

# 危機管理の観点から見た 地震発生時の地すべり

綱木亮介\*

## 1 緒言

近年、大きな被害を引き起こすような規模の地震が世界的に頻発している。また、我が国では地震の活動期に入ったのではないかということもいわれている。地震の発生場や影響を被る地域の条件によってももちろん異なるが、丘陵地や山間地では地震に起因する土砂災害（とりわけ斜面災害）が危機管理上の問題となる場合も多い。平成16年新潟県中越地震（以下「中越地震」）や平成17年福岡県西方沖地震等はそのような典型的な事例であった。

一方、実務的なレベルにおける地震時の危険斜面の判定・抽出手法に関する調査研究等は緒についたばかりで、未だに満足できるだけの精度や汎用性を有する手法が開発されたとは言い難い状況にある。自然斜面自体の素性が簡単には把握できないのと同時に（これは降雨による斜面災害についても同じことであるが）、地震動が斜面に対してどのような影響を及ぼすのか定量的な評価が極めて難しいことが、主たる原因であるものと考えられる。

とはいえ、これが全く手をこまねいてばかりですませられる問題でもない。とりわけ、相対的に規模の大きい地すべり的な現象が生じた場合には、地域社会や周辺の住民の生活基盤に対する影響も深刻になりがちである。以下に、「危機管理」という視点を念頭において、地震時における斜面災害、主として地すべりに関する若干の私見を述べてみたい。

## 2 地震時の土砂災害

しばしば行われている土砂災害の主要な分類（土石流、地すべり、がけ崩れ）は主に行政的な場面で多用されている。これらが土砂災害の全ての領域をカバーしているわけでもないが、それはそれとして、この分類の中の「地すべり」と「がけ崩れ」（崩壊）の境界は、大変不明瞭である。斜面勾配を尺度にしたり、現象の規模を尺度にしたり、様々な考え方があるが、どれも相対的なものであるため明快な線引きはいつまでたっても難しいままである。いずれにしても、予算措置が伴う行政の中ではこれらの区別は時として重大事であるが、学術的な分野では、このような大まかな分類ではなく、もう少し詳細な現象の区分が興味の対象となるのが普通である。

ところで、地震が誘因となって発生する斜面災害のうち、地すべりは一般に珍しい現象である、との認識が日本では長い間支配的であった。それに対し、崩壊や落石等、どちらかといえば急勾配の斜面における土砂や岩の移動は地震時にも多発する現象であることが経験的にも知られていた。前者の地すべりの場合には、「大きな地震加速度を受けてもその作用時間が非常に短いこと、また、斜面勾配がゆるく、概して一様であり、すべり面が非常に薄い粘質土からなるために、震動の増幅をきたすほどの地層不連続面となっていないこと、また、すべり土塊と不動土塊との間で大きな変位差を生ずるような土塊相互間の震動応答に大きな違いがないことなど」<sup>1)</sup>が発生事例の少ない推定理由として挙げられていた。

\* 国土交通省国土技術政策総合研究所  
危機管理技術研究センター長

一方、より詳細な土砂移動現象の分類<sup>2)</sup>に従えば、地震に起因する、土塊の比較的大規模な移動現象の事例は決して珍しいものではない。例えば、図1は、1964年のアラスカ地震(M9.2)の際に、地下深部での液状化及び鋭敏粘土の著しい強度低下が原因となって発生した“Lateral spread”の例である。我が国の分類としての「地すべり」に含められるかどうかは別にして、この事例では、土塊は底面摩擦力を失った結果、自由面である側方へと移動した。また、近年では、1999年に台湾で発生した集集地震や2005年のパキスタン北部地震等の際にも大規模な崩壊が発生している。紙幅の関係もあり、さらに詳細を述べることもできないが、多様な形態の土砂移動現象が地震に伴って発生することは、最小限認識しておく必要がある。

### 3 中越地震に起因した地すべりの特徴

前述のような我が国での一般的な地すべりの認識にもかかわらず、中越地震では、「地すべり」として分類可能な土砂移動現象が多数発生した。

日本応用地質学会と日本地すべり学会による報告<sup>4)</sup>によれば、この時の地すべりの特徴は次のように述べられている。

- ①多くの地すべり災害は、過去の地すべり地形の範囲で発生している。
- ②とくに大規模な地すべり災害は半固結の砂岩と泥岩の互層部分で発生している。それらの部分では地層の向斜構造が地すべり運動の分布や方向を規制している。一方、泥岩地域では、砂岩地域と比較すると、地すべり地形が多いのに、今回の地震(筆者註：中越地震)による地すべりは少ない。

また、国土技術政策総合研究所及び土木研究所の調査<sup>5)</sup>においても、崩壊は流れ盤構造より



図1 アンカレッジ、ガバンメント・ヒル地すべりの地質断面図<sup>3)</sup>

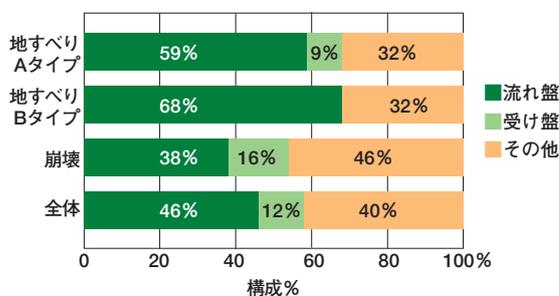


図2 新潟県中越地震に伴う地すべり・崩壊発生箇所の地質構造<sup>5)</sup>

「地すべりAタイプ」は、地震発生前の地形図上で地すべり地形が認められない、あるいは不明瞭である斜面で発生した地すべりと、地震前に地すべり地形と認められた斜面において滑落崖以外を頭部として発生したもので34箇所。「地すべりBタイプ」は、地震発生前の地形図上で地すべり地形が判読され、この範囲が滑動したもので19箇所。

も受け盤構造の地域に発生している割合が高いのに対し、地すべりは流れ盤構造の地域に発生している割合が高いことが報告されている（図2）。

周知のように、中越地方は比較的新しい地質帯からなっているため、固結度も相対的に低い岩や風化岩が広く分布している。そのような地質条件の中でも、特に砂岩・泥岩のように著しく異なる物性の岩の互層構造を有する流れ盤斜面は、前述した、「斜面勾配がゆるく、概して一様であり、すべり面が非常に薄い粘質土からなるために、震動の増幅をきたすほどの地層不連続面となっていないこと」（下線は筆者）という、発生しないことの要件には当てはまらなかった。むしろ、非常にコントラストの強い砂岩・泥岩の互層構造の境界面が不連続面となったことが、この地震で地すべりの多発した要因の一つであったものと推定できる。

## 4 危機管理上の問題とこれからの課題

### 4.1 初動体制の整備と発生箇所の把握<sup>6)</sup>

地震直後にはまず、どのような箇所で地すべり等が発生したのか、さらにそれらによる被災の程度や被害の拡大の危険性の確認、把握を急ぐ必要がある。中越地震では発生直後に「現地連絡調整室」が設置されて初動体制が整備され始め、地震発生の翌日には専門家によるヘリからの調査が開始された。さらに、土砂災害全般の詳細な全容を把握するため、延べ500名がかりで10月27～31日にかけて約1,470箇所の危険箇所の現地調査を実施している。地震の規模、地形、地質等の条件によっては、このように被害の詳細な全容把握に長期間を要することも想定しておくべきである。

### 4.2 河道閉塞

中越地震では、保全対象に直接的な被害を及ぼした地すべりと同様かそれ以上に地すべりによる河道閉塞が深刻な問題として社会的な注視を集めた。筆者の経験の範囲では、河道閉塞がこの時ほど大きく全国的に取り上げられた事例はなかったように思える。あったとすれば昭和59年9月に発生した長野県西部地震であるが、この時には、御嶽山の山腹の大崩壊の崩壊土量が約3,600万 $m^3$ といわれ、その崩土が王滝川を長さ約3.5km、幅200m、深さ30mにわたって堰き止めた。その結果、この河道閉塞の上流域には長さ2.5kmの湛水池が形成された。そのため、一時はこの河道閉塞の決壊も懸念されたが、その規模や地形等の状況から、一気に決壊する恐れはないものとの見方が徐々に広がったように記憶している。

翻って、中越地震においては、保全対象、規模、湛水量等から、特に芋川に発生した東竹沢及び寺野地区の河道閉塞が危険視された。この時の河道閉塞への対応は、

- ①越流による破壊時間とパイピングによる破壊時間を推定し、それらのうち短い時間で破壊に至る現象を対象とする、
- ②河道閉塞の諸元から、決壊の可能性の有無を推定する、
- ③決壊すると仮定した場合のピーク流量を推定して下流での対応策を立案する、

というような検討を中心に進められた。このような対応と併行して進められた現地での緊急対策が奏功して、結果的に河道閉塞の決壊という事態は避けることができた。

### 4.3 交通の途絶、集落の孤立化

次に、この時に発生した多数の地すべりや崩壊は、交通を遮断し、数多くの集落の孤立化を招いた。さらに、一般加入電話や携帯電話の不通が続いたため、孤立化した集落の住民の安否

の確認ができない、という状況に陥った。加えて、交通の途絶は被災箇所へのアクセス手段を奪い、安全な場所への住民の避難、救助活動、復旧活動等の大きな妨げとなった。中山間地における地震では、今後ともこのような形での集落の孤立化の発生が避けられないものと考えられる。

#### 4.4 これからの課題

一般に地震の発生自体を予測することは不可能に近い。そのような中で、人的被害を最小化することを目標とすれば、地すべり発生の危険性を有する箇所を抽出して地震に備えておくことが求められる。地すべりに限らず、地震に起因する土砂災害の危険箇所の判別は極めて難しいが、地震直後に土砂災害の分布や程度をどれだけ正確に把握できるかという点が、初動体制の構築やその後の救出・救援活動等にも極めて重大な影響を及ぼすことは疑いもない。予め危険箇所が抽出されていれば、初動時においてもそれらの箇所周辺に重点的に着目することによって、孤立化対策も含め、より円滑かつ柔軟な対処の仕方が可能になるものと考えられる。もちろん、平時から危険箇所への構造物対策も順次施されていくような枠組みも必要となろう。

同様の意味で、地すべり等による河道閉塞に対しても、危険斜面が把握されていることが望ましい。極めて限られた情報のみからそれを判断することは容易ではないが、中越地震をはじめとし、地震で生じた比較的規模の大きな土砂移動現象の事例を子細に検討することによって、同様の諸条件の地域における危険箇所の大部分はカバーできる程度の精度を有する分布図の作成まで到達できれば理想的である。

発生してしまった河道閉塞に対する緊急対応マニュアルの整備も急務である。また、閉塞土塊決壊の可能性の有無の判断法、その上流に形成された湛水域からの緊急的な避難対策や排水対策等、多くの課題が残されている。

## 5 結語

地震に伴って発生する地すべりについて、危機管理の観点から私見を述べてきた。地震時には、崩壊や地すべりに限らず、多様なタイプの土砂移動現象が生じる可能性のあることを再確認する必要がある。そして、被害を最小限にとどめるためには、結局は危険箇所の抽出手法の精度の向上が必須であると同時に、予め有効な対応策の立案、実施ならびにその良好な維持が求められる。また、中山間地での集落の孤立化についても注意を払う必要がある。さらに、地すべり土塊による河道閉塞に対する対応マニュアルの整備は喫緊の課題である。頻繁に体験できるような現象ではないため、平常時から意識して想像力を巡らせ、当事者になった場合の組織あるいは自らの行動について深慮しておくことも必要であろう。

#### 【参考文献】

- 1) 建設省河川局砂防部傾斜地保全課（地すべり学会監修）：地すべり防止施設等の耐震性に関する検討委員会報告概要書、平成8年
- 2) 例えば、Varnes, D., J.: Slope Movement Types and Processes, in "Landslide Analysis and Control", Special Report, 176, National Academy of Sciences, Transportation Research Board, 1978
- 3) Hansen, W., R.: Effect of the Earthquake of March 27, 1964 at Anchorage, Alaska, USGS, Prof. Paper 542-A, 1965
- 4) 日本応用地質学会・日本地すべり学会合同調査団：2004年新潟県中越地震による斜面災害緊急報告、(社)日本地すべり学会HP、平成16年
- 5) 杉浦信男ほか：第4編土砂災害、平成16年（2004年）新潟県中越地震土木施設災害調査報告、国土技術政策総合研究所報告No.27・土木研究所報告No.203、国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所、平成18年
- 6) 小林幹男：地震と土砂災害対策、河川、2005-5、平成17年