九州の森と林業

Landsat 8号から観た平成28年（2016年）熊本地震による
土砂崩壊の位置

森林資源管理研究グループ 高橋興明

1. はじめに

平成28年4月14日21時26分以降に熊本県と大分県で相次いで起きている「平成28年（2016年）熊本地震」（以後、熊本地震と称す）では、熊本県熊本地方を震源とする最大震度7の地震が2回発生し（気象庁、2016）。震央周辺の多くの建物や道路に甚大な被害を生じました。震央に近い山間地域においても被害があり、熊本地震による熊本県内の土砂災害（土石流、地すべり、かげ崩れなど）の発生件数（国土交通省、2016）は158件（平成28年8月15日時点）、林地被害（林野庁、2016）は398箇所（平成28年7月13日12:00時点）に上ります。

熊本地震が発生した当時の住宅地や森林の被害状況を空から撮影した映像を、テレビや新聞で目にした方は多いと思います。これも広義には航空機リモートセンシング画像といえるかもしれませんが、その映像から被害の位置を地図上で特定することや土砂崩壊の面積を計測することは困難です。適切な仕様で撮影された空中写真などの高解像度（数十cmレベル）の航空機リモートセンシング画像が必要となります。国土地理院では、そのような空中写真を素早く撮影し、人間の目で写真を判断することで熊本県や大分県における規模の異なる土砂崩壊の位置を特定しています（図-1）（国土地理院、2016）。また、防災科学技術研究所では、国土地理院が撮影した空中写真の他に、本震後に撮影した航空機SAR画像と、Google Earthに掲載されている地震前の衛星画像を判読して、土砂移動分布図を作成しています（防災科学技術研究所、2016）。いずれの情報も、両機関のwebサイト上で見ることができ、さらにGISやGoogle Earthで利用できるKMLファイルが公開されています。

本稿では、熊本地震の本震の前後に人工衛星Landsat（ランドサット）8号で撮影された衛星画像に映っている土砂崩壊地の様子を紹介します。また、土砂崩壊が発生した可能性がある位置を衛星画像から自動的に特定した結果を紹介します。

国立研究開発法人 森林総合研究所 九州支所

Kyushu Research Center, Forestry & Forest Products Research Institute
2. Landsat 8号
Landsat（ラーンサット）とは、主にNASA（アメリカ航空宇宙局）が打ち上げている地球観測用の人工衛星の一つです。1972年に1号機が打ち上げられ、45年経った現在は8号機が主に運用中です（7号機も運用中ですが、画像データの一部に欠損があります）。自然災害の発生有無にかかわらず、地球上の同じ場所を一定の周期（16日）で直下視して撮影を行っています。Landsat 8号は光学衛星と呼ばれ、例えば可視域（人間の目で見える波長域）の光や赤外域（人間の目では見えない波長域）の光を約30分分解能で観測する機能があります。

3. 土砂崩壊地の様子
図1-1のマップは一般的な空中写真を、可視域のカラー合成画像ですが、例えばこれと同様にLandsat 8号の可視域の画像をカラー合成したものが図2-1（本震の約11ヶ月前）と図2-2（本震の約1ヶ月後）です。両画像を比較すると、地震前に後ろに薄い緑の草や葉樹林、地震後に後ろに色が変化していることがわかります。そのような場面の、土砂崩壊が発生した可能性があるところです。そして、可視域画像と赤外域画像を重ねて、その場所が明確に見えるような画像処理をしたものが図4-1（赤色の画素が主に土砂崩壊地）です。国土地理院（2016）が特定した土砂崩壊地（右図の黄色の点）や防災科学技術研究所（2016）が特定した土砂移動分布（右図の青色で囲まれた箇所）の位置とよく一致していることがわかります。

4. 航空機と光学衛星のリモートセンシングの特徴
空中写真撮影を主とした航空機リモートセンシングは素早く高解像度画像を得ることで、人間の目で丁寧に観察することによって、自然災害が発生した初期局面の被災状況を的確に把握できます。この一連の技術は極めて有用で優れた災害把握技術です。判読に知識と経験を必要とし、時間と労力も必要です。一方、Landsat 8号のような光学衛星の多くは観測日が決まっているため、突然起こった自然災害の初期局面にタイミングよく鮮明な画像を得ることができたとはかぎりません。したがって、ヘリコプターで撮影で、空中写真よりも衛星画像のほうがコンピュータによる自動解析が得意であるため、図4-1のようないくつかの波を短時間に客観的に分類できます。このような図は、例えば空中写真判読で特定された土砂崩壊の場所に誤判読のないか、あるいは判読と見落された場所はないか、といった克段チェックへの適用が期待されます。また、定期的に撮影される衛星画像を利用することで、広範囲にわたり大規模な自然災害の発生から時速の経過とともに植生の回復していく様子や、別に新たな自然災害による被害の発生など、土地被覆のさまざまな変化を長期的にわたって系統的に捉えることができます。

5. おわりに
本稿で紹介したLandsat 8号の画像処理結果（図4-1）は試行段階のものであり、明らかに再現部以外の要因（例えば森林の伐採や農作物の刈取りなど）で色が変わっている画像数も、少なからず含まれた結果になっています。このため、さまざまな土地被覆変化を要因別に的確に分ける処理を考慮して、現状の手法に組み込むことが今後の課題です（なお、本稿で紹介している画像処理手法の開発の一部は、JSPS科学研究費（15K07499）の助成を受け、行われています）。最後になりますが、熊本地震でできなかった多くの方々のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

参考文献
防災科学技术研究所（2016）熊本地震による土砂移動分布図
http://map03.ecom-plat.jp/map/map/?cid=20&amp;gid=587&amp;mid=2908
気象庁（2016）「平成28年（2016年）熊本地震」（平成28年4月14日21時17分）
国土地理院（2016）平成28年熊本地震・空から見た航空写真判読による土砂崩壊分布図（阿蘇・熊本地区）
国土交通省（2016）平成28年熊本地震による土砂災害の概要
林野庁（2016）平成28年熊本地震の被害状況及び対応について（7月13日12:00時点）
図-2 Landsat 8号の衛星画像に映っている熊本地震（本震）の約11か月前の阿蘇山周辺（左図）と
北向山林木遺伝資源保存林（116林班）（右図）の様子

図-3 Landsat 8号の衛星画像に映っている熊本地震（本震）の約1か月後の阿蘇山周辺（左図）と
北向山林木遺伝資源保存林（116林班）（右図）の様子

図-4 土砂崩壊が発生した可能性がある場所（赤色）をLandsat 8号の衛星画像から特定した例
右図の黄色の点および青線で囲まれた箇所は、それぞれ国土技術院（2016）および防災科学研究技術研究所（2016）が空中写真等
の資料で特定した土砂災害の位置と等値です（※黄色の点は、国土技術院（2016）が特定した土砂災害の位置情報だけが同じ
であり、図-1の中の色とは無関係であることご注意してください）。
九州の樹木シリーズ（6）

クロキ
クロキ（Symlocos lucida）はハイノキ科ハイノキ属に属する観音木高約10m、幹直径10〜30 cmになる常緑高木です。名前は樹皮の色が黒っぽいことに由来します。クロキが属するハイノキ科の名の由来は、植物体にアルミニウムを多く含むため、それを焼いた灰が染色の媒染剤として重用されることによります。クロキ種類を焼いた灰が媒染剤になります。本州（千葉県・鳥取県以西）、四国、九州（トカラ列島以北）に分布し、当社の実験林がある平野山でもよく見かけます。海沿い近くに多いとされます。球磨村のような内陸にも現れます。

クロキは地味ですが色々と楽しめる木です。花の盛りは3月〜4月ですが、1月にはポツボツと咲き始めます。盛りには、おしめの長い白い小さな花が葉のねじりに集まって咲くのがよく目立ちます。10〜12月には長さ1.0〜1.5 cmの楓円形の核果が紫黑色に熟し、果肉は鳥や哺乳類（ニホンザルなど）の食料になります。

他方、クロキはシカには食料として好まれません。シカ食害が厳しいほど森の木にクロキの占める割合が増え、森林の動向へのクロキの影響力も増えます。シカ食害が問題となっている九州の森林で、クロキは森林の動向に重要になる樹種です。

クロキを見分けるポイントは、若枝の茎に顕著な稜があり、そのため茎断面が三角形になること、芽の先が細く短いことです。また枝分かれの仕方がも特徴があります。クロキの茎上には冬芽の芽鱗（がん：芽を包み保護するために特化した鱗片葉）のついていた痕が鉄直に偏ります。それを手がかかり過去の年度毎の成長を枝の基部から遡ると、側枝の基部には芽鱗痕がないこと、観音木の側枝の分岐は枝先の芽鱗のすぐ先端側で起こることに気づきます。このような分枝は、クロキの冬芽の中には、次シーズンに伸ばす主枝だけでなく側枝も既に用意されていることに関連します。この特徴は同じ常緑のハイノキ属のクロバイなどにも見られますが、落葉のハイノキ属のサワラタキ、タンナサワラタキ、常緑でもハイノキなどには見られず、ハイノキ属の進化を考える上で興味深い特徴です。

森林生態系研究グループ 八木 貢信

地域連携推進室から
・4月1日より下記のとおり名称が変わります。

新名称
国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所九州支所

旧名称
国立研究開発法人 森林総合研究所九州支所

九州の森と林業 No.119 2017.3 4

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。