

海面上昇による影響の対応戦略の考え方について

CONCEPTS FOR RESPONSE STRATEGIES AGAINST THE IMPACTS OF SEA LEVEL RISE

伊藤隆夫*, 根木貴史*
Takao ITO*, Takashi NEGI*

ABSTRACT ; One of the worst impacts on the environment due to global warming is natural disaster. That is to say that natural disaster occurs as a consequence of global environmental disruption in this sense.

On this paper, some estimations of impacts due to sea level rise is shown within the coastal zone controlled under the jurisdiction of Ministry of Transport, and concepts and tools for coastal zone management is rearranged.

KEYWORDS ; Sea level rise, estimations of impacts, response strategies, concepts and tools, coastal zone

1. はじめに

1990年に気候変動に関する政府間パネル（IPCC）により、2100年に65cm（30～110cm）の海面の予測が発表されてから、世界的にその影響についての評価が進んで来ている。本年2月には、ジュネーブにてIPCCの組織改正後、第二作業部会（WGII）の第一回会合が開かれたが、これはそれぞれ「影響評価」と「対策」を分担する第二、第三作業部会が統合され、新たに発足したものである。この統合に際しては、影響評価が進んで来ていることと、影響評価と対策が不可分であることの認識が示された。

運輸省港湾局では既に、海面が上昇した場合、全国の港湾および運輸省所管の海岸において、堤防、防波堤の嵩上げを中心とした防護策に要する費用について簡単なモデルを設定して試算したが、その後より具体的な対応策について検討を進めてきた。

本稿では、影響と対策費の試算を紹介するとともに、より具体的な対応策について検討を進めるにあたっての枠組みを示す。

2. 海面上昇による影響の評価

2.1 全国被害ポテンシャルの試算¹⁾

(A) 被害量を表す指標と試算の前提条件

海面水位の上昇による被害を表す指標としては、「氾濫域面積」, 「氾濫域

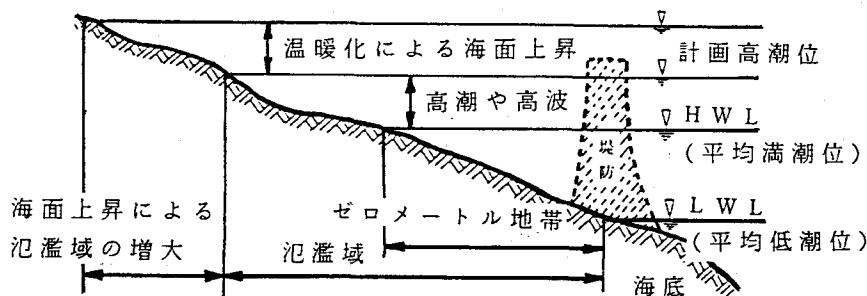


図-1 氾濫域のイメージ

内人口」，「氾濫域内資産額」を用いた。

氾濫域とは、「計画対象とした高潮，津波等が来襲し、堤防，護岸等が全くと想定した場合の浸水区域」であり、これら3つの指標は実際に冠水するというものではなく、あくまで「ポテンシャル」を意味するものであることに留意する必要がある（図-1）。

試算の前提条件は次のとおりである。

① 防護区域に保全施設が全くないものと仮定する。

② 計画高潮位+1/2計画波高を計画高(T.P.)とし、計画高が背後地盤と交わった地点の等高線と現汀線とで囲まれた区域を氾濫域とする。

③ 波高・潮位条件の違いによる沿岸域の区分毎に浸水高度を設定する。

なお、沿岸域の区分は「全国海岸域保全利用計画調査報告書」²⁾（平成2年3月 水産庁，農林水産省構造改善局，運輸省港湾局，建設省河川局）によるものとした。これは、自然条件（潮位，波高）について数量化理論Ⅲ類を行い、代表的な指標として「沿岸地形」を抽出し、さらにこの「沿岸地形」について数量化理論Ⅱ類による検討を行ったものである。これにより、図-2のとおり沿岸域を4つに区分している。

(B) 被害ポテンシャルの試算

氾濫域面積の算定は、海岸線データにより運輸省所管の海岸を抽出し、標高データにより運輸省所管の海岸線から内陸側に向かって、与えられた氾濫水位より標高が低いメッシュを拾っていき、その面積を土地利用(15分類)別に集計した。氾濫域内人口および氾濫域内資産額は、先に得られた氾濫域に人口メッシュデータおよび純固定資産額メッシュデータ(各都道府県の純固定資産額を人口で重み付けしてメッシュに分配し作成)を重ね合わせることで算定した。

上述の計算により、『氾濫域面積は現状より約1,400km²増大(現状約6,400km²)し、これにともない、氾濫域人口は約330万人の増加(現状約1,400万人)、氾濫域内資産は約30兆円増大(現状約120兆円)する』と試算された。

2.2 対策費の試算²⁾

(A) 対応策の考え方

影響の評価の方法として、その影響を防ぐために要する費用をその指標として考えることも可能である。

環境的影響、臨海部への影響、背後への影響それぞれに対し複数の対応策が考えられるが、IPCCの中で沿岸域管理を扱うサブグループ(WGⅡ/サブグループB)は、対応策について「撤退(Retreat)、順応(Accommodation)、防護(Protection)」の3つの区分に分けて捉えることを提唱している。これらは、それぞれ「現象の発生による被害を回避するため新たな位置へ移動し、機能の維持を図る(撤退)」，「現象の発生は許すが、被害として顕在化させない工夫をし、現位置で機能を引き続き維持させる(順応)」，「現象の発生を抑え、被害を生じさせない(防護)」と説明される。

対応策の選択にあたっては、まず臨海部の性格によりどの区分の対策を選択すべきかを検討する必要がある

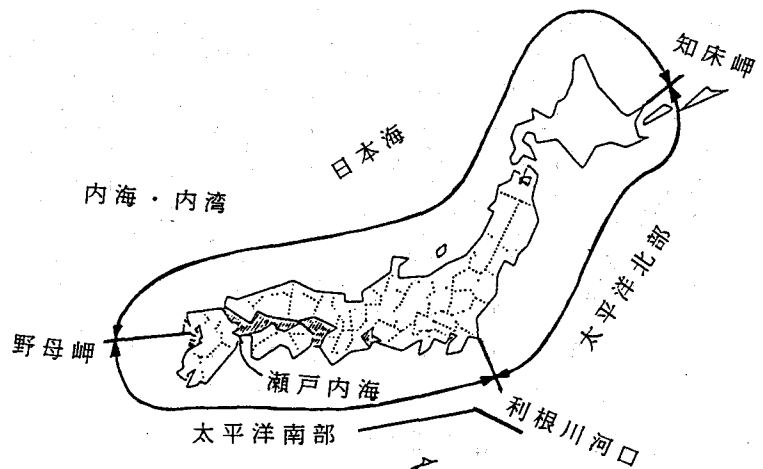


図-2 沿岸域の区分

表－１ 施設別嵩上げ高さ

	設計水深 (m)	海底勾配	沖波波高 (m)	周期 (秒)	施設前面波高 (m) または打ち上げ高さ		必要嵩上げ高さ (m)	
					現況	1 m 時		
堤防・護岸	3	1/30	5	8.5	—	—	越波量 $0.02m^3/m\cdot sec$ *	2.2
突堤・離岸堤等	5	1/30	5	8.5	3.5	4.1	$1+\frac{1}{2}(4.1-3.5)m$ **	1.3
防波堤	10	1/30	5	8.5	4.6	4.7	$1+0.6(4.7-4.7)m$ **	1.0

* 「海岸保全施設築造基準解説」による

** 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」による

るが、我国においては、臨海部に人口、資産が集中しており、かなりの海岸延長を防護する必要があると考えられる。

(B) 対策費の試算

(1) 対策の種類、水位上昇量、対象範囲の設定

本稿では特に計算上の扱い易さも考慮し、対応策として「施設の嵩上げ」、「造り替え」を取り上げ、これに要する対策費を試算した。

試算の前提となる水位上昇量としては、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が統一的な検討方針として提案している「水位上昇量1m」を標準とした。対象範囲としては、運輸省所管の港湾・海岸とした。

(2) 施設毎の対策費試算の考え方

対策費の試算に際しては堤防、護岸等の線的施設の場合と、ふ頭用地等の面的施設、さらに上屋、水門等の建造物の場合とで考え方を変えている。

1) 線的施設（堤防、護岸等）

各施設毎にモデル施設を設定し、沿岸域の区分別に基準となる現況の施設の工事単価を求め、これとモデル施設毎に必要な嵩上げを行うために必要な工事費との比から工事費のアップ率を求め、これに基準となる工事単価と都道府県別の施設の量を乗じた。

なお、現況の施設の工事単価を求める際には、地域による特性の違いを考慮するため、沿岸域を瀬戸内海等の閉鎖性内湾・内海、日本海、太平洋北部、太平洋南部の4つの区分に分けて検討を行った。

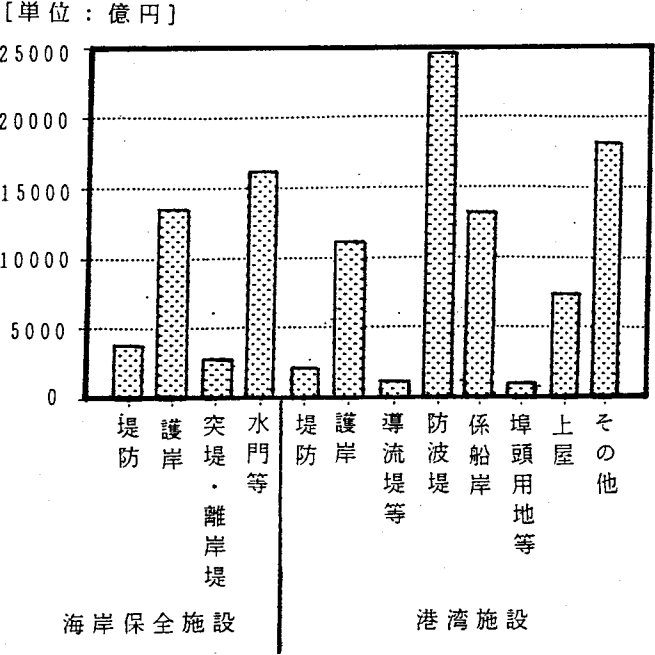
対策費の試算に際しては、防波堤、突堤・離岸堤、堤防・護岸の必要嵩上げ高さを、それぞれ1.0m、1.3m、2.2mとした（表－1）。

2) 面的施設（ふ頭用地等）

相対的水位の上昇に対する嵩上げのための工事単価に、施設量（面積）を乗じて算出した。

3) 独立建造物（上屋、水門等）

移設（作り替える）ものとし、新規に建設



図－３ 施設別対策費

するための費用をこれにあてた。

(3) 試算結果

上記の手法に従って計算した結果、運輸省所管の海岸において必要とされる対策費の総額は、約12兆円、各施設毎の対策費は図-3のように試算された。

3. 具体的対策の検討

3. 1 検討の枠組み(図-4)

上記の影響並びに対策費の試算は、単純化したモデル上での評価である。実際に対策について検討する際には、海面上昇の影響の現れ方が海岸地形等により左右されること、背後の集積等の地区の特性や既設の施設の属性等により効果的な対策が異なることなどから、個別のケース毎に検討をする必要がある。また、海面上昇は徐々に発現してくる現象であり、その動向に応じて対策を設定する必要がある。

限定された地区・地点で時間的に近い将来を考える場合には、堤防などの施設をどう整備していくのか、というハードの問題となり、逆に空間的に広がりを持つ地域で遠い先を見通す場合には、それら個々の対応策をどう組み合わせ、どのタイミングで施していくのか、という総合化の問題を扱うことになる。個々の施設に関する対応策を戦術と呼ぶことにすれば、総合化された対策は戦略と呼ぶことができる。後者は、時間要素を明確に意識することから、シナリオの形で整理するのが有効であると考えられる。

なお多少次元は異なるが、将来に関する予測をどこまで信用するのか、という問題も存在する。

3. 2 対応策のレベルの整理

海面上昇に対する対応策としては、制度・計画レベルのものから個々の土木構造物に係わる技術レベルのものまで、様々な対応策が含まれる。これを整理したものが、表-2であるが、表では、各レベルでの対応策の例を示し、それぞれ「防護」、「順応」、「撤退」のどの性質を有するかを示している。表の中でどれが戦術であり、どれが戦略であるかは、多分に相対的な問題であるが、本稿では特に技術的対応に焦点を絞って整理する。

3. 3 戦術のメニュー

技術的レベルに限って議論すれば、戦術とは個々の施設に係る対応策であり、戦略とはこれらの戦術を組み立て総合化した対応策群及びその総合化の方法であると考えられる。

組み立てられた戦略を評価するためには、いくつかの代替案を用意する必要があるが、戦略のパーツ(部品)である戦術も、防ぐべき影響に対しいくつかの代替案が用意されている必要がある。このためメニューの形で整理しておくのが良いと考えられる。その例を表-3に示すが、戦術の選択の際の評価に資するために、段階的対応の容易さ、国土保全面、利用面、環境面等について特性をまとめ、さらにそれらをまとめる意味で適地条件を特記するようにしている。

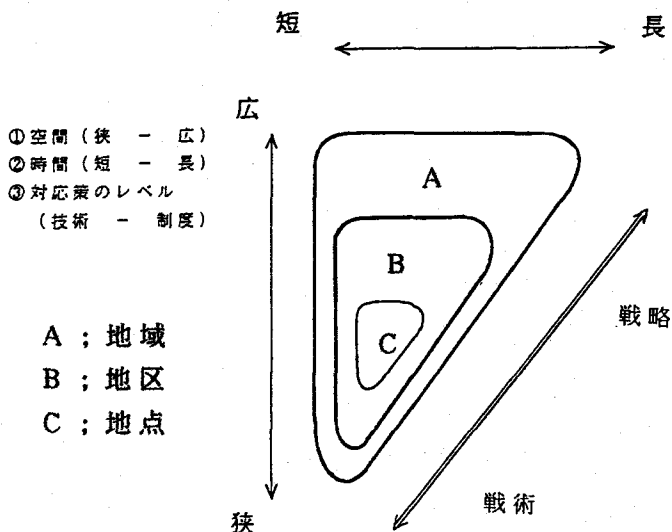


図-4 対応策検討の要素軸

表－２ 対応策の体系

対応策				防護	応応	撤退	その他
制度・計画レベル ↓	法制度の整備・計画策定による対応	情報の収集・提供 (住民への広報等) 経済的誘導 (補助金、税金、保険) 都市計画(住居・土地利用の制度)の再検討・策定			○	○	○
		防災計画(施設計画・警報・避難計画)の再検討・策定 設計基準・条件の見直し		○	○	○	○
技術的レベル	技術的対応 (協議の対応策)	面的・複合的対応		○	○		
		局 部 的 対 応	周 辺 海 で 岸 の 対 港 応 済	外郭施設の 新設・改良 その他の港湾 港湾施設・改良 海岸保全施設の 新設・改良	岸壁の嵩上げ ○ 護岸の新設改良	橋梁の付け替え ○ 排水ポンプの 新設改良	○ 移転
			背後地での対応	○	○ 人工地盤の 新設改良	○	○ 移転

3. 4 海面上昇の動向を考慮したシナリオ作成の考え方

海面上昇は遠い将来にわたる予測であり、実際には未知である部分が多い。したがって、戦術ばかりでなくシナリオの形で示される戦略についても、いくつかの代替案が示されるのが望ましい。

海面上昇の動向に対応して対策を講じるタイミングを堤防・護岸の嵩上げに焦点を当て、シナリオを作成するに際して検討すべき事項は次のようになる。

- ① 施設の耐用年数
- ② 所要の天端高が確保されなくなる時点(海面上昇の動向)
- ③ 将来の海面上昇量を見込んで設計するか否か

さらに、海面上昇の予測がはずれた場合に、手戻りがあるか否か、についても検討すべき問題がある。

4. おわりに

海面上昇問題は、われわれに「将来の予測に現在から対処するのか、対処するとしたらどうするのか。」という問題、あるいは「未確定な現象への対応のため、いかに土木構造物にフレキシビリティをもたせるか。」という問題が問いかけている、と考えられる。

前者は、過去のデータより設計条件を決めていく現行からすれば、設計思想の変更をも意味する可能性があるが、後者については、昨今の環境や景観への評価の高まりに対応して検討されてきた、面的防護方式あるいはスーパー堤防など、既存の技術の範囲で既に検討されて来ている。

海面上昇問題への対応の検討は、恐らく既存の技術を洗い出しから始めることが容易であり、また効果的であると考えられ、この点についての関係者による活発な議論を期待する次第である。

参考文献

- 1) 宮崎祥一、遠山憲二：地球温暖化に伴う海面水位の上昇が臨海部に与える影響に関する研究，環境システム研究Vol.19, pp.22～27, 1991
- 2) 根木貴史：海面水位の上昇等による臨海部の社会経済活動への影響とその対策に関する調査(第2報)，みなとの防災114号, pp.57～62, 1992

表-3 戦術メニュー（技術的レベルでの対応策） - 部分

臨海部への影響 (影響の区分)	対 応 策		イ メ ー ジ	段階的対応の 容易さ	国土保全面	評 価 項 目		評 価 (適地条件)
	大分類	小分類				利用面	環境面	
1. 周辺海岸への影響 1. 海岸の喪失 1-1 砂浜海岸	防波 2. 波浪制御	防波堤 人工リーフS		①段階的工は容易 ②陸上施工用地は 少なくすむ	消波が期待される	①消波利用の維持 が図れる ②魚礁効果	①景観面で不利 ②ブロック構造に よる生態系保全、 水質悪化効果	水質悪化の保全
				①段階的工は容易 ②陸上施工用地は 少なくすむ	消波が期待される	①消波利用の維持 が図れる ②魚礁効果	景観面で問題がな く生態系保全、水 質悪化効果	①景観への配慮 ②水質悪化の保全
				①段階的工は困難 ②陸上用地不要	消波が期待される	①消波利用の維持 が図れる ②魚礁効果が期待 される		
				①段階的工は容易 ②陸上用地が不要 で有利	波に対してはある 程度減衰を期待	①消波利用の維持 が図れる ②魚礁効果	景観上の影響があ るが、ブロック構 造による生態系保 全、水質悪化効果	①景観への配慮 ②水質悪化の保全
		河口防波堤H 沖合人工島H ヘッドランドH		①段階的工は比較 的容易 ②陸上施工用地は 不要	消波が期待される	①消波利用の維持 が図れる ②魚礁効果	消波の喪失、構造 物出現による景観 や生態系への影響 利	①消波の海岸線に あること ②材料は水成のまじ り利用が望まれる と海洋
				①段階的工は比較 的容易 ②陸上施工用地は 不要	消波が期待される		消波の喪失、景観 および生態系への 影響	
				①段階的工は比較 的容易 ②陸上施工用地は 不要	消波が期待される	付近での海洋レク 利用が妨げられる	景観面で不利	沿岸部による景 観が損なわれる。

注) 対応策の技術の性格 H ; ハードな技術 S ; ソフトな技術