



第3回国連防災世界会議 パブリック・フォーラム

東日本大震災からの多重防御によるまちづくり

Lessons learned from the Great East Japan Earthquake
: Implementing a Multiple Defense System in Community Development



写真提供：一般社団法人東北地域づくり協会

○基調講演

『災害に強い社会づくりのための津波災害研究』

越村 俊一 氏 (東北大学 災害科学国際研究所 教授)



越村 俊一 教授

○パネルディスカッション

『多重防御の実状と課題』

<コーディネーター>

田中 仁 氏 (東北大学大学院 工学研究科 教授)

<パネリスト・話題提供>

鷺巣 俊之 氏 (宮城県 土木部 仙台土木事務所 所長)

今井 健太郎 氏 (東北大学 災害科学国際研究所 助教)

馬淵 幸雄 氏 ((一社) 建設コンサルタンツ協会)



田中 仁 教授

日時：平成27年3月16日 (月) 開場14:15 開始14:30
場所：アエル(AER)21階 TKPガーデンシティ仙台(ホールB)
仙台市青葉区中央1-3-1
主催：宮城県, 東北大学, (一社) 建設コンサルタンツ協会

入場無料 事前申込み必要 (裏面参照)

第3回国連防災世界会議シンポジウムのチラシ



UN World Conference on
Disaster Risk Reduction
2015 Sendai Japan

第3回国連防災世界会議 パブリック・フォーラム報告書

東日本大震災からの 多重防御によるまちづくり

Lessons learned from the Great East Japan Earthquake
: Implementing a Multiple Defense System in Community Development



巨理町鳥の海周辺

岩沼市仙台空港周辺

表紙写真提供 (平成26年4月撮影) : 一般社団法人東北地域づくり協会

日時：平成27年3月16日(月)

場所：アエル(AER) 21階 TKPガーデンシティ仙台(ホールB)

主催：宮城県 東北大学 一般社団法人建設コンサルタンツ協会

第3回国連防災世界会議パブリック・フォーラム報告書

東日本大震災からの多重防御によるまちづくり

「東日本大震災からの多重防御によるまちづくり」 シンポジウム実施および報告にあたって

東北大学 災害科学国際研究所 所長

今村 文彦

第3回国連防災世界会議におけるパブリックフォーラム「東日本大震災からの多重防御によるまちづくり」の報告にあたって、本シンポジウムにご参加された方々、企画に賛同・協力を頂いた方々に御礼申し上げます。

今回の国連防災世界会議では、10年前に策定された「兵庫行動枠組」の見直しを検討する中で、さらに地域開発や気象変動などの国際的な課題と共に、今後の防災・減災の方向性を議論する極めて重要な会議でした。そこでは、2030年までの国際的な防災の行動指針「仙台防災枠組2015-2030」が採択されました。さらに、15年間で災害による死亡率や経済損失を減少させるなど世界共通の目標が設けられました。国連が具体的な期限を示して減災目標を掲げるのはこれが初めてです。この本体会議に加えて、市民が参加出来るパブリックフォーラム（350件以上のシンポジウム、企画展示や視察）が開かれました。5日間で、延べ187か国の首脳・閣僚級らを含み6,500名の本会議へ出席、さらに約15万人がパブリックフォーラムなどに参加されました。日本で開催された史上最大級の国連関係の国際会議となりました。防災に対する国際社会の政治的なコミットメントを得て防災の主流化を進める上でも、大きな成果となりました。

仙台防災枠組での防災の新しい国際的指針の中に、防災投資の重要性、多様なステークホルダーの関与、「より良い復興（Build Back Better）」など我が国から提

案した考え方が多く取り入れられましたが、まさに、本シンポジウムのテーマである「多重防御によるまちづくり」での議論が活かされコンセプトが認められたこととなります。我々は東日本大震災で多くの教訓を学びました。この一つが、「自然に対する個々の施設や対応の限界」であり「自然環境の中でのリスクとの共生」であったと思います。一つ一つの防災施設や対応には、残念ながら限界がありますが、それを補う機能を多重に整備し、たとえ甚大な災害（ハザード）に対しても、少しでも被害を軽減しようとする考えです。そこには、先人の知恵（土地利用、防潮林などの自然力の活用、遊水池などの緩衝機能）などを再認識しながら、新しい科学や技術の導入を補完的に検討していく姿勢が重要であると思います。

今後、世界の防災・減災に関する以下の優先行動を規定されています。(1)災害のリスクを減らすとともに災害が起きても社会や経済が素早く回復できる「強じん性」を高める中で、災害のリスクを理解すること、(2)政府や地方自治体の災害への対応能力を強めること、(3)事前の防災対策を強化すること、そして(4)復興に向けては災害に強いまちや社会を目指す「よりよい復興」を進めることです。この重要性を認識し、被災地での復興に当たって、さらには将来のリスクの懸念がある地域において、防災・減災力を高める視点としての「多重防御」を実践していく必要があると思います。

目次

はじめに	1
シンポジウムの趣旨	2
プログラム	3
開会挨拶	4
基調講演	6
パネルディスカッション	16
話題提供①	17
話題提供②	20
話題提供③	23
ディスカッション	26
閉会挨拶	30
講演資料	31
基調講演	32
パネルディスカッション 話題提供①	61
パネルディスカッション 話題提供②	69
パネルディスカッション 話題提供③	76

シンポジウムの趣旨

多重防御とは、ハード整備とソフト対策が一体となって災害レジリエンスを高めるもので、宮城県が目指す『創造的復興』の中核をなすものです。これらは、最新の技術に基づく被害予測に加え、歴史的、地理的な要素を考慮しながら慎重な検討により生み出された「総合防災対策」であり、今回、この多重防御の考え方を全世界に発信することで復旧復興に邁進する『いまの宮城』を伝えます。また、『東北大学』、『宮城県』、『(一社)建設コンサルタンツ協会』の産学官協働で発信することで、多くの支援に対する謝意を表します。

Miyagi's multiple defense system utilizes a combination of infrastructure improvements and measures and policies in several layers to strengthen disaster resilience, the core of Miyagi's "creative recovery." These efforts form the Miyagi Disaster Preparedness Plan, the result of careful deliberations taking into account historical and geographical conditions, in addition to the evaluation of damages based on the newest technologies. The prefectural government wishes to create awareness of Miyagi's multiple defense system method and also inform the world of the "Miyagi of Today" that is pushing ahead with recovery efforts. Further, by spreading this message in cooperation with the industry, government, and academic sector, specifically Tohoku University, Miyagi Prefectural Government, and The Japan Civil Engineering Consultation Association, the prefectural government wishes to express its gratitude for all the support it has received.

プログラム

開会挨拶	14:30 ~ 14:35	宮城県土木部次長（技術担当）	久保田 裕
基調講演	14:35 ~ 15:25 (50分)	『災害に強い社会づくりのための津波災害研究』 Tsunami Science and Engineering for Disaster Resilient Community 講師／東北大学 災害科学国際研究所	教授 越村 俊一
(休憩)	15:25 ~ 15:30		
パネルディスカッション	15:30 ~ 16:30 (60分)	『多重防御の実状と課題』 コーディネーター／東北大学大学院 工学研究所	教授 田中 仁
		話題提供① 「防潮堤、運河水路、道路盛土による津波減衰効果について」 パネリスト／一般社団法人 建設コンサルタンツ協会	馬淵 幸雄
		話題提供② 「海岸林の津波減災機能について」 パネリスト／東北大学 災害科学国際研究所	助教 今井 健太郎
		話題提供③ 「多重防御によるまちづくりについて」 パネリスト／宮城県土木部 仙台土木事務所	所長 鷲巣 俊之
閉会挨拶	16:30 ~ 16:35	一般社団法人 建設コンサルタンツ協会	東北支部長 遠藤 敏雄



司会／阿部 綾子（東北大学）

宮城県土木部次長（技術担当）

久保田 裕

Multiple Defense System in Community Development



みなさん、こんにちは。宮城県仙台市へようこそおいでいただきました。心から歓迎申し上げます。

主催者を代表いたしまして、一言ごあいさつ申し上げます。本日は、「第3回 国連防災世界会議 パブリック・フォーラム『東日本大震災からの多重防御によるまちづくり』」のご案内を申し上げたところ、このようにたくさんの方にご参加をいただき、まことにありがとうございます。また、ご来場の皆様には、国内外の各地において、防災・減災の分野においてご活躍をいただいておりますことに改めて敬意を表します。

さて、東日本大震災の発生から4年が経過致しました。改めて、震災でお亡くなりになりました皆様と、そのご遺族に対しまして、哀悼の意を表するとともに、被災された皆様に心からお見舞い申し上げます。

宮城県ではこの大震災の苦い経験を二度と繰り返さず、災害が起きても被害を軽減させることが、今後の防災対策において最大の課題になると考えております。

このため、単なる被災地の復旧にとどまらない、創造的復興を成し遂げようと、空間的な暮らし方や、歴史的観点をふまえた対策を講じることにより、災害によって二度と人命が失われることのない、災害に強いまちづ

くり、宮城モデルの構築を進めているところでございます。

特に本日のテーマであります「多重防御」につきましては、ハード整備とソフト対策が一体となって災害レジリエンスを高めるものであり、最新の技術に基づく被害予測に加え、歴史的・地理的な要素を考慮しながら慎重な検討により生み出された最新の総合防災対策であります。

これは、大震災の経験をふまえ、宮城県が導きだした「災害に強く、安心して暮らせるまちづくり」の答えの一つでもあると考えております。

宮城県は、大震災の発生当時、日本のみならず、世界各国の皆様方から、本当に多くのご支援や励ましをいただきました。この場を借りて、改めて感謝申し上げます。そして、宮城県が得た経験を発信していくことで、恩返しさせていただけるのではないかと考えております。

結びに、防災・減災意識の高揚と現象を心から願いまして、合わせてご参会の皆様のご活躍を祈念いたしまして、開会のあいさつとさせていただきます。本日はよろしくお祈りいたします。



「災害に強い社会づくりのための津波災害研究」

講師
東北大学 災害科学国際研究所 教授

越村 俊一



皆さんこんにちは。ただいまご紹介いただきました、東北大学 災害科学国際研究所の越村俊一と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

国連防災世界会議では四百ほどのパブリック・フォーラムのサイドイベントが、今、開催されているのですが、その中でも非常に多くの方が今日この会場にお越しいただいていると思います。どうもありがとうございます。

今日私のほうでお話させていただくのは、特に、「災害に強い社会づくりのための津波災害研究」、そして東日本大震災における教訓というものについて、特に仙台市において私自身が、そして研究室の仲間とともに取り組んだ活動をふまえてお話をさせていただければと思います。少し時間に限りがありますので、私の経歴、自己紹介については、資料のほうでご覧下さい。

まず被害の概要ですけれども、こちら2015年3月11日の警察庁の発表によりますと、死者数が15,891人、行方不明者2,584人、特に宮城県が最も多くて9,539人の方がお亡くなりになっています。また、建物被害につきましても、流失・全壊127,830棟。非常に甚大な被害、それによって生じた瓦礫というの、直後の推計においては2300万トンと、非常に甚大な被害、「国難災害」というふうに言われるようになりました。

今日お話をさせていただくのは、この東北地方の過去の津波の歴史と、今回の津波、そして津波による被害状況からわかること、特に津波災害から生き延びるための映像をいくつかご紹介させていただきながら、その教訓についてお話をさせていただきたいと思います。また、東北地方の復興、再生に向けて、今、様々な方々、多くの方々、今、復興に向けてご尽力されていると思います。今日のシンポジウムのテーマであります「多重防御」を含めた、防潮堤・防波堤のあり方、高さについて、そしてその「多重防御」の工学的な検証、まちづくり・高所移転についてお話をさせていただきたいと思います。

まず最初に東北地方の津波の歴史についてですが、皆さんご存知のように我が国というのは、海洋プレートが海溝軸に沿って沈み込んでいる、いわばプレート境界というものが多くあります。

特に、東日本においては、日本海溝に沿ってプレートが相対的にみて1年間に8.5センチメートルの速さで沈み込んでおりました。そのため、我が国ではそれまで何度も多くの、いわゆるプレート境界型の巨大地震というものを経験してきたということです。

こちらの図は、これまでの地震の履歴、地震が発生した領域の履歴を意識的に示したものであります。赤いところがマグニチュード8以上、グレーの部分がマグニチュード8未満となっています。

ご覧の通り、これまでは、大地震というものは我々の理解ではある一定の間隔、これはもちろんばらつきはありますが、ある一定の間隔で似たような場所で何度もこれまで発生してきたということが我々共通の理解でありました。それに基づいて、国のほうでは地震の長期評価がなされ、その長期評価に基づいて、ハザードマップあるいは被害想定といった取り組みが行われていたと思っています。

ところが、東北地方太平洋沖地震というのは、このような、いわゆる一部が固有地震というふうに我々呼んでおりますけれども、発生間隔がある程度分かっている、そしてその規模もある程度分かっているような地震とは大きく異なるものであります。特に発生期間・発生間隔については、500年から1000年といわれる地震であったことが、のちの研究によって分かったわけですが、ひとつ私たちが大きく反省しなければいけないのは、そういった低頻度の巨大災害に対する取り組みがこれまで適切であったかということを引きと検証しなければいけないと思います。

ご存知のように、仙台平野には、これまで大体1000年に1回ぐらいの間隔で、たとえば弥生時代、そして皆さんご存知の貞観の津波、そして2011年の津波といったようにございます。これは非常に限られた資料・文献の、古文書の資料、あるいは地質学的な資料から少しずつ明らかになりつつあります。大体1000年に1度、非常に大きな津波が仙台平野を襲ってきたということが分かっています。そういった教訓をふまえて、「多重防御による津波に強いまちづくり」が現在進められていることと思います。

津波というのは、海底の地中で巨大地震が起きた時に、海底の地盤が上下に変動いたします。そしてその上下変動が生きうつしとなりまして、津波というふうになるわけです。ですから海底地盤の変動が大きければ大きいほど、これは主に地震がどれぐらいの深さで発生したか、そしてその地震のエネルギーがどれぐらいあったかということに関係してくるわけです。

そして、国連防災世界会議でありますから、ひとつ申し上げておきたいのは、津波には国境がないということです。

南米におきまして1960年そして2010年、大きな地震、そして津波が太平洋を横断して我が国に到達しまし

た。特に1960年のチリ津波においては、142人の方が命を落とされたということです。その意味でこの国連防災世界会議でも、東北の津波の教訓をきちんと世界で共有するといったようなことが今なされているわけです。

東北の津波においては、その発生過程というのは非常に複雑であったわけです。今ご覧いただいているのはひとつの例になりますが、非常に広い範囲の断層が、これは一度に滑ったわけではなくて、その破壊の開始というのは宮城県沖であったわけですが、その破壊というのは時間・空間的に非常に広い範囲に広がっていました。特にその、海溝に沿っての断層の滑りというのは非常に大きくて、場合によっては、場所によっては最大70メートルに達するような、そういった非常に大きな危険があったというわけでありまして。そしてそれが海面に生きうつしとなって、非常に大きな津波が東北地方を襲ったというわけです。その発生過程というのはほぼ明らかになっているというふうにご覧いただいております。

その津波が過去の津波と比較してどうであったかということについてお話ししたいと思います。

この分布は東北地方の地図に沿って過去の津波、そして今次の2011年の津波の遡上の高さをフロートしたものです。赤い点が2011年の津波。水色、そして濃い青のものが1933年の昭和の津波、1896年の明治の津波。そして緑のものが1611年の慶長の津波です。ここでご覧いただきたいのは、今回の津波の波及した範囲です。これまでの三陸津波というのは、大体、北は岩手県、あるいは青森県から、そして宮城県では牡鹿半島、そして仙台湾の一部にかけてというような範囲がいわば津波の被害が大きいというふうにご覧いただいていた範囲です。しかし2011年の津波ではその範囲が非常に大きくて、もちろん過去の津波でも40メートルに達するような場所というのはありました。しかし2011年の津波が、過去の津波と何を大きく分けているか、違いがあるかということ、被害が波及した範囲であるということになります。それがこの地震を1000年に一度の発生間隔であるというふうにいわしめている特徴であるといえます。

こういうような津波の想定というのは不十分でありました。

この過去の事例に基づいた津波の想定を今ご覧いただいておりますが、黒い点が2011年の津波の高さです。そして、これまでの想定、地震の長期評価、あるいは

は過去の事例に基づいた想定であります、この赤い線で示してあります。これは、明治三陸地震のタイプによって発生する津波、この津波の高さをいわばこれまでの想定というふうに、その想定代表例ということにしていました。

ご覧いただいているように、こちら、東北の北の方においては、その傾向というのは似通っております。そして今回の津波は少しこれまでの想定を上回っているというふうな津波。ところが南の方につきましては、これまでの想定とはまったく異なる津波が来襲しているということになります。震災直後、こういった調査が、オールジャパン、あるいは国際的な調査団によって行われました。そのおかげでこの津波の全貌が明らかになるということなんです。

私たち東北大学のチームは、特に震災直後、どういった地域に調査、調査隊が入ることができるかということを見極めてほしい、そういう要請を受けました。先遣隊として東北大学のチームが様々な場所に訪れ、調査ができるかどうかということ、事前調査、先見調査ということで行っております。それと合わせて私たちは、仙台、地元ですから、仙台平野に襲った津波について調査を進めていったわけです。

ここで見ていただいているのは、東北大学と仙台市、そしてパシフィックコンサルタンツにご協力いただいで、シミュレーションした結果になります。直後にこのようなシミュレーションを実施して、東北地方、特に仙台に襲った津波の全貌を明らかにしようとした。ご覧いただいているように、その浸水域というのは非常に広くて、海岸線から内陸5キロに至って浸水しました。また、その一部はここにあります仙台東部道路まで達して、そしてその一部は東部道路によってストップしました。また一部によっては高架道路の部分については、少しその東部道路を越えて内陸までいったということになります。

その浸水深、どれくらい津波に浸ったか、というのが空間的な分布を今ご覧いただいています。沿岸部から、海岸線から、大体2キロ以上にわたって浸水深4メートル、そして海岸付近においては10メートルを越える津波が来襲しているということが数値計算そして現地調査の結果から分かりました。また私たちはこういう調査の結果と、シミュレーションの結果をあわせて比較する

ことで、津波の全貌を理解するためのこういったシミュレーション技術がどれくらいの信頼性を持っているのかということも明らかにしようとした。ここで見ていただいている黒い実線は、国土地理院が調査した津波の浸水ラインになります。

実際にどれくらいの被害があったのか。津波による家屋の被害状況、これは大学の関係者だけでなく、あるいは調査団だけではなく、国をあげて1棟1棟の被害調査がなされました。

ここで見ていただいているのは、仙台市による被害状況の報告です。赤い部分が全壊、黄色部分が半壊、そして水色に塗った部分が浸水です。私たちはこの浸水域における建物被害の状況を、できるだけ詳しく調査して、ひとつの関係を導きだすようにしました。それは何かと申しますと、ここで見ていただいている津波被害関数。英語ではツナミ・フラジリティ・カーブといえます。これは何を示しているかといえますと、ここで示しているのが建物の流失率を、横軸が浸水深。つまり私たちの建物というものが津波でどれくらい浸かったらどれくらい流失してしまうか、破壊されてしまうかという経験則になります。

こちらの右の図で見ていただいているのが仙台市の津波被害関数です。ご覧いただくと、浸水深が2メートルを越えるとその流失率というのが急増していきま。急激に高くなる。そして4メートルを越えたところでは、破壊率、流失率というのは5割を突破してしまいます。そして、6メートルを越えると8割以上の建物が破壊されてしまうということが分かっています。こういった関係は、今後の津波のリスク評価あるいは被害想定を行う上で非常に貴重な情報である、貴重な知見であるというふうに考えております。

一方、こういった関係というのは地域によって大きく異なっているということも分かってきました。このような調査を、解析をさまざまな場所で行う、それは今回の東日本大震災の被災地だけではなく、これまでの津波の被災地を調べてみますと、どれくらいの違いがあるかということも分かってきます。

ただ、我が国においては大体浸水深2メートルというのがひとつ注意していかなければならない建物の脆弱性に関連した状態というふうに思います。

さて、実際に津波がどのように来襲したか。シミュレーションで分かることというのはありますけれども、まさに実際に来襲している津波の状況、非常に多くの映像が撮られました。

ここで見ていただいているのは、その一つであり、NHKが撮影したものであります。

仙台平野を遡上する津波。改めて気付かされるのは、津波というのは単に海水が陸上に浸水してくるだけではないということです。その過程で多くのものを破壊しながら、そして多くの漂流物を巻き込みながら、船舶や、あるいは自動車といったようなものを巻き込みながら内陸に遡上していつているということ。そして火災も誘発してしまう。

この火災の原因というのは多くのものがあります。自動車であったり、あるいは可燃物の流出によって生じるもの、特にその代表は気仙沼であると思います。またプロパンガスが津波によって流されて、そのボンベが衝突することによって出火するという例も報告されています。非常に多くの発生の原因があり、その原因を被害想定に導入することはまだもう少し時間がかかります。

このように津波の災害というのは非常に連鎖的、複合的に発生し、拡大していくものであるということがこの映像からもよくわかると思います。さらにこの映像を詳しく調べていきますと、たとえば従来では分からなかった、津波の先端がどれくらいの速さで遡上していったの

か、あるいは漂流物ひとつひとつの動きをみていくと、その流れの速さがどれくらいであったかということも分かっています。

さらにこういった空撮の映像だけではなくて、ほかにも様々な場所で市民の方々が撮影してそれを公開なさっている。こういった場所でも、たとえば先端部の速さを見ることによって、そしてその速さをはかることによって色々なことが分かってきたわけです。津波のふるまいについての様々なことが分かってきます。

先ほど見ていただいた二つのビデオについては、大体こういった場所で撮影されております。

名取川をはさんで北側が仙台市、南側が名取市になりますが、仙台市と名取市においてビデオが撮影されてきました。すなわちこのビデオを解析することで、この地域での津波のふるまいがある程度分かってくるようになりました。

まとめて概要をお示ししたいと思います。大体津波の勢いというのは沿岸から1キロ、2キロでは衰えないんだということ。特に少し離れている場所ではありますけれども、仙台市のこの藤塚というところでは、秒速7メートルぐらいの速さで津波が遡上している。そして東部道路までその勢いというのは少しずつ衰えながらではありますけれども、まだ内陸においても秒速2メートル、3メートルの速さで侵入していったということが分かります。

またその侵入していった際の、津波が浸水していった



際に生ずる流れというのは、建物に作用する津波の強さをはかる上で非常に重要な情報になります。

たとえばいくつかを示していますけれども、内陸においても非常に高いところでは8メートル毎秒、あるいは内陸奥においても秒速3メートルという非常に強い流れが仙台平野においても発生していました。そういった実際の津波の生のふるまいというものがきちんとシミュレーションで再現できているかということを確認しなければいけなかったと思います。

改めてご覧いただいていますけれども、この先ほどビデオが撮影されたエリアにおいても、私どもは津波の再現を行ってまずビデオの映像あるいは目撃証言から津波のふるまいというものを一つ一つチェックしていきました。詳しくは資料に掲載させていただいておりますけれども、たとえば関上。名取市の関上海岸に到達したのが、15時50分という目撃証言があります。その目撃証言ときちんと対応しているかどうかを把握したうえで、これは、計算モデルの妥当性、あるいはこの計算に使用している地形データの妥当性、あるいは津波のシミュレーションの初期条件となる津波の発生モデルの妥当性というものをチェックしていました。

ところで、ここで、これが唯一の私が今日お示するスライドの中で数式が入っているものなんですけれども、津波の速さというのは理論的に明らかにされています。津波の伝わる速さというのは、その場所での水深が分かれば計算できます。重量加速度9.8をかけてスクエアルートを取れば、津波の速さが分かります。

どれぐらいの速さで伝わっていくのか。いくつかの例を示します。

太平洋上においては、平均的な水深というのは4000メートルです。その4000メートルにおいては、この4000という数字を代入して計算しますと、大体時速700キロメートル。これが航空機の進む速さという感じですね、ジェット機の進む速さです。

また沖合、水深100メートルほどになりますと時速110キロメートルぐらい、つまり高速道路を走る自動車ぐらいの速さになります。

また湾の中においては水深2、30メートルぐらいになると、大体国道を走る自動車ぐらいの速さ。

そして陸上に来ると、大体浸水深5メートルを想定しますと、時速20キロメートル。原付バイクぐらいの速さ

ということになります。

したがってこれは震災の前後、もちろん震災の前からも言われておりましたけれども、実際に津波がやってくるのを見てから避難するのでは、遅いということが科学的に分かると思います。つまり我々は原付バイクより速く走ることができませんから、原付バイクと追いかけて逃げるのではなくて津波が到達する前に安全なところに避難するということがやはり鉄則になると思います。

また他の地域においてもいくつかご紹介したいと思います。

たとえば宮城県の女川町。ここにおいては、その町内の8割の建物が大きな被害を受けました。そして人口にして約1割の方々が命を落としました。非常に激甚な被害ということになります。そしてその女川町というのは今復興の最中であって、やっと列車が女川町の駅までたどり着けるようになったというわけです。しかし、当時は、このように列車そのものが津波によって流されて高台まで打ちあげられてしまったという非常に大きな被害になりました。

震災前の女川町の写真をご覧いただけます。女川町というのはV字型の湾の奥にある町で、このように町の中心部においては低層の、左側に見ていただいておりますのは2、3階ぐらいの低層の建物、そして右側に見ていただいているのが、ここに二つ鉄筋コンクリートの建物があると思います。

同じ場所で震災のあとに撮った写真をご覧いただけますと、左側というのは建物が津波によって全部破壊されてしまって、右側においても建物一つなくなっています。調査でわかったことなんです、大体この場所、元々あった場所から60メートルくらい離れた場所でのように転倒した形で見つかりました。

鉄筋コンクリートの建物というのは、津波に対しては安全で、近くに高台がない地域においては、この丈夫な鉄筋コンクリートの3階以上に逃げることで、これが津波から助かるための非常に重要な方法でありました。やはりコンクリートの建物というのはその大部分が今回の津波においても耐えたわけですが、一部、女川町でも報告されているとおり、鉄筋コンクリートの建物が場所によっては破壊されてしまった事例というのがあります。

ですからこういった巨大な津波に、安全な場所であるはずのコンクリートの構造物がどこまできちんと耐える

ことができるのか。その要件をきちんと明らかにしたうえで多くの津波の避難ビルの指定、あるいは安全性の評価を行っていかなければならない、というふうになります。そういった教訓をふまえて法制度というのが震災以降修正され、新しい法制度ができたというわけです。

この巨大な津波がどういうふうにして来襲してきたか。先ほどご覧いただいたビデオ、映像もそうですし、数値計算というのもあります。また津波の観測施設というのも一部津波の来襲状況を知る重要な機能、観測機の一つであります。

ところが今回津波によって、多くの津波の観測施設が破壊されてしまったために、その津波の全貌を知るというのは非常に難しい状況でありました。

女川においては、これは原さんという方が撮影されたものなんです、女川のマリナルという建物、今はもう撤去されておりますが、その原さんは、マリナルの屋上に避難されて実際に来襲した津波の状況を撮影していました。観測機器がない。そしてシミュレーションによるチェックもなかなかできないという状況においては、こういったビデオが科学的にも非常に大きな意味を持っています。

今ご覧いただいているのは、津波が市街地に浸入していくその瞬間をとらえたものであります。大体、今、浸水深にして5メートルくらいになりますけれども、建物が流失する瞬間がビデオに納められています。非常に衝撃的な映像で、こういった津波の破壊力というものをきちんと後世に伝える必要がある、そういう意味では非常に重要な資料であると同時に、津波の来襲状況を科学的に分析するうえでも非常に重要な資料になりました。その一例をお見せしたいと思います。

観測機器がないという状況においては、津波が何時に到達してどれぐらいの周期があったか。あるいはどれぐらいの、何波がきたのか、そういった情報というのは知ることができません。女川町においても、検潮所、いわゆるタイダルゲイジはありましたけれども、先ほど申し上げたように津波で破壊されてしまったのです。

この結果は、原さんが撮影されたビデオの解析によって得られたものです。原さんの証言によって、15時21分に第一波がきたということは非常に強く覚えていらっしゃると思います。そこを起点にして、先ほどのビデオの解析、マリナルの建物周辺を撮影したものでありますか

ら、実際に何時の時点においてどこまで浸水したかということ解析から明らかにしました。

ここで見ていただいているのは黒い線が水位、ここで浸水深の時間的な変化になります。第一波というのが15時21分に到達して、ピークに達するまで、これは大体女川町立病院、当時の女川町立病院の1階部分に浸水しました。そこまで至るのにどれぐらいの時間であったか。たかだか15分ですね。ですからこれ4分の1周期が15分ですから、大体全体の1周期にしますと、大体1時間ぐらいの周期があったんじゃないかということも分かりました。

さらに先ほどご覧いただいていた建物が流失した瞬間。このときの浸水深というのが大体5メートルぐらいでした。さらにあの映像で映っておりました漂流物の動きを、その移動距離を時間で割りますと速度が出てきます。そのときの流れの速さが大体秒速6.3メートルになります。そこから建物に作用する津波の力を試算してみると、大体建物壁面に作用する力、100キロニュートンパーメートルであったということも分かりました。こういった実際に来襲した津波からの作用力というのを、ビデオの解析から明らかにすることができたということです。こういった情報も今後の建物の安全性評価に使われていっております。

さらにもう一つ、ビデオではお示しておりませんが、津波がピークまで達してそのあと下がっていきます。いわゆる戻り流れ、引き波と呼ばれています。

同じ浸水深5メートルというところで流れの速さを調べてみました。そうすると秒速7.5メートルになりました。最初の第一波の押し波というのは大体秒速6.3メートルで、こちらは流体力学的にいうと常流という条件になります。ところが戻り流れにおいてはフルード数が1を越えた射流であったということも分かりました。つまり引き波が強い強いというふうにいわれておりましたけれども、流体力学的にどれぐらいの強さだったかというのも分かっております。

次の映像をご覧いただけます。次の映像は市街地での津波の来襲状況です。津波の避難というのは特に低平地においては、特に健常者については徒歩による避難というのは鉄則であると思いますが、場合によっては自動車避難しなければいけない状況というものも今後生まれてまいります。震災においては多くの方々が自動車によって避難されて、多くの方々が残念ながら津波にのまれて

をつくっていくということですが、どのようにこれまで三陸のまちというのが復旧・復興したのか。過去の取り組みというものをきちんとおさえた上で教訓を学んでいく必要があると思います。いくつか紹介したいと思います。

岩手県釜石市の例ですが、唐丹本郷という集落があります。昭和の津波においては、このような壊滅的な被害を受けてそのあとに高所移転の計画が始まりました。そして見事次の年にはこのように集落が山裾に再建されました。そして低い場所には誰も住まないようにしようというふうになったんです。

ところが、時が経って70年、これは震災前の2009年に撮った写真ですが、低い土地にも人が住むようになってしまった。そして2011年にはその低い場所というのは同じ被害を受けてしまった。そしてこの地域で、高台移転した地域というのは守られた。先人の知恵というのは一部は生かされた。低い土地での被害というのはもう一度起きてしまった。これを断ち切らなければいけないんですね。

これは昭和の津波の後になりますが、1961年に当時の建設省、国土院が調査したんです。何を調査したかといいますと、模範的集団高地移転集落。ここは非常に模範的に高所移転というのが進められた。ところが、これからさらにこの地域を守るために何らかの対策をたてるべきであるという調査結果が出ています。これはチリ津波の後に行われた調査になります。そうやって何が造られたかという、防潮堤です。防潮堤は二度にわたって整備されてかさ上げされていきました。その防潮堤の建設に沿って、低平地に人が戻ってきてしまったということです。

こういった災害の後に災害復興としてつくられる様々な構造物、その構造物が建設された後でも、それで復興というのは終わりではなくて、津波に強いまちづくりというのを続けていくというのがどれだけ難しいかということをおこの事例というのは示していると思います。

そろそろ時間になってまいりました。まとめさせていただきますが、今日お話をさせていただきましたのは、2011年巨大津波の発生機構およびその教訓をふまえた最悪シナリオというものをきちんと考えた上で、津波に強いまちづくりというのをやっていかなければいけない。

また津波のふるまい、仙台平野での津波の来襲、その全貌というのはほぼ分かってまいりました。今後その津波に強いまちづくりについてはその津波の来襲する特徴というものをきちんと理解した上でまちづくりをしていかなければいけない。その上で海岸防護施設の、あるいは多重防御施設の効果をきちんと検証するとともに、その効果についての再認識を共有していかなければいけないということ。またこういった構造物だけではやはり不十分なんです。多重防御というのは今構造物のことをおっしゃっているのかもしれませんが。あるいはまちづくりのことをおっしゃっているのかもしれませんが。しかし重要なのは私たち人間もそういった多重防御に対応するような生き方というのをしていかなければいけないんですね。災害に対する対処のしかたというのを考えていかなければいけないということです。

ですから仙台市でもこういった多重防御の対策をふまえた避難計画というのが策定されて、避難ビルも設定されました。私たちがきちんと命を守るという取り組みを長い期間にわたって続けていく必要があります。そして被害というのはやはり起きてしまう。その被害から命を守る。被害からできるだけ早く回復していく。レジリエンスを高めるというのを具体的にどう進めていくかということをやりたい皆様と一緒に考えてまいりたいと思います。

また今日のパネルディスカッションにおいても、そういったテーマでディスカッションがされると思いますので、ぜひこういった機会を通じて皆様と一緒に津波に強いまちづくりについて考えていき、そしてそれを実現していきたいと思います。

以上で私の話を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。



「多重防御の実状と課題」

コーディネーター
東北大学大学院 工学研究所 教授

田中 仁



ただいまご紹介いただきました、東北大学の田中でございます。このパネルディスカッションのコーディネーターを務めさせていただきます。

多重防御の内容につきましては、その内容を今しがた越村先生から基調講演ということでご紹介いただきました。ただいまのお話にもございましたとおり、今回の津波の被災を受けまして、レベル1、レベル2という津波の高さの設定の考え方というものが定められたわけございまして、レベル2については、構造物だけでは対応がしきれないということがございます。そこでソフトの対応を含めて多重防御の考え方が求められるということになります。そのためこのパネルディスカッションにおきましては、多重防御につきまして、宮城県における防災計画策定の状況、それから実践状況について全体的な考

え方から、それを支える要素・技術まで、またその課題についてもこのパネルディスカッションの中で考えていきたいと思っております。

まず、ここにおいでのお三方から、それぞれのお立場から話題提供をいただきました後に、ディスカッションをしたいと考えております。

それでは、議論を進めるにあたりまして、まず最初のスピーカーをご紹介させていただきたいと思えます。建設コンサルタンツ協会の馬淵さん。多重防御施設それぞれの減衰効果などにつきまして、実際に防潮堤等の設計を行っていらっしゃる馬淵さんの立場からお話をいただきたいと思います。それでは馬淵さんよろしくお願いたします。

話題提供①

「防潮堤、運河水路、道路盛土による津波減衰効果」について

パネリスト
一般社団法人 建設コンサルタンツ協会

馬淵 幸雄



ただいまご紹介にあずかりました建設コンサルタンツ協会東北支部の馬淵と申します。

それでは私のほうのテーマは「防潮堤、運河水路、道路盛土による津波減衰効果について」というタイトル名でご説明いたします。

まず多重防御の定義というのを簡単にご紹介いたします。

防潮堤、すなわちこの海岸堤防、またその運河水路、道路、これらの三つの施設、これは実際の防御をしていくというようなハード対策。それに関しまして安全なまちづくり、すばやい避難というようなところを含めたソフト対策。これが多重防御の定義でございます。

私の方から、防潮堤と運河水路、道路盛土、この三つの施設に対する多重防御の減衰効果をお話いたします。私の後から防潮林に関しましては今井先生、さらにはその背後のすばやい避難に基づく安全なまちづくりというところを、鷺巣所長様の方からお話しあげます。

今回の海岸堤防、いたるところで破壊されました。具体的には3つの海岸を簡単にご紹介いたします。こちらのほうが右側でございますけれども、海岸堤防の後ろ、非常に大きくえぐれて、水が溜まっております。この真ん中の写真も海側の地形が破壊され、背後が洗掘されております。一番右側のほうでございます。これははじめから海ではなく、えぐられて海化した状況でございます。

す。

被災のメカニズムというのを簡単にご紹介いたします。津波が押し寄せてきて、海岸堤防を越流いたします。越流することでどんどん津波が押し、または加速することで、裏法尻、またはその天端が被覆して破壊する。当然、津波は押しのみでなく引き波もございまして。引きで全部持っていかれるというのが、簡単な被災のメカニズムでございます。

今回の海岸堤防、壊れたところ、当然壊れなかったところもございまして。弊社は、宮城県の海岸約300箇所を調査いたしました。特に海岸堤防の後ろが、たとえばその菖蒲田海岸のように舗装されているところ、大曲地区海岸のように舗装されていないところに対して破壊の実態を把握しました。その破壊過程の実態をグラフ化してみました。

こちらがその道路等の施設、背後、舗装されていないところ。凡例といたしまして青が被災なし。半壊、全壊が緑と赤ということになります。ご覧になってお分かりになりますように、背後が舗装されていますところはほとんど青でございます。ほとんど破壊されていません。一方、背後が舗装されていない部分で、特にその赤色または緑、非常に大きくなっています。特にこの縦軸、浸水深でございますけれども、浸水深が小さいほど全壊になっているというのが特徴でございます。そうすると対

パネルディスカッション

策として海岸堤防に対して粘り強い構造が必要となってまいります。

L1堤防の高さ、皆さんよくご覧になるような、お聞きになっていらっしゃるL1、レベル1津波でございます。数十年から百数十年の頻度で発生する津波を対象に、堤防のせりあげの高さを考慮した天端の高さとなります。

粘り強い構造に関しては3つほどあります。

まず、津波が海岸堤防を越流した後の洗掘防止ということで、裏法面及び裏法尻を被覆するということがまず一つでございます。

二つ目の流速に対する堤防の流出や吸出し防止ということで、天端を保護する、また法面を強化する。

さらに三つ目でございます。海岸堤防の後ろを盛土しながら防潮林を整備するというような粘り強さが考えられます。

空間的にみますと海岸の防潮堤後ろに、こういう水路があるところがございます。当然浸水した後、引き波が発生します。引くことでこの水路で集約してなおかつ誘導するというような効果がございます。

二つ目の多重防御の施設として運河水路がございます。今回、貞山運河のところでは一定の減衰効果があったというような見方がございます。したがって弊社の方で、水理実験、また断面二次解析を行うことで、津波の減衰効果について検証してみました。

海岸線に沿った形で貞山運河が平行にございます。着目するところは、津波はどのような形で減衰したかということ。さらには津波がどのくらい遅くなったかという二点に着目してみました。

今回非常に多くのビデオ画像がございます。したがってビデオ画像に伴って貞山運河に押し寄せる①の部分で、これは津波のフロントスピードがどれくらいか。運河を遠ざかった3番目、さらには運河を横断するところで、ビデオ画像による速度、または二次元の解析結果と照らし合わせてみますと①のところは、9メートル、8メートルという速度で、断面二次解析が非常に合致しています。さらにはその運河を通りすぎたところですね、ここは4.5メートル、4.8メートル、非常にアクティブです。一方その横断するところ、これは実際のビデオ画像によると1.6メートルと非常に小さくなっています。二次元の解析については4.5メートルと約3倍の開きがある

わけがございますけれど、実態としては運河の平面的な縦断方向に対して分断しているということで速度が遅くなったというふうにいわれています。

次に、水理実験に対してどれくらい遡上と遅延の効果が現れたかということで、弊社の水理実験場を使って水理実験を行ってみました。

水理実験とそのモデルは、40分の1のスケールで、運河の幅、河川の堤防の高さ、いろいろ変えた形で水理実験を行いました。それらをグラフ化してまとめたものがこのグラフでございます。

まず丸のところ、これは運河がない状態で、横方向に対しては津波の高さ、縦方向に対しては遡上の時間を表しています。四角、三角ということで四角が岩沼地区、比較的その川幅または天端の高さが高いところ。矢本地区、これは中規模な規模でございます。そうすると、川幅または天端の高さを大きくすることで遡上する時間が長くなるということが、分かりました。

それでは断面二次解析に対して水理実験の効果というものを検証してみました。

三つのこの画像でございますけれど断面二次解析、これは特殊な解析でございます。我々専門的には数値波動水路、CADMAS-SURFという解析を導入した解析方法でございます。10分間隔でここでこの図を示しております。津波がこの水路に入った状態で、ここで渦をまいています。ここで跳水の現象が発生して、この運河の中で貯留することでエネルギーのロスで遅くなったというような実験結果が得られております。

そして、断面二次元の解析に伴って予測を行いました。ここの運河の水路を断面にある地形で表しています。ここが運河水路。右のほうが東部道路側のほうでございます。この四角とこの四角の赤ですね、この差が遡上の速度の差でございます。運河水路があると12メートルの速度が6メートルに落ちています。速度が落ちることで20秒程度遅れが発生しています。したがって運河があることで20秒程度遅れたということが確認されました。

次に三つ目の多重防御の施設として道路の施設がございます。今回リアス部、平野部、山側、海側を対象に見てみます。ご覧になって分かりますように山側は大きく削られています。海側はほとんど被災がございません。

同様に平野部は、山側が非常に多く削られています。海側はほとんど被災がないような部分でございます。したがって海側の法面に比べて山側の法面のほうが被害が大きいということが分かります。

被災のメカニズムを簡単にご紹介いたしますと、海岸レベルと同様に道路をこのような形で越流いたします。越流することで裏法を削るんですね。これは非常に深くなります。落堀の状態になります。したがってどんどん背後がたまることで道路を横断する函渠がございます。たまった状態で函渠から排水します。したがって水の流れが、函渠側の方に動くということで、法尻のところはどんどん削られます。

これは水が溜まった状態で根元が非常に柔らかくなって、どんどん削られて、オーバーハングの状態になっている、一つの例でございます。

それでは道路を粘り強くするというような対策でございます。道路の盛土を3、4メートルくらい高くする。幅としては10メートル以上確保します。さらには今回山側のほうが削られていますので、山側のほうに舗道を設けます。山側のほうの法面を保護するというような粘り強さが必要になってまいります。

先ほど基調講演で越村先生のほうからフラジリティ・ファンクション・カーブというお話がございました。岩沼の被害の建物と浸水深、流速の関係で、フラジリティ曲線を表している。流出率が10パーセントくらいが学術的には好ましいということで、2メートルを越えると急激に家屋の被害が大きく加速しております。流速も同様に3.5メートルを超えると非常に加速しているということから多重防御に対してまちづくりを提唱する場合には浸水深を2メートル以下、流速を3.5メートル以下となる地域を住居地域としていくことが望ましいという結果が得られております。

それらの多重防御施設に対して津波の水位の減衰効果がどれほどかというところを、ここで表しています。これは平面二次元解析の結果でございます。上段が多重防御しない状態になっています。これは岩沼地区の玉浦地区でございます。ここに街を形成するというので、多重防御しなければ4メートルくらいの浸水深になります。したがってこの市道空港三軒茶屋線、または県道の

塩釜巨理線で、両道路を、天端の高さをかさ上げしたということですね。そうすることで先ほどのファンクション・カーブからの閾値2メートル以内におさえられるという結果が得られています。

同様にここの水路の横断を表しているのがこれでございます。この玉浦地区にもう一度街をつくりたいと、ここを浸水深2メートルにするために、これを多重防御することで2メートル以下になります。当然この高さがこの差に開きます。道路を上げることで当然道路の前側のほうが水位が上がります。こういうところは非居住地区になるというわけでございます。

多重防御の特徴としては、津波を減衰するのみならず、津波の到達を遅らせる効果もでございます。今回その市道・県道の道路2か所に対して津波の遅らせる効果、こちらが2分、こちらが3分。県道の後ろは20分、30分。たかだか2分。これは水平に避難するのは非常に難しいんですけども、なにか高い建物があればすぐ登れるということで、垂直避難に対しては2分、3分というのは非常に貴重な時間だというふうにいわれております。

まとめてみました。3つになります。

防潮堤施設、道路かさ上げの復旧。これはなぜ壊れたか・壊れなかったか、なぜこのように復旧するか。粘り強い構造が必要であります。

防御施設の限界がございます。多重防御施設は非常に効果がございます。高台移転は非常に必要です。これも一つの仮定に基づくシナリオに過ぎません。

一番大切なのは「逃げる」。一番効果があるんですがこれが一番難しい「避難」で、あらゆる手段を講じることになります。

ご清聴どうもありがとうございました。

話題提供②

「海岸林の津波減災機能について」

パネリスト
東北大学 災害科学国際研究所 助教

今井 健太郎



ご紹介いただきました、東北大学 災害科学国際研究所の今井と申します。

本日は「海岸林の減災機能について」といった話題でお話させていただきます。

まず海岸林の減災機能といえますと実は4つございます。そのうちの1つは、津波に対して抵抗体で働くもの。もう1つは物理的に漂流物を捕捉する機能。そしてこれは少し間接的ではありますが海岸林があることによって砂丘が形成されます。そうしますと砂丘が上がると、物理的に津波を抑制することにもなります。あともう1つはこれは現代というよりも歴史時代に古文書によく書かれるんですが、人が樹木につかまって助かった、といった例があります。

上の、津波に対する堤防については文字通り、津波流勢の減衰。そして津波の氾濫速度を遅延させることによって避難時間の確保ができるといった効果が期待されます。漂流物の捕捉についてはこちらの2011年の東北津波でも色々確認されましたが、自動車をひっかけることによって二次災害、家屋等のものですね、二次被害の低減ということが期待されます。砂丘自然堤防の形成に関しましても先ほど述べた通り、流入する津波が減少するという機能があると思います。あと、人が樹木につかまるというのは人命救助の可能性を増すわけです。

海岸林をつかった防災対策というのは実はそんなに新しいものではありません。実は、伊達藩によって貞山運河とともに仙台湾沿岸に、海岸林造成が開始されました。これは江戸期が始まってすぐ、1600年代になります。このときにですね、300年後の1960年のチリ津波に津波の減勢効果を発揮しました。これは主に津波の威力を和らげたというよりも漂流物を捕捉したことになります。

あともう一つは、津波の減勢も漂流物の捕捉の機能も発揮した事例がございます。これは浜口悟陵によりまして和歌山県広村に広村堤防といったものが造成されました。これは1854年、安政南海地震後に造成されたものでこのように石積み堤と海岸林、その背後に土堤といった形です。その背後に運河をつくると、これが昭和南海地震で効果を発揮しました。

こちらの左が1854年安政南海地震の津波の浸水域になります。右が昭和南海のものになります。広村堤防というのはこちらに造成されています。こちらを比較してもらいますと、もちろん津波の外力としては安政南海のほうが大きかったわけですが、1946年の昭和南海の浸水域をみますと堤防の背後のこの住宅地は浸水を免れているということが分かります。さらに、この広村堤防によって100トン近くの漁船が黒松林によって漂流を捕捉

された、そういった事例もございます。

ただ、こういった構造物をつくることによってある種の弊害も出てきます。こういった、へりに水が集まってしまふ。これは多重防御という考え方とも関わるとは思いますが、こういった土地利用をどういうふうに考えていくかによって、守られるところは守る、水を追いやれるところは追いやるといったような遊水池という考えができるのかなという事例になります。

さて、2011年の東北津波では、宮城県沿岸の海岸林に甚大な被害が生じました。こちらは石巻から山元町にいたる海岸林の被害の状況を整理したのになります。石巻は津波の浸水深が大体4メートルから6メートル。山元町にいたると大体12メートルまで、ということも分かります。これでパッと分かるのは、浸水深が4メートルから6メートルであると被害があまり生じていなかったということになります。東松島市になると大体津波の浸水深が6メートル程度になるんですが、ここ色変わっているんですが、実は黒松が倒伏しているという状況になります。大体6メートルを超えると被害が生じてくると。こちらは仙台空港前ですがほとんどが全面倒伏していると、場所によっては流出していたりしております。

海岸林被害の特徴をまず3つあげさせていただきますと、一つは倒伏被害です。こちらは樹木に作用する津波力の模式図になります。こういった津波力によって根元に大きな力がかかる。そういった場合に倒伏してしまいます。倒伏する条件としては根の張り具合とか樹齢になります。もちろん地盤状況も関係してきます。あともう一つは幹の途中で曲げ破壊が起こってしまいます。こちらは幹の強度、途中での構造弱冠、いわゆる節穴と腐れの有無ですね、こういったものがあると途中で折れてしまいます。もう一つは根元からの流出になります。この3つのなかでいちばん根元の流出というのが甚大な被害になるものです。実際にあったかどうかは、あやふやというかしっくりとは調査されていませんが、流出してしまうと二次被害のおそれが非常に大きいわけです。これはどういうものが関係してくるかという根の張り具合と地盤条件になるわけです。

こちらは宮城県南部沿岸を空中写真で海岸林の被害状況をみたものになります。濃い緑が軽微な被害、グレーになるにしたがって流出といった状況を示しています。

ここからみますと流出した黒松林というのは実は内陸部に多いんですね。これがなぜなのか、というのをもう少し細かい視点で見たいと思います。

こちら名取市の側線の海岸林になります。こちらは震災前後での地形変化を表しておりまして、白丸が2008年に測量を行ったデータです。赤丸が2011年、震災直後、大体1か月後くらいに測量したものです。海岸林の前面は、このへんはかなり洗掘を受けまして地盤変化を生じているものの、海岸林の中というのは実はほとんど地形変化はなかったんですね。実はこういった事実がございます。ちなみにここでは浸水深が大体8メートルから10メートル程度でございました。

このR1というものの写真が下のものになります。左が2008年、右が2011年5月の写真になります。R1の領域というのは若い、大体樹齢が15年生ぐらいのものでして、非常に樹木自体がフレキシブルでよく受け流すために、実はほとんど流出がございました。これは一つの知見です。

もう一つ、もう少し内陸側にいきますと樹齢が大体30年生くらい、ただあまりこのへんは管理をされておらず、細くて背の高い黒松が群生しておりました。ここですとほぼ倒伏しております一部に折損、一部に残存、立っていたものがあったということです。実はここ、流出がほとんどなかったというのがポイントです。

先ほど空中写真から読み取ったグレーの部分は実際にどうなっていたのか、といったものを示すのがこちらになります。こちら2008年の写真になります。これは陸側をみますが実はこういった道路とかは全く見えない状況ですが震災後かなり見通しがよくなっている状況が分かると思います。もう一つ、こういった穴ですね、なにかといいますと根株ごと抜けてしまった状況というふうになります。これをもう少し大きくしてみると、これは根株があったあとです。そしてよく見ると、これは根が洗われて見えてしまっているんですね。実はこの下は水はけの悪い赤土なんです。

なぜ根がスポーンと抜けてしまう状況が起きたといったものを、松に関する根の健康を研究されているレビューをしますと、こちら、白く見えているところが砂です。その背後に少し水はけの悪いような地盤があると、根の、これは直根といいますが、直根の伸び方がまったく変わってしまいます。こちらある程度直根が発

パネルディスカッション

達している根で、こちらはまったく発達していない根です。こういったものになってしまうと、すぐ抜けてしまいます。まさに先ほどグレーで示されていたもの、背後ですね、これは浜堤背後、荒廃湿地という場所になりますが、そういったところに造成してしまうと、こういった根になってしまって抜けてしまう。こういった状況が調査したことであります。

次は津波の、海岸林の減災効果についてみていきたいと思えます。特に減災効果、漂流物の捕捉になります。

こちら石巻市の産業道路に中央分離帯に、海岸林の名残として並木がございました。ここに漂流物が多く捕捉されていました、という事例になります。こちら油缶が捕捉されていたり、こちらちょっと小さくて大変恐縮ですが、こちらは海側です。こちら水産加工団地で車が海側に漂流を捕捉している状態です。あとこちら、こちらが海側になりますがこういうふうに車が捕捉されているといった状況が多く確認されました。

あともう一つはこちら多賀城市の製材所を上から見た空中写真です。こちらに製材とか車がとまっていたわけですが、南から北に津波が抜けて、屋敷林によって漂流物が捕捉されているといった事例がございます。こういった屋敷林ですね、並木、街路樹でもよいのですが、こういった配置間隔等をしっかり漂流物を捕捉するように設計してあることによって、第一線での海岸林とは違った効果があります。こういった漂流物の捕捉機能を積極的に使うということが多重防御の一助として非常に重要になるのかなと私は考えております。

あともう一つは数値シミュレーションによる減災効果の話です。

先ほどから述べてきたとおり、黒松が倒れてしまっています。倒れてしまいましたので、じゃあどの程度で倒れるかといった調査を行う必要があります。実際私は黒松を、樹木を倒して、どれくらいで倒れるかといった試験をしてまいりました。その結果がこちらでして、これ横軸が胸の高さでの黒松の太さ、直径になります。縦

軸が倒れる瞬間の最大モーメントです。そうすると、実は胸高直径と倒伏モーメントの関係というのが割ときれいに決まっています、こちら地域も実は違うんですね。これ秋田県にあったものだったり、静岡だったり、高知で行ったものであったり。地域によって特性があるにせよ、割ときれいにまとまっています。こういったものを数値シミュレーションに実装してやることによって、海岸林の被害が発生するにも関わらず、こういった減災効果があるといったことをみることが出来ます。

こちら、高知県黒潮町入野松原の事例です。この地域はですね、中央防災会議の最悪想定で津波の最大の高さが30メートルといわれた場所です。実際の入野松原はそこまで高くなくて20数メートルの場所ですが、そういったところで海岸林の効果を検証しました。こちらは海岸林がない場合。こちらが海岸林を、こちらに設定した場合です。そうしますとまず、こういった関係式で計算する。考慮するわけですが、残念ながらこの入野松原は風光明媚のまちでして文化財にも指定されているのですが、すべて全滅してしまいます。全滅してしまうのですが、実は背後の浸水域、浸水の深さですね、それを減衰させる機能があることが分かりました。これは比較ですが、オレンジから黄色になると浸水が下がることを示しておりますのでそういった効果もある、ということが分かりました。

最後にまとめです。

海岸林の被害としては、まず浸水深6メートル以下で無被害な場所もある。そして倒伏・幹折折損の被害も6メートル以上でぐーんと発生するようになります。群生地盤状況では流出せずに倒伏して残存する。海岸林の縁や堤防背後では抜根する。これは根株形状や群生条件、地盤の条件が非常に要になるということです。

あと海岸林の減災効果として、総合機能としてはクロマツが適切であったり、漂流物の捕捉機能、そして浸水深や浸水域の低減という効果の3つがありました。

以上です。どうもありがとうございました

話題提供③

「多重防御によるまちづくりについて」

パネリスト
宮城県土木部 仙台土木事務所 所長

鷲巣 俊之



宮城県仙台土木事務所所長の鷲巣でございます。皆様方には大震災からの復旧にご支援いただいておりますことをあつく御礼を申し上げます。

それでは発表をさせていただきます。今、お二方から講演がございましたが、お話をいただいた、多重防御におきます多くの科学をどのように生かしながらまちづくりを実践していくか。今日は行政の立場から「多重防御によるまちづくりについて」と題してお話させていただきます。

まずはじめに、震災前の宮城県の津波防災対策についてお話をさせていただきます。

震災前は津波防御施設の整備と避難体制の構築の、大きく2つの柱により津波防災対策を進めてまいりました。津波防御施設の整備は1960年のチリ地震の津波対応の防潮堤がほぼ完了しておりましたので、津波来襲時に確実に開口部を閉じる、河口や水門部の電動化や遠隔化を進めてまいりました。避難体制の構築につきましては津波情報の掲示板や津波誘導標識の設置、避難訓練や津波防災意識の啓発といったものを中心に行ってまいりました。そのような中、今回の東日本大震災が発生したということでございます。皆さんご存知の通り、防潮堤をはるかに超える巨大津波が押し寄せ、施設を破壊し、多くの死者・行方不明者を出しました。単一の施設や施策だけでは命は守りきれないことが明らかになり、多重

型の総合的な津波防災対策が必要と分かったわけでございます。

宮城県では震災からの復興にあたり、この苦い教訓をふまえより安全な防災対策を進めるため、現在、災害に強いまちづくり『宮城モデル』の構築を進めているところでございます。その災害に強いまちづくり『宮城モデル』の再現図がこちらの図の通りで、これまで進めてきました津波防御施設の整備、避難体制の構築に加え、まちづくりの観点においても災害に強いものに再構築し、ハードとソフト対策を総動員した広い意味での多重型の防災対策を生み出したということです。

では、そもそもどの程度の頻度で津波被害が発生したのでしょうか。最近の研究では過去2500年の間に東日本大震災クラスの津波が慶長の津波等を含めると4回あったとされておりまして、発生頻度はおよそ600年に1度でございます。

一方、三陸沿岸に被害を与えました明治三陸津波や昭和三陸津波などの津波は、ここ400年の間に6回発生しておりまして、発生する頻度はおよそ57年に1度となっております。一生のうち1ないし2回遭遇することになります。

ここで私たちは比較的発生頻度の高い津波をレベル1津波、東日本大震災や貞観津波といったものをレベル2津波といったことでございます。

パネルディスカッション

次に津波防御施設の高さの考え方についてご説明いたします。

図の左側の、青線で示す比較的発生頻度の高いレベル1津波、この津波に対しましては、生命・財産の保護や経済活動の場を確保するため、海岸堤防の整備により確実に津波を防御しなければならないと考えております。

一方、赤線で示す、発生頻度は少ないのですが、こういった被害をもたらします東日本大震災のような最大級のレベル2津波、この津波に対しましては施設整備に要する費用、海岸環境や土地利用による影響などから、構造物をもうけて津波を防御することが現実的ではないということになっております。したがって、レベル2津波に対しましては海岸堤防だけでなく安全で確実に避難できる避難路や避難施設を設置することに加え、適切な災害情報を提供することなどにより、命を守ることを最優先にして危険を回避することが重要だと考えております。

ここで、災害に強いまちづくり計画を策定する具体的な流れをご説明申し上げます。

まず海岸堤防などの津波防御施設につきましては発生頻度の高い津波を設計対象として復旧・整備し、人命と財産の両方を守ることとしております。これを津波防護レベルの検討としています。津波防護レベルの検討では、同じ特性を持つ海岸を一つの地域海岸と扱い、その海岸ごとに復旧の地域資料から津波防護レベルの高さを算出してその高さで整備する努力をしております。

次に、今回の津波のように最大クラスの津波に対しましては津波は施設を越えることとなりますが、人命を守ることを最優先に検討を行いまちづくりなどを進めております。津波減災レベルの検討ということになります。

ここでは各種津波防御施設の配置の検討を、先ほどご説明もありましたが、津波シミュレーション、フラジリティ曲線によりまして、背後の安全度を評価しながら行い、多重防御やまちづくりの検討をしていきます。背後の安全を確保するため、堤防の粘り強い構造も重要になってまいります。そして得られました背後の安全度において、住まい方、土地利用の方向性を決めていきます。

最後に、津波対策は逃げるのが基本ですから一番重要な検討は避難体制の充実になります。

まとめますと本件が目指します、災害に強いまちづく

り『宮城モデル』はこれまで進めてまいりました津波防御施設にまちづくりなどを組み合わせて避難対策の拡充を加えた多重型の防災対策を推進し、それぞれの対策においても安全性を確保された総合的なまちづくりを進めているということでございます。

ここまで、多重型の津波防災対策というのは津波防御施設の整備と避難体制の構築とまちづくりの複合的な対策であると話してきました。しかしながら、今回の津波被害を経験し、どのように津波防災対策を進めたとしても確実に人命を守る手段は逃げるほかにない、という結論に至ったのも事実でございます。そのため、震災以降、県内でも様々な避難のためのソフト対策が実施されております。

災害に強いまちづくりを進めるにあたりまして、宮城県特有の地形条件を考える必要がございます。北部の三陸地域はリアス式海岸となっております津波は大きいまま来襲してまいります。狭い平地しかないため構造物による防御には限界があり、そのため住宅を高台に移す高台移転がまちづくりの中心的な考え方となります。過去の津波被害においても高台移転が実施されており、高いところに移転するというのは津波被害からの復旧において最もスタンダードな考え方だといえます。

一方、南部地域は平野が続いておりまして高台に移転するというわけにはいきません。また津波も平野の奥まで浸水していきます。このような場合は今まで説明いたしましたとおり複数の構造物を配置し、津波の勢いを減衰させながら避難計画などのソフト対策と組み合わせ、平野部に安全なエリアを確保していく多重防御によるまちづくりが有効となります。この考え方は今までの津波被害において実施された例はほとんどなく、今回の震災を機に考えられた、まさに最新の総合防災対策だといえます。

これは宮城県内における各市、まちの復興計画をまとめたものでございます。南部では内陸移転と多重防御を組み合わせた計画が中心となり、北部では高台移転を中心とした計画が進められているのが分かります。

ではここから実際のまちづくりの例をご紹介します。山元町、これは宮城県が一番南部の町でございますが、山元町の新山下駅周辺における多重防御によるま

ちづくりでございます。沿岸部の集落が内陸の新市街地へ集団移転したものでございます。新市街地は海岸防潮堤のほか、防潮林やかさ上げされた道路により防御された内陸部へ造成しています。

この箇所におきます多重防御のシミュレーションの予定でございます。まず多重防御のない場合のL2津波浸水シミュレーションでございます。L2津波来襲時の浸水深を色別に表しております。青は浸水深が浅く、赤は浸水深が深いことを表しております。多重防御施設がないと津波は減勢することなく内陸部まで達することから浸水深2メートル以上の箇所が多く、非居住エリアが多いことが分かります。上部、こちらがその集落でございますが大体浸水深2メートル以上、下の方は農地ですが、こちらについても浸水が2メートル以上であることが分かります。

次に多重防御を行った場合のL2津波浸水シミュレーションでございます。かさ上げを行った県道相馬巨理線の影響によりまして防潮堤と県道との間はほとんどが浸水深4メートル以上の箇所となってしまいますが、一方、かさ上げ道路で大きな減勢効果が得られ、県道以西では浸水深が2メートル以下の箇所が多くなることが分かります。先ほどの津波襲来箇所、農地箇所とともに浸水深2メートル以上の黄色の、高さが2メートル未満の緑色になっています。多重防御の効果により、居住地エリアを多く確保することができるようになったことが分か

ります。

多重防御がない場合とある場合の横断図を比べてみます。多重防御のない場合は津波が減衰することなく内陸部へ入り込むため、現在のまちづくり計画の一部にも浸水の影響が出るのが分かります。一方、多重防御がある場合、防潮堤・かさあげ道路などで津波が減衰することが分かります。多重防御の効果が一目瞭然で理解できると思います。

これは、山元町の新山下駅周辺の完成予定図でございます。まちづくりの状況写真です。災害公営住宅の供給がすでに開始されておりまして、今年度中には宅地供給も開始される予定でございます。また津波被害の影響で内陸部で運行実施されますJR常磐線の工事も現在急ピッチで進んでいるところでございます。

震災で大きな被害を受けた宮城県でございますが、多重防御という新しい津波防災の考え方に基づいて復旧・復興を進めております。復旧・復興の道のりはまだまだ険しく長いものとなりますが、震災当時全国・全世界の方々からいただきましたご支援やご協力に報いるためにも、一步一步確実に歩みを進めていかなければならないと考えております。

以上で発表を終わります。ご清聴、ありがとうございました。



田中

それではこれから議論を始めたいと思いますのでお三方、前によくお願いいたします。

事前に危惧したことではありますけれどもかなり時間も押しておりますので、さっそく議論に進めさせていただきたいと思います。

お手元の資料内にごございますように、本日このパネルディスカッションは多重防御の実情と課題ということであげさせていただいております。ただいまお三方から、それぞれのお立場からお話をいただいたところではございますけれども、お話の中身としましてはその実情と課題というものの前者、実情についてお話しをいただいたところになります。ただいまお話いただいた中にも、まだまだ色々な課題が残されているということではございますけれども、まずはそれぞれのお立場でお話いただいた内容に関して課題として残されているもの、今後さらに詰めなければいけないもの、そういったものについてお話をいただければと思います。

まず馬淵さまお願いします。

馬淵

それでは私の方から課題を3つほどご説明いたします。先ほどから多重防御で道路を上げることで非常に効果があるというお話をしております。今回の外力は最大津波でございますので、道路は越流を許容します。道路の越流を許容すると背後に水がたまるということで、迅速な背後の排水対策が必要であるというのが一つ目でございます。

二つ目でございますけれど、先ほど水理実験と、断面二次解析ということで運河水路に対して非常に効果があるというお話をいたしました。ただ一方で、この運河の両端は川があるんですね、川から運河に伝わってあふれているというところが、実は4年前の震災で確認されています。したがってこういう平面的な特性を考慮した解析が必要だというのが二つ目でございます。

三つ目でございます。今回多重防御、ハード対策は必ずしも万能ではないと思っております。例えば岩手県の宮古の田老地区の防潮堤、あれがあったために背後の方が安心して、過信して逃げ遅れて犠牲が多くなったというふうにいわれています。したがって重要なのは繰り返して、継続的なソフト対策。繰り返し避難訓練を行うことです。避難者に対して啓蒙することが最も重要であると思っております。以上でございます。

田中

はい、ありがとうございます。それでは続きまして今井さま、お話いただいた海岸林の課題等をよろしく願います。

今井

海岸林について、今現在林野庁に、海岸林の再生の指針として、地盤状況をしっかり改良して再生するという指針が出ています。こういった観点からすると2011年の仙台湾の黒松の流出というのは実は抑制されるということが十分期待できます。一方でそういった期待はできるのですが、やはり自然の力ですので倒れてしまう。なるべく倒さないようにするためにはやはり海岸林の健全性を保つことが必要なんです。

それは、健全性を保つということは、しっかり管理する。成長、成育に応じて間伐を行ったりとか、そういった、手を入れることが重要になってきます。ただ、大体日本全国の半分くらいの海岸林を私たち見て回ったのですが、あまり手が入っているところはなくて、多分それはやはり国任せではなくて、地域住民、そういった地域に住んでいる方のご協力で健全性が保たれるのではないかと思います。そういった海岸林の健全性を保つ、継続性、継続力というのが今後重要な課題となっていくのではないかなと考えております。私からは以上です。

田中

はい、ありがとうございます。それでは行政の立場から鷺巣さまお願いいたします。

鷺巣

多重防御のライン、位置ということで、このへんにつきましては各市・町が調整にあたっているわけですが、位置に関する住民の合意形成というのが課題となっているのかなと思います。沿岸部では被災した地域の一部におきましては被災した家屋を補修して住み続ける住民もいらっしゃるしまして、多重防御ラインの位置の決定にあたり調整が必要であったということではございます。

二点目が移転跡地の土地利用ということでございます。被災された沿岸部では住宅地が災害研究費に指定されるとともに内陸部に移転したということではございますが、この移転跡地の利用につきましてその土地利用がまだ未決定となっている地域があるということでは

ございます。

それから再三言われておりますが、避難体制の構築というのが重要であると認識しているということでございます。以上です。

田中

はい、どうもありがとうございます。一言で多重防御といいますがやはり地域に応じて色々な特徴が反映されるということなのだろうなという印象を持ちます。また多重防御といいますとどちらかというとハード的なイメージが強いことがあると思っておりますけれど、やはりソフト対策、あるいはハザードマップの整備といったハード、ソフトのつながりが大変重要であると改めて認識いたしました。

時間も押しているところではございますけれども、続きまして、先ほどの話題提供ではそれぞれのお立場からお話いただいたわけなんですけれども、多重防御ということで大きな枠組みで考えた場合、それぞれの話題提供の内容にとらわれずどういった課題を考えておられるでしょうか。おひとりおひとりご紹介いただければと思います。では馬淵さま、お願いいたします。

馬淵

課題というわけではございませんけれども、今回の東日本大震災の教訓が生かされた例を簡単にご紹介いたします。1年半前にフィリピンのレイテに、スーパー台風が来襲しました。これはスーパー台風ですから最大瞬間風速が100メートルを超え、津波と同様に家屋をなぎたおし浸水深が7メートルくらい。弊社の調査団が現地において調査したのですけれども、レイテ湾に約6000人くらいの方が犠牲になったという、非常に甚大な災害でございました。

その災害の復旧・復興計画に対して実は今回の多重防御のハード対策が活かされています。お国柄、防潮堤を整備するところがございません。どうするかというと海岸線に平行にして道路があります。これは国道でございますけれども、国道を上げることで防潮堤機能等を、道路を両方の機能に転用するというので、道路を2メートルか3メートル上げた形で今復興計画を策定しているというふう聞いております。

もう一つが、実は多重防御のソフト対策が生かされた例でございます。これも同様にフィリピンのレイテ。

パネルディスカッション

実は昨年(2019年)の12月に非常な大型台風がまた同じような形で来襲しています。大型台風といってもこれは最大瞬間風速が60メートルですね。60メートルというのがどれくらいの規模かということ、例えば日本でいうと昭和34年の伊勢湾台風並と同様です。あのくらいの台風がきたことに対して、また事前に皆さんが避難の準備をされたんですけども、実はレイテ湾の沿岸部に住んでいらっしゃる住民の方が約100万人くらい逃げられました。犠牲者は0という画期的な状況でございました。この背景には我々コンサルタントがハザードマップをつくって住民の方に何回も繰り返して避難の訓練を行っております。そうすることでひとりの命もなくならなかったと。実はこれ先日NHKの番組で「クローズアップ東北」また「おはよう日本」という番組でも取り上げられています。

実は昨日東北大学の萩ホールで国交省と土木学会主催の防災シンポジウムがございました。私もそこに参加したんですけど、そのパネルディスカッションの中でフィリピンの道路局の大臣が今回のヨランダ台風に対して日本の技術力はすごい、というようなことをおっしゃっていました。非常に私は胸が熱くなったことを感じております。

最後になりましたけれど、今回のスーパー台風が津波と同様の現象を生じています。したがってこれは海外の高潮災害に対しての復旧にもメカニズムが使えると思います。

ちなみにスーパー台風が日本に来襲するとどれくらいかということをご簡単にCGで紹介いたします。これは名古屋大学の坪木先生がお作りになったCGでございます。スーパー台風という定義は秒速130ノット、すなわち67メートルを超える熱帯低気圧のことをいいます。前提条件は中心気圧、これは温暖化による気候変動に伴って世界の気温が2度、3度上がります。したがって海水温度が2度上がることでスーパー台風が非常に発生しやすくなります。今世紀の後半ですから2076年といわれております。私はそのころはいませんけれど、そのくらい関東で非常に大きな勢力でスーパー台風が発生すると、これは他人事ではないという一つの事例でございます。ちょっと長くなりました。以上でございます。

田中

はい、ありがとうございました。それでは続きまして

今井さまをお願いします。

今井

私の方からはハザード情報に関して少し考えさせていただきます。現在の技術では、地震が発生して、場所にもよりますが沖合で津波の観測をすることができればリアルタイムで津波の浸水域を予測することが可能になりつつあります。ただ一方でそういった情報を要避難者にどう伝えるかが非常に重要な課題であると思います。

事実、2011年の東北津波では情報が空白しました。甚大な被害が発生する災害というのは影響範囲が広域なんです。そういった意味ではどういうふうに要避難者に伝えていくか。そういったことをこれから検討していかなくはないのかなと思っております。

あともう一つは事前の防災対策という意味で、現在多くの自治体からハザードマップといったものが作成されています。ハザードマップのほとんどは浸水深で表記されているんですね。そうすると実際にどういう被害が起るかということをご想像するにはなかなか災害の知識や防災の知識がないと想像できません。そういった意味で、より一般の方にこういったハザードが起り得るとい見せ方、というのを今後工夫していかなければいけないのかなと考えております。私からは以上です。

田中

はい、ありがとうございます。それでは鷺巣さまお願いいたします。

鷺巣

はい。今回の大震災で河川、海岸等の堤防の復旧、それから整備されております。また多重防御施設、これも整備していくことになるんですが、やはり多重防御、復旧をするためには適切に維持管理をしていくことが必要ということでございます。そのための費用の確保、管理の手法と、これが重要になっていくのではないかと考えております。それからやはり避難体制の構築ということでございます。多重防御にしましても平野部におきましては多重防御施設の内側であっても、浸水深が2メートル以下という、下げたとしても浸水する地域もあるということからですね、やはりそういう地域におきましてもより内陸へ避難していく。こういうような形での避難体制の構築が必要でございます。

また沿岸部におきましては住居が内陸へ行くわけでは

が産業系の利用なり公園とか、リクレーション機能が配置された土地利用になります。それから多重防御施設の道路も、普段は通行するわけでございますので、いざというときにこれらの方々が内陸のほうへ円滑に避難していくと。これらの避難体制の構築が今後の大きなテーマであると思いますので、このへんは今後整備をしていく必要があるというふうに考えております。以上でございます。

田中

はい、ありがとうございます。恐れ入りますが、時間も大部過ぎてしまっております。本来であればここで質疑等を設けられればと考えていたのですが、時間の制約もございまして質疑については割愛させていただきました。私の方からこのパネルディスカッションをまとめさせていただきます。よろしくお願いいたしますと思っております。

本日、皆様方から、お三方からお話いただいた内容というのはまさに災害に強いまちづくりとしての宮城モデルというべきものだろうと思います。今後、東海、東南海、南海地方で、大きな震災が発生するということが予想されております。こういった地域にとっては大きな方向性、指針を与える内容のものであらうと思っております。

ただ一方でこの大きな被災をもたらす大きな震災と

いったものは、大変発生頻度が低いということがございますので、そういった点ではただいまお話をいただいた内容、あるいは色んな経験を、長く伝承していくということが大変重要なポイントになるのだろうというふうに思っています。非常に頻度の高い小規模の津波、これはこれからもある程度おさえますでしょうし、そういったものを経験する中で人間というのは往々にしていわゆる正常性のバイアスというようなふるまいをしがちであると、まあ、つまり「この間は大丈夫だったから今回も大丈夫だろう」と、そういったふるまいをしがちであるということがよく知られております。そういった意味では今回のこういった被災の事例だけでは、我々の個人レベルの体験といったものを長らく伝承していくということが大変重要なことなのだろうと思います。

次の大きな被災、先ほどお話あったように私はそのとき生きていないかもしれませんが、それまでの長い期間にわたって我々の日常というのは延々と続くわけですね。やはりそういった中で確実な伝承がなされるということが多重防御が真に機能するための大切なことなのだろうと考えております。

限られた時間ではございましたけれども、以上をもちまして本日のパネルディスカッションを終わりたいと思っております。どうもありがとうございました。

一般社団法人 建設コンサルタンツ協会 東北支部長

遠藤 敏雄



建設コンサルタンツ協会東北支部長の遠藤でございます。長い時間パブリックフォーラムにご参加いただきまして大変ありがとうございます。

「東日本大震災からの多重防御によるまちづくり」ということで、今回については津波に関して多くのご協力がございますが、今回の地震で構造物はほとんど壊れてないんですね。これまでのような地震を経験しまして、東北というか、宮城全体が耐震化に相当すぐれた構造物をつくっております。そのなかにこの津波というのにかに無防備だったかということがわかると思います。すっかり津波でこれだけの災害被災をしてしまいまし

た。これに対してどういうふうに対応していくか、これが今、東北の課題であります。日本それから全世界のための基礎になっていくと思います。しっかりと対応していかなきゃならないというふうに思います。折しも第三回のこの国連防災世界会議が仙台でやれたことは、非常に意義があることだと思っています。

今回のこのパブリックフォーラムを通じましてこの取り組みが全世界に伝わっていくことを祈念して、最後の挨拶とさせていただきます。

今日はどうもありがとうございました。

