

### 第3回高波発生メカニズム共有に関するWG 議事録

日 時：2008年8月29日（金）午後3時～午後5時半

場 所：農林水産省8階中央会議室

出席者（敬称略）：

座長 佐藤 慎司（東京大学大学院工学系研究科教授）

高野 洋雄（気象庁地球環境・海洋部海洋気象情報室調査官（気象研究所併任））

中山 哲巖（独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所開発システム研究室長）

平石 哲也（独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部長兼海洋研究領域長）

諏訪 義雄（国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長）

水産庁 整備課

水産庁 防災漁村課

河川局 海岸室

港湾局 海岸・防災課

港湾局 技術監理室

気象庁 企画課

北陸地方整備局 河川部

北陸地方整備局 港湾空港部

（オブザーバー） 国土地理院

海上保安庁

富山県

新潟県等

開 会

水産庁防災漁村課 それでは、定刻になりましたので、ただいまより第3回高波発生メカニズム共有に関するWGを開催させていただきます。

私、全体の進行を務めさせていただきます水産庁防災漁村課災害対策室長をしております

す でございます。よろしくお願いいたします。

まず初めに、本日の資料の確認をさせていただきます。ちょっと分厚い資料がございますけれども、一番上には本日の議事次第の3枚つづりがございます。その下のほうに、きょう説明していただきます各省庁さんからの説明資料となっております。一番上が港湾局さんの資料です。その下が水産庁の資料となります。その下に河川局さんの資料でございます。最後に気象庁さんの資料となっております。もしお持ちでない方がいらっしゃいましたら、挙手して知らせていただければと思います。

よろしいでしょうか。

それでは、議事に入る前に少しばかり説明させていただきますが、まず議事録の取り扱いについて確認させていただきます。本日の議事録については、前回と同様に、速記したものを発言者の皆様に御確認いただきまして、発言者の氏名を除いた形で公開とさせていただきますのでよろしくお願いいたします。

それから、第1回目のWGのときも御指摘いただいたんですが、WGでの提出資料ですが、これについてはPDF化して、各省庁のホームページ上で公開させていただきたいと考えております。

#### 出席者紹介

水産庁防災漁村課 本日の出席者についてですが、前回と特段の変更はありませんので、大変申しわけございませんけれども、議事次第の後ろについている座席表をもって御紹介にかえさせていただきます。

#### 挨拶

水産庁防災漁村課 では、開会に先立ちまして、座長より一言御挨拶をいただきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

座長 座長を仰せつかっております東大の でございます。

第3回目なのでもう手短にお話しさせていただきますが、今まで2回検討してまいりまして、それぞれの委員会のほうにも、ここでのディスカッションを反映させていただいたものと伺っております。それぞれの委員会のほうは、少しずつステージは違うみたいですが、最終の取りまとめに入る段階を迎えていて、きょうの議論はまたそこに反映させていただけるものと思っております。

それに加えて、このWGの趣旨は、メカニズムを共有してその後に生かすということで、きょうは時間がありましたら、知見が共有できたことが今後どういうふうにかせるんだらうか、そのためには何をすればいいんだらうか、ということもあわせて議論させていただければと思っておりますので、いろいろな方面から、忌憚のない御意見を賜ればありがたく存じます。よろしく願い申し上げます。

水産庁防災漁村課 どうもありがとうございました。

それでは、ここからの議事につきましては 座長をお願いしたいと思います。よろしく願いいたします。

## 議 事

### (1) 関係省庁における検討状況の報告(港湾局、水産庁、河川局)

座長 それでは、今までのやり方と同じで、まずは3委員会お持ちのそれぞれ港湾局、水産庁、河川局の順番から、委員会の現状、議論の内容を御紹介いただいて、その後に気象庁さんのほうから、これは先ほど私が申し上げた将来的な、ちょっと長期的、中期的なものも含めた議論になると思いますので、その点を御紹介いただくということで進めていきたいと思っております。そういう意味で最初に3つ、河川局さんまでの分を連続してやっていただいて少し質問、意見交換の場をとって、その後で気象庁さんのほうから御説明いただくという形で進めていきたいと思っております。

まず港湾局さんのほうからですが、もう3回目なので、今までは私のベルで15分やっていましたけれども、皆さんものすごくお慣れたと思うので、きょうはなしで15分を目安に御説明をお願いいたします。よろしく願いします。

北陸地方整備局港湾空港部 北陸地方整備局港湾空港部の でございます。

それでは、座って説明させていただきますので、よろしく願いします。

お手元に配付しております国土交通省港湾局の資料でございます。

表紙を1枚めくっていただきますと、報告概要ということで2枚ほどあると思っております。説明はこれに沿った形でいたしますが、その後3枚目に、「委員会資料の公開」ということで横方向の色刷りのペーパーがあるかと思っております。それをめくっていただきますと下に、第3回富山湾における云々ということで第3回の委員会の資料を一式そろえております。ホームページの御紹介に関しては、私ども北陸地方整備局のホームページ、トップページ

が横紙の左側にございます。そこの一番下、赤囲みのちょっと見えにくくなっていますが、「富山県 うねり性波浪に関する情報」というところをクリックしていただくか、もしくは上のほうに青で囲んでいます「港湾空港」というところをクリックすると、右側のページが出てまいります。その中に、下のほうに赤丸囲みのところがございますが、ここをクリックしていただきますと、既にこれまでの第1回から第3回の資料について公表しておることを御紹介させていただきます。

それでは、先ほど申しましたように報告概要2枚に沿った形で、時折、後段の資料を引用しながら説明させていただきます。

今回3回目の委員会ということで、2回までの指摘を踏まえた形で議論した主な部分を御紹介いたします。大きくは3つございまして、1つ目が「うねり性波浪」の特性解明ということが1枚目にあります。2枚目は、被災施設の復旧ということが2つ目です。3つ目としては寄り回り波のリアルタイム予測、この大きく3つの項目について資料の説明、また御議論をいただいたということでございます。

1つ目の「うねり性波浪」の特性解明ですが、1.1の第2回委員会で指摘を受けました、複雑な海底地形や波のうねりのスペクトル形状を考慮した検討が必要ではないかという御指摘を受けて、改めて計算方法について検討したということでございます。

対応結果のほうに書いておりますが、富山湾全体の波浪再現計算を、エネルギー平衡方程式を用いて実施しております。また、部分的になります。伏木地区の波浪変形計算を、非線形モデルでありますブシネスク方程式に基づいて計算したということです。

後段の資料のほうで資料-2を見ていただければと思います。資料-2の2ページ目にあります。1つは、計算に先立って長周期波による水位上昇量を推定しております。これについては前回のWGでも御紹介しましたが、全体の潮位だけではなくて、300秒以下の長周期波による最大水位上昇量を考慮して、計算上の潮位としては0.637mという数値を用いております。これを用いて、先ほど御紹介しました富山湾における波浪特性を7ページのほうに載せております。

7ページをご覧くださいますと、上に、今回の高波によって被害を受けた箇所を图示しております。下には、富山湾の有義波高・波向分布を計算した結果として載せております。

被災状況と波浪の増大箇所の関連性がおおむね得られたと考えております。例えば、入善という場所があります。これは外洋からの波浪を直接受けるということで、波浪が若干高くなっているところがございます。また、魚津とか黒部については、地形の影響により

遮蔽域になるということで、計算上波高が低いという結果になっています。また、富山、伏木については急峻な谷が存在する、いわゆる「あいがめ」という地形ですけれども、その複雑な地形により波高が高くなるという結果が出ております。

次に 8 ページをごらんいただきますと、拡大した図面がございます。伏木地区、新湊地区において、下のほうにあるのが海底地形になります。あいがめというかなり岸まで深い形状がありまして、その中にテラス状に浅瀬が出ているところにおいては、屈折等により波高の増大が発生しております。

9 ページにありますのが富山地区で、こちらも同じように、あいがめの地形がありまして、浅瀬上には波高の増大が発生していることが計算の結果としても確認されております。

富山に関しては波高計がございまして、観測値が 9.92m という既往最大波を観測しておりますが、この計算の結果としては 7.7m と若干低目に出ておりますが、これはエネルギー平衡方程式という線形のモデルを使ったことによるものだと考えております。この非線形モデルを使えば、さらに精度が高まると考えております。

また、ブシネスクモデル、非線形モデルによる結果としては 10 ページに載せております。この防波堤は、縦方向に A B C D E F と書いてあります。これが防波堤の位置になります。ここで、箇所によって増大している箇所とそうではない箇所があります。これが被災の箇所とおおむね一致しているという計算結果が得られています。

計算結果としては、北防波堤前面の波高というのは、波浪観測点、図の中では黒丸で示しておりますが、観測点よりもかなり大きくなるという結果になっています。

例えば B 区間については、波向 40 度の場合に、波高が設計波を上回るという結果が出ております。ここが被災が顕著であったという結果につながっていると考えております。

また、D 区間については、計算上、波向 22.5 度の場合に設計波を超えた区間になっておりまして、ここが被災した箇所と一致しているという計算結果になっております。

続きまして、2 ページ目に被災施設の復旧対応について書いております。これについては今回こういった計算を踏まえ、また設計波をどう考えるかということも含めて、被災施設の復旧対応について検討しております。

まず設計波の考え方として、お手元資料の資料 - 4 の 1 ページ目をご覧いただきたいと思っております。そこに設計波の考え方がございます。このフローにありますように、従来は 50 年確率波というもので設計しております。ただ、今回の被災波についてもあわせて考慮するというので、再度災害防止も含めて対応をとっております。

考え方としては、港湾の基準の中でこういった被災波の扱いについては、偶発波浪という発生確率が極めて低い現象か、変動波浪という発生確率が高い現象かということで、その区別をしておりますが、今回、波高も低いということもありまして、変動波浪ということで、この被災波についても考慮するという事で被災の復旧を考えました。

具体的には、例えば北防波堤という施設がございます。資料が行ったり来たりして申しわけございませんが、資料2の23ページをごらんいただきますと防波堤の被災断面がございます。これについて、まずケーソンが滑動している部分、あるいは前面の消波ブロックが沈下している部分が被災としてございます。例えばブロックについては、沈下箇所についてはブロック重量のランクアップという対応をしておりますし、ケーソンが港内側で滑動したものについては、大きく滑動した部分については据え直しをするという対応をします。また、滑動に対する安全率が低くなりますので、港内側には捨石によってカウンターウエートで補強する対応をとるということで進めております。

また、図面はございませんけれども、万葉緑地についても越波による被災を受けています。これについては被災波でも越波量を抑えるために防護、護岸背後に嵩上げするという対応と、また許容越波量を超える分については、従来インターロッキングブロックの舗装でしたけれども、コンクリート舗装で補強するような対応をとることとしております。

続きまして、寄り回り波のリアルタイム予測についてですが、こちらは資料-6の中でリアルタイム予測について提案しております。

考え方としては、既存のシステム、ナウファスという観測システムがございますので、こういったシステムを有効活用することによりまして、精度の高い予測システムの構築を図るということで考えております。

主な課題として3つほどあります。1つ目が観測地点における波浪予測の精度向上。これについてはナウファスの観測値を活用して、データ同化(補正)することによりまして、精度の高い長周期波の予測値を算出することが可能と考えております。

また、あいがめ等の複雑な地形の効果を反映させることについては、複雑な海底地形を考慮するため、非線形モデルであるブシネスクモデルを使用することによりまして、浅海効果といったものが適切に算出できると考えております。

また、うねりの伝播経路における「うねり性波浪」の監視については、資料-6の3ページ目にありますが、このうねり性波浪、寄り回り波については、北海道沖から順次、南のほうに伝わってまいります。この経路上の観測値を監視することによって、事前に富山

湾に来襲する寄り回り波というものをキャッチできるのではないかと考えておりますので、その辺の相関性を検証し、その監視の仕組み、システムを考えていくことが可能ではないかと考えております。

次のページに、寄り回り波の予測のイメージを書いております。ナウファスの観測点がございまして、そこに来るまでの波を波浪推算という形で予測した上で、そこから例えば防波堤とか港内で浅瀬の影響を大きく受ける部分については、先ほど申しましたようなブシネスクモデルを活用して、浅海変形を考えていくというイメージでございます。

委員会では、大体こういった大きな3つの項目で説明と議論をしております。おおむね内容については了承されております。

今後の対応ということで最後に書いておりますが、1つは報告書取りまとめについてです。これは資料 - 8、後ほどごらんいただければと思いますが、取りまとめの骨子案をつけてございますので、この骨子案に基づいてこれまでの成果の取りまとめをするということとを委員会後の作業として適宜進めておるところでございます。

また、先ほど御紹介しましたリアルタイム予測については、その予測の考え方に基づいて、今後、予測システムの構築、また高精度化のための検討を進めることを考えておるところでございます。

駆け足でございますが、報告は以上でございます。

座長 ありがとうございます。

意見はまた後で3つ終わってからしますが、もし簡単な御質問があれば。

よろしいですか。

それでは、次に水産庁の御説明をお願いします。

水産庁整備課 水産庁の と申します。

お手元に配付しております、第3回高波発生メカニズム共有に関するWG配付資料を水産庁のほうで説明させていただきます。

1枚めくっていただきますと第3回目の議事次第がございますが、第3回目は、主に2回目の委員会での指摘事項を踏まえまして、議事がございますように追加の検討資料、あるいは今後の復旧・整備に向けてということで、主に資料 - 1から4について委員会で議論していただきました。

資料 - 1については、特に日本海の水位変動、資料2については被災のメカニズムということで、御指摘等いただいて追加説明させていただいたものです。資料 - 3と4が3回

目で議論していただいたことで、今後の復旧・整備に向けて、あるいは委員会の取りまとめの方向について議論いただきました。

内容については資料 - 1 から 4 までございますが、簡単にポイントだけパワーポイントを使って説明させていただきます。

これは資料 - 1 の 2 ページに載っていますが、前回、富山湾内の一地点で潮位の変動成分について分析しました。委員会の御指摘を受けて、富山湾内だけではなく新潟のほうも含めて、幅広く潮位の変動分析をしてみたほうがいいのではないかと御指摘を受けまして、今回、潮位変動成分のスペクトル解析を酒田まで含めて行っています。

次お願いします。これが富山湾内と新潟沿岸部を含めた水位の副振動ということで、スペクトル解析をした結果でございます。資料 - 1 の 4 ページに載っておりますが、細かくて見づらくて恐縮ですが、上のほうは富山湾になります。下 2 つが新潟沿岸と考えていただければと思います。

特に下の 2 つ、新潟沿岸は大陸棚がありまして、日本海の大陸棚の影響で酒田、新潟西については、主に 36 分程度の周期のエネルギー密度が高い。これは外洋に面したときに発現する長周期の成分になっております。

それから、上のほう、特に内湾、例えば伏木富山等では 60 分の周期のエネルギー密度が高くなっています。これは主に内湾の副振動も含めて、湾内に起因して発現する長周期ということで、このように何分か置きに水位が潮位より上がっていくことが今回特徴でわかりました。

次お願いします。これは資料 - 2 の 2 ページになりますが、実際、沖での波浪等が、現地の漁港でどのように被災に至るかということで、広域にわたって浅水変形をしております。浅水変形に当たっては、屈折と浅水砕波変形のほかに、回折等も考慮できる放物線型方程式によって通常よりもかなり広域的な範囲で計算を行って、現地での波浪の特性を検討しております。

次お願いします。これが波高・波向の鷺崎漁港、佐渡の先端のほうですが、その結果の一部を示しています。今回、波向が NNE ということで、23 日夜から 24 日の深夜にかけて、波向が NNW のほうから NNE のほうに変わってきました。ちょうど朝方まで NNE の方向からまた NNW のほうに戻るとということで、今回、波向が新潟では非常に大きな特徴でございました。そのため波向の影響を見るために、NNE と  $\pm 11.5$  と振って、どのような波向の影響があるかを検討しております。

次お願いします。鷺崎漁港の結果です。これは 11 ページにございますが、波向によって同じ鷺崎漁港の防波堤の先端部あるいは中央部で、その波向の影響の度合いが違ってくることを示しております。上のほうの堤頭部を見ていただきますと、その差が 0.2 とございます。中央のほうを見ると 0.1 ということです。0.2 というのは波高にすると 2 m ぐらいの違いがあります。多少波向がずれることによって堤前で大きく違って来る、影響が大きく出ているのがわかりました。

次お願いします。同じように、もう少し南側の水津漁港でも検討しております。こちらでも堤頭部の被害が特に大きく、第 2 沖防波堤、もう少し手前側を比較してみると、特に第 2 沖防波堤は波向の影響に大きく影響を受けることがわかります。

これらの検討をしまして、次お願いします。これは資料 - 2 の 17 ページにございますが、今回の被災メカニズムですが、1 つに高潮の影響がありまして、また長周期の水位変動もありまして、水位も非常に高かった中で、特に NNE が堤前では、鷺崎は ENE あるいは E の方向、あるいは水津でも NE の方向ということで、波向の影響を受けて、また地形の影響等を受けて、今回一部衝撃砕波の事態が起こったということがわかってきました。

次お願いします。これは入善漁港、富山のほうですが、今回の波高によってどのように越波が生じたのかということですか。これはサビールの打ち上げ高さの算定に使いまして、天端高は 7.7 ですが、今回の被災波の打ち上げ高さは 10.5 ということで、天端高を超えるような波高が来たということで、これについて詳しく数値波動水槽 (CADMAS-SURF) で検討してみました。資料 - 2 の 18 ページになります。

次お願いします。沖合 1.5km ぐらいの範囲で、また堤前のほうは細かく地形の影響を全部観測データを入れて、数値波動水槽によるシミュレーションを行っています。検討波浪は今回の入射の 6.2 と 13.8 ということでやっております。

次お願いします。これが 21 ページにございますが、越波の状況の結果になります。天端を超えて越流していく状況がわかります。

これを具体的に時系列で見たのが、次お願いします。資料 - 2 の 22 ページから 23 ページにございます。上のほうを見ていただくとわかりますが、時々、移動平均水位が非常に高くなっているときがあります。非常に水位が高くなったとき越波流量が非常に高く出ているということで、これが主に 10 分程度間隔で高いときが出ている。これがちょうどビデオの現象と非常に近いことがわかっています。このような水位変動によって越波流量が大きく出てくる状況が見られているということです。

次をお願いします。これは資料 - 2 の 26 ページになります。特に富山湾で今回被災が起きたところはどのような特徴があるのかということで、広域にわたってエネルギー方程式を使いまして、地形の影響等も含めてどのような特徴のところに集まりやすいかをシミュレーションしてみました。

次をお願いします。資料 - 2 の 28 ページになりますが、富山湾のどのようなところに波高が特に高く集中しやすいのかという計算結果の 1 例です。周期 15 秒です。これを見ますと、今回、入善あるいは富山、伏木富山と集中しているところが、特に波が集中しやすいというのがわかります。

しかしながら、漁港では滑川という漁港も被災しています。小さく写っているので、そこが集中しているのがわかりますが、精度の関係で十分できない部分もありましたので、次に地形を見ていただくとわかると思います。

入善漁港と滑川漁港海岸は非常に特徴がございます。周辺の地形に比べて、この地域だけは非常に急深地形になっております。そういう地形の影響で波高が維持され、増大されたという特徴が今回わかりました。このように富山湾内でも波高が非常に増大しやすい地形の特徴があることが、今回の中で少しわかってきたということです。

次に、資料 - 3 の 2 ページ目を見ていただければと思います。これは港湾局さんのナウファスのデータをいただきまして、1999 年から 2008 年の 10 年のナウファスの生データから、特にうねり性のもの、あるいは風波のものということで、どのように波高と周期の関係がなっているかを示したものでございます。

ちょっと見づらいんですが、風波が になっています。うねりが になっています。この図を見ていただくと、うねり性の中で見ると、今回非常に大きな波高なり周期であったということがわかります。風波領域でももっと大きい波高等ありますが、うねり性で見ると今回は非常に大きかった。ただ、10 年のデータですが、こういう特徴を見ることができました。

次をお願いします。これは 1955 年から 2008 年、非常に波高が高かった過去 50 年の 158 擾乱をもとに、特にうねり成分で見ますと、今回の波高がどのような特徴があるかを示したものでございます。

資料 - 3 の 4 ページになりますが、今回は、うねり性で見ますと過去最も大きく、90 何年の再現確率に相当する大きなものであったということがわかります。

次をお願いします。資料 - 3 の 7 ページになりますが、鷺崎漁港について見ました。今回

NNEという波向の成分が影響を及ぼしていましたので、過去の被災から見てどのような特徴があるかということ、これについても96年程度の再現ということで、特に大きかったということがわかりました。

次お願いします。このような追加説明をしまして、今後の漁港施設等の設計上の課題、1回目から3回目の委員会を含めて、どのような課題があるかということで委員会の中で議論していただきました。まず設計潮位についても、今までH.W.L.、L.W.L.いろいろ調べておりますが、潮位偏差という言葉が今回非常に大きく大事だったということで、これについても今後課題として残して検討していくべきだろう。

それから、波浪推算についても、特に漁港は入り江、内湾、あるいは島陰という特殊な地形のところにも数多くございます。このようなところを、より現状に合った形で推算していくかということも今後の課題だろうと思います。

それから、防波堤に作用する波圧ですが、これも特に周期の長いところが多かったということで、このような特徴について、どのように今後波圧を考えていくか。

あるいは衝撃砕波についても、これまで衝撃砕波が起きないようなところでも今回は起きていたということで、非常に大きくなったときに衝撃砕波で大きな被災を被った。あるいはブロックについても、長周期の影響ということも課題としてありました。それらを含めてフェール・セーフの考え方も大事ではないか。ハードだけでは困難な面もありますので、ソフトの連携で。こういうようなことを議論していただきました。

これらについて、議論をまとめて結果については、次をお願いします。現在、委員会の取りまとめをつくっております。今は案の段階で、委員の先生方に議論していただいておりますが、9月中には報告書の形で取りまとめる予定でございます。

以上、3回目の議論の概要でございましたが、1～2分、ビデオをよろしいでしょうか。

まず、CADMAS-SURFの越流の状況でございます。数値計算でこういう検討をしております。

次に高潮の状況についてです。今回、高潮が起こったんですけれども、わかりづらいかもしれませんが、その辺の状況です。

それから、水位変動、流れの状況についても検討してシミュレーションやっております。今回、特に大きな潮流ということではなかなかわからなかった面があります。

以上でございます。

座長 ありがとうございます。

それでは、これについても御質問があれば。

委員 A 先ほどのビデオでもあったんですけど、打ち上げ高のところの長周期の水位変動の直接の原因は何なんでしょうか。100 秒ぐらいですよ、越波が大きくなるので。のり先の平均水位が 100 秒で振動するから、ピークのところで越波が大きくなるということなんですけど、これは数値計算上、潜堤との共振で出てくる周期ですか。

水産庁整備課 今回、そういう意味では湾内の水位変動等はこの CADMAS には入っておりませんので、本来はそういうような湾内の水位変動で潮位が高かったときとか入るんだと思いますけれども、今回は CADMAS の範囲内の変動だけでございますので、ある意味正確ではないかもしれませんが。

座長 ちょっと確認したいんですが、100 秒のこういう変動が出ている理由としては何でしょうかという御質問で、多分これは CADMAS-SURF だから、二次元水路みたいなものを持ってきて、水路端から波を入射させて、その入射させる波には 100 秒の波の成分はないんですね。だから、二次元の水路の中で何らかのメカニズムでこの 100 秒が生まれたんでしょうと、それは何のメカニズムですか、という御質問なんです。

水産庁整備課 恐らく地形や潜堤の影響とか。

委員 A そこに潜堤があるので、潜堤とこの地形との多重反射だと思うんですけど、そうするとこれは CADMAS の領域を広げると、また周期が違ってくるのかなと思ひまして、これで越波をどうだというのは難しいと思うんですが、いかがでしょうか。

水産庁防災漁村課 この実験でやった水槽自体の問題なのか、それともハグによるものなのかどうかについては、どちらかだと思うんですが、その辺について現段階ではわかりません。ただ、長くすればその辺の原因が見えてくるかもしれません。

委員 A CADMAS の領域の問題なんで、領域を少し広げるとか、いろいろされたほうがいいと思います。

水産庁防災漁村課 わかりました。

座長 ほかにいかがですか。

よろしいでしょうか。

それでは、河川局さんの御説明をお願いします。

河川局海岸室 河川局でございます。

「河川局」と書いたクリップどめの資料がございます。表紙を含めて上から 4 枚目の右上に「資料 - 2」と書いた資料がございますので、これでどういう経緯になっているか簡

単に御紹介したいと思います。

委員会の目的、構成は既に御紹介しましたのできょうは省略します。最後の3.で検討経緯とございます。3月18日に第1回を開催した後、5月30日に第2回の委員会を開催して、ここで、今回の高波災害の特徴や課題がどういうものだったかということ、それから今後の対策の基本的な方向等について、現地も見ながら御討議いただきました。それを受けて7月29日に第3回の委員会を開催して、そのときには、後ほどごらんいただきますが、中間取りまとめの案を御審議いただきました。そこで委員からいろいろな御意見をいただきまして、それを踏まえて8月14日に中間取りまとめを公表したところであります。

本日用意している資料は、上からまいりますと、頭の表紙をとりますと、先ほど言いましたように8月14日に取りまとめています。そのときプレスリリースした鏡があって、資料-1は写真です。その次、資料-2が今の経緯です。その次、右上に「資料-3」とありますのは、ポイントの裏表2枚で、中間取りまとめの概要をまとめた資料です。その次にあります資料-4が中間とりまとめの本文でして、全文18ページになっております。その後にお付けしている資料が2種類ありますが、これは第2回の際に、写真やデータ、図表等見ながら御審議をいただいたときの資料となっております。

本日、私どものほうからの御報告は、まず前半のところ特にメカニズム、高波、波浪等の発生のメカニズムや被災のメカニズムのところを中心に図表等を用いて簡単に御紹介した後、この中間取りまとめの内容についてポイントを御紹介させていただきたいと思っております。

では、今回の災害のメカニズム等については、黒部河川事務所のほうから前半は御紹介させていただきます。

北陸地方整備局河川部 黒部河川事務所の でございます。

資料2につきまして御説明させていただきます。

まず1ページ、2ページを見開きでございまして、このページは2月22日から2月24日までの天気図をもとに波の発達を追ったものでございます。

1ページですが、今回、関係する低気圧は1から4までございますが、一番左の2月22日、21時のところを見ていただきますと、この時期では、茶色い の低気圧が北海道のほうにございました。また、 の青い低気圧が日本海の中部にございましたが、こういったものが時間の経過に伴って、真ん中の2月23日の9時であります、 というもの

が進みます。その結果、日本海に大きな波、北からの波が立つこととなります。2月23日の15時を見ていただきますと、そのときに太平洋側に赤い、黄緑色の低気圧が同時に起こっております。

こういったものが2ページ目、24日の9時には、太平洋側の低気圧によって、日本海で発生した高波がさらに増幅されて、さらにうねりが発達するというメカニズムのもとで、高波が富山湾のほうにやってきたと我々は分析しているところでございます。

戻りまして、1ページの下側を見ていただきますと、低気圧の動き自体もそのような動きをしております。2月22日の21時の低気圧はもともと1000ミリバールが、2月24日の0時、25日の0時ということでだんだん気圧が低下していく。2ページ目に参りますが、そういった中心気圧がだんだん変化していることがわかります。

また、1ページの右下の絵ですが、留萌、酒田、田中の波高が順次上がっていきまして、さらに2ページ、波高が上がっていくことがわかってくるかと思えます。

3ページを開いていただきますと、今度は生地とか富山の潮位気圧計、田中の風速計をもとに解析したのですが、今回、特徴的なのは、3ページの右側をごらんいただきますと、先ほど北からの波が成長していたというお話をさせていただきましたが、田中の風速

田中というのは富山沖の風速計の観測所ですが、下から見ていただきますと、一番上が風速、真ん中が波高、一番下が周期の絵でございますが、通常、高波が来るときには風速が大きい状況がございますが、富山のほう、田中の観測所で風速が大きくなるときには、実は波がそれほど高くなかったということがわかってくるということが見られているところでございます。

4ページ目を見ていただきますと、そういったお話がございます。これは酒田、田中の最大有義波高、最大波高を並べたものですが、だんだん波が北から成長している。これは4ページの右側の絵を見ていただいても、周期の長い波が、例えば右側の留萌では23日の6時ぐらいにヒュッと、それまで6秒ぐらいあった周期のものが10秒ぐらいに周期が上がってくる。そういったことが見られておりますが、そういった周期の上がってくところが、酒田、田中と南に行けば行くほど周期が遅れて長くなるということがわかってくるのが認められるところでございます。

5ページであります、これは私どもの田中の観測所並びに港湾局の酒田の観測所の波高と周期の関係を並べたものでございます。左の絵で説明しますと、右下の凡例は日ごとに波高、周期を並べていったものですが、例えば22日0時については、波高が小さく周

期が小さかったものが、だんだん右上に上がって行って、さらに波高、周期のピークをとっていくと、左下のほうにだんだん波高、周期が小さくなっていくという絵でございますが、そういった波高、周期が大きく変わっていくことが見られるところであります。長周期の波が出てきたという話であります。

それから、6ページをごらんいただきますと、そういった高波だけではなくて、富山湾の湾の形としては、これは共振の確認をしたものですが、今回富山湾で共振の解析をしたものでございます。6ページの絵を見ていただきますと、今回は13秒とか14秒といった周期を持つものでありますので、ここに周期のピークが合うのはわかりますが、例えば8.5分とか39分のところにも周期のピークがあります。これは地形の影響という解析結果からも出てくる周期でありました。

それから、7ページを開いていただきますと、波高が場所によって打ち上げ高が大きかったり小さかったりすることも見られました。7ページの右上の絵については、周期別の卓越来襲波ですが、右側、沖波波高と砕波地点でどれだけ波が大きくなるんだろうということをまとめたものであります。ただ、周期の観点から、その大小がありますが、場所からはそれほど大きな変化はない。場所が移動することは認められませんでした。

一方、7ページの下側の周期別の卓越来襲波の変化をごらんいただきますと、波向をN10度W、N10度E、N20度Eというところで、沖波の方向を若干振らせていった結果でございますが、それによって沖波の波高の大きくなる箇所が振れてくることがわかりました。波の方向によって、どこが弱くなる、大きな被害を受けることが変わってくることも今回わかったところでございます。

8ページでございますが、今まで申し上げたことをまとめましたのが左上の高波の発生メカニズムのまとめということでございます。

9ページでございますが、計画波高が6.4m、有義波の周期は12.2秒ということで、右側にありますように、今回来た高波は、有義波高で6.62m、周期は13.9mという計画を大きく上回る波でございました。

そういった波が起きたために、10ページでございますが、ちょっと話は変わりますが、下新川海岸というのは、左上の絵を見ていただくとおり日本でも有数の侵食海岸でございます。1961年には、堤防の前に砂浜が多くありました。ただ、現在2008年段階では砂浜もなく、消波工が並んでいる状況であります。

その後どうなるかということですが、下側の砂浜消失のイメージ図をごらんいただきま

すと、砂浜が矢板より下まで侵食されることにより基礎矢板の損傷が起こります。基礎矢板が損傷するとどうなるかという、10ページの右側に風浪状況の絵がありますが、損傷した矢板の先から砂がどんどん抜け出していく。その結果、空洞化する。そこに波がかかってしまうと、真ん中にありますとおり直立堤が倒壊するようなことが今回起こっております。また、下にございます堤体目地部の損傷とか、緩傾斜ブロックの散乱が起こってくるということです。

11ページですが、被災の話ということで、今度は沖合施設の被災でございます。幾つか絵を並べておりますが、私ども今回、離岸堤であるとか人工リーフが幾つも倒壊しております。右上の絵は、ある離岸堤の沖ではかった絵ですが、離岸堤とか人工リーフの堤内側はそれなりに砂がありますが、沖側は今回の波を受けて1mオーダーで洗掘されていることがわかります。1m程度の洗掘が起こると、のり先が不安定になりまして石やブロックが転げるとか、沖合からやってくる波力が大きくなる。そういうことが起こって、今回の沖合の施設が被災したのであろうと我々は分析しているところであります。

12ページですが、今回は、波高が高い上に波長が長い波でしたので、打ち上がりやすいという特徴がございます。生地、神子沢、赤川のCCTVで撮られた映像ですが、結構大きな波が起こってくる。こういうものに対しては、排水路があればそれを吐くことができますが、必ずしも排水路が十分なかったので、下側にありますように浸水の被害が起こりました。

13ページですが、海岸堤防の空洞化状況の内部調査をしてみたり、沖から基礎調査をしてみたりしております。

14ページですが、先ほど風が弱くなってから大きな波がやってきたと申しました。そういうことでもありましたので、例えば地元の町長さんは、風がやんだので、後片付けをしようかと思った途端に大きな波がきたという話がありますので、避難の指示とか勧告を出すことは全然気にもしていなかった。そういった明確な基準がなく、判断材料は不十分でありました。

また、ここは昭和45年にも同じような被害を受けているんですが、そういった経験が風化しております。寄り回り波に対して理解が不足しているという話がございます。一方、そういった悪状況の中でも水防団は結構な活動をしております。浸水に対してポンプ車が出たり、土嚢を積んだり行っております。

16ページは、そのときの水防活動の絵でございます。

17 ページですが、住民の避難に関する話ですが、ここは災害時の要援護者マップがございまして、そういったものを有効に使われたという話であります。また、下の絵ですが、ロールプレイング方式の図上シミュレーション訓練がございまして。右下にありますように、災害時要援護者マップにより確認。高波に対する避難はできておらなかった。河川災害については、今までの訓練のときも、高波災害に対する訓練はしなかった。そういった課題が避難という面からも確認されたところでございます。

簡単でございますが、資料 2 でございました。

河川局海岸室 今御説明したような資料を使いながら、第 2 回の委員会で、今回の災害の特徴や課題、あるいは今後どう対応していくかというのを検討したんですが、その後、最初に申し上げましたように、中間取りまとめをまとめております。残りの時間をもう少しだけいただきまして、そのポイントについて御説明します。

河川局の資料の上から 5 枚目の資料 - 3、今回の中間取りまとめのポイントを裏表合わせて 2 ページで書いてございます。この中間取りまとめは大きく 2 つから成り立ってまして、1 つは表側の 3 分の 2 ぐらいまでありますが、今回の高波災害の特徴と課題はどうだったかということ。もう 1 つは、今後の対策の基本的方向をどうするか。大きくこの 2 つの内容になっています。

まず 1 つ目のほう、今回の高波災害の特徴と課題ということで、高波の発生メカニズムや災害の発生メカニズムということ。先ほどデータ等の説明をさせていただいたものを字にするとどうなるかということで、これは少しこのWGにとって大事なところだと思いますので、本文のほうを見ていただきたいと思いますが、資料 - 4 の中間取りまとめ本文の 2 ページからになります。先ほど図表等で御説明した内容をもう一度文章で整理したのが 2 ページからになっております。

まず、高波の発生メカニズム(風、波浪)のところですが、23 日午前日本海中部にあった低気圧が発達しながら日本海を東進し、同日 15 時ごろには津軽海峡で停滞・発達した。同じ頃、太平洋では 2 つの低気圧が発生し、日本海ではこれらの低気圧による北からの強い風が継続した。この風により、日本海北部を中心に南向きの風波とうねりが発達し、日本海を南下したと考えられる。その後、津軽海峡でさらに発達した低気圧は、23 日の夜半から 24 日の午前にかけてゆっくりと東進し、停滞した太平洋の 2 つの低気圧とともに、佐渡島から富山湾にかけて日本海で北風を発生させ、富山湾に向かう南向きのうねりをさらに発達させたと考えられる。

これが風、波浪のところです。

あと潮位ですけれども、これは天文潮位より 20cm 程度高い潮位が続いた。これは、低気圧が停滞したということで気圧低下により吸い上げられて、その後も強風による海水の吹き寄せがあったということであろうと考えられます。

その次、2 ページの下から 4 行目ですが、地形による影響で、富山湾特有の海底谷等起伏に富んだ海底地形によって、局所的に高波が集中した。また北東に開いている湾の形に起因して、波の共振による海面の変動の増幅が推察されたということです。

3 ページ、こういった現象が重なり合うことによって高波災害が発生したと考えられるというのが、今回の高波発生メカニズムのまとめとしております。

それから、3 ページの災害の発生メカニズムと課題の、 は省略しまして、 番の海岸堤防の倒壊、これは先ほど図を見ながらお話がありましたが、下新川海岸は大変激しい侵食を受けている海岸です。例えばということで、150m あったようなところが、今は全くないような場所もあるわけです。

の上から 5 行目あたりからがメカニズムを数行であらわしておりますが、そういう砂浜が欠けた状況の下で、高波が来襲して、海岸堤防の消波・根固ブロックが洗掘によって沈下・流出・散乱したということが考えられる。その後も、高波が継続的に来襲して、のり先が洗掘、堤体内の土砂が吸い出されて、空洞化が進行した。空洞が生じた後も高波が継続してきたことによって、堤防が倒壊したことが考えられるということです。

の沖合施設の被災ですが、4 ページに参ります。一方、侵食で海底地盤が低下してきたことに加えて、海底の影響等で集中したような場所では、沖合施設で砕波する際に発生した反射波等により、のり先が激しく洗掘され安定性を失ったところに波力が作用して、ブロックが沈下・散乱したようなところもありました。

というのがメカニズムに関するところです。

資料 - 3 の 1 枚紙に戻っていただきまして、本文で御紹介したのが、(1) の高波の発生メカニズム、(2) の災害発生メカニズムと課題等のところですが、さらに (3) のところでは水防活動や避難等の現状と課題です。水防警報海岸という制度があるんですが、指定されていなかったということ。それから、高波を想定した訓練等が行われてなかった。あるいはいろいろなノウハウが時間の経過とともに風化していたり、あるいは知識を持っている人が限られていたということが課題としてあるというのが課題です。

今後どうするかというところが、表の下 3 分の 1 から裏にかけてです。大きく 2 つあり

まして、1つは海岸保全、どっちかというとなハードな話ですが、の下新川海岸においては、被災した施設の復旧、それから、今後堤防の改築や排水施設の改良、沖合施設の新設等々を進めていく。あるいは非常に侵食の激しい海岸でありますので、関連する河川やダム等の行政部局とも相談しながら、総合的な土砂管理を推進していくということ。それから、空洞化の調査等を実施し、そういった結果を公表していきましようというところが下新川海岸における対策です。

1ページ目の下から2行目ぐらいから、今度は全国的な対策ですけれども、裏面に参りまして、裏面の最初の2行、先ほど写真等で見いただきました、前面の砂浜が非常に侵食されていると基礎から吸出しによって堤防が陥没したり倒壊することが見られるということで、こういうところは全国的にほかにもあるだろうということですので、前浜が著しく侵食されて倒壊のおそれのある堤防や護岸については、全国的に調査を行って重点的な対策をやっていこうということで、今関係の部局ともいろいろ御相談しながら、できれば21年度の予算から反映させていきたいと考えているところでございます。

それから、は排水施設や二線堤について今後あり方を検討していくということです。

それから、(2)が水防活動や避難等に関する基本的方向ですが、ここもいろいろな情報提供等にかかわるところで、また、今後の議論にかかわるところだと思いますので、本文のほうをごらんいただきたいと思います。資料-4の本文の9ページに参りまして、(2)のところです。

まず、下新川海岸における水防活動の充実等で、先ほどもお話ししましたが、今回のような高波災害も水防法における高潮になるだろうということで、下から3行目ですが、下新川海岸を水防警報海岸に指定して、そのために必要な検討等を進めるということでございます。

次に10ページですが、こういった水防活動等のためには、単に下新川海岸だけ見ているのではなくて、2行目のところからありますが、日本海北部から佐渡島を経て富山湾に至る日本海側の広い範囲の波浪の状況等を把握することが大事だろうということが、本WGも含めていろいろな議論の中でわかってきているということです。

まず観測のシステムをきちっと点検・改良すること、それから国、県、市、町等が協力して、いろいろな情報を一元化し共有化するシステムを構築する。そういった場合には必要に応じて、広範囲の北海道や東北、北陸のいろいろな機関の協力を得ながらやっていくことが大事だろう。

さらに、これまで私どもは気象庁さん等とも連携しながら、波浪打ち上げの予測技術の開発をやっているんですけども、全国的な技術開発の進展を踏まえて、下新川海岸における予測技術の開発等に努めていくということで、今後こういった情報の共有化、あるいは予測技術の向上も非常に大事だろうということに触れております。

もう一度概要のほうの裏面に戻っていただきまして、以降は、全国的な対応として水防警報海岸が少ないこともあり、こういったものの指定の拡大等であるとか、全国的なレベルでの技術開発、観測体制の強化の支援、データの広域的・一元的な提供といったものに取り組んでいく。

一番最後のところでは、災害が起きたときに支援する制度、TEC - FORCE と呼んでおりますが、こういったものを今年度から設けておるんですが、こういったものの拡充等の対策を今後していこうということをもとめていただいたものでございます。

非常に雑駁ですが、以上でございます。

座長 ありがとうございます。

それでは、河川局の資料の御説明に関して。

委員 B 2点ほどお聞かせ願いたいんですが、1つは些細なことですが、この潮位、高潮みたいな形になっていたということですが、最初に吸い上げがあって、その後吹き寄せということですが、富山湾はかなり水深が深いので、もしかすると吹き寄せは余り効いてないんじゃないかという気もするんですが、その辺、もし定量的にどのぐらいの規模があったかということがわかりましたら、教えていただきたいということです。

もう1つは、潮位が上がっていてそれらの偏差が出ていて、それと高波が重なったということですが、これは基本的にはそれぞれが独立で、特に相互作用はしていないと考えてよろしいでしょうか。それとも何らかの相互作用があって、その辺についても考えないといけないようなものが何か出たかどうか、もしありましたら教えてください。

北陸地方整備局河川部 資料2の3ページをごらんください。左側の絵ですが、最低気圧は大体1000ミリバールぐらいまで下がっておりまして、通常は1020ミリバールですので、おっしゃるとおり気圧低下にかかわったことが一番大きな話ですが、吹き寄せにかかわるものは、当然風が吹いていますので、それも除かれるわけがないので、こういった表現になっております。

それから、複合という話でございまして、私どもはそこまで今回複合的な解析をしておりますが、各々を見ただけでも、これだけの高波が発生する要因があるということを示

し上げたところでございます。

委員 B ありがとうございました。

座長 よろしいですか。

ほかはいかがでしょう。

## (2) 意見交換

座長 よろしければ、ここで一回、資料全部を見てディスカッションする時間を取りたいと思います。港湾局さん、水産庁さん、河川局さんのほうから。気象庁さんは後で御説明いただきますが、冒頭で申し上げたように気象庁さんの御検討は多分今後の話につながる部分なので、後で時間もたっぷりとして議論したいと思いますけれども、まずはここまですべてお気づきの点、あるいは比較しながら、御質問等ございましたらお受けしたいと思います。いかがでしょうか。

委員 A 簡単のところから教えていただきたいんですが、富山湾の副振動のモードは水産庁さんと河川局さんは統一されていないので、多分縦モードではなくて、湾の横方向の振動モードだと思うんです。富山湾は私が昔若いころ計算したんですが、基本的には能登半島と富山側との両端、腹になるモードがメインだったと思います。ちょっと河川局さんの増幅モードが縦方向になっていますよね。これは横方向は考えなかったということですか。ですから、湾の能登半島と富山側等を腹にして、湾が横に揺れるというモードなんですけど。

北陸地方整備局河川部 今回は検討しておりません。良識的に考えて、縦のモードが大きくなるであろうという推測のもと計算しております。実際は横モードも大きいんでしょうか。

委員 A 水産庁さんは両方計算されていて、どちらも出ているという結果ですので、多分横のほうが出やすいんじゃないかと思うんですか、いかがでしょうか。

座長 河川局さんのほうは、もうちょっと長い周期の振動に興味があったということなので。横になるともうちょっと短くなりますね。ということだと思います。多分どっちもあるんだと思うので、現象解明という意味では、どちらも取り入れなければいけないということだと思います。

委員 A わかりました。

委員C 今回の港湾局さんの配付資料の9ページですか、先ほど富山の沖で9.9mの一番大きい波が出ています。それで実際に推算するとそれよりも小さかったんですけども。ちなみに、9ページに波高の測定点がありますが、それはどの辺になるのか教えていただけますか。

座長 さっきパワーポイントで出ましたよ。

委員C 済みません、見逃したので。

北陸地方整備局港湾空港部 9ページの水深20mぐらいのところでありまして、赤点線で囲んでいる左側の大体「波」という字のあたりにあります。

委員C そうすると、その上で見るとちょうど赤くなっている上のほうの波高分布。

北陸地方整備局港湾空港部 そうですね、赤の特に濃くなっているところの上のほうくらいだと思います。

委員C わかりました。

座長 よろしいですか。

委員C 7.7mと9.9mはかなり違いがあるかなと。非線形だけじゃないのかもしれないかなとチラッと思ったんですが、その辺は難しいのかな。

座長 関連して、伏木のほうも波向にもものすごくセンシティブですよ。ちょっと振るだけでB、Dと大分変わってきたりして。今回の波の特徴がものすごく指向性が強いというか長周期だから、かなり沖合からねらってくるような、しかも深いところの入り組んだ地形の影響も受けやすいようなことだと思うので。そのあたりは結果としては波向、新しい設計波のようなものを決められたんだと思いますが、その波向はどうやって対応されたんですか。

北陸地方整備局港湾空港部 波向の設定については、最初に湾域全体の計算をしたときに。もともと観測値としては、欠測していたという事情があります。富山地区については、前後で12度という観測がありましたので、計算でその辺に合わせたときに、伏木の計算値で出てくる波向が大体30度ぐらいに振れるということになりました。その±15度の範囲で考えたときに、大体22.5度という北北東と40度ぐらいの北東方向になります。あとは過去の被災の記録を見ると、大体北東と北北東の被害記録が多かったというのもあったので、その2つの波向の設定をしました。

座長 そうすると波高だけではなくて、もちろん周期も大事で、しかも波向も大事ということで、かなり詳細な情報がないと最適設計というか、きめ細かな設計はできないとい

うことなので。伏木についてはデータもあったし、できますけれども、ほかのところでもやろうとすると結構大変という理解でよろしいですか。

北陸地方整備局港湾空港部 正確にはそれなりの地形情報がないと難しいと思います。

座長 ほかにいかがでしょう。

こちらばかりではなくて、そちらにお座りの方でもお気づきの点があれば御発言いただいて構わないと思います。あるいは、こちらにお座りの方からももちろん御発言いただいでいいと思います。

委員 A 1つお聞きしていいですか。今後の対策の下新川海岸における海岸保全の考え方で教えていただきたいんですが、この空洞化については以前から言われておりまして、結構穴をあけて調べていると思うんですが、なかなかわからないと思うんです。これは穴をあけないとわからないんですか。今後、例えば超音波で調べるとか。多分、前高知で被災を受けたときに一度、福濱さんのほうで全国に展開するとおっしゃっておられて、また今回こういうふうに調査されるということは、老朽施設の対策については、その後余り進んでいないということなんですか。

北陸地方整備局河川部 電探等を行ったときに、どういったものが中に入っているかなかなか見分けられないことがございます。今回は被災も受けておりますので、抜本的に対策をしようという観点から、各堤防1スパンごとに穴をあけるということを行ったところでございます。

委員 A これは全国的に指示されるわけですか。

河川局海岸室 全国のほうは私のほうから。下新川に関しては結構丁寧にやるんですけども、行政側の問題意識としては、下新川もそうですが、もともと前浜がある前提で堤防があったんですが、それがなくて、いきなり堤防に直に当たるようになってきているところで、こういう問題が見られるというのがあって。空洞みたいなものまで全部やっていくのはなかなか大変ですので、今考えておりますのは、例えばつくったときに比べて前浜がなくなってしまうようなところとか、場合によっては基礎が見えているようなところとか、そういったところはこういうメカニズムで起きる可能性が高いだろうなという問題意識を持っておりますので、そういった観点で、できるだけ調べる方向で考えているところであります。

委員 A どうもありがとうございました。

座長 ほかにいかがでしょう。

よろしいでしょうか。

### (3) 関係省庁における検討状況の報告(気象庁)

座長 それでは、冒頭で私が申し上げましたが、気象庁さんから御説明をお願いしたいんですけれども、メカニズム共有というのはかなりの部分で進んできて、分析も進み、対応もそれぞれとられてきて、またここでの議論がそれぞれの取りまとめにも生かされることになっておりますが、今後この共有化されたものを受けてどうするかというときには、一番最初に考えなければいけないのは予測であり、もうちょっと実務的に言うと予警報みたいな話で、そういった出された情報をどうやって活用するかという話になると思います。そういうことだけではないと思いますが、検討いただいた点について、気象庁さんのほうから御説明をお願いしたいと思います。

委員B それでは、気象庁のほうで検討したことについて紹介させていただきます。

富山それから日本海の高波に関してのいくつかの委員会や、あと共有WGも2回開かれてきてまして、かなりメカニズムがわかってきました。今回我々のほうでは、さらにそれを発展させまして、日常の注意情報に向けて何とか対応できないかということの主眼に進めてきましたので、そちらのほうについて簡単に説明させていただきたいと思います。

配付資料については、日本海の高波の事例についてもうちょっと長期間的なものを統計したもの、それから、それをうちのほうで業務運用しているモデルでどの程度推算できるか、それを踏まえて、予測を何とかできないかという話を検討したものの一端を紹介するというものです。

スライドの2ページ目には「目次」と書いていますが、今回は3回目です。最後ということですので、高波メカニズム、といっても我々のほうは主に外洋のはなしですが、そちらのほうについてまとめまして、その後に高波事例、推算等に入りたいと思います。

次のページは今までのまとめということで、今まで説明してきたとおりで、今回も海岸での浅水変形は考えませんで、とりあえず富山にどれくらい大きな波が入ってくるかという、そういう条件についてのものです。基本的に北海道の西方海上で発生した風浪がうねりとして入ってくるわけですが、その中で、途中の風の影響があったということをして第2回の際に紹介させていただいたんですが、若干スペクトルの話と非線形の話を出し過ぎてわかりにくいところもありましたので、もうちょっと実用性のありそうな話としてまとめ

たのが、以下の補足です。

結局はまたスペクトルを使いますので、初めにスペクトルの見方を簡単に紹介しておきます。4ページの右下の図を見ていただくとわかるとおり、随所に出てくる図は波浪のスペクトルをあらわしております。円環は周期をあらわしております、外側に向かって長くなります。一番外側が20秒で、5秒ごとに線を引いております。

それから、方向については、風と同じように来る方向でっております。したがって、右下の図ですと北側のほうにありますので、南南西に向かってくるという形です。周期については、大体ピークが内側2番目ぐらいなので、7.5秒となります。

以下は、すべてそのような形で表示しております。

次以降は、ちょっと理想的な実験ですが、仮に北海道の西方海上で20mの風を吹かせて、風浪を立たせました。それを風のない場で伝播した場合、あるいは途中で風があった場合で、どのように最終的に富山のほうに波が到達するかというのを計算したものです。かなり仮想的なものですが、基本的な定性的な特性として、風がない場合は当然うねりとして伝播してきますが、やや減衰しながら富山湾に到達する。

5ページ以降、右下のところに書いております数字が、ちょうど富山湾に入り込むところの波の値です。この場合、周期はうねりとして長くなりますが、波高は1mです。これに途中で風を加えていった場合にどうなるかということが次以降です。風は日本海の季節風の吹き出しに典型的な330度でやったものですが、5m、10mぐらいですと、基本的にそれほど波は高くなりません。これが風が15m、20mとなってくると、非常に波高が高くなって、周期もかなり長い波として入ってくるのがわかります。

あとは風向については、特徴的なのは、その風向が例えば300度とかなり西よりになってしまうと、今度は西北西の波として発達するために、北からくる南向きのうねりはそれほど発達しなくて、波高も高くない。周期も、風浪成分のほうが主体になってくるので、富山に到達する成分としてはそんなに長くないということになります。

もし、これが350度ぐらいで北に近い場合ですと、実はこれは今回の2月24日に近いような風向ですが、これでやると周期も単純に伝播させたときよりも長く、波高も大きくなるという形になります。したがって、風による影響で、南に向かう成分の高まりをある程度把握することが可能です。

海岸の浅水変形は、ほかの皆さんが非常に詳細に評価されていますが、我々としては、例えば寄り回り波の危険性については、まず富山湾に入ってくる波を、どのぐらいのもの

が来るかをリアルタイムに特定することが大事であろうということから、これらの知見を踏まえて予測に向けた試みを進めております。

次以降は、実際どのようなことをやったかの紹介になります。

まず初めに、日本海の高波事例の解析をしました。今回、本来ならば2月24日が主体ですが、昨年の半年間、ちょうど寒候期に当たる2007年10月から2008年3月の波浪計の観測値を使っております。この観測値については、港湾局さんのほうから速報値を御提供いただきまして、改めてお礼を申し上げます。

この中から、富山と伏木富山の波浪計で有義波高が2 m以上を記録したもの、あるいは有義波周期が10秒以上の波が観測されたものをピックアップしたものが、次の12ページになります。

これを見ますと、2 m以上が観測されたのが8事例ほどあります。当然2月24日もありますし、その次に大きかったのは1月25日で、それ以外は大体2 m前後ぐらいです。右上のほうにあります1月16日と3月20日のものについては、うねり性というよりは、近場の風でできたものということが判明しまして、周期も短いので、今回の検討対象からは外しております。むしろ気になりますのは、周期が10秒以上でも有義波高がそれほど高くなかった事例で、右下の4事例を挙げております。これは、それぞれみんな波高が1 mぐらいは出ているんですが、周期は顕著に長いものです。

実際に全期間にわたる時系列をとったのが次と次のページになります。これは一番左側が波高、真ん中が周期、右側が波向になります。水色の線を引いているのが波高2 mと周期10秒です。

とりあえず港湾局波浪計、なおかつその代表的なものとして留萌、酒田、新潟沖、富山、伏木富山を出しております。ここに記した赤い丸が先ほどの2 m以上観測した事例です。青い丸は、周期が長かったけれども波高は高くなかった事例です。緑は風浪によるものですが、それぞれを見比べますと、港湾局さんの言及もありましたし、河川局さんのほうでも言われていましたように、ほかのところと比べて、富山、伏木富山の周期が顕著に長くなっています。高波となる事例が、実は半年の間にも結構あったということがわかります。

その中で、裏側のほうを見ますと、1月と2月が顕著に目立っています。

じっくり見ていくとおもしろいんですが、細かいことは時間の関係もありまして、簡単に15ページにまとめてあります。高波2 m以上として、寄り回り波相当のものと見られるものが6回ぐらい発生している。発生するのは基本的に低気圧とか冬型の気圧配置によ

って日本海の波高が高くなる時です。ただし、能登半島の遮蔽がありますので、その中でも特殊なケースということで、ある程度ふり分けができます。

発生頻度については、昔からも言われておりましたが、最盛期の1 - 2月に目立ちます。10月 - 3月については、多分今回だけではないと思いますが、比較的高波そのものが少ないので、あまり目立ちません。

このように観測結果が出ていますので、2月24日に限らずほかの事例について、実際に気象庁の波浪モデルが、どの程度これらを再現できるかということについて調べましたが、次の16ページ以降の話になります。

16ページに「波浪モデルによる長期追算」と書いてありますが、同じ期間やっております。とりあえず半年分です。格子の解像度は5分メッシュで、現在気象庁が業務的に運用している沿岸波浪モデルと同じです。風については、気象庁メソスケールモデルMSMの海上風をそのまま使っております。

北海道から富山湾への波の伝播がありますので、右に書いたような7点を代表させて、その波浪の時系列について並べたのが次と次です。並べ方は、先ほどのナウファスの観測値と同じです。丸の地点は波浪モデルではなくて、先ほどのナウファスの観測値のタイミングに合わせてつけましたが、基本的に波浪モデルでも、ほぼタイミングよく再現されております。

周期についても、最も富山湾寄りになるポイントの7、富山湾の湾口部に当たりますが、その周期がそれぞれ顕著に周りのほかのポイントに比べて長く飛び出るようなところが見られます。

これはあくまでも富山の湾口ですので、直接沿岸、ごく海岸部の波高と比較するのも無理なんです。簡単に比較して見たのが19ページです。これを見ますと若干外洋性ということで、計算波高(Hw)が、やや大き目に出ています。残念ながら2月24日のケースに関しては、かなり過小評価になっていることがわかります。

波浪モデルの推算結果については以上のようなものですが、現実的にそれをさらにもうちょっと使って、このうねりの伝播を特定できないものかということで幾つか試みました。やはり波高だけではちょっと難しい。波向、周期を見ますと、うねり性の波は特定できますが、若干どの方面に入ってくるのがわからないことと、ややモデルが過大評価になってしまうことがあるので、スペクトルで時系列をとってみたのが以下のところのものです。

まず最初に2月24日の例をお見せします。ポイントごとに各時刻のスペクトルを並べ

たものです。縦の列は同じ時間、右に従って時間が経過していきます。ポイントの7が富山寄りになります。これを見ると例えば24日の12時にポイント7ぐらいに、ちょうど波が来ているところですが、その辺の北の波を遡ると、ポイント3ぐらいまで北へ波を追うことができます。それより北では、やや東寄りの成分、つまり北東の風による波であることがわかります。

また、スペクトルのピークの位置がだんだん外側に寄っているということで、うねりとして発達してきていることがわかります。これを見ますと、大体うねりのソース、種が1日ぐらい前にかけて出来ていることがわかります。

もう1つ、比較的顕著でありました1月25日の事例もお見せします。それが22ページで、こちらのほうは波もそれほど高くなかったんですが、ポイントの、特に3、4、5、6と赤丸で書いたところを見るとわかりますが、途中が初めの事例で言うと、かなり西寄りの風だったということで、スペクトルも西の成分が強くなっております。ということで、かなり西のほうに波のエネルギーが寄っておりますが、それでも北の成分もある程度発達してきまして、最終的にそれが25日の3時ぐらいにたどり着いています。このように日本海を伝わってくる波については、エネルギースペクトルを見てきますと、何とか位相の変化を追うことが可能であろうと考えております。

次の事例は、残念ながら余りよくなかった例です。23ページですが、これは実は日本海の北部から発達した波ではありませんで、日本海の中中部で発達しております。十分波が発達しなかったということもあり、もともと波高も大きくならなかったところもあります。あとは数値モデルでも強風のタイミングも予想がちょっとずれておりまして、十分な推算がなされておりません。実際に業務的にこれらを参考にして情報を出しますと、このような外れた事例も十分踏まえて判断しないといけなくなりますので、あえて出しておきました。

次の事例は、1つだけですが、周期が長くなったけれども波高が高くなかった事例のものです。これを見ると、1月25日に似通っております。例えば3、4、5、6のポイントのスペクトルを見ますと、波は主に西のほうから来ている。北西から伝播してきております。また、周期もそれほど長くなっていません。

ただし、このように北のほうからずっと伝播を追ってこれるということで、ある程度周期が長くなるものについては、日本海全体で北海道のほうからスペクトルを追うことによって、発生のタイミング、可能性をある程度認識できるのではないかと考えられます。

これらの知見を踏まえまして、より使いやすい形を現在試みております。

26 ページに飛びますが、寄り回り波判定のための指標づくりに現在かかっております。1つの方法は、いろいろ計算した結果、富山に入り込むエネルギーは湾口のところの成分のうち、350 度からせいぜい 60 度までをとればほぼ十分であることがわかりました。先ほどの波高は湾口部の全方位のエネルギーを積分して出しておりますが、それを 350 度から 60 度までとったものを、仮に  $H_w$  のモディファイということで、 $H_{wmod}$  というものにして一緒に並べております。

これを見ますと、例えば 10 月 21 日とか、あるいは 12 月 31 日のときとか、単純に湾口の波高をとりますと、赤線のように、実際の富山の波高に比べて過大評価になってくるところが、緑線のようになって、過大評価を防ぐことができる。ただし、波高だけですので、富山の 2 月 24 日みたいな事例ですと、規模までは評価できないので、もうちょっと周期も一緒に評価できないかと考えて、インデックスみたいなものを仮につくっております。これは波高と周期の積で、1つの波の体積なりフラックスみたいなものでしょうか、そういう次元のものを計算しますと、周期が長くて波高の長いものが顕著に際立ってきます。

2 月 24 日の図だけスケールが特別大きくなっているんですが、この例のように非常に大きい波の場合は、そういう可能性を検出することも可能になってくるということです。

推定精度の統計結果を、今回の半年間の事例について出しているのが 27 ページのものです。これだけではまだ完全にできるものではありませんが、単純に富山湾の湾口部の波高だけでなく、もうちょっと方向性を考えたり周期を考えることによって、そこそこの推算精度を期待できると考えております。この辺をもうちょっと改良しながら、実際に寄り回り波を判別するようにできないだろうかというように考えております。

寄り回り波の判別のイメージとして、簡単にまとめたのが 28 ページです。北海道西方海上で高波が発生して、従来はこれがうねりとして伝播してきますよ、という説明が多かったのですが、今回強風の影響もあり得るということで、この辺のところについても評価したい。現在、波浪警報等は、項目が波高だけですので、どうしても波高に頼った予警、注意警報になりましたが、今回のことも踏まえまして、周期、波向というか、より原点で波浪スペクトルなどを使いながら、寄り回り波の危険性、あるいは規模などについて判断できないかと考えております。

具体的にどういうふうに変えようかというところは 29 ページに書いております。実は現在も、明らかに寄り回り波が来るだろうというときには、うねり（寄り回り波）注意と

というような付加的な情報を出すようになっております。ところが、今までの知見に基づく判断では、今回のように風が強いときなど、風浪なのか寄り回り波なのか判断に苦しむ事例もあります。したがって、そういうときでも、これは非常に周期が長いとか危険ですよというところを判断できるように、いろいろな資料を使いまして、より客観的にそういう情報を出せるようにしたいと考えております。

特に規模に応じて、大きい場合は例えば周期、あるいは必要に応じて波向の補足情報も出させるようにしたいと考えております。今後の計画ですが、こういうふうに考えても、まだ実験レベルの段階ですので、平成 20 年、今度の冬にとりあえず現在の判別方法について、有効性、精度評価、また方法そのものについて検討を行いたいと考えております。その結果を踏まえて、いろいろ改良などを進めながら、これはすぐにできるかどうかわかりませんが、寄り回り波の情報の発表を考えていきたいと考えております。

以上です。

座長 ありがとうございます。

#### (4) 意見交換

座長 それでは、気象庁さんのほうから大変包括的な、ある意味で予測とか予警報という観点からは、このWGの知見を生かしたような今後に向けた方向性に関する御説明をいただきましたけれども、これについても御質問、御意見を伺いたいと思います。

委員 D 28 ページの新しく追加される、日本海で強風風浪が発達の下、うねりと波浪の比較というのは何を比較されるんですか。

委員 B 基本的に今回のメカニズムのところの話は、まずうねりのほうがある程度強ければ、そちらのほう为主体に残って、風浪からエネルギーが入ってうねりが強化されるんですが、もし風が強くて風浪のほうが大きかった場合は、うねりのエネルギーが風浪に流れて、持って行かれてしまうということです。この大小を単純に頭では考えられないものですから、ある程度厳密に非線形のエネルギーのところを計算しないといけないんですが、それについては一応波浪モデルの中で計算しております。ですから、エネルギーの大小ということになります。

委員 A 1つ教えていただきたいんですが、これは追算結果はすごく合っていてすばらしいと思うんですが、予測するとなると 12 時間後まで風自体を予測しなければいけないと思うんですが、そちらの風の推算精度についてはいかがでしょうか。

委員B おっしゃるとおりで、今回は一応気象モデルの中で解析値と言われる風をつなげております。実際に業務でやりますと、何時間先という形で予測することになります。1つには風の予測精度ですけれども、もちろん予測時間が先になるに従って落ちてきますが、少なくとも24時間後とか36時間後でしたら、かなり信頼性があります。現実問題として、あしたの天気にはほとんど実用上問題のないという程度には使えております。

もう1つは、波の場合は風よりも慣性が高いとか、状態を保持しやすいですから、このように時間が継続するものに関しては、風の推算精度の落ちよりも、割と精度を維持することができることになります。今のところ見ておりますと、もちろん3日とか4日先まではできませんが、目先の24時間とかその辺でしたら、ある程度の信頼性を持って業務的に予測を出せると考えております。

もちろん、それで外れているところ、実況とずれる場合もありますので、その辺はそれこそ港湾局さんの波浪計とか、実況をもって補正しながらタイミングを出すという形になると思います。実際に、今の波浪予報もそのような形でやっております。

座長 今の波浪予報でよく気象情報が出てくるのは、波高分布、何m以上のところはこうなりますという形ですね。さっきの さんの御質問とも関連するんですが、それはあくまで量ですから比較しやすいんですけども、今回の知見でわかったことは、それにベクトルが大事だと。北東から来るやつと北西から来るものでは、例えば富山を限ると全然応答が違う、結果が違うわけですね。この28ページの判別のところで、yes、no、うねり>風浪、これスカラーですよ。そうじゃなくてももうちょっと何かこうスペクトルまでわかっているんだから、実務のほうでもベクトル的な要素を入れるのは難しいものなんではないか。

委員B おっしゃるとおりで、これはあくまでも定性的なイメージのもんですが、実際に矢印、つまり不等号が出るということは当然定量的な評価ということになります。その際に単純にうねりと風浪の値だけではなくて、その成分ごと、例えばどちら向きの成分のほうが高いとか言う比較をするということです。その辺に対しては、計算の上ではきちりやることにはなりますが、それをイメージの中に表現することができませんでしたので、済みません。

座長 ありがとうございます。

どうぞ。

河川局海岸室 モデル上とか情報提供、行政間の話はあるかもしれませんが、それは置

いておいて、この 28 ページでお考えの判別をどういうイメージで考えておられるか、参考に教えていただければと思います。さっき質問があったのは右上、うねり>波浪のところですが、最後、下のところで、寄り回り波の規模の判別というところで、顕著な寄り回り波から小さな波まで、これはメートルということは波高ですよね。

委員 B はい。

河川局海岸室 その上に四角のところ、波高・周期・波向、波浪スペクトルによりというのは、恐らく判断する過程ではスペクトルみたいなものを使うんだけど、規模の判別は波高だけでやることを想定してこの図をつくっておられるのか、その関係が私はよくわからなかったの、もう少し解説をしていただけるとありがたいんですが。

委員 B 正直にいいますと、今具体的にこれをすぐにとということではありませんので、当然もうちょっとリバイズしていくべきところもあります。基本的に波の大小を考えると一番手っ取り早い指標が波高であろうということで、まず大きい波のときは注意が必要ということで、とりあえず簡単に判別の目安としては波高を使おうかなと考えております。ただし、波高をよりどころにただけでは信頼性がないものですから、当然その前に周期とか波向も途中で判断資料として使うということです。

座長 受けて側のほうの御意見も非常に大事なので。

港湾局海岸・防災課 先ほどの私どもの発表にもありましたけれども、我々が使ったブシネスクというのが非常に細かく予測できますけれども、ちょっとした条件で計算値が違ふということで。そういう意味でこの波高だけでなく、周期とか波向とかをできるだけ精度高く、富山湾に入ってくる波の予測値としていただくことができれば、我々はそれから沿岸域でどういうふうに波形が変形していくかということに非常に有用な情報になるのではないかと実は思って聞いておりました。ぜひお願いしたいなと思っております。

1つだけ非常に素人な質問で申しわけないんですが、これをポイント1から並べることによって、北から伝播していく状況がよくわかるということで、それはよくわかったんですけど、24 ページのやつなんかは西成分が卓越しているんですね。西からの風です。そうすると北と南も同じ条件じゃないかと思うんですが、こういう条件のもとでも北から順番に伝播していくようなシミュレーションの結果が得られるというのは、どういう仕組みでこんな形になるのかがよくわからなかったの、教えていただければと思います。

委員 B 最初のところについては、波の情報の提供等については、多分いろいろできる範囲でできるのではないかと思います。当然防災のために協力等は必要ですので、相談し

ていきたいと考えております。

この見方についてですけれども、その辺のところが一概に言えないところでして、今回のこの事例でいいますと、西のほうの成分も卓越しておりますが、同時に風が余り強くないんです。うねりと風浪はほとんど同じぐらいです。若干風のほうが強いんですが、もっと強いと、完全に北から南に向かうエネルギーは風浪のほうに流れてしまう。ところが、風はそれほど強くないのでエネルギーは比較的風浪のほうに流れますが、うねりとして完全に消えるほどではなかったということです。その辺の風速とか風向とかうねりと風浪のエネルギーの駆け引きというのは、一概に言えないところがやや厄介な話になります。

座長 どうぞ。

水産庁整備課 1点だけ教えていただきたいんですが、寄り回り波を今後検討していただけるということなんですが、もう少し広い範囲で波高のほかに、波向の予報みたいなこともあわせて検討していくことはあるんでしょうか。寄り回りというと富山湾中心のイメージかと思いますが、予報の中に、波高のみならず波向情報について何かお考えはあるんでしょうか。

委員B 現在のところ気象庁としては、波高の情報を発表することになっています。日常の情報で波向等を出すかについては、すぐにできるかどうかというのはまだ難しいと思いますが、実際問題として波浪モデルではスペクトルで計算していますので、一応情報として波向と周期も出しています。気象庁では沿岸波浪図というファックス図を出しております、ホームページのほうから皆さんもごらんになることはできますが、それには各格子ごとの波向と周期のほうも一応載せておりますので、そういうものを御活用いただければいいかなと思っております。よろしいでしょうか。

座長 ありがとうございます。

非常に議論が盛り上がってきて、これから1時間ぐらiyorうと思っていたら、さっき時計を見たらもう5時でして、収束のほうに向かわなければいけないんですが、でもせっかく貴重な機会ですので、ぜひここは聞いておきたいという部分があれば御発言いただければと思います。

北陸地方整備局河川部 29ページで、気象庁で計算されたような結果は、例えば行政機関内部にはリアルタイムでデータをいただくことは将来可能なものなんではないでしょうか。現場を預かる事務所として、そういったところが気になりますので。

気象庁企画課 まだ技術的な検証みたいな段階ですので、具体的にその後どういうふう

に住民の方に情報を出していくか、あるいは行政内部で情報をお渡ししていくかというのは、具体的には今後、皆さんはどのような情報が欲しいのかということも含めて、調整させていただいてやらせていただければと思っております。今後また御相談ということで考えていただければと思います。

委員 A このモデルは多分現在の波浪モデルにプラスアルファしたものだと思うんですが、全国使えると思うんですが、将来的には今の波浪の計算のルーチン、波浪計算、推算モデルを新しいモデルに切り替えていただけるわけですか。

委員 B このモデルは、中身の物理過程は現在業務運用しているものです。解像度の粗いものは地球規模（全球）でやっております。日本付近については0.05度ということで、今回は日本海だけを扱いましたが、基本的には日本の海域全部を既に覆った形で業務運用しております。

委員 A 既に全国これでやられているんですか。

委員 B この解像度のものが動いております。

委員 A プログラムもですか。

委員 B そうです。

気象庁企画課 モデルとか計算方法は今までと同じなんですけど、それに加えて、今まで例えば予報の担当者が見てなかったそういうスペクトルを分析するデータを今回新たに、どういうスペクトルだったらどうなのかというのをこの半年かけて一生懸命分析して、それを今度は予報に使っていかうということが今回新たに加わったことです。今まではこの計算、シミュレーションの過程で、当然スペクトル計算をしていたんですが、それは実際には寄り回り波の峻別というか、判定のためには使っていなかった。それはスペクトルと寄り回り波はどのような関係があるのか、まだ十分わかってなかったということです。だから、新しいモデルをつくったということではないんですが、新たな情報を用いて、寄り回り波予報みたいなものができるかということ今回トライしているということです。

座長 ありがとうございます。

どうぞ。

委員 C 1つだけお聞きしたいんですが、現在のモデルと、これからなのかよくわからないんですけど、波浪観測データ等のつながりは今の段階では独立していて、今後そういった現地観測のデータをうまく使いながらモデルに使われていくんですか。

委員 B 現時点では波浪モデルは、初期値づくりということに関しては風からつくる、

いわゆるハイドキャストを用いています。一応現在うちのほうでもデータ同化の開発計画はありまして、そちらで実況も参照しながら精度を高めようという計画で進んでおります。

委員C 現在は完全に同化したり、何かいろいろ観測値でもって修正を加えるとか、そういうことはされていないということですね。

委員B 現在はしておりません。

委員C わかりました。

座長 まだあろうかと思いますが、今の話は多分気象庁さんのほうからいろいろな情報、一般的に出すかどうかは別にして、専門的な情報が欲しい立場に出せるものはきっとあるだろうし、また逆にデータをお持ちの各機関があるわけで、その情報を今出ましたけれども、モデルをさらに精度よくするために提供することもあり得る。そういう場としてきつとここのWGをやったという場が活用できるのではないかと思います。

実は私は千葉沖で漁船の事故があったときに、早速この場を活用させていただいて、

さんから非常に詳細なデータを送っていただいて、瞬間的に理解するのに非常に役立てました。そういう場として活用できると思います。

きょうは私の不手際で十分議論する時間がとれませんでしたけれども、面々はわかっているんで、いろいろな場を通じて、この資料を使ってさらに議論を深めていただければと思います。最後に一言だけというか、今後に向けて方向についてコメントいただける方があればいただければと思います。

私の理解としては、今回の波浪というのは非常にレアな、まれなケースである。この前のケースをひも解くと、これだけの規模で起きたのは、少なくとも38年とか40年前ですね。地元の方に聞くと、またその40年前にもあったらしいというから、少なくとも数十年規模で起きた現象で。ただ、前と違うのは、データをとれる環境が今回は整っていたということです。各機関でとれたし、またそれを分析する技術もあったということで、そういう意味では非常にまれな現象をうまく捉えられた成功例だと私は思っております。

さらに、それをデータをとって特定のミッションだけで分析を終わりにするのではなくて、こういう場を使えばいろいろな面で絞り尽くせますし、恐らく解決できたことばかりではなくて、今後に残ったところは必ずあるわけで、それを研究にも生かせるようになったという面もあると思います。

実は学会のほうでも今回の事例については独自の調査もやっていますし、たまたまですが今回11月に富山で海岸工学講演会をやりまして、その際には今後の研究動向、方向に

ついてシンポジウム等も企画しています。そういう意味ではこの場を通じて、いろいろなステージはあると思いますが、1つは予測、それから、それを実務というか一般的に出すという意味で言うと予報であり警報である。もうちょっと沿岸に来ると各施設の応答みたいな話ですね。そういうステージもあるし、もうちょっと人のほうに行くと、陸上に行くと、それを受けて防災にどういうふうにかかすか、あるいは減災と言ってもいいのかもしれませんが、各ステージがあって、恐らくそれぞれが培ってきた技術で対応できる部分と、それをもうちょっと横串を通して検討しなければいけない部分があって、恐らく横串を太くするのにこのWGは非常に役立ったのではないかと私は理解しております。

私はそういう意味では非常に整理した情報を聞かせていただくだけで、勝手なことを言わせていただいて、情報を出していただいて、ディスカッションの材料を提供していただいた方々に感謝申し上げたいと思っております。

どなたか今後の方向について、恐らくこちら側からと、ひょっとすると行政側からもコメントいただけるようでしたら、コメントをいただきたいと思います。

水産庁防災漁村課 私どものほうから簡単にコメントさせていただきます。

まずはお礼申し上げたいことがございまして、今回こうしたWGができたということで、3回ほど今回を含めていろいろ議論させていただきましたけれども、今回のWGを通じまして、港湾局さん、河川局さん、そして気象庁さんからは非常に貴重な生のデータを提供していただきまして、私どもが実際にやっております技術検討委員会の中でも十分な分析等ができたのかなと思っております、今回この場をおかりしましてお礼を申し上げたいと思います。どうもありがとうございました。

それから、座長さんのほうから3つのフェーズがあるというお話がございましたけれども、予測、予報、警報ということですが、いろいろ体制等の問題もありまして、私ども水産のほうは事業自体が補助事業であり、また市町村とか県がやっているものですから、そういう面については最後の段階の各施設の応答の部分、また地域の防災の面、この辺に我々は皆様方と連携しながら力を入れていきたいと思っております。

特に予測の中では、先ほどお話しさせていただきましたけれども、今回の新潟では予想しない方向から波が来たというのがございました。漁業者というのは海のことを非常によく知っているんですけれども、今回初めてああいうのを経験したということがございます。ですから、数時間前でもいいですから、その波向も含めて何か情報があれば非常に高い確率で減災なり防災ができたのではないかと考えておりますので、今後の技術開発に期待し

ているところでございます。ありがとうございます。

座長 ありがとうございます。

どなたか。

港湾局海岸・防災課 港湾局でございます。

私どももまずこのWGの場で、先生方あるいは各省庁の皆様からいろいろなデータをいただき、また討論させていただきまして、非常に成果があったと思っております。ありがとうございました。

今回の私どもの委員会、あるいはWGを総括して述べさせていただきますけれども、まず私どもが今回設置しました対策検討技術委員会では、被災メカニズムの解明が主要なテーマであったわけございまして、それには浅海域、沿岸域まで深く複雑な海底地形が続いているという非常に特殊な状況を持つ富山湾での沿岸域における長周期の波の変形をどうやって再現していくか、その辺が成功するかというのがポイントだったわけですが、そういう意味で委員会のほうでは、ブシネスク式という非線形性を考慮して波の挙動をシミュレーション計算する手法を用いて、この伏木富山港の北防波堤で数十メートル間隔で大きく波が変化したわけでございます。そういった最大波高の違いを再現することができたというのがよかったのではないかと。この違いが実は複雑な海底地形などの影響を考慮した結果であったわけですが、これが再現できて、きめの細かい復旧断面の検討が可能になったということでもあります。

もちろん先ほども御指摘がありましたけれども、波の周期、波の向き、海底の地形データの詳細なものとか、また計算時間が長くなるという課題もありますが、これらの条件が整うと沿岸域での波の変形計算に一つこのブシネスクは有効ではないかということが確認できたことは、それは一つ我々検討を通じて得られた大きな成果だったのではないかと思っておりますし、今後の港湾工事とか設計に際して役立てていけるのではないかと考えております。

また、その委員会で高波予測の必要性、きょうも議論になりましたが、我々の委員会でも実はこれは指摘されたわけでございます。予測を行うということには、より精度の高い予測技術を開発するという段階と、その結果を用いていくという段階があると思っておりますが、この港湾局、私どもでは結果を用いるのは、港湾工事の実施のためという限界があるのが現状でございます。当面はブシネスク式をベースに、より精度の高い予測技術の開発に取り組んでいきたいと考えております。

また、このWGの成果として、先ほど御紹介いただいた気象庁さんの富山湾に入ってくる波の予報の精緻化という話がございました。先ほども申しましたけれども、こういったものがもしも出てまいりますれば、私どもとしてもこれを利用していただいて。例えば1時間ごと、3時間ごと、6時間ごとの沖波の予測値から沿岸域での波の変形を予測するという形で、いわば港湾工事の安全確保にも活用していけるのではないかと考えております。また、それに対する協力という意味では、従来から気象庁さんに対してノウハウデータの提供などの協力をしておりますし、これからも協力させていただきたいと考えております。

いずれにしても、こういった委員会やWGで得られた知見については、できるだけいろいろな方面でお役に立てていただければ幸いですと考えている次第でございます。

以上です。

河川局海岸室 まず最初に、今回このWGの中で皆さんのいろいろな情報を共有できたこと、あるいはメカニズムを通していろいろな知見を教えてくださいましたこと、お礼を申し上げたいと思います。

今後どうするかということでございますが、私どもの考えの大部分については先ほど資料で御説明した中間取りまとめの中はかなり記載されていますので、それに沿ってこれから対応していくわけですが、とりわけハードなところは別として、我々としても問題意識が高いところとして、水防活動をどうしていくか、あるいは住民の方の避難等に対してどういう対応をしていくかというのは非常に大事な課題だと思っております。

そうなったときに非常に大事なことは、情報をどう共有化していくか。これは行政機関の中での情報の共有化もありますし、あるいは国民、住民の方にどういうふうに情報を共有していくかというのが非常に大事だろうということ。それから、予測技術をどう高めていくかということも非常に大事な課題であろうかと思います。

これまでも、私どもも気象庁さん初め各部局といろいろな連携を図りながらやってきているところではあるんですが、今回こういうWGが開かれたことを機に具体的にどういうやり方でどんなものを対象にやっていくかは、それぞれで御相談しながらということかと思っておりますけれども、こういったWGで得られた知見等、また皆さんと御協力しながらいろいろな施策を進めていければと思いますので、今後ともよろしく願いいたします。

以上です。

気象庁企画課 気象庁でございます。

私どものほうも、ナウファスを初めとしていろいろなデータを各部局の皆さんからいただいたり、いろいろなお知恵もいただいて、この半年検討して、ほとんどこちらでやったんですが、メカニズムが大分解明できたのではないかと考えております。具体的には高波のタイミングや海の伝播というところが、きょうお見せしたデータのように、かなりの精度で再現できるようになったのではないかと考えております。

先ほども申しましたので繰り返しませんが、新たにスペクトルを見ていくことに着目するとによってうねりが強化していく過程がわかって、それを利用すれば寄り回り波というのがある程度、今までもやっているんですが、より精度を高めた予警報につなげることができるのではないかと考えて、その可能性が見えてきたと考えております。

寄り回り波というのは、ある程度時間が稼げるものがございますので、精度の高い予報を出せば被害は抑えられるのではないかと考えています。そういう特性を考えれば、これをしていけば非常に効果が出る情報、予警報になると考えていますので、気象庁としてもこれを重点的にやっていきたいと考えております。

そのためには、気象庁のつくる情報は皆さんの協力でいただく入り口の情報と、あと気象庁から出した情報を沿岸の浅海変形など被害が実際に生ずるところでどういうふうに使っていくかという、入り口と出口のところでお集まりの皆さんの協力を得ないと出しても余り意味のない情報になってしまいますので、これからも協力いただきながら、まだまだ十分な精度になっていないところもありますので、今後検証等この冬進めさせていただいてよりいいものにしていきたいということで、引き続き協力方、御指導方お願いしたいと思います。ありがとうございます。

座長 どうぞ。

委員 A ちょっとお願いなんですけれども、先ほども出てきたナウファスの波浪観測データなんですが、もともとこれは港湾工事のお金でつけているものでございまして、本来の使用目的は港湾工事の安全監視でございます。私たちも残念なことなんです、既に留萌とか瀬棚というのは維持管理が大変難しくなっております、せっかくこういうふういろいろな活用していただけるにもかかわらず、片や皆さん御承知のように予算削減の今日、特に北のほうの工事のないところでの波高計の維持管理は非常に難しい状況です。

私が言うべきことではないと思うんですが、寄り回り波といっても似たような波は全国これからどんどん発生しますので、今後もこういう観測とか、さらにデータ同化のためにも波浪観測は当然続けなければいけないし、重要性は高まっております。港湾局だけでは

なかなか維持できない状況ですので、ぜひ皆さんから御支援いただきまして、先ほどのモデル開発についてもなかなか費用も出ない状況でございますので、皆さんからさらに重要だということを御指摘いただければ、私たちも頑張っていきたいと思えます。

寄り回り波は今回は特殊だと言われるんですが、似たような波はいろいろなところで起きていまして、毎年、先生とお会いするというのは、多分どこでも周期の長い波の被害が今後起きていると思えます。富山で40年に1回でも、多分来年また別のところで恐らく、この10月以降起きると思えますので、今後とも皆さんのほうからぜひ御支援等いただきまして、私たちもできるだけプログラム等は公開といいますか、すべて出していきたいと思えますので、よろしく御指導のほどお願いいたします。

座長 言いたかったことを言っていただきまして、大変ありがとうございます。

また、ほかの委員の方にも感想をお聞きしたいんですが、時間を大分超過しておりますので、本日の議事はここまでにさせていただきます、事務局のほうにお返しいたします。

水産庁防災漁村課 座長、どうもありがとうございました。

長時間にわたりまして、本日、出席の方々から活発な御議論をいただきましてお礼を申し上げます。

実は本日は記者の方と、それから会場にも多くの方々が非常に関心を持って来られております。一たんこの会を閉会させていただきます、その後少しばかり時間を設けますので、資料について確認したいこととかいろいろあると思えますので、済みませんが、もうしばらくおつき合いいただければと思えます。

それでは、これもちまして本日の第3回WGを終了させていただきます。どうもありがとうございました。

閉 会