

京の三山と鴨川の流れ

応用自然史研究室「人と大地」室長
環境計画センター副会長 中川 要之助

1. はじめに

東山、北山、西山の三山と鴨川は京都を代表する自然です。京都の人は、軒を連ねる町屋の門口から朝夕に碁盤の目の通りの先に三山を眺めれば、日頃のストレスも少しは癒されることでしょう。これが京都の周りに緑の山が今も残されている理由のひとつであると思います。三山の樹木に貯えられた水が鴨川に流れ出ると言われますが、樹木だけで水を貯えることはできません。鴨川の流れを涵養している、地球の歴史の中で生まれた樹木と土と岩盤からなる水理地質を語ります。

2. 三山の地質

三山の地質は主に2～3億年前の砂岩、頁岩、チャートなど海洋底の堆積岩からなります。それらはプレートの移動で大陸の縁辺に集められ、複雑な地質構造の付加体を形成してアジア大陸に加わりました。また、大文字山と比叡山の間には、7,000万年前に地下深部でマグマが固結した花崗岩が分布しています。1,500万年前に大陸の東縁を割って日本海と日本列島が誕生しました。その後、地殻変動により穏やかで浅い海や湖が生まれましたが、西日本には準平原と呼ばれる起伏量が200mほどのなだらかな大陸の名残の地形が広がっていました。しかし40万年前に突然、日本列島全体が隆起しました。その隆起速度は年間1～3cmに達

し、2,000～3,000mの日本アルプスが生まれ、京の三山も隆起しました。中国地方に広がる吉備高原は大陸の名残の地形が数100m隆起したもので、隆起準平原と呼ばれます。また、稜線の高度が揃った北山や西山の山地は、隆起準平原が浸食されたものです(写真1)。ふとん着て寝たる姿に例えられる東山のなだらかな山様も隆起準平原です。その中で比叡山と大文字山は中・古生層が花崗岩マグマの熱で硬化したホルンヘルスで、浸食に強く、峰をつくっています。両峰の間の白川上流の山が低いのは、隆起による応力解放で亀裂の発達した花崗岩が浸食を受けたからです。また、硬質のチャートも清水山や稲荷山などの峰をつくっています(図1¹⁾)。



写真1 大文字山から稜線高度が揃った北山を遠望

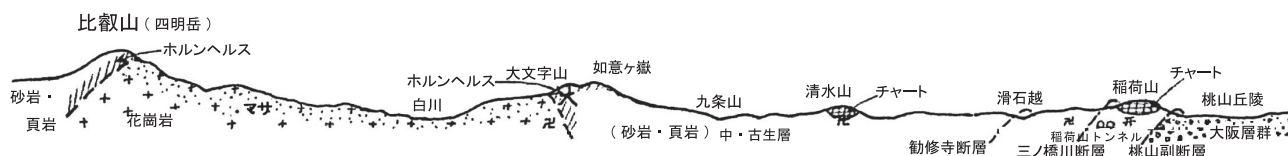


図1 東山の地形・地質パノラマ

3. 山地の風化

銀閣寺から大文字山への登り口の谷間に、未風化の硬い花崗岩が露頭しています（写真2、図2）。しばらく登ると、沢の出会いに水場があります（写真3）。さらに登ると、左手に高さ約10mの花崗岩の崖があり、その下部の岩片は硬いがハンマーで容易に砕けます。崖の上半部は砂状で、園芸用鍬で容易に削れます（写真4）。ここから谷の左岸の階段を30mも昇ると、黄褐色の風化花崗岩の尾根道に出ます（写真5）。さらに登ると褐色が濃くなり、赤褐色の粘土質部も現れます（写真6）。大文字山だけでなく、尾根や稜線部が褐色や赤褐色の風化岩に被われているのは、地殻変動と気候変動によるものです。

風化作用には、物理的（機械的）風化による岩石の細片化と、化学的風化による岩石の変質があります。地震や断層などで岩盤に生じた密着した潜在亀裂が、山の隆起や谷の浸食で地圧が減少して開口します。地表では、温度変化による収縮・膨張、亀裂に浸透した水の凍結・膨張、植物の根による亀裂の押し広げ、また、落下や水流による衝突などで岩石は細片化します。

岩石を主に構成するケイ酸塩鉱物はケイ酸（ SiO_2 ）と鉄（Fe）、ナトリウム（Na）、マグネシウム（Mg）カルシウム（Ca）、カリウム（K）、アルミニウム（Al）などの金属元素からなります。大気中の酸素や炭酸ガスを含む雨水で金属元素は

酸化します。また、比較的風化に強いケイ酸も高温・多雨気候で溶脱します。このような化学的風化によって、黄褐色～赤褐色の風化岩や粘土が生じます。雨水は地中に浸透し、透水性が少ない岩



写真2 谷間の未風化花崗岩



写真3 風化岩からの浸出水の水場

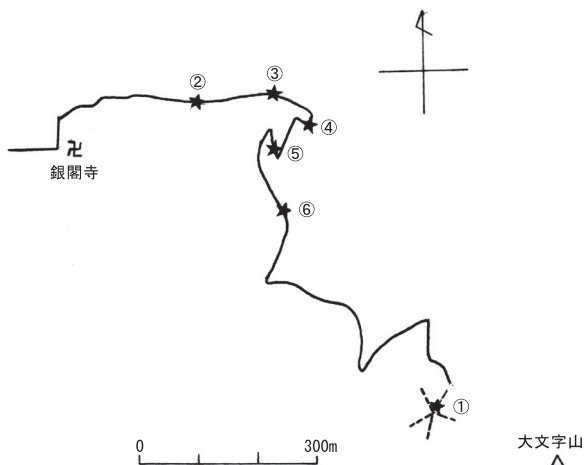


図2 大文字山登山道の写真撮影箇所（番号は写真番号に同じ）をトレース²⁾



写真4 淡黄色風化花崗岩



写真5 黄褐色風化花崗岩と風化土壌



写真6 赤褐色風化花崗岩



写真7 吉備高原の強風化岩と弱風化岩境界（岡山県久米南町）

盤に達して、帯水層が生まれます。そして、地下水が谷に浸出します(図3)。岩石の風化は帯水層から上で進むので、風化岩の下限の構造は山の起伏より少なく、部分的には平らです(写真7)。土砂や礫状の強風化岩の稜線付近の厚さは10～20mで、その下は硬質で褐色に酸化した亀裂が発達した中～弱風化岩です。

4. 風化岩の第四紀地史

約260万年前に始まる第四紀は、人類の時代と氷河の時代です。氷河時代の気候変動で岩石の風化は大いに進みました。氷河期の京都は今の北海道のような寒冷で乾燥した気候のために、物理的風化による岩石の細片化が進みました。また間氷期には、京都は今の沖縄のような温暖で多雨な気候で、氷河期に細片化して表面積の増えた岩片の化学的風化が進みました。こうして、風化は十数回の氷期と間氷期の繰り返しにより進みました。

約40万年前に日本列島全体が急激に隆起して、2,000～3,000mの日本アルプスなどの高山が生まれました。近畿では紀伊山地や六甲山、生駒山などが隆起しました。それまで準平原の高度200mほどであった京の三山も、この時に隆起しました。また、断層を境に風化岩の分布高度に段差が生じました。

5. 風化岩と準平原の水理

隆起準平原が発達する吉備高原は、風化岩からの浸出で水田が開かれ、昔は宿場町がありました(図4、写真8³⁾)。隆起した三山は谷浸食を受

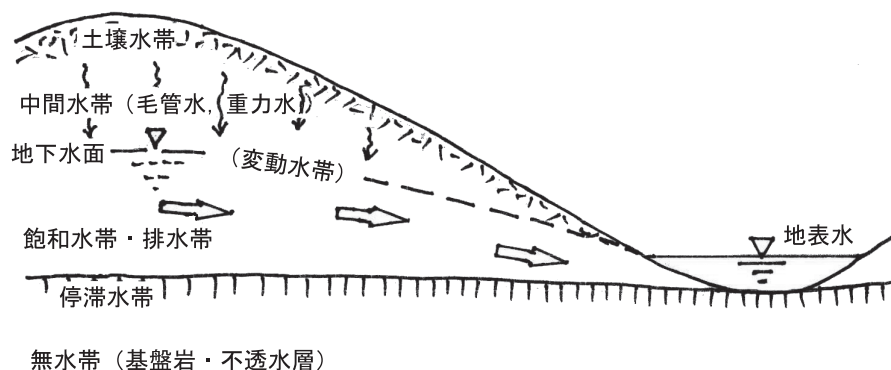


図3 風化岩と地下水模式図

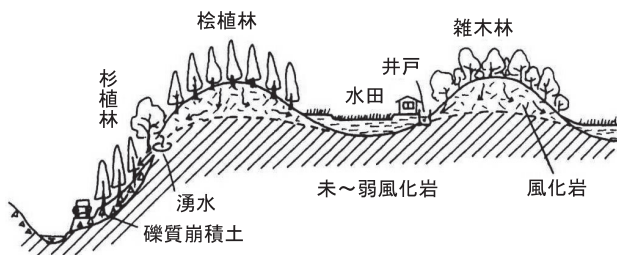


図4 隆起準平原の水理地質模式図³⁾



写真8 吉備高原上の宿場町高山市（岡山県高梁市と井原市境界）

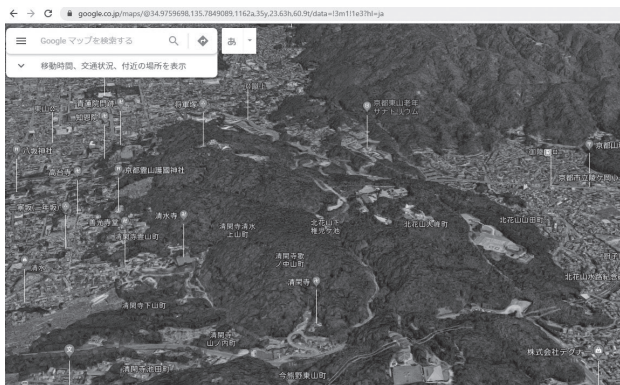


写真9 清水寺裏山の隆起準平原⁴⁾より

けましたが、東山の稜線部には狭いながらも準平原が残っています（写真9⁴⁾）。

吉備高原で農業用水のボーリングを掘削したところ、深さ13mまでが砂礫状の強風化岩で、その下は乾いた中〜弱風化岩でした。掘削後に泥水を掻き出した翌朝の地下水位は、深さ3m付近にありました（図5）。強風化岩から地下水が浸出したのです。私が測定した京田辺市西部山地の風化花崗岩の空隙率は10〜30%ですが、空隙率を15%として強風化岩の帯水層の厚さが10mあればその保水量は水深1.5m（1,500mm）に達します。これは

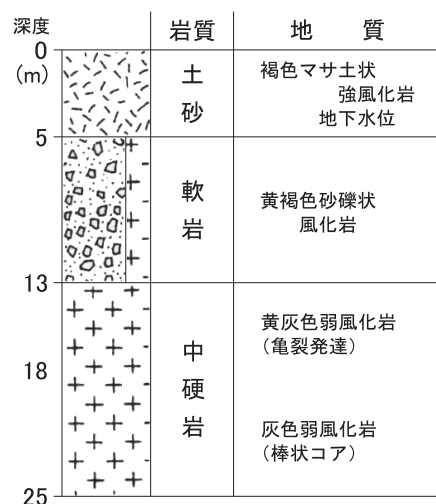


図5 吉備高原の地下水調査ボーリング（岡山県総社市）³⁾

京都の年間平均降水量約1,550mm⁵⁾に匹敵します。

京の三山と同様な地形・地質の大阪北部の山地で連続して3年間、降水量と浸出地下水量を環境計画センター会員企業の協力で測定したことがあります。その結果、降水量の約1/3が地下水として浸出すること⁶⁾、浸出地下水量は2ヶ月間の積算降水量と相関性が高いことがわかりました⁷⁾。また、山林1ha当たり1日の浸出地下水量は3年間平均14.5m³であることもわかりました。このように風化岩に貯えられた雨水は、卓上に置いた水を含むスポンジから水が浸出するように谷に流出します。岩の割れ目や断層から水が湧き出ますが、それらは水道管に相当します。風化岩の貯水池が無いと、割れ目や断層から水は湧きません。

6. おわりに

山の樹木が水を蓄えていると一般に思われていますが、鉢植えの草花が土中の水で成長するのと同様に、山の樹木は風化岩に含まれる水で成長します。樹木の根が水を貯めるのではなく、水を貯める風化岩が流出しないように根が守っているのです。山林が荒れて洪水が起きたり、川の水が涸れたりするのは、水を貯める風化岩が流出したからです。幸い三山の樹林も風化岩も健全です。大文字山の登山道の湧き水も稜線の風化岩からの浸出水です。



写真10 三の橋川の水涸れ



写真11 稲荷山山上の湿地

稲荷山から流れる三の橋川は東福寺の通天橋を
通って鴨川に流れ出ます。京都高速道路の稲荷山
トンネルがこの川の地下を通るために、工事で水
涸れが懸念されて事前に水文調査が行われまし
た⁸⁾。稲荷山と市街地の境界で実測した三の橋川
の1994年の平均実測流量は毎分181リットル、日
量は265m³でした。トンネル工事では、三の橋川
の手前100m付近から明らかに流量が減少して、
川の地下に達した頃に川は完全に涸れました（写
真10）。しかし、山上の湿地は涸れませんでした

（写真11）。現在、トンネルの湧水は汲み上げられ
て三の橋川に戻されています。

稲荷山や大文字山だけでなく、清水寺の音羽滝、
貴船神社、岩屋不動などの湧水や、金閣寺、龍安
寺、修学院離宮などの池の水は三山の風化岩から
の浸出水なのです。三山に降る雨は風化岩に浸透
して、数ヶ月かけてゆっくりろ過されて鴨川に流
れ出ます。京都には幾つもの名水がありますが、
鴨川の流れもまさに名水と言えます。

〈資料・参考文献〉

- 1) 地形と地質の関係－その5. 東山三十六峰－. 中川 要之助. シンクタンクハガジン No.120, 2010. シンクタンク京都自然史研究所.
- 2) 国土地理院 1:10000地形図 京都御所. 1992.
- 3) 人と暮らしと大地の科学. 中川 要之助. 1995. 京都・法政出版.
- 4) google.co.jp/a34.9759698,135.7849089 3D画像.
- 5) 理科年表. 国立天文台, 2004. 丸善.
- 6) 山間地の地下水と兵庫県南部地震. 中川 要之助・篠田 公平・鍵谷 司. 第33回同志社大学理工学研究所研究発表会（予稿集）, 1995.
- 7) 風化岩山地の水収支－その2, 降雨量とボーリング孔からの流出地下水量の関係－. 中川 要之助・篠田 公平・鍵谷 司. 第31回同志社大学理工学研究所研究発表会（予稿集）, 1993.
- 8) 京都高速道路トンネル技術委員会 報告書（その1）. 1993. 阪神高速道路公団.