

芦別市野花南の地すべり対策に関する
技術検討報告書

平成23年12月

はじめに

平成22年8月22日に発生が確認された芦別市野花南地区国有林内の地すべりは、滑動延長300m、幅150m、推定崩壊土砂量20万m³と近年の地すべりの中でも相当大規模なものであった。幸い人的被害や施設等の被害は皆無だったものの、地すべり先端部から50m下方には一般国道38号が走り、さらに空知川を挟んでJR線路と広大な農地が広がっていることから、二次災害の可能性が懸念されたところである。

このことから、国有林を所管する北海道森林管理局と隣接する国道を所管する北海道開発局は、「芦別市野花南の地すべり対策に関する技術検討会」を設置し、地すべりの発生機構や対策工に関し、約1年をかけて調査・検討を行ってきた。その結果、地すべり発生機構を解明するとともに斜面の恒久対策工法を確定し、平成23年8月、復旧工事着手に至ったところである。

本報告書は、これまでの本検討会における検討についてとりまとめたものである。今後、本報告の趣旨を踏まえ、復旧工事並びに監視・観測が確実に行われ、地域の安全・安心が確保されることを期待するものである。

平成23年12月1日

芦別市野花南の地すべり対策に関する技術検討会

座長 後藤 龍彦

芦別市野花南の地すべり対策に関する技術検討報告書

目次

(第1回検討会)

| | |
|---------------------|----|
| 1 事象発生状況 | 1 |
| 2 崩壊発生からの対応状況 | 3 |
| 3 概略調査結果 | 4 |
| 3-1 地形 | 4 |
| 3-2 地質 | 6 |
| 3-3 地すべりの現況 | 7 |
| 3-4 地すべりの動態 | 12 |
| 4 応急対策 | 16 |
| 4-1 地すべりの応急対策 | 16 |
| 4-2 地すべりの監視・警戒体制 | 24 |
| 4-3 国道における監視体制と管理基準 | 26 |

(第2回検討会)

| | |
|------------------|----|
| 5 地すべりの概要 | 33 |
| 6 調査の内容 | 35 |
| 7 地すべり機構解析 | 37 |
| 7-1 地すべりの動態 | 37 |
| 7-2 対象箇所の地質 | 39 |
| 7-3 すべり面の推定 | 49 |
| 7-4 地下水 | 54 |
| 7-5 災害発生機構 | 54 |
| 8 防止工法の検討 | 63 |
| 8-1 安定解析 | 63 |
| 8-2 目標安全率 | 65 |
| 8-3 対策工の検討 | 65 |
| 第2回検討会での地すべり対策 | 67 |
| 山腹工を含めた最終の地すべり対策 | 69 |
| 9 国道管理基準 | 71 |
| まとめ | 73 |

(参考資料)

| | |
|------------|----|
| 第1回検討会議事概要 | 74 |
| 第2回検討会議事概要 | 75 |

芦別市野花南の地すべり対策に関する技術検討会

【 検討会開催日 】

第1回 平成22年10月 6日

第2回 平成23年 4月27日

(8月22日～9月2日にかけて現地確認)

【 会員名簿 】

- 伊東 佳彦 独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地基礎技術研究グループ
防災地質チーム 上席研究員
- ◎後藤 龍彦 室蘭工業大学 大学院工学研究科 暮らし環境系領域 教授
- 大丸 裕武 独立行政法人 森林総合研究所 山地災害研究室長
- 田近 淳 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 地質研究所 地域地質部長
- 西本 聡 独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地基礎技術研究グループ
寒地地盤チーム 上席研究員
- 丸谷 知己 北海道大学大学院農学研究院 副研究院長・農学院副院長・農学部副
学部長 教授

(◎印は座長 五十音順)

【 事務局 】

- 大沼 秀次 北海道開発局 札幌開発建設部 特定道路事業対策官
- 幡本 篤 北海道開発局 建設部 道路維持課 道路防災対策官
- 門脇 裕樹 北海道森林管理局 森林整備部 治山課長
- 武森 美紀男 北海道森林管理局 森林整備部 治山課 専門官(災害調整)
- 鈴木 正祐 北海道森林管理局 森林整備部 治山課 設計指導官
- 村上 昌仁 北海道開発局 札幌開発建設部 道路調査課長
- 中島 燈 北海道開発局 札幌開発建設部 道路調査課 課長補佐
- 高山 博幸 北海道開発局 札幌開発建設部 道路調査課 都心交通対策官
- 並松 由克 北海道開発局 札幌開発建設部 道路建設課長
- 畑山 朗 北海道開発局 札幌開発建設部 道路建設課 課長補佐
- 平森 善光 北海道開発局 札幌開発建設部 道路維持課長
- 佐藤 嘉高 北海道開発局 札幌開発建設部 道路維持課 課長補佐
- 竹本 勝美 北海道開発局 札幌開発建設部 道路維持課 交通対策専門官
- 吉田 朋泰 北海道森林管理局 空知森林管理署長
- 鈴木 浩 北海道森林管理局 空知森林管理署 治山課長
- 谷本 俊充 北海道開発局 札幌開発建設部 滝川道路事務所長
- 榎木 利弘 北海道開発局 札幌開発建設部 滝川道路事務所 第2工務課長

【 オブザーバー 】

- 菊田 悦二 北海道開発局 札幌開発建設部 河川管理課長

1. 事象発生状況

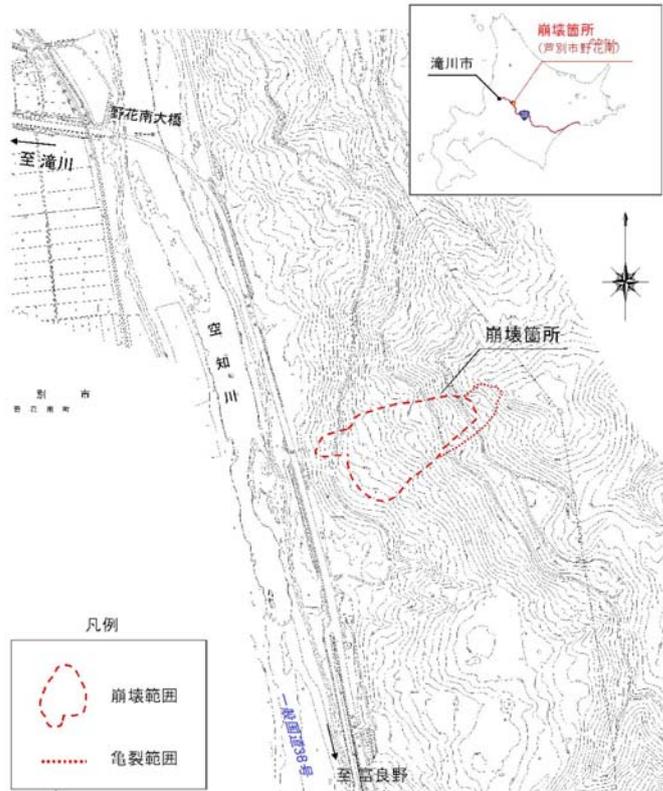
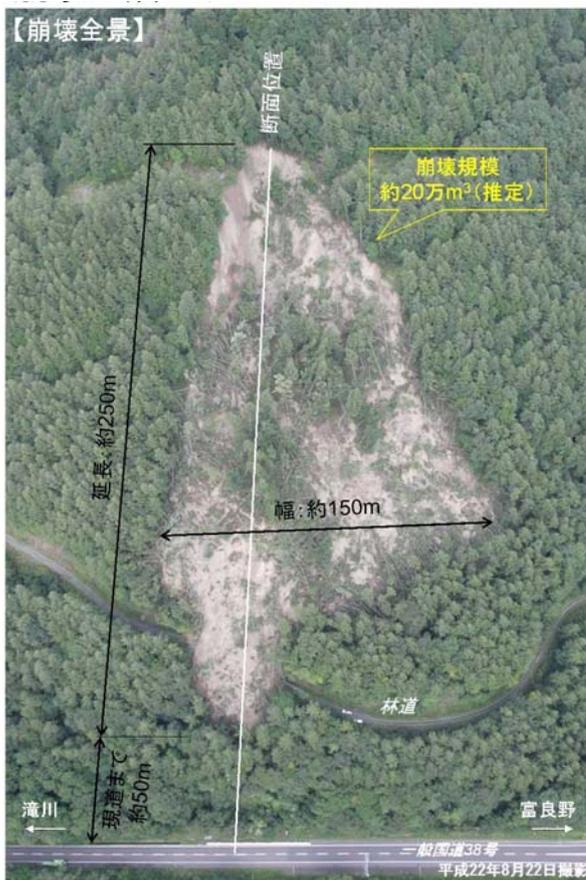


図1 崩壊箇所の地形図（平成18年度作成レーザープロファイラより）



図2 崩壊箇所の空中写真（国土変遷アーカイブより引用（1977(S52)年国土地理院撮影）



8月22日 7時頃 崩壊確認(地域住民からの通報による)
9時40分 通行止め(KP39.0~39.2 L=200m)

正面全景



起点側より全景



終点側より全景



図3 崩壊発生直後の状況写真(平成22年8月22日撮影)

西芦別の降雨状況

西芦別テレメータ H22.4～H22.9

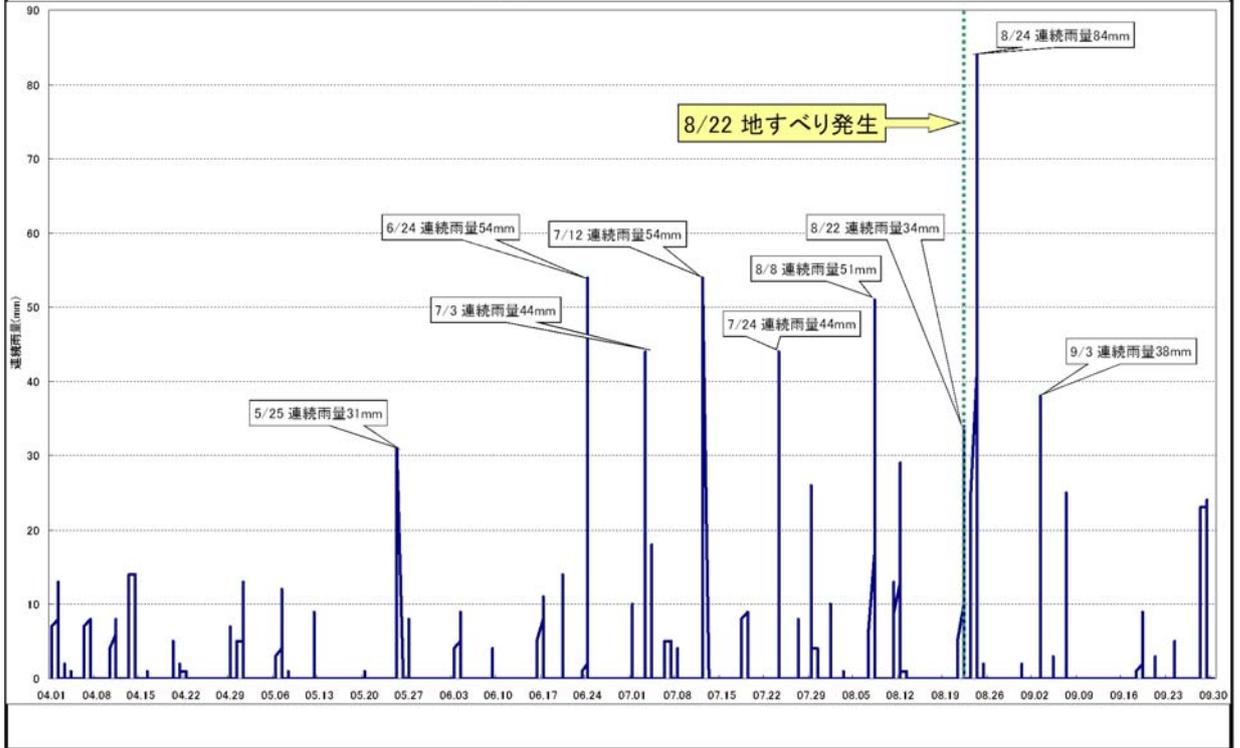


図4 崩壊発生前後の西芦別の降雨状況

2. 崩壊発生からの対応状況

| 日時 | 対応状況 |
|-----------------|--|
| 8月21日～ 8月22日 | 連続雨量34mm, 最大時間雨量10mm/hの降雨を観測 (テレメータ西芦別観測所) |
| 8月22日 | 崩壊確認 通行止め (KP39.0～39.2 L=200m) 施工時の監視開始 (応急対策工施工中) |
| 8月23日 | 仮設落石防護柵設置開始 (H=6m, L=72m) |
| 8月23日～ 8月24日 | 連続雨量84mm, 最大時間雨量17mm/hの降雨を観測 |
| 8月26日 | 仮設落石防護柵設置完了 計測機器設置完了 |
| 8月27日 | 通行止め解除 (KP39.0～39.2 L=200m) 施工時の監視終了 (応急対策工施工中) 供用後の監視開始 (交通解放後) |
| 9月3日 | 森林管理局 応急対策開始 通行止め (連続雨量30mmを超過したため (連続雨量38mm)) |
| 9月4日 | 通行止め解除 |

降雨と通行規制の状況

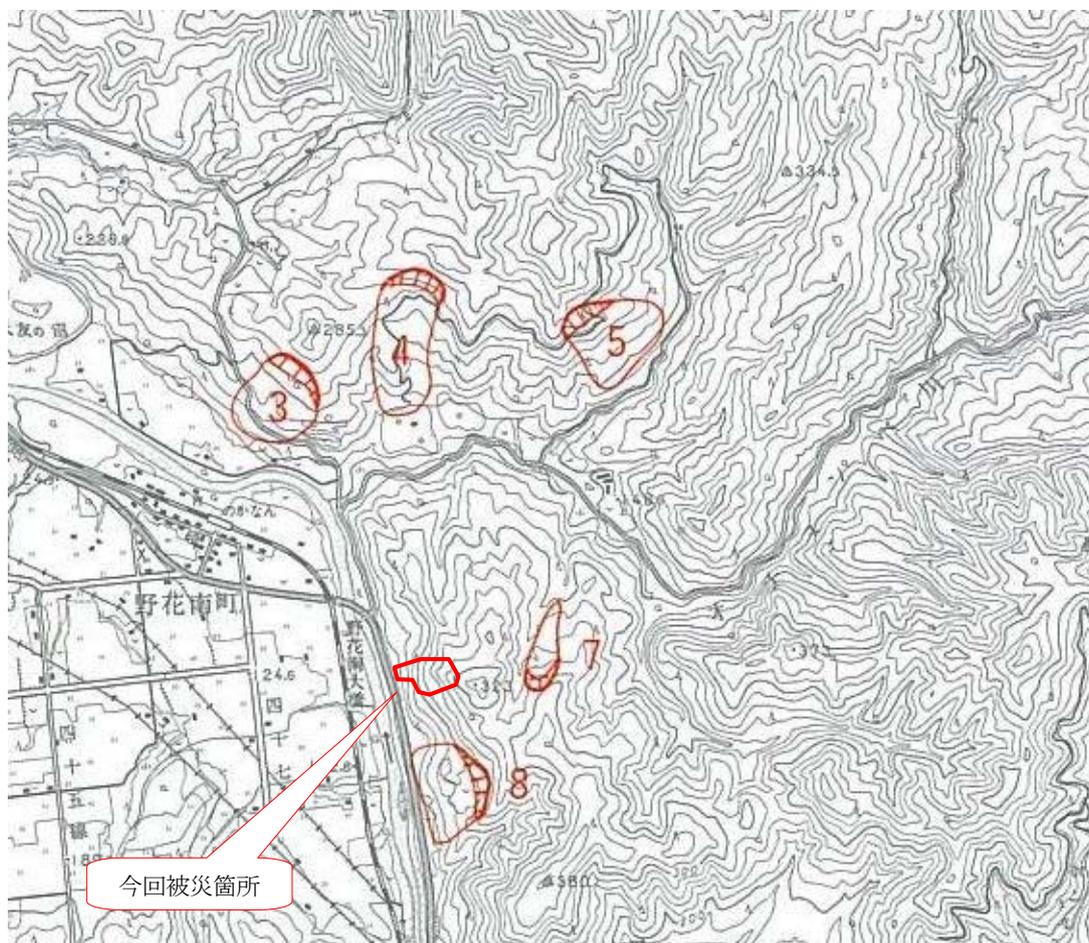


図5 降雨と通行規制の状況

3. 概略調査結果

3.1 地形

「北海道の地すべり地形」(図6)によると、今回被災箇所周辺の地すべり地形が判読されている。図7には、レーザープロファイラにより作成された災害前の地形図を示す。



(山岸宏光：北海道の地すべり地形，1993)

図6 地すべり地形判読図

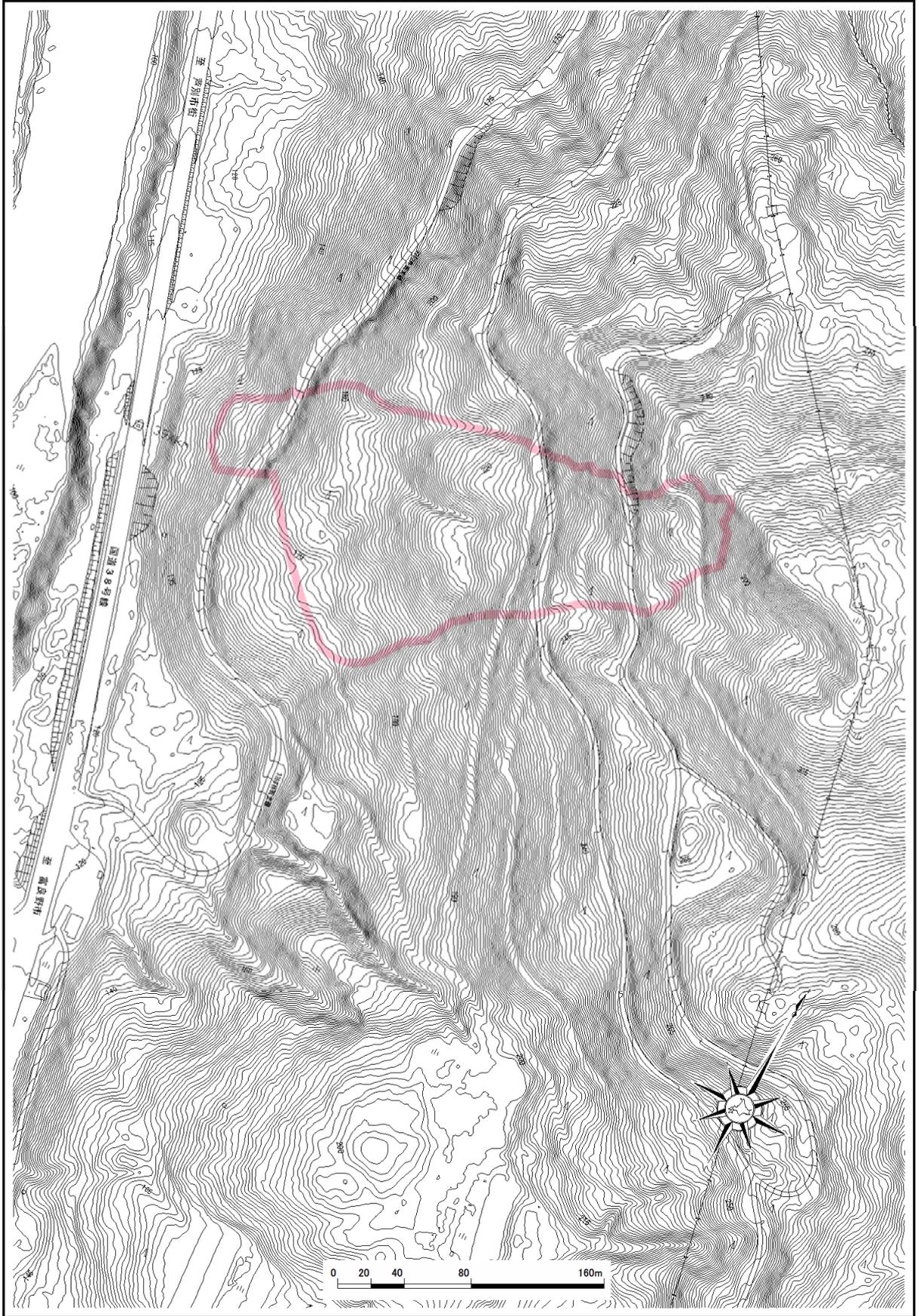
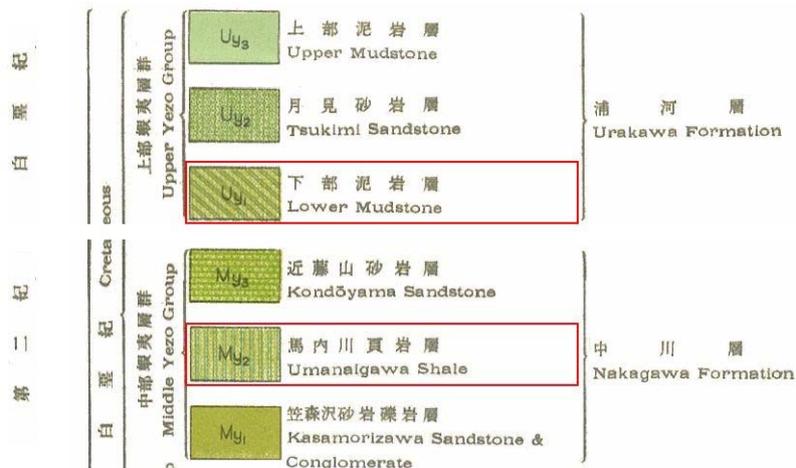


図 7 被災箇所周辺の LP による災害前の地形図

3.2 地質



災害発生箇所



(国土交通省 (旧北海道開発庁) : 5万分の1地質図幅 下富良野, S30)

図8 地質図

3.3 地すべりの現況

3.3.1 地表踏査結果

地すべり頭部は、落差 5m の滑落崖が連続し、右側壁部は最大落差 15m を有して切り立つ。

滑落崖を含む地すべり頭部は急峻で、その直下は凹地形を始まりとする緩斜面が形成されている。

地すべり末端部は下方の急斜面中腹と推測され、林道に達した土砂は地すべりによって押し出された崩壊土砂と考えられる。

滑落崖後方斜面も急であり、拡大亀裂が発生していて、頭部で連続し、左側壁側で雁行状に連続する。

末端崩壊を含む災害時の活動範囲は長さ 300m、平均幅 150m であるが、拡大亀裂を含めるとその長さは 350m に達する。

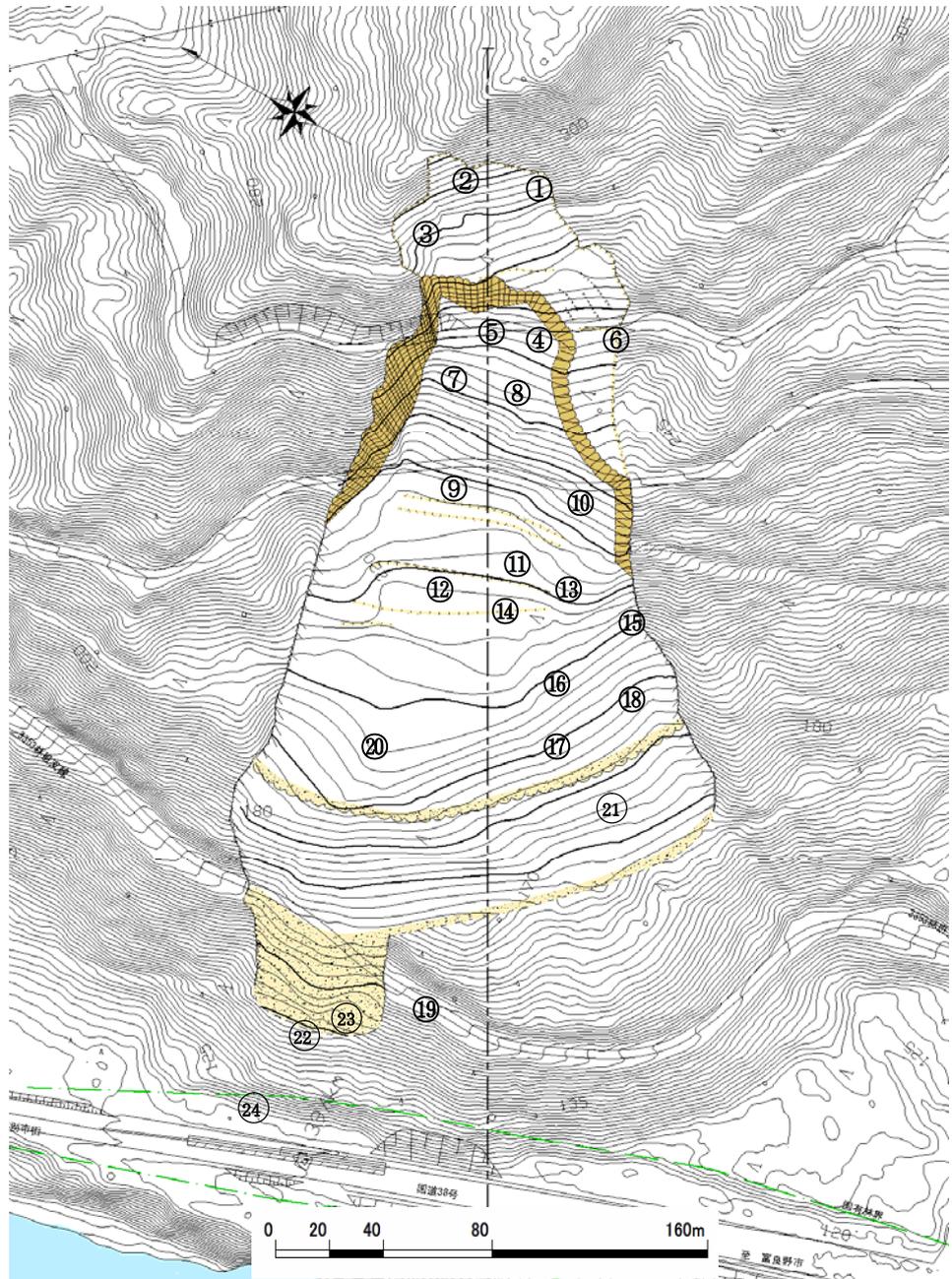


図9 写真位置図（現況踏査図）



①背後拡大亀裂



②背後拡大亀裂



③背後拡大亀裂（右側方部）



④滑落崖



⑤滑落崖



⑥左側部 背後拡大亀裂



⑦右側壁



⑧地すべり頭部～中腹部



⑨地すべり頭部～中腹部



⑩地すべり頭部～中腹部



⑪地すべり中腹部



⑫地すべり中腹部



⑬地すべり中腹部



⑭地すべり中腹部



⑮地すべり中腹部 左側壁部



⑯地すべり中腹部 左側壁部



⑰地すべり中腹～末端部



⑱地すべり中腹～末端部



⑲林班支線を覆う地すべり土塊



⑳末端崩壊



㉑末端崩壊



㉒末端崩壊



㉓末端崩壊



㉔末端 泥流流出

3.3.2 地すべりブロック区分

対象とする地すべりは、背後を取り囲む拡大亀裂を含んだ全体ブロック (Aブロック), 災害時に大きく滑動した A1 ブロックと, その中でブロック化している A2 ブロックに大きく分けられ, さらに押し出された土塊が末端で崩落している (土砂流出部)。

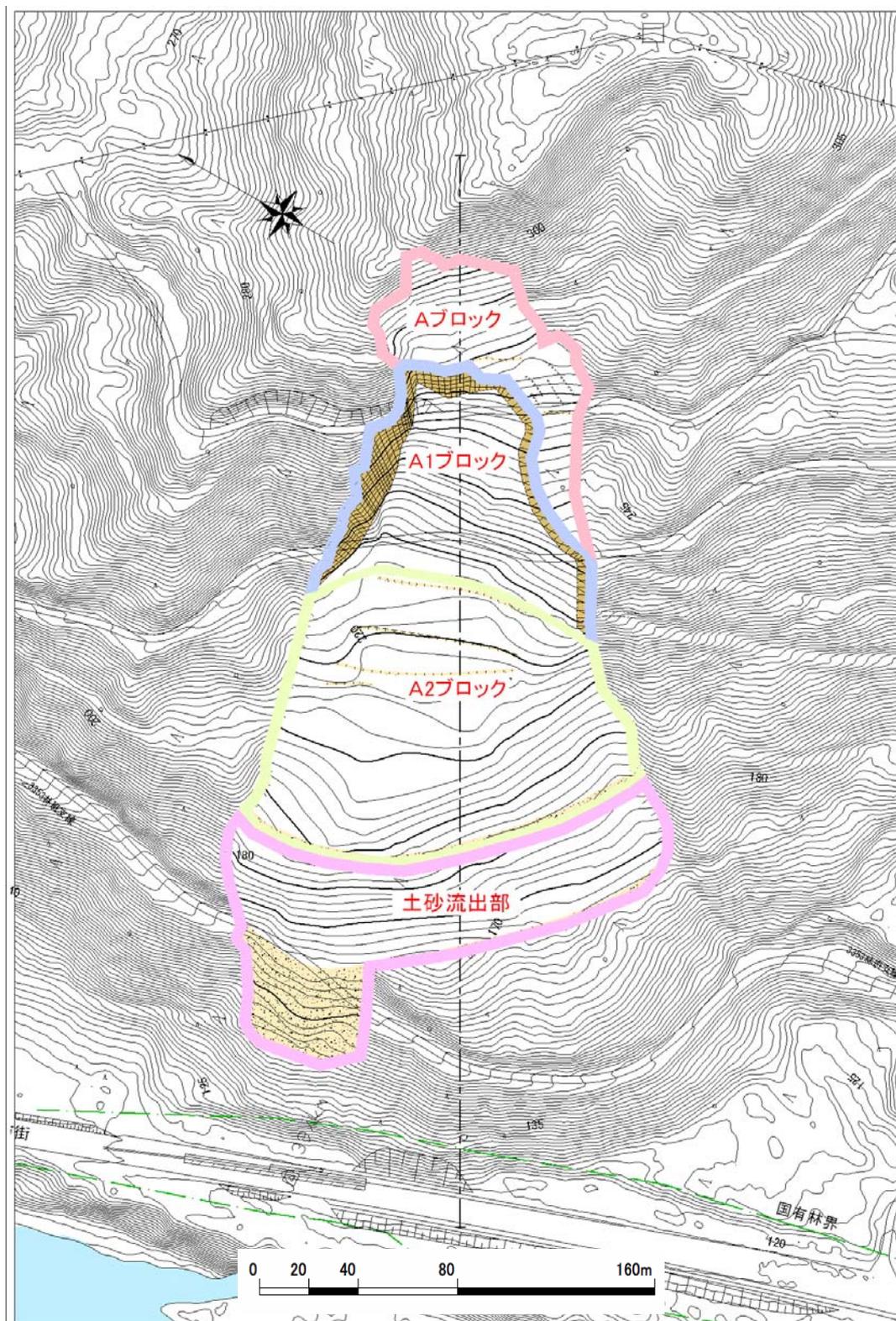


図 10 地すべりブロック区分図

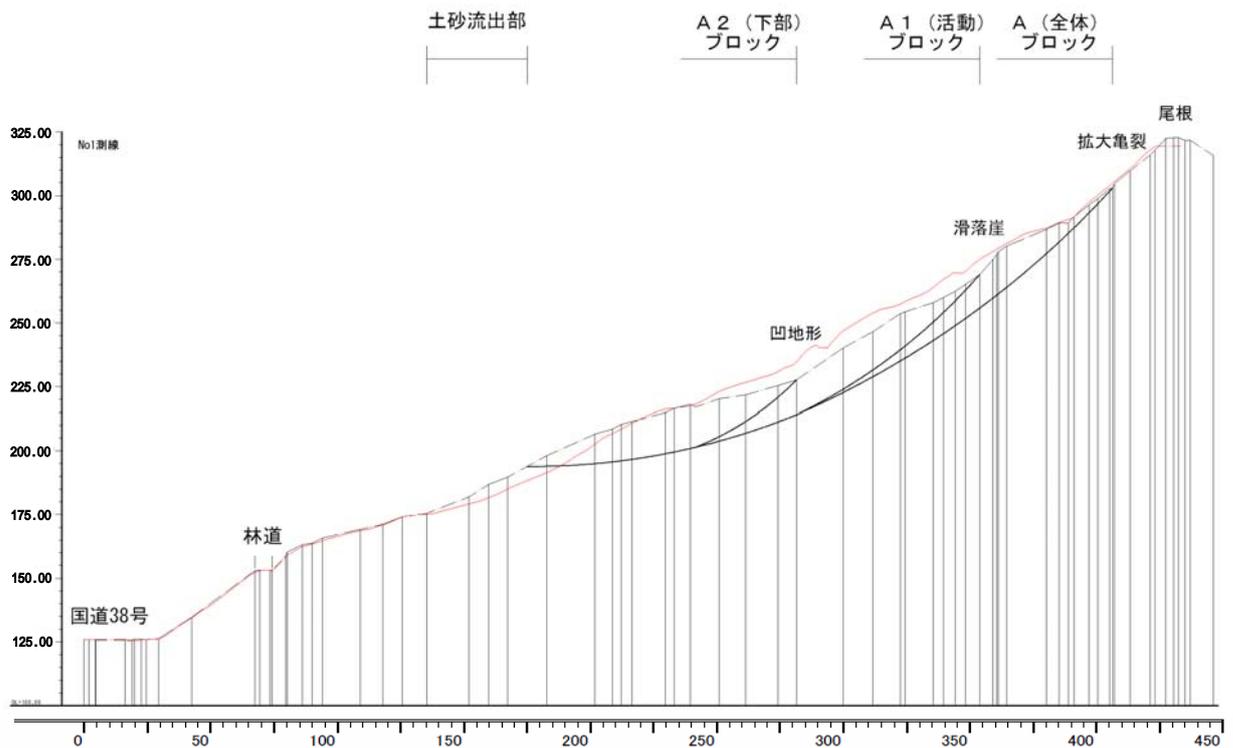


図 11 縦断面図における地すべりブロック区分

図 11 に示した縦断面図は、災害発生前の地表地形（図中赤線）と、災害後の地表形状を対比したものである。双方の結果を合成する際に生じた誤差が含まれるが、災害前後の地形変化を概括的には把握が可能である。

地すべり頭部から下流側およそ 100m の間は、全体的に 5m 前後沈下しており、推定している地すべり末端の上下流それぞれおよそ 40m 間は、災害発生後に地表が高くなっている。

3.4 地すべりの動態

地すべり発生後、大きく滑動した移動土塊は斜面中腹の急斜面に押し出され、末端部において崩壊して斜面下方に土砂を流下させている。さらに、滑動した地すべり頭部の後方約 50m の斜面内に、地すべり滑動の影響により生じたと考えられる亀裂が連続している。これらの亀裂は地すべりの拡大を示唆するものと考えられ、斜面傾斜が急なことを考慮すると今後の滑動危険性は高いものと判断される。

地すべり地内やその下流側においては、当面の応急対策として種々の作業が行われており、その安全を確保するために、地すべり背後における土塊の挙動を把握して、監視しておく必要がある。そのため、地すべり背後の拡大亀裂に、地表伸縮計と木杭による簡易移動杭を設置して動態を観測している（図 12～15）。

地表伸縮計は計器を9月6日に設置し、以後リアルタイムで伸縮計の計測を行っている。簡易移動杭は亀裂を挟んだ2点の木杭間の距離を測定するもので、8月28日に設置後に2回計測を行っている。

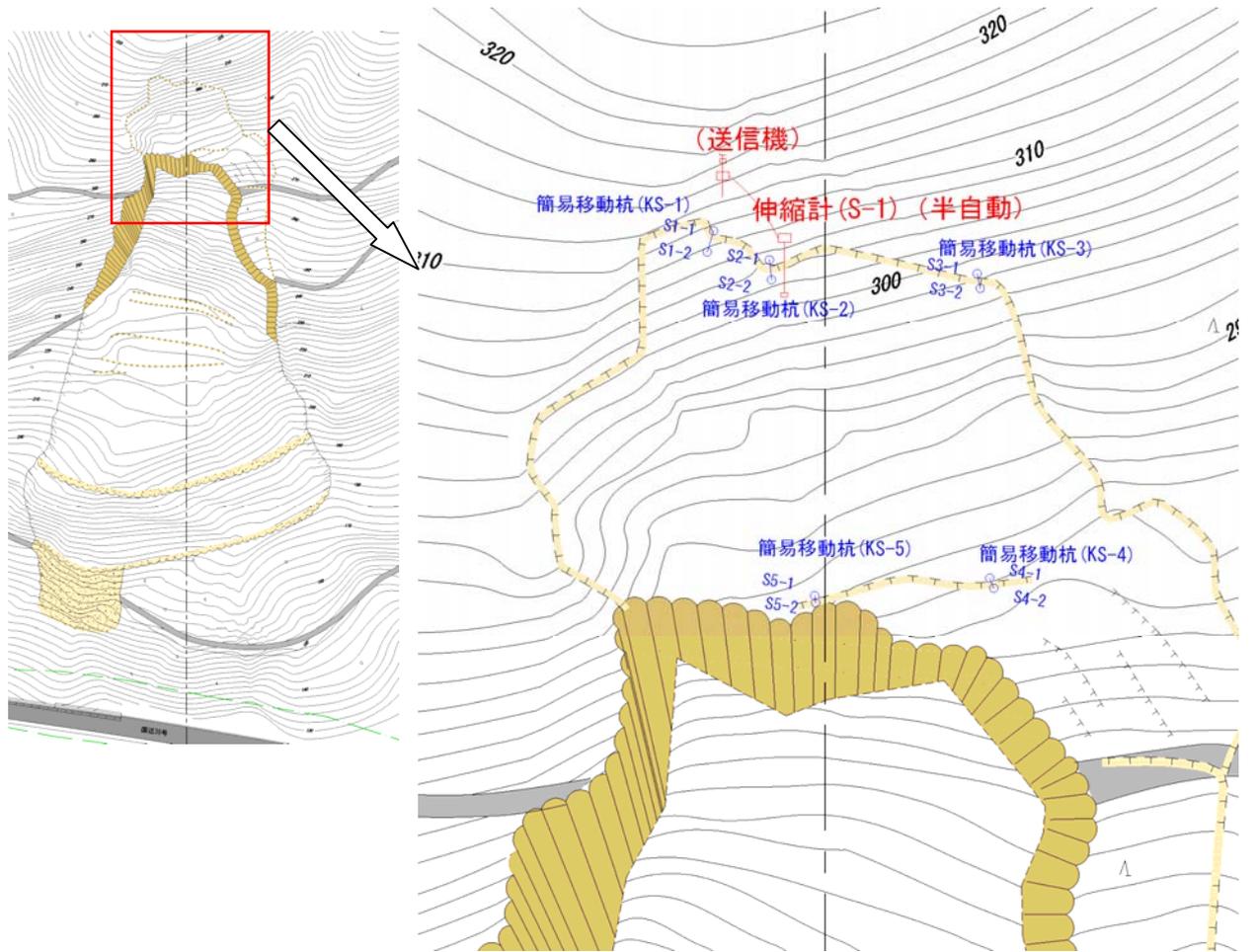


図 12 伸縮計・簡易移動杭設置位置図



図 13 伸縮計設置状況・観測状況



図 14 伸縮計設置状況・観測状況



図 15 簡易移動杭設置・観測状況

地すべり背後の拡大亀裂の開きは、伸縮計を設置した直後（9月7日）は日あたり6～7mm程度であったものが、その後次第に低減し、9月19日以降は2（mm/日）以下で推移している。

また、簡易伸縮計は8月28日に設置した後、これまで9日間隔で2回測定を行っている。5箇所
の簡易伸縮計の設置位置は、斜面最上部に生じている落差の大きな拡大亀裂に3箇所（KS-1、KS-2、
KS-3）、大滑動した滑落崖のすぐ背後に生じている亀裂に2箇所（KS-4、KS-5）である。

1回目の計測（9月7日）では、最上部の拡大亀裂（KS-1、KS-2、KS-3）で50mm～102mmの
伸びが計測され、1日あたり1cm前後の動きを示している。それらは2回目の計測（9月15日）で
30mm～65mmと、依然拡大が認められるものの、変動の大きさは減少している。

滑落崖背後の亀裂（KS-4、KS-5）においても1日あたりの換算で1mm前後の拡大が計測されて
いるが、最上部の亀裂と同様にその後収束する傾向が認められる。このように、これらの亀裂は災害
発生後にも拡大する傾向が認められるが、現状においてはその動きは漸減している。（図16）

地表伸縮計・簡易移動杭 変動図

現場名：野花南

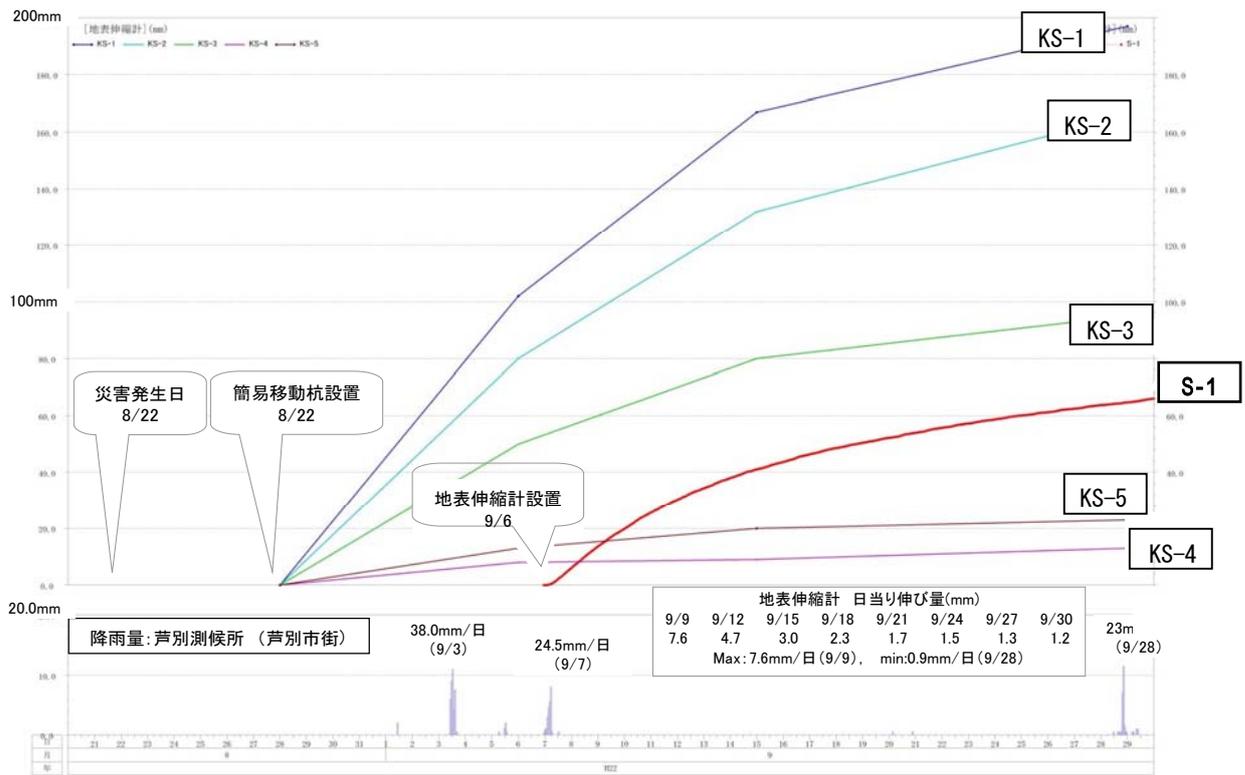


図 16 地表伸縮計と簡易伸縮計の変動対比図

4. 応急対策

4.1 地すべりの応急対策

4.1.1 被害想定

(1) 基本事項

地すべり発生後、大きく滑動した移動土塊は斜面中腹の急斜面に押し出され、末端側において崩壊して斜面下方に土砂を流下させている。また、地すべり頭部の滑落崖背後の斜面内にも亀裂を生じ、それは地すべり両側壁に連続している。

これらのことより、地すべりの再移動による被災に加えて、末端側崩壊土砂の崩落や、背後からのより大規模な地すべりの滑動による被災のパターンが想定される。これらについて以下に整理する。

(図17)

(2) 地すべり末端崩壊

地すべり土塊のせり出しによって崩壊を生じているものであり、表面には地すべり移動した土砂が露出して裸地化している。崩壊土砂は斜面中腹で停止し、そのフロント部においては立木を倒伏させている。また、急斜面を示す地すべり中央部から右サイド側にかけてはさらに下方まで土砂を崩落・流下させて林道（林班支線）を乗り越え、国道までおよそ 50m の位置まで流下している。このため、その直下における国道においては、山側に仮設防護工を急遽施工している。

以上のように、地すべり末端に生じた崩壊は、急斜面を示す右サイド側においては堆積土砂が再度移動する危険があり、また相対的に斜面傾斜が緩い左サイド側においては、押し出して堆積した土砂が泥流化することが想定される。

(3) 地すべりの再移動

地すべり移動土塊の多くは、緩斜面内に停止している。地すべり地内の地表にはおびただしい開口亀裂を生じているため、雨水が浸透しやすい状況にあり、今後も再移動する危険が高いものと考えられる。地すべり末端の下流側斜面は急傾斜を示すため、地すべりの再移動により押し出した土砂が国道まで達する被害形態も想定される。

(4) 滑落崖背後からの地すべり移動

地すべり滑落崖の後方約 50m の急斜面内に、地すべりの影響により生じたと考えられる亀裂が連続している。亀裂は、今回の地すべりの滑落崖を取り囲むように馬蹄形状に連続していることから、地すべりの拡大を示唆するものと考えられる。それらの亀裂は、およそ 2 m の落差を有しており、既にすべり面が形成されているものと考えられ、斜面傾斜が急なことを考慮すると今後の滑動危険性は高いものと判断される。このような背後からの地すべりが大きく滑動すると、今回滑動・停止した地すべり土塊を膨大な推力で押し出すことになり、国道を閉塞して空知川まで土砂を崩落させるような被害も想定される。