■長野市下石川地区で発生した地すべりの監視と広報

Surveillance and information of landslide activity in Shimoishikawa Landslide, Nagano Pref., Central Japan

長野県上田建設事務所／藤本 清
Ueda Construction Office, Nagano Pref. / Akira FUJIMOTO

日本総合建設株式会社／土屋好幸
Nihonsougoukensetsu Co., Ltd. / Yoshiyuki TSUCHIYA

長野県土尻川砂防事務所／小熊友和
Dojirigawa Land Erosion Control Office, Nagano Pref.
/ Tomokazu OGUMA

株式会社日さく／白石秀一
Nissaku Co., Ltd. / Shyuichi SHIRAIISHI

キーワード：地すべり監視，情報公開，自動監視システム

Key words : surveillance, information opening, automatic observation system

1. はじめに

長野市南部の篠ノ井地区は、1998年冬季オリンピック開催にあわせ開会式場が作られるなど、近年都市化が進んでいる地域である。篠ノ井地区南部の下石川地区は長野市西部山麓の斜面を背後に控える集落であるが、都市化の進行は例外ではなく、斜面直下まで宅地化が始まっている状況である（図－1）。

下石川地区背後に控える斜面は、標高400～600m前後の緩やかな傾斜を持った丘陵地であり、リンゴ、ブドウ等の畑として耕作されていた。この斜面ではこれまで中腹にある市道路肩の崩壊はあったものの、大規模な地すべり発生記録は残されていなかった。ところが、1999年9月27日にリンゴ畑の中に亀裂が発見され、比較的大規模の大きな地すべりの発生が確認された。地すべり発生斜面下方には約50戸の民家が集中しており、最も地すべりに近い家は、地すべり末端70m下方に位置していた。また、地すべり直上には人家の他、特別養護老人ホームがあるなど、この地すべりは住民生活に直接影響があるという意味において、都市域での地すべりといえる。

その後、亀裂は次第に拡大し、地すべりの移動量も急激に大きくなったため、本地すべりは行政と住民を巻き込んだ、大きな社会問題となっていた。

このため、本地すべりでの最も重要な課題は、地すべりの監視と住民への広報となった。

地すべりの発生とともに、長野県・長野市は協力して緊急に地すべりの警戒避難体制を構築し、地すべりの監視を行いながら関係機関および住民との情報伝達体制を整え、非常時に備えることとした。地すべりの監視については、伸縮計の現地目視確認から歪データの無線転送方式による自動監視システムへ、半年の間に形を変えながら順次構築していった。このような監視により得られたデータや地すべり対策方針等の情報は、毎週1回開催した「地すべり対策委員会」においてすべて公表すると

図－1 下石川地すべり 平面図

ともに、現地公民館前に新たに設置した専用の掲示板にて掲示・公表した。

このような対応により、地すべり想定被害地域住民の、地すべりに対する意識は高まり、地元住民に配慮したきめ細かい避難体制を含む、警戒避難体制の確立に大きく役立った。幸い、避難体制については大々的に実施され

* 第39回日本地すべり学会研究発表会で一部講演

ることはなく、地すべり対策工事の進捗にあわせて地すべりは終息し、事態も沈静化にいった。

ここでは、この時の貴重な体験を報告する。

2. 下石川地すべりのあらまし

最初にあらわれた地すべりの変状は、住宅地より約250m上方のリング畑の中にできたクラックであった。クラックは延長数10m程度であったが、その特徴が地すべりの冠頭部に現れる亀裂の特徴を備えていたため、ただちに長野市と長野県土尻川砂防事務所が確認を行い、地すべりの監視体制が取られた。クラック発生箇所の上約100mのところには特別養護老人ホームがあり、下方には上水道の貯水タンク（篠ノ井配水池 容量2,200 m³）があった。

冠頭部のクラックはその後次第に拡大し、リング畑の中を斜面下方に向かってのびていった。地すべりの全体形状がはっきりしてきたのは、10月末であった。亀裂の配置から確認できた地すべりの規模は、長さ180m、幅100mであった。その後実施されたボーリングの結果では、すべり面深度が最大で20mであったため、移動土量は約33万m³程度と推定された。

11月になると地すべり全域にわたる亀裂が出現し、移動土塊の内部にも多数の亀裂が発生しだした。それとともに、移動速度が急激に増大した。この傾向は12月初めまで続き、最大日移動量は7 cmにも達し、後述する避難準備の基準値（4 mm/h）まであと一歩という状況になった。地すべりに最も近い民家3軒は、この時、自主避難を行っている。

このため、地すべり頭部の緊急排土工が行われ、約7,000m³の土砂が除去され、日移動量は一時、2 cm程度にまで低下した。ところが12月28日頃から排土部背後に後退性のクラックが発生し、移動量も再び増加し、1月15日頃になると、3 cmに達する日移動量が観測された。しかし、この頃から排土工と並行して年末から開始されていた、地すべり末端部における押え盛土工の効果がでてくるようになり、移動量は1月15日を最高とし、その後は次第に減少していった。3月末の融雪時期には一時的に移動量の増加がみられたが、以前ほど激しいものではなかった（図-2）。

このように、本地すべりでは押え盛土工により地すべり活動の抑制が効果的に図られた。このほか、地すべり土塊内の排水を目的とした集水井工、地すべりを直接抑止し、安全率の向上を図るアンカー工が施工され、それぞれに効果を発揮している。

3. 地すべりの警戒・監視体制

地すべりの発生直後から十分な警戒体制を確立し、避難体制を講じておくことは、想定被害区域に多くの住民がすむ都市域での土砂災害では、極めて重要な課題である。

長野県の北部（北信地域）は新潟県から伸びた第三紀

図-2 下石川地すべりにおける日移動量の推移
参考のため、注意時（2 mm/h）と警戒時（4 mm/h）の管理基準値を24倍して記入した

層地すべりの多発地帯であることから、長野市を含む地域は元来、地すべりに対する備えのある地域といえる。また、長野市は昭和60年に、地附山地すべりを経験しており、市役所のなかに防災課という組織があるなど、土砂災害に対する組織的な備えが比較的ととのっている自治体といえる。

このため、地元住民による亀裂発見は、直ちに市役所に連絡され、地すべり発生直後の9月27日には県の管轄部署である、土尻川砂防事務所が現地調査をおこなった。また、翌28日には長野県下の地すべりに詳しい川上浩信州大学名誉教授による現地調査が行われ、事の重要性が確認された。このため、その日のうちに、県砂防課・土尻川砂防事務所・長野市防災課・建設課・消防・警察・地元関係者が招集され、緊急の「現地連絡会議」が開催された。この会議は、後述する「地すべり対策委員会」に引き継がれることになる。

その席上、亀裂の目潰し・シート掛けなどの緊急対策や警戒の方法と担当が決定された。また、地すべりに近接する位置にあると思われた、篠ノ井配水からの排水も決定された（実際に排水されたのは、送水管の切り替えと利用者への広報が行われた後であった）。

地すべり発生直後の警戒監視は、亀裂が断片的であったため、人間による亀裂の計測が24時間体制で開始された。

9月30日には、亀裂の計測を伸縮計による連続観測にきりかえることができた。それと同時に伸縮計による地すべり監視の管理基準と警戒・避難の基準（表-1）が決定され、巡視を行っている県・市の職員、消防・警察の関係者に伝達された。本地すべりで使用した管理基準は「平常時」「注意時」「警戒時」「緊急時」の4段階に区分し、伸縮計により観測された時間あたり移動量のほかに降雨量も加味したものとした。この管理基準は避難準備をはじめ「警戒時」の値を、長野県の要覧にしたがい、4 mm/hとして設定した。時間あたり移動量が基準値に達し、基準レベルを上げる場合には、監視員が現地の確認を行い、伸縮計等の誤作動でないことを確認し、危険が迫っていることを確認した後、サイレン等を鳴らし、住民に知らせるというシステムとした（図-3）。

表-1 下石川地すべりの管理基準

レベル	基準	観測の方法	観測者及び観測頻度等	備考
平常時	伸縮計 1 mm/h未満 降雨量 10mm/h未満	定時パトロール	観測者/長野市, 県 パトロール時間/ 9:00, 15:00	
注意時	伸縮計 4 mm/h未満または 降雨量 10~20mm/時	定時パトロール	観測者/長野市, 県 パトロール時間/ 9:00, 15:00, 0:00	
警戒時	伸縮計 4 mm/h以上またはひず みが急激に増加した時 降雨量 20mm/h以上 連続80mm/以上	定時パトロール 現地監視	観測者/長野市, 県 (常駐) パトロール時間/ 警戒時から 2 時間おき	避難準備開始 鈍化した段階もしくは 4 mm/時未満で 安全を確認後解除
緊急時	伸縮計 10mm/h以上 降雨量 30 mm / h 以上連続 130 mm	警 報	緊急体制 緊急連絡系統図により避難等指 示緊急体制は, 水防計画と同様 に増班体制	避難勧告発令

図-3 「避難勧告」にいたるまでのフローチャート

地すべり発生直後の巡視は1日4回行われていた。監視は市の担当者が交代で行っていた。ところが、専門的知識を持つ人が少ないため、基準の説明や測定方法の徹底などに多くの時間を要する事となり、巡視の補佐及びアドバイザー的な役割を担うはずであった調査コンサルタントが、その指導を行うことになり予想外の負担となった。また、発生から1ヶ月半程度の期間は日移動量が3mm程度であり、監視基準に従うと平常時のレベルにあたり、巡視は1日2回の規定に該当していた。しかし、地すべり発生当初の1日4回の巡視レベルを緩めることは、移動量が当初に比較して小さくなったという事実がない以上、地区住民への説明が困難であり、見送られ続けた。事実、発生から1ヶ月が経過し、移動量もあり大きな変化がなかった頃、住民から「もう監視体制

を緩めても良いのではないか」という緊張感を失った発言も出るようになり、監視体制を緩めることで全体の危機管理意識低下を生じかねないとの懸念も出てきた。このように、1ヶ月以上の監視体制を維持することは、関係者にとって人的な面から相当な負担となり、その精神的なコントロールが体制維持の上で重要な課題となることを示している。発生当初の段階でどの程度の体制でスタートし、これを状況によってどのように効率良く変化させていくのかということは、重要なポイントとなる。

やがて、移動量観測の自動化を図った。地すべり斜面に設置した伸縮計のデータは斜面下方に設けられた監視所に無線で自動的に転送し、監視所に置かれたコンピューターですべての伸縮計を集中管理するようにした(図-4)。このシステムでは、監視所から市役所・消防

署・土屋川砂防事務所・県庁砂防課へ自動的にデータが転送されたほか、斜面上方にある特別養護老人ホームと地区の集会所に設置した警報機にも信号が発信され、異常時には老人ホームの警報機と集会所のサイレンが作動するようになっていた。そのほか、異常値が発生した場合には、いくつかのポケットベルにメッセージが自動的に送られるシステムとし、ポケットベルを県・市の職員と消防署職員が24時間所持し、緊急時に対応できるようにした(図-3)。

しかし、このようなシステムを構築した後でも、完全に自動化したわけではなく、異常値が観測された場合には、コンサルタントの技術者が必ず計器と現地の確認を行い、地すべり活動による異常であることを確認した後、次の段階への判定を行うようにした（図－３）。このため、誤情報による混乱を避けることができた。その反面、夜中の２時にコンサルタント職員が現地へ駆けつけたところ、野良犬が伸縮計にあたって異常値が出たことがわかったなどという、笑えない話もあった。

このように、地すべりの監視では計器の誤作動による誤情報の排除が大きな課題となる。これを防ぐためには人間による現地の確認が必ず必要であり、本地すべりでの監視システムでも人為的判定を重要な要素として位置づけたことにより、誤情報の伝達を避けることができた。

4. 地すべり活動と対策事業の広報

多数の住民の生活に影響を及ぼす都市域の地すべりでは、地すべりの情報を関係住民にどのような方法で、どの程度まで知らせるのかという点を前向きに検討すべきである。

この点について、本地すべりにおける特筆すべき点は、情報をすべて公開したことである。地すべりの移動量・調査の内容・対策工事の方針と進捗状況などは、地区の公民館前に設置した専用の掲示板に掲示した。市役所も

地すべりに対する市の方針を、専用の広報誌により各戸に配布したほか、この掲示板に掲示した。このため、毎日の地すべりの様子（移動量）を掲示板で確認をする人が現れるなど、その効果は極めて大きかった。情報を公開することにより、地元住民の地すべりへの意識が高まり、地すべりの調査・工事への協力がより得やすいものとなった。特に重要な、移動量については、お年寄りから「字が小さくて読みにくい」と言う苦情がよせられるほど、掲示したデータが住民から注目されていた（写真－1）。

そのような結果として、地すべり活動がもっとも活発であった12月5日に行われた地区の避難訓練には、冷たい雨がふっていた日であったにもかかわらず、172人の参加が得られた。

本地域は、都市化が進んでいるとはいえ、まだまだ古くからの自治組織が残っていた。そのような組織を有効に利用することにより、地すべり情報の伝達・広報と、住民の地すべりに対する準備を、より一層スムーズに行うことができた。具体的には地元関係者を含めた「地す

写真-1 公民館前に設置された地すべり情報の掲示板
(長野県土尻川砂防事務所提供)

図一 4 下石川地すべりで構築した自動監視システム

べり対策委員会」が長野市防災課の主催で行われたことである。この会議は地すべり発生当初、週 1 回開催されていた。会議には県・市・警察・消防ばかりでなく、地区の代表者・民生委員・学校関係者・地すべり地内の土地所有者の代表などが参加し、地すべりの状況や、調査の結果、工事の進捗状況の報告ばかりでなく、警戒避難の方法などが具体的に検討された。そこで検討された内容をいくつか紹介する。

- ・小学生の通学路対策：地すべり斜面を横断していた道路は、小学生の通学路となっていたため、通学路を急遽変更し、当初は教師が下校時に引率することが決定された。
- ・災害弱者への対応：地区内には寝たきり老人・知的障害者などのいわゆる災害弱者が数名住んでいた。これらの人の避難に対しては、民生委員が中心となり、避難誘導の方法について検討決定された。特に、誰がどの家の避難を担当するかまできめられていた。
- ・避難完了を示すシールの配布：避難命令が出た場合、消防関係者がすべての家庭の避難を確認している余裕がないことが予想された。そこで、消防署では各戸に避難が終了したことをしめすシールを配布し、避難時には最後に家から出る人が、戸口にシールを貼って出るように決められた。このようにすると、消防職員はそのシールの貼っていない家を優先して、避難の誘導を行うことができる。
- ・連絡カードの配布：避難命令が出た場合の避難先、その後の連絡先などを記入するカードを警察が作り、各戸に配布した。
- ・ため池の水の自主的排水：地すべりの上方には農業用のため池がいくつかあり、維持管理のために通年貯水していた。「地すべり対策委員会」で、一般的には地下水が地すべりの主誘因となっていることが多いことを聞かされた、ため池の管理者は地すべり発生直後にため池の貯水を自主的に排水した。ため池の貯水が地すべりと無関係であることは、後の調査により立証されている。

5. 今後の課題

以上述べてきたように、長野市篠ノ井地区という市街地で発生した下石川地すべりでは、長野県土木部及び長野市を中心として、十分なソフト対策が確立され、様々な分野の関係者が適切な役割分担をした上で、協力関係を確立することができた。それによって、住民が混乱することなく、地すべりに対応する事ができたことが、今回最大の成果といえる。そのなかでは、情報をすべて公開したということが、住民を安心させ、その協力を最大限に引き出す事ができた原因のひとつと考えている。

今後発生する同様な事態に対処する場合、今回の体制は参考になるものと思われるが、実施にあたっては様々な問題が発生している。このことを今後の課題として、

整理し、まとめとしたい。

① 監視人員の問題

地すべり災害は一般の災害に比較して緊急に発生し、かつ規模も大きく、必要な監視期間も長くなるため、監視人員も多くの人数が必要となる。よって通常、防災にたずさわらない人もそのメンバーに含まれてくる。このため、不慣れによる間違いがどうしても発生する。これをできるだけ改善するには、作業にあたってわかりやすいマニュアルを作成する等の体制に応じた工夫が必要である。また、土砂災害の危険箇所が密集するなど、その恐れが高い地域では、平時においても関係者に対する教育の機会を設ける事も必要と思われる。

② 監視基準の運用と不安感への対処

地すべり発生直後は移動量が小さいことから、保全対象の状況にもよるが、必ずしも高度な警戒・監視体制を取る必要がない場合が多い。そのような時点から過剰な警戒・監視体制でのぞむことは、長期的にみて人的に大きな負担となったり、住民へ過度の不安感を与えることにもなる。また、住民からの警戒・監視に対する要望は、より高いものを求める傾向がある。監視と共に実施する広報にあたってはこの点にも配慮し、適切な説明を関係者及び住民へ行うことが必要である。また、説明が困難である場合には、地すべりに関する十分な経験を備えた人からの、助言を求めることも必要になってくる。

③ 公開情報の問題

公開する情報は、住民全てに分かりやすく加工されていることが要求される

④ 監視計器の問題

地すべり監視に用いる計器は取り扱いが容易であることはもちろんであるが、誤作動を起こしにくいこと、耐雷性など耐久性の高いものであることが要求される。

最後に、ここで報告した内容は、われわれ県職員やコンサルタントの担当者ばかりでなく、長野市役所職員・消防・警察・地元関係者など、多くの方々の努力によるものである、ここに改めて、それらの方々に感謝を申し上げます。

参考文献

- 戸谷勝彦・藤本済・白石秀一・藤原一教 (2001) 下石川地すべりにおける対策工事とその効果 地すべり学会第40回研究発表会要旨 pp. 421-424.
- 土屋好幸・剣持淳二・白石秀一・藤本済 (2000) 長野市下石川地すべりの活動と対応 地すべり学会第39回研究発表会要旨 pp. 115-118.
- 長野県土尻川砂防事務所 (2001) 下石川地すべり対策の記録-平成11年9月から13年9月まで-

(原稿受付2003年7月2日, 原稿受理2003年10月23日)