

## 4. 概成後の監視体制

### 4.1 大蔵村での既存の防災体制

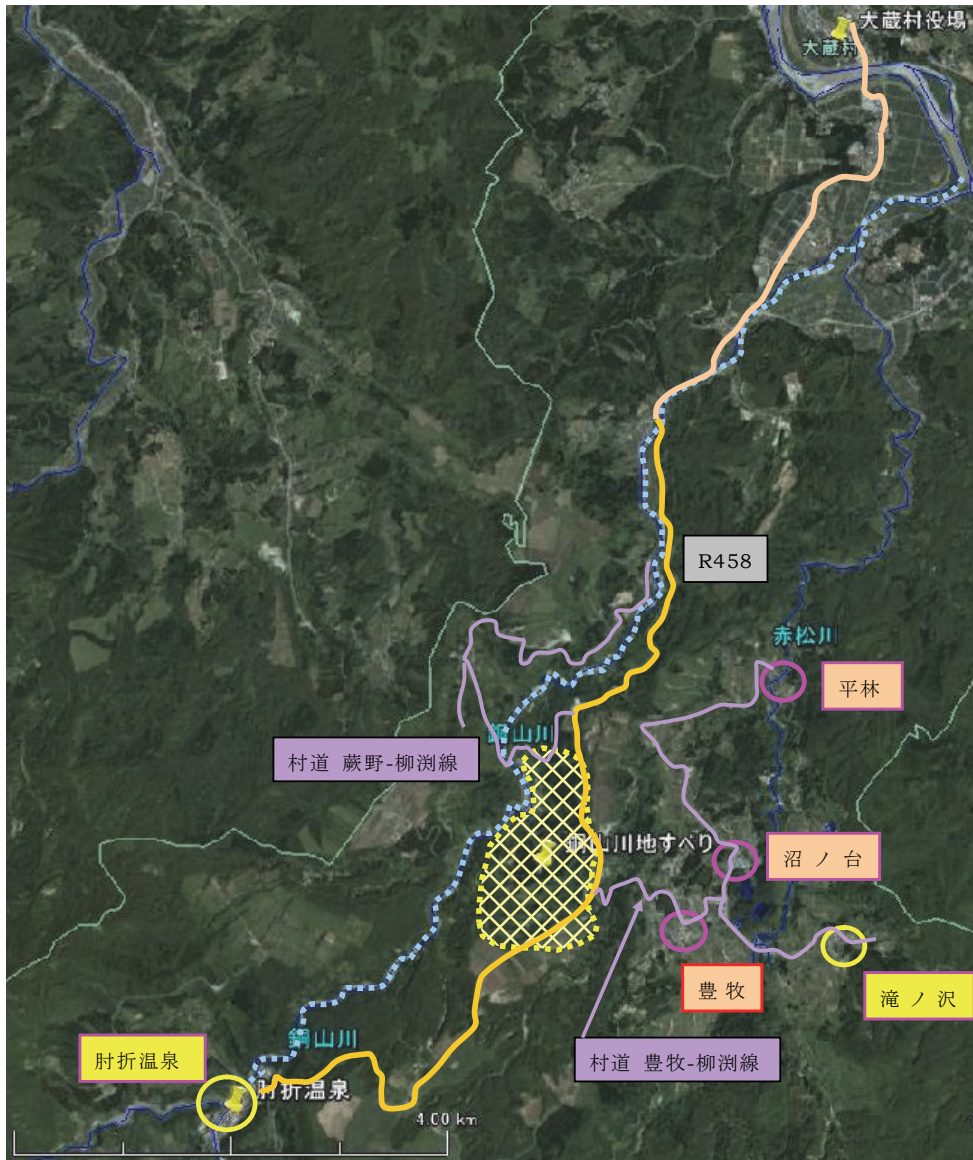


図 4.1 銅山川地すべりと主な保全対象と周辺の集落

#### (1) 自主防災組織

- ① 集落単位で組織
- ② 土砂災害、水害、地震などの災害対応
- ③ 銅山川地すべり周辺では、<sup>しかむら</sup>四ヶ村の4集落（豊牧、沼ノ台、平林、滝ノ沢）のうち3集落（滝ノ沢を除く）で組織
- ④ 肘折地区はH24に設立予定
- ⑤ 土砂災害危険区域を1単位としている
- ⑥ 構成は消防団OB、主婦など

#### (2) 活動内容

- ① 避難訓練
- ② ハザードマップ検討など



- 緊急時に有効に機能する体制を考える必要（自主防災組織との連携）
- 周辺は地すべりの密集地
- 個々の地すべり対応を検討と、広域的対応を視野に入れる必要あり
- まずは銅山川地すべりに対して考える

## 4.2 防災体制構築のための基本的な考え方

### 4.2.1 体制区分と行動内容の計画フロー

銅山川地すべりのブロック形状、規模、移動方向などは、地形や地質、あるいは水文条件などの地すべりを規制する条件によって形づくられている。これらの特性は地すべりのもつ個性であり、ほかの地すべりも同様に、それぞれがそれぞれの規制条件に応じた移動特性を有している。

一方、地すべりの部位と地すべり活動の様態が人間との関わり方に応じて、その関係はある時は被害として、また、あるときは自然の恵みといった側面がある。

つまり、地すべりに対する防災体制を考える場合に、次の二つの視点が必要と考えられる。

- ① 地すべりの活動特性（現象としての地すべり）
- ② 保全対象特性（社会的な特性）

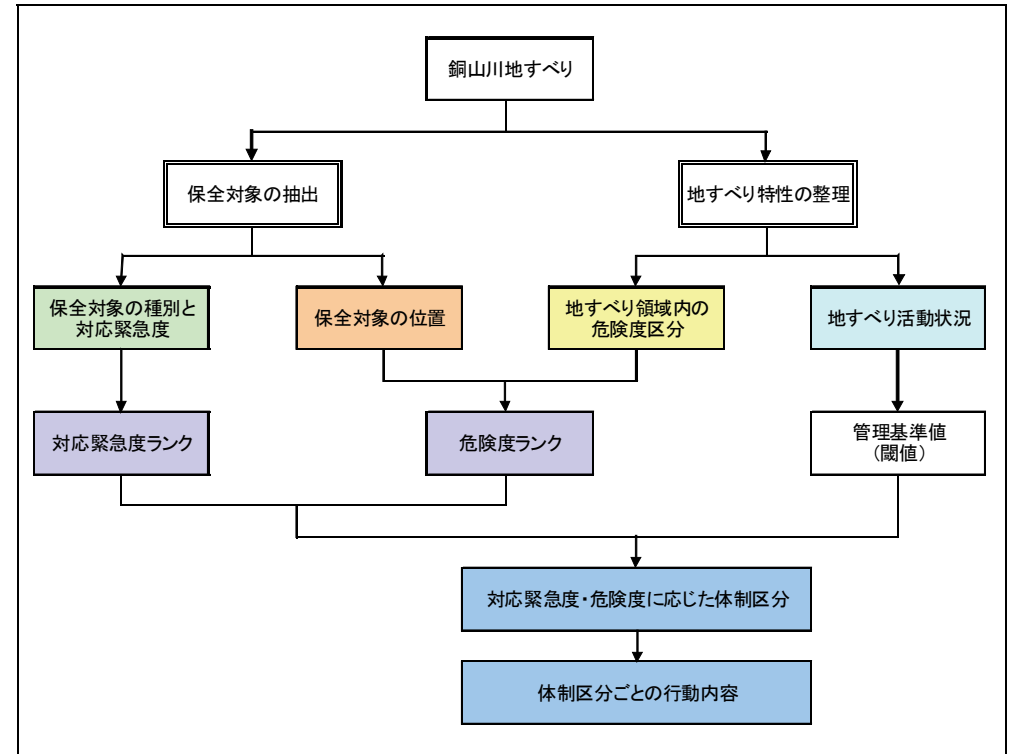
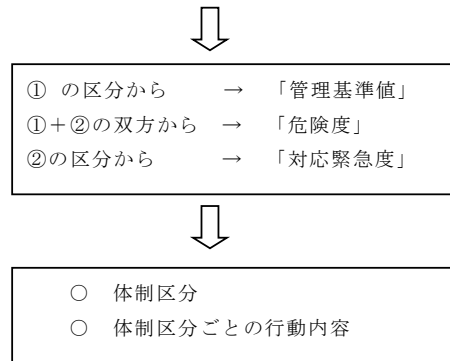


図 4.2 体制区分、行動内容設定フロー

#### 4.3 保全対象と全体ブロックとの関係

表 4.1 保全対象の種類と対応緊急度区分

種別	区分	対応緊急度
(1) 基幹道路 (R458)	地域の基幹となる道路(生活, 流通, 観光)	大
(2) 生活道路(村道)	住民, 外来者が日常生活で通行する村道	大
(3) 送電線, 電線・電話線	電気・通信の重要なインフラ	大
(4) 耕作地, 耕作道	農地や農地へ出入りするための道路を含む	中
(5) 林地	山林	小
(6) 河川	一級河川銅山川	大

表 4.2 保全対象と全体ブロックとの位置関係

種別	区分	全体ブロックとの位置関係
(1) 基幹道路 (R458)	① 陥没帯部を横断する区間	陥没帯を通過
	② ブロック東側に沿った区間	ブロック右側壁に沿っている(upperエリア)
	③ ブロック東側から北側に沿った区間	ブロック右側壁から沿っている(middle, lowerエリア)
(2) 生活道路(村道)	① R458から豊牧に向かう村道で, 鳥郷橋までの区間	ブロック右側壁から地外へ
	② R458から柳淵に向かう村道の柳淵橋の周辺	ブロック右側壁(北端)から末端部にかけて位置
(3) 送電線, 電線・電話線	① R458を横断して送電線の設置区間	ブロック北側(lowerエリア)を東西に横断
	② ほぼR458に沿った電柱に共架された電気・電話線	ブロック頭部から右側壁に沿っている
(4) 耕作地, 耕作道	① R458南側	ブロック陥没帯~地外にかけて
	② R458北側	ブロック中央部, 末端部
(5) 林地	陥没帯下方から末端部にかけてのエリア	陥没帯以外のブロック全体
(6) 河川	一級河川銅山川	ブロック左側壁~末端部にかけて沿う。すべり面標高は河川標高よりも高く, 河川による侵食は地すべりに影響しないが, 移動土塊の河川への崩落が発生する危険がある。

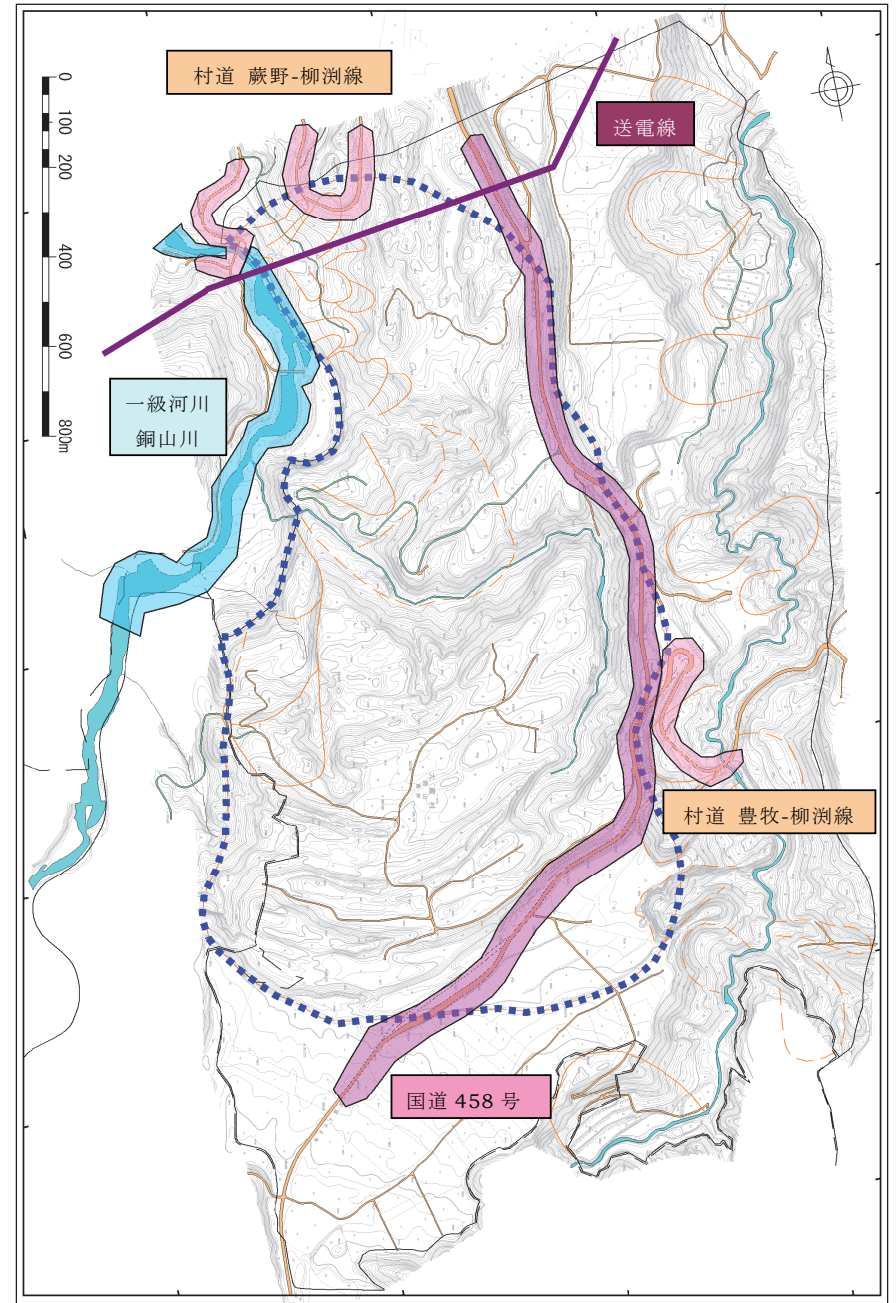


図 4.3 主な保全対象

#### 4.4 全体ブロックの領域区分と危険度区分

表 4.3 全体ブロックと周辺の領域区分と危険度区分

領域		想定される現象		危険度
大区分	細区分	地すべり	崩壊など	
ブロック内	頭部	陥没(鉛直変位)による段差, 相対沈下		大
	upper	水平変位優勢。亀裂の開口と段差	シラス急崖部の崩壊	中
	middle	水平変位優勢。亀裂の開口と段差	シラス急崖部の崩壊	中
	lower	水平変位優勢。亀裂の開口と段差	シラス急崖部の崩壊	中
	沢部		濁水, 土石流	中
ブロック縁端部	頭部	段差, 陥没		大
	右側壁	横ズレ亀裂		大
	左側壁	横ズレ亀裂, 移動土塊の崩落	開放面への崩落	大
	末端部	移動土塊の崩落	開放面への崩落	大
周辺部	—	—	シラス急崖部の崩壊	小

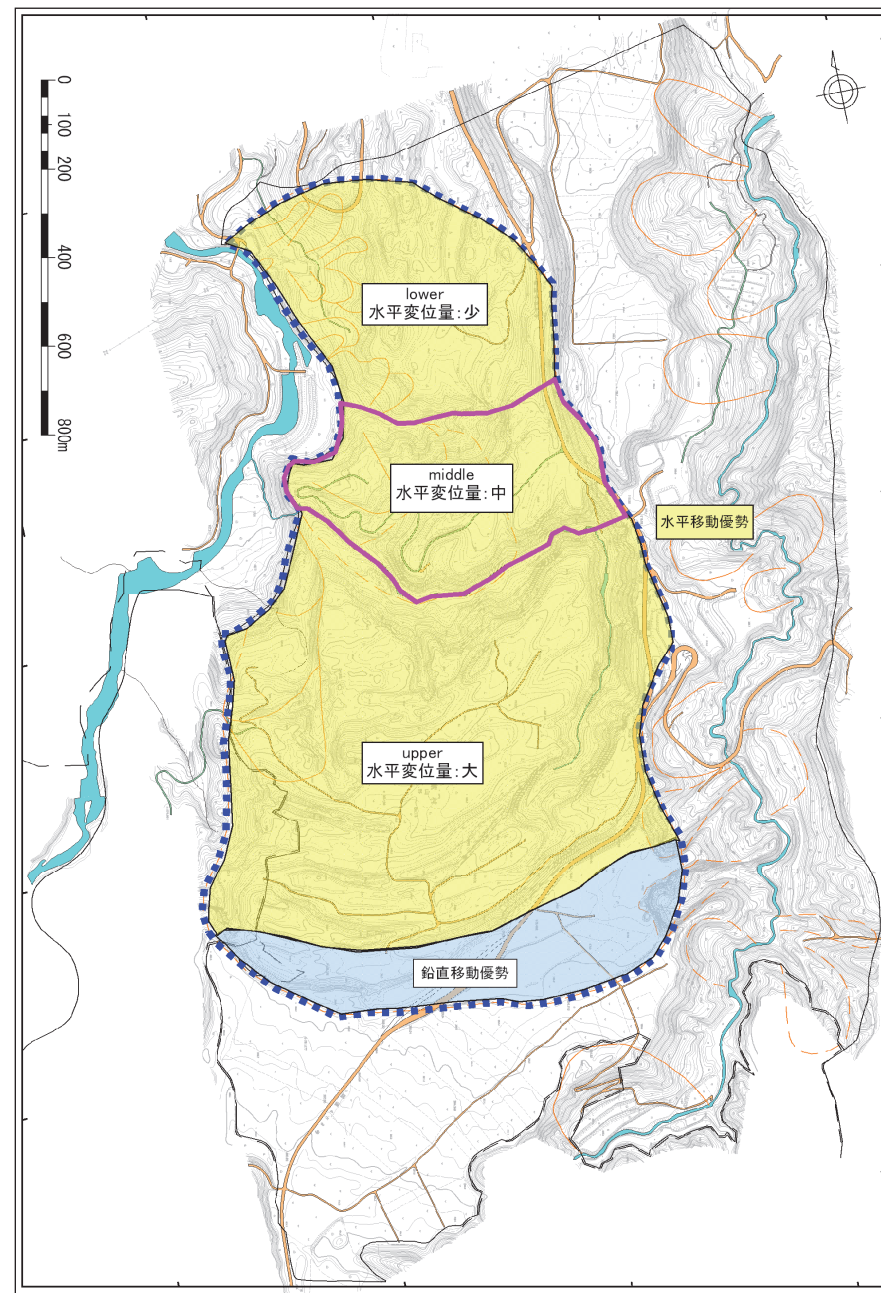


図 4.4 全体ブロックの領域区分と危険度区分



図 4.5 ブロック領域と発現する地表面象

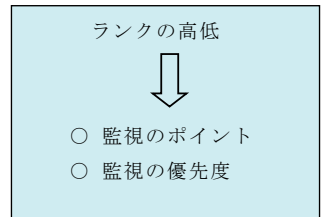
4.5 保全対象と全体ブロック各領域との位置関係による留意事項

表 4.4 全体ブロックと保全対象ともなうリスク一覧

種別	区分	リスク(直接, 間接的被害)
(1) 基幹道路(R458)	① 陥没帯部を横断する区間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1996年にも地すべりにより、路面に段差が生じ、車両の安全な通行が不可能となり時間通行止めが実施された。</li> <li>・ 肘折温泉に通じる基幹道路である。肘折温泉までの間の迂回路は、大型車の通行が難しく、曲がりくねっており、緊急時の対応ばかりではなく、観光や流通に大きな障害が生じる。</li> <li>・ とくに積雪期は、迂回路は閉鎖されるために唯一の生活道であり、通行できなければ孤立化する。</li> </ul>
	② ブロック東側に沿った区間	
	③ ブロック東側から北側に沿った区間	
(2) 生活道路(村道)	① R458から豊牧に向かう村道で、鳶郷橋までの区間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各集落と基幹道(R458)とを連絡する道路であり、通勤・通学、農作業の移動・運搬を含め、生活全般に利用されている。通行が制限されると日々の生活が直接に影響を受ける。</li> </ul>
	② R458から柳瀬に向かう村道の柳瀬橋の周辺	
(3) 送電線, 電線・電話線	① R458を横断して送電線の設置区間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 送電線はブロックの北端部付近を東西方向に横切っている。地すべり変位量が大きくなれば下流域への電力供給に障害を及ぼすリスクがある。</li> <li>・ 電線, 電話線はR458沿い, R458から豊牧方面に分岐する村道に沿って設置されている。地すべりに変位量が大きくなれば周辺集落への電力供給, 通信の確保に障害を及ぼすリスクがある。</li> </ul>
	② ほぼR458に沿った電柱に共架された電気・電話線	
(4) 耕作地, 耕作道	① R458南側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 陥没帯の牧草地, 古水川沿いの耕作地への乗り入れが困難となり, 耕作地表面の変形により耕作障害が生じる。</li> <li>・ 移動体上にある平坦部を牧草地などに利用している。地すべりの発生により乗り入れが困難となる。耕作地表面の変形により耕作障害が生じる。</li> </ul>
	② R458北側	
(5) 林地	山林	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地表部の傾動により, 林木の生育障害が生じる。</li> </ul>
(6) 河川	一級河川銅山川	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地すべりの進行ともない, 土塊が河川に崩落する。</li> <li>・ 崩落規模が大きくなれば土石流の発生源となる可能性がある。</li> <li>・ 濁水が発生させ, 下流域に内水面漁業に障害を発生させる。</li> </ul>

表 4.5 細分化した保全・保全対象ごとの対応緊急度・危険度ランク区分

種別	区分	対応緊急度ランク	危険度ランク
(1) 基幹道路(R458)	① 陥没帯部を横断する区間	大	大
	② ブロック東側に沿った区間	大	大
	③ ブロック東側から北側に沿った区間	大	大
(2) 生活道路(村道)	① R458から豊牧に向かう村道で、鳶郷橋までの区間	大	中
	② R458から柳瀬に向かう村道の柳瀬橋の周辺	大	中
(3) 送電線, 電線・電話線	① R458を横断して送電線の設置区間	大	中
	② ほぼR458に沿った電柱に共架された電気・電話線	大	中
(4) 耕作地, 耕作道	① ブロック縁辺部	中	大
	② R458南側	中	中
	③ R458北側	中	小
(5) 林地	① ブロック縁辺部	小	大
	② 平坦部	小	小
	③ シラス急崖部	小	大
(6) 河川	一級河川銅山川	大	大



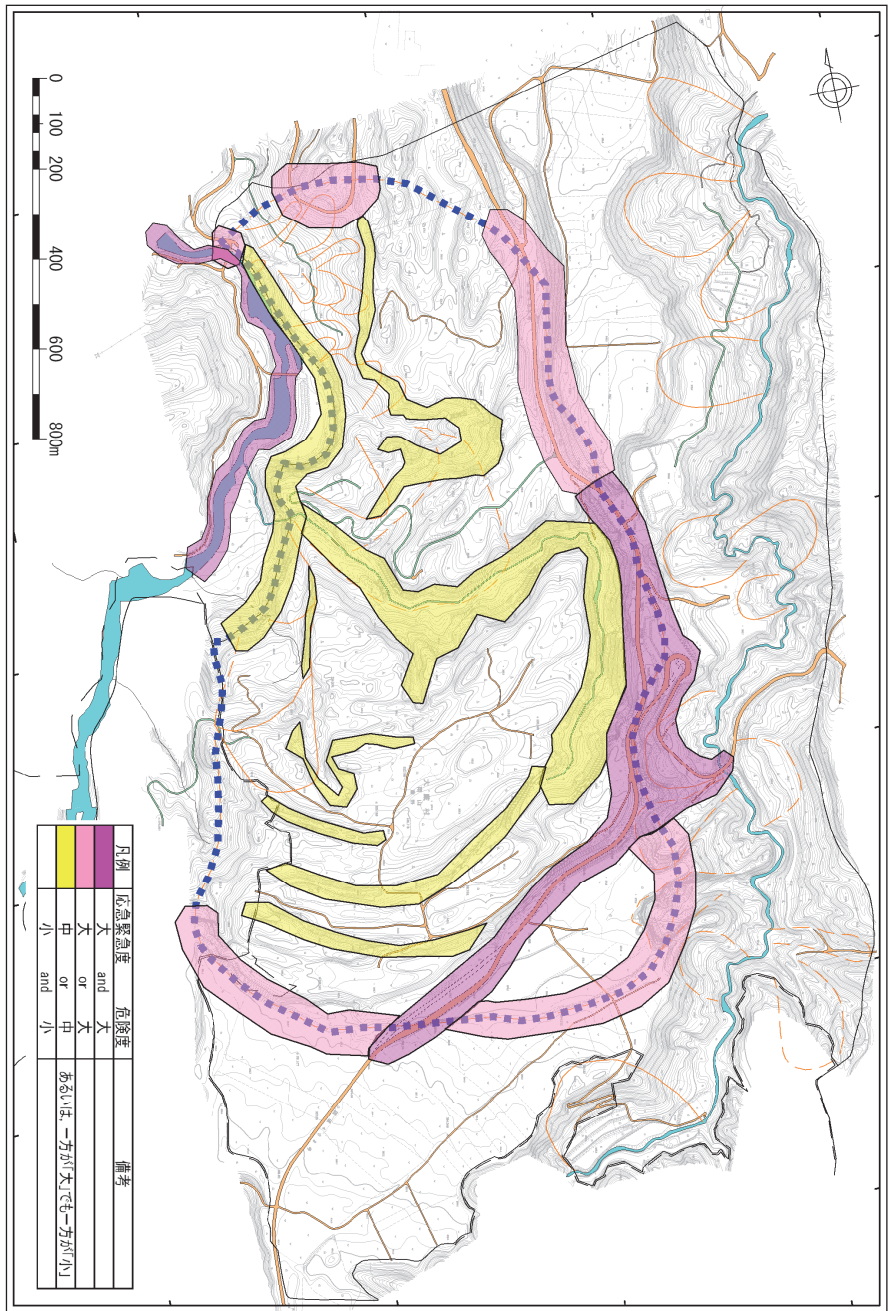


図 4.6 全体ブロック周辺の領域区分と危険度区分

4.6 体制区分ごとの行動内容

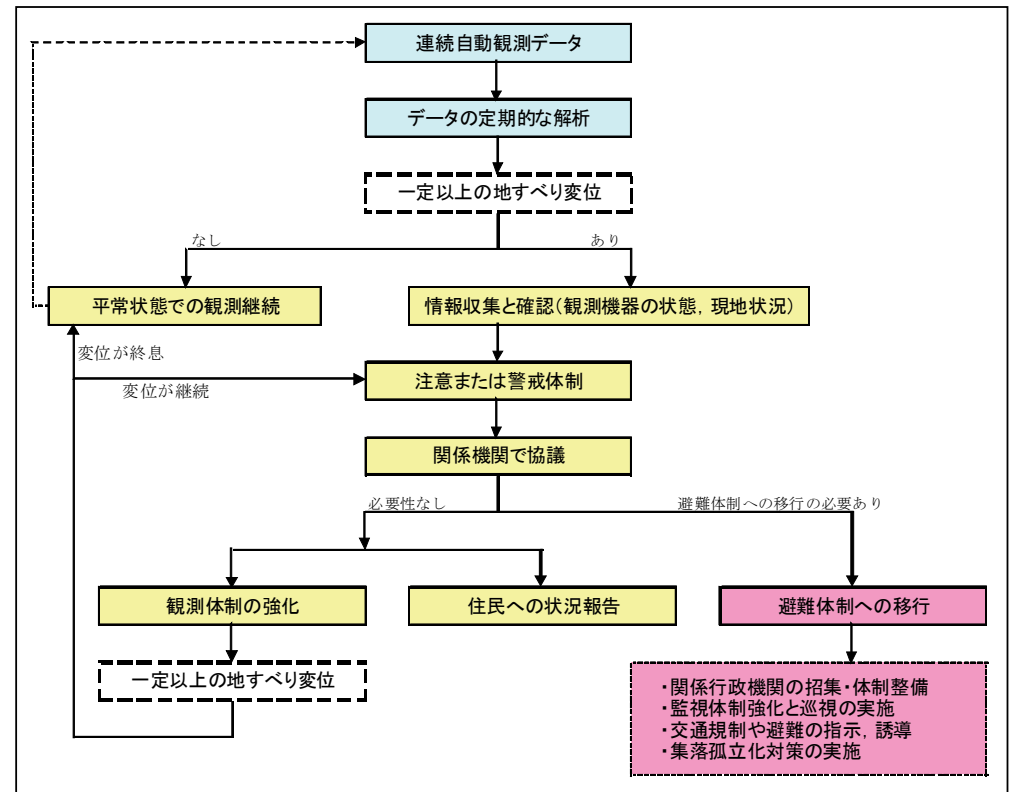


図 4.7 運用フロー(案)

表 4.6 各保全対象における対応緊急度と・危険度ランクと区分ごとの行動計画(案)

態勢区分				平常	注意	警戒	(避難)
共通	連絡・通報体制			状況連絡 ・最上支署→山形県, 大蔵村 (山形県→大蔵村)	状況連絡 ・最上支署→山形県, 大蔵村 (山形県→大蔵村) ・大蔵村→地元	状況連絡 ・最上支署→山形県, 大蔵村 (山形県→大蔵村) ・大蔵村→地元	状況連絡 ・最上支署→山形県, 大蔵村 (山形県→大蔵村) ・大蔵村→地元
	自動観測データの伝送			監視システム→最上支署 (→山形県)	監視システム → 最上支署, 山形県, 大蔵村 (→県, 大蔵村) 最上支署→新庄河川事務所 (県→最上支署, 新庄河川事務所) 大蔵村→地元	監視システム → 最上支署, 山形県, 大蔵村 (→県, 大蔵村) 最上支署→新庄河川事務所 (県→最上支署, 新庄河川事務所) 大蔵村→地元	監視システム → 最上支署, 山形県, 大蔵村 (→県, 大蔵村) 最上支署→新庄河川事務所 (県→最上支署, 新庄河川事務所) 大蔵村→地元
	管理者の行動内容			・観測データの回収(通常) ・データの解析(通常)	・観測データの回収(頻度アップ) ・データの解析(回収後速やかに)	・観測体制の強化 (地点増, 臨時観測など) ・監視体制強化(監視カメラ設置) ・観測データの回収(頻度アップ) ・データの解析(回収後直ちに) ・道路通行規制の必要性検討 ・(避難体制に向けた準備=避難路・輸送手段の確保など)	・避難命令・指示, 立ち入り制限 ・道路通行規制の実施 ・緊急監視体制(監視人の配置) ・高精度データ解析(崩壊予測) ・追加観測の実施 ・応急対策の実施 ・集落の孤立化対策の実施など
種別	区分	対応緊急度	危険度	平常	注意	警戒	(避難)
(1) 基幹道路(R458)	① 陥没帯部を横断する区間	大	大		・巡視(路面変状の確認)	・定期巡視 ・路面状況確認 ・通行規制検討	・通行制限 ・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
	② ブロック東側に沿った区間	大	大		・巡視(路面変状の確認)	・定期巡視 ・路面状況確認 ・通行規制検討	・通行制限 ・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
	③ ブロック東側から北側に沿った区間	大	大		・巡視(路面変状の確認)	・定期巡視 ・路面状況確認 ・通行規制検討	・通行制限 ・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
(2) 生活道路(村道)	① R458から豊牧に向かう村道で, 鳶郷橋までの区間	大	中		・巡視(路面変状の確認)	・定期巡視 ・路面状況確認 ・通行規制検討	・通行制限 ・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
	② R458から柳淵に向かう村道の柳淵橋の周辺	大	中		・巡視(路面変状の確認)	・定期巡視 ・路面状況確認 ・通行規制検討	・通行制限 ・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
(3) 送電線, 電線・電話線	① R458を横断して送電線の設置区間	大	中		・巡視(変状の確認)	・定期巡視 ・変状, 被害状況確認	・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
	② ほぼR458に沿った電柱に共架された電気・電話線	大	大		・巡視(変状の確認)	・定期巡視 ・変状, 被害状況確認	・立ち入り制限 ・管理者による継続的監視
(4) 耕作地, 耕作道	① R458南側	中	中			・定期巡視	・立ち入り規制
	② R458北側	中	小			・定期巡視	・立ち入り規制
(5) 林地	① 平坦部	小	小			・定期巡視	・立ち入り規制
	② シラス急崖部	小	大			・定期巡視	・立ち入り規制
(6) 河川	一級河川銅山川	大	大		・巡視(状況の確認)	・水の濁り確認 ・土砂の堆積状況確認	・応急観測 ・立ち入り規制

※連絡通報の黒字は, 直轄事業対応, 赤字は直轄事業から県事業に移管後の対応



## 5. モニタリング計画

### 5.1 モニタリングの目的

- (1) 地すべり動態の監視
- ① 地すべり活動の徴候を察知する（初期）
    - ・地すべり活動の有無 → （地表移動，すべり面の移動）
    - ・異常な誘因増加 → （気象データ）
  - ② 地すべりの活動段階を把握する（活動確認後）
    - ・活動速度 → （地表移動，すべり面の移動）
    - ・活動範囲の拡大 → （計測，確認）
    - ・保全対象の機能障害の程度把握 → （対応緊急度対応）
- (2) 施工効果の追跡（地下水排除効果の相対的機能低下）
- ① 誘因（降雨，融雪）の増大
  - ② 対策工の機能低下
    - ・スケール発生による孔の閉塞
    - ・対策工の物理的劣化による機能低下
    - ・地すべりによる対策工の機能障害
- (3) 評価手法の再現性向上
- ① 安定度評価（RBSM-3d）と誘因予測（三次元浸透流解析）

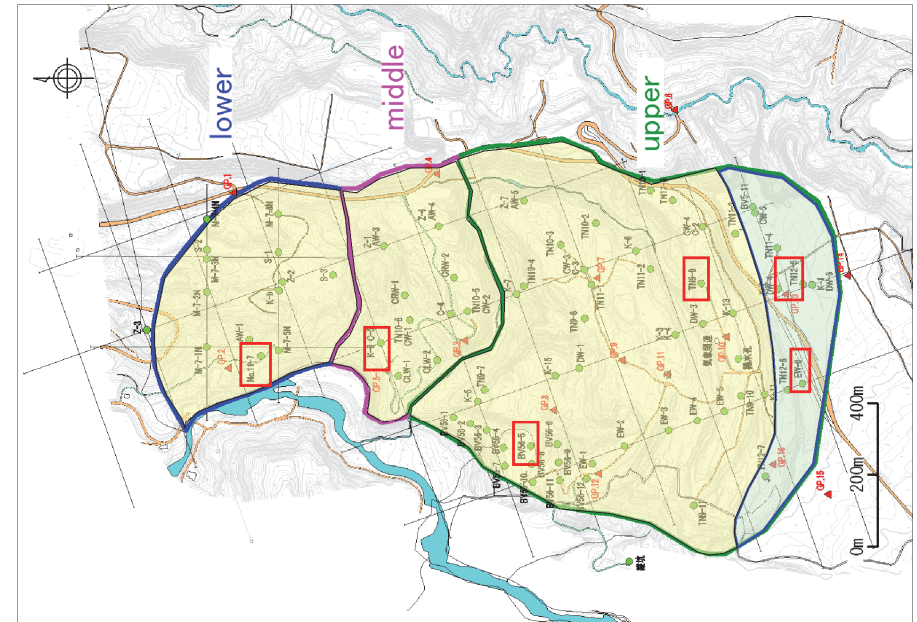


図 5.1 歪計専用孔（自動観測）の設置箇所（案）

### 5.2 モニタリングの活用

- (1) 現行事業内での対応（東北森林管理局）
- ② 地すべり発生機構の詳細検討実施
  - ③ 対策工の実施
  - ④ モニタリングによる監視の継続
  - ⑤ モニタリング計画の集約（最小化）のための検討
  - ⑥ 集約モニタリング施設の設置
- (2) 事業移管後の対応（山形県）
- ① 集約化モニタリング施設による監視
- (3) 地元対応（大蔵村）
- ① 住民への情報提供
  - ② 住民から情報集約

合理的評価手法  
集約化した  
モニタリングシステム

住民，通行者への情報提供  
住民，通行者からの情報収集  
立ち入り制限など

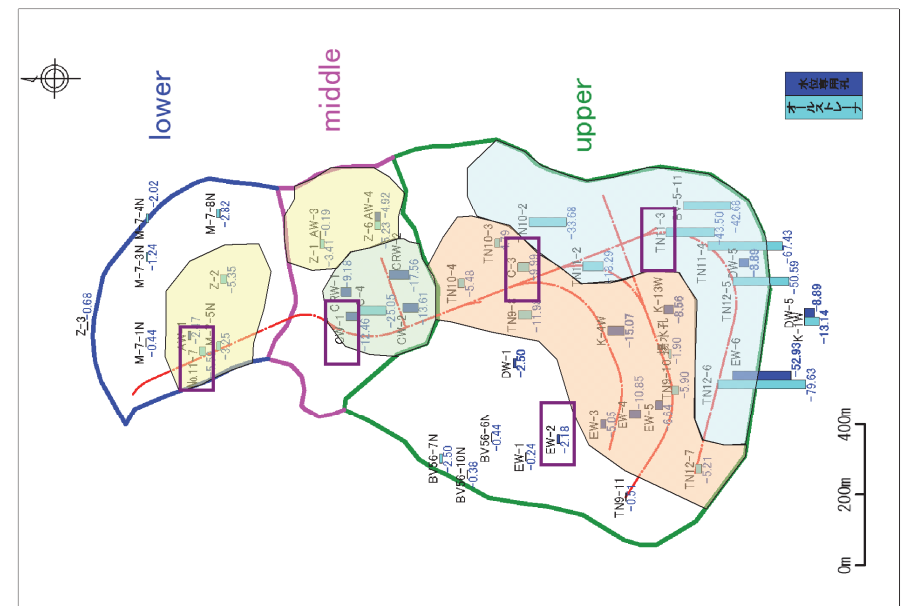


図 5.2 水位観測孔（自動観測）の設置箇所（案）

表 5.1 モニタリング計画（案）一覧表

区分	年			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
				H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36			
対策工				No.1TN+No.1' TN				No.3TN+No.5TN+No.6TN												
モニタリング	モニタリングの区分			密な観測網による詳細把握+集約化の準備								集約化(最小化)観測 (地すべり発生時は)								
	地すべり 動態観測	地表移動量	GPS		○	○	○	○	○	○	○	○								
			路面, 地表面観察		---	---	---	---	---	---	---	---	---							
		地中移動量	歪計	既存Bor		○	○	○	○	○	○	○	○							
			歪計専用孔	新設Bor, 自動観測化			○													
	自動観測																			
	歪専用孔自動	メンテナンス			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		機器, ソフト更新										○					○			
	施工効果 追跡	地下水位	水位計	既存Bor		○	○	○	○	○	○	○								
				自動観測																
				メンテナンス			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				機器, ソフト更新										○					○	
排水量観測		トンネル支線ごとの 流量	設置			○						○								
			自動観測																	
	メンテナンス				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
機器, ソフト更新										○					○					
解析 など	自動観測集約化検討				→					○										
	水位再現精度 向上	流量観測			○	○	○	○	○	○	○									
		モデルのキャリブレーション	三次元浸透流解析			○				○		○								
	管理基準値の設定																			
安定度評価	RBSM-3d	安全率 <sub>RBSM</sub>			○	○	○	○	○	○	○									
		動態, 施工効果	管理基準値による評価																	

○ : 年ごとの観測  
 → : 民有  
 → : 山形県  
 → : 地域  
 → : 山形県

## 6. 今後の取り組みについて

### (1) 対策工（地下水排除工）

- ① 機能低下を把握する必要がある。
- ② 機能低下が確認された場合の機能復旧が必要である。

### (2) 評価手法（RBSM, 三次元浸透流解析）

- ① 銅山川地すべりの評価手法の両輪は、RBSM-3d（地すべり解析）と三次元浸透流解析（地下水解析）である。いずれも銅山川地すべりに対する再現性は高まってきているものの、現状、および将来予測のための安定度評価は概成判断の重要な指標であり、両手法の再現性の向上のためのキャリブレーションが必要である。
- ② 今後は対策工の機能低下予測も必要である。

### (3) 監視体制

- ① 概成前にモニタリングを含めた監視体制の詳細検討が必要で、この段階までに管理基準値（閾値）の詳細検討が必要である。
- ② 監視体制には、管理者と地元住民間での双方向の情報交換を行い、既に大蔵村で整備されている「防災無線」や「自主防災組織」を有機的に活用する取り組みが必要である。

### (4) モニタリング

- ① 機器によるモニタリングのほかに、国道458号や村道（蕨野－柳渕線、豊牧－柳渕線）を毎日利用する周辺住民の目視による異常情報の提供を取り入れることを検討する。
- ② 地すべりを再発させる主な要因は、「誘因強度の上昇」、「地下水排除工機能低下」であり、これを事前に把握するために、地すべりの初動領域である頭部～upper エリアでの「すべり面での変位」、地すべりブロック内の「地下水位」、「地下水排除工による排水量」の把握が必要である。
- ③ 機能的なモニタリングを実施するためには自動観測化が必要であり、この稼働には小水力発電などの活用を積極的に進める。