

令和6年度 土木研究所講演会
災害に立ち向かう土研の技術力

農業水利施設における地震被害の特徴と対策

寒地農業基盤研究グループ
上席研究員 大久保 天

本日の講演内容

1. はじめに
寒地農業基盤研究グループにおける被害調査支援の概要
2. 災害派遣職員が見た農業用施設の被害状況
3. 地震による被害を抑制する農業用パイプラインに関する研究
(寒地農業基盤研究グループ水利基盤チームにおける研究)
4. おわりに

土木研究所における農業基盤研究

【組織図】

土木研究所

つくば中央研究所

寒地土木研究所

水害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM)

構造物メンテナンスセンター (CAESER)

先端材料資源研究 (iMaRRC)

管理部ほか

...

各研究グループ

...

...

寒地農業基盤研究グループ

・資源保全チーム

・水利基盤チーム

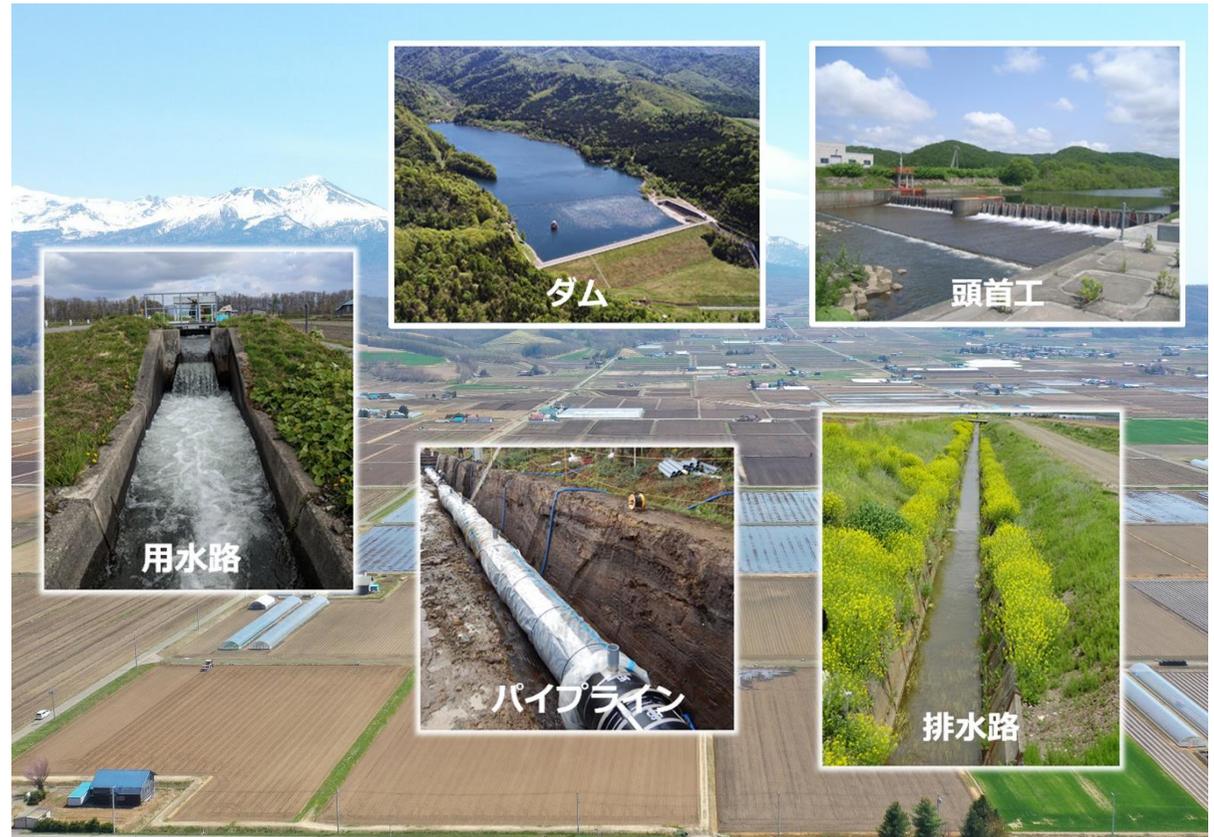
...

...

寒地農業基盤研究グループは、土木研究所寒地土木研究所の農業関連の技術開発を担う研究グループ

【農地および農業水利施設】

寒地農業基盤研究グループの研究対象



能登半島地震被災地域の概要



能登半島周辺の国営事業の位置

能登半島地震による農地・農業用施設 の被害箇所数

県名	農地	農業用施設	箇所
石川県	1,810	5,531	
富山県	412	2,028	
新潟県	148	651	
福井県	18	63	
長野県	7	6	
岐阜県	2	1	

出典：農林水産省「令和6年能登半島地震に係る農林水産関係
の被害・対応状況」(令和6年10月1日時点)

<https://www.maff.go.jp/j/saigai/attach/pdf/r6notojishin-180.pdf>

寒地農業基盤研究グループにおける被害調査の支援

【現地派遣の経緯】

- (1)土木研究所寒地土木研究所寒地農業基盤研究グループは、年明けより、現地調査に備えて、佐々木グループ長を中心に、情報収集、北海道開発局と情報共有、職員の災害派遣を準備
 - (2)農林水産省は全国の関係機関に、MAFF-SAT(農林水産省サポート・アドバイsteam)として被害調査支援要員の派遣を要請
 - (3)農業基盤研究グループは、農林水産省MAFF-SATとして派遣要請を受ける北海道開発局農業水産部と連携して、現地の被害調査に参加することを決定
 - (4)令和6年1月29日～3月1日にかけて、現地に派遣された職員は、被害調査および復旧支援に従事
- ①**農業集落排水施設**被害調査:職員1名 2週間
 - ②**農業用パイプライン**被害調査:職員3名 各2週間

延べ48人・日

農業集落排水施設の被害調査
(輪島市、志賀町)



農業水利施設被害調査の派遣先

本日の講演内容

1. はじめに
寒地農業基盤研究グループにおける被害調査支援の概要
2. 災害派遣職員が見た農業用施設の被害状況
3. 地震による被害を抑制する農業用パイプラインに関する研究
(寒地農業基盤研究グループ水利基盤チームにおける研究)
4. おわりに

農業集落排水施設の概要

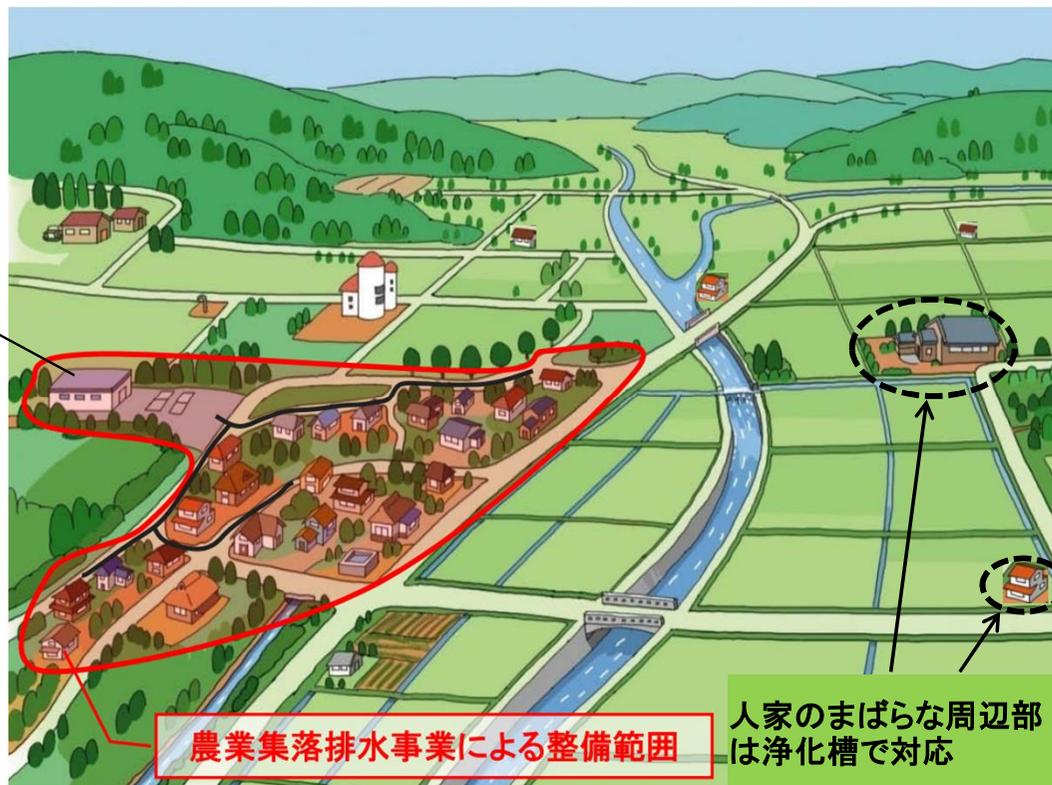
集落のトイレや生活雑排水の処理を行う施設



汚水処理施設



汚水等送水管路



農業集落排水事業のイメージ

(出典:農林水産省HP 農業集落排水事業の概要資料より)

調査の概要

【農業集落排水の調査対象】

75地区(8市町:石川県能登町、輪島市、七尾市、志賀町、かほく市、中能登町、宝達志水町、津幡町)

【実施機関】

農林水産省、北海道開発局、寒地土木研究所、地方自治体、各府県土地改良事業団体連合会等

延べ1,683人、ピーク時178人／日

各地区を分担して調査を実施

1次調査後、2次調査、査定、応急復旧

【土研(寒地土木研究所)からの派遣】

寒地土木研究所は北海道開発局と連携して、1月29日～2月9日に2地区の1次調査を実施



調査内容



汚水管路の位置の確認



被害状況の記録



マンホールの隆起の計測



マンホール蓋の開栓



マンホール内の点検

ミラー付きポールをマンホールに差し込み、下流側からライトを当て、反射具合から滞留状況を確認



調査状況



マンホールの開栓作業



ミラー付きポールを差し込み、
排水の滞留状況等を確認

排水路内の点検作業



マンホール部分の浮き



管水路の
敷設位置

管水路埋設部分の沈下

農業集落排水施設における課題

①生活全般

・水道や電気が復旧しないと暮らせない

②集落排水の課題

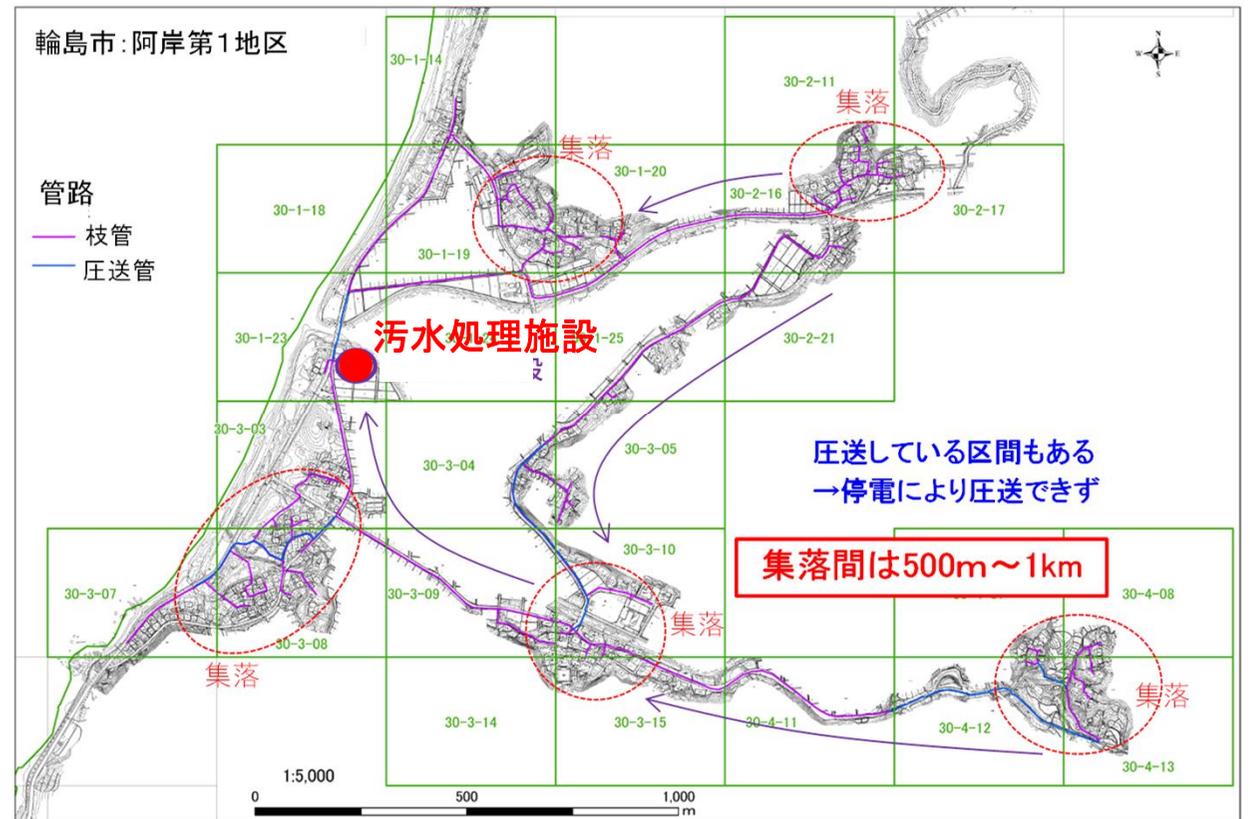
- ・上水道が通らないと排水もできない
- ・圧送区間は停電の影響を受ける
- ・集落の人口が少ない割に管路延長が長い



小規模分散方式
分散電源

課題

- ①コスト面・人材面から専門技術者が常駐できない
- ②1人あたりの建設費・維持管理費が高くなりやすい
- ③処理施設への流入汚水の量や質の時間変動が大きい → 施設稼働率の低下



調査地区の集落と農業集落排水施設の配置

農業用パイプラインの概要

内水圧を利用して、農業用水を農地へ送配水するための管水路

利点

- 地形(位置水頭だけ)に依存しない長距離の水輸送が可能
- 地中に埋設されている(水管橋除く)ため、水路用地の節約や用水の汚染を防ぐことが可能

欠点

- 漏水が起こるとパイプラインシステム全体の送水機能が喪失(とくに地震災害では問題になる)



欠点の克服が課題(研究対象)



農業用パイプラインの外観



パイプラインから圃場への農業用水の供給の様子(給水口)

農業用パイプラインにおける調査地点



国営かんがい排水事業氷見地区(富山県氷見市)
氷見・氷見北部地区(国営・県営かんがい排水施設)

**氷見市内の水田約3,000haに用水供給
1,200箇所以上で管体の破損、漏水を確認**



農業用パイプラインの被害状況(1)

管水路継輪箇所における漏水状況



パイプラインの継輪部分からの漏水

管径800mm、ダクタイル鋳鉄管
継輪と直管の接合部の隙間から漏水

【要因】

地震動による管体の変位



継輪部分の変位



漏水の状況



継輪による応急復旧

農業用パイプラインの被害状況(2)

水管橋における空気弁の被災



水管橋における空気弁立ち上がり管の破損



水管橋における空気弁の破損

農業用パイプラインの被害状況(3)

空気弁上部の破損



空気弁上部の破損(1)



空気弁上部の破損(2)



空気弁上部の破損(3)

【要因】

非常に大きな内水圧によりフランジのボルトを破断して、空気弁上部が破損したと推定される。

このような空気弁の破損は、調査区間の随所でみられた。

農業用パイプラインの被害状況(4)

パイプライン埋め戻し土の液状化による地盤沈下



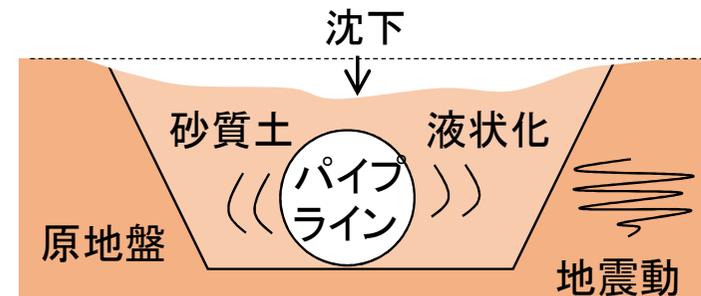
パイプライン直上の道路の沈下



パイプライン直上の道路横断部の沈下



パイプライン直上部における噴砂(液状化)



埋め戻し土の液状化による沈下(体積縮小)

農業用パイプラインにおける課題

- **パイプライン埋設路線直上地盤の沈下や空気弁の破損が目立った。このような被害に対する対策が必要である。**
(この課題解決を目的として、農業基盤研究グループ水利基盤チームは研究を実施している。このことについて後述する。)
- 施設の劣化が被害の発生要因のひとつと考えられる状況もあった。当然のことであるが、施設の耐震性も劣化する。
- 長大な施設延長の埋設構造物であるパイプラインの被害発生箇所を特定することは困難である。既設構造物の劣化状態を検出・評価する手法および供用中のモニタリング手法を確立する必要がある。
- パイプライン施設の被害は農地だけでなく、道路のひび割れや陥没といった他の生活基盤にも影響を及ぼす。

その他の被害状況



擁壁ブロックの崩壊



開水路側壁の倒壊



道路と水路の損傷



圃場面のひび割れ



農地の噴砂



ため池堤体の崩落

調査後の現場知・教訓(派遣職員から)

現地調査

- ・ 被災地の調査は体力勝負
(8km/日の徒歩移動、マンホール蓋の開閉1000枚以上)
- ・ 土地勘のない地域の調査は、図面を判読する力が重要
- ・ 日々変わる道路事情への対応(カーナビ不可) 移動時間は通常の1.5~2倍
- ・ チームワーク・情報共有が重要
- ・ カメラの使用頻度が高くモバイルバッテリーが必要
- ・ 【反省】現地トイレがなく、回数を少なくするため、水分補給を怠ってしまった

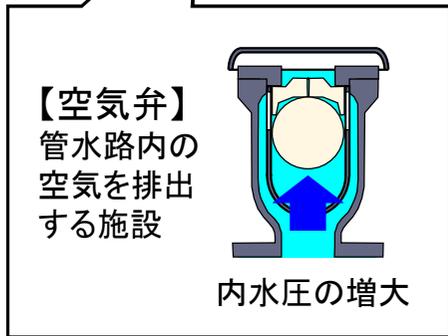
災害への備え

- ・ 正確な図面を残す必要
 - * 図面と現場の不一致、目印となる住宅が存在しない(農業の場合には多い)、道路線形の変更
 - * デジタル図面、座標管理(QRコード)が必要
- ・ 施設型式を統一する必要 * 蓋は3種類以上 専用工具が異なる

本日の講演内容

1. はじめに
寒地農業基盤研究グループにおける被害調査支援の概要
2. 災害派遣職員が見た農業用施設の被害状況
3. 地震による被害を抑制する農業用パイプラインに関する研究
(寒地農業基盤研究グループ水利基盤チームにおける研究)
4. おわりに

被害要因の考察

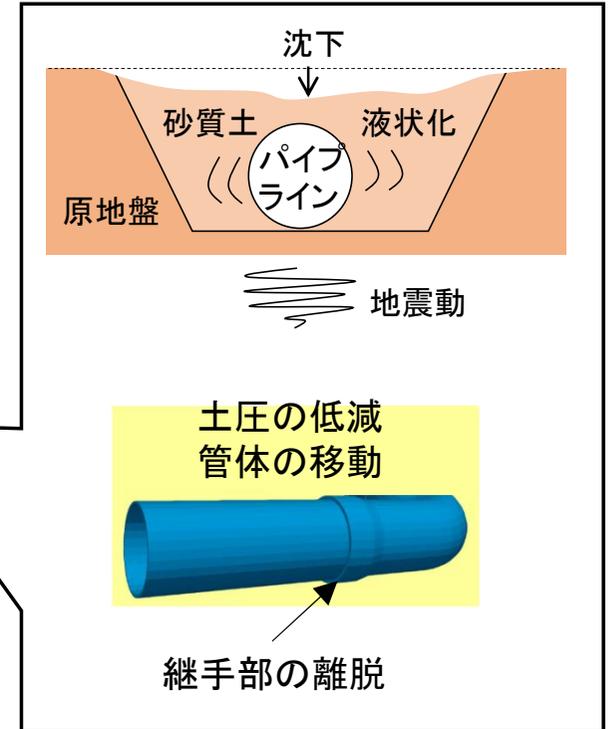


地震動に伴う動水圧の発生
→ 地震時動水圧

現在、研究を実施中



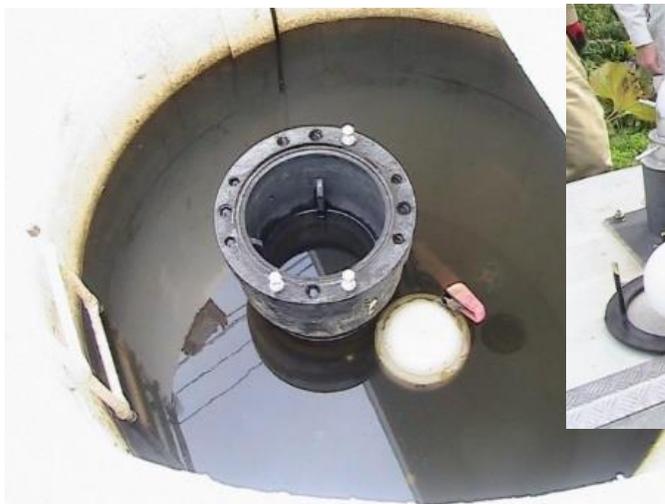
埋め戻し材料の液状化の噴砂



地震動による土圧の低減(液状化など)
→ 埋め戻し材料の改良

施工現場において、管体の挙動を観測中

空気弁の破損要因



空気弁の破損部分



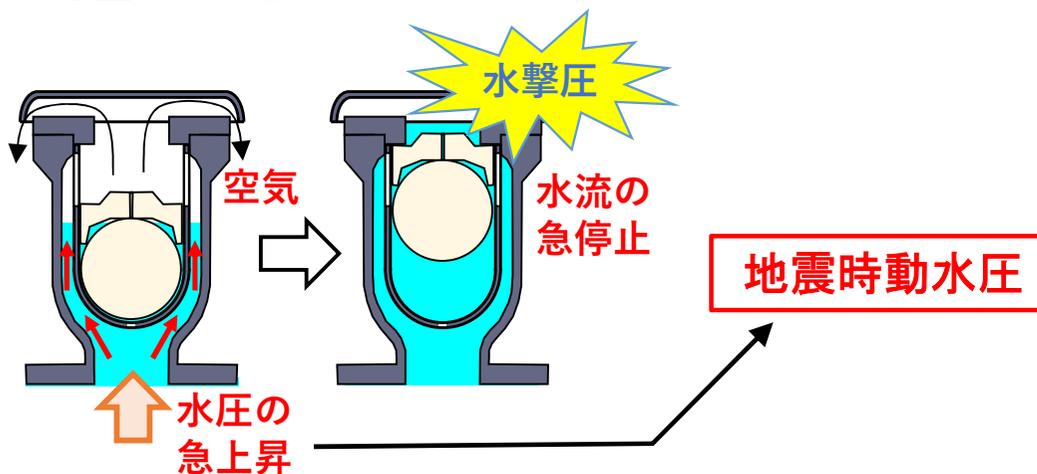
空気弁の漏水

水道管における空気弁破損の事例

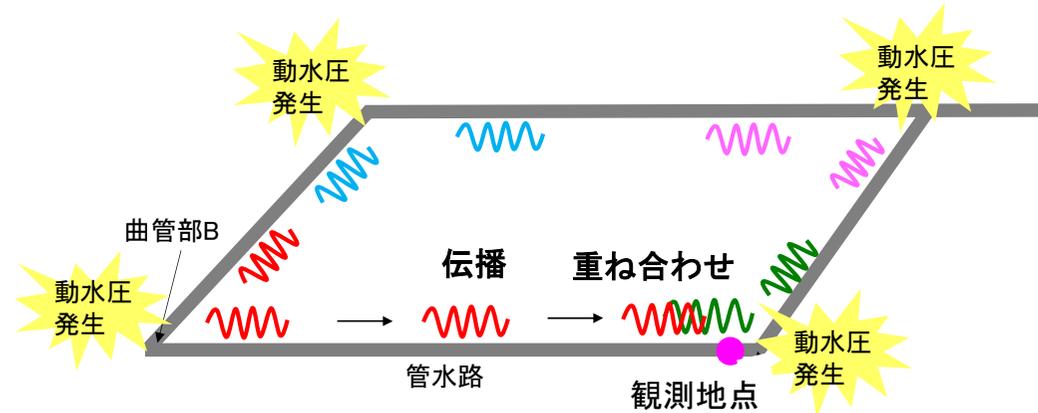
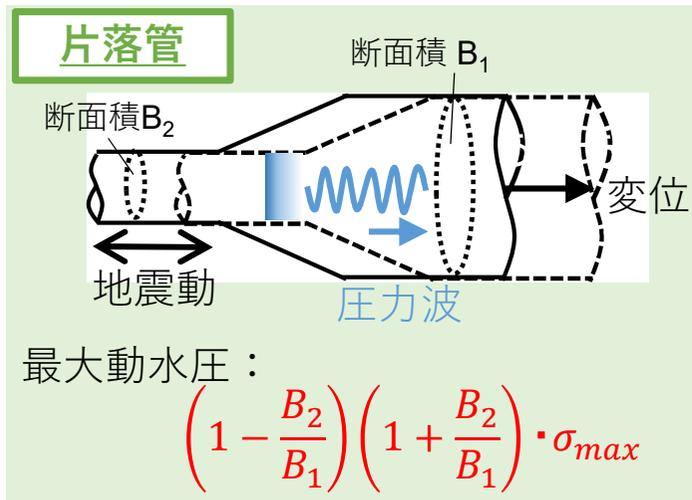
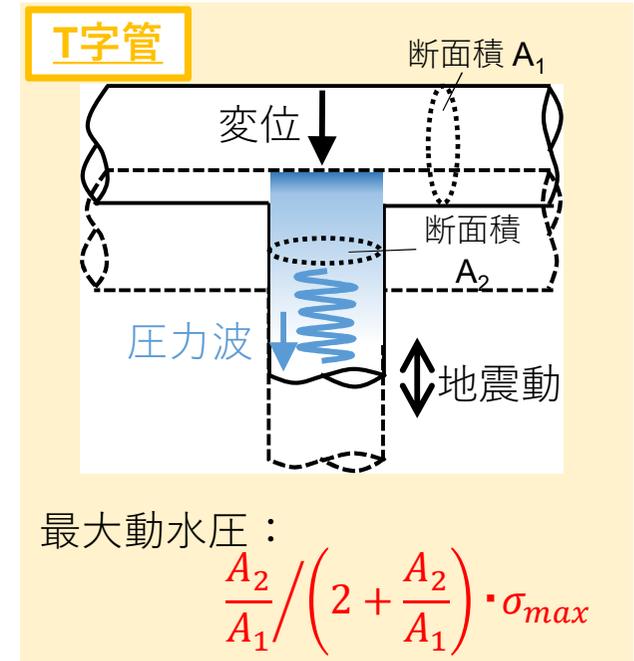
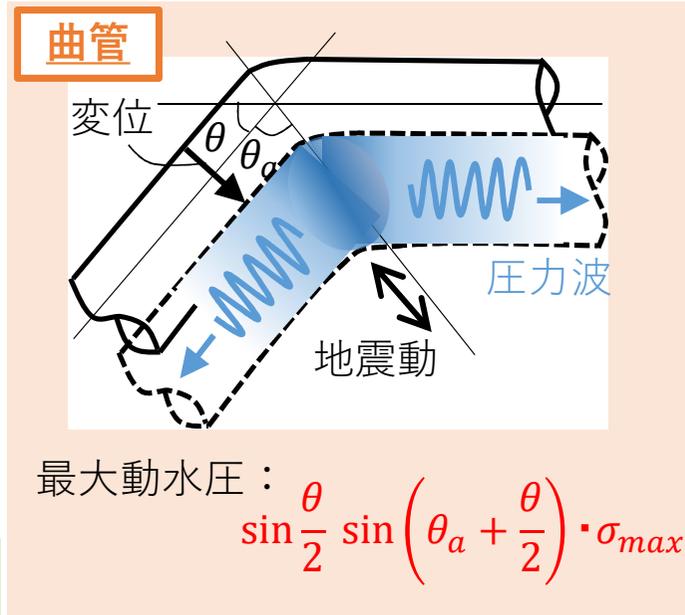
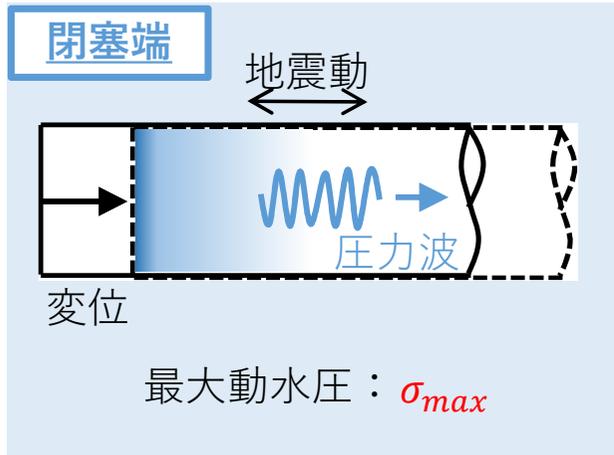
平成30年北海道胆振東部地震における空気弁破損

【現象】

内水圧の上昇により、空気弁の遊動弁・フロート弁・案内等が吹き飛んだ。

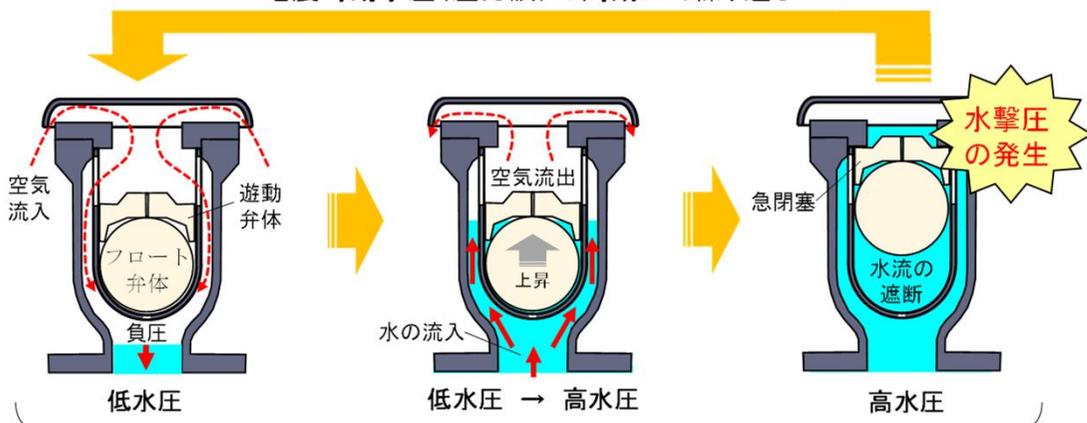


パイプライン中の地震時動水圧の発生



地震時動水圧の伝播と空気弁内に発生する水撃圧

地震時動水圧(圧力波)の周期にて繰り返し



地震時動水圧の伝播

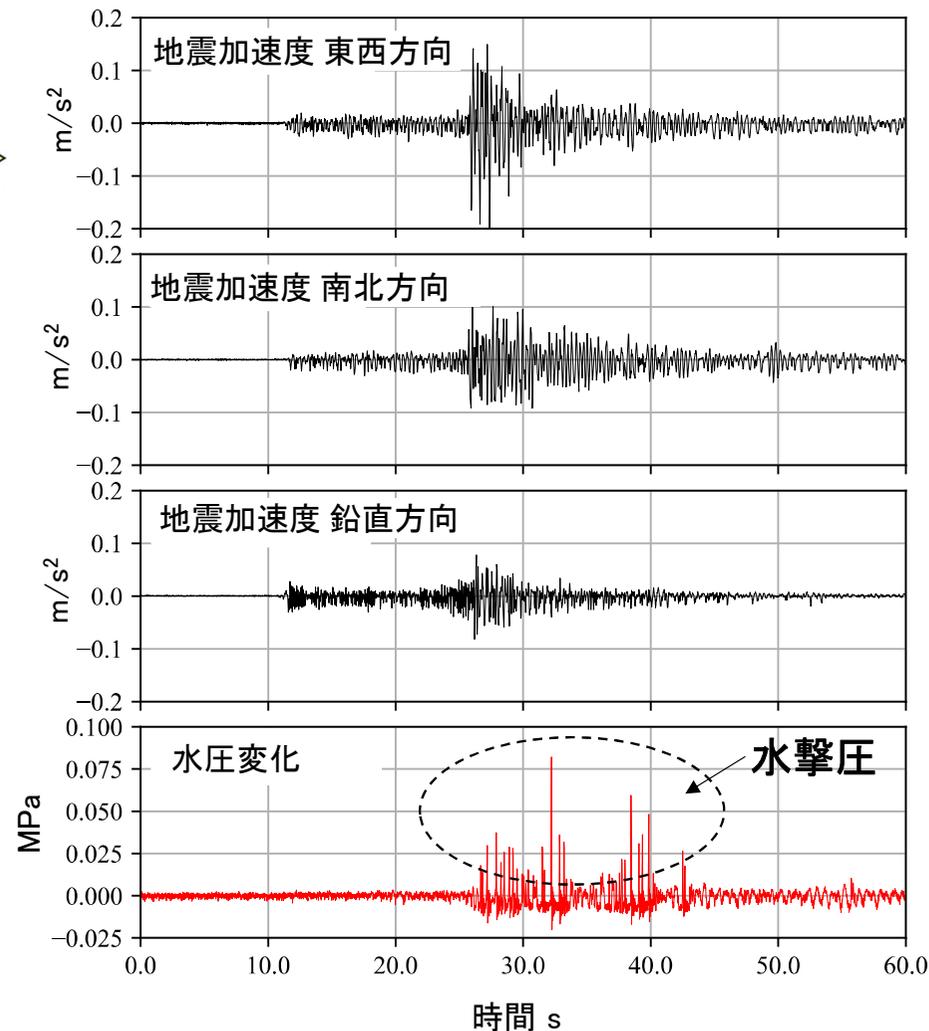


地震時動水圧に伴う空気弁内の水撃圧発生機構

寒地土木研究所では北海道内の4管水路6地点(空気弁施設)において、地震時動水圧の観測を行っている。

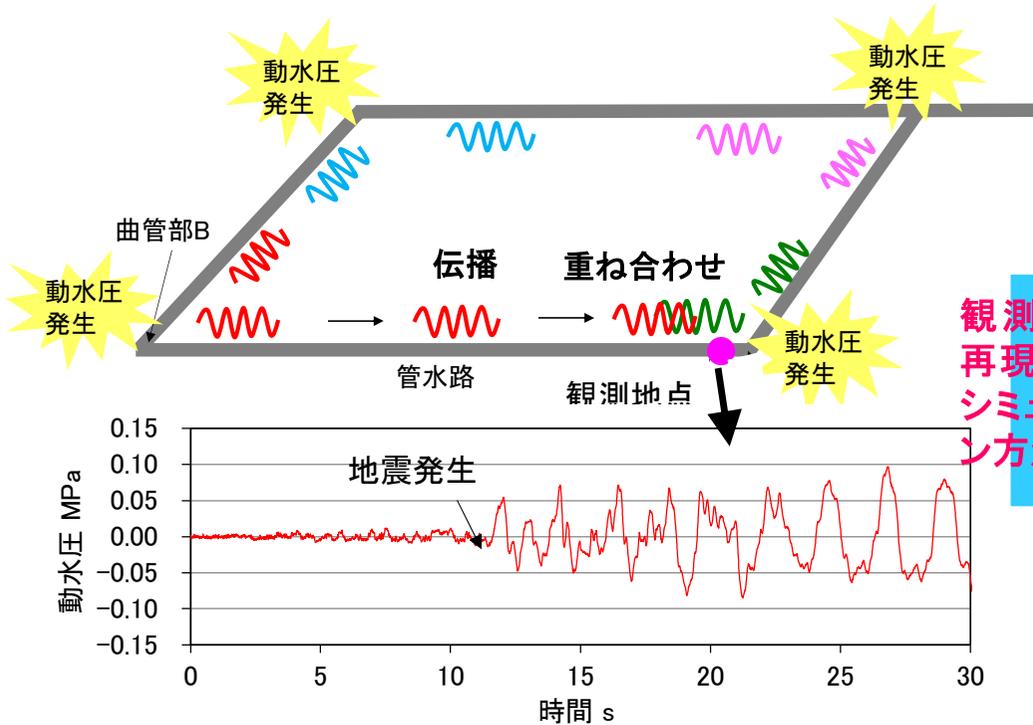


空気弁内における水圧計および加速度計の設置状況



地震時動水圧に伴う空気弁中の水撃圧の観測データ

地震時動水圧の発生を抑制する対策技術の開発



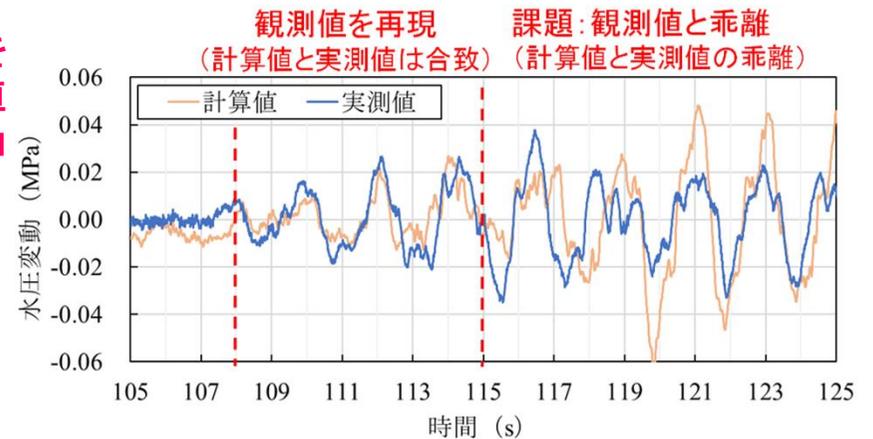
地震時動水圧の観測データ

観測データを再現する数値シミュレーション方法の開発

基礎式

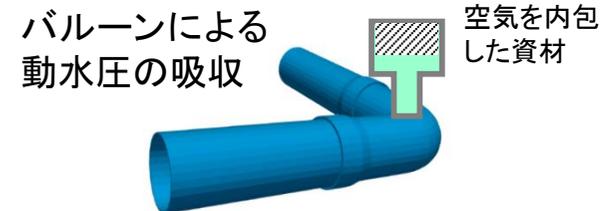
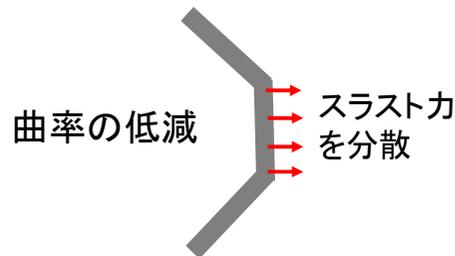
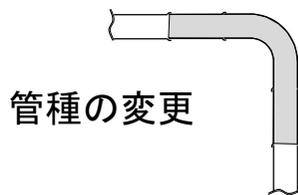
連続の式
$$\frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

運動方程式
$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{f}{2D} V|V| - \alpha = 0$$

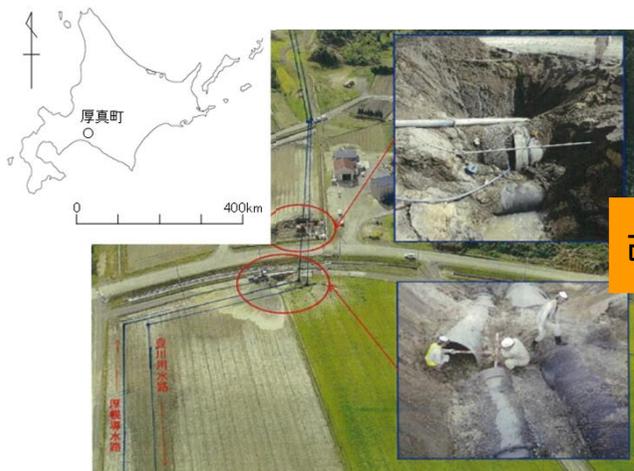


数値シミュレーションによる計算結果と実測値との比較 (今後、改良が必要)

地震時動水圧の発生を抑制する対策技術の開発



地震対策工法の検証(埋戻し材の強度低下を防止する工法)

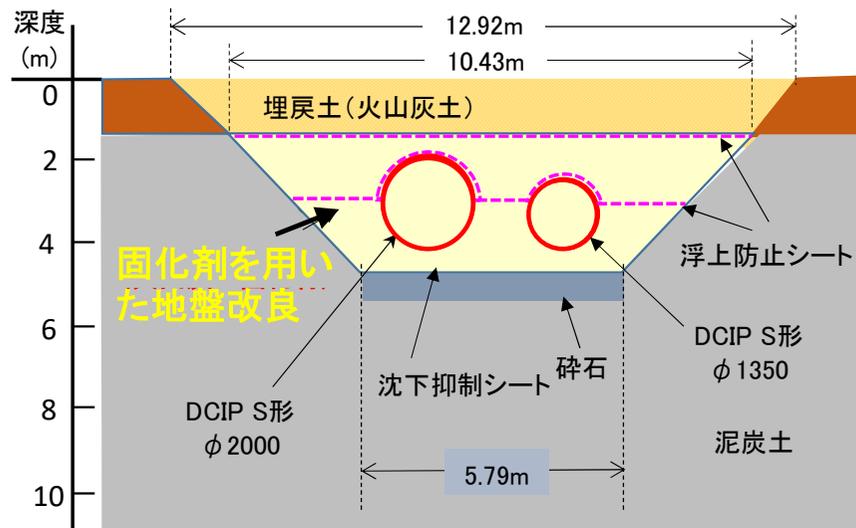


改修

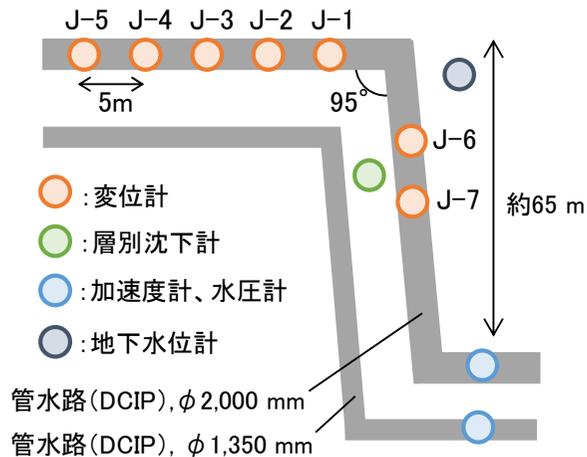


被害後の改修状況

平成30年北海道胆振東部地震時における
管体継手部の離脱・破損



改修工法の概要(断面図)



観測機器の設置位置



変位計の設置状況



空気弁施設内の観測設備設置状況

現地観測による対策工法の検証

平成30年北海道胆振東部地震で被災した管水路の改修時に各種計器を設置して、R4年度より観測を実施している。
地震時動水圧の影響により、管体に変位したと考えられるデータを取得した。

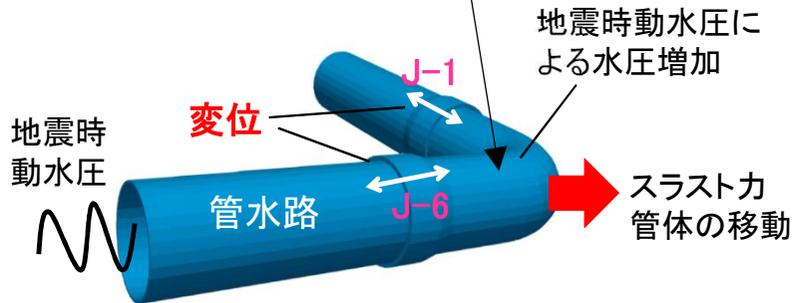
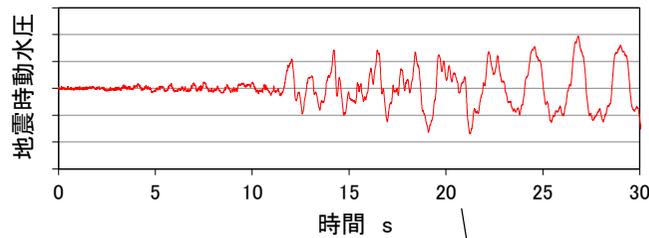
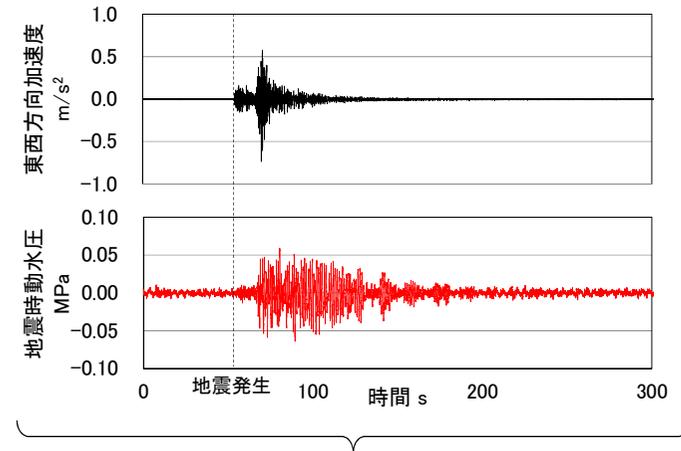


図 地震時において曲管部に生じるスラスト力と変位のイメージ



地震発生時刻: 2023年6月11日 18:54 (観測地震度5弱)

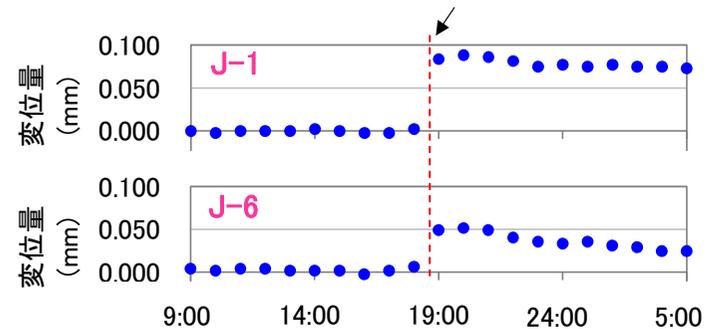


図 地震前後の変位量の観測データ

観測結果から地震前後において僅かであるが管体継手部の変位(伸び)を確認

本日の講演内容

1. はじめに
寒地農業基盤研究グループにおける被害調査支援の概要
2. 災害派遣職員が見た農業用施設の被害状況
3. 地震による被害を抑制する農業用パイプラインに関する研究
(寒地農業基盤研究グループ水利基盤チームにおける研究)
4. おわりに

復旧復興、さらに大雨災害

1. 農業関係の取組状況

・奥能登地域での水稲作付けは当初見込みを200ha上回る約1,800ha、大豆や地力増進作物等の作付けも当初見込みを100ha上回る300haに拡大し、営農再開面積は前年比の約8割。

【令和6年の奥能登4市町における水田の作付け状況】

令和5年の水稲作付面積：2,816ha（石川県全体では24,551ha）



営農再開 約2,100ha（前年比の約8割） ※石川県の中能登以南、新潟県及び富山県は概ね例年どおりの水稲作付け

2. 農地・農業用施設等の復旧に向けた取組状況

- ・農地（2,270箇所）、**農業用施設等（8,078箇所）**が被災。災害査定の簡素化・効率化を図り、順次、本復旧工事に着手し、**令和8年度の工事完了**を目指す。
- ・農地海岸の直轄代行工事（1地区、7海岸）は、7月に大型土のう設置等の**応急工事が完了**。被災した護岸等の調査・設計を実施中。今後、本復旧工事に着手し、**令和8年度の工事完了**を目指す。
- ・農地地すべりの直轄代行工事（1地区）は、崩落土砂撤去等の応急工事及びボーリング等による地質調査を実施中。今後、本復旧工事に着手し、**令和7年度の工事完了**を目指す。
- ・石川県内の**農業集落排水施設（68地区）**は、現在、本復旧に向け被災した管路等の設計を実施中。今後、順次、本復旧工事に着手し、**令和8年度の工事完了**を目指す。

出典：農林水産省「農業関係・林野関係の復旧復興に向けた取組状況」
<https://www.maff.go.jp/j/saigai/attach/pdf/r6notojishin-180.pdf>

令和6年9月20日からの大雨による農地・農業用施設の被害箇所数 箇所

県名	農地	農業用施設
石川県	841	886
新潟県	78	63
山形県	14	65
秋田県	12	23
岩手県	0	1

出典：農林水産省「令和6年9月20日からの大雨に関する農林水産関係の被害状況」
https://www.maff.go.jp/j/saigai/attach/pdf/r60920_ooame-22.pdf



大雨による水田の被害（能登町）

出典：石川県ホームページ
<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202409ooame-higai.html>

派遣職員の勇姿



研究実績を根拠にした専門知識を有し、現場において頼りにされる研究者を目指す。