

花崗岩の風化について

南 寿宏

花崗岩は、比較的風化されやすいのだが、そのことについて記した論文（北野ほか(1988)）を紹介する。

花崗岩は、主に次の4種類の鉱物（石英・斜長石・カリ長石・黒雲母）からなる火成岩である。この4種の鉱物は構成鉱物と呼ばれ、その熱膨張係数と温度の関係は右ページ図7のとおりである（黒雲母のデータなし）。図7によると、斜長石、カリ長石（図7では正長石と記載）の線膨張係数と石英のそれとの間に、3～4倍の違いがあることが示される。そのため、ある温度以上になると、花崗岩中に微小クラック（割れ目）が生じ、岩石が破壊される。その際、石英はそのままだが、それ以外の鉱物は粘土状に分解される。その状態の岩石をマサ（真砂）という。

瀬戸内海には、花崗岩が多く存在する。その海岸が白砂青松と言われているのは、花崗岩が風化してできた白砂、マサだからである。

安山岩は、角閃石、輝石、斜長石が主な構成鉱物である。それらの熱膨張係数にはそれほど違いがなく、温度変化による微小クラックは発生しづらい。

高松市に、屋島という、テーブル状の山がある。下記のように、風化の進んだ花崗岩を安山岩が覆い、花崗岩保全がなされた、奇跡の地形である。

屋島(やしま) Yashima

香川県高松市東方約 7km にあるメサ。北部では、花崗岩の浸食面上に厚さ約 40m の集塊岩、その上に厚さ約 40m の古銅輝石安山岩溶岩(SiO_2 60%、 MgO 5%)がのる。南部では、花崗岩の上に数 m の集塊岩を挟んで厚さ約 50m の古銅輝石安山岩溶岩がのり、さらにその上に厚さ数 m の白色凝灰岩・砂礫層がのる。溶岩の年代は約 12Ma。

[佐藤博明, 地学団体研究会編 新版地学事典]

メサ mesa

水平な硬岩層が浸食に抵抗して生じた平坦は頂面と周縁の急な崖とをもつ台状の地形。メーサとも書く。卓状地というほど広大な地形はメサと呼ばない。メサをつくる硬岩層には、溶岩、火砕流堆積物、碎屑岩・生物岩などの硬い部分、ラテライトなどのデュリクラスト(褐鉄鋼やボーキサイトで硬くなった風化殻)の例がある。それらの硬岩層の傾斜が増せばケスタに近づき、浸食が進んだ平頂孤立丘はビュート(butte)と呼ばれる。

[若生達夫・田村俊和, 地学団体研究会編 新版地学事典]

上記説明に、屋島の安山岩溶岩年代が 12Ma と記されている。これは、巽ほか(1978)のデータを引用しているものと思われるが、この 12Ma という年代は議論の余地のある値である。西日本の中新世火成岩の年代が 14-15Ma に集中しているのだから。ちなみに、この 14-15Ma は、日本海拡大に伴うものと考えられる。日本海拡大については、中嶋(2018)に詳しい。

文献

北野晃一・新孝一・木下直人・奥野哲夫(1988): 高温下岩石の力学特性、熱特性および透水特性に関する文献調査

応用地質 vol.29 no.3 p36-47

中嶋健(2018): 日本海拡大以来の日本列島の堆積盆テクトニクス

地質学雑誌 vol.124

no.9 p693-722

巽好幸・石坂恭一(1978): 香川県屋島産 Sanukitoid の K-Ar 年代 瀬戸内火山岩類の年代測定, その2

岩石鉱物鉱床学会誌 vol.73 no.11 p355-358

高温下岩石の力学特性、熱特性および 透水特性に関する文献調査

北野 晃一*・新 孝一*・木下 直人**
奥野 哲夫**

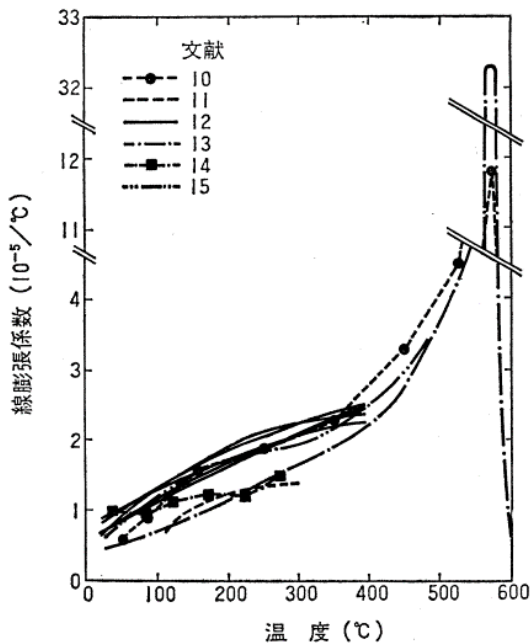


図-6 花崗岩の線膨張係数と温度の関係

花崗岩の線膨張係数と温度の関係を図-6に示す^{10)~15)}。常温における花崗岩の線膨張係数は $(5\sim10)\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲にある。そして、 400°C までは、温度上昇とともにほぼ直線的に増加し、常温における値の約4倍に達する。これは、図-7に示すように、花崗岩を構成する石英、斜長石、正長石等の鉱物の熱膨張率が温度上昇にともなって増加すること^{16)~20)}、および鉱物粒子間の熱膨張率の不一致により、ある温度以上になると微小クラックが発生し始め、その量が温度上昇にともなって増加するためである¹²⁾。 400°C 以上になると、線膨張係数は更に増加し、特に 573°C 付近では、石英が α 型から β 型に転移する際に急激に体積が膨張する¹⁶⁾ ため、非常に大きな値を示す。

常温における安山岩の線膨張係数は、図-8に示すように^{10), 13), 21)}、 $(3\sim5)\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり、花崗岩の約1/2である。これは、花崗岩よりも石英の含有量はるかに少なく、ガラス質物質が多いためであると考えられる。また、 150°C から 350°C の間では、非常に大きな線膨張係数を示す場合が多いが、これはクリストバライトが α

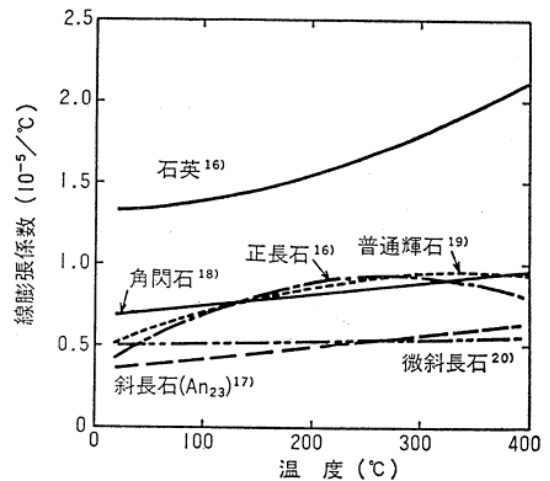


図-7 鉱物の線膨張係数と温度の関係

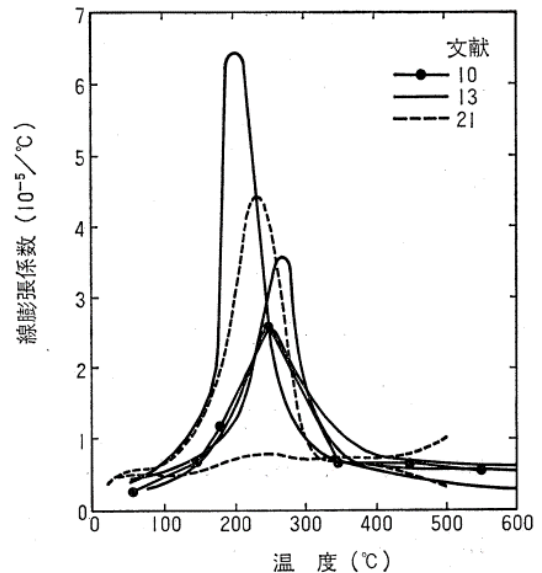


図-8 安山岩の線膨張係数と温度の関係

型から β 型に転移するため^{*}であり²¹⁾、したがって、クリストバライトを多量に含む安山岩ほど大きな線膨張係数を示すものと考えられる。花崗岩とは異なり、高温になっても微小クラックが発生しないので、 400°C 以上になると、線膨張係数は再び小さな値を示し、常温における値とほぼ同じかやや大きい程度である。

琵琶湖周辺には、右図のように、多くの花崗岩体が存在する。花崗岩は風化されやすいことが知られている。

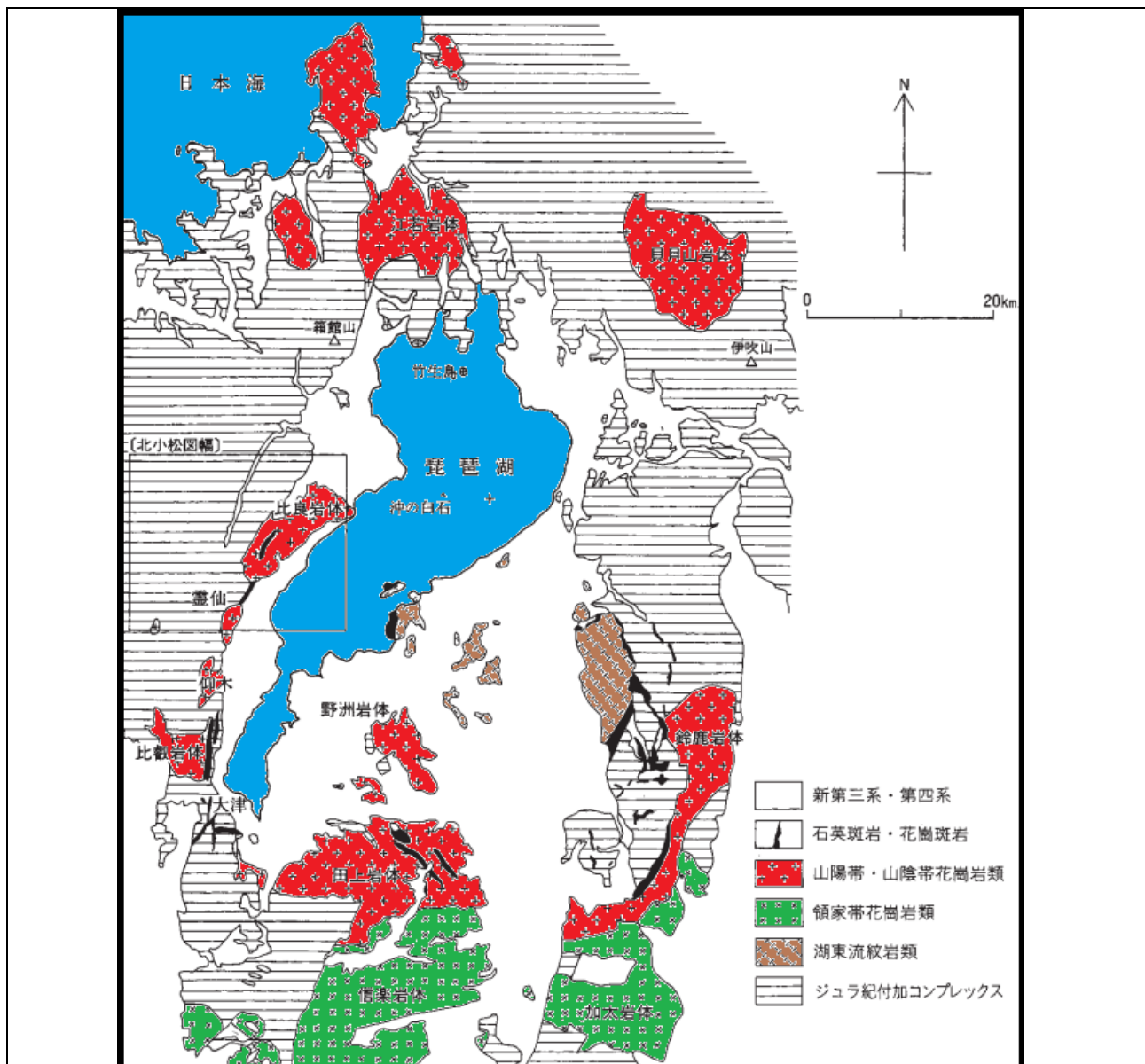
滋賀県大津市田上の田上山もその一つで、古代の都造営に伴う森林伐採ではげ山化し、表面の花崗岩が風化・崩壊した。田上山から流れる河川は大量の土砂を運搬、河床を上昇させた。このような河川では現在、川の下にトンネルを掘って、電車や車を通して行っている。



上 天井川トンネルの位置 大津市羽栗3丁目 県道 108 号

田上山は地図では太神山と表示

下 天井川トンネル google street view より



琵琶湖周辺の花崗岩体の分布

地質調査所 2001 年発行「北小松地域の地質」に着色

田上山を構成している花崗岩は田上山花崗岩とよばれる。

田上山花崗岩(タナカミカウガン) Tanakami granite

琵琶湖南方の田上山(田神山)からその北西部にわたって広く分布する山陽帯のバソリス状岩体。南側は信楽花崗岩に貫入し、北東部では観音寺花崗閃緑岩に熱変成作用を与えている。阿星山付近では湖東流紋岩相当の火砕岩を捕獲する斑岩脈に貫かれている。粗粒黒雲母花崗岩が主体であるが、一部斑状相を含む。全体にわたり長石鉱床が散在し、大津市南郷の井上平律鉱山は有名。これらは、熱水変質作用による長石質花崗岩・変質花崗岩などを採掘対象にしている。岩体の西側、特に田上山付近を中心にして晶洞性のものを含めてペグマタイトが多産。水晶・緑柱石など多くのペグマタイト鉱物を産し、特にトパーズの美晶は世界的に有名。新鉱物の益富雲母(masutomilite $\text{KLi}(\text{Mn,Fe})\text{AlSi}_3\text{AlO}_{10}(\text{F,OH})$) が発見された。ペグマタイトの Rb-Sr 年代は 86Ma。黒雲母の K-Ar 年代が 75~68Ma、Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は約 80Ma。

[中野聰志, 地学団体研究会編 新版地学事典]

田上山は、ここでは田神山とも表示されているようである。

上述のように田上山花崗岩は、トパーズが有名なようであるが、紙面の関係で省略する。知りたい方は、「やほお」でググってほしい。(yahoo で google って、何か変だな。)

なお、「やほお」というのは、中堅漫オコンビ「ナイツ」による。

ネタばれ、ごめん。

上述の「古代の都造営に伴う森林伐採」というのは、万葉集に基づくものであり、新都とは、藤原京のことである。

田上山は、次の二つの歌で詠まれている。

1 万葉集巻一 50

2 万葉集巻十二 3070

50 が森林伐採に関する歌で、長歌。3070 は「さなかずら」を題材に恋を詠んだ短歌。

磐走 (前略)	淡海乃國之 石走る いははしる (枕詞)	衣手能 衣手の ころもでの (枕詞)	田上山之 田上山の たなかみやまの 田上山の	真木佐苦 真木さく まきさく (枕詞)	檜乃婦手乎 檜の婦手を ひのつまでを ヒノキの丸太を
物乃布能 武士の もののふの (枕詞)	八十氏河介 八十宇治川に やそうじがはに 宇治川に	玉藻成 玉藻なす たまもなす 藻のように	浮倍流礼 うかべ流せれ うかべながせれ 浮かべ流すと	其乎取登 そを取ると そをとると それを上げようと	散和久御民毛 さわく御民も さわくみたみも 騒がしく作業する民たちも
家忘 家忘れ いへわすれ 家も忘れ	身毛多奈不知 身もたな知らず みもたなしらず 我が身も知らず	鴨自物 鴨じもの かもじもの 鴨のように	水尔浮居而 水に浮きゐて みずにうきゐて 水に浮かんで	吾作 わが作る わがつくる 自分が日の御門を作るんだと	日の御門介 日の御門に ひのみかどに (後略)
『石走る』は『近江』の、『衣手の』は『田上山』の、『真木さく』は『檜の婦手』の、そして『武士の』は『八十宇治川』の、それぞれ枕詞。					万葉集 巻一 50 藤原宮之役民

この、枕詞を多用した歌は、藤原宮之役民の作と記されているが、その用語が柿本人麿のそれとほぼ一致することから、古来より人麿作と見なされていた。しかし、伊藤博は言う。

その語彙の大部分は人麿の駆使したものと通ずる。しかし、一首の調べは人麿のものではない。(中略)新しい瑞兆思想にかぶれる某知識人が、まず序詞九句の部分を思いつき、それを人麿作に真似ながらふくらませたのがこの長歌ではなかったか。

伊藤博: 萬葉集釋注一, 集英社文庫ヘリテージシリーズ, 2010 第2刷

時は持統朝。まさに人麿の時代である。しかし、その人麿が歌を作っていない。人麿は、讃岐や筑紫に出張っていたことがあるので、その時にあたっていたかもしれない。そのため、都にいた某宮廷歌人が代作したのが、この作か。

この時に造営されていた都は藤原京。木材は瀬田川・宇治川を流して巨椋池（おぐらいけ 近鉄小倉（おぐら）駅の西。巨椋池は昭和時代に干拓）に集められ、そこから木津川をさかのぼり、現 JR 木津駅付近で陸揚げ、佐保川・初瀬川を經由し、藤原京まで運ばれたものと、伊藤は推測する（次ページに経路図）。

なお、巻十二 3070 は次のとおり。

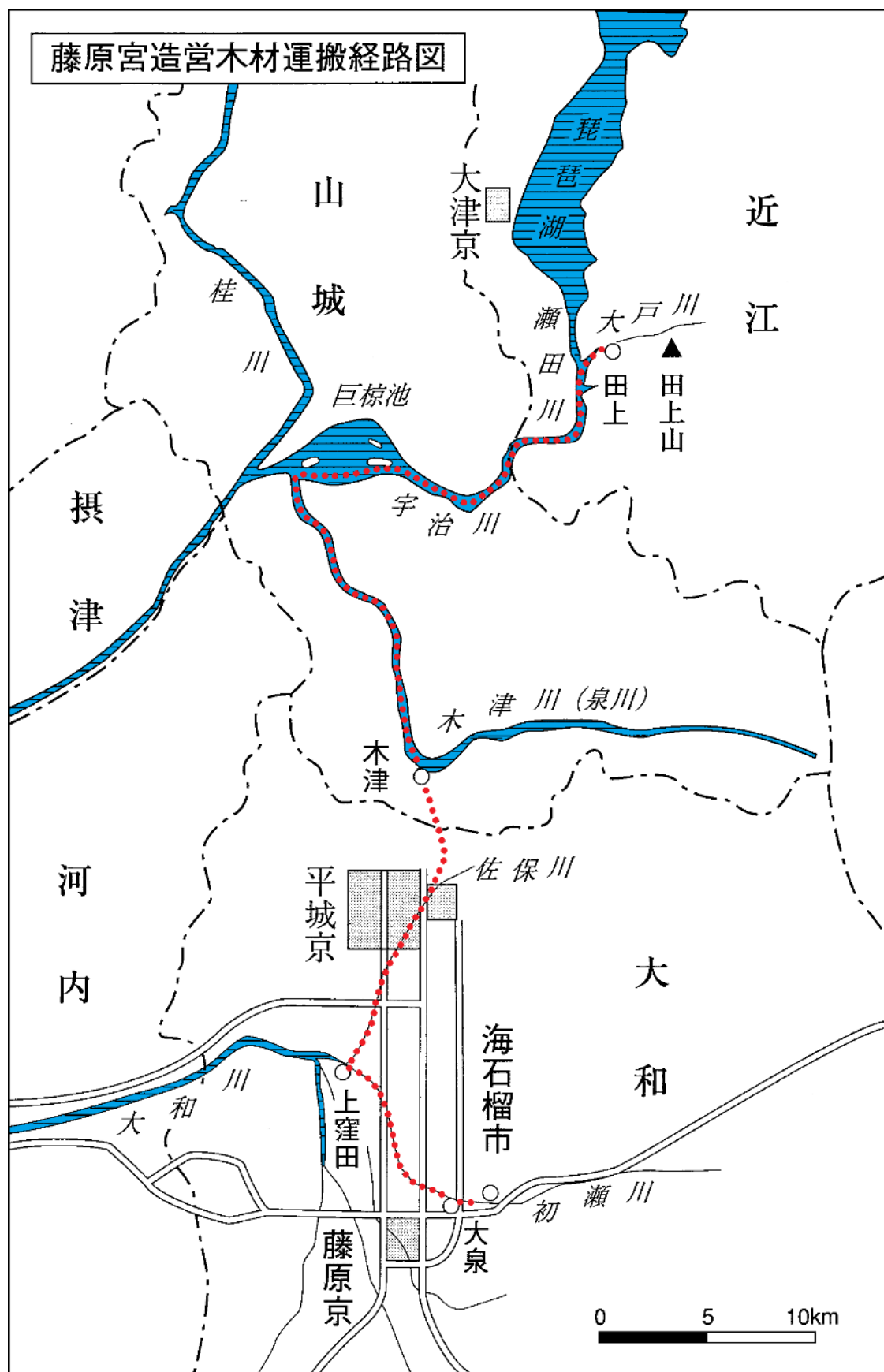
木綿疊	田上山之	狭名葛
木綿疊	田上山の	さな葛
ゆふたたみ	たなかみやまの	さなかづら
(掛詞)	田上山の	葛 その葛のように
在去之毛	今不有十方	
ありさりてしも	今ならずとも	
ありさりてしも	いまならずとも	
後には会えるだろう	今ではなくても	
万葉集 巻十二 3070		

葛（かづら）はマメ科の多年草。その根を掘り出して葛湯（くずゆ）を作る。葛根湯（かつこんとう）は葛の根を主薬とする漢方薬で、風邪に効く（個人の感想です 薬事法対策）。

この歌は、『寄物陳思』、すなわち物に寄せて思を陳べたものである。寄物陳思 150 首のうち、3067～3073 の 7 首で葛が詠まれている。



葛の根の掘り出し中。
葛粉を取り、葛湯を作る。



藤原宮 造営木材 運搬経路図

伊藤博：萬葉集釋注一，集英社文庫ヘリテージシリーズ，2010 を着色編集