

〈 地球温暖化に伴う海面上昇の漁港施設への影響及び評価方法について 〉

Impact on the fishing port facilities by sea level rise on account of global warming and its evaluation

業務名	地球温暖化に対応した漁場・漁港漁村対策調査(14-931,15-941)
委託者	(独)水産総合研究センター水産工学研究所
担当者	(沼野 祐二), 石川裕康, 後藤卓治

This study presents a technique to quantitatively forecast the impact on the fishing port and community by sea level rise phenomenon as predicted in acceleration of global warming and also some proposal for mid and long term measures against any problems on the facilities perhaps to be caused with progress of global warming.

Key words : global warming , sea level rise , fishing port and ground facility

1. 調査の目的

地球温暖化に伴う水温上昇や海面上昇等の海洋環境の変化は、我が国周辺海域の海洋生態系や水産業のみならず、漁港漁村、漁場、海岸の施設に対しても大きな影響を与えることが懸念されている。2001年4月に発表された第3次 IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の評価報告書では、地表面の気温（世界全体平均）は1990年から2100年において最大5.8℃上昇すると予測しており、これに伴って海水の表面水温は最大で約3℃上昇し、海水面も最大で88cm上昇するものと予測されている。

世界屈指の水産大国である我が国では、地球温暖化に伴う海水温と海水面の上昇は魚介類の生息環境や漁業活動、さらには漁港漁村の機能や生活環境面に甚大な影響を与えるものと考えられ、その対策を行うためには多大の経費と時間を要することが予想される。しかし、この地球温暖化現象に対して、水産分野における影響把握や対応策はこれまで検討されておらず、海洋生態系や漁場、漁港漁村への影響を把握するとともに、地球温暖化の進行に対応した短・中・長期的な対策プログラムを策定することが緊要となっている。

このことから、本業務では、今後100年間（概ね21世紀末まで）に地球温暖化に伴って生じると予測される海水面の上昇等による海洋環境の変化が、漁港漁村に及ぼす影響を定量的に予測する手法を検討するとともに、地球温暖化の進捗に応じてそれらの施設に発生する諸問題に対して、長中短期的な対策を提案することを目的とする。

2. 調査の方法

「地球温暖化に対応した漁場・漁港漁村対策調査事業」の全体フローは図-1に示すとおりであり、調査は平成14、15年度の2ヶ年で実施した。また本調査は、「平成14、15年度地球温暖化に対応した漁場・漁港漁村対策調査事業」に係る調査検討委員会、及び調査検討委員会の下に設けられた施設影響検討WGでの指導助言に基づいて実施した。また、調査検討委員会の下に設けた海洋生態系や漁場への影響を検討する生物影響検討WGと連携を図り、各WG及び調査検討委員会での検討結果に基づき、検討をすすめるものとした。

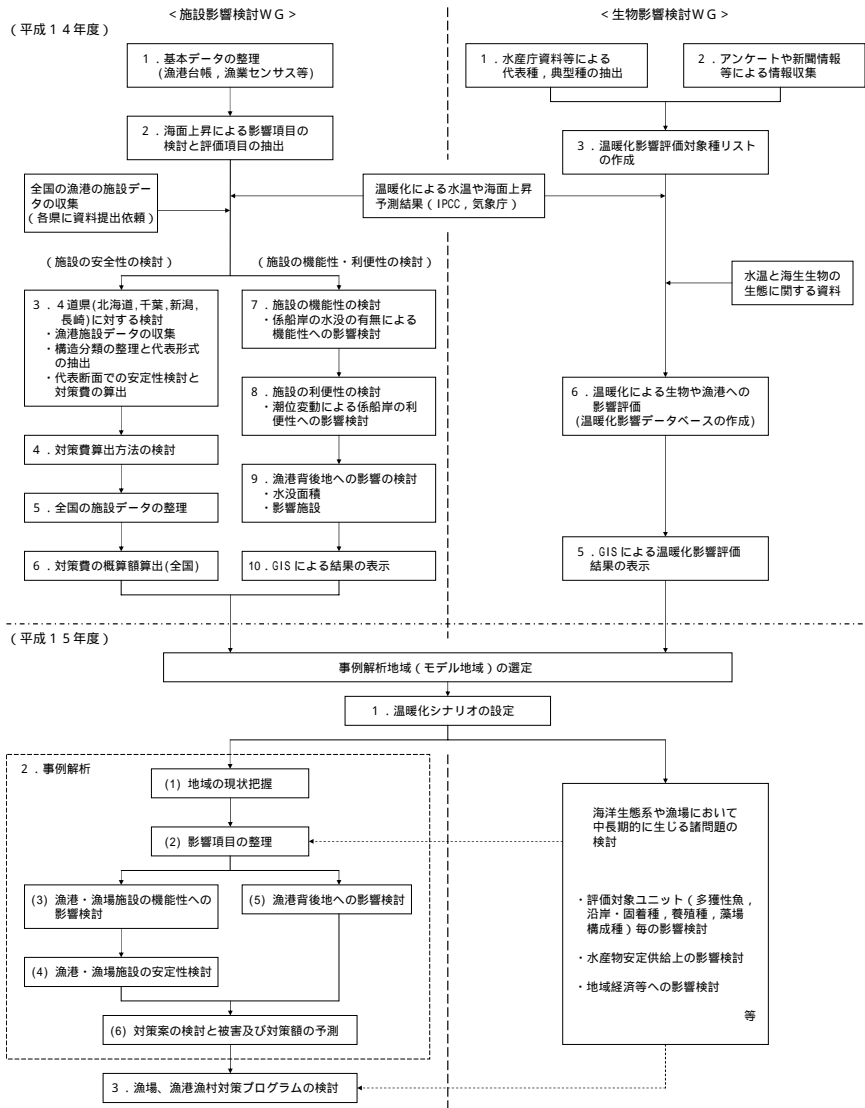


図-1 調査フロー

3. 主な調査結果

3.1 漁港施設への主な影響

地球温暖化が進行した場合に漁港施設に対して最も影響を与える事象は海面上昇である。直接的には施設や用地等の水没(浸水)が考えられ, 間接的には水深の変化が波や流れに影響して施設の安全性や機能性が低下することが予想される。(図-2 参照)

このような影響は港湾, 海岸, 漁場の施設でも同様に生じる。ただし, 漁港の特徴は砕波帯に近い水深の浅い海岸に位置するものが多く, 海面上昇に伴って生じる水深変化により来襲波高は増大する傾向にあることから, 港内への侵入波や防波堤・護岸での越波が増大し, 港内の

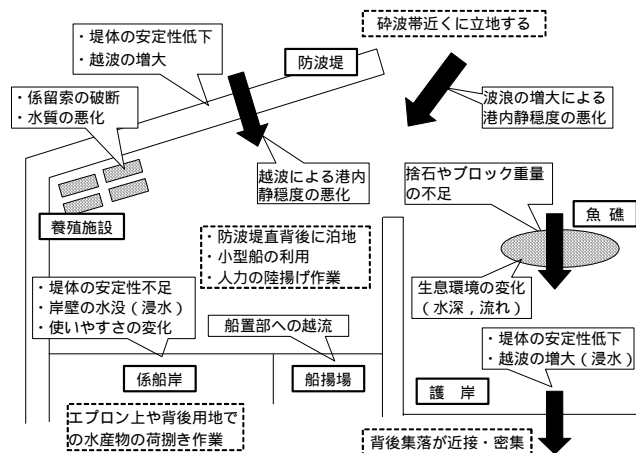


図-2 漁港の特徴と海面上昇に伴う漁港漁場への主な影響

静穏度が悪化する危険性が高い。また、利用する船が小型船の場合、人力による陸揚げ作業が行われているため、港内静穏度の悪化は漁船係留の安全性への影響だけでなく、係留施設での陸揚げ作業の利用性や作業効率にも大きな影響を与えるものと考えられる。

なお、漁港各施設の詳細については全国的に整理されたデータがないことから、全国的なアンケート調査を実施するとともに、地域特性を考慮して選定した4道県（北海道、千葉県、新潟県、長崎県）に対して資料収集を行い、既存施設の整備状況を調査した。そのデータから代表的な施設を抽出し、海面上昇に伴う安全率の変化や天端の嵩上げ改良を行った場合の概算対策額を求め、その結果を用いて主要施設（防波堤、係船岸、防波護岸）毎に対策費予測方法を設定した。防波堤の場合は、図-3に示すような設計水深(h)と換算沖波波高(Ho)の比から水深に対する対策額を予測するものとした。このような予測方法を用いて全国の漁港で対策額を算出すると、海面が90cm上昇した場合に1兆6千億円程度（1漁港あたり9億円程度）となることが予測された（表-1）。ただしこの対策額は、抽出した代表的な施設に対して、海面上昇した分だけ天端を嵩上げて安全性も確保できる対策を行った場合に要する費用であり、全国の漁港ごとの代表1施設の諸元と施設ごとの総延長から推定したものである。また、海面の経年的な上昇を考慮したものでなく、海面上昇量が15cm, 50cm, 90cmの場合に一度の対策を行う費用であり、主要施設以外の対策費や被害額は含まれていない。

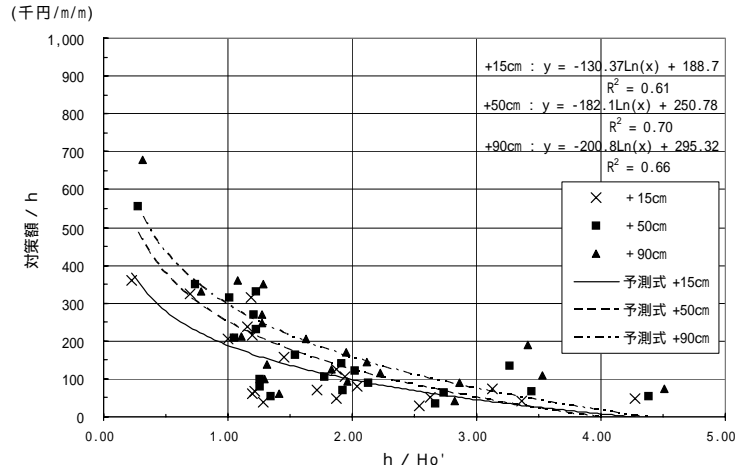


図-3 防波堤（消波工付き）の対策費予測

表-1 海面上昇による漁港施設の対策費予測結果(全国)

	対策費予測額(億円)				1漁港当り平均 (百万円)
	防波堤	係船岸	防波護岸	合計	
海面上昇15cm	5,643	1,903	1,916	9,462	528
海面上昇50cm	7,096	2,749	2,517	12,361	695
海面上昇90cm	8,697	4,123	3,017	15,837	893

このため、実際の影響評価や対策方法の検討には時間の経過による変化を考慮したものとしなければならないことから、影響評価方法および対策検討の考え方を検討するものとした。

3.2 現有施設への影響評価方法

(1) 影響の評価項目

これまでは設計条件としての潮位は不変なものであるとしていたため、一度確保された安全性や機能性が、時間の経過のみによって損なわれる概念は存在しなかった。しかし、地球温暖化による海面上昇を考慮すると、安全性や機能性が時間の経過によって変化することになる。このため、漁港施設への影響評価を行うためには、変化した安全性や機能性が許容できるかどうかの評価方法を設定することが必要となる。そこで、最低限求められる安全性や機能性の評価方法については、主要な漁港施設である外郭施設（防波堤、防波護岸）と係留施設を対象に以下の3項目について評価する方法を考えるものとした。

漁港施設の影響評価項目

- ・ 施設の安全性
 - 既存施設の海面上昇による外力変化に伴う安全性の変化
- ・ 施設の機能性
 - 海面上昇による外郭施設の天端高不足（越波や波高伝達）
 - 係船岸における漁船甲板面と岸壁天端との高低差（人力による荷揚げ作業性）

(2) 安全性の影響評価方法

漁港の既存施設で海面上昇に伴う安全性の変化を検討した結果、海面上昇に伴って安全率が低下する傾

向が多く見られた。そのような所定の安全率や許容値が確保されない状況では施設の管理上問題であると考えられる。このため、既存施設の安全性の評価方法としては、海面上昇を考慮した潮位で行った安定計算で、安全率や許容値が満足している場合は「安全性に影響なし」、安全率や許容値が十分でない場合には「安全性に影響があり」と判断するものとした。

(3) 機能性の評価方法

外郭施設である防波堤の機能は、来襲波浪に対して静穏な水域を確保することである。ここで、防波堤の直背後に泊地や係留施設がある漁港の特徴を考慮すると、海面上昇による天端の相対的な低下によって越波が激しくなることは、背後の泊地や係留施設の利用に与える影響が大きく、伝達波による港内全体の静穏度への影響も考えられる。このため、防波堤の機能性に関しては、設計基準などで設定された所定の天端高が確保されている場合は「機能性に影響なし」とし、基準による天端高さが十分でない場合には、伝達波や港内への侵入波によって港内静穏度に支障が生じれば「機能性に影響あり」と判断した。

一方、係留施設における海面上昇による利用性への影響としては、荷揚げのし易さが変化し、作業性が悪化することが考えられる。また、海面と係船岸天端との高さが低くなると波が乗り上げるなどの影響もある。この内、荷揚げし易い高さ（甲板から岸壁までの高さ）については、明確な判断基準がないことから、今回は全国の漁協へのアンケート調査（配布 1,704 漁協、回収率 22.4%）での結果（図 - 4）から最も回答数の多かった高さである 30～50cm と設定し、水位上昇時に満潮位（H.W.L.）から干潮位（L.W.L.）の間に利用し易い高さがなければ「影響あり」とした。また、係船岸の海面上の高さは潮位変動により常に変化しており、既存の係留施設においても常に利用し易い高さとなっているものではない。このため漁港の係船岸天端高には、潮位差毎に静水面上の必要高さが示されている。よって、ここではその必要高さの最小値を天端と水面の最低クリアランスと設定し、H.W.L.時にこのクリアランスが確保できない場合も「影響あり」と判定するものとした。

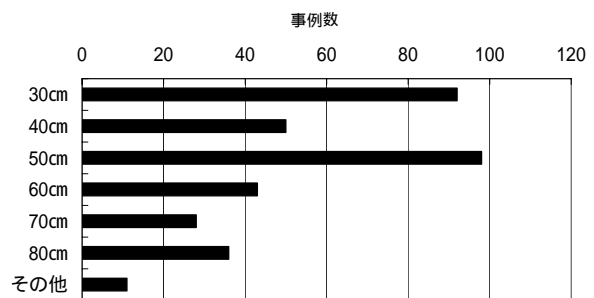


図-4 利用しやすい甲板から岸壁までの高さアンケート結果（複数回答）

3.3 対策検討方法

(1) 対策の基本的な考え方

地球温暖化による海面上昇は長期的に起こる予測の不確実性が高い現象であるが、問題となる海面上昇が発生する以前に対策することが重要である。このため、設定した評価方法に基づいて施設に影響が発生する海面高（潮位）を推定し、事前に対策を講じる方法として図-5 に示す検討フローを提案した。

ここで重要なことは、対策が必要となる施設は 1 漁港内でも複数あり、対策の検討にあたっては漁港全体で効率的な対策をしなければならないということである。

また、海面上昇の予測結果から対策時期を把握し、適切な時期に対策を行うことが求められるが、地球温暖化による海面上昇は長期的に起こる、予測の不確実性が高い現象であるため、将来の予測を正確に行うことは非常に難しい。IPCC 第 3 次報告の予測結果に基づく海面上昇のシナリオは図-6 のようになるが、継続的な潮位観測により 5～10 年程度の期間ごとに予測値を含めた妥当性の評価を行うことが必要である（図-7 参照）。なお、国の機関による観測や一元的なデータの集積は必要であるが、地域的な特性を把握するためには都道府県レベルでの観測が重要であるとともに、

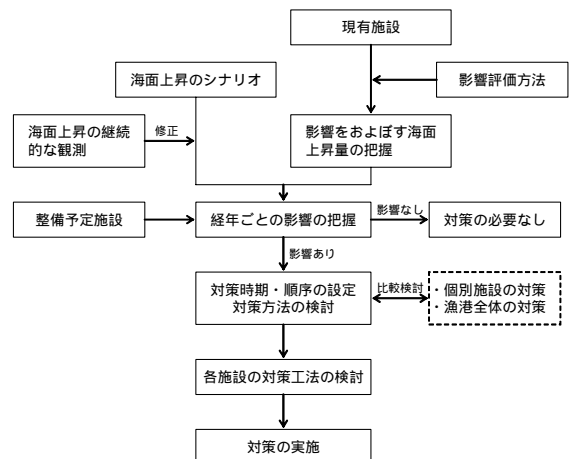


図-5 漁港施設の対策検討フロー

漁港利用者による日常的な観察やその結果の報告体制を整備することも必要であると考えられる。

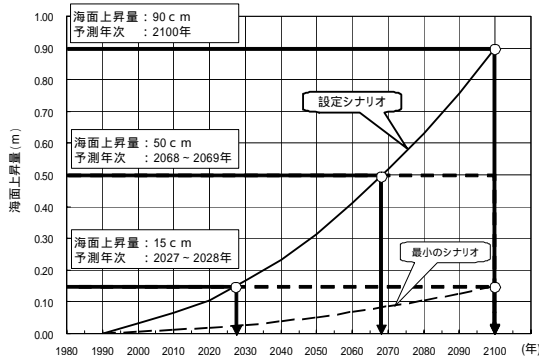


図-6 安全性と機能性による対策必要時期の判定

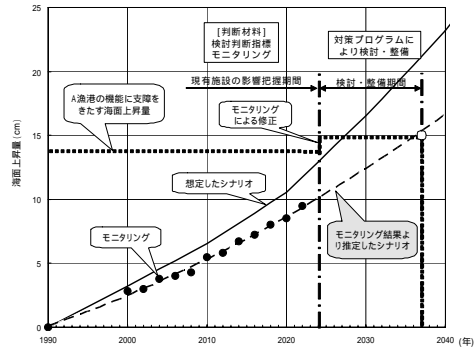


図-7 潮位観測と予測値の修正

(2) 対策が必要となる時期の把握

漁港施設に対して影響が発生し、対策が必要となる時期は、現況の天端高や許容安全率を満たさないときの海面上昇量を求めることで推定した。ただし、評価項目には安全性と機能性があり、それぞれに影響度が異なるため図-8 に示すように両者のうち小さい上昇量をその施設の影響発生値とする。

この結果と図-6 に示すような海面上昇のシナリオに基づき、影響が発生する海面上昇量となる時期が予測できる。

なお、図-6 に示したシナリオは IPCC 第 3 次報告において海面上昇量が最大となるシナリオから想定したものであり、このシナリオでは 50cm の海面上昇は 2070 年程度と予測される。

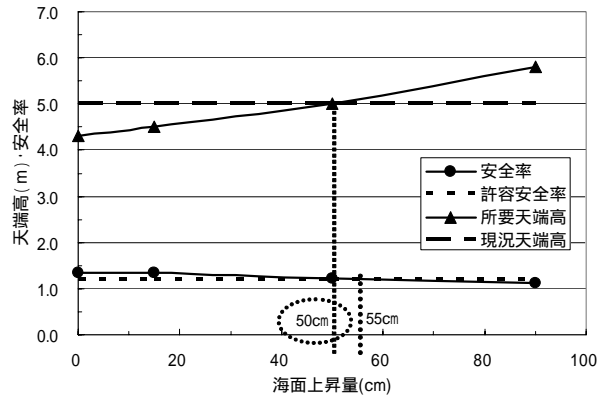


図-8 安全性と機能性による対策必要時期の判定

(3) 施設毎の対策方法

対策が必要となる時期が予測された場合、その時期までに対策を講じる必要があるが、時間とともに海面が上昇する前提では、安全性や機能性を確保する期間を設定しなければ適切な対策を行うことができない。漁港施設は一般に再現期間 30 年で推算された沖波波浪が用いられることや鋼構造物では 30 年間の防食を行うものとされており、30 年以上の供用期間を想定した対策を行うことは、外力としての沖波再現確率などとの整合性に問題がある。このため、漁港施設では対策時点から 30 年間を供用期間とし、その間は安全性と機能性を確保することを基本とすることが妥当であると考えられる。

また、対策断面の天端高については、防波堤では 30 年後の設計潮位で現行の基準に基づく方法により設定した高さが考えられる。しかし、係船岸についてはモデル漁港での検討結果によると「検討時点の設計潮位で設計基準に基づいて求めた天端高」と「供用期間 30 年後の設計潮位で最低クリアランスが確保できる高さ」の大きい値とすることが長期的には対策費や利用性の面で有効となる。

(4) 漁港全体での対策パターン

1 つの漁港において現有施設に対して海面上昇による影響の評価を行うことにより、漁港全体の施設での安全性や機能性に影響を及ぼす順序（影響発生順序）が想定される。しかし、これはあくまでも影響の発生が予測される順序であり、施設を改良するための適切な順序であるとは限らない。施設を改良する順序（対策順序）については、漁港全体での各施設の相互の影響を考慮した効率的な対策方法を検討し、そ

の結果から対策順序を決定する必要がある。例えば、防波堤や防波護岸のように、波により機能や安定が左右される施設については、外洋に面した施設から対策することが効果的なケースも考えられる。

なお、漁港全体としての対策パターンとして以下のケースを想定して比較検討を行った。パターンBやCでは、ある期間は対策の有効性もあるが、海面上昇が長期的に続く場合は港内側の施設でも将来的に対策が必要となるため、一般的にはパターンAが望ましいと考えられる。

漁港全体での主な対策パターン

パターンA：影響が生じる施設を影響発生順序によって対策する。

パターンB：沖側の施設で対策することで、同時に港内側の施設への対策となるものを優先して対策する。

パターンC：新規に外郭施設を整備する等の対策を行い、現有施設への対策を軽減する。

4. 成果の活用

海面上昇による漁港施設での影響評価方法および対策の考え方について検討を行い、基本的な考え方や対策方法のあり方を示した。ただし、対策の実施にあたっては、海面が変動することを前提とした設計方法の確立や、海面の変動に影響されずに機能が維持できる方法、あるいは長期的に繰り返し対策することが容易な構造の採用など、新しい考え方の導入も必要である。さらに、将来的には漁業情勢が変化し、漁港として求められる機能にも変化が生じることも考えられるため、対策にあたっては漁港・漁場・漁村圏域などの現状や将来予測に基づく広域的・長期的な視点で効果的な対策を検討することが重要である。このように今後の検討課題は多く、維持補修を含めた長期的な対策の検討など、さらに十分な調査・研究が進められることが必要であると考えられる。

本調査は水産庁による「地球温暖化に対応した漁場・漁港・漁村対策事業」の一部として実施されたものであり、調査検討委員会および施設影響検討WGによる指導助言を頂いた。委員として参加頂いた方々、関係各位には厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 気象庁、平成15年3月：地球温暖化予測情報第5巻
- 2) 水産庁監修：漁港・漁場の施設の設計の手引 2003年版、社団法人全国漁港漁場協会