

2004 年新潟県中越地震に伴う小千谷市街周辺の 地盤変状

岩下享平・小林健太・豊島剛志・構造地質学研究チーム

新潟大学自然科学研究科

1 はじめに

新潟県中越地震は、これまで活断層が認定されていない中越地域を震源として発生した。現地調査において、既存の活断層が今回の地震に伴って動いたという明瞭な証拠は認められていない。こ

れまで、地表に現れている露頭を調査対象とした手法に慣れ親しんでいた著者らにとって、今回の調査は常に手探り状態であった。断層が地表に現れない、強い余震が長期間発生するなど、改めて地震現象の難しさを痛感することとなった。そして、被害の大きかった地域の中では、多くの地盤変状が認められた。



図1 地盤変状要素 (1) 亀裂



(2) 重力性崩壊に伴う割れ目



(3) 重力性滑動



(4) 填砂・陥没



(5) マンホールの隆起



(6) 電柱の傾動

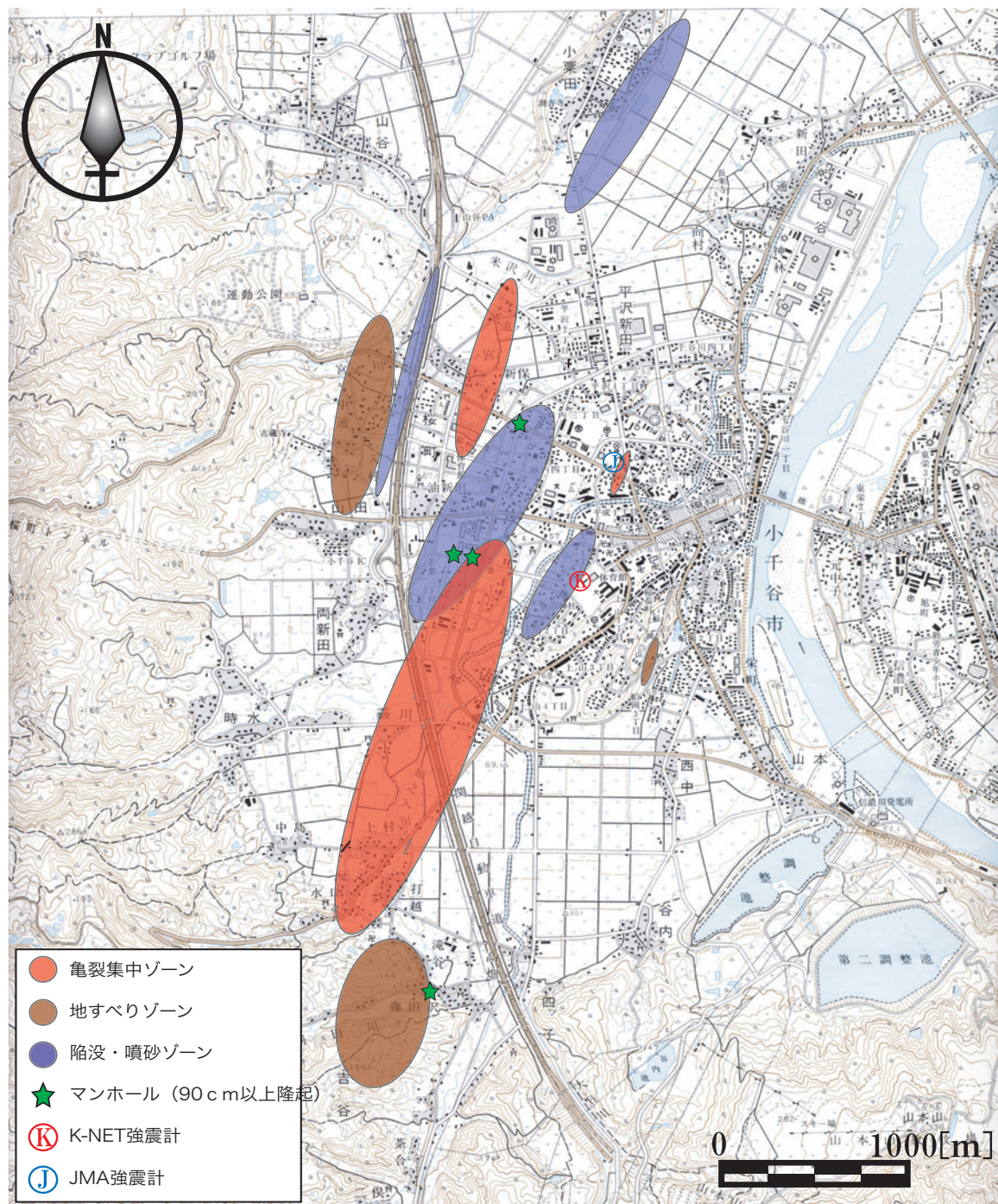


図2 地盤変状分布図

小千谷市街もその一つであり、防災科学技術研究所の強震計では震度7相当の揺れを観測している。信濃川の西岸に位置し、地質は新生界の魚沼層（シルト、砂、礫など比較的柔らかい地層）が広域的に広がっている。ここでは、既存の活断層は認められていないが、構造物の破壊や地盤変状が顕著に認められた。

しかし小千谷市街は、本震を含む余震域よりも西側にあたり、西傾斜が想定される本震の震源断層が直接連なるわけではない。この地盤変状が何

に起因したのか調べるために、詳細踏査を行った。

2 地盤変状（図2）

田畑やアスファルト上で認められた亀裂、重力性崩壊に伴う割れ目、重力性滑動、填砂・陥没、マンホールの隆起、電柱の傾動などの地盤変状要素の記載を行なった。詳細は下記に示すが、それぞれ地震の影響を直接反映しているもの、間接的に反映しているものと様々あるが、面的に把握す

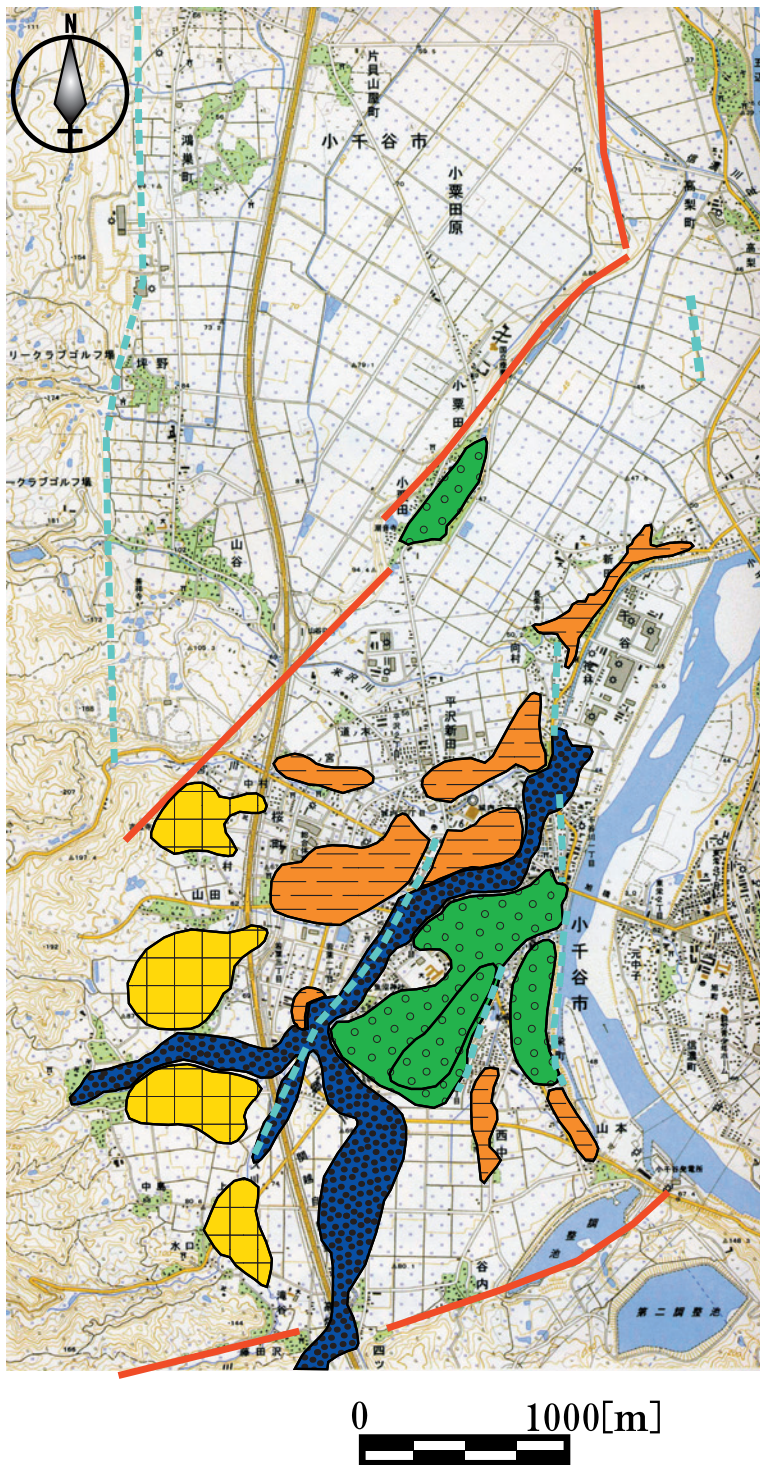
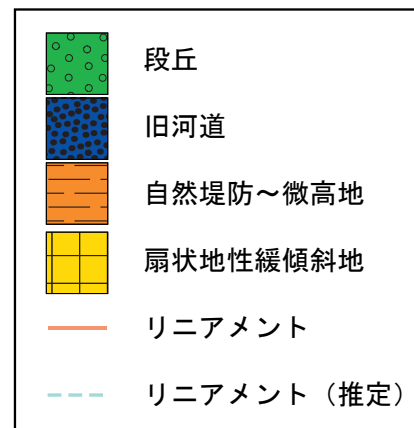


図3 リニアメントと微地形区分図



ることにより傾向が掴めるのではないかとという趣旨から判断材料にした。

(1) 亀裂 (図 1-1)

主に田畑やアスファルトで確認された割れ目。斜面崩壊に伴ったものではなく、地震時の震動や地下の影響を受けて形成されたと考えられる。数m規模のものが多く、圧縮、引張割れ目だけでなく、横ずれ成分を伴うものもある。

(2) 重力性崩壊に伴う割れ目 (図 1-2)

斜面崩壊に伴ってできた割れ目。重力に起因し、相対的な隆起または沈降をしたことによりできたと考えられる。斜面方向に崩落しているものの多くは、道路造成時の盛り土の影響が大きい。

(3) 重力性滑動 (図 1-3)

小規模な表層地すべり。藤田沢地域で主に確認。

(4) 填砂・陥没 (図 1-4)

液状化現象による填砂とそれに伴って形成される陥没。陥没は最大で 500 m 延びる。主に道路の縁で認められた。

(5) マンホールの隆起 (図 1-5)

液状化による影響を受けた抜け上がり。ほとんどが数 10cm 単位の隆起。最大で 120cm の隆起を確認。周囲が液状化による噴砂を起こし、相対的沈降を伴うものもある。

(6) 電柱の傾動 (図 1-6)

特に東と南に傾動しているものが多い。地震時の震動方向を示していると考えられる。

他にも墓石・塀の倒壊などの要素がある。結果として、特に地滑り、亀裂、液状化が顕著に発達する複数の領域が、それぞれ 1-2 km の幅をもって集中している規則性が認められた(図 2)。そして、これらの分布は本震を含んだ余震群の姿勢と調和的な、北北東 - 南南西であった。

3 リニアメント、微地形区分 (図 3)

空中写真判読により、小千谷市街周辺のリニアメント(直線上に並ぶ明瞭な地形境界)と微地形区分の把握を行なった(図 3)。これによると、茶郷川の旧河道(一部は現在の河道として存在)が小千谷市街の中心部を流れ、その両脇に段丘や自然堤防、微高地、扇状地性緩傾斜地が分布していることがわかる。リニアメントは、北部にはほぼ南北走向の片貝断層リニアメント、北西 - 南東走向の小栗田リニアメントが、南部には東北東 - 西南西走向の山本山リニアメントが認められる。また推定ではあるが、茶郷川の河道沿いや信濃川西縁、船岡山東縁にもリニアメントが認められた。

この地域では、大きく分けて南北と北東 - 南西走向のリニアメントが発達し、地盤の弱い旧河道も北東 - 南西方向に延びている。これは、人為的地形改変によるものというよりも、自然に形成されたものとするのが妥当であろう。

4 考察

図 2 と図 3 を比較すると、地盤変状の延びと地形的境界の間には相関が認められる。つまり、地震による地盤変状は地形的影響を強く受けたと考え

えられる。

しかし、すべてにおいて当てはまるわけではなく、地盤変状の一部は地形的影響では説明できない。これは、地表では確認できない地下の弱線(断層、地質境界など)の影響を反映しているのではない。

5 まとめ

小千谷市街の地盤変状が、北北東 - 南南西の同じ方向に延び、複数の領域内に集中している事実は、構造物の影響や浅層の地盤の違い、地形の影響を考慮しても、それだけでは説明できない。つまり、地表で確認できない地下の弱線(断層、地質境界など)の影響が地表に一部現れた可能性がある。そして、小千谷市街での強震もそれを利用してもたらされた可能性がある。

6 問題点

小千谷市街の被害分布、地下構造の解明には、人工地震波探査やトレンチ調査を行うことが必要不可欠である。今後、様々な調査に基づいた総合的な解釈が必要である。

また、本震のメカニズムや震源断層との関係性も示さなければ、今後の強震動予測には応用できない。因果関係を考慮した強震動発生プロセス解明は、減災の観点から最重要項目である。

7 終わりに

今回の報告には、一つの意義がある。断層が認められない地域における、地震直後の調査法の提案である。まだ被害の爪痕の残る場所での調査は、復旧作業が進められており、被災者の心情を考慮すれば、精力的に調査で動き回ることには罪悪感すら覚える。しかし、そこには地震計や後々の調査からは把握できない要素が残されており、整備される前にこれらを把握し記載することは、今後の減災対策にとって重要要素となる。

幸運にも、被災者の方々は皆好意的で、内心穏やかではられない状況にも関わらず、調査時には貴重なご意見を頂けた。この場を借りて御礼申し上げます。

今回の報告が、今後の強震動予測などへの一助となることも期待する。