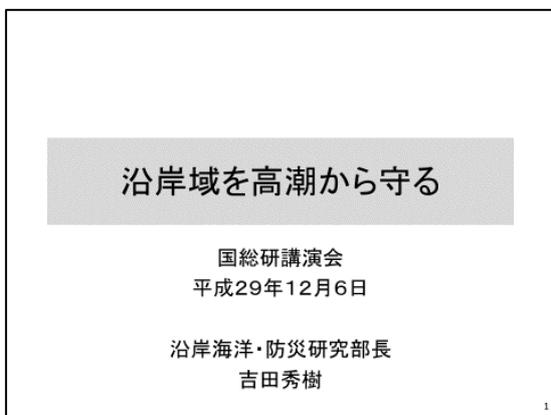


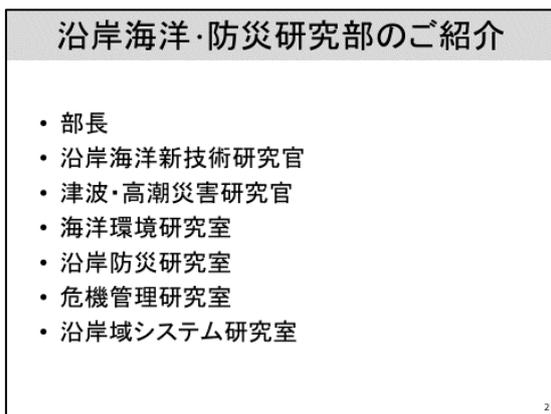
3.4 沿岸域を高潮から守る

(沿岸海洋・防災研究部長 吉田 秀樹)



どうも皆さん、こんにちは。沿岸海洋・防災研究部長・吉田でございます。

本日は、沿岸域を高潮から守るということでお話をさせていただきます。



まず、沿岸海洋・防災研究部といいますが、何をやっているかというのはわからないところもあるかと思ひまして、若干ですが、部の紹介をさせていただければと思います。研究室が4つございます。まず1つ目が海洋環境研究室。干潟とか藻場、それから海洋の環境について研究する研究室。それから、沿岸防災研究室につきましては、津波とか高潮といった海岸の防災に関する研究を行うところ。3つ目の研究室が危機管理研究

室。これにつきましては、港は外国と貿易をするところでございますので、港でテロとかが来る。さらには、津波とか災害に遭ったときに、経済活動をどうやって維持するかといったことを研究する危機管理研究室。最後、4つ目として、沿岸域システム研究室。よくわかったようなわからないような感じですが、海域のゴミをいかに把握、予測して回収するかとか、もう1つは、港というと、いろいろな人の活動があるということで、みなとまちの研究を行う研究室です。当研究部の名前も長いですが、やっている内容も非常に多種多様にわたってます。

ということで、今回、当然のことながら防災ということで、高潮防災についてお話をさせていただきます。

本日の内容

- 環境への取り組み
- 沿岸域を高潮から守る
 1. なぜ高潮の研究が必要か？
 2. 高潮への取り組み体系
 3. 潮位観測・解析
 4. 高潮災害に対する港湾地帯の安全性確保に関する研究
 5. 堤外地における高潮リスク低減

3

本日の内容、大きく2つさせていただきます。沿岸域を高潮から守るということで、基本的に話をさせていただきますが、先ほども申しましたとおり、当研究部、非常に多種多様なことをやっております。その中でも海洋環境に関する取り組みもありますので、最初に若干それをご紹介しますので、「沿岸域を高潮から守る」ということで、この5項目についてお話をさせていただきます。

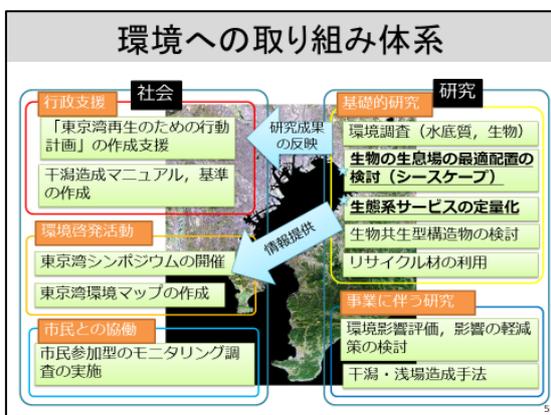
この5項目というのは、「なぜ高潮の研究が必要か？」それから、「高潮への取り組み体系」、この体系の中で3つの研究をやっているわけですが、1つ目が「潮位観測解析」、それから、昨年から3年かけて重点的にやっている「高潮災害に対する港湾地帯の安全性確保に関する研究」、最後、政策的な研究といたしまして、「堤外地における高潮リスクの低減」といった形で、高潮から守るということでお話をさせていただきます。

環境への取り組み

- 環境への取り組み体系
- 沿岸域の生態系サービスの定量化
- 沿岸域におけるシースケープデザイン

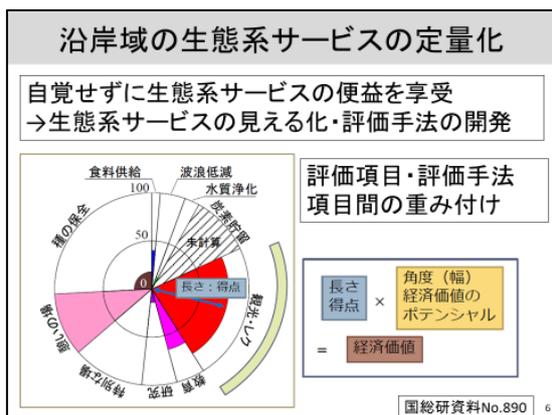
4

環境への取り組みということで若干させていただきますと、3つの項目をしゃべらせていただきます。取り組みの体系と其中で当研究部として重点的に行っている沿岸域生態系サービスの定量化、沿岸域におけるシースケープデザインの2つについてご紹介させていただきます。



環境への取り組みということで、東京湾の環境を基本的に考えています。研究を行いながら、それを社会の中に反映、支援していくということです。特に基礎的研究と事業研究を行ってまいし、基礎的な研究の中で、後ほどお話しします生物の生息場の最適配置の検討、それから生態系サービスの定量化の2つを近年、重点的に行っています。これらの結果を例えば東京湾再生の行動計画、それから東京湾シンポジウムといったものに

反映させていくというのが今の研究でございます。



沿岸域生態系サービスの定量化とは一体何なのかということですが、我々は港とか海に行っても、自覚せずに生態系サービスを受けています。しかし、それがどのぐらいのものなのかといったことがよくわからないところがあるので、そのサービスを見える化して、評価手法を開発しようというものです。

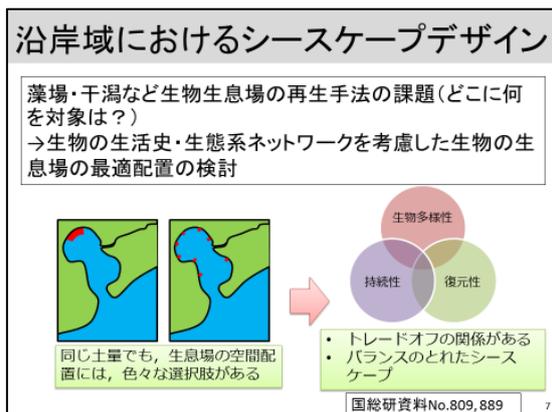
具体的な内容ですが、まずどういった評価項目があるのかというのを洗い出すこと。それから、

2つ目として、それについてどのように評価すればいいのかということ。それから、幾つかの評価項目があったときに、その間をどのような割合で考えればいいのか、重みづけをどうすればいいのかといったことを研究しています。

具体的には、評価項目について評価手法ということで得点を出すこと。例えば観・レクに対して何点あるかといったものが評価手法の研究。重みづけといったところには、例えばいろいろな項目がありますけれども、この項目に角度をどのぐらいとればいいのかということを重みづけで行っていくということです。

この重みづけに対しては、金額でできるものがあれば、できないものもあります。それで、重みづけに対して、研究の中では、比較順位法という形でアンケートをとりながら、東京湾について今、試行的に行っています。

後ほどパワーポイントの右下に国総研資料何番ということがみえるかと思いますが、基本的に詳しい研究の報告がこの資料に書かれています。もしご興味があればみていただければと思います。



シースケープデザインということをごさいます。これは、干潟をつくるとして、どのように最適に配置すればいいのかということの研究することです。例えば東京湾の中に干潟をつくるにしても、1個だけつくればいいのか、どれぐらいの大きさをつくればいいのか、1個ではなくていろいろな大きさの違うものやっていくのがいいのか、1個当たりの大きさもどのぐらいにすればいいのかということの研究しています。

これは、大きく分けても多様な生物がいますけれども、その生物が生まれてから死ぬまで、それから世代を残していくことを研究するというのが1つ。それから、実際、そのような生物にとって干潟の数や大きさがどのぐらい必要なのかという形のモデルをつくって計算するシミュレーションを行っています。

そのときに一番重要になるのは、その場所で生物の多様性があるのかというのが1つ。それか

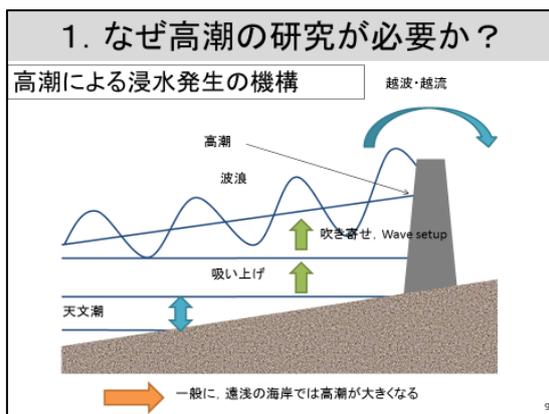
ら、そういった生物が何世代にもわたって減らずに、持続的に世代を重ねていくことができるのか。もう1つ、青潮とかがあったときに、アサリが全部死んでしまう、またそこからアサリが再生する、復元するのとか、そのような3つの観点でシミュレーションし、研究しているところでございます。

以上が、当研究部で重点的に行っている環境に対する施策です。

沿岸域を高潮から守る

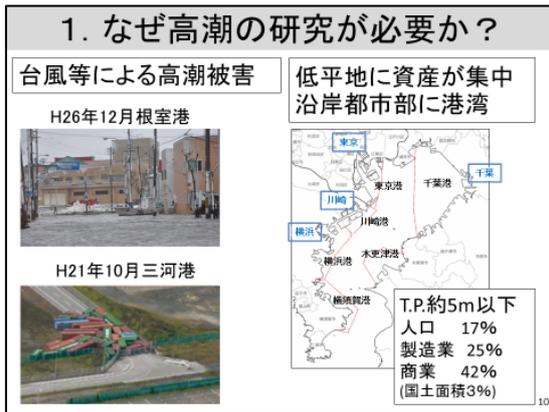
1. なぜ高潮の研究が必要か？
2. 高潮への取り組み体系
3. 潮位観測・解析
4. 高潮災害に対する港湾地帯の安全性確保に関する研究
5. 堤外地における高潮リスク低減

それでは、本題でございます沿岸域を高潮から守るということで、先ほどご紹介いたしました5項目について、なぜ必要かということ、それから取り組み体系、実際に行っている基礎的な分析、技術的な研究、政策的な研究をご紹介したいと思います。



なぜ高潮の研究が必要なのかということ、高潮による浸水発生の機構ということで説明します。皆様ご承知かと思いますが、干潮、満潮があるということで、通常、天文潮です。そこに台風が来ると、低気圧なので気圧が低くなって、吸い上げにより海面が上がる。それに台風が動いてくる。台風が動いてくれば、台風による風と動く速度によって吹き寄せが起きる。さらに風により波が起きます。

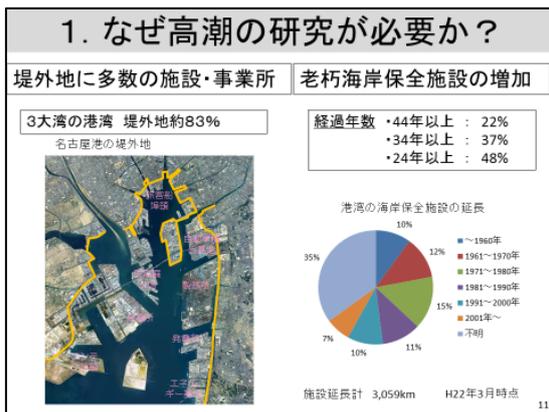
我々、通常、高潮偏差と呼んでいるものにつきましては、吸い上げと吹き寄せの部分を高潮偏差と呼んでおります。よく高潮の潮位、高潮の高さといった場合には、これに天文潮を足しあわせたもので、高潮の高さという形で表しています。通常、防潮壁で越波越流が防げればいいのですけれども、防潮壁を越波越流が起きると浸水が起きてくることになります。



では、どうして高潮の研究が必要なのかということ。最近、気候変動とか台風の発達などで高潮被害があります。今年だと、10月23日に台風21号により相模湾沿いで潮が高いときに高波で非常に被害が出ています。3年前には爆弾低気圧ということで、北海道でも高潮、高波がありました。そして、中部地方の港でも高潮により、コンテナが流されるということもあります。

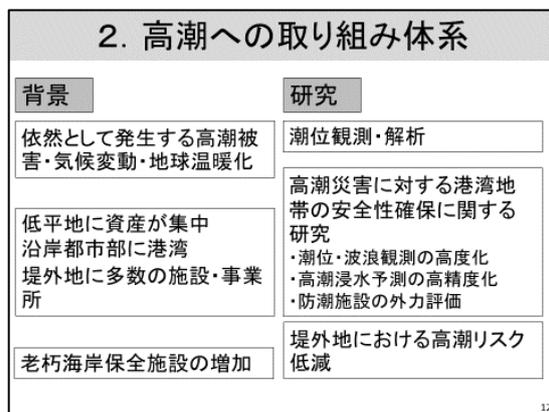
それから、もう1つ、低平地に資産が集中して、沿岸都市部に港が多いということです。例えば標高5m以下で考えてみますと、面積は3%なのですが、人口は5倍、商業については10倍以上が低平地に集中しているということです。

一方、このような低平地の前面にあるの、東京湾の場合ですとほとんどは港に囲まれているというところがございます。港は非常に経済の集中しているところがございます。



それから、もう1つ、低平地に資産が集中して、沿岸都市部に港が多いということです。例えば標高5m以下で考えてみますと、面積は3%なのですが、人口は5倍、商業については10倍以上が低平地に集中しているということです。

それから、このような海岸保全施設については、老朽化というものが結構進んでいるといます。例えば25年以上進んでいるものは半分近くあります。このような施設に対して設計条件以上の高潮が来たときにどうなるかといったところが非常に心配になってきています。



そして、実際、港をしてみるとどうなのか。名古屋港をみますと、黄色い線の内側の海側に多数の産業があります。黄色い線が海洋保全施設です。背後に都市がありますが、その海側が堤外地というわけです。ここに非常に産業集積が多いということです。例えば東京湾、大阪湾、伊勢湾を考えると、83%は堤外地に集積しています。港の場合は、当然、背後のところの守りも重要ですが、堤外地についての検討も必要になってきます。

それに対してどのような取り組みになっているか。先ほどの台風が大きくなる、それから港とか沿岸部には経済が集中している、さらに施設の老朽化といったものに対してどのようなことに取り組むか。

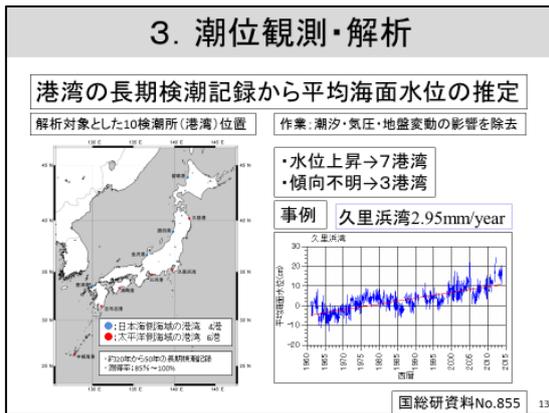
まず現状、潮位がどうなっているのか分析するというのが1つ。

次に経済の集中に対してどのように安全性を確保するかということで、昨年から集中的に港湾

災害に対する港湾地帯の安全性確保に対する研究を行っています。

ここについては、いかに効率的に多くの観測を行うかということ。それから、いかに精度よく浸水予測を行うか。それから、設計条件以上の高潮が来たときに、どのぐらい耐力があり、それに対してどのぐらい力が働いているのかを評価することを研究しています。

堤外地の高潮リスクの低減するソフト的対応の研究。以上、大きくこの3つについて、今、研究を行っています。



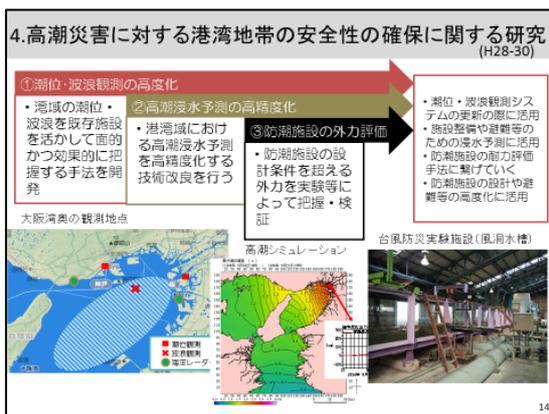
まず、1つ目でございますが、潮位観測、データを集めて、海水面の状況がどうなのかということ进行分析しています。港湾では、全国の港で潮位を観測していますが、その中で日本海側4カ所、太平洋側6カ所について、20～50年の潮位について分析しています。

潮位といっても、いろいろなものに影響されます。干満の差、それから気圧、地盤の沈下や隆起といったものの影響を除去したうえで分析して

います。

結果から申しますと、海水面が上昇しているのが7箇所、傾向がわからないなというのが3箇所ありました。

図は、当研究所がある横須賀の久里浜での解析結果です。図を見ると、水面が上がってきているということがわかります。年3mm弱上がってきているということがわかります。



それから、次にどうやって港湾地帯の安全性確保するかということで、これについては大きく3本柱で研究しています。

まず1つ目が、潮位観測網を高度化すること。ここでのキーワードは、面的に、それから効果的に観測するということ。

それから、2番目といたしまして、高潮浸水予測の高精度化。港というのは非常に地形が複雑になっているので、高潮予測を精度よく行うとい

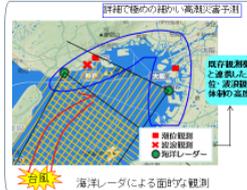
うこと。

それから、3つ目、先ほども申しましたが、設計条件以上のものが来たときに防潮壁にどのような耐力があるか、耐力を把握するにも、防潮壁に対してどのような力がかかるのかというのを調べる必要があるということで、この3つについて研究しています。

①潮位・波浪観測の高度化

(課題)

- ・風や地形の変化による局地的な水位上昇を把握
- ・技術の進歩を踏まえ広域的に把握



海洋レーダーによる面状観測

(研究開発)

- 観測網の再構築
- ・波浪→海洋レーダーの活用
- ・潮位→簡易な潮位観測システムの開発
- ・効果的な組合せ・配置

湾域の潮位・波浪を面的に効率的に把握

く、海洋レーダーの値から波浪・波高が観測できないかということ。さらに、湾の沿岸の港でもっと多数の潮位を観測するための簡易なシステムができないか研究しています。

潮位→簡易な潮位観測システムの開発

(開発仕様)

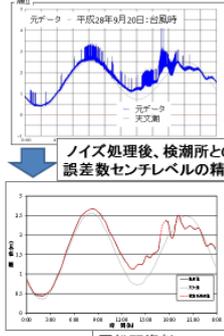
- ・超音波式観測機器を活用し開発
- ・低コスト・一定の観測精度を確保

(研究内容)

- ・観測装置の設置・保守
- ・観測データ通信・処理方法



名古屋港で現地試験実施



元データ 平成28年9月20日・台風時
元データ 天文潮

ノイズ処理後、検潮所との誤差数センチレベルの精度

国総研資料No.959

ていくか、そしてデータをリアルタイムにいかにして伝えていくのが重要ななと思っています。

波浪→海洋レーダーの活用

(活用方法)

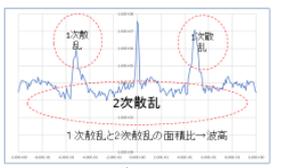
- ・海洋レーダーは海洋・湾内等の流れを面的に観測するシステム
- ・ドップラースペクトルを波高観測に活用



海洋レーダー

(研究内容)

- ・海洋レーダーと波高計の精度検証(湾奥、沖合)
- ・波高と精度の関係性(海洋レーダーの適用範囲)の把握
- ・新換算モデルの検討



ドップラースペクトル

ことで、今、湾奥について調べています。まだ誤差があるので、これをどう解決しようかという段階です。

まず、潮位・波浪観測の高度化については、例えば、図の大阪湾だと、潮位は2カ所、波浪は1カ所で観測しているだけです。これらのデータだけで、港の複雑な地形の状況をうまく守ることができるのかということが非常に問題になってきます。なるべく密に観測することが必要です。

一方、大阪湾では図の格子状の点で形で海洋レーダーで流れを観測しています。今ここについては、海洋レーダーで観測している流れだけでなく、

具体的には、潮位観測システムにつきましては、名古屋港の中で簡単な超音波式で潮位をはかっています。実際観測すると図右上のようないろいろなノイズが出てきますが、そのノイズを除去すると、図右下のような形で実際の検潮所の潮位とほぼ同じような潮位になるところまで精度が出ています。

これについては、ある程度このような成果が出てきているので、今後どのように処理を自動化し

次に、海洋レーダーですが、実は想像するようなレーダーではなくて、テレビのアンテナのレーダーをもっと大きくしたような、縦に20mぐらいあるような設備から電波を発して調べます。レーダーに返ってくるドップラースペクトルは図右下の形、1次散乱と2次散乱というものが出てきます。ここから実は波高が計算できるということで、その精度を検証しています。一般的に沖合では精度はよいですが、湾奥ではどうなのかという

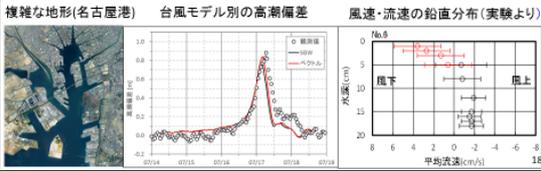
② 高潮浸水予測の高精度化

(課題)

- ・港湾の様々な施設と複雑な地形の影響
- ・風・地形・水深標高の変化による局地的な水位上昇
- ・湾奥での流れの集中や微地形の影響による局所的な水位上昇の予測

(研究内容)

- ・港湾内の高潮・波浪モデルの改良、組み合わせ
- ・風場(台風)モデル
- ・風応力モデル



るといいます。

それから、高潮予測。入り組んだところに対してどのような浸水予測をするかということです。場所によっては高くなるということがあります。この点につきましては、高潮モデルの改良ということで、大きく2点、高潮が基本的に台風の風によって起きると。風から水面のほうに力が伝わるということで、まず風の起きるモデル(風場モデル)の高度化、一方、風から流れに対してどのように伝わるか(風応力モデル)の研究を行っている

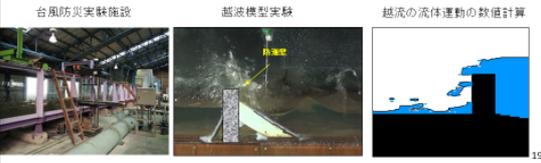
③ 防潮施設の外力評価

(課題)

- ・構造物の保有耐力を把握
- ・設計条件を超えた状態で防潮施設にどれだけの外力が作用するか

(研究内容)

- ・台風防災施設を使った模型実験
- ・風波の流体運動の数値計算
- ・それらを組み合わせた高潮外力の推定



そして、防潮施設の外力評価。防潮施設の前面、背面に越波があったときにどのような外力があるのか、国総研横須賀あります実験施設(実はこれは風から波を起こす実験水槽ということで珍しい施設ですが)の中で実験をしています。

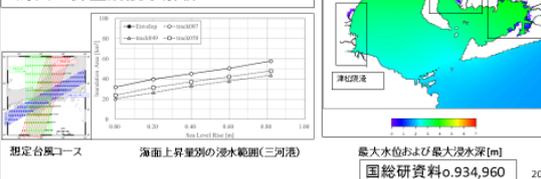
それと、これだとなかなか数多くの実験ができないので、風波の流体運動モデルといった数値計算モデル等を駆使して、外力がどれだけ作用しているか研究を始めています。

5. 堤外地における高潮リスク低減

三大湾の高潮浸水解析(危険性評価)

計算条件

- ・伊勢湾台風クラス
- ・100~200年確率の高潮偏差
- ・500年確率の最高潮位
- ・台風コース、移動速度による感度分析
- ・海面上昇量別浸水解析



価を行っています。

最後、それをどうやって生かしていくか。高潮リスク低減ということで、三大湾の高潮浸水解析を行い、三大湾でどのような高潮があるかといったものを計算しています。伊勢湾台風クラスで、高潮偏差については100~200年。最高潮位については500年。そのような条件で感度分析をいろいろ行っています。コースを変えて、速度を変えて、なおかつ海水面も温暖化で10cm、20cm上がったときにどうなのかといった形で計算して、評

5. 堤外地における高潮リスク低減				
港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン (中間とりまとめ) H29.10.5国土交通省港湾局公表				
基本的考え方 ・最大規模の高潮+堤外地のみが被災する規模の高潮 ・「堤外地の人命を守る」・「堤外地の資産の被害を低減する」				
堤外地において検討すべき高潮対策 ①フェーズ別高潮対応計画の策定 ②エリア減災計画の策定 ③防災情報共有体制の構築	防災情報	フェーズ	基本的な防災行動	
	・台風情報 ・警報等の可塑性	①	人々 情報収集	移動可能な資産 移動可能な資産
	・強風注意報 (危険な状況に陥りし地点 別に行けず避難・避難 後の帰路を)等の確認)	②	関係者への情 報提供	避難開始 車両、移動式少 レーン等の安全 な場所への移動 準備
	・高潮注意報 (危険な状況に陥りし地点 別に行けず避難・避難 後の帰路を)等の確認)	③	避難準備	避難中 移動中
三大湾において「フェーズ別高潮対応計画」の検討を開始	・暴風・高潮警報 等 ・暴風・高潮特別警報	④	避難を開始し、 暴風が吹き始め るまでに避難を 完了 等の高潮も完了	暴風が吹き始め るまでに安全な 場所への移動を 完了
【フェーズ別高潮対応計画のイメージ】 21				

最後、現在、国土交通省港湾局は、高潮リスクの低減方策ガイドラインをまとめています。ここでも重要になってきているのは、堤外地リスクをどうやって低減するのか。それに対して今後検討すべき施策として、フェーズに応じた対応計画、それからエリア減災計画、情報共有体制を考えています。これらに資するような形で先ほどの研究が反映されていくのだろうということでございます。

まとめ

- ・沿岸海洋・防災研究部の大きな研究の柱である高潮防災について紹介。特に、高潮に対し脆弱である港湾域特に堤外地の特性について紹介するとともに、当部における研究体系、観測・予測・対策に関する研究内容を紹介。今後とも、高潮に関する研究を進める
- ・一方、防災ではないが、当部での重要な取り組みである「環境」について簡単な紹介



ご清聴ありがとうございました。

池と船が使える環境 22

以上、簡単ではございますが、当研究部での高潮の紹介をいたしました。なおかつ、環境についても簡単な紹介をさせていただきました。どうもありがとうございました。

—了—