

【取扱い厳重注意】

平成23年9月5日

聴取結果書

東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会事務局
局員 松本 朗

平成23年8月31日、東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証のため、関係者から聴取した結果は、下記のとおりである。

記

第1 被聴取者、聴取日時、聴取場所、聴取者等

1 被聴取者

経済産業省原子力安全・保安院 原子力発電安全審査課耐震安全審査室
安全審査官 名倉 繁樹

2 聴取日時

平成23年8月31日午前10時01分から同日午後0時59分まで
(休憩なし。)

平成23年8月31日午後1時52分から午後8時21分

(休憩あり。午後3時45分から午後4時及び午後6時から午後6時10分)

3 聴取場所

大手町合同庁舎3号館9階第一聴聞室 (午前10時01分から午後0時59分)

大手町合同庁舎3号館9階第四聴聞室 (午後1時52分から午後8時21分)

4 聴取者

参事官補佐 松本 朗

参事官補佐 下岡 豊

主 査 松林 聡

5 ICレコーダーによる録音の有無等

あり

なし

第2 聴取内容

原子力・安全保安院による東電の想定津波波高の算出結果等の対応について
別紙のとおり

第3 特記事項

【取扱い嚴重注意】

なし

以上

【取扱い嚴重注意】

別紙

【耐震バックチェックの中間報告について】

保安院は、平成18年9月20日、事業者に対し、耐震バックチェックを行うよう指示した。その後、平成19年7月16日に新潟県中越沖地震が起きたことを受け、経済産業大臣が、平成19年7月20日、「平成19年新潟県中越沖地震を踏まえた対応について」と題する指示の中で、耐震安全性の早期確認を事業者に指示した。これを受けて、事業者から、平成20年3月、耐震バックチェックの中間報告書が一斉に提出された。これらの中間報告では、各サイトの代表炉についてしか報告されていないが、これは、先に述べた大臣指示を踏まえて、自治体に早く安心してもらうため、中間報告書の早期一斉提出を優先し、代表炉に関する報告でよいという取扱いになったことに起因する。ただし、保安院から「代表炉だけでよい。」旨の指示をしたことはなく、かかる取扱いは事実上のものであった。

【平成21年6月及び7月に開催された第32回及び第33回の「原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会 地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ」について】

平成21年6月及び7月に開催された第32回及び第33回の「原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会 地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ（以下「合同WG」という。）」における福島第一原子力発電所5号機（以下「1F-5」という。他の号機も同様。）の耐震バックチェック中間報告の評価審議で、岡村先生は、貞観地震を考慮すべきではないかと指摘し、7月の第33回合同WGでは、連動地震について言及していた。ただ、その言及振りは、すぐに何か対応すべきといったニュアンスではなく、「将来的に答えられるようにした方が良い。」といった、少し長いスパンの話だったように記憶している。

これを受けて私は、第33回合同WGの翌日である平成21年7月14日、岡村先生に対し、福島原発の耐震安全性に係る中間報告に対する評価書原稿の中に、「貞観地震に係る調査研究の成果に応じた適切な対応を取るべき。」との表現を加筆した修正案をメールで送り、岡村先生の了解を得た。

保安院は、その後、1F-5及び2F-4の各耐震安全性に係る中間報告に対する評価を、平成21年7月21日に公表した。

【保安院が平成21年8月28日及び同年9月7日に実施した東京電力株式会社のヒアリングについて】

先ほど述べたとおり、保安院は、平成21年7月21日、1F-5の耐震安全性に係る中間報告に対する評価を公表し、その中で、「現在、研究機関等により869年貞観の地震に係る津波堆積物や津波の波源等に関する調査研究が行われていることを踏まえ、当院は、今後、事業者が津波評価及び地震動評価の観点から、適宜、当該調査研究の成果に応じた適切な対応を取るべきと考える。」と指摘した。

そこで私は、平成21年8月上旬頃、東京電力株式会社（以下「東電」という。）の■■■■か■■■■に対し、貞観地震津波に関する東電の検討状況について尋ねた。今、聴取

【取扱い厳重注意】

者より、東電側の資料に8月5日に自分が問い合わせた旨の記載があると教えられたが、その日に自分が連絡をした可能性は十分あり得る。自分の問い合わせに対し、東電は、「少し時間が欲しい。」と回答したように記憶している。

その後、平成21年8月28日と同年9月7日の2回にわたり、保安院で、東電の[]、[]及び[]から、東電における津波対策の検討状況を聞いた。

その際、東電から受け取った資料については、[]

[] 2つの資料がまとめてクリップ止めされた状態で、自分の机の左端下方に積んであるのを発見した。

その資料を本日持参したので説明・提出する（資料1）。

資料の内訳は

- ①福島第一・第二原子力発電所の津波評価（A3横2枚及び別添資料1枚）
- ②石巻・川内（ママ）平野における869年貞観津波の数値シミュレーション（波源域のみ示されたA4縦1枚の資料）
- ③2008年の佐竹等論文
- ④電力共通研究及び津波評価部会審議事項について（A4縦1枚及びA3横1枚）
- ⑤堆積物調査位置図（A3縦1枚）及びパーカッション式採土器の概要（A4縦1枚）
- ⑥福島地点の津波評価に関する専門家への相談結果（A3縦1枚）

である。

これらのうち①から⑤までの資料は2部ある。2部ある資料は、8月に東電から説明を受けたときに1部を受領し、9月に東電から説明を受けたときに、再度同じものを1部受領した可能性があるも、はっきり覚えていない。

これらの資料につき、平成21年8月28日に受領したものと、同年9月7日に受領したものとを区別することは困難である。したがって、資料提出の際、「2009/8/28」とか「2009/9/7」と資料に記載したものの、実際には、それが本当にその日に受領した資料かどうかは分からない。ただ、自分が誤字を赤字で修正した箇所があるものは、8月に受領したものである可能性がある。

⑥の資料を8月に受領したか、9月に受領したか覚えていない。

平成21年8月28日に東電から説明を受けた際、東電からは[]、[]及び[]が出席し、保安院からは自分だけが出席した。東電は、佐竹論文の中で、「断層の南北方向の広がりを知るためには、福島県の調査結果が必要である。」と記載されていたことから、福島県内で津波堆積物の調査を実施するが、堆積物が出てくるかどうか分からないと言っていた。この話を聞いて私は、「津波堆積物の調査をやっても出てこないこともある。津波堆積物が出てこなかったから津波がなかった、そこまで津波が及んでいなかったとすることは難しい。」などと話し、佐竹のモデル8又は10で波高を試算するように話した。そして、試計算の結果が出たら教えてほしいと頼み、その説明を次に受けるときは小林室長も話を聞くと伝えた。

私が8月に東電から説明を受けた内容につき、上司に報告してはいない。

【取扱い厳重注意】

その後、東電の[]から、貞観津波の試算結果について説明に来ると連絡があり、平成21年9月7日、保安院で、東電から説明を受けた。東電からは、[]及び[]と面識のないもう1人が出席し、保安院からは私が出席したが、小林室長も出席したかどうかよく覚えていない。東電の[]は出席していなかったように思う。説明を受けた時間は、8月のときよりも短く、長くても1時間くらいであったと記憶している。

私自身は、9月7日、東電から、少なくとも、福島地点における貞観津波のシミュレーション結果である波高の数値について説明を受けたことを記憶している。その説明を受けた際、先ほど述べた資料のほかに、コンター図と波高数値が記載された表が掲載されたA3横組2枚から成る資料を見せられたことを覚えている。その資料については、平成23年3月7日に東電から津波対策の状況について説明を受けた後、その資料のことを思い出して探してみたが見つけられなかった[]

[]その資料が残っていない理由は、東電が回収したからではなく、自分が東電から受領した資料を紛失したからかもしれず、今では、東電からその資料を受け取った可能性も十分にあり得ると思っている[]

東電は、波高について、最初、「6 m を超えるが、10 m 敷地高は超えない。」と切り出しながら説明を始め、資料を使いながら具体的な波高の説明をした。モデル10で8 m 台のオーダーだと説明されたので、ポンプはだめだと思ったことを記憶している。説明を受けた際、コンター図をよく見ていたのを覚えている。なぜなら、最大波高を記載しているコンター図を見ることにより、津波が、どの方向から入ってきたかや、どこまで遡上しているかについて分かることがあるからである。

このような説明を受けて、私は、東電に対し、「こういった結果が出るのであれば、具体的な対応を検討した方がよい。」旨を話したことを覚えている。「対策」という言葉も含めたように記憶している。

また、「バックチェックも早く出した方がよいのではないか。」と言ったところ、東電が、「バックチェックは平成14年の土木学会の評価手法でやる。」と言ったので、腹が立った記憶がある。私は、これを聞いて、「基本は、平成14年土木学会の評価手法で出すということではよいが、貞観地震のことがこれだけ指摘されているのに、それを全く含めないのはおかしいので、貞観地震についても最終報告に入れてほしい。貞観地震に係る知見に対して大丈夫と説明できるようにして下さい。」と言ったが、東電は「津波堆積物調査を行って、土木学会の検討を待ちます。」という回答であった。私は、それでは少し遅いなと感じたが、特に何も言わなかった。

私は、今後の対応としては、東電にバックチェック最終報告を出してもらい、その審議の中で何をどこまでやらなければならないのかという事を、専門家の意見を踏まえて詰めていけばよいと思っていた。

また、具体的な対策として「2Fのように、重要施設を建屋内に入れたらどうか。」といった話をしたように記憶している。その際、「水密」という言葉も使ったように記憶している。これに対し、東電は、「土木学会の結果を踏まえないことには、会社として判断できないと思う。」と話していたと思う。私がこのような話をしたとき、面識の

【取扱い嚴重注意】

ない東電の出席者が「炉を止めることができるんですか。」と私に言ったので、なんでこんなことを言われなければならないのかと思った記憶がある。

重要施設を建屋内に入れるだとか、水密化をするといった提案をしたことはあったが、そのような対策を「予算を取ってでもやりなさい。」とまでは言っていない。結局、東電に対し、津波対策の検討を促す旨の話はしたが、具体的な対策を講じるよう求めたことはなかった

なお、バックチェック最終報告を提出する時は、その中で指摘された問題については対応済みであることが前提となるので、そういった意味では、明文の規定があるわけではないが、報告書提出時に対策工を講じておくのは暗黙のルールと言えるかもしれない。

平成21年9月7日時点での原子力発電安全審査課長は野口哲男であり、審議官（原子力安全基盤担当）は森山善範であった。私は、同日に東電から説明を受けた内容を森山審議官とシェアしていないが、小林室長には、同日夜に報告したように思う。

小林室長には、そのとき、福島原発における貞観津波の波高の試算結果が6 mを超えることを話したと記憶している。その際、東電から受領した資料を小林室長に見せた可能性があるが、はっきりと覚えていない。私の報告に対し、小林室長は、「そうか。バックチェックでちゃんとやらせないといけないな。」と語っていたように記憶している。

小林室長が、その内容を、さらに上の幹部に報告していたかどうかは知らない。自分は、小林室長以外には報告していない。

保安院では、担当者ベースの事業者とのやり取りをいちいち上司に報告したり相談することはほとんどなかったため、小林室長に対し、さらに上層部に話を上げるよう促したりしなかった。

この頃の自分は、中越沖地震に伴う刈羽柏崎原発の対応や、平成21年8月11日に起きた駿河湾地震に伴う浜岡原発の対応に追われており、正直なところ、津波の問題よりもこれらの問題への対応で頭が一杯だった。

【平成22年3月頃の1F-3を巡る状況】

1 保安院提出に係る平成22年3月のメールについて（資料2、3参照）

資料2によれば、森山審議官（当時）が、平成22年3月19日午後1時55分、「1F3津波」と題するメールを送信したことが分かる。その内容は、森山審議官が原子力発電安全審査課の内藤班長に対し、1F3における津波の水位について尋ねるものであった。これに対し、内藤班長は、同日、小林室長らが出張で留守にしているため改めて私に確認すると返信している。

その後、小林室長が、同月23日、私に対し、別件で森山審議官との打合せがあったため、先ほどの津波水位の件につき、かいつまんで知らせておいたことを知らせる

【取扱い厳重注意】

メールを送信している。そのメールには、小林室長は、森山審議官に対し、「貞観の地震による津波は、簡単な計算でも敷地高は超える結果になっている。防潮堤を作るなどの対策が必要になると思う。」などと報告した旨記載されていた。ただ、メールに記載されている「シミュレーション解析結果」が何を意味するのか自分には分からない。

次に、資料3によれば、翌日の平成22年3月24日、森山審議官が、小林室長、野口課長（当時）、内藤班長、大浅田審査官及び自分に対し、「1F3バックチェック（貞観の地震）」と題するメールを送っていたことが分かる。

私は、このメールが送信される前の平成22年3月頃、森山審議官から、電話で「福島の関係で、貞観の地震についての状況を教えてくれ。」と言われ、私1人が審議官室に入り、森山審議官に対し、福島地点における貞観地震の説明をした。その際、先ほど述べた、平成21年8月及び同年9月に東電から受領した資料を、森山審議官に見せた可能性があるが、よく覚えていない。

森山審議官は、平成21年7月まで、私の所属する原子力発電安全審査課の課長だったことから、同年6月及び7月ころに貞観地震を巡って合同WGの委員などとやりとりしたメールを機械的にccしていた。森山審議官は、平成21年8月から審議官に就任したが、その異動後も引き続き、私は、8月11日に駿河湾の地震に伴う浜岡原発に関する対応や、平成22年3月に予定されていた伊方原発3号機のプルサーマル運転再開の件で、森山審議官からよく呼ばれて話す機会があった。その間、森山審議官から、福島原発の津波に関する話をされたことはなかったもので、先ほど述べたように、平成22年3月、森山審議官から福島原発の津波対策の現状について説明を求められたときには、珍しいと感じた。

私が森山審議官から審議官室に呼ばれた時、「1F-3の中間報告書の評価をやりたくないよな。そんな余裕はないよな。」などと言われたことがあった。

私がこのメールを読んだとき、メールの中で、森山審議官が保安院長らに伝えたとして記載されている12の事項のうち、最後の3つの事項（「・1F3について、仮に」、「・津波の問題に議論」、「・東電は、役員クラス」からそれぞれ始まる事項）を除き、すべて、自分が森山審議官に説明した内容だと分かった。

私は、このメールを読んだとき、当時、福島県知事から1F-3のプルサーマルの3要件（①耐震安全性、②プルサーマルの燃料の健全性、③高経年化対策）が提示されて間もない頃だったことから、1F-3の耐震安全性を評価するとなれば、福島担当の自分が評価をしなければならないことはすぐに分かった。正直なところ、他の仕事がたくさんあったので、1F-3の評価作業をやりたくなかった。小林室長とも、「やりたくないな。」という話をしていた。

当時、1F-3については、資源エネルギー庁（以下「資エ庁」という。）が中心になってプルサーマルの話を進めていたので、「資エ庁（推進側）に言われて、何で保安院（安全規制側）がしばられてやるんだ、本末転倒だ。」という話が誰からともなく出ており、自分もそのように感じていた。

1F-3のバックチェック中間報告に対する評価について、私は、

今回の地震以降、森

【取扱い嚴重注意】

山審議官か小林室長から、「寺坂院長が、新聞報道で貞観地震の記事が出た時、『貞観の地震とは、1 F - 3の時に話した地震の事だろう。』と言っていた。」と聞いた記憶がある。

先ほどのメールが送信された後、小林室長が、私に「1 F - 3 (のバックチェック中間報告に対する評価) をやる事になった場合、今の仕事の配分からして、大丈夫か。」と聞いてきたので、私は「今の状況で1 F - 3をやると、私が行っている他のプロジェクトに影響するのでやりたくないです。ただ、やれと言われればやります。その場合は、審議に1か月から1か月半位、準備に1か月半位掛かり、合計3か月掛かる。平成22年4月下旬に評価作業を始めないと間に合わないので、なるべく早く言って下さい。」と答えた。具体的には、平成22年4月に着手する予定のJEAC - 4601の技術評価が同年7月、8月まで遅れること、同年4月か5月位に最終報告が提出される志賀1号機のバックチェック審議の検討が遅れることなどを指摘した。

私自身が1 F - 3のバックチェック中間報告に対する評価作業を始めたのは、平成22年5月の連休明けである。早く東電とやりとりを始めたかったのだが、小林室長から、「福島県知事の要請ではなく、大臣から保安院に指示があって初めて、東電に対する評価をできるようになるのだから、まだ、東電とアポを取るな。」と言われたため、結局作業開始が遅れてしまった。

私は、その後粛々と1 F - 3のバックチェック中間報告に対する評価作業を進めたが、森山審議官と貞観地震に関するやりとりをしたのは、平成22年3月頃に説明をした1回だけで、その後、福島原発における津波評価・対策の話は誰からも聞かなかったし、自分も他の仕事で忙しかったので誰かとその話をすることもなく、話題に上がることはなかった。

なお、平成22年3月頃、原子力発電安全審査課長を務めていたのは、資エ庁出身のプルサーマル推進派であった野口哲男であり、当時、資エ庁から人がよく訪ねてきていた。また、大浅田薫調整補佐(現六ヶ所原子力保安検査官事務所長)は、資エ庁でMOX燃料案件等を担当していた方で、やはり、野口課長同様、資エ庁の方々と色々やり取りしていた。

1 F - 3のバックチェック中間報告に対する評価に関し、小林室長と野口課長が津波の話をしたかどうか知らない。

【朝会】

平成22年3月頃、東電の部長クラスと森山審議官を含む保安院の審議官クラスが、平成19年7月16日の中越沖地震以降、保安院が柏崎関係に関する東電の状況(報告書の提出、設備点検の予定)を把握することを目的として、毎週朝にミーティングを開いて情報交換するようになった。

森山審議官は、会が終わると、時々東電の役員クラスを部屋に呼び出して怒鳴りつけたりしていた。

【平成22年4月10日に開催された「国際津波シンポジウム」】

【取扱い嚴重注意】

東電の■■■■から、平成22年4月10日に東北大学で開催される国際津波シンポジウムに参加することは、事前に連絡を受けて知っていたので、同月12日、■■■■から、メールでシンポの内容について報告を受けた。

その報告で、私は、福島県の「小高」地区から津波堆積物が確認されたことを知った。福島県内で津波堆積物が見つかったことを知り、福島地点における津波について少し見方が変わったが、波高が高いなどの情報に接しなかったため、すぐに何か対策を講じなければならぬとまでは思わなかった。

【東電が、平成22年4月13日に提出した1F-3の耐震バックチェック中間報告書の改訂版】

このように改訂版が提出されるに至ったのは、東電から、建物のモデルを作るに当たり、諸元（断面の大きさ）の積算を誤っていた旨の報告があったからである。1F-5及び2F-4に誤りはなかったが、それ以外の炉については誤りがあった。この誤りを訂正するために、改訂版が出された。

【「直嶋大臣レク概要」と題する書面（資料4）について】

資料4のペーパーは初めて見た。これによれば、平成22年4月28日午後4時10分から同日午後4時25分まで、資エ庁長官が、直嶋大臣に対し、1F-3プルサーマルの実施ともんじゅについてレクを行ったようだが、私は全く関与していないので分からない。

ただ、横尾電ガ部長の発言として記載されている「保安院は、中間評価作業に3ヶ月程度要すると言っている。」という発言内容は、先ほど述べた、私が小林室長に説明した内容に基づいていると推測される。

1F-3の燃料装荷作業は平成22年8月に予定されており、平成22年7月下旬には、保安院から専門家に対して説明を行う「1F・2F安全確保技術連絡会」の開催が予定されていたので、私は、その7月下旬までに評価を終わらせる必要があった。

【平成22年5月の東電による津波堆積物調査の結果の報告】

東電の■■■■から、津波堆積物の調査結果が出たという連絡を受けたので、平成22年5月20日、保安院で、東電の■■■■らから報告を受けた。保安院からは、杉原安全審査官、松江市から研修生として来ていた玉木研修員と私の3名が出席した。

東電は、2010年の行谷、佐竹らの論文の予稿と、A3横組15ページから成る資料を使いながら、堆積物調査結果の説明をした。（資料5参照）

この資料の14ページに記載されているとおり、福島原発の北方にある松川浦南方と浦尻で貞観津波堆積物が発見されたとのことであった。東電は、「1Fより10km北方で堆積物が見つかったが、南の方では見つからない。したがって、発電所には津波が来ていないのではないか。この調査においては、1F・2Fのサイトに貞観津波が来たということは、はっきり言えない。」旨の説明をした。この説明を受けて、私は、東電が、堆積物が出ないポイントを選定したのではないかという疑いを持った。

【取扱い嚴重注意】

そこで私は、東電に「津波堆積物が出てこないということで、津波の被害を議論できるものではない。対応をやった方が良い。」「どのモデルを使うというよりは、貞観の地震に対しての具体的な対応・対策を取るべきだ。」と言った。

小林室長に、東電とのこのようなやりとりを報告したかどうか覚えていないが、何かの機会に、津波堆積物が南の方で出なかったことは伝えたように記憶しており、その際の小林室長の反応は、「見つからなかったか。」といった程度で、大きなリアクションはなかったように記憶している。

【平成23年2月の文部科学省との意見交換】

地震調査研究推進本部（以下「推本」という。）から、平成22年11月25日、「活断層の長期評価手法（暫定版）」が公表された。これを受けて、小林室長が、文部科学省（以下「文科省」という。）地震・防災研究課に連絡をとり、平成23年2月22日、文科省で、活断層の長期評価手法に関する意見交換が開催された。

保安院の原子力発電安全審査課からは、山田課長、小林耐震安全審査室長、私などが出席し、文科省からは、鈴木地震・防災研究課長、長谷川企画官、北川管理官などが出席した。

この意見交換会の際、主たる話題である活断層評価の話のついでに、推本の「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価」の改訂に関する話が出たので、びっくりした。鈴木地震・防災研究課長は「869年の貞観地震についても、最近の知見を加えて平成23年4月に評価結果を出す。福島とか女川に影響があるのではないか。平成23年3月末の人事異動の状況等を見て、長期評価の改訂前に、また意見交換をしましょう。」という話をされた。これを聞いて、私は、貞観地震について、推本が現状の知見を分析し、貞観地震のようなものが何百年、何千年に一回起こっていたと評価書に書くことにより、知見の信頼度が今までより上がるだろうと思った。そして、平成23年4月に推本の長期評価の改訂が出ると、福島のバックチェック最終報告に少なからぬ影響が出るだろうと思った。

そう思った私は、意見交換会終了後、昼食の前に、この件について、東電の■■■■に連絡を取り、その日の夕刻、東電の■■■■らと会って話をした。その際、小林室長が、東電に対し、推本の長期評価が改訂されるようだが、これまで東電はどんな取り組みをしているのか、今の状況について説明してほしいと言った。これに対し、東電の■■■■が、長期評価の改訂に関し、東電も文科省と近々に情報交換をするとのことだったので、3月7日に、東電から、その情報交換会の内容報告とともに、津波対策の状況について説明を受けることとなった。

【平成23年3月7日の保安院による東電のヒアリング】

このヒアリングには、東電から■■■■らが出席し、保安院からは小林室長、渡邊課長補佐、杉原審査官、玉木研修員が出席した。

東電は、このヒアリングで、まず、平成23年3月3日、文科省で行われた、推本の長期評価を巡る東電ら事業者と文科省との情報交換会の状況について、資料（資料

【取扱い嚴重注意】

6 参照) を使いながら説明した。

文科省からは、推本の長期評価の改訂について、「869年貞観地震の津波堆積物調査により、地震の規模はM8.3程度と推定される。貞観地震の記載を追加しているが、サイクルは確定していない。」といった説明を受けたというものであった。

さらに、東電は、福島地点の津波評価について

①「福島第一・第二原子力発電所の津波評価について」と題するA4縦組の資料1枚

②「地震本部の見解に対応した断層モデル・869年貞観津波の断層モデルに対する津波評価について」と題するA3横組の資料1枚

③「貞観津波に関する調査結果(概要)」と題するA3縦組の資料1枚

から成る資料を使いながら説明を行った(資料7参照)。

私は、②の資料を見て、推本の見解に対応した断層モデルに基づく計算の結果、1F-5及び6の津波水位が10.2mとなっており、敷地レベルを超えていたので、驚いた。869年貞観津波の断層モデルに基づく計算の結果でも、平成21年9月に東電から見せられた資料では、津波水位が8m台のオーダーであったと思っていたが、②の資料には9mという津波水位が記載されており、平成21年9月に見せられた資料に記載されていた数字との違いが気になった。

いつまでに津波対策工事を行うのか東電に尋ねたところ、東電は「平成24年10月を目標に検討する。」と答えた。

これに対し、私は、「平成24年10月以降に津波対策工事を実施するのは遅いのではないか。平成24年10月に津波評価技術が改訂されるのであれば、その時点である程度対応が行われていないと遅い。」と東電に言った。

これに対し、東電は、「津波対策については、より具体的な検討を社内の対策プロジェクトチームでやり始めている。今後、本格的な検討を始める。」と言っていた。

私が「バックチェックの最終報告書の提出時期はいつ頃か。」と聞いた際、東電の■は「全体であれば平成25年以降。単一のユニットで早いものであれば平成24年10月くらい。」との回答した。私が「平成24年10月に、土木学会によるフェーズIVの成果物が出た後でバックチェック最終報告書が出されれば、世間的に見たらアウトになってしまう。津波対策も行い、なるべく早期にバックチェック最終報告書を提出してほしい。津波対策をなるべく早く検討、具体化して、できることから対策をやってほしい。提出できるところから最終報告書を提出してほしい。」と言った。

小林室長からも東電に対し、同じような趣旨の話をしたように思う。その時の小林室長の語気は決して荒くなく、「早く対策をしなければならぬね。」といった感じだったと思う。

なお、東電が、土木学会の評価手法が改訂される(平成24年秋頃)前に、改定前の土木学会手法を前提とした最終報告書を提出したとしても、保安院に設けられた学者の委員で構成されるワーキンググループで報告書が審議される際、委員から様々な意見が出されて、結局、東電が報告書の修正を余儀なくされることになる可能性が高いということは、私だけでなく、東電も十分分かっていたはず。

【取扱い嚴重注意】

また、小林室長から、東電に対し、「平成23年4月に公表される推本の長期評価の内容次第では、今後指示を出すこともあり得る。」旨の話や、「女川のバックチェック最終報告の審議で、貞観津波の話が福島に飛び火した場合、状況次第では、口頭で指示を出すこともあり得る。」旨の話をしたかもしれない。

平成23年3月7日に実施した東電のヒアリング結果につき、自分からは、小林室長以外の上司に報告等したことはない。なぜなら、その判断は小林室長が適切に行うと思っていたから。自分自身は、小林室長が、ヒアリング結果につき、課長や審議官に報告したり相談したという話は聞いていない。

【保安院が平成23年3月7日に東電のヒアリングを実施した以降の状況、業務スタンス】

私は、正直なところ、地震が起きた3月11日の時点において、福島地点における津波の問題を、いつ起こってもおかしくない切迫した問題としてはとらえていなかった。これは自分のみならず、多くの人がそうだったと思う。

私は、地震や津波の問題を切迫した問題と感じてはいなかった。保安院として積極的なアクションを起こすかどうかは、保安院に説明性が求められる事態に至るかどうかで決まるところがあった。つまり、その時々の研究の成果等で地震や津波に関する新しい知見が出た場合、保安院が、地元住民や世間から、新しい知見を踏まえた原発の安全性確保について説明するよう求められる事態となるかどうかといった点に関心事であった。そういった観点から、新知見に関する情報を収集し、それへの対応の要否や対応振りについて考えるという仕事の仕方をしていた。

他方で、推本という国の機関が、平成23年4月に長期評価の改訂を公表したり、女川のバックチェック審議の中で目に見える形で貞観地震・津波の問題が取り上げられる事態に至れば、先ほど述べたように、保安院としても、長期評価の改訂等を踏まえた原発の安全性確保に関する説明を求められることになるので、必要があれば、上層部の決裁を経た上で、保安院として、事業者に対し、何らかの指導をするという展開は十分にあり得たと思う。

【森山対策監による平成23年8月24日の記者会見】（資料8参照）

平成23年8月24日に行われた森山対策監による記者会見に備えた想定問答は、同日朝、小林室長の指示で、木下智之審査官か御田俊一郎上席安全審査官が作成したと思う。木下審査官には、この想定問答の途中段階のものをを見せてもらった。

【問】森山対策監は「2009年9月頃、東電から津波6 m 超えると口頭で説明を聞いた。」と話しているが、今日のヒアリングを踏まえると、「東電から約8 mの

【取扱い厳重注意】

水位となる旨、資料を用いて説明を受けた。」というのが真実なのか。

【答】然り。

【問】森山対策監は「6 m を超えるという説明を担当は受けているようだ。資料等はもらっていない。」と答え、資料等はもらっていないと言い切っているが、今日のヒアリングを踏まえると、資料等をもらったかどうか記憶がないだけで、資料等をもらった可能性も十分あるというのが真実なのか。

【答】然り。

【問】「数字だけで、詳細な報告内容はなかったのか。」という質問に対し、森山対策監は「2009年は本当に口頭だけ。今年の3月7日、簡単であったが、いくつかのケースについて計算した結果を聴いたと聴いている。」と回答していることについてどう思うか。

【答】会見終了後、森山審議官、小林室長及び私の3人で話をした際、私は、森山審議官に「口頭ではなく、資料を用いて説明を受けた。ただ、数値については記憶が定かではない。事故調査委員会で提示された資料を見て、確かに当時資料を見て説明を受けたことを覚えていた。」旨を伝えた。これを受けて森山審議官は「ああ、そうか。」と言った。

【問】会見において、「いくつかのモデルとのことだが、貞観地震は、はいっているか。」との質問に対し、森山対策監は「今年3月に説明を受けたものには入っているようだ。」と回答しているが、平成21年9月7日に東電から説明を受けた際、既に、貞観地震に関する佐竹のモデル8及び10について説明を受けていたのではないか。

【答】然り。

【問】平成23年3月7日に東電が自主的に説明に来たという説明も誤りか。

【答】これも誤り。私の求めに応じて、東電が説明に来た。

【資料の提出が遅くなった理由】

平成23年6月に提出すべき資料の抽出作業に自分は関与していなかった。その作業は、小林室長及び小林祐紀安全審査官が行った。自分は、資料が提出された後に、どのような資料が提出されたかを知った。また、メールについては明示的に言われていなかったので、小林室長らが、公開資料（速記録及び報告書）を中心に提出したようだ。

このような事情があったので、津波に関する当院の資料提出が遅れてしまった。

【問】何故、本件について一番よく知っている名倉が抽出作業に関与しなかったのか。

【答】（5秒間程沈黙の後）小林室長が、国会対応もしなければならぬ自分を、技術的な作業に専念させようと思判断したのだと思う。自分は、小林室長から、この資料提出に関する相談を6月頃受けていない。

以上

福島第一・第二原子力発電所の津波評価(2)

1. 土木学会手法による想定津波の検討

平成14年2月に(社)土木学会原子力土木委員会津波評価部会から刊行された「原子力発電所の津波評価技術」(以下、土木学会手法と呼ぶ)による検討対象領域を図1-1(近地)及び図1-2(遠地)に示す。

図示した領域において、土木学会手法に基づく想定津波のパラメータスタディを実施し、津波水位を評価する。

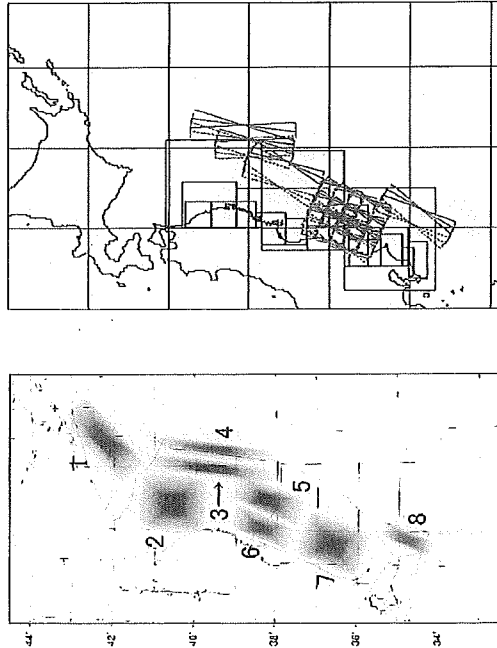


図1-1 近地津波の検討領域

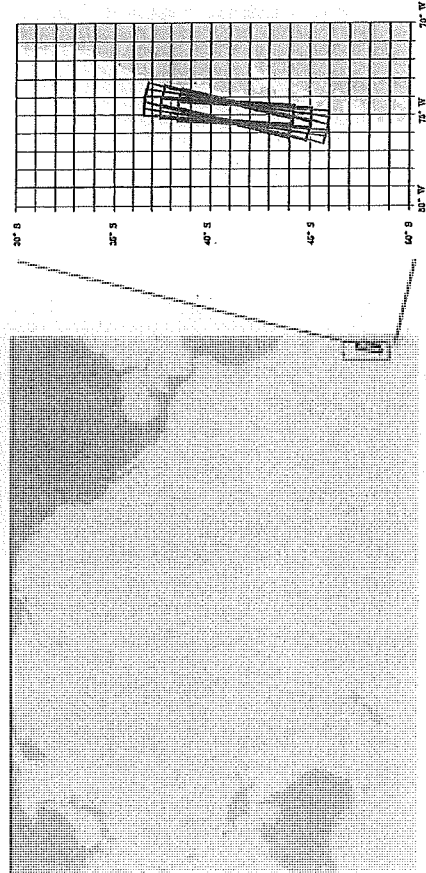


図1-2 遠地津波の検討領域

2. 新知見による津波の検討

土木学会手法公表以降の新知見として以下に示すものについて検討する。

- ① 中央防災会議(2005)による明治三陸地震津波(図2-1)
- ② 中央防災会議(2005)による宮城県沖地震津波(図2-2)
- ③ 茨城県(2007)による1677年延宝房総沖地震による津波(図2-3)
- ④ 福島県(2007)による高角断層地震による津波(図2-4)

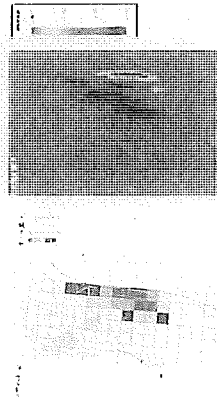


図2-1 中央防災会議(2005)による明治三陸地震津波

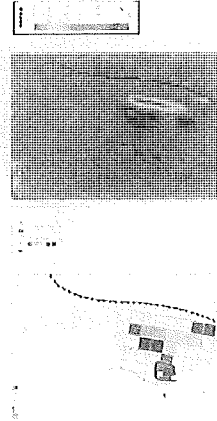


図2-2 中央防災会議(2005)による宮城県沖地震津波

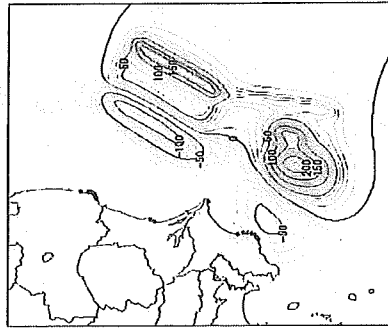
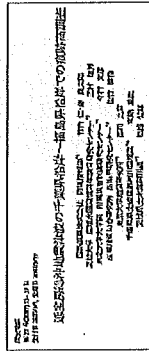


図2-4 福島県沖高角断層地震の想定津波位分布

図2-3 茨城県(2007)による延宝房総沖地震津波
 Fig.2 Displacement due to fault model of Ise Bay Earthquake (unit: cm)

福島第一・第二原子力発電所の津波評価 2/2

3. 数値計算領域及び格子分割

近地津波の数値計算及び遠地津波の近海伝播計算における計算領域及び格子分割を図 3-1 に、発電所周辺の格子分割図 3-2 に示す。最大格子サイズ 4, 320m から順に 2, 160m, 720m, 240m, 80m, 40m, 20m, 10m と細分化し、発電所敷地および港湾橋造物は 10m 格子でモデル化した。遡上は格子間隔 80m の領域から考慮した。遠地津波計算にあたっては、太平洋での伝播計算における空間格子間隔を縦型器系で 10 分とした。なお、津波数値計算における諸条件については、添付資料に示すとおりである。

4. 想定津波の後討結果 (概略後討結果)

現在、前述した条件で津波数値計算を実施中であるが、概略後討の結果、上昇側で 0. P. 5~6m 程度 (期望平均満潮位考慮)、下降側で 0. P. 3~3. 5m 程度 (期望平均干潮位考慮) である。引き続き解析を進め、最終報告までに発電所に對する安全性評価を終える計画である。

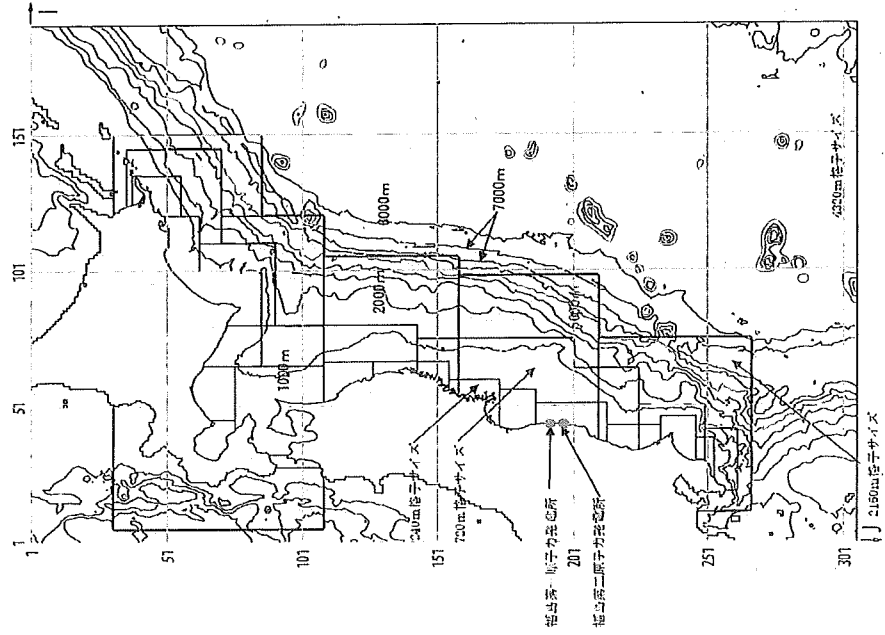


図 3-1 近地津波の数値計算及び遠地津波の近海伝播計算における計算領域及び格子分割

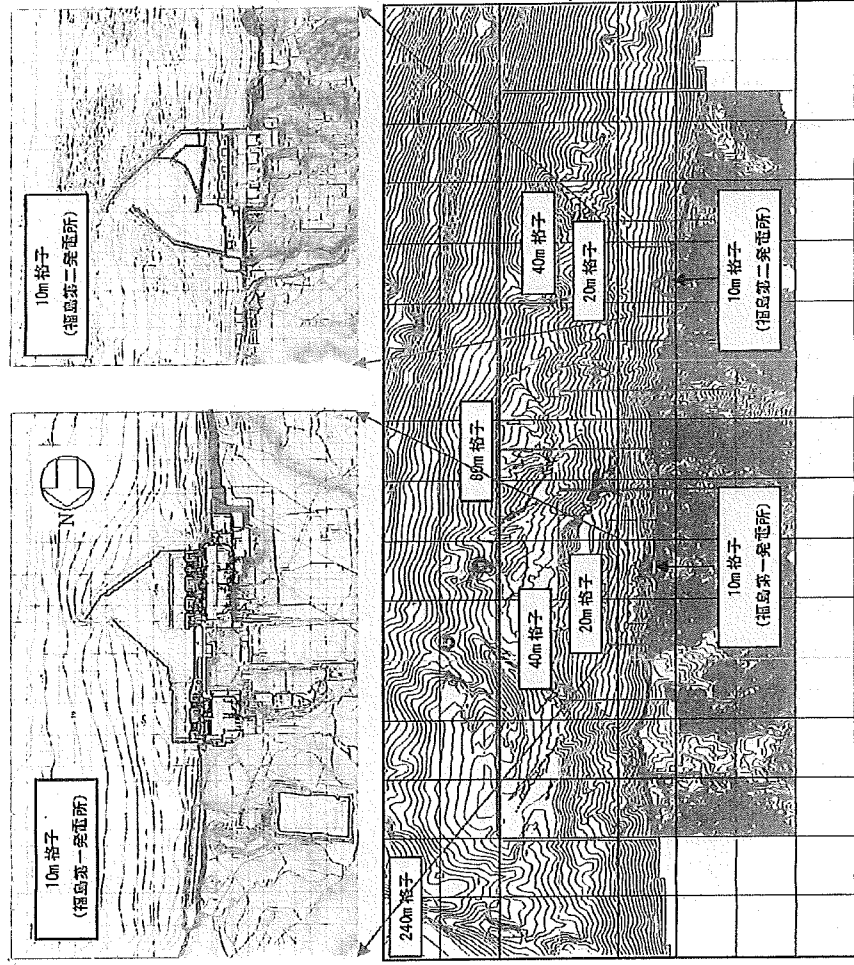


図 3-2 発電所周辺の格子分割

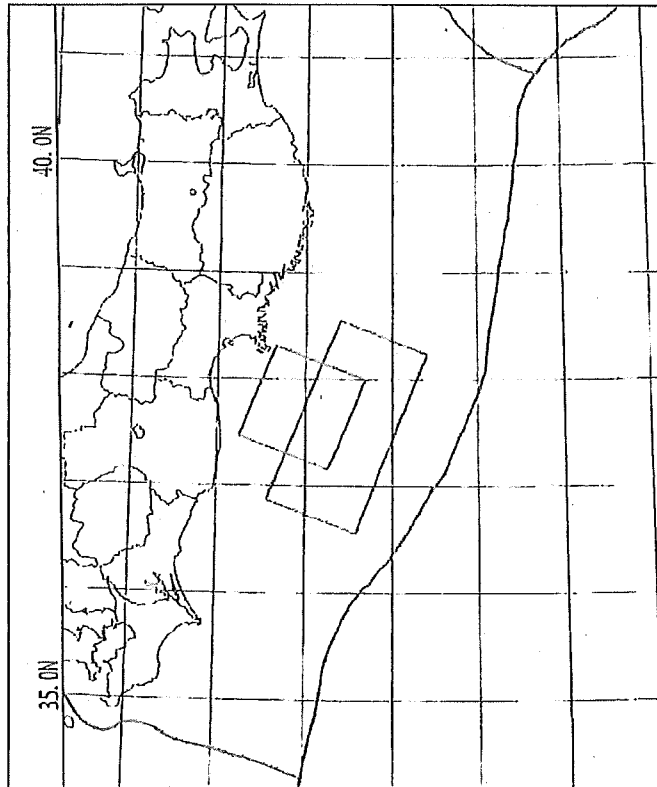
添付資料 津波数値計算における各種条件一覧表

項目	津波評価技術の手法・条件(土木学会)	本検討の手法・条件
基礎方程式と数値計算スキーム	<ul style="list-style-type: none"> 近海伝播を対象とした場合、非線形長波理論に基づく後藤(1982)の方法又は田中(1985)の方法を推奨している。水深が深い場合は、線形長波理論を用いても良い。 遠方海域からの伝播を対象とした場合、球座標系に基づく線形分散波理論を適用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 近地津波及び遠地津波における近海伝播計算には、後藤(1982)の方法を用いている。 遠地津波における遠方海域伝播計算には、球座標系に基づく線形分散波を用いている。
初期条件	<ul style="list-style-type: none"> 断面モデルにより計算した鉛直変位分布をその直上の海面に与える。鉛直変位分布の計算は Mansinha and Smylie(1971)の方法が一般的である。 海底変位継続時間を考慮しても良い。 	<ul style="list-style-type: none"> Mansinha and Smylie(1971)の方法で計算した鉛直変位分布をその直上の海面に与えている。 海底変位継続時間は考慮していない。 後藤・小川(1982)の自由透過の条件を用いている。
境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 後藤・小川(1982)の自由透過の条件を標準とする。 	
陸側境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 遡上を考慮しない場合は完全反射条件、考慮する場合は岩崎・真野(1979)または小谷ら(1998)の陸上遡上境界条件を用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> 空間格子間隔により完全反射条件または小谷ら(1998)の陸上遡上境界条件を使い分けている。
越流境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 格子の地盤高による表現又は越流又は本間公式(1940)や相田公式(1977)で考慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> 越流を本間公式(1940)や相田公式(1977)で考慮している。
計算領域及び空間格子間隔の設定	<ul style="list-style-type: none"> 波源域・伝播過程では、津波空間波長の1波長の1/20以下を格子間隔とし、地形に応じて更に細分化する。評価地点では25m程度の格子で、港口幅の1/5程度にすることを目安とする。 空間格子間隔の異なる領域を1/3あるいは1/2等の割合で減少させて結合する。 	<ul style="list-style-type: none"> 波源域・伝播過程では、津波空間波長の1波長の1/20以下の格子間隔としている。評価地点では10mの格子間隔を用いている。これは、港口幅に対し、十分な格子間隔となっている。 空間格子間隔の異なる領域を1/3あるいは1/2の割合で減少させて結合している。
時間格子間隔	<ul style="list-style-type: none"> C.F.L.条件を満たすように設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> C.F.L.条件を満たすように設定している。
地形データ	<ul style="list-style-type: none"> 最新の海底地形図、陸上地形図等をもとに作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> 最新の海底地形図、陸上地形図等をもとに作成している。
摩擦係数	<ul style="list-style-type: none"> 摩擦項：マニングの粗度係数(標準値 $n=0.03$)又は摩擦係数により評価する。 渦動粘性係数：考慮する場合には $10m^2/s$ 以下を目安とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 摩擦項：マニングの粗度係数 ($n=0.03$) を用いている。 渦動粘性係数：考慮していない。
再現時間	<ul style="list-style-type: none"> 最大水位上昇値及び最大水位下降量を捉えるように十分な時間を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 最大水位上昇値及び最大水位下降量の出現に十分な時間を設定している。

石巻・川内平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション

要旨

- ・ 石巻平野、仙台平野における津波堆積物調査の結果を踏まえて 869 年貞観津波の波源モデルを検討
- ・ 10 ケースの波源モデルによる数値シミュレーションを行った結果、すべり量 7 m 以上となる 2 ケースが最も再現性が高い（下図）
- ・ ただし、断層の南北の広がり調べのためには、岩手、福島、茨城での調査が必要



石崎忠彦・菅代・中北地獄山資料センターデータベース化研究グループ (2008) 地震・噴火史料センターデータベース (近代・中世編) のインターネット公開。日本地震史学会連合大会。

Mansinha, L. and Smylie, D. E. (1971) The displacement fields of inclined faults. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 61, 1433-1440.

Minoura, K. and Nakaya, S. (1991) Traces of tsunami preserved in inter-tidal lacustrine and marsh deposits: some examples from northeast Japan. *J. Geology*, 99, 365-387.

Minoura, K., Imamura, F., Sugawara, D., Koito, Y. and Iwashita, T. (2001) The 869 Jogan tsunami deposit and recurrence interval of large-scale tsunami on the Pacific coast of northeast Japan. *J. Natural Disaster Sci.*, 23, 83-88.

佐竹健治・山本 浩 (2003) 17世紀に北前道東部で発生した異常な津波の震源モデル。佐竹健治・竹野裕一・菅代正彦・佐藤孝治・山本浩 (2006) 仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波 1611年徳川将軍と869年日蓮宗津波の浸水被害。地学ニュース, 624, 36-41.

菅野裕一・菅代正彦・岡村裕信・山田宗太・佐藤孝治・山本浩・小松原純子・佐藤孝治・山本浩 (2001) 佐竹健治・津波孝治・佐藤孝治・山本浩 (2007) 仙台平野 (仙台市・若菜市・青葉市・青葉区) における津波堆積物。佐竹健治・菅代正彦・菅野裕一・山本浩 (2008) 仙台平野における津波堆積物。No. 8, 17-70.

Sawai, Y., Fujii, Y., Fujiwara, O., Kamataki, T., Komatsubara, J., Okamura, Y., Satake, K. and Shikikura, M. (2008) Marine incursions of the past 1500 years and evidence of tsunamis at Suji-numa, a coastal lake facing the Japan Trench. *The Holocene*, 18, 517-528.

菅代正彦・菅野裕一・岡村裕信・小松原純子・山本浩・山本浩・佐藤孝治・山本浩 (2007) 仙台平野における津波堆積物の分布と年代。菅野裕一・佐藤孝治・山本浩 (2001) 仙台869年津波大助。兵部浩治。全頁文庫 (2001) 仙台869年津波大助。兵部浩治。18, 1-10.

佐藤孝治 (1998) 日本津波学建設委員会【第2版】。東京大学出版会, 288 pp.

佐藤孝治 (1998) 869 (貞観11) 年の地震・津波の発生と推定される津波の波源域。歴史地理, 14, 83-99.

佐藤孝治 (2000) 貞観十一年 (869年) 地震・津波と推定される津波の波源域 (総論) 歴史地理, 16, 59-77.

佐藤孝治 (2001) 佐竹健治・津波孝治・山本浩 (2001) 佐竹健治・津波孝治・山本浩 (2007) 仙台平野 (仙台市・若菜市・青葉市・青葉区) における津波堆積物。佐竹健治・菅代正彦・菅野裕一・山本浩 (2008) 仙台平野における津波堆積物。No. 8, 17-70.

(交付: 2008年8月31日。受理: 2008年10月18日)

Table 1. Parameters of fault models examined in this study.

Model	Fault type	断層タイプ	傾斜	位置	長さ	幅	断層内	傾斜角	すべり量	地震モーメント
			deg N	deg E	km	km	width	dip	slip	M0
							km	deg	m	Nm
1	Normal Fault		37.91	144.26	0	200	50	202	45	2×10^{16}
2	Tsunami Eq.		38.06	143.91	0	200	50	202	18	2×10^{16}
3	d15W50		38.24	143.41	15	200	50	202	18	2×10^{16}
4	d31W50		38.41	142.91	31	200	50	202	18	2×10^{16}
5	d15W100		38.24	143.41	15	200	100	202	18	4×10^{16}
6	d31W100		38.41	142.91	31	200	100	202	18	4×10^{16}
7	d31L100d10		38.41	142.91	31	300	50	202	18	3×10^{16}
8	d31L100d10		38.00	142.68	31	100	100	202	18	4×10^{16}
9	Sendai Bay Fault		38.30	141.20	1	40	20	160	45	1.2×10^{16}
10	d15W100b7		38.24	143.41	15	200	100	202	18	5.6×10^{16}

断層タイプ: 1: Normal Fault, 2: Tsunami Eq., 3: d15W50, 4: d31W50, 5: d15W100, 6: d31W100, 7: d31L100d10, 8: d31L100d10, 9: Sendai Bay Fault, 10: d15W100b7. 断層長さ: 断層の長さ (km) を表す。断層幅: 断層の幅 (km) を表す。断層内傾斜角: 断層の傾斜角 (deg) を表す。すべり量: 断層のすべり量 (m) を表す。地震モーメント: 断層の地震モーメント (Nm) を表す。

Table 2. Inundation distances (in km) along profiles computed for ten models of the Jogan tsunami, compared with the location of the most inland tsunami deposits.

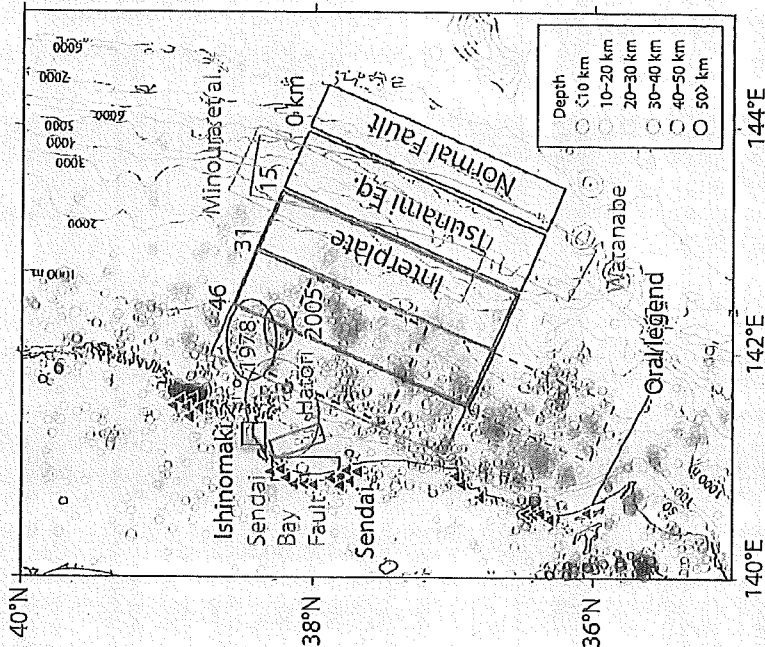
Tsunami deposit	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5		Model 6		Model 7		Model 8		Model 9		Model 10			
	Normal	Tsunami	d15W50	d31W50	d15W100	d31W100	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10	d31L100d10		
ehinomaki																						
WA	1.5	0.1	0.1	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	
AJ	3.4	0.0	0.0	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.1	
Y	3.2	0.0	0.0	1.4	1.4	1.7	1.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.8	
Sendai																						
a	3.0	0.0	1.0	1.8	1.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.1	
b	3.8	0.0	1.0	2.2	1.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.3	
c	4.2	0.0	1.1	3.3	3.1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.1	
d	3.5	0.2	1.7	2.1	2.0	2.9	3.1	2.0	2.9	3.1	2.0	2.9	3.1	2.0	2.9	3.1	2.0	2.9	3.1	2.0	3.5	
e	2.5	0.0	1.4	1.7	1.4	2.3	2.3	1.4	2.3	2.3	1.4	2.3	2.3	1.4	2.3	2.3	1.4	2.3	2.3	1.4	2.9	
Average	0.01	0.24	0.28	0.51	0.77	0.78	0.60	0.99	0.12	0.99	0.12	0.99	0.12	0.99	0.12	0.99	0.12	0.99	0.12	0.99	0.99	
Ratio (Stm./Dep.)	0.02	0.21	0.13	0.14	0.17	0.10	0.23	0.68	0.19	0.68	0.19	0.68	0.19	0.68	0.19	0.68	0.19	0.68	0.19	0.68	0.09	

The lowest two lines indicate averages and standard deviations of distance ratio (formulated inundation distance /forluesi tsunami deposit from eqn). Both rank A and B deposits are included in the calculations. The averages and standard deviations shown in bold are the preferred models.

第3表. 10 (M07) 型の津波の浸襲高さ (m) を沿道に計算した10モデルの最内湾の津波の浸襲高さ (m) との比較
 Table 3. The water heights (in meters) along profiles computed for ten models of the Jogan tsunami, compared with the altitudes (in meters) of the most inland tsunami deposits.

Tsunami deposit	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10
	Normal Fault	Tsunami Eq.	d15W50	d1W50	d15W100	d1W100	d15L200	d1L200	Sendai Bay Fault	d15W1000
Ishinomaki										
WA	1.9	1.7	2.0	2.2	2.4	2.0	2.1	2.7	2.4	3.6
A1	1.7	1.8	2.1	0.7	0.8	1.1	1.2	1.9	1.6	1.7
Y	2.0	1.8	2.1	2.1	1.9	2.4	2.1	2.5	1.4	2.5
Sendai										
a	2.0	2.0	1.1	1.6	1.4	1.7	1.3	2.4	2.2	2.4
b	3.3	2.2	1.1	1.5	1.6	1.7	1.3	2.5	2.2	2.5
c	2.5	1.8	0.9	1.2	1.0	1.3	1.4	2.0	2.0	2.1
d	3.0	1.0	1.1	1.9	2.0	2.3	2.5	3.5	1.3	3.2
e	3.9	1.7	2.1	3.0	2.7	3.1	3.0	4.0	2.0	4.1
Height ratio	Average	0.72	0.65	0.68	0.64	0.78	0.66	1.04	0.78	1.09
Stnd. Dev.	Std. Dev.	0.26	0.35	0.25	0.25	0.23	0.17	0.21	0.29	0.24

The last two lines indicate averages and standard deviations of height ratio (simulated inundation height / altitude of the most inland tsunami deposit). Both rank A and B deposits are included in the calculations. The averages and standard deviations shown in bold are the preferred models.



第1表. 10 (M07) 型の津波の浸襲高さ (m) を沿道に計算した10モデルの最内湾の津波の浸襲高さ (m) との比較
 Table 1. Fault models of the Jogan tsunami. The fault models tested in this study are the normal fault, tsunami earthquake and interplate earthquake models (widths: 30 km (shown by black solid lines), interplate models with different fault length (shown by black dashed lines), with different fault widths (green and blue lines), and an active fault in Sendai Bay (dark green). In addition, those proposed by Hatori (1998), Watanabe (2000) and Minoura *et al.* (2001) are shown. The sources areas of 1978 and 2005 Mito-oki earthquakes are also shown. Color circles indicate seismicity in this region between October 1997 and March 2007, according to Japan Meteorological Agency data. Numerals beside the faults (0, 15, 31, and 46) indicate upper depth of the faults. Triangles show localities where oral legends of the 869 Jogan earthquake and tsunami were reported (Watanabe, 2000).

Figure 1. Fault models of the Jogan tsunami. The fault models tested in this study are the normal fault, tsunami earthquake and interplate earthquake models (widths: 30 km (shown by black solid lines), interplate models with different fault length (shown by black dashed lines), with different fault widths (green and blue lines), and an active fault in Sendai Bay (dark green). In addition, those proposed by Hatori (1998), Watanabe (2000) and Minoura *et al.* (2001) are shown. The sources areas of 1978 and 2005 Mito-oki earthquakes are also shown. Color circles indicate seismicity in this region between October 1997 and March 2007, according to Japan Meteorological Agency data. Numerals beside the faults (0, 15, 31, and 46) indicate upper depth of the faults. Triangles show localities where oral legends of the 869 Jogan earthquake and tsunami were reported (Watanabe, 2000).

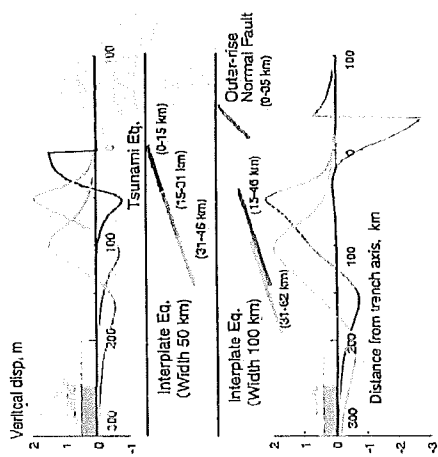


Fig. 2. Vertical aslthbor deformation due to outer-rise normal fault, tsunami earthquake and interplate earthquakes with different fault width and depth. Gray rectangles and broken lines indicate location of land on the head of Sendai bay, and Ojika Peninsula, respectively.

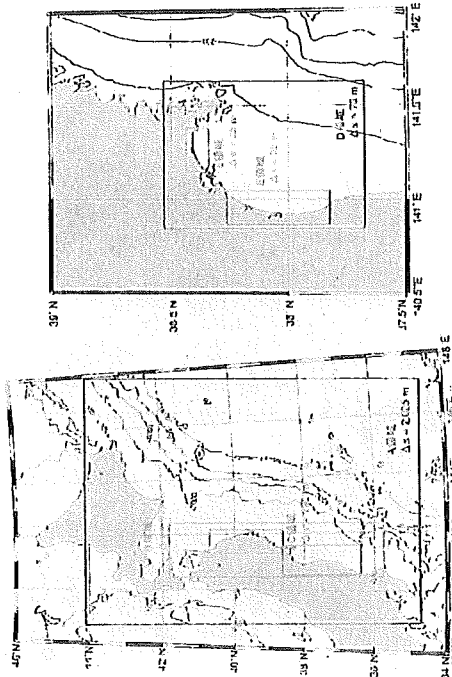


Fig. 3. Computational grids for tsunami numerical simulation. Grid sizes are 2.025 m, 675 m, 225 m, 75 m, 25 m and 15 m, respectively near coast.

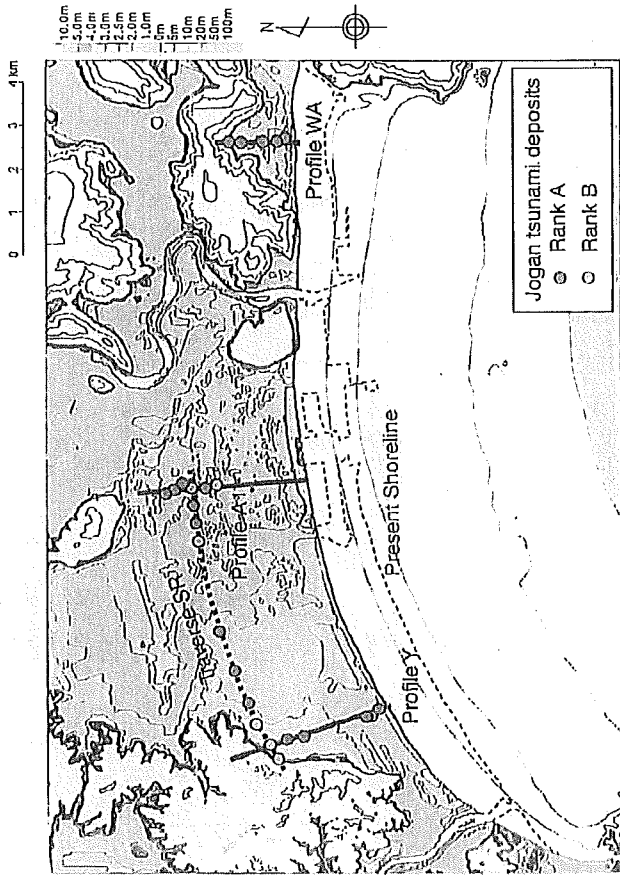


Fig. 4. Estimated topography of Ishinomaki plain at the time of AD M9 Jogan tsunami. This area is gridded into 25 m interval for inundation modeling. Locations of the tsunami deposits (Shishikura et al., 2007) and three profiles on which simulation results are compared with the deposits are shown. Ranks A and B refer to probability of the Jogan tsunami deposits.

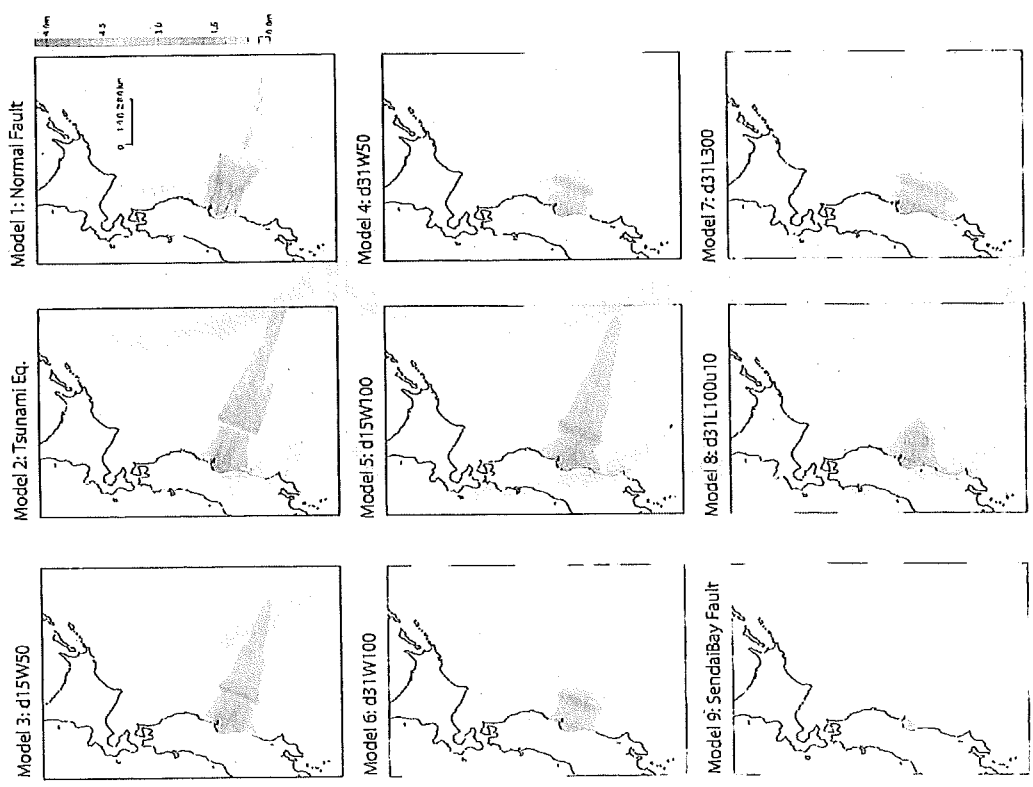


図 6 佐竹直志・竹谷洋一・山本 雄による佐竹直志らの研究に基づき、モデル 1-9 の最大海面変動の分布。モデル 10 はモデル 5 の最大海面変動の分布とほぼ等しいため省略した。
 Fig. 6. Maximum sea surface displacements for models 1-9. Model 10 is not shown because its pattern is almost same as that of d15W100 (model 5).

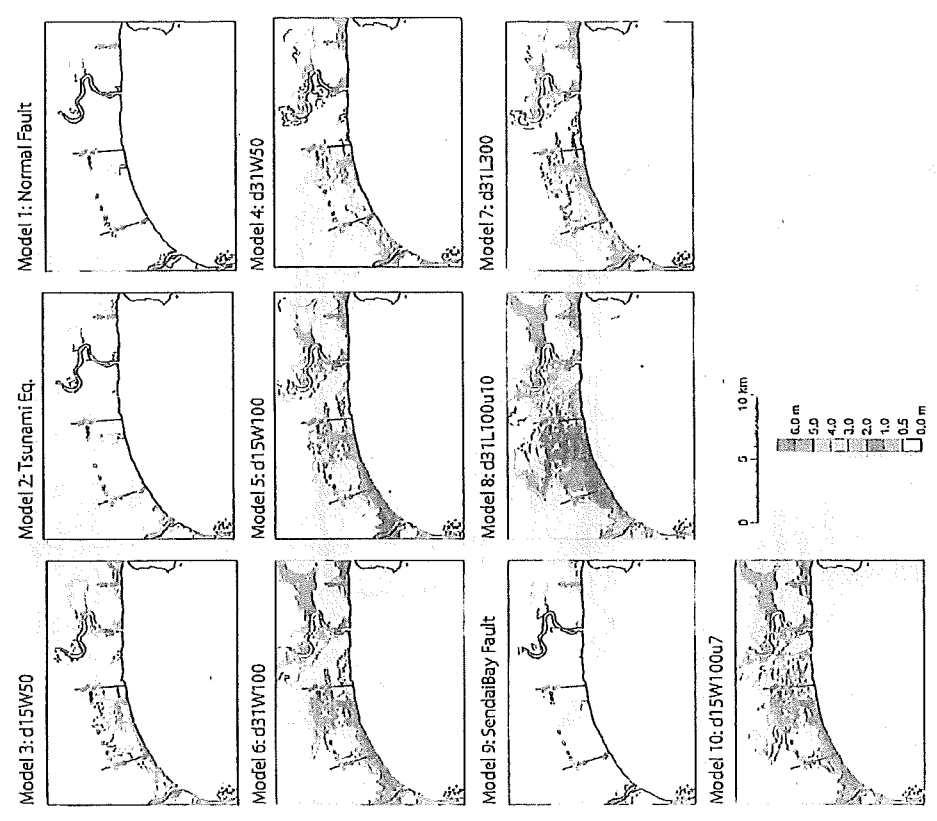


図 7 佐竹直志・竹谷洋一・山本 雄による佐竹直志らの研究に基づき、モデル 1-10 の最大津波の分布。図 4a, 図 4b, 図 4c。
 Fig. 7. Maximum flow depth computed for models 1-10 and distribution of tsunami deposits (red or blue circles; see Fig. 4a) in the Ishinomaki plain.

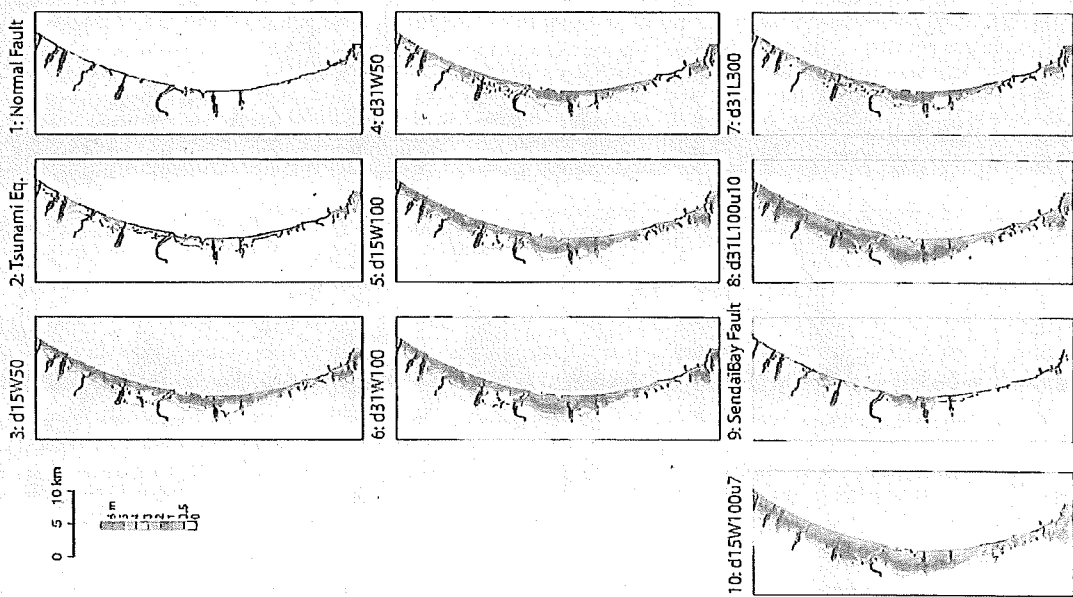


図 8. 佐藤・山本・山本 (2007) のモデル 1-10 に基づく仙台平野の最大水深 (赤線) と津波堆積物の分布 (青丸) の分布 (佐藤・山本・山本 2007)。
 Fig. 8. Maximum flow depths computed for models 1-10 and distribution of tsunami deposits (red or blue circles; see Fig. 4b) in the Sendai plain.

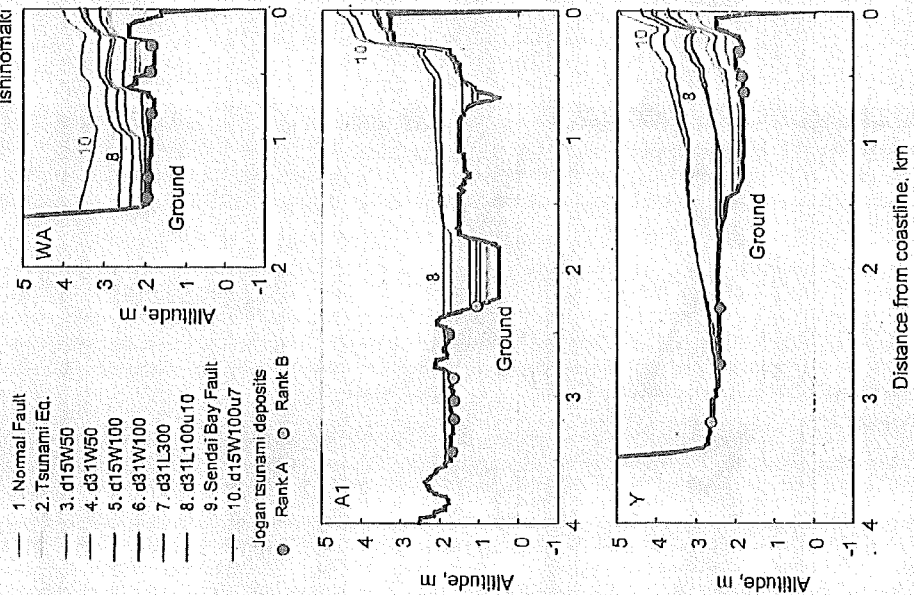


図 9a. 佐藤・山本・山本 (2007) の 3 つの断面 A1, Y, WA における地形・地質学的な特徴とその成因 (佐藤・山本・山本 2007)。
 Fig. 9a. Profiles of topography and maximum water surfaces along three profiles in the Ishinomaki plain. Distribution of tsunami deposits (Fig. 4a; Shikama *et al.*, 2007) are also shown.

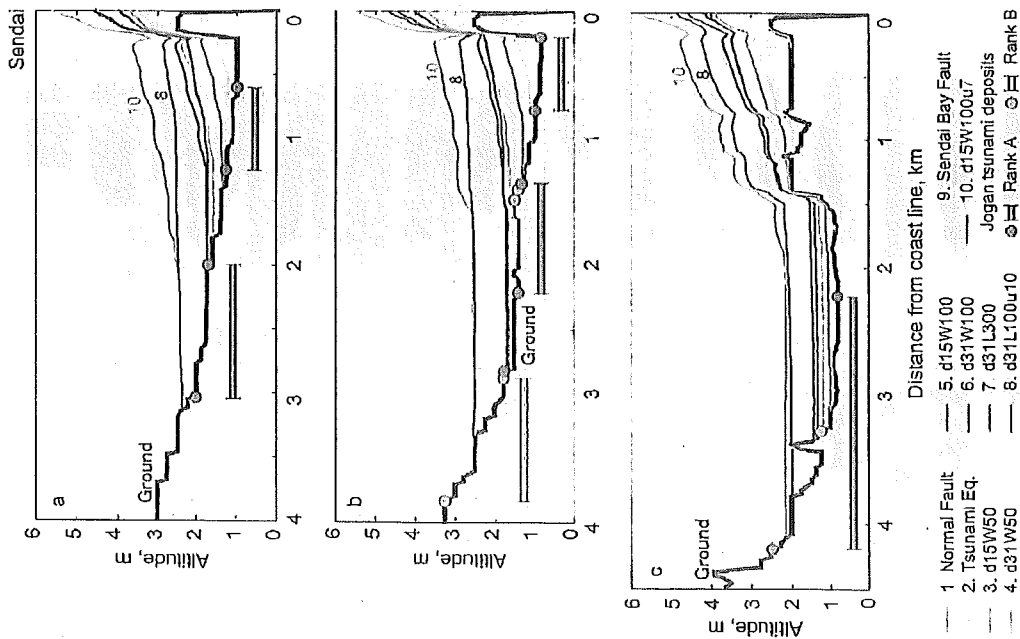


図9b. 仙台平野の3個断面の地形・津波水位断面図。津波堆積物の分布(第4b図、第4c図、第4d図、第4e図、第4f図、第4g図、第4h図、第4i図、第4j図、第4k図、第4l図、第4m図、第4n図、第4o図、第4p図、第4q図、第4r図、第4s図、第4t図、第4u図、第4v図、第4w図、第4x図、第4y図、第4z図)も示す。
 Fig. 9b. Profiles of topography and tsunami maximum water surface along three profiles in the Sendai plain. Distribution of tsunami deposit (Fig. 4b, Sawai *et al.*, 2007, 2008) are also shown.

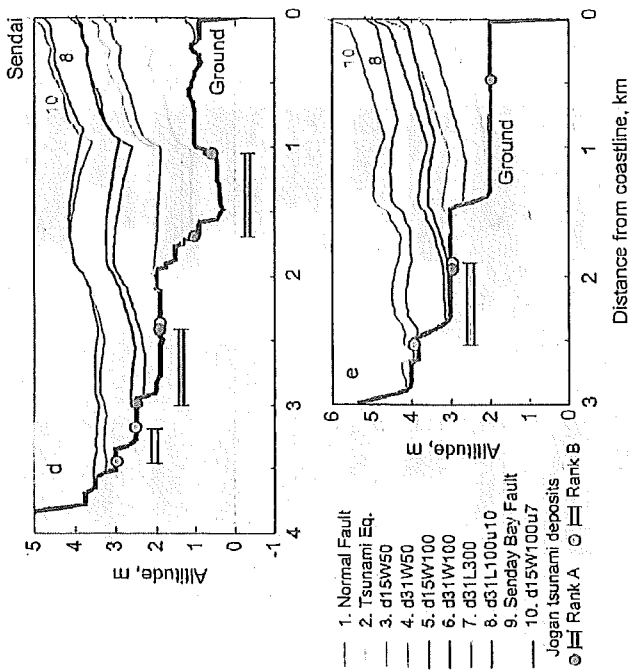


図9c. 仙台平野の2個断面の地形・津波水位断面図。津波堆積物の分布(第4b図、第4c図、第4d図、第4e図、第4f図、第4g図、第4h図、第4i図、第4j図、第4k図、第4l図、第4m図、第4n図、第4o図、第4p図、第4q図、第4r図、第4s図、第4t図、第4u図、第4v図、第4w図、第4x図、第4y図、第4z図)も示す。
 Fig. 9c. Profiles of topography and tsunami maximum water surface along 2 files in the Sendai plain. Distribution of tsunami deposit (Fig. 4b, Sawai *et al.*, 2007, 2008) are also shown.

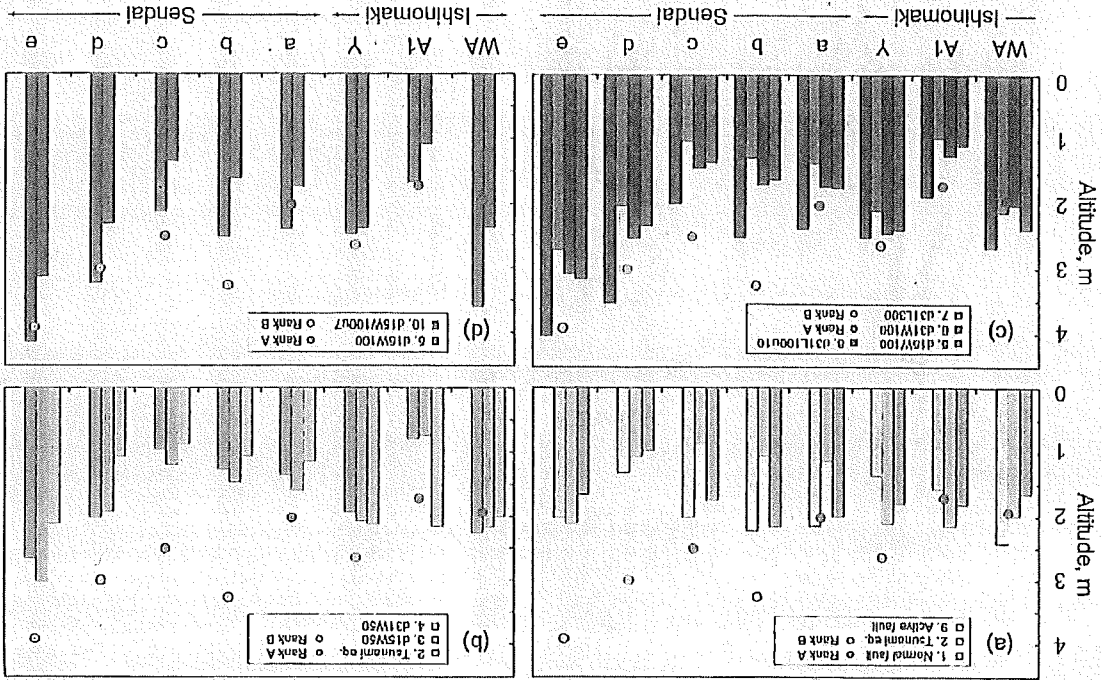


Fig. 11. Comparison of rump heights and location of the most inland tsunami deposits along eight profiles in the Ishinomaki and Sendai plains.

図 11 伊勢・仙台平野の 8 断面の津波堆積物の位置と堆積高の比較

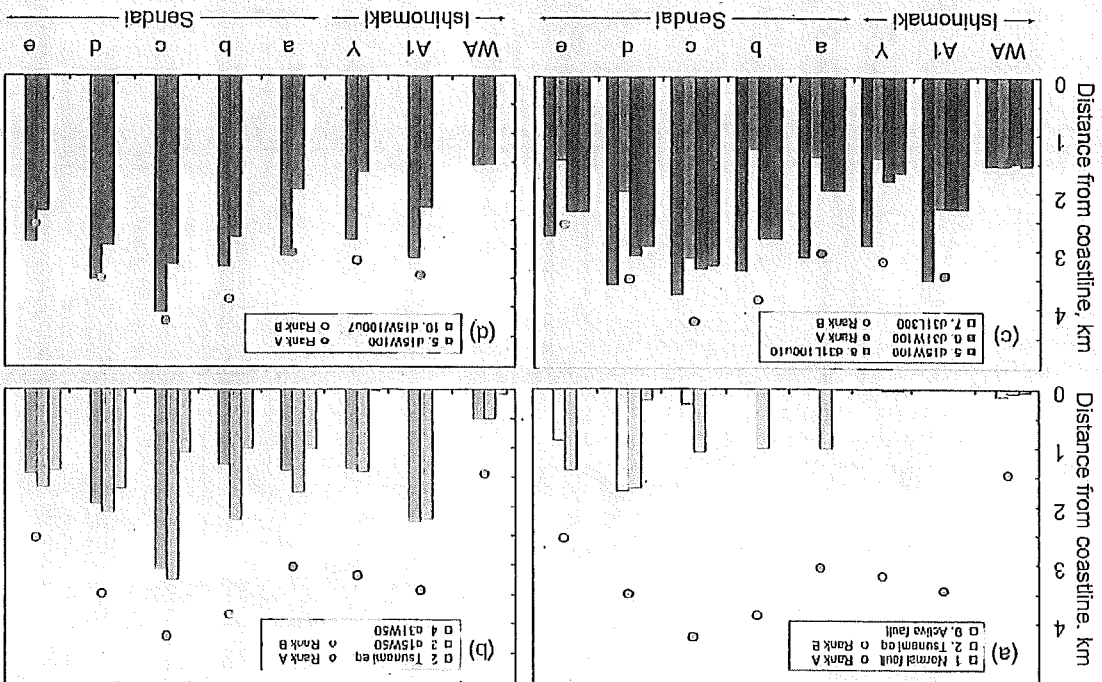


Fig. 10. Comparison of foundation distance and location of the most inland tsunami deposits along eight profiles in the Ishinomaki and Sendai plains.

図 10 伊勢・仙台平野の 8 断面の津波堆積物の位置と基礎距離の比較

電力共通研究及び津波評価部会審議事項について

現状分析

- 「原子力発電所の津波評価技術」(土木学会, 2002) (以下「津波評価技術」と呼ぶ) が刊行されて以降、地震及び津波の波源に関して各機関による見解が示されているが、実務への適用については未検討。
- 上記最新の知見における波源モデルや地震動の検討に用いる断層モデルはアスペリティーを考慮しているが、「津波評価技術」が示す想定津波設定方法(一様モデルを用いたパラメータスタディ)へアスペリティーをどのように適用するか未検討。
- 2002年当時と比較して数値計算技術が飛躍的に進歩しており、解析手法の高度化が可能。
- 改訂された耐震設計審査指針に「不確かさの考慮を適切に行うこと」と記述されており、「津波評価技術」による評価が不確かさを適切に考慮しているか要検討。
- 津波による波力、砂移動、津波高の確率論的評価手法について電力共通研究により要素技術を有するが、基準化されていない。



電力共通研究の実施

2009～2011 (3年計画)

1. 波源モデルに関する検討

波源に関する新知見の分析結果を踏まえて、必要に応じて「津波評価技術」の波源モデルの見直しを行う。

2. 数値計算手法に関する検討

分裂が発生する海域については、分裂・砕波を適切に評価できる非線形分散波方程式の導入の有効性及び判断条件、適切な解析条件等について検討を行う。また、波力評価精度向上の観点から、3次元解析の有効性について基礎的な検討を行う。

3. 津波水位評価における不確かさの考慮に関する検討

上記波源の検討において、波源モデルにアスペリティーを設定した場合については、想定津波評価手法について検討を行う。また、波源モデルのパラメータについて確率論的水位評価手法によって得られる津波水位ハザード曲線を参照し、パラメータスタディの妥当性検証を行う。

4. 津波評価技術の体系化・基準化

上記検討に基づく津波水位評価手法、既往の研究成果に基づく津波による波力評価手法、砂移動評価手法及び確率論的津波水位評価手法の体系化・基準化を行う。なお、既往電力共通研究では扱っていない傾斜堤の津波に対する安定性評価については、電力中央研究所にて実験的研究を実施し、津波評価部会に諮る予定である。

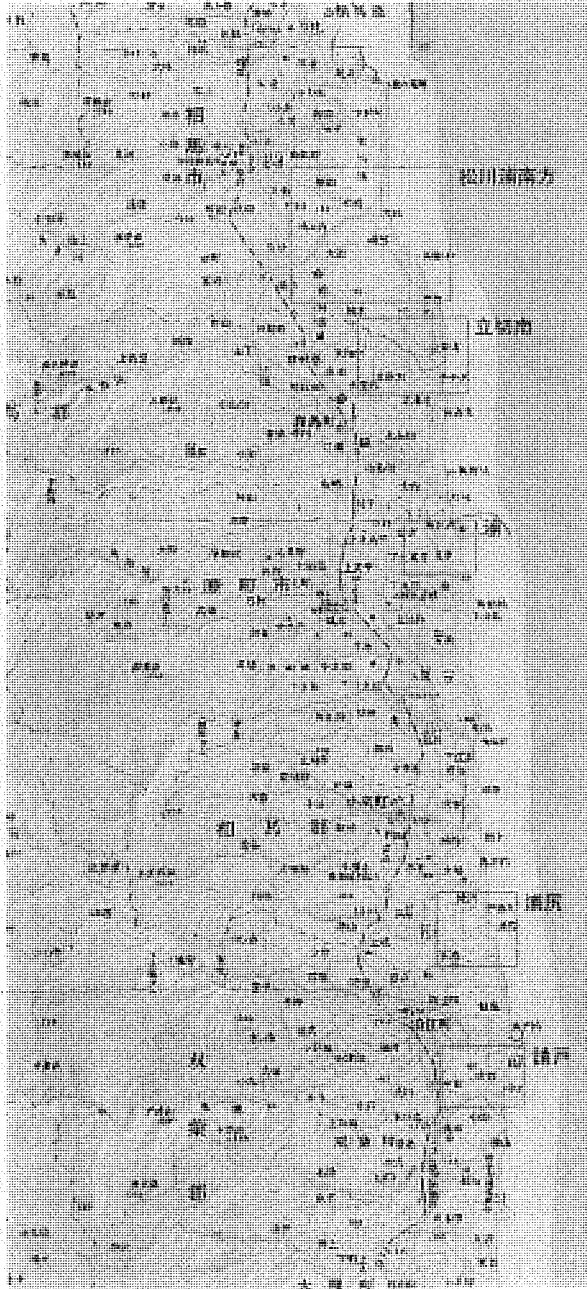


「津波評価技術」の改訂

現状分析・検討内容一覧

大項目	小項目	現状分析・検討内容	備考
1. 波源に関する事項	<p>貞観津波に関する事項</p> <p>地震調査研究推進本部の知見</p> <p>地方自治体等の知見</p>	<ul style="list-style-type: none"> 仙台北野における津波堆積物の調査結果を踏まえ佐竹(2008)によって福島県前面海域に869年貞観津波の波源モデルが示されている。 津波堆積物の取掘としての取掘について検討を行う。 H14年7月地震調査研究推進本部は、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)は領域内のどこでも起こりうると評価。また、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型)についても領域内でも起こりうると評価。 波源としての取掘について検討する。 【茨城県】取掘高さとして「延至房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での取掘高調査」(竹内他2007)に用いられている建物被害と海水深の関係を採用。 【福島県】従来は影響が小さいとしていた海洋プレート内の正断層について評価。 上記を含む地方自治体等の想定津波の波源について、取掘を検討する。 スマトラ地震等を踏まえて、東太平洋における運動型巨大地震の可能性に関するレビューを行う。 	
2. 数値計算手法に関する事項	<p>東太平洋における運動型巨大地震に関する知見</p> <p>既往津波の波源モデルの再評価</p> <p>非線形分散波方程式</p> <p>3次元解析</p> <p>遠地津波の再現</p> <p>海底変位の計算方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> 既往の地震津波について、陸上地形を考慮した遡上計算を実施し、基準断層モデルの再検討を行う。 津波水位評価における分散波方程式導入の必要性について検討する。 非線形分散波方程式を用いる場合の計算条件(格子サイズ等)について検討する。 波力計算等における3次元動的挙動再現の有効性について検討する。 現状、遠地は線形分散波方程式(球座標)、近地は非線形長波方程式により計算しているが、近地において非線形分散波方程式を用いる必要性について検討する。 半無限一様媒質、水平成層、水平不均質構造(三次元構造)の影響について検討する。 不確かさの考慮としてのパラメータスタディの妥当性検証を行う。 	
3. 不確かさの考慮に関する事項	<p>耐震設計審査指針における不確かさの考慮に関する記述</p>	<ul style="list-style-type: none"> アスペリティモデルのパラメータスタディ方法 	
4. 津波評価技術の体系化・基準化に関する事項		<ul style="list-style-type: none"> アスペリティモデルを用いた場合の想定津波の評価手法提案する。 津波による波力、砂移動、津波水位の確率論的評価手法について基準化を行う。 	

福島県浜通り北部



福島県浜通り南部

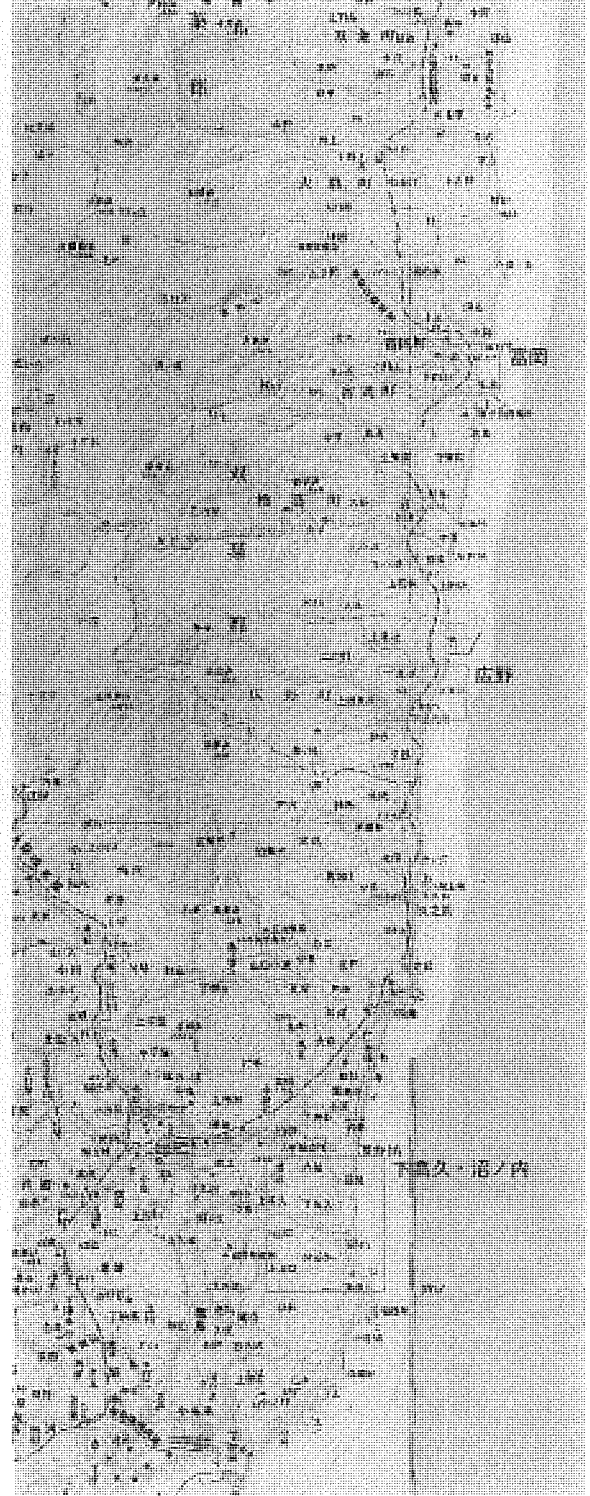
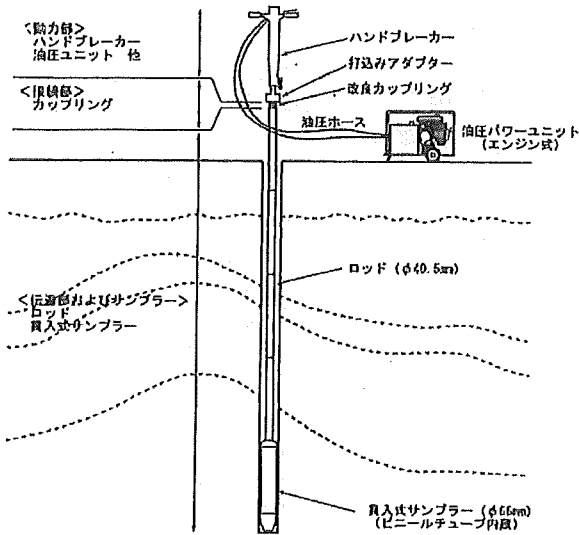


図1-1 調査位置図

パーカッション採土器構造概念図



標準セット (調査深度5m)

使用機器等	数量	単位
ハンドブレーカー	1	台
油圧式パワーユニット	1	台
打ち込みアダプター	1	個
カップリング	1	個
ボーリングロッド	5	m
貫入式サンプラー (φ66mm)	1	台
小型三叉	1	基
チェーンブロック	1	台
ロッドホルダー	1	台
脚立	1	脚
コア箱	1	箱
工具	1	式
その他・燃料等		

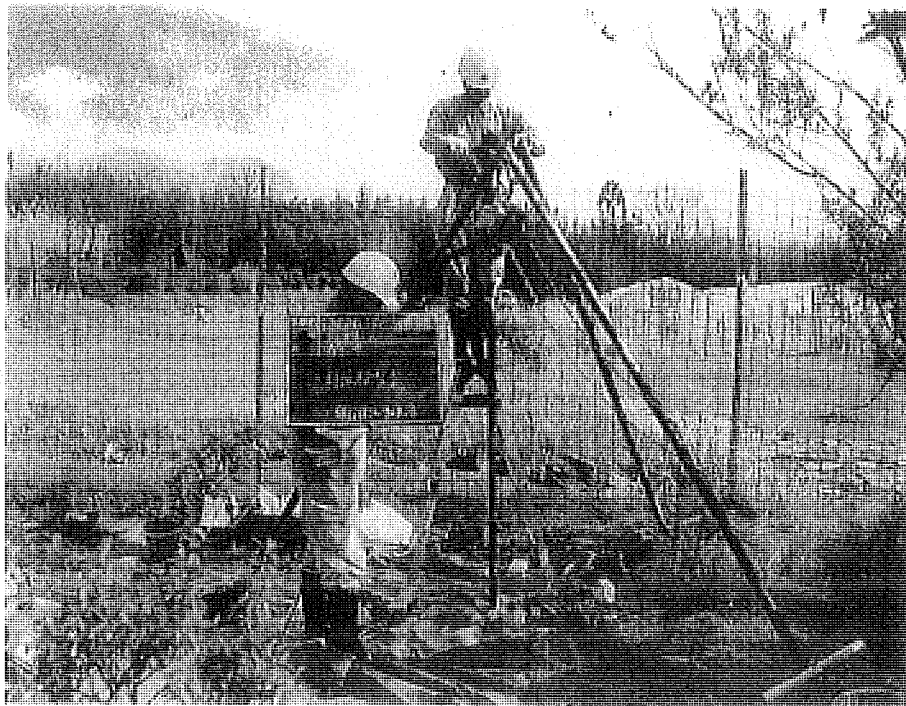


図 2-2 パーカッション式採土器の概要

福島第一・第二原子力発電所の津波評価 (1/2)

1. 土木学会手法による想定津波の検討

平成14年2月に(社)土木学会原子力土木委員会津波評価部会から刊行された「原子力発電所の津波評価技術」(以下、土木学会手法と呼ぶ)による検討対象領域を図1-1(近地)及び図1-2(遠地)に示す。

図示した領域において、土木学会手法に基づき想定津波のパラメータスタディを実施し、津波水位を評価する。

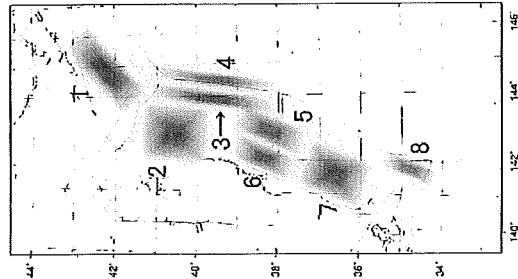


図1-1 近地津波の検討領域

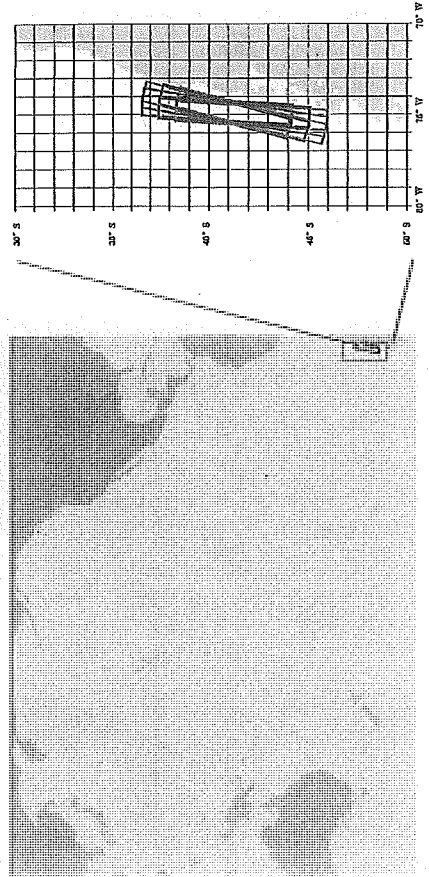


図1-2 遠地津波の検討領域

2. 新知見による津波の検討

土木学会手法公表以降の新知見として以下に示すものについて検討する。

- ① 中央防災会議(2005)による明治三陸地震津波(図2-1)
- ② 中央防災会議(2005)による宮城県沖地震津波(図2-2)
- ③ 茨城県(2007)による1877年延宝房総沖地震による津波(図2-3)
- ④ 福島県(2007)による舊有断層地震による津波(図2-4)

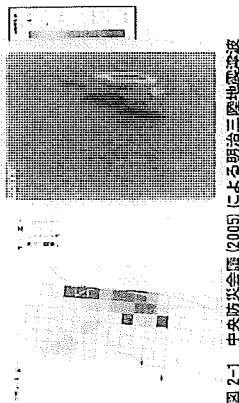


図2-1 中央防災会議(2005)による明治三陸地震津波

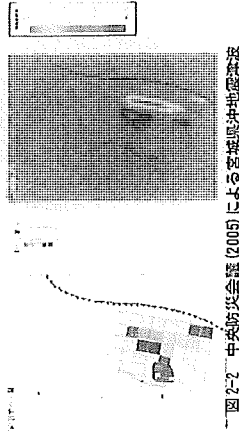


図2-2 中央防災会議(2005)による宮城県沖地震津波

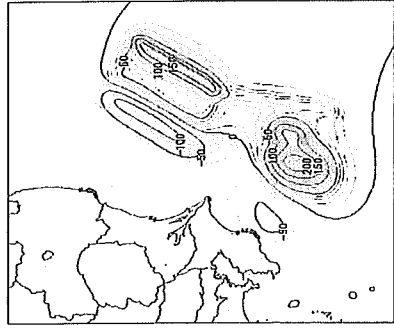
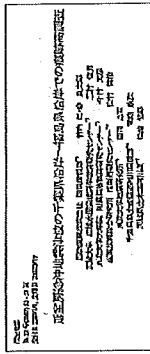


図2-4 福島県沖有断層地震の垂直地盤変動分布

図2 茨城県(2007)による延宝房総沖地震津波
 (a) (b) (c) 別添録3に示した津波モデルの津波地上部の位相図
 Fig.2 Displacement due to Salt model of Eimpo Bay-oki Earthquake (Unit: cm)

福島第一・第二原子力発電所の津波評価(2/2)

3. 数値計算領域及び格子分割

近地津波の数値計算及び遠地津波の近着伝播計算における計算領域及び格子分割を図3-1に、発電所周辺の格子分割図3-2に示す。最大格子サイズ4,320mから順に2,160m、720m、240m、80m、40m、20m、10mと細分化し、発電所敷地および港湾構造物は10m格子でモデル化した。海上は格子間隔80mの領域から考慮した。遠地津波計算にあたっては、太平洋での伝播計算における空間格子間隔を極座標系で10分とした。なお、津波数値計算における諸条件については、添付資料に示すとおりである。

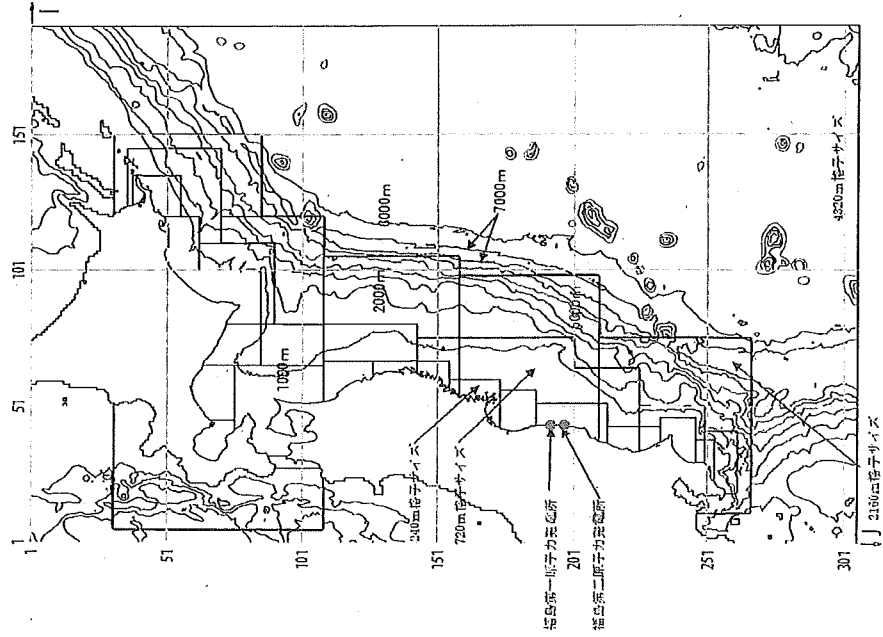


図3-1 近地津波の数値計算及び遠地津波の近着伝播計算における計算領域及び格子分割

4. 想定津波の検討結果(概略検討結果)

現在、前述した条件で津波数値計算を実施中であるが、概略検討の結果、上景側で0.5~6m程度(期望平均満潮位考慮)、下景側で0.5~3.5m程度(期望平均干潮位考慮)である。引き続き解析を進め、最終報告までに発電所に対する安全性評価を終える計画である。

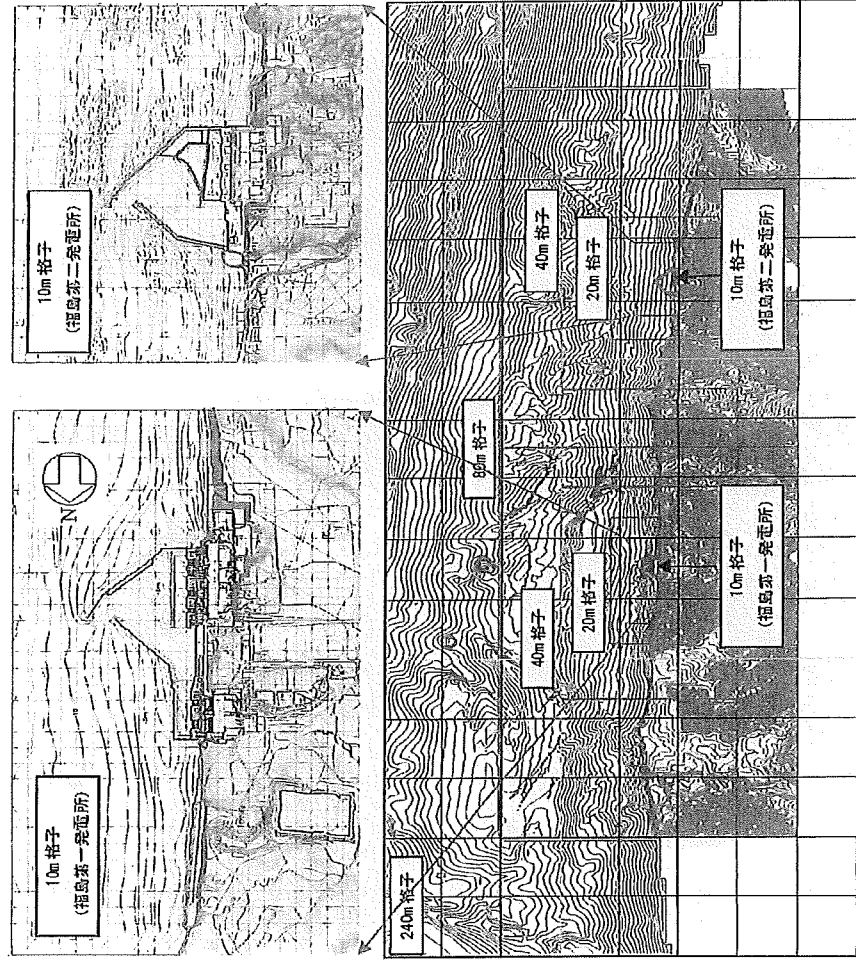
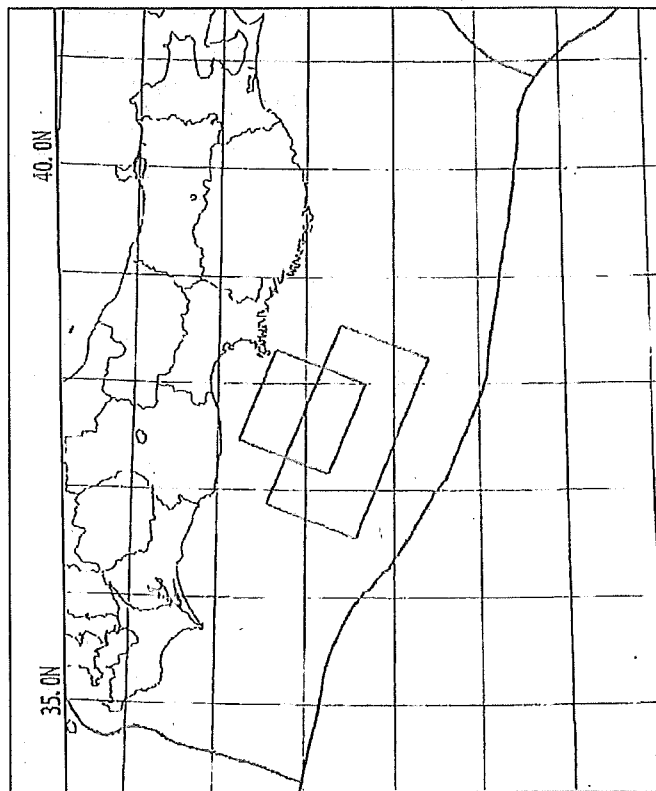


図3-2 発電所周辺の格子分割

石巻・川内平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション

要旨

- ・ 石巻平野, 仙台平野における津波堆積物調査の結果を踏まえて 869 年貞観津波の波源モデルを検討
- ・ 10 ケースの波源モデルによる数値シミュレーションを行った結果, すべり量 7 m 以上となる 2 ケースが最も再現性が高い (下図)
- ・ ただし, 断層の南北の広がり調べるためには, 岩手, 福島, 茨城での調査が必要



以上

石巻・仙台平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション Numerical simulation of the AD 869 Jogan tsunami in Ishinomaki and Sendai plains

佐竹健治¹・行谷佑一²・山本 浩³

Kenji Satake¹, Yuichi Namegaya² and Shigeru Yamaki³
¹ 花巻地域研究センター及び東北大学地質研究所 (Active Fault Research Center and
Earthquake Research Institute, University of Tokyo, satake@eri.u-tokyo.ac.jp)
² 仙台平野研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST)
³ シーメス (Seamus)

Abstract: The AD 869 Jogan earthquake off Miyagi prefecture along the Japan Trench, produced unusually large tsunami, according to a historical document and tsunami deposits. The document reports that about 1,000 people were drowned from the tsunami in Sendai plain, indicating much larger tsunami than the 1896 or 1933 Sanriku tsunamis. In Ishinomaki plain, the 869 tsunami deposits extend more than 3 km from the estimated coast line, which is about 1.5 km inland of the present coast. In Sendai plain, the deposits extend about 1-3 km from the estimated coast, or about 1 km more from the present coast. We computed tsunami inundation in both plains from several types of tsunami source models such as out-rise normal fault (similar to the 1933 Sanriku tsunami), tsunami earthquake (similar the 1896 Sanriku tsunami), interplate earthquakes with variable fault depth, width, length and slip amounts, and an active fault in Sendai bay. Comparison of the computed inundation areas with the distribution of tsunami deposits indicates that only an interplate earthquake source with 100 km width and more than 7 m slip ($N_{145}S_{54}$) can reproduce the observed distribution of tsunami deposits in the two plains.

キーワード: 貞観津波, 石巻平野, 仙台平野, 津波堆積物, 津波シミュレーション
Keywords: Jogan tsunami, Ishinomaki plain, Sendai plain, tsunami deposit, tsunami simulation

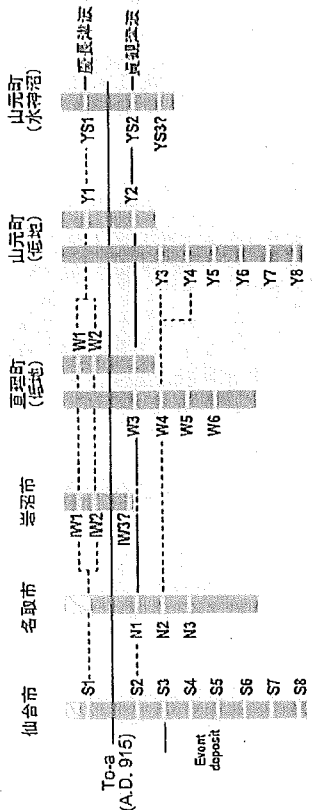
1. はじめに

貞観十一年正月廿六日(ユリウス暦 869 年 7 月 9 日)の東北津波については、『日本三代実録』に、以下のよう記されている。

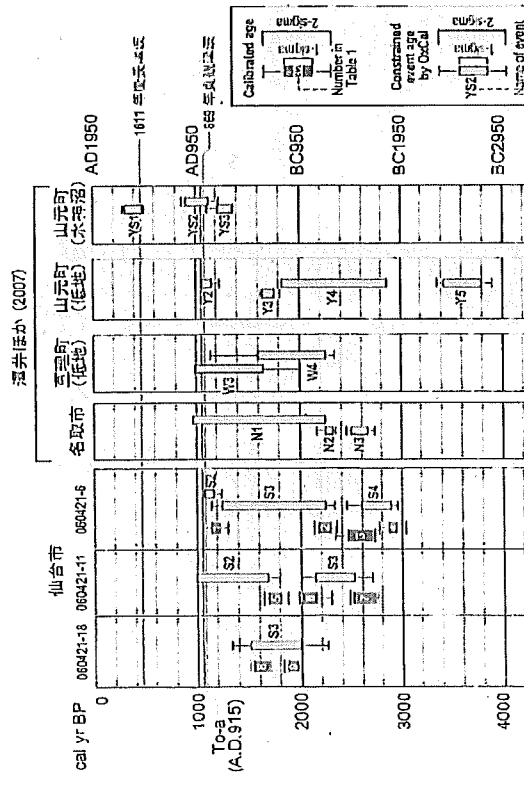
東北津波の津波堆積物、津波シミュレーション (佐竹、1998)。また、渡邊 (2000, 2001) は、宮城県仙台市、多賀城市、仙台市、名取市、岩沼市、高砂市、新地町、相馬市、いわき市、茨城野北茨城市、高萩市、東海村、ひたちなか市、大洗町、大洗町 (現在、鉾田市) において、貞観津波の津波に到達するとされる感度を検証して検討している (第 1 図)。

津波堆積物に大きな浸透をもたらし、1896 年明治二陸地津波 (津波番号約 22,000 名) や 1933 年昭和三陸地津波 (津波番号約 3,000 名) は、牡鹿半島や仙石平野では高さ 5 m 以下であった (たとえば渡辺, 1998) ことから、貞観津波は、これらの三陸津波よりも大きな津波を仙石平野に与えたと考えられる。貞観津波の波源は仙石湾内 (伊藤, 1998) 津波から秋田前 (下等・他, 2001; Minoura *et al.*, 2001)、茨城沖から宮城沖の狭域付近 (渡邊, 2000) などに想定されてきた。

本研究では、貞観津波を起した地震の規模やメカニズムを推定するため、日本海溝沿いにおける様々なタイプの断層モデルからの仙石平野と石巻平野における津波の数値シミュレーションを実施し、すでに調査されている津波堆積物の分布と比較した。



第 26 図. 各地域で見られる砂シートの相関性。資料を Satake *et al.* (2007) を参照。
Fig. 26. Correlation of sand sheets. Modified from Satake *et al.* (2007).



第 27 図. 各地域で見られる砂シートの年代を OxCal によって年代校正した年代。
Fig. 27. Radiocarbon ages and ages of each event calibrated by OxCal.

これらの場合は、仙台半島の浸水履歴も長く、津波堆積物の分布をほぼ再現できています。

仙台半島の地形を参考に、地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

6. まとめ

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

4. 津波シミュレーション

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

2. 浸水履歴の推定

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

3. 断層モデル

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

6. まとめ

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

4. 津波シミュレーション

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

3. 断層モデル

仙台半島における津波堆積物の分布を再現し、さらに、内陸部の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。仙台半島の地形図を参考に、仙台半島の地形図を修正した。地形図は標高 1 m とした。

文 献

阿部 謙・菅野清・千原 卓 (1990) 仙台半島に於ける浸水履歴。地質学雑誌, 45, 513-525.
相馬 誠太郎 (1998) 仙台半島 (869 年) 津波堆積物の分布。地質学雑誌, 73, 167-171.
Imamura, A. (1994) Post-tsunami of the Sanriku coast. Japanese J. Astronomy Geophysics, 11, 79-93.

石橋克彦・古代・中世地質史科テクニクス化研究
グループ (2008) 地震・噴火史料データベース
ス (古代・中世編) のインターネット公開。
日本地質歴史学会連合大会。
Mansinha, L. and Smylie, D. E. (1971) The displacement
fields of inclined faults. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 61,
1433-1440.
Minoura, K. and Nakaya, S. (1991) Traces of tsunami
preserved in intertidal lacustrine and marsh deposits:
some examples from northeast Japan. *J. Geology*, 99,
265-287.
Minoura, K., Imamura, E., Sugawara, D., Kono, Y. and
Washita, T. (2001) The 869 Jogan tsunami deposit
and recurrence interval of large-scale tsunami on the
Pacific coast of northeast Japan. *J. Natural Disaster
Sci.*, 23, 83-88.
佐竹雅治・山本 浩 (2003) 17世紀に北
海道中部で発生した異常な津波の震源モデル。
昭和館・古地質研究報告, 3, 315-362。
澤井祐紀・岡村行信・奥倉正英・松浦五人・Than
Tin Aung・小松原純子・龍井長太郎 (2006) 仙
台平野の堆積物に記録された史前時代の巨大津
波 (1611年延長津波と869年可視津波の震源域
・地質ニモース, 624, 36-41。
澤井祐紀・奥倉正英・岡村行信・岡田重夫・松浦五人・
Than Tin Aung・小松原純子・龍井長太郎・龍原
浩・佐竹雅治・藤澤孝信・佐藤直哉 (2007) 仙
台平野 (仙台市・名取市・岩手町・山手町)
における古地質学調査報告。高師館・古地質研究
報告, No. 7, 47-50。

澤井祐紀・奥倉正英・小松原純子 (2008) ハンドニ
アラを用いた宮城県仙台平野 (仙台市・名取
市・岩手町・花巻市・山手町) における古地質
学調査報告。高師館・古地質研究報告, No. 8,
17-20。
Sawai, Y., Fujii, Y., Fujitara, O., Kawazaki, T.,
Komatsumaru, J., Okamura, Y., Satake, K. and
Shishikura, M. (2008) Marine incursions of the past
1500 years and evidence of tsunamis at Sujiinuma,
a coastal lake facing the Japan Trench, The Holocene,
18, 517-528.
奥倉正英・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than
Tin Aung・山本浩・藤原 浩・龍井長太郎 (2007)
仙台平野における津波堆積物の分布と年代。高
師館・古地質研究報告, No. 7, 31-46。
菅原大助・正田幸司。今村文彦 (2001) 西暦 869 年
関東大津波による推定作用とその震源域。津波
工学研究報告, 18, 1-10。
はら野研夫 (1998) 日本津波津波史観【巻2 東洋
大津波出版会, 288 pp。
横澤隆夫 (1998) 869 (貞観11) 年の地震・津波の
震源と推定される津波の波高 (津波), 歴史地理, 14,
83-99。
横澤隆夫 (2000) 貞観十一年 (869 年) 地震・津波
と推定される津波の波高 (津波), 歴史地理, 16,
16, 39-77。
横澤隆夫 (2001) 日本から北緯・津波の変遷まで
まで説明できるか。貞観十一年 (869 年) の地震・
津波を例として。歴史地理, 17, 130-146。
(受付: 2008 年 8 月 31 日, 受理: 2008 年 10 月 18 日)

Table 1. Parameters of fault models examined in this study.

モデル Model	断層タイプ Fault type	断層 deg N	傾角 deg E	長さ km	幅 width km	突出 strike deg	すべり角 dip deg	すべり量 slip m	地震モーメント Mo Nm	Mw
1	Normal Fault	37.91	144.36	0	200	50	202	45	2×10^{21}	8.1
2	Tsunami Eq.	38.06	143.91	0	200	50	202	18	2×10^{21}	8.1
3	d15W50	38.24	143.41	15	200	50	202	18	2×10^{21}	8.1
4	d31W50	38.41	142.91	31	200	50	202	18	2×10^{21}	8.1
5	d15W100	38.24	143.41	15	200	100	202	18	4×10^{21}	8.3
6	d31W100	38.41	142.91	31	200	100	202	18	4×10^{21}	8.3
7	d31L300	38.41	142.91	31	300	50	202	18	3×10^{21}	8.3
8	d31L100d10	38.00	142.68	31	100	100	202	18	4×10^{21}	8.3
9	Sendai Bay Fault	38.30	141.20	1	40	20	160	45	1.2×10^{21}	7.5
10	d15W100u7	38.24	143.41	15	200	100	202	18	5.6×10^{21}	8.4

断層タイプは断層面上の北緯の角度・傾角・長さ・幅・突出・すべり角・すべり量・地震モーメント・モーメント・モーメントについて
 3×10^{21} Nm²を仮定した。

Table 2. Inundation distances (in km) along profiles computed for ten models of the Jogan tsunami, compared with the location of the most inland tsunami deposits.

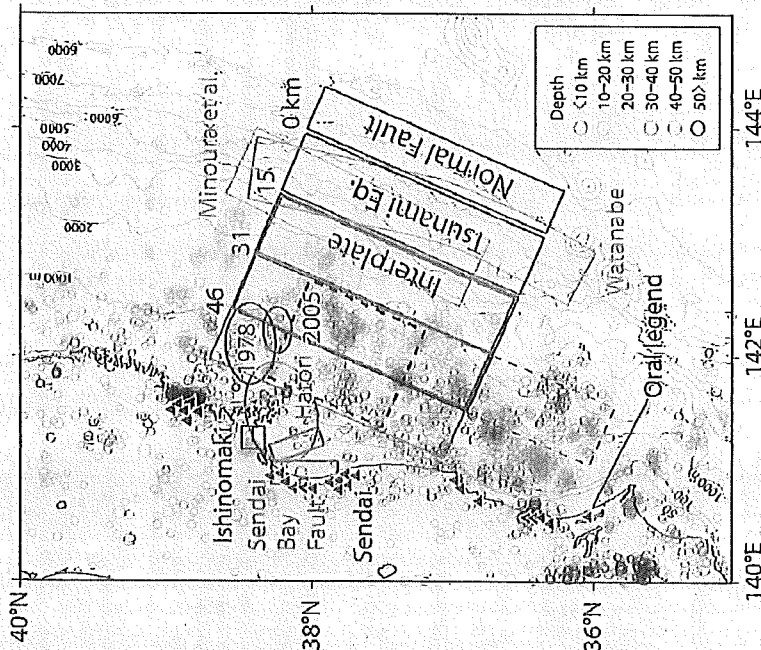
Inundation distances km	Model 1 Normal Fault		Model 2 Tsunami Eq.		Model 3 d15W50		Model 4 d31W50		Model 5 d15W100		Model 6 d31W100		Model 7 d31L300		Model 8 d31L100u10		Model 9 Sendai Bay Fault		Model 10 d15W100u7	
	WA	A1	Y	Sendai	a	b	c	d	e	Average	Std. Dev.									
1.5	0.1	0.1	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.1	0.1	1.6	
3.4	0.0	0.0	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	3.1	
3.2	0.0	0.0	1.4	1.4	1.7	1.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.0	0.0	2.8	
3.0	0.0	0.0	1.5	1.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	3.1	
3.8	0.0	0.0	2.2	1.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	0.0	0.0	3.2	
4.2	0.0	0.0	1.1	3.5	3.1	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	0.0	0.0	4.1	
3.5	0.2	1.7	2.1	2.0	2.9	3.1	2.9	3.1	2.9	3.1	2.9	3.1	2.9	3.1	2.9	3.1	1.7	1.7	3.5	
2.5	0.0	1.4	1.7	1.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.9	0.9	2.9	
Distance ratio (Std./Dep.)	0.01	0.24	0.58	0.51	0.77	0.78	0.60	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.12	0.12	0.29	
	0.02	0.21	0.13	0.14	0.17	0.16	0.23	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.19	0.19	0.09	

The lowest two lines indicate averages and standard deviations of distance ratio (assumed inundation distance / furthest tsunami deposit from case). Bold rank A and B deposits are included in the calculations. The averages and standard deviations shown in bold are the preferred models.

第3表. 10 箇のモデルから計算した津波の高さ (m) と津波の浸襲域の高さ (m) との比較.
Table 3. The water heights (in meters) along profiles computed for ten models of the Jogan tsunami, compared with the altitudes (in meters) of the most inland tsunami deposits.

Ishinomaki	Tsunami deposit	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10
		Normal Fault	Tsunami Eq.	d15W50	d15W50	d31W50	d31W100	d31L500	d31L1000	d31L1000	Sendai Bay Fault
WA	1.9	1.7	2.0	2.2	2.2	2.4	2.0	2.1	2.7	2.4	3.6
A1	1.7	1.8	2.1	0.7	0.8	1.1	1.2	1.0	1.9	1.6	1.7
Y	2.6	1.8	2.1	2.1	1.9	2.4	2.4	2.1	2.5	1.4	2.5
Sendai											
a	2.0	2.0	1.1	1.6	1.4	1.7	1.7	1.3	2.4	2.2	2.4
b	3.3	2.2	1.1	1.5	1.3	1.6	1.7	1.3	2.5	2.2	2.5
c	2.5	1.8	0.9	1.2	1.0	1.3	1.4	1.0	2.0	2.0	2.1
d	3.0	1.0	1.1	1.9	2.0	2.3	2.5	2.0	3.5	1.3	3.2
e	3.9	1.7	2.1	3.0	2.7	3.1	3.0	2.7	4.0	2.0	4.1
Height ratio	Average	0.72	0.65	0.68	0.64	0.78	0.78	0.66	1.04	0.78	1.09
(Stm./Dep.)	Std. Dev.	0.26	0.55	0.23	0.25	0.23	0.17	0.22	0.21	0.24	0.34

The lowest two lines indicate averages and standard deviations of height ratio (simulated inundation height / altitudes of the most inland tsunami deposit). Both rank A and B deposits are included in the calculations. The averages and standard deviations shown in bold are the preferred models.



第1図. 10 箇のモデルから計算した津波の高さ (m) と津波の浸襲域の高さ (m) との比較.
Fig. 1. Fault models of the Jogan tsunami. The fault models tested in this study are the normal fault (tsunami earthquake and interplate earthquake models (widths 50 km) shown by black solid lines), interplate models with different fault height (shown by black dashed lines), with different fault widths (green and blue lines), and an active fault in Sendai Bay (dark green). In addition, those proposed by Harot (1998), Watanabe (2000) and Minoura et al. (2001) are shown. The source areas of 1978 and 2005 Miyagi-oki earthquakes are also shown. Color circles indicate seismicity in this region between October 1997 and March 2007, according to Japan Meteorological Agency data. Numerals beside the faults (0 km, 15, 31, and 40) indicate upper depth of the faults. Triangles show locations where oral legends of the 869 Jogan earthquake and tsunami were reported (Watanabe, 2000).

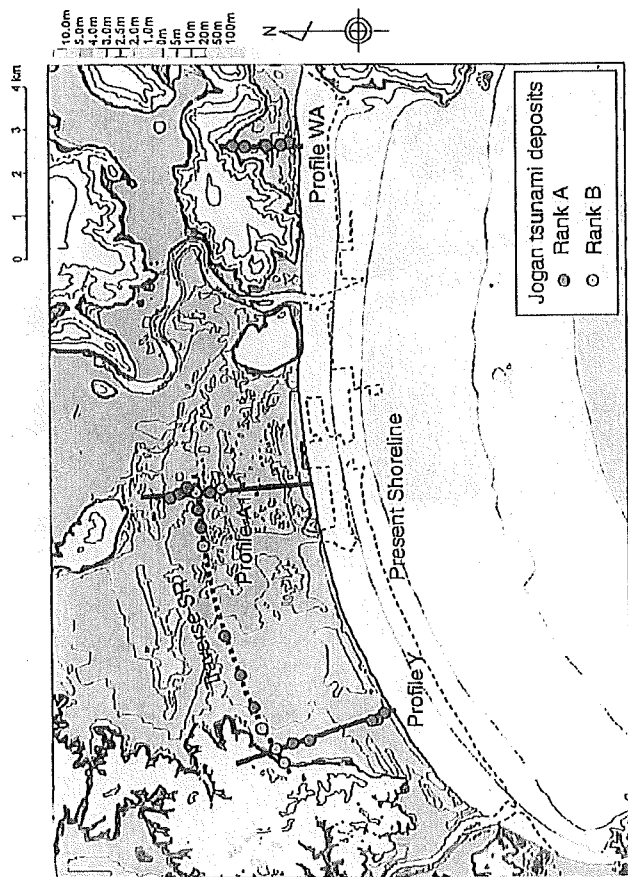


Fig. 4. Estimated topography of Iabonomaki plain at the time of AD 869 Jogan tsunami. This area is gridded into 25 m interval for inundation modeling. Locations of the tsunami deposits (Shishikura *et al.*, 2007) and three profiles on which simulation results are compared with the deposits are shown. Ranks A and B refer to probability of the Jogan tsunami deposits.

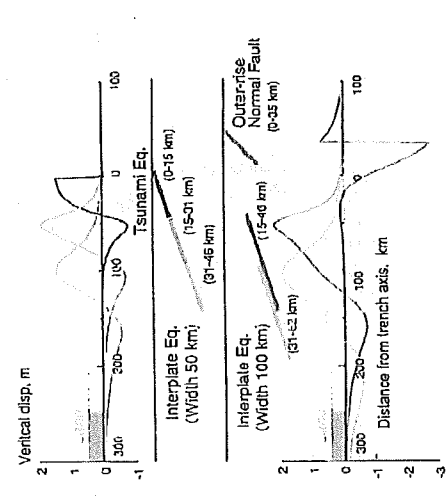


Fig. 5. Vertical seafloor deformation due to out-of-sea normal fault, tsunami earthquake and interplate earthquakes with different fault width and depth. Gray rectangles and broken lines indicate location of land on the head of Santai bay and Ojika Peninsula, respectively.

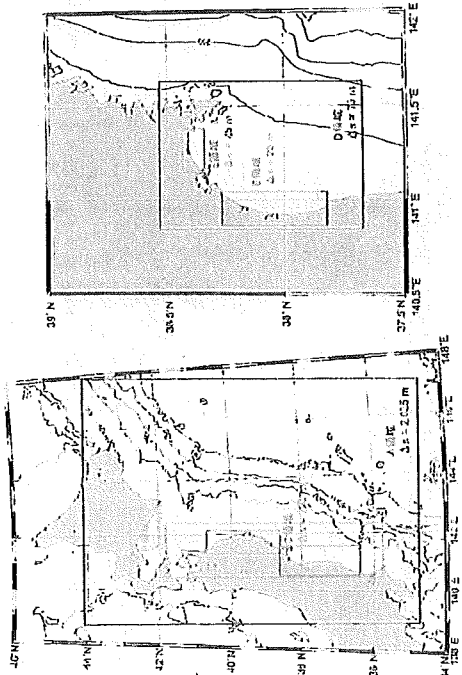


Fig. 5. Computational areas for tsunami numerical simulation. Grid sizes are 2.025 m, 0.75 m, 2.25 m, 75 m, 225 m, 75 m, 225 m, 75 m, and 25 m; smaller grids are used near coast.

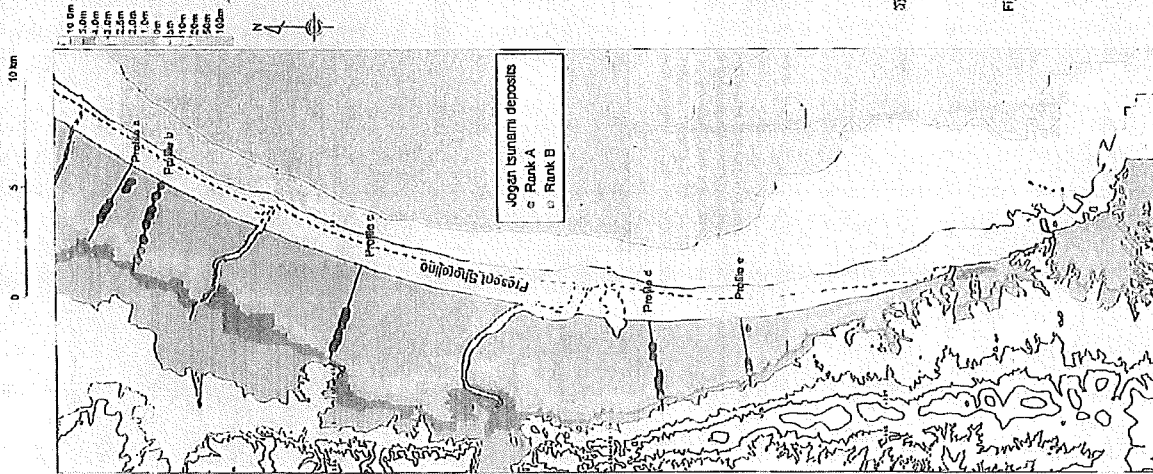


Fig. 4a. Estimated topography around Sendai plain at the time of AD 869 Jogan tsunami. This area is gridded into 25 m interval for inundation modeling. Locations of the tsunami deposits (Sawai et al., 2002, 2008) and five profiles on which simulation results are compared with the deposits are shown. Ranks A and B refer to probability of the Jogan tsunami deposits

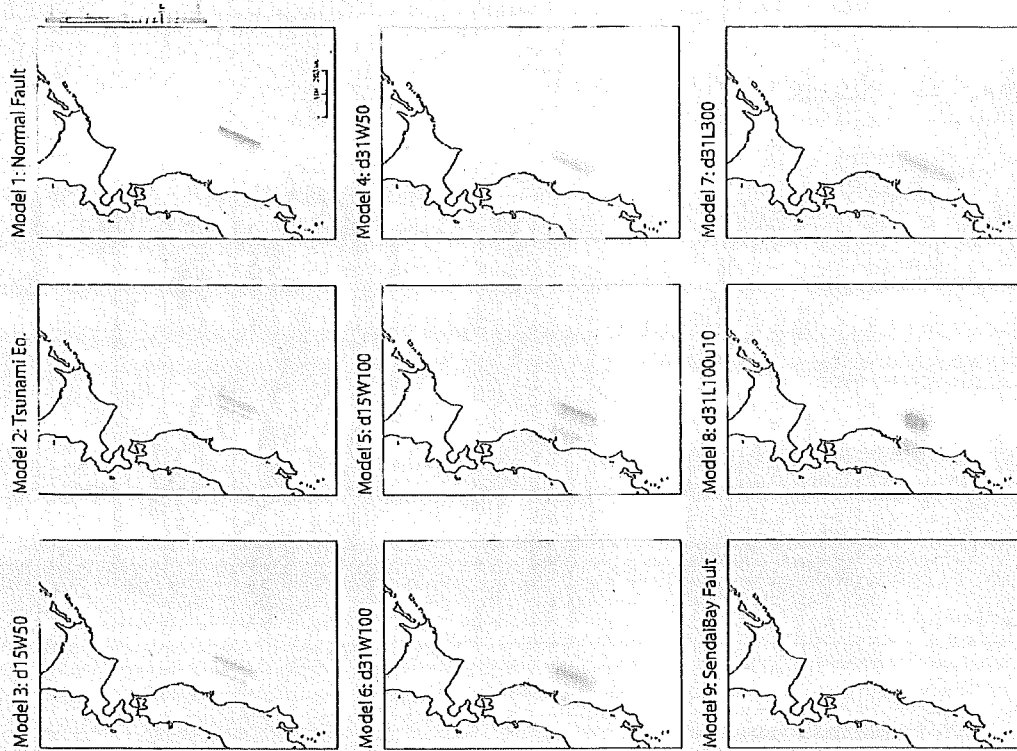
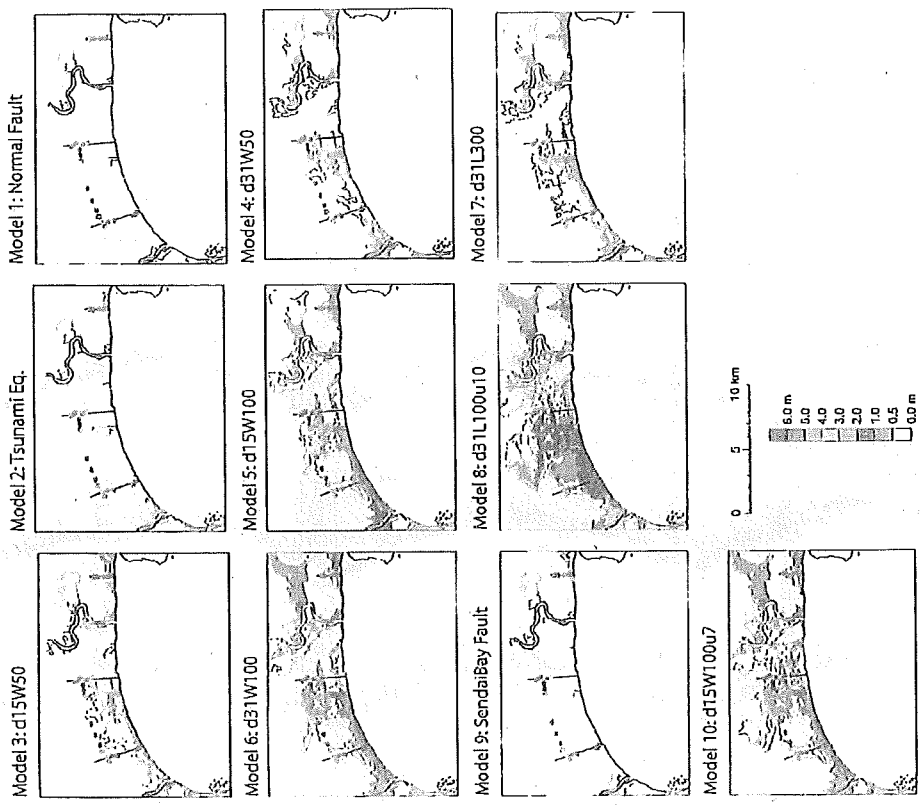
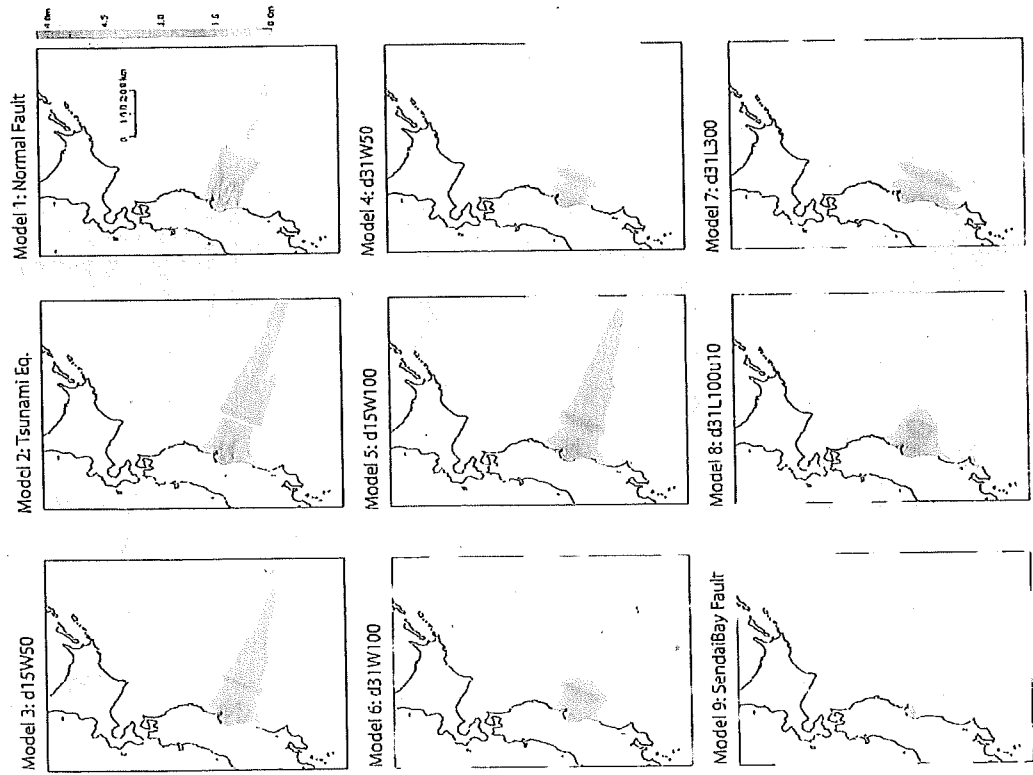


Fig. 5. Initial sea surface displacements for models 1-9. Model 10 is not shown because its pattern is the same as that of d1SW100 (model 5).



第7図. モデル1~10 による石巻平野の最大流深と沈積物分布の分布 (赤色は砂, 藍色は泥).
 Fig. 7. Maximum flow depth computed for models 1-10 and distribution of tsunami deposits (red or blue circles; see Fig. 4-3) in the Ishinomaki plain.



第6図. モデル1~9 による石巻平野の最大海面変動の分布 (7.5 cm 以上のものは省略した).
 Fig. 6. Maximum sea surface displacements for models 1-9. Model 10 is not shown because its pattern is almost same as that of d15W100 (model 5).

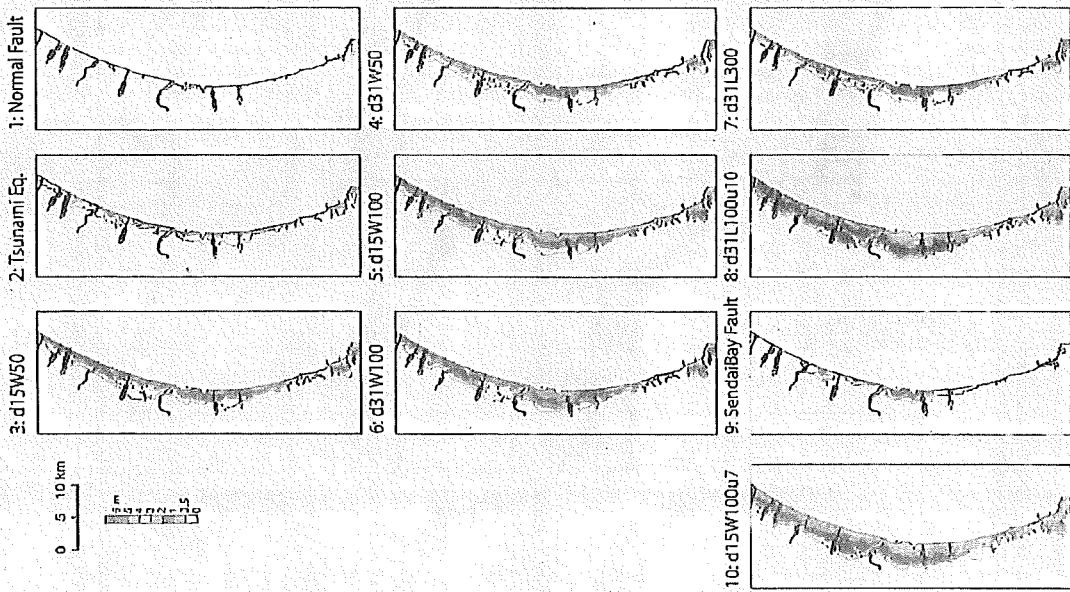


図 8 図 1~10 に示す断面的に最大水深を計算した断面的分布 (図 4b 図 10c)。
 Fig. 8. Maximum flow depths computed for models 1-10 and distribution of tsunami deposits (red or blue circles; see Fig. 4b) in the Sendai plain.

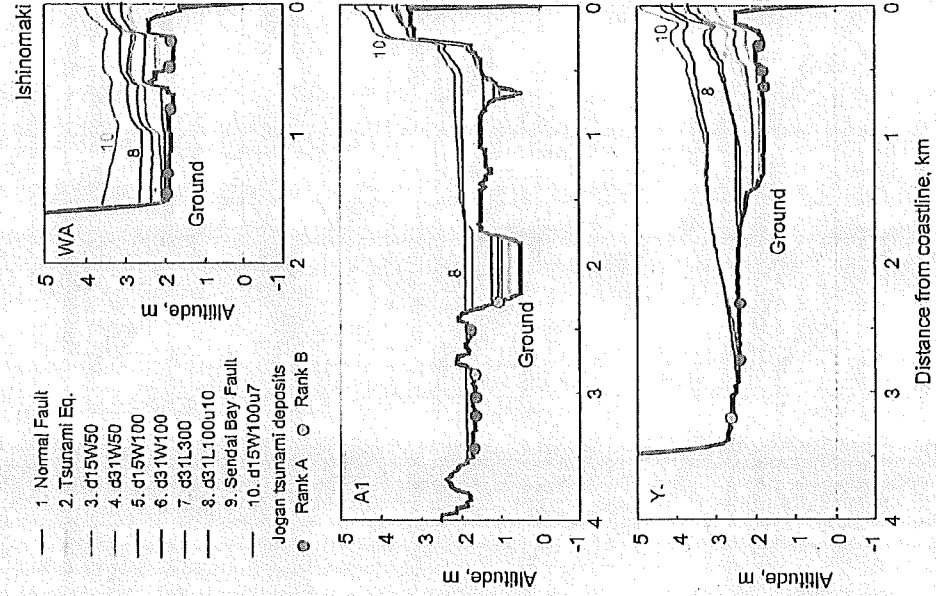


図 9a 図 1~10 に示す断面的に地形と最大水深を計算した断面的分布 (図 4a 図 10c)。
 Fig. 9a. Profiles of topography and maximum water surface along three profiles in the Ishinomaki plain. Distribution of tsunami deposit (Fig. 4a, Shishikura *et al.*, 2007) are also shown.

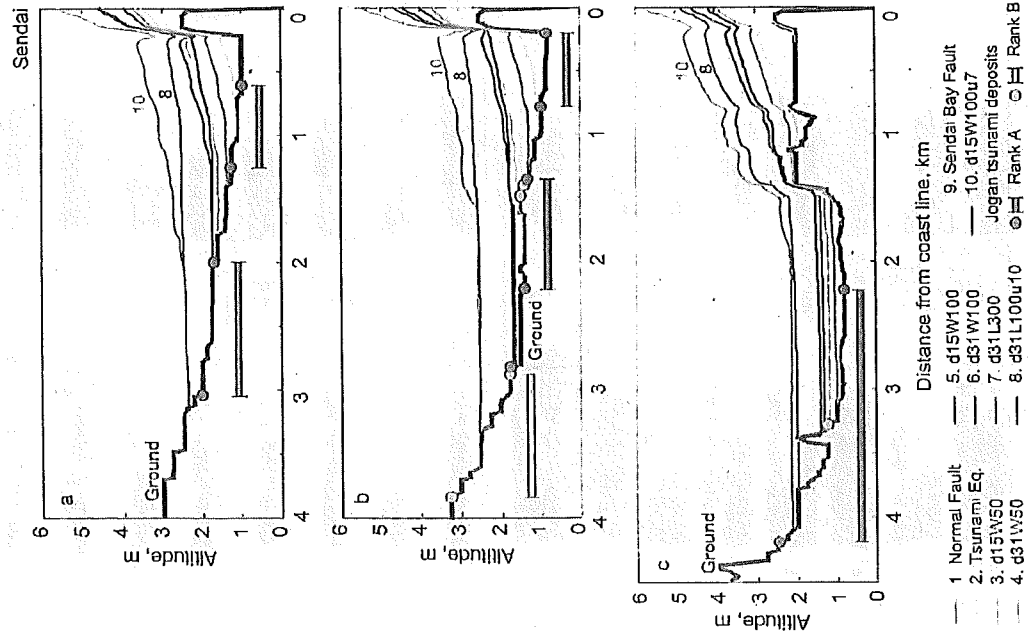


図 9a. 仙台平野における 869 年の地震津波の浸水シミュレーション。津波の最大水位の分布 (第 4b 図、第 4c 図、第 4d 図、第 4e 図、第 4f 図、第 4g 図、第 4h 図、第 4i 図、第 4j 図、第 4k 図、第 4l 図、第 4m 図、第 4n 図、第 4o 図、第 4p 図、第 4q 図、第 4r 図、第 4s 図、第 4t 図、第 4u 図、第 4v 図、第 4w 図、第 4x 図、第 4y 図、第 4z 図)。

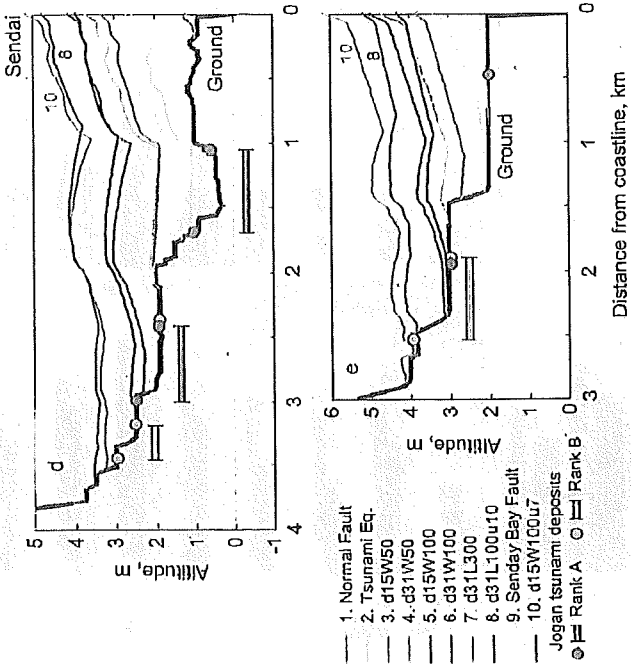


図 9c. 仙台平野における 869 年の地震津波の浸水シミュレーション。津波の最大水位の分布 (第 4b 図、第 4c 図、第 4d 図、第 4e 図、第 4f 図、第 4g 図、第 4h 図、第 4i 図、第 4j 図、第 4k 図、第 4l 図、第 4m 図、第 4n 図、第 4o 図、第 4p 図、第 4q 図、第 4r 図、第 4s 図、第 4t 図、第 4u 図、第 4v 図、第 4w 図、第 4x 図、第 4y 図、第 4z 図)。

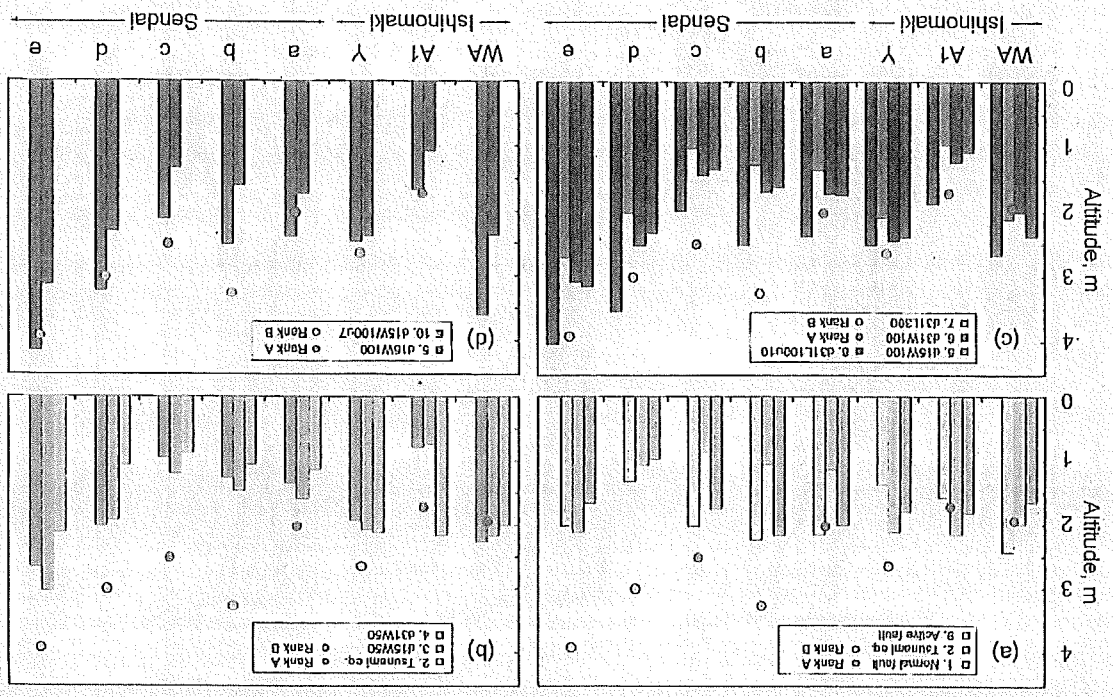


図 11 図. 仙台・仙台平野の 8 断面 (A1, Y, a, b, c, d, e) の最内陸の津波堆積物の高さの比較

Fig. 11 Comparison of rump heights and location of the most inland tsunami deposits along eight profiles in the Ishinomaki and Sendai plains.

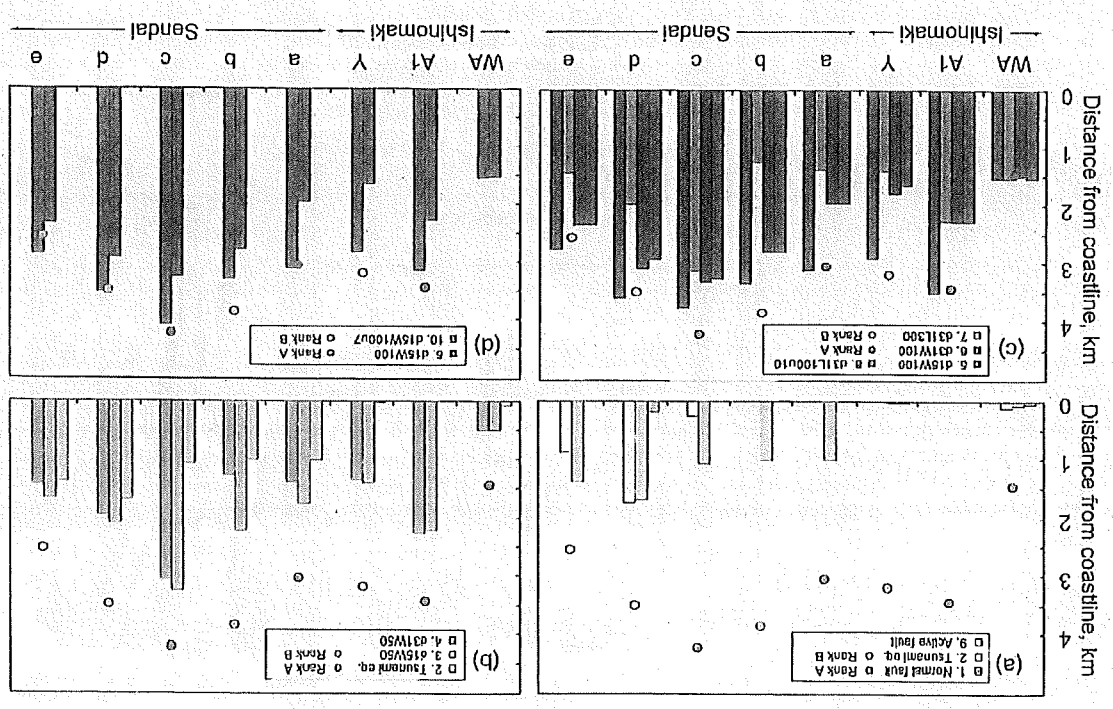


図 10 図. 仙台・仙台平野の 8 断面 (A1, Y, a, b, c, d, e) の最内陸の津波堆積物の位置の比較

Fig. 10 Comparison of inundation distance and location of the most inland tsunami deposits along eight profiles in the Ishinomaki and Sendai plains.

電力共通研究及び津波評価部会審議事項について

現状分析

- 「原子力発電所の津波評価技術」(土木学会, 2002) (以下「津波評価技術」と呼ぶ) が刊行されて以降、地震及び津波の波源に関して各機関による見解が示されているが、実務への適用については未検討。
- 上記最新の知見における波源モデルや地震動の検討に用いる断層モデルはアスペリティーを考慮しているが、「津波評価技術」が示す想定津波設定方法(一様モデルを用いたパラメータスタディ)へアスペリティーをどのように適用するか未検討。
- 2002年当時と比較して数値計算技術が飛躍的に進歩しており、解析手法の高度化が可能。
- 改訂された耐震設計審査指針に「不確かさの考慮を適切に行うこと」と記述されており、「津波評価技術」による評価が不確かさを適切に考慮しているか要検討。
- 津波による波力、砂移動、津波高の確率論的評価手法について電力共通研究により要素技術を有するが、基準化されていない。



電力共通研究の実施

1. 波源モデルに関する検討

波源に関する新知見の分析結果を踏まえて、必要に応じて「津波評価技術」の波源モデルの見直しを行う。

2. 数値計算手法に関する検討

分裂が発生する海域については、分裂・砕波を適切に評価できる非線形分散波方程式の導入の有効性及び判断条件、適切な解析条件等について検討を行う。また、波力評価精度向上の観点から、3次元解析の有効性について基礎的な検討を行う。

3. 津波水位評価における不確かさの考慮に関する検討

上記波源の検討において、波源モデルにアスペリティーを設定した場合については、想定津波評価手法について検討を行う。また、波源モデルのパラメータについて確率論的水位評価手法によって得られる津波水位ハザード曲線を参照し、パラメータスタディの妥当性検証を行う。

4. 津波評価技術の体系化・基準化

上記検討に基づく津波水位評価手法、既往の研究成果に基づく津波による波力評価手法、砂移動評価手法及び確率論的津波水位評価手法の体系化・基準化を行う。なお、既往電力共通研究では扱っていない傾斜堤の津波に対する安定性評価については、電力中央研究所にて実験的研究を実施し、津波評価部会に諮る予定である。

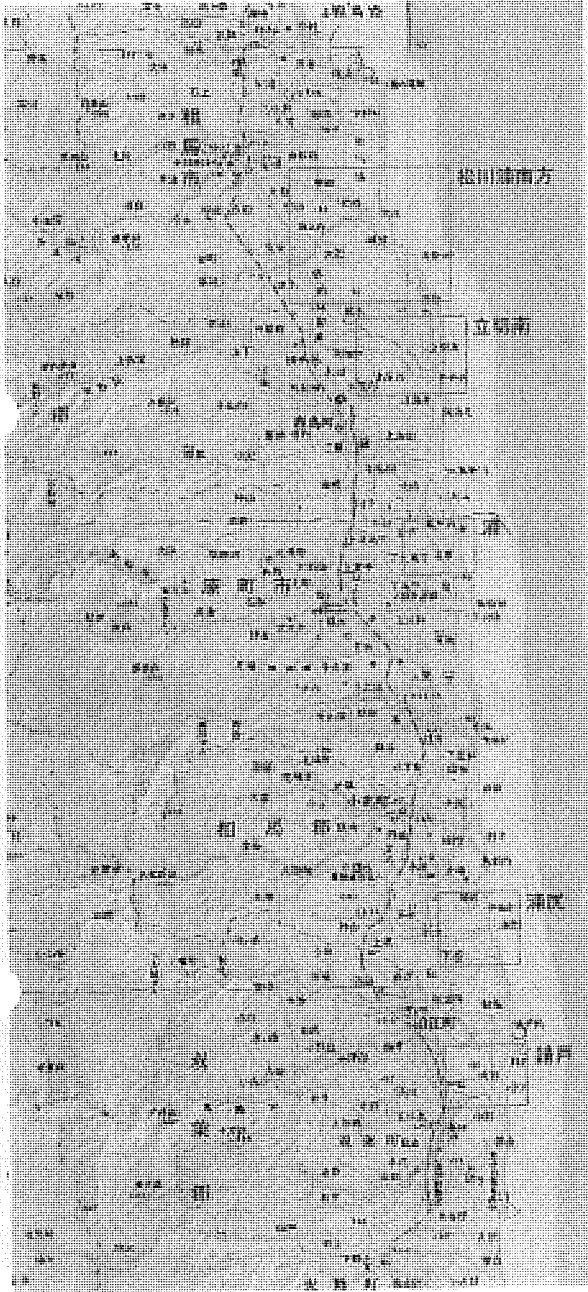


「津波評価技術」の改訂

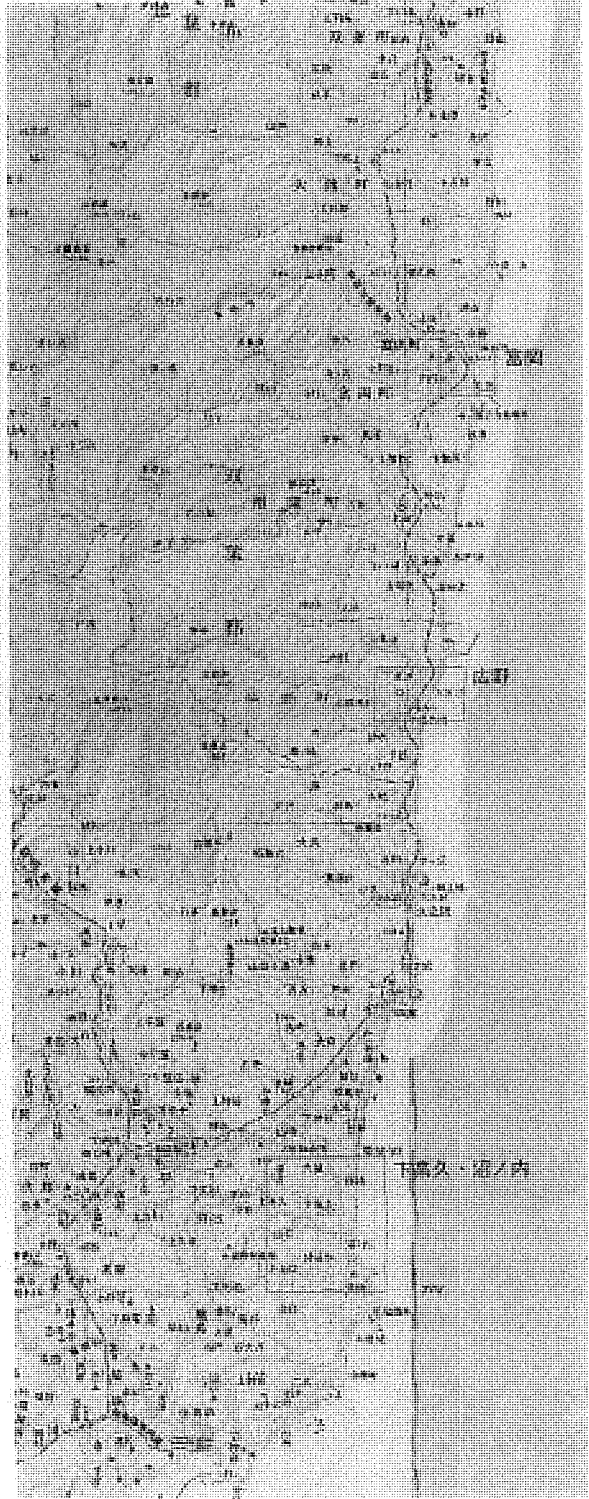
現状分析・検討内容一覧

大項目	小項目	現状分析・検討内容	備考
	貞原津波に関する事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仙台平野における津波堆積物の調査結果を踏まえ佐竹(2008)によって福島県前面海域に869年貞原津波の波源モデルが示されている。 ・ 津波堆積物の痕跡としての取扱について検討を行う。 	
	地震調査研究推進本部の知見	<ul style="list-style-type: none"> ・ H14年7月地震調査研究推進本部は、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間地震(津波地震)は領域内どこでも起こりうると評価。また、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型)についても領域内でどこでも起こりうると評価。 ・ 波源としての取扱について検討する。 	
1. 波源に関する事項	地方自治体等の知見	<ul style="list-style-type: none"> ・ [茨城県] 取跡調査として「延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での取跡調査」(竹内他 2007)に用いられている建物被害と浸水深の関係を採用。 ・ [福島県] 従来は影響が小さいとしていた海洋プレート内の正断層型についても評価。 ・ 上記を含む地方自治体等の想定津波の波源について、取扱を検討する。 ・ スマートラ地震等を踏まえて、環太平洋における運動型巨大地震の可能性に関するレビューを行う。 	
	環太平洋における運動型巨大地震に関する知見		
	既往津波の波源モデルの再評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既往の地震津波について、陸上地形を考慮した海上計算を実施し、基準断面モデルの再検討を行う。 	
2. 数値計算手法に関する事項	非線形分散波方程式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波水位評価における分散波方程式導入の必要性について検討する。 ・ 非線形分散波方程式を用いる場合の計算条件(格子サイズ等)について検討する。 	
	3次元解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ 波力計算等における3次元の挙動再現の有効性について検討する。 	
	遠地津波の再現	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現状、遠地は線形分散波方程式(球座標)、近地は非線形長波方程式により計算しているが、近地において非線形分散波方程式を用いる必要性について検討する。 	
	海底変位の計算方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 半無限一様媒質、水平成層、水平不均質構造(三次元構造)の影響について検討する。 	
3. 不確かさの考慮に関する事項	耐震設計審査指針における不確かさの考慮に関する記述	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不確かさの考慮としてのパラメータスタディの妥当性検証を行う。 	
4. 津波評価技術の体系化・標準化に関する事項	アスペリティーモデルのパラメータスタディ方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ アスペリティーモデルを採用した場合の想定津波の評価手法を構築する。 ・ 津波による波力、砂移動、津波水位の確率論的評価手法について標準化を行う。 	

福島県浜通り北部



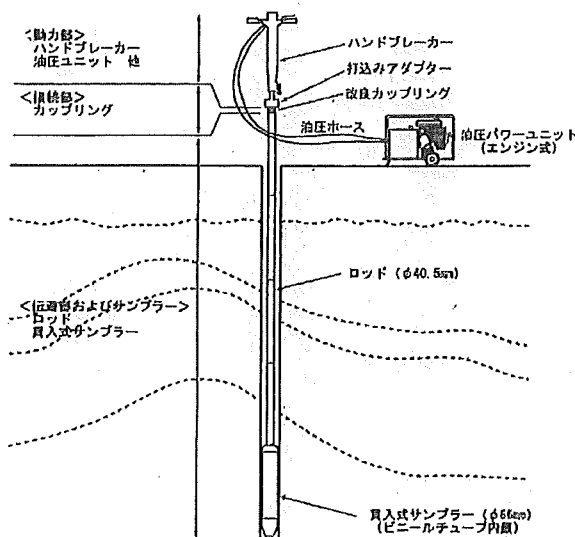
福島県浜通り南部



10km

图1-1 調査位置图

パーカッション採土器構造概念図



標準セット (調査深度5m)

使用機器等	数量	単位
ハンドブレーカー	1	台
油圧式パワーユニット	1	台
打ち込みアダプター	1	個
カップリング	1	個
ボーリングロッド	5	m
貫入式サンプラー (φ66mm)	1	台
小型三叉	1	基
チェーンブロック	1	台
ロッドホルダー	1	台
脚立	1	脚
コア箱	1	箱
工具	1	式
その他・燃料等		



図2-2 パーカッション式採土器の概要

福島地点の津波評価に関する専門家への相談結果

専門家	相談日時	福島地点の津波評価へのコメント
■■■■■■■■■■	2009/6/25	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波がどこまで遡上したかについては、津波発生時の地形を推定して評価しないと過大評価となる。 ・ 貞観の論文では、火山灰が分布している範囲を陸地とし、火山灰が分布しない範囲を海と考えた。 ・ 福島地点の津波評価方針に特段コメントなし。
■■■■■■■■■■	2009/7/1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東北大で、従来の仙台平野での調査から格段に密度を上げて調査を実施中。 ・ 津波堆積物の認定は堆積学もしくは古生物学的な津波堆積物の特徴を備えていることが重要。 ・ 実際の津波は津波堆積物の範囲以上に遡上していると考えられるため、その範囲を決めるのが重要と考えている。 ・ 砂の粒子の配列等から流速を推定し、その流速を境界条件としてどこまで遡上したか等の検討を行っている。 ・ 旧地形もかなり複雑であり、丁寧な調査が必要。旧地形について一般化して示すのは難しく場所毎での詳細な調査が必要かもしれない。 ・ 福島地点の津波評価方針に特段コメントなし。
■■■■■■■■■■	2009/7/17	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貞観の波源モデルにはまだ自由度があり現状でモデルが確定というには早いと思う。 ・ モデルの検討には旧地形の復元が必要であるが、福島県の地形はあまり現在と変わらないと考えている。 ・ 堆積物の認定は海から運ばれた砂であることを確認する必要があるが、珪藻が残っていれば海のものか確認できる。 ・ 高潮との区別は難しいが、高潮による津波堆積物の例が少ないことを考えると、原子力ではどちらのものであっても考慮するしかないのではないかと。 ・ 砂が堆積した場所よりも内陸への遡上については、秋田大の高橋先生がJNESの研究で実施しているはず。 ・ 福島地点の津波評価方針に特段コメントなし。
■■■■■■■■■■	2009/7/23	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貞観津波について今すぐ津波評価に取り入れるのは時期尚早。 ・ アスベリティーモデルのバラストについては、津波として厳しくなるアスベリティー位置等について検討する必要がある。 ・ 各電力が個別に検討するのではなく、バラストの方法についてレシビのようなものを作成すべき。 ・ 津波堆積物調査として既往の文献で堆積物があるとされているところについても調査するのは良いこと。堆積物の認定について客観性が増すと良い。 ・ 福島地点の津波評価方針に特段コメントなし。
■■■■■■■■■■	2009/8/10	<ul style="list-style-type: none"> ・ 埋め立て地は江戸まで沼地であったところを干拓のため盛土したと考えられ、丁寧にしらべる価値がある。 ・ 本州での調査は人の手が多く入っており、難しい。十勝は人の手が全く入っておらず調査に適していた。 ・ 低地を調べる必要もあるが、津波高さを測る上では3～5m程度の段丘に遡上しているか否かを調べると良い。 ・ 津波堆積物であるかどうかは珪藻化石が証拠として良い。カーボンはばらつくし、浅いところでは現世の植物が入り込む。