L バンド SAR 衛星データを用いた 3 時期コヒーレンス解析による浸水被害建物の評価

日本大学　正会員　○園部雅史　日本大学　正会員　羽柴秀樹

１．はじめに

内閣府防災では「国土強靭化アクションプラン2016」の重点化プログラムとして，内水・浸水のリスク評価手法と情報提供手法の確立を目指している[1)]．宇宙航空研究開発機構では，災害時に陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)による緊急観測を行い，得られた災害情報を行政などに提供し，災害対応への活用を推進している[2)]．このような背景から解析手法の高度化が図られており，特に悪天候や夜間でも観測が可能なSAR衛星の利用が期待されている．SAR衛星画像を用いた浸水域の抽出では，住宅密集地における浸水域の抽出が課題であった．この対応としてALOS-2衛星画像を用いた2時期の干渉度を示すコヒーレンス値による浸水建物の判定手法が検討されている[3)]．一方で3時期コヒーレンス手法を利用した浸水建物の判定が検討されている[4)]が，平成30年7月豪雨や令和元年台風19号での浸水被害に適用した事例はない．そこで本稿では，前述する2つの浸水災害を対象として3時期コヒーレンス手法を適用し，適用条件の選定のための基礎的な検討を行った結果を報告する．

２．使用データ

災害前後 3 時期の高分解能 3m モードで観測された ALOS-2/PALSAR-2 データを使用した（表-1）．国土地理院が公表する推定浸水範囲[5)]と浸水範囲の輪郭線[6)]，基盤地図情報の建物ポリゴンを参照した．

表 - 1　使用した衛星画像ペアの諸元

	観測データ			入射角
	災害前	災害前	災害直後	(°)
真備町	2015/07/11	2016/07/09	2018/07/08	38.2
水戸市	2014/11/17	2019/05/27	2019/10/14	29.1

３．調査・解析方法

災害前ペアと災害前後ペアの各 2 シーンを用いてコヒーレンス値を算出した．3 時期コヒーレンス値は災害前ペアと災害前後ペアのコヒーレンス値を正規化することにより算出した．一般にコヒーレンス値の特性として災害前ペアは平時であるため高く，災害前後ペアで浸水域や被害建物は低くなると推定される．そのため，3 時期コヒーレンス値で浸水域は非浸水域に比べ，1 に近い値となることが考えられる．建物ポリゴンを用いて 3 時期コヒーレンス値を集計し，平均値を算出することで浸水建物の分類を行った．加えて，コヒーレンス値に与える影響因子として入射角や観測時期，基線長を比較した．さらに観測方向に対する建物方向について観測方向と建物方向のなす角度に着目し，浸水建物の分類結果から調査した．一般に観測方向に建物の面が直行するほど，二面反射成分が卓越する．浸水建物は浸水面の上昇による二面反射成分の低下や体積散乱成分の増加から浸水前後の散乱特性に変化が生じる．観測方向に対し，建物方向のなす角が増加するほど二面反射成分は低くなり，浸水被害による変化が微少することが想定される．なお，算出に用いた建物ポリゴンは，複雑な形状の建物は最も長い面を基準とし，長方形に変換した．これらから観測方向に直行する角度を基準として建物の面を 0 から 45° となるよう設定した．なお，建物面の長短は考慮していない．

４．3 時期コヒーレンス解析結果の考察

真備町および水戸市の 3 時期コヒーレンス画像を図-1,2 に示す．浸水領域と非浸水域の分類可能性に着目すると真備町においては浸水域が非浸水域より値が高く，赤みがかっていることが確認できる．一方，水戸市においては浸水域に変化が若干確認できるものの明瞭には確認できない．このことから浸水による地表面の変化によって災害前ペアから災害前後ペアでコヒーレンス値が低下することが推定されるが，両者には変化量に差があることを確認した．また，国土地理院が公表する浸水域内外の建物ポリゴンの 3 時期コヒーレンス値の平均値の分布を図-3 に示す．真備町の場合，浸水域内の建物は値が高く，浸水域外の建物は低いことがわかる．前述の通り，浸水域に位置する建物は非浸水域に位置する建物より 3 時期コヒーレンス値が高い分布となる傾向が確認された．水戸市においてもこの傾向は確認できるものの，真備町ほど差がないことが確認された．

キーワード：Remote Sensing，SAR，ALOS-2，Flood，Disaster
連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学・園部
Tel:03-3259-0674　E-mail:sonobe.masashi@nihon-u.ac.jp

© Japan Society of Civil Engineers

それぞれに閾値を設定し，浸水建物と非浸水建物の分類を行った．閾値は最も精度が高くなる値とした．3 時期コヒーレンス値の影響因子として観測方向に対する建物方向や観測諸元の違いについて考察した．観測方向と建物方向のなす角度について集計した結果を図-4 に示す．真備町の建物は 0° （観測方向と直交）～15° に多く分布しており，水戸市では 20° 以上で多く分布している傾向がある．真備町では 0° に近い建物で不正解率が低い傾向を示している．一方，水戸市の不正解率の傾向は確認できなかった．これらから 3 時期コヒーレンスによる浸水建物の抽出は，観測方向に基づく建物方向のなす角を考慮する必要があることが示唆された．観測条件では，入射角は一般的に浸水域を捉えるのに適した角度は 40° と報告されており，表-1 に示す通り真備町が適当の角度であり，水戸市は若干小さいことがわかる．観測時期は，真備町は災害発生月である 7 月のデータを揃えているが，水戸市では 5 月のデータを使用していることから，季節差が影響していることが考えられる．また，基線長は真備町が 100m 以内，水戸市は 500m 以内であった．このことから観測諸元においても真備町が優位であったことが確認された．

5．おわりに

本稿では浸水被害に対して 3 時期コヒーレンスの適用性の検討のため，2 つの浸水災害に適用した結果，浸水建物の分類可能性が確認された．コヒーレンスへの影響因子として観測方向に基づく建物方向と観測諸元について調査した．今後は，さらなる分析を行い，3 時期コヒーレンスの適用条件を検討したいと考えている．

参考文献

1) 内閣官房国土強靭化推進室:国土強靭化推進プラン 2016,http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/ap2016.pdf
2) 大木ら:「だいち 2 号」（ALOS-2）による平成 30 年 7 月豪雨の観測結果について：日本リモートセンシング学会,学会誌,Vol.38,No.5,pp.419-421,2018.
3) 園部:コヒーレンス画像を用いた平成 30 年 7 月豪雨における浸水建物の抽出のための検討,日本リモートセンシング学会第 67 回学術講演会,pp.231-232,2019.
4) 大木ら:ALOS-2 PALSAR-2 データによる平成 27 年 8 月関東· 東北豪雨の洪水域把握と精度検証 ,日本リモートセンシング学会誌,Vol.36 (2016), No.4, 2016.
5) 国土地理院:平成 30 年 7 月豪雨に関する情報,http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html
6) 国土地理院:令和元年（2019 年）台風 19 号に関する情報,http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html

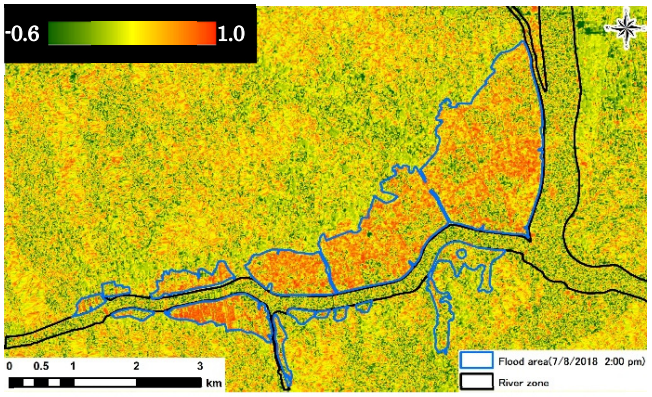

図 - 1　3 時期コヒーレンス（真備町）

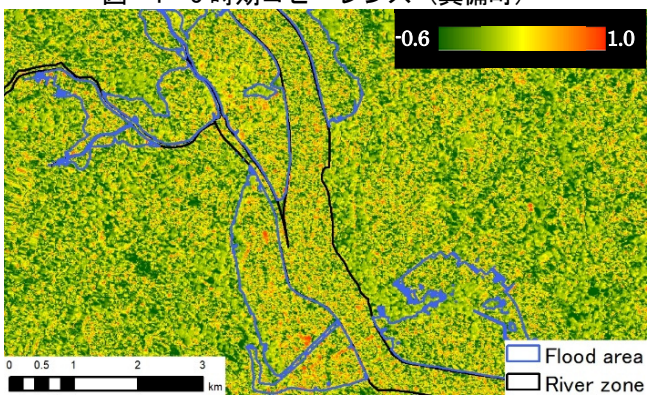

図 - 2　3 時期コヒーレンス（水戸市）

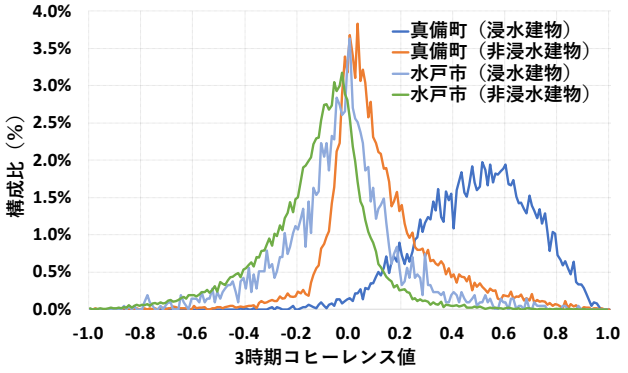

図 - 3　浸水域内外の建物の 3 時期コヒーレンス値

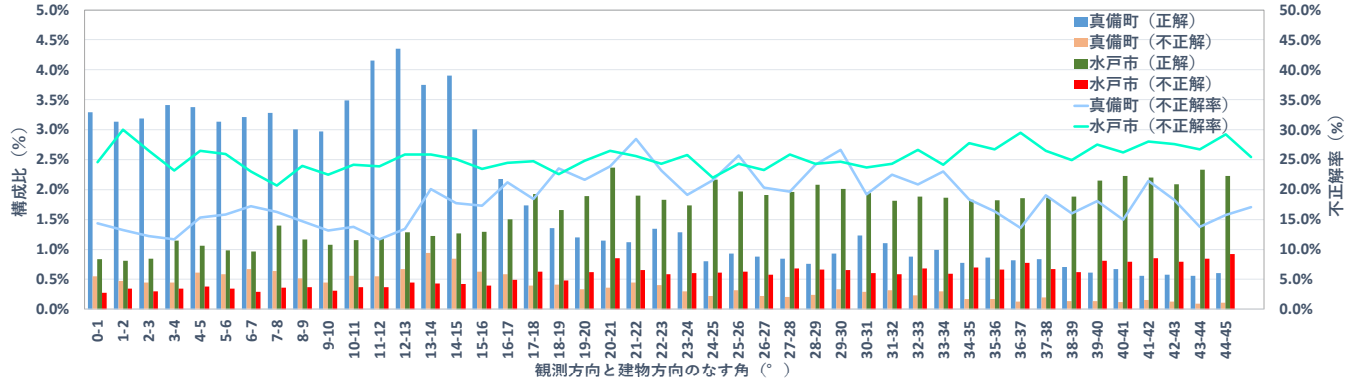

図 - 4　観測方向に基づく建物方向の正解・不正解の構成比と不正解率

© Japan Society of Civil Engineers