

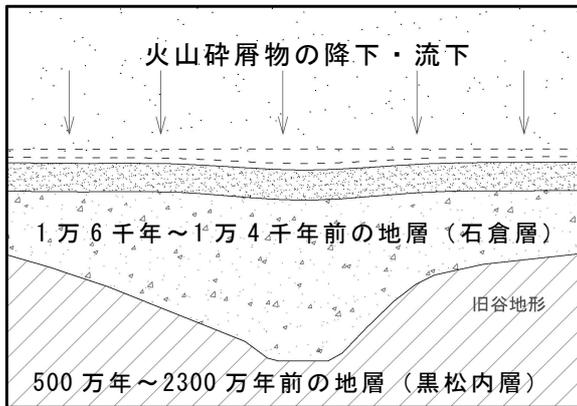
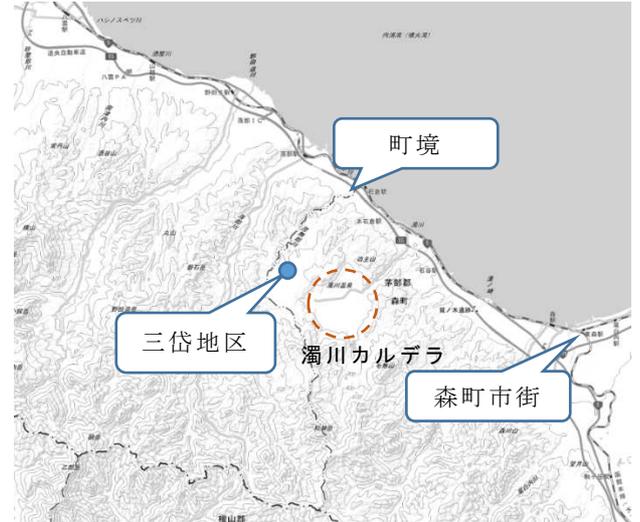
火山堆積物により形成された丘陵台地における農地法面の崩落原因及び保全対策の検討について

渡島総合振興局産業振興部農村振興課 ○長谷川昇司

1 はじめに

1-1 地質概要

渡島総合振興局森町の三岱地区は、森町市街から約 13km 西側の八雲町境付近に広がる標高 230~240m の比較的平坦な丘陵地で、「濁川カルデラ」と呼ばれる盆地に隣接する。



三岱地区の平坦な地形

三岱地区の地質は、新生代新第三期（500 万年～2300 万年前）の「黒松内層」と呼ばれる堆積岩類が広く分布し、地区の山地・丘陵地の基盤を形成していると推測される。

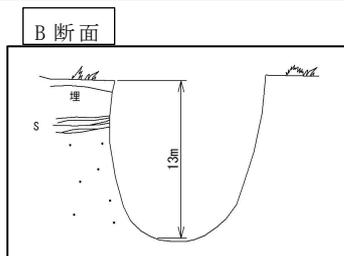
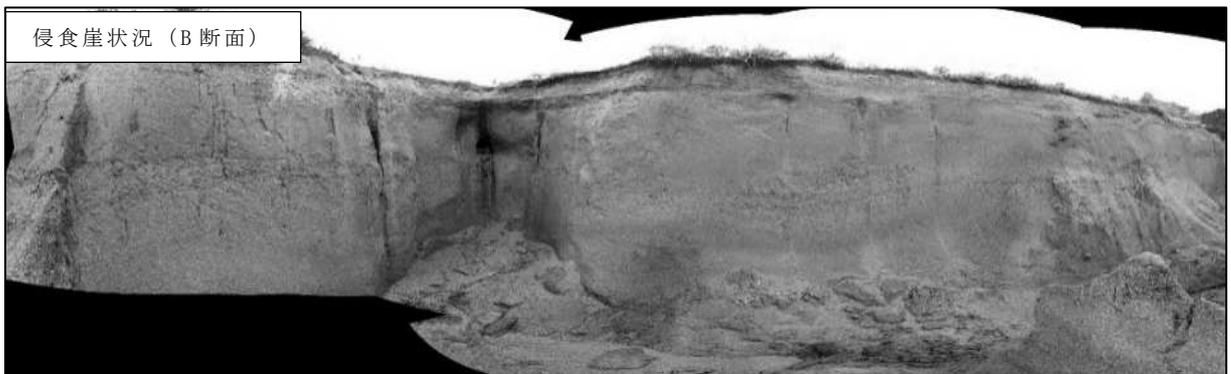
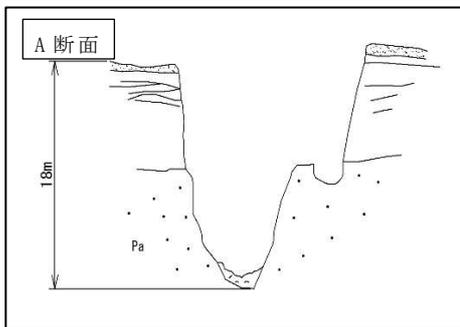
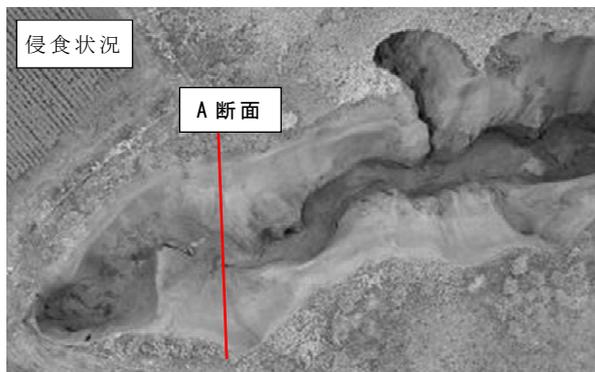
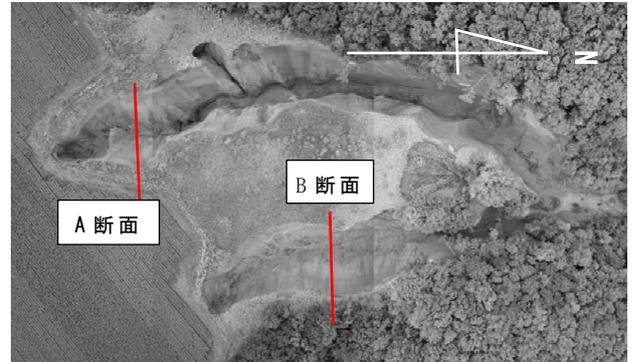
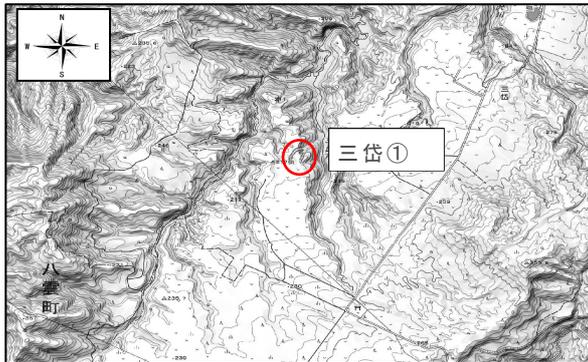
その後、約 1 万 6 千～1 万 4 千年前に噴火した濁川火山（現在の濁川カルデラ）からの膨大な火山碎屑物が降下・流下して周囲の谷地形や小起伏を埋め尽くしたために現在見られる平坦な地形を形成したと推察され、その火山灰層は「石倉層」と呼ばれる。

一般的に火山碎屑物は、噴火で破碎した溶岩の粒子から成るため形状は角ばっており、堆積して重力や水の作用で締め固まると粒子同士が強いかみ合い、見かけの粘着力が生まれるため、急立した崖を形成しても比較的安定している。ただし、固結してはいないため容易に崩れるので、流水の浸食を受けやすい傾向がある。

また、火山碎屑物は、一般的に透水性が高く水はけが良い傾向もある。

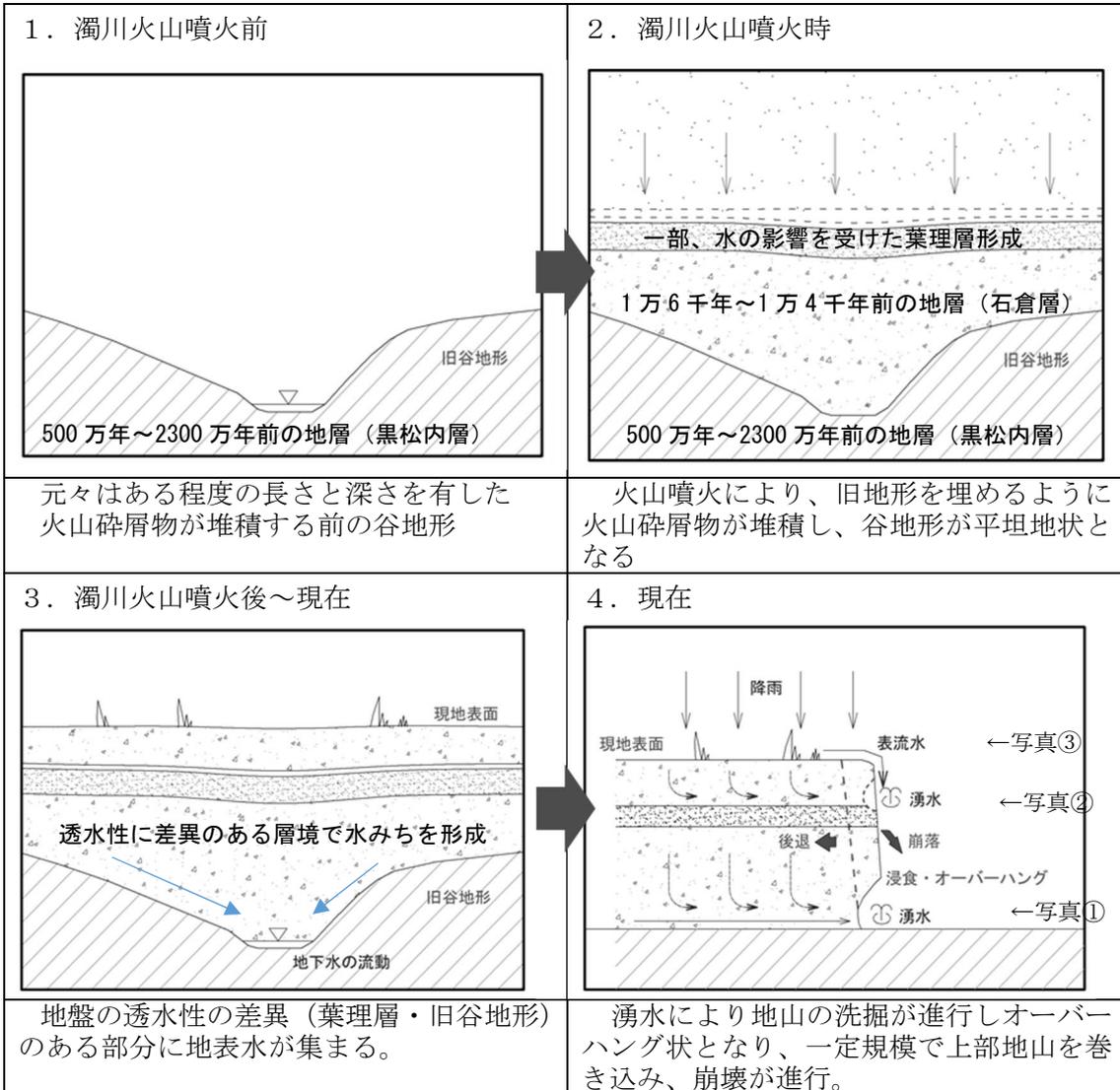
1-2 地形状況

三岱①は2箇所の長大縦侵食があり、深さ13~18m、幅20m程度、長さは100m以上で侵食面はほぼ垂直に直立している。

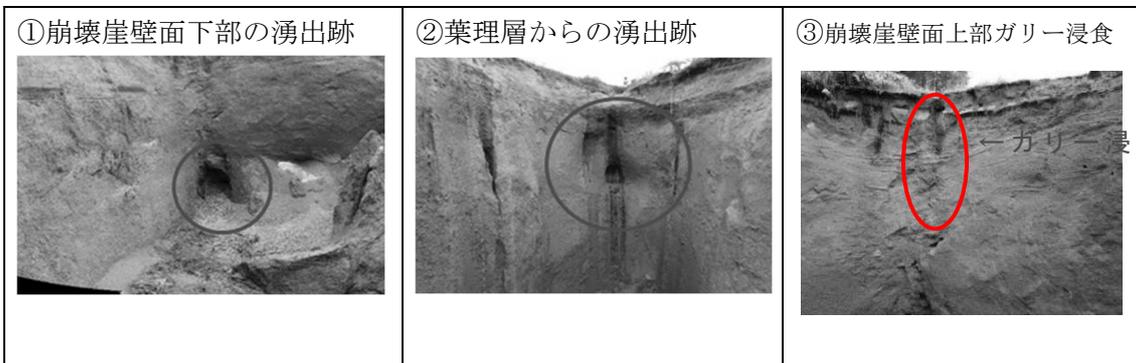


1-3 農地崩壊のメカニズム

地形の変遷



三岱崩落部の侵食痕状況写真



2 対策工法について

2-1 対策工法の検討

対策工について、現地の地質調査を基に以下のとおり整理した。

主な原因が地下水（湧水）によるものであるため、地下水排除工法を主対策とし、地表面排除工法を補助対策（ガリー侵食対策）とした。また直立した岸壁での土木的工事の困難さと法面の保全管理の観点から、崩壊抑制対策として切土法面对策を行うものとした。

営農等で行える対策としては、緩衝帯の設置（グリーンベルト）を行うこととし、豪雨時の縦浸透の抑制のほか、ガリー侵食対策にもなる。

いずれの対策を行うとしても崩壊箇所についての監視と立入禁止措置は必要である。

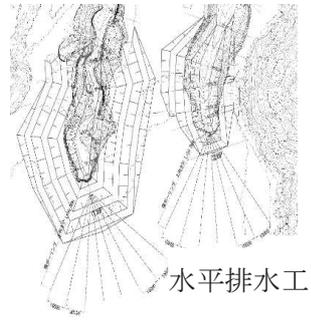
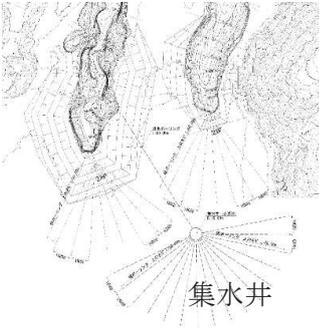
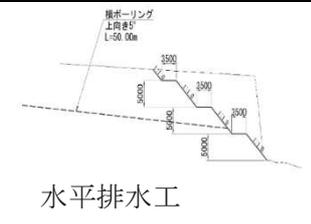
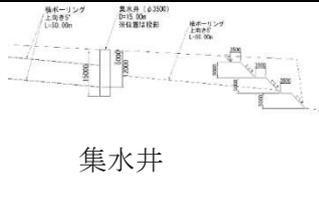
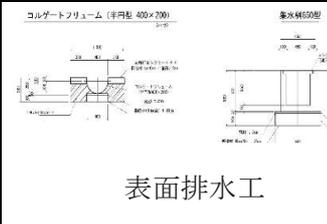
対策工法 一覧

対策方針	対策工		目的	概要
崩落の抑制	地下水排除工	水平排水工 集水井工	崩壊地への地下水の流入を抑え、崩壊の進行を抑制	地下水の分布や挙動が不明なため、調査により対策工規模や配置について検討
	地表水排除工	側溝工	地表水の流路をコントロールし、崩壊部への流入を抑える	地表水によるガリー侵食等を低減
崩落の抑止	土工	切土工	安定勾配で造成することにより崩壊の発生を抑止	直立した崖を法面整形し、湧水箇所の特定や水平排水工の設置が可能となる
緩衝帯の設置	植生等による緩衝帯設置		植生帯により表流水の流路のコントロールと縦浸透の低減	崩壊箇所手前やほ場内に植生帯を設け、ガリー侵食を抑制しつつ、雨水の縦浸透を低減
崩落の監視	立ち入り禁止措置		抑制工を実施の上、崩壊危険エリアを設定	崩壊範囲について安全マージンを確保し、立入禁止措置を講じる

2-2 対策工法の検討結果

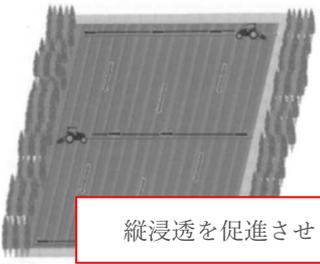
2-2-1) ハード対策（土木的手法）

主対策として切土法面工と水平排水工を併せ行い、補助工法としてガリー浸食を抑制するための側溝工設置による簡易的な工法を行うこととし、主対策で法面が安定しない場合、詳細調査を実施した上で集水井を設置することとした。

対策工	①主対策	②追加対策	①補助対策
	切土工+水平排水工	集水井工	側溝工
概要	安定勾配（1:1）で切土し表流水による浸食を防止するため法面保護工と湧水発生箇所へ水平排水工を設置する	法面が安定しない場合、詳細な地下水調査（最低でも1年間）を行ったうえで集水井を設置する	補助的工法として表流水対策を行う。 （①主対策と併せ行う簡易対策）
平面図	 水平排水工	 集水井	 表流水 谷下へ放水
横断面図	 水平排水工	 集水井	 表面排水工
メリット	安定勾配で切土し湧水箇所を目視で確認できる 水平排水工の設置が容易 法面植生し浸食防止も図る	地層内の地下水排除が可能	施工費は安価 他の工法との併用も可 地表水排除で縦浸透抑制し地下水減少につながる
デメリット	切土整形により営農範囲が25m程度狭くなる 切土量が膨大（約3万m ³ ）で、残土処理も発生 法面の管理・監視が必要	最低でも1年を通した地下水の調査が必要 定期的に土砂清掃等の管理や監視が必要 地下水の定量的評価が出来ない場合採用不可	簡易的な補助工法
概算工事費	1億2千万円	1億6千万円(合計額)	1千万円

2-2-2) 営農上の対策

営農上の対策として、通常農地保全の対策として実施されている縦浸透促進対策は、ガリー侵食に対して効果が認められているが、今回三岱地区での事象は地下水に起因する農地崩落となっているため、縦浸透を促進させる対策は地下水量を増大させるリスクがあり、等高線栽培による地表水抑制のほか、植生帯による浸透抑制対策が有効である。

対策	収穫直後の耕起	深溝切り	土壌の浸透能改善
イメージ 図、 写真			
	縦浸透を促進させる対策は地下水量を増加させるリスクがあることから不可		
概要	収穫後は裸地状態になり、土壌流亡が起きやすい状態になるため、収穫後の耕起(秋起こし)は圃場表面を凸凹状態にして表面水を分散し、また、土壌の膨軟化により、土壌流亡を抑制する。	畑を起こした後、最上流と最下流、更に流路長によっては中間の位置に深溝を切ること、流路方向からの流水をキャッチし流速が低下することにより、融雪時の土壌流亡を抑制する。	土層改良による土壌流亡対策は、表面流去水を補足できるよう、傾斜に対して直交より若干斜めに配置する。また、水が溜まりやすい地点では地下浸透した水を圃場外に流すことができる配線にするとともに排水の出口を確保する。

対策	等高線栽培	植生帯	
イメージ 図、 写真			
概要	土壌侵食を防ぐため、等高線に沿って作物を帯状に植える。現地の営農で対応済みである。	圃場下部にグリーンベルトや河畔林等の設置を行い、水による法面侵食を防ぐほか、豪雨時の縦浸透抑制効果も期待できる。効果が出るまでに一定の時間を要する。	

3 オホーツク版「土壌流亡予測式」の渡島北部地域での検証

3-1 DEM データ^{※1)}を用いた土壌流亡予測マップの作製

森町三岱地区及び駒ヶ岳山麓エリアを対象にオホーツクで提案された「土壌流亡予測マップ」を作成し渡島北部地域で活用が可能かを検証した。

「土地改良事業計画指針 農地開発（改良山成工）」では、農地の年間流亡土量を予測する式として、米国農務省を中心に開発され、同国の農地保全基準として採用されている「土壌流亡予測式」が紹介されており、この土壌流亡予測式は、雨量係数、土壌係数、地形係数、作物係数、保全係数を用いて単位面積当たり流亡量を算出する式である。

【土壌流亡予測式】

$A(\text{単位面積当たり流亡土量}) = R(\text{降雨係数}) \times K(\text{土壌係数}) \times LS(\text{地形係数}) \times C(\text{作物係数}) \times P(\text{保全係数})$

A：単位面積当たり流亡土量（tf/ha）。土地改良事業計画指針では、許容土壌流亡量の目安は「10～15 tf/ha 以下」。

R：降雨係数（ $\text{tf} \cdot \text{m}^2 / \text{ha} \cdot \text{h}$ ）～侵食性降雨の運動エネルギーと降雨強度の積の合計値で、強い雨が長く降るほど増加。

K：土壌係数（ h / m^2 ）～降雨浸食指数 EI 値の年間平均値で、土壌の受食性を示す指標。

LS：地形係数～傾斜地の勾配と斜面長の影響を表す係数。「基準勾配：5%・基準斜面長：20m」では「1.0」となり、勾配が急なほど、また斜面長が長くなるほど増加。

C：作物係数～「裸地：1.0」に対する、被覆作物ごとによる流亡土量の比で、作物ごとの標準値あり。（例～牧草：0.02）

P：保全係数～畝立て方向や等高線栽培など、保全的耕作の効果を示す係数。

これら係数の内、LS（地形係数）以外は、土壌や作付けや降雨条件等が同じ地域内であれば固定値であるため、変動値の LS（地形係数）を国土地理院 DEM データ^{※1)}を用いて作成し、GIS にて土壌流亡予測マップを作成した。

土地改良事業計画指針では年間許容流亡土量は $A=10\sim 15\text{tf/ha}$ 以下とされているが、道南地域は降雨係数が高いことなどから、対象農地の7割を超える範囲で $A=15\text{tf/ha}$ を超える結果となったため、土壌流亡予測マップを可視化して危険箇所を抽出するため、ガリー侵食が目視で確認できる参考値（3cm 程度のガリーを想定）として $A=500\text{tf/ha}$ 以上（LS 値 85 以上）の箇所を着色してマップを作成した。

森町における LS 値の最大は 537（ $A=$ 約 3000tf/ha ）であり、LS 値が 85～537 のメッシュを着色し、その中でも段階別に5色に色分けを行うことにより、リスクの評価を行った。

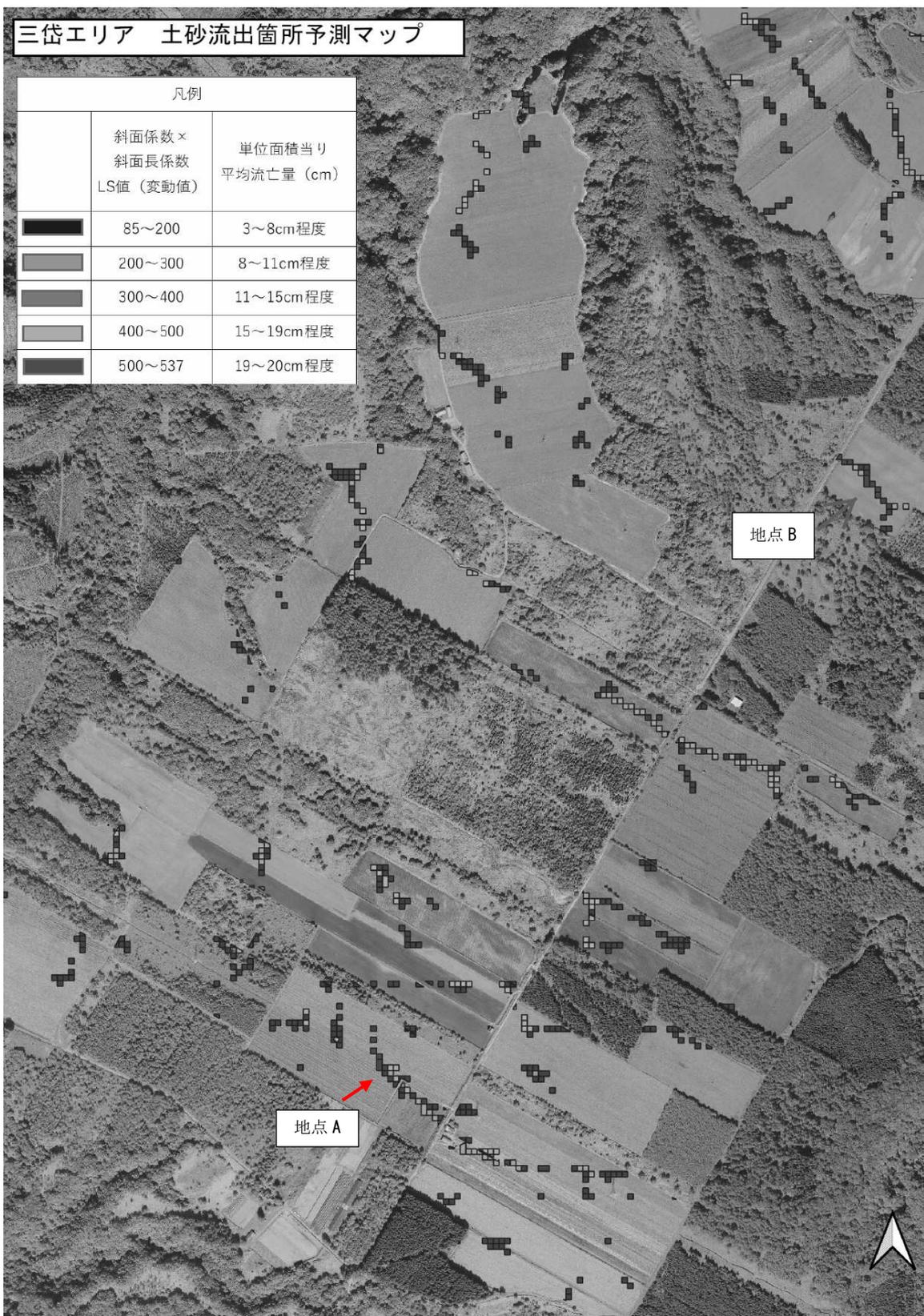
※1) DEM データ：国土地理院が公開している数値標高標高メッシュデータ

https://fgd.gsi.go.jp/download/ref_dem.html#10m

凡例			
	斜面係数× 斜面長係数 LS値（変動値）	単位面積当り 土壌流亡量 A(tf/ha)	単位面積当り 平均流亡量（cm）
	85～200	約500～1200	3～8cm程度
	200～300	約1200～1700	8～11cm程度
	300～400	約1700～2300	11～15cm程度
	400～500	約2300～2900	15～19cm程度
	500～537	約2900～3100	19～20cm程度

三岱エリア 土砂流出箇所予測マップ

凡例		
	斜面係数× 斜面長係数 LS値 (変動値)	単位面積当り 平均流出量 (cm)
	85~200	3~8cm程度
	200~300	8~11cm程度
	300~400	11~15cm程度
	400~500	15~19cm程度
	500~537	19~20cm程度



0 100 200 m

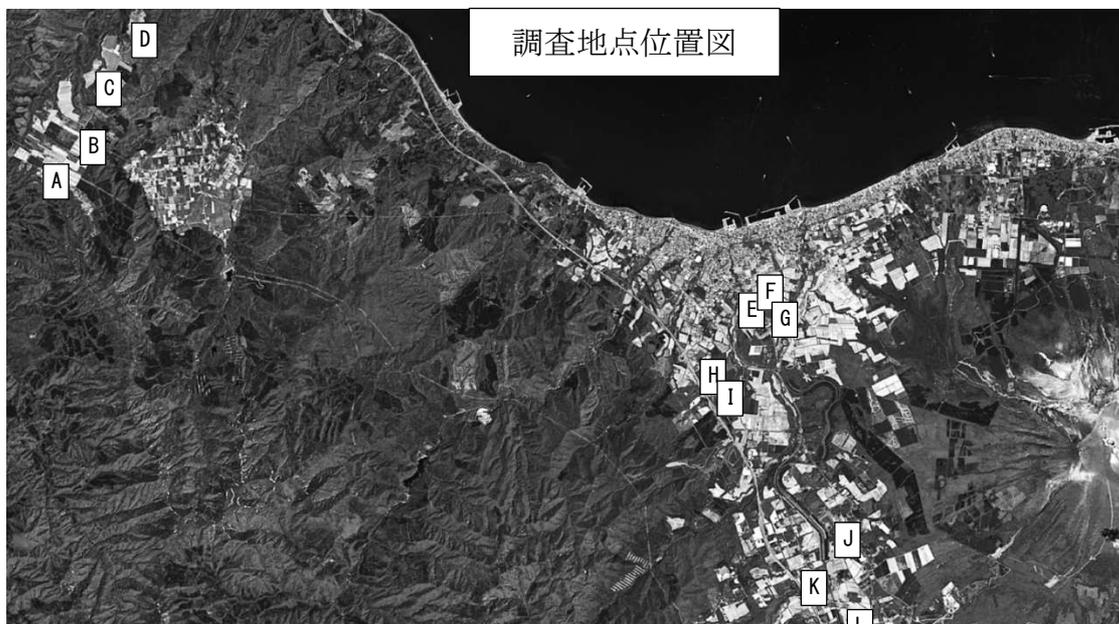


7

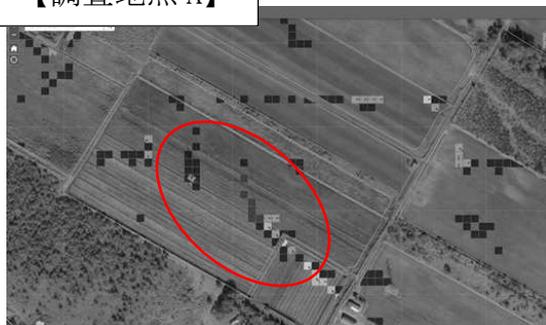
3-2 土壌流亡危険箇所の現地調査

LS 値が 500 以上と土壌流亡のリスクの高いほ場（「調査地点 A」から「調査地点 L」までの計 12 箇所）について、まとまった降雨後の令和 4 年 8 月 17 日に現地調査を行った。

（8/1～8/15 の期間に 171.5mm の降水があり、8/16 に 76.5mm の大雨も降った。）



【調査地点 A】



土壌流亡：特になし

作付：牧草

生育不良：なし

【調査地点 B】



土壌流亡：特になし
マップ上リスクの高い部分で生育不良を確認
作付：牧草

【調査地点 I】



土壌流亡：特になし
マップ上リスクの高い部分で、生育不良や雨水の集水状況を確認
作付：牧草

3-3 渡島北部地域における土壌流亡予測マップの評価

現地確認と航空写真で土壌流亡や生育不良等について調査したところ、12箇所のうち5箇所のほ場で生育不良が確認され、降雨により雨水が集まりやすい(=土壌流亡リスクが高い)箇所で作物の生育に影響が出ていることを示しており、土壌流亡予測マップと現地との適合性を示すものであった。

今回の調査で土壌流亡の状況は確認できなかったが、作物係数の低い作物(牧草)の作付けや、比較的農地が小さいことや側溝を設置したこと(いずれも地形係数の低減に寄与)、火山灰性土壌で浸透性が高いことなどの複合的な要因によるものと推察される。

以上のことから、今回作成した渡島北部地域における土壌流亡箇所予測マップは、豪雨時における土壌流亡等の農地被害箇所の予測に活用できるものの、予測式で算出される土壌流亡量(A)は過大な値となったため、あくまで参考値とすることが望ましい。

現地調査結果一覧

地点	作付け	生育不良	土壌流亡	予測式の土壌流亡量 A(tf/ha)	現地の状況等
A	牧草	なし	なし	3133	マルチによる排水遮断
B	牧草	あり	なし	3133	一部生育不良
C	牧草	あり	なし	3115	一部生育不良
D	牧草	なし	なし	3199	—
E	かぼちゃ	なし	なし	3151	素掘り側溝あり
F	なし	—	なし	3151	遊休農地
G	アスパラガス	なし	なし	2997	—
H	小麦	あり	なし	2974	道路側溝あり、一部生育不良
I	小麦	あり	なし	3168	一部生育不良あり
J	牧草	あり	なし	3139	一部生育不良あり
K	水稲	—	なし	3098	水稲
L	なし	—	なし	3145	遊休農地

3-4 土壌流亡箇所予測マップの活用について

渡島北部地域の土壌流亡箇所予測マップは、生育不良箇所との整合が確認でき、土壌流亡のリスクの高い箇所の特定に有効であった。

しかしオホーツク版でも指摘があったとおり10mメッシュのDEMデータでは現地の排水路や畦畔などが読み取れず、予測式の土壌流亡量は過大となる傾向があることから、現地調査等により排水路施設や畦畔などの位置を特定することでマップの精度を高めることが重要であり、道内の他地域で土壌流亡予測マップを作成する際は留意願う。