

第1章

記憶をつなぐ

【災害の概要】

家屋の全壊、半壊が相次いだ白馬村堀之内区（『信濃毎日新聞』平成26年11月23日）



活断層が動いて発生した 長野県神城断層地震



信州大学 学術研究院（総合人間科学系）全学教育機構 教授 大塚 勉

1. 地震の概要

平成26年11月22日22時8分ごろ、夜の早い白馬村と小谷村が突然強い揺れに襲われました。小谷村や小川村、長野市鬼無里や戸隠の震度計が示した震度は6弱でした。気象庁によると、その後1か月に震度1以上の余震が100回以上も続きました。特に被害が大きかった白馬村堀之内区では震度は6強に達していたのではないかと考える研究者もいます。

この地震は、深さ約5kmの地点を震源とし、逆断層が動くことによって発生したものでした。地震の規模はマグニチュード6.7、内陸で発生する地震としては最大級ではありませんが、長野市に至る幅広い地域に大きな被害をもたらしました。震度4以上の揺れは、遠く石川県にも及んでいました。

この地震では死者こそ出なかったものの、重傷者8名を含む負傷者46名、全壊81棟を含む2,000棟以上の家屋に被害が生じました。この地震は、長野県により神城断層地震と呼ばれることとなりました。

気象庁は、地震の観測データを図1のようにまとめています。地震の本震が発生してから判断すると、11月18日からマグニチュード2クラスの地震が近隣で発生していました。断層の断面図では、地震後の余震が東に傾斜した面に沿って集中して発生していることがわかります。

また、図中の地震の発振機構を示す図（白黒の円形の図）は、地震が北西—南東方向の圧縮力が働いて発生したことを示しています。更に、白馬村役場に設置されている国土地理院の電子基準点は、地震を経て、南東に向かって約29cm移動しました。これらのことは、地下で動いたのが、逆断層であること

を示しています。

この地震は、糸魚川—静岡構造線活断層帯が、私たちの目の前で初めて地表断層として活動したものとなりました。地下でこの断層帯の震源断層が運動することは過去にもありましたが、警戒をしていた活断層が、初めて実際に目の前に姿を現したのです。

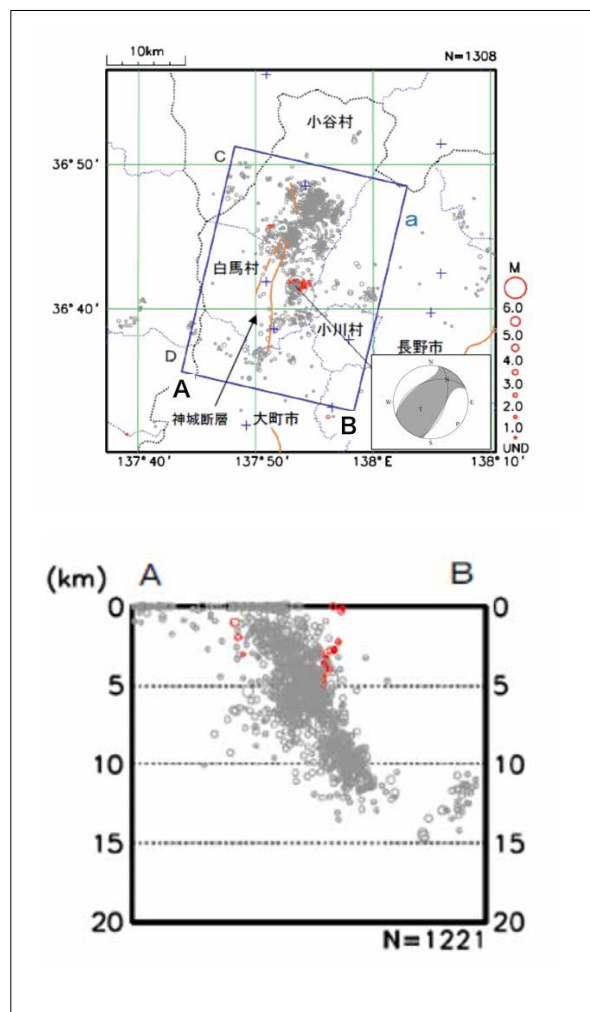


図1 神城断層地震に関連して発生した地震（気象庁資料に加筆）
※赤の点は本震発生前に生じた地震

2. 地震発生直後の状況

11月22日深夜の神城断層地震発生後まもなく、私は現地に向かいました。被害の様子を見届けることのほかに、もし地表に地震断層が現れているなら、道路などの復旧が進む前にその姿を記録する必要があります。

かけつけた白馬村では、道路を横切る地形的段差が随所で現れていました。

白馬村北部の塩島区では、緩やかな坂道の下の方が90cmほど隆起して、行き場のなくなった側溝の水があふれていました（写真1）。稲株が、もとは平らであった田の表面に段差ができていることを示していました。

すぐ脇の建設会社の敷地には、平らにならされた地面に、丸みを帯びた断層変位地形が出現しました（写真2）。^{とうきよく}撓曲です。撓曲とは、地下の固い岩盤では断層ですが、地表の柔らかい地層では丸く盛り上がることによってつくられる地形です（図2）。

ここでは、やがて水田に水があふれ、乾いたところとのくっきりとした境界が、断層が通過しているところを示すようになりました（写真3）。

白馬村の大出区では、農道にはっきりとした撓曲が生じて通行不能となっていました（写真4）。国道406号を断層が横切るところでは、民家の駐車場もろとも国道に段差が生じていました（写真5）。



写真1 塩島区に現れた神城断層による撓曲（とうきよく）



写真2 建設会社の敷地に現れた神城断層による撓曲（塩島区）

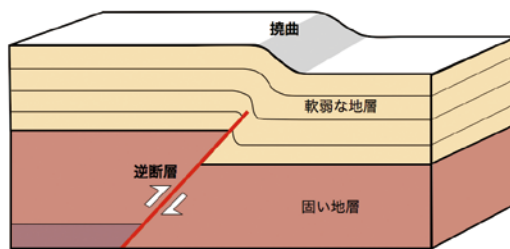


図2 撓曲
地下の固い岩盤では断層であるが、地表部ではなめらかな段差となる



写真3 断層運動によって形成された水田の湛水域（塩島区）



写真4 撓曲によって通行不能となった農道（大出区）



写真5 国道406号と駐車場に現れた断層（大出区）

不通になっていた県道33号（白馬美麻線）では、盛り上がった路面のセンターラインのずれが、断層の動きを物語っています（写真6）。白馬村飯森区の水田では、稲株が、明らかに撓曲が存在することを示していました（写真7）。ここでは、後ほど国立研究開発法人産業技術総合研究所によって、地面を掘り下げて断面を観察するトレンチ調査が行われて、見事な断層が現れました。

山に踏み入ると、斜面の山側が不自然に盛り上がり、樹木が転倒しています（写真8）。同じく見事な撓曲でした。その近くでは、姫川に面した山腹が大きく崩壊して（写真9）、土砂が姫川の河床を一部覆っています。もう少し崩壊の規模が大きければ、土砂ダムが形成されて緊急の対策が必要になるところでした。



写真6 県道33号（白馬美麻線）に現れた断層



写真8 姫川東側の山腹に現れた撓曲（深空区）



写真7 水田に現れた撓曲（飯森区）



写真9 姫川東側で発生した崩壊。崩壊の原因は山腹で動いた断層（深空区）

3. 白馬村堀之内区の状況

神城断層地震で、最も大きな被害が出たのが白馬村南部の堀之内区と三日市場区でした。水田では、稲株のずれ（写真10）が断層の存在を示しています。しかし、これらの地区では、白馬村北部のような大きな断層のずれは生じていません。被害が大きくなった理由として、集落の西に広がる軟弱地盤の存在、背後の山地からの地すべり性の斜面の移動など、いろいろな意見が出されています。

堀之内区の集落が存在する場所の地質はさほど軟弱ではありません。断層のトレースが堀之内区では大きく90°曲がって東西方向になることから（図3）、南北方向の神城断層とはいえない断層が関与している可能性があります。



写真10 水田に生じた横ずれ（堀之内区田頭）

4. 白馬盆地西側の状況

白馬村の中心部、JR白馬駅の東の蕨平区では、地震に伴って姫川東側の斜面が崩壊しました（写真11）。ここでは、崩壊してできた面に、ほぼ水平のくっきりした境界が見えています。ここでは褐色の古い地層が、淡い色の若い地層の上に、逆断層でのし上がっているのです。

白馬村北部の青鬼区付近の姫川では、地震によって斜面が大きく崩壊し、高さ約60mにわたって地層が露出しました（写真12）。ここでは、断層が数多く発達し、解釈に困るぐらいの複雑な構造をしています。

姫川に沿った神城断層は、何度も繰り返し活動することによって、断層によってかき乱された幅広い



写真11 蕨平区に現れた神城断層。崩壊地やや上方の色調が異なる部分が断層



写真12 崩壊によって露出した地層（青鬼区）※赤い補助線は断層を示す



部分を有しています。これを「破碎帯」と呼んでいます。白馬盆地東側の姫川に沿う山地には、たいへん崩壊しやすい破碎帯が存在しています。これは防災上留意すべき重要なことです。

5. 神城断層のトレース

これまで紹介した地表に現れた断層の地形的な証拠を、私は、3年間にわたって繰り返し現地を訪れて丹念に洗い出しました。その結果、**図3**のように、神城断層地震の際に地表に現れた断層の証拠を、約9 kmにわたって68か所で記録することができました。

このように、神城断層は単純な1本の線で表されるものではなく、2本、3本、あるいはそれ以上の断層の複合体であることが明らかになりました。

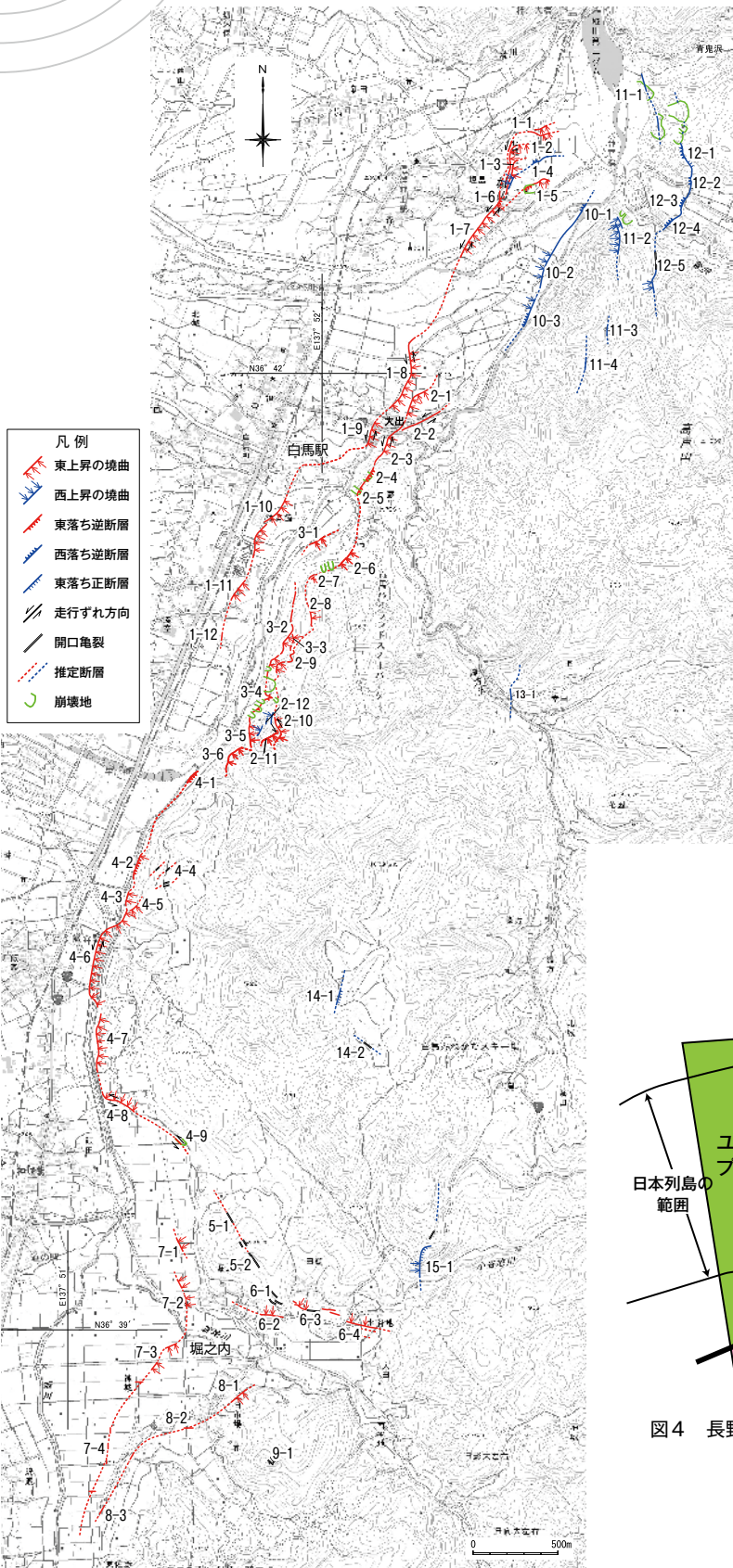


図3 神城断層のトレース（調査は著者と下田力による）

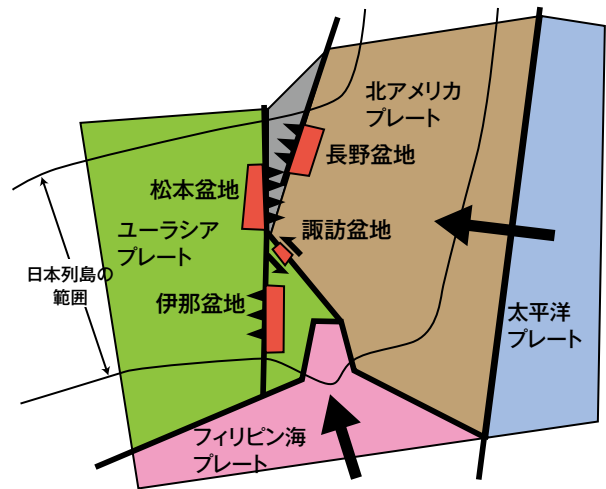


図4 長野県の盆地とプレート境界

6. 地震の背景

神城断層地震は、圧縮力が働いた結果生じた逆断層が運動して発生しました。私たちが暮らす小さい日本の国土で、世界の約10%の地震が発生しています。

地球の表面は、厚さ約100km程度の、複数の固い岩板（プレート）によって覆われています。日本列島付近では、**図4**のように4つのプレートが接し合っています。大局的には、巨大なユーラシアプレートを、東からやってくる太平洋プレートが押しています。そのほかフィリピン海プレートも押しに加わっているほか、間には北アメリカプレートが挟まれています。

押しの力の多くは日本海溝や南海トラフ付近で開放されますが、押しの力の一部は内陸に伝わり、断層運動として解消されます。

一度岩盤が割れて断層が生じると、そこは弱線ですので、力が加わると再び運動しやすくなります。太平洋プレートの押しは、大局的には数百万年間続いています。神城断層などの地震被害をもたらす断層が「活断層」と呼ばれるのは、仮に1,000年に一度しか活動しなくても、地質時代を通してみれば繰り返し動いているとみなされるからです

図5の赤い線が、中部・関東地方で研究が進んでいる活断層です。2方向に系統的な方向を示しているのは、岩盤に東西方向の圧縮力が働いた結果です。

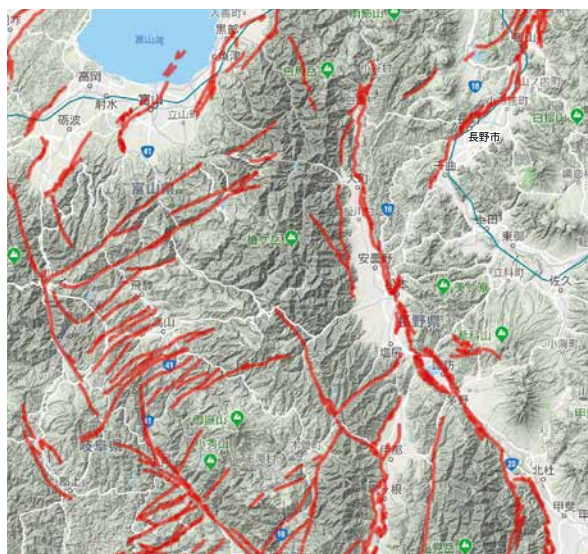


図5 中部・関東地方の活断層（産業技術総合研究所による）

7. 地震から見た信州という場所

信州には、南北に走る糸魚川-静岡構造線断層帯のほかに、長野盆地西縁断層帯から北東へ向けて走る信濃川断層帯が活動的です。信濃川断層帯は、新潟市付近から日本海に入り、更に東北地方の西側に沿って北海道沖まで至ります。

この断層帯に沿って、善光寺地震（弘化4年、M7.4）以来、これまでに多くの地震が発生しています（**図6**）。地震規模は最大でマグニチュード7.8に及び、津波や液状化など、いろいろな災害を引き起こしてきました。

最近では、中越地震（平成16年、M6.8）、能登半島地震（平成19年、M6.9）、中越沖地震（平成19年、M6.8）、長野県北部地震（平成23年、M6.7）と、長野県に影響がある地震が立て続けに起こっています。更に追い打ちをかけるように発生したのが神城断層地震（平成26年、M6.7）でした。

これらの地震は、いずれも現在想定されている最大規模の地震よりも小さいため、より高い確率で発生する可能性があります。新潟県から長野県にかけては、ユーラシアプレートと北米プレートの境界地域です。ここで、地質学的な時間からみれば、地震は極めて短時間に繰り返し発生しています。今後もこの地域では、十分な注意と対策が必要です。

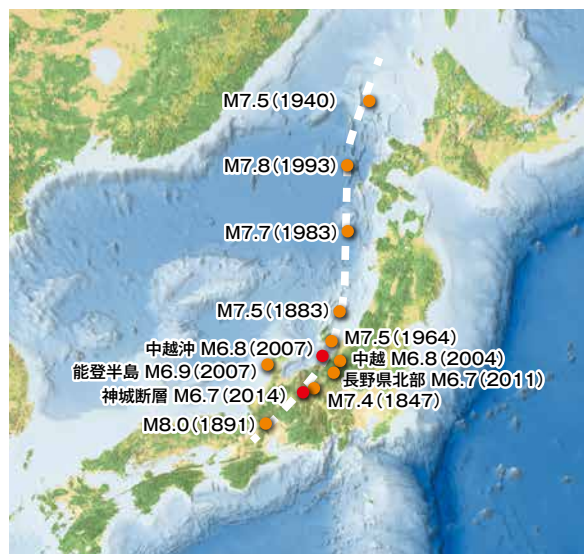


図6 日本海東部から長野県にかけて発生した地震。長野県及び新潟県内で頻発している。



平成26年11月22日午後10時8分ころ発生
長野県神城断層地震災害

長野県下各地の被害状況



長野県

平成26年11月22日午後10時8分ころ発生した長野県神城断層地震（マグニチュード6.7）は、長野市戸隠・長野市鬼無里・小谷村中小谷・小川村高府で震度6弱、長野市箱清水・長野市豊野町豊野・長野市中条・白馬村北城・信濃町柏原東裏で震度5強など、広い範囲で強い揺れを観測し、その被害は長野県下では9市3町4村に及びました。中でも、震源に近い白馬村神城地区、小谷村中土地区などでは多数の負傷者と住家被害、土砂災害等が発生しています。ここでは、災害対策本部が設置された白馬村・小谷村・小川村・長野市・大町市・信濃町の被害状況について紹介します。

長野県全体

重傷者	8人
軽傷者	38人
全壊	81棟
半壊(大規模半壊含)	175棟
一部破損	2,146棟
非住家被害	345棟(全・半壊)

小谷村

重傷者	2人
軽傷者	2人
全壊	33棟
半壊(大規模半壊含)	79棟
一部破損	223棟
非住家被害	87棟(全・半壊)

信濃町

重傷者	0人
軽傷者	1人
全壊	0棟
半壊(大規模半壊含)	0棟
一部破損	0棟
非住家被害	—

白馬村

重傷者	3人
軽傷者	20人
全壊	42棟
半壊(大規模半壊含)	35棟
一部破損	164棟
非住家被害	145棟(全・半壊)

小谷村

信濃町

白馬村

長野市

小川村

大町市

長野市

重傷者	2人
軽傷者	10人
全壊	4棟
半壊(大規模半壊含)	44棟
一部破損	1,413棟
非住家被害	113棟(全・半壊)

大町市

重傷者	0人
軽傷者	2人
全壊	0棟
半壊(大規模半壊含)	6棟
一部破損	101棟
非住家被害	—

小川村

重傷者	0人
軽傷者	1人
全壊	2棟
半壊(大規模半壊含)	11棟
一部破損	225棟
非住家被害	—

※数値は平成28年8月1日時点

白馬村



北安曇郡白馬村は、長野県の北西部に位置し、南は大町市、北は小谷村、東は長野市・小川村、西は白馬連峰の稜線で富山県とそれぞれ接しています。村南端部を源流とする姫川が四力庄平と呼ばれる村中央を北上し、西の山麓は我が国国有数のスキー・山岳リゾート、東は標高1,000m程度の尾根を有する山地となっています。観光が村の主要産業で、平成10年のオリンピック・パラリンピック冬季競技大会では主会場のひとつになりました。

◆面積189.36km²／人口9,286人・4,391世帯(平成30年3月1日現在)



神城地区に住家被害が集中

被災市町村の中で、最も大きな被害を受けたのが白馬村です。とりわけ村南部、大字神城の堀之内区と三日市場区に住家被害が集中しました。人的被害は、村全体で3人が重傷、20人が軽傷を負っていますが、亡くなった人はいませんでした。農地や林地、道路、河川や橋は方々で損傷を受け、飯森区・堀之内区・三日市場区を通る県道33号(白馬美麻線・オリンピック道路)や付近の水田は表面が波を打ったようになり、液状化もみられました。通区では、土砂崩れで国道148号が通行止めになりました。停電も断水も発生しましたが、特に下水道施設は、震源に近かった大出区や塩島区で大きな被害を受けました。

被害状況



人的被害

重傷者 3人
軽傷者 20人



住家・非住家
被害

全壊 42棟 一部破損 164棟
半壊 35棟 非住家被害 145棟
(大規模半壊合) (全壊・半壊)

住家の被害

地震は夜遅く（22日午後10時8分ころ）に発生しました。真夜中の救出劇を経て、夜が明けるとともに、被害の状況が明らかになりました。堀之内区では全壊33棟、半壊15棟、三日市場区では全壊6棟、半壊12棟。住家の被害はこの2つの区に集中していました。



倒壊し道路をふさいだ家屋（堀之内区）



一次避難所に指定されていた堀之内公民館も被災（堀之内区）



一夜明けて地区の状況が明らかになった堀之内区（23日午前8時30分）
（『信濃毎日新聞』平成26年11月23日）

コラム 「白馬の奇跡」を生んだ深夜の救出劇

堀之内区では33棟が全壊し、26人が倒壊した建物に閉じ込められましたが、主に近隣住民や地元消防団の活躍により、夜半には全員が救助されています。また三日市場区では6棟が全壊しましたが、地震発生から1時間ほどで41世帯118人の安否確認を終えました。これだけの住家被害を受けながら亡くなった人を一人も出さなかったことは、「白馬の奇跡」と称されました。

倒壊した建物から生存者を救助
（22日午後11時30分、三日市場区）



道路の被害

国道148号は、通区で幅約20m、高さ約30mにわたって道路わきの斜面が崩れ、また国道406号は、嶺方区堀田で路面に大きな亀裂が入り、ともに通行止めになりました。県道33号（白馬美麻線・オリンピック道路）では、飯森区から堀之内区・三日市場区にかけて断層のずれにより路面にゆがみや損傷が生じました。また、村道やこれらをつなぐ橋梁にも各所で被害が発生しました。



国道406号は、嶺方区堀田で路面に大きな亀裂



国道148号では、通区で道路わきの斜面が崩壊



北谷地では村道ののり面のブロックが押し出されるように崩壊（堀之内区）

塩島区では断層が地表に現れ、道路と圃場に高さ約90cm、横に約30cmのずれ

農地・農業施設の被害

白馬村の農地の約9割が水田です。この地震では、神城断層に沿って、水田と水路・取水施設などが多数被災しました。特に被害が大きかったのは、大字神城の堀之内区・飯田区・三日市場区、大字北城の大字区・森上区・塩島区・野平区などです。田植えのとき、水を張ってはじめて被害が判明するケースも多く、翌平成27年5月時点で、農地被害は約200か所・25haに上りました。



水田に生じたうねり。これは撓曲(とうきょく)といって、地下で断層がずれたとき、軟弱な表土がたわむように曲がる現象(飯森区)



復旧が完了し、水が水平に張られた水田



田面を走る大きな亀裂(飯田区)



復旧が完了し均された田面



陥没した頭首工(取水口)(大字区)



復旧した頭首工



農道の路面が大きく隆起。東側が約95cm隆起、左方向に約35cmのずれ(大字区)



復旧した路面と擁壁

斜面・林地・林道の被害

日本海に注ぐ一級河川姫川を境に、白馬村の東部は多くの土砂災害危険箇所を抱える山地となっています。神城断層が姫川とほぼ並行して走る姫川右岸で複数の地すべりが発生し、土砂が姫川に達したところもありました。また、一帯の林地や林道も各所で損傷しました。



姫川右岸で大規模な地すべりが発生、川まで押し出された土砂（深空区）



林道白沢線では、白沢地先で大きな亀裂・段差が発生



林道郷尺窪線は嶺方で大きく崩落

河川と橋梁の被害

姫川は、村南端の佐野坂（佐野）を源流とし、北上して小谷村に至っています。断層がほぼ姫川に沿っていたため、護岸の被害が大きく、その延長は約1.7kmに達しました。また、国道406号の天神宮橋など、姫川に架かる橋の多くが損傷を受けました。



大きく破損した姫川右岸の護岸ブロック



姫川に崩れ落ちた右岸の護岸ブロック



姫川第二ダム下流では河岸が崩落



損傷し、通行止めとなった国道406号天神宮橋



姫川護岸の復旧工事（飯田区）



橋台と取付護岸の復旧（飯田区）

ライフラインの被害

地震発生時、白馬村大字神城・北城、大町市大字平・美麻の一部で約1,600戸（22日午後11時時点）が停電しました。翌23日午前9時には200戸へと減少し、正午には神城・北城の一部180戸、午後9時には神城の一部70戸となり、26日午後5時50分にはすべての停電が解消しました（中部電力）。断水は、271戸でしたが、そのうち居住不能の10戸を除く261戸（三日市場区41戸、堀之内区78戸、嶺方区29戸、大出区70戸、蕨平区25戸、野平区18戸）が12月16日までに復旧しています。また、LPガスや転倒した灯油タンクによる事故や火災は発生しませんでした。下水道は、白馬村浄化センターがある大出区や、塩島区・野平区などでマンホールの破損や幹線の破損（せん断）が発生し、浄化センターで流入量が増大するなどの影響を受けましたが、応急処置し、翌平成27年3月から順次復旧工事が始められました。



急ピッチで続く水道管の復旧作業
（『信濃毎日新聞』平成26年11月27日）



電気を復旧するため、夜明け前から高所作業
（『信濃毎日新聞』平成26年11月23日）



浮き上がったマンホール（大出区）



破損した電柱

コラム 陸上自衛隊が給水活動

23日午前2時25分、長野県知事から第13普通科連隊長（松本駐屯地）に対して白馬村への災害派遣要請があり、同日午前6時12分から午後8時（撤収要請）まで、給水車4台により、村内3か所で給水支援活動が実施されました。



白馬村での給水支援活動

伝統的民家・文化財の被害

堀之内区には新耐震基準（昭和56年導入）以前に建てられた木造住宅が多く、その過半数が大破（被災度区分判定）以上の被害を受けました。中でも主屋と土蔵からなる伝統的な民家の被害は甚大で、建物が大きく傾いたり、土壁が剥落したりしました。また、三日市場区の神明社（本殿が重要文化財）など歴史的建造物も被災しました。



大きく傾いた主屋（堀之内区）



倒壊した土蔵（堀之内区）



土壁が剥落した土蔵（堀之内区）



多数の墓石が倒壊（堀之内区）



大きく傾いた城嶺神社。境内地には多数の亀裂（堀之内区）

小谷村



北安曇郡小谷村は、長野県の西北端に位置し、南は白馬村、東は長野市と新潟県、北は新潟県、西は白馬連峰を境に富山県と接しています。村の中央を北上する姫川、その支流の中谷川、土谷川はいずれも深い谷を刻み、これらに沿って多数の集落が点在しています。村の面積の88%を森林が占め、姫川の西側は白馬連峰に連なる高原、東の中谷川・土谷川流域を含む小谷山地には地すべり防止区域が多数存在します。スキーや高原リゾート、温泉など、観光が主要産業となっています。

◆面積267.91km²／人口3,000人・1,318世帯(平成30年2月28日現在)



中土地区で多数の被害

白馬村に次いで大きな被害を受けたのが小谷村です。人的被害は重傷2人、軽傷2人。一方、中谷川流域では地すべりやがけ崩れなど斜面災害が多発し、住家被害はこの周辺に集中しました。八方岩やカクレ沢などで比較的大きな地すべりが発生し、林道も各所で被災しています。農地と林業関係の被害額は、小谷村が白馬村を上回りました。また、JR大糸線は、白馬大池・千国間で線路わきの斜面が崩壊したため、12月6日まで白馬・南小谷間で不通になりました。

被害状況	 人的被害	重傷者 2人	 住家・非住家被害	全壊 33棟	一部破損 223棟
		軽傷者 2人		半壊 79棟 <small>(大規模半壊含)</small>	非住家被害 87棟 <small>(全壊・半壊)</small>

鉄道の被害

松本市と糸魚川市を結ぶJR大糸線は、姫川右岸、大字千国乙の滝の平踏切付近で線路わき斜面が崩落したため、村道滝の平線とともに不通になりました。JR東日本が管轄する信濃大町・白馬間は11月25日から、JR西日本が管轄する南小谷・平岩間は11月26日から運転を再開しましたが、崩落箇所を含む白馬大池・千国間の復旧には時間を要し、白馬・南小谷間（JR東日本）の運転再開（大糸線全線で運転再開）は12月7日のことでした。



鉄道・踏切とともに村道滝の平線が被災



JR大糸線・滝の平踏切付近の崩壊

コラム TEC-FORCE (緊急災害対策派遣隊) 出動

TEC-FORCEとは国土交通省が設置する緊急災害対策派遣隊（Technical Emergency Control Force）の英頭字語で、大規模自然災害に際して、被災自治体を技術的に支援するため、各地方整備局等の職員により構成されるものです。神城断層地震では、関東地方整備局及び北陸地方整備局から延べ586人、11月22日から12月10日まで派遣され、被災箇所の状況把握・早期復旧のための支援・被災箇所の監視支援などに当たりました。

小谷村道の被災状況調査



斜面・林地・林道の被害

長野県とTEC-FORCEによる土砂災害危険箇所の緊急点検が、地震発生翌日の23日から、震度5以上が観測された地域の土砂災害危険箇所1,556か所を対象に実施されました。その結果、A判定（「緊急的な対策が必要又は緊急避難体制の確保が必要」）は、「地すべり」については8か所、「土石流」については5か所で、ほとんど小谷村に集中していました。この中には、八方岩の幅400m、長さ400m、カクレ沢の最大幅200m、長さ400mに及ぶ大規模な地すべりも含まれました。山地を走る林道も各所で通行止めになり、これらの本格復旧は春を待って行われました。



地すべりにより道路とともに押しつぶされた民家（八方岩集落）



村道塩の久保線が地すべりで流出（八方岩集落）



村道滝の平線は踏切上部でも土砂崩れ（滝の平）



復旧が完了した滝の平線



村道戸石線では段差・陥没が多数発生



コンクリート舗装工で復旧された村道