

科学と人間社会Ⅱ(地質・鉱物・環境と社会)

鉱物資源各論2 花こう岩と鉱物資源

- 1 花こう岩の成因に関する論争
- 2 花こう岩の分類
- 3 花こう岩系列と鉱物資源

- ・花こう岩の成因をめぐる何度も論争があった。
- ・磁鉄鉱の有無で磁鉄鉱系とチタン鉄鉱系花こう岩に分けられる。
- ・磁鉄鉱系にモリブデン鉱床が、チタン鉄鉱系にタンゲステン鉱床がともなう。

花こう岩とは

石英や長石を多く含む深成岩類、
平易に記せば「白っぽい粗粒で石英を含む岩石」、
建物や墓石に使う石材の多くは花こう岩。
例えば国会議事堂には花こう岩が使われている。



水成論と火成論

18世紀後半の岩石の成因論

- 水成論者

地球上の岩石は、砂岩でも花こう岩でも玄武岩でも、海の水から沈殿した水成岩(堆積岩)と考えた。

例：ウェルナー，ゲーテ

- 火成論者

地球上には海底や湖底に堆積してできた水成岩もたくさんあるが、例えば玄武岩や花こう岩は、高温の融解した物質(マグマ)が冷却・固結してできた火成岩と考えた。

例：ハットン

火成論の根拠：岩脈の観察

- ハットンは、スコットランド高地で花こう岩の脈が他の岩石を貫いているところを見つけ、火成論の一つの根拠とした。
- 花こう岩のまわりにある岩石は、花こう岩の熱によって変化している。



岩脈, 南極セルロンダーネ山地
Dyke, Sor Rondane, Antarctica

※Huttonの観察した岩脈のスケッチをウェブで見つけることができなかった(参考書には掲載されている)。

ボーエンの反応原理

ボーエン(Norman Levi Bowen, 1887-1956)は、けい酸塩鉱物の融解実験を行い、1920年代に反応原理を提唱した。マグマから鉱物が結晶化する順番は、晶出温度が高い方から低い方へと次の通りである。

けい長質鉱物 Caに富む斜長石→Naに富む斜長石↷

-→カリ長石, 石英

苦鉄質鉱物 かんらん石→輝石→角閃石→黒雲母↶

玄武岩マグマから安山岩質マグマやリゅうもん岩(花こう岩)質マグマが形成される。この反応原理では、リゅうもん岩(花こう岩)質マグマはわずかしかなできない。自然界では花こう岩の量が圧倒的に多い。-----量を説明できない。

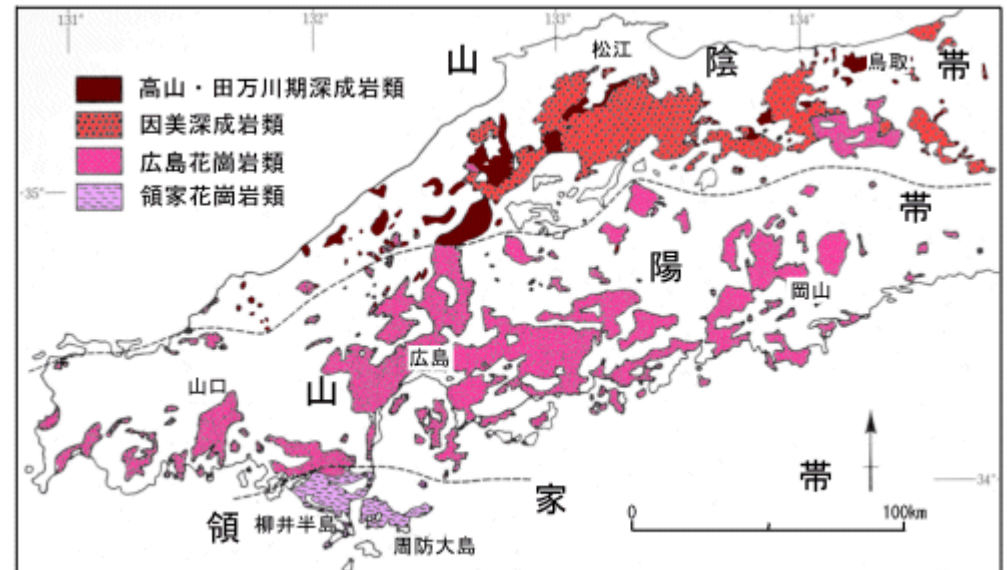
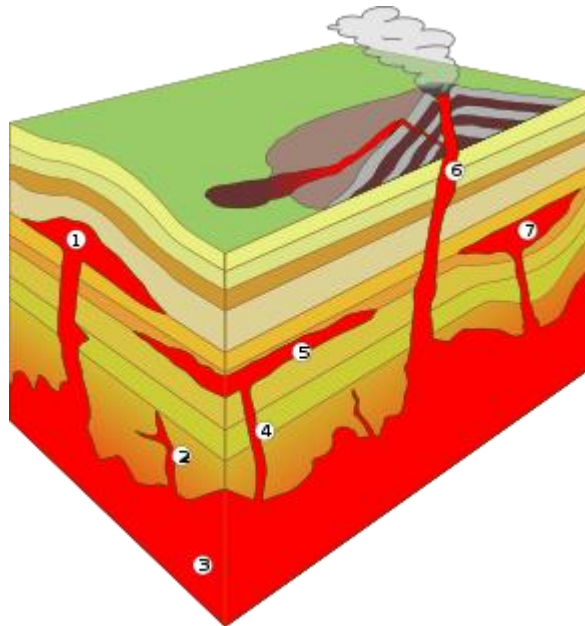
地殻の岩石が溶融してマグマを生じるという考えで花こう岩を説明する。

花こう岩の疑問 空間問題

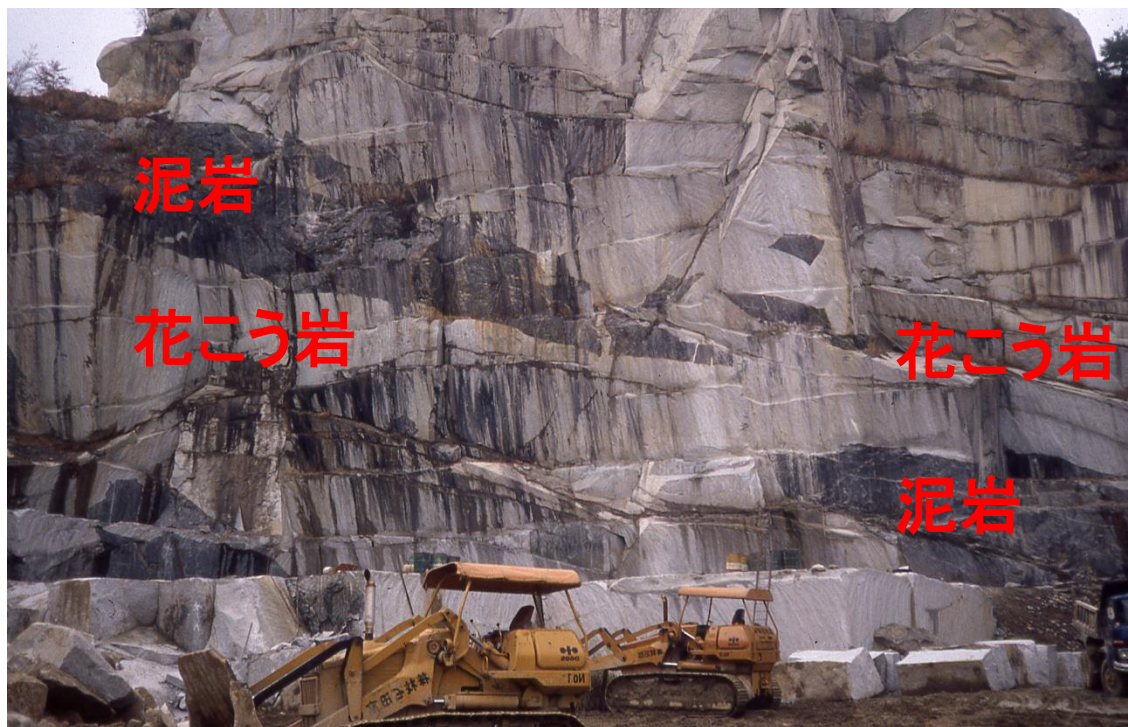
ハットン以後、花こう岩はマグマ起源であることが有力となった。

ところが、花こう岩体の多くは巨大である。

巨大な量のマグマが地殻の中に入り込んで、現在の空間をどのように占めることができたか？



マグマ上昇の一つの考え: ストーピング



上昇するマグマが天井の岩石（ここでは泥岩）を破壊しながら進入する。
破壊された泥岩は沈み込む。
沈んだ泥岩の分だけマグマは上昇していく。

いろいろあった花こう岩論争のまとめ

18世紀後半 水成論と火成論

野外の観察で火成論が支持される

20世紀はじめ 玄武岩マグマから分かれて花こう岩

大規模な体積の花こう岩をどう説明するか

20世紀半ば 花こう岩化作用

堆積岩が変成し、元素の出入りで花こう岩となる
岩石溶融実験、野外の観察からこの考えは否定される

20世紀後半 ストーピングで空間問題を説明

20世紀末 岩脈のくりかえしで大きな花こう岩となる

花こう岩系列

1975年頃から、マグマ成因論と花こう岩地質学をむすぶ分型論が提案されるようになった。これらは鉍床探査の指標となることがある。

伝統ある欧米からの提案ではなく、オーストラリアや日本からの提案が世界中の研究者をまき込む。

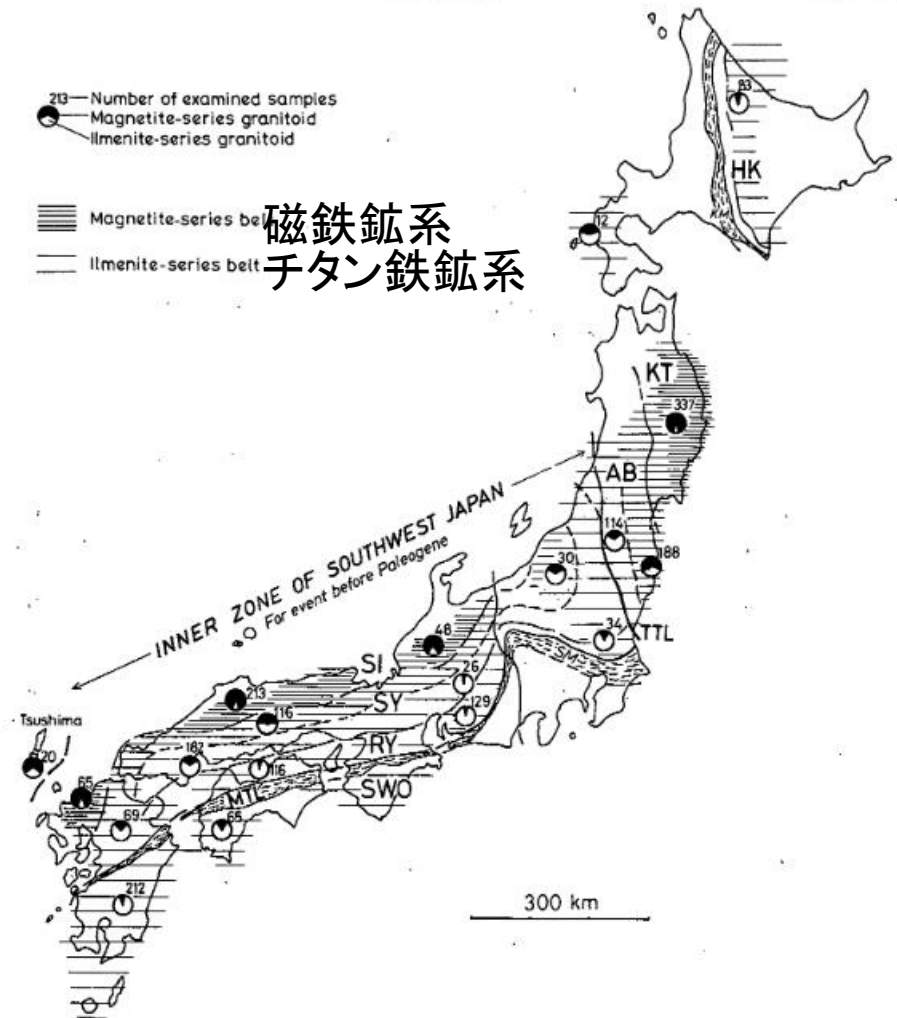
- ・オーストラリア学派のI, S, A, Mタイプ分類
- ・石原舜三の磁鉄鉍系とチタン鉄鉍系花こう岩区分

石原による花こう岩系列

花こう岩を「磁鉄鉱の有無」で分類する。

磁鉄鉱を含む磁鉄鉱系花こう岩と磁鉄鉱を含まないチタン鉄鉱系花こう岩に区分。磁石がつくか、つかないかで区別できる。

西南日本では領家帯と山陽帯の花こう岩はチタン鉄鉱系、山陰帯は磁鉄鉱系の花こう岩が卓越する。



西南日本のモリブデン
鉱床は山陰に，タング
ステンは山陽に分布
する。

すなわち，磁鉄鉱系花
こう岩はモリブデン鉱
床を，チタン鉄鉱系花
こう岩はタングステン
鉱床をともなう。

花こう岩の酸化の程度でモリブ
デン鉱(硫化物)とタングステン
鉱(タングステン酸)の沈殿に違
いがあることで説明できる。



● : Mo モリブデン, ○ : W タングステン

図は石原(2002)より

モリブデンとタングステン資源経済

モリブデン

価格	USD 55.6/kg
生産	純分トン
	2023
中国	11万
チリ	4.6万
ペルー	3.7万
米国	3.4万

世界 26万

Data: USGS (2024)

用途: 特殊鋼やステンレス鋼の添加物。

タングステン

精鉱	USD 260/トン
生産	純分トン
	2023
中国	6.3万
ベトナム	3500
ロシア	2000
北朝鮮	1700

世界 79000

Data: USGS (2024)

米国の生産量非公開

用途: 超硬工具の原料。

花こう岩の溪谷美，タングステンを使う製造業，モリブデン鉱採集を紹介します。

動画：昇仙峡，花こう岩がおりなす溪谷美(NHK,2000年)，2分23秒

https://www2.nhk.or.jp/archives/michi/cgi/detail.cgi?dasID=D0004500077_00000

動画：ステライト製品の紹介(ステライト：コバルトを主成分とするタングステンなどとの合金)，1分7秒

https://www.youtube.com/watch?v=IA5s7x3KG7E&feature=emb_logo

動画：鉱物採集 輝水鉛鉱-モリブデナイト，6分20秒

<https://www.youtube.com/watch?v=-hcutxbNQ90>