

## 2004(平成16)年10月23日 中越地震被害の速報

小長井一男

KONAGAI Kazuo

正会員

土木学会緊急災害調査団団長

東京大学生産技術研究所教授

### はじめに

2004年10月23日17時56分ごろ新潟県中越地方でM6.8の地震、さらに同日18:12にM6.0(暫定)、また18:34にM6.5の地震が発生した。土木学会では地震工学委員会、そしてコンクリート工学委員会、また地盤工学会の応援を得て緊急の土木学会・地盤工学会調査団(第1次)の派遣を行った。その後、社会的影響などの側面をもカバーするべく第二次調査団も派遣されている。本速報はこの地震の概要と、第1次調査団の把握してきた被害の実体を速報するものである。

### 地震動

この地震の震源断層の大きさを把握するために図-1に余震の震源分布<sup>1)</sup>を示す。十日町起震断層と六日町起震断層による2つの断層谷の間に集中していることがわかる。図-2に余震の震源分布と、この地震以前の微少地震(青)の震源分布(赤)の南東-北西断面を示す。微少地震分布から何本もの活動的な断層面がこの地域に存在することがわかる。本震記録から求められたメカニズムは逆断層であり<sup>2)</sup>、図-2の余震分布からディップ角60度程度の比較的立った南東側が下盤、北西側が上盤の断層運動と考えられている。

図-3に推計震度分布を示す。気象庁発表の各地の震度は、震度7が川口町川口、6強が小千谷市城内と新潟小国町法坂となっている<sup>3)</sup>。また、防災科学技術研究所が設置運営しているK-NET地震観測点では、NIG 019小千谷が震度7相当、

NIG 021十日町が震度6強相当の地震動を観測している<sup>4)</sup>。

本来、震度7は家屋被害率30%以上に相当する震度である。震度7が観測された川口では地盤の軟弱な地域でかなりの建物被害が発生していることが報告されているが、小千谷での被害率はそれほど高くない。しかしながら小千谷市内で液状化やがけ崩れの発生が報告されている。今回のK-NET記録と1995年兵庫県南部地震のときの代表的な地震動記録を比較する。図-4にNIG 021十日市(青)、NIG 019小千谷(赤)、JMA神戸(黒)、JR鷹取駅(緑)の疑似速度応答スペクトルを示す<sup>5)</sup>。兵庫県南部地震の際に周辺で大きな被害が発生したJR鷹取駅記録と今回の震度7相当のNIG 019小千谷では、応答速度のピーク値はほぼ等しいが、その周期がJR鷹取駅では1.2~2秒、小千谷では0.7秒となっている。この周期の違いが周辺の建築物被害の違いとなって現われたことも推察される。

### 被害と地形

このあたりは活褶曲地形である(図-5(A)、de Martonne, 1927<sup>6)</sup>より)。上に向かって湾曲しているいわゆる背斜軸では堆積岩が張力を受けもろくなり、一方で下に湾曲する向斜軸では圧縮を受け硬くなる。このためこの地盤が隆起し続けると、一般にもろい部分(背斜軸)が差別的に削剥され、もともと尾根だった背斜軸が谷になり、向斜軸が尾根になる逆転地形が現われる。しかし中越地域にある丘陵地は地質的に若く、いまだに図のAの状態を保っている場所が多い。一部には背斜軸の差別的削剥の進んだ状況も地形図から読み取れ

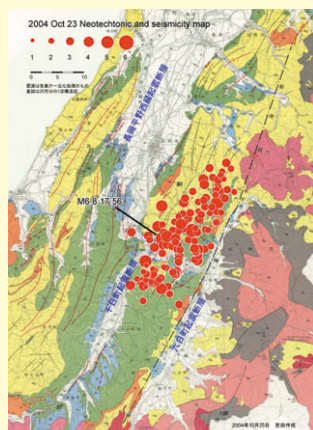


図-1 余震震源分布と活断層分布

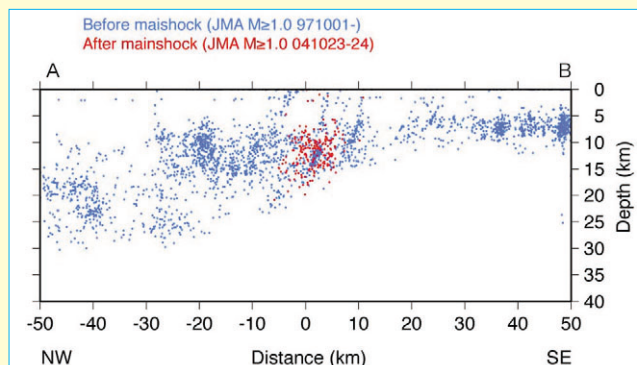


図-2 地震前の微少地震分布と余震分布

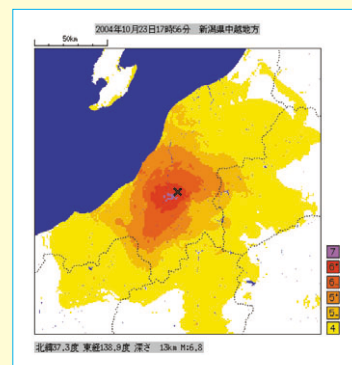


図-3 推計震度分布

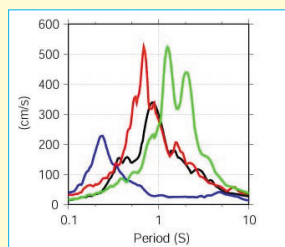


図-4 疑似速度応答スペクトルでの比較

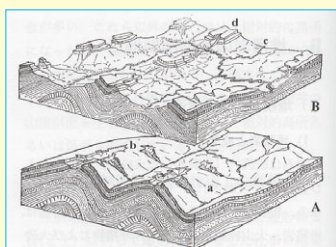


図-5 褶曲構造の差別的削剥  
(de Martonne, 1927の原図の一部)

る。中でも山古志村は東山背斜に沿う削剥で形成された谷に落ち込んだ古い地すべり土塊地の上に広がっていて、水田や養鯉池が広がり人の生活が営まれてきた。山古志を含むこの山地は上記のような地質的条件から融雪期の地すべりの多発地帯として知られており、山古志村の痛ましい惨状は、このような脆い斜面の崩壊が大規模に起こったものと考えられる。また相次ぐ台風の襲来があったことも忘れてはならない。

一方、被災地域で人口集中の大きい信濃川、魚野川沿いはこのような差別的削剥地形を流下することで大きく蛇行し、それが次第に山を穿って成長し（穿入蛇行）、やがてこれが切断されて、蛇行していた河床が馬蹄形の平地として取り残される。それでも地盤は隆起を続けるので、この馬蹄形の平地の川に接する部分は穿たれ段丘状の崖地を形成する。このような川沿いの鉄道や道路に被害が集中している（図-6、写真-1）。

小千谷市付近にもこのような馬蹄形の旧河道痕が認められる。市内中央にある船岡山は馬蹄形の旧河道に囲まれた切断丘で、旧市街地がこの船岡山を取り囲んでいる。そして新興住宅地はさらにその外側の旧河道に載っている。

## 被害状況

**地盤関連：**全体的に新第三紀泥岩の高さ30m内外、30度程度かそれ以上の軟岩斜面の表面風化層の薄いすべりが目立つ（山古志村：写真-2など）。また、すべり面の深い大崩壊も発生した。風化の進んだ岩盤地山の崩壊（妙見の白岩：写真-3、信濃川魚沼橋直下流右岸県道196大崩壊：写真-4、など）で、信濃川が右岸を侵食（攻撃）してできた崖地形である。崖錐層の崩壊（濁沢住宅倒壊：写真-5など）も確認できる。山古志村は今回地盤災害が最も集中した地域であり、ここだけで800か所以上の斜面崩壊が起きたといわれている。地すべり地特有の棚田と無数のため池があり、自然斜面に加え、それらを巻き込んだすべりがいくつか見られた（写真-6）。雨の多さも影響していると思われるが、崩壊箇所表面水・湧水が多く見られ、ため池が高い位置に多数存在することとの関係も疑われる。

芋川沿いで発生している大きな天然ダムは5か所である。最も北の寺野地区では川の東側の比較的緩い斜面（旧地すべり地と思える）が大きくずり出し、また、西側の急斜面が崩壊して河道を閉塞している。南平地区や榎木地区では急斜面

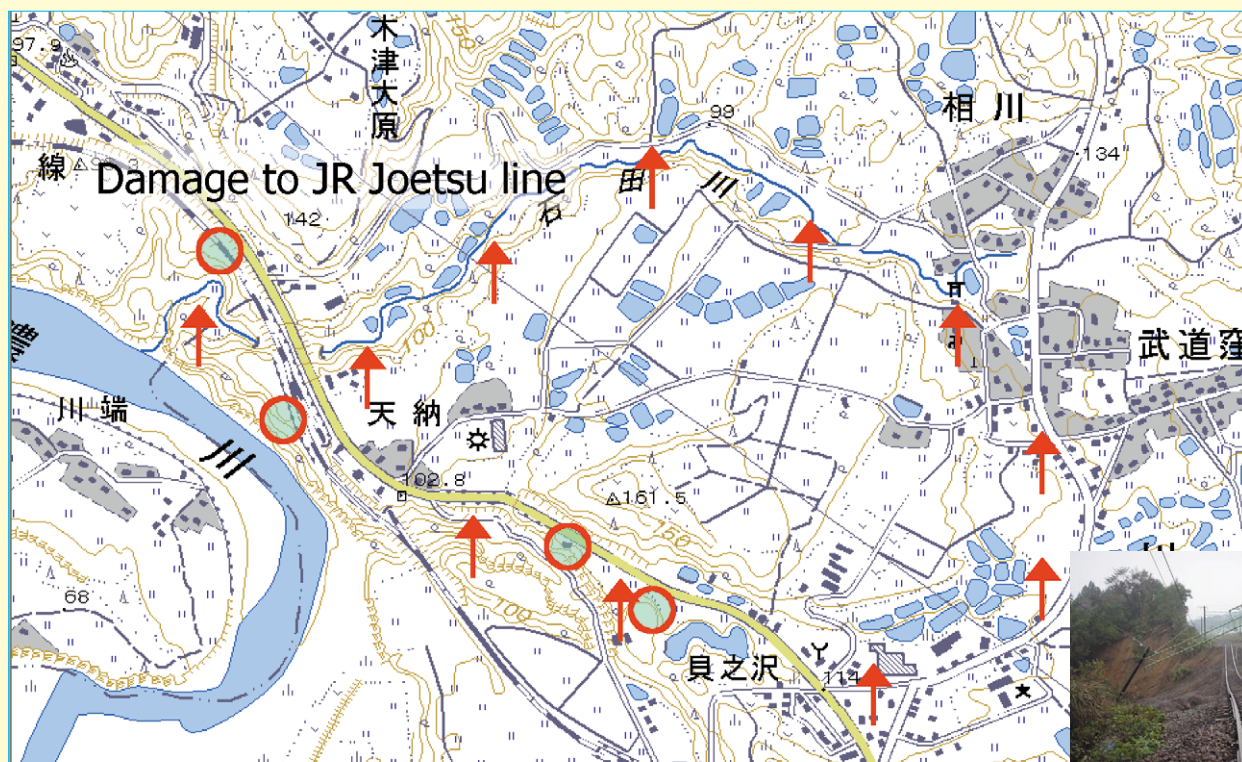


図-6 蛇行切断でとり残された湾曲する旧河道（矢印）とそれに添う崖地の崩落箇所（印）。  
(A)地点では国道17号線、およびこれと並行して走る上越線の下部地盤が下端のコンクリート擁壁ごとすべったものである（写真-1）  
(国土地理院1:25,000地形図川口の一部に加筆)



写真-1 図-6中(A)地点での斜面崩壊：川口町天納付近（写真提供：小長井一男）



が崩壊して川を塞いでいる。東竹沢地区の天然ダムは山古志地区の最大のもので、東側の比較的緩やかな斜面（幅約200 m、長さ約300 m）が大崩壊したことによる。10月30日時点で湛水域は川沿いに約1 kmの長さには達していた（写真-7）。

下水道の被害：上下水道やガス管などの埋設管の被害は多数発生していると思われるが、第1次調査段階で確認できたのは下水道のマンホールの浮上り被害である（写真-8）。小千谷市では市の西部の若葉地区で多く発生した。この地区の表層はピートからなる地盤である。長岡市では南東の渡沢町、川口町では町の中心地の旧国道17号線の道路沿いに、また、堀之内町徳田地区で同様なマンホールの浮上りが発生した。



写真-2 山古志村東部の第三紀泥岩斜面の表層崩壊  
（写真提供：國生剛治）



写真-3 小千谷市妙見の通称「白岩」の大崩壊  
（国際航業㈱のHPによる）



写真-4 信濃川魚沼橋直下流右岸  
県道196大崩壊  
（写真提供：國生剛治）



写真-5 濁沢での崖上に造成した宅地の崩壊  
（写真提供：國生剛治）

コンクリート構造物（鉄道関係を含む）：

長岡駅から新潟方面および滝谷トンネルに至る新幹線高架橋（とき325号が脱線した付近）では、一部のコンクリートの剥落が生じている（写真-9）。一方、魚沼トンネルと堀之内トンネル間における新幹線高架橋（和南津高架橋）では、写真-10に示すように、RC柱がせん断破壊したものが4本見られた。この区域は耐震補強が行われておらず、せん断破壊先行型であったと推測される。また、魚沼川橋梁（PC箱桁）のRC橋脚の鉄筋段落し部に損傷が生じている（写真-11）。その他、国道17号にかかる小千谷大橋のRC橋脚の段落し部にも損傷が生じている。

## まとめ

1923年の関東地震では地震のみならず折からの台風の強風にあおられた火災旋風が重なったように、中越地震が起こる以前に相次ぐ台風の襲来があったことを忘れてはならない。さらに被災地の11月の長雨は次第にみぞれ混じりとなり、そして所によって数mをも超える雪の季節を迎える。雪に覆われると復旧作業に支障を生じるのみならず、未だ顕在化しない地盤や構造物の損傷が気づかれぬまま放置される恐れもある。早急な復旧と並行し調査が急がれる。



写真-6 ため池を巻き込んでおきた山古志村東竹沢での崩壊（右の谷を堰き止めている）（写真提供：國生剛治）



写真-7 芋川沿いに形成された天然ダム（写真提供：安田 進）





写真-8 マンホールの浮上り（小千谷市吉谷地区）  
（写真提供：安田 進）



写真-9 村松高架橋（コンクリートの剥落）  
（写真提供：睦好宏史）

本速報を執筆するにあたり，海野隆哉教授，国生剛治教授，澤田純男教授，睦好宏史教授，安田進教授の皆様にご尽力，ご協力いただいたことを感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1 - 産業技術総合研究所活断層研究センター：  
<http://unit.aist.go.jp/actfault/niiigata/index.html>
- 2 - 山中佳子：[http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo\\_Note/2004/EIC154.html](http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004/EIC154.html)
- 3 - Martonne, E. de A shorter physical geography（English Edition）：  
London, Christophers, 338p, 1927



写真-10 第一和南津高架橋（RC柱のせん断破壊）  
（写真提供：睦好宏史）



写真-11 魚沼川橋梁（RC橋脚の段落し部における損傷）（写真提供：睦好宏史）

