

コメント(1)

原電道路ピットの 層が、D - 1トレンチ北西面の 層のどの層準に対応するかが不明確。

回答

・「層上部」及び「層下部」との呼称については、特定の層準を指したのではなく、各地点ごとに、K断層によって変位・変形を受けている地層を「層下部」、変位・変形を受けていない地層を「層上部」としているものである。なお、「層上部」及び「層下部」については、堆積構造や堆積年代の違いに基づく区分である。

・原電道路ピットの 層は、D - 1トレンチの 層の層相(礫の含有の程度、色調、基質の硬軟の程度など)と同様であることから、両層は同じ 層に対比される。
 ・原電道路ピットにおいて実施したテフラ分析の結果によれば、D - 1トレンチの 層と同様にテフラ起源の鉱物は認められない。

広島大学大学院 奥村教授

・日本原電は、層の呼称について、K断層によって変位・変形を受けたものを「層下部」、受けていないものを「層上部」と表現している。したがって、同じ「層上部」とされていても、必ずしも同一層準を示している訳ではない。
 ・ここで重要なのは、原電道路ピットの 層については、層相の特徴やテフラ分析の結果から検討がなされていることであり、両者を中期更新世の地層としていることに異論はない。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

・日本原電による 層上部及び 層下部については、各調査箇所での上部又は下部に位置しているものの便宜的な呼称であるとの説明を受けた。実際、連続的に追跡できない以上、便宜的に呼称せざるを得ない。
 ・したがって、D - 1トレンチと原電道路ピットで必ずしも一対一で層準が対比されるものではない。ただし、「K断層による切断・K断層を被覆」の観点からは同様な状況にある。
 ・しかしながら、原電道路ピットで 層としている地層については、層相の類似性やテフラがほとんど検出されないという特徴がある。これはD - 1トレンチの 層と同様であり、両層は同じ 層に対比されるものと判断される。

首都大学東京大学院 山崎教授

・原電道路ピットの 層は、層相等から見てD - 1トレンチの 層と同じであると判断される。
 ・層上部については、各調査地点でK断層を覆う 層の上部の地層という意味であるため、D - 1トレンチと原電道路ピットの層準が厳密に対比されるわけではない。
 ・活動性評価上最も重要なことは、D - 1トレンチ及び原電道路ピットの何れの地点においても、K断層が中期更新世の地層である 層に覆われており、「将来活動する可能性のある活断層等」には該当しないという事実である。

層下部テフラとされる層準は、ピーク層準が認められることは重要だが、火山灰の混入率は低いままであり、再堆積の可能性を否定し得ない。

回答

- ・層下部テフラの降灰層準については、複数の根拠に基づき認定したものである。(コメント回答(4)のとおり)
- ・また、テフラの「含有率」などの保存の程度については、堆積場所の条件の違いによって変化することが一般的によく知られていることである。(美浜テフラの模式地である気山の露頭でも、降灰層準に含まれるテフラの含有率は場所により異なっている。)
- ・すなわち、テフラの「含有率」の大小のみをもって、降灰層準の認定の可否を判断することは適切ではない。
- ・なお、層はシルト質砂礫を主体とする成層構造を有する地層である。すなわち、比較的静穏な環境で堆積した地層であり、「崖錐性堆積物」との指摘は当たらない。(コメント回答(5)のとおり)

広島大学大学院 奥村教授

- ・層下部テフラについては、テフラ起源の鉱物の含有率が低いことから、降灰層準の認定やその他テフラとの対比を行う際には、出来るだけ多くの根拠に基づき総合的に検討することが必要である。
- ・なお、敦賀有識者が用いている「混入率」という用語は、降灰層準が認められないとの誤った先入観を与える不適切な表現であり、一般的には「含有率」という用語を用いるべきである。
- ・なお、層については、現地において日本原電が示すように成層構造が確認される。一部有識者は、本層を「崖錐性堆積物」と判断したようであるが、この鑑定は明らかに誤りであり、仮に現地調査において同層の成層構造を見落としているのであれば、それもまた非常に問題である。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

- ・テフラは、堆積した環境によって、その保存状況が変わり得ることは一般的である。
- ・テフラの降灰層準の認定や同定にあたっては、できるだけ多くの情報を取得した上で、総合的に判断すべきものである。
- ・なお、現地の観察結果から、層は崖錐性の堆積物ではなく、水の営力を受けて堆積した地層であることは明らかである。

首都大学東京大学院 山崎教授

- ・テフラの「混入率」が低いとの指摘があるが、テフラ分析結果を論じる際にはテフラの「含有率」の方が技術的に適切である。
- ・「混入率」という用語は、当該テフラが降灰層準ではなく混入したものであるという印象を与える恣意的な表現であり適切ではない。
- ・なお、テフラの産出状況については、堆積した環境によって異なることが一般に知られている。
- ・テフラの降灰層準の認定や同定に際しては、特に今回のようにテフラの含有率が低い場合には、複数の情報に基づき、全体を合理的に説明し得る判断を行うことが重要である。
- ・なお、降灰層準の認定について、層が「崖錐性堆積物」であることから認定できないとの指摘があるが、他の敦賀有識者も観察しているとおり、細粒な地層中には堆積構造が認められる。すなわち、層は崖を転がって堆積したような「崖錐性堆積物」ではない。このような誤りは、地質調査に関する基本的能力への疑念に繋がるものである。

コメント(4)

層下部テフラとされる層準は、化学組成、鉱物の量比などから判断して、他のテフラが混在している可能性がある。

回答

層下部テフラの降灰層準について以下の根拠に基づき認定したものである。

- (根拠1) 層下部テフラについて、テフラの通常分析、濃集分析を行った結果、降灰を示すピーク(普通角閃石)が認められる。
- (根拠2) 層下部テフラの降灰のピークは、全てのテフラ分析測線で確認されている。(D-1トレンチ全体に広がりをもって分布している)
- (根拠3) 層下部テフラ降灰層準は、年代が既知のテフラ(K-Tz及びDKP)と層位関係が逆転していない。
- (根拠4) 層は成層構造を有する地層であり、層下部テフラのピークは同一層準(礫混じりシルト質砂中)に認められる。
- (根拠5) 層下部テフラの降灰のピークより上位には、美浜テフラ以外のものが極わずかに降灰している可能性がある。
この降灰しているテフラは、海上ボーリングコアとの対比から美浜テフラの上位に位置する明神沖テフラ(MIS5e)であることが確認された。

層下部テフラの降灰層準より下位の地層の堆積時期は、少なくとも美浜テフラ降灰時期(約12.7万年前)以前である。

- (根拠6) 全てのテフラ分析測線において、層最下部にはテフラ起源の鉱物が一切含まれない範囲が認められる。
すなわち、層最下部は少なくとも美浜テフラが降灰以前に堆積したことを示している。

斜方輝石と普通角閃石の量比は、堆積環境(風化の程度)により大きく異なることから、量比のみを以て降灰層準が認定できないとの指摘は適切ではない。

広島大学大学院 奥村教授

・ 層下部テフラについては、普通角閃石及び斜方輝石の屈折率及び主成分組成、花粉分析の結果、並びに敦賀湾で実施した海上ボーリングの調査の結果から、層下部テフラがMIS6からMIS5eに向かう時期に降下堆積した地層であることは明白である。

- ・ 有識者の指摘する再堆積・混入の問題は、降灰時期(層準)と再堆積・混入時期(層準)を検討することによって解決でき、D-1トレンチの 層下部テフラの年代と海上ボーリングの年代に大きな差はないものと判断できる。
- ・ 層下部テフラは降灰後の流水や斜面・土壌のプロセスにより地層中に拡散し、堆積物中に含まれるテフラ粒子の数は相対的に少なくなっている。しかし、層下部テフラ層準以下の堆積物にテフラ粒子が全く含まれないこと、テフラ粒子の濃集する層準が連続した層準として明瞭に認められることから、降灰層準と移動・再堆積層準はほぼ同一の層準にあると考えることが合理的である。
- ・ 層下部テフラは、D-1トレンチ北壁面では 層が構成する段丘上の平坦面上に、D-1トレンチ東北～東面では、その段丘を10m以上下刻した谷の谷壁斜面を覆って堆積している。これは、当時の地表面を覆うように(マントリング)降下堆積したテフラに見られる特徴である。仮に 層下部テフラが移動・再堆積によって最終的にこの位置に定置されたとしても、移動・再堆積が起きた時点で、段丘と開析谷の地形が存在したことに変わりはない。
- ・ もしも谷を埋める 層堆積中に 層下部テフラが降下し再堆積したとすると、テフラ粒子は 層中の地層に含まれる形で出現する。しかし 層中にそのようなテフラ層は認められていない。層基底をなす不整合面を覆って 層下部テフラが出現することは、層下部テフラの堆積(降下堆積・再堆積いずれも)が層下部堆積のごく初期に起きたことを示している。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

【 層下部テフラの降灰層準の認定について】

- ・ 層下部テフラの降灰層準の認定が妥当であるか否か検討する上で、層が内部堆積構造を有する地層であるか否かに重きを置き、現地で詳細観察を行った。
 - ・ また、テフラ分析結果については、その他テフラとの層位関係の整合性などの大局的な見方や、主成分組成の深度方向の変化などの微視的な観点で検討した。
 - ・ 検討の結果、層は平行葉理、斜交葉理、上方細粒化などの内部堆積構造が明瞭に認められる地層であることを確認し、内部のサブユニット区分が可能であり、テフラ降灰層準が追跡可能であることがわかった。
 - ・ また、テフラ起源の鉱物の分布などから見て、層下部に 層下部テフラの降灰層準が認定し得るものと判断した。
- ・ 以上のことから、層下部テフラの降灰層準が認められるとする日本原電の評価は妥当であると判断した。

- ・ なお、層下部テフラに美浜テフラ以外のテフラが混在しているとの指摘があるが、本テフラは美浜テフラに対して極わずかに認められるものにすぎない。
- ・ また、日本原電は混在しているテフラの特定を検討し、これが海上ボーリングで美浜テフラの上位に検出されたカミングトン閃石を伴う明神沖テフラであり、本テフラもMIS5eの層準に確認されている。

【 層最下部の堆積時期について】

- ・ テフラ分析の結果から、DKP、K-Tz、美浜テフラに層位関係の逆転がなく、降灰年代順に堆積している。
- ・ 層最下部にはテフラ起源の鉱物が一切含まれない範囲が確認されている。このことは、層下部の年代を評価する上で極めて重要な情報である。
- ・ これは、層の最下部が美浜テフラの降灰前に堆積したことを示すものである。
- ・ したがって、「層下部テフラの降灰層準より下位の地層の堆積時期は、少なくとも美浜テフラ降灰時期(12.7万年前)以前」とする日本原電の評価は妥当であると判断した。

首都大学東京大学院 山崎教授

・ 層下部には、降下火山灰由来の鉱物粒子が存在する層準が認められ、通常分析により認められた降灰層準付近で実施した鉱物の濃集処理も行い、更に明瞭な産出のピークが存在することが確認されている。

・ このことはこの層準に一時期に大量の火山灰が供給されたことを示し、それを火山灰の降灰時期と考えることは妥当である。

・ なお、層下部テフラに美浜テフラ以外のテフラが混在している可能性については、主成分分析結果で「層下部テフラはそのほとんどが美浜テフラからなること」、「層テフラの最下部はばらつきがないこと」、「層下部テフラに見られる若干のばらつきは、MIS5eの明神沖テフラが極わずかに混在していることに起因すること」などが確認されており、層下部の美浜テフラ降灰層準の認定は妥当である。

・ 強調しておきたい点は、層最下部に美浜テフラが一切含まれないゾーンがD-1トレンチ法面で広く確認されていることであり、これは 層下部の堆積時期が美浜テフラ降灰前のMIS6からMIS5eに遷り変わる初期であることを示唆していることにある。

コメント(5)

層下部テフラとされる層準は、堆積構造と斜交しているので、最下位が降灰層準であることを否定するものではないが、少なくとも上位の層準は再堆積の可能性はある。最下位層準まで全てが再堆積の場合には、近くにその供給源があるはずなので確認のこと。

回答

- ・上記コメントは、降灰層準の認定に関する当社の評価を否定しているものではない。
- ・層には、指摘のような“砂礫層の層理”は認められない。
- ・また、層下部テフラの降灰層準は同一の層準に確認されていることから、層の堆積構造と層下部テフラの降灰層準が斜交することはない。

広島大学大学院 奥村教授

・層下部テフラの降灰層準は同一層準(礫混じりシルト質砂層)に連続して確認されていることから、堆積構造と降灰層準が斜交する関係にはない。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

- ・層の堆積構造及び層下部テフラを含む層準について、現地で詳細観察を行った。
- ・その結果、層は平行葉理、斜交葉理、上方細粒化などの内部堆積構造が明瞭に認められる地層であることを確認し、内部のサブユニット区分が可能であり、テフラ降灰層準を追跡可能であることがわかった。
- ・それに基づいて現地確認する限り、層における日本原電の地層境界や層相境界の解釈については、特に異論はない。
- ・また、層下部テフラを含む層準についても、同一の層準であることを確認した。
- ・以上のことから、層の堆積構造と層下部テフラの降灰層準が斜交する状況は認められない。

首都大学東京大学院 山崎教授

- ・層下部には成層構造が認められるが、敦賀有識者が指摘するような堆積構造は認められず、層下部テフラは同一層準(礫混じりシルト質砂)中にその降灰層準がある。
- ・したがって、層下部テフラの降灰層準が堆積構造と斜交するような状況はない。

コメント(6)(7)

層下部テフラは、美浜テフラに由来する可能性があるが、現状では分布状況や給源等の情報が少ないため、特定には至っていない。本課題については、火山地質学の専門家等の意見をいただくことも必要。

回答

- ・美浜テフラの給源については不明であるが、給源が特定されていないことが、降灰層準の認定やテフラの同定に影響を与えるものではない。
- ・給源が不明であっても、地層の年代決定に用いられるテフラは数多くある(例:駒ヶ岳e、松前等)。
- ・テフラの保存の程度については、堆積場所の条件の違いによって変化することが一般的によく知られていることである。(コメント回答(3)のとおり)

広島大学大学院 奥村教授

- ・テフラの層厚は堆積した環境によって一様ではない場合があるが、テフラの同定が行われている事例は数多くある。
- ・また、給源が不明のテフラによる地層の編年についても多くの事例があり、必ずしも給源が特定されている必要はない。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

- ・給源が特定されていない場合であっても降灰年代が明らかなテフラについては、地層の堆積年代決定に用いられている事例は数多くあり、必ずしも給源を特定する必要はないと考える。

首都大学東京大学院 山崎教授

- ・給源火山が特定されていないテフラを用い、地層の年代評価を行った事例は数多くある。
- ・また、一般にテフラの層厚は堆積した環境によって大きく異なる場合がある。

コメント(8)

層と層との地層区分について、詳細を確認すること。

コメント(9)

層/層境界は、堆積構造から不整合面と判断するが、土壌帯はないと思われる。土壌の有無については、化学分析値について土壌専門家の意見をいただくことも必要。

コメント(10)

層は古環境を推定する情報がないので、氷期 - 間氷期サイクルに対応させて古環境の変遷・地層の年代を立証するには、古環境指標が必要。

コメント(11)

原電道路ピットの層及び層の堆積年代の根拠を明らかにすること。

コメント(12)

堆積物の風化度から、層と層の堆積年代には大差がないが、層はこれらと比べてより多くの間氷期を経験した古い堆積物であると考えられる。

回答

層の堆積年代

・層との関係やテフラ分析の結果などにに基づき、層の堆積年代はMIS6以前(中期更新世以前)であると判断される。
 ・層最上部の土壌化した地層について、遊離酸化鉄の分析を行った結果、「層最上部は高位段丘堆積物相当であること」が推定され、MIS6以前(中期更新世以前)とした評価と整合的であることを確認した。

・なお、層からは花粉は検出されていないが、層下部及び層から比較的温暖な気候を示す花粉が確認された。これは、層下部をMIS5e、層をMIS6以前とする評価と矛盾していない。

層の堆積年代

・層中からDKPが確認されていることから、MIS4の堆積物と判断される。

広島大学大学院 奥村教授

・層が12~13万年前に堆積した地層であることから、層の堆積年代が中期更新世に遡ることは**确实**であり、層の堆積年代に関してそれ以上の議論は**不要**である。

・層と層との間の不整合は、10mを越す深さの谷の下刻をともっており、D-1トレンチで確認できるもっとも大規模な不整合である。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

・層下部の堆積年代は、少なくとも美浜テフラ降灰時期(12.7万年前)、すなわちMIS5eの地層であると判断される。

・層と層下部は層相、固結度、風化の程度だけではなく、傾斜も顕著に異なっている。両者が不整合関係にあることは、現地調査で確認した。

・したがって、層は、層下部の堆積時期であるMIS5eに先立つMIS6以前に堆積したと考えられる。

首都大学東京大学院 山崎教授

・層の堆積年代について、敦賀有識者会合は、層と層は見かけが似ていること(顕著な堆積間隙がないと思われること、両者の礫の風化度が比較的新鮮で似ていること)から、同一時期に堆積した地層である可能性を指摘している(平成25年5月評価書)。

・これは、**主観的な印象からその可能性を指摘**するのみであり、それ以上の**客観的な根拠の提示は無い**。

・一方、これに対し日本原電は、「層は層下部とは不整合関係にあり堆積構造が両者で異なっていること」、「層最上部の一部には暗褐色の土壌化帯とみられる部分があり、層堆積前に一定期間地表に露出していたことを示唆すること」、「層中には美浜テフラとは明らかに異なる角閃石があり、これが海上ボーリングでMIS6層準に挟まれる角閃石と対比できる可能性があること」から、層が層より明らかに古い地層であることを複数の根拠から合理的に説明しており、これらの状況を現地でも確認した。

・以上のことから、層は後期更新世初頭のMIS5e(最終間氷期)に堆積した地層、層は層との間に堆積間隙を持つより古い中期更新世以前の地層と判断する。

D - 1トレンチ北西面では、K断層の直上には“美浜テフラ”がないため、12.7万年前以後にK断層が確実に活動していないとは言い切れない。

回答

- ・本コメントは、K断層による変位・変形が 層上部に及んでいることを前提としたコメントである。
- ・一方、 層上部等への影響について詳細に検討すべきとの意見も併せて示されていることから、これに関する議論を優先して行うべきである

当社からは、本件について見解を求めている。

広島大学大学院 奥村教授

・ 層堆積後に 層の上部、 層基底を変形させることなく、K断層が動いたかもしれない、との有識者の指摘は、古地震学で普遍的に用いられる上載地層法に基づく断層活動時期の認定を否定する主張である。客観的かつ厳密な証拠の提示なしにこのような主張を行うことは科学的にあり得ないことである。

コメント(14)

原電道路ピットでは、層下部までK断層の変位が認められるが、層上部には変位がない。本露頭におけるK断層の活動は、層下部堆積時までと考える。

コメント(15)

D - 1トレンチ北西面のK断層は、一見すると層上部に覆われているようだが、断層変位のせん滅等の可能性も否定できないので、必要に応じて追加掘削調査を行うのが望ましい。

コメント(16)

D - 1トレンチ北西面では、層上部までK断層の変位が認められるが、層下部には変位がない。ただし、現状のデータだけでは層下部に確実に変位がないとは判断できないので、追加掘削調査等を行い検証することが必要。

コメント(17)

D - 1トレンチ北西面では、層上部に傾斜不整合等が認められないので、K断層の最終活動時において、層上部や層が未堆積であったと断定するには根拠が不十分である。

コメント(18)

D - 1トレンチ北西面のK断層は、上部では断層に沿う地層の隔離が数十cm程度だが、下部では撓曲も含めた高低差は1.2m程度。断層面に沿う変位が小さくなり、周りが褶曲として賄われて、このような構造になるのはよく知られたこと。したがって、K断層の変位が上方に向かって減衰していることは明らかである。

コメント(19)(20)(21)

K断層の変位量はD - 1では1mを超え、原電道路ピットでは20～30cmと小さいため、南方に向かって消滅していると言うが、それは比較する層準および計測方法が異なるためであり、適切な判断ではない。

コメント(22)

K断層は、D - 1トレンチ北西面と南方の原電道路ピットとで断層面に沿う破断量に大差が無いことから、両地点で同じものを見ていると考える。

コメント(23)(24)(25)

K断層は、変位の計測方法を統一化すべき。また、計測箇所の追加等により情報を追加できないか検討のこと。

回答

・D - 1トレンチ北西面のK断層周辺の地層について、改めて詳細な観察と計測を行った。また、K断層の変位・変形量については、鉛直変位量(ここでは「変位量及び変形量を合わせて鉛直面に投影した量」と定義)として統一的に再整理した。

・その結果、K断層は層に変位・変形を与えているが、上方に向かって鉛直変位量が減少する傾向は認められず、少なくともk層に変位・変形を与えていないことを再確認した。

・また、K断層の鉛直変位量については、再整理した結果においても、短区間で急減する傾向に変化はなかった。

広島大学大学院 奥村教授

- ・K断層は 層堆積中(中期更新世以前)にその活動を終えていることが、D-1トレンチ北西法面や原電道路ピットの調査結果から確認することができた。
- ・剪断面に沿って認められる断層変位量はD-1トレンチ北西壁面の 層の上部で減少している。しかし、剪断面で変位を受けている地層には系統的な東への傾きが認められ、断層変位とこの変形をあわせた変位量は、 層の下部以下の地層に認められる垂直変位量とほぼ同じ量である。
- ・層堆積後に 層の上部、 層基底を变形させることなく、K断層が動いたかもしれない、との有識者の指摘は、古地震学で普遍的に用いられる上載地層法に基づく断層活動時期の認定を否定する主張である。客観的かつ厳密な証拠の提示なしにこのような主張を行うことは科学的にあり得ないことである。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

- ・北西法面について現地で詳細観察を行った結果、日本原電が示す地層境界や層相境界の解釈は妥当なものである。特に異論はない。
- ・北西法面においてK断層は、 層下部にせん断変位及び撓曲変形を与えていると判断される。
- ・この観察結果は、変形を受けている上盤と変形を受けていない下盤で 層中の地層の走向・傾斜が明瞭に異なっていることでも支持される(シュミットネット下半球投影による整理結果)。層のサブユニットはチャンネル堆積物等側方変化が著しく一部雑然としているが、丁寧に観察すると肉眼でも系統的な変形が読み取れる。多数箇所での走向傾斜の読み取りとシュミットネット投影は肉眼観察を明確に支持する。
- ・D-1トレンチ北西面で撓曲変形があることは、1-1ピットにおいて、 層が撓曲変形している状況とも整合的で、断層活動時に 層が塑性変形しやすい状況であったと思われる。したがって、分散した剪断面間での上下変位量の差は重要ではなく、撓曲変形まで含めたトータルの変形量で各種の議論をすべきである。
- ・その変位・変形量については、撓曲も考慮して上下変位量1m弱である。
- ・この変位・変形は、層下部に特徴的に明瞭に認められるもので、日本原電の区分した 層上部に変位は認められない。
- ・一方、層を含む上位の地層には変位・変形が認められないことも明確に読み取れる。
- ・以上のことから、K断層は 層下部に影響を与えているものであり、上位の地層には影響を与えていないと判断した。
- ・なお、敦賀専門家会合有識者が指摘する 層下部及び上部における活動については、前述の通り、 層上部及び 層下部が、各調査箇所での上部又は下部に位置する便宜的な呼称であることから、 層堆積後の複数回の活動を表しているものではない。

首都大学東京大学院 山崎教授

- ・K断層は 層下部に変位・変形を与えており、 層上部には与えていない状況について現地にて確認した。(特に、K断層が 層に撓曲変形を与えている状況については、シュミットネットを用いた検討結果から読み取れる)。
- ・ 層上部については、見かけほぼ水平にK断層を覆っており、撓曲等の変形が認められないことから、層上部堆積以降には活動がなかったものと判断される。また、その上の 層に変位変形がないことも確かである。
- ・したがって、K断層の活動時期は中期更新世以前であると判断できる。

コメント(26)

K断層は、D - 1トレンチ北西面におけるK断層付近の構造の観察により、累積性が確認できた。

コメント(27)(28)(29)(30)

K断層は、D - 1トレンチ北西面、1 - 1ピット及び原電道路ピットでは、各地点のみの情報からは累積性を確認できなかったが、各地点の情報を総合して活動時期を推定すると、少なくとも 層堆積までには複数回のイベントがあったと考える。

回答

・D - 1トレンチ北西法面において、K断層は 層下部に変位・変形を与えているが、上方に向かって鉛直変位量が減少する傾向は認められず、少なくとも 層上部のk層に変位・変形を与えていないことを再確認した。(コメント回答(14)～(25)のとおり)

・すなわち、D - 1トレンチ北西法面において、K断層に変位・変形の累積性は認められない。その他の調査箇所についても同様である。(コメント回答(14)～(25)の添付図面参照)

・前述の通り、「 層上部」及び「 層下部」との呼称については、特定の層準を指したのではなく、各地点ごとで、K断層によって変位・変形を受けている地層を「 層下部」、変位・変形を受けていない地層を「 層上部」としているものである。

・なお、「 層上部」及び「 層下部」については、堆積構造や堆積年代の違いに基づく区分である。

(コメント回答(1)のとおり)

・以上のことから、 層堆積後、K断層に複数回活動した状況は認められない。

広島大学大学院 奥村教授

・全ての調査箇所において、変位基準によらずK断層の変位・変形量は概ね一定であり、累積性は認められない。

・なお、「将来活動する可能性のある断層等」の評価にあたっては、規制基準では最新活動時期によって判断することとなり、変位の累積性によって判断するものではない。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

・すべての調査箇所について、K断層の変位・変形の累積性は認められない。

・調査箇所は近接しており、それぞれに異なる動きをすることは考えられないので、少なくとも 層堆積後には 層堆積中の時期に一度だけ活動したと判断するのが合理的である。

首都大学東京大学院 山崎教授

・規制基準に基づく「将来活動する可能性のある断層等」の評価においては、活動時期の情報が必要であり、活動回数を示す累積性の情報は評価上の論点にはならない。

・なお、念のために述べると、K断層は ~ 層を変位させているが、各観察露頭で堆積物の新旧による変位量(1m程度)の違いはなく、~ 層の堆積時期に繰り返し変位があったとは認められない。また、 層基底(基盤上面)は凹凸に富んでいる。

・敦賀有識者会合では、 層基底には、上位の地層よりも大きな変位がある可能性を指摘しているが、 ~ 層の変位量が同じであることを重視し、累積性はなく、基盤上面は変位基準にならないとする日本原電の主張は首肯できるものである。

・したがって、K断層には 層堆積以降、活動は中期更新世の 層上部堆積前の一度だけと判断する(累積性は認められない)。

コメント(31)

西側ピット北壁面付近における 層上面の位置等の解釈変更について、説明のこと。

コメント(32)

K断層の最新活動以前の変位センスについてデータを提示のこと。

コメント(33)

K断層の全スリップデータを提示のこと。

回答

・西側ピット北壁面付近における 層上面の位置等の解釈については変更していない。

- ・K断層の最新活動面の変位センスは逆断層卓越であることは、「条線方向が高角度であること」と「K断層の上盤側の堆積物が隆起していること」から明白である。
- ・また、薄片観察結果からも、K断層の最新活動面の変位センスが逆断層卓越であることを確認している。
- ・D-1トレンチ1-1ピットについては、フラワー的な落ち込みはないことが確認されている。
- ・本資料にK断層のスリップデータを掲載する。

広島大学大学院 奥村教授

- ・K断層の最新活動時の変位センスについては、最新活動面に見られる条線の方向や第四系の状況から、逆断層卓越のセンスであることは自明である。
- ・また、K断層の上端付近では傾斜が低角化してくるが、これは地表付近で未固結堆積物に変位・変形を与える逆断層に一般的に見られる特徴である。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

- ・活断層か否かの議論において、断層の最新活動以前の変位センスを示すことに何の意味があるのか理解不能である。また、そのような分解能(精度)があるだろうか。K断層の最新活動時の動きについては、得られた条線方向や第四系の変形状況(K断層上盤の地層が隆起)から判断して、逆断層センス卓越であることは明確である。

首都大学東京大学院 山崎教授

- ・現地で確認した結果、K断層の最新活動時の変位センスについては、堆積物の状況から逆断層であり、条線が高角度である観察事実を踏まえ、逆断層成分が卓越することは明らかである。

コメント(34)

K断層は、著しく屈曲していることから、様々な方向をもつ複数の破砕帯を変位が乗り継いでいるのではないかと考える。

コメント(35)

K断層は、D - 1トレンチ北西面から走向方向(N30° E)に延ばすとG断層に収斂してくるので、G断層とは分岐関係にあるのではないか。

回答

・K断層は既存の破砕部を利用して、少なくとも層堆積後に活動した断層であるが、活動性評価上重要なことは、K断層が12、13万年前以降に活動した「将来活動する可能性のある断層等」であるか否かであり、既存の破砕部の岩盤中の連なりではない。

・K断層及びG断層とも、12、13万年前以降に活動していないことから、両断層の岩盤中での連なりに関する議論については、活動性評価上は必須ではない。

当社からは、本件について見解を求めている。

広島大学大学院 奥村教授

・規制基準にある「将来活動する可能性のある断層等」の評価にあたっては、最新活動時期によって判断することとなっており、成因検討は活動性評価上の要求ではない。

・なお前述の通り、K断層は浦底断層が動いたことにより引き起こされた副次的な断層の可能性があり、そのため変位・変形量は主断層(浦底断層)から離れるにつれ急激に減少するものと考えられる。

・一つの仮説として、浦底断層の不連続や不整形が原因で局所的な圧縮応力場を生じ、K断層が逆断層変位を生じた可能性も考えられる。

コメント(36)

K断層は南方まで延び、H断面やJ断面付近では基盤上面や 層、 層を変位させている可能性があるのではないか。

コメント(37)(38)(39)

基盤中におけるK断層の南方への連続性を示すこと。また、地表付近では分岐等も見られるが、基盤中では連続性の良い断層として存在しているのではないか。

コメント(40)(41)

上載層中で認められるK断層の1m超の変位が、D - 1トレンチから原電道路ピット間の数10mで消滅するとは考えがたい。K断層本体の活動は南方へ続き、表層の変形のみがステップしている可能性を安易に否定すべきでない

回答

・K断層は 層上部に変位・変形を与えておらず、「将来活動する可能性のある断層等」には該当しないことを複数地点で確認している。
 ・したがって、岩盤や 層や 層の変位・変形の有無は、活動性評価上は不要である。

・なお、K断層は「将来活動する可能性のある断層等」には該当せず、その変位・変形量も原電道路ピット付近でほぼ認められなくなることから、K断層の表示は便宜的に原電道路ピットまでとしている。

広島大学大学院 奥村教授

・K断層は「将来活動する可能性のある活断層等」には該当しない。
 ・したがって、岩盤中や古い堆積物中の古い構造に連続する可能性の議論は必要ない。

東北大学災害科学国際研究所 遠田教授

・K断層は、トレースに直線性が見られず、変位・変形量が南へ向かって急激に減少する。大きな変位量を示すD - 1トレンチ北西法面では 層下部堆積後、 層下部堆積前にずれを生じたことは明確で、浦底断層から派生する逆断層センスの副断層の可能性が考えられる。この場合、主断層から派生する副次的な断層であれば、変位が急減しても何ら不思議ではない。このような状況から、K断層の「勢い」の衰える南西部で逆に 層、 層を変位させているとは考えられない。

・原子力の耐震設計で考える断層か否かの検討においては、岩盤中の破砕部の連続性は問題の本質ではなく、検討対象の破砕帯が「後期更新世以降に活動したのか?」、「(活動した場合には)その範囲はどこまでか?」に着目した議論を行うべきであると考えます。

首都大学東京大学院 山崎教授

・K断層は、D - 1トレンチや原電道路ピットの調査結果から、「将来活動する可能性のある断層等」ではない。
 ・したがって、耐震設計で考慮する必要のない断層について、連続性を議論する必要はない。

コメント(40)(41)

上載層中で認められるK断層の1m超の変位が、D - 1トレンチから原電道路ビット間の数10mで消滅するとは考えがたい。K断層本体の活動は南方へ続き、表層の変形のみがステップしている可能性を安易に否定すべきでない。

コメント(41)についての有識者のご発言内容

変位センスを逆断層成分しかないと事業者が見解を変更したことは、K断層の性格を理解することの難しさを示している。K断層はD - 1本体の横ずれ運動に伴う表層の副次的逆断層である可能性も残る。その場合は一般に雁行が著しく、本体の断層の延長を見極めることは難しい。1 - 1ビットでは、1mを超える変位が確認され、一般には数十メートル先で(本体の活動が)消滅することは考えにくい。過去の歴史地震時の地表地震断層の例が示すとおり、地表では雁行や部分的不連続を伴いつつ、深部においては断層運動が連続している可能性を否定することは適切な判断とは言いがたい。K断層はD - 1本体の活動に伴う表層現象として重視すべき。

回答

K断層の最新活動面の変位センス

- ・K断層について「従来は横ずれ変位があるとされてきた」としてきたのは敦賀有識者の見解である。
- ・当社は、K断層の最新活動面の変位センスについて、「K断層は逆断層卓越」であることを一貫して説明してきている。
- ・当社はこれまでに、K断層が横ずれ卓越の断層であることを示す調査データを示した事実も一切ない。

D - 1破砕帯の最新活動面の変位センス

- ・「K断層は“D - 1破砕帯の横ずれ運動”に伴う表層の副次的逆断層～」についても、敦賀有識者の見解である。
- ・当社は、D - 1破砕帯(G断層含む)の最新活動面の変位センスについて、「D - 1破砕帯(G断層含む)は正断層卓越」であることを一貫して説明してきている。
- ・当社はこれまでに、D - 1破砕帯(G断層含む)が横ずれ卓越の断層であることを示す調査データを示した事実も一切ない。

したがって、本コメントの趣旨については、計り兼ねる。

当社からは、本件について見解を求めている。

首都大学東京大学院 山崎教授

- ・日本原電は一貫してK断層の最新活動面は逆断層成分主体と条線観察のデータに基づき説明しており、横ずれ主体と認定していたのは有識者であった。
- ・今回の指摘の表現については、日本原電が評価を変えたという誤った認識に繋がる。有識者会合は誤解を与えないよう、表現にも十分配慮する必要がある。
- ・なお、変位の方向は現地調査によって確認できる事項である。日本原電の調査が終了するのを待ち、現地調査を行うという通常の手順を取っていれば、敦賀有識者会合は誤った認識に基づいた評価書を取りまとめることもなかった。

- ・敦賀有識者は、「K断層がD - 1破砕帯の横ずれ運動に伴う表層の副次的逆断層の可能性も残る」と述べているが、「D - 1破砕帯が横ずれ断層である」ことを示すデータは今までに日本原電、有識者会合どちらからも示されていない。
- ・一部有識者は現地調査を行った上で「相当明瞭な横ずれが至るところにあった」旨の発言があったようであるが、「D - 1破砕帯が横ずれ断層」であるという前提で可能性を論じるのであれば、その根拠となるデータを示すことが議論を収束させる上で非常に重要である。

- ・また、指摘の後半部では、D - 1破砕帯を主断層、K断層を副断層と前提にしている。
- ・D - 1破砕帯が主断層である場合には、広域応力場(後期更新世は東西圧縮場)に調和した変位センスが観測されなければならない。
- ・しかしながら、D - 1破砕帯の最新活動面の変位センスは正断層であることから、現在の広域応力場では活動していないと判断される。
- ・したがって、「D - 1破砕帯が主断層として活動した」という前提で可能性を論じるのであれば、これについても根拠となるデータが合わせて示されることが非常に重要である。