

# 地震による深層崩壊の危険度評価 に関する研究

武澤 永純<sup>1</sup>・内田 太郎<sup>2</sup>・横山 修<sup>3</sup>・田村 圭司<sup>4</sup>  
・石塚 忠範<sup>5</sup>・鈴木 啓介<sup>6</sup>・宮島 昌克<sup>7</sup>

<sup>1</sup>独立行政法人土木研究所研究員  
(〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6)

E-mail:takezawa@pwri.go.jp

<sup>2</sup>国土交通省国土技術政策総合研究所主任研究官 (〒305-0804 茨城県つくば市旭)

E-mail:uchida-t92rv@nilim.go.jp

<sup>3</sup>独立行政法人土木研究所交流研究員 (〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6)

E-mail:o-yoko44@pwri.go.jp

<sup>4</sup>国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所所長 (〒855-0866 長崎県島原市南下川尻町7番地4)

E-mail: k-tamura@qsr.mlit.go.jp

<sup>5</sup>独立行政法人土木研究所上席研究員 (〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6)

E-mail:t-ishiduka@pwri.go.jp

<sup>6</sup>国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所 (〒020-0066 盛岡市上田4丁目2-2)

E-mail: suzuki-k82ax@thr.mlit.go.jp<sup>3</sup>

<sup>7</sup>国立大学法人金沢大学大学院教授 (〒920-1192 金沢市角間町)

E-mail: miyajima@t.kanazawa-u.ac.jp

地震に起因して発生する土砂災害のうち、表土層だけでなく深層の風化した岩盤までもが崩壊土塊となる深層崩壊は、大規模な土石流や河道閉塞（天然ダム）を引き起こし、被害が甚大になる場合があるため、深層崩壊が発生する危険性の高い場所を事前に予測しておくことは防災上重要である。一方、深層崩壊の発生の恐れのある溪流を抽出する手法が提案され、抽出手法の精度の検証は、豪雨による深層崩壊に対する検討が中心であった。よって、そこで、本研究は深層崩壊が多発した2008年岩手・宮城内陸地震を対象に同抽出手法を適用し、本抽出手法の適用性を検証した。本抽出手法は2008年の岩手・宮城内陸地震における深層崩壊の発生した流域を概ね危険度の高い流域として抽出できることを確認した。

**Key Words :** Deep Catastrophic landslide, Iwate&Miyagi Inland Earthquake, Normalized hit ratio, Cover ratio

## 1. はじめに

地震は豪雨とともに、斜面崩壊を引き起こし、人命や財産に深刻な被害を及ぼすことがある。そのため、地震に起因する斜面崩壊の危険度を評価する手法が提案されてきた。例えば、無限長斜面安定解析を基礎とした物理モデルにより、斜面崩壊の危険度を評価し、有効性が確認された研究<sup>例え(1),2),3)</sup>や、地震による斜面崩壊に及ぼす因子を抽出し、経験的に地震による斜面崩壊発生危険度を表す方法<sup>例え(4),5)</sup>等が報告されている。

一方、斜面崩壊は、表土層のみが崩れる表層崩壊に加えて、表土層だけでなく深層の風化した岩盤までもが崩壊土塊となる深層崩壊と呼ばれる現象がある。深層崩壊は崩壊規模が大きくなることから、大規模な土石流や河道閉塞（天然ダム）を引き起こすため、被害が甚大になる場合がある<sup>例え(6),7),8)</sup>。地震による土砂災害の被害を軽減させる上では、深層崩壊の発生危険箇所も把握し、必要に応じて対策を講じることが重要である。しかし、前述のような斜面崩壊の危険度評価に関する研究の大半は、主として表層崩壊を対象にしており、地震による深層崩壊の

危険度評価手法は確立されていない。

ここで、内田ら<sup>9)</sup>は、深層崩壊の発生実績や地質構造および微地形の分布状況、地形量を用いて、深層崩壊の発生の恐れのある面積1km<sup>2</sup>の流域を広域から抽出する手法（以下、抽出手法とする）を開発した。さらに、内田ら<sup>9)</sup>は、抽出手法を用いて、豪雨による深層崩壊の発生場所を良好に予測できたことを示した。しかしながら、地震による深層崩壊の適用性は検証されていない。

そこで、本研究では、抽出手法を地震による深層崩壊事例に適用し、抽出手法の地震に対する深層崩壊への適用性を検証することを目的とした。

## 2. 手法

### (1) 手法の概要

抽出手法の手順を図-1に示す。抽出手法は、地質及び気候条件が概ね等しい検討対象地域において、流域毎の深層崩壊の発生危険度を評価するものである。評価に当たっては、以下の3条件に基づくものとする。

- A) 深層崩壊の発生実績
- B) 地質構造及び微地形要素
- C) 地形量（勾配と集水面積の関係）

A) は、深層崩壊は過去の深層崩壊跡地に近接して発生することがあることが言われていることから、深層崩壊跡地の有無を指標とするものである。B) は、深層崩壊の発生箇所やその周辺には活断層等特徴的な地質構造や、岩盤クリープ斜面、線状凹地等岩盤の変形を表わしている可能性が高いと考えられる微地形が見られる。よって、地質構造及び微地形要素の有無を指標とするものである。C) について、表層崩壊の発生を支配していると考えられる要因に斜面勾配や集水面積が挙げられている。これらの要因は、深層崩壊の発生にも同様に影響を与えると考え、斜面勾配、集水面積の多寡を指標とするものである。この手法は、A)～C)の条件に合致する数が多いほど、深層崩壊の発生危険度は高くなると想定している。

### (2) 深層崩壊跡地、地質構造及び微地形の図化及び地形量の算出

深層崩壊跡地については、空中写真を判読して地図上に位置を落とす。地質構造及び微地形については、地質図と空中写真を用いて、同様に地図上に位置を落とす。地質図から図化した地質構造はリニアメントで、産総研作成のシームレス地質図<sup>10)</sup>を用いる。また、空中写真より判読する微地形は、深層崩壊の発生周辺によく分布していると考えられる、地すべり地形、岩盤クリープ斜面、円弧状クラック、山頂緩斜面、線状凹地（図-2参照）の5要素とする。さらに、地形量は数値標高モデル（DEM）を用いて、メッシュ毎の斜面勾配、集水面積を計算する。

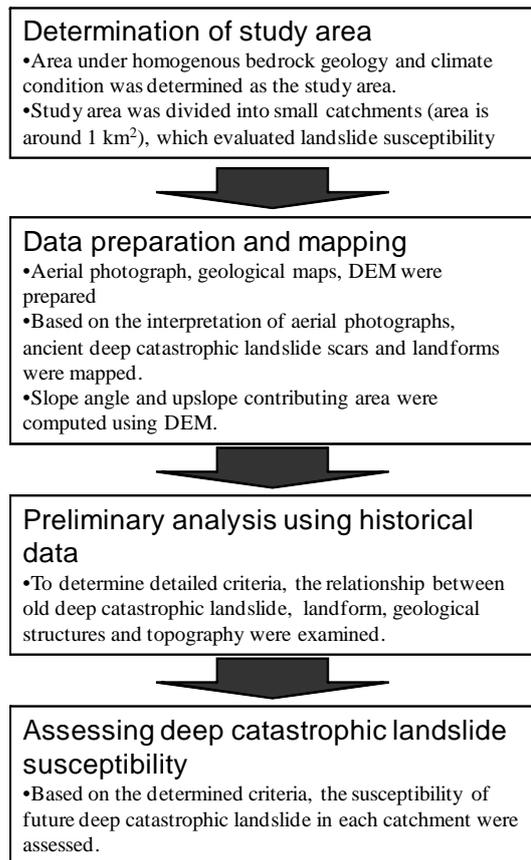


図-1 手法のフローチャート

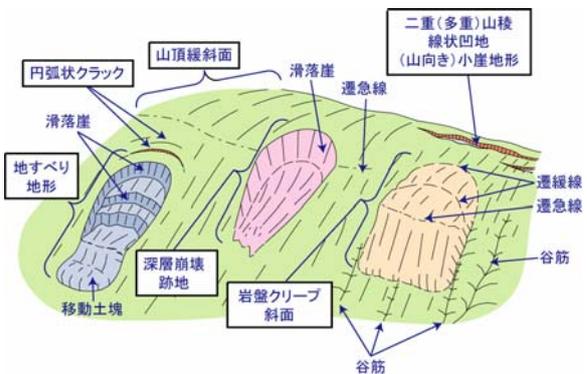


図-2 微地形指標の概念図

### (2) 深層崩壊発生と関連性が高い指標の抽出

深層崩壊の発生プロセスや、発生を支配する要因は地質や気候によって異なる<sup>11),12)</sup>。このため、深層崩壊発生前に現れる地形変化や深層崩壊と地形量の関係は地質や気候によって異なる可能性が高い。そこで、抽出手法では、抽出（図-1の4つ目の箱）に先立ち、対象地域の過去の深層崩壊の地質構造、微地形、地形の関係を解析する（図-1の3つ目の箱）

#### a) 地質構造及び微地形

ここでは、地質構造及び微地形と過去の深層崩壊跡地との関係性を分析する。まず、研究対象地域を約1km<sup>2</sup>単位の流域に区分する。そして、深層崩壊跡地に重なった流域を、深層崩壊が発生した流域と定義する。次に、各地質構造及び各微地形に対して、

的中率比 ( $P_i$ , 式(1)), カバー率 ( $C_i$ , 式(2)) を計算し, 深層崩壊が発生した流域と地質構造及び微地形との関係进行分析する.

$$P_i = \frac{N_{L,i}/N_i}{N_L/N} \dots(1) \quad C_i = \frac{N_i}{N_{L,i}} \dots(2)$$

$N_{L,i}$ は地質構造及び微地形要素*i*が存在しており, かつ深層崩壊が発生した流域の数,  $N_i$ は地質構造及び微地形*i*が存在する流域の数,  $N_L$ は検討対象地域内にある深層崩壊が発生した流域数,  $N$ は検討対象地域内にある流域数である.

地質構造及び微地形要素の選定は, まず的中率比が高く, かつカバー率も高い地質構造及び微地形要素を2つ選択する. 次に, 要素の組み合わせ (and/or条件) による的中率比, カバー率の結果を比較して, 深層崩壊発生を評価する地質構造及び微地形指標を設定する

### b) 地形量

斜面勾配を8区分, 集水面積を9区分のカテゴリに区分し, 各カテゴリに属する全メッシュ数に対する深層崩壊跡地メッシュ (メッシュの重心が深層崩壊跡地ポリゴン内にあるメッシュ) の割合を「深層崩壊跡地率」として算出する. そして, 各深層崩壊跡地率が対象地質区分における深層崩壊跡地率の平均値より2倍以上示したメッシュ (以下, 「危険度メッシュ」とする) を抽出する

次に, 流域毎の危険メッシュの数( $n$ )と深層崩壊跡地の関係进行分析するために, 危険メッシュ数と的中率比, カバー率の関係进行分析した. 的中率比 ( $P(n)$ , 式(3)), カバー率 ( $C(n)$ , 式(4)) を用いて計算する

$$P(n) = \frac{N_L(n)/N(n)}{N_L/N} \dots(3) \quad C_i = \frac{N_L(n)}{N_L} \dots(4)$$

ここで,  $N(n)$ は危険メッシュ数が*n*個より多い流域の数,  $N_L(n)$ は危険メッシュ数が*n*個より多く深層崩壊の発生した流域の数である. その上で, 的中率比, カバー率が高くなる*n*を探索し, 的中率比, カバー率が高くなった*n*より危険メッシュの数が多い流域を, 地形量の観点から深層崩壊の発生の恐れのある流域とする.

## 3. 検討対象

検討対象地域は宮城県栗駒山周辺の面積約429km<sup>2</sup>の地域である (図-3参照). 2008年6月14日に岩手・宮城内陸地震が発生した. 気象庁が発表したマグニチュードは7.2であり, 震源から約30km南に位置する宮城県栗原市では震度6強を観測した. この地震によって, 当該地域では斜面崩壊だけでなく, 深層崩壊や天然ダムが多数発生した.

栗駒山周辺は第四紀更新統の火山岩類が分布して

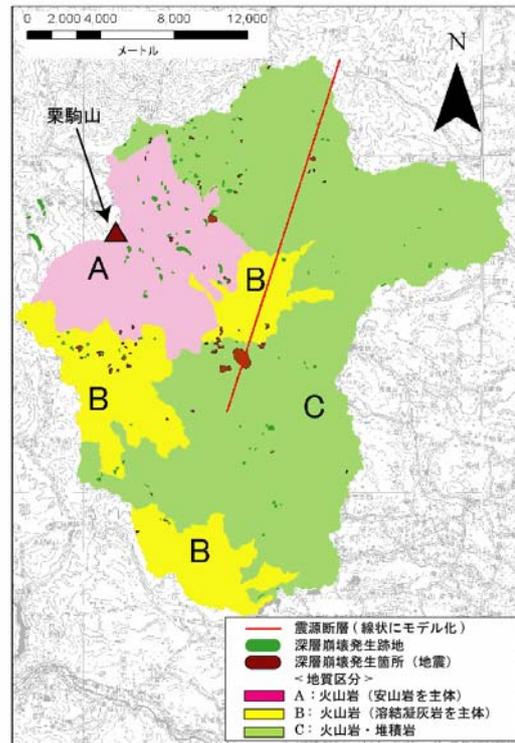


図-3 検討対象領域

いる. 栗駒山山頂周辺は安山岩溶岩や火砕流堆積物からなり, 栗駒山南麓は溶結凝灰岩が分布する. 栗駒山頂を中心として, 栗駒山由来の火山噴出物の外縁側には第三系中新統の地質が分布している. 外縁北部は火山岩類が主体であり, 外縁西部はシルト岩, 外縁南西部は砂岩・泥岩の互層, 外縁南南西には安山岩が分布している<sup>13)</sup>.

## 4. データセット

### (1) 対象領域の区分

検討対象地域を流域面積約1km<sup>2</sup>の流域単位で区分した. その結果, 検討対象地域は353流域に分割された. また, 3.で述べた地質状況を踏まえて, 地質図を参考に, 栗駒山周辺の安山岩を主体とした地質A (約74km<sup>2</sup>), 凝灰岩を主体とした地質B (約85km<sup>2</sup>), それ以外の堆積岩・火山岩を主体とした地質C (約271km<sup>2</sup>) の3つに区分 (以下, 地質区分とする) した (図-3).

### (2) データセット

地震前については, 1947年, 2006年, 2007年に撮影された空中写真 (縮尺1/16,000~1/40,000) を判読して, 深層崩壊跡地を抽出した. 本研究では, 深層崩壊が発生した直後の裸地化した斜面のみならず, スプーン状にえぐられているなど地形的に斜面崩壊の跡地と考えられる箇所を抽出した上で, その面積が10,000 m<sup>2</sup>以上のものを深層崩壊跡地とした. このため, 地震前の崩壊地は発生年代及び発生要因は

特定できていない

地震後については、2008年6月、10月に撮影された空中写真（縮尺1/8,000～1/10,000）の判読により、深層崩壊発生箇所を抽出した。深層崩壊発生箇所の崩壊面積は、深層崩壊跡地と同様に崩壊面積10,000m<sup>2</sup>以上の崩壊地とした。

なお、地震による深層崩壊の発生は、震源断層からの距離に影響を受ける可能性が高いと考えられるため、岩手・宮城内陸地震の震源断層の四辺のうち<sup>14)</sup>、地表に最も近い辺を地表に投影し、それを線状にモデル化した。そして、各単元流域の重心から震源断層までの距離について、0-4km、4-8km、8-12kmの3つに区分（以下、断層距離区分とする）し、各断層距離区分に属する流域に対して、深層崩壊発生箇所が存在する流域数を求めた。

写真判読で確認した深層崩壊跡地、深層崩壊発生箇所と、2.3a)に示した地質構造及び微地形要素（地すべり地形、岩盤クリープ斜面、円弧状クラック、リニアメント、山頂緩斜面、多重山稜・線上凹地・小崖地形）について、ポリゴンデータを作成した。

地形量については、国土地理院発行の数値標高モデル（50m）を用いてメッシュ毎の斜面勾配、集水面積を計算した。

## 5. 各条件の指標

### (1) 深層崩壊発生実績

空中写真判読の結果により、深層崩壊跡地を128箇所（深層崩壊跡地が1つ以上存在する流域は85）抽出した。また、深層崩壊発生箇所は67箇所（深層崩壊発生箇所が1つ以上存在する流域は51）抽出した。

### (2) 微地形および地質構造

図-4に地質構造及び微地形要素における的中率比・カバー率を示す。これより、深層崩壊跡地と関連性の高い要素として2つ候補を選定した結果、地質Aは“線状凹地”・“地すべり地形”，地質Bは“リニアメント”・“地すべり地形”，地質Cは“山頂緩斜面”・“円弧状クラック”であった。その上で、候補の微地形要素を組み合わせた的中率比・カバー率を表-1に示す。表-1に示す各地質における微地形要素の組み合わせのうち、的中率比が高く、カバー率が高い要素（白抜きの箇所）を、各地質における最適な指標と考えた。これより、これらの要素を有する流域は地質構造及び微地形要素から見た深層崩壊のおそれのある流域とした。

### (3) 地形量

表-2に、地質区分毎に危険度メッシュと勾配と集水面積の範囲を示す。また、図-5には、深層崩壊跡地の多寡を分離できる危険度メッシュ数を明らかにし、閾値となる地形量指標を設定するために、各流域において、危険度メッシュの数と的中率比、カバ

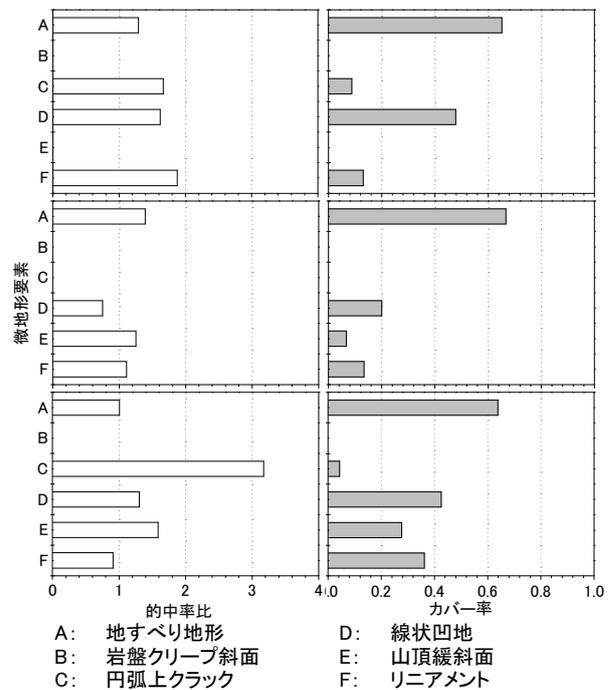


図-4 地質構造及び微地形指標における的中率比・カバー率  
(上段：地質A，中段：地質B，下段：地質C)

表-1 地質区分毎の地質構造及び微地形要素

地質区分	選定した微地形要素	的中率比	カバー率
A	線状凹地 or 地すべり地形	0.49	0.78
	線状凹地 & 地すべり地形	0.89	0.35
B	リニアメント or 地すべり地形	0.29	0.80
	リニアメント & 地すべり地形	0.00	0.00
C	山頂緩斜面 or 円弧状クラック	0.36	0.32
	山頂緩斜面 & 円弧状クラック	-	0.00

率の関係を示した。その結果、閾値は、地質Aは150メッシュ以上、地質Bは100メッシュ以上、地質Cは150メッシュ以上とした。これより、これらの地形量を有する流域は、地形量から見た深層崩壊のおそれのある流域とした。

## 6. 検討結果

5. (1)～(3)で設定した抽出条件により、各流域の当てはまる条件数を算出した結果を図-6に示す。図より、1つの条件も当てはまらない流域が最も多く、189流域であった。満足する条件の数が増えるに従い、流域の数は減少した。一方、2008年岩手・宮城内陸地震による深層崩壊は、1つの条件も満たさない流域のうち13流域で発生していた。さらに、

表-2 危険メッシュと考えた勾配と集水面積の範囲  
(灰色で着色された範囲)

深層崩壊 面積率	集水面積 (log <sub>10</sub> A[s])									
	3.40	3.70	3.88~ 4.00	4.10~ 4.40	4.44~ 4.70	4.72~ 5.10	5.11~ 5.40	5.40~ 5.70	5.70~	
深層崩壊 発生箇所数	~10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	10~15	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	15~20	0.00	0.10	0.25	0.27	0.56	0.35	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	20~25	0.62	1.37	3.18	3.62	4.44	2.66	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	25~30	2.34	4.01	5.52	6.92	5.05	1.54	3.51	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	30~35	3.24	6.55	6.68	9.92	8.33	1.99	0.00	0.00	1.77
深層崩壊 発生箇所数	35~40	4.49	11.33	11.64	16.28	13.33	0.00	0.00	-	1.92
深層崩壊 発生箇所数	40~	11.77	26.53	34.09	12.90	0.00	0.00	0.00	-	0.00
深層崩壊跡地率の平均値の2倍 : 3.42										
深層崩壊 面積率	集水面積 (log <sub>10</sub> A[s])									
	3.40	3.70	3.88~ 4.00	4.10~ 4.40	4.44~ 4.70	4.72~ 5.10	5.11~ 5.40	5.40~ 5.70	5.70~	
深層崩壊 発生箇所数	~10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	10~15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	15~20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	20~25	0.04	0.00	0.45	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	25~30	0.60	0.90	0.83	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
深層崩壊 発生箇所数	30~35	0.44	1.36	2.31	3.67	2.54	0.00	0.00	0.00	1.04
深層崩壊 発生箇所数	35~40	1.22	2.81	2.23	3.42	4.17	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	40~	2.86	9.00	9.24	16.92	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊跡地率の平均値の2倍 : 1.02										
深層崩壊 面積率	集水面積 (log <sub>10</sub> A[s])									
	3.40	3.70	3.88~ 4.00	4.10~ 4.40	4.44~ 4.70	4.72~ 5.10	5.11~ 5.40	5.40~ 5.70	5.70~	
深層崩壊 発生箇所数	~10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	10~15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	15~20	0.03	0.10	0.06	0.29	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	20~25	0.28	0.08	0.50	0.47	0.13	0.14	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	25~30	0.42	0.81	0.77	0.78	1.16	0.00	0.00	0.00	0.18
深層崩壊 発生箇所数	30~35	0.61	1.59	2.79	2.47	2.41	0.39	0.00	0.00	0.71
深層崩壊 発生箇所数	35~40	2.25	4.53	5.50	5.99	2.59	1.22	0.00	0.00	0.00
深層崩壊 発生箇所数	40~	6.41	7.84	10.67	9.29	0.00	0.00	14.29	0.00	0.00
深層崩壊跡地率の平均値の2倍 : 1.07										

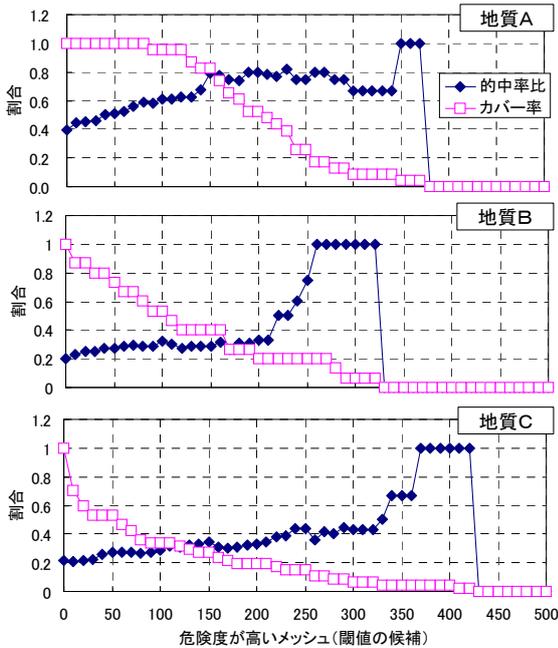


図-5 地形量における的中率比・カバー率の結果

1条件, 2条件, 3条件を満たす流域のうち, それぞれ15, 15, 8流域で深層崩壊が発生していた. さらに, 図より, 条件を満たす数が多いほど, 条件を満たす全流域に対する深層崩壊発生箇所が存在する流域の割合が高くなるのがわかる. 条件が0の場合の深層崩壊発生箇所が存在する流域の割合は6.9%, 1条件を満たした場合は17.6%, 2条件では25.9%, 3条件では38.1%であり, 条件数が1つ増えるごとに, 割合は1.5~2.6倍増加することがわかった. このことは, 抽出手法は流域単位の相対的な地震による深層崩壊発生危険度を評価できることが明らかになった

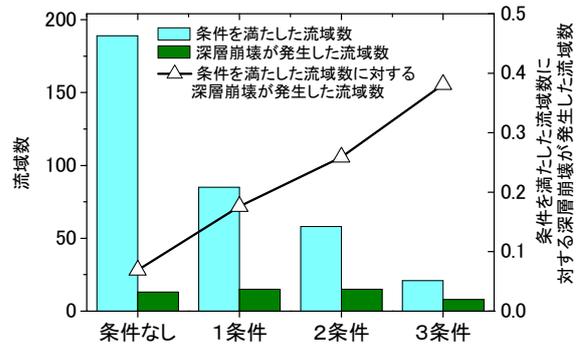


図-6 満足する条件の数に対する条件に合致した流域数, 深層崩壊発生箇所数と深層崩壊発生割合の関係

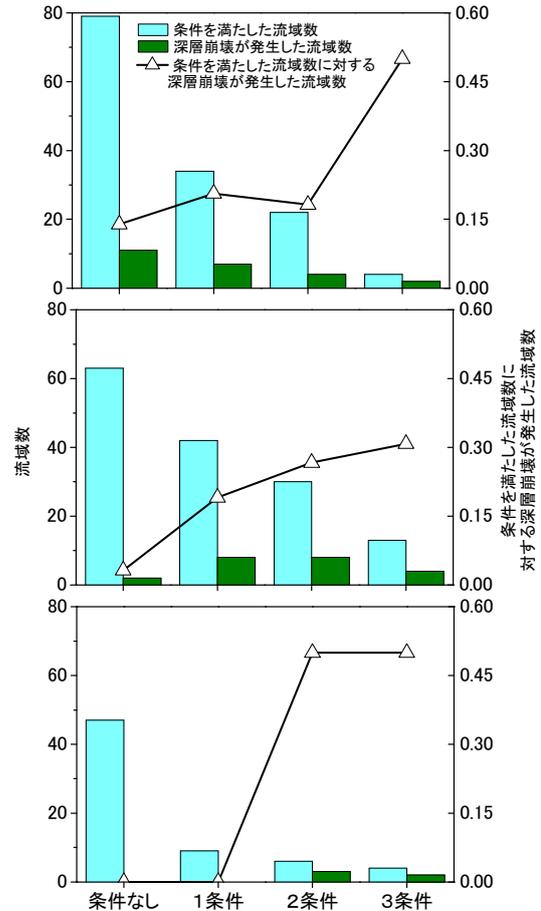


図-7 満足する条件の数に対する条件に合致した流域数, 深層崩壊発生箇所数と深層崩壊発生割合の関係  
(上: 断層からの距離 0-4km, 中: 4-8km, 下: 8-12km)

## 7. 断層距離が深層崩壊の発生危険度評価に与える影響

図-7に断層距離ごとに満たした抽出条件の数と流域数, 深層崩壊が発生した流域数および全流域数に対する深層崩壊が発生した流域の割合の関係を示す. 図-7より, 断層距離区分に関係なく, 満たす条件数が多いほど, 条件を満たす流域に対する深層崩壊

発生箇所が存在する流域の割合が高くなる傾向が見られた。ただし、断層距離0-4kmについては、条件数が1から2に増えると、発生割合は0.21から0.18にわずかに低下した。また、ひとつの条件も満たさずに深層崩壊が発生した流域数は、断層距離0-4kmで11、断層距離4-8kmで2と、8km以遠では0と距離が離れるに従い減少した。また、ひとつの条件も満たさない流域の深層崩壊の発生割合も断層からの距離が増加するに従い減少した。同様に、満たす条件が1つの場合も同様に、深層崩壊の発生割合は断層から離れるに従い減少した。

内田ら<sup>9)</sup>は、豪雨による深層崩壊は、1つの条件も満たさない流域において、1つも発生していないことを示した。しかし、本研究では、1の条件も満たさない13流域でも深層崩壊が発生している。この13流域のうち、85%（11流域）は断層距離0-4kmに分布していることから、断層付近で非常に大きな外力が生じたことにより、深層崩壊のおそれが低いと判定された流域でも深層崩壊が発生した可能性が考えられる。このことは、本抽出手法は外力が非常に大きな場合、深層崩壊の発生を見逃す可能性があることを示している。また、断層からの距離が4km以内の地域でも条件を満たす数が大きい流域では、深層崩壊の発生割合は高く、外力が大きい条件下においても、相対的な深層崩壊の発生のおそれを表すことができることが分かった。

## 8. まとめ

本研究は、栗駒山周辺を対象に2008年岩手・宮城内陸地震以前に発生した深層崩壊跡地に関して、内田ら<sup>9)</sup>によって提案された深層崩壊の発生危険度を流域スケールで評価する手法の適用性を検証した。その結果、本抽出手法は2008年の岩手・宮城内陸地震における深層崩壊の発生した流域を概ね危険度の高い流域として抽出できることを確認した。すなわち、内田ら<sup>9)</sup>の手法は、豪雨のみならず、地震を誘因とする深層崩壊についても、発生危険度を有効に評価できることが分かった。ただし、地震による揺れが大きかったと考えられる地震断層からの距離が近い範囲では、深層崩壊のおそれが小さいと判定された流域でも深層崩壊が発生していた。このことは、本手法は外力が非常に大きな場合、深層崩壊の発生を見逃す可能性があることを示している。

## 参考文献

- 1) Wilson, R.C., Keefer, D.K.: Predicting areal limits of earthquake-induced landsliding. U.S. Geological Survey Professional Paper 1360, 317-345, 1985.
- 2) Jibson, R.W., Harp, E.L., Michael, J.A.: A method for producing digital probabilistic seismic landslide hazard maps. *Engineering Geology* 58, 271-289, 2000.
- 3) Harp, E.L., Wilson, R.C., Shaking intensity thresholds for rock falls and slides : evidence from 1987 Whittier Narrows and Superstition Hills earthquake strong motion records. *Bulletin of the Seismological Society of America* 85 (6), 1739-1757, 1995.
- 4) Lee, S., Evangelista, D. G., : Earthquake-induced landslide-susceptibility mapping using an artificial neural network, *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 6, 687-695, 2006.
- 5) Lee, C. T., Huang, C. C., Lee, J. F., Pan, K. L., Lin, M. L., Dong, J. J.: Statistical approach to earthquake-induced landslide susceptibility, *Engineering Geology* 100, 43-58, 2008.
- 6) Ou, G. Q., Pan, H. L., Liu, J. F., Fan, J. R and You, Y.: Characteristics of Sediment-Related Disasters Triggered by the Wenchuan Earthquake, *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol.3, No.1, 59-68, 2010.
- 7) Yagi, H., Sato, G., Higaki, D., Yamamoto, M, and Yamasaki, T. : Distribution and characteristics of landslides induced by the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 in Tohoku District, Northeast Japan, *Landslides*, Volume 6, Number 4, 335-344, 2009.
- 8) Earthquake spectra: Chi-Chi, Taiwan, Earthquake of September 21, 1999 Reconnaissance Report, Supplement a to volume 17, 61-76, 2001.
- 9) Uchida, T., Yokoyama, O., Suzuki, R., Tamura, K. and Ishiduka, T., 2011, A New Method for Assessing Deep Catastrophic Landslide Susceptibility, *International Journal of Erosion Control Engineering*. (In press)
- 10) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：20万分の1日本シームレス地質図データベース, 2010
- 11) 千木良 雅弘：地すべり・崩壊の発生場所予測—地質と地形からみた技術の現状と今後の展開—, 土木学会論文集 (C), Vol.62, No.4, 722-735, 2006.
- 12) 田村圭司, 内田太郎, 鈴木隆二, 松本直樹：豪雨による深層崩壊発生メカニズムに関する考察, 第58回砂防学会研究発表会概要集, 380-381, 2009.
- 13) 東北地方土木地質図編纂委員会：東北地方土木地質図解説書, 1988.
- 14) 国土地理院：平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の断層モデルの概念図(第2報), <http://www.gsi.go.jp/common/000043769.pdf>.

The assessing the susceptibility of earthquake induced deep catastrophic landslide

Nagazumi TAKEZAWA, Taro UCHIDA, Osamu YOKOYAMA, Keiji TAMURA  
Tadanori ISHIDUKA, Keisuke SUZUKI and Masakatsu MIYAJIMA

In steep mountainous regions, landslides may include not only soils but also underlying weathered bedrock (here called the “deep catastrophic landslides”). The method for assessing deep catastrophic landslide susceptibility (here called the “the method”) was developed by using case of landslides due to the heavy rain. In other words, it is not clarifies to applicability of the method with landslide due to the earthquake. So we confirmed it by using data of landslide where occurred in Iwate & Miyagi inland earthquake, 2008. As a result, it has been confirmed that the method was estimated susceptibility of earthquake induced deep catastrophic landslides.