

速報

平成16年(2004年)新潟県中越 地震被害調査速報

飛田 哲男*・井合 進*・汪 明武*・仲山 賢司**

Preliminary Report of the Mid Niigata Prefecture, Japan, Earthquake in 2004

Tetsuo TOBITA*, Susumu IAI*, Ming-gu WANG*
and Kenji NAKAYAMA**

Abstract

A major earthquake (M 6.8, 37.289 N, 138.870E, Depth 13 km) occurred on October 23, 2004, at 5:56 PM (local time) near Ojiya City, Niigata Prefecture, Japan. The JMA seismic intensity of 7 was recorded in Kawaguchi-machi for the first time after seismic intensity meters were installed. Aftershocks with the JMA seismic intensity scale of more than 5 minus had been measured for more than two weeks in the affected area. Forty people were killed, more than 4,500 were injured and more than 100,000 were evacuated for days. The number of totally collapsed houses exceeded 2,800. Strong shaking triggered more than 1,600 landslides, and some of them blocked up river channels in mountain area. The earthquake also caused major damage on civil structures. The Joetsu Shinkansen bullet train was derailed for the first time in its history of 40 years. The number of passengers was 151 and miraculously no one was injured.

キーワード：2004年10月23日，地震災害，新潟県中越

Key words：October 23 2004, Earthquake disaster, Niigata Chuctu

* 京都市防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
** 京都市大学院社会基盤工学専攻
Department of Civil and Earth Resources Engineering,
Kyoto University

本速報に対する討論は平成17年8月末日まで受け付ける。

1. はじめに

2003年10月23日17時56分、新潟県中越地方を震源(37.289 N, 138.870 E, 深さ13 km)とするM 6.8の内陸直下型地震が発生し、震源近傍の川口町では、計測震度計による観測が開始されて以来初となる震度7を記録した¹⁾(図1)。新潟県災害対策本部の調べでは、死者40人、負傷者4,595人、全壊住家2,869棟(2005年1月5日現在)、最大避難者数103,178人(2005年1月5日現在0人)の被害となった。主な被害は震央から半径約20 km以内に集中している。また今回の地震の3日前に中越地方に日雨量100 mmを超える降雨があり、地震と水害による複合・連鎖型の災害に発展する可能性もあった。

被害調査は10月25日~26日、10月30日~11月1日、11月12日~14日の計3回行った。参加者は井合進(京都大学防災研究所教授)、飛田哲男(同助手)、汪明武(同研究生)、仲山賢司(京都大学大学院社会基盤工学専攻修士課程1年)である。但し第2回目の調査は米国地震工学会(EERI)調査団(団長：京都大学大学院都市社会工学専攻チャールズ・スコソン教授)と合同で行った。以下では、上記調査結果および関係諸機関の資料を基に本地震災害の概要について報告する。

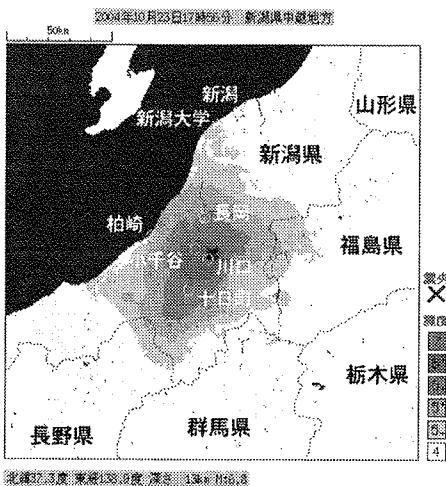


図1 本震の震度分布²⁾

2. 地震の概要

今回の一連の地震は、北西-南東圧縮の逆断層型の発震機構や余震分布、地殻変動から、六日町断層帯の地下中-深部が活動した可能性が指摘されている³⁾。震源地近くのK-NET小千谷観測点(NIG019, 写真1)では、最大1,500ガル、130カインの地震動を記録した⁴⁾(図2)。しかし、K-NET小千谷観測点から約700 m北側に位置する気象庁小千谷観測点での記録と比較すると、加速度・速度波形ともに約1.5倍K-NETの記録の方が大きい⁵⁾。この原因として写真1に示すようにK-NET小千谷観測点のすぐ脇に水田があること、付近の掘断面の目視から砂質土の卓越する地盤であることなどからローカルな地盤特性の影響

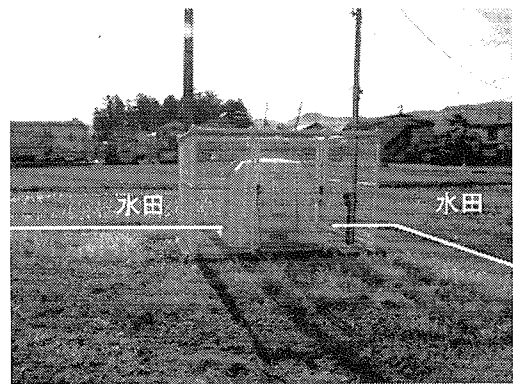


写真1 K-NET小千谷観測点(NIG019)

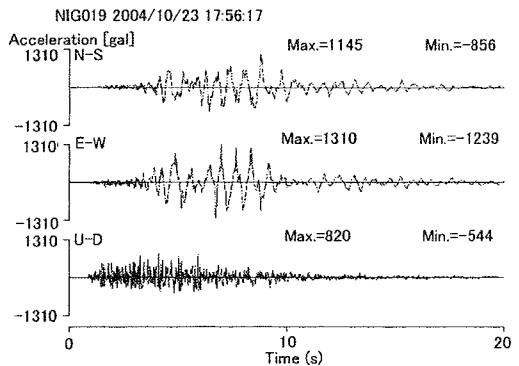


図2 K-NET小千谷(NIG019)における強震記録⁴⁾

響が含まれている可能性が高い。

本震の震度については、表1に示すように震源から半径約30kmの範囲で、震度6弱以上が観測された。また今回の地震の特徴として、余震の発生頻度が高いことが挙げられる。本震発生以降11月10日までに震度5弱を超える余震は17回記録されている。さらにマグニチュード4以上の余震の数について過去の地震と比較した図3によると、今回の余震回数が非常に多く、活発な地震活動が継続していることがわかる。

3. 被害の概要

今回の地震による死者は40人(建物倒壊・土砂崩れによる死者16名、地震によるショックや過労による死者24名)、負傷者4,595人、一部損壊を含む住家被害106,254棟、道路被害6,064箇所、河川被害229箇所(2005年1月28日現在)、最大避難者数103,178人(2005年1月5日現在0人)であった⁶⁾。主な被害は震央から半径約20km以内に集中している。

3.1 住家の被害

新潟県における住家被害は全壊2,869棟、大規模半壊1,668棟、半壊9,363棟、一部損壊92,354棟である⁶⁾。全壊個数の75%を、長岡市(907棟)、小千谷市(662棟)、川口町(602棟)が占める。

被害の大きかった川口町における2階建て木造

住家の被害例を写真2に示す。建物の道路側の柱が損壊したため、建物全体が道路側に傾き背面の柱が基礎から抜けている。

長岡市、小千谷市においても、地震動による揺れ、地盤の不同沈下や傾斜が原因と思われる木造家屋の倒壊は見られたが、雪対策のためRCの高基礎を施した併用構造の木造住家については、大きな倒壊は見られなかった。

3.2 土木構造物の被害

今回の地震では、一般道路、自動車専用道路、橋梁、トンネル、鉄道橋など多くの土木構造物が被害を受けた。中でももっとも被害が顕著だったのは道路である。新潟県災害対策本部の調べでは、道路施設の被害箇所は延べ6,064箇所(1月28日現在)と報告されており、その被害額は1,315億円と推定されている。この額は公共土木施設全体の被害額1,821億円の約72%を占めている。道路被害の多くは、写真3に示すように旧谷部に盛土し平坦化した箇所が、震動により陥没あるいは流出したものである。また、道路下部を横断するボックスカルバート直上において路面に段差が生じているところが多く、車両の通行に支障をきたしていた。

JR 在来線も下部地盤の流出による路盤の沈下・

表1 震度6弱以上を記録した観測点¹⁾

都道府県	市区町村	観測点名	震度	計測震度
新潟県	川口町	川口町川口*	7	6.5
新潟県	小千谷市	小千谷市城内	6強	6.3
新潟県	山古志村	山古志村竹沢*	6強	6.3
新潟県	小国町	新潟小国町法坂*	6強	6.0
新潟県	十日町市	十日町市千歳町*	6弱	5.9
新潟県	堀之内町	堀之内町堀之内*	6弱	5.9
新潟県	中里村	新潟中里村田沢*	6弱	5.9
新潟県	守門村	守門村須原*	6弱	5.7
新潟県	川西町	新潟川西町水口沢*	6弱	5.7
新潟県	越路町	越路町浦*	6弱	5.6
新潟県	刈羽村	刈羽村割町新田*	6弱	5.6
新潟県	長岡市	長岡市幸町	6弱	5.5
新潟県	栃尾市	栃尾市大町*	6弱	5.5
新潟県	三島町	新潟三島町上岩井*	6弱	5.5
新潟県	広神村	広神村今泉*	6弱	5.5
新潟県	入広瀬村	入広瀬村穴沢*	6弱	5.5

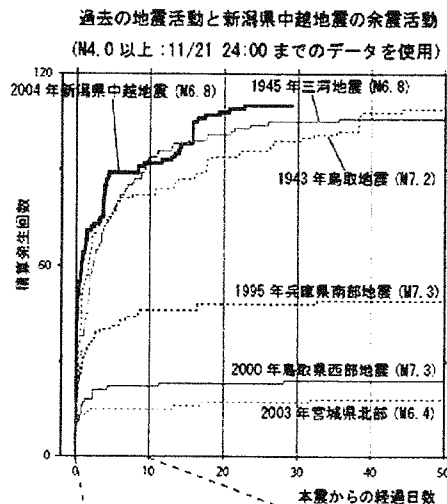


図3 余震の累積発生件数¹⁾

変形などにより運行不能となった（写真4）（1/5/05現在全線開通）。また新幹線の魚沼橋梁橋脚も曲げによるコンクリートの剥離やせん断による破壊（写真5）が生じた。

トンネルについては国道17号線と南津トンネルで被害が発生した。同トンネルはシルト質砂岩を貫く延長300mのトンネルであり、昭和40年完工とのことである。被害は長岡側坑口から約100mの地点で幅約2m延長20mにわたって天端部が崩落したものである⁷⁾。また、これまで山岳トンネルは地震に強いと考えられてきたが、新幹線の浦佐ー長岡間の4つのトンネル（昭和47年から54年ごろ完工）において路盤コンクリートの浮上り、覆工コンクリートの崩落・剥落等が発生した⁸⁾。

3.3 地盤災害

震源域である魚沼丘陵、東山丘陵は、後期第三紀から鮮新世の半固結の堆積岩（砂岩、泥岩など）が卓越する日本有数の地すべり地帯である⁹⁾。国土交通省が行った航空写真判読結果によると1,662箇所斜面崩壊・地すべりが発生した。震源近傍の山間部では、地すべりによって道路が寸断されたため（写真6）、山古志村を中心に計61箇所の孤立地区が発生した（11月29日現在44箇所が解消）。また、地すべりにより錦鯉の養殖用ため池や水田の崩壊が多発し、地場産業も大きな影響を受けた。

今回の地震では、崩壊した土砂による河道閉塞（天然ダム）も多数発生した（写真7）。特に芋川流域では、10箇所以上の河道閉塞が発生し、その

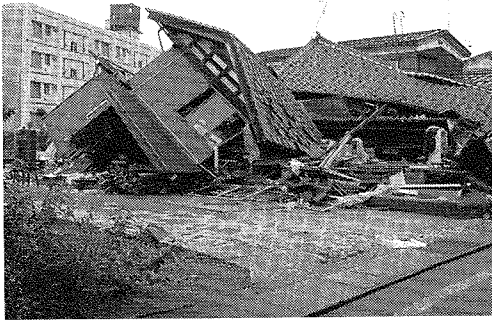


写真2 建物倒壊の例（川口町）



写真4 JR上越線小千谷駅ー越後川口駅間路盤の盛土流出



写真3 道路の被害例

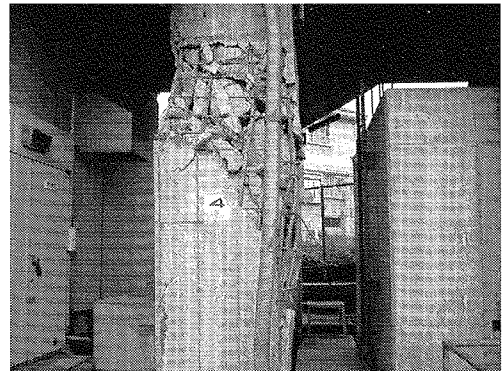


写真5 新幹線橋脚のせん断破壊（第3和南津高架橋）

決壊による土石流等の二次災害が想定されたため、規模の大きな2箇所のダムについてポンプによる排水が実施された¹¹⁾。写真8は小千谷市浦柄における小規模な河道閉塞の事例である。木造-RC高基礎併用構造の住家とその裏手斜面の崩壊土砂とが朝日川をせき止めた結果、住家基礎の開口部から水が流出している。この家の裏手は大きな池のように水がたまっていたが、調査時点(10月26日)での水深は道路面付近であった。しかし、側壁についた泥の痕跡から、地震直後には最大1.5m程度の水深であったことが推測される(写真9)。

岩盤崩壊事例としては、小千谷市妙見の白岩(シルト岩)が崩壊し(写真10)、自動車で行中の母子3人が巻き込まれた。内1人は奇跡的に救

出されたが、母を含む2人の尊い命が失われた。また、長岡市郊外東部の造成宅地では、旧谷部の盛土斜面がそれを支持する重力式擁壁もろとも移動し(写真11)、盛土上の道路施設と家屋の一部が損壊した。

小千谷市においては、埋戻し土の液状化による下水用マンホールの浮上がりや、周辺地盤の陥没が多数見受けられた(写真12)。小千谷市のマンホール浮上り現場で採取した埋め戻し土と思われる噴砂の粒径加積曲線を図4に示す。同図より、噴砂は均等係数の大きな平均粒径0.06mmのシルト質砂であることがわかる。

3.4 新幹線脱線

今回の地震により、時速195kmで走行中の下



写真6 国道291号線東山トンネル出口付近の崩壊土砂

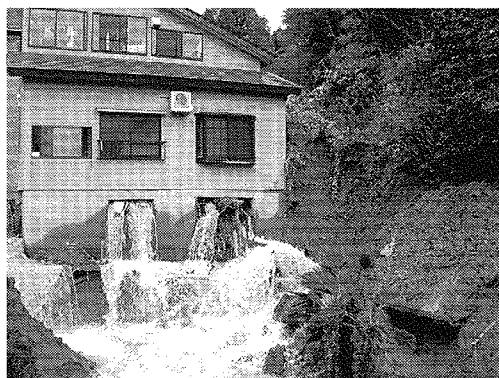


写真8 崩壊土砂と木造-RC高基礎併用構造住家が川をせきとめた事例(小千谷市浦柄)

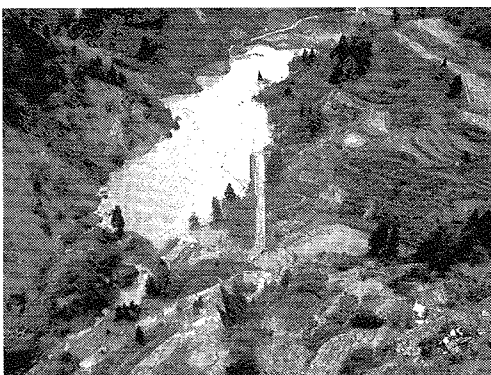


写真7 山古志村寺野地区の河道閉塞¹⁰⁾

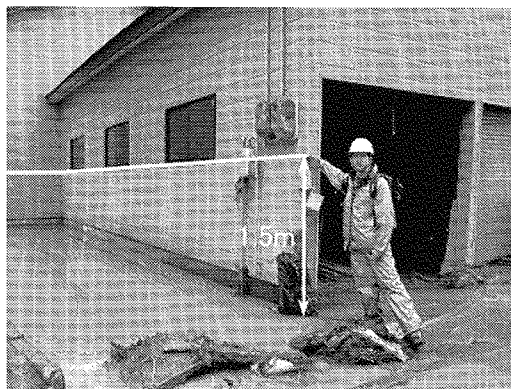


写真9 前出写真6の住家裏手

り上越新幹線とき 325 号 (10 両編成) の 6, 7 号車を除く 8 車両が、浦佐 - 長岡駅間の滝谷トンネル出口から 0.4 km 地点で脱線し、その後約 1.6 km 走り停止した⁸⁾ (写真 13)。乗客は 151 人であったが、負傷者はなかったとのことである。目撃談として、高架橋が桁と直交方向に大きく揺れる中、新幹線が火花を散らしながら通過したとの報告もある¹⁵⁾。

脱輪開始地点付近ではわずかにレールの沈下が見られたが、精密な測量結果が待たれる。また、脱輪した車輪がレールの締結装置を切断したためレールが約 900 m にわたって軌道から外れていた (写真 14)。さらに破損した締結装置がコンクリート防護柵に衝突後、跳ね返って車体に衝突してできたものと思われるきずやへこみが多数見受

けられた。しかしそれによって車窓の強化ガラス等が大きく破損した箇所はなかった。

列車がアコーディオン型の脱線・転覆を免れた理由としては、写真 15 と写真 16 に示すように、

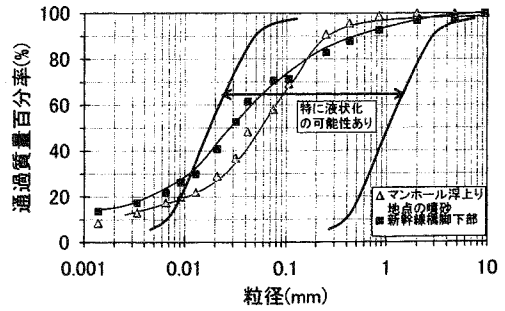


図 4 小千谷市におけるマンホール浮上り地点と新幹線脱線現場付近から採取した土の粒径加積曲線と液状化の可能性のある範囲¹⁴⁾



写真 10 白岩の崩壊現場¹²⁾



写真 12 マンホール周辺地盤の沈下と車¹³⁾

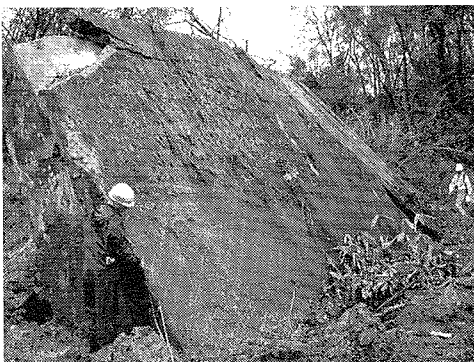


写真 11 流出した重力式擁壁

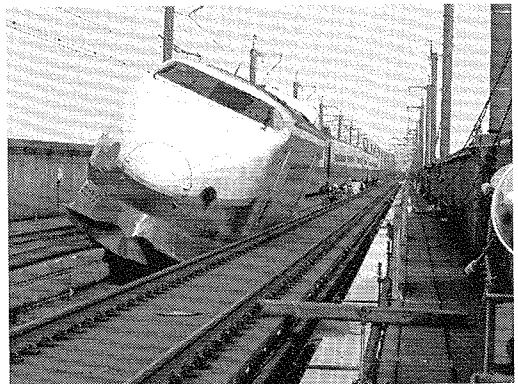


写真 13 脱線した新幹線とき 325 号

現場がほぼ直線区間（停止位置はゆるやかに左カーブしている）であったこと、さらに写真17に示すように先頭車両の排障機と車輪との間にレールが挟まれたため、先頭車両がレールから大きく逸れることなく走ることができたこと、最後尾車両が排雪溝に落ちたためブレーキとして働いたことなどが考えられる。

また、橋脚下部のコンクリートに泥の跳ねた痕跡が多数見られ、液状化の影響が懸念された。现阶段では詳細は不明であるが、間隙水圧の上昇により地盤が緩んだ可能性が考えられる。参考までに、図4に橋脚下部から採取した土の粒径加積曲線を示す。

4. まとめ

今回の地震および被害の特徴を整理すると次のようになる。

- (1) M 6.8 の内陸直下型地震であり、震源から約 30 km 以内の範囲において震度 6 弱以上が観測された。また史上初めて川口町で計測震度 7 が記録された。また、過去の記録と比較して、規模の大きな余震の発生頻度が極めて高く、長期にわたっている。
- (2) 地震に関連する死者は 40 名にのぼり、このうち 16 名が家屋の下敷きや斜面崩壊に巻き込まれた。また 24 名が避難所での生活中に過労などが原因で亡くなった。長岡市、小千谷市、川口町の全壊個数が全体の 75% を占める。また、避難者数が最大 10 万人を超える



写真14 破損した締結装置

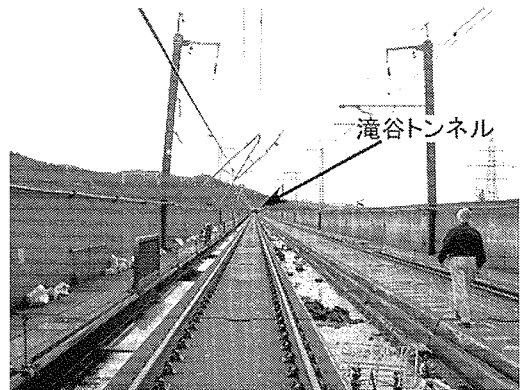


写真16 新幹線脱線現場，遠方に滝谷トンネルを望む

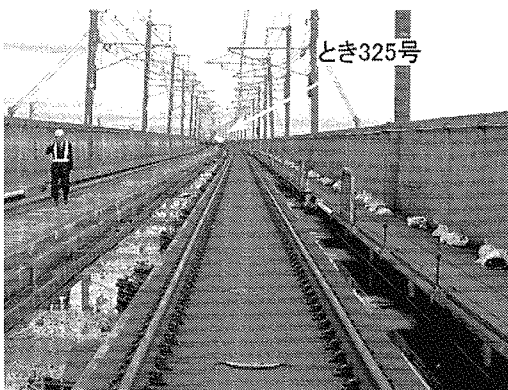


写真15 新幹線脱線現場，長岡方面を望む

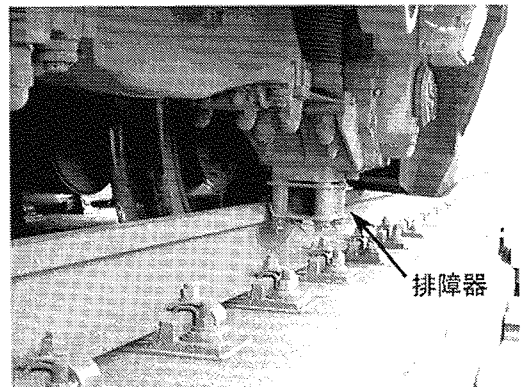


写真17 先頭車両の右側車輪付近の排障器

など大きな被害が発生した。

- (3) 主な被害は震源から半径約 20 km 以内において発生しており、未固結の砂岩・泥岩地帯の地すべり・斜面崩壊、盛上の流出、液状化によるマンホールの浮上りなど地盤に関連する被害が顕著であった。また道路やトンネルなどの土木施設も大きな被害を受けた。
- (4) 本震の3日前に日雨量 100 mm を超える降雨があるなど、複合・連鎖型の災害につながる可能性もあった。また地すべりによる河道閉塞が発生し、その決壊による2次災害の可能性が指摘された。
- (5) 安全であると考えられてきた山岳トンネルで覆工コンクリートの剥落や路盤が盛り上がるなどの被害が発生した。
- (6) 40年の歴史上初めて新幹線が地震により脱線した。幸い負傷者はなかったが、脱線の原因究明と今後の安全対策に課題を残した。

本報告では触れることはできなかったが、ライフラインにも大きな被害が発生したことが報告されている。平成 16 年新潟県中越地震被害調査速報会梗概集(地震工学会他共催)などを参照されたい。

謝 辞

現地調査においては、長岡市災害対策本部、小千谷市災害対策本部の皆様にご協力をいただいた。土木学会と米国地震工学会(EERI)の合同調査では、日本側の取りまとめ役として京都大学大学院都市社会工学専攻家村浩和教授にお世話になった。新幹線脱線現場の視察では、JR 東日本テクニカルセンターの早瀬藤二氏にお忙しい中丁寧にご説明いただいた。本稿では K-NET の波形データを使用させていただいた。また掲載した写真は米国 EERI 調査団報告(写真 7)、(株)八州(写真 10)、京都大学防災研究所の本田利器氏(写真 12)より提供いただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁：報道発表資料, http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/niigata.html, 2004.
- 2) 新潟大学：新潟大学調査団のページ, <http://geo.s.c.niigata-u.ac.jp/~earthquake/shindo.html>, 2004.
- 3) 粟田泰夫・丸山正・伏島祐一郎・吉岡敏和・石山達也・松浦旅人・小松原琢・水野清秀・井村隆介・岡村行信・遠田晋次・吉田邦一：2004 年新潟県中越地震地域の活構造と地震断層, 平成 16 年新潟県中越地震被害調査速報会梗概集, 日本地震工学会他, pp. 7-10, 2004.
- 4) 強震ネットワーク(K-NET)：防災科学研究所, <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>, 2004.
- 5) 青井真・森川信之・本多亮・関口春子・功刀卓・藤原広行：なぜ新潟県中越地震の地震動は大きかったのか?, 平成 16 年新潟県中越地震被害調査速報会梗概集, 日本地震工学会他, pp. 19-26, 2004.
- 6) 新潟県：中越地震災害対策本部, http://saigai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai_new.html, 2004.
- 7) 杉田秀樹：(1)道路施設, 平成 16 年新潟県中越地震被害調査速報会梗概集, 日本地震工学会他, pp. 61-66, 2004.
- 8) 石橋忠良：新潟県中越地震における土木構造物の被害(鉄道施設), 平成 16 年新潟県中越地震被害調査速報会梗概集, 日本地震工学会他, pp. 67-71, 2004.
- 9) 日本応用地質学会・日本地すべり学会：2004 年新潟県中越地震による斜面災害緊急報告, <http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/>, 2004.
- 10) EERI：調査団報告ホームページ, <http://gees.usc.edu/GEES/>, 2004.
- 11) 渡部直喜・丸井英明・川邊洋・権田豊・山岸宏光・稲葉一成：新潟県中越地震による山古志村の土砂災害状況—特に芋川流域の地すべりダムについて—, 平成 16 年新潟県中越地震被害調査速報会梗概集, 日本地震工学会他, pp. 39-45, 2004.
- 12) 株式会社八州：ホームページ, <http://www.hasshu.co.jp/>, 2004.
- 13) 本田利器：平成 16 年新潟県中越地震現地調査速報, <http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~honda/niigata2004/>, 2004.
- 14) 社団法人日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説, 平成 11 年 4 月.
- 15) NHK：NHK スペシャル「緊急報告新潟県中越地震」, 2004 年 10 月 30 日放送.

(投稿受理：平成17年2月7日
訂正稿受理：平成17年2月17日)