

百名山自然ガイド つくばさん
筑波山

山の生い立ち 特集

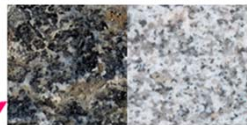
山頂の標高：女体山877m・男体山871m

#百名山自然ガイド #筑波山 #山の生い立ち

筑波山神社の白い階段と黒い階段



拝殿から左へ、ケーブルカーの駅
に向かう階段に使われているのは
黒光りしている岩です。



黒っぽい岩は「斑れい岩」、白っぽい石材は「花こう岩」やそれに近い岩です。



筑波山神社の拝殿に向かう参道の敷石や階段に使わ
れている石材には、白っぽいものが目立ちます。

筑波山は高い山ではありませんが、登るのは意外に険しい山です。古くから
信仰の山、修行の山になってきましたが、現在、中腹に筑波山神社の拝殿、
山頂に小さな本殿があり、筑波山の山域は、広く神社の境内になっています。

筑波山の花こう岩

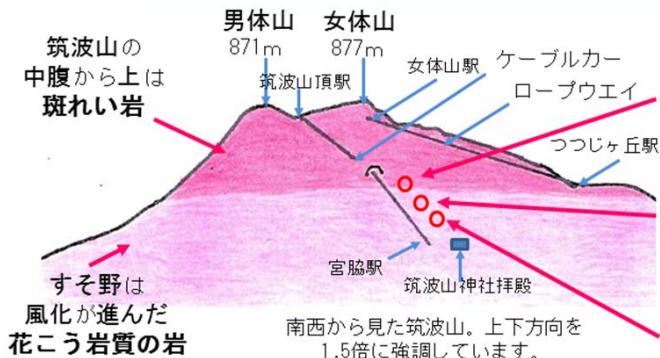
○筑波山は、東に女体山、西に男体山という2つのピークを持っています。登山路を登るだけでなく、山頂近くまでケーブルカーやロープウェイも通じていて、たくさんの人が山の自然を楽しめる場所です。

○南側の中腹には筑波山神社の大きな拝殿があります。ここが登山路の主な起点になっていて、左に進めば「御幸ヶ原(みゆきがはら)コース、右に進めば「白雲橋(しらくもばし)コース」が始まります。

○その筑波山神社に通じる参道の敷石や階段には、白っぽい石材が多く使われています。白い長石や、白や半透明の石英という鉱物(こうぶつ)がたくさん含まれているため、白っぽく見えています。

○これは「花こう岩(花崗岩:かこうがん)」やそれに近い岩で、山のふもとから中腹までがこのような岩でできています。しかし、筑波山の花こう岩質の岩は風化が進み、石材にはあまり向きません。筑波山の北東には花こう岩質の良い石材の産地がありますから、使われているのは、そこから運ばれてきたものが多いのかもしれません。

筑波山を作る斑れい岩と花こう岩質の岩



斑れい岩の岩体は水平に横たわっているわけではなく、地下へ続いていると考えられます。花こう岩質の岩も同様に、斑れい岩をとりまいて地下へ続いているようです。

地表は転石におおわれていますが、これまではこのあたりから斑れい岩地帯が始まると考えられていたようです。

みゆきがはら 御幸ヶ原登山コースの見所

このコースでは、中ノ茶屋を過ぎるとまもなく険しい急登です。そのあたりからが斑れい岩の岩山と考えられるようになってきました。

中ノ茶屋の手前は、黄色い土が目立つゆるい坂道です。花こう岩質の岩が風化して変質したものと思われ、下には花こう岩質の岩があると考えられるそうです。

登山道をしばらく進むと約90段と約50段の階段があり、その先で低い壁（かべ）のような白い岩を乗り越える所があります。花こう岩質のマグマがほとんど固まった後、残りの液が割れ目を開いて入り込んだものかもしれません。

斑れい岩や花こう岩は、どろどろに溶けたマグマが地下深くで固まった岩です。もしもそれが地表に噴(ふ)き出していたら火山となり、玄武岩や流紋岩と呼ばれる岩になりますが、当時の地表のことは何も分かっていません。

筑波山の斑れい岩

○筑波山神社の拝殿から左へ、御幸ヶ原登山コース入口やケーブルカーの宮脇(みやわき)駅方面へ向かうと、階段の様子がだいぶ違います。表面は白っぽいコンクリートでおおわれていますが、内部にはひとにかかえあるような岩が組み込まれ、所々それが見えています。

○その岩は、歩く人に踏まれてつるつるになり、黒光りしています。ここに使われているのは「斑れい岩(斑糲岩;はんれいがん)」という岩で、「角せん石(角閃石:かくせんせき)」や「輝石(きせき)」など、黒っぽい鉱物がたくさん含まれているため、黒光りして見えているのです。

○筑波山は、中腹よりも上(山の南側では標高500mくらいから上?)が、この斑れい岩でできています。ただし、岩盤(がんばん)が地表に顔を出しているところは限られていて、山腹やふもとには、土石流などで上部から運ばれてきた斑れい岩の大岩が積み重なっています。

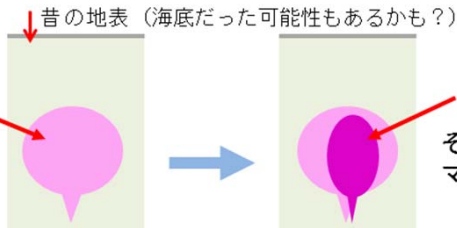
○それを利用したのが宮脇駅に向かう階段の岩で、登山道でも、同じように踏まれて黒光りしている岩が、あちこちで目につきます。

起きたのはどちら？

アイデア 1

先に 花こう岩質のマグマ

まず花こう岩質の
マグマが生じて
地中深くで固まり、

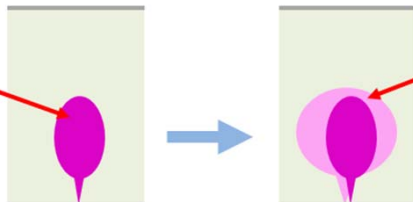


あとから
斑れい岩のマグマ
その後に斑れい岩の
マグマが入り込んで
来た??

アイデア 2

先に 斑れい岩のマグマ

まず斑れい岩の
マグマが生じて
地中深くで固まり、



あとから
花こう岩質のマグマ
斑れい岩を包み込んで
花こう岩質のマグマが
生じ、固まった??

筑波山のすそ野は、花こう岩質の岩でできています。一方、中腹から上には斑れい岩があり、それが、山頂まで続いています。岩にくわしい専門家は、この関係に注目して筑波山の生い立ちを考えてきました。

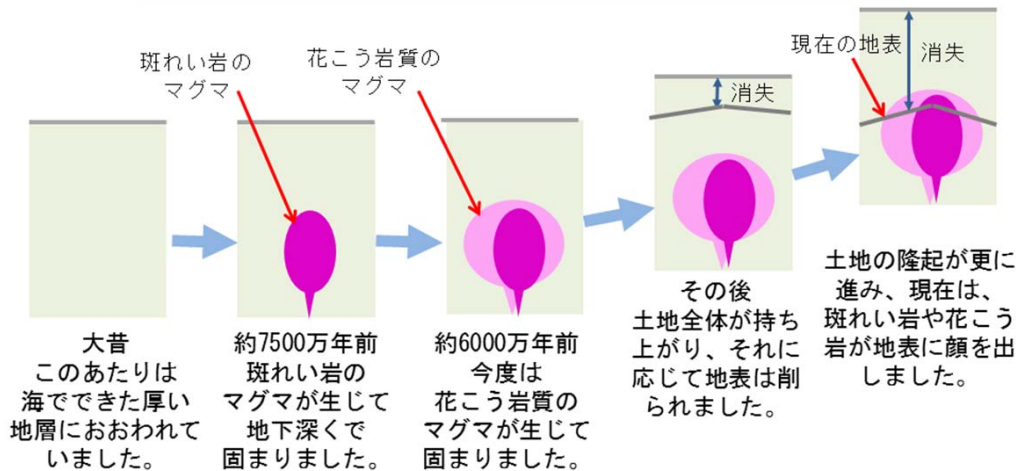
斑れい岩 と 花こう岩質の岩、どちらが先？

○筑波山は、山の上部は「斑れい岩」、中腹から下は「花こう岩質の岩（花こう岩、花こうせん緑岩、トータル岩）」でできています。どちらも、地下深くでマグマがゆっくり冷えて固まったもので、「深成岩（しんせいがん）」と呼ばれる岩のなかまです。マグマの成分が異なるために、それが固まってできた岩の名前が違ってきます。

○斑れい岩と花こう岩質の岩、どちらが先に固まったのか、長い間確かな決め手を得られずにいました。筑波山の中腹には崩れてきた大岩が積み重なり、斑れい岩と花こう岩質の岩の境目（さかいめ）を隠（かく）していて、それを直接見ることができなかったからです。

○明治時代にまず考えられたのは、花こう岩質のマグマが先に固まり、その後、斑れい岩のマグマがそれを突き抜けて上がってきた、という順番です。しかし昭和の時代になると、古いのは斑れい岩の方で、その後に花こう岩質のマグマが上がってきてそれを包み込んだのではないかと考えられ始めました。真相はどうだったのでしょうか。

考えられた 筑波山の生い立ち



これで、筑波山の生い立ちがある程度分かったと思われたのですが、実際は、もっと込み入っているようです。

近年までの知識では、斑れい岩の方が先に固まったと思われてきました。
7 しかし最近、その古さや花こう岩との関係について、疑問も出てきています。

古いのは斑れい岩？

○1980年代、筑波山の東～北の麓（ふもと）の地下でトンネル工事が進みました。霞ヶ浦の水をその北の地域へ送る水路のためのものでしたが、つつじヶ丘の少し東方の地下で、そのトンネルの壁（かべ）に斑れい岩と花こう岩質の岩の境目が出てきました。

○そこでは、斑れい岩の中に花こう岩質の岩が入り込んでいたり（これを「貫入（かんにゅう）」と言います）、斑れい岩のかけらが花こう岩質の岩の中に取り込まれたりしていました（これを「捕獲岩（ほかくがん）」や「ゼノリス」と言います）。この事実は、斑れい岩が先で、後から花こう岩質の岩が固まったことを教えています。

○一方、岩の中に含まれるカリウムやアルゴンという物質の量比を詳しく調べ、その岩が固まってからどのくらいの年代が過ぎているかを推定する方法があります。それによると、筑波山の斑れい岩が生まれたのは約7500万年前、花こう岩質の岩が生まれたのは約6000万年前と見積もられ、斑れい岩の方が古いことを裏付けました。

変身する原子核が教えてくれる 岩の古さ

カリウム40から
アルゴン40と
カルシウム40
への変化



ウラン238から
鉛206への変化



9 元素の中には、放射線を出して別の元素に変身するものがあります。それを利用して、岩石が固まった古さを推定する方法が工夫されています。

ウラン238から鉛206への変化を利用した年代測定

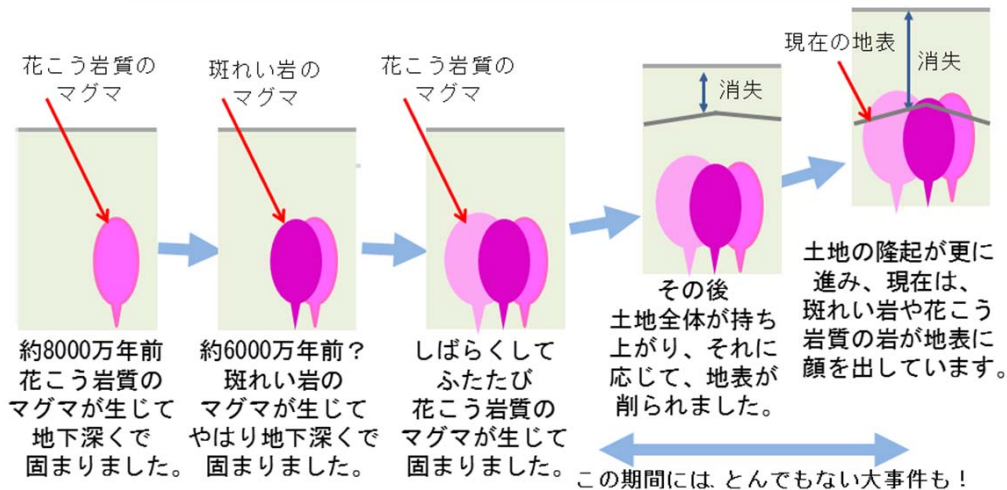
○ウラン238という物質は放射能を持っていて、放射線を出しながら変化し、最終的には鉛206という物質に変わります。そのため、岩の中には鉛206が少しずつ増えていきますが、それがどのくらい増えたかが分かれば、その岩の古さを知る手がかりになります。

○カリウムとアルゴンの量を調べて岩の古さを見積もることも行われていますが、このときには、カリウム40という物質が放射線を出してアルゴン40に変化する性質を利用しています。

○ウラン238は、自然の岩、特に花こう岩質の岩にはごくごく少量ながら広く含まれています。しかし量が少ないために、ウラン238や鉛206の変化量をくわしく知るのはなかなか大変です。それでも最近になって細かい値を出せるようになり、筑波山の岩も調べられました。

メモ：ウラン238の238という数は、ひとつの原子に含まれる陽子92個と中性子146個を合計した数です。同じウランでも中性子の数が違う原子があるため、ここではこのような表し方をしました。鉛206の206という数も同じで、その場合は陽子(82個)と中性子(124個)を合わせた数が206個になることを表しています。

考え直された 筑波山の生い立ち



2000万～1500万年前頃、日本海が生まれて広がるという大事件が起こりました。現在筑波山になっている土地は元々はアジア大陸の端にあり、それが大きく移動してきたものと考えられています。

11 ウラン・鉛法で得られた岩の年代によると、筑波山の生い立ちを考え直す必要があるようです。ただし斑れい岩の年代は、更に確証を得たいところです。

筑波山の岩の ウラン・鉛法 による年代

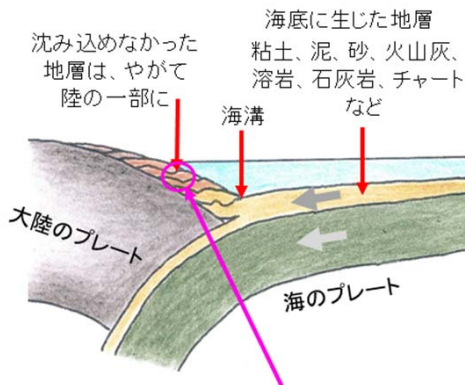
○2018年、ウラン238が鉛206に変わる性質を利用して推定された筑波山の岩の年代が発表されました。

○斑れい岩については、2カ所の岩の値がそれぞれ約6100万年前、約6300万年前になったそうです。ふたつ合わせて約6200万年前と思つてよいかもしれません。これは、カリウム・アルゴンを用いて見積もられた値、約7500万年前とはだいぶ違いますので、それをどう結びつけるのか、宿題ができてしまいました。

○一方、西側山腹の花こう岩から得られた値は6200～6300万年前で、それまで考えられていた約6000万年前という値に近い数字でした。しかし、南側山腹の花こう岩質の岩（花こうせん緑岩）からは約8000万年前という古い値が得られ、花こう岩質のマグマが、筑波山地域へ新旧2回上がってきた可能性が出てきました。

○詳しく調べれば調べるほど新しい疑問や課題が湧いてくるのが科学です。今後、さらに掘り下げた説明が進むに違いありません。

消えてしまった岩



大昔の海に積もった地層が陸に付け加わり、それが、現在筑波山になっている地域を広くおおっていたことが考えられています。

筑波山周辺には、2億年くらい昔の海の底に積もり、その後熱の作用を受けて変成した地層が広がっています。

海溝付近にたまった泥や砂が固まった岩や、はるか沖合いから海のプレートといっしょに運ばれてきた石灰岩やチャートなどの岩が、海のプレートが大陸の下に沈み込んでいくときに取り残され、陸側に付け加わった部分です。

そうした岩の下で斑れい岩や花こう岩質のマグマが固まったと考えられ、その後、土地が持ち上がっては削られることが繰り返され、ついには斑れい岩や花こう岩が地表に現れました。

筑波山の斑れい岩や花こう岩質の岩は、どちらも、溶けたマグマが地下深くで固まった岩です。ということは、その上には別の岩があったことになりま

「百名山自然ガイド」は、山歩きの楽しみをいっそう大きくすることのお役に立たないかと考えながら、山の美しい自然をいつまでも大切にしていきたいと願う仲間で作成しています。四季の丹沢ほか、各地の案内を下記に順次掲示していきたいと思いますので、機会がありましたら、どうぞご利用ください。

<https://yama3823.com/100meizan/tanzawa/index.html>



左のアドレスのQRコードです

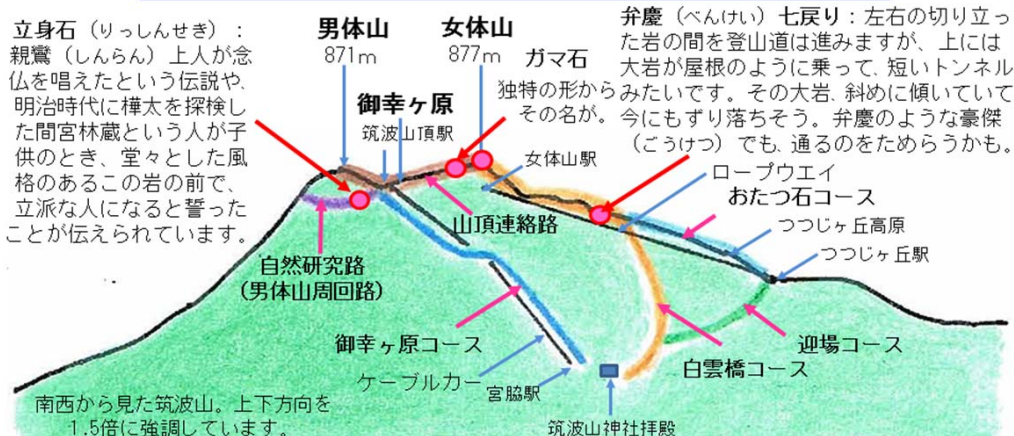
なお、いろいろ思い違いもありそうです。間違いにお気づきのときやご感想など、お寄せいただけると嬉しいです。 yama_3823@yama3823.com
(メール送付のときは、添付ファイルはつけないようにお願いできるでしょうか)

- 山では、ちょっとした不注意や判断ミスが事故につながります。
安全を心がけて、余裕のある計画を立てましょう。
- 筑波山地域は広く筑波山神社の境内になっています。ご神体の岩を欠くようなことや、動植物をとることはできません。ありのままの自然を大切にして、
写真を撮るだけにしましょう。
- 火気の使用は、指定された場所に限られます。長く守り継がれてきた森です。
山火事など起こさないよう、皆で力を合わせましょう。
- ごみの放置は、生態系に大きな影響を与えます。各自で持ち帰りましょう。

2024年3月作成、8月修正：© 百名山の自然ガイドを作る会

斑れい岩が見せるいろいろな顔

立身石（りっしんせき）：親鸞（しんらん）上人が念仏を唱えたという伝説や、明治時代に樺太を探検した間宮林蔵という人が子供のとき、堂々とした風格のあるこの岩の前で、立派な人になると誓ったことが伝えられています。



弁慶（べんけい）七戻り：左右の切り立った岩の間を登山道は進みますが、上には大岩が屋根のように乗って、短いトンネルみたいです。その大岩、斜めに傾いていて今にもずり落ちそう。弁慶のような豪傑（ごうけつ）でも、通るのをためらうかも。

同じ斑れい岩でも男体山周辺の岩には角せん石という黒くて細長い鉱物が目立ちます。特に立身石という大岩の下に崩れた岩の割れ口を見ると、特大に成長した角せん石がたくさん詰まっているのが分かります。

女体山の山頂付近の岩は、男体山の岩に比べて黒っぽい鉱物はかなり少なく、白い斜長石という鉱物を特にたくさん含んでいます。斑れい岩マグマから角せん石などが先に固まり、斜長石を多く含む部分が最後に残って固まったと考えられ、岩の成分に注目して斜長岩と呼ぶこともあります。

筑波山の山の上には、斑れい岩が作る奇岩があちこちにあり、名前をつけられ親しまれています。岩には割れ目が入り、どの岩も、大きな積み木細工のようです。マグマが冷えて固まるときや、土地が隆起して削られ、地表からの深さが浅くなったときの地温低下で岩が縮み、割れ目ができたことが考えられます。

作成記録：主な変更点

- 2024年3月作成.
- 2024年4月, 裏表紙「自然観察路」とした所を「自然研究路」へ訂正, ホームページ掲載.
- 2024年5月, 3頁「考えられていました」という断定的な表現を「考えられていたようです」に.
- 2024年8月, 7頁と11頁の図面を微調整.