

修学院・関西セミナーハウス

2019年1月13日

# 日本の原発と 地震・津波・火山 (抄録)

竹本修三 (京都大学名誉教授)  
原発ゼロをめざす城陽の会 代表  
大飯原発差止京都訴訟 原告団長

修学院フォーラム<エネルギーを考える 第7回>  
1月13日16:30「日本の原発と地震・津波・火山」

●この講演は、基本的にマニュアルハウス社から発行された「日本の原発と地震・津波・火山」(2016)の内容が中心になるが、最初に大陸移動説・プレートテクトニクスについて簡単に紹介したのち、本の出版後に起こった熊本地震(2016)や大阪府北部の地震(2018)についても触れる。

●本抄録では、「日本の原発と地震・津波・火山」(2016)に書かれていないことを中心に紹介するが、固体地球物理学・測地学を専門とする演者が、なぜわが国の原発稼働に反対するかお判りいただけと思う。

## 大陸移動説=>プレートテクトニクス

●1912年ドイツの科学者ウェゲナー(Alfred Wegener)が論文「大陸と海洋の起源」の中で、大陸が漂流するという当時としては大胆な理論を提唱。

●しかし、「動かざること山(大地)の如し」という考え方が洋の東西を問わず一般的だったので、この説は受け入れられなかった。また、大陸を動かすDriving Forceの説明が十分でないことも弱点であり、次第に忘れ去られた。

●第2次世界大戦後、海底地磁気の縞模様の発見や世界中に起こる地震の震源分布の詳細が明らかになってプレートテクトニクスが台頭するとともに、大陸移動説は復活する。Driving Forceも薄皮のプレートのみを動かすことで解決。

## 何億年とはもかく、10万年先は？

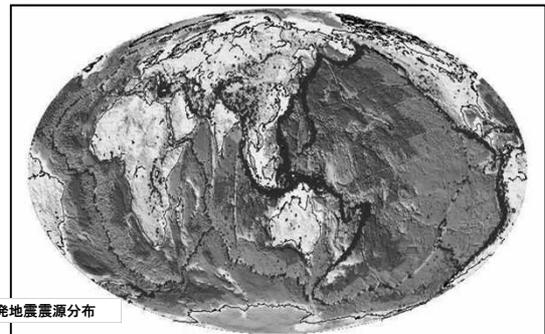
- ・最終処分法の骨子:使用済み燃料の再処理後の高レベル放射性廃棄物を対象として「最終処分」を行う。
- ・最終処分は、地下300メートル以上の深さの地層に10万年以上にわたって安全確実に埋設する形で行う。
- ・地層処分の実施主体として原子力発電環境整備機構(NUMO)が2000年に設置された。NUMOは、概要調査地区の選定は、全国の市町村から公募を行う。
- ・発電用原子炉設置者は、高レベル放射性廃棄物の最終処分に必要な費用を拠出しなければならない。その資金を積立金として管理する業務は「原子力環境整備促進・資金管理センター」が担当し、経済産業大臣の承認のもとに、NUMOに資金を提供する。
- ・法律の施行後10年を経過した時点で、必要であれば法律の規定を見直す。

## 藤村 陽・石橋克彦・高木仁三郎: 高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるか

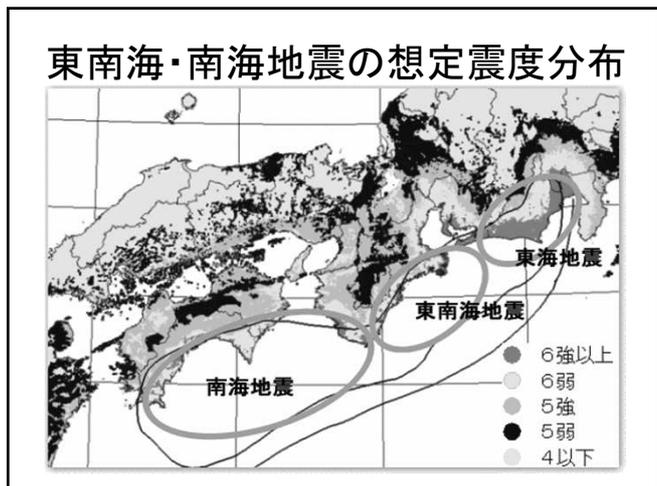
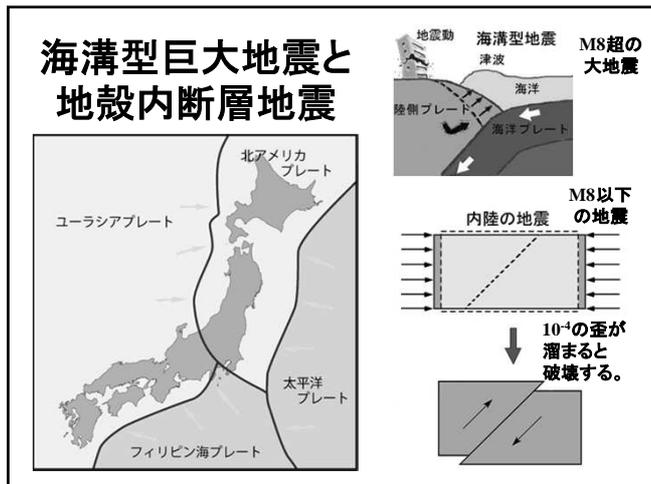
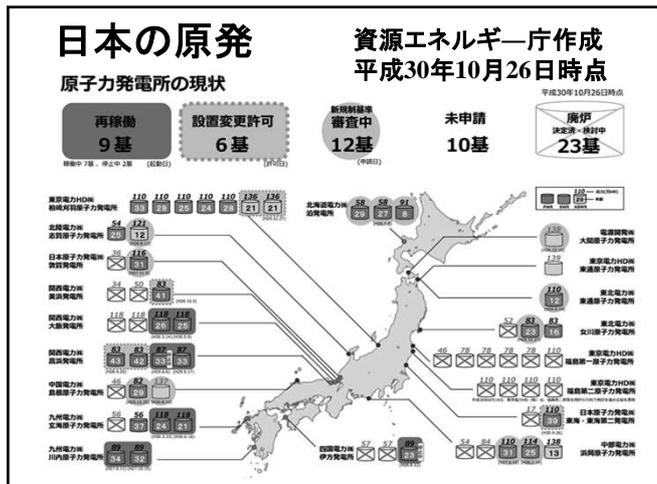
I: 変動帯日本の本質 (科学, 2000年12月号, 1064-1072.)

- ・日本では、原子力発電所の使用済み燃料の再処理で生ずる“高レベル放射性廃棄物”(ガラス固化体)は、“地層処分”(地下に埋め捨て)することになっている。核燃料サイクル開発機構が技術的信頼性を示したとする‘第2次取りまとめ’(1999年)によれば、10万年以上にわたって、影響が問題になるほどの放射能が生活圏に漏出することはないという。しかし、処分地が地震の大きな影響を受けないと保証する手段は、何も示されていない。第1回では、このことを中心に、‘第2次取りまとめ’の地層処分の安全性に対する考え方がおざなりであることを指摘する。

## 地震の話:地球上の帯状震源分布



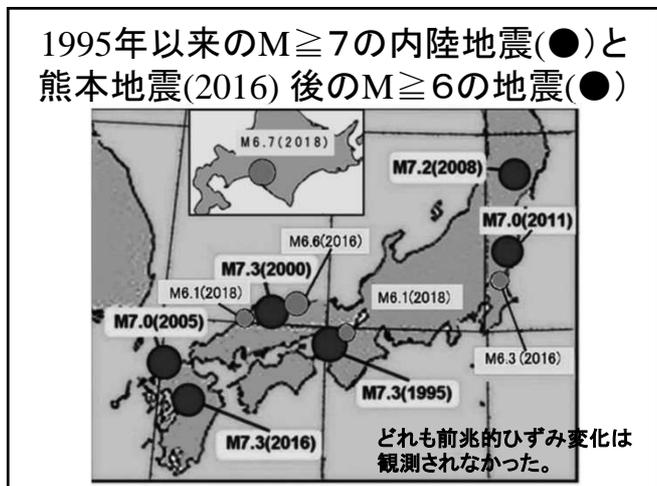
日本及びその周辺で、世界で起こっている地震のほぼ1/10にあたる数の地震が発生している！



### 海溝型地震前後の地殻内断層地震

海溝型巨大地震と地殻内断層地震との発生様式の間には顕著な相関は認められないし、日本列島内陸部や日本海側では、南海トラフの巨大地震の地震動や津波による直接の被害は小さいと考えられる。

しかし、南海トラフの海溝型巨大地震の前後に日本海側でも地震活動が活発になることがある。例えば、1944年12月7日に東南海地震(M7.9)と1946年12月21日に南海地震(M8.0)の2つの海溝型巨大地震が発生したが、それ以前の1943年9月10日には鳥取地震(M7.2)、後の1948年6月28日には福井地震(M7.1)の地殻内断層地震が起こっている。このようなことが繰り返すかどうかは、注視していかなければならない。



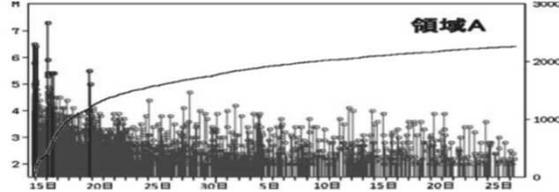
### M7クラスの地震予知は不可能！

- 1995年1月の兵庫県南部地震(M7.3)のあと、2016年4月の熊本地震(M7.3)の直前までの約20年間に、M7以上の内陸の地殻内断層地震は、2000年に鳥取県西部地震(M7.3)、2005年に福岡県西方沖地震(M7.0)、2008年に岩手・宮城内陸地震(M7.2)、2011年福島県浜通り地震(M7.0)と、5~3年間隔で広範囲な地域でバラバラと起こった。
- これらの地震の前兆的歪み変化は観測されなかった。2000年鳥取県西部地震と2005年福岡県西方沖地震は活断層の知られていないところで起こった。
- 全国の原発が危ない。いつM7級の地震に襲われるかわからない。活断層だけに注目しても、ダメ。

### 2016年・熊本地震

発生日時	震央の区域	規模 Mj	最大震度
Apr14,21:26	熊本地方	Mj6.5	7
Apr14,22:07	熊本地方	Mj5.8	6弱
Apr15,00:03	熊本地方	Mj6.4	6強
Apr16,01:25	熊本地方	Mj7.3	7

領域Aの地震活動経過図・回数積算図(気象庁)



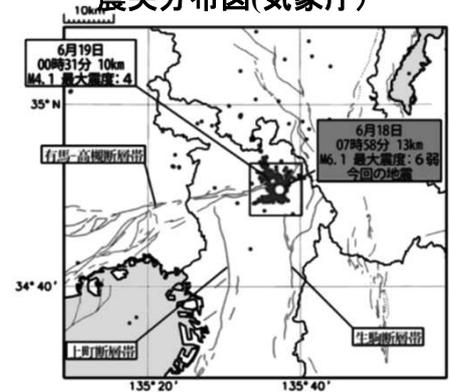
### 2018年6月18日大阪府北部の地震以降の震央分布図(気象庁)

2018年6月18日  
07時58分  
M=6.1

震央分布図

(2018年6月18日～7月27日)

マグニチュード  
(1.0以上、深さ0～20km)



### 地震調査委員会の見解(6月18日)



●2018年6月18日07時58分に大阪府北部の深さ約15kmでマグニチュード(M)6.1(暫定値)の地震が発生した。この地震により大阪府で最大震度6弱を観測し、被害を伴った。

●その後、M6.1の地震の震源周辺で、東西約5km南北約5kmの領域で地震活動が続いている。18日17時まで発生した最大の地震は、08時08分頃及び16時31分頃に発生した M3.5(速報値)の地震である。

●M6.1の地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ型で、地殻内で発生した地震である。また、その後の地震活動は、横ずれ断層型と逆断層型が混在している。地震活動域の北側では逆断層型、南側では横ずれ断層型の地震が発生している。

●GNSS観測の結果(速報)では、今回の地震に伴う有意な地殻変動は検出されていない。

### 近畿地域では平均的に東西方向に主圧力の方向

国土地理院:中部・近畿地方の地殻ひずみ(1883年～1994年の111年間)によれば、中部地方の糸魚川-静岡構造線付近以西では、全体的に北西-南東から東西方向の縮みのひずみがよくみられるが、福井平野に1948年の福井地震にともなう影響がみられる。

近畿地方では、紀伊半島を除いた地域においてほぼ東西方向の縮みのひずみがみられる。なお、丹後半島には1927年の北丹後地震に伴う影響がみられる。

(<http://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi4-100.html>)

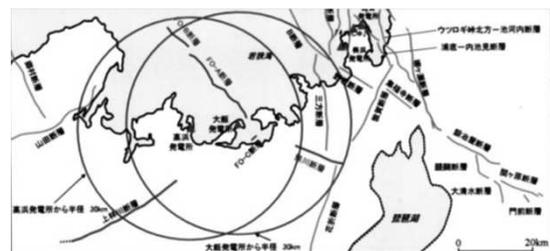
近畿地方では東西方向にほぼ $1 \times 10^{-7}$ /年の縮み変化、早ければ100年に1度、同じ場所で地震が発生。

### 大阪府北部の地震の次は？

- 2018年6月18日の大阪府北部の地震(M6.1)のあと、若狭湾を含む近畿地方でM6～7クラスの地震が次にどこで起きるか？
- この地域には、東西方向に主圧力が働いていると考え、東西から±45°ずれた方向に断層面が走る地震を警戒する必要がある。
- 京都府などの地方自治体が問題としている琵琶湖西岸断層帯、三方・花折断層帯 京都盆地-奈良盆地断層帯南部(奈良盆地東縁断層帯)などは、断層走行が南北に偏りすぎているようだ。

### 要注意の断層

大飯原発に近い「FO-B、FO-A、熊川断層」と「上林川断層」は、東西方向に圧力軸をもつ共役断層である。



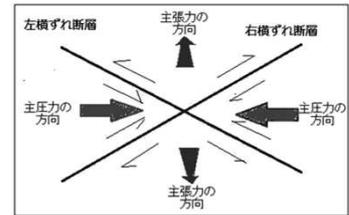
## 関電の主張(準備書面-6)

(2016年3月8日)

- 被告(関電)は、海上音波探査や海上ボーリング調査等の詳細な調査を行った結果、FO-A~FO-B断層と熊川断層が連続していることを示す地質構造は確認されず、また、15kmの隔離を有しているため、両断層は連動しないと科学的・合理的に判断したが、十分に保守的な評価を行う観点から、断層の存在が確認されていない区間(15km)を含めて、FO-A~FO-B断層と熊川断層は連動するものとして地震動評価を行っている。
- 上林川断層については、その東北端について、文献調査、変形地形学的調査、地表地質調査の詳細な調査に基づき、活断層の存在を明確に否定できる場所を端部としたのであり、既存の活断層の延長上でも地震が起きたとする原告らの批判はあたらない。

## 共役(共軛:きょうやく)断層

水平方向の同じ圧縮(または引っ張り)力が働いたとき、互いに断層面が直交し、ずれの向きが逆向きになる断層の組のこと。郷村断層と山田断層の走行は約90°ずれており、主圧力の方向と互いに約45°ずれているのは、その典型的な例。



大飯原発に近い「FO-B、FO-A及び熊川断層」と「上林川断層」は東西主圧力のもとでの共役断層と考えることができる。

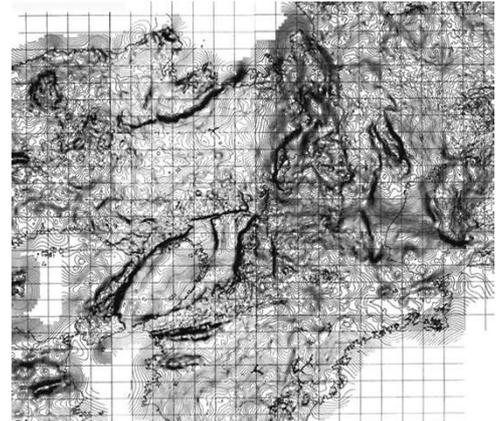
## 西日本重力異常図(志知龍一)

- 志知龍一・名古屋大学名誉教授が2018年11月に「西日本(関東から九州)の工業ベルト地帯のブーゲー重力異常図(Bouguer Gravity Anomaly Map of the Industrial Belt Zone: from Kanto to Kyushu, Southwest Japan)」を公表した。この図で中央構造線が南は熊本地震の震源域から、北東は兵庫県南部地震の震源域まで一本につながっていることに興味を惹かれる。
- この図から若狭湾を含む近畿地方の陸域の重力異常図を抜き出してみると、1995年1月17日の兵庫県南部地震と(M7.3)と2013年4月13日の淡路島の地震(M6.3)、及び、2018年6月18日の大阪府北部の地震(M6.1)の震源域は、いずれも重力異常の大きなところで起こっている。
- また、この図で、上林川周辺にも大きな重力異常が見られることに注目したい。

## 若狭湾を含む近畿地方の重力異常

志知龍一  
名古屋大学  
名誉教授、  
(2018)

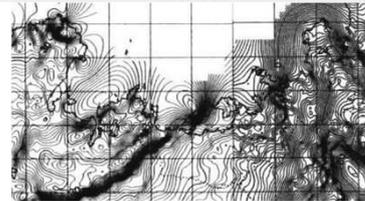
(この図は陸域の重力測定値に基づいており、海域のFO-B、FO-Aの下の重力異常については、わからない。)



## 上林川断層と重力急変帯

- ブーゲー重力異常図は、当然地下の地質分布・構造を反映する。地質学者は上林川断層周辺で密度の大きな岩石(夜久野オフィオライト)の分布を反映しているのではないかと。しかし、夜久野オフィオライトの分布と重力急変帯とは一致していない。
- 大飯原発周辺では、東西方向に主圧力が働き、水平横ずれ断層が考えられている。ただ、兵庫県南部地震のように、純粋に横ずれ断層だけではなく、一部下方向の変位も伴っていたとすると、度重なる断層運動の上下変化の累積で上林川断層周辺に重力急変帯が表れてもよい。
- 重力急変帯が上林川断層の東北延長上まで伸びていることを関電はどう考えるのか?

現在の活断層図と重力異常図

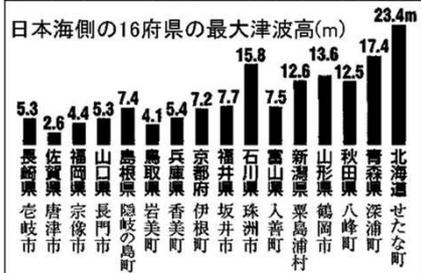


上林川断層の東北延長上を含めて重力急変帯がみられる。

### 津波の話:

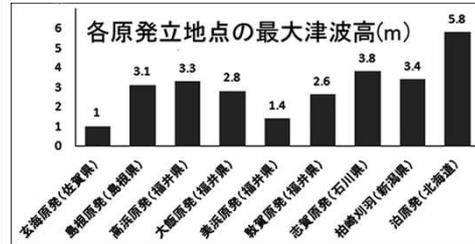
#### - とくに西日本の津波について -

2014年8月に「日本海における大規模地震に関する調査検討会」が公表した日本海側の津波高。  
(日本海の断層運動に伴う津波高の予測)



#### 原発立地点の津波高(調査検討会,2014)

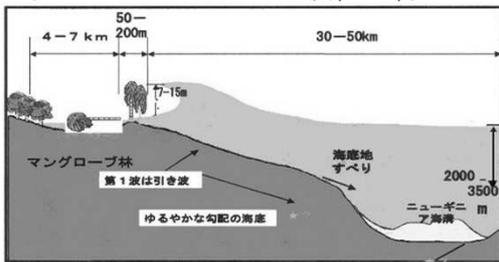
原発に関する地震動の議論には「入倉-三宅式」(2001)、津波に関する議論には「武村式」(1998)が用いられてきた。しかし、日本海における大規模地震に関する調査検討会が公表した日本海側の津波高の予測(2014)では、なぜか「入倉-三宅式」が使われている。



「武村式」(1998)を用いれば4倍程度大きくなる可能性がある(島崎,2016)。

#### 海底の断層運動に伴う津波だけでなく海底斜面崩壊により津波が大きくなった例

●海底地すべりにより津波が大きくなったと考えられる1998年パプアニューギニアの地震(M7.0)。



気象庁ホームページ(<http://www.jma-net.go.jp/ishigaki/know/tmanual/pdf/m5.pdf>)

#### 資料に基づく万寿津波の特徴のまとめ

- (1) この津波の際の地震の被害は報告されていない。
- (2) 海岸線(河口)から10kmほど遡った標高が20mを超える地点にも津波が到来した痕跡がある。
- (3) トレンチ掘削調査の摘果によれば、津波堆積物が遡上した範囲は意外と小さく、海岸線から2km程度の範囲である。

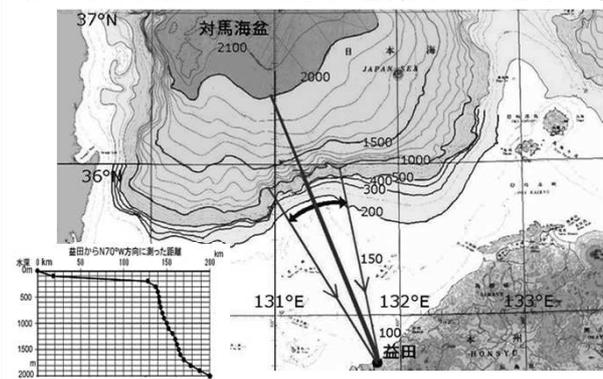
以上の3点を矛盾なく説明できる津波発生メカニズムを考えなければならないが、海底断層の動きに起因する通常の津波(例えば「日本海における大規模地震に関する調査検討会が公表した資料(2014年8月)」では説明がつかず、産総研の岡村行信(2013)が指摘した海底の堆積性斜面崩壊による津波の可能性が考えられる。

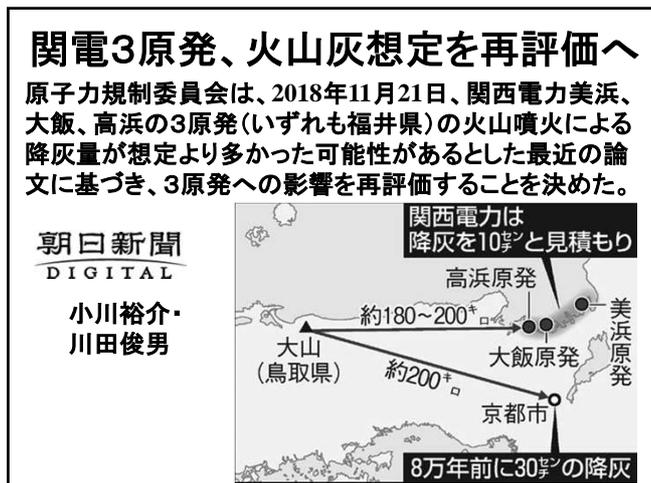
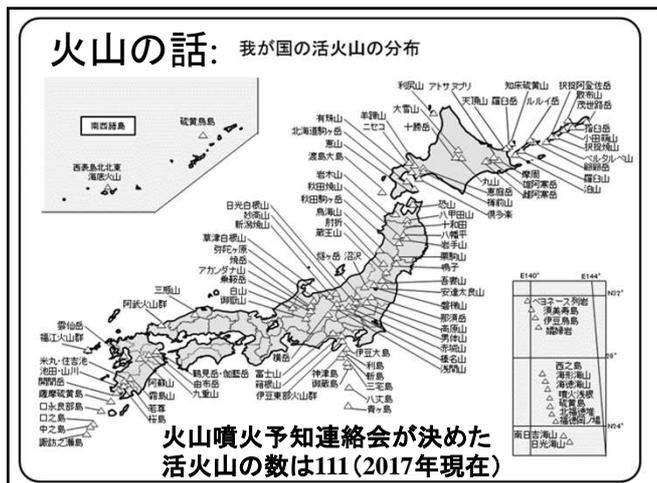
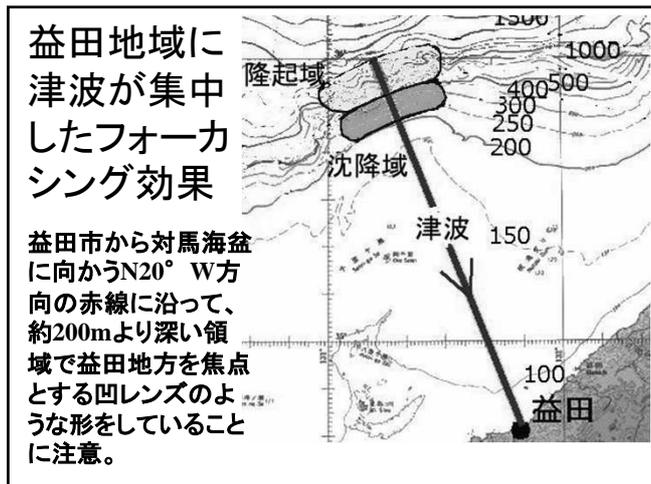
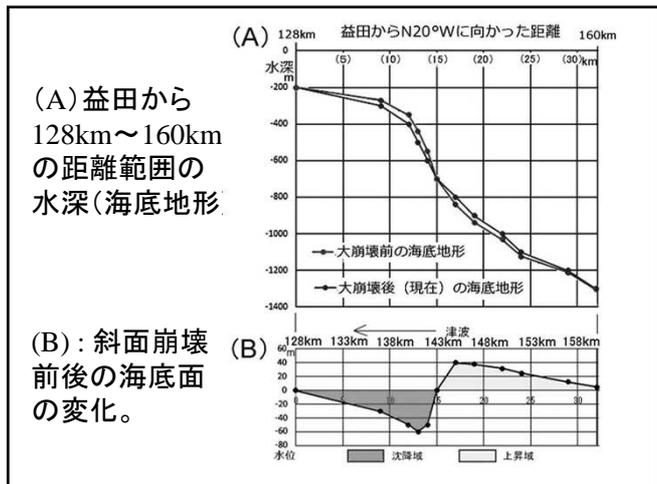
#### 島根県沖で斜面崩壊が発生している斜面(岡村, 2013)



#### 水路部データによる海底地形図

海上保安庁水路部(1983):海底地形図、番号6314、「西南日本」





原子力規制委:「過小」の可能性

関電は、地質調査や原発から約200キロ離れた大山(鳥取県)が噴火した場合のシミュレーションなどをもとに、3原発の敷地内での降灰の厚さを最大10センチ程度と想定した。規制委は、噴火でも原発の安全機能は損なわれないとする関電の主張を妥当と判断し、これまでに大飯3、4号機と高浜3、4号機が再稼働した。

その後、一部の研究者から、大山からの距離が両原発とほぼ同じ京都市内の地層で、約8万年前に大山が噴火したときの火山灰層の厚さが30センチあったとの研究論文が発表された。規制委は、審査の前提が変わる可能性があるとして関電に情報収集を求めた。

大山火山の影響について、若狭湾で運転中の4基停止までは求めない見通し。しかし、規制委が新規基準に適合すると認めた原発で、自然災害の影響評価のやり直しは異例だ。今後、具体的な方法などを決める。

原発に影響する巨大噴火は「兆候予測困難」

原子力規制委員会は2014年8月25日、原発に影響する巨大噴火の判断方法について、火山学者らによる検討チームの初会合を開いた。九州電力川内原発(鹿児島県)の審査で、兆候をとらえれば巨大噴火に対応可能とされたことについて、複数の火山学者が「現在の火山学で巨大噴火の兆候をつかむことは困難」と批判した。朝日新聞デジタル(2018年8月25日)

鬼界カルデラから噴出した火砕流の分布域(オレンジ色部分)とこの噴火で降り積もった火山灰の厚さ分布

(例)およそ7,300年前、鬼界カルデラの激しい噴火で島の大部分が失われて海底に巨大なカルデラが形成された。

NHK2018年5月30日21時～「滝沢秀明の火山探検紀行～巨大カルデラの謎に迫る」