

## 沖縄県産砥石の地質学的研究 — 本部産・世富慶・渡名喜砥石の検討 —

宮城 直樹<sup>1)</sup> 谷 健一郎<sup>2)</sup> 宇佐美 賢<sup>3)</sup> 宮城 宏之<sup>4)</sup>

Geological Investigation of Whetstones from Okinawa Prefecture  
— An Examination of Motobu-, Yofuke-, and Tonaki-sourced Whetstones —

Naoki MIYAGI<sup>1)</sup> Kenichiro TANI<sup>2)</sup> Ken USAMI<sup>3)</sup> Hiroyuki MIYAGI<sup>4)</sup>

### 1. はじめに

砥石は旧石器時代から現在に至るまで様々な製品の製作に欠かせない道具である。これまでに砥石は様々な時代の遺跡における考古学研究のなかで発掘され整理・記載がなされてきた。しかし、それらの研究では土器や石器、鉄器などの道具類には焦点が当てられるものの、磨製石器や鉄器などの道具の製作に利用されたであろう砥石そのものに注目した研究は少数であった。そのような中、川田 (2004) では砥石に焦点をあて、砥石の分類や砥石の歴史、日本産砥石地名 715 カ所を記載するなど総説的な研究がおこなわれた。また、山本 (2000) では愛媛県の伊予砥石に着目して地質や成因をはじめ、歴史的な背景などがまとめられている。同様に佐藤 (2005) では群馬県の砥沢に産する砥石について地質的背景から岩石記載、その歴史についてまとめている。最近では茂木 (2025) による西日本産の砥石を網羅した書籍なども発刊されている。

沖縄県における砥石研究は上原 (2010) によって総説がなされている。上原 (2010) によれば、琉球諸島における出土砥石は、縄文時代からグスク時代まで連綿とみられ、とりわけグスク時代に種類、量ともに顕著になる。このように琉球列島においても縄文からグスク時代にかけての発掘調査などから、

歴史的資料として砥石が記載されている。一方で近代では前時代と比較して“砥石の産地”などの情報は残りやすいと考えられるが、実際には産地情報は限られてくる。

沖縄では琉球王国時代に琉球産の砥石 (第一様磨刀石ならびに第六様磨刀石) が交易品として輸出されるなど (沖縄県教育委員会, 1981)、当時の交易品として輸出されるだけの性能的価値を持っていたことが伺える。明治期には世富慶砥石が地産地消されるだけでなく、商業的に生産・出荷され地理的に離れた那覇などの場所で使用されるなど、当時の世富慶地域の産業についての歴史的価値をもつ。

本土における砥石研究は歴史的側面から地質学的・工業的な視点まで幅広く進んでいるが、沖縄県内における砥石研究は緒についたばかりである。そこで本研究では沖縄島に産する 2 種、および渡名喜島における 1 種の砥石について、産地の記録を残すとともに、それらの岩石学的な特徴ならびにその背景について明らかにしていくことを目的とする。加えて、名護の伊差川では世富慶と同一と考えられる貫入岩体が砥石化しており、地元の方からの聞き取りでも地域内での利用が確認されたことから、全岩化学組成や年代の部分で世富慶砥石と比較し取り扱うこととする。

<sup>1)</sup> 沖縄県立普天間高等学校 〒901-2202 宜野湾市普天間 1-24-1  
Okinawa Prefectural Futenma High School, 1-24-1, Futenma, Ginowan, Okinawa 901-2202, Japan

<sup>2)</sup> 国立科学博物館 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1  
National Museum of Nature and Science, 4-1-1, Amakubo, Tsukuba, Ibaraki 305-0005, Japan

<sup>3)</sup> 沖縄県立博物館・美術館 〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち 3-1-1  
Okinawa Prefectural Museum & Art Museum, 3-1-1, Omoromachi, Naha, Okinawa 900-0006, Japan

<sup>4)</sup> 元沖縄県立学校教諭  
Former Teacher, Okinawa Prefectural Schools

## 2. 近世近代における沖縄産砥石の流通

琉球産の砥石が初めて登場するのは、明国への交易品としての第一様磨刀石や第六様磨刀石（沖縄県教育委員会、1994）である。そして具体的な産地名が登場するのは『貝摺奉行所文書』における、「名護砥石」（沖縄県教育委員会、1981）や第三回勸業博覧会における本部間切からの砥石の出品となる。各地域名とともに地質的背景から推察し、本紀要ではそれぞれ、「名護砥石≒世富慶砥石」、「琉合砥≒本部産砥石」として論じていく。

沖縄（琉球）の砥石が全国的に認知されるのは、上述したように明治に入り日本各地で生産される製品を一同に介して行われた内国勸業博覧会である。第三回内国勸業博覧会では琉球国からは砥石が5点出品され、内、名護間切世富慶村から2点、本部間切伊野波村から2点、渡名喜島桃原村から1点の砥石の出品が確認できる（藤原、1974）。

世富慶砥石の歴史は名護市史編纂委員会（1988）によれば、近世（17世紀頃）小字ターギナー（高喜納原）に砥石の岩脈が発見されたことに始まり、世富慶砥石の産地として知られ、首里王府に貢納されたとある。しかし、明治期にターギナーでは石英斑岩の採石がおこなわれ、砥石の採石地は山手側のナガドー（長堂原〔現在の小字区分によると大筋原〕）となる（名護市史編さん室、2003）。世富慶字誌（2004）によれば、世富慶砥石は昭和十六年頃に事業化され昭和十八年頃には一度終了するが、戦後再び採掘され昭和二十八年頃までは続いたとのことである。

本部産砥石の記載は第三回内国勸業博覧会において、「琉球國本部間切伊野波村 渡久地甚次郎 前同村 崎原門次郎」とある（藤原、1974）。その利用については戦前の那覇若狭町の漆器生産地で「本部」産砥石が使用されたことが記載されている。本部産砥石は漆器の製作工程における下地作りの最後に使用されており、下地表面を「平坦且つ平滑」に研ぐ必要があることから、かなり粒度の細かい砥石が必要とされる。そのため「本部産砥石」が『貝摺奉行所文書』に記載されている「琉合砥」と、使用目的が同じと考えられることから、両者は同一の砥石と想定される。本部産の砥石の産業化については、伊野波村の渡久地・崎原の両氏がどこで採掘、製品化

したのかについては不明である。しかし、本部町山里集落の具志堅古昌氏に聞き取りを行ったところ、具志堅氏の祖父にあたる古通氏が、イノウエ某氏から砥石の事業を受け継ぎ、一定期間、砥石の生産・出荷をおこなっていたようである。ただ、それを証明する公的な記録や製品などは残っていない。本地域は山里集落であり第三回内国勸業博覧会に出品された伊野波村とは地名が異なっているが、本部町の山里集落は1946年に行施上の一村落として伊野波から分離した（本部町史編集委員会、1994）ことから、第三回内国勸業博覧会においては出展された砥石が現在の山里地域からのものである可能性が高い。

渡名喜砥石は、渡名喜村教育委員会の元教育長上原雅志氏によると、砥石の原石の採集は明治にはすでに行われており戦後まで採集されていたようである。ある時期には久米島などへ販売した人もおり、また個人的には昭和40年頃まで採取した方もいたようである。現在では使用されることはなくなったが、庭先等に原石や、原石を加工し使用してきた砥石を大切に保管している家庭もある。先述のとおり第三回内国勸業博覧会に世富慶砥石と本部産の砥石とともに出展されていることから、名護や本部の砥石と同様に流通していたことが考えられる。なお渡名喜島で大切に保管されてきた砥石の原石と加工された砥石の1つは2022年に沖縄県立博物館・美術館へ寄贈いただき収蔵した。

## 3. 砥石の産地記載

本報告において取り上げる砥石の産地は沖縄本島の北部地域と渡名喜島に位置している（図1）。

### 3.1 世富慶砥石

世富慶地域周辺の地質を図1-aに示す。世富慶地域は主に名護層の千枚岩と砂岩から構成される。名護層の堆積時期を示す化石の産出はないが、再結晶白雲母のK-Ar年代が測定され、変成年代として後期白亜紀～始新世の年代値が得られている。そして堆積年代については後期白亜紀が想定されている（小島、1999）。名護層の分布する恩納村～名護の西海岸には広く火成岩の貫入が観られ、南から順に輝石安山岩、角閃石安山岩、石英斑岩（花崗閃緑岩）と

いった多様な火山岩が分布する。  
世富慶砥石の原岩である火山岩は世富慶地域の限られた範囲に細長く分布している。岩脈の露頭は標高

100m付近に観られ河床を横断して北西-南東方向に延びている(図2)。

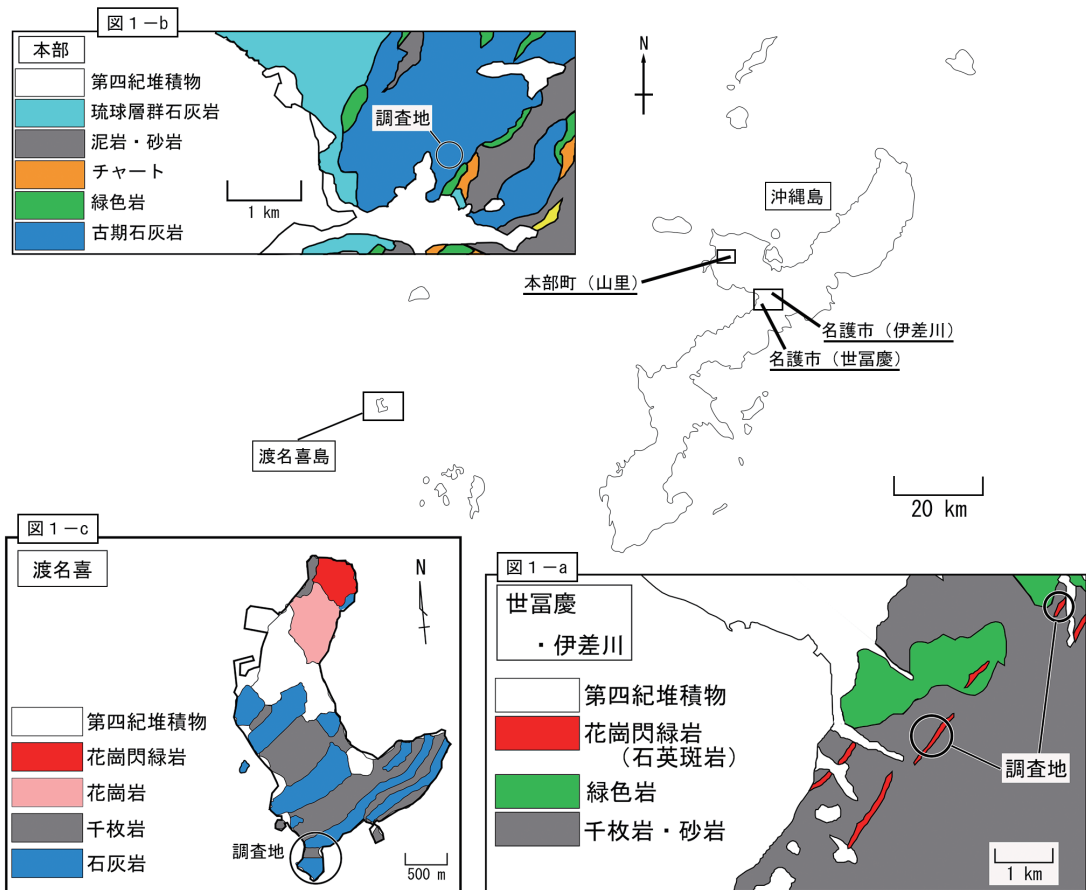
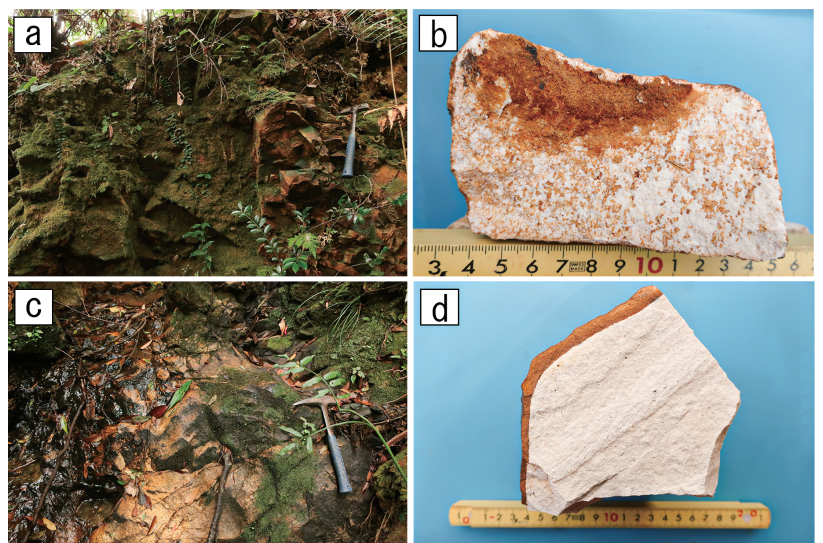


図1. 本研究における調査地域概観図および調査地周辺地質図  
地質図の作成は20万分の1日本シームレス地質図V2をもとに作成

図2. 世富慶砥石の岩脈露頭

- a : 露頭上部 (岩脈最上部)
- b : 露頭上部でみられる火成岩の内部構造
- c : 河床に露出する露頭
- d : 河床中に産する岩脈の一例 (流水などの二次的な風化による溶脱が進行している部分)



### 3.2 本部産砥石

砥石を出荷していたことが確認できた地域は、現在の行政区で本部町山里に位置する（図1-b）。本地域を含めた周辺には与那嶺層が観られる。与那嶺層は泥質千枚岩を基質とする混在岩で露頭周辺では層状石灰岩や結晶質石灰岩が確認できる。結晶質石灰岩から中期ペルム紀の紡錘虫及びサンゴ（半澤、1932；藤田、1980）、層状石灰岩から後期三疊紀のアンモナイト、ハロピア、コノドントなど（Ishibashi, 1969；Kobayashi and Ishibashi, 1970；Koike and Ishibashi, 1974）が産出している。一方、小島ほか（1999）により、泥質千枚岩の再結晶白雲母 K-Ar年代として75.2～70.2Maが報告された。以上により、与那嶺層は前期白亜紀に形成された後、後期白亜紀に広域変成作用を被ったと考えられる。砥石の生産をしていた場所は現在、町道になっており当時の採掘跡をみることはできないが（図3. a）当時、砥石の整形の際に出た小割片は現在でも道路脇に残されており確認することができる（図3. b）。採掘場周辺には層状石灰岩が観られ、一部には数cm～数m程度の泥質部が挟在している（図3. c, d）。採掘場所はこれら一帯に分布する石灰岩を岩体として含む混在岩の基質部と考えられる。これらの泥岩は広域変成作用により、適度な硬さを持つ。

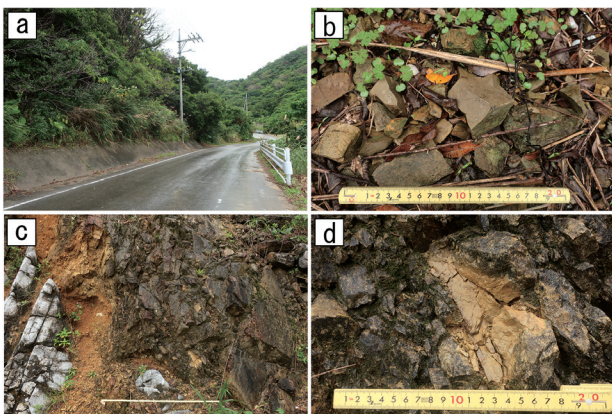


図3. 本部産砥石の採掘場周辺

a：旧採掘場（現在は町道が敷設され当時の立坑は埋没している）。b：採掘場跡周辺に現在も残る小割片。c：付近に見られる層状石灰岩中に挟在する珪質泥岩（採掘場跡から南南東方向に約200mスケールは1m）。d：cの拡大写真。

### 3.3 渡名喜砥石

渡名喜島は那覇市の西北西約50kmに位置し、南北約4km、東西約2.5kmの島で、平地が少なく急峻な地形である。地質は主に堆積岩類と火成岩類から構成され、島の南側には泥岩（片岩・千枚岩・頁岩）や砂岩、礫岩、チャート、緑色岩が広く分布する（図1-c）。砥石の採石地はグルクの崎近くの海岸にある（渡名喜村教育委員会元教育長上原雅志氏私信）。砥石の原岩は礫岩に貫入した火成岩の岩脈からなる。岩脈は海水面よりも高い位置にあり、表面は酸化鉄によるリーゼガング状の年輪構造が観られる（図4）。また内部には二酸化マンガンの染み込みによる“しのぶ石”が生成している。



図4. 渡名喜砥石の露頭写真

岩脈は礫岩層に貫入している。スケールのハンマーは全長28cm

## 4. 岩石記載

### 4.1 世富慶砥石

構成鉱物は全体的に微細な石英や粘土鉱物である（図5. a-1, a-2）。鉱物の残晶は全て粘土鉱物に変質し、クロスニコールでは不透明となっている。残晶の形状や付近に産する岩石から推察すると元の鉱物は角閃石や黒雲母の可能性が高い。SEM-EDXによる観察では石英は粒径30-10 $\mu$ m程度の大きさで角形状をしている。そして石英の粒間を埋めるようにして層状の粘土鉱物が充填している様子が確認できる。（図5. b）また、残晶の内部も粘土鉱物が充填している様子が確認できる（図5. c）。

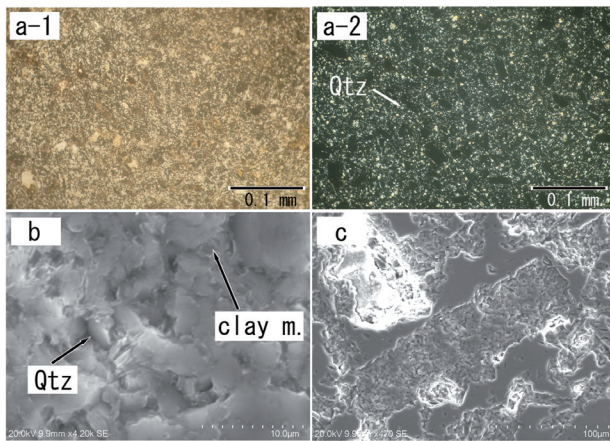


図5. 世富慶砥石の岩石薄片写真ならびにSEM-EDX画像

a-1：オープンニコル、a-2：クロスニコル、  
b, c：SEM-EDX画像  
Qtz：石英、clay m.：粘土鉱物

#### 4.2 本部産砥石

本岩石は全体に淡黄色を示し、全体が均質で片理が発達している。主要な鉱物は微細な石英と粘土鉱物から構成され、一部に微細な石英脈や不透明鉱物が観られる（図6. a-1, a-2）。SEM-EDXでの観察では石英の粒形は2～5 μm程度の石英粒子と層状の粘土鉱物が確認できる（図6. b, c）。

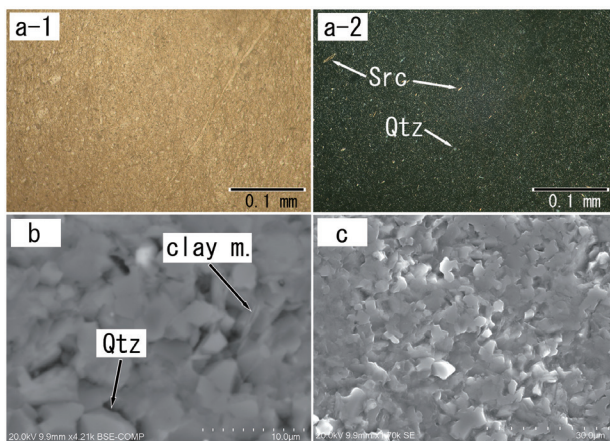


図6. 本部産砥石の岩石薄片ならびにSEM-EDX画像

a-1：オープンニコル、a-2：クロスニコル  
b, c：SEM-EDX画像  
Qtz：石英、clay m.：粘土鉱物、Src：絹雲母

#### 4.3 渡名喜砥石

渡名喜島南部の砥石原石採掘地（図4）から採取されたとされる試料について記載する。構成鉱物は主に石英と絹雲母からなり、斑晶鉱物として長石類が確認できる。長石類は剥落している部分が多いものの、僅かに確認できる部分から、結晶内部はピナイト化が進行している様子が伺える（図7）。

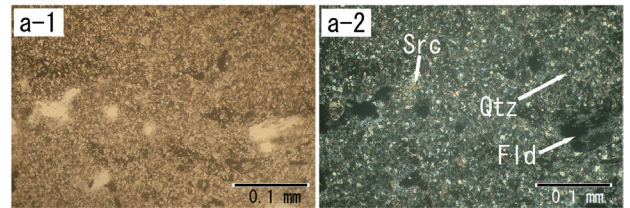


図7. 渡名喜砥石の岩石薄片写真

a-1：オープンニコル、a-2：クロスニコル  
Qtz：石英、Src：絹雲母、Fld：長石類

### 5. 全岩化学組成分析およびジルコンU-Pb年代測定

#### 5.1 全岩化学組成分析

今回の分析試料は以前に許可を得て採取された世富慶砥石と伊差川砥石の計2試料について、国立科学博物館所有の波長分散型蛍光X線分析装置（リガクZSX PrimusII）にて主要元素10種の全岩化学組成分析をおこなった。分析はSano et al. (2020)に従いおこなった。渡名喜砥石の分析値は谷ほか(2024)による。全岩化学組成分析値を表1に示す。世富慶砥石はSiO<sub>2</sub>: 80.54%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 17.85%と両元素で98.39%を占める。苦鉄質元素であるFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.74%、MgO: 0.10%はほとんど溶脱している。またL.O.I.は6.91%となる。伊差川砥石についてはSiO<sub>2</sub>: 78.95%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 17.44%となり、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 2.71%、MgO: 0.12%となる。渡名喜砥石ではSiO<sub>2</sub>: 75.48%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 16.07%で両元素の合計値は91.55%となる。

表1 各砥石の全岩化学組成分析値

試料名	世富慶	伊差川	渡名喜
主要元素/wt%			
SiO <sub>2</sub>	80.54	78.95	75.48
TiO <sub>2</sub>	0.45	0.47	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.85	17.44	16.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	0.74	2.71	1.98
MnO		0.01	0.01
MgO	0.10	0.12	0.39
CaO	0.09	0.08	0.24
Na <sub>2</sub> O	0.07	0.07	3.18
K <sub>2</sub> O	0.01	0.04	2.36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.11	0.10
Total	100.0	100.0	100.0
L.O.I.	6.91	6.74	3.17

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* (Feは全鉄)  
L.O.I. (強熱減量)

渡名喜の分析値は、谷ほか(2024)による

## 5.2 ジルコンU-Pb年代測定

分析は鉱物分離から年代測定まですべて国立科学博物館で実施した。年代測定に用いたジルコン粒子は、高電圧パルス選択性粉砕装置 (SEFRAG Lab) による試料粉砕、椀掛けによる軽鉱物除去、ネオジム磁石 (NEOMAG 8000) による磁性鉱物除去、ジヨードメタン (3.3g/cm<sup>3</sup>) による重液分離の順に処理した試料から、ハンドピッキングにより抽出した。未知試料と標準試料のジルコン粒子をエポキシ樹脂で封入した後に、ダイヤモンドペーストで研磨して結晶の内部を露出させた。その後、走査型電子顕微鏡 (JEOL JSM-6610) を使用してジルコン粒子の後方散乱電子像とカソードルミネッセンス像を撮影し、自形結晶でオシラトリー累帯構造を示し包有物や割れ目のないリム部分を分析スポットとして選定した (図8)。

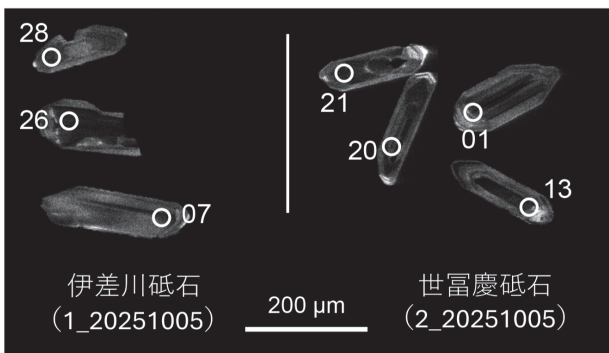


図8. ジルコン粒子のカソードルミネッセンス像

図中の丸はLA-ICP-MSによるU-Pbの測定点を示す。

年代測定にはレーザー・アブレーション・システム (NWR213, Electro Scientific Industries ; Nd-YAG 発振源 ; 波長213nm) と四重極型ICP-MS (Agilent 7700x, Agilent Technology) とを buffered type スタビライザーを介して接続したものをを用いた。レーザー径は約25μmとし、分析の基本的な条件は Tsutsumi et al. (2012) に従った。UおよびTh濃度はガラス標準試料SRM610の測定データを用いて<sup>29</sup>Siを内標準として算出した。<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U比の補正に関してはTEMORA2 (417 Ma ; Black et al., 2004) を標準試料とし、二次標準試料にはOD-3 (33 Ma ; Iwano et al., 2013) を用いた。初生鉛の補正は、<sup>208</sup>Pb補正 (例えば、Williams, 1998)、年代値計算には<sup>207</sup>Pb補正をおこなった (Stacey and Kramers, 1975)。コンコーディア図作成にはIsoplotR (Vermeesch, 2018) を使用した。加重平均年代は95%信頼区間で算出した (図9)。

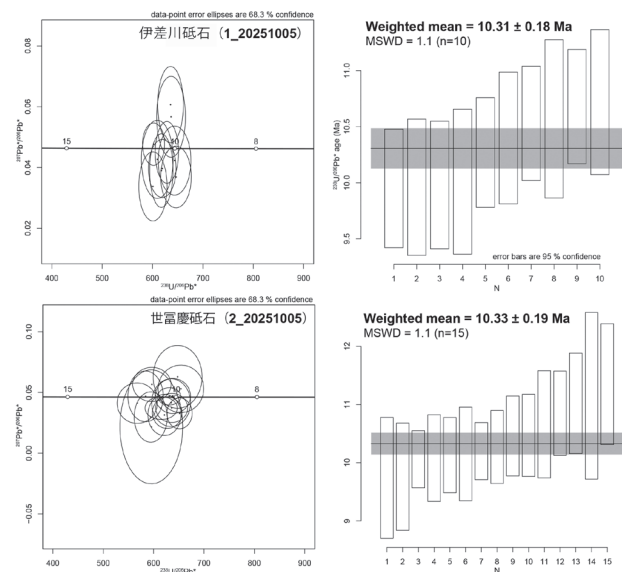


図9. U-Pb年代測定値のTera-Wasserbergコンコーディア図ならびに加重平均プロット

試料と同時に分析した二次標準試料OD-3からは、加重平均<sup>238</sup>U-<sup>206</sup>Pb年代31.50 ± 0.51 Ma (n=7, MSWD=0.29) が得られた (表2)。

表2 世富慶砥石 (1\_20251005) ならびに伊差川砥石 (2\_20251005) のジルコンU-Pb年代測定結果

Labels	<sup>206</sup> Pbc <sup>(1)</sup> (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	<sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb* <sup>(1)</sup>	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb* <sup>(1)</sup>	<sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb* age <sup>(1)</sup> (Ma)	<sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb* age <sup>(2)</sup> (Ma)
1_20251005-0	0.00	325	290	0.92	600.78 ± 18.58	0.0338 ± 0.0075	10.7 ± 0.3	10.7 ± 0.3
1_20251005-0	1.14	524	128	0.25	617.48 ± 15.33	0.0390 ± 0.0080	10.4 ± 0.3	10.5 ± 0.3
1_20251005-0	0.00	398	109	0.28	646.59 ± 20.04	0.0369 ± 0.0067	10.0 ± 0.3	10.0 ± 0.3
1_20251005-1	0.09	657	165	0.26	635.71 ± 16.74	0.0607 ± 0.0083	10.1 ± 0.3	9.9 ± 0.3
1_20251005-1	0.00	387	159	0.42	643.72 ± 21.43	0.0423 ± 0.0075	10.0 ± 0.3	10.0 ± 0.3
1_20251005-1	0.00	579	150	0.27	619.28 ± 18.08	0.0397 ± 0.0063	10.4 ± 0.3	10.4 ± 0.3
1_20251005-2	0.18	553	168	0.31	636.71 ± 18.85	0.0567 ± 0.0088	10.1 ± 0.3	10.0 ± 0.3
1_20251005-2	0.00	594	253	0.44	602.02 ± 14.50	0.0477 ± 0.0046	10.7 ± 0.3	10.7 ± 0.3
1_20251005-2	0.45	851	261	0.31	628.45 ± 15.24	0.0450 ± 0.0067	10.2 ± 0.2	10.3 ± 0.2
1_20251005-2	0.00	272	154	0.58	609.42 ± 20.79	0.0427 ± 0.0085	10.6 ± 0.4	10.6 ± 0.4
2_20251005-0	0.00	334	129	0.40	634.69 ± 25.48	0.0416 ± 0.0130	10.1 ± 0.4	10.1 ± 0.4
2_20251005-0	0.00	313	183	0.60	647.62 ± 32.10	0.0629 ± 0.0171	9.9 ± 0.5	9.7 ± 0.5
2_20251005-0	0.00	1329	623	0.48	630.92 ± 15.08	0.0468 ± 0.0047	10.2 ± 0.2	10.2 ± 0.3
2_20251005-0	0.00	660	411	0.64	614.96 ± 21.13	0.0371 ± 0.0062	10.5 ± 0.4	10.5 ± 0.4
2_20251005-1	0.00	343	133	0.40	654.21 ± 29.94	0.0530 ± 0.0129	9.8 ± 0.5	9.8 ± 0.5
2_20251005-1	2.22	1315	638	0.50	651.38 ± 16.55	0.0328 ± 0.0084	9.9 ± 0.3	10.1 ± 0.2
2_20251005-1	0.00	729	244	0.34	596.56 ± 25.12	0.0566 ± 0.0093	10.8 ± 0.5	10.7 ± 0.5
2_20251005-1	0.00	331	241	0.75	567.37 ± 26.36	0.0412 ± 0.0110	11.4 ± 0.5	11.4 ± 0.5
2_20251005-1	0.53	426	119	0.29	583.98 ± 23.21	0.0468 ± 0.0138	11.0 ± 0.4	11.0 ± 0.4
2_20251005-1	0.13	433	180	0.43	594.30 ± 21.69	0.0298 ± 0.0137	10.8 ± 0.4	10.9 ± 0.4
2_20251005-2	0.00	515	186	0.37	635.94 ± 21.00	0.0373 ± 0.0079	10.1 ± 0.3	10.1 ± 0.3
2_20251005-2	0.00	478	230	0.49	638.20 ± 23.09	0.0471 ± 0.0095	10.1 ± 0.4	10.1 ± 0.4
2_20251005-2	0.00	458	192	0.43	626.93 ± 19.36	0.0334 ± 0.0086	10.3 ± 0.3	10.3 ± 0.3
2_20251005-2	3.71	218	75	0.35	595.40 ± 41.12	0.0217 ± 0.0310	10.8 ± 0.7	11.2 ± 0.7
2_20251005-2	0.90	628	229	0.37	621.50 ± 21.70	0.0315 ± 0.0112	10.4 ± 0.4	10.5 ± 0.3
OD3-01	0.30	203	190	0.96	208.32 ± 5.01	0.0466 ± 0.0102	30.9 ± 0.7	30.9 ± 0.7
OD3-02	1.81	242	235	1.00	206.43 ± 5.29	0.0344 ± 0.0109	31.2 ± 0.8	31.6 ± 0.7
OD3-03	0.00	183	181	1.01	201.99 ± 5.13	0.0483 ± 0.0044	31.8 ± 0.8	31.8 ± 0.8
OD3-04	0.24	211	214	1.04	200.42 ± 4.64	0.0479 ± 0.0101	32.1 ± 0.7	32.0 ± 0.7
OD3-05	3.35	192	142	0.76	186.81 ± 7.41	0.0237 ± 0.0183	34.4 ± 1.4	35.4 ± 1.3
OD3-06	0.00	561	685	1.25	203.78 ± 4.66	0.0435 ± 0.0101	31.6 ± 0.7	31.6 ± 0.6
OD3-07	0.00	427	436	1.05	205.29 ± 4.62	0.0489 ± 0.0040	31.3 ± 0.7	31.2 ± 0.7
OD3-08	2.31	596	618	1.06	205.08 ± 4.26	0.0433 ± 0.0084	31.4 ± 0.6	31.5 ± 0.6

Errors are 1-sigma; Pb and Pb\* indicate the common and radiogenic portions, respectively.

(1) Common Pb corrected by assuming <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U-<sup>208</sup>Pb/<sup>232</sup>Th age-concordance

(2) Common Pb corrected by assuming <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U-<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U age-concordance

表3に世富慶砥石と伊差川砥石から得られたジルコンのU-Pb年代測定値を示す。世富慶砥石と伊差川砥石が誤差の範囲内でほぼ同じ年代を示す。一方で渡名喜砥石ではそれより古い年代値を示す。

表3 ジルコンのU-Pb年代測定値

試料名	年代値
世富慶砥石	10.33±0.19 Ma
伊差川砥石	10.31±0.18 Ma
渡名喜砥石	18.26±0.24 Ma

\*の年代値は谷ほか (2024) による

## 6. 考察

### 6.1 砥石の原岩推定

#### 6.1.1 世富慶砥石

世富慶砥石の原岩は、偏光顕微鏡観察などから恩納村名嘉真地域に広く分布する石英斑岩（花崗閃緑岩）と、恩納村谷茶から名護、本部半島に点在する角閃石安山岩などの火成岩が原岩として考えられる。砥石を生産していた付近では石英斑岩が石材として採掘されていたものの、砥石の露頭付近では石英斑岩のほかに鉱物組成から角閃石安山岩と石英斑岩の中間的な特徴を示す岩石も確認され、現時点では岩石種の特定には至っていない。

次に、火成岩から砥石への変化について考えていく。世富慶砥石の岩石薄片では構成鉱物が石英と粘土鉱物のみ確認できる。一般に岩石の風化過程においては斑晶が変質し粘土鉱物へと変化している際には石基も同様に粘土鉱物化し、手で潰せるほど脆弱となるが、世富慶砥石では十分に硬度が保たれている。世富慶砥石の原岩と推定される石英斑岩、角閃石安山岩について世富慶砥石と同程度の硬度の岩石と、風化して土壌化した両岩石について薄片を作製し比較を行った。その結果、石英斑岩は最終的に風化残留物として石英や黒雲母の結晶が残り、角閃石安山岩の場合も長石や角閃石の斑晶を確認することができる（図10）。

以上の観察結果から世富慶砥石の生成は単純な風化作用だけでは説明ができない。そこで想定されるのが貫入後に起こった熱水による変質作用である。

宮城ほか（2010）では岩石の原岩から土壌に変化するまでの風化過程で元素がどのように増減するのについて研究がおこなわれ、石英斑岩や緑色岩（玄武岩）の両火成岩についてSiO<sub>2</sub>は風化とともに減少し逆にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は増加する傾向が示されている。一方で世富慶砥石の組成はSiO<sub>2</sub>:80.54%とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:17.85%で合計98.39%となり、火成岩の通常の風化とは異なる増減を示す。また、世富慶砥石では鉱物中の苦鉄質元素が抜け、ほとんどがSiO<sub>2</sub>とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で構成されながらも、ある程度の硬度を保っていることから熱水による変質が支持される。

基本的に熱水による変質では、角閃石などはプロピライト化により緑泥石に変質する過程がみられる（例えば、東、2004）。しかし世富慶砥石にはそのような鉱物は見つからない。そこで考えられるのは熱水変質による溶脱を受けた岩体が流水などによる二次的な変質作用を受けた可能性である。世富慶砥石は露頭上部においては酸化鉄が砥石内部に斑状として全面に分布している（図2. a）。この酸化鉄は、熱水変質により生成した緑泥石などが更なる風化作用により変質して生成したものと考えられる。河床部にみられる露頭の特に常に流水に浸かる場所では、

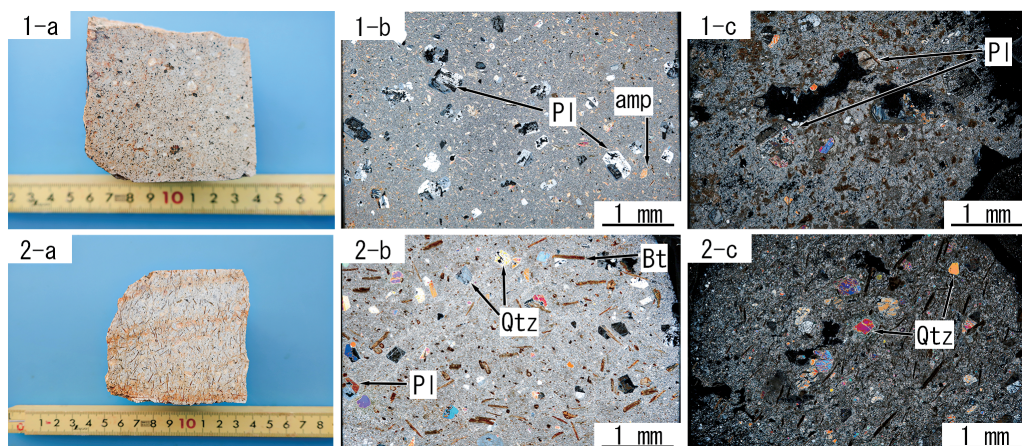


図10. 石英斑岩ならびに角閃石安山岩の風化状態による鉱物の変化

1：角閃石安山岩 - a：砥石と同程度の硬度まで風化した試料、- b：1-aの岩石薄片（クロスニコル）、- c：土壌化試料（クロスニコル）、2：石英斑岩 - a：砥石と同程度の硬度まで風化した試料、- b：- aの岩石薄片（クロスニコル）、- c：土壌化試料（クロスニコル）、Qtz：石英、Pl：斜長石、amp：角閃石、Bt：黒雲母

内部が白色で岩石表面に鉄の酸化物が殻のように濃集されるものや(図2. b)、基質部分に酸化鉄によるリーゼ GANG 状の年輪模様を示す砥石が多い。露頭が常に地上部にある伊予川砥石の場合  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  が 2.71% 程度となっていることから流水などによる酸化鉄の溶脱が世富慶砥石の成因において重要な要素の一つだと考えられる。以上をまとめると、世富慶砥石は①原岩となった火成岩の貫入、②熱水による原岩中からの苦鉄質成分の溶脱による鉱物の変質、③緑泥石などの風化後、生成した酸化鉄の流水による溶脱、といった過程を経て形成されたことが強く示唆される。

### 6.1.2 本部産砥石

本部の山里から採取された珪質泥岩は細粒の石英と絹雲母やその他の粘土鉱物から構成される。本地域は弱い広域変成作用を受けてはいるものの、構成鉱物の変成や組織の変形がほぼみられないことから、初生的な珪質泥岩と考えられる。SEM-EDX による観察では大部分の石英粒子の粒形が  $5 \sim 2 \mu\text{m}$  程度と JIS 産業規格における砥粒の番手としては #2500 ~ #6000 番程度の粒子から構成されていることになる。岩石学的な検討から、本地域の珪質泥岩は砥石としての性能をもち、歴史資料の検討を踏まえると『歴代宝案』ならびに『貝摺奉行所文書』、第三回内国勸業博覧会に出品された“琉合砥”ならびに“本部産砥石”は本地域の石灰岩岩体を包有する珪質泥岩を指している可能性が極めて高いと考えられる。

### 6.1.3 渡名喜砥石

渡名喜砥石は薄片観察から斑晶が確認できる。これらは原岩が熱水など高温流体による強い溶脱作用を受けていた可能性が低いことを示唆している。そのため渡名喜砥石は珪長質火成岩が単純に海水や雨水による化学的風化作用により砥石化したものと考えられる。

## 6.2 沖縄産砥石の性質と日本各地の砥石との比較

はじめに、各産地の砥石は文献により岩石名が異なっている場合がある。例えば伊予砥は川田(2004)では、流紋岩質凝灰岩となっているが、地質調査所

編纂(1953)では雲母安山岩となる。砥石の産地や種類によっては、砥石の性質が似ている場合には地域名を冠して一括り呼ばれ、異なる原岩由来であっても区別されないことも考えられる。そこで本研究で扱う岩石名については岩石薄片の観察を基本として、各論文などの記載に基づく。

伊予砥石(図11. 1-a, b)の構成鉱物は石英と粘土鉱物で酸化鉄のリーゼ GANG 状の年輪模様がみられる。

上野砥石は原岩の角閃石安山岩が熱水変質を受けて生成したと考えられる。スラブ写真(図11. 2-a)からは斜長石や角閃石の結晶が確認されるが、薄片写真(図11. 2-b)では斜長石はセリサイト化し、角閃石は緑泥石に変質していることが確認できる。但馬砥石(諸寄)の原岩は角閃石安山岩で熱水変質を受けていると考えられる。スラブ写真(図11. 3-a)では斜長石並びに角閃石が確認できる。薄片写真(図11. 3-b)から斜長石はセリサイト化し、角閃石は緑泥石に変質している。原岩が同種の角閃石安山岩とする上野砥石と比較すると基質はより微細で石英粒は小さい。

青砥はスラブ写真や薄片(図11. 4-a, b)や五十嵐(2006)から堇青石ホルンフェルスが原岩と考えられる。岩石の基質は数  $\mu\text{m}$  程度の石英と粘土鉱物からなり、堇青石はセリサイト化している。

神前(図11. 5-a, b)は珪質泥岩で今回確認した5種類の砥石のなかでは最も粒度が小さい。鉱物は微細な石英や絹雲母、その他の粘土鉱物から構成される。この鉱物組成は本部砥石にみられるものと類似性がある。

沖縄県産の各砥石を日本各地の砥石と比較すると、世富慶砥石は石英の粒形や構成鉱物、そして砥石表面のリーゼ GANG 状の年輪模様など、伊予砥石にかなり酷似していることがわかる。本部産砥石は神前砥石に似るものの、石英粒の粒径は不均一で神前砥石と比較して僅かに大きいものもみられる。

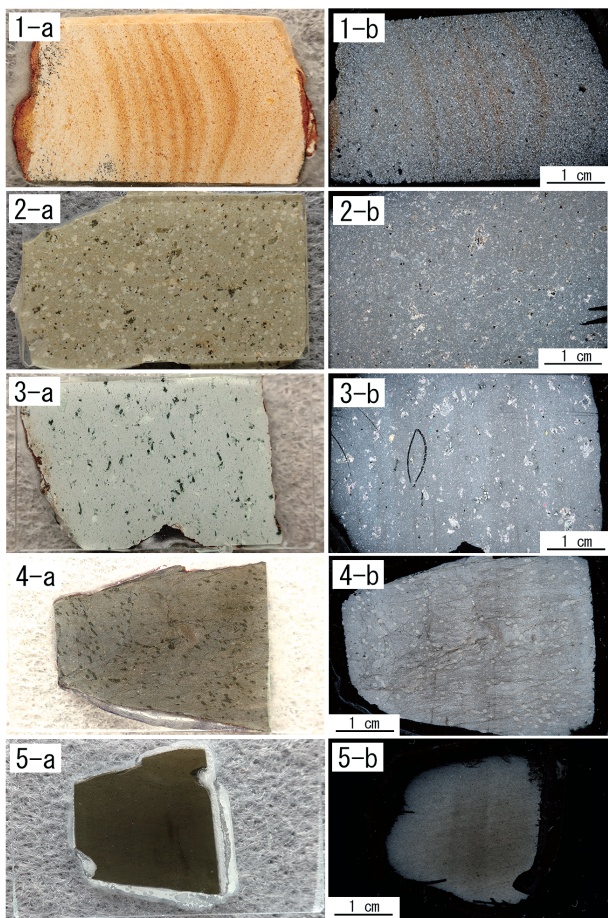


図11. 日本各地の砥石

1-a, b : 伊予砥石【中砥】、2-a, b : 上野砥石【中砥】、3-a, b : 但馬(諸寄)砥石【中砥】、4-a, b : 青砥砥石【青砥】、5-a, b : 神前砥石【仕上砥】、

a : 岩石のスラブ写真、スケールは鉋物スライドガラスのサイズ(48×28mm)となる。

b : 岩石薄片のクロスニコール写真(薄片における黒点や線状のものは空隙)。

岩石薄片は乾式研磨法にて作製。

世富慶砥石と本部産砥石について砥石としての実用性を図る目的で、同程度の粒度・性質をもつと想定される伊予砥石と神前砥石を含めて鉋刃を研磨し比較をおこなった。世富慶砥石と伊予砥石を比較すると(図12. a, b) 研磨痕はほぼ同じで、砥泥の出やすさなどもほとんど変わらない。研ぎ感覚としては#800番程度である。次に、本部産砥石を神前砥石の研磨痕を比較すると(図12. c, d) 本部産砥石

は神前砥石よりも僅かに粗い。神前砥石と比較すると本部産砥石は若干柔らかく、砥泥はしやすい。砥ぎ感覚としては#3000番程度に近い。

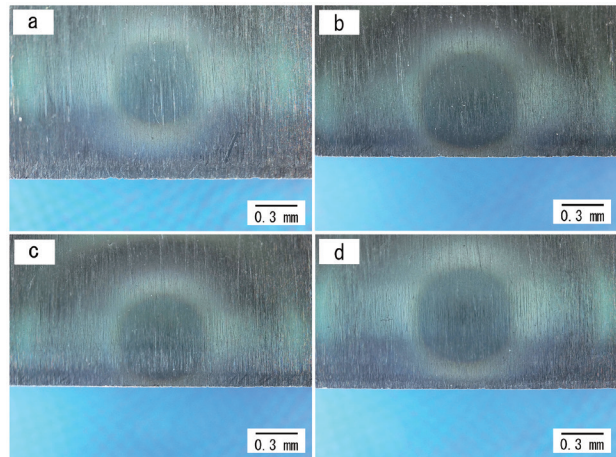


図12. 各砥石を使用しての研磨表面拡大写真

a : 世富慶砥石【中砥】

b : 伊予砥石【中砥】

c : 本部産砥石【仕上砥】

d : 神前砥石【仕上砥】

各写真は研磨した鉋刃の切刃部分の拡大。研磨痕は照明の当たり方により実際とは僅かに異なる見え方になっている。

## 7. まとめ

(1) 世富慶砥石は、後期中新世の約10 Maに名護層に貫入した石英斑岩や角閃石安山岩などの火成岩が、初めに熱水による変質作用を受けた後、流水による酸化鉄の溶脱を受けて生成したと考えられる。

(2) 本部産砥石は弱い広域変成を受けているものの、ほぼ初生的な珪質泥岩である。本研究とで扱った本部産砥石は第三回内国勸業博覧会で出品された本部産砥石や『貝摺奉行所文書』における琉合砥と同一の砥石の可能性が高い。

(3) 渡名喜砥石は前期中新世の約18 Maに礫岩層に貫入した珪長質火成岩が原岩である。砥石の岩体は熱水による変質を受けていない、もしくはほとんど受けておらず、海水や雨水による溶脱や通常の風化作用により生成したと考えられる。

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、現地の露頭調査では沖

縄県立博物館・美術館の新山颯大氏、うるま市の知念秀樹氏にご協力いただいた。琉球大学理学部の新城竜一教授にはSEM-EDXの使用について、MicroRangeの知念正昭氏には同機器での分析や撮影にご協力いただいた。渡名喜村教育委員会元教育長上原雅志氏には渡名喜砥石の採石地や利用について情報提供を、本部町山里の具志堅古昌氏には砥石の採掘跡の情報や試料採取の許可をいただいた。元世富慶公民館区長の玉城亀夫氏には砥石採掘場跡までの案内および地権者からの許可とご尽力いただいた。以上の方々にお礼申し上げます。

## 9. 引用文献

- 藤原正人. 1974. 「明治前期産業発達史資料：勸業博覧会資料 第三回内国勸業博覧会出品目録Ⅳ 沖縄県 第六部 第一類」. 明治文献資料刊行会.
- 藤田宏. 1980. 本部半島の先第三系基盤岩類. 木崎甲子朗編, 琉球列島の地質学的研究, 5, 1-20.
- 半澤正四郎. 1925. 沖縄島及び小笠原島の含有孔虫岩に就きて. 地質雑, 32, 461-484.
- 東政治. 2004. 熱水鉱床と粘土鉱物 — 粘土鉱物基礎講座Ⅰ — 粘土基礎講座Ⅰワーキンググループ連載解説. 粘土科学, 43, 4, 219-227.
- 五十嵐俊雄. 2006. 考古学資料の岩石学. パリノ・サーヴェイ株式会社.
- Ishibashi, T. 1969. Stratigraphy of the Triassic formation in Okinawa-jima, Ryukyus. Mem, Fac. Sci. Kyushu Univ., ser.D, Geology, 19, 373-385.
- Iwano, H., Orihashi, Y., Hirata, T., Ogasawara, M., Danhara, T., Horie, K., Hasebe, N., Sueoka, S., Tamura, A., Hayasaka, Y., Katsube, A., Ito, H., Tani, K., Kimura, J., Chang, Q., Kouchi, Y., Haruta, Y., Yamamoto, K. 2013. An inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon for use as a secondary U-Pb dating standard. Isl. Arc, 22, 382-394
- J.S.Stacey, J.D.Kramers. 1974. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. Earth and Planetary Science Letters, 26, 207-221.
- 川田壽文. 2004. 砥礪考 — 附日本産砥石地名一覧表. 白門考古論叢. 稲生典太郎先生追悼考古学論集.
- Kobayashi, T. and Ishibashi, T. 1970. Halobia styriaca, Upper Triassic pelecypod, discovered in Okinawa-jima, the Ryukyu Islands. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S., 77, 243-248.
- Koike, T. and Ishibashi, T. 1974. Upper Triassic conodonts from Okinawa-jima (Paleontological study of the Ryukyu Islands-IV). Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S., 96, 433-436.
- 小島央彦・西村祐二郎・高見美智夫・板谷徹丸. 1999. 沖縄諸島, 名護層の変成作用とK-Ar年代. 日本地質学会関西支部会報, 126, 西日本支部会報, 113 (合併号), 27.
- Lance, P. B., Sandra, L. K., Charlotte, M. A., Donald, W. D., John, N. A., John, W. V., Roland, J. K., Ian, S. W., Chris, F., 2004. Improved  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  microprobe geochronology by the monitoring of a trace-element-related matrix effect; SHRIMP, ID-TIMS, ELA-ICP-MS and oxygen isotope documentation for a series of zircon standards. Chemical Geology, 205, 115-140.
- 那覇市史編纂委員会. 1979. 「那覇市史」資料編第2巻中の7 那覇の民俗「第三章 生業」.
- 名護市史編纂委員会. 1988. 名護市史わがまちわがむら.
- 名護市史編さん室. 2003. 名護市史・本編9 民俗Ⅲ 民俗地図. 名護市役所.
- 宮城直樹・馬場壮太郎・新城竜一. 2010. 沖縄島に分布する基盤岩類の風化に伴う全岩化学組成変化. 琉球大学教育学部紀要. 75, 253.
- 宮地和夫・都築芳郎. 1988. 愛媛県砥部地区, 万年および上尾陶石鉱床の生成に関与した熱水変質作用. 粘土科学, 28, 4, 183-199.
- 茂木睦. 2025. 西日本の天然砥石産地総覧 — 近畿地方から沖縄県までの天然砥石 — . ブイツーソリューション.
- 本部町史編集委員会. 1994. 本部町史 通史編 上. 本部町.
- 武蔵野実. 1993. 砥石型珪質頁岩の化学組成 — その1 — . 地質調査所月報, 44, 12, 699-705.

- 沖縄県教育委員会. 1981. 沖縄県資料 前近代 I 首里王府仕置.
- 沖縄県教育委員会. 1994. 歴代宝案 訳注本第1冊. 16, 1-16-15.
- Pieter V. 2018. Isoplot-R: A free and open toolbox for geochronology. *Geoscience Frontiers*, 9, 1479-1493.
- Sano, T., Tani, K., Arran P.M. 2020. Major and trace element analyses of igneous rocks and sediments by X-ray fluorescence spectrometry using glass bead and pressed powder pellet. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. C*, 46, 1-14.
- 産総研地質調査総合センター, 2025, 20万分の1日本シームレス地質図V2, オリジナル版, <https://gbank.gsj.jp/seamless/>, (地質図更新日: 2025年7月18日).
- 佐藤興平. 2005. 砥沢の砥石: 地質と歴史, 群馬県立自然史博物館研究報告(9), 1-9.
- 山本典夫. 2000. 伊予砥ものがたり. 「伊予砥ものがたり」刊行実行委員会.
- 世富慶字誌編集委員会. 2012. 世富慶誌「第三節 工業」. 沖縄県名護市世富慶区.
- 谷健一郎・堤之恭・宇佐美賢. 2024. 琉球弧中新世珪長質火成活動の時空間変遷から見てきたフィリピン海プレートの北進. 日本地質学会学術大会講演要旨 2024(0), 187-, 2024一般社団法人日本地質学会
- 竹村貴人・斉藤奈美子・池野順一・高橋学. 2009. 応用地質学的な視点から見た天然砥石の特徴とその産業技術への展開. *応用地質*. 50, 3, 160-164.
- 地質調査所編纂. 1953. 日本鉱産誌 B IV 物理的特性を利用する鉱物. 工業技術院地質調査所. 270p.
- Tsutsumi, Y., Horie, K., Sano, T., Miyawaki, R., Momma, K., Matsubara, S., Shigeoka, M., Yokoyama, K. 2012. LA-ICP-MS and SHRIMP ages of zircons in chevkinite and monazite tuffs from the Boso Peninsula, Central Japan. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. C*, 38, 15-32
- 上原静. 2010. 琉球砥石考. *南島考古*, 29, 51-76.