

(4) 地球温暖化に伴う海面水位の上昇が 臨海部に及ぼす影響に関する研究

EFFECTS OF SEA LEVEL RISE ON THE JAPANESE COASTAL AREAS

○宮崎 祥一*, 遠山 憲二*
Shoichi MIYAZAKI*, Kenji TOHYAMA*

ABSTRACT; It is pointed out that sea level will rise 1m in maximum by the end of the next century in consequence of global warming. This study was conducted to estimate various kinds of effects and quantified potential damage, which can be evaluated by area, population and property, of the sea level rise on the Japanese coastal areas.

KEYWORDS; sea level rise, global warming, effect, potential damage

1. はじめに

近年、大気中の CO_2 に代表される温室効果ガスの濃度の増加により地球規模で気温の上昇が予想され、それに伴う海水の膨張や極氷の融解による海面水位の上昇が懸念されている。IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)等によるこれまでの研究でも、その影響は、沿岸域の浸水といった物理的影響のみならず、社会・経済、環境、文化等広範にわたることが予測されている。

今後、これらの影響に対し有効な対応策を講じるためには、まず、影響の種類、被害の程度などを大づかみに把握した上で、詳細な調査研究、効果的な監視システムや対策工法の開発などを順次進めていくことが必要である。

本研究ではこのような観点から、海面水位の上昇が臨海部に与える影響を「影響伝播フロー」の形で定性的に把握するとともに、全国11港湾において、ケーススタディ的に影響の種類、発現位置、程度をできる限り明らかにし、さらに、全国地域別の被害ポテンシャル（氾濫域面積、氾濫域内人口、氾濫域内資産額）を算定した。

本稿では、これらの研究の中から、前提とした海面水位の上昇量、海面水位の上昇が東京港臨海部に与える影響及び全国地域別の被害ポテンシャルの算定について、その概要を述べることにする。

2. 海面水位の上昇量（既存の研究より）

主として人為的な温室効果ガスの排出によって過去100

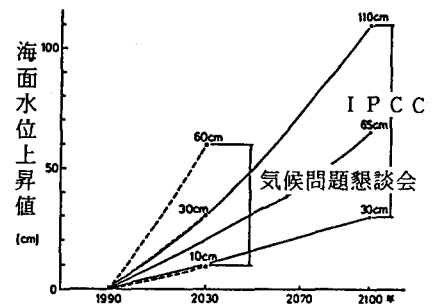


図-1. 海面水位上昇量の予測

* 運輸省港湾局防災課災害対策室 Disaster Prevention Division, Ports and Harbours Bureau, Ministry of Transport

年間に全地球上平均気温が0.3~0.6℃上昇し、海面水位は1~2mm/年の速度で上昇している（Barnett,1984）。海面水位の上昇量の予測としては、IPCC第1作業部会（1990）、気候問題懇談会温室効果検討部会（1990）のものがある（図-1）。本研究では、臨海部への影響を拾い出す際には約1m、被害ポテンシャルの算定では65cm及び1mの海面水位上昇を前提とした。

3. 海面水位の上昇が東京港臨海部に与える影響

3.1 海面水位の上昇の影響の波及過程

図-2に示すとおり、「海面水位の上昇」というインパクト（比較的短期間に海面水位が1m程度上昇すると想定）は「水面上昇」と「水深増大」という2つの物理的事象に分けて考えることができる。そして、これらはそれぞれ、臨海部における地象、水象、生態系の物理的・環境的影響を導き出す。

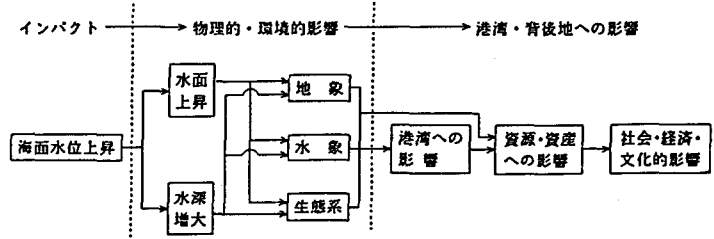


図-2 影響の波及過程

例えば、地象に着目すれば、海面上昇は、汀線の後退、侵食作用の助長による国土の喪失、河口部における河口の後退、河口閉塞、地盤の構成材料の特性にもよるが地下水位の上昇による地震時の液状化現象などをもたらす。水象では、汀線の後退、水深の増大による沿岸海域の流況の変化、これに伴う水質分布の変化などが考えられる。また、生態系では、水深増大に伴う極浅海域の減少による極浅海域の幼稚仔育成機能、水質浄化能力の低下、塩分影響域の拡大に伴う河口、潟湖などの汽水域の塩分の増加による淡水性・汽水性生物の行動、生理（浸透圧調整、代謝等）、発生への影響が考えられる。

これらの物理的・環境的影響は、次に港湾・背後地への影響へと波及していく。

3.2 東京港臨海部への影響

(1) 港湾への影響

港湾への影響は前述の物理的・環境的影響によりもたらされる。海面水位の上昇の港湾への影響は図-3のように整理することができる。

1) 係留施設・旅客車両昇降施設の機能低下

港湾施設の天端高は、各施設によって異なるが、H. W. L. 上

に必要な高さを加えることによって設定されており、海面が約1m上昇すれば、東京港においても施設によっては、荷役の際の不都合が生じることが考えられる。また、水深増大に伴う波高の増大、水面上昇に伴う越波の増大による岸壁前面の静穏度の減少、水面上昇による防舷材の位置の支障、静穏度減少による係船柱・係船索に作用する索引力の増大などが生じることが考えられる。さらに、海面上昇により、旅客・車両昇降施設の斜路部分の勾配が基準（12%以下であること）を越えてしまうことが考えられる。

2) 橋梁下のクリアランス減少による船舶交通の阻害

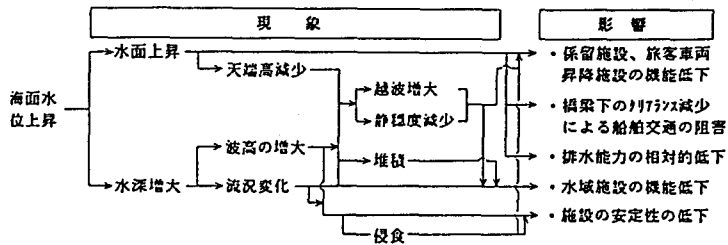


図-3 海面水位の上昇の港湾への影響

海面上昇により橋梁下のクリアランス（船舶のマスト高、海洋構造物の高さにトリム、波による動揺および余裕高を加えた高さ）が確保できなくなり、船舶の航行に支障が生じることが考えられる。東京港湾区域に架かる橋梁108のうち、14の橋梁で約1mの海面上昇により、平均潮位を上回る潮位の時間帯においてクリアランスを確保できなくなることが懸念される。

3) 港湾内低地の排水能力の相対的低下

東京港には4箇所の排水機場があるが、海面上昇は、水位差を大きくするとともに、水位より低い地盤をより高頻度、広範囲に出現させることから、排水機場の排水能力が不足することが考えられる。

4) 水域施設の機能低下

波高の増大、越波の増大に伴う静穏度の減少が考えられる。また、東京港は水際線のほとんどが人工化されているため、侵食・堆積傾向の変化により航路・泊地が埋没し必要な水深を確保できなくなることは少ないと考えられる。

5) 施設の安定性の低下

防波堤、岸壁では海面上昇と水深増大に伴う堤前波高、波力、浮力の増大による安定性の低下および、天端高不足対策のためのかさ上げを実施した場合には受圧面積の拡大による安定性の低下が考えられる（図-4）。堤防等の海岸保全施設についても同様のことが考えられる。また、海面上昇により汀線が後退するとともに海浜の安定性がくずれ侵食作用が助長されることにより、構造物の安定性が低下することも考えられる。

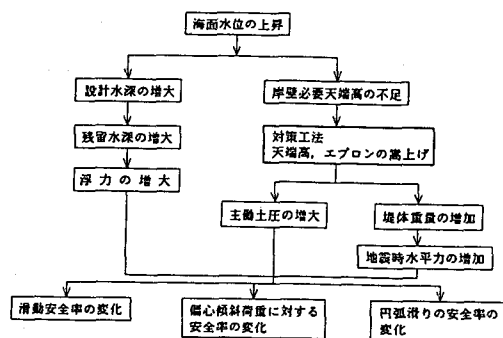


図-4 施設（岸壁）の安定性への影響

6) 海岸保全施設天端高の相対的低下

東京港の海岸保全施設の天端高は、「塑望平均満潮位+偏差+波浪の要素」で設定されている（表-1）。海面上昇によりこの天端高が相対的に低下することになり、背後地の浸水や越波が懸念される。

表-1 海岸保全施設の天端高(江東地区)

例えば、江東地区11号地の海岸保全施設の天端高は、A.P.+5.6mである。海面が1m上昇したとき、塑望平均満潮位は、A.P.+3.1m(<A.P.+5.6m)となり、浸水することはないが、これに高潮が加わると、水位は、A.P.+3.1m+3.0m=A.P.+6.1m(>A.P.+5.6m)となり、堤防内に海水が流れ込むことになる。

単位: m

地区別	地区別	塑望平均満潮位	偏差	波浪の要素	維持天端高
江東地区	越中島～亞洲水門相生橋	A.P.+2.1	3.0	1.2	A.P.+6.3
	亞洲臨海部			1.2	6.3
	陸上部			0.5	5.6
	東臨海部			1.0	6.1
	陸上部			0.5	5.6
	11号地			0.5	5.6
	底己			0.5	5.6
	14号地その1			0.5	5.6
	14号地その2			2.9	8.0

図-5では、海岸保全施設背後の地盤高を考

慮した浸水の潜在的影響の評価をⅠ～Ⅴの5段階で示している。荒川、墨田河川口部のゼロメートル地帯などで影響が大きくなることがわかる。

(2) 背後地への影響

前述の「物理的・環境的影響」は「港湾への影響」を経由して、ないし直接的に「資源・資産への影響」となって現れる。「資源・資産への影響」は「社会・経済・文化的影響」へと波及していく。

1) 資源・資産への影響

河川における感潮域の上流側へのシフト、新しい感潮河川の発生、地下水の塩水化などにより、水資源への影響が考えられる。また、汽水域や沿岸域の魚介類、藻類等の有用水産資源は、生息域の減少、塩水化、

流況の変化に伴う水質分布の変化・光量・水温の変化によってその生息・生育環境が変化するため資源量及びその分布が変化することが考えられる。

さらに、海面上昇に伴う破堤、漏水等による浸水、海岸保全施設を越える越波による被害が生じることが懸念される。家屋、家財及び事業所、設備、在庫等の一般資産は浸水の流速、水深、湛水継続時間によりその受ける被害の程度は異なる。低平地の河川では海面上昇により排水先に対し自然勾配が取れなくなることが考えられる。河口付近では、海面上昇に伴い河川水位が上昇する。低平地にある鉄道、道路は冠水、流失、また、地下部にある鉄道、道路や電力、ガス等の埋設管、共同溝は浸水の潜在的危険性が高まる。

2) 社会・経済・文化的影響

前述の諸施設の冠水、流失等による直接的被害が発生すると、これに伴ってこれらの施設が果たしていた機能が停止あるいは低下することになる。機能の停止・低下の期間が長く、範囲が広いほど社会・経済・文化活動に波及する影響は大きくなる。

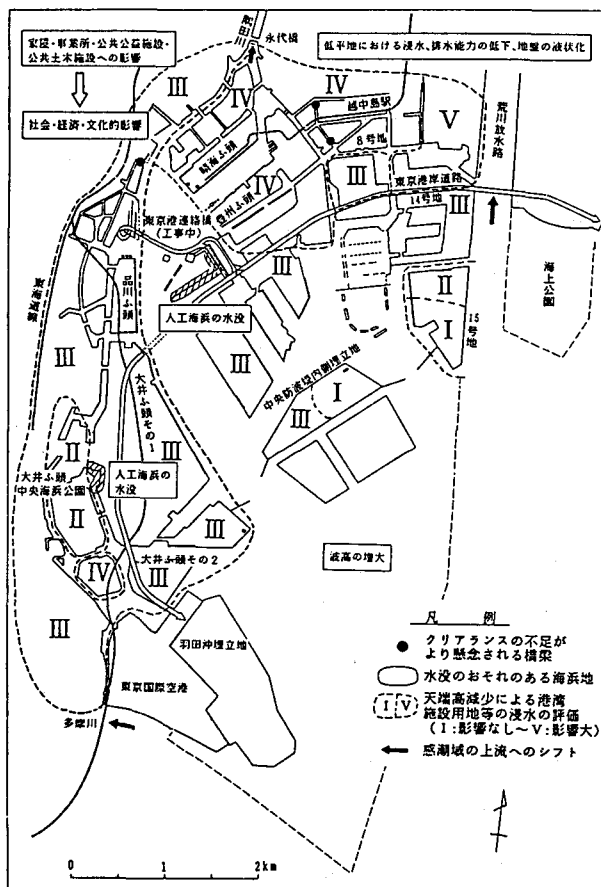


図-5 東京港臨海部への影響

4. 全国地域別被害ポテンシャルの試算

4. 1 算定方法

(1) 被害ポテンシャル

海面水位の上昇による第一次的な被害のポテンシャルは「氾濫域面積」、「氾濫域内人口」、「氾濫域内資産額」で表現できる。氾濫域とは「計画対象とした高潮、津波等が来襲し、堤防・護岸等が全くないと想定した場合の浸水区域」であり、これら3つの指標は被害「量」ではなく（実際に冠水するという意味ではなく）、あくまで「ポテンシャル」を表現するものであることに留意する必要がある。

(2) 算定方法

1) 使用データ

氾濫域面積の算定には「国土数値情報（国土庁・国土地理院）」磁気テープの標高（ファイル名：KS-110-1）、海岸線位置（同KF-5）、土地利用別面積（同KS-200）の各メッシュデータ、氾濫域内人口の算定には「昭和60年度国勢調査（総務庁）」磁気テープの人口メッシュデータ、氾濫域内資産額の算定には「国民経済計算（経済企画庁）」の純固定資産額を使用した。

2) 算定手順

氾濫域面積の算定は、まず、海岸線データにより運輸省所管の海岸を抽出し、次に、標高データを使って、運輸省所管の海岸線から内陸側に向かって、与えた氾濫水位より標高の低いメッシュを拾っていき、その面積を土地利用別（15分類）に集計した。

氾濫域内人口及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及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づけしてメッシュに分配し作成）を重ね合わせるにより算定した。

3) 氾濫水位の設定

氾濫域は、氾濫水位（＝計画高潮位＋1/2設計波高＋海面水位上昇量）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である。計画高潮位及び設計波高は地域特有的のものであるが、ここでは、全国の沿岸を、沿岸地形で大きく、閉鎖性内海、日本海、太平洋北部、太平洋南部の4地域に分類し、各分類に属する地域の相加平均値を設定した（表－2）。

表－2 氾濫水位の設定

	現 状 計画高潮位+1/2設計波高	海面水位上昇時 (単位: m)	
		現状+0.65	現状+1.00
閉鎖性内海	3.60	4.25	4.60
日本海	3.10	3.75	4.10
太平洋北部	5.10	5.75	6.10
太平洋南部	4.20	4.85	5.20

4. 2 算定結果

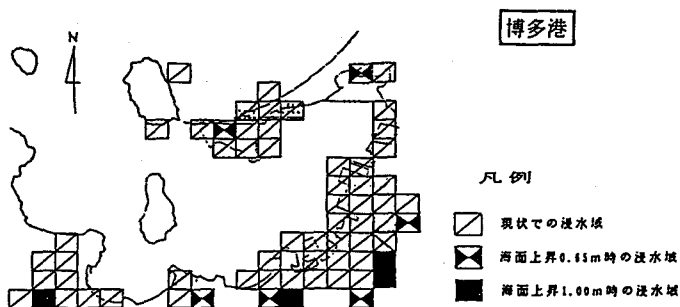
全国の氾濫域面積が現状より約3割増大する（図－6）ことに伴い、氾濫域内人口は現状より約330万人増加し、約1800万人に達するとともに、氾濫域内資産額は現状より約30兆円増加し、約150兆円に達する。

都道府県別の氾濫域内人口、氾濫域内資産額（海面水位が100cm上昇したことによる増加分）を図－7(a)(b)に示す。

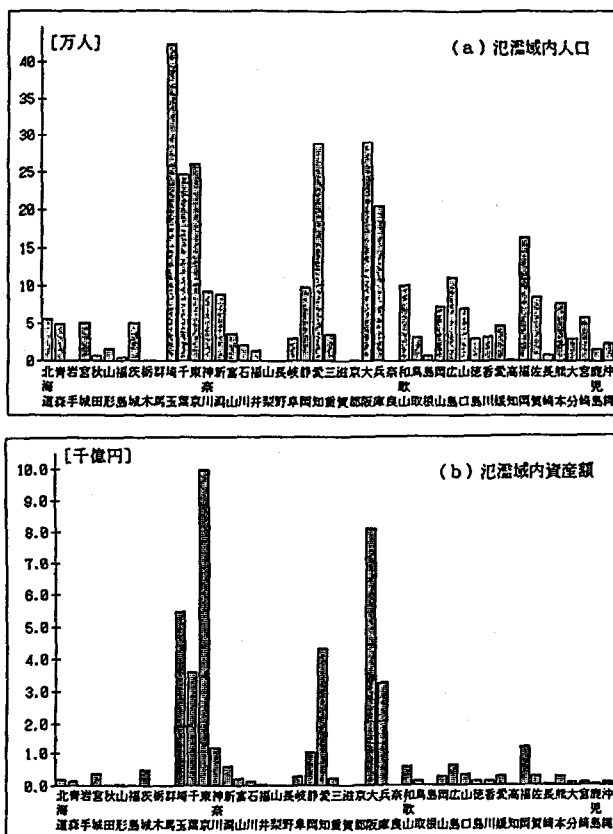
氾濫域面積は関東、中部、九州北部、有明海沿岸など沖積平野が広がっているところで増加が著しいが、氾濫域内人口は、氾濫域面積に人口密度が加味されるため、大阪、兵庫でも増加が著しく、また、氾濫域内資産額の増加は、資産が集中している東京、大阪で著しい。

6. おわりに

本研究は、海面水位の上昇から臨海部を守るために、海面水位の上昇による臨海部への影響をできる限り多く拾い出し、影響の全体像をつかむことを主眼としている。以上で述べてきた影響の中には、メカニズムが解明されていないもの、定量化されていないもの、地域（場所）が特定されていないものなどがある。今後は、これらを課



図－6 海面水位の上昇による氾濫域の増大(例)



図－7 都道府県別被害ポテンシャルの増加

題として工学的な見地からの研究が進むことが期待される。

また、IPCCでは、海面水位が現在より約1 m上昇するのは、約100年後の2100年であると予測しており、本稿で述べてきた影響は、あくまで、比較的短期間に海面水位が上昇すると仮定した場合に受ける影響と考えなければならないこと（なぜなら、100年の間に土木構造物は2ないし3回の更新時期を迎えることになるし、新規施設の整備も相当進むと考えられる。）、及び、被害ポテンシャルは、全国を大きく4つに分けて氾濫水位を与えるなど算定の各ステップで簡便化を図っており、全国地域毎に各々氾濫水位を与えればさらに精度が高まると考えられることを付記しておく。

最後に、本研究にあたって、有益なご指導、ご助言を戴いた東京大学島崎敏一助教授、東京商船大学苦瀬博仁助教授、東京工業大学瀧岡和夫助教授、茨城大学三村信男助教授はじめ関係者の方々に深甚な謝意を表します。

<参 考 文 献>

気象庁編(1989)：異常気象レポート'89，pp.313～319

気候問題懇談会(1990)：温室効果気体の増加に伴う気候変化(Ⅱ)，pp.67～82

運輸省港湾局(1989)：海面水位の上昇問題について，36p.

中央水産研究所編(1989)：地球環境変化と海洋生態系および水産業に関する調査研究，103p.

日本港湾協会編(1989)：港湾の施設の技術上の基準・同解説（下巻），499p.

IPCC WGI(1990)：Policymakers Summary of the scientific Assessment of Climate Change，27p.