

平成26年（ネ）第126号 大飯原発3，4号機運転差止請求控訴事件

一審原告 松田正 外184名

一審被告 関西電力株式会社

控訴審第28準備書面 （一審被告準備書面（30）への反論）

平成29年1月23日

名古屋高等裁判所金沢支部民事部第1部C1係 御中

一審原告ら訴訟代理人弁護士 佐 藤 辰 弥

同 弁護士 笠 原 一 浩

ほか

第1 はじめに

一審被告は、準備書面（30）において、基準津波の策定手順について説明している。しかし、基準津波策定の出発点となるのは、敷地周辺における過去の津波の発生状況の調査（文献調査、津波堆積物調査等）である。当該地域においてどのような津波を想定すべきであるかを考える上で最初に手掛かりとなるのは、当該地域において過去にどのような津波があったのかを知ることだからである。それゆえ、この調査こそが、基準津波策定の出発点にして最も肝要な点であり、その後の手順の大前提となる。この調査が疎かなのであれば、その後にどれほど立派な計算式を組み込んだソフトを使ってシミュレーションを行ったとしても、その結果得られた数値は、いかにもっともらしく見えようとも、その実は砂上の

楼閣に過ぎないということになる。

このことを我々に痛いほど思い知らせてくれたのが、あの福島第一原発事故であった。

福島第一原発は、東北地方太平洋沖地震による津波によって大きな被害を受けたが、その一方で、福島第一原発の約115キロメートル北に位置する東北電力の女川原発は、福島第一原発とほぼ同じ高さの約13メートルの津波に襲われたにも関わらず、原子炉3基すべての冷温停止を成功させた。この明暗を分けたのは、過去の津波の調査に関する意識の違いであった。東北電力では、土木工学や地球物理学等の専門家を集めて議論をし、「明治三陸津波や昭和三陸津波よりも震源が南にある地震、例えば貞観や慶長等の地震による津波の波高はもっと大きくなることもあるだろう」といった検討の結果、14.8メートルという十分な敷地高さを確保した。これに対して、東京電力は貞観津波を考慮した津波対策を実施せず、せっかく30メートルもあった敷地高さをわざわざ10メートルまで低くして福島第一原発を建設した。

その結果、福島第一原発は、あの日襲来した約13メートルの津波によって大きな被害を受けたが、女川原発は、冷温停止に成功したのである。

過去の津波調査を決して軽視してはならない。このことが、福島第一原発事故から我々が学ぶべき教訓であり、伝承を科学的調査によって見直すべきことは、福島第一原発を経て得られた科学的知見若しくは科学的態度であると言うべきである。既に述べたとおり原子力規制委員会が作成した「基準津波及び耐津波設計指針に係る審査ガイド」にも伝承津波を十分に考慮すべきことなどが示されているが（12頁）、その解釈運用に当たっては、こうした福島第一原発事故の教訓を明確に意識するべきである。

以下、一審原告らは、本準備書面の「第2」において一審被告は結局のところ伝承津波を無視しており、過去の津波調査が不十分であることを示す。

次に、「第3」において一審被告が今回提出した証拠（乙107～乙111）で示される想定津波が過小であることを示す。

また、「第4」において、一審被告が若狭湾地盤の地学的要素を無視していること（志岐意見書（甲319）など参照）を示す。

第2 過去の津波調査が不十分である

1 一審被告の「反論」

こうした態度で本件における津波問題を考えるとき、最も重要視すべきは、平成27年に福井大学の山本博文教授（地質学）らが発表した、福井県高浜町で発見された津波堆積物である。この点の詳細については既に何度も述べているので繰り返さないが、結局のところ一審被告の主張は、山本教授らの調査によっても、「津波によってもたらされた可能性もある」（一審被告準備書面(30)5 p）との片言隻句をとらえて上記津波堆積物が天正大地震によることが確定的になっていないとか、「仮に山本氏らの調査で確認されたとされる堆積物が津波の痕跡であるとしても、上記のような小規模の津波がもたらしたものであった可能性もある」（同6 p）という主張にとどまっている。

しかし、「小規模の津波がもたらしたものであった可能性もある」といった過度の楽観主義によって十分な対策を怠った結果、いったい何が起こったのか。既に私たちは、福島原発事故の深刻な被害を見ているのである。

2 堆積物の到達限界と浸水域は一致しない

そもそも、津波堆積物の調査では、津波が来たとしても、堆積物が見いだせないことはよくあることである。例えば、2011年の東北地方太平洋沖地震では、

津波堆積物がはっきりと認められる場所からさらに奥に津波が到達している。痕跡が見つからないから津波がなかったとする一審被告の論理は粗雑である。

例えば、**甲 4 0 3 号証**は、国立研究開発法人産業技術総合研究所が 2 0 1 1 年の東北地方太平洋沖地震について津波堆積物の内陸への到達限界位置を調べた結果が書かれた論稿であるが、同論稿によれば、砂層は海岸線から 2～3.5km 内陸まで確認でき、泥層はそれよりさらに 0.5～1km 内陸奥まで分布しており、津波の水自体はそこからさらに 0.5～1km 内陸まで及んでいることが明らかになった。すなわち、同津波については、国土地理院などが津波の浸水域を示しているが、砂質堆積物の到達限界はそれよりも 1～2km 手前までしか及んでいないということである（**甲 4 0 3 = 穴倉論文：8 枚目**）。

このように、津波堆積物が見つかった範囲と実際の浸水域は異なるのであって、実際の浸水域は堆積物発見箇所よりもずっと奥まで広がっているものであるから、堆積物が広範に発見されていないことを根拠として、天正地震の大津波を否定する一審被告の論理は極めて稚拙であると言わざるを得ない。もしこのような稚拙な論理で伝承津波の存否を考えようとしているのであれば、そのような一審被告の姿勢は、原発の安全性について真剣に考えようとしているものとは評価し得ず、ただ闇雲に再稼働に向けて前のめりになっているものと思われたい。

福島第一原発事故を体験したにもかかわらず、一審被告のように、再稼働のためであれば、伝承津波を裏付ける可能性がある堆積物が発見されてもなお、稚拙で薄弱な論理をさも綿密な検討の結果であるかのように喧伝し、安全性のためにはより慎重な考慮と検討を重ねるべきであるのにそれらを全て投げ出すような態度の事業者が拙速な再稼働を行うことは許されるべきではない。まして、裁判所がこれを後押しするようなことがあってはならない。

3 一審被告のシミュレーションは無意味である

そもそも、一審被告の行ったシミュレーションは、異なる地形条件の下で行われたものであるから、再現性に欠けるものであって無意味である。

すなわち、一審被告は、本件原発の基準津波を想定したシミュレーションを実施したところ、「当該津波は、浜堤（高さ 10m 程度）の切れ間を流れる笠原川に沿って高浜町菌部地区の陸域の広い範囲を浸水させる結果となった」と主張するが（一審被告準備書面（30）7 頁）、一審原告が入手した明治 26 年の地図（下図）（甲 404＝明治 26 年の地図）によれば、当時の笠原川は、現在のように陸域奥まで深く入り込んでおらず、津波の浸水路としては、現在よりもかなり小規模であったといえることができる（現在の地形については、甲 405 ご参照。）。



また、明治 26 年の地図（上図）を見る限り、当時の笠原川は、陸域に広がる水田に接続しており、川というよりもむしろ水田の排水路と言った方が的確である。恐らく、笠原川は、自然の地形を利用した水田の排水路（ないしは農業用水路）として発達してきた川であろうと考えられる。そうだとすると、天正地震があった 1586 年は上図からさらに 307 年前のことであるから、笠原川も

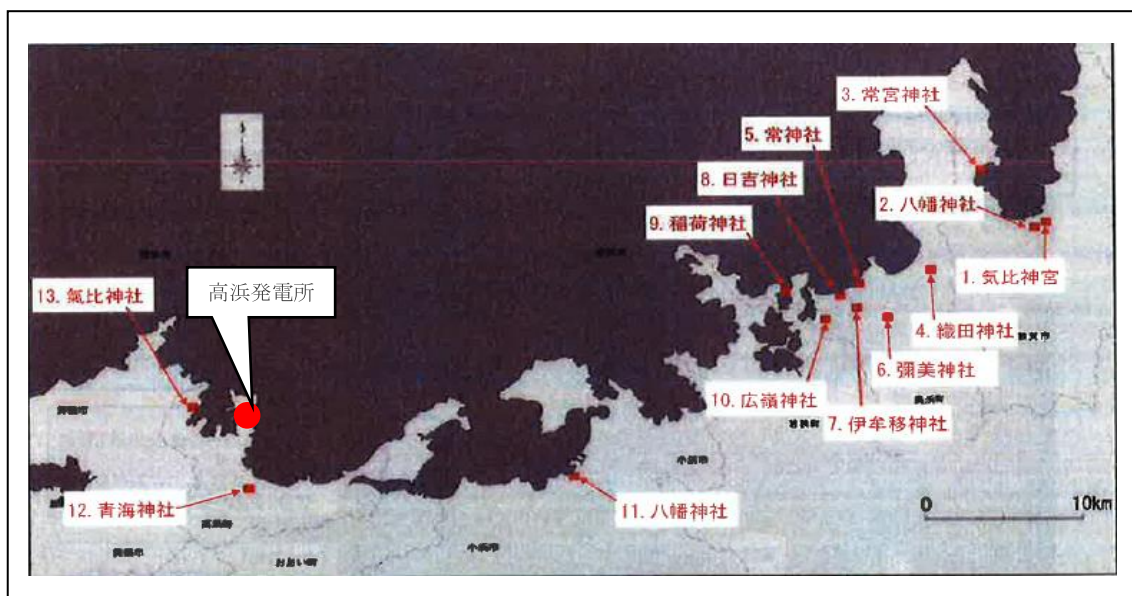
さらに小規模であった可能性がある。

いずれにせよ、シミュレーションの信頼性は、再現の正確性にかかるものであるから、一審被告が行ったシミュレーションが異なる地形条件の下で行われたものである以上、シミュレーションとしての信頼性はないものと言わざるを得ない。よって、同シミュレーション結果に依拠する一審被告の主張もまた前提を欠く議論であるというに帰着せざるを得ない。

4 一審被告が行った神社への聞き取り調査は不十分である

下図は、一審被告が聞き取り調査を行った神社の場所を示すものである（乙63の3枚目）。

これを見ればわかるように、聞き取り調査は、ボーリング調査と同様に、若狭湾東方（三方五湖以東）に集中している。



それにもかかわらず、一審被告は、若狭湾沿岸に天正地震の際の大津波が伝承に過ぎない旨を主張し、その根拠として、沿岸部に現存する神社13箇所におい

て聞き取りや現地調査を実施した結果、津波による被害記録は認められなかったとしている。その中でも一審被告が特に具体的に主張するのは、小浜市内にある八幡神社であり、「小浜市内にある八幡神社は、標高が 2.7m と低く、同地点（山本教授らの調査地点：代理人注）よりも海に近い場所（海岸から約 300m）に位置しているにもかかわらず、同神社には、天正地震があったとされる西暦 1586 年より前に建てられた蔵や、その収蔵品である文書や太刀は現存している。同神社の宮司によれば、これらの文書や太刀は、津波が来ていれば流失したと考えられる境内の蔵に保存されていたが、文書には水に濡れた形跡がなく、また、災害があれば何らかの記録が残るはずだが、津波に関してはそのような記録はなく、伝承も聞いたことがないとのことであった。」と主張する（一審被告準備書面（29）：9 頁）。

しかし、同神社は西暦 767 年ないし 770 年の創建であり、天正地震があった 1586 年の時点で創建 800 年余を数えているにも関わらず、それ以前の社宝としては、書物が 2 通と刀が 1 本だけということである（乙 63 中の参考資料「平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価のうち天正地震に関する津波堆積物調査の結果について」23 p 参照）。しかも、天正末期を境に社家の交替があったとされる。

創建 800 年を数える神社であれば、その時点において多くの古文書等が残されているのが普通であろうが、たったの 3 点しか残されていないということからすれば、天正地震の際の大津波によって全てが流出し失われたと考える方がより合理的である。現存する建物は津波によって流出しなかったものであると考えられる。

しかも、上図のとおり、小浜市は本件原発や高浜町と異なり、内外海半島と大島半島に囲まれた湾内に位置するため、津波被害が小さかった可能性があるから、小浜市の八幡神社での聞き取り結果に大きな意味を持たせることはできな

い。八幡神社のすぐ裏手には避難に適した山が存在し、宮司達が大切なものを持って避難することができた可能性にも留意するべきである。

5 小括

本来であれば、歴史上の津波も、2000年足らずの蓄積しかいないため、審査ガイドの基準からすれば十分とはいえない。しかしながら、一審被告は歴史上の津波すら軽視しており、このことは、津波による重大事故の具体的危険性を示すものである。

第3 一審被告の津波計算は過小である

1 一審被告の解析モデルは実測値を正しく再現していない。とくに津波の最大高さは相当の過小評価になっている

一審被告は乙107号証中の添付資料2「高浜町園部地区の津波シミュレーション」21ページにおいて、1983年日本海中部沖地震津波と1993年北海道南西沖地震津波の二つについて解析モデルの検証を行い、「K, k はいずれも目安値の範囲内に収まっていることから、再現性は良好であり、概略計算モデル及び計算手法の妥当性が確認された」としている。

ここに、K とは幾何平均のことであり、我々が日常使用する「平均(算術平均)」と似ているが、それぞれの数値を足し算するのではなく掛け算して、その積の冪根(数値が n 個なら n 乗根)をとることで得られ、次式により示され、全体の平均として予測高が実測値の何倍であることを示す。

$$\log K = [\sum \log K_i] / n$$

ここで、 K_i は、 i 観測点における(予測高/実測高)を、 n は、観測データの

個数を示す。

一方、 k とは幾何標準偏差のことであり、次式で示され、平均値からのばらつきの程度を表し、 k が1に近いほどばらつきは小さいとされている。

$$(\log k)^2 = [n \sum (\log Ki)^2 - (\sum \log Ki)^2] / n(n-1)$$

一審被告は、 K 及び k の目安として、

$$0.95 < K < 1.05$$

$$k < 1.45$$

設定し、下表のとおり検証を行った二つの津波で K 、 k が目安値の範囲内に収まっているとしているのである。

対象津波	地点数 n	幾何平均 K	幾何標準偏差 k
1983 年日本海中部地震津波	259	1.01	1.37
1993 年北海道南西沖地震津波	153	1.01	1.37

要するに、一審被告の計算式による計算結果は、過去の津波（1983 年日本海中部沖地震津波と 1993 年北海道南西沖地震津波）から得られた実際のデータ（痕跡高）と「だいたい整合している」ことが確認されたというのが、乙 107 号証添付資料 2 の 21 p に書かれていることの意味である。

しかし、これは、ある種の数字のトリックである。 K や k が目安値の範囲内に収まるのは、震央からはなれた付近の計算値と実測の比較も含まれているからなのである。

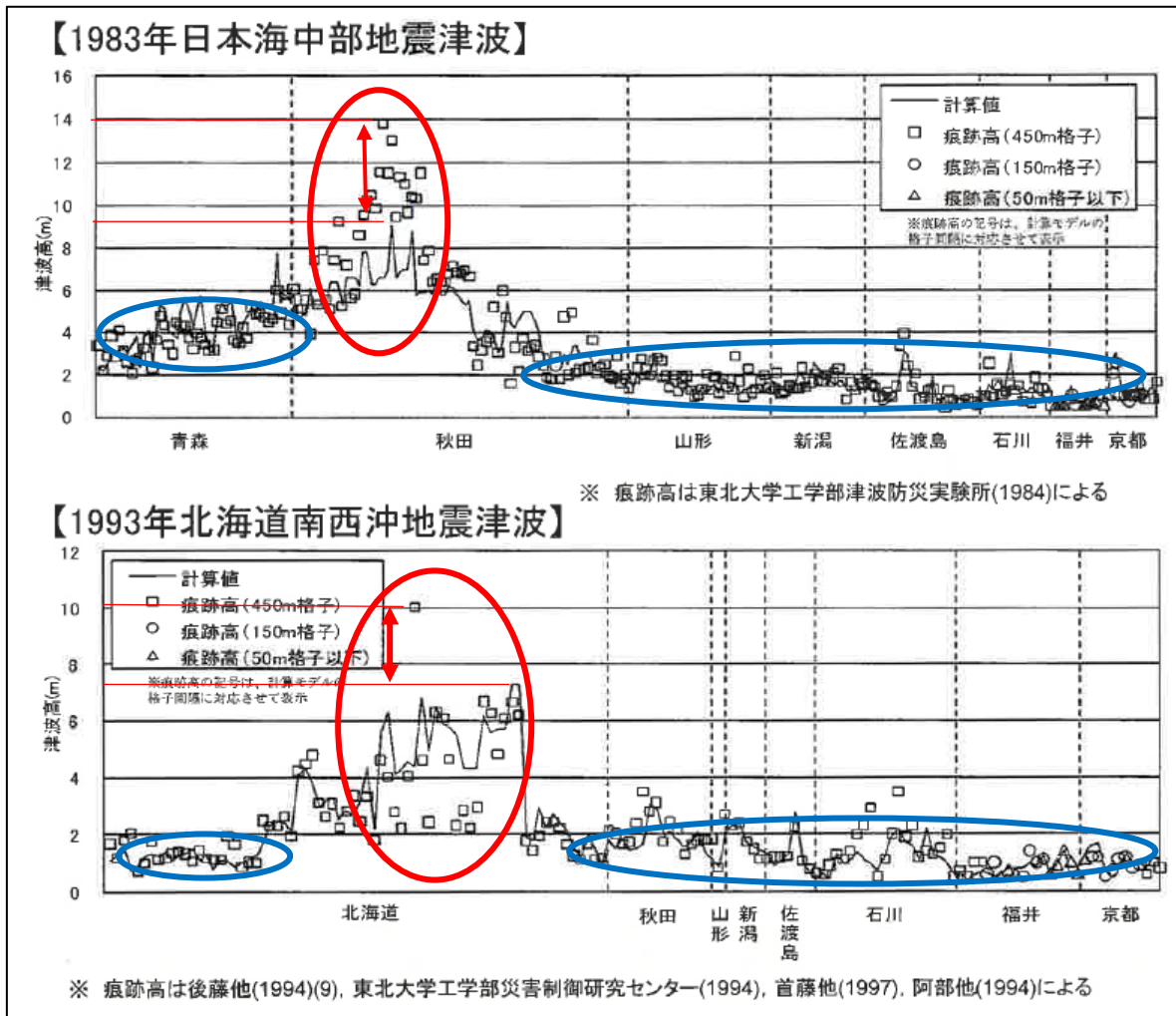
下の図は、同ページの左側の図である。図中の実線が解析モデルによる計算値

を、□、○が実測値を示しているとされている。

図中の赤丸で囲った部分に特に顕著であるが、震央付近においては、計算値と実測値との間には相当大きな乖離がある。具体的に言えば、1983 年日本海中部沖地震津波では、解析モデルの計算値の最大がおよそ 9m 程度であるのに対し、実測値の最大は 14m を示しており、1993 年北海道南西沖地震津波では計算値の最大がおよそ 7m 強であるのに対し、実測値の最大は 10m を示している。それ以外の部分を見ても、震央付近における計算値と実測値はまるで一致しておらず、てんでバラバラである。震央付近においては、計算値は全く実測値と整合しないと言っても差し支えない。それにも関わらず K や k が目安値の範囲内に収まるのは、震央からはなれた付近（下の図で言えば青丸で囲ったあたり）の計算値と実測の比較も含まれているからなのである

しかし、本件において問題とされなければならないのは、本件原発近傍の波源による津波が本件原発にいかなる影響を与えるかということである。そうであれば、震央付近における計算値の精度が問われなければならないはずである。

それにもかかわらず、一審被告の解析モデルは、問題とされるべき震央に近い最大津波高さを全く再現していないのであって、このことは、本件における一審被告の安全主張が瓦解していることを意味している。なぜならば、一審被告は、既往津波の再現性が十分であることを前提として、検討対象波源を選定し、津波高さを算定するという手順で地震に起因する津波の影響を評価しているからである。



2 シミュレーションの結果は簡易予測式による評価も行うべきである

(1) 概要

一審被告は、本件発電所に影響を与える可能性のある海域活断層を抽出するに際して、モーメントマグニチュードから津波高さを計算する阿部式(1989)を用い、モーメントマグニチュードの算出については Kanamori (1977) を用い、その前提となる地震モーメントの算出について武村式(1998)を使用している(長さ 22.5km 以上の長大断層の場合)。つまり、波源となる海域活断層が長さ 22.5km 以上の長大断層である場合には、武村式(1998)、Kanamori (1977)、阿部式(1989)の組み合わせにより津波高さの計算が行われる(乙109:2枚目)。

この算定フローを前提として、武村式(1998)が平均像を予測する式に過ぎず、現実の事象が予測式通りとはならないことからバラツキを考慮する必要があること、バラツキ考慮の手法として区間推定の手法を用いて計算を行った結果、信頼度95%の計算において津波高さは10.3mとなり、信頼度99%の計算においては実に20.5mとなる(ただし、最大値はこの2倍となる)。

すなわち一審被告は、F0-A～F0-B～熊川断層の地震モーメントを 1.79×10^{20} と算定しているが(乙109・2枚目の右側表の10段目)、これはF0-A～F0-B～熊川断層がもたらしうる地震モーメントの平均値に過ぎない。計算上はより大きな地震モーメントが発生する可能性がある。予測式に幅を持たせて計算すると、地震モーメントの上限値はより大きな数値となり、推定津波高さの上限値も一審被告の計算を大きく上回る結果となる。一審被告は、計算上考慮すべき最大値を無視して、平均値のみを根拠として安全主張をするものであるから、講じられている安全対策も不十分であると言わなければならない。

(2) 武村(1998)の式は平均像を示すにすぎないこと

まず、地震モーメントを求めるための武村(1998)の式がどのように作られた式であるのかを明らかにする。この式は、1998年に発表された武村雅之氏の論文で明らかにされたものである(甲第215号証)。この論文で武村氏は、1891年以降国内で発生した33の地震の中から、地震モーメントが 7.5×10^{25} dyne・cm以上の10地震と、地震モーメントが 7.5×10^{25} dyne・cm未満の17地震を選定し、それぞれについて地震モーメント M_0 と断層長さ L (km)との関係を調べた。

その結果をグラフ化したものが甲215の215p(5枚目)のFig1である。図中の丸印ひとつひとつは 現実にかきた地震である。図を見ればわかるように、ちょうど直線の上にあるものもあるが、ほとんどは直線の左右いずれかにずれている。一審被告は、断層の長さと地震モーメントは常に1対1の対応関係にあり、断層長さが判明すればその断層によってもたらされる地震モーメントもこの直線によって求めることができるという前提で計算を進めるが、実際にはそ

うではなく、この直線によって求められる地震モーメント M_0 よりも大きい事象が発生するのである。これは、計算上そのように考えることができるという議論ではなく、歴史的事実としてそうなのである。

この図の中にも書かれているが、地震モーメントが $7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ 以上の 10 地震について求められた式が次の式であり、乙第 109 号証 2 枚目のフロー図に書かれている武村（1998）の式のことである。

$$\log L = 1/2 \log M_0 - 11.82$$

乙第 109 号証の 2 頁には、 $\log M_0 = 2.0 \log L + 16.64$ と表記されており数値が異なるように思われるが、論文では地震モーメント M_0 の単位が $\text{dyne} \cdot \text{cm}$ であるのに対し、乙 109 号証では地震モーメント M_0 の単位が $\text{N} \cdot \text{m}$ であることによるものである（論文中の式は、 $\log M_0 = 2 \log L + 23.64$ と変形することができ、 $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 10^7 \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ であるから、右辺から 7 をひくと地震モーメントを $\text{dyne} \cdot \text{cm}$ から $\text{N} \cdot \text{m}$ に単位変換することができ、乙第 109 号証 2 枚目の津波算定フローで示された式の形となる。）。

（3）回帰分析の手法による予測式の計算

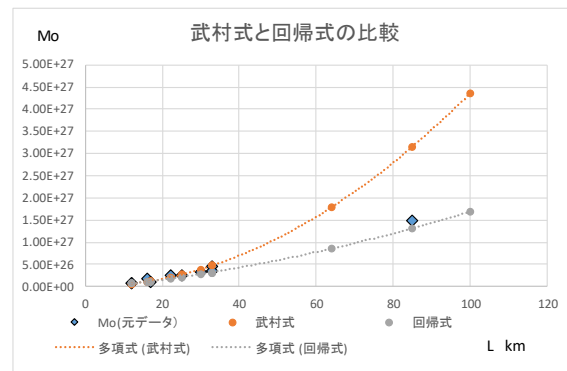
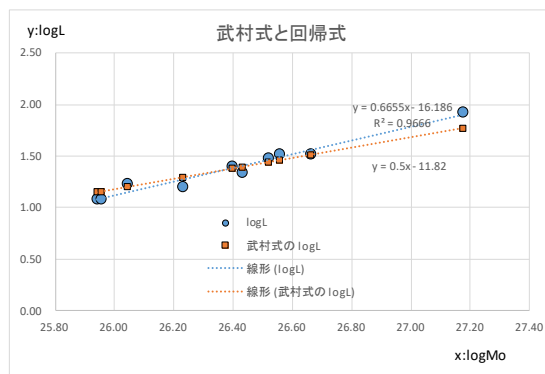
ところで、武村氏は、地震モーメント M_0 は断層長さ L の 2 乗に比例するというスケーリング則が成り立つという先行研究の結果を前提にして、 $\log M_0$ の係数を $1/2$ に固定して、個々のデータごとに $\log L = 1/2 \log M_0 - b$ の b を計算して、 b の平均値として 11.82 という係数を定めるという手法をとったが、通常、ある 2 つの変数（例えば、地震モーメント M_0 と断層長さ L ）についてのデータが得られているときに、一方の変数から他方の変数を予測するための式を求めるには、単回帰分析と呼ばれる手法を用いるのが一般的である。そこで、武村氏が上記予測式を導くために用いた 10 の地震のデータで回帰分析を行ったところ、次の関係式が得られ、武村（1998）の式とは異なる形となった。

$$\log L = 0.665 \log M_0 - 16.19 \quad (\text{以下, 回帰式という})$$

(4) 武村式と回帰式の比較

では武村式と回帰式とでは、いずれが実態に近いのか。下の両図は、武村式と回帰式を同じグラフ上に描いたものである。

右側の図を見ればわかるように、回帰式は実際のデータとよく一致しているのに対して、武村式は断層長さ L が大きくなると回帰式に比べて大きくなる傾向を示した。これは式の導き出し方に由来する性格を反映した結果であると考えられる。



もっとも、回帰式が実際によく一致しているといっても、それはしょせん10の地震データによく一致しているに過ぎないし、これら10のデータにしたところで直線に完全に一致しているわけではない。さらに、熊本地震を例にしてみると、地震モーメント M_0 についてはいくつもの値が提示されている。これは、計算に用いる断層長さや幅、すべり量が一定のモデルを設定して算出されており、その設定方法により値が異なってくるためであり、そもそも元のデータを確定するためにもバラツキが処理されているのである。これらのことは、予測式を考える上では、予測式から離れた事象をも考慮に入れることが絶対に必要であ

り、そのために予測式に幅をもたせることが必要となることを示している。そのような幅を持たせる方法の一つに区間推定がある。この方法は信頼区間と呼ばれる幅を計算し、計算結果にどの程度の変動の幅があり得るかを推定するものである。

区間推定をする場合、その区間の幅を決めるための基準が必要となる。その基準のことを信頼度と呼び、一般によく用いられるのは「95%」と「99%」の2種類である。信頼度 95%というのは、地震が 100 回発生した場合、そのうち 5 回は予測の幅から外れるという意味であり、信頼度 99%というのは、予測の幅から外れるのは 1 回だけという意味である。

原子力発電所における過酷事故の特殊性（被害の重大性、広範性、永続性など）に鑑みると、予測の幅は十二分にとっておくべきであり、信頼度 99%でもなお予測外の事象が起こる不安を残すというべきであるが、最低でも 95%はみておくべきである。

以下では、回帰式について区間推定を行い、抗告人の計算において最も高い津波高さが計算されている L=64km（FO-A～FO-B～熊川断層）における津波高さの 95%及び 99%信頼度の上限値を計算する。

【基本式】

一定のデータから回帰分析によって算出した回帰式

$$y=ax_i+b \quad a,b \text{ は定数}$$

については、任意の x_i に対して次式によって信頼区間の上限、下限を推定することができる。

$$ax_i+b \pm t(\varphi, \alpha) \sqrt{\frac{1}{n} + (x_i - x_{av})^2 / Sx} \times \sqrt{Ve}$$

【回帰式の信頼区間計算手順】

1. 回帰直線上の点 y_i の分散を求める。

回帰直線 $y_i = 0.665x_i - 16.19$

y_i : $\log L$

L : 断層長さ km

x_i : $\log M_0$

M_0 : 地震モーメント dyne·cm

誤差不偏分散 $V_e = S_E / \varphi_E$

S_E : 個々のデータと回帰直線によって求めた y の値の差の平方和

φ_E : 自由度 データ個数 $n - 2 = 8$

$V_e = 3.763 / 8$

$= 0.470$

y_i の分散 $= \left\{ \frac{1}{n} + (x_i - x_{av})^2 / S_x \right\} \times V_e$

$= \{ 1/10 + (x_i - 26.39)^2 / 1.2781 \} \times 0.470$

$= 0.368x_i^2 - 19.42x_i + 256.3$

2. t 分布表より $t(\varphi, \alpha)$ を求める。

$t(8, 0.05) = 2.306$

$t(8, 0.01) = 3.355$

(φ は前述の自由度で、8 となる。 α は信頼区間を示し、 $\alpha = 0.05$ なら 95% 信頼区間、 $\alpha = 0.01$ なら 99% 信頼区間を意味する。)

3. 区間推定式

95% 信頼区間

$$0.665x_i - 16.19 - 2.306\sqrt{0.368x_i^2 - 19.42x_i + 256.3}$$

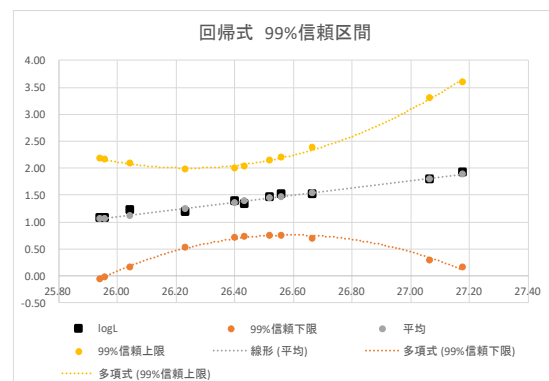
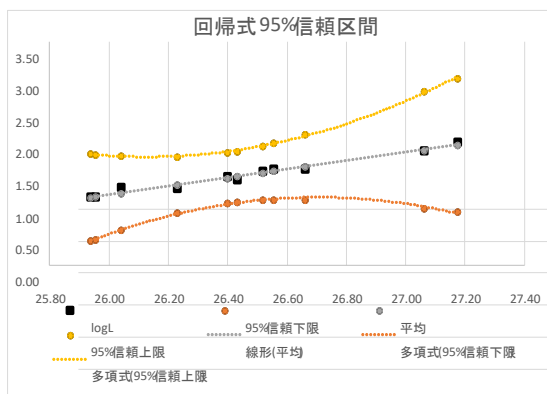
$$\sim 0.665x_i - 16.19 + 2.306\sqrt{0.368x_i^2 - 19.42x_i + 256.3}$$

99%信頼区間

$$0.665x_i - 16.19 - 3.355\sqrt{0.368x_i^2 - 19.42x_i + 256.3}$$

$$\sim 0.665x_i - 16.19 + 3.355\sqrt{0.368x_i^2 - 19.42x_i + 256.3}$$

以上の計算結果をグラフにすると下図のとおりである。



【津波高さ上限値の計算】

信頼度 95%の場合，回帰式から求められる地震モーメント M_0 の上限値は $2.76217E+21 \text{ N}\cdot\text{m}$ であり，乙44号証30頁の算定フローに従って計算すると，津波高さは10.3mとなる。

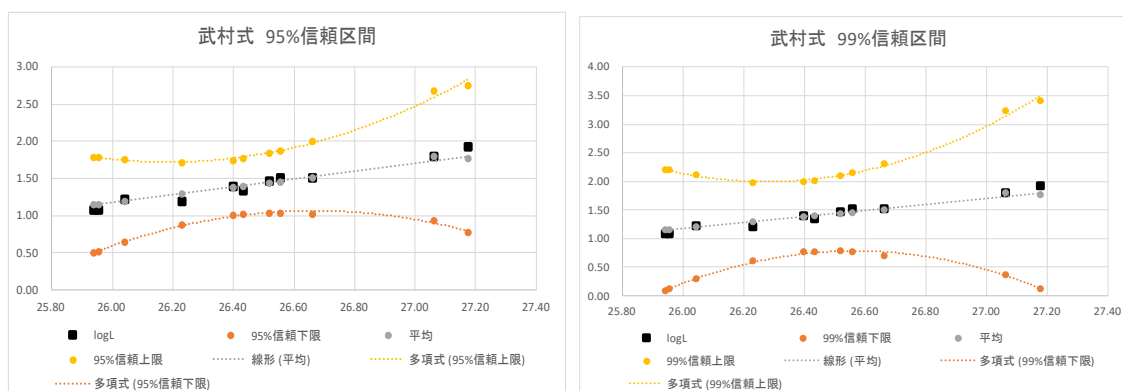
信頼度 99%の場合，回帰式から求められる地震モーメント M_0 の上限値は $2.2E+22 \text{ N}\cdot\text{m}$ であり，乙109号証2枚目の算定フローに従って計算すると，津波高さは20.5mとなる。

(5) 小括

一審被告は、FO-A～FO-B～熊川断層によってもたらされる津波高さを 4.17m と計算しているが、それはあくまでも平均的な地震モーメント M_0 を前提としたものに過ぎず、その平均自体、たった 10 の地震データを基にしたものに過ぎない。原子力発電所における過酷事故の特殊性（被害の重大性、広範性、持続性など）に鑑みると、予測式には十二分の幅をもたせるべきであり、上述した信頼度 99% の信頼区間における地震モーメント M_0 の上限値によって計算された津波高さ 20.5m を最低限考慮すべきである。一審被告の計算は安全余裕があまりにも不足しすぎており不合理であると言わざるを得ない。

なお、武村式について上述のような信頼区間の計算を行った結果は下の図のとおりであり、信頼度 95% の場合、地震モーメント M_0 の上限値は $9.84427\text{E}+21$ N・m であり、乙 109 号証 2 枚目の算定フローに従って計算すると、津波高さは 15.8m となる。信頼度 99% の場合は、地震モーメント M_0 の上限値は $1.3\text{E}+23$ N・m であり、津波高さは 37.5m となる。

上述したように、武村式は断層長さ L が大きくなると実際のデータから上方に乖離する傾向があるが、武村式を用いて計算を貫徹するのであれば、一審被告の計算結果はより一層不合理であるということになる。



ここで、一審被告からは、概要、「パラメータスタディを実施することで、算出される津波水位が、平均的に既往最大津波の痕跡高の約2倍となること、及び既往最大津波の痕跡高を100%超過することが確認されており保守的な評価となっているから、元データのばらつきを考慮しなければならないとする一審原告の主張には理由がない。」という反論が予想される（他裁判所での一審被告主張）。

しかし、この反論は、結局のところ、「我々のやり方で十分である。」と述べるだけであって、一審原告の計算手法が不合理であるとか、一審原告の計算結果が誤っているとかがいった、一審原告の主張に対する実質的な反論ではない。一審被告の反論は要するに、「一審原告の計算には誤りがなく、一審原告の計算の方がより安全側ということができるが、そこまでやる必要はない。」というものに他ならないのである。一審原告の計算に科学的な誤りがあるというならともかく、そうではなく、単に「そこまで考える必要はない」というだけなのであるから、簡単に言ってしまえば、単なる楽観論に過ぎない。

原判決が述べるように、「確かに地震は太古の昔から存在し、繰り返し発生している現象ではあるがその発生頻度は必ずしも高いものではない上に、正確な記録は近時のものに限られることからすると、頼るべき過去のデータは極めて限られたものにならざるをえない」のであるから（原判決44-45頁）、既往最大津波の痕跡高の約2倍をもって十分安全であると考えすることは自然現象に

向き合う態度としてはいかにも不十分なのであり、せめて合理的な計算方法によって得られた最大値を最低限考慮すべきである。一審被告のような楽観論の下に原発を再稼働させることは危険すぎて決して許されない。

3 一審被告の津波対策は阿部式（1989）に照らして過小である

(1) 阿部式（1989）のポイント

1で上述した通り、一審被告の解析モデルによるシミュレーション結果は実測の最大値を再現することができないのであるから、一定のバラツキ等を考慮することによってシミュレーション結果の補正がなされるべきである。この点、阿部式（1989）は、計算値の2倍をもって最大高さの近似値としようとする点において、シミュレーション結果を補正する役割を果たしうる式であるので、以下では、阿部式（1989）の意味するところについて論じた上で、一審被告の津波対策が阿部式（1989）に照らして過小であることを明らかにする。

一審原告は、一審被告が本件発電所に影響を与える可能性のある海域活断層を抽出する際に用いる阿部式（1989）の論文（甲406）を入手して、阿部式（1989）の意味について分析を行った。阿部式（1989）とは、ごく簡単に言えば、モーメントマグニチュードの大きさから津波高さを求める計算式である。

論文を分析した結果、同論文の予測式 $\log H_t = M_w - \log \Delta - 5.55 + C$ から得られる予測高 H_t (m) は、津波の伝播距離 Δ (km) 付近での区間平均高を近似し、その付近の最高値は $2H_t$ で近似されとされていることが判明した。つまり、この式によって求められるのは、震央から一定距離にある地点付近における平均的な津波高さであって、その付近における最大高さはその2倍に達するというのがこの論文の結論であり、阿部式（1989）のポイントである。

また、上記の区間の長さは、日本海側で約40km、太平洋側で約20kmという距離が設定されている。すなわち、計算上は震央から一定距離（ Δ (km)）のピンポ

イントで数値が算出されるが、かなり長い距離の中での観測結果と予測値であり、計算結果をそのまま適用するにはリスクがあることを意味する。

(2) 阿部式 (1989) にもバラツキがあり津波の最大高さは計算式の 2 倍以上をもって設定されるべきである

さらに、同論文によれば、各区間内の実測値の平均値には 2 倍以上の大きなばらつきがあり、かつ、同論文のデータに基づいて個々の津波について検討したところ、実測最高値と計算値の比率には最大 4 倍以上のバラツキがあることが判明した。こうした点を考慮して、津波高さを安全側に立って設定するのであれば、計算式の 2 倍以上の値をもって設定するべきである。このことを以下に詳論する。

同論文では最高値の予測として、津波の実測最高値に注目して、予測値との関係について検討されている。その検討に使用されたのは、次に掲げる Table3 記載の 1896 年の岩手県沖津波を除く 10 地震である。

Table 3. Maximum run-up heights of major tsunamis with $H_{\max} \geq 4$ m.
 $H_{\max}$ =observed maximum height. $\tilde{H}_{n,\max}$ =observed maximum of local-mean height. $A_{\min}$ =shortest propagation distance from epicenter to coast.

YEAR	MO	DY	REGION	M_i	M_w	M_s	M_j	$H_{\max}$ (m)	$\tilde{H}_{n,\max}$ (m)	$A_{\min}$ (km)	DATA SOURCE*
1896	6	15	岩手県沖**	8.2	—	7.4	6.8	38.2	16.0	170	(4)
1923	9	1	相模湾	8.0	7.9	8.2	7.9	12.0	3.9	20	(1)
1933	3	3	岩手県沖	8.3	8.4	8.5	8.1	28.7	8.0	210	(4)
1944	12	7	三重県沖	8.1	8.1	8.0	7.9	10.0	5.0	40	(3)
1946	12	21	紀伊半島沖	8.1	8.1	8.2	8.0	6.5	4.4	50	(3)
1952	3	4	十勝沖	8.2	8.1	8.3	8.2	6.5	4.0	70	(4)
1964	6	16	新潟県沖	7.9	7.6	7.5	7.5	6.4	3.5	20	(1)
1968	4	1	宮崎県沖	7.7	7.4	7.6	7.5	4.6	1.9	50	(1)
1968	5	16	青森県東方沖	8.2	8.2	8.1	7.9	6.8	4.5	140	(1)
1973	6	17	根室沖	8.1	7.8	7.7	7.4	4.5	3.0	40	(5)
1983	5	26	秋田県沖	8.1	7.9	7.7	7.7	13.8	7.5	70	(2)

* Data source of tsunami heights: (1) KAJIURA (1981), (2) 梶浦 (1986), (3) 相田 (1987), (4) 相田 (1988), (5) 本研究.

** This event is a tsunami earthquake which generated extensive tsunamis for the earthquake magnitude, and the present study cannot be applied to it.

そして、その検討結果は次に掲げる Table4 にまとめられている。

なお、論文における検討は、 M_w (モーメントマグニチュード)、 M_s (表面波マグニチュード)、 M_j (気象庁マグニチュード)のそれぞれについて行われているが、

議論を簡略化するために、本書面では M_w にのみ着目する。また、実測値と計算値の比較が 4 つの面から検討されているが、実測最高値と計算最高値の比較を示す「 $2H_{t,max}/H_{max}$ 」のみに着目する。

Table 4. Comparison of observed and estimated maximum run-up heights.
 $\tilde{H}_{n,max}$ =observed maximum of local-mean height. H_{max} =observed maximum.
 H_r =estimated maximum of local-mean height. $H_{t,max}$ =estimated maximum of local-mean height at shortest propagation distance. n =number of events. K =average ratio. k =standard deviation in terms of linear scale.

Ratio	K for M_w	k	K for M_s	k	K for M_j	k	n	K Average	k
$H_{t,max}/\tilde{H}_{n,max}$	0.94	1.48	0.98	1.64	1.10	1.66	10	1.01	1.59
$2H_{t,max}/H_{max}$	0.95	1.87	1.00	1.87	1.12	1.94	10	1.02	1.89
$H_r/\tilde{H}_{n,max}$	1.21	1.16	1.26	1.29	1.38	1.33	10	1.28	1.26
$2H_r/H_{max}$	1.23	1.51	1.27	1.48	1.40	1.57	10	1.30	1.52

そこで上の Table4 を見るに、上から 2 段目の「 $2H_{t,max}/H_{max}$ 」の「 K 」の平均 (Average) が 1.02 となっている。これは、予測高の 2 倍が実測値とほぼイコールという意味である。本論文が、最大津波高さは $2H_t$ で近似されると結論付ける根拠はここにある。

ここに「 K 」とは、全体の平均として、予測高が実測高の何倍であることを示すものであり、これが 1 に近ければ、予測高は実測高に整合的であるということになる。したがって、Table4 において、 M_w に対する「 $2H_{t,max}/H_{max}$ 」の「 K 」が 0.95 となっているのは、全体としては、実測値と予測値の 2 倍とがほぼイコールであるが予測値の方がやや小さいということを示している。

一方、個々の津波の「 $2H_{t,max}$ 」と「 H_{max} 」の関係は、論文中の Fig. 9 に示されているが、対数目盛で表示されていることによりバラツキが消えてしまっている。そこで、Table3 の 10 個の津波について、予測高さを計算し個々の津波について H_{max} との比較を行ったものが次表（以下、「比較表」という。）である。

最大津波高さ計算・実測比較表 (元データは論文 Table3)

年	月	日	地域名	Mw	Hmax m	r ₀ km	Δmin km	採用式 ※	採用式による津波高さ					(1)式による津波高さ(Ht)				(2)式による津波高さ(Hr)				
									Ht.max	2Ht.max	Ki	1/Ki	log(Ki)	Ht	2Ht	Ki	log(Ki)	Hr	2Hr	Ki	1/Ki	log(Ki)
1923	9	1	相模湾	7.9	12	50.12	20	Hr	4.47	8.93	0.74	1.34	-0.13	11.19	22.39	1.87	0.27	4.47	8.93	0.74	1.34	-0.13
1933	3	3	岩手県沖	8.4	28.7	89.13	210	Ht	3.37	6.74	0.23	4.26	-0.63	3.37	6.74	0.23	-0.63	7.94	15.89	0.55	1.81	-0.26
1944	12	7	三重県沖	8.1	10	63.10	40	Hr	5.62	11.25	1.12	0.89	0.05	8.87	17.74	1.77	0.25	5.62	11.25	1.12	0.89	0.05
1946	12	21	紀伊半島沖	8.1	6.5	63.10	50	Hr	5.62	11.25	1.73	0.58	0.24	7.10	14.19	2.18	0.34	5.62	11.25	1.73	0.58	0.24
1952	3	4	十勝沖	8.1	6.5	63.10	70	Ht	5.07	10.14	1.56	0.64	0.19	5.07	10.14	1.56	0.19	5.62	11.25	1.73	0.58	0.24
1964	6	16	新潟県沖	7.6	6.4	35.48	20	Hr	5.01	10.02	1.57	0.64	0.19	5.61	11.22	1.75	0.24	5.01	10.02	1.57	0.64	0.19
1968	4	1	宮崎県沖	7.4	4.6	28.18	50	Ht	1.42	2.83	0.62	1.62	-0.21	1.42	2.83	0.62	-0.21	2.51	5.02	1.09	0.92	0.04
1968	5	16	青森県東方沖	8.2	6.8	70.79	140	Ht	3.19	6.38	0.94	1.07	-0.03	3.19	6.38	0.94	-0.03	6.31	12.62	1.86	0.54	0.27
1973	6	17	根室沖	7.8	4.5	44.67	40	Hr	3.98	7.96	1.77	0.57	0.25	4.45	8.89	1.98	0.30	3.98	7.96	1.77	0.57	0.25
1983	5	26	秋田沖	7.9	13.8	50.12	70	Ht	5.07	10.14	0.73	1.36	-0.13	3.20	6.40	0.46	-0.33	7.08	14.16	1.03	0.97	0.01

Mw: モーメントマグニチュード

Hmax: 実測津波最大高さ

Ki: (計算値の2倍/Hmax)

1/Ki: (Hmax/計算値の2倍)

※採用式は、r₀とΔminを比較して、Δminがr₀以下であれば採用式はHr[(2)式]となり、そうでなければ採用式はHt[(1)式]となる。

$$1/n \sum \log(Ki) = -0.02$$

$$K = 0.95$$

$$1/n \sum \log(Ki) = 0.09$$

$$K = 1.23$$

比較表中の「(1)式」とは、次に示す阿部式 (1989) のことである (乙109の2枚目)。

$$\log H_t = M_w - \log \Delta - 5.55 + C \quad (C=0.2 \quad \text{日本海側}) \quad \cdots (1)$$

H_t: 津波予測高 (m)

M_w: モーメントマグニチュード

Δ: 津波の伝搬距離 (km)

(1)式では、震源に近づくにつれ津波高さが大きくなるので、 $\Delta \leq r_0$ (km) の距離で頭打ちになるとして、「r₀」を「 $\log r_0 = 0.5M_w - 2.25$ 」で与えた上で、 $\Delta = r_0$ として(1)式に代入して得られる次の式 (比較表中では「(2)式」と表記している。)によって計算される Hr を「予測最高高さ」とするとされている。

$$\log H_r = 0.5M_w - 3.30 \quad (\text{日本海側}) \quad \log H_r = 0.5M_w - 3.10 \quad \cdots (2)$$

比較表では、まず「r₀」を計算し、最短津波伝搬距離「Δmin」が「r₀」以下の場合は(2)式の Hr を「最大津波高さ」とし、「Δmin」が「r₀」より大きい場合には(1)式の H_t を「最大津波高さ」とした (Table4 の表記ではこのことが紛らわしいが、確認のため K を計算したところ、値が 0.95 で一致したので、論文

においても同様の計算がおこなわれていることが確認される。) なお、比較表においては、 H_t と H_r の両方を計算し、いずれを採用したかを明記するとともに、その採用式による津波高さを示し、実測値 (H_{max}) との比較を行っている。

比較表において、個々の津波の最大値について、実測値と計算値を比べると、個々の津波の実測値は計算値の 0.57 倍から 4.26 倍と大きくばらついていることが分かる (「1/ K_i 」欄ご参照)。

よって、論文によると、10 個の実測津波の最大高さの平均的な評価方法としては、計算式の 2 倍という結論が得られるが、個々の津波で見ると、実測値と計算値の比率は大きくばらついており、こうしたバラツキを考慮に入れると、計算式の 2 倍以上の値を設定すべきであると言える。

以上のことから、阿部式 (1989) の論文 (甲 4 0 6) を子細に分析したところからは、バラツキを考慮に入れると、計算式から得られた値の 2 倍以上の値を津波高さとして採用することが望ましく、少なくとも、論文自体が津波の最大高さとするところの「 $2H_t$ 」(計算値の 2 倍) 以上を津波高さとしなければならないとの結論が導かれる。

そうすると、乙 1 0 9 号証 2 枚目では、阿部式 (1989) による H_t の最大値が発生するケースは、F0-A~F0-B~熊川断層の 4.17m であるとされているが、阿部式 (1989) の論文を正しく用いるのであれば、津波最大高さは 8.34m 以上とすべきである。

こうした検討結果から判断すると一審被告の解析モデルによる計算結果はあまりにも過小であると言わざるを得ない。

(3) 結論

一審被告がシミュレーションにおいて使用したモデル解析は、津波のピーク高さを過小評価していることが明らかになった。また、精緻とはいえないが、実際の津波で検証された簡易な予測式でシミュレーション結果を評価してみても過小であると言わざるを得ない検討結果が得られた。「精緻な」解析モデルは、

パラメータをいかにあれこれと設定したとしても、実測値との比較検証が行われなければ科学的な説得力を持たない。今回の場合は、比較検証は一応行われているが、最も問題とすべき震央近傍での津波最大高さが再現されておらず、一審被告の解析モデルは、過去の津波（1983 年日本海中部沖地震津波と 1993 年北海道南西沖地震津波）から得られた実際のデータ（痕跡高）とも「だいたい整合している」という以上の意味を持つものではないと言わざるを得ない。

甲 1 7 8 号証の DVD「日本と原発」に描写されているように、原発事故は数万人の人々からコミュニティ、故郷、家族を永続的に奪い去ってしまう甚大な人為災害をもたらすものであるから、原発の安全対策には「災害が万が一にも起こらないようにする」という視点が求められるのである（伊方原発最高裁判決ご参照）。こうした視点から考えるとき、一審被告の行ったシミュレーション結果は、本件原発の再稼働を是とするだけの安全性を論証できているとは到底言えない。

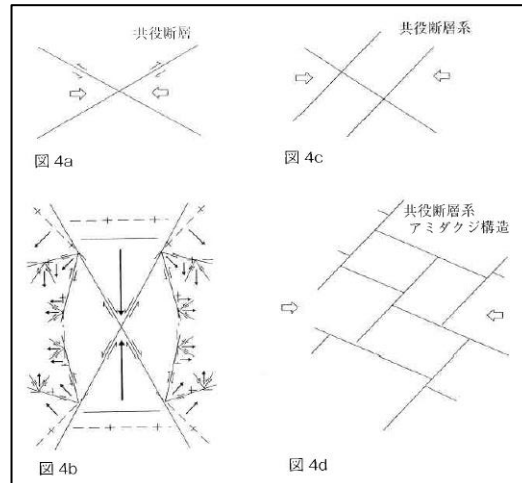
第 4 一審被告は若狭湾地盤の地学的要素とりわけブロック構造テクトニクスを考慮していない（以下、甲 3 1 9 のほか、甲 1 5 6、甲 1 5 7、甲 2 0 2 など）

1 ブロック化を考慮していないこと

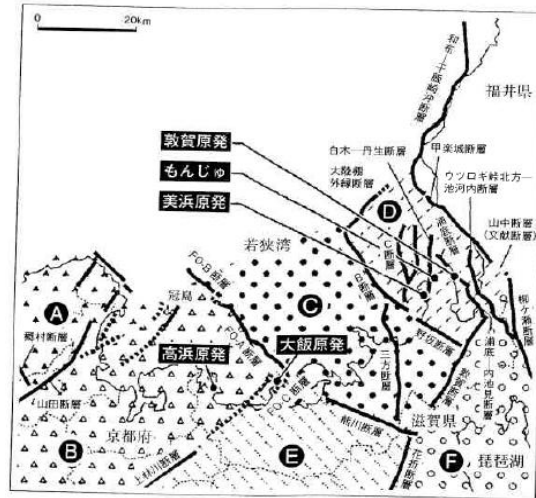
付言すると、一審被告の津波評価が不十分であることは、一審被告が、若狭湾地盤のブロック化を考慮に入れていないことから裏付けられる。

本件原発を含む近畿地方北部の地盤（地殻）は、過去数十万年間の東西方向の圧縮応力によってブロック化している。下図は、そのブロックの生成を模式的に示したものである。ある地域が、単純に両側方向から圧縮力を受けた場合、2つの主断層が交差して共役断層（＝同じ応力によって形成された隣接した断層）が形成される（図 4 a）。図 4 b は、主断層（1 次断層）に加えて 2 次、3 次の副断層が理想的に出現する状況を示したものである。もっとも、実際の地球上では、一組の共役な 2 方向の断層は、ただ交差するのではなく互いに切ったり切られ

たりしている。また、複数組の共役断層が組み合わさって断層系をなし、(図 4 c)、断層系に囲まれた地盤はブロック化する (図 4 d)。



ブロックの境をなす断層は、どれも同じ応力場で生まれたものであるから、そのいくつかが活断層であることが明らかである以上、すべて活断層であると見なす必要がある。若狭湾一帯の地盤ブロック (A～F) とブロック境目の活断層を図示したものが下図である。図中の点線は、ブロックの形状などから、想定されなければならない活断層である。たとえば、大飯原発が位置する半島の西側には、西南の上林川断層が延びてきているはずである。従来の地質図では、ここに断層が引かれていないが、観測機器を積んだ調査船が、海岸に近づけなかったからに過ぎない。

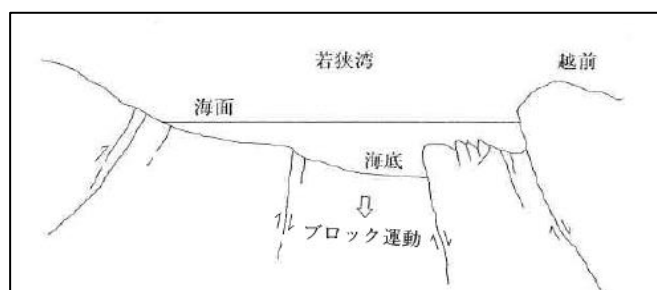


原子力規制委員会における若狭湾の活断層に関する議論は、若狭湾の地盤がブロック化しており、ブロックの運動によって地震が引き起こされるという点を踏まえずに行われてきたために、個別の断層の連動可能性についての的確な指摘がなされなかったり、原発群を襲いうる（科学的なつもりの）想定に基本的な勘違いが生じたりしてきた。

たとえば、断層の連動についても、従来、縦方向に並ぶセグメントの連動だけが注意され、ブロックを囲む複数の辺の断層の連動が考慮されてこなかったが、1927（昭和2）年に2925人の死者を出した北丹後地震（マグニチュード7.3）の際に、互いに共役な（＝同じ応力によって形成され隣接した位置関係にある）郷村断層と山田断層と一緒に活動したことは有名な事実である（甲第182号証）。郷村断層と山田断層は、上図の左端に見えるが、ブロックAの南東の辺と南西の辺を形成している。この2つの断層と一緒に活動したことは、ブロックAの活動が北丹後地震をもたらしたものであることを示すものである。したがって、北丹後地震は、ブロック活動が若狭湾における地震の原因となることの動かぬ証拠とすることができる。

2 一審被告は若狭湾の津波の特徴（局所性）を考慮していない

このブロック活動は、若狭湾における津波想定や予測においても前提条件として押えておかなければならない。その上で若狭湾内での津波発生機構を見ると、他の地域での津波とは全く異なる特性があることが明らかとなる。すなわち、若狭湾においては、ブロック境界の垂直的な断層を境として、原発を乗せる地盤自身や、その直近の地盤が上か下に動き、これによって海水の運動がもたらされるのである（下図）。



このタイプの津波は、東北地方太平洋沖地震津波のような、プレート境界帯の、より低角度や水平的な地盤運動による津波の場合とは全く異なり、また、若狭湾外からやってくる津波とも異なる。しかも、若狭湾沿岸の地形はリアス式で複雑だから、水の動きは反射したり、屈折したり、重なったりして、場所によって非常に異なるものとなる。局所的に異常に高い波が襲来する場合もあり得る。若狭湾沿岸の津波襲来の伝承を見ると、くるみ村伝承（甲150）のように、一村だけが恐ろしい波に襲われて全滅したという話がいくつもある（甲151以下）。そうした伝承がいくつもあることは、統計学的センスでみれば偶然で片付けられるものではない。若狭湾でおこる津波の特性を考えれば、被害の局所性はむしろ当然のことであって、こうした伝承は、若狭湾における津波の発生機構を裏付けるものと捉えるのが合理的である。

3 一審被告主張の検討

上述したところを踏まえて一審被告の主張を検討するに、一審被告の行ったボーリング調査は、上述したように、若狭湾東方の狭い範囲でしか行われていないが、若狭湾津波の局所性からすれば、より広い範囲でのきめ細かい調査をしたのでなければ到底十分と言うことはできない。

また、一審被告は、若狭湾沿岸において、いくつかの神社に対して聞き取り調査を実施したが津波の事実は認められなかったと主張するが（乙63等）、上述したような津波の局所性を考えれば、一審被告の調査が津波の襲来ポイントからずれていた可能性は大いに考えられるし、そもそも一審被告が若狭湾津波の局所性を考慮に入れて聞き取り調査を実施したのかどうか自体が疑わしい。そもそも、若狭湾津波の局所性を考えれば、現存している神社は津波によって消失しなかったから現存しているわけであるから、そこへの聞き取りで津波伝承が確認できなかったとしても、それは当然のことであるとすら言い得るのであって、何ら調査を尽くしたものと評価することはできない。

結局、一審被告の行った津波調査は、若狭湾地盤のブロック化とそれによる津波の局所性を考慮に入っていない点において、最新の知見を取り入れたものと言えないがゆえに津波ガイド違反であり、またそれがゆえに、不合理かつ不十分なものと言わざるを得ない。

第5 最後に

原子力規制委員会は、平成28年6月、「実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方について」という文書を公表した。ここで基本となっている考え方は、自然現象である津波をほぼ完全に予測するという考え方である。

この考え方は、一審被告の主張にも随所に現れる。例えば、一審被告は、一審原告が若狭湾地盤の特殊な挙動（ブロック運動）と若狭湾の複雑な地形が相俟って局所的な大津波の可能性がある」と指摘するのに対して、「断層のずれによる発電所敷地地盤の隆起、海底地形の変形やこれに伴う海面の挙動等も適切に考慮して、基準津波を評価しており、一審被告の津波評価に不十分な点や不合理な点はない。」と述べ、未発見の断層が存在する可能性を指摘するのに対して、「海域活断層の調査に不十分な点はない。」と述べる。そこには、これまで「想定外」を繰り返してきた人知の貧弱さに対する反省の姿勢は微塵も存在しない。3・11後も我が国では「想定外」の自然災害が繰り返されてきた。本年4月の熊本地震しかり、本年11月の仙台津波またしかりである。しかるに、一審被告には、このような人知の限界に真摯に向き合う姿勢はない。

そのような「想定外」は、何も自然現象そのものばかりではない。自然現象に伴う偶発的事象についても考える必要がある。例えば、一審被告は、津波に十分耐えうる防潮堤を構築したと主張するが、若狭湾は船舶の往来の密な海域である。津波によって操縦不能となった大型船舶が防潮堤前面に衝突して防潮堤が破壊された後に次の津波が到来すれば、本件発電所に津波が浸水することも十分考え得る。津波は数波にわたって到来することもあるから、このような想定は決して不合理なものではない。

一審被告の安全対策は、あくまでも費用対効果の観点から許容しうる範囲内でしか行われていない。これに対して、一審原告は、最新の科学的知見に基づいて、「万が一」の危険を避けるべきとの観点から主張しているのである。裁判所におかれては、一審原告の主張を虚心坦懐に受け止めて頂きたい。

以　上