

11.22 地震の震源分布と地殻変動

津金達郎(信州大・山岳科学研究所), 信州大学震動調査グループ

1. はじめに

2014年11月22日午後10時8分、長野県北西部を中心に強い揺れをもたらす地震が発生しました。この地震の震源は白馬村の高戸山の南、地下4.6 kmでした。マグニチュード6.7で観測最大震度は震度6弱の比較的大きな地震でした。この地震では、白馬村の地表のあちこちでこの地震に地表の変位が見つかっています(地震断層)。発見された地震断層の位置は、従来から活断層として知られていた「神城断層」の位置におおよそ一致しており、余震の震源分布からも今回の地震は神城断層の活動によるものと考えられました。

この地震による被害は、全壊住家81軒(2015年2月20日現在、長野県まとめ)など、大きなものでしたが、気象庁はこの地震の規模が、命名を行う地震の規模に達しなかったと判断したようで、命名をしませんでした(陸域ではM7.0以上かつ最大震度5弱以上などの、目安がある)。そこで、長野県はこの地震を独自に「長野県神城断層地震」と命名しました。気象庁が命名する場合、断層の名前が冠されることはありません。

この地震で一躍、世の中に名前を知られるようになった「神城断層」ですが、このいわゆる「神城断層地震」とはどんな地震だったのでしょうか。

2. 「活断層」の意味するもの

神城断層は「活断層」とされていましたが、実はこの「活断層」という言葉の定義は、困ったことに研究分野や研究者によってまちまちです。共通して言えることは「活断層」は新しい時代に起こった地震(断層の活動)によってできた、地表の段差やたわみ、を指している言葉、ということです。

「活断層」が存在する場所は、もちろん地震の際には危険です。しかし、勘違いしてはいけないことは、この地表の「活断層」が地震を起こすわけではないことです。地震を起こすのは地下深くの震源断層で、「活断層」は震源断層の動きが、たまたま地表にまで伝わった場合に現われるもので、その出現位置は地震のたびに異なることもよくあります。地震の規模(マグニチュード)が相当大きくても、震源が深ければ「活断層」が地表に現われることはないなど、大きな地震を起こす危険性がある震源断層があっても、「活断層」がないことも多いのです。また、大きな地震によって「活断層」があらわれても、盆地や平野では河川によって運ばれてきた、砂や泥などで「活断層」が覆い隠されてしまうこともあります。実はここ20年間に発生した被害地震は今回の地震まで、「活断層」が認識されている地域で起こったことがなかったのです。

3. 11.22 地震で活動した断層

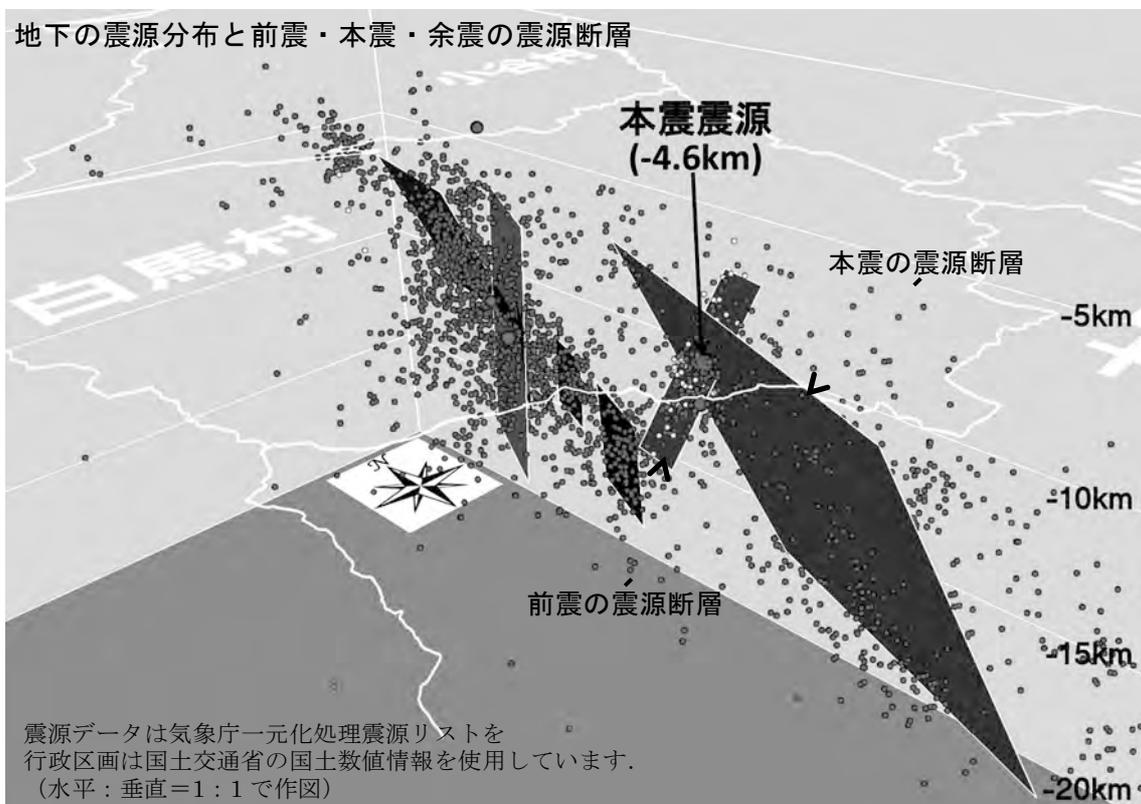
大きな地震が発生した後はごく微小なものまで含めて数多くの余震が発生します。これら一連の地震の震源分布は、その多くが地下で破壊され、ずれ動いた岩石の面、すなわち断層面上に配列します。震源位置の決定誤差などもあるので、必ずしもきれいな面になるとは限りませんが、震源断層の傾きや方向などがおおよそ分かります。また、本震の震源周辺は大きくずれ動くため、地震を発生させる元となったストレスがあまり残っていないので、余震の数は少なくなりがちです。

このような断層の基本情報と今回活動した断層の特徴を詳しく調べるために、震源分布図(パソコン上で自由な視点で見ることのできるデータセット)を作成しました。また図には、地下の震源断層をわかりやすく示すために、震源分布から判定した断層を面としても示してあります。

今回の地震の特徴としてまず挙げられるのは、本震震央付近で前震的な地震活動があったことです。この地震活動は11月18日に始まったマグニチュード2クラスの地震が多く

発生するものでした。これら前震の断層面の傾斜方向は（後に述べる）本震の断層面の傾斜方向とは逆の西傾斜だったのです。そして本震はこの面上で発生しました。この前震の震源断層の位置での地震は観測データが充実し始めた1995年以降は発生していなかったため、本震の予測に有効な前兆的な地震であったと考えることもできます。

余震分布と地殻変動などからは、従来知られていた神城断層の7割程度の部分と神城断層の北側延長部分の合計20kmに達する部分の地下がずれ動いたことが分かりました。また、そのうち南部の10kmほどの部分で地表に地震断層があらわれました。その活動センスは大局的にみれば、従来から考えられていたような東に60度ほど傾斜した断層の東側が上昇した活動だったのですが、震源分布を詳しく見るとこの震源断層は1枚の連続した断層面ではないことが分かってきました。メインの断層面のほかに、5kmほどの長さの傾斜の異なる断層が、次々と余震として活動していたのです。1回の大きな地震の際に、複数の断層（共役断層など）が活動することは一般的なのですが、今回はそれだけでなく、断層の走向方向にも複数の断層面が認識できたのです。



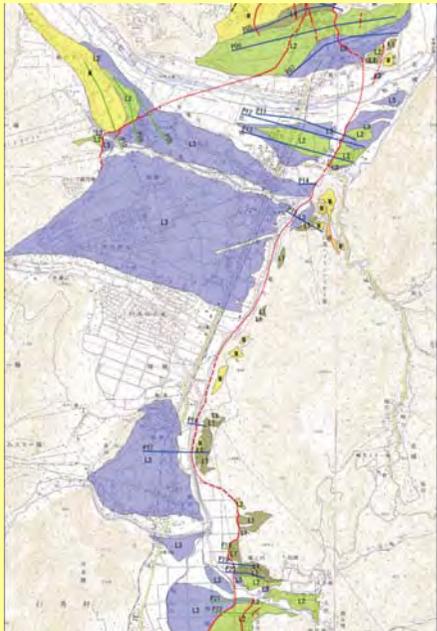
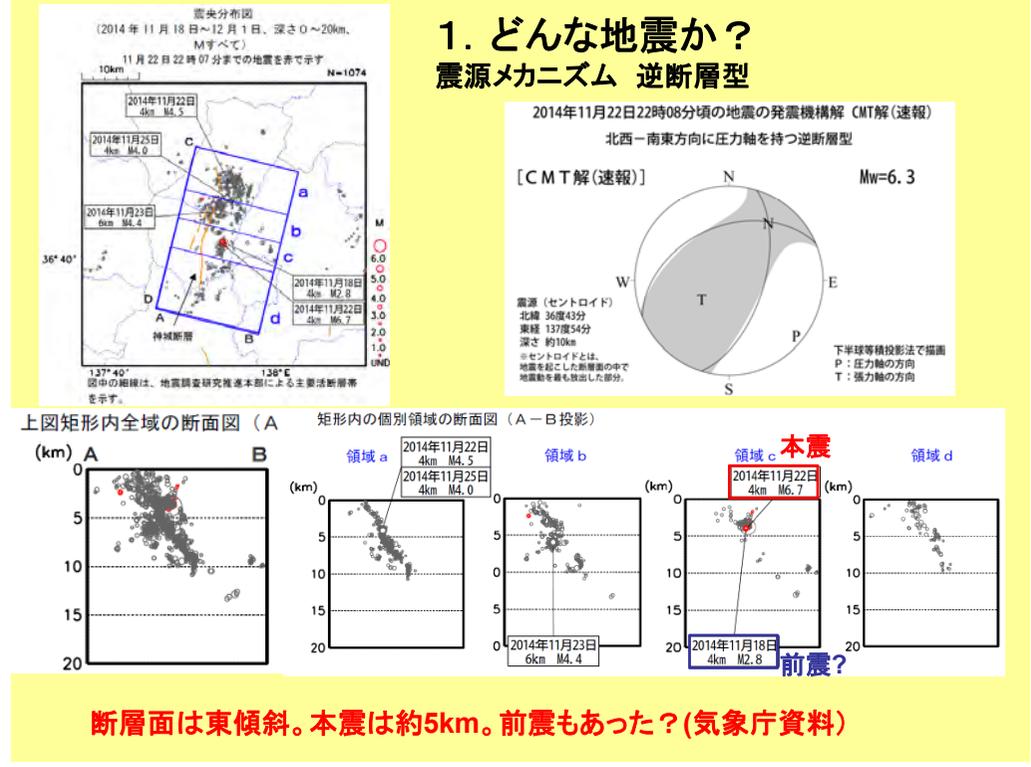
さらに、国土地理院の干渉 SAR 法（人工衛星から地上へ発射した電波を使った地殻変動の解析方法）による地殻変動図と、地質構造も重ね合わせて検討した結果、これら複数の南北に並ぶ断層面をもつ余震領域は、およそ北北西-南南東方向の断層によって、少なくとも3つの区画に分けられそうなこともわかってきました。北北西-南南東方向の断層は従来知られていない断層なので、今後さらなる調査が必要でしょう。また、北側の余震領域の2区画の断層は、「神城断層」ではなく、小谷中山断層と姫川断層に一致するものがあるようです。

このように、11.22地震は、複数の断層が複雑に関係しあって発生した地震でした。今後、周辺で発生するであろう地震での強震範囲を予測する上でも、「神城断層」という地表の線にとらわれず、地震による地殻変動の発生する範囲を認識しておくことが、とても重要だと我々は考えます。

11.22地震(長野県神城断層地震)の地表地震断層と糸魚川-静岡構造線活断層 - 11.22地震が提起する新たな問題点



廣内大助(信州大学)

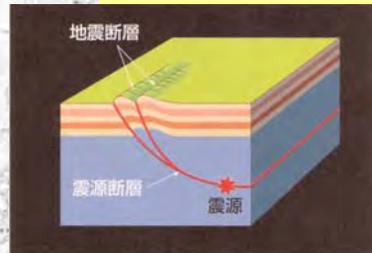


既存の断層線と地表地震断層出現位置を比較したもの



地表地震断層出現位置は、既存の活断層位置と概ね一致した。連続は約9km。

詳細には一致しない部分も。
→地形判読の検出限界など課題



震源断層と地表地震断層の関係

糸静線活断層情報ステーション <http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/istl-gis/>

3. 地表地震断層と被害の関係

家屋被害が比較的大きかった地域

- ・大出地区周辺
- ・堀之内地区、三日市場地区

大出地区では、相対的に被害が小さいが、地表地震断層と関係した家屋や構造物は「全壊判定」を受けたものが多い。



地面の撓曲変形によって、家屋自体が傾く。全壊に至らなかったのは、変位量が小さかったため。

活断層の変位(ズレ・地盤変動)が構造物を破壊する被害を起こすことが、今回も明瞭であった。



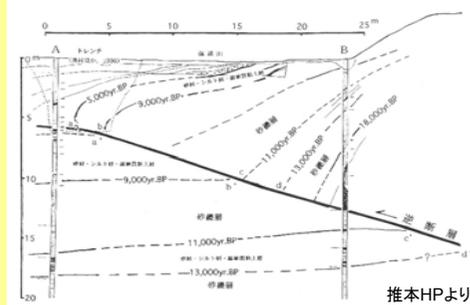
堀之内・三日市場地区



鈴木ほか2015



一見して3割を越える倒壊率は、局所的な震度6強～7が予想される。気象庁は計測震度5強(白馬村役場)のみ



推本HPより

低角度な断層の上盤側変形帯の効果



(鈴木ほか, 2015)

複雑な断層変位と強震動 (軟弱地盤が原因とはいえない)

- ・三日市場地区では、共役関係にある逆向きの地表地震断層を確認(産総研による)
- ・既存断層にそつても、地盤変状が見られる。

→断層変位による地殻変動が起こっている可能性が高く、断層変位(地面の長波長な変形)と浅層の複雑な断層構造から発する強震動が被害の原因となる可能性が高い。
→軟弱地盤説は必ずしも当たらない

(●:地震断層確認地点、○:産総研²⁵⁾による地震断層確認地点、□:産総研が地盤変状を確認した地点

4. 地震発生予測の見直しに関する課題

これまで:M7を超える大地震が、過去4千年に2回～5回程度発生するという予測→今回の地震は予測した地震ではなかった。

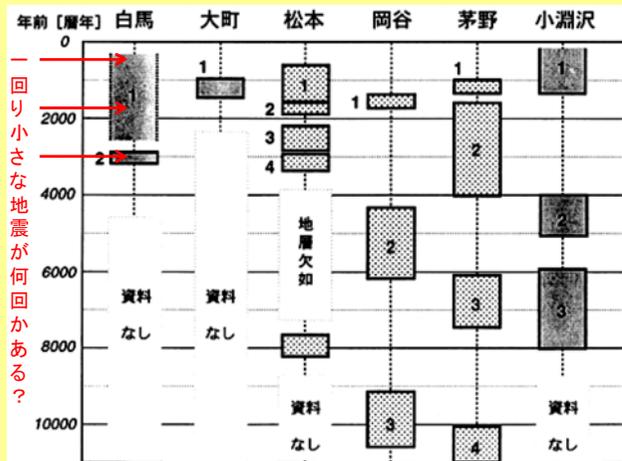


図5 糸魚川-静岡構造線活断層系における過去1.1万年間の地震発生時期
松本:奥村ほか(1994, 1995), 岡谷:東郷ほか(1988)
茅野:糸静線活断層系発掘調査研究グループ(1988)

推本HPより

- ・現行評価ではM7を超える大地震のリスクは下がっていない。
- ・予測できていない一回り小さな地震があり、これをどう評価し備えていくかという課題が鮮明に。
- ・固有地震説に依存した国の地震発生予測手法の見直しが必要



2004年新潟県中越地震で出現した小平尾断層のトレンチ調査写真(産総研)

まとめ

・2014年11.22地震は、一回り小さな地震であったが、多くの課題を提起する地震である。

・活断層による地表変位と構造物被害の明確な関係を示した。

・一回り小さな地震の存在とその評価方法について再考を促すものである。

・地震動被害の予測に偏る被害想定について、地表変位を考慮した想定の実用性と、耐震性の向上ではカバーできない地表変位への具体的対策を講ずる必要がある。

文献(神城断層地震関係)

- HIROUCHI,D et al.(2015): Surface rupture associated with the 2014 Kamishiro fault earthquake, central Japan: A preliminary report on field reconnaissance surveys, Hokudan 2015 International Symposium on Active Faulting, Jan.2015
廣内大助・杉戸信彦・清水龍来(2014):2014年11月22日長野県北部の地震(神城断層地震)に伴う地表変位と活断層。口絵。活断層研究41, i - ii
勝部亜矢・近藤久雄・谷口薫(2014):2014年長野県北部の地震-神城盆地周辺の地表地震断層。口絵。活断層研究41, v - vi
鈴木康弘・渡辺満久・村手尚明・宮坂聡・千田良道(2014):2014年長野県北部の地震による地表-発生直後の航空写真による観察。活断層研究41, iii - iv
鈴木康弘・渡辺満久・廣内大助(2015):長野県神城断層地震が提起する活断層評価の問題。科学, 85-2, 175-181.

③

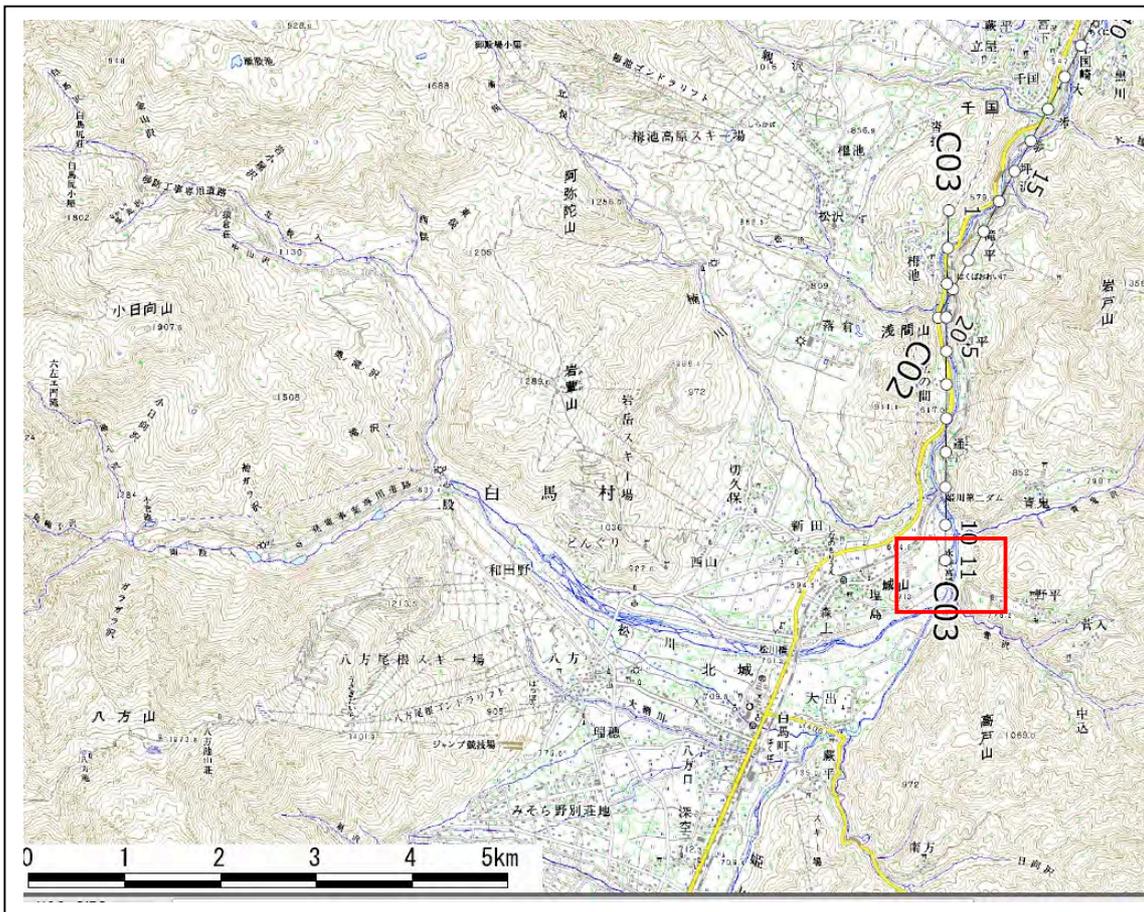
リモートセンシングによる三次元解析

○加藤正人・近藤大将(信州大・山岳科学研究所)、戸上学(長野県林務部森林づくり推進課治山係) 井土・西野禎一(アジア航測株式会社)

2014年11月22日に発生した長野県神城断層地震に対して、人工衛星、航空機、地上探査等のリモートセンシング(遠隔探査)による測定が行われました。

信州大学・山岳科学研究所では、撮影されたデータを使い以下の解析に取り組んでいます。3月7日の緊急調査報告会では白馬村大字北城 姫川第二ダム周辺の森林を含む崩壊地を対象に、下記2種類の画像解析の結果について速報します。

1. カラーデジタル航空機データ(2014年11月26日撮影)による被害区分
2. 航空機レーザーデータ(LiDAR)による三次元地形解析と森林区分



調査対象地 長野県安曇郡白馬村大字北城 姫川第二ダム上流側右岸



地震発生前 カラーデジタル航空機データ 2013年3月撮影



地震発生後 カラーデジタル航空機データ 2014年11月26日撮影 部分拡大



④ 神城盆地堀之内地区での微動アレー探査による地下探査結果

原山 智（信州大学山岳科学研究所 地形地質・防災部門），小坂共栄（信州大学山岳科学研究所特任教授），宮澤洋介（株）北陽建設，信州大学震動調査グループ*

信州大学震動調査グループ：小坂共栄（代表），遠藤正孝，古本吉倫，原山 智，井関義郎，小松宏昭，宮澤洋介，小野和行，塩野敏昭，高橋 康，竹下欣宏，田邊政貴，田辺智隆，田中俊廣，富樫 均，津金達朗，山浦直人，

微動アレー探査位置

2014.11.22 に生じた地震では，神城断層に沿って多数の地表変位が出現した。地震断層をはさむ地質構造変化と断層周辺の地下構造を明らかにするために、堀之内地区周辺の3地点（HA-01, HA-02, HA-03）において微動アレー探査を実施した(図 1,図 3)。

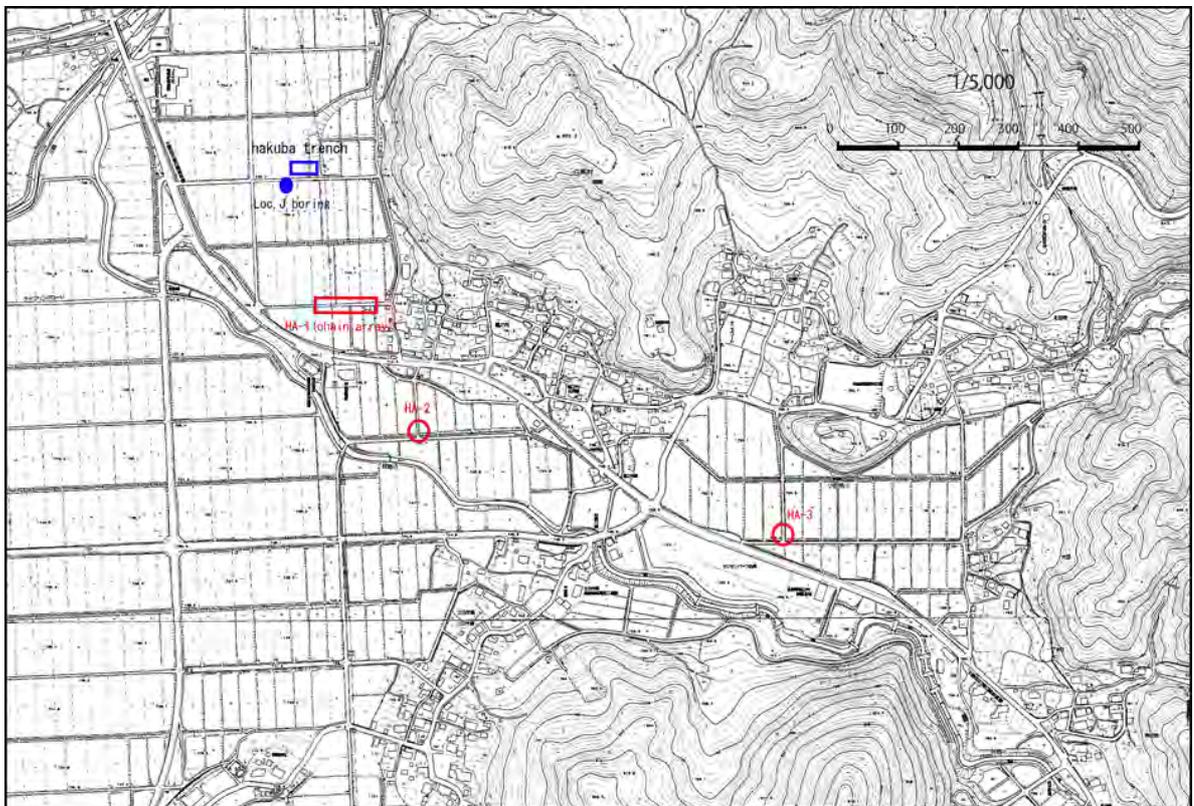


図 1 調査位置図

(図中の円：HA-02, HA-03，枠：HA-01（チェーンアレー），左上枠：AIST トレンチ地点)

探査及び解析担当

(株)地圏総合コンサルタント技術統括部 棚瀬 充史、佐々木孝雄、住鉱資源開発(株) 水落幸広、南雄一郎。

探査原理

地震波は、図 2 に示す通り複数存在し、P波、S波の実体波は、物質内を伝播する波動であり、

境界波の一種である表面波は、地球表面においてレイリー波やラブ波からなる。

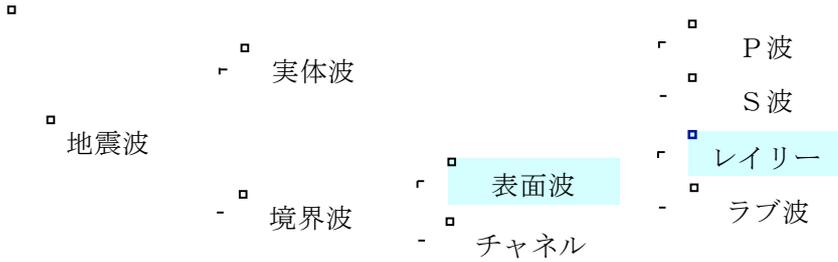


図2 地震波の種類

地表には、人為的な振動や自然に起因する様々な波動が常時伝播しており、特に震源を特定できない微小な振動を、微動と呼ぶ。地表の微動は、多くの場合、表面波が優勢である。表面波は実体波と異なり、地盤を伝わる速さが周波数によって変化する性質（位相速度の分散現象）がある。この表面波の分散特性は、地下構造を正確に反映する。分散特性（変化のパターン）は、地下のS波速度構造の違いによって明瞭に異なり、表面波の分散特性（表面波の周波数と伝播速度の関係）がわかれば、地下構造を推定できることになる。

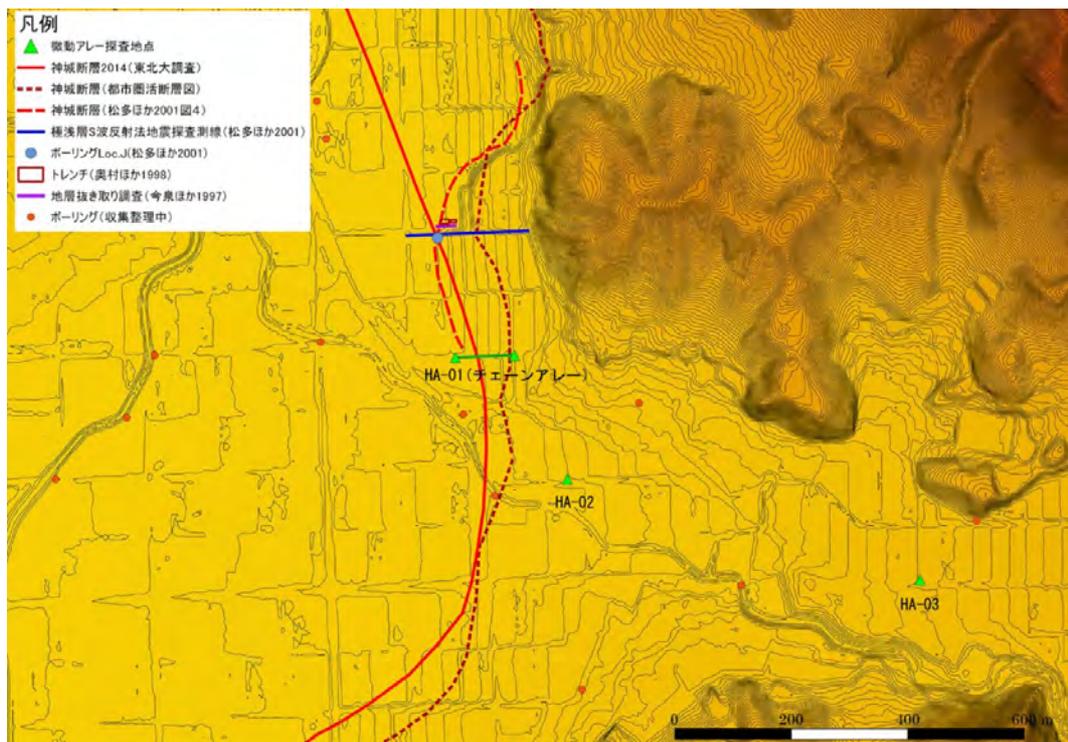


図3 探査地点周辺の微地形図と各観測点の位置

本図の作成には基盤地質情報(5mメッシュ数値標高モデル)を使用しています。

位相速度断面

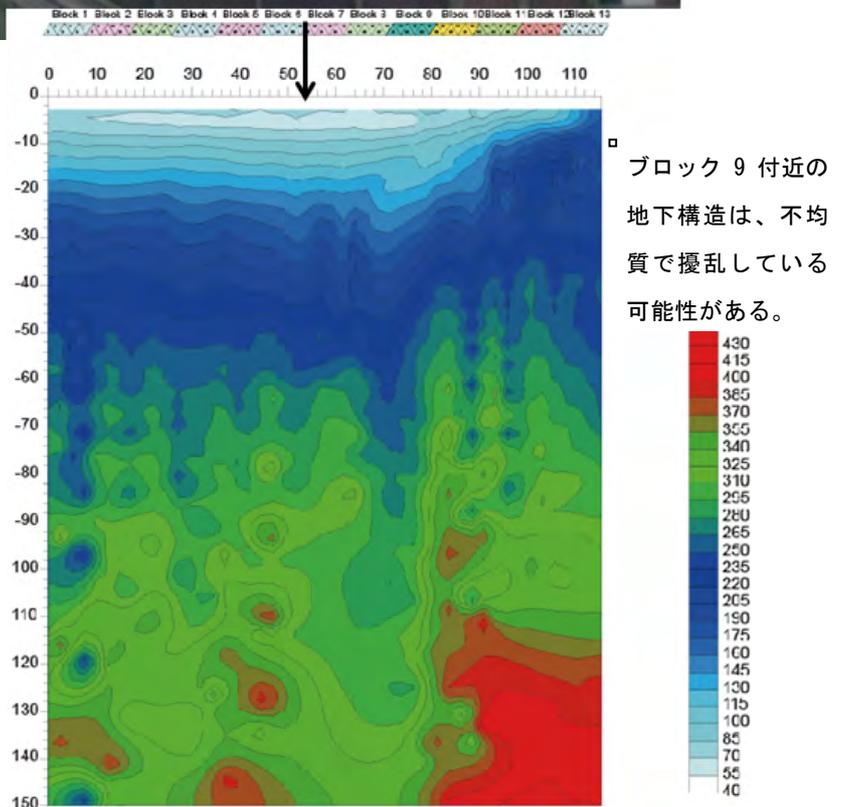
HA-01で観測したチェーンアレーの分散曲線から半波長深度に換算し、位相速度断面図を作成した(図4)。表層付近(深度30m以浅)では、ブロック1~8まで低位相速度層のフラットな構造がみられ、ブロック10~13にかけて傾斜して低位相速度層が薄くなる。ブロック9付近に低位相速度の落ち込みが見られ、構造が不均質な可能性がある。深度100m以深の深部では、ブロッ

ク 9～13 では高位相速度が浅層まで広がっており、ブロック 1～8 までとは異なった構造と考えられる。



□ 表層付近(深度 30m 以浅)では、ブロック 1～8 まで低位相速度層のフラットな構造がみられ、ブロック 10～13 にかけて傾斜して低位相速度層が薄くなる。ブロック 9 付近の浅部～中間部に低位相速度の落ち込みが見られる。

□ 深部構造(深度 100m 以深)では、ブロック 9～13 にかけてブロック 1～8 に比べてより浅い深度から早い位相速度構造が認められる。この変化部は、浅層構造の変化とほぼ対応している。



□ ブロック 9 付近の地下構造は、不均質で擾乱している可能性がある。

図 4 HA-01 測点の位相速度断面図

↓ : 地表変位 (段差・舗装ひび割れ) が確認された箇所

S 波速度構造解析

HA-02、HA-03 では観測した分散曲線から最適な S 波速度構造モデルを逆解析した。解析では

HA-02 が深度約 800m まで、HA-03 が深度約 430m まで解析された。HA-02 と HA-03 間の速度層はほぼ対応性しており、ほぼ同じ速度層をつないだ対比図（深度表示）に示す(図 5)。

- HA-02 は約 800m、HA-03 は約 430m まで解析された。
- 150~200m/sec 台の完新統の軟質層に相当する表層部の速度層は HA-02 が約 20m、HA-03 が約 10m であり、HA-02 のほうが HA-03 より軟質層がより厚いと考えられる。
- $V_s=300\sim 1300\text{m/sec}$ 台の(更新?~中新統?)に相当する速度層の層厚は HA-02 のほうが、より大きく、中新統に相当すると思われる 1300m/sec の上面深度は、HA-02 が約 460m、HA-03 は約 380m (比高差約 80m) である。

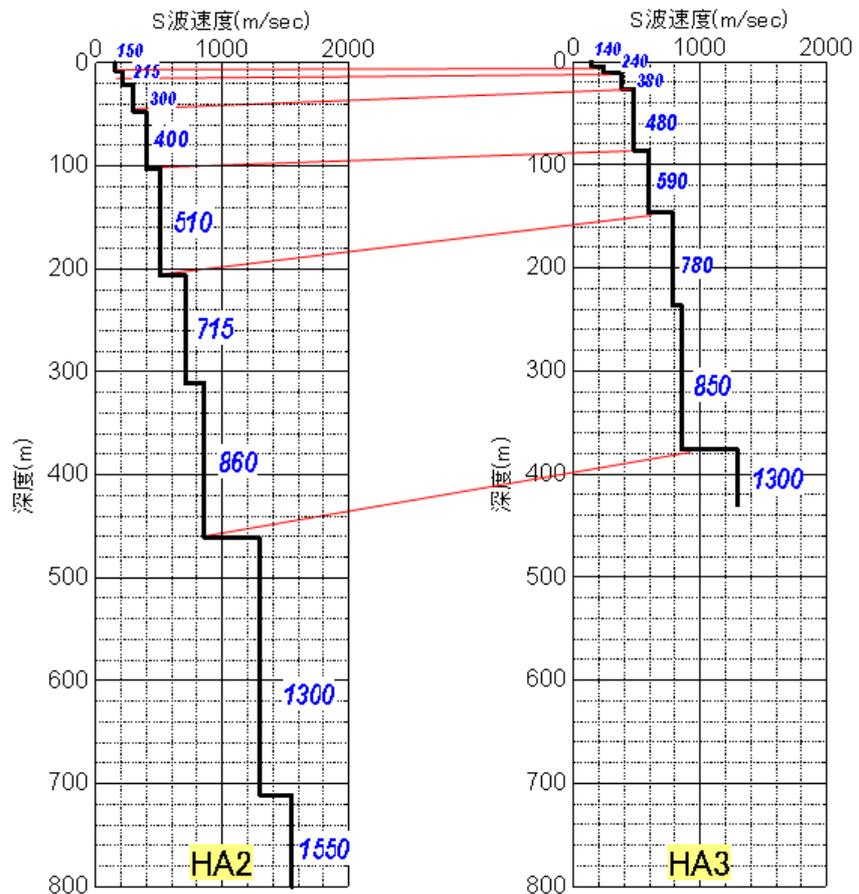


図 5 解析 S 波速度構造分布（深度表示）

深部地下構造の解釈

松多ほか（2007）の反射断面も参考にしながら、微動アレー探査の測点間をつないだ構造断面案を図 6 に示す。この図は HA-01 の低角逆断層だけではなく、速度層の西下がりの構造の説明に、HA-02 と HA-03 の間に高傾斜の逆断層を設定する考えである。HA-01 の位相速度断面での低角逆断層はみかけ約 35° の東傾斜を示す。今回の 11.22 地震（2014）の深さ 5km の震源断層の傾斜は $50\sim 60^\circ$ 東傾斜である。神城断層の地形トレースは複雑に湾曲しているので低角逆断層が強調されているが、地表変形は全体的に褶曲構造の西翼に発達する深部の地震断層（神城断層主断層）から派生した前縁断層と考えられる。

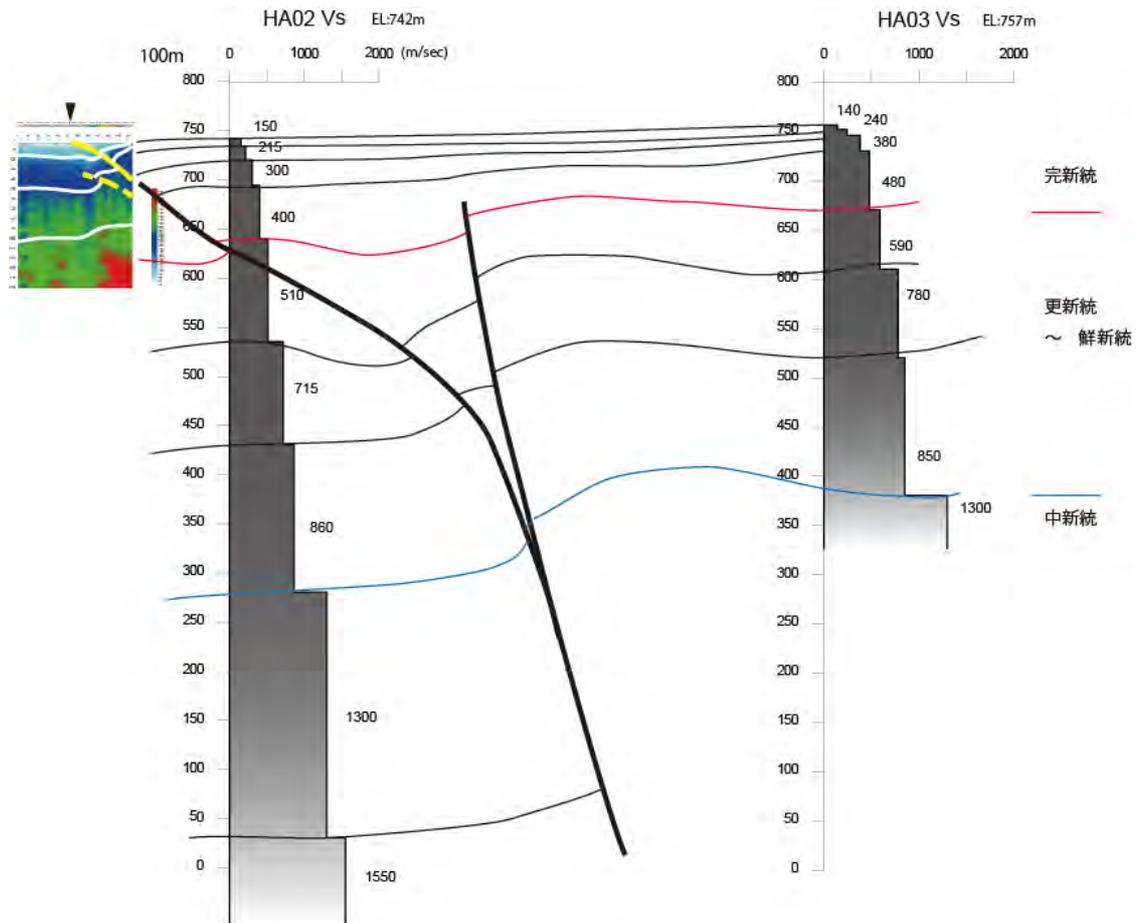


図6 微動探査にもとづく深部地下構造解釈断面

まとめ

- (1) HA-02 と HA-03 間の速度層はほぼ対応
各速度層は西側の HA-02 に向かってより厚くなる
Vs=1300m/sec の上面深度は、HA-02 と HA-03 間で、比高差は約 80m。
Vs=150~200m/sec 台の完新統の軟質層は HA-02 が約 20m、HA-03 が約 10m であり、HA-02 のほうが HA-03 より軟質層がより厚い。
- (2) HA-01 測線の位相速度断面では低角逆断層が推定される。
速度層の西下がりの構造を説明するためには、HA-02 と HA-03 の間に比較的高傾斜の逆断層（神城主断層）が想定される。神城“地震”断層はその前縁派生断層か？
- (3) 神城堀之内地区に被害が集中した原因：堀之内集落が低角逆断層の上盤直上に位置したために局所的に大きな震度になった可能性が指摘された（鈴木ほか，2015）。
しかし、湖成堆積物などの軟質層による増幅や、堀之内地区が余震分布の南限で示される深部構造境界にあたる点も今後調査検討する必要がある。

【引用・参考文献】

《微動アレー探査に関する文献》

Aki, K. (1957) Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors. *Bull. Earthq. Res. Inst.* 35, 415-456 .

松岡達郎・梅沢夏美・巻島秀男 (1996) 地下構造推定のための空間自己相関法の適用性に関する検討.物理探査, 49-1, 26-41.

松岡達郎・白石秀孝・梅沢夏美 (2000) 深部地下構造推定のための微動探査法の適用方法に関する検討—深層ボーリング資料を利用した位相速度の逆解析, 物理探査, 53, 12-28.

岡田廣 (2001) 微動アレー観測のための空間自己相関法における効率的な観測点個数に関する検討. 物理探査学会 104 回学術講演論文集, 26-30.

《神城断層・地下地質に関する文献・資料》

防災科学技術研究所 HP (Hi-net 高感度地震観測網, 2014 年 11 月 22 日長野県北部の地震)

<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/n-nagano141122/?LANG=ja&m=dd>

防災科学技術研究所 高感度地震観測井 KiK-net 「白馬」(HP)

<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/db/>

地震調査研究推進本部地震調査委員会(1996)糸魚川—静岡構造線活断層系の最近の断層活動, 地質調査所資料(HP).

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/41_42_44_itoigawa-shizuoka_trench.pdf#search=%27%E5%9C%B0%E8%B3%AA%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E6%89%80+%E7%B3%B8%E9%AD%9A%E5%B7%9D%EF%BC%8D%E9%9D%99%E5%B2%A1%E6%A7%8B%E9%80%A0%E7%B7%9A%27

奥村晃史・井村隆介・今泉俊文・東郷正美・澤 祥・水野清秀・苅谷愛彦・斉藤英二(1998)糸魚川—静岡構造線活断層系北部の最近の断層活動, 地震, 50, 35-51.

松多信尚・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志 (2001) 糸魚川—静岡構造線活断層系を北部神城断層の浅部構造と平均すべり速度(浅部反射法地震探査とボーリングの結果), 活断層研究, 20, 59-70.

松多信尚ほか・神城地震探査グループ (2007) 糸魚川—静岡構造線活断層系神城断層の浅層および極浅層反射法地震探査, 地震研究所彙報, 82, 25-35.

大塚 勉(2014)長野県神城断層地震 (2014 年 11 月 22 日, M6.7) 緊急調査報告 (第 3 報)

<http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/general/news/uploaddocs/%E7%A5%9E%E5%9F%8E%E6%96%AD%E5%B1%A4%E5%9C%B0%E9%9C%87%EF%BC%8812%EF%80%A218%29%20%20.pdf>

澤 祥・東郷正美・今泉俊文・池田安隆・松多信尚(1999)都市圏活断層図「白馬岳」. 国土地理院技術資料 D.1-No.368.

鈴木康弘・渡辺満久・廣内大助(2015)長野県神城断層地震が提起する活断層評価の問題, Vol.85, No.2, 175-181.

11.22 地震により被災した建築物の調査と対策案について

○浅野良晴(信州大)・金子洋文(信州大)・高木直樹(信州大)・土本俊和(信州大)
・田守伸一郎(信州大)・高村秀紀(信州大)・柳瀬亮太(信州大)・梅干野成央(信州大)
・岩井一博(信州大)・松田昌洋(信州大)

被災した建築物に対して、構造、歴史、設備、環境の各分野で総合的に調査を行い、復旧対策を立案した。

1. 被災した建物の被災状況と復旧方法に関する調査

1.1 地震動と建物被害

白馬村近傍で観測された地震動の加速度応答スペクトル(減衰5%)を図1に示し、建築基準法で想定する大地震(一般的な第2種地盤)のものと比較する。加速度応答スペクトルは、ある固有周期をもつ建物に対して地震時にどの程度の加速度(これに質量を乗じたものが地震力となる)が作用するかを示すもので、地震動の特性を表す指標となる。今回の地震で観測された地震動は、短周期では建築基準法の大震を上回る部分があるものの、一般に木造住宅に大きな影響を及ぼすと言われている1.0~2.0秒の周期帯では、いずれの観測点においても応答加速度が小さい。また、白馬村役場に隣接するK-NET白馬での震度は5強であり、建築基準法の中では中規模程度の地震と位置付けられている大きさの揺れである。

一方で、多数の建物が倒壊した白馬村堀之内地区や三日市場地区における地震動は記録されていないが、その被害状況から震度は5強よりもさらに大きかったと考えられる。また、大きな被害は局地的に集中して発生しており、その範囲はかなり限られたものとなっている。以上のことから今回の地震で被害の大きかった上記の地域では、地形や地盤の影響によって他の地域で記録されている地震動よりも大きな揺れとなった可能性が高い。

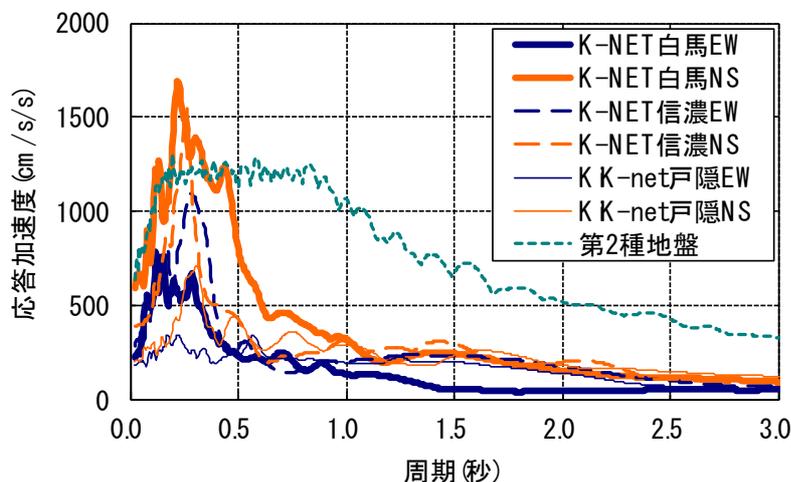


図1 加速度応答スペクトル (h=0.05)

1.2 木造建築の被害状況

建物被害は、白馬村堀之内地区、三日市場地区に集中的に発生している。特に木造住宅の中には倒壊したものや大きく傾斜したものが数多くあり、その被害は甚大であった。この地域には一般的な在来軸組構法による木造建築とともに、地域特有の伝統を付け継いだ農家建築である主屋や土蔵も多数みられる。こうした伝統木造建築の被害については後述するため、ここでは在来軸組構法の木造建築、特に住宅の被害を中心に述べる。

被害の大きかった木造建築には、重要な耐震要素である壁(耐力壁)が少ない、もしくは

は弱いといった特徴がある。例えば、張られた面材が薄い合板である、筋かいがない、または筋かい端部が釘打ち程度である（写真1）といった状況であり、一部には土台と柱脚付近の木材の腐朽も観察された。基礎と土台はアンカーボルトで固定されているものの、柱と梁、土台との接合部が緊結されていないため、柱脚の土台からの抜け出しや柱とともに壁全体が土台から外れた被害（写真2）があった。また、無筋コンクリート基礎やコンクリートブロック基礎の亀裂、崩壊（写真3）が見られた。写真1、3のような外壁モルタルの亀裂や落下も多く、建物が大きく変形したとともにタッカー針の打ち付け密度が不足していたことが影響していると考えられる。その他、内壁のせっこうボードの脱落（写真4）や天井の落下、既存建物と改修部分の分離といった被害があった。



写真1 釘打ちの筋かい端部、部材の腐朽



写真2 壁全体の浮き上がり



写真3 無筋コンクリート基礎の崩壊



写真4 せっこうボードの脱落

住宅以外の建物では、車庫や農業倉庫の大破、倒壊（写真5）が目立った。これらの建物は入口部分がシャッターなどの大開口となるため耐震要素となる壁が全くない構成となっており、その部分からつぶれるようにねじれて倒壊していた。コンクリートブロック造の車庫も同様の理由で被害が大きかった。

地盤にも被害が発生しており、地面の亀裂や擁壁の崩壊が多数見られ、中には擁壁が転倒して建物へ寄りかかっている状況（写真6）もあった。また、灯油タンクの転倒が多く、二次災害の危険性があることから転倒防止策が必要である。



写真5 車庫の倒壊



写真6 擁壁の転倒

1.3 詳細調査による分析

堀之内地区の建物を対象として、被災状況の詳細調査を行った。調査建物は住宅、車庫、倉庫などの124棟（内、木造住宅は71棟）である。そして、被災度区分判定¹⁾に準じる方法で建物の被災度（軽微、小破、中破、大破、倒壊）を分類した。

木造住宅の建築年と被災度の関係を示した図2を見ると、1981年以前に建てられた住宅がこの地域には多く、その過半数が大破以上の大きな被害となっている。一方で、1981年以降の住宅の被害はそれに比べると小さくなり、さらに2000年以降のものは被害が軽微であった。

建築基準法は1981年および2000年に大きく改正されており、その中で耐震規定が強化されてきた経緯がある。特に1981年の規定は新耐震基準と呼ばれており、1995年の兵庫県南部地震においても新耐震基準の建物は被害が小さかったという調査結果がある。

新耐震基準以前の建物は一般的に木造住宅の耐震性能を確保するために必要な壁（耐力壁）の量が不足しており、今回の地震における倒壊などの被害もそのことが大きな要因であると考えられる。つまり、現在の技術的観点からすると、耐震性能が不十分であるということは否めない。とはいえ、新耐震以前の建物であっても改修時に耐震補強を実施し、被害が小破程度だった住宅も見受けられた。このことは特筆すべき事実であり、耐震性能を向上させることが十分に可能であることを示唆している。

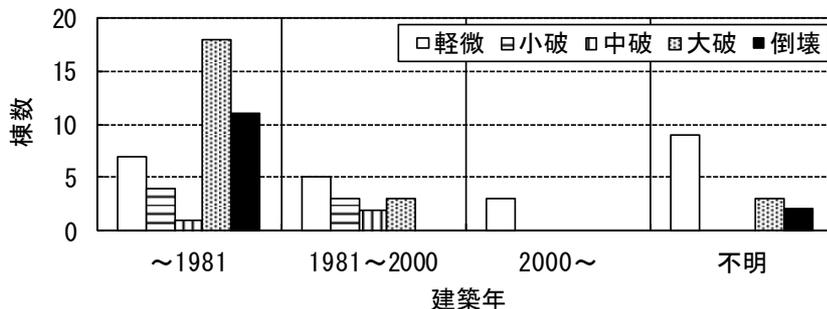


図2 木造住宅の建築年と被災度の関係

詳細調査の際に許可を得ることのできた8棟の木造住宅については、壁の仕様や位置について記録をとり、一般診断法による耐震診断²⁾を実施した。その結果、得られた耐震診断評点と被災度の関係を示したものが図3である。筋かいの有無や詳細な壁の仕様などが不明の部分も多く、厳密な診断ではないが、全体的な傾向はとらえることができていると考えられる。

これを見ると、評点は0.4付近に集まっており、耐震診断の大きな境目である評点1.0に満たないものが多いことが分かる。これは壁の絶対量が不足していることが大きな要因であるが、その他には以下に挙げる項目も影響している。

- ・壁が平面的に偏って存在するなど、バランスよく配置されていない。特に、南面に玄関や窓などの大きな開口部を設けることが多いため、その部分の壁が少ない。
- ・柱と梁、土台との接合部がほぞ差しのみであるなど貧弱で、筋かい端部の留め方も釘打ち程度であるため、金物によって緊結した場合よりも耐力壁の性能が低下する。

なお、上記のような建物に対して、耐震要素として有効な壁が十分にあり、壁配置のバランスもよい建物の被害が軽微であったことは注目すべき点である。

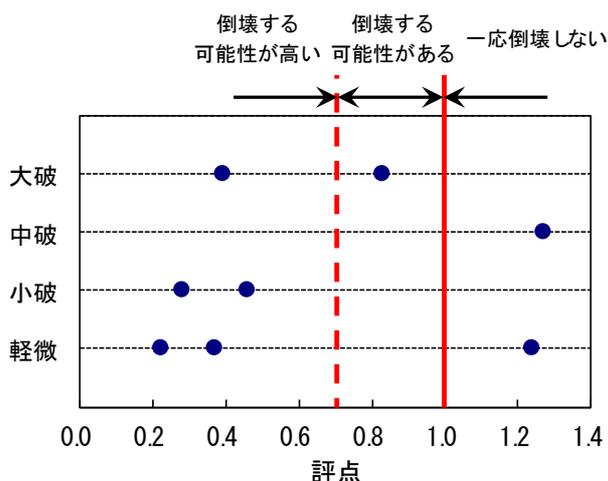


図3 耐震診断評点と被災度

1.4 今後の復旧にむけて

木造住宅の耐震性能には地震力に抵抗する耐力壁の有無が大きく影響する。被害が大きかった建物は壁が少ないまたは壁が弱いなど、耐震性能が不足していた。柱と梁や土台、筋かい端部の接合部が緊結されていないことや、基礎が鉄筋コンクリートではないことも被害拡大の要因となっている。また、倉庫や車庫は、用途上やむを得ないことではあるが入口部分に全く壁のない建物であり、壁が平面的に偏っているため倒壊してしまったものが多い。

一方で、2000年以降の耐震基準で建てられた建物や耐震補強がなされた建物の被害が小さかったことは、今回のような大きな地震に対する耐震性能を確保することが可能であることを示唆しており、耐震設計の重要性をあらためて明確にしている。

よって、復旧にあたっては以前の状況に戻すだけでなく、専門家による耐震診断、そして耐震補強によって耐震性能を向上させることが非常に大切である。また、建築基準法における耐震規定は最低限必要なものであり、あくまで大地震時の倒壊防止を目標としているものである。大きな地震に遭遇した場合でも建物の被害をできるだけ抑え、地震後もそれまで通りに使用し続けるために、十分に余裕を持った耐震性能を確保していくことが望まれる。

謝辞

本調査では、調査地域における居住者の方々、白馬村役場の方々に多大なご協力をいただきました。また、本報告では（独）防災科学技術研究所の強震観測網の地震波形データを利用いたしました。被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針、2002
- 2) 日本建築防災協会：2012年改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法、2012

2. 歴史的建造物の被災状況と復旧方法に関する調査

2.1 歴史的建造物の被害状況

被災地には、文化財保護対象となっている歴史的建造物を中心として、山間地・豪雪地の暮らしを伝える歴史的な社寺建築や農家建築などが多数遺存している。本調査では、とりわけ被害が甚大であった白馬村の歴史的建造物について、被害調査を行うとともに、その復旧方法について検討を行う。

2.1.1 社寺建築

白馬村に所在する歴史的な社寺建築のうち、文化財に指定されている建造物について、地震被害調査を行い、被災状況を把握した。

神明社（国指定重要文化財：神明社本殿、諏訪社本殿）

- ・ 拝殿は内部の化粧合板にゆがみが発生しているが、その他に被害は見られない
- ・ 本殿の覆屋が幣殿から離れる方向へ大きく傾斜し（写真 1）、地震直後から徐々に変形が進行している
- ・ 覆屋の拝殿側の柱脚が土台から抜け出していた（写真 2）
- ・ 覆屋の入口両側の柱が2本とも垂れ壁下端で折損し、柱の傾斜は約 $1/5.5\text{rad}$ だった（写真 3）
- ・ 覆屋内部に安置されていた神明社本殿は柱脚が土台から抜け出し、全体的に回転するように移動（写真 4）していたが、諏訪社本殿ではそのような被害は見られない
- ・ 諏訪社本殿の上に覆屋の長押が落下していた



写真 1 本殿覆屋の傾斜（右側が幣殿）



写真 2 本殿覆屋：柱脚の抜け出し



写真 3 本殿覆屋：入口の柱の傾斜と折損



写真 4 神明社本殿：柱脚の移動

雨降宮嶺方諏訪神社（白馬村指定文化財：本殿）

- ・ 拝殿、神楽殿に被害は見られない
- ・ 本殿の土台や束と礎石との間にずれが生じ、幣殿から離れる方向へ移動していた
- ・ 本殿の北側にある社は、東へ約 20cm 建物全体が滑動していた（写真 5、6）
- ・ 鳥居は柱脚の浮き上がりや礎石からのずれが生じ、不安定な状態であった
- ・ 敷地内の土蔵に被害は見られない
- ・ 入口手前にある土蔵は全体的に漆喰部分が落下しており、軒に雨漏りが発生していたと考えられる部分では荒壁も落下し、内部の板壁が露出していた
- ・ 神社周辺の建物に被害は見られない



写真 5 本殿北側の社：全体が滑動



写真 6 本殿北側の社：移動量は約 20cm

霧降宮切久保諏訪神社（白馬村指定文化財：本殿）

- ・ 本殿の木造部分には被害は見られないが、基礎の一部に亀裂が発生していた（ただし、今回の地震によるものかは不明）
- ・ 鳥居の控え柱に浮き上がりが生じていた
- ・ 神社周辺の建物に被害は見られない

長谷寺（白馬村指定文化財：本堂、庫裏、山門）

- ・ 本堂、庫裏、山門に被害は見られない
- ・ 山門の東北東に位置する墓石がいくつか転倒しており、その方向はおおよそ西南西であった
- ・ 寺院周辺の建物に被害は見られない

2.1.2 民家（主屋・土蔵）

白馬村には、豪雪地の暮らしを伝える歴史的な民家が数多く遺存している。大断面の木材を多用した骨太な造りの農家建築である主屋や、サヤとよばれる大屋根をかけた土蔵は、その代表例である。とりわけ甚大な被害を受けた堀之内地区の伝統木造建築である主屋と土蔵について、地震被害調査を行い、被災状況を把握した。

主屋

堀之内地区の主屋は南面に入口がある平入りの建物が一般的のようであり、いずれの建物も現在は金属板葺の屋根である。建物が大きく傾斜するなど被害が甚大で、土壁の剥落や垂れ壁の下端における柱の折損などが見られた。主に北方向（梁間方向）へ傾斜している傾向があり、ある建物では北へ $1/3.8\text{rad}$ と倒壊寸前の非常に大きな残留変形が生じていた

(写真 7)。また、基礎の上で建物が大きく水平移動している被害(写真 8)もあった。一方で、古い建物の軸組を利用しながらも、改修の際に地震対策を施した建物の被害は軽微であった。



写真 7 建物全体が傾斜：北へ $1/3.8\text{rad}$



写真 8 建物の水平移動(移動量は約 27cm)

土蔵

平面規模は梁間方向 4.5～5.5m、桁行方向 5.5～8.0m で、軒桁までの高さは 4.8m 程度のものである。また、160mm 角前後の柱が 910mm 間隔で並び、土壁の厚さはおよそ 160mm (大壁部分は 50mm) である。被害は甚大で、大壁部分の土壁の剥落、内壁板壁の脱落、貫穴による断面欠損部分での柱の折損などが見られた。多くの建物が南北方向へ傾斜し、残留変形は $1/20\sim 1/8\text{rad}$ と非常に大きく、中には倒壊した土蔵(写真 9)もあった。また、壁が部分的に崩壊した建物(写真 10)の柱等の部材は、虫害や腐朽によって著しく劣化していた。この地域の特徴であるサヤも大きく変形しており、貫端部の抜け出し、柱のほぞや貫の折損が生じていた。



写真 9 倒壊した土蔵



写真 10 土壁の部分的な崩壊

2.2 歴史的建造物の復旧にむけて

歴史的建造物の被害をまとめると、壁の剥落や柱の折損などの損傷とともに、非常に大きな残留変形の建物があり、倒壊寸前の状況も発生していた。また、礎石や土台からの柱の抜け出しや土台そのものの滑動によって、建物の水平方向への移動も見られた。この場合、足元が滑ったから被害を抑えられたとの考え方もあるが、建物が滑動する前には少なからず地震力を受けることを忘れてはいけない。具体的には、柱脚・土台と礎石・基礎と

の間に作用する摩擦力に相当する大きさの地震力である。つまり、少なくともその地震力に抵抗できるだけの耐震性能がなければ、滑り出す前に建物が大きな損傷を受けてしまう。また、足元のひかりつけ等で見かけ上の摩擦係数が大きくなる場合はより大きな地震力が作用することになるし、ある柱は滑ったが他の柱は滑らないといった状況になると予期せぬ被害が発生するだろう。一方で、実際に建物が滑って大破や倒壊を免れたとして、小規模の建物であれば復旧のための移動は可能かもしれないが、ある程度規模の大きな建物ではかなりの困難を伴うことになる。

今回の地震では、神明社本殿や雨降宮嶺方諏訪神社の社などは水平移動したものの、その他に振動による損傷は発生しておらず、非常に幸いなことであった。逆に言えば上部構造にある程度の耐震性能があったということでもある。しかし、堀之内地区の民家の状況を見ると、足元が固定されていない建物の場合でも大きな被害を受けており、残念ながら耐震性能が低いことは否めない。歴史的建造物については、各地域の特徴をふまえた耐震要素の性能など未だ整理されていない部分も多く、今後の研究や検討が必要であるが、少なくとも現在ある技術や考え方をうまく取り入れながら耐震性能の向上を図っていくことが非常に大切となる。文化庁の「重要文化財（建造物）耐震診断指針」では伝統木造建築特有の耐震要素を考慮した耐震診断方法が示されており、その他にも伝統構法に関する構造的な性能や考え方について提案されているものはある。また、耐震補強方法については、文化財建造物における実施例や一般的な木造住宅の補強方法なども参考になる。

なにより、歴史的建造物の耐震性能の向上を検討する際に重要なのは「何を守らなければならないか」を明確にすることである。例えば耐震補強を計画する場合に、文化財であれば文化的価値を損なうような方法を選択することは避けなければならないし、用途によっても必要な地震対策は異なるであろう。民家であれば伝統的なたたずまいや良さを守ると同時に、建物の中で生活する人の快適性や安全も守らなければならないし、そのバランスや判断基準は人それぞれで異なるであろう。つまり、すべて一律に同じ方法で対応するのではなく、それぞれの建物や環境と向き合っていくことが大切なこととなる。また、建物と向き合うということは、その建物を大事にし、維持管理を継続していくということでもある。今回の調査で、柱や土台に虫害や腐朽などの劣化現象が発生している建物が見られたが、部材の劣化は地震被害を拡大してしまうことにつながるため、取り除かなければならない要素の一つである。地震から生活や文化を守るためにどのように建物の耐震性能を確保していくか、という歴史的建造物の復旧にあたっての大きな課題には、地域の住民そして行政などそれぞれの立場の人たちが建物と向き合いながら一緒に取り組んでいくことが大切である。

謝辞

本調査では、調査地域における居住者の方々、白馬村役場の方々に多大なご協力をいただきました。被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、関係各位に謝意を表します。

3. 人工衛星による被害状況、地盤変動の確認 リモートセンシングによる被災地域の解析

地震前と被災後の人工衛星画像を比較することで、地盤のずれや被災した住宅などの建物について調査を行った。衛星は GeoEye-1 地上分解能 41cm の現時点で最高感度の衛星で 2014 年 10 月 11 日と 11 月 28 日の画像である。

最終的な解析結果は未処理なのでここでは、両画像を画像 1、画像 2 に示す。1 ヶ月ほどの撮影時期の違いによる紅葉の影響を受けているが、住宅周辺や森の中で地盤のずれによる、植生変化や土壌変化と見られる違いが見ることができる。



画像 1 2014 年 10 月 11 日

「(C)Digital Globe,Inc. All Right Reserved」



画像 2 2014 年 11 月 28 日

「(C)Digital Globe,Inc. All Right Reserved」

4. 仮設住宅と避難所内の居住環境調査

11 月 22 日の地震により長野県下水内郡栄白馬村では住宅全壊など多くの被害が出た。それにより 35 戸の仮設住宅が建設された。現在の仮設住宅は工事現場のプレハブ程度の建物であり、夏暑く、冬寒く、結露などの問題も多く、劣悪な居住環境である場合が多い。その居住環境は居住者の健康のことを考えても無視することはできない。また、白馬村は日本有数の豪雪地帯であり、積雪に対しての性能は重要である。

本研究では、実測調査とアンケート調査により居住環境の実態を把握し、現状の把握と課題の検証を行い、今後の仮設住宅のあり方について検討を加えることを目的にする。

仮設住宅の温熱環境を調査するために、室内外に様々な温熱環境測定器を設置し、物理的環境調査を行う。同時に夏期、冬期に住民アンケートを行い、仮設住宅に対する意識調査を通じて、仮設住宅が持つ問題点を抽出する予定である。



写真 1 内観



写真 2 外観

4.1 温熱環境調査

4.1.1 実測概要

4.1.1.1 実測対象

本研究では、仮設住宅 35 戸の内、5 戸を対象に実測を行う。

4.1.1.2 実測方法

表 1 に実測項目と測定方法を示す。

表 1 実測項目と測定方法

| 実測項目 | 測定場所 | 測定器 | 測定期間 | 設置数 | 備考 |
|----------|---------------|------------------|-------|------------|----------------------|
| 外気温湿度 | 住宅外部庇の下 | 自然通風2重筒内で測定、温湿度計 | 1/29~ | 1カ所 | |
| 室内温湿度 | 床上1200温湿度 | 温湿度計 | 同上 | 2カ所* 5戸 | |
| 風向風速 | 体育館そば | 2次元風向風速計 | 1/29~ | 1カ所 | 地上3.5m |
| 表面温度 | 地表面、外壁、室内 | サーモカメラ、放射温度計 | 夏期・冬期 | | |
| グローブ温度 | 室内床上1200・1800 | グローブ球、温度計 | 1/29~ | 3カ所 | |
| 風向風速(室内) | 床上1200 | 3次元風向風速計 | 夏期を予定 | | 10時、14時、18時に窓を開放して測定 |

4.1.2 実測結果

2015年1月25日から3月1日の実測期間に晴天日で日平均外気温が最も低い1月29日の室内の時刻別温度変動のグラフを

図 1 に示す。A-2 は日中暖房設備を使用せず、夕方以降にエアコンを使用しているため、3 部屋の中で一番室内温度が低く、A-4 では日中はコタツを使用し、夕方からエアコンを使用している。A-5 はエアコンを使用せず、ガスヒーターを使用し暖房を行っている。光熱費を節約するために、暖房機器を使用せず厚着をして日中生活している住居者が多いが、室内温度が 16℃を下回ると健康に問題が生じる可能性が高くなると既往研究で述べられており、室内の温度管理は重要である。

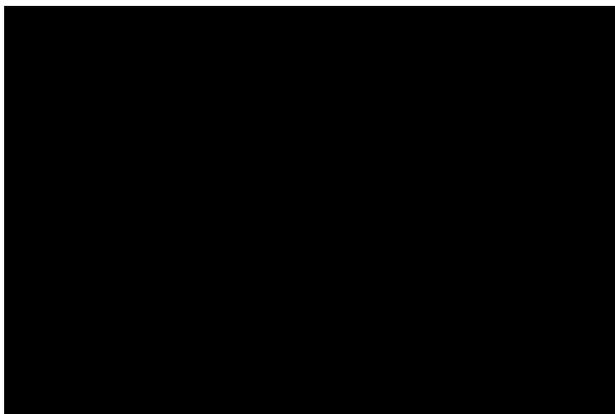


図 1 実測結果

また、日中と夜間の室内温度に大きな温度差がある場合、結露が生じやすい。壁体内結露を起こした場合には断熱材にカビが生じてしまい、十分な断熱効果が望めない結果に至る場合が考えられる。適切な換気を行い、結露を発生させないことが重要である。

玄関をサーモカメラで撮影した結果を写真 3、写真 4 に示す。壁の表面温度は 20℃

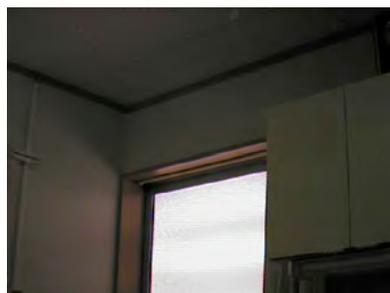


写真 3 可視画像



写真 4 熱画像

以上だが、天井の表面温度が部分的に 5℃以上低下している。これは、断熱施工が不完全である結果であると考えられる。

ガスヒーターで暖房を行っている状態を写真 5、エアコンで暖房を行っている状態を写真 6 に示す。ガスヒーターに比べ、エアコンで暖房を行っている部屋の方が室温が低い結果となっている。ガスヒーターのみで暖房を行うと結露を発生しやすいが、最初にガスヒーターを使用しある一定以上の気温になった後はエアコンを使用するなどといった結露を発生させずに室内温度を一定に保つ暖房方法を工夫していくべきだと考える。また温湿度計

を室内に置き、こまめにチェックして、気温と湿度の管理をしていくことが望まれる。



写真5 ガスヒーターでの暖房



写真6 エアコンでの暖房

4.2 仮設住宅の住み心地調査

4.2.1 白馬村の応急仮設住宅

2014年11月22日に長野県北安曇郡白馬村を震源とする11.22地震が発生し、12月初旬から建設が開始された応急仮設住宅への入居が12月末から可能となった。応急仮設住宅は、飯森グラウンドに6棟(35戸)建設された。住戸タイプは6坪型(1DKバス・トイレ付)・9坪型(2DKバス・トイレ付)・12坪型(3Kバス・トイレ付)の3タイプがあり、基本的には6戸1棟で建てられ、5戸1棟が1棟ある。供給の中心となっているのは9坪型で25戸、6坪型が6戸、12坪型が4戸という構成となっている。仮設住宅の平面図は前節に示した通りである。

住宅の仕様については、2007年の新潟中越沖地震および2011年の長野県北部地震(栄村)の応急仮設住宅を参考にしながら建設されており、水回りや収納などに改善が見られる。特に寒冷地かつ、日本有数の豪雪地帯である長野県栄村にて得られた知見が屋根や屋内設備の仕様に反映されており、管理面においても進展が確認できる。



写真1 改善事例：台所



写真2 改善事例：屋根

4.2.2 既往研究

応急仮設住宅に関わる研究は、現場を対象とする調査が主となっており、「大災害時の応急仮設住宅供給に関する研究（室崎ら）」、「応急仮設住宅の物理的実態と問題点に関する研究（牧ら）」、「阪神・淡路大震災における応急仮設住宅供給に関する研究（越山ら）」、「阪神・淡路大震災後の応急仮設住宅の供給と建設過程の比較研究（狩谷ら）」、「新潟県中越地震における応急仮設住宅の配分結果と居住満足感の分析（佐藤ら）」、「災害事例にみる応急仮設住宅に対する居住者の要求調査と今後への提案（鈴木ら）」、「2011年長野県北部地震における応急仮設住宅の居住環境に関する研究（松本ら）」などがある。いずれの研究も仮設住宅の居住者を対象とするアンケートやインタビューを実施し、応急仮設住宅の問題点を探求している。

なお、過去の災害と応急仮設住宅の建設戸数および建築構造の変化について精査すると、昭和50年以降に軽量鉄骨造のプレハブ建築が主流となったことがわかる。また、阪神淡路大震災の事例は、他の災害と比較して規模が大きく、外国製や自力による仮設住宅など様々な手段で供給を行っていたことがわかる。さらに、1977年の台風9号の際から、家族人数に合わせて部屋数の異なる3タイプの部屋を備えた応急仮設住宅が設置され始めた。

4.2.3 研究概要

本研究では長野県北安曇郡白馬村を対象とする。震災による人的被害は比較的軽度であったものの、白馬村における住宅被害は（全壊・半壊・一部損壊あわせて）195棟にのぼり、インフラにも被害を受けた。本研究では、地域生活者の特性をふまえ、2011年の栄村を対象とする調査にて浮き彫りとなった寒冷地・村落における仮設住宅の問題点をふまえて、本震災における応急的な居住環境について考察する。

調査に際しては、既往研究や文献から応急仮設住宅の建設事例を精査し、問題点をまとめ、今回の応急仮設住宅の問題点と比較する。続いて、応急仮設住宅の居住者にインタビューおよびアンケート調査を実施し、その内容に基づいて、応急仮設住宅の満足度や居住性能を明らかにする。加えて、家族構成、年齢、震災以前の住家といった居住者のバックグラウンドと調査結果を総合的に考察することで、応急仮設住宅の問題点などを明らかにする。また、過去の建設事例と比較することによって、場所や地域性に応じて生じる問題なども明らかにできると考える。

4.2.4 調査概要および実施予定

(1) 調査方法

長野県北安曇郡白馬村は寒冷地かつ積雪の量が多い地域である。冬季と夏季とでは、応急仮設住宅の快適性が大きく異なると考えられるため、2期にわたる調査を実施する。

冬季については1月24・27・28・31日にインタビュー形式で、居住者の属性や応急仮設住宅の住み心地などについて、17戸（35戸中）の世帯より回答をえた。夏季は、2015年7月から9月にかけて実施する予定である。

(2) 調査内容

冬季の調査では、家族構成や震災前の住所など居住者の属性や、震災後から応急仮設住宅入居に至るまでの経緯、応急仮設住宅入居後の近所付き合いの有無や周辺環境に関すること、応急仮設住宅の性能に関する満足度などを質問した。夏季も、同様な調査を実施する予定である。

謝辞

本調査の準備および実施にあたっては、白馬村・下川正剛村長、建設課・山岸茂幸課長、白馬村応急仮設住宅入居者の皆様に多大な御配慮・御協力をいただきました。被災された皆様に心からお見舞いを申し上げますとともに、ここに謝意を表します。

5. インフラの被害状況調査

5.1 インフラの被害状況

電気、LP ガス、水道施設の被害状況についてヒアリング調査を実施した。

5.1.1 停電の被害状況

- ・ 停電期間は 11 月 23 日 22:08 頃～11 月 26 日 17:50 であった。
- ・ 停電地域は大町市 平、美麻、北安曇郡白馬村 大字神城、大字北城の一部であった。
- ・ 11 月 26 日 17:50 に全域で電気の使用が可能となった。

5.1.2 LP ガスの被害状況

- ・ 地震に起因する LP ガス関連の事故、火災は発生しなかった。
- ・ 白馬村神城では、LP ガスを供給する 3 社が連絡を取り合い、応急点検と容器回収を行った。11 月 22 日 22 時の地震発生以降、0 時頃から応急点検を開始、安全点検やバルブ閉止に回った。翌日 4 時には確認を終え、その後 6 時から容器回収を開始し、12 時までに 98 件の回収を終了した。
- ・ 同地域ではガス臭がするとの情報があり警察等も警戒を続けたが、大事には至らなかった。

5.1.3 断水の被害状況

主な被害状況は以下の通りであった。また被害状況の写真を以下の写真 4～写真 7 に示す。

- ・ 断水戸数は 1375 戸であった。
- ・ 断水地域は白馬村、小谷市、長野市、大町市、飯山市、信濃町、小川村であった。
- ・ 断水の被害が最大であったのは長野市で、断水戸数は 549 戸であった。
- ・ 白馬村の断水戸数は 271 戸であり、そのうち 261 戸が 12 月 15 日（野平地区）までに解消された。解消されていない 10 戸は居住不能等のため当面解消の必要のない住宅であった。大出地区は数日で復旧した。他地区も順次復旧した。内訳は神城三日市場 41 戸、神城嶺方 29 戸、神城堀之内 78 戸、北城大出 70 戸、北城蕨平 25 戸、北城野平 18 戸であった。
- ・ 最短の復旧日は 11 月 23 日(小川市、飯山市、信濃町)であった。

5.1.4 下水の被害状況

主な被害状況は以下の通りであった。また被害状況の写真を以下の写真 8～写真 14 に示す。

- ・ 公共下水道では、塩島地区で下水管の破断があり使用不可能となった。そのため、数日は写真 12 のようにバキュームカーによる汚水の引き抜きを行った。ポンプ圧送による応急処置を行い、現在もこの状況である。
- ・ 農業集落排水では野平地区で菅の閉塞があり、応急対応を行った。
- ・ 浄化槽については長野市、白馬村、小谷村、小川村において被害があった。
- ・ 浄化槽本体の破損は 60 基、流入管渠の損傷は 20 基であった。

謝辞

ヒアリング調査の実施にあたり、白馬村役場上下水道課、長野県環境部 水大気環境課及び生活排水課、長野市上下水道局、中部電力株式会社 長野支店、長野県 LP ガス協会に貴重な資料をご提供頂きました。被災された皆様に心からお見舞いを申し上げますと、この場を借りて感謝の意を表します。

⑥ 農村集落再生の整備条件の究明と復興のための地域情報の提供

○内川義行（信州大・農学部），藤居良夫（同・工学部），木村和弘（同・名誉教授）

<当日配布用資料>

I. 長野県の災害復旧事業への対応方針

1. 農地・農業用施設災害復旧事業の概要

農地・農業用施設の災害復旧は，農業生産力の維持としての国の産業政策的意義に加えて，それらの安定的な経営により図られる地域持続・国土保全といった社会政策的意義においても重要との考えから，一部受益者負担はあるが，国庫補助事業として実施されている。

被害発生後，直ちに市町村から県へ，県は国へ報告を行い，60日以内に「災害復旧事業概要書（査定設計書）」を作成し提出する事となっている。しかし，本災害では発生後わずか数日で積雪期を迎えたため，被災の把握確認が完全にはできなかった箇所が生じた。これに対して，地域は対応を迫られた。

国庫補助事業の主な要件は，①1箇所の復旧事業費が40万円以上のもの，②1箇所とは同じ施設が被災した場合でその被災箇所が150m以内の間隔で連続しているもの，さらに復旧は③原形復旧（効用や機能を回復する）工事とされる⁴⁾。

したがって，復旧工事費40万円未満の小規模な被災は対象にならない。後述するように，これらについても，県あるいは各自治体は，地域救済措置の検討が求められた。

2. 対応方針の枠組み

(1) 降雪に対する主な対応

まず県は，災害査定事務に関して国に「災害復旧事業概要書（査定設計書）」の提出期限（発災後60日以内）の延長を依頼し，これが認められた。これによって，被災調査が終了していない箇所は，融雪後その把握が可能と県が判断した時点で，その延長解除を随時行い，そこから起算して60日以内に，調査・提出することが可能となった。

これにより大きな懸案であった，被害の把握確認ができなかった被災地についても融雪後に拾い出しが出来るようになった⁵⁾。

(2) 震災による農地被害の特性

筆者らの過去の各所における農村の震災調査結果から，農地被害の特徴は以下の3点に集約される。①被害が多様で複合的であること⁶⁾，②「目に見える被害」「目に見えない被害」があること⁷⁾，③震災後に耕作放棄地が増加すること⁸⁾，である。

①は，一区画の中に，田面の沈下，法面崩壊，亀裂，土砂流入など多様かつ複合的な被害が生じること。②は，法面崩壊や田面の亀裂，土砂流入などの目視で判断できる「目に見える被害」，田面のわずかな隆起・陥没，微少な亀裂（ヘアクラック）とそれによって湛水後判明する水田の漏水量の増大等の「目に見えない被害」の2種類の被害があること。さらに③は，震災を契機とした離農や，一部の耕作困難な農地の放棄による耕作放棄地の増大である。

これらの既知情報を整理した冊子を，先述のとおり，県をはじめ各自治体担当者に配布した。その結果これらの情報を活かし，農地における「目に見えない被害」への対策として，県・北安曇地方事務所農地整備課では以下の取り組みを検討している（表-1）。

表-1 農地被害における「目に見えない被害」への対策案

農地の復旧事業導入の流れ検討案(畦畔復旧は除く)

| 被害状況 | 復旧工法 | 事業制度 | H27年度営農 | 作業進捗状況 | 想定される事業量 |
|------------------------|--------------------------------------|---------------|---------|---------------------|----------------------------------|
| 隆起・陥没・亀裂 | しわ寄せ工法 + 基盤切盛工法 (約45万円/10a) | 国補助事業 | 一年休み | 確認済み | 9ha |
| 隆起・陥没 | 基盤切盛り工法 (約40万円/10a) | | | | |
| 湛水不可(代掻き不可) | しわ寄せ工法 (約30万円/10a) | 協議により 補助対象 | | レベル測量 調査 湛水調査 | 9ha周辺の周辺の 内が想定される が、復旧事業量は |
| 隆起・陥没・亀裂 基準以下で目視確認可 | しわ寄せ工法 基盤切盛工法 レーザー レベラー | 県単小災 | 通常営農 | | |
| 湛水異常でも代掻き可能 | ブル代工法 (約5万円/10a) | 村単小災 | そば作付け可 | 雪融け後湛水し て確認作業 | |
| (どこまで確認するか) | 通常代掻き (約1万円/10a) | 営農対応 | 通常営農 | | |

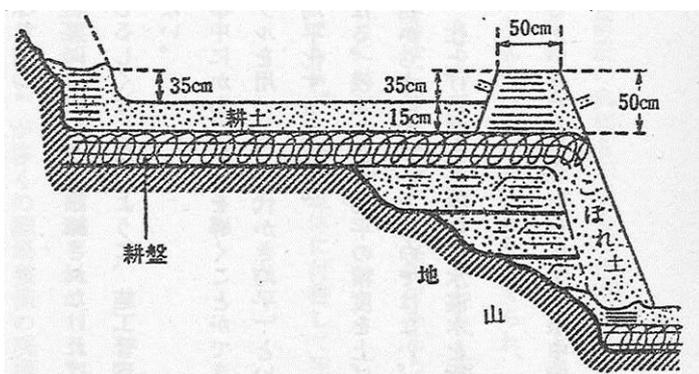


図-1 水田の地下構造⁹⁾

図-1に水田の地下構造を示した。水田で湛水が可能なのは、「耕土(表土)」と呼ばれる作物(稲)の生育に適した表層土の下に、「耕盤」とよぶ層が十分に締固められて存在するためである。震災はこの「耕盤層」に多くの亀裂を発生、もしくは破壊するため、「目に見えない被害」となってその影響が生じる。これらは一見被害がないと思われる農地でも発生しているため、過去の被災地でもやっかいかつ重大な問題とされてきた。つまり災害復旧事業の申請終了後に気づいた場合、復旧費用は自己負担となり、それが困難な場合は耕作放棄となるケースも少なくないのである。

表-1で、被害状況は上側ほど大きく復旧費も増大する。最上段の「隆起・陥没・亀裂」被害により湛水が不可能と目視できる区画では、国庫補助事業を適用し、耕盤を再構築する(しわ寄せ工法)方法で復旧することとしている(図-2)。5.0mを超える幅で亀裂(クラック)が生じている場合でかつ、その深さが試掘結果から200mm以上に達している場合は、これを実施する。耕土(表土)を一端はぎ取り、耕盤の厚さは地区により異なる

ため、250mm と 600mm の 2 種が想定されているが、これを再構築後、耕土（表土）を戻す。耕盤に亀裂が達していなければ耕土（表土）200mm 分の厚みの基盤整地のみに対応となる。

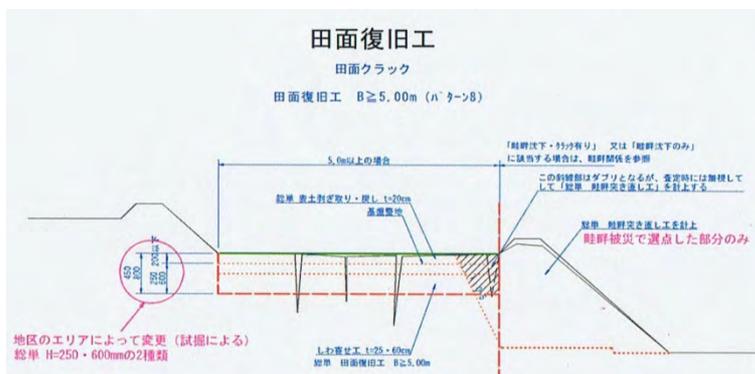


図-2 田面亀裂（クラック）への対応方法

表-1 二段目の「隆起・陥没」のみの場合、不陸を土の切盛りによって（基盤切盛り工法）整える。この場合 1 箇所 40 万円以上の工事費ならば、国庫補助事業が適応される見通しである。

三段目以下は、目視で判断できる被害がない場合である。これらは一度湛水し、地権者に状況を判断してもらう必要がある。湛水されず代かきが出来ないほどの漏水が発覚した場合は再度排水し、しわ寄せ工法を実施する。これについては、場合によっては復旧工事費が 40 万円を超過することもあると考えられるため、検討（協議）が必要となる。

また、被害は目視できるが隆起・陥没では 50mm 以下、亀裂は 200mm 以下の場合、国庫補助対象にはならない。しかし実際には、基準にわずかに達しない程度の被害へは、しわ寄せ工法や基盤切盛り工法といった補助事業と同様な対応が必要な場合もある。その場合は、これらを実施し、事業としては、県の単独小規模災害事業（県単小災）を適用するとしている。

さらに、湛水時に漏水が見られるが、何とか代かき作業が可能な程度の場合（表-6 五段目；湛水異常でも代掻き可能）、は湿地用のブルドーザーを用いて代掻きを実施する（ブル代工法）。白馬村のように、大規模な生産組織が営農する地区では、復旧工事によって一年間耕作ができなくなるよりは、このような簡易的工事で、そば等の作付けには季節的に間に合うような対応も求められる。これについては、村による単独事業での対応が期待される。

こうした、きめ細かい方針が検討されており、村および地権者との打合せも行われている。一方、社会技術的な課題もまだ多く残されており重要な研究課題と認識される。

II. 集落の持続と営農の復旧

白馬村の建物被害数を表-2 に¹⁰⁾、小谷村の家屋被害を表-3 に¹¹⁾示した。先述のとおり被害は当然、生産基盤のみではなく、生活基盤にもおよんでいる。

白馬・小谷両村は地勢も異なり、それに伴って生活・生産構造も自ずと異なっている。その上で、生活環境・生産環境の被災状況を重ね、今後の対応が模索されねばならない。画一的対応ではなく、よりきめ細かな集落対応が求められるだろう。

集落の持続なくして、各種の維持管理等も含めた営農、そして地域の継続も困難と考えられる。引き続き、これらの視点を重視した研究の取り組みを実践してゆきたい。

表-2 白馬村の建物被害数

| 地区名 | 住家 | | | | 計 |
|------|----|-------|----|------|-----|
| | 全壊 | 大規模半壊 | 半壊 | 一部損壊 | |
| 内山 | | | | 2 | 2 |
| 佐野 | | | | 12 | 12 |
| 沢渡 | | | | 2 | 2 |
| 三日市場 | 6 | 5 | 7 | 21 | 39 |
| 堀之内 | 33 | 4 | 8 | 34 | 79 |
| 飯田 | | | | 1 | 1 |
| 飯森 | | | | 1 | 1 |
| 深空 | | | | 2 | 2 |
| 八方口 | | | | 1 | 1 |
| 落倉 | | | | 1 | 1 |
| 切久保 | | | | 4 | 4 |
| 森上 | | | | 1 | 1 |
| 塩島 | | | | 5 | 5 |
| 青鬼 | | | | 1 | 1 |
| 立の間 | | | | 1 | 1 |
| 野平 | | | | 2 | 2 |
| 大出 | 1 | 2 | 2 | 20 | 25 |
| 藤平 | | | | 21 | 21 |
| 花園 | | 1 | | | 1 |
| 嶺方 | 2 | | 2 | 11 | 15 |
| 幸田 | | | | 3 | 3 |
| 堀田 | | | | 2 | 2 |
| 通 | | | | 1 | 1 |
| 白馬町 | | | | 2 | 2 |
| 合計 | 42 | 12 | 19 | 151 | 224 |

平成26年1月9日現在

表-3 小谷村の家屋被害

| 旧村 | 集落 | 危険家屋 | 要注意家屋 |
|------|-----|------|-------|
| 北小谷村 | 三ヶ村 | | 1 |
| 南小谷村 | 千国 | | 1 |
| | 伊折 | | 2 |
| | 平間 | | 2 |
| | 月岡 | 1 | |
| | 千国崎 | | 1 |
| | 宮の下 | | 1 |
| | 黒川 | 2 | 1 |
| | 川内 | | 1 |
| | 坪の沢 | | 1 |
| | 滝の平 | | 5 |
| | 梨平 | | 5 |
| 白馬大池 | | 2 | |
| 楢池 | 2 | 2 | |
| 池の平 | 3 | 4 | |
| 中土村 | 上手村 | | 2 |
| | 石原 | | 1 |
| | 太田 | | 1 |
| | 長崎 | 4 | |
| | 大草連 | 1 | 2 |
| | 中谷東 | 1 | 4 |
| | 中谷西 | 2 | 8 |
| | 松本 | 1 | 1 |
| | 神久 | 1 | 1 |
| | 清水山 | | 2 |
| | 真木 | 3 | 5 |
| | 高地 | 2 | 7 |
| | 白岩 | | 1 |
| | 千沢 | 7 | 5 |
| | 瑞穂 | | 7 |
| 季納 | 6 | 13 | |
| 田中 | 1 | 1 | |
| 曾田 | 2 | 16 | |
| 合計 | | 39 | 106 |

<引用文献>

- 1) 木村和弘：震災復興の参考としてー長野県北部地震・栄村の農地災害復旧と震災復興計画策定の記録ー，2014.12
- 2) 長野県災害対策本部室：長野県神城断層地震に関する県内の被害状況等（1月5日9時現在）
- 3) 木村和弘・内川義行：豪雪山村・栄村の震災復興計画策定とそのための技術支援，農業農村工学会誌 81（3），pp9-12, 2013
- 4) 農林水産省 HP：http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_hukkyuu/，「災害復旧事業制度の概要」『農地・農業用施設の災害復旧事業とは?』，（2015.2.14 参照）
- 5) 農林水産省：農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律施行規則（省令改正）
- 6) 内川義行・木村和弘・有田博之・森下一男：中越大震災における棚田の被害と復旧対応および課題，農業土木学会誌 75（3），pp7-10, 2007
- 7) 森下一男・木村和弘他：淡路島・農村における住環境および生産環境の震災被害と復旧，農業土木学会誌 65（9），pp35-42, 1997
- 8) 木村和弘他：淡路島農村の震災後の農業的土地利用の変化とその対応，農業土木学会誌 65（9），pp43-49, 1997
- 9) 石川武男：欠陥田んぼをなくそうー圃場整備のポイントー（小冊子）
- 10) 白馬村 HP：長野県北部を震源とする地震について被害情報①人的被害・建物被害 http://www.vill.hakuba.lg.jp/quake_nagano_north/damage/damage.html，（2015.2.14 参照）
- 11) 小谷村 HP：「長野県神城断層地震」（長野県北部地震）小谷村情報より

地震断層露頭の保全と文化財としての価値

信州大学 総合人間科学系 全学教育機構 大塚 勉

2014年長野県神城断層地震を起こした断層が地表に現れていることも予想されたため、発生翌日から現地において地表踏査を行わせていただいた。その結果、白馬村北部の塩島地区から南部の東佐野地区までの約10kmの範囲内の24地点において、地表に現れた断層による直接的な変位地形が見いだされた。それらの地点のうち、14地点は糸魚川-静岡構造線活断層系神城断層のトレース上に位置しており、10地点は神城断層のトレース上とは異なる場所に位置している。

今回、そのうちのいくつかを文化財（天然記念物）として登録した上で保存・活用することが望ましいと考える。

報告会では、神城断層の露頭（変位地形）の概要と、文化財登録の意義、保存活用方法、日本国内外の地震断層の保存活用例について紹介する。我が国では、現在のところ、以下の地震断層が国または県レベルで天然記念物として保存されている。

1. 根尾谷断層（国指定特別天然記念物、岐阜県）
2. 丹那断層（国指定、静岡県）
3. 郷村断層（国指定、京都府）
4. 千屋断層（国指定、秋田県）
5. 野島断層（国指定、兵庫県）
6. 深溝断層（愛知県指定）

参考 台湾車籠埔断層

参考 石垣島東海岸の津波石群

神城断層を天然記念物として保存・活用することの意義・利点として、以下のような要素を挙げることができる。

- ・防災面
 - 地震災害の記憶するための拠点となること。
 - 防災意識を高めるための情報発信の拠点となり得ること。
- ・教育面
 - 学校教育で利用可能な教材となること。
 - 糸魚川世界ジオパークとの連携が可能となること。
 - ボランティアガイド養成を通して社会教育に貢献できること。
- ・学術面
 - 地表に現れた極めて珍しい地震断層であること。
 - 撓曲の形態が明瞭であること。
 - 知名度が高い糸魚川-静岡構造線を構成する断層であること。
- ・希少性
 - 国・県による指定例はこれまで6例のみ。
- ・立地面での利点
 - 白馬村には多くの県外者が訪れ、立地上有利であること。
 - アクセスが容易な地点で保存可能であること。

地点2. 塩島城山南

共和興業（株）及び市道



垂直変位：82cm

共和興業（株）の敷地内に生じた撓曲。
東側が西側に対して相対的に隆起している。

写真1 神城断層（塩島地区）

地点12(2). 深空姫川右岸

撓曲



垂直変位は最大で1.1mに達する。
樹木の転倒と黒色土壌の露出が認められる。
遊歩道に段差が生じている。
北端で地すべりが形成されている。



写真2 神城断層（深空地区姫川右岸）



写真3 根尾谷断層 (岐阜県)

丹那断層公園



写真4 丹那断層 (静岡県)

野島断層 (国指定 天然記念物)
1995年 兵庫県南部地震



写真5 野島断層 (兵庫県)

車籠埔断層保存館

2013年



九二一地震教育区

- 車籠埔断層保存館
- 地震工学教育館
- 映像館
- 防災教育館
- 再建記録館



写真6 車籠埔断層 (台湾)

⑧ 長野市・飯綱町・信濃町・小川村における 11.22 地震の被害状況

竹下欣宏（信州大山岳科学研究所・教育学系），塚原弘昭（信州大学名誉教授），中村由克（明治大・黒耀石研究センター），富樫 均（長野県環境保全研究所），近藤洋一・関めぐみ（野尻湖ナウマンゾウ博物館），田辺智隆（戸隠地質化石博物館），塩野敏昭（地質コンサルタント），花岡邦明・宮下 忠（元長野県教諭），小林和宏・寺尾真純・中川知津子（長野県教諭）

1. はじめに

2014 年 11 月 22 日に長野県北西部で発生した M6.7 の地震（気象庁，2014）は，大きな被害が生じた白馬小谷地域だけでなく長野市，小川村，信濃町，飯綱町でも建物や道路，石造物などに多くの被害が生じた．今回の地震と同規模の 2011 年 3 月 12 日の長野県北部地震（M6.7）では，栄村を中心として比較的狭い範囲に被害が集中した（山田ほか，2011；竹下ほか，2012）ことに対して，2014 年 11 月 22 日の地震では震源の東側の広い範囲で被害が発生したことが大きく異なっている．

震源地に近く被害の大きい白馬・小谷地域には多くの研究グループが調査に入ることが予想される．そこで，本研究グループでは長野市，小川村，信濃町，飯綱町といった周辺地域を主な対象地域として，その被害状況を広く面的に記録することを目的として調査を実施した．調査は，地震発生翌日の 11 月 23 日から開始し，現在も継続中である．また，どのような地形・地質の地域が地震動の影響を受けやすいのか明らかにすることは，今後の防災対策にとって重要な情報をもたらすと期待される．地質図や地すべり地形分布図など既存の情報を活用し，今回の地震による被害状況と地形・地質の関連性についても検討する．

2. 長野市，小川村，信濃町，飯綱町の地震被害の概要

長野市戸隠，同鬼無里，同箱清水，同浅川，信濃町，小川村において現地調査を行うとともに，長野市と小川村から提供していただいた地震被害の資料に基づき被害分布図を作成した（図 1）．震央付近の白馬村と小谷村を除いた被害地域は，震央の東側に偏在しており，震央から東に約 35km 離れた長野市内の千曲川沿岸地域にまで及んでいる．顕著な被害は，長野市鬼無里，同戸隠など裾花川流域と長野市中条，同七二会，小川村など土尻川流域および善光寺周辺の長野盆地西縁部に見られる．長野市の被害は全壊 11 戸を含む 1,684 件，小川村の被害は全壊 4 戸（うち大規模半壊 2 戸）を含む 37 件である（表 1）．

長野市鬼無里と同戸隠，同中条では，住居の壁や土蔵の被害が多くを占めており屋根の被害は少ない．一方，長野市七二会，同信州新町では，住居の壁や土蔵の被害とともに屋根（棟や^{むね}椼瓦^{きんがわ}など）の被害も目立つ．長野盆地においては，駒沢川の流域にあたる浅川から若槻では屋根の被害が集中し，善光寺北側の上松，箱清水と善光寺南西側の長野では屋根の被害と共に壁の被害が集中した．

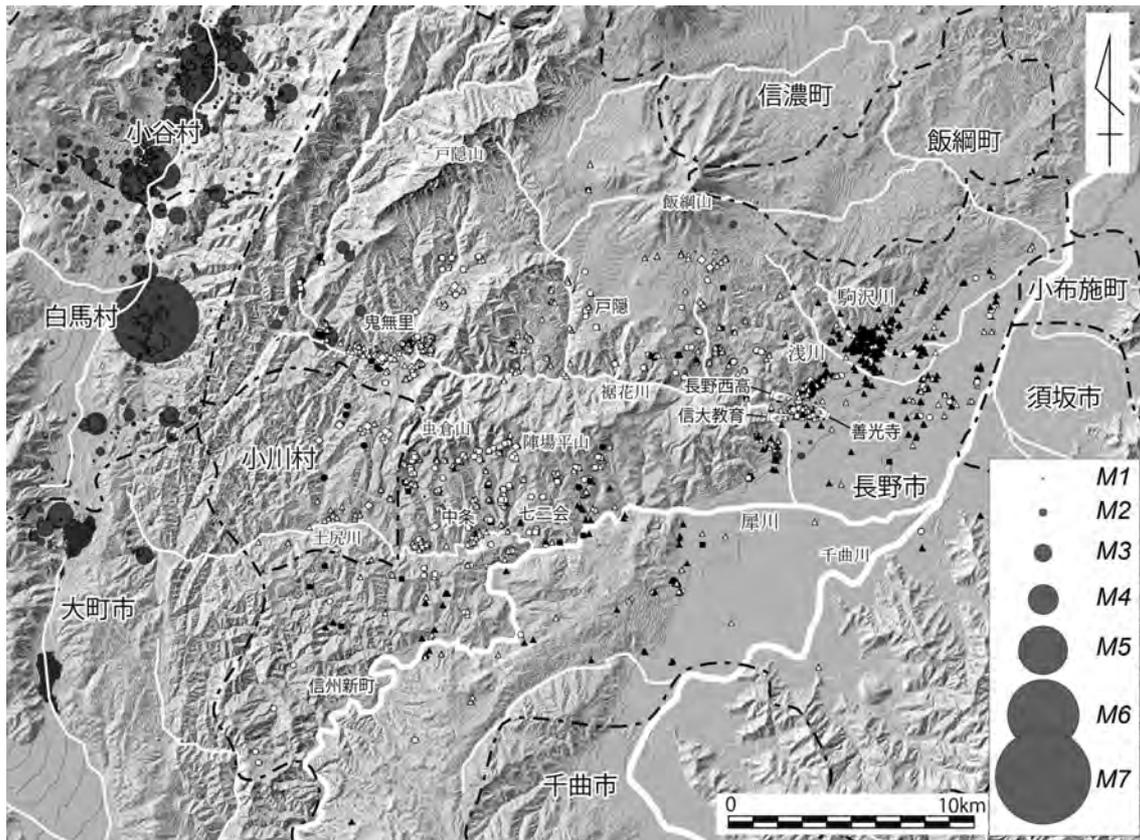


図1 2014年の11.22地震による長野市・小川村の被害分布と震源分布(2014.11.22-26)
 長野市と小川村の被害状況は、長野市危機管理防災課と小川村役場の資料に基づく。被害を示す凡例の説明を表1に示す。2014年11月22日-26日の震源分布は気象庁の震源リスト(http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/daily_map/index.html)に基づき作成した。

表1 2014年の11.22地震による長野市・小川村の被害一覧表

| 記号 | 被害内容 | 被害件数 | | |
|----|----------------------------------|-------|-----|-------|
| | | 長野市 | 小川村 | 計 |
| A | ● 家屋被害:全壊 | 11 | 4 | 15 |
| B | ◇ 家屋被害:半壊 | 35 | 8 | 43 |
| C | △ 一部破損:壁やタイルの落下、ヒビ・柱・土台・サッシの損傷など | 752 | 25 | 777 |
| D | ▲ 屋根・棧瓦・棟の被害 | 525 | | 525 |
| E | ■ 塀、石垣、灯籠などの倒壊、宅地の亀裂・沈下 | 56 | | 56 |
| F | □ 配管の被害(上下水道・ガス・給油など) | 7 | | 7 |
| G | ○ 土蔵の被害(全壊、壁の落下、ひび、土台の被害などを含む) | 298 | | 298 |
| | 合計 | 1,684 | 37 | 1,721 |

長野市の善光寺には石灯籠をはじめとする多くの石造物があり、今回の地震ではその多くが転倒や回転などの被害を受けた。240基の石造物を調査した結果、約85%に当たる202基に転倒・回転・移動などの被害が見られた。転倒と移動した方向については南北方向のものが優勢であった(図2)。また、境内東部にある鐘楼の石垣が崩れた。

図1には示していないが、飯綱町では住宅等の一部破損が28件、灯籠や墓石などの石造物の転倒が15件、道路や水田の亀裂や陥没が3件あった。信濃町でも町立総合体育館のガラスの破損(約40枚)のほか、石造物の転倒や道路の亀裂、液状化などの被害が生じた。

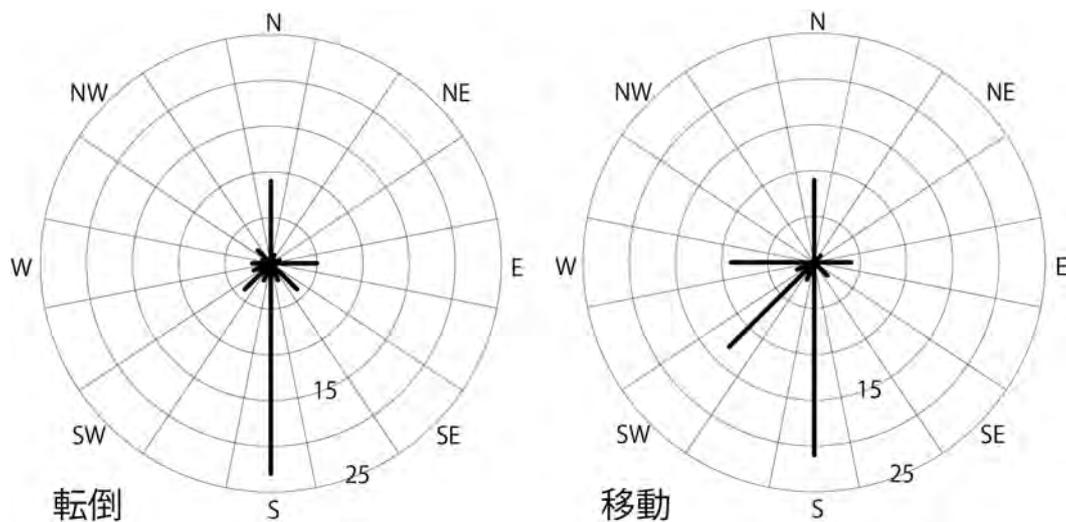


図2 善光寺の石造物の転倒と移動方向

3. 被害が大きかった地域の地形・地質的特徴と地震動の性質

被害地域の地形・地質的特徴を概観すると、長野市鬼無里の被害は、裾花川からの比高10mから30mを示す河岸段丘と比高150m程度の山間部の緩斜面に見られる。前者は比較的新しい時代の縮りの緩い河川性堆積物の分布域にあたり、後者は地すべりによる崩積土の堆積域にあると推定される。なお、前者の地域にも地すべり性の軟弱な堆積物が分布する可能性がある。長野市戸隠は、居住の中心が山間部にあるため、被害の多くは地すべりによる崩積土の堆積域に見られる。長野市信州新町の被害は、犀川沿岸部および山間部に偏りなく見られ、鬼無里と同様の地形・地質的特徴を有する。小川村と長野市中条および同七二会の被害も同様に土尻川と犀川の沿岸部および山間部に偏りなく見られるが、特に山間部では小川村と鬼無里の境界の飯縄山(1,203m)から虫倉山(1,378m)を経て陣馬平山(1,257m)に至る稜線の南側の傾斜が緩くなる地域に被害が集中する。この緩やかな斜面は1847年善光寺地震など過去の大地震による山体崩壊の堆積物によって形成されたと考えられ、今回の地震被害はこの崩壊堆積物の上で発生した可能性が高い。

屋根(棟や^{むね}椽瓦^{きんがわら}など)の被害が集中した長野市箱清水および浅川地区に目を向けると、東西方向の屋根の大棟や^{おおむね}降棟^{くだりむね}に被害が多く見られた(図3)。善光寺の石造物も南北方向

に転倒もしくは移動したものが多かった。また、聞き取り調査では、信州大学教育学部の図書館でも東西方向に配列した書架から本が多く落下したのに対し、南北方向の書架からの落下は少なかったことが判明した。以上のことは長野盆地の西縁部（長野盆地西縁断層帯付近）では南北方向の揺れが卓越した可能性を示唆している。



図3 長野市箱清水地区の屋根の被害状況

屋根にブルーシートがかけられている家が目立つ（白い楕円で囲んだ部分）。長野西高等学校より東側を望む。被害を受けた大棟は東西方向のものが優勢に見える。2014年12月1日に撮影。

文献

気象庁(2014)平成26年11月22日22時08分頃の長野県北部の地震について(第2報),
2014年11月23日WEB公開,

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1411/23b/kaisetsu201411230800.pdf>

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, 17-29.

山田真純・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. 9.

⑨ 11. 22地震被害の住民アンケート調査の実施状況と地盤評価による「揺れやすさマップ」作成の提案

小坂共栄（信州大学山岳科学研究所特任教授）・信州大学震動調査グループ

1. はじめに

2014年11月22日発生の長野県北西部、白馬村付近を震源地とする地震（長野県ではこれを神城断層地震と呼んでいる）は、気象庁発表によればM6.7とされ、震度6弱（長野市・小川村・小谷村）～5強（白馬村・信濃町）の揺れであったとされています（長野県災害対策本部室）。震源地に近い地域はもちろん、長野市や信濃町などかなり離れた地域でも相当の揺れであったとみられ、被害地域も広範囲に及んだ地震でした。信州大学震動調査グループは、地震発生直後からメンバーが分担しながら被害地域での各種の調査に取り組んでおり、本報告会でも調査内容についていくつか紹介させていただいています。ここでは、その中の一つであるアンケート調査について、その目的や意義、現在の実施状況について報告いたします。調査にご理解・ご協力いただいた関係各市町村関係者や住民の方々に厚く御礼申し上げます。なお、調査の実施がいずれの地域も本年1～3月になっている関係から、本報告会では配布状況の報告のみになってしまうことをお許し頂きたいと思えます。

2 アンケート調査の目的やその意義

地震時の揺れは、地震の規模、震源からの距離などに大きく左右されていますが、もう一つ忘れてならないことはその場の地盤です。地盤の性質がその場の揺れ方に大きな影響をあたえるのです。

アンケート調査の主要な目的

- 1 地震の際、居住場所でどの程度の揺れ（震度）を感じたか、そのデータを出来るだけ広範囲に、多数集めること。
- 2 地震時の家屋の中の状況を出来るだけ詳しく回答してもらうこと。

今回、住民の皆さんにお願いしたアンケートは、質問が8項目の比較的簡単なもので、自由記述欄も設けて地震時やその前後で何か気づいたことあれば記述してもらえるようにしました。地震時にどこにいてどの程度の震度の揺れを感じたかが特に重要なので、その時の居場所（自宅や会社など）の住所をできるだけ正確に記述していただくように配慮しました。

アンケート調査の意義

広範囲な地域を対象にアンケート調査を実施することで、今回の地震の揺れ（震度）の分布状況が明らかにできます。更にそのデータに加えて地盤のデータを収集解析することができれば、各地の揺れの特性を地盤との関連にもとづいて解析できると思えます。また、それらの結果をもとに揺れやすさマップが作成できれば、今後の地震防災に大きく寄与できると考えられます。

3 アンケート調査の実施状況

これまでにアンケート用紙を配布していただいた市町村、住民自治協議会等は以下の表のとおりです。

表1 アンケート用紙配布状況（2015年2月28日現在）

| 市町村 | アンケート用紙 | 印刷物送付先 |
|--------|--------------------------------|--------------|
| 長野市 | 20,000 (全小学校) 10,000 (全中学校) | 長野市教育委員会 |
| 大町市 | 8,500 | 大町山岳博物館 |
| 白馬村 | 1,200 | 白馬村役場 |
| 小谷村 | 1200 | 小谷村役場 |
| 池田町 | 400 | 池田町役場 |
| 松川村 | 1,000 | 松川村役場 |
| 信濃町 | 800 | 野尻湖ナウマンゾウ博物館 |
| 飯綱町 | 3,800 | 環境保全研究所 |
| 小川村 | 1,200 | 小川村役場 |
| 信州新町地区 | 1,900 | 住民自治協議会 |
| 七二会地区 | 720 (全戸配布) | 住民自治協議会 |
| 中条地区 | 940 (全戸配布) | 住民自治協議会 |
| 戸隠地区 | 1,450(全戸配布) | 戸隠住民自治協議会 |
| 鬼無里地区 | 50 | 住民自治協議会 |
| 芋井地区 | 60 | 戸隠地質化石博物館 |
| 計 | 53,220 | |

4 「揺れやすさマップ」の作成提案

われわれグループは、2011年6月30日に松本地方を震源として発生した地震に関して、今回と同様のアンケート調査を実施しました。それに続けて松本市と共同でボーリングデータ収集・解析を行って作成した「揺れやすさマップ」は、アンケート結果から作成した震度分布図と良い相関関係にあることが分かりました。すでに松本市はこのマップを活用して「地震に強い街づくり」（国土強靱化地域計画）策定に乗り出しています。

今回の地震を契機にして、多くの市町村で「揺れやすさマップ」作成事業に取り組んでいただければ、松本平はもちろんのこと、県下各地の都市が地震に強い安全安心な街づくりへと大きく前進するものと期待されます。

ちなみに、グループは現在大町市と共同で各種地盤調査に取り組んでおり、揺れやすさマップづくりを目指しているところです。