

大山蒜山原軽石(DHP)と大山最下部火山灰 hpm2 軽石について

岡田 昭明*

Daisen Hiruzenbara Pumice (DHP) and hpm2 Pumice erupted from the Daisen Volcano

Shomei Okada

Abstract

The Daisen Hiruzenbara Pumice (DHP), named by Machida and Arai (1979) is a pumice fall layer that erupted from the Daisen volcano situated in Tottori Prefecture in southwest Japan. According to Machida and Arai (1979, 1992), DHP is widely distributed in an area at the eastern foot of Mt. Daisen and the type locality of this pumice layer is settled in the Hiruzenbara intramontane basin in the northern part of Okayama Prefecture.

In the present study, it has been revealed that the DHP of this type locality and the "DHP" distributed in the northern part (mainly in Tottori Prefecture) are different from each other in thermomagnetic properties and also in stratigraphic horizon. The latter "DHP" is a pumice fall layer called hpm2, reported by Okada et.al. (1990). The ferromagnetic minerals included in the former DHP are titanomagnetite indicated by a Curie point of 410–435°C. On the contrary, hpm2 has titanomagnetite and ilmenitehematite series minerals, and their Curie points are 425–445°C and 40–60°C respectively. Thus hpm2 is clearly different from DHP in its ferromagnetic mineral assemblage.

In the Hiruzenbara area, hpm2 is found two layers below DHP. As a result of this field evidence, it can be stated that hpm2 is widely distributed from the north (around Kurayoshi City, Tottori Prefecture) to south (Hiruzenbara) at the eastern foot of Mt. Daisen. On the other hand, the distribution of DHP is restricted to the southern part including Hiruzenbara and extends narrowly towards the ESE direction from Mt. Daisen.

1. はじめに

大山蒜山原軽石(DHP)は、町田・新井(1979)により命名された大山火山起源の降下軽石層である。大山東方の鳥取県倉吉市周辺から、南東方の岡山県北部蒜山原まで広く分布するものとされ(町田・新井, 1979), その模式地は岡山県北部蒜山原の八束村蒜山高校に設定されている(町田・新井, 1992)。また、その層準については倉吉市大河内において記載されたが、名称の由来となった蒜山原地域については、模式地の柱状図が示されたのみであった(町田・新井, 1979)。

DHPは、大山から東方への広域分布が予想され(町田・新井, 1979), 植村(1988)は丹波山地でその分布を報告している。あるテフラを広域テフラと認定し、それを遠隔地で活用するためには、給源地域でのそのテフラの層位や分布が明確に押さえられていることが望ましい。

筆者は、テフラに含まれる強磁性鉱物の熱磁気的性質を主な同定示標として、大山テフラの層序の確立につとめてきた。この過程で、上記の大河内でDHPとされたものは、模式地のDHPとは熱磁気特性も層準も異なる

別のテフラであることが明らかになった。さらに、DHPの分布は鳥取県南部以南に限られることが判明し、その分布幅は狭く、いわゆる広域テフラである可能性はきわめて薄いものとなった。いっぽう、大河内でDHPとされたテフラは、hpm2(岡田ほか, 1990)とよんでいるもので、倉吉市周辺から蒜山原まで広く追跡でき、蒜山原ではDHPの下位2枚目に位置している。

小論では、模式地のDHPと大河内のhpm2との鉱物特性上の相違について述べ、この特性にもとづき追跡した結果明らかになった両テフラの層位的関係および分布について報告したい。

倉吉市立西中学校教諭の石賀敏氏には内容全般について討論していただき、データの一部を使用させていただいた。また、谷本慎一、塩谷真一、寺谷直美、高浜恵、高浜東子の各氏による鳥取大学教育学部の卒業研究が小論の基礎になっている。報告に先立ち、これらの方々

2. 鉱物特性

大山起源の降下軽石層は、層相が互いによく似ていて野外観察のみでは同定・対比が難しい。テフラの同定示標として、個々のテフラに含まれる強磁性鉱物の熱磁気特性—とくにキュリーポイントが有効であることはす

* 鳥取大学教育学部地学教室

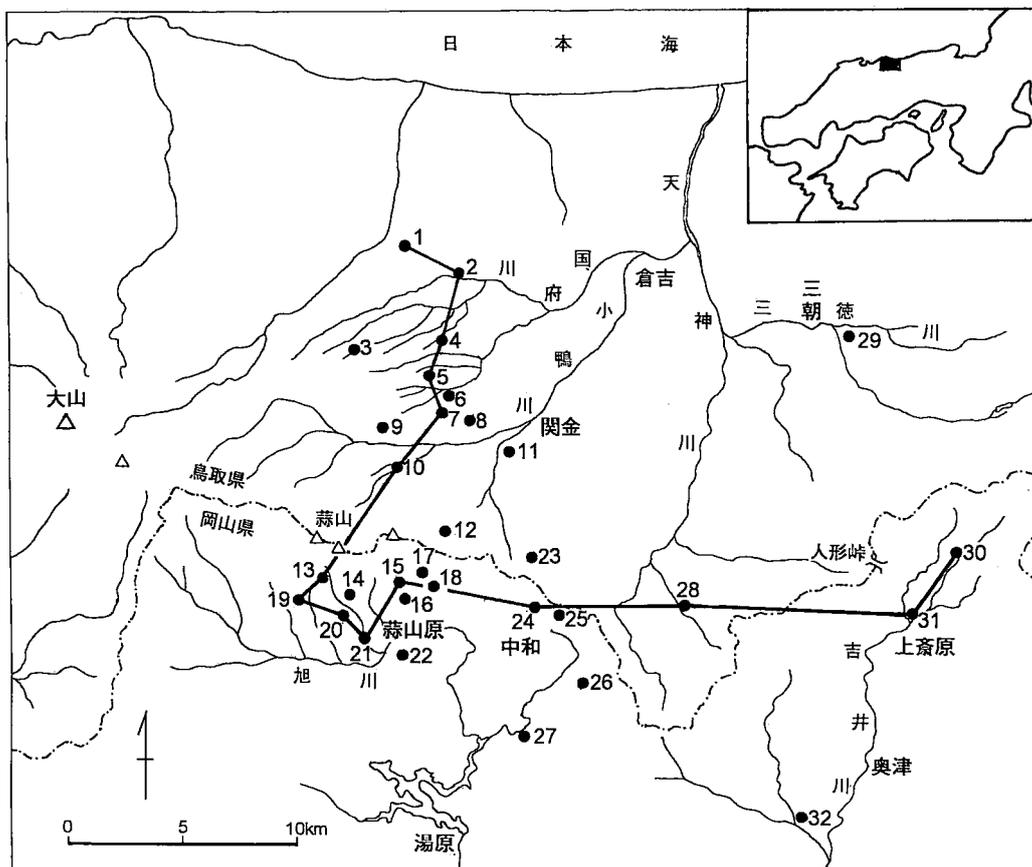
に報告してきた(岡田, 1983; 岡田・谷本, 1986; 岡田ほか, 1990; 岡田, 1994; 岡田, 1996). 小論でもこの示標を用いることとする. ここでは, 模式地の DHP の熱磁化特性を検討し, 大河内で DHP とされた軽石層(hpm2)のそれと比較する. 以下では強磁性鉱物の熱磁化分析結果に加えて重鉱物組成についてもふれるが, これらの分析方法は岡田ほか(1990)によった.

試料について

DHP の模式地とされた八束村蒜山高校の露頭は, 現在は失われてしまったが, 同じ層序のみられる露頭が近くに現存している. 失われた模式露頭については, 町田・新井(1979)に柱状図が, 横山ほか(1984)に柱状図と詳細な記載がある. これらによれば, DHP は AT の下位 1 枚目にくる層厚約 75cm の軽石層で, DHP と AT との間は薄い火山砂層をはさむ厚さ約 1m のローム層, DHP の下位は礫層・シルト層からなる水成堆積物である. 蒜山高校の南方約 400m の八束村栗木坂(Loc.21; 第 1 図, 第 4 図)でこれと同じ層序がみられる. ここで

の DHP は層厚 115cm とやや厚いが, その上部 40cm には明瞭なラミナ構造がみられ, この部位は二次的に移動しているものと判断できる. そこで, ラミナの認められない下部 75cm から試料を採取し, 以下の分析に用いた. なお, 上記のローム層には含まれる火山砂層(層厚 10cm)は, 偽ホーキ火山砂(Nh; 岡田, 1996)で, 大山東方の鳥取県関金町周辺では AT と大山倉吉軽石(DKP)とのあいだに位置する. 横山ほか(1984)がグレーブーディン(GB)火山灰層と仮称したもので, 津久井(1984)の鴨ヶ丘火山灰(KmA)に相当する.

倉吉市大河内(Loc.5: 第 1 図, 第 4 図)は大山最下部火山灰層の模式地に設定されている(岡田ほか, 1990). 大山最下部火山灰層の最上部に位置する軽石層が hpm2 であって, これが町田・新井(1979)により DHP とされたものである. この露頭についての最初の記載は佐治ほか(1975)でなされ, 岡田ほか(1990)は層序の再検討を行い, そこにみられるすべてのテフラについての熱磁化分析結果および重鉱物分析結果を報告した.



第 1 図 露頭分布図(直線で結んだ地点は, 第 4 図の柱状図の位置.)

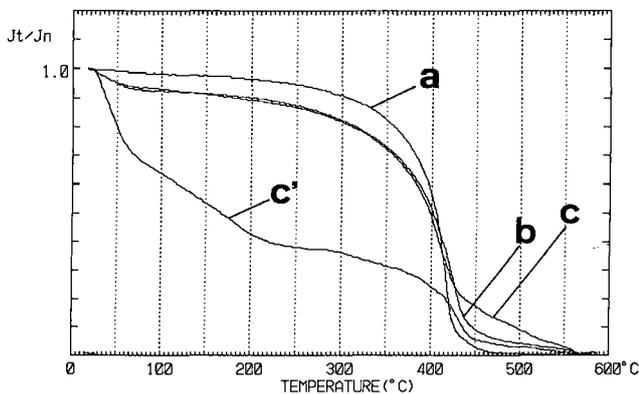
- 1: 西高尾ダム, 2: 服部, 3: 般若南西, 4: 倅谷北, 5: 大河内, 6: 大河内南, 7: 大山池, 8: 松河原, 9: 堀北西, 10: 荒田, 11: 曾谷, 12: 犬狭峠, 13: 共和北, 14: 塩釜, 15: 宇田北, 16: 宇田, 17: 畝の茶屋西, 18: 畝の茶屋南, 19: 百合原, 20: 共和東, 21: 栗木坂, 22: 高張山, 23: 関金一別所間峠, 24: 別所, 25: 大原, 26: 津黒, 27: 真加子, 28: 田代, 29: 片柴, 30: 中津河, 31: 天王, 32: 羽出

このなかで、hpm2は上半部と下半部からの2試料について分析されている。以下では、この2試料の分析結果とDHPのそれとを比較・検討する。

熱磁化特性

第2図は、DHPとhpm2それぞれの試料に含まれる強磁性鉱物の熱磁化曲線を、1枚の図に重ねて示したものである。第2図の曲線aおよびb、cから、DHPでは415℃に、hpm2では430℃付近(下半部で425℃、上半部で435℃)に、チタノマグネタイト(β相)のキュリーポイントが明瞭に読みとれ、これらが強磁性鉱物の主相となっていることがわかる。DHPの熱磁化曲線にはこの主相のキュリーポイントしか認められない。これに対して、hpm2では50℃付近に曲線の折れ曲がりがあり、また曲線はその高温部では550℃を越えるあたりまで尾を引いている。高温部の尾は主相のほかに、よりマグネタイトに近い組成のβ相がわずかに含まれることを示すものと考えられるが、50℃付近の折れ曲がりにはイルメナイト・ヘマタイト系列に属するα相のキュリーポイントである可能性が強い。hpm2を検鏡すると、少量であるがα相が含まれることが確認できる。そこで、下半部の試料を用いα相を鏡下で選別して熱磁化測定をおこなった。この結果、50℃付近の曲線の折れ曲がりには明瞭となり、これがα相のキュリーポイント(45℃)であると判断できた(第2図、曲線c')。なお、第2図の曲線c'には、190℃付近と430℃付近にも折れ曲がりが見られるが、このうち後者は選別しきれなかった主相のキュリーポイントである。前者は、上記のα相とは組成の異なる別のα相のキュリーポイントと思われるが、選別前の熱磁化曲線(第2図のb,c)では全く認識できず、詳細についてはさらに検討を要する。

DHPとhpm2に含まれる強磁性鉱物のキュリーポイントは、第1表のようにまとめられる。両テフラは熱磁的に明らかに異なる特性をもっていて、同一のテフラ



第2図 強磁性鉱物の熱磁化曲線
 a: DHP, b: hpm2上半部, c: hpm2下半部
 c': hpm2下半部中のα相

とは考えられない。とくに、hpm2の50℃というような低温のキュリーポイントは、大山テフラの他の軽石層にはみられず際だった特徴といえる。なお、hpm2に含まれるα相とβ相のキュリーポイントは、上部でやや高くなることが認められる。

重鉱物組成

第1表には、DHPとhpm2の重鉱物分析結果も示してある。どちらのテフラも角閃石が卓越し、大山起源のテフラの特徴がよくあらわれている。角閃石のほかに、斜方輝石と鉄鉱物に加わるが、斜方輝石はDHPで10%程度であるのに対して、hpm2では1%以下ときわめて低率である。さらに、hpm2からはわずかにカミングトン閃石が検出される。なお、DHPにもhpm2にも黒雲母が伴われるが、黒雲母は定量が困難であるため重鉱物組成には含めていない。以上の結果からは、DHPとhpm2とはその重鉱物組成でもはっきりと異なっているようにみえる。しかしながら、重鉱物組成は風化の影響を受けやすく、後で述べるように少なくともDHPとhpm2の場合には両者を識別する際の示標とはなり難い。

第1表 模式地のDHPとhpm2の分析結果

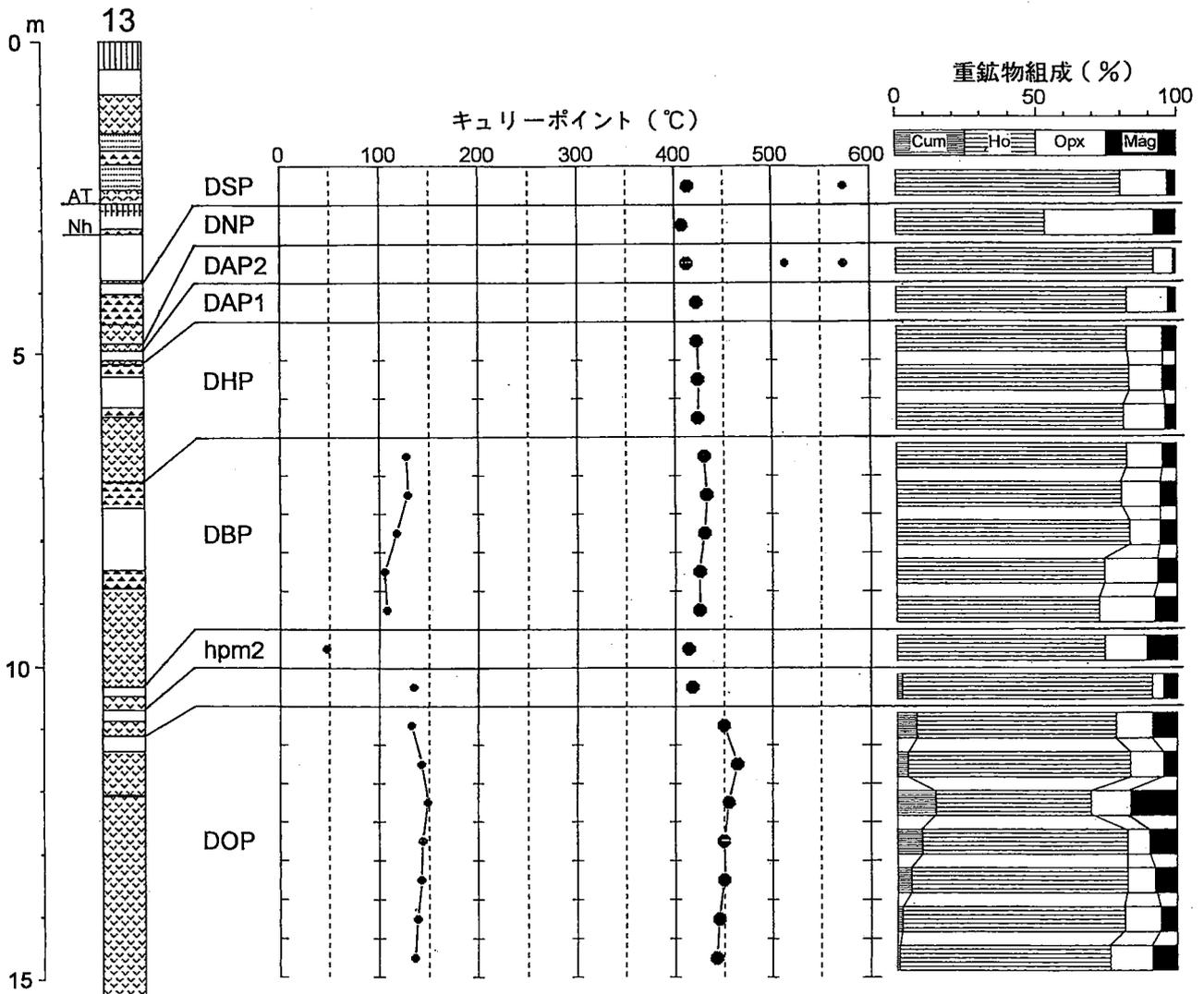
露頭番号	キュリーポイント(℃)		重鉱物組成(%)				
	α相	β相	Cum	Ho	Opx	Mag	
DHP 21	—	415	—	84.6	10.4	5.0	
hpm2 5	(上部)	50 435	560	0.9	91.5	0.9	6.7
	(下部)	45 425	560	2.3	91.3	0.5	6.0

3. DHPの層序的位置とhpm2との層位関係

町田・新井(1979)は、DHPの層位を下位の大山松江軽石(DMP)と上位の大山生竹軽石(DNP)との中間にくるものとした。しかし、これは大河内露頭で設定されたもので、すでに述べてきたようにhpm2をDHPと誤認したものである。なお、ここでDMPとされた軽石層(hpm1)は大山西麓に分布するDMPとは別のテフラであって、大河内を含めて大山東方にDMPは存在しない(岡田, 1983; 岡田ほか, 1990)。この結果、DHPの層位について明らかにされている点は、"模式地でATの下位1枚目にくる軽石層"という事実だけとなる。

蒜山原に多くのテフラが分布することはすでによく知られている(例えば蒜山原団体研究グループ, 1975; 津久井, 1984; 横山ほか, 1984など)。しかしながら、模式地のDHPがこれらのどれに対比されるのかは不明であった。

八束村共和の北方約1.4km(第1図, Loc.13)に、多



第3図 蒜山原共和北方 (Loc.13) の露頭柱状図と軽石層の分析結果 (柱状図の凡例は第4図)

黒丸大: 主相のキュリーポイント, 黒丸小: 副相のキュリーポイント

Cum: カミングトン閃石, Ho: 角閃石, Opx: 斜方輝石, Mag: 鉄鉱物

数のテフラが累積する露頭がある。露頭柱状図(第3図)に示すとおり、ATの下位にはごく薄いものも含めて9枚の軽石層が認められる。柱状図の右に、これらの軽石層についての熱磁化分析結果および重鉱物分析結果を示す。露頭における産状や累積状態の観察結果および分析結果から、DHPに矛盾なく対比できるものは、ATの下位5枚目の軽石層である。また、ATとDHPの間の4枚の軽石層は、上から大山関金軽石(DSP)、大山生竹軽石(DNP)、大山荒田軽石2(DAP₂)、大山荒田軽石1(DAP₁)であると同定できる。なお、ATとDSPの間に偽ホーキ火山砂(Nh)がはさまれる。

DHPの下位には、2枚の厚い軽石層と、それらにはさまれて2枚の薄い軽石層がある。上位の薄い軽石層からは、46°Cという特徴的に低いキュリーポイントが得られ、この特性から本軽石層がhpm2に対比されること

は確実である。したがって、DHPとhpm2とは層準的にも別のテフラであることが確かめられる。

以上の、Loc.13におけるテフラ層序は、蒜山原東方の中和村別所(Loc.25)でも模式的にみられ、また下位の厚い軽石層は岡山県北部奥津町~上斎原村一帯に広く分布している。ここでは、2枚の厚い軽石層のうち上位を大山別所軽石(DBP)、下位のものを大山奥津軽石(DOP)とよぶことにするが、両者の詳細については稿を改めて報告したい。

上に述べてきたように、DHPとhpm2の層位関係は前者が上位、後者が下位である。またDHPの層位的位置は、DBPの上でDAP₁の下ということになるが、次項でふれるように、DHPとDAP₁の間にはさらに三瓶木次軽石(K₃)がはさまれてくる。

大山のテフラは従来、斜交関係のみられる層準をもと

に、大山上部・中部・下部・最下部の4部層に分けられてきた。DHPが下位層を切ることがしばしば認められること、DHPの上位に累重するK3からDNPまでが大山上部火山灰に属する(岡田・谷本, 1986)ことから、DHPは下部火山灰の一員であって、蒜山原を含む大山南東地域ではその基底に位置するものであると結論できる。

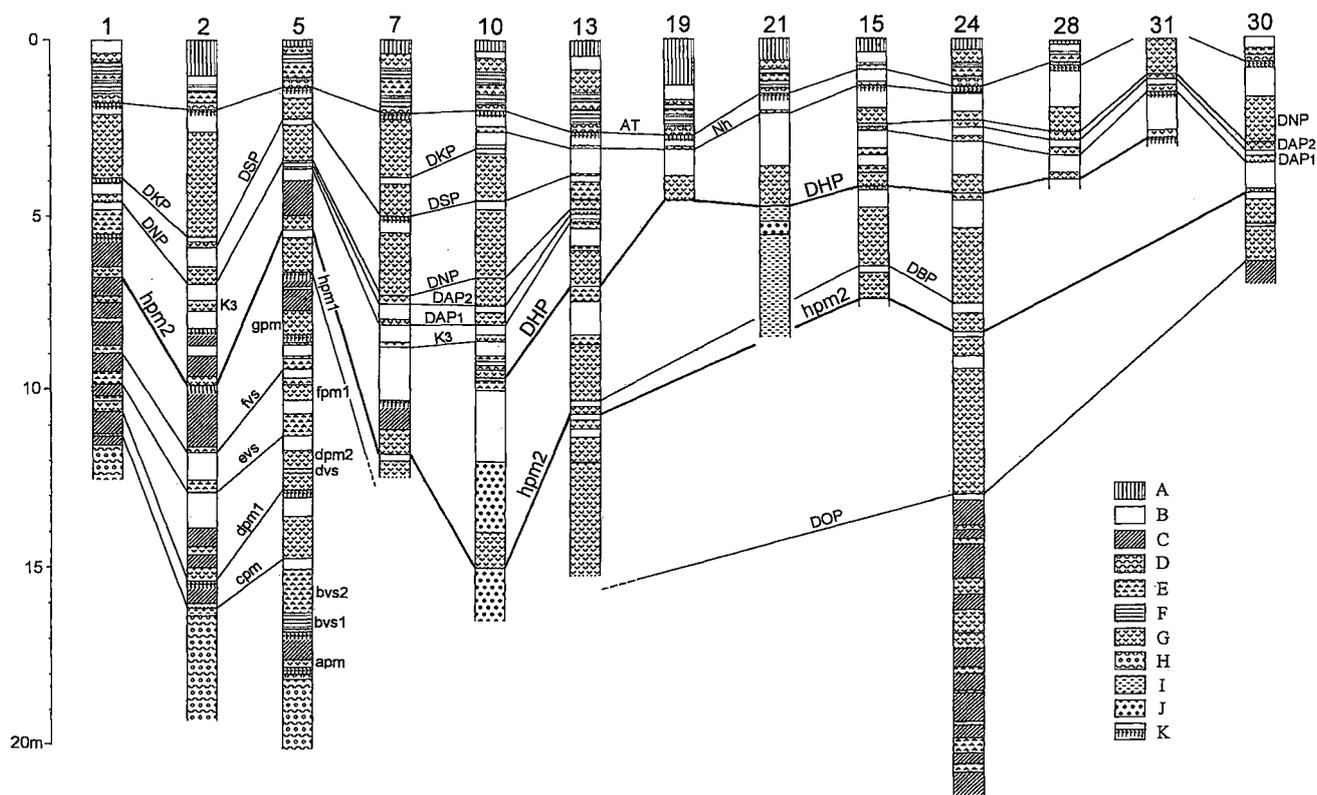
4. 対比と分布および鉱物特性の安定性

特定された層位と鉱物特性をもとに、DHPとhpm2は第4図のように追跡できる。DHPはこれまで蒜山原軽石(HiP)と仮称してきたもの(岡田, 1988)に相当し、蒜山原の多くの地点で分布が確認でき、さらに東方の岡山県北部に追跡できる。しかしながら、蒜山原の南では急激に層厚が減少するとみられ、北では関金町荒田(Loc.10)付近が北限となっていて南北方向の分布幅はせまい。なお、このLoc.10ではDHPとその上位のDAP1との間に三瓶木次軽石(K3)がはさまれている。第5図に示すように、DHPの分布は大山から東南東に幅せまくのびている。このような分布様式からみれば、冒頭でふれた植村(1988)の報告にある丹波山地のテフラはDHPには該当しないものであろう。なお、DHPの直下

と直上には、それぞれ青灰色火山砂、暗灰色火山砂が伴われることが多い。しかし場所によってはそれらが全く見られないこともあり、これらについては今後の検討が必要である。

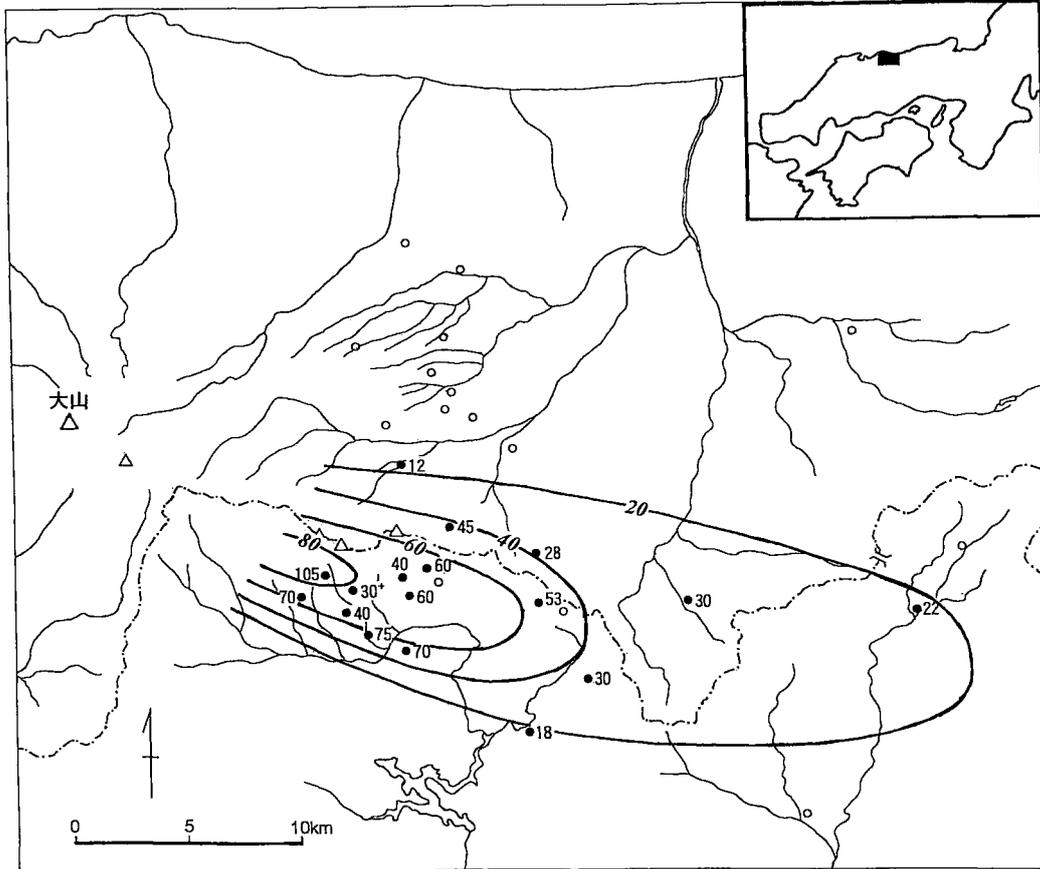
いっぽう、hpm2はその際だったキュリーポイントの特徴を示標に、岡山県北部から北方の鳥取県北部まで追跡できる。また、大山から30km以上離れた東方の三朝町片柴(Loc.29)、上斎原村中津河(Loc.30)や、南東方の奥津町羽出(Loc.32)でも認められ、分布範囲はDHPよりも明らかに広い(第6図)。関金町荒田(Loc.10)では、段丘礫層中に介在し層厚は1mに達している、分布主軸がこの付近を通るものと考えられる。

第7図に、DHPについては第5図の全17地点、hpm2については第6図のうちの19地点で採取した試料の熱磁化曲線をそれぞれまとめて示し、第8図に同じ試料の重鉱物組成を示す。第7図から、DHPに含まれるβ相のキュリーポイントは410~435℃に、hpm2を特徴づけるα相および主相であるβ相のキュリーポイントはそれぞれ40~60℃、425~445℃にあることがわかる。いずれも、場所による違いは25℃以下と小さく、キュリーポイントは安定した特性であるといえる。ただし、hpm2には560℃付近のキュリーポイントをもつβ

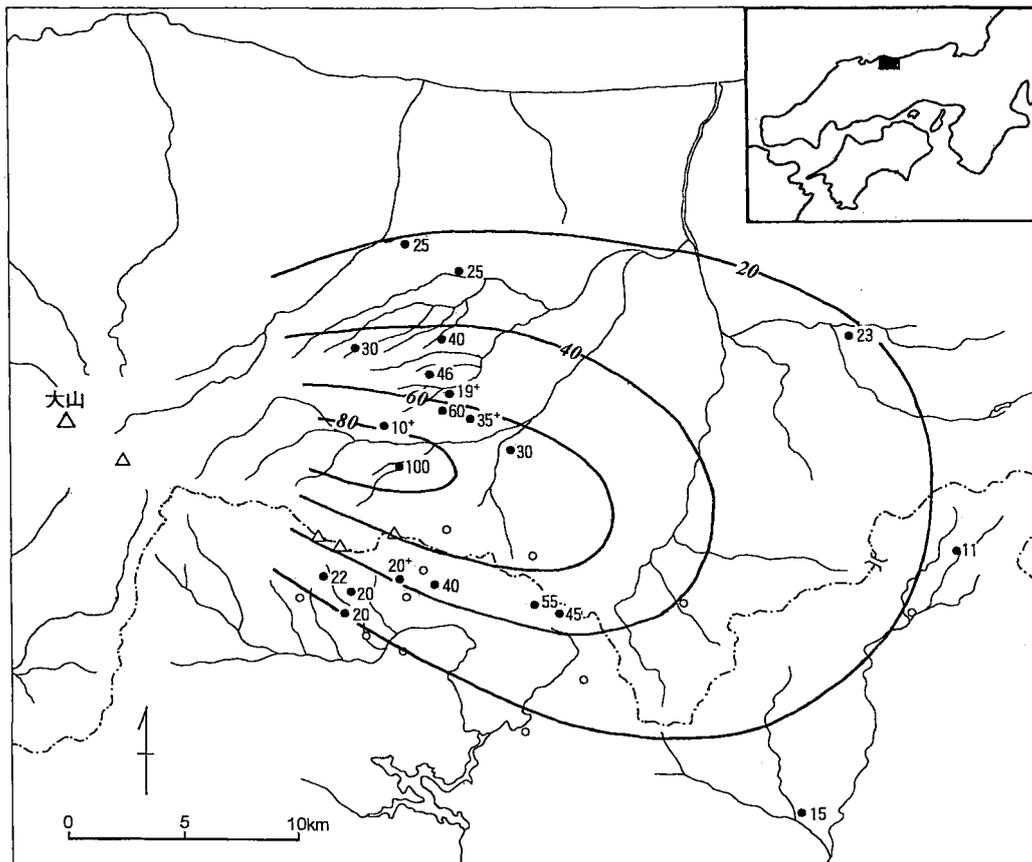


第4図 主要露頭の柱状対比図(露頭の位置は第1図)

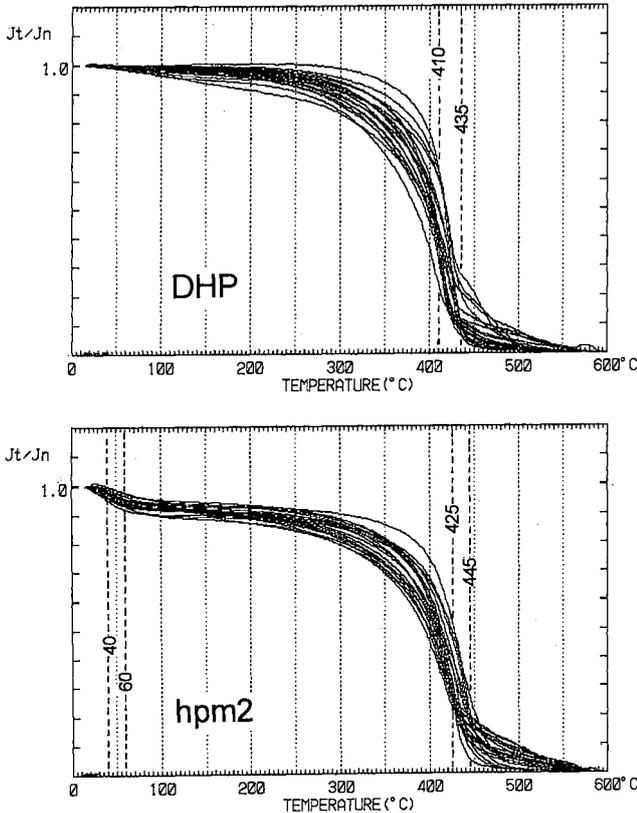
A: クロボク, B: ローム, C: 赤色化ローム, D: 火山灰, E: 火山砂, F: 粗粒・細粒火山砂薄層の互層, G: 軽石, H: 凝灰角礫岩, I: シルト, J: 砂礫, K: クラック



第5図 大山蒜山原軽石 (DHP) の分布 (数字は層厚 (cm))



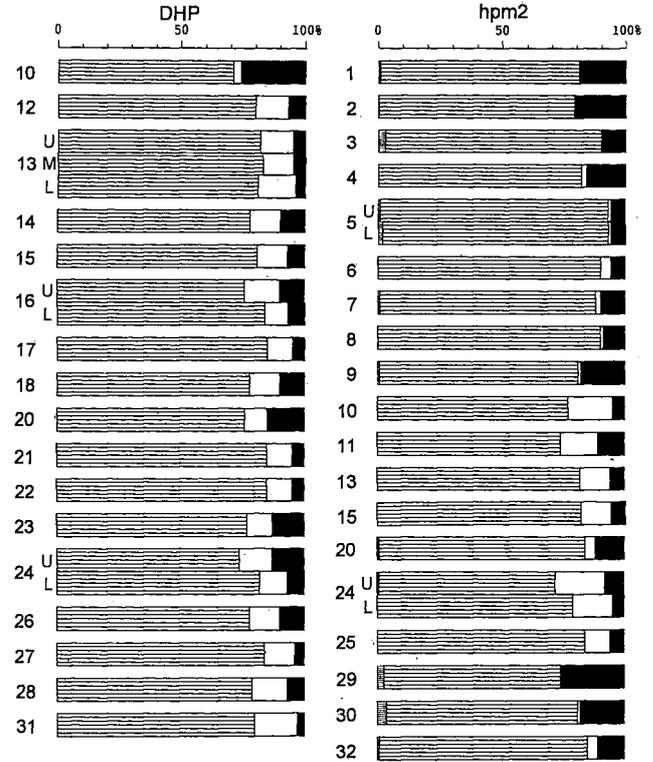
第6図 hpm2 軽石の分布 (数字は層厚 (cm))



第 7 図 全試料中の強磁性鉱物の熱磁化曲線

相がわずかに伴われることが多いが、これは試料によっては全く検出されない場合もある。

DHP の重鉱物組成は、Loc.10 以外では場所による大きな相違はない。Loc.10 は、前述のように DHP の分布北限にあたっており、そこでは DHP は層厚が薄く著しく風化している。このため、風化に強い鉄鉱物の含有率が相対的に増加し、逆に斜方輝石のそれが低くなって、他地点の DHP の重鉱物組成とは異なるようになったものと考えられる。いっぽう、hpm2 の重鉱物組成は、DHP の場合よりも場所による組成のばらつきが大きい。とくに斜方輝石は 20% を越えるものから全く検出されないものまでである。この場合、斜方輝石が低率であると鉄鉱物は高率となる傾向が認められ、このような大きなばらつきも風化現象に起因するものと考えられる。すなわち、斜方輝石の含有率が高い Loc.13,15,24,25 はいずれも、hpm2 が直上の DBP に被覆される地点にあたり、Loc.10 では層厚が厚く礫層に直接覆われている。これに対して、斜方輝石含有率が低いかあるいは全く検出されない他の地点では、DBP を欠いて hpm2 はより上位のテフラに覆われている。後者のような地点では、hpm2 が地表にあった期間が長く、したがって前者の場合よりも強く風化したものであろう。hpm2 の本来の重鉱物組成は、角閃石 70% 程度、斜方輝石 20% 程度、鉄鉱物



第 8 図 全試料の重鉱物組成 (数字は第 1 図に示した露頭番号、凡例は第 3 図) U: 上部, M: 中部, L: 下部

10% 程度でこれにごくわずかなカミングトン閃石が伴うものと考えられ、検出されないことの多いわずかなカミングトン閃石を除けば DHP の組成と大差ないことになる。

5. ま と め

- 1) 模式地 (岡山県北部蒜山原) の大山蒜山原軽石 (DHP) と、鳥取県倉吉市大河内で DHP に対比された軽石層 (hpm2) は、それぞれに含まれる強磁性鉱物の熱磁化特性が明らかに異なり、両者は別のテフラである。
- 2) DHP は、下位の大山別所軽石 (DBP) と上位の三瓶木次軽石 (K₃) との間にはさまれ、大山下部火山灰の構成層として大山の南東域ではその基底に位置している。分布主軸は大山から東南東方向にのび、南北方向の分布幅はせまい。
- 3) hpm2 は、岡山県北部では DHP の下位 2 枚目、すなわち DBP の直下に位置するが、DHP も DBP も分布しない鳥取県内では、K₃ やその上位の大山生竹軽石 (DNP) などの大山下部火山灰に直接覆われる。大山からやや南によった東方に分布主軸がのび、南北方向には蒜山原から倉吉市北部まで追跡できる。このように hpm2 の分布幅は DHP のそれより明らかに広い。
- 4) DHP と hpm2 の熱磁化特性 (強磁性鉱物のキュリー

ポイント)は、分布位置による値の変動が少なく、それぞれのテフラ内で水平的によく安定している。これに対して、重鉱物組成は風化の影響を強く受け、とくに hpm2 では場所による組成の相違が大きい。

あ と が き

1996年3月30日、土曜の朝というのに研究室の電話が鳴った。鳥根大学からだった。“大西さんが亡くなった…”まったく思いがけない言葉に我が耳を疑った。しかしそれは悲しいことに事実だった。

筆者にとって、大西さん(今までどおりさんでよばせていただきたい)は第四紀学の大先輩であった。花粉化石がご専門であったが、もちろん大山のテフラにも精通されていた。どこそこの露頭の下から3番目の軽石は…といった話にもすぐにのっていただける数少ない方だった。ご一緒した海洋研淡青丸での日本海航海、蒜山原や大山など各地を案内していただいた巡検、たくさんの忘れられない思い出がある。無口で取っつきにくいと思う人もいたようであるが、筆者にとっては学問的にも人間的にも尊敬でき、誠に魅力的で身近に感じられる方であった。大山テフラについてももっといろいろご意見を伺っておきたかったと切に思う。大西さんのご冥福を心からお祈りいたします。

最後になったが、この大西郁夫教授追悼号に投稿の機会を与えてくださった鳥根大学関係者各位に感謝の意を表します。

文 献

蒜山原団体研究グループ, 1975, 岡山県蒜山原の第四系(1). 地球科学, 29, 153-160.
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. 地学雑誌, 88(5), 33-50.
町田 洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 276p.
岡田昭明, 1983, 大山火山灰層の層序—とくに強磁性鉱物のキュリーポイントによる最下部火山灰の対比—. 鳥取大学教育学部研究報告, 自然科学, 32, 39-51.
岡田昭明・谷本慎一, 1986, 大山下部火山灰から新たに発見された2枚の降下軽石層について. 鳥取大学教育学部研究報告, 自然科学, 35(1-2), 33-42.
岡田昭明, 1988, 中国・近畿地方における第四紀広域テフラの層序と分布. 昭和62年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書, 14p.
岡田昭明・谷口 恵・木下直美, 1990, 模式地における大山最下部火山灰層中の強磁性鉱物の熱磁気特性. 鳥取大学教育学部研究報告(自然科学), 39(2), 143-160.
岡田昭明, 1994, 大山上部火山灰と始良 Tn 火山灰に含まれる強磁性鉱物の熱磁化特性, 第四紀, 26, 5-16.
岡田昭明, 1996, 恩原遺跡の火山灰層. 稲田孝司編「恩原2遺跡」, 岡山大学文学部考古学教室, 238-246.
佐治孝弑・田崎和江・赤木三郎・麻田 齊, 1975, 大山火山降下堆積物の層序とその特徴. 地球科学, 29, 199-210.
津久井雅志, 1984, 大山火山の地質. 地質学雑誌, 90(9), 643-658.
植村善博, 1988, 丹波高地西南部, 三峠断層系の断層変位地形. 地理評, 61, 453-468.
横山卓雄・竹村恵二・檀原 徹, 1984, 蒜山地域の火山灰・軽石層のフィッシュン・トラック年代と旧石器包含層の関係. 古文化財編集委員会編「古文化財の自然科学的研究」. 同朋舎, 952-959.