

衛星データを用いた風倒木被害把握—2004 年台風第 18 号被害調査 (速報) —

Satellite Data Analyses of Windfall Damage in Forests by Typhoon No. 18 in 2004

(株)シン技術コンサル

○正員 加藤 晃司(Koji Kato)

齋藤 健一(Kenichi Saito)

北海道環境科学研究センター

高田 雅之(Masayuki Takada)

布和 敖斯尔(Buhe Aosier)

安井 陽一(Youichi Yasui)

1. まえがき

平成 16 年 9 月 8 日未明から北海道に上陸した台風第 18 号により、道内各地で風速 40~50m の暴風が吹き荒れた。支笏湖東側に広がる国有林や民有林では、多くのカラマツやトドマツなどの針葉樹が根元から倒れてしまった。これら風倒木による被害面積は胆振東部の国有林だけでも約 5,600ha になると報告¹⁾されており、道全域の国有林及び民有林の合計被害区域面積は 23,000ha 以上とされている²⁾。

この大規模な風倒木被害を早急に且つ面的に把握することは、今後の復旧対策等において非常に重要なことである。しかし、林道の復旧もままならない状況下において現地調査のみで把握することは大変難しいと考えられる。また、航空機を用いての把握は高精度であるが、広域な調査を行うには費用等に問題があると考えられる。そこで本調査では、広域的な画像が安価に取得可能な衛星データを用いて風倒木被害の面的把握を行った。

2. 調査内容

本調査では、風倒木被害が甚大であったとされる支笏湖東側について、SPOT-2 データ（地上分解能：20m）を用いて被害の把握を試みた。なお、台風直後に航空機による 1/8,000 の撮影（9/15 撮影）が行われており、得られた航空写真は SPOT-2 データからの風倒可能性地域との比較・検証に用いた。また、全道エリアにおいては、ASTER データ（地上分解能：15m、30m）及び MODIS データ（地上分解能：250m）を用いて被害の把握を試みた。

2.1 支笏湖東側の被害把握

(1) 解析手法

支笏湖東側の被害把握においては、SPOT-2 の台風前後（8/26 と 9/16 撮影）のデータが取得されている。台風後のデータの倒木地域は、幹部分の露出やクロロフィルの吸収の減少から正規化植生指数(NDVI)が低下すると考えられる。

そこで、まず台風前後の SPOT-2 データからそれぞれの NDVI（式 1）を求めた。

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad \cdots \text{式 1}$$

ここで、NIR；近赤外域の DN 値（バンド 3）、Red；可視域の赤の DN 値（バンド 2）を示す。

次に台風前後の NDVI の差 (diff_NDVI)（式 2）を用いて、風倒可能性地域の抽出を行った。

$$diff_NDVI = NDVI(0826) - NDVI(0916) \quad \cdots \text{式 2}$$

ここで、NDVI(0826)；8/26 の NDVI、NDVI(0916)；9/16 の NDVI を示す。

現地調査結果と照らし合わせ（式 2）における $diff_NDVI=0.188 \sim 0.350$ を風倒可能性地域とした。

(2) 解析結果

式 2 より得られた結果を図-1 に示す。これより台風前後の SPOT-2 データから風倒可能性地域が抽出され、被害の甚大さを把握することができた。

また、図-1 の航空写真撮影エリア内の航空写真と比較・検証を行い、その結果を図-2 に示す。撮影された航空写真は高い解像度（地上分解能：約 20cm）であるため目視による風倒可能性地域抽出を行い、その結果は 298ha であった。SPOT-2 データの解析によって抽出された風倒可能性地域は航空写真からの抽出地域と位置的にはほぼ同じであったが、同一エリア内における抽出面積は 48%増の 441ha となった。この面積の増加は、SPOT-2 データの地上分解能から生じる非倒木を含むミクセルの抽出や塩害による枯れ木の抽出が原因と考えられる。しかし、航空写真では倒木と判定しがたい完全に倒れきっていない木々を $diff_NDVI$ では抽出されたケースもみられた。

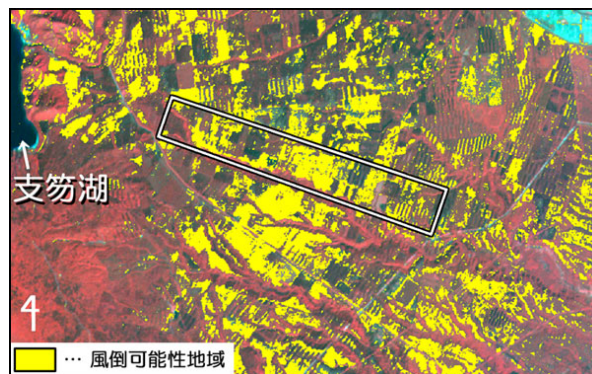


図-1 台風前後の SPOT データから抽出した風倒可能性地域（中央四角内は航空写真撮影エリア）

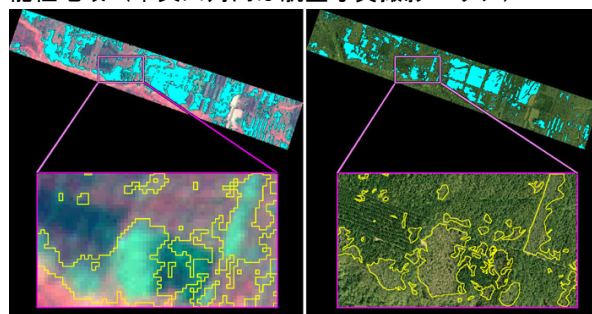


図-2 衛星データと航空写真による風倒木エリア抽出の違い（左：SPOT-2、右：航空写真）

2.2 全道エリアの被害把握

(1) 解析手法

MODIS データは地上分解能が低い一方、ほぼ毎日という高頻度で画像が取得されるとともに、撮影範囲も北海道全体を含むことから、広域的な影響把握の有効性が期待される。また ASTER データは、撮影頻度は高くないが、画像取得費用が安く、実用性の点で広域的な画像入手が可能である。今回、全道域の影響を把握する方法としてこの2つの衛星データの利用を試みた。

MODIS データは台風前後 (8/26 と 9/16 撮影) の2シーンを使用し、全道を含む同範囲で切り出した後に精密幾何補正を行い、バンド1(Red)とバンド2(NIR)を用いてそれぞれにNDVIを計算し、**2.1(1)式2**と同様にdiff_NDVIを求めた。その後、既知の被害地におけるdiff_NDVI値から閾値を求め、全道の風倒可能性地域を抽出した。なお、雲の影響を除去するために、画像判読で設定した閾値をもとに市街地と併せてマスキングを行った。

ASTER データは台風直後に取得できた5シーンの画像のうち比較的被害の大きかった札幌周辺の画像 (9/23 撮影、大気補正済) を使用し、幾何補正及びレイヤースタッキング (各バンドのピクセルサイズを15mに合わせる) を行い、森林地域の切り取りを行ったのち正規化水指数 (NDWI) (式3) を算出した。

$$NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \cdots \text{式 3}$$

ここで、NIR; 近赤外域の反射率 (バンド3)、SWIR; 中間赤外域の反射率 (バンド4) を示す。

現地調査により風倒木被害を受けた地域及び受けなかった地域を把握し、NDWIの閾値により風倒可能性地域を抽出した。NDWIは植物等の水分含有量を表す指数であり、風倒後数日で葉の水分が失われることから、被害地域の抽出に有効であると考えた。

(2) 解析結果

図-3にMODISデータを用いて抽出した風倒可能性地域を示した。檜山支庁管内及び積丹半島など風倒以外の変化 (例えば強風による落葉) を抽出していると思われる一部地域を除いて、概ね強風が観測され、被害が報告された地域を反映していると判断された。

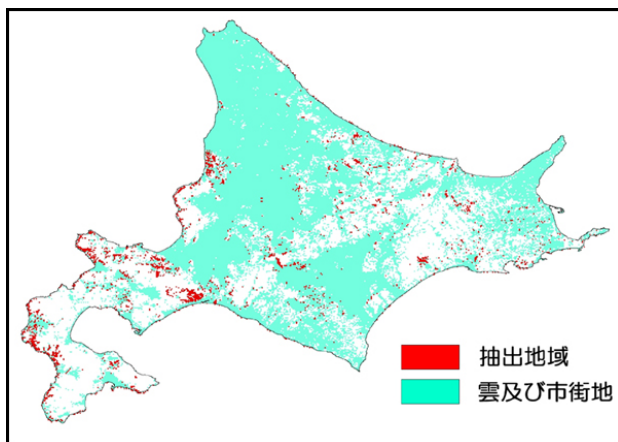


図-3 MODISデータのNDVIより抽出した風倒可能性地域

図-4に札幌近郊の野幌森林公園においてASTERデータを用いて風倒可能性地域を抽出した結果を、また図-5に

同地域の風倒被害を受けた地域及び受けなかった地域それぞれのNDVIとNDWIの関係を示した。

これより、森林内の風倒地の判別にNDWIが有効であることが示され、この手法を用いることで、広域的な風倒可能性地域の抽出が可能であるとの結果が得られた。

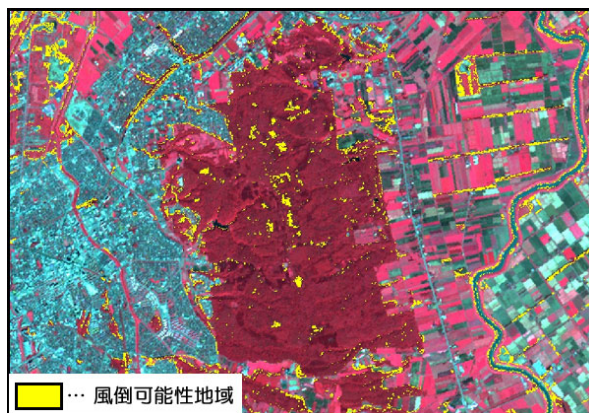


図-4 ASTERのNDWIより抽出した風倒可能性地域 (野幌森林公園)

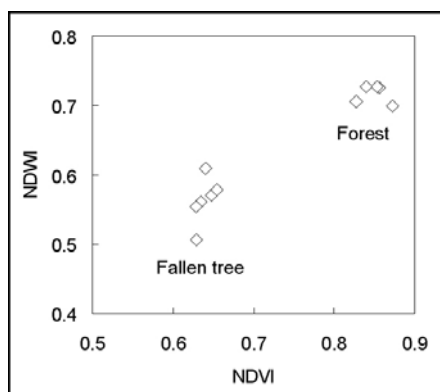


図-5 風倒地及び非風倒地のNDVIとNDWIの関係

3. まとめ

本調査にて、地上分解能15~250mの中分解能衛星データのスペクトル情報を用いた風倒可能性地域の抽出を行った。今後、詳細な被害情報を参照して正答率を高め、また、それぞれの衛星データからの解析結果を照らし合わせた精度検証も行い、中分解能衛星データを用いた広域的な森林被害抽出手法の確立を進めていきたい。

謝辞: 本調査にて使用したSPOT-2データは宇宙航空研究開発機構(JAXA)からの委託により (財) リモート・センシング技術センター(RESTEC)内に設置された「衛星リモートセンシング推進委員会」よりご提供頂いた。また、MODISデータは東京情報大学学術フロンティア共同研究推進センター、ASTERデータは東北大学大学院農学研究科斎藤元也教授よりご提供頂いた。ここに記して謝意を表させていただきます。

参考文献

- 1) 北海道森林管理局 HP (<http://www.dokyoku.go.jp/>) 平成16年10月8日プレスリリースより。
- 2) 北海道: 風倒木被害復旧対策技術指針 (台風18号被害), 北海道, pp. 4, 2004.