

## 神戸層群の年代を調べる

半田久美子（兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員）

### はじめに

神戸市須磨区から三田盆地にかけての地域には神戸層群とよばれる厚い地層が分布し、大きく3つの層に区分されています（図1）。厚さ800m近い泥層・砂層・礫層からなり、植物化石を含む凝灰岩をいくつも挟みます。神戸地域の神戸層群の最下部の泥層からは、汽水域～海域に生息する貝の化石も発見されています。

1985年頃までは、神戸層群の年代は、植物化石や貝化石の研究から新第三紀中新世中ごろのおよそ1500万年前と考えられていました。ところが凝灰岩の年代測定をしたところ3000万年前より古い年代が続々と得られ、新第三紀ではなく古第三紀の漸新世（約3400～2300万年前）である可能性が出てきました。そこで植物化石や貝化石を再検討したところ、古第三紀に見られる分類群が含まれることがわかったのです。2000年には神戸層群の吉川層下部（図1）ではほ乳類化石が発見され、漸新世よりもさらに古い古第三紀始新世終わりの、およそ3800万年前であることが示されました。

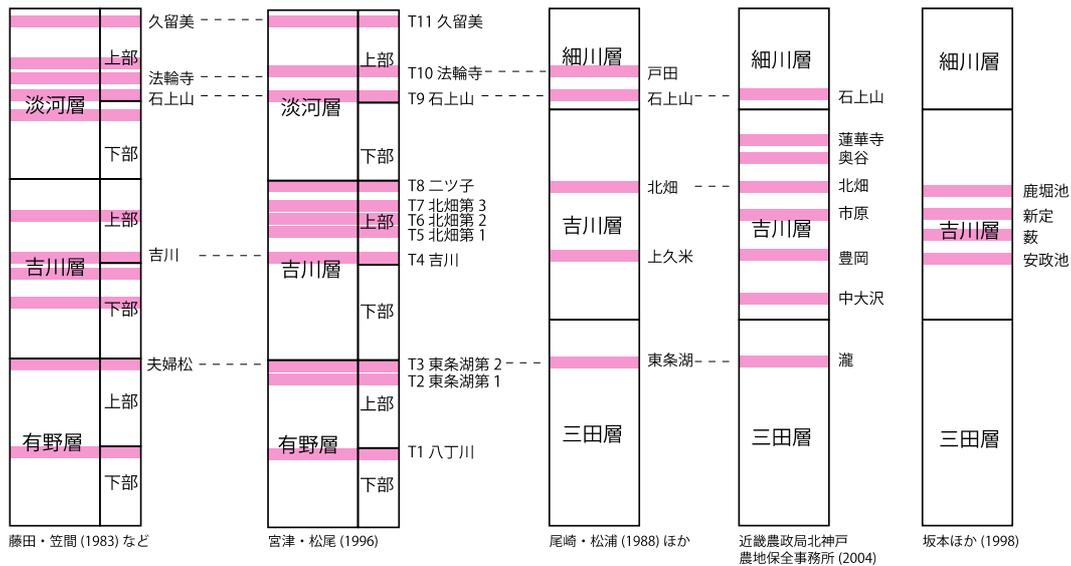


図1 三田盆地に分布する神戸層群の層序区分と凝灰岩の対比  
ピンク色の太線が凝灰岩。

### これまでに調べられた年代測定値

3800万年前は吉川層のほ乳類化石が産出した層準の年代と言えます。それでは神戸層群全体の年代はいつ頃なのでしょう。これまでに調べられた年代測定値を図2に示します。左から右に向けて、下位の凝灰岩から順に年代測定値を並べました。左端の東条湖凝灰岩が一番古く、右端の久留美凝灰岩が一番新しい年代値になることが期待されるのですが、3800万年前から3000万年前までの間に不規則に散らばっているように見えます。ここで注目してほしいのが、年代測定の方法が3種類あることです。青色の四角で示したフィッショントラック (FT) 年代の中央値に着目すると、3800万年前から3000万年前、つまり始

新世末から漸新世初めを示しています。ところがオレンジ色の三角形で示したカリウム・アルゴン (K-Ar) 年代と赤色の逆三角形のアルゴン・アルゴン (Ar-Ar) 年代は、これよりも古く 3800 万年前から 3600 万年前の始新世を示しており、漸新世にはかかっていません。なぜこのよう違いが見られるのでしょうか。

それぞれの測定方法には、次のような違いがあります。FT 年代測定法は、ジルコンなどの鉱物中に残されたウラン ( $^{238}\text{U}$ ) 核分裂の痕跡を測定する方法です。比較的低温 (100~250°C) で痕跡が消えるため、マグマから晶出した鉱物がそれ以下に冷却されてからの年代 (火山岩の場合は噴火年代) がわかります。神戸層群ではジルコンの結晶で測定されています。K-Ar 年代測定法と Ar-Ar 年代測定法は、カリウム ( $^{40}\text{K}$ ) が放射壊変してアルゴン ( $^{40}\text{Ar}$ ) になることを使って、マグマ中で結晶が晶出し、約 400°C 以下に冷却してからの年代を測定します。カリウムはいろいろな鉱物に含まれるため、多くの鉱物に適用できるのが特徴です。神戸層群では黒雲母の結晶で測定されています。測定方法や測定に用いた鉱物が異なるために、図 2 に示すような年代値の違いが出ているのかもしれない。

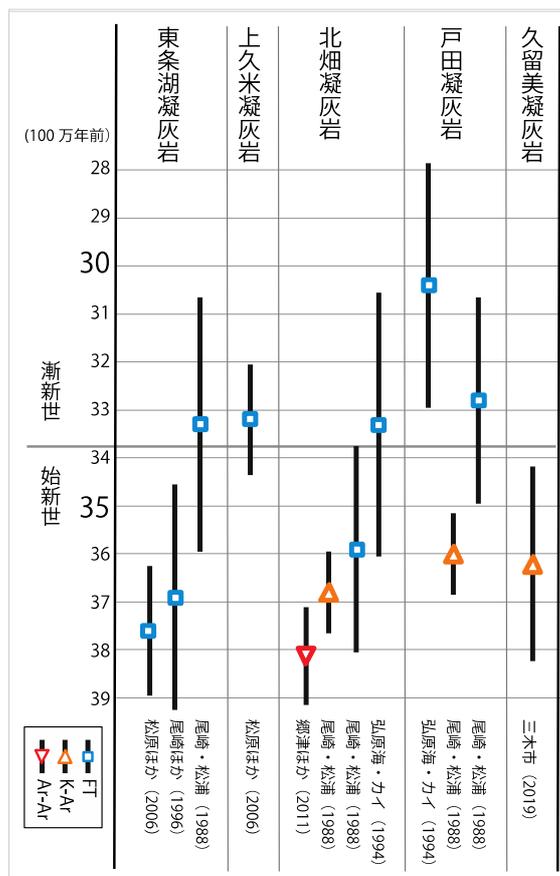


図 2 三田盆地に分布する神戸層群の凝灰岩の年代測定値

□・△・▽は年代値の中央値を、黒線は年代値の誤差で 1 標準偏差を示す。

### 同じ鉱物を 2 つの方法で年代測定

この問題を解決するために、FT 年代とウラン鉛 (U-Pb) 年代測定という 2 つの方法を、ジルコンという鉱物を用いて同時に行うことにしました。U-Pb 年代は、ウラン ( $^{238}\text{U}$  や  $^{235}\text{U}$ ) の原子核が放射壊変して最終的に鉛 ( $^{208}\text{Pb}$ ) になることを用いた年代測定法で、ジルコン結晶が晶出した年代がわかります。この方法は測定誤差が 1~数% (2 標準偏差) と小さく、精度の高い年代値が得られます。同じジルコン粒子で 2 つの方法を実施することで、U-Pb 年代からジルコンが晶出した年代 (噴火年代の下限) が、FT 年代から噴火年代が測定でき、両者の重なり方からより正確な噴火年代が推定できるわけです。

そこで年代測定に適したジルコンを含む凝灰岩をさがしました。これまでに報告のある凝灰岩と神戸層群の層序区分を図 1 に示します。最も下の「八丁川凝灰岩」を三田市西相野で調査したところ、風化しており新鮮な試料が得られませんでした。そこでひとつ上の東条湖凝灰岩を東条湖岸で採取しました (図 3)。最上部の細川層については、久留美凝灰岩の分布する三木市久留美付近の美囊川と志染川の合流点付近で凝灰岩の調査を行なっています。地層の走向・傾斜を測定して上下関係を調べますが、この付近では地層がほぼ水平に分布しているだけでなく部分的にうねりが見られるため、離れた地点で見つけた凝灰

岩の上下関係の判定が難しいです。東条湖凝灰岩と久留美凝灰岩の年代測定でどのような結果が出るか、今から楽しみです。

### 始新世／漸新世問題

ところで神戸層群の年代が始新世の3600 万年前まででも漸新世の3000 万年前まで続いても、あまり違いがないように思うかもしれません。ところがこの間に地球規模の大きな寒冷化がありました。そもそも始新世(約5600~3400 万年前)のはじめは約6600 万年前以降の新生代の中で最も気温が高くなった時期です。その後の始新世中期にも気温の高い時期があり、北海道までサバリテスというヤシ類の葉の化石が見つっています。そして始新世後期に一転して寒冷化が進み、漸新世には南極に氷床が形成されました。

この始新世中期の高温期や始新世末の寒冷化のようすを神戸層群が記録しているのかどうか、明らかにしたいのです。神戸層群では、下部に当たる三田層の東条湖凝灰岩から産出する植物化石は全縁といって葉の縁にギザギザのない種類が多く見られ(図4左)、暖かい気候であったことが推定されます。しかし、東条湖凝灰岩より上位では、葉の縁にギザギザのある鋸歯縁を持つ種類が増加します(図4右)。神戸層群の各層の年代が明らかになれば、当時陸続きであったロシアや中国の植物群との比較も詳細にできそうです。

### さいごに

年代のほかにも問題が残っています。三田盆地の凝灰岩の対比(図1)がまだ十分正確ではないのです。東条湖凝灰岩と石上山凝灰岩の対比は研究者間で見解がほぼ一致していますが、その間の吉川層の凝灰岩の対比にはいろいろな説があり、細かく検討していくとつじつまが合わないのです。この原因には、似たような層相(顔つき)の凝灰岩が多いこ



図3 東条湖南岸の東条湖凝灰岩



左 ミフクラギ属の一種(キョウチクトウ科)  
長さ:18cm、採集地点:東条湖、  
資料番号:D1-009144/堀コレクション  
右 ケヤキ属の一種(ニレ科)  
長さ:6cm、採集地点:神戸市西区、  
資料番号:D1-016794/高岡コレクション

図4 神戸層群から産出した葉の化石

と、鍵になる特徴的な層がないこと、側方に変化すること、ほぼ水平に分布するがうねりや地滑りによるずれがあることなどがあげられます。大きな露頭ができて凝灰岩の上下関係を直接確認できるとよいのですが、そううまくはいきません。まだまだ先は長そうですが、いずれは神戸地域の凝灰岩との対比もできることを目指して調査を続けたいと思います。

### 参考文献

- 郷津 知太郎・谷 保孝・竹下 浩征・兵藤 博信 (2011) 神戸層群北畑凝灰岩に含まれる軽石中の黒雲母の  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定. 地質技術, 1 巻, 19-25.
- 松原尚志・三枝春生・加藤茂弘・岩野秀樹 (2006) 兵庫県三田地域における古第三系神戸層群の哺乳類化石産地層準の F-T 年代. 日本地質学会学術大会講演要旨集. 113 : 67.
- 尾崎正紀・松浦浩久 (1988) 三田地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の1 地質図幅), 地質調査所, 93 p.
- 尾崎正紀・松浦浩久・佐藤喜男 (1996) 神戸層群の地質年代. 地質学雑誌, 102, 73-83.
- 阪本龍馬・岩田英明・竹村厚司・西村年晴 (1998) 兵庫県加東郡東条町南西部における古第三系神戸層群の岩相層序および地質構造. 人と自然, 9, 9-18.
- TSUBAMOTO, T., MATSUBARA, T., TANAKA, S. & SAEGUSA, H. (2007) Geological age of the Yokawa Formation of the Kobe Group (Japan) on the basis of terrestrial mammalian fossils. Island Arc, 16, 479-492.
- 弘原海清・ギェム ヴ カイ (1994) 神戸層群凝灰岩のジルコン・フィッシュョントラック年代. フィッシュョン・トラックニュースレター, 7, 38-39.