

低平地地下における阿蘇3火砕流堆積物(Aso-3)の年代について

下山正一 | 九州大学大学院理学研究院

1. はじめに

九州の沖積平野、佐賀低平地の地下の地層には多くの火山起源物質がふくまれている。有明粘土は間接的ながら高温物質起源であるし、降下火山灰層や火砕流堆積物など直接火山起源の物質(テフラ)が純層で存在する。この点が九州の沖積平野が日本の他の沖積平野と物質的に大きく異なる点である。

地質学的にはテフラは他の地域との同時期性を知る便利な存在であり、広域に分布するテフラは特に重要である。佐賀平野の重要なテフラは、上から、アカホヤ火山灰(K-Ah)、始良Tn火山灰(AT)、阿蘇4火砕流堆積物(Aso-4)、阿蘇3火砕流堆積物(Aso-3)、阿多鳥浜火山灰(Ata-Th)があり、これらは6,300年前から250,000年前までの各時代を示す良好な鍵層となっている¹⁾。とりわけ、約9万年前に噴出した阿蘇4火砕流堆積物(Aso-4)は、支持基盤となる中原層の上位を占め、支持基盤の深度を知る上で最も重要な鍵層となっている²⁾。

これらのテフラの年代のうち、K-AhとATは放射性炭素年代によって噴出年代が求められているが、5万年より以前のテフラであるAso-4、Aso-3、Ata-Thの年代を求めるのは放射性炭素年代測定方法の限

界を超えるので、技術的に難しい。その対策としてカリウム-アルゴン法やフィッシュオントラック法などが用いられるが、測定条件が制約される。そのため、テフラの年代決定には良好な条件下で測定されたテフラの絶対年代に加えて、テフラと世界規模の海面昇降サイクルにリンクした海成層との上下関係(層序関係)が併用され、総合的に決められている¹⁾。

阿蘇3火砕流堆積物(Aso-3)と阿多鳥浜火山灰(Ata-Th)は下山ら³⁾によって佐賀低平地では初めて識別された。テフラを使った佐賀低平地の層序の再検討作業過程で生じた疑問点の一つが阿蘇3火砕流堆積物(Aso-3)の年代であった。

2. Aso-3の問題点

Aso-3火砕流堆積物は、阿蘇カルデラを形成した4回の巨大噴火の3番目のもの(Aso-4は4回目のもので、小野ら⁴⁾によって阿蘇カルデラ東部で定義された。Aso-3火砕流堆積物の分布は、阿蘇周辺のほか、人吉盆地、大分平野、宮崎平野北部で知られていたが、沈降平野での存在は熊本市を除いて不明であった。収集したボーリングデータでは、久留米市、大刀洗町、佐賀市、白石町、玉名市、八代市でAso-3が見つかっている。これらの資料

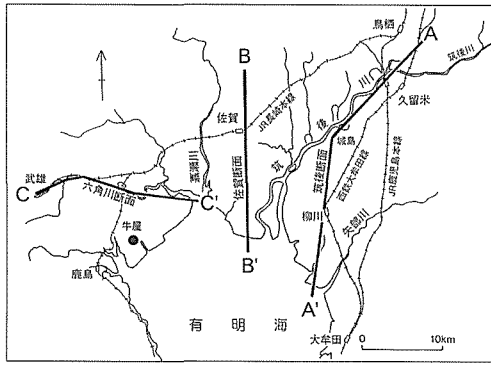


図-3 図-4の断面位置図

は、Aso-3 テフラを含む地層がステージ 5e (5.5) の中期段丘面より一段低い (新しい) 新期段丘面の構成層 (ステージ 5d) の一部だと考えたこと、中部地方や関東地方の既知のテフラとの層序関係との整合性を重視したことによる。いわば層序的な間接証拠による。

一方、佐賀平野では Aso-3 火砕流堆積物が 1989 年の有明町牛屋ボーリングコアではじめて認知されて以来、各地のボーリングではつねに高木瀬層の下位に発見された³⁾ (図-4 中の A, B, C)。高木瀬層は酸素アイソトープステージ 5e (約 12.5 万年前) に形成された地層である。すなわち、佐賀平野での層序的事実は、Aso-3 の年代が約 11 万年前ではなく、少なくとも約 12.5 万年前より以前であることを強く示唆している。これが正しいなら、全国的定説と矛盾する。酸素アイソトープステージ 5e の地層は世界の環境変動を探る上で基準となる最重要な地層なので、Aso-3 火山灰層の時代決定は大きな意義を持っている。

3. 九州における Aso-3 テフラの層序的位置

下山ら⁷⁾は、佐賀平野を含む九州各地の旧汀線付近のステージ 5 の高海面期の海成層を広く調査した結果、Aso-3 が九州各地でステージ 5e の海成層の下に存在する

ことを見いだした。

Aso-3 の時代をステージ 5d と解釈する側から見ると、これらの海成層は本当に 5e なのか? といった、ステージ 5e 海成層の時代認定の妥当性が問題となる。すなわち、ステージ 5c (5.3) あるいはステージ 5a (5.1) の小海進期の旧汀線高度がステージ 5e (5.5) のそれに近ければ、時期の異なる海成層を混同している恐れがあるため、その場合 Aso-3 の時代をステージ 5d (5.4) と解釈する節は容易には崩れない。

この問題を隆起地域と沈降地域に分けて検討する。まず、隆起地域においてステージ 5 に属する海成層やその堆積面 (海成中期段丘面) が複数存在する場合を想定する。時間経過に伴う変位の累積から考えると、そのうち最高高度にある海成層やその堆積面をステージ 5e と認定するができる。

次に、沈降地域を考えてみる。沈降地域では海成層の保存が隆起地域に比べて良好なため、ステージ 5 に属する海成層が複数存在する場合、時期の異なる海成層を混同する恐れは隆起地域より強い。このケースでは、時間経過に伴う変位の累積から考えて、年代が若いステージ 5c あるいは 5a の海成層がステージ 5e の海成層のすぐ上位に存在するはずである。

(1) 九州の沈降平野

九州の沈降平野として筑紫平野、熊本平野、八代平野を選び、ステージ 5 における海成層の同時間性を検討した。沈降平野では沈降運動の累積の結果、海成層末端部の旧汀線高度を比較すると、「古い海成層末端部ほど深い位置に来る」、という特有の海成層の配置が得られるはずである。沈降平野ではステージ 5 の海成段丘はいずれも埋没段丘となり、地形からその存在を知ることが出来ないため、地下の地層情報が唯一の手掛かりを提供する。具体的にはボーリングデータで得られた海成層末端部付近

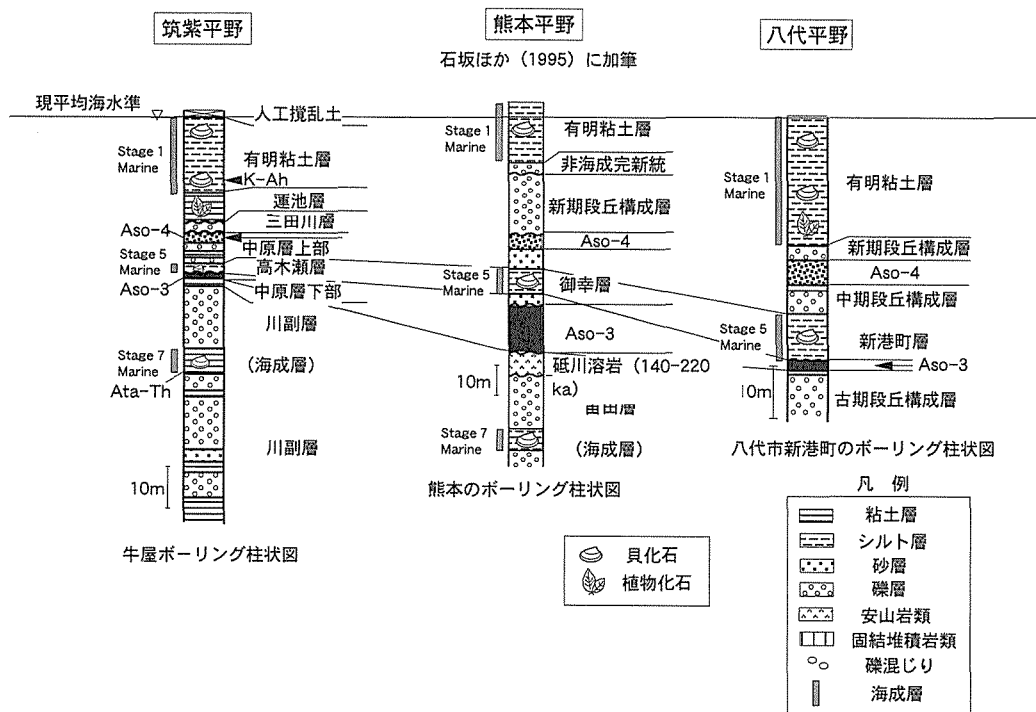


図-5 九州の代表的沈降平野，筑紫平野⁷⁾，熊本平野¹⁴⁾，八代平野⁷⁾におけるステージ5e海成層とAso-3の上下関係

の含有化石に基づき，海成層の分布を決める。

まず，筑紫平野でのステージ5の時代の海成層とAso-3火砕流堆積物の関係を海成層末端部で見てみる。図-4は筑紫平野での3つの地質断面図である。ここではステージ5を通じて海成層がそれぞれ1枚しか存在しない。ステージ5を通じて唯一の海成層（高木瀬層）の上下をAso-4とAso-3の火砕流堆積物が挟んでいる。ステージ7の海成層がその下の川副層中に存在する。次に筑紫平野，熊本平野，八代平野の地下でのステージ5の時代の海成層とAso-3火砕流堆積物の関係を検討する。図-5は筑紫平野，熊本平野，八代平野の地下でのステージ5の時代の海成層とAso-3火砕流堆積物の関係を示している。両者の関係は全く一緒である。

その結果，これらの平野ではステージ5を通じて海成層がそれぞれ1枚しか存在し

ないことが判明した。ステージ5を通じて沈降平野に残された唯一の海成層は、「ステージ5を通じての最高海面期の海成層」と見なすことができる。つまり高木瀬層はステージ5eの海成層そのものということになる。

九州の沈降平野の状況は，ステージ5cと5aの海面上昇は十分ではなく，それらの旧汀線が，その当時，現在の陸域（少なくとも沈降平野地域）にかからないほど遠くかつ低い位置にあったことを強く示唆している。

(2) 九州の隆起地域

大分平野には旧汀線付近のステージ5e海成層とAso-3の露頭がたくさんある。Aso-3火砕流堆積物はAso-3の模式地である竹田市から大分平野まで断続的に追跡可能なので，海成段丘の露頭で直接5e海成層とAso-3の層序関係を観察できる。

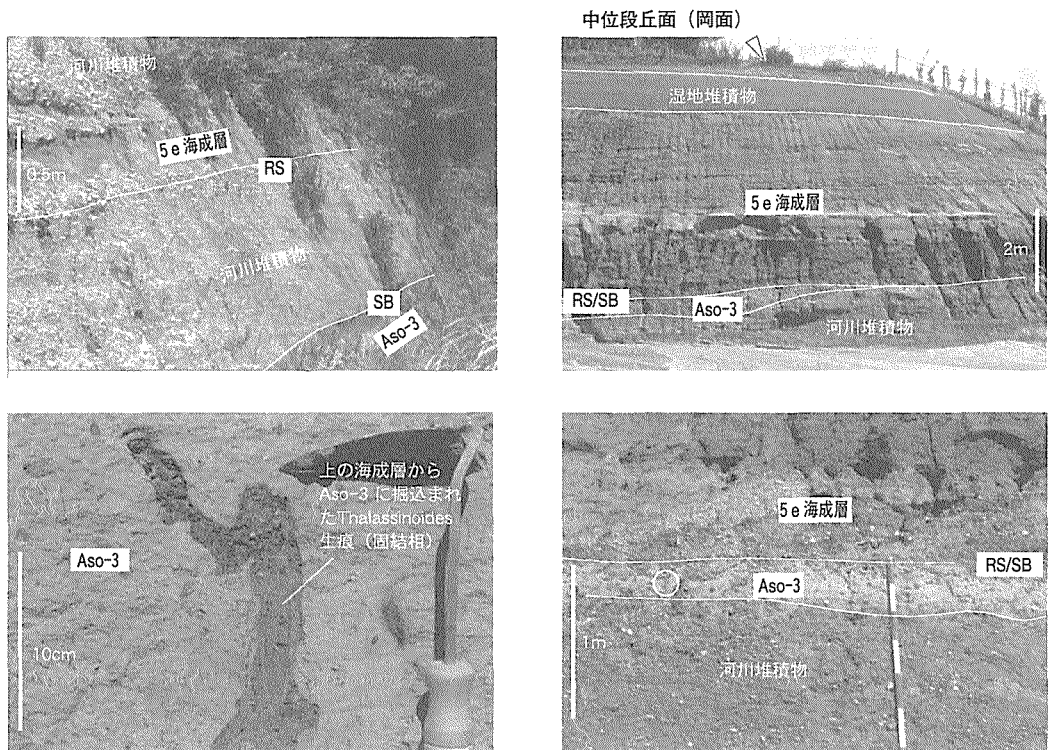


図-6 九州の隆起平野，大分平野東部の露頭におけるステージ5e海成層とAso-3の上下関係（左右上図）とその拡大（左下図は右下図の丸印をさらに拡大）

海成層末端部の旧汀線付近では，ステージ5e海成層がAso-3火砕流堆積物の上に直接載るケースが観察される（図-6写真右上）．これらの関係が整合であれば，Aso-3の噴出年代は12.5万年前に近いし，不整合であればさらに古いことになる．図-6写真左上は，ステージ5e海成層とAso-3火砕流堆積物の間に河川堆積物を挟む例である．この例では5e海成層の堆積前に河川堆積物がAso-3火砕流堆積物の堆積面を削り込んでいる．また，図-6写真左下のThalassinoides生痕は上の5e海成層からAso-3火砕流堆積物に掘られており，明らかに下位の堆積物が団結後に巣穴が掘られた．いわゆる団結相⁹⁾を示している．この状況はAso-3火砕流堆積後，粘土化の時間や河川発達の間を経てステージ5e海成層が堆積したことを示唆しているので，Aso-3火砕流の噴出時期とその直上のステージ5eの間には，十分な

時間間隔があったと解釈できる．

4. 近畿地方でのステージ5e海成層とAso-3の層序関係

それでは九州以外の地域はどうか，近畿地方でのステージ5e海成層とAso-3の層序関係を探ってみる．

(1) 大阪平野

図-7は宮川⁹⁾による神戸市ポートアイランドのボーリング柱状図における海成層とテフラの層序関係を示している．海成層にはMaの記号が付いており，Ma12がステージ5の海成層とされ，そのマリントップがステージ5eと解釈される．

近畿地方にはMa12の中あるいは下位にAso-3の可能性が指摘されているテフラがある．これは吉川¹⁰⁾による南港Ⅱテフラあるいは宮川⁹⁾によるのP3あるいは

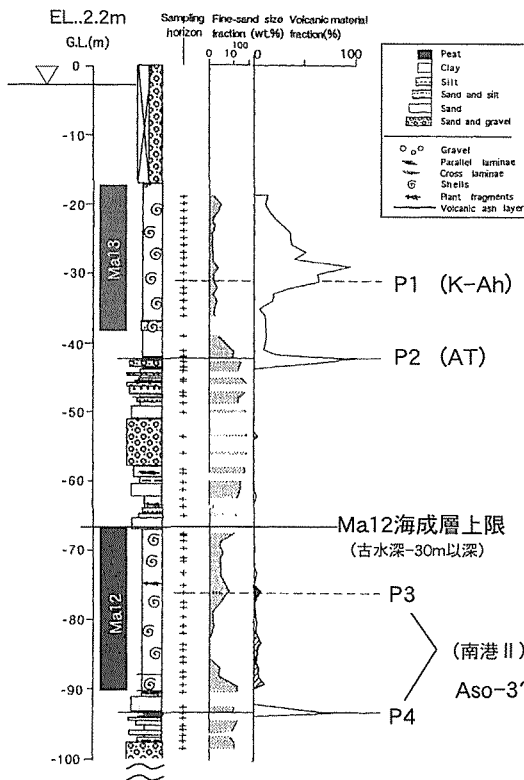


図-7 神戸市ポートアイランドのボーリング柱状図におけるステージ5e海成層 (Ma12) とAso-3の可能性の強いテフラ(P3, P4)との上下関係(文献8の第3図に加筆)

P4テフラである。Ma12はテスージ5の唯一の海成層であり、そのマリントップより明らかに下位にAso-3に対比できるテフラがある。ステージ5e海成層とAso-3の層序関係は九州での状況とおおむね一致している。海成層の下部に含まれている点が異なっているが、この場所が海成層の分布末端ではなく、含有層準が高海面期であるステージ5e以前の海進期の海成層であること、これらのテフラが純層ではなく二次堆積テフラである可能性も考えると九州の状況と矛盾しない。

(2) 琵琶湖

琵琶湖の第四紀湖成堆積物は海進海退の影響がないため、琵琶湖湖底のコアが連続性にある試料として、テフラ層序を考える上で重要である。Hyodo¹¹⁾の古地磁気デー

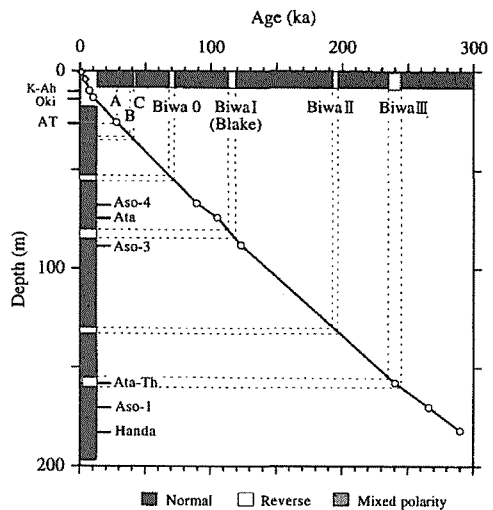


図-8 琵琶湖湖底コアについての深度-年代プロット¹⁰⁾
Aso-3がBlakeイベントの下位に位置する。

ターによれば、琵琶湖湖底のコアにおいてAso-3はBlake event (約12万年前の地磁気逆転期) よりも明らかに下位にある (図-8)。竹村¹²⁾による琵琶湖湖底コアの気候変動と比較すると、この位置は最終間氷期の温暖層準の始まりとほぼ一致する。そうするとAso-3の対比位置はステージ5とステージ6の境界付近と考えられる。ただし、気候変化が海洋の同位体組成変化に現れるタイムラグを考えると、さらに下位のステージ6の中にずれる可能性もある。

おわりに

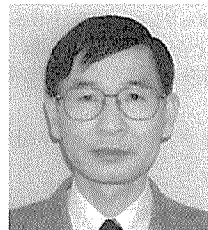
以上をまとめると、佐賀低平地地下で得られたAso-3の層序的知見は西日本では肯定的である。火砕流と海成層の層序関係が得られる九州の図式は、Aso-3はステージ5eの海成層の下位にあり、12.5万年前よりも明らかに古い。5e海成層とAso-3テフラが、シーケンス境界で接しているので、Aso-3の対比位置はステージ6内の可能性がある。しかし、近畿地方での図式は、Aso-3の層準は5eの海成層により接近している。

結論として、阿蘇3火砕流 (Aso-3) の対比位置は、ステージ5dでなく、最終間氷期最高海面磁気 (ステージ5e) の前である。最も可能性のあるのは、ステージ6とステージ5の「境界時期、すなわちAso-3の噴出時代は約13万年前と推定される。

グローバルなステージ5e海成層とAso-3の組み合わせは日本列島の地殻変動を詳しく知る上で重要な鍵層となる。

参考文献

- 1) 町田 洋, 新井房夫: 火山灰アトラス, 東京大学出版会, 296pp., 1992.
- 2) 大島恒彦: 佐賀平野の地盤沈下. 土と基礎, Vol. 25-6, (232), pp. 69-74, 1977.
- 3) 下山正一, 松本直久, 湯村弘志, 竹村恵二, 岩尾雄四郎, 三浦哲彦, 陶野郁雄: 有明海北岸低地の第四系, 九大理学部研究報告 (地球惑星), Vol. 18, pp. 103-129, 1994.
- 4) 小野晃司, 松本征夫, 宮下三千年, 寺岡易司, 神戸信伸: 竹田地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 80pp., 1977.
- 5) 町田 洋, 新井房夫: 時間指標テフラ阿蘇3によって示唆される最終間氷期直後5d期の海面低下. 地学雑誌, Vol. 103, pp. 749-759, 1994.
- 6) Machida, H.: Quaternary widespread tephra catalog in and around Japan: Recent progress, The Quaternary Research, Vol. 38, pp. 194-201, 1999.
- 7) 下山正一, 木下裕子, 宮原百々, 田中ゆかり, 市原季彦, 竹村恵二: 旧汀線高度からみた九州の後期更新世地殻変動様式. 地質学雑誌, Vol. 105, pp. 311-331, 1999.
- 8) 市原季彦, 高塚 潔, 下山正一: 生痕層序, 地質学雑誌.
- 9) 宮川ちひろ, 吉川周作, 池田善考: 神戸市中央区港島ポートアイランド, ボウリングコアの中・上部更新統火山灰層序, 地球科学, Vol. 50, pp. 456-465, 1996.
- 10) 吉川周作, 小倉博之, 福西佐代: 大阪平野地下の中・上部更新統火山灰層序, 地球科学, Vol. 50, pp. 456-465, 1996.
- 11) Hyodo, M.: Recent progress in paleomagnetic and rock-magnetic studies of the Quaternary in Japan, The Quaternary Research, Vol. 38, pp. 202-208, 1999.
- 12) 竹村恵二: 琵琶湖の堆積物からみる環境変動, ベドロジスト, Vol. 42, pp. 128-137, 1998.
- 13) Watanabe, K.: Studies on the Aso pyroclastic flow in the region to the west of Aso caldera, southwest Japan, I, Geology. Mem, Fac. Educ. Kumamoto Univ., No. 27, pp. 97-120, 1978.
- 14) 石坂信也, 岩崎泰穎, 長谷義隆, 渡辺一徳, 岩内明子, 田尻雅則: 熊本平野地下に分布する最終間氷期の堆積物と平野の沈降速度, 第四紀研究, Vol. 34, pp. 335-344, 1995.



著者略歴

下山 正一

(しもやま しょういち)

1979年 九州大学大学院理学研究科博士課程終了
1980年 九州大学理学部助手
理学博士