

衛星データで中越震災を解析

阿部 信行

新潟大学自然科学系（農学部）

はじめに

今回の中越大震災は、旧栃尾市で開催された「7.13 水害の深層を考える」のシンポジウムの帰途に遭遇しました。高速道路上では気が付かなく、校舎に入った直後に、強い余震を感じました。ただならぬ気配を感じ、早々に家に帰りました。当初、被害の大きさに驚きましたが、後々でさらに大きな被害であったことを報道で知りました。新潟県では中越大震災と呼ぶことを提唱しています。被害の大きさ、長期の避難生活、生活基盤の田畑の崩壊等、中山間地を襲った大地震を考えると、当然の呼び名です。

こうした大震災が発生しますと、まずは被害をどのように把握するかが求められます。震災が発生した翌 24 日は快晴だったことを覚えています。各航空写真会社は一斉に撮影を始めましたが、衛星も条件が整えば撮影を行います。従来、衛星画像は細かいことがみえないので、空中写真の方が被害の把握に向いていると言われていました。しかし、最近、分解能※（巻末参照）が優れた衛星も出現しています。衛星画像は、地図と重ね合わせたり、人間の眼には見えない波長を用いたり、画像の拡大・縮小が自在であったりで扱いやすく、保管場所も小さくてよい等の優れた長所もありま

す。そこで衛星データで震災を解析した事例について述べてみます。

衛星データの種類と構造

衛星データとして最も有名なのが、ランドサット衛星でしょう。ランドサット衛星の分解能は 4 号以降 30mx30m です。これに対して、最近の高分解衛星イコノスの分解能はカラー画像で 4mx4m、白黒で 1mx1m です。イコノス衛星ではどのように見えるのでしょうか？

震災の翌日、衛星データ推進委員会災害 WG から 24 日に撮影されたイコノス衛星シーンの提供を受けました。同時に震災前の 8 月 13 日の画像提供も受けました。図 1 に、皆川優太さんが救出された遭難現場の衛星シーンを震災前と比較して表示しました。大量の土砂が県道を越えて信濃川まで流れている状況、さらに立木を乗せたまま土砂が滑落している酷い状況が分かります。空中写真と変わらない状況で、広範囲な被害を把握できます。この衛星シーンを利用して、どのような被害が抽出できるのでしょうか

旧山古志村管内の画像

今回、提供を受けた画像と旧山古志村管内の行



震災前；2004年8月撮影

震災後；2004年10月撮影

図 1 長岡市妙見町の土砂崩れ現場

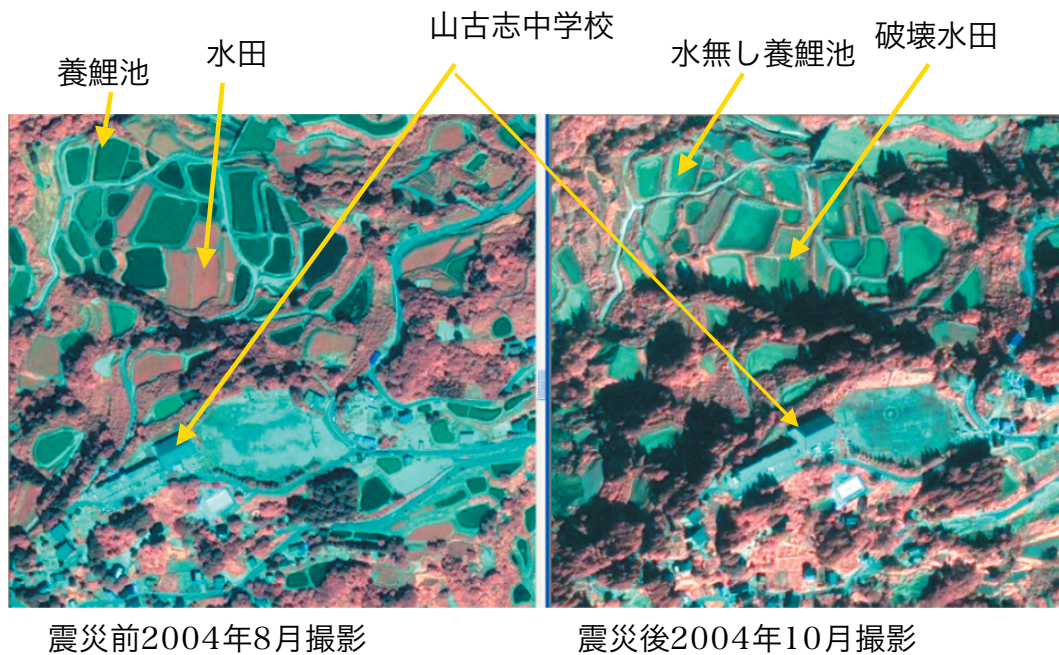


図2 震災前後の衛星データ（イコノス衛星）—山古志中学付近—

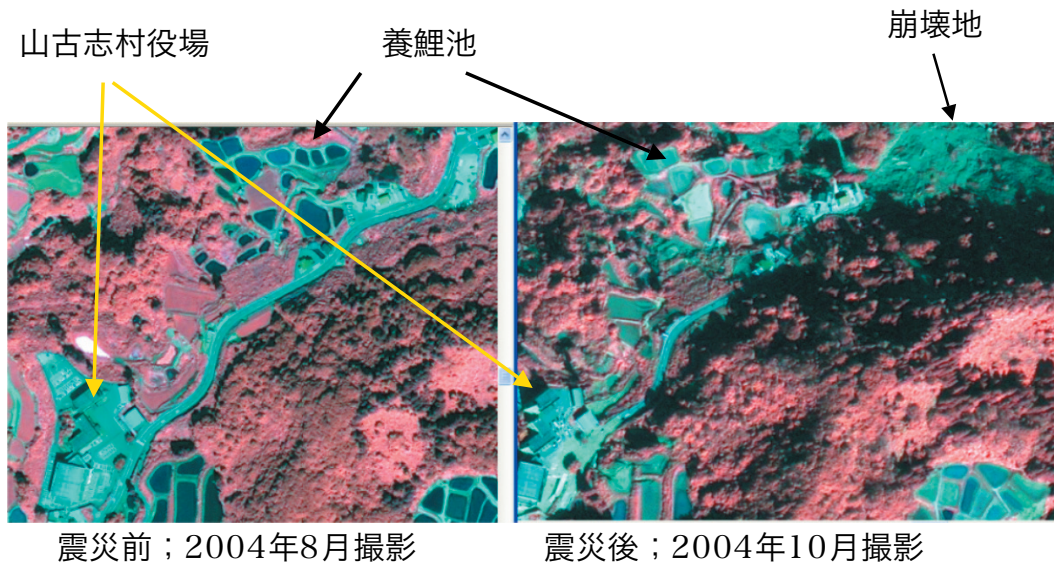


図3 震災前後の衛星データ（イコノス衛星）—山古志村役場付近—

政範囲を重ねて切り出してみると、約半分近くの範囲が衛星データ内に含まれます。衛星データは、大きさを任意に拡大できます。この画像をどんどん拡大していきまると、最後には最小の大きさ、つまり画素まで拡大できます。その画素は数値で表されています。通常は見えやすい大きさまで拡大します。昨年の11月上旬、旧山古志村管内に調査に入ることができました。この時、主として旧山古志村役場周辺、中学校付近、羽黒トンネル付近の現状を調査しました。震災前後のシーンを比較すれば、どこが被害を受けたかが分かります。では、実際にどのようにみえるかを示しましょう。

被害地の状況

図2は山古志中学付近の震災前と後の画像を対比して示したものです。校舎や個人の住宅も識別可能であることが分かります。震災後の画像では、鯉の養殖池の形状や色がはっきりしない箇所も多く見られます。これは、水が流出したり、あるいは地震前に既に水が抜かれたり、土砂が流入したりした結果と見られます。また、図3には役場近くの大規模土砂崩壊地を示してあります。対比して同じ場所の震災前も示してあります。震災前には養鯉池や水田が見られますが、震災後は崩壊した土砂が覆っていることが分かります。

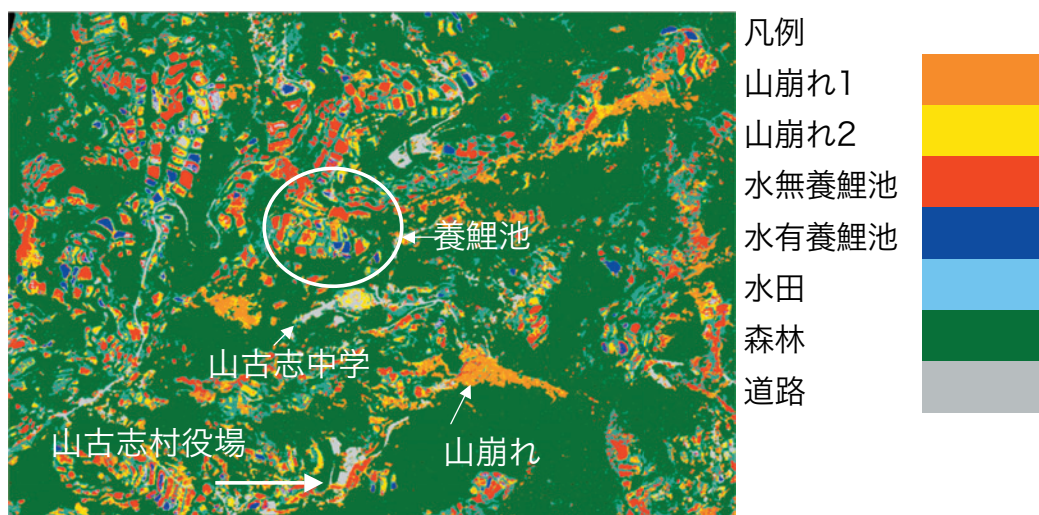
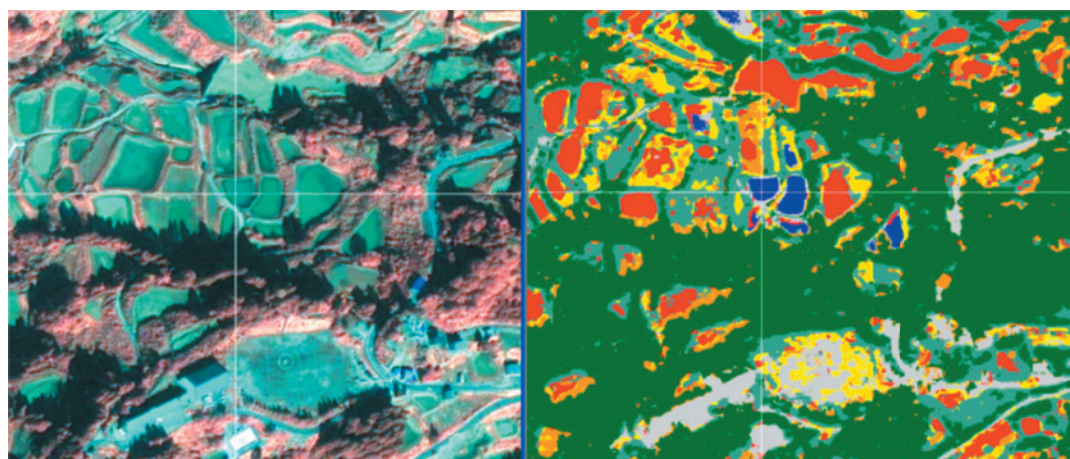


図4 分類画像

凡例							
山崩れ1	山崩れ2	水無養鯉池	水有養鯉池				
水田	森林	道路					



2004年10.24日IKONOS撮影

分類画像

図5 養鯉池の分類画像

震災前の撮影時期は8月で震災は10月です。8月の養鯉池は水が張られています。10月は池によっては水抜きしたものもあります。震災で破壊されて水が抜けた池もあり、10月の画像ではっきりした色調を示さない養鯉池も多く見られます。

このように、土砂が流出した状況は、震災前後の画像を比較することにより、容易に検出できます。画像に示したように、空中写真と変わらない分解能があることが分かります。一方、衛星画像は、地図に合わせることも容易です。空中写真では、中心から隔たるに従い、地図とずれが生じますが、衛星画像ではそうしたことは起きません。また、画像に緯度、経度を表示することも自由です。

被害地の自動検出

衛星画像には、画像を見ながら判断する方法ではなく、機械的に同じ反射値を示すグループを抽出する機能があります。この機能こそ、衛星画像の最も重要なものです。例えば、画像内で土砂崩壊している反射値を調べ、似た反射値を統計的に抽出する方法（教師付き分類法）と統計的情報のみで分類する（教師無し）方法があります。一方、土砂崩壊地の波長別の反射値を調べ、その範囲を指定して、崩壊地を抽出すること（マルチレベルスライス）も可能です。

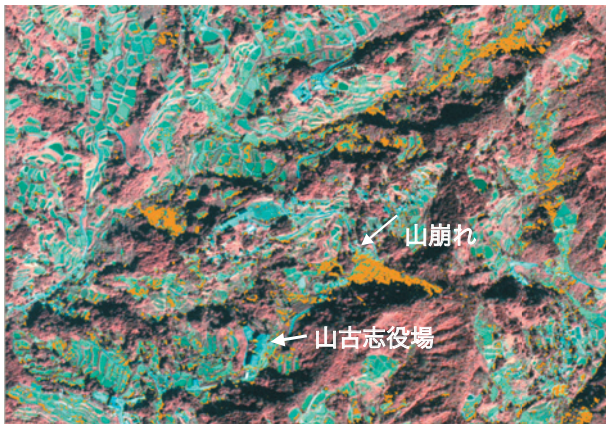


図6 山崩れの分類結果を元図上に重ねる



図7 水無養鯉池の分類結果を元図上に重ねる

震災前



図8 破壊された養鯉池

教師付き分類例

役場付近の教師付き分類を実行した結果を図4に示しました。分類する場合、標本として現地データを取得する必要があります。しかし、山古志村の現地に入り、調査を行うのは容易ではなく、現地データの取得は不可能でした。そこで、大まかな分類にとどめました。分類項目として、山崩れ1,2、水無養鯉池、水有養鯉池、水田、森林、道路として分類を試みたものです。役場付近の大きな山崩れ、付近の養鯉池、森林等はよく抽出されていますが、養鯉池の被害程度や水田の抽出精度は、現地に入れるようになってから現地照合を行う予定です。山古志中学付近の養鯉池を拡大したものが、図5です。分かりやすくするために、左側に元図も示しました。図中の十字は元図と分類図の

破壊された養鯉池

同じ位置を示してあります。8月の画像内の養鯉池と10月の養鯉池を比較して、水が無くなった池(赤色)の区別は容易にできます。これは、近赤外波は水に反応しないので、両者の反射値を比較すれば、10月に水がある池は識別できます。ただし、10月に既に水を抜いた池と地震で水が流出した池の区分は現場をよく見なければなりません。地震で破壊されて水が流出した池は土も変化していることが予想されます。赤色で示される養鯉池内の画素の反射は変動していることから識別可能と思いますが、今回は現地情報が不足しているため、特に分けていません。生活を再開していく上で養鯉池の状態を明らかにすることは非常に重要だと思います。早急にデータを収集するつもりです。

崩壊地の表示

図6に山崩れと分類された結果を元画像上に表示しました。図中黄色で表されているのが、山崩れと同じ反射値を示す箇所です。例えば、中学校のグラウンドは黄色ではありません。これはグラウンドの土の反射値と山崩れの反射値が統計的に異なることを示しています。森林地帯を除きますと、多くの箇所が黄色で示されていることが分かります。元画像で見ると、山崩れには反射値から大きく2タイプに分けることができます。この分類画像を現地で検証できていませんが、調査に入れる時期が来ましたら、行う予定です。土砂崩壊も、様々なタイプや含まれる土砂の種類が異なります。組成のはっきりした箇所が抽出されますと、その反射値を用い、先のマルチレベルスライス法で他に同じような崩壊があるかどうかを探することができます。崩壊の種類が異なれば、対策も異なってきます。こうした視点からの解析を進めています。

水無し養鯉池

反射値から抽出された水無し養鯉池を図7に赤で示してあります。多くの養鯉池が分布していることが分かります。水無しの原因に、人為的に抜いたものと地震で流出したものが含まれています。地震で水が流出した池は土砂等が流入したことも予想され、人為的に水が抜かれた被害のない池とは反射値が異なることが予想されます。図8に示したように、震災前は養鯉池の形状ははっきりしていますが、震災後は形状がはっきりしません。これは、池が崩れたと見ることができます。この点は調査に入れるようになったら、早急に確かめて、養鯉池の被害マップを完成させたいと考えています。

水あり養鯉池

水のある養鯉池は非常に独特の反射値を示すため、容易に抽出されます。少ないが分布していることを確かめることができました。

おわりに

高分解能衛星データは、従来の衛星画像の認識を一掃するものです。衛星データには人間の眼にはみえない波長を使ったり、あるいは一定の条件に合うピクセルを客観的な判断の基に探させたり、空中写真とは異なる様々な機能があります。こうした機能を効果的に使うことで、土砂崩壊の種類を分けたり、地図情報と組み合わせて、崩壊の危険地帯を抽出することができます。一方、旧山古志村地域も含めた鯉の養殖が盛んな地域では、早急な被害把握、池周辺の環境把握が不可欠です。こうした視点からの解析も進めなければなりません。立ち入りが制限されているため、データの収集が十分ではありません。今後は、衛星データを軸に、地図情報も加えた環境把握を進めるつもりです。

※分解能；識別できる最小の大きさ