

端島生産施設構造物群の劣化環境評価

田中 優也

研究背景

端島（軍艦島）

- 明治期より炭鉱生産のための島として発展
- 世界遺産としての本質的価値は、石炭生産を支えた生産施設群にある
- 生産施設群は島の歴史を伝える重要な構成要素であり、補修・保存のあり方が課題となっている

既往研究の成果

- 生産施設を対象とした劣化度目視調査
 - 施設ごとに劣化の進行度にばらつき
 - 建設年代や単純な位置関係では劣化の差を十分に説明できない
- 居住施設を対象とした研究
 - 同一島内であっても部位・施設ごとに局所的な温湿度環境が異なる

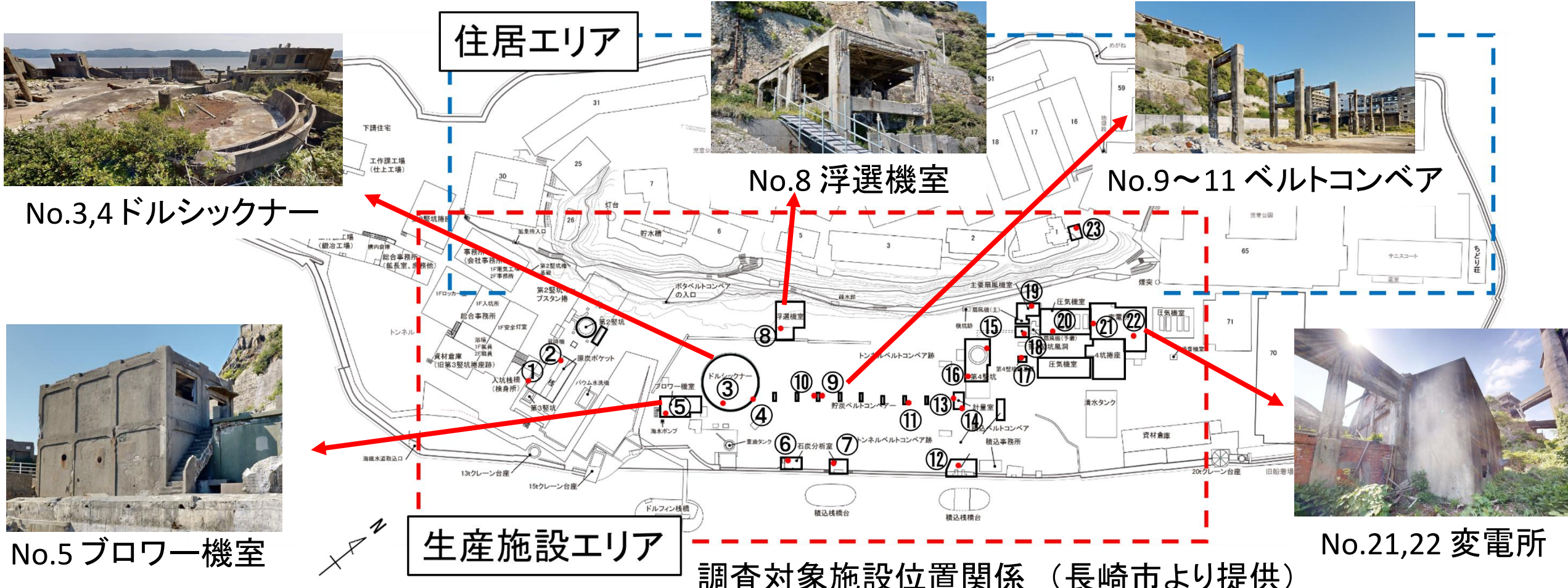
本研究

複数部位でコンクリート内部温湿度を連続計測した結果から、部材の劣化進行に及ぼす影響を検討

- 田中優也ほか：端島生産施設における劣化度調査および構造的な性能評価
- 今本啓一ほか：軍艦島構造物群の劣化調査－その6 環境劣化外力としての温湿度の評価－

調査対象施設 一覧

No.	埋設位置	埋設位置・状況	雨掛かり状況	No.	埋設位置	埋設位置・状況	雨掛かり状況
1	原炭ポケット南	南側斜め下向き	無し	13	計量機室1F	1階柱内側	中間
2	原炭ポケット北	北側斜め上向き	有り	14	計量機室2F	2階壁内側	無し
3	ドルシクナー梁	内部	無し	15	第4堅坑北	1階屋内壁	有り(屋根なし)
4	ドルシクナー柱	外周部	有り	16	第4堅坑南	1階屋内壁	無し
5	ブロー機室	屋内側壁	無し	17	第4堅坑櫓基礎	斜め材上向き	有り
6	石炭分析室南	2階屋内壁	無し	18	第4堅坑風洞	1階屋内壁	中間
7	石炭分析室北	1階屋内柱	中間	19	主要扇風機室	1階屋内壁	無し(背面水)
8	浮選機室	1階柱	有り	20	圧気機室	1階屋内側柱	有り(屋根なし)
9	ベルトコンベア4本目北	柱北側	有り	21	変電所外壁柱	1階外壁屋内側	中間
10	ベルトコンベア4本目南	柱南側	有り	22	変電所内部柱	1階屋内柱	無し
11	ベルトコンベア7本目北	柱北側	有り	23	1号棟	1階柱内側	中間
12	積込ベルトコンベア	1階屋内柱	無し				



島内23か所に温湿度センサーを設置し、局所的な温湿度環境と劣化状況を調査。調査位置は、生産施設エリアで広く分布させ、風雨の当たり方や雨掛かり条件の違いを考慮して選定した。

調査方法

(1) 温湿度

各測定点の深さ約40mmにボタン電池型の温湿度センサーを埋設し、3時間間隔で約11か月間の連続計測を行った。



(2) 劣化度評価

RC造建築の柱、梁、壁、部材に着目し、目視による劣化度評価を行った。

部材の劣化度を
・コンクリートのひび割れ状況
・鉄筋の腐食状況
に基づき0～5の6段階に分類

劣化度	劣化状況
0	劣化なし
1	ひび割れ幅1mm程度以下
2	鉄筋とコンクリートが肌別れし、若干付着劣化している
3	コンクリートの剥離、鉄筋の浮き錆び
4	コンクリートの剥落、鉄筋の付着力はほぼない 表面は腐食し酸化鉄のみ
5	コア部のコンクリートの欠落、鉄筋が層状に割裂

(3) 塩化物イオン量およびかぶり厚さ

- 塩化物イオン量は、センサー埋設時に深さ約40 mmから採取した粉末試料を用い、JIS A 1154（硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法）のイオンクロマトグラフ法に準拠して測定した。
- かぶり厚さは鉄筋探査機により設置位置近傍で測定した。ただし、No.23は測定困難であった。

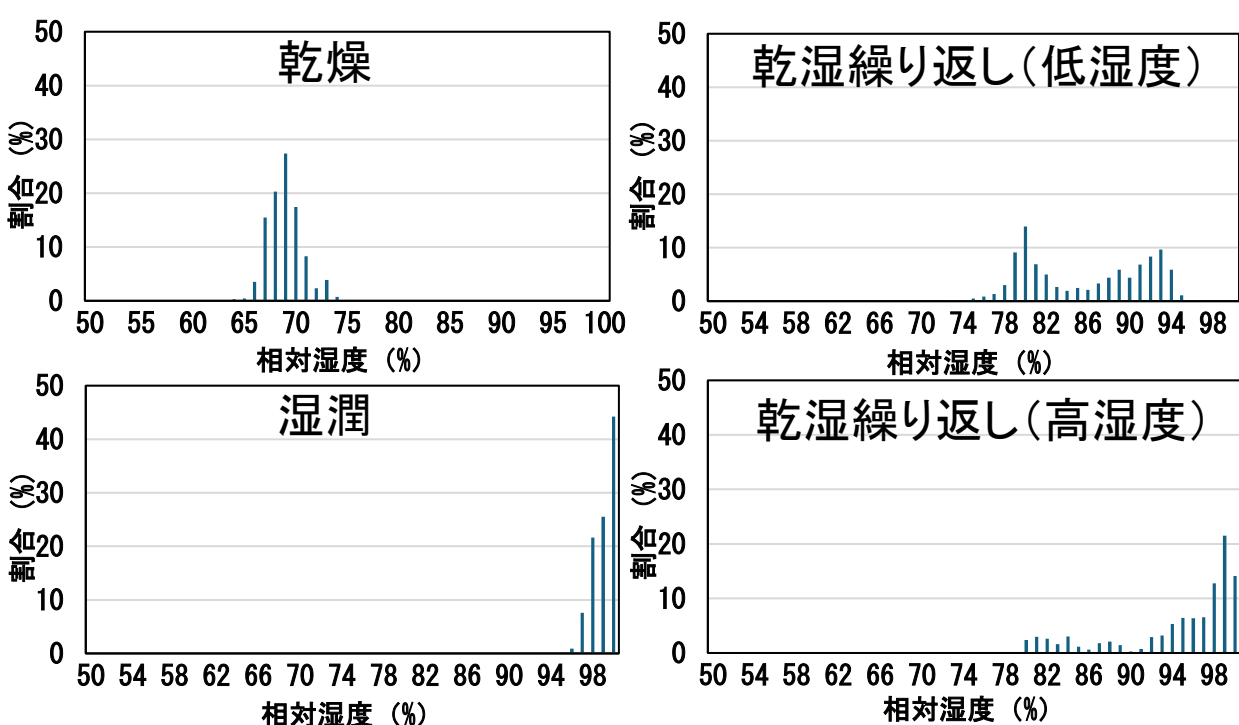
結果・考察

乾湿分類定義

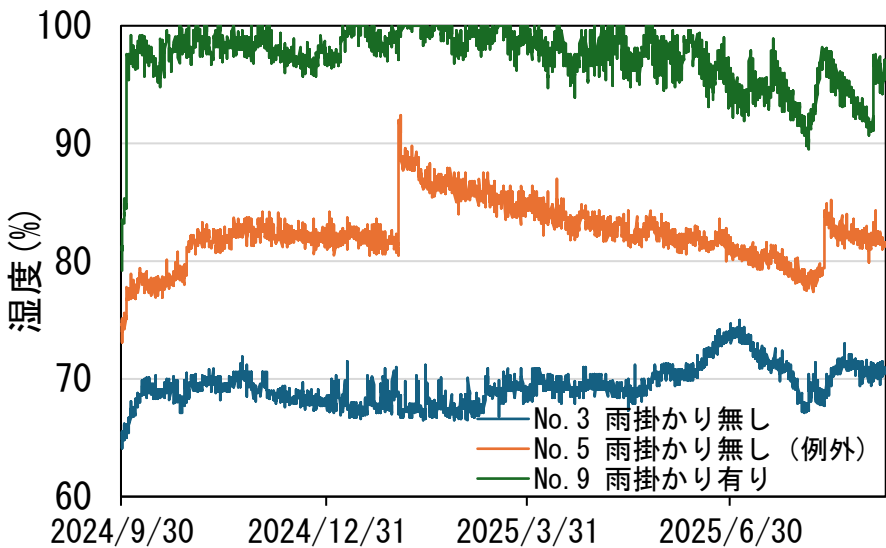
各調査位置の乾湿環境を4区分に分類

区分	分類条件
乾燥	相対湿度85%以上となる割合が10%未満
乾湿繰り返し(低湿度)	相対湿度85%以上95%未満となる割合が10～90%かつ相対湿度95%以上となる割合が10%未満
乾湿繰り返し(高湿度)	相対湿度95%以上となる割合が10～90%
湿潤	相対湿度95%以上となる割合が90%以上

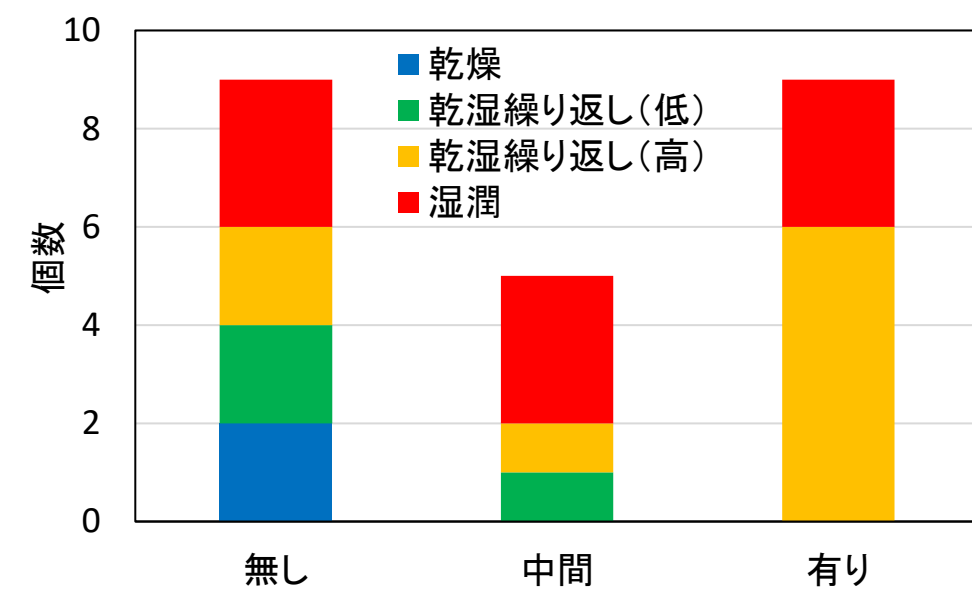
乾湿分類の一例



雨掛かりと湿度応答

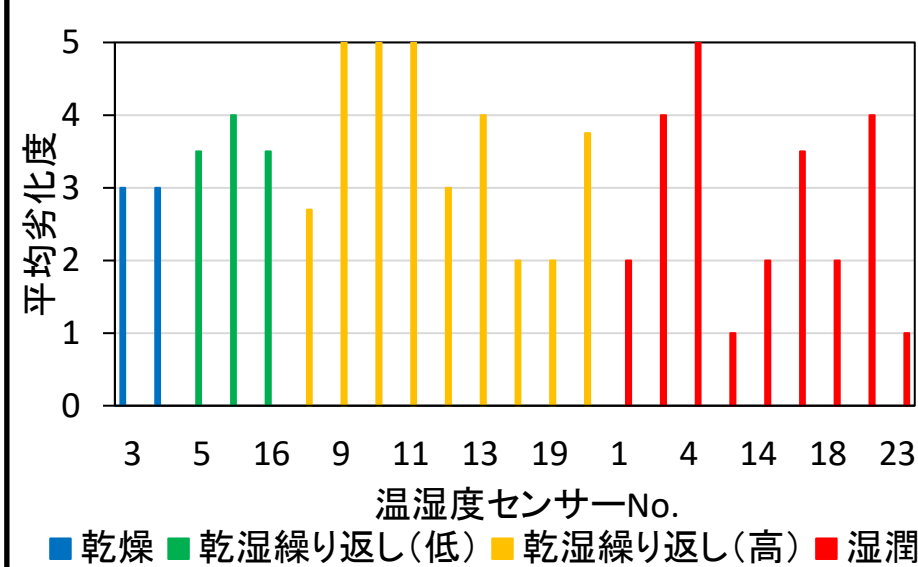


雨掛かり状況における乾湿分類の割合



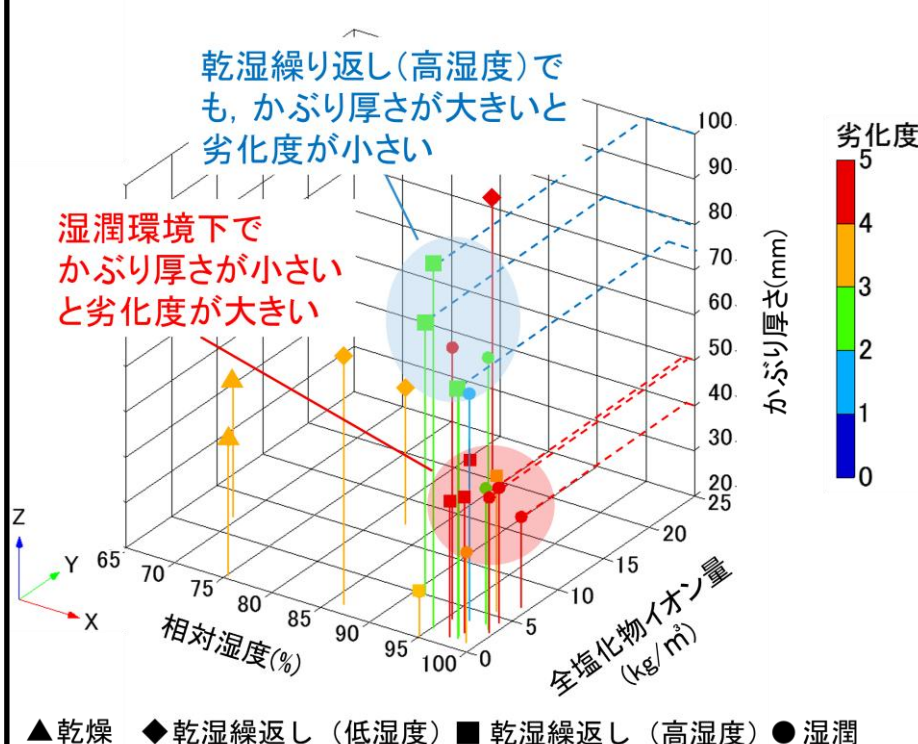
雨掛かり状況により、同一島内でも乾湿区分は異なり、局所的な温湿度環境にばらつきがある

乾湿分類と劣化度の関係



- 乾湿繰り返しで劣化度が大きい
 - 湿潤では劣化度のばらつき
- ⇒湿度条件のみで一意に規定できない。

相対湿度・塩化物イオン量・かぶり厚さの関係



- 塩化物イオン量が少なく、かぶり厚さが大きい場合に劣化が軽微である。
- ⇒例外となる調査位置は、塩化物イオン量・かぶり厚さを併せて用いることで補足的に説明ができる可能性を示した。

まとめ

- 雨掛かり条件の差により相対湿度の挙動は大きく異なり、同一島内でも調査位置ごとに局所的な温湿度環境が分化することを確認した。
- 乾湿繰り返しで劣化度が大きい点が多い一方、湿潤では劣化度のばらつきが大きく、湿度条件のみでは劣化差を一義的に説明できない。
- 高湿度域で劣化度4以上が多い中、例外点も存在し、塩化物イオン量やかぶり厚さ等部材条件を併せて考慮することで、劣化度を評価できる可能性が示唆された。