



[全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<https://www.jccca.org/>)より] Photo credit:Shuuichi Endou(Tuvalu Overview)

第29回海岸シンポジウム 気候変動を踏まえた海岸保全対策

報告書 (講演録集)

日時：令和7年**11**月**27**日(木)

場所：星陵会館

主催：全国海岸事業促進連合協議会／後援：国土交通省・農林水産省

目 次

開会挨拶	4
磯部 雅彦 全国海岸事業促進連合協議会 会長	
基調講演	5
「海岸に関わる気候変動予測研究の動向」	
森 信人 京都大学 防災研究所/横浜国立大学 台風科学技術センター 教授	
特別講演	17
「日本の気候変動に関する最新動向」	
経田 正幸 気象庁 大気海洋部 気象リスク対策課 気候変動対策推進室 室長	
事例報告①	24
「東京港の海岸保全施設の機能強化について」	
佐藤 賢治 東京都港湾局 港湾整備部 部長	
事例報告②	32
「熊本県における気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更」	
大森 直樹 熊本県農林水産部 農地整備課 課長	
事例報告③	38
「不確実性を持つ将来予測を、どう現場に適用するか」	
渡邊 国広 国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所 所長	
事例報告④	45
「漁港海岸における気候変動を踏まえた海岸整備に関する検討」	
岡田 清宏 パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土基盤事業本部 港湾部 技術課長	
閉会挨拶	50
磯部 雅彦 全国海岸事業促進連合協議会 会長	

第29回海岸シンポジウム

気候変動を踏まえた海岸保全対策

◆ ◆ ◆ 登壇者紹介 ◆ ◆ ◆

基調講演

森 信人 (もりのぶひと)

京都大学 防災研究所 / 横浜国立大学 台風科学技術センター 教授



◎略歴

- 1996年 3月 岐阜大学大学院工学研究科博士課程修了
- 1996年 4月 電力中央研究所担当研究員
- 2004年 4月 大阪市立大学工学部都市学科講師
- 2008年 4月 京都大学防災研究所准教授
- 2018年12月 京都大学防災研究所教授(現職)
- 2024年10月 横浜国立大学台風科学技術センター教授(クロスアポイントメント)

◎専門

海岸工学, 沿岸防災, 気候変動極端現象影響評価
文部科学省研究参与(科学技術担当)
土木学会海岸工学委員会前委員長
IPCC第6次報告書日本政府査読員, 第7次報告書Scoping Meetingメンバー
国内では, 国土交通省, 文部科学省, 環境省, 気象庁の委員を務める

【主な受賞歴】

文部科学大臣表彰: 科学技術分野(科学技術振興部門)
近畿地方整備局長表彰: 海の日海事功労者
土木学会海岸工学論文賞(2012, 2018, 2018, 2022, 2025)
気象学会 岸保・立平賞(2021)
イギリス土木学会 Bill Curtin Medel(2025)
Coastal Engineering Journal Citation Award(2015, 2023, 2025) 他

特別講演

経田 正幸 (きょうだ まさゆき)

気象庁 大気海洋部 気象リスク対策課
気候変動対策推進室 室長



◎略歴

- 1994年 3月 気象大学卒業
- 2018年 4月 大阪管区気象台地球環境・海洋課長
- 2024年 6月 気候変動対策推進室長

事例報告①

佐藤 賢治 (さとう けんじ)

東京都港湾局 港湾整備部 部長

◎略歴

- 1990年4月 東京都建設局入庁
- 2018年4月 都市整備局 第一市街地整備事務所長
- 2019年4月 港湾局 東京港建設事務所長
- 2020年4月 港湾局 開発調整担当部長
- 2023年4月 港湾局 離島港湾部長
- 2024年4月 港湾局 港湾整備部長



事例報告②

大森 直樹 (おおもり なおき)

熊本県農林水産部 農地整備課 課長

◎略歴

- 2003年4月 農林水産省入省
- 2016年4月 新潟県農地部 参事
- 2019年4月 内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局 参事官補佐
- 2021年4月 農林水産省農村振興局 整備部 水資源課 設計課 課長補佐
- 2024年4月 熊本県農林水産部 むらづくり課長
- 2025年4月 熊本県農林水産部 農地整備課長



事例報告③

渡邊 国広 (わたなべ くにひろ)

国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所 所長

◎略歴

- 2008年7月 国土交通省国土技術政策研究所 河川研究部海岸研究室 任期付研究官
- 2009年4月 国土交通省国土技術政策研究所 河川研究部海岸研究室 研究官
- 2015年4月 国土交通省国土技術政策研究所 企画部企画課 建設専門官
- 2016年7月 国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室 課長補佐
- 2018年7月 国土交通省 国土技術政策研究所 河川研究部海岸研究室 主任研究官
- 2024年7月 国土交通省四国地方整備局 高知河川国道事務所長



事例報告④

岡田 清宏 (おかだ きよひろ)

パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土基盤事業本部 港湾部 技術課長

◎略歴

- 2009年3月 東北大学大学院 工学研究科 修士課程修了
- 2009年4月 九州支社 水工・環境部
- 2011年4月 東北支社 東北国土保全事業部
- 2017年10月 国土保全事業本部 港湾部 課長補佐
- 2023年10月 国土基盤事業本部 港湾部 技術課長





磯部 雅彦 全国海岸事業促進連合協議会 会長

皆さん、本日は、全国海岸事業促進連合協議会が主催する第29回海岸シンポジウムにご参加いただきまして、誠にありがとうございます。本日は、たくさんの皆さん、ウェブでご参加の皆さんも含めて、500人以上の方々が参加されているというふうに伺いました。どうもありがとうございます。

今日のテーマは「気候変動を踏まえた海岸保全対策」ということであります。

特にここにご参加の方々で都道府県の職員の方々を始めとして、新たな気候変動を踏まえた海岸保全基本方針に基づいて、それぞれの沿岸の海岸保全基本計画の改定を進められ、まさにその最終段階に入っているというところが多いと思います。その中には気候変動の影響を取り入れるというのが非常に大きな課題になってきているかと思えます。

この気候変動につきましては、日本で非常に深刻であるというふうに認識されていたのが1990年前後ぐらいでありますので、もう既に35年が経過し、まさに待ったなしの情勢になってきているということかと思えます。

私たち海岸事業にかかわる者としては、大きく分けた緩和策と適応策という気候変動対策の中でも、適応策に近いところを受け持つということになろうかと思えます。緩和策のほうでは、最近の話題として、COP30がブラジルで開かれましたけれども、その合意文書の取りまとめにはとても苦勞されたと報じられました。また、IMO、国際海事機関で、海運の分野についてゼロエミッションを目指した議案の採択を目指して、10月まで準備をしていたわけですが、これもやはり、いろいろな参加国の事情というのがあって制約があり、議案にかけられるのが1年延ばしになったというようなこともありました。緩和策のほうはなかなかいろいろな制約があって思うように進めることが難しいという状況であるかと思えます。

そういうことを含め考えますと、適応策を考える重要性が増しています。適応策においては、そもそも気候変動の将来予測が難しいという、そう

いう側面ありますし、また、今ご紹介したような国際的な社会の動きとしても、とても不確実な要素を含んでいる。そういうものを勘案しなければ適応策を適切に考えていけないという状況であります。

今日は、気候変動に関して、まずお二方、京都大学の森信人先生、それから気象庁の経田正幸先生にご講演をいただきます。気候変動の最新の知見について伺うことができるということでもあります。そして、それに引き続きまして事例報告ということで、東京都の佐藤賢治様、それから熊本県の大森直樹様、それから国交省の渡邊国広様、そしてパシフィックコンサルタンツの岡田清宏様、この4名の方々に適応策を中心としたような事例を報告いただくということになっています。これから海岸保全基本計画の仕上げ、そしてそれに引き続く、それに基づく海岸事業の促進ということに対して、大いに参考になるお話を伺えるのではないかと思います。講師の先生方、ぜひよろしくお願ひします。

また、聴講されている皆さん、長い時間ではあります、ぜひ最後までお聞きいただければ、主催者としてはこの上ない幸いです。

以上をもちまして開会の挨拶とさせていただきます。

海岸に関わる気候変動予測研究の動向

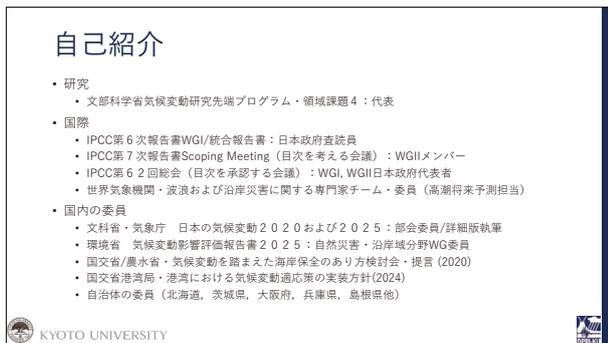
森 信人

京都大学 防災研究所 / 横浜国立大学 台風科学技術センター 教授

ご紹介いただき、ありがとうございます。京都大学防災研究所の森でございます。

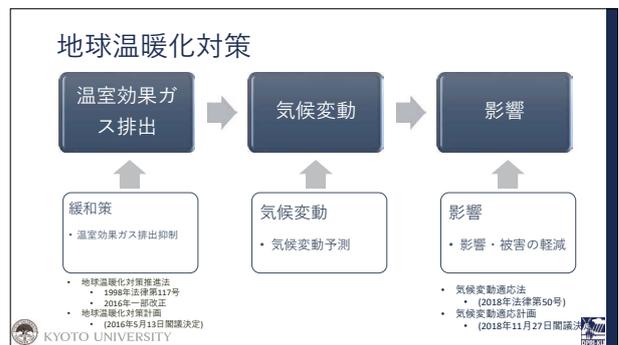


今日は、このようなシンポジウム、海岸シンポジウムにお招きいただき、ありがとうございました。ここにありますように、本日いらっしゃる皆さんは、気候変動を踏まえた海岸保全計画の見直しに関わっていらっしゃる方が多いと思いますが、そういう元データがどういうふうにならされてきたかというをご紹介しますと思います。よろしくお願いします。



いっぱい書いてありますが、これ、簡単な私の自己紹介ですけれども、これは何が言いたかったかというと、ここ20年弱、私は、IPCC、気候変動に関わる政府間枠組みから始まりまして、あと文科省、気象庁のレポート、あと環境省の影響評価のレポート等の作成に関わってまいりました。さらに、国交省・農水省の——今日大きな、どの話題でも出てくると思いますが——気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討会、並びに港湾局の適応策の実装方針の委員会にもメンバーとして関わらせていただいております。

私の専門は海岸工学なんですけれども、いろいろありまして、こういう形で気候変動に関わる分野で、最初から終わりに近いところを全体的に見てまいりましたので、今日は簡単にその知見を紹介させていただきたいと思います。よろしくお願いします。

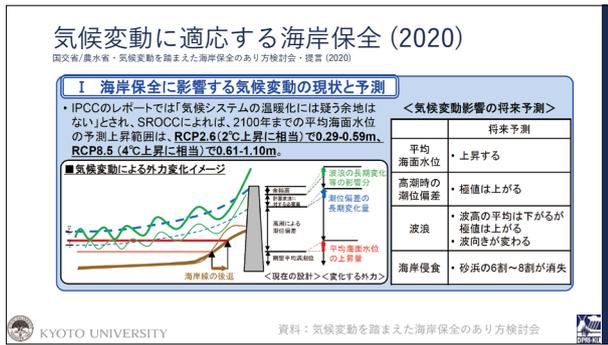


先ほど磯部会長からもございましたが、気候変動の、ここで言う地球温暖化の対策ですが、気候変動のまず予測というのが大事でして、これが将来どうなるかという描像を示していくわけです。

上がり過ぎるCO₂濃度や気温に対して、どう減らしていくか、影響をどう減らしていくかというのがいわゆる緩和策でして、これが皆さんご存じのとおり、温室効果ガスをどうというふうにならしていくか、特にCO₂ですけれども、CO₂をどう減らしていくかという問題になります。

一方で、温室効果ガスの排出削減というのは限界がありますので、残る温室効果ガス、排出削減できない分の影響が出てくると。それがいわゆる影響評価と呼ばれるものになります。影響評価では、特に海岸につきましては、どうというふうな海岸の保全に対して影響を与えるかというのを評価していくと。さらにこの先には、それをどうというふうになら減らすかというところで、適応策があるというような形になっております。

日本におきましては、2018年に気候変動適応法が施行されまして、これを踏まえて、後で出てきますが、海岸の分野でも気候変動に適応する海岸保全というのが5年前に打ち出されたというような背景になっております。



今日、同じような図が何度も出てくると思いますが、2020年に国交省・農水省の検討会で議論したのについて、非常に簡単に最初にご紹介したいと思います。

一つは、海岸保全に影響する気候変動の現状と影響というところで、基本的には3つの、物理的な量としては、水位についての物理的な量としては3つ変化があるだろうと。

一つは、平均海面が上がっていく。これがいわゆる海面上昇になります。

2番目が高潮ですね。特に高潮が起きるときの潮位偏差。天文潮位等を抜いた、純粋な高潮による水位上昇分というのの極値は上がるだろうと。

波浪につきましても、同様に極値は上がるだろうと。一方に、波浪については平均値は下がるだろうというような予測結果を基に、この提言ではまとめております。

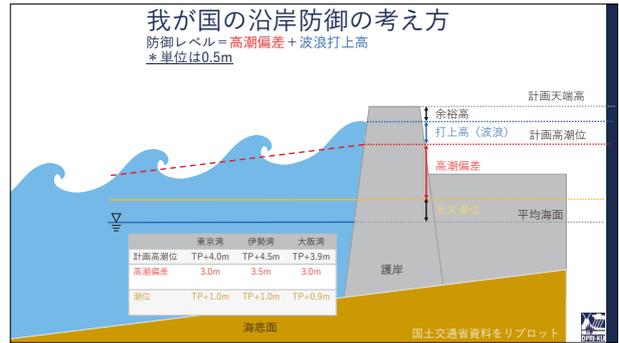
さらに、今日、私はあまり説明しませんが、海面上昇及び波浪の将来変化というのは、当然海岸、砂浜海岸に影響を与えますので、海岸侵食というものも加速するだろうというようなことがまとめられております。



さらにもう少し詳しいところでは、特に日本にとっては台風というのの影響は非常に大きいので、台風が将来どう変化するかということについても、ここでは非常に簡単にまとめております。

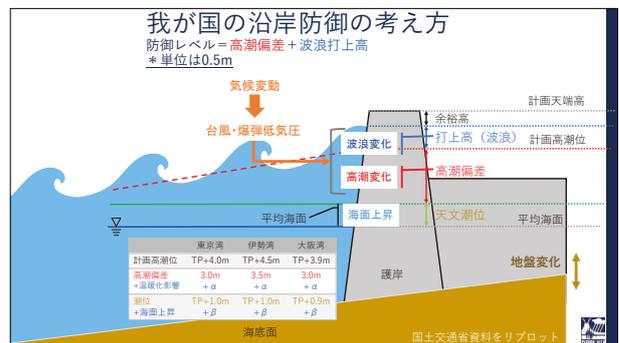
今日、私以外の発表でも何度も出てくると思いますが、ちょうどこの当時作った大規模アンサンブル気候予測データベース、d4PDFという日本の気候変動予測データを活用しまして、台風の中心気圧、これは将来少し下がるだろうということがまとめられております。

これ以外にもいろいろまとめられておりますが、非常に簡単に説明すると、こういう形になります。



我が国の沿岸防災、海岸保全の考え方ですが、これ現状ですけれども、皆さんご存じのとおり、平均海面がありまして、天文潮位があり、計画高潮位というのは、この天文潮位が朔望平均満潮になりますが、ついで天文潮位が加わり、それに高潮分の高潮偏差、さらに波浪分として打ち上げ高もしくは越波量というのが加算されるということになります。

これ、当然皆さんご存じのとおり、湾もしくは海岸、区分ごとに値がそれぞれ違うということになります。



気候変動によって何がかわるかというところですけれども、基本的には、日本の場合ですけれども、台風と特に冬の低気圧がこのあたりに大きな影響を及ぼすと。今のところ、冬の低気圧はあまり将来変化する割合は多くないというふうに思っておりますので、主に台風の変化が多くて、日本の場合は台風の変化が多くて、特に台風の強さの変化

というのは波浪と高潮に影響を及ぼすと。

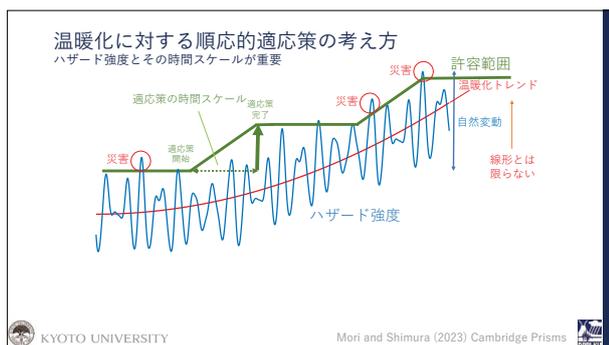
さらに、海面上昇ありますので平均海面そのものも上がるということで、三大湾だけではなくて、今日ここにいらっしゃる皆様、あと私以降の話題提供でも、これをどういうふうに各海岸で考えているか、考えていくかという議論に現在なっているということになります。



後で東京都のほうから佐藤部長がもう少し詳しく話されると思いますが、東京都の場合ですと、もう海岸保全計画の見直し自体が終わっておりまして、この後、整備計画に多分移っていくフェーズだと思いますが、どういうふうにごくどれくらい将来水位が上がっていくかというアセスメントが今完了しているというような状況かと思えます。当然この中に、海面上昇分がこの青い点線があって、その上に台風が強くなる影響、黒い点線があって、トータルの水位が上がっていくだろうというような予測を基に、海岸保全計画の見直しが東京都では完了しています。

ほかの都道府県でも今、皆様、やられているという最中かと思えます。

この海岸保全計画を見直していくところは影響評価というところで、さらにそれをどういうふうに整備計画に持っていくかということが適応策ということになります。海岸においてはそういう形かと思えます。



これ、私が勝手に描いた図ですが、ポイントとしましては、温暖化の進行に対して、できるだけ遅れなく適応策を完了させるというのが適応策では重要になってくるというふうに思います。これ横軸は、時間で、青い線が海の水位だと思っていただければいいと思います。緑色が堤防の高さをイメージしております。

現状でも、たまに強い台風が来ると、どこかで堤防の高さ、許容範囲を超えて災害が起きますが、気候変動が徐々に進行していく場合の、これイメージですけれども、この赤い線のようにゆっくり将来変化していくと、現状の許容範囲、堤防の高さでは対応できなくて、緑の線がずっとこのまま延長していくと非常に厳しい将来が待っているという概念図です。

一方で、皆さんご存じのとおり、仮に堤防をかさ上げするというふうにしても、そんな1日、2日でできるわけではありませんので、適応策を考えて、工事が完了するまでにはかなりの時間がかかるということになります。

なので、この図の言いたいところは、うまく予測情報を見ながら、ここまで適応策の検討を始めないと必要な時期に適応策が完了できない、非常に厳しくなった段階で適応策を開始しても、特に海岸保全の場合は、全然間に合わないという将来があるというようなことをイメージした図になります。

具体的には、じゃ、どういうふうにごく青い線、海の水位とかが変化していくかということを紹介したいと思います。

温暖化レベルと温暖化予測シナリオ

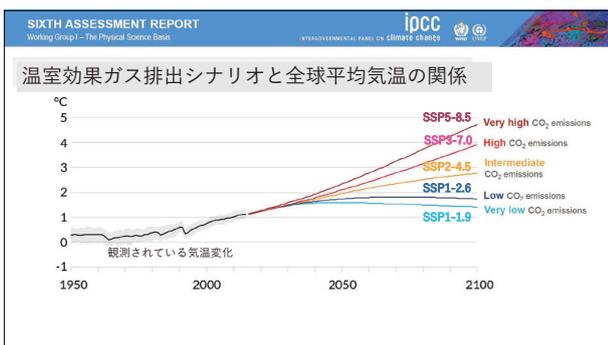
- 温暖化の進行の度合い（温暖化レベル）は、これからの温室効果ガスの排出予測（温室効果ガス排出シナリオ）に依存
- **2度上昇シナリオ (SSP126/RCP2.6)**
 - 世界平均気温が、工業化以前と比べて0.9~2.3° C (20世紀末と比べて0.3~1.7° C) 上昇する可能性の高いシナリオ。
 - ➡ パリ協定の2° C目標が達成に相当。
 - ➡ 日本の（当面の）適応策の目標、おそらく実現は難しい？
- **4度上昇シナリオ (SSP585/RCP8.5)**
 - 21世紀末の世界平均気温が、工業化以前と比べて3.2~5.4° C (20世紀末と比べて2.6~4.8° C) 上昇する可能性の高いシナリオ。
 - ➡ 現時点を越える追加的な緩和策を取らなかった世界であり得る気候の状態に相当。

※ 20世紀末：1986~2005年の平均、21世紀末：2081~2100年の平均

その前に、温暖化の基本的な話を簡単にさせていただきますが、基本的には今、日本が取っている緩和策・適応策の目標は2度ということになっております。パリ協定は1.5度ですけれども、基本的な日本のシナリオ、ターゲットシナリオ、2度上昇になります。表記としてはSSP126とかRCP2.6

という表記になっています。このあたりのSSP126とかRCP2.6という表記は2度シナリオというのを意味しております。

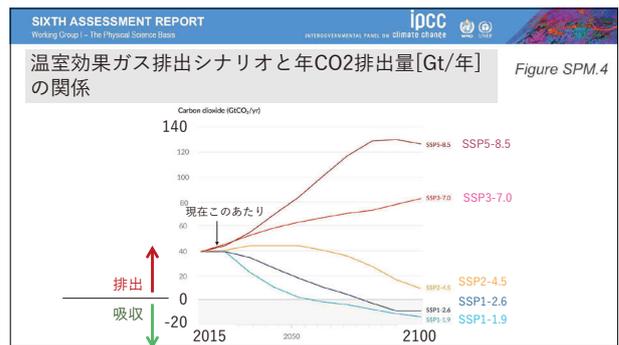
一方、現実的ではないというふうに今言われていますが、今のまま排出を続けていくと2度では収まらなくて、4度というシナリオも当然考えられておまして、これについて、日本の予測、影響評価コミュニティではこの2つをベースに、これまで議論してきました。



この2度とか4度というシナリオはどういう意味を持つかということですが、これ、地球全体の平均気温の観測と将来の予測になります。この前半が観測されている地球全体の平均気温になります。2020年以降の色のついた部分が将来の予測になります。

異なる色が異なる将来であり、温室効果ガスの削減を頑張った場合が、大体このSSP126、119と呼ばれる2度シナリオ、1.5度シナリオになります。なので、2度シナリオを実現するためには、もうそろそろ、直ちに温室効果ガスを削減始めて、2040年から50年にはもう一定にしないとイケないと。これ基本なので、基本を一定にするってことは、排出量をもう固定しないとイケないということになります。後で出てきますが。あと、4度シナリオぐらい、3度、4度というハイエンドシナリオになると、このままずっと線形に上がっていくということになります。

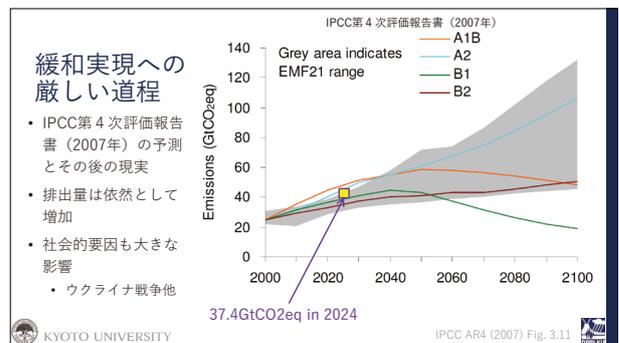
この実はカーブは結構重要でして、今日、私の最後のほうに出てきますが、どのシナリオを取るかということによって地球の平均気温が変わります。平均気温のこのカーブは何を意味するかっていうと、シンプルに言うと、台風の強度にかなり強く関係します。どのシナリオを取るかは、台風の強度がどこぐらいでピークを迎えるかということと関係します。



同じ図を温室効果ガスの排出シナリオで書き直したのがこれになります。同じような図なんですが、縦軸が排出で、ゼロよりプラスが排出、ゼロよりマイナスが吸収です。CO₂の吸収になります。

2度シナリオと先ほど紹介していたSSP126の場合は、直ちに削減を始めて、もうずっと削減していったら、2070年、80年にはマイナスなので、吸収に持っていけないといけないということになります。考えていただければ分かりますが、やっぱり削減も大変ですが、吸収にいくってのはさらに大変というシナリオが2度になります。

何もしないシナリオだと、このまま出し続けるようなシナリオが、この辺の4度、4度弱というシナリオになります。



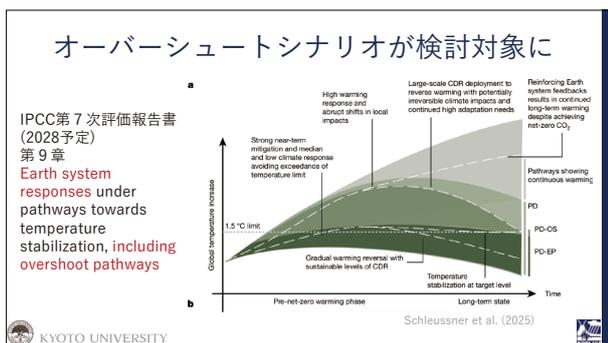
現実はどうかということですが、この図は、似たような図なんですが、2020年に作られた図ですが、その当時の予測の図になります。縦軸は先ほどと一緒にCO₂の排出量になります。

この当時、25年ほど前に作られた図では、何本かやっぱり将来の排出シナリオがありまして、先ほど紹介したような3度とか4度のシナリオがこの水色の線になります。削減シナリオが緑になっていくわけですが、25年、24年かな、24年たった去年のCO₂の排出量は約37ギガトンCO₂、等価CO₂ですので、世界全体ですけれども、この二十数年前に作ったシナリオのほぼ一番上のほうにい

ということになります。

なので、言えることは、頑張っ、日本をはじめ、頑張っCO₂を削減ずっとしているんですけども、それでも結局トータルとしては、依然として過去の予測のかなり上のほうに今現実が位置しているということになります。

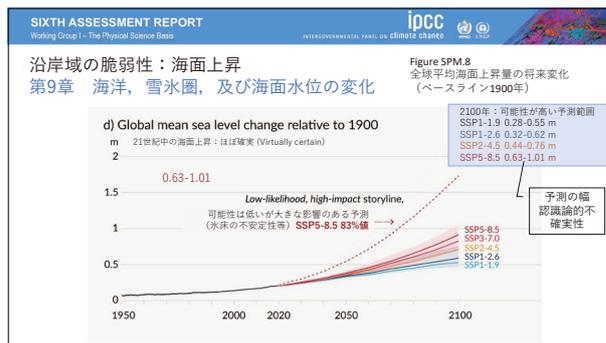
こういう現実を踏まえて、先ほど磯部先生からもありましたが、先週のCOPでもなかなか緩和が進まなくて、政府間の合意も取れないという現実がここ数年浮き上がってまいりました。



そこで今、IPCCでは、議論しているのは、オーバーシュートシナリオというものが議論されています。

ちょっとややこしい図ですが、簡単に言いますと、2度目標は維持すると、だけど、それは今世紀の中頃には達成できないだろうというものです。達成する目標は、世紀末、2100年ぐらいに2度目標が達成できるように頑張るんだけど、一時的には2度を超えた状況も考えざるを得ないと。その後、頑張っ削減して、2100年に向かって2度に下げていくという。一時的に2度を超えて3度ぐらいまでいくのはやむを得ないというのがオーバーシュートシナリオというふうになります。

これがかなり今現実的に議論し始められているというのが研究コミュニティの状況になります。2度という目標はキープしていくべきだと思うんですが、これを先ほどの今世紀半ばに達成するという目標は厳しくなりつつあるということで、こういうオーバーシュートシナリオというのが研究では議論されてきているというのが現実的になります。



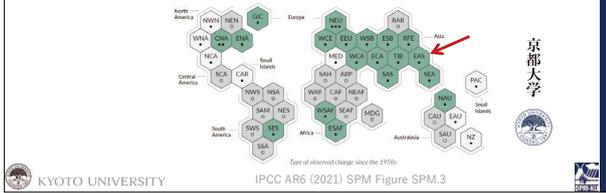
国の政策としては、現状では2度で海岸保全計画は考えてくださいというふうになっておりますが、今日は2度と4度の将来はどういうことを海岸のエリアに影響を及ぼすかというところを、簡単に紹介したいと思います。

海岸保全計画の見直しで何度も見られていると思いますが、これは全地球の平均海面水位の変化になります。いわゆる海面上昇の将来変化になります。先ほどと同じように、水色、青が2度シナリオでして、赤系が4度シナリオになります。

2度のシナリオでも今世紀末には40センチから50センチ、4度だと平均で80センチ、プラスマイナス20センチ以上の不確実性を持ちながら将来上がっていくと。海面上昇につきましては、どのシナリオでも、ほぼ一定に上がっているということが分かると思います。やっぱり大気の暖まり方と海の暖まり方は時間のスケールが違いますので、海のほうがゆっくり暖まる分だけゆっくり上がっていくというような特性を持っています。

先ほどの気温の図ですとこういうふうになっていなくて、気温の場合は2度シナリオでCO₂の排出を安定化させた、一定になった状況、大気中のCO₂が一定なった状況で気温もほぼ一定化するんですが、海面のほうはこうなってなくて、2度で一定化させてもずっとゆっくり上がっていきます。このピークは大体2200年から2300年ぐらいです。海面は二、三百年ずっと上がり続けますので、海面上昇の上がり方と気温の上がり方、もしくは台風の強度の上がり方は、1対1にならないというのが重要な点です

日本の予測は日本で実施する必要がある



じゃ、こういう全球、地球全体のことをどういうふうに関心を持って日本に持ってくるかというのが次のポイントでして、我々もこれについて研究開発を進めてまいりました。

これ、IPCCの図で、ちょっと分かりづらいですが、世界の地図でして、IPCCでは、このEAS、ここにあるのが東アジアですので、日本・韓国・中国を一くくりにした評価になっています。IPCCの評価ではこれが一番細かいスケールの評価になるということで、レポートとしては非常に包括的で世界全体の様子が分かるわけですが、日本はどうすればいいのかっていうと、このスケールまでは議論しないというのがIPCCのスタンスになります。

日本の気候変動2025

詳細編

- ・第7章 熱帯低気圧
- ・第9章 海面水位
- ・第10章 高潮・高波



京都大学 KYOTO UNIVERSITY

なので、重要になるのは日本のための予測は日本でつくらないといけないということで、これは後で気象庁の経田室長から中身は紹介あると思いますが、日本では、文科省と気象庁が共同で、こういう日本の気候変動レポートというのを5年置きに作っております。2025年レポートが今年の3月に出ておまして、海岸保全に関わる場所としては7章、9章、10章という章になります。私自身も10章には大分関わってまいりました。

こういうレポートが、皆さん、インターネットですぐ見られますが、どう作られているかというのはあまりご存じじゃないと思いますので、簡単に紹介したいというふうに思います。

気候変動情報更新のサイクル

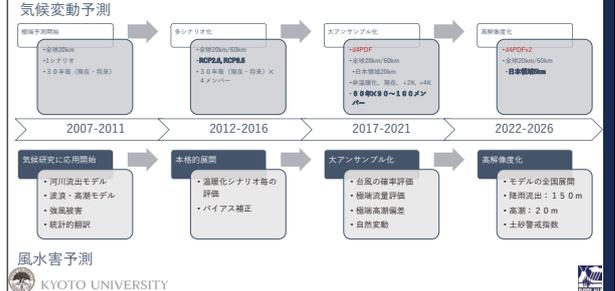


先ほどありましたように、IPCCというのは大体7年から8年に1回レポートを出していきます、この一番上のオレンジ色です。

こういう日本の気候変動のレポートの中のコンテンツ、どこの気温がどれくらい、何県の気温がどれくらい上がるかとか、海面上昇が日本海側で何センチとか、そういうものにつきましては、基本的には気象庁内部の活動と、それに加えて、文部科学省が5年ごとにアップデートしてきました気候変動の予測研究プログラムというものがござります。これがかなり深くリンクして、日本の気候変動のレポートと付随するデータセットをサポートしてまいりました。

現在今動いているのは気候変動予測先端研究プログラム、通称「先端プログラム」というものでして、私が影響評価代表を務めておりますが、こういう5年ごとの研究プログラムを通じて様々なデータと知見を蓄積してまいりました。

日本の気候変動研究の進展・深化



専門的で、かつ字が小さいので、簡単に説明いたしますが、これ、2002年スタートでして、今、第5フェーズで先端プロというのが動いております。

海岸保全に関わる場所で、非常に簡単に説明いたしますと、最初のほうの2010年前後まではあまり、こういう海岸保全基本計画に使えるようなデータというのはほとんど存在しておりませんでした。しかし、2017年から21年のフェーズのとこ

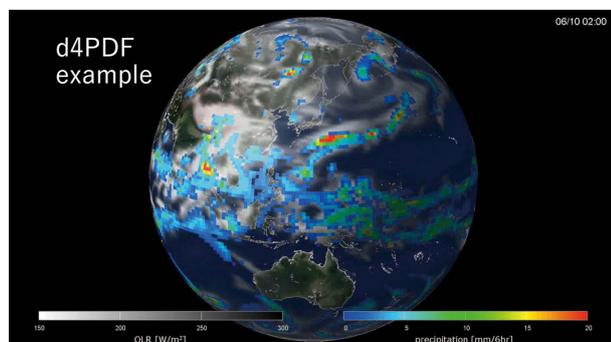
ろで、あと、先ほども紹介しましたが、d4PDFという、大アンサンブルデータというのを作成しました。これがかなり大きな変化点でして、これによって、後で紹介しますが、台風もしくは高潮のような極端な現象がようやく日本スケールで評価できるようになったということになります。

2022年からの今の先端プロというフェーズでは何をやっているかっていうと、さらに、今日はご紹介できませんが、高解像度化と、あと、10年ごとの変化が分かるような新しいデータセット、d4PDFバージョン2というのを作って、今作っている最中ですが、完了したら公開していくというようなフェーズになります。

なので、5年ごとにモデルが細かくなったりアンサンブルが増えたりして、海岸保全基本計画に使えるようなデータが徐々にできてきてきたというような経緯がございます。ここに至るまでは、ほぼ20年間かかっております。研究コミュニティとしては非常に頑張って、風水害の予測まで持ってきたということになります。



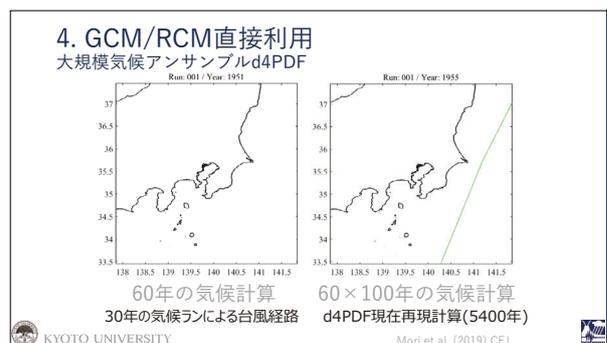
具体的に、どのような予測が得られているかというのを簡単に紹介したいと思います。



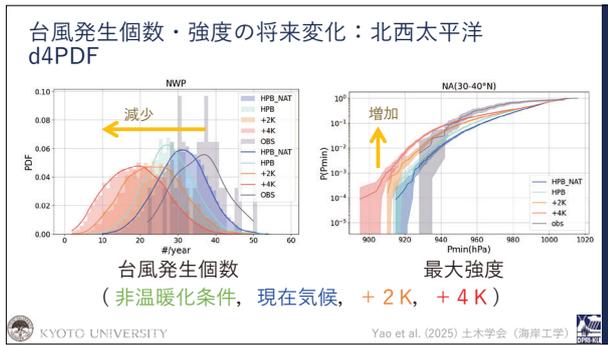
これが先ほどからご紹介している d4PDF というデータセットですが、これは、地球全体を解くモデル、全球モデルというものと、あと日本の周りだけを解く、ダウンスケーリングした日本領域モ

デルという、2つが同時に動いております。これを60年を1回として、これを90回から100回、同じ条件で繰り返すことによってデータ量を増やすというようなことを行ってまいりました。

これ、模式的に表すとこういうアニメーションになりますが、日本周りは、全球モデルだけだと粗いので、今、ズームインした細かいメッシュの結果が見えていると思いますが、こういう日々の天気予報みたいなものを長期間積分することによって、気候の将来予測が見えるようになるというようなものになります。今、水平解像度60キロ、20キロ、5キロのダウンスケーリングの結果を見ていると思いますが、5キロぐらいまで落としてくると、もう線状降水帯みたいなものが見えて、かなりリアルなシミュレーションになっているというのが分かると思います。



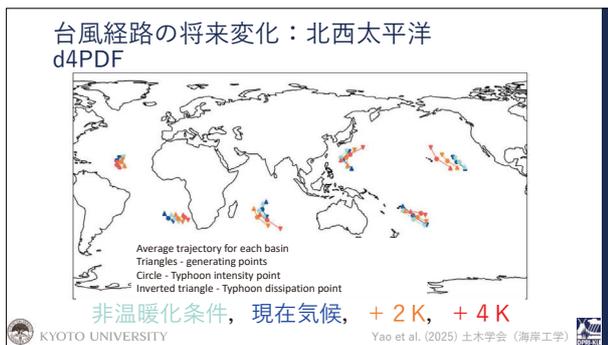
こういう大規模アンサンブルデータセット、d4PDFを使うと何がいいかっていうことですが、60年1回の計算では、東京湾の辺りを見ていただくと分かると思いますが、東京湾の上を通過するモデル上の台風は4つか、3つか4つぐらいしかありませんので、これで極端な高潮の評価をしましょうといっても、ほぼできないということになります。それで、我々はd4PDFを作るときに、これを90回から100回、同じ条件で繰り返すことによって、今見ていただいているように、ある特定の湾を通過する、シミュレーション上の台風ですけれども、十分なサンプルを得られるようにしたというのがこのデータセットの大きいところになります。なので、このデータセット使うことによって、極端な現象の強さと頻度、どういう強さの台風が何%来て、何割、年何個の割合で来て、それが将来どうなるかというような評価ができるようになったというのが大変大きなところかなというふうに思います。



これ、一例ですけれども、北西太平洋。東アジア全体を見ると、台風の発生個数が左、右が中心気圧を書いたものになります。

ちょっと分かりにくいですが、黒が観測で、青が温暖化が起きていないと仮定した今の気候条件、緑が今の気候条件で、オレンジ色が2度、赤が4度というふうになっています。見ていただくと分かるように、今の気候条件に対して温暖化が進んだ、2度、4度と進むと左にシフトしていますので、台風の発生個数はどんどん減っていくと。一方で、現時点でもし温暖化の効果がないというふうなシミュレーションすると増えるということで、基本的には温度に依存して台風の発生個数はかなり変化すると、減るということが分かります。

中心気圧のほうは逆でして、例えば920ヘクトパスカルを見ると、これ、 10^{-4} とかなので、1万個に1個ぐらいしか、この領域では、現在気候、緑色は発生しないわけですが、2度、4度というふうに、数倍から10倍ずつ確率が上がっていきますので、非常に強い台風の発生頻度は上がるということで、両方、プラスとマイナスの影響がありまして、台風の発生個数を減るんだけど強さは上がるというようなことが、温暖化の気温に応じて生じるということが分かってまいりました。

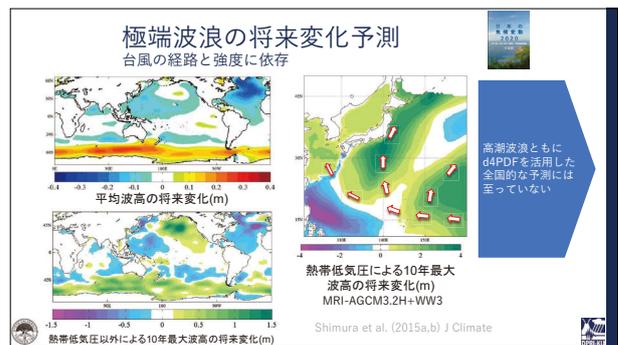


この一部は海岸基本計画に、今いろんなところで入れられているというふうに思っております。

一方で、あまり今議論されていないのは経路の変化になります。

これ、分かりにくいですが、台風の発生とか発達的位置がどうなるかというような我々の予測になります。アメリカは西海岸のほうの方が分かりやすいので紹介しますと、現在が緑で、2度がだいたい色、赤が4度ですので、温暖化の影響が進むにつれて、アメリカ西海岸だと北西のほうに進んでいく。北にシフトするとともに、太平洋の真中のほうにシフトしていくというようなのが平均経路の予測になっています。日本周りは、北上とともに、東側にシフトするというような結果が出ております。

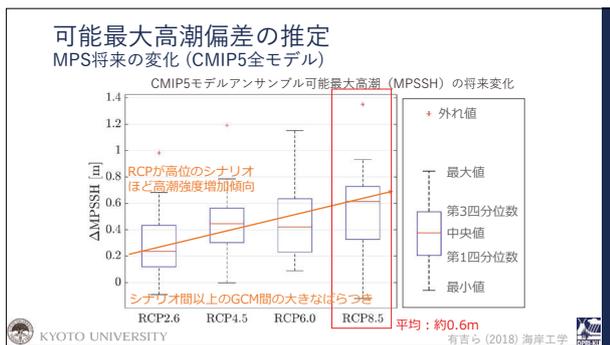
まだここは研究を進める必要がありますが、強さだけでなく経路の変化も起きてくるだろうというような予測になっております。



同様に、こういう結果を用いて、我々は波浪の将来予測というのを行ってまいりました。

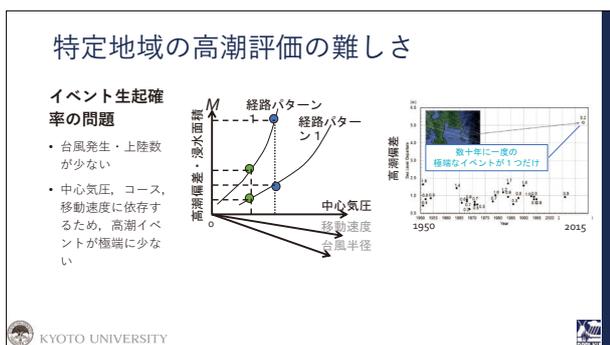
時間の関係上、非常に簡単に紹介いたしますが、左上が年平均波高の将来変化になります。赤系が増えるほう、青系が減る傾向です。この結果は、前の2020とそのレポート、データセットに載っておりますが、基本的には、日本周りは水色ですので減るということで、平均波高が減ります。量的には5%から10%ぐらいですけれども、減るというような予測になっています。

一方で、この真ん中辺りの、この図ですが、緑色が増えるところでして、これは10年に1回の極端な波高の将来変化ですが、ここは数メートル単位、1メートルから3メートルぐらい増えるだろうというような結果になっております。この要因はほぼ台風依存ということで、先ほどお見せしたような将来の強い台風が増えることによって、特に太平洋側で極端な波高の増加が予測されているというのが我々の結果になっております。



一方で、高潮のほうも並行して進めていまして、これ、大阪湾の例ですが、大阪湾の将来の高潮の偏差がどれくらい増えるかって増分量だけ見ても、一番左が2度、一番右が4度になります。大体温室効果ガスの排出量に従って20センチぐらいから60センチぐらいまで、大阪湾の場合ですと、将来の高潮偏差が増えるという結果になります。

20センチから60センチというのは、想定される日本の海面上昇量の6割から7割ぐらいを占めます。なので、海面上昇だけでは足りなくて、高潮の偏差を考慮すると海面上昇掛ける1.6倍ぐらい見ないと対応できないというような結果です。当然シナリオ依存しますので、どういう温室効果ガス、2度なのか4度なのかで倍・半分変わるといような結果になっております。

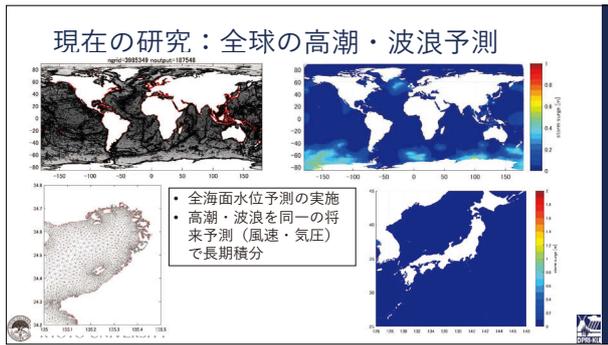


こういう形でやってきましたが、高潮の将来予測というのはやっぱり一番難しいというのが我々の研究ベースでの印象になっております。これはどういう、なぜかといいますと、説明変数が多いということです。高潮が生じるためには、極端な高潮が生じるためには、例えば東京湾だったらAというあるコースが決まっていますので、それに従う台風が来ないといけないと。さらに、ある高潮、極端な高潮を起こしそうなコースに強い台風が来て、かつ速い台風、移動速度が速い台風というの

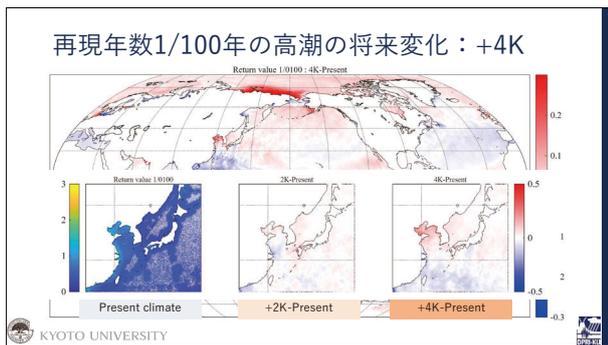
が高潮を起こしますので、その3つの条件を満たさないといけません。さらに、台風の大きさ、半径も結構高潮の偏差に影響及ぼしますので、説明変数が非常に多いですから、ある場所の高潮の評価を確率的にやるというのはかなり難しいということになっています。

結果としまして、現状として多くの自治体では、幾つか高潮の現状、現在と将来の変化を推算するときに、ここで言う1型、シナリオ型、過去の台風に対して中心気圧を強くして、どういうふうな変化が起きるかというようなシナリオ型のアプローチが非常に多いかなと思います。これは現実的には一番やりやすいアプローチで、しょうがないかなと個人的には思っています。一方で、先ほど紹介した我々が作っているd4PDFみたいなデータセットをそのまま使うというのが一番直接的ですし、また、ほかの幾つかのアプローチもありますが、一長一短あるわけです。しかし、現状の一番上のシナリオ型だけというのは、気候が持つ複雑なシステムの中のごく一部だけを見ているので、足りないかなというふうに思っています。

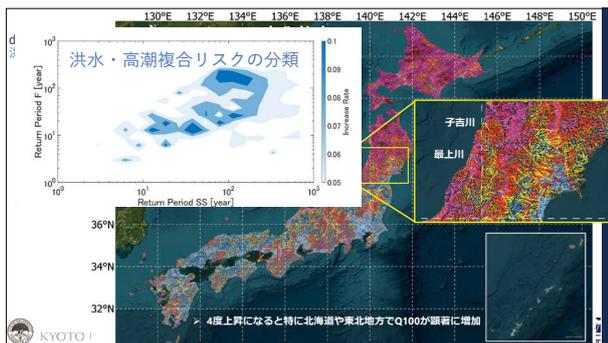
特に高潮については確率評価ができていないという現状があります。L1、L2というのが、L2は水防法で今検討されていると思いますが、L1、100年に1回の高潮とか、その間のシナリオとか全然ありませんので、今後、どういうふうに気候情報・気象情報を取り入れて高潮の確率評価をしていくかというのが我々研究者側での課題でもありますし、できるだけそういう知見を自治体・国の方に提供して、使っていただくかというようなことを今考えているということになります。



今、我々は何をやっているかっていうところですが、一つは、先ほどからアプローチが足りないんじゃないかというようなことを勝手に言っていますが、言うだけではまずいですので、実際、我々は今、地球全体の高潮と波浪を長期間シミュレーションし、日本だけでなく、アジア太平洋の高潮と波浪の将来変化の確率と強度を、両方予測できるようなシミュレーションというのを行っている最中です。



一例ですけれども、100年に1度の高潮は、4度の将来暖かい条件でどうなるかというようなシミュレーションの結果です。できたばかりなのであまり精査していませんが、基本的には、北半球の30度より北側の中緯度では増えると、赤道域では減るといったような結果が出ておまして、まとめ次第、どんどん公表していきたいというふうに思います。



同じような解析は、実は我々の研究チームでは河川とか土砂災害でもやっています、これは河川の一例ですけれども、4℃の将来の気候条件では、河川一本一本の将来変化を解くと、大体、東北から北海道に向かって将来の変化が得られていて、こういう高潮と合わせていくと、河口域の高潮と洪水の複合氾濫のリスクとか、そういうのが評価できるんじゃないかということで、今解析を進めているということになります。

海岸保全に必要な気候情報：現在

予測レポート	予測データ
<ul style="list-style-type: none"> 海面上昇 ↑ <ul style="list-style-type: none"> IPCC AR6 台風 ↑ ・ 低気圧 → <ul style="list-style-type: none"> 日本の気候変動2025 高潮 ↑ <ul style="list-style-type: none"> 日本の気候変動2025 波浪 ↑ <ul style="list-style-type: none"> 日本の気候変動2025 	<ul style="list-style-type: none"> IPCC AR6 気候変動データ2022 (なし) 気候変動データ2022 (平均のみ)

KYOTO UNIVERSITY

現在、こういう状況をまとめてみますと、今、海岸保全計画の見直しで皆さん苦勞されていると思いますが、レポートベースでは、台風、高潮、波浪というのは、海面上昇も含めて、大体レポートはそろっていると。

一方でデータそのものは、海面上昇はIPCCのデータを拾ってくる。それ以外は、台風は気候変動データ2022、特にd4PDF、これ入っていますが、ありますが、ほかが多分ほとんどなくて、皆さん独自で計算されているというようなのが現状かなと思います。

海岸保全に必要な気候情報：今後

予測レポート	予測データ
<ul style="list-style-type: none"> 海面上昇 ↑ <ul style="list-style-type: none"> IPCC AR7 台風 ↑ ・ 低気圧 <ul style="list-style-type: none"> 日本の気候変動2030 高潮 ↑ <ul style="list-style-type: none"> 日本の気候変動2030 波浪 ↑ <ul style="list-style-type: none"> 日本の気候変動2030 	<ul style="list-style-type: none"> IPCC AR7 気候変動データ20XX 気候変動データ20XX 気候変動データ20XX

KYOTO UNIVERSITY

我々としては、これを2030年までに、台風、高潮、波浪について、日本全国のマッピングをちゃんとして、皆様が自由に使えるようなデータにして、公開していきたいというようなことを考えております。2030年を目標に今やっているということになります。

まとめ：海岸保全と気候変動

気候変動予測

海岸保全に必要な外力の予測が進展中

- 平均海面
 - 継続的に上昇（既に検知）
- 高潮
 - 台風依存するが海面上昇量に近い量で将来増加の予測
- 波浪
 - 平均波高は低下するが極端波高は増加の予測
- 地盤変化

研究の展望

- 高度な予測情報の創出
 - 極端現象、10年毎の変化の予測
 - 台風、全海面水位（海面+高潮+波浪）
 - 高潮の確率評価
 - 全国DB、バイアス補正
- 影響評価から具体的な適応策へ
 - 業上げ以外のオプション
- その他
 - 行政と研究コミュニティの連携
 - 海岸保全計画見直しでは、文科省プログラムは、行政（水防海岸室・港奥局、国総研、港空研）とは定期的に意見交換を進めてきた、世界でもレアケース



51

そろそろ時間が来ましたので、まとめたいと思いますが、海岸保全と気候変動について非常に簡単に今日ちょっと紹介しました。基本的には、平均海面は継続的に上昇していきまますし、これからも止まることなく上昇していくと。もうこれ自体は既に、後で経田室長からあると思います、既に検知されているような現状、観測されているということになります。

台風と波浪については、まだ検出はされておりませんが、将来予測ははっきり増加するということが分かっている。波浪については、ただ、平均波高は減るだろうというようなことがあります。

研究としましては、2度と4度っていうの分かっているの、間の10年ごとの変化はどうなっているんだとか、先ほど紹介したような日本全体のマッピングというのがないので、そのあたりをやっていききたいというふうに考えております。

さらに、研究成果をちゃんと皆さんに使っていただけるように、行政の皆さんとコミュニケーションを取って、できるだけ研究成果を実務に使っていただけるようなことを進めていきたいと思っています。

もう一つ重要なのは、こういう影響が分かってきた後にどういうふうに適応策、皆様の場合だと海岸整備計画に、どう反映するかというのが次のステップかなと思います。

今取りあえず、かさ上げ高の将来変化というのをいろんな都道府県で議論されていると思いますが、適応策で、かさ上げだけというのは多分あり得なくて、かさ上げ以外のいろんなオプションを提示して、できるだけコストエフェクティブに、かつ手戻りがない適応策をどうつくるかっていうのが多分海岸工学としては必要だというふうに思いますので、かさ上げ以外のオプションが何があるかというのを、ぜひ皆さんと共に検討できればなと

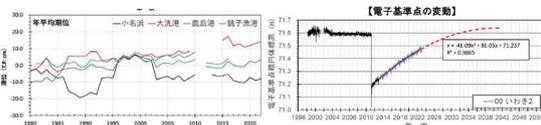
いうふうに思います。

まとめ：長期的観測の重要性

気候変動に適応する海岸保全 (2020)

国土交通省・農水省・気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討会・提言 (2020)

- IV 今後5～10年の間に
着手・実施すべき事項
- 調査や海岸地形等のモニタリングやその結果予測、さらに影響評価、適応といった、海岸保全における気候変動の予測・影響評価、適応サイクルを定めて、継続的に実施する体制の構築。
 - 地域の状況の把握変化について、迅速に適切な経路や利用の観点も含め、定量的かつわかりやすく地域に情報提供するとともに、地域住民や関係機関等とも連携して取り組む体制の構築。



茨城沿岸計画外力・高潮浸水想定検討委員会 (第2回)

最後、まとめです。もう一つ、保全計画立てる中でかなり問題になっていると個人的に思いますのは、地盤変化が大きい問題かと思っています。特に日本の、これ、茨城県の例ですけれども、地震等が起きますと平均地盤がんと落ちたり上がったりにまして、これが海面上昇の観測をかなり分かりにくくするというところがあります。なので、やっぱり地盤データと海面上昇のデータをセットで整備しないと非常に分かりにくいデータになりますので、このあたりは各都道府県もしくは海岸4省庁の皆様頑張っていたらきたいというふうに思います。

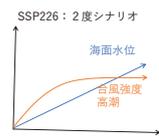
まとめ：考え方の変化

これまで

- 高潮は殆どが既往最大
- シナリオベース (伊勢湾台風等)

これから (経年的見直し)

- 高潮の確率評価
- 観測データ+気候データ
 - シナリオ不確実性
 - 気候予測不確実性
- 気候研究との連動
 - 気候変動の時間スケールの把握
 - 例) 気温(台風・高潮)と海面上昇の時間変化
 - オーバーシュートシナリオ等2度以上の目標
- 日本に適した沿岸の適応策
 - 例) 越え高を下げる工法



最後、これまでは、海岸基本計画では既往最大とかシナリオベースでやってきたと思いますが、今後は確率評価に進んでいくということが一つ、気候変動のデータを使うことによって、あると思います。

またさらに、最初のほうに紹介しましたが、2度目標達成というのはなかなか現時点で苦しくなっていてまいりましたので、一時的に2度を超えて3度ぐらいまでいくオーバーシュートシナリオというのも研究では考えていけないというふうになります。

さらに、2度目標ベースでも、台風・高潮の将来変化と海面上昇の変化の、こういう時間カーブ

というのは大分違いますので、それぞれの特性に合ったカーブをちゃんとつくっていくというのが大事かなというふうに思っております。

私からは以上で終わりたいと思います。ありがとうございました。

—— 質疑応答 ——

質問者 先生、ありがとうございました。国交省の海岸室長のトダでございます。

特に最後のところなんですけれども、分かりにくいというか、見通しが立ちにくいものだからこそ、今年度末までに計画を見直そうということは言っているものの、外力を確定的にさせる、あるいは計画を確定的、計画というか整備メニューを確定的にさせるよりも、少しそういう先の見通しが不確定だという前提の計画というんですかね、何か整備メニューの考え方というのか、そういうのにしたほうがいいんじゃないかなって個人的には思っているんです。過去のように既往最大あるいは被災がはっきりしたところでの計画の立て方とは違って、今後はどう動いていくか分からないということを少しにらんだ計画にしてもいいんじゃないかなと個人的に思っているんですけれども、どうお考えになるかをお聞かせいただけるとありがたいと思います。

森信人氏 ありがとうございます。

まさに私もそう思っております。

国土交通省ができるのかどうか分かりませんが、研究ベースではやっぱり、まず、いろんな不確実性ですね。2度なのか3度なのか4度なのかっていう、将来のシナリオがそもそも確定的ではないですし、同じ2度の将来って決めても、そこにははっきりと幅がありますので、平均的な2度でいいのか、それともちょっと安全を見た上のほうの2度の確率がいいのかとか、コストで考えると下のほうがいいのかという、いろんなバリエーションがありますので、少なくとも外力については、設計する上では非常に難しいと思いますが、幅を当然持たせるってのが大事で、その幅をどこで吸収するかっていうのは、やっぱり皆さんのお知恵が大事で、例えば、アップグレードができるだけ簡単にできる何か構造物とかシステムを考えてあげて、そういう外力のばらつきをどこかで吸収するというような仕組みを考えていくというのが大事かなと思います。

私もその意見に同意いたします。

質問者 ありがとうございました。

多分、そういうことをやっていくうちに、海岸の保全施設の考え方も少し変えたほうがいいんじゃないかなと個人的に思っています。これまでは、保全施設造ったら、そこで完全にL1対応を守るんだって言っていたんですけれども、L1に揺らぎがある、揺らぎがあるって言っているかどうか分からないんですけれども、今後不確定なんであるならば、どこまで守るのかという考え方を、少し柔軟にしたほうが多分整備メニューのバリエーションが広がって、そのほうが手戻りが少なくなるんじゃないかなという気がします。

一方で、今いろんなリスク評価、L2をやり出してから、出してから、沿岸でL2は、特に激しいところからは、少し人口の重心が沿岸部から内陸部に動いているようなところもあり、そういう人口動態も含めながら考えてもいいんじゃないかなんてことは個人的に考えていますので、またご指導いただければありがたいと思います。よろしくお願ひします。ありがとうございました。

日本の気候変動に関する最新動向

経田 正幸

気象庁 大気海洋部 気象リスク対策課 気候変動対策推進室 室長

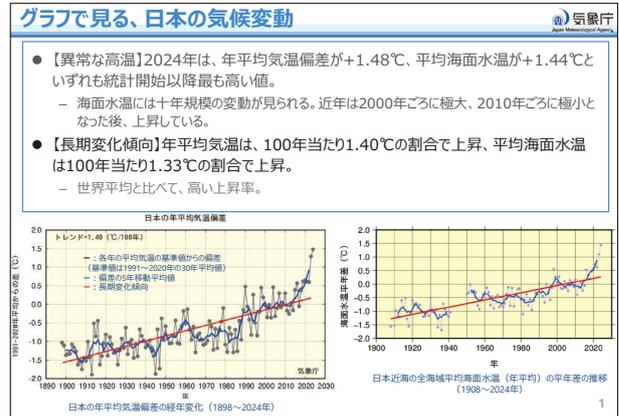
皆さん、こんにちは。私、気象庁にて気候変動業務の計画の立案と推進を担当する部署である気候変動対策推進室にて室長を務めております経田と申します。今日はこのような機会にお招きいただきましてありがとうございます。どうぞよろしく申し上げます。



私からは、本日のテーマ「気候変動を踏まえた海岸保全対策」の前半に関するところで、「日本の気候変動に関する最新動向」と題しまして、対策のための気候変動情報、特に日本の状況についてお話しさせていただきます。

話の流れとしましては、最初に、日本の気候変動の知見の収集や発信が、どうなっているかをご案内させていただき、その後、最新の知見を、グラフを用いながら紹介させていただきます。最後に、気象庁が気候変動対策への一層の貢献を目指して、情報の発信や将来の姿、また、その実現に向けた取組を紹介させていただきます。

本題に入る前に、地球温暖化がどれくらい進んでいるのかと、海岸の保全での対応を概観するためのスライドを2つ用意してきましたので、それぞれ紹介させていただきます。



ここには日本の気候変動を見るための図を2つ持ってきました。

気象庁で観測結果に基づいて解析した結果を図示したもので、左側が日本の平均気温、右側が日本の近海の海面水温の値になっています。

左側の日本の気温の推移は、どこかで必ず皆さんは1度は見たことがあると思っておりますが、私、気象庁の職員がお話ししていますので、少し小ネタも挟みながら一緒にグラフを見ていきたいと思います。

まず、気候というのはある程度長い期間の平均状態を表します。ここでは、長期間にわたる温室効果ガスの増加による変化を見るために、横軸を100年以上と長く取ったグラフでして、点は1年の気温を表します。気温は毎日毎日観測しているのですが、その1年間の結果が1つの点で表されていることとなります。

気候は常に一定ではありません。これは皆さんの実感のとおりだと思います。グラフでみられるように変動しています。長期的に見て、この100年以上にわたって見てみますと、気温は上昇していると、地球温暖化が進行してきたということが見て取れます。赤色直線として補助線を引いてありますが、こちらで傾きを見ますと、100年当たり1.40度上昇となります。

日本の気温を求める際に、計算に用いる地点の選定で工夫をしています。

まず、気温には自然の揺らぎがある中で、地球温暖化の進行を長期的に見てどの程度上がって

るかに関する、先ほど示した数字を求める際には、都市化による影響の比較的小さい国内地点を選んでいます。また、できるだけ長期間から傾向を見いだすために、1898年から観測を継続している地点、あとは、特定の地域に偏らないように地点を選んでいるということになります。

地域の計画を立てる際には、我が町の気温がどうなっているかについて、同じようなグラフを描くことはあると思いますが、その場合は、ここにある変化とはちょっと違った、地域ならではの特徴が表れる可能性はあります。先ほど申し上げた都市化の影響とか、そういったものはあると思います。

もう一つ、ここ最近に目を向けますと、赤線から離れていることが分かっていただけたと思います。近年は高温年が多くて、2023年、2024年と連続して、これまでの最高記録を塗り替えてきたというところがあります。また、今年の夏も、ご記憶に新しいように、暑かったですが、夏に関しては3年連続で記録更新でした。

海洋も大気と同様に、温暖化の進行が見られ、記録の更新があります。

右図の特徴的な点は、まず1940年、このあたり、値がプロットされていません。船による直接観測を用いて点を打っているわけですが、この期間、戦中また戦後に関しては数が少なく、あえて点を打たず解析ができないということです。

もう一つ特徴的な点は、10年程度の周期の変動が海洋にはあるということです。それでも長い目で見れば、100年当たり傾きでいくと1.33度上昇になります。こちらは、日本のこの傾きは世界と比べて高い上昇率であるということと、都市化の影響が小さいところの気温と海洋の傾きで上昇量を見ますと、ほぼ同程度ということが見て取れると思います。

日本の気温や海面水温で見ました、こうした気候変動も踏まえた海岸の保全につきましては、海岸保全に携わっている皆様のご尽力により進められているところ です。

先ほど森先生も触れられていましたとおり、令和2年に提言が行われまして、その後すぐ、同じ年には基本方針が示されます。また、既に設計外力の設定方法といった具体までもが示されているという状況です。

ここで、気候変動を踏まえる、もしくは見込むとした場合、抑さえておきたい点としては、将来の温暖化の進行具合は温室効果ガスの排出に依存するため、どの排出シナリオに沿って対策をするかというのがキーになる点です。先ほどの森先生と同じ話になりますが、この方針では、2℃上昇シナリオと、また4℃上昇シナリオが取上げられているということで、2℃上昇シナリオを前提に、ここでは「悲観的予測」と名づけられています4℃上昇シナリオも考慮ということになっています。

あとは、具体的な設計方法の検討では、気候変動予測には不確実性があるということと、最新のデータ及び知見を基に検討していくということがありますので、ここから本題に入らせていただきますが、気候変動、特に日本の気候変動の最新の知見の収集と発信はどうなっているかという話に移りたいと思います。

日本の海岸保全における気候変動への対応

〇「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言（令和2年7月）の概要より抜粋

- パリ協定の目標と整合するRCP2.6（2℃上昇に相当）を前提に、影響予測を海岸保全の基本計画や設計に反映し、整備等を推進。
- 広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が2100年に1m程度上昇する悲観的予測（RCP8.5（4℃上昇に相当））も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要。

〇海岸保全基本方針（令和2年11月）より抜粋

海岸の保全に当たっては、（中略）気候変動の影響による外力の長期変化等を調査、把握し、それらを十分勘案し、災害に対する適切な防護水準を確保する。

〇気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の設計外力の設定方法等について（令和3年8月）より抜粋

具体的な計画外力の検討に当たっては、気候変動予測には不確実性があること、また、関連した研究成果の更なる蓄積が期待されることなどを踏まえ、最新のデータ及び知見等をもとに検討するよう努め、…

気候変動対策とその根拠となる科学的知見の充実・活用

- 地球温暖化対策推進法
 - 1. 国は、大気中における温室効果ガスの濃度変化の状況並びにこれに関連する気候の変動及び（略）を把握するための観測及び監視を行う
 - 2. 国は、地球温暖化及びその影響の予報に関する調査、（略）を実施するとともに、（略）
 - 3. 国は、（略）観測及び監視の効果的な推進を図るための国際的な連携の確保、（略）調査及び研究開発の推進を図るための国際協力その他の地球温暖化に関する国際協力を推進するために必要な措置を講ずるよう努め、（略）
- 気候変動適応法
 - 1. 国は、気候変動、（略）に関する科学的知見の充実及びその効果的かつ効果的な活用を図るとともに、（略）
 - 2. 国は、気候変動適応に関する施策の推進を図るため、並びに地方公共団体の気候変動適応に関する施策の推進並びに事業者、国民又はこれらの者の組織する民間の団体（以下「事業者等」という。）の気候変動適応及び気候変動適応に関する事業活動の促進を図るため、気候変動等に関する情報の収集、整理、分析及び提供を行う体制の確保その他の措置を講ずるよう努め、（略）

✓ 日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状況や気候システムを構成する諸要素（気温や降水、海面水位、海水温など）を継続的に観測して長期変化傾向を把握

✓ IPCCなど同じシナリオを用いて、日本の気候システムを構成する諸要素の将来予測を実施

✓ 国、地方公共団体及び事業者等の気候変動対策に関するよう、上記の気候変動情報を提供

まず、我が国の政府が気候変動対策を積極的に進めています。この原動力となっているのは、ここにあります気候変動適応法などの法律と計画です。

科学的知見でも特に自然科学的知見については、こういったプロセスで収集また発信しているかといいますと、中段の赤枠にありますとおり、日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状

況、また、気候システムを構成する気温、降水、海面水位等を継続的に観測して、先ほどのような長期変化傾向を把握する。あとは予測で、排出シナリオを用いて将来の予測の実施もあります、予測技術を高度化していくというのも重要な点だと思っています。

あとは、こうしたものを取りまとめて提供することです。森先生をはじめとする有識者の検討会を立ち上げて助言をいただきながら、先ほども登場しました気候予測データセット、また報告書としては「日本の気候変動」、こうしたものが公表され、誰もが手に入るということです。この気候予測データセットの中にd4PDFが含まれるということです。

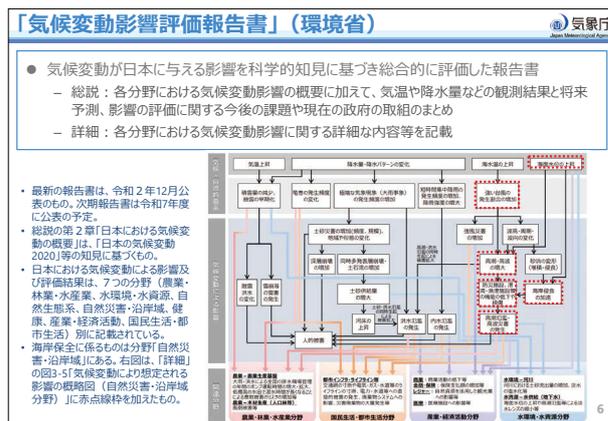


このスライドでは、その報告書を紹介させていただきます。こちらに関しては文部科学省と気象庁が取りまとめた報告書になります。

中央にイメージ図があります。2020年に公開されたものが最初の報告書で、その後継となるものが今年の3月に公開された「日本の気候変動2025」になります。

気候変動適応法が施行されてからは、「気候変動影響評価報告書」の作成、適応計画が策定され、また、地方・地域での計画が作成されています。また、各分野でも各種の計画が見直されたりと進んできたところですが、こうした報告書や計画を作成するに当たっての指針では、この「日本の気候変動」が引用されたり参照されたりします。

今回、「日本の気候変動2025」は3月に公開したのですが、こちらは、「気候変動影響評価報告書」のインプットとなるような時期に発行したというタイミングになります。「気候変動影響評価報告書」はこの冬に新しいものが出ると聞いております。



その影響評価報告書は環境省によりまとめられているものです。こちらを簡単に紹介させていただきますと、こちらは、日本に与える影響を総合的に評価した報告書になりまして、総論と詳細から成るというものです。

こちらの総論の2章のところに「日本における気候変動の概要」がありまして、現行のバージョンは令和2年に出たものですから、「日本の気候変動2020」等の知見に基づく内容がここでも書かれているとなっています。

海岸保全に関わる影響は、分野「自然災害・沿岸域」にまとめられていまして、こちらの図はそこにあつた図を持ってきたものです。こちらに、海面水位の上昇と強い台風発生割合の増加によって海岸侵食や高潮等の増大が引き起こされて、施設等への影響がありますといったことがフローチャートという形で示されているところです。

最新版はこの冬に出ると聞いております。



ここからは、「日本の気候変動2025」に載っている最新の知見について紹介させていただきます。

「日本の気候変動2025」の概要

- 日本における気候変動に関し、観測結果（過去～現在）と将来予測（未来）を取りまとめた資料
 - 文部科学省及び気象庁が、有識者の助言を受けながら作成
 - 日本及びその周辺における諸要素の観測結果と将来予測
 - 将来の気候は、2℃上昇シナリオ（パリ協定の2℃目標が達成された世界に相当）及び4℃上昇シナリオ（追加的な緩和策を取らなかった世界に相当）に基づき予測
 - 気候変動対策の立案・決定や普及啓発活動などでの利用を想定
- 以下の資料で構成
 - 本編
 - 詳細編
 - 概要版（プレゼンテーション形式）
 - 都道府県別リーフレット
 - ※補助資料として、解説動画や素材集も掲載
- 公開ページ：
 - <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>

このほか、

- 1.5℃/3℃上昇で起こる将来変化
- 水災害への取組み
- 地域気候変動適応センターにおける取組み
- 気候予測データセット2022
- などに関するコラムも掲載

本編	詳細編	章構成
1		はじめに
2		気候変動とは（概観）
3		大気組成等（温室効果ガス）
4		気温
5		降水
6		降雪・積雪
7		乾燥気圧
8		海水温
9		海面水位
10		海水
11		高潮・高波
12		海洋酸性化
13		大気環境
14		海洋環境

章の構成は、右の表のとおりです。2章に「気候変動とは」といった全体のまとめがありますので、まずはこちら見ていただくと分かりやすいと思います。3章以降は要素ごとになっています。

4章の気温のところは先ほどグラフにて示した内容が書かれています。章の中に節が設けられていまして、観測に基づく部分が1節、その後に来るということ、観測と将来予測が一連に手に入るといった構成になっています。

観測結果は、出来るだけその観測期間のある結果を載せています。将来予測に関しては、先ほど登場した2℃上昇シナリオ、4℃上昇シナリオに基づいて書かれています。

こちらの報告書は、対策の立案・決定、普及啓発などに使っていただくということを目的としておりますので、特に地方公共団体の方々にもご意見いただいて、それを反映して作ってきたというところがあります。

報告書は本編、詳細編、概要版から成っており、自治体の方の意見も取り入れさせていただいたところとしては、例えば概要版に関しては文字を少なく図等を多く、また、そのまま講演でも使えるように、普及活動にも使えるようにとして、プレゼンテーション形式で25枚ぐらいになっています。取っつきやすいものとしています。

本編は86ページ、詳細編は読み応えある400ページぐらいありますが、こちらについても意見を反映させておまして、例えば本編であれば、気候変動の背景や理解の助けになるようなコラムを追加したり、詳細編は用語集も含んでいるところ、そこに振り仮名を振ったりといったことで仕上げをしております。

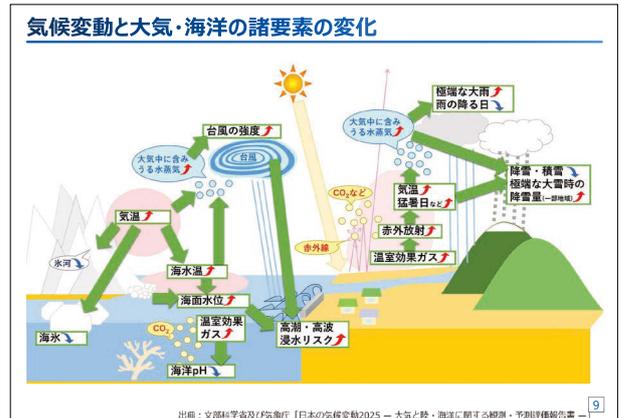
都道府県の値、東京都であれば観測地点東京の

観測結果も載せた資料、リーフレットという形を用意しています。

もう一つ、この概要版に基づく気候変動の内容を解説する動画も用意しています。5分程度と短く、気象キャスターと気象庁職員が対話しながらのもので、講演の仕方等にも参考にもなると思います。

もう一つポイントだと思っていますのは、素材も公開しています。報告書に載せた図そのものも画像ファイルとして取れますし、プロットした観測値の数字自身はCSV形式でも取得できるということです。皆さんの公開資料に活用いただけると思っています。

全て電子形式で公開ページからたどれるようになっておりますので、ぜひご活用ください。



こちらの図は2章に載せているものになります。全体の要素と気候変動と大気・海洋の要素の変化を、一目で分かるような図になっています。

18世紀中頃の工業化以降の人間活動に伴って温室効果ガスは増加しております。そのガスの性質によって、地表からの赤外線を吸収し再放出することで、気温が上がっているということです。

左側の海があるところで見ますと、気温が上がる、地球温暖化が進むことで海水温も上がっているということです。海面水位に注目しますと、気温が上昇することによって陸の氷は融け出すのと、水、海水自身の性質によって膨張し水位が上がっていくということです。

あと、台風は水蒸気をエネルギーにしておりますから、気温が上がることで大気中に含む得る水蒸気が増えるということで、台風自身の強度というのは強まる。ですから、よりシビアな高潮・高波が、この水位の上昇と相まって、浸水リスク

を引き起こすということです。



これから一つ一つの要素を見ていきますが、こちらが海面水位の観測結果になります。

グラフの見方は冒頭と同じですが、色にてプロットの内容が変わっていきまして、赤線のある1960年以降に関しては16地点、青色のより古い期間に関しては4地点でプロットしています。長い目で見ますと、なかなか長期変化傾向というのは見て取れないということと評価しております。むしろ10年から20年周期の変動が見て取れるとなっております。

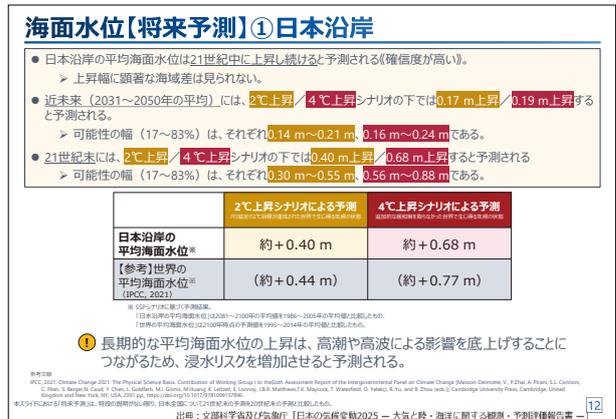
ただ、1980年以降に注目しますと、上昇傾向が現れています。



海域や先ほどの上昇している期間に注目して表にしたものがこちらになります。上が1970年から2018年、下が2006年から2018年です。各海域は、地図に示す I、II、III、IV となっています。

期間が短く、領域も狭めますと、この括弧で表す誤差、観測の幅というのは大きくはなりますが、近年上昇という海域が多く、日本域平均で見ますと、やはり最近では上昇しているというのが見て取れます。こちらの上昇の大きさも、世界平

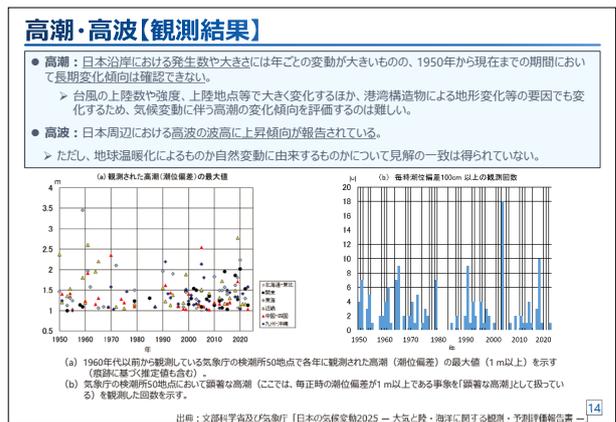
均と比べて、概ね整合的な結果になっているということです。



海面水位の将来予測になります。

日本沿岸では、2℃上昇シナリオと4℃上昇シナリオに分けて書いています。近未来では、2℃上昇シナリオで0.17m、4℃上昇シナリオで0.19m上昇するとしていますが、21世紀末では、2℃上昇シナリオ、4℃上昇シナリオでそれぞれ0.40m、0.68m上昇すると予測されています。

ここでのポイントは、近未来ではシナリオの差がそれほど大きくない。この誤差幅を見ても差が大きいのですが、将来、高潮や21世紀末に関しては幅が大きくなるというところなんです。



高潮・高波についてです。高潮の観測結果です。

日本沿岸における発生数や大きさは、年ごとに変動が大きいものの、1950年から現在までの期間においては長期変化が見られないとしています。

左図が、日本の50地点で観測された高潮の最大値をプロットしたのですが、期間の中頃は少ないということで、長期変化傾向は見取れないということになっております。

一方で、顕著なもの、例えば2.5メートル以上をもたらしたときの事象を見ますと、いずれも台風がもたらしています。高潮は台風の上陸数や強度等で大きく変化することが分かっています。

高波に関しては、日本周辺における高波の波高による上昇傾向が報告されていますが、上昇傾向は観測としては分かっているものの、原因が自然変動に由来するものかについての見解の一致は得られていないということです。

高潮・高波【将来予測】

- **高潮**：日本の三大湾（東京湾、大阪湾、伊勢湾）の高潮は大きくなる（最大潮位偏差は平均的に0.5～1.5 m上昇）と予測される【確信度は中程度】。
 - 大阪湾では、台風の将来変化に応じて、小規模な高潮の発生頻度は減少するものの、低頻度かつ大規模な高潮の発生頻度は増加することが予測される。
 - 大阪湾では、2020年から2050年までに可能最大高潮は約0.5 m増加すると予測される。
 - 大規模な高潮について、東京湾より西の太平洋側のいくつかの地点では大きな変化があるものの、茨城県より北の太平洋側と日本海側では今のところ顕著な増加傾向は確認できない。
- **高波**：日本沿岸では平均波高は低くなると予測される【確信度は中程度】。
 - 台風による極端な波高は多くの海域で高くなる【確信度は低い】。台風経路予測の不確実性及び自然変動の大きさが予測が難しい。

『日本の気候変動2025』本編の図11-2-1「既往文献に基づく三大湾の最大潮位偏差の平均値（記号）と分散（—）」参照 『日本の気候変動2025』本編の図11-2-2「台風による極端波高（10年確率値）の将来変化」参照

将来予測については、実情としまして、日本の三大湾の高潮は大きくなるという研究が進んでいることで、このことが評価されています。

第一項目の大阪湾の事例は先ほど森先生からお話があった内容ですが、第三項目の大規模な高潮については、東京湾より西の太平洋側が幾つかの地点では大きな変化、この三大湾のことなんですが、こちらの結果としては整合的です。

もう一つ、茨城県より北の太平洋側と日本海側では今のところ顕著な増加傾向は確認できていないと、こうした研究もありますので載せているところです。

高波に関しては、先ほど森先生からありました通り、平均波高は低くなる。南北の気圧傾度が弱くなって風も弱くなるということで、こちらはこのように考えられているところ、実際、観測結果との整合性という意味では確認が取れていないということで、確信度としては中程度という評価です。特に顕著な波高については、先ほど森先生からあった図と同じもので、台風に依存するということになります。

熱帯低気圧（台風など）【観測結果・将来予測】

【観測結果】

- 台風の発生数、日本への接近数に長期的な変化傾向は確認できない。
- 過去40年で太平洋側に接近する台風が増えていると示す研究もある（Yamaguchi and Maeda, 2020）。
- 日本付近の台風は、強度が最大となる緯度が北に移動（IPCC, 2021）。

【将来予測】

強度と大きさは異なるが、大きくなるのは、まだよく分かっていません。

- 日本付近の個々の台風強度は強まると予測【確信度は中程度】。
- 地球温暖化に伴う水蒸気量の増加と海水温の上昇が影響するためと考えられる。
- 台風に伴う降水量も増加すると予測【確信度は中程度】（IPCC, 2021）。

台風の発生数・接近数・上陸数の経年変化（1951～2024年）
観測値で表された点：各年の数
太黒線：年平均値
緑線：年平均値（1991～2020年の平均値）

① 台風に伴う発達した積乱雲の下では、落雷、ひょう及び竜巻などの激しい気象現象もしばしば発生。

② それら個々の将来変化を評価することは困難だが、一般論として、台風の強度が増加すれば、それが発生するリスクも増加する可能性があると考えられる。

出典：文部科学省及び気象庁『日本の気候変動2025 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測情報報告書 —』16

その台風の変化傾向に関しては、ここでは観測にあります発生数と接近数・上陸数を持ってきてありますが、こちらも長期変化は見取れないということになります。

ただ、過去40年で太平洋側に接近する台風というのは増えていることを示す研究もあります。

強度に注目すると、最大となる緯度が北に上がっているという結果が見取れるという報告もあります。

将来予測に関しては、日本付近の個々の台風の強度は強まると予測されています。こちらは、水蒸気量の増加、海水温の上昇が影響するためと考えられています。

気候変動と大気・海洋の諸要素の変化 再掲

出典：文部科学省及び気象庁『日本の気候変動2025 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測情報報告書 —』17

再掲の図にて将来予測を見返しますと、海面水位に関しての不確実性としては、陸にある氷の融け出す速度には不確実性があります。

もう一つは、海面水位は海流の影響も大きく受けますので、ローカルな海流の影響という点も不確実性があります。ただ、全体として見れば、水位が上昇するという予測そのものは確度が高いということです。

高潮・高波に関しては、台風の動向の影響が強く、幅のある予測になります。

22

第29回海岸シンポジウム報告書

ある「日本の気候変動2025」の広報・利活用を進めています。また、高度化する情報を利用者に寄り添ったものとなるように、対話をしております。

先ほどの海面水位の情報につきまして、建設業界の方にもお話をさせていただきますと、建設業界では気候変動への対応はホットな話題となっており、水位数十センチ上がるというのはかなりショッキングな数字だという感想をいただいております。どんな情報が出せるかという点を一緒に検討する機会を含め、対話を継続していきたいことを思っています。また、活用するには、どのように使ったらよいか、メリットがあるかがわかる事例づくりというのも重要だと考えており、データ活用機関とも連携して、優良な活用事例をぜひつくっていきたく思っております。

こちらの写真は気象庁の検討会の様子です。データ活用機関との検討会を昨年度は果樹、今年は電力をテーマに開いており、今後も様々な分野の方と検討会を開いていきたく思っています。



これから、気象庁が一層の貢献のために、こういった取組をしようとしているかというのをご紹介します。

情報の新規提供・改善 - 将来像 (イメージ)

今世紀末までをつなぐ 近未来予測情報の提供 (検討中の案)

様々な条件下で今世紀末の状況を予測比較することで、その影響を最小限に抑える「気候変動適応」の検討に貢献

これまで
※ 我が国の気候変動の観測成果と将来予測を公表 (主に刊行物等)。ターゲットは「今世紀末」。
※ 2週間先までの顕著な高温、低温や、エルニーニョ現象等の地球規模の大気や海洋の現象を踏まえた6か月先までの予報は、毎日～毎月の頻度にて発表。

将来
気候変動に対応した強靱な国土と活力ある社会の実現への、一層の貢献を目指す

※ 数年・十年先等、今世紀末までをつなぐ大気・海洋の予測を発信 ※ 具体的な発表は今後検討
※ 数年～十年先は、国をはじめ自治体での行政や民間の行政・事業経営における多くの実施計画のスイパンに合う新たな予測より多くの防災・社会インフラ整備等の計画策定や最適化、整備時期の判断や、多様な産業の適宜を得た計画策定に貢献

※ 解像度を上げた数値データも提供 ※ 具体的な解像度は今後検討
※ 市町村単位のリスク管理に適用数値データ
※ 防災や農水産業などの社会経済活動での、ICTの活用による課題解決や新規ビジネスの創出等に貢献

これまで：気象庁HPに掲載
※ 「日本の気候変動2025」等
※ 天候のため、季節予報等とは連動していない

将来：気象庁HPに掲載
※ 天候のため、季節予報等と連動し、高精度に提供
※ 数値データを提供 (使いやすさ確保)
※ 今世紀末までをつなぐデータを提供し、利活用を促進
※ これらのデータ情報を適切に活用できるよう、「使いやすさ」の確保を強化
※ 解説の一期として、予測データの正確性に関する情報も提供

前世紀末 今世紀末

0年先 10年先 30年先

イメージ イメージ イメージ

社会への裨益

- 行政・事業経営における多くの実施計画のスイパンに合う
- 今世紀中の気候の変化、極端現象の発生頻度等の変化から、気候変動の影響度合の変化の把握、整備等のタイミング判断が可能になる

先ほどの地方公共団体からの意見聞き取りでは、こういった情報が求められているかもいただいております。21世紀末ではなくて近未来、21世紀末までを埋めるような10年先、30年先の結果が欲しいということから、我々、文科省の研究プログラムの成果をなるべくキャッチアップしまして、現状空白となっている部分を埋めていく。また、同じくイメージ図のように、陸だけではなく海上、海岸の情報も出していくということを考えております。

ご清聴ありがとうございました

気象庁 気候変動ポータル

日本の気候変動の観測結果と将来予測をまとめた「日本の気候変動2025」のほか
・ 日本の「100年に一度の大雨」の降水量など、極端な現象に関する情報を掲載している「極端現象発生頻度マップ」
・ 海洋の状態、変動、変化の要因及び今後の見通しについて気象庁が分析した結果とそれに関連するデータを掲載している「海洋の健康診断表」等も掲載しています！

私からの話は以上です。ありがとうございました。

気候変動関連情報の発信強化 - 具体策 -

「日本の気候変動2025」を活用した広報・利活用促進

- 「日本の気候変動2025」及び都道府県別リーフレット、解説動画等を活用した普及啓発
 - ・ 講演会、SNS、各種媒体、海洋気象観測船の一般公開、協議会や各種会議等の場で宣伝
 - ・ 情報の伝達手や利用者に向けた勉強会を開催 (気象予報士・キャスター、報道機関、産業界等)
- 活用しやすさのため、ツールや素材を充実
 - ・ 気候変動関連ホームページの整理 (今年度気象庁本庁ページを整理後、管区等サイトの内容も充実化)
 - ・ html版ページ及び素材集を公開し、活用しやすさを向上

将来予測データのニーズ調査、活用における優良事例創出

- 利活用促進・要望把握のための対話・検討の実施
 - ・ 気候情報の応用利活用促進や要望把握のために開催してきたユーザーとの対話・検討について、今後は、テーマを「気候変動の将来予測の利活用」まで拡張し、また、幅広い産業界を対象にして、ニーズ調査や先進的な活用事例の発掘を実施
- 産業界との連携強化
 - ・ 従来の、気候変動適応施策を講じる行政機関との関係強化に加え、企業等への拡がりに向け、経団連との取組も新たに計画

気候情報の利活用促進に関する会議 開催風景

こうした活動に向けては、まずは最新の知見で

東京港の海岸保全施設の機能強化について

佐藤 賢治 東京都港湾局 港湾整備部 部長

東京都の佐藤と申します。



まずは東京港の海岸につきましてこれから整備の話もしますので、まず特徴ですとか、現在の状況につきまして、最初に御説明させていただきます。



本日は、東京港の海岸保全施設の機能強化についてと題しまして、東京港におけます気候変動に考慮したハード、ソフトの取組、先ほどの基調講演で森先生がおっしゃっていましたが、東京都では既に海岸保全基本計画の改定済みで、現在は整備計画に基づきまして、現地で事業にも着手してございます。

事例報告ということですので、そこら辺を含めまして、行政的な視点からお話をさせていただければというふうに思います。よろしくお願いたします。

こちらが東京港の海岸の全景になります。東京港のこの水際の背後には、首都機能をはじめ都市機能が極めて高度に集積しています。

地区としましては、中央に白地で幾つか字が書いてございますが、7地区ございます。さらに背後の状況の特徴から3つに区分を大体してございます。

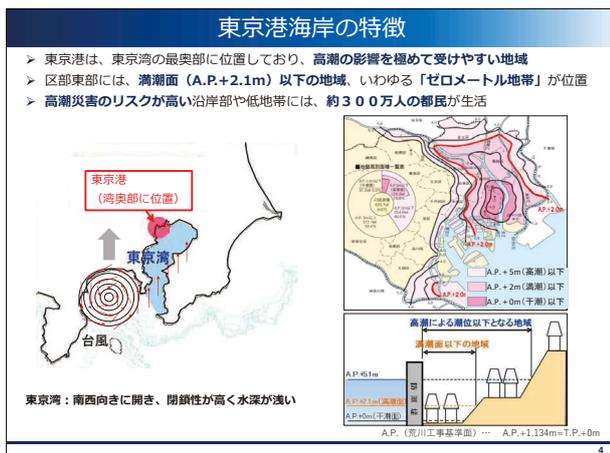
1つ目が、左上の港地区とか副都心とか東部地区というところになります。こちら経済活動がすごく盛んな空間になっていまして、人が多く、そういう人の活動が多い、濃い地区になってございます。

2つ目が、左下、豊洲とか晴海とか有明と呼ばれる地区ですが、こちらは実は一部で再開発が進んでいまして、オリンピックの選手村の跡地ですとか、豊洲市場とかがある地区になります。要するに広大な開発が進んで背後に大きな土地を抱えているところになります。

3つ目が、右側になります。江東とか中央、港南地区と言われております。ここは住んでいる人がすごく多くて居住系の土地利用の比率が高い地区になってございます。

目次	
①.	東京港海岸について
②.	気候変動に向けた機能強化について
③.	ソフト対策について

本日の御説明する内容につきましてはこのようになってございます。

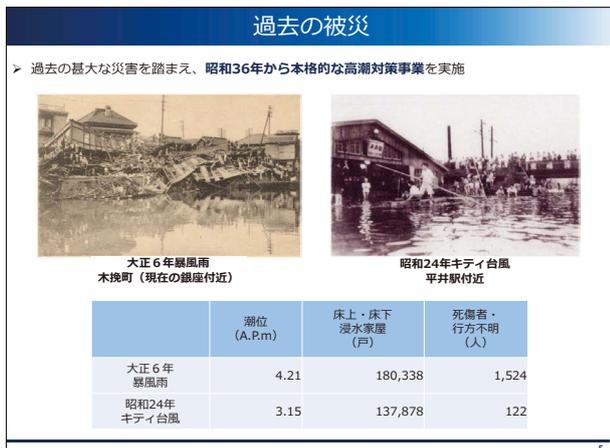


次に、東京港の地勢的な特徴を2つ御説明させていただきます。

これはよく言う話ですが、2つございまして、1つ目が東京湾の最北部に位置していることから、台風の影響をとっても受けやすいということになってございます。左の図にありますが、台風は当たり前ですが、半時計回りで南から北に向かいますので、その位置、軌道によっては吹き寄せがそのまま、逃げ場のないままに大きな影響を東京港に及ぼすことになります。

それから、2つ目ですが、これが右にピンク色で示してございますが、これ低地帯ということになります。特に、満潮面以下の地区、このピンクの中でも真ん中の一番濃い部分になりますが、こちらにつきましては堤防がなければ、常に水に浸かってしまう、いわゆるゼロメートル地帯とされています。

このような当該地区を含みまして、高潮被害のリスクの高い地帯には、300万人の都民が生活してございまして、人口資産が集積しているという特徴がございまして。



このためこれは過去の話になりますが、東京都では過去に大きな高潮被害を受けてございます。

こちらは参考までになりますが、左の写真が大正6年の暴風雨、場所は現在の銀座付近になります。右の写真がキティ台風の時、江戸川区の平井という地区になります。

このような状況を受けまして、東京都では昭和の36年から本格的な高潮対策事業というのを実施してございます。



その内容がこちらの図になってございます。

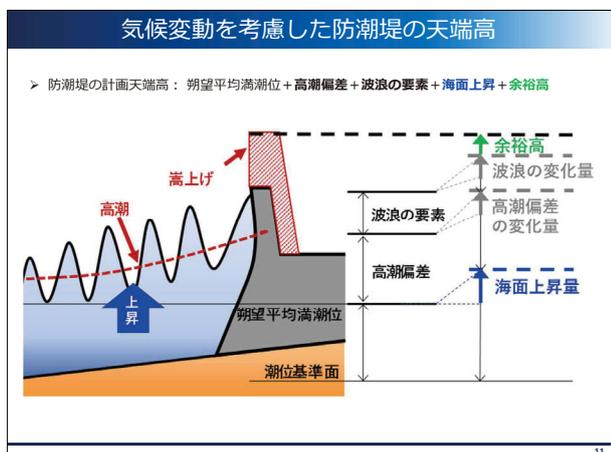
東京港の高潮防護について、改めて御紹介させていただきます。

下に水門などの施設写真がありますので併せて御覧ください。

左の図ですが、外側の第一線、これは防潮堤、水門、陸こうで防護しています。

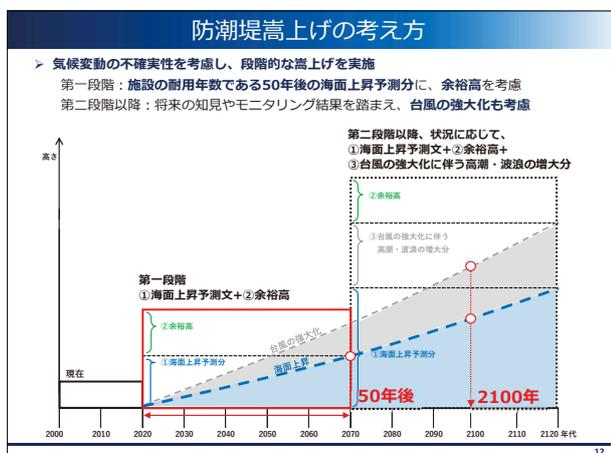
次に、右側ですが、先ほども低地帯と言いましたが、防潮堤の内側に低地帯を守るために内部護岸という整備をしております。水門が閉鎖した後は当然これはプールになりますので、雨水ですとか、下水の流入がありますから、内部の水位が上昇しますので、排水機場を設置しましてポンプで強制的に外に排出しているという仕組みになってございます。

上げで対応していくというもの。また、2つ目、台風の強大化に対しましては、1日当たりの降雨量が強大化で1.1倍に増加するというを想定しまして、右下の図のように、排水機場の機能強化を図るということを2本柱にさせていただきます。



かさ上げの設定方法の考え方ですが、これは先ほども何回も同じような図面が出ていますし、これからの事例報告の中でも出てくるとお思いますので簡単にいきますけれども、現在のシナリオの防潮基準の高さの決め方というのは、ここにあります朔望平均満潮位に高潮の偏差と波浪の要素、波浪の要素が結構東京は大きいのかなと思うんですが、そこを加えて設定していました。

これに対しまして今後ですが、当然気候変動による海面上昇、それから背後地の重要性を鑑みて、ここですが、余裕高というのを設定して高さを決めていきます。

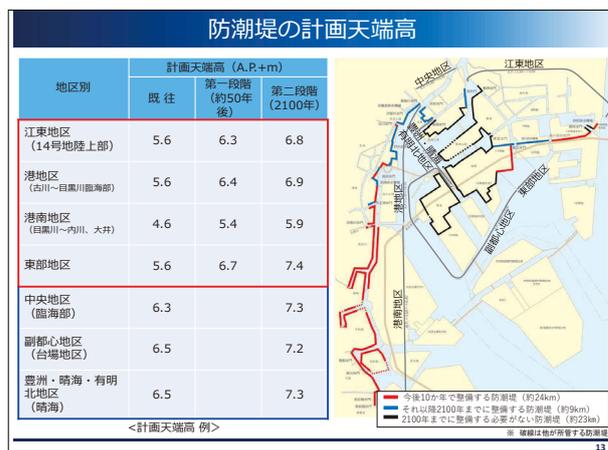


具体的なものですが、東京港におきましては、先ほども話がございましたが、まだまだ先がどうなるかわかりません。気候変動の不確実性を考慮

いたしまして、いきなり防潮堤高さは2100年じゃないだろうということで、2100年の計画天端高にするのではなくて段階的にかさ上げを行うということにさせていただきます。

将来的な2100年の計画天端高に向けまして、まず第1段階として、施設の耐用年数である50年というのを1つの基準にして、50年後の海面上昇予測分に余裕高を考慮してという形で天端高を決めていきます。

その後、第2段階になりましたら、当然これからどんどん高度化、深度化してくると思うんですが、将来の知見ですとか、モニタリングの結果とかを踏まえまして、さらに台風の強大化も考慮して行っていくと、第1段階、第2段階という区分に分けて整理させていただきます。



その結果に基づきまして、現在の防護基準、シナリオ基準でいきます高さ今回で決めた高さを比較したものが左の表になってございます。

防潮堤は当然ながら波浪の要素がありますので、区間ごとに高さが異なっています。経年的に上昇していく海水面に対しまして、先ほど言った高さが不足する前にかさ上げを実施するというにしています。

その対象の位置が、ちょっと見にくいんですが、右側の図になっています。

この第1段階と言っていますが、赤色の区間になっていまして、場所としては、江東地区、この東側の地区ですとか、あとは港南地区、左側の地区になりますが、ここが全部で24キロございます。

それから、24キロにつきまして、まずは第1段階として優先的にかさ上げを実施するというにさせていただきます。大体このかさ上げの高さが左

側に既往と第1段階は書いてございますが、大体70センチとか80センチ程度、かさ上げをするということになってございます。



東京都では、気候変動対策を具現化して実際現場でやっていくために、また先ほど言いました、耐震対策等に取り組んでいくために、今後10年間の施設整備計画というのを既に策定しています。

計画内容は、こちらの左の表のとおりになりますが、事業費は大体1,500億円程度を見込んでおります。そのうち、気候変動に関わる部分の対策は大体300億程度というふうに見込んでございます。

計画期間中には、先ほども説明しました赤色の部分、この24キロに全て着手する予定でありまして、現場の状況にもよりますが、どうか2030年代後半には概成に持っていきたいというのが行政的な私たちの判断になってございます。



ここからは、先ほどの皆様の話の工学的な話から急に行政的な話になってしまうんですが、防潮堤のかさ上げの施工方法になります。

説明させていただきます。

冒頭に言いましたが、東京港は水際の背後に都市機能が極めて高度に集積しています。このため、これまででも海岸保全施設の整備に当たりましては、多彩な水際を生かすということで、公園、住宅、商業施設など、背後の町と一体になった形でこれまで水辺空間を創出してきました。当然、今後もしかさ上げを通じて同様な配慮が求められます。

例えばどういうところかと言うと、左側の上の写真、これは京浜運河と書いてございますが、こういうところは海岸保全施設の直背後にタワーマンションが建設されていまして、上部をテラスで活用している箇所がございます。

また、右上のこれは大森という地区ですが、直背後が公園利用されている箇所、あとはこの下の2枚になりますが、勝島と京浜運河の別の箇所になりますが、緩傾斜式になっていまして、上部から水際まで気軽にアクセスできるような箇所がございます。なので、整備に当たっては、この景観や利用への配慮が必要となる箇所がありますので、そこら辺をしっかりと配慮しながらかさ上げが必要になるかなというふうに今思っています。

そういう箇所では、想定されるかさ上げの工法で、今私たちが考えているものをちょっと紹介させていただきます。

高さ上げ工法				
	景観・利用に配慮した工法			コストに優れた工法
高さ上げ方法	コンクリート高さ上げ (景観配慮型)	アクリルパネル	盤上げ	単純コンクリート高さ上げ
特徴	緑化、リブ・スリット等を設けて圧迫感を軽減 防潮ラインをセットバックし、親水性や眺望を確保	アクリルを用いて、遊歩道や住居等からの眺望を確保	背後地と一体で高さ上げ、遊歩道や公園の利用等への影響を低減すると共に水際のアクセス性を確保	経済的に有利な工法であるが、眺望が遮られる可能性がある
高さ上げイメージ	防潮堤の緑化 防潮ラインのセットバック	全面アクリルパネル 部分的なアクリルパネル		

こちらの表が、景観利用に配慮した工法と一般的なコストに優れた工法の整理をさせていただきます。

表の左側3つが、例えば緑化ですとか、防潮ライン自体をちょっとセットバックするとか、最近よく使われていますけれども、アクリルパネルを採用するとか、背後地と一体でかさ上げをすることによってコストはかかるんですが、親水性ですとか、眺望を確保する工法、そういうものを今考えています。

また一方、表の右側のような、これは条件によってだと思えるんですけども、単純にコンクリートだけでかさ上げを行える箇所、そういうものもあるかと思っています。

これらの採用に当たりましては、都市計画ですか、都の景観計画もございまして、そういうものを踏まえた上で、やはり地元の調整結果などから都として統一的思想を持って決定していく必要があって、ばらばらになって一体性がなくなると困るというので、統一的思想をもって決定していかなければならないと思っています。

続きまして、最後になりますが、ソフト対策についても紹介させていただきます。

高上げ方針の決定に向けたDXの活用

必要に応じて、地元調整にはAR・VRといったDXを活用



VR：地元説明等での完成イメージ共有



AR：現地での完成イメージ共有

DX活用イメージ

決定に当たりましては、地元の理解を着実に得る必要があるということで、今、海岸だけではなくて東京都の工事とかでよく使ったりするんですが、地元の理解を着実に図るために、こちらの画像に示してあるようなイメージで必要に応じてARとかVRといったDXも活用しながら丁寧に地元調整を図って行って、どういうものかというのをしっかり地元調整を図りながら進めていきたいというふうに考えています。

目次

- ① 東京港海岸について
- ② 気候変動に向けた取り組みについて
- ③ **ソフト対策について**

東京都の水防活動について

- 台風や地震、異常潮位発生時は、高潮・津波被害を防ぐため水門や陸ごう閉鎖等の水防活動を実施（高潮対策センター及び第二高潮対策センター）



まずは、都の水防活動について紹介させていただきます。

都では、水門の操作などの水防活動や日常の維持管理を伴うものとしまして、東京港内の隅田川を境にして東側と西側に分かれまして、高潮対策センターという部署を設置しています。

この中で15の水門があるんですが、15の水門と2か所の排水機場を分割して、それぞれ役割を持たして今、管理をしています。

東京都の水防活動について

- 高潮対策センターと第二高潮対策センターの2拠点化による相互バックアップ体制が構築済
- 多い年で年7～8回程度、非常配備態勢による水防活動を実施

高潮対策センター（原田）

① 通常時は隅田川以東の水門を遠隔操作
② 指令機能を有する

指令機能 → 指令 → 遠隔制御機能

第二高潮対策センター（港南）

① 通常時は隅田川以西の水門・陸ごうを遠隔操作

遠隔制御機能

相互バックアップ

【東部地区】
江東地区、豊洲地区

監視・操作
江東地区 5水門
豊洲地区 3水門

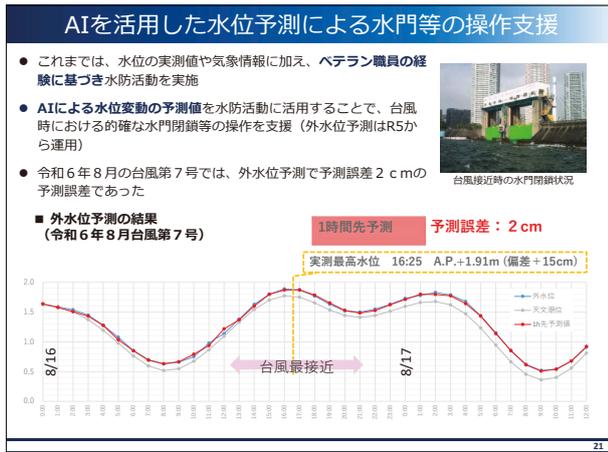
【南部地区】
豊洲地区、港南地区

監視・操作
豊洲地区 2水門
港南地区 5水門
港南地区 2陸ごう

2拠点化による相互バックアップ体制

隅田川を境に2か所に設置はなぜかといいますと、万が一、片方の高潮対策センターが何かしらの理由で操作不能に陥った際に、それぞれ2拠点化を図ることによって、相互のバックアップ体制を構築しています。

片方が全く動かなくなれば、もう片方から全部の15水門を操作していくという形をとっています。大体、東京港では多い年で、年に七、八回程度、非常配備態勢による水防活動を行っています。

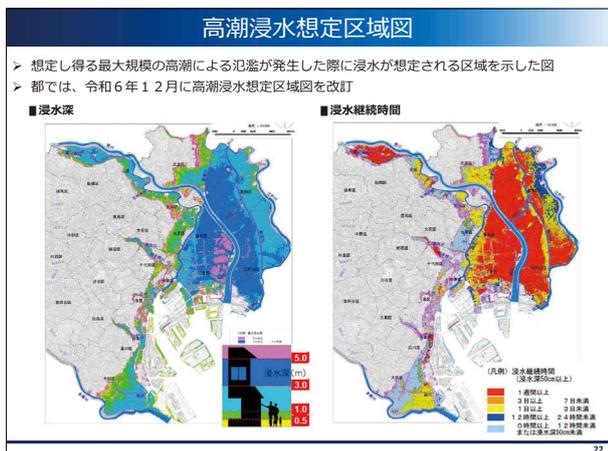


水防活動におきましては、現在、AIの水位予測というのを活用しています。

下のグラフは、昨年8月の台風7号の際の実際の潮位、それから天文水位を示したものになりますが、水門の閉鎖はこれほど皆さん管理者は同じだと思うんですが、操作基準がありますので、操作基準に基づき実施されます。

ただ、実際に閉めるタイミングにつきましては、これまでの水位の実績値ですとか、気象情報に加えまして、ある意味慣れているベテランの職員の方の経験に基づいて、もうそろそろ基準値を超える、じゃあ閉めましょうという形で実施してきましたんですが、今これを見直してAIを活用しています。

表が小さくてすごく見にくくて恐縮ですが、実測の最高潮位があったときの天文潮位で偏差が15センチ出たんですが、それでもAIを活用した場合で3時間先で5センチぐらい。1時間先だと2センチ程度に収まる範囲で水位予測が大体できています。そういう形で水防活動にもAI活用をしているという御紹介になります。



その他に取り組んでいますソフト対策について、3点、御紹介させていただきます。

まず1点目です。高潮浸水想定区域図になります。都では、国の手引の改定に伴いまして、平成30年に公表はしていましたが、この高潮浸水想定区域図を昨年の12月に、また令和2年度から運用していました高潮特別警戒水位につきましては、今年4月にそれぞれ改定してございます。

これによりまして、23区のうちで関係する区が17特別区あるんですが、17区のうち、この区域図を基に既に13区におきまして、ハザードマップの改定がされています。



次に、2点目なんですが、高潮リスク検索サービスというものも行っていきます。

これは、パソコンですとか、手元のスマートフォンから想定される最大規模の高潮による浸水がどの程度発生するかというのを例えば地図とか住所とか、またGPS機能を使って、この場所がどうなるかというのを簡易に検索することができるシステムを応用しています。

こちらの絵のように、浸水深さですとか、浸水の継続時間がイラストで見られるようになっていまして、これは3年前からこのサービスは公開してございます。



最後、3点目になります。高潮防災総合情報システムになります。

これは先ほどの高潮浸水想定区域図ですとか、高潮に関する様々な情報を広く都民の皆さんに周知するためのホームページになっています。

このシステムでは、例えば水門を開閉しているときの情報、潮位、あとはユーチューブで海面のライブ映像24時間ライブ配信していますので、そちらがリアルタイムにウェブ上で公開できるようになっています。

例えば今年の7月に起きました、カムチャツカ半島付近の地震で、東京の内湾で津波注意報が発令されたんですが、その際、その下の棒グラフのとおり1万を超えるページビューを記録するなど、本システムは多くの都民に活用されているところでございます。



時間となりましたので、発表は以上になります。

短時間なので、すごく雑駁な説明になりましたが、本日の内容が皆様の今後の取組に少しでも参考になれば幸いです。

本日は貴重なお時間をいただきまして、誠にありがとうございました。

熊本県における気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更

大森 直樹

熊本県農林水産部 農地整備課 課長

皆さん、こんにちは。

熊本県農地整備課の大森と申します。

本日は、このような場にお招きいただきまして御報告の機会をいただきましてありがとうございます。

地形的には3区分ございまして、有明海、天草西沿岸、それから八代海ということでこの3つの海岸保全区域でそれぞれ計画を策定いたしまして、取り組んでいるという状況でございます。



熊本県では、現在、海岸保全基本計画を改定いたしております、改定の検討の経緯について御報告をさせていただきたいと思っております。どうぞよろしくお願いたします。

まず熊本県沿岸で目指す海岸づくりでございます。これはもう皆様どの地域も同じように平成11年の海岸法の改正に合わせて、防護だけではなくて、環境ですとか、利用というところにも着目しまして、こうした理念に基づきながら海岸を管理、それから利用しているということになっております。特に、有明海は干潟も含まれますので、こういった干潟、藻場、砂浜、そういったところの自然環境の保護などを含めながら、また利用については、ノリの養殖なども盛んに行われておりますので、そういった生態系や環境に配慮しながら海岸づくりを行っているというところでございます。

1.1 熊本県沿岸の海岸保全基本計画

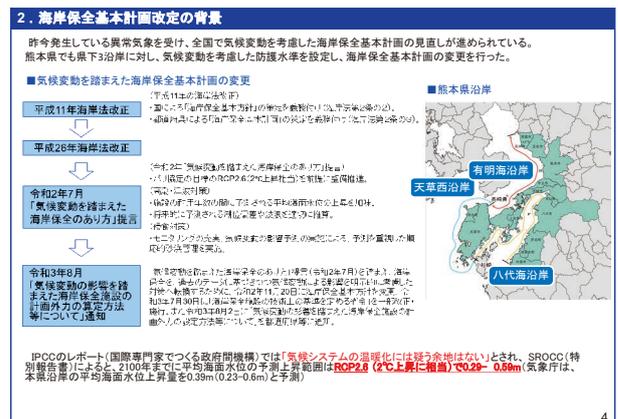
熊本県の沿岸は、海岸法上、「有明海沿岸」「天草西沿岸」「八代海沿岸」の3つに区分され、現計画は以下のように策定されている。有明海沿岸と八代海沿岸は、沿岸をともにする隣接県と共同で作成している。

有明海沿岸海岸保全基本計画	天草西沿岸海岸保全基本計画	八代海沿岸海岸保全基本計画
策定(改定)年次	平成27年12月	平成27年12月
策定主体	福岡県、熊本県、佐賀県、長崎県	熊本県
範囲	長崎県(天草下島)(熊本県)～瀬臼崎(長崎県)	天草市久玉町小松崎地先～天草市五和町長崎島地先
沿岸自治体(熊本県)	荒尾市、長洲町、玉名市、熊本市、宇土市、宇城市、上天草市、天草市	天草市、苓北町
		水俣市、津奈木町、芦北町、八代市、水川町、宇城市、上天草市、天草市

■熊本県の沿岸分類

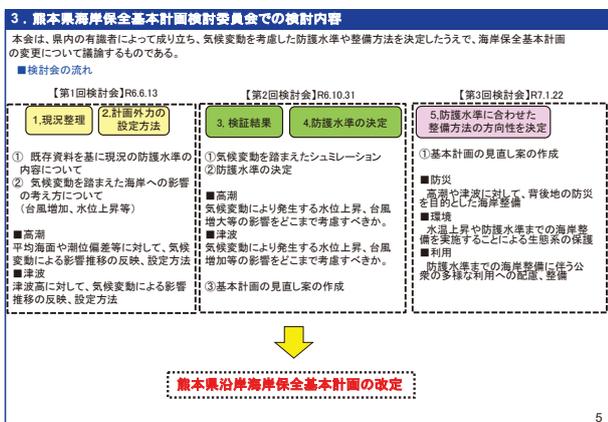
■各沿岸の海岸保全基本計画

まず、熊本県の海岸関係の御紹介でございます。本県における海岸線の延長は1,000キロ余りとなっております、全国9位、非常に入り組んだ地形となっております。そのうち海岸保全区域としましては、県と市を含めまして、約600キロございます。この海岸保全区域を適切に保全していかないといけないということで、それぞれ取り組んでおります。



次に、海岸保全基本計画の改定の背景です。

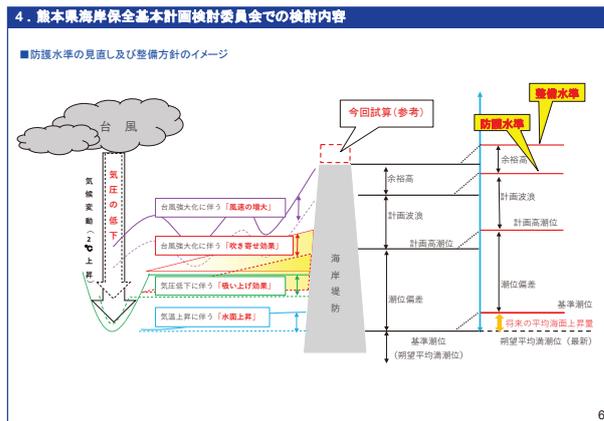
これは皆様同じでございます。平成11年に海岸法改正されまして、先ほど申し上げましたように防護だけではないというところ。それから平成28年度東日本大震災を受けて、防災・減災の観点も入れながら改定がなされております。その後、先ほど来、先生方、それから御報告の皆様からもありましたように、令和2年、令和3年に、将来予測も踏まえまして、基本法、それから基準などが改定され、それに合わせて熊本県としてもこの基本計画の見直しを行ってきたというところがございます。



熊本県の海岸基本計画ですが、改定に当たりまして、検討委員会を立ち上げ、その中で議論してまいりました。

ここには記載がないのですが、まず熊本県の海岸基本計画の基本的な考え方ですけれども、委員会の前身として、平成15年に委員会の中で熊本県の海岸保全基本計画の大枠を定めております。そこでは99年の18号の台風を想定しながら、おおむね20年から30年で対応ができる、整備ができる、というようなことを現実的なところに落とし込んで新たな外力に対応する整備を行っていく。そういう基本的な考え方の下に、もともとの基本計画というのが定められております。

今回の基本計画の改定に当たりましては、その基本的な考え方を踏襲しつつ、先ほど来、出ております将来に向かった影響評価などをしながらどういった影響が出るのかということシミュレーションしているというものでございます。



これはもう先ほど来、出ていますので、省略いたしますけれども、この将来の温度変化というのが平均海面上昇に影響を与えまして、それが防護水準にどのように影響するのかということシミュレーションしたというイメージでございます。

5. 防護水準の見直し

本海岸の防護水準（基準潮位、潮位偏差、計画波浪）は以下のような手順で見直しを行った。

■防護水準見直しの検討方法

	項目	現行	気候変動(2℃上昇)による検討事項	変更内容
高潮	①基準潮位	朔望平均満潮位(H15時点)	水面上昇 (気象庁予測:-0.39mm)	「県内12観測所、直近5年間(2018年~2022年)の朔望平均満潮位」+「2100年までの気象庁予測0.312m」
	②潮位偏差	<想定台風> ・中心気圧958hpa ・台風経路(影響を考慮した経路)	想定台風の増大化(中心気圧の低下)	・現行想定台風の中心気圧(958hpa)を実績の台風データを用いて、確率評価を行い、「2℃上昇時の台風予測データ」から、同程度の確率評価された台風(中心気圧)を抽出する。 ・台風経路は現行のまま(気候変動による影響の可能性が薄い)
	③波浪	<想定台風> ・中心気圧958hpa ・台風経路(影響を考慮した経路)	想定台風の増大化(中心気圧の低下)	同上(潮位偏差)
津波	①基準潮位		水面上昇 (気象庁予測:-0.39mm)	「県内12観測所、直近5年間(2018年~2022年)の朔望平均満潮位」+「2100年までの気象庁予測0.312m」
	②設計津波		特になし	基準潮位の見直しに伴う設計津波

今回、気候変動を踏まえまして、先の御講演などでもございましたように、具体的にどういうふうに前提条件を置いていくかということが、恐らく各自治体で異なる部分だと思っております。

そこに対して、熊本県としての考えですけれども、基本的にこの左側でございますように、設計外力による防護水準の大項目、高潮と津波で区分いたしまして、左から現行の水準、それから気候変動による検討事項、それから右側の変更内容ということでもまとめております。

まず、基準の潮位につきましては、直近の朔望平均満潮位から、平均の潮位というのを反映させまして、その上で気象庁の予測というのをプラスしたというような形になっております。

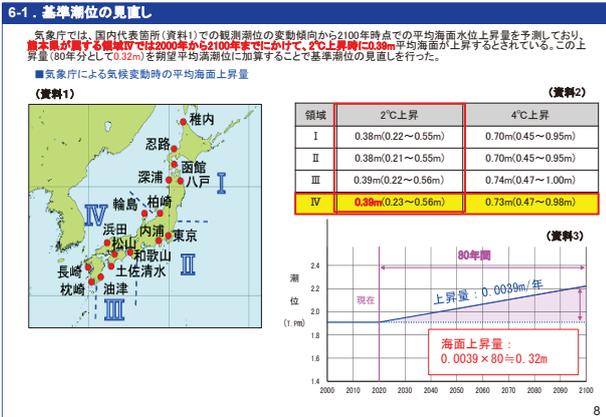
東京都さんのほうでは、50年、100年というふうに2段階で検討なされておりますけれども、我々のほうでは2100年というところで、それに対して

どれくらい潮位が上昇するかということで計算をしております。

それから、潮位の偏差につきましては、同じように中心気圧、これは958ヘクトパスカルというのが先ほど基本的な考え方というふうに申し上げました。99年18号の台風の平均の中心気圧になっております。そこを中心としまして、これからシミュレーションで計算したデータから中心気圧がどれくらい低下するかというのを算出しております。

それから、波浪につきましては、中心気圧を同じように計算をしております。

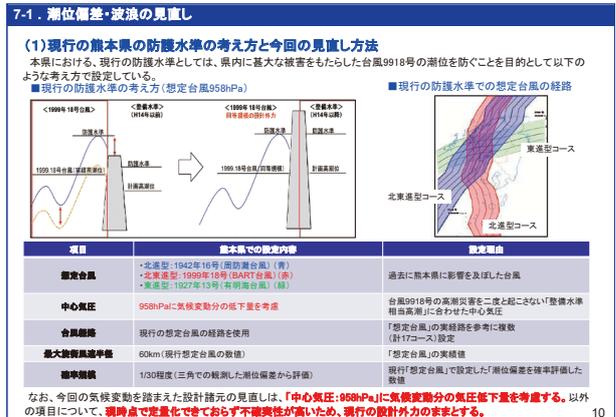
それから、津波についても、基本的には基準潮位と同じような計算として行っております。したがって、今回、取り入れたデータとしましては、直近のデータを反映させつつ、気象庁さんの平均潮位の上昇量、それから、台風については先ほど先生方から出ておりましたデータの推計方法を活用しまして、今回シミュレーションをしたというものになります。



まず、基準潮位の見直しでございますけれども、先ほど先生方からもございましたように、この区分に従いまして、今回熊本県が所在しますこの4番の領域で、2度上昇のシナリオで0.39メートル上昇するという、この数値を取り入れまして、現在の値に直し、現在から0.32メートル上昇するという計算を行ってきております。



これに基準潮位、これまでの直近5か年のデータと先ほどの0.32メートルというのを合わせると、このような結果になっております。左が平均の潮位になっておりまして、一番右が現行の基準との差になります。いずれにしても潮位としては、上昇傾向にあるというものになっております。大体真ん中あたりについては、0.32メートルということですが、場所によっては少し高めに出ているところもございます。



次に、潮位の偏差、波浪の見直しでございます。

熊本県は先ほど申し上げましたように、99年の18号台風で発生した高潮によりまして、死者が出るほど大きな被害を受けております。そこで海岸堤防の整備に関する方針を決定しておりますけれども、諸元について御説明をいたします。

諸元には、想定台風、それから中心気圧、台風経路、それから最大風速半径、確率規模などがありますけれども、想定台風については先ほど申し上げたとおりでございます。

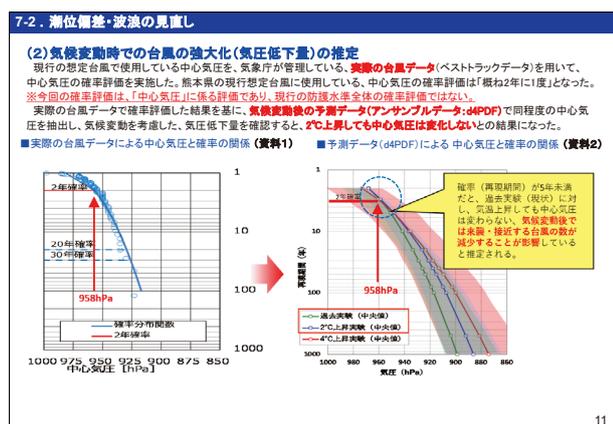
それから、中心気圧については、現行の熊本県の設計外力の算定方法のとおり18号台風を二度と起こさないということでその整備水準に合わせております。

次に台風経路になりますけれども、右上の図に示しますとおりこれは過去の台風の経路をトレースしまして、そこから0.25度ずつ並行移動させた、この部分を通るということで3つのコースに分けて、合計で17コースを選定しております。

次に風力ですけれども、これも想定台風の実績値を用いております。

これらから、今回の気候変動を踏まえた影響ということで見直す項目は中心気圧といたしまして958ヘクトパスカルに、気候変動分の気圧低下量を考慮した見直しの検討を行っております。

それ以外の項目につきましては、国からの提言にもございますけれども、台風の経路、なかなか定量化できない、予測不確実性が高いということですので現行の条件のまま、シミュレーションしたというものでございます。



それから、この気候変動時での台風の強化の推定でございます。

先ほど申しあげました958ヘクトパスカルに対しまして、これが左側のグラフで御覧いただきますと、大体2年確率ぐらいで起こる、おおむね2年に1度の確率規模というふうになっております。それをアンサンブルデータに置き換えますと、同規模の確率で気圧低下の傾向が、大体2年確率にいたしますと同じような値になるということで、約958ヘクトパスカル程度でしたので、この台風の規模については、そのままの値を用いるということにいたしました。

また、4度上昇のシナリオを検証してみますと、少し見づらいますが、ラインが若干左寄りになるということで、4度上昇すると台風の中心気圧としては上がる傾向にある、台風が小さくなるという傾向ですので、特に4度というのはこれからの検証からは省いております。

7-3. 潮位偏差・波浪の見直し

(3) 気候変動を考慮した潮位偏差・波浪の推算

現行の中心気圧の確率評価を基に気候変動時の予測データ(アンサンブルデータ: d4PDF)で同程度の中心気圧を抽出したところ、気候変動を踏まえた中心気圧の低下量は変化がなかった。そこで、想定台風の設計諸元は現行と同確率となり中心気圧は958hPaを使用し、以下の方法で潮位偏差・波浪の推算を行った。

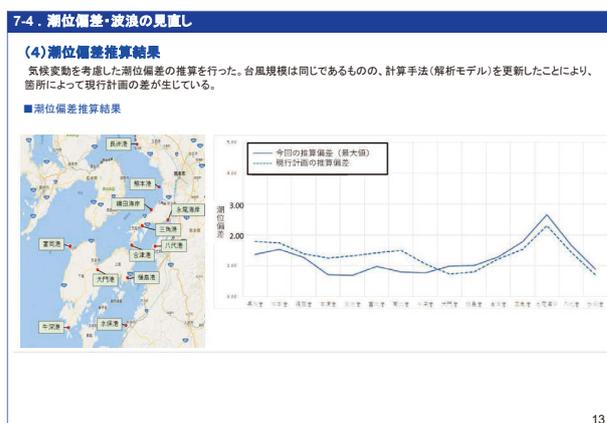
項目	設定内容(今回)	設定内容(現行)	備考
計算格子サイズ	2,430m⇒810m⇒270m⇒90mでネステイング	200mメッシュ	
地形データ	現況地形・最新の海図によりモデル化したもの	当時の地形	
気圧場・風場の推算	・気圧場: Myrsの式 ・風場: 傾度風モデル ・計算条件: 風速変換係数C1C2は検証により0.6	・気圧場: 同左 ・風場: 同左 ・風速変換係数は0.62を使用	
波浪推算	・基礎理論: スペクトル法 ・海面抵抗係数: 本多・光島の式(風速制限45m/s) ・計算時間間隔: 1分	有義波法	有義波法とはスペクトル法に対し簡易的に波浪を計算する手法であり、風の吹いた時間や距離に比例に波が大きくなるため、スペクトル法と結果に差が出ることがある
高潮推算	・基礎理論: 非線形長波理論(単層) ・コリオリ力、気圧低下、風の吹寄せ、海底摩擦、ラディエーションストレスを考慮 ・海面抵抗係数: 本多・光島の式(風速制限45m/s) ・相対係数: 0.025(海面) ・計算時間間隔: 0.25s	同左(基礎方程式や相対係数等)	

12

次に、気候変動による潮位の変化の試算の関係でございます。

気象庁の確率解析では現行の想定台風では気候変動を踏まえた中心気圧の低下量に変化がないということが確認できましたので、想定台風の設計諸元は現行と同等というふうの評価をいたしまして、潮位偏差ですとか、あとは波浪の推算の解析手法を最新化しております。

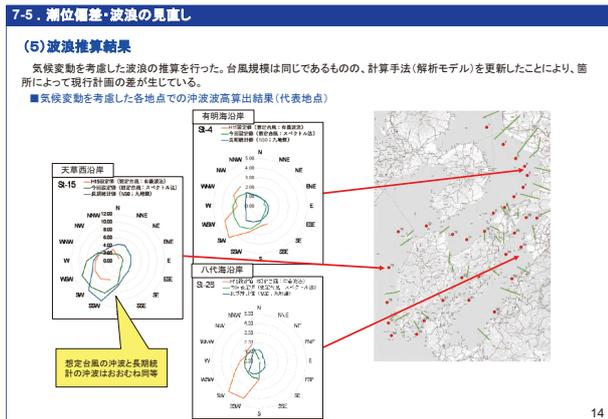
結果、変わる部分としては計算のメッシュ、精度が向上されたということと、また波浪の計算式を変えたことが、変更の要因になっているというものになります。



これは潮位偏差の結果でございます。

先ほどの3つのエリアで、海岸保全計画を作っているというふうに申しあげましたけれども、おおむねエリアごとに傾向が分かれております。有明海の沿岸、それから天草西沿岸では、現行の計画よりも小さく値が出まして、逆に八代海沿岸では現行よりも大きめの値が出たというような傾向が見られる結果となっております。

八代海のほうは海水の流入量が現行よりも多く算定されたということでこのような結果が出ているのではないかとということが推測されております。



また、波浪についても同様に傾向が見られますが、現行の計画よりも波高がやや大きく、外海に面する天草西海岸は小さくなる結果でした。算定方法の変更による影響が大きいものというふうに考えております。



これらを踏まえまして、天端高の試算を行っております。

左の図のように、海岸を1から11まで区分いたしまして、その中で波の影響を受けやすい外海、それから離岸堤があったり、波の影響を受けにくいところを内海、代表2か所をそれぞれ選定いたしまして試算を行っております。

8-2 整備方法の見直し

(2) 整備方法(天端高)の設定方法

本整備方法(天端高)の設定方法は、これまで行われてきた海岸の施設設計の考え方にに基づき、以下の方法で行った。

■堤防天端高の設定方法

海岸種別	設定方法	イメージ	内容	対象海岸	天端高の設定
(外)	うちあげ高による設定	堤防天端高のうちあげ高をカバーするように設定	・台風時の堤防・護岸に対する波のうちあげ(壁)を算出し、波の影響を受けにくいように天端高を設定する方法 ・改良後想定配法で算定	・既往の検討でうちあげ高による算定がされている箇所	外力(波)と天端高
	許容越波量による設定	堤防を越えて流れ込んだ波の(許容越波量)が、被害を及ぼさない量(許容越波量)以下になるように設定	・台風時の高潮・高浪のうちあげ等を算出し、波が岸壁に越える量を許容範囲内に収まるように天端高を設定する方法	・既往の検討で許容越波量による算定がされている箇所	外力(波)と天端高
(内)	計画高潮位による設定	港内や入江内で波の影響がほとんどない箇所は計画高潮位(+余高)程度で設定	・港内や入江内で波の影響がほぼ無視できる箇所の天端高	・既往の天端高が計画高潮位程度になっている箇所	外力(高潮) = 天端高

設定方法につきまして、天端の試算に当たり、3つの方法で行っております。

波の影響を受けるところにつきましては、うちあげ高による設定や、許容越波量、それから波の影響を受けないところについては計画高潮位の考えで設定をしております。

8-3. 整備方法の見直し

(3) 見直し結果(代表箇所:永尾海岸)(概算値)

各地域海岸の代表箇所に対し、前述した手法で見直しを行う。なお、永尾海岸での見直し例を示す。この結果、以下の通りとなる。

■現行計画と今回見直しでは、今回見直しが平均海面の上昇の影響は受けるものの、現行計画から計算手法を更新したこと、一様ではなく場所によっては必要堤防高の増加が必要となる

■なお、温暖化の影響としては基準高潮位では32cm増加している

■永尾海岸での整備方法(堤防天端高)見直し例

項目	①現行計画	②計算手法試算	③気候変動試算(2℃上昇時)
計画高潮位(TPm)	4.5	4.69 (潮位統計と高潮推算の更新により①より上昇)	5.01 (気候変動による海面上昇の影響で②に対し32cm上昇)
計画沖波波高H0(m)	2.90	2.19 (解析モデルの更新により①より低下)	2.19
換算沖波波高H0'(m)	2.81	1.50	1.50
必要天端高(TPm) 【許容越波量 0.05m ³ /s/m】	6.2	5.8	6.2 (既往と同様) (気候変動による海面上昇の影響で②に対し40cm上昇)

代表的な例を1つ取りました結果がこちらになります。

今回の試算につきましては参考的に計画天端高を試算したものでございまして、概算値となりますが、実際の整備に当たっては、また新たに精査を行うようになります。

例として冒頭に挙げました98年に高潮被害を受けた永尾海岸という場所を示しております。永尾海岸の場合は、こちら現行計画が左側1番になりますけれども、2番目の計算手法を変えた試算によりますと、計画高潮位につきましては19センチ高くなりまして、その一方で計画の波の高さが解析モデルの変更によりまして、71センチ低下するという結果となりました。現行6.2メートルとしていますが、必要天端高については、現行の数値以内ということになりましたので、結果として、永尾海岸については、この数値を踏襲することから、これを存置するというにいたしました。

8-4. 整備方法の見直し
 (4) 整備方法(天端高)の見直し結果(概算値)

※参考的に計画天端高を試算した結果であり、概算値である。整備にあたっては詳細な解析が必要である

地域海岸	沿岸	対象市町村	計画天端高(TPm)		
			現行計画	見直し後(※注)	高低天端との差
No.1	有明海沿岸	荒尾市、長洲町、玉名市、熊本市、宇土市、宇城市	4.7~7.0	4.7~7.0	±0.0m
No.2	有明海沿岸	上天草市	3.6~6.0	3.6~6.0	±0.0m
No.3	有明海沿岸	天草市	3.1~4.7	3.3~5.2	+0.5m
No.4	天草西沿岸	天草市、帯北町	3.1~5.1	3.1~5.1	±0.0m
No.5	天草西沿岸	天草市、帯北町	3.0~8.0	3.0~8.0	±0.0m
No.6	天草西沿岸	天草市	2.6~5.5	2.6~5.5	±0.0m
No.7	八代海沿岸	天草市	2.6~5.0	3.0~5.0	+0.4m
No.8	八代海沿岸	天草市	2.7~5.1	3.2~5.6	+0.5m
No.9	八代海沿岸	上天草市	2.7~4.5	3.5~4.5	+0.8m
No.10	八代海沿岸	宇城市、水川町、八代市	3.6~6.2	4.4~6.2	+0.8m
No.11	八代海沿岸	芦北町、津奈木町、水俣町	2.7~6.2	3.2~6.2	+0.5m

18

これがそれぞれ11海岸の結果になります。

概算値であります。御覧のとおり見直し後のところにおいても、若干高くなる場所もございます。このようなところを今後どういうふうにしていくかというのは、正確な精緻な解析を含めながら検討していきたいと思っております。

9. 熊本県における海岸保全基本計画の主な変更点
 (1) 基本計画の変更ポイント

従来の基本計画

【骨格】
 2 海岸の防備に関する事項
 (1) 防備事項
 (2) 防備の目標「想定最大高潮」
 (3) 施設整備の目標「沿岸域の特性に応じた適切な整備水準」
 (4) 浸食対策の目標
 (5) 防備に関する施設



八瀬ヶ浦(天草市)

変更後の基本計画

【骨格】
 2 海岸の防備に関する事項
 (1) 海岸保全施設整備に係る防備事項
 ○想定最大高潮による総合的な防波・減災対策への取組み
 ○施設整備の目標となる「整備水準高潮」
 (2) 耐震対策【今回追加】
 ※想定される最大級の地震が発生後も高潮、津波による浸食を防ぐため、海岸保全施設の耐震性の確保を明示。
 (3) 津波対策
 (4) 高潮対策(従来の気候変動を基礎とした海岸保全施設の数値目標(今回追加))
 1) 従来の気候上昇
 2) 気候変動を踏まえた的確な水準の設定
 (5) 浸食対策
 (6) 複合災害への対応【今回追加】
 ※高潮と高波、地震と高潮等のように複数の災害が同時発生することで発生する複合的な災害にも備える必要があることを明示。
 (7) 防備に関する施設
 【骨格】
 ① 防備に関する施設と「建設地水」【今回追加】
 ※よりよい海岸づくりを行うために、行政機関、地域住民、学識経験者などの連携・防波・環境・利用の施策間の連携により、効果的な施策の展開に努めることを明示。

19

また、最後になりますけれども、この基本計画はこのような数値のシミュレーションを踏まえまして、変更後の基本計画でございます。

右側になりますけれども、今回はお話ししませんでした。耐震関係というのにも必要になってきますので耐震対策追加をしております。

それから、お話しさせていただきました高潮対策、それから複合災害ということで様々な高潮、津波、地震、こういったものが起こったときにどうするかということ。

最後は流域治水の関係もありますので、関係機関との連携ということも加えまして、今回改定をしているものでございます。

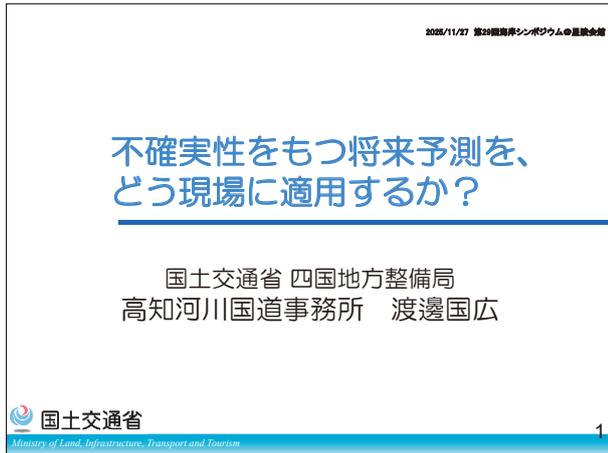
簡単ですけれども、検討の経過を御報告させていただきます。

不確実性を持つ将来予測を、どう現場に適用するか

渡邊 国広

国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所 所長

御紹介ありがとうございました。高知河川国道事務所長の渡邊と申します。



今回、このような機会にお招きいただきまして、高知の事例を紹介させていただけるということで、高知の場合は例えば東京などのように人口資産が集中しているというほどまでではないので、これから気候変動によって防護水準を上げなくてはいけなかったときに、また違った対応の仕方を考えなくてはいけないということで、いろいろ悩んでおります。

今回、こういうタイトルで表しましたけれども、まず最初、ちょっと気候変動とは離れてしまうんですけれども、今年、南海トラフのマグニチュード8から9クラスの地震の30年以内の発生確率が改定となりました。

科学的知見の進展と不確実性

- 南海トラフのM8～9クラス地震の30年以内発生確率が改訂
- 発生確率のばらつきを定量評価できるようになった
- 計算方法の信頼性に優劣をつけられないため、2結果を併記

M8～9の地震	本文(主文)に記載した計算方法	用いたデータ	ランク (2025/1/1時点の今後30年以内の発生確率)
第二版 (2025/1/1時点)	時間予測モデル ¹⁾ <small>*1: 1.9の「時間予測モデル」を参照</small>	・隆起量データ ・地震発生履歴	IIIランク (80%程度)
第二版 一部改訂 (2025/1/1時点)	すべり量依存BPTモデル BPTモデル	・隆起量データ ・地震発生履歴	IIIランク (60%～90%程度以上) IIIランク (20%～50%)

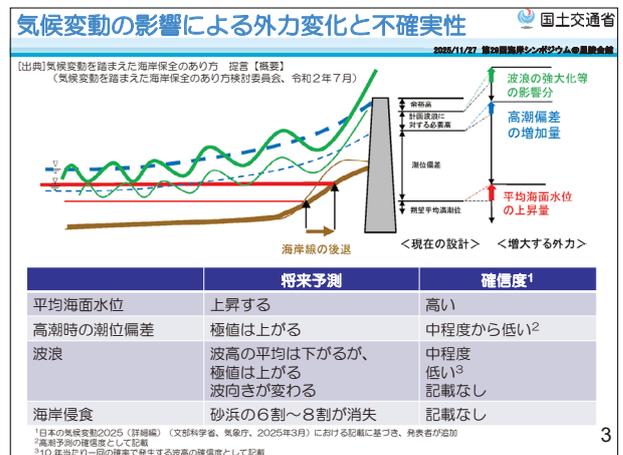
気候変動の将来予測についても同様であり、不確実性も踏まえて、いかに現場で対応していくかが課題

この表に示しますとおり、これまではハッチで書かれているとおり、80%程度ということでは書かれていたんですが、改定によりまして1つは60%から90%以上、もう一つは、20%から50%ということ幅を持った予測であり、しかもその予測も2通りが出てきてしまったということがありまして、現場としてはかなり皆さん困っているということがありました。

やはり科学的にいろいろな理解が進んだことで、発生確率のばらつきを定量評価できるようになったというふうはこの報告書では書かれておりました。

また、2つの結果が示されているのも、計算方法の信頼性に優劣をつけられないため併記したということでした。

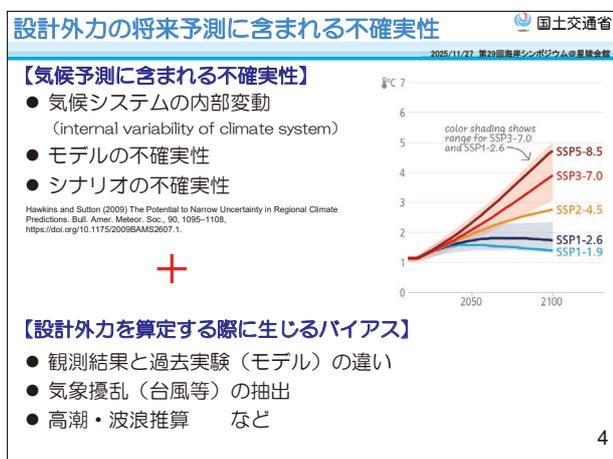
やはり科学的な知見というものはやればやるほど分からない部分というものができて、なかなか決めにくくなってくのではないかなと思うんですけれども、一方で現場では何か数字を決めていかなければ動かないということで、これは本当に気候変動の将来予測についても同様でありまして、こういった不確実性がある。しかもそれはなくなるということはないということを踏まえて、いかに現場で対応していくかが課題なのかなというふうを考えております。



こちらの図は既に何度も出ている図ではございますが、海岸における防護水準を考える上でのそ

それぞれの外力です。ここに追加したのが確信度ということで、日本の気候変動2025ではそれぞれのパラメーターについて確信度という評価も書かれています。

平均海面水位については上昇する、これは確信度が高いとされてはいるんですけども、一方で、高潮の潮位偏差については中程度から低い。波浪については、極値のほうについては低い。さらには、波向きについては特に記載がないということもあります。海岸侵食についても、特に確信度の記載がないということで、このように設計に当たって使う外力それぞれについて確信度がまちまちという状況でございます。



そもそも設計外力の将来予測に含まれる不確実性というのを振り返ってみますと、気候予測に含まれる不確実性としては、気候システム自体の内部変動、これは10年間隔変動だとか、黒潮の大蛇行とかでしょうけれども、あとはモデルの不確実性、シナリオの不確実性。シナリオの不確実性というのはこちらの右のよく出てくる図でいう SSP とか、そういった違いで、モデルの不確実性というのは薄い色でついている予測の幅ということになるんだと思います。

もともとこれだけの不確実性がある上に、設計外力を算定する際には、観測結果と過去実験のモデルの違いであったり、気象擾乱を抽出するときのバイアス、あとは高潮・波浪推算を行う過程で出てくるバイアスなどもありまして、より一層不確実な結果となってくるわけです。

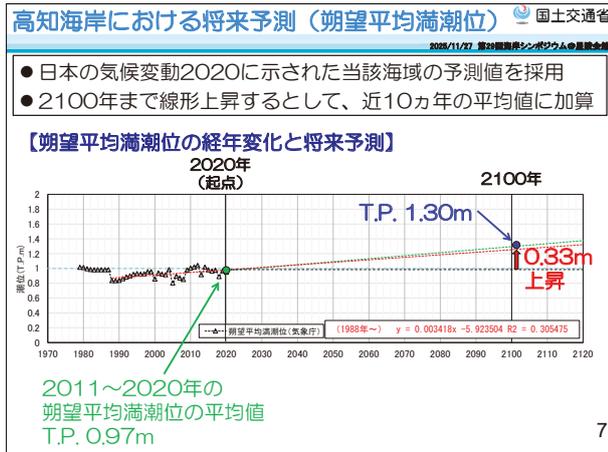


こういった前提がある中で、高知海岸における検討例を紹介させていただきたいと思います。

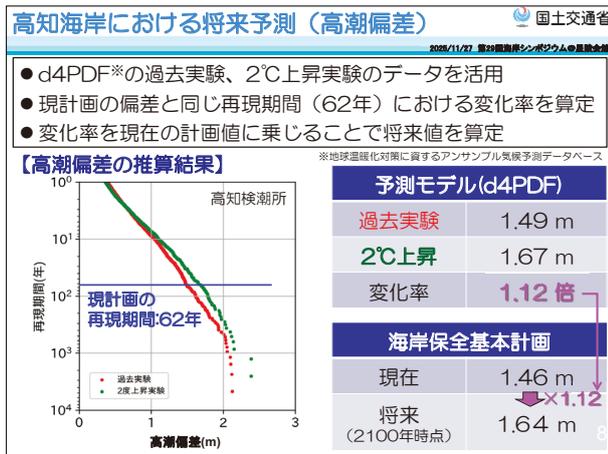


まず、高知海岸の概要ですけれども、土佐湾の中央部にありまして、延長30キロの海岸で、津波で有名ではありますが実は堤防高は高潮・高波の波のうちあげで決まっているのがほとんどです。

既に気候変動による将来変化の予測を踏まえて、海岸保全基本計画を変更済みでして、台風接近時はこの写真のように越波が発生して、背後の道路が通行止めになったりとか、海岸侵食によって堤防の基部が露出して矢板が露出するというようなことも起きているという状況です。

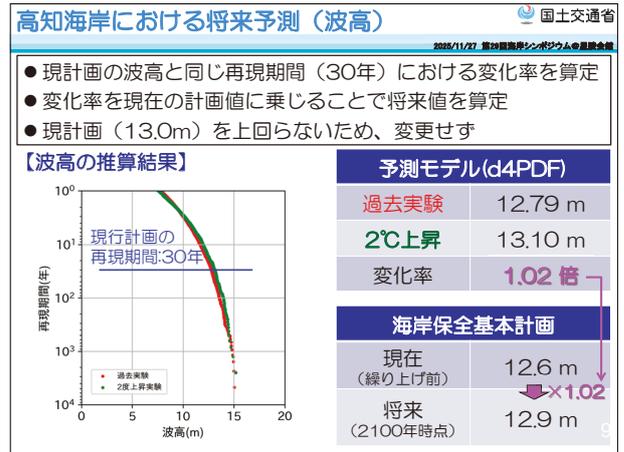


細かな概略の算定方法については省きますけれども、高知海岸ではまず期望平均満潮位につきましては、日本の気候変動2020に示された当該海域の予測値を採用しまして、2100年まで線形上昇すると、近10か年の平均値に加算するという事で、+0.33という値を採用しております。



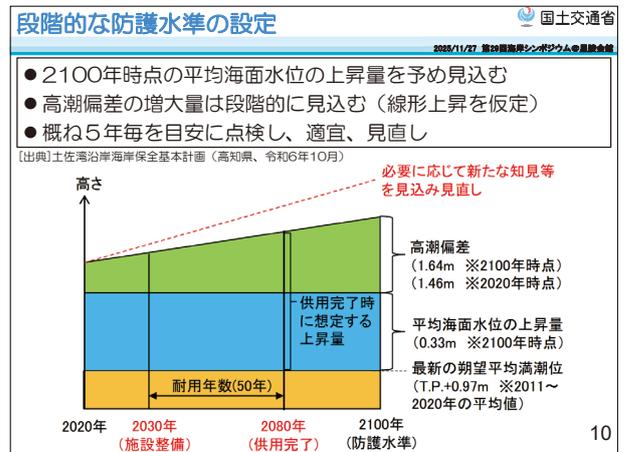
一方で、高潮偏差につきましては、森先生からも紹介がありましたとおり、d4PDFの過去実験と2度上昇の実験データを活用、こちらの図がその実験結果で、縦軸が再現期間で横軸が高潮偏差になります。

現計画で用いている高潮偏差の再現期間と同じ62年のところを見て、過去実験と2度上昇の差が1.12倍ということで、これを現計画の値に掛け合わせて1.64という値を得ております。



また、波高につきましては、ここでは再現期間30年の確率波高を設計値として用いております。

同じように過去実験と2度上昇の予測モデルの比較から変化率が1.02倍ということで、これを掛け合わせて、もともとの値が12.6メートル、これに1.02掛けると12.9で、実は現計画も繰り上げて13メートルにしておりましたので、結局変わらないということで変更しないということになりました。



こうした外力の変化は計算すれば出るわけなんですけど、これを実際にどのように計画に落とし込んでいくかということでもかなり議論がありまして、高知県で採用することになったのはこちらになります。

まず、確実性が高いと言われる、もうほぼ確実に起こると言われている、平均海面水位の上昇についてはもうあらかじめ2100年時点の0.33メートルプラスというのを見込む。一方で、高潮偏差については、そこまで確度が高いわけではないので、線形上昇を仮定して段階的に見込むということにしております。

例えば2030年に施設を整備するという事になりますと、耐用期間50年を想定して、2080年時点

の高潮偏差を計算して盛り込むということにしております。

また一方で、気象庁さん、文科省さんから公表されます日本の気候変動の報告書もおおむね5年ごとに出ることも想定しまして、おおむね5年ごと目安に点検して適宜見直していくという方針といたしました。

高知海岸における優先順位							
<ul style="list-style-type: none"> ● 高潮・高波に対する堤防の必要高に着目 ● 現況堤防の更新時期、堤防高が不足する時期を整理 ● 土地利用、浸水想定区域内人口も踏まえて優先度を判断 							
項目/海岸	新居海岸	仁ノ海岸	戸原海岸	長浜海岸	十市前浜海岸西側	十市前浜海岸東側	香南海岸(香川・香良・香本)
2100年時点の堤防高の不足高	海面上昇 (堤防高満足)	海面上昇 (堤防高満足)	0.15m	0.34m	— (堤防高満足)	0.60m	0.59m
	海面上昇 +偏差増加 (堤防高満足)	—	0.56m	0.67m	—	1.06m	1.17m
施設の更新時期 (耐用年数50年を想定)	2060年代	2070年代	2070年代	2070年代	2070年代	2070年代	2010年代
堤防高が不足する時期	海面上昇	—	2080年代	2040年代	—	2030年代	2050年代
	海面上昇 +偏差増加	—	2050年代	2030年代	2080年代	2020年代	2030年代
背後地	土地利用	宅地・農地	宅地・農地	宅地	農地・宅地	農地・宅地	宅地
	浸水想定 区域内人口	808人	440人	615人	2882人	1174人	715人
優先度	—	—	○	◎	△	○	◎

続きまして、こういった方針の下、具体的にどこから整備していくかということを考える、その考え方もいろいろ議論して決めました。

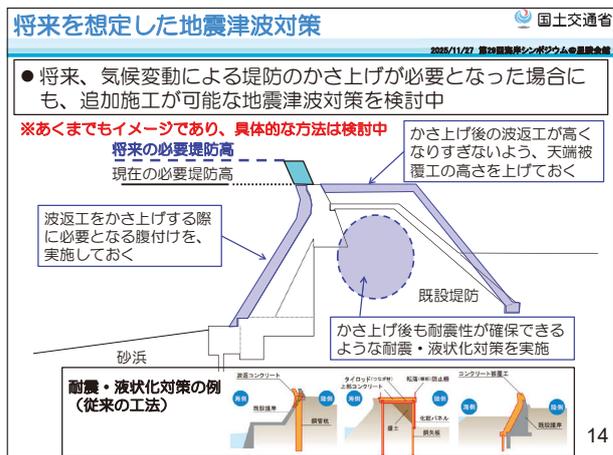
まず、高潮・高波に対する堤防の必要高に着目するというので、この表は文字が小さくて見にくくて申し訳ないですけれども、この海面上昇と偏差の増加をプラスして、それぞれの海岸で堤防高が不足する時期というのを求めました。

そうすると2030年代とか2020年代、大体この3つぐらいの海岸がターゲットになりそうだということで、続いて背後地の状況も考慮して、大体2海岸を中心に進めていこうということになったわけです。

特に、この右端にあります香南海岸というのが、将来的にもかなり高さが不足、実は現在でも耐震対策もあまりできていないということがあります。



こちらがこの当該の高知海岸香南工区の様子になります。浜幅もそんなに広くなくて背後に、家屋がかなり接近してござりまして、高知県としては人口・資産があるほうなんですけれども、一方で東京都さんなんかと比べると、そこまで資産があるとまでは言えないという、そういった状況の海岸になります。



ここでどうしているかということですが、もともとは事業としては、地震・津波対策なので耐震対策がメインですけれども、当然気候変動も考えなくてはいけないということで、将来気候変動による堤防のかさ上げが必要となった場合にも追加施工が可能な方法を検討しているところです。

これはあくまでもイメージでして、必ずしもか

さ上げをすると決まっているわけではないですが、仮にかさ上げをする場合とを考えてください。

今、示しているのが既存の堤防で、現在は十分な高さは足りているだけでも将来的には足りなくなる。ですので、将来、仮にかさ上げするときには、当面はかさ上げはしないですけれども、まずは将来、かさ上げすることとなったときに必要となるようなその土台となる腹付けはやっておく。

さらに、現状でも波返工がそれなりの高さがありますので、そこにさらにプラスの高さを加えますと、とても景観上も安全上もよろしくないこととなりますので、背後の天端被覆工の高さを上げておくとか、こういった将来的なかさ上げも想定した改築が必要かなというふうに考えております。当然これらのプラスアルファも考慮した上で、耐震性が保てるような対策を実施していくということになります。



これはあくまでもかさ上げの案ですけれども、当然かさ上げ以外の方法も考えていこうと思っています。

高知海岸のちょっと別のエリアの長浜工区というところの絵ですけれども、台風15号が今年来たときの様子です。浜がある程度ある手前のほうは波が来ても、背後まで波が行かないですが、この奥のほうちょっと分かりづらいですけれども、奥のほうは浜幅が狭くて、波が堤防に当たってしぶきが飛んでいるのが見て取れると思います。

ですので、浜があるかないかでだいぶ、波の打ち上げも変わってきて、堤防の必要高も変わってくるということなので、やり方としては砂浜を回復させることで波浪を低減させていく。もしくはこの背後地も余地があるような場所については、

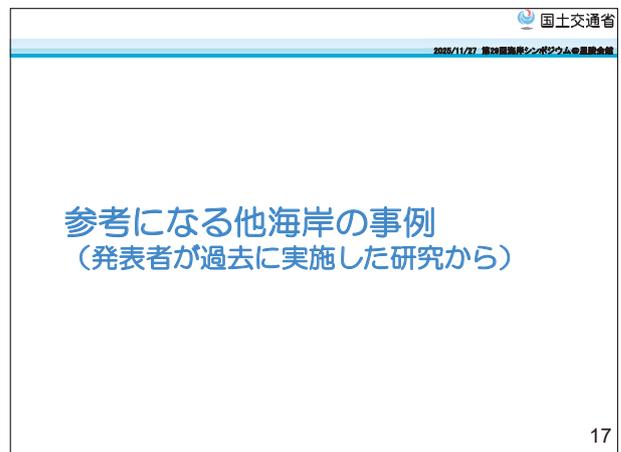
背後地の利用を変更していくなどということも検討していきたいと考えております。

こういう対策は、単純にかさ上げするよりも環境・景観的にもいいだけではなくて、予測が上振れしたときの対策にもなるということで、これからまだ検討していきたいと考えているところです。



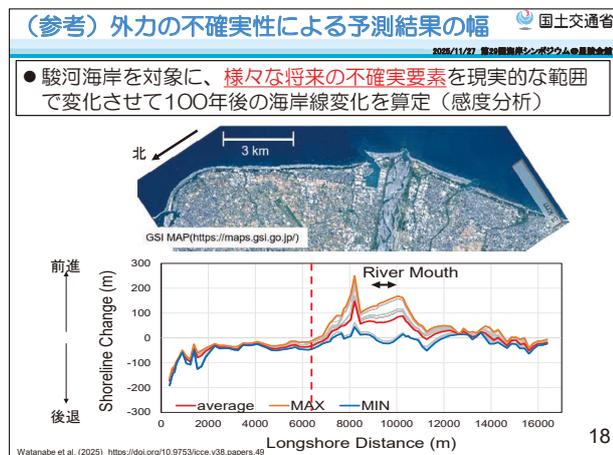
砂浜の回復ということでは、高知の海岸、特に物部川からの土砂で成り立っているエリアというのは、比較的恵まれているかというふうに考えております。

左に示しているのが供給源である物部川の流域図ですけれども、上流のほうに永瀬ダムがございまして、かなり上流で土砂の堆積が起こっております。現在はこの上流で堆積している土砂を掘削して、河道に還元するとか、あとは浜に養浜するということをやっているわけなんですけれども、今後は総合土砂管理計画をしっかりと作って、計画的に砂浜の回復も進めていくということも可能な海岸であります。



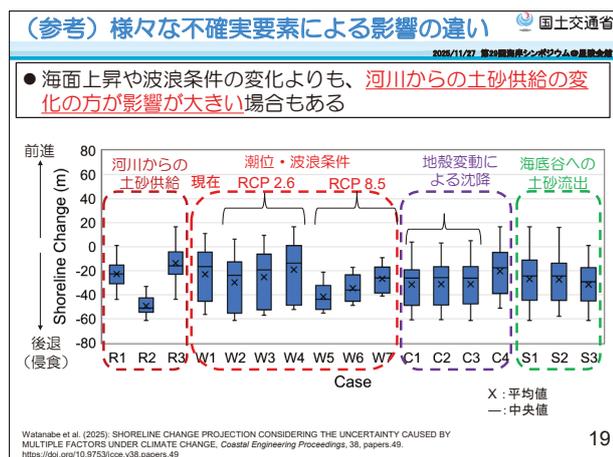
ここまでは高知の例なんですけど、もともと私は

研究者で、国総研いたときにやっていた研究からもちょっと紹介させていただきます。



こちらは、静岡県の駿河海岸を対象に、海面上昇だとか波浪の変化だけではない、他の要素も踏まえて、海岸線が100年後にどう変化するかという感度分析をしたものになります。

見ていただきますと、かなり予測の幅、この折れ線は海岸線の位置なんですけれども、エリアによって予測の幅にかなり違いがあります。この河口部分はかなり幅があるんですが、この辺りですともうそんなに不確実性は高くないということがありまして、ひとえに不確実性といっても場所によってかなり違います。



仮に、この赤線で示した部分で見ますと、潮位や波浪の気候変動による変化だけでなく、河川からの土砂供給だとか地殻変動の影響、あと海底谷への土砂流出、こういった不確実性もいろいろパラメーターを変えて計算した結果になりますけれども、注目していただきたいのは、例えばRCP2.6、2度上昇シナリオの下限、中と、上限をとった場

合の変化よりも、河川からの土砂供給のほうがかなり影響を左右しやすいということが分かります。

このように場所によっては、河川からの土砂供給の影響いかんによって状況も変わり得るということが分かります。

まとめ 国土交通省

2025/11/27 第23回気候変動シナリオの基礎知識

- 高知海岸における、気候変動の影響を考慮した設計外力の設定、段階的な防護水準の設定の考え方、優先対策箇所の抽出例を紹介
- 外力による不確実性の違いを考慮し、今から対応すべきこと、将来的に対応できるように考慮しておくべきことを選別しておくことが重要
- 堤防のかさ上げ以外の対策も検討しておくことが、環境・景観だけでなく、予測の上振れリスクへの対応としても重要

20

最後、まとめますけれども、高知海岸では気候変動の影響を考慮した、設計外力の設定、段階的な防護水準設定の考え方、優先対策箇所の抽出例を紹介いたしました。

外力による不確実性の違いを考慮して、今から対応すべきこと、将来的に対応できるように考慮していくべきことを選別していくことが重要だと考えております。

また、堤防のかさ上げ以外の対策も検討していくことが環境・景観だけでなく、予測の上振れリスクへの対応としても重要じゃないかなというふうに感じております。



最後、余談ですけれども、私、NHK大河ドラマの『べらぼう』が大好きで結構見ているんですけども、今回のセッションに合いそうなものはな

いかなと調べていろいろ探してみました。恋川春町さんという人が黄表紙という、浮世絵というよりも雑誌なんですけれども、こういったものを出してまして、これが高知らしくてですね。実は将来、初ガツオがやってくるのが初夏ではなくて、12月20日頃になるというような絵を書いていて、気候変動ということは言っていないんですけれども、こんなことを言っています。

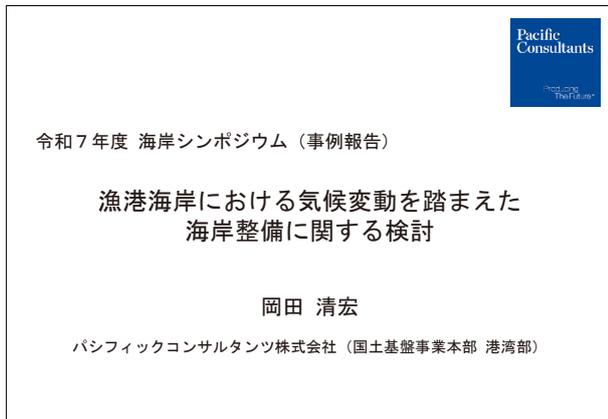
ドラマの中で、私が印象的だったのが、主人公の葛屋重三郎が恋川春町を仲間にするときになかなか仲間になってくれなくて、そのときの口説き文句が100年後の江戸を描いてみませんかと言ったら、春町さんが、それは面白いと言って仲間になってくれたというエピソードがあります。

ですので、気候変動の話というのは、どうしても我々、危なくなるという話ばかりなんですけど、何とか100年後、楽しい海岸をつくれるように前向きな話もつくっていけるような、海岸づくりをしていければと考えております。

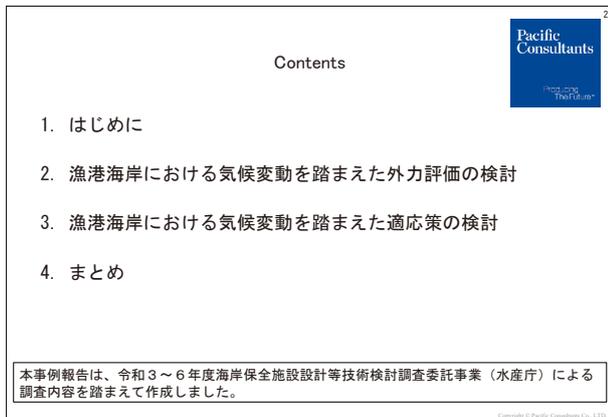
漁港海岸における気候変動を踏まえた海岸整備に関する検討

岡田 清宏 パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土基盤事業本部 港湾部 技術課長

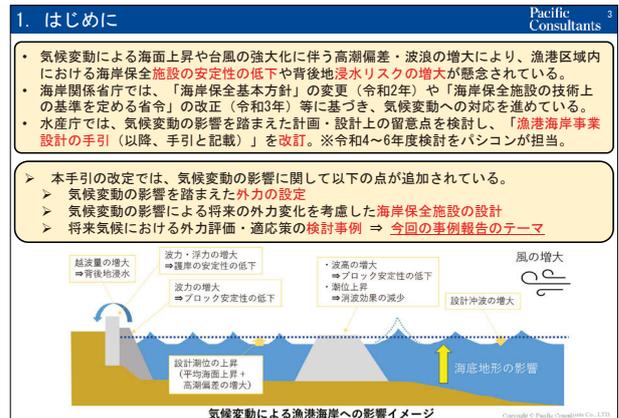
御紹介いただきありがとうございました。
 パシフィックコンサルタンツ岡田と申します。
 本日はこのような場にお招きいただきまして、
 ありがとうございます。



では早速ですが、こちらのタイトルで、事例報告とさせていただきますと思います。



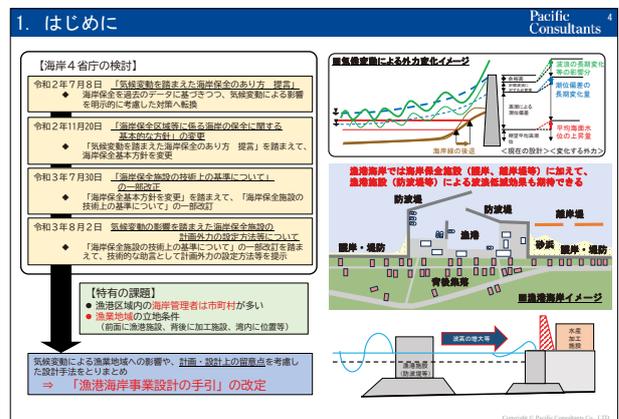
報告の目次としてはこのような形で、主には外力評価の検討をしましたというのが前段で、適応策の検討が後段という流れになっております。
 なお、本事例報告は、令和3年から6年度の水産庁の委託事業を踏まえて作成したものでございます。



はじめに、気候変動によって外力が増大いたしますので、漁港海岸においても、区域内における施設の安定性の低下や、背後地浸水リスクの増大が懸念されております。

水産庁においては、こういった影響を踏まえた計画・設計上の留意点を検討しまして、漁港海岸事業設計の手引を改定したところです。令和4年から6年度の検討を弊社が担当させていただきました。今回の発表につながったということです。

本手引の改定では、気候変動を踏まえた外力の設定や、それを考慮した施設の設計、あとは巻末資料になりますが、外力評価・適応策の検討事例も載せており、こういったものが本発表の材料になっています。

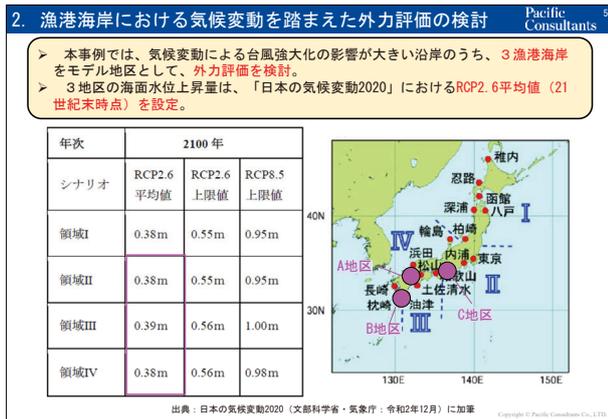


このページの左側は4省庁の動きや、漁港地区の課題を踏まえて手引の改定に至りましたという

フローを御紹介しております。

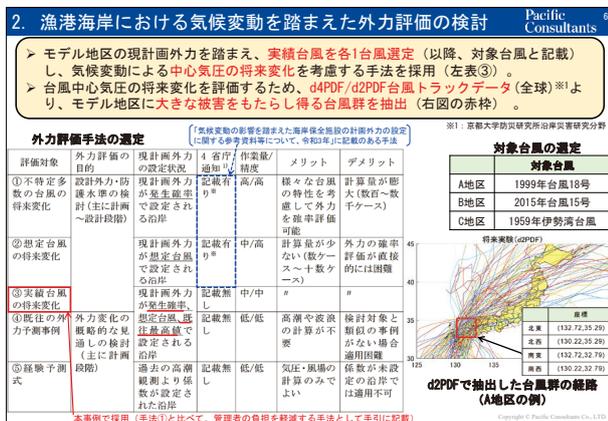
右側の中段の図には漁港海岸のイメージ図を載せていまして、海岸背後に集落があって、その前面に漁港があるのが特徴です。

海岸防護の観点から考えますと、護岸・堤防以外にも漁港施設と言われる防波堤などによる波浪低減効果も考慮できるといった特徴がございます。



本報告は、3漁港海岸をモデルとして検討したもので、図の場所は大体の位置ですが、A、B、C地区を示しています。

シナリオは、RCPの2度上昇を仮定しております。



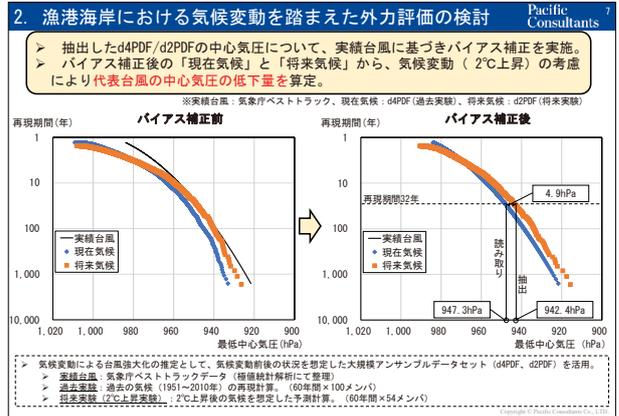
外力評価としては、モデル地区の現計画外力を確認しまして、おおむねそれと同様となる実績台風を1台風選定し、その台風の中心気圧の将来変化を考慮する手法を採用いたしました。左側の表では③になります。

令和3年の4省庁からの通知では、主に①と②の不特定多数の台風と想定台風が記載されていましたが、実績台風を強大化したらどうかということが明記されてなかったような形でしたので、手引きには③として実績台風の変化を記載しました。

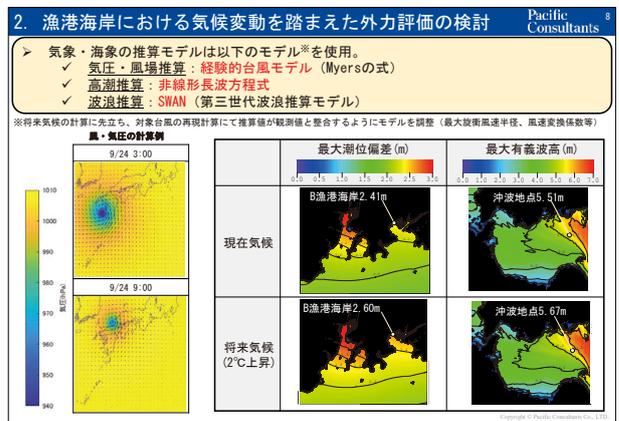
①と②を検討してもよかったんですが、本手引

きは管理者の負担を軽減するような観点も取り入れたということもありましたので、③の比較的簡易な手法で実施しました。

あとは、ほかの検討と同様かと思いますが、d4PDFを使い、モデル地区を通過するような台風群を抽出して、中心気圧を分析しました。

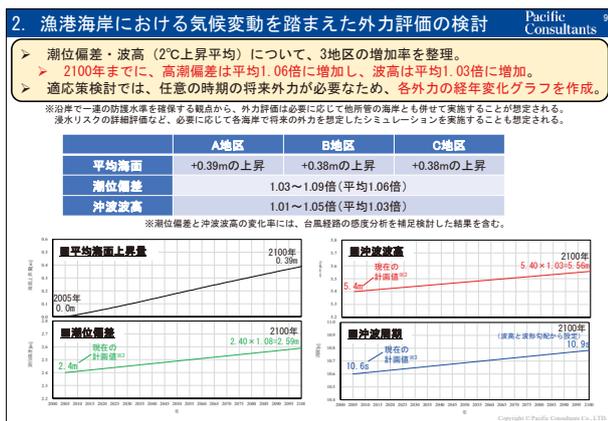


バイアス補正後の右側の図について、横軸が最低中心気圧、縦軸が再現期間です。この地区では、ちょうど32年ぐらいの確率の中心気圧が現在気候のため、将来気候では5ヘクトパスカルぐらい中心気圧が低下(強大化)するという評価となりました。



推算モデルは、一般的なものとして、経験的台風モデル、非線形長波、SWANを使っています。

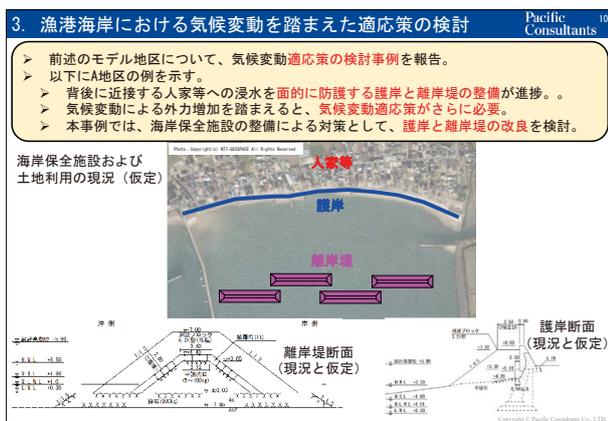
下図の左側が風と気圧の計算例を示しております。右側が潮位偏差と有義波高の計算例を示しており、縦方向に現在気候と将来気候を載せております。代表地点で見ますと将来気候のほうが少し高くなるという結果になっております。



外力評価のまとめということ、一応3地区だけでなく、外力の増加率を検討いたしました。

2100年までに、潮位偏差は平均1.06倍、沖波波高は平均1.03倍増加するという結果が得られました。

また、後段の適応策検討に当たりましては、2100年だけではなく任意の時期の外力についても知る必要がございますので、簡易的に直線で増加するカーブを作成しました。

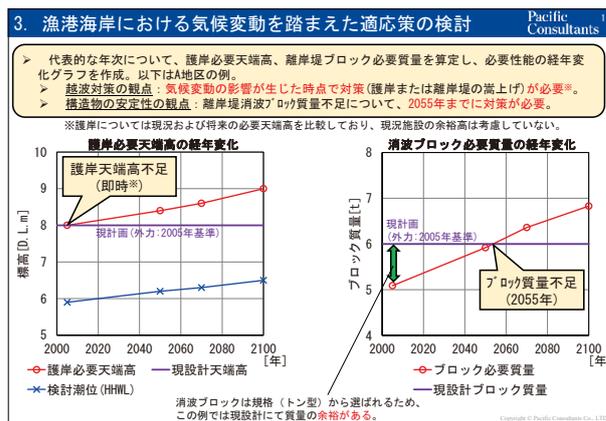


ここからが適応策の検討の御紹介となります。

A地区の特徴は、海岸背後に人家等が密集しており、護岸や離岸堤の整備が進捗しているという状況です。

ただ、ここに気候変動による外力増加を踏まえますと、さらに気候変動適応策が必要になってくるということです。

本事例では海岸保全施設の整備による対策として、護岸と離岸堤の改良を検討いたしました。



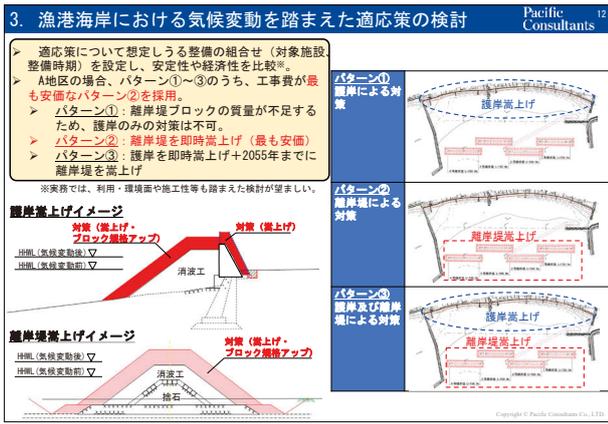
代表的な年次における護岸必要天端高と、離岸堤ブロックの必要質量を算定しまして、必要性能の経年変化グラフを作成したのになります。

左側のグラフが護岸必要天端高の経年変化で、横軸が年次、縦軸が標高を表しております。紫の線は現計画ですから、将来も必要高が変わらないという仮定になっています。これに対して赤線は護岸必要天端高で、気候変動の影響を受けて徐々に上がっていくということになります。

このグラフでは、天端高の余裕高は考慮せずに評価しておりますので、気候変動が生じた、または生じると決めた時点から天端が不足するという評価になります。

右側が離岸堤の消波ブロック必要質量の経年変化をお示したもので、紫が現計画の必要質量、赤線が外力の経年変化を踏まえた必要質量です。ブロックについては規格（トン型）から選ばれるものですので、この地区の例では現設計の段階で既に1トン弱ぐらいの余裕があったということになります。ですので、ブロックの質量が不足するのは2055年という評価となりました。

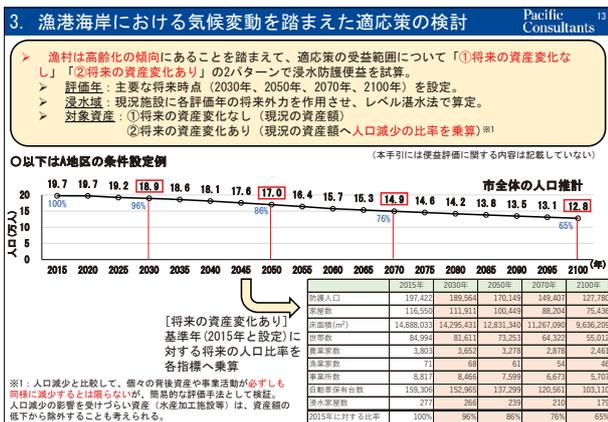
まとめますと、まず越波対策の観点では気候変動の影響が生じた時点で何らかの対策が必要となります。安定性の観点では離岸堤のブロック質量が不足しまして、2055年までに対策が必要となります。なお、護岸の安定性については特に問題なかったため省略しております。



適応策について想定し得る整備の組合せとして、どの施設を対象とするか、時期をどうするかを設定し、安定性や経済性から比較しております。

この地区ではパターン①～③として、①は護岸だけ、パターン②は離岸堤だけ、パターン③はその両方を実施する案を、比較しました。結論からいうと工事費が一番安い②が採用となりました。

内訳としては、①は離岸堤ブロックの質量が不足することが分かっておりますので、護岸だけの対策ではNGとなります。パターン②は離岸堤の即時かさ上げが一番安価となります。パターン③は護岸を即時かさ上げし、かつ2055年までに離岸堤をかさ上げするパターンです。



このページと次のページは手引には載せていない便益評価の検討として、御紹介ということになります。

漁村の特徴として、どうしても高齢化の傾向にあります。気候変動を考える際には長期的な話になってくるため、適応策の受益範囲について、将来の資産を今のまま評価する場合と変化する場合の2パターンで防護便益を試算いたしました。

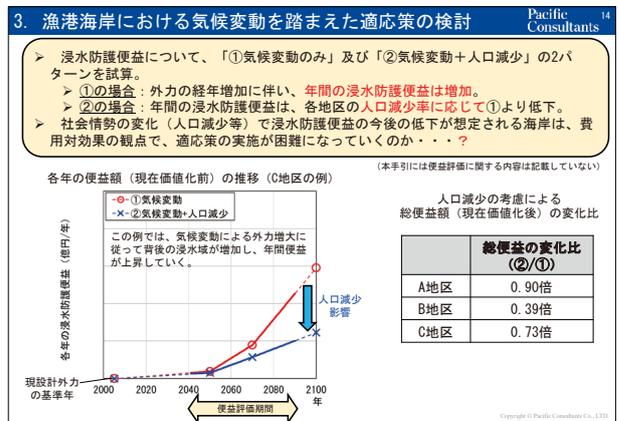
評価年次としては、2030、50、70、2100年とい

った代表年次を設定しています。

浸水域は、現況施設に対して各評価年での将来外力を作用させてレベル湛水法で計算しております。

対象資産は、先ほど述べたように①は資産変化なし、②は変化ありということで、簡易的に人口減少の比率を現況の資産額へ乗算したというやり方です。

中段のグラフは、A地区が属する市全体の人口統計で、2100年には65%ぐらいまで人口が下がっています。これを資産額に反映しましたが、必ずしも人口減少だけで資産変化が決まるわけではないことは記載しておきたいと思えます。



左側のグラフの横軸は年次、縦軸は各年の浸水防護便益です。

①が将来の資産変化なし(気候変動だけを考えた場合)の防護便益でして、外力が上がっていきますから、防護便益はどんどん上がっていくカーブになっています。①の赤線に対して人口減少の影響を考慮したものが青線で、赤線よりは低くなります。

3地区分の総便益(現在価値化後)について、人口減少の考慮有無で変化比を見ますと、0.4倍から0.9倍となります。人口推計に相関しています。こういった変化が概算できたということです。

これを受けて、社会情勢の変化として浸水防護便益が今後低下すると想定される海岸では、B/Cの観点で適応策の実施が困難になっていくかということについては、結論が出ておりません。今後の課題かと認識しております。

4. まとめ Pacific Consultants 16

- 台風強化の影響が大きい3漁港海岸をモデル地区に選定して、**気候変動を踏まえた外力変化**（平均海面水位、潮位偏差、波浪）を検討。
 - **実績台風**（各地区1台風）の**中心気圧の将来変化**をd4PDF/d2PDFより分析し、気候変動前後の高潮・波浪推算より、外力変化を評価する手法とした。
 - 気候変動前後の実績台風について高潮・波浪推算を実施した結果、**高潮偏差は1.03~1.09倍（平均1.06倍）、沖波波高は1.01~1.05倍（平均1.03倍）**に変化。
- 上記の3漁港海岸を対象に、**気候変動を踏まえた適応策**を検討。
 - 適応策として、外力の経年変化を踏まえ、海岸保全施設（護岸、離岸堤等）の**必要な整備規模・時期**を検討。
 - 施設整備の**組み合わせ案**（対象施設、整備時期）を**3案比較**し、安定性・経済性の観点から**最適案を選定**。
 - **将来の外力・海岸背後の変化**（人口減少影響）を踏まえ、**浸水防護便益**を試算。（海岸背後の将来変化の考慮有無について、便益の変化を検証。）

Copyright © Pacific Consultants Co., Ltd.

まとめになります。

まず、外力評価として、3地区を検討いたしました。

実績台風の中心気圧の将来変化を分析とする手法を採用しまして、高潮偏差については、平均で1.06倍、沖波波高は1.03倍に変化しました。

さらに、適応策の検討として、海岸保全施設の必要な整備規模・時期を検討しました。具体的には組合せを3案比較しまして、安定性、経済性から最適案を設定しました。

将来の外力・海岸背後の変化を踏まえて、便益の試算もさせていただきました。

4. まとめ Pacific Consultants 16

➢ 今後の課題は以下のとおり。

- ① 気候変動にかかる最新の知見の反映（IPCC第6次評価等）。
- ② 数値解析手法による施設必要天端高の削減効果の分析。
- ③ 海岸背後変化（整備時点～現在～将来）の分析及び施設整備水準の精査の方法。
- ④ 各海岸に応じた適応策の高機能化（海岸保全施設に漁場・CO₂吸収機能の付加等）。

※②③は今後の気候変動影響の海岸事業への反映等に当たって、事業費を今後十分に確保できないケースが出てくる可能性を想定し、より経済的な整備を企図するもの。

施設天端高の検討のイメージ（課題②に対応）

<p>施設天端高の検討条件の例</p> <p>離岸堤と護岸を組み合わせた面的防護の例。</p>	
<p>読取図の方法</p> <p>単純化した地形・施設条件を前提とした簡易な手法。現地条件次第で誤差が大きくなる可能性。</p>	
<p>数値解析手法</p> <p>読取図よりも算定精度が向上する可能性がある。検討コスト増や、結果の妥当性確保が課題。</p>	

Copyright © Pacific Consultants Co., Ltd.

今後の課題ということで、①はAR 6 (IPCC 6次評価)や最新の知見を反映していくということです。

②と③はコスト削減的な側面です。米印で書いてありますが、気候変動影響の事業への反映に当たり、事業費が今後十分に確保できないケースも出てくる可能性を想定して、より経済的な整備を考えたいということです。

②は、数値解析手法による施設天端高の削減効果の分析、③は海岸背後変化の分析と、これらをどのよう

にしていくかということです。④は、コスト削減ではなく便益増大になりまして、適応策を実施するからには高機能化したほうがよいだろうということで、施設に漁場・CO₂吸収機能を付加するといったことをどのようにやっていくかというのが課題になるかと思えます。

課題②について補足すると、面的防護として離岸堤や護岸の必要高を計算する際、今の基準では読取図で計算してもよいので、波の変形は砕波・浅水の読取図、離岸堤であれば透過波の読取図で、最終的な天端は越波流量の読取図を組み合わせる場合があります。

読取図は単純な手法ですが、現地条件が複雑であるほど誤差が大きくなる可能性があるかと考えております。

数値解析手法を用いますと、これらの流れが一連で計算できますので、精度が向上する可能性があります。数値解析手法の実施コストの増えとか、複雑な計算になるため妥当性確保というのが課題になってくると認識しております。

ご清聴ありがとうございました。

国土建設事業本部
港湾部 港湾海岸室
技術課長
岡田 清宏
■ 技術士(建設部門)
■ RCCM(港湾及び空港)技術士(土木)

〒101-8462 東京都千代田区千代田2-1-1 2階2番地
TEL: 03-6777-1592 FAX: 03-3296-0204
kiyohiro.okada@os.pacific.co.jp

同じ内容が表示されます

デジタル名刺 (Sansan)

Copyright © Pacific Consultants Co., Ltd.

以上、御清聴ありがとうございました。

磯部 雅彦

全国海岸事業促進連合協議会 会長

長時間にわたりまして御聴講いただき、誠にありがとうございました。

また、講演をいただいた先生方、大変貴重でインストラクティブなお話をいただきましてありがとうございました。

第29回海岸シンポジウム 気候変動を踏まえた海岸保全対策

- 京大・横国大 森信人 教授
「海岸保全に対する気候変動研究のこれまでと今後」
- 気象庁 経田正幸 室長
「日本の気候変動に関する最新動向」
- 東京都 佐藤賢治 部長
「東京港の海岸保全施設の機能強化について」
- 熊本県 大森直樹 課長
「熊本県における気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更」
- 高知河川国道事務所 渡邊国広 所長
「不確実性を持つ将来予測を、どう現場に適用するか？」
- パシフィックコンサルタンツ 岡田清宏 課長
「漁港海岸における気候変動を踏まえた海岸整備に関する検討」

※ シンポジウム中のpptの誤りを修正

終わった直後なので、足りないところ、あるいは不正確なところもあろうかと思いますが、今日、計6人の講師の方々に御講演をいただいた内容を振り返ってみたいと思います。

第29回海岸シンポジウム 気候変動を踏まえた海岸保全対策

- 気候変動の特性
 - 「日本の気候変動2025」(気温が100年で1.40℃上昇)
 - 温室効果ガス排出シナリオ: 2℃上昇シナリオは難しい、オーバーシュートシナリオ
 - 気温に比べて海面上昇は遅れて起こる・継続する。(2℃40cm、4℃68cm)
 - d4PDF(台風の個数は少なく・強大に(高潮偏差増大)、設計波高? 波向変化)、今後は先端プログラムで予測可能
 - => 経年変化、上振れへの準備

※ シンポジウム中のpptの誤りを修正

1つは気候変動の特性ということでお話をいただいた部分がたくさんあったかと思います。

気象庁での取りまとめによれば、気温がもう100年で1.4度既に上がっている。しかも今後の趨勢として、排出の状況を考えると、2度上昇シナリオ

というのは難しい状況にある。オーバーシュートシナリオという言葉が出されるような、ちょっと将来予測について軌道を修正しなければいけないか、あるいは考え方を考えていかなくてはいいのかな、そういう状況まで来ているということです。

しかも、私たち海岸に係る者としては、海面上昇がまず第一の関心事ということになるわけですが、これは気温に比べれば遅れて起こり、しかも遅れるがゆえに完成によって後まで継続して起こるということに気をつけなければいけないということがお話しされたかと思います。

そういうものに対して不確実性も残ってくるわけですが、適応策を打っていくということが必然です。そのときに、将来予測は必ず必要なものですが、現状に比べて先端プログラムというような学術的な研究も進んでいて、今後はいろいろな外力、海面上昇だけではなくて、台風の規模であるとか、ひょっとしたら台風の経路であるとかということまで、詳細な予測値が出されるようなことになるかもしれないということであったかと思います。

現状では、やはり経年変化が上振れしていく可能性というものに対して、私たちは準備していかなければいけないということが皆さんから出されたかと思います。

第29回海岸シンポジウム 気候変動を踏まえた海岸保全対策

- 気候変動適応策への課題
 - 東京都(防潮堤+水門+陸開+内部護岸+排水機場)
段階的な嵩上げ(第一段階50年、R4~13): 景観(AR、VR)・コストの要素
AIによる水位予測+水門操作、浸水マップ、リスク検索、総合情報システム
 - 熊本県: 海面上昇(2100年32cm)+潮位偏差+波浪、新計算モデルの導入
 - 高知海岸: 不確実性(気候システム、モデル、シナリオ、算定)
2100年海面上昇+偏差は段階的、5年ごとに見直し、優先度、将来の嵩上げを考慮
 - 漁港海岸: 漁港施設の波浪低減効果、実績台風の将来予測値、経年変化グラフ
- まとめ
 - 嵩上げ以外のオプション(越波量の低減技術)
 - 激増する外力、漸増する外力、
 - 維持・管理の併進
 - 変化する外力条件=>モニタリング+「強靱かつ柔軟な海岸保全」

※ シンポジウム中のpptの誤りを修正

そういう状況で、事例紹介をしていただいたわ

けですが、東京都などでは経年変化に対して、第1段階50年を考えながら、これは施設構造物の耐用年数を考え、整備を進めていくとこのことです。またその過程で、AIによる推移予測、あるいはそれに伴う水門操作とか、浸水マップを新しく作るとか、リスク検索ができるような総合情報システムを作ったというような紹介がされました。

また、熊本県では新しい計算モデルを導入して、その結果、全体としては八代市近辺のところがかさ上げが必要だということが改めて分かり、そのほかのところでは、現状で対応が可能であるというような、そういうことも新しい精度の高い計算をすることによって出てくることもあるということがお分かりいただけたかと思います。

そして、高知海岸は、渡邊所長から段階的とか経年変化ということについて特に取り上げていただきました。その中に5年ごとに見直す、こういうことが必要だということも出てきましたし、あるいはこれから各海岸で海岸保全基本計画を事業化する際の1つの有力な考え方、必要な考え方として優先度ということも考えなくてはいけないというお話が出たかと思います。

さらに、漁港海岸として、台風の設定というのが現状では大変なわけですがけれども、実績台風の将来予測値を使っていく方法とか、あるいは経年変化そのものをグラフにしながらか視化をして対応していくということが発表されたかと思います。

いずれにしても気候変動というのは、外力が経年的に変化する状況です。私たちは海岸事業について、一度外力を決めたときに将来変化することとは今まで考えたことがなかったかと思います。災害を受けて外力を変更することはありますけれども、基本的には外力が時間の関数であるとは思っていません。外力が時間とともに変化するものとなってきたというのは非常に大きな要素でありまして、これをこれから取り上げていくということは全く新しい世界に入っていくということでもあるかと思います。

その中の1つとして、かさ上げ以外のオプションもないだろうかというような、そういうお話もありました。フロアの海岸室長の御質問なども含めて、変化する外力に対して、かさ上げ以外のオプションも考えながら、その対応ということ幅広に考えていかななくてはいけないというようなこ

とが出てきたかと思います。

これは今後の課題になるかと思いますが、そういうものを実現しながら、私としては、一番下に書きましたが、強靱だけではなくて、強靱かつ柔軟な海岸保全というものをこれから進めていかなければいけないかと思います。その一例としてパラペットを追加できるように考えましたという高知海岸の例もありましたし、漁港での経年変化グラフを書くということもありました。

ただ、かさ上げを何センチやりますということではなくて、外力そのものが変化することを前提にして施設を設計し、美しく、安全で、いきいきした海岸という99年の海岸法改正の趣旨に従って防護、環境、利用をその3つが並行してよくなるような、そういう海岸づくりに励んでいかなければいけないというふうには私は感じた次第であります。

拙い取りまとめでございましたが、これをもって第29回の海岸シンポジウムを閉会させていただきます。

どうもありがとうございました。

(了)

全国海岸事業促進連合協議会構成員

- ◆ 全国農地海岸保全協会
- ◆ 全国漁港海岸防災協会
- ◆ 港湾海岸防災協議会
- ◆ 一般社団法人 全国海岸協会