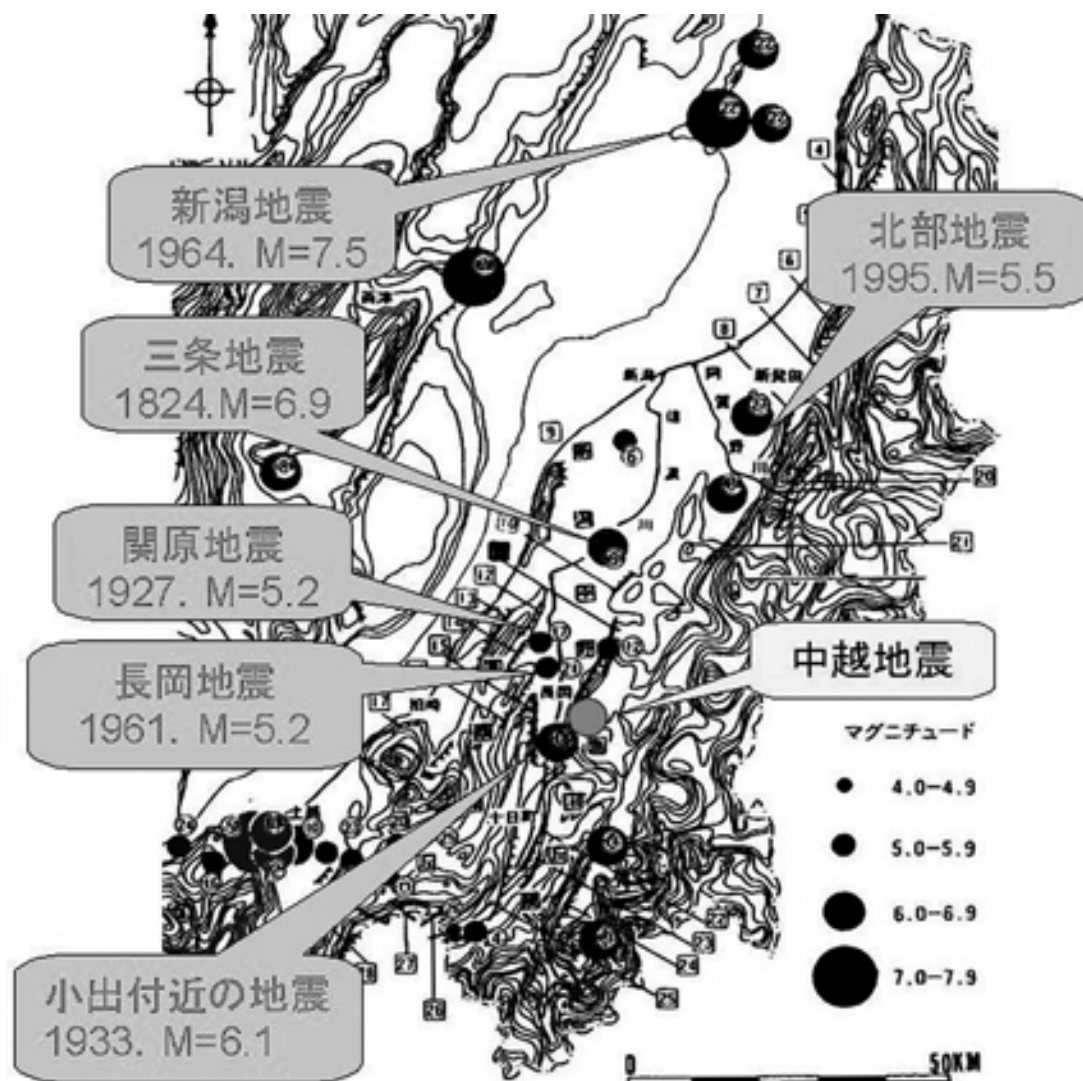


大地から学ぶ越路の

おいたち



【主な内容】

- ・ 中越地震と大地の会の活動
- ・ 中越地震で発生した建物の被害と地盤 大地の会顧問：山崎興輔
- ・ 平成18年度地学講座

－中越地震から学ぶわが家の地盤補強と耐震対策－

中越地震と大地の会の活動

小川 幸雄

地震講座開催中の中越地震

平成 16 年は新潟地震発生から 40 周年にあたることもあって、秋の地学講座は「山地・丘陵の成長と平野の沈降」―信濃川の地震と活断層を探る―をテーマに開催していました。

9 月 24 日、10 月 8 日と講座を開催し、10 月 24 日の日曜日には「越後平野の地盤変動と人の関係を見る」と題し、峰岡丘陵の活断層と変動地形をはじめとする越後平野の巡検を予定していました。中越地震はまさにその前日の出来事でした。

10 月 23 日（土）17:56 発生の中越地震は私たちのこれまでの生活を一変させた大災害で、この体験は生涯忘れることのできないものと思います。

大地の会は昭和 58 年から 10 年にわたる教育委員会主催の地学講座「大地から学ぶ越路町のおいたち」の終了を契機に越路町で 10 年続いた「地学学習の灯」消したくないというみんなの思いで平成 4 年 12 月に結成されました。

地学講座と巡検（野外観察会）が活動の主体で、平成 5 年からの活動の中でも水害や地すべり、地震に伴う大地の変動は大きなテーマでありたびたび講座に取り上げてきたところです。

中越地震緊急報告会

このような大地の会が、現実の中越地震という大災害に直面し、この地域のためにできることは何か。会員の方からは「一体地下では何が起きている？」「まだ続くのか？」「どうして同じ地震に遭って被害が隣の家と違うのか？」など多くの疑問が寄せられました。

地震と大地の変動を中心に研究を行われている飯川先生をはじめ、大地の会顧問の先生方は、地震発生直後から各地域の被害調査を実施しておられ、被害と地盤の関係が明らかになりつつあった 12 月 19 日、地震発生から 2 ヶ月たないときに他の団体に先駆けて「中越地震緊急調査報告会」を開催しました。

報告会は越路商工会館で実施、予想を遙かに

上回る 140 名の参加者があり、熱心に活発な質疑応答が交わされました。



緊急報告会受講風景

内容は、地震の基礎知識、町内の被害状況と特徴、被害と地質・地形の関係について、大地の会顧問の山崎興輔氏及び吉越正勝氏から講演して頂きました。

この緊急報告会の開催は多方面の方々から評価をいただき、地域での役割を少し果たせたと思っています。

中越地震関連の巡検と講座の開催

平成 17 年度からの大地の会の活動はすべて中越地震をテーマとするもので構成しています。

- 17.4.16 巡検：越路西谷、小千谷、川口（田
麦山・武道窪）、妙見、蓬平
- 17.6.24 講演：「中越地震の発生機構と地質
構造」鈴木尉元氏
- 17.9.13～10.25 地学講座「中越地震と地盤災
害の教訓」小林巖雄氏 山崎興輔氏
飯川健勝氏
- 17.10.16 巡検：旧山古志村 青木 勝氏
- 18.5.7 巡検：西谷、片貝、山本山、妙見
- 18.6.23 講演：「中越地震で発生した建物被害
と地盤」山崎興輔氏

巡検についてはいずれも定員を超える申し込みがあり関心の高さを伺わせます。中でも山古志地域の巡検について、行政関係者や研究者以外、一般の市民団体が山古志地域に入るのは

初めてとのこと。参加者は山古志地域のすさまじい被害に声も出ない様子は印象的でした。



旧山古志地域池谷

平成 18 年度の地学講座

今年度の地学講座はこの会報に詳細を掲載していますが、中越地震の教訓を私たちの生活に活かすことの一つの視点として、住宅の地盤補強・耐震対策に重点をおき、講座を組みました。巡検は長岡市内で施工中の住宅の地盤改良工事の実際を見学するとともに、9月3日の開通が予定されている国道 291 号をとおり山古志地域で今まで入れなかった木箆集落を水没させた河道閉塞ダムと現在国土交通省湯沢砂防事務所で行われている砂防ダムなど復旧工事の状況を見学します。



芋川の河道閉塞

中越地震体験集の発刊

大地の会中越地震体験集の発刊については、おいたちの 47 号で内容を紹介しました。

ここではその後の動きをお知らせします。

■体験原稿の収集について

8 月末の編集会議で体験執筆者のリストを作成しました。その結果体験執筆者は 83 名、地域別の執筆者内訳は

越路地域 14 旧長岡市 12 栃尾地域 7
小千谷市 23 山古志地域 7 小国地域 5
川口町 9 その他の地域 6

となっています。集まっている原稿は約半数。

今後、原稿収集と校正・編集作業を行うこととしています。なお、この編集の責任者は中野雅子さんを中心に、松井直子さん永井千恵子さんが担当します。

■中越復興市民会議からの助成を獲得

市民サイドから中越地震の復興を支援しようと設立された中越復興市民会議は、県の中越地震復興基金の復興ネットワーク事業を展開しており、大地の会の地震体験集発刊事業がその助成対象として認められ、体験集の印刷費のほぼ全額が助成される見込みとなりました。

大地の会が中越地震発生からの緊急報告会地震関連講座の開催の実績が評価され、体験集が単なる文集でなく、中越地震の教訓を将来の防災につなげていく内容との評価されたものと考えています。この体験集の編集に多くの会員の方の参画を望んでいます。

賛助会員に感謝

平成 18 年度の活動の前に大地の会の活動を支援していただく賛助会員を各団体をお願いしたところ、越路地域や旧長岡市に拠点を置く 9 社からご賛同いただきました。

大地の会の地域に根ざしたにこれまでの活動、特に地学マップの作成や中越地震についてわかりやすく解説する連続講座、体験集発刊の取り組みが評価されたものと思っています。

大地は時として大きく活動しその存在を主張します。この大地の成り立ちを学ぶことを基調としながら地域づくりに貢献する団体として活動していくことを役員一同確認し、想いを新たにしているところです。

中越地震で発生した建物の被害と地盤

－建物の被害分布からみたいいくつかの疑問．長岡地域を例にして－

山崎興輔

I．はじめに

中越地震調査団の一員として長岡市を中心とした被害調査を行ってきましたが、調査が進み建物被害の様子が明らかになるにつれて幾つかの疑問が生じた。第 1 の疑問は、1994 年に発生した新潟地震では大規模な液状化が発生し重い建物はいずれも不同沈下を起し大変な状況が発生したのに、今回の地震で長岡地域には大規模な液状化の発生は無く、建物の被害は主として強い揺れと基礎地盤の変状に伴う被害が中心で、新潟地震の建物被害と様子が異なっていた。第 2 の疑問は、従来段丘面上や扇状地面上は地震に対して安定な地盤とされ沖積低地は不安定な地盤とされているが、建物被害の分布は必ずしもそうなっ

ていない。第 3 の疑問は、沖積低地に造成されたニュータウンの建物被害は一様でなく被害が偏在しているが、なぜ偏在するのかその理由が不明であった。これらの疑問を解決すべく、今年の終わりから調査を進めある程度の見通しを持つことができたので、それらのことを中心に紹介します。

II．第 1 の疑問に答えて

－建物被害からみた新潟地震と中越地震の比較－

県内は過去いくたびもの被害地震に見舞われているが、最近では表 1 のような地震がある。液状化被害で有名になった新潟地震は、 $M=7.5$ と中越地震の約 11 倍のエネルギーを放出していますが建物の全・半壊数は中越地震の半分程度でした。新潟地震の震源は陸から離れ深さも 40km と深く他の地震のように内陸直下型の地震とは異なるので全・半壊数を直接比較することはできませんが、新潟地震の場合は強い震動による建物の破壊より図 3 のような液状化による被害が多く、液状化が

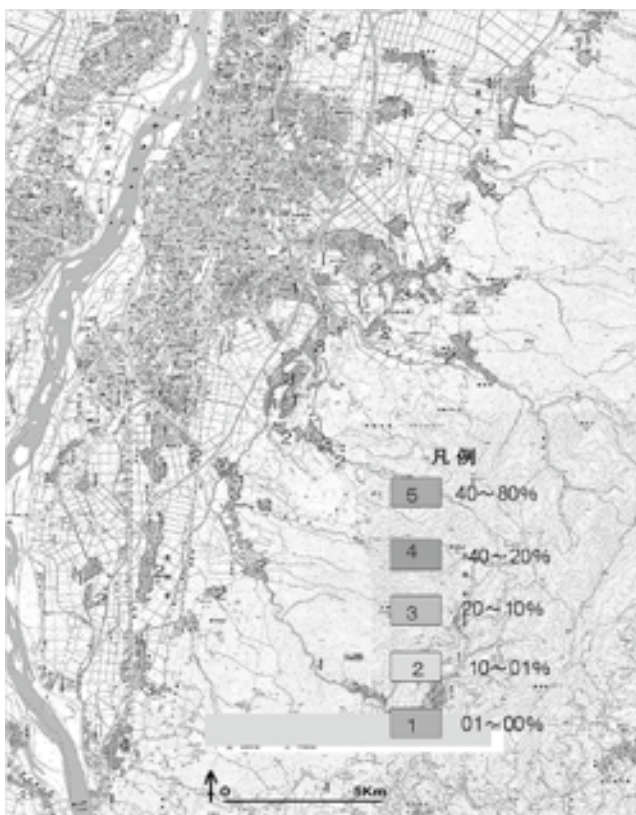


図 I 長岡地域における建物の被害率
中越地震調査団 2004 の図に一部加筆

表1 最近の被害地震と被害の概要

地震名	発生日	M	深さ	死者	全壊	半壊	一部
長岡地震	1961. 2月 2日 ▼昭和36年 3時	5.2	20km	5名	220	465	804
新潟地震	1964. 6月16日 ▼昭和39年13時	7.5	40km	13名	1,448	5,376	19,472
北部地震	1995. 4月 1日 ▼平成 7年12時	5.5	16km	0名	55	181	1,376
中越地震	2004.10月23日 ▼平成16年17時	6.8	16km	46名	2,826	12,863	103,629

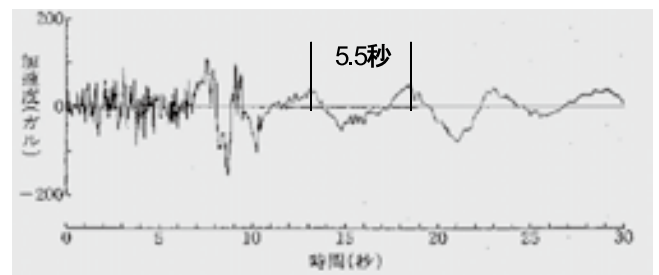


図 2 強震計が記録した新潟地震の地震動

発生すると地震の波が変化しゆれの強さも変化するように思われます。図2は新潟地震の時、新潟市の県営アパートに設置されていた強震計が記録した地震波形ですが、7秒付近から地面は周期5秒程度の非常にゆっくりとしたゆれに変化し、ゆれ幅（振幅という）も小さくなっています。振幅が大きいほど大きくゆすられるので、液状化の発生により振幅が小さくなったことが建物の破壊を少なくしたと考えられます。中越地震では長岡周辺でなぜ大規模な液状化が発生しなかったのでしょうか。



図3 県営アパートの液状化による被害

①. 新潟地震で液状化は何所で起こった

図4は新潟地震による鉄筋コンクリートの建物の被害分布図ですが、被害の顕著な地域は旧信濃川沿いに集中しています。一方、液



図4 新潟地震の被害分布 A：無被害地域 B：中位の被害地域． C：被害の顕著の地域

状化が発生した地域を図5に示しましたが、図4と図5見比べると被害集中域は液状化発生域に見事に重なっており、新潟地震は液状化災害と呼ばれています。では、なぜこの地域に液状化が発生したのでしょうか。液状化発生地域の地下は、図6に示したようなI～IVの地層から成り立っています。いずれの断

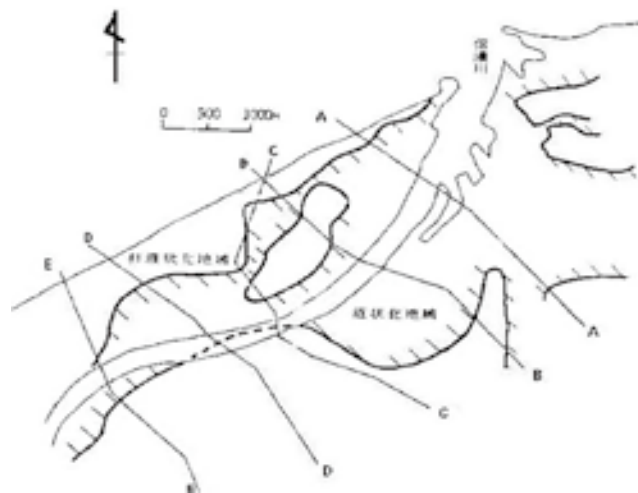


図5 液状化地域と非液状化地域（青木原図）

斜線部：液状化を起こした地域．直線A～Eは図6の断面線を示す．

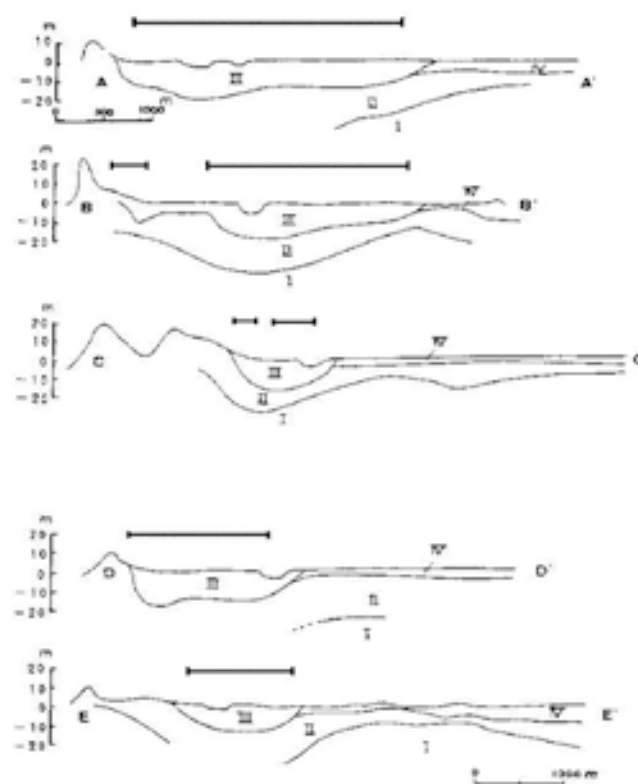


図6 図5に示した断面線の地質断面図 各図の上の太い直線は液状化地域を示す．（青木原図）

面図も液状化を起こした地域の地下にはⅢの地層があり（黒鳥層中部と呼ばれる）、この地層が液状化の犯人と思われます。

②．液状化の起こる条件

液状化の犯人と思われるⅢの地層は「黒鳥層中部」の地層で、下位の地層を削り混んだ谷に堆積した河川性の地層で、N値 10 前後の非常に軟らかい地層とされています。（N値：地層の硬軟や締まり具合を表す数値で、重さ 63.5kg の重りを 75cm の高さからサンプラーと呼ばれるパイプに落とし、パイプを 30cm 打ち込むに要した打撃回数をいう。硬い地層ほどN値は大きく、沖積のいわゆる軟弱地盤では 10 以下の値を示す）。この中部の地層の厚さは 10 ～ 20m で、腐植物を含み一部に粘土層を挟む中粒砂からできており、いわゆる沖積の軟弱な地盤です。

一方、実験室の中でも液状化発生の実験が行われ、液状化が起こる条件が明らかにされています。それによれば、地下水で飽和した砂地盤で、砂の直径が 0.2mm 前後で粒の大きさが揃ったN値 10 前後の砂層が液状化を起こしやすいことが知られています。特に、そのような砂層が凹地を埋めるような形態で堆積しているほど液状化が起こりやすいといわれています。まさに、黒鳥層中部層はこれらの条件に当てはまる地層でありました。

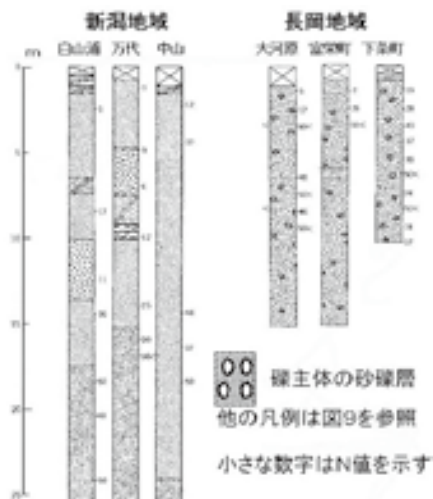


図7 信濃川沿いのボーリング柱状図

③．長岡地域の信濃川沿いは

旧長岡市街地周辺の被害は図1に示したように、8号バイパスの東側に集中し西側の被害は軽微でありました。先に述べたように、新潟地震では信濃川の河道沿いに大規模な液状化が起こり被害が大きかったが、なぜ今回の地震で長岡周辺の信濃川の河道沿いに大規模な液状化が発生しなかったのでしょうか。

図7は新潟市と長岡市のいずれも信濃川沿いのボーリング柱状図です。この図によれば新潟市では中粒砂が厚く堆積しているのに対し、長岡地域では礫を主体とした粗粒な堆積物から成り立っており、新潟と長岡では同じ信濃川沿いでも地下の堆積物が異なっています。液状化が水で飽和した中粒砂が一番起こりやすいのに対し、長岡市付近では礫層を主体とした堆積物であったことが幸いしたといえるでしょう。

Ⅲ．第2の疑問に答えて

1．六日市町の被害と扇状地

中越地震の被害分布をみると、長岡市六日市町は建物被害が大きかった地域の一つに挙げられます。図8は六日市町付近の地質図ですが、この図によれば六日市町は地震に対して安定とされている扇状地上に発達した集落です。にもかかわらず、被害が大きかったのはなぜなのでしょう。写真1は小学校付近の



図8 六日市町付近の地質図（長岡図幅、地調）

畑で見られた露頭写真ですが、堆積物は地表からコブシ～梅大の泥の礫から成る礫層、泥層を挟む軟らかい砂層が見られ、この下に段丘堆積物が隠されています。すなわち、六日市町では図9で見られるように、段丘面（概ね8号線の道路面の高さと思われる）の上に東側の東山丘陵から供給された泥の礫や軟らかい泥質な堆積物が5～6m程堆積しており、有名な黒部扇状地等に見られる堆積物とは異なっていました。このように、新しい時代に泥質な堆積物が厚く堆積した地域は六日市町に限らず武道窪・田麦山とも被害が大きく、扇状地といえども泥質な堆積物が厚く堆積している場合は必ずしも安定な地盤とはいえないようです。



写真1 六日市小学校脇の扇状地堆積物

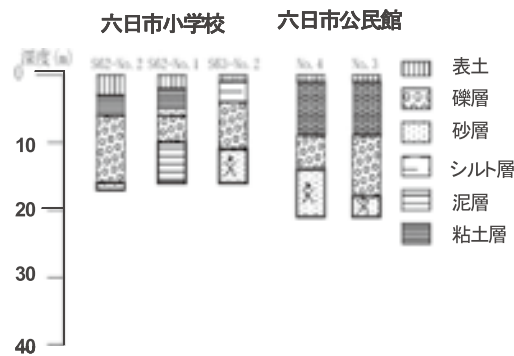


図9 六日市町のボーリング柱状図

2. 悠久山付近の被害と段丘地

悠久山付近の建物の被害分布を見ると、西片貝町・悠久山断層沿い・中沢三叉路付近の

被害が目につきます。これらの被害を起こした地域の基礎地盤は、旧河道の埋め土地・断層による谷の埋め土地・沖積低地の埋め土地であり（中越地震調査団、2004）、地震に対して不安定な地盤であったことが被害を大きくしたと考えられます。

図10はこの地域の地質図（地質調査所、1991）ですが、この図によれば段丘地とされている中貫町～若草町～中沢町の一部にも被害がありその理由が良く解りませんでした。そこで、今年度雪解けを待ってこの地域の調査を皆で行うことにしたのですが、露頭もなくしかも現在は人工的な改変が進んでいるので、事前に古い地形図・空中写真を利用してこの地域の地形を調べることにしました（図11参照）。昭和9年の地形図を見ると、現在若草公園として利用されている所に大きな堤があり、そこから現在バス路線として利用さ



図10 長岡市悠久山地域の地質図（長岡図幅・地調）

UO：魚沼層。Oy：御山層。tm3：中位段丘堆積物

tl1：低位段丘堆積物。太い実線：悠久山断層。

★：中越地震調査団の赤および黄色の住家を示し、一般的には全壊・大規模半壊にほぼ相当する。

れている地方道長岡－栃尾線を通り悠久山断層の谷に向かって水田が広がっていたことが解ります。昭和 22 年の空中写真ではそれがより鮮明に見え、しかも屈曲した流路まで観察することができます。また、現在悠久山プールが建っている所にも大きな堤があり、越後交通東長岡営業所前の道路工事の現場で当時



図 1 2 長岡市悠久山地域の地質図（久保田他、2006）
 1：旧河道盛り土地．2：氾濫原盛り土地
 3：段丘堆積物．4：御山層．5：魚沼層

の池に堆積した軟らかい泥が確認できました。
 このように、これらの図から嘗ては段丘面上に田んぼや幾筋かの流路があったことが認められ、南側の流路を中沢の谷，北側のそれを若草の谷と呼ぶことにしました。これらの谷に相当するところに、当時堆積した泥も堪忍することができ（写真 2）、この地域の表層地質図を図 12 のように修正しました。

一方、この地質図に被害家屋を重ねてみると（図 13 参照）、段丘面上の中貫町～若草町～中沢の一部に見られる被害家屋の殆どは中沢および若草の谷の中に建てられた家屋で、嘗ての流路の埋め土地が被害を大きくした原

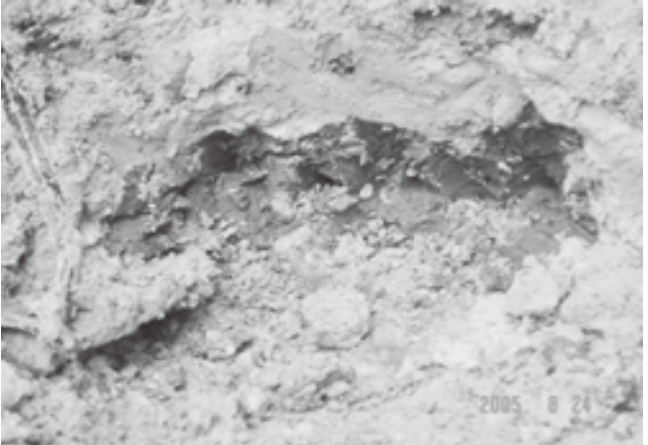
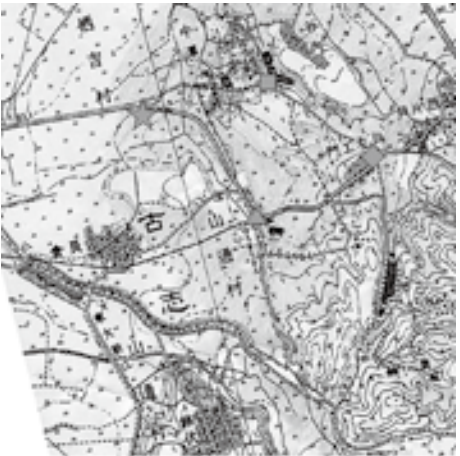
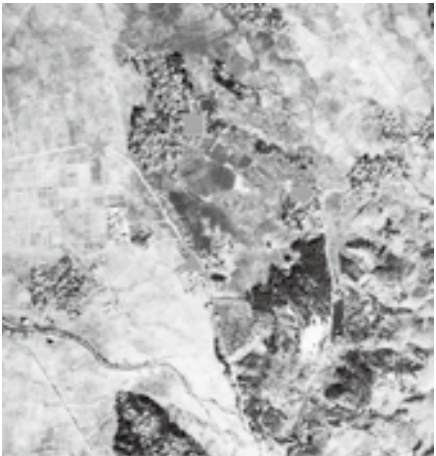


写真 2 中沢の谷に見られた旧河道の堆積物



地震直後の空中写真 昭和 22 年の空中写真 昭和 9 年国土地理院の地形図
 図 1 1 悠久山付近の今と昔 各図のマークは同一地点を示す。

空中写真では水路や湿地等水のある所は黒く写るので、水路跡等を調べるのに利用できる。

因と考えられます。このことは、地震に対して安定とされている段丘地であっても、当時流路であった所を埋めて造成した宅地は地震に対して必ずしも安定でないことを示しており、建物の基礎地盤がどのような履歴を持っているのかを調べておくことが大切です。

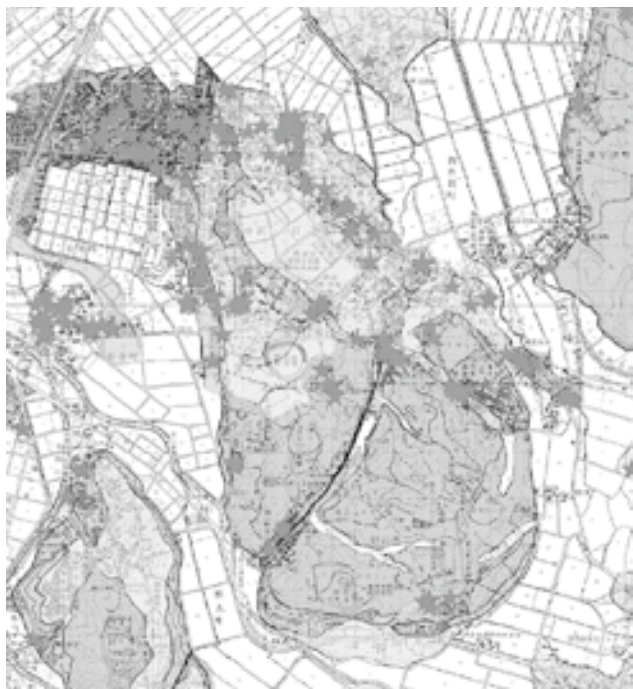


図 1 3 表層地質と被害家屋の関係

★印：全壊・大規模半壊+取り壊された家屋を示す

IV. 第 3 の疑問に答えて

地方道長岡栃尾線の中沢三叉路付近の北側には、沖積低地を埋め立てて造成された新興住宅地が広がるが、この地域の建物被害分布は決して一様でなく被害の大きい地域が偏在する（図 14 参照）。造成前はいずれも田んぼとして利用されており、建物の強度が個々で異なることを考慮しても被害が偏在する理由が解らなかった。

しかし、調査をしている中で被害が集中する場所には概ね水路や側溝があり、水路側に建物の基礎地盤が移動して建物が損傷している事例を幾つか観察した（写真 3）。しかも、或る水路では擁壁がフタ等で支えられている所は被害が無く、支えの無い所の脇に建つ建



写真 3 側溝の変状と基礎地盤の側方移動

側溝の左側の擁壁が右に傾いたため、基礎地盤が右側に移動し、建物が取り壊された例

物が被害を受けていた。このようなことから、地震時に地面がゆすられたとき側溝や水路の空間があると側溝・水路脇の土砂はより強くゆすられることで結合が弱められ、擁壁に変状が生ずれば土砂は速やかに側方に移動して被害を大きくするのではと考えられるが、今後さらに多くの事例を観察し沖積低地に造成された住宅地の被害原因を明らかにする必要がある。



図 14 沖積低地に造成された住宅地の被害と水路・側溝の分布（久保田，2006）

★印：全壊・大規模半壊+取り壊された家屋

統一テーマ

平成18年度「大地の会」地学講座

中越地震から学ぶわが家の地盤補強と耐震対策



柱状改良工事



●会場：越路総合福祉センター3階 電話92-4656

(巡検は、越路総合福祉センター集合)

●受講料 大地の会会員 500円 一般 1,500円

●申込み 9月19日(火)まで長岡市教育委員会越路分室へ

(電話0258-92-5910)

日程・内容

回	日時・講義内容	講師
第1回	9月26日(火) 開講式 19:00~19:30 講 演 19:30~21:00 講演「宅地の地震被害と地盤補強工法」 「地盤改良工事の事例と費用」	応用地質(株)新潟支店 技術士 小野寺 功氏 オムニ技研(株)経営企画室 室 長 高田 晋 氏
第2回	10月 3日(火) 講 演 19:00~20:30 講演「木造住宅の耐震補強と復旧事例の紹介」 一補強方法と恒久復旧一	内藤建築構造事務所所長 一級建築士 構造士 内藤 幹雄氏
第3回	10月14日(土) 野外巡検 9:00~17:00 巡検「地盤改良と中越地震の復旧工事現場」 地盤改良工事現場(長岡市内) 妙見 旧山古志村等	新潟第四紀G オムニ技研(株)経営企画室 室 長 高田 晋 氏
第4回	10月24日(火) 講 演 19:00~20:30 閉講式 20:30~21:00 講演「中越地震による建物被害と地盤との関係」 長岡市越路・小千谷市街地を中心にして	新潟県立小千谷高校 教 諭 吉越 正勝氏

主催：大地の会・長岡市教育委員会越路分室

講座テーマ ねらい と 聞きどころ 見どころ

中越地震は中山間地を襲った地盤災害として特徴づけられ、日本では未経験の災害といわれています。大地の会では災害発生の H16 年 12 月に他団体に先駆けて「中越地震緊急報告会」を開催し、中越地震の特徴と被害について地域の方々にわかりやすくここで起こったことの情報提供に努めてきました。

地震から 2 年、被災された方々の生活再建の目途が立ちつつあり復興への力強さが感じられるようになりました。被災地では多くの住宅が再建されていますが、中越地震後特に地盤補強が施された住宅が目立ちます。

中越地震を教訓に住宅建築はどのように変わったか、地盤補強や住宅の耐震補強について学び、今後の防災について考えるとともに復旧工事から中越地震の被害と復興について検証します。



第1回 宅地の地震被害の特徴と地盤補強方法 及び地盤改良工事の事例

講師 小野寺 功 氏・高田 晋 氏

中越地震における建物の被害は、同じ地域で同じ地震を受けながらもその被害は大きく異なっています。この被害の差は建物が建つ地盤に関係することが調査によってわかってきました。中越地震及び兵庫県南部地震等での被害の特徴を紹介し、どのような対策をとられているかについて、概説します。また、後半では具体的に現在実施している内容の紹介と、効果的対策の選定の考え方を紹介します。

第2回 木造住宅の耐震補強と復旧事例の紹介 —補強方法と恒久復旧—

講師 内藤 幹雄 氏

具体的な木造住宅の補強方法について、同一のプラン・同一の筋かいが配置された木造2階建て住宅について、地震時に、積雪を見込まない場合や見込む場合、高床式の構造などで補強方法や補強量、補強費用を比較してみます。また、中越地震で破損した建物を「恒久復旧」として補修・補強を取り組んで再建した建物を紹介します。

第3回 野外巡検 地盤改良と中越地震の復旧工事現場

—地盤改良工事現場、復旧工事現場は今—

案内:新潟第四紀グループ

オムニ技研(株) 経営企画室:高田 晋 氏

中越地震では地盤改良が施された住宅とそうでないものでは被害に大きな差がありました。地震後新築されるほとんどの住宅の基礎には地盤改良が行われています。一般的に行われる地盤調査と改良工事の実際を専門工事業(オムニ技研(株):長岡市)の担当者から説明いただくとともに、長岡市妙見及び山古志地域などの復旧工事現場から地域の復興状況を検証します。

第4回 中越地震による建物被害と地盤との関係 —長岡市越路・小千谷市街地を中心にして—

講師 吉越 正勝 氏

中越地震による建物被害の集中する地域は、共通の要因があることが詳細な調査から明らかになりました。そこには大地の成り立ち、地盤のでき方が大きく関わっています。越路地域及び小千谷市街地を中心に、被害が集中する地域の地質的背景をひもとき、中越地震の被害と地盤の関係について検証します。

災害をなくすことはできませんが、災害を想定した上で、そこに生きる我々が中越地震から教訓として引き出せるものは何か、一緒に考えてみたいと思います。

石を切って磨いてみましょう

岩石の表面はごつごつ・ざらざらとしていますが切って磨くと大変美しいものに変身します。
大地の会では、石を切りたいという会員の要望に応じて、岩石カッターと研磨機を調達しました。

切ってみたい、磨いてみたい石はありませんか？何気なく転がっている河原の石も磨けば光るものです。人間も磨けば光る？石も心も磨きましょう。

石を加工して「大地の会オリジナル」の商品を開発したいと考えています。皆様のアイディアで大地の会を売り出しましょう。

岩石カッターは教育委員会のご厚意で成出運動公園管理棟にあります。使い方は下記担当が教えてくれます。 やっていきましょう！！



岩石カッター （横から）



岩石カッター （正面から）

■活動場所

不動沢成出運動公園管理棟 2 階

■担当

大地の会 中野 雅子

電話 090-5509-8371

ファックス 0258-39-4006 (株)エコロジーサイエンス内)

メール nakamasa@mua.biglobe.ne.jp



研磨機

賛助会員紹介

帝国石油株式会社国内本部

朝日酒造株式会社

株式会社エコロジーサイエンス

有限会社越路地計

大原技術株式会社

有限会社広川測量社

高橋調査設計事務所

株式会社長測

有限会社中越測量社

大地の会会報 おいたち 48 号

問合せ先 〒949-5493 長岡市浦 715 番地

長岡市教育委員会越路分室

担当 桑原浩志 TEL 0258(92)5910

ksj-kyoiku@city.nagaoka.lg.jp

大地の会代表 小川幸雄 携帯：090-4672-7681

y-ogawa@m2.nct9.ne.jp

<http://www10.plala.or.jp/wai2club/daitchi>