛星画像観測日の間が長くなればなるほど、 水が引いてしまって浸水域の抽出は困難になる。

本研究のような浸水面積を抽出する精度を検討す る場合、現地調査では浸水限界(最大浸水域)を測定し ていることが多く、地球を周回する衛星が観測した 時の浸水域は浸水限界と一致していることは稀であ る。つまり、衛星リモートセンシングを用いた洪水 浸水域の把握には迅速な衛星撮影が必要である。

参考文献

1) PASCO ホームページ,

http://www.pasco.co.jp/recommend/word/word033/ 2) ALOS/PALSAR 画像を用いた 2008 年岩手・宮城 内陸地震による水域の変化抽出,

http://www.jaee.gr.jp/stack/submit-j/v10n03/hon/1 00301_Paper.pdf

3) 気象庁:平成 20 年 8 月末豪雨について,

http://www.jma.go.jp/jma/press/0809/01d/gouubess i200808.pdf 4) 村上 伸一:画像処理工学 東京電機大学出版局(2004)

5) 災害時気象速報:平成 20 年 8 月末豪

雨 ,http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/ saigaiji_200803.pdf

6) 国土地理院:基盤地図情報サイト,

http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html