

地層処分候補地としての遠隔離島の可能性に関する 予察的検討ー南鳥島に関するケーススタディー

伊藤 大知¹

¹ 早稲田大学 創造理工学部社会環境工学科 講師（任期付），東京都新宿区大久保3-4-1 58-203



研究背景および目的

★現状の地層処分サイト選定における課題意識

- ✓ 文献調査応募・検討した自治体：いずれも**地方の過疎地域**（原子力発電の恩恵を受けた消費地ばかりではない。）
- ✓ ハザードである**HLWと住民との離隔距離**が取れていない？（海外の処理・処分地は人里離れた僻地）
- 遠隔離島（無人島）**の処分候補地適用性を評価すべきでは？[1]

★本発表の位置づけ

遠隔離島の処分候補地としての可能性について，ケーススタディとして既往情報の多い離島である**南鳥島**を取り上げ，**ステークホルダー・地質，地球科学面・安全面（気象・災害）・建設面**から文献調査を行った。

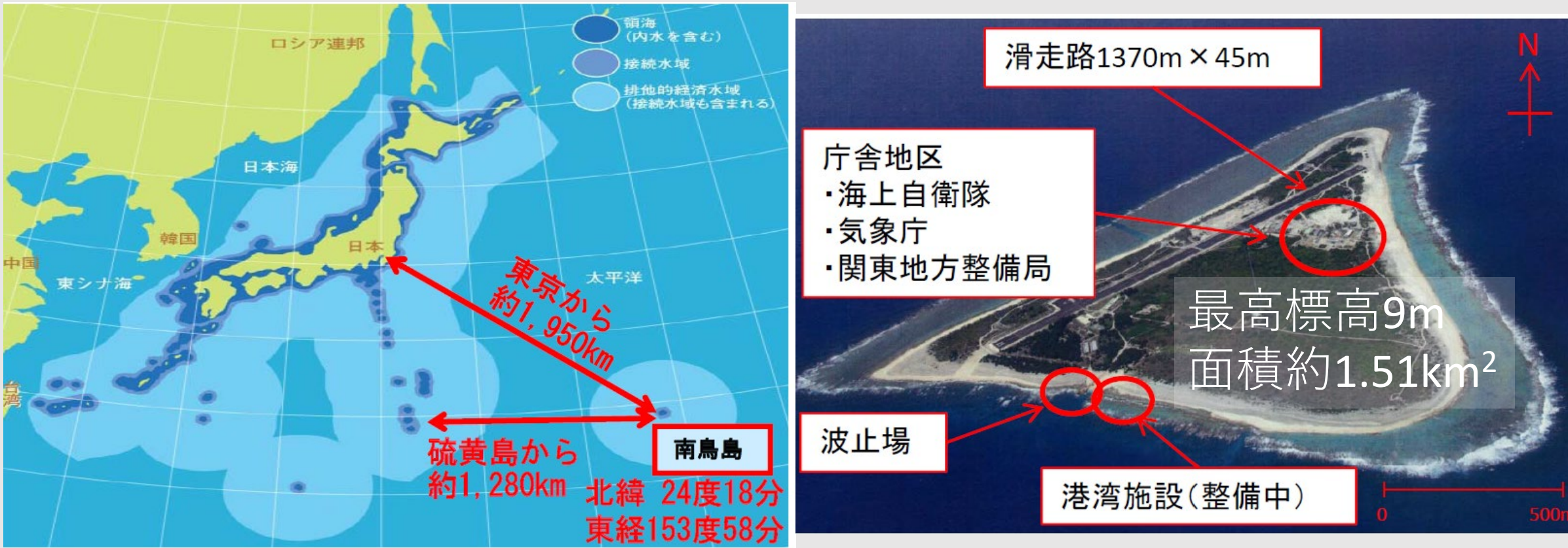


図1 南鳥島の概要[2]

ステークホルダーの整理

- ✓ 東京都小笠原村に所属。
- ✓ 防衛省（海上自衛隊）・国土交通省（関東地整・気象庁）の職員が常駐。JAMSTECやJOGMECが周辺海域で活動。
- ✓ 一般人は立入禁止で居住していない。
- 電力の**大消費地**である東京都管轄であり，**住民が関与しない**。

地球科学・地質的側面

★隆起・沈降的観点

- ✓ **太平洋プレート（海洋プレート）**上に位置する，プレート境界から離れており，数百万年程度は変動に巻き込まれない。
- ✓ 火山島として誕生したが，活動終焉後**1000万年**以上経過。
- ✓ サンゴ礁成長速度(インド太平洋地域平均):**0.6～0.7m/100年**[3]
⇔海面上昇予測: ～0.77m(2100年時点，最悪シナリオSSP5-8.5ケース)[4]
- 地殻変動や火山活動に巻き込まれる可能性は低い**。海面上昇があっても**水没する可能性は低い**。

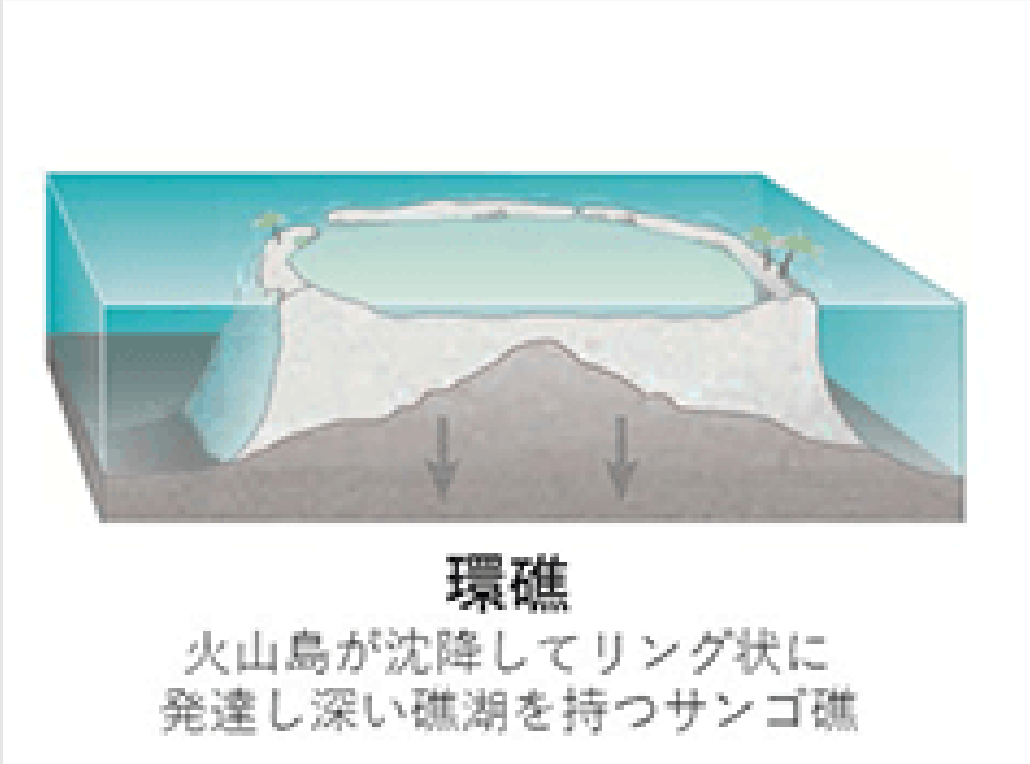


図2 環礁の概念図[7]

★地質構造[5,6]

- ✓ サンゴ礁による**石灰岩質**の島（環礁もしくは卓礁）。
- ✓ 地史の概略
 - ・ジュラ紀～白亜紀：**玄武岩**の噴出。（礫岩含有）
 - ・白亜紀～更新世：海面上昇や基盤沈降に伴い水没。玄武岩上にサンゴ礁が形成され，**石灰岩化（最大厚1000m程度**，砕屑物含有）。
 - ・現世：現世サンゴ礁や砕屑物が堆積。
- 下部は火山岩類，上部は炭酸塩岩類であり，**内部の不均質性や隙間が存在する**ことが示唆され，施設建設の障害になり得る。

安全（気象・災害）的側面[8]

- ✓ 年間降水量は東京の7割。7～8月が台風シーズン。
- ✓ 風速10m/s超が年間約90日あり，**暴風・高潮の懸念**がある。
- ✓ 東北地方太平洋沖地震津波：41cm
2010年2月チリ地震津波：11cm
- 気象観測データが整っており，**今後の気象をある程度予測可能**。
- 津波による被災の可能性は低い。

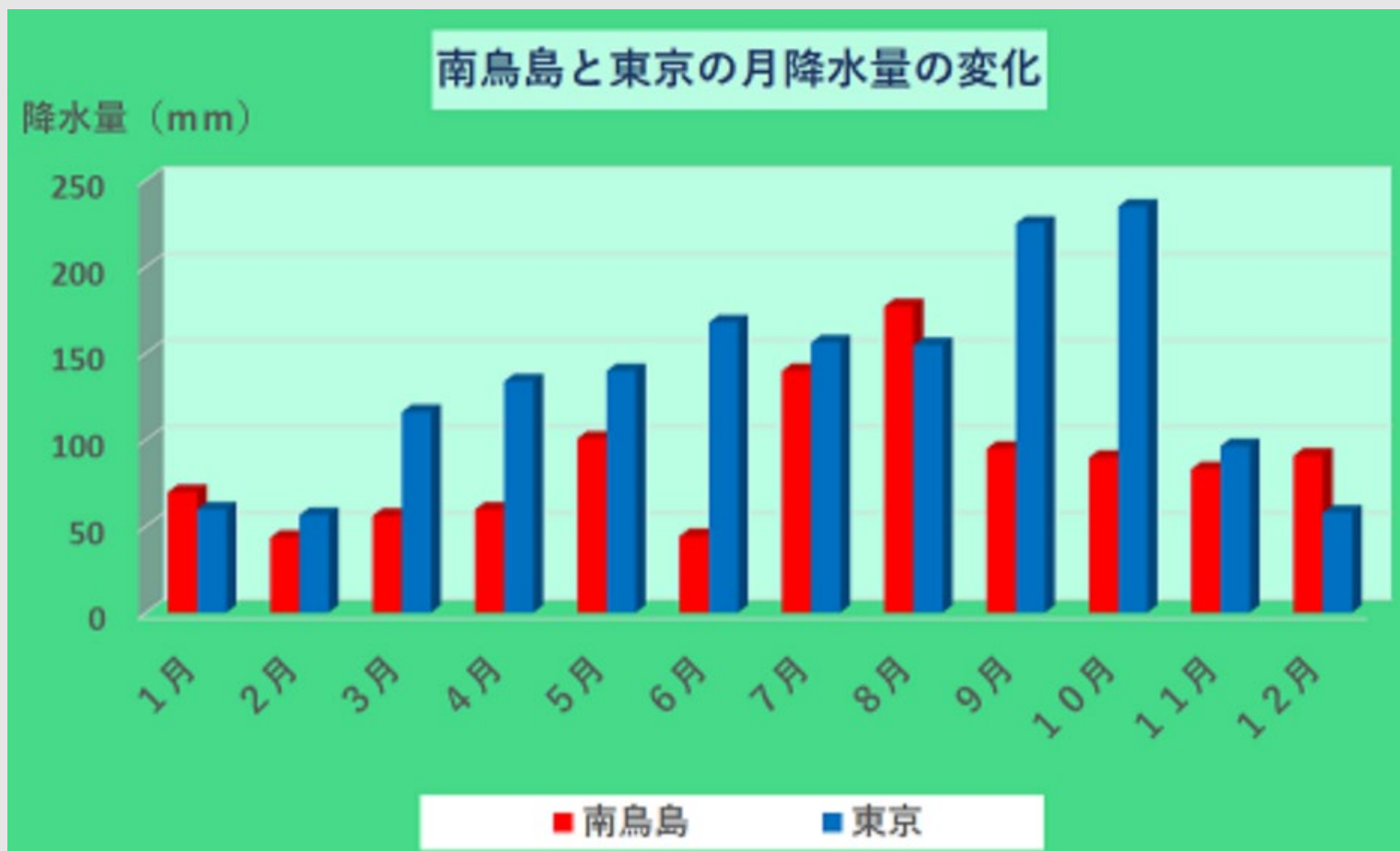


図3 南鳥島の月降水量[7]

処分施設の建設に関する側面

★地下施設建設に関して

- ✓ **地下水流動，地質境界**を得るためのボーリング。
- ✓ 石灰岩における坑道掘削。
- 空洞や集中湧水**のリスクが相対的に高い[9]。空洞予測システム（弾性波等を活用？）の実装が望まれる。
- NATM**が有効か。セメント系止水材等による改良も必要。
- 石灰岩でのトンネル施工事例**[10,11,12]も参考可能。

Type	施 工 図	施 工 手 順
1		支保工の外側へエクスパンデタル矢板を張り，吹付コンクリートで充填する。
2		エクスパンデタル矢板・異形棒鋼で外型枠とし，吹付コンクリートで数回に分けて吹付ける。 水抜パイプを設置する。
3		エクスパンデタル矢板・異形棒鋼で外型枠とし，吹付コンクリートで数回に分けて吹付ける。 空隙はエアモルタルで充填する。
4		支保工を利用してエクスパンデタル矢板・軽鋼矢板・鋼材で内型枠とし，排水パイプ・注入パイプを設置して吹付コンクリートを施工する。更に支保の補強として裏込コンクリートを打設し，他の空隙には水路を残してエアモルタルを注入する。
5		水位測定パイプ（φ200）を設置して，水路を遮断しないように岩塊で埋め戻し，裏込コンクリートを打設し，さらに岩ずりで埋め戻す。

図4 石灰岩質におけるトンネル建設時空洞対策事例[10]

★地上部施設に関して

- ✓ 地上部面積が狭いため，**掘削土の仮置きは海面埋立の活用**が有効と考える。または，石灰岩としての産業的有効活用。（岩ズリを**埋戻し材**として活用する場合，ベントナイトの**交換性陽イオン**に留意する必要有）
- ✓ 暴風による建設中断が頻発する可能性。
- ✓ **電力等のエネルギー**を得るための設備が不可欠。→洋上風力発電の活用？
- ✓ 塩分を含む強風に晒されるため，**資材の防錆対策**の重要性。
- ✓ 作業員の健康管理の難しさ，資材運搬の観点から，**分割可能な機材を用いた省人化施工**が必要不可欠。

結論と今後の課題

- ・離隔距離，ステークホルダーの少なさ，建設可能性，安全面の観点から，HLW処分候補地としての更なる検討価値はある。
- ・輸送距離が1000キロ単位で長くなるため，輸送時のコストが増加する。
- ・石灰岩における施工事例の少なさから，石灰岩質岩盤の施工性に関する予備検討が必要。
- ・HLWを住民から遠ざけることはできるが，NIMBY問題を加速してしまうかもしれない。

謝辞：本研究は早稲田大学・特定課題研究（2024C-133）の一環として行われた。また，論点の整理にあたって，小峯秀雄先生（早稲田大学・教授），東畑郁生先生（東京大学名誉教授/関東学院大学客員教授），菊池喜昭先生（一般社団法人・沿岸技術研究センター）の各先生方と議論させて頂いた。ここに記して謝意を示す。
参考文献：[1]金子熊夫：原子力の海洋活用の勧め HLW処分場をEEZ海底下に作れ，ATOMOJ，2024年8月号（巻頭言）。[2]国土交通省：南鳥島の概要，<https://www.mlit.go.jp/common/001025368.pdf>（2024年8月1日アクセス）[3]Montaggioni, L. F.: History of Indo-Pacific coral reef systems since the last glaciations; development patterns and controlling factors. Earth Science Review, 71, 1-75, 2005. [4]IPCC: Climate Change 2021, The Physical Science Basis, p.1216, 2021. [5]地盤工学会：遠隔離島における地下空間利用のための調査研究検討委員会報告書，p.2.4. 2019. [6]海上保安庁水路部：5万分の1沿岸の海の基本図 海底地形地質調査報告書「南鳥島」，2001. [7]WWFジャパンHP：日本のサンゴ礁生態系とその保全，<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/5241.html>（2024年8月1日アクセス）[8]気象庁南鳥島気象観測所HP：降水量について，<https://www.jma-net.go.jp/minamitorishima/kikou.html>（2024年8月1日アクセス）[9]土木研究所 地質・地盤研究グループ：トンネル工事等における地質リスクマネジメント手法に関する研究①，<https://www.pwri.go.jp/jpn/results/report/report-seika/2011/pdf/sei-Q4.pdf>（2024年8月1日アクセス）[10]河野正博，前田雄一，田中秀和：九州縦貫自動車道肥後トンネルの施工について，一般社団法人九州地方計画協会，九州技報第5号，1989.6. [11]西基章：国道219号球泉洞トンネル工事における石灰岩層の空洞対策について，九州技報第46号，2010.1. [12]寺西淳次，大谷達彦，祖父江久徳：矢板工法トンネルにおける出水対策，令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会，VI-271，2019.