

泊原子力発電所敷地内の断層活動時期に関する問題

—原子力規制委員会による適正な審査のために(2)—

渡辺満久
小野有五

わたなべ みつひさ
東洋大学社会学部
おの ゆうご
北海道大学名誉教授

原子力関連施設敷地内に分布する断層や地すべりが、「将来活動する可能性のある断層等(以下、「断層等」)」に該当するかどうかは、原子力関連施設の安全性にかかわる重大な問題となる。「断層等」の認定においては、後期更新世(前後)以降に動いているかどうかを基準となる。したがって、原子力関連施設の安全審査においては、「断層等」の活動時期を適切に判定することが求められる。

北海道・泊原子力発電所の敷地には複数の断層が確認されているが、それらの活動時期に関しては、北海道電力(以下、北電)が約22万年前に噴出したと主張してきた火山灰の分布や年代が最も重視されてきたようである¹。多くのマスコミも、これを重要視して報道を続けてきたように見える。しかしながら、この議論にはいくつかの問題がある。原子力規制委員会(以下、規制委)における「断層等」の活動時期の判定においては、これらの問題が正しく理解されていない可能性がある。

その理由は、規制委の安全審査においては、第四紀地質学や地形発達史、変動地形学の専門家がいないためである。これらの学問分野の知見がないと、判断が困難な問題が十分に検討されない可能性がある。また、膨大な資料を提出してくる電力会社の主張に大きな誤謬や事実誤認、あるいは恣意的ともいえる解釈があっても、それらが見逃ごされてしまう危険が少なくない。渡辺は、すでにこれらの点を指摘し、規制委による審査が適正なものとなるための提言をおこなった²。また、小野は、安全審査で問題となる原発敷地内の「断

層等」の活動性は狭い敷地内だけで議論されることが多いが、問題となる地層の年代を決定するには敷地周辺の地形・地質を広く検討するための地形発達史的研究が不可欠であることを強調した³。

本論では、「断層等」の活動時期を特定する場合に理解しておくべき、非常に重要な2つの問題を論じたい。

北電による層序区分と問題の所在

図1は、北電が掘削した泊原子力発電所敷地内のトレンチ壁面(北西壁面)のスケッチ¹である。北電はこのスケッチにより、トレンチ壁面には約1000万年前の中新統である神恵内層(A)、約120万～60万年(?)前⁴の下部・中部更新統である岩内層の下部(B)と上部(C)、Hm2面構成層(D)が堆積しているとした。北電は、Hm2面の年代をMIS9(約33万年前)とし、その上位には、約22万年前に噴出したとされる白色火山灰層(E)が載ると主張してきた。これらの北電の見解は、図1の左側に示した。

北電は、F-1断層は神恵内層(A)～岩内層上部(C)までは切断するものの、Hm2面構成層(D)や約22万年前に噴出した火山灰層(E)には断層によるずれはないとしてきた。すなわち、F-1断層の活動時期は中期更新世以前であると結論されている。Hm2面構成層(D)の認定においては火山灰層(E)の年代が主な根拠とされてきたため、規制委は、約22万年前とされる火山灰層(E)の存

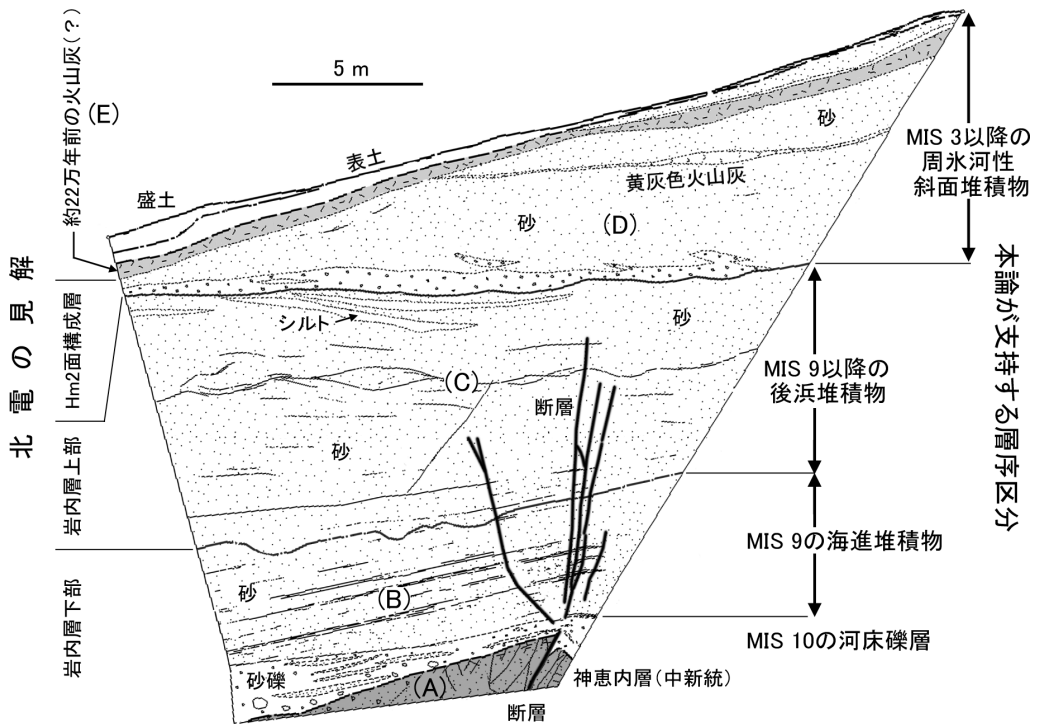


図1—泊原子力発電所敷地内のF-1断層によるずれ
北電資料⁷のトレンチ壁面(北西壁面)を簡略化し加筆。北電の見解を図の左側に、本論が支持する層序区分³を図の右側に示す。

在を重視し、その再確認を指示した⁵。ところが、それにしたがって北電が敷地内外で数カ所のトレンチ調査を実施したものの、この火山灰層の純層を追認することができなかった。また、それだけではなく、後述するように、この火山灰層の年代を決定した手法そのものにも重大な誤りがあることが規制委によって指摘された⁶。このため、規制委は、F-1断層の活動時期を中期更新世以前に限定できないとし、マスコミはこれを大きく報道した。

しかし、筆者らはそもそも、「22万年前の火山灰の分布」をこのように重視することには大きな疑問を感じてきた。その第1の理由は、北電が主張してきた地層の認定やその年代は、周辺地域の詳細な地形発達史研究にもとづくものではなく、根本的に誤っているからである。第2の理由は、たとえそのような火山灰層があったとしても、それによってF-1断層の活動時期を決定することができないためである。

地形発達史研究にもとづく 地形の編年と地層の年代

北電が「岩内層」とした地層は、測定地点の測定層準も明らかにされていないわずか1点のF-T年代資料にもとづいて、下部・中部更新世であると主張されていたものに過ぎない。北電がそのようなF-T年代を得たとする岩内台地では、北電が実施したボーリング資料⁷から、基底礫層→海進期を示す泥質の溺れ谷堆積物→浅海化を示す砂層→カキ礁の形成→内湾化を示す泥質堆積物→海退の始まりを示すデルタ砂層という、一連の海進～海退の様子が明確に読み取れる³。その最上部には、前浜堆積部を覆って砂丘砂層が堆積し、それを約11.5万年前に噴出した洞爺火山灰(Toya)が覆っている。この広い台地面は、すでに日本全国の海成段丘面を対比した研究⁸においても、標高や地形的特徴などからMIS 5eの海成段丘面と

して記載されてきたものである。

したがって、上記の基底礫層の年代は MIS 6 であり、北電が模式地とした岩内台地の「岩内層」は、MIS 5e の海進から海退に関わる堆積物であることは明らかである。また、標高 25 m 付近にある MIS 5e の旧汀線を越えて内陸側に分布する海成砂層は MIS 7 の海進堆積物であり、それは厚い砂丘砂層に覆われていることも明らかになった³。すなわち、北電が「下部・中部更新統の岩内層」と呼んできた地層は、岩内台地では MIS 5e、それより内陸側や原発敷地内では、高位段丘を構成する MIS 7 や 9 の地層であり、場所によって時代も堆積環境もまったく異なる地層を、北電はすべて一連の「岩内層」としてきたのである。

このように地形発達史的調査をまったくおこなわず、第四紀層の研究が極めて不十分だった 1950 年代の地層区分をそのまま踏襲して、岩内層を下部・中部更新統とした北電の解釈は根本的に誤っている。図 1 の岩内層下部(B)は、MIS 10 の河床礫層から MIS 9 の海進時の海成層であり、岩内層上部(C)はこの海進に引き続く時代の後浜堆積物であると考えられる。すなわち、北電がトレンチ壁面で岩内層とした地層の大部分は、MIS 9 の海進にともなう一連の海成層である⁹。これらの層序区分は、図 1 の右側に示した。

一方、MIS 9 に堆積したと推定される海成層(B・C)を覆う礫層や火山灰混じりの砂層(図 1 の D)についても、重要な事実が判明した。すなわち、地層(D)の中には、北電が泊原子力発電所敷地内には存在しないとしていた Toya だけでなく、約 4.2 万年前に噴出した支笏降下軽石(Spfa1)の火山灰粒子が確認されたのである⁶。また、北電が約 22 万年前の地層としていた火山灰層(E)は純層ではなく、その火山灰由来の粒子が Toya や Spfa1 の粒子と入り混じったかたちで見出された。しかも、Toya より古いはずの火山灰層(E)の粒子は本来であれば一番下位の層準で確認されるべきものであるが、実際には、最上位に分布したり、降下年代が最も新しい Spfa1 の火山灰粒子が最下

部に産出したりしている。このように、複数の火山灰粒子が本来の層準を大きく乱された形で堆積しているのである。

これらの事実から、地層(D)や地層(E)は、MIS 3 における Spfa1 の降灰後、おそらく最終氷期後半(MIS 2 ; 約 3 万年前~1 万年前)に移動を繰り返した周氷河性斜面堆積物であることは間違いない。これまでの北海道全域にわたる調査・研究により、北海道の気候はこの時期に最も寒冷かつ乾燥しており、場所によっては永久凍土が発達するような環境にあり、斜面では凍結融解にもとづく大規模な擾乱作用が生じたことがよく知られている¹⁰。MIS 9 の海成層(C)上部にも、同様の周氷河性擾乱が及んでいる可能性がある³。

そもそも、北電が約 22 万年前とした火山灰層(E)の年代測定値(F-T 年代)は、数万年前程度の年代から 100 万年前程度の年代までの様々な年代値を加重平均して得られたものであり、このような算定方法そのものが不適切であるとして規制委からも強く否定されている⁶。年代測定試料が斜面移動で再堆積したものである限り、古い値は無視して最も若い値(数万年前)を採用すべきものであったはずである。

以上の事実から、F-1 断層による明瞭なずれは、少なくとも約 40 万年前以降の MIS 9 の海成層(C)までは認められることになる。明瞭な断層によるずれが見られない地層(D)や海成層(C)の最上部は、最終氷期後半(約 3 万年前)以降に周氷河性の擾乱を受けた斜面堆積物から成る地層であるから、後期更新世以降に断層のずれがあったとしても、その痕跡がかき消されている可能性がある。したがって、F-1 断層が「断層等」である可能性を否定することはできないことになる。重要なことは、本当に存在するかどうかとも不確かな「22 万年前の火山灰層」をもとに地層の年代を推定することではなく、敷地内を含めた周辺の地形を広く調査し、まず地形発達史を明らかにした上で、地層の年代や堆積環境を認定することなのである。それを抜きにしては、F-1 断層の活動期を正しく把握することはできない。

「上載地層」による断層活動時期の特定にかかわる問題

上記したように、北電が示した見解は完全に破綻しているのであるが、仮に北電の層序区分が正しいとしても、また仮に約 22 万年前の火山灰(E)が実在したとしても、F-1 断層の活動時期が中期更新世以前であると結論することは誤った判断である。以下に、そのことを述べる。

断層の活動時期を特定するためには、断層によって乱されている地層と、断層を覆っている地層を明らかにする必要がある。図 2 の (a) は、そのような関係が明確にわかる、模式的な地質断面図である。

図 2(a) の F 断層は、地層(X)を乱して(切断しており、地層(X)と地層(Y)の境界部までは明瞭に確認できる。しかし、F 断層は両地層の境界部より上にはまったく見られず、地層(Y)は F 断層を削って堆積している。したがって、この場合、F 断層によるずれは地層(X)の堆積後に発生したのであり、地層(Y)が堆積したのは F 断層の活動後であると断定できるのである。地層(Y)の上に堆積している火山灰が噴出・堆積した時期も、断層活動後であることに疑いはない。

一方、図 2(b)には、断層 F の活動時期を特定できない例を示した。この例では、地層のずれ量がわずかであり、F 断層のずれが地層(X)の中で殲滅しているため、断層によって乱された地層と

断層を覆っている地層を区別できない。F 断層によるずれは、地層(X)の下部が堆積してから発生したことは間違いない。しかし、F 断層の活動後に堆積した地層を特定できない¹⁾。なぜならば、地層(Y)が堆積した後、あるいはその上位の火山灰が堆積した後に F 断層が動いたとしても、まったく同じ構造が形成されうるからである。このような場合には、F 断層の活動時期の上限は不明であるので、「地層(X)を乱した F 断層の活動時期は地層(X)の下部が堆積した後である」としか言えない。F 断層の活動時期は、地層(Y)の堆積前かもしれないが、火山灰が堆積した後のごく最近のことかもしれないのである。

図 1 の F-1 断層が MIS 9 の海成層(C)を切る部分の構造は、図 2(b)の F 断層のそれとまったく同じである。F-1 断層上部のずれ量はわずかであり、MIS 9 の海成層(C)の中でずれは殲滅している。すなわち、北電の層序区分が正しいとしても、F-1 断層の活動時期が約 22 万年前の火山灰(E)の堆積する前であると結論することはできない。火山灰(E)が堆積した後に F-1 断層が動いても、まったく同じ構造が形成されるのである。F-1 断層の活動時期は、中期更新世以前かもしれないが、100 年前なのかもしれない。もし、このような断層構造にもとづいて F-1 断層の活動時期を中期更新世以前であると断定した場合には、「活断層研究」などの学術雑誌の審査(査読)をパスすることはありえないであろう。

地震を引き起こすような大きな断層のずれは通

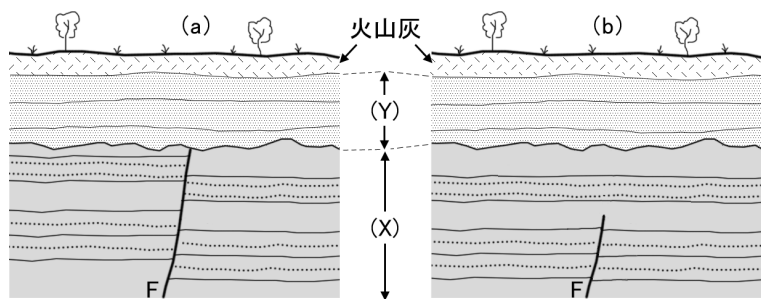


図 2—断層活動時期の特定に関する模式図

(a) : 活動時期を特定できる場合、(b) : 活動時期を特定できない(ずれ量がわずかで、地層内でずれが殲滅している)場合

常、地下数 km 以下の場所で発生し、地表に向かって広がってゆく。そのずれが地表まで到達すれば、地表地震断層と呼ばれることが多い。しかし、ずれ量が小さいと地表に届かず、地下で止まってしまう場合もある。また、大きな断層が動いたときに、その周辺の地中の一部に副次的な小さなずれが発生する場合もある。図 1(b) はこれらの場合を模式的に示したものであり、こうした断層がトレンチ壁面に現れたとしても、ずれが発生した時期を特定することはできないのである。

まとめ

泊原子力発電所敷地内にある F-1 断層の活動時期に関するこれまでの検討方法には、2 つの大きな問題がある。第 1 は、北電による「下部・中部更新統の岩内層」という根本的に誤った見解を、規制委が約 4 年間にわたって安易に受け入れていたことである。過去のトレンチ壁面を確認できないために判断が難しいのであれば、早い時期に追加調査を命ずるべきであった。そうしていれば、MIS 9 の海成面構成層を覆う地層が最終氷期の周氷河性斜面堆積物であることを確認することもできたはずである。泊原子力発電所およびその周辺地域の地形発達史を科学的に検証していれば、北電の根本的な誤りを早くから指摘できたはずである。

第 2 に、断層構造にもとづく活動時期の判定方法に根本的な誤りがあったことである。ずれの量が小さくて断層が地層の中で殲滅している場合には、活動時期を特定できないことに注意すべきである。これまでの F-1 断層の活動時期に関する検討は、まったく非科学的であったと言わざるを得ない。泊原子力発電所の敷地内には、F-1 断層以外にも複数の断層が確認されている。それらの活動時期に関しても、慎重に判断することが望まれる。

規制委の審査において、このような問題が見逃されてしまっていることは、大きな問題である。これまでも指摘した²ように、事業者へのヒア

リングだけでは不十分である。変動地形や地形発達史の専門家へのヒアリングをおこなうか、そのような専門家を交えた有識者会合を設置することが必要であろう。

文献および注

- 1—北海道電力: 地震・津波に関する意見聴取会資料(地震・津波 19-2)(2012); 北海道電力: 第 30 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(2013 年 10 月 9 日)資料 2-2
- 2—渡辺満久: 科学, **88**, 72(2018)
- 3—小野有五: 原子力情報資料室通信, No. 526(2108); 小野有五・斉藤海三郎: 活断層研究(投稿中)
- 4—北電による岩内層の年代の上限は明示されていない。2016 年 2 月 24 日の規制委と北電のヒアリングにおいては、唐突に 80 万年前の大海進で岩内層の一部が堆積したという説明がなされたが、2018 年 5 月 11 日の第 570 回審査会合でも、再稼働申請時から用いられてきた地質編年表がそのまま示されている。そこでは、下限は、FT 年代による 120 万年前を考慮して前期更新世の末期に近いあたりに引かれ、上限は、前・中期更新世の境界よりやや新しい時期に引かれているので、60 万年(?)前とした。
- 5—第 452 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(2017 年 3 月 10 日)
- 6—規制委と北電のヒアリング(2017 年 11 月 29 日); 第 526 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(2017 年 11 月 10 日); 第 531 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(2017 年 12 月 8 日)
- 7—北海道電力: 第 166 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(2014 年 11 月 28 日)資料 1-1
- 8—小池一之・町田洋編: 日本海成段丘アトラス, 東京大学出版会(2001)
- 9—2018 年 8 月 31 日に第 619 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合が開催され、北電はこのトレンチの周辺でおこなった新たなボーリング資料を初めて公表した。それらにもとづき規制委は、トレンチ壁面の地層(B), (C)を MIS 9 ではなく、MIS 7 海進期の堆積物と考えているようである。この点についてはさらなる検討が必要であるが、重要なことは、北電が 2013 年の再稼働申請以来、一貫して下部・中部更新統としてきた「岩内層」の年代が、規制委によって初めて明確に否定されたことである。
- 10—Y. Ono:: 第四紀研究, **30**, 203(1991); 小疇尚・他編: 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会(2003)
- 11—渡辺満久: 活断層研究, **15**, 64(1996)