

# 琉球諸島沿岸サンゴリーフの 天然防災機能評価検討調査

伊藤 誠記<sup>1</sup>・安仁屋 勉<sup>1</sup>・座覇 洋<sup>1</sup>

<sup>1</sup>内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部 河川課

(〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち2-1-1)

琉球諸島では、サンゴ礁によって形成されているリーフが台風等による高波を減衰させ、島内への波浪の侵入を防ぐ機能を果たしているものと考えられる。しかしながら、近年、サンゴの生息環境悪化によるサンゴリーフ衰退に加え、IPCCで報告されている海面水位上昇の予測結果や台風の大型化による外力増大によりこれまでのようなサンゴリーフの持つ天然の防災機能が維持できるかどうか懸念されている。

本調査では、今後の地球温暖化に伴う海水温及び海面水位の上昇により、天然の防災機能を有するサンゴの成長度合いが変化することを想定し、代表海岸におけるサンゴの成長・非成長を仮定した波浪解析を行い、その結果を用いた浸水予測および想定被害額の算定を行い、今後の海岸保全施設の整備の参考とすることを目的とするものである。

**Key Words :** 地球温暖化, 海面上昇, サンゴリーフ, 防災機能, 波浪解析

## サンゴリーフの防災機能評価

### (1) ブジネスクモデルの検証

サンゴリーフの防災機能評価検討に先立ち、本調査で使用するブジネスクモデルの検証計算を実施した。ブジネスクモデルは独立行政法人港湾空港技術研究所で開発された数値計算モデル(Ver4.6c6a : H21.2)で、砕波に伴う波高減衰を考慮することが可能なモデルである。検証は、「沖波波高(有義波高)と汀線近傍における水位上昇量との関係」に着目し、検証ケーススタディとして、沖波の有義波高(2、5、8、10m、周期10s)を変化させサンゴリーフ背後における水位上昇量を抽出し、仲座ら(1994)の八重瀬町具志頭での現地観測による検討結果との比較検討を実施した。

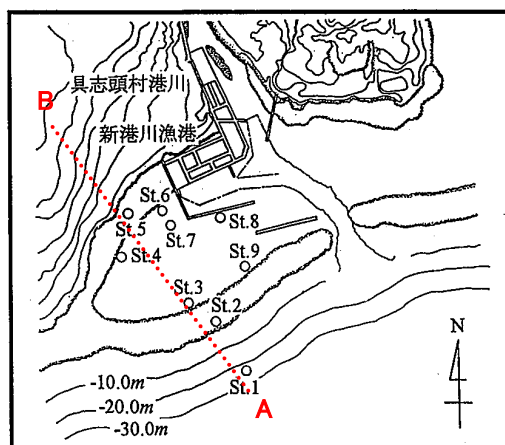


図-1 現地観測位置図

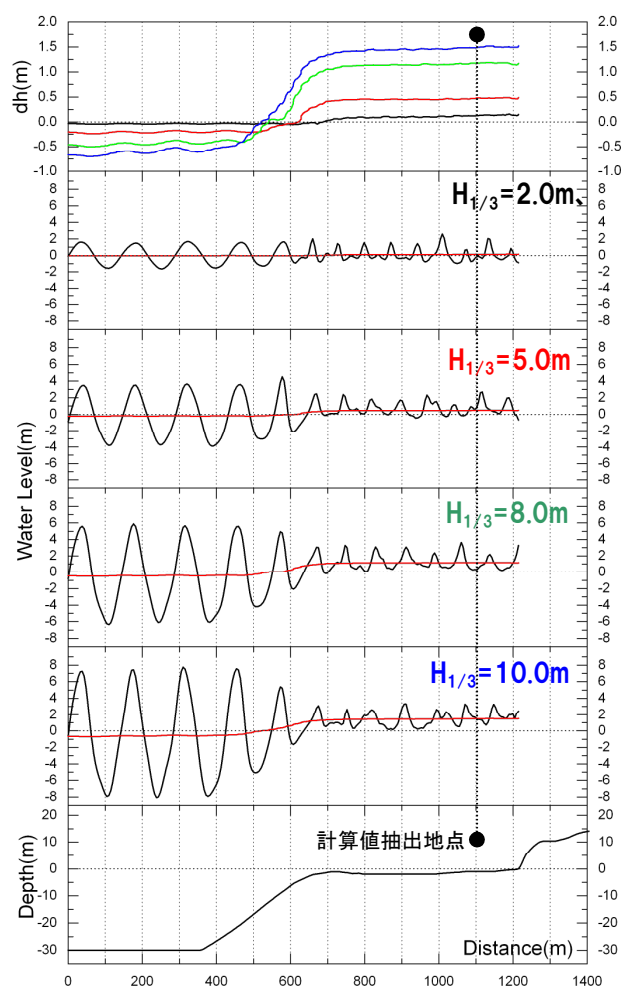


図-2 A-B断面の平均水位分布

具体的には図-1 現地観測位置図のST4における「沖波波高(有義波高)と汀線近傍における水位上昇量との関係」について観測値と計算値の比較を行い、観測値と比較する計算値の平均水位は、計算水位から直線近似により平均水位変化のトレンドを求め、その時刻の平均水位を推定することにより算出した。A-B断面におけるケース別の水位の空間分布を図-2 に示す。

図中、黒線が水位、赤線が算出した平均水位を表している。

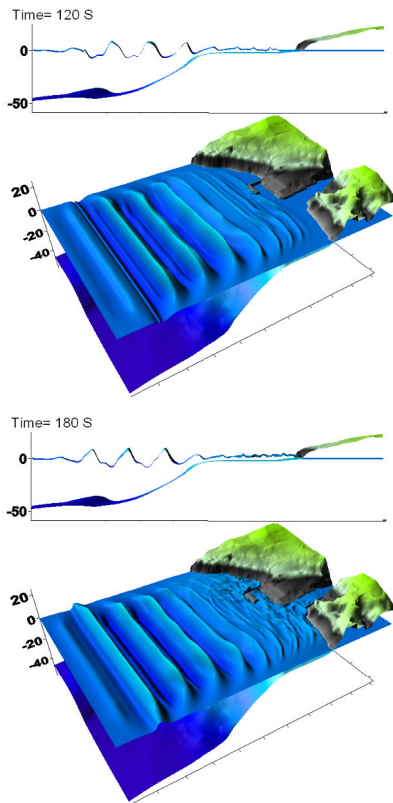


図-3 計算結果例(水位の空間分布)

図-3 は、水位の空間分布の計算結果例である。図-4 の比較結果をみると、沖波波高が大きくなると観測値にくらべ計算値が若干過少評価となるが、汀線付近の水位上昇量と沖波波高との関係は、仲座ら(1994)の結果同様に、ほぼ二次曲線の関係をしめしており、計算モデルの妥当性、現地適用性が確認できた。

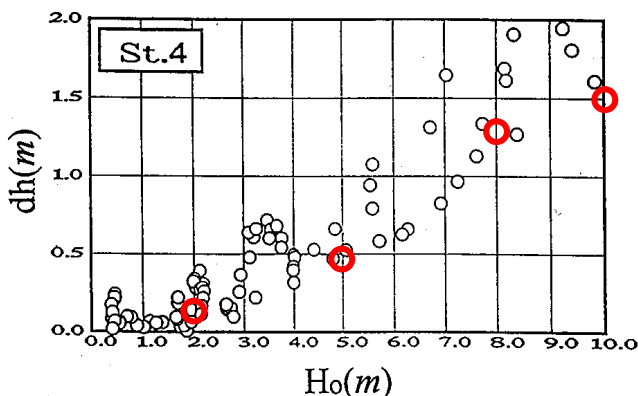


図-4 観測値○と計算値●の比較(波高と水位)

## (2) モデル海岸の選定

ビジネススクモデルを活用したサンゴリーフの防災機能評価を行うモデル海岸を、高潮災害履歴やサンゴ分布状況、現地踏査結果などを踏まえた評価指標を基に、①国頭村の浜地区、②名護市の宇茂佐地区、③北谷町の北前及び宜野湾市大山地区の3か所を選定した。

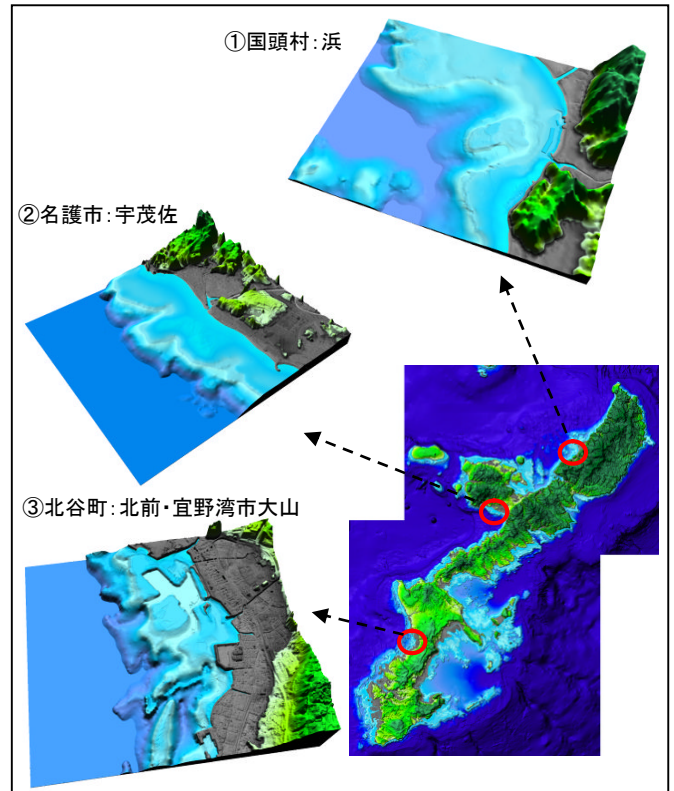


図-5 検討モデル海岸

## (3) 計算条件および地形条件の設定

ビジネススクモデルの計算条件を表-1 にまとめた。入力波高、入力周期は沖縄県の計画波浪とし、基本となる潮位は計画高潮位 (H. H. W. L.) とした。

表-1 計算条件

項目	値	設定根拠
対象海岸	①国頭村(浜地区) ②名護市(宇茂佐) ③北谷町(北前)・宜野湾市(大山)	※計算モデルの検証は、八重瀬町具志頭沖で実施。
格子サイズ	5m	県の既存データを活用
入力波高	① $H_0 = 10.2\text{m}$ ② $H_0 = 10.9\text{m}$ ③ $H_0 = 10.4\text{m}$	県計画波浪の波高
入力波周期	① $T_0 = 12.4\text{s}$ ② $T_0 = 12.3\text{s}$ ③ $T_0 = 12.1\text{s}$	県計画波浪の周期
粗度係数	0.02	海底の粗度係数
潮位	E.L=1.4m E.L=1.4m+0.59m	A1F1 シナリオの最大値
計算継続時間	30 周期以上	波が領域全体に伝播するまで
計算時間間隔	入力波周期/640	計算が安定するように設定

地形条件は表-2 及び図-6 に示すように、地球温暖化に伴う海面上昇に追従してサンゴが成長・衰退・現状維持の3ケースを想定した。

なお、サンゴ分布域については、平成 18 年度調査結果を参考に設定した。

表-2 ケース別地形条件

No	ケース	地形条件
①	サンゴ現況	サンゴ分布域、背後地形ともに現況地形で固定。
②	サンゴ成長	サンゴ部分が海面上昇に伴い同様の速さ成長すると仮定し、サンゴ分布域が、一律 <b>0.59m</b> 上がると設定。サンゴ背後の礁池～砂浜は、現況地形で固定。
③	サンゴ衰退	サンゴ部分が海面上昇に伴い消失すると仮定し、サンゴ部分が平均的なサンゴ高さの <b>0.50m</b> 下がると設定。サンゴ背後の礁池～砂浜は、現況地形で固定。

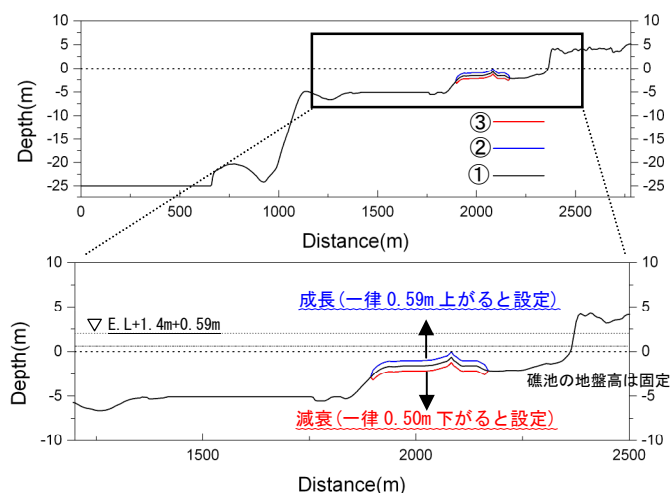
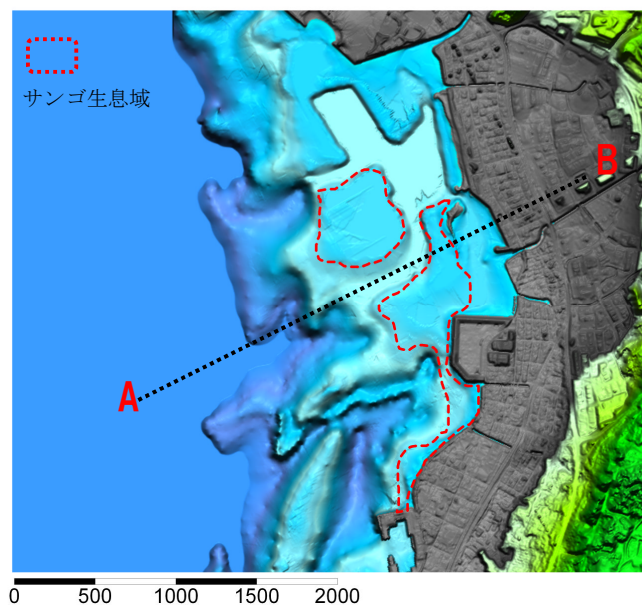


図-6 地形条件の模式図(北前・大山地区)の例

#### (4) 波浪解析結果

ブジネスクモデルによる波浪計算は、平面 2 次元の 5 m メッシュごとに行った。図-7(1)～(3)にサンゴ成長ケース別有義波高の代表測線 (A-B) におけるメッシュごとの最大値 (海面上昇あり) をプロットしたグラフを示す。

その結果、リーフエッジが発達し、サンゴリーフ地形が比較的明瞭な国頭村浜地区及び北谷町北前・宜野湾市大山地区においては、サンゴ成長 (図中の青のライン) のケースがサンゴ衰退 (図中の赤のライン) のケースより全体的に有義波高が下回っており、サンゴ成長に伴う波浪減衰効果が顕著に見られた。一方、遠浅で地形変化に乏しい海底地形を有する名護市宇茂佐地区においては、特に汀線付近でサンゴリーフによる顕著な波浪低減効果が見られない結果となった。

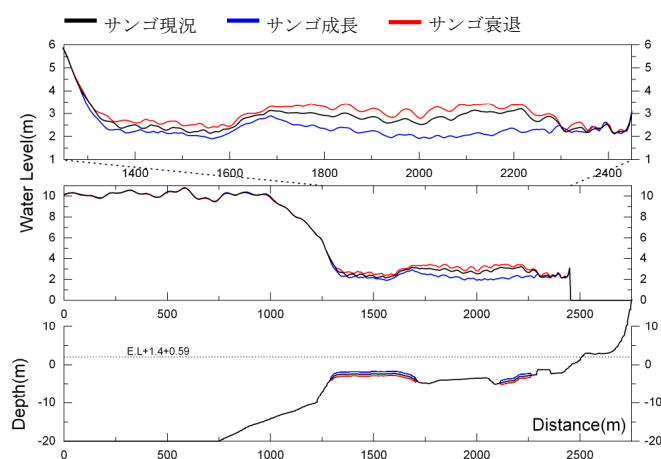


図-7 (1) 波浪解析結果(有義波高)【国頭村: 浜地区】

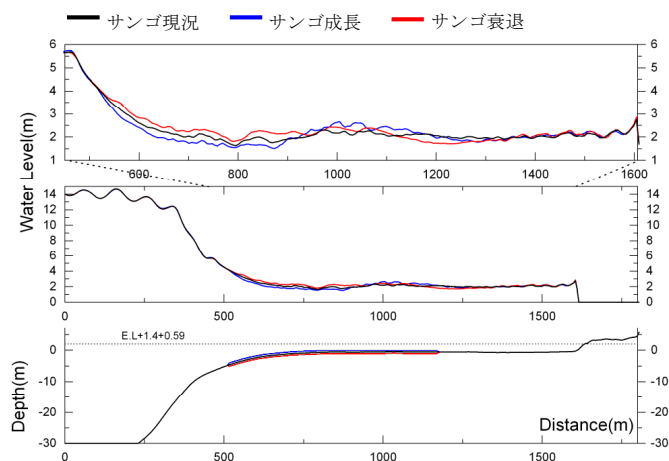


図-7 (2) 波浪解析結果(有義波高)【名護市: 宇茂佐地区】

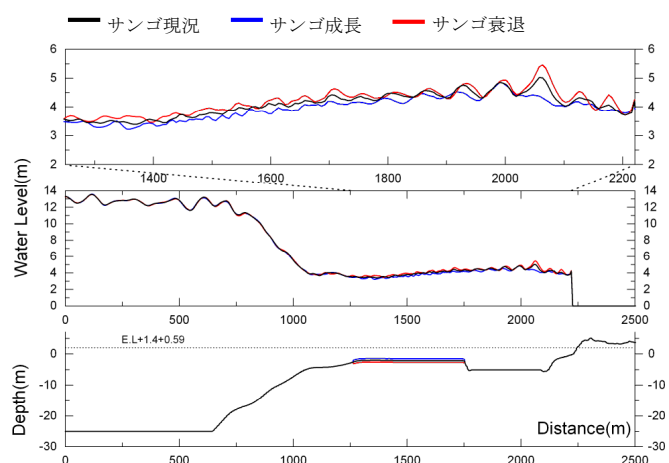


図-7 (3) 波浪解析結果(有義波高)【北谷町北前・宜野湾市大山地区】

図-7(4)～(6)は、各ケースにおける有義波高の最大値を平面的に表したものである。

この図から、サンゴ現況に対してサンゴ衰退の場合の有義波高の差分のほとんどは高く（図中赤のエリア）なっており、逆にサンゴ現況に対するサンゴ成長の場合の有義波高の差分のほとんどは低く（図中青のエリア）になっている。

これより、いずれの検討地点においても全体としてサンゴ成長の場合の方が有義波高が小さくなっていることが分かる。

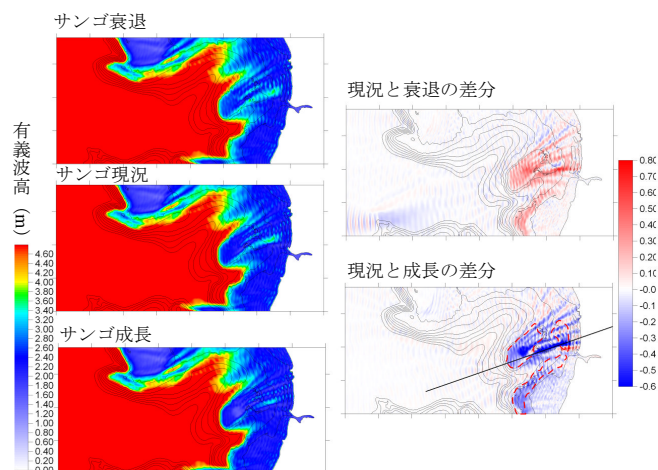


図-7 (4)有義波高空間分布【国頭村：浜地区】

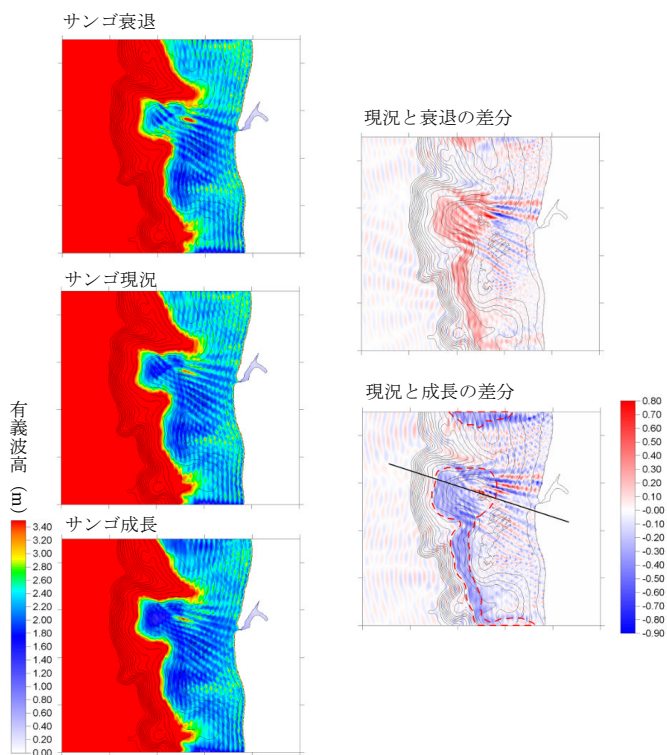


図-7 (5)有義波高空間分布【名護市：宇茂佐地区】

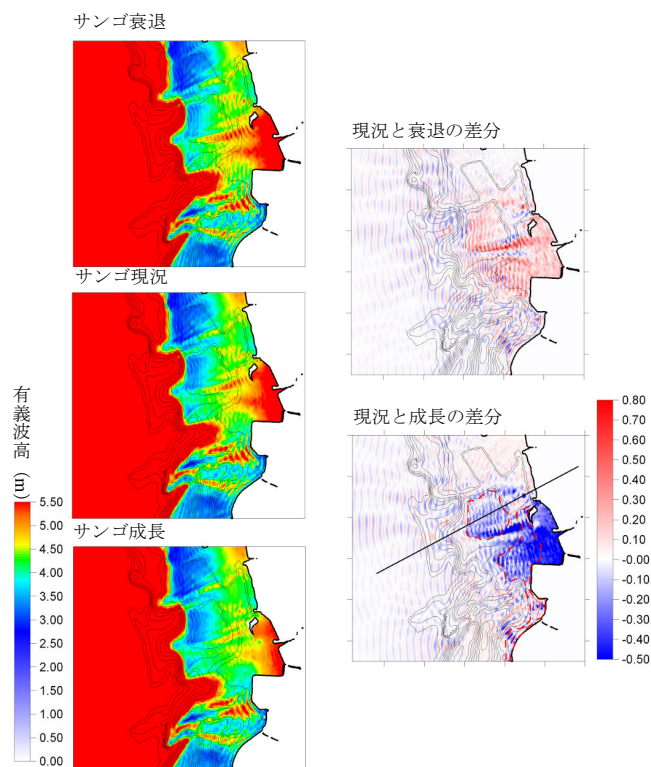


図-7 (6)有義波高空間分布【北谷町 北前・宜野湾市大山地区】

## (5) 浸水予測と被害想定

### 1) 氾濫流量の算定

地球温暖化に伴う海面上昇の有無およびサンゴリーフ成長・非成長を想定した波浪解析結果から浸水予測を実施するため、浸水予測の外力条件となる氾濫流量算定の考え方及び手法について整理を行った。

外力の流入形態としては、異常高潮位或いは異常高潮位に伴う波浪が堤防を越えて堤内地に流入し浸水が発生する現象が生じる。流入境界は、海域および河川と陸域との間が境界となり、流入形態は氾濫外力（潮位、波高）と流入箇所の標高との関係から、図-8に示すように、「越流型」、「溢水型」、「越波型」に分類した。

名称	越流型	溢水型	越波型
流入要因	流入箇所の標高が潮位よりも低く潮位が背後地に流入	流入箇所の標高は潮位より高いため、潮位は流入しないが波浪が越波し背後地に流入	流入箇所の標高は潮位より高いため、潮位は流入しないが波浪が越波し背後地に流入
イメージ図			
特徴	・最高潮位よりも流入箇所の標高は低い。 ・流入箇所の標高より背後地の地盤高が低い。 ・氾濫時には潮位が越流状態で流入してくる。	・最高潮位よりも流入箇所の標高は低い。 ・流入箇所の標高と背後地の地盤高が同程度。 ・氾濫時には潮位が溢水状態で流入してくる。	・最高潮位よりも流入箇所の標高は高い。 ・氾濫時、潮位は侵入しないものの波浪が越波してくる。

図-8 流入形態一覧表

図-8 に示す流入形態により、「越流型」、「溢水型」の場合には本間の公式により越流量を算定するものとし、「越波型」の場合には合田の推定図により越波量を算定した。

これらの結果から算定した浸水予測図を図-9(1)～(3)に示す。

図-9(1)～(3)に示すように、海面上昇時に伴いサンゴが成長した場合はサンゴ現状維持に比べて浸水規模が小さくなる。一方、サンゴ衰退の場合は浸水規模が大きくなる結果となった。

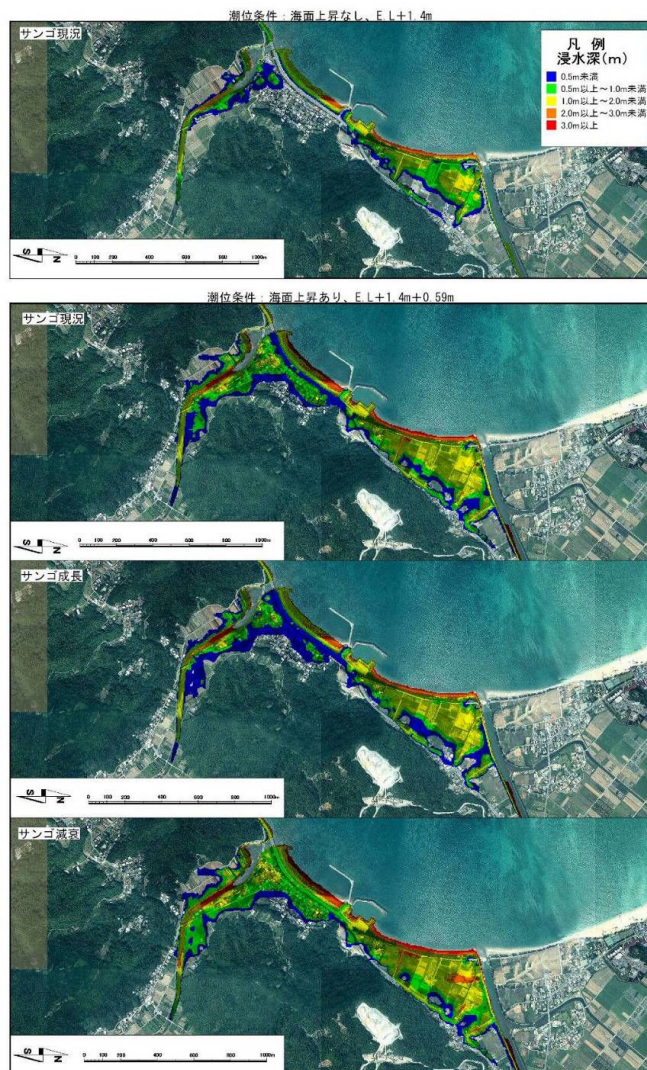


図-9(1) 浸水予測結果【国頭村 浜地区】

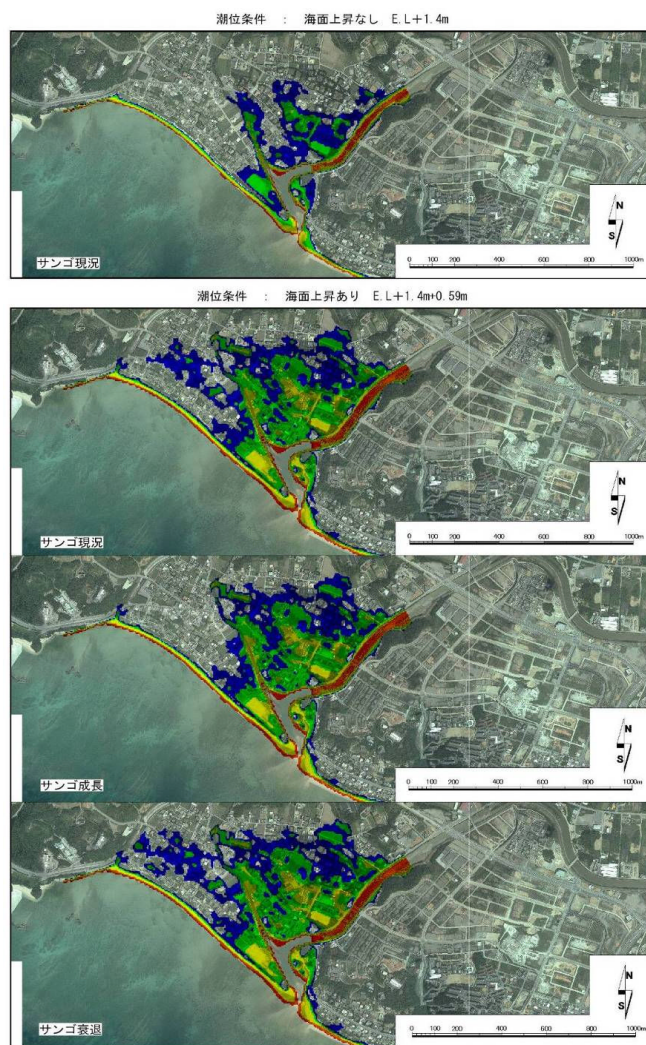


図-9(2) 浸水予測結果【名護市 宇茂佐地区】

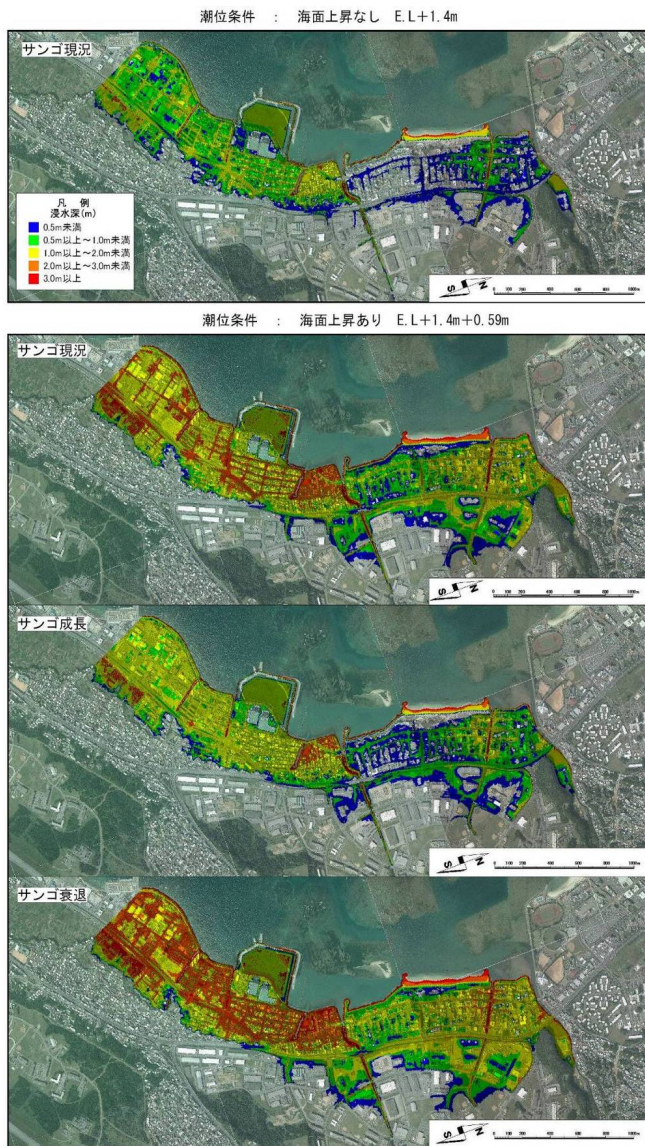


図-9(3) 浸水予測結果【北谷町北前～宜野湾市大山】

## 2) 想定被害額の算定

想定被害額の算定は、シミュレーションによる浸水予測結果と「海岸事業の費用便益分析指針（改訂版）」（平成16年6月）に基づき、ケース別に浸水予測を実施した想定浸水予測範囲内の被害額を算定した。背後地資産及び想定被害額の算定手順を図-10に示す。

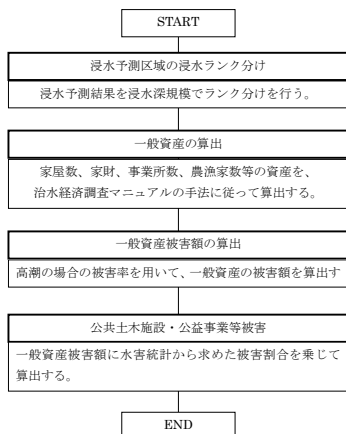


図-10 浸水想定被害額算定フロー

浸水予測結果をもとにケース別の想定被害額の算定を行った結果、表-3に示すように、海面上昇時にサンゴが成長しない場合は、被害額が大きくなり、サンゴリーフの防災機能の効果が顕著に現れる結果となった。

表-3 想定被害額の算定結果 (億円)

条件	上昇無	海面上昇あり		
	現状	現況	成長	衰退
モデル海岸				
北谷町:北前地区	123	280	241	401
名護市:宇茂佐地区	6	33	32	40
国頭村:浜地区	6	25	20	32

注) 北谷町北前地区は宜野湾市大山地区を含む。

## (6) まとめ

今回、海面上昇時においても、サンゴリーフによる波浪低減効果が確認できた。また、海面上昇に追従してサンゴが成長したケースは減衰効果が大きく、衰退した場合は減衰効果が小さい。

浸水想定結果および被害想定結果も同様に、海面上昇時にサンゴが成長しない場合は、被害額が大きくなる結果となった。

## (7) 今後の課題

本調査の海底地形条件のシナリオでは、サンゴ成長も検討ケースとして仮定しているが、沖縄県沿岸の実情としては、琉球諸島沿岸のサンゴリーフは水質の悪化や海水温の上昇などの環境負荷により、かなりのダメージを受けていると報告されており、サンゴリーフのもつ多様な機能は低下する傾向にあると考えられている。

この様なことから、海岸保全施設の整備を進めていくにあたっては、サンゴリーフがもつ波浪低減効果を維持・増進していくための最適な海岸保全施設の配置計画についても考慮していく必要がある。また、サンゴそのものの保全対策など、関係機関と連携してサンゴを活用した海岸保全技術を確認し、琉球諸島沿岸の海岸保全に役立てていくことが沖縄の持続的発展のために重要だと考えられる。

今回の調査結果を踏まえ、リーフを形成するサンゴはもとより波浪減衰効果がある天然の砂浜や、砂浜の浸食・飛砂を抑制する機能がある海岸植生などについても防災機能の評価を行い、それらを組み合わせた海岸保全施設整備手法の検討を進めていく予定である。

