琵琶湖 200 m コアにおける指標テフラ層の再検討¹⁾

町田 洋²⁾・新井 房夫³⁾・横山 卓雄⁴⁾

Re-examination of Marker-tephra Layers in the 200 m Biwa-Lake Core¹⁾

Hiroshi MACHIDA²⁾, Fusao ARAI³⁾ and Takuo YOKOYAMA⁴⁾

Drill core samples from Lake Biwa provide important data for reconstructing Quaternary environmental changes. Of the many components of the cores, the tephra layers should give the best data for chronological studies. The present paper deals with the re-examination of these tephra layers, based on petrographic analyses and recent tephrochronological results for Japan.

Determinations of the refractive indices of volcanic glass and orthopyroxene and hornblende phenocrysts, together with other criteria show that approximately half of the tephra layers are widespread tephra originating from large caldera volcanoes in Kyushu, and the remainder are possibly from Mt. Daisen and other volcanoes in Honshu. Almost all tephra identified here have been dated by a number of radiometric and stratigraphic methods and hence give more reliable, and younger, ages for the Biwa Lake sediments than previously obtained.

I. はじめに

1971, 76~77 年に行われた琵琶湖湖底掘削は、花粉・古地磁気・テフラなどに関して多くの新知見をもたらした (HORIE, 1984)。湖底堆積物中に挟まる数多くのテフラ層については、鉱物組成を中心とした記載が行われ、一部のものについてフィッシュトラック年代が測られ、さらに古琵琶湖層中のテフラとの対比の可能性が検討された (YOKOYAMA, 1975)。その後、分析手法が進歩したことを受けて、横山・西田 (1987) は火山ガラスの主成分を EDX により分析し、その屈折率とともに特徴づけを行った。また最近、吉川・井内 (1991) は新たに掘削した高島沖試錐コアのテフラについて詳しく記載した。しかしながら諸テフラの給源、分布、年代は十分には解明されてはいない。そこで九州の諸カルデラ火山や大山、三瓶火山起源のテフラについての知見が充実してきた現在、残された試料について岩石記載的特徴づけを行い、改めて対比・同定してみるの意義深いこと

であろう。

この報告は、横山の研究室に保管されてあった試料のうち 200 m コアのテフラ試料について、これまで筆者らが日本のテフラの特徴づけのために主に用いた方法、すなわち火山ガラスと斑晶鉱物の屈折率特性、それに鉱物組合せ、火山ガラスのタイプ、層位などの特徴を加える方法を適用して、再検討した結果である。なお、屈折率測定はおもに新井研究室の浸液法と町田研究室の RIMS87 によった。本稿は、シンポジウム総合討論において行った町田のコメントに基づく。

II. テフラの記載と同定

各テフラの特性は図 1 に示される。BB15~BB55 のテフラについてはすでに記載されたので (横山・西田, 1987)、ここではそれ以下のテフラのうち、注目されるものについて簡略に述べる。

まず、バブル型火山ガラスを多く含むものは、鬼界アカホヤ火山灰や始良 Tn 火山灰のように、巨大噴火の産

1) 1991 年 7 月 30 日受付。1991 年 8 月 30 日受理。

2) 東京都立大学理学部地理学教室 Department of Geography, Tokyo Metropolitan University.

3)

4) 同志社大学工学部地学教室 Department of Geology, Doshisha University.

第1図 琵琶湖 200 m コアにおけるテフラの同定とそれに基づく堆積速度
Fig. 1 Identification of marker-tephra layers in the 200 m Biwa-Lake core and the rate of sedimentation

物で広域指標テフラである可能性が高い。それらのうち、BB173 と BB179 は、それぞれ鬼界葛原テフラ (K-Tz: 西之表テフラともいう) と阿多テフラ (Ata) と同定される (新井・町田, 1980)。前者は九州, 四国海盆から本州中部, 東北地方南部まで広くみだされ, 御岳テフラ層序でいえば On-Pm I の上位で, On-Pm II'~On-Pm III' の間を占める。また, 後者は九州からおもに東シナ海, 四国海盆一帯を分布域とするテフラで, 南関東では On-Pm I の直下, KmP8 と 9 の間に出現する。横山・西田 (1987) は主成分から BB233 が阿多テフラに似るとしたが, 層位には問題がある。厚層の BB263-7 については, 図 1 のデータだけでは, いまのところ既述のテフラとの対比, 噴出源などの議論はできない。

BB395u は低屈折率バブル型火山ガラスと石英をもち, しかも角閃石を優占斑晶とする特徴的なテフラである。これに酷似するテフラは, 南九州阿多カルデラを噴出源とする阿多島浜テフラ (At-Th: 新称) である。このテフラは Ui (1971) によって島浜火砕流堆積物として記載されたもので, 110~150 ka と比較的若い噴出年代が求められていた (FUKUOKA, 1974 ほか)。このテフラの標準となる岩石記載的特性は新井・町田 (1980) に記載されている。その後, この火砕流堆積物は阿多と加久藤両火砕流堆積物の間にあることが報告され (長岡, 1989), また南九州に阿多火砕流堆積物とはほぼ同程度の広域分布することがわかったため, 遠隔地での co-ignimbrite ash の発見を待望していた。琵琶湖における本層の同定と同時に, 本州中部や南関東でもみつかり, 年来の希望が果たったといえる。鈴木・早津 (1991) が記載したように, 本層が大磯丘陵のページェ火山灰に相当するところから, その噴出年代は多摩 c 期と多摩 b 期の中間の低海面期の後, 次第に海面が上昇する時期にあたり, 従来の南関東 FT 年代尺度では 240 ka の頃と考えられる。今後, 酸素同位体比 stage7~8 の時期の編年に重要な役割を果たすテフラである。なお, BB423 と BB425 はかなりよく似たテフラで, 阿蘇カルデラの噴出物かもしれない。

軽石型火山ガラスをもつテフラのうち, 既報告のテフラとの対比が確実視されるのは BB453 である。これは図 1 の諸データから大阪層群上部に出現する八田または和田火山灰に対比されることがえられる。このテフラの特性や噴出源, 分布については, 水野・吉川 (1991) が詳しく記載している。また BB85 は, 層位と角閃石の屈折率から, 三瓶池田テフラ SI あるいは九重第 1 テフラ K₁P₁ (新井・町田, 1980) に対比できる可能性があ

る。中国・四国地方での追跡は将来の研究に待つが, これより東方 400 km の愛鷹山麓において, 含雲母グリース状火山灰と呼ばれたもの (愛鷹団研グループ, 1969) は, まず確実に本テフラとおもわれる。

このほか大山起源と考えられる名称のはじめに D をつけた諸テフラは, 斑晶鉱物の組合せ, 性質や基幹テフラとの層位関係に基づいて対比した (町田・新井, 1979)。しかし, いずれも確実さが劣るのは, 陸上テフラでは風化のため火山ガラスの高い屈折率が測定されていないことによる。また BB207 は火山ガラスの高い屈折率, 斜方輝石斑晶のごく少ないこと, 層位などの点からみると, Aso-3 (MACHIDA, 1990) に当たる可能性がつよい。

なお, ここで記載したテフラ試料は, 当初採取されたテフラ層すべてではない。使い尽くされてしまったテフラ層があるので, 不完全である。更新世後期の基幹テフラの 1 つ Aso-4 は今回の試料には含まれていないが, 吉川・井内 (1991) によると BT22 にあたり, 200 m コアでは BB165 に対比されるとされている。

III. 議 論

琵琶湖粘土層 (深度およそ 250 m までの堆積物) の堆積年代については, 当初の考え (YOKOYAMA and NISHIMURA, 1975) に対して, 横山 (1986), YOKOYAMA (in press) は新しい FT 年代値や古琵琶湖層中のテフラと対比できるテフラがないことなどに基づいて, より若い (2 つの論文では 200 m 深度の堆積物の年代はそれぞれ 400 ka, 300 ka) とした。

上述したテフラの対比・同定に基づくと, 図 1 のように琵琶湖 200 m コアの堆積年代 (テフラの年代は黒点) と堆積曲線が推定される。この図では, Ata の酸素同位体比編年上の位置 (大場, 1991) などから, K-Tz や Ata, Aso-3 の年代は, 従来の推定年代よりやや古く考えている。それにしても琵琶湖湖底堆積物深度 200 m 付近の堆積年代は若いとみなさざるをえない。

ところでこの堆積物については, 堆積残留磁気が測られ, 全体として Brunhes 正帯磁期にあるが, 中に 2 つの Biwa Event I, Biwa Event II とされた逆帯磁 event をもつとされた層準が報告された (Kawai *et al.*, 1972)。前者は約 17 万年前, 後者は約 29 万年前とされたが, 本論で述べたテフラの対比・層準からみると, 前者は BB195 (Aso-3? の上位, DHP? 付近) で約 10~11 万年前, 後者は BB263-7 のあたりで, 約 16~17 万年前とおもわれる層準を占める。そうしてみると前者は Blake Event に当たるのかもしれない (吉川・井内,

1991).

IV. あとがき

本報告では、最近の広域テフラについての情報をもとに、琵琶湖 200 m 試錐コア中のテフラの同定を試みた。その結果、すでに層準や噴出年代が知られているいくつかの九州大カルデラ起源のテフラや、大山テフラなどが同定された。とくに前者のテフラ群は広域性の強いもので、火山学的にも層位学的にも注目される。また琵琶湖粘土層について従来 FT 法で求められたものより若い堆積年代尺度が提示されたが、どちらの年代尺度が真実に近いのか、また異なる理由はなにか、など新しい問題を提出したことになった。

この報告で扱った琵琶湖湖底堆積物のように、湖成層や深海底堆積物中のテフラの研究は、新テフラ発見の糸口をも提供し、また既知のテフラについては分布や体積について重要な情報を与える。さらに堆積物の層準や時代を明確に指示するので、こうした年代尺度に基づいて種々の古環境パラメータの見直しが要請される。

このように重要なデータバンクとなる試料は多くの異なった手法で分析され、クロスチェックされることが望ましい。しかしながら陸上の露頭から得られる試料と違って試料の量は少ない。貴重な試料の保管と利用には、万全を期したいものである。

謝辞 試料の利用に当たっては、琵琶湖湖底掘削計画の代表者堀江正治氏の了解を得ることができた。ここに感謝する次第である。

引用文献

- 愛鷹団研グループ (1969) 愛鷹山麓のローム層。第四紀研究, **8**, p. 10-21.
- 新井房夫・町田 洋 (1980) 日本のテフラ・カタログ I—西日本—東北地方の第四紀後期示標テフラの岩石記載的研究一。軽石学雑, **6**, p. 65-76.
- FUKUOKA, T. (1974) Ionium dating of acidic volcanic rocks. *Geochem. J.*, **8**, p. 109-116.
- HORIE, S. (ed.) (1984) Lake Biwa. 954p., Dr. W. Junk, Publishers, Netherlands.
- KAWAI, N., YASKAWA, K., NAKAJIMA, T., TORII, M. and HORIE, S. (1972) Oscillating geomagnetic field with a recurring reversal discovered from Lake Biwa. *Proc. Japan Acad.*, **48**, p. 186-190.
- 長岡信治 (1989) 九州の第四紀テフラと地形編年。九州活構造研究会 (編): 九州の活構造, 東京大学出版会, p. 23-43.
- MACHIDA, H. (1990) Frequency and magnitude of catastrophic explosive volcanism in the Japan region during the past 130 ka: Implications for human occupation of volcanic regions. *Geol. Soc. Australia Symposium Proc.*, **1**, p. 27-36.
- 町田 洋・新井房夫 (1979) 大山倉吉軽石層—分布の広域性と第四紀編年上の意義。地学雑, **88**, p. 33-50.
- 水野清秀・吉川清志 (1991) 中期更新世テフラ, Ng-1 の広域性の検討。第四紀研究, **30**, p. —.
- NISHIMURA, S. and YOKOYAMA, T. (1975) Fission-track ages of volcanic ashes of core samples of Lake Biwa and the Kobiwako group (2). *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, no. 3, p. 138-142.
- 大場忠道 (1991) 酸素同位体比層序からみた阿多テフラ。月刊地球, **13**, p. 224-227.
- 鈴木毅彦・早津賢二 (1991) 関東—中部地方の第四紀テフラの研究—とくに中期更新世テフラの重要性。第四紀研究, **30**, p. 361-368.
- UI, T. (1971) Genesis of magma and structure of magma chamber of several pyroclastic flows in Japan. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, II, **18**, p. 53-127.
- YOKOYAMA, T. (1975) Plio-Pleistocene Kobiwako Group on the west coast of Lake Biwa with special reference to correlation to the 200 m core sample of Lake Biwa by tephra. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, no. 3, p. 114-137.
- 横山卓雄 (1986) 琵琶湖深層試錐中の火山ガラスの屈折率測定値からみた現琵琶湖堆積物の火山灰層序。地質雑, **92**, p. 653-661.
- YOKOYAMA, T. (in press) Chronostratigraphy of the 1,400 m deep drilling core in Lake Biwa, Japan. S. HORIE (ed.): *Die Geschichte des Biwa Sees in Japan*. Wien,
- 横山卓雄・西田史朗 (1987) 琵琶湖深層試錐中の火山ガラスの EDX 分析による火山灰の同定と対比。地質雑, **93**, p. 275-296.
- 吉川周作・井内美郎 (1991) 琵琶湖高島沖ボーリングコアの火山灰層序。地球科学 **45**, 81-100.