

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

竹下欣宏¹・大塚 勉¹・小林和宏²・近藤洋一³・塩野敏昭⁴・田澤岳哉¹・
田辺智隆⁵・寺尾真純²・富樫 均⁶・中村由克³・花岡邦明⁷・宮下 忠⁷
¹信州大学, ²長野県教諭, ³野尻湖ナウマンゾウ博物館, ⁴企業,
⁵戸隠地質化石博物館, ⁶長野県環境保全研究所, ⁷元長野県教諭

1. はじめに

2011年3月12日、長野新潟県境付近において長野県北部地震（M6.7）が発生した。長野県北部の栄村では震度6強を観測し、山地斜面の崩壊、農地の被害、家屋の倒壊や破損、鉄道や道路の崩落および橋梁などの損壊など、甚大な被害が生じた（栄村，2011）。この地震が発生した3月中旬、栄村では多いところで2mを超える積雪が残っていたため、各地で雪崩の発生も確認されている。

道路や家屋の被害、田畑の亀裂などについては、早急な対策が求められるため、復旧作業に必要な調査が行われるが、なぜそのような被害が生じたのかという視点での記録は残されにくい。そこで、今回の地震で生じた被害状況（路面や田畑に生じた亀裂や噴砂など）を記録に残し、地震災害と地形・地質との関連性を明らかにすることを目的として現地調査を実施した。また、地震発生時、栄村周辺には多量の残雪があり、残雪期特有の現象が起きた可能性がある。調査の中で、こうした現象について注目し、記録に残すことも目的の一つとした。

2. 調査の概要

現地調査は2011年4月から同年9月にかけて、断続的に11日間実施した。実施日と調査した地域は以下のとおりである。調査前半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し、調査後半は主に道路の亀裂や陥没に注目して調査を行った。本チームで調査した範囲を図1に示す。

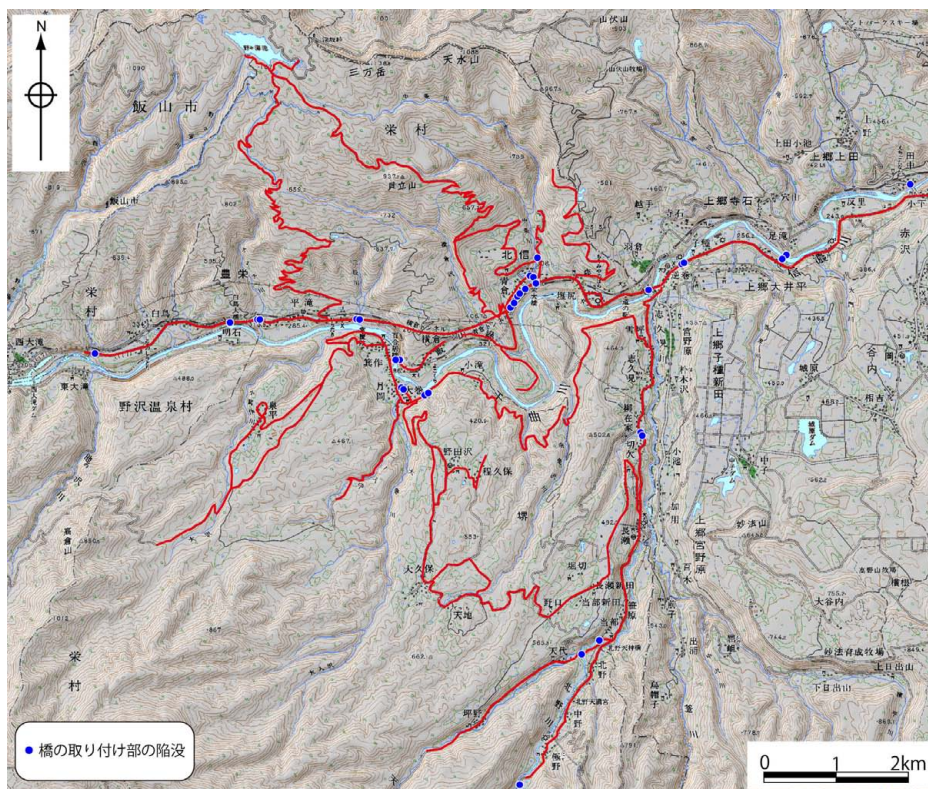


図1 調査範囲および橋の取り付け部の陥没位置図

- 4月2日：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、栄小学校周辺、百合居橋西のスノーシェッド（予察調査）
- 5月4日：森宮野原駅から栄中学校周辺、青倉地区、横倉地区（栄小学校周辺）、小滝地区
- 5月8日：栄中学校および横倉駅周辺、小滝地区、月岡地区、青倉地区
- 5月13日：大久保地区および栄中学校周辺
- 5月21日：東大滝地区からJR越後田中駅間の国道117号線およびその周辺
- 6月5日：志久見川沿い（雪坪地区から坪野、極野地区）、月岡地区から大久保地区周辺
- 6月11日：青倉地区から野々海池および同池から平滝地区
- 7月3日：蓑作地区から泉平地区
- 7月17日：大久保地区から切欠地区、雪坪地区から奈免沢川間の道路
- 9月11日：森地区北側および青倉・横倉地区間の尾根、野田沢・程久保地区、小滝地区と奈免沢川間および二ノ入沢沿いの林道
- 9月28日：栄村役場にて農地の被害状況の聞き取り

3. 栄村周辺の地形・地質概要

栄村は長野県の東北端に位置する人口 2200 人を超える農山村である。今回の震災被害は、同村の北部を西から東に流れる千曲川（県境以東は信濃川となる）沿いにとくに集中した。このあたりは、東頸城丘陵と魚沼丘陵が接する場所で、村の北縁に東西に連なる関田山脈は東頸城丘陵の一角である。千曲川の左岸側(北側)はこの関田山脈の南麓にあたる。一方千曲川右岸側(南側)は第四紀火山である毛無山の北東麓に位置し、下方の比較的ゆるやかな斜面は東の魚沼丘陵に連続する。関田山脈の稜線上には三方岳（海拔 1139 m）や天水山（海拔 1088m）などの海拔 1000m前後のピークがあり、南の千曲川河岸付近（海拔 300m前後）との間に 700m～800m程度の標高差がある。東西に流れる千曲川に対して、両岸の山麓を南北方向に流下して複数の支流が合流し、これら河川によって山麓斜面はV字形に深く下刻されている。

被災地周辺の地質概要を図 2 に示す。この地域の地質は、全

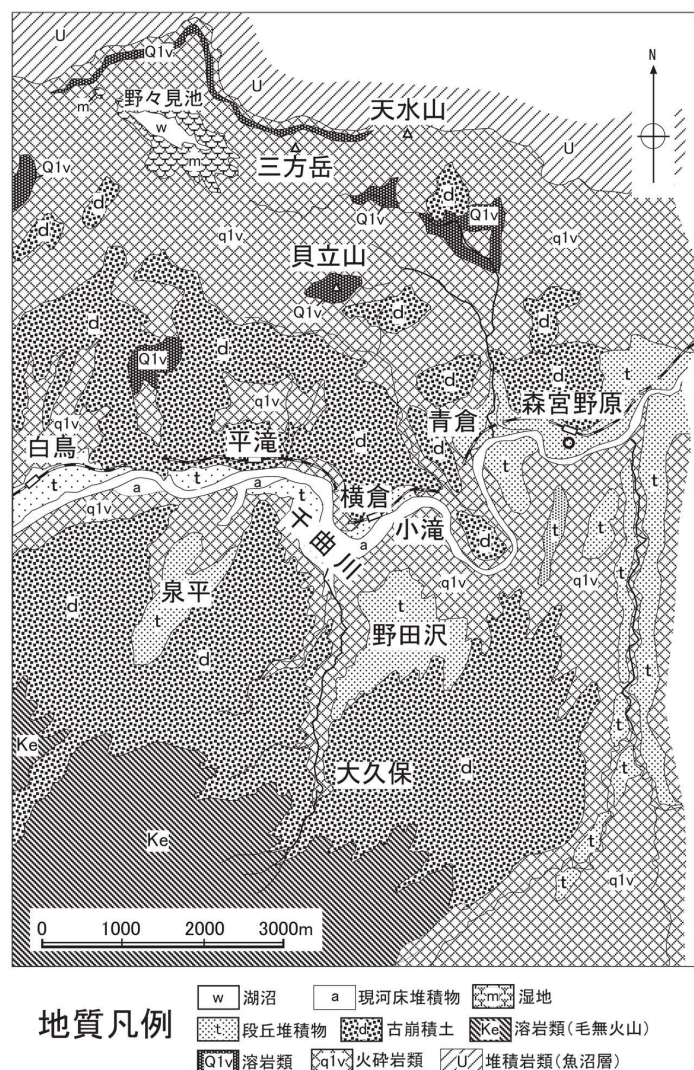


図2 栄村の地震被災地周辺の地質概要図
（新版長野県地質図作成委員会編（2010）を一部簡略化した）

体的に半固結ないし固結した火砕岩類と古い崩積土（崩壊堆積物）、そして未固結の段丘堆積物の分布によって特徴づけられる。千曲川の左岸側（北側）に比較して、右岸側（南側）の山麓斜面は傾斜がやや緩やかな傾向があるが、概略の地質構成の面では両地域にさほど大きな違いはない。基本的には、上部鮮新統～下部更新統の魚沼層（竹内ほか、2000）の一部を構成する堆積岩類（U）や、それに重なる安山岩質火砕岩類（q1v）、あるいは南東の毛無火山由来の溶岩類（Ke）を基盤とし、それらを主に中部更新統の古崩積土（d）や中部更新統～完新統の段丘堆積物（t）などが部分的に覆っている。図2に示すほどの規模ではないが、傾斜変換線付近には所々に地すべりがあり、小起伏の山麓斜面表層の一部にはローム質の火山灰質粘土も分布する。古崩積土（d）は、千曲川兩岸のかかなり広い範囲に分布する。また段丘堆積物（t）は、主に千曲川の河岸付近やその支流の志久見川沿いに多くみられるほか、千曲川の右岸側では、川からやや離れた場所に比較的広い面積で段丘面が発達する。集落の多くはこれら段丘がつくる平坦面上に形成されており、それらの集落の間を道路が結んでいる。

なお今回の地震に伴って大規模な斜面崩壊が起こり、土石流が発生した中条川上流部一帯には、上述の火砕岩類（q1v）の地層が分布する。ただし、その地層内には局所的に溶岩類（もしくは貫入岩類）（Q1v）の分布がみられ、中条川上流の崩壊は、その溶岩類の露出箇所が生じた。

4. 各地区の地震災害の概要

4-1 森地区および栄中学校周辺

国道117号線（以下、国道と略す）とJR飯山線森宮野原駅を結ぶ南北方向の道路沿いで家屋の被害が目立った。この道路沿いでは幅10～20cmほどの開口亀裂が確認でき、建物の東（谷）側では圧縮性の亀裂（プレッシャーリッジ）が見られた。このほか、森大橋北側の旧道では、小規模な地すべりにともない路面に開口亀裂が生じていた。森地区の西端、国道と千曲川の間に位置する道路沿いでも、千曲川（南西）側への地すべりにともなう開口亀裂が多数確認された。

駅前周辺では地盤の液状化により、アスファルトに生じた亀裂や建物の基礎と地面の境界部から砂を含む泥水が噴出した痕跡が確認された。建物の高さ2mほどの部分まで泥のはねが付着していたため、勢いよく泥水が噴き出たことがわかる（写真1）。このほか駅の西側では、埋設された排水管に沿って深さ20～30cm、幅50～150cm、長さ50mにわたり陥没が生じ、電柱も南側に傾いていた（写真2）。

森宮野原駅東側の山際斜面に造られた墓地では、墓石の転倒およびそれらの回転が確認された。また、基礎がなく地面に直接置かれた墓石や石仏は、地盤の液状化により下半部が沈み込んでいるものも見られた（写真3）。

栄中学校のグラウンドでは東西方向に伸びる複数の亀裂が見られ、亀裂を挟んで山（北）側の地盤が数mm程度下がっていた。このグラウンドの亀裂は残雪中に連続していた（写真4）。また、地盤の沈下により校舎の基礎が5cm程度抜け上がっている状況が確認された。



写真1 森宮野原駅周辺で発生した噴砂



写真2 森宮野原駅周辺で発生した液状化現象による陥没



写真3 液状化により沈み込んだ石仏と墓石(森宮野原駅東側の墓地)



写真4 栄中学校グラウンドで生じた亀裂

4-2 青倉地区

建物の被害は、国道沿いと青倉公民館前の道路周辺で目立った。墓石の転倒は、中条川右岸の崖および国道沿いの千曲川左岸の崖に面した墓地で顕著であった(写真5)。これに対し、集落北西の山際に位置する墓地では墓石のずれは確認されたものの転倒したものは見られなかった。

集落西端の国道につながる道路では液状化によりマンホールが数～10cm程度抜け上がり、下水管に沿って路面に亀裂が生じていた(写真6)。

中条川橋の橋台を設置した地盤が両側とも川側に地すべりを起こし、路面が長さ3mにわたり、落差15～30cmほど陥没していた(写真7)。この地すべりにもとめない開口亀裂と圧縮性の亀裂が生じていた。また、橋桁が右岸(北西)側に80cmほど押し出され、橋脚から^{ししょう}支承がずれ落ちていた

(写真8)。貝立橋は中条川橋に比べ被害が小さく、橋の左岸(東)側の橋台部が川側にずれ落ち、橋桁と道路の継ぎ目部に5cmほどの段差を生じていた。このような取り付け部の損傷は、国道にかかる栄大橋、青倉橋でも見られた。このほか集落の中を通る道路では、被害はほとんど見られなかったが、集落のほぼ中央部で道路の路面(アスファルト)に圧縮性の割れ目が1ヵ所見られた(写真9)。

水田の表面に厚さ2～5cm、高さ数～5cmの板状の高まり(以下、リッジと呼ぶ)が、多数確認された(写真10)。10m以上連続するものや2本のリッジが交差しているものも見られた。直線的なものが多いが、栄大橋北側の水田では、弧状のリッジも見られた。黒色土壌(耕作土)がリッジを形成し、刻まれた稲藁がリッジの上面に沿ってぴったりと張り付いたものもあった。4月2日の時点では、リッジの伸びと一致する方向をもつ残雪の亀裂が確認できた(写真11)。



写真5 青倉地区における墓石の転倒



写真6 液状化によるマンホールの抜け上がり(青倉地区)



写真7 中条川橋の取り付け部の陥没（左岸側）



写真8 中条川橋の^{ししとう}支承のずれ



写真9 平坦な場所における圧縮性の亀裂（青倉地区）



写真10 水田に生じたリッジ（青倉地区）

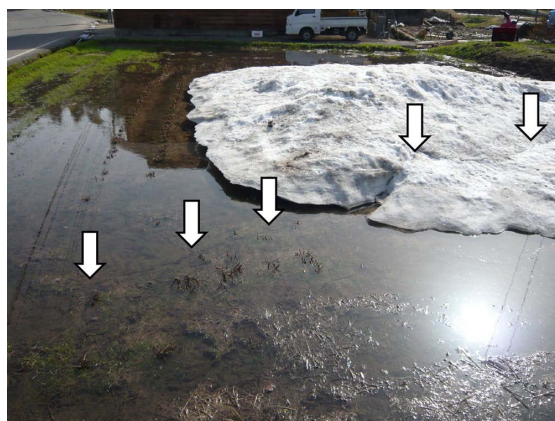


写真11 リッジの位置と一致する残雪の亀裂（青倉地区）

4-3 横倉地区

特に JR 横倉駅と栄小学校間の地域では全壊や半壊の建物が大きく、横倉駅北側の墓地では転倒した墓石が多く見られた。

国道と栄小学校を結ぶ道路沿いやその南側の水田、栄小学校グラウンドおよびその東側地域では、擁壁の開きや崩れ、斜面の小規模な崩落や地すべりによる被害が目立ち、それらにともなう開口亀裂が路面や地面に多数生じていた（写真 12）。また、数ヶ所ではあるが、地すべりにともなう圧縮性の亀裂も確認することができた。

以上のように横倉地域で発生した亀裂は、傾斜地における土塊の重力移動にともなうものがほと

んどであるが、横倉駅西の平坦な地域では、排水溝のフタや地面を覆うコンクリートが圧縮を受けて盛り上がりすぎてきた亀裂を生じていた（写真 13）。

このほか青倉地区で確認できたのと同様なリッジが、横倉駅北側の水田に多数生じていた（写真 14）。水田の表面に乾痕が発達しており、表土を深さ 15 cm 程度までブロック状に取り外すことができたので、リッジの断面を観察することができた。リッジは、水田の表面を覆う厚さ 1~2mm のシルト薄層を切って、地表に噴出した細礫の混じる土壌により形成されていた（写真 15、図 3）。このほか、集落の南東において JR 飯山線をまたいで広がる水田でもリッジが確認できた。



写真 12 擁壁の開きにより生じた路面の開口亀裂（横倉地区）



写真 13 平坦な場所における圧縮性の亀裂（横倉地区）



写真 14 リッジが多数生じた水田（横倉地区）



写真 15 リッジの断面（横倉地区）

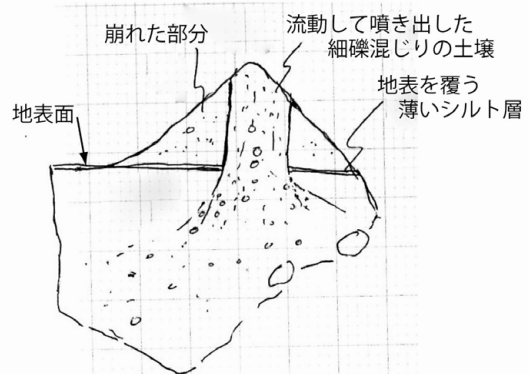


図 3 横倉地区の水田に生じたリッジの地質断面スケッチ

4-4 小滝地区

道路の被害状況は、擁壁の開きや崩れ、斜面の小規模な崩落が見られ、それらにともなう開口亀裂や圧縮性の亀裂が路面に生じていた（写真 16）。また、集落東側に位置する墓地では転倒した墓石が多く見られた。

集落北側の千曲川に面した水田において発生した地すべりにより大きな被害が発生した。この地すべりで生じた開口亀裂や圧縮性のリッジ（プレッシャーリッジ）が水田や道路で多数見られた（写真 17, 18）。地すべりにともない、排水溝が押しつぶされている状況も見られた。このほか水田の畔の崩落も多く、中には崩れた堆積物が小規模な扇状地を形成している場所もあった。集落北側の地すべりを起こした水田では、極細粒～細粒砂からなる噴砂丘が多数生じていた。これらの噴砂丘の中には、ほぼ垂直な壁面に囲まれたスポンジケーキ状のものが複数確認できた（写真 19）。このようなスポンジケーキ状噴砂丘の表面は、シルトでコーティングされていた。

小滝地区でも青倉・横倉地区と同様なリッジが複数確認できた。地すべりにともなう開口亀裂からリッジに漸移するものも見られたほか、亀裂から噴出した砂により形成されたリッジも見られた（写真 20）。砂でできたリッジは最大で厚さ 10cm、高さ 15cm に達し、水田の表土で形成されたものよりも大型であった。



写真 16 擁壁の開きにより生じた路面の開口亀裂と墓地の被害（小滝地区）



写真 17 地すべりにともなう開口亀裂（小滝地区）



写真 18 地すべりにともなう圧縮性の亀裂（小滝地区）



写真 19 水田に生じたスポンジケーキ状噴砂丘（小滝地区）



写真20 水田に生じた砂でできたリッジ (小滝地区)



写真21 水田に生じた円柱状の噴砂丘 (月岡地区)

4-5 月岡地区

青倉地区と同様のリッジが多数確認できたほか、東西方向に噴砂丘が多数形成されていた。月岡地区の水田に生じた噴砂丘も小滝地区と同様にスポンジケーキ状で表面をシルトでコーティングされたものが見られた。中には直径8cm高さ13cmの円柱状の噴砂丘も見られた(写真21)。

山際の緩やかな傾斜地上にある水田周辺において、小規模な地すべりが発生し、複数の開口亀裂が生じていた。下位の段丘面上の水田ではリッジの形成は見られたが、亀裂は生じていなかった。

JA北信州みゆき北部栄出張所や除雪基地のある段丘面から比高にして8mほど高い地形面上に位置する墓地では墓石の転倒と地盤の液状化による石碑の沈み込みが確認できた。

4-6 蓑作地区および泉平地区周辺

蓑作地区における被害特徴として、JAや除雪基地のある段丘面上では、道路の亀裂や水田の被害などがほとんど生じていないのに対して、常慶院に続く斜面上や県道奥志賀高原栄線沿いでは道路や水田の亀裂などの被害が目立つようになることがあげられる。常慶院では、灯籠の転倒や鐘楼の損傷および斜面の地すべりにともなう開口亀裂などが確認された(写真22)。常慶院北側の墓地でも転倒した墓石を確認した。

泉平地区北部に位置する墓地では墓石の転倒が確認できたほか、地区の中心にある石碑の転倒やエノキ工場の半壊など、建物の被害も確認した。

泉平地区では養豚場の建物が全壊した(写真23)ほか、周辺の県道奥志賀高原栄線では小規模な地すべりにともなう開口亀裂と圧縮性の割れ目が多数確認できた。



写真22 常慶院で生じた開口亀裂 (蓑作地区)



写真23 全壊した養豚場 (泉平地区)

5. 道路の路面に生じた亀裂および橋の被害

5-1 道路のアスファルトやコンクリート面に生じた亀裂

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(図4)。確認できた亀裂は、以下のA~Dの5タイプに区分することができる。Aタイプ：傾斜地において路肩ある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性の亀裂(写真24)、Bタイプ：道路側面の擁壁が開いたことによって形成された開口性の亀裂(写真25)、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(写真18)、Dタイプ：平坦な場所で形成された圧縮性の亀裂(写真9, 13)である。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カ所、横倉地区で2カ所確認されたのみである。

亀裂の分布を見ると、調査した範囲全体で確認できるものの、密集して生じた地域とそうでない地域が存在する(図4)。亀裂が密集して生じたのは、森宮野原駅周辺や横倉地区、大巻地区から野口地区間の道路、大巻地区と奈免沢川間の道路である。特に奈免沢川西側の尾根を取り巻くように作られた道路では被害が大きく、奈免沢川左岸では大きく斜面が崩落し、道路が完全に失われていた。密集はしないものの、志久見川沿いの雪坪地区から極野・坪野地区間の道路や蓑作地区から和泉平地区間の道路では断続的に亀裂が生じている。また、国道と野々海池を結ぶ林道では、点々と亀裂が生じているが、青倉地区北側の神社周辺と横倉沢川左岸側の尾根上に被害が集中する傾向がある。

また、Aタイプの亀裂には、赤いスプレーで付けられたマークがずれたり開いたりしているものがあり、地震後に大きく開口したもの(写真26)や、修復後に再び開いて斜面崩落を起こしたものも認められた。

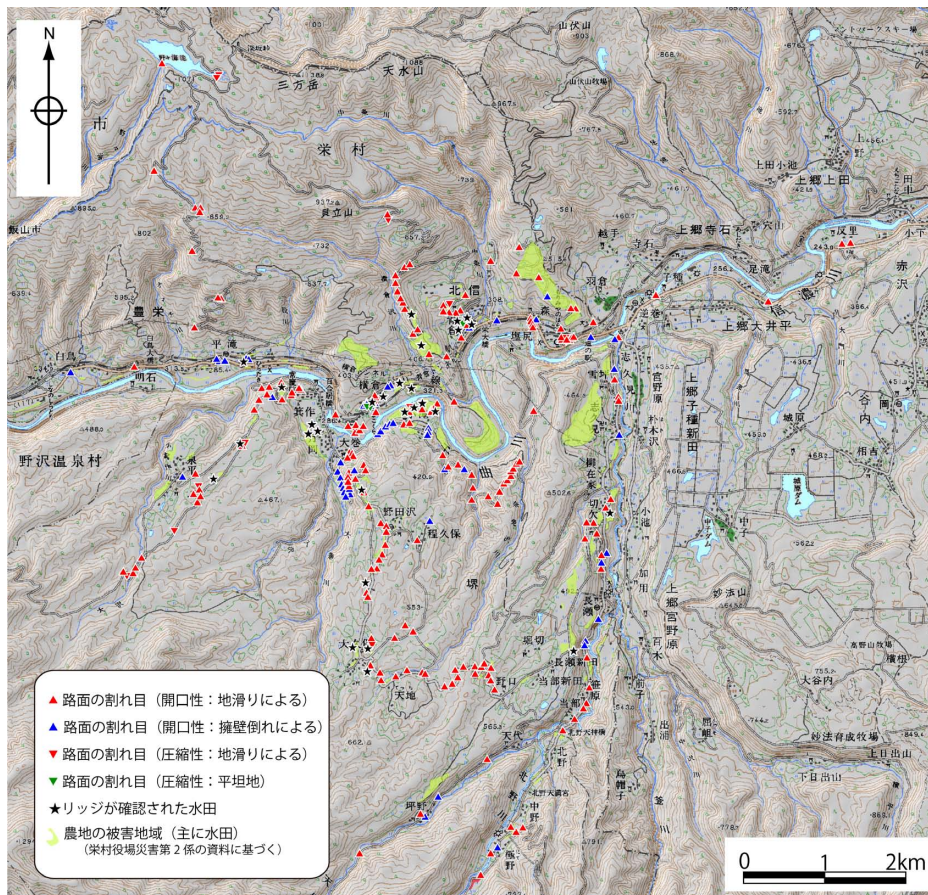


図4 亀裂とリッジの位置および水田の被害範囲図



写真 24 平滝地区北側の林道で生じた開口亀裂



写真 25 擁壁の開きにもなう開口亀裂
(月岡-小滝地区間の道路)



写真 26 地震後に大きく開いた開口亀裂
(赤いマーカーがずれている：小滝地区-奈免沢川間の道路)

5-2 橋の取り付け部の陥没

調査範囲のほぼすべての橋で取り付け部が陥没し、道路に段差が生じていた。取り付け部に段差が確認できた橋の位置を図 1 に示す。特に中条川橋と境川橋の被害が大きかった。中条川橋の被害状況については前述のとおりである。境川橋は調査範囲の西端に位置するにも関わらず、橋の右岸側では取り付け部分の埋土が長さ 3m、幅 10m にわたり崩落した（写真 27）。調査範囲の東端にあたる新潟県津南町の田中橋でも、調査を行った 5 月 21 日には修復されていたが、両側の取り付け部が 10cm ほど陥没したことが確認できた。



写真 27 境川橋の取り付け部の崩落（左岸側）

6. 考察

6-1 リッジの形成と揺れの関係

青倉地区と横倉地区では木造住宅の被害が大きく全壊率が30%を超えるため(山田ほか, 2011)、強い揺れがあったことは間違いない。また、両地区ではDタイプの亀裂が確認されている(写真9、13)。これらの亀裂は平坦な場所に形成されているので、地すべりなど土塊の重力移動にともなう亀裂とは考えにくく、強い横揺れにより地表のアスファルトやコンクリートが揺さぶられたために形成された可能性が高い。青倉地区から約14km離れた津南町の観測地点では700galを超える水平方向の最大加速度が記録されており(防災科研, 2011)、強い横揺れによりDタイプの亀裂が生じたと考えられることと調和的である。

今回の調査で確認したリッジは、いずれも垂直に近い壁面をもつために(写真10)、強い横揺れにより地表面が揺さぶられ、しわが寄ったと考えるだけでは説明がつかない。青倉地区の方にお聞きしたところ、地震が発生した3月12日には2mを超える残雪が水田を覆っていたとのことなので、この厚い残雪がリッジの形成に関与した可能性が高い。3月半ばということもあり、残雪はかたく締まり地面と密着していたと考えられる。このことは、栄中学校グラウンドで地面の亀裂が残雪中に連続していたこと(写真4)からも支持される。そして、青倉地区ではリッジと一致する位置に残雪の亀裂が確認できたこと(写真11)を考え合わせると、リッジの形成過程は以下のように考えることができる。

- 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地表に残される。

このように考えると、刻まれた稲藁がリッジの上面に沿ってびったりと張り付いていたことや小滝地区において崩れやすい砂がリッジを形成していたこと(写真20)も説明が可能である。

6-2 スポンジケーキ状噴砂丘の形成

東北地方太平洋沖地震の際に観察されたように、噴砂は水と一緒に噴き出すので、ふつうは薄く広がり緩やかなマウンド状の高まりを形成する。これに対して小滝地区や月岡地区に生じた噴砂丘は、垂直に近い側面をもちスポンジケーキのような形状を呈し、薄いシルト層が表面をコーティングするという特徴がある(写真19)。小滝地区においてスポンジケーキ状噴砂丘の断面を観察したところ、葉理は収斂することなく、側面で途切れていた(写真28)。これらの噴砂丘が生じた水田にはリッジも確認できたので、かたく締まった厚い残雪が地表に密着して存在していたはずである。以上のことを考え合わせると、次のような形成過程が推定される。

- 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噴砂丘が地表に残される。

また、月岡地区で見られた円柱状の噴砂丘(写真21)は、スポンジケーキ状噴砂丘を形成した噴砂に比べ噴き出す勢いが強く、鉛直方向に雪を溶かし円柱状の空間を形成したと考えれば説明が可能である。



写真28 スポンジケーキ状噴砂丘の地質断面(小滝地区)

6-3 リッジから見た水田被害と地形の関係

栄村役場災害第2係でまとめた農地の被害状況図とリッジが生じた水田の分布を重ね合わせてみたところ次のような知見を得た。

青倉地区は千曲川の河床から約50m高い段丘面上に、横倉地区は約25m高い段丘面上に位置している。青倉地区と横倉地区の水田では広い範囲でリッジが確認できた(写真10, 14)ため、強い横揺れが地区全体の水田を襲ったはずである。しかしながら、被害を受けた水田は、千曲川と中条川に面した狭い範囲のみであった(図5)。横倉地区でもリッジが密集して生じた横倉駅北側の水田では作付けされたが、地区の南東側に位置する水田では亀裂が生じたために作付けされなかった(図6)。被害を受けずに作付けできた水田は平坦な場所につくられているのに対し、被害を受けた水田は傾斜地に緩やかな棚田状になっていた(写真29)。さらに、月岡地区でも段丘面上につくられた平坦な水田ではリッジや噴砂丘が形成されたにも関わらず作付けされたのに対し、緩やかな傾斜地の水田は広い範囲で被害を被った(図6)。このほかの地域では千曲川北側や雪坪地区西側の傾斜地につくられた水田で被害が多かった(図4)。以上のことは、傾斜地につくられた階段状の水田や段丘の縁に位置する水田では揺れにより被害が生じやすいのに対し、平坦な場所につくられた水田では強く揺れても被害が少ないことを示している。



図5 青倉地区におけるリッジの発生個所と被害を受けた水田の位置図



写真29 横倉集落の水田(手前の傾斜地の水田は被害のため作付けしていないが、奥に見える平坦地の水田では作付けされている)

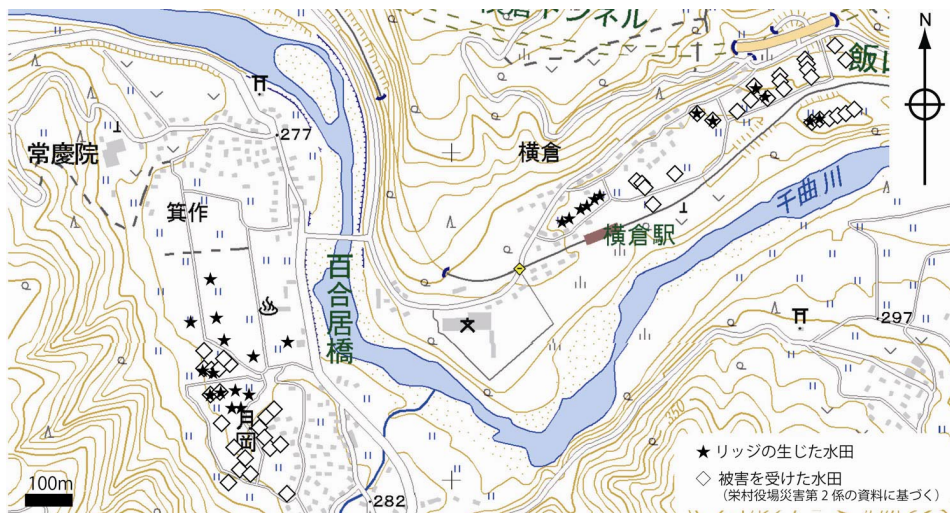


図6 横倉・月岡地区におけるリッジの発生個所と被害を受けた水田の位置図

6-4 道路の亀裂と地形・地質との関連性

今回の調査で確認した道路の亀裂は、ほぼすべて小規模な地すべりや擁壁の開きにもなう開口亀裂もしくは圧縮性の亀裂であった。これらの亀裂は、急傾斜地や段丘の縁につくられた道路で多く発生した(図4)。しかしながら、調査範囲全体の亀裂の分布を見ると、千曲川よりも南側の地域に集中する傾向が見られる。

地形に注目すると、千曲川よりも南側の地域の方が、北側に比べ地形的には緩やかであるにも関わらず、亀裂が多く生じている。このように地形の違いからは、調査範囲全体の亀裂の分布をうまく説明することができない。地質に着目すると、両地域ともに火山岩類(魚沼層)とそれらを覆う古い崩積土からなるので(長野県, 2011)、大きな差はないように見える。しかしながら千曲川の両岸に広く分布する古い崩積土は、研究が進んでいない。今回の道路の亀裂被害の分布状況は、北南地域の地質の違いがあることを示唆している可能性もあり、今後の課題である。

亀裂による被害が小さかった北側地域に注目すると、青倉地区北側の豊三蒼穂瀧神社周辺で被害が集中する。浸食によりはっきりしないが南東側に開いた馬蹄形の地形や神社の北側にマウンド状の高まりが見られることから、この神社周辺は過去の大規模地すべりにより形成された地形であると推定される。また、青倉地区と野々海池を結ぶ道路では地すべり防止の施工がなされた場所であるが、地すべりの再活動により被害が生じていた(写真30)。古い地すべりや活動中の地すべり地では、他の地域に比べ地盤が悪いため被害が集中したと考えられる。



写真30 地すべりの再活動による被害状況
(青倉地区と野々海池間の道路)

7. まとめ

- 1) 2011年4月から9月にかけて、栄村内において延べ11日間の調査を行い、各地区の地震被害の状況を記録した。
- 2) 水田で見られた特徴的なリッジやスポンジケーキ状噴砂丘の形成過程を考察し、豪雪地帯特有の現象であることを明らかにした。
- 3) リッジの分布と被害を受けた水田の範囲から傾斜地や段丘の縁につくられた水田は横揺れに弱いに対し、平坦地の水田は強い横揺れを受けても被害が生じにくいことが確認された。
- 4) 道路や地面に発生した亀裂は、急傾斜地や段丘の縁で多発するが、地形が比較的緩やかな千曲川の南側に集中する傾向が見られた。このことは、両地域の地質の違いを示唆している可能性があるが今後の課題である。
- 5) 古い地すべり地や活動中の地すべり地は地盤が悪く、道路の被害が集中する傾向が見られた。

文献

- 防災科学技術研究所(2011)「2011年03月12日 長野県・新潟県県境付近の地震による強震動」
http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html20110312040021/main_20110312040021.html.
- 新版長野県地質図作成委員会(地質部会、部会長 原山 智)編(2010)新版長野県地質図ver.1(5万分の1地質図). 長野県.
- 栄村(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.
- 竹内圭史・吉川敏之・釜井俊孝(2000)松之山温泉地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地

質図幅) 地質調査所, 76 p.

山田真澄・山田雅行・福田由惟・スマイス クリスティン・香川敏幸・藤野義範・羽田浩二 (2011)
2011 年長野県北部の震源近傍における高密度の地震動推定と建物被害との比較. 日本地震学会講演予稿集秋季大会, pp57.