

川口町田麦山地区の地質と建物被害の関係 の講演を行って

宮地良典¹⁾

1. はじめに

2004年10月に新潟県中越地震が発生した後、産総研ではこの地震の被害と地形・地質の関係について調査・研究を進めてきました。地震の被害が大きくなる要因としては、地震の規模、震源からの距離のほかに、地盤の性質や建物の構造・建築年代などがあります。川口町は震源域の直上にあり、全体に大きな揺れがありましたが、特に和南津、武道窪、田麦山や木沢、峠地区などで甚大な被害がありました(卜部ほか, 2005など)。しかし、その被害の程度は同じ地区の中でも局所的に大きい地域とそうでない地域がみられました。特に川口町田麦山地区は典型的に一部の地域が「全壊通り」と呼ばれるような被害があったにもかかわらず、数百メートル程度離れた小学校の北側では倒壊するような被害は生じませんでした。このような被害分布の様相に注目し、局所的な被害と地盤の関係を明らかにするべく、田麦山地区において重点的な調査・研究を行いました。その結果、田麦

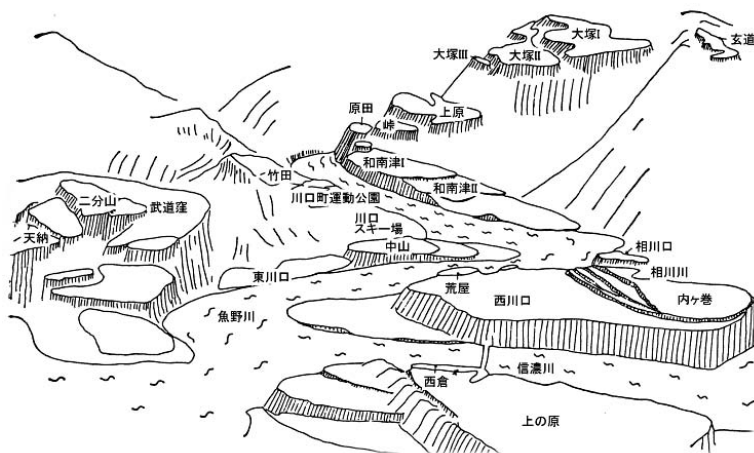
山地区の中でも細粒堆積物からなる扇状地堆積物が厚く分布する場所が「全壊通り」に一致することがわかってきました(吉見ほか, 2005, Yoshimi *et al.*, 2005, 小松原ほか, 2006)。

今回の報告会では、ほぼ全世帯が住み慣れた家を失うなどの甚大な被害を受け、さらに2004年・2005年と2年続いた豪雪によって生活に困難をきたしていた中で調査にご協力いただいた川口町・特に田麦山地区のみなさまに感謝の気持ちを込めて、その結果について講演いたしました。本報告ではその内容と来聴された方々からいただいた御意見などについて報告します。

2. 講演内容の概要

川口町の地盤

川口町は地形区分上、大きく山地と小盆地に分けられ、多くの小盆地はさらに段丘・扇状地に細分されます。山地は、和南津層や魚沼層などと呼ばれる新



第1図
川口町の地形(東山丘陵の隆起に伴い何段もの段丘が形成されている; 川口町史編さん委員会編(1986)より)。

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: 2004年新潟中越地震, 川口町田麦山, 扇状地堆積物, 建物被害, 段丘堆積物

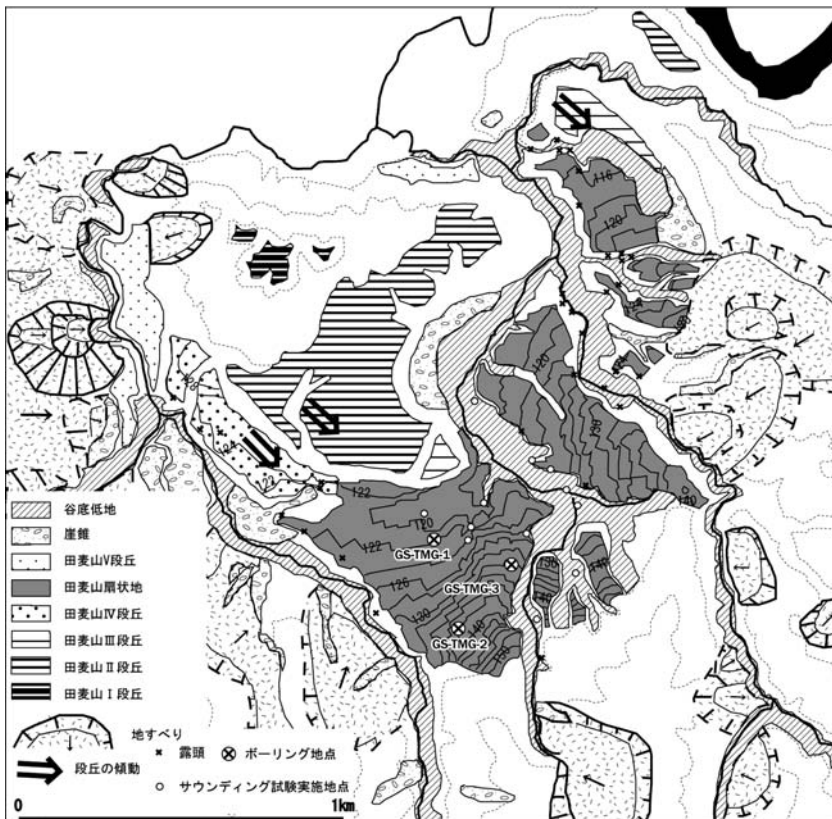
第三紀から第四紀の堆積物である、砂層・泥層からなり、地滑りを起こしやすい地盤をなしています。段丘堆積物は、信濃川や魚野川が蛇行しながら運んできた礫が堆積している場所で、その時作られた平坦面が段丘面です。この段丘は、断層活動に伴って川口町を中心とする地域が隆起する度にさらに削り込まれ、何段もの段丘面に分化してきました(第1図)。さらに山地から段丘面に向かって緩やかに傾斜した扇状地地形が発達しています。扇状地堆積物は、地すべりなどでくずれた和南津層などの砂や泥が運搬されて形成されたと考えられ、軟弱な堆積物からなります。

田麦山地区の被害と地盤

中越地震で田麦山では家屋の90%(166世帯中149世帯)が全壊という、激しい被害を被りました(川口町災害対策本部, 2004)。特に大形地区では「全壊通り」と呼ばれる一つの通り沿いで100%の家屋が倒壊するなど甚大な被害がありましたが、一方そこから数百メートル離れた田麦山小学校の北側では倒壊するよ

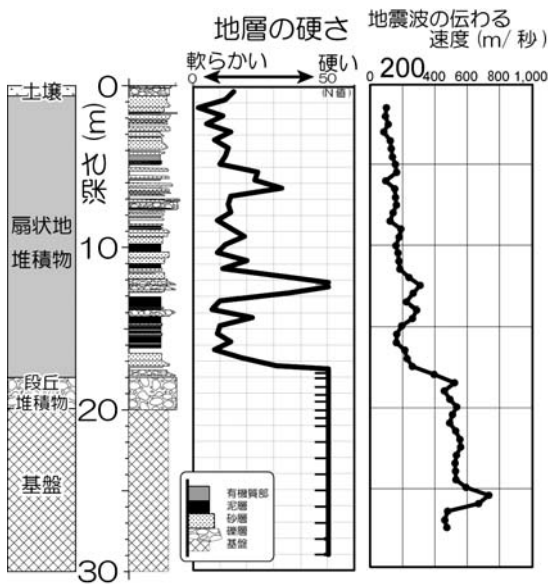
うな大きな家屋被害は生じませんでした。このような被害程度に著しいコントラストが生まれた原因を探るため、周囲の露頭・ボーリング調査(2005年1月に2箇所; GS-TMG-1, 2, 10月に1箇所; GS-TMG-3; で実施)および11箇所のサウンディング試験を行いました。田麦山地区周辺の地形区分と露頭位置、ボーリングおよびサウンディング試験調査地点を第2図に示します。サウンディング試験はミニラム(応用地質株式会社製)およびパイプロハンマーで簡易貫入試験機ロードを押し込む形式のもの2種類の方法で行いました。ボーリング調査では層相の観察のほか、地層の硬さ(N値)を求める標準貫入試験や地震波の伝わる速度を調べる速度検層を実施しました。

その結果、次のような歴史を辿って田麦山地区の地盤が作られてきたことが明らかになりました。①約3万年前頃まで和南津層を削り込んで田麦山地域を魚野川の本流が流れ、川沿いの谷に礫が堆積し、大谷内に段丘面を作った。②隆起に伴って魚野川が現在の位置に流路を変え、新しい魚野川(あるいは信濃川)に流れ込む水系ができる。この水系が段丘を削



第2図

田麦山地区周辺の地形区分および露頭、ボーリングおよびサウンディング試験調査地点(小松原ほか(2006)の地形区分図に加筆)。



第3図 GS-TMG-2地点のボーリングおよび検層調査結果。和南津層、段丘堆積物は硬く、地震波伝播速度が速いが、扇状地堆積物は軟らかく、伝播速度が遅い。

る谷をつくりだす。③この谷を埋めて周囲から扇状地堆積物が堆積する。扇状地堆積物をつくる土砂は細粒で、柔らかい地盤をつくる。④その後も隆起は続き、扇状地を削る川(曲沢川など)が流れる。こうして現在の地形と地盤がつくり上げられた。

この扇状地堆積物によって埋積された谷は大形から前原にかけて深くなっています(小松原ほか, 2006; 口絵「川口町の地盤と震災」写真3)。大形や前原といった扇状地上は標高も高く、間の曲沢川沿いは標高が低いことを考慮すると、「全壊通り」はこの谷を埋めた扇状地堆積物が厚く堆積している場所に一致します。これに対し大谷内などは、扇状地堆積物が無いが、あっても20mよりも薄く、ここでは家屋被害は比較的軽度でした(口絵2)。

露頭調査とボーリング孔を使った検層の結果、和南津層と段丘堆積物は硬く、地震波の伝わる速度はおよそ秒速600mであるのに対し、扇状地堆積物は軟らかく秒速200m以下と顕著に遅くなること、さらに地表に近づくほどさらに地震波の伝わる速度が低下することもわかりました(第3図)。

地盤と揺れの特徴

被害の大きかった大形地区の扇状地堆積物の厚さ(20m以上)と、地震波の伝わる速度(200m/s以下)から計算すると、大形地区の地盤は0.4-0.8秒、場合によってはこれより長い周期の地震動が増幅されやすいこととなります。これは先名(2005)の微動観測結果とも整合します。また、これは木造家屋が最も揺れやすい周期と一致しており、大形地区の被害を大きくした原因の一つと考えられます。

まとめ

川口町は震源から近いこと、地震波が直接襲いかかったことで、甚大な被害が発生しました。田麦山地区など山間の盆地は主に基盤の上に、段丘堆積物と扇状地堆積物が堆積しています。特に軟弱な扇状地堆積物の厚い場所では、木造建造物に大きな被害を与えやすい周期の揺れが増幅され、多くの家屋が集中的に被害を受ける原因となったと考えられます。

地震防災の観点からは、このような軟弱堆積物の分布・厚さや硬さといった地盤情報を理解し、対策を検討しつつ生活することが求められるでしょう。

3. 会場での反応

報告会では以上のことを口頭で説明し、同時にポスターセッションでも発表しました。全体にかみ砕ききれず、「難しい」講演になってしまいましたが、自分の集落で起こった災害の原因でもあり、非常に強いに興味を持って聞いていただきました。

数名の方から扇状地堆積物は「良い」地盤と思っていた、というご意見をいただきました。たしかに、一般に扇状地堆積物というと「良い地盤」というイメージがあります。今回の講演ではこの点には触れず、「悪い地盤」としてお話ししました。実際、内閣府(防災部門)の「地震被害想定マニュアル(内閣府, 2001)」でも、この地域のように標高100mの扇状地の増幅率は1.4と、周囲の山地や台地とほぼ同様の地盤として評価されています。この違いは、一般の扇状地が粗粒堆積物よりなることが多いのに対し、中越地域の山間部のそれが主に細粒堆積物からなることにあります。この理由は扇状地堆積物の供給源である「基盤」の性質によります。すなわち関東平野周辺などでは一般に山地は先第三系、台地は新第三系の「基盤」か

らなり、そこから供給される扇状地堆積物は粗粒堆積物を中心としています。これに対し、中越地域の山間部では「基盤」の山地が固結度の低い新第三系ないし第四系であり、そのため扇状地堆積物が細粒堆積物からなる点が他の一般的な扇状地堆積物と違っており、今回の地震による著しい被害を生み出す原因となったと考えられます。今後は、地震被害の想定にあたって、より詳細な地形・地質条件を検討する必要があると言えます。

一方で、地盤条件の悪いところに住まない方が良いのか？という質問もいくつかお受けしました。単純に地震時の被害だけ考えれば、一般に同じ対策をした場合に、安定した地盤の上にある建築物の被害は小さくなると思われます。しかし、山間盆地という現在でも交通や流通上不便な所に定住し、文化や伝統をつくってきたのは、その自然の中で農耕その他の恵みを人々が得てきたためではないでしょうか。ポスターセッションなどで地域の方とお話していると、自然に関する様々な知恵・工夫などがあることがわかります。数名の町民の方から今回の地震の被害と地盤についての調査結果を、引越や建替といった際の教訓として後世に伝えたいという意見をお聞きしました。その通りで、中越地域の山間部は豪雪地帯としても知られており、地震だけではなく雪対策・土砂災害対策など防災のためのコストは確かに必要と感じます。その上で、地域にはぐまれた文化や教訓を傳承し、また今回の教訓も伝えていただきたいものと切に感じました。

その他、地元で生活や復旧工事にたずさわってこられた方だからわかる貴重な情報やご意見を多数いただきました。また、今回田麦山地区を重点的に調査し、このような結果が出たことに対して、町内の他の地域ではどうなのか、というご質問を多く受けましたが、これに対しては一般的な返答となってしまいました。

4. 終わりに

今回の報告会で、多くの方にご来聴頂き、ご自身が感じた地震と、ご近所・ご親戚の皆様が感じられた

地震とでは、揺れ方や被害の程度が違うことなどへの興味の深さに感心するとともに、十分な説明ができたかどうか不安に思っています。我々が地震被害調査を行うとき、地盤のプロの目で「事実の記載」を行うことも重要な使命です。しかし、今後起こる被害を軽減することこそ重要なのです。被害後の調査を行ってもその被害は軽減できるものではありません。その意味で川口町のみなさまには、復興作業もままならない状態の時にご協力いただいたことを、心より感謝申し上げます。今後別の地域で地震などの災害が起きたときに、あるいは起きる前に、この教訓が生かされることを願います。また、川口町のみなさまには孫子の代に教訓を生かすことができるよう今回の講演会にとどまらず意見・情報交換ができるよう願っています。

引用文献

- 川口町史編さん委員会編(1986):川口町史, 1198p.
 川口町災害対策本部(2004):家屋被害調査結果, かわぐち地震災害対策広報, No. 20, pp. 1.
 小松原琢・中澤 努・宮地良典・中島 礼・吉見雅行・卜部厚志(2006):2004年新潟県中越地震の地震動を増幅させた扇状地堆積物:新潟県川口町田麦山盆地の例, 地質学雑誌, 112, 118-196.
 M. Yoshimi, T. Komatsubara, Y. Miyachi, K. Kimura, H. Sekiguchi, M. Saeki, S. Kunimatsu, K. Yoshida, M. Ozaki, T. Nakazawa, R. Nakashima and H. Saomoto (2005): Landform and local site effects on the colonies worst-hit by the 2004 mid-Niigata prefecture, Japan, earthquake. Earth Planets Space, 57, 667-672.
 内閣府(2001):地震被害想定マニュアル, 内閣府(防災部門)地震・火山担当ホームページ.
 先名重樹・森川信之・大井昌弘・安達繁樹・藤原広行(2005):小千谷・川口地区における微動探査結果と浅部地盤構造モデルについて, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集(CD-ROM).
 卜部厚志・片岡香子・本郷美佐緒・鈴木幸治(2005):新潟県中越地震による建物被害分布から見た激震ゾーン, 月刊地球号外, 53, 126-131.
 吉見雅行・小松原琢・宮地良典・木村克己・関口春子・佐伯昌之・尾崎正紀・中澤 努・中島 礼・吉田邦一・竿本英貴・稲崎富士・牧野雅彦(2005):新潟県中越地震の被害調査:被害と地形・地質との関係, 地球惑星科学関連学会2005年合同大会予稿集(CD-ROM).

Miyachi Yoshinori (2006): An epilogue to the lecture "relation between geology and building damage of the Tamugiyama district" in the briefing session "hazard and grand condition in the Kawaguchi Town".

<受付:2006年5月1日>