

第19回 海岸シンポジウム

いのち
「生命と暮らしを
守る海岸保全」

～東日本大震災を踏まえて～



報告書（講演録集）

日時 ◆ 平成27年12月4日（金） 13:00～16:30

場所 ◆ シェーンバッハ・サボア（砂防会館別館1階）

主催：全国海岸事業促進連合協議会
後援：国土交通省／農林水産省

生命と暮らしを守る海岸保全

～東日本大震災を踏まえて～

目次

■ 開会挨拶	4
磯部 雅彦 全国海岸事業促進連合協議会長（高知工科大学学長）	
■ 基調講演	5
今村 文彦 東北大学災害科学国際研究所長・津波工学分野教授	
● 演題 『東日本大震災の教訓と今後の防災・減災対策のあり方』	
■ 特別講演	14
田中 淳 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター長・教授	
● 演題 『ハード・ソフトの一体的対策に向けて』	
■ 事例紹介	
(I) 井上 智夫 国土交通省水管理・国土保全局海岸室長	
● 演題 『東日本大震災からの海岸災害復旧・復興事業の進捗状況』	24
(II) 佐藤 稔 宮城県仙台東土地改良区理事長	
● 演題 『仙台東部地域津波被災の地域復興と新たな芽生え』	28
(III) 松島 健一 農村工学研究所施設工学研究領域主任研究員	
● 演題 『津波・地震に粘り強く抵抗する海岸堤防の新技术』	33
■ 講評・閉会挨拶	40
磯部 雅彦 全国海岸事業促進連合協議会長（高知工科大学学長）	

基調講演



いまむら ふみひこ
今村 文彦

東北大学 災害科学国際研究所長・津波工学分野教授

平成元年3月 東北大学大学院工学研究科博士後期課程修了
平成16年4月～平成18年3月
東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター長
平成22年4月～平成24年3月
東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター長
平成24年4月 東北大学災害科学国際研究所副所長
平成24年4月 東北大学総長特別補佐（震災復興推進担当）
平成26年4月 東北大学災害科学国際研究所長
平成27年4月 東北大学副理事（震災復興推進担当）

主な専門分野は津波工学、津波防災・減災技術開発、津波数値解析を始めとした流体波動解析、災害被害調査など。津波数値モデル移転国際プロジェクト（TIME）責任者。

2011年東日本大震災後は、内閣府の復興構想会議検討部会、中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会、宮城県震災復興会議などの数々の主要なメンバーになっている。また、防災・啓発や災害発生後の調査報告や解説などで多くのメディアに出ている。

著書：『海岸施設設計便覧』（今村文彦（共著）、土木学会、2000）
『防災教育の展開』（今村文彦（編）、東信堂、2011）
『東日本大震災を分析する』（今村文彦（共編）明石書店、2013）

特別講演



たなか あつし
田中 淳

東京大学大学院情報学環
総合防災情報研究センター長・教授

昭和53年3月 東京大学文学部社会心理学科卒業
昭和56年3月 東京大学大学院社会学研究科社会心理学専攻修了
昭和56年4月 財団法人未来工学研究所 研究員
平成2年8月 群馬大学教養部専任講師
平成6年4月 文教大学情報学部助教授
平成12年4月 東洋大学社会学部助教授
平成13年4月 東洋大学社会学部教授
平成20年4月 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター長・教授

委員会等：内閣府中央防災会議専門委員
文部科学省科学技術・学術審議会専門委員
国土交通省社会資本整備審議会専門委員等
気象庁「防災情報の改善に関する検討会」座長
東京都「渋谷地下街等浸水対策計画定協議会」委員等

学会：日本社会心理学会、日本心理学会、日本マスコミュニケーション学会
自然災害学会、地域安全学会、日本災害情報学会

著書：『集合行動の社会心理学』（共著、北樹出版、2003）
『災害情報と社会心理』（共著、北樹出版、2004）
『災害社会学入門』（編著、弘文堂、2007）
『災害危機管理論入門』（編著、弘文堂、2008）
『災害情報論入門』（編著、弘文堂、2008）

事例紹介



いのうえ ともお
井上 智夫

国土交通省水管理・国土保全局海岸室長

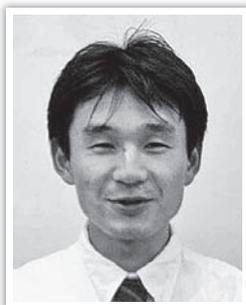
平成元年4月 建設省入省
平成17年8月 近畿地方整備局姫路河川国道事務所長
平成19年4月 近畿地方整備局河川部河川調査官
平成20年10月 リバーフロント整備センター主席研究員
平成23年4月 河川局河川環境課水利技術調整官
平成25年5月 水管理・国土保全局河川計画課国際室長
平成25年7月 水管理・国土保全局河川環境課河川保全企画室長
平成26年7月 水管理・国土保全局海岸室長



さとう みのる
佐藤 稔

宮城県仙台東土地改良区理事長

昭和43年3月 宮城県農業高等学校卒業
昭和61年6月 仙台市六郷土地改良区総代
平成8年4月 仙台東土地改良区総代
平成13年4月 仙台東土地改良区監事
平成17年4月 仙台東土地改良区理事
平成21年4月 仙台東土地改良区理事長
平成21年8月 広瀬川水系農業水利連絡協議会会長
平成22年5月 仙台市土地改良区連絡協議会会長
平成23年4月 仙台市東部地区農業災害復興連絡会副会長
平成25年6月 仙台地区土地改良区理事長会会長
平成27年8月 宮城県土地改良事業団体連合会理事・仙台支部支部長



まつしま けんいち
松島 健一

農村工学研究所施設工学研究領域主任研究員

平成10年 旧農林水産省農業工学研究所入所
現在 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
施設工学研究領域主任研究員

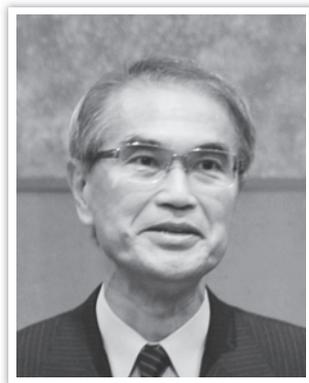
主な研究内容：

海岸堤防やため池などの災害調査、対策技術の開発に従事

開会挨拶

磯部 雅彦

全国海岸事業促進連合協議会長（高知工科大学学長）



皆さん、本日は全国海岸事業促進連合協議会による第19回海岸シンポジウムに、たくさんの方々にご参加いただきまして、ありがとうございます。私ども全国海岸事業促進連合協議会は、前会長の堀川 清先生のときに海岸シンポジウムを始めまして、これが本日で19回を迎えることになりました。ますます盛況を呈するという事になっています。皆さんのおかげでこの会がこれだけ発展していることに対して、心からお礼を申し上げたいと思います。

シンポジウムですが、2011年の東日本大震災以来、何と言っても皆さん方の深いご関心が東日本大震災、津波災害にあるということで、これをテーマにしてこのシンポジウムを開催させていただいております。

ご承知のように、この4年9カ月、本当に日進月歩で復旧や復興が進み、また他地域、特に南海トラフ地震による津波の影響が予想されているところでは、今度はその対策に追われ、それが急速に進んでいるかと思えます。したがって、皆さん方にとっても新しい情報を手に入れることは非常に重要なことだと思います。それぞれの方々が日々自分のご担当の業務に追われ、情報もそこに限られるということになっていようかと思えますが、こういう海岸シンポジウムという全体的な状況を俯瞰する機会をご提供できるということが、この海岸シンポジウムの一つの大きな利点ではないかと考えています。

本日は、東北大学の今村文彦先生に基調講演、そして東京大学の田中 淳先生に特別講演をいただきます。その後、事例紹介ということで、それぞれ行政の立場、団体の立場から国交省の井上智夫海岸室長、宮城県仙台東土地改良区の佐藤 稔理事長、農村工学研究所の松島健一主任研究員に最新の状況などがどうなっているかということをご報告いただくことになっています。その中には新しい情報皆さんの業務の周りでは得られない情報、さらにはマスコミなどで伝わってくる情報とも違う情報が相当あろうかと思えます。

是非いろんな新しい情報をこのシンポジウムを通じてお持ち帰りいただきたいと考えています。どうぞよろしくお願いたします。



昭和52年 3月 東京大学大学院工学系研究科土木工学
専門課程（修士）修了
昭和58年 4月 横浜国立大学工学部土木工学科助教授
昭和62年 1月 東京大学工学部土木工学科助教授
平成 4年 1月 東京大学工学部土木工学科教授
平成11年 4月 東京大学大学院新領域創成科学研究科
環境学専攻教授
平成21年 4月 東京大学副学長（併任、平成23年 3月
まで）
平成25年 4月 高知工科大副学長
平成25年 6月 東京大学名誉教授
平成27年 4月 高知工科大学学長
著 書：『海岸環境工学』（東大出版、共著）
『海岸波動』（土木学会、共著）
『海岸の環境創造』（朝倉書店、編著）

社会活動等：

学術会議会員、元日本沿岸域学会会長、元土木学会
会長、国土交通省 社会資本整備審議会・交通政策
審議会河川分科会・計画部会・技術部会・防災部会
委員、環境省 中央環境審議会自然環境部会委員等

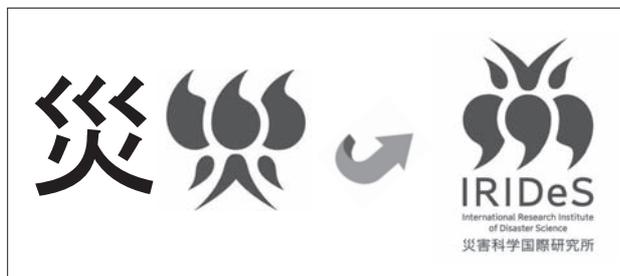
東日本大震災の教訓と 今後の防災・減災対策のあり方

今村 文彦

東北大学災害科学国際研究所長・津波工学分野教授



最初に、我々「災害科学国際研究所」のロゴについてご紹介させていただきます。研究所の名前が「International Research Institute of Disaster Science」ということで、その頭文字をとりますとIRIDeSという名前です。IRIDeSというのは、アイリスから来ております。アイリスというアヤメの花ですが、もう一つの意味がして、このロゴを逆にさせていただくと、まさに災いという漢字が生まれます。我々、今回非常に大きな被害を受けました。しかし、この状況を踏まえ、またそれを災い転じてなしたいという思いを込めまして、このロゴをつくらせていただきました。



本日は、震災前に何をやっていたのか、当時どういう課題があったのか、現在どういうことをやっているのかというまた課題も紹介できればと思います。冒頭ですが、改めて東北地方の地震・津波の歴史を見ていただきたいと思います。このスライドの地図ですが、この下北半島から三陸、また仙台、福島沖には太平洋プレートが沈み込んでおります。年間数 cm、100年で数 m、1000年で数十 m 沈み込んでおります。これが繰り返しの地震また津波等の原因です。過去においてもこの繰り返しはありましたし、将来も同じです。我々、地震・津波の研究をす

東北太平洋沿岸の歴史津波

Historical tsunamis off Pacific ocean in Tohoku

- 主に三陸海岸に襲来
- 宮城・福島沿岸では被害例が少ない
- 日本海溝沿いの地震で大津波を発生
- 宮城県沖の地震による津波は小さい

西暦	発生年月日		マグニチュード	
	西暦	和暦	地震	津波
869年	7月13日	貞観11年5月26日	8.6	4
1611年	12月2日	慶長16年10月28日	8.1	3
1793年	2月17日	寛政5年1月7日	8.25	2
1835年	7月20日	天保6年6月25日	7.4	2
1861年	10月21日	文久1年9月18日	7.4	1
1896年	6月15日	明治29年	6.8	4
1933年	3月3日	昭和8年	8.3	3
1978年	6月12日	昭和53年	7.4	0

上: 東北日本太平洋沿岸に襲来した主な歴史津波。
右: 歴史津波の波源位置。減速(1985)を元に作成。

る際にまず頭に置くのが、このサイクルまた繰り返しです。そのため、まず歴史的な事実をひも解くわけでありませう。

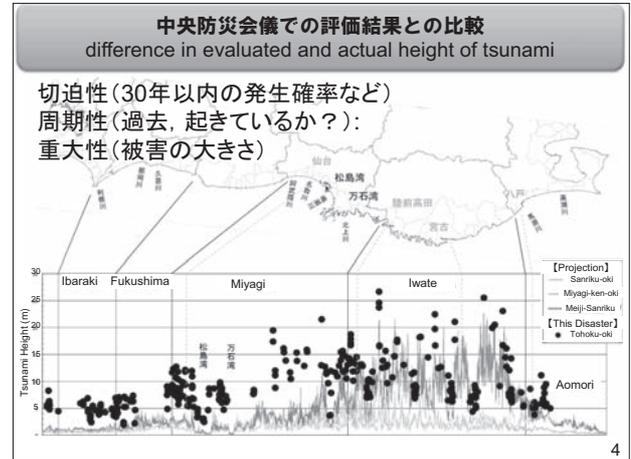
ご存じの869年（貞観）と、1611年以降、400年の歴史をひも解きます。なぜかといいますと、確かに震源等の情報は点であらわしていますが、ご存じのとおり、大きな地震・津波はエリアです。点ではないですね。地震の発生した場所は点であっても、その破壊のエリア、また津波を起こすエリアは広いところですので、それをきちんと評価しなさいいけない。もちろん、貞観のときに歴史的な事実は記載されましたが、範囲を推定するには十分ではなかった。江戸時代に入りまして、各地で古文書また歴史書また日記がたくさん残って、初めて我々は点から面の推定ができ、それが今に続く評価になるということをごぜひ最初にご紹介させていただきたいと思ひます。

また、私の話の中での昭和三陸の地震・津波の事例ですが、過去起きた災害の中でも、我が国が初め

て総合的な津波防災対策をまとめたものです。当時においても高地移転、防災施設、様々な危険地域、最後に記念事業等々をうたっていたわけです。それから70年余り、我々はこの目標に向かって色々努力をし、協力していただいておりますが、その中で起きたのが3.11です。

次のスライドが、その400年の歴史の中で推定されるエリアです。例えばこのあたりは、明治に相当しますが、宮古から北側で津波の被害が非常に大きかった。このころから南は少なかった。しかも、揺れの程度は沿岸部で強いのですが、内陸では比較的弱い。それによって距離とか円の位置、北側、南側を初めて押さえることができるわけです。数々の被害の事実、また地震・津波の状況の報告を受けて、専門家がこのようなエリアを推定します。ここで初めてマグニチュード、位置、それによる津波の規模がわかるわけです。

内には必ず99%という数字で起こる。そのために様々な行政の方また地域の方と備えをさせていただいた。また、場合によってはブルーのエリアが連動して起こるといっても断片的にわかってまいりました。この間隔は100年のようにも見えます。我々は単独型だけではなく、連動型も推定しています。

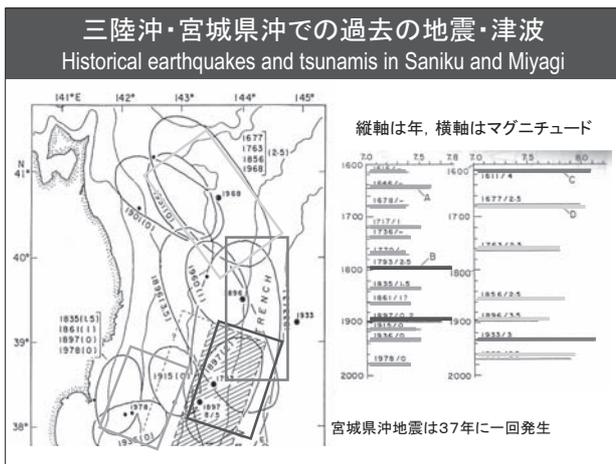


そのような状況がわかりますと、国の中央防災会議等で地震による揺れ、液状化の可能性、地すべり、津波の高さの評価ができるわけです。今度は下北半島から三陸、宮城、福島ということです。明治の三陸津波は、岩手でも20mを超えました。宮城の三陸川でも10mを超えました。しかしながら、仙台湾また福島は、推定値においては5m以下であったということになります。400年という繰り返しの中で見ればこういう結果ですが、今回、3.11は大きく違っていたということになります。この黒丸が、気象庁でまとめていただきましたごく沿岸部での津波の高さです。岩手県側でもかなり大きいですが、宮城、福島での推定の結果と実際の高さの差を改めて見ていただきたいと思います。

大船渡も同じです。1960年チリ津波を含めて過去の浸水域と比較しても、3.11は、高さにおいても数倍ですが、浸水面積においては、それをはるかに上回るものであると思っております。

当時、現在もありますが、仙台の東部道路により、浸水域が一部抑えられたことは事実です。しかし、アンダーパスがあるために、このエリアは少し拡大しましたが、もしこれがなければそのエリアはさらに大きく拡大したと推定できるわけです。

特に違いが大きいのは、宮城県の南部から福島、



ここでは4つのエリアに分解されます。これは震災前からわかっておりました。北側では過去400年間で5回。そうしますと、その繰り返しは80年に1回。しかし、こちら側になりますと、慶長の津波、また昭和8年の津波と間隔があくわけです。300年以上あくということは、それだけひずみエネルギーが溜まる。マグニチュードも8.2以上となります。我々が経験でいいでしょうか、想像する地震の規模とその間隔に相当するわけです。

3.11前に注目していた防災のターゲットが宮城県沖地震です。400年間で11を数える、平均47という数字はまさにこの事実から生まれ、かつ統計的に出すことによって、3.11の前においても来たる30年以

また茨城に至っているエリアです。もちろん、連続地震がこのあたりでは7程度のものはありませんでしたが、大きな津波を起こすことはありませんでした。

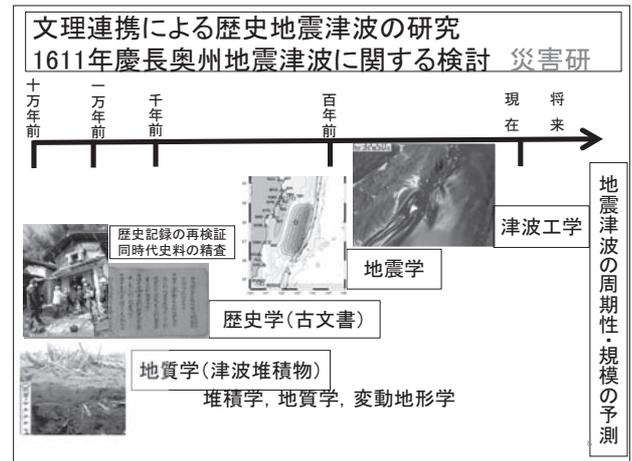
しかし、今回そのエリアも含めて、断層のすべりが局所的にも30mを超えたという巨大なものです。我々は様々な観測データ、また測定結果をもとに津波の発生過程、また伝搬過程を改めて見てみました。この三陸沿岸部に来る津波、引き潮が20分後、次に来る押し波が30分後です。時間がいかに切迫しているのか。

さらに、福島的第一原発、また仙台湾です。過去例えば牡鹿半島が三陸からの津波を防いでいたわけですが、南からくる津波に関しては、残念ながらその機能は期待できませんでした。むしろ、石巻、東松島のあたりはこれがちょうどガイドになるような形で津波を受け入れた、このような位置関係もあることを是非知っておいていただきたい。

我々改めて、先ほど見ていただいた400年の繰り返しだけでは推定は難しいというのも目の当たりに見たわけです。大きな反省です。しかし、歴史データは事実ではありますが、それが点の情報であるために、地震や津波の全体像の推定は難しいわけです。今まで工学、理学、歴史学で400年の繰り返しを見ていたわけですが、それでは足りない。3.11以降、地域で眠っている古文書等も発見されております。しかし、限定的である。さらに、新たな学問ということで、津波の堆積物とか、また地形学ということで、なぜここが隆起しているのか、沈降しているのか、数千年から数万年前、さらには数十万年のスケールでの変化も見ながら、我々はその推定という幅を広げなければいけないと思っております。

震災直後に南海トラフの最大クラスの評価が出ました。できるだけ最大ですが、ある程度の限界があり、1000年または数千年レベルでの繰り返しの規模だと我々は思っております。それが従来で言われている想定を超えるものです。それに対して、我々何ができるのか。また、その想定さえも超える場合はどのような可能性であるのか、改めて学術的な研究を行っておりますので、その結果はある程度まとまったら見ていただければと思っております。

さて、4年と8カ月がたち、9カ月を迎えようと



しております。改めて、東日本大震災の被災地域ではどのような復興に向けているのか、幾つか紹介させていただきます。

復興に向けてということで、基本事項の7要素を挙げさせていただきました。これはもちろん、阪神・淡路、中越を経験したものでして、まずは住まい、暮らし、心と体の健康が基本3要素だと思います。それにプラス、地域でのつながりとまちづくり、市民の方と行政のかかわり。そして実は、次への備えが非常に大切なところであるかと思えます。この7要素に関して、3.11以降も復興の現状としてモニタリングを一部では実施しておりますが、実は阪神、また中越に比べると、この実態調査さえも非常に難しい状況があります。避難所から仮設、仮設も地域、集落で移動できたわけではありません。また、今地域に残っている方も非常に予想よりは少ないです。フォローアップもなかなか難しいのが一つの現状です。

また、もう一つ見ていただきたいのは、改めて災害サイクルということで、今回の震災後、緊急対応していただき、多くの人命が助かっております。それは救命、救急など皆様方のご支援があったかと思えます。その後、復旧があり、今、復興です。従来であれば、5年という節目が大きな復興への目標の年月ですが、まだまだです。その後、実は平穏期が非常に長く続きます。100年の周期だとすれば、そのほとんどは平穏期だと考えられます。また、今回は数百年、600年から1000年に1回の規模だとすれば、さらにこの平穏期、次への予防、また抑止の期間が非常に長いということになります。

災害に強い社会をつくるために 災害サイクルを知る

- 発災
- 緊急対応, 救命・救急 (減災)
- 復旧・復興
- 平穩期 (予防・抑止)

復旧・復興時に次ぎへの災害に対する被害抑止・防災, 減災を考えなければならない。

いま, 復興および予防(脆弱性の克服)からまで考える

災害(外力)と災害(被害)

- 外力はある程度把握
- 耐震・低災害技術・防災情報の充実
- 変貌する社会(脆弱性)



現時点で次への備え、これは40年先の宮城県の通常のサイクルも考えますし、今回の600年または1000年のかなり長期なものも含めますが、次の災害のターゲットをきちんと入れなければ、その後の実施はなかなか難しいかなと思っています。そのためにも、改めてどのレベルまで防災、減災ができるのか。レベル1、レベル2というのを後でまたご説明させていただきますが、重要なことになるかなと思っています。

この資料も改めてですが、地震・津波の規模と地域が持っている力、同じ力と力です。この外力が我々の防災力を上回ったときに初めて被害が出る、その人口、地域、特徴、またここでは価値と書かせていただきましたが、これに乗ることによって被害が生まれる。残念ながら我々は外力とか地域特性は変えられません。防災力を向上することがまさに我々のターゲットであると思っています。

向上というのは、我々の地域で眠っている、またふだんではなかなかわからない脆弱性をきちんと見ておく、それを少しでも解決することにも結びつく

のかなと思っています。その基本的な事項を頭に入れていただき、この復興に向けての合意形成等をご紹介したいと思います。

頻度の高い津波と最大クラスの津波	
<ul style="list-style-type: none"> ■ 「頻度の高い津波」に対しては、海岸堤防により、人命・財産や種々の産業・経済活動、国土を守ることが目標。 ■ 1000年に1度と言われる今回のような「最大クラスの津波」に対しては、住民の避難を軸に、土地利用、避難施設の整備などソフト・ハードを総動員する「多重防御」の考え方で減災。 	
頻度の高い津波 <ul style="list-style-type: none"> ● 最大クラスの津波に比べて発生頻度は高い(数十年~百数十年) ● 住民の生命を守ることに加え、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化などの観点から、引き続き、比較的頻度の高い津波に対して海岸堤防の整備を進めることが必要 	海岸堤防の整備 <ul style="list-style-type: none"> ● 海岸堤防により、確実に津波から街を防御する。
最大クラスの津波 <ul style="list-style-type: none"> ● 発生頻度は極めて低い ● 施設整備に必要な費用や、海岸の環境や利用に及ぼす影響などの観点から、整備の対象とする津波高さを大幅に高くすることは非現実的 ● 住民の生命を守ることを最優先として、住民の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせ ● 海岸堤防については、施設に過度に依存した防災対策には限界があることを認識しつつ、低頻度ではあるが大規模な外力に対しても粘り強さを発揮する構造を検討 	新しい発想による津波防災まちづくり <ul style="list-style-type: none"> ● 地域ごとの特性を踏まえ、ハード・ソフトの施策を柔軟に組み合わせ、総動員させる「多重防御」の発想による津波防災・減災対策 ● 従来の、海岸堤防の「線」による防御から、「面」の発想により、河川、道路や、土地利用規制等を組み合わせたまちづくりの中で津波防災・減災対策 など

このスライドは、3.11の震災直後、日本として合意された一つの目標だと思います。従来であれば、過去の歴史上の最大にターゲットを置く。また、様々な地域でのレベルに置くということはあるのですが、ここできちんと2つのクラスに分けたというのは大きいかなと思います。頻度の高い津波と最大クラス、どこまでかというのは非常に難しいわけですが、3.11を踏まえますと、1000年に1回以上、数百年に1回の低頻度であります、大きな被害を出す災害をターゲットに置かなければいけないと思っております。ここでは改めて総合防災が必要です。

頻度の高い津波に関しては、レベル1ということで、設計津波高さを推定します。過去に起きたものを並べ、そのサイクルを見て、50年から150年繰り返しているエリア、繰り返している現象が我が国にはたくさんあります。それをきちんと整理し、そのエリア海岸ごとにこれをきちんとカバーできるレベルが津波レベル1であります。

このスライドは英語で書きましたし、十分ではないわけですが、ときどき勘違いされる方がおられて、このレベル1というのも数百年または1000年規模のものに対応することになります。3.11でこの堤防はなかなか難しかったじゃないか、限界は我々わかったじゃないか、なのに何故つくるのだというご質問とかご意見をいただきますが、そのとき、レベル1とレベル2の考え方をきちんとご理解いただけない場合があります。その点、我々改めてき

んとレベル1というのは今後非常に高い確率で起こるだと。起こったときに、人命だけではなく財産、また土地、様々なものを守らなければならない。これをきちんと示さなければいけないと思っております。直後も現在も合意形成においては様々な難題がありました。今も残っております。また、一部今回で方向性も見えて、解決の方向もあります。

課題整理・合意形成に向けて

- 説明会の実施(再開も含めて)
- まちづくり計画の推進
- 沿岸防護施設(防潮堤など)の役割
 - 人命・財産、産業・経済活動を守り国土を保全する
- 整備へ向けての検討項目
 - 守るべきもの(人命・財産)は何か？
 - 設置により活動や保全を妨げないか？
 - 海岸保全施設の対象は、津波だけでなく、波浪、高潮、浸食であり、これらに対応出来るか？
 - 多重防御などの案は？
- 合意形成
- 誰とどこで、どうやって、いつ、行うのか？
- スケジュールの確認(計画・施工時期, 予算)

10

ここで改めて重要な点をピックアップさせていたきました。1つは、総合的なまちづくりの中での一角である防護施設というのはまちづくりの中で考えることとなります。人命だけではなく、財産とこのような活動を守らなければならない、これがレベル1だということを改めて見なければならぬと思っております。

そこで、これも一つ重要な言葉ですが、広いです。地域ごとに守るべきものを改めて議論して、地域の中で認識しなければいけません。よく、議論がかみ合わないときには、この守るべきエリアもずれていることがよくあります。あとは、設置により確かに防災活動は高まりますが、その後、保全と環境、また景観にどこまで配慮できるのかということも言われておりますが、今、様々なアセスメントを行いながら丁寧な対応をさせていただいております。

もう一つ大切なのは、この保全というのは津波に対してです。今回の被災地域はほとんど津波で決まるわけですが、通常の波浪、高潮、浸食等々にも対応するというご理解が必要だと思っております。仙台湾の場合などには、高潮でレベル1は決まっています。こういう視点をこの説明会また話し合いのと

課題の整理

- レベル1, 2の基本事項の確認
- レベル1(設計津波水位)と施設設計(高さ)との関係の明確化
- 各種施設(防潮堤など)の多重制御での役割分担と評価(総合)
- 堤外での減災・防災のあり方(漁港など)
- 持続可能な防潮堤とは何か？
- 整備の基準は、設計津波、費用対効果、環境配慮
- 防災・利用・環境のバランス
- 海岸保全施設の対象は、津波だけでなく、波浪、高潮、浸食

11

きにきちんと提案し、それを資料として残していただき、実はこの説明会に住民の方がなかなか参加できません、先ほど若干述べましたが、仮設住宅におられます。しかし、ばらばらです。しかも仕事がある方がいる。特定の時間また場所で開催しても参加率が低い。その中でどのようにプロセスを組んで合意まで行くのかというのは、非常に問題です。しかし、きちんとした資料づくり、またどこまで第1回、第2回、第3回で合意したのかきちんと示すことが改めて重要だと思っております。

課題の整理は本当にまだまだし尽くせないところですが、もう一度確認させていただきますと、レベル1、レベル2という言葉は出ております。国民の方もこの名前自体はほとんど知っているかと思うのですが、目の前の防潮堤の計画を見たときに、それがレベル2だと誤解される場合もあります。

また、議論の中で、1、2というのは明確でわかりました。それでは、もうちょっと段階的に、例えば当初であれば0.7、0.8というレベルはないですが、段階的な、最初の段階でここまで整備してはどうかというご意見もありました。しかし、これに関しては今回統一的な対応はできなかったということですが、今後の対応に対しては、一気にレベル1まで持っていくのか。また、場合によっては多重防御と防潮堤で担うべき、これは設計津波高さを100%担うということは一つの案ですが、多重防御によってその一部を低くしても、その部分を持たせるという幅広い考えもあるかと思っております。これについては、最終的な合意は得られないと思っております。しかし、改めてこういう多様な考え方も考慮に入れて、

今後の対応も考えていただければと思います。あくまでこの数字は地域の方の考えであり、また私個人も今後検討する重要な事項であると思っております。

さて、そのためにも防潮堤の、例えば歴史とかメリットとかデメリットというのもの一つの資料に整理して、説明会に参加できない方にもきちんと見ていただくことが大切であると思っています。さらに言うと、何回か説明会、また合意形成の会が起きますと、何が焦点になっているのか、時々ずれてしまうことがあります。それについても、丁寧な資料づくり、また事務局の工夫が必要かなと思っています。

防潮堤の機能・役割・限界	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 歴史 <ul style="list-style-type: none"> - 濱口御陵の堤防整備から始まる - ?? ・ 機能(メリット) <ul style="list-style-type: none"> - 海岸線での津波・高潮・波浪などからの防護 - 越流した場合でも、背後への影響の現象 - 浸水域の低減や津波氾濫速度の遅延効果 - ?? ・ 限界(デメリット) <ul style="list-style-type: none"> - 高さは有限、越流する場合もある。 - 安全神話(防災意識の低下) - 維持・補修・更新費用 	
現計画の論点・争点整理	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 何が、争点となっているのか？ <ul style="list-style-type: none"> - まちの持続性を阻害(観光資源・景観・生業) - 土地利用可能性(低平地を背水堤が占有) - 海岸環境の破壊 - 守るべきものは何か(高所移転し水産加工工場もないケースが多数) ・ 何を論点とすべきか？ ・ 地域は誰がどのような役割を実施するのか？ 	

少し話を戻させていただいて、冒頭紹介した1933年3月3日の昭和三陸津波の注意書には、移転、移動、ハード、様々な土地利用、警戒、避難、記念行事などという多彩な内容があります。改めて、我々も3.11の後、この注意書を読み直しますと、非常に重なる部分があるということになります。

1933年(昭和8年)のときに最も大きな被害が出た地域の一つが、田老町です。今は宮古市田老地区となっています。これは地震・津波直後の状況で、家が一つも残っていない。また、非常に大きな石が残っておりますが、かなり浸食があったようです。その後、移転も検討しました。しかし、この町、この土地から離れることは難しいということで、非常に財政的に難しい中、町長さんはこの堤防を築くわけです。

岩手県宮古市田老での備え



当時のこのエリアとしては、この防潮堤はほぼ住民の総意としてつくっておりました。この防潮堤がなければここに戻れない、この地域に戻れなければ暮らしが再生できないという強い決意であったと思います。その後、この第1期の防潮堤が整備され、ご存じの昭和35年チリ津波のときにも田老町は幸い大きな浸水はなかったと思います。さらに第2期の工事が始まります。この工事によって背後地が利用できるようになりました。上から見ますと、第1期、第2期でX型の防潮堤になります。しかし、3.11を経験し、海拔10mの高さをはるかに上回りました。具体的には、平均的で17mで一部には25m、30m近い津波が来たと測定しております。確かにこれが施設での限界です。

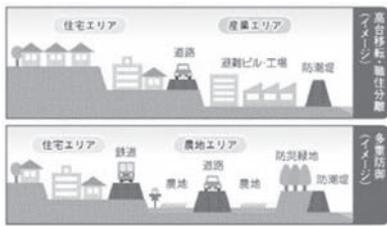
また、議論としては、もしL字型であれば巨大な津波が来ても左右に分ける効果があるとか、逆に今回X字型で集中させる効果があるので、ここで非常に大きな被害を受けた。しかし、この基礎の部分がどうであったかというきちんとした検証は必要です。このような形状が課題であった等々も検討されております。

それを受けまして、田老地区は新しい町としてもう一度防潮堤を選んでおります。一部は高地に移転しておりますが、二重の防潮堤が必要である。しかし、逆L字型ですと、ここで集中するので、強度を上げなきゃいけない。また、場合によっては、クッションのような新しい機能も設けなきゃいけないという議論をさせていただいているところです。

さて、先ほど言いました多重防御、少し歴史的なものを踏まえて紹介させていただきます。これは宮

多重防御

- 宮城県復興計画第2次案(2011.7.5)
- 三陸、石巻・松島両地域は住宅や公共施設の高台移転、職住分離を基本に据え、港近くに避難ビルを建設する。
- 仙台湾南部地域は防災緑地の整備と併せ、堤防機能を持つ盛り土構造の道路、鉄道で「多重防御」を図る。



城県の復興計画ですが、震災後4カ月後につくられたものでして、大きく上がっているのはやはり多重防御です。線で守るのではなくて、断面的に見ますと、幾つかのレイヤーで面を守ることになります。

仙台平野で紹介させていただいた東部道路というのは、このような盛り土にも対応します。防潮堤というのは、津波だけではないです。様々な沿岸災害について効果的。しかし、それを上回った場合、当然浸水します。当時、防潮林も被害を受けましたが、弱点がありました。この防潮堤の根っこは浅かった。そのために、今、盛り土をしていただいております。それによって、かなり強い強度が得られました。しかし、これは完全に防水ではないので、透過するだろう。それも踏まえて、浸水してもここで第二潜堤になるのがこういうところに避難タワー等もつくっている。これが多重防御だと思います。場合によっては、陸からの洪水等もあります。そういうものも、命を守る幾つかの高台、また施設もここで準備できているということになります。ターゲットは津波に置いておりますが、様々な自然災害について、命を守る機能がそこにあるかどうかという議論もさせていただいています。

1611年、慶長の時代に伊達政宗が仙台城をつくってございましたし町もつくってございました。その当時、11年の地震・津波を受けまして、伊達は植林を始めます。住民が住むことを許さず、ここに緑を置きました。また、一部浸食したところを運河としてつくったとも言われております。この背後は塩田でした。当時も、様々な多重防御をやっていた。それが一部は400年続いていたわけです。幅は最大400m

ありました。しかし、重要なポイントとしては、一部残っておりますが、7割が流出しました。高さ20mから30mを超える松でしたが、残念ながら根が浅かったことになります。深さにして50cmとか1mもなかったそうです。そこに強い流れが来て、一部表面を浸食し、残念ながら根は踏ん張ることはなく、一緒に流れてしまったということになります。そのために、今、盛り土もやらせていただいております。また、沿岸部から5km程度のところに浪分神社というのがありました。震災前には、地域の方も知らない神社でしたが、名前が示すとおり、今回3.11のときにもここまでは浸水しませんでした。なぜ祖先がこういう名前を残したのか、なぜ我々はその名前の由来を忘れてしまったのか、改めて考えているところです。

多重防御の事例 一仙台平野



さて、今回の津波ですが、先ほど大きな波の高さということを見ていただきましたが、本当の津波の怖さは高さだけではなく、流れによる波の力があります。これはご存じかと思いますが、陸前高田の広田湾です。地震から30分、40分たちました。小さな引きの後に押し波が来ました。これが高田松原です。今は1本しか残っておりません。第1波が強烈に来たために、この茶色の部分は砂丘で浸食して移動しているところです。強い流れを矢印で示しました。残念ながら、陸前高田の平野部では今回の津波の第一波によって完全に浸水しました。その原因の一つは、最初のところでかなりの部分が破壊し、次の波が入りやすかったからだと思っております。

次にくるのが引き波です。ここに残っていた陸地の一部も、強い引き波によってこのように浸食し、

巻き上げられ、沿岸部に戻っております。当時、なぜ陸前高田の沿岸部がなくなってしまったのか。もちろん、地震によって地盤沈下というのはありましたが、私が現場に行ったときに、非常に驚きました。この解析を通じて改めて、津波は強い流れがあり、それが掃流力として地形さえも大きく変えてしまう。それがこのような結果、地形を変え、また第2波、第3波の津波について、また陸上部に来やすくなっているんじゃないか。こういう状況も推察しております。

さらに言うと、今、4年8カ月たとうとしておりますが、行方不明の方がまだおります。陸上、また沿岸部であれだけ捜索していただいているのですが、見つかりません。恐らく、この解析が示すところだと、土砂が舞い上がって、津波が海水ではなく土石流になっております。その中に入ってしまった方々が海側に引きずり込まれ、もしかしたら今、海の下に堆積して眠られているのかなということも、この解析の中で推察しているところです。

今このように地形が地震・津波の前と大きく変わりました。引き波によって溝をつくって、その後後続波がまた入りやすくなるということです。もう高田松原の位置関係もよくわからない。このあたりがもともとの海岸線ですが、これが45号線です。こういう状況であるというのを、いま一度見ていただきたいと思っております。

次に、津波に強いまちづくりということで、私の思いとしては、被害を繰り返さないことが重要であります。しかし、生活復興が重要であるとか、また防災というのも、数百年後なので来ないよということもありますが、防災、暮らし、また環境等々をきちんと地域の中で位置づけていただいて、私の思いとしては今後数十年先、また100年以内にはこの三陸にも来ますしほかの地域にも来ますので、しっかり対応したいと思っております。

さて、これは村の復興ですが、いわゆる安政南海の話でして、稲村の火、濱口梧陵の話です。村人を救ったということで、ヒーローです。しかし、村を離れる方が多かったです。当時、黒船が来襲したときでして、幕府も藩もなかなかサポートしてくれない。有効な復興政策を打ち出せないままに離れる方が多

かったそうです。

その中で、濱口梧陵は決断しました。彼の財産を使っても、まず自立的な事業をする。それが堤防の築堤です。通常であれば、田んぼも流され、船も流され、住民は食べるものに困っているわけですので、それぞれに支援をするかと思いますが、彼が一番に挙げたのが堤防となります。濱口梧陵の頭の中には、100年後、150年後に必ずこの広村に地震・津波が来る。今回のような被害も、確かに住民を助けることはできたわけですが、これを繰り返したくないという思いが根底にあったと言われております。わずか6年で完成しました。

実は、その中でも安政の江戸の地震もあったわけです。完成した路程は今も維持しております。路程でありますので、前後に植生をしたり、また一部浸食等もするので、例えば11月5日に津波祭りがあるので、そのときに子供たちが濱口梧陵の歴史を振り返りながら、手に砂袋を持って偉業をたたえながら自分たちで修繕する、このような活動もしているわけです。

この土手ですが、様々な機能があると思います。減災機能でして、実は二重、三重の防潮堤、堤防でした。植生等も組み合わせております。また、植生の中には、ハゼというのがありまして、当時は非常に高く売れたそうです。それを売って収入にしていた、そういう工夫も報告されております。

また、精神性ということで、先ほど紹介させていただいた明治36年から11月5日が津波祭りということで、濱口梧陵の住民を助けたという話プラスなぞここに堤防をつくったのか、その後昭和の南海トラ

広村の堤防における多重防御

- 津波減災機能性：二重の防波堤と松林
- 持続性：はぜの植栽(ろうそく材料として、実は高く売れた：堤防の維持費)
- 精神性(記念事業)：独自で共同事業を成し遂げた住民の団結力・意識向上・意識改革(こころの復興)、毎年(明治36年から)11月5日つなみ祭りを実施、住民参加



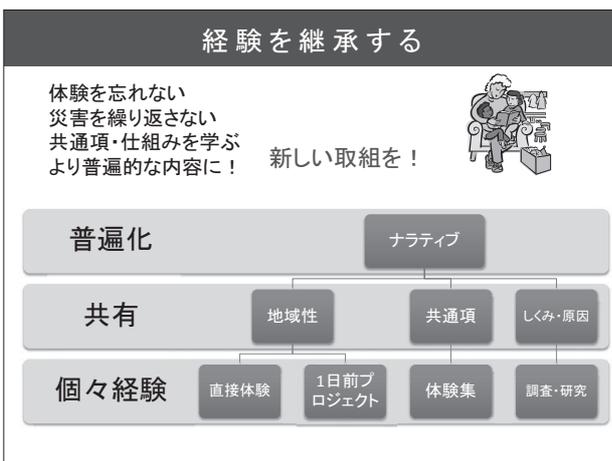
フがここを襲うわけですが、その話も加えてしていると伺っております。これが戦前の教科書です。このような本当に様々な意味での多重というのを備えなければいけないと思います。

11月5日は、御存じかと思いますが、日本から発信する国際津波の日にしようと、安倍首相が9月に国連の総会に行き、大きな提案をしていただきました。通常であれば3.11とか、海外で言うと12.26のインド洋津波があるわけですが、先ほどのこの稲村の火を教訓にしたい。それは人の命を守るといふことプラスきちんと地域を守るといふこの2つを伝えているのかなと思っております。

最後に将来的な話を少しさせていただきます。改めて、3.11の経験と教訓を継承したいと思います。しかし、私も含めて、当時の経験というのは個々の

ものです。3月11日、午後2時46分に起きた地震、また巨大な津波には確かに様々対応できたことや問題点もありましたが、ケーススタディなわけです。場所とか空間とか、また対応が変われば、いろんな教訓も変わるはずですが、それをできるだけ共有して、どこの地域にも応用できるような普遍化をしなければいけないと思っております。

そのための幾つかのステップがあります。最終的に、普遍化した経験または教訓というのを、文系の先生方はナラティブと呼ぶそうです。ナラティブというのはいわゆる伝承ですが、ただ単に文章で残すのではなくて、我々自身が語り継ぎで伝えることによって、その当時に頭の中でイメージする。それをきちんと子供たちに伝える。こういうことをやっています。そういうことも将来的には目指したい。災害文化というのもそこに重なるかと思うのですが、個々の経験を将来にもつなげるような、しかも10年、20年ではなく数百年、または世紀をはるかに超えた形で伝えなければいけないと思っております。



新しい取組を！定着させるには？

災害文化を創る

文化とは？

- 学習によって生み出された新しい行動・対応
- 集団に伝播、共有される
- 次の世代や別な集団にも伝わる
- 必要に応じて変化していく
- 東北大学仁平義明教授(2007)

神社仏閣を考える

- 防災・予防における役割
- 緊急時でのランドマーク(避難所)としての位置
 - 浸水域(境界)に建立されている
 - 謂われ(名前, 波分, 波除け,)
 - 高台の位置している場合が多い
 - 鎮守の森の維持
- 災害文化(記憶の継承と祭り)の中心である
 - 石碑と同様に発生事実, 謂われ, 教訓を残す
 - 祭りは, 究極の防災訓練である(持続性, 非日常の体験, コミュニティの結束)

最後の資料がそのためのヒントで、神社にもヒントがありそうだなということで紹介させていただきました。沿岸部の1000年以上の歴史を持つ神社で、今回被災した神社はわずか5%です。95%の神社は被害を受けておりません。そういう状況も改めて見ていただければと思っております。私からの基調講演を終わりたいと思います。

ハード・ソフトの一体的対策に向けて



田中 淳

東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター長・教授

最初に、総合防災情報研究センターの紹介させていただきます。『Center for Integrated Disaster Information Research』を略して、「CIDIR」と称しております。も

CIDIR
Center for
Integrated
Disaster
Information
Research

ともとは、地震、火山のメカニズムを扱っている地震研究所、都市の基盤を研究している生産技術研究所、人や社会を扱っている情報学環の3つの部局が共通してつくったセンターです。

本日は、L1、L2問題、あるいは多重防御、そしてそれをむしろ継続的に進める上での文化の創造といったご視点を基調に置きながら、この後3つの事例をご紹介させていただきたいと思っております。具体的には、まずL1とか多重防御とか、あるいは一種の命を守る行動と文化ということから見て、避難をもう一度考え直してみたい。そして、2番目には、巨大想定という情報に我々はどう活用すればいいのか。最後に、そのことを踏まえて、ハード・ソフトを一種つなぐような部分から、情報を位置づけてみたいと思っております。

本日は関係者の方ばかりですので、その方々へ日頃私が悩んでいるということをお伝えし、皆さんからもいろいろとご指導いただければと思っております。

先ほど今村先生のお話がありましたが、2011年3月11日2時46分に東京も震度5弱、私たちのオフィスは10階にありましたので、震度6弱を観測いたしました。70秒前に緊急地震速報が鳴り、30秒ぐらいたったあたりで、宮城県沖地震と、そして60秒ぐら

いたったあたりで、「100年に一度、沖合連動型の宮城県沖地震」と受け止めていました。我々はセンターの真ん中に集まり、私はヘルメットをかぶりドアをあけて立っていたつもりですが、実は動揺していたようで、ヘルメットはかぶっていなかったそうです。

震度5弱ということで東京大学災害対策本部の設置基準に入りましたので、そのまま駆けつけ、沖合連動型の宮城県沖地震を前提に活動を開始しました。また、岩手県大槌町にある大学の施設と連絡がつかないということで、その段階で災害対策本部の設置に動きました。

当日の夜には、帰宅困難者の受け入れをオペレーションし、そうやって初めてテレビを見た段階で、100年に一度の連動の宮城県沖地震をはるかに超える状況にあるということが刻々と判明し、また今村先生のいらっしゃる東北大学のこともみんなで考えながらいたということです。そして、3日目に現地に入らせていただきました。これは南三陸町の高台



から眺めた風景です。第一印象は、何と広大な面積なのだろう。2005年宮城県北部の連続地震があったときに、帰りに志津川町の宿に泊まりました。当時、志津川町は防災対策が非常に進んでいるところで住民の方々の意識は高いことに感心したことを思い出しました。しかし、この広大なエリアをどうやって、どこに避難できると考えていたのか自責の念を感じざるを得ませんでした。



これが女川町になります。3階の屋上に車が反転して乗っているわけですから、3階以上の高さの波が来ていたということがわかります。この目の前に建つ病院の屋上に避難をした方々は、なすすべもなく多くの方々が流されていくのを目前で見ていたとおっしゃっておられました。いろんな先生方に巨大津波ということを言われてきていましたが、本当に実感として受け止めた気すらします。

私たちは、避難の研究者として20年、30年考えてまいりました。避難というのをすごく軽々しく言っていたのではないかという、ここでどん底に落とされたような気持ちを持って帰ってきたところでした。

そういう意味でもう一度、3.11にいろいろな教訓、反省、課題があるわけですが、その一つとして、避難とはどういうことか具体的に考え直す必要があると感じています。L1で生命と財産を守り、L2は避難を中心とするソフト対策となっていますが、ではその避難というのは具体的に何なのか。その後、私たちは津波だけではなくいろいろな災害に関わってきました。皆様方のご記憶の中では、例え

ば広島土砂災害、あるいは最近ですと常総市の水害、そこでも避難のあり方というのが問われてまいりました。

実は、2009年に兵庫県の佐用町で起きた水害を受けて、国の中央防災会議の専門調査会で、初めて災対法の当時の規定を超える垂直避難という概念が位置づけられました。つまり、水平避難、小学校とか体育館などの安全なところに水平に移動をしていくことに対して、例えば内水とか大した浸水深が予想されない場合には2階、3階、4階でいいのではないかと。広くいえば、津波避難タワーというのも垂直避難の一種になっているかと思います。

特に、水害とか高潮になると、垂直避難の可能性が出てきます。しかし、1年前になります、私も毎年行っている調査で見ると、垂直避難というのを聞いたことがあるという人は少ない。市町村から聞いていたというのが1.7%。テレビ、新聞から見聞きしていたが11.7%。聞いたような気がするが、はっきり覚えていないが20.2%。初めて知ったが57%ということです。つまり、災害対策基本法まで変えて、新たに防災の仕組みの中に入れていこうとした垂直避難、今のところ全く社会に根付いていないということがわかる象徴的なデータです。これをよく考えてみますと、津波の避難というと、高台へ避難することと余り混乱せずに、捉えていただいていると思うのですが、その他の災害になりますと、小学校避難神話と私は呼ばせていただいているんですが、それが非常に根強い。日本の災害文化の中でも、幾つか根強い文化、いい文化もあれば間違った文化もあって、津波に関して言えば、日本人の80%ぐらいが引き波から始まると確信を持って答えていると誤解もあります。

つまり、避難という概念も、ほとんどの人が小学校に避難するというイメージを持っている。つまり、災害による被害によって生活ができなくなった生活避難と、緊急避難の違いが整理されていなかったということです。これも災対法で緊急指定避難場所といった表現で位置づけられていくことになっています。

垂直避難がクローズアップされたのは水害のほう

で、2004年の福井豪雨のときのデータですが、当時、水平避難をした人が2割と少なかった。メディア等でも問題視されていました。ところが、避難をしたと呼ばれた2割の方々、実はその中の8割が膝より上で避難をしています。ここにいる方々から見れば、膝より上で水害時に避難をすることは危険である、津波30cmと言いますが、水害でも膝ぐらいはもう危険だといわれている。流体力、要するに水の流れの力がかかってしまいます。まして、マンションの4階から胸まで漬かって浸水している小学校に避難するというパターンが出てきた。つまり、避難をした人が2割いたということは、その方々は適切な行動をしたというよりは、その2割の方々のほうが危険な行動を取った可能性があった。

それを受けて、どういう行動、選択肢があるのかというのをもう少しきちんと分けていかなければという議論の中から、垂直避難、水平避難が議論されてきたわけです。少なくとも①堤防の近傍ではないこと、②建物の高さが予想浸水深以上であること、③湛水時間、つまり水が引ける時間までの時間が短いこと、④土砂災害の危険がないこと、という4条件が満たされないと、気象災害でも水平避難はいけなないと考えています。

ちなみに、湛水時間で見てみますと、オーストラリアのブリスベンで起きた水害でも、それから仙台での3.11直後の自宅に被害を受けなかった方々の行動を見ても、一晩停電すると避難所に行かざるを得ないということが出てきているようです。停電すると生活ができなくなるからと考えられます。

そのような4条件を踏まえて、これは気象庁と国土交通省砂防部との間で土砂災害の情報を考えよう、それから避難行動を考えようという検討会が開かれました。そのときに、まず情報のレベル化をし、そしてそのレベルごとに行動をうまく対応させるパターンができないか。もっと具体的に言えば、住民の方々にとっていただく、あるいは適切な行動をレベル5から1まで分けて、それぞれに対してどういう状況になったらそのレベルですよというのを伝えるような情報は出せないかということで議論させていただきました。

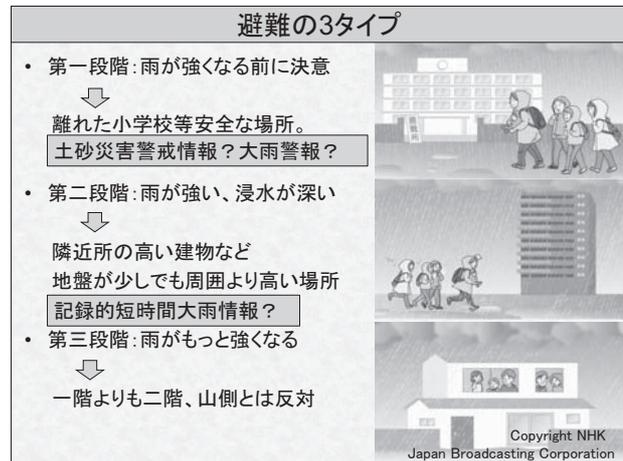
土砂災害への警戒を呼びかける情報と対応行動

レベル	状況	意味	情報	行政側の対応例	住民の行動例
レベル5	土砂移動・崩壊発生	災害発生通報または、センサー等による土砂移動・崩壊が発生したおそれがある場合・大規模土砂移動検知システムの判定資料を土砂災害の専門家が判断した結果、大規模または広域で土砂移動・崩壊が発生したと推定される場合	土砂災害発生警報	発生箇所及び周辺地域の避難指示	発生場所隣接地域は直ちに垂直移動もしくは待避
レベル4	記録的な大雨・山地洪水等の発生	記録的な大雨の観測や山地での流況の急変などから土砂移動・崩壊の発生ポテンシャルが高まったと判断される場合	土砂災害警報2	避難指示 避難していない人への急急の避難(待避)の呼びかけ	水平移動(長期的)が困難な場合は水平移動(一時的)発表までに避難勧告への対応完了
レベル3	CLの超過を予想	CLの超過を予想(現行の土砂災害警戒情報)	土砂災害警報1	避難勧告	水平移動(長期的)が困難な場合は水平移動(一時的)
レベル2	CLに到達する1時間前の状況になると予測	CLに到達する1時間前の状況を予想 現行の大雨警報(土砂災害)	土砂災害注意警報2	避難準備情報 避難所の開設、自主避難の呼びかけ	避難先に連絡、貴重品の持ち出し準備、自己判断での避難開始
レベル1	1~2日以内に土砂災害が発生する気象状況	1~2日以内に土砂災害が発生する気象状況(現行の都道府県単位での予告的情報)	土砂災害注意警報1	注意体制、待機、消防団や自治会と調整	TVで気象情報に注意

* 情報の名称については別途関係中の「防災気象情報の改善に関する検討会」での議論等を踏まえて検討を進める予定
気象庁ホームページより

一番最初がレベル1ですが、情報に注意してください。レベル2で、これは大雨警報ぐらいになりますが、準備してください、あるいは自分の判断で避難を始めてください。レベル3になりますと、土砂災害警戒情報が出てまいりますので、ここでは水平避難、安全な場所にとにかく行ってください。そこに間に合わなかった人がレベル4になる。記録的短時間大雨情報などの段階ですが、これは長距離に移動すると危ないので、近くの高い建物とか集落内で安全なところに行ってください。レベル5、生命の安全は保証できないけれども、少しでも安全な2階に行ってくださいというような1つの大きなパターン分けを考えていこうと検討されたことがあります。

ただ、レベル5、レベル4の情報をつくることは難しいこともあって、まだ具体的には進んではないですが、行動のパターン、避難行動のパターンは幾つかあって、それに応じて情報で何とかうまく誘導できないのか考えたということなのです。



このフリップですが、先ほど申し上げたように、3つの避難行動を図示しました。1つはより安全な離れたところの小学校等の指定避難場所に避難をするというパターン。それから、近い、堅牢な建物に上がる。そして3番目は、ここからは移動するほうが危険というような、この3つのパターンということになります。

基本的に、津波の場合には3番目は流体力が強いので危険すぎる。1と2のどちらかを選択していただくこととなります。他方、土砂災害とか雨を考慮していましたので、恐らく大雨警報か土砂災害警戒情報で避難してもらおう。記録的短時間雨情報になったら長距離を動けないので、高いところに上がっていただく。そんなイメージを持っておりましたが、危険性も残されます。

神達地区では、流出家屋も多く、土台のみ残る



ところが、ここで非常に難しいのは、大島のときに何が適切な避難行動だったか、実は答えが思いつかない点です。多くの報道も誤解をしていましたが、厳密に言うと、この伊豆大島の降水量800mmを超える雨をもたらしたのは、台風そのものの雨域ではありません。台風の本体の雨域がもたらした雨ではなくて、台風の接近に伴って大気が不安定になり、このごろのはやりの言葉で言えば線状降水帯がそこに3時間ぐらい居続けたために激しい雨が降ったということです。

実はこのときに、気象情報に最初に大島という言葉が出てきたのは、00時52分の府県情報第6号に大島300mmと、それまでは、どちらかという本土を中心として、広くいろいろなところの一般情報だった。ところが、この時点から急激に降雨が強まります。すぐ後の一時間に記録的短時間大雨情報が出てしまった。つまり、気象情報だけで動いていると、100mmの雨の中、外に出て避難することを強いら

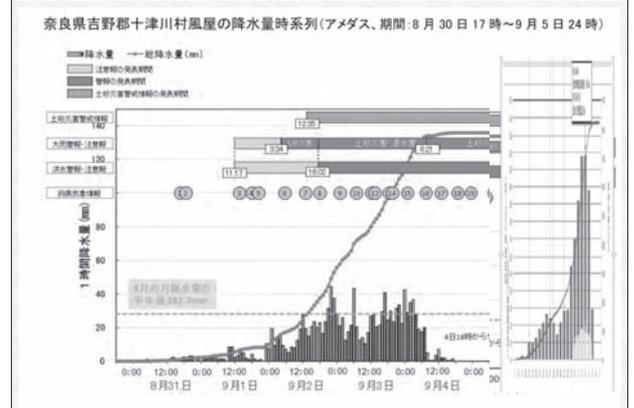
広島土砂災害



これは広島の土砂災害です。ここが一番大きな被害を受けたところですが、沢筋からこの石というよりは岩といったほうがいいかもしれませんが、土石流の浸水深は少なくとも3mぐらいあったということになると思います。ここの沢筋、こんな大きな岩が流れてくれば家はもたない。水に加えてこういう物体が入っているだけに、土石流の破壊力が増していくということになります。

これは大島ですが、完全に家が流出してしまっています。この辺、神達地区ですが、かなり多くの家が流出してしまいました。通常の浸水、河川氾濫に比べても土砂災害、あるいは津波は流体力が強いので、家に立てこもる避難はなかなか厳しいという実態を見ていただきました。

比較すると...



たこととなります。住民の方々の話を伺うと、懐中電灯がきかない。一番手前の雨が粒が大きいので跳ね返されて、そこから先動けないという状況だったといひます。つまり、この当時は外の水平避難はかなり難しかった状況に追い込まれていたこととなります。

これは十津川です。30mmぐらいの雨が長時間降り続いて深層崩壊を起こした災害でした。時間スケールを合わせてみると、右側が大島で総雨量は2,000mmと800mmで全く違いますし、ピークの立ち方も全く違う災害だったということがわかります。

これは、2階に避難をすることでどれぐらいの生存確率があるのかというのを、1件1件全部調べていった結果です。大島は風が強いことなどもあって、平屋が多い。2階建ては被災地域内に12棟あったのですが、このうち5棟が流出しており、うち2棟で全員が亡くなっています。残り3件のうち、1件は2階にいた若夫婦2名は無事でしたが、1階に寝ていたお母様が亡くなりました。1件は、流出しましたが全員なんとか救助されました。残りの一件は不在でした。

そうすると、このデータだけで見ると大島というある意味では浅い土石流でしたが、2階建ての家での12棟のうち3棟で犠牲者でていることとなります。生存率75%でした。逆に言うと、4世帯に1世帯くらいは亡くなってしまうという状況だということが少しわかってまいりました。

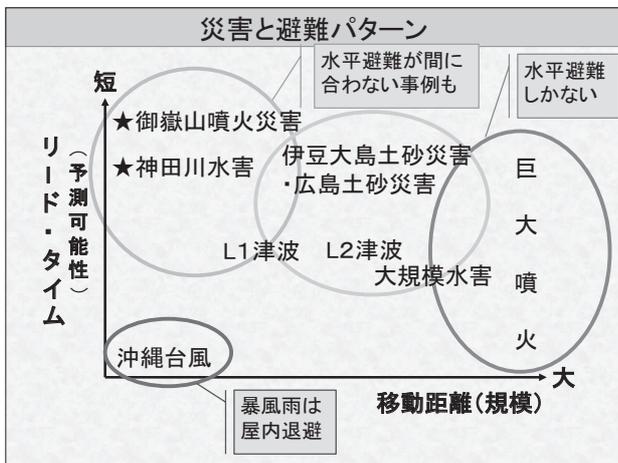
住民は、いろんな災害での避難を考えざるを得ません。大島の場合には、火山噴火の避難がすごく対策が進んでいたわけですが、3.11直後の南海トラフの巨大想定で、津波が16m来るといふので、津波避難と火山避難の避難場所をどのようにするかという議論をしているうちに、土砂災害の被害を受けてしまったということがありました。

これは国土交通省に提供いただいた写真ですが、平成11年の通常の荒川になります。埼玉と東京の間を流れているわけですが、川幅が大体80m、河口で800mぐらいでしょうか。ところが、これは平成11年の大雨でこうなっています。これが荒川の本体だったわけですね。



これは鬼怒川の災害と一緒に、大規模河川ですので、水位上昇をある程度予測する可能性がたちます。ところが、もう片方、これは神田川で2005年のことですが、1時間100mmが降っただけで、溢れています。つまり、同じ川の氾濫でも、予測可能性、あるいは避難のリードタイムがあるものとないものがあるということになります。

そんなことを考えて、いろんな災害を眺めてみますと、リードタイムがあるもの、あるいは予測可能性のあるもの、それから移動距離が遠くまで移動しなければならぬ大規模な災害に分かれます。これは困難なほうをそれぞれ縦軸、横軸にとりましたので、リードタイムが短いといふと避難が難しいので、上に行くほどリードタイムが短くなっています。典型は御嶽山です。現状の火山の観測体制の中では、御嶽山の水蒸気爆発は予測が難しい。一番右側が巨大噴火。これは早いか遅いかよくわかりませんが、とにかく県どころではない、最悪、県を超えて避難しなければなりません。その中で、広島土



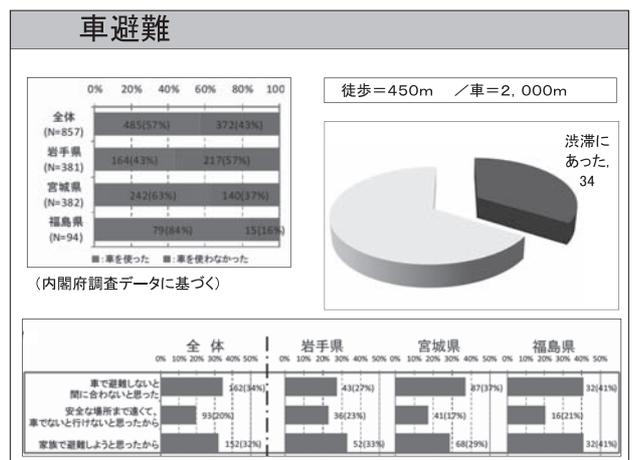
砂災害とか大島の土砂災害というのは、リードタイムが比較的短い、あって1時間。それに対して、津波はこれも幅がありますが、数分から1時間、もっと長い場合もありますが、そんなオーダーの避難になります。L1津波は、本来は避難しなくてもいいはずだが、一応安全性を保つと少ししか時間がない。L2はかなり遠くまでいかなきゃいけない、そういう関係になってくる。

この右の枠部分は水平避難が不可欠になっていま

す。それから、左の枠の場合は、水平避難は若干間に合わなくなってくる。沖縄地方では、台風は屋内退避が一般的です。このようないろんなパターンがある中で、それでは、我々は津波とか避難をどういうふうに全体として考えていくのか。これは結構難問です。

とりあえず今、3つ武器を持ちました。水平でより安全な、遠くの離れたところまで避難をするという水平避難。それから、近場の堅牢な建物に避難をするという、津波避難タワー的な垂直避難。そして、最後の手段として2階への避難ということになります。

これに対して、もう一つ避難ということで、どうしても考えておかなければいけないのは車避難の議論です。これは今村先生にも入っていただいた津波避難の委員会で、実は日本の防災で初めて車での避難をある意味認めました。



非常にリスクが高いことも事実ですが、ただ渋滞といっても通常時速5km以下が渋滞になりますので、時速5kmぐらいの渋滞だったら歩くより早い。その一方で、実は3.11の前に岩手大学が調べられていた津波避難の住民意向調査で、29%の人が車で避難をすると答えていましたが、実際は60%を超していました。やはり車避難というのは、住民の方から見ると非常になじみやすい行動パターンです。それを原則認めていないということで計画論の中から排除していきますと、全ての思考がとまることになってしまう。この辺をどう考えるのかというあたりが一つの大きな問題になってきました。

次に、これは地震直後に内閣府の専門調査会で実施した調査から持ってきましたが、ここでは直接避難型、用事後避難型、切迫避難型と3.11の避難行動パターンを3つに分けてまとめています。

津波避難実態に見る課題	
直接避難型	地震後に直接避難場所に行った。 津波に巻き込まれた人は5%。 49%が津波来襲を意識。
用事後避難型	地震後に用事を済ませて避難。 津波に巻き込まれた人は7%。 自宅外が64%。
切迫避難型	津波が迫ってきから避難。 津波に巻き込まれた人は49%。 30%が津波来襲を意識。

(内閣府調査データに基づく)

直接避難型というのは、地震後直接避難場所に行った。いつ避難行動を開始したかは問わないのですが、別に何かほかのことをやったわけではなく、避難場所に行ったという方が60%ぐらいいました。この中で津波に巻き込まれた方は5%。それに対して、一番下の切迫避難型は、津波が迫ってきから避難を開始しています。そうなりますと、津波に半分ぐらいの方が巻き込まれたということです。

そういう面では、早期の避難が大事だということになり、そして早期避難のほうが安全性は高いということです。それでも5%が津波に巻き込まれてしまったというのが、大きな重たい数字になっています。

当時、私たちは防災を考えていかなければいけない立場からすると、考えられる最大の巨大想定を置かざるを得ないと考えた一つの大きな要因になっていたことは事実です。

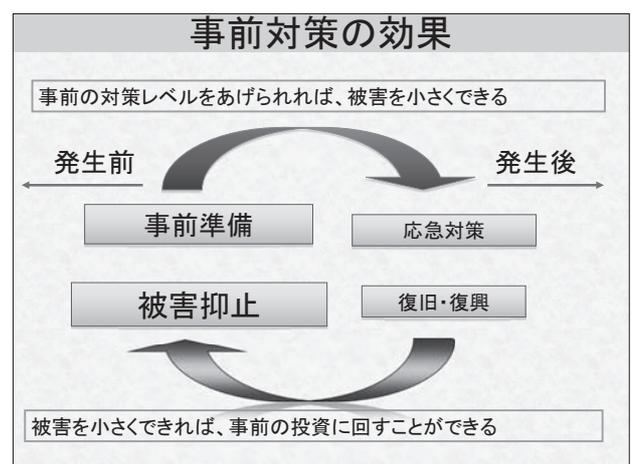
もう一つ、非常に象徴的なのは、実は直接避難をした方の半分は津波来襲を意識していた。逆に半分は意識していなかったことになります。これは、避難を考えるときの防災教育を考える上で、リスク・コミュニケーションだけではだめだということの意味しています。つまり、危険性を伝えるだけで半分しか動かない。つまり、危険性を伝えられて動いた人は半分しかいない。残りの半分は地域の規範で

動いていると考えられます。そういう面での、先ほど今村先生がおっしゃっていた地域文化というのが何かというと、避難すべきという規範を持っているということです。そういうものをどうつくっていくのかということが一つ問われているということです。

もう一つは、切迫避難型。津波が迫ってきから避難したパターンです。最初、これは意識が低いと捉えて低意識型と書かれていましたが、実はそうではありませんでした。30%は津波の来襲を意識していた。要するに消防団の方々などは、意識があつて危ないと思うから助けに入った。こういう人が含まれて居ます。

次に、減災サイクルですが、事前準備、応急対策、復旧・復興、被害抑止、この4つのサイクルで防災対策はずっと回っていました。日本の防災は、被害抑止に重点を置いて、いろんな対策をとってきたわけです。海岸護岸はまさにその典型です。

その結果、被害を減らすことできて、復旧・復興費用も減ってくる。この余剰分をさらに被害抑止にこれはまわす、ということで見事に災害の被害を減らすことができてきていました。しかし、やはり3.11で被害抑止対策は突破されてしまいました。今は、発生後の応急対策、復旧・復興のウエートが高まってきているということです。



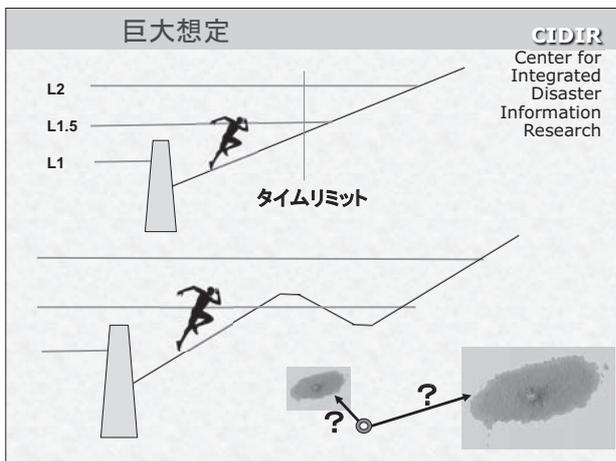
ところが、ちょっと懸念されるのは、L2は応急対策ですよという主張が、実は被害抑止側の論理、つまり施設対応できないので応急対策よろしく願いますという論理にみえます。しかし、実は現場

で皆さんが困っているのは、避難できないので施設を何とかしてくれないかという要望なのです。

これはポンチ絵的に描いたのですが、今のL1、L2議論というのは、L1は守ります、だけどL1.5が来るかL2が来るかわからないから一生懸命頑張って避難してくださいというわけです。ところが、実際にはそこにタイムリミットが来てしまうことを考慮に入れなければなりません。

さらに、これは静岡県のあるところですが、多分5分以内に来てしまうところです。南海トラフは、多分3分ぐらい揺れていると思われまので、1分、2分の勝負となる地域があります。これはもう避難対策を考えろという現場はほとんど不可能ということになる。

さらに、今もっと悩ましいのは、L1はいいとして、L1.5はここまで行けば助かります。でも、そこから先、下がっていくところがあるとします。また上がっていく。それでは、この人はここでとどまるべきか、ここまで行くべきか。あるいは、小さな低い丘と遠くの高い丘、どちらを目指すか。これは結構シリアスな選択になっています。そういう面で、実は避難というのが具体的にはいくつかパターンがあって、そしてそれに応じた行動選択が実は思った以上に複雑です。その複雑な判断を、住民の方々は要求されているということになります。場合によっては、タイムリミットも含めて間に合わない人が出てくる。これは早く避難をしましよと呼びかけるために内閣府がつくった資料です。早期の避難と避難資質の有効活用で被害を減らすことができ



ることがわかります。それでも、結局、1割は助けられない。

むしろ、それが非常に重たい現実で、3.11の避難は大変問われましたが、浸水人口60万で、亡くなった方は2万人を切っていますから、96%の人は自らの手で自らの命を守った。極めて意識が高い。4%です。それから比べると、1割だめだと宣言しているわけです。これをどう捉えていくのかということになります。

そういう面で、私自身は巨大想定というのは必要だと考えています。あの現場を見てしまった場合にはやらざるを得ない。ただ、これからの東日本のインパクトエリアはL1の整備というので、早期につくっていくべきだと思いますが、既に護岸ができてしまっているところについて、それを1.5あるいはL2というのは時間が短い、避難困難時期が出てしまう。そこをどうするのかという大問題がでてきます。

もう一つは、高頻度を前提とした対策です。つまり、先ほど50年から150年ぐらいのL1、非常に頻度が高いものに対して常に守られ続けなきゃいけない。そのときの避難も考えざるを得ない。そういう面で行動の切りかえに必要な情報を出していかざるを得ないし、避難の時間を稼ぐ粘り強い護岸というのが、多分最後の話題に出てくると思います。ただ、粘り強い護岸というのは具体的に何なのかというと、これは実は設計仕様として出てくるのではなくて、住民の方々が安全な避難場所にたどり着くためにどう時間を稼ぐのか、あるいは浸水深をどれだけ減らせるのかという目標値に対して設定をしていかなければいけません。そういう意味でトータルに、文学部の出身で避難のあり方を考える立場から見ますと、実は施設整備はここまでで、そこから後は避難でよろしく、あるいは立地誘導をよろしくといわれてしまうのは、若干苦しいところです。避難の一定の目標に対してそれを支えるような施設整備のあり方ということも、是非ご検討いただけないかというお願いです。

あとの話は情報です。最近、災害情報は本当に多様化してきています。水害の場合と津波の決定的な

差は、10回のうち9回はそうだと思いますが、強い揺れがあるということで感情的に揺り動かされるので避難に踏み切りやすい。東北3県に大津波警報が出たのは2回目です。1回目の2010年チリ地震の際には、避難率はそんなに高くない。今村先生に言われると、日本の中でもチャンピオンみたいな意識の高い岩沼市でも60%です。ほかは大体10%を切っていました。ところが、東日本大震災では、東北3県に関して、避難行動は9割が30分以内に終わっています。その原因は、圧倒的揺れだと考えられます。

その一方、静岡の方がいらっしゃるかもしれませんが、静岡県は日本の防災のチャンピオン、あるいは日本の住民意識の高さでナンバーワンと多分言ってもいいでしょう。しかし、大津波警報は、3.11が初めてでした。避難率20%です。そして、半分の方は強い揺れを感じたと言っています。その中の強い揺れの程度が4ぐらいでしたから、4と6弱の差がいかに大きいか。水害はこれがないので非常に難しいと考えられます。

最後に、情報面からのお願い、あるいは情報面で今迷っていること、悩んでいることをお伝えさせていただくと、数値情報だけではだめだということです。例えば、今いろんなところでハザードマップをつくられています。浸水深1.5mという文章を読んだグループと、浸水深1.5mで床上浸水という災害の表現が入った文章を受け取ったグループを比べてみると、浸水深1.5mはほとんど反応しません。「どうして」と聞いたら、「首出せば何とか生きてられるから」との答えでした。自分の身長と比べています。しかし、床上浸水と言われた瞬間に災害モードに切りかわっているんですね。

それから、例えば神田川を見ていただきましたが、降り始めからの100mmと1時間に100mmの区別がついている方は28%でした。個々の情報から情報体系全体を考え直す必要があります。今、非常に多くの情報が出るようになってきています。ところが、全体としてそれが何をどういうモードなのかということを示すことになっていなくて、その全体の切りかえが必要だということです。

それから、先ほど申しましたが、実は水平避難と

垂直避難に関してです。これは実はL1、L2議論の中でも結構決定的なところがあって、先ほどのL1.5でとどまるかL2のところまで頑張るかという情報というのを、どこかで何とかつかめないのかと考えています。

これは先ほど出ていた気仙沼の絵になりますが、実は気仙沼で車避難を真剣に考えました。ある地域は車で避難してもやむをえない。ただし、車避難してもいいけど、安全なところに来てとまるな、その先まで行け、後から来る人のことを考えてくれというのが一つの条件になっています。

もう一つは、湾奥は使えるところもあるのです。ところが、30cmぐらいでもだめになってしまいますので、湾口で津波を観測したらサイレンを鳴らすから、そこで車を捨てて避難タワーとか高いところに上がってくれ、そういう行動スイッチを押してくれというような提案をしてまいりました。その後、気仙沼に伺っていないのでどのようになったかわからないのですが、そういうような行動をスイッチするような情報、そしてその情報を出すためのいろいろなモニタリング、あるいは観測のあり方を実は海岸、護岸の皆様方にぜひ一度ご検討いただけないかということをお願ひに上がったということです。

最後の話は、3番目あたりを本日のお願い事項とします。避難というのはとても難しく、なおかつそれに対して少なくとも3つの選択肢の中のどのカードを切るのかということ。これが選択可能な条件、情報をどうにかつくっていけないのか。そして、ハードとソフトの一体的運用というときには、ソフトの限界をカバーするハードのあり方を是非もう少しご検討いただきたいということで、お話を終らせていただきます。

❖ 質疑応答

質問 千葉県安房土木事務所

車避難の件についてですが、例で出されております気仙沼ですと、人口がそんなに多くないということもあり、車避難、結構有効なのかなと思うのですが、例えば仙台市のような大都市になりますと、仙

台市の中心部の方、郊外の方が一斉に避難されると道路網とか整備の問題もありますが、渋滞で動かないような状況になり、余計避難が大変な状況になってしまう。例えばエリアごとに違うとか、トリガーの切りかえのモードが何種類に分かれるかとか、恐らく先生はそういうこともご研究されているかと思うのですが、何かお考えはお持ちなんでしょうか。

回答 田中所長

まず、車避難は各地の地域の事情を十分に検討してくれという言い方をさせていただきました。それは、明らかに多くの漁村のような、道路が狭くて本数が少ない、まして周辺に人家が密集していて、とても車避難できないという地域があることもはっきりしていたからです。それから、日本の都市構造は、意外に海岸に対して水平の道はあるんですが、垂直の道が少ないところが結構あります。そういう意味では、障害になるいろいろな要因があります。そのために、実際にシミュレーションをやってみて、到達時間内に行けるかどうかということと、それから行き先の駐車場があるかどうかという検討が結構大きいと思います。

たとえば、気仙沼でも、どう頑張っても中心部は難しい。橋があるので、その橋がネックになってし

まう。あと大きな道路は常に混んでいる。あと、よくあるのは鉄道の線路であったり、そういう意味で避難ということを考えたときに、私が3.11でつくづく反省したのは、個々の情報の違いを無視した対策は意味がない。要するに、あるべき避難行動というのは極めてローカルに決定されなければいけないということだと思うんですね。恐らく、車避難はかなり厳しいと思われる地域が多く占めています。そういうところではやめたほうがいいと私も思っています。ただ、実際に起きてしまうことを無視して、起こらないことを前提にした対策はだめだということ、つまり原子力発電事故も起こるということを前提に対応してくれよねというのが3.11の教訓だったわけですね。ということは、車避難が起こり得ることを前提に対策を考えてみるとどうなるか。それでだめならば抑止をしなきゃいけないし、少し整備すればできるならばそれをやるべきだと考えています。

そういう意味では、そんな複雑なシミュレーションじゃなくてもできると思いますので、是非ご検討いただいて、住民の方々の中で、「これだと要介護者の方でも避難できる」とか、「これは全面的に無理だね」とか、「時間的に早過ぎるよ」とか、その辺の検討を是非していただければと思います。

東日本大震災からの 海岸災害復旧・復興事業の進捗状況



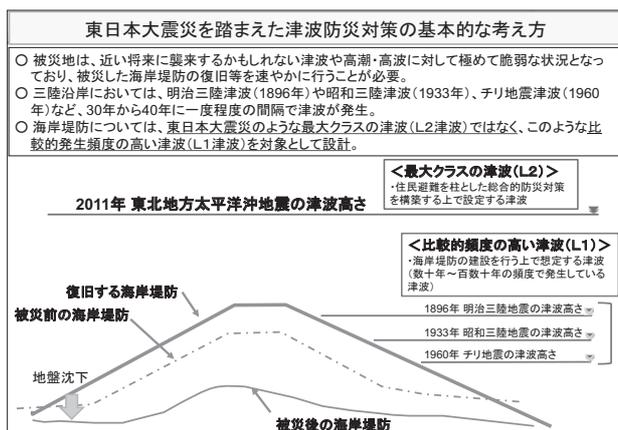
井上 智夫

国土交通省 水管理・国土保全局海岸室長

これからご紹介いたします進捗状況についてですが、これは国土交通省水管理・国土保全局だけではなく、海岸事業はご案内のとおり4つの部局がやっておりますので、それをまとめた全体の進捗状況ということでご説明させていただきます。それでは、早速現在の状況をお伝えしたいと思います。

このL1、L2という考え方は、震災が起きた直後の6月ごろに中央防災会議で検討された考え方で、これを国の基本的な考え方にしております。

まず、被災されたところではほとんどの施設が機能しなくなってしまうので、その直後の状況は津波、高潮といったものについて非常に脆弱な状況にあるということです。そういうところからも、被災地の安全を早急に確保することがまず重要ではないかと言われております。



施設の規模をどのようにしようかということを考えるときに、過去の地震データ、これはいろんな文献もありますし、あるいは地質の調査をして、これまでの津波の堆積物から過去の地震の大きさを推定したり、あるいは想定されている地震から導き出さ

れる津波の高さなど総合的に検討いたしまして、それぞれの海岸ごとに必要な高さを求めるわけですが、今回の東日本大震災のように、最大級の津波ということで施設整備をするのは難しい。施設整備は、人間の生活あるいは経済活動と照らして数十年から百数十年に一度ぐらい。三陸ではこれまでに30年、40年に一度ずつぐらい来ておりますので、人生に1回もしくは2回程度やってくるようなものからは、少なくともそういった安全な生活は確保しようということでL1という、右側に書いております比較的頻度の高い津波に対しては施設で守るということ、基本的な考えとして国で示したものです。

ところが、この基本的な考え方はそれで理解していただいたわけですが、提示した基本的な考え方を現地にそのままダイレクトに適用することはなかなか難しいと思います。

その理由の1つは、この考え方だけではなくて、まちづくりというものがあります。生活、生業などもありますし、交通機関を支えている道路とか鉄道とかいう施設もあります。それから、もう一つは避難も考えなくてははいけませんので、施設とまちづくり、土地利用といったものを総合的に考えて地域の計画を考えていかななくてはなりません。

新聞あるいはテレビ報道とかで最近よく防潮堤の高さがいろいろ議論になっているところです。防潮堤の高さは、先ほどお示したL1津波の水位を考える出発点になっているわけですが、これで全部一律につくっているというものではありません。もちろんこの高さでつくっているところもあります。これは青森県から千葉県までの災害復旧あるいは復興事業をやっているところの4省庁所管の全ての海岸

を示しているわけですが、677カ所のうち約3割の190カ所では実際には堤防の高さとか、あるいは位置をセットバックしたりということが実際に行われております。各海岸管理者の方々、主に県、ところによっては市町村がありますが、そういう方々が、先ほど私が申しあげましたように、L1津波の高さだけではなくて、背後のまちづくり、あるいは避難対策というものを総合的に検討いたしまして、見直しをしているところであります。

これは何も地域の方々からこういうふうに下げてくれと言っているわけではなく、ここは背後の状況を見るとここまで高くしなくてもいいと海岸管理者から提案して堤防の高さを下げているところ、あるいは位置を変えているところも含まれております。

報道の中では見直しなんて全然なされていないとも言われているのですが、各海岸管理者のほうではいろんなことを検討しながら進めているということが実情だと思っています。

これは一つの例です。水産庁のご協力をいただきまして、岩手県の大槌漁港の例です。右側の図を見ていただきたいのですが、太い線で示しているのが堤防です。3カ所あります。真ん中の箇所は背後に漁村がございまして、多くの方が今後も住もうと考えています。そういったことで、堤防の高さは先ほどお示したL1津波の高さでつくっていかうと。左側、右側両方にあるのですが、その背後にある漁村の方々はその周辺の近くの高台に移転されるということで、そうであれば堤防の高さを下げることができるのではないかと。居住することは難しいのですが、通常の経済活動は今後も継続できるのであろうという判断をされた上で、堤防の高さを下げているということもあります。

ただ、現実的には堤防の高さはもとの高さにしていくわけですが、ちょうど中間ぐらいの高さでセットすべきなのかどうか、そういった判断が非常に難しいところがあります。先ほど今村先生からもL0.8とかいうものを仮に導入して、どうしたらいいのかという具体的な議論はまだ進められていない状況です。さらに、この海岸事業とはまた別に、津波防災地域づくり法という法律が震災後にできているわけですが、その中では、仮に堤防の真裏であっても、ある一定の高さまで堅牢な施設をすればそれ以上に居住することができるという、土地利用と建築

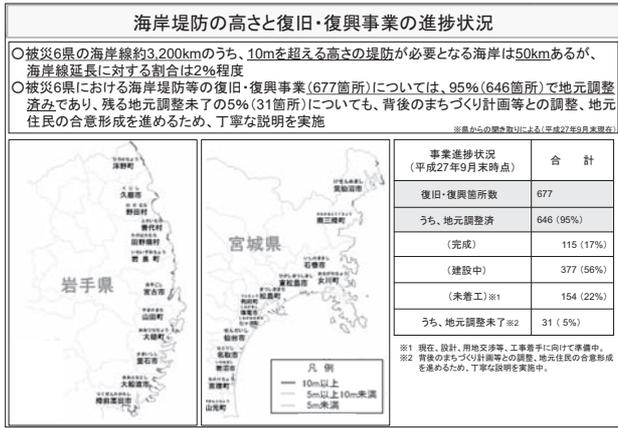


規制を組み合わせたような制度も取り入れられているわけですが、被災地ではそういった検討は進められておりません。

実際には今、全国では、徳島県あるいは山口県の瀬戸内では、そういった津波災害警戒区域を指定して、今後その高さを考えた上で建物の大きさ、強さ、さらにその上に住むといったこともできるような形でいろんな取り組みがなされているところです。ただ、まだ震災から4年半というところで、こういった制度を運用して、地域の力を借りて検討していくというところになっておりませんが、今後はそういった取り組みが増えてくるのではないかと考えているところです。

それで、今実際どれぐらいのところまで事業が進んでいるのかというところですが、右側の表を見ていただいたらおわかりになると思うのですが、先ほど示した677カ所のうち既に95%程度は地元の合意はとれております。また、この合意というもの、地元調整というのがどういうものなのかということは非常に難しい問題ではありますが、95%については地元調整済みの上で事業の着工に向けて動いており、完成したのが17%。建設中のものが56%。未着工、これは合意をとれているのですが、まだ具体的な設計とか用地交渉が残っているようなものが22%あります。例えば用地を交渉するにしても、もともと被災地のところですので、被災者の方々がもうお亡くなりになられている、あるいは避難されている、そういうようなことで相続の問題であるとか、権利調整の問題であるとか、大変な状況になっているところとして、復旧を一足飛びでできるというわけにはいきません。

特に、市町村が管理している海岸も含まれており



ますので、もともと行政職員のキャパシティの足りないところではそれだけ設計や用地交渉に回す人間が十分でない。今は災害復旧住宅とかに集中されているということで、こちらのほうに手が回っていないという状況はあります。ですが、地元との調整は済んでおります。さらに残り5%、私どもが各管理者から聞いたところでは、全体で31海岸については、防潮堤の高さとかいろんなことも含めて、まだ議論がなされているところでもあります。

このような背景は、様々なことがあると思いますが、左側の図を見ていただきたいと思います。一番左側は岩手県の例です。真ん中の図が宮城県の例です。もう一つ、主要な被災の県としては福島県があるわけですが、そういったところの堤防の高さで色分けをしております。赤いところが10m以上、黄色のところが5m以上10m未満、青というのは塩釜であるとかそういうところが一部ここでは見えていますが、そこは5m未満です。ここには載せておりませんが、福島県の場合は大体全て5m以上10m未満、6mないし7mぐらいのところが多い状況です。これが今計画、調整が行われている高さです。それぞれの管理者において基本計画を定めていただいて、その途中において地元ともいろいろ調整した結果こうなっているところですが、福島県の場合は、もともと6mぐらいの高さの堤防がありました。これは津波の高さというよりは、高潮を守るための高さとして決まっています、今回、被災を受けました。被災を受けましたが、岩手県や宮城県のリアス式海岸ほど大きな津波は来ませんでしたので、L1ということを考えてみても、それほど大きくない。さらに高潮を考えても同程度だということで、震災前も震災後も堤防の高さはそれほど変わり

ませんので、防潮堤の高さに対する議論がそれほど大きくありません。低いからそれほど議論にならない、これは皆さんもご理解いただけると思います。

一方で、岩手県での計画ですが、震災の前から相当程度高い堤防がありました。リアス式海岸になりますと津波が集中し、相当程度津波が高くなるということで、岩手県は震災以前のころから10mを超えるような堤防が既に整備されていました。そういうことで今回の見直しでも高さは高いのですが、大きく高さを上げることに對しての抵抗感は余りありませんでした。ですから、岩手県におきましては、相対的に比較するのがいいかは別といたしまして、堤防の高さについての議論は余り大きくなかったということです。その点で、ちょうどその間に立っております宮城県がよく話題になるわけですが、宮城県の場合は北側のリアス式海岸のところ、南側のどちらかというところと広大な背後地、平野を持っている海岸と大きく2つに分かれています。

仙台市から南のほうは、先ほどお話をしました福島県と同じような状況ですので、堤防を1、2m程度上げるということで、そういう防潮堤の高さの議論というか、問題は比較的少なかったのですが、塩釜、松島、それからずっと上がって行って南三陸、気仙沼。特に気仙沼においては、この色でも示しておりますように、堤防の高さ、先ほどのL1を前提として考えていきますと、15m近くになるところがあります。これまで宮城県の中では、過去にも被害はあったのですが、余り堤防を高くしたくないという地元の住民の方々の意見も尊重しながら、あえて堤防の高さを低く設定してきた経緯があると認識しております。ただし、今回30年、40年に1回程度来るような津波に対しては、人命だけではなく経済活動とか、重要なものを守ろうということで、堤防の高さを上げるという判断を海岸管理者のほうで考えられていた。それに対しての地元といろいろ議論となっているところなんです。

これは本当に難しい問題があります。安全を確保するためには、先ほど申しましたように施設、まちづくり、避難といったものを考える必要がありますが、そのまちづくりの中には生活、暮らし、生業、いろんな経済活動が背景にありますし、いろんな考え方を持っている方がいます。背後に農地を持っている方であっても、引き続き生産活動をするために

なれば日中の間はそこで勤務されるので、一定程度の安全を確保したい。それから、ここは水産業だけでなく、観光業も発達しているところですので、地元にて状況を知っている人は別として、外から来られる方々、あるいは外国から来られる方々など、この避難の状況を十分に知らない方に対しての安全確保まで考えると、堤防の高さを低くすることがなかなか難しいということです。もちろん、L1の堤防をつくったから津波に対して安全ということではなくて、L1を超えるような津波だって来る可能性は残されているわけですから、常に避難は必要だということは当然のことにしろ、一定程度の津波については守れるということを説明することも非常に難しい状況になっているということです。

ですから、皆さんにここでご理解いただきたいのは、この津波の防潮堤というのは、リアス式の海岸では浜ごとに議論があるので、一律で一つの町全体でこう決めましょうとかいうわけにはいかない。一つひとつの海岸の中で地元の方々あるいはその市町村、県の方々が一緒になって議論をしていると。答えはそれぞれによって若干変わってくるということを見ますと、議論があって当然のことなのかもしれません。

国としましては、先ほどの基本的な考え方、それからその地元の状況を考慮して、できるだけ合意形成を丁寧にさせていただいて、納得できる方が多い計画を見つけて、それが確認されたならば国として財政的な支援をしているというのが現状です。

先ほど田中先生からお話がありましたL1よりも高い堤防はつukれないのかということもあります。過去にもそういう議論がありましたし、こんな低い堤防ではなく、もう東日本大震災を守るぐらいのものをつくりたいと言っている方々もいました。国の財政的な問題からすると、L1津波の高さまで財政的な支援をするということはできるのですが、今、国の財政制度としてはそれより高いものについてつき込むということはしておりません。ただ、全国を見るとそうではない。静岡県浜松市とか焼津市とか吉田町とか。浜松市であれば企業が今後の安全経営を考えるともう少し高い堤防があってもいいのではないかとということで、企業が寄附をされて、それ

を県が整備をしているところもあります。

また、焼津市とか吉田町は、まだ計画は進められておりませんが、市町のほうで盛土をする。L1の高さよりも高い部分を市町のほうでお金を工面して高いものをつくっていく。そういうことについての計画なども進んでいますので、防潮堤の高さをめぐる決め方については、財政制度を含めているんなやり方があるということが現状です。

最後に、本日ここにいる方々には、どちらかという和被災地の問題というよりは、今後南海トラフ地震で問題になっているところは、さらに難しい問題を抱えているとご認識いただきたいと思います。といいますのも、被災地の場合は残念ながら背後の施設とか人家が今回被災されて、何もなくなってしまったところから新しい計画づくりをしているところなのですが、既成市街地のところで津波対策をやっていくということは、非常に難しいということです。それから、財政も今回の被災地の災害復旧ほどあるわけではありません。絵姿を描いても直ぐにできないという状況にあります。その財政制約で十分でない予算の中でもどのようにしたら考えられるのか。例えば、和歌山県などはL1の津波が来るときの第一波に着目して、第一波が到達するまでの時間が早いのはどこなのか、第一波でやられてしまうところを先に特定して、そこから優先的に第一波までの堤防をつくって、財政的に余力があったときには嵩上げをしていこうという段階的な整備を考えられているところもあります。そのような中でいろいろ工夫していく、あるいは避難の考え方についても取り入れていくということです。

避難についても、避難路の整備が防潮堤よりも優先すべきではないかという議論もありますが、私どもは防潮堤も必要ですし、避難路も必要だと思っております。L1だけじゃなくてL2も考えると、当然そういうふう考えるべきではないかと思っております。まさしくこの海岸事業で言う海岸堤防だけでなく、まちづくりと避難との三位一体で考えていくことが今後の津波対策に求められているものではないかということで、私の事例紹介を締めくくらせていただきます。ありがとうございました。

事例紹介(Ⅱ)

仙台東部地域津波被災の地域復興と新たな芽生え

佐藤 稔

宮城県仙台東土地改良区理事長



東日本大震災では、全国各地の皆様より、物心両面から多大なるご支援等をいただきましたこと、改めて御礼申し上げます。ありがとうございました。

本日は、「仙台東部地域津波被災の地域復興と新たな芽生え」ということでお話をさせていただきます。先に仙台東土地改良区の概要についてですが、農業に必要な用水を確保するための水源確保や用水路の整備、管理、農地や地域の雨水、集落からの排水などを排除する排水路の整備、管理を行うとともに、水田や畑の整備などを行う目的のもとに設立された農家の組織で、宮城県内には52の土地改良区があります。



当地域は、仙台東部の比較的温暖な水田地帯で都市近郊の農業を行っております。仙台市を流れる広瀬川の愛宕堰を取水源とした六郷堀、七郷堀は、仙台藩主・伊達政宗公が慶長5年に城下を改設するときに農業用水、防火用水、生活用水などとして開削した歴史ある重要な用水路で、当時は、その水路を活用した船による運搬など重要な拠点であり、現在

も舟丁、南材木町、染色産業を行った南染師町などの地名が残っており、地場産業の発展とともに活用された堀であります。当土地改良区は、その用水路と東部田園地帯を結ぶ仙台の水環境としての重要な施設と、受益地2,300haの維持管理をしています。なお、この愛宕堰は平成18年度に疏水百選の一つとして農林水産大臣より認定され、国内初の冬期間の環境用水として市民にも親しまれている用水堀です。

東日本大震災の被害状況ですが、3月11日14時46分。三陸沖を震源とするマグニチュード9.0、仙台市内の最大震度は6強という大地震が発生しました。約1時間後には仙台港で7.2mという大津波が押し寄せ、未曾有の大災害となりました。その後も震度5以上の余震がしばらく続きまして、最大余震もマグニチュード7.2、震度6強となっております。県内では最大内陸6kmまで津波が到達した地域もありまして、県土の4.5%、32,000haが浸水しました。

仙台東部地域の被害状況ですが、この津波により



区域内人口21,966人、区域内世帯数8,086世帯、うち浸水区域内の農家戸数は1,160戸を数え、土地面積が4,633haなどが被害を受けました。①家屋が流出し1階天井以上まで浸水した区域、②私も住んでいる地域ですが天井1階以上浸水し、瓦礫が建物内に流入した区域、また、③床上浸水区域、④床下浸水区域となります。中央を走っている仙台東部道路で津波がとまり、この道路が堤防の役目を果たしました。



集落と農地をのみ込む大津波(仙台市若林区)

こちらが管内の集落に津波が押し寄せる写真です。細長く前へ走っている、これは排水路なのですが、この時点で時速20km、毎秒約6mとのことで、当然人が全力で走っても追いつかれてしまうという速さです。こちらの写真が海岸の堤防と松橋をなぎ倒した津波が流入した写真です。手前が海岸で、宅地と農地を飲み込み、未曾有の大災害となりました。



なぎ倒された海岸の松とのみ込まれた集落と農地(仙台市若林区)

次に、東部地域の農林水産業関係の被害額ですが、総額734億円、そのうち農業関連災害額は721億円となります。東部地域の農地約8割に当たる1,800ha

が被災し、農地の396億円のほか、農業用機械施設関係で106億円、土地改良施設関係で219億円と、農業関連被害額が大半を占めました。当管内の農地ですが、瓦礫が一面に堆積し、太平洋岸に近い排水機場は壊滅的な被害を受けました。



仙台東部地区被害状況

国土交通省で管轄している仙台海岸堤防などの復旧については、国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所から提供いただきました写真を掲載させていただきます。



海岸堤防の被害状況

震災前は、左側の写真のとおり、白い前浜があり、背後には青い松林が生えていた風光明媚な海岸でありました。震災後、堤防のない前側の区間は前浜と背後の松林がほとんど破壊され、海岸の形状がなくなり、震災前の面影が全くなりました。7mを超える津波の破壊力がわかるかと思います。宮城県内全体の農地海岸保全施設の被害額は435億円、海岸堤防の破損は26.5kmと聞いております。

次に、農地の復旧と再生についてですが、堤防を越えた津波は、背後にある土地改良区の管内の農地や宅地を押し流し、農地には大量の瓦礫が流入し堆

積しました。仙台市では、津波による発生した瓦礫を集積する場所の確保が早く、当初から分別して集めたことにより、平成23年6月には宅地の瓦礫撤去が概ね完了し、同7月1日からは、農地の瓦礫撤去作業を開始しました。平成24年3月までには1,800haの瓦礫の撤去を完了しています。



瓦礫撤去では全体を5つの工区に分け、地元の業者に委託し、その作業員は被災した農家から雇用されています。被災した農家の雇用は延べ人数で1,200人を超え、JA 仙台と当土地改良区が連携して実施いたしました。

瓦礫撤去後は、除塩・復旧工事と営農再開に向けて進め、平成26年度末までには全ての農地で営農が再開可能となりました。この間、被災農業者には、後にご説明いたしますが、復興連絡会で発行する農業災害復旧情報や仙台市発行の農政だより、JA 仙台発行の農協だより、土地改良広報などで各地において開催した講習会などの情報、除塩の方法や作付後の管理方法について、行政と一体となって情報の提供を行いました。JA 仙台中央営農センターでも、随時塩分濃度を確認するとともに、重金属残留濃度を検査し、栽培指導を行っていただき、幸いにして重金属残留濃度は規定の範囲以内という結果が出て、安心して農地復旧ができることになりました。

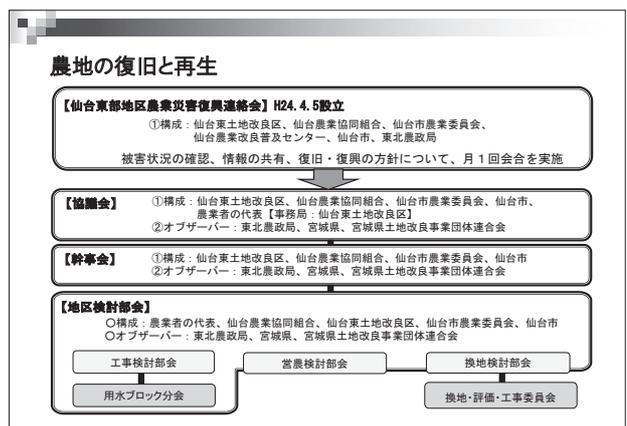
また、排水機場ももちろん津波被害を受け、壊滅的な状況となりました。被災直後より行方不明者の捜索や浸水対策のため、3月19日より仮設ポンプにより排水を実施しております。さらに、平成24年6月には、排水機場全11台のポンプの仮復旧が完了し、毎秒19トンの排水が可能となり、今年の8月末

には、新しい排水機場が稼働し、毎秒37トンで稼働を開始しております。震災による地盤沈下も考慮し、新しい排水機場の能力は従来の2倍となり、このおかげもありまして、本年9月10日から11日にかけての台風18号の関東・東北豪雨被害では、被害を最小限に食い止めることができました。



被災した直後の平成23年4月5日に、仙台東土地改良区、仙台農業協同組合、仙台市農業委員会、仙台農業改良普及センター、仙台市、東北農政局などが構成員となる仙台東部地区農業災害復興連絡会を立ち上げました。被害や安否状況の確認並びに各機関が持っている情報の共有を図ることを目的として設立。第1回目の会合では、死者が191名、流出家屋が300戸、施設被害が73億円という安否確認と災害を確認し、それと同時に農地復旧対策、塩害対策、地区対策、復興計画案策定対策、広報対策の5つのチームを編成して、情報の収集を図りました。連絡会では、1年間で17回の会議を開催し広報も11回発行しています。

また、瓦礫撤去、除塩など、農地の復旧やこれか



らの復興の方向性について、1年間に及ぶ協議活動などを踏まえ、翌年の平成24年4月5日には、仙台東地区ほ場整備推進委員会を立ち上げ、現在に至っており、津波被災農地について、農業者などとともに合意形成を図りながら、ほ場整備を推進しています。図のように、ほ場の区画を大きく整形し、用水路、排水路、農道を整備することにより、効率的な農作業と生産性の高い圃場を造成することといたしました。

ほ場整備の推進
 地元の農業者等と合意形成を図りながら、国および宮城県と連携し、区画の大規模化などに向けたほ場整備を推進し、生産性の向上等に寄与。

整備前

・農道が狭く、農作業に支障
 ・排水不良により麦・大豆等が作付困難

整備後

・農道整備により、作業効率が向上
 ・排水改良により麦・大豆等が作付可能
 ・円滑な農地の貸し借り

▶ ほ場整備の実施に向けて、集落説明会や農業者へのアンケート調査を行った結果、震災後の営農に対する不安等もあり、農地を任せたいとの声も。
 ▶ 被災農業者支援の一環として今回に限り、事業費の農業者負担分を市が肩代わり。

整備事業については、国直轄事業となり、また今回に限り、被災農業者支援の一環として事業費の農業者負担分を仙台市が肩代わりをしてくれることとなりました。当土地改良区管内も着実に復旧・復興が進んでおります。中央部の線で囲まれた区域が管内で最初にほ場整備を行った地区で約80haあります。ほ場整備も平成27年度事業で約500haが計画されており、当管内のほ場整備区域の約50%に達する予定です。



また、震災後、行政からの被災農業者への経営支援も行っております。浸水して使用不能となったト

ラクター、コンバイン、乾燥機など、農機具2,400台をカバーするリース事業や、乾燥調製施設、パイプハウス設置など、支援事業が行われております。リース事業のほかに、東日本大震災農業生産対策交付金として、3戸以上の農業者が組織する任意団体を対象に、震災から農業生産の復興に向け、必要な機械、施設の整備、修繕などを行う場合の補助金も準備され、早期の営農再開に向けて支援が行われております。地域の担い手などへ農地を集積する推進策ですが、仙台市地域農業基盤強化プランなどの作成や、農地の一括管理、農地中間管理機構による経営転換、耕作者集積協力金などを活用し、担い手への農地集積を推進しているところです。

震災後の新たな取り組みですが、農業機械などの共同利用や農地の集積の受け皿として活動している集落営農組織の法人化が進んでおります。平成27年9月末までに東部地域では15組織が法人化され、そのうち震災後に6組織が法人化されております。また、農商工連携による推進も行われており、それぞれのマッチング機会の提供や高付加価値商品の開発

新たな取り組み

集落営農組織の法人化
 農業機械等の共同利用や農地の集積等の受け皿として活動している集落営農組織の法人化が進展。平成27年9月末までには、東部地域では15組織が法人化（震災後6組織）。

農事組合法人「六郷南部実践組合」
 若林区藤塚・穂次地区で耕作面積約65haの営農に取り組み集落営農組織。水稲のほか、ゆきなやほうれん草等の生産に取り組み。

設立総会の様子 (H26.12.21)

農事組合法人「せんだいあらはま」
 若林区荒浜地区で耕作面積約90haの営農に取り組み集落営農組織。ひとめぼれ・まなむすめの水稲2品種や麦・大豆・ミニトマト等の生産を行う。

設立総会の様子 (H27.1.10)

新たな取り組み

農商工連携推進
 マッチング機会の提供
 新商品開発支援

農業者 × 商工業者等

高付加価値商品・サービス
 開発・生産

農業の6次産業化
 6次産業化人材育成
 6次産業化推進補助

1次産業 生産 → 2次産業 加工 → 3次産業 流通 → 販売

**農と食のフロンティア
 推進特区 (H24年3月認定)**
 税制優遇措置

農業用機械・施設取得
 新規法人設立がしやすい環境

特区制度を利用して取得したトラクター・乾燥機施設

認定件数：63事業者66件
 (H27年10月現在)

支援拠点施設の整備
 仙台市農業集約センター再整備

- ◆再整備・運用に民間活力を導入
 専門的ノウハウの活用
 市民ニーズの確かな把握
- ◆収益性の高い農業推進支援拠点
 6次産業化、専用品に特化した研修機能
 施設貸出、加工施設等の設置、通商による展示機能の配置
- ◆農と触れ合う交流拠点
 市民農園、直売所、広場、レストラン等の設置
 イベントによる集客・農業者と市民の交流

【イメージ図】

支援、農業の6次産業化も積極的に進められているところ です。

今後の取り組みと課題に関しましては、当地域に限ったことではありませんが、被災者には住宅の建てかえやリフォームなどによるローンの債務が重くのしかかっています。これらを考えると、当土地改良区の運営費や事業費となる賦課金は決して上げることができず、賦課金が増えることのないよう事業の展開をしていかなければならないと考えております。個々の農家は生産費の削減をするために、いろいろと努力をしているところではありますが、そのためにも生産基盤となる農地や用排水施設を早期に整備していただくとともに、別事業を起こすのではなく、今の事業の中で整備をしていただきたいとも考えております。また、担い手の育成や支援をさらに充実していかなければならないとも考えております。

ここで、仙台東部地域の農業復興の記録として仙台市が作成しましたDVD「未来の農をこの地に－仙台東部地域農業復興の記録－」を準備しておりますので、ご覧いただきたいと思 います。

DVD 上映



それでは、次に海岸堤防の復旧状況ということですが、現在、本地域の東側にある仙台海岸堤防の復旧に当たっては、国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所において復旧に取り組んでいただいております。海岸堤防の復旧形式につきましては、コンクリート製品と震災瓦礫を利用し、粘り強い堤防で構築されているところです。本復旧については、平成24年1月に着手し、工事着手率84%、完成延長は77%とのことであります。農林水産省で復旧工事を実施していただいている亘理町の吉田砂浜海岸堤防の復旧状況は、工事着手率は99%となり、概ね工事は完了されたとのことであります。

最後になりますが、仙台市ではこの震災を機会に、国が造成する海岸堤防のほかに、海岸線より内陸に約1 km、南北に走る県道10号線を現在の高さより6 m嵩上げをして、東側を災害危険区域に指定し、居住を認めない区域にし、西側を現地再建可能区域という方針を打ち出しました。生活の再建、農地などの復旧、復興が進められているところでもあります。



海岸堤防の果たす役割は極めて重要で、今回のような津波はもとより、台風などの高潮などから水害防御など、この内陸に住む私たちの生命、財産を守る最前線施設であるということを再認識させていただいております。海とともに生活をする日本にとって、なくてはならないものと信じ、後世の人々が一人でも多くその難を逃れるようにということで、ご清聴いただきました。ありがとうございました。

事例紹介(Ⅲ)

津波・地震に粘り強く抵抗する 海岸堤防の新技术

松島 健一

農村工学研究所施設工学研究領域主任研究員



本日は、研究機関からの事例紹介ということで、堤防、防潮堤の粘り強さを向上させるための研究開発についてご紹介させていただきます。

ご紹介する内容ですが、4つの項目で構成されています。最初は、新技术導入の背景と必要性です。次に、被災メカニズムの検証です。さらに、巨大津波に対して粘り強さを向上させるための実験的検証と、それを実用化するための技術開発です。

その次に、越波、そして越流が生じ、その際に被覆工の流出、被覆工の破損や剥離、背後地盤の洗掘に伴う被覆工の不安定化などが生じます。こうした複合的な要因によって崩壊が引き起こされます。ここでは、津波による作用外力と堤防の損傷について報告させていただきます。

1. 新技术導入の背景と必要性

先の東日本大震災では、海岸堤防300kmのうち190kmが損傷して後背地に甚大な被害が生じました。その被災の原因とは、一つに地震による損傷です。津波が来る前のまず地震によって損傷します。その次に、越流による被覆工の流出や揚力による引き剥がれ、背後地盤の洗掘による不安定化などが挙げられます。こちらの場合は地盤洗掘に伴って盛土が侵食され崩壊したという事例です。

津波来襲時に着目しますと、津波が堤防に直接衝突しますので、その波力によって破壊が生じます。



津波来襲時に段波が衝突しますと、非常に大きな波力を堤防に作用させます。その直後に越波して、次に越流が生じる。こういう段階毎に堤防にさまざまな作用力が働きます。入射した波は、一旦堤防で反射され、入射波をかさなって反射重複波という波が発生します。このときに反射重複波という圧力が堤防に作用します。これで徐々に水位が上がってきて、やがて越波、越流に発展します。このように越波から越流に至る一連の現象が発生し、内陸の水位が徐々に上がっていくという過程を踏みます。

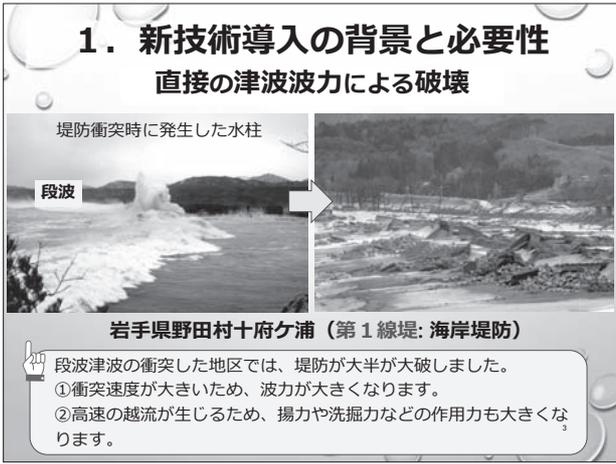
様々な作用力が働くのですが、津波が衝突する際に、非常に大きな波力が堤防に作用することがあります。こちらは津波来襲後の状況です。多くの堤防

1. 新技术導入の背景と必要性

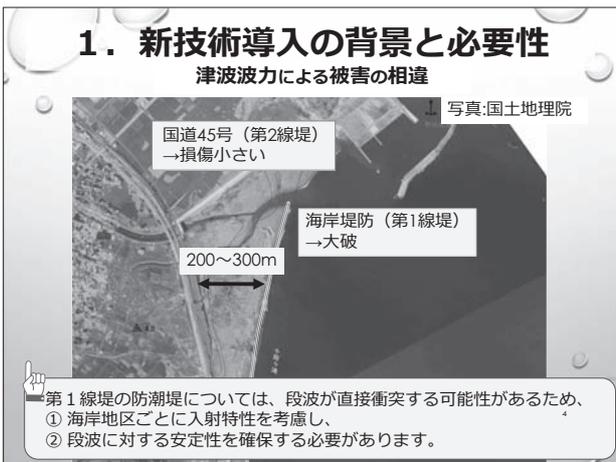
2011年の東日本大震災では、想定を越えた巨大津波により海岸堤防延長300kmのうち、約190kmが損傷して背後地域にも甚大な被害が生じました。

①地震による損傷、②越流による被覆工の流出、③揚力による引き剥がれ、⑤背後地盤の洗掘による不安定化などが挙げられます。



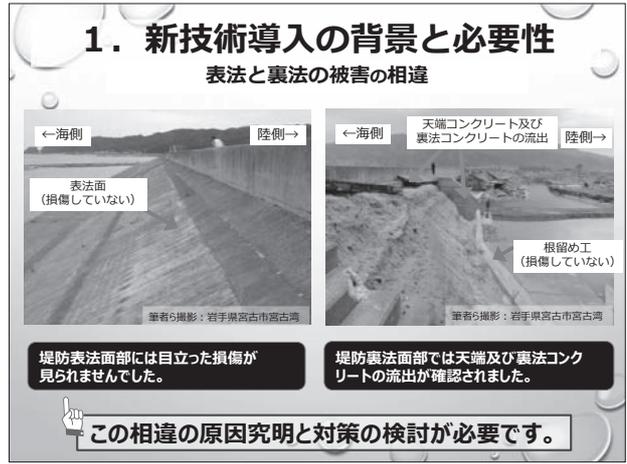


が大破しております。防潮堤は、海岸線に位置しているため、第一波の段波が直接作用します。このため、二選堤よりも津波の衝突速度が大きい、つまり波力が大きい。それから、高流速の越流が生じるため、揚力や洗掘力なども非常に大きいという点が挙げられます。



一方、この地区から内陸に200m入ったところの国道45号の二線堤と呼ばれる盛土ですが、こちらは損傷がほとんどないということで、この間に一線堤と二線堤の間で津波が大きく減勢され、衝突速度の低下、つまり波力が小さくなったり、揚力や洗掘力などの作用力も小さくなったと考えられます。

そのために、防潮堤に関しては、段波が直接衝突する可能性がある地区については段波に対する安定性も確保しなければならないと考えられます。こちらの事例では今度は衝突波力ではなくて、越流によって崩壊したと考えられる地区で、こちらは海側です。こちら側が陸側で、海側にはほとんど損傷がない。こういった地区が何地区か見られるのです



が、陸側だけが侵食しています。

堤防背後の地盤が洗掘して崩壊しているところもあるのですが、見ていただきたいのは、ここは洗掘されているのですが、被覆工を支持する根留め工は損傷していません。天端コンクリートや被覆コンクリートのみが流出してしまっています。こういったさまざまな被災原因の究明と対策が、今後必要になると考えております。

震災後4省庁の基本的見解としまして、設計対象の津波高を超え、越流が生じた場合でも、破壊に至るまでの時間を長くし、減災効果を発揮することを目指すことになりました。平成26年の海岸法の改正に伴って設計基準も変わってまして、粘り強さが新たな性能として加わっております。また、この基本的な見解には、越流津波に対して粘り強く効果を発揮するため、特定の工法のみに限定せず、複数工法を組み合わせ強化を図るべきであるとされています。今回は、基本的な構造上の工夫について紹介いたします。

まず、津波に先行して生じる地震ですが、地震発生時に地殻変動に伴う地盤沈下や地盤の液化化が生じると、堤防の機能が損なわれる可能性があります。したがって、ここの中でも耐震対策の必要性は示されています。つまり、津波対策は堤防の耐震対策も必要だということになります。一方で、堤防の耐震化と言いつつも、堤防の変形をゼロにすることはできませんので、堤防の耐震性を向上させるとともに、多小の変形が生じても堤防の耐侵食性が損なわれない粘り強い構造を取り入れる必要があります。

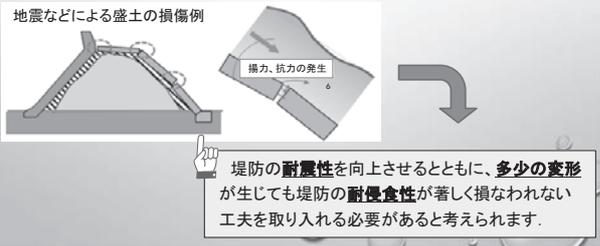
次に、津波が流下する状況ですが、堤体の裏法面を高速で流下する越流水によって堤体を覆う天端工

1. 新技術導入の背景と必要性

津波に先行して生じる地震

地震発生時の地殻変動に伴う地盤沈下や地盤の液状化
→津波到達以前に堤防の機能が損なわれる可能性があります。
→耐震対策の必要性が示されています(抜粋P6)。

地震などによる盛土の損傷例

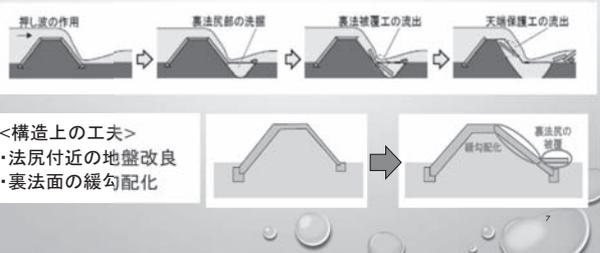


や被覆工の引き剥がれや堤体土の吸い出しが生じることが想定されます。このような被災形態に対しては、被覆工を厚くする工法、部材間を連結し剥離しにくくする工法等を採用することにより、重量や強度を確保することが有効と考えられております。被災の状況としては、こういった被覆工が流出しますと盛土が露出しますので、それによって盛土の侵食が進行していきます。

1. 新技術導入の背景と必要性

裏法尻部の洗掘

裏法尻部の洗掘が原因となり、裏法被覆工の損傷および流出を引き起こす被災形態が考えられる(抜粋P5)。



次に、堤体そのものが侵食性に強くても、裏法尻分の洗掘が引き金となって裏法被覆工の損傷及び流出を引き起こす被災形態が考えられます。これはどういうことかといいますと、堤防自体の耐侵食性が高くても、洗掘を受けると支持する根留め工が滑動し、やがて被覆工が不安定化するという現象が引き起こされます。構造上の工夫としては、堤体の水たたきの部分の法尻付近の地盤改良、それから裏法面の一体化などが挙げられます。

2. 被災メカニズムの検証

2. 被災メカニズムの検証

従来型式のコンクリート三面張り堤防模型



こちらは三面張りコンクリートを模擬した堤防模型でして、模型の縮尺は1対15、実物換算で6.0mの堤防です。表側のコンクリートは厚さ50cm、天端裏側は25cm程度のコンクリートを張りつけております。実験では、この目地の部分に着目しまして、目地が地震によって遮水性が失われた場合と、目地が健全な場合について、それぞれ実験を行いました。まず初めに、目地の遮水性が失われた場合の実験結果ですが、越流を開始しますと、目地材の間に越流水が入りまして、堤体の内部から被覆工を押し出すという現象で被覆工が流出し、露出した盛土材が内陸側に溜まった海水の波によって堤体がだんだん侵食されていきます。最終的には、堤体断面が減少して、天端コンクリートが崩落する。このような現象が実験でも検証されております。

これは宮城県の方が仙台平野のところで撮影したものです。津波が来襲する前の地震直後に撮影された貴重な写真で、この地区はほとんどの海岸堤防がやられていたのですが、地震直後に見てみますと、これが裏法面から覗いたところで、ちょうど天端と裏法の間に隙間が空いてしまい、地震によって裏法被覆コンクリートがずれてしまったということです。

こういった三面張りのコンクリートというのは、盛土上に設置する構造であるため、地震によって被覆工がずれてしまうと、そこが引き金になって耐侵食性が低下してしまう恐れがあるということが指摘できるかと思います。

次に、目地が健全な場合、遮水性を確保した場合の実験結果です。先ほど目地の遮水性が失われた堤

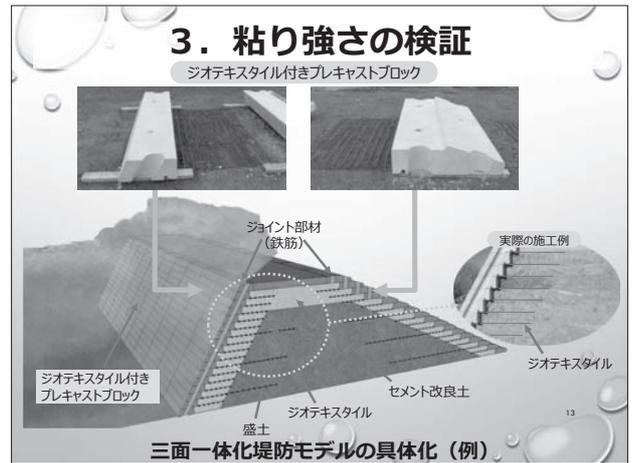
の背面に透水性を落とした難透水性のセメント改良土を適用した方法を提案しております。セメント改良土によって、動水圧の伝播を防止する、また吸い出しの洗掘に対する地盤材料そのものの抵抗力も向上させるという対策です。さらに、この部分ですね、揚力という負圧が発生いたしますので、その部分が引き剥がれないように天端コンクリートと法面のコンクリートを連結させるという方法で、揚力による引き剥がれ防止を図っております。

次に、今度はこの前面のほうですが、前面に大きな波力が発生しますと、背面に回った揚圧力によってブロックが散乱するような現象が起こります。これを食いとめるために、ブロック同士を鉄筋コンクリートで連結する方法を提案しております。また、ブロックも内側に入った水圧によって被覆コンクリートが押し出されますので、それをつなぎとめるためにジオテキスタイルという、人工材料ですが、そういったものを堤体に縫いつけるように敷設することで、引き剥がれにくさを向上させております。

本構造に関しては、農研機構と竹中土木で共同開発しまして、三面を一体化するというので、三面一体化堤防と呼んでおります。この工法の期待されることとしましては、地震による損傷の防止、難透水性による津波の浸入を遮断、一体化による引き剥がれの防止を期待することができます。

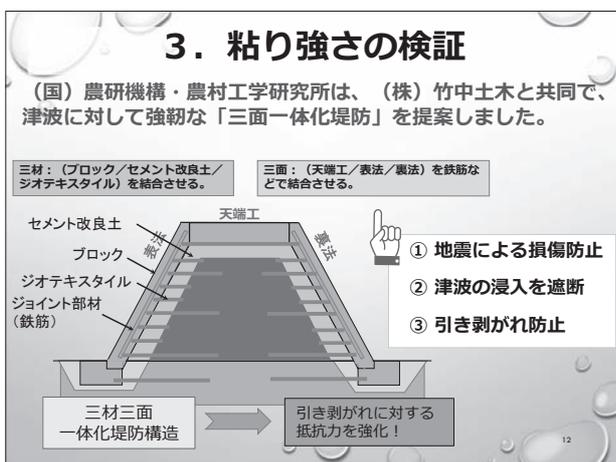
具体的には、こういうプレキャストコンクリートにジオテキスタイルを連結したようなコンクリートと、難透水性のセメント改良土を組み合わせることで構築いたします。本モデルについて水理実験を実施しましたので、その結果についてご紹介いたします。

まずは、最大越流水深が4.21mのときの実験結果



です。ジオテキスタイルを配置しておりますので、引き剥がれを防止することができますし、上流側からの津波、水圧の伝播も遮断することができます。5.67mの越流の状況の結果では、10m程度の越流水深でもここが引き剥がれないというのを、計算上、確認しております。今度は前側を急勾配にした場合ですが、急勾配にするとブロックが散乱するような現象が起こるのですが、ブロック同士を連結することによってブロックの散乱を抑えることができます。次は両面急勾配の状況ですが、大きな越流に対しても裏法肩の部分の引き剥がれを防止することができます。

こちらは衝撃的な波力が作用した状況の現象ですが、設計で問題になるのは、こういった段波のときの波力が非常に大きく、静的に計算すると持たないという結果が出ます。実際に実験をやってみますと、衝撃的な波力によって多少の塑性変形は起こりますが、堤防は滑動することがない。したがって、何回かの衝撃的な波力が作用させますと損傷が累積しますが、一回の波では壊れませんでした。これを滑動計算で静的な力として見なすとアウトになってしまう。実験ではこういった衝撃的な力に対しても堤防が破壊しないということが確認されております。



4. 実用化技術

最後に、それを実用化するための技術ということで、施工確認試験を実施しております。こちらが3タイプのブロックを使っているのですが、急勾配のもの、緩勾配のもの2種類があります。

ブロックは、重ね合わせて裏法面を構築します。後ほど説明しますが、ここにはジョイントがないも

4. 実用化技術

三面一体化堤防について施工確認試験を実施し、施工性を確認しました。



三面一体化堤防の施工確認試験

のと、ブロック同士をジョイントできるものがあります。これは上下方向に重ねると上と下の連結穴が形成されまして、そこに鉄筋コンクリートを入れることによってブロック同士を連結させます。表側の法面には、衝突によるブロックの散乱するような力が働きますので、こういったブロックは海側のほうに配置させるという考え方で設置しております。

こちらは急勾配のブロックでございます。急勾配の有効性ですが、先ほどジオテキスタイルをつけることによって耐震補強になると申しましたが、盛土自体を補強する効果がありますので、用地が少ないような場所でも急勾配化を図ることができます。よって堤防の嵩上げあるいは堤防の耐震化に対して有効な対策になるのではないかと考えております。

最後になりますが、これは東北農政局のほうで新技術について認定を受けまして、現在、東北農政局、仙台東土地改良建設事業所、亘理・山元土地改良事業建設所で実証工事に取り組んでございます。まだまだ粘り強さというのは設計の段階で織り込むことはできませんが、今後、我々研究機関としても可能な限り越流に強いものを開発したいと考えております。以上で研究機関からの事例報告とさせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

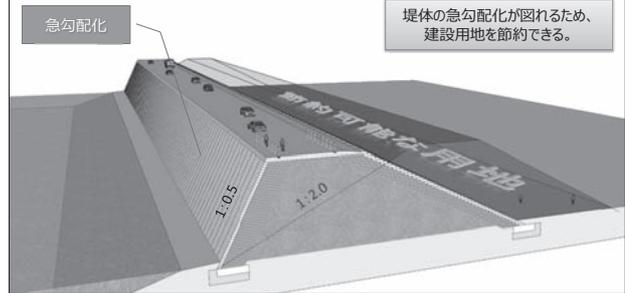
❖ 質疑応答

質問 東海農政局

粘り強い堤防の検討の件ですが、最初の検証のところで、陸側のつま先の部分が侵食されて法面が引き剥がされるという対策について。また、コスト的に通常の堤体に比べてどれぐらいかかるのか。

4. 実用化技術

堤防を急勾配化する技術は、限られた用地や堤防の嵩上げを行う際に、有効になります。



回答

地盤の洗掘に対しては、今の堤防は上物としか考えていないので、地盤の洗掘が生じた場合については今後の研究課題としています。用地も少ない場所で多くの部分を改良することが難しい場面もありますので、洗掘を受けても崩壊しにくいようなものが今後必要だと思っており、その部分については現在研究開発中です。コストについては、新たにジオテキスタイルやセメント改良土といったものが入りますので、確実にコストアップとなります。一方で、急勾配化すると実は斜面長が5分になると長さが半分になるので、コンクリートの量としては半分で済みます。したがって、法面を急勾配化することによってコストは同じ位かそれに近いところまで抑えることができます。

質問 高知県

液状化の対策については、特に何かしていますか。

回答

三面一体化構造というのは、実は剛な構造でして、軟弱地盤や液状化といったところで大きな沈下が生じた場合には、上側に歪みが発生しますので、大きな液状化が起こると堤防にかなり損傷が生じてしまう。損傷が生じた場合での耐侵食性はまだ非常に難しい分野で、そこは液状化が起こらないところで提供したいと思っています。

皆さん、長時間ご参加いただきましてありがとうございます。また、講師の皆さん、大変貴重な講演をしていただきましてありがとうございました。伺っている間に、私なりに1枚だけスライドをつくってみました。

第19回 海岸シンポジウム 閉会挨拶に代えて

- **防災の原則: 既往最大→3.11→歴史を遡る必要(古文書、津波堆積物)**
- **L1、L2の津波防災・減災原理**→ソフト(避難)の重要性
→市民のコミットメント(責任ある参加)→情報の普及が重要。しかし、L1/L2の誤解など難問
- L1防潮堤の整備
→全体として進む復旧→合意形成→地域に応じた L1標準からの変更、資料づくり
新しい取り組み(焼津市・吉田町・浜松市、和歌山市)
→粘り強い構造の技術開発(段波)→三面一体化堤防、地震と津波の作用
- L2避難の難しさ
→知識でなく、地域の規範(地域文化)で避難開始する(文系の領域)
→避難先の選択の難しさ(水平、付近、垂直;車避難)
- L1←→L2
→避難を可能にする施設整備(ハードの先をソフトに任せるのではなく)
＝ソフトの限界(避難リードタイム不足)を補うハード、ソフトとハードの連携
→守るべきものは何かを明確にして、連携を進める
→多重防護、L1-L2対策のシームレス(連続)化へ
- 復旧・復興への準備
→(事前復興計画と共に)平常時の民間組織の重要性(農事組合法人・・・)→迅速・効果的な復旧・復興

本日のお話ですが、まずは防災の原則ということで、既往最大でやってきたというのがこれまでだったかと思えます。3.11が、言うてはいけないかもしれませんが想定外であったということを受けて、既往最大という考え方では成り立たなくなってきた。そこからL1、L2という津波防災・減災の原理が出てきたと言えるのではないかと思います。

そこで、今村先生からも、こういうことになってくると歴史を遡っていろいろなことを調べていく必要があるのだと。既往最大と言われるような、せいぜい100年というようなことでは全く足りないというお話があったかと思えます。

そして、これまでに増してソフト、あるいは直接的には避難の重要性が出てくる。避難というのは、避難する人は市民一人ひとりですから市民のコミットメントが必要であり、それは自分の命を守るという、自分に対して責任のある参加をしていかなければいけないということになってきたかと思えます。

そういうことでは情報の普及が重要です。L1、L2の誤解というのがありましたが、なかなかL0.7といってもL1.5と言ってもわかりにくい。そもそもL1、L2という概念自体が実は市民の方々全員に普及しているわけじゃない、そういう難しさの中で市民の方が責任を持ってあるいは正確にコミットメントしていく

全国海岸事業促進連合協議会構成員

- 全国農地海岸保全協会
- 全国漁港海岸防災協会
- 港湾海岸防災協議会
- 一般社団法人 全国海岸協会