

GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース



7月号

-
- 口絵 215 **石岡市と周辺の地形と地質** 長 秋雄
-
- 217 **古代常陸国からの石材利用の歴史
— 国衙があった石岡市（旧石岡市と旧八郷町）を例に—**
長 秋雄
-
- 229 **東西日本の地質学的境界【第八話】 日本分裂** 高橋雅紀
-
- 237 **新鉱物 豊石** 坂野靖行
-
- 240 **地質学用語の中国語表記：第 6 回 鉱物学及び岩石学**
伊藤 剛
-
- 244 **ベトナム地球科学鉱物資源研究所
地中熱ワークショップ開催報告**
内田 洋平・アリフ ウィディアトモジョ
-
- 246 **新人紹介** 松本恵子・森田雅明・山崎 雅・岡本京祐・易 利・松本親樹

石岡市と周辺の地形と地質

長 秋雄¹⁾

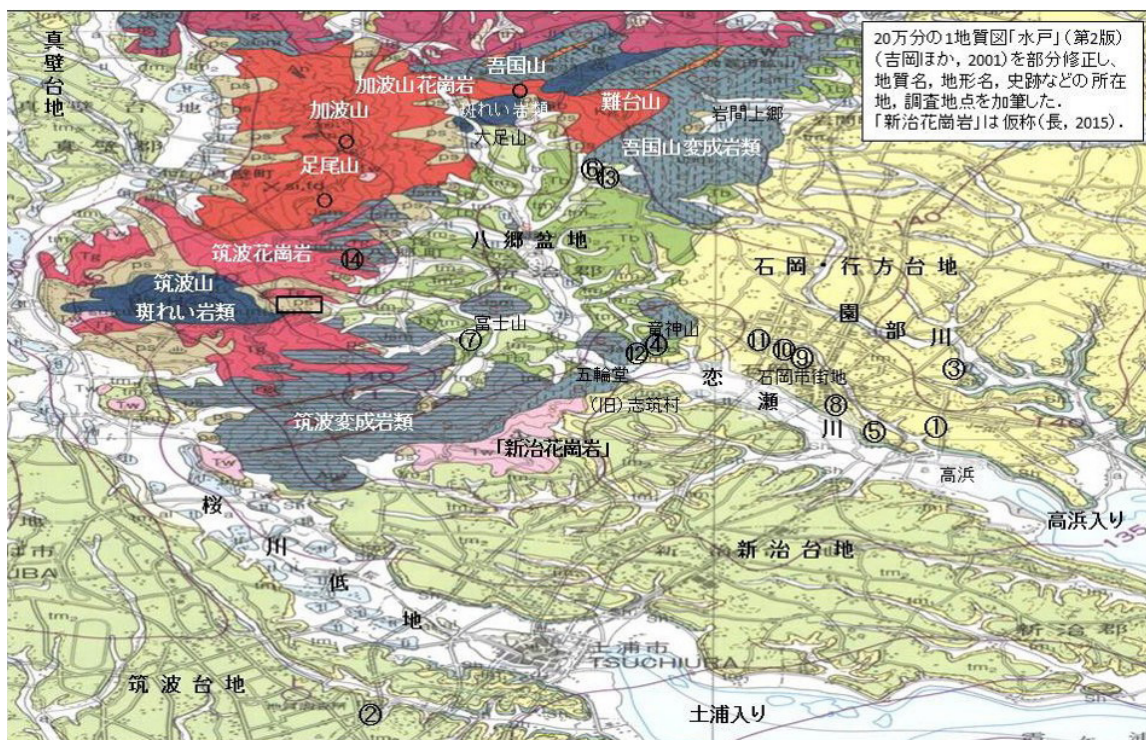
石岡市の地形

- 旧石岡市：石岡台地と筑波台地にある。
- 旧八郷町：八郷盆地，南東に開け，温暖である。
- 恋瀬川が，八郷盆地を流れ，石岡台地と筑波台地の間を流れ，霞ヶ浦の高浜入りへと流れる。



石岡市と周辺に分布する硬い岩

1. 吾国山変成岩類と筑波変成岩類（砂岩・泥岩・珪質泥岩が起源）
2. 花崗岩：「新治花崗岩」・筑波花崗岩・加波山花崗岩
3. 斑れい岩類（かんらん石斑れい岩・角閃石斑れい岩・斜長岩など）



1) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

石岡市にある史跡・石造文化財・天然記念物など



写真1 染谷の波付岩(雲母片岩)



写真2 ⑤舟塚山9号墳の石棺(雲母片岩)
ふるさと歴史館に復元・保存



写真3 ⑧茨城廃寺の礎石(花崗岩)
(市指定 考古資料, 清涼寺)



写真4 ⑨常陸国分寺講堂跡の礎石
(斑れい岩類)



写真5 ⑩常陸国分尼寺中門跡の礎石
(斑れい岩類)



写真6 ⑨常陸国分寺跡にある塔心礎
(斑れい岩類)



写真7 「経筒石櫃付」(花崗岩)
(県指定 考古資料)



写真8 ⑭「球状花崗岩」
(県指定 天然記念物)

前頁の地質図での番号と記号の説明

- ①: 大作台遺跡, ②: 下広岡遺跡, ③: 東大橋原遺跡, ④: 宮平遺跡・常陸風土記の丘, ⑤: 舟塚山古墳群,
 ⑥: 兜塚古墳, ⑦: 岩谷古墳, ⑧: 茨城廃寺跡, ⑨: 常陸国分寺跡, ⑩: 常陸国分尼寺跡,
 ⑪: 鹿の子遺跡, ⑫: 粟田かなくそ山遺跡, ⑬: 瓦塚窯跡, ⑭: 「球状花崗岩」(天然記念物)
 ○: 加波山花崗岩の帯磁率測定地点, □: 小幡(十三塚地区山麓)での帯磁率測定地点

古代常陸国からの石材利用の歴史 —国衙があった石岡市（旧石岡市と旧八郷町）を例に—

長 秋雄¹⁾

1. はじめに

筆者は、茨城県の地場産業である笠間市・桜川市の石材業を育んだ花崗岩について産業や人との関わりを調べ、「地質情報展 2011 mito」で2つのA0版3連パネル「ふるさとの石 茨城の花こう岩 —日本の近代化を築いた石たち—」と「加波山・筑波山周辺の花こう岩と人の営み 石に託された想いを聞いてみませんか 稲田・岩瀬・大和・真壁・八郷・小田」を展示しました(長, 2012)。

次いで、2011年3月の東日本大震災で被災し、翌2012年5月の竜巻でより大きな被害を被ったつくば市(旧筑波町)北条の復興の一助になればと考え、「筑波花こう岩と旧筑波町の歴史 —筑波花こう岩と人の営み—」を調べ、GSJ地質ニュースに報告し(長, 2014a)、2014年5月の「春の北条市」にも出展しました。

また、筑波山地域ジオパーク構想(2014年3月31日申請)を受け、土浦市とかすみがうら市に広がる新治台地とその周辺に密集する県指定と市指定の石造文化財などを調べ、GSJ地質ニュースに「新治花崗岩」と新治台地に残る石造文化財(長, 2015)を報告し、かすみがうら市郷土資料館「霞ヶ浦学」講座(2015年1月)・かすみがうら市「筑波山地域ジオパークと地域活性化シンポジウム」(2016年11月)で、成果を市民の皆さんに伝える機会を得ました。

本稿では、古代常陸国の国衙があった石岡市(旧石岡市と旧八郷町)での石材利用の歴史についての文献調査と現地調査の結果を報告します。筑波山地域ジオパークは、2016年の再申請が同年9月に認められました。筆者が取り組んでいるこの地域に分布する花崗岩にまつわる「文化地質学」は、2011年の地質情報展に始まり、笠間市・桜川市 → つくば市 → 土浦市・かすみがうら市 → 石岡市と、筑波山地域ジオパーク6市を一巡しました。

2. 石岡市（旧石岡市と旧八郷町）の位置

現在の石岡市は、2005年10月1日に旧石岡市と旧八郷町が合併して誕生しました。第1図に示すように、石岡市は茨城県のほぼ中央部に位置します。市域の南東部が旧石岡市、北西部が旧八郷町です。

3. 石岡市（旧石岡市と旧八郷町）の地形

石岡市と周辺の地形鳥瞰図を本号の口絵上段に示します。国土地理院(1988)の図に、地形名などを加筆しました。

3.1 旧石岡市の地形

旧石岡市は石岡台地(恋瀬川と園部川の間)と新治台地にあります。恋瀬川が両台地の間を流れ、霞ヶ浦の高浜入



第1図 石岡市の位置。石岡市 Web サイトの「市の概要」(石岡市, 2017a)から引用し、スケールを加筆。

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

キーワード：石岡市、石材、変成岩、花崗岩、斑れい岩類、茨城廃寺、常陸国分寺、常陸国分尼寺、帯磁率、文化地質学

りへと流れます。石岡台地の北東縁を流れる園部川も霞ヶ浦へと流れます。石岡台地の標高は北西端付近で 45 m 前後、南東部では 30 m ~ 26 m です(早川, 1981a)。新治台地の石岡市域の標高は約 25 m です。

明治 4 年(1871 年)の廃藩置県により府中松平藩領は石岡県になりましたが、「石岡」の地名は鎌倉時代の記録にあるものの、由来は諸説あり定説はなく、小高い丘を意味する「イワオカ」からきた地形語ではないかと考えられています(石岡市史編纂委員会, 1979a)。

3.2 旧八郷町の地形

旧八郷町は、昭和 30 年(1955 年)に恋瀬村^{あしほ}・葦穂村^{あしほ}・柿岡町^{かわらえ}・瓦会村^{かわらえ}・林村^{こぼた}・園部村^{こぼた}・小幡村^{こさくら}・小櫻村^{こさくら}の七村が合併して誕生しました。周囲を筑波山(標高 877 m)・足尾山(同 628 m)・加波山(同 709 m)・吾国山(同 518 m)・難台山^{なんだいさん}(同 553 m)などの山々に囲まれた盆地地形です。盆地北部に大足山^{おおだら}(同 212 m)、盆地南部に富士山(同 152 m)、盆地南東部に竜神山^{りゅうじんざん}(同 196 m)があります。

北限の板敷峠(標高 112 m, 分水嶺)を水源とする恋瀬川が、八郷盆地を北から南へ流れます。恋瀬川の河床の高度は、板敷付近で 60 m, 盆地中央の長堀付近の狭塞部で 20 m, 盆地谷口のかすみがうら市高倉付近の狭塞部で 10 m 前後です(早川, 1981b)。盆地南部に、筑波山の東山腹を水源とする川又川が東へ流れ、片野・川又・根小屋の字境で恋瀬川に合流します。

八郷盆地には 3 段の段丘面があり、上位段丘面の標高は 40 m ~ 50 m, 中位段丘面 1 の標高は盆地北部で約 40 m・盆地南部で 30 m 前後、中位段丘面 2 の標高は盆地中央部で 25 m 前後、下位段丘面は沖積低地より 2 m ~ 5 m 高い比高を持ち標高 15 m 前後です(早川, 1981b)。

4. 石岡市(旧石岡市と旧八郷町)の地質

石岡市と周辺の地質図を口絵下段に示します。20 万分の 1 地質図幅「水戸」(第 2 版)(吉岡ほか, 2001)から上段の地形鳥瞰図に合せて抜き取り、上段に見合うように縦横比を変換し、地質名・地形名・史跡の所在地・帯磁率調査地点などを加筆しました。

4.1 第四紀層

石岡台地に、黄色で表示された「木下層、見和層及びその相当層」(砂、泥及び礫)が分布し、これらは最終間氷期の最高海面期(約 12 万年前)の海成の堆積物です(吉岡

ほか, 2001)。

新治台地では、表層が薄緑色で表示された非海成の「常総層及びその相当層」(砂、礫及び泥)で薄く覆われ、その下に「木下層、見和層及びその相当層」が分布します(吉岡ほか, 2001)。

八郷盆地では、標高 100 m 以下の丘陵に緑色で表示された海成の「友部層」(砂、泥及び礫)が分布し、中位段丘面に「常総層及びその相当層」(砂、礫及び泥)が分布します(吉岡ほか, 2001)。

4.2 変成岩類

旧石岡市と旧八郷町を境する竜神山、八郷盆地内の富士山、八郷盆地の東~北の山々、八郷盆地の南の山々に、薄い藍色に赤線で細分表示された「筑波変成岩類及び吾国山変成岩類」が分布します(吉岡ほか, 2001)。

北の吾国山周辺が「堇青石帯」(堇青石黒雲母片岩、堇青石黒雲母ホルンフェルス、結晶質石灰岩及び変成チャート)、北東の山々が「黒雲母帯」(白雲母黒雲母粘板岩)、南の山々と富士山が「珪線石帯」(珪線石黒雲母片麻岩と珪線石黒雲母片岩)に細分されています(吉岡ほか, 2001)。竜神山の山塊では南東側が「黒雲母帯」で、北西側が「珪線石帯」です(吉岡ほか, 2001)。

これらの変成岩類は、中生代ジュラ紀末から白亜紀前期(1 億 5,000 万年前頃)に堆積した砂岩・泥岩・珪質泥岩などが中生代末から新生代始め(6,000 万年前頃)にかけて貫入した花崗岩マグマの熱によりに変成岩類になったと考えられていて(宮崎ほか, 1992)、元々の堆積構造に沿って板状に割れるという特性があります。

4.3 花崗岩と山麓緩斜面及び扇状地堆積物

八郷盆地の西と北に、花崗岩が分布します。筑波山の山腹から麓に紅色で表示された「筑波花崗岩」(斑状黒雲母花崗閃緑岩、粗粒黒雲母花崗岩、粗粒黒雲母花崗閃緑岩、中粒黒雲母トータル岩及び片麻状黒雲母トータル岩)が分布し、足尾山・加波山・吾国山南麓・難台山に赤色で表示された「加波山花崗岩」(中粒黒雲母花崗岩及び細粒白雲母含有黒雲母花崗岩)が分布します(吉岡ほか, 2001)。

これら山々の麓に、茶色で表示された「山麓緩斜面及び扇状地堆積物」(巨礫及び砂)が分布します(吉岡ほか, 2001)。これは土石流や山津波で堆積したもので、土砂災害を起こしやすい地形・地質です。旧八郷町大増にある大覚寺は、天明 2 年(1786 年)の夏の山津波で本堂が 800 m 下に流され、その後、現在地に再建されました(今瀬, 2005a)。石岡市は、市民の避難活動に役立ててもらった

めに、市の Web サイトに各地区の「土砂災害ハザードマップ」(石岡市, 2017b) を掲載しています。

口絵の地質図に示されていませんが、富士山の西側山腹と竜神山岩体の西端部(恋瀬川と川又川との合流部の左岸)に「筑波花崗岩」の小岩体があります(宮崎ほか, 1996)。

新治台地の北西端の山々の南山麓に、桃色で表示された「両雲母花崗岩」(細 - 中粒白雲母黒雲母花崗岩)が分布します(吉岡ほか, 2001)。この花崗岩を長(2015)に従い本稿でも、地名を冠して「新治花崗岩」と仮称します。

4.4 斑れい岩類

筑波山の中腹から頂上に、藍色で表示された「斑れい岩類」(かんらん石斑れい岩, 角閃石斑れい岩, 斜長岩など)が分布します(吉岡ほか, 2001)。

八郷盆地北部の大塚と大足山から道祖神峠にかけても「斑れい岩類」が分布しますが、筑波山の「斑れい岩類」と異なり風化が著しく、地すべり地になっています(松倉ほか, 1979; 国土地理院, 1989)。

5. 石岡市(旧石岡市と旧八郷町)での石材利用の歴史

石岡市とその周辺に分布し石材に利用できる硬い石は、変成岩類(筑波変成岩類・吾国山変成岩類)、花崗岩(筑波花崗岩・加波山花崗岩・「新治花崗岩」)、斑れい岩類の3種です。次に、石岡市での石材利用の歴史を時代順に見てみます。

5.1 縄文時代

5.1.1 縄文時代の石器

大作台遺跡(旧石岡市高浜, 口絵の①)は、恋瀬川河口左岸の石岡台地にある縄文時代中期の遺跡で、大作台遺跡で出土した磨石・凹石(全5点)に使われた石材は“半花崗岩”2点・“石英半岩”2点・“砂岩”1点でした(石質は原著のまま。石岡市教育委員会, 1981)。出土点数は5点と少ないですが安山岩製のものはなく、同時期の本州東部地域の遺跡で出土した磨石・凹石に安山岩が多用されたこと(山本, 1989)と符合しません。これは、恋瀬川流域に安山岩が分布しないためでしょう。“半花崗岩”及び“石英半岩”と記載された石材は、恋瀬川上流に分布する花崗岩もしくは斑れい岩類ではないでしょうか。

大作台遺跡で出土した打製石斧3点の石材は“粘板岩”2点と“石英石墨片岩”1点で(石岡市教育委員会, 1981)、これら変成岩は吾国山変成岩類もしくは筑波変成岩類と考

えられます。

つくば市の^{しもひろおか}下広岡遺跡(口絵の②)は筑波台地の東部にあり、桜川低地から約3 kmです。下広岡遺跡では磨石63点と凹石7点が出土し、使われた石材は安山岩51点・砂岩13点・花崗岩4点・チャート1点・雲母片岩1点で(石質は原著のまま。茨城県教育財団, 1981)、安山岩が多数(73%)を占めます。桜川の流域に安山岩は分布しないので、下広岡遺跡で使われた安山岩は、「古鬼怒川」が桜川低地を流れていた時(約2万9000年前~2万年前までの一時期)に日光山地から運ばれた安山岩です(池田ほか, 1977)。

5.1.2 縄文時代の阿玉台式土器

^{あたまだい}阿玉台式土器は、縄文時代中期前半(約5,000年前)を代表するもので、霞ヶ浦沿岸を中心として分布し、関東地方における縄文土器編年の標式資料であり、胎土に雲母を含み光に照らすとキラキラ光るのが特徴です(千葉県, 2017)。粘土の粘性を調整するための混和剤として雲母が用いられました。雲母の採集は、花崗岩の風化により脱落した雲母が流水により集積・沈殿した層から採集したと考えられ、筑波山塊の周辺で製作された土器が関東各地にもたらされたと考えられています(千葉, 2008)。阿玉台式土器は、旧八郷町でも多量に出土しています(海老澤, 2005)。

^{ひがしおほはしはら}東大橋原遺跡(旧石岡市東大橋原, 口絵の③)は、縄文時代の土器焼成遺構が確認された非常に珍しい遺跡で、この遺跡で使われた土器は、崩れて砂状になった花崗岩を混ぜ物として使ったものが多くありました(市毛, 1995a)。

5.1.3 縄文時代の石組炉

^{みやだいら}宮平遺跡(旧石岡市染谷, 口絵の④)で縄文時代の石組炉が出土し、石は近くの「波付岩」(口絵写真1)付近で産出される雲母片岩を使っていました(市毛, 1995b)。20万分の1地質図幅「水戸」(第2版)(吉岡ほか, 2001)によれば、筑波変成岩類の白雲母黒雲母粘板岩です。

5.2 古墳時代の石棺

^{ふなつかやま}舟塚山古墳(旧石岡市北根本, 口絵の⑤)は、石岡台地の南東端の霞ヶ浦を見下ろす位置にあり、全長186 m、後円部の直径90 m・高さ11 m、前方部の幅99 m・高さ10 mの前方後円墳で、この規模は茨城県内最大、東国第2位の大きさです(桜井, 1995)。舟塚山古墳の周辺には、大小合わせて24個の古墳があり、8つの古墳で石棺が確認されています(桜井, 1995)。9号墳の石棺(口絵写真2)

は、常陸国国衙跡にある石岡市ふるさと歴史館に復元・保存されていて、雲母片岩が使われていました。

旧石岡市では他に、要害山^{ようがいやま}3号墳・大塚7号墳・石川3号墳・井関11号墳で石棺が確認されています(石岡市史編纂委員会, 1979b)。

兜塚^{かぶとづか}古墳(旧八郷町瓦谷, 口絵の⑥)は、古墳の痕跡を現在とどめていませんが、明治31年(1898年)に調査されました。石室は「方言青石^{しやう}と稱して近傍諸山に産する石を以て三室に築かれ」、奥室に一体・中室に二体の人骨が発見され、副葬品として刀1口・小刀2口・槍1本・鉄製馬具数個・鉄に銅を鍍金した馬具装飾品数個・銅椀1個・金環6個・銅製空虛玉34個・各種の玉などがありました(坪井・野中, 1898)。石室に使われた「青石」は、古墳の位置から吾国山変成岩類と考えます。

岩谷古墳(旧八郷町岩谷, 口絵の⑦)の主体部は、南に開口する横穴式石室で、玄室・前室・羨道からなり、玄室は長さ2.1 m・奥壁幅2.2 m・高さ1.75 mで、天井石・奥壁・左右側壁はそれぞれ雲母片岩の巨大な一枚岩で架構されています(西宮, 2005a)。

旧八郷町では、次の古墳・古墳群でも石棺や石室が報告されています(西宮, 2005a)。柿岡地区: 横室古墳^{よこむろ}・二子塚古墳(丸山4号墳)・宮下古墳, 葦穂地区: 葦穂小学校前古墳^{かみやま}・上山古墳^{みみやま}・耳山古墳^{ほそや}, 小幡地区: 細谷古墳群^{ほそや}・須釜諏訪山古墳^{かよの}・加生野古墳群, 瓦会地区: 車塚古墳^{かむらや}・瓦谷古墳群^{かわらや}・二子塚古墳群^{おしよづかくぼ}・和尚塚久保古墳, 小桜地区: 新地古墳^{あらじ}, 林地区: 五りょう古墳群, 恋瀬地区: 中戸古墳群。

古墳石材での雲母片岩の使用は、産出地に近い恋瀬川流域・桜川流域・新治台地に集中し、他に北浦周辺・千葉県佐原市などでも確認されています(内山, 1998)。

5.3 茨城廃寺の礎石(飛鳥時代)

茨城廃寺(旧石岡市茨城, 口絵の⑧)は、法隆寺式伽藍配置を持つ寺院で、7世紀第4四半期から建設が始まり8世紀中葉に造営され、9世紀になっても維持管理が行われていたと考えられていて、出土遺物に「茨木寺」・「茨寺」と墨書された土器があることから「茨城郡」の郡名を冠した群寺であったことが分かっています(川井, 1995a; 石岡市教育委員会文化振興課, 2015)。

原位置から動かされていますが、7つの礎石が石岡市指定文化財(考古資料)です。口絵写真3は清涼寺にある茨城廃寺の礎石で、直径115 cm・高さ46 cmです。7つの礎石の上面には、円柱座造出(高さ2 cm~3 cm, 直径45 cm~65 cm)が施されています。7つの礎石に使われた石材は、中粒花崗岩で帯磁率 $0.04 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.12 \times$

第1表 筑波花崗岩・加波山花崗岩・「新治花崗岩」の岩相と帯磁率。

岩相	帯磁率, $\times 10^{-3} \text{ SI}$	文献	
筑波花崗岩	斑状	0.13~0.21	a
	中粒	0.03~0.12	a
加波山花崗岩	中粒	0.08~0.13	
「新治花崗岩」	中粒	0.03~0.12	a, b

文献 a: 長(2014b), b: 長(2015)

10^{-3} SI でした。

第1表に、筑波花崗岩・加波山花崗岩・「新治花崗岩」の岩相と帯磁率を示します。帯磁率の測定については、長(2014b)に従いました。加波山花崗岩の帯磁率測定地点3箇所を、口絵の地質図に○印で示します。中粒の筑波花崗岩、加波山花崗岩、「新治花崗岩」を岩相と帯磁率で区別することはできませんが、新治廃寺の礎石は最も近くに分布する「新治花崗岩」であると考えます。

5.4 常陸国分寺と常陸国分尼寺の礎石(奈良時代)

天平13年(741年)、聖武天皇は、鎮護国家・五穀豊穰を祈るために諸国に国分寺の建立を命じました。

常陸国分寺跡(国指定特別史跡, 旧石岡市府中, 口絵の⑨)は、石岡市街地にあります。1982年に石岡市教育委員会が行った発掘調査により、現存する金堂跡基壇と講堂跡基壇が後世のものであることが確認され、金堂跡に残る13個の礎石と講堂跡に残る22個の礎石(口絵写真4)は後世に動かされていたことが分かりました(川井, 1995b)。

常陸国分尼寺跡(国指定特別史跡, 石岡市鹿の子, 口絵の⑩)は、常陸国分寺跡の北西約800 mにあります。中門跡に礎石4石、金堂跡に礎石8石、講堂跡に礎石23石が遺在しますが(特別史跡常陸国分尼寺跡整備検討委員会, 2001)、ほとんどが保存のために覆土されていて、中門跡の礎石2石のみが確認できるように展示されています(口絵写真5)。

常陸国分寺と常陸国分尼寺の礎石は、茨城廃寺の礎石と違って、自然石がそのまま使われていて柱座造出の加工がありません。常陸国分寺跡の礎石に使われた石材については、「国分寺礎石の大半が、(筑波山小幡村)湯袋産の石であり、湯袋石、俗にカンカン石又は青花崗岩と称されている。」(今泉, 1971)と、「(金堂跡の)礎石は、上面が平坦な直径1 m前後の花崗岩質のもの」(石岡市教育委員会, 1983)の見解があります。

第2表に、常陸国分寺跡の礎石と常陸国分尼寺跡の礎

第2表 常陸国分寺跡の礎石と常陸国分尼寺跡の礎石の岩相と帯磁率.

礎石	岩相	帯磁率, $\times 10^{-3}$ SI	
		平均値	標準偏差
常陸国分寺			
金堂跡の礎石			
大型1		0.41	0.05
大型2		2.51	0.22
大型3		1.02	1.12
大型4		0.11	0.01
大型5		1.42	0.20
大型6	優白色	0.10	0.01
大型7	斑れい岩類	0.19	0.04
大型8		6.80	1.94
大型9		8.16	1.88
大型10		0.21	0.03
小型1		0.16	0.08
小型2		1.69	0.06
小型3		3.69	2.33
講堂跡の礎石			
大型1		0.24	0.05
大型2	斑れい岩類	2.95	0.46
大型3	斑れい岩類	3.34	0.32
大型4	斑れい岩類	6.61	0.41
大型5	斑れい岩類	0.16	0.01
大型6	斑れい岩類	0.71	0.11
大型7		0.15	0.02
大型8	斑れい岩類	4.18	0.87
大型9		1.47	0.39
大型10		0.16	0.01
大型11	斑れい岩類	0.32	0.08
大型12		4.29	1.16
大型13	優白色	2.53	0.71
大型14	優白色	0.06	0.00
大型15	斑れい岩類	0.59	0.03
常陸国分尼寺			
中門跡の礎石			
大型1	斑れい岩類	3.64	0.84
大型2	斑れい岩類	1.89	0.15



写真1 常陸国分寺講堂跡の礎石(大型8)でのアバタ状の風化面. 100円玉の直径は22mm.

石の岩相と帯磁率を示します。目視観察での斑れい岩類の判定は、破面での組織(有色鉱物の多寡や色調)、斑れい岩類特有のアバタ状の風化面(写真1)によりました。第1表に示すように筑波花崗岩・加波山花崗岩・「新治花崗岩」での帯磁率の最大値は 0.21×10^{-3} SI ですので、この値より大きい帯磁率を持つ礎石(21石)は斑れい岩類であると考えます。

常陸国分寺跡に、長径 2.1 m・短径 1.8 m で、上面に直径 1 m の平面台座があり、その中央に直径 53 cm・深さ 23 cm の穴が彫られている大きな石(口絵写真6)があり、七重塔の塔心礎と考えられています(今泉, 1971)。この石は、常陸国分寺跡の南 300 m 付近で金子源兵衛氏が明治 34 年(1901 年)に掘り出したもので、庭石としていったん他所に移されましたが、昭和 27 年(1952 年)に

石岡観光協会により常陸国分寺跡に移されました(今泉, 1971)。この石は、側面下部にアバタ状表面があること、帯磁率が平面台座部で $(2.8 \pm 0.6) \times 10^{-3}$ SI、アバタ状の表面部で $(0.36 \pm 0.15) \times 10^{-3}$ SI であったことから斑れい岩類であると考えます。

5.5 鍛冶工房遺跡・製鉄遺跡(古墳時代~平安時代)

宮平遺跡(旧石岡市染谷, 口絵の④)では、製鉄遺構が確認されています(桜井, 1989)。遺跡周辺は、歴史的財産を活用した余暇活用施設「常陸風土記の丘」になっています。

鹿の子遺跡(旧石岡市鹿の子, 口絵の⑩)は、常陸国分尼寺跡の西隣にあり、東西 1.5 km・南北 1.2 km の広大な範囲をもち、ほぼ全域において古代の集落が確認されていて、鍛冶工房が確認された範囲も東西 1.5 km・南北 0.5 km と広大です(小杉山・曾根, 2011)。第2次調査地点(鹿の子C遺跡, 約 17,000 m²)では、溝で区画された「官衙ブロック」と「居住・工房ブロック」が出土しました(川井, 1995c; 小杉山・曾根, 2011)。8世紀第3四半期に突如として形成が始まり、8世紀第4四半期から9世紀第1四半期にかけて「官衙ブロック」の盛期を迎え、9世紀第2四半期は「官衙ブロック」の機能は弱まるものの鍛冶工房は存在し、9世紀第3四半期に鍛冶工房がなくなり一般集落化し、10世紀に墓域となりました(小杉山・曾根, 2011)。1700点ほど出土した鉄製品のうち、鋳・刀・甲の小札などの武器・武具類が、釘や鋸などの木工具類に次いで多く出土し、鋳滓が2トン出土しました(川井, 1995c)。発掘調査された遺跡の一部が復元されて、西に約 2.5 km 離れた「常陸風土記の丘」の鹿の子史跡公園に

復元・展示されています。

かすみがうら市の粟田^{あわた}かなくそ山製鉄遺跡(かすみがうら市粟田, 口絵の⑫)は, 宮平遺跡の南西約 700 m にあり, 7 世紀末～8 世紀初頭の遺跡で, 製鉄原料にチタン成分の多い砂鉄が使われました(高塚, 1990)。「常陸風土記の丘」の金山池の周辺の砂層に砂鉄層が挟まれていて, 戦前(1945 年以前)まで砂鉄が採掘されていました(岩瀬・江見, 1958)。染谷^{かなやま}には, 金山^{かみなやま}・上金山^{かみかやま}・鍛冶畑^{かじはた}といった小字名があり, 製鉄に関連する地名と考えられています(石岡市史編纂委員会, 1979c)。金山池周辺の砂層は友部層ですが, 笠間市友部町下加賀田から水戸市谷津にかけての友部層に多くの砂鉄鉱床があり, 昭和 35 年(1960 年)でも南友部鉱床が稼行していました(服部ほか, 1960; 坂本・宇野沢, 1979)。

瓦塚^{かわらづか}窯跡(旧八郷町部原, 口絵の⑬)では, 奈良・平安時代の瓦窯 34 基に加えて製鉄炉 1 基(半地下式の豎形炉, 8 世紀後葉)が確認されていて, ここで焼かれた瓦が茨城廃寺や常陸国衙・常陸国分寺・常陸国分尼寺などで使われました(小杉山, 2015)。

部原^{かちら}の南の嘉良寿^{かりしゅ}理付近の友部層の砂層中にある厚さ 1 m～2 m のシルト層に多く含まれる高師^{たかし}小僧^{こぞう}(褐鉄鉱)(吉岡, 1996)も, 製鉄の原料になります(浅井, 2008)。旧八郷町北部の旧恋瀬^{かぬぐら}村には金倉^{かなづか}・金塚^{きんぼり}・金掘^{かながざわ}・金ヶ澤^{かねま}・金前^{かねまへ}・金後^{かねうしろ}など「金」がつく小字名が多く, 関(2003)は砂金, 西宮(2005b)は砂鉄に由来する地名と考えています。

5.6 石仏・石塔など(中世～近世)

旧石岡市では石岡市教育委員会が, 1991 年度～1995 年度に市内にある石仏や石造物^{しつがい}の悉皆調査を行って総数 3959 基を確認し, 調査結果をまとめた「石岡の石仏」(黒沢, 1996)を刊行しています。次は, 「石岡の石仏」からの引用です。

石仏 1127 基が最も多く, 次いで五輪塔 919 基, 奉納物(手洗石・燈籠・鳥居など)495 基, 僧侶等墓 467 基などです。石仏の 62% が地蔵菩薩^{じざうぼさつ}で, 23% が^{かんのん}観音です。地蔵菩薩の像容は箱型地蔵が 41%・舟形(光背付き)地蔵が 40% であり, 箱型地蔵に花崗岩が使われ, 舟形地蔵では安山岩が多用されています。旧石岡市内にある箱型地蔵に銘文は全く認められませんが, かすみがうら市(旧出島村)南根本で発見された箱型地蔵には「天文一七」(1548 年)の銘文が刻まれています。紀年名がある地蔵(全 120 基で, 安山岩製 87

基・砂岩製 21 基・花崗岩製 11 基)では, 1684 年～1763 年に多数(78 基)が造立されています。箱型地蔵に使われた花崗岩の供給地は, 箱型地蔵の分布が茨城県内でも極めて限られ, 石岡市や新治台地に濃密に分布することから, 「新治花崗岩」が分布するかすみがうら市上佐谷^{かみさや}周辺^{やまのしゅう}や土浦市山ノ荘^{やまのしゅう}周辺であったと考えられています。安山岩は, 茨城県内に産しないので, 県外から運び込まれたものです。江戸時代前期の石仏・石塔は安山岩が主流となり, 補完するものとして砂岩が存在します。如意輪^{にょいりん}観音^{かんのん} 107 基が確認され, 安山岩製 76 基・砂岩製 17 基・花崗岩製 9 基です。紀年名があるものは全 64 基(安山岩製 53 基・砂岩製 10 基・花崗岩製 1 基)で, 地蔵と同じく 1684 年～1763 年に多数(46 基)が造立されています。馬頭^{ばとう}観音^{かんのん} 80 基が確認され, 像容塔 14 基・文字塔 66 基であり, 文字塔の約半数(34 基)が雲母片岩製です。石神^{いしがみ}や石塔^{いしがた}での文字塔では, 多くに自然石の雲母片岩^{ほうきょういんどう}が使われています。中世型宝篋^{ほうきょう}印塔^{いんとう}では, 確認された 89 基全てに花崗岩が使われています。近世型宝篋印塔^{きんせきょういんとう}で, 安山岩と砂岩も使われ始めます。旧石岡市内での, 花崗岩製の最古の在銘石造物は正保 4 年(1647 年)の五輪塔で, 安山岩製の最古の在銘石造物は慶応 4 年(1868 年)の五輪塔です。

旧八郷町では, 八郷町教育委員会が「八郷町の石造物(第一集～第三集)」(西宮・鈴木, 1984, 1985, 1987)を刊行し, 石造物の写真とともに所在地・大きさ・年紀・銘文を報告しています。

石岡市にある石造物では, 「宝篋印塔」(工芸品, 室町時代の造立^{きょうとう})・「経筒^{きょうとう}石櫃^{いしびつ}付」(考古資料, 口絵写真 7)・「球状花崗岩」(天然記念物, 口絵の⑭)が茨城県指定文化財であり, 「茨城廃寺の礎石」(考古資料)・「筑波山碑」(工芸品, 安永 8 年(1779 年)建之)・「あしを道道標」(工芸品, 享和甲子(1804 年)建之)が石岡市指定文化財です(石岡市, 2017c)。

「経筒^{きょうとう}石櫃^{いしびつ}付」(県指定考古資料, 口絵写真 7)は, 旧八郷町嘉良寿理^{かりしゅ}で出土したもので, 花崗岩製の石櫃の中に経典が納められ, 経典に「大永三年(1523 年), 甲州高屋住道善 小聖善貞」と刻まれています(石岡市, 2017c)。今は, 旧八郷町柿岡の中央公民館ロビーに展示されています。石櫃に使われた花崗岩は, 中粒花崗岩で帯磁率 0.06×10^{-3} SI でした(長, 2015)。

「球状花崗岩」は, 旧八郷町吉生^{よしう}の山中にあり, 幅 2 m～3 m・高さ 7 m～8 m にわたり露出し, 球類は長径 5

cm～9 cm・短径3 cm～5 cmのやや扁平な球体をし、小判の形に似ていることから「小判石」とも呼ばれています(環境庁・茨城県が設置した現地案内板(口絵写真8)より)。この球状花崗岩を模したクッキー「小判石」が、柿岡にある洋菓子店「銅山堂」で販売されています。

峰山寺長名寺西光院(旧八郷町吉生)は、「関東の清水寺」と呼ばれる舞台造りの観音堂で有名です。本尊は高さ3 mの自然石に刻まれた馬頭観音です(今瀬, 2005a)。加波山と足尾山は古くから信仰の対象となり、加波山に737座、足尾山に800余座の霊場があったと伝わります(今瀬, 2005b)。

5.7 建築石材(明治以降)

5.7.1 変成岩類(かすみがうら市粟田, 旧八郷町の旧林村, 竜神山)

明治・大正時代に「粟田石^{あわたし}」(かすみがうら市粟田周辺に分布する白雲母黒雲母粘板岩)を輸送するための粟田河岸が恋瀬川にありました(横手, 1982)。

昭和2年(1927年)発行の7万5千分の1地質図幅「筑波」の地質説明書(佐藤, 1927)に、(旧八郷町)「新治郡林村戸ノ内の粘板岩は二丁場に於て採取せらる、山元に於ける一切の価格五十銭にして石岡駅に至る一里半の間を荷馬車に依り搬出す、其の運賃十噸に就き二十五円なり、年産額は運賃を含み八百円内外なり」と報告されていました。

今、竜神山などで採掘される変成岩類は、碎石に加工されてアスファルト舗装材・コンクリート骨材・鉄道バラストなど数多くの社会資本に使われ、現代社会を支えています。

5.7.2 「新治花崗岩」(かすみがうら市の旧志筑村)

石岡市南隣のかすみがうら市旧志筑村では、恋瀬川の五輪堂に明治3年(1907年)に運送を業とする河岸が設けられ、大正15年(1926年)頃まで、石材に加えて木材・竹材・薪炭・穀類などが川舟や筏を用いて高浜港に運ばれました(横手, 1982)。

明治43年(1910年)の命により茨城県内の花崗岩産地を調査した農商務技師清水省吾は、「本村にて始めて採石せしは徳川幕府の中葉にありて百余年前既に石材を江戸に輸出せしことありと伝ふ、其の最も盛なりしは明治二十六年頃にして、資本金数万円の会社あり、其の当時採石は村中の官有地及び民有地全部に亙り、採石場と恋瀬川との間に軽便軌条^{けいびんきじょう}を敷き、百台の馬車を走らせ川には十数艘の船を浮べ石材は總て之を高浜駅に運搬し、一箇年の産額は数十万切達せりと伝ふ」と報告しました(清水, 1913)。1切は1尺(約30 cm)角立方です。

5.7.3 難台山の花崗岩(笠間市の旧岩間村上郷)

明治21年(1888年)発行の20万分の1「水戸図幅地質説明書」(山田, 1888)の応用地質 建築用石材の箇所で、地質調査を行った農商務一等技手山田皓は、「花崗岩、『オンジャク』石及び凝灰岩の三種は本地主要の建築石材なるも其の産額は近傍の需要に応ずるに止まりて甚だ多からず。(中略)然れど、本地花崗岩の建築材に供すべきもの多くして選択自由なれば、輒近建築石需要の増加に際し其の運輸の法を講じその價を廉ならしめば、水戸産花崗岩の需要大に増加するの期あるべし。」と述べ、花崗岩産地11箇所の中に「常陸西茨城郡 岩間上郷、一ヶ年の産額一千切、一切の元價拾五銭」と報告しました。

明治28年(1895年)に常磐線の友部一土浦間が、明治29年(1896年)に土浦一田端間が開通し輸送の便が良くなると、東京神田の日本石材株式会社が岩間駅から難台山にトロッキ軌道を敷設して大規模採掘を始めましたが、石質が硬く(当時の技術では)採掘に手間取ること、石に長石の大きな斑紋があるなどの理由で稲田や真壁のような発展を見ることなく、昭和10年代後半(1941年～1945年)に閉山しました(松嶋ほか, 1991; 櫻井, 2002)。岩間町史にある「岩間駅発送貨物品類別」(櫻井, 2002)によれば、石材の発送量は明治33年(1900年)35トン、明治44年(1911年)60トン、昭和4年(1929年)44トン、昭和11年(1936年)15トンでした。1切70kg換算で、明治33年500切、明治44年860切、昭和4年630切、昭和11年210切になります。

明治38年(1905年)の建築雑誌に掲載された「常陸産出石材に就て」(駒杵, 1905)に、当時の西茨城郡で採掘中の主な産地として稲田・岩瀬・福原とともに岩間が挙げられていました。

明治45年(1912年)の建築雑誌に掲載された「建築石材としての本邦石材(二)」(妻木, 1912)に、茨城県内の産地として稲田沢付近・鉾柄山付近^{くわがらやま}・加波山附近とともに難台山附近があげられ、産状と岩質が報告されました。

明治46年(1913年)の「茨城県花崗岩採石地略図」(清水, 1913)に、岩間上郷が印されていましたが、調査報告書本文に記述はありませんでした。

大正10年(1921年)発行の「本邦産建築石材」(臨時議院建築局, 1921)は、国会議事堂建築に際しての大蔵省臨時建築部による一次調査(明治43年～明治45年)と臨時議院建築局による二次調査(大正7年)の結果を公表したのですが、その中の茨城県花崗岩産地10地点に岩間村難台山が含まれていました。

5.7.4 加波山と足尾山の花崗岩(旧八郷町の旧恋瀬村・旧葦穂村)

明治23年(1890年)開催の第三回内国勸業博覧会で、最上位の三等有功賞を授与された東京の関東石材会社が出品した茨城県産花崗岩10点の中に旧八郷町の葦穂村産1点がありました(川俣, 2014)。

明治45年(1912年)の建築雑誌に掲載された「建築石材としての本邦石材(二)」(妻木, 1912)に、旧八郷町の旧恋瀬村大塚の丁場について「此處の石の現出状態は此地方の他丁場と違い一大地盤で、表面僅かに三四寸の捨石あるのみ、石量は豊富である。運搬不便の爲嘗て東宮御所造営に用いられた以来採掘を中止しているが、石質も好良で錆を生ぜず。只『黒ボサ』『白筋』の時に存在するのが遺憾である。」と述べられていました。

明治46年(1913年)の「茨城県花崗岩採石地略図」(清水, 1913)に、旧八郷町(旧恋瀬村)大塚と大増の山中と、旧八郷町(旧葦穂村)上曾^{うわそ}の山中に採石地が印されていました。報告書には、「大塚に於いては東宮御所御造営の際三年間盛んに採石したるも官林中の採石禁ぜられたる」・「石質は堅緻にして裝飾用に適し価格は一切に付二十八九銭にして運賃は石岡駅まで同五十銭余なりと伝う」と報告されていました。

大正10年(1921年)発行の「本邦産建築石材」(臨時議院建築局, 1921)での茨城県花崗岩産地10地点に恋瀬村字大塚が含まれていました。

大正12年(1923年)関東大震災後の東京・横浜の復興に加波山・足尾山の花崗岩を運搬することを目的として、旧八郷町の旧恋瀬村大塚の友部重太郎氏(1868年～1935年)の発意で、大正13年に恋瀬川沿岸軌道株式会社(大正15年に加波山鉄道株式会社へと名称変更)が設立出願され、昭和2年(1927年)に工事施工の認可を受け敷地測量を行いました。資金不足で実現しませんでした(櫻井, 2005)。

昭和37年(1962年)に茨城県が地質調査所に依頼した調査では、大増から上曾の間に7丁場が報告され、最も古い丁場は昭和12年(1937年)の稼行でした(上野・小泉, 1962)。

現在、株式会社石原石材が大塚で採石を行い、「やさともかげ」の名称で販売しています。写真2は「やさともかげ」製のモニュメント(デザイン: 榎 渉)で、大きさは横2.5m・高さ約4m・奥行0.6mです。

5.7.5 斑れい岩類(旧八郷町の旧恋瀬村, 筑波山)

斑れい岩類の建築材としての使用を文献で見出すことが



写真2 旧八郷町大塚で採石される「やさともかげ」製のモニュメント(高さ約4m, 幅2.5m. デザイン: 榎 渉, 製作: 株式会社石原石材.)

できませんでしたが、今でも、「筑波石」の名で庭石や石積などに使われています。

旧八郷町大塚の墓地に斑れい岩類を使った多くの墓石があり、建之は昭和11年(1936年)～昭和47年(1972年)でした。石岡市立恋瀬小学校にある昭和55年度(1980年度)卒業記念碑「21世紀への旅立ち」に同校の近くにあった斑れい岩類が使われたことから、斑れい岩類は旧八郷町恋瀬地区(旧恋瀬村)で親しまれ・愛された地域石材であったようです。

筑波山の奇岩「立身石」・「弁慶七戻り」などは、斑れい岩類が節理沿いに風化・浸食された岩塊で(地質情報ポータルサイト, 2017)、観光資源となっています。

6. 常陸国分寺と常陸国分尼寺の礎石はどこから

前述したように、飛鳥時代の茨城廃寺の礎石に「新治花崗岩」が使われましたが、奈良時代の常陸国分寺と常陸国分尼寺の礎石に斑れい岩類が使われました。なぜ、かわったのでしょうか。

これら寺院はそれほど離れておらず、「新治花崗岩」と斑れい岩類の分布域との遠近でその理由を説明できません。この地域の歴史に詳しいかすみがうら市歴史博物館学芸員の千葉隆司氏に尋ねたところ、次の返答をいただきました。

「茨城廃寺の造営指導者は、茨城国造^{みぶ}壬生氏と考えられます。茨城廃寺はあくまでも地方豪族が造る私的寺院(後に郡寺として位置づけられます)です。その造営にあたっては、中央の寺工・瓦工・仏師などが関与したと思われませんが、地元の工人(古墳の築造

等に関わる職人、埴輪や須恵器生産などに携わった窯業職人など)も造営組織に組み込まれたものと考えています。この造営組織を構成するにあたり、茨城国造壬生氏は、隣りの筑波国造壬生氏と連携した可能性があるので。同じ時期に、筑波国造壬生氏によって筑波廃寺(中台廃寺)が建立されますが、茨城廃寺と筑波廃寺の瓦模様は同文異範(同じ模様であるが範が違う)、「新治花崗岩」を使用するなど共通点がみられ、壬生家という一族の連携がみられるのです。以前から筑波国と茨城国は変成岩の産業(石室・石棺材)と流通経路、常総粘土層の産業(土師器・須恵器の材料)などで、連携があったところです。その延長で、寺院造営でも連携があったようで、「新治花崗岩」の産出地は筑波国造域ですが、茨城国の茨城廃寺でも使用可能であったと認識しています。

一転、国分寺の造営になると、これは国家事業ですので、国司(親王任国の常陸国ですので、中央貴族の赴任)が主導で、国分寺造営組織が構成されたと考えられます。造営負担(物納・労働力提供など)は、常陸国全域(11郡)に通知されたと思われませんが、重量がかさむものの負担は近隣の郡を中心に命令が出されたようです。国分寺の瓦がその様子を理解するのに分かりやすく、瓦塚窯跡・金子澤窯跡、松山・柏崎窯跡で生産されていることから、それまでの須恵器や茨城廃寺などの瓦を生産していた窯に国分寺瓦の生産が命令されています。この4つの瓦生産に従事した工人の中には、新治郡から呼び寄せられた工人もいたようで、出土した文字瓦にそのような内容がありました。このように国分寺の造営組織は、茨城廃寺のような地域豪族主導ではないので、中央から来た国司が常陸国内の産物や労働力を結集して実施したなどの違いがありました。

中央から派遣された国司は、瓦生産の中心(4か所の国分寺瓦生産遺跡の中で最大規模)を瓦塚に求めますが、瓦塚の北側には^{おおだらやま}大足山付近の斑れい岩類がありますので、おそらく重量ある資材の瓦と共に礎石等に使用する石材の運搬も恋瀬川の水運によって解決しようとした結果、国分寺造営以前に使用された花崗岩ではなく斑れい岩類を使用したのではないかと考えます。つまり、旧八郷地域の豪族や工人に重量物の貢納を命じたと解されます。」(千葉隆司私信, 2016)

千葉氏の考古学的考証に地質学的裏付けを与えられないかと考え、長(2014b)に従い、大足山付近の斑れい岩類

と筑波山東麓小幡の斑れい岩類(筑波山由来)の帯磁率測定を行いました。

第2図は、常陸国分寺の金堂跡の礎石(13石)と講堂跡の礎石(15石)での帯磁率 0.1×10^3 SI毎で区分した帯磁率ヒストグラムです。横軸が帯磁率で、縦軸が全数に対する比率です。第2表に示すように、帯磁率 4×10^3 SI以上のものがあり、横軸の右端(4×10^3 SI)でも累積比率は1になっていません。2つの帯磁率ヒストグラムがよく似ていることは、採石地が同じであったことを示唆しています。ともに、帯磁率 0.5×10^3 SI以上のものが60%以上ありました。

第3図に示す2つの実線は、大足山の麓の旧八郷町金ヶ沢のA様宅の玉石(47石)と旧八郷町大塚のB様宅の玉石(全83石)での帯磁率ヒストグラムです。ともに家人の話から近隣の石(斑れい岩類)です。帯磁率 0.5×10^3 SI以上のものが、それぞれ72%と41%ありました。

第4図に示す実線は、筑波山東麓の旧八郷町小幡の山麓斜面堆積物分布域(十三塚の西方山麓、口絵の地質図に長四角で示す。)の7地点の転石(全75石)での帯磁率ヒストグラムです。小幡の山麓斜面堆積物分布域の転石は、ほとんどが帯磁率 0.5×10^3 SI未満で、帯磁率 0.5×10^3 SI以上のものは8%しかありませんでした。

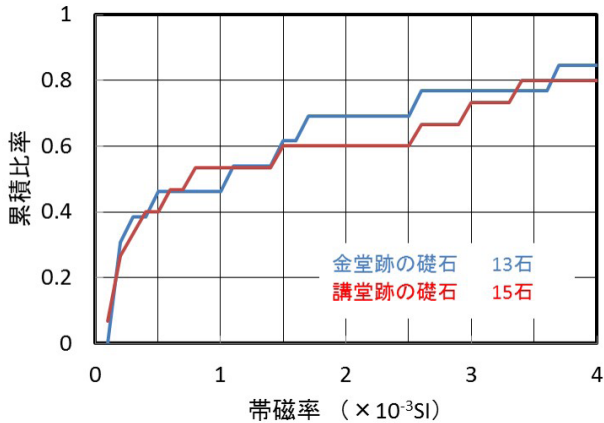
常陸国分寺の金堂跡の礎石と講堂跡の礎石は、帯磁率 0.5×10^3 SI以上のものが60%以上あることから、帯磁率 0.5×10^3 SI以上のものの比率が大きい大足山周辺の斑れい岩類が使われたと考えます。

7. まとめ

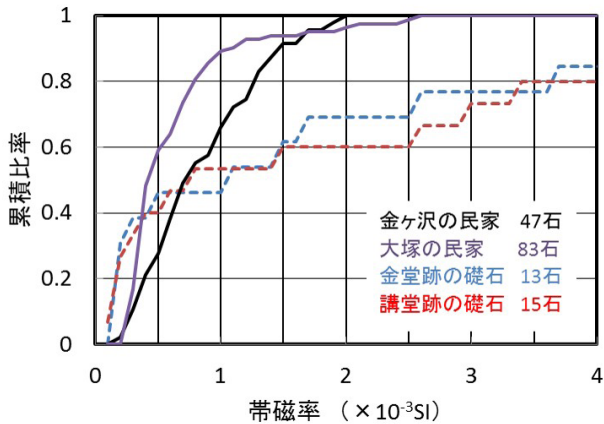
古代常陸国の国衙があった石岡市(旧石岡市と旧八郷町)と周辺に分布し石材として利用できる硬い岩石は、変成岩類(砂岩・泥岩・珪質泥岩が起源)、花崗岩(筑波花崗岩・加波山花崗岩・「新治花崗岩」)、斑れい岩類の三種です。

変成岩類は板状のものを採取できる特性から、縄文時代に石組焔に使われました。恋瀬川・桜川・霞ヶ浦水系にある古墳の石室・石棺に使われました。中世～近世に仏像(文字塔)などに使われました。明治・大正期に「粟田石」として採掘・販売されました。今は、碎石に加工されて、道路舗装材・コンクリート骨材・鉄道バラストなどの多くの社会資本に使われています。

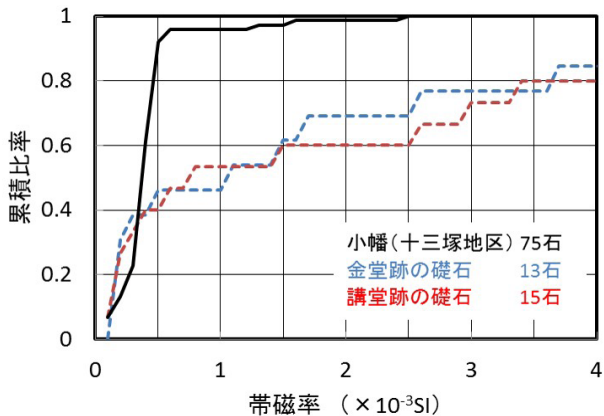
「新治花崗岩」は、飛鳥時代の茨城廃寺の礎石に使われました。徳川幕府中葉期に恋瀬川と霞ヶ浦の水運を使って江戸まで運ばれました。中世～近世の五輪塔や仏像(像容塔)などに花崗岩が使われました。明治期の鉄道敷設によ



第2図 常陸国分寺の金堂跡と講堂跡の礎石での帯磁率ヒストグラム。



第3図 旧八郷町の大足山付近2箇所の斑れい岩類での帯磁率ヒストグラム(2つの実線)。2破線は常陸国分寺跡の礎石での帯磁率ヒストグラム。



第4図 旧八郷町の小幡(十三塚地区)の斑れい岩類(筑波山由来)での帯磁率ヒストグラム(実線)。2破線は常陸国分寺跡の礎石での帯磁率ヒストグラム。

り東京への大量運搬が可能となり、加波山花崗岩は、明治42年(1909年)竣工の東宮御所(現在の赤坂迎賓館)に使われるなど、明治以降の東京での社会資本整備に使われました。今も、「やさともかげ」が採石されています。

斑れい岩類は、奈良時代の常陸国分寺と常陸国分尼寺の礎石に使われました。旧八郷町恋瀬地区(旧恋瀬村)では昭和11年(1936年)～昭和47年(1972年)建之の墓石に使われ、恋瀬小学校昭和55年度卒業記念碑にも使われた地域石材でした。今も「筑波石」と呼ばれ、庭石や石積みなどに使われています。

謝辞：現地調査と本稿作成では、次の方々から許可と協力をいただきました。記して謝意を表します。石岡市秘書広聴課、石岡市教育委員会文化振興課、浄瑠璃山東方院国分寺、興国山清涼寺、春林山平福寺、石岡市立恋瀬小学校、石岡市金ヶ沢のA様、石岡市大塚のB様、株式会社石原石材、かすみがうら市歴史博物館学芸員千葉隆司氏。

本稿は、科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)「文化地質学：人と地質学の接点を求めて」(研究代表者：鈴木寿志(大谷大学教授、地質学)、2015年度～2016年度)での役割分担「茨城県での花崗岩の利用と文化」(連携研究員)の研究成果です。

文 献

浅井壮一郎(2008) 古代製鉄物語―「葦原中津国」の謎。彩流社, 308p.

千葉隆司(2008) 筑波山周辺の石材加工の歴史。地質ニュース, no. 643, 48-51.

千葉県(2017) 阿玉台貝塚。https://www.pref.chiba.lg.jp/kyouiku/bunkazai/bunkazai/n411-024.html (2017年2月10日確認)

地質情報ポータルサイト(2017) 日本の奇岩百景。http://www.web-gis.jp/kigan100.html (2017年2月13日確認)

長 秋雄(2012) 地質情報展2011 ひとふるさとの石 茨城の花こう岩―日本の近代化を築いた石たち―。GSJ地質ニュース, 1, 98-99(口絵)と111-114(本文)。

長 秋雄(2014a) 筑波花こう岩と旧筑波町の歴史―筑波花こう岩と人の営み―。GSJ地質ニュース, 3, 161-163(口絵)と183-189(本文)。

長 秋雄(2014b) 筑波花崗岩と旧筑波町に残る石造物の帯磁率。地質調査研究報告, 65, 37-43。

- 長 秋雄 (2015) 「新治花崗岩」と新治台地に残る石造文化財. GSJ 地質ニュース, 4, 249-250 (口絵) と 267-277 (本文).
- 海老澤稔 (2005) 縄文土器の変遷. 八郷町史編さん委員会編, 八郷町史, 八郷町, 40-46.
- 服部富雄・小村幸二郎・江見正民 (1960) 西茨城郡友部町付近の砂鉄鉱床調査報告. 地下資源調査報告書 第10号, 茨城県, 17-26.
- 早川唯弘 (1981a) 地形分類図. 土地分類基本調査 石岡, 茨城県農地部農地計画課, 17-29.
- 早川唯弘 (1981b) 地形分類図. 土地分類基本調査 真壁, 茨城県農地部農地計画課, 19-33.
- 茨城県教育財団 (1981) 常磐自動車道関係埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅱ. 茨城県教育財団, 289p.
- 市毛美津子 (1995a) 東大橋原遺跡—土器作りのむら—. 石岡市の遺跡 歴史の里の発掘 100 年史, 石岡市教育委員会, 38-44.
- 市毛美津子 (1995b) 宮平遺跡—縄文人の祈り—. 石岡市の遺跡 歴史の里の発掘 100 年史, 石岡市教育委員会, 50-54.
- 池田 宏・小野有五・佐倉保夫・増田富士雄・松本栄次 (1977) 筑波台地周辺低地の地形発達—鬼怒川の流路変更と霞ヶ浦の成因—. 筑波の環境研究, 2, 104-113.
- 今泉義文 (1971) 常陸国分寺の塔心礎. 石岡市郷土資料, 37, 石岡史蹟保存会, 15p.
- 今瀬文也 (2005a) 寺院と仏教民俗. 八郷町史編さん委員会編, 八郷町史, 八郷町, 1186-1203.
- 今瀬文也 (2005b) 加波山・足尾山の霊場. 八郷町史編さん委員会編, 八郷町史, 八郷町, 1167-1176.
- 石岡市 (2017a) 市の概要. <https://www.city.ishioka.lg.jp/page/page001555.html> (2017 年 2 月 10 日確認)
- 石岡市 (2017b) 石岡市土砂災害ハザードマップ. <http://www.city.ishioka.lg.jp/page/page000520.html> (2017 年 2 月 10 日確認)
- 石岡市 (2017c) 石岡市の指定文化財. <http://www.city.ishioka.lg.jp/page/page001000.html> (2017 年 2 月 13 日確認)
- 石岡市教育委員会 (1981) 茨城県石岡市大作台遺跡発掘調査報告. 石岡市教育委員会, 67p.
- 石岡市教育委員会 (1983) 特別史跡常陸国分僧寺跡発掘調査報告Ⅱ—金堂跡・講堂跡の確認調査—, 石岡市教育委員会, 107p.
- 石岡市教育委員会文化振興課 (2015) 茨城廃寺跡—第4・5次調査のあらまし—. 石岡市教育委員会, 8p.
- 石岡市史編纂委員会編 (1979a) 石岡市内の歴史的地名. 石岡市史上巻, 石岡市, 836-844.
- 石岡市史編纂委員会編 (1979b) 古墳・古墳群. 石岡市史上巻, 石岡市, 120-128.
- 石岡市史編纂委員会編 (1979c) 現在の大字・小字名. 石岡市史上巻, 石岡市, 844-874.
- 岩瀬陽一・江見正民 (1958) 友部・石岡地区. 通商産業省編, 未利用鉄資源 第4輯, 日本鉄鋼連盟, 107-110.
- 川井正一 (1995a) 茨城廃寺跡—明らかにされた法隆寺式伽藍の寺—. 石岡市の遺跡 歴史の里の発掘 100 年史, 石岡市教育委員会, 197-204.
- 川井正一 (1995b) 常陸国分寺跡—解明された東国の大寺—. 石岡市の遺跡 歴史の里の発掘 100 年史, 石岡市教育委員会, 177-188.
- 川井正一 (1995c) 鹿の子C遺跡—蝦夷征伐のための武器工場—. 石岡市の遺跡 歴史の里の発掘 100 年史, 石岡市教育委員会, 159-176.
- 川俣正英 (2014) 明治20年代における茨城県産花崗岩石材業の展開—茨城県桜川市・笠間市を主として—. 茨城史林, 38, 54-83.
- 国土地理院 (1988) 1:25,000 土地条件図 石岡. 国土地理院.
- 国土地理院 (1989) 1:25,000 土地条件図 真壁. 国土地理院.
- 駒杵勤治 (1905) 常陸産出石材に就いて. 建築雑誌, 225, 658-661.
- 小杉山大輔 (2015) 瓦塚窯跡発掘調査報告書, 石岡市教育委員会, 156p.
- 小杉山大輔・曾根俊雄 (2011) 鹿の子遺跡について. 第14回古代官衙・集落研究会報告書 官衙・集落と鉄, 奈良文化財研究所, 43-91.
- 黒沢彰哉 (1996) 石岡の石仏. 石岡市文化財関係資料編さん会編, 石岡市教育委員会, 350p.
- 松倉公憲・木股三善・谷津榮壽 (1979) 柿岡盆地北部, 東山におけるハンレイ岩の風化と地すべり粘土の生成. 地理学評論, 52, 30-39.
- 松嶋 繁・岩浪誠一郎・河崎芳司・光野志のぶ・斎藤敦・成田和子・山口滋雄 (1991) 近代. 岩間町史編さん資料収集員会編, 図説 岩間の歴史, 岩間町, 167-206.
- 宮崎一博・笹田政克・服部 仁 (1992) 筑波山塊周辺の

- 変成深度(圧力)の異なる Low P/T 変成岩類. 地質学雑誌, **98**, 713-722.
- 宮崎一博・笹田政克・吉岡敏和・(1996) 5 万分の 1 地質図幅「真壁」, 地質調査所.
- 西宮一男 (2005a) 八郷町に分布する古墳 (群). 八郷町史編さん委員会編, 八郷町史, 八郷町, 78-91.
- 西宮一男 (2005b) 地名からうかがえる産業遺跡. 八郷町史編さん委員会編, 八郷町史, 八郷町, 92-99.
- 西宮一男・鈴木幹男 (1984) 八郷町の石造物 第一集. 八郷町教育委員会, 111p.
- 西宮一男・鈴木幹男 (1985) 八郷町の石造物 第二集. 八郷町教育委員会, 142p.
- 西宮一男・鈴木幹男 (1987) 八郷町の石造物 第三集. 八郷町教育委員会, 123p.
- 臨時議院建築局編 (1921) 本邦産建築石材. 281p.
- 坂本 亨・宇野沢昭 (1979) 茨城県中部, 友部丘陵の第四系. 地質調査所月報, **30**, 269-283.
- 櫻井 明 (2002) 明治大正期の岩間地方. 岩間町史編纂委員会編, 岩間町史, 岩間町, 709-870.
- 櫻井 明 (2005) 諸企業の概況. 八郷町史編さん委員会編, 八郷町史, 八郷町, 899-908.
- 桜井二郎 (1989) 製鉄遺構. 宮平遺跡発掘調査概報, 石岡市教育委員会, 33-48.
- 桜井二郎 (1995) 船塚山古墳 - 謎につつまれている県内最大の古墳 -. 石岡市の遺跡 歴史の里の発掘 100 年史, 石岡市教育委員会, 102-114.
- 佐藤戈止 (1927) 7 万 5 千分の 1 地質図幅「筑波」地質説明書, 地質調査所, 30p.
- 関 肇 (2003) 八郷町の地名. 八郷町教育委員会生涯学習課, 450p.
- 清水省吾 (1913) 茨城県産花崗岩応試験報文. 地質調査所報告, **37**, 1-60.
- 高塚秀治 (1990) 粟田かなくそ山遺跡出土鉄滓の分析結果について. 粟田かなくそ山製鉄遺跡調査報告, 千代田村教育委員会, 33-40.
- 特別史跡常陸国分尼寺跡整備検討委員会編 (2001) 常陸国分尼寺跡整備基本構想, 71p.
- 坪井正五郎・野中完一 (1898) 常陸國新治郡瓦會村の古墳. 東京人類学会雑誌, **14**, 98-111.
- 妻木頼黄 (1912) 建築材料としての本邦石材 (二). 建築雑誌, **301**, 6-22.
- 内山俊身 (1998) 征夷事業における軍事物資輸送について - 関東の二大河川水系の問題から -. 茨城県立歴史館報, **25**, 120-158.
- 上野三義・小泉久直 (1962) 新治郡西部の石材 (花崗岩) 調査報告. 地下資源調査報告書, **12**, 茨城県, 17-24.
- 山田 皓 (1888) 水戸圖幅地質説明書. 農商務省地質局, 42p.
- 山本 薫 (1989) 縄文時代の石器に使われた岩石および鉱物について - 石器製作における石材の選択とその背景 -. 地学雑誌, **98**, 79-101.
- 横手 義 (1982) 千代田村の民俗. 千代田村教育委員会, 326p.
- 吉岡敏和 (1996) 第四系. 真壁地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 82-93.
- 吉岡敏和・滝沢文教・高橋雅紀・宮崎一博・坂野靖行・柳沢幸夫・高橋 浩・久保和也・関 陽児・駒澤正夫・広島俊男 (2001) 20 万分の 1 地質図幅「水戸」(第 2 版). 地質調査所.

CHO Akio (2017) The use of rocks from ancient times of Hitachi-koku in old Ishioka city and old Yasato town, Ibaraki prefecture.

(受付: 2017 年 2 月 24 日)

東西日本の地質学的境界【第八話】

日本分裂

高橋雅紀¹⁾

1. 東北日本弧 - 海溝系

前期中新世の火山フロントは、東北日本では太平洋の沿岸に沿って復元される。したがって、当時の火山フロントは、現在の脊梁山脈に沿う火山フロントに比べて明らかに海溝寄りにシフトしている。実は、地質時代を通じて火山フロントが海溝側に前進したり背弧側に後退したりすることは、火山活動が活発な東北日本弧において正確に復元されている (Yoshida, 2001)。この火山フロントの移動の原因として、直感的には沈み込む太平洋プレートのスラブの傾きが、年代と共に変化してきた可能性が示唆される。スラブの傾きが大きくなれば火山フロントは海溝寄りに前進するし、反対に傾斜が緩くなれば背弧側に後退するからである。ただし、火山フロントの移動にはさまざまな原因があり、またいくつかの要因が複合的に関与することもあるので、一義的に決めることはなかなか難しい。

日本海の拡大が終了した 1,500 万年前以降、日本海溝に沿っては付加体がほとんど成長していない。大陸から隔離され、大量の陸源碎屑物が供給されないからである。さらに、1,500 万年前以降は東北日本弧の広い範囲が水没し、わずかな陸地から排出された碎屑物のほとんどは、前弧堆積盆にトラップされて海溝まで供給されない。付加体が成長するためには、材料である大量の碎屑物が必要で、その供給源である広大な陸地が必須なのである。

一方、日本海溝に沿っては付加体が成長していないどころか、造構性浸食 (tectonic erosion) が進行している可能性が指摘されている (Von Huene and Culotta, 1989)。造構性浸食とは、海洋プレートの沈み込みに伴い、上盤の地殻が削り取られ地下深部に持ち去られていることを意味する。この場合、スラブの傾きが変わらなければ海溝と火山フロントの距離は一定になるので、陸上に記録される火山フロントは、海溝の移動と同調するように背弧側に移動する。火山フロントの移動は、沈み込む海洋プレートの傾きだけに起因するわけではない。

とはいえ、東北日本の東方沖の太平洋海底下には白亜紀

以降の前弧堆積盆が保存されていることから、白亜紀以降に大規模な造構性浸食があったとは思えない。さらに、上盤である東北日本弧の地殻が大規模に削り去られたとしたならば、その上に堆積していた前弧堆積盆の地層は大きく変形していると予想されるが、実際には顕著な地殻変動を被った様子はない。そもそも、前弧域の地殻の下には、冷たい太平洋プレートに冷却され続けた固いマントルリソスフェアが存在し、前弧域をしっかりと堅持している。造構性浸食は地殻を削り込みながら海溝が陸側に移動する現象であるが、海溝の移動は地殻の下のマントルリソスフェアも削り去る必要がある。カンナで板を削るように、容易に造構性浸食が進行するとは思えない。

これらのことから考えて、東北日本弧とその東端である日本海溝の位置関係は、現在と前期中新世で大きく異なっていたとはいなかったであろう。したがって、前期中新世の火山フロントが現在の火山フロントに比べて海溝側に大きくシフトしていたのは、当時沈み込んでいた太平洋プレートの沈み込み角度 (太平洋スラブの傾き) が、現在よりも大きかったからだと考えられる。実際に、背弧 (マリアナトラフ) が拡大しているマリアナ弧では、東北日本弧に比べて太平洋スラブの傾斜が大きく、その結果、海溝から火山フロントまでの距離が短くなっている。日本海の拡大はマリアナトラフ (背弧) と同様の背弧拡大であり、前期中新世に太平洋スラブの傾斜角が大きくなっていたことは容易に想像がつく。その後、太平洋スラブは徐々に傾斜角を減少させ、火山フロントが脊梁山脈に向かって西に移動していったのであろう。

2. 西南日本弧 - 海溝系

これに対し、西南日本弧の前期中新世の火山フロントは、日本海の沿岸に沿って復元される。現在の西南日本弧には典型的な島弧火山が少なく、明瞭な火山フロントを認定することは難しいが、少なくとも前期中新世の火山フロントは、^{だいせん}大山など現在の島弧火山の位置にほぼ一致している。

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：火山フロント、スラブウインドウ、日本海の拡大、四国海盆、フィリピン海プレート

これは、前期中新世の火山フロントが現在の火山フロントに比べて海溝側に大きくシフトしていた東北日本弧とは対照的である。

東北日本弧と同様に、弧-海溝系の視点で西南日本弧の前期中新世火山フロントを考察しようとする、いくつかの問題点が浮かび上がる。まず、当時の西南日本弧の南端である海溝と、現在の沈み込み境界である南海トラフが一致するかどうかの判断は難しい。西南日本弧では1,500万年前以降も付加体が成長していることから、海溝が沖側に後退した可能性が考えられる。日本海の拡大によって大陸から隔離された西南日本弧は、水没した東北日本弧とは対照的に広い範囲が隆起し陸化した。それらから供給された砕屑物は浅い沈み込み境界(南海トラフ)を埋積し、その後のフィリピン海プレートの沈み込みに伴って変形しつつ陸側に付加した。例えば、四国の室戸岬には前期中新世の付加体が露出しているが、そこから南海トラフまでの範囲には、より新しい付加体が海底下に伏在しているはずである。したがって、前期中新世の沈み込み境界(海溝)の位置は、1,500万年前以降に成長した付加体を削除して考えなければならない。

ただし、付加体における1,500万年前の物質境界の位置と、当時の火山フロントに対する海溝の位置は、必ずしも一致する必要はない。物質境界がその後の付加体の成長によって陸側に押し込められたとするなら、当時の海溝はずっと沖に位置していたことになるからである。すなわち、1,500万年前の物質境界は、現在は室戸半島の近傍にあるが、当時の海溝が現在の南海トラフの位置に位置していたことも否定できない。

前述したように、東北日本弧では白亜紀以降に成長した厚い前弧堆積盆の地層が、太平洋の海底下にさほど変形せず保存されている。だから、造構性浸食によって、東北日本弧の地殻が大きく削り去られてはいないだろうと推定した。これに対し、西南日本弧では白亜紀の海成層が断層によってことごとく分断され、著しい変形を被っている。しかしながら、紀伊半島に分布する田辺層群や熊野層群などの前期中新世から中期中新世の地層の変形は軽微であること、また海溝が海側に後退したとする積極的証拠が見当たらないことから、ここでは1,500万年前の海溝も、現在の南海トラフとほぼ同様の位置にあったと推定して議論を進めよう。

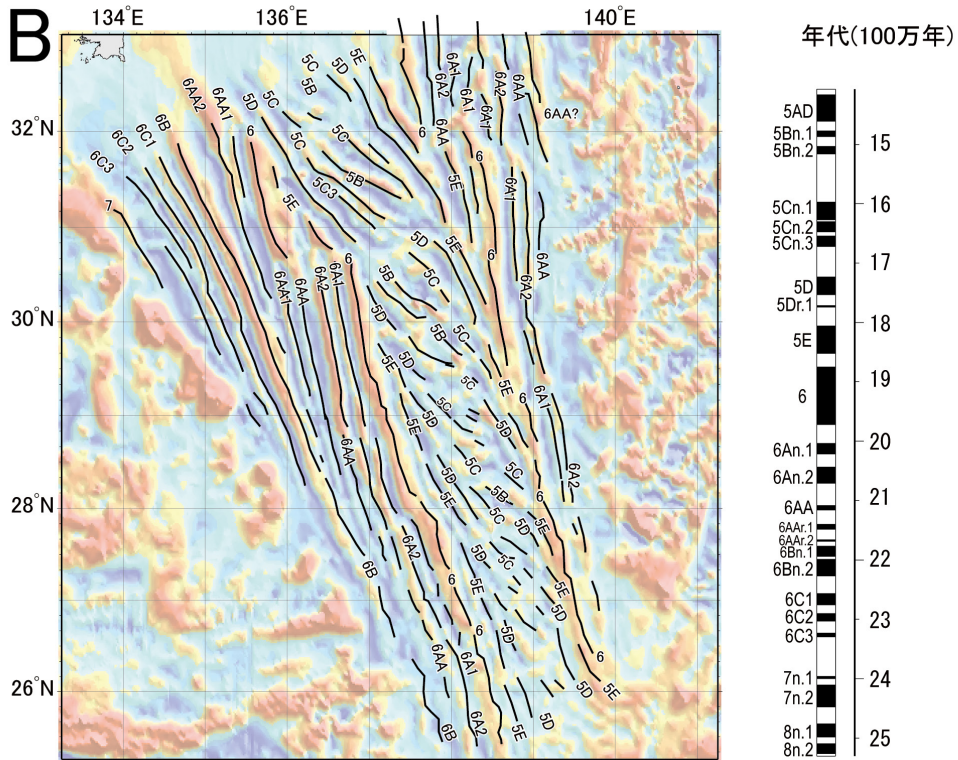
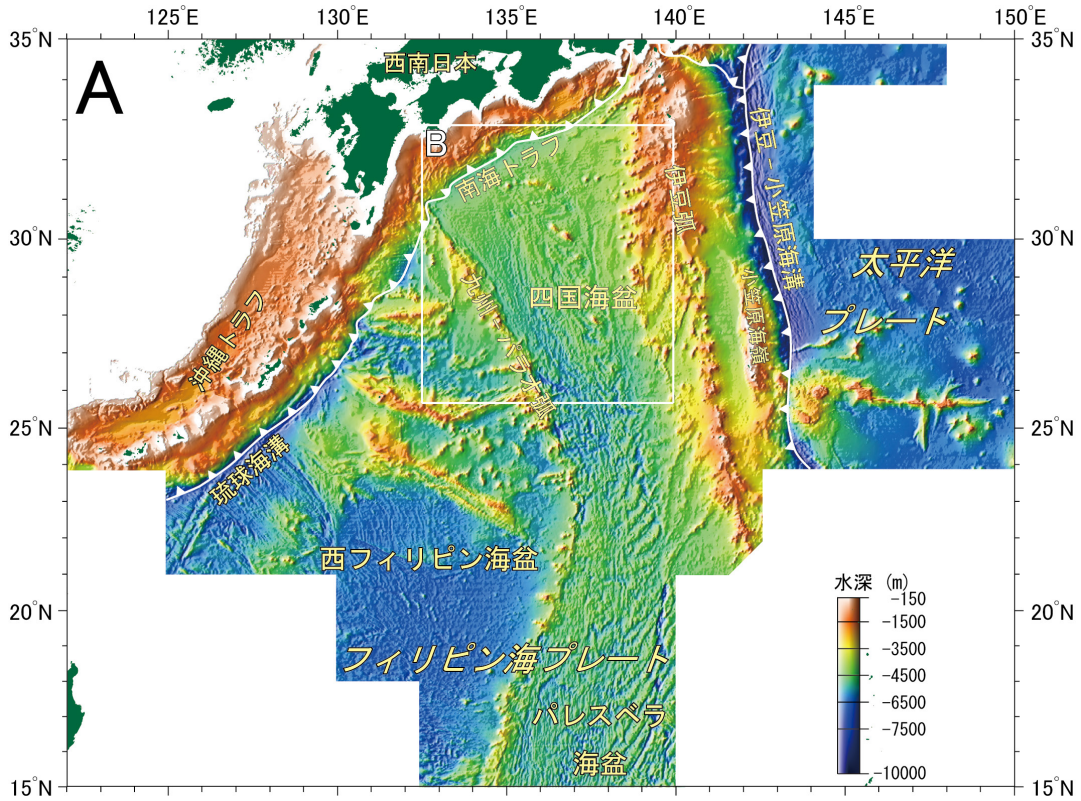
3. 鍵は四国海盆

ところが、さらに大きな問題がある。日本列島の配置を

日本海の拡大前まで復元するために採用した前期中新世の火山フロントが、東北日本弧と西南日本弧でそもそも連続していたのか、あるいはもともと不連続であったのか不明なのである。現在では、東北日本弧には太平洋プレートが沈み込んでいるが、西南日本弧にはフィリピン海プレートが沈み込んでいる。すなわち、現在の東北日本弧と西南日本弧は別個の沈み込み帯、言い換えるならば異なる弧-海溝系であるので、それらの火山フロントが連続する必然性はない。そのため、前期中新世の火山フロントを日本海拡大前の配置に復元するためのマーカーとして採用するためには、当時の東北日本弧と西南日本弧には、同一の海洋プレートが沈み込んでいたことが前提条件となる。ところが、日本海の拡大前の西南日本弧に、太平洋プレートとフィリピン海プレートのいずれのプレートが沈み込んでいたのか、それ自身が未解決の地質学的難題である。その主たる理由は、フィリピン海プレートの過去の運動が不明であることだが、さらに日本海の拡大時期に四国海盆も拡大していたことが問題をさらに複雑にしている。

四国海盆は西南日本の南方に広がり、伊豆-小笠原弧と九州-パラオ弧に挟まれた海洋底である(第1図のA)。伊豆-小笠原弧と九州-パラオ弧はかつて単一の海洋性島弧であったが、2,500万年前に分裂が始まり、1,500万年前まで海洋底が拡大して、海洋性地殻からなる背弧海盆(四国海盆)が形成された。その際、九州-パラオ弧と太平洋プレートの沈み込み位置(伊豆-小笠原海溝)は、四国海盆の拡大に伴い徐々に離れていった。その結果、島弧-海溝系から遠ざかってしまった九州-パラオ弧では、島弧の火山活動が停止し、古島弧(remanent arc)としてフィリピン海プレートの中央部に地形的高まりとして残されているのである。一方、伊豆-小笠原弧には四国海盆の拡大以降も太平洋プレートが沈み続けたため、伊豆-小笠原弧は現在でも活動的火山列島として成長を続けている。九州-パラオ弧に比べて伊豆-小笠原弧の海底地形が幅広く盛り上がっているのは、1,500万年前以降の島弧の成長分を表している。

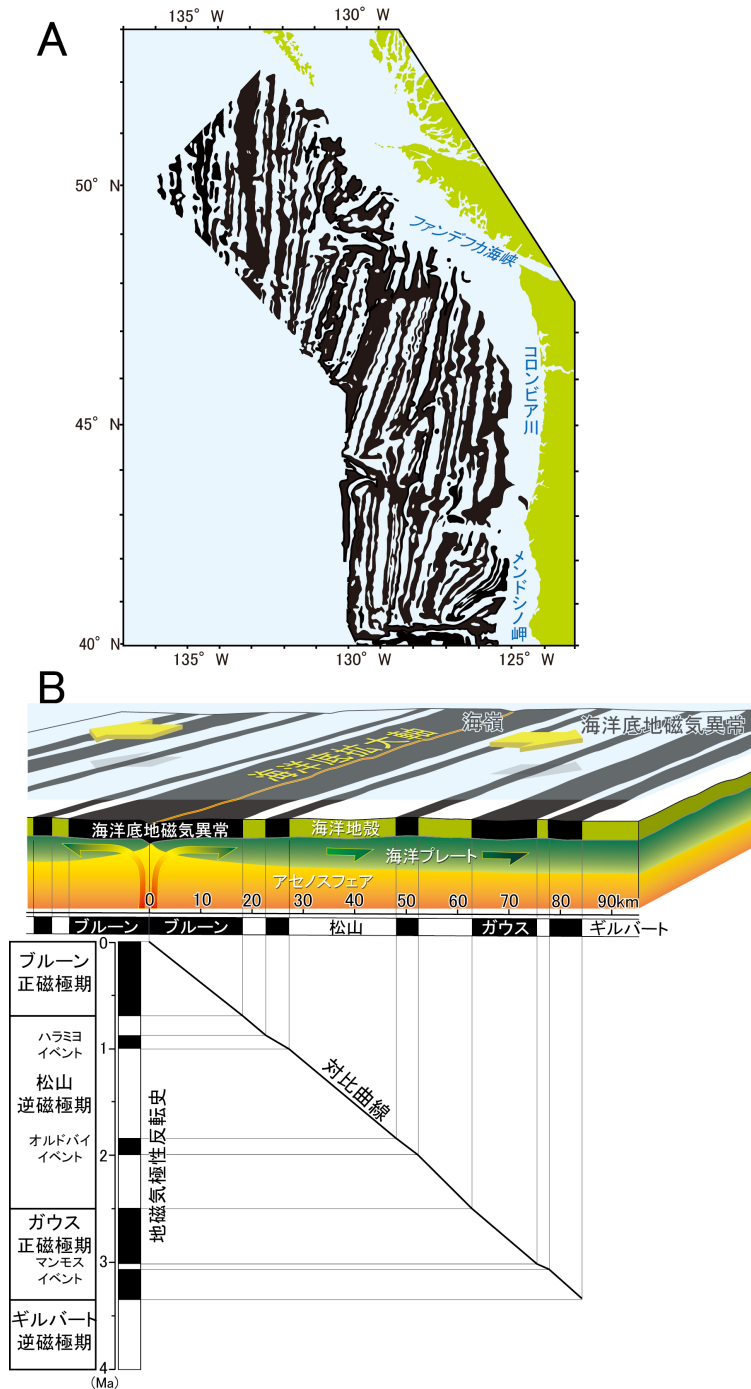
ところで、四国海盆の海洋底地磁気異常(第1図のB)を見ると、南北に伸びる縞模様が見事である。海洋底地磁気異常は海洋底が海嶺を対称に拡大する過程で地球磁場の極性が反転することにより形成されるもので、プレートテクトニクス確立に大きく寄与する大発見であった(第2図のA)。もちろん、地磁気が反転することは、プレートテクトニクスが確立される以前には明らかにされていた。数百万年前以降に噴出した溶岩の放射年代と古地磁気極性を組み合わせることにより、地球磁場の反転史が確立され



第1図 四国海盆の海底地形と海洋底地磁気異常 (Okino et al., 1999 及び沖野, 2015 に文字等を加筆).

ていたのである。しかし、放射年代に含まれる誤差は年代が古くなるほど増大し、数百万年前より古くなると、地磁気の反転期間よりも誤差の方が大きくなってしまふ。そのため、地磁気の反転史は過去数百万年間が限界であった。

ところが、海洋底には遙かに長期間の地球磁場の反転史が記録されている。海洋底から得られた岩石の放射年代や、海洋底に堆積した堆積物に含まれる微化石年代を統合することにより、海洋底地磁気異常に基づく過去 8,000 万



第2図 A：バンクーバー島沖の海洋底地磁気異常 (Raff and Mason, 1961) と、B：海洋底地磁気異常の形成メカニズム (ヴァイン・マシューズ仮説) とコックスらが確立した地磁気反転史との対比 (Cox and Dalrymple, 1967 ; Vain, 1966 をもとに作成)。海嶺で上昇してきたマグマがキュリー温度まで冷却すると、海洋地殻はそのときの地球磁場を獲得する。海洋底が拡大しつつ地磁気が反転すると拡大軸に対称な海洋底地磁気異常が形成される。

年間の地磁気反転史が復元された (Heirtzler *et al.*, 1968)。そして、海洋底地磁気異常による地磁気反転史は、陸上の火山から求められていた古地磁気層序と見事に統合され、一度は葬り去られたウェーゲナーの大陸移動説から海洋底拡大説を経て、プレートテクトニクスという科学革命をもたらしたのである (第2図のB)。

さて、四国海盆に記録されている海洋底地磁気異常は、四国海盆が典型的な海洋底拡大を経て形成されたことを示している。中央の地形的高まりは、拡大を停止した段階の海嶺、すなわち最後の拡大軸である。海洋底地磁気異常

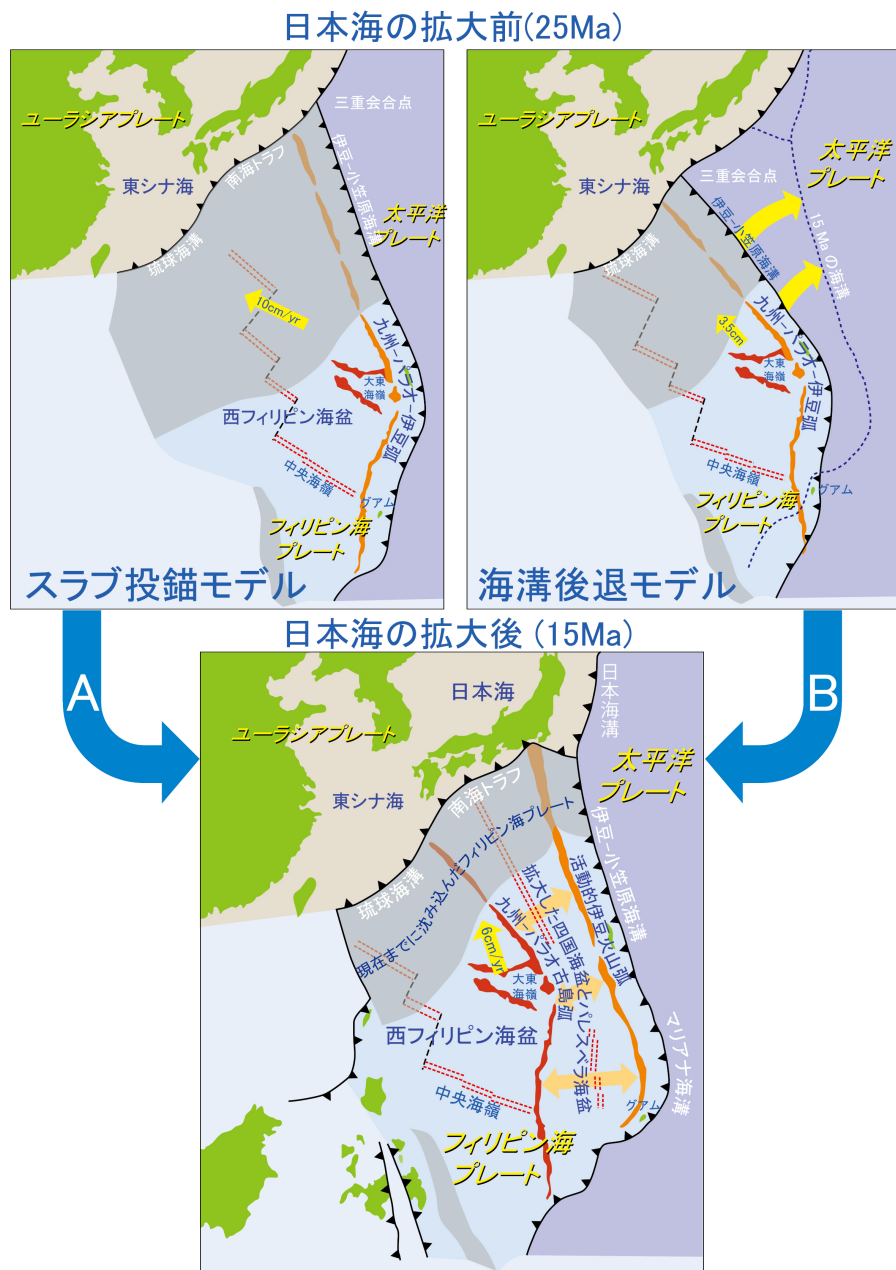
の解析により、四国海盆がおおよそ2,500万年前から拡大し、1,500万年前に拡大を停止したことが明らかにされている。ということは、四国海盆は日本海の拡大に先立って開始した海洋底の拡大で、日本海の拡大が停止した1,500万年前には同時に拡大を停止した。このことは、四国海盆の拡大が日本海の拡大と密接に関わっていることを強く示唆している。

このように、四国海盆は典型的な海洋底拡大により形成された背弧海盆で、拡大過程そのものは正確に復元されている。ところが、フィリピン海プレートの過去の運動が不

明であるため、四国海盆の拡大過程は、あくまでもフィリピン海プレートを基準とした系の中で明らかにされているに過ぎない。そして、ほぼ固定系とみなされるユーラシア大陸に対する四国海盆の拡大過程は、フィリピン海プレートの当時の運動如何によって大きく異なってしまう。換言するなら、ユーラシア大陸に対して回転・移動した東北日本弧と西南日本弧に対する四国海盆の配置は全く不明で、フィリピン海プレートの過去の配置が未解明であることが、日本列島の地殻変動とプレート運動が容易には繋がらない原因となっている。

このような状況で、大陸から分離してきた日本列島と拡

大してきた四国海盆の配置については古くから議論されてきた。例えば、Seno and Maruyama (1984) は、四国海盆の拡大により、太平洋プレートの沈み込み口である伊豆-小笠原海溝が、九州付近から東に現在の位置まで移動したモデル(海溝後退モデル)と、伊豆-小笠原海溝は移動せず、伊豆-小笠原弧から分離した九州-パラオ弧が西に移動していったモデル(スラブ投錨モデル、あるいは海溝固定モデル)の2つの可能性を提案した(第3図)。このうち、海溝後退モデルでは、四国海盆の拡大前の西南日本弧には太平洋プレートが沈み込んでいたが、四国海盆の拡大以降はフィリピン海プレート(四国海盆)が沈み込んだことに



第3図 四国海盆の拡大に関する2つのモデル (Seno and Maruyama, 1984 より作成)。伊豆-小笠原海溝が移動しなかったスラブ投錨モデル (A) と、西から東に海溝が移動した海溝後退モデル (B)。

なる。一方、海溝固定モデルでは、四国海盆の拡大以前も拡大以降も、西南日本弧にはフィリピン海プレートが沈み込み続けたことになる。

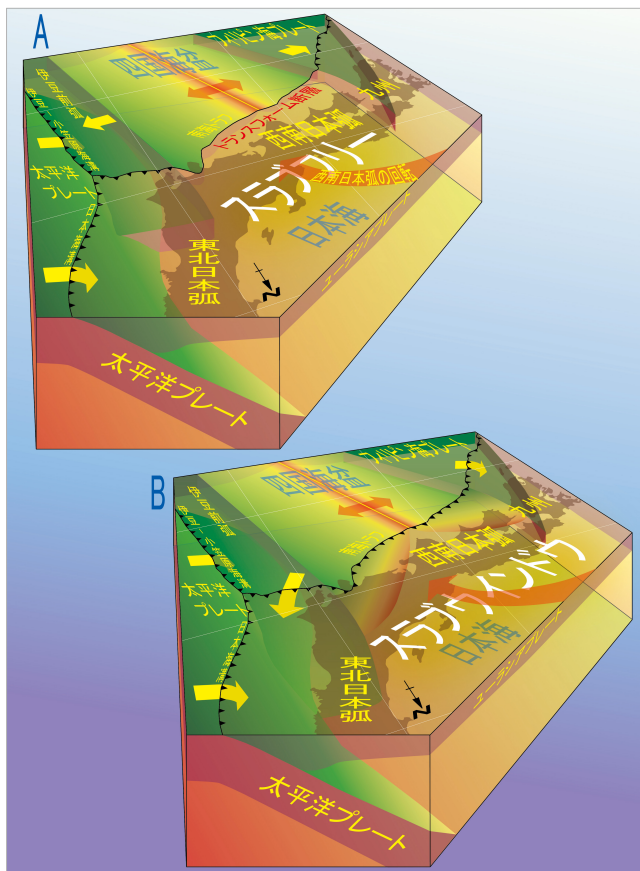
ということは、海溝後退モデルでは、日本海の拡大以前には、東北日本弧だけでなく西南日本弧にも太平洋プレートが沈み込んでいたことになるので、当時の火山フロントは連続していたと考えられる。これに対し、海溝固定モデルでは、日本海の拡大以前には、東北日本弧と西南日本弧にはそれぞれ別個の海洋プレートが沈み込んでいたことになるので、当時の火山フロントが連続する必然性はない。それでは、どちらのモデルが妥当なのであろうか。

4. 火山フロントの連続性

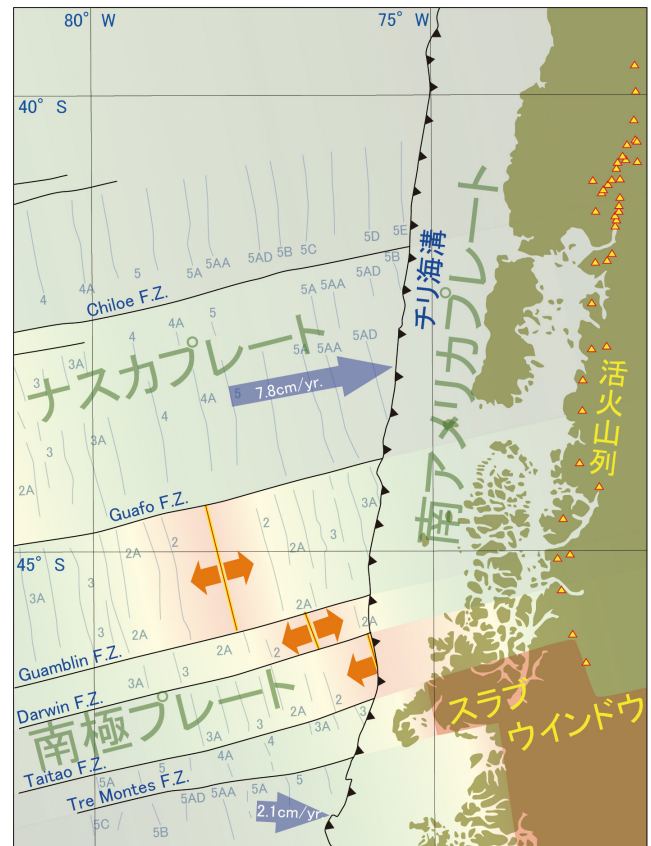
「四国海盆の拡大が 25 ~ 15Ma であることから、日本海拡大直前の西南日本弧に対し拡大中の四国海盆に沈み込み成分があったとしても、拡大軸に対称なスラブウインドウが形成されてしまうため、西南日本弧下にはほとんどス

ラブは形成されなかったはずである。したがって、日本海拡大直前ならびに拡大時に西南日本弧に沈み込んでいたプレートがフィリピン海プレート(四国海盆)であったと仮定すると、西南日本の日本海側に連続する前期中新世火山フロントを説明することは困難である。したがって、前期中新世に西南日本弧に沈み込んでいたプレートは、東北日本弧と同様に太平洋プレートであったと考えられる」(高橋, 2006 の 27 ページより抜粋)。

実は、第八話を迎えるこのシリーズは、2006 年の地質学雑誌(日本地質学会発行)に公表した論文「日本海拡大時の東北日本弧と西南日本弧の境界」(高橋, 2006)の内容を、わかりやすくまとめ直したものである。論文は専門家向けに書かれたものであり、また多岐に亘る内容をわずか 19 ページに無理矢理に押し込んだため、論文を読みこなせる研究者は 10 名もいないのではないと思われる。学部生や大学院生にはあまりにも難しすぎることは、当初から危惧していた。機会があったら改めて解説し直そうと、少しずつ準備していた。その中でとくに重要な上記に



第 4 図 四国海盆拡大時期の西南日本弧の地下深部のスラブの存否概念図。回転していた西南日本弧と拡大中の四国海盆がトランスフォーム断層で接していたとするケース (A) と、両者が収束していたとするケース (B)。



第 5 図 南アメリカプレートに沈み込む活動的の海嶺によって推定されるスラブウインドウと火山活動の停止 (Corvalan, J. ed., 1981 を元に作成)。

ついて、以下に詳しく説明しよう。

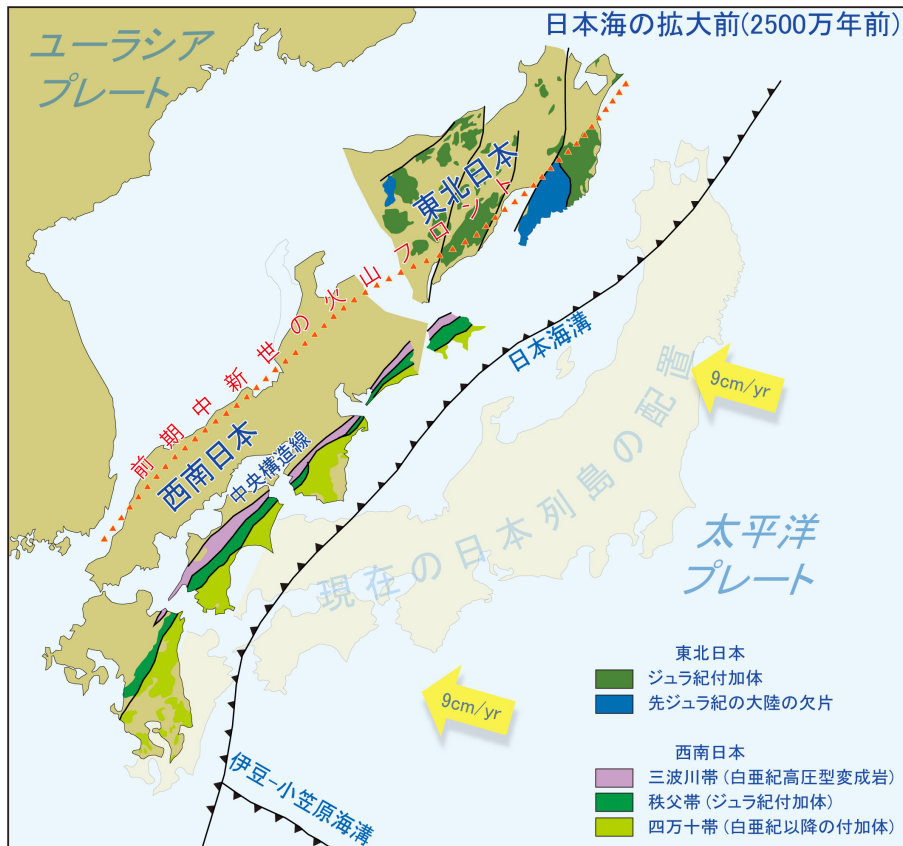
島弧や陸弧火山が形成されるためには、海洋プレートの沈み込みが必要である。反対に、沈み込む海洋プレートがなければ火山はほとんど形成されないことは、活動を停止した九州-パラオ弧を見れば明らかであろう。換言するならば、島弧や陸弧の火山帯の地下には、連続するスラブが存在している。千島弧から東北日本弧、さらに伊豆-小笠原弧が典型的な火山帯を有し、明瞭な火山フロントをトレースすることができるのは、それらの地下深部に連続する太平洋プレートのスラブが存在しているからである。

日本海はおよそ2,000～1,500万年前に拡大した。その結果、東北日本弧は反時計回りに回転し、一方、西南日本弧は時計回りに回転して現在の弧状列島が完成した。すなわち、日本海の拡大に伴い時計回りに回転していた西南日本弧の前面で、四国海盆が拡大していたわけである。ここで、仮に回転していた西南日本弧と拡大していた四国海盆の関係がトランスフォーム断層であった場合、言い換えるならば両者に収束成分(沈み込み)がなかった場合、西

南日本弧の地下で拡大した範囲にはスラブが形成されない(第4図のA)。プレートが形成されるには、離れていったプレートの間を埋めたアセノスフェアが冷却されなければならないからである。その結果、西南日本弧の日本海側に連続する前期中新世の火山フロントは形成されないであろう。

一方、回転していた西南日本弧に対して、四国海盆が拡大しながら沈み込んでいた場合は、拡大軸を対称とするスラブウインドウ(Thorkelson, 1996; Thorkelson and Taylor, 1989等)が形成されてしまう(第4図のB)。この場合も、西南日本弧の日本海側に連続する前期中新世の火山フロントは形成されないであろう。実際、チリ海嶺が沈み込む南米大陸西岸のタイタオ半島の周囲では、想定されるスラブウインドウの範囲で陸弧の火山活動が停止している(第5図)。

このように、日本海の拡大に伴い回転していた西南日本弧に対して、たとえ拡大中の四国海盆(フィリピン海プレート)が沈み込んでいたとしても、西南日本弧には火山フロ



第6図 日本海拡大前(2,500万年前)の東北日本弧と西南日本弧の配置。西南日本弧には東北日本弧と同様に太平洋プレートが沈み込んでいた。

ントが形成されないであろう。しかしながら、西南日本弧の日本海側には、前期中新世の火山岩類からなる明瞭な火山フロントをトレースすることができる。したがって、前期中新世の西南日本弧に沈み込んでいたのは、フィリピン海プレート(四国海盆)ではなく太平洋プレートであったと考えられる。つまり、日本海拡大前の東北日本弧と西南日本弧には、太平洋プレートが沈み込んでいた(第6図)。

ということは、同一の海洋プレートの沈み込みによって形成された前期中新世の火山フロントは、もともとは連続していたはずである。そして、日本海の拡大に伴い、西南日本弧は時計回りに、東北日本弧は反時計回りに回転しながら南下していった。その際、これまで考えられていた単純な“観音開きモデル”ではなく、西南日本弧の東端と東北日本弧の西端が大きく右横ずれにずれながら、それぞれが回転・移動していったのである。言い換えるなら、東北日本弧と西南日本弧は関東地方を蝶つがいとして折れ曲がったのではなく、大きく分裂していった。その境界断層が、関東平野の地下深部に潜む利根川構造線なのである。

(第九話につづく)

文献

- Corvalan, J. ed. (1981) Plate-Tectonic Map of the Circum-Pacific Region (southeast quadrant panel). *Am. Assoc. Petrol. Geol.*
- Cox, A. and Dalrymple, G. B. (1967) Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium-argon dating. *Jour. Geophys. Res.*, **72**, 2603-2614.
- Heirtzler, J. R., Dickson, G. O., Herron, E. M., Pitman III, W. C. and Le Pichon, X. (1968) Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals, and motion of the ocean floor and continents. *Jour. Geophys. Res.*, **73**, 2119-2136.
- 沖野郷子 (2015) フィリピン海の磁気異常とテクトニクス. *地学雑誌*, **124**, 729-747.
- Okino, K., Ohara, Y., Kasuga, S. and Kato, Y. (1999) The Philippine Sea: New survey results reveal the structure and the history of the marginal basins. *Geophys. Res. Lett.*, **26**, 2287-2290.
- Seno, T. and Maruyama, S. (1984) Paleogeographic reconstruction and origin of the Philippine Sea. *Tectonophysics*, **102**, 53-84.
- 高橋雅紀 (2006) 日本海拡大時の東北日本弧と西南日本弧の境界. *地質学雑誌*, **112**, 14-32.
- Raff, A. D. and Mason, R. G. (1961) Magnetic survey off the west coast of North America, 40 ° N. latitude to 52 ° N. latitude. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **72**, 1267-1270.
- Thorkelson, D. J. (1996) Subduction of diverging plates and the principles of slab window formation. *Tectonophysics*, **255**, 47-63.
- Thorkelson, D. J. and Taylor, R. P. (1989) Cordilleran slab windows. *Geology*, **17**, 833-836.
- Vain, F. J. (1966) Spreading of the ocean floor: New evidence. *Science*, **154**, 1405-1415.
- Von Huene, R. and Culotta, R. (1989) Tectonic erosion at the front of the Japan Trench convergent margin. *Tectonophysics*, **160**, 75-90.
- Yoshida, T. (2001) The evolution of arc magmatism in the NE Honshu arc, Japan. *Tohoku Geophys. Jour.*, **36**, 131-149.

TAKAHASHI Masaki (2017) Geological problem for the tectonic boundary between Northeast and Southwest Japan -Displacement between NE and SW Japan arc-

(受付:2016年6月30日)

新鉱物 豊石

坂野靖行¹⁾

1. はじめに

元地質標本館館長の豊^{ぶんの} 遙秋^{みちあき}氏にちなんで命名された新^{ぶんのせき} 鉱物豊石が2016年に論文公表され(Nishio-Hamane *et al.*, 2016), 同年12月にプレスリリースされました。新聞等の報道により豊石誕生のニュースを知っている方も多いのではないのでしょうか? 残念ながら豊石の研究には地質調査総合センター職員は関係していませんが、編集委員会からの依頼により以下に豊石標本と豊石に関連する事柄を、浜根ほか(2015), Nishio-Hamane *et al.* (2016)の記述及び豊氏への取材に基づき紹介します。

2. 豊石と豊石にまつわるエピソード

豊石は東京大学物性研究所の浜根大輔氏, 国立科学博物館の門馬綱一氏・宮脇律郎氏, 愛媛大学の皆川鉄雄氏により研究されました。豊石は高知県吾川郡いの町加茂山の鉄マンガン鉱床露頭(加茂山南斜面)から発見されました。この鉄マンガン鉱床は黒瀬川構造帯に属する新期伊野変成コンプレックス(脇田ほか, 2007)中に胚胎します。新期伊野変成コンプレックスのフェンジャイト K-Ar 放射年代は148–185 Maです(脇田ほか, 2007)。鉄マンガン鉱床の鉱石は赤鉄鉱を主体とし, スティルプノメレン・ばら輝石・紅簾石を伴う石英脈が鉱石中に発達しています。豊石はこの石英脈中に, にぶい緑色～黄色味を帯びた緑色の葉片状結晶として産します。写真1～3は豊石の実体顕微鏡写真です。半透明から乳白色の石英に随伴する, 緑簾石のように見える黄色味を帯びた緑色を示す鉱物が豊石です(写真1)。写真2は石英脈の中で豊石が多い部分です。緑色の濃さは変化し, 豊石は濃い緑色を示す場合もあります(写真2)。豊石は豊石だけからなる集合体として産する場合もあります。写真3の中央部が豊石で, 黄色味を帯びた緑色の葉片状結晶の集合体として産します。劈開が特徴的に発達しています。豊石の理想化学式は $Mn^{2+}_6AlSi_6O_{18}(OH)_3$ です。三斜晶系に属し, 格子定数は $a = 7.521(5) \text{ \AA}$, $b = 10.008(8) \text{ \AA}$, $c = 12.048(2)$

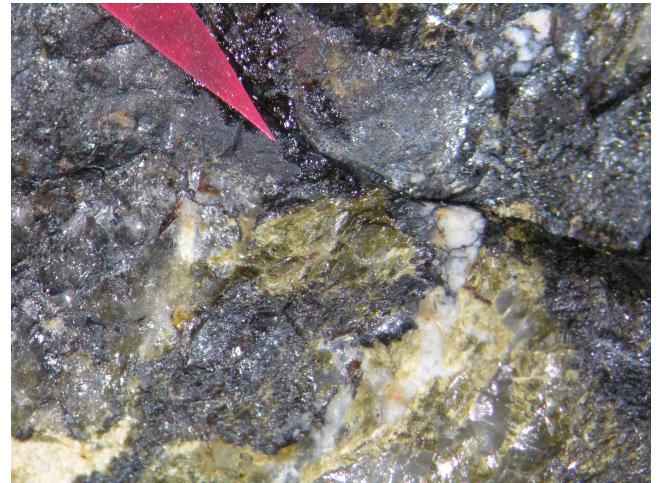


写真1 半透明～乳白色を示す石英に随伴する黄色味を帯びた緑色を示す豊石。写真の長辺は約1 cm.



写真2 暗緑色を示す豊石。写真の長辺は約1 cm.

\AA , $\alpha = 70.46(5)^\circ$, $\beta = 84.05(6)^\circ$, $\gamma = 68.31(6)^\circ$, $V = 793.9(9) \text{ \AA}^3$ です。結晶構造解析の結果, 豊石は新規の結晶構造を持つことが明らかになりました。

豊石は加茂山産のアカトレ石 ($Mn^{2+}_9Al_2Si_8O_{24}(OH)_8$: 皆川, 2000)とされたものを再検討した結果, アカトレ石ではなく新鉱物となることが判明しました。新鉱物として認められるためには, 論文公表の前に国際鉱物学連合の

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード: 豊石, 新鉱物, 豊 遙秋, いの町, 加茂山

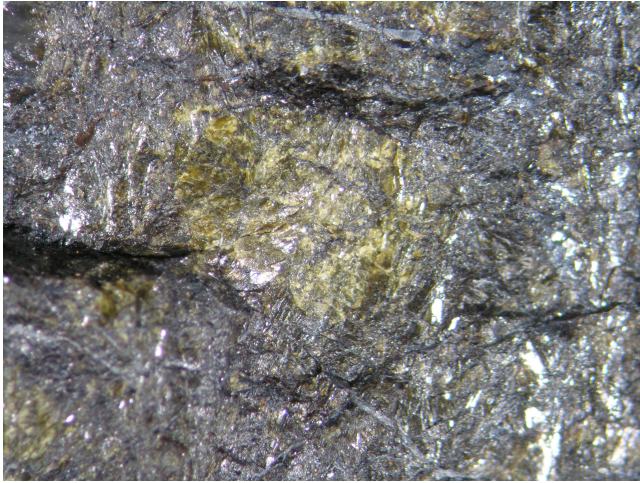


写真3 黄色味を帯びた緑色の葉片状結晶の集合体として産する豊石。写真の長辺は約1 cm.



写真4 高知県吾川郡いの町加茂山にて豊石を採集中の豊 遙秋氏 (写真提供: 豊 遙秋氏).

新鉱物・命名・分類委員会へ申請書を提出して国際投票により鉱物データと鉱物名が承認されなければなりません。また、現在生きている人物の名前を鉱物名にする場合は、その人の同意を得てから申請するというルールがあります。そこで了解を得るため、申請者の一人である皆川氏が豊氏に連絡したのですが、たまたまその日が4月1日であったため豊氏はエイプリルフールではないかと思ったとのことです。豊石は2014年9月8日に新鉱物・命名・分類委員会により承認され、記載論文が2016年にMineralogy and Petrology誌に掲載されました。

3. 豊氏の略歴と豊石命名の由来

新鉱物の申請書及び記載論文には新鉱物の名前の由来を書かなければなりません。ここではNishio-Hamane et al. (2016)の命名由来に関する記述に加筆する形で豊氏の略歴と豊石命名の由来について述べます。

豊 遙秋氏(写真4)は1942年に宮廷雅楽奏者の家系に生まれました。豊氏の家は、約1,000年間歴代の天皇の下で楽人として朝廷に奉仕してきた伶人の家系であり、祖先は代々、笙しょうの演奏に携わってきました。苗字の「豊」は「ゆたか」ではなく「ぶんの」と読みます。元々の苗字は「豊原とよはら」だったのですが、江戸時代初期に一文字の苗字が流行し、「豊原」から「豊」に変えたそうです。この読み方はあまり使われていませんが、今では豊後水道ぶんごにわずかにその名を留めています。「ぶんの」の「の」は「平(たいら)の」や「源(みなもと)の」に見られる用法と同じであるとのことです。豊氏は11歳の時に小学校の先生に連れられて沸石の産地で有名である伊豆大仁おおひとでの地質見学

会で初めて鉱物と出会いました。ハンマーで石を割ると中から色々な形、色の鉱物が現れ、その見かけが異なるにもかかわらず同一種であったり、他の随伴する鉱物にも名前がつくことに強い興味を覚えました。それ以来アマチュアの鉱物同好会に所属して鉱物に関する知識を得るとともに、日本各地を旅行して鉱物採集に熱中しました。秋田大学、東京大学大学院で鉱物学を専攻し、東京大学総合研究資料館(現博物館)に、その後1981年から地質調査所地質標本館に勤務し、2003年に産総研地質標本館を定年退職しました。1994年～2003年の間、地質標本館の館長を務めました。在職中は鉱物の分類と記載を中心とする研究を行うとともに、地質標本館の展示を通して見学者に鉱物の様々な情報を提供し、知識の普及に努めてきました。豊氏はこれまで6種類の新鉱物(カリフェロ定永閃石・カリ定永角閃石・プロト鉄直閃石・プロト鉄末野閃石・和田石・定永閃石)の研究に携わっています。また、鉱物標本整理に関する優れたキュラトリアルワークと鉱物の肉眼鑑定力の高さは有名であり、所属していた東京大学総合研究資料館や地質標本館所蔵の鉱物標本の整理・登録を精力的に行い、コレクションの充実に努め、多数の鉱物標本目録を出版しています。定年後は鉱物標本のキュレーティング及びアーカイブ構築に関するスキルを活かし、秋田大学、東京大学、京都大学、愛媛大学において鉱物標本レスキュー活動を行い、死蔵されていた鉱物標本の整理を行ってきました。レスキューされた標本は大学付属の博物館での展示や研究用標本として再活用されています。この標本レスキュー活動が評価され、豊氏は2015年に日本鉱物科学会から表彰を受けています。以上述べてきました豊 遙秋氏の鉱物学的貢献を称えて浜根氏らにより加茂山産新鉱

物に対して豊石と命名され、豊石が誕生しました。

以上簡単ですが、豊石の紹介を行いました。現在、地質標本館第4展示室に豊石(登録番号GSJ M42087)が展示されています(写真5)。豊石は大変珍しい鉱物であり、簡単に入手できる鉱物ではないため、標本館展示用標本として豊石を豊 遙秋氏より寄贈していただきました。ここに記して感謝申し上げます。

文 献

浜根大輔・門馬綱一・宮脇律郎・皆川鉄雄(2015) 新

鉱物 豊石 /Bunnoite. 日本鉱物科学会 2015 年年会講演要旨集, 62.

皆川鉄雄(2000) 黒瀬川帯加茂山鉄・マンガン鉱床産 Akatoreite. 日本鉱物学会 2000 年度年会講演要旨集, 107.

Nishio-Hamane, D., Momma, K., Miyawaki, R. and Minakawa, T. (2016) Bunnoite, a new hydrous manganese aluminosilicate from Kamo Mountain, Kochi Prefecture, Japan. *Miner. Petrol.*, **110**, 917-926.

脇田浩二・宮崎一博・利光誠一・横山俊治・中川昌治(2007) 伊野地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 140p.



写真5 地質標本館第4展示室に展示されている豊石標本.

BANNO Yasuyuki (2017) A new mineral, bunnoite.

(受付:2017年4月11日)

地質学用語の中国語表記：第6回 鉱物学及び岩石学

伊藤 剛¹⁾

本稿では、基本的な鉱物の中国語表記を紹介する(第1表)。加えて、岩石の組織(第2表)及び岩石名(第3表)の中国語表記を示す。これまでに紹介してきた中では意味に基づく表記が多く、日中同形語が使われている例も多い。

1. 鉱物

鉱物に関しては、その特徴に基づいて漢字が当てられている用語が多く、語義・語源に基づく漢字で表記されている例は少ない。例えば Aragonite はスペインの古王国

のアラゴン (Aragon) に由来するが、日本語表記の「霰石(あられいし)」はその発音ではなく、粒状の結晶をなす特徴に基づいて命名されたと考えられている(歌代ほか, 1978)。歌代ほか(1978)によれば「霰石」は中国から由来したものではないとのことであるが、中国語表記でも同じ漢字の「霰石」が当てられている。Biotite は同鉱物の光学性を研究した Biot 氏に由来するが(Hausmann, 1828)、日中ともに色の特徴と雲母を組み合わせた「黒雲母; 黒雲母」が使用されている。このように、日中同形語が使用されている例がほとんどであり、少なくとも第1表に示す範囲内では、全く異なる漢字を使用している例は

第1表 主要な鉱物名の対訳

英語	日本語	中国語	ピンイン
Quartz	石英	石英	Shí-yīng
Feldspar	長石	长石	Cháng-shí
Plagioclase	斜長石	斜长石	Xié-cháng-shí
Orthoclase	正長石	正长石	Zhèng-cháng-shí
Olivine	かんらん石(橄欖石)	橄欖石	Gǎn-lǎn-shí
Garnet	ざくろ石(柘榴石)	石榴石	Shí-liú-shí
Orthopyroxene	斜方輝石	斜方辉石	Xié-fāng-huī-shí
Clinopyroxene	単斜輝石	单斜辉石, 斜辉石	Dān-xié-huī-shí, Xié-huī-shí
Hornblende	角せん石(角閃石)	角闪石	Jiǎo-shǎn-shí
Biotite	黒雲も(黒雲母)	黒云母	Hēi-yún-mǔ
Muscovite	白雲も(白雲母)	白云母	Bái-yún-mǔ
Epidote	緑れん石(緑簾石)	绿帘石	Lǜ-lián-shí
Andalusite	紅柱石	红柱石	Hóng-zhù-shí
Magnetite	磁鉄鉱	磁铁矿	Cí-tiě-kuàng
Chlorite	緑泥石	绿泥石	Lǜ-ní-shí
Serpentine	蛇紋石	蛇纹石	Shé-wén-shí
Pyrite	黄鉄鉱	黄铁矿	Huáng-tiě-kuàng
Calcite	方解石	方解石	Fāng-jiě-shí
Aragonite	霰石	霰石	Xiàn-shí

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：地質学用語、中国語、日本語、英語、鉱物学、岩石学

第2表 岩石の組成に基づく大分類及び岩石の組織の対訳。

英語	日本語	中国語	ピンイン
Ultrabasic rock	超塩基性岩	超基性岩	Chāo-jī-xìng-yán
Basic rock	塩基性岩	基性岩	Jī-xìng-yán
Intermediate rock	中性岩	中性岩	Zhōng-xìng-yán
Acidic rock	酸性岩	酸性岩	Suān-xìng-yán
Ultramafic rock	超マフィック岩, 超苦鉄質岩	超镁鉄岩, 超鉄镁岩	Chāo-měi-tiě-yán, Chāo-tiě-měi-yán
Mafic rock	苦鉄質岩, マフィック岩	镁鉄岩, 鉄镁岩	Měi-tiě-yán, Tiě-měi-yán
Felsic rock	けい長質岩 (珪長質岩), フェルシク岩	长英岩	Cháng-yīng-yán
Melanocratic rock	優黒質岩	深色岩, 暗色岩	Shēn-sè-yán, Àn-sè-yán
Mesocratic rock	中色岩	中色岩	Zhōng-sè-yán
Leucocratic rock	優白質岩	淡色岩	Dàn-sè-yán
Porphyritic texture	斑状組織	斑状结构	Bān-zhuàng-jié-gòu
Granular texture	等粒状組織	粒状结构	Lì-zhuàng-jié-gòu
Phenocryst	斑晶	斑晶	Bān-jīng
Groundmass	石基	基质	Jī-zhì
Flow structure	流理構造	流状构造, 流动构造	Liú-zhuàng-gòu-zào, Liú-dòng-gòu-zào
Xenolith	捕獲岩	捕虏体, 捕虏岩	Bǔ-lǔ-tǐ, Bǔ-lǔ-yán

みられない。「長」と「长」や「閃」と「閃」のように、日本の漢字と中国の簡体字による違いはみられる。Garnet (柘榴石；石榴石)はラテン語でざくろ (柘榴)を意味する *granatum* に由来しており (歌代ほか, 1978), 日本語表記も中国語表記も同様にその意味の漢字を当てている。

2. 岩石の組成に基づく大分類及び岩石の組織

僅かに字が異なる場合が多いが、Intermediate rock (中性岩；中色岩), Acidic rock (酸性岩；酸性岩), Mesocratic rock (中色岩；中色岩)及び Phenocryst (斑晶；斑晶)は完全に一致している。異なる漢字を使用している場合でも、構成や意味自体は共通する例もある。例えば、Mafic rock は「苦鉄質岩」と「镁鉄岩」が使用されているが、「苦」と「镁」はともにマグネシウムの意味であり、「鉄」は「鉄」の簡体字である。

3. 岩石の種類

岩石の種類に関しては、鉱物と同様に意味に基づく表記が多く日中で共通した漢字を使用している例が少なくない。そして、やはり鉱物と同様に、語義・語源よりは特徴に基づく表記が多い。例えば Eclogite はギリシャ語の *ekloge* (= election) に由来するが、ざくろ (柘榴) 石と輝石を主成分とするため、「榴輝岩」が用いられている。一方で、日本語表記でカタカナが使用されている用語に関しては、中国独自に漢字を使用している。例えば、Monzonite は、南チロルのモンゾニ (Monzoni) 山に由来するが (歌代ほか, 1978), アルカリ長石と斜長石の割合がほぼ同じであるという特徴を持つため、2つの長石という意味で「二長岩」が当てられていると思われる。発音に基づくものとしては、Komatiite (科马提岩)がある。この岩石は南アフリカのコマチ (Komati) 川に由来するため、「科马提 (Kēmǎ-tí)」が当てられている。

第3表 主要な岩石名の対訳.

英語	日本語	中国語	ピンイン
Igneous rock	火成岩	火成岩	Huǒ-chéng-yán
Volcanic rock	火山岩	火山岩	Huǒ-shān-yán
Rhyolite	流紋岩	流纹岩	Liú-wén-yán
Dacite	デイサイト	英安岩, 石英安山岩	Yīng-ān-yán, Shí-yīng-ān-shān-yán
Andesite	安山岩	安山岩	Ān-shān-yán
Sanukite	サヌカイト, 讃岐岩	赞岐岩	Zàn-qí-yán
Basalt	玄武岩	玄武岩	Xuán-wǔ-yán
Komatiite	コマチャイト, コマチアイト	科马提岩	Kē-mǎ-tí-yán
Hypabyssal rock	半深成岩	浅成岩, 半深成岩	Qiǎn-chéng-yán, Bàn-shēn-chéng-yán
Porphyry	斑岩	斑岩	Bān-yán
Felsite	けい長岩 (珪長岩)	霏细岩	Fēi-xì-yán
Aplite	アプライト	白岗岩, 细晶岩, 半花岗岩	Bái-gǎng-yán, Xì-jīng-yán, Bàn-huā-gāng-yán
Pegmatite	ペグマタイト	伟晶岩	Wēi-jīng-yán
Porphyrite	ヒン岩 (玢岩)	玢岩	Bīn-yán
Dolerite	ドレライト	粗玄岩	Cū-xuán-yán
Lamprophyre	ランプロファイア, 煌斑岩	煌斑岩	Huáng-bān-yán
Plutonic rock	深成岩	深成岩	Shēn-chéng-yán
Granite	花こう岩 (花崗岩)	花岗岩	Huā-gāng-yán
Syenite	せん長岩 (閃長岩)	正长岩	Zhèng-cháng-yán
Monzonite	モンゾニ岩, モンゾナイト	二长岩	Èr-cháng-yán
Granodiorite	花こうせん緑岩 (花崗閃緑岩)	花岗闪长岩	Huā-gǎng-shǎn-cháng-yán
Tonalite	トータル岩, トーナライト	英云闪长岩, 英闪岩	Yīng-yún-shǎn-cháng-yán, Yīng-shǎn-yán
Diorite	せん緑岩 (閃緑岩)	闪长岩	Shǎn-cháng-yán
Gabbro	斑れい岩 (斑糲岩)	辉长岩	Huī-cháng-yán
Anorthosite	斜長岩	斜长岩	Xié-cháng-yán
Peridotite	かんらん岩 (橄欖岩)	橄欖岩	Gǎn-lǎn-yán

第3表 続き.

英語	日本語	中国語	ピンイン
Kimberlite	キンバリー岩, キンバーライト	金伯利岩, 角砾云橄岩, 角砾云母橄岩	Jīn-bó-lì-yán, Jiǎo-lì-yún-gǎn-yán, Jiǎo-lì-yún-mǔ-gǎn-lǎn-yán
Serpentinite	蛇紋岩	蛇纹岩	Shé-wén-yán
Carbonatite	カーボナタイト	碳酸岩	Tàn-suān-yán
Metamorphic rock	変成岩	变质岩	Biàn-zhì-yán
Contact metamorphic rock	接触変成岩	接触变质岩	Jiē-chù-biàn-zhì-yán
Hornfels	ホルンフェルス	角頁岩, 角岩	Jiǎo-yè-yán, Jiǎo-yán
Marble	大理石	大理石	Dà-lǐ-shí
Quartzite	珪岩	硅岩	Guī-yán
Skarn	スカルン	矽卡岩	Xī-kǎ-yán
Regional metamorphic rock	広域変成岩	区域变质岩	Qū-yù-biàn-zhì-yán
Phyllite	千枚岩	千枚岩	Qiān-méi-yán
Schist	結晶片岩	片岩	Piàn-yán
Gneiss	片麻岩	片麻岩	Piàn-má-yán
Migmatite	ミグマタイト	混合岩	Hùn-hé-yán
Amphibolite	角閃岩	角闪岩	Jiǎo-shǎn-yán
Granulite	グラニュライト, 白粒岩	麻粒岩, 变粒岩	Má-lì-yán, Biàn-lì-yán
Eclogite	エクロジャイト (榴輝岩)	榴輝岩	Liú-huī-yán
Dynamometamorphic rock	動力変成岩	动力变质岩	Dòng-lì-biàn-zhì-yán
Mylonite	マイロナイト	糜棱岩	Méi-léng-yán

また、日本語表記ではかつて用いられていた漢字が、中国ではそのまま使用されている例もある。例えば Dacite (デイサイト；英安岩, 石英安山岩) は、かつて石英安山岩と日本語で呼ばれていたが、現在では使われていない。しかし中国語表記では、同じ漢字が現在も使われている。

岩石名が長くなった場合は、省略された表記が用いられることがある。先に触れた Dacite は、「石英安山岩」を省略したと思われる「英安岩」も使用されている。また、Dolerite (ドレライト；粗玄岩) は「粗粒玄武岩」が省略された用語だと考えられる。Aplite (アプライト；白崗岩, 細晶岩, 半花崗岩) は花崗岩と鉱物組成が似ているが、ほとんど有色鉱物を含まない。そのため、「白色花崗岩」を省略した単語として「白崗岩」が使われていると考えられる。なお、「崗」は「崗」の簡体字である。

注意すべきところでは、Metamorphic rock (変成岩；变质岩) が挙げられる。漢字とその意味は似ているが、同形

語ではない。論文では頻出する単語であるだけに、気に留める必要があるだろう。

文 献

- Hausmann, J.F.L. (1828) *Handbuch der Mineralogie*. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 674p.
歌代 勤・清水大吉郎・高橋正夫 (1978) 地学の語源を探る。東京書籍, 東京, 195p.

ITO Tsuyoshi (2017) Geological terms in Chinese: Part 6. Mineralogy and petrology.

(受付：2016年7月25日)

ベトナム地球科学鉱物資源研究所 地中熱ワークショップ開催報告

内田 洋平¹⁾・アリフ ウィディアトモジョ¹⁾

1. はじめに

2017年2月20日(月)、ベトナム地球科学鉱物資源研究所(Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources, 以下VIGMR)において、地中熱ヒートポンプシステムに関するワークショップを開催しました(写真1)。本ワークショップは、CCOP-GSJ地下水プロジェクトPhase IIIのサブプロジェクト“Development of Renewable Energy for Ground-Source Heat Pump System in the CCOP Regions”の一環として実施されました。ベトナム側の参加者は、地質関係者のみならず、エネルギー関係の研究所、農業関係の省庁や研究所、大学など、幅広い領域から集まりました。日本からは、秋田大学の高島 勲名誉教授および産総研関係者4名が参加し、合わせて44名の参加となりました。

本ワークショップでの第1の目的は、2016年10月にVIGMRの敷地内に設置した、地中熱ヒートポンプシステム(内田, 2017)のモニタリングデータをベトナム側の研究者自身で解析できるよう育成することでした。

2. ワークショップの概要

ワークショップは、Tran Tan Van氏(VIGMR所長)の開会挨拶から始まりました。続いて、内田が地中熱システムの概要および施工方法について発表を行いました。昨年10月にVIGMRへ設置した熱交換器の施工方法は、日本と同様にベントナイトを用いず、泥水の濃度調整とポリマー剤の添加による掘削方法を適用したこと、その結果、50m熱交換井を2日で掘削できたことや熱交換の効率が良いことなどを解説しました。その後、Tran Trong Thang氏(VIGMR)がベトナムにおける地熱エネルギーのポテンシャルと地中熱システムの期待に関する発表を行い、Vu Ngoc Duc氏(Institute of Energy, Ministry of Industry and Trade, Vietnam)が、ベトナムにおけるエネルギー問題の現状と今後の展望に関する発表を行いました。

昼食後、VIGMRに設置した地中熱ヒートポンプシステムの現場を見学しました。室内機は2階の所長室に設置しており、壁にはベトナム語で書かれたCCOP地中熱サブプロジェクトの説明ポスターが貼ってありました(写真



写真1 ワークショップの集合写真。



写真2 地中熱ヒートポンプシステムの見学(2階 所長室).

2). また、熱交換器は建物の裏手地上に設置してありますが、雨季の洪水対策としてヒートポンプを地上から 50 cm ほど高い位置に設置してあります。見学中には、Tran Trong Thang 氏より熱交換井の掘削時における苦労話なども披露されました。

見学後は会議室において、地中熱チームの Arif Widiatmojo が地中熱システム計測データの解析方法について講義を行いました。引き続き、参加者が各自用意したノートパソコン上で市販の表計算ソフトを用いて、地中熱システムのデータ解析に関する実習を行いました(写真3)。VIGMR の地中熱システムにおいては、まだデータ



写真3 データ解析の実習風景。

解析ができていないため、既に解析済みのタイ・チュロンコン大学の地中熱システムにおける測定データをテキストとして用い、消費電力量や成績係数(Coefficient of Performance : COP)の求め方を学びました。

3. おわりに

今回のワークショップでは、ベトナム側の参加者には若手研究者の姿が多く見受けられました。特に数名の若手参加者からは、ワークショップの終了後に地中熱ヒートポンプシステムに関する詳しい資料や文献を希望され、ベトナムにおける再生可能エネルギーへの大きな期待を感じました。今回のベトナムにおける人的交流をきっかけとして、CCOP 地中熱サブプロジェクトの農業分野への展開など、さらにプロジェクトを発展させていきたいと思えます。

文献

内田洋平(2017) ベトナム地球科学鉱物資源研究所 地中熱ヒートポンプシステム設置工事. GSJ 地質ニュース, 6, 140-142.

UCHIDA Youhei and Arif Widiatmojo (2017) Report on Workshop for Ground Source Heat Pump in Vietnam Institute of Geoscience and Mineral Resources.

(受付: 2017年4月6日)



松本 恵子 (まつもと けいこ)

活断層・火山研究部門 大規模噴火研究グループ

4月から大規模噴火研究グループに任期付研究員として配属されました，松本恵子と申します。3月に東北大学で学位を取得しました。大学院では火山学・地質流体研究分野に所属し，火山噴出物の物質科学的研究を行ってきました。同時に，東北大学博士課程リーディングプログラム「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」にも所属し，文学・工学分野の学生とともに「安全・安心な社会」をテーマに様々な活動（インドネシアの火山災害地域での住民インタビュー，火山観測ロボットの作製など）も行ってきました。

私は，自然現象の物理化学的な仕組みに興味があります。火山噴火は，地学現象の中でも人の観察できるタイムスケールで劇的に変化し，マグマの物理化学条件の微妙な違いがそれを生むというところが特徴だと考えています。今までは桜島の噴火を主な研究対象としてきましたが，今後は巨大火砕流や

カルデラ形成などを発生させる，桁違いに巨大な噴火も対象となります。この“スケール感”の違いが，自分の視点を転換させ，研究視野を広げると考えています。新しいテーマにも楽しんで研究にあたって参りたいと思います。どうぞよろしくお願ひいたします。



森田 雅明 (もりた まさあき)

活断層・火山研究部門 マグマ活動研究グループ

本年4月より，活断層・火山研究部門マグマ活動研究グループに配属されました森田雅明と申します。学部から博士課程まで東京大学に在籍し，本年3月に学位を取得しました。大学院では，火山ガスの観測的研究を中心として，火山ガス放出量の自動観測装置の開発と諏訪之瀬島での観測，浅間山における土壌から染み出す火山性二酸化炭素の放出量観測を行いました。火山ガスの観測データを地球物理学的な観測量や地質・地形などと対応させることで，火山ガス放出と脱ガスプロセスや地下構造との対応関係を議論してきました。

産総研では，火山ガスの組成観測を中心として，噴火メカニズムや脱ガスプロセスの解明と火山活動の評価を目指して研究を行っていきたくと考えています。そのためには，地質学や物質科学，あるいは地球物理学的な観測も重要ですので，産総研にいらっしゃる多様な研究者のみなさまから勉強でき

ればと考えております。今後ともご指導のほど，どうぞよろしくお願ひ申し上げます。





山崎 雅 (やまさき ただし)

活断層・火山研究部門 大規模噴火研究グループ

活断層・火山研究部門の山崎 雅です。大型あるいは小型のコンピューターを使った数値実験と地質学的・地球物理学的・衛星測地学的観測量との比較を繰り返すことにより、様々な時空間スケールの地殻変動(リフティング・大陸分裂; 数百万年-数千万年~第四紀変動; 数十万年~余効・地震間変動; 数年-数十年)のメカニズムを理解することに努めてきました。ここ地質調査総合センターにおいては、火山活動を地殻変動の観点から理解していくことにも取り組み始めています。地殻の中で実際に生じている現象、つまり地殻変動をもたらす駆動力とそれに対する応答を決める岩石のレオロジーとの相互作用は直接的に観察できないので、衛星測地等によりとらえられる地面の動きを観察可能な現象として扱い、そこから間接的に地殻のダイナミクスを理解していこうとするのが私の取る立場です。それとは異なる立場から地球について研究されている

皆さんと一緒に、ややこしそうだけど実は簡単な普遍法則に規定されているはずの地学現象について研究していけることを楽しみにしています。どうぞよろしくお願いいたします。



岡本 京祐 (おかもと きょうすけ)

福島再生可能エネルギー研究所 (FREA) 再生可能エネルギー研究センター 地熱チーム

本年度4月1日付けにて再生可能エネルギー研究センター・地熱チームに博士型任期付研究員として配属されました、岡本京祐と申します。京都大学工学部地球工学科で学士取得後、同大学院へ進学、2014年3月に博士号を取得しています。その後、公益財団法人鉄道総合技術研究所に三年間勤務しました。大学院時代は物理探査工学・地震学をキーワードに、地震波散乱を用いて地下の亀裂変化や地殻応力状態を推定する研究を行ってまいりました。ここでは、地震波伝播の数値計算、理論計算、波形解析をツールとして研究に取り組んでまいりました。鉄道総合技術研究所に入所後は、大学院時代の知識・経験を活かして、地震波伝播の不均質特性を考慮した緊急地震速報の高精度化に取り組むとともに、現場での微動・地震観測による地盤構造推定や、強震動の数値計算に携わってまいりました。

発電に重要な水の移動・亀裂変化の推定、誘発地震のメカニズム、更には膨大な地熱ポテンシャルが予測される地下深部でのそれらのふるまいについて研究していきます。数値計算や理論計算、実観測まで幅広く経験していることを強みに、今後も研究の幅を広げていきたいと考えています。



FREA ではこれまでの経験・知識を活かし、地熱



易 利 (Yi Li)

福島再生可能エネルギー研究所 (FREA)
再生可能エネルギー研究センター 地熱チーム

2017年3月に東北大学で博士課程を修了し、2017年4月からポスドクとして再生可能エネルギー研究センターの地熱チームに配属となった易利と申します。学部学位は中国上海の同濟大学でとって、そのあとに日本の東北大学に留学することになりました。5年間にわたって東北大学の環境科学研究科で修士および博士課程を修了し、日本で研究を続けることになりました。

学部生の時の専門は物理探査で、地震波探査および電気探査を主に勉強をしました。その後、地中レーダに関する研究に興味があって、東北大学で電磁気学と信号処理をさらに勉強しました。具体的にはスパースアレイレーダのアレイ最適化および圧縮センシングに基づいたイメージング手法の開発を主に研究し、開発した手法によってスパースアレイレーダの高分解能イメージングおよび伝搬速度推定方法の実用化を検討しました。

今後は産総研で地熱貯留層の高精度モニタリングの実用化を目指し、一旦地震波イメージングの方向に戻して、微小地震を震源としてのパッシブイメージング手法の研究を進めます。今まで勉強したレーダ分野の知識を地熱の分野で活用し、様々な方法或いは応用を実現したいと思います。今後ともよろしくお願ひいたします。



松本 親樹 (まつもと しんじ)

地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ

2017年4月より、任期付研究員として地圏資源環境研究部門の地下水研究グループに配属されました。松本親樹と申します。2017年3月に九州大学で博士の学位を取得しました。

資源・環境工学を専門とし、これまではインドネシアの石炭鉱山で発生する酸性鉱山廃水と呼ばれる「水質汚染」の問題に取り組んできました。熱帯雨林地域の鉱山に滞在するとともに、現地フィールド調査や室内実験を行うことで研究を進めてきました。本問題の原因となる岩石を用いた風化試験や酸抽出分析、周辺環境への影響を把握するための植物生育試験等、複数の観点から検討を行うことでインドネシアの石炭鉱山に適用可能な対策工法を確立しました。

産総研では、地下に存在する水資源に目を向け、日本国内の地下水の資源・環境に関する情報の整備に貢献していきたいと考えております。さらには、

これまでの国外におけるフィールド調査の経験を活かして、日本国内のみならず東南アジア地域の国々も研究対象地域とすることで新たな研究を展開していく所存であります。人との繋がりを大切にして研究に取り組んでいきたいと考えておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。



GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 岡井貴司
副委員長 中島礼
委員 井川怜欧
児玉信介
竹田幹郎
山崎誠子
小松原純子
伏島祐一郎
森尻理恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ 地質ニュース 第6巻 第7号
平成29年7月15日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

印刷所

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : Takashi Okai
Deputy Chief Editor : Rei Nakashima
Editors : Reo Ikawa
Shinsuke Kodama
Mikio Takeda
Seiko Yamasaki
Junko Komatsubara
Yuichiro Fusejima
Rie Morijiri

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol. 6 No. 7
July 15, 2017

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,
Ibaraki 305-8567, Japan



豊石は元地質標本館館長の豊 逢秋^{ぶんのせき}氏の鉱物学者としての功績を称えて命名された新鉱物である。命名者は浜根大輔氏(東京大学物性研究所)・門馬綱一氏(国立科学博物館)・宮脇律郎氏(国立科学博物館)・皆川鉄雄氏(愛媛大学)である。豊石は新期伊野変成コンプレックス中に胚胎する鉄マンガニ鉱床より発見され、赤鉄鉱を主体とする鉱石を切る石英脈中に、にぶい緑色～黄色味を帯びた緑色の葉片状結晶として産する。化学組成式は $Mn^{2+}_6AlSi_6O_{18}(OH)_3$ である。本標本の登録番号は GSJ M42087。写真の短辺は約 0.75 cm。

(写真・文:地質調査総合センター地質情報研究部門 坂野靖行)

Bunnoite from Kamo Mountain in Ino, Kochi Prefecture, Japan. Photo and Caption by Yasuyuki BANNO