

釧路市音別町キナシベツ

5.7 m(15:45)



豊頃町大津長節 6.3 m(17:54)

## 発生のしくみ

### マグニチュード9.0の衝撃

2011年3月11日14時46分、宮城県牡鹿半島沖130kmの海底でマグニチュード9.0の超巨大地震、東北地方太平洋沖地震が発生しました。

太平洋プレートが北米プレートに潜り込み、跳ね返ったことが原因で起こった地震です。特に今回の地震では3つの巨大な地盤破壊が連続して発生し、きわめて大規模な地震になりました。

### 発生場所で異なる地震の種類

地震は地球表層の岩盤（プレート）がぶつかり合うことで歪みが蓄積され、それが一定の限度を超えた場合に、既存の断層が動いたり新たに断層が生じたりすることによって発生します。また地震は発生の原因や場所により大きく3つに分類されます。

#### ●プレート境界型地震

プレート同士の境界部分で発生する地震。海溝で起こることが多いため、海溝型地震とも呼ばれます。このタイプの地震は震源域が広範囲にわたり、規模が大きくなることが多いのが特徴。大津波の原因となるのもこの種の地震です。

#### ●内陸地殻内地震

大陸プレートの内部や表層部で発生する地震。地表に断層が出現しやすいため、断層型地震と呼ばれることもあります。阪神・淡路大震災のように都市の直下で発生すると甚大な被害をもたらします。

#### ●海洋プレート内地震

沈み込みの運動をしている海洋プレートで発生する地震。沈み込んだ海洋プレート内で起こる地震と、これから沈み込む海洋プレート内で起こる地震に分類されます。

### 津波は、地震による地形変化の反映

地震により発生した断層のずれは、海水を上下に移動

させます。つまり地形変化がそのまま海面に現れ、水位を変動させたものが津波となるのです。特に海溝型地震ではプレートが跳ね返るといった大きな地形変化が起こるため大規模な津波が発生することがあります。

東北地方太平洋沖地震により発生した津波は、東日本を中心に広い範囲を襲いました。

### 水深が深いほど津波は速い

津波の速度は、水深が深いほど速くなることがわかっています。gを定数（重力加速度 $9.8\text{m/s}^2$ ）、hを水深（m）とすると、津波の伝播する速度は $\sqrt{gh}$ （m/s）と表されます。例えば水深10mでは時速36km、100mでは時速112km、1000mでは時速357kmになります。

東北地方太平洋沖地震では震源から450km離れた釧路の検潮所で約48分後に最大波高を計測しました。単純計算すると平均時速約550km、プロペラ旅客機ほどの速さで到達したことになります。

### 津波の高さはひとつではない

津波の高さには地震の大きさや海底および海岸の地形をはじめとする複雑な要因が関与しますが、一般的には水深が浅くなるほど高く、またリアス式海岸のように湾の奥が狭くなっている場合は高くなります。

また、その高さは海岸の検潮所で測定する「波高」、建物などに残った変色部や漂着物で測定する「痕跡高」、地上の地形などの影響を受け、波が遡った標高を示す「遡上高」といった複数の指標で表されます。東北地方太平洋沖地震では波高は最高で約15m、遡上高は30m以上が記録されています。

北海道の沿岸でも地震発生後すぐに北海道大学、寒地土木研究所などにより調査が行われました。襟裳岬のような岬の先端では波のエネルギーが集中し、津波が高くなる現象が見られました。釧路市や浦幌町で高い遡上高が観察された場所は、岬にぶつかった津波が沿岸に沿って移動し、別の津波と合流したものと考えられています。

# 地震・津波 が起こる原因

浦河町東町

**2.7** m(15:38)

えりも町歌露

**6.8** m(16:39)

むかわ町鶴川河口左岸

**3.2** m(23:33)

日高町清畠

**3.6** m(15:51)

函館市末広町

**3.1** m(18:46)

八戸市大字鮫町日蔭沢

**10.3** m(15:39)

宮古市姉吉漁港 **39.2** m(15:23)

大船渡市三陸町綾里 **31.8** m(15:15)

女川町 **35.0** m(15:25)

北米プレート

太平洋プレート

# 過去からのメッセージ — 津波の記録を探す —

大学の研究というと実験室で行うイメージがあるかもしれませんが。しかし、現場を目で見て肌で感じることも、さまざまな現象を解明する重要な要素となります。

西村裕一助教、中村有吾学術研究員（理学研究院附属地震火山研究観測センター）らが行った、過去の津波を研究する現地調査に同行し、フィールドの研究現場を取材しました。



堆積物をとりだす容器（スラッカー）をハンマーでたたいて埋める

## 津波が残した痕跡

調査地は釧路市音別の湿原。  
湿原は、植物の残骸からでき

た泥炭が長い年月をかけてゆつくりと積み重なってできます。ところが、津波が押しよせると砂が流れ込み、砂の層が広い範囲で形成されます。すると、砂の層は泥炭の層に挟まった形で地層の中に残ります。これが過去にその場所まで津波が来た証拠になります。

津波のほかにも洪水などで砂が運ばれることがあります。しかし、砂の成分とその分布を分析することで、その砂が海から来たのか、陸から運ばれてきたのか判別できます。

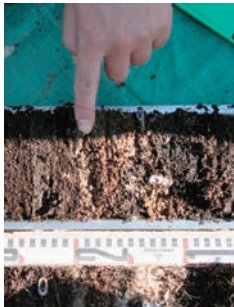
## 過去を知るカギ

また、この場所には年代を特定する大きな手がかりも残っていました。それは火山灰の層です。火山灰は火山が噴火したときに、一度に広範囲にわたって降り積もります。火山灰の成分

を分析することで、その灰がどの火山のいつの噴火で飛んできたのかをつきとめることができます。

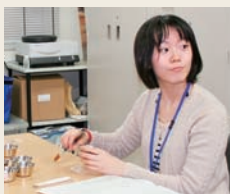
このような方法で、砂の層の分布範囲や年代をつきとめ、過去の津波がいつ、どこまでやってきたのかを明らかにできるのです。

地震の規模や発生場所により、各地点で津波の大きさは変わります。そのため、津波堆積物の調査・研究から津波の規模を推定するには、多くの場所です詳しい調査を繰り返す必要があります。津波堆積物は自然が残した貴重なメッセージ。それをきちんと読み取り、防災に応用するため、西村さんたちは日々研究を続けています。



白い堆積物は火山灰。年代を特定するカギとなる。

## 研究者のたまごとして



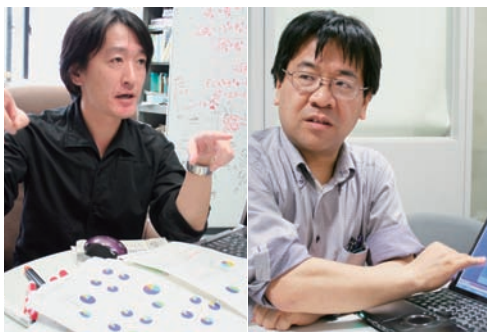
北大で研究を体験できるプログラムに参加している藤女子高校一年の塚田沙織さん（写真）、札幌開成高校一年の池上森さん。二人は苫小牧市の湿原での津波痕跡調査に同行し、フィールド調査を体験しました。

フィールド調査で得た知見を確認するため、まず、泥炭の中にある砂を採取して海から来たものかどうかを実験室で確認します。そして、サンプルを高温で燃やしたときの残存物（砂）の量を測ったり、砂の中にある貝殻の破片などが地層の中で変化する様子を、薬品を用いた実験で調べたりしました。「本格的に地学のフィールド調査や実験ができるのは貴重な体験」と二人とも意欲的に取り組んでいました。

# 海を知り、川を知る

——波に対する工学の挑戦——

自然はときに私たちを癒し、ときに形を変えて私たちを脅かします。海と川どちらとも、私たちの生活を支え、豊かで安全な社会をつくるためには不可欠です。よりよい社会をつくるために、海や川に起きる現象を解明する海岸工学・河川工学の研究とはどのようなものでしょうか。二人の研究者に話を聞きました。



津波の痕跡調査を行った渡部さん(左)と木村さん(右)

## 海を知る工学

海辺に行けばいつでも見られる波ですが、実はその運動については知られていないことが多いという渡部靖憲さん(工学研究院准教授)。「海の波がどうやってできるか、波から生活圏を守るためにどのような構造物がよいのかを研究するのが海岸工学」。渡部さんは、海の波が水面下でどのような運動をしているのかを中心に研究しています。

## 川を知る工学

国内有数の穀倉地帯の石狩平野。約一〇〇年前まで、石狩川の流れている土地の多くが湿地帯だったことを知っていますか? 現在の繁栄をもたらしたのも河川工学の力があってこそ。「明治から昭和にかけて、蛇行していた石狩川をまっすぐにして流れやすくしました。その結果耕作地ができ、農業が盛んになったのです」と木村一郎さん(工学研究院准教授)は語り

ます。治水は私たちの生活と密接に関わっているのです。

## 波の足跡を追う

そんな二人は、震災後、津波の遡上痕跡調査のため、すぐに北海道太平洋岸のそれぞれのフィールドへ。渡部さんは、看板などに付いた津波の跡の高さを調査。一方、研究室ではどのくらいの波がどのような速さで来るのか、シミュレーションしました。「地震が起き、いつ津波が来るか予測することが重要。将来的には、津波が来る前に計算を終わらせて、どこに逃げればいいのか示せるようになるかもしれません」

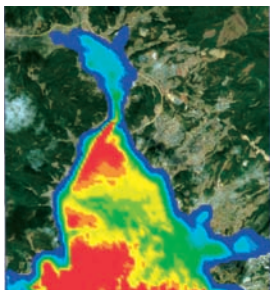
一方、木村さんは河川で遡上距離を調査。「川は津波に対して弱点になり得ます。今回の津波がどれだけ川を遡上したか調べることは今後の津波に対する防災対策の点で非常に重要です」。木村さんの専門は川の氾濫シミュレーション。現在開発中のモデルでは、調べたい地形

のデータと海からの津波の高さを設定すると、どの高さの津波がいつ、どこまで陸を遡上するのか計算でき、その結果をハザードマップの作成など防災活動に役立てることができま

## 住民の防災意識を調査

二人は今回、調査地域の住民に対して避難状況に関するアンケート調査も行いました。車で避難しようとする人や、避難勧告が解除されていないのに帰宅してしまった人が多かったそうです。

こうした調査や研究が目指すのは、災害のリスクを住民に知らせ、被害を最小限にするべくみづくり貢献することなのです。



津波の遡上シミュレーション画像(木村さん提供)。青から赤にかけて水が次第に深くなることを示す。