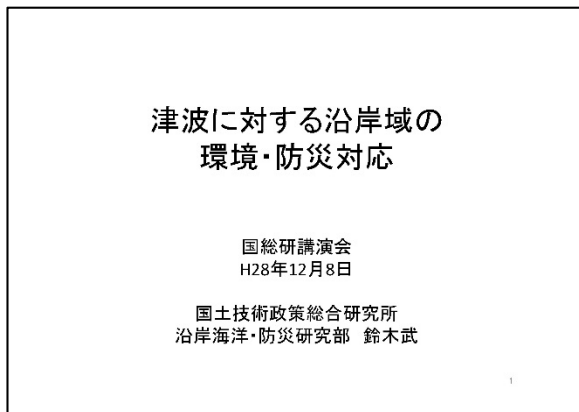
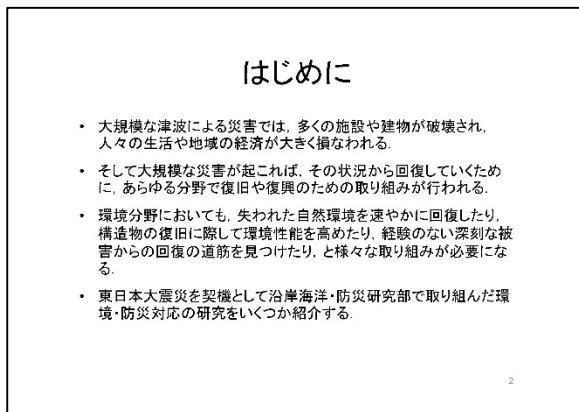


### 3.12 津波に対する沿岸域の環境・防災対応（沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武）

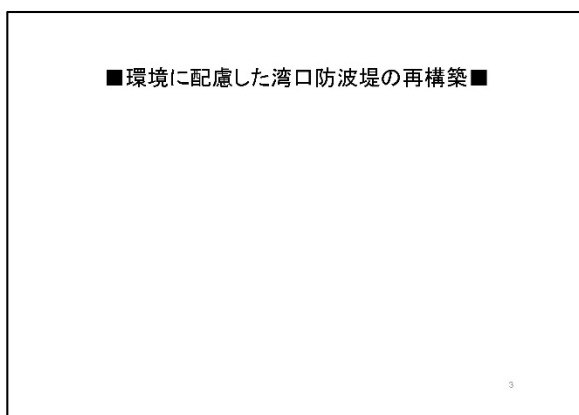


沿岸海洋・防災研究部長の鈴木です。津波に対する沿岸域の環境・防災対応で、お話をさせていただきます。



はじめに、大規模な津波による災害では、多くの施設や建物が破壊され、人々の生活や地域の経済が大きく損なわれることとなります。そして、大規模な災害が起これば、その状況から回復していくために、あらゆる分野で復旧や復興のための取り組みが行われることとなります。環境分野においても、失われた自然環境を速やかに回復したり、構造物の復旧に際して、環境性能を高めたり、あるいは、経験のない深刻な災害からの回復の道筋を見

つけたりと、様々な取り組みが必要になります。東日本大震災を契機として、沿岸海洋・防災研究部で取り組んできた環境防災対応の研究について、幾つか紹介させていただきたいと思います。



まず1つ目が、環境に配慮した湾口防波堤の再構築です。

### 背景

- 東日本大震災により、東日本の太平洋沿岸では、防波堤や岸壁等の港湾構造物に大きな被害が生じた。
- 大船渡港では“湾口防波堤”が大きく被災した。
- 湾内水の海水交換の低下が課題となっていた大船渡港では、その復旧において環境に配慮した構造が求められた。

大船渡港 湾口防波堤



湾口防波堤の被災状況



東日本大震災によって、東日本の太平洋沿岸では、防波堤、岸壁等の港湾構造物に大きな被害が発生しました。大船渡港でも、湾口防波堤が大きく被災しました。これが大船渡湾で、この湾が港になっていて、この湾口に湾口防波堤を造っていました。これは津波を止める目的のものです。津波で壊れて、右図のとおりほとんど何もない状態になりました。湾内水の海水交換の低下が課題となっていた大船渡港では、この防波堤の復旧において、環境に配慮した構造が求められることになりました。そこで、国総研で研究をしました。

環境に配慮した構造が求められることになりました。そこで、国総研で研究をしました。

### 湾口防波堤と湾内の低層水の水質

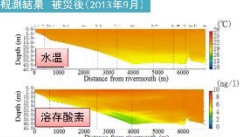
**湾口防波堤がない状況（被災後）での観測**

- 水温・塩分の縦断面分布、連続観測
- DO濃度の縦断面分布、連続観測
- 湾口部の流速分布
- 湾口部の水深の連続観測

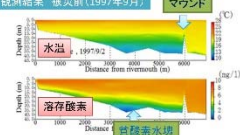
**湾口防波堤がある場合（被災前）と比較**

- 海水交換が増加
- 湾内で温度成層が減少
- 湾内低層の低溶存酸素水が減少

**観測結果 被災後(2013年9月)**



**観測結果 被災前(1997年5月)**



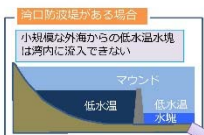
まず、湾口防波堤がないという状況が生まれましましたので、その状況において、大船渡湾の水の環境の状態がどうなっているかを調べました。水温、塩分、それから溶存酸素濃度、湾口部の流速分布などです。加えて、ここでは以前より海水交換がよくなっているのではないかと課題認識を持っていましたので、国総研では、津波以前の状況において、どのような状況にあるかという観測をやっていました。これが被災後の状況で、こちらが被災前の状況

ですが、その知見を組み合わせると、例えば、水温であれば、温度成層がかなり発達していたものが、今はあまり発達していない。それから、溶存酸素であれば、溶存貧酸素水塊ができていたのですが、被災後にはあまりできてないと分かります。


### 海水交換変化の機構

**湾口防波堤がある場合**

小規模な湾外からの低温水塊は湾内に流入できない

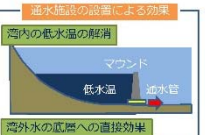


大規模な湾外からの低温水塊の波及により、低層水塊がマウンドを超えて湾内に流入しても、湾内の密度が低層水の密度、湾外からの低温水塊の影響が湾内まで届き難い

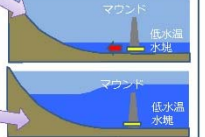


**海水塊の設置による効果**

湾内の低水温の解消



湾外水の直層への直接効果



観測、あるいは分析を進めていくと、湾内の海水が大きく交換するのは、湾外から低温水が入ってきて、それによって湾内の海水が交換するときだと分かりました。このようなことを考えますと、湾口防波堤は、中央部が空いているように見えますが、中央部の下にもマウンドが高くありますので、例えば、小規模な低温水が来ても、マウンドに遮られて、中の低温水は動きません。また、大規模な低温水が来た場合には、マウンドの上から入ってきます

ので、低層水はそのまま残る状態であつたらしく考えられます。そのために、このマウンドの一番低いところに通水管を置きますと、低層水は密度が高いので、まずそこから抜けていく。低温水が来たときには、通水管から湾内にフレッシュな海水が入ってくる。それから当然、大きく来たときも、下からと上からで入ってくるので、海水交換が、それまでよりも良くなると考えました。このような方向で、湾口防波堤の復旧は進められることになりました。

## ■津波によって失われたアマモ場の再生■

7

次に、津波によって失われたアマモ場の再生という話をいたします。津波による被害は、港湾構造物だけではなく、沿岸の生態系にも及びます。今回の津波のような大規模かつ広範囲な沿岸生態系および沿岸生態系基盤の破壊への対応は、これまでに経験はありません。そのために、どうやって対応していくのか。三陸沿岸の代表的な生態系を形成するアマモ場に注目して、その再生のための方策を探りました。

## 背景

津波による被害は、港湾構造物だけでなく沿岸の生態系にも及んでいた。

- 生態系の基盤である干潟、浅場、藻場：大きく地形変形、消失

今回の津波の様な大規模かつ広範囲な沿岸生態系および生態系基盤の破壊への対応は、これまでに経験がない。

- 「どのような方法ならば、生態系を再生することができるのか?」、「再生するとしたらどの程度の期間が必要なのか?」等々が不明

そのため、三陸沿岸の代表的な生態系を形成するアマモ場に注目し、その再生のための方法・道筋を探った。

8

まず、これは宮古湾を対象に研究をしたのですが、津波前にアマモが生息していた水域の底泥を調査しました。底泥を調査・分析した結果、3つのゾーンに分けられるとわかりました。1つは、アマモの成育に適した底泥の水域、それからシルト分が多く適さない底泥の水域。それから、礫（れき）が多くて適さない底泥の水域。大きく3つに分かれるという状態です。

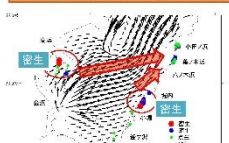
## アマモ場の基盤と種子の供給

津波後の底泥の粒度分布を用いたアマモ場の生育条件に基づいたゾーニング



- 津波前にアマモが生息していた水域の底泥を調査した
- 3つのゾーン
- アマモの生育に適した底泥の水域
- シルト分が多く、適さない底泥の水域
- 礫分が多く、適さない底泥の水域

アマモ分布と海水流速の数値計算の結果



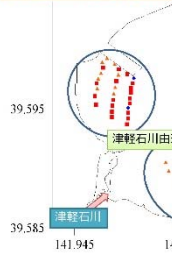
- 宮古地区の防波堤背後および小島と堤防の間にアマモの密生が確認された
- 数値計算によって海内の海水流動を予測した
- それらの結果を組み合わせると、アマモが生息していたほぼ全域で、アマモの種子が供給されることが見込まれた

9

次に、アマモ分布を調べました。アマモ分布を調べると、宮古湾のアマモは全部なくなっていたわけではなくて、防波堤の陰や湾の奥まったところにアマモの密生が確認されました。さらに、この宮古湾で流体の数値計算をやってみると、流れの状況の計算結果はこのようになり、密生地から種子が放出されれば、流れに乗って、アマモが減少している地域に種子が供給されるであろうということが予想されました。

## 土砂の供給と再生の方向性

化学組成を用いた底泥の由来解析



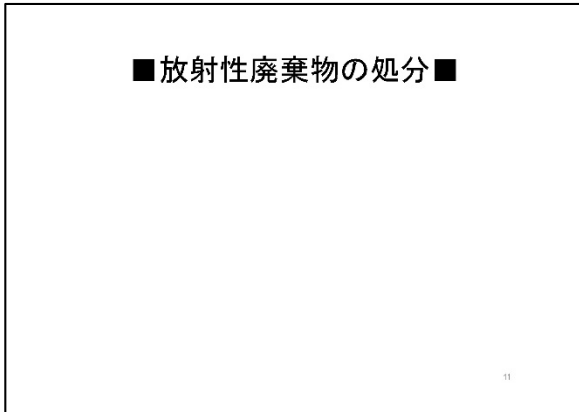
- 推測
- 砂の供給は背後の山地
- 河川がないため多くの供給は期待できない
- 3年間の底質調査では大きな変化がなかった。
- 湾奥ではアマモ場の自然復元力による回復が十分に期待された
- 基盤を失った地区では当面は環境変動を観察していくことが現実的。

10

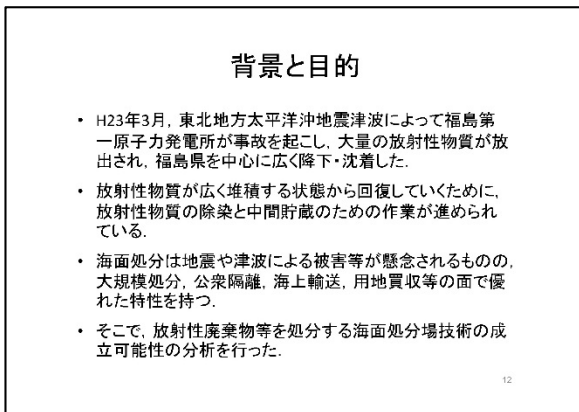
さらに、化学組成を用いて、底泥の由来分析を行いました。そうしますと、この辺りは津軽石川由来の土砂であり、一方、この辺りは、津軽石川の由来ではないことがわかりました。そうすると、この地域の砂は背後の山からの供給になりますので、なかなか多くの供給量は期待できない。実際、3年間調査しましたが、底質はあまり変化していないという状況でした。

以上を合わせて考えると、湾奥では、アマモ場の

自然の復元力によって回復していくことが、十分に期待されます。そういったことを考えると、この宮古湾においては、一定の生態系基盤の確保が考えられますので、慌てて強引な形で回復のための人為を加えていくよりは、当面は環境変動をよく見守っていく方でいいのではないかというような結論を得ました。

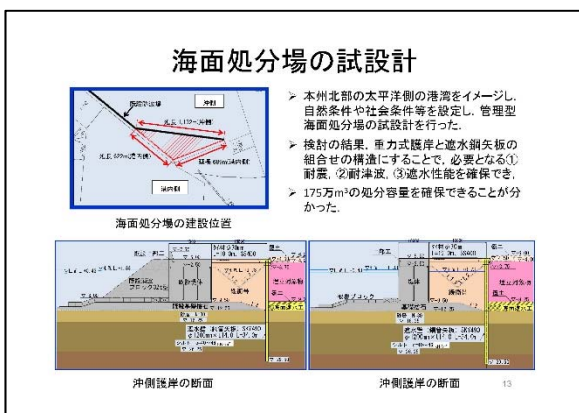


次に、放射性廃棄物の処分についてお話をします。



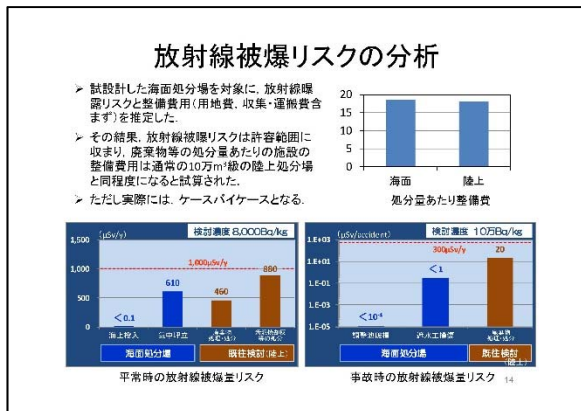
平成23年3月の東北地方太平洋沖地震津波によって、福島第一原子力発電所が事故を起こしました。それによって大量の放射性物質が放出されて、福島県を中心に、広く降下・沈着しました。放射性物質が広く堆積する状況から回復していくために、放射性物質の除染と中間貯蔵のための作業が進められている状況です。こうした状況ではありますが、一方、海面処分場を考えてみますと、地震や津波による被害等の懸念はあるものの、大規模

な処分が可能である、あるいは公衆隔離に優れている。それから海上輸送も使え、用地買収等の面でも優れたところがあるという面があります。このようなことを考えると、海面処分場を使うという可能性について検討することが、価値があるのではないかと考えました。



まず、海面処分場で放射性物質等を処分する場合の試設計を行いました。本州北部の太平洋側の港湾をイメージし、自然条件や社会条件等を設定し、管理型の海面処分場の試設計を行いました。検討の結果、重力式護岸と遮水鋼矢板の組み合わせ構造にすることで、必要となる耐震、耐津波、それから遮水性能を確保でき、また、それにより、175万m<sup>3</sup>の処分容量を確保することができることがわかりました。想定した構造は、重力式の護岸があっ

て、その背後に鋼矢板を打つという二重の構造です。この試設計した海面処分場の構造を対象として、放射線曝露リスクの評価と、整備費用の推定を行いました。

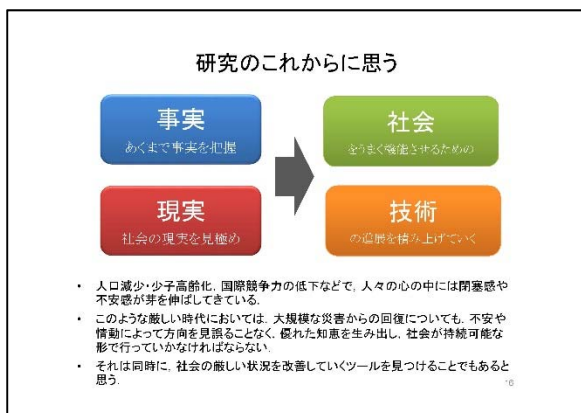


その結果、放射線被曝リスクは、基準値以内に収まり、廃棄物等の処分量あたりの施設の整備費用は、通常陸上で整備される10万m<sup>3</sup>級の陸上処分場と同程度になると推定されました。なお、この費用には、用地費は入れてありません。このように、一定の可能性はあるのではないかと結論を得ました。ただし、実際には場所ごとに違いますので、ケースバイケースとなります。

## ■ 今後に向けて ■

15

最後に、今後に向けてで、我々がどう考えて研究に取り組んでいるか紹介させていただきたいと思います。



一つは事実。あくまでも、事実を把握していくことが、今の時代、あらためて大事なのではないかと考えています。そして現実。社会の現実を、色々な角度から見て、しっかり見極めておくことが、もう一つ大事だと思っています。そのようなことをした上で、社会をうまく機能させていくことが大事ですので、それをよく考えて、その上で、技術の進展を積み上げていく。技術は、一気に答えが出る場合もあるとは思いますが、多くの場合は一気にはいきませんので、一つ一つ積み上げていくのが大事と思っています。

## ■ END ■

17

人口減少、少子高齢化、それから国際競争力の低下などで、人々の心の中には、閉塞感や社会の劣化に対する不安のようなものが芽を伸ばしてきているのではないかと思います。このような厳しい時代においては、大規模な災害からの回復においても、不安や情動などによって方向を見誤りがちな

面もありますので、そのようなことに流されないようにして、優れた知恵を何とか生み出して、社会

が持続可能な形でやっていけるようにしていかなければいけないだろうと思っています。このことは、同時に、社会の厳しい状況を改善していくツールを見つけることでもあると思い、研究に取り組んでいます。以上です。