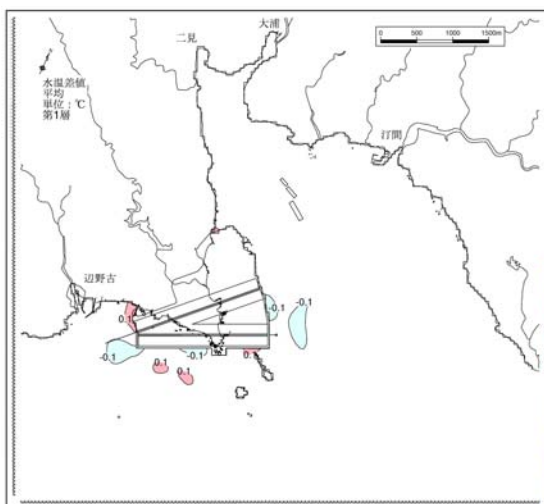
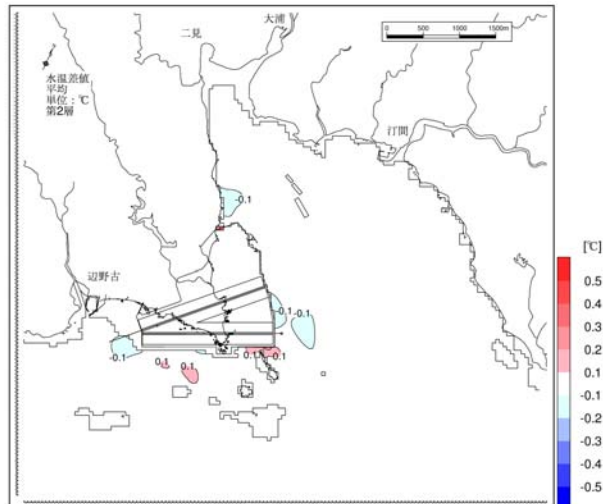


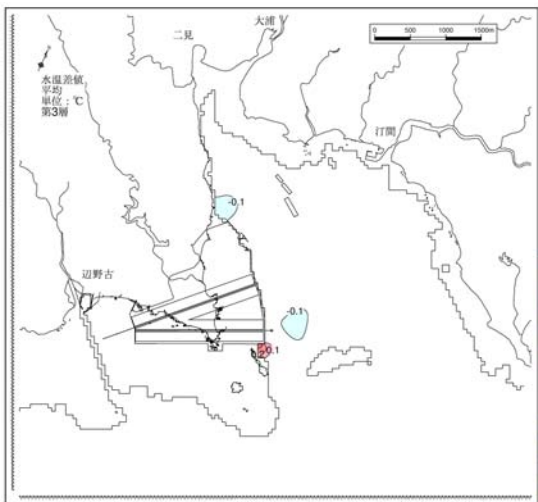
(第1層 (0~2m))



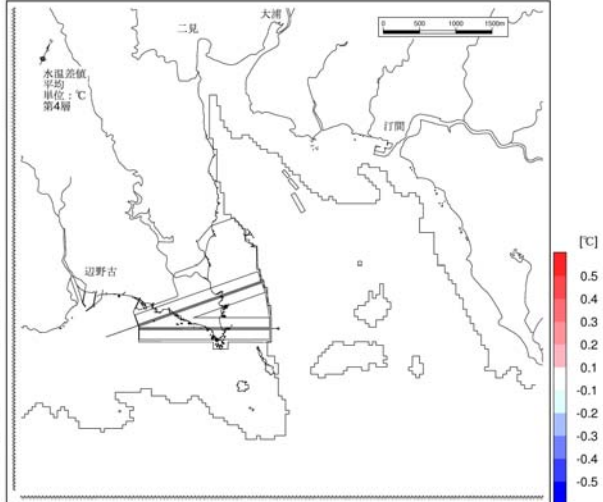
(第2層 (2~4m))



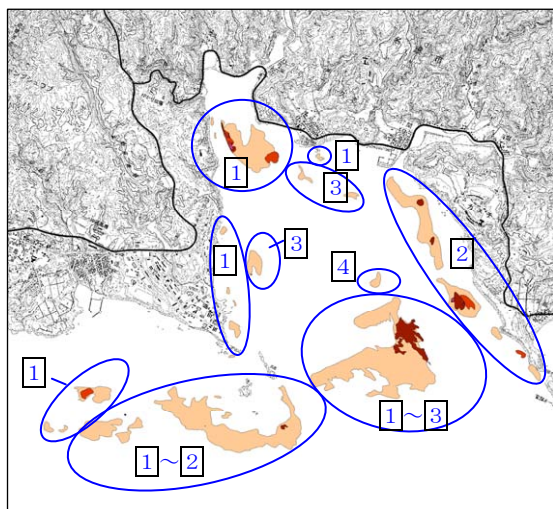
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



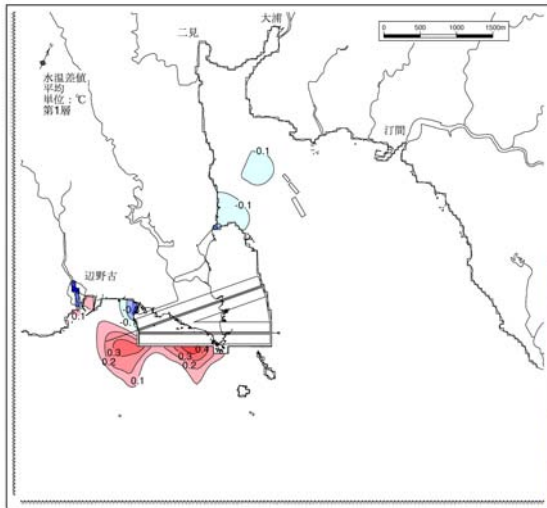
- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

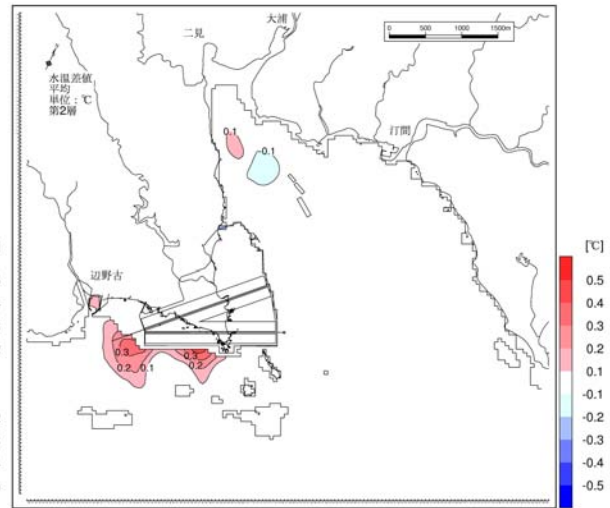
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.22 存在時の水温変化 (夏季、水温変化域)

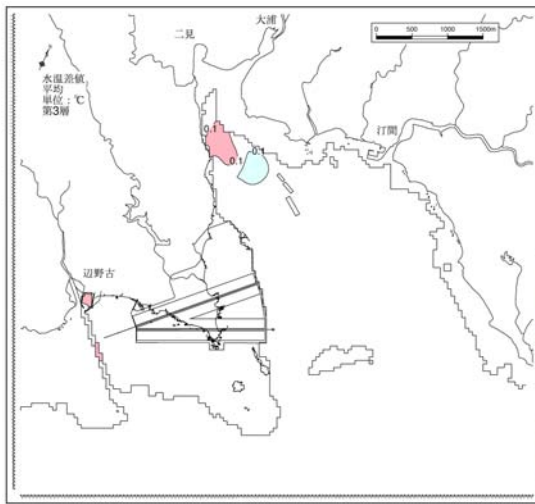
(第1層 (0~2m))



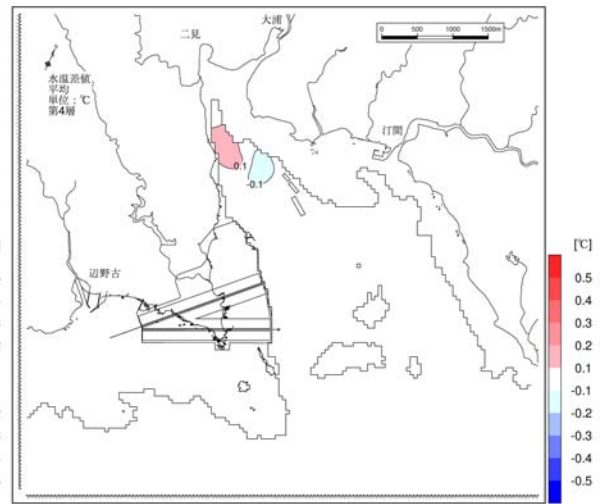
(第2層 (2~4m))



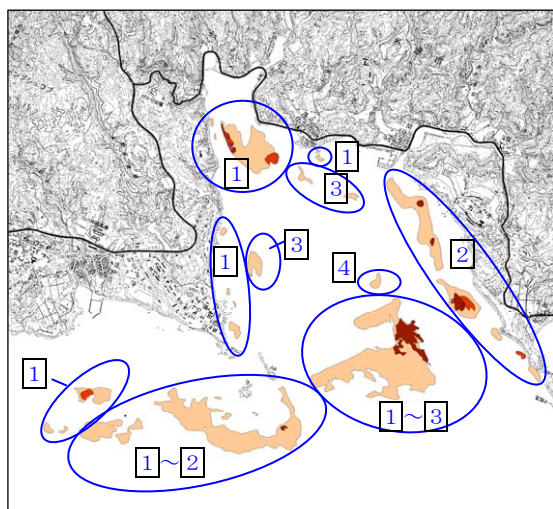
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



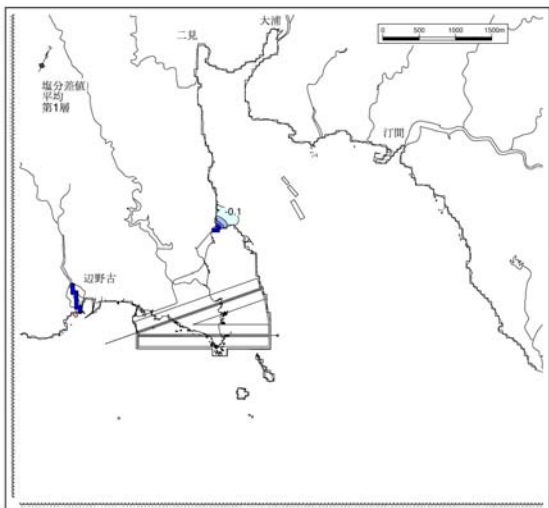
- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

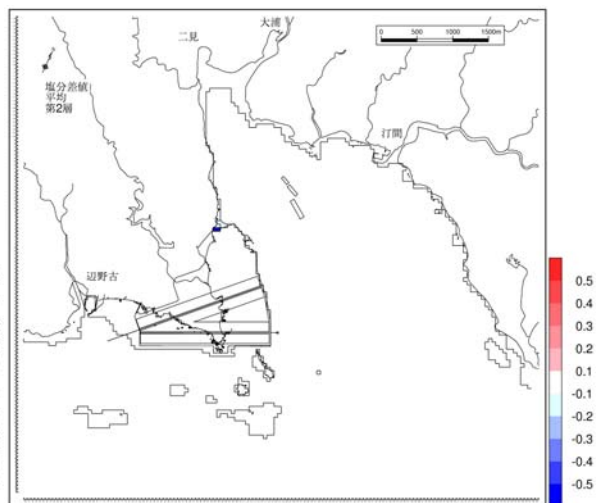
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6. 14. 2. 23 存在時の水温変化 (冬季、水温変化域)

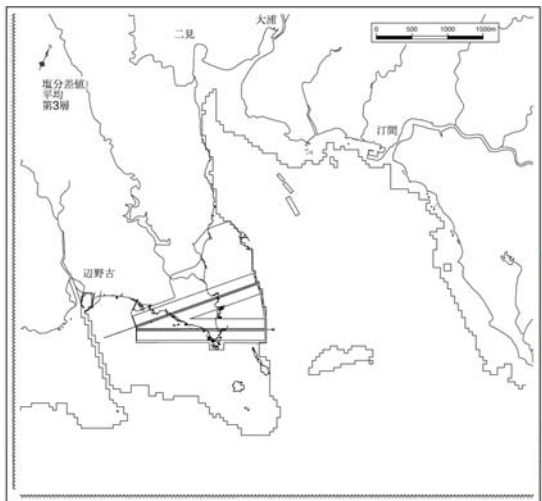
(第1層 (0~2m))



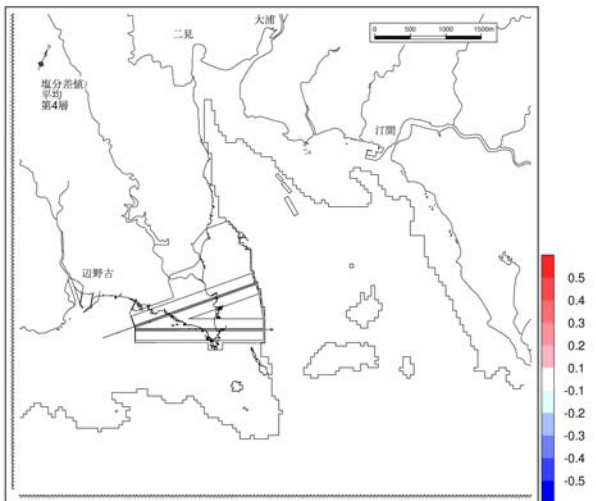
(第2層 (2~4m))



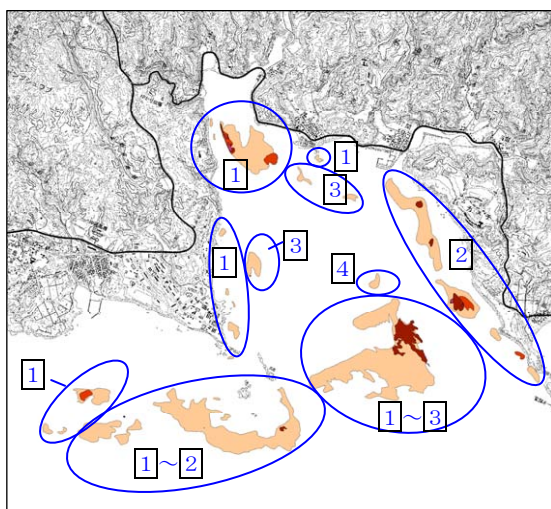
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



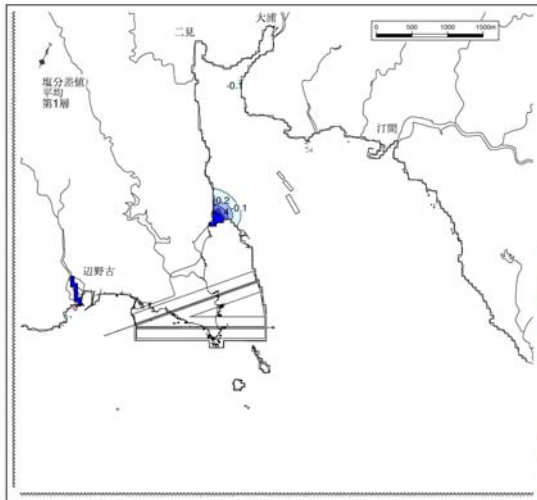
-  被度5~25%
-  被度25~50%
-  被度50~75%
-  被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

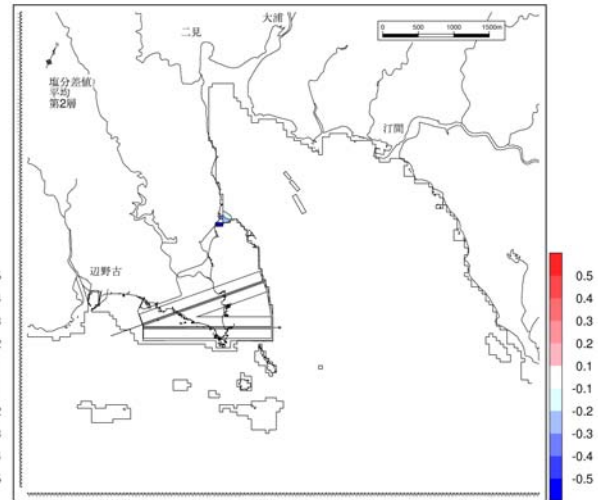
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6. 14. 2. 2. 24 存在時の塩分変化 (夏季、塩分変化域)

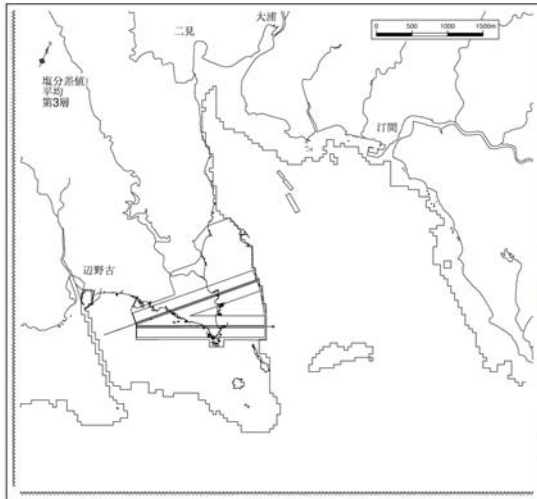
(第1層 (0~2m))



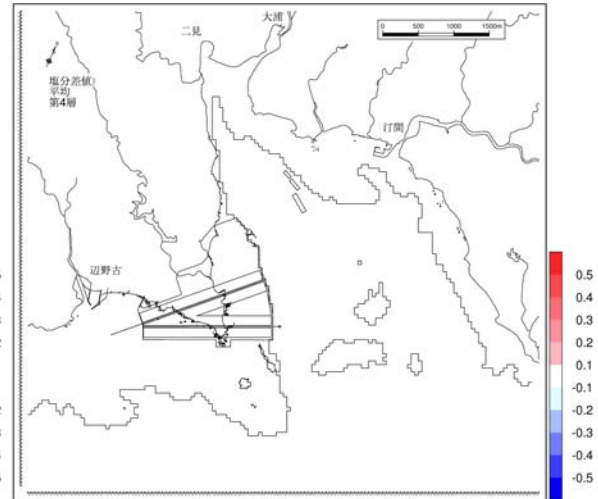
(第2層 (2~4m))



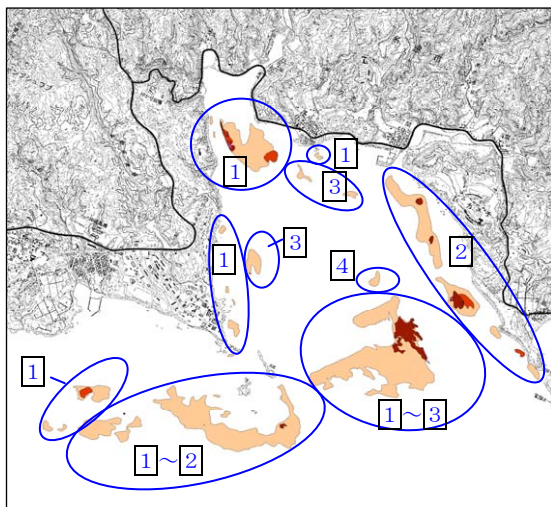
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.2.25 存在時の塩分変化 (冬季、塩分変化域)

(d) 台風による海水温上昇の低減効果の変化、及び懸濁物質の掃流効果の変化

台風時に発生する大きな波浪は、サンゴ類を破壊し生残に影響を及ぼす可能性があります。一方、台風時には海水温が低下することが報告されており (Nadaoka et al, 2001)、台風が接近することで白化現象が抑えられる可能性があると考えられています (岩尾、2008)。また、台風は、空間をめぐる競争者である藻類を除去し、結果的に造礁サンゴの生存が助長された事例が確認されています (岩尾、2008)。さらに、台風時の波浪は、サンゴ群体に堆積した懸濁物質を掃流し、サンゴ類の生息状況を良くする効果をもっている可能性があります。

台風時のような高波浪時に海底面に作用する力の状況を、「6.10 地形・地質」におけるシールズ数の計算結果をもとに検討しました。台風時に発生するような年最大波浪におけるシールズ数の変化を図-6.14.2.2.26に示しました。これによると、台風時に発生するような年最大波浪時に海底面に作用する力は、サンゴ類が生息するリーフ周辺で高く、その傾向は施設等の存在時における地形条件においてもほとんど変化しないものと予測しています。

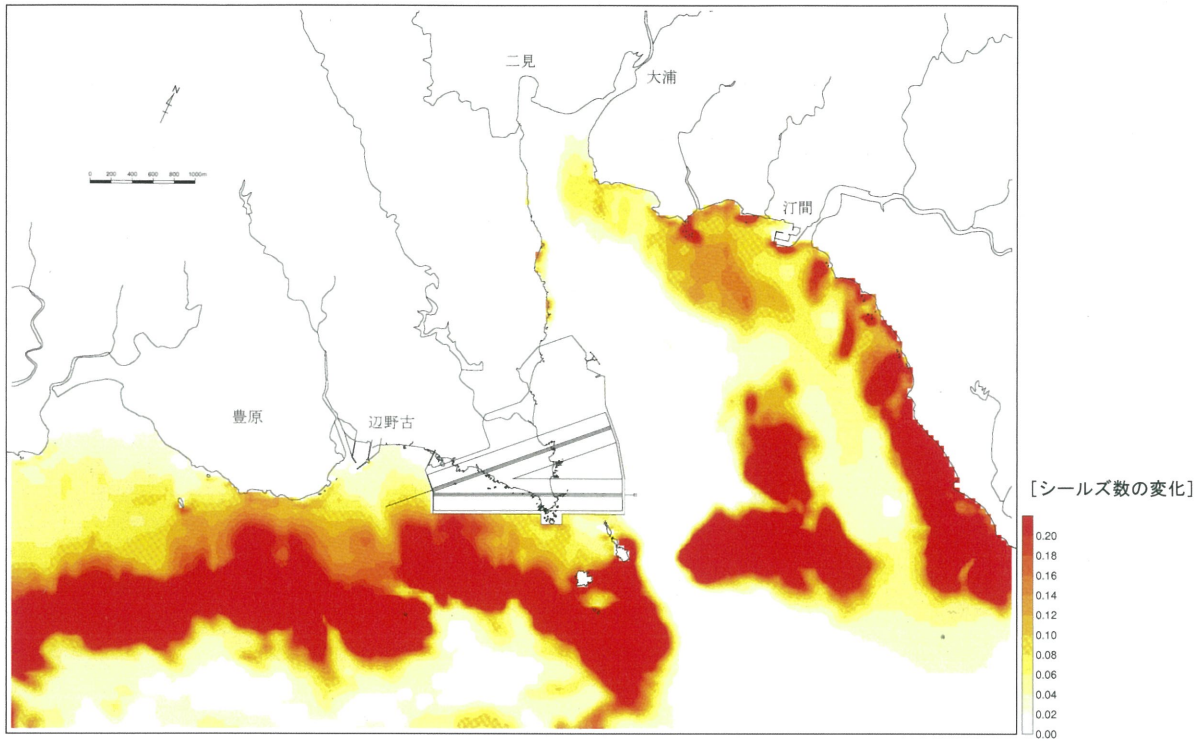
このため、施設等の存在時においても、台風時に発生していた可能性のある海水温上昇の低減効果や懸濁物質の掃流効果が変化する可能性は小さいと推察されます。

(資料)

Nadaoka, K., Yasuo Y., Kumano, R., Yokobori, T., Omija, T. Wakaki, K. (2001). A field observation on hydrodynamic and thermal environments of a fringing reef at Ishigaki Island under typhoon and normal atmospheric conditions, *Coral reefs*, 20, 4.

岩尾研二 (2008). 造礁サンゴに対する台風の功罪, *みどりいし*, 19.

(シールズ数の分布)



(シールズ数の変化域)

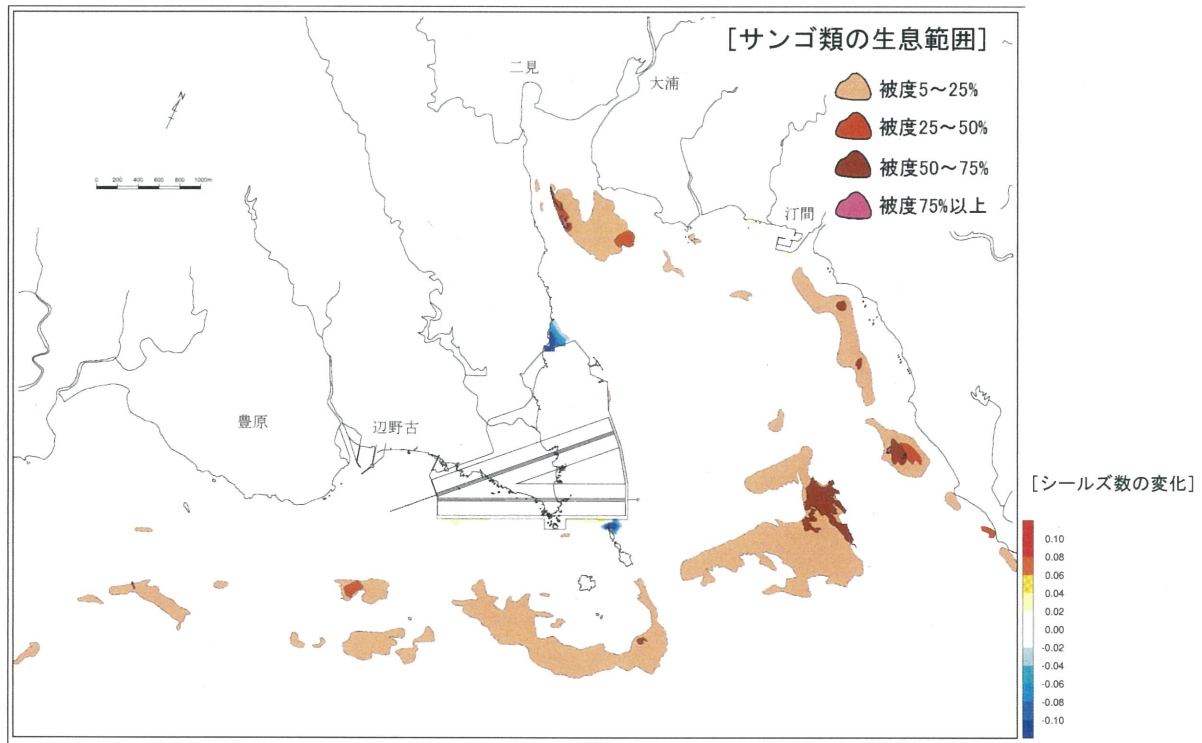


図-6. 14. 2. 2. 26 年最大波浪におけるシールズ数の変化とサンゴ類の生息範囲

注) 年最大波浪：毎年少なくとも1回発生する程度の高波浪（沖波波高：4.7m）

(e) まとめ

以上のように、海岸地形の変化に伴う波浪・流れの変化、浮遊砂の移動、水温・塩分分布の変化等は、現在のサンゴ類の生息範囲においては全般に小さく、現況のサンゴ類の生息環境は維持されるものと推察しました。

なお、本調査海域におけるサンゴ類は、平成10年及びその後も断続的に発生した白化現象により分布範囲、被度が大きく低下した状態にありますが、流動環境や水質条件が良好であることから、条件を整えば今後は回復する可能性があると考えられます。今後回復する可能性のある場所を生息ポテンシャル域として検討すると、事業実施区域周辺の礁斜面は全般に生息ポテンシャル域になると考えられます。生息ポテンシャル域においても、施設等の存在に伴う波浪・流れの変化、浮遊砂の移動、水温・塩分分布の変化等は全般に小さいと考えられましたが、代替施設と長島との間の海域では波高及び流速が増加し、サンゴ類の成長にとって好条件となり、生息のポテンシャルを高める可能性があると考えられます。一方、大浦湾西側海域において残存する潜在的な生息域では波高及び流速がやや減少し、生息ポテンシャルは低下する可能性があると考えられます。

3) 飛行場施設からの排水による影響

飛行場施設の供用時においては、汚水処理浄化槽で処理された処理水が代替施設南側の海域へ放流されます。処理水の排水に伴い、淡水が海域に流入するとともに、有機物や窒素、リンなどの栄養塩類が海域に負荷されることにより、排水口周辺の塩分が低下するとともに、有機物濃度 (COD) 及び窒素、リンなどの栄養塩濃度が上昇する可能性があります。

サンゴ礁が形成される熱帯、亜熱帯の海水は、一般的に栄養塩の濃度が低く貧栄養です。造礁サンゴに共生している褐虫藻は、栄養塩を必要としますが、栄養塩濃度が比較的高い場所では、サンゴ類と着生基質を競合する付着性の小型藻類が繁殖することによりサンゴ類の成長が抑制されることが知られています。また、沖縄島、宮古島、石垣島の沿岸域において、栄養塩濃度 (全窒素、全リン) を測定し、サンゴ類の生育状況との関係を調査した結果によると、栄養塩が高い地域にはサンゴ類が高被度となる場所は確認されず、栄養塩がサンゴ類の生育に悪影響を与えている可能性が示唆されています。また、栄養塩濃度が上昇するとミドリイシ属のような造礁サンゴ類は減少傾向を示し、替わってアオサなどの海藻類が増加する傾向が示されています (金城ら、2006)。

施設からの排水がサンゴ類に及ぼす影響については、塩分、COD 及び窒素 (T-N)、リン (T-P) について、下記に示すような評価基準を設定し予測しました。

塩分については、存在時の水温、塩分分布の変化でとりまとめたように、サンゴ類の成長に適した塩分の範囲を 32~36 とし、これより変化するとサンゴ類に影響が及ぶ可能性があると考えました。

COD と窒素 (T-N)、リン (T-P) について、現状のサンゴ類の生息範囲における水質をみると、環境基準の A 類型 (COD: 2mg/L 以下) または I 類型 (T-N: 0.2mg/L 以下、T-P: 0.02mg/L 以下) に相当する清澄なレベルを示しています。また、那覇港での人工構造物上のサンゴ被度と生息環境について調査した結果 (山本ら、2002) によると、サンゴ類の成長に適した環境条件は、COD が 0.8 ± 0.1 mg/L (平均値±標準偏差)、窒素 (T-N) が 0.15 ± 0.04 mg/L (平均値±標準偏差)、リン (T-P) が 0.012 ± 0.005 mg/L (平均値±標準偏差) としています。この調査結果より、サンゴ類の成長に適した COD、窒素 (T-N)、リン (T-P) の上限値を (平均値+標準偏差) とすると、COD は 0.9mg/L、窒素 (T-N) は 0.19mg/L、リン (T-P) は 0.017mg/L となり、環境基準の A 類型及び I 類型と概ね同じ値となります。このため、COD と窒素 (T-N)、リン (T-P) については、環境基準の A 類型及び I 類型で定められた値 (COD: 2mg/L 以下、T-N: 0.2mg/L 以下、T-P: 0.02mg/L 以下) をサンゴ類の生息に適した条件と考えました。

供用時における塩分、COD 及び栄養塩 (T-N、T-P) の変化の予測結果によると、いずれの項目も第 3 層 (4~6m) より下層においてはほとんど変化がみられないことから、夏季と冬季における第 1 層 (0~2m) と第 2 層 (2~4m) の変化を図-6.14.2.2.27~図-6.14.2.2.34に示しました。

塩分は、污水处理施設からの排水、辺野古地先水面作業ヤードの設置及び美謝川の切り替えに伴い、代替施設本体の南側護岸の排水地点周辺、辺野古川河口域及び美謝川河口域において、夏季に 0.1~0.5 程度、冬季に 0.1~0.4 程度の低下が予測されています。

COD は、代替施設本体の南側護岸の排水地点周辺、辺野古川河口域及び美謝川河口域において COD 濃度の増加がみられます。排水地点周辺では、夏季、冬季ともに 0.1mg/L 程度の増加、辺野古川河口域では夏季に 0.1~0.3mg/L 程度、冬季に 0.1~0.2mg/L 程度の増加、美謝川河口域では夏季に 0.1mg/L 程度、冬季に 0.1~0.3mg/L 程度の濃度の増加が予測されています。

栄養塩は、窒素 (T-N)、リン (T-P) とともに、排水地点周辺と辺野古川河口域で濃度の増加がみられます。排水地点周辺では、窒素 (T-N) が夏季に 0.09mg/L、冬季に 0.07mg/L の増加、リン (T-P) が夏季に 0.014mg/L、冬季に 0.011mg/L の増加が予測され、辺野古川河口域では夏季、冬季とともに窒素 (T-N) が 0.01~0.03mg/L 程度の増加、リン (T-P) が 0.001~0.002mg/L 程度の増加が予測されています。

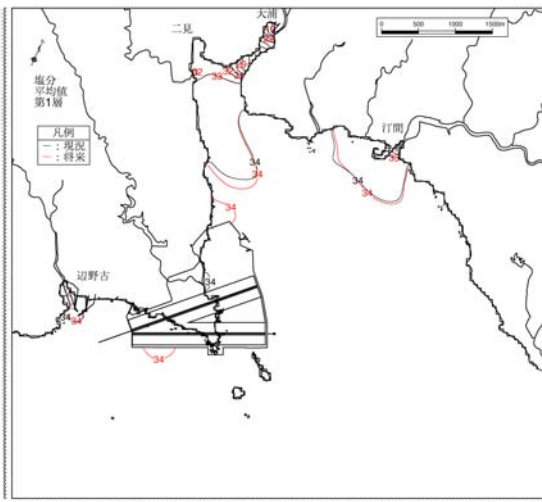
以上のように、塩分、COD、窒素 (T-N)、リン (T-P) の予測結果によると、いずれの項目も全体としての変化は少ないと考えられますが、排水地点周辺など一部に低塩分や高濃度の部分が現れます。ここは現状ではサンゴ類は少なく、サンゴ類の生息する範囲においては生息環境の変化は小さいものと推察されます。

(資料)

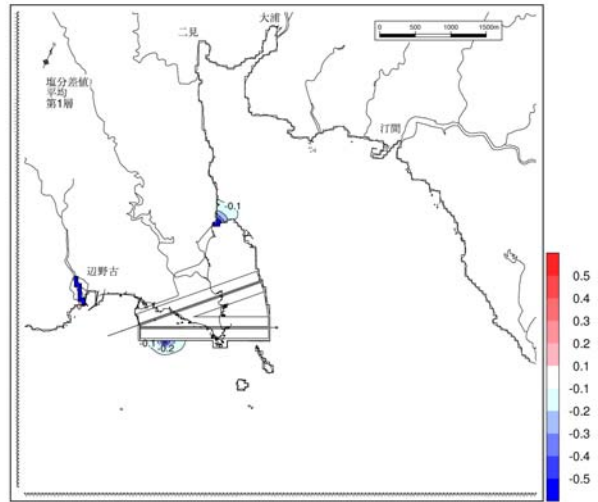
金城孝一・比嘉榮三郎・大城洋平 (2006). 沖縄県のサンゴ礁海域における栄養塩環境について, 沖縄県衛生環境研究所報, 第 40 号.

山本秀一・高橋由浩・住田公資・林輝幸・杉浦則夫・前川孝昭 (2002). 人工構造物におけるサンゴ群集成長過程の解析, 海岸工学論文集, 49.

(第1層 (0~2m))

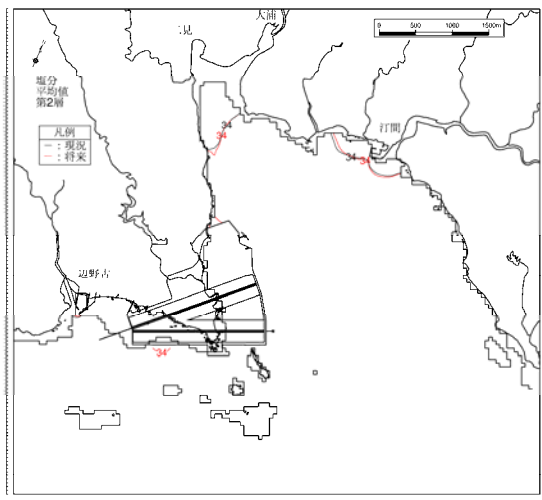


(塩分分布)

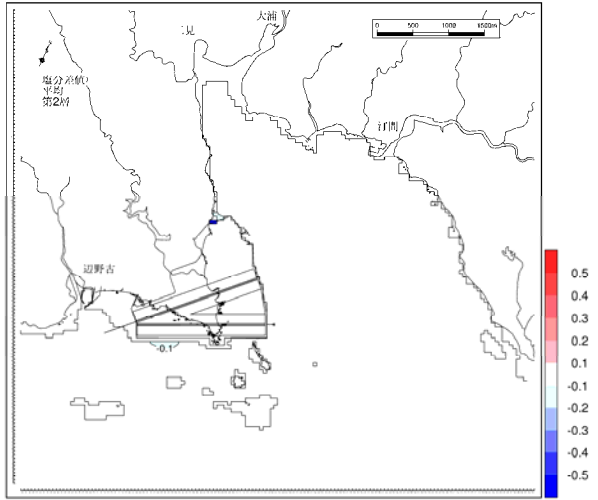


(塩分変化)

(第2層 (2~4m))

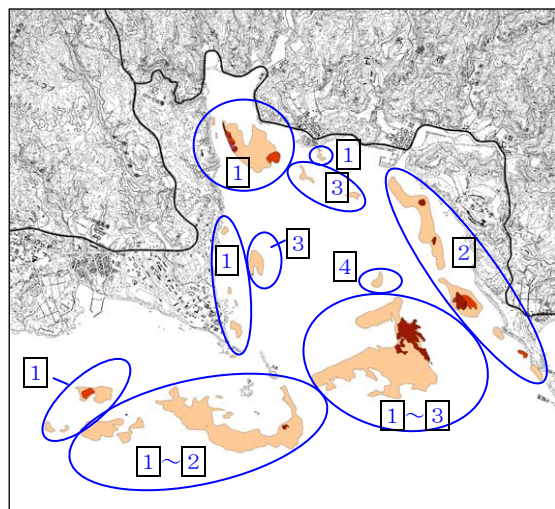






(塩分分布)



(塩分変化)

(サンゴ類の生息範囲)



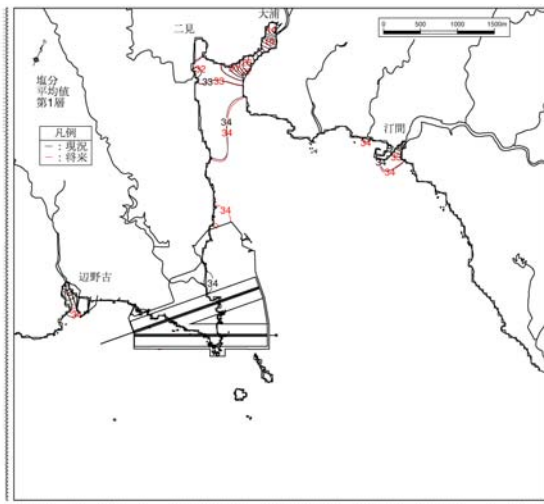
-  被度5~25%
-  被度25~50%
-  被度50~75%
-  被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

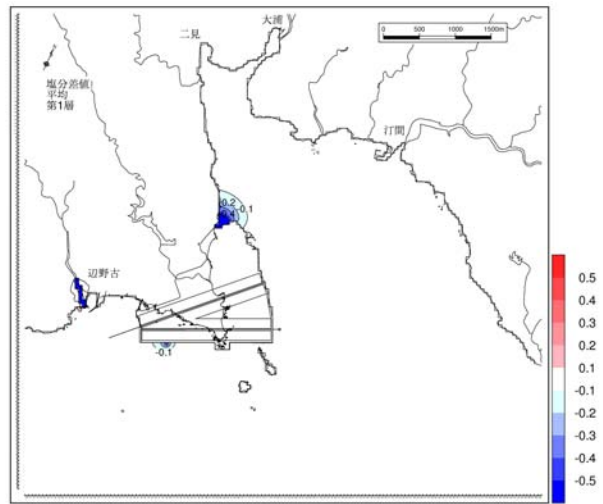
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.27 供用時の塩分変化 (夏季)

(第1層 (0~2m))

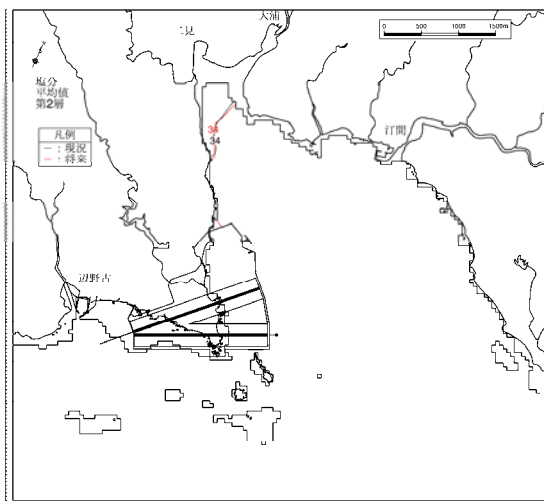


(塩分分布)

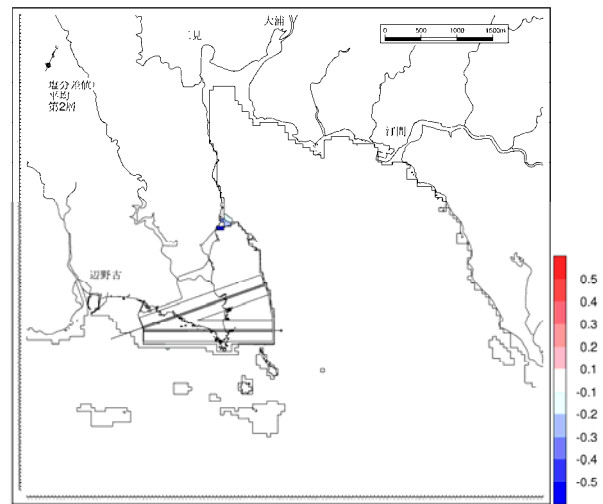


(塩分変化)

(第2層 (2~4m))

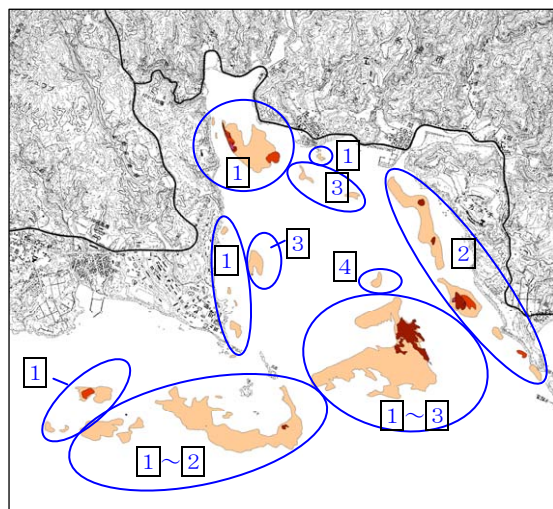





(塩分分布)



(塩分変化)

(サンゴ類の生息範囲)



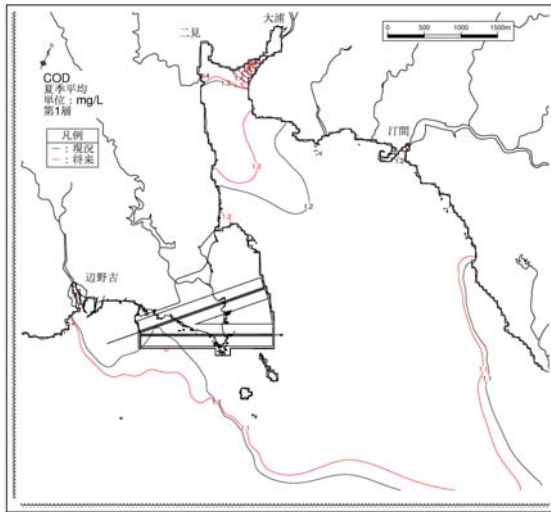
-  被度5~25%
-  被度25~50%
-  被度50~75%
-  被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

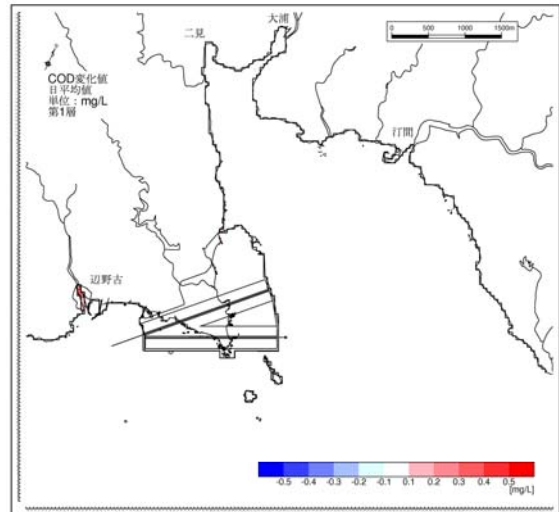
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.2.28 供用時の塩分変化 (冬季)

(第1層 (0~2m))

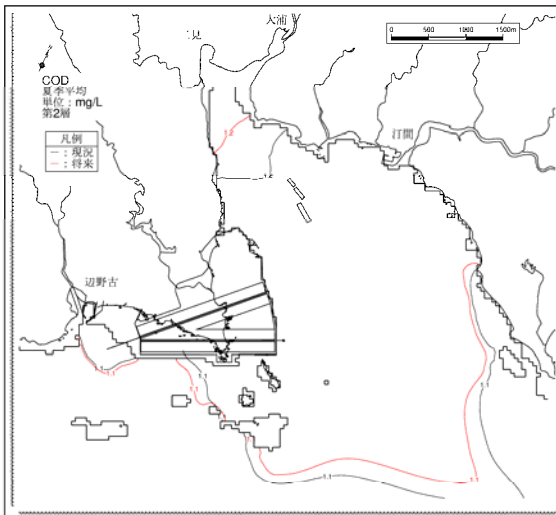


(COD 分布)

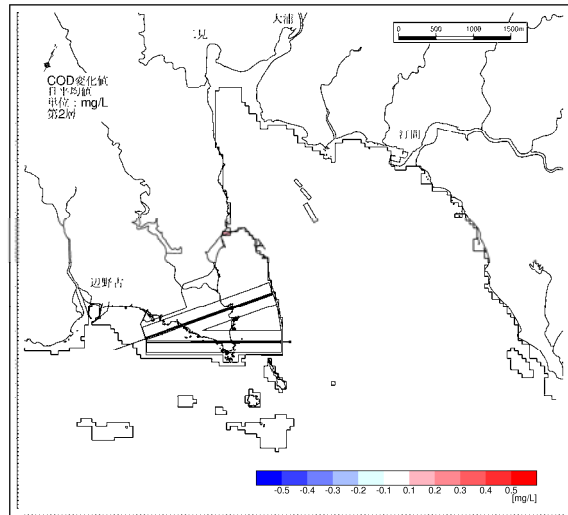


(COD 変化)

(第2層 (2~4m))

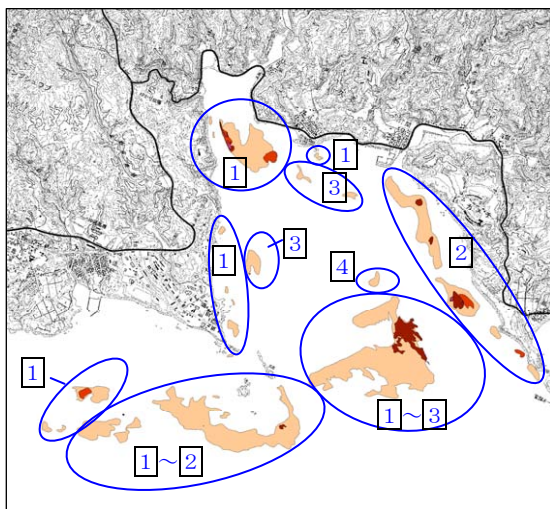






(COD 分布)



(COD 変化)

(サンゴ類の生息範囲)



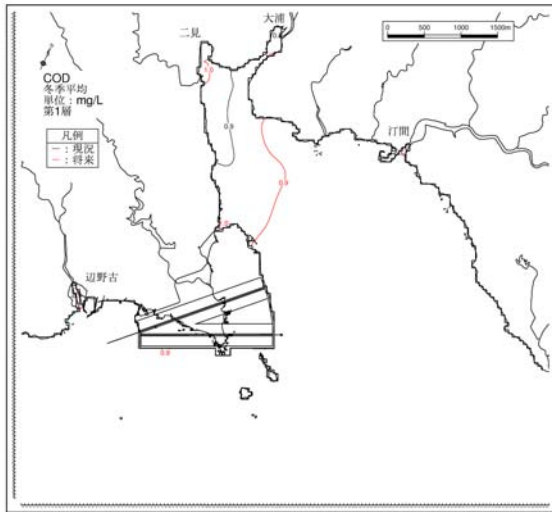
-  被度5~25%
-  被度25~50%
-  被度50~75%
-  被度75%以上

注) 図中の1~4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

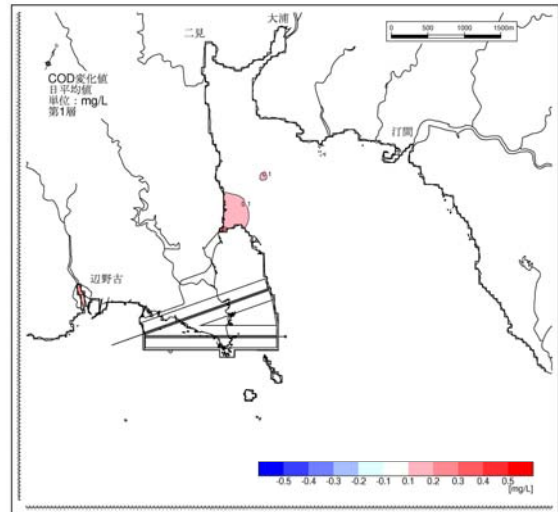
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.2.29 供用時のCOD変化(夏季)

(第1層 (0~2m))

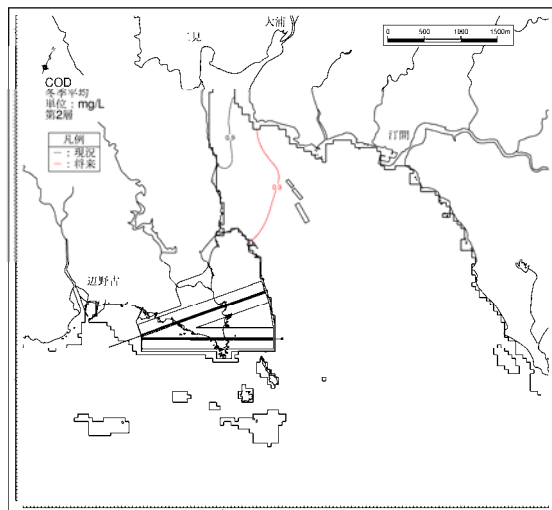


(COD 分布)

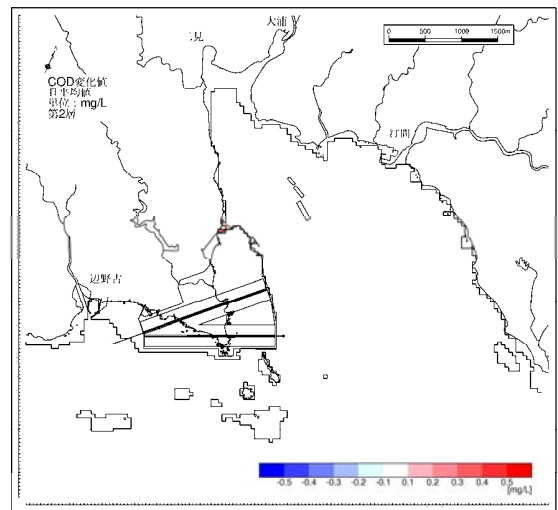


(COD 変化)

(第2層 (2~4m))

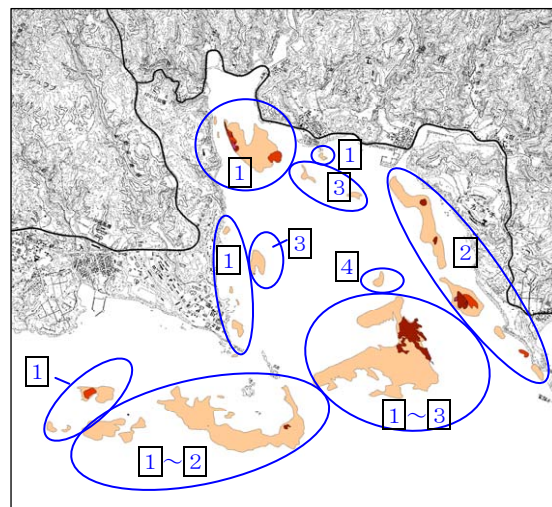


(COD 分布)



(COD 変化)

(サンゴ類の生息範囲)



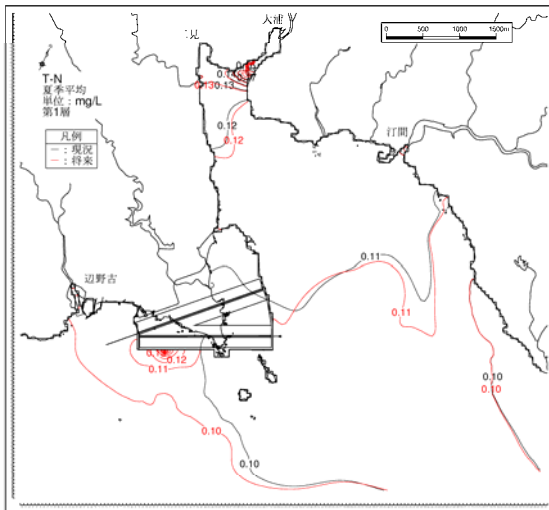
- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の①~④は、サンゴ類の生息水深層を示します。

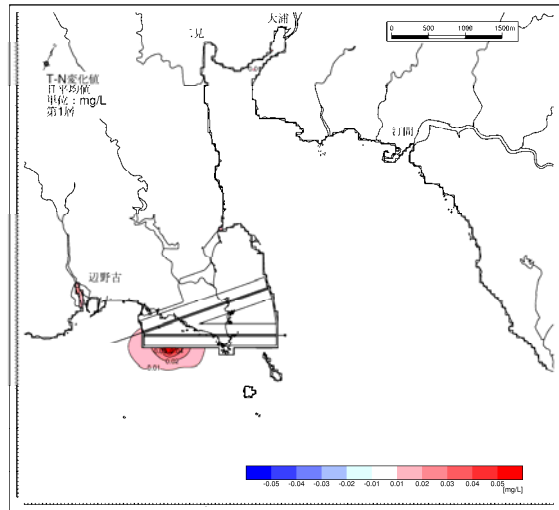
- ①: 第1層 (0~2m)
- ②: 第2層 (2~4m)
- ③: 第3層 (4~6m)
- ④: 第4層 (6~10m)

図-6. 14. 2. 2. 30 供用時の COD 変化 (冬季)

(第1層 (0~2m))

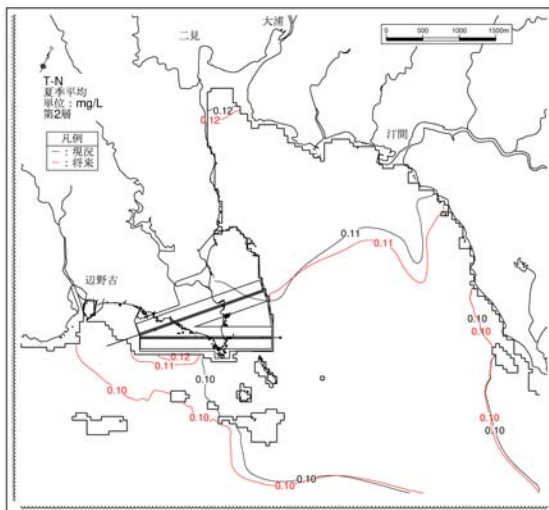


(T-N 分布)

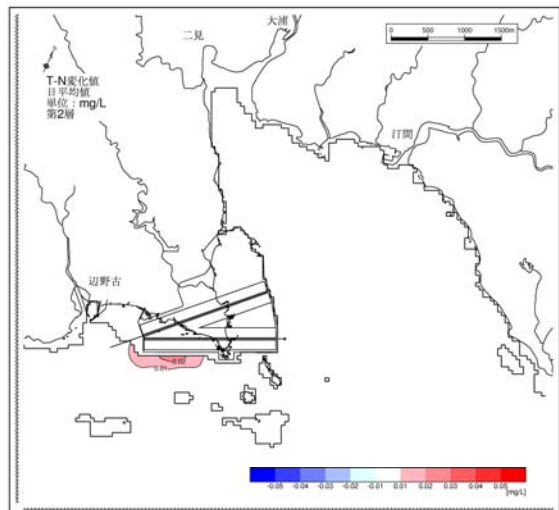


(T-N 変化)

(第2層 (2~4m))

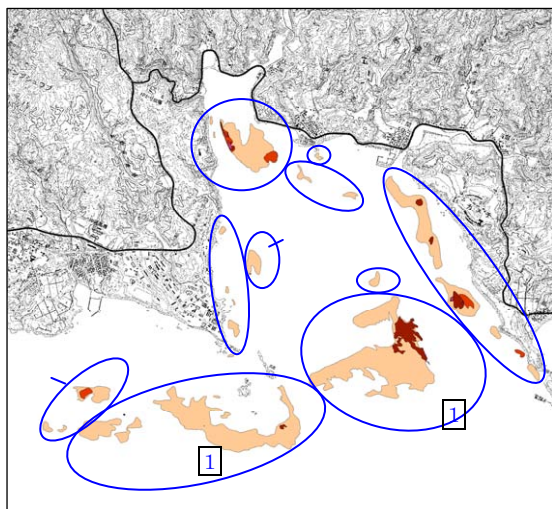


(T-N 分布)



(T-N 変化)

(サンゴ類の生息範囲)



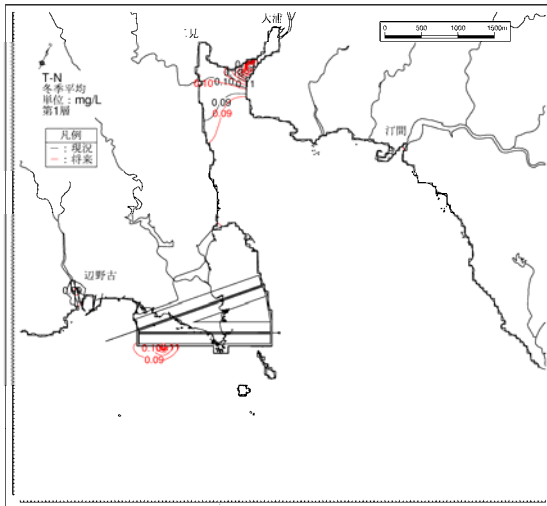
- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の[1]~[4]は、サンゴ類の生息水深層を示します。

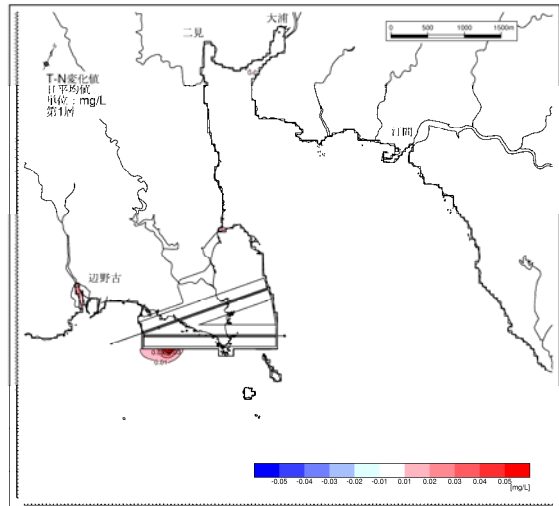
- [1]: 第1層 (0~2m)
- [2]: 第2層 (2~4m)
- [3]: 第3層 (4~6m)
- [4]: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.2.31 供用時の T-N 変化 (夏季)

(第1層 (0~2m))

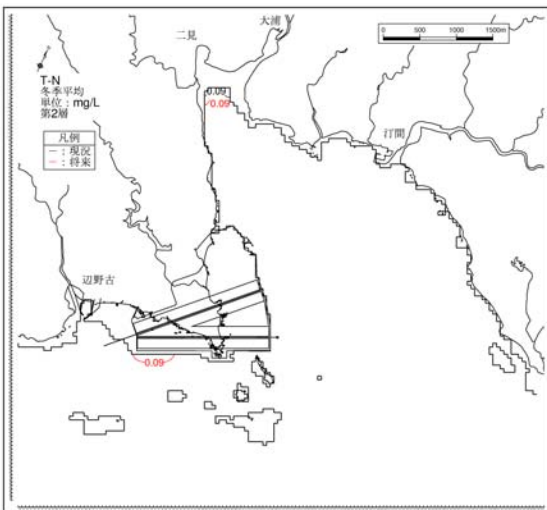


(T-N 分布)

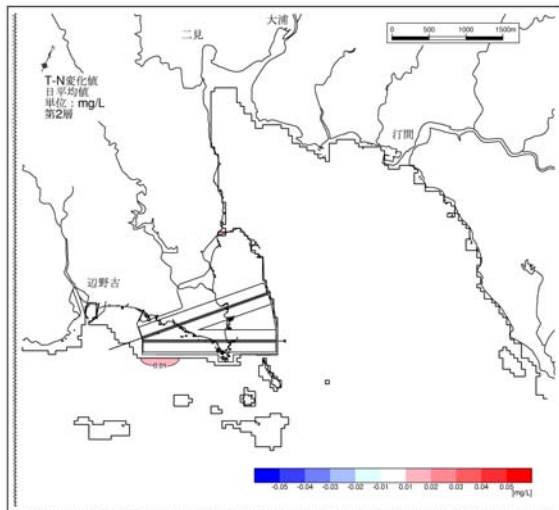


(T-N 変化)

(第2層 (2~4m))

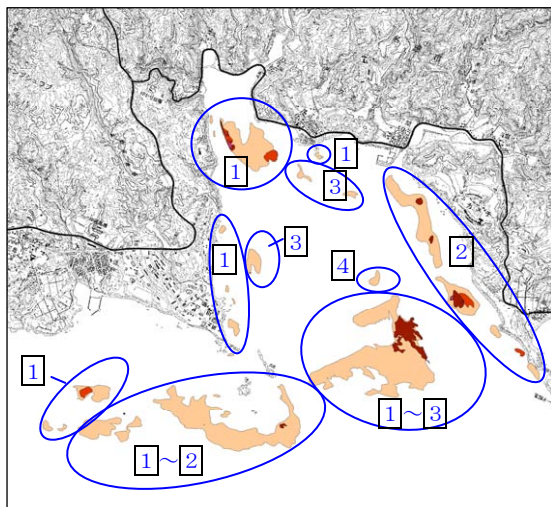


(T-N 分布)



(T-N 変化)

(サンゴ類の生息範囲)



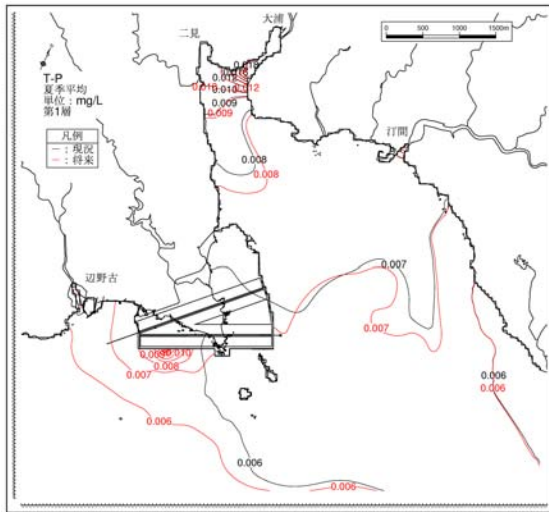
- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

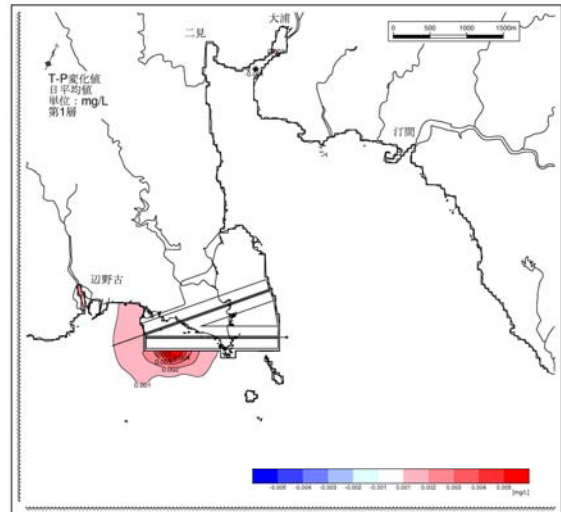
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.2.32 供用時の T-N 変化 (冬季)

(第1層 (0~2m))

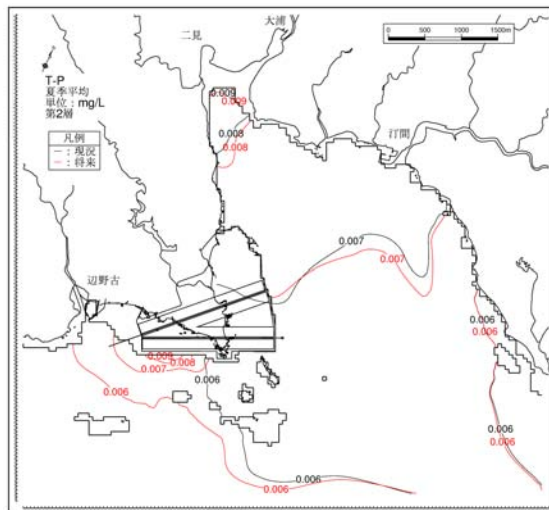


(T-P 分布)

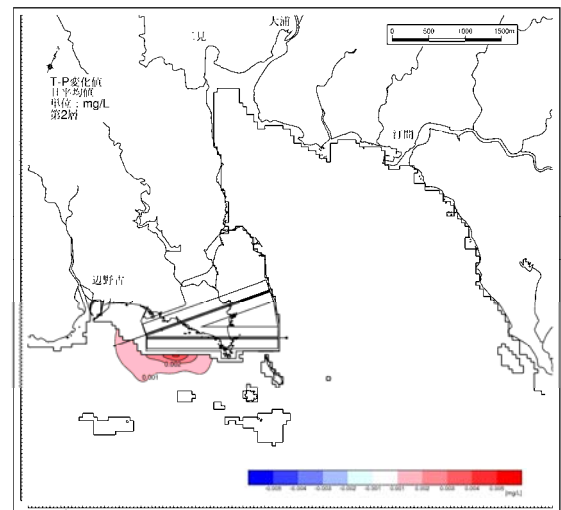


(T-P 変化)

(第2層 (2~4m))

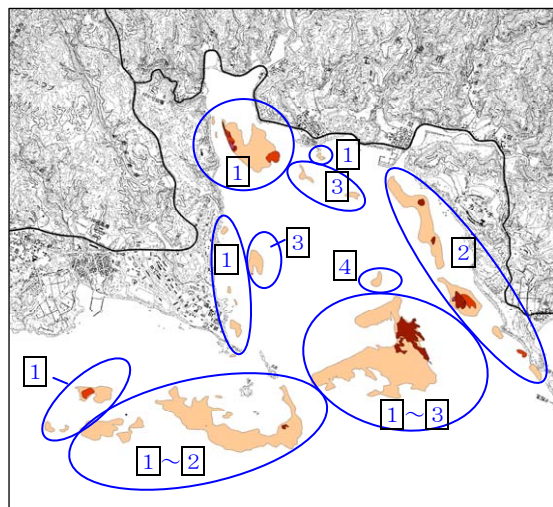


(T-P 分布)



(T-P 変化)

(サンゴ類の生息範囲)



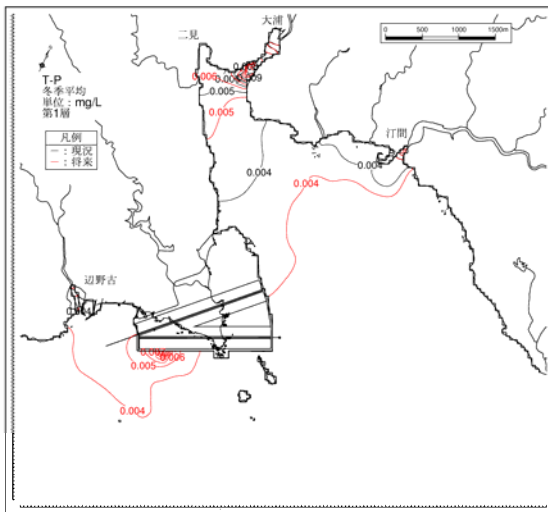
- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の□1~□4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

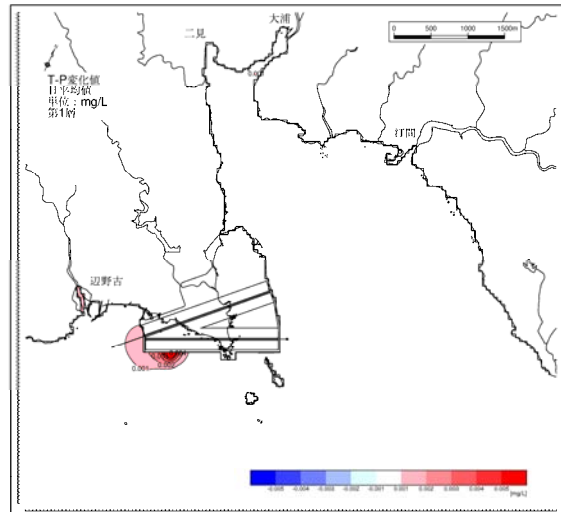
- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6. 14. 2. 2. 33 供用時の T-P 変化 (夏季)

(第1層 (0~2m))

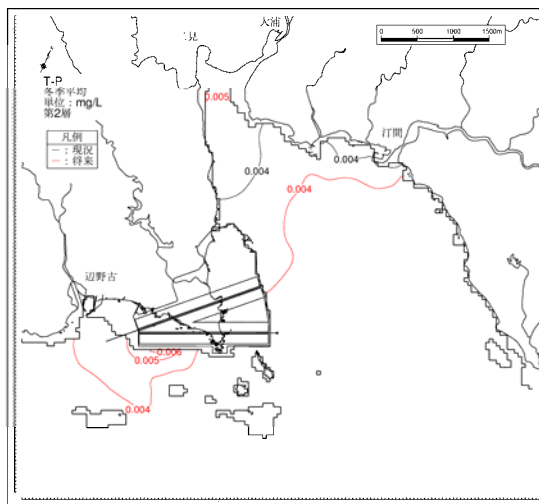


(T-P 分布)

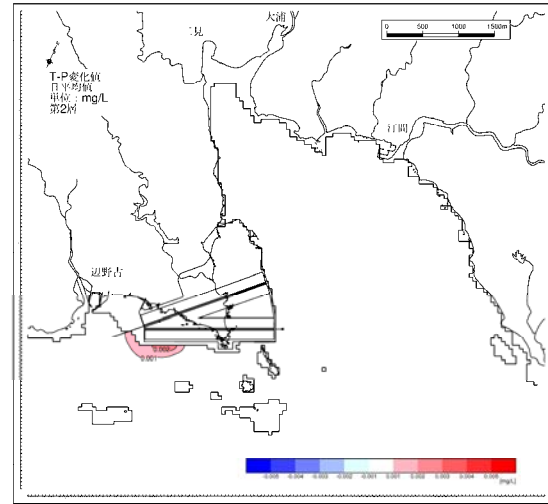


(T-P 変化)

(第2層 (2~4m))

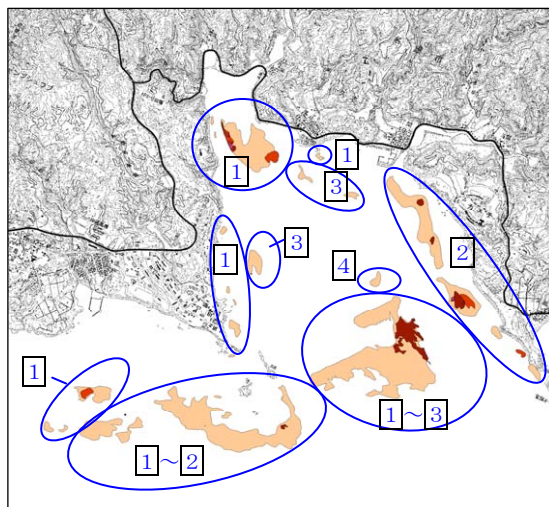






(T-P 分布)



(T-P 変化)

(サンゴ類の生息範囲)



-  被度5~25%
-  被度25~50%
-  被度50~75%
-  被度75%以上

注) 図中の①~④は、サンゴ類の生息水深層を示します。

- ①: 第1層 (0~2m)
- ②: 第2層 (2~4m)
- ③: 第3層 (4~6m)
- ④: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.2.34 供用時の T-P 変化 (冬季)

4) 注目すべきサンゴ群生への影響

事業実施区域周辺海域において比較的規模の大きいサンゴ群生として、大浦湾のアオサンゴ群生、ハマサンゴ科群生、塊状ハマサンゴ属群生、ユビエダハマサンゴ群生、辺野古地先のダイオウサンゴ群体及び塊状ハマサンゴ属群生があげられ、当該海域においてはこれらが注目すべきサンゴ群生と考えられます。

これらのサンゴ群生のうち、大浦湾のアオサンゴ群生、ハマサンゴ科群生、及び辺野古地先のダイオウサンゴ群体及び塊状ハマサンゴ属群生は、波浪条件が良好で沖合から流れが流入し、清澄な水質条件に生息する群生であるのに対して、大浦湾奥部に分布する塊状ハマサンゴ属群生（コブハマサンゴが主構成種）とユビエダハマサンゴ群生は、河口付近など内湾的な環境に生息する群生です。

事業の実施に伴う環境変化がそれぞれの群生に及ぼす影響についての予測結果をとりまとめました。

アオサンゴ群生は、大浦湾東側海域の礁斜面に2つの群生域として確認されています。アオサンゴ群生の生息する場所は、波浪の影響は比較的弱い場所ですが、流れは良好であり、成長に適した流動環境にあると考えられます。確認されたアオサンゴ群生は、白化はほとんどみられず、オニヒトデや貝類による食害及び病気腫瘍もみられず、健全な状況を示しています。アオサンゴ群生の生息する範囲には工事中の濁りの拡散は小さく、施設等の存在及び供用に伴う流れや水質の変化も小さいと予測されていることから、工事中及び存在・供用時においても現状の生息環境は維持されるものと推察されます。

大浦湾の中干瀬でみられるハマサンゴ科群生は、比較的規模の大きな群生で、コブハマサンゴ、ベニハマサンゴ、クボミハマサンゴなどで構成されています。このハマサンゴ科群生もアオサンゴ群生と同様に、白化はほとんどみられず、オニヒトデや貝類による食害及び病気腫瘍もみられず、健全な状況を示しています。ハマサンゴ科群生の生息範囲においては、施設等の存在・供用に伴う流れや水質の変化は小さいと予測されています。しかし、施工区域に近い場合工事中の濁りが拡散する可能性があるため、工事中は濁りの監視を行い、ハマサンゴ科群生の生息環境の保全に努めます。

大浦湾奥部には、瀬嵩地先に塊状ハマサンゴ属群生、二見地先にユビエダハマサンゴ群生の生息が確認されています。瀬嵩地先の塊状ハマサンゴ属群生は、砂礫上に塊状ハマサンゴ属の群生が散在している状態が確認されています。また、二見地先のユビエダハマサンゴ群生は、大浦湾口部から大浦湾内に伸びる海底谷の二見付近の斜面部に細長い群生域として確認されています。これらの群生の近くに海上ヤードが設置され、工事期間中はケーソンの仮置きが行われますが、工事に伴う濁りの拡散は汚濁防止膜の設置効果により防止できると予測され、ケーソン仮置き時の流れの変化もサンゴ類の群生域に及ばないと予測されています。

また、代替施設の存在・供用時に伴う流れや水質の変化は小さいと予測されており、施設の存在・供用時においても現状の生息環境は維持されるものと推察されます。

また、辺野古地先前面海域においては、礁斜面にダイオウサンゴ群体、リーフ上に塊状ハマサンゴ群生が確認されています。代替施設より沖合側に位置するこれらの群体及び群生の生息域においては、施設等の存在・供用時の流れや水質の変化はほとんど生じないと予測されています。一方、工事中の濁りについては、塊状ハマサンゴ群生への濁りの拡散はほとんどないと予測されていますが、施工区域からの濁りは沖合側に拡散する傾向がみられ、ダイオウサンゴ群体の生息位置においてSS 1~2mg/L程度の濁りが拡散してくる可能性が考えられます。このため、工事中は濁りの監視を行い、ダイオウサンゴ群体の保全に努めます。

以上のように、事業の実施が周辺の注目すべきサンゴ群生に及ぼす影響については、施設等の存在・供用時における環境変化はいずれの群生域においても小さく、現状の生息環境は維持されるものと推察されます。また、工事中の濁りについては、評価基準としたSS 2mg/Lを超える濁りは拡散しないと予測されていますが、湾口部のハマサンゴ群生や辺野古地先のダイオウサンゴ群体の生息範囲ではSS 1~2mg/L程度の濁りが拡散する可能性があるため、工事中は濁りの監視を行い、調査結果を踏まえて、必要な措置を講じます。

6.14.3 評価

6.14.3.1 工事の実施

(1) 環境影響の回避・低減に係る評価

1) 環境保全措置の検討

工事の実施に伴い発生する濁りが拡散しサンゴ類の生息環境に影響を及ぼす可能性が考えられることから、工事中の濁りの発生量及び濁りの拡散状況を低減させるため、既に以下の環境保全措置を講じることとしています。

- ・大浦湾の自然環境保全の観点から、大浦湾西岸作業ヤード並びに関連した浚渫を取り止め、環境影響の回避を図ります。
- ・大浦湾中央部での海上ヤードの位置を、塊状ハマサンゴ属群生域の分布位置を考慮して移動させ、環境影響の回避、低減を図ります。
- ・海中への石材投入や床堀・浚渫及び海上ヤードの撤去による水の濁りの影響を低減させるため、汚濁防止膜や汚濁防止枠を適切に設置・使用します。
- ・埋立ての工事は、外周護岸を先行施工して可能な限り外海と切り離れた閉鎖的な水域をつくり、その中へ埋立土砂を投入することにより、埋立土砂による濁りが外海へ直接拡散しないような工法とします。
- ・埋立てを終えた工区については、降雨等により裸地面から濁水が海域に流出しないよう、裸地面を転圧・締固めした上で周囲に盛土を施し、埋立部に雨水等を浸透させ、護岸背面に防砂シートを施し、ろ過処理を行います。
- ・最終の埋立区域は閉鎖性水域にならないため、汚濁防止膜により対策を行います。また、台風の来襲時には、汀線付近の埋立土砂露出部にマット等を設置する等の対策を施し、埋立土砂の流出防止を図ります。
- ・飛行場地区においては、恒久対策が完了するまでの間は、赤土等流出防止対策を実施します。
- ・改変区域においては、赤土等流出防止対策に基づいて、発生源対策、流出防止対策、濁水処理プラントの設置等を実施します。

さらに、工事中の濁りがサンゴ類の生息環境に及ぼす影響を低減するために、以下の環境保全措置を講じることとします。

- ・埋立区域内に生息するサンゴ類は比較的少ない状況ですが、埋立てに伴ってやむを得ず消失することになるため、可能な限り工事施工区域外の同様な環境条件の場所に移植し、その後、生息状況について事後調査を実施します。
- ・汚濁防止膜については、作業前には損傷の有無を確認し、損傷が確認された場合は作業を一時中断し、速やかに補修します。

- ・海中へ投入する石材は、採石場において洗浄し、濁りの発生が少なくなるようにして使用することとし、濁りの発生負荷量を可能な限り低減させるように努めます。
- ・台風時は工事を中止し、台風接近前に施工中の造成面に浸食防止剤散布等の発生源対策を行い、降雨による裸地面からの赤土等流出を防止します。
- ・作業員等の食物残滓の海域への投棄の禁止等、工事中の管理を徹底させます。
- ・環境保全措置が速やかに講じられる監視体制を構築してサンゴ類の事後調査並びに環境監視調査を実施し、調査結果を踏まえて、必要に応じて専門家等の指導・助言を得て、必要な措置を講じます。

埋立区域内に生息するサンゴ類について、避難措置として適切な場所に移植を行います。サンゴ類の移植は、技術がまだ十分に確立、評価されたものではありませんので、完全な代償措置には至りませんが、これまでに得られた現地調査結果の情報や、沖縄県のサンゴ移植マニュアル^{脚注}等の既往資料の情報を踏まえながら、環境が類似し、同様なサンゴ種が生息するとともに、移植先のサンゴ群生への影響が少ないと予測される場所を選定し（図-6.14.3.1.1参照）、最も適切と考えられる手法による移植を行います。さらにその後の生育状況を、事後調査することとします。また、これらの検討は有識者の指導・助言を踏まえて行うこととし、現段階では、サンゴの移植に関する検討は次ページに示す事項に関して行うことを予定します。

(参考資料)

沖縄県文化環境部自然保護課（2008）：沖縄県サンゴ移植マニュアル、平成20（2008）年度版。

サンゴの移植に関して検討する事項

1. 事業実施区域内のサンゴの移植にあたり、既存資料の整理並びに移植元及び移植先の踏査により詳細な情報を整理
移植元・・・区域内のサンゴ群生の種別生息状況、群体数、群生被度（サイズ）、生息環境（地形、水深、生息基盤、水質、波当たり・流れの状況）等
移植先・・・想定地域のサンゴ群生の種別生息状況、群体数、生息環境（地形、水深、生息基盤、水質、波当たり・流れの状況、食害生物、付着藻類、移植可能スペースの有無）等
2. 移植すべきサンゴ群生の決定、移植方法、移植後のモニタリング内容の検討
具体検討内容（案）・・・移植の対象とする群生、群体数、対象群生別移植箇所、群生の採取方法、運搬方法、移植先での設置、移植先でのサンゴ類生息阻害要因対策、モニタリング手法（頻度、方法、管理）など

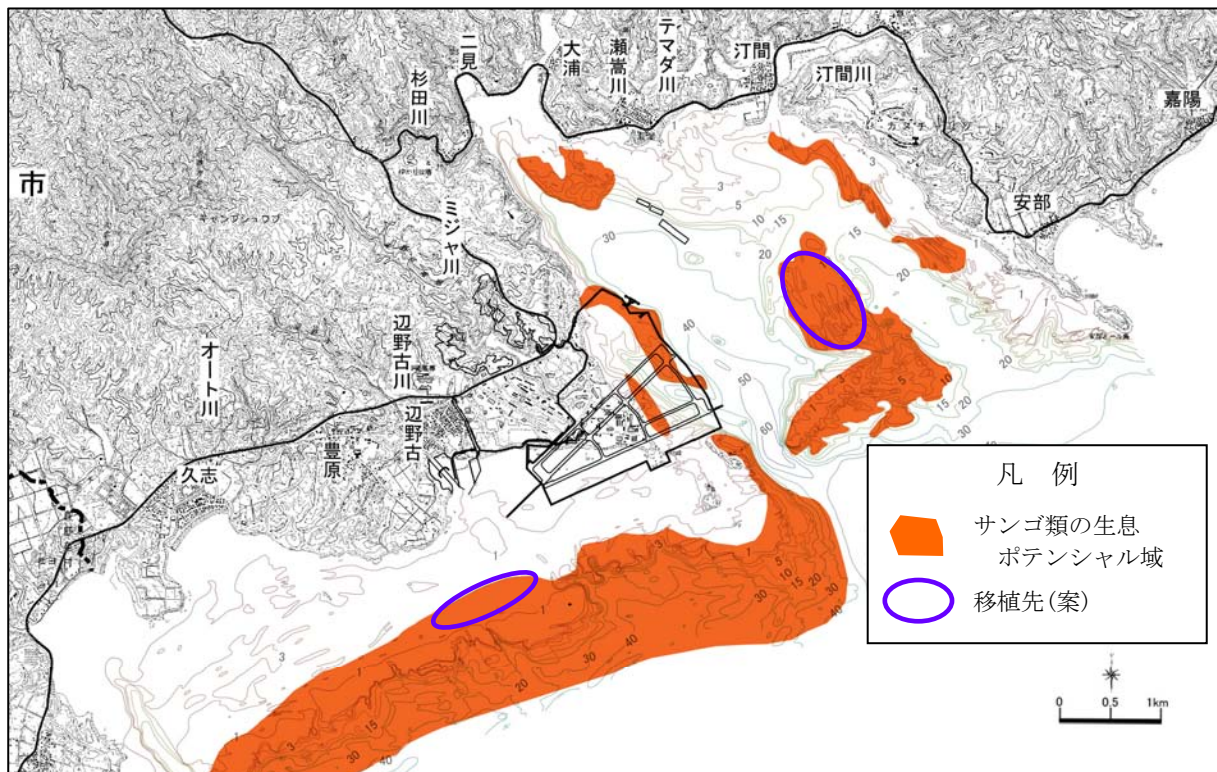


図-6.14.3.1.1 サンゴ類の移植先（案）

注) 上記の移植先については、塊状ハマサンゴ属群生、ハマサンゴ科群生が存在する海域ですが、実施に際しては、移植対象となるサンゴ類の種や群生規模を勘案し、事前に踏査して、生息環境の適否や移植先での影響等を検討して具体的な移植箇所を決定します。

2) 環境影響の回避・低減の検討

調査及び予測の結果、並びに環境保全措置の検討結果を踏まえると、工事の実施によりサンゴ類に及ぼす影響については、事業者の実行可能な範囲内で最大限の回避・低減が図られているものと評価しました。

(2) 国又は地方公共団体による環境保全の基準又は目標との整合性に係る評価

1) 環境保全の基準又は目標

沖縄県が平成 15 年に策定した沖縄県環境基本計画によると、「重点的に取り組む総合的施策」での「サンゴ礁・干潟・藻場の保全」において、「サンゴ礁、干潟、藻場等の機能が維持され、そこにおける健全な生態系が維持されることを目的とし、総合的な保全対策を推進する。」と示されています。これを環境保全の基準又は目標とします。

2) 環境保全の基準又は目標との整合性

調査及び予測の結果、並びに環境保全措置の検討結果を踏まえると、工事の実施によりサンゴ類に及ぼす影響は、最小限にとどめるよう十分に配慮されているものと考えられることから、環境保全の基準又は目標との整合は図られるものと評価しました。

6.14.3.2 施設等の存在及び供用

(1) 環境影響の回避・低減に係る評価

1) 環境保全措置の検討

施設等の存在に伴いサンゴ類の生息域の一部が消失するため、その影響を回避・低減するために、既に以下の環境保全措置を講じることとしています。

- ・大浦湾の自然環境保全の観点から、大浦湾西岸海域作業ヤード並びに関連した浚渫を取り止め、環境影響の回避を図ります。
- ・埋立区域内に生息するサンゴ類を可能な限り工事施工区域外の同様な環境条件の場所に移植することとしており、その生息状況について事後調査を行うと共に、保全に努めます。

さらに、代替施設の位置はサンゴ類の白化現象が発生する前のサンゴ類の生息範囲とはほとんど重なっていませんが、キャンプ・シュワブ東側の海底斜面はサンゴ類の死骸が瓦礫になっているなど、サンゴ類の生息履歴が確認される潜在的な生息域であり、将来サンゴ類が加入してサンゴ群生が再生する可能性のある場であると考えられます。このため、沖縄県の港湾で試みられている事例を参考に、サンゴ類が着生しやすくなるようにケーソンなどの設計と工法を工夫して、代償措置として当該範囲にある構造を工夫し、影響を少しでも軽減するために努力いたします。具体的には図-6.14.3.2.1 に示す代替施設本体ケーソン式護岸、緩傾斜護岸の範囲において、図-6.14.3.2.3 に示す消波ブロック・被覆ブロック・護岸コンクリート面への凹凸加工等を施し、サンゴ類の着生・成長に適した構造を取り入れることとします。

また、他の環境保全の措置として、砂礫質でサンゴ類の着生基盤が少ない地域に設置される代替施設本体南側及び西側の傾斜堤護岸の範囲においても、図-6.14.3.2.3 に示すような凹凸加工を施した消波ブロックを設置し、サンゴ類の着生を促す工夫も行います。

なお、消失するサンゴ類の生息域の減少に伴う代償措置として、幼サンゴを移植しサンゴ類の再生を図る方法がありますが、事業実施区域周辺では幼群体の加入が極めて少なく、移植に用いる幼サンゴの採取は困難と考えられます。しかし、事業実施区域周辺は、平成10年及びその後も断続的に発生した白化現象によりサンゴ類の生息範囲、被度が大きく減少し、サンゴ礁生態系の再生が望まれる海域です。このため、今後のサンゴ類の幼群体の加入状況について事後調査を実施し、幼群体の加入状況の結果を検討したのち、事業者が実行可能な環境保全措置の検討に努めていくこととします。

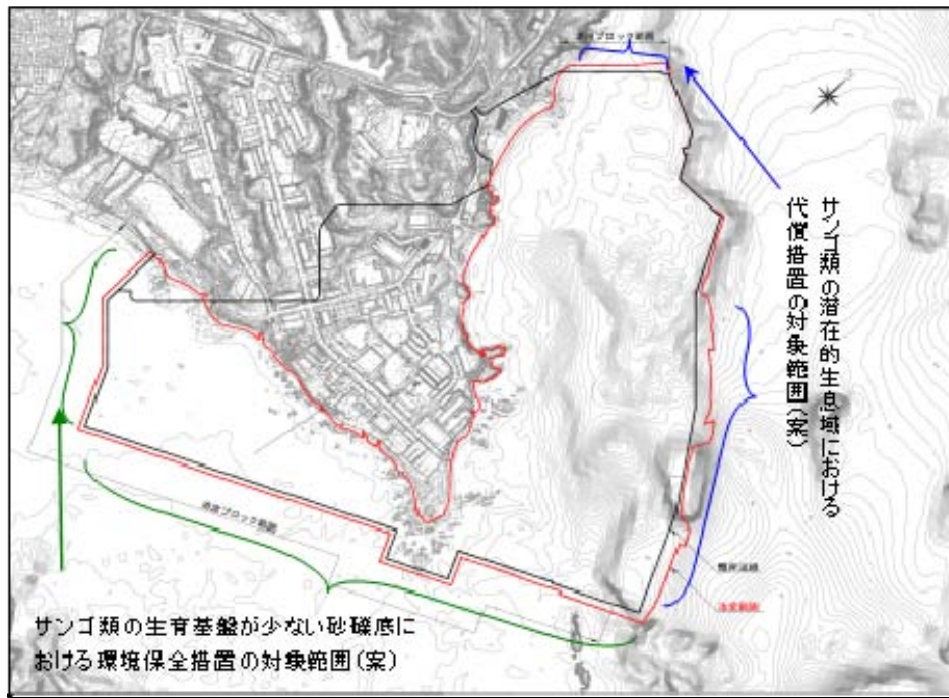


図-6.14.3.2.1 凹凸加工したケーソン等護岸構造物の設置箇所（案）

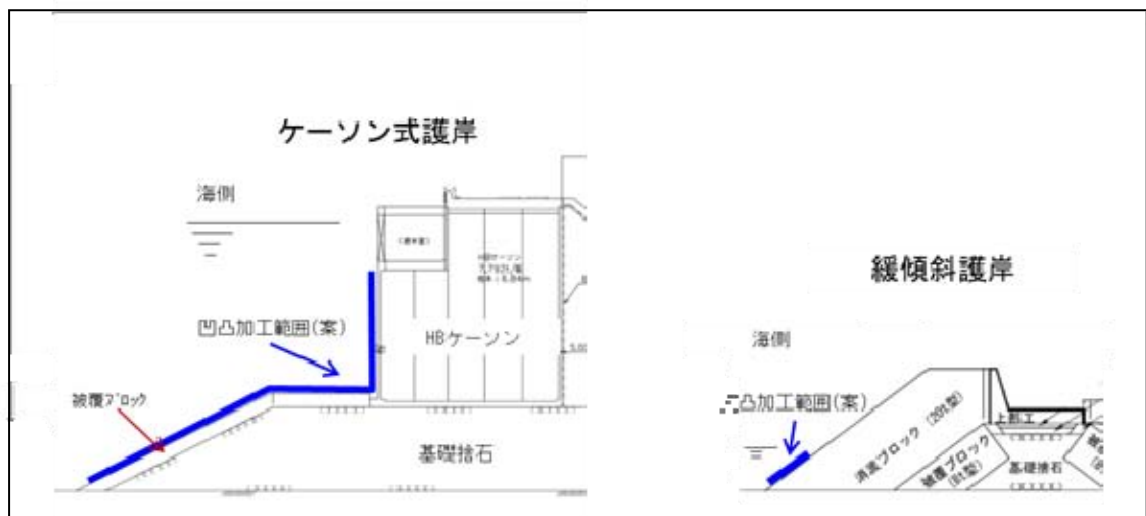
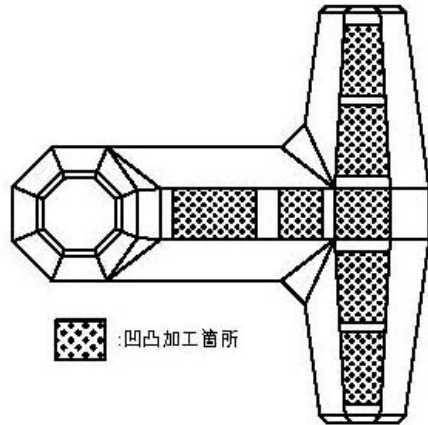
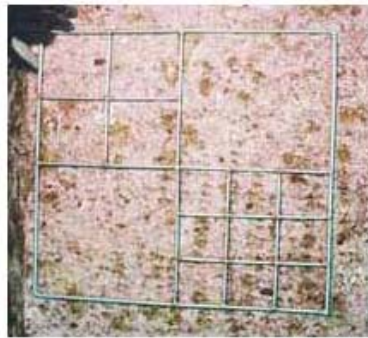


図-6.14.3.2.2 ケーソン等護岸構造物における凹凸加工範囲（案）



a)粗度大(凹凸深さ10mm)



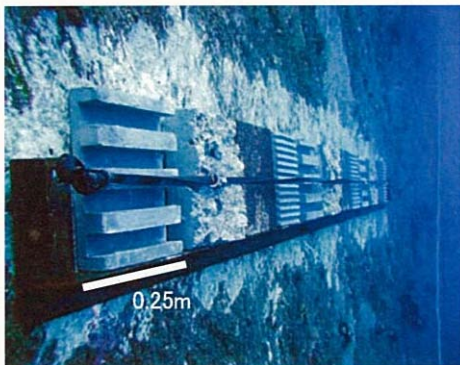
b)粗度中(凹凸深さ5mm)



c)粗度小(凹凸深さ2mm)

※観察枠は 0.5m×0.5m

沖縄総合事務局那覇港湾空港工事事務所(2000)：平成11年度 那覇港エコブロック調査報告書。
 内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部 港湾計画課(2007)：沖縄の港湾におけるサンゴ礁調査の手引き。
 (沖縄総合事務局 HP より <http://www.dc.ogb.go.jp/Kyoku/business/port/sango-tebiki200703.pdf>)

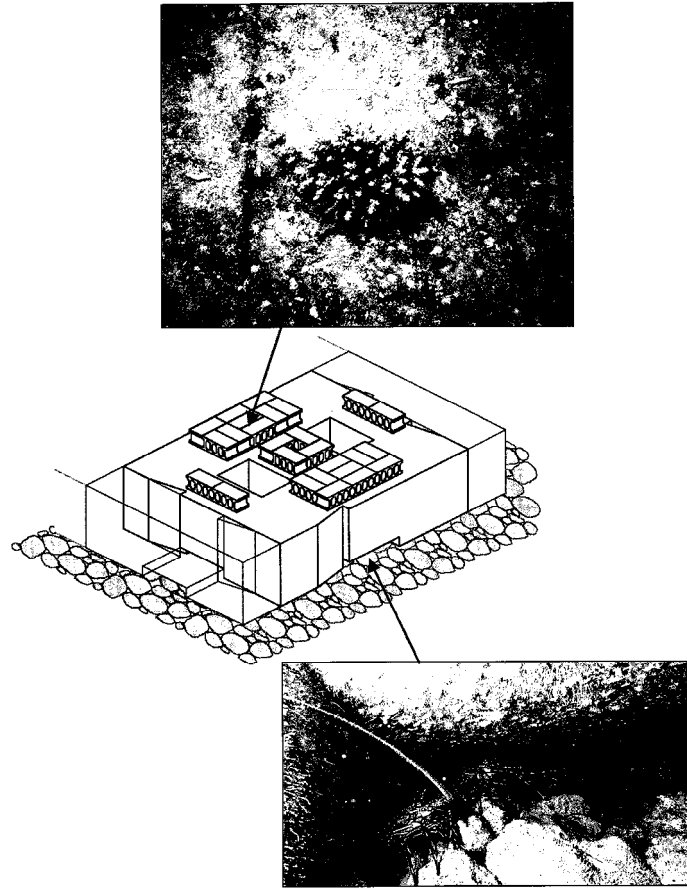


ケーソンへの凹凸加工部材の貼り付けイメージ
 ※那覇港(浦添第一防波堤の港内側)

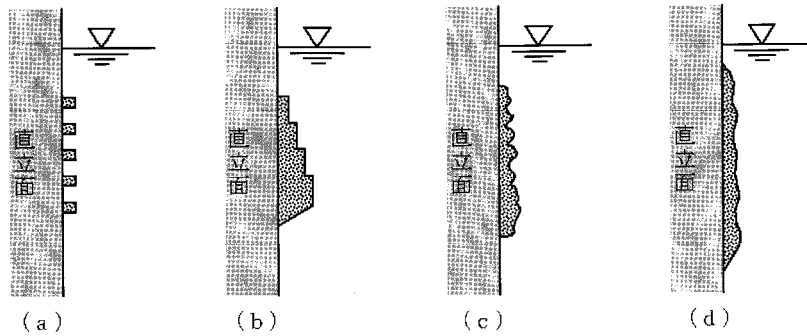


型枠による凹凸加工(溝加工)のイメージ
 ※平良港(下崎西防波堤の港外側)

図-6.14.3.2.3 (1) ブロック等の凹凸加工の例



根固ブロックの上面における部材の張り付けによる凹凸加工とサンゴ着生状況
(根固ブロック底面に加工した通路部にはイセエビが生息している)



- a : 単純突起型 (型枠加工または二次加工)
- b : ピラミッド型 (型枠加工または二次加工)
- c : 不規則型 (型枠加工または二次加工)
- d : コンクリート吹き付け (二次加工)

直立面における凹凸加工形状のイメージ

図-6.14.3.2.3 (2) ブロック等の凹凸加工の例
(海の自然再生ワーキンググループ、2003)

(資料)

海の自然再生ワーキンググループ (2003) . 海に自然再生ハンドブック第4巻 サンゴ礁編

2) 環境影響の回避・低減の検討

調査及び予測の結果、環境保全措置の検討結果を踏まえると、施設等の存在及び飛行場施設の供用によるサンゴ類への影響については、事業者の実行可能な範囲内で最大限の回避・低減が図られているものと評価しました。

(2) 国又は地方公共団体による環境保全の基準又は目標との整合性に係る評価

1) 環境保全の基準又は目標

沖縄県が平成 15 年に策定した沖縄県環境基本計画によると、「重点的に取り組む総合的施策」での「サンゴ礁・干潟・藻場の保全」において、「サンゴ礁、干潟、藻場等の機能が維持され、そこにおける健全な生態系が維持されることを目的とし、総合的な保全対策を推進する。」と示されています。これを環境保全の基準又は目標とします。

2) 環境保全の基準又は目標との整合性

調査及び予測の結果、環境保全措置の検討結果を踏まえると、施設等の存在・供用によりサンゴ類に及ぼす影響は、最小限にとどめるよう十分配慮されていると考えられることから、環境保全の基準又は目標との整合は図られているものと評価しました。