

沖ノ鳥島周辺海域における水産利活用の促進

PROMOTION OF FISHERY RESOURCE UTILIZATION AROUND OKINOTORISHIMA ISLAND

三上信雄¹・安藤亘¹・石岡昇²・大隈篤³・山本秀一⁴・北野倫生⁵

Nobuo MIKAMI, Wataru ANDO, Noboru ISHIOKA, Atsushi OOKUMA,
Hidekazu YAMAMOTO and Michio KITANO

¹正会員 (社)水産土木建設技術センター (〒104-0045 東京都中央区築地2-14-5)

²(社)水産土木建設技術センター (〒104-0045 東京都中央区築地2-14-5)

³水産庁漁港漁場整備部 (〒100-8907 東京都千代田区霞ヶ関1-2-1)

⁴正会員 博(生物資源工学) 株式会社エコー (〒110-0014 東京都台東区北上野2-6-4)

⁵博(工学) 株式会社エコー (〒110-0014 東京都台東区北上野2-6-4)

To promote utilization of Okinotorishima island and its surrounding areas mainly in the fishery field, fishery resources and environmental conditions were surveyed in and around the coral reef of the island. Corals were widely distributed in the lagoon. Some useful fishery species were caught through the wide range from the surface to the deep water around the reef. Their preys such as eggs, juveniles and young of some small sized fish species were also observed there. Therefore, it may be possible to utilize the island as a good fishing ground with an artificially increased primary production. To develop this potential, some ideas and their issues to be solved in the future were discussed in this study.

Key Words: Okinotorishima, Fishery field, Fishery resource, Promoting utilization

1. はじめに

沖ノ鳥島は、北緯20° 25' , 東経136° 05' に位置し、東京から南南西に1,740kmの距離に位置する卓礁で、南北約1.7km、東西約4.5kmの楕円形をしている(図-1)。沖ノ鳥島礁外の斜面勾配は約1/2と急峻で、水深約3,000mの海底から立ち上がる孤立した島である。沖ノ鳥島周辺は、北赤道海流と呼ばれる表層循環流が通過し、風向は夏季に南東方向からの風が卓越し、秋季から春季に北東方向の風が卓越し、平均風速は約6m/sである。また、沖ノ鳥島礁内の表層の年間平均水温は約28℃で、月平均最低水温は約25℃(2月)、月平均最高水温は約30℃(7月)である。

沖ノ鳥島周辺海域は、水産有用種であるマグロ類のうちクロマグロおよびビンナガマグロが台湾周辺で産卵し、そして黒潮や赤道反流域で成長、回遊する¹⁾ 通り道であり、海底から急激に立ち上がった地形であることから様々な魚介類の生息・再生産の場所であると考えられる。

我々は、水産業を中心とした沖ノ鳥島の利活用方策を検討するために、沖ノ鳥島の礁内外における

生物・物理環境調査を実施して、沖ノ鳥島の利活用のあり方について検討した。

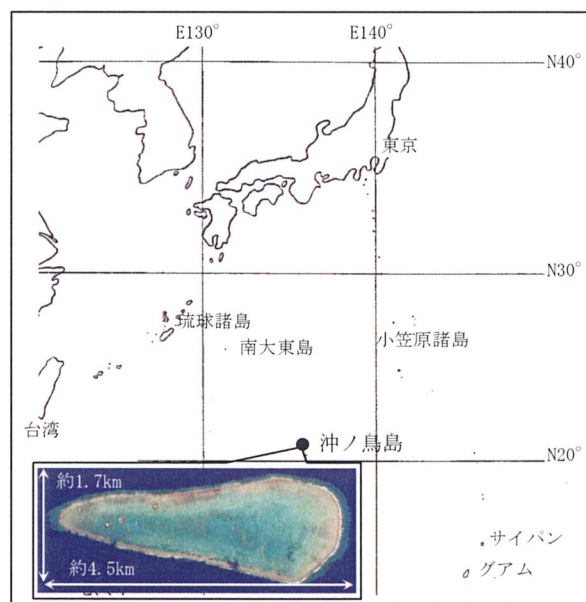


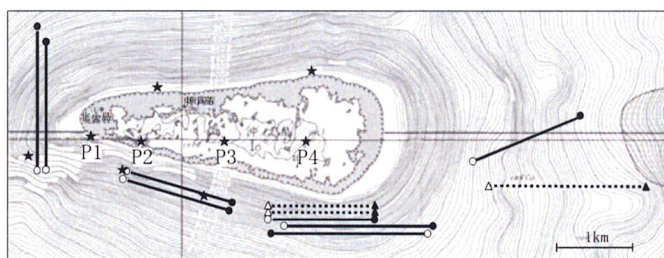
図-1 沖ノ鳥島位置図

2. 調査方法

(1) 水産資源調査

a) 漁獲調査

平成18年1月11日から15日に、沖ノ鳥島周辺の図-2に示す地点で底生魚類（底魚）を対象とした底刺し網および、甲殻類等を対象とした籠漁などの漁獲調査を実施した。各漁具は設置の翌日に回収（漁獲）した。そして、現地にて採取した漁獲物ごとに体長、重量を測定するとともに、持ち帰った後、必要に応じて生殖腺重量（甲殻類については抱卵の有無）、胃内容物の観察を行った。



— : 底刺し網漁…… : 籠漁 (●▲ : 投網始点, ○△ : 投網終点) ★ : 卵・稚仔採取

図-2 水産資源調査地点

b) 卵・稚仔調査

平成17年11月25日から12月3日に、図-2に示す礁内4地点、礁外5地点の計9地点にてマルチネット（口径1.3m）を用いた卵・稚仔調査を実施した（同時期に、後述する環境調査も実施した）。礁内においては、表層を10分間曳網した。礁外においては表層から水深25mピッチで水深100mまでの5層について水平方向に10分間（船速2ノット）曳網した。そして採取した試料は、持ち帰り出現生物種ごとに重量を計測した。

(2) 環境調査

a) サンゴ群集調査

沖ノ鳥島礁内をマンタ法（海表面を泳ぎながら海底面を観察する方法）でサンゴ群集の分布状況を観察した。また、サンゴ群集を空中から観察するために、平成17年12月3日にパワードパラグライダーによる空中撮影を行った。

b) 流況調査

礁内の流況については、礁内の5地点の海底に流速計（WH-104）を設置し、平成17年11月30日から平成18年1月26日まで毎正時20分間の流向、波高、流速について観測した。

礁外の流況については、調査母船に艀装したドップラー流速計（ADCP : CI-60）を用いて、平成17年11月25日から12月3日までの8日間、島の4方位4測線（測線距離約2km）を航走しながら、表層から水深20m, 100m, 150mの3層について観測した。

c) 水質調査

礁内は多項目水質計を用いて表面から海底までの水温・塩分を観測した。礁外では水温塩分観測機（STD）を用いて沖ノ鳥島周辺の海底までの水深100mごと（観測最大水深2200m）の水温、塩分を観測した。

また、礁内4地点の海底上0.5m、礁外14地点の海面下0.5mから水深100mを3層（表層・中層・下層）に分けて採水し、全窒素、全リンおよびケイ酸態ケイ素の分析を行った。ただし、礁内外の1地点ではpH、アルカリ度および炭酸カルシウムの分析を行った。

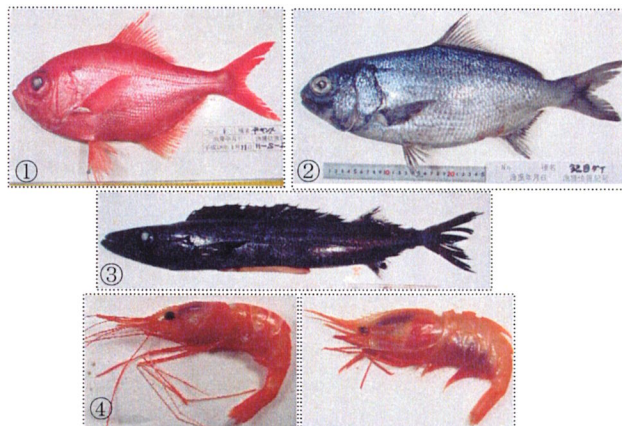
3. 調査結果

(1) 水産資源調査

底刺し網ではキンメダイ科やギンメダイ科、クロシビカマス科の魚類が漁獲された（表-1、写真-1）。このうち、キンメダイ科は水深500m以浅の中深層で多く、クロシビカマス科は水深700m以深で多かった。また、籠漁については、水深1100～1200mの水深層で多くの甲殻類を漁獲した。

表-1 漁獲調査（水産有用種）抜粋

漁法	種名	採捕個体数
底刺し網漁 (水深280～1500m)	キンメダイ科	427
	ギンメダイ科	307
	クロシビカマス科	130
籠漁 (水深350～1500m)	甲殻類	1593



①キンメダイ科、②ギンメダイ科、③クロシビカマス科、④甲殻類

写真-1 漁獲物一例

ただし、今回の漁法は、礁外斜面が急峻であったため、操業に適する水深帯（水深300～1000m）が狭く操業範囲が限定されたことから効率的な操業とは言えなかったが、キンメダイ科の成魚や深海性エビ類等の有用資源の存在は十分確認することができた。また、漁獲したキンメダイ科の胃内容物を調べると、籠で漁獲されたエビ類が多く出現したことから当該海域はキンメダイの摂餌場として利用されていると考えられた。この他、クロシビカマス科のな

かには成熟した個体（生殖腺重量指数(生殖腺重量/体重×100)：20以上）がみられ、エビ類でも抱卵個体が確認されたことから、これらの種は当該海域を再生産の場として利用していることが示唆された。

卵・稚仔調査の卵については、礁内と礁外では卵数が同程度であった（表-2）。礁内で採取した卵は、いずれも種を同定できなかったが、サンゴ群集の多い地点（図-2 P3）よりサンゴ群集の比較的小さい地点（図-2 P1, P2, P4）で多い傾向がみられた。サンゴ群集が多い場所で卵数が少ない理由をよくわからないが、サンゴや岩礁に蛸集して生息する魚種を確認していることから、浮遊性の卵の分布と幼魚もしくは成魚の生息場所は異なるを考える。一方、礁外では南側で最も多く、魚種としてはスズキ目が多かった。調査期間中は、北東の風が卓越し、南側はこの風波の遮蔽域となっていたことから、沖ノ鳥島周辺で産卵された卵が、沖ノ鳥島南側の海域で滞留していたものと考えられる。

表-2 採取された卵

目	礁内				礁外		
	P1	P2	P3	P4	北側	南側	西側
ウナギ	0	0	0	0	1	5	2
スズキ	0	0	0	0	0	57	0
フグ	0	0	0	0	0	1	0
不明	45	81	1	77	54	77	21

(卵数)

稚仔魚については、礁内では4地点で1個体（種は不明）であった（表-3）。礁外では、南側でやや多い傾向があり、採取された種は、ワニトカゲギズ目およびハダカイワシ目であった。これらの種は、稚魚期に水深200m以浅で生息し、日周鉛直移動しながらカイアシ類等を捕食している。特に、ハダカイワシ目は、マグロ・カツオ類やイカ類等の高次生産者の餌となることから、沖ノ鳥島周辺では、大型魚類を頂点とした生態系ピラミッドが形成されているものと考えられる。

表-3 採取された稚仔魚

目	礁内				礁外		
	P1	P2	P3	P4	北側	南側	西側
ウナギ	0	0	0	0	2	2	0
ワニトカゲギズ	0	0	0	0	20	15	9
ハダカイワシ	0	0	0	0	11	26	7
スズキ	0	0	0	0	2	4	0
不明	0	1	0	0	8	15	7

(個体数)

(2) 環境調査

a) サンゴ群集調査

礁内の礁嶺に近い地点は、水深2mと浅く、砂礫

の堆積が少ない平滑な海底であり、サンゴ群集の被度も低く、底生生物も少ない場所である（写真-2）。サンゴ群集の被度が少ない理由として、波の打ち込みによって流れが速く、着生できる基盤が無いためと考える。

礁内の中央部は、水深が5mと深く流速が緩い場所で、この海底にノル（凸状の地形）が点在していた（写真-3）。ノルの上面や側面にはサンゴが多く分布しており（写真-4）、特に、礁内中央部は被度が30%以上の区域も存在した。このことから、サンゴの分布量は海底地形によっておおよそ区分できることが分かった。



写真-2 沖ノ鳥島の礁嶺内側の海底



写真-3 沖ノ鳥島礁内中央部
(平坦な海底部分とノル（凸状の地形）)

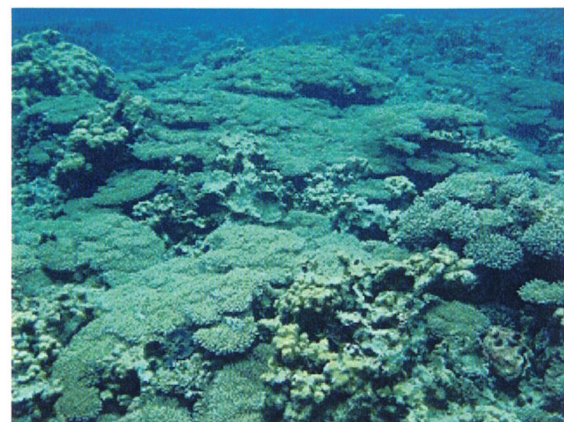


写真-4 ノル上のサンゴ群集

上記の調査結果とパワーパラグライダーによる写真を用いて、図-3のフローに従い、画像を4つの海底地形に区分（図-4）し、ノルをサンゴの着生可能な区域と判断してサンゴの分布域を概算した（表-4）。

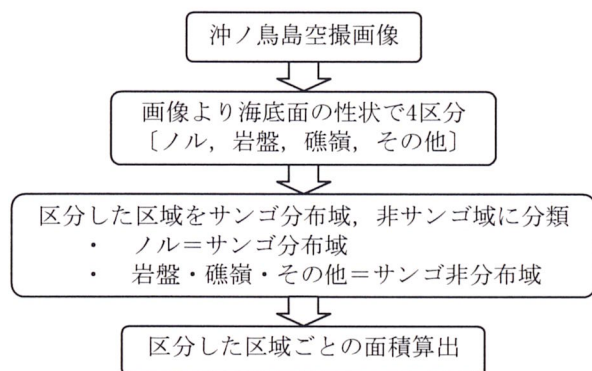


図-3 沖ノ鳥島礁内のサンゴの分布量算出フロー

この結果、サンゴの分布面積は、沖ノ鳥島礁内の面積の約12.4%と試算された。そして、サンゴの単位面積当りの純一次生産量の推算値である500～4,000gC/m²/year²⁾を用いて、沖ノ鳥島の生産力を298～2,380tonC/yearと概算した。さらに、サンゴ群集を形成する生物量（有機物量）は0.01～4.0kg/m²と推算²⁾されているので、同様に沖ノ鳥島のサンゴ分布面積から6.0～2,387ton/m²の生物量を概算した。この結果から、サンゴ分布域を拡大すれば、一次生産量の増大が寄与できるものと推察する。

ただし、サンゴの分布面積を試算するにあたっては、ノルにおけるサンゴの分布や構成種がノルの位置やノルの部位（上面、側面）、ノルの高さによって異なっているため、精度面において課題が残る。今後は、サンゴ群集調査を継続するとともに、画像の判別等解析技術を高める必要があると考えている。また、サンゴの単位面積当りの純一次生産量やサンゴ群集を形成する生物量も、被度・群集の構成によっても大きく異なることが考えられ、より基礎的な知見の充実を期待する。

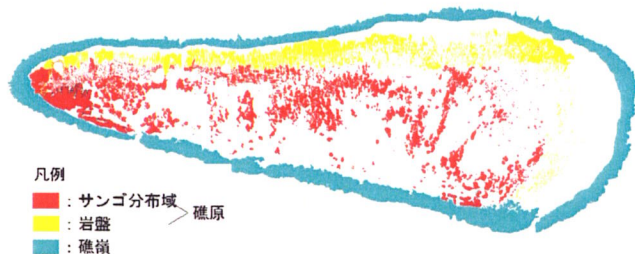


図-4 沖ノ鳥島礁内のサンゴ分布域の推定

表-4 沖ノ鳥島礁内のサンゴ分布域面積

区分	概算面積
サンゴ分布域	60万m ²
岩盤	29万m ²
礁嶺	85万m ²
その他	309万m ²
合計	483万m ²

b) 流況調査

観測期間中の礁内の波高は約94%が30cm以下であった。有義波高の変化をみると、潮位変動に連動するように周期的に変化していたことから、沖ノ鳥島礁内の流況はリーフエッジを越波して礁内に流れ込む礁外の波浪の影響を強く受けていることが推察された。また、流速は、5cm/sec以下が約80%で、流向は南西から南南西の流れが卓越していた（図-5）。ただし、海底地形や水深によって流況は異なっていることが潜水観察により確認されており、礁内は地形的な影響を受けて複雑な流れとなっているものと考えられる。

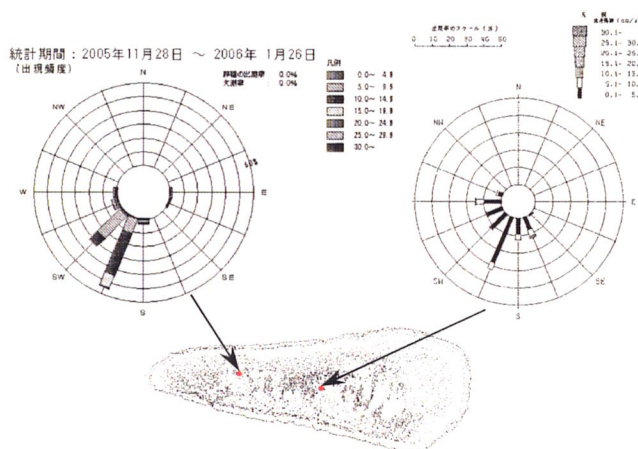


図-5 礁内の流況

礁外の流況は、沖ノ鳥島の北側においてほぼ一様に南西方向へ流れ、3層の水深帯においても同様であった（図-6, 7：図には水深20mと150mの流況を示す）。一方、沖ノ鳥島の南側については、観測日によって流況が異なり、水深によっても流向や流速に変化がみられた。この他、沖ノ鳥島東側では南方向の流れであり、沖ノ鳥島西側では南南西方向への流れであった。

このように、礁外における流況は、北側、東側および西側については風況によらずほぼ一定であったが、南側の流況だけは、観測日ごとに変化し複雑な流況であった。

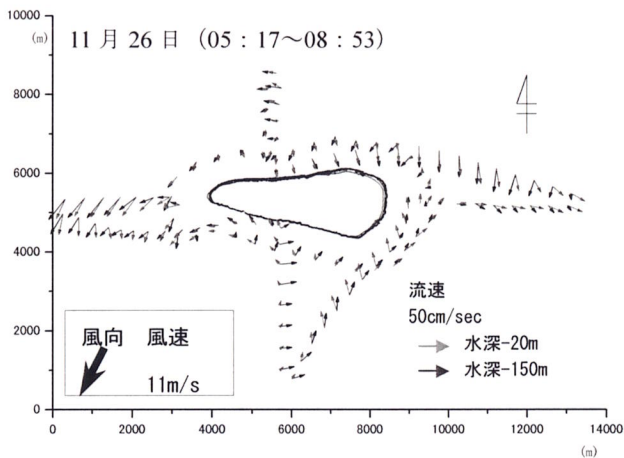


図-6 礁外の流況（北東の風）

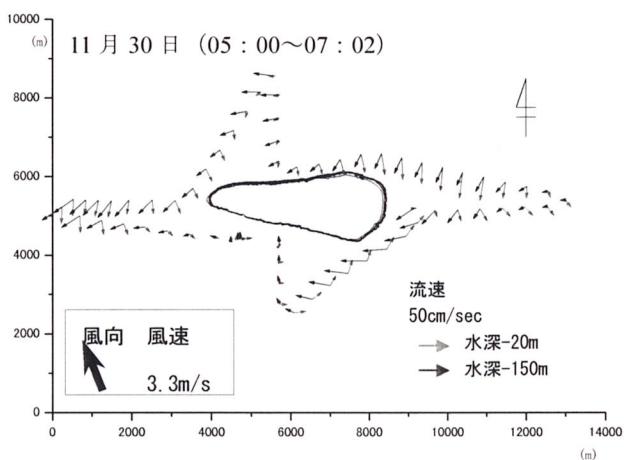


図-7 礁外の流況（南南東の風）

c) 水質調査

水質分析結果を表-5に示す。全窒素は礁内と礁外を比較すると礁外の方が高く、礁外の鉛直方向では塩分躍層以浅での採水であったため明確な差は見られなかったが、水深が深くなるほど濃度は高くなる傾向がみられた（0.37mg/lは水深87mで観測した）。また、炭酸カルシウムは、礁外の方が礁内の2倍程大きかった。礁外のケイ酸態ケイ素は、いずれの地点においても0.04mg/l以下であったが、水深が深くなるほど高くなる傾向がみられた。その他の

表-5 礁内外の水質分析結果

分析項目	礁内	礁外
全窒素	0.06~0.1 (0.07)	0.05~0.37 (0.12)
全リン	<0.01	0.01
ケイ酸態ケイ素	0.03	0.02~0.04 (0.03)
pH	8.06~8.12	8.13
アルカリ度	100~110	100~110
炭酸カルシウム	100~300	300~600

凡例：最小値～最大値、(平均値)

(mg/l)

項目は、礁内外において大きな差はみられなかった。

水温、塩分は、礁内では地点間の違いや水深の違いはみられなかった。礁外のSTDによる海底付近までの水温塩分観測では、いずれの地点においても、水深100m付近で水温塩分躍層がみられた（図-8）。また、海表面から水深100mまで一様に水温27℃前後であり、水深500m付近では水温約10℃、水深2000m付近では約2℃まで下がった。塩分については、水深による大きな差はみられなかった。

なお、観測期間中に、水深100~200m付近でみられるような湧昇流³⁾は確認できなかった。

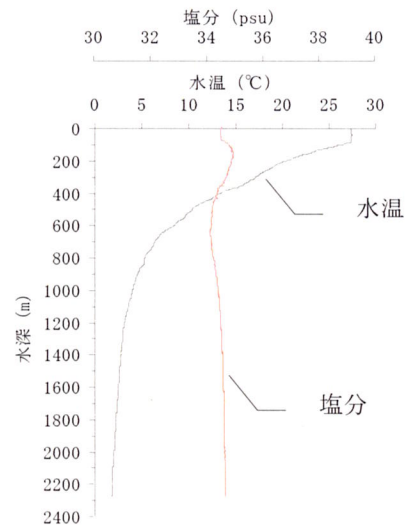


図-8 礁外における水温、塩分の鉛直分布

4. 水産資源利活用促進方策

今回の調査結果から、沖ノ鳥島礁外の水深300~500mにはキンメダイ科魚類が、水深1100~1200mにはエビ類等の水産有用種の生息が確認された。カツオ・マグロ等の高次生産者の餌となる小型魚類の存在も確認された。また、小笠原漁業協同組合の沖ノ鳥島周辺海域における漁業操業では、ビンナガ、キハダ、メカジキ、クロマグロ等が漁獲されている。

このように、沖ノ鳥島周辺海域には植物プランクトンやサンゴを一次生産者とし、それらを基盤として生息する低次生産者から、大型の高次生産者で構成される生態系が存在している。ただし、沖ノ鳥島は孤立した島であるため、栄養塩類の供給が乏しい海域であるとともに、サンゴや植物による一次生産力も弱く、物理環境においてもきわめて厳しい場所であるため、生態系は脆弱なものと考えられる。

そこで、このような海域を漁場として有効に利活用するには、生態系ピラミッドの底辺を広げ、より高次で多様な生産者が生息できるように一次生産力を高めることが必要であり、そのためには礁内においてはサンゴ群集を、礁外においては植物プラン

クトンを増大させることが必要である。

礁内のサンゴ群集の一次生産力を高めるためには、サンゴ群集に適した環境条件を整える、あるいは適地を見つけ出し、その場所にサンゴが着生できる基盤を設けて面積を拡大させることが必要である。サンゴ群集は、藻場と同様の生物生産力を有することに加えて、骨格構造を作ることから多くの生物の生息場や保育場としての機能をもち⁴⁾、サンゴが放出する粘液は魚介類のエネルギー源となる⁵⁾ことから、生物の多様性を高める相乗的な効果も期待できる。

礁外の一次生産力を高めるためには、礁外の深層水に存在する高濃度栄養塩⁶⁾を海洋の有光層へ供給することにより植物プランクトンの増殖を促進させることが必要である。また、一次生産力の向上と併せて、食物連鎖の高次生産者となる魚類等の水産有用種を効率よく漁獲するために、人工魚礁や浮魚礁を設置することも有効であると考えられる(図-9)^{7) 8)} 9)。

ただし、サンゴは熱帯の貧栄養域に適した生態であることから過度な栄養塩の供給はサンゴの生育に悪影響を与える可能性も考えられる。このため、沖ノ鳥島周辺海域の一次生産向上の方策を検討するに当たっては海域の生態系に十分配慮して適切な方法を検討する必要がある。

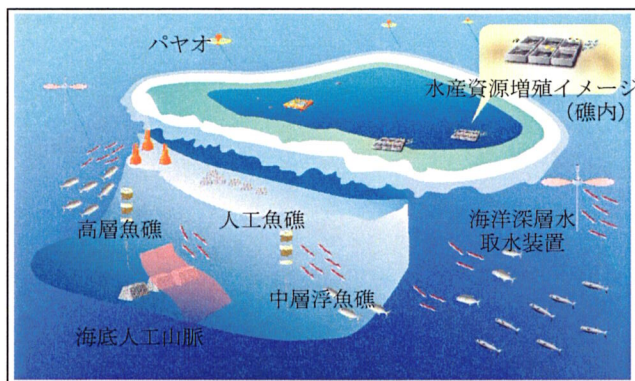


図-9 水産利活用促進方策のイメージ図

謝辞：本調査は、平成17年度社会資本整備事業調整費として水産庁の委託事業により実施した調査結果の一部を整理したものである。調査実施にあたっては、ご教示いただいた委員、国土交通省京浜河川工事事務所、東京都の関係者の方々に御協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 渡辺良朗編：海の生物資源 生命は海でどう変動しているか、東海大学出版会、2005。
- 2) R・H・ホイッタカー：生態学概説 生物群集と生態系、培風館、1994。
- 3) ピーター・ヘリング：深海の生物学、東海大学出版会、2006。
- 4) 水産資源保護協会：海と干潟の生物環境保全調査報告書、1998。
- 5) 深見高雄：サンゴ礁生態系の物質循環において微生物はどのような役割を果たしているか、海洋と生物、161, pp. 572-578, 2005。
- 6) 日本財団：沖ノ鳥島における経済活動を促進させる調査団報告書、2005。
- 7) 大森信、谷口洋基：沖ノ鳥島の陸地化推進計画、みどりいし、16, pp. 1-4, 2005。
- 8) 大内一之、大村寿明：海洋肥沃化装置「拓海」の設計思想と実海域実験、日本造船学会講演会論文集、第4号、2007。
- 9) 矢野和成編著：南の島の自然誌 沖縄と小笠原の海洋生物研究のフィールドから、東海大学出版会、2005。