



@五島列島

2023年度 地球科学特別巡検 1

参加メンバー

地球科学科

3年中島 梨那

水野谷 莉菜

2年箭吹 晃佑

稲葉 康晟

田中 康誠

久保 寛人

川村 拓之

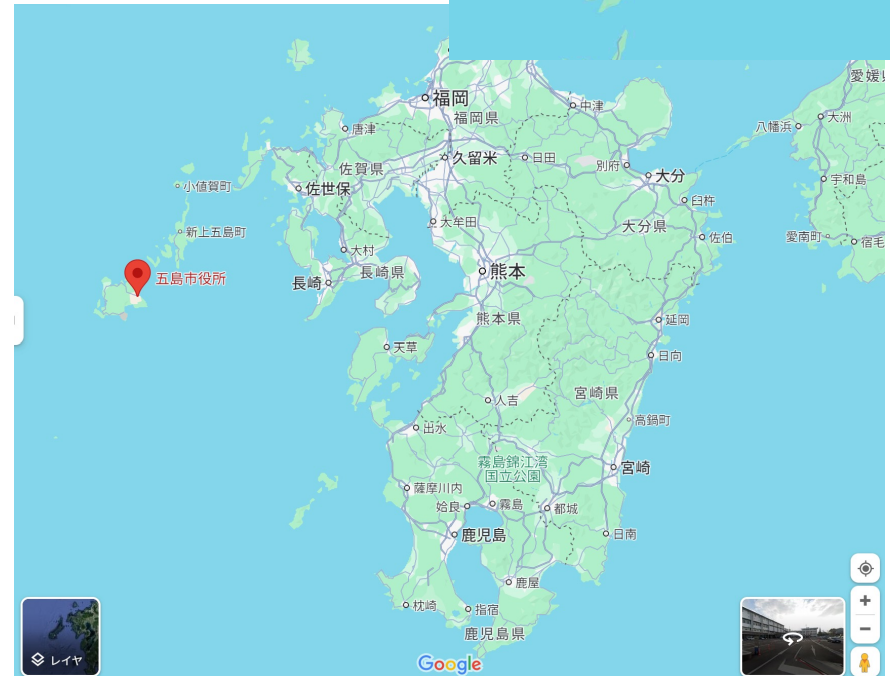
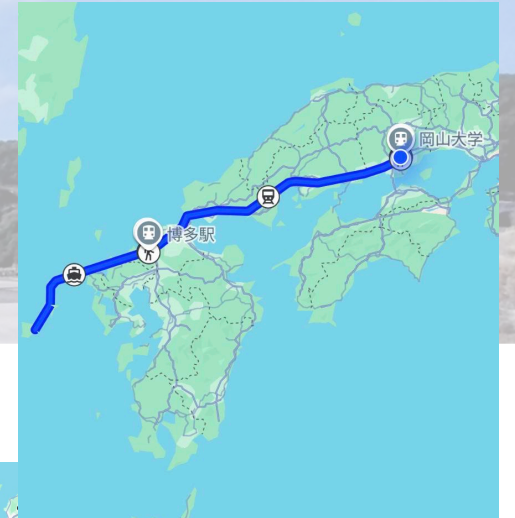
指導教員

山下 勝行

はしもと じょーじ

鈴木 茂之

五島列島とは

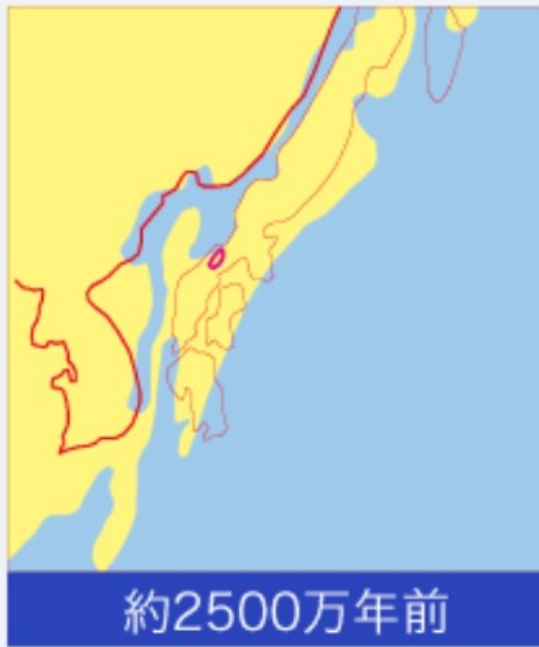


長崎県西部に位置する列島で、北東側から南西側に80kmにわたって
大小合わせて152の島々からなる。人口は約7万人。

なぜ五島へ...？

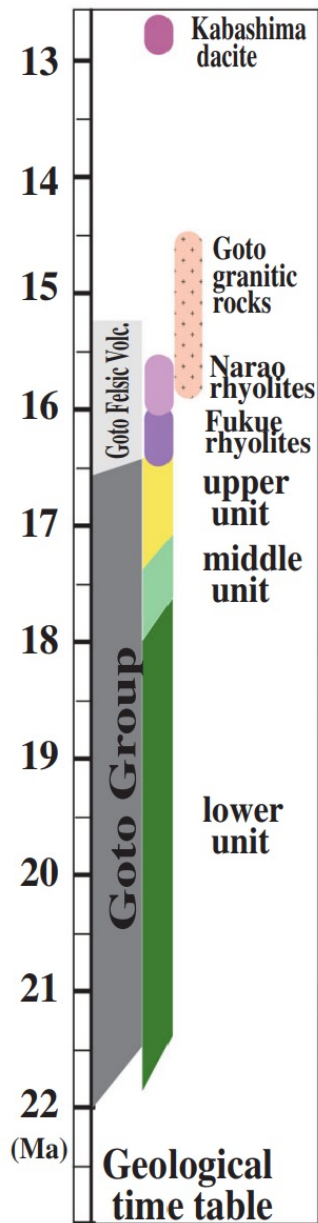
およそ2000万年前に、ユーラシア大陸の東の端日本列島が大陸から分裂、大陸と日本列島の間が拡大して日本海（背弧海盆）が形成された。五島列島には日本列島形成に至る歴史を実際に見ることができるため、この日本海が開いた時代に堆積した火山灰・砂・泥と、第四紀に噴出した玄武岩質溶岩を見学する。

日本列島の形成

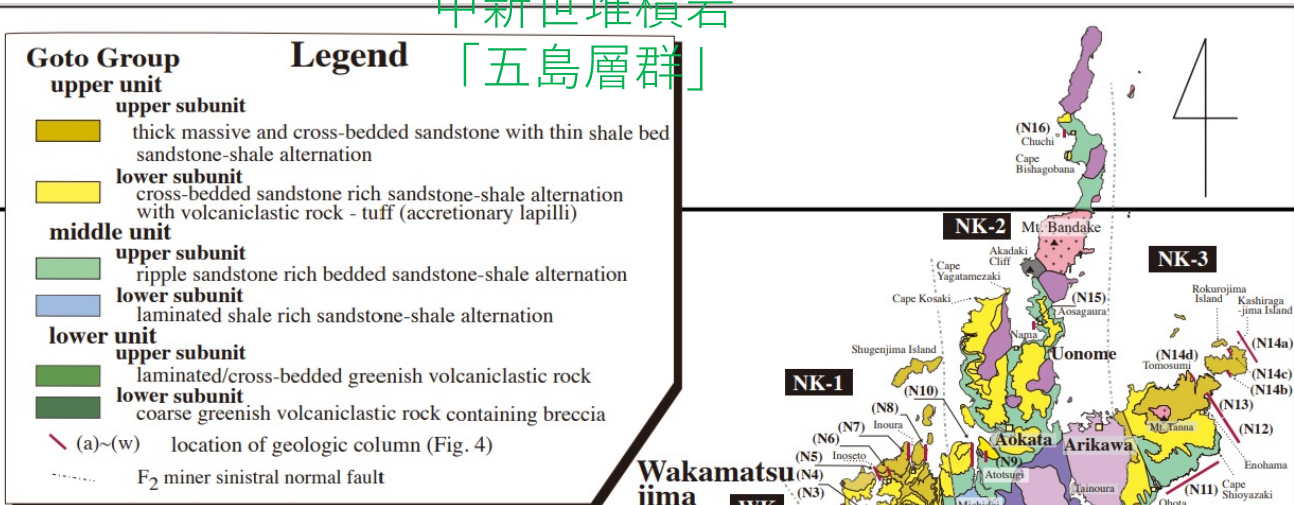


ジオパークと海の文化館 より
<https://geo-umibun.jp/nihon-2/>

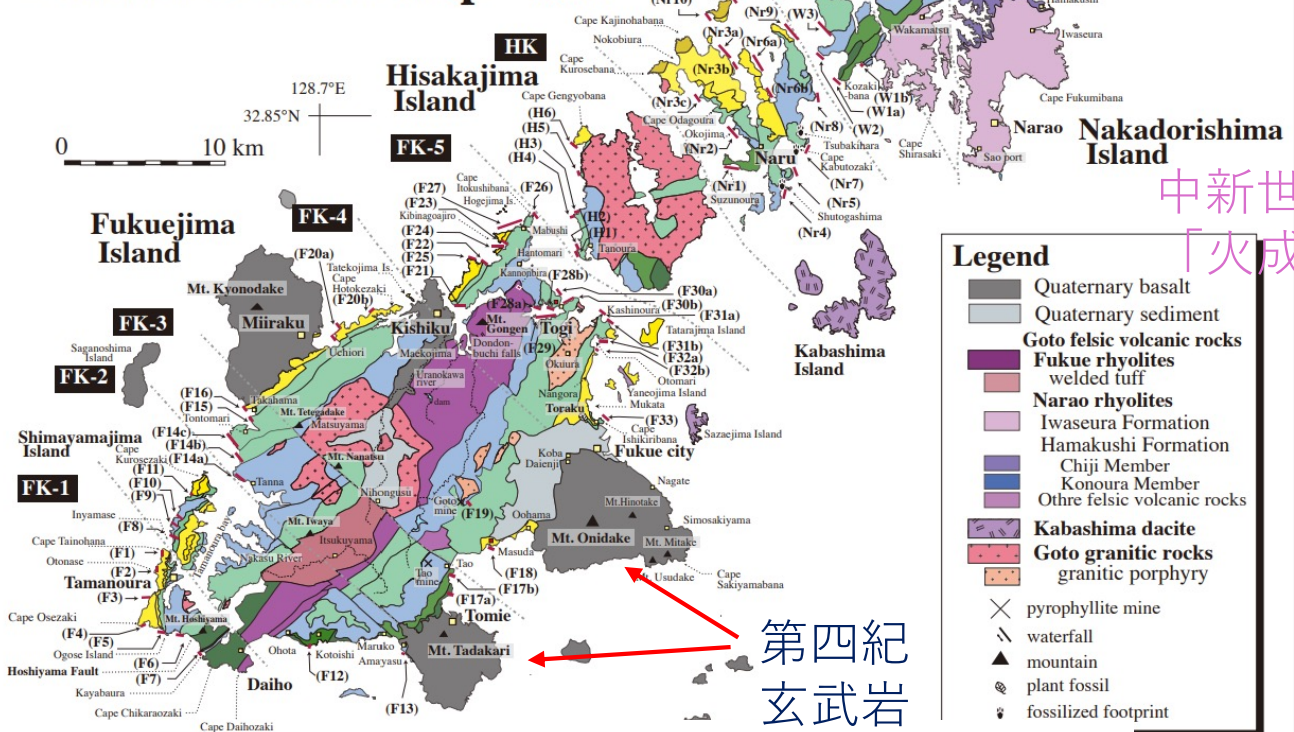
五島列島の地質図



中新世堆積岩
「五島層群」



Local name/ columns location map



中新世
「火成岩」

第四紀
玄武岩

Kiyokawa et al. (2022)

五島列島の堆積環境

Kiyokawa et al. (2022)

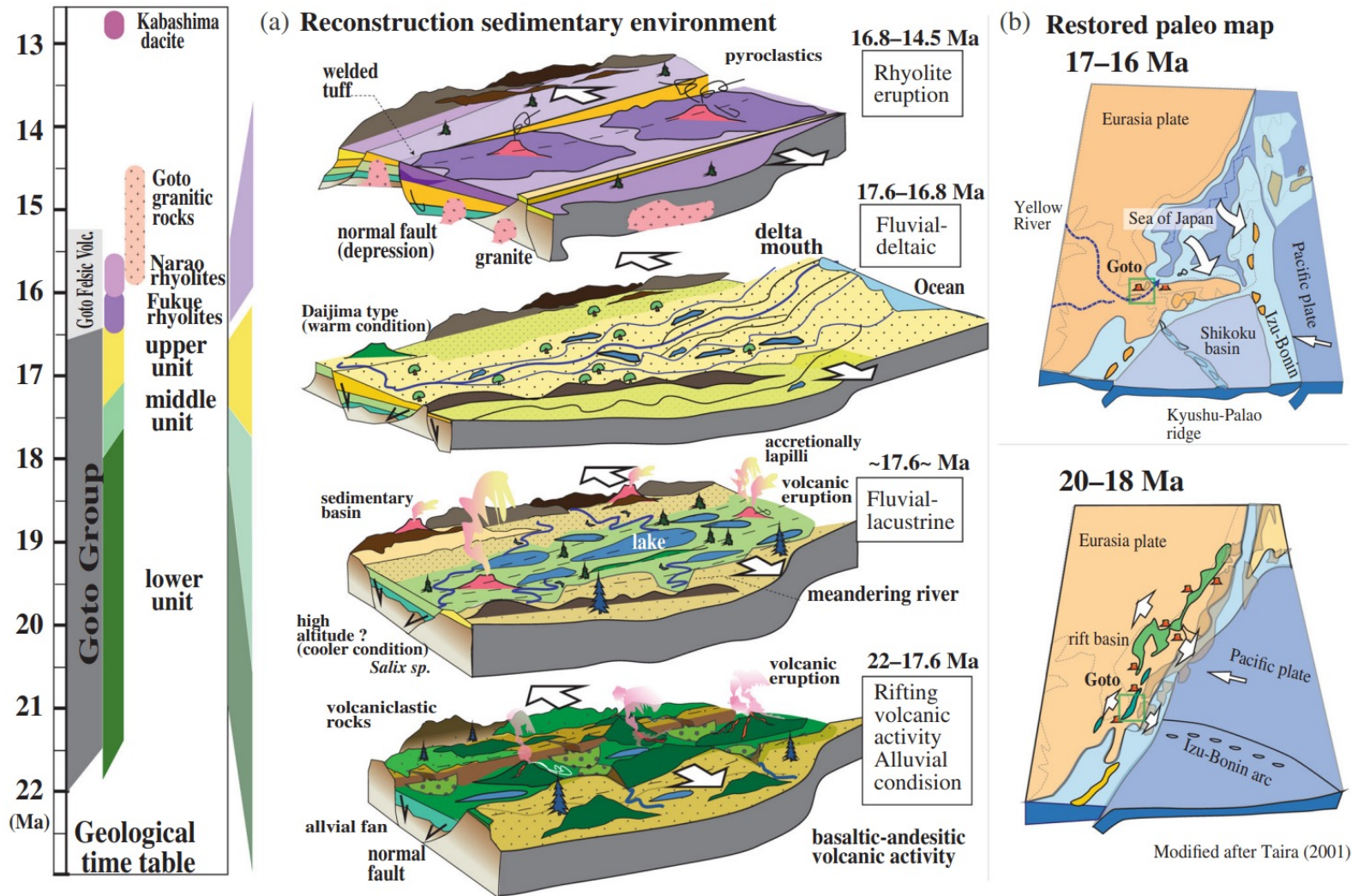



FIGURE 13 Sedimentation model for the Goto Islands at the eastern Eurasian continental margin. The sedimentary environment for each formation is shown



研究テーマ

1. 柱状節理
2. 五島(福江島)の砂 ～構成鉱物とその起源～
3. 福江流紋岩の岩石化学的特徴と同地点の河川水の化学的特徴との比較
4. 五島層群下部層の岩石学的研究
5. 五島層群中部層、上部層の岩石学的研究
6. 第四紀玄武岩類の岩石学的研究

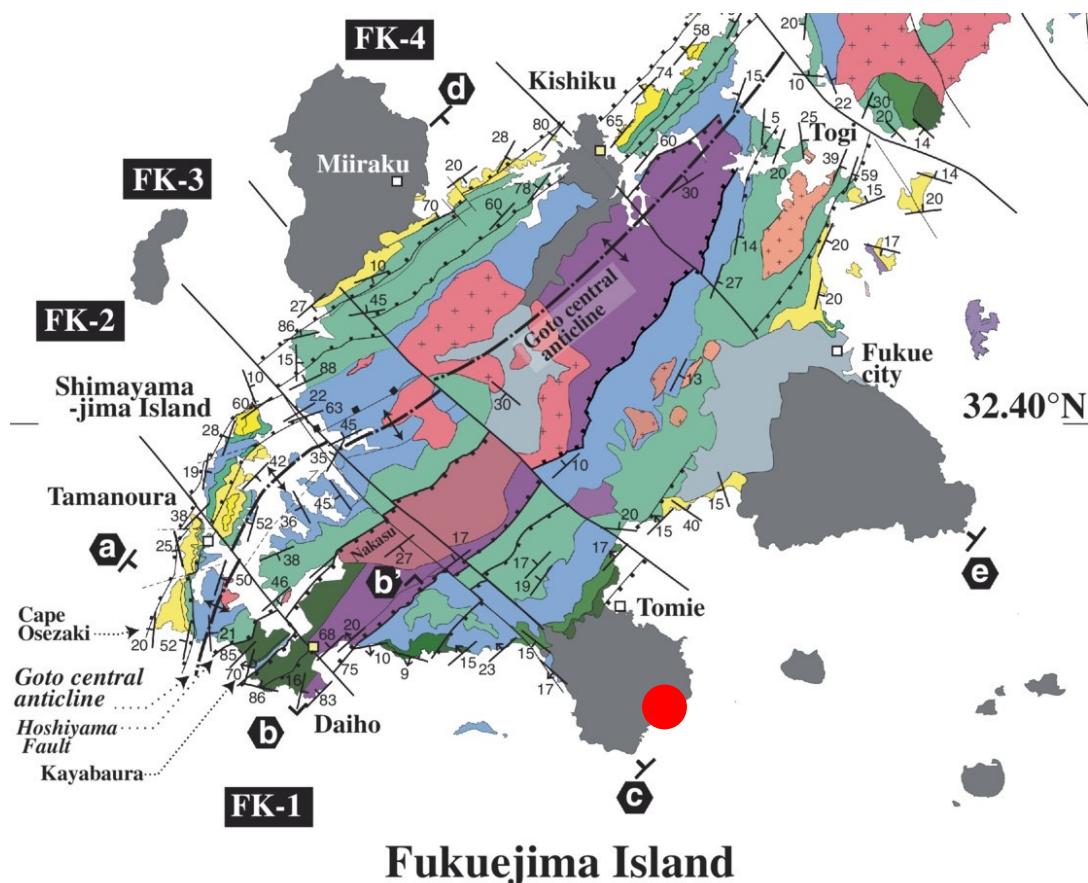
柱状節理

福江町山崎、亀甲石舞台

- 約75万年前～約73万年前

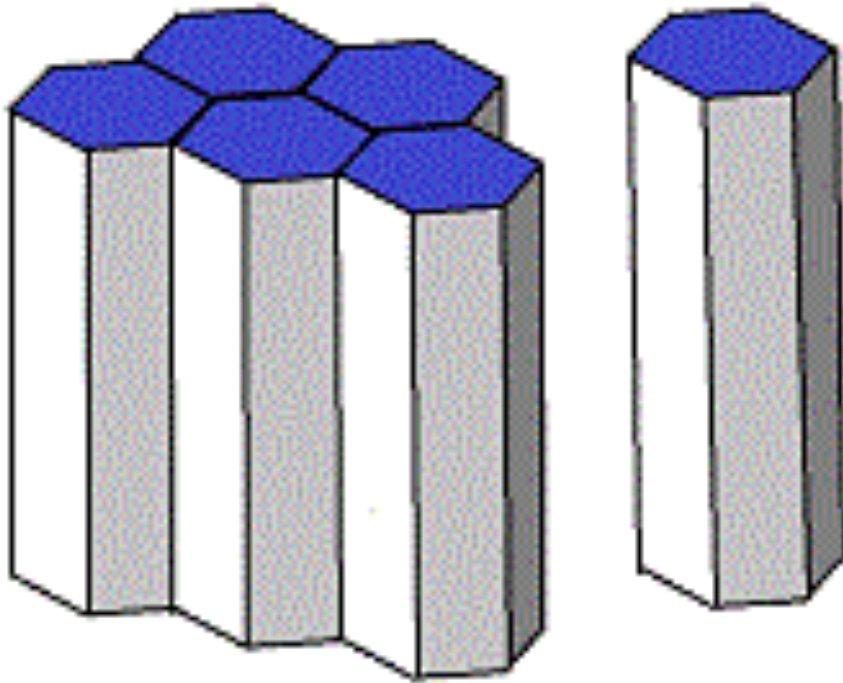
- 玄武岩

- 先行研究と福江町のデータをを用いて、福江島で観察された柱状節理の表面とその内部について推測した。



柱状節理とは

- 多角形（四角形五角形六角形が多い）
- 柱状



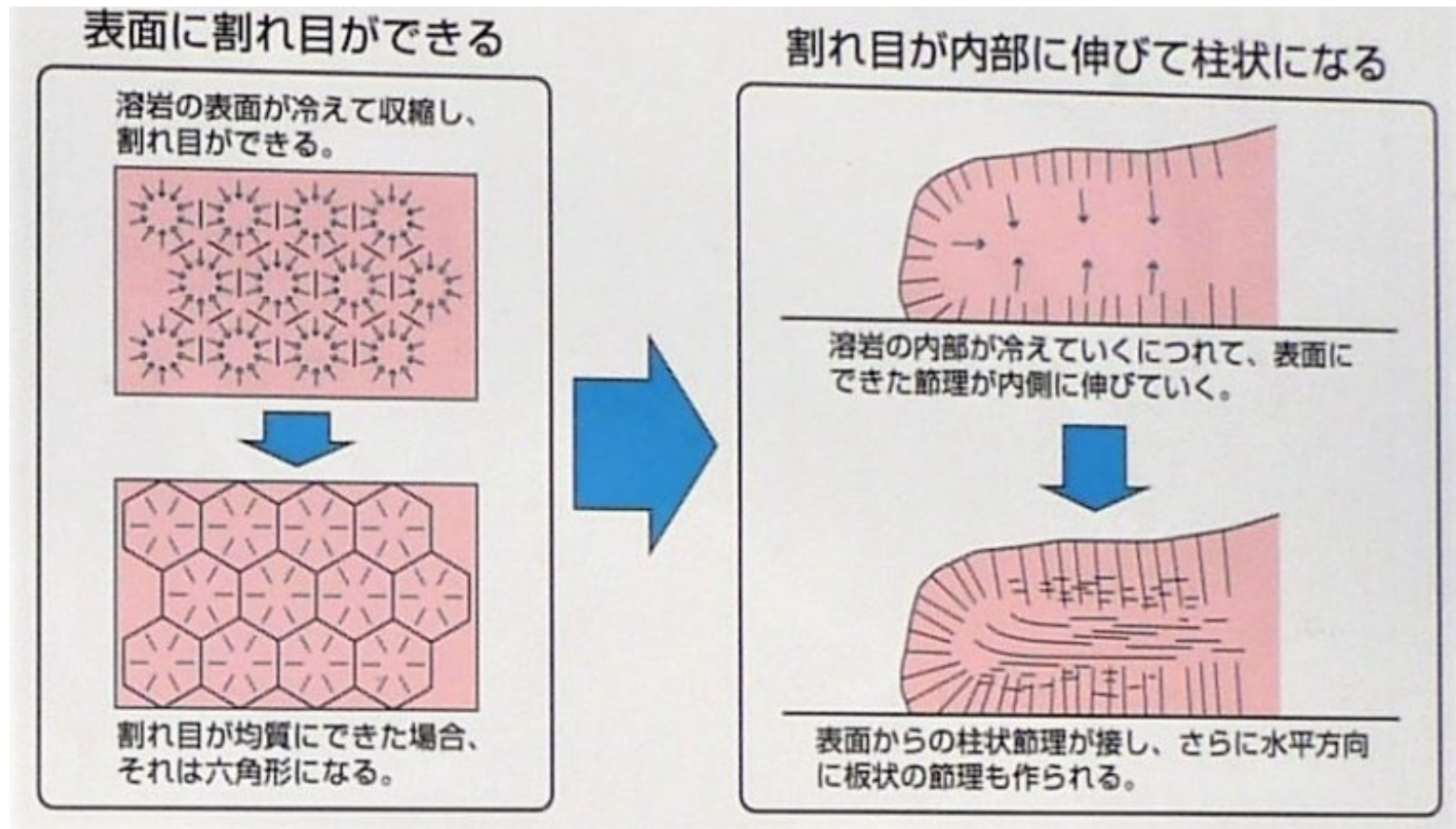
https://izugeopark.org/wp/wp-content/uploads/2019/05/tsumeki_ci_bn.jpg

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Giant%27s_Causeway_2006_08.jpg

形成過程

- ゆっくり冷え固まることが必要
- 冷却面から離れるほど六角形が増える

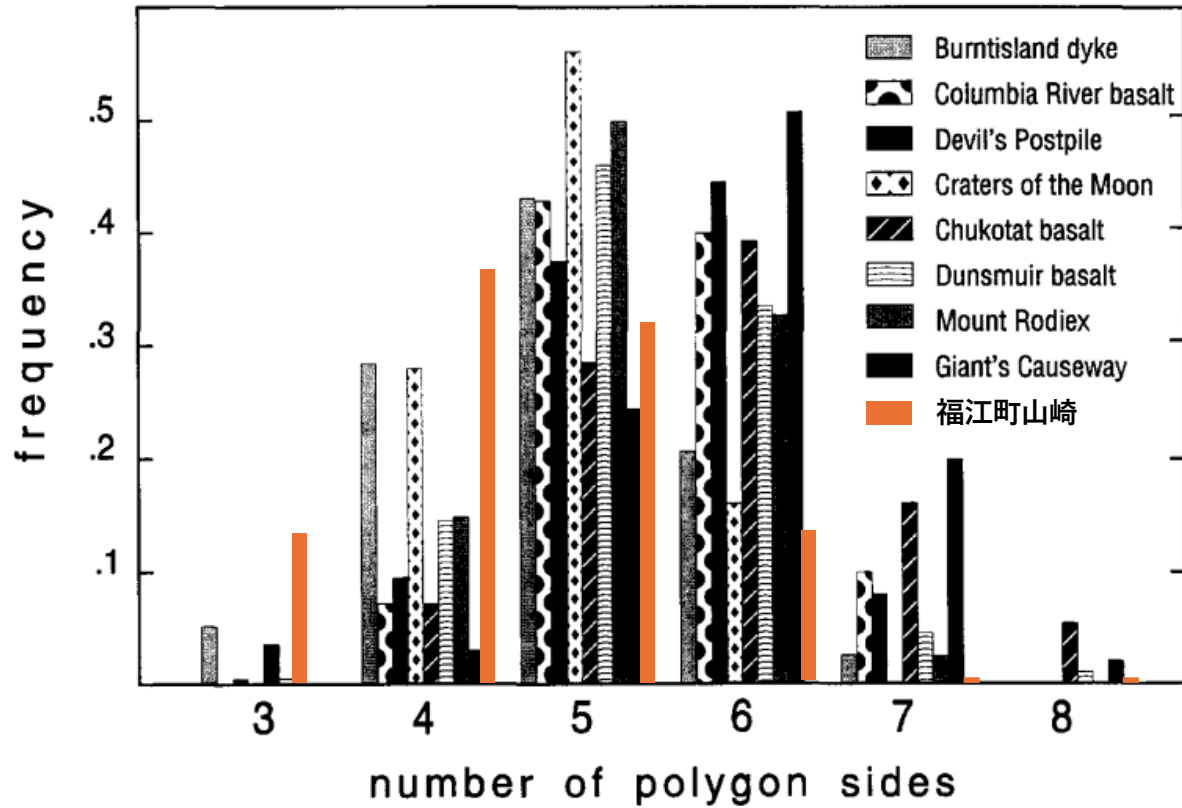
(出典：Budkewitsch and Robin (1994))



福江町山崎



多角形の数



実際に計測した多角形の数

- | Number of sides | Count | frequency |
|-----------------|-------|-----------|
| 三 | 16個 | 0.1379 |
| 四 | 44個 | 0.3793 |
| 五 | 37個 | 0.3189 |
| 六 | 16個 | 0.1379 |
| 七 | 1個 | 0.0086 |
| 八 | 2個 | 0.0172 |

グラフ：Budkewitsch and Robin (1994)

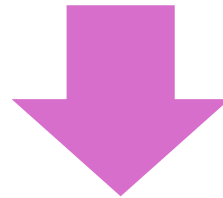
考察

- ・ 冷却面から離れるほど六角形が増える

(Budkewitsch and Robin (1994))

- ・ 福江町山崎の柱状節理の多角形の最大頻度は4, ついで5

(実測より)

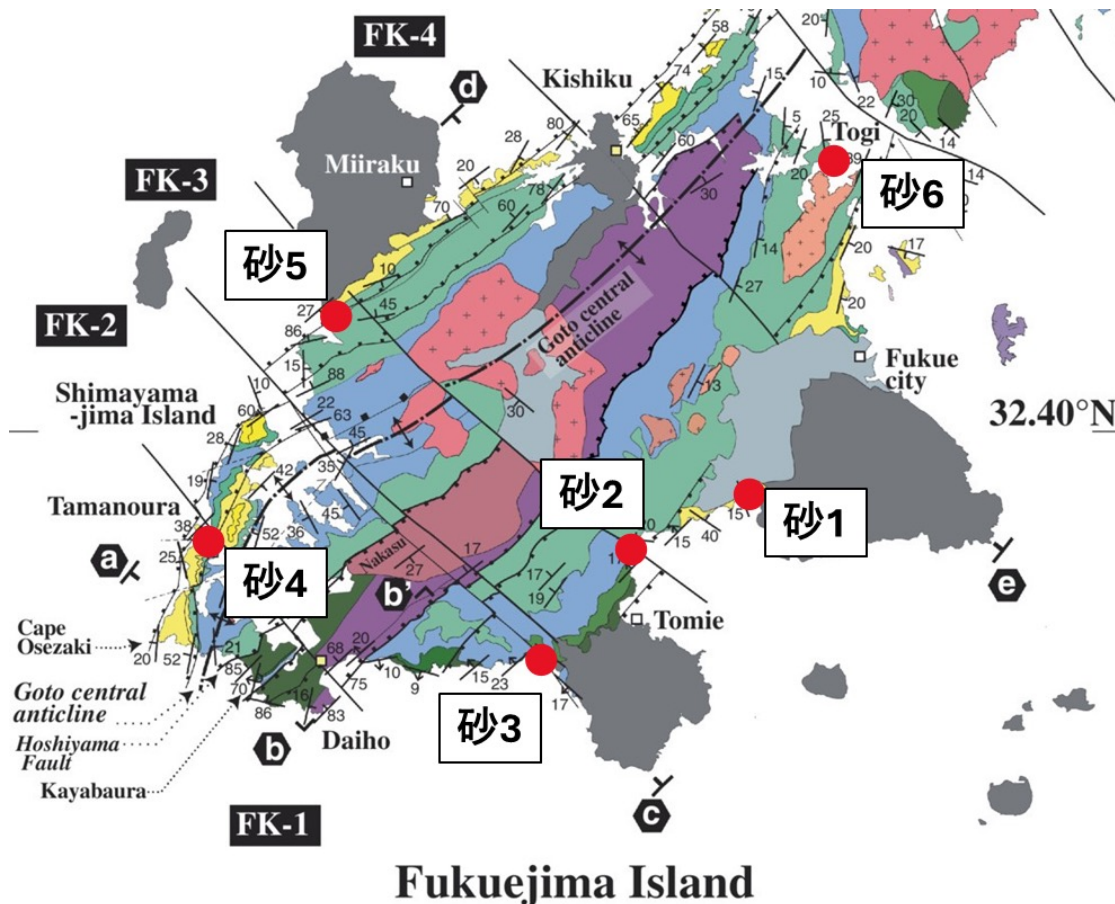


- ・ 福江町山崎で観察された柱状節理は冷却表面から離れていない
- ・ 観察した表面から岩石内部に行くほど**6**角形の割合が増える

五島(福江島)の砂 ～構成鉱物とその起源～

稲葉 康晟

- ・ 砂の年代：現在



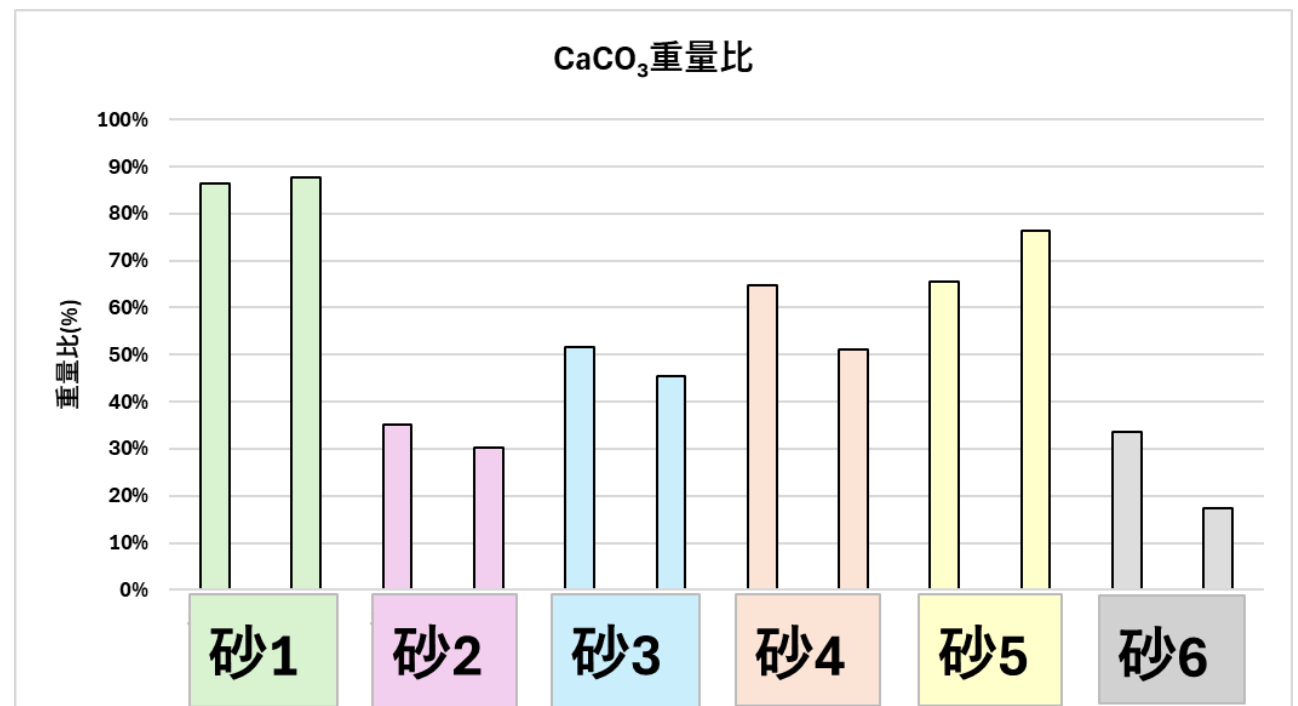
- ・ 砂1(大浜海水浴場付近)
- ・ 砂2(田尾海水浴場)
- ・ 砂3(黒瀬富江漁港付近)
- ・ 砂4(小浦海水浴場)
- ・ 砂5(高浜海水浴場)
- ・ 砂6(堂崎)

- ・ 砂を生物起源、岩石起源に分類し、顕微鏡観察することで砂の多様性が分かった。

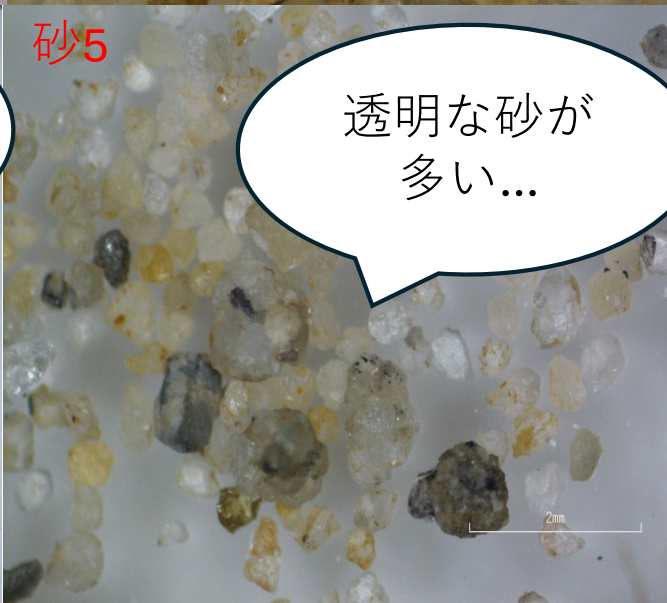
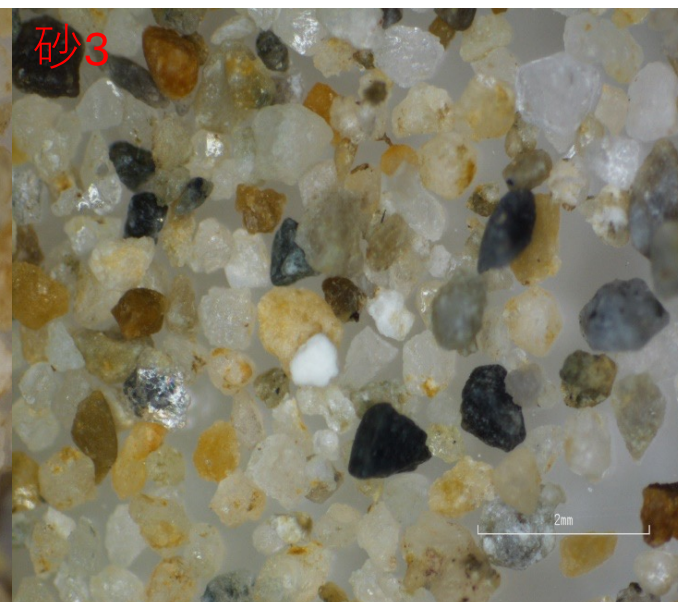
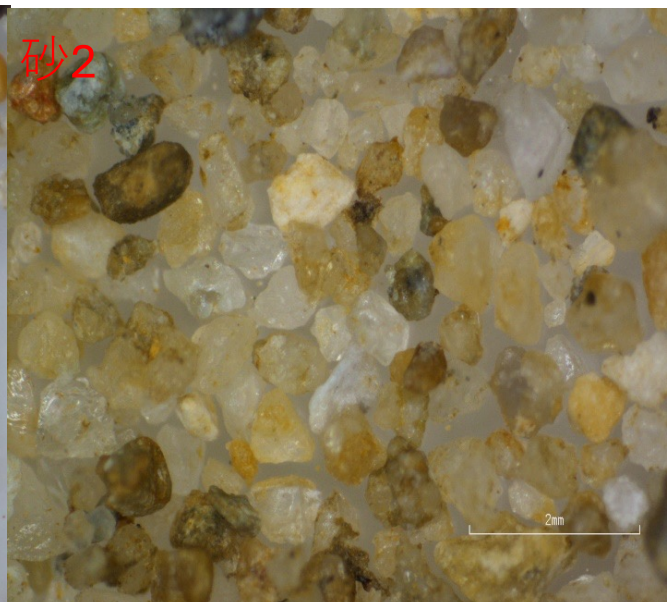
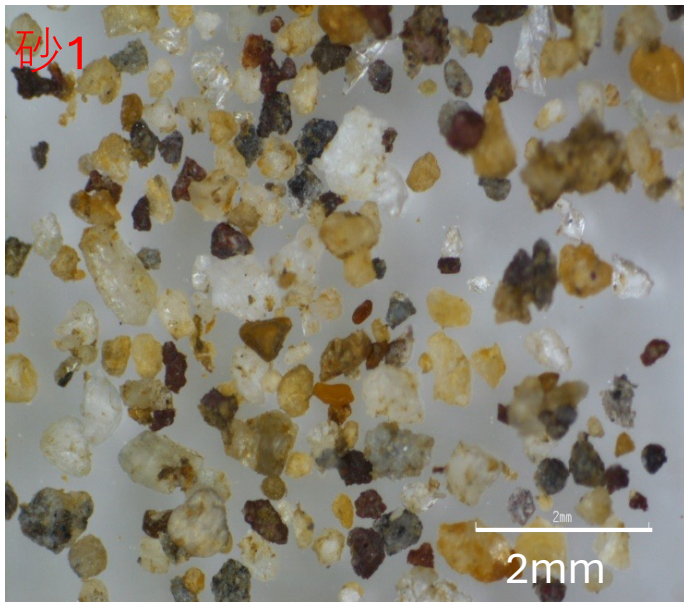
生物起源の砂

- 砂に含まれる CaCO_3 は生物起源と仮定した
- 生物起源の砂と岩石起源の砂に分ける
- HCl を使って除去
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

- 場所によって異なる要因
 - 海流
 - 川の土砂

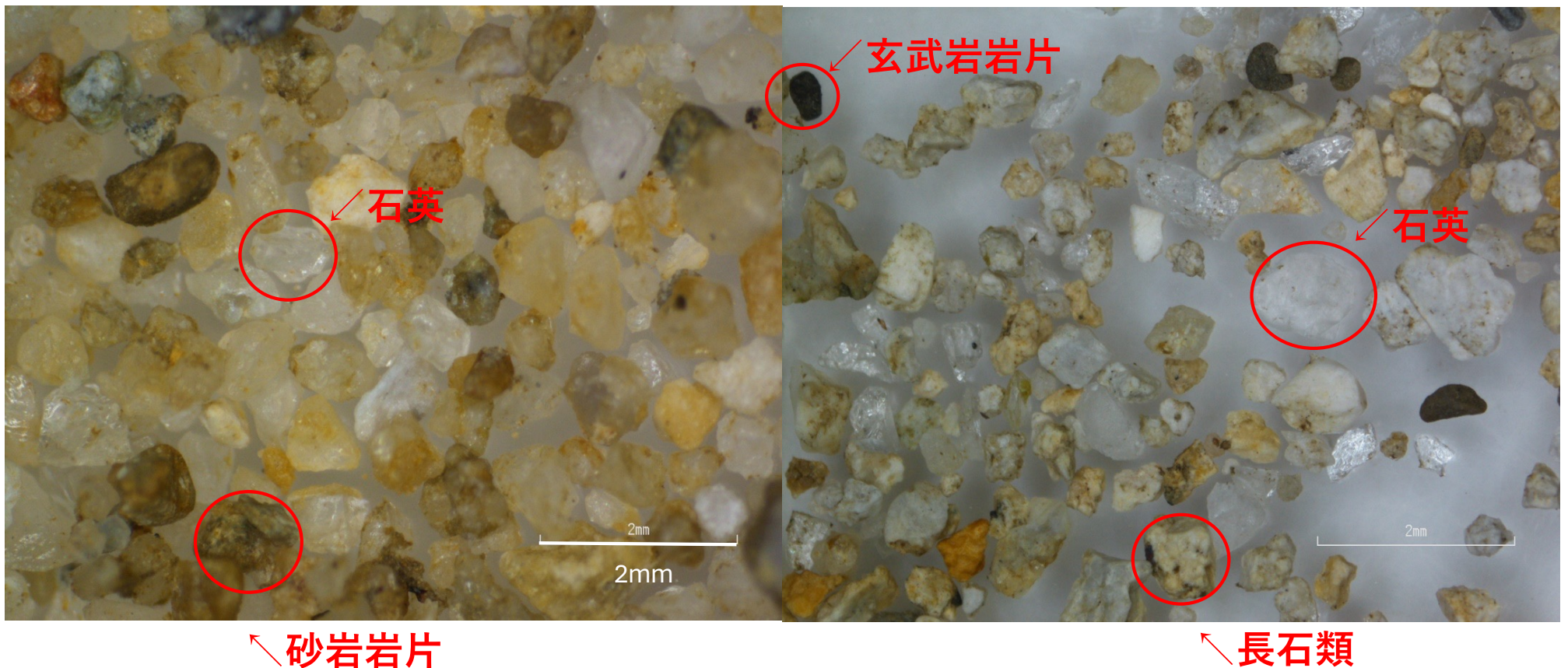


砂の顕微鏡写真



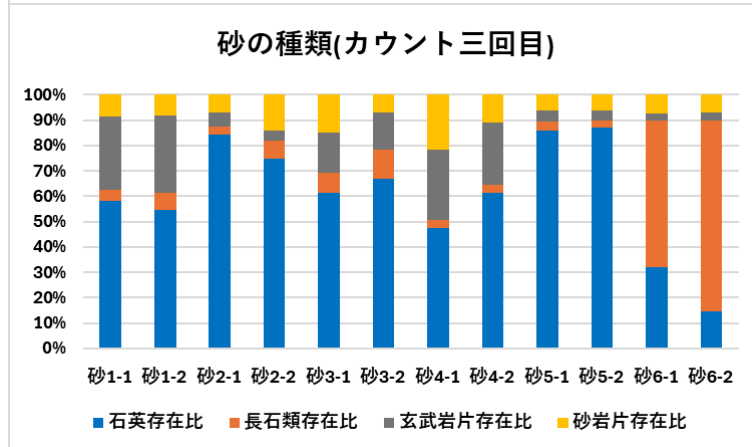
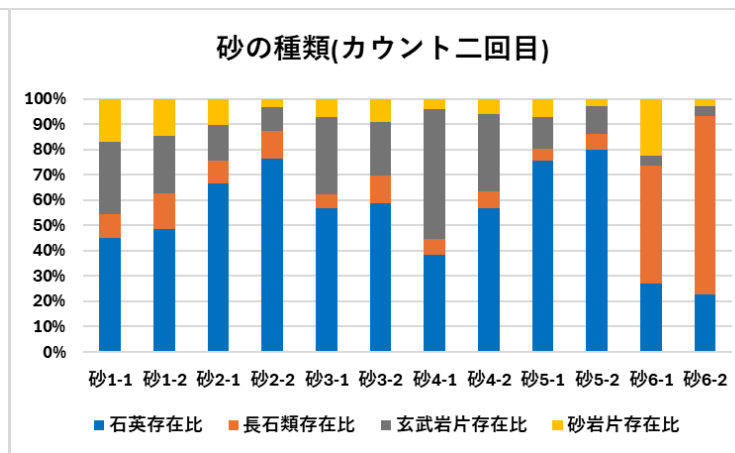
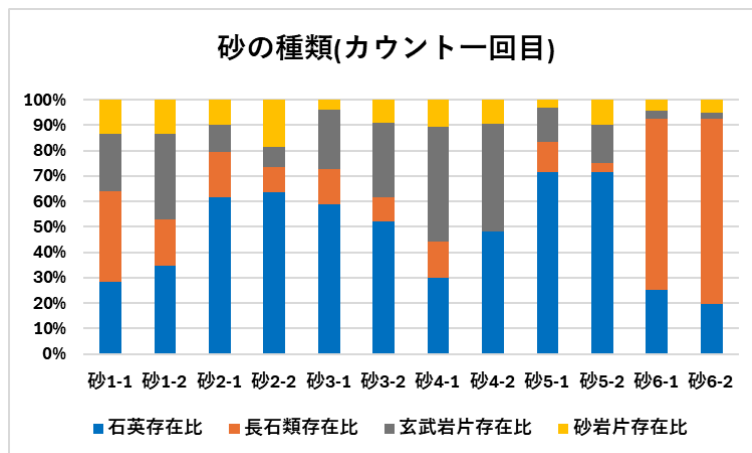
砂粒の分類

- 砂の顕微鏡写真から砂を分類
- 石英、長石類、砂岩岩片、玄武岩岩片の4種類



砂粒の分類

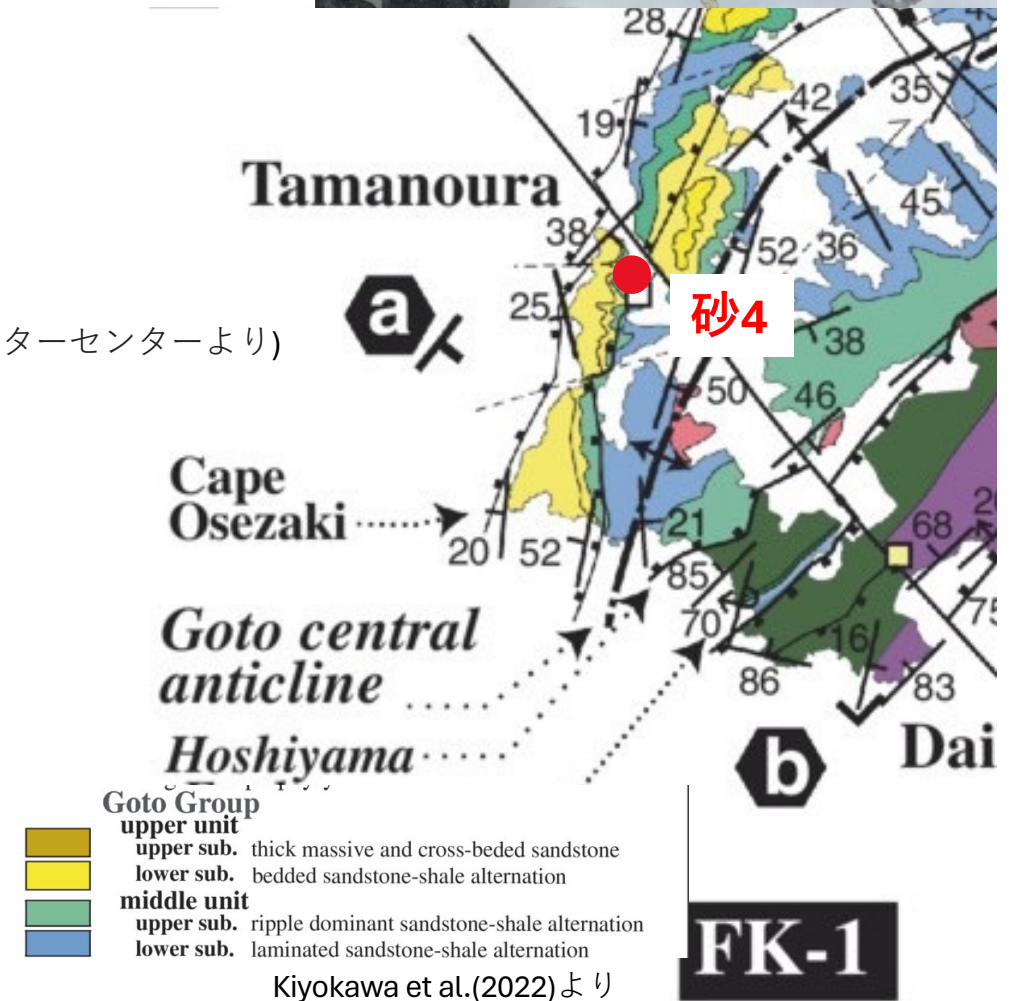
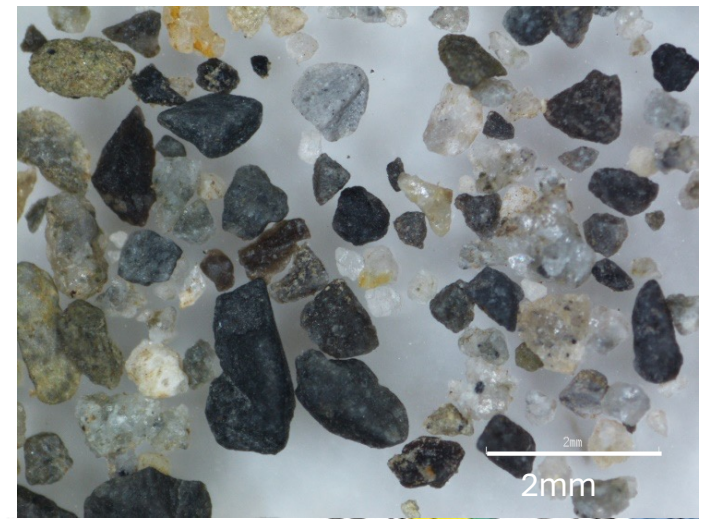
- 2人でカウント(計3回)
- 1か所につき200粒



- 数えるごとに揺らぎがある
- 砂4は玄武岩岩片が多い
- 砂2,5は石英が多い
- 砂6(堂崎)は長石類が多い

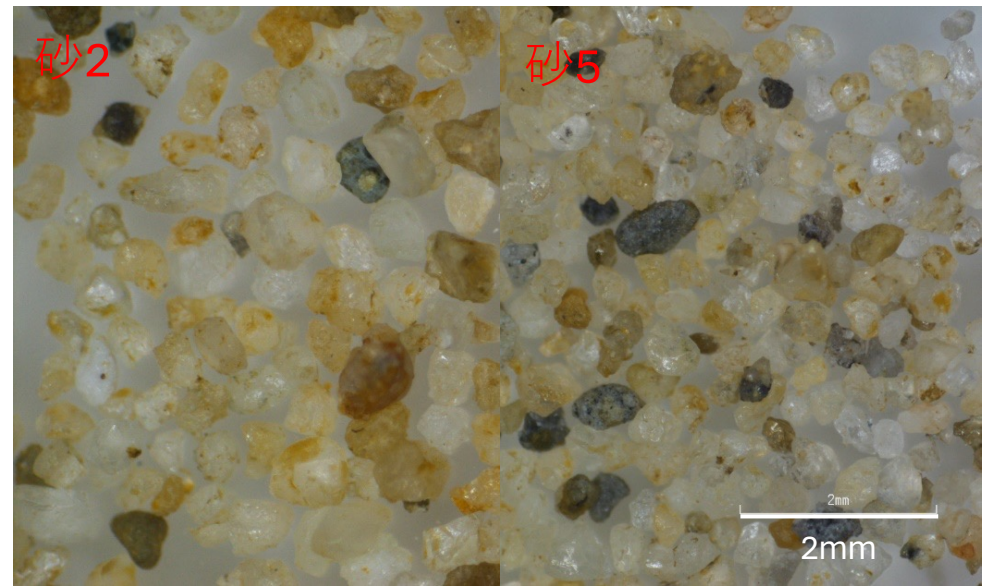
岩石起源の砂

- 砂4に玄武岩岩片が多かった
しかし周囲の岩石に
玄武岩は存在しない
- 人工的に作られた砂浜
↑どこの砂か不明

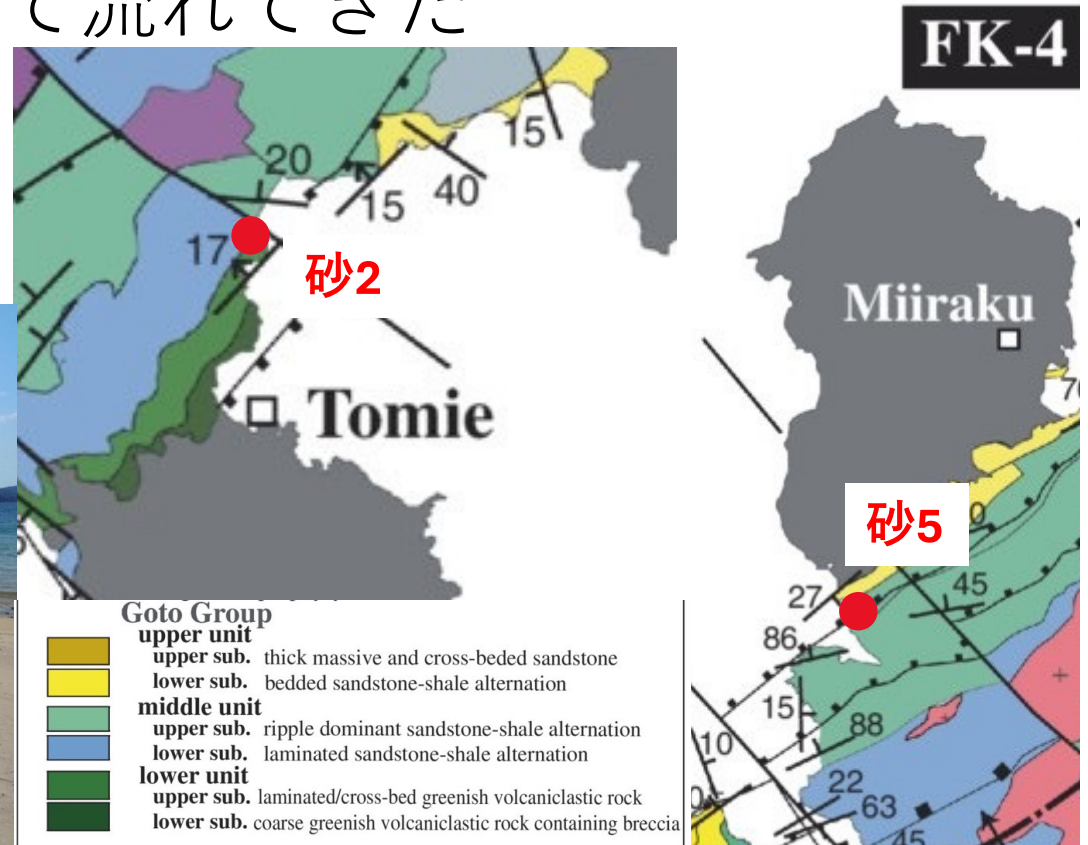


岩石起源の砂

- 砂2,5に石英が多かった採取地点に小川
上流の砂岩が風化して流れてきた

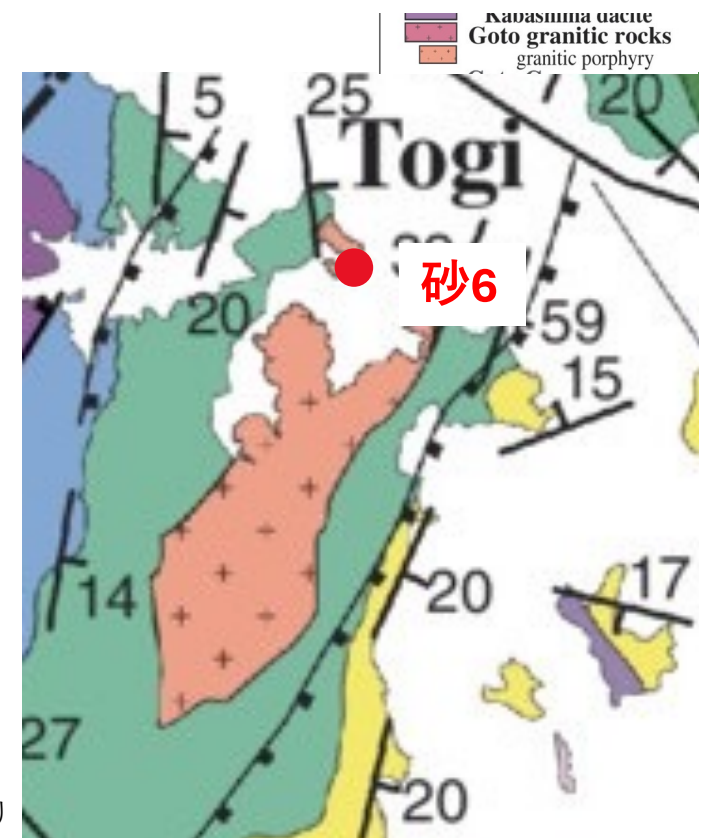
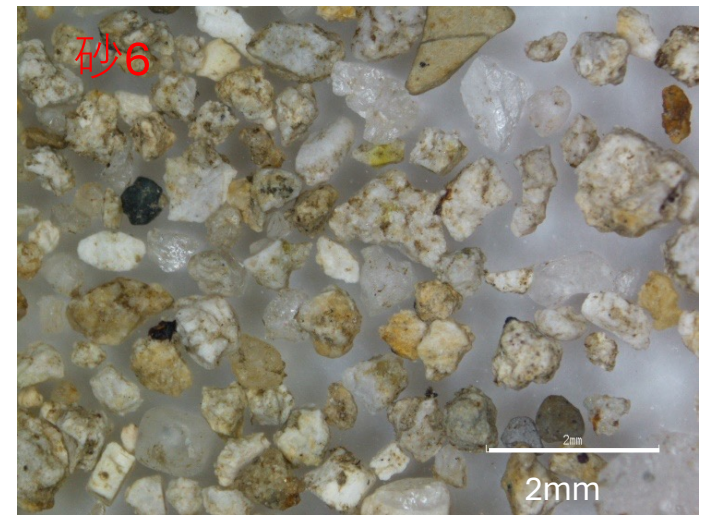


Kiyokawa et al.(2022)より



岩石起源の砂

- 砂6(堂崎)で長石類が多い要因
採取地点と南西方向に花崗斑岩
→風化し細粒化



まとめ

- 砂が周囲の岩石を反映している
- 採取した時は、どこも同じ砂に見えたが、観察してみると、場所によって大きな違いがあった
- 同じ島の中で砂浜の砂は多様性に富んでいる

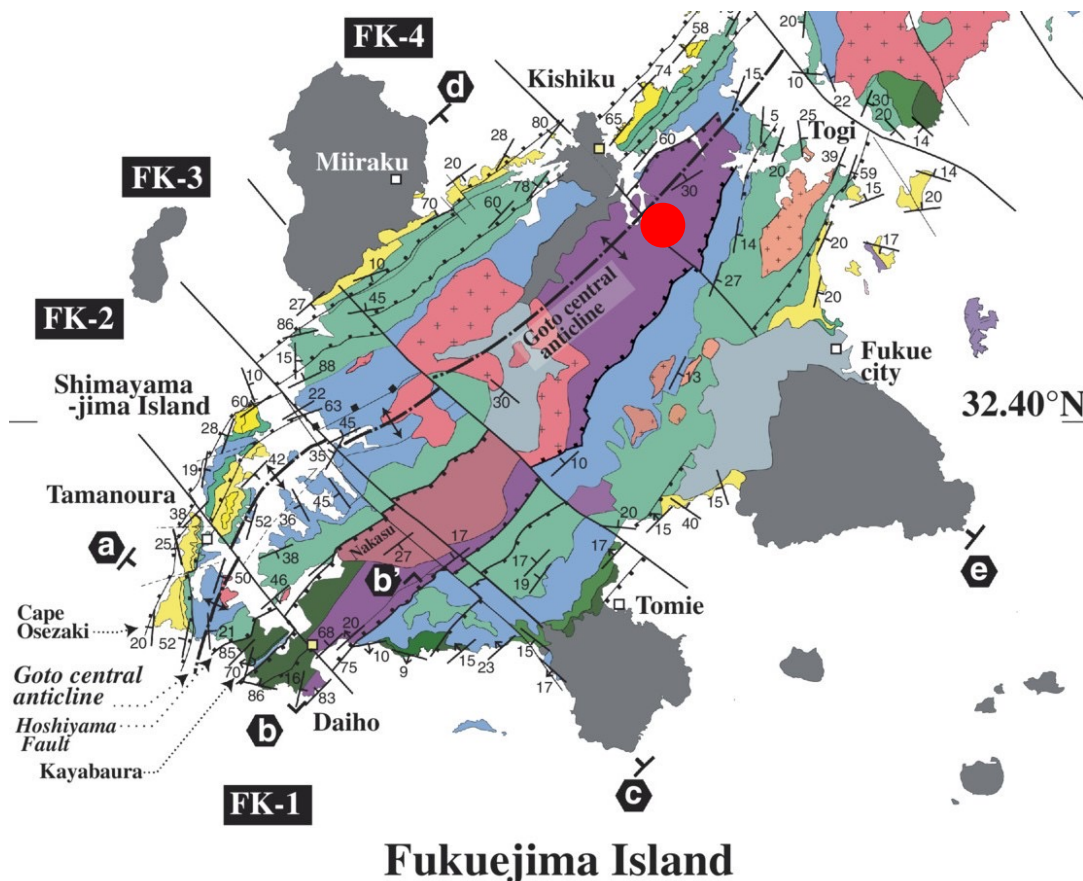


福江流紋岩の岩石化学的特徴と同地点の河川水の化学的特徴との比較

田中康誠

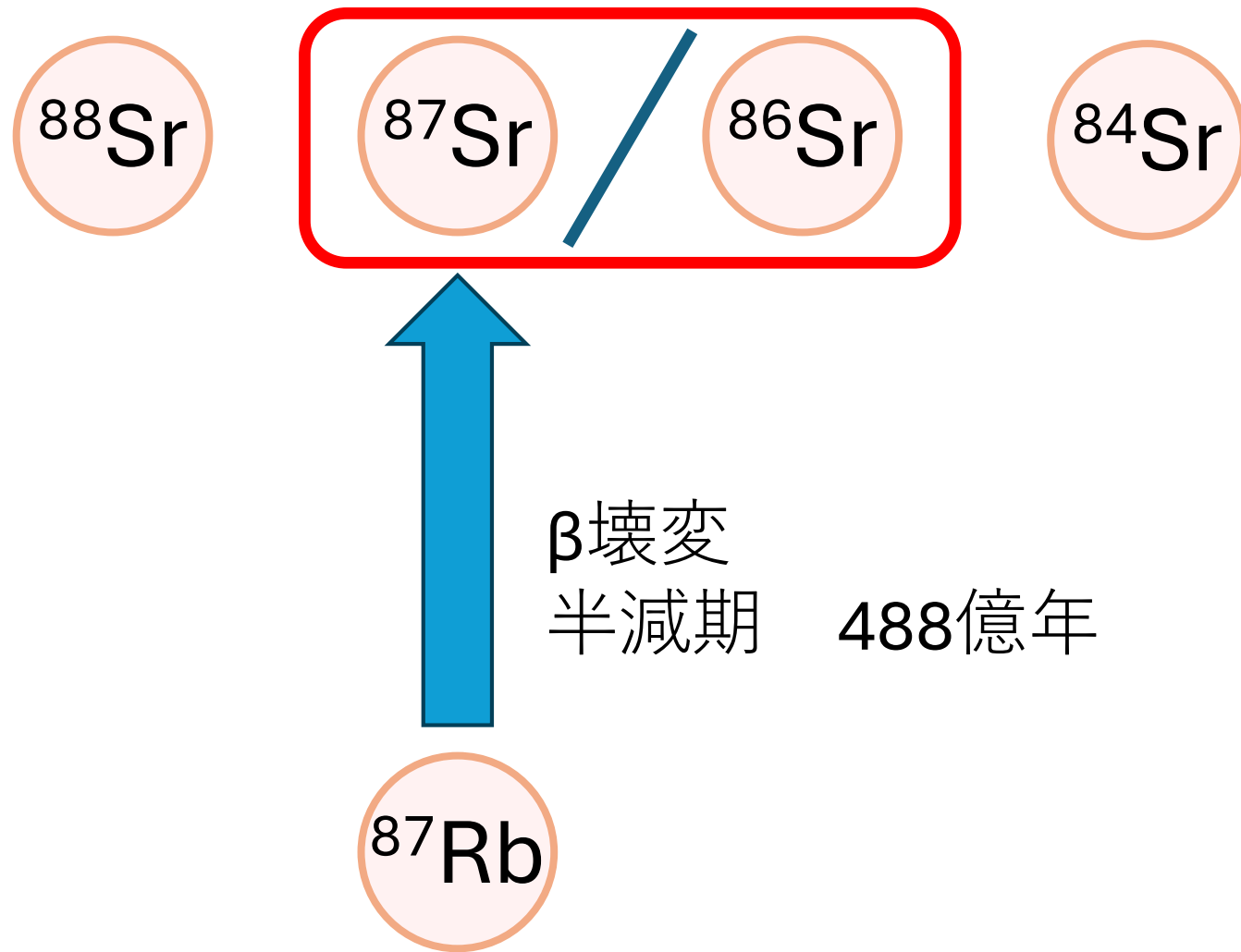
ドンドン渚

- ドンドン渚の転石と河川水の成分を調べ，河川水の成分の起源を考察した



4	19	20
	K	Ca
5	37	38
	Rb	Sr

Sr同位体を使う理由



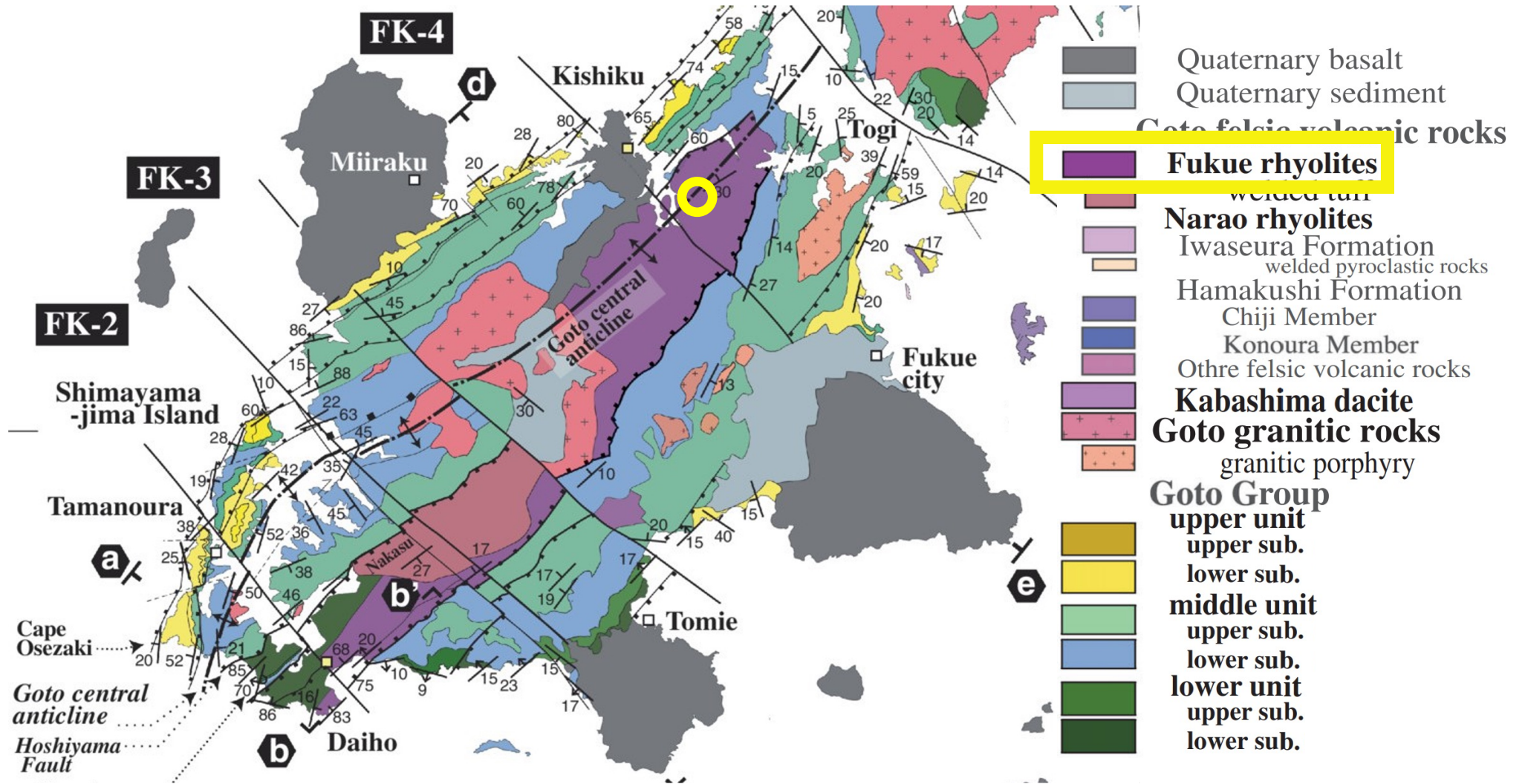
ドンドン渚の景観と採水の様子

2024年3月22日午後5時12分採水



稲葉真景
(2024年3月22日)

福江流紋岩：中新世（1700万年前～1240万年前） 五島層群より上位



Kiyokawa et al.(2022)Figure.3を改変して使用

6 km

転石と河川水のSr同位体比

	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2SE
転石	0.705705	0.000000
河川水	0.710368	0.000000

誤差範囲を
超えて異なる

なぜ転石と河川水でSr同位体比が異なるのか？

要因

(1) 降水

水滴に含まれる黄砂や海塩粒子中のSrが寄与？

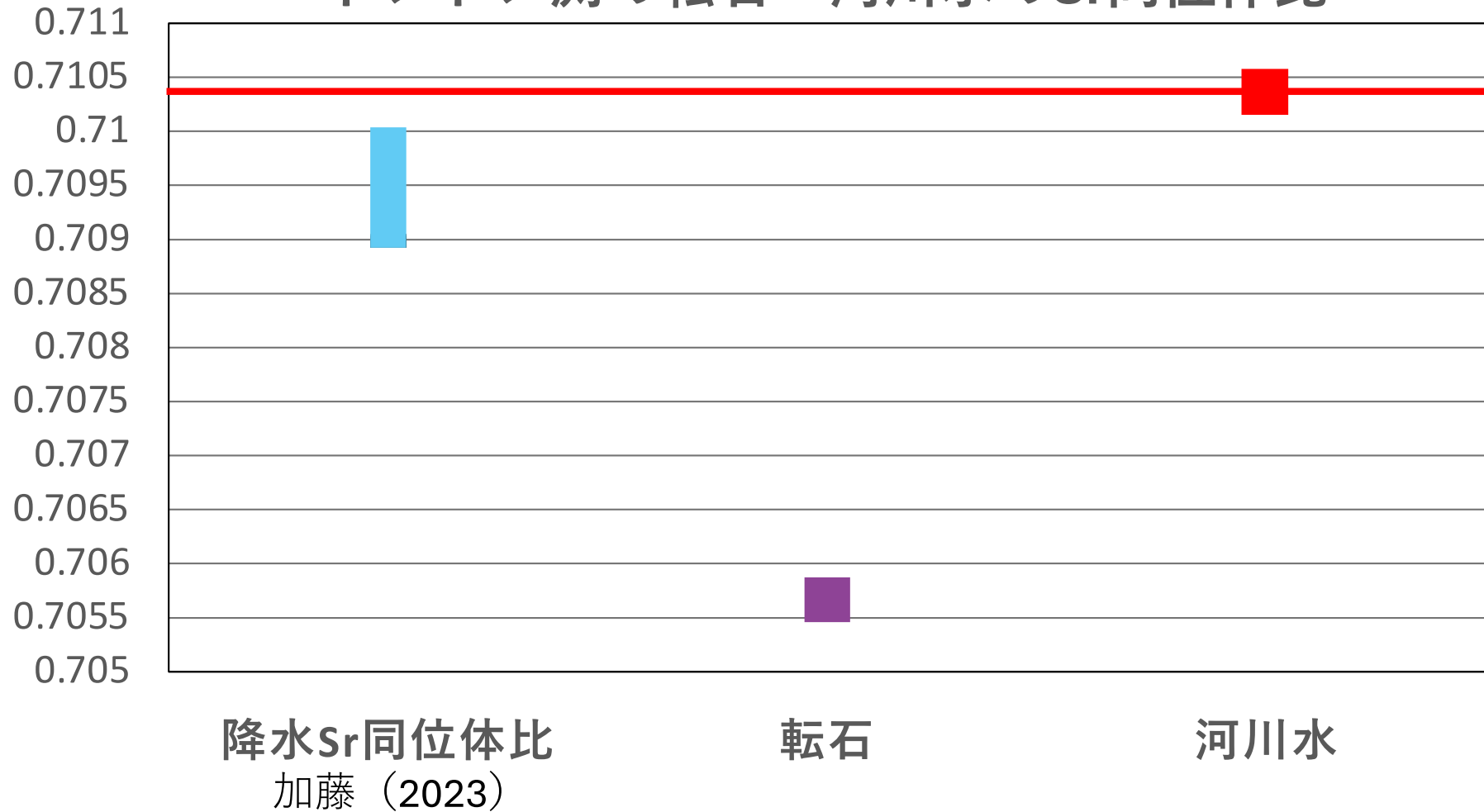
(2) 岩石

ドンドン湧上流の岩石（土壌）のSrが溶けた？

(3) 人間活動

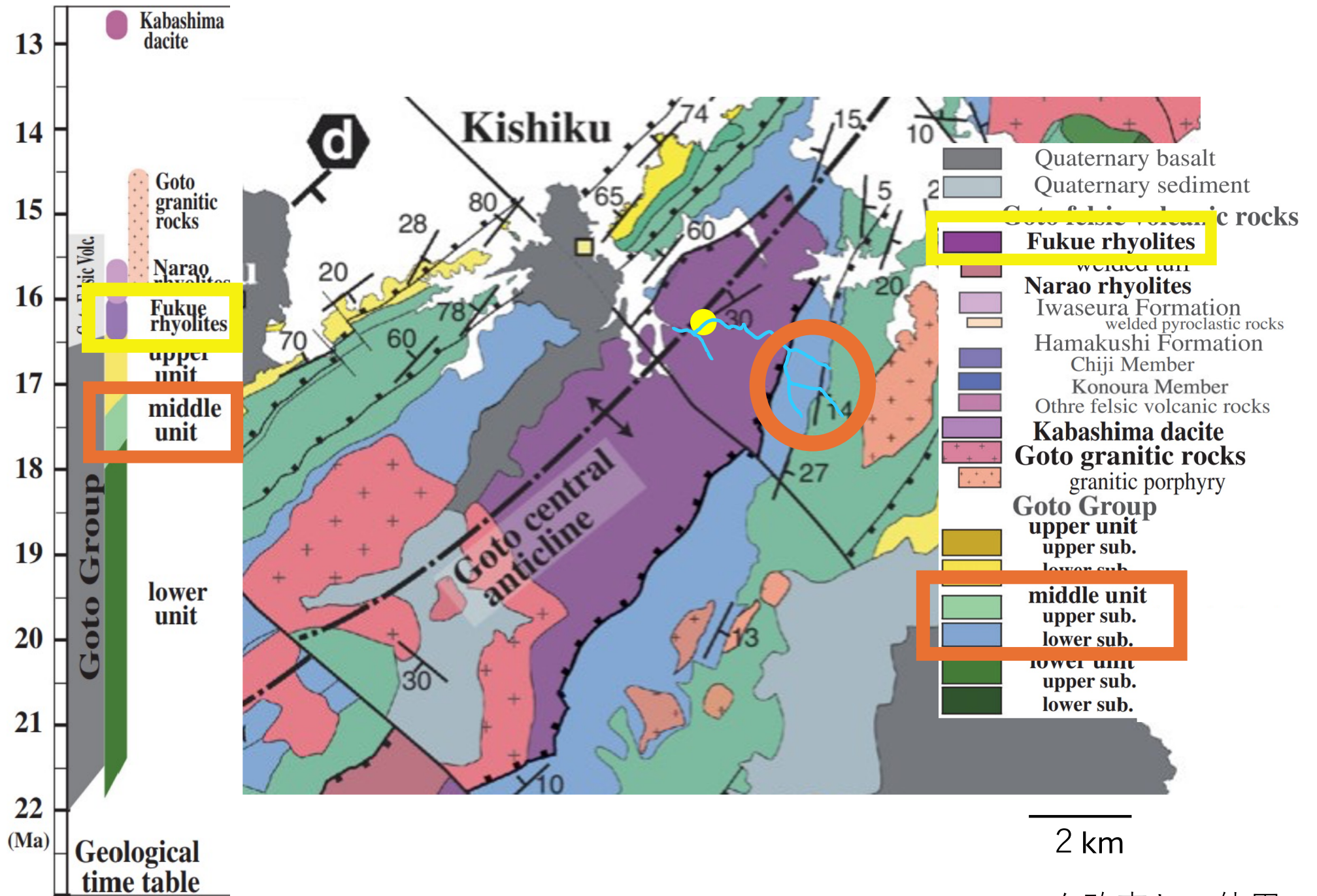
肥料や農薬が河川に流れ出た？

岡山の降水のSr同位体比と ドンドン測の転石・河川水のSr同位体比



降水の同位体比に転石の同位体比を足し合わせても河川水の同位体比に届かない

→さらに別のSr同位体比が高くなる要因がある



Kiyokawa et al.(2022)Figure.3を改変して使用

なぜ転石と河川水でSr同位体比が異なるのか？

要因

(1) 降水

水滴に含まれる黄砂中のSrが寄与？



(2) 岩石

ドンドン湧上流の岩石（土壌）のSrが溶けた？

(3) 人間活動

肥料や農薬が河川に流れ出た？

まとめ

転石と河川水のSr同位体比は河川水の方が高い



河川水のSr同位体比はドンドン淵周辺の岩石や降水のSrに加えて上流の堆積岩からのSrの寄与がある

今後の展望

- ・ 五島層群中部層の岩石を採取していたが、Sr同位体分析ができなかった
- ・ 中部層の河川水や、福江島の降水のSr同位体比の測定

五島層群下部層の岩石学的研究

川村 拓之

丸子海岸

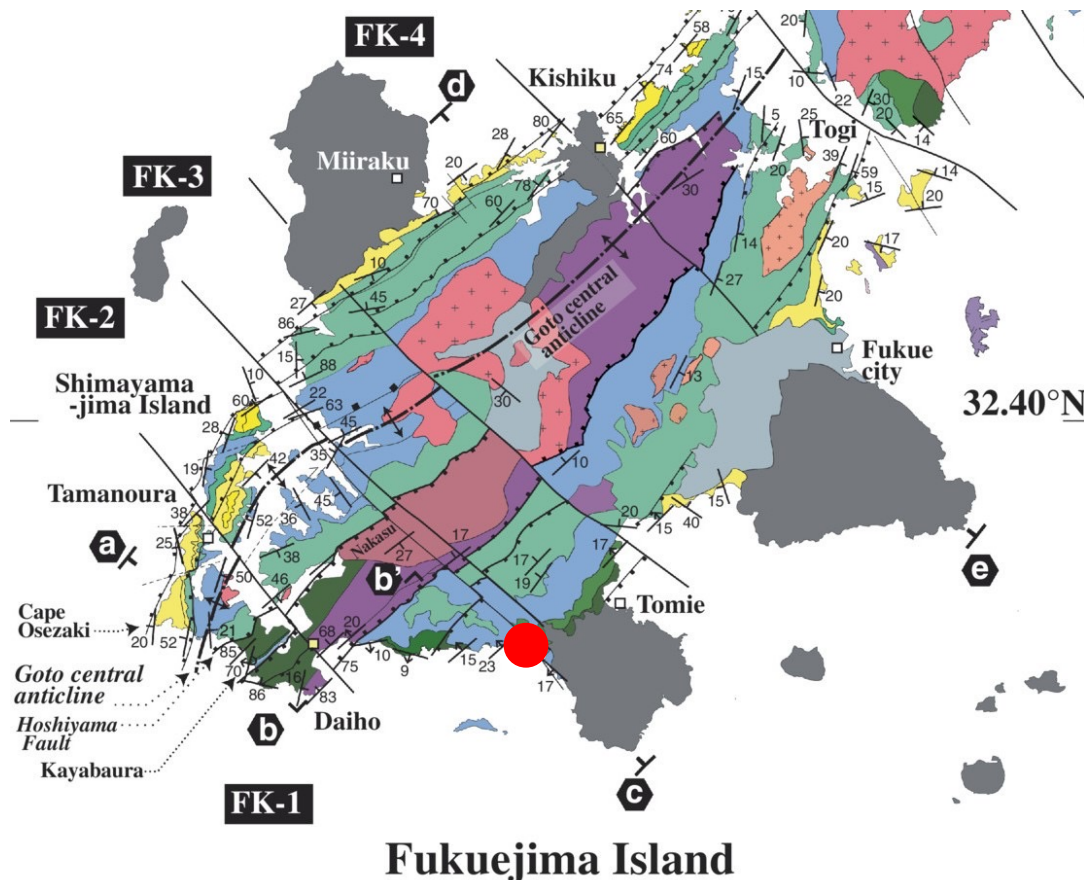
• 中新世

2200万年前～1760万年前

• 五島層群 下部層

• 流紋岩質岩、玄武岩

• 玄武岩の顕微鏡観察と化学分析によって二次的な鉍物の影響を確認した



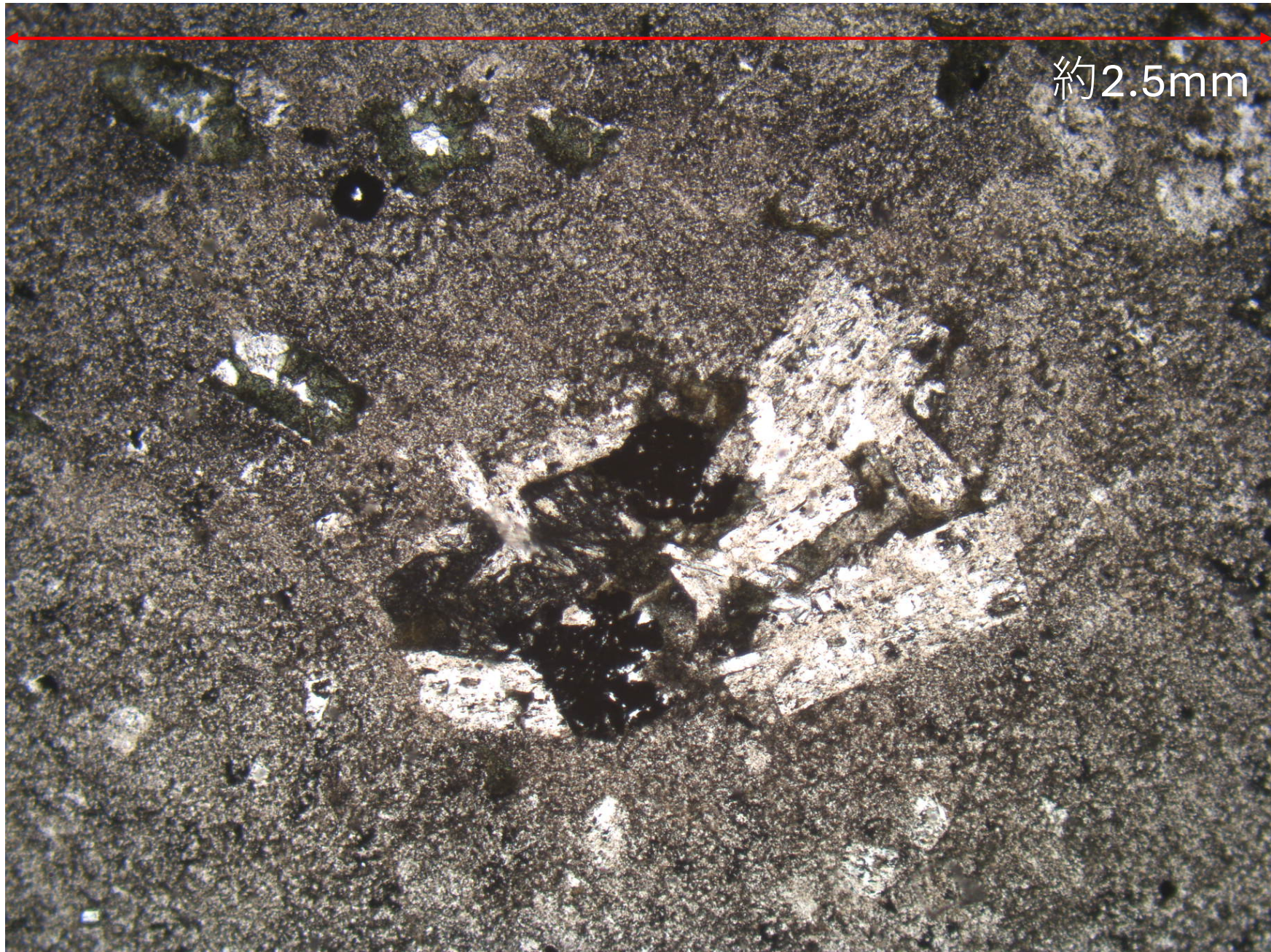
五島層群下部層の露頭(丸子海岸)



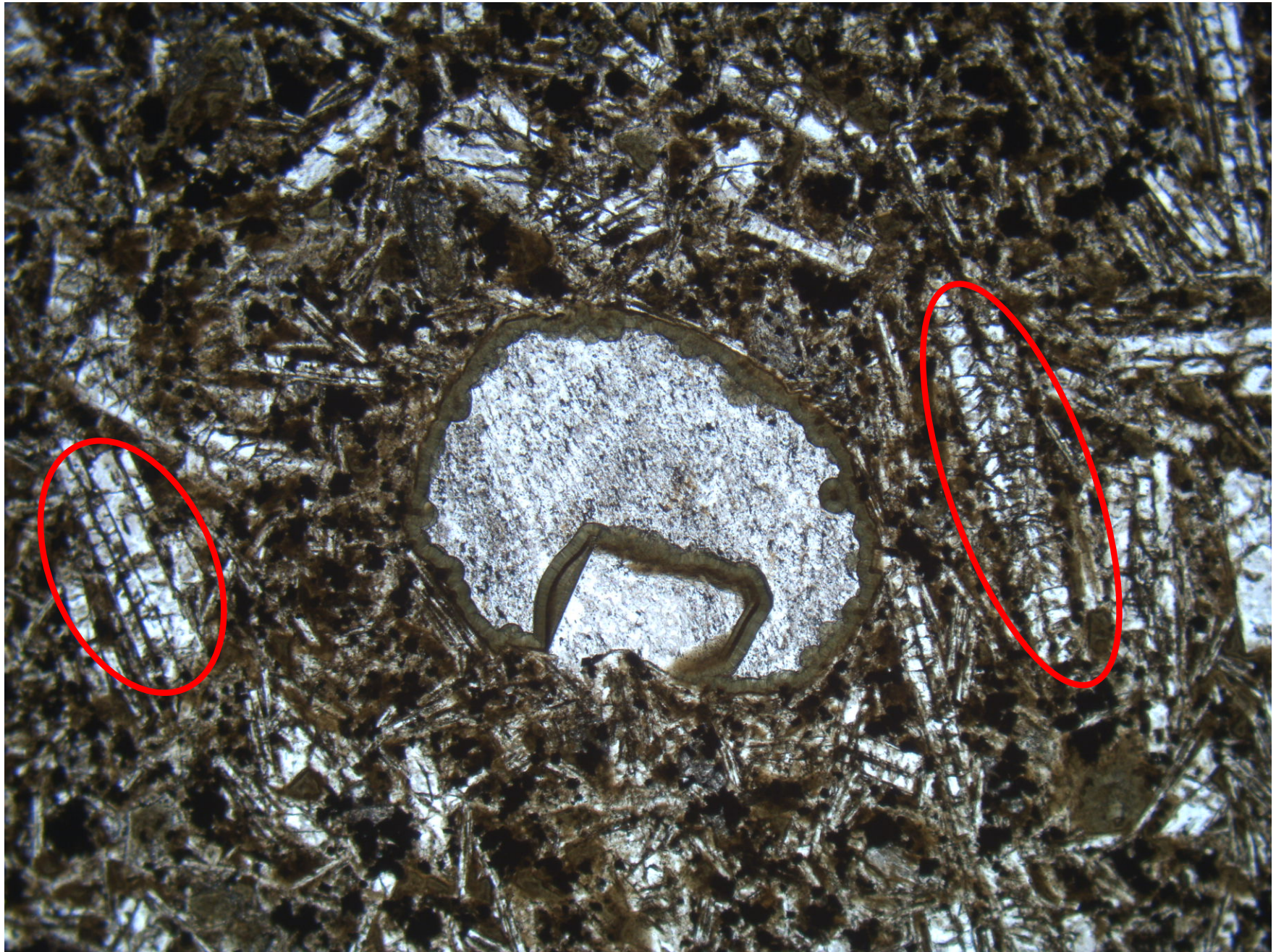
母岩

貫入玄武岩脈

母岩(流紋岩質)



貫入玄武岩脈



酢酸処理とは

酢酸を用いる理由

- ・ 炭酸塩を溶かすことができる
- 炭酸塩鉱物の除去

手順

- ①空の遠沈管と試料を入れた遠沈管の重さを計測する
- ②遠沈管で酢酸と混ぜ、炭酸塩鉱物を溶かす
- ③乾燥後の重量を計測する



酢酸処理による変化

	87Sr/86Sr	2SE
酢酸処理無し	0.704482	0.000008
酢酸処理有 り	0.704306	0.000008

重さの変化:処理前後で9.9%減少



誤差範囲を超えた大きな差がある

まとめ

五島層群下部層上部の特徴

- ・ 五島層群下部層上部は流紋岩質の母岩と貫入玄武岩脈で構成される
- ・ 玄武岩脈は炭酸塩鉱物が含まれており海水等の影響を受けたと考えられる

炭酸塩による化学分析への影響

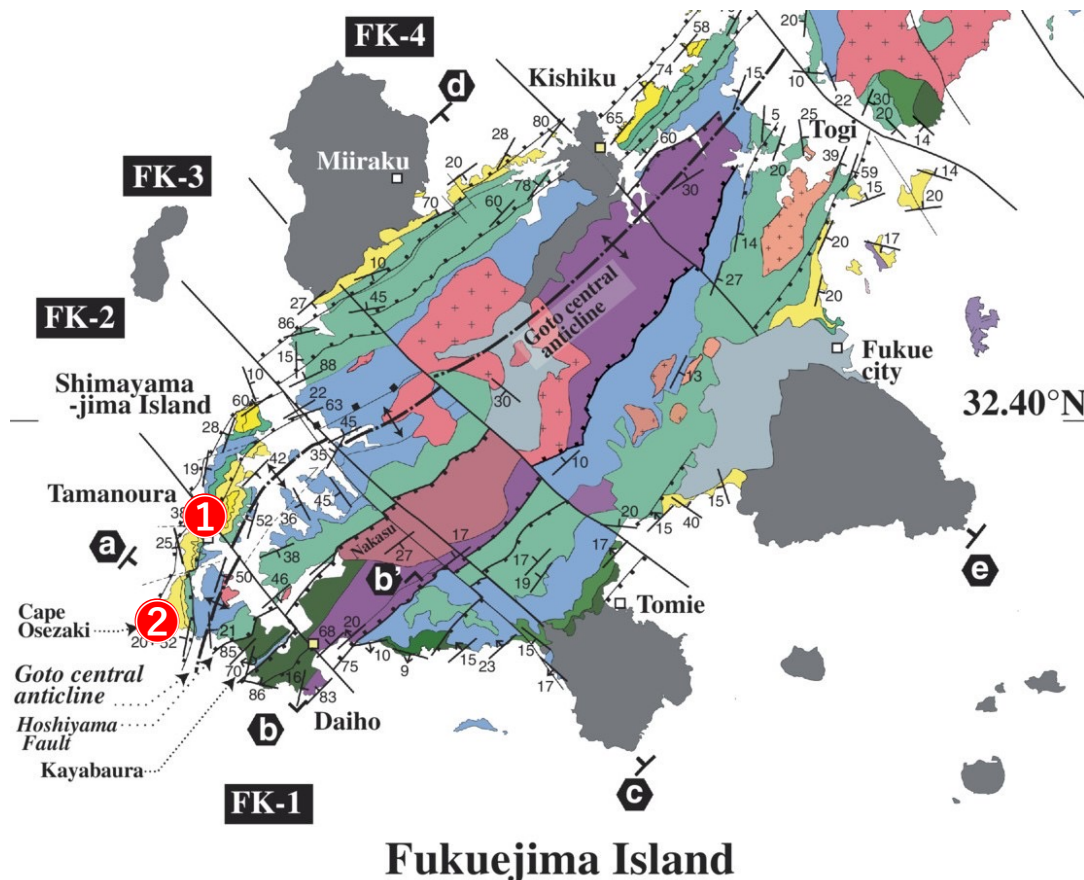
- ・ Sr同位体比の値に有意な差が生じている
- 放置すると分析結果の誤認に繋がる
- ・ 顕微鏡観察で岩石の組織を確認することで対処可能

五島層群中部層、上部層の 岩石学的研究

中島梨那

- ①赤灯台西側、島山島南部、
- ②大瀬崎灯台

- 中新世中期
1760万年前～1680万年前
- 五島層群 上部層 中部層
河川堆積環境
- 砂岩、泥岩
- 五島層群上部層中部層の
岩石を観察し、
堆積環境を考察した



採取場所

島山島南部の向小浦公園の北西

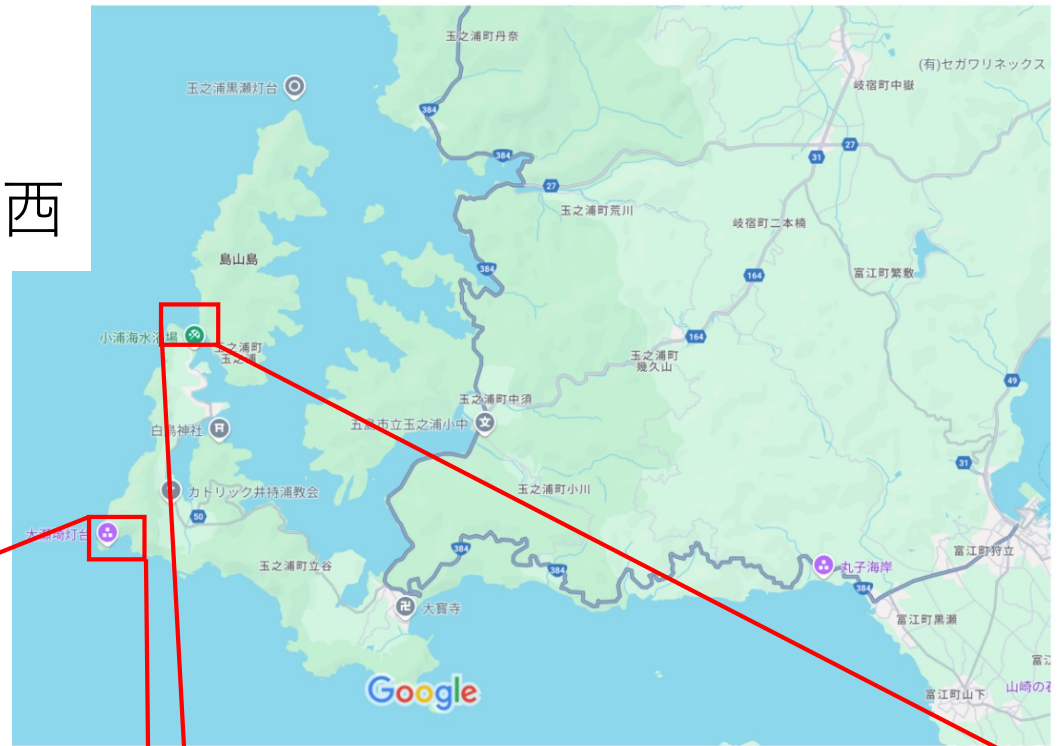
→ 中部層上部

赤灯台西側

→ 上部層下部

大瀬崎灯台付近

→ 上部層下部



地図データ ©2024 Google 1 km



画像 ©2024 Airbus、Maxar Technologies、地図データ ©2024 100 m



画像 ©2024 Airbus、Maxar Technologies、地図データ ©2024 100 m

中部層、上部層の堆積環境

17.6–16.8 Ma

Fluvial-
deltaic

delta
mouth

Ocean

Daijima type
(warm condition)

上部層



~17.6~ Ma

Fluvial-
lacustrine

accretionally
lapilli

volcanic
eruption

lake

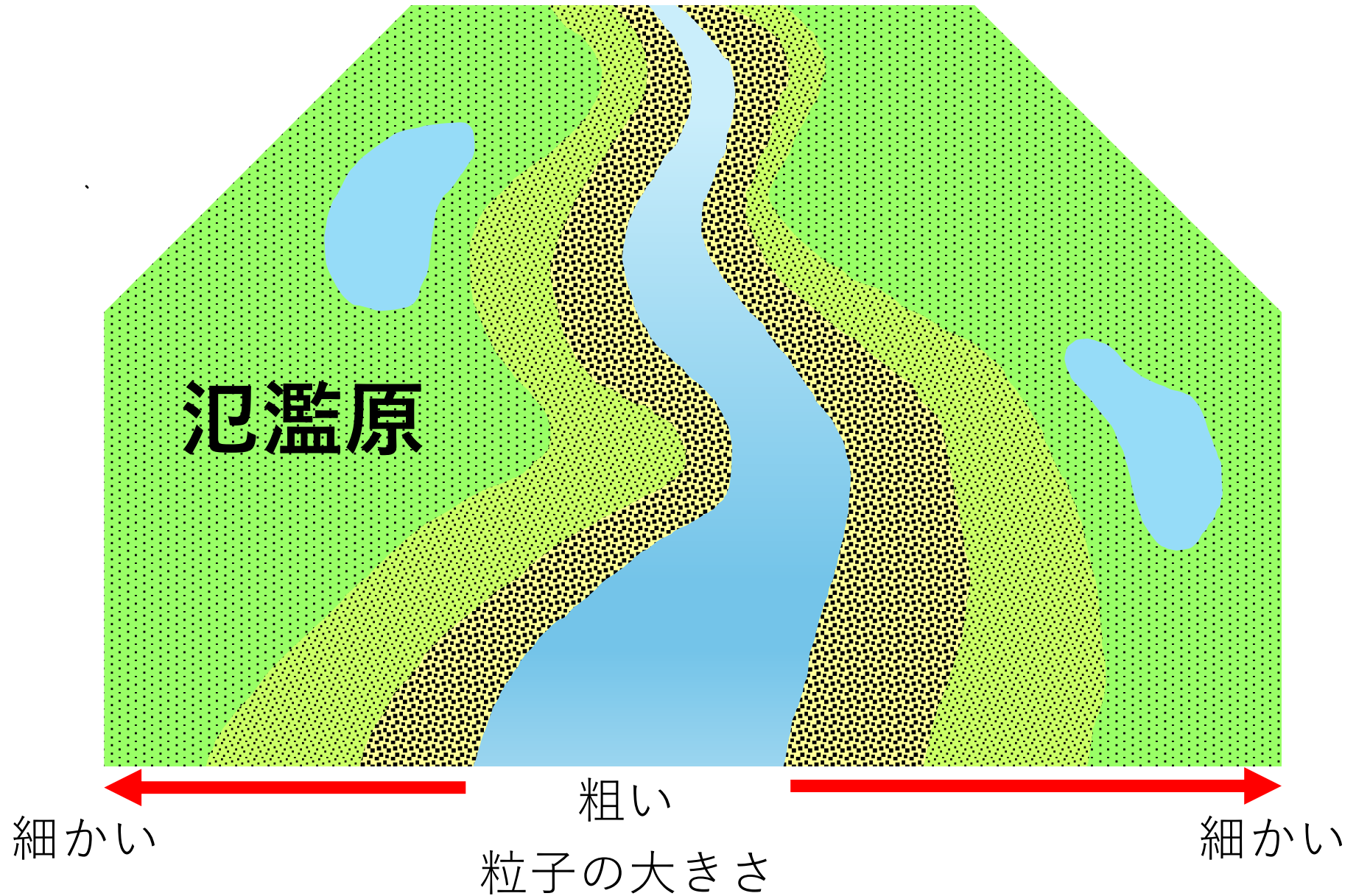
meandering river

sedimentary
basin

high
altitude ?
(cooler condition)
Salix sp.

中部層

砂岩、泥岩の堆積環境



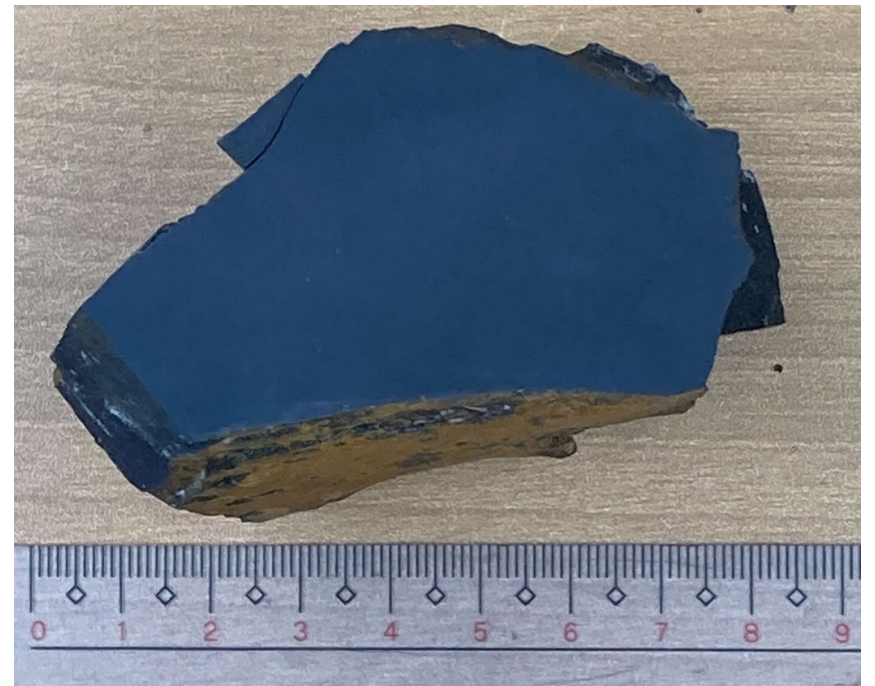
赤灯台西側

2	2	極粗粒砂	砂	砂岩		
1	1	粗粒砂				
0.5	1/2	中粒砂				
0.25	1/4	細粒砂				
0.125	1/8	極細粒砂				
0.063	1/16	粗粒シルト	シルト	泥	シルト岩	泥岩↓頁岩 ※2
0.031	1/32	中粒シルト				
0.016	1/64	細粒シルト				
0.008	1/128	極細粒シルト				
0.004	1/256	粘土	粘土		粘土岩	

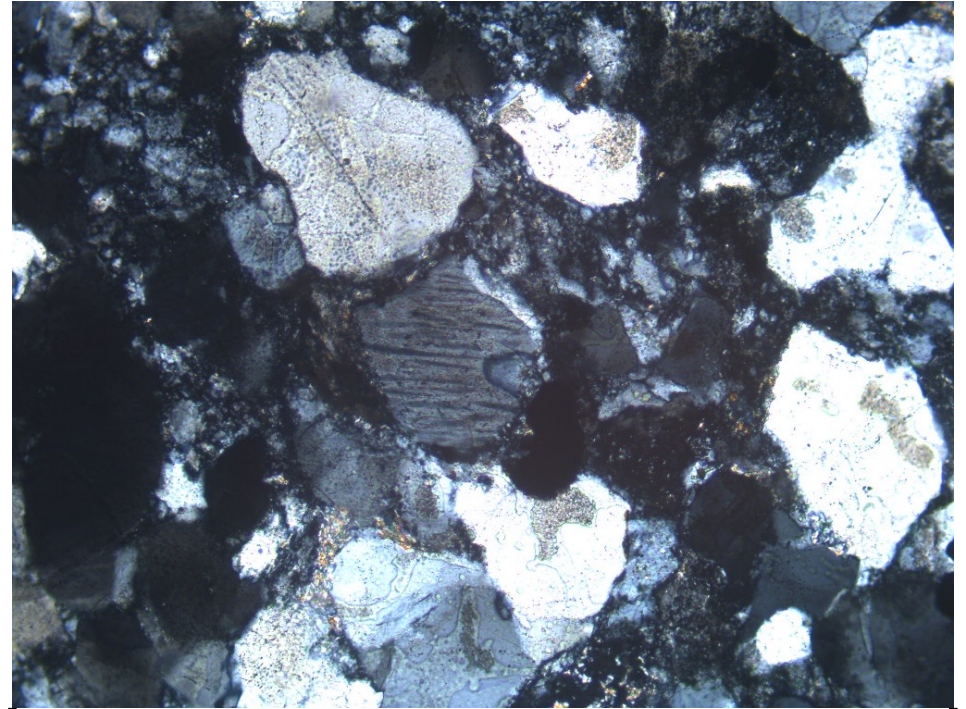
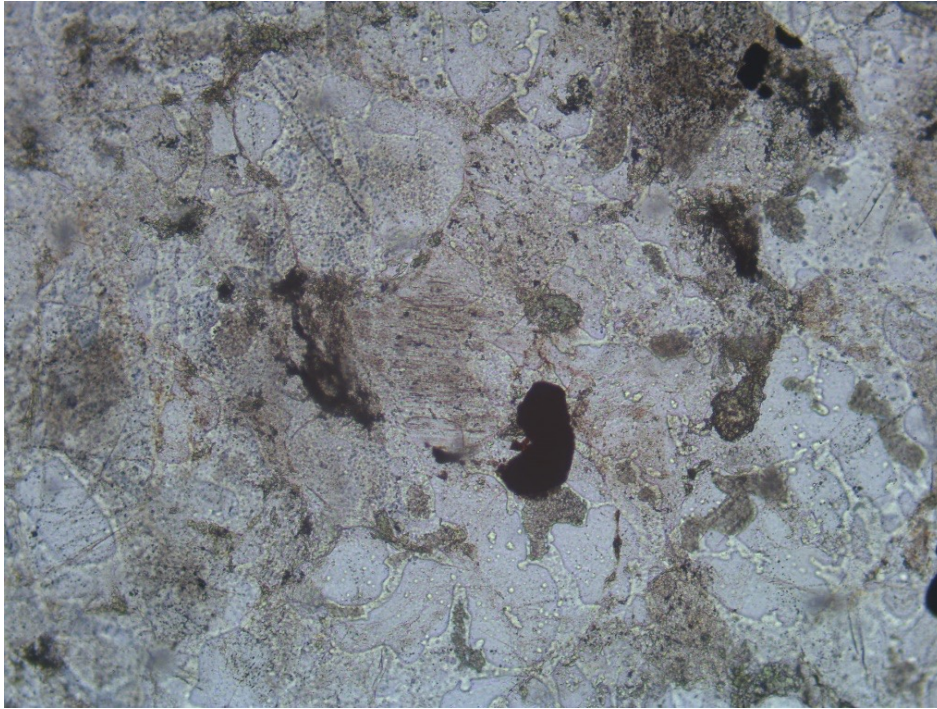
砂岩



泥岩



赤灯台西側、砂岩



1mm

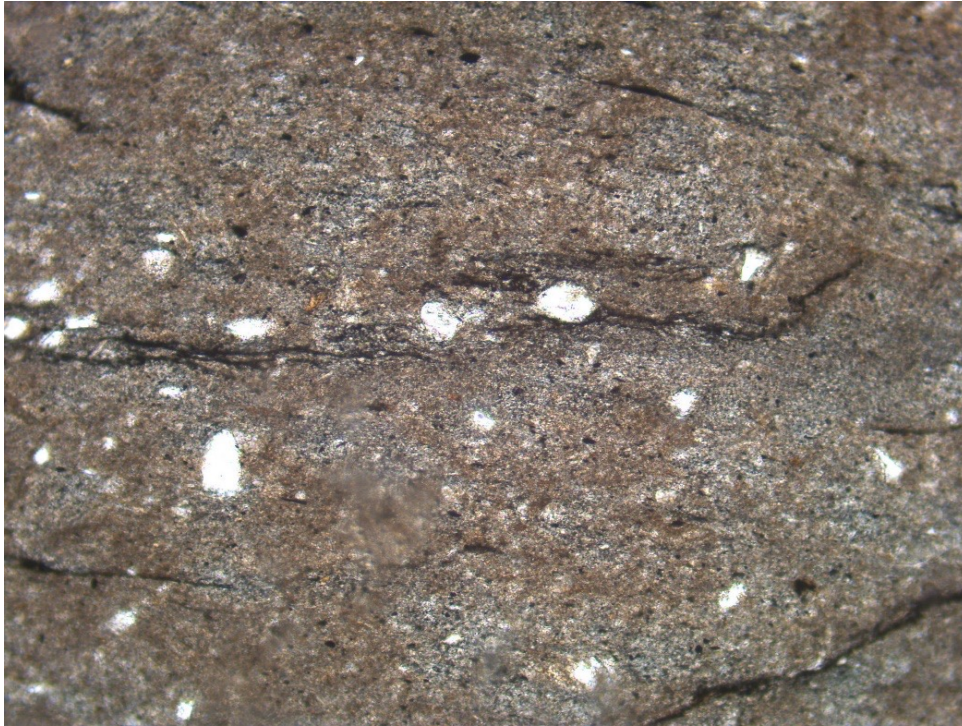
0.2mm程度 → 細粒から中粒の砂岩

石英、長石、流紋岩の岩片

淘汰度 → やや良い

基質の泥が少ない → 流水の影響を受けている

赤灯台西側、泥岩



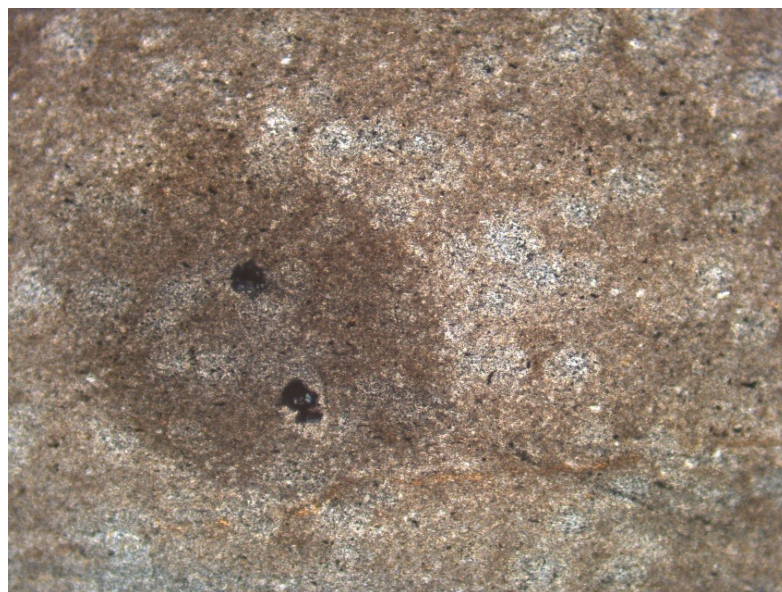
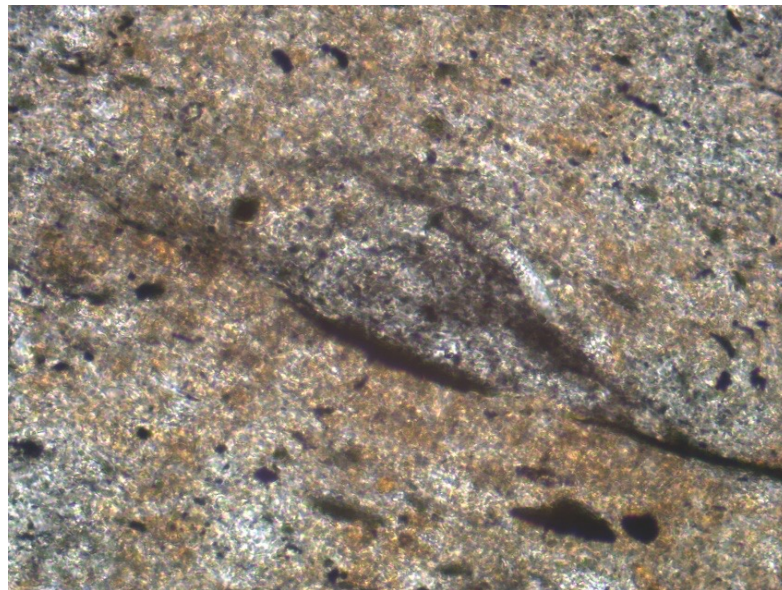
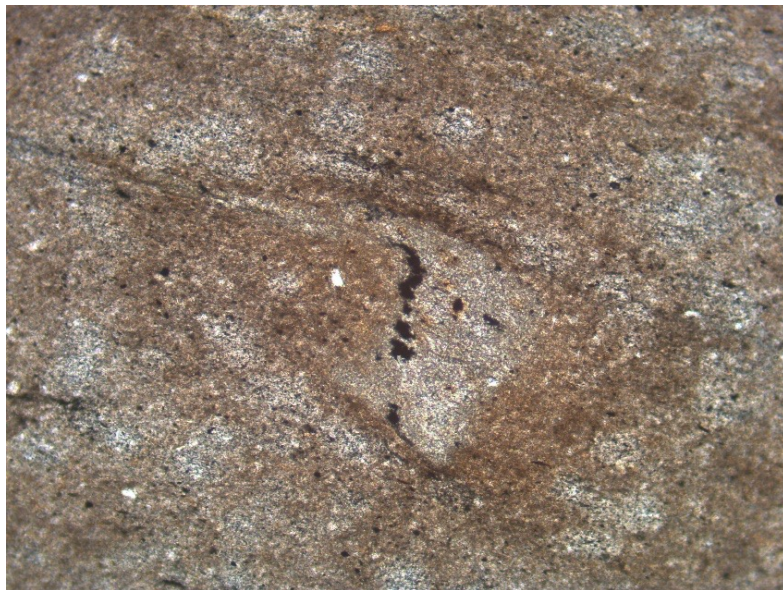
1mm

基本的には粘土岩

少しシルトサイズの泥とわずかに砂を含む

黒雲母や堇青石 → 接触熱変性

赤灯台西側、泥岩、化石？



1mm

向小浦公園北西

縞模様が見える砂岩

平行葉理がみられる

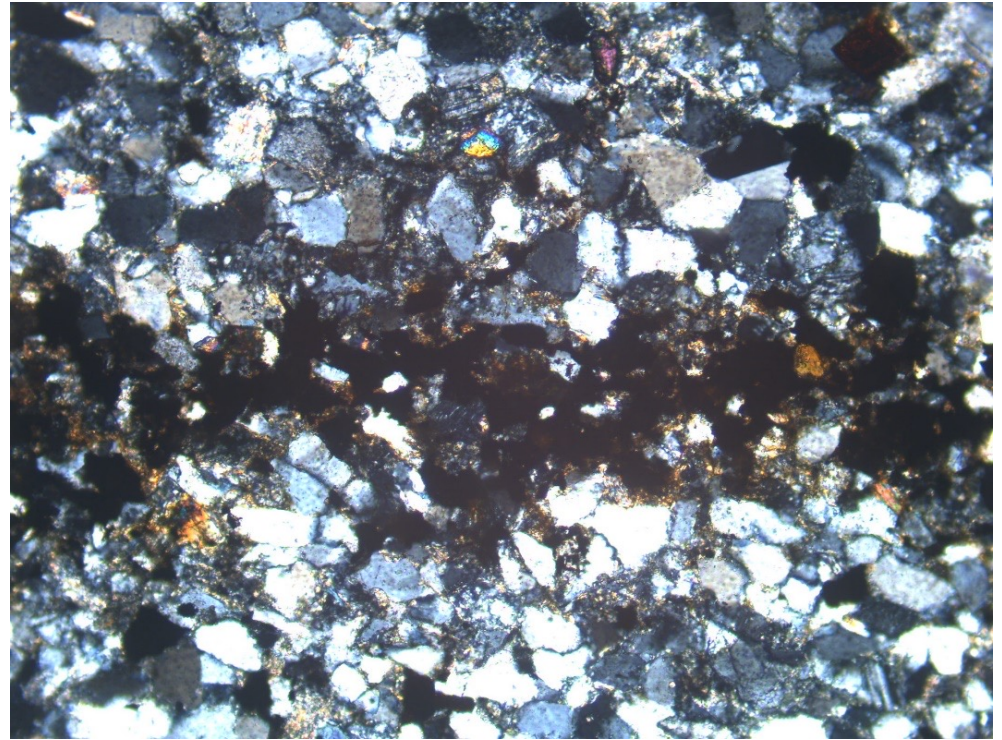
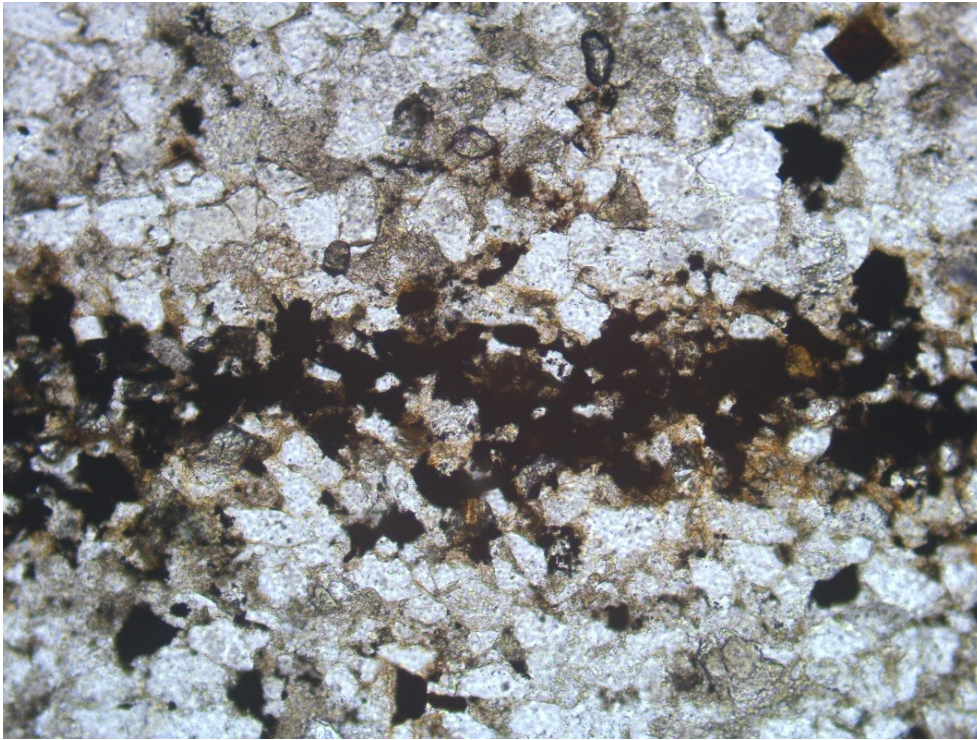
→ 流れが速いときにできた

平行葉理

薄い層による縞模様



向小浦公園北西



黒く見える炭質な層

→ 植物の痕跡では

→ 河川性のものの可能性

川の流路で堆積

大瀬灯台

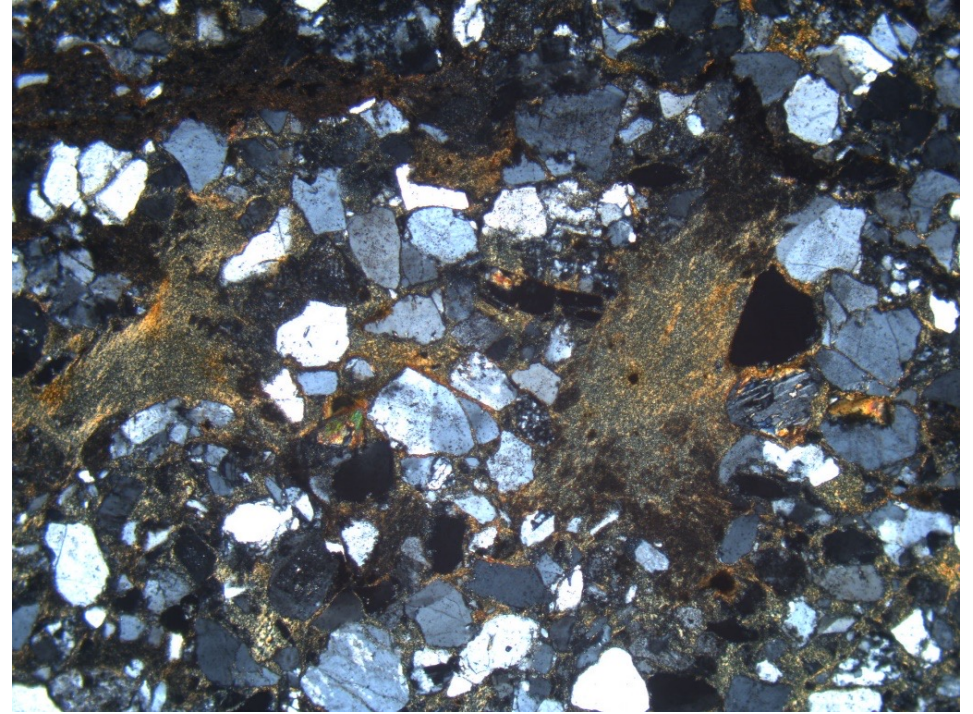
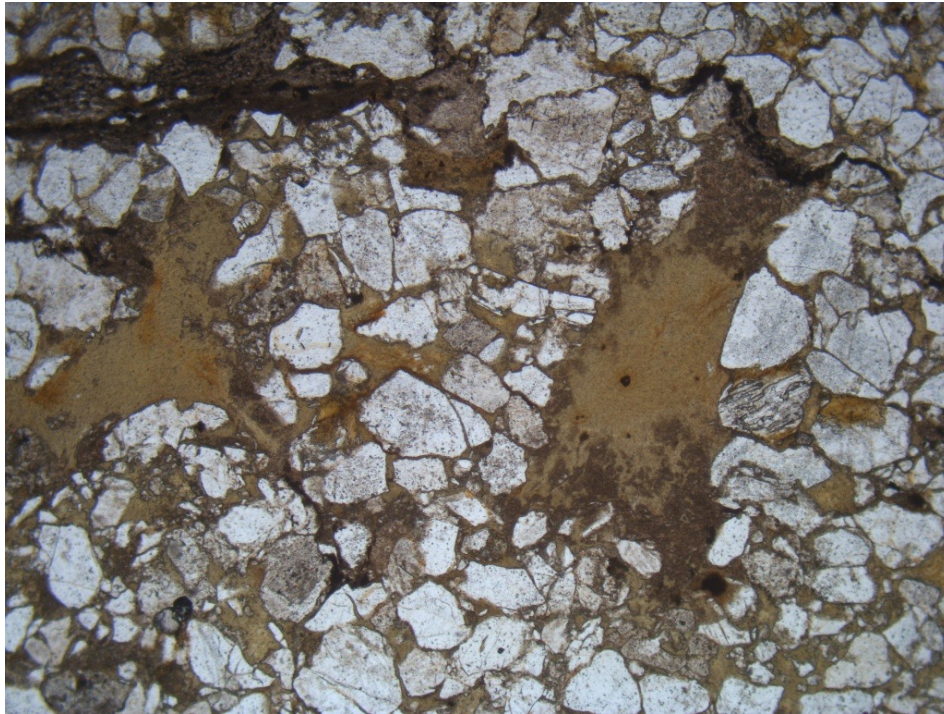
平行葉理の発達した砂岩

淘汰度 → 良い

上部に泥が多い



大瀬灯台



泥岩や流紋岩の岩片
石英の割合が多い
上部に火山性のれき

まとめ

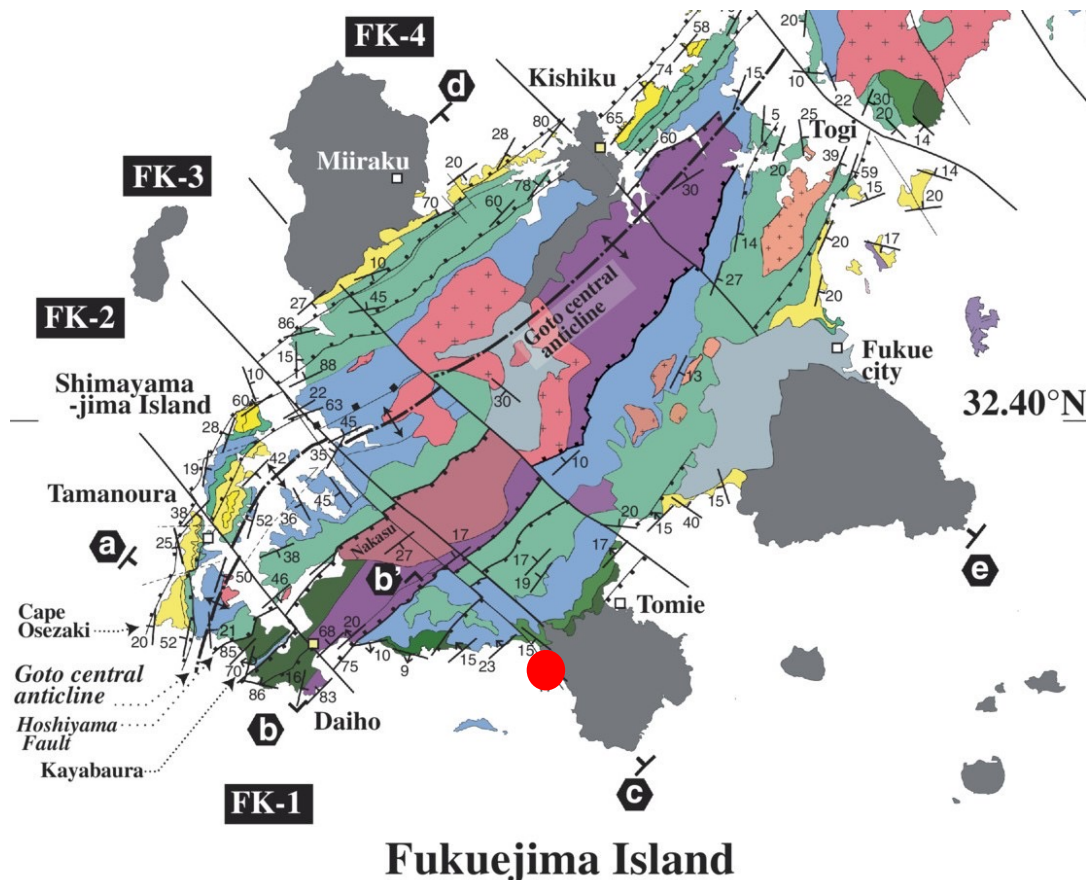
- 砂岩は淘汰度がよい、平行葉理がみられる
→ 流水の影響を強く受けている
- 流れが速い、植物の痕跡
→ 河川性の岩石である
- 接触熱変性、火山性のれき
→ 火山の影響を受けている

第四紀玄武岩類の岩石学的研究

久保寛人

天保海岸

- 第四紀
 - 260万年前～現在
- 五島層群より上部
- 玄武岩
- 顕微鏡観察と化学分析を用いて第四紀玄武岩類の成因について考察





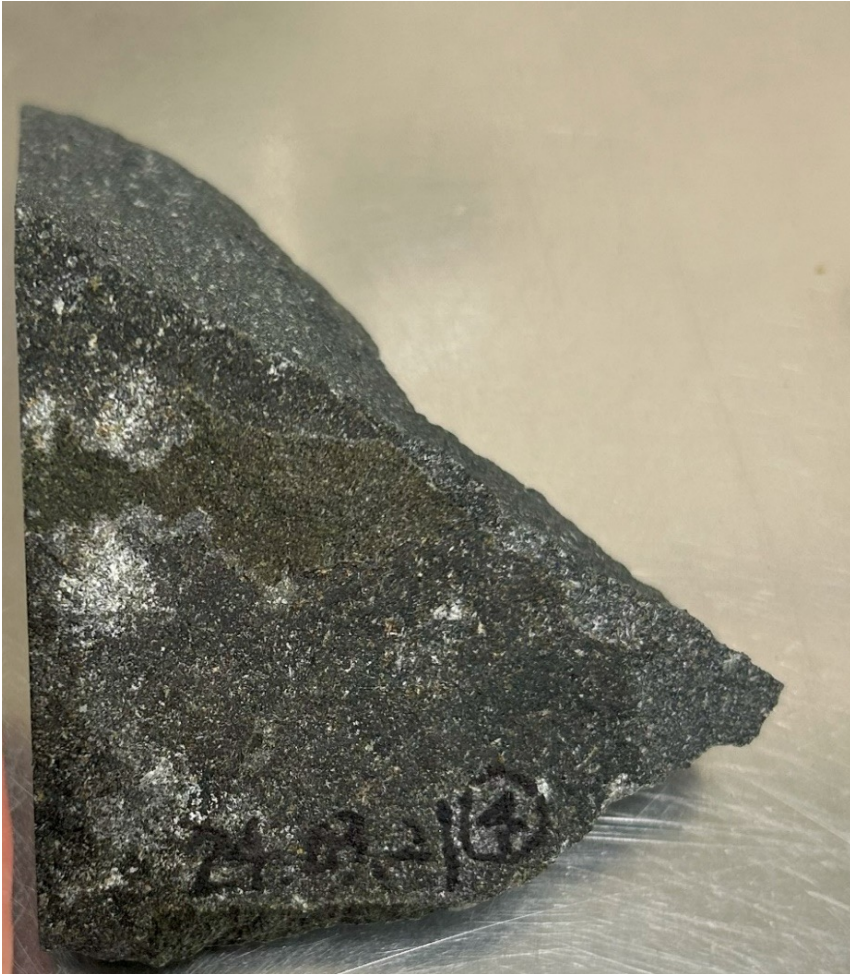
Google Earthより

対象の岩石



人

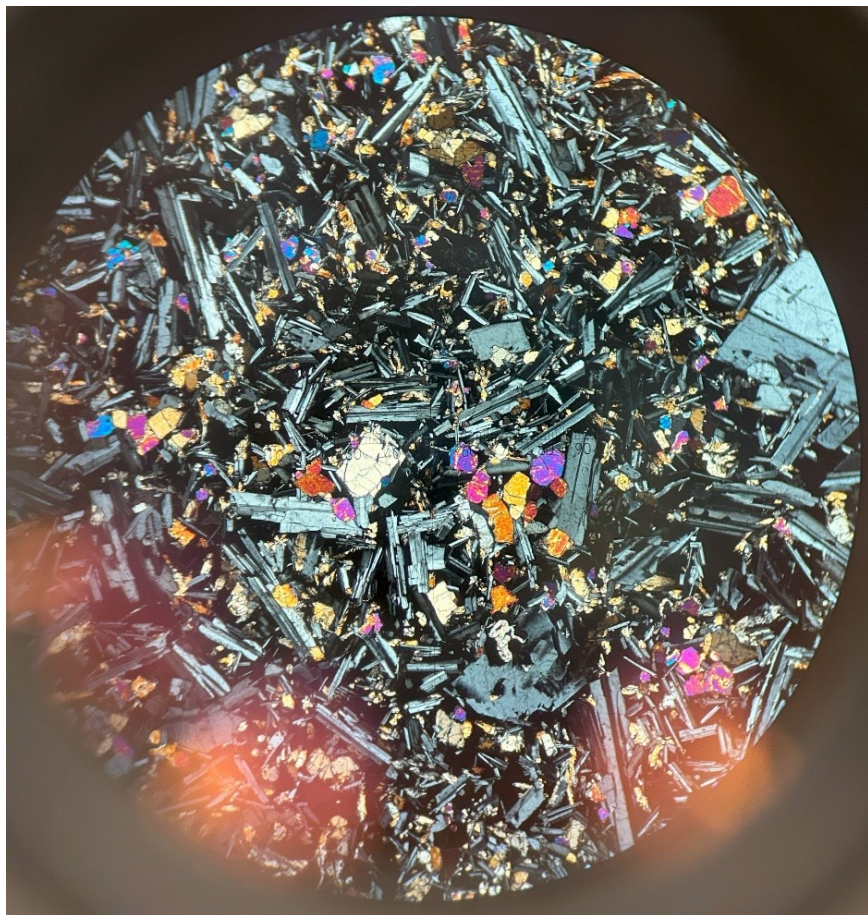
試料番号：
24.03.21④



試料番号：
24.03.21④発泡



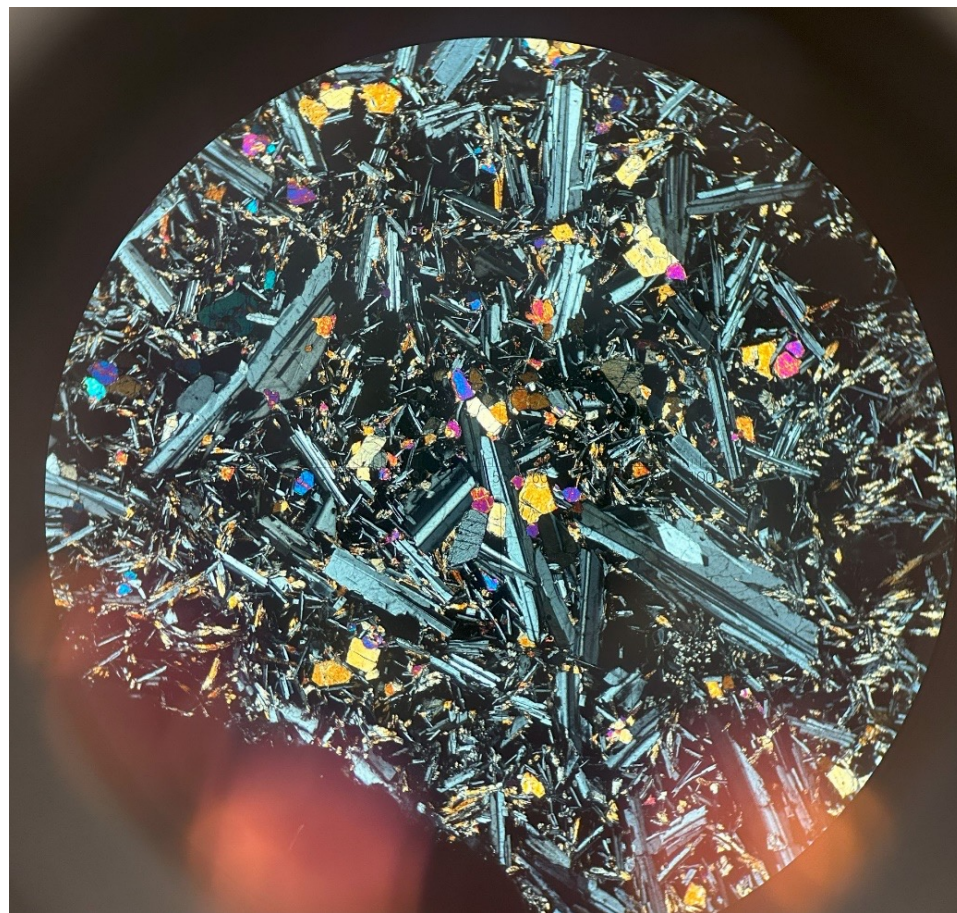
④の顕微鏡写真



2.5mm



④発泡の顕微鏡写真



2.5mm



周期表

希土類元素

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

ランタノイド

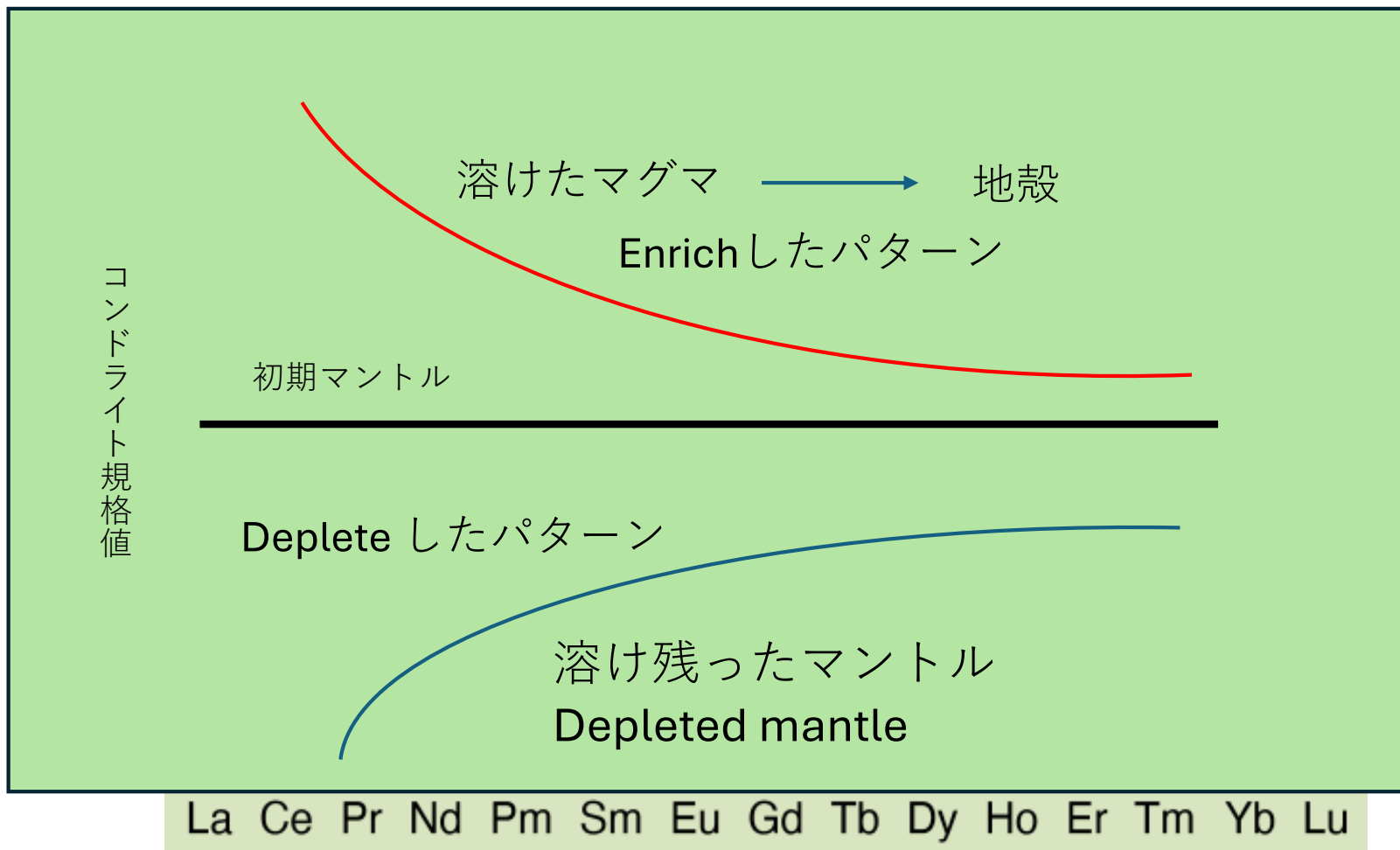
軽希土類(LREE)



重希土類(HREE)

コンドライト：始原的隕石

$$\text{コンドライト規格値} = \frac{\text{サンプルの希土類元素濃度}}{\text{コンドライトの濃度}}$$



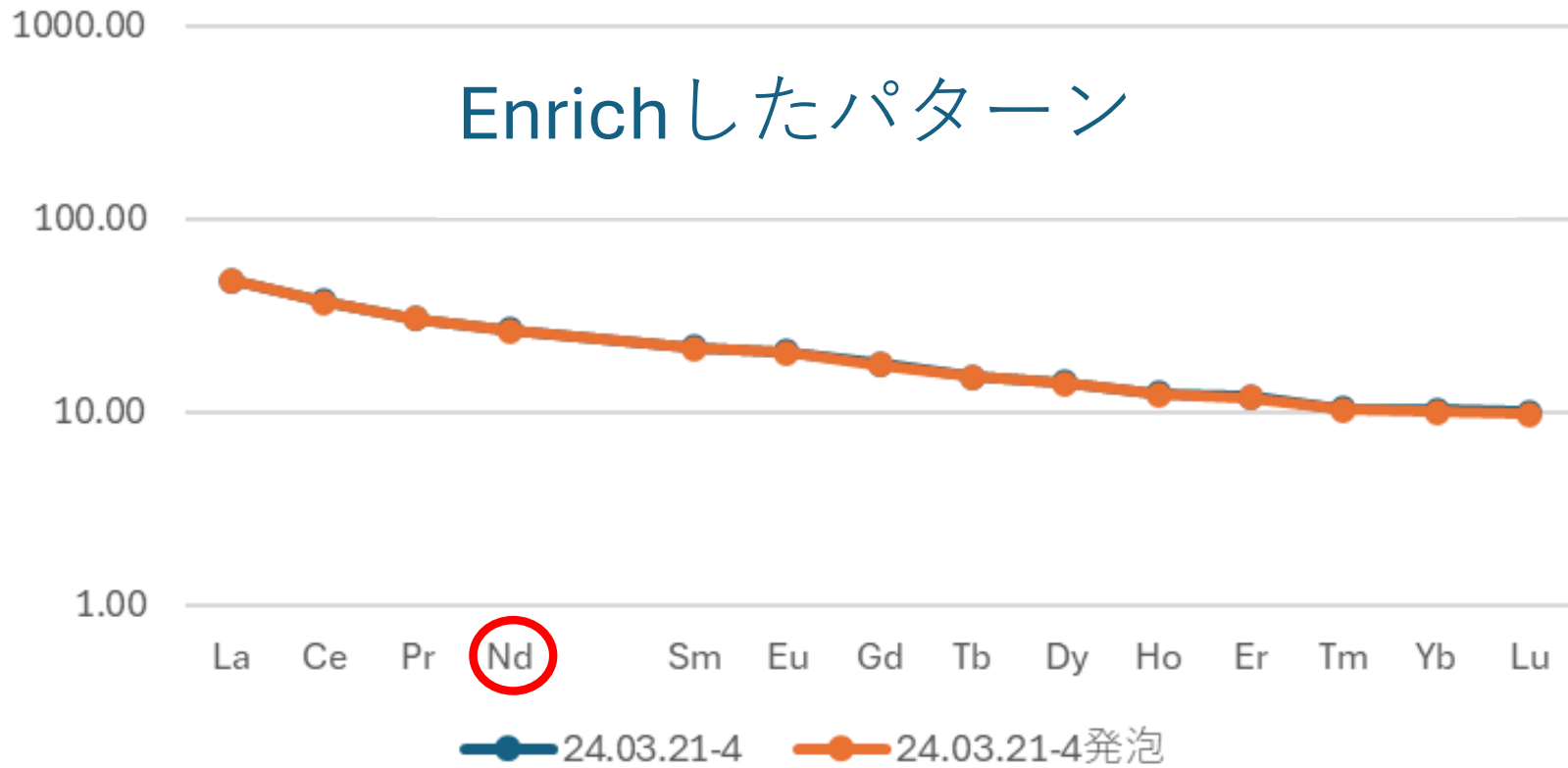
軽希土類(LREE)



重希土類(HREE)

コンドライト規格値

Enrichしたパターン



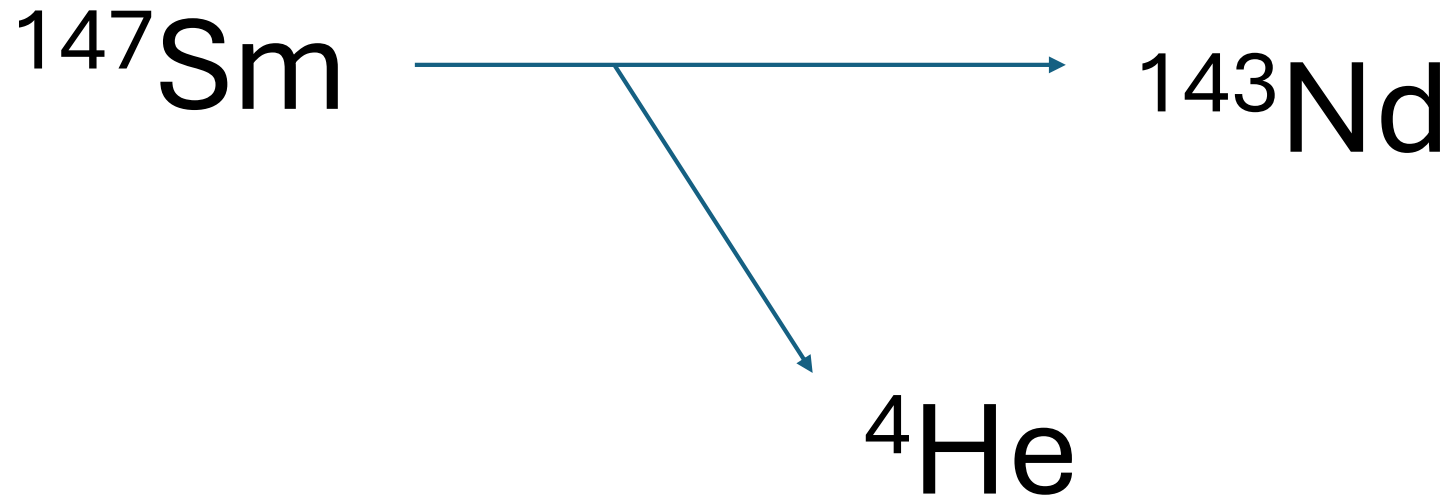
軽希土類(LREE)



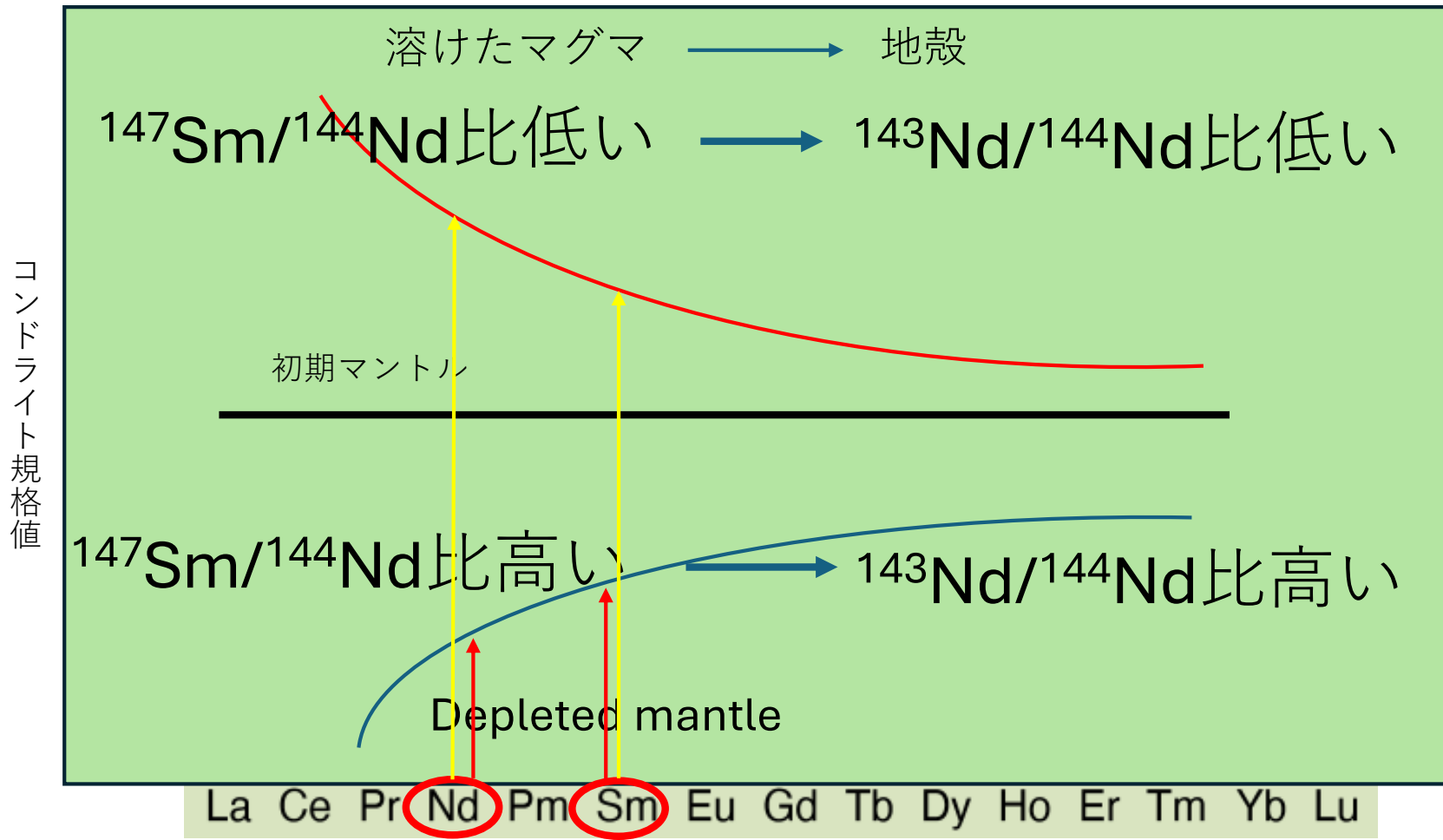
重希土類(HREE)

ほとんど違いがない

放射壊変



^{144}Nd : 放射起源でない
変化しない



ϵNd

ネオジムの同位体比 ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)を平均的コンドライトの値からの相対的なずれで表したもの

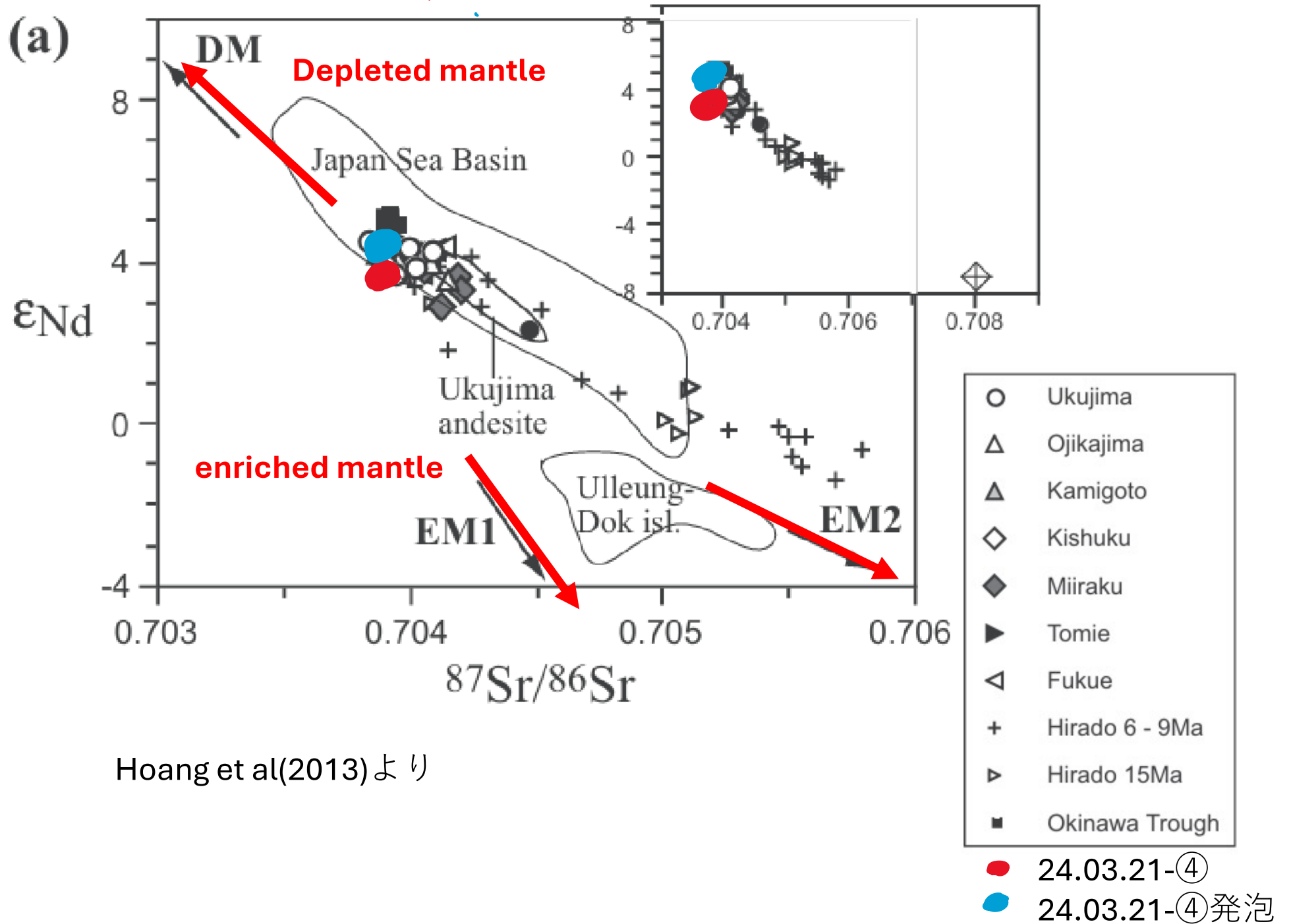
定義

平均的コンドライト(初期マントル) : $\epsilon\text{Nd}=0$

* enriched mantle : 地殻が沈み込んでマントルと混ぜてできたマントル

* Depleted mantle起源のマグマ : $\epsilon\text{Nd}\approx +10$

*大陸地殻やEnriched mantle : 多くの場合 $\epsilon\text{Nd}<0$



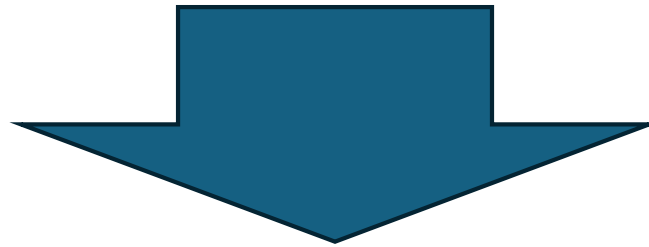
Hoang et al(2013)より

コンドライト規格値

→軽希土類に富むenrichしたパターン

ϵNd

→depleted mantleとenriched mantleの中間的な組成




Depleted mantleとenriched mantle
が混ざってできた

まとめ

- ・ 2つの試料の違いについて、化学組成に違いがない。
- ・ Depleted mantle と enriched mantle が混ざってできた

ご清聴ありがとうございました





参考文献

- Kiyokawa et al.(2022) Stratigraphic reconstruction of the lower–middle Miocene Goto Group, Nagasaki Prefecture, Japan. *Island Arc*, 2022;31:e12456.
- 慶応義塾高等学校3年 湘南海岸の砂の構成粒子
- 伊豆半島ジオパーク, 柱状節理, <https://izugeopark.org/maps/category-c06/>
- Lamur et al. (2018) Disclosing the temperature of columnar jointing in lavas. *Nature Communications* 9, Article number: 1432
- 伊藤 ほか (2004) 柱状節理の形成過程を考慮した岩場形状モデリング. *芸術科学会論文誌* 3, pp.86-95.
- Budkewitsch and Robin (1994) Modelling the evolution of columnar joints. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 59, pp.219-239.
- ちがくブログ, 玄武洞で柱状節理と玄武岩を観察しよう～兵庫県豊岡市. <https://chigakublog.com/genbudo-introduction/>
- 砂のテキストブック
<https://www.jamstec.go.jp/chikyuj/outreach/education/sand/textbook.html>



- 加藤恒希 (2023) 岡山に飛来した黄砂の起源地域および輸送過程における黄砂中の物質変化の推定, 岡山大学卒業論文.
- Hoang et al. (2013) Pleistocene intraplate magmatism in the Goto Islands, SW Japan: Implications for mantle source evolution and regional geodynamics. *Journal of Geodynamics*, 68, 1-17.
- Ito (1993) 新生代海水Sr同位体組成データの評価とSr同位体層序学, *地質学雑誌*, 10.5575/geosoc.99.739
- Miyoshi (2024) 火山岩のストロンチウム同位体分析, *火山*, 10.18940/kazan.69.2_71
- McArthur and Howarth (2004) Strontium Isotope Stratigraphy, *A Geological Timescale 2004*, 10.1016/B978-0-444-59425-9.00007-X