

人工知能による地下ダム水質警戒アラート

研究期間：2018～

研究背景・目的

硝酸態窒素による健康影響

高濃度の硝酸態窒素 (NO₃-N) を摂取すると体内の還元反応により、メトヘモグロビン血症(ブルーベビー症候群)やニトロソ化合物に起因する発ガン、肝障害を引き起こす。

農業用地下ダムと地下水汚染

地下水質の修復には多大な時間とコストを要するため、濃度上昇の可能性を予測できるならば、汚染が顕在化する前に汚染予防対策を実行できる。本研究は、NO₃-N 濃度の予測と警戒レベルの可視化を人工知能にて実現する。



AI創生

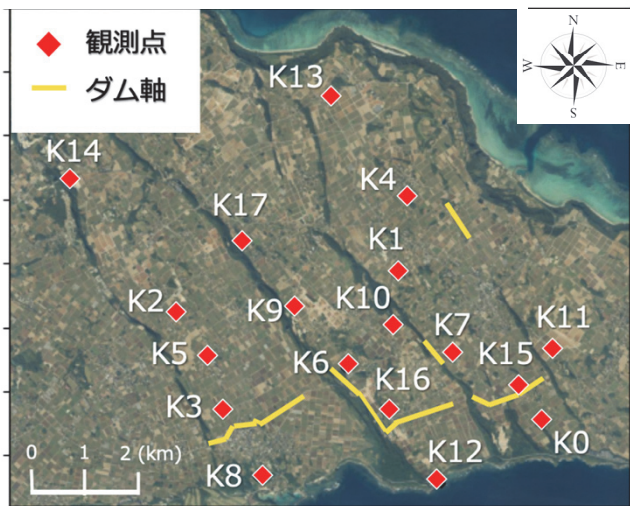
確率統計論を用いた独自の学習アルゴリズムを開発

対象領域内にあるすべての水質観測点にてNO₃-N濃度予測

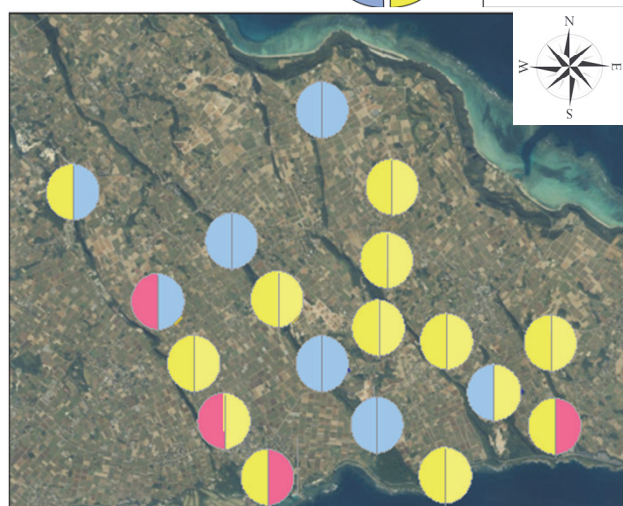


予測結果

宮古島地下ダム流域内の観測点群



AI予測結果の例



発表論文

1. 井上一哉・川田歩美・鈴木麻里子：群知能による地下ダム貯水域の透水係数分布推定と施肥由来の汚染リスク，土木学会論文集A2(応用力学)，Vol.77，No.2，pp.I_13-I_24，2021.
2. Ayumi Kawada, Mariko Suzuki and Kazuya Inoue: Swarm intelligence for identifying groundwater contamination source, Proceeding of the 3rd International Conference on Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems (COMPSAFE2020), pp.428-431, 2020.
3. Kazuya Inoue and Mariko Suzuki: Prediction of dam leakage using machine learning, Proceeding of the Seventh Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and Its Applications (APSSRA2020), pp.341-346, 2020.

学会発表

1. 高野愛・鈴木麻里子・藤澤和謙・井上一哉：人工知能による地下ダム流域の硝酸アラート，2023年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，2023.

農業工学分野における砕石副産物の有効利用に関する研究

研究期間：2019年～

研究背景・目的



砕石副産物の現状

砕石・砕砂製造時に多量の副産物が発生し、有効利用の促進が望まれている



【既往研究】 砕石粉をコンクリート用混和材として使用

(枯渴材料の代替品)
 ・ 砕石脱水ケーキをため池遮水材へ適用する
 ⇒ <課題> 低強度・高含水比の改善



目的

砕石副産物に対し様々な検討を実施し分野の垣根を超えた再利用フローを構築する

実験概要

砕石脱水ケーキに対し各種土質試験、力学試験を実施

室内試験

- 土質試験：粒度分布、締固め特性など (砕石脱水ケーキの基本的物性の把握)
- 力学試験：一軸圧縮試験、三軸試験など

改質脱水ケーキの作製、物性把握

現場試験

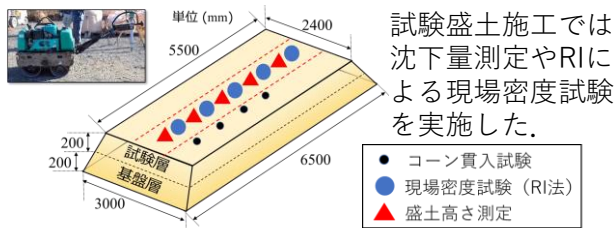
- マニュアル化
- 模型実験
- 試験盛土施工 (2021年12月2日実施)

実施工 (試験施工)



砕石脱水ケーキ(A)に砕石粉(B)を混合し、改質脱水ケーキ (C)を作製した。

	砕石脱水ケーキ	改質脱水ケーキ
最適含水比 (%)	18.7	16.4
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.74	1.78
粒径	100 μm (95%pass)	
透水係数 (cm/s)	7.1×10 ⁻⁸	5.1×10 ⁻⁷
粘着力 (kN/m ²)	11.8	11.1
内部摩擦角 (°)	27.6	30.3



試験盛土施工では沈下量測定やRIによる現場密度試験を実施した。

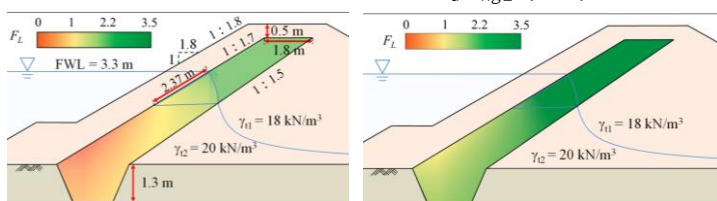
結果と考察

液状化判定

堤高5mのため池遮水ゾーンを想定し試算

繰返しせん断強度比 (L)

$$L = \gamma_d k_{ng} L_s v / s'_v$$

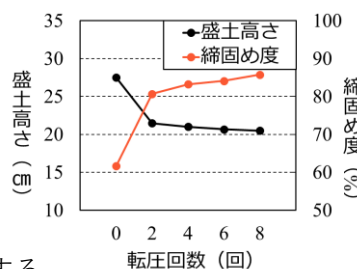


砕石脱水ケーキ
 $F_L < 1$ となる範囲が発生
 → 液状化の可能性あり

改質脱水ケーキ
 全ての範囲で $F_L > 1$
 → 液状化の可能性が小さい

盛土試験

		コーン貫入抵抗 q_c (kN/m ²)			
		5	10	15	20
転圧回数	2回	939	—	858	679
	4回	—	—	939	842



- ・ 転圧2回で十分な強度を有する ($q_c > 500$ kN/m² : 15 tトラックが走行可)
- ・ 表層の早期締固め完了により盛土深部の締固めに難あり

まとめ

高含水比・低強度の砕石脱水ケーキに、砕石工場内で発生する乾燥材料を添加して作製した改質脱水ケーキは…
 遮水材としての物性を保持したまま含水比が低下し、施工性や強度、液状化強度比が向上し、堤高5m級のため池では液状化の可能性が小さい

【課題】 締固め度

まき出し厚さや転圧機械を調整する必要性あり

発表論文

1. 鈴木麻里子, 齊藤裕仁, 富田和孝, 大門健人, 井上一哉 (2022) : 砕石脱水ケーキの諸特性とため池遮水材料への適用に向けた検討, 骨材資源, 53 (212), pp.163-173
2. 鈴木麻里子, 齊藤裕仁, 松家武樹, 松下晴彦, 井上一哉 (2020) : 砕石脱水ケーキの物理特性と力学挙動に関する一考察, 農業農村工学会論文集, 88 (2), pp.1_179-1_184
3. 松家武樹, 横山瑞海, 鈴木麻里子, 松下晴彦 (2015) : 砕石粉の比表面積および混入率がコンクリートの諸特性に及ぼす影響, 骨材資源, 51 (204), pp.173-179
4. 鈴木麻里子, 松家武樹, 横山瑞海, 松下晴彦 (2019) : 比表面積の異なる砕石粉が砕砂モルタルの流動性に及ぼす影響, 農業農村工学論文集, 87 (2), pp.1_143-1_148

学会発表, 講演

1. 富田和孝, 鈴木麻里子, 井上一哉 (2022) : 砕石副産物から作製した土質系遮水材の液状化強度と施工性に関する一考察, Kansai Geo-Symposium 2022
2. 鈴木麻里子 (2022) : 砕石副産物の高付加価値化と農学分野における持続可能な利用骨材資源工学会2022年度秋季定例研究会
3. 鈴木麻里子 (2022) : 農業工学分野における砕石脱水ケーキの有効利用に関する多面的検討, 第47回全国砕石技術大会
4. 富田和孝, 齊藤裕仁, 鈴木麻里子, 井上一哉 (2021) : 乾燥材料を添加した砕石脱水ケーキの現場適用性に関する一考察, 第78回農業農村工学会京都支部研究発表会
5. 齊藤裕仁, 鈴木麻里子, 井上一哉 (2020) : 湿式砕砂を添加した砕石脱水ケーキの強度改善に関する実験的検討, 第55回地盤工学研究発表会

受賞

1. 2023年度農業農村工学会賞 研究奨励賞
2. 令和4年度地盤工学会関西支部賞「地盤技術賞」

研究費

1. 砕石副産物の継続的かつ安定的な再利用システムの創出: 日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究(C), 2023年4月 - 2026年3月
2. 砕石脱水ケーキのため池コア材への適用性に関する基礎的研究: 日本学術振興会 科学研究費助成事業 若手研究, 2020年4月 - 2023年3月
3. 農業工学分野における砕石脱水ケーキの有効利用に関する多面的検討: 一般社団法人 日本砕石協会 平成31年度 研究助成