

P31. 京都丹波帯泥質岩の変成度から見た天然砥石の摩擦特性

Frictional property of natural whetstone from the viewpoint of metamorphic grade of mudstone in Tamba belt

和田絵里香（日本大学大学院）、竹村貴人（日本大学）、木村克己（防災科学技術研究所）

Erika Wada, Takato Takemura, Katsumi Kimura

1. はじめに

「京都西北部」地域では良質な天然砥石が産出し、その岩石は砥石型珪質頁岩（以下、砥石層と呼ぶ）と呼ばれている。頁岩には特徴的なスレート劈開が認められており、丹波帯特有の地質履歴のためこのようなスレート劈開が形成されたと考えられる。原岩の岩質だけではなく、こうした特有の地質条件が他地域と比べ高品質な天然砥石を産出する要因となっているものと考えられる。本地域特有の地質条件は、丹波帯の形成、つまり付加体形成時の付加作用まで遡り考察する必要がある。

本研究では、調査地域の地形と付加体地質との関係から砥石層の分布特性を整理し、イライト結晶度による熟成度とスレート劈開に着目することで、砥石層の変形・変成条件について考察を行い、また摩擦磨耗実験を実施して、なぜ本地域の砥石層が天然砥石として高品位なのかについて検討した。

2. 地質概要

丹波帯のジュラ紀付加コンプレックスは、地質年代と古生代海洋物質の有無でⅠ型地層群、Ⅱ型地層群という二つの地層群に区分される。構造的上位のⅡ型地層群は石炭紀-二疊紀中期の緑色岩類を基底とし、その上位に石炭紀後期～二疊紀後期及び三疊紀の層状チャート、更にそれらを覆う砕屑岩類よりなり、Ⅰ型地層群は前期三疊紀砥石型珪質頁岩を基底とし、その上位に中期三疊紀～前-中期ジュラ紀の層状チャート、前-後期ジュラ紀の砕屑岩類よりなる¹⁾。近年の研究により大局的な地質構造は、東西性の正立褶曲による変形を受けながら南北 100km にわたる低角ナップ構造をなしていること、さらにその内部に覆瓦構造を形成していることがわかっている²⁾。正立褶曲には、いくつかのシンフォーム・アンチフォームがあり、半波長 10～15km である²⁾。調査地域には、そのうちの保津川アンチフォームが南北性の断層に切られながら東西方向に横断する²⁾。アンチフォームは一般に北翼が南翼より著しく厚い非対称な形態を呈している。本研究では、主に京都府亀岡市及びその東方地域の愛宕山周辺のⅠ型地層群を調査地域とする(図-1,2)。

3. 調査手法

既存の地形・地質情報及び現地調査結果に基づく地質図の作成、及び GIS (Geographic Information System,

地理情報システム) による地形解析、頁岩に発達するスレート劈開の分布とその方位の測定、XRD 解析 (X-ray Diffraction, X 線回折法) でのイライト結晶度の測定を行った。イライト結晶度としては、今回のデータのほか、木村ほか³⁾による結果も用いている。

また、黒色頁岩試料と砥石層に対して摩擦摩耗試験を行った。摩擦摩耗試験は往復型であり、1cm×2cm×1cm に整形した直方体試料に対して 1cm×2cm の面を 3000 番まで平面加工した供試体を用いた。供試体は、黒色頁岩は 2 方向（劈開面に 0 度と 90 度）で 2 試料と砥石層は 3 方向（劈開面に 0 度と 45 度と 90 度）を 1 試料の合計 7 つの供試体である。供試体に対して 49kN の垂直応力を载荷し移動速度を 50mm/min で一定とし 75mm 移動させ、1kHz のサンプリング速度で剪断荷重の測定を行い動摩擦係数の測定を行った。ここで相手材は SUS304 の研磨済の板材であり測定ごとに取り替えている。

4. 記載

本研究では、主に京都府亀岡市及びその東方地域の愛宕山地周辺Ⅰ型地層群の頁岩を扱う。調査地域のⅠ型地層群は、混在岩が乏しく層状チャートと黒色の頁岩が卓越し、層状チャートないし砥石層基底に発達するスラストによる覆瓦構造をなす²⁾。層状チャートの分布幅 50m ほどで、南北性の断層に切られつつも尾根沿いに東西に連続し、開いた褶曲構造が発達するところでは緩い傾斜をなして幅広く分布する²⁾。層状チャートの下位にしばしば砥石層を伴う。調査地域において主に層状チャートからなる岩体は、保津川アンチフォーム北翼に 5 岩体、南翼に 5 岩体認められる。井本ほか⁴⁾によると、層状チャート上位の砕屑岩類は、泥質混在岩層、黒色頁岩層、砂岩・泥岩互層、黒色頁岩層、灰緑色珪質頁岩層と区分される。泥質混在岩層の分布は少なく、砂質基質で、砂岩・チャート・石灰岩をブロックとして含む。黒色頁岩層は、剥離性に富み、平板状の劈開が発達しており、しばしばペンシルストラクチャー(pencil structure) の様相をなす。砂岩が挟在されることがある。

本研究では、層状チャートの分布と構造に着目して地質図(図-2)を作成した。砥石採掘場所は、特定のチャート岩体ではなく、異なるいくつかの岩体に分布している(図-2)。急傾斜な山の山頂部付近には緩傾斜な地形が存在し(図-1)、そのような地域近辺に存在する

チャート岩体の地質構造は緩傾斜であり、砥石層を伴っている(図-1,2)。天然砥石の採掘地としては、廃止されたものも含め、京都市右京区梅ヶ畑を東端とし、愛宕山山頂付近、三郎ヶ岳東麓にかけて点在しており¹⁾、亀岡市宮前町神前付近では現在でも採掘されている⁴⁾。これらの地域の地形・地質構造ともに緩傾斜していると考えられる。

スレート劈開は、本研究地域において、保津川アンチフォームに関連してその軸面に平行な面構造を呈している。上記の緩い構造を呈するチャート岩体分布域では、砥石層の層理面は水平ないしゆるやかな傾斜をなしているため、スレート劈開はそれに高角度に傾斜することになるが、実際に砥石層に認められる劈開面は、亀岡西部では層理面に対して10度から30度ほどの低角度の斜交性を呈するものであり、黒色頁岩に発達するスレート劈開とは方位が異なる。その方位特性からは、砥石層に発達する劈開は剪断の劈開である可能性が考えられるが、その解明は今後の課題である。

イライト結晶度のIC値は、本調査地域において保津川アンチフォームより北部へ向かうにつれ増加している(図-2(b))。つまり構造的深部が分布する背斜軸部に向かって結晶度は上昇する傾向を示し、変成度が高くなっている。砥石層の分布域は、亀岡西部行者山花崗岩による黒雲母接触変成帯の外側にあって、イライト結晶度からみてエピソードからアンチゾーンの幅広い変成温度条件下に分布していると考えられる。

また、黒色頁岩と砥石層の摩擦特性については、その動摩擦係数は、黒色頁岩で0.274-0.327、砥石型珪質頁岩で0.259-0.263であった。いずれの試料においても、測定面の方向により有為な差が認められ、劈開の存在が動摩擦係数に影響を与えていることを確認することができた。また、黒色頁岩の2試料間(イライト結晶度の異なる試料)では、動摩擦係数に1割ほどの違いが確認されたが、試料数が少ないためイライト結晶度が動摩擦係数に与える影響については推論の域をでない。

5. 今後の課題

愛宕山地周辺および亀岡西部の砥石産地の分布域は、地形的には山頂部付近の緩傾斜地域であり、地質的にもチャート岩体が緩傾斜構造を示す地域であるという特徴が判明した。今後、未踏査地域においても、そのような地形的、地質的特徴をもつか検証する。また、黒色頁岩と砥石層に発達する劈開を比較することでその形成機構の相違を確認し、各地域のイライト結晶度から変成温度条件の変化を推測する。これらを踏まえ、黒色頁岩・砥石層の方向による摩擦特性の差をもたらした要因を検討し、天然砥石が優れた摩擦特性を示す地質学的な素因解明の研究を進める。

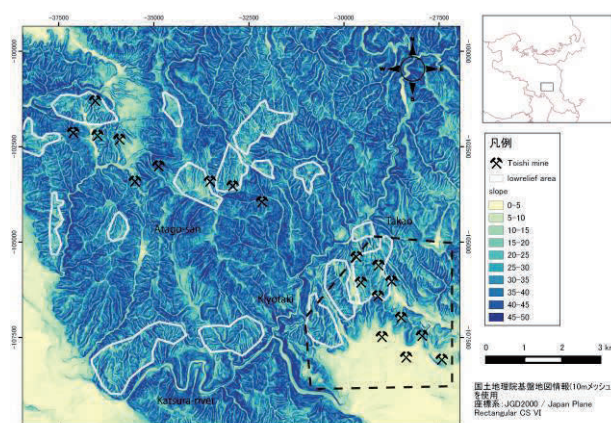


図-1 傾斜量図

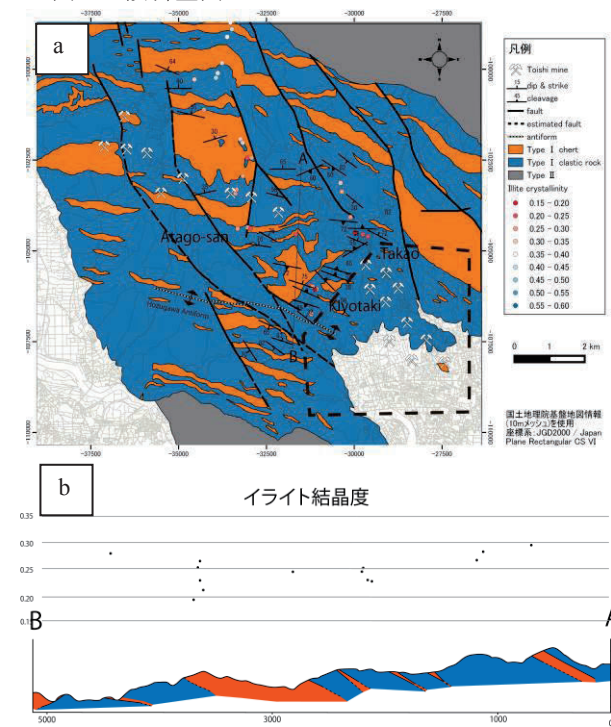


図-2 (a)地質図。井本ほか¹⁾、木村²⁾に加筆。破線で囲まれた地域は未調査地域である。

(b)断面図。頁岩のIC値を投影。

文献

- 1) 井本信広・清水大吉郎・武蔵野実・石田志朗(1989)：京都西北部地域。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，84p。
- 2) 木村克己(2000)：ジュラ紀付加コンプレックスのスラスト系，地質学雑誌，Vol.55，No.1，pp.184-202
- 3) 木村克己・原英俊・栗源史雄(2000)：丹波帯ジュラ紀付加体ナップの古地温構造-”領家”広域変成作用と付加変成作用の対立-，日本地質学会第107年学術大会講演要旨，p.114。
- 4) 京都天然砥石組合編(2003)：京都天然砥石の魅力，京都天然砥石組合，89p。