

新潟県中越地震にかかわった地層と地盤

小 林 巖 雄*

1. はじめに

新潟県中越地震は、新長岡市、与板町、新柏崎市、新十日町市、小千谷市、川口町、魚沼市など広範囲に被害を与えた。これらの地域は越後山地の西側を限る新発田－小出構造線のさらに西側にある丘陵地域である。この丘陵地域は信濃川本流をはさみ、西側の鯖石川流域を含む東頸城丘陵と東側の魚沼丘陵とに分けられる。

今回の地震発生地は大森（1907）によって信濃川地震帯と命名された地域の中にある。

本地域は新潟油田地域の一角にあり、地質調査は明治時代から行われ、明治～昭和にかけて新潟油田地域の油田図、例えば東山油田（佐川榮次郎、1920、明治35）、岡野町油田図（渡辺久吉、1938、昭和13）などが農商務省地質調査所の手によって作成された。第二次世界大戦の前後においても油田探鉱は重要な国策として続き、その結果多くの地質学的資料が蓄積された。最近では、5000m以上の深部に賦在するガス田の探鉱を目的として、多くの地震探査や試錐調査が過去数十年間つづけられてきた。

今回の地震発生地域においても、1991年に基礎試錐「三島」（石油技術協会記念出版小委員会編、1993）、1998年に同「東山」、で、深部ボーリングが実施され、それぞれ深度6300m（七谷層）、6100m（七谷層）、までの層序および地質構造が明らかにされた。かつての東山油田・田麦山油田をはじめとする開発のほか、現在生産が続けられている片貝ガス田、南長岡ガス田、見附ガス田、東柏崎ガス田、吉井ガス田が本地域に存在する。多くの地質研究者、技術者によって地表地質調査も活発に行われ、各地の層序や古環境などの資料が蓄積されてきた（地質調査所刊、1974；島田ほか、1974；鈴木・三梨・宮下ほか、1974；新潟平野団体研究グループ、1968、1970；魚沼丘陵団体研究グループ、1983；新潟平野東縁団体研究グループ、1990ほか）。

しかしながら、地震の発生機構などに直接かかわる地質調査はほとんど行われていないといえる。断層地形学的観点からの活断層調査としては、断層の確認および評価のためのトレンチ調査などが本地域においても実施され、多くの活断層が平野や盆地の縁で確認されてきた（活断層研究会編、1996；渡辺ほか、2001ほか）。地震にも直接かかわるネオテクトニクスの地質学的、測地学的な調査研究（飯川、1991；信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ、2002、渡辺・ト部、2003）がなされている。

ここでは、これまでの私どもの調査研究によって得られた地質情報に基づいて、本地域の地質的あるいは地盤的観点から地層、地質構造などを述べてみたい。

なお、この小論では「大地」を理学的な視点でみる場合、それは〈地質・地層〉であり、同じ対象を工学的な視点でみる場合、〈地盤〉としたい。すなわち、地盤は人が生活する場として大地を見ることにある。

*新潟大学名誉教授

2. 地質の概要と特徴

新潟県中越地域の地質の概略と特徴について述べる。おもに、筆者が地質調査所併任時に行った5万分の1地質図幅調査の成果（柳沢・小林ほか、1986；小林ほか、1989；小林ほか、1991；小林ほか、1993；小林ほか、1995；新潟県地質図改訂委員会編、2000；小林、2005）に基づいて紹介する。なお、前述のように、本地域の地質学的研究は相当な数にのぼるが、これらの詳細については上記の文献を参照してほしい。

2. 1 新発田—小出構造線

新潟地域には、日本列島の地質単元を境する構造線で、超一級の糸魚川—静岡構造線のほか、柏崎—千葉構造線、三面—棚倉構造線、および新発田—小出構造線が存在する。小論で述べる地域の東側には北北東—南南西方向に延びる新発田—小出構造線が通る（日本の地質「中部地方Ⅰ」編集委員会編、1988）。この構造線は湯之谷から破間川の谷底平野に沿って小出を抜け、魚野川の流れる六日町盆地を通り越後湯沢に向かう。これを境にして、東側に山地、西側に丘陵が対照的に広がる。この構造線は基盤岩である足尾帯の地層を切る大断層である。この構造線を境にして、東側には足尾帯と白亜紀花崗岩類などと、それらを不整合で覆う下部／中部新第三系（城内層）が、西側には新第三系と第四系がそれぞれ分布する。大きい余震の震源地があったものの、今回の地震発生地および被害地はほとんどがこの構造線より西側の丘陵地帯である。

2. 2 足尾帯＋下部／中部中新統が分布する山地

山地に分布する足尾帯は、粘板岩、硬砂岩、チャート、ホルンフェルスの三畳系～ジュラ系、および岩塊として介在する緑色岩・石灰岩（石炭紀・二畳紀のフズリナなどを含む）からなる。このほか白亜紀花崗岩類が分布する。下部／中部中新統の城内層群はそれらを不整合に覆う。これは砂礫岩、頁岩、安山岩溶岩、デイサイト質凝灰岩などである。

2. 3 新第三系・下部更新統が分布する丘陵

丘陵地は信濃川を境に、東側を魚沼丘陵と呼ぶ。ただし、約600～750mの尾根をもち、起伏のある地域を山地として区分することもある。ここでは東山山地とする。また、長岡の東側にあたる東山地域の丘陵は東山丘陵とも呼称されている。つぎに、信濃川の西側にあたる西山地域の丘陵は東頸城丘陵の一部である。ここも西山丘陵と呼ばれている。

丘陵地域に分布する地層はおもに新第三系と中・下部更新統である。西山地域に広がる地層の層序は、西山層序といい、新潟油田地域の標準層序とされている。なお、新潟地域には約10の地域層序（新潟県地質図改訂委員会編、2000）が設けられている。その一つ、東山地域には東山層序が確立されている。西山層序と東山層序およびそれらの対比・年代を第1表に示す。

2. 4 新第三系・中／下部更新統の層序

西山地域に分布する新潟油田地域標準層序（西山層序）は、地表に露出する最下位層から寺泊層、椎谷層、西山層、灰爪層、さらに魚沼層（ただし西山層上部と灰爪層は魚沼層に指交する）の順にほとんど整合に重なる。海岸側では灰爪層が西山層に傾斜不整合で載る。

東山地域に分布する東山層序は下位から西名層・半蔵金層、猿倉岳層・貫木層・鋸山デイスイト・五百山安山岩、荒谷層、川口層・牛ヶ首層、白岩層・栖吉層、和南津層、魚沼層の順に整合で重なる。

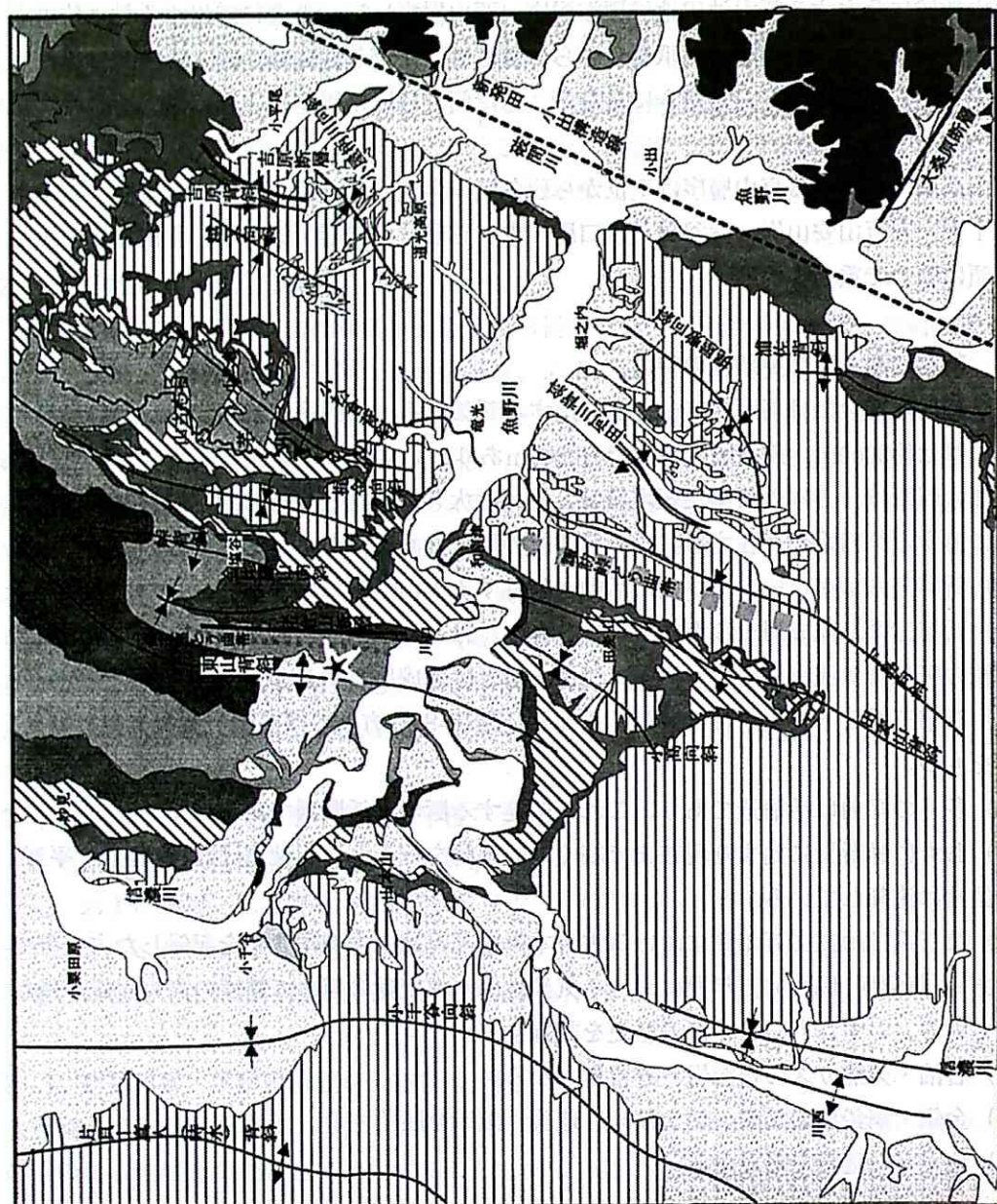
2. 5 新第三系・下部更新統の特徴

- 1) 新潟堆積盆には層厚6000m以上に達する新第三系・第四系が累積する。新第三系の層厚は約3000m、魚沼層は単独で約2000mあり、いずれも沈降性堆積盆地を埋積した。この層厚は、日本の新第三紀堆積盆としては大きい。越後平野の地下には3500m以上に達する第四系が存在する。この第四紀の堆積盆も沈降量が非常に大きい。
- 2) 新第三系はグリーンタフ火山活動と呼称する火山活動に始まる。
- 3) 新第三系は陸成層・浅海成層にはじまり、ほとんどか深海成層からなる。下部更新統の灰爪層は浅海成層、魚沼層は浅海成層と陸水成層である。
- 4) 新第三系と下部更新統は著しく褶曲し、NNE-SSW方向の褶曲軸（新潟方向という）をもつ。
- 5) 多くの褶曲は活構造であり、これに関連する断層も活断層である。
- 6) おもに鮮新世に始まり現在まで続く地殻運動をみると、山地・丘陵は隆起し、平野・盆地は沈降している。
- 7) 第三系は約1500万年間における古日本海中部海域の古海洋変動を記録した古文書である。魚沼層は約100万年間における気候性海水準変動の極めて精度の高い記録を残している。いずれも、日本海の歴史を記録する。
- 8) 石油・天然ガスの根源岩、貯留岩となる。
- 9) 金銀・銅鉛亜鉛鉱床、粘土鉱床、珪藻土鉱床を胚胎する。
- 10) 地すべり地帯を形成する。

2. 6 各層の岩相・層相的特徴

七谷層とその相当層（東山丘陵） 東山地域の鋸山～五百山の尾根付近に分布する半蔵金層は暗灰色塊状泥岩。風化すると剥離性が強く崩れやすい。また、新発田一小出構造線の西側に隣接する所に、七谷層の火砕岩や泥岩、および鮮新統の火山岩類や堆積岩類がわずかながら断続的に分布している。これらは逆断層によって上昇したものであろう。

寺泊層とその相当層（西山・東山丘陵） 非火山性碎屑岩は3つの岩相に分けられる。いずれも深海成層である。a) 海底扇状地成のタービダイト性細粒砂岩泥岩互層（寺泊層）、b)



第1図 小千谷地域の地質図 (柳沢ほか、1986を基に作図)



第1表 西山層序（新潟油田地域標準層序）と東山層序

層序		西山地域	東山地域
地質時代	第四紀		沖積層（礫、砂、泥、未固結；河川・氾濫原・扇状地・自然堤防）
	更新世		段丘堆積物層（砂礫、泥、火山灰、未固結；河川・氾濫原）
	中更新世		御山層（砂礫、泥、未固結；河川・氾濫原・扇状地・山麓）
	新更新世	魚沼層	魚沼層（泥、砂、礫の互層、細砂～粗砂、未固結；河川・氾濫原・干潟・入江・湾・浅海）
新生代	漸新世	灰爪層（砂、砂質シルト；浅海）	
	中新世	西山層（青緑色塊状泥岩；深海上部～中部）	和南津層（細粒～粗砂、未固結；一過・浅海）
	上新世		白岩層（砂質シルト、砂岩泥岩互層、半固結；浅海下部）
	中新世		牛ヶ首層（灰色塊状泥岩；深海上部）
第三紀	中新世		川口層（砂岩泥岩互層：タービダイト；深海上部）
	中新世	椎谷層（砂岩泥岩互層：タービダイト；深海上～下部）	荒谷層（暗灰色泥岩、厚層砂岩、安山岩質火砕岩；深海上部）
	中新世	寺泊層（砂岩泥岩互層：タービダイト；深海）	猿倉岳層（硬質黒色頁岩；深海）
	中新世		半蔵金層（塊状泥岩；深海）
中生代	白垩紀		安山岩質・デイサイト質火砕岩層
	白垩紀		一村尾層
	白垩紀		鳥島が峰層
	白垩紀		真木層（珪藻質泥岩；深海）
中生代	白垩紀		西名層（デイサイト質火砕岩）
	白垩紀		清水層（砂礫岩）
	白垩紀		城内層群（砂礫岩、火砕岩）
	白垩紀		上権現堂山層群（足尾帯）

珪藻土ないし暗灰色珪藻質塊状泥岩（真木層、新潟油田地域東縁、北蒲原・東蒲原・佐渡に分布）、c) 黒色硬質泥岩（猿倉岳層）。風化すると細かく剥離し崩れやすくなり、粘土化し、崩積土塊は地すべり地を形成する。また、泥岩の露頭の下に厚く崖錐を堆積する。しかし、地下深部のコアはかなり固結している。

椎谷層とその相当層（西山・東山丘陵）非火山性碎屑岩は3つの岩相に分けられる。いずれも深海成層である。a) トラフ（舟状海盆）充填成のタービダイト性砂岩優勢泥岩互層（椎谷層）、b) 暗黒灰色泥岩・厚層砂岩（荒谷層）、c) 珪藻質泥岩（新潟油田地域東縁）。しばしば垂直な崖をなすことが多い。泥岩部は下位層と同様に風化しやすい。砂岩は石油の貯留岩となる。

西山層とその相当層（西山・東山丘陵）非火山性碎屑岩は3つの岩相に分けられる。いずれも深海成層である。a) トラフ（舟状海盆）充填成のタービダイト性砂岩優勢砂岩泥岩互層（西山層の下半分の一部で浜忠相、川口層）、b) 暗灰色塊状泥岩（牛ヶ首層）、c) 帯緑灰色塊状泥岩（西山層）である。しばしば垂直な崖をなすことが多い。泥岩は風化すると白色、褐色化し、崩れやすくなる。水で軟化し、浸食され易い。含まれる鉄分で褐色のシミがしやすい。石灰質有孔虫化石などを含み、化石は酸性地下水・雨水で溶解し、小さな孔になる。地すべり地を形成する。

白岩層（東山丘陵）おもに塊状砂質シルト岩で、沖浜―陸棚浅海成層である。魚沼丘陵北東部では、白岩層と牛ヶ首層・川口層とは同時異相の関係になる。石灰質の化石を含む。

これはしばしば垂直な河岸崖をつくることもある。やや硬い岩質であるが、風化で垂直な亀裂が壁にできると、滑り落ちるように崩落する。小千谷ではケスタ地形を造る。

和南津層（東山丘陵） おもに塊状中粒～細粒砂が多い。外浜の浅海成層と推定される。やや固結し、大きな壁をつくることが多い。風化すると、鉄分が酸化し褐色化する。壁は表面から徐々に崩れる。

灰爪層（西山丘陵） 砂質シルト岩、石灰質砂岩、砂泥互層、砂礫などからなる。外浜—沖浜の浅海成層である。

魚沼層（西山・東山丘陵） 砂礫、砂泥互層、海成砂層、海成泥層などからなる。外浜の浅海成層、陸水成層（河川、後背湿地）などからなる。層理面が明瞭で、堆積構造も豊富である。単層が数センチ～数メートルと様々に変化し、岩相の側方変化もはげしい。豪雨時には層理面すべりがしばしば発生する。

火砕岩・溶岩 西名層（七谷層相当）のデイサイト質火砕岩・真珠岩溶岩・鋸山デイサイト・五百山安山岩、荒谷層（椎谷層相当）の複輝石安山岩溶岩、西山層釜沢川安山岩・デイサイトである。

火山灰層 新第三系・第四系に挟在する多数の火山灰層、火砕物層が層位学的にも認定され、火山灰層序が確立された。広域火山灰層を含む。地層の対比・年代決定など重要な地質学的役割を果たしている（黒川、1999）。粘土化した火山灰層は地すべりのすべり面になることがある。粗粒な軽石質・砂質層は帯水層や油層にもなる。

2. 7 中部更新統以上の特徴

(1) 御山層

平野周辺の丘陵地に分布する。層厚50m以下で、不淘汰な礫、砂、泥からなる。未固結の地層で、泥の粘土化や砂礫のくされなどが進行している地層である。最上部に風化土壌の赤色土をのせる。崖縁では崩れやすく、地震動で崩落などを生じた。

(2) 段丘堆積物層

信濃川と、その支流河川には河成段丘が形成されている（新潟平野団体研究グループ：1968）。段丘構成層は信濃川などの河川堆積物で、砂支持、大礫～細礫が多く、円～平円礫である。

信濃川、魚野川、渋海川に沿って、大・小規模の約3～6段の段丘が識別されている。これらは段丘構成層や高度分布などによって高位、中位、低位段丘に大別される。中期更新世～完新世に形成された。段丘の変形・変位については後述する。段丘にのる家屋などの被害は沖積地に比べると少ない。

(3) 沖積層

更新統の最上部・完新統である沖積層は成因的に異なる地層に分けられる。ここでは、越後平野南部の河川—氾濫平野で形成された地層を取り上げる。本地域の地質地盤をまとめた最近のものは新潟県地盤図編集委員会編（2002）である。

a) 氾濫原や河川チャネルに堆積したシルト、砂、砂礫からなる粗粒河川堆積物、含水量が大きいとみられる、b) 沼沢地、湿原に堆積した細砂、泥、腐植土からなる後背湿地堆積物で、含水量も多く、 N 値も小さい、c) 自然堤防に堆積した砂～砂礫などからなる粗粒堆積物で構成される自然堤防堆積物、 N 値は相対的に大きい、d) 川・沢によって丘陵から運び出された砂礫、砂、泥、ときに腐植土などからなる扇状地堆積物、地すべりが発生することもある、e) 丘陵斜面の下に崩積する地層、f) 淘汰のよい風成の細砂からなる砂丘堆積物、などが識別される。これらはいずれも未固結で、地震時における振動に対してさまざまに挙動し、被害を発生させた。

(4) 地すべり堆積物

山間地の緩斜面は地すべり地であることが多い。前述のように寺泊層、荒谷層、西山層、魚沼層が分布する泥岩地帯に崩積土塊が多く形成され、地下水の供給が多いところでは地すべり地となる。地震動で滑落崖が崩落し、地すべり土塊が移動を始めた。

3. 地質構造・活構造の特徴

(1) 褶曲構造

本地域は新第三系の著しい褶曲地帯で、日本で最も数多くの褶曲が存在する地域である(鈴木・三梨、1974；鈴木・三梨・影山ほか、1974)。褶曲の形は片面箱型褶曲、両面箱型褶曲などとされている。新潟方向といわれるように、褶曲軸はほぼNNE-SSW方向に並走している。その長さも30km以上の第一級褶曲から数km程度の小規模な褶曲まで存在する。両端は沈み込む。この沈み込む地域には、局地的ではあるが、大小の褶曲が並走する軸に対して直交する方向に並ぶ。これらの事象はモザイク化した基盤ブロックの存在を想起させる。

つぎに、褶曲の翼部にみられる地層の急傾斜からなる「撓曲帯」が形成されていることが多い。地層の傾斜は 70° 以上、ときに逆転している。撓曲帯の幅は約500～1000mである。これは箱型褶曲の翼部を造る。地震動の伝わり方を左右する構造かもしれない。東山背斜の西翼、片貝―真人背斜の東翼、小木ノ城背斜など多くの背斜で形成されている。

(2) 断層

断層は褶曲ほど多くは確認されていない。東山背斜の頂部に近い東側に鋸山断層が存在し、これは高角な断層で、西落ちと推定された。

(3) 活構造

つぎに述べるように、本地域には地殻変動が続くことを示唆する、多くの活構造が知られている。前述した褶曲構造はほとんど活褶曲であることが測地学的観測からも裏付けられている。

段丘の変形・変位 信濃川沿いに分布する段丘の多くは地殻の動きとともに変形や変位を生じている。小千谷周辺の小栗田原面、桜峠塩殿面や広神の道光高原などは段丘面が傾動したり、褶曲したりしている。これらの変形量は現在も水準測量によって測定されている

(飯川、1991)。また、津南あるいは下田においては、火山灰層などの挟在から同一段丘として認定される面が、近接する面同士でも面の高度に差があることが確認された。

活褶曲 本地域に形成されている多くの褶曲はほとんど活褶曲であり、背斜部の隆起量は背斜を横断する水準測量によって測定されている(飯川、1991)。前述の小栗田面の面変形は下方に湾曲しているが、これは段丘堆積物層の下位にある魚沼層などの小千谷向斜を形成する運動と一致すると考えられている。

活断層 鳥越断層、親沢断層、片貝断層、悠久山断層など多くの活断層が丘陵の縁で確認されている(渡辺ほか、2001;鈴木ほか、2001)。この縁には撓曲帯や地下に大断層などがNNE-SSW方向のトレンドをもって形成されている地域である。とくに信濃川で確認された。これらは褶曲構造の形成とも深く関係する。

六日町盆地を擁する破間川―魚野川の低地帯には構造線が通り、これに関連しての活断層、六日町断層が認定されている(金、2001)。

4. 地盤としてみた地質(被害の状況)

発生した被害をみると、1)地震動そのものによる直接的な被害や、2)地震動により地盤が変形・移動したことから被害が発生したという場合などがある。1)の例として、下方からの強い突き上げ(反重力運動)による跳躍「とびはね」運動と、大きな横揺れ運動などによって地盤、斜面の岩盤、崩積土塊などが重力移動することである。2)の例として、地震動により移動した土塊などが被害を発生させる場合で、地すべり・崩壊土の移動によって道路・建造物などが破壊されることである。

これらの被害がそれぞれ異なる地形・地質からなる地盤でどのように起きたかを述べる。

1) 丘陵

斜面の崩壊：斜面が震動で崩れるとか、滑り落ちによって崩落(かぶり土の重力移動が多い)した。

地すべり地の崩壊：震動で滑落崖が崩落した。地すべりが発生し、地すべり土塊が重力移動した。それにより、田畑地の変形や亀裂、農道・水路の変形・破壊、道路・家屋の損壊、川の堰き止め、そして冠水などによる二次的災害が発生した。

このほか、崩積土などの堆積した傾斜地でも同様な被害が発生した。また、丘陵の縁などに未固結の地層(御山層など)がある場合には、亀裂や段差を生じ、建造物などが破壊された。丘陵の縁などに開発された団地などでは、地すべりとともに亀裂や崩落などによる道路・家屋の被害が多くみられた。

2) 段丘

礫など河川性堆積物で覆われた段丘面上での被害は沖積地よりも小さいようであった。しかし、段丘崖付近では、丘陵地の縁と同様な被害が発生した。

3) 扇状地・丘陵地の縁の崩積土様堆積物・緩傾斜地

河川が丘陵から平野・低地にでたところや丘陵の縁に沿って、小規模な扇状地などが形

成されている。これらを構成する堆積物は必ずしも砂礫ではなく、泥、砂のほか、腐植土などを含むことがある。震動によって亀裂や地すべりが発生し、被害が生じた。地盤の液状化による地形の変形・亀裂も散見された。

4) 沖積低地

沖積低地は自然堤防、後背湿地、旧河道など地盤の違う地形からなるので、被害は様ではない。被害の大きい所は後背湿地など軟弱地盤が地下にある場所で、亀裂や小さい段差のある割れ目も現れた。道路面の波状変形・陥没、橋の浮き上がりや橋桁との段差の発生などもあげられる。地震動による地盤の液状化に起因する填砂、填泥、それに伴う陥没現象によって起こる被害などが水田や盛土して造られた道路などでみられた。とりわけ、液状化現象は沖積低地の埋立地や盛土地で発生した。自然堤防は砂地盤でもあり、地震動による直接的被害は後背湿地よりも小さいようである。

5) 河道

旧河道や河川敷にみられた液状化現象は、その周辺も含めて土地の変形、陥没、亀裂などを発生し、水田や地盤に損壊をもたらした。堤防の亀裂箇所もみだされた。

6) 人工造成地

住宅地・団地の被害は敷地の地形、地質に左右される。とくに、造成地では切土地、盛土地、埋土地、埋め戻しの土地の違いが被害を左右した。切土地以外は注意を要する。地震動による亀裂、段差、地盤の液状化などの発生がみられた。

とくに、市街地の被害は建造物などが立地する地形・地質で異なる。地盤の亀裂や家屋の被害以外で、目立った被害は地震動による直接的な被害として、塀の破壊である。ブロック塀の被害は鉄筋の有無で異なる。大谷石などの石積み塀はセメントで固定されているのみのものは、ほとんどが崩れていた。石灯籠、鳥居などは転倒率も高く、地震動の動きを示していた。昨今は墓石を接着しとめることも多いと聞くが、墓石の転倒数は地震動の大きさを反映しており場所によってかわるので、転倒率が調べられ、地震の強さを知る資料とされた。

道路の陥没・亀裂、マンホールの浮き上がり、電柱の傾斜、下水溝の浮き上がりと陥没など、ライフラインが破壊された。地震時における道路下の埋設の弱さも露呈した。

5. あとがき

今回の地震では、長岡、小千谷など、人口の多い都市部のほか、広大な地すべり地や崩積地でおおわれる山間部が著しい被災を蒙った。これらの地域では以前から地すべりや崩壊地の調査が復旧・防災工事として国や県によって数多くなされてきた。これらの公共工事によって表層地盤や対策工事などの資料が膨大に蓄積されてきたといえる。これらの資料が埋もれることなく、今後の対策工事の調査や研究に生かされることを願っている。また、これらの調査・対策・施工において、地震動による災害の発生予測と災害防止の施工がどの程度考慮されているのかなど、疑問が生じたが、これらは今後の大きな課題になる

ことと考えられる。

家を建て、人が住める場所とはどこかを知らされたし、団地開発のあり方に問題があることを感じた。地震動の発生、地震動の伝播、それによる地震動到着地点の被害の予測など、自然現象の地震をとめられない限りには、地震予知のみならず、地震防災にもっと積極的な調査・研究を行うべきではないかと思ったし、フィールド調査とともに地質屋ならばできる仕事であろうと考えた。最近、読んだ角田史雄（1997）の「地質と地盤動」を紹介したい。

謝辞 資料の提供、内容の検討などをいただいた地学団体研究会新潟支部中越地震調査団、新潟大学中越地震調査団およびそれらの関係者の皆様、新潟応用地質研究会会誌編集者の諸氏にお礼申し上げます。

引用文献

- 地質調査所刊（1974）新潟第三系堆積盆地の形成と発展 層序編，地質調査所報告，250－1号，319p.
- 飯川健勝（1991）本州中央部の測地学的変動の研究．地団研専報，39号，地学団体研究会，74p.
- 活断層研究会編（1996）新編「日本の活断層」．東京大学出版会，437p.
- 金 幸隆（2001）六日町盆地北西縁の活断層．第四紀研究，40巻，161－168.
- 黒川勝己（1999）新潟地域における七谷層～魚沼層群の火山灰層序．石油技術協会誌，64巻，80－93.
- 小林巖雄（2005）甲信越・北関東地方の地質と地質構造．基礎Ⅰ，33巻，2－7.
- 小林巖雄・立石雅昭・黒川勝己・吉村尚久・加藤碩一（1989）岡野町地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，100p.
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫（1991）長岡地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，132p.
- 小林巖雄・立石雅昭・植村 武（1993）出雲崎地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，93p.
- 小林巖雄・立石雅昭・吉倉尚久・上田哲郎（1995）柏崎地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質研究所，102p.
- 日本の地質「中部地方Ⅰ」編集委員会編（1988）日本の地質4 中部地方Ⅰ，共立出版，332p.
- 新潟平野団体研究グループ（1968）新潟県小千谷市周辺および長岡市西方の第四系—新潟県の第四系・そのⅦ—，新潟大学教育学部高田分校研究紀要，no.12，139－160.
- 新潟平野団体研究グループ（1970）新潟県刈羽小国町地域の魚沼層群—新潟県の第四系．そのⅩⅡ—，新潟大学教育学部高田分校研究紀要，no.15，263－302.
- 新潟平野東縁団体研究グループ（1990）新潟県東山丘陵の地質（その1）．長岡市立科学博

- 物館研究報告, no. 25, 1-12.
- 新潟県地盤図編集委員会編 (2002) 新潟県地盤図および同説明書. (社) 新潟県地質調査業協会, 66p.
- 新潟県地質図改訂委員会編 (2000) 新潟県地質図2000年版, 新潟県. 200p.
- 大森房吉 (1907) 信濃川流域ニ於ケル近年ノ強震. 東洋学芸雑誌, 24巻, 114-117.
- 佐川策次郎 (1902) 大日本帝国石油地質及地形図第一区説明書, 地質調査所, 77p.
- 島田忠夫・三梨 昂・影山邦夫・宮下美智夫・鈴木尉元 (1974) 東山背斜の層序と地質構造. 地質調査所報告, no. 250-1, 113-127.
- 信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ (2002) 信濃川津南地域における第四紀後期の段丘形成と構造運動. 第四紀研究, 41巻, 199-212.
- 鈴木尉元・三梨 昂 (1974) 信越堆積盆地の地質構造区分, 地質構造発達過程と褶曲の形成機構について. 地質調査所報告, no. 250-2, 79-91.
- 鈴木尉元・三梨 昂・影山邦夫・島田忠夫・宮下美智夫・小玉喜三郎 (1974) 新潟第三系堆積盆地に発達する褶曲の形成機構について. 地質調査所報告, no. 250-2, 37-51.
- 鈴木尉元・三梨 昂・宮下美智夫・影山邦夫・島田忠夫 (1974) 新潟県西山・中央油帯の地質. 地質調査所報告, no. 250-1, 67-95.
- 鈴木康広・東郷正美・渡辺満久・金 幸隆・佐藤尚登 (2001) 1:25,000都市圏活断層図「十日町」, 国土地理院.
- 石油技術協会記念出版小委員会編 (1993) 改訂版日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 520p.
- 角田史雄: 地質と地盤動, 地学双書, 27号, 157p., 地学団体研究会, 1997.
- 魚沼丘陵団体研究グループ (1983) 魚沼層群の地質. 地団研専報, 26号, 5-21.
- 渡辺秀男・卜部厚志 (2003) 十日町盆地北西部の河成段丘の編年と隆起運動. 地球科学, 57巻, 173-191.
- 渡辺久吉 (1938) 新潟県岡野町油田 (大日本帝国油田第36区) 地形及地質図説明書, 地質調査所, 38p.
- 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.
- 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.