

資料

令和5年度第1回国土技術政策総合研究所研究評価委員会

分科会（第一部会） 議事次第・会議資料

令和5年度第1回国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第一部会）

議事次第

日時：令和5年7月14日（金）

場所：WEB開催

1. 開会
2. 国総研所長挨拶
3. 分科会主査挨拶
4. 評価方法・評価結果の扱いについて
5. 議事
 - <令和6年度新規研究課題の事前評価>
 - ・上下水道管路の効率的な改築・点検調査に関する研究
 - ・土石流・土砂流による2次元河床変動計算等による細やかなリスク情報に基づく情報提供手法に関する研究
 - <令和4年度に終了した研究課題の終了時評価>
 - ・中山間地における降雨観測精度の高度化のための画像雨量計の開発
 - ・リモートセンシング技術を統合活用した効率的な災害調査手法に関する研究
6. 国総研研究総務官挨拶
7. 閉会

会議資料

	頁
資料1 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第一部会）委員一覧	19
資料2 評価方法・評価結果の扱いについて	20
資料3 研究課題資料	
3-1 上下水道管路の効率的な改築・点検調査に関する研究	22
3-2 土石流・土砂流による2次元河床変動計算等による細やかなリスク情報に基づく情報提供手法に関する研究	28
3-3 中山間地における降雨観測精度の高度化のための画像雨量計の開発	34
3-4 リモートセンシング技術を統合活用した効率的な災害調査手法に関する研究	40
資料4 評価対象課題に対する事前意見	48

注) 資料3及び資料4については、研究評価委員会分科会当日時点のものである。

注) 資料3の一部の図表等について、著作権等の関係により非掲載としている。

国土技術政策総合研究所研究評価委員会 分科会
（第一部会）委員一覧

第一部会

主査

里深 好文

立命館大学工学部環境都市工学科 教授

委員

鼎 信次郎

東京工業大学環境・社会理工学院
土木・環境工学系 教授

齋藤 哲郎

（一社）建設コンサルタンツ協会 技術委員会委員長
大日本ダイヤコンサルタント株式会社
取締役 専務執行役員 技術本部長

関本 義秀

東京大学空間情報科学研究センター 教授

田村 圭子

新潟大学危機管理本部危機管理センター 教授

戸田 祐嗣

名古屋大学大学院工学研究科 教授

中島 典之

東京大学環境安全研究センター 教授

濱岡 秀勝

秋田大学大学院理工学研究科 教授

※五十音順、敬称略

評価方法・評価結果の扱いについて

（第一部会）

1 評価の対象

- ・ 令和6年度新規研究課題の事前評価
- ・ 令和4年度に終了した研究課題の終了時評価

2 評価の目的

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」、「国土交通省研究開発評価指針」に基づき、外部の専門家による客観性と正当性を確保した研究評価を行い、評価結果を今後の研究の目的、計画等へ反映することを目的とする。

3 評価の視点

[事前評価]

必要性、効率性、有効性について、以下の観点を踏まえ、事前評価を行う。

【必要性】科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等

【効率性】計画・実施体制の妥当性等

【有効性】目標設定の妥当性、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の育成等

[終了時評価]

必要性、効率性、有効性の観点を踏まえ、「目標の達成度」について終了時評価を行う。

【必要性】科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等

【効率性】計画・実施体制の妥当性等

【有効性】目標の達成度、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の育成等

評価にあたっては、研究開発課題の目的や内容に応じ、研究課題毎に初期、中期、後期の段階に振り分け、それぞれの段階に応じて、以下の留意すべき点を踏まえた評価を行う。

（ 初期段階：先進的あるいは挑戦的な取組
中期段階：実用化に向けた取組
後期段階：普及あるいは発展に向けた取組 ）

4 進行方法

（1）研究課題の説明（10分）

（2）研究課題の評価（20分）

- ① 主査及び各委員により研究課題について議論を行う。
- ② 審議内容、評価等をもとに、主査が総括を行う。

5 評価結果のとりまとめ及び公表

評価結果は審議内容、評価用紙等をもとに、後日、主査名で評価結果としてとりまとめ、議事録とともに公表する。

なお、議事録における発言者名については個人名を記載せず、「主査」、「委員」、「事務局」、「国総研」等として表記する。

6 評価結果の国土技術政策総合研究所研究評価委員会への報告

本日の評価結果について、今年度開催される国土技術政策総合研究所研究評価委員会に分科会から報告を行う。

上下水道管路の効率的な改築・点検調査に関する研究

研究代表者	:	下水道研究部長 三宮 武
課題発表者	:	下水道研究室長 吉田 敏章
研究期間	:	令和6年度～令和8年度
研究費総額	:	約36百万円
技術研究開発の段階	:	初期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景①

- 水道整備・管理行政について、国土交通省への移管(令和6年4月)により機能強化を図ることとしている。(「生活衛生等関係行政の機能強化のための関係法律の整備に関する法律」(施行:令和6年4月1日))

■新型コロナウイルス感染症に関するこれまでの取組を踏まえた次の感染症危機に備えるための対応の具体策(令和4年9月2日、新型コロナウイルス感染症対策本部決定)

4. 感染症対応能力を強化するための厚生労働省の組織の見直し

(3) 生活衛生関係組織の一部業務の移管

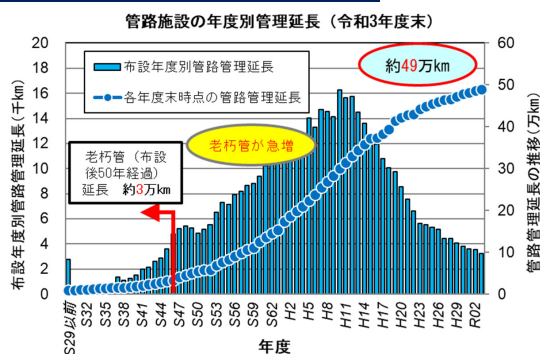
② 水道整備・管理行政の国土交通省及び環境省への移管

水道整備・管理行政における現下の課題である、水道事業の経営基盤強化、老朽化や耐震化への対応、災害発生時における早急な復旧支援、濁水への対応等に対し、国土交通省が、施設整備や下水道運営、災害対応に関する能力・知見や、層の厚い地方組織を活用し、水道整備・管理行政を一元的に担当することで、そのパフォーマンスの一層の向上を図る。

背景②

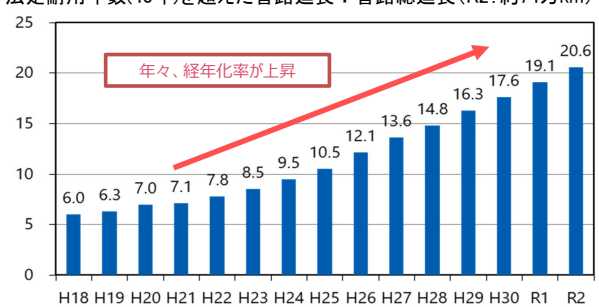
- 上下水道の老朽管が急激に増加しており、効率的な改築・点検調査が必要不可欠。

■下水道管路の老朽化の状況



■水道の管路経年化率(%)

法定耐用年数(40年)を超えた管路延長 ÷ 管路総延長 (R2: 約74万km)



(参考: 厚生労働省資料)

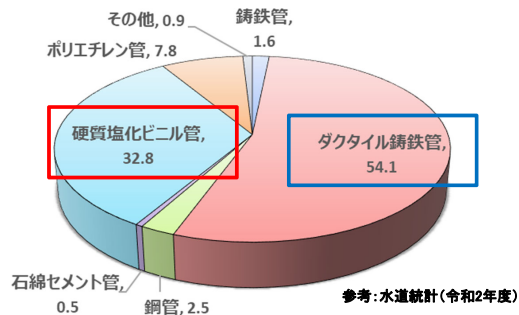


1. 研究開発の背景・課題

課題①

- 水道管(硬質塩化ビニル管)については、点検調査が困難であることや経過年数と劣化程度との相関が小さいこと等から、劣化程度を特定することが困難。

■管種別管路構成比(上水道・水道用水供給事業)



- ダクタイル鋳鉄管の劣化予測については、水道分野の研究機関の成果を活用可能
- 硬質塩化ビニル管は、水道の管種別管路構成比において一定の割合を占めるにもかかわらず、劣化予測が困難

課題②

- 上下水道が同一の公道に埋設されることや、同一の部署で管理されることがある場合を踏まえると、上下水道の台帳等の情報を一元化し、一体的に改築・点検調査を行う方が効率的だが、その優先度を定める手法が確立されていない。

3



2. 研究開発の目的・目標

必要性・有効性

【必要性】

- 上下水道とも職員数の減少が顕在化しており、また、改築・点検調査に充てられる財源が限られている地方公共団体も多いことから、業務の効率化が必要。
- 特に交通量が多い都市部においては、改築時の工事に伴う社会的影響を最小限にすることが必要。

部門別職員数

	平成6年	令和4年
下水道	41,875	25,802
水道	70,912	42,161

参考: 令和4年地方公共団体定員管理調査結果(総務省)

【有効性】

- 下水道に起因する陥没事故及び水道に起因する漏水事故の防止による住民の安全確保に加え、上下水道一体となった改築・点検調査計画の策定により、水の供給から排水まで、安定的な上下水道サービスの提供に寄与。

目的・目標

【アウトプット】

- 水道管(硬質塩化ビニル管)の劣化程度を概ね予測できる劣化予測式を構築。
- 上下水道一体となった改築・点検調査計画の策定方を提案。

【アウトカム】

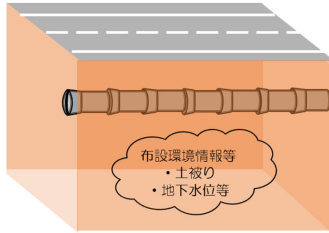
- 地方公共団体が上下水道一体となった改築・点検調査計画を策定。
 - 上下水道の改築・点検調査の効率化(社会的影響やコストの低減を実現)
 - 安定的な上下水道サービスの提供
 - 住民の安全確保

4

①水道分野に関する知見収集及び管路の布設環境情報等収集

水道分野の知見収集（関係団体・水道管理者）

- 地方公共団体や関係団体との意見交換により下水道と水道との点検方法や劣化要因の違い等についての知見を収集
- 水道事業者（地方公共団体）から劣化状況や布設環境、漏水事故等の情報を収集



②水道における劣化予測式の検討

劣化予測式の構築（硬質塩化ビニル管）

- 下水道の劣化予測式を踏まえ、収集した布設環境情報や知見を基に水道における劣化予測式を構築する。



③ 上下水道一体となった効率的な改築・点検調査のための計画策定方策の検討

- 劣化予測に加え、近年の下水道の老朽化に起因する陥没事故及び水道の老朽化に起因する漏水事故等を踏まえた改築・点検調査の優先度の決定など、**上下水道一体となった改築・点検調査計画の策定方策**を検討

5

○ 地方公共団体や関係団体との意見交換等により、下水道管路と水道管路との点検方法・劣化要因の違い等についての知見を収集

- 上下水道を同一部署で管理する地方公共団体
- 上下水道の点検調査や維持管理に知見を有する関係団体等

意見交換等

下水道管路と水道管路との点検方法・劣化要因の違い等を整理

※これまでの点検方針の変遷等についても比較整理

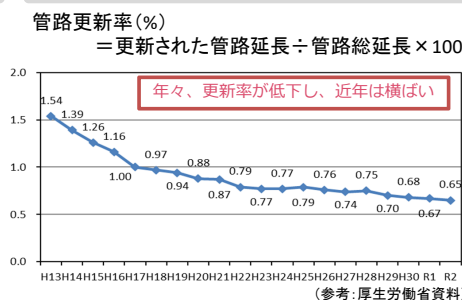


○ 一般的に活用可能な劣化予測式の構築には、個々の水道事業者のデータを国レベルで集約することが不可欠であることから、水道管路の劣化状況データ及び下水道管路の劣化度予測に重要であった布設環境情報等を水道事業者（地方公共団体）から広く収集

水道管路の劣化状況

水道台帳情報
管径
路線延長
設置年度
設置後経過年数
...
...

管路の更新状況



布設環境情報等

布設環境情報等
地下水位
土被り
地形区部
土地利用
...
...

管路事故の情報

管路事故（漏水等）の件数、発生箇所、影響戸数等

→ 水道事業者（地方公共団体）から収集

6



4. 研究内容: ②水道における劣化予測式の検討

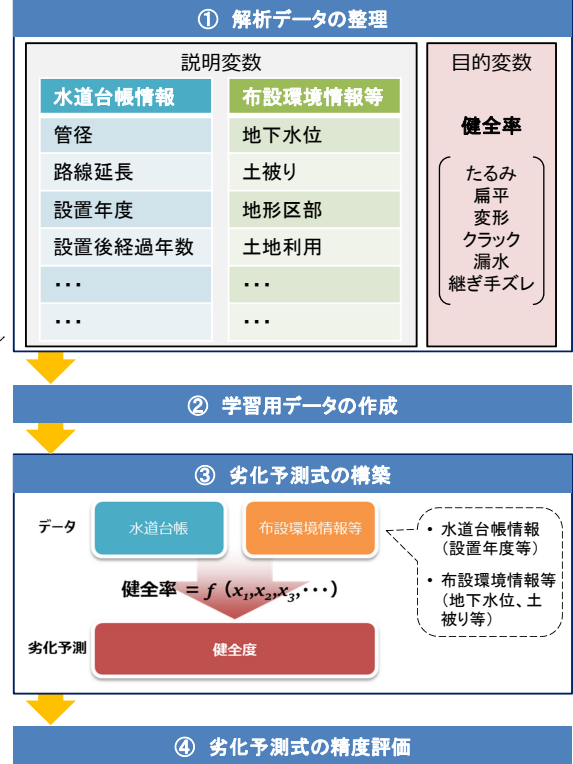
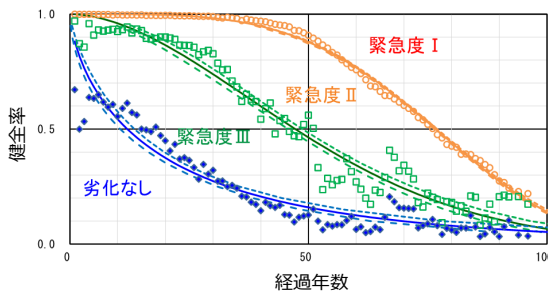
○ 下水道の劣化予測式を踏まえ、収集した布設環境情報や知見を基に水道における劣化予測式を構築

水道管(硬質塩化ビニル管等)については、点検調査が困難であることや経過年数と劣化程度との相関が小さいこと等から、**劣化程度を特定することが困難**。

下水道分野において、硬質塩化ビニル管の劣化予測にあたっては、**下水道台帳情報のみならず布設環境情報等を説明変数とすることにより精度が高くなる傾向**にあることが確認できたことを踏まえ、水道における劣化予測式を検討

水道の管種別管路構成比において一定の割合を占めるにもかかわらず、劣化予測が困難とされている**硬質塩化ビニル管を対象に検討**

参考：下水道管きょ健全率予測式2021(全管種)



7

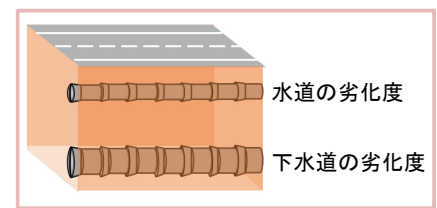


4. 研究内容: ③上下水道一体となった効率的な改築・点検調査のための計画策定方策の検討

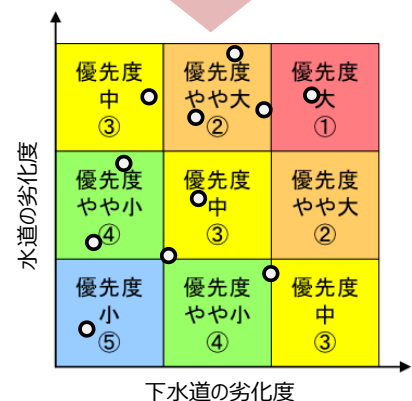
○ 劣化予測に加え、近年の下水道の老朽化に起因する陥没事故及び水道の老朽化に起因する漏水事故等を踏まえた改築・点検調査の優先度の決定など、上下水道一体となった改築・点検調査計画の策定方策を検討

上下水道が同一の公道に埋設されている場合、片方の対策のみでは当該箇所における予防対策としては不十分であり、同一部署で管理されることがある場合を踏まえると、**一体的に改築・点検調査を行う方が効率的だが、その優先度を定める手法が確立されていない**。

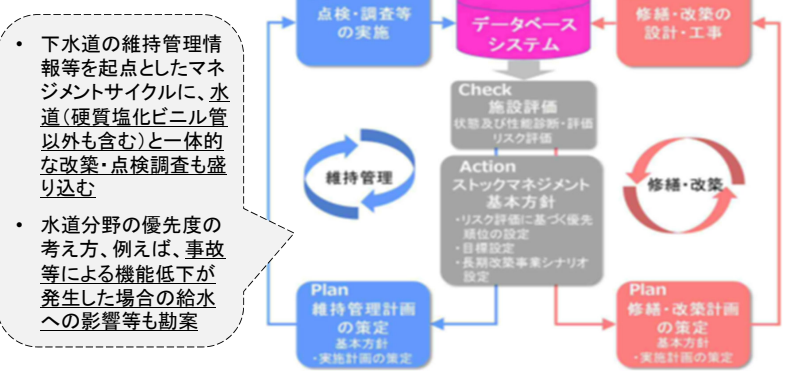
それぞれの劣化予測式を用いて予測した劣化度を総合的に評価することにより、改築・点検調査の優先度を決定する手法を検討。→台帳情報や技術情報を集約するとともに、管理体制も一元化することで、**維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクルを上下水道一体で実現**。



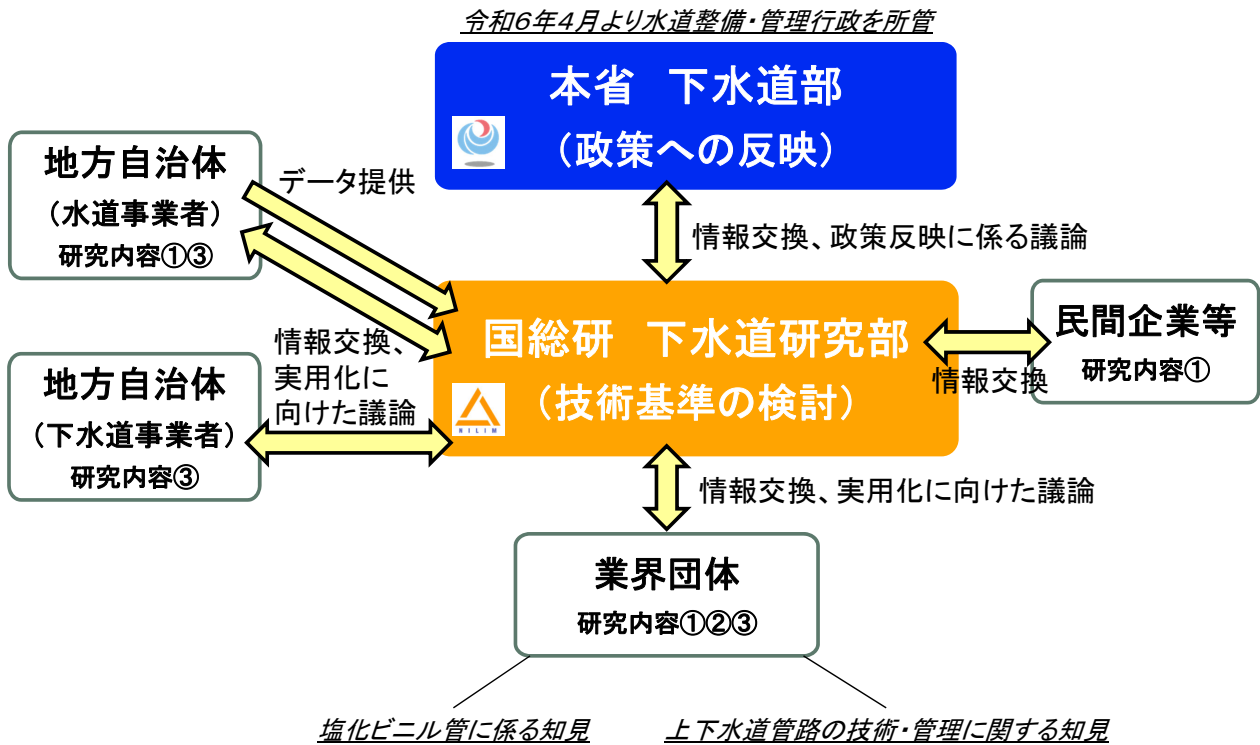
劣化度の予測結果を用いた優先度評価(イメージ)



8



- 下水道の維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクルに、水道(硬質塩化ビニル管以外も含む)と一体的な改築・点検調査も盛り込む
- 水道分野の優先度の考え方、例えば、事故等による機能低下が発生した場合の給水への影響等も勘案



区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			総研究費
	R6	R7	R8	研究費配分
(研究費[百万円])	12	12	12	総額36
① 水道分野に関する知見収集及び管路の布設環境情報等収集	████████████████████			約10
② 水道における劣化予測式の検討		████████████████████		約16
③ 上下水道一体となった効率的な改築・点検調査のための計画策定方策の検討			████████████████████	約10

効率性

- 上下水道が一体となった管理方法に関する技術基準は確立されておらず、実用化のためには地方公共団体(水道事業者、下水道事業者)や関係団体、民間企業等との情報交換は不可欠。(地方公共団体が自団体のみで検討することは困難。)
- 本研究では地方公共団体等から様々なデータを収集することに加え、水道技術に係る調査・研究機関との連携や、統計解析による高度な技術を要する。
- これらに加え、本省による政策への反映を踏まえると、前掲の実施体制に基づき、国総研にて研究を進めることが効率的。



改正の趣旨

生活衛生等関係行政の機能強化を図るため、食品衛生法による食品衛生基準に関する権限を厚生労働大臣から内閣総理大臣に、水道法等による権限を厚生労働大臣から国土交通大臣及び環境大臣に移管するとともに、関係審議会の新設及び所掌事務の見直しを行う。

改正の概要

1. 食品衛生基準行政の機能強化【食品衛生法】

- ① 食品等の規格基準の策定その他の食品衛生基準行政に関する事務について、科学的知見に基づきつつ、食品の安全性の確保を図る上で必要な環境の総合的な整備に関する事項の総合調整等に係る事務と一体的に行う観点から、厚生労働大臣から内閣総理大臣（消費者庁）に移管する。
- ② 薬事・食品衛生審議会の調査審議事項のうち、食品衛生法の規定によりその権限に属せられた事項であって厚生労働大臣が引き続き事務を行うもの（食品衛生監視行政）に関しては、厚生科学審議会に移管する。

2. 水道整備・管理行政の機能強化【水道法、水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法、社会資本整備重点計画法】

- ① 水道に関する水質基準の策定その他の水道整備・管理行政であって水質又は衛生に関する事務について、環境の保全としての公衆衛生の向上及び増進に関する専門的な知見等を活用する観点から、厚生労働大臣から環境大臣に移管する。
- ② 水道整備・管理行政であって①に掲げる事務以外の事務について、社会資本の総合的な整備に関する知見等の活用による水道の基盤の強化等の観点から、厚生労働大臣から国土交通大臣に移管するとともに、当該事務の一部を国土交通省地方整備局長又は北海道開発局長に委任できることとする。
- ③ 災害対応の強化や他の社会資本と一体となった効率的かつ計画的な整備等を促進するため、水道を、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法及び社会資本整備重点計画法の対象施設に加える。

3. 所掌事務等の見直し【厚生労働省設置法、国土交通省設置法、環境省設置法、消費者庁及び消費者委員会設置法】

- ① 厚生労働省、国土交通省、環境省及び消費者庁の所掌事務並びに関係審議会の調査審議事項に係る規定について所要の見直しを行う。
- ② 国土交通省地方整備局及び北海道開発局の業務規定の整備を行う。
- ③ 食品等の規格基準の策定その他の食品衛生基準行政に関する事務の調査審議を行う審議会（食品衛生基準審議会）を消費者庁に設置する。

施行期日

令和6年4月1日

土石流・土砂流の2次元河床変動計算による細やかなリスク情報に基づく情報提供手法に関する研究

研究代表者	:	土砂災害研究部長	田村毅
課題発表者	:	土砂災害研究部長	田村毅
研究期間	:	令和6年度～令和8年度	
研究費総額	:	約45百万円	
技術研究開発の段階	:	中期段階	



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

土石流・土砂流共通

背景

土石流に関する背景

令和2年3月31日に社整審の答申「近年の土砂災害における課題等を踏まえた土砂災害対策のあり方について」が提出。その中で、「**土砂災害警戒区域内においても相対的な危険度を示す等が必要**」と指摘。この場合、土石流と家屋等の相互関係を考慮することが重要。

土砂流に関する背景

近年比較的流域面積が広い溪流で発生する土石流・土砂流の氾濫による被害が顕著に見られるが、**流域面積が大きい流域における土砂流被害に対する情報が十分に提供できていない**。この場合、現象の適切なシナリオ設定が重要。

技術的背景

土石流の計算手法は概ね確立されており、近年ではオープンソースが公開。また土砂流に関しては令和3年度～5年度の事項立て研究課題で有効な計算手法の検討を行ってきている。

広島県安佐南区での土石流災害



長野県下馬沢川での土石流・土砂流氾濫被害




課題

- ①土石流に対する家屋の形状、構造等の影響を検討する(小流域での課題)
- ②蓋然性の高い土砂生産、流出シナリオを適切に設定できるようにする(中～大流域での課題)

掃流砂

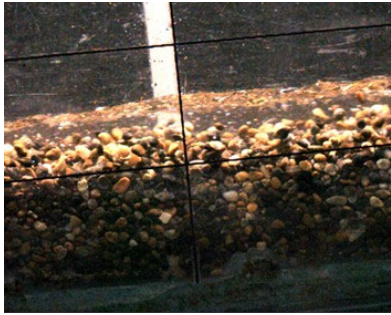
砂礫が河床面近くを滑動・転動・小跳躍しながら移動



公益社団法人砂防学会
一般財団法人建設技術研究所


土砂流(掃流状集合流動)

土石流と掃流砂の中間的な流れ



土石流


砂礫が水面付近まで水と一体となる高濃度の流れ




緩薄い 河床勾配 急濃い

土砂濃度

土砂流による被害の例



土石流による被害の例



必要性・有効性(土石流)

【必要性】

避難途中に被災するなどの事例が見られる。安全な避難のため土石流流下範囲だけでなく流動・堆積特性を考慮しつつ相対的な危険度を示す必要がある。

【有効性】

相対的な危険度を示すことで、上記必要性が当てはまるような地域に住む住民の災害時に実効性のある避難方法が検討されることが期待できる。



目的・目標(土石流)

【アウトプット】

家屋の形状、構造や立地等を考慮した土石流の河床変動計算により、適切な(過大評価、過小評価とならない)現象予測に基づくリスク情報の作成・提供方法を提案する。

【アウトカム】

都道府県がリスク情報提供に関する数値計算を実施することを想定している。最終的に、市町村が、より多くの避難行動の選択肢を考え、災害時により実効性のある避難行動を検討することが期待される。

必要性・有効性(土砂流)

【必要性】

集水面積の広い流域では土砂流の氾濫被害が多発するおそれがあるが、その区域が示せていないため、氾濫被害の恐れのあるエリアを示すことが急務である。

【有効性】

土砂流の氾濫範囲を予測することで、上記必要性が当てはまるような地域に住む住民の有効な避難方法が検討されることが期待できる。



目的・目標(土砂流)

【アウトプット】

蓋然性の高い境界条件での土砂流の河床変動計算により、適切な(過大評価、過小評価とならない)現象予測に基づく情報の作成方法を提案する。

① 土石流・土砂流発生箇所, タイミングに関する既往事例分析

①-1 既往の災害実績の分析

①-2 既往の災害実績の再現計算による検証

土石流

② 土石流に対する家屋の形状、構造等の影響評価方法の検討

家屋の構造, 立地を計算で簡易に考慮する方法の検討

④ 土石流計算によるリスク情報の分析・提供方法の検討

避難行動を選択するために有用なリスク情報の作成・提供方法の検討

土砂流

③ 水・土砂流出計算による土砂生産, 流出シナリオの想定・計算の留意点整理

将来的に発生しうる土砂生産シナリオ想定方法の検討

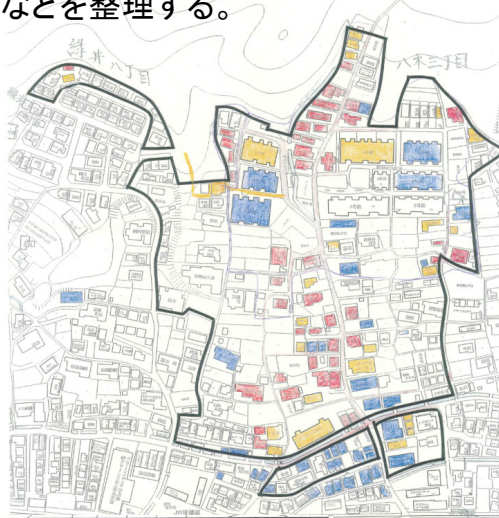
④ 土砂流計算によるリスク情報の分析・提供方法の検討

土砂流により氾濫の恐れのあるエリア設定手法の検討

4. 研究内容: ①土石流・土砂流発生箇所, タイミングに関する既往事例分析

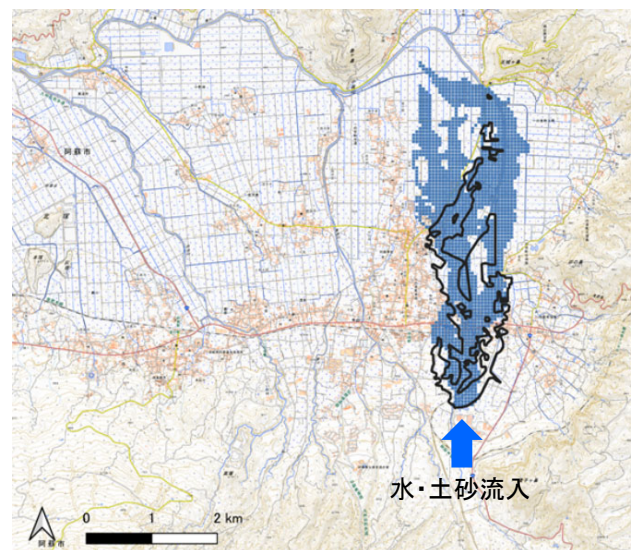
①-1 既往の災害実績の分析

既往の災害実績を文献, 記録から分析し
 ・土石流に対する家屋の影響の度合い
 ・土砂流の発生条件, 氾濫範囲
 などを整理する。



①-2 既往災害実績の再現計算による検証

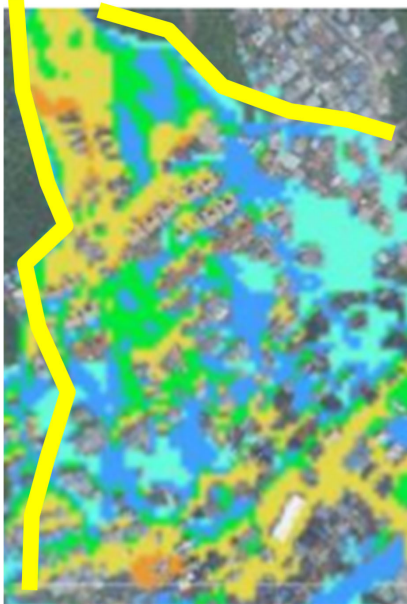
そのうえで実際の土砂生産・流出シナリオを想定し, 再現計算により検証を行う。



実績氾濫範囲
 計算結果

作業仮説: 家屋の形状、立地等の障害物を簡便に取り扱っても精度良く計算可能

都道府県等が実用的に実施できることを視野に入れて、家屋の形状、構造や立地、道路、流木で閉塞した橋梁等の影響を簡便に考慮する手法(例: RC構造は全く破壊しないが木造家屋はすべて破壊すると想定)を検討する。



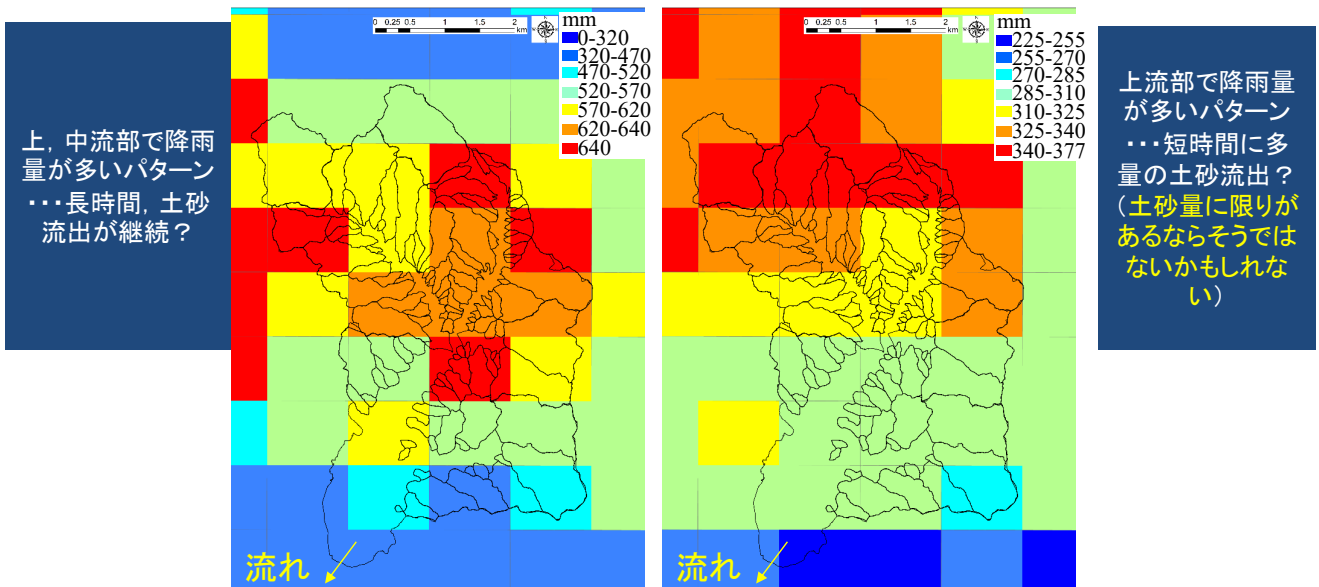
家屋の存在, 破壊を考慮した場合



家屋の存在を考慮しない場合

作業仮説: 流出土砂量は雨の分布, 強度により大きく変わる

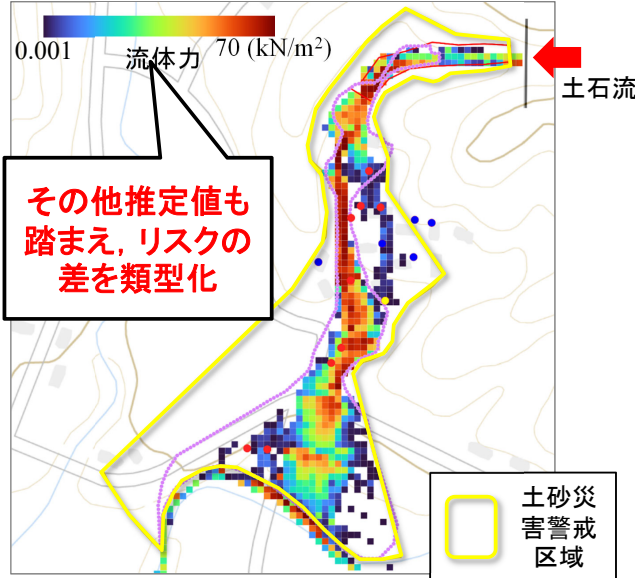
災害実績を考慮して将来的に発生しうる土砂生産シナリオを想定する。分布型水・土砂流出計算によってシナリオを複数検討し、最も被害が大きくなると考えられるシナリオを設定する。シナリオを想定する場合の留意点(雨の与え方, 近年の降雨の傾向, 移動可能な土砂量の上限など)を整理する。





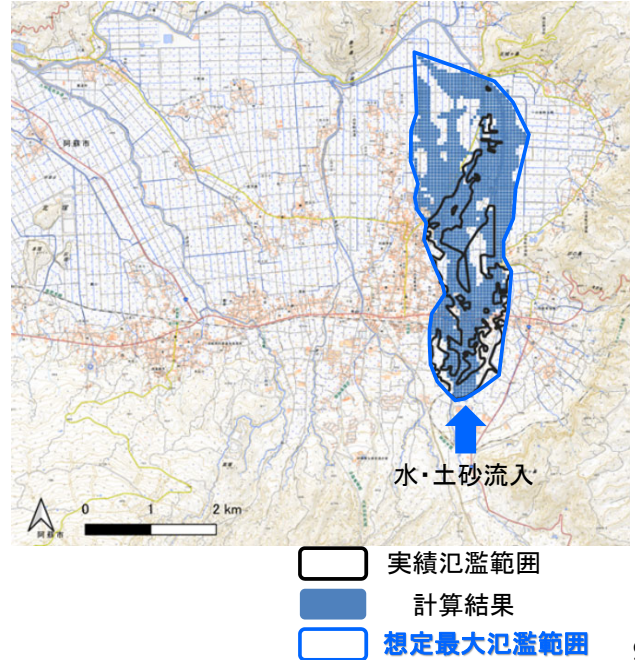
土石流

計算の結果得られた詳細な各種推定値（流体力，到達時間，氾濫継続時間，流動深等）を分析してイエローゾーン内のリスクの差を類型化し，現象発生時の行動を選択するために有用なリスク情報の作成・提供方法を提案する。

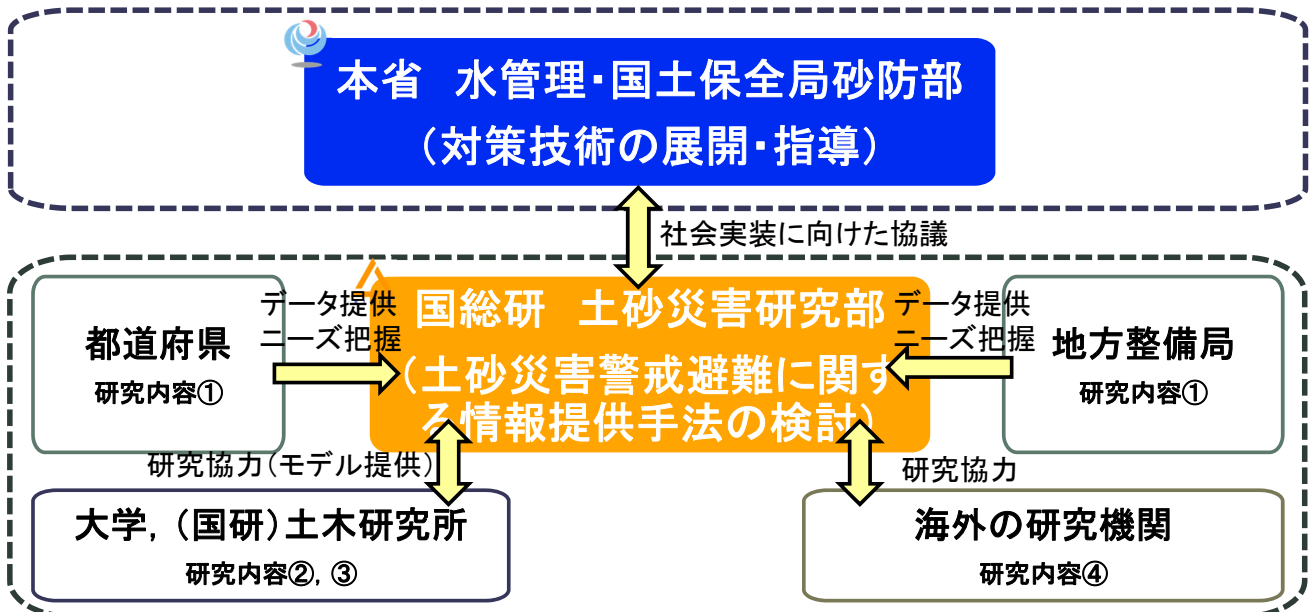


土砂流

計算結果を分析し、氾濫のおそれのあるエリアの設定手法を提案する。



5. 研究の実施体制



直轄砂防事務所，都道府県，大学等からデータや関連情報を収集する。国総研土砂災害研究部においてこれらのデータ，情報を十分に活用し，実態把握，手法開発を行う。

また，社会実装に向けて国土交通省砂防部と協議を行う。



6. 研究計画

区分(目標、テーマ、分野等)		実施年度			総研究費
		R6	R7	R8	研究費配分
	(研究費[百万円])	15	15	15	総額45
①	土石流・土砂流発生箇所、タイミングに関する既往事例分析	■			約6
②	土石流に対する家屋の形状、構造等の影響評価方法の検討		■		約11
③	水・土砂流出計算による土砂生産、流出シナリオの想定・計算の留意点整理		■		約11
④	土石流・土砂流計算および細やかなリスク情報の分析・提供方法の検討			■	約17

効率性

数値計算モデルは、大学・土研等で公開しているプログラムをベースとして利用する。また、直轄砂防事務所や都道府県において取得されている災害報告等を収集・使用し、必要に応じてデータ取得のための調査を実施する。これらにより新たなプログラム開発、データ取得を最小限にするなど効率的に研究を実施する。

中山間地における降雨観測精度の高度化のための 画像雨量計の開発

研究代表者	: 土砂災害研究部長 田村 毅
課題発表者	: 土砂災害研究室長 瀧口 茂隆
研究期間	: 令和2年度～令和4年度
研究費総額	: 約40百万円
技術研究開発の段階	: 初期段階



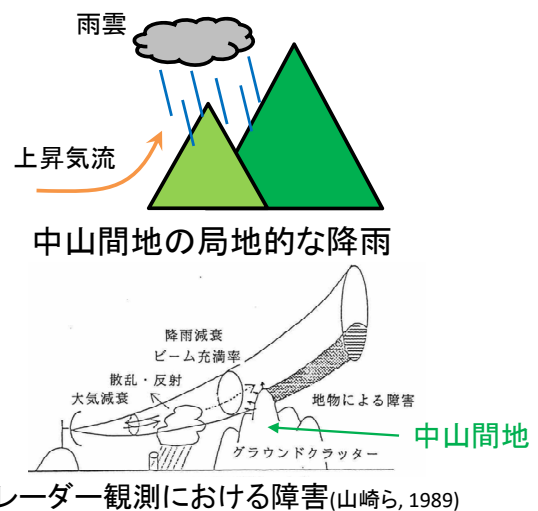
National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

- 降雨現象は、時間的・空間的に偏在する自然現象であり、特に土砂移動現象の発生場である中山間地では、地形性の局地的な降雨が発生しやすい。
 - 現在、国内では地上雨量計と気象レーダーによる降雨観測が実施されている。しかし、地上雨量計は空間的な設置密度に課題があり(アメダスで約17km間隔)、レーダー観測では山岳地形が障害となり、中山間地の観測精度が低下する課題がある。
 - そのため、土砂移動現象に影響を及ぼす降雨を的確に把握するためには、既存の雨量計(地上・レーダ)ではとらえきれない中山間地の降雨観測体制の強化し、強雨領域を補足する必要がある。
 - 中山間地には溪流監視用CCTV等のカメラが多数整備されてきており、それらのカメラを利用することで降雨強度が把握できれば、中山間地の降雨観測体制の強化に繋がる。
- ⇒画像から雨量を把握する手法の開発



課題

- 画像上に現れる降雨は、雨滴のサイズや空間的な密度などの物理的特性に依存すると考えられることから、それらを実験や観測によって把握した上で雨量を推定する手法を検討する必要がある。



2. 研究開発の目的・目標

目的・目標

- 全国の整備済みの溪流監視用CCTV等のカメラの画像から降雨強度を推定する技術を開発し、既存の雨量計(地上・レーダ)ではとらえきれない強雨領域を補足することで、中山間地の降雨観測体制の強化を図る。
- 本研究成果を全国の溪流監視用CCTV等の現地カメラに実装することで、局地的な雨量監視による流域管理の高度化、さらに集中豪雨時の避難行動の支援を目指す。

必要性

- 直轄砂防事業が実施されているような中山間地の流域管理の高度化を行うためには、局地的な降雨も把握する必要がある、本技術が確立すれば、既設の監視カメラを利用して経済的に流域管理の高度化を図ることができる。

3



3. 研究開発の概要・構成

実験

①室内降雨撮影実験による画像情報と降雨強度の関係性把握

- 降雨時に撮影した画像の特徴と降雨強度の関係性を分析し、降雨強度を表すために適した画像情報の指標を提案する。



観測

②屋外観測による自然状態の雨滴の物理的特性(散乱係数、雨滴径、雨滴の落下速度、降雨強度)の把握

- ディストロメーター(降水粒子の粒径や落下速度を計測する計器)を用いて、屋外の降雨観測を実施し、透過率と散乱係数の関係性や降雨強度と雨滴径の関係性等を詳細に分析。
(※散乱係数: 1 m³あたりの雨滴の投影面積の合計 [mm²/m³])

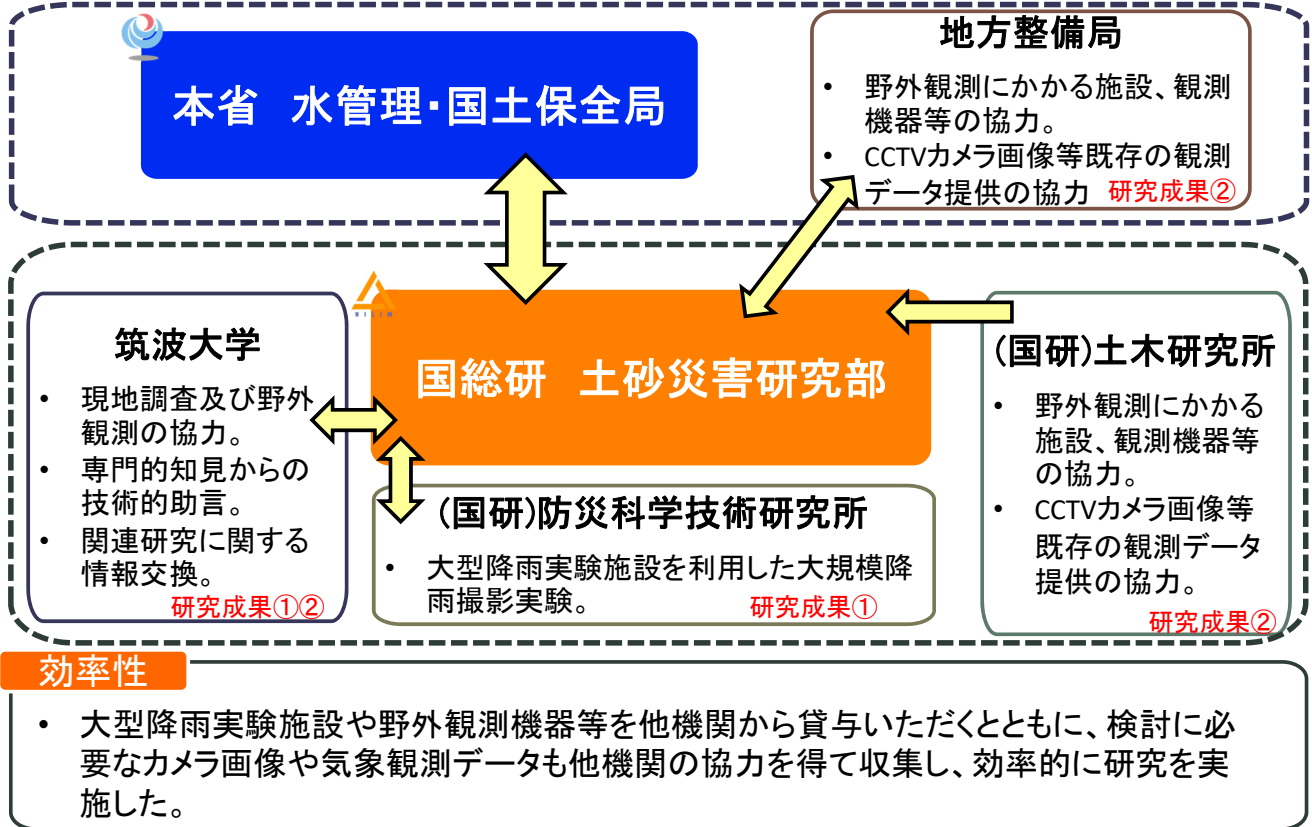


③画像から降雨強度を推定するモデルの作成

- ①②の成果を利用して、画像情報の指標(透過率)から降雨強度を推定する手法を提案。

4

<図は国総研を中心とした国総研グループと本省グループの実施体制例>



5

5. 研究成果：①室内降雨撮影実験による画像情報と降雨強度の関係性把握

研究成果

実験の目的

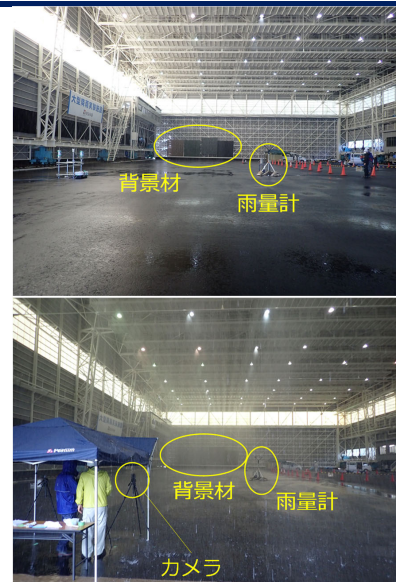
降雨時の画像は、降雨強度の増加に伴い雨滴の写り込みが多くなるため、色やコントラスト(明暗)が画像全体に変化し、背景が霧状に白く霞んだ画像となる。

既往研究では、霧や霞が写る画像の霞みの程度を、背景からの反射光の「透過率」で表現している。

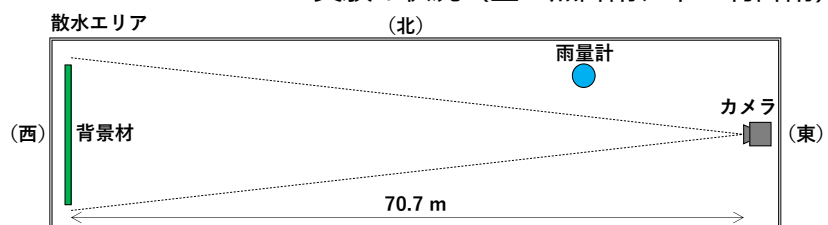
そこで、本実験では「透過率」が画像に表れる降雨強度の指標として適用できるかどうかを検証した。

実験の概要

- 散水エリア内にデジタルカメラを配置し、カメラから約70 mの距離にある施設壁際に設置した背景材を撮影し、降雨強度の変化に伴う画像の特徴の変化を分析した。



実験の状況 (上：無降雨、下：有降雨)



実験の平面図

6

実験の結果

- 画像の見た目は、降雨強度が増加するにつれて徐々に霞みが強くなって全体的に白くなり、背景材が見えにくくなった。また、降雨強度の増加に伴って、透過率も低下していた。
⇒透過率が画像に表れる降雨強度の指標として適用できる可能性がある。(図-1)
- 一方で、同程度の降雨強度であっても、雨滴が「粗粒」のみのケースに比べて、「細粒+粗粒」のケースの方が、透過率が低下する傾向にあることが分かった。したがって、細粒が多く含まれることで、透過率の低下幅が拡大する可能性があることが考えられた。
⇒透過率から降雨強度を推定するためには、雨滴径の違いについても考慮する必要があることが分かった。(図-2)

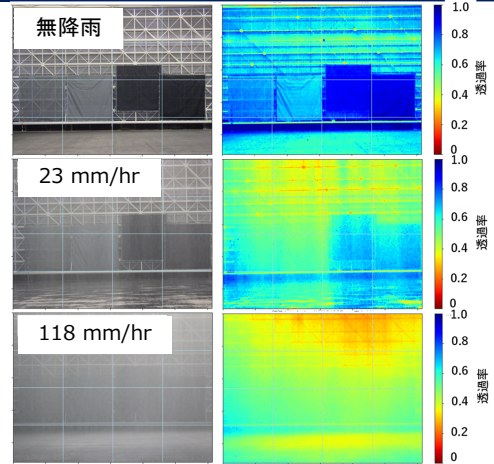


図-1 降雨強度の変化に伴う画像の見たと透過率の変化

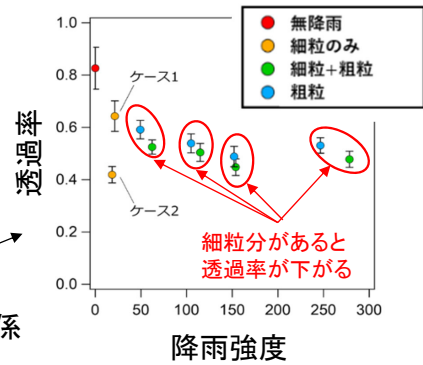
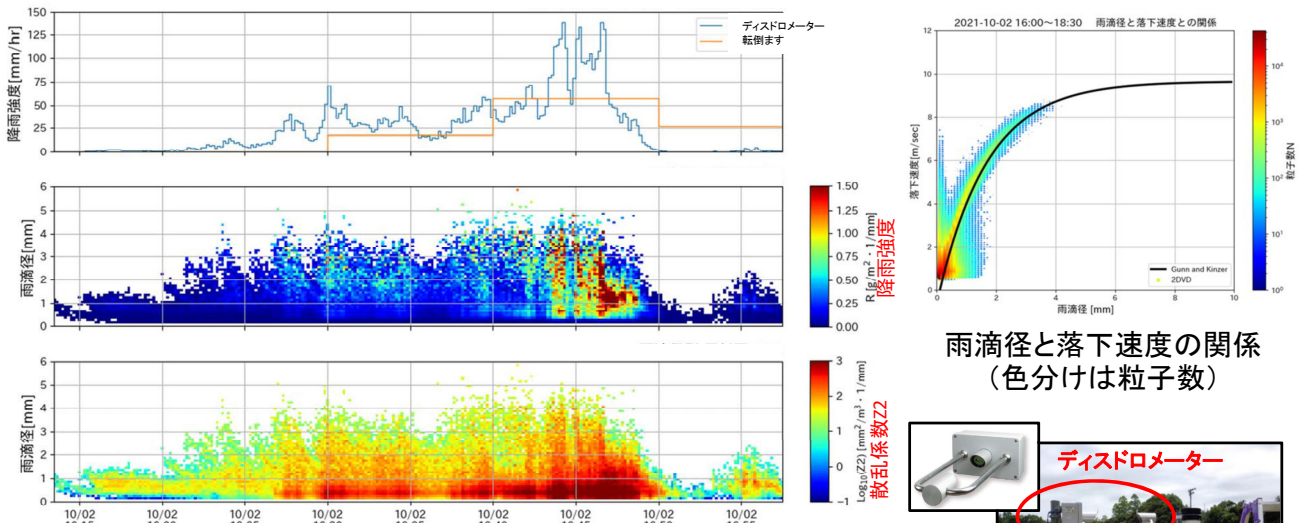


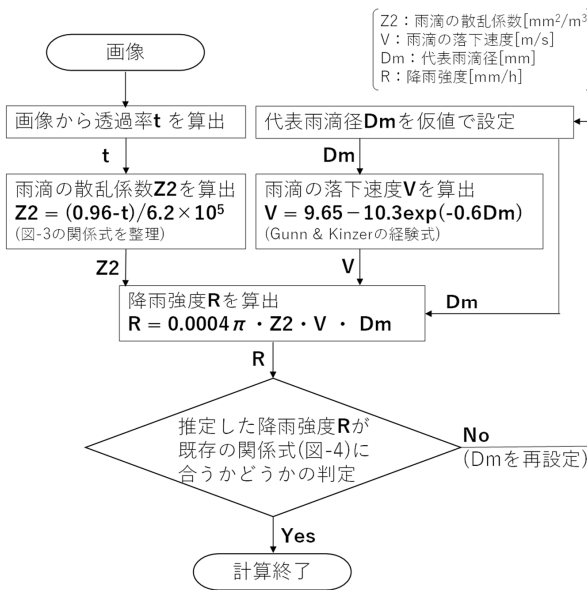
図-2 降雨強度と透過率の関係

- 自然状態の降雨特性(散乱係数※、雨滴径、雨滴の落下速度、降雨強度)の関係性を把握するため、ディストロメーター(降雨観測計器)を用いて屋外(つくば)で降雨を観測した。また、同時にカメラから降雨時の透過率を算出するための画像を取得した。
(※散乱係数: 1 m³あたりの雨滴の投影面積の合計 [mm²/m³])



上段: 転倒ます雨量計とディストロメーターの降雨強度観測値の時系列変動
 中段: 雨滴径の時系列変動(色分けは降雨強度)
 下段: 雨滴径の時系列変動(色分けは散乱係数Z2)

透過率から降雨強度を計算するモデルを提案。



- 国総研における観測では、計算値と観測値がある程度は一致する結果。
- 一方で、観測条件や雨滴径が原因の誤差が生じていることが分かった。

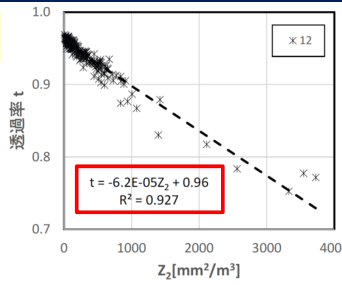


図-3 散乱係数Z2と透過率tの関係

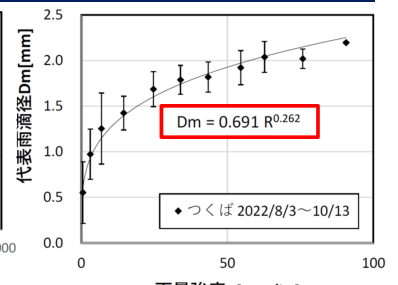


図-4 降雨強度Rと代表雨滴径Dmの関係

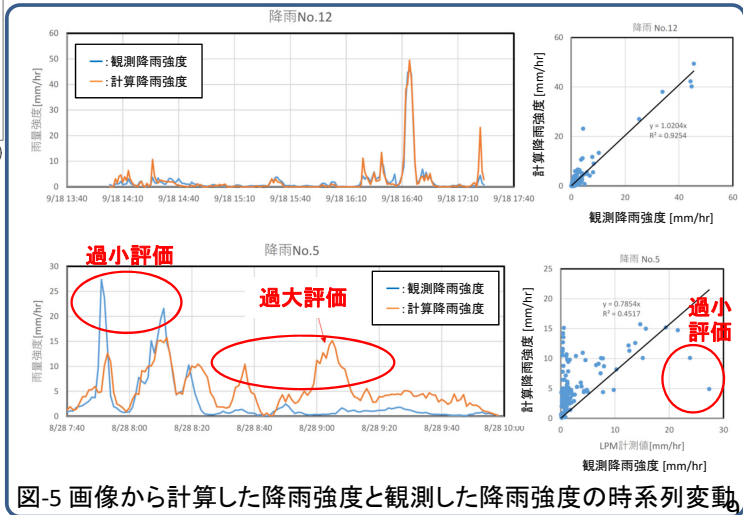
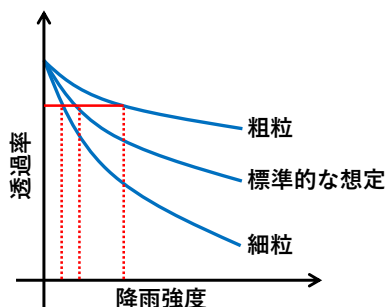
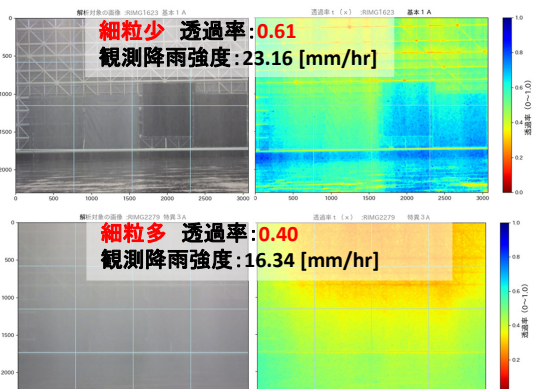


図-5 画像から計算した降雨強度と観測した降雨強度の時系列変動

実験結果から判明した誤差の要因と今後の検討課題

誤差の要因	推定値への影響	今後の検討課題
雨滴径	想定よりも粗粒が多い場合は過小評価、細粒が多い場合は過大評価につながる。	・画像から実際の代表雨滴径を推定する手法を検討する等、モデルにおける代表雨滴径設定手法を再検討する。
日光・逆光	過大評価につながる。	・画像に表れる日光の影響(背景の白み等)を評価し、その影響を除去する手法を検討する。
レンズに付着した水滴	過大評価につながる。	・レンズに付着した水滴部分を画像上で検出して、除去する手法を検討する。



また、同じ透過率でも推定される降雨強度は粒径によって変化するため、実際の粒径をできるだけ正確にモデルに反映する必要がある。



同じような降雨強度でも算出される透過率は粒径によって変化する(研究成果①)。



6. 成果の普及等

成果の普及に向けた取り組み・今後の予定

【本研究の到達点】

- 本研究では、画像に表れる降雨強度の指標である透過率から、降雨強度を推定するモデルを提案した。
- ただし、提案したモデルでは実測値を精度よく推定できる場合もあるが、観測条件や雨滴径が原因の誤差が生じていることも分かった。

【社会実装に向けた今後の課題・研究の予定】

- 誤差の課題に対して、まずは過小評価をなくすことを目標として、モデルにおける代表雨滴径設定手法を再検討する。また、画像に表れる日光や水滴の影響を取り除く手法の検討を行う。
- 誤差の影響を除去することができ、ある程度の精度が確保できれば、全国の様々なスペックや設置条件のカメラで適用性を検討する。さらに、様々なカメラでの適用性が確認できれば、地方整備局・事務所等の現場に適用して実用化と普及を図る。

発表論文等			
R4	令和4年度砂防学会研究発表会	画像を用いた降雨強度推定手法開発のための降雨撮影実験	金澤瑛、中谷洋明、吉村暢也、張成美
		強雨時雨滴粒形分布の計測と計測事例	鶴田謙次、吉村暢也、張成美、中谷洋明、金澤瑛
	The 9th International Conference on Flood Management (ICFM9)	Study on Image-based Rain Gauge for Intensive Rainfall in Mountainous River Basin - Experiments in Large-scale Rainfall Experiment Facility	Akito KANAZAWA, Hiroaki NAKAYA, Nobuya YOSHIMURA, Kenji TSURUTA, Chang SONGMI
R5	令和5年度砂防学会研究発表会	画像による豪雨検知手法の検討	金澤瑛、中谷洋明、吉村暢也、張成美
		画像を用いた降雨強度推定手法の開発	張成美、吉村暢也、遠藤哲雄、鶴田謙次、中谷洋明、金澤瑛

11



7. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法 (施策への反映・効果等)	目標の達成度	備考
全国の整備済みの漂流監視用CCTV等のカメラの画像から降雨強度を推定する技術を開発し、既存の雨量計(地上・レーダ)ではとらえきれない強雨領域を補足することで、中山間地の降雨観測体制の強化を図る。	室内降雨撮影実験による画像情報と降雨強度の関係性把握	・画像の霞の程度を表す透過率が画像に表れる降雨強度の指標として適用できる可能性があることを確認した。 ・透過率から降雨強度を推定するためには、雨滴径の違いについても考慮する必要があることを確認した。	・本研究成果によって画像情報と降雨強度の関係性が結びつけられたことから、画像から降雨強度を推定する手法のモデル開発において透過率を主要な因子と位置づける。	○	
	屋外観測による自然状態の雨滴の物理的特性の把握	・降水粒子の粒径や落下速度を詳細に計測できるディストロメーターを屋外に設置し、自然状態の降雨を観測することで、画像から降雨強度を推定する手法のモデルを検討するための基礎データを収集した。	・自然状態の降雨の実態に即したモデルを開発するために、本研究で得られた自然状態の降雨の物理的特性を活用する。	○	
	画像から降雨強度を推定するモデルの作成	・画像に表れる降雨強度の指標である透過率から、降雨強度を推定するモデルを提案した。 ・ただし、提案したモデルでは実測値を精度よく推定できる場合もあるが、観測条件や雨滴径が原因の誤差が生じていることも分かった。	・誤差の影響を除去する手法の検討を進め、ある程度の精度が確保できれば、全国の様々なスペックや設置条件のカメラで適用性を検討する。適用性が確認できれば地方整備局・事務所等の現場に適用して実用化と普及を図る。 ・本研究の手法を、全国の漂流監視用CCTV等のカメラに展開することで、中山間地の局地的な実況雨量監視が可能となる。	○	

<目標の達成度>

◎:十分に目標を達成できた。

○:概ね目標を達成できた。

△:あまり目標を達成できなかった。

×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

全国の流域監視用CCTV等を用いて既存の雨量計(地上・レーダ)ではとらえきれない強雨領域を補足する手法を提案した。現時点では、限られた条件下では計算値が観測値とある程度一致する結果は確認できたものの、観測条件や雨滴径が原因の誤差が生じていることも分かった。今後、誤差の影響を除去する手法の検討を引き続き進める必要がある。本研究の成果が全国の流域監視用CCTV等の現地カメラに実装されると、局地的な実況雨量監視による流域管理の高度化、さらに集中豪雨時の避難行動の支援に繋がることから、土砂災害に対する警戒避難体制の強化に資する有効な研究であるといえる。

12

リモートセンシング技術を統合活用した効率的な災害調査手法に関する研究

研究代表者 : 土砂災害研究部長 田村 毅
 課題発表者 : 土砂災害研究室長 瀧口 茂隆
 研究期間 : 令和3年度～令和4年度
 研究費総額 : 約20百万円
 技術研究開発の段階 : 初期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

- 大雨や地震後に河道閉塞発生箇所や土砂移動集中発生地域の早期把握は、対策の早期着手のために重要。
- 国土交通省では、夜間、悪天候時でも広域観測可能な衛星搭載合成開口レーダー(以下「SAR」)に着目し、土砂移動発生箇所の推定を行っている。
- 現在整備局等の実務では、安定的にアーカイブが取得され、かつ観測幅の広い「だいち2号」(ALOS-2,Lバンド)の緊急観測データと同一条件(同進行方向、同照射方向、同照射角)で観測した災害前データを合成した画像を判読している(図-1)。
- しかし、地表面に対して、斜め方向からマイクロ波を照査するため、土砂移動の発生源となる傾斜面では不可視領域が発生し、一度の観測では網羅的な観測が困難(図-2)。広域災害の場合は観測幅の制限もある。
- また、緊急観測のような不定期な観測条件では、アーカイブデータが古く、観測間の人工改変地を誤判読することがある(図-3)。

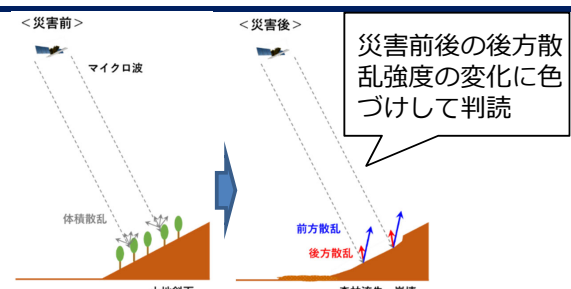


図-1 森林斜面が崩壊した場合の散乱変化のイメージ

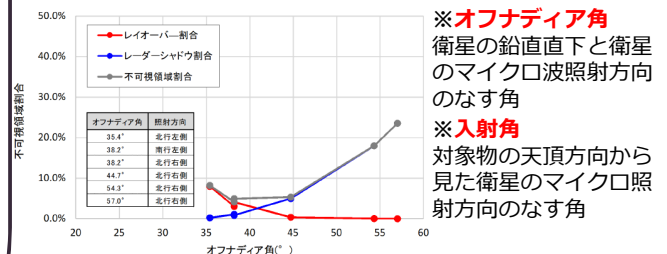


図-2 オフナディア角と不可視領域の関係の例 (R2球磨川流域)

課題

- 不可視領域内や観測幅外では崩壊地が判読できない。**【捕捉率の課題】**
- 災害前後ペアの観測間隔が長いと、その間に行われた人工改変(森林伐採、採石等)を崩壊と誤認する事例がある。**【適合率の課題】**



図-3 森林伐採による後方散乱変化の事例(福岡県東峰村) 2

目的・目標

現在実務上の課題である、「捕捉率の課題(見逃し)」「適合率の課題(誤判読)」に対し、これまでの「ALOS-2の同一観測条件の災害前後ペア画像」以外の条件での画像ペアの判読を試行する実験を行い、その適用可能性を検討する。

これにより緊急観測時の判読に使用できるペアの組合せ拡大し、誤判読や見逃しの低減を目指す。

- ① 異なるバンドの衛星ペアの検討(図-4、5)
- ② ALOS-2の異なる観測条件(方向、入射角)ペアの検討(表1)

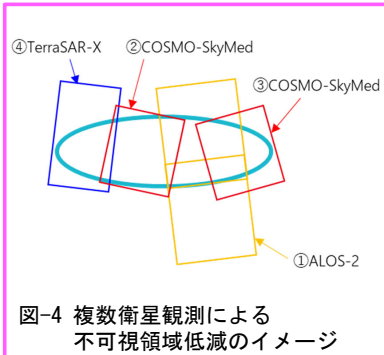


図-4 複数衛星観測による不可視領域低減のイメージ

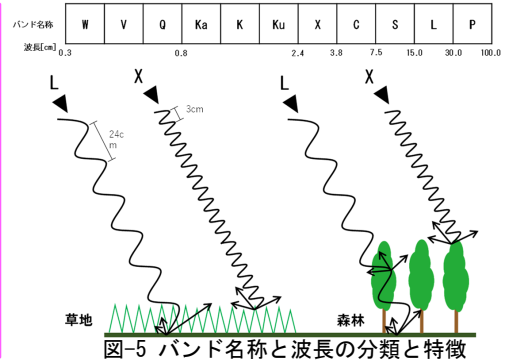


図-5 バンド名称と波長の分類と特徴

表-1 災害後緊急観測時と同一条件のアーカイブ(実績)

災害後緊急観測		2017.7.7 昼	2017.7.7 夜	2018.7.8 昼
災害前	観測間隔日数	2016.4.29	201.10.14	2015.4.19
		434日	266日	1176日

必要性

- ・ 2010年以降に公開された、衛星、土木、測量、土砂災害に関連する文献を調査したところ、異なるバンドのSARを組合わせて土砂災害を調査したものはない。
- ・ 土砂移動の集中する範囲が広域な場合や、アクセスしづらい山間部の場合、他のインフラと比較して初動期の情報の空白期間が長くなることもある。これを解消するための早期把握手法の開発・改善が求められている。
- ・ 現在判読に使用しているALOS-2以外にも近年SAR衛星による観測も行われており、さらに技術革新により小型化されたSAR衛星による今後の観測体制の充実が期待されている。

3

研究の概要

- ①異なるバンドの衛星を組合せて土砂災害を調査した国内・海外の先行研究の文献調査を実施する。国内で入手可能なALOS-2以外のSAR衛星画像について、
 - i. 解像度(モードの違いがあればモード別)
 - ii. アーカイブの充実度
 - iii. 緊急観測の対応程度
 - iv. 依頼から画像提供までに要するおおよその時間
 - v. 1シーンあたりの観測幅、費用 等を整理する。
- ②バンドの異なる衛星を使用した場合の土砂災害判読実験を行う
- ③ALOS-2の異なる観測条件での土砂災害判読実験を行う。

① 国内で入手可能なSAR画像の整理



② 異なる衛星を使用した場合の実験

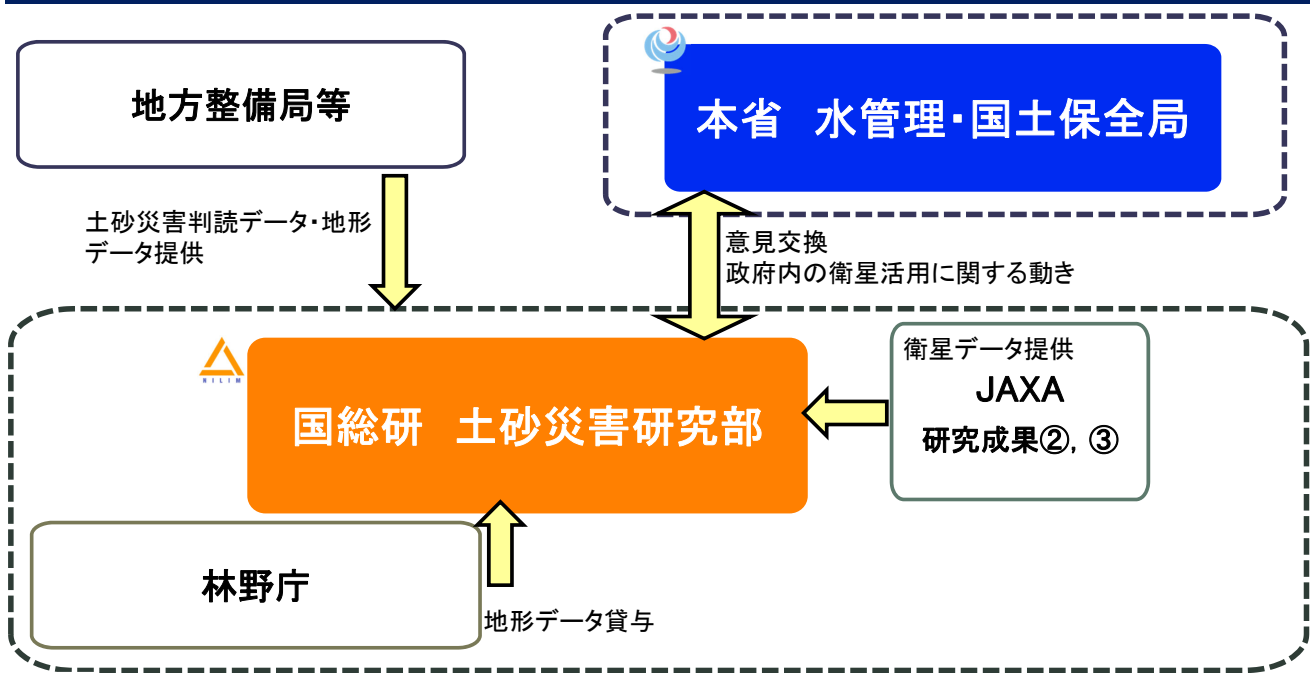


③ ALOS-2の観測条件を変えた場合の実験

4



4. 研究の実施体制



効率性

実験に必要な地形データ・崩壊地判読データ、衛星データについては、可能な限り他機関からの貸与・提供でにより収集し、新たに購入するSAR画像等のデータを必要最小限にするとともに、本省砂防部から政府内の今後の衛星活用に関する動きについての情報提供等を受けるなど意見交換を行うことで実際の運用を意識しながら効率的に研究を実施した。

5



5. 研究成果: ① 先行研究の文献調査

研究成果

- 2010年以降に公開された文献調査を実施。
- 異なるバンドのSARを組合せて土砂災害を調査したものは無かった。

国内	
1	日本リモート・センシング学会
2	電子情報通信学会
3	砂防学会
4	土木学会
5	日本林学会
6	地震工学会
7	日本建築学会
a	土木技術資料(土木研究センター)
b	日本地理学会
c	写真測量学会
d	測地学会

海外	
1	Photogrammetric Engineering and Remote Sensing
2	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing
3	Remote Sensing of Environment
4	Remote Sensing Letters
5	International Journal of Remote Sensing

< 検索キーワード >

SARに関する用語	変化抽出に関する用語
SAR	斜面 (斜面崩壊)
Synthetic Aperture Radar	変化抽出
ALOS-2	土砂移動
合成開口レーダ	土砂災害
	change detection
	natural disaster
	disaster monitoring
	landslides monitoring
	slope movement
	landslide detection

6

- 公開情報をベースに適宜ヒアリング等で補足今後の打ち上げ予定も含めて衛星毎に情報を整理した。
- 得られた情報をもとに、土砂災害調査を行うにあたって①災害直後の広域調査に有効②スポット的に有効③活用困難④今後打ち上げ予定に大まかに分類を行った。その結果実験に使用する各バンドの衛星を選定した。
- 衛星データの入手方法が確認できたので、今後の災害対応の利用が容易になった。

表-2 整理した衛星リスト

衛星	運用期間	観測周波数	アーカイブ	緊急観測
※赤字は実験に使用した衛星				
1 ALOS-2	2014～	L	充実	可(官庁)
2 COSMO-SkyMed	2007(2019)～	X	都市域が多い	可
3 TerraSAR-X	2007	X	-	可
4 RADARSAT-2	2007	C	-	可
5 ASNARO-2	2018	X	充実	可
6 Capella-2	2018	X	国内は少	可
7 QPS-SAR1,2	2019	X	-	可
8 StriX	2020	X	非公開	要相談
9 Iceye	2018	X	国内は一通り	解析のみ可
10 Sentinel-1	2014	C	全世界	不可
11 SACOM-1	2018	L	日本行きはある程度カバー	可
12 NISAR	2024(予定)	L	今後	今後

7

1. 実験の対象災害

多数の土砂移動が発生していること、崩壊地判読ポリゴンがあること、ALOS-2以外も含めてアーカイブが充実していることから以下の災害を選定。

- ① 平成29年7月九州北部豪雨(福岡県)
- ② 平成30年7月豪雨(広島県)

2. 実験の種類

① ALOS-2と他の衛星を組み合わせた実験(成果②)

Xバンド衛星: COSMO-SkyMed(伊; 以下CSK)

Cバンド衛星: Sentinel-1(欧; 以下SNT-1)

② ALOS-2の入射角のペアを変化させた実験(同③)

入射角低: <29.1°
 入射角中: 29.1~42.7°
 入射角高: >42.7°
 逆向き

3. 評価の方法

崩壊地の中から下記の条件で18個の検証用崩壊地をそれぞれの災害で選定。オルソ化処理をした衛星合成画像を用いて技術者の目視判読で確認できるか否かで評価した。(次ページのフロー参照)

表-3 代表崩壊地の選定条件

崩壊規模(m ²)	1,000以下	1,000~2,000	2,000以上
相対方位角	表面	裏面	側面
形状	馬蹄形	細長形	

※No.の記載: パターン1 / パターン2

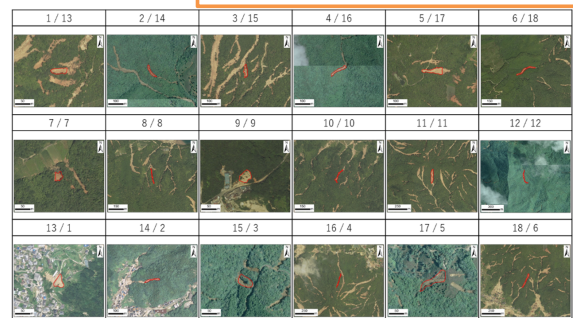
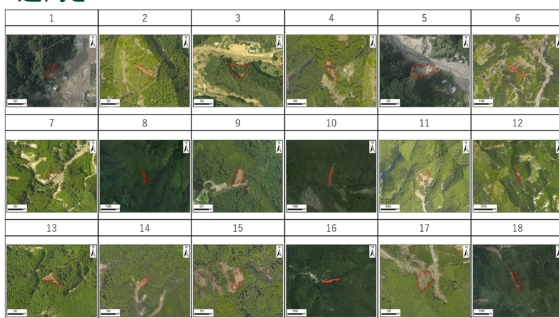


図-6 検証対象崩壊地(左:平成29年7月九州北部豪雨、右:平成30年7月豪雨)

8

判読にあたり、作業フローを作成し、判読者の判読能力の違いによる影響ができるだけでないよう工夫をした。

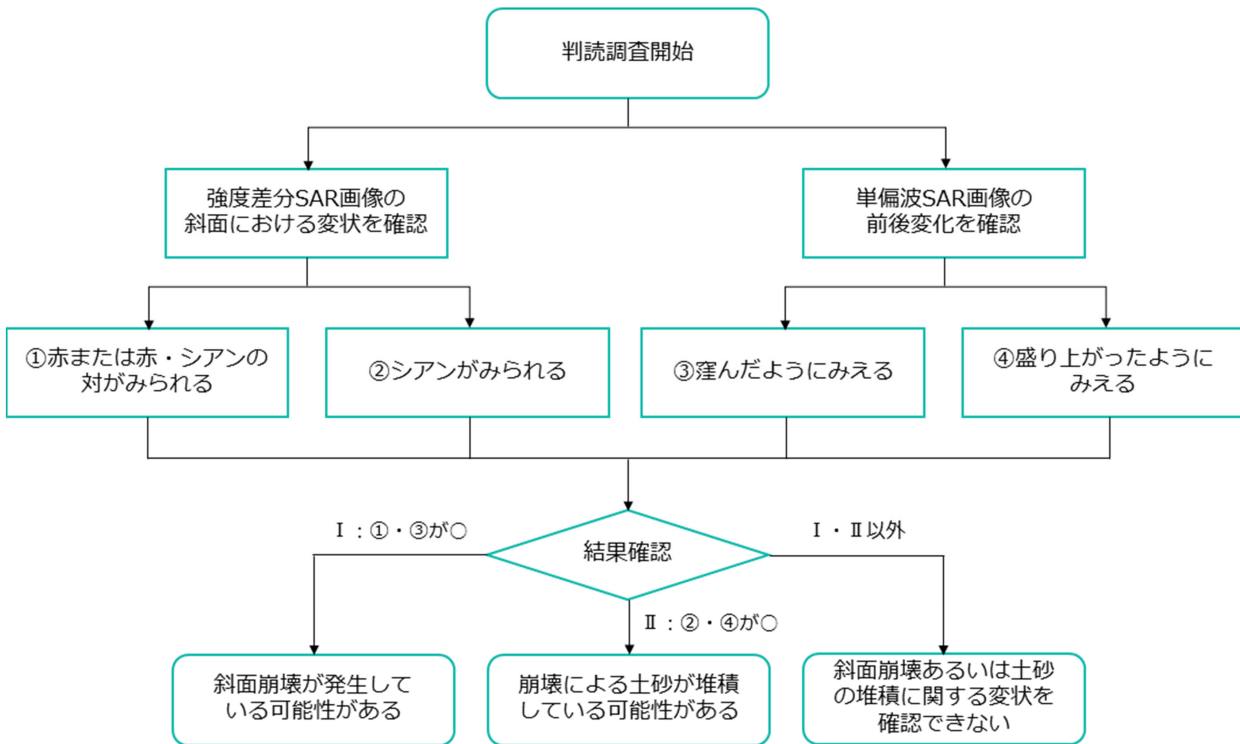


図-7 視認性の判定フロー

- 災害前後で異なるバンドを組み合わせても、崩壊地の判読の信頼性は確保できる可能性がある。
- 今回の実験では、災害後にXバンドを使用した方が捕捉率が高かった。

表-4 衛星の組み合わせを変えた場合の検証対象崩壊地の捕捉率

災害前 \ 災害後	CSK: X-band 観測日: 2017/7/18 入射角: 35.4° 観測方向: 北行右	ALOS-2: L-band 観測日: 2017/9/7 入射角: 29.1° 観測方向: 北行右	災害前 \ 災害後	CSK: X-band 観測日: 2018/7/9 入射角: 32.0° 観測方向: 南行右	ALOS-2: L-band 観測日: 2018/8/29 入射角: 35.4° 観測方向: 南行右
	ALOS-2: L-band 観測日: 2017/5/18 入射角: 29.1° 観測方向: 北行右	61.1% (11/18)		16.7% (3/18)	ALOS-2: L-band 観測日: 2018/6/20 入射角: 35.4° 観測方向: 南行右
CSK: X-band 観測日: 2017/6/4 入射角: 35.9° 観測方向: 北行右	55.6% (10/18)	5.6% (1/18)	CSK: X-band 観測日: 2018/4/20 入射角: 32.0° 観測方向: 南行右	66.7% (12/18)	22.2% (4/18)
SNT-1: G-band 観測日: 2017/7/2 入射角: 31.1° 観測方向: 北行右	22.2% (4/18)	5.6% (1/18)	SNT-1: G-band 観測日: 2018/6/28 入射角: 37.4° 観測方向: 南行右	44.4% (8/18)	0% (0/18)

平成29年7月九州北部豪雨

平成30年7月豪雨

捕捉率: 18個の検証対象崩壊地のうち、判読者が崩壊地であると判読した数

※表中の入射角:L, Xバンドは画像の中心位置の値。

Gバンドは広範囲のため評価範囲の中心位置の値とした。

平成29年7月九州北部豪雨
添田町大字落合（崩壊地No.6）

崩壊面積：約5,000m²

細長型

表面

災害後画像にXバンドを組合わせた場合、
表面の崩壊地の視認性が高くなった。



5. 研究成果③ALOS-2の観測条件を変えた場合の実験結果 (H29福岡)

研究成果

災害後画像の入射角が高、低との組み合わせでは、同一条件より捕捉率が劣る。

【再掲】入射角の分類

- ①入射角低:<29.1°
- ②入射角中:29.1~42.7°
- ③入射角高:>42.7°
- ④逆向き

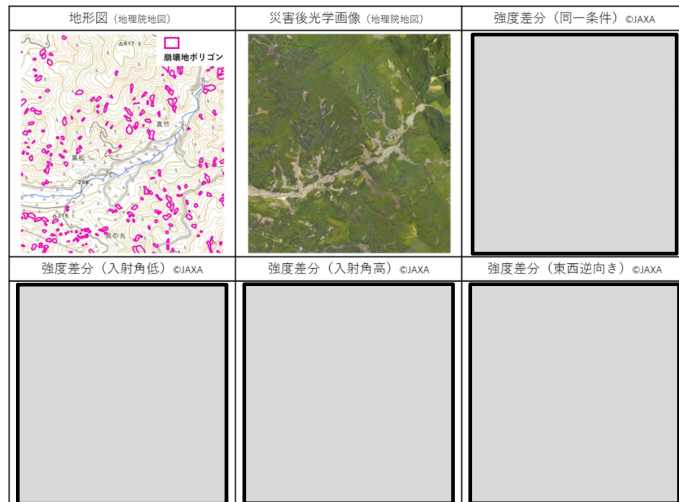


図-8 組み合わせ毎の見え方の例（平成29年7月九州北部豪雨）

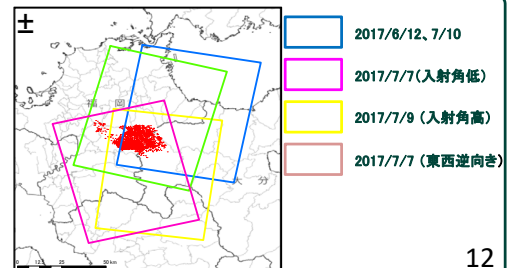
実験結果 (平成29年7月九州北部豪雨)

	災害前 災害後 観測日：2017/6/12 入射角：32.4° 観測方向：南行右	災害前と同一条件 観測日：2017/7/10 入射角：32.4° 観測方向：南行右	入射角 低 観測日：2017/7/7 入射角：21.9° 観測方向：北行左	入射角 中 観測日：2017/7/9 入射角：52.1° 観測方向：南行右	入射角 高 観測日：2017/7/7 入射角：29.1° 観測方向：南行左	東西逆向き 観測日：2017/7/7 観測方向：南行左
観測日：2017/6/12 入射角：32.4° 観測方向：南行右	44.4% (8/18)	0% (0/18)	-	22.2% (4/18)	0% (0/18)	0% (0/18)

() 内の数値はポリゴン数

同一観測条件

※表中の入射角は画像の中心位置の値。



- 災害後の入射角が高い場合、平成29年7月豪雨とは逆に同一条件より高くなった。(組合せ①)
- 入射角中同士のペアでは、同一条件と同等だった。(組合せ②)

組合せ①: 災害後入射角高・逆向きとの組合せ(H30)

災害前	災害後	入射角:低	入射角:中	入射角:高	東西逆向き
観測日: 2018/6/20 入射角: 35.4° 観測方向: 南行右	観測日: 2018/8/29 入射角: 35.4° 観測方向: 南行右			観測日: 2018/7/8 入射角: 48.0° 観測方向: 南行右	観測日: 2018/7/21 入射角: 32.4° 観測方向: 北行右
	33.3% (6/18)	x	-	50.0% (9/18)	0% (0/18)

同一観測条件

組合せ②: 災害前入射角中同士の組合せ(H30)

災害前	災害後	同一観測条件
観測日: 2018/7/21 入射角: 32.4° 観測方向: 北行右	観測日: 2018/3/17 入射角: 32.4° 観測方向: 北行右	66.7% (12/18)
観測日: 2018/5/17 入射角: 40.6° 観測方向: 北行右	観測日: 2018/3/17 入射角: 32.4° 観測方向: 北行右	66.7% (12/18)

※表中の入射角は画像の中心位置の値。
() 内の数値はポリゴン数

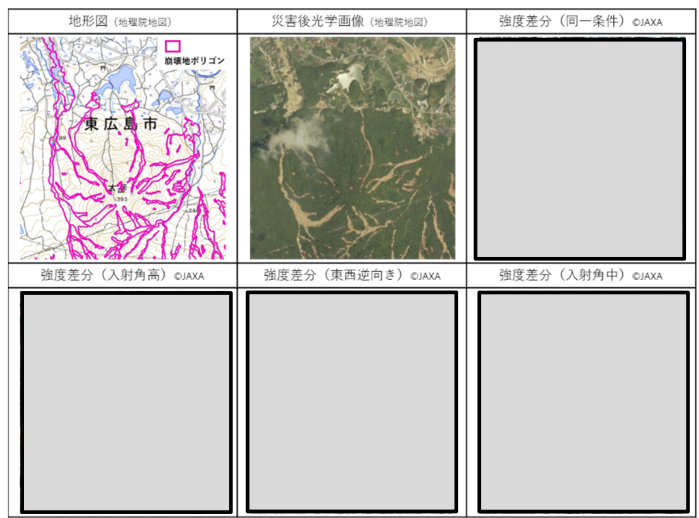
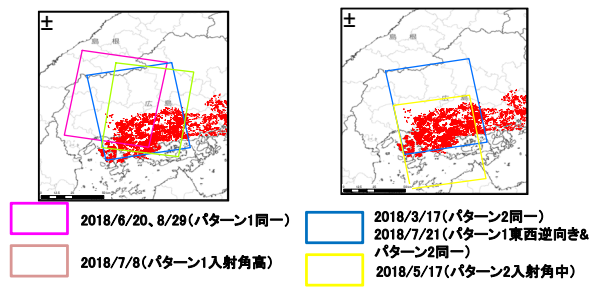


図-9 組み合わせ毎の見え方の例 (平成30年7月九州北部豪雨)13

- 同一条件以外に入射角中程度のアーカイブを利用することで同程度の性能(捕捉率)で観測間隔を大幅に短くできる可能性があることがわかった。
- 観測間隔短縮効果により、人工伐採地の誤判読を低減することが期待できる。

表-4 観測間隔日数の低減効果

平成29年7月九州北部豪雨の場合

災害前		災害後	災害後1 (南行左) 29.1°		災害後2 (北行左) 21.9°		災害後3 (南行右) 52.1°	
観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日
同一条件	2016/4/29	434日	同一条件	2016/10/14	266日	同一条件	2016/5/1	434日
入射角低	2016/4/30	433日	入射角低	2016/10/14	266日	入射角低	2016/10/14	268日
入射角中	2017/6/20	17日	入射角中	2017/6/12	25日	入射角中	2017/6/12	27日
入射角高	2015/6/22	746日	入射角高	2016/5/1	432日	入射角高	2016/5/1	434日
東西逆向き	2017/6/12	25日	東西逆向き	2017/6/20	17日	東西逆向き	2017/6/20	19日

赤字: 最も災害発生日に近い観測

平成30年7月豪雨の場合

災害前		災害後	災害後1 (南行右) 48.0°		災害後2 (北行右) 32.4°		災害後3 (南行右) 35.4°	
観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日	観測日
同一条件	2015/4/19	1176日	同一条件	2018/3/17	126日	同一条件	2018/6/20	70日
入射角低	-	x	入射角低	-	x	入射角低	-	x
入射角中	2018/6/20	18日	入射角中	2018/5/17	65日	入射角中	2018/6/20	70日
入射角高	2017/12/2	218日	入射角高	2018/6/19	32日	入射角高	2017/12/2	270日
東西逆向き	2018/5/17	52日	東西逆向き	2018/6/20	31日	東西逆向き	2018/5/17	104日



6. 成果の普及等

- 本研究で得られた成果について、以下の発表会等で発表し、成果の普及を図った。

令和5年度砂防学会研究発表会

瀧口茂隆・三浦俊介・中谷洋明・佐藤匠・山下久美子・本田謙一・田口智大：複数の衛星SAR画像を用いた土砂災害発生箇所推定手法の高度化の検討

令和5年度日本リモートセンシング学会春期学術講演会

佐藤匠・山下久美子・本田謙一・田口智大・瀧口茂隆・中谷洋明：異なる観測条件・異なるSAR衛星画像の強度差分解析による土砂災害調査の試行

- また、地方整備局等や都道府県職員の参加する土砂災害防止に関する会議等において、成果の普及を図る予定。
- 一方で、今回の実験はあくまでも簡易な方法で行ったものであるため、実際の複数衛星オペレーションを想定した効果の確認が引き続き必要。
- 今後は、本研究成果を踏まえて以下の取り組みを実施する予定。
 - 衛星の観測体制の充実を踏まえた最新の知見の収集・整理
 - 今後の災害における検証
 - 実際のオペレーションを想定した今回の成果の確認（観測にかかる時間、判読の信頼性など）

15



7. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法 (施策への反映・効果等)	目標の達成度	備考
現在実務上の課題である「適合率の課題(誤判読)」、「捕捉率の課題(見逃し)」に対し、これまでの「ALOS-2の同一観測条件の災害前後ペアの強度差分合成画像」以外の条件での画像ペアの判読を試行する実験を行い、その適用可能性を検討する。	①国内で入手可能なSAR画像の整理	衛星データの入手方法が確認でき、今後の災害対応の利用が容易になった。 土砂災害調査を行うにあたって大まかに分類を行い実験に使用する衛星を選定できた。	今回の成果を踏まえ、衛星コンステレーションのような状況における実際のオペレーション想定した実験を行う。	○	
	②異なる衛星を使用した場合の実験	今回の実験では、災害後にXバンドを使用すると捕捉率が高かった。 災害前後で異なるバンドを組合せても、信頼性が一定程度確保できる組合せの目的ができた。その結果として複数衛星使用のメリットが確認できた。	災害データを蓄積し検証を行うとともに、実際の複数衛星オペレーションを想定した今回の成果の確認(観測にかかる時間、判読の信頼性など)を行う。	◎	
	③ALOS-2の観測条件を変えた場合の実験	入射角中同士のペアでは、同一条件と同等の捕捉率を確保できた。 同一条件以外に入射角中程度のアーカイブを利用することで観測間隔を大幅に短くできることがわかった。その結果空振りを減らせる可能性がある。	地方整備局等や都道府県職員の参加する土砂災害防止に関する会議等において、成果の普及を図る。今後の災害において検証を実施し一般的な傾向が確認できれば判読マニュアル等に記載する。	◎	

有効性

<目標の達成度> ◎:十分に目標を達成できた。 ○:概ね目標を達成できた。
 △:あまり目標を達成できなかった。 ×:ほとんど目標を達成できなかった。

これまで基本としてきた、「同一衛星、同一条件」観測でなくても、同等以上の判読の信頼性を確保できる可能性があること、またALOS-2同士の場合でも、入射角が中程度のペアであれば、同等の信頼性を保ったまま大幅に観測間隔を短縮でき、誤判読の低減につながる可能性があることを本研究の成果として得ることができた。この成果を踏まえてさらに研究を進めることで、大規模土砂災害時の初動期の情報空白期間を短縮するツールとしての衛星SARの信頼性向上につなげることができる。

16

評価対象課題に対する事前意見

研究名	上下水道管路の効率的な改築・点検調査に関する研究
<p data-bbox="212 443 523 472">欠席の委員からのご意見</p> <p data-bbox="185 526 1406 638">○ 自塩化ビニル管の劣化予測を試みる重要な研究。それが劣化する際に、どのような化学反応が生じているか、そのメカニズムが明らかになると対応方針をたてやすくなる。この方向性についてご意見を伺いたい。</p>	

評価対象課題に対する事前意見

研究名	土石流・土砂流による2次元河床変動計算等による細やかなリスク情報に基づく情報提供手法に関する研究
<p>欠席の委員からのご意見</p> <p>○ 土石流・土砂流のリスク評価・提供方法の提案を目指している。土石流・土砂流と2つに分けて分析されているが、スライド3ページの補足資料で示されているとおり、これらは土砂濃度に対応して連続的に変化する。そのため、統一的な指標でもって評価できないでしょうか。その可能性についてお考えを聞かせてほしい。</p>	

評価対象課題に対する事前意見

<p>研究名</p>	<p>中山間地における降雨観測精度の高度化のための画像雨量計の開発</p>
<p>欠席の委員からのご意見</p> <p>○ CCTV カメラの画像情報から降雨強度を明らかにしようとする研究。降雨強度によって透過率が減少することを定量的に評価。雨粒の大きさや天候により計算結果に誤差がみられる。これらの解決が今後の課題。特に意見はございません。興味深い研究ですので継続して、モデル構造を明らかにしてほしい。</p>	

評価対象課題に対する事前意見

研究名	リモートセンシング技術を統合活用した効率的な災害調査手法に関する研究
<p data-bbox="210 443 523 472">欠席の委員からのご意見</p> <p data-bbox="185 528 1406 600">○ リモートセンシングデータを用いて災害調査を行おうとしていることは理解できましたが、この資料からその細部までは理解できませんでした。</p>	

