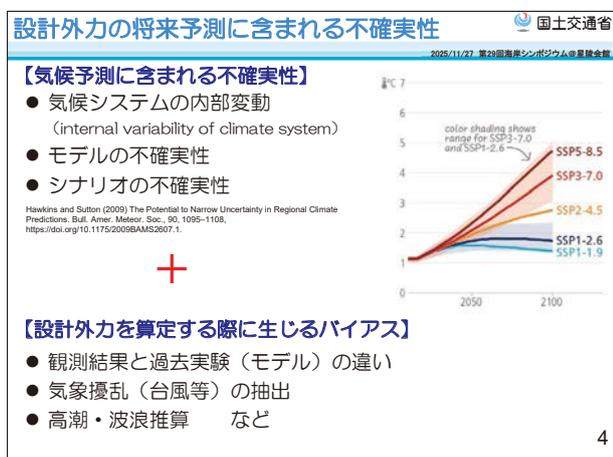


それぞれの外力です。ここに追加したのが確信度ということで、日本の気候変動2025ではそれぞれのパラメーターについて確信度という評価も書かれています。

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。

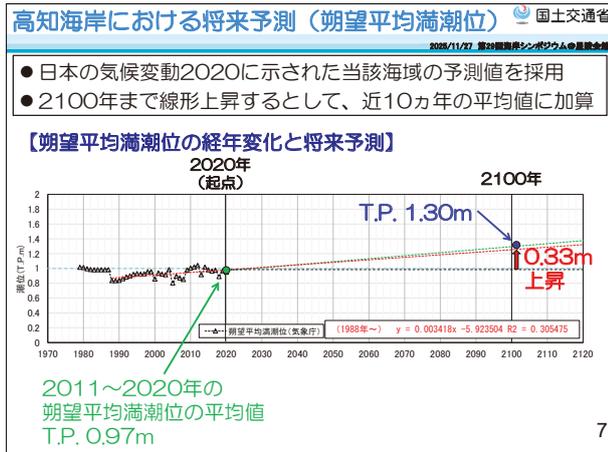


こういった前提がある中で、高知海岸における検討例を紹介させていただきたいと思います。

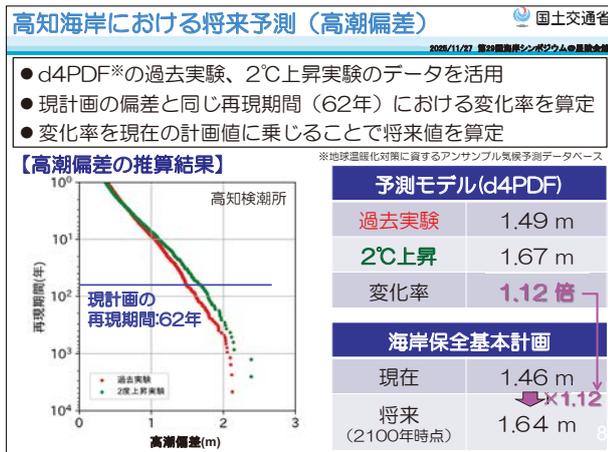


まず、高知海岸の概要ですけれども、土佐湾の中央部にありまして、延長30キロの海岸で、津波で有名ではありますが実は堤防高は高潮・高波の波のうちあげで決まっているのがほとんどです。

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。

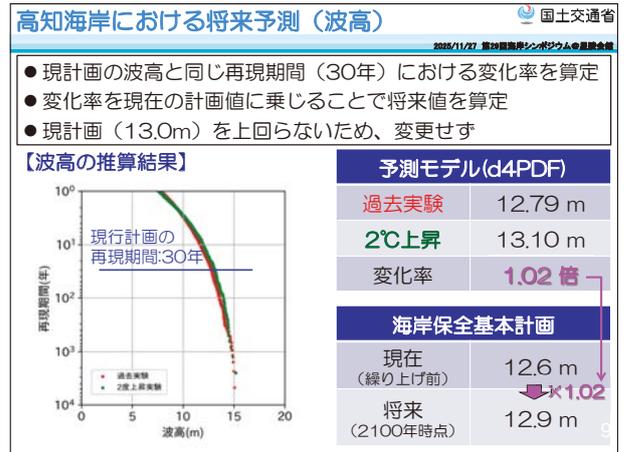


細かな概略の算定方法については省きますけれども、高知海岸ではまず期望平均満潮位につきましては、日本の気候変動2020に示された当該海域の予測値を採用しまして、2100年まで線形上昇するとして、近10か年の平均値に加算するという事で、+0.33という値を採用しております。



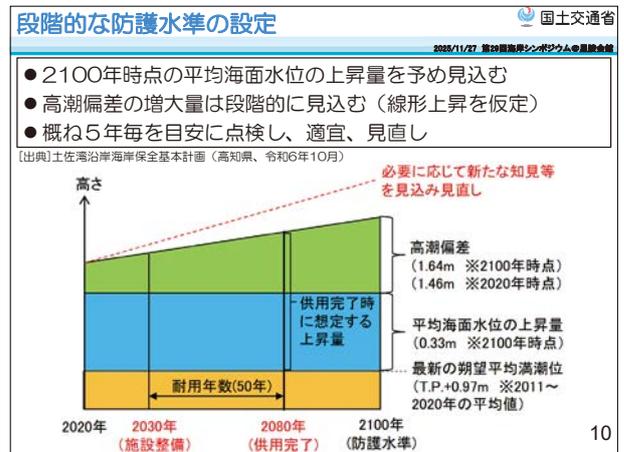
一方で、高潮偏差につきましては、森先生からも紹介がありましたとおり、d4PDFの過去実験と2度上昇の実験データを活用、こちらの図がその実験結果で、縦軸が再現期間で横軸が高潮偏差になります。

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。

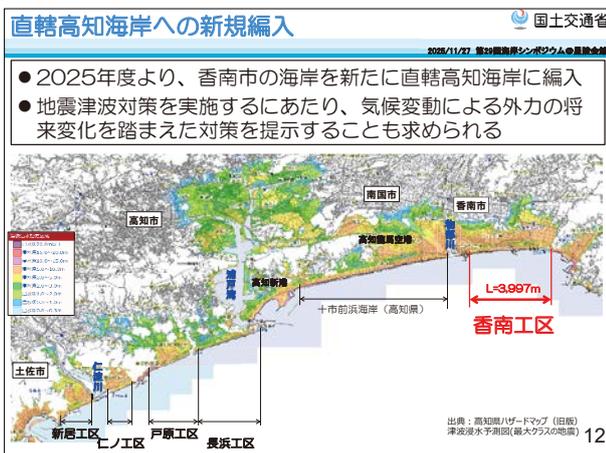
高知海岸における優先順位							
<ul style="list-style-type: none"> ● 高潮・高波に対する堤防の必要高に着目 ● 現況堤防の更新時期、堤防高が不足する時期を整理 ● 土地利用、浸水想定区域内人口も踏まえて優先度を判断 							
項目/海岸	新居海岸	仁ノ海岸	戸原海岸	長浜海岸	十市前浜海岸 西側	十市前浜海岸 東側	香南海岸 (計:幸院・岸本)
2100年時点の堤防高の不足高	海面上昇 (堤防高満足)	—	—	0.15m	0.34m	—	0.60m
	海面上昇 +偏差増加 (堤防高満足)	—	—	0.56m	0.67m	0.27m	1.06m
施設更新時期 (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
	海面上昇 +偏差増加	—	—	2050年代	2030年代	2080年代	2020年代
背後地	土地利用	宅地・農地	宅地・農地	宅地	宅地	農地・宅地	農地・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。

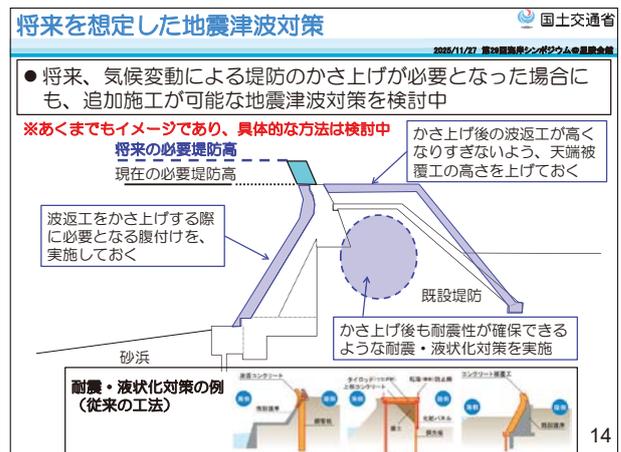
まず、高潮・高波に対する堤防の必要高に着目するというので、この表は文字が小さくて見にくくて申し訳ないですけれども、この海面上昇と偏差の増加をプラスして、それぞれの海岸で堤防高が不足する時期というのを求めました。

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おまして、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、

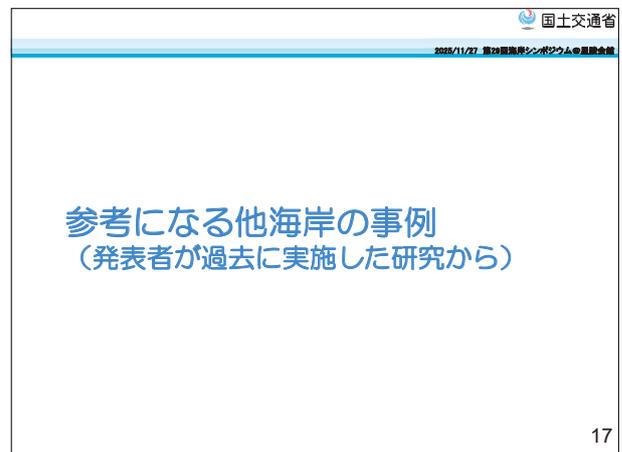
背後地の利用を変更していくなどということも検討していきたいと考えております。

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。



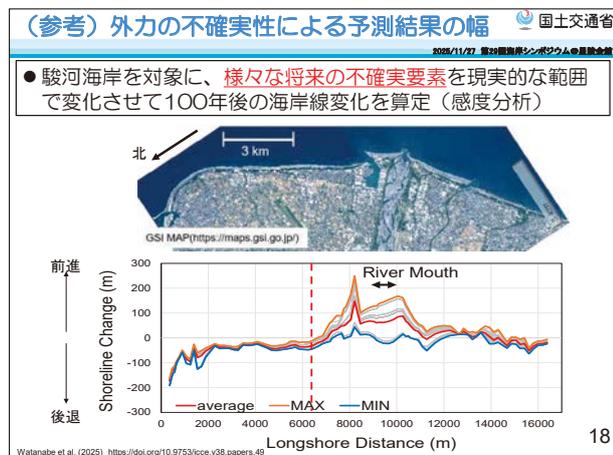
砂浜の回復ということでは、高知の海岸、特に物部川からの土砂で成り立っているエリアというのは、比較的恵まれているかというふうに考えております。

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の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。



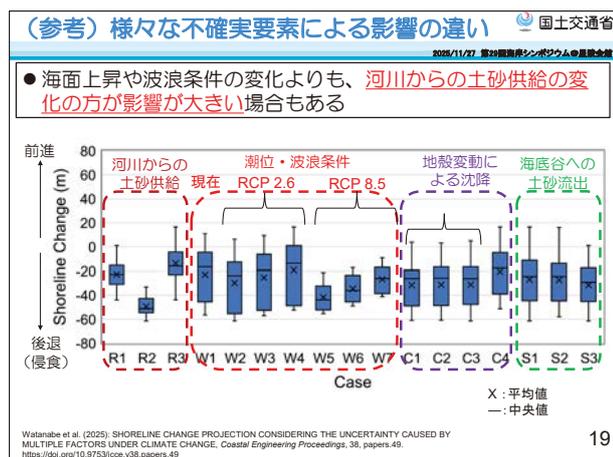
ここまでは高知の例なんですけど、もともと私は

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く、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2回環境影響シナリオの検討会

- 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

いかなと思っ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き、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、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。