新潟県出雲崎地域における豪雨による斜面崩壊の特徴 —GISによる2004年7月豪雨崩壊と過去の崩壊の比較—

The characteristics of the heavy rainfall-induced landslides in Izumozaki area, Niigata, Japan

—GIS using comparison between 2004 July failures and the past ones—

山岸宏光^{a)*}・斉藤正弥^{b)}・岩橋純子^{c)}

Hiromitsu YAMAGISHI, Masaya SAITO and Junko IWAHASHI

Abstract

On July 13, 2004, heavy rainfalls due to the strong activities of rain front occurred in the Mid Niigata Region, Japan. They are as much as 400 mm in 24 hours, bringing about serious flooding by breaking the river banks. The heavy rainfalls also triggered more than 3359 landslides which were inventoried by air-photographs by Asia Air Survey Co. Ltd. The air-photographs interpretation and field research revealed that two types of landslides were inventoried; one is shallow failure and the other is deep failure, the latter of which is associated with mudflows. We are focusing the shallow failures in the Izumozaki area in this paper. Because the area is one of the typical failure areas affected by 2004 July rainfalls, and was also affected by many failures by heavy rainfalls in 1961 August, and 1976, 1978. Therefore, we have interpreted the air-photographs of Izumozaki area of 1962 (one year later of the heavy rainfalls in 1961), 1980 (1976–1978 rainfalls) and 2004 (just after the July 13 rainfalls) and compared using GIS in distribution between these failures, and then investigated the sequence of failure distribution, and their relationships to topography and geology.

キーワード：2004 rainfalls, 1976–1978 rainfalls, 1961 rainfalls, heavy-rainfall induced failures, shallow failures, GIS analysis

和文要旨

2004年7月13日に新潟県中越地域では強い前線の活動による集中豪雨が発生した。その雨量は24時間で400mmに達し、堤防の破堤による河川氾濫をもたらした。アジア航測による空中写真判読では3,359箇所以上の崩壊も発生させた。写真判読と現地調査により二つのタイプの崩壊が確認された。つまり、ひとつは表層崩壊であり、2つは深層崩壊で、後者は特に泥流をとまなうものであった。本研究ノートでは、出雲崎地域に焦点をあてて議論する。なぜなら、この地域は2004年7月豪雨による代表的な崩壊発生地域のひとつであることと、1961年8月と1976年、1978年にも豪雨崩壊が発生したためである。そこで、筆者らは、出雲崎地域の空中写真の1962年撮影（1961年豪雨の1年後）、1982年撮影（1976–1978年豪雨崩壊を含む）、および2004年撮影（7月豪雨直後）のそれぞれを判読し、GISを使用して、それぞれの年代の崩壊の分布を比較し、その分布と地形や地質との関連を検討した。

Key words：2004豪雨, 1976–1978豪雨, 1961豪雨, 豪雨崩壊, 表層崩壊, GIS解析

1. まえがき

わが国では、2004年には梅雨前線の停滞や、10個の台風が上陸して、各地で大雨による災害が頻発した。とくに、7月13日には、新潟県中越地方（図-1）では梅雨前線活動の末期に24時間雨量が400mmを超えて、信濃川に流入する二つの河川（五十嵐川と刈谷田川）の堤防が破堤して13名が犠牲となり、また斜面崩壊も多発して2名が亡くなった。新潟県砂防課（2007）によると、この豪雨による土砂災害は、基準はあきらかではないが、地すべりが83箇所、がけ崩れが243箇所、土石流等が12箇所、計341箇所が発生し、地すべりで1名、がけ崩れで1名が死亡し、一般家屋の被害は、全壊12棟、半壊9棟、一部損壊48棟と報告されている。

さらに、3ヶ月後の10月23日には、7.13豪雨災害地域の南方の長岡市東方の小千谷市と旧山古志村を中心に、

震度7を記録する内陸直下型地震が発生して、直接間接を問わず67名の犠牲者が出た（2006年9月22日現在；新潟県砂防課，2007）。中山間地でもあったため、強振動被害のみならず、特に旧山古志村を中心に斜面災害が多発して、ランドスライドダムが形成され、民家の水没やダム決壊の恐れから、全村住民の避難が実施され、避難解除が出されたのはようやく2007年3月になってからであった。

このように、7月13日と10月23日の2回にわたり異なったトリガーによる斜面災害が、類似した地形・地質環境を有する新潟県中越地方を襲った。また、斜面災害の観点から見ると、従来の新潟では融雪などによる単発的な地すべりが特徴であるが、豪雨と地震という異なったトリガーによる多発的な斜面災害がほぼ同一の地形・地質条件の丘陵地域で、数ヶ月の間隔をおいて発生したことは、極めて異例であると同時に、豪雨と地震による斜面災害を比較できる点が重要である。しかし、中越地震による斜面災害については多くの報告や論文がある（関口・佐藤，2006など）が、7月13日水害については、社会的にも五十嵐川と刈谷田川の河川氾濫に注目があつ

* 連絡著者／corresponding author

a) 新潟大学自然科学系hiroy@env.sc.niigata-u.ac.jp.
Institute of Science and Technology, Niigata University
〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050

b) 新潟大学自然科学研究科
Institute of Science and Technology, Niigata University

c) 国土交通省国土地理院
Geographical Survey Institute, Japan

図-1 新潟県中越地域出雲崎地域の位置図
楕円範囲（影の部分）は2004年豪雨の強雨域，多角形範囲（黒枠の部分）は今回の崩壊判読域。

Fig.1 Location map of the Izumozaki area, Mid-Niigata region.
Elliptical shadow area and quadrangle area indicate the heavy rainfall area and failure interpreted area, respectively.

まり，崩壊についての報告は少ない。

したがって，本研究ノートは，2004年7月13日豪雨による斜面崩壊について，とくに，過去にも同様の豪雨崩壊を何度か経験した新潟県中越地域出雲崎町周辺（図-1）に焦点をあてて，1961年からそれ以降に発生した類似の同時多発型崩壊と比較しつつ，空中写真判読を基に，分布の特徴を地形や地質との関連についてGISを活用して解明することを試みたものである。

2. 7.13新潟豪雨の降雨条件

牛山（2004）は，2004年豪雨について，「降雨は前日の7月12日夕刻から始まり，7月13日の午前中には低地で，昼頃には山地部でピークに達した。」と述べている。

図-2は7月13日の降雨量分布図で，各雨量ステーションから得られたデータ（河島ほか，2005）をGISによって描いた降雨量分布図である。おおよそ1250km²をカバーし，旧新尾市（現長岡市）のAMeDAS stationでは421mmを記録している。これらの地域から離れると，西方に向かって次第に降雨量は減少していく。たとえば，長岡では225mmに達したが，その西側では130mmに減少していく。唯一異常に多い例として，与板の344mmの降雨量があった。一方，北へは，三条市で208mmが記録されているが，これもさらに北西の寺泊では194mmに減少する。同じ傾向は長岡の南方でも得られる。しかし，旧新尾市から東10kmの大谷ダムでは450mmとなっている。地域的に雨量のバラつきがあっても，いくつか

の地域での雨量強度や持続雨量は多数の斜面災害を発生させるには十分な値であった。

3. 7.13斜面災害データの収集とデータベース化

筆者の一人山岸は，災害発生直後から，（社）日本地すべり学会と新潟大学積雪地域災害研究センターとの合同調査団に参加して斜面災害現地調査を実施した後，筆者らはその後も2年間にわたり断続的に現地調査を続けてきた。現地調査でのデータ収集には，崩壊調査票を使用した（Yamagishi and Iwahashi, 2007のFig.6）。このフォーマットは，1981年北海道日高地方の豪雨による斜面崩壊調査票（遠藤ほか，1984）を改訂したものである。これにより，崩壊のパターン（崩壊深度が2-3m以下の表層崩壊（写真-1a, b），同じく4-5m以上の深層崩壊（写真-2a, b），岩盤すべり，ガリー侵食を区分し，遠藤ほか（1984）による表層崩壊の種類（平滑型崩壊；写真-1a，スプーン型崩壊；写真-1b），崩壊頭部の遷急線との位置関係，崩壊の規模（幅，深さ，長さ），原地形面の種類と傾斜，崩壊面の傾斜，岩盤地質，表層地質，崩壊堆積物の規模（幅，厚さ，長さ），砂防施設の有無，被害対象などをチェックした。これらの詳細な結果については紙面の関係で省略するが，計測できたもののおよその規模は，表層崩壊および深層崩壊の双方を含めて，深度は10m以下，幅60m以下，長さ100m以下であった（Yamagishi *et al.*, 2006）。また，新潟県砂防課（2007）によると，対策工が施工された崩壊の移

図-2 2004年7月12-13日の24時間積算降雨量分布図
河島ほか（2005）のデータからGISで作成した。

Fig.2 Precipitation contour map of 2004 July 12-13.
Made from data by Kawashima *et al.* (2005).

写真-1 表層崩壊の例。a) 平滑型崩壊：出雲崎町，^{くった}久田一寺泊海岸，b) スプーン型崩壊，出雲崎町，大釜谷（中日本航空提供）

Photo 1 Examples of the shallow failures. a : planar-type failure. Kutta-Teradomari Beach, Izumozaki Town, b : spoon-type failure, Okamaya, Izumozaki Town (Courtesy of Nakanihon Air Co. Ltd)

写真-2 深層崩壊の例：a) 旧三島町（現長岡市）蓮花寺，b) 旧三島町（現長岡市），鳥越（中日本航空提供）

Photo 2 Examples of deep failures. a : Rengeji, Mishima Town (Present name : Nagaoka City), b : Torigoe, Mishima Town (Present name is Nagaoka City). Courtesy of Nakanihon Air Service Co. Ltd.

動土砂量 (m^3) は、 10^4 – 10^5 オーダーと見積もられている。アジア航測(株) (2004) の空中写真 (出雲崎地域が2004年7月23日撮影の1/8000のカラー、栃尾地域が2004年7月24日撮影の1/15000のカラー) の判読によると、全崩壊数は3,359箇所が判読されたが、現在までの斜面崩壊調査票にもとづく調査データ数は270箇所にすぎない (山岸, 2006)。また、空中写真判読と現地調査による崩壊地と合わない箇所もあるため、かならずしも整合的ではないが、現地調査の結果を合わせてデータベース化した (山岸, 2006)。その場合、崩壊のパターンは表層崩壊と泥流をともなう深層崩壊に区分した (写真1, 2; 山岸ほか, 2005)。

4. 7.13豪雨による斜面崩壊の分布

アジア航測(株)の空中写真判読 (2004) による3,359箇所の斜面崩壊 (山岸, 2006) の形態別内訳は、表層崩壊が大部分を占め3,080箇所に達し、泥流を伴う深層崩壊

が71箇所に達したことが報告されている。3,359箇所の斜面崩壊のうち、とくに、出雲崎から与板にかけての西山丘陵にひとつの集中域があり (図-1), 2万5千分の1地形図「出雲崎」範囲で372箇所、同「与板」では569箇所が判読されている。もうひとつの集中域は、東山丘陵・下田丘陵で、同じく「栃尾」範囲で560箇所、同「栃堀」範囲で598箇所が判読されている (アジア航測(株), 2004; 山岸, 2006)。

5. 過去の崩壊分布とGIS解析

出雲崎地域では、1961年8月5日、20日、1976年8月13–14日、1978年6月26日に豪雨が記録されている (出雲崎町史編さん委員会編, 1989) が、とくに1961年に類似の降雨量による同時多発型斜面崩壊が知られている。1976–1978年の崩壊については、同じ文献によると、それぞれ、69箇所、198箇所の崩壊が記録されている。また、1961年には8月5日と8月20日に、2004年7月豪雨

図一 3 出雲崎地域（西山丘陵）の2004年豪雨崩壊，1976－1978崩壊，1961年豪雨崩壊のすべて（付随する泥流などを含む）をGISによる斜面傾斜分布図（10mメッシュDEM（北海道地図から作成）にプロットしたもの。多角形範囲は今回扱った範囲を示す。

Fig. 3 Map showing the heavy-rainfall failures (including associated mudflows) in 2004, 1976－1978 and 1961, all of which are plotted on the slope inclination map derived from the 10 M grid DEM of GISMAP (Hokkaido Chizu Co. Ltd). Polygonal area indicates the study area.

図一 4 出雲崎地域の全豪雨崩壊（4,451箇所；ポリゴンデータ）の分布図：a) 1961年（3,787箇所），1976－1978（156箇所），2004（505箇所）の全崩壊地，b) 1961年崩壊と2004年崩壊が重なった箇所（417箇所）の分布図，c) 1961年，1976－1978年，2004年崩壊が重なる分布図。

Fig. 4 Maps of all failures composed of the 1961 (totally 3,787), 1976 and 1978 (totally 156) and 2004 failures (totally 505). b) The site distribution of the 1961 failures overlain by the 2004 failures (417). c) The sites distribution of overlapping failures of all of the above.

と類似した降雨量分布を示し，8月5日には日雨量合計で300mmを超え，20日には同様に240mmに達したことが当時の気象データからわかっている。

空中写真判読による1961年8月の崩壊については，1962年の空中写真（国土地理院撮影，1/20,000の白黒）を使用して図－3の範囲を今回判読した（齊藤・山岸，2006）が，8月5日と20日の両者の崩壊が含まれていると考えられる。1976－1978年豪雨については，1980年撮影の空中写真（出雲崎町撮影の1/12500のカラー）を判読した。2004年の崩壊については，発生後の空中写真（アジア航測㈱撮影の1/8000のカラー；上記の判読した写真と同じもの）を1962年の判読範囲を再判読した。判読した崩壊地はいずれも，出雲崎町管内図の1/10,000地形図に

プロットした。その地形図をオルソ化し，その上に判読された崩壊地をARC/INFO9.1でベクター化してプロットした（図－4）。1961年，1976－1978年のいずれの崩壊も，2004年と同様に表層崩壊（平滑型，スプーン型）が大部分で，ほかに深層崩壊（泥流をとまなう）や地すべりが確認された。

過去の崩壊分布と重複度合い 1961年，1976－1978年，および2004年に発生した崩壊の重なり具合を見るために，ARC/INFO9.1のインターセクト機能で検討した（図－4）。写真判読の際には，表層崩壊，深層崩壊，地すべり（これらの定義は，山岸ほか（2000）による），および泥流などに区分したが，本研究ノートのGIS解析の際

図-5 傾斜区分図と崩壊の分布図(a)と崩壊密度と傾斜の関係を示すグラフ(b)

Fig. 5 Map showing slope classification and all failure distribution from 1961 to 2004 : (a) and graph showing relationship between slopes and all of the failures (b) .

図-6 判読地域における地質岩相区分と崩壊分布の図とグラフ : a : 砂岩帯と泥岩帯に区分した地質図上に崩壊地をプロットした図, b : 各年の崩壊数と岩相との比較を示すグラフ

Fig. 6 Map and graph showing geologic division and distribution of failures : a : All of the failures are plotted in the sandstone and mudstone zone, b : graph showing comparison in failure numbers between the geologic lithologies.

には、便宜的に表層崩壊の崩壊源のみを対象とした。

1962年の空中写真の判読範囲内 (図-1, 3) で見ると、1961年崩壊地は3,787箇所、1976-1978年崩壊 (1980年の空中写真) は156箇所、2004年崩壊は505箇所が判読された。合計すると、4,448箇所となった (図-4 a)。1961年崩壊と1976-78年崩壊とは155箇所重なり、1976-1978崩壊と2004年崩壊とは31箇所が重なり、1961年崩壊と2004年崩壊は417箇所が重なった (図-4 b)。1961, 1976-1978, 2004年の崩壊地すべてが重なるのは37箇所であった (図-4 c)。また、特に崩壊数の多かった1961年崩壊と2004年崩壊の分布を比較すると、判読範囲 (図-1, 3) では、1961年の崩壊の集中域の中心であ

るのに対して、2004年ではその集中域はやや南東側にあるので (図-3), 範囲内では崩壊数は少なく出ているためであろう。

地形傾斜と崩壊分布 西山丘陵の10m DEM (GIS-MAP; 北海道地図株式会社) からGISで斜面傾斜分布図を作成し、5段階に区分したカテゴリー (面積) と崩壊密度 (崩壊数/km²) の関係を、1961年から2004年までのすべての崩壊数 (4,451) をプロットすると、図-5のようになる。図-5のaは10mメッシュのDEMから作成した判読範囲の傾斜分布図を5段階に区分し、それぞれの面積ごとの1961年から2004年までの崩壊地数を求め、傾斜と

図-7 a) GISによる新生代の地層の等傾斜分布 (5段階区分) と1961年から2004年までの全崩壊分布 (出雲崎地域)。b) a) から求めた各区分ごとの崩壊密度 (崩壊数/km²)。

Fig. 7 a) Map showing all failure distribution from 1961 to 2004 on the strata dipping zones (5 divisions), b) graph showing failure density (Number/km²) of each strata dipping zone.

崩壊密度 (N/km²) との関係を示した。図-5 b) のグラフは、判読範囲内で地形傾斜と崩壊密度 (崩壊数(N)/各傾斜帯ごとの面積 (km²)) の関係を示したものである。これによると、明らかに地形が急になると崩壊数が多くなることを示している。

地質岩相と崩壊分布 小林ほか (1993) の地質図の数値地図データから、地質凡例から属性データをおおまかに泥岩リッチの泥岩帯と砂岩リッチの砂岩帯に区分した上で、1961年、1961、1976-1978年、2004年のすべての崩壊分布図を重ねて見た (図-6 a)。その結果、砂岩帯と泥岩帯のそれぞれの合計面積は118.2km², 105.9km²で、泥岩帯が砂岩帯よりやや狭い。しかし、1961年、2004年およびすべての崩壊を見ても、泥岩帯と砂岩帯を比べると、その密度 (崩壊数/km²) はいずれも、泥岩帯の方が砂岩帯よりやや多い傾向がある (図-6 b)。

地層傾斜と崩壊分布 上記の地質図 (小林ほか, 1993) から走向・傾斜のベクターデータを作成して、それから内挿法で地層傾斜分布図を描き、その上に、1961年から2004年までのすべての崩壊分布 (ベクトルデータ) を示したものが図-7 a) である。この図は10mメッシュのDEMから作成した判読範囲の傾斜分布図をそれぞれ5段階に区分したものである。この図から、Spatial Analystで5段階ごとの地層傾斜ラスターの面積を求め、それぞれの段階ごとの崩壊密度 (崩壊数/km²) を示したのが図-7 b) である。この図を見ると崩壊数はいずれの段階も崩壊密度は200-250箇所に入り、地層傾斜とはあまり関係ないことを示唆している。

8. 考察と議論

本研究ノートでは、2004年7月13日新潟県出雲崎地域 (西山丘陵) で発生した豪雨崩壊について、崩壊の分布と地形・地質との関連性を明らかにするために、GIS (ARC/INFO9.1) により、10mDEMによって地形解析を、小林ほか (1993) の5万分の1地質図をもとに地質解析を実施した。その際、出雲崎地域では、1961年、1976-1978年、2004年とほぼ同様の豪雨が記録され、類似の同時多発型斜面崩壊が空中写真から判読されたデータを使って、これらの分布や重複度についてGISによって検討した。

それによると、判読した写真の精度にもよるので単純に比較することは危険であるが、ほとんど重なる場合 (1961年と1976-1978年) もあるが、すべての崩壊が重なるのは、合計4,448箇所のうち、37箇所という結果で1%に満たなかった。このことは、1993年の北海道南西沖地震による奥尻島での崩壊地が、1988年の豪雨による崩壊地点が重なっていないことが知られている (山岸, 1997) ことと類似している。

また、地形傾斜との関係でみると、崩壊密度は傾斜の増加とともに顕著な増加傾向を示している。地質岩相 (砂岩帯と泥岩帯) と崩壊地分布を見ると、地質岩相の読み替え方にもよるが、砂岩帯と泥岩帯それぞれの面積では、泥岩帯がやや少ないのに、いずれの年の豪雨崩壊密度も、泥岩帯部分の方が砂岩部分よりやや高い傾向がある。このことは、斜面傾斜との関連もあると考えられるが、もうひとつの理由として、泥岩の場合、砂岩とくらべて風化土層が厚くなっていることが推定される。地層傾斜との関係では、表層崩壊のみを扱ったため、極く表層の風化土層の現象であることを裏付けている。また、判読範囲で崩壊数の多い1961年の崩壊について、その数と受け

盤と流れ盤との関連も検討しているが、今のところ差がある証拠は見出せていない(岩橋, 未公表資料)。

2004年7月13日の3ヶ月後に発生した中越地震による同時多発型斜面災害は、類似した地形地質条件であったため、トリガーの相違でどのように異なるかを探るには好都合である。中越地震による崩壊については、山岸ほか(2005), 岩橋ほか(2006), Yamagishi *et al.* (2006) などにより、GISを活用した中間的報告が出版されている。今後はこれらの地震による崩壊と豪雨による崩壊との比較を同様な方法で実施し、あわせて今回は扱わなかった泥流をともなった深層崩壊、地すべりなどについても、地震によるものとの比較を含めて同様な方法で検討する予定である。

今回は同時多発的に発生する斜面崩壊について、GISを利用して種々の解析を行ったものであるが、判読した空中写真は1/8,000-1/20,000,プロットした地形図は1/10,000である。また、GIS解析の際の傾斜など地形データは10mメッシュであり、地質図は1/50,000である。このように、様々な異なる精度の地図データを重ねることができるのがGISの利点ではあるが、同時に落とし穴もあることに留意する必要がある。また、崩壊のGIS解析においても、要素として、地形・地質だけでは限界があり、豪雨の集中度や表層物質の風化土層の厚さ、森林の種類などとの関連も検討する必要があることは論を待たない。

斜面崩壊調査票を使ってデータベース化した現地での調査データは270箇所(全体の1割以下)であったが、これらの調査データは、写真判読の参考にはしたが、解析には使用しなかった。今回解析した判読データとの関連についての検討は今後の課題としたい。

謝辞

データ収集に協力いただいた新潟大学災害調査団の方々、(社)日本地すべり学会・応用地質学会合同調査団の方々、新潟県庁砂防課、空中写真を提供いただいた朝日航洋(株)、中日本航空(株)、写真判読にご協力いただいたアジア航測(株)に謝意を表します。また、新潟大学災害復興科学センター河島克行博士および新潟気象台には、降雨量データなどの提供をいただいた。さらに、産業総合研究所の小松原啄博士には、出雲崎地域の数値地質図を提供いただき、地質についてのご教示をいただいた。最後に、本研究ノートの粗稿に対して細部にわたって有益な助言をいただいた匿名査読者に感謝します。

文献

- アジア航測(株)(2004):7.13豪雨崩壊空中写真判読図(2万5000分の1)(未公表資料)。
- 遠藤祐司・山岸宏光・岡村俊邦(1984):1981年8月豪雨による日高地方の斜面崩壊,地下資源調査所報告第55号,pp.69-81。
- 出雲崎町(1989)出雲崎町史資料Ⅲ,近代・現代,pp.75-215。
- 岩橋純子・佐藤浩・山岸宏光(2006)新潟県中越地震による小崩壊の分布特性—平成16年新潟県中越地震1:25,000災害状況図のデータを中心に—,国土地理院時報110集,pp.81-89。
- 河島克久・和泉薫・伊豫部勉(2005):平成16年7月新潟・福島豪雨時の気象状況と詳細な降雨分布,平成16年7月新潟・福島・福井豪雨災害に関する調査研究(平成16年度科学研究費補助金(特別研究促進費(1)))研究成果報告書,pp.23-39。
- 小林巖雄・立石雅昭・植村武(1993):出雲崎地域の地質,地域地質研究報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,91p。
- 新潟県砂防課(2007):平成16年新潟県土砂災害復興記録集—7.13新潟豪雨災害 10.23新潟県中越地震—,新潟県,141p。
- 齊藤正弥・山岸宏光(2006):2004.7.13新潟豪雨による斜面崩壊—地形・地質要因の検討—,日本応用地質学会平成18年度研究発表会講演論文集,pp.391-392。
- 関口辰夫・佐藤浩(2006):新潟県中越地震における斜面崩壊の特徴と分布,日本地すべり学会誌,Vol.43, No.3, pp.142-154。
- 牛山素行(2004):2004年7月12-13日の新潟県における豪雨災害の特徴,自然災害科学,Vol.23, No.2, pp.293-302。
- 山岸宏光(1997):表層滑落と地震後の降雨による再滑落—奥尻島幌内川流域—,地すべり学会北海道支部編,「地震による斜面災害」,北海道大学図書刊行会,pp.142-146。
- 山岸宏光(2006):土砂災害の調査法とデータベース化に関する研究—2004年7.13新潟県中越地域豪雨による同時多発斜面災害—,(財)日本建設情報センター 第3回研究助成事業成果報告会,資料集,pp.609-635。
- 山岸宏光・志村一夫・山崎文明(2000):「空中写真によるマスマップメント解析」,北大図書刊行会,221p。(CD-ROM付)
- Yamagishi, H., Ayalew L., Watanabe, N., Marui, H. and Kawabe, H.(2005) Landslide induced by the July 13 2004 heavy rainfall in Mid Niigata region, 平成16年7月新潟・福島, 福井豪雨災害に関する調査研究, 平成16年度科学研究費補助金(特別研究促進費(1))研究成果報告書(研究代表者:高濱信行), pp.84-93。
- 山岸宏光・丸井英明・渡部直喜・川邊洋・Ayalew Lulseged(2005):2004年新潟県中越地域2大同時多発斜面災害の特徴と比較,新潟県連続災害の検証と復興への視点—2004.7.13水害と中越地震の総合的検証,新潟大学,pp.140-147。
- Yamagishi, H., Takayama, T. and Iwahashi, J.(2006): Landslides and landscape change induced by heavy rainfall and intensive earthquake in Mid-Niigata, Japan: GIS analyses and interpretation of aerial photographs, In Marui, H. *et al.* (ed). Disaster Mitigation of Debris Flows Slope Failures and Landslides Vol 2. Proceeding of the INTERPRAEVENT International Symposium September 25-29, 2006 in Niigata, Japan, pp.605-615。
- Yamagishi, H. and Iwahashi, J.(2008) Comparison between the two triggered landslides in Mid-Niigata, Japan by July 13 heavy rainfall and October 23 intensive earthquakes in 2004, Landslides on-line;(印刷中)
- (原稿受付2007年3月26日, 原稿受理2007年11月1日)