

# 2004年10月23日新潟県中越地震被害調査 —構造物被害と地形との関係

吉見 雅行<sup>1)</sup>・小松原 琢<sup>2)</sup>・宮地 良典<sup>2)</sup>・木村 克己<sup>2)</sup>  
吉田 邦一<sup>1)</sup>・関口 春子<sup>1)</sup>・佐伯 昌之<sup>3)</sup>・尾崎 正紀<sup>2)</sup>  
中澤 努<sup>2)</sup>・中島 礼<sup>2)</sup>・国松 直<sup>1)</sup>・竿本 英貴<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震 ( $M_{JMA}$  (気象庁マグニチュード)=6.8,  $M_w$  (モーメントマグニチュード)=6.6) は, 多数の家屋損壊, 盛土や自然斜面の崩壊を引き起こし, 犠牲者40名 (構造物等の倒壊によるもの16名, ショック・疲労等24名), 重傷者622名, 全壊家屋2,803棟, 大規模半壊1,860棟, 半壊10,093棟, 道路の被害6,064箇所, 河川の被害229箇所, 崖崩れ等442箇所 (新潟県中越地震災害対策本部, 2005) にのぼる大災害となった。

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは, 新潟県中越地震の発生を受け, 地震直後より緊急調査チームを派遣し, 地表断層調査, 構造物被害調査, 液状化被害調査を行った。本稿では, 構造物被害調査および地形調査 (空中写真判読による) の概要および今後の検討事項等を記す。なお, 産業技術総合研究所では被害調査に引き続いて地質調査等を実施しているが, それらの報告は本稿に含まれていない。

## 2. 被害の概略調査

震源域周辺における被害の概略を把握するため, 2004年10月28日から11月3日にかけて, 現地の踏破調査を実施した。調査の対象は, 家屋を中心とする構造物および地盤の被害とし, 目視により被害程度を判別した。調査範囲は, 長岡市南部,

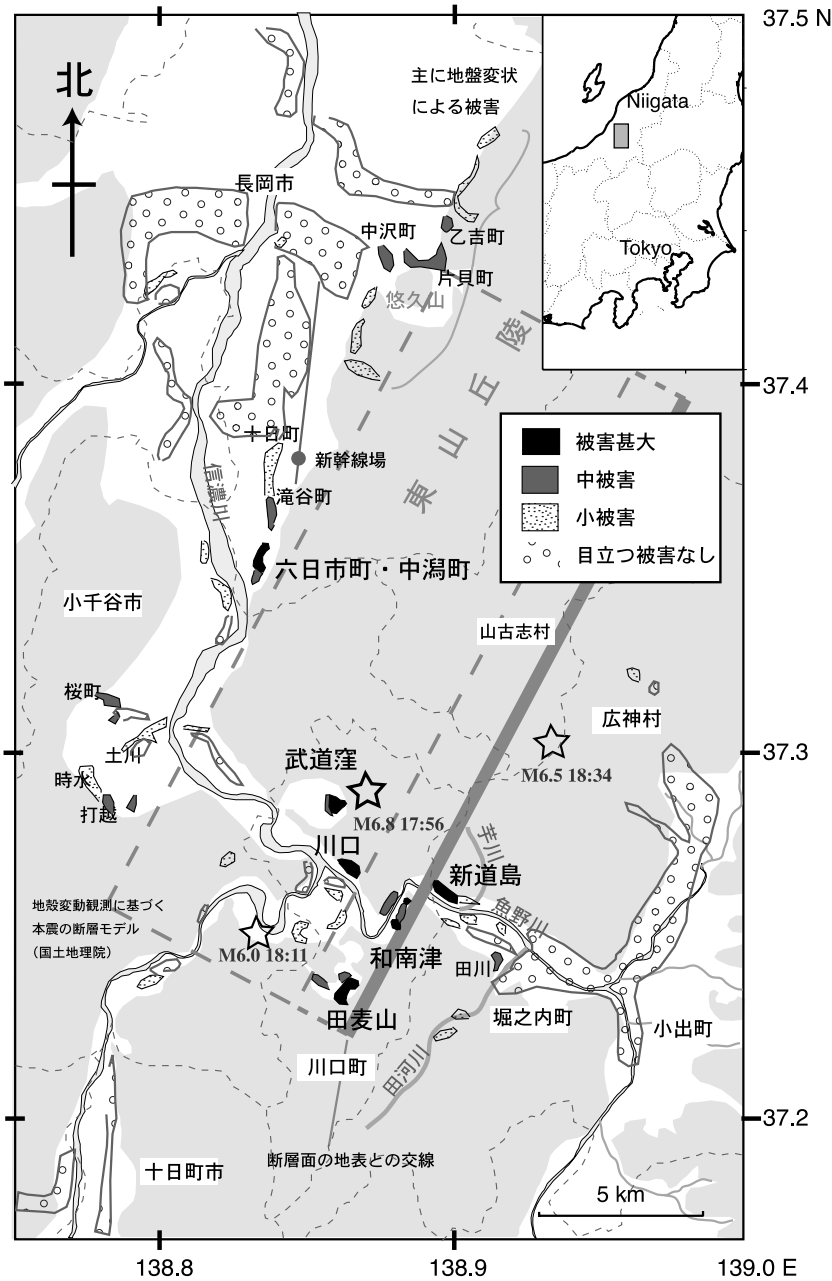
小千谷市, 川口町, 魚沼市 (旧堀之内町, 旧小出町, 旧広神村) とした。これは, 地震直後に現地入りした他機関の調査団からの被害程度に関する情報 (例えば, 境ほか, 2004; 新潟大学中越地震調査団, 2004) やK-NET等の地震観測網による強震データ記録および震源断層モデルの速報値 (例えば, 山中, 2004; 八木, 2004) を参考に, 被害分布を概観できるように設定したものである。なお, 山古志村を中心とする震源直上域の山間部は調査範囲に含まれていない。これは, 地震による斜面崩壊による道路の寸断や河道閉塞が多数発生し, この地域への立入りが困難であったためである。

調査範囲が広大であるため, 多くの地域では車上から被害程度の観察を行った。ただし, できる限り集落内の道に入り, 徐行での調査に努めた。また, 屋根を覆うブルーシートが目立ったり, 倒壊家屋が複数見られたりするなど, 多数の被害が発生している地域については, 適宜, 徒歩で調査を実施した。

概略調査によって得た被害分布を第1図に示す。調査の対象地域にのみ, 被害程度別の網掛けを施してある。また, 図には沖積低地と段丘面を白色に, それ以外の丘陵・山地部を灰色に示している (産業技術総合研究所, 2004)。図中の星印は10月23日の本震および同日中に発生したM6.0以上の余震の震央位置 (気象庁) である。破線で囲まれている矩形領域は, 地殻変動から推定された本震の断層面モデル (国土地理院, 2004) を地表面へ投影した面である。

1) 産総研 活断層研究センター  
2) 産総研 地質情報研究部門  
3) 東京理科大学理工学部土木工学科:  
〒278-8510 千葉県野田市山崎2641

キーワード: 新潟県中越地震, 地形, 被害調査, 扇状地性段丘, 段丘, 地震動



第1図  
 緊急調査によって得られた震源域近傍の被害程度の概略と震源位置との関係(市町村名は地震発生当時の名称を使用)。調査対象領域は被害程度が示されている領域のみ。被害程度については本文参照。星印は気象庁一元化震源による本震および同日中に発生した主な余震の震央位置。破線の矩形は地殻変動から推定された断層モデル(国土地理院, 2004)の地表投影。点線は市町村界。白色部分は沖積低地と段丘面、灰色部分は丘陵・山地部。

図中、黒塗りで示される領域は被害が特に大きい地区(以降「被害甚大地区」と呼ぶ)であり、多数の建物が倒壊・全壊していた。これらの地区については詳細調査を実施した(後述)。暗灰色の領域で示される中程度の被害域では、倒壊した建物も見られるものの、被害甚大地区に較べると被害率はさほど高くないように見受けられた。細点の領域で示される小被害域では、半壊の建物が多数見受

けられるものの健全な建物も多く見受けられた。小丸を施した領域は被害の少ない地域であり、屋根にブルーシートがかかった建物が疎に分布する程度であった。

この概略調査により得られた主な知見は以下の通りである。

(ア)被害の大きい地区は、余震域直上とその周辺地域に斑状に分布していた。この地域から遠

ざかると急速に被害程度が減少する傾向が認められた。

- (イ)被害の大きい地区(徒歩で調査した,川口町川口,武道窪,和南津,田麦山,旧堀之内町新道島,田川,小千谷市中村・桜町,時水,水口・打越,土川・上ノ山,長岡市六日市町・中潟町,長岡市中沢町)では,地盤・地形条件による被害程度の地域性が認められた。
- (ウ)魚野川沿いでは,旧堀之内町内の田河川合流部および芋川合流部付近を境に,その東部では構造物の被害が総じて軽度であったのに対して,西部には旧堀之内町田川,新道島,川口町和南津,川口,武道窪,田麦山,小千谷市など,被害が大きい地域が分布していた。
- (エ)長岡市では,平野中央部の被害は軽微であったが,東山丘陵沿いに大きな被害が発生していた。長岡市南部の六日市町・中潟町では,震動による大から中被害が認められた。悠久山周辺の中沢町・片貝町では地盤変状による局地的な構造物被害が見られた。丘陵麓部の乙吉町では地すべり被害が発生していたが,以北では顕著な被害は認められなかった。なお,六日市町・中潟町では多数の倒壊家屋が見られたが,その1km北方の滝谷町では倒壊家屋がまばらであり,さらに1km北方の十日町では小被害であった。
- (オ)新幹線の脱線現場付近(滝谷トンネル北方500m)では,橋脚周囲の埋戻土の液状化以外には目立った液状化痕は認められなかった。高架橋の損傷は概して軽微であったが,これらは地形の遷急点に集中して認められた。なお,脱線した新幹線の停車位置より北方には周辺の地盤に液状化痕が散見された。

ここで被害分布と断層位置との関係について考察する。本震の断層モデルは複数が提案されているが,第1図に示した国土地理院の暫定断層モデルは,水準測定による上下変動観測値をよく説明するものである。断層面の形状は北東-南西走向で長さ約22km,幅約11km,上端の深さは約2kmで,西側に向かって傾斜53度で深くなる面に沿って,西側の岩盤が東側の岩盤に対して約1.8m隆起したとされる。

この断層面を地表まで延長すると,田麦山,和南津,新道島を結ぶ線付近で地表と交わる(第1図:太線で表示)。この線より西側が断層上盤,東側が断層下盤である。上盤には小千谷市,川口町,山古志村が,下盤には堀之内町,小出町,広神村(いずれも現魚沼市)が位置している(なお,ここでいう交線位置は深部の傾斜角のまま断層が続いた場合の位置である。産総研地質調査総合センターの調査ではこの交線より東側の山地と低地との境界付近に地表地震断層が確認されている(丸山ほか,2004)が,深部と浅部とでは傾斜角が異なり(岡村・柳沢,2004),地表面に近づくにつれて亀裂が枝分かれしていくため,両者は一致しなくてもどちらかを否定するものではない)。

今回の地震で大きな損害を被った地域は,ほとんどが断層上盤に位置している。なかでも被害甚大地区は,震央付近や断層線近辺など,強い地震動が作用する場所にある。一方,断層下盤には,地表断層に沿った局地的な被害(丸山ほか,2004)は見受けられるが大きな被害域は認められていない。断層上盤にも被害の目立たない地区があるなど,被害程度は断層との位置関係だけで説明できない部分はあるが,総じて,断層下盤と上盤との被害の差は顕著であり,断層との位置関係が被害の程度を左右したといえる。

### 3. 被害甚大地区の詳細調査-地形と被害との関係

#### 3.1 詳細調査の概要

前述の概略調査から,甚大な被害地区として6地区(第1図の黒塗り領域:長岡市六日市町・中潟町地区,川口町武道窪地区,同田麦山地区,同川口地区,同和南津地区,堀之内町新道島地区)が把握された。これらは斑状に分布しており,また,被害甚大地区内でも被害は一様ではないことから,地形・地質条件が被害の程度に大きく影響していることが考えられた。そこで,第二次緊急調査では,主に被害甚大地区の被害分布および地形を詳細に調査し,両者の関係について検討することとした。調査項目は,次の2つである。

- (ア)建物の全数調査(11月12・13日,16-19日):  
対象地区内の全建物の被害程度を外観目視

により調べ、各建物の位置と被害程度を記録する。

(イ)微地形区分図の作成：空中写真判読により、対象地区周辺の微地形区分図を作成する。

なお、本稿では取り上げないが調査の対象地区には、小千谷市西部も一部含んでいる。被害甚大地区の名称は使用していないが、旧河道に沿って倒壊家屋が散見される被害の大きな地区であった。

建物の被害調査に際しては、建築学会等の実施する悉皆調査を参考に、被害を1)崩壊・全壊、2)半壊、3)一部損壊・被害なし、に分けた。ここで、崩壊とは家がつぶれている状態、全壊とは、柱や壁の損壊が著しい、あるいは、建物が柱等の損壊により傾斜している状態、半壊とは、柱や壁等は損壊しているものの補修により再使用が可能と考えられる状態、一部損壊とは、屋根瓦の落下や壁にひびがあるが構造自体は健全である状態、被害なしとは、外見上は目立った損傷が見られない状態である。ただし、被害程度の判定は調査者の判断に委ねられるため、複数の調査者間では判定に違いが出る可能性がある。そこで、判定結果をできるだけ一致させるよう、調査の初期には建物の判定を共におこない、基準の統一を図った。

空中写真判読では、扇状地や地すべり地形に留意した。これは、被害甚大地区の多くが地すべり地形を背後に持つ扇状地性段丘面に位置しており、被害程度の差違の原因解明にはこれらの地形区分の把握が重要と考えたからである。なお、判読には、1947年に米軍が撮影した1万分の1空中写真を用いて人工改変があまりなされていない地形区分を判読した。

### 3.2 被害甚大地区の詳細調査結果

本節では、各地区の微地形と被害との対応について、微地形区分図と被害調査結果を基に検討する。なお、提示する被害分布図において調査した建物は丸で示されており、黒塗りの丸は倒壊・全壊した建物を、灰塗りの丸は半壊した建物を、白ぬきの丸は一部損壊・無被害の建物を表している。また、建物の構造や建築年代(新しい、古い、かなり古い等)は調査では考慮されているが、煩雑にな

るため図中には示していない。記述が必要な場合は適宜補うこととする。ただし、調査は外観目視によるため、内部の柱の折損等は考慮されていない。したがって、自治体等が実施する罹災調査に係る判定よりも被害を軽めに見積もる傾向にあることをご承知頂きたい。

#### 1) 川口町武道窪地区

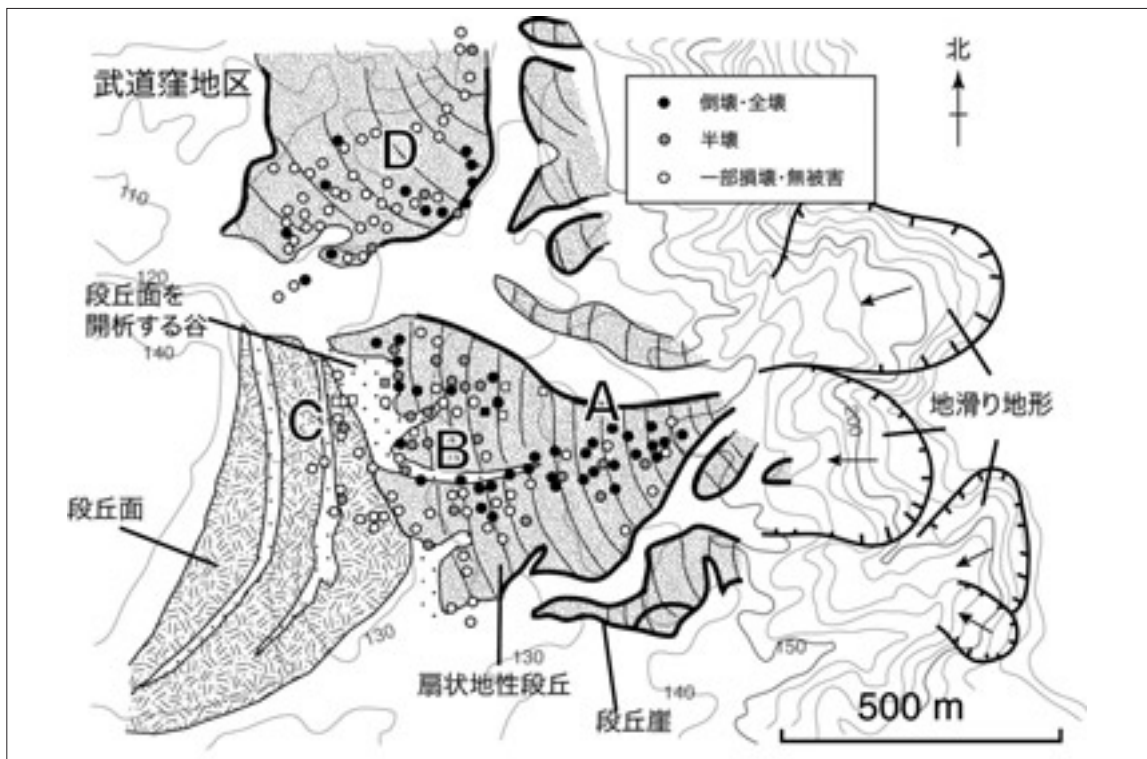
川口町武道窪地区(第2図)は、かつて大きく蛇行していた旧信濃川がその後の河道短絡によって切断・放棄された馬蹄形の低地内に位置する。この地区には、地すべり地形が発達する下部鮮新統の泥岩および砂岩泥岩互層からなる丘陵中に旧信濃川が形成した段丘面と、それに漸移する、鮮新統の地すべり堆積物が二次堆積した扇状地が分布する。扇状地は所々で開析され、急崖を形成している。露頭観察により、扇頂部での扇状地堆積物の厚さは10m以上にも達していた。堆積物下部に始良Tnテフラが挟まれていることから、扇状地は最終氷期後半以降に形成されたと考えられる。

旧信濃川が形成した段丘面は、直径数cm～40cm程度の比較的大きな、多種の硬質岩の礫からなる礫層によって構成されている。一方扇状地は泥岩や砂岩に由来する軟岩礫とその周囲を埋める同質の泥によって構成され、段丘堆積物に比べて締まりが悪い傾向がある。特に扇状地上部は下部に比べて傾斜が急で乱雑に堆積した扇状地堆積物が厚い。このため扇状地上部は扇状地下部や段丘面に比べ締りの悪い堆積物が厚く分布していると考えられる。

この地区の建物被害は、扇状地性段丘の上部(第2図中A)、下部(同B)、段丘面(同C)で様相を異にする。

扇状地上部(図中A)は傾斜が急で、扇状地の北縁と南縁は開析され急崖となっている。ここではほとんどの建物が倒壊・全壊していた。扇状地の地盤変状はあまり目立たないものの、開析谷に面する崖は著しく崩壊しており、北縁では家屋付近にまで亀裂が形成されていた。

扇頂より200mほど下ると傾斜が緩くなり、上部とは明瞭に区別される(図中B)。扇状地に開析谷が入り込んでおり、両地形上に建物が分布している。扇状地面上の建物は古いものでも半壊程度の被害



第2図 武道窪地区の被害調査結果と微地形区分図. 等高線の基図には国土地理院1:25,000地形図「小千谷」および一部1:10,000地形図(川口町発行)を使用.

にとどまるものが多かったが、開析谷またはそれに面する急斜面上では建物の多くが倒壊・全壊しており、地形により被害程度が明瞭に異なっていた。急斜面上には地すべり状のクラックも認められた。

扇端部を刻む南北走向の開析谷を境にして西側には本流性段丘面(図中C)が広がる。全体的に西上がりの斜面であり、開析谷の周囲は急傾斜面となっている。段丘面と急斜面上の双方に建物が分布しているが、崩壊・全壊した建物はなく、大半は軽微な被害にとどまっていた。

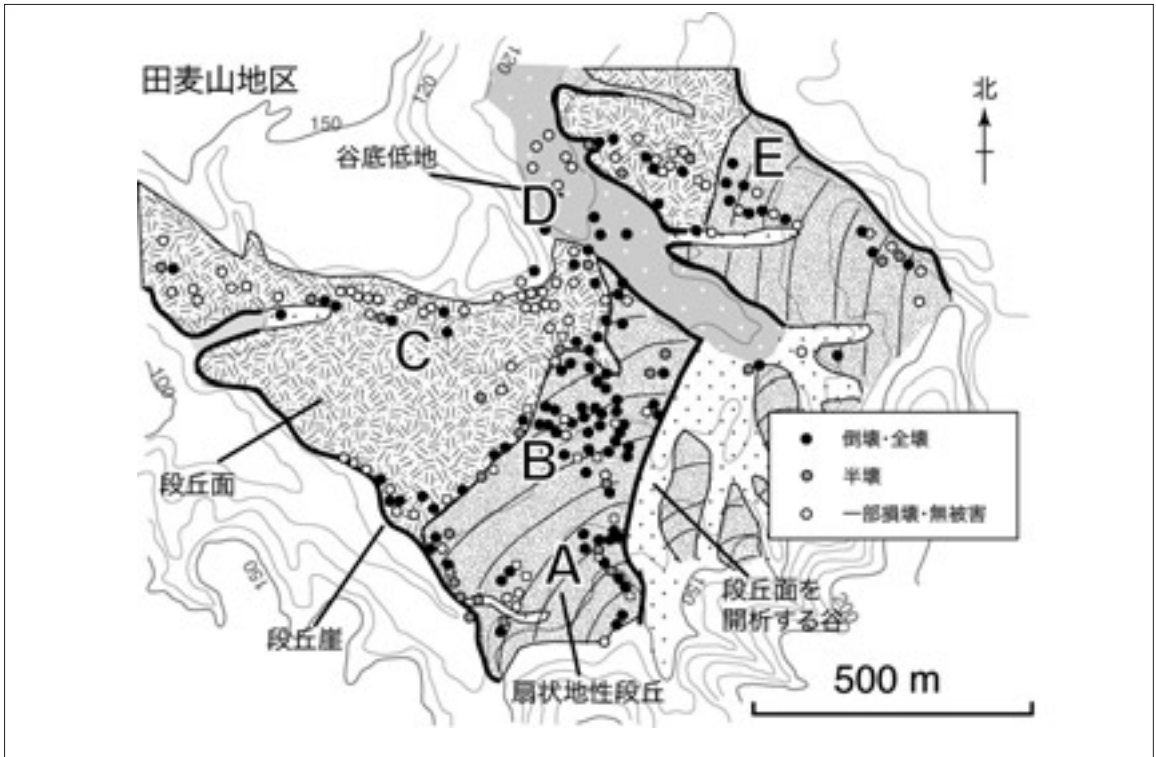
北側の扇状地(図中D)では、段丘崖近傍には倒壊・全壊した建物があるが、扇状地面では地すべり性のクラックは認められたが建物の被害は軽微なものが多かった。

被害程度の差違の要因は、扇状地を構成する緩い地盤(地すべり堆積物、開析谷を埋める堆積物)の増幅効果にあると考えられるが、扇状地上部ではリッジ状の地形効果にも留意する必要があると考えられる。

## 2) 川口町田麦山地区

川口町田麦山地区(第3図)は、旧魚野川の蛇行切断により取り残された馬蹄形の旧河道とその周囲の低地内に位置し、小盆地状をなしている。周囲には主に固結度の小さい鮮新・更新世の砂層からなる丘陵が分布し、地すべり地形が発達している。盆地床には旧魚野川が形成した開析されていない段丘面が広がり、鮮新・更新世の二次堆積物からなる扇状地がそれに漸移する。扇状地は下部ほど急傾斜となり、扇状地端は落ち込むように段丘面と接する。露頭観察によると、段丘堆積物は下から順に、魚野川主流系と見られるチャートなどの大礫を主とする礫層、腐食層、および腐食層と指交ないしその上位に位置する不淘汰な中礫～砂と泥の互層によって構成される。なお、腐植層は木片を多く含み締まっており、同層中に始良Tnテフラが挟まれる。

露頭で観察した限りでは、段丘を構成する腐植層の上位ないし同層中に挟在する礫～砂と泥の互層と、扇状地で観察される礫～砂と泥の互層と



第3図 田麦山地区の被害調査結果と微地形区分図。等高線の基図には国土地理院1:25,000地形図「岩沢」を使用。

は区別しがたい。しかし、扇状地では腐植層上位の礫～砂と泥の互層がより厚く、かつ礫層は柔らかい泥岩礫と同質の基質からなる二次堆積物を主とする傾向がある。特に扇状地上部では、礫～砂と泥の互層は乱雑に堆積した層相を示し、締りが悪い。

この地区では、段丘面および扇状地中央部は主に田圃に利用されている。建物はこれら田圃の周囲、主に扇状地性段丘の段丘崖沿いおよび段丘面の丘陵沿いに分布している。

扇状地の上半部(図中A)では、田圃を挟んで東部と西部に建物が分布していた。東部・西部とも建物の多くは全壊していた。比較的新しい建物は半壊または一部損壊であった。

扇状地の下半部(図中B、境界付近の段丘面も含む)は比較的傾斜の緩い上半部とは傾斜変換点で区別される。この領域では相当数の建物が倒壊・全壊していた。なかでも図中Bの記号付近では、建物はほとんどが倒壊し新しい木造建物も全壊するなど、扇状地上部よりも明らかに被害が顕

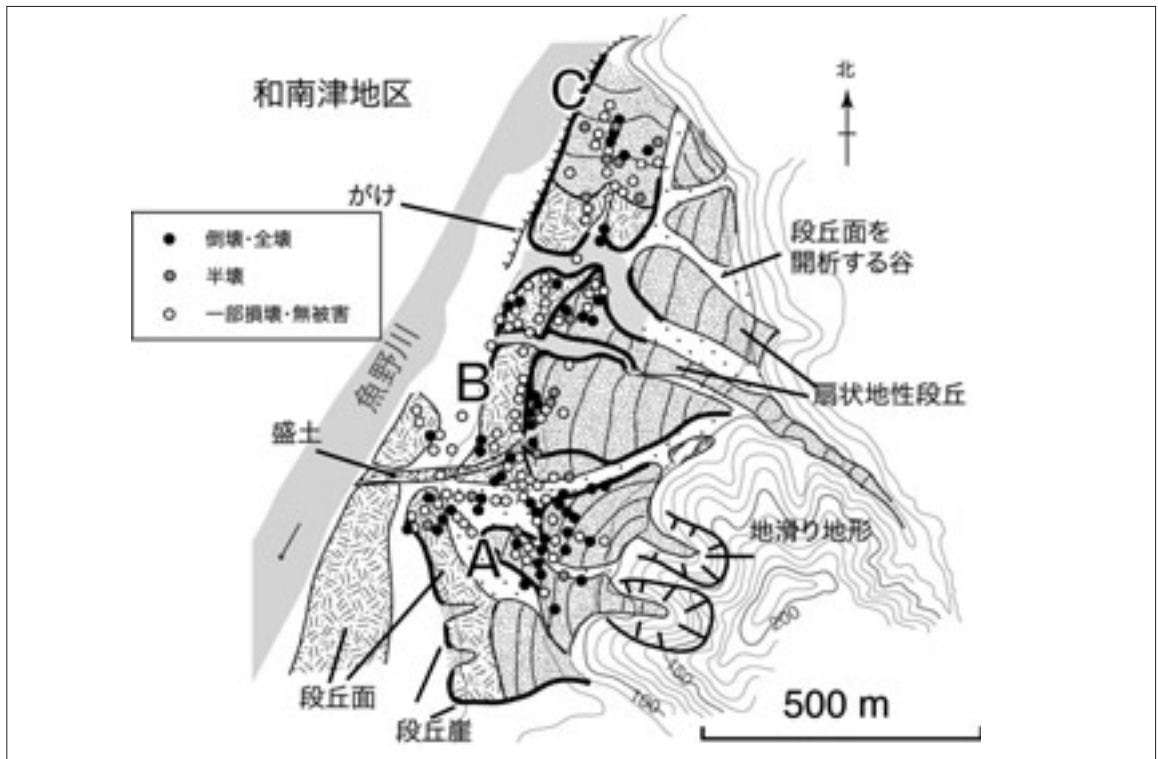
著であった。

段丘面(図中C)では、扇状地との境界部である南縁と上位段丘の段丘崖下にあたる北縁に建物が分布していたが、両者で被害の様相は異なっていた。南縁部では扇状地の下半部と同様、多くの建物が倒壊・全壊していた。一方、北縁部では、地山部の建物の被害は総じて軽微であった。田圃沿いの盛土地盤では全壊した建物もあったが、盛土の不同沈下による被害であった。

谷底低地(図中D)では、揺れそのものによる被害は軽微であった。谷底の小河川沿いには、基礎地盤が崩れて全壊(傾斜)した建物が見受けられたが、建物上部の被害は軽微であった。

東部の扇状地および段丘面(図中E)では、扇状地上部で全壊建物が認められた。また、扇状地下部の急傾斜部の被害は甚大で、建物の多くは倒壊・全壊していた。段丘面では被害程度がやや下がり、段丘崖付近では全壊している建物もあった。

前述の武道窪地区と同様に、扇状地では被害が大きく、とりわけ急傾斜部では被害が甚大であ



第4図 和南津地区(魚野川左岸部)の被害調査結果と微地形区分図. 等高線の基図には国土地理院1:25,000地形図「小平尾」を使用.

た. 段丘面や谷底低地では震動による被害は多くないが, 地盤変状により全壊した建物も見受けられた.

ある住民の証言では, 本震で建物が損壊し, 続く余震(本震の15分後に田麦山地区直下を震源に発生したM6.0の地震と考えられる)で倒壊したという. 続けざまに発生した余震が被害を拡大したとも考えられる.

### 3) 川口町和南津地区

川口町和南津地区(魚野川左岸部)(第4図)は, 魚野川最狭部付近に位置し, 新幹線, 在来線, 国道17号線はここで魚野川を渡る. 背後には田麦山地区と同様, 固結度の小さい鮮新・更新世の砂層からなる丘陵が分布し, 地すべり地形が発達する. この地区には, 比較的平坦な段丘面と, 明瞭な急斜面でそれに接する扇状地, およびそれらを刻む開析谷が分布している. 北部は急崖で魚野川と接している. 周囲の状況から, 扇状地は鮮新・更新統の二次堆積物から構成されていると推察される.

南部(第4図中A)では, 扇状地性段丘とそれを開析する河道にかかる急傾斜部に倒壊・全壊の被害が集中しており, 高床式の新しい家屋にも半壊したものがあつた. 一方, 開析谷や段丘面上の平坦部では被害が軽度であつた.

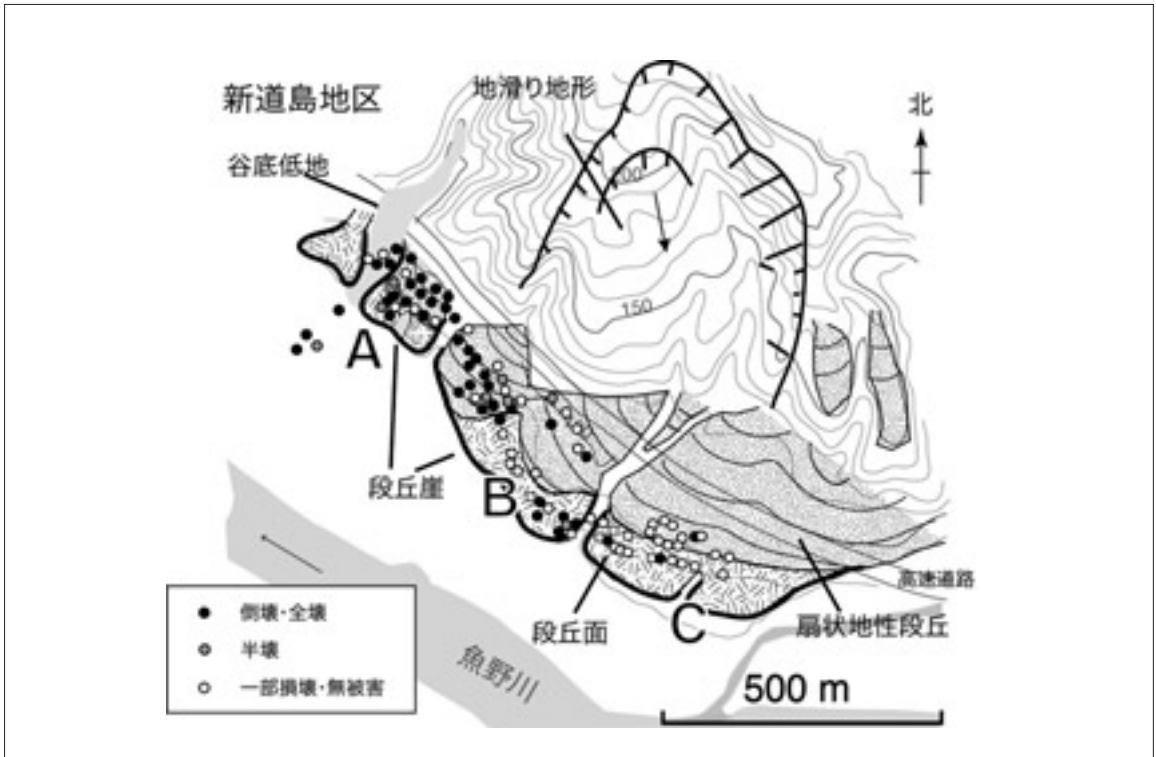
中部(図中B)では, 扇状地端部の急傾斜部とその下側の段丘面上に建物が分布していた. 急傾斜部では多数の建物が全壊していた. 段丘面上は被害程度が下がり, 古い倉庫の全壊が認められたが家屋の被害は軽微であつた.

北部(図中C)では, 扇状地下部の谷底低地に地盤変状による全壊家屋(著しい傾斜)が認められた. 段丘面上の建物被害は軽微であつた. 扇状地では, 倒壊・全壊した家屋があり, 地すべり性の地盤変状も認められた.

この地区も扇状地性段丘の急傾斜部に被害が集中したといえよう.

### 4) 堀之内町新道島地区

堀之内町(現, 魚沼市)新道島地区(第5図)は,



第5図 新道島地区の被害調査結果と微地形区分図. 等高線の基図には国土地理院1:25,000地形図「小平尾」を使用.

魚野川最狭部の東側に位置している。段丘（本流性段丘）とそれに漸移する小規模な扇状地からなり、それらを旧河道が刻む。背後には固結度の小さい鮮新・更新世の砂層およびシルトからなる丘陵が分布し、地すべり地形が発達するこの地区では特に背後斜面の地すべりが大規模であり、そこからもたらされた厚い砂層・シルト層の二次堆積物が扇状地を構成している可能性が高い。

この地区では、旧河道により3分された段丘面および扇状地上に建物が分布する。西ブロック(第5図中A)は丘陵と段丘崖が接近しており、扇状地、段丘面ともに狭く、傾斜がきつい。建物は扇状地の急斜面および開析谷の斜面にかかるように分布しており、扇状地、開析谷ともに、ほとんどの建物が倒壊・全壊していた。開析谷には噴砂痕が、段丘面にはマンホールの抜け上がりが見られ、地盤が緩いとの印象を受けた。

中央ブロック(図中B)は、扇状地が段丘崖まで伸びる西側と、本流性段丘が扇状地と低地との間に挟まれる東側とに区別される。西側では前述の

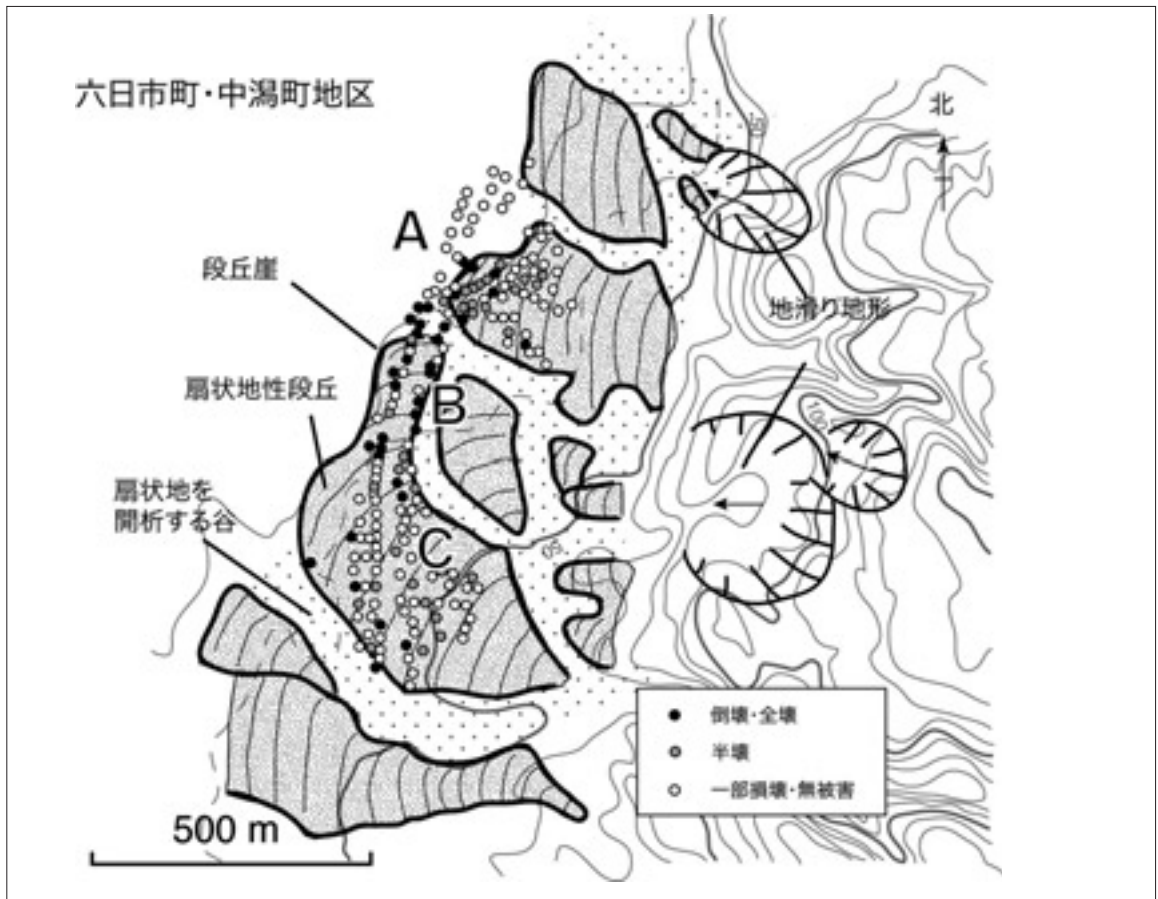
西ブロックと同様に、扇状地に分布する多くの建物が全壊していた。東側では、扇状地の急傾斜部と段丘面に建物が分布していたが、このうち、段丘崖上の古い建物は全壊していた。扇状地急傾斜部の建物が全壊していたものもあったが、中央ブロック西部や西ブロックと比較すると、被害は軽度であるように見受けられた。ブロック中央の平坦部には古い建物はなく、被害建物は認められなかった。

東ブロック(図中C)は本流性段丘面に建物が分布していた。古い倉庫の全壊は見受けられたものの、家屋は古いものを含め半壊以上の被害が認められなかった。また、地盤変状も認められなかった。なお、C地区上部の扇状地の中腹を横切る高速道路の法面は大きく崩壊していた。

#### 5) 長岡市六日市町・中潟町地区

長岡市六日市町・中潟町地区(第6図)は、前述の武道窪や新道島等からおよそ10km北方の信濃川右岸に位置する。背後には鮮新・更新世の砂質シルト岩および砂岩シルト岩互層からなる丘陵が





第6図 六日市町・中潟町地区の被害調査結果と微地形区分図. 等高線の基図には国土地理院1:25,000地形図「片貝」を使用.

分布する。この地域には扇状地が分布し、開析谷がそれを刻む。扇状地は、武道窪や田麦山に分布していたものより傾斜が緩い。

調査地区は、傾斜と標高により、沖積低地（第6図中A）、扇状地性段丘の下部（同B）および中部（同C）に区分される。

沖積低地では倒壊・全壊した建物は認められなかった。大半を占める新しい建物が無被害であるばかりか、古い建物も一部損壊している程度であった。

扇状地の下部は比較的傾斜が急であり、沖積低地とは段丘崖で区別される。このうち、北側の扇状地の下部（記号Aの右側に位置する）では段丘崖近くの急傾斜部に全壊・半壊等の被害が集中していた。一方、段丘崖から離れた扇状地の上部の被害は軽度であった。

南側（記号Bの左側）の扇状地の下部では、大半の家屋が倒壊・全壊しており、激甚な被害区を形成していた。

扇状地の中部（記号C）では、比較的平坦な面をなしており、倒壊した家屋はなく全壊も希で、明らかに扇状地の下部より被害が軽度である。ただし、南側の開析谷の周囲では小規模な地すべりにより傾斜した家屋が見受けられた。

したがって、この地区では、扇状地のうち傾斜の急な箇所では被害程度が大きいといえる。ただし、前述の4地区（武道窪、田麦山、和南津、新道島）と比較すると、急な箇所でも相対的に傾斜は緩い。被害地区（図中B）は、両縁を段丘崖で挟まれて全体が鞍状となっている。この3次元的な形状の効果も考慮する必要があるだろう。



第7図 川口地区の被害調査結果と微地形区分図(場所による構造物の年代のばらつきが大きいことに注意:本文参照). 等高線の基図には国土地理院1:25,000地形図「小千谷」を使用.

## 6) 川口町川口地区

川口町川口地区(第7図)は、魚野川の氾濫原低地に位置する。背後には下部鮮新統の砂岩泥岩互層からなる丘陵が分布し、地すべり地形が発達する。低地には完新世に形成された旧河道が分布し、低地と丘陵の境界部には鉄道敷設に伴う帯状の盛土地盤が分布する。低地は、背後の丘陵に向かってごく緩やかに傾斜している。

この地区の氾濫原低地は魚野川の河床より高く、周囲の地形から考えておそらく沖積層は薄いものと考えられる。氾濫原上の旧河道と周囲の比高は極めて小さく、旧河道を埋積する表層堆積物も厚くないと考えられる。

この地区は役場が位置する中心地区であり、前述の5地区に比べ建物の密集度が高い。建物はほとんどが低地に集中しており、一部が扇状地性段丘に分布する。

低地部と扇状地ともに数多くの建物が倒壊・全壊していたが、両者で被害の様相は異なる。低地では、主に震動により被災していた。一方、急斜

面に沿った扇状地(第7図中D)では、震動による被害は見受けられず、地すべりによる地盤変状による建物全体の傾斜が多数認められた。なお、低地と斜面とに挟まれた領域では、地盤沈下あるいは盛土のせり出しによる被害が見受けられた。盛土地盤が迫る旧河道上(図中B)では、4階建てアパートが30cm程度沈下していた。

旧河道沿いの自然堤防に開かれた道沿い(図中A)には、古い建物が集中しており、その大半が倒壊・全壊していた。また、地盤のゆがみによる融雪管の被害も散見された。一方、魚野川沿いや図中Cの領域では、地盤変状はなく、倒壊・全壊した建物も少ない。ただし、新しい建物が多い。

低地内の被害分布は建物の建築年代を反映していると見られる。非常に古い木造家屋の倒壊・全壊率は50%に迫るが、古い木造家屋のそれは10%程度であり、新しい建物に倒壊・全壊したものはなかったと報告されている(久田, 2005)。こうした背景もあり、この地区の被害の程度と微地形(旧河道)の間には、顕著な相関を見出せなかった。

### 3.3 被害まとめ

武道窪地区、田麦山地区、和南津地区、新道島地区、六日市町・中瀧町地区では、扇状地性段丘上の建物に大きな被害が見受けられた。なかでも、段丘崖近傍の傾斜が比較的急な領域に倒壊・全壊等の被害が集中する傾向が見られた。一方、これらの領域に接する段丘上や開析谷の平坦部では、震動による建物被害はさほど大きくなかった。川口地区では、ほとんど傾斜のない低地に震動被害が多発していた。低地の形成年代が若いために地盤が緩く地震動が増幅された可能性もある。

現在、これらの地域を対象に、地質調査をはじめとする現地調査を遂行中であり、特定の地域に被害が集中した原因を探っている。

## 4. おわりに：新潟中越地震から学ぶこと

今回の地震からの教訓を得るべく、新潟県中越地震の被害についてまとめておく。

被害の特徴は、山古志村をはじめとする山間部の被害にある。斜面崩壊が多発し、家屋、道路、棚田、養鯉池等すべての生活基盤が壊滅的な損害を被った。震源直上で地震動が強烈であったことに加え、褶曲構造が発達しているために地盤が脆く、直前の集中豪雨の影響も加わり、土砂災害が多発したものと考えられる。地震以後も河道閉塞による集落の水没や、雪荷重による家屋の倒壊が発生している。阪神淡路大震災は都市部の大規模災害の典型を示していたが、今回の地震は、活褶曲帯に位置する山村特有の被害を示すものであった。同様な地域の土地利用の見直しや災害対策を図るためにも、今回の地震被害の分析が重要である。

また、高速走行中の新幹線「とき325号」の脱線にも着目すべきである。高架橋の被害は軽微で安全装置も作動したにもかかわらず、高速走行中の脱線という事態が出現したが、転覆はせず人的被害はなかった。今後の地震防災上たいへん重要であるので、メカニズムの解明が待たれる。

今回の地震では、倒壊・全壊等、大きな被害を受けた建物はほとんどが現在の耐震基準を満たしていない古い建物、いわゆる既存不適格建物であ

った。日本にはまだまだ現行の耐震基準を満たしていない構造物が多数存在しており、大規模な地震が発生するたびに被害を受けている。地震による悲惨な被害を防ぐためにも、これらの建物の耐震化が急務である。

本調査結果が示唆するように、表層地形や地質の特性は地震動の強さに大きく影響する。地形や地質の特性をふまえた土地利用のあり方についてもさらに検討していく必要がある。

今回の地震で被災された多くの方々に心からお見舞い申し上げます。

### 参考文献

- 久田嘉章(2005)：2004年新潟県中越地震-地盤と地震被害-，第32回地盤震動シンポジウム，21-32。  
 国土地理院(2004)：平成16年(2004年)新潟県中越地震に伴う緊急測量結果について-地震による大きな地殻変動を把握-，  
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2004/1227.htm>  
 丸山 正・伏島祐一郎・松浦旅人・吉岡敏和・栗田泰夫(2004)：六日町盆地西縁断層沿いの地表変状，<http://unit.aist.go.jp/actfault/niigata/report/04.12.02/index.html>  
 新潟大学中越地震調査団(2004)：2004年新潟県中越地震，  
<http://geo.sc.niigata-u.ac.jp/~earthquake/>  
 新潟県中越大震災災害対策本部(2005)：平成16年新潟県中越大震災による被害状況について(第125報)，[http://saigai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai\\_new.html](http://saigai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai_new.html)  
 岡村行信・柳沢幸夫(2004)：信濃川東側の東山丘陵の地質構造と新潟中越地震との関係，<http://unit.aist.go.jp/actfault/niigata/chishitsu.html>  
 境 有紀・大月俊典・小杉慎司・中村友紀子(2004)：新潟県中越地震で発生した地震動と被害速報，<http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~sakai/ngc.htm>  
 産業技術総合研究所地質情報研究部門(2004)：新潟災害地域のシームレス地質図，[http://unit.aist.go.jp/igg/rg/igi-rg/seika/Niigata/merge\\_style100MAR4\\_small2.jpg](http://unit.aist.go.jp/igg/rg/igi-rg/seika/Niigata/merge_style100MAR4_small2.jpg)  
 八木勇治(2004)：2004年10月23日新潟県中越地震の破壊の様子(暫定)，<http://iisee.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/20041023/source.pdf>  
 山中佳子(2004)：10月新潟県中越地方の地震，EIC地震学ノート No.154+，[http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo\\_Note/2004/EIC154a.html](http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004/EIC154a.html)

YOSHIMI Masayuki, KOMATSUBARA Taku, MIYACHI Yoshinori, KIMURA Katsumi, YOSHIDA Kunikazu, SEKIGUCHI Haruko, SAEKI Masayuki, OZAKI Masanori, NAKAZAWA Tsutomu, NAKASHIMA Rei, KUNIMATSU Sunao and SAOMOTO Hidetaka (2005)：Preliminary report on the 23 October 2004 Niigata Ken Chuetsu earthquake: Landforms and local site effects in heavily damaged areas.

<受付：2005年1月25日>