

- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 大型除草機械によるモグラ(小動物)穴の面的検出システム
- 研究責任者 : 朝日航洋株式会社 鈴木 清



# 研究開発の目的・内容



## 研究開発の目的

・大型除草機械を利用した計測により堤防変状を客観的に把握し、点検の効率・高度化を図るモニタリングシステムの開発

### 従来の堤防点検



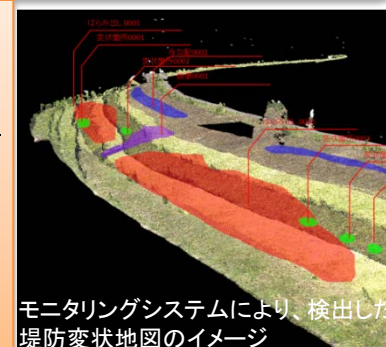
出典: 国土交通省庄内川河川事務所

- 徒歩による目視点検は **多大な時間と労力**を要するが、担い手不足。
- 点検の正確性は、各点検員の **経験に依存**。
- **草があるため**、詳細で **正確な堤防地形が計測困難**。



### モニタリングシステムを利用した堤防点検

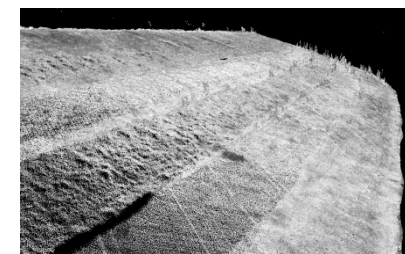
- モニタリングシステムにより、**点検効率が向上し、労力を削減**
- 詳細な地形データを基に、**客観的、定量的な点検**が可能。
- 除草作業に付随して計測行うことで、**草の影響を受けず、低コストで詳細かつ高精度な地形データ**を継続的に取得可能。



モニタリングシステムにより、検出した堤防変状地図のイメージ

## 研究開発の内容 (平成26~28年度)

- 除草機に容易に装着できる計測機器の開発
  - 植生の影響を受けない、除草直後の地表面を計測
- ミクロ・マクロの堤防変状を自動検出するシステムの開発
  - 変状解析を自動化し、スピーディーに情報提供
- 堤防点検支援システムの開発
  - 変状解析結果を、現場で参照しやすい点検システムを開発



計測した堤防の点群データ

## 1. 計測機器の開発

○大型除草機の後部に、簡単に取り付けられる計測機器を開発した。

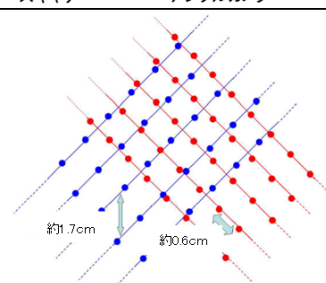
収録ユニット、GNSS/IMU      パトライト      GPSアンテナ



レーザーキャナ      デジタルカメラ

通常除草時の速度で計測した場合

計測点の密度  
約2.8万点/㎡



進行方向

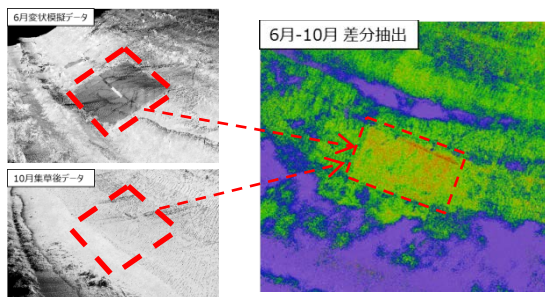
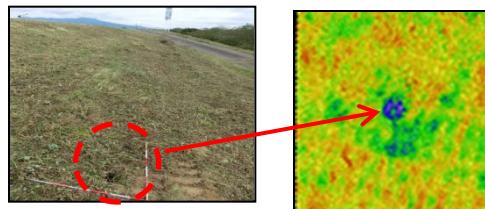
●右スキャナの計測点  
●左スキャナの計測点

- ・除草と同時に、地形を高密度で計測
- ・植生の影響を受けない、除草直後の計測により、正確な堤防の地形を計測

## 2. 変状の検出精度確認

○小動物穴などのマイクロ変状から天端沈下などのマクロ変状まで検出可能。  
(穴は小さくて見つけにくい。堤防天端の沈下は、広くても沈下量がわずかなので、気づきにくい。)

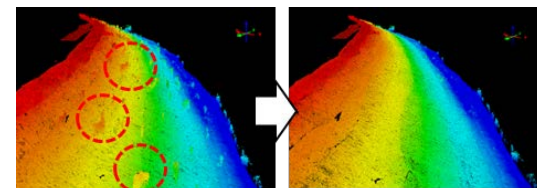
○変状の検出精度は、現状の目視確認に比べて優れている。



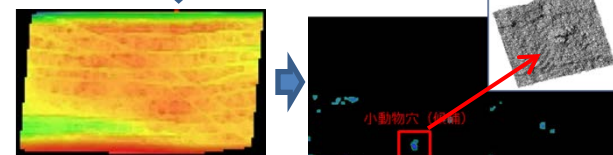
- ・小さな変状から大きな変状まで、目視では発見しにくいものを検出可能

## 3. 自動検出システムの開発

○計測データから、変状箇所を自動検出するシステムを開発した。  
○従来、人が行っていた手作業と判断を自動化することで、堤防1km当たりの解析時間を20時間まで短縮した。



大量の計測データからノイズを除去



解析用データに加工

データから変状を検出

※簡略化した、自動解析のイメージです。

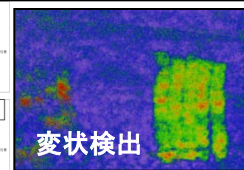
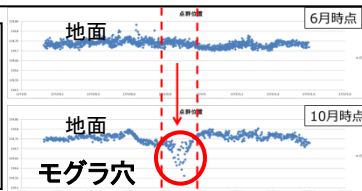
- ・時間、労力のかかる解析作業を自動化
- ・変状解析結果をスピーディに提供可能

## 活用例

実際の堤防で、計測したデータを解析して、二時期の変化をとらえた。



現地の様子



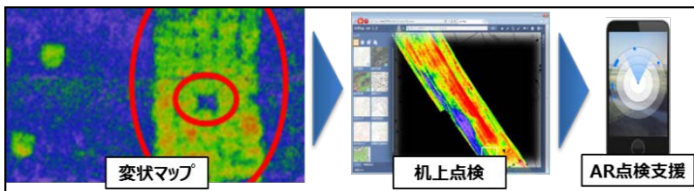
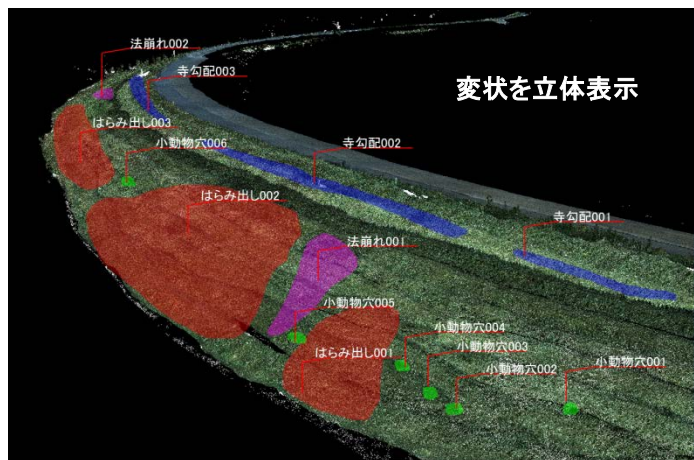
変状検出

実際の現場でも、  
マイクロ・マクロの変状を  
検出可能

## 4. 点検支援システムの開発

○検出した変状の情報を、堤防点検で活用するための支援システムを開発した。

- ・現場点検支援用のAR機能搭載モバイルシステム
- ・机上点検用のクラウド型Webシステムなど



- ・変状の発見が容易になり、堤防点検の効率が向上
- ・点検者の経験のみに依存せず、より客観的に点検
- ・客観的、定量的な堤防のデータがデータベースになり、今後の堤防状況のモニタリングにも有効

## 5. 使いやすい操作の実現

- 計測は、特殊技能、専門知識が不要な操作を追及。
- 除草作業に専念できるよう、最小限の操作で計測可能とした。



- ・タブレット・スマホによるタッチパネル操作
- ・シンプルな操作画面
- ・わかりやすいメッセージ
- ・実務に応じた操作マニュアルを作成



- ・除草中に計測操作不要
- ・パトライトにより計測状態の確認が可能
- ・小雨程度ならば作業が可能

・現場への導入しやすさを実現

## 成果の活用フロー

### 1. 計測機器の開発

### 2. 変状の検出精度確認

### 3. 自動検出システムの開発

### 4. 点検支援システムの開発

### 5. 使いやすい操作の実現

- 精度の高い堤防計測が、最小限のコストで継続的に実施可能
- 点検作業のICT化による維持管理の高度化を実現

# 最終目標

## 最終数値目標

- ・堤防変状の検出率90%
- ・堤防の計測及び解析リードタイムを、24時間/km
- ・導入済・予定の大型除草機への計測機装着率100%

## 対象ユーザー

河川管理者、除草事業者、河川協力団体、NPO法人、など

## 使用方法・使用場所等

全国の河川で、毎年、堤防除草と同時に堤防の形状を計測し、堤防点検支援のための情報を蓄積、解析、提供

## 販売、利益創出等の流れ

除草事業者が本システムを装着した大型除草機により除草を実施

計測

- ・計測機器の販売、レンタル
- ・解析サービスの代行、ライセンス料
- ・点検支援システムのソフトライセンス、特許料など

利益創出

- PCを利用した机上点検などの実現による新規の雇用創出
- ・クラウドワーカー
- ・シニア世代 などの参画

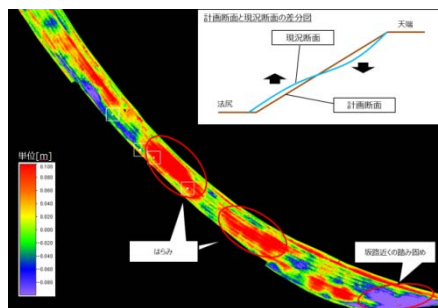
雇用創出

## 提供サービスの概要

収録ユニット、GNSS/IMU    パトライト    GPSアンテナ



レーザーキャナ    デジタルカメラ  
計測機の販売・レンタル



データ解析サービス

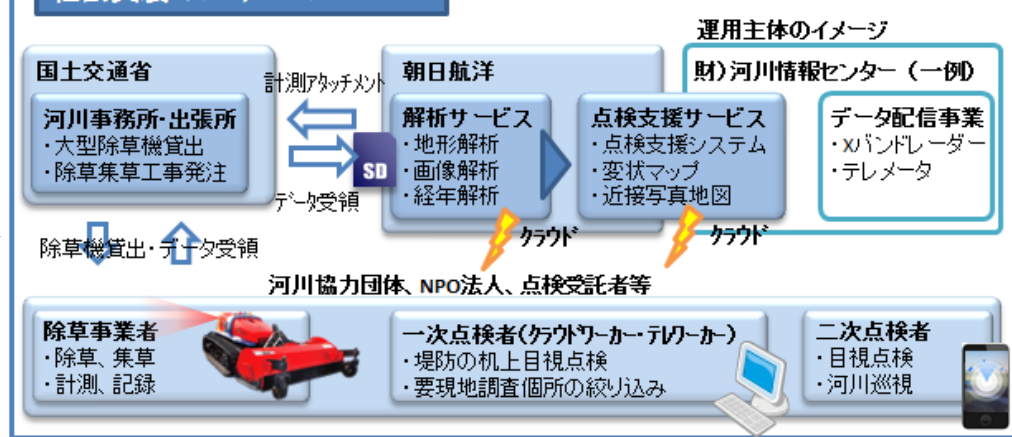


点検支援サービス

戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

## 社会実装のスキーム



堤防点検のICT化 → i-constructionへ

➡ 堤防維持管理の高度化を実現

- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 衛星SARによる地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する  
検知する変位モニタリング手法の開発
- 研究責任者 : 国土技術政策総合研究所 金銅将史

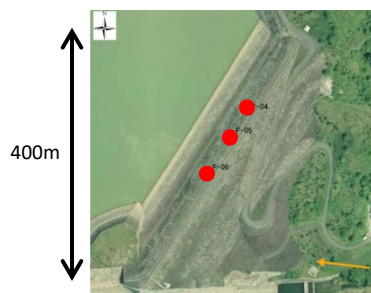


# 研究開発の目的・内容



## 研究開発の目的

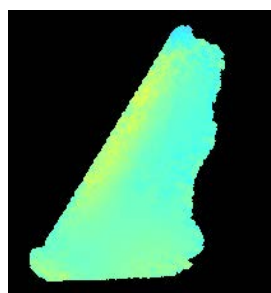
地上のセンサが不要で広域な領域を撮影する衛星SARデータを活用することにより、衛星SARデータに含まれる複数の構造物の変位モニタリングを行い、災害時の早期被害把握や平常時のより詳細で効率的な構造物の変位モニタリングの技術開発を目指すものです。



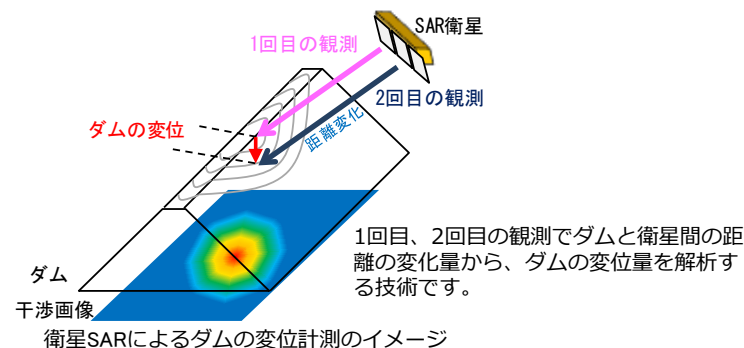
現在の測量点数の例(赤丸で表示)



少ない点から  
面全体の評価



衛星SARによる堤体全体の変位計測例



## 研究開発の内容

衛星SARによる変位モニタリング技術の中核技術として、以下の技術開発を進めています。

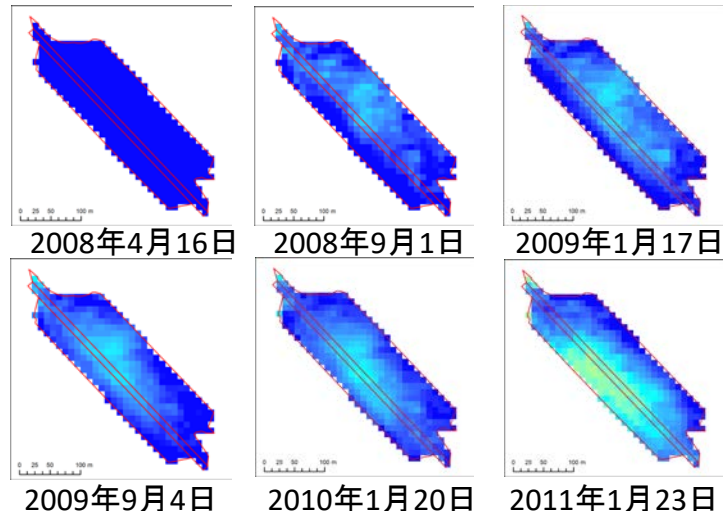
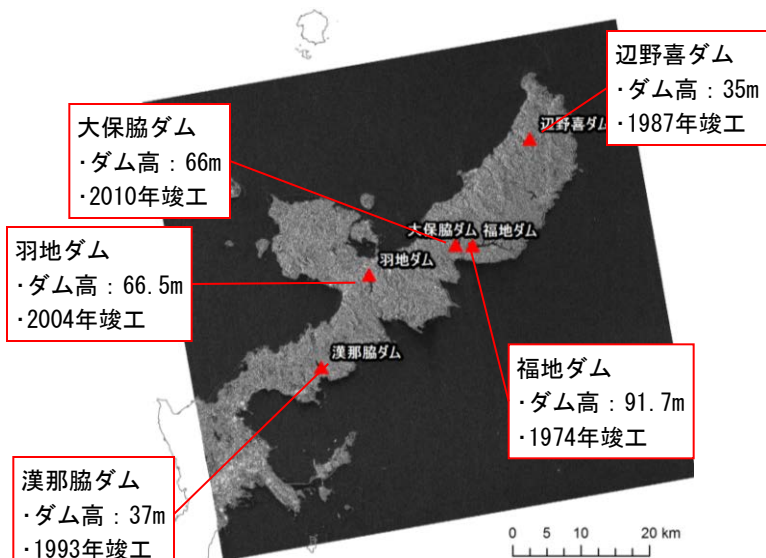
- ① ロックフィルダムへの実用化に向けた技術開発
- ② コンクリートダムや他の構造物への適用性の検討
- ③ 衛星SARと測量やGPS等を組み合わせた信頼性の高いモニタリング技術開発

# 現状の成果①

(1) だいち1号のデータによる1シーン内(複数)のロックフィルダムでの試行

対象ダム：ロックフィルダム5基

使用したデータ：「だいち」(H18~H23)のALOS/PALSAR (空間解像度10m、波長23.6cm (Lバンド))



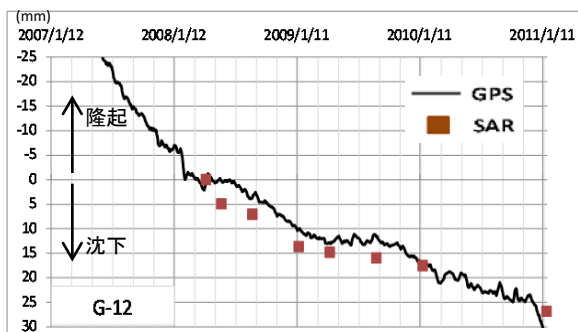
竣工直後のダムにおけるALOS/PALSARによる変位解析事例 (大保脇ダム)

堤体が青→緑→黄に変化(沈下)している様子が捉えられています。  
(設計で考慮された範囲の圧密沈下であり、ダムの安全性には影響はありません)

平成26年度検討に使用したSAR画像と対象ダム位置図  
(1つの衛星SARデータに含まれる5ダムの変位を解析)

SARと現状の計測方法による差

	現状の計測方法	平均誤差 (RMSE) 単位mm
大保脇ダム	GPS	6.0
羽地ダム	測量・GPS	4.4
福地ダム	測量・GPS	4.3
漢那脇ダム	測量	5.5
辺野喜ダム	測量	6.7



代表点におけるGPSとSARの変位量の比較  
非常によく一致しています。

衛星SARによるダムの変位計測結果は、  
測量やGPSと比較して約5mmの平均誤差と、  
良い精度の結果が得られました。

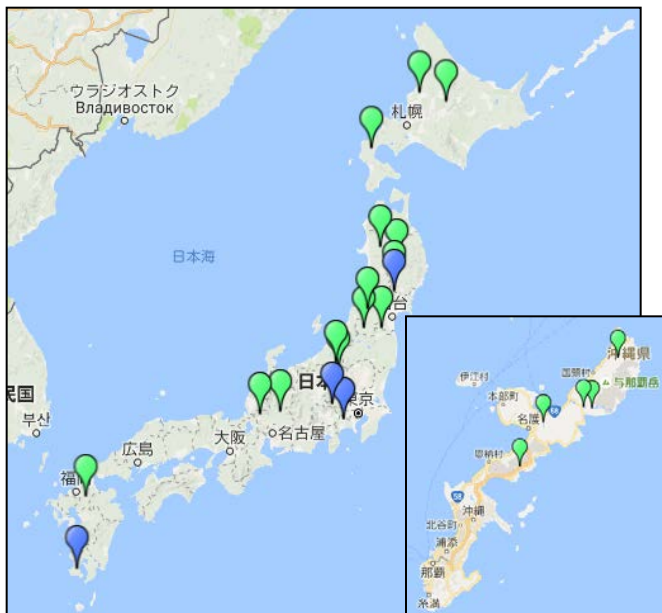
検討対象としたロックフィルダムについては、  
精度的に実用的であることを確認しました。

佐藤ら: ALOS/PALSARデータを用いた時系列干渉SAR解析による5基のロックフィルダムの外部変形計測、  
土木学会論文集、F3、Vol.73、2017年1月。

## (2) だいち2号のデータによる全国のロックフィルダムでの試行

対象ダム：ロックフィルダム19基

使用したデータ：「**だいち2号**」ALOS-2（H26～）、（空間解像度3m、波長23.6cm（Lバンド））



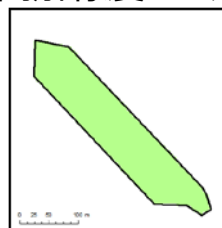
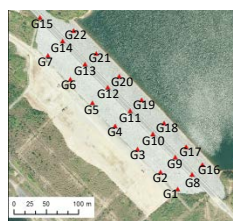
平成28年度試行中の対象ダム位置図

緑：ロックフィルダム

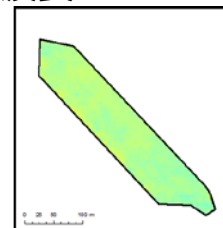
青：コンクリートダム

全国的な展開を想定し、堤体の構造や向きなどが異なる多数のダムに試行を拡大

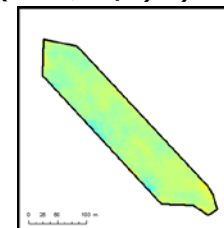
コンクリートダムについても試行検討中です



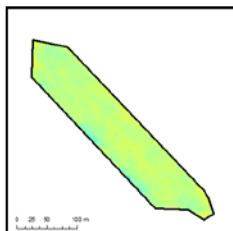
2015年2月28日



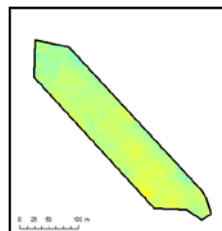
2015年3月28日



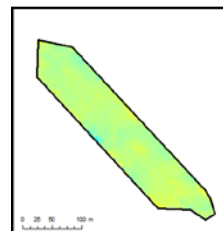
2015年9月26日



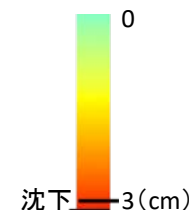
2015年12月5日



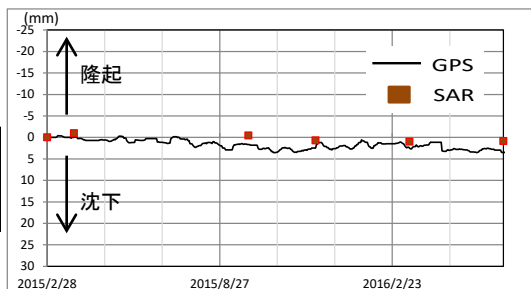
2016年3月12日



2016年6月18日



供用期間後一定期間経過したダムにおけるALOS-2による変位解析事例（大保脇ダム）  
堤体はほぼ緑色で変化しておらず、変位が発生していない様子が捉えられています。



代表点におけるGPSとSARの変位量の比較  
非常によく一致しています。

衛星SARによるダムの変位計測結果は、  
測量やGPSと比較して**約2mmの平均誤差**と、  
高い精度の結果が得られました。

ロックフィルダムへの実用化に向けた取り組みを継続中です。

## 【最終目標達成のための現在の進捗状況】

### ①衛星SARを用いたロックフィルダムの変位計測の実用化に向けて

- ・平常時の変位を精度良く計測する技術
- ・地震時の変位を広域・迅速に計測する技術 ……マニュアルの作成を予定

### ②コンクリートダムや他の構造物への適用性の検討

- ・複数のコンクリートダムを対象に試行計測を実施中

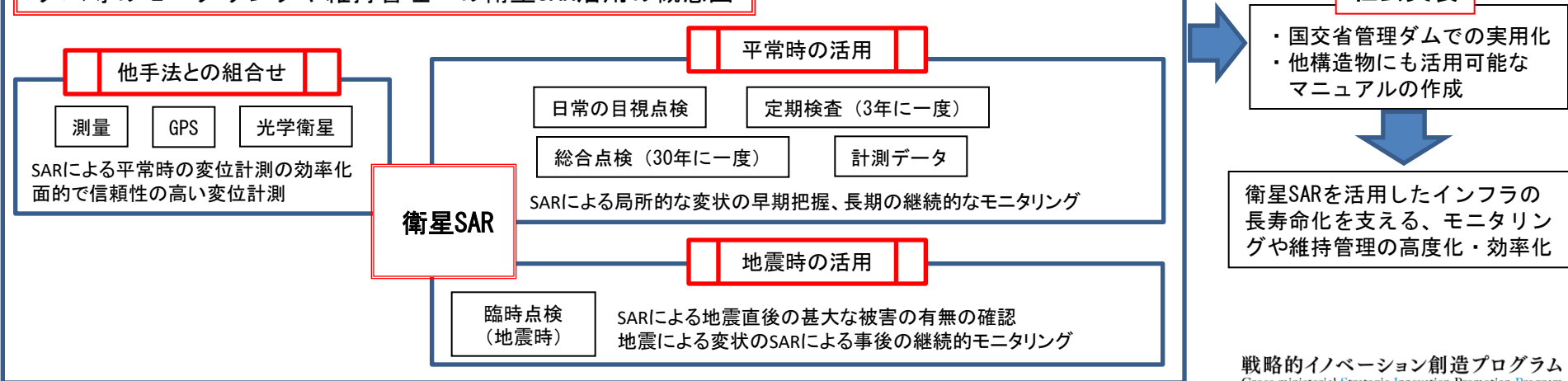
### ③衛星SARと測量やGPS等を組み合わせた信頼性の高いモニタリング技術の開発

- ・測量やGPSの計測が実施されていない箇所を衛星SARにより精度良く変位を計測する技術の開発(実施中)
- ・衛星SARを主として、他手法(測量、GPS等)を組み合わせた信頼性の高いモニタリング技術の開発(実施中)

## 【最終目標】

- ・衛星SARと他手法を組合せることにより、効率的で効果的な変位モニタリングを実現
- ・現在の点検・検査に活用することにより、ダム等のインフラの長寿命化を支えるモニタリングに寄与

### ダム等のモニタリングや維持管理への衛星SAR活用の概念図





- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 衛星観測を活用した河川堤防モニタリングの効率化の研究
- 研究責任者 : 一般社団法人国際建設技術協会 片山 毅
- 共同研究グループ : 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
パシフィックコンサルタンツ株式会社



# 研究開発の目的・内容



## 研究開発の目的

・衛星観測を活用して、年数回の頻度で広範囲の堤防を一括して監視し、堤防モニタリングを効率化

### 従来のモニタリング

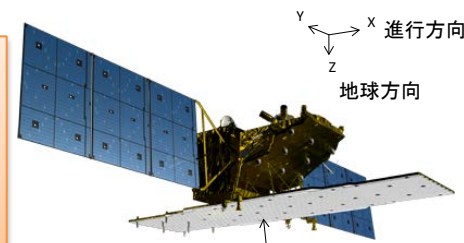


定期横断測量

- 目視点検
  - ・広域を短時間で点検することが困難
  - ・緩やかな沈下等の発見が困難
- 定期横断測量
  - ・測量地点間の定量的な地盤高の変化を確認することが困難
  - ・頻度の高いモニタリングが困難

### 衛星観測によるモニタリング

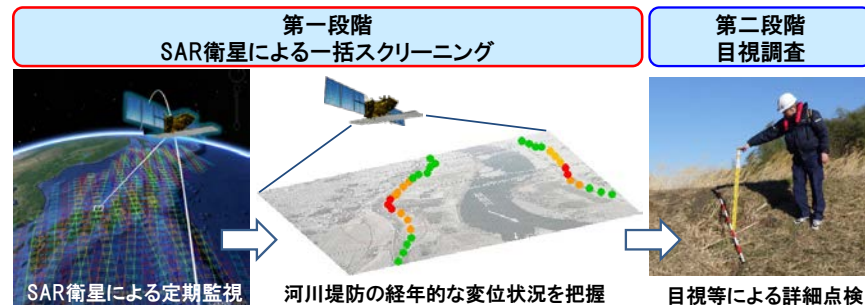
- 衛星利用の特長
  - ・短時間で広範囲
  - ・縦断方向の連続した計測
  - ・年数回の頻度
- 優先的に詳細点検(目視点検等)すべき箇所の抽出



Lバンド合成開口レーダ(PALSAR-2)

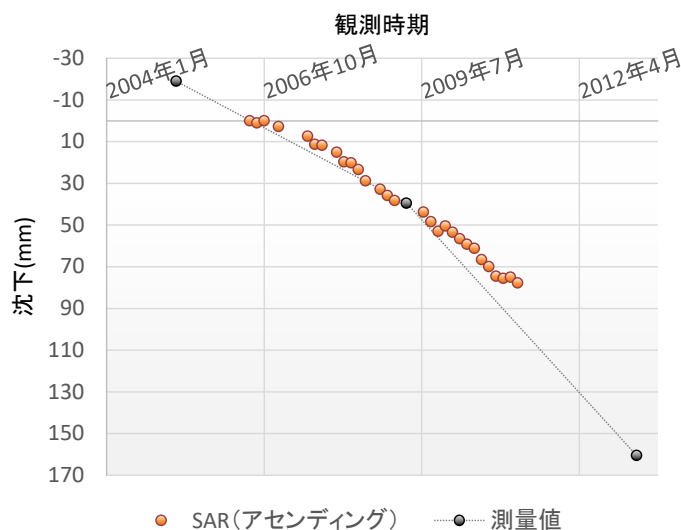
## 研究開発の内容 (平成26~29年度)

- ・経年的な堤防高の変位量を算定する手法の開発
  - ・算定した変位量の精度検証
  - ・算定結果を平易に表示する手法の開発
- 従来は管理区間の全域を踏査し目視等による点検が必要であったが、優先的に点検する箇所を抽出することが可能

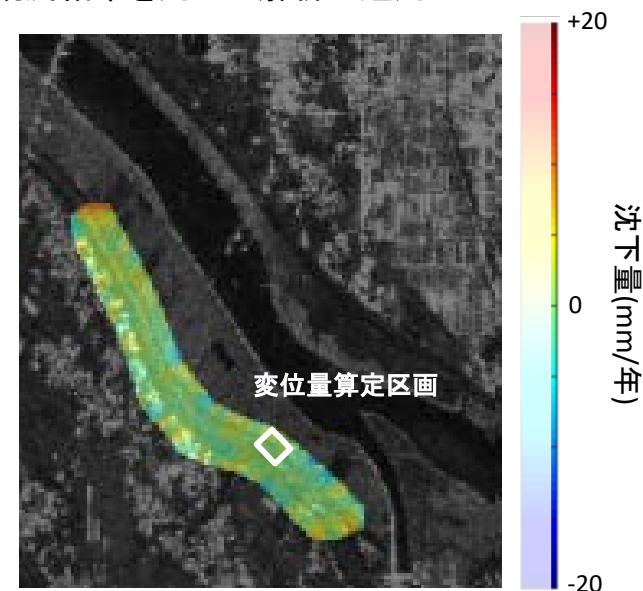


## 1. ALOS観測結果を用いた衛星画像解析による平均地盤高変位量算定手法の構築

- ・ALOS衛星観測による解析結果と測量結果を比較
- ・河川堤防内のある区画(変位量算定区画)における平均地盤高の変位量を経年的に把握できることを確認
- ・この比較検証により、衛星観測画像を解析する手法を検討
- ・この手法を現在運用中のALOS-2(運用期間:2014年5月～現在)による観測結果を用いた解析に適用



図中のプロットは堤防天端を含む区画(概ね10ピクセル。ピクセルのサイズは10m×10m程度)の平均地盤高の相対的な変位量を示す。直線は3回の測量結果を結んだ直線である。



堤防の沈下量の程度を面的に表した解析図。白枠は平均地盤高の相対的な変位量を算定した区画(変位量算定区画)を示す。

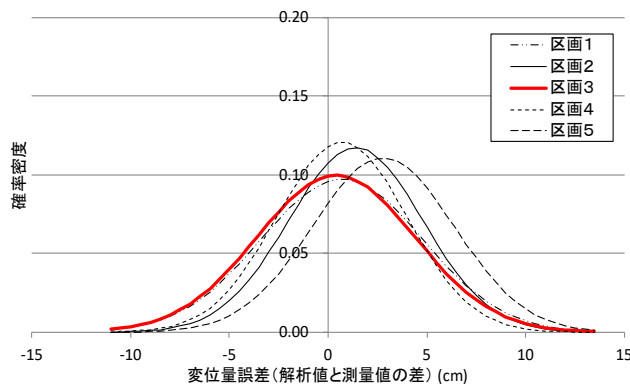
- ・衛星画像解析により、堤防天端等の平均地盤高変位量の把握を実現
- ・経年的な堤防天端高の変化傾向を把握することが可能

## 2. 植生の影響の評価

当該衛星観測で用いる電波は波長の長いLバンドであり、植生の影響は小さいと考えられるため、このことを以下のとおり現地にて実証した。

- ・ 常時除草が行われている区画と行われていない区画を対象とした衛星画像解析結果を比較
- ・ 堤防法面(左図)を対象に、除草区画3と草丈50cm程度の区画1,2,4,5における地盤高の平均変位量に関する解析誤差を比較した結果、両者に有意な差は認められなかった(右図)。

→ 衛星画像解析で算定する地盤高変位量に与える植生による有意な影響はないことを確認



【上図の解説】区画1～5の各々の区画内の複数の地盤高変位量解析地点における変位量に関し、衛星画像解析値と測量値の差分を求め、この差分の確率密度分布を示した。赤線で示す区画3(除草区画)における誤差の分布曲線とその他の区画(除草のない区画)における誤差の分布曲線を比較すると、除草有無で誤差の分布に明確な差がないことがわかる。

・ 植生のある地盤に対しても衛星画像解析により変位量の把握が可能

## 成果の活用フロー

1. ALOS観測結果を用いた衛星画像解析による平均地盤高変位量算定手法の構築

2. 植生の影響の評価

ALOS-2観測結果を用いた衛星画像解析の検証(検討中)

衛星画像処理ツールの作成(検討中)

堤防管理者が衛星画像処理ツールを用いてモニタリング

優先点検箇所を抽出することで河川堤防モニタリングを効率化

## 最終数値目標

平均地盤高の変位量を把握する最小区域単位として数100m<sup>2</sup>程度の精度を目標とする。

## 対象ユーザー

河川事務所(国土交通省、都道府県等)

## 使用方法・使用場所等

堤防天端高の変位量を把握するための衛星画像処理ツールを河川事務所等で使用する。

## 販売、利益創出等の流れ

- ・当該技術やツールのマニュアル化に取り組む。
- ・河川事務所に衛星画像処理ツール等を納入する。
- ・河川事務所の管理委託業務の中で当該ツールを活用する。

## 提供サービスの概要

衛星観測画像の処理、画像処理結果の表示等が可能な処理ツールを提供する。表示される画像等を通じて堤防天端高の経年的な変位量等の監視を行う。



## 衛星画像処理の流れ



### 【地盤高変位量閾値設定】



衛星画像処理ツールによる堤防天端高変位量の把握(イメージ)

年に数回の頻度で、広範囲における堤防天端高の経年的な変位量を、縦断的に連続して把握することが可能

→優先点検箇所を抽出することで河川堤防モニタリングを効率化

- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 比抵抗による堤体内滞水状態モニタリングシステム および物理探査と地下水観測技術を活用した堤防内部状態のモニタリングシステム
- 研究責任者 : 応用地質(株) 斎藤秀樹 および 新清 晃



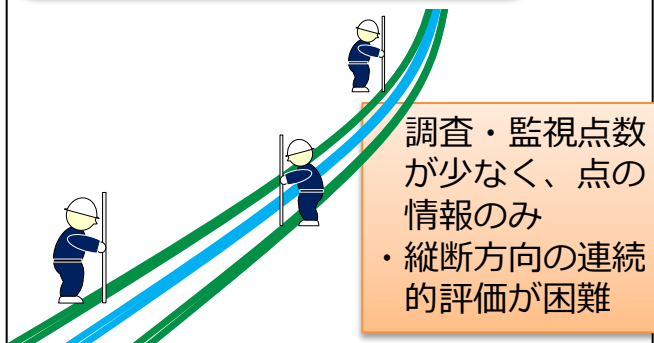
# 研究開発の目的・内容



## 研究開発の目的

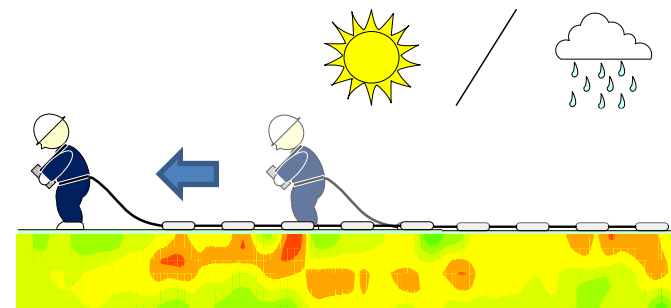
・堤防の浸透に対する要監視箇所を絞り込む技術と、絞り込んだ箇所で堤防内部状態の変化を監視する技術を開発

### 従来の調査・監視



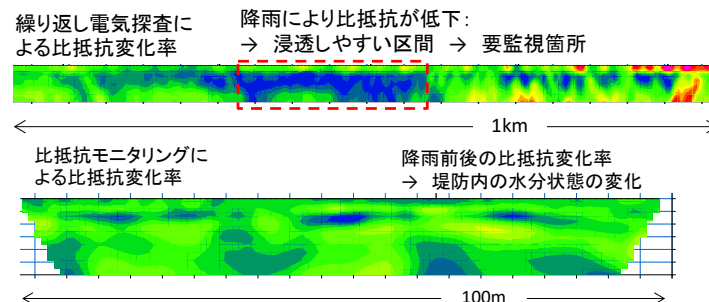
### 物理探査を利用した調査・監視

- ・縦断方向に連続測定が可能
- ・2次元物性断面の取得が可能
- ・物性値の経時変化の把握が可能



## 研究開発の内容 (平成26~28年度)

- ・降雨・出水前後の繰り返し物理探査結果の評価法の開発  
→ 比抵抗変化から要監視箇所の絞り込みを実現
- ・出水時の堤体内部状態の監視技術の開発  
→ 降雨・出水による堤体内部の水分状態の監視を実現



## 1. 降雨前後の電気探査

長大な堤防を効率よく探査できる「牽引式電気探査」を採用。

降雨や小規模出水の前後での機動的な探査に対応可能。

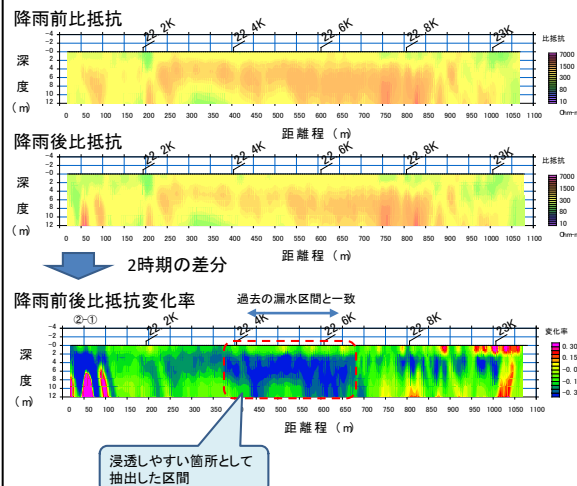


- ・短時間・低コストでの探査を実現
- ・連続的な比抵抗変化の取得を実現

## 2. 要監視箇所の絞り込み

降雨・出水前後の比抵抗変化率を算出し変化率分布断面図を作成。

比抵抗低下区間は雨水や河川水の浸透しやすい区間と判定できる。

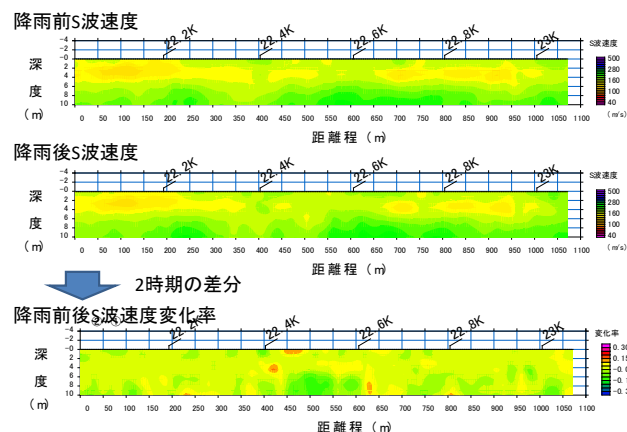


- ・比抵抗低下域の抽出を実現
- ・出水時要監視箇所の絞り込みを実現

## 3. 出水前後の表面波探査

長大な堤防を効率よく探査できる「ランドストリーマ方式表面波探査」を採用。

S波速度変化率の2次元断面を取得。出水による緩みはS波速度の低下を示す。



- ・S波速度の変化率分布断面の取得を実現
- ・出水による堤防緩みの有無判定を実現

### 活用例

測線長1,050mの探査区間から降雨による比抵抗の低下が顕著な約350m区間を抽出



降雨前後の電気探査により出水時の要監視箇所の絞り込みが可能

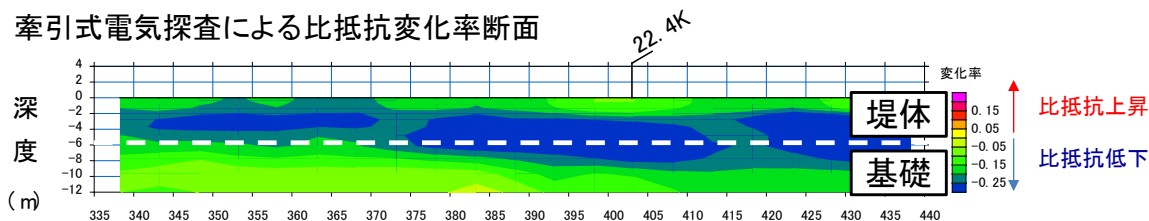
## 4. 堤防内部状態の把握

比抵抗変化により堤防内の水分状態の変化を把握。

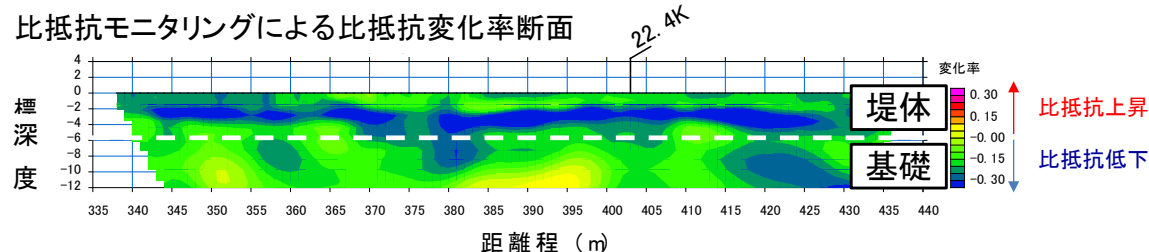
※ 簡便な牽引式電気探査で把握が可能か、比抵抗モニタリング結果と比較検討  
S波速度変化により堤防の緩みの有無を把握。

※ 本研究期間中の出水では、堤防の緩みは発生しなかったと判定

牽引式電気探査による比抵抗変化率断面



比抵抗モニタリングによる比抵抗変化率断面



高分解能な比抵抗モニタリング結果との比較により  
牽引式電気探査の妥当性を検証

- ・出水による堤防内部の水分状態の変化の把握を実現
- ・出水による堤防内部の緩みの有無の把握を実現

## 成果の活用フロー

### 1. 降雨前後の電気探査

### 2. 要監視箇所の絞り込み

### 出水時の重点監視

### 3. 出水後の物理探査

### 4. 堤防内部状態の把握

水防活動・維持管理の効率化  
を実現

## 最終数値目標

要監視箇所の絞り込みによる、重点監視の効率化。  
巡視費用の10%削減。

## 対象ユーザー

河川管理者

## 使用方法・使用場所等

河川堤防において、降雨あるいは出水の前後に同一測線で物理探査を適用する。

## 販売、利益創出等の流れ

物理探査技術者による電気探査・表面波探査の実施。

河川技術者による探査結果の解釈とコンサルティング。

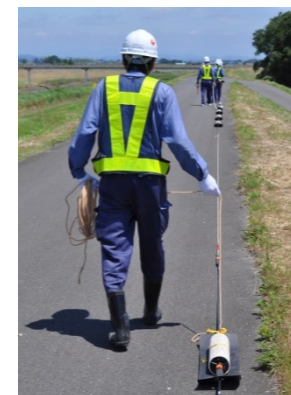
河川管理者による、水防活動・維持管理への活用。

## 提供サービスの概要

繰り返し物理探査による要監視箇所の選定、出水後の堤防内部状態の変化状況を提供。



表面波探査



牽引式電気探査

### 堤防縦断方向物理探査

降雨や出水前後の繰り返し探査

### 要監視箇所の選定

被災後の堤防内部の  
緩み状況の把握

水防活動・維持管理  
への活用

出水時の要監視箇所の選定ならびに出水後の緩みの有無の判定が可能

→ 河川堤防以外(斜面・盛土など)への適用も期待できる



- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 河川堤防の変状検知等モニタリングシステムの技術研究開発
- 研究責任者 : 一般財団法人国土技術研究センター 佐古 俊介
- 共同研究グループ : 特定非営利活動法人光ファイバセンシング振興協会、坂田電機株式会社、株式会社キタック



# 研究開発の目的・内容



## 研究開発の目的

### 従来の堤防点検



- 徒歩による目視で変状を確認
- 【問題点】
- 除草頻度や気象条件等によっては変状の発見が困難
- 点検要員の確保が今後難しくなる

### 新たな点検技術の開発

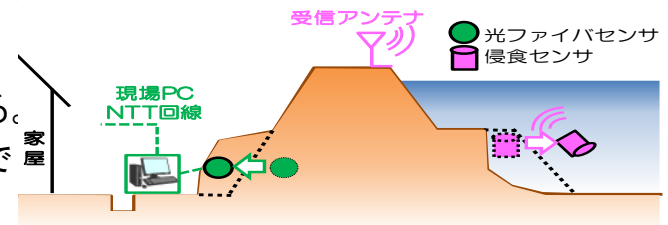
- 光ファイバセンサや侵食センサにより堤防の変状を確認
- 【利点】
- 微細な堤体変状を定量的に把握
- 結果はモニタリングシステムを用いてリアルタイム計測



## 研究開発の内容 (平成26～平成30年度)

- 光ファイバセンサを設置した箇所、堤防の土塊が移動・変形するとセンサが追従して動き、堤防の変状の位置、程度の計測をリアルタイムで実施する。
- 侵食や洗掘を侵食センサの姿勢変化で検知、土中・水中からリアルタイムで低周波電磁波で通報侵食位置の計測をリアルタイムで実施する。

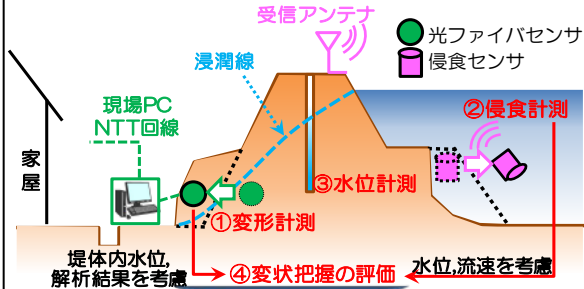
→ 目視点検によらない、浸透、侵食による堤防の変形を計測するモニタリングシステムを実現



## 1. センサ類を用いた堤防変状モニタリングシステム構築

庄内川堤防において以下を実施。

- ①光ファイバセンサによる計測・整理
- ②侵食センサによる計測・整理
- ③堤体内水位の計測
- ④センサによる変状把握の評価
- ⑤システムとして構築

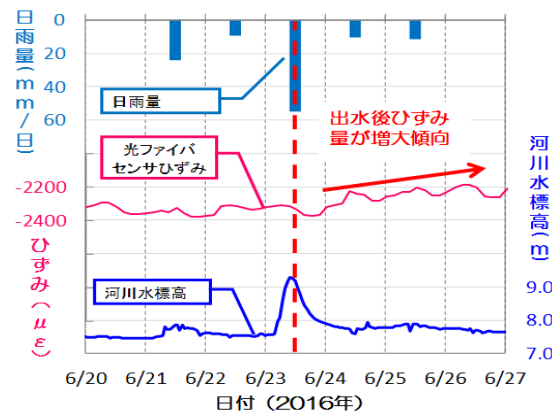


●光ファイバセンサと侵食センサによる堤防変状のモニタリングを実現

## 2. 光ファイバセンサによる堤防変状計測

光ファイバセンサによる堤防変状(ひずみ)の計測を実施。

降雨量、水位の増大に伴い、堤体ひずみも圧縮方向に増大。

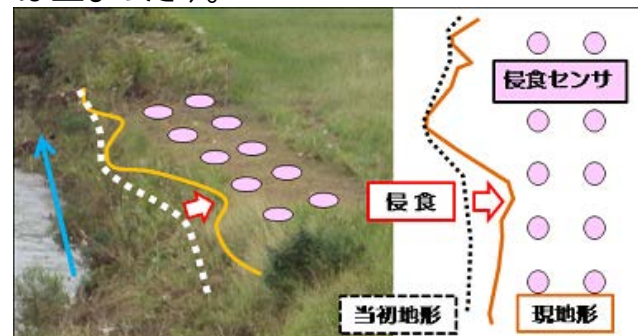


●出水に伴う堤体の変形(土塊の移動)等の、光ファイバでの把握を実現

## 3. 侵食センサによる堤防変状計測

侵食センサによる堤防変状(侵食の有無)の計測を実施。

出水に伴い、侵食センサ設置高さより水位が上昇、侵食センサ設置位置周辺で概ね50cm程度侵食(侵食センサ直前で侵食は止まった)。



●水中で生じる侵食の有無を、センサからの無線信号で検知することを実現。

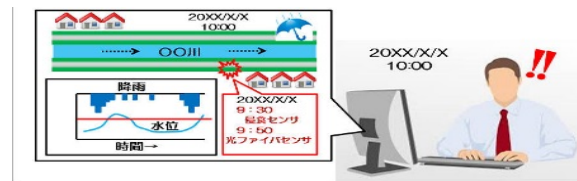
## 活用例

- ①従来は、浸透による変状を巡視員等が目視点検で発見。
- ②また、侵食は水中で生じることから、巡視員等が発見することは不可能。



以下の点で、河川管理の  
確実性の向上と、省力化に  
活用。

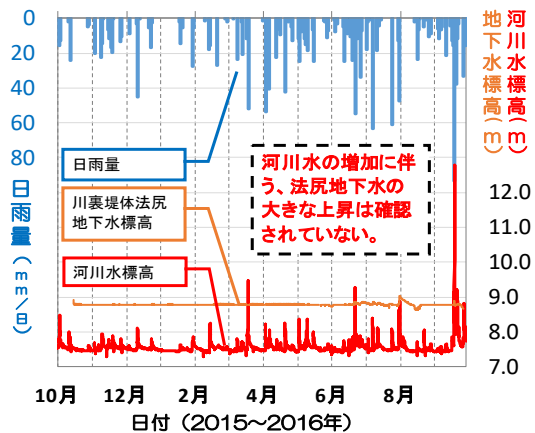
- ①光ファイバセンサで浸透による変状を定量的に把握
- ②侵食センサで水中で生じる侵食現象を把握
- ③上記変状をリアルタイムで管理者が把握可能



## 4. 堤体内水位の計測

堤防内部の水位の計測を実施。

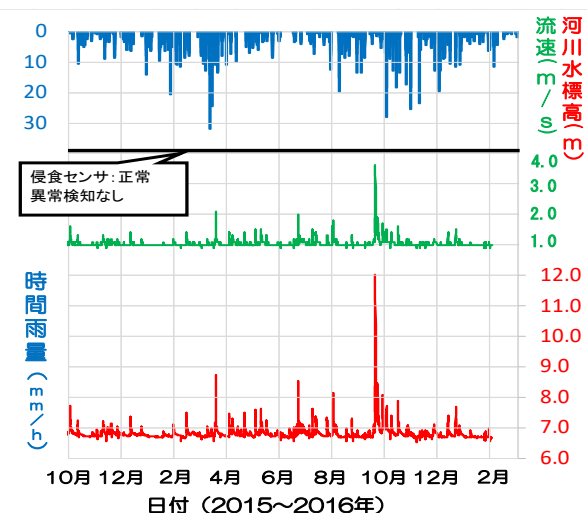
堤体内水位に応じ、堤防の変状が大きくなることに着目



●今回規模の出水では、堤防が飽和するほどの水位上昇は生じなかった。

## 5. 解析モデルによる変状把握の評価

### ●侵食による変状評価

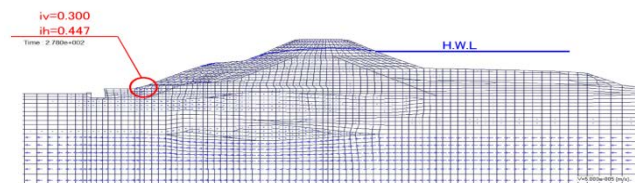


●2016年9月における流速は3.6m/s程度。その時生じた侵食は、50cm程度であった。侵食センサは正常であったが検知には至らなかった。

### ●浸透による変状評価

浸透流解析を用いて、出水時の降雨及び河川水位を外力とし、堤防内の浸潤線の発達の計時変化を追跡する。

解析項目	局所動水勾配の最大値		膨膨率
	鉛直方向	水平方向	
照査基準値	<0.5	<0.5	G/W
結果	0.300	0.447	—
判定	O.K.	O.K.	—



光ファイバセンサによる変状・水位の計測結果、解析結果との比較する。

●光ファイバで計測したひずみ量と堤防内水位の相関図を作成することで、堤防変状に及ぼす堤防の内部の湿潤状態についても把握することが可能となる。

## 成果の活用フロー

1. センサ類を用いた堤防変状モニタリングシステム構築

2. 光ファイバセンサによる堤防変状計測

3. 侵食センサによる堤防変状計測

4. 堤体内水位の計測

5. 解析モデルによる計測結果の比較検証

光ファイバセンサと侵食センサによるリアルタイム、定量的な堤防変状のモニタリングの実現

## 最終数値目標

浸透に対する重要水防箇所A(38.6km)、  
侵食に対する重要水防箇所A(84.0km)に  
対し、従来の目視点検と比較して費用約  
60%減を実現。(10年後のLCCの場合)

## 対象ユーザー

- 国土交通省における河川管理者
- 都道府県所管の二級河川管理者
- 鉄道や道路等の盛土管理者、  
斜面の変状観測者等

## 使用方法・使用場所等

●直轄河川、都道府県所管の二級河川  
において浸透、侵食による変状をリアル  
タイムモニタリングするため、想定される  
重要水防箇所にセンサー類を設置。

## 提供サービスの概要

従来の目視点検による定性的な堤  
防管理から、現場事務所において定  
量的でリアルタイムな情報を入力

リアルタイムの情報を活かし、国民  
の生命・財産を守るための情報提供  
を迅速に行い「逃げ遅れゼロ」、「社  
会経済被害の最小化」に寄与するこ  
とが可能となる。

## コスト比較一覧表

設置位置	目視点検	光ファイバセンサ		侵食センサ
	---	3条	1条	センサ10m間隔 受信器100m間隔
設置コスト	---	112百万円	38百万円	60百万円
維持管理コスト(年)	16百万円/年	3百万円/年	3百万円/年	1.12百万円/年※
5年後のLCC	82百万円/5年	126百万円/5	53百万円/5年	66百万円/5年
10年度のLCC	164百万円/10年	141百万円/10	68百万円/10	72百万円/10年
備考	費用：人件費	費用： 材料費+工事費+人件費		費用： 材料費+工事費+人件費
	夜間、植生繁茂時 は確認不可	24時間、365日計測可能		24時間、365日計測可能

## 製造・調達・利益創出等の流れ



開発した新技術に基づき管理者が国民に情報提供を行う。質の高い情報を提供により管理者が信頼を得ることで、システムの製造・調達が行われ利益の創出が可能。

### 【利用情報】

リアルタイムの情報  
定量的な計測結果

### 管理者,管理事務所(現場ユーザー)

事務所内(使用場所)  
モニター監視(使用方法)

### 提供サービス(情報提供)

- ・水防活動
- ・警戒避難など

