

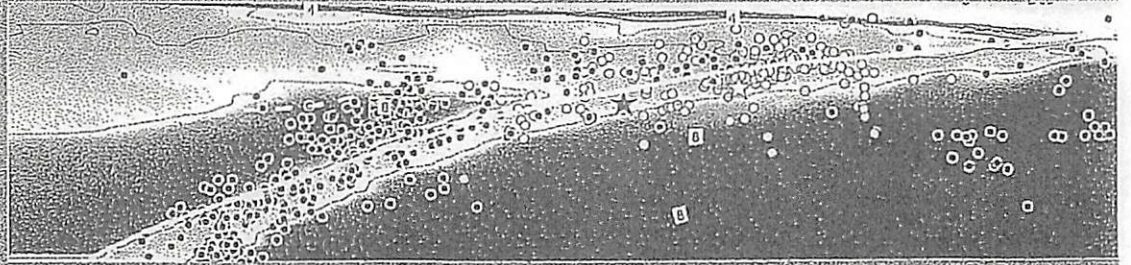
甲B第
60
号証

創刊

科学

Science Journal
KAGAKU
Vol.31 No.10 Oct. 2011

予測されたにもかかわらず、
被害想定から外された巨大津波 島崎邦彦
津波被害から「最大級への対応」を考える 高橋重彦
南極へ突き出しの地球 岡部幹雄



東北地方 太平洋沖地震の科学

断層モデルとスーパーサイクル

佐竹健治

われわれはどこで間違えたのか？

松澤 暢

津波の大きさと被害 高橋智幸

前震・本震・余震の分布

日野京太・鈴木健介・伊藤喜宏・金田義行

余効変動 小沢博三郎

地震発生場の変化 速田晋次

揺れによる被害と震度 境 有紀

月や太陽の引力が地震の引き金に

田中依子

揺れの成長と強震モニタ

高井 真・中村洋光・明乃 卓・鈴木 巨

みずかの収支の示唆 岩澤理希

長期的なみずか蓄積過程と超巨大地震

池田安隆・岡田真介

津波の水理堆積学 草間幸治

噴火誘発 藤井敏嗣

超巨大地震 吉本宗元

超高気圧は知っていたか 白田孝介

岩波書店

2011 大震災

予測されたにもかかわらず、被害想定から外された巨大津波

島崎邦彦

しまざき くにひこ
東京大学名誉教授(地震学)

国の行政判断の誤りによって、今回の津波災害と原発事故が発生した。誤った判断へと導いた津波や地震の専門家の論拠が問われる。これには原発に関わる想定が密接に絡んでいた。

* *

2006年9月に原子炉施設の耐震設計審査指針が改訂され、津波に対する安全性が明記された。これにより2008年4月東京電力は、政府が予測した沖合の地震¹で、福島第一原子力発電所にどのような津波が来襲するか、「試算」を始めた。その結果は、最大高(浸水高と思われる)10.2 m、押し寄せる水の高さ(遡上高)15.7 mであった²。これは、2011年3月11日に福島第一原発を襲った巨大津波(東北地方太平洋沖地震に伴う津波)の高さにほぼ相当する。政府の予測は妥当なものであった。

今回の原発事故の原因の一つ(主因とも考えられる)は、津波による非常用電源の喪失にある。2008年6月には東京電力の経営陣もこの「試算」結果を把握しており²、この時点で適切な対応が取られていたならば、と思わざるをえない。3年間放置され、対策がされないまま巨大津波に襲われたのである。そして今もなお安全な状態に達していない。機器が破壊された上に、付近では地震が頻発している。

原発事故だけではない。津波防災対策に、この予測が用いられていたならば、沿岸の津波被害は大幅に軽減されたのではなかったか？

この「政府の予測」とは何か？ 地震調査研究推進本部(通称、地震本部)地震調査委員会の長期予測(2002年7月31日公表)³に他ならない。

この小文ではまず、この地震調査委員会の長期

予測(以下では、地震本部の呼び方に従って長期評価という)の内容を説明する。次に、評価結果公表の前後から、その後の経過をたどり、国の行政判断の誤りが今回の震災、原発事故を招いたと結論する。

東京電力は2008年の時点で対策を取らなかった理由として、「無理な仮定による試算」「学説や試算」「あくまで試算で、運用を変えるほど信用に足る数値か」をあげている⁴。果たして無理な仮定で、信用できるかどうか不安となるような予測(長期評価)であったのか？

長期評価

まず、長期評価を行った地震調査委員会から説明しよう。1995年阪神・淡路大震災後、地震の調査・研究の成果が国民や防災組織に十分に伝わっていなかったという反省から、地震調査研究推進本部(地震本部)が総理府に新設された。その後、事務局は文部科学省に移されている。この地震本部には、二つの委員会がつけられた。一つが、後に言及する政策委員会、もう一つが地震調査委員会(以下、地震調査委と略す)である。地震調査委では、毎月の地震活動を評価するほか、大地震が発生した場合に臨時に委員会を開催して、どのような地震であったかを評価している。また、長期的な観点(10年~100年)からの地震発生可能性の評価も、地震調査委の役割の一つである。その詳細な検討は、委員会に設けられた長期評価部会で行われる。

筆者はこの部会の部会長であり、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震(以下3.11地震)発生後、科学的側面から過去の長期予測を検討し、本誌5

月号に記述した⁵。この小文は防災の立場からの検討について述べる。地震本部の目的は、有用な情報を提供して震災の軽減に資することであり、今回の大震災を軽減できなかったことは、まことに残念と言わざるをえない。しかし、後に述べるように、震災の軽減に資する情報自体は提供できていた。問題は、政府としての判断にあった。

2002年7月31日に公表された「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」⁹では、海域を図1のように区分した。「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」(以下「日本海溝付近」と呼ばれる海域が議論の対象である。この海域では、30年間に20%の確率で、津波マグニチュード(津波の高さから求められるマグニチュード)8.2前後(8.1~8.3)の津波地震が発生すると予測された。「津波地震」とは専門用語で、地震動は強くないが、大きな津波が発生する地震を言う。

3.11地震はマグニチュード(M)が9.0のわりには地震動が弱い。普通の地震とともに「日本海溝付近」の津波地震が同時に発生したためである。「日本海溝付近」で最大のズレ量が推定されている。大きなズレが海底を隆起させ、高く強い破壊力をもつ津波が発生した⁶。

長期評価の根拠は、過去400年間に発生した三つの津波地震、1611年慶長の地震、1677年11月延宝の地震、1896年明治三陸地震である。30年発生確率は、これらの地震の発生頻度によっており、津波マグニチュードは、明治三陸地震の値にもとづいている。1611年と1896年の津波については、津波の数値計算から日本海溝で発生したと推定されている⁷。1677年延宝の津波については、津波地震によることが明らかのため、日本海溝で発生したと推定した。

日本海溝で発生する津波地震は、太平洋プレートの沈み込みによって発生する。津波被害の記録から、1611年と1896年の津波は海溝の北部、1677年は南部で発生したものと推定される。海溝の北部、中部、南部には、地形など、大きな違いは見られない。よって、津波地震は、日本海溝のどこでも発生すると判断した。プレートの沈み

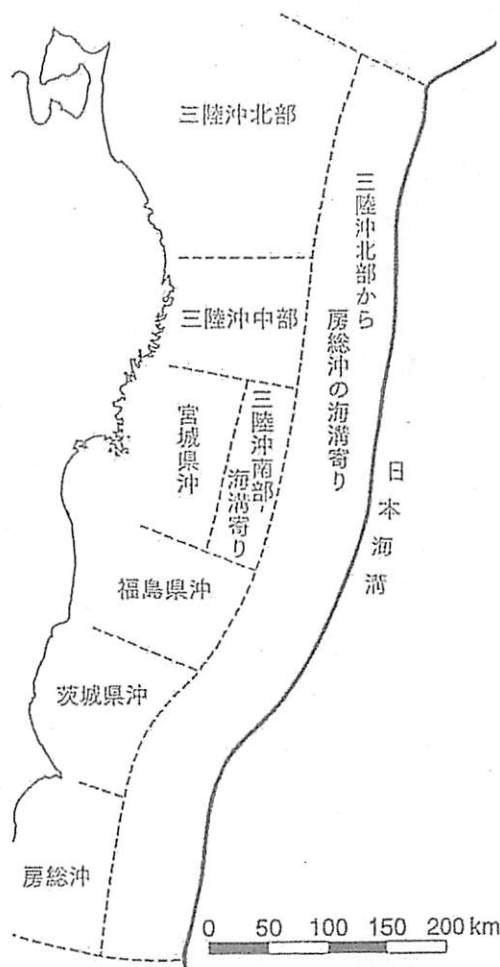


図1—長期予測の対象地域⁹

込みにより、北部と南部だけで津波地震が発生し、中部だけは起こらないとは考えにくい。また、そのような主張(もしあれば)を支持する証拠もない。たまたま、過去400年間に中部では発生しなかっただけであろう。プレートテクトニクスにもとづけば当然の結論である。

長期評価は一般防災に用いられることを目的とし、最も起こりやすい地震を評価してきた。実際の地震発生は複雑な現象であり、評価した地震より甚大な被害をもたらす地震も可能性としては考えられる。よって、原子力発電所などの重要構造物については、安全のためにより厳しい評価が望まれる。

原子力発電所の津波評価とその後

上記の長期評価とは独立に、土木学会によって

原子力発電所の設計のために、津波の評価が行われた。その成果は2002年2月に刊行され、現在、土木学会のホームページから入手することができる。土木学会原子力土木委員会津波評価部会⁹(以下、原子力津波部会)は、それぞれの海域で過去に発生した最も大きな(既往最大の)津波を想定することとした。これまで大きな津波が発生していない海域では、今後も大きな津波の発生を考えなくてよいという考え方である。

日本海溝で言えば、1611年、1677年、1896年の津波地震は考慮するものの、津波地震の発生が知られていない福島県沖や茨城県沖では、まったく考慮しなくてよいことになる。太平洋プレートの沈み込みにより、津波地震が発生しているにもかかわらず、福島県沖や茨城県沖は発生しないということがありえるだろうか。

2002年7月31日の地震調査委の長期評価公表に関連して、さまざまな動きがあった。まず、公表直前に委員会の審議を経ることなく、表紙に一段落(最後の段落で、これ以前の報告書には類似の段落はなかった)が加わった。「データとして用いる過去地震に関する資料が十分に無いこと等による限界」を考へて、「防災対策などの評価結果の利用にあたって」は注意するようにとの内容である。内容には問題がないものの、発表直前に電話で了解を求められたことに違和感を覚え、筆者はこの段落の挿入にあくまでも反対した。電話は喧嘩分かれに終わり、段落が加わった形で公表された。

この評価に関しては8月8日、大竹政和東北大学教授(地震学)から、1611年の地震は津波地震ではなく、正断層の地震(太平洋プレートが日本海溝付近で折れ曲がることによって生ずる)ではないか⁹、今回の評価はこれまでに比べて信頼度が低い、などの意見が、地震調査委の委員長宛に寄せられた。また8月8日の地震調査委で、三陸沖から房総沖にかけての長期評価が防災対策側との「フリクションの原因となっている」と阿部勝征委員長代理が述べた。

8月26日に地震本部の政策委員会が開催された。この委員会は施策の立案、予算の調整、観測

計画の策定などにあたり、公開で行われる。この席上、防災担当大臣(内閣府特命担当大臣防災担当)から文部科学大臣に申し入れがあったことが明らかになった。地震本部の事務局は文部科学省にあり、後に述べる中央防災会議の事務局は内閣府にある。内閣府の山本繁太郎委員は、「予測した結果のデータの精粗がそれぞれさまざまということについてきちんとした認識を持つべきだ」と述べ、「バランスのとれた意思決定のためにどこまで使えるのか」を示し、「それに沿ったような形で長期部会の検討結果も発表される」よう要請した。

これをふまえて翌9月11日の地震調査委などで討議され、長期評価の結果に信頼度を付すこととなった。その後、データ数などの客観的な数値にもとづく指標を作成する作業と、それにもとづく信頼度、A~Dまでの4段階(Dが最も信頼度が低い)の決定作業が行われた。2003年3月に公表された信頼度は、「日本海溝付近」の津波地震について、発生領域C、規模A、発生確率Cであった。

このように、長期評価公表前後にさまざまな動きがあったが、決定的な政策判断を下したのが、内閣総理大臣を会長とする中央防災会議である。中央防災会議は、2003年7月、日本海溝周辺の地震に関する専門調査会の設置を決めた。

中央防災会議

中央防災会議は、国の防災政策を決定する要である。課題ごとに専門調査会が設置されて、詳細な検討にあたる。筆者は、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門会議の委員となって審議に参加した。2003年10月の第1回会合では、地震調査委の長期評価に含めることができなかつた869年の貞観地震と津波をとりあげてほしいと述べたが、伊藤和明委員を除き、反応は冷たかつた。筆者は、地震調査委の長期評価がそのまま中央防災会議に取り入れられると考えていた。長期評価の不十分な点を、この専門調査会の審議で補おうと考えていたのだが、第2回の審議でまったく異なる現実に直面する。

2004年2月19日、全国都市会館で第2回会議が開催された。ここで、津波被害を想定する地震について議論が行われ、大勢が決まった。公表されている議事概要には、検討対象とする地震について、「本日の事務局の基本的な考え方についての大きな異論はないということになるが、本日の意見を踏まえ、対象とする地震を次回までに整理されたい。」と座長によりまとめられている。筆者の「異論」は、それはそうだがと言われ、議論されていくうちに整理されてしまった。

筆者は、長期評価と同様に、「日本海溝付近」のどこでも明治三陸地震級の津波地震が発生することを被害想定に含めるように主張した。しかし、福島、茨城での巨大津波は過去に経験がなく、防災対策をしていない地元に対し、具体的な対策をするようにとは、とうてい言えないとの強い反対意見があった。非専門家的大臣や内閣府スタッフにはわかりにくいかと思ひ、海溝での正断層の地震(1933年昭和三陸地震)を例に、次の地震は前と同じ場所ではなく、その隣のほうが起きやすいことを、最後に述べた。「たとえば1933年の三陸沖というのはプレートが曲がってポリッと折れたわけですから、その隣がまだ折れていなければいつか折れるという、そういうふうに考えるのが普通なので、ですから正断層は1933年のむしろ南を考えたほうがより将来の予防をする意味では意味があると思います。それは津波地震も同様です。」しかし、大勢に押し切られてしまった。専門調査会は、過去に起きた地震のみを考えることになったのである。それでは「後手、後手にまわる」と言ったことが7年後に現実となった。

地震調査委の、日本海溝のどこでも津波地震が起こるといふ考えは退けられ、原子力津波部会の、過去に起こった地震のみを対象とする考えが採用されることとなった。

2006年2月の中央防災会議で専門調査会の検討結果が報告され、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震対策大綱が決まり、防災対策が動き出した。日本海溝の津波の被害想定は、三陸沖北部の地震(M8.4)、宮城県沖の地震(M8.2)、明治三陸地震(M

8.6)について行われた。これらは、いずれも海溝北部の地震である。福島県沖以南には被害想定の対象地震はない。国の政策は、太平洋岸の堤防に如実に表れている。牡鹿半島の先端より北の海岸は津波堤防、南の海岸は高潮堤防で、南は津波に対する防備がなかった。

消防庁の発表によれば、3.11大震災の死者は1万5863人、行方不明者4414人にのぼる(2011年8月25日現在)。ほとんど津波が原因である。犠牲者の割合(死者および行方不明者/浸水範囲内人口)が最も高いのは大槌町の14.5%で、陸前高田市と女川町の13.0%が続く。これらの市町では、海岸における津波の高さ(浸水高)が、中央防災会議の想定高のおよそ2~5倍である¹⁰。犠牲者の割合が高い地域は、想定をはるかに超えた津波が襲った地域であった。津波の高さが想定の2倍を超えた陸前高田市以南の海岸では、犠牲者全体の78%の方が避難された。

* *

東北地方太平洋岸の北部にのみ高い津波を想定するという、国の行政判断が、巨大津波の多大な犠牲者と原発事故とをもたらした。地震本部地震調査委員会の考え方を捨て、土木学会原子力土木委員会津波評価部会の考え方を、中央防災会議が採用したためである。

地震調査委の長期評価を用いた2008年の「試算」で、福島第一原子力発電所で10mを超える津波となることを知りながら、東京電力は何の対策も行わなかったと伝えられた^{2,4}。しかし2006年の国際会議で、東京電力の技術者らは、福島第一原発に対する確率津波評価について、地震調査委の長期評価のケースを含めて発表している¹¹。地震調査委の長期評価を採用すれば、福島第一原発で10mを超える津波となることは、かなり以前から知られていたに違いない。

現在、中央防災会議には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が設置されている。「今般の災害は、地震の規模、津波の高さ・強さ、浸水範囲の広さ、広域にわたる地盤沈下の発生、人的・物的被害の大きさなど、

いずれにおいても中央防災会議のもとに設置された専門調査会が想定した災害のレベルと大きくかけ離れたものであった。従前の想定に基づいた各種防災計画とその実践により防災対策が進められてきた一方で、このことが、一部地域において被害を大きくさせた可能性もある。」¹²と中間とりまとめで反省している。

一方、地震調査委の日本海溝における津波地震の長期評価は、震災軽減という本来の目的にてらして、妥当なものであった。

文献および注

- 1—後に述べる「日本海溝付近」の津波地震で、地震調査研究推進本部地震調査委員会の長期予測による。
- 2—読売新聞 2011年8月24日朝刊。数字は日本経済新聞8月25日朝刊による。
- 3—地震調査委員会：三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について、63 pp.(2002) http://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/sanriku_boso.pdf
- 4—東京新聞 2011年8月25日朝刊。毎日新聞8月25日朝刊。
- 5—島崎邦彦：科学，81，397(2011)

- 6—佐竹健治・他：科学，81，407(2011)
 - 7—相田勇：東京大学地震研究所叢報，52，71(1977)；Y. Tanioka & K. Satake：Geophys. Res. Lett.，23，1549(1996)
 - 8—原子力土木委員会津波評価部会：原子力発電所の津波評価技術，土木学会(2002) <http://committees.jsce.or.jp/ceolnp/system/files/TA-MENU-J-00.pdf>，[TA-MENU-J-01.pdf](http://committees.jsce.or.jp/ceolnp/system/files/TA-MENU-J-01.pdf)，[TA-MENU-J-02.pdf](http://committees.jsce.or.jp/ceolnp/system/files/TA-MENU-J-02.pdf)，[TA-MENU-J-03.pdf](http://committees.jsce.or.jp/ceolnp/system/files/TA-MENU-J-03.pdf)
 - 9—地震調査委は、歴史資料「伊達治家記録」「言緒脚記」「富古由来記」の記述を示して1611年の地震が津波地震である旨、回答。
 - 10—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：第一回会合資料3-2 および第二回会合参考資料1にもとづく。
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/1/3-2.pdf>
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/2/sub1.pdf>
 - 11—asahi.com (2011年4月24日8時5分) <http://www.asahi.com/national/update/0423/OSK201104230072.html>；T. Sakai et al.：Proc. Int. Conf. Nuclear Eng.，July 17-20，Miami(2006)
 - 12—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：今後の津波防災対策の基本的考え方について(中間とりまとめ) <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/4/tyuukan.pdf>
- 注記：中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の議事録は2011年9月14日に公開された。
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaikou/index.html>

2011年大震災

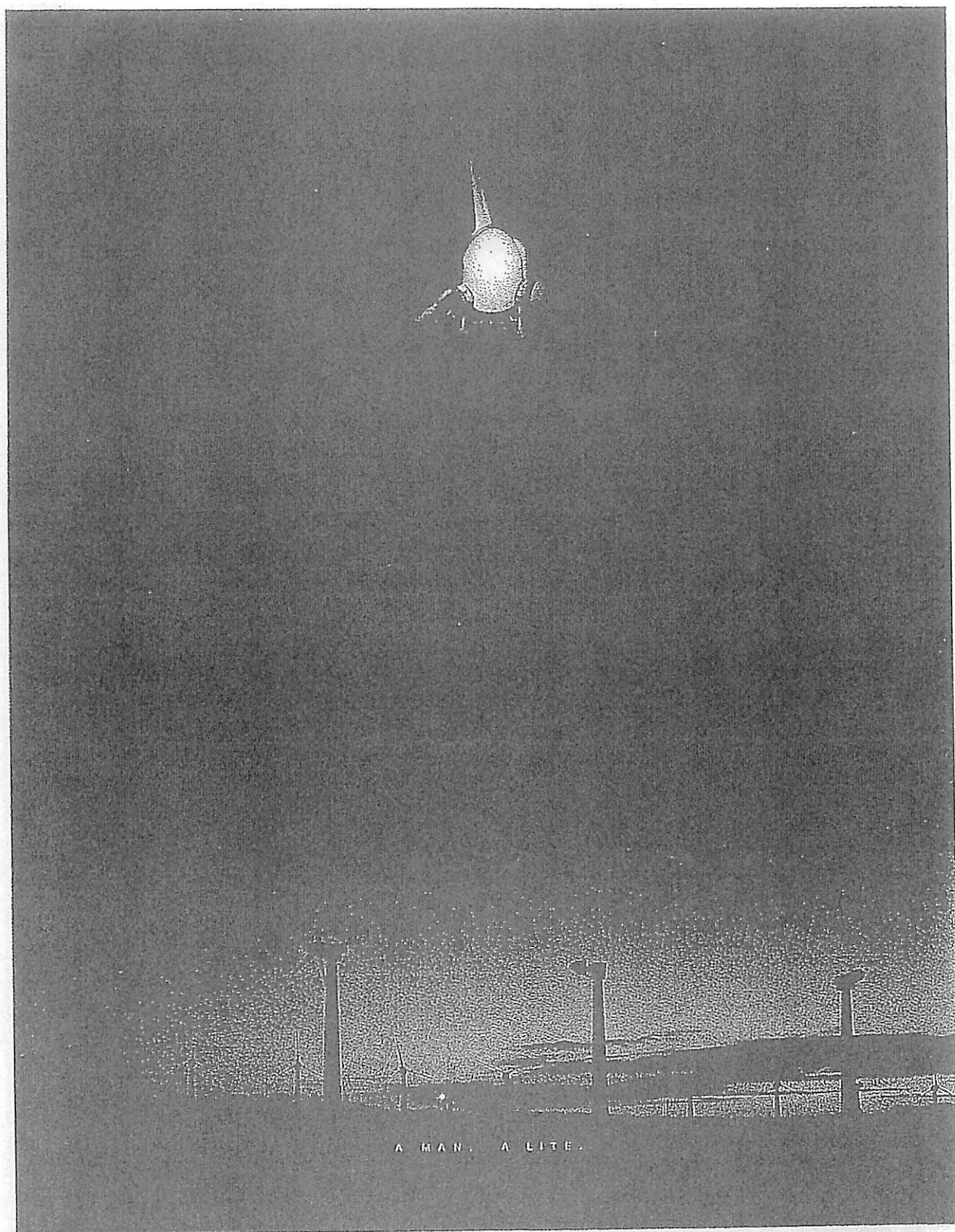
東日本大震災の津波被害から 「最大級への対応」を考える

高橋重雄

たかはし しげお
独立行政法人 港湾空港技術研究所

2011年3月11日14時46分、太平洋三陸沖を震源としたM9.0の海溝型巨大地震が発生し、東日本を中心に甚大な地震と津波の被害をもたらした。死者・行方不明者が全国で2万人以上となっており、本当に悲惨で残念な結果である。今回の津波は非常に大きなものであり、かつ想定していた津波を大きく超えるものであったため、甚大な被害、とりわけ甚大な人的な被害が発生した。多くの場所で、津波防災施設を越えて津波が来襲しており、さらに津波防災施設が破壊したことによって被害は拡大している。

本報告は、今回の津波がどの程度想定を超えるものであったのか、それによってどのような被害が発生したのかをこれまでの調査結果にもとづいて簡単に報告するとともに、今回のような災害を二度と起こさないために、今回の津波災害から学ぶべき点について議論する。特に、2005年のハリケーン・カトリーナの高潮災害も参考にして、今回のような最大級の津波への対策について検討する。



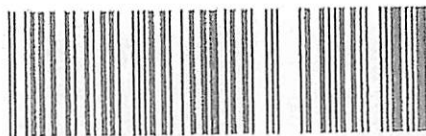
A MAN. A LITE.

MAGLITE® LED NEW XL100

画期的な光量調節メカニズム、新たな5つの発光モード。○調光自在「ノーマルモード」○点滅照射「ストロボモード」○減光、探灯「ナイトライトモード」○遠動発光「シグナルモード」○モータース発光「SOSモード」
 Made in the U.S.A. The distinctive shape, style and overall appearance of all Maglite flashlights, and the circumferential inscriptions extending around the heads of all Maglite flashlights, are trademarks of Mag Instrument, Inc. The circumferential inscription on the head of every flashlight signifies that it is an original Maglite flashlight and part of the Maglite family of flashlights. ©2010 MAG INSTRUMENT, INC., 2031 South Helman Avenue P.O. Box 50000 Ontario, California 91761 U.S.A. Tel: 916-991-1009, www.maglite.com
 株式会社マギインストルメント

発行者 吉田宇一 編集者 田中太郎
 発行所 〒101-8092 東京都千代田区一ツ橋 2-5-5 岩波書店
 電話 〔案内〕03-5210-4000 〔販売部〕03-5210-4111 〔編集部〕03-5210-4435
 ©岩波書店 2011 振替 00160-0-26240
 印刷所 三秀舎 Printed in Japan 定価 1400円 (本体 1333円+税 5%)

雑誌コード 02317-10



4910023171013
01333