

## 古第三紀田万川コールドロンの巡検ガイド

今岡照喜\*

### はじめに

田万川コールドロンは、山口県北東部の阿武郡田万川町、須佐町および島根県益田市にまたがって分布しています。このコールドロンは、新生代の古第三紀（今から約3,000~3,500万年前）の大規模な火山の噴火に関係してつくられたものです。3,000万年前というと、はるか大昔のことに思えますが、地球の歴史からみると、つい最近のことなのです。現在、地球の年齢は約45億年と考えられています。地球が誕生してから、今日までの時間を一年に例えるならば、すなわち、地球が生まれた日が1月1日で、現在が12月31日であるとする、地球上にはじめて生命が誕生したのは、30億年前と言われているので、3月22日となります。はるか昔のことにみえるエジプト文明の繁栄などは、大晦日の23時59分59秒ということになります。田万川コールドロンの形成は12月29日のことなのです。この年末に起こったところの火山の噴火や陥没、深成岩の形成など一連の事件について、野外で岩石などを観察しながらその真相を究明していきたいと思えます。なお、ここでとりあげた露頭の観察地点のうち、B、D、G地点で見られる岩石については新刊「山口県の岩石図鑑」に掲載されています。野外での観察にあたっては、併せて参照されることをお勧めします。

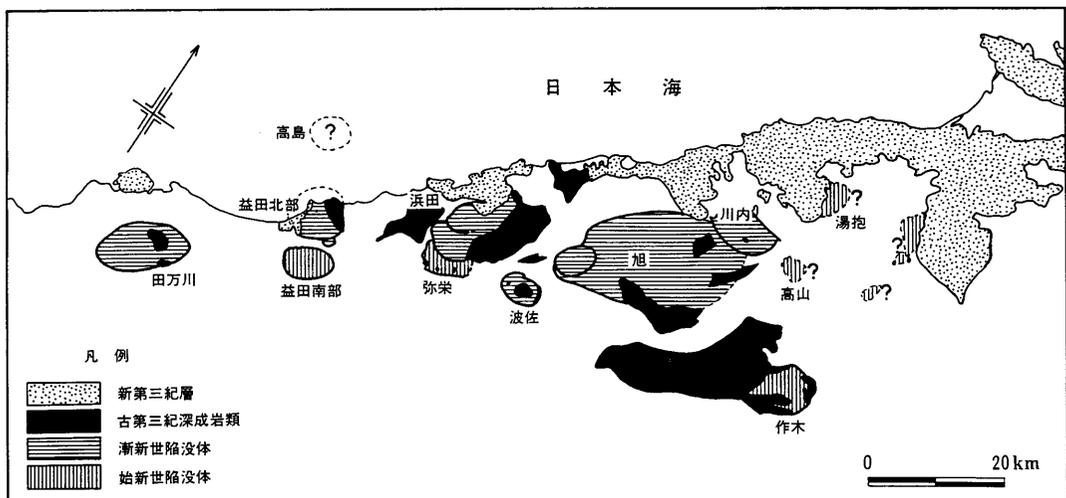


図1 山陰西部地域における古第三紀コールドロンの分布 (今岡, 1986)

\*IMAOKA, Teruyoshi 山口大学教養部地学教室

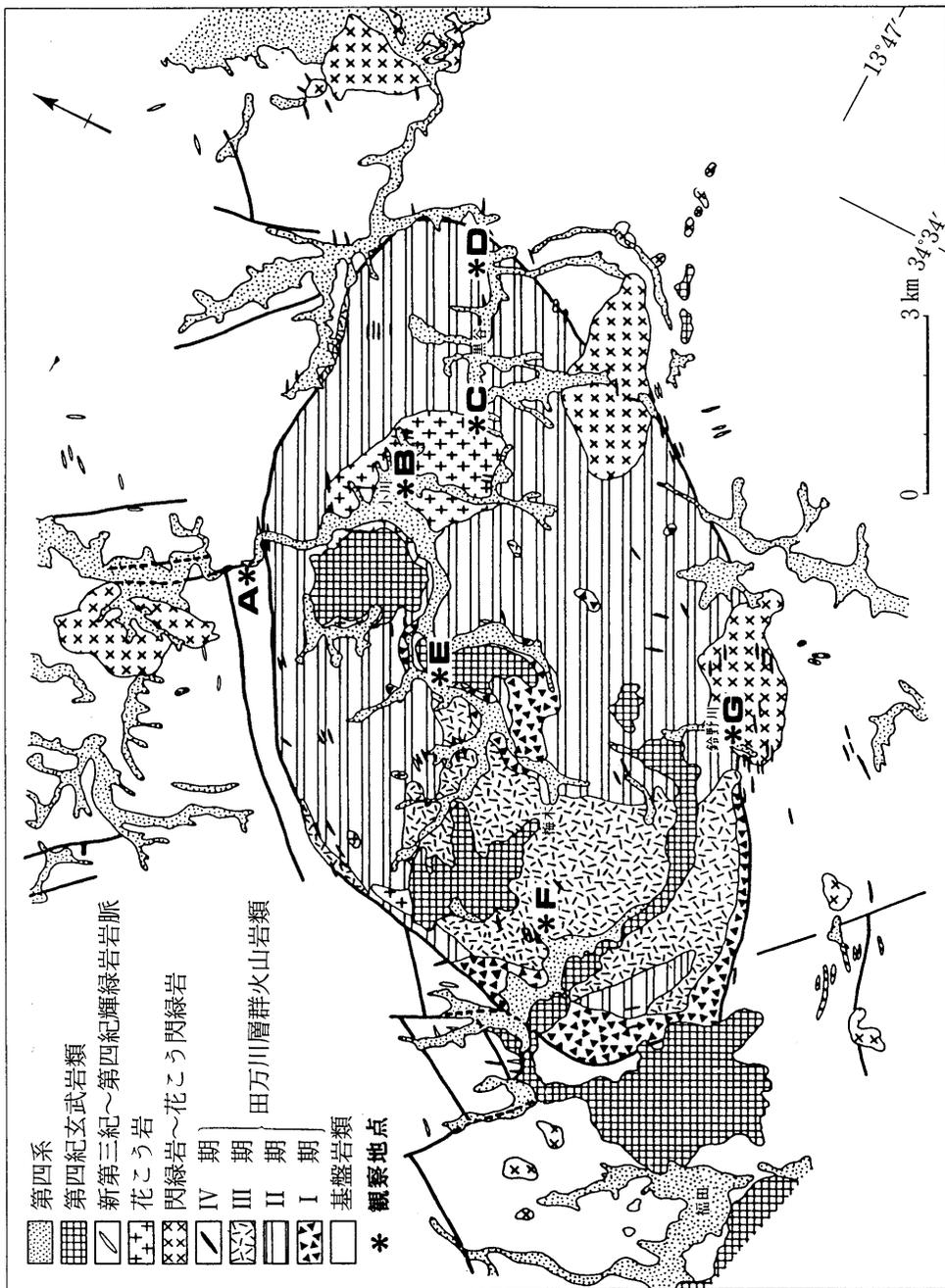


図2 田万川コールドロンの地質図(村上, 1973を簡略化) および露頭の観察地点

本稿は山口県立山口博物館と山口地学会の共催によって1990年10月7日に行われた第51回地質めぐり「田万川町の岩石観察会」の時に作成した資料に若干の加筆・修正を行ったものです。露頭観察地点の決定には山口県立山口博物館の橋本恭一学芸員を煩わしました。記して感謝の意を表します。

### コールドロン vs. カルデラ

コールドロンとカルデラの用語はしばしば混同して用いられるので、本論に入る前にその定義を明確にしておきたい。コールドロン (cauldron: 大釜, 大なべの意) は火山性の陥没構造の総称に用いる。この場合、形態、サイズ、陥没地形が残っているかどうか、などは問わない (Smith and Bailey, 1968) が、地質学的に陥没が証明される必要がある。一方、カルデラ (caldera) という用語は、火山性の凹地が地形的に認められる場合に使われ、陥没があったかどうかは問わないのが一般的である。久野 (1954) は、カルデラを円形の凹地形とみなしていたが、カルデラには多角形のものもあるので、やはり形態までは定義に含めないほうがよい。したがって、“カルデラ”が成因を問わずに火山地形について定義されているのに対して“コールドロン”は“陥没”という成因的・構造的定義であるといえよう。

### 田万川コールドロンの概要

山陰西部地域には古第三紀 (約3,000~3,500万年前) に形成されたコールドロンがいくつか分布している (図1)。田万川コールドロンはこれらの西端部に位置している。

田万川コールドロンは、北東-南西方向にのびた径14×7 kmの楕円形をしている (図2)。コールドロンの周囲は古生代や中生代の地層からなっており、コールドロンの内部は、火山岩類 (田万川層群)、半深成岩類、深成岩類から構成されている。

火山活動はI~IV期に区分されている (図2)。I期にはおもに安山岩、II期にはデイサイト質火砕岩、III期には流紋岩質火砕岩の噴出があり、IV期には安山岩の岩脈が貫入している。深成岩類は花崗岩類と閃緑岩~花崗閃緑岩に大別され、前者はおもに陥没体の中央部に、後者はおもに陥没体と基盤

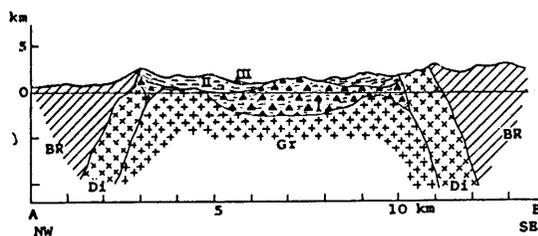


図3 田万川コールドロンの模式断面図

I : I期火山岩類, II : II期火山岩類, III : III期火山岩類  
Gr : 花崗岩, Di : 閃緑岩および花崗閃緑岩, BR : 基盤岩類

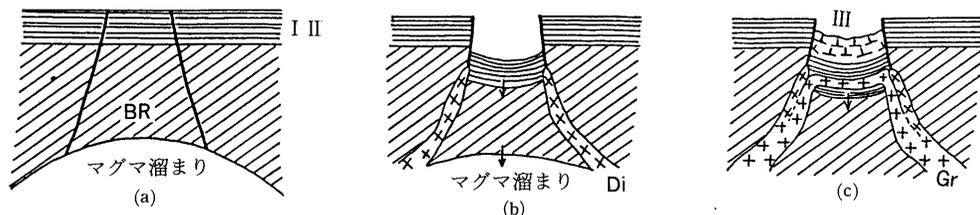


図4 田万川コールドロンの形成過程

- (a) 地下深部からマグマが上昇し、まず安山岩溶岩（I期）を噴出した。引き続きデイサイト質凝灰岩や同質の火山礫凝灰岩（II期）の大規模な噴出が行われた。これらの火山岩の噴出後、環状の割れ目が形成される。
- (b) マグマの噴出によって、マグマ溜まりは空洞になり、支えを失った天井は環状の割れ目に沿ってマグマ溜まりの中へ陥没する。それによって絞り出された閃緑岩マグマはすでにあった弱線（環状の割れ目）に沿って貫入する。
- (c) (b)で陥没したブロックはさらに地下で沈降を続ける。分化した花崗岩マグマが貫入し、マグマの一部は地表にまで達して流紋岩質火砕岩（III期）となって噴出し、一部はカルデラ底で固結し、花崗岩となる。流紋岩質火砕岩の噴出によって、地表は陥没し、盆状構造が形成される。
- I・II：I期とII期の火山岩類，III：III期の火山岩類，BR：基盤岩類，Di：閃緑岩，Gr：花崗岩

岩との境界部に見られる。このコールドロンの模式的な断面図を図3に示す。

#### 田万川コールドロンの形成プロセス

コールドロンに分布する地層や岩石の詳細な研究によって、このコールドロンの形成過程は以下のようになっている(図4)。まず、地下深部で発生したマグマは上昇し、地殻の浅いところにマグマ溜まりを形成し、そこから火砕流や溶岩流を流出した(図4 a)。これらの噴出によって、地下には空洞が生じ、マグマ溜まりの上部(天井)が支えを失って陥没し、コールドロンが形成された(図4 b)。地下から新たにマグマが補給されると、マグマはカルデラ壁などの弱線に沿って貫入し、半深成岩や深成岩を形成する(図4 c)。地下のマグマが冷えきらないうちは、地下水が温められて循環し、地表では温泉作用がおこり、岩石と水との反応が進行した(図5)。C地点で見られる脱色した花崗岩は、まさにそのような温泉作用の産物と考えられる。田万川コールドロンの当時のすがたは、現在のイエローストーンやワイラケイのような一大地熱地帯であったと思われる。

#### 観察地点の説明

必要な地形図：5万分の1「須佐」，あるいは2.5万分の1「江崎」，「長門新市」

A地点 コールドロンの基盤をなす岩石(田万川町吉ヶ原)

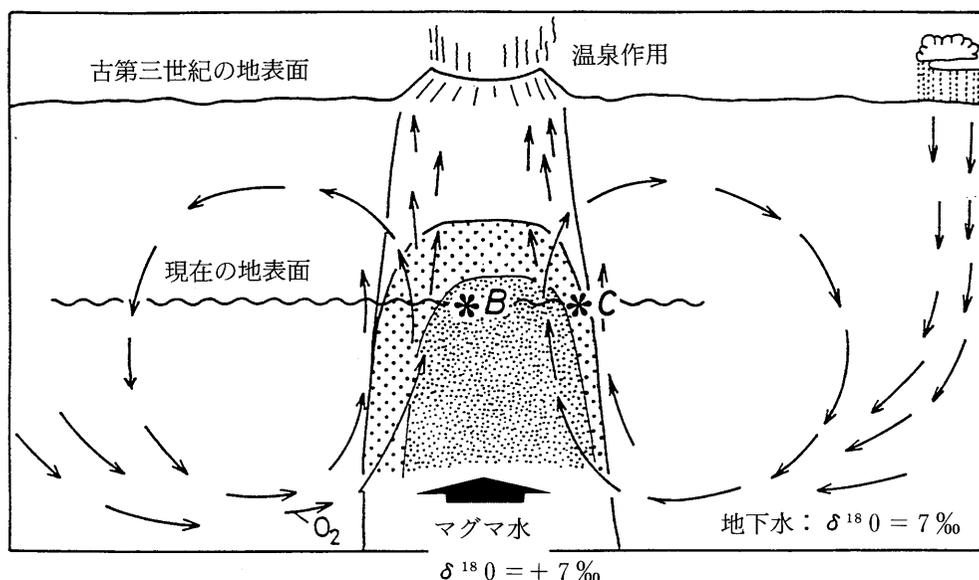


図5 花崗岩の熱エネルギーによって地下水が循環する様子

\*B, \*C はそれぞれ図2の露頭観察地点に対応。B地点とC地点の花崗岩の酸素同位体比はそれぞれ+4.2‰, +2.9‰を示す。山陰地域の地下水の酸素同位体比は約-7‰, 花崗岩マグマ中のマグマ水(処女水)のそれは約+7‰と推定される。両者の同位体交換反応の進行程度によってB地点とC地点の花崗岩の同位体比が異なったものと考えられる。すなわち、同位体交換反応時の温度が高い程、また閉鎖系では岩石の体積に対する地下水の体積比が高いほど花崗岩の同位体比は地下水のそれに近くなる。実際には開放系で、次から次に循環してくる地下水と接触しやすい岩体のより周辺部(C地点)の方が中央部(B地点)よりも地下水との反応が進むため、花崗岩はより低い同位体比を示すと考えられる。このように白色に脱色され、低い酸素同位体比を示す花崗岩は、過去の地熱活動の化石と考えられる。

白亜紀阿武層群の流紋岩質凝灰角礫岩、安山岩と石英斑岩の岩脈。石英斑岩と流紋岩質凝灰角礫岩の接触部が観察できる。石英斑岩には接触面に平行な流理構造が認められる。

**B地点** 黒雲母花崗岩(田万川町小川)

やや斑状で、白濁した斜長石がめだつ。うすい紫色の部分はカリ長石と石英で、濃緑色の部分は黒雲母。鏡下では微文象組織が認められる。田万川コールドロンのほぼ中央部に産出し、比較的浅いところ(1km以浅と考えられる)で形成されたもの。コールドロンに伴われる典型的な花崗岩。全岩の酸素同位体比は+4.2‰を示す。

**C地点** 白色に変質した花崗岩(田万川町下床)

熱水変質作用を受け、岩石は真っ白に変質・脱色されている。岩石はおもに石英と絹雲母からなり、少量の緑泥石と黄鉄鉱を伴う。粒度や組織はB地点のものと変わらない。全岩の酸素同位体比は+2.9‰を示す。

**D地点** デイサイト質火山礫凝灰岩(Ⅱ期)(益田市黒周)

基質は淡灰色を示し、濃緑色の軽石片と安山岩や流紋岩などの岩片を含む。淘汰は悪い。陸

上に堆積した火砕流堆積物。この岩石は、田万川コールドロンの中で最も広い分布域を占める。

E地点 安山岩溶岩（I期）とそれを貫く安山岩岩脈（IV期）（田万川町宇谷）

緑黒色～緑灰色で、時に弱い流理構造が観察される。斑晶は斜長石、普通輝石、角閃石よりなる。岩脈は周囲の溶岩とは節理系が異なっているので識別できる。

F地点 流紋岩質火山礫凝灰岩（III期）（須佐町蒲原）

淡灰色の岩石で、色々な岩片を含み、きわめて不均質。よく見るとマトリックスに破片状の石英がみられ、D地点の岩石より珪長質であることがわかる。

G地点 花崗閃緑岩（須佐町鈴野川中河内）

均質で、白色の部分は斜長石、カリ長石、石英からなり、黒色の部分は角閃石と黒雲母からなる。鏡下では、石英とカリ長石の微文象組織が観察される。この岩石は田万川コールドロンの縁辺部に産出し、火山岩層の陥没に伴って貫入・固結したものの。

#### 参考文献

今岡照喜（1986）山陰西部における古第三紀火成活動。広島大学地学研究報告，no. 26，1—109.

久野 久（1954）「火山及び火山岩」岩波全書。

村上允英（1973）古第三紀田万川陥没体の形成機構に関する一考察。地質学論集，no. 9，93—105.

Smith, R. L. and Bailey R. A. (1968) Resurgent caudrons. Geol. Soc. Am. Mem., 116, 613—662.

山口地学会編，西村祐二郎・松里英男（編者代表）（1991）「山口県の岩石図鑑」第一学習社，p. 224.