

## HEP による辺野古沖ジュゴンのハビタット影響評価

田中 章 研究室  
1361023 大川 稀生

### 1. 背景と目的

普天間飛行場代替施設建設事業（以下「当該事業」）に向けて、2012 年 12 月、沖縄防衛局は普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書の補正後の環境影響評価書（以下「評価書」）を沖縄県に提出した。しかし、その評価書は、環境影響の程度が著しいと判断する基準について、定性的な基準のみで、定量的な基準が全く示されていない（沖縄県、2012）。

そこで辺野古沖ジュゴン (*Dugong dugon*) を評価種とし、米国で最も多く使われている HEP (田中, 2011) を用いて、定量評価の可能性及び、代償ミティゲーションの実現性について検討した。

### 2. 研究方法

ジュゴンの生存必須条件は、評価書に示された情報、既往研究論文の収集及び分析、粕谷俊雄先生（元帝京科学大学教授）及び向井宏先生（元京都大学特任教授）へのインタビューから検討した。

SI<sub>1</sub> モデル：海草類の被度は、評価書に示された情報、既往研究論文の収集及び分析、吉田正人先生（筑波大学大学院教授）へのインタビューから作成した。SI<sub>2</sub> モデル：航空機による水中騒音は、 $\alpha$  と  $\beta$  の 2 モデルの作成を試みた。SI<sub>2</sub> $\alpha$  モデルは、評価書に示されているジュゴンに対する水中音の評価基準から作成した。しかし、この評価基準はクジラ目と鯨類に対する騒音の評価基準、大浦湾内の水中音の測定結果等を基に設定されている。Marsh et al. (1978) と Hartman (1979) によると、ジュゴンは音に敏感であり、粕谷 (2016) によると、日中沖合で過ごすことから、以上を踏まえて、筆者オリジナルの SI<sub>2</sub> $\beta$  モデルを作成した。

次に、HEP 分析における「空間量」の情報を得るため、評価書に示された情報を基に、ArcGIS を用いて、評価区域全域をカバータイプ区分した。

現況と開発後における THU で比較評価を行うため、HEP における各指数を算出した。HSI の算出には、SI<sub>1</sub>、SI<sub>2</sub> $\alpha$  及び  $\beta$  値が、ハビタット適性度に大きな影響を及ぼすことから、それぞれ等しく不可欠であると判断したため、幾何平均法を用いるとする。算出された HSI を基に、最小単位の評価区域ごとに HU を算出した。さらに、HU を合計して THU を算出した。

なお、本研究の評価区域は、評価書に示されたジュゴンの生存必須条件に係る情報が得られる最大の範囲 (18,200.38ha) とした。

### 3. 研究結果

ジュゴンの生存必須条件は、餌、騒音、振動、光、水温、水質、海水流動の 7 項目が考えられた。今回はその中から定量的データが得られた、海草類の被度、航空機による水中騒音の 2 項目のみをハビタット変数として設定した (図 1)。

SI<sub>1</sub> モデルの設定根拠として、吉田 (2016) によると、被度 5% のような低被度の場所では、ジュ

ゴンが主食とするウミヒルモ (*Halophila ovalis*) が分布しているため、餌条件として最適であると判断できる。また、環境省 (2006) の海草群落構造調査の結果によると、食跡のほとんどが被度 60% 以下の比較的粗な海草群落に分布していた。したがって、V<sub>1</sub> の値が 0% の場合、餌条件として全く不適と判断できるため、SI<sub>1</sub> 値は 0.0 と設定した。5~60% の場合、最適 SI<sub>1</sub> 値 1.0、100% の場合、摂餌が不可能ではないことから、SI<sub>1</sub> 値 0.2 と設定した (図 2)。

SI<sub>2</sub> $\alpha$  モデルの設定根拠として、沖縄防衛局 (2012) は、行動阻害に関する影響レベルとして、大浦湾内の水中音の測定結果による音圧レベルが平均 119dB re 1 $\mu$ Pa (海面下 0.5m 層、等価騒音レベル (Leq)) であったこと、ジュゴンの鳴音の音圧レベルが平均 122dB re 1 $\mu$ Pa 程度と推定されること、Southall ら (2007) が整理した実験データから、120dB re 1 $\mu$ Pa に設定している。また、障害に関する影響レベルとして、Southall ら (2007) が整理した実験データから、230dB re 1 $\mu$ Pa に設定している。したがって、V<sub>2</sub> の値が 120dB re 1 $\mu$ Pa 未満の場合、騒音条件として最適と判断できるため、SI<sub>2</sub> $\alpha$  値 1.0 と設定した。一方、230dB re 1 $\mu$ Pa 以上の場合、障害を引き起こす可能性があることから、SI<sub>2</sub> $\alpha$  値 0.0 と設定した (図 3)。

SI<sub>2</sub> $\beta$  モデルの設定根拠として、Urick (1986) によると、外洋における水中騒音は 70~100dB re 1 $\mu$ Pa とされている。本モデルでは、最大値である 100dB re 1 $\mu$ Pa を超える場合、ジュゴンが行動阻害を引き起こす可能性があるとした。障害に関する影響レベルは、SI<sub>2</sub> $\alpha$  モデルと同様の値を用いる。したがって、V<sub>2</sub> の値が 100dB re 1 $\mu$ Pa 未満の場合、最適 SI<sub>2</sub> $\beta$  値 1.0 と設定した。一方、230dB re 1 $\mu$ Pa 以上の場合、障害を引き起こす可能性があることから、SI<sub>2</sub> $\beta$  値 0.0 と設定した (図 4)。

評価区域全域を SI<sub>1</sub> 及び SI<sub>2</sub> のカバータイプによって区分した個々のエリアを作成した (以下「小評価区域」)。それぞれカバータイプ区分されたレイヤーを重ね合わせ、現況と開発後における最小単位の評価区域を作成した (図 5)。

SI<sub>1</sub>、SI<sub>2</sub> $\alpha$  を用いて評価を行った場合、少なからずジュゴン及び、そのハビタットに影響が及ぶ範囲は 160.79ha であることが明らかになった。また、THU を算出した結果、現況が 13,048.98THU、開発後が 12,914.67THU であった。現況と開発後における THU を比較すると、開発後が現況を 134.31THU 下回った。

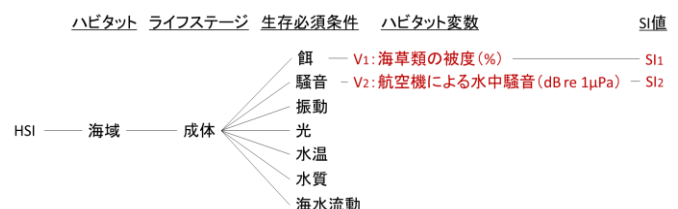


図 1 ジュゴンの生存必須条件として考えられた項目及び HSI の関係

一方、 $SI_1$ 、 $SI_2\beta$ を用いて評価を行った場合、少なくともジュゴン及び、そのハビタットに影響が及ぶ範囲は 781.37ha であることが明らかになった。また、THU を算出した結果、開発後が 12,910.05THU となり、開発後が現況を 138.93THU 下回った。

#### 4. 結論と考察

当該事業に伴い、ジュゴン及びそのハビタットへ影響が及ぶということが定量的に明示された。しかし、評価書に示された情報を用いた簡易な評価であるので、さらに他の生存必須条件も検討することが今後の課題である。しかしながら、少なくとも今回は海草類の被度、航空機による水中騒音の 2 項目のみの評価であるが、深刻な影響が及ぶことは明らかである。また、それぞれは絶対的な項目であり、幾何平均を用いて HSI を算出するため、仮に他の SI 値を加えて評価を行ったとしても、依然として深刻さは変わらない。

ところで、もし米国側が本環境アセスメントを実施した場合、NEPA に基づき、NOAA や Fish and Wildlife Service との協議において、ジュゴンに対

する HEP の適用及び、ミティゲーションが義務づけられたと考える。回避・最小化・代償のミティゲーション・ヒエラルキーに沿った代償を行う場合、深刻な影響が及ぶ範囲 (781.37ha) のみでも、現実問題、代償することは困難であると推測する。

#### 【引用文献】

- 沖縄県 (2012) 普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書に対する意見 (公有水面の埋立ての事業). 37pp.
- 沖縄防衛局 (2012) 普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書の補正後の環境影響評価書. 7399pp.
- 粕谷俊雄 (2016) 元帝京科学大学教授, インタビュー. 多摩市飲食店. 2016.7.28.
- 環境省 (2006) ジュゴンと藻場の広域的調査平成 13 年~17 年度結果概要. 環境省, 東京都, 43pp.
- 田中章 (2011) HEP 入門 (新装版) -<ハビタット評価手続き>マニュアル. 朝倉書店, 東京都, 266pp.
- 向井宏 (2016) 元京都大学特任教授, インタビュー. 京都府自宅. 2016.8.21.
- 吉田正人 (2016) 筑波大学大学院教授, インタビュー. 公益財団法人日本自然保護協会事務所. 2016.7.19.
- Hartman, D.S. (1979) Ecology and behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. American Society of Mammalogists Special Publication, 5, 1-153.
- Marsh, H., Spain, A. V., Heinsohn, G. E. (1978) Minireview: physiology of the dugong. Comparative Biochemistry and Physiology. 61, 159-168.
- Southall et al (2007) Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations, Aquatic Mammals. 33, 4, 521pp.
- Urick, R. J. (1986) Principles of underwater sound 3rd edition. McGraw-Hill, New York, 423pp.

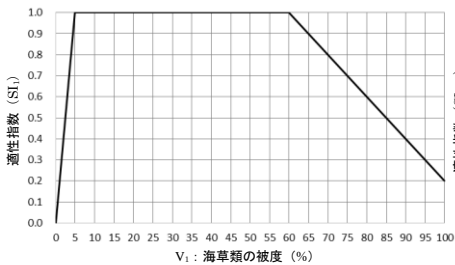


図2  $SI_1$ モデル：海草類の被度

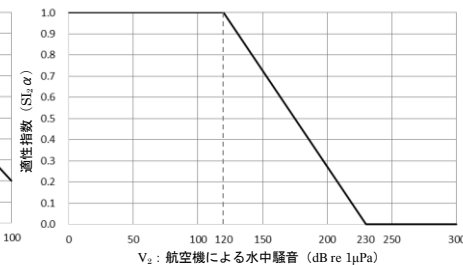


図3  $SI_2\alpha$ モデル：航空機による水中騒音

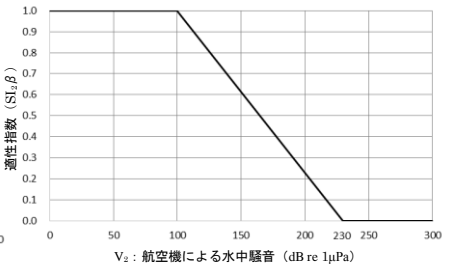


図4  $SI_2\beta$ モデル：航空機による水中騒音

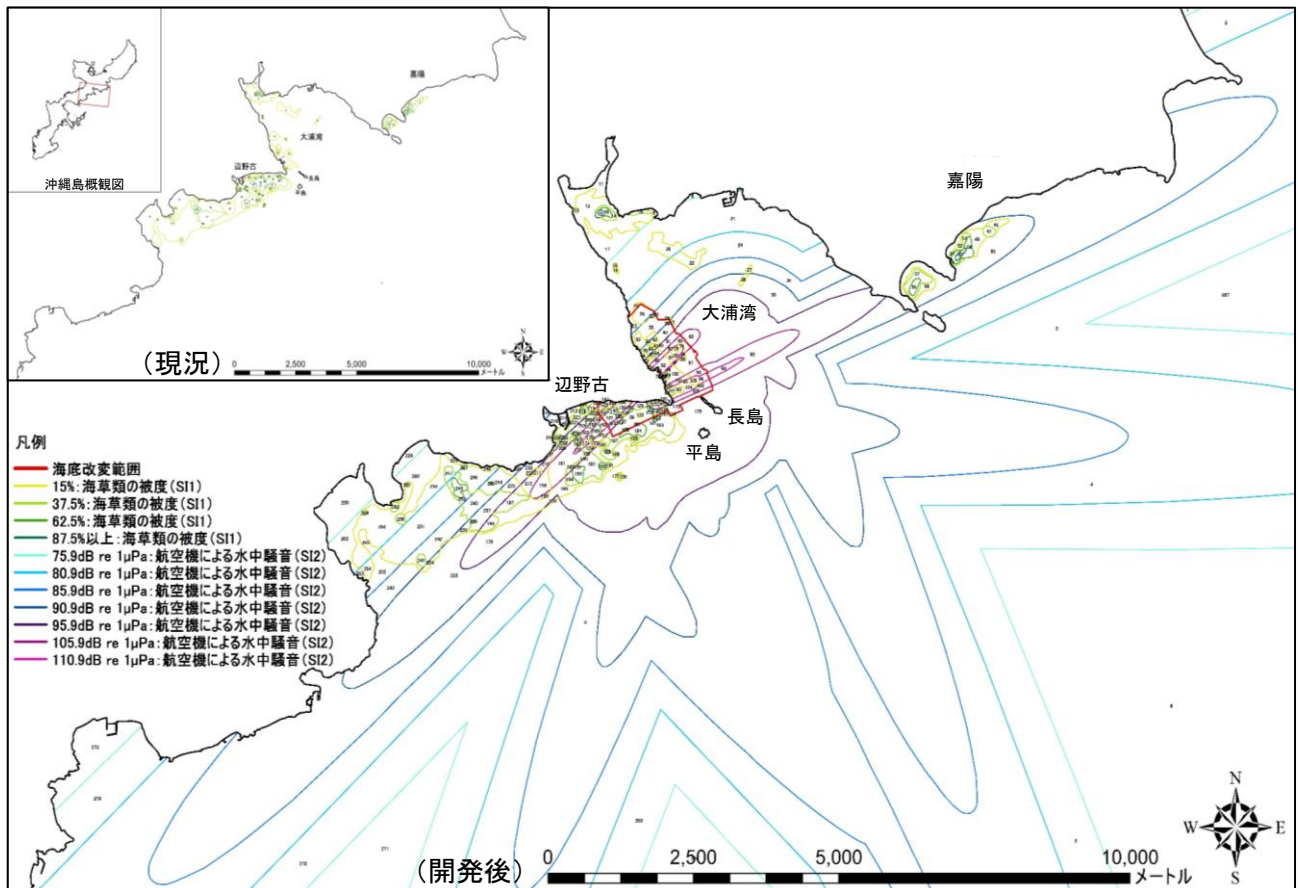


図5 現況及び開発後における最小単位の評価区域