

敦賀発電所敷地内破碎帯の評価（地層の堆積年代）

The evaluation of shatter zones in the site of Tsuruga Power Station
(Age of strata)

日本原子力発電(株)	星野 知彦	Tomohiko HOSHINO	Member
日本原子力発電(株)	北川 陽一	Yoichi KITAGAWA	Non Member
日本原子力発電(株)	入谷 剛	Takeshi IRIYA	Non Member
日本原子力発電(株)	牟田 隆司	Ryuji MUTA	Non Member

A shatter zone called “D-1” lies under the reactor building of Tsuruga Power Station Unit-2. In order to evaluate the activity of the D-1 shatter zone, the trench excavation survey etc. were carried out. The evaluation of activity clarifies the activity age of the fault based on the relation between shatter zones and the strata which covers it. The Quaternary deposited on the bed rock in which the D-1 shatter zone is distributed is classified into layer-No.1 to layer-No.9 based on the features. The results of the tephra analysis and the pollen analysis indicate that the lower part of layer-No.5 deposited about 130,000 years ago.

Keywords: D-1 shatter zone, Tsuruga Power Station, Quaternary, Tephra analysis, Pollen analysis

1. はじめに

1.1 経緯

敦賀発電所の敷地には破碎帯と呼ばれる断層が存在している。このうちの一つに、2号機原子炉建屋直下を通るD-1 破碎帯がある(Fig.1)。この破碎帯については、2号機建設当時の調査において活断層ではないと評価され、国の安全審査でも確認されたところである。

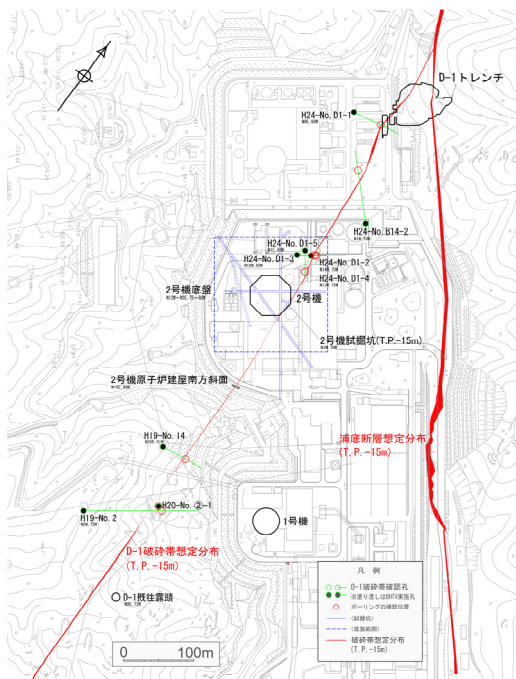


Fig.1 Location map of Urasoko fault and D-1 shatter zone

連絡先:星野 知彦 〒101-0053 東京都千代田区神田美土代町1 番地 1、日本原子力発電(株)
E-mail: tomohiko-hoshino@japc.co.jp

しかし、2011 年東北地方太平洋沖地震後、旧・原子力安全・保安院による現地調査において、浦底断層（耐震設計で取り扱う活断層）が動いた時に周りにある破碎帯も引きずられて動く可能性があることから、更なる検討を行う旨の指摘がなされた。これを受け、当社は追加調査計画を立案し、その内容については旧原子力安全・保安院の「地震・津波に関する意見聴取会」（平成 24 年 5 月 14 日）において了承され、これに基づき調査を計画的に進めてきたところである。

その後、本件は原子力規制委員会（平成 24 年 9 月発足）に引き継がれ、同年 11 月に組織された「敦賀発電所敷地内破碎帯の調査に関する有識者会合」（以下、「有識者会合」という）が評価を行うこととなり、現在に至っている。

本報告は、敦賀発電所敷地内破碎帯の評価のうち、断層評価を行う上で最も基礎的な事項である「地層の堆積年代」について、取りまとめたものである。

1.2 調査の概要

D-1 破碎帯を評価するため、主として以下の調査を実施している。(Fig.2)

- ・ボーリング調査（断層が通過する位置や地質的性状を把握。断層の連続性の評価に活用できる。）
- ・トレンチ調査及びピット調査（断層の活動性の評価するため地盤を掘削して断層の状態などを調べる調査）

- ・地層の堆積年代の分析（テフラ分析、花粉分析等）

テフラ分析：火山灰などの火山噴出物は、給源や噴出時期ごとに固有の特徴を有している。これを利用して、地層の堆積年代を決定することができる。

花粉分析：花粉の種類を特定することで当時の気候が判る。これを利用して、地層の堆積時期を推定できる。

これらの調査などによって、D-1 破砕帯は2号機原子炉建屋直下から D-1 トレンチまで連続しており、D-1 破砕帯の活動性はD-1 トレンチで評価ができた（詳細は、「敦賀発電所敷地内破砕帯の評価（D-1 破砕帯の連続性）」及び「敦賀発電所敷地内破砕帯の評価（D-1 破砕帯の活動性）」で述べる）。

本報告では、D-1 トレンチに分布している地層の堆積年代に関する評価について詳述する。

なお、原子力発電所の耐震設計などの規制基準では、耐震設計などで考慮する必要がある断層を「将来活動する可能性のある断層等」と呼び、約12～13万年前よりも新しい時代に活動したものと規定している。

このため、本報告では、約12～13万年前に堆積した地層を中心に、年代決定のプロセスについて報告する。

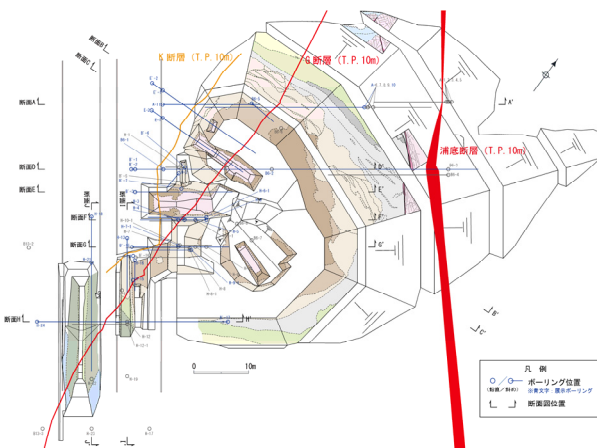


Fig.2 Location map of surveys for D-1 trench

地層名	代表的な写真	色調	層相	年代指標		地層年代解釈
				テフラ	花粉	
post-7層	⑧層	緑～灰白	シルト質シルト。下位層は平行な不整合面を接する。	-	-	MIS4以降
	⑨層	緑～黄緑	シルト質シルト。下位層は平行な不整合面を接する。	-	-	
7層		緑～黄緑	堆積した砂質シルト。下位層とは平行な不整合面を接する。	-	-	MIS4以降
6層		灰～黄緑	堆積した砂質シルト。下位層とは平行な不整合面を接する。	-	-	MIS5a～5b
5層	上部	灰白～黄緑	シルト質砂層主体。	-	-	MIS5c
	下部	灰白～黄緑	シルト質砂層主体。シルト～シルト質砂層が不連続に層状に分布する。下位層を削削した不整合面を接する。最下部には褐色酸化帯が分布する。	-	-	
3層		黄緑～緑	砂層主体。シルト層～シルト質砂層が不連続に層状に分布する。下位層を削削した不整合面を接する。最上部には褐色酸化帯が分布する。	-	-	MIS6以前
2層		灰白～黄緑	砂質シルト～シルト質砂。塊状を多量含む。	-	-	温暖期の花粉を含む
1層		灰白～黄緑	砂層主体。潮流が思いよこ積まっている。	-	-	温暖期の花粉を含む

Fig.3 Geological strata of D-1 trench

2.2 テフラ分析

地層の堆積年代を調べるため、テフラ分析を実施した。(Fig.4)

分析は10cmピッチを基本として柱状に連続的なサンプリングをし、⑦層からはDKP（大山倉吉テフラ、約5.9～5.8万年前に降灰[1]）が、⑤層上部からは、K-Tz（喜界葛原テフラ、約9.5万年前[2]）が検出された。また、⑤層下部からは、火山起源のテフラ（以下、「⑤層下部テフラ」という）が検出されており、美浜テフラ（約12.7万年前[3]）と同じテフラであることを確認している。

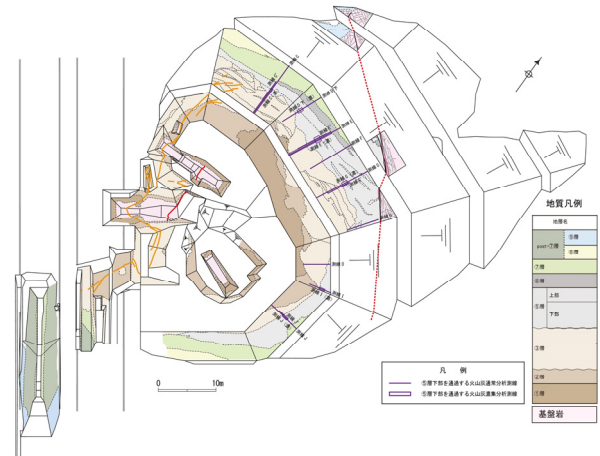


Fig.4 Measuring line for tephra analysis

2. 地層の堆積年代

2.1 地質層序

D-1 トレンチの地層は、花崗岩などの岩盤とそれを覆う第四系（約258万年前～現在に堆積した地層）からなり、第四系はその特徴から①層～⑨層に区分した。(Fig.3)

このうち、⑤層下部が約13万年前に堆積した地層であることを確認している。

この⑤層下部の堆積年代については、有識者会合で議論が継続しているところであり、議論の主なポイントについて、以下に述べる。

- ・「⑤層下部は、⑤層下部テフラが降灰した時期の地層（降灰層準）であるのか？」（降灰層準の認定）
- ・「⑤層下部テフラは、美浜テフラであるのか？」（テフラの同定）

- 「美浜テフラの降灰年代は明らかになっているのか？」(テフラの降灰時期)

「⑤層下部は、⑤層下部テフラが降灰した時期の地層(降灰層準)であるのか？」(降灰層準の認定)

上記ポイントは、「⑤層下部から約12.7万年前に降灰した美浜テフラが検出された場合、⑤層下部が約12.7万年前にいったん堆積したものと判断される。しかしながら、⑤層下部が何らかの理由によって崩れてもう一度堆積しなおした場合(再堆積した場合)、⑤層下部の堆積時期は約12.7万年前よりも新しいとしか言えない。」という意である。

これに対して、下記の根拠に基づき、「⑤層下部テフラの降灰層準は認められる」と判断している。

(根拠1)

⑤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、降灰を示すピークが認められる(再堆積した場合には、ピークは認められない)。(Fig.5)

測線G

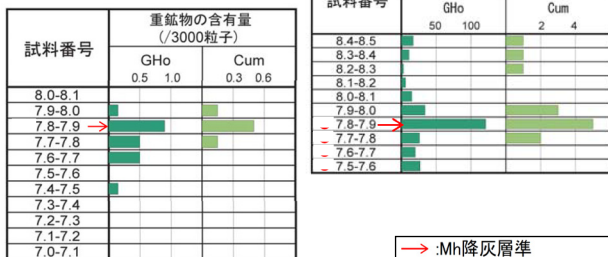


Fig.5 An example of tephra analysis result

(Left: Normal analysis/Right: Enrichment analysis)

(根拠2)

⑤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おり、D-1 トレンチ全体に広がりをもって分布している(再堆積した場合には、ピークは側方に広がりを持たない場合がある)。(Fig.6, Fig.7)

(根拠3)

⑤層下部テフラの降灰層準としたものは、年代が既知のテフラ(K-Tz及びDKP)と上下関係が逆転していない(再堆積した場合には、テフラの新旧関係が系統的でなくなる場合がある)。(Fig.6, Fig.7)

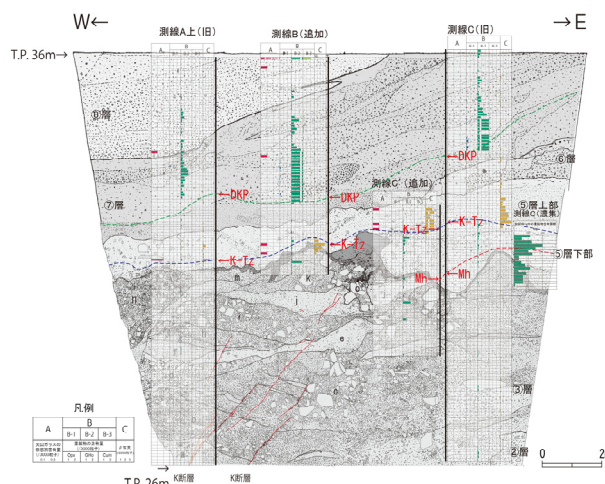


Fig.6 An example of tephra analysis result

(D-1 trench northwestern slope)

(根拠4)

⑤層は成層構造を有する地層であり(乱れた堆積を示す地層ではない)、⑤層下部テフラのピークは同一層準に認められる(再堆積した地層の場合には、テフラが検出される地層は様々となる)。(Fig.7)

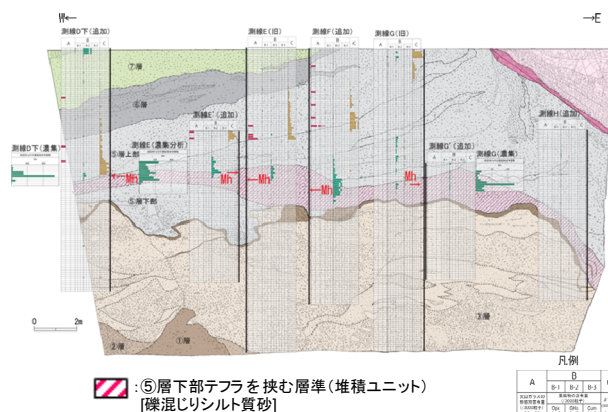


Fig.7 An example of tephra analysis result

(D-1 trench northern slope)

(根拠5)

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おり、このテフラも、美浜テフラと同じ時期(後期更新世)に降灰したテフラ(明神沖テフラ)である。

「⑤層下部テフラは、美浜テフラであるのか？」(テフラの同定)

上記ポイントは、「⑤層下部テフラと美浜テフラが同じテフラであると判断するための根拠はどの程度あるのか？」という意である。

これに対して、下記の根拠に基づき、「⑤層下部テフラ

[2] 町田洋、新井房夫、2003、新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺]、東京大学出版会、336p

[3] 長橋良隆、吉川周作、宮川ちひろ、内山高、井内美郎、2004、近畿地方および八ヶ岳山麓における過去の 43 万年間の広域テフラの層序と編年—EDS 分析による

火山ガラス片の主要成分化学組成—、第四紀研究、43(1)、pp.15-35

(平成 26 年 7 月 3 日)