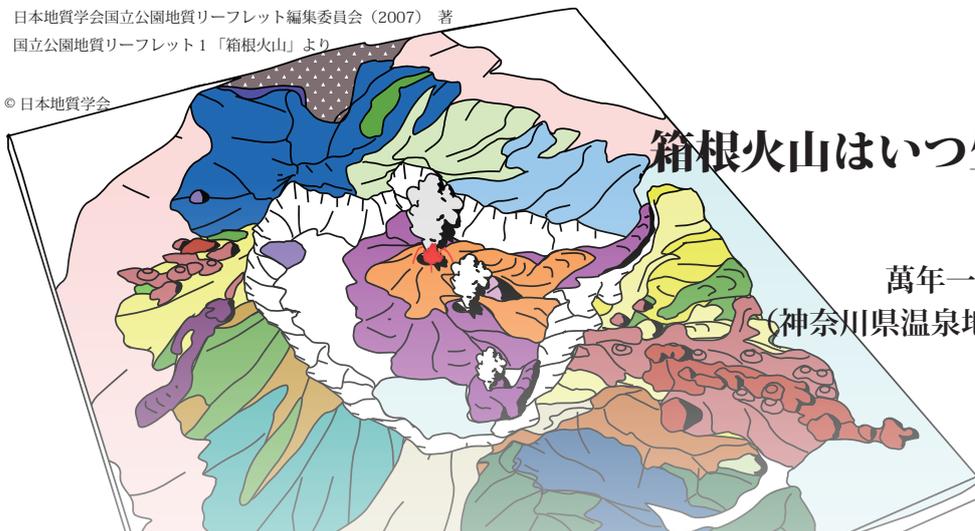


日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会 (2007) 著
国立公園地質リーフレット 1 「箱根火山」より

©日本地質学会



箱根火山はいつ生まれたか？

萬年一剛

(神奈川県温泉地学研究所)

2012年に日本ジオパークに認定された箱根ジオパーク。ジオパークでは民間のガイドさんがいろいろな見所を観光客の皆さんに解説してくれます(写真1)。箱根ジオパークの場合、こうしたガイドさんはもともと、歴史や文化、動植物に詳しい方が多く、地質や地形などジオパークの認証に必要な知識を研修で学んでいただいていたのですが、そのとき難所になったのは「箱根火山がいつ生まれたのか」という問題でした。

この問題、一般の方はとても興味を持たれるところです。ですから観光客の皆さんのそうした質問に、ガイドさんが「〇〇万年前ですよ」といったすっきりとした解答をしたいとお考えになるのはよくわかります。でも〇〇万年前とすっきり答えるのは結構難しいのです。今回は、現在の研究の最前線を見た上で、「箱根火山はいつ生まれたのか」という問いに、どうやって答えられるかをお話しします。

■火山灰から考える

最近の箱根火山は溶岩だけを噴出していますが、ごく最近を除くほとんどの時期で、溶岩以外に大量の火山灰を噴出していたことがわかっています。ですので、箱根周辺の古い地層をさかのぼって見ていけば、箱根火山が噴出した最も古い火山灰が見つかるはずですよ。

この作戦はなかなか良いように思えます。実際、箱根火山が噴出した最も古い火山灰の層として、なんとも変な名前ですが「下倉田ガラパミ」というあだ名がついたものがあります(関東第四紀研究会, 1974)。この火山灰層は、相模層群屏風ヶ浦層という横浜に分布する地層に挟まっていて、年代は50万年前くらいと考えられます(写真2)。

これで一件着落としたいのですが問題があります。実は相模層群屏風ヶ浦層よりも古い、二宮層群(二

写真1 ガイド講座の様子 [2012(平成24)年10月22日撮影。
西湘地域県西総合センター提供]



宮町周辺に分布) や上総層群(三浦半島から房総半島にかけて分布)に、箱根火山が噴出するものと似た火山灰がたくさん含まれているのです(笠間, 2008)。

火山灰には一目見て「あっ! 〇〇火山の××火山灰だ」と見分けがつくような特徴がある場合もあります。しかし、そういうのはごくまれです。箱根の火山灰に似た火山灰は

いくらでもあるのです。ですから火山灰から見た結論は、「50万年前くらいまでさかのぼれるかもしれないがよくわからない」ということになります。

■地質調査から考える

箱根火山は地形的に見るとずいぶん古い火山だと言うことが推測できます。というのは、浸食によって深



写真2 「下倉田ガラパミ」の拡大写真。軽石がたくさん入っている。画面中央左の円盤は1円玉（直径2cm）[1997（平成9）年5月29日撮影。笠間友博学芸員提供（生命の星・地球博物館）]

表1 カリウム-アルゴン法による箱根火山群の主な溶岩の年代（袴田ほか, 2005）

	採取した溶岩	年代	備考
湯河原火山	鞍掛山の岩脈*	約38万年前	箱根ターンパイク十国峠線沿い
	天閣台の溶岩	約32万年前	箱根ターンパイク沿い
外輪山	金時山山頂の岩脈	約20万年前	金時山本体はもう少し古い？
	本小松石	約20万年前	真鶴駅裏
	新小松石	約15万年前	真鶴半島南岸
	幕山	約14万年前	幕山公園西側岩壁
前期中央 火口丘	碓氷峠	約12万年前	足柄幹線林道沿い
	文庫山	約8万年前	甘酒茶屋前

*袴田ほか(2005)が分析した溶岩の中で最古。

い谷が刻まれているからです。谷が刻まれているということは昔の噴出物が谷底に現れている、ということを示しています。富士山みたいに若い火山だとほとんど谷がないので、古い溶岩を手に入れるのは難しいで

すが、箱根では比較的簡単にできそうです。

箱根くらいの年代の火山だと、多くの場合年代測定にカリウム-アルゴン法という年代測定法を用います。温泉地学研究所では1990年と

翌年に、この方法で箱根火山の岩石を多数測定しましたが、結果的には40万年前より古い岩石は見つかりませんでした（表1；袴田ほか, 2005）。

一方、別の研究では65万年前の



写真3 箱根火山最古の岩石？ 湯河原市宮下字花咲での温泉掘削コア。メジャーの数字の2付近で採取した岩石の年代測定を実施して75万年前という結果を得た。

岩石があるという主張がされています（平田，1999）。この岩石は、天昭山玄武岩類という名前がついている地層から取ってきたものと言うことです。日本地質学会が出版した一般向けの地質図では、箱根の活動開始時期として、この年代を取っています（日本地質学会編，2007）。しかし、この数値を得た岩石がどこで採取されたのか、論文では示されていないという問題があります。

地質を研究して地質図を作る国の独立行政法人である産業技術総合研究所（産総研）は、最近になって熱海図幅の改訂を行いました（及川・石塚，2011）。産総研は全国を国土地理院発行の5万分の1地図と同じ範囲に区切って、地質図を作っています。熱海図幅は国土地理院5万分の1の「熱海」と同じ範囲の地質図です。

熱海、ということなんとなく箱根っぽくありませんが、この図幅には湯河原も入り、熱海図幅の地上部分は、北側3分の1くらいが箱根火山で占められているのです。この地質図を作る調査の時、天昭山玄武岩類の測定も実施されましたが、65万年前という値は変質した岩石からでるようで、新鮮な岩石では40万年前から30万年前に集中することがわかりました。

こういうわけで、箱根ジオパークの幹事会では箱根火山の活動開始時期について、約40万年前ということにして、パンフレットや看板などの作成にはこの値を用いることになりました。

40万年前？

■ボーリング調査から考える

1. 箱根北部

箱根火山の近くでは、近年深いボーリングが行われるようになってきました。中でも画期的だったのは、2003年に山北町丸山で行われた、山北南観測井の掘削です（図1）。これは、この地域の断層を調査することを目的に、オールコアリングと言って掘削の全長で試料採取を実施したものです。最近の温泉掘削では工期短縮のため、コアを取る方法による掘削はほとんど実施されません。ですからこれは貴重な掘削でした。

山北は箱根とちょっと離れているようにも見えますが、川が箱根から岩石を運んでくるので、広い意味で箱根の裾野みたいなところですよ。こ

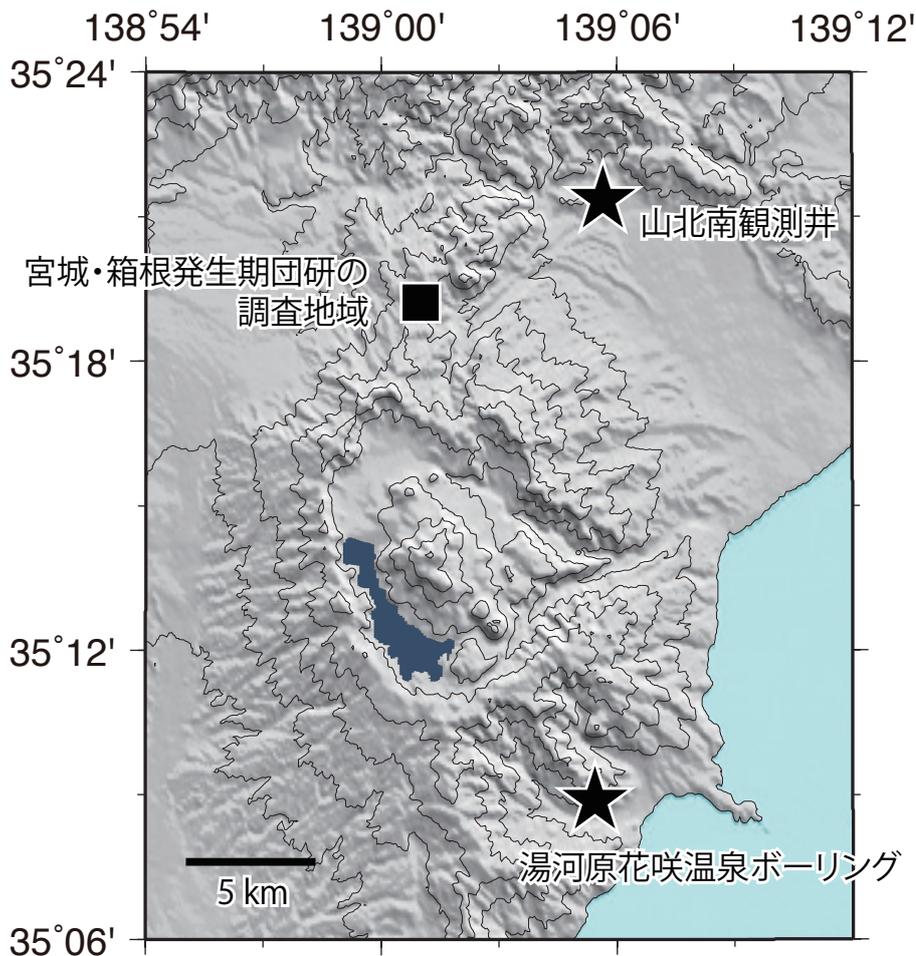


図1 箱根と周辺の地形図。箱根の古い噴出物が見つかった場所とボーリング地点を示す。

35万年前?

ここで掘削して一番深い所で見つかる箱根火山の岩石は、箱根火山が出来た頃の岩石といえるかもしれません。

実際に測定をしてみた結果、深さ600m付近（海面下約450m）で、カリウム-アルゴン年代測定法により約32万年前の箱根火山の岩石が、その下に阿蘇Iテフラという、阿蘇火山がカルデラを最初に作ったときの火山灰（28-25万年前）と、加久藤テフラという現在の霧島火山の地下に埋まっているカルデラ火山から来た火山灰（34-33万年前）が見つかっています（柳沢ほか、2005）。この結果を見ると、およそ32万年前に箱根火山の活動が始まったと言えそうです。

箱根北部ではこのほか、高校の先生など熱心な在野の地質研究者の調

査により研究がされています（宮城・箱根発生期団研、2009）。これによれば、足柄峠の北では、足柄層群という箱根ができる前の地層の上に、大沢層と呼ばれる主として箱根の噴出物からなる地層があり、その中に北アルプスにあった火山からもらされた八王子黒雲母軽石（TE-5）という火山灰が見つかったということです（図1）。大沢層は、この付近ではかなり古い箱根の噴出物と言えます。TE-5は35万年前頃の噴出物なので（町田・新井、2003）、箱根の始まりも35万年前頃と言えます。

このように、箱根火山の北部では35～32万年前に噴出した箱根火山の岩石が見られるが、それ以前はよくわからない、つまり箱根火山が形成されたのは35～32万年前頃では

ないか、ということが言えそうです。

2. 箱根南部

最近はかなり下火になりましたが、箱根南部では、バブル期以降、深さ1000mを越えるような深い穴を掘って温泉を掘り当てる「大深度掘削」がいくつか行われました。地下深くの岩石というのは地熱の影響で変質していることが多く、年代測定に不向きな場合が多いのですが、たまたま湯河原町宮下字花咲で掘削されたコアでは（湯河原花咲温泉ボーリング：図1）、深さ547.5m（海面下362.5m）で得られた溶岩からアルゴン-アルゴン年代測定法により約75万年前という年代が得られています（写真3；山下ほか、

75 万年前？

2006)。これは、箱根火山の岩石として報告されている年代としてはもっとも古いものになります。

それなら、これを箱根最古の溶岩とすれば良さそうなものです。しかし、75 万年前から、箱根火山の溶岩がたくさんあらわれだす 40 万年前まで、箱根火山は何をやっていたのかという問題が生じます。もし、75 万年前から 40 万年前までの 35 万年間、ずっとお休みをしていたと言うことになると、「75 万年前の火山と、40 万年前より新しい箱根が本当に同じ火山か？」という問題が生じてきます。

全部コアが取れていれば、もうちょっと様子がわかって良かったのですが、これは温泉掘削の井戸。浅い部分はコアをとらない方式の掘削だったのです。そういうわけで、湯河原地域で 75 万年前から現在まで、どのような火山活動があったのか、よくわかっていません。

また、化学組成を測ってみると、この 75 万年前の岩石は「カルクアルカリ型」というタイプの岩石に分類されることがわかりました。一方、箱根の 40 万年前の岩石は「ソレアイト型」と呼ばれるタイプの岩石です。化学組成から見るとこの 75 万年前の岩石が、40 万年前の箱根の噴出物と似ているとは言い切れないのです。そのようなわけで、75 万年前の岩石を、箱根火山の噴出物と見なして良いのか、あるいは別の古い火山が箱根の下にあるのかという問題には、決着がついていません。

3. 箱根の中心部

これまで箱根火山の端っこでの年代測定の話ばかりしてきましたが、箱根中央部はどうなっているのでしょうか？ 確かに箱根カルデラの

中には温泉ボーリングがたくさんあり、地質試料も豊富にあるのですが、箱根温泉は比較的地下の浅いところにあるので、海面より下まで掘り下げるといえるケースはほとんどありません。現在のところ、箱根火山の噴出物は海面の深さくらいまでは続いていることがわかっていますが、それより深いところがどうなっているかはよくわからないのです。

加えて、箱根火山中心部の地下では、温泉の作用によって岩石の変質が進んでいます。そのようなわけで、年代測定に向けた試料も今のところ得られていません。そういうわけで、箱根中心部のことはよくわからないのです。

■消えた湯ヶ島層群

最後に、ちょっとだけ脱線しますが、年代測定技術が進歩したことで、箱根を研究する人たちの考え方が大きく変わった実例の一つ、お示ししたいと思います。

年代測定に使われるカリウム-アルゴン法は 1950 年代に実用化された技術です。しかし、若い岩石では崩壊によって生じるアルゴンの量が少なく、とくに箱根はカリウムの含有量が低いために、利用できるようになったのは 1990 年ごろからでした。それまでは伊豆半島の地層との比較で、「見た目」で時代を決めていました。普通、地質学では年代を決めるのに化石を使うのですが、箱根地域は化石がほとんど出ないのです。年代測定が出来るようになって、箱根のイメージはがらりと変わりました。

最近、特に大きく考え方が変わってしまったのが湯河原地域の地質です。従来、湯河原地域には「湯ヶ島層群」という地層が露出していると考えられていました。湯ヶ島層群とは、伊豆半島中部の湯ヶ島を模式地

(=地層に名前をつけるときに、その地層が見られる代表的なところとして指定された場所)とする地層で、変質して緑がかっている、海底火山の噴出物と考えられる地層です。たとえば、湯河原の観光名所である不動滝でみられる地層は湯ヶ島層群として説明されてきましたし、湯河原温泉は湯ヶ島層群の亀裂に溜まった温泉と考えられていました。

湯ヶ島層群は含まれる化石から、いまから 1000 万年以上前の中新世と呼ばれる時期の地層と考えられていました。ところが、先ほど書いたように湯河原の海面下 362.5m で、75 万年前という値が得られたので、地上の不動滝など、湯ヶ島層群とされて来た地層は、当然それより新しいということになりました。産総研の熱海図幅は、湯河原地域の湯ヶ島層群とされて地層が、すべて湯河原火山という火山の噴出物であると考えました。箱根火山は、最近の研究でたくさんの火山の集合体という説が有力になり、専門的には「箱根火山群」と呼ばれるようになってきましたが、湯河原火山は、この箱根火山群を構成する火山の一つです。

■箱根火山がいつ生まれたか

以上のように、「箱根火山がいつ生まれたか」と一口にいっても、調べ方はいろいろあり、少しずつ違う結論が出ていると言うことがおわかり頂けたでしょうか。現時点で私なりの回答を述べると「今、地表に見えている箱根火山の噴出物はほとんど 40 万年前以降のもので」ということになります。しかし、もう少しロマンが欲しいという場合には、「箱根火山とつながりがあるかどうかよくわかりませんが、地下にはもっと古い溶岩があり、75 万年前という測定結果もあります。火山灰も箱根産のものと同様のものが 50 万年

前より古い地層の中から見つかっています」と言うところでしょうか。

いずれにしても、「箱根が生まれたのは約 40 万年前」というのは「めやす」みたいなもので、これを暗記して、来る人みんなを捕まえて教えてあげなくてはいけない数字とは思いません。具体的な数字よりも、どういう理由でそういう値が出ているのか、そこに注目して頂ければ、大変嬉しいです。

文献

袴田和夫・杉山茂夫・今永勇・萬年一剛・大木靖衛, 2005, 箱根火山の K-Ar 年代. 火山, 50, 285-299.

平田由紀子, 1999, 箱根火山の発達

史. 神奈川博調査研報(自然), 9, 153-178.

関東第四紀研究会 (Kanto Quaternary Research Group), 1974, 横浜付近の第四系に関する諸問題 (1). 地球科学, 28, 155-171.

笠間友博, 2008, 大磯丘陵, 多摩丘陵に分布する箱根火山起源のテフラ. 神奈川博調査研報(自然), 13, 111-134.

町田 洋・新井房夫, 2006, 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.

宮城晴耕・箱根発生期団研グループ, 2009, 箱根火山の基盤と発生期の火山活動. 地学団体研究会総会シンポジウム要旨, 63, 48-49.

日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会, 2007, 1. 箱根火山. 日本地質学会.

及川輝樹・石塚 治, 2011, 熱海地域の地質 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 61.

山下浩之・萬年一剛・川手新一・笠間友博・平田大二・蛭子貞二・谷口英嗣, 2008, 箱根火山基盤岩類の再検討. 神奈川博調査研報(自然), 13, 135-156.

柳沢幸夫・渡辺真人・高橋雅紀・田中裕一郎・木村克己・林 広樹. 大都市大震災軽減化特別プロジェクト I 地震動 (強い揺れ) の予測「大都市圏地殻構造調査研究」平成 16 年度 成果報告書, 338-358.

35 万年前?

40 万年前?

75 万年前?