

資料

下北半島沖海底コア MD01-2409 中に介在する濁川テフラ

青木かおり^{*a}・大串健一*

下北半島沖で採取されたピストン・コア MD01-2409 に介在するテフラについて、それが渡島半島の濁川カルデラ起源のテフラに対比されることが明らかとなったので、報告する。

MD01-2409 コア ($41^{\circ}33'N$, $141^{\circ}52'E$) は、フランスの Marion Dufresne 号による IMAGES VII - WEPAMA 航海 (2001 年 6 月) で、下北半島沖の水深 975 m の海底から採取された (図 1)。コアの全長は 44.67 m で、おもに塊状の粘土質シルトから構成されている (図 2)。本コアの年代モデルは、浮遊性有孔虫の放射性炭素年代測定

に基づいたもので、日本原子力研究所の加速器質量分析計によって、コア中の合計 15 層準に関して年代測定が行われた (Kuroyanagi *et al.*, in press)。

本コア中、深度 1,072 cm (Sample ID : 8-11) と深度 1,096.8~1,099.8 cm (Sample ID : 8-22, 8-23) に、それぞれテフラ層が観察される。テフラ層付近で測定された浮遊性有孔虫の放射性炭素年代は、それぞれ 1,089.4 cm では 14,370 cal BP, 1,128.3 cm で 15,580 cal BP と報告されている (Kuroyanagi *et al.*, in press)。それらの暦年代値への較正は CALIB 4.3 を用いて行われており (Stuiver and Reimer, 1993), レザーバの補正是北西太平洋の ΔR の平均値 (376 ± 46 years) を用いている。

両テフラについては、実体顕微鏡下での観察および(独)産業技術総合研究所の EPMA (JEOL 社製 JXA-8900R) を使用して、波長分散法 (WDS) で $125\sim250\mu\text{m}$ の火山ガラスの主元素分析を行った (表 1)。分析条件は電子ビーム径 $10\mu\text{m}$, 加速電圧 15kV , 電流値 10nA とした。 FeO^* はすべて FeO として算出されている。測定値は、水を除いて 100 wt.\% になるように再計算をしたもので、 n 個のガラスを測定した平均値である。下段には再計算後の標準偏差を示した。Total** は水を除く前の主成分値の合計である。

Sample ID 8-11 のテフラは、非常に薄い層をなし、最大粒径が $500\mu\text{m}$ 程度で淘汰がよく、白色~灰色の発泡の悪い軽石型の火山ガラスと有色鉱物 (おもに角閃石と斜方輝石) からなる。火山ガラスの化学組成は K_2O に富む (表 1)。

Sample ID 8-22, 8-23 のテフラは、粗粒砂から細粒砂の正級化を示すテフラ層で、実体顕微鏡下で観察したところ、最大粒径は $500\mu\text{m}$ サイズで、軽石型の火山ガラスが卓越する。粒径 $125\sim250\mu\text{m}$ の粒子の内訳は、火山

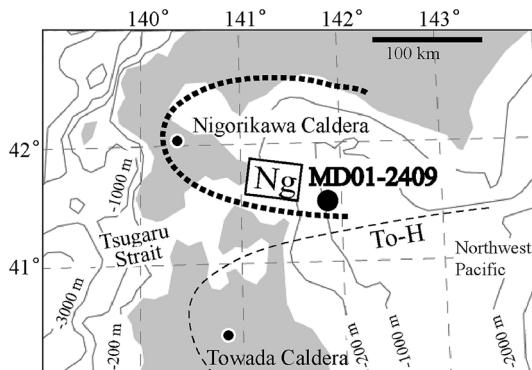


図 1 MD01-2409 コアの採取地点と研究対象地域
濁川テフラ (Ng) の分布は柳井ほか (1992), 十和田八戸テフラ (To-H) の分布は早川 (1983) による。

Fig. 1 Location map of the core MD01-2409 and study area

The distribution of Nigorikawa tephra compiled from Yanai *et al.* (1992). The distribution of Towada-Hachinohe tephra compiled from Hayakawa (1983).

Ng : Nigorikawa tephra, To-H : Towada-Hachinohe tephra.

2005 年 7 月 18 日受付。2006 年 3 月 18 日受理。

* 産業技術総合研究所地質情報研究部門 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第 7.

*a Corresponding author : aoki-kao@aist.go.jp

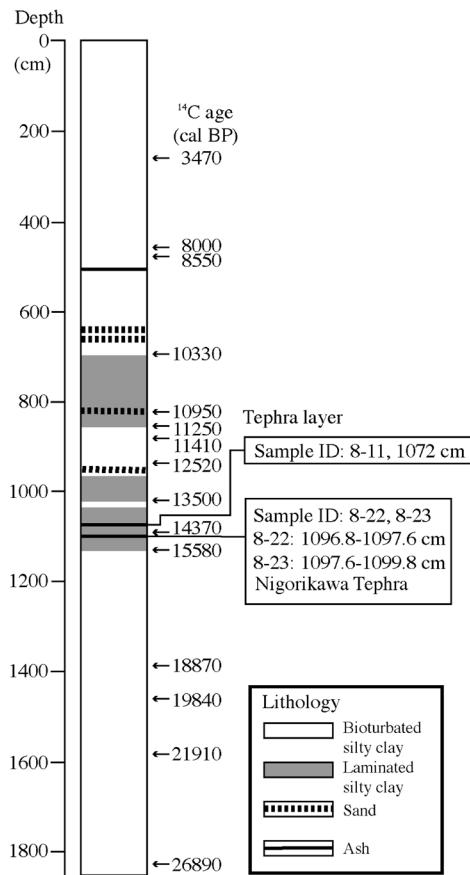


図 2 MD01-2409 コアの柱状図と浮遊性有孔虫の AMS-¹⁴C 年代の暦年較正値

Kuroyanagi *et al.* (in press) の図 2 と表 1 を編集。

Fig. 2 Columnar section of core MD01-2409 and the calendar ages calculated from the AMS-¹⁴C ages of the planktonic foraminifera Compiling Fig. 2 and Table 1 in Kuroyanagi *et al.* (in press).

ガラスが 36%、角閃石が 16%、斜方輝石は 5% 程度観察され、その他は軽鉱物や岩片などである。火山ガラスの化学組成は SiO₂ に富み、K₂O よりも Na₂O が多い。

2 枚のテフラ層は上下の堆積物の年代から、14,370~15,580 cal BP 頃の噴出物と考えられる。本研究対象地域において、上記の年代に該当するテフラは北海道南西部の濁川カルデラ起源の濁川テフラ (Ng : 柳井ほか, 1992) と東北北部十和田カルデラ起源の十和田八戸テフラ (To-H : 大池ほか, 1977) が考えられる。ただし、Sample ID 8-11 テフラについては、K₂O に富むことから背弧側の火山起源と予想されるが、当該年代に同様の特徴を持つテフラの報告事例がないため、給源火山を特定できなかった。Sample ID 8-22, 8-23 テフラについては、模式地の森町石倉で採取した Ng の火山ガラスの化学組成 (表 1) および To-H の火山ガラスの分析値 (青木・新井, 2000) との間において、similarity coefficient (Borchardt *et al.*, 1972) をそれぞれ計算すると、Ng との間で 0.92, To-H との間で 0.80~0.82 となる。ゆえに、本テフラ層は Ng と類似する。

さらに、Sample ID 8-22, 8-23 テフラについて火山ガラス・鉱物の屈折率を測定してクロスチェックを行った。火山ガラスは粒径 63~125 μm の粒子について、角閃石と斜方輝石は粒径 63~250 μm の粒子から、実体顕微鏡下で手選後に粉碎したのちに、首都大学東京の RIMS 2000 (京都フィッショントラック製) を用いてそれぞれ測定した。その結果、火山ガラスの屈折率 (n) は 1.500~1.510、角閃石の屈折率 (n₂) は 1.670~1.675、斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.706~1.710 となった。測定値の頻度分布を図 3 に示す。

Ng は、柳井ほか (1992) によって、下位から Ng-c (火碎サージ堆積物), Ng-b (火碎サージ堆積物), Ng-a (降下軽石層と火碎流堆積物) と複数の噴火ユニットに区分

表 1 MD01-2409 コア中のテフラと濁川テフラ (模式地試料) の火山ガラスの化学組成

Table 1 Chemical composition of volcanic glass shards in tephra layers in the core MD01-2409 and Nigorikawa tephra (Type locality)

		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	n	Total**
MD01-2409, Sample ID 8-22,23	Ave.	77.20	0.20	12.68	1.35	0.09	0.22	1.73	3.54	2.99	23	97.56
Depth 1096.8-1099.8 cm	Std. dev.	1.5	0.1	0.9	0.5	0.0	0.1	0.6	0.2	0.4		1.8
Ng (pfl)	Ave.	78.47	0.17	12.19	1.17	0.08	0.23	1.55	3.33	2.82	23	95.05
Standard sample at Ishikura	Std. dev.	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.9
MD01-2409, Sample ID 8-11	Ave.	71.06	0.22	15.01	2.05	0.14	0.40	1.88	3.91	5.31	9	97.67
Depth 1072 cm	Std. dev.	2.8	0.1	1.1	0.5	0.0	0.1	0.5	0.3	0.9		1.0

Chemical compositions of volcanic glass shards from 125~250 μm size fraction in the layers were analyzed with a wavelength dispersive Electron Probe Micro-analyzer (JXA-8900R, JEOL Co., Japan, owned by Geological Survey of Japan, AIST) operated at 15 kV and using a 10 nA beam current and a 10 μm beam diameter. Total iron (FeO*) is calculated as FeO. Analyses were recalculated to 100% on a water-free and presented as a mean and standard deviation on n particles of glass shards. Total** is raw data (before recalculated).

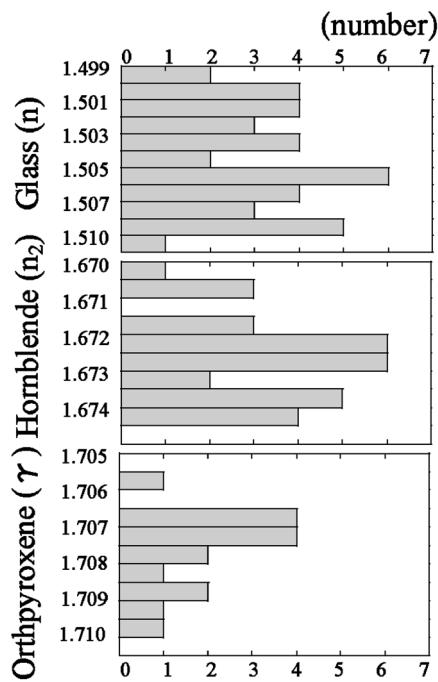


図 3 Sample ID : 8-22, 8-23 の火山ガラス、角閃石および斜方輝石の屈折率の頻度分布

Fig. 3 Histogram of the refractive indices of volcanic glass shards, hornblende and orthopyroxene included in sample ID : 8-22 and 8-23.

された。上位のユニットほど火山ガラスの屈折率が高くなり、角閃石の屈折率が低くなる傾向があることが報告されている。この一連のユニットのうち、Ng-a は噴出物の総体積が最も大きく東方への分布軸を持つ。今回化学組成を測定した試料は、Ng-a の火碎流堆積物に相当する。町田・新井(2003)によると、Ng-a の火山ガラスの屈折率(n)は 1.503–1.508、角閃石の屈折率(n_2)は 1.670–1.675、斜方輝石の屈折率(γ)は 1.708–1.713 で、Sample ID 8-22, 8-23 テフラの測定値とほぼ一致する。

以上より、Sample ID 8-22, 8-23 テフラは、Ng-a に対比されると考えられる。模式地試料の Ng-a に比べると、本テフラ層を構成する火山ガラスの化学組成の標準偏差は大きく、火山ガラスの屈折率のレンジがやや広い。これは Ng-b (火碎サージ堆積物) 上部の低屈折率の火山ガラス ($n=1.497\text{--}1.504$: 柳井ほか, 1992) が混在するためと考えられる。

本テフラの年代については、本層上下の浮遊性有孔虫の放射性炭素年代測定値から内挿すると、14.6 ka と

なる。柳井ほか (1992) は Ng-a の火碎流堆積物中から見つかった炭化木の ^{14}C 年代値を $12,270 \pm 190$ yrs BP と報告している。この年代を曆年較正すると $14,220 \pm 330$ cal BP (CALIB Ver. 5.0; Stuiver and Reimer, 1993; Reimer *et al.*, 2004) となり、本研究で算出した年代値とほぼ等しい。

また、滝谷・萩原 (1997) は西南北海道横津岳で採取した泥炭の花粉分析の結果から、Ng の前後で亜寒帯林から冷温帶林への急激な変化を報告し、Ng の堆積時期をベーリング・アレード期に相当すると推定している。本研究で算出した Ng の噴出年代 (14.6 ka) はベーリング・アレード期の序盤にあたり、滝谷・萩原 (1997) の花粉分析の結果とも矛盾しない。

Ng の分布は柳井ほか (1992) で報告されており (図 1), 下北半島東方に堆積していることは十分予想されてはいたが、今回初めて海底堆積物中でその存在が確認された。一方、ほぼ同時期に噴出した Ng と To-H の層位関係は現在のところ不明であり、両テフラの南限および北限も特定できていない (図 1)。今後、下北半島東方や沿岸域で両テフラの層序が判明する可能性がある。また、本コアで確認された Ng は融水期にのみ顕著に見られるラミナ層中に挟在する (Kuroyanagi *et al.*, in press)。本ラミナ層は、貧酸素環境が海底で顕在化した結果として堆積したと考えられ、融水期において特異な海洋変動が起きたことを示唆している。したがって、Ng は、急激に地球が温暖化した時期における陸と海の環境変動のリンクを解明する上で、重要な鍵層となりうる。

引 用 文 献

- 青木かおり・新井房夫 (2000) 三陸沖海底コア KH94-3, LM-8 の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究, 39, 107–120.
- Borchardt, G.A., Aruscavage, P.J. and Millard, H.T. Jr. (1972) Correlation of the Bishop Ash, a Pleistocene marker bed, using instrumental neutron activation analysis. Journal of Sedimentary Petrology, 42, 301–306.
- 早川由紀夫 (1983) 火山豆石として降下堆積した十和田火山八戸火山灰. 火山, 28, 25–40.
- Kuroyanagi, A., Kawahata, H., Narita, H., Ohkushi, K., and Aramaki, T. (in press) Reconstruction of paleoenvironmental changes based on the planktonic foraminiferal assemblages off Shimokita in the northwestern North Pacific. Global and Planetary

Changes.

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〕. 336 p, 東京大学出版会.

大池昭二・松山 力・竹内貞子(1977) 八戸浮石層直下の埋没林の¹⁴C年代—日本の第四紀層の¹⁴C年代 (118) 一. 地球科学, 31, 136-137.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J. H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S.W., Ramsey, C.B., Reimer, R.W.,

Remmeli, S., Sounthor, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2004) IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26–0 ka BP. Radiocarbon 46, 1029–1058.

Stuiver, M. and Reimer, P.J. (1993) Extended ¹⁴C data base and revised CALIB 3.0 ¹⁴C age calibration. Radiocarbon, 35, 215–230.

滝谷美香・萩原法子 (1997) 西南北海道横津岳における最終氷期以降の植生変遷. 第四紀研究, 36, 217–234.

柳井清治・雁澤好博・古森康晴 (1992) 最終氷期末期に噴出した濁川テフラの層序と分布. 地質学雑誌, 98, 125–136.