

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

中尾照彦*

1 . はじめに

2004(平成 16)年 10 月 23 日 17 時 56 分に新潟県中越地方で M 6 . 8 の地震が発生しました。今回の地震災害の大きな特徴は、山岳地帯から平野までの広い範囲で地盤災害が発生したことが筆頭に挙げられます。特に山岳地帯では道路の崩壊により、孤立集落に対する連絡、対応の遅れを余儀なくされてしまいました。過疎地を襲った震災例として、防災上の教訓となる事例も多く見受けられるものとおもいます。

そこで、本報告では、2004(平成 16)年 11 月におこなった現地調査(板寺ほか、2005)と補足調査をもとに、新潟県中越地震による災害全般の特徴とその要因についてまとめました。

2 . 新潟県の地質構造と地震のメカニズム

新潟県の地質分布は図 1 に示すように、東部、西部、中央部でやや異なります(新潟県商工労働部商工振興課、2000)。県東部の地質は中生代、古生代の花崗岩、粘板岩といった古い時代の硬質な地質を主体としています(この範囲をエリア A と表現します)。

西部の地質は新第三紀の泥岩、砂岩および安山岩を主体とし、エリア A よりも新しい地質となっています(エリア B と表現します)。

県中央部は厚い泥や砂が堆積した軟弱地盤を含む比較的第四紀の柔らかい地質で構成されています(エリア C と表現します)。エリア C には、これらの地塊と並行するように(北東- 南西方向に)断層、褶曲(地層のしわ)が数多くみられ、今回の地震を含む過去の巨大地震もほぼエリア C の中、あるいは、この延長線上で生じています(図 2)。エリア C は信濃川に沿うことより、「信濃川断層帯」あるいは「信濃川地震帯」と呼ばれております(地震調査研究推進本部、1999)。

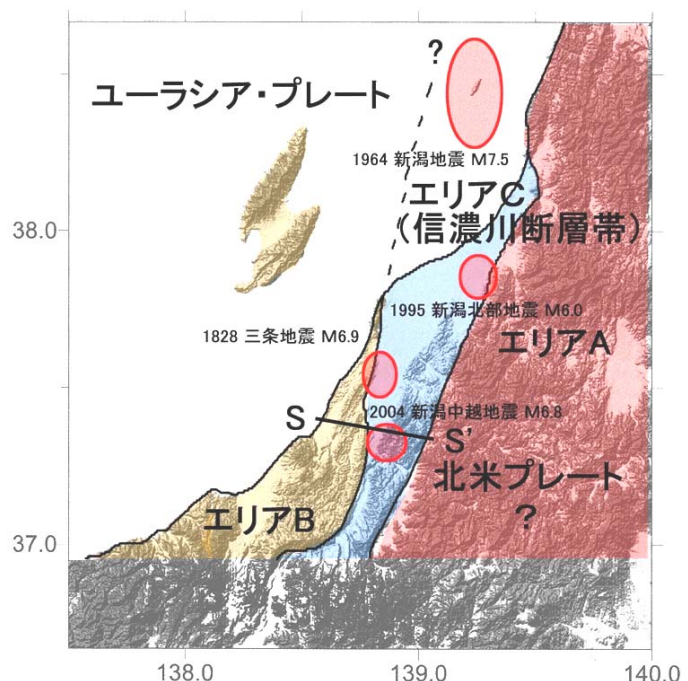


図 1 新潟県の地質と M6 . 0 以上の被害地震
新潟県地質図(新潟県商工労働部商工振興課、2000)
に加筆(S - S' は図 2 の断面線)

* 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、41 - 46、2005 .

アスペリティーは一般的には震源内の局所的な固着部分と考えられており、この部分が破壊することによって大きなエネルギーを放出するといわれています。近年の地震学では地震波の放出現象は断層運動というよりも、むしろアスペリティーの破壊現象そのものであるという見方もでてきています(例えば、菊地、2003)。

したがって、震源域にアスペリティーがどのように分布しているのか？地質学的にはどのように解釈すればよいのか？これらを検証することは活断層調査に加え、今後の地震防災を考える上で重要な要素となってくることでしょう。

一方で、震源から20km以上離れた刈羽・柏崎地区や長岡平野の東縁部等でも局所的に被害の激しいところがありました。震源から離れた地点での局所的被害は表層地質や地形によるマイクロゾーニング(局所的な増幅効果)によってもたらされた可能性が高いものとおもわれます。厚い泥や砂が分布するところや丘陵から平野への地形変換点では、しばしばこのような現象が確認されています。

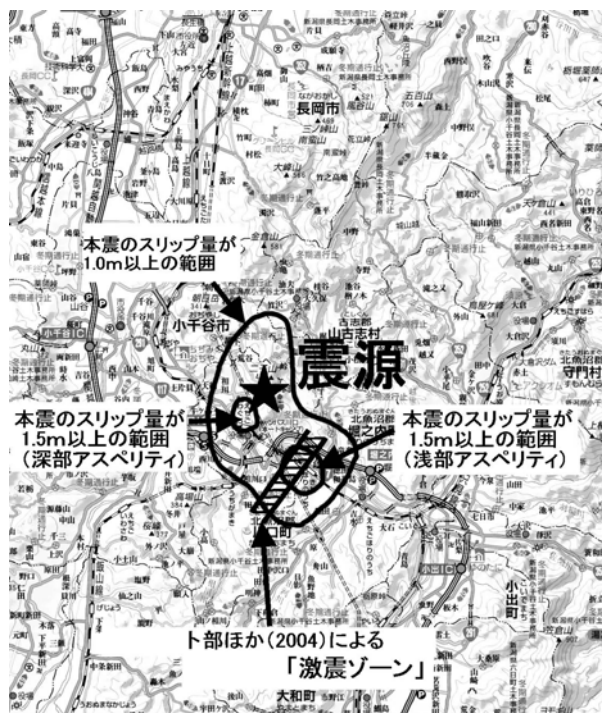


図4 本震のすべり分布(纈纈ほか、2004)と被災地との位置関係

等値線は、本震のすべり分布を表している。外側の等値線は1.0m ~ 1.4m、内側は1.5m以上を示す。1.5m以上を示す等値線の目玉2カ所は、アスペリティーに対応する(纈纈ほか、2004)。南東側にある(浅部の)アスペリティーが、特に被害が激しかった「激震ゾーン(ト部ほか、2004)」に一致している。



写真1 震源から約30km離れた柏崎市でも局所的に大きな被害が確認された。地質は軟弱な泥炭層で地盤改良も施されている場所である。



写真2 道路の盛土境界は、ほぼ例外なく被害が発生した。

刈羽・柏崎地区には安田層と呼ばれている更新世の堆積物が複雑な形状で分布しており、局所的には軟弱地盤が厚く堆積しているところがあります。このようなところでは地震動が増幅され、更に地盤の固有周期が1～2秒のところでは統計的に大きな被害が発生するといわれています。

長岡平野東縁部においても甚大な被害が生じておりますが、これらは丘陵の地質から平野の地質に地震波が入力されたときに生ずる振幅の差が影響したものとおもわれます。これは、両者の地層に同一のエネルギーが入射しても弾性係数が異なるため、相対的に振幅差が大きくなるからです。同様に切土、盛土変換点などの自然地盤と人工地盤との境界部においても、ほぼ、例外なく被害が発生しています。

震源域周辺の表層地質は、新第三紀の泥岩、更新世の堆積物を主体とし、前述のとおり、断層、褶曲が発達しており地すべりが生じやすい地質構造となっています。この付近は、地震が無くても毎年、融雪期(3～5月)にかけて地すべりが多発している地域です。地すべりは主として重力が、地震は主としてプレート運動による圧縮力が原動力となっています。地すべりも地震も過去にすべった(破壊した)履歴のある面が繰り返してすべって(破壊して)いるケースが多いようです。更に今回の地震では、重力加速度を超える加速度を記録しているため、地すべり土塊には平常時の2倍以上の力が作用したことになります。近年、地震によってこれほどの土砂災害を誘発した事例は非常に珍しいようにもおもわれます。

新潟県は全国的に地すべり地帯、軟弱地盤の多い県として有名ですが、地すべり防止対策、急傾斜地崩壊防止対策、軟弱地盤上の盛土安定検討等にあたって、地震外力を考慮した設計が義務付けられているケースは重要構造物や高さの高い擁壁(構造物)を伴う場合等、全体としては極めて限られたケースとおもわれます。もちろん、今回の地震外力は定められている設計基準外力を越えていますので耐震設計が施されていたとしても、結果として、どの程度、被害を少なくできたかについては、疑問が残るところでもあります。しかし、地震による土砂災害によって、これだけの損失が発生した以上は、やはり、今後の精査、検討課題のひとつになるものと言えそうです。



写真3 地震によって発生した長岡市妙見の岩盤崩壊



写真4 土留工、法面工では天端、法肩部の損傷、沈下が多かった。

4．各種構造物の被害状況

今回の地震による構造物の被害について、概況(目視)をまとめます。

土木構造物の被害のうち、最も被害が多かったのは盛土の被害でした。これらは切土・盛土境界部における被害がほとんどでした。同様に橋梁では、橋台と道路との接合部で生じた段差が目立ちました。法面工の被害では、その大部分が法肩部の沈下あるいは法枠頭部の中抜けでした。土留め工では天端の笠コンクリート部での被害が目立ちました。これらは、擁壁等の裏込め材が長期間の吸出しによって空洞化しているところへ、地震動により土が移動(間詰め)して地表が陥没する現象とみられます。

一方で、建築物の倒壊は古い建物が多く、同一団地内でも新しい住宅は被害が少ないようにみえました。基礎部の被害は比較的少なく、外壁、屋根の損傷が目立ちました。地震加速度が大きいにもかかわらず阪神淡路大震災のようにマンションが基礎から粉碎するようなタイプの倒壊事例は確認できませんでした。

交通網においては高速道路も大きな被害を受けたのですが、最も早期に復旧されて支援物資等の唯一の輸送ラインになりました。しかし、山間部では道路の寸断が多く、孤立した集落もあり、その対応に遅れがでました。また、地震時に比較的安全と言われていた山岳トンネル内部でも損傷が確認されました。

今後、構造物の被害状況について精密に調査されることによって地震に強い構造物、弱い構造物が明確に識別されるものとおもわれます。

5．おわりに

最後に、今回の震災を今後の教訓に活かすための検討すべき項目をまとめます。

まず、今後の防災資料としての活用を目的に、詳細な地盤災害図(特に地すべり、土石流、液状化)を作成し、被害状況と地形・地質との関連を調査する必要があります。

次に、斜面安定等の検討にあたっては、被災時の影響力が大きいと判断されるものについては、示方書・基準書等による義務付けの有無を問わず、地震外力についての照査を充分におこない、既存構造物についても必要に応じて耐震補強をおこなわなければなりません。

これらの調査結果をもとに、地震学的な知見をとり入れた災害予測の構築と危機管理面にもウェイトを置いた社会資本整備計画が急務と考えられます。



写真5 揺れの激しかった地区でも新しい住宅は比較的被害が小さい。



写真6 阪神淡路大震災のときは一階が駐車場となっている構造物が大きな被害を受けたが、今回の地震では、そのような傾向がみられなかった(左は液状化により甚大な被害を受けたJR越後滝谷駅)



写真7 高速道路が最も早く機能を回復した。



写真8 越後川口サービスエリアは災害支援基地に利用されていた。

参考文献

- 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, 55, 35-40.
- 小林洋二(1983) プレート"沈み込み"の始まり, 月刊地球, 3, 510-518.
- 菊地正幸(2003) リアルタイム地震学, 東京大学出版会, 222p.
- 瀧澤一、引間和人、三宅弘恵、田中康久(2004) 2004年新潟県中越地震 強震動と震源過程, <http://taro.eri.u-tokyo.ac.jp/saigai/chuetsu/chuetsu.html>.
- 新潟県商工労働部商工振興課(2000) 新潟県地質図(2000年版)
- 中村一明(1983) 日本海東縁新生海溝の可能性, 地震研究所彙報, 58, 711-722.
- 岡田義光(2004) (独)防災科学技術研究所 新潟中越地震「新潟県中越地震の意味づけ」, <http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/niigata041023/>.
- 大竹政和、平朝彦、太田陽子(2002) 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 200p.
- 鷲谷威(2001) 神戸-新潟構造帯:日本列島を貫く歪の集中帯, サイスマ, 2001年5月号.
- ト部厚志、鈴木幸治、片岡香子、本郷美佐緒、安井賢(2004) 激震ゾーン第2報, 中越地震新潟大学調査団WEBページ, <http://geo.sc.niigata-u.ac.jp/earthquake/rep/04/ura1109/ura1109.html>.
- 地震調査研究推進本部(1999) 日本の地震活動 追補版, 総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会, 395p.