

平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震における 液状化と斜面崩壊の特徴

棚田俊收*¹、中尾照彦*²、板寺一洋*¹、原田昌武*¹

1. はじめに

本報告は、2004(平成 16)年新潟県中越地震の現地調査(板寺ほか、2005)における液状化現象や斜面崩壊についてまとめたものです。特に、本報告では、過去の地震災害における液状化現象や斜面崩壊の類似性を調査することを目的としています。

まず、過去の液状化現象や斜面崩壊を明らかにするために、新潟県で発生した過去の被害地震についてまとめました。次に、2004 年新潟県中越地震と過去の地震にともなって発生した液状化地域や斜面崩壊場所を比較検討しました。

2. 液状化や斜面崩壊などの地学的な災害

地震による災害は、強い震動による直接的な被害(構造物の被害、液状化、斜面崩壊など)と間接的な被害(火災や津波などの 2 次災害)に分類できます。直接的な被害の中でも、特に、強い震動が原因で発生する地学的な災害は地盤災害と呼ばれ、液状化や斜面崩壊の形で現れます。

液状化とは、一般的に、地盤中の砂層が強い震動によって地盤そのものが液体状になり流れやすくなる現象を言います。液状化が発生しやすくなる要因は、緩い砂層であること、地下水位が高いこと、震度 5 弱以上の強い震動が作用することです(全国地質調査業協会連合会、2001)。

液状化が生ずると、単に水や砂が噴き上がる噴砂現象だけではなく、地盤そのものが液体状になるため、構造物を支える力が失せ、比重の大きいものは沈下や傾斜し、比重の小さい地中埋設管などは浮力で浮き上がってしまいます。また、液状化層の側方への大きな移動は、盛土の崩壊や護岸の膨らみや沈下を生じさせます。

一方、斜面崩壊の発生タイプは、崩壊型や土石流型、地すべり型におおよそ分けられます。崩壊型は、急斜面が土石の

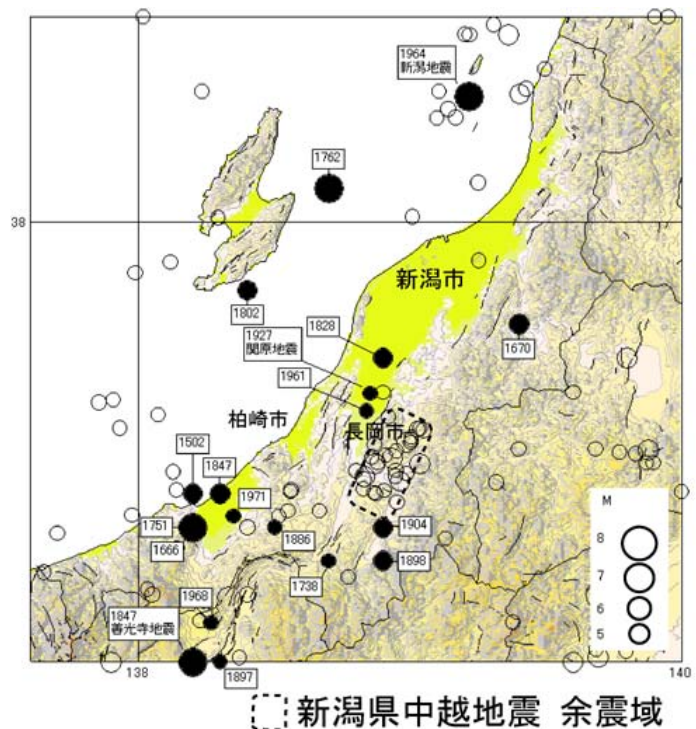


図 1 新潟県地域で発生したマグニチュード 5 以上の地震 (1500 年から 2004 年) 黒丸は表 1 に例示した地震に対応しています。

*¹ 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

*² 中尾技術士事務所 〒950-0161 新潟県中蒲原郡亀田町中島 3 2 10
報告, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 通巻第 55 号, 47-52, 2005.

表1 新潟県周辺の主な被害地震

西 暦	M	地震名	地域および被害摘要
1502年01月28日	6.5~7		越後南西部:越後の国府(現直江津)で潰家、死多数。会津でも強く揺れた。
1666年02月01日	6.75		越後西部:積雪14~15尺のときに地震。高田城破損、侍屋敷700余潰れ、民家倒潰も多かった。夜火災。
1670年06月22日	6.75		越後村上:上川4万石のうち農家503軒潰れ、死13。
1738年01月03日	5.5		中魚沼群:蘆ヶ崎村(現津南町)付近で14日朝まで80回余、翌年に及ぶ。蔵の壁損じ、釜潰れる。信州青倉村(現栄村)で家蔵破損。
1751年05月21日	7~7.4		越後・越中:高田城で所々破損、町方3ヶ所から出火した。鉢崎・糸魚川間の谷で山崩れ多く、圧死多数。全体で、死1500以上。余震が多かった。
1762年10月31日	7		佐渡:石垣・家屋が破損、銀山道が崩れ、死者があった。鶴島村で津波により26戸流出。新潟で地割れを生じ、砂と水を噴出。
1802年12月09日	6.5~7		佐渡:巳刻の地震で微小被害。未刻の地震は大きく、佐渡3郡全体で焼失328、潰家732、死19。島の西南海岸が最大2m強隆起した。
1828年12月18日	6.9		越後:激震地域は信濃川流域の平地。三条・見付・今町・与板などで被害が大きかった。武者によると全体で全潰9808、焼失1204、死1443であるが、実際はもっと多かったらしい。地割れから水や砂の噴出がみられたり、流砂現象がみられた。
1847年05月08日	7.4	善光寺地震	信濃北部および越後西部:被害範囲は高田から松本に至る地域で、特に水内・更級両郡の被害が最大だった。山地で山崩れが多く、虚空蔵山が崩れて犀川をせき止め、上流は湖となったが、4月13日に決壊。
1847年05月13日	6.5		越後頸城郡:善光寺地震の被害と区別できないところが多い。潰家・大破ならびに死傷があった。地割れを生じ、泥を噴出し、田畑が埋没したところもあった。
1886年07月23日	5.3		信越国境:家屋倒壊、道路・石垣破損、山崩れなどの小被害。上高井地方で前震があった。
1897年01月17日	5.2		長野県北部:4月30日再震。須坂・上高井地方で家屋破損など小被害があった。7月まで240回以上。群発地震。
1898年05月26日	6.1		新潟県六日町付近:家屋に小被害があり、田畑の亀裂・噴砂があった。
1904年05月08日	6.1		新潟県六日町付近:五十沢村・城内村で家屋・土蔵などの破損があった。
1927年10月27日	5.2	関原地震	新潟県中部:局部的強震。傷2、家屋半壊23。宮本村の田圃内に石油ガス噴出口を生じた。
1961年02月02日	5.2		長岡付近:典型的な局地震で、被害は直径2kmの範囲に集中した。死5、住家全壊220、半壊465。
1964年06月16日	7.5	新潟地震	新潟県沖:新潟市内の各所で噴砂水がみられ、地盤の流動化による被害が著しかった。津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4m以上に達した。
1968年09月21日	5.3		長野県北部:県北で傷2、住家一部破損224などの被害があった。
1971年02月26日	5.5		新潟県南部:傷13、雪崩数カ所に起きる。小規模な地割れや崖崩れがあった。

落下を伴って急激に破壊するものであり、もっとも多く見られる斜面崩壊の発生タイプです。土石流型は、多量の土砂が急勾配の溪流を流下するものです。地すべり型は、緩斜面で土塊がゆっくり移動するタイプです(全国地質調査業協会連合会、2001)。

3. 過去の被害地震の特徴

新潟県で発生した過去の被害地震とその地学的な災害についてまとめました。図1は、1500年から2004年までの間に新潟県地域で発生したマグニチュード5以上の地震を示しました。作図には石川ほか(1985)のSEIS-PCソフトを用いています。図中の数字は、主な被害地震の発生年(宇佐美、1987;宇津、1982)を示し、表1にまとめました。

過去の被害地震の特徴としては、1964年新潟地震を除けば、被害地震は新潟県南部山間部、信濃川に沿って集中していることです。この集中帯は信濃川地震帯と呼ばれています。また、マグニチュード5クラスという規模の小さい地震においても被害が発生していることも特徴のひとつです。これは、地震の深さが10km前後と浅いために、マグニチュードが小さくても被害が生じることを意味します。

被害内容の特徴としては、家屋の倒壊を始めとして、水や砂の噴出や山崩れが生じています。また、規模が小さく、浅い地震が多いことから、被害の範囲が数km~数十km以内という狭い範囲に集中しています。まさに、直下型地震の典型的な被害例だと考えられます。さらに、積雪期に大きな地震が発生すると、地盤災害と同時に、雪崩などの被害も加わっています。

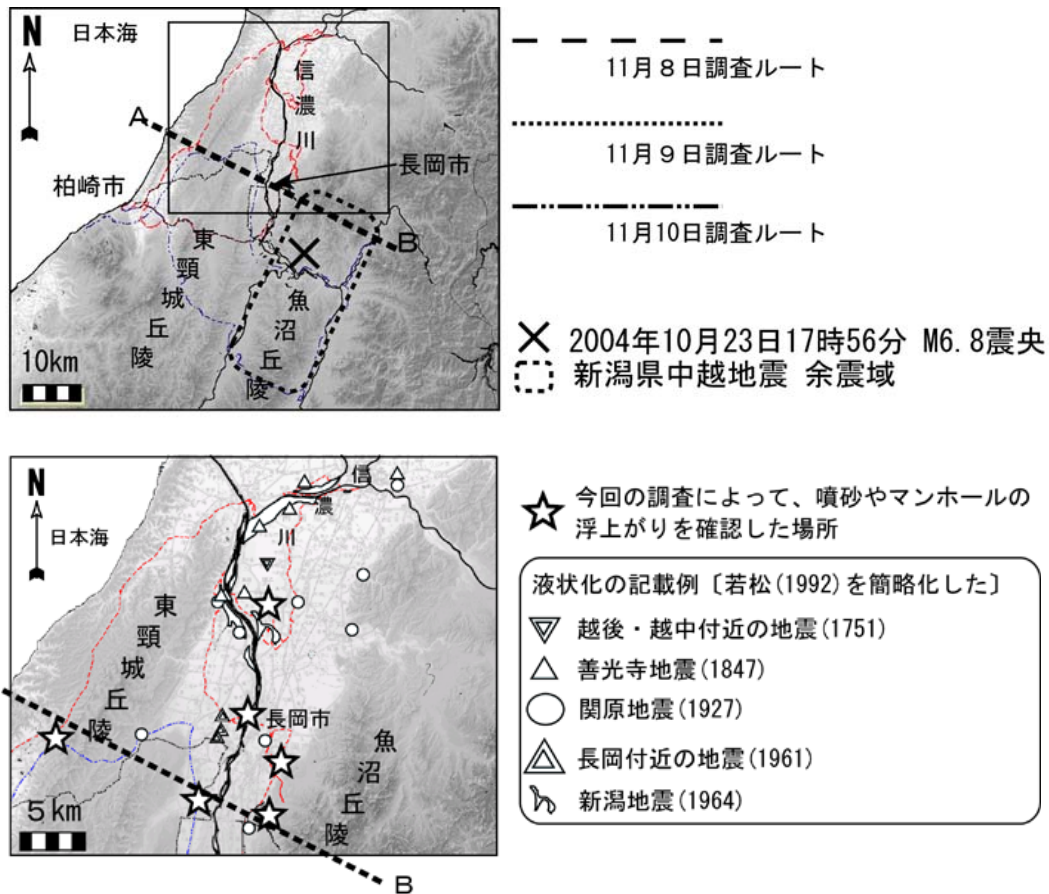


図2 調査範囲(上)と液状化分布図(下)
 詳細な調査ルートは板寺ほか(2005)を参照してください。

4. 液状化が発生した地域

新潟県中越地震にともなって発生した液状化現象発生域と過去の地震との地域性を検討しました。詳細な調査コースは、板寺ほか(2005)をご覧ください。今回の調査では噴砂やマンホールの浮き上がりを確認した地点をもとに液状化現象発生域とし、簡略化して図2に星印で示しました。なお、マンホールの浮き上がりに関しては、多くの地点で見受けられましたが、浮き上がりが約10cm以上であった場所を記しています。

大まかな特徴としては、越後平野南部(長岡市周辺)で、液状化現象が多く確認されました。より詳細に見ると、信濃川の河床堆積地や氾濫原で、また、魚沼丘陵から流れ出た河川が越後平野に流れこむ扇状地で液状化現象が発生していました。また、地震被害が比較的軽微であった東頸城(ひがしくびき)丘陵西側の平野や柏崎市郊外の低湿地域(図2範囲外)でも液状化が確認されました。

被害地域と液状化地域とを比較してみます。建物倒壊などの被害は、震源域直上に当たる魚沼丘陵付近に集中しています。ただし、表層地質や地形による影響によって、越後平野の東縁部や刈羽・柏崎地区でも局所的な被害が確認されています(中尾、2005)。

扇状地で確認された液状化現象は、越後平野の東縁部での局所的な被害地域に一致していました。しかし、越後平野南部で見られた広域な液状化出現地域(信濃川沿いの長岡市や与板町、中之島町)では、おおきな建物被害は報告されていません。つまり、越後平野南部では、液状化地域と建物倒壊などの被害との相関があまり無かったと言えます。

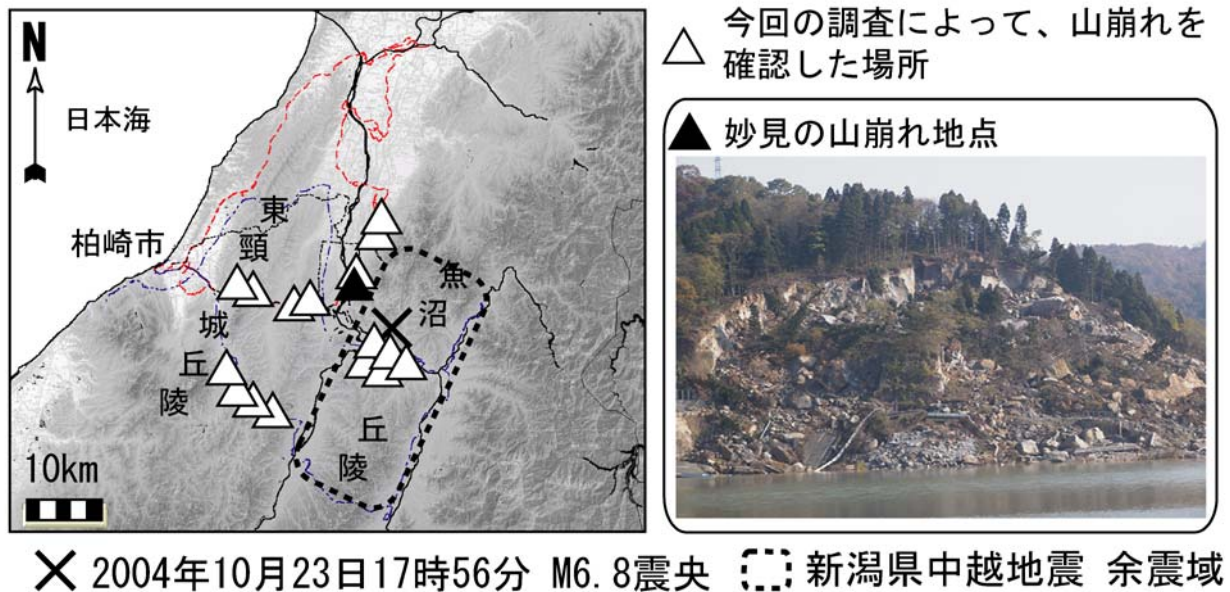


図3 斜面崩壊を確認した地点

次に、過去の被害地震例と比較してみます。若松(1992)は、過去の地震における液状化地点の発生地点の分布図と液状化履歴地点のカタログを集大成し、日本列島の液状化カルテを発表しています。

若松(1992)の結果を一部簡略化して表示したのが、図2の液状化分布図です。この図から1964年新潟地震(M7.5)や1847年善光寺地震(M7.4)などの地震においても今回の地震と同様に、液状化現象が発生していることがわかりました。ただし、1964年新潟地震以外の液状化ポイントマークは、地域名に基づく概略の位置を示しています。

過去に液状化現象の出現した場所は、越後平野南部や丘陵から平野に流れ出た河川の扇状地が多く、今回の中越地震の液状化出現した地域とほぼ同じような分布をしています。また、長岡市やその北部でも液状化現象が集中していることがわかっています。このことから、液状化現象が発生しやすいところでは、地盤の性質が大きく変化しない限り、強い揺れが生じるたびに液状化のあらわれる可能性が高いことがわかってきました。

5. 地震に関連した斜面崩壊

新潟県中越地震の地震災害の特徴は、斜面崩壊の多さです。図3に示したように、今回の調査では、震源域直上の魚沼丘陵を始めとして、東頸城丘陵などでも多くの斜面崩壊が確認されました。

調査した範囲内での斜面崩壊は、新第三紀より新しい時代の泥岩が風化した表層部の崩れでした。規模の大きい岩盤崩壊は、母子3人が自家用車ごと被害に遭った妙見の1カ所だけでした。表層部の崩れが多かった理由としては、もともとこの地域は日本有数の地すべり地帯であることが要因のひとつだったと考えられます。

国土交通省河川局砂防部保全課(2005)によると、空中写真から判読された斜面崩壊は計3,791箇所、そのうち大規模な崩壊・地すべりが12箇所あると報告されています。

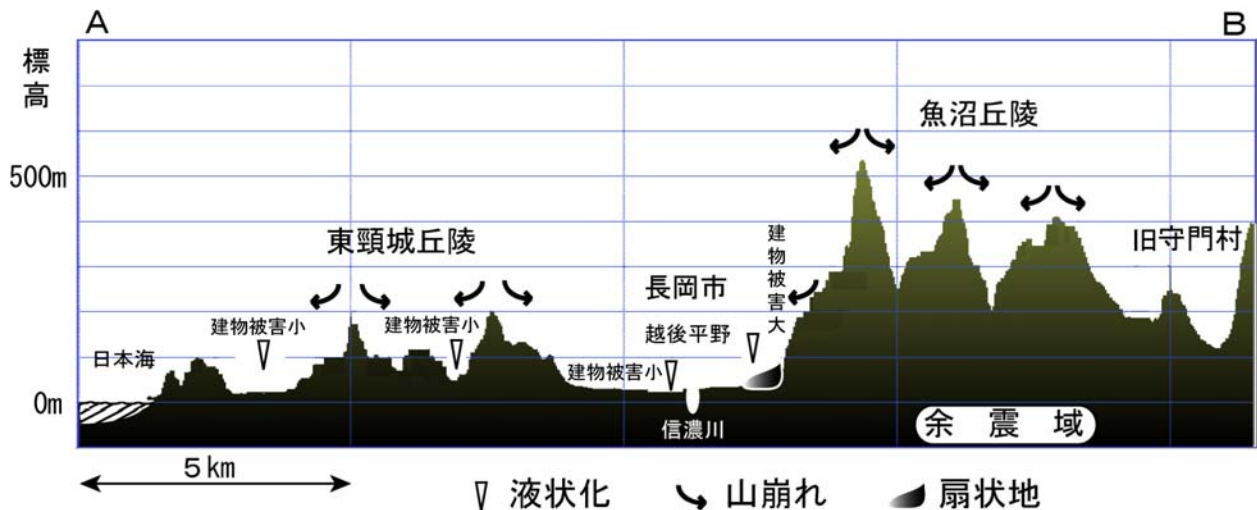


図4 新潟県中越地震による液状化および斜面崩壊の発生場所を模式的に示した地形断面図
地形断面AとBは、図2参照してください。

過去の地震との対応ですが、その被害例が見つからなかったために、液状化出現分布のような比較検討はできませんでした。しかし、新潟県近辺では、過去の地震においても地割れや崖崩れが報告されています。例えば、新潟県南西部の日本海に面する上越市名立区(震源域から西南西約80km)には、「名立崩」と呼ばれる地震に関連した斜面崩壊場所が残っています。ここでは、1751年に発生した地震の山崩れによって、集落約800戸がそっくり海中に転落したとされています。また、1847年善光寺地震(M7.4)によって、斜面崩壊と河道閉塞(天然ダム)の決壊によって多くの被害が生じていることがわかっています。

6. まとめ

最後に、今回の液状化と斜面崩壊に関する調査結果を模式的に地形断面図(図4)にまとめてみました。地形断面は魚沼丘陵と直交する直線上(図2中に示したA-Bライン)で作成してあります。

液状化は、越後平野や扇状地などで確認できました。

液状化は、過去の被害地震時に出現した場所と同様な分布傾向でした。

液状化が多く確認された位置は、必ずしも家屋の倒壊や半壊した地域とは一致しませんでした。

斜面崩壊は、震源域直上の魚沼丘陵のほか、東頸城丘陵などで多くの斜面崩壊が確認できました。

斜面崩壊のほとんどは地滑り型の表層崩れであり、岩盤崩壊型は妙見の1カ所だけでしか確認できませんでした。

私たちが調査したコースは今回の被災地の一部だけでしたが、液状化は過去数十年から数百年前の地震によってほぼ同じような場所で再現されていることがわかりました。また、多くの斜面崩壊は、もともとこの地域が日本有数の地すべり地帯であることが要因のひとつ

つだったと考えられます。

神奈川県西部地域では、近い将来、マグニチュード7クラスの地震が起こると考えられています。新潟県中越地震の災害から、地学的な災害が発生した場所や被害の事例など多くの教訓を学ぶことによって、減災対策が進むことを望みます。

末文となりましたが、新潟県中越地震でお亡くなりになった方々のご冥福をお祈りいたします。

参考文献

- 石川有三、松村一男、横山博文、松本英照(1985) SEIS-PC の開発 - 概要 - , 情報地質, 10, 19-34 .
- 板寺一洋、原田昌武、棚田俊收、中尾照彦(2005) 山間部を襲った直下型地震平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震の概要, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 通巻 55 号, 35-40 .
- 国土交通省河川局砂防部保全課(2005) 平成 16 年新潟県中越地震に伴う斜面崩壊の発生状況について(続報), http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/05/050113_.html
- 中尾照彦(2005) 平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震における災害の特徴とその要因, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 通巻 55 号, 41-46 .
- 宇佐美龍夫(1987) 新編日本被害地震総覧、東京大学出版会、493p .
- 宇津徳治(1982) 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表: 1885 年 - 1980 年, 地震研究所彙報, 57, 401-463 .
- 若松加寿江(1992) 日本の地盤液状化履歴図, 東海大学出版会, 341p .
- 全国地質調査業協会連合会(2001) 日本の地形・地質, 鹿島出版会, 205p .