

長野県北部地震の被害調査のとりくみ*

竹下 欣宏**・花岡 邦明***・地団研長野支部

はじめに

2011年3月11日午後2時46分、未曾有の被害をもたらした東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)が発生した。著者の一人竹下は、その日業務のほか知人の安否確認や地震被害に関する情報収集に追われ、日が変わった12日午前2時ごろ就寝したと記憶している。そのおよそ2時間後、携帯電話の緊急地震速報が鳴り目を覚ました。長野県北部地震の発生を知らせるものであった。

長野県北部地震は、3月12日午前3時59分に長野・新潟県境付近で発生したマグニチュード6.7(以下M6.7のように表記する)の直下型地震で、長野県下水内郡栄村で震度6強を記録したほか、新潟県十日町市・津南町で震度6弱を観測した。本震直後の12日午前4時21分にM5.8、同午前5時42分にM5.3の大きな余震が相次いで発生した。強い揺れに襲われた栄村では山地斜面の崩壊・水田の亀裂・家屋の倒壊や損傷・路肩の崩落や路面の亀裂など甚大な被害が発生した。住宅被害は栄村の広い範囲でみられ、全壊が33棟・半壊が169棟・一部損壊が486棟、人的被害は災害関連死が3名、軽傷が10人であった(栄村HP 2011)。

地学団体研究会長野支部(以下、長野支部)では、この地震による被害状況を記録に残すとともに、地震被害と地盤との関連を調べることを目的として調査に取り組んだ。そして、その結果を信州大学山岳科学総合研究所発行の研究報告書の中にまとめた(竹下ほか 2012)。これまで長野支

部で取り組んだ災害調査は、1995年7月に長野県北部で発生した豪雨による土砂災害(長野県北部豪雨災害調査グループ 1996)のみで、それ以降長野県北部地域で大きな災害が発生しなかったこともあり、組織的に災害調査に取り組んだ経験が豊かとは言い難い。しかも今回の地震災害は、1995年の土砂災害調査から15年以上の時間が経過していた。このような条件にも関わらず、今回長野支部として組織的な調査を実施し、報告書としてまとめることができた背景には、最近、長野支部で取り組んできた普及活動(花岡 2011)が大きいと考えている。また、この普及活動の一環として新聞連載と市民向けのセミナーを定期的に行っていたので、地震被害調査の成果を素早く市民に還元することもできた。本報告では、長野支部が取り組んだ長野県北部地震被害調査の概要を報告するとともに、長野支部が取り組んでいる普及活動の内容とその効果についても紹介する。本報告が、日ごろの支部活動の在り方を考える1つの材料になれば幸いである。

長野県北部地震の被害概要

長野県北部地震による被害状況は、竹下ほか(2012)に詳しい。ここでは竹下ほか(2012)に基づき、栄村の地震被害の概要を報告する。調査した範囲と被害状況を第1図に示す。

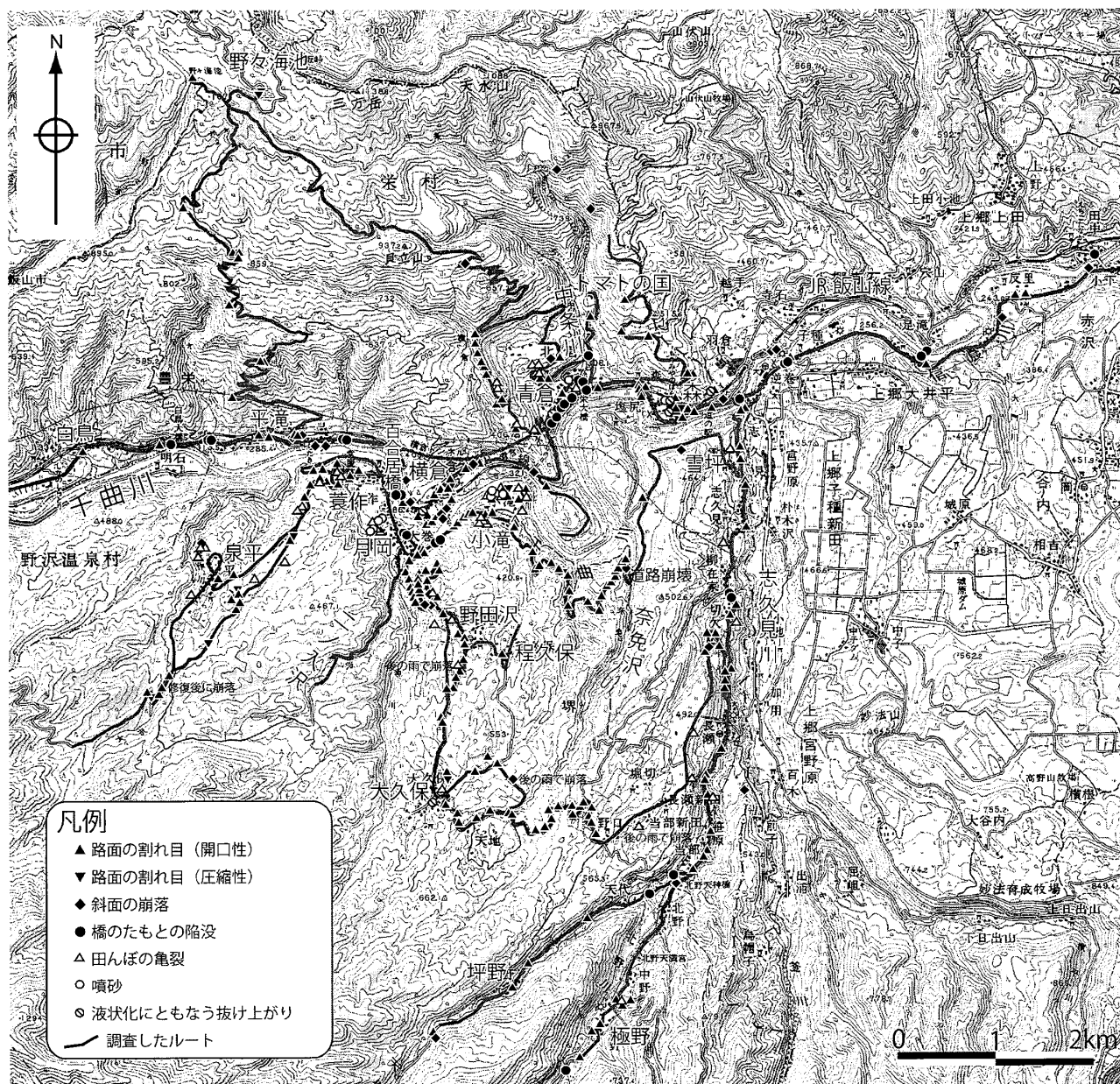
家屋や墓石・水田の被害

家屋の損壊や墓石の転倒といった構造物への被害は、千曲川沿いの青倉・横倉・小滝地区で特に大きく、森・月岡・蓑作^{みづくり}・平滝^{いずみだいら}・泉平^の・野田

* 地学団体研究会第66回総会(長野)学術シンポジウムⅡにて一部講演。

** 長野支部 信州大学教育学部 連絡先 〒380-8544 長野県長野市西長野6-0

*** 長野支部



第1図 長野県北部地震の被害調査範囲と被害状況（竹下ほか 2012に基づき作成）

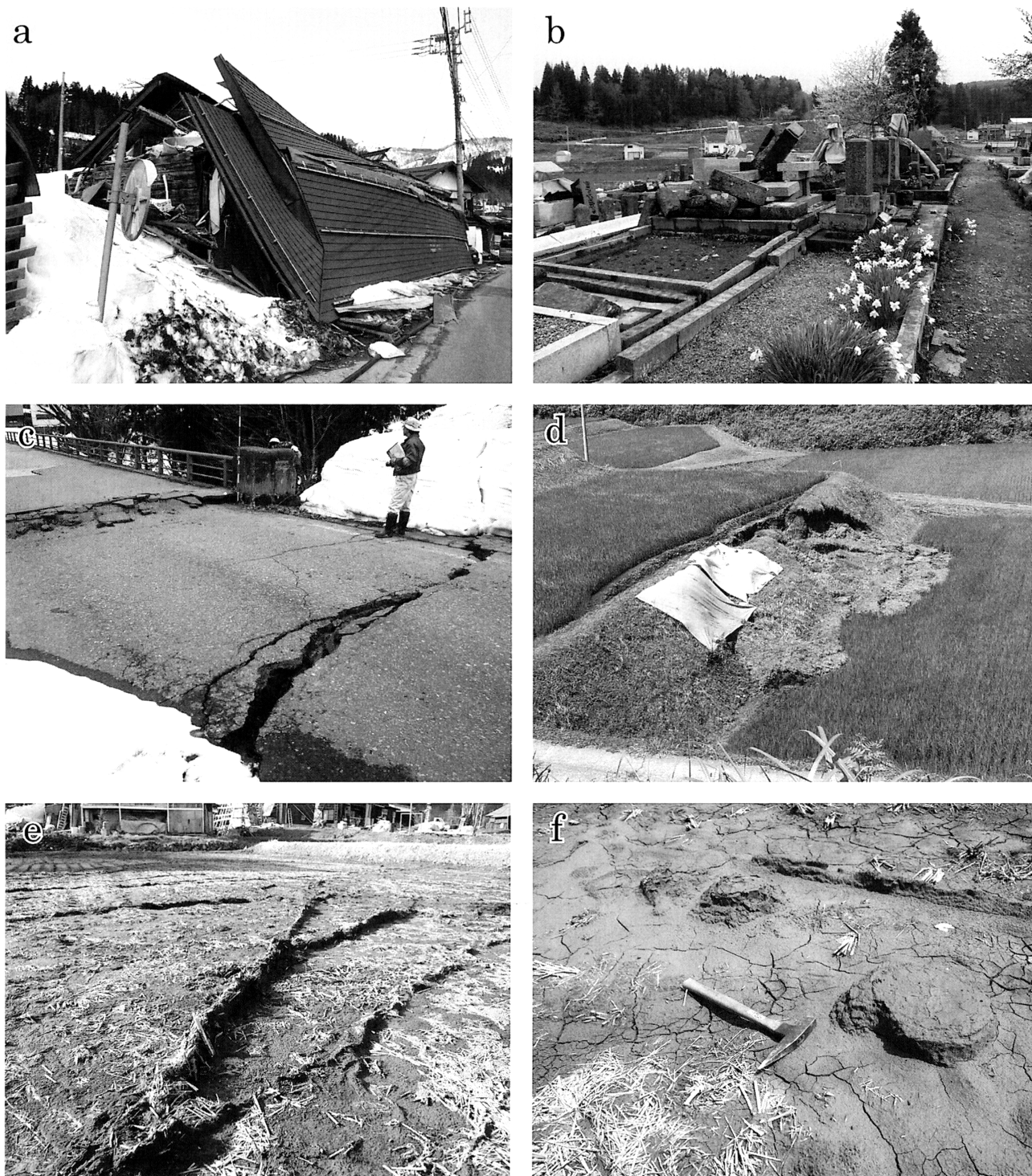
沢・大久保地区や志久見川沿い集落でも大きな被害が認められた（第2図-a, b）。被害の程度は様々であったが、今回調査した範囲にある橋のほぼすべてにおいて、橋と道路の取り付け部が川側に地すべりを起こし、路面が陥没している状況が確認された（第2図-c）。亀裂が生じたことにより作付けできなくなった水田は、小滝・青倉・横倉・森地区をはじめとして、栄村の広い範囲で認められた。亀裂が生じた部分を避けるように畔を作り田植えをした水田において、6月の調査時には無事だった斜面が、7月の調査時には崩れている様子も見られた（第2図-d）。

液状化による噴砂の発生は、小滝・月岡・森地

区で顕著であった（第1図）。特に小滝地区と月岡地区の水田には、直径15～30cm程度で、ほぼ垂直な壁面に囲まれたスポンジケーキのような形状の噴砂丘が複数確認できた（第2図-f）。これらの噴砂丘の表面はシルトでコーティングされていた。青倉・横倉・小滝地区の水田の表面には、ほぼ垂直な壁をもつ厚さ2～5cm、高さが数～15cmの板状の高まり（以下、リッジ）が多数確認された（第2図-e）。

水田で確認されたスポンジケーキ状の噴砂丘やリッジの形成過程は、その形状や断面構造・残雪と地表面の亀裂の連続性から次のように推定された。いずれも強い揺れが豪雪地域の残雪期に発生

長野県北部地震の被害調査のとりくみ



第2図 長野県北部地震による被害状況1

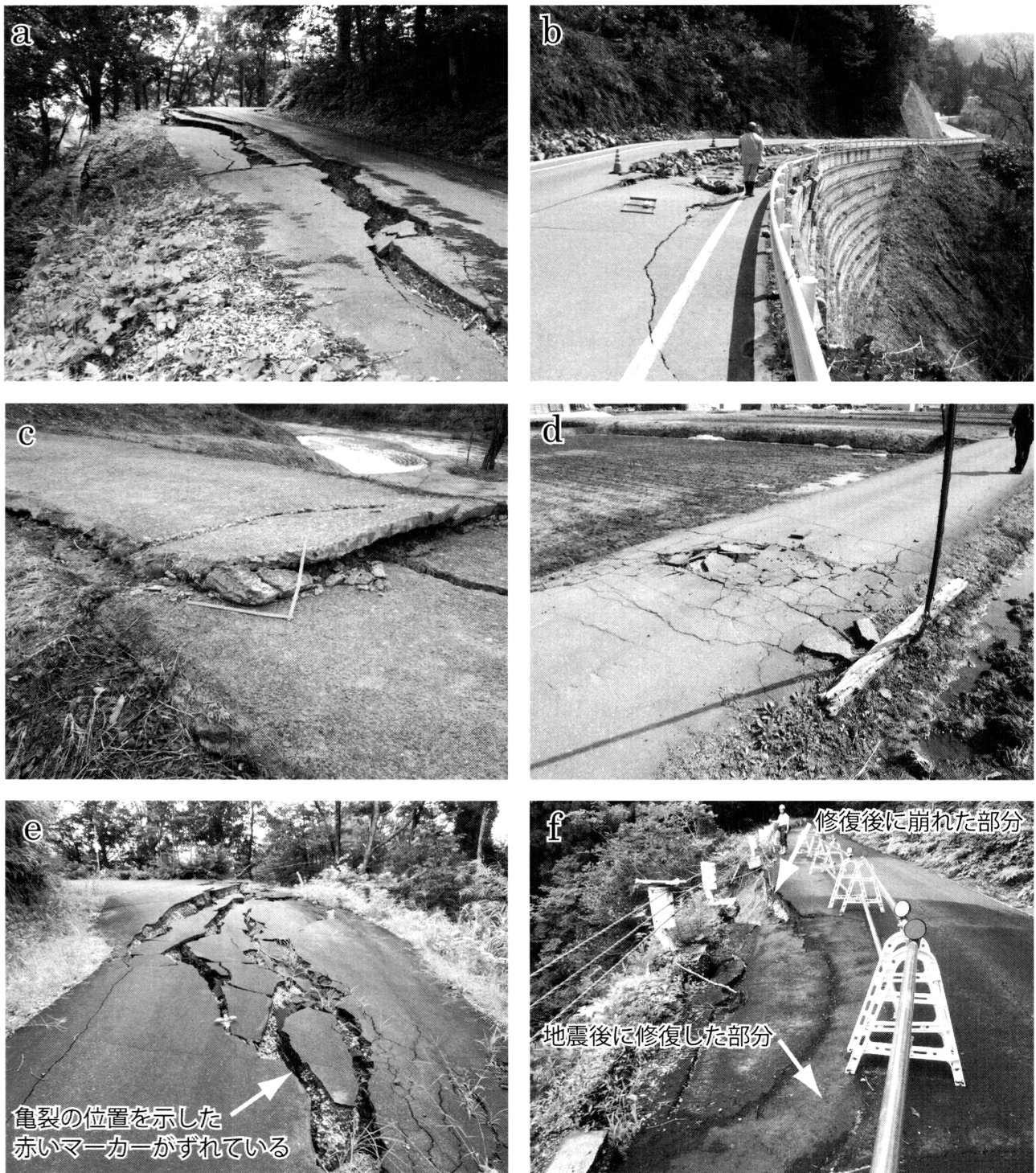
a: 青倉地区における建物（公民館）の被害状況. b: 大久保地区における墓石の転倒. c: 中条橋における道路との接続部の陥没. d: 亀裂の再活動による水田斜面の崩落. e: 青倉地区の水田に残された板状のリッジ. f: 小滝地区の水田に残されたスポンジケーキ状の噴砂丘.

した際に起きる特有の現象と考えられる.

リッジの形成過程 1) 地震の強い横揺れにより、かたく締まった厚い残雪に亀裂が生じる. 2) 強い揺れにより流動化した表土や液状化により噴き出した土壌や砂が亀裂の中に充填される. 3) 雪が溶けてなくなり、亀裂に充填された土壌

や砂のみがリッジとして地表に残される.

スポンジケーキ状噴砂丘の形成過程 1) 噴砂とともに噴き出した水が、かたく締まった残雪を溶かす. 2) 雪が溶けた空間に砂が充填される. 3) 砂の噴出がおさまると、泥水からシルトが沈殿し噴砂丘を覆う. 4) 雪が溶けてスポンジケーキ状の



第3図 長野県北部地震による被害状況2

a: Aタイプの亀裂の例, 平滝地区北側斜面の道路に生じた開口性の亀裂. b: Bタイプの亀裂の例, 月岡一小滝地区間の道路に生じた擁壁のずれをともなう開口性の亀裂. c: Cタイプの亀裂の例, 小規模な地すべりにともない小滝地区の路面に生じた圧縮性の亀裂. d: Dタイプの亀裂の例, 青倉地区の平坦な路面に生じた圧縮性の亀裂. e: 地震後に再活動した亀裂の例, 亀裂の位置を記した赤いマーカーがずれている. f: 修復工事後に再活動し崩落した亀裂の例.

噴砂丘が地表に残される.

路面に生じた亀裂

栄村の広い範囲で, 道路のアスファルトやコンクリート面に亀裂が生じたことを確認した. 確認

できた亀裂は, 以下のA~Dの4タイプに区別することができる.

Aタイプ 傾斜地において路肩あるいは道路全体が地すべりを起こし, その頭部に形成された開口

長野県北部地震の被害調査のとりくみ

性の亀裂（第3図-a）。

Bタイプ 道路側面の擁壁のずれをともなう開口性の亀裂（第3図-b）。

Cタイプ 傾斜地において地すべりによって滑落した土塊の末端部に形成された圧縮性の亀裂（第3図-c）。

Dタイプ 平坦な場所で形成された圧縮性の亀裂（第3図-d）。

今回確認できた亀裂は、A～Cタイプのものがほとんどであり、Dタイプは青倉地区で1ヶ所、横倉地区で2ヶ所確認されたのみである（第1図）。また、Aタイプの亀裂には、赤いスプレーでつけられたマークがずれたり開いたりしているもの（第3図-e）があり、地震後に大きく開口したものや、修復工事後に再び開いて斜面崩落を起こしたもの（第3図-f）も認められた。

今回の地震で生じた道路の亀裂は、ほとんどのものが小規模な地すべりと擁壁のずれをともなう開口性もしくは圧縮性の亀裂であった。亀裂の分布を見ると、急傾斜の段丘崖に沿って作られた道路ややせ尾根上の道路・青倉集落北側の地すべり地形上につくられた道路に亀裂が集中していることがわかる（第1図）。これに対して、段丘面上や谷底につくられた道路（二ノ入沢沿いの道路）および千曲川右岸の火砕岩類からなる急傾斜地につくられた道路では被害が小さい傾向が認められた。

被害調査の進め方と調査結果の報告

長野県北部地震の被害調査は、2011年4月～9月にかけて断続的に実施された。調査前半では被害の大きかった青倉・横倉・小滝・月岡地区の被害状況を記録することに重点をおき、調査後半では、主に路面の亀裂に着目して調査を行った。地震災害調査では、家屋の被害状況に重点が置かれることが多い。しかし、家屋の被害状況については、村や県など行政側でも調査が進むこと、復旧によりその痕跡が次第に失われていく可能性が高いことを勘案し、復旧が進んでも工事ヶ所、すなわち被災ヶ所を特定しやすい路面の被害状況を記録することにした。調査日については、多くのメンバーが毎回調査に参加できるわけではないのでメールを使って打ち合わせをした。調査の取りまとめ役（竹下）が、2～3の調査候補日をメール

し、最も多くのメンバーが参加できる日に実施する形式で調査を進めた。

本調査メンバーの1人である田澤は、2011年当時、信州大学教育学部の4年生であり、個人的にも長野県北部地震による墓石の転倒と地形の関係を研究テーマとして調査に取り組んだ。そして、その成果を卒業論文としてまとめ、それをもとに2012年の地学団体研究会長野総会でポスター発表した（田澤・竹下 2012）。彼がこの卒業研究のテーマを選ぶにあたり、4月2日の災害調査に参加した際、目の当たりにした地震被害の大きさに衝撃を受け、自分も栄村のために何かしたいと思い立ったようである。

また、2011年5月、メンバーの1人である竹下が所属する信州大学では、長野県の基幹大学として栄村で発生した地震による災害調査を実施し、地元の復旧・復興に役立てるための研究成果を得ることを決め、信州大学山岳科学総合研究所が事務局となって研究テーマの募集が行われた。すでに調査をはじめていたこともあり、4月から調査に参加してきたメンバーを1つの調査チーム（代表：竹下）として「2011年長野県北部地震における地震被害と地形・地質との関連性」というテーマで応募し、5月下旬に採択された。これにより、調査メンバーの旅費を確保するとともに、地形図や空中写真など調査に必要な消耗品を購入することができた。ただし、旅費の請求や消耗品の発注などの事務作業は、信州大学に所属する竹下にしかできない作業であったため、面倒な事務作業が1人に集中してしまい思いのほか苦勞する羽目になったのは想定外であった。

以下に、被害調査の実施日と参加者数、その日の調査範囲と調査内容の概要をまとめる。

4月2日 参加者は10人（元教員2・学芸員2・大学教員2・地質コンサルタント1・県職員1・学生2）。この日がはじめての調査であったので、栄村役場にて災害担当者から栄村における被害の概要と交通に関する説明をうけてから調査を開始。トマトの国周辺（中条川の斜面崩壊堆積物）・中条橋および青倉地区・栄村役場から森宮野原駅周辺・横倉地区（栄小学校付近）・百合居橋西のスノーシェードの被害状況を観察し・その概要を記録。

5月4日 参加者は9人（元教員1・学芸員1・

大学教員 2・高校教員 1・地質コンサルタント 1・学生 3). 午前中は全員で森宮野原駅周辺から栄中学校周辺を調査し、午後は 3 班にわかれて青倉地区・横倉地区(栄小学校周辺)・小滝地区を調査。亀裂や噴砂が水田に多く確認された小滝地区に集合し、まとめを行った。

5月8日 参加者は 3 人(学芸員 1・大学教員 1・高校教員 1)。全員で栄中学校周辺・横倉地区(横倉駅周辺)・小滝地区(水田の噴砂)・月岡地区・青倉地区を調査。

5月21日 参加者は 1 人(大学教員 1)。東大滝地区からJR越後田中駅間のR117号線およびその周辺の路面の状況を調査。

6月5日 参加者は 5 人(元教員 1・学芸員 2・大学教員 1・地質コンサルタント 1)。2 班にわかれ、志久見川沿い(坪野・極野より少し上流まで)と月岡地区から大久保地区周辺を調査。

6月11日 参加者は 4 人(元教員 1・大学教員 1・地質コンサルタント 1・県職員 1)。全員で青倉地区から野々海池間の林道および同池から平滝地区間の林道を調査。

7月3日 参加者は 4 人(元教員 2・大学教員 1・県職員 1)。全員で蓑作地区から泉平地区にかけて調査。

7月17日 参加者は 5 人(元教員 2・学芸員 1・大学教員 1・高校教員 1)。大久保地区から切欠地区を調査した。予備調査として雪坪地区から奈免沢間の道路(斜面崩落で小滝地区へは通り抜けできず)を調査。

7月24日 参加者は 5 人(元教員 1・大学教員 1・地質コンサルタント 1・県職員 1・高校教員 1)。長野市の地附山地すべり観測センターの会議室において、これまでの調査で記録した被害状況を地形図にまとめる。

9月11日 参加者は 2 人(大学教員 1・地質コンサルタント 1)。森地区北側の水田・青倉-横倉間の尾根状の水田・野田沢・程久保・小滝-雪坪間の林道・二ノ入沢沿いの林道を調査。

9月28日 参加者は 2 人(元教員 1・大学教員 1)。栄村役場にて、農地の被害状況の聞き取り調査を行った。

調査結果は竹下ほか(2012)にまとめたほか、1) 2011年10月28日、長野地方気象台にて気象台の職員を対象とした講演会、2) 2012年6月30

日、飯田市美術博物館にて同博物館主催の一般市民向けの講演会、3) 同年7月8日、栄村文化会館ホールにて信州大学山岳科学総合研究所主催の地元向けの研究報告会、4) 2013年10月6日、信濃町総合会館にて野尻湖ナウマンゾウ博物館主催の一般市民向けフォーラムの計4回、長野県北部地震の被害状況について報告した。

それぞれ会場の広さは異なるが、どの会場でもほぼ満席の状態であった。被害が大きかった栄村だけでなく、県内のさまざまな地域・施設で長野県北部地震に関する講演会が開催され、そこに多くの人が参加したことは、東北地方太平洋沖地震や長野県北部地震以降、地震災害に対する世間の関心が高まっていることの現れと思われる。

調査を開始するまで

地震発生から3週間近く経った4月2日、ようやく調査を行うことができた。地震に限らず災害が発生した場合、発生直後から復旧作業が開始され、現地の様子に変化していく。このため、被害の状況を記録に残すためには、すみやかに調査を開始することが望まれる。2004の中越地震(地学団体研究会新潟支部新潟県中越地震調査団 2005)や2007年の中越沖地震(地学団体研究会新潟支部新潟県中越沖地震調査団 2008)でも、地震発生の翌日から調査が実施されている。

長野支部のメンバーは、小中高大の教員・自然系博物館の学芸員・地質コンサルタント・県職員・元教員といった顔ぶれで構成される。また、メンバーの多くは野尻湖発掘調査団の事務局員を兼務している。長野県北部地震は3月中旬に発生したため、年度末の業務や3月下旬に予定されていた野尻湖底の地層観察会中止の判断などに追われ、地震災害調査をはじめめるための準備が後手にまわってしまった。また、長野県北部地震は、単独で発生した地震ではなく、東日本に甚大な被害をもたらした東北地方太平洋沖地震の直後に発生しており、国内の情勢が不安定であったこと、被害の大きかった栄村周辺は日本有数の豪雪地帯であり、地震発生当時には多量の残雪があったこと、長野支部のメンバーに栄村周辺の地質調査に取り組んだ経験者がおらず、土地勘のあまりない地域であったこと、組織的な災害調査の経験に乏しかったことも調査の開始が遅れた要因であろう。

長野県北部地震の被害調査のとりくみ

このような状況にもかかわらず、開始し報告書としてまとめることができた背景には、最近12年間、長野支部が継続して取り組んできた普及活動の存在が大きいと考えている。

災害調査を支えた長野支部の支部活動

長野支部では、長野県北部地震が発生する以前の2001年から「長野の大地」をテーマとして、普及活動に取り組んできた(花岡 2012)。この活動は、新聞連載をもとにした普及書の出版と、それらを使った巡検や講演会などを通して、多くの市民の皆さんと共に学ぶことを目的としている。

2001～2003年まで、長野市を中心とした地域で隔日発行されるローカル紙『長野市民新聞』に、長野市周辺の地形・地質の見どころを紹介する連載を続けた。この連載は、1999年の地学団体研究会長野総会で開催した「地学を身近なものにするために—地域とともに歩む科学運動」シンポジウムの経験を活かして取り組んだものである。連載終了後、本の編集にとりかかり、2004年4月に『長野の大地—見どころ100選—』(地学団体研究会長野支部「長野の大地」編集委員会 2004)として出版した。この本は、長野周辺の地学現象を紹介した書籍が少なかったこともあり、大変好評であった。

2010～2012年にも、同紙で2回目となる連載を行ない、それらの原稿をまとめて、2012年12月、『長野の大地—やさしい地学小辞典—』(地学団体研究会長野支部「長野の大地」編集委員会 2012)として出版した。こちらも好評を得ているが、2012年8月の地学団体研究会長野総会に出版が間に合わなかったことが悔やまれる。

新聞連載と本が評判になり、現地に行って実物を見ながら解説を聞きたいといった多くの要望が寄せられるようになった。これらの要望を受けて、「長野の大地セミナー」と銘打って、2006年より連載記事を執筆したメンバーが案内役もしくは講師となり、毎年5～11月に、月に1回程度、一般市民向けの巡検や講演会・火山灰や植物化石といった実物を使った実習形式の講座を実施している(第4図)。

そして、2回目の新聞連載中に長野県北部地震が発生した。このため急遽、地震と長野の大災害という2つのテーマを設定し、長野県北部地震の

被害状況や2007年の中越沖地震による長野市や飯綱町の被害・善光寺地震をはじめとする過去の歴史地震や地盤災害を11回にわたり解説した。現地調査で得られた長野県北部地震の調査成果をいち早く市民にむけて発信することができたことは非常によかった。もちろんこの内容も本に収録されている。さらに、「長野の大地セミナー」でも、市民の地震・地盤災害について知りたいという要望に応えられるよう、2011年には地震の仕組みを学ぶ講座と軟弱地盤と地震被害の関係に関する講演・2012年には善光寺地震テーマにした巡検・2013年には長野県の地盤災害と栄村における地震被害調査の内容を紹介する講演会を開催した。2013年の講演会のときには、多くの方から地震と被害の様子や原因となった断層のこと・地附山地すべりのことなどのさまざまな質問があり、それらの質問に支部会員が答える形で活発な議論ができた。

以上のような普及活動を通して、長野周辺の大地の生い立ちやその特性・将来起きる得る災害の危険性などを普及してきたことが、メンバー一人ひとりの士気を高め、長野県内で発生した地震被害を記録として残し、将来の減災に活かしたいという意識につながり、今回の災害調査が実現したように思う。

また、この普及活動は現在の長野支部の支部活動の柱となっており、支部の運営会議を毎月1回開催する大きな原動力になっている。このように月に1度、顔を合わせる機会があり、メンバー同士がお互いの状況がある程度把握していたこと



第4図 長野の大地セミナーの様子
2013年11月に行った河原の礫の観察会
(長野市屋島橋付近の千曲川の河原)。

も、調査をスムーズに行うことができた1つの要因であろう。

まとめと課題

災害調査に取り組んだ経験が乏しかったにも関わらず、継続的に調査を行い、成果をまとめることができた背景には、これまで取り組んできた普及活動の影響が大きい。今回、長野支部としての調査と大学としての調査という性格の違う調査を組み合わせ実施した。これが成功した背景にも普及活動や支部運営会議を通して、メンバー同士の意思疎通がなされていたことがあげられる。

日ごろから普及活動を行っていたために、今回の調査で得られた成果をいち早く市民に還元することができ、世の中の要望にある程度応えることができたと考えている。今後も市民と共に学ぶことを念頭に置き、災害だけでなく広く“地学”の普及に努めていきたい。

今回の調査に関する反省点としては、近隣の支部との連携がうまくいかなかったことがあげられる。特に新潟支部の会員による長野県北部地震の被害調査は早い段階からはじめられていた。現地でも何度か話をする機会があったにも関わらず、災害調査の経験不足から、その後の連絡が滞ってしまい、結果としてうまく連携できなかった。今後、大きな災害が起きないにこしたことはないが、今回の経験をこれからの活動に活かしていきたいと思う。

文 献

地学団体研究会長野支部「長野の大地」編集委員会 (2004) 長野の大地 見どころ100選. ほおずき書籍, 長野, 238p.
 地学団体研究会長野支部「長野の大地」編集委員会 (2012) 長野の大地 やさしい地学小事典.

ほおずき書籍, 長野, 227p.

地学団体研究会新潟支部新潟県中越地震調査団 (2005) 2004年新潟県中越地震－中越地震の被害と地盤－. 地団研専報, 54, 124p.

地学団体研究会新潟県支部・新潟県中越沖地震調査団 (2008) 柏崎・刈羽をおそった地震の被害と地盤～2007年新潟県中越沖地震～. 地団研専報, 57, 137p.

花岡邦明 (2011) 市民の中にアピールする地団研の支部活動－長野の大地プロジェクト－. 地学団体研究会第66回総会 (長野) 講演予稿集・巡検案内書, 57-58.

長野県北部豪雨災害調査グループ (1996) 1995年長野県北部梅雨前線豪雨による災害－上水内地方を中心に－. 地学教育と科学運動, 25, 11-20.

栄村HP (2011) 「長野県北部震災による被災状況と現状」. http://www.vill.sakae.nagano.jp/topics/oshirase_jisin.html.

竹下欣宏・大塚 勉・小林和宏・近藤洋一・塩野敏昭・田澤岳哉・田辺智隆・寺尾真純・富樫均・中村由克・花岡邦明・宮下 忠 (2012) 2011年長野県北部地震における地震災害と地形・地質の関連性. 長野県北部地震災害調査研究報告書, 信州大学山岳科学総合研究所, 17-30.

田澤岳哉・竹下欣宏 (2011) 2011年長野県北部地震における墓石の転倒率と地形・地質の関連性. 地学団体研究会第66回総会 (長野) 講演予稿集・巡検案内書, 69.

被害調査参加メンバー (50音順敬称略)

大塚 勉・小林和宏・近藤洋一・塩野敏昭・竹下欣宏・田澤岳哉・寺尾真純・富樫 均・中村由克・花岡邦明・増田大起・宮下 忠・山崎拓己