

「敦賀発電所発電用原子炉設置変更許可申請書
(2号発電用原子炉施設の変更)
添付書類の一部補正」の誤記について

令和5年11月10日
日本原子力発電株式会社

目次

1	はじめに	3
2	補正書の誤記について	5

1. はじめに

本資料は令和5年8月31日に提出した「敦賀発電所発電用原子炉設置変更許可申請書(2号発電用原子炉施設の変更)添付書類の一部補正」(以下、「補正書」)について、誤記等を確認したためその修正内容を取りまとめたものである。

誤記等の一覧表では、変更・副次的変更・修正・再評価(以下、「変更等」)の分類※を合わせて示す。

※分類の定義

- 変更 : 従前提示していたデータから再観察により取得したデータに変えること。
- 副次的変更 : 関連データの変更等に伴い、従前提示していたデータが変わること。
- 修正 : 誤記, 転記等の間違いを正すこと。
- 再評価 : 副次的変更のうち連続性評価(破碎帯分布の検討)を再度実施した結果に変わる箇所については再評価と分類する。

なお、これらの誤記等については、第1202回審査会合に用いる審査資料では修正済である。

余白

2. 補正書の誤記について

補正書について、以下の一覧表記載の誤記等を確認したため、正誤比較表を次頁以降に示す。

補正書の誤記等一覧表

No.	補正書頁	誤	正	誤記等の理由	分類	頁
1	6-7-29	⑤層下部	⑤層最下部	脱字。なお、関連する第7.4.4.84図は正しい記載となっている。	修正	6
2	6-7-167	12万年前以前	12万年前以降	文献(林崎(2022))からの転記ミス。	修正	7
3	6-7-1553	深度13.42m	深度13.46m	第1099回審査会合において、トレーサビリティの確保に伴う変更として、コアを再観察し、最新活動面を深度13.46mに変更しており、その変更の反映漏れ(なお、補正書作成の最新活動面認定手順に従っても変更はない)。補正書の関連図では、正しい最新活動面深度(13.46m)を赤矢印で示している(第7.4.4.402図(3)、第7.4.4.402図(4)、第7.4.4.411図(2))。	修正	9

脱字

誤

正

令和5年8月31日提出
 敦賀発電所発電用原子炉設置変更許可申請書
 (2号発電用原子炉施設の変更)
 添付書類の一部補正
 6-7-29頁

補正書に追記(青太枠)

普通角閃石と美浜テフラの普通角閃石の両者の主成分分析結果に対応している(第7.4.4.82図)。

明神沖テフラのカミングトン閃石は、D-1トレンチの10cmの分析ピッチにおいては美浜テフラの降灰層準の分析深度と同一か上位に認められており、両テフラの層位関係は逆転していない(第7.4.4.83図)。

なお、10cmの分析ピッチにおいて明神沖テフラと美浜テフラが同一深度で認められることについては、両テフラの降灰年代及び本トレンチの地層の堆積速度の関係等を踏まえ、地層の二次堆積によるものではないと判断した(第7.4.4.83図)。

全てのテフラ分析測線において、⑤層最下部の地層にはテフラ起源の鉱物が一切認められない。一方、⑤層最下部の地層の粒度は、美浜テフラが認められる地層の粒度と同程度である。また、いずれの地層もテフラ分析粒径範囲に相当する粒径のもので構成されていることから、テフラ起源の鉱物だけが地下水等により流出することはないと判断した。したがって、⑤層最下部の地層にテフラ起源の鉱物が認められないのは、降灰したテフラ起源の鉱物が流出したのではなく、テフラの降灰自体がなかったと判断した(第7.4.4.84図)。これらのことから、⑤層下部の地層は、美浜テフラ降灰以前に堆積した地層であると判断した。

また、D-1トレンチ北西法面で実施した⑤層下部のOSL年代測定の結果によれば、⑤層下部の堆積年代は126±5kaである(第7.4.4.78図、第7.4.4.79図)。⑤層下部は、花粉分析結果によれば、針葉樹のマツ属、スギ属が優勢であり、他に広葉樹のコナラ属アカガシ亜属を含むことから比較的温暖な気候と判断した(第

6-7-29

No.1

⑤層下部

普通角閃石と美浜テフラの普通角閃石の両者の主成分分析結果に対応している(第7.4.4.82図)。

明神沖テフラのカミングトン閃石は、D-1トレンチの10cmの分析ピッチにおいては美浜テフラの降灰層準の分析深度と同一か上位に認められており、両テフラの層位関係は逆転していない(第7.4.4.83図)。

なお、10cmの分析ピッチにおいて明神沖テフラと美浜テフラが同一深度で認められることについては、両テフラの降灰年代及び本トレンチの地層の堆積速度の関係等を踏まえ、地層の二次堆積によるものではないと判断した(第7.4.4.83図)。

全てのテフラ分析測線において、⑤層最下部の地層にはテフラ起源の鉱物が一切認められない。一方、⑤層最下部の地層の粒度は、美浜テフラが認められる地層の粒度と同程度である。また、いずれの地層もテフラ分析粒径範囲に相当する粒径のもので構成されていることから、テフラ起源の鉱物だけが地下水等により流出することはないと判断した。したがって、⑤層最下部の地層にテフラ起源の鉱物が認められないのは、降灰したテフラ起源の鉱物が流出したのではなく、テフラの降灰自体がなかったと判断した(第7.4.4.84図)。これらのことから、⑤層最下部の地層は、美浜テフラ降灰以前に堆積した地層であると判断した。

また、D-1トレンチ北西法面で実施した⑤層下部のOSL年代測定の結果によれば、⑤層下部の堆積年代は126±5kaである(第7.4.4.78図、第7.4.4.79図)。⑤層下部は、花粉分析結果によれば、針葉樹のマツ属、スギ属が優勢であり、他に広葉樹のコナラ属アカガシ亜属を含むことから比較的温暖な気候と判断した(第

6-7-29

No.1

⑤層最下部

なお、第7.4.4.84図は正しい記載となっている。

文献(林崎(2022))からの転記ミス

誤

正

令和5年8月31日提出
 敦賀発電所発電用原子炉設置変更許可申請書
 (2号発電用原子炉施設の変更)
 添付書類の一部補正
 6-7-167頁

No.2
 12万年前以前

補正書に追記(青太枠)

- 林崎(2022)⁽¹⁸⁹⁾によれば、福島県南相馬市の塚原海岸において、年代が既知の安達太良-岳テフラと田頭テフラに挟まれた地層に対してOSL年代測定をpIRIR法のpIR₅₀IR₂₉₀法及びpIR₂₀₀IR₂₉₀法で実施した。
- pIR₅₀IR₂₉₀法で得られた未補正値が火山灰層序で予想される年代値よりも若く、フェーディングの影響を受けている一方で、pIR₂₀₀IR₂₉₀法で未補正の年代値は予想される年代値と一致した(Buyllaert et al(2012)⁽¹⁹⁰⁾による、1~1.5%/decade程度の小さなg2days値は測定に起因するものでフェーディング補正は必要ないとする報告と整合的な結果である)。
- pIR₂₀₀IR₂₉₀法はフェーディングの影響を受けず、12万年前以前の年代測定法として有効であることが示されたと結論付けている(図1, 表1)。



図 1. 福島県南相馬市塚原海岸の柱状図、試料採取位置 林崎(2022)⁽¹⁸⁹⁾

K. Ito, T. Tamura and S. Tsukamoto (2017)⁽¹⁹⁴⁾, K. Ito, T. Tamura and S. Tsukamoto (2018)⁽¹⁹⁵⁾及び林崎(2022)⁽¹⁸⁹⁾の文献を踏まえ、本調査ではpIR₂₀₀IR₂₉₀法によりOSL年代測定を実施した。

No.2
 12万年前以降

- 林崎(2022)⁽¹⁸⁹⁾によれば、福島県南相馬市の塚原海岸において、年代が既知の安達太良-岳テフラと田頭テフラに挟まれた地層に対してOSL年代測定をpIRIR法のpIR₅₀IR₂₉₀法及びpIR₂₀₀IR₂₉₀法で実施した。
- pIR₅₀IR₂₉₀法で得られた未補正値が火山灰層序で予想される年代値よりも若く、フェーディングの影響を受けている一方で、pIR₂₀₀IR₂₉₀法で未補正の年代値は予想される年代値と一致した(Buyllaert et al(2012)⁽¹⁹⁰⁾による、1~1.5%/decade程度の小さなg2days値は測定に起因するものでフェーディング補正は必要ないとする報告と整合的な結果である)。
- pIR₂₀₀IR₂₉₀法はフェーディングの影響を受けず、12万年前以降の年代測定法として有効であることが示されたと結論付けている(図1, 表1)。



図 1. 福島県南相馬市塚原海岸の柱状図、試料採取位置 林崎(2022)⁽¹⁸⁹⁾

K. Ito, T. Tamura and S. Tsukamoto (2017)⁽¹⁹⁴⁾, K. Ito, T. Tamura and S. Tsukamoto (2018)⁽¹⁹⁵⁾及び林崎(2022)⁽¹⁸⁹⁾の文献を踏まえ、本調査ではpIR₂₀₀IR₂₉₀法によりOSL年代測定を実施した。

• OSL年代測定に関して引用している文献である林崎(2022)^{*}では、以下の通り「12万年前以降の年代測定方法として有効である」と記載されている。

※林崎 涼(2022):最終間氷期の段丘堆積物のOSL年代測定—福島県塚原海岸で採取した試料での測定例—, 電力中央研究所

林崎(2022)抜粋に追記(青太枠)

最終間氷期の段丘堆積物の OSL 年代測定
—福島県塚原海岸で採取した試料での測定例—

林崎 涼^{*}

キーワード: 光ルミネッセンス年代測定法
pIRIR 法
最終間氷期
カリ長石

Key Words: Optically stimulated luminescence dating
pIRIR dating method
The last interglacial
Alkali Feldspar

Optically stimulated luminescence dating of the last interglacial terrace deposits
—A case study of sample from the Tsukabara coast, Fukushima Prefecture—

Ryo Hayashizaki

Abstract

Optically stimulated luminescence (OSL) dating of feldspar can be used to estimate the burial duration since the last reset due to sunlight exposure, but the ages of feldspar obtained by this technique are usually younger than expected due to anomalous loss of OSL signals (fading). Recently, the output of a new OSL dating method called post-Infrared Infrared Stimulated Luminescence (pIRIR) were found to suffer from little to no fading. The pIRIR method therefore has the potential to overcome the problem of age underestimation. Although pIRIR dating can estimate the age of deposition and geomorphic formation processes over a few hundred thousand years, it is still necessary to consider the effect of fading and choose suitable measurement methods. This study aimed to evaluate the accuracy of pIRIR dating of deposits from the last interglacial period. This study tested two pIRIR dating protocols (pIR50IR250 and pIR200IR250 dating) using the three OSL measurement systems (Lexsyg Smart, Lexsyg Research, and Risø TL/OSL reader DA-20) to estimate the age of terrace deposits from the last interglacial period at the Tsukabara coast, located in southern Minami-Soma City, Fukushima Prefecture, Japan.

Non-fading corrected pIR50IR250 and pIR200IR250 dating ages were within the uncertainty in the three OSL measurement systems. There was almost no difference in the pIRIR dating age calculated by each system. The non-fading corrected pIR50IR250 dating age was ca. 80 ka, which is younger than the known age. The non-fading corrected pIR200IR250 dating age was ca. 120 ka, which is consistent with the known age of the deposits. Although fading occurred during pIR50IR250 dating, pIR200IR250 dating was not affected by fading and accurately estimated the age of marine deposits from the last interglacial period.

^{*}サステナブルシステム研究本部 地質・地下環境研究部門 特准主任研究員

背景

原子力発電所の敷地内断層調査では、約 12~13 万年前の地層又は地形面に断層活動に伴う「ずれや変形がない」ことの確認が必要となっている。断層の活動性評価には、破砕帯を覆う上載地層の年代を求める手法の開発が必要である。光ルミネッセンス年代測定法(以下、OSL 年代測定法)は地層の堆積年代を求める方法として開発された。最近では、年代適用範囲が広いカリ長石を用いた pIRIR (post-Infrared Infrared Stimulated Luminescence) 法が開発されている。しかしながら、カリ長石の OSL 年代測定法では、フェーディング¹⁾で年代が若返ることがある。また、OSL 年代測定法は現在でも測定条件や補正方法が新しく提案されるなど、発展途中の手法である。このため、堆積年代が知られている地層で測定例を増やし、整合する年代値が得られる測定条件の検証が必要となっていた。

目的

火山灰層序で年代が特定されている段丘堆積物(図 1)で OSL 年代測定を実施し、機種、測定条件の違いによる影響を評価する。

主な成果

福島県塚原海岸の段丘堆積物から採取した試料に対して、当所が保有する 3 種類の装置(図 2)で OSL 年代測定方法の比較を行い、処理温度が異なる pIRIR 法(図 3; pIR50IR250 法と pIR200IR250 法)で年代値を求めた。その結果、以下の成果が得られた(表 1)。

(1) 機種の違いによる影響

3 種類の装置で測定した年代値は、それぞれの処理温度ごとで誤差の範囲内で一致することが確認された。この結果から装置の違いは測定結果に影響を与えないと考えられた。

(2) 測定条件の違いによる影響

pIR50IR250 法で得られた年代値は火山灰層序で特定されている既知の年代値よりも若かった。pIR200IR250 法を用いた測定結果は、フェーディングの影響を受けていると考えられた。一方、pIR200IR250 法から得られた年代値は既知の年代値と誤差の範囲内で一致した。

pIR200IR250 法はフェーディングの影響を受けず、12 万年前以降の年代測定方法として有効であることが示された。

今後の展開

日本全土から試料を集め、OSL 年代測定の適用例の蓄積を図る。これによりフェーディングの影響を明らかにし、OSL 年代測定法の高精度化を行う。

正しい深度の反映もれ

誤

正

令和5年8月31日提出
敦賀発電所発電用原子炉設置変更許可申請書
(2号発電用原子炉施設の変更)
添付書類の一部補正
6-7-1553頁

No.3
深度13.42m

No.3
深度13.46m

補正書に追記(青太枠)

(肉眼観察結果 深度13.42m)
・肉眼観察では、礫混じり粘土状部は、やや軟質であり、細粒部の連続性及び直線性が良く、原岩組織が認められる岩片を主体とし基質も細粒化した岩片からなる組織も認められない。これらのことから断層ガウジであると判断した。

(観察位置)
・薄片試料は、肉眼観察により認定した断層面αに沿って最も細粒化した部分を含み、人為的な試料の乱れの無い部分で作製した。

※断層面αは最新活動面

(薄片観察結果)
・薄片観察では、以下の通り断層ガウジの特徴が認められた。
 ・せん断構造に伴う粘土鉱物の定向配列が認められる。
 ・基質は粘土鉱物を主体とする。
 ・粘土状部の分布は帯状で直線的である。
 ・岩片は少ない。
 ・丸みを帯びている岩片が多い。
 ・薄片観察では、以下の通りカタクレーサイトの特徴が認められた。
 ・岩片の粒界を横断する破断面が認められる。

最新活動ゾーンには、断層ガウジとカタクレーサイトの特徴が認められるが、カタクレーサイトの特徴は、カタクレーサイトが断層ガウジに取り込まれたものと考えられる。
以上より、薄片観察結果では、最新活動ゾーンの細粒部を断層ガウジであると判断した。

(総合評価)
当該破砕部については、以下の理由から断層ガウジであると評価した。
 ・肉眼観察で確認された礫混じり粘土状部は、その特徴から断層ガウジであると判断した。
 ・薄片観察で確認された最新活動ゾーンの細粒部は、その特徴から断層ガウジであると判断した。

断層ガウジ・断層角礫の有無	断層ガウジ・断層角礫の幅[cm]*	明瞭なせん断構造・変形構造*
有	3.0	有

*:断層岩区分の総合評価で断層ガウジ・断層角礫の有無が「有」の場合は肉眼観察結果を記載。
断層岩区分の総合評価で断層ガウジ・断層角礫の有無が「無」の場合は「-」と記載して括弧内に肉眼観察結果を記載。
第7.4.4.402図(7) K断層 破砕部性状 H24-E-2 深度13.23~15.82m (断層岩区分の総合評価)

(肉眼観察結果 深度13.46m)
・肉眼観察では、礫混じり粘土状部は、やや軟質であり、細粒部の連続性及び直線性が良く、原岩組織が認められる岩片を主体とし基質も細粒化した岩片からなる組織も認められない。これらのことから断層ガウジであると判断した。

(観察位置)
・薄片試料は、肉眼観察により認定した断層面αに沿って最も細粒化した部分を含み、人為的な試料の乱れの無い部分で作製した。

※断層面αは最新活動面

(薄片観察結果)
・薄片観察では、以下の通り断層ガウジの特徴が認められた。
 ・せん断構造に伴う粘土鉱物の定向配列が認められる。
 ・基質は粘土鉱物を主体とする。
 ・粘土状部の分布は帯状で直線的である。
 ・岩片は少ない。
 ・丸みを帯びている岩片が多い。
 ・薄片観察では、以下の通りカタクレーサイトの特徴が認められた。
 ・岩片の粒界を横断する破断面が認められる。

最新活動ゾーンには、断層ガウジとカタクレーサイトの特徴が認められるが、カタクレーサイトの特徴は、カタクレーサイトが断層ガウジに取り込まれたものと考えられる。
以上より、薄片観察結果では、最新活動ゾーンの細粒部を断層ガウジであると判断した。

(総合評価)
当該破砕部については、以下の理由から断層ガウジであると評価した。
 ・肉眼観察で確認された礫混じり粘土状部は、その特徴から断層ガウジであると判断した。
 ・薄片観察で確認された最新活動ゾーンの細粒部は、その特徴から断層ガウジであると判断した。

断層ガウジ・断層角礫の有無	断層ガウジ・断層角礫の幅[cm]*	明瞭なせん断構造・変形構造*
有	3.0	有

*:断層岩区分の総合評価で断層ガウジ・断層角礫の有無が「有」の場合は肉眼観察結果を記載。
断層岩区分の総合評価で断層ガウジ・断層角礫の有無が「無」の場合は「-」と記載して括弧内に肉眼観察結果を記載。
第7.4.4.402図(7) K断層 破砕部性状 H24-E-2 深度13.23~15.82m (断層岩区分の総合評価)

なお、第7.4.4.402図(3)、第7.4.4.402図(4)及び第7.4.4.411図(2)では13.46mの断層面を最新活動面として示している。

余白