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

Fan deposits amplifying ground motions by the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake: An example from the Tamugiyama basin, Kawaguchi Town, Niigata Prefecture, central Japan

Abstract

小松原 琢* 中澤 努*
宮地良典* 中島 礼*
吉見雅行** 卜部厚志***

Taku Komatsubara *;
Tsutomu Nakazawa *;
Yoshinori Miyachi *; *Rei Nakashima* *;
Masayuki Yoshimi **, *Atsushi Urabe* ***

2005年8月3日受付.

2005年12月27日受理.

* 産業技術総合研究所地質情報研究部門
Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

** 産業技術総合研究所活断層研究センター
Active Fault Research Center, Geological Survey of Japan, AIST, Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

*** 新潟大学積雪地域災害研究センター
Research Institute for Hazards in Snowy Areas, Niigata University, Igarashi, Niigata 950-2181, Japan

Corresponding author: T.Komatsubara,
komatsubara-t@aist.go.jp

The Tamugiyama district in Kawaguchi Town, Niigata Prefecture is one of the most affected areas by the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake. Though this district is located in a small (ca. 2 km²) basin, some colonies were damaged lightly and others severely. The worst-hit colony is located on the central part of the Tamugiyama fan underlain by thick (ca. 20 m) muddy deposits with the N-values ranging from 5 to 20. On the other hand, lightly damaged colonies are located on the Tamugiyama-IV terrace underlain by gravel rich deposits with the N-values of over 50 and on the marginal area of the Tamugiyama fan. The Tamugiyama fan deposits were supplied from surrounding hill areas where weakly consolidated Pliocene to Lower Pleistocene sedimentary rocks occurred and a large number of landslides are recognized. The deposits filled a basin-like incised valley during the latest Pleistocene time. The close relationship between damages and thickness of the muddy fan deposits indicates that the fan deposits intensely amplified ground motions resulting in local severe damages. This fact is noteworthy for making seismic hazard maps.

Key words: 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake, strong ground motion, fan deposit, terrace deposit, Pleistocene, Tamugiyama

はじめに

2004年新潟県中越地震(M_j = 6.8)では、震央に近い川口町を中心として余震域で強震動による家屋被害が生じた(例えば、高浜ほか, 2006; 卜部ほか, 2005). 被害状況を詳細に検討すると、被害甚大地区は斑状に分布する上、一集落内でも家屋の耐震性の違いでは説明できない被害程度の違いがある地区が少なくない. 家屋の被害程度は、地形・表層地質と対応しており、表層の軟弱地盤による地震動の増幅が家屋被害を大きくした可能性が高いと考えられる(吉見ほか, 2005; Yoshimi et al., 2005). 筆者らは強震動と表層地質の関連について検討するための基礎資料を示すことを目的として、被害が特に著しい川口町田麦山地区の表層地質を調査した. その結果、田麦山地区には軟弱な細粒堆積物からなる扇状地堆積物が分布することが明らかになり、その層厚の相違が地震動被害の差をもたらしている可能性が高くなった. 本稿では、当地域の表層地質を記載するとともに、地形発達過程および

表層堆積物と地震動被害の関係について考察する.

地形・地質概要

田麦山地区は、中越地震の本震震央から約5 km南、魚野川・信濃川合流点の南約3 kmにある丘陵内の小盆地(以後田麦山盆地と呼ぶ)に位置する(Fig. 1). 田麦山盆地には東側の小貫川および西側の清水沢川という2つの小河川によって開析された段丘面と扇状地面が広く分布する(Fig. 2). 両河川は盆地縁辺部で扇状地面を15~25 m下刻するが、盆地中心部における下刻量は10 m未満である.

田麦山盆地周辺には鮮新統和南津層と鮮新—更新統魚沼層が広く分布する. これらは弱固結の砂岩や泥岩を主とし礫岩を含む. この盆地は北西方を通る東山背斜(南端部)の東翼にあたり、魚沼層と南津層は波長2 km程度の小規模な褶曲構造によって変形している. これらの褶曲構造はいずれも段丘面を変位させる活褶曲である可能性が高い.

Fig. 1. Geology around the epicentral region of the 2004 Mid-Niigata Prefecture Earthquake (retouched into Maruyama et al., 2005). Geologic map is simplified from Kato and Yamazaki (1979) and Watanabe et al. (2001). The examined Tamugiyama district is located on the eastern limb of the active Higashiyama anticline and surrounded by the Pliocene to Lower Pleistocene weakly consolidated sedimentary rocks.

田麦山盆地の地形

田麦山盆地には、高位の面より田麦山Ⅰ面～Ⅴ面の５段に区分できる段丘面と段丘化した扇状地（田麦山扇状地）、崖錘・沖積錘およびそれらを開析する谷底低地に区分できる地形面が分布する（Fig. 2）。田麦山集落の家屋の多くは田麦山Ⅳ面および田麦山扇状地上に立地し、少数の家屋が谷底低地に立地する。また、田麦山盆地周辺の丘陵には多くの地すべり地形が発達する。中でも盆地北西方の田麦山盆地と魚野川沿いの低地を隔てる狭窄部には明瞭な地すべり地形が認められる。

田麦山盆地内の主要な地形面の形態的特徴を古期のものから順に記す。

- (1) **田麦山Ⅱ面:** 田麦山盆地北部に分布する段丘面。背後の丘陵斜面とは緩傾斜面を介して滑らかに連続する。盆地西部では標高 150 ～ 155 m、盆地中部では 143 ～ 146 m の高度をもつ。段丘面は 1.5 ～ 2/100 の勾配で南東に傾斜する。
- (2) **田麦山Ⅳ面:** 田麦山盆地西部の大谷内地区に分布する段丘面。面の標高は分布域北西部で 126 ～ 130 m、分布域南東端で 120 ～ 124 m であり、1.5/100 程度の勾配で南東に傾斜する。
- (3) **田麦山扇状地面:** 田麦山盆地で最も広く分布する地形面で田麦山集落のうち田中地区と前原地区および大形地区の大部分が面上に立地する。主に曲沢川と源太山川を扇源とする

合流扇状地をなす。標高は南部の曲沢川扇頂部で最も高く約 150 m、北部の小和北地区で最も低く 116 m 前後である。分布域西部の大谷内地区では勾配が緩く地形的には田麦山Ⅳ面と区別しがたいが、後述する堆積物の層相や成因・年代から両者は確実に異なる地形面と認識される。

(4) **谷底低地:** 清水沢川や小貫川などの田麦山扇状地面を開析する河川沿いに細長く分布する。現河床との比高は数 m 未満であるが、ところによって階段状の不連続な小段によって細分される。現在の河川作用によって作られつつある侵食性の地形面と見なされる。

表層堆積物の記載

田麦山地区の人家が立地する田麦山Ⅳ面と田麦山扇状地面を構成する堆積物を中心に地表踏査およびボーリング調査を行った。これらの地形面では、盆地東縁の小貫川沿いと西縁の清水沢川沿いを中心に良好な露頭が数多く見られ、田麦山Ⅳ面および田麦山扇状地を構成する堆積物とその基盤を観察することができる。露頭に加え、盆地中央部の田麦山小学校（Loc. 8）で行われた既往ボーリング柱状図および中越地震後に掘削した２本のボーリング（GS-TMG-1N; Loc. 6 および GS-TMG-2N; Loc. 7）によっても、これらの堆積物の情報を得ることができる。編年の基礎資料となるローム（火山灰質土）について記載し、次いで各地形面構成層について記載する。

Fig. 2. Geomorphic map of the Tamugiyama district. Tamugiyama district is located in a small basin (Tamugiyama basin). The Tamugiyama IV terrace and the Tamugiyama fan are topographically continuous, but these two surfaces are geologically distinguishable. The Tamugiyama II to IV terraces are tectonically tilted southeastward. Many landslide remains are recognized in the hill area around the Tamugiyama basin. Most of houses are located on the Tamugiyama IV terrace and on the Tamugiyama fan.

段丘面を覆うローム（火山灰質土）層については、大谷内集落北方（Loc. 3）で田麦山Ⅱ面を覆うものを、大谷内集落内（Loc. 2）で田麦山Ⅳ面を覆うものを観察した（Fig. 3）。ローム層は下位からマンセル色表示で7.5YR5/6-5/8を示す明褐色ローム層と7.5YR3/4を示す暗褐色ローム層に区分できる。暗褐色ローム層は、わずかな色調の違いと硬さおよび植物根の混入程度の違いから上下に二分できる。両地点のローム層を5 cm 間隔で採取し水洗したところ、明褐色ローム層の上端から約20 cm 下位を中心として厚さ30 cm 程度の区間で1.498–1.500の屈折率を示すバブルウォールタイプの火山ガラスが多く含まれていた。この火山ガラスは、屈折率とガラスの形状、および信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ（2003a）に記された層位から始良 Tn テフラ（AT）と同定できる。しかしどちらの地点においても、信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ（2003a）に記された、扁平で澄んだ色調の斜方輝石と普通角閃石によって認定される大山倉吉テフラ（DKP）起源の重鉱物は認められなかった。

(1) 田麦山Ⅳ面堆積物: 田麦山Ⅳ面堆積物は、魚沼層や和南津層を覆って分布する。本層はチャートや変成岩類の礫を含む最大40 cm 程度の円～垂円礫主体の砂礫層からなる。大谷地の Loc. 2 では下位より厚さ7 m 以上の礫層と、厚さ30 cm の砂層が認められる（Fig. 4）。砂層を厚さ40 cm の明褐色

色ローム層と40 cm の暗褐色ローム層が覆う。前述のように明褐色ローム層からAT起源の火山ガラスが産出する。本層の厚さは所によって大きく変化し、田麦山小学校のボーリングでは10 m 以上に達する。田麦山小学校（Loc. 8）のボーリング調査によると本層の砂礫層の標準貫入試験によるN値は上部の砂勝ちの部分で30以上、主体となる砂礫層では50以上を示す。

(2) 田麦山扇状地堆積物: 田麦山扇状地堆積物は、盆地東部の小貫川沿いや川口町斎場付近および田麦山小学校では田麦山Ⅳ面堆積物を覆い、他の場所では和南津層や魚沼層を直接覆って分布する。本層は多くの場所で下位より厚さ数10 cm～3 m の礫層と厚さ数m～10 数m の砂泥互層からなる。

基底の礫層はチャートや変成岩の礫を含む最大径20 cm の礫層からなるが、所によって周囲の魚沼層や和南津層に由来する軟岩礫を含む。堆積縁縁部では基底礫層を欠く場所がある。

砂泥互層はコントラストに乏しい細粒砂～極細粒砂とシルト～粘土を主体とし、腐植層が挟まれる。田中地区の扇頂部（Loc. 6）で掘削したボーリングGS-TMG-1Nでは砂泥互層の下に約6 m にわたって砂勝ちで細礫を含む砂が連続するが、このような厚い砂層は他地点では確認されていない。盆地北西部の大谷内地区付近や盆地中央部の前原地区では本層

Fig. 3. Columnar sections of volcanic ash soil overlying the Tamugiyama II and IV terraces. Localities are shown in Fig. 2. Bold and dotted lines in the right side of columns show zones containing volcanic glass identified as Aira Tn tephra (AT).

上部に腐植層ないし腐植質泥層が厚く連続する。一般に泥質部にはしばしば直立した植物根や腐植物、植物片が含まれる。砂層中には所により粗粒砂や細礫および魚沼層の泥岩偽礫を含む層が挟まれる。また砂層中にはしばしばリップルが認められる。扇状地堆積物の上部には厚さ数 cm の灰白色ガラス質テフラが挟在する。これは屈折率 1.498 ~ 1.501 のバブルウォール型のガラスを主体とすることから AT に同定される。AT より上位の層準の厚さは扇頂部で 5 ~ 6 m、扇端部で 2 m 程度であり、扇端に向かって薄くなる (Fig. 5)。

清水沢川や源田山川周辺の露頭と、田麦山扇状地上におけるボーリングによると田麦山扇状地堆積物の厚さは盆地中心部の大形地区から前原地区で 20 m 程度と厚く、盆地西部の清水沢川沿いや東部の小貫川沿いではほぼ 10 m 以下である (Fig. 6)。

本層の標準貫入試験による N 値は基底の砂礫層で 50 以上、砂泥互層で 5 ~ 20、細礫混じり砂層で 20 ~ 50 である。

(3) 谷底低地堆積物: 谷底低地を構成する堆積物は露頭で確認されていないが、現河床に砂を主体として礫を含む堆積物が認められること、階段状の小段が認められる横断面形より侵食面と考えられることから、薄い砂を主体とする堆積物からなると考えられる。

田麦山盆地と周辺地域との地層の対比

田麦山盆地の堆積物は AT など広域テフラとの層位関係によって次のように周辺地域と対比される。

信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ (2003a, b)

は、十日町盆地北部から川口町武道窪周辺においては、他の地域と異なって DKP 降下以降 - AT 降下以前に離水した段丘面が複数段に分化していることを明らかにし、これらを塩殿面群と総称した。田麦山 II 面を直接覆うローム層の層準は、DKP を含まず、かつ AT より約 30 cm 下位にあたることから、本面は DKP 降下以降 - AT 降下以前に離水した。一方、後述するように田麦山 IV 面では直上に AT が認められることから、田麦山 II 面以降、田麦山 IV 面以前に離水した田麦山 III 面も DKP 降下以降 - AT 降下以前に離水したと考えられる。このことから、田麦山 II 面および III 面は信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ (2003a) の塩殿面群に対比される。

田麦山 IV 面では離水層準の直上付近に AT が認められる。信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ (2003a) によると、当地域周辺の信濃川本流において離水層準直上を AT が覆う段丘面は、塩殿面 (信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2003a 再定義) であり、田麦山 IV 面はこの面に対比される。同様に離水層準直上に AT が認められることから、田麦山 IV 面は魚野川の堀之内段丘 6 面 (金, 2004) に対比される。

田麦山扇状地堆積物は上部に AT を含む。本地域の北約 5 km の川口町武道窪の扇状地堆積物からも同様に AT が得られており (吉見ほか, 2005)、田麦山扇状地堆積物は武道窪の扇状地堆積物に対比される。

考 察

1. 田麦山盆地周辺の地殻変動

Fig. 4. Columnar sections in the Tamugiyama basin. Locations are shown in Fig. 2. Columns stand in line from West (Oyachi) to East (Mae-hara) crossing the marginal area of the Tamugiyama fan. The Tamugiyama IV terrace deposits comprise firm sand and gravel. The Tamugiyama fan deposits are composed of sand and mud intercalating peat layers, and overlie the Tamugiyama IV terrace deposits in the northern margin of the fan. AT tephra is included in volcanic ash soil overlying the Tamugiyama IV deposits (Loc.2) and is also intercalated in the Tamugiyama fan deposits (Locs.7, 11).

田麦山盆地ではDKP降下以降—AT降下より前に形成された塩殿面群に対比される段丘面（田麦山Ⅱ・Ⅲ面）が認められる。信濃川流域において塩殿面群が発達する地域は、塩殿面と現河床の比高が大きな地域と一致し、塩殿面群の形成には活構造の運動が寄与していると考えられている（信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2003b）。また、田麦山盆地に近い信濃川・魚野川の合流点周辺は塩殿面と現河床の比高が特に大きな地域であり（信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2003b）、田麦山盆地は周囲に比べて後期更新世以降の隆起量が大きいと判断される。

田麦山Ⅱ面およびⅣ面の堆積物はいずれもチャートや変成岩類など魚野川流域に分布する基盤岩を起源とする礫を多量に含むことから、魚野川によってもたらされた堆積物であると判断される（荒川ほか, 2005）。盆地周辺の地形から、当時の魚野川は盆地の北東側から流入し、蛇行して北西側へ流出していたと判断される。しかし田麦山Ⅱ面～Ⅳ面の各面はいずれも田麦山盆地北部で南東に傾斜し、当時の魚野川の流

向とは逆方向に傾斜する。これは段丘面離水後に盆地北部で南東傾動運動が行われたことを示す。また田麦山扇状地は、北西部大谷内地区で水平に近い傾斜を示し田麦山Ⅳ面と一連の形態を示すが、これも扇状地離水後に盆地北部で南東傾動運動が行われ、扇面の勾配が減じたことによる可能性が高い。その傾動によって田麦山Ⅳ面離水以降に盆地中央付近に比べて盆地北西部が数 m 以上隆起したと考えられる。

以上の南東傾動を伴う隆起は、当地が東山背斜東翼に位置することから、この背斜の活動によるものと判断される。

2. 田麦山盆地の形成過程

田麦山盆地における堆積物の層相と広域テフラとの層位関係に基づき、田麦山盆地の形成過程は以下のように示される。

(1) 田麦山Ⅱ～Ⅳ面段丘堆積物の形成: 丘陵中を蛇行した魚野川が田麦山盆地に流入して段丘面を形成した。これらの段丘の形成期はAT降下期（26—29 ka; 町田・新井, 2003）以前である。なお田麦山Ⅱ面離水以降—Ⅳ面離水までに魚野川

Fig. 5. Columnar sections of the Tamugiyama fan deposits in the central to western part of the Tamugiyama basin. Columns are arranged from South (fan head) to North (fan margin). AT horizons in columns are placed at the same level in this figure.

は盆地を 20 m 程度下刻した。

(2) **田麦山IV面の削剥:** 田麦山IV面離水後に、段丘面は河川による下刻を受け谷地形が形成された。削剥量は、田麦山小学校 (Loc. 8) と、そこから 300 m しか離れていない Loc. 7 (GS-TMG-2N) における田麦山扇状地堆積物基底の比高から、15 m 以上に及んだと考えられる。この下刻は、扇状地堆積物の基底礫が魚野川流域を起源とすることや削剥量が大きいことから、魚野川によってなされた可能性が高い。このような比較的短期間における急速な削剥作用が生じた要因として、盆地北部における塩殿面群の形成に見られるように当地域が活発に隆起運動を行っていること、信濃川と魚野川の合流点に近い河川の河道変化による河床の急激な低下の影響を受けやすいこと、があげられる。

(3) **田麦山扇状地の形成:** 谷地形の形成後—AT 降下期前後にかけて、当盆地に曲沢川や源太山川などの小河川から砂や

泥を主体とする堆積物が供給された (荒川ほか, 2005)。その厚さは盆地中央部で 20 m に達する。この堆積物は、直立した植物根を含む泥とリップルが発達した砂層を伴う、砂泥互層からなることから、後背湿地的な環境に小河川によって掃流性の砂が繰り返し供給されて形成されたものと考えられる。このような堆積物の形成様式と堆積面が勾配をもつ扇状の地形面を構成することから、硬岩に由来する砂礫からなるものとは層相を異にするが、これは扇状地堆積物と見なされる。

厚い扇状地堆積物が形成された要因としては、周辺地域に地すべりの履歴をもつ弱固結の砂岩や泥岩が広く分布して細粒碎屑物の供給量が多いこと、盆地北部の傾動隆起や地すべりによって河川が遮断され、堆積物が下流に運搬されにくくなった可能性が高いこと、をあげることができる。

(4) **田麦山扇状地の離水:** 扇状地の離水後、盆地の東西両側

Fig. 6. Thickness of the Tamugiyama fan deposits and damage distribution. Evaluated damage distribution is taken from Yoshimi et al. (2005). The most heavily damaged area coincides with the central part of the Tamugiyama fan underlain by thick (ca. 20 m) soft deposits.

から小貫川と清水沢川によって扇状地が下刻された。下刻量は盆地縁辺部で最大 25 m に達するが、中心部では 10 m 以下で広く扇状地が残存している。この下刻は最近まで行われており、不連続な階段状の小段をもつ谷底低地が形成された。

3. 強震動発生場の表層地質に関する考察

片岡ほか (2004)、高浜ほか (2006)、吉見 (2005)、Yoshimi et al. (2005) に指摘されているように、田麦山盆地の中でも田麦山IV面上に位置する大谷内地区、田麦山扇状地の北端部に当たる大形地区北部、および田麦山扇状地を開析する谷底低地にあたる前原地区西部では地震動による家屋被害が比較的軽微である。一方、田麦山扇状地の扇頂部から中央部にかけての田中地区や大形地区南部および前原地区中～東部では耐震性の高い高床式木造二階建て住宅（いわゆる雪国仕様住宅）を含め大きな家屋被害が生じている。このような家屋被害が大きかった地域は、田麦山扇状地堆積物の厚さが 20 m 余りに達する地域とおおむね一致する (Fig. 6)。このように地震動被害と厚い扇状地堆積物の分布地域が一致することは、軟弱な砂泥互層を主体とする扇状地堆積物が家屋被害をもたらした強震動の増幅に関係していることを示す。

一般に扇状地堆積物は砂礫層からなり、地震災害に対する危険度は低いと考えられてきた（例えば、鈴木, 2004）。しかし、中越地震では扇状地上で被害が大きく、一部を除いて段丘面上や沖積低地では相対的に被害が小さかったことが指摘

されている（高浜ほか, 2006; 吉見ほか, 2005）。田麦山地区以外でも扇状地上で激甚な被害を受けた川口町和南津地区の山沿いでは田麦山扇状地堆積物と類似した砂泥互層が最大 10 数 m の厚さで分布する（新潟県平野部の地盤図集編集委員会, 1981）。また地形的に田麦山地区と似た川口町武道窪地区には、新第三系泥岩に由来する礫層と砂泥互層からなる厚さ 15 m 以上の扇状地堆積物が露頭で確認されている（吉見ほか, 2005）。

このような細粒堆積物からなる扇状地は、中越地震の被害地域では流域に地すべり地形の発達する小規模河川沿いに多く認められる（吉見ほか, 2004 など）。特に田麦山地区や武道窪地区のように、丘陵を穿入蛇行していた魚野川や信濃川の河道が放棄されて盆地状の低地が形成された場所は、後背地から流入する細粒の扇状地堆積物が厚く堆積しやすい条件をもつ。小千谷盆地西部においても同様の蛇行河川が放棄されて形成された低地に厚く軟弱堆積物が分布し、そこで周辺地域よりも大きな被害が生じている（荒川ほか, 2005）。

今回の地震では、このような後背地の地質と地形発達過程を反映して軟弱な細粒の扇状地堆積物が局所的に厚く堆積した地区で大きな家屋被害が生じた例が多いと考えられる。

一方、従来は地震災害に対する危険度が高いと考えられてきた谷底低地にあたる前原地区西部は、周囲に比べて相対的に被害が小さかった。このことは、当地区の谷底低地が扇状

地堆積物を削剥して形成されたものであり、扇状地堆積物が周囲よりも薄いことによる可能性が高い。

まとめと今後の課題

本調査により田麦山盆地中央部の最も被害の大きな地域は、魚野川の下刻によって作られた低地に弱固結岩に由来する碎屑物からなる厚い軟弱な扇状地堆積物が堆積した場所と一致することが明らかになった。中越地震においては、このような局所的に厚く分布する軟弱な細粒の扇状地堆積物が家屋に被害をもたらす地震動を増幅させた地区が数多く存在すると思われる。

従来、扇状地は地震災害に対する危険度が低いと考えられてきたが、当地域のような弱固結の上部新生界堆積岩からなる丘陵・山地の麓に発達する扇状地は細粒堆積物からなることが多く、硬岩礫より構成される扇状地と異なって地震災害の危険度がむしろ大きいと言える。このことは地震ハザードマップ作成にあたって留意すべき点である。

また、より詳細に被害分布をみると、田麦山盆地の中でも大形地区南部で最も家屋倒壊率が高いが、その要因については十分な検討が必要である。今後、このような地区の地下地質を詳細に明らかにすること、および堆積物の弾性波速度測定や数値解析により家屋被害をもたらした強震動発生の要因を解明することは、中越地震による局所的に大きな地震被害要因を解明する上で重要な課題である。

謝 辞

本調査にあたっては、地区総代をはじめとする川口町田麦山地区の皆様より暖かな励ましの言葉とご協力をいただきました。また川口町役場建設企画課の皆様には大変な状況にもかかわらず、現地情報の提供など多大なご支援をいただきました。新潟大学積雪地域災害研究センターの高濱信行教授には川口町の地形図を貸与いただくとともに建設的な議論を賜りました。独立行政法人土木研究所の稲崎富士主任研究員と新潟大学積雪地域災害研究センターの内藤信明氏にはボーリング掘削にあたりさまざまなご協力をいただきました。産業技術総合研究所地質情報研究部門の木村克己都市地質研究グループ長および尾崎正紀島弧堆積盆研究グループ長には終始調査に関するご助言をいただきました。熊井久雄氏および植村善博氏による査読意見は本稿の改善に役立ちました。末筆

となりますが、2004 年中越地震により被災された方々に心よりお見舞い申し上げるとともに、復興が順調に進むことを願っております。

文 献

- 荒川勝利・堀川秀夫・山崎興輔・吉越正勝・ト部厚志・高濱信行・本郷美佐緒・片岡香子・鈴木幸治・安井 賢・川邊孝幸, 2005, 第4章5. 小千谷・川口地域の地震被害. 地研研報, **54**, 68-77.
- 片岡香子・ト部厚志・本郷美佐緒・鈴木幸治, 2004, 新潟県中越地震による川口町田麦山地区における地震災害と建物被害. 新潟大積雪地域災害研究センター研究年報, **26**, 67-71.
- 加藤碩一・山崎晴雄, 1979, 信越地域活構造図. 地質調査所.
- 金 幸隆, 2004, 魚沼丘陵の隆起過程と六日町断層の活動累積. 活断層研究, **24**, 63-75.
- 町田 洋・新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 336p.
- Maruyama, T., Fusejima, Y., Yoshioka, T., Awata Y. and Matsuura, T., 2005, Characteristics of the surface rupture associated with the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake, central Japan and their seismotectonic implications. *Earth Planets Space*, **57**, 521-526.
- 新潟県平野部の地盤図編集委員会, 1981, 新潟県平野部の地盤図集「新潟平野編」. 614p.
- 信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2003a, 信濃川中流域における第四紀末期の河成段丘面編年. 地球科学, **57**, 95-110.
- 信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2003b, 河成段丘面の高度分布に基づく信濃川中流域の第四紀末期の活構造運動. 地球科学, **57**, 273-283.
- 鈴木隆介, 2004, 建設技術者のための地形図読図入門, 第4巻, 火山・変動地形と応用読図. 古今書院, 943-1322.
- 高濱信行・ト部厚志・片岡香子・本郷美佐緒・宮下純夫・豊島剛志・志村俊昭・小林健太・久保田喜裕・和泉 薫・河島克久, 2006, 構造物の被害調査と地盤災害. 科学技術振興調整費「平成16年(2004年)新潟県中越地震に関する緊急調査研究」研究報告書, (印刷中).
- ト部厚志・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みた激震ゾーン. 月刊地球号外, **53**, 126-131.
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一, 1986, 小千谷地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の1 地質図幅), 地質調査所, 177p.
- Yoshimi, M., Komatsubara, T., Miyachi, Y., Kimura, K., Sekiguchi, H., Saeki, M., Kunimatsu, S., Yoshida, K., Ozaki, M., Nakazawa, T., Nakashima, R. and Saomoto, H., 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.
- 吉見雅行・小松原琢・宮地良典・木村克己・吉田邦一・関口春子・佐伯昌之・尾崎正紀・中澤 努・中島 礼・国松 直・竿本英貴, 2005, 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-. 地質ニュース, no.607, 18-28.
- 渡辺満久・堤 浩之・鈴木康弘・金 幸隆・佐藤尚登, 2001, 1:25,000 都市圏活断層図「小千谷」. 国土地理院.

(要 旨)

小松原 琢・中澤 努・宮地良典・中島 礼・吉見雅行・ト部厚志, 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. 地質雑, 112, 188—196. (Komatsubara, T., Nakazawa, T., Miyachi, Y., Nakashima, R., Yoshimi, M. and Urabe, A., 2006, Fan deposits amplifying ground motions by the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake: An example from the Tamugiyama basin, Kawaguchi Town, Niigata Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.* **112**, 188—196.)

川口町田麦山地区は 2004 年新潟県中越地震によって最も甚大な被害を受けた地区の一つである。当地区の家屋の大部分は、始良 Tn テフラ降下前に形成された魚野川の河成段丘面と、段丘面を開析した谷を埋めて分布する扇状地面上に立地する。扇状地堆積物は地すべり地形が発達する鮮新統～更新統の堆積岩に由来し、軟弱な腐植まじりの砂泥互層を主体とする。地震動による家屋の被害は、扇状地堆積物の厚さが約 20 m に達する扇状地中央部で最も激しく、礫層を主体とする段丘と扇状地の縁辺部では比較的軽微であった。地震被害と細粒な扇状地堆積物の厚さの密接な関係は、この堆積物が地震動を増幅し、局地的に激しい被害を引き起こしたことを示す。このことは地震ハザードマップ作成の上で注意すべき事実である。