

地震科学からみた浜岡原子力発電所の変遷と地震・津波安全性

Seismic safety of the Hamaoka nuclear power plant in Shizuoka Prefecture, Japan

*石橋 克彦¹*Katsuhiko Ishibashi¹

1.神戸大学名誉教授

1. Emeritus Professor, Kobe University

フィリピン海プレート(PH)の沈み込み境界メガスラストの真上に位置する中部電力(中電)浜岡原子力発電所(御前崎市佐倉)について、地震科学の発展と併せてその変遷を振り返り、プレート間巨大地震に対する安全性を考える。まず、略年表を示す(◎印は地震関連事項)。(以下で地震動の数値は、水平成分の最大加速度) = < 略年表は行数の関係でかなり省略してある >

1967: 1月, 中電, 浜岡原発計画を秘かに打診, 9月, 浜岡町「条件付受け入れ」を表明

◎1969.4: 地震予知連絡会(予知連)発足, 東海地方東部はM8級地震の特定地域と認識

1969.5: 浜岡原発を電源開発調整審議会(電調審)が条件付承認

◎1969.11: 茂木清夫, 伊豆~東海東半に大地震の可能性を指摘, 予知連, 特定観測地域1号に指定

1970: 5月, 中電, 原子炉設置許可申請, 12月, 設置許可, 機能保持確認用地震動450Gal

◎1970~71: 金森博雄, 1944・46年巨大地震をPHの沈み込みで解釈, 1972: 杉村新, PH北限を確定

1972.9: 中電, 2号機増設の設置変更許可申請, 1973.6: 設置変更許可, 地震動は1号機と同じ

◎1973.11: 安藤雅孝, 東海巨大地震の予想断層モデルを提出(遠州灘付近, 地震学会で発表)

1976.3: 1号機, 営業運転開始(2号機の運転開始は78.11)(1,2号機は2009.1に運転終了)

◎1976: 石橋克彦, 駿河湾地震説(5,8月, 予知連に報告, 10月, 地震学会で発表)

1977.6: 中電, 3号機増設を地元申し入れ

◎1978.9: 原子力委員会, 「耐震設計審査指針」策定, 基準地震動S1, S2を導入

1978.10: 3号機を電調審が承認, 1981.11: 原子炉設置変更許可, S2=600Gal(87.8, 運転開始)

◎1997.9: 石橋克彦, 日本列島での「原発震災」を警告, 特に浜岡の危険性指摘「廃炉をめざすべき」

1998.12: 5号機, 原子炉設置変更許可, S2=600Gal, 津波高+5.8m, -8.8m(2005.1, 運転開始)

◎2006.9: 原子力安全委員会, 「耐震設計審査指針」改訂, 基準地震動をSsに一本化

2007.4: 中電, 耐震指針改訂に伴う耐震バックチェックでSs=800Gal, 津波高+7.9m, -8.6m

◎2007.8: 藤原治ら, 浜岡原発付近で過去数千年間に3回の間欠的大隆起を報告(第四紀学会で発表)

2009.8: 駿河湾の地震(M6.5, Δ37km)で5号機に損傷発生, 直下のハギトリ波(Ssに対応)441Gal

2011.5: 菅首相の要請で4,5号機運転停止, 定期検査中の3号機運転再開せず, 5号機原子炉に海水混入事故

◎2012.8: 内閣府の検討会, M9級南海トラフ巨大地震の強震動と津波の推計結果を公表

2015年: 中電, 新規基準適合性審査を申請, 4号機(1月), 3号機(6月), Ss=1200Gal, 2000Gal

2015.12: 津波対策の防波壁完成, 海拔22m, 全長1.6km(高さ21.1mの津波を想定)

= < 略年表, 以上 >

基準地震動600Galで建設した3~5号機を、1200ないし2000Galでも本当に大丈夫に「補強」できるのか、疑問である。東海地震/南海トラフ巨大地震が起これば、直近の分岐断層的活動の可能性を含めて、長時間の短周期強震動と長周期強震動、大規模な地殻変動、大津波、続発する大余震が連続的に浜岡原発を襲う。最大加速度が1200~2000Gal以下か、津波が22m以下か、保証できない。強震動と地殻変動は、施設の損傷のほかに、敷地地盤の崩壊、防波壁の損壊、海水系の破壊(地殻隆起と引き波による取水塔不全を含む)を生じうる。以上の諸現象に対して地震・津波対策と過酷事故対策が万全だと考えるのは危険な楽観であろう。

キーワード: 浜岡原子力発電所、東海地震、南海トラフ巨大地震、耐震安全性、津波

Keywords: Hamaoka NPP, Tokai earthquake, Nankai trough earthquake, seismic safety, tsunami

静岡県沿岸の完新世後半の地殻変動と津波に関する新知見

New insights into the middle and late Holocene coastal movements and tsunamis in the Shizuoka Prefecture

*藤原 治¹*Osamu Fujiwara¹

1.産業技術総合研究所地質調査総合センター

1.Geological Survey of Japan, AIST

駿河湾西岸から御前崎を回って、遠州灘沿いに浜名湖周辺までの海岸低地で行った掘削調査によって分かってきた、完新世後半の地殻変動と津波堆積物について報告する。この地域では安政東海地震に伴って、駿河トラフ軸に近い東側の駿河湾沿岸から御前崎周辺が隆起し、西側の浜名湖周辺が沈降したことが知られている。一方、明治以降の水準測量から知られる隆起・沈降のパターンは、これとは逆に東側が沈降、西側が隆起である。この逆センスの変動は、上盤プレートでの地震間のひずみの蓄積と東海地震に伴うリバウンドと解釈される。この地震時と地震間の変動は、ほぼ相殺しているように見え、それを説明するように東海地震の断層モデルが考えられている。これは、駿河湾から日本列島の下に沈み込んだフィリピン海プレートの上面に一つの震源域を置くことで近似されている。

しかし、かつての海面高度を示す地層の現在の高度分布から推定される完新世後半の隆起・沈降の分布は、上記の変動パターンとは合わないことが分かってきた。過去数千年の累積で見ると、御前崎南岸の白羽周辺の隆起が顕著である（最大1.5 m/1000年；Fujiwara et al., 2010）。しかし、隆起速度は駿河トラフの軸に沿った方向へ急減する。白羽から2 km足らず北方では約0.7 m/1000年（Fujiwara et al., 2010）であり、約10 km北方の相良町では隆起が殆ど見られないかむしろ沈降傾向を示す。さらに約6 km北方の榛原町でも隆起は殆ど見られない。

御前崎から遠州灘沿いに西方（およそプレートの沈み込み方向）へも、累積隆起量は減少傾向を示す。白羽から10 km余り西方の菊川低地では、隆起速度は約0.4 m/1000年（鹿島ほか, 1985）と小さく、さらに15 km余り西方の太田川低地では顕著な沈降（約1 m/1000年）に転じる（藤原ほか, 2015）。太田川低地から20 km余り西方の浜松市西部でも、過去5000–6000年の間では、顕著な沈降（約1 m/1000年）の累積が認められる（藤原ほか, 2014）。

完新世の地層が示す変動パターンが東海地震の断層モデルと異なる点は、まず、御前崎南岸の顕著な隆起が挙げられる。ここだけが周辺地域に比べて大きく隆起しており、従来の東海地震モデルのような一つの大きな断層面が動くだけでは説明できそうにない。プレート間の大きな断層面のすべりだけでなく、上盤プレート内の高角副断層の動きなどを考える必要がある。太田川低地から浜松市西部にかけての大きな沈降の累積も、従来の東海地震のモデルでは説明が難しい。また、浜松市西部の大きな沈降は、沖積平野の背後に後期更新世の台地があり、地形から見るとこの地域が長期的には隆起傾向にあることと矛盾する。千年オーダーと万年オーダーで地殻変動の傾向が異なる理由は不明である。

津波堆積物やその能性がある堆積層は、静岡県沿岸でも報告が増えてきたが、まだ個々の津波の規模を復元するには至っていない。浜松市西部で海岸の地形発達を考慮したうえで、当時の海岸から津波堆積物が内陸へどの程度広がっているかを復元した結果（藤原ほか, 2013）では、過去4000年間程度については、相対的な規模の大小はあるようであるが、東北地方太平洋沖地震を受けて内閣府が発表した「最大クラスの地震・津波」に相当するような特別に大きな津波の痕跡は見つかっていない。

以上のように、地層記録からは静岡県沿岸の地殻変動と津波について、従来の我々の理解とは異なる情報が得られつつある。これは南海トラフで起きる地震の規模や再来間隔の多様性を考えるうえで重要になるとと思われる。

文献

藤原 治 (2014). 日本第四紀学会講演要旨集, 44, S3-02.

Fujiwara, O., et al., 2010. *Island Arc*, 19, 374-388.

藤原 治ほか (2013) 日本地震学会講演予稿集2013年度秋季大会. D21-04.

藤原 治ほか（2015）第四紀研究, 54, 11-20.

鹿島 薫ほか（1985）第四紀研究, 24, 45-50.

キーワード：南海トラフ、古地震、静岡、古津波

Keywords: Nankai Trough, Paleearthquake, Shizuoka, Paleotsunami

浜岡原子力発電所とその周辺の上盤プレート地殻内断層と地震

Upper plate crustal faults and earthquakes in and around the Hamaoka Nuclear Power Plant

*奥村 晃史¹*Koji Okumura¹

1. 広島大学大学院文学研究科

1. Graduate School of Letters, Hiroshima University

中部電力（株）浜岡原子力発電所の耐震安全に関わる上盤プレート地殻上部の断層と地震について、中部電力（株）が原子力規制委員会の原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、および旧原子力安全委員会・旧原子力安全保安院の各種委員会に提出した資料に基づいて知見を整理して検討を試みる。調査の対象となっている断層等は（1）震源を特定して策定する地震動に関わる内陸地殻内（海域を含む上盤プレート地殻上部）の活断層、（2）耐震設計上考慮する活断層ではないと判断される内陸活断層とリニアメント、（3）敷地内・重要施設近傍に存在する断層、に大別される。（1）震源を特定して策定する地震動に関わる内陸地殻内活断層は、12～13万年以降に活動して将来活動する可能性のある震源断層である。マグニチュードの大きいほど、あるいは近距離で発生するほど、施設が受ける地震動は大きくなる。陸上には約 30 km 離れて 10 km より短い活断層が存在するだけで、長大な陸上活断層は 50 km 以上離れている。一方海域には延長40 km を超える活断層が敷地の近くに複数存在し、考慮すべき活断層とされている。従来から御前崎海脚東部の断層帯（72.6 km）が地震動の検討の対象とされてきたが、2013年からの追加調査で、御前崎海脚西部の断層帯（46.9 km）が北方に延長され、遠州断層系（173.7 km）と共に新たに検討用の地震に選ばれている。（2）御前崎台地に認められる短い南北性のリニアメントは、台地の北側を北西-南東に延びて台地を傾動させている背斜に関連し、台地の隆起に伴って地表付近に生じた副次的な変動地形と考えられている。相良層群に変位が認められないため、この解釈と併せて地下深部に連続する起震断層に対応する活断層ではないと判断されている。牧ノ原台地に分布する短いリニアメントも同様に表層に限られた現象とみなされ、起震断層に対応する活断層ではないと判断されている。（3）敷地内・重要施設近傍には、相良層を切って東西にのびる正断層群であるH断層系が存在する。H断層系は原子力安全保安院・原子力規制委員会が行った原子力発電所敷地内破碎帯の調査検討の対象とはならなかったが、新規制基準適合性に係る審査会合では将来断層変位を生じる可能性がないか検討が行われている。中部電力（株）の報告では、H断層系は相良層堆積後の未固結時に形成された正断層で、後期更新世以降の活動は認められないとされている。

キーワード：活断層、断層変位、原子力発電所

Keywords: active fault, fault displacement, nuclear power plant

原子力利用と（地球）科学者の関係をめぐって：科学技術社会論分野からの問題提起

Nuclear Utilization and Role of (Geo-)Scientists: Perspectives of Science and Technology Studies

*寿楽 浩太¹

*Kohta Juraku¹

1.東京電機大学

1.Tokyo Denki University

2011年3月の福島原発事故の発生後、地震や津波に代表される自然災害が原子力施設にもたらすリスクとそれに対する私たちの向き合い方が議論の重要な焦点のひとつとなった。それらの自然現象に対する私たちの理解の基盤となる関連諸学の知見とその研究者の関与のあり方が必然的に問い直されてきた。

本発表では、すでに数年にわたって地球科学分野の研究者自らがこの問題についての議論を深めてきたことに心からの敬意を表しつつ、科学技術社会論の分野がこの問題をどう見るか、その一端を話題提供し、問題提起を試みる。

具体的には、理学-工学-政策（政治・行政）-社会といった連関とそこでの相互作用を念頭に、そのどの部分に課題があるのか、地球科学分野の研究者にはどのような役割を期待したいのか、そして、科学技術社会論分野やその他広く社会科学の研究者の関与や相互の協働の可能性がどのように開かれるのかを、今回取り上げられている浜岡原発の事例に則しつつ検討したい。

キーワード：科学技術社会論、理学と工学、（地球）科学者の役割

Keywords: Science and Technology Studies (STS), Natural Science and Engineering, Role of (Geo-)Scientists

セッションのまとめとパネル・ディスカッションの趣旨説明

Summary of the session and introduction to the panel discussion

*金嶋 聰¹、川勝 均²、末次 大輔³、鷲谷 威⁴、橋本 学⁵

*Satoshi Kaneshima¹, Hitoshi Kawakatsu², Daisuke Suetsugu³, Takeshi Sagiya⁴, Manabu Hashimoto⁵

1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.東京大学地震研究所、3.海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター、4.名古屋大学減災連携研究センター、5.京都大学防災研究所

1.Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3.Institute of Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4.Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 5.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

本セッションでは対象を浜岡原発に絞り、同原発に関する最新の地球科学的研究成果の検討を軸に、同原発と地球科学界との関連の歴史的総括及び今後のあるべき関係、といったトランスサイエンス的な話題も取り入れて議論したい。本講演では、私たちが過去3年間に主催し地球科学と原子力発電の問題を議論したセッションを簡単に振り返る。さらに本セッションで行われた講演を踏まえて、総合討論における議論の方向を定める。また、浜岡原発の安全性に関して議論されるべきであると私たちが考える二三の地球科学的問題点を提起する。

キーワード：浜岡原子力発電所、地球科学界、海溝型巨大地震

Keywords: Hamaoka nuclear power plant, Earth science research community, mega-thrust earthquake