

GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース

2022

3

Vol.11 No.3



3月号

-
- 口絵 63 **福徳岡ノ場火山 2021 年噴火にともなう漂流軽石のエックス線 CT 像**
森田澄人・清家弘治・横井久美・朝川暢子・
及川輝樹・谷田部信郎・平林恵理
-
- 65 **福徳岡ノ場火山 2021 年噴火と軽石の漂流**
及川輝樹・石塚 治・鈴木克明・草野有紀・岩橋くるみ・
池上郁彦・Christopher Conway・山崎誠子・東宮昭彦
-
- 73 **資源産業と地質との関わりを直接学べる南関東ガス田での見学会の魅力とは**
—石油技術協会の見学会での実施経験を振り返って(温故知新の旅)—
第1部 南関東ガス田とは:その概要 徳橋秀一

福徳岡ノ場火山 2021 年噴火にともなう 漂流軽石のエックス線 CT 像

森田 澄人¹⁾・清家 弘治²⁾³⁾・横井 久美²⁾・朝川 暢子¹⁾・
及川 輝樹⁴⁾・谷田部 信郎¹⁾・平林 恵理¹⁾

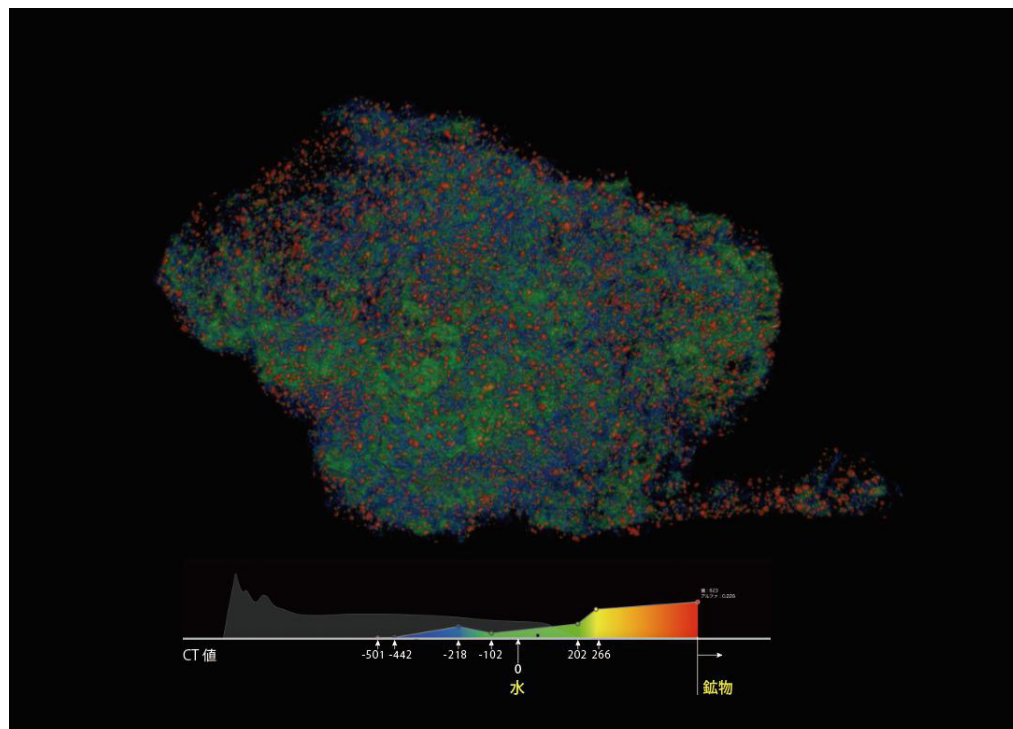
ふくとくおかのぼ
福徳岡ノ場火山の 2021 年噴火にともなう軽石は、海上を漂流して日本の各地や、台湾、フィリピンなどの海岸で観測された(及川ほか, 2022)。各地で採取された漂流軽石の中でも、噴火地点から最も近い海上で採取された大型の軽石試料(※ 1)をエックス線 CT スキャンで観察した。当該試料は、2021 年 8 月 22 日、気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」が福徳岡ノ場の西北西約 300 km の海上で採取し(及川ほか, 2022)、産総研地質調査総合センターに寄贈されたものである。同試料は 2021 年 12 月以降、地質標本館内に展示している。



口絵 1 エックス線 CT スキャンで観察した軽石 (R110853)。長径 40 cm の巨礫に相当する。

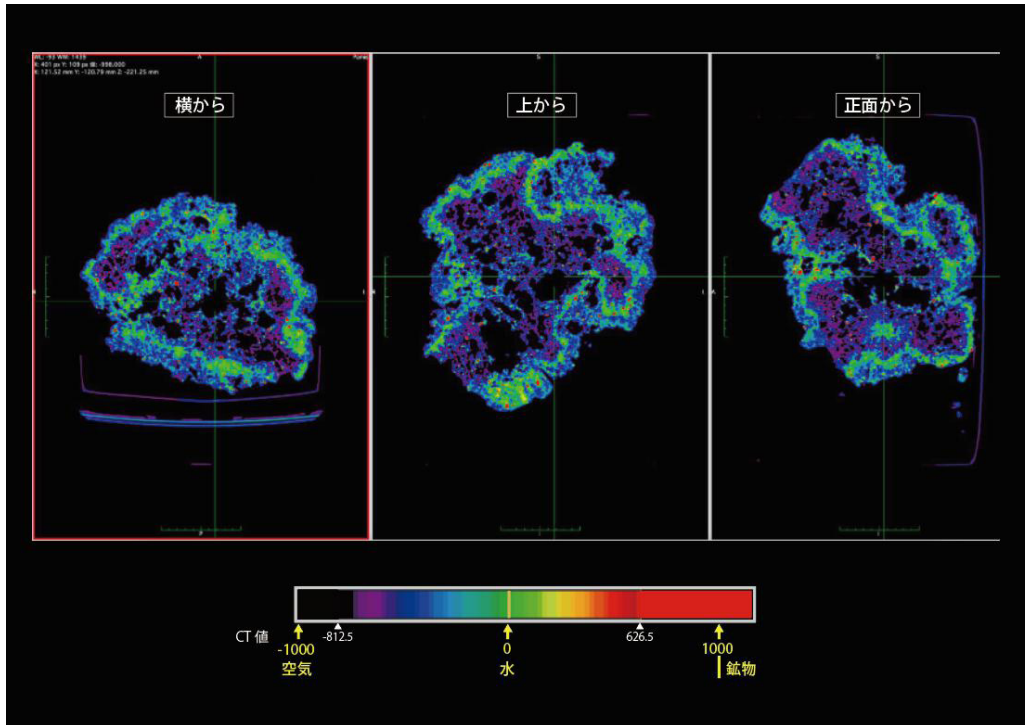
口絵 2 エックス線 CT スキャンによる撮影の様子。非常に脆く壊れやすいため、ビニル袋に詰めた上で段ボール箱に梱包し、撮影を試みた。

口絵 3 CT データによる軽石の透過像。色は密度の変化を示す。赤い点は密度が高い部分を示し、肉眼ではチョコチップのような黒い粒として観察される。これらは鉱物の結晶(斑晶)とガラスの集まりでつくられており、軽石の全体に散らばっていることが分かる。館内では 360° 回転する動画として展示している。



1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター
2) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

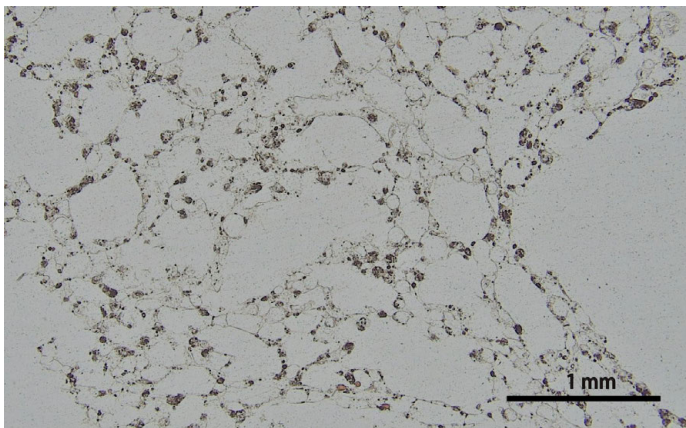
3) 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻 〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 環境棟 5F
4) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門



口絵4 CTデータによる三方向から見た軽石の断面。

色は密度の変化を示す。黒い部分は空気に相当する。軽石は発泡したガラスで構成されるため、多くの気泡(黒)が全体に分布する。密度の高い部分(黄-緑-青)が周縁部を構成して殻のように全体を包み、より大きな気泡が中央に集まっている、まるでシュークリーム皮のような構造を示す(おまけにチョコチップ入り)。館内では各方向の断面を移動しながら観察する動画として展示している。

水の密度(CT値=0)が緑に相当するため、軽石の大部分が、水よりも低い密度(CT値がマイナスの青-紫)を示している。軽石は大小さまざまな気泡を含んでいるため、CTの解像度(1mm以下 ※2)よりも小さい微細な気泡を含んだ部分は、気泡(空気)を合わせた低い密度として記録される。



口絵5 岩石薄片にした軽石の顕微鏡下写真。1mmに満たない気泡が多くボリュームを占めている。これらが水よりも小さな密度を示す原因と考えられる。

※1 軽石試料の情報

大きさ: 40 cm x 31 cm x 26 cm

重さ: 5.6 kg

採取地点: 北緯25度30.3分, 東経138度53.3分(海上)

GSJ登録番号: R110853

※2 エックス線CTスキャンの情報

装置: 日立製作所 Supria Grande

解像度: 縦0.824 mm x 横0.824 mm x 進行方向0.625 mm

CT値: 空気=-1,000 水=0

文 献

及川輝樹・石塚 治・鈴木克明・草野有紀・岩橋くるみ・

池上郁彦・Christopher Conway・山崎誠子・東宮昭

彦(2022) 福徳岡ノ場火山 2021年噴火の軽石の漂流。

GSJ地質ニュース, 11, 65-72.

MORITA Sumito, SEIKE Koji, YOKOI Kumi, ASAKAWA Nobuko, OIKAWA Teruki, YATABE Nobuo and HIRABAYASHI Eri (2022) X-ray CT images of a pumice boulder from the 2021 eruption of Fukutoku-Oka-no-Ba submarine volcano.

(受付: 2022年2月14日)

福德岡ノ場火山 2021 年噴火と軽石の漂流

及川 輝樹¹⁾・石塚 治¹⁾・鈴木 克明²⁾・草野 有紀¹⁾・岩橋 くるみ¹⁾・
池上 郁彦¹⁾・Christopher Conway¹⁾・山崎 誠子¹⁾・東宮 昭彦¹⁾

1. はじめに

2021 年 8 月 13～15 日、東京都心から南に約 1,300 km、小笠原諸島の硫黄島の南方約 60 km に位置する海底火山である福德岡ノ場火山から(第 1 図)、高い噴煙を立ち上げ多量の軽石を噴出する大規模な噴火が発生しました(写真 1)。この噴火で発生した多量の軽石は、海流に乗り約 2 ヶ月をかけて 1,300 km ほど離れた南西諸島に漂着し始めました。

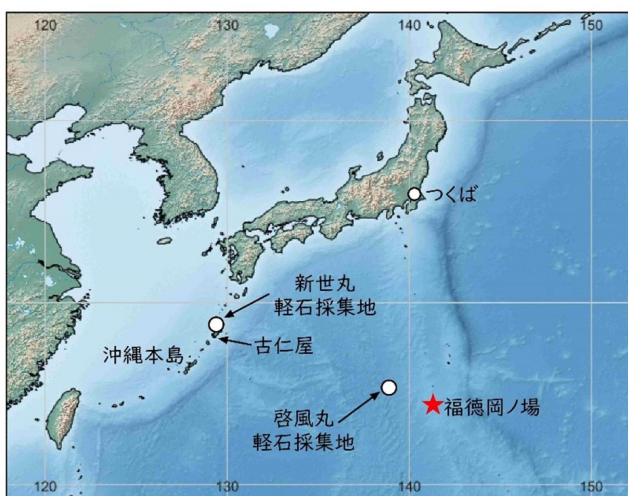
産総研地質調査総合センター(GSJ)では、この福德岡ノ場で発生した噴火現象の研究とあわせて、南西諸島に漂着した軽石についての現地調査も行っています。本稿では、調査結果などをGSJのウェブサイトにもとめた情報を基に紹介します。

2. 2021 年噴火

福德岡ノ場は、1904、1914、1986、1992、2005、2010 年に噴火した記録が残る活発な海底火山です。今回の噴火は、気象衛星ひまわり 8 号の映像から、2021 年 8 月 13 日

5 時 57 分頃から発生したことがわかりました。この噴火のクライマックスは 8 月 13 日 13 時 20 分～19 時 50 分の間で、16～19 km ほどの高さまで噴煙を上昇させ(写真 1)、その噴煙は 320 km 離れた小笠原諸島父島からも視認できました。その後、連続的な噴火を挟みながら徐々に間欠的な噴火に移行し、15 日 15 時 55 分の噴火を最後に気象衛星ひまわりからは噴火を確認することができなくなりました。この一連の噴火は、火山爆発指数(VEI)が 4 の噴火であり、噴煙高度と噴出率の関係の経験式(Mastin *et al.*, 2009)を使用して単純に総噴出量を求めると約 1～5 億 m³(溶岩換算)と推定されました(及川ほか, 2021)。これらの値から、明治以降に発生した日本列島における噴火の中では最大クラスの噴火と考えられます。

この噴火により、火口近傍に厚く堆積した噴出物により



第 1 図 福德岡ノ場と漂着軽石の調査位置。



写真 1 福德岡ノ場 2021 年噴火の噴煙。
8 月 13 日 18 時頃、硫黄島より撮影。海上自衛隊第 21 航空群提供。

1) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
2) 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：福德岡ノ場、軽石いかだ、粗面岩、噴火、海底火山、災害



写真2 奄美大島北西海上の軽石いかだ。
軽石が濃集している部分の幅は広くて7～8m程度である。



写真3 船を軽石いかだに寄せた状態。
数cm程度の比較的大きい軽石と数mmサイズの細かい軽石からなる。

新島が形成されたほか、多量の軽石が火山の周辺の海面を埋め尽くしました。海面を埋め尽くした軽石の集まり(軽石いかだ)は、海流によって引き延ばされながら西に移動し、10月4日には沖縄県の北大東島・南大東島、10月10日には奄美群島喜界島、10月11日には奄美大島、10月13～14日には沖縄本島や久米島、鹿児島県与論島と、大東諸島や南西諸島に次々と漂着しました。このような多量の軽石の漂流は、日本列島においては久々ですが、地球全体では10～数年に1回程度の頻度で発生しています(Bryan *et al.*, 2012)。

3. 南西諸島に漂着した軽石

沖縄本島に軽石が漂着し始めた2021年10月18～19



写真4 2021年10月18日午後の沖縄県今帰仁村ウツパマビーチに漂着した軽石いかだ。
約1,300km離れた福徳岡ノ場からおよそ2ヶ月かけて漂着した。

日と、多量に漂着し始めた後の10月28～30日に、沖縄本島の本部半島や北部国頭村などの山原地域における漂着軽石の状況の現地調査を行いました。また2021年10月14日には、作業船「新世丸」によるトカラ列島地域での調査航海に乗船中であった石塚が奄美大島北西海上で軽石いかだに遭遇しました(写真2)。遭遇した軽石いかだは東北東～西南西方向に連なり、軽石が濃集している部分である「いかだ」の幅は広くて7～8m程度でした(写真3)。

2021年10月18～19日に行った沖縄本島での調査では、本部半島の北部や国頭村の東部の海岸には漂着した軽石が厚く堆積していましたが、その沖合にも複数の比較的小さな軽石いかだに着岸しつつあるのが観察できました(写真4)。また、海面下の水中を漂う軽石も少なからず認められました。浜辺に打ち寄せられた軽石を引き潮の時に観察すると、前浜のバーム上に高潮位時に打ち上げられたものが厚く堆積し、それより海側は薄く、波打ち際で再び厚くなるといった分布をしています(写真5)。漂着した軽石の多くは、長径3mm～3cm程度のものがほとんどですが、10cmを超えるようなものも含まれています。なお、沖縄本島に漂着した最大の軽石は、大宜味村喜如嘉海岸で採取された約43×36×32cmの大きさのもので、これは沖縄県立美術館・博物館に収蔵されています。

10月28～30日にかけても沖縄本島で再び漂着軽石の調査を行いました。行き帰りの飛行機からも沖縄本島周辺に多数の軽石いかだを観察できました(写真6)。調査の結果、隣接した地域でも、海岸の地形や風・海流などが組み合わせ、多くの軽石が漂着している海岸とそうでない場所に分かれることを確認しました(写真7)。さらに、自然の海岸などについての軽石は、潮の満ち引きや風・海流な



写真5 高潮位時に打ちあげられた軽石が厚く堆積している。沖縄県国頭村伊部海岸 (10月19日)。



写真6 航空機から望む沖縄本島南部の軽石いかだ (10月28日)。ベージュ色の筋が軽石いかだ。沖縄本島の周辺海上には多数の軽石いかだの漂流が認められた。

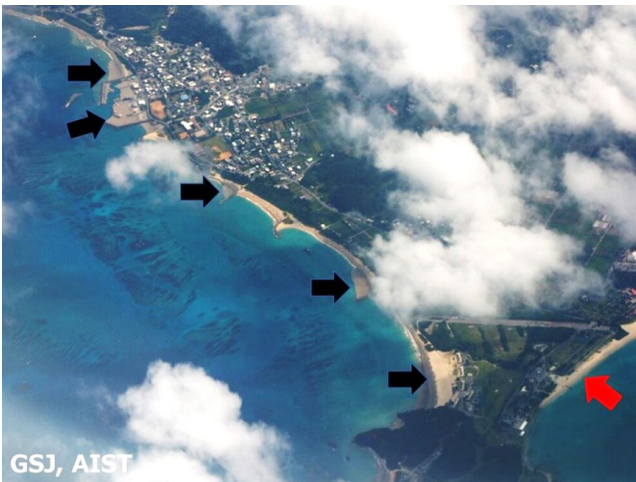


写真7 航空機から見た国頭村辺土名漁港 (左上) から奥間ビーチ (右下) の海岸 (10月28日)。隣接した地域でも、海岸に漂着している軽石の量は大きく異なる。黒矢印で示した海岸には多量の軽石が漂着しており灰色になっているが、赤矢印の海岸にはそれほど多く漂着していない。海岸の地形や風・海流などが組み合わさって、多くの軽石が漂着している海岸とそうでない場所に分かれる。

の時点で漁船の運行の停止やフェリーの運休、養殖業への影響(養殖魚の死亡や管理のための出航ができない)などが発生しています。沖縄県によりますと2022年1月の時点で、フェリー運行に支障が出た港湾は、仲田港(伊是名村)、内花港(伊是名村)、運天港上運天地区(今帰仁村)、水納港(本部町)、徳仁港(南城市)、渡嘉敷港(渡嘉敷村)、本部港本部地区(本部町)、本部港渡久地地区(本部町)などとなります。また2022年1月6日時点では、軽石を原因とするエンジントラブルが発生した漁船が175艘となり、出漁の自粛は696艘で全体の漁船の23%となるそうです。このように、この原稿を書いている1月初旬の時点でもその被害は続いています。また報道によると沖縄県内の自治体が1月4日までに漁港や港湾で回収した軽石の総量が21,652 m³、鹿児島県側の南西諸島の港湾などに漂着した軽石は1月5日時点で17,392 m³となります。量が多いため、捨て場の確保の問題なども発生しています。

4. 海面下を漂流する軽石

どの変化で、漂着する量が毎日大きく変化する(写真8)一方、港湾内に一旦滞留した軽石は、なかなか出ていかず比較的变化が少ないことがわかりました(写真9)。なお港湾に滞留している軽石の厚さは、約10~20cmほどでした。この値は港湾内などに浮遊する軽石の体積を計算する際に目安になります。

海面上に多量に軽石が漂ってなくても、海面下にそれなりの軽石が漂流していることもわかりました。2021年11月7~11日の間、鈴木が東海大学海洋調査研修船「望星丸」によるトカラ列島地域の海域地質に関する調査航海乗船中、奄美大島の瀬戸内町古仁屋港沖にて海面下を漂流している軽石を回収しました。この際海面上に明瞭な軽石いかだは視認されていません。そのため、軽石は海面上を浮遊していたのではなく、海面下を漂流していたことを示します。

多量の軽石が沿岸に漂着すると、冷却水の取り入れ口が目詰まりや機械のオーバーヒートの発生、船体・機械部の摩耗、港の閉塞、浅層の海水を冷却に利用している工業への影響などが発生します。実際すでに南西諸島では、10月



写真8 10月19日と10月28日の大宜味村大兼久の海岸。
10月19日より28日のほうが、漂着した軽石の量が増えている。しかし、地元の人への聞き込みによると、自然の海岸などに漂着する軽石の量は、潮の満ち引きや風・海流などで、毎日大きく変化するようだ。



写真9 沖縄県国頭村辺土名漁港(左)と国頭村奥漁港(右)内の海面を覆う軽石。
自然の海岸と異なり、港湾内に一旦滞留した軽石はなかなか出ていかない。
港湾内に浮遊している軽石の厚さを計測したところ、約10～20cmであった。

回収した軽石は、①古仁屋港沖にて停船中に船尾からプランクトンネット(網の目は0.33 mm)を係留し(写真10)、概ね海面下1 m程度までに漂流していたもの(写真11)、②船底に設置されている研究用海水取水口に取り付けられたストレーナにたまっていたもの(写真12)です。

このように海面に軽石が認められなくとも、海面下を漂流している場合がありますので、海水を冷却水として使用している船舶はオーバーヒートの危険があります。特に多量の軽石の漂流が続いている海域では、軽石いかだが海面に認められなくとも船舶を運行する際には注意が必要です。

5. 漂流軽石の形態や組成

福德岡ノ場の2021年8月13日から始まった噴火は、噴火開始直後から多量の軽石いかだを生産したことが衛星などから確認されましたが、絶海の地での噴火であったた



写真10 古仁屋港沖でのプランクトンネットによる試料採取の様子。海面に軽石は見られない。



写真 11 写真 10 に示したプランクトンネットにより回収された軽石.



写真 12 11 月 7 日に望星丸船底の研究用海水取水口ストレーナから回収された軽石.
取水口は海面下約 5 m までの海水を採取している. 中之島周辺から奄美大島へ航行中に取り込まれたものと考えられる.

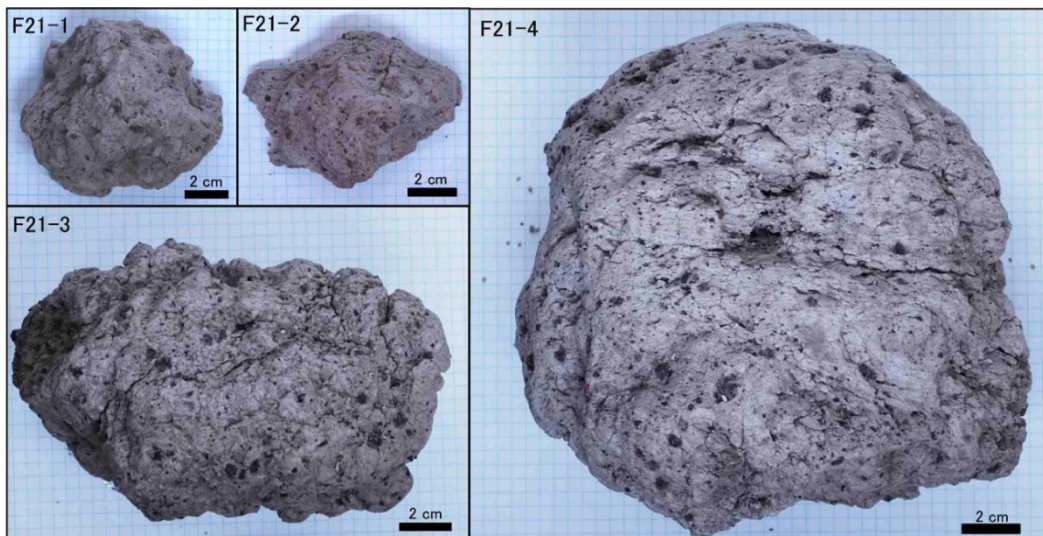


写真 13 気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」により採取された軽石.

め、その軽石をすぐに手に入れることはできませんでした。しかし噴火からわずか 9 日後の 8 月 22 日、気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」が 25°30.3' N, 138°53.3' E 付近で遭遇した軽石いだから採取した軽石を分けていただき、観察・分析することができました。採取した軽石は、明灰色～灰色の軽石で、外形は一部破壊されているものの、ほとんど破壊や摩滅していない部分もあるものでした(写真 13)。良く発泡し、斑晶は少ないものの、斜長石、単斜輝石、かんらん石などの斑晶を含みます。また数 mm 程度の大きさの複数の斑晶(主に斜長石)と黒色のガラスが集合した黒い粒子が普遍的に含まれています。軽石の形状は、円磨度

は垂円程度で、表面は平滑でなく、もこもことした凹凸のある形状をなし、凹んだ部分に沿って網目状にクラックが発達する形状をなし、気泡径は外側が細かく内側が大きいといった特徴を示しています。また軽石の最外縁がガラス質になっているものも、わずかに認められました。このような特徴は、Jutzeler *et al.* (2020) が記載した水底噴火で生産された軽石いだからを構成する水冷した軽石の特徴と一致します。一方 2021 年 10 月 14 日に奄美大島北西方で遭遇した軽石いだから採取された試料は、啓風丸試料に比べて円磨されたものが多かったですが、一部噴出時の表面の形態を維持しているものも認められます(写真 14)。

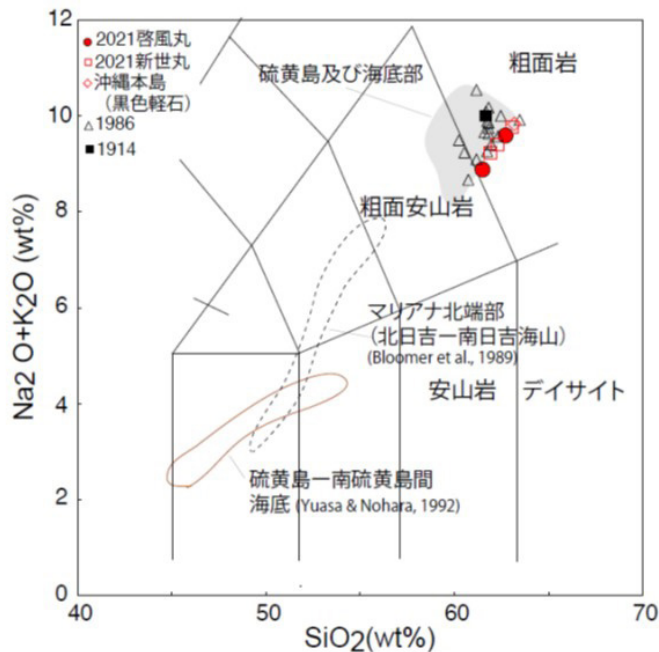
また、奄美大島や沖縄本島の海岸に漂着した軽石は、もとの形から壊れたものが多いですが、壊れる前に外側であったと考えられる部分がガラス質の黒曜岩様となっているものも比較的多く認められました。さらに黒色の軽石やそれが明灰色～灰色のものと同混じったものも認められました。

これらの軽石に対して蛍光 X 線分析 (XRF) による全岩化学組成の測定を行ったところ、 SiO_2 含有量 61.5 ~ 62.8

wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 8.9 ~ 9.6 wt.% (無水, 100% で再計算) となり、粗面岩 (トラカイト) の組成を示しました (第 2 図)。さらに色の違いによる組成の違いの有無を検討するために、沖縄本島に漂着した黒色の軽石 1 個についても測定を行ったところ、 SiO_2 含有量 63.2 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 9.74 wt.% となり、色による顕著な組成の違いは現段階では認められませんでした。今回噴出した軽石試料は、



写真 14 新世丸で奄美大島北海上の軽石いから、網で船上に引き上げた軽石。円磨されているものが目立つが一部噴出時の表面の形態を維持しているものもみられる。



第 2 図 福徳岡ノ場の軽石の組成。
2021 年の値は今回測定。1986 年, 1914 年の値は加藤 (1988), 中野・川辺 (1992), 小坂ほか (1990), 脇水 (1920), 吉田ほか (1987) より。岩石分類は, Le Bas *et al.* (1986) による。

1986 年噴火などの過去の福岡ノ場の噴出物とほぼ同じ組成であることから、今回の活動も以前と同様のマグマが活動したと考えられます。

6. 福岡ノ場からの軽石の見分け方

軽石が今回ほどの規模で日本列島に漂着したのは 1924 年の西表島北北東海底火山の噴火以来と考えられます。1924 年の噴火では、1 年ほどかけて沖縄から北海道まで

軽石が漂着したことが知られていますので(関, 1927)、今回の軽石も、時間をかけて各地の海岸に漂着するでしょう。

実際、10 月以降、主に沖縄県をはじめとする南西諸島に流れ着いた軽石は、11 月に入ってからは伊豆七島など関東近海でも確認され、12 月や 2022 年 1 月には室戸半島や潮岬でも確認されるようになってきました。ただし、海岸で見られる軽石には、福岡ノ場以外から流れ着いたものもあります。福岡ノ場からの軽石は黒い特徴的な粒子が含ま

福岡ノ場を起源とする軽石の特徴

1. 見た目
色は主に白色～黄みがかった灰色です(写真1、2、3)。中には、濃い灰色の縞が入ったものや、少数ですが黒色のものもあります(写真3)。径1～5 mm程度の黒い部分(写真1左下、写真2下)が目立つのが特徴であり、チョコチップクッキーのような外見です。海岸で見つかる他の軽石(写真1右側)と比較すると、ややごつごつしているものもあります。

GSJ, AIST



白色～黄みがかった灰色

角が取れている

小さい穴(気孔)の拡大

ややごつごつしている場合もある

小さい穴がたくさんあいている

断面によって形状と大きさは様々引き伸ばされているものもある

福岡ノ場火山の軽石


福岡ノ場以外を起源とする軽石の例

黒色の部分が目立つ周囲から飛び出すものもある黒い部分の割合は軽石の大きさによる

黒い結晶は小さくゴマシオ状に入っている


↑写真1 沖縄県国頭村伊部海岸で採取された福岡ノ場2021年噴火による軽石と、福岡ノ場以外を起源とする軽石。福岡ノ場以外を起源とする軽石(起源は不明)は、関東地方の海岸(茨城県大竹海岸)で普段から見られる。背景の方眼は5 mm。

GSJ, AIST



↑写真2 福岡ノ場2021年軽石の拡大写真。表面の小さい穴(気孔)の形状は大小様々で、断面によっては大きく見えるものや、引き伸ばされているものもある。黒色部分の大きさは径1～5 mmで、結晶(顕微鏡で見ると斜長石・輝石・不透明鉱物など)と褐色ガラスが集まって形成されている。背景の方眼は5 mm。

軽石のバリエーション



↑写真3 沖縄県国頭村伊部海岸で採取された福岡ノ場2021年軽石のバリエーション。主に写真1に示した白色～灰色の軽石が漂着するが、濃い灰色や黒色のもの、濃い灰色の部分を取り込んだものや縞状に混ざり合ったものなど、様々な色や内部構造をもつもの含まれる。背景の方眼は5 mm。

2. 重量
沖縄県に漂着した軽石の多くは、径4 cmより小さいです。漂流している間に壊れたり摩滅したりするため、関東近海ではもう少し小さい径の軽石が見つかる可能性が高いです。今回の軽石は小さな穴がたくさんあいたガラス質の岩石で、1粒1粒はスポンジのような軽さです。

3. 最近多量に流れ着いた
軽石は帯状にまとめて海を漂流しています。一定の量のごく短期間に流れ着いた、海岸沿いに連続して追跡できる、ということも判別のポイントです。
なお、今回の軽石と福岡ノ場火山の1986年噴火の軽石とは、肉眼観察でも全岩化学組成においても似ているため、両者の区別は困難です。

第3図 福岡ノ場からの軽石の特徴。

まれることなどから、他の軽石と肉眼でも容易に区別ができます。そこで、岩石種の判定に詳しくない方でも簡易的に確認できるよう、3つの特徴を第3図のようにまとめ、GSJのウェブサイトにも掲載しています (<https://www.gsj.jp/hazards/volcano/fukutokuokanoba/2021/pumice2.html> 閲覧日: 2022年1月18日)。軽石は海岸で木や竹などが多く打ちあがっている場所でよく見つかります。近くの海岸で軽石を拾った時には、第3図の特徴を基に福岡ノ場からの軽石かを調べてみてください。

文 献

- Bloomer, S. H., Stern, R. J., Fisk, E. and Geschwind, C. H. (1989) Shoshonitic volcanism in the northern Mariana arc 1. mineralogic and major and trace element characteristics. *Journal of Geophysical Research*, **94**(B4), 4469-4496.
- Bryan, S. E., Cook, A. G., Evans, J. P., Hebden, K., Hurrey, L., Colls, P., Jell, J. S., Weatherley, D. and Firn, J. (2012) Rapid, long-distance dispersal by pumice rafting. *PLOS ONE*, **7**, e40583.
- Jutzeler, M., Marsh, R., van Sebillé, E., Mittal, T., Carey, R. J., Fauria, K. E., Manga, M. and McPhie, J. (2020) Ongoing dispersal of the 7 August 2019 pumice raft from the Tonga arc in the southwestern Pacific Ocean. *Geophysical Research Letters*, **47**, e1701121.
- 加藤祐三 (1988) 福岡ノ場から琉球列島に漂着した灰色軽石. *火山*, **33**, 21-30.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B. (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, **27**, 745-750.
- Mastin, L. G., Guffanti, M., Servranckx, R., Webley, P., Barsotti, S., Dean, K., Durant, A., Ewert, J. W., Neri, A., Rose, W. I., Schneider, D., Siebert, L., Stunder, B., Swanson, G., Tupper, A., Volentik, A. and Waythomas, C. F. (2009) A multidisciplinary effort to assign realistic source parameters to models of volcanic ash-cloud transport and dispersion during eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **186**, 10-21.
- 中野 俊・川辺禎久 (1992) 1991年, 琉球列島西表島に漂着した軽石. *火山*, **37**, 95-98.
- 及川輝樹・柳澤宏彰・池上郁彦・石塚 治・水落裕樹・東宮昭彦・森田雅明・中野 俊・川口亮平・中村政道 (2021) 小笠原諸島, 福岡ノ場における2021年8月の噴火. *日本火山学会予稿集*, 120-120.
- 小坂丈予・松田鉦二・平林順一・土出昌一 (1990) 南方諸島海域の海底火山活動に伴って噴出した岩石の化学成分. *火山*, **35**, 57-61.
- 関 和男 (1927) 軽石の漂流に就て. *海洋気象台彙報*, 10号, 1-40.
- 脇水鉄五郎 (1920) 大正三年噴出新硫黄島の消失の経路. *東洋学芸雑誌*, **37**, 257-268.
- 吉田武義・藤原秀一・石井輝秋・青木謙一郎 (1987) 伊豆・小笠原弧, 福岡ノ場海底火山の地球化学的研究. *東北大学核理研研究報告*, **20**, 202-215.
- Yuasa, M. and Nohara, M. (1992) Petrographic and geochemical along-arc variations of volcanic rocks on the volcanic front of the Izu-Ogasawara (Bonin) Arc. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, **43**, 421-456.

OIKAWA Teruki, ISHIZUKA Osamu, SUZUKI Yoshiaki, KUSANO Yuki, IWAHASHI Kurumi, IKEGAMI Fumihiko, Christopher CONWAY, YAMASAKI Seiko and TOMIYA Akihiko (2022) Pumice rafts from the 2021 eruption of Fukutoku-Oka-no-Ba submarine volcano.

(受付: 2022年1月18日)

資源産業と地質との関わりを直接学べる 南関東ガス田での見学会の魅力とは —石油技術協会の見学会での実施経験を振り返って(温故知新の旅)— 第1部 南関東ガス田とは:その概要

徳橋 秀一¹⁾

1. はじめに

石油技術協会では、1993年度(平成5年度)以後、関東地区(東京都内や千葉市など)で春季講演会が開催された際や、学生など主に非会員を対象とした特別見学会(地質編)が2008年度(平成20年度)の秋に初めて実施されて以後、房総半島の南関東ガス田地域を舞台にした見学会が数多く実施されてきました。

これらの見学会の特徴は、天然ガスやヨウ素といった地下資源の生産施設(工場など)と、それらを地下で胚胎し産出する地層の特徴を地表露出地(露頭)で観察することです。これによって、現在産業として社会を支えている千葉県の貴重な資源と地質との関連性を、現場で体感的に直接学び理解できること、すなわち生きた経験と知識を得ることができることにあります。このことこそが南関東ガス田における石油技術協会の見学会の最も重要な狙いであり、大きな魅力となっています。本シリーズ第1部では、まず南関東ガス田の概要を紹介することにします。そして石油技術協会の見学会の内容については、第2部以降で紹介したいと思います。

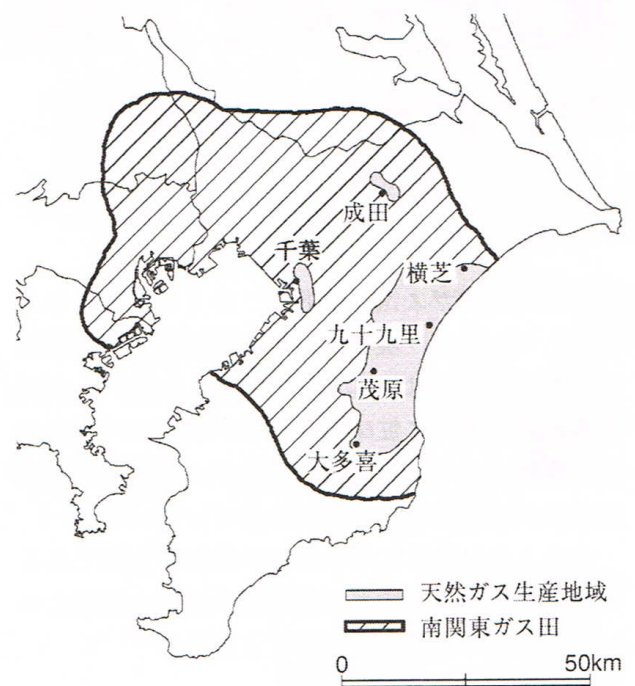
2. 南関東ガス田とは

2.1 南関東ガス田の天然ガスの特徴

国内の石油や天然ガスの産地としては、新潟県や秋田県が昔から知られていますが、実は首都圏のある関東平野の地下にも天然ガスが広く分布しています(たとえば、河井, 1961; 国末, 2010; 佐脇ほか, 2015, 2016など)。特に、千葉県を中心とする東京湾周辺から外洋側の茂原・九十九里地域では、古くから天然ガスの生産が積極的に行われ、南関東ガス田と呼ばれてきました。しかし、その後地盤沈下や工業化・都市化の影響から東京湾沿岸での天然ガスの

生産はそのほとんどが取りやめられ、現在は千葉県東部の大多喜町、茂原市周辺から九十九里地域を中心に、地下数100m以上深の上総層群^{かずさ}とよばれる固結した地層からの天然ガスの生産が積極的に行われ、都市ガスなどとして広域に供給されています(第1図)。

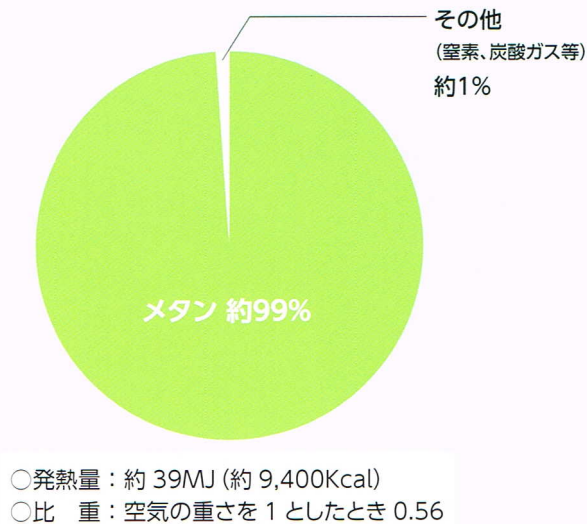
新潟県や秋田県での天然ガスの生産は、そのほとんどが石油の生産と関係するなど油田と共存する地域での産出が多いのに対して、南関東ガス田地域には石油(油田)は存在していません。南関東ガス田では、約500m~2,000mの地下の地層中に蓄えられた天然ガスを含む地層水を個々の井戸(生産井)でのパイプを通して地表に揚水し、減圧によって分離した天然ガスを集めて資源としているために、



第1図 南関東ガス田の分布と天然ガスの主な生産地域
国末(2010)より引用。

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門 客員研究員

キーワード: 南関東ガス田, 房総半島, 上総層群, 水溶性天然ガス, ヨウ素, かん水, ガス水比, 茂原型産出挙動, 通常型産出挙動, 砂岩泥岩互層, タービタイト, 石油技術協会



第2図 天然ガスの組成
天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会(2019)より引用。



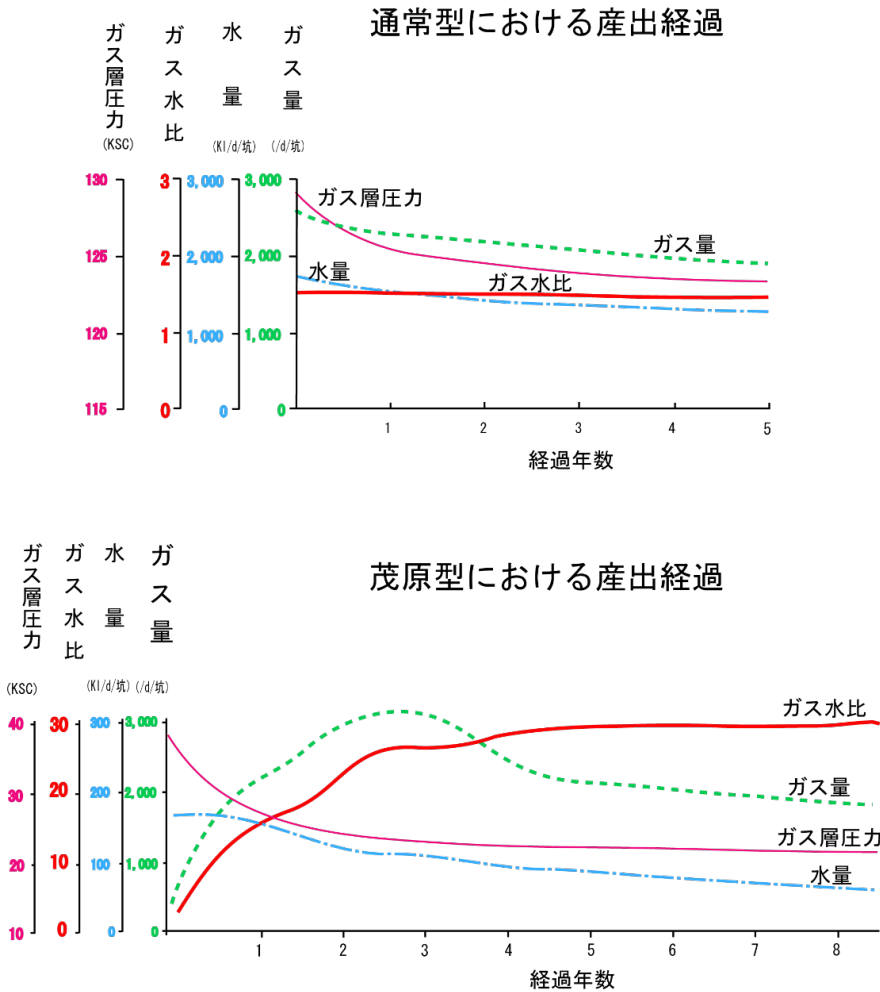
第3図 千葉県内の天然ガスのパイプライン網
天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会(2019)より引用。

水溶性天然ガスと呼ばれています。南関東ガス田は、国内で最大の水溶性天然ガス田で、千葉県の生産量は、国内の水溶性天然ガス全体の約8割を占めています。他には、宮崎県と新潟県で主に産出しています。また天然ガスを地表にもたらず地層水は、元は地質時代に海底で形成された地層中に取り込まれた海水(化石海水)であることから味が塩辛く、通常“かん水(鹹水)”と呼ばれています。

南関東ガス田の天然ガスは、約99%がメタン、約1%が窒素や二酸化炭素から構成され、一酸化炭素などの不純物をほとんど含まない大変クリーンな天然ガスであるとともに、発熱量は1m³あたり約39MJ(約9,400kcal)、比重は空気を1とした場合約0.56ということで、安全性と経済性にも優れています(第2図)。また、そのほとんどがパイプライン網を通して、千葉県内で都市ガスとして利用されているということです(第3図)。また、南関東ガス田の可採埋蔵量は3,685億m³といわれていることから、多数のガス井戸による現在の年間生産量4.4億m³で割ると約800年間の生産ポテンシャルを有しているということです(天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会, 2019)。メタンを主体とする南関東ガス田の天然ガスは、その組成や同位体分析結果から、海底で形成された泥層や砂層中に保存された陸由来や海由来の有機物を元に微生物によって形成された、微生物起源の天然ガス(メタン)であるということがわかっています(金子, 2003, 2005; 持丸・鎌形, 2006)。

2.2 生産井の産出挙動にみられる茂原型と通常型

地表に揚げられたかん水とそこから分離して得られた天然ガスの地表条件下での体積比をガス水比といいます。このガス水比は、近くのいくつかの生産井からのかん水(天然ガスを含む)を集めて一括して扱うそれぞれの生産基地における天然ガスの産出ポテンシャルを示す重要な指標となっています。このガス水比の値と経年変化のパターンに基づいて、南関東ガス田での産出挙動には、大きく2つのタイプの存在が知られています(第4図)。ひとつは、ガス水比の値が、通常生産年数の経過とともに高くなっていくパターンで、場合によっては10や20以上といった高い値に達することも珍しくない特異な産出挙動を示します。このタイプは、茂原周辺で比較的浅い層で仕上げた井戸(浅井戸)で主にみられることから、茂原型産出挙動とか単に茂原型と呼ばれています。一方もう一つのタイプは、ガス水比が長期間にわたって低い値(1.5～4前後)で比較的安定したパターンを示すタイプで、通常型産出挙動または単に通常型と名付けられています。この通常型産出挙動は、茂原以外の地域の井戸や茂原周辺でも深い地層で仕上げた井戸(深井戸)などでみられます。天然ガスの生産量に大きく寄与する茂原型産出挙動、すなわち高いガス水比の成因をめぐっては、古くから注目され多くの研究がなされてきました(石和田・本島, 1960; 河井, 1961; 上野ほか, 1964; 本間・山上, 1968; 本間, 1987; 木村ほか, 1993; 田崎, 1994; 国末ほか, 2002; 三田ほか, 2003; 中川ほか, 2006など)。



第4図 通常型と茂原型の産出様式の模式的な例
 本間(1987)を一部修正(一部カラー化)して引用。

3. 南関東ガス田のもう一つの宝、ヨウ素

3.1 南関東ガス田から供給されるヨウ素の量

このように南関東ガス田は、クリーンな天然ガス(メタンガス)の一大宝庫であり、地域の貴重な国産資源、すなわち地産地消型ならぬ千産千消型(千葉県産出千葉県消費型)資源の供給源として注目されているのですが、実は、世界に広く供給されているもう一つの重要な資源、いわば「千産世消型」(千葉県産出世界消費型)資源の供給源でもあるのです。その資源とはヨウ素です。南関東ガス田のかん水中のヨウ素濃度は非常に高く100 ppm(mg/l)以上あることも珍しくないことから、実に海水のヨウ素濃度(約0.05 ppm)の約2,000倍の濃度を有していることとなります。こうしたことから、南関東ガス田では、地表に揚水されたかん水は、まずガスを分離した後、集められてヨウ素工場に送られ、そこでかん水中のヨウ素が濃集されて、まずは固体のヨウ素(粒状やフレーク状など)に加工されます(第5図)。日本全体で生産されるヨウ素の生産量は年間約10,000 tで、世界の約30%を占めており、チリに次いで世界第2の生産国となっています。国内での生産割合は、

千葉県が約80%を占め、残りの大部分は宮崎県と新潟県が占めています。そして、国内の生産量の約半分(5,000 t)が海外に輸出されているということです(ヨウ素学会, 2020)。

3.2 ヨウ素の用途とは

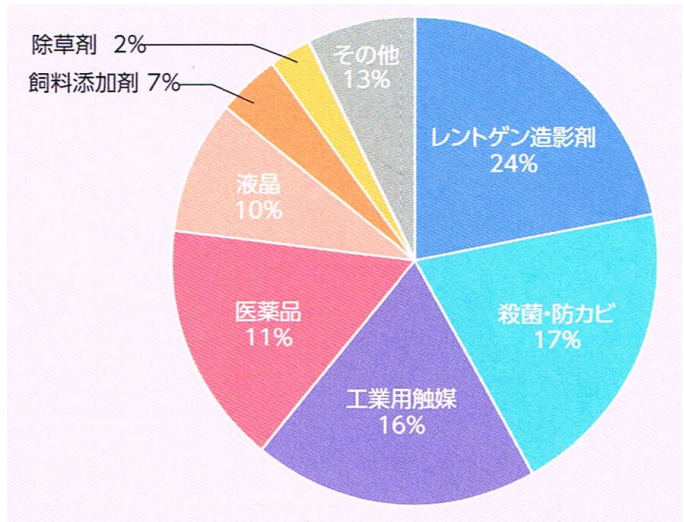
ヨウ素は、レントゲン造影剤(24%)、殺菌・防カビ(17%)、工業用触媒(16%)、医薬品(11%)、液晶(10%)、飼料添加剤(7%)、除草剤(2%)、その他(13%)などに利用されており、世界の医薬品や先端技術製品の製造等の産業に不可欠な元素となっています(第6図)。また、ヨウ素は人体成長の必須元素であり、不足するとヨウ素欠乏症(発育不全、機能障害、甲状腺異常など)を発症することから、南関東ガス田産のヨウ素は、内陸国などヨウ素欠乏症を起こしやすい国に対する無償供与にも役立てられているということです(天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会, 2019)。

3.3 天然ガスやヨウ素の生産に直接携わる8つの会社

このように南関東ガス田は、クリーンな天然ガス(メタンガス)の一大宝庫であり、地域の重要なエネルギー資源、

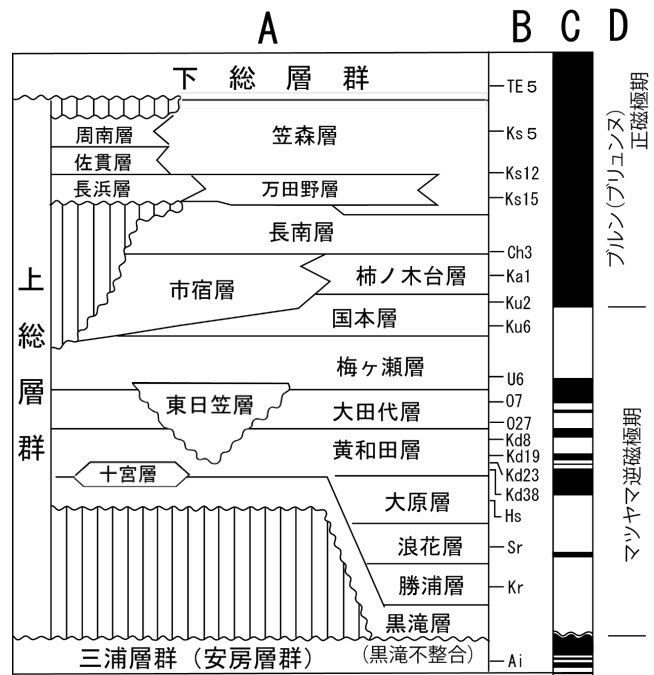


第5図 ヨウ素(粒状)
天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会(2019)より引用。



第6図 ヨウ素の需要別割合
天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会(2019)より引用。

すなわち千産千消型資源の供給源であるとともに、海外にも広く輸出されているヨウ素という大変貴重な資源の供給源、すなわち千産世消型資源の重要な供給源でもあるという2つの側面をもった大変希少で貴重な存在であるといえます。そしてこれらの地下資源開発に関わる産業は、千葉県の大変重要な地場産業となっています。現在、南関東ガス田でこのような天然ガスやヨウ素の生産・開発に直接関わり、上記の地場産業の核となっている会社は、次の8社(あいうえお順)です。すなわち、伊勢化学工業(株)、(株)INPEX(旧、国際石油開発帝石(株))、AGC(株)(旧、旭硝子(株))、関東天然瓦斯開発(株)、K&Oヨウ素(株)(旧、日本天然ガス(株))、(株)合同資源、日宝化学(株)、三井化学(株)の8社です。詳しい内容は、それぞれの会社のウェブサイトをご覧ください。これらの会社では、地盤沈下対策などの共通の課題に対して、必要な地下情報の共同管理をはじめとして、各種の情報交流、共同研究を長年行うなど、貴重な地下資源に関する地場産業の発展のために互いに交流・協力しているということです。



第7図 上総層群の層序
主に三梨・山内(1988)、鈴木ほか(1995)、中嶋・渡辺(2005)より編集。A. 地層名, B. 主要な火山灰鍵層, C. 古地磁気層序(黒:正磁極期, 白:逆磁極期), D. 古地磁気層序名称。

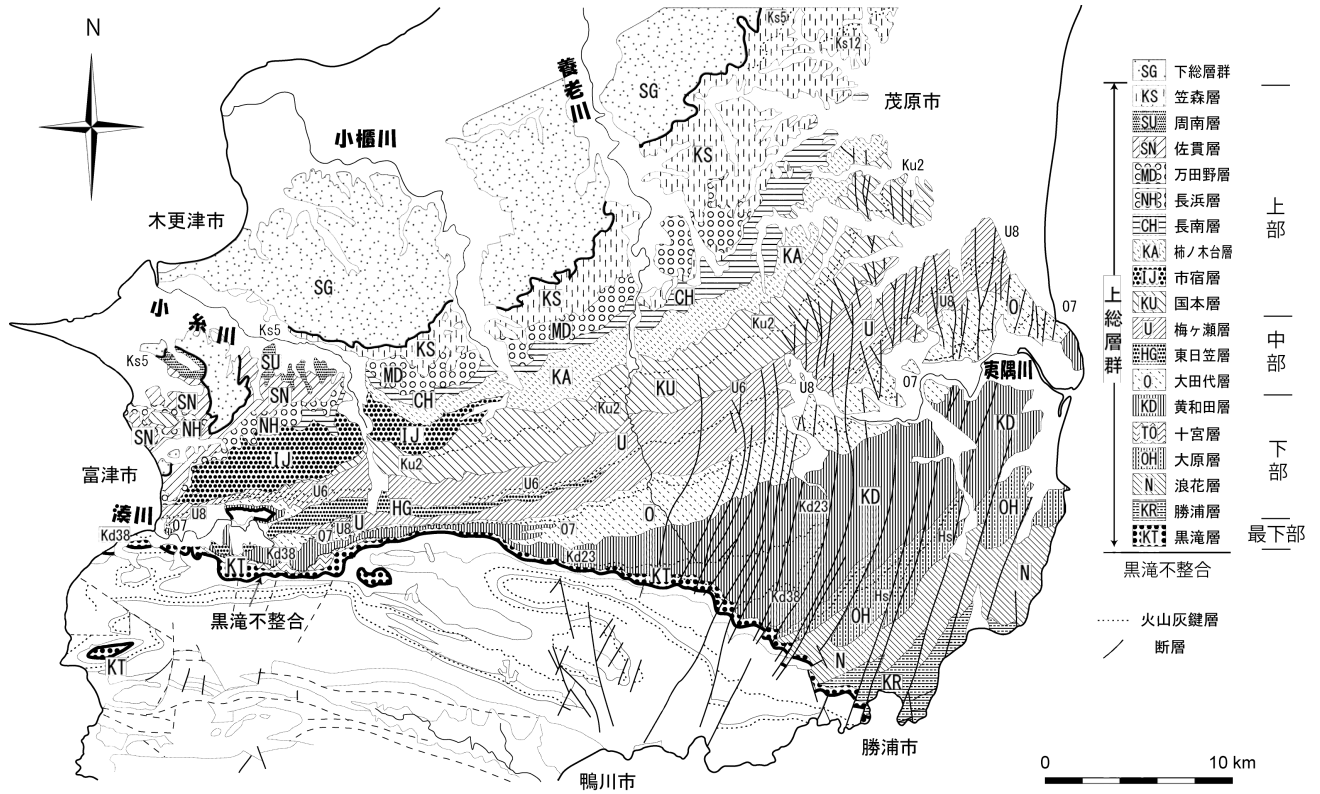
4. 天然ガスやヨウ素の産出母体である上総層群とは

4.1 上総層群の分布の特徴

南関東ガス田で天然ガスやヨウ素を地下からもたらすかん水を供給する地層、母体となっている地層は、今から約250万年前から45万年前の第四紀更新世という時代に海底で形成された上総層群という地層です。実際の資源は地下に分布する上総層群からかん水を揚水して採取するのですが、この上総層群は地下から連続する形で房総半島の

地表にも広く分布しています。この上総層群の地表での層序と分布域の地質図を第7図と第8図に示します。

地質図からわかるように、地表の上総層群は、房総半島中部域に東北東-西南西方向に伸びながら広く整然と分布しています。また、全体が北西方向(東京湾方向)にゆるく緩きながら地層が重なっており、上位の地層ほどより東京湾に近い地域に分布しています。そして主要な河川が、蛇



第8図 上総層群分布域の地質図
主に三梨・山内(1988), 鈴木ほか(1995), 中嶋・渡辺(2005)より編集。

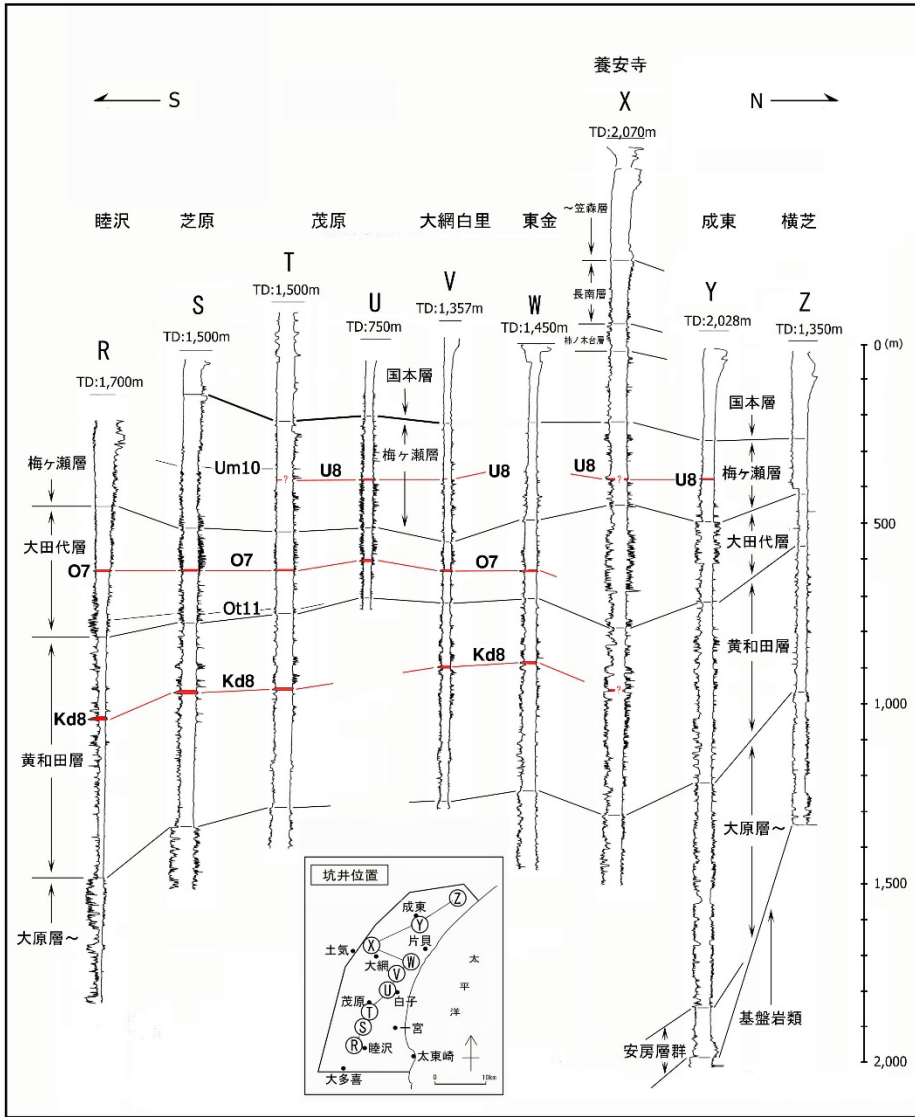
行しながらこれらの地層をほぼ南北に横切るように横断し流下していることから、地層の露出に恵まれています。さらに、火山灰鍵層とよばれる広域的に追跡可能な特徴的な火山灰層(テフラ)が上総層群の地層中に多数挟まれていることなどから、火山灰鍵層入りの大変詳しい地質図が出版されてきました。その結果、これまでに層序・堆積・年代・古生物・古地磁気など幅広い分野で数多くの研究がなされ、それらに基づいた先進的な成果が多数報告されてきました(たとえば、鈴木ほか(1995), 伊藤(1997), 徳橋・渡辺(2008)などの総括的報告を参照)。また、房総半島の上総層群分布域の5万分の1地質図とその報告書としては、姉崎地域(徳橋・遠藤, 1984), 富津地域(中嶋・渡辺, 2005), 茂原地域(七山ほか, 2016), 上総大原地域(宇都宮・大井, 2019)があり、いずれも、そのときどきの最新の調査・研究に基づく成果がまとめられています。さらに、南関東ガス田の活発な生産地域である茂原地域~九十九里地域では、多くの生産井で測定された電気検層データを使って、地下での上総層群の広域的な岩相変化の解析が行われており(第9図), 地表と地下両者を含めた上総層群の層序の総括も行われています(第10図)。

第8図の地質図からわかりますように、上総層群は、

小櫃川^{おびつがわ}辺りから東方に向かって全体の厚さを急速に増大し、太平洋岸の東端部辺りでは3,000 mを超すといわれています。また、岩相も小櫃川辺りを境に特徴が異なる場合も多く、その場合は西部と東部で異なった地層名がつけられています(第7図)。第1図からわかりますように、南関東ガス田の主要な生産地域は房総半島の中部域~東部域(養老川流域~東海岸)に属していますので、ここではこの地域に分布する地層を中心に説明します。この地域に分布する厚い上総層群の地層は、この地域に形成された上総海盆という深い堆積盆を埋め立てて形成された地層であると考えられています(渡部ほか, 1987a, b; 伊藤, 1997)。

4.2 上総層群の地層の特徴

まず下位の三浦層群(安房層群)との間にみられる顕著な不整合(黒滝不整合)の直上を覆う最下部の黒滝層は、多くの場合礫岩を含む粗粒な堆積物から成ります(第11図)。一方、その上位に重なり上総層群の主部を占める下部(勝浦層~黄和田層)から中部(大田代層~梅ヶ瀬層)の地層は、上総海盆主部の堆積物で、大部分が砂岩層と泥岩層から構成されています。特に特徴的でかつ大きな割合を占めているのが、砂岩層と均質細粒な泥岩層が上下に繰り返し何度



第9図 茂原～九十九里地域の検層対比図
 国末ほか(2002)より引用。各検層カーブの左側が自然電位を、右側が比抵抗を示します。

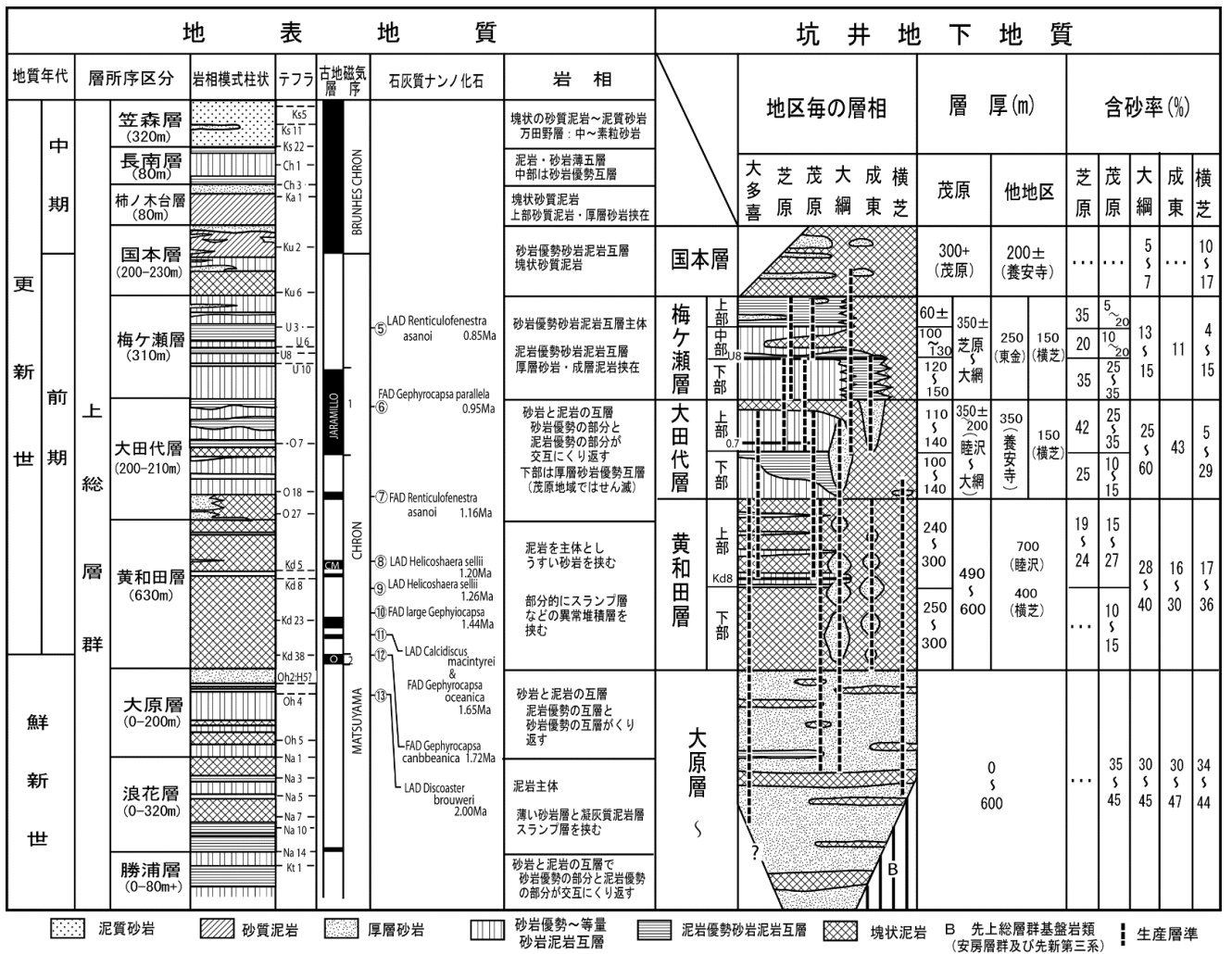
も重なり整然とした律動的な景観(縞模様)を与える地層で、砂岩泥岩互層もしくは砂泥互層とよばれています。上総層群の上部(国本層～笠森層)は、上総海盆の大陸斜面から陸棚で形成された上総海盆後期から末期の地層から構成され、やや粗粒な泥質岩が上位に向かってより粗粒で生痕化石に富む不均質な砂質泥岩層が主体の地層に変わり、最後は浅い沿岸域で形成された砂岩層へと変化しています。なお、国本層や長南層には、一部整然とした砂岩層も挟まれ、砂岩泥岩互層を呈する部分もあります。

上総層群のなかで、天然ガスやヨウ素の主要な供給源となっているのは中部から下部の地層で、特に岩相上最も重要なのは、砂岩泥岩互層(砂泥互層)です。このうち泥岩層は、泥岩を構成する粒子がゆっくりと海中を個別に沈降しながら時間をかけて堆積したもので、固結した現在の厚さで換算すると、上総層群中部の大田代層の場合で、平均して1年で約1mm(1,000年で約1m)の堆積速度で形成されたことがわかっています(辻ほか, 2005)。また、上総

層群上部の粗粒なあるいは砂質な泥岩層と違って、比較的細粒で均質な泥岩(中粒～細粒シルト岩)で特徴づけられています。これらの泥岩中には、深い海に生息していた底生有孔虫の化石が棲息時の状態で保存され、深い海で形成されたものであることがわかります(平山・鈴木, 1968)。このように深い海で、ゆっくりと時間をかけて堆積して形成された泥岩を専門的には半遠洋性泥岩と呼んでいます。

4.3 タービダイト砂岩層とは

このように砂岩泥岩互層(砂泥互層)を構成する泥岩層の断面が均質塊状であるのに対して、一方の砂岩層の断面には、流れに伴って形成されたと考えられる各種の模様(堆積構造)がみられるなど変化に富んでいます。これは砂岩層が、数十年から数百年に1回起きるような大地震の発生などによって、浅い海の大量の土砂(砂粒子など)が崩壊・流動化して発生した海底土石流などの密度の大きな流れが、大陸斜面に発達した海底谷に沿って加速しながら流下し、



第10図 上総層群の地表・地下における模式相層序図

国末ほか (2002) より引用。なお、2009年6月、国際地質科学連合 (IUGS) が、更新世の始まり、すなわち第四紀の始まりの年代を、カラブリアンの始まり (約180万年前) からその下位のジェラシアン (約258万年前) に変更したことから、上総層群は現在すべて更新世に入ります (第21図参照)。

最後に傾斜がゆるくて平坦な深い海盆地 (ここでは上総海盆地) に達したところで急速に減速するようになり、運搬してきた大量の土砂をその海底に流下しながら沈積させて形成されたからと考えられています。

このような重力によって流下する海底の流れを専門的にはタービディティー・カーレント (turbidity current; 日本語では、混濁流もしくは乱泥流) と呼んでいます。その堆積物である砂岩層は、専門的にはタービダイト (turbidite) もしくはタービダイト砂岩層と呼ばれています。なお、混濁流堆積物、乱泥流堆積物と呼ぶこともあります。表現のしやすさから、通常流れを表現する場合は混濁流や乱泥流を、その堆積物を表す場合は、タービダイトやタービダイト砂岩層という表現を使う場合が多く、ここでもその表現を用いています。タービダイト砂岩層は、海盆地を流れる混濁流が減速していくなかで、すなわち運搬能力が減衰し

ていくなかで、流れて運ばれてきた粒子群が沈積しながら形成されていくことから、上方に向かって細粒化していく級化構造という模様 (堆積構造) を有するのが最も基本的な特徴になっています。世界のタービダイト研究の経緯や房総のタービダイトの特徴については、徳橋 (2002, 2005, 2007, 2011) をご参照ください。

大田代層のタービダイト砂岩層中には、浅海域で棲息していた底生有孔虫化石が、多くの場合破損あるいは摩耗した状態で含まれていることが知られ、浅海域から運ばれてきた砂岩層であることがわかります (平山・鈴木, 1968)。タービダイト砂岩層は、混濁流という流れによって運搬され、比較的平坦な海盆地を流動しながら堆積した砂岩層であることから、1枚1枚の砂岩層が連続性に優れているのも重要な特徴です。上総層群のタービダイト砂岩層も、泥岩層に挟まれた特徴を異にする火山灰鍵層の対比・追跡に



第 11 図 上総層群基底の黒滝不整合と最下部の黒滝層
黒滝不整合（人物の頭部の位置付近）を境に、下位の安房層群（三浦層群）清澄層（タービダイト砂岩優勢砂岩泥岩互層）を礫岩主体の上総層群最下部の黒滝層が覆っています。勝浦市吉尾漁港東方のボラノ鼻にて。

よって、横方向に 30 km 前後追跡されるものも珍しくありません（平山・鈴木，1968；Hirayama and Nakajima, 1977）。

4.4 砂岩泥岩互層（砂泥互層）のタイプ

同じ地域でも、砂岩泥岩互層を構成する砂岩層の厚さは多様で、厚さ数 m～10 m の非常に厚いものから、厚さ 1 cm～数 cm 前後の非常に薄いものまでありますが、これは主にタービダイト砂岩層を運搬し堆積した混濁流に大規模なものから小規模なものまであり、その規模を反映したものと考えられています。ただ厚さは違っても、個々の砂岩層が形成される時間は非常に短く、通常の規模の混濁流の場合、数時間から数日程度と考えられています（Kubo *et al.*, 1998）。このように、堆積様式・形成機構が全く異なる砂岩層と泥岩層では、見た目の特徴のみならず、堆積に要する時間も全く異なることがわかります。

ところで、地層中の砂岩泥岩互層にはいくつかのタイプが認められます。たとえば、厚さ 1 m～数 m の厚いタービダイト砂岩層が主体となって砂岩層が卓越する砂岩泥岩互層の場合は、砂岩優勢砂岩泥岩互層（砂勝ち互層）といいます（第 12 図）。また厚い砂岩層は、規模の大きな混濁流に

よって運搬されてきたことから、流動際のエネルギーが高く、しばしば流下の際に当時の海底の泥層を大なり小なり浸食する現象がみられます。その結果、砂岩優勢砂岩泥岩互層の断面をみると、個々の厚い砂岩層の基底では、下位の泥岩層を浸食している現象がしばしば観察されます。また砂岩層の断面には、混濁流が海底面を形成していた泥層を流下中に浸食してできた大小の破片（泥岩片；泥岩偽礫ともいいます）がしばしば観察されます。

一方、タービダイト砂岩層の厚さが数 10 cm 以下の比較的薄い砂岩層が主体で泥岩層が卓越する場合は、泥岩優勢砂岩泥岩互層（泥勝ち互層）といいます（第 13 図）。また、同じような厚さの砂岩層と泥岩層が上下に重なる場合は、砂岩泥岩等量互層（等量互層）といいます（第 14 図）。実際の砂岩泥岩互層の場合には、いろいろな厚さのタービダイト砂岩層が上下にまじりあい、単純に泥岩優勢砂岩泥岩互層、砂岩泥岩等量互層、砂岩優勢砂岩泥岩互層と割り切れない場合もしばしばあります（第 15 図）。

現在の世界の海洋の堆積盆地では、大陸斜面を切る海底谷の出口の周辺一帯に大小の海底扇状地が発達していることが知られています。この海底扇状地は、海底谷を何百回、何千回となく繰り返して流下した混濁流によって形成さ



第12図 タービダイト砂岩優勢砂岩泥岩互層（砂勝ち互層）
褐色～灰褐色部がタービダイト砂岩層で，灰白色部が泥岩層です．養老川中瀬遊歩道沿いの梅ヶ瀬層最下部の地層（大多喜町葛藤）．



第13図 泥岩優勢砂岩泥岩互層（泥勝ち互層）
灰白色部が泥岩層で，暗褐色部がタービダイト砂岩層です．いすみ市文化とスポーツの森にて（いすみ市深谷）．



第 14 図 タービダイト砂岩泥岩等量互層 (等量互層)
大田代層の O7 火山灰鍵層の直上に発達する等量互層。出っ張っている部分が泥岩層で、凹んでいる部分がタービダイト砂岩層です。夷隅川支流紙敷川沿いの紙敷橋近く (大多喜町紙敷)。



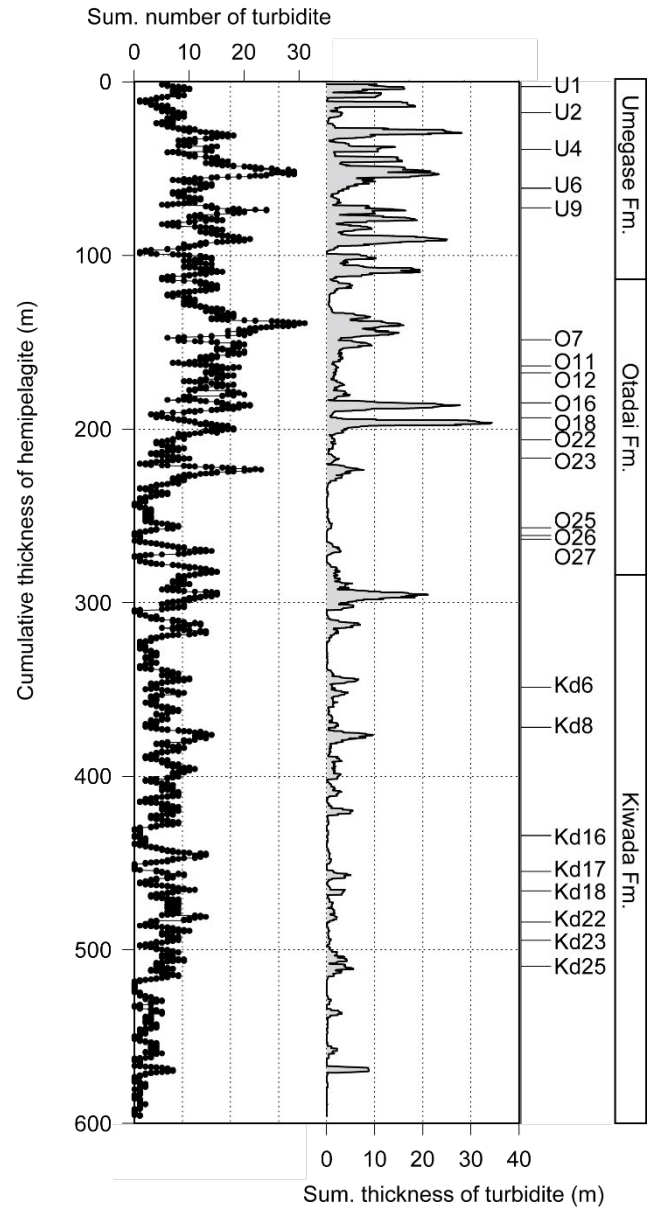
第 15 図 不規則なタイプの砂岩泥岩互層。
白色の部分が泥岩層で、黒色から暗褐色の部分がタービダイト砂岩層。下位から上位へ、等量互層、泥岩優勢互層、タービダイト砂岩優勢互層、スランプ状再堆積性泥岩を含む泥岩優勢互層と細かく変化しています。君津市蔵玉の蔵玉作業道沿いにみられる大田代層の O7 火山灰鍵層の下位の地層。

れたタービダイトによる堆積地形であることがわかっています。タービダイト砂岩泥岩互層が主体となっている上総層群中部の大田代層と梅ヶ瀬層も、上総海盆底に海底扇状地を形成しながら堆積していったものと考えられています(渡部ほか, 1987a, b; 伊藤, 1997; 国末ほか, 2002; 三田ほか, 2003)。

4.5 砂岩泥岩互層(砂泥互層)のタイプを決める要因は

上総層群にみられるいろいろなタイプの砂岩泥岩互層の積み重なり方は、一見すると不規則にみえますが、タービダイト砂岩層と泥岩層(半遠洋性泥岩層)の上下方向での重なり方を、かなりの厚さにわたって連続的にそして数量化して解析すると一定の周期(サイクル)が存在することがわかってきました。たとえば、増田ほか(1989)は、あるルートでの大田代層上部~国本層最下部(約190万年前の火山灰鍵層O18付近~約90万年前の火山灰鍵層Ku5b付近まで)を構成するタービダイト砂岩泥岩互層の1枚1枚の砂岩層と泥岩層の厚さを測定し、その結果を基にタービダイト砂岩層の厚さの上下方向での連続的な変化を解析しました。その結果、ミランコビッチサイクルに相当する約40万年、10万年、4万年、2万年の周期が見いだされることを初めて明らかにしました。このうち40万年と10万年の周期は太陽の周りを回る地球軌道の離心率の変動周期に対応し、4万年および2万年は、それぞれ地球の地軸の傾きの変動周期と地球の自転軸の向きの変動を示す歳差運動の周期に対応すると指摘しました。そして今日、地質時代を通じて地球表面でみられる氷河性海水準変動が、ミランコビッチサイクルと連動していることが広く知られており、海水準が下がった時期に厚いタービダイト砂岩層(タービダイト砂岩優勢互層)が形成されたと解釈されています。今回解析した大田代層上部から国本層最下部の場合も、これらの地層中の化石に基づく古環境解析結果と矛盾しないことから、このような解釈が適用されるとしました。

一方徳橋ほか(2001)は、黄和田層から梅ヶ瀬層に至るタービダイト砂岩泥岩互層を構成する個々の砂岩層と泥岩層の厚さの変化を連続的に測定し、そのデータを基に、一定の厚さの泥岩層(一定の堆積時間と仮定)中のタービダイト砂岩層の枚数と積算層厚の上下方向での変化を解析する時系列解析を行いました。その結果、ミランコビッチサイクルに相当すると考えられる10万年前後と数万年(1万年から4万年)前後の2つのオーダーの周期が認められることを示しました(第16図)。そしてこのようなミランコビッチサイクルに相当するサイクルは、上総層群の下位の安房層群(三浦層群)のタービダイト砂岩泥岩互層(清澄層・安



第16図 黄和田層から梅ヶ瀬層を構成するタービダイト砂岩泥岩互層の時系列解析結果
厚さ5mの積算泥岩層中に挟まれるタービダイト砂岩層の積算枚数(左側)と積算層厚(右側)の上下方向での変化を表現しています。徳橋ほか(2001)より引用。

野層)や新潟堆積盆に分布する新第三紀のタービダイト砂岩泥岩互層にも共通して認められることを、それぞれの時系列解析結果を通して指摘しています。

さらに、辻ほか(1999, 2005)では、連続的なコア試料(長さ約350m)として採取した大田代層上部から梅ヶ瀬層下部のタービダイト砂岩泥岩互層を構成する砂岩層泥岩層の上下方向の厚さの変化の解析に、泥岩(半遠洋性泥岩)中の有孔虫化石の詳細な酸素同位体分析結果などを加えて、タービダイト砂岩層の厚さと海水準変動との

関係を、すなわち海水準の低い時期に厚いタービダイト砂岩層が形成される傾向があることを、初めて直接的、具体的に明らかにしました。

このように、上総層群のタービダイト砂岩泥岩互層のタイプの上下方向での変化には、ミランコビッチサイクルが認められることから、第一にその当時の海水準変動を反映していること、その結果、大雑把にいて、砂岩優勢互層(砂勝ち互層)は地球表面の海水準の下がった時期(寒冷な時期)に、逆に泥岩優勢互層(泥勝ち互層)は地球表面の海水準の上昇した時期(温暖な時期)に形成されたこと、すなわち地球表面の環境変動を反映したものであるといえます。ただ実際の砂岩泥岩互層では、ミランコビッチサイクルのいくつかの異なった周期の複合的な効果を反映していることや供給源となる浅海域の砂層の発達状況(供給能力)や突発的な事象の発生といった偶然性にも左右されることから、上下方向での岩相の変化はかなり複雑なものになっているといえます。

4.6 スランプ堆積物とは

上総層群の下部や中部の地層には、この他に、スランプ

堆積物(スランプ層あるいは単にスランプともいいます)というものがあります。タービダイト砂岩層が、砂などの個々の粒子の集合体の流れ(混濁流、乱泥流)の堆積物であるのに対して、スランプ堆積物は、一度海底の斜面などに塊状の泥層や砂泥互層などとして堆積したものが、何らかの理由で海底下の地層中にできたすべり面を境にその上位の地層がまとまって下方に再移動し、別のところに再堆積した海底地すべり堆積物のことです。スランプ堆積物は、移動途中の剪断応力による圧縮や引っ張りなどの作用によって、元の地層のさまざまな変形体や破断した大小のブロック片の集合体であるのが、その特徴です(第17図~第19図)。スランプ堆積物の規模は、厚さ数mの小規模なものから厚さ数10mの大規模なものまで様々で、上総層群のいろんな層準の地層に含まれています(小池, 1955)。特に大規模なスランプ堆積物の発達が、黄和田層やその下位の大原層に知られています(Utsunomiya, 2018; 宇都宮・大井, 2019)。なお、スランプ堆積物の規模や発生する時期などを規制する要因については、まだ十分明らかにされていません。



第17図 横臥褶曲状の変形体を有するスランプ堆積物
横臥褶曲状に変形した厚さ1m前後のタービダイト砂岩層(褐色部で葉理が発達している)を含む大きな泥岩ブロックが、厚さ20m以上のスランプ堆積物の一部として観察されます。勝浦層の一部で、勝浦市^{へばら}部原海岸の北方で見られます。



第18図 スランプ堆積物とタービダイト砂岩優勢互層
勝浦層の一部で、下部のタービダイト砂岩優勢互層を一部削り込むように、上位の横臥褶曲状変形体を含むスランプ堆積物が覆っています。勝浦市川津の愛宕権現の下付近の海食崖。



第19図 養老川河床面にみられるスランプ堆積物
水の作用によって、泥岩層に対して砂岩層がより削られやすいという違いを反映して、スランプ堆積物の分布域では内部の複雑な変形構造が河床面に浮かび上がっています。一方、それを覆う右側の泥岩優勢互層分布域では、整然とした直線状の層理面の模様がみられます。養老川の中瀬遊歩道沿いでみられる大田代層上部の地層(大多喜町葛藤)。

4.7 岩相と資源供給ポテンシャルとの関係

最も代表的なタービダイト砂岩泥岩互層から成る地層は、上総層群中部の大田代層と梅ヶ瀬層ですが、これらの地層は地表でも地下でも広く分布し、天然ガスとヨウ素を地表にもたらすかん水の主要な供給源となっています。このことは、泥岩層に比べて固結度が低く高い孔隙率を有するタービダイト砂岩層の浸透率が高いために、かん水の供給の大部分が井戸の孔壁のタービダイト砂岩層を経由するためと考えられます。また、個々のタービダイト砂岩層は地下の広い範囲に連続的に分布していることがわかっていますから、タービダイト砂岩層のかん水の供給ポテンシャルは非常に高いことが予想されます。

また天然ガスのポテンシャルとしては、砂岩層の存在とともに泥岩層の存在が重要であることも昔から指摘されています。たとえば河井(1961)は、房総半島の中央部や東部などの高い天然ガスポテンシャルを有する地域は、深い海で形成された上総層群の泥岩層が分布する地域であることを指摘し、今日でいう半遠洋性泥岩の堆積様式が有機物の堆積や保存に適し、ガスの母層として最も重要であると強調しています。また、房総中央部にみられる砂岩泥岩互層の分布域では、高い淘汰度と良好な孔隙率、浸透率を有する未固結の砂岩層が、ガスに富む泥岩層とセットになっていることから、梅ヶ瀬層以下の砂岩泥岩互層が天然ガスの重要な供給源になっていると指摘しています。また、互層中の砂岩層は再堆積性の堆積物であり、当時国内ではまだごく一部の堆積学者や海洋地質学者によって運搬営力として注目され始めたばかりのタービディティ・カーレント説や重力流説に言及するなど、極めて先見の見解を示しています。その後、国末ほか(2002)や三田ほか(2003)では、地表資料に地下資料を加えて、砂岩泥岩互層のタイプの広域的分布様式をかつての堆積環境との関連で論じ、当時の堆積環境とガス水比の間に密接な関係があることを指摘しています。

また中川ほか(2006)では、揚水による生産井の側壁を通してのタービダイト砂岩層からのかん水の優先的流出によって砂岩層中の間隙水圧が低下し、その結果上下の泥岩層中の間隙水が砂岩層に移動することを指摘するとともに、泥水検層によって存在が確かめられている泥岩層中の遊離ガスが上下の砂岩層中に移動するプロセスを、関連する実験結果を踏まえながら毛細管圧力と浮力に注目して具体的に議論しています。

大田代層下位に位置する黄和田層は、薄いタービダイト砂岩層を挟む泥岩優勢互層が主体ですが、一部にタービダイト砂岩優勢な砂岩泥岩互層を挟み、大田代層や梅ヶ瀬層

に次ぐ天然ガスとヨウ素の重要な供給源となっています。黄和田層には、何枚かの大規模なスランプ堆積物が挟まれていることが知られていますが(Utsunomiya, 2018; 宇都宮・大井, 2019)、スランプ堆積物のかん水供給ポテンシャルについてはよくわかっていません。スランプ堆積物には、変形あるいはブロック化した砂岩層が含まれていることから、一定のかん水供給能力はあると思いますが、上下・横方向への地層の特徴の変化が激しいことから、場所によるポテンシャルの変動も大きいことが予想されます。なお黄和田層の場合、一見泥岩層とみられるものも、よく観察すると泥岩の破片やその変形体(流状変形体も含む)の集合体であったり、あるいは横方向に泥岩破片に富むタービダイト砂岩層に変化するなど、再堆積性の堆積物(いわば“泥岩もどき”)であることも多いことから、観察する際に注意が必要です(第20図)。



第20図 養老川沿いの崩落崖に露出する黄和田層
白色部は泥岩で暗褐色部はタービダイト砂岩。崖の上部には横臥褶曲状に、あるいは折りたたまれるように変形した泥岩層がタービダイト砂岩層中に含まれている様子が、中部には大小の泥岩ブロックが密集している様子が、また下部には、大小の泥岩破片がタービダイト砂岩中に浮かぶように散在している様子がうかがえます。崖の高さは約20m前後。なお、左側にみられる垂直に近い直線は、断層(面)ではなく節理(面)です。養老川沿いに伸びる栗又の滝遊歩道から撮影。大多喜町栗又。

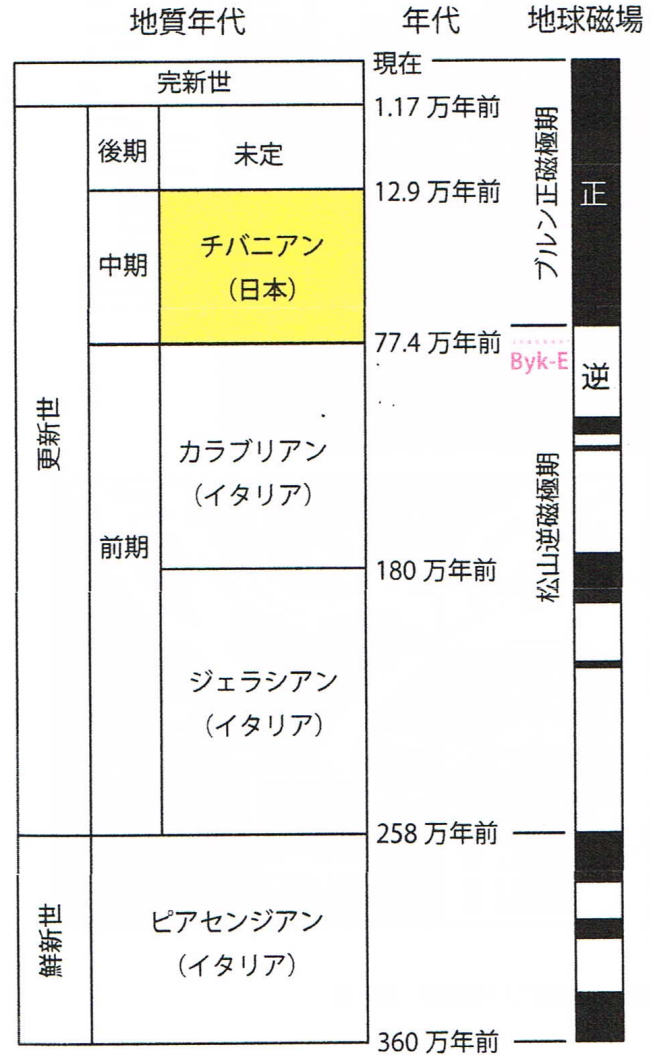
上総層群下部の大原層や勝浦層もタービダイト砂岩泥岩互層から構成され、やはりこれらの資源の供給源になっています。ただ、これらの地層の分布域が陸域では半島の東端部付近に限られることもあり、供給量は限られていることが考えられます。

4.8 茂原型産出挙動や高いヨウ素濃度の成因は

なお、南関東ガス田で天然ガスの生産量に大きく寄与している茂原型産出が、なぜ茂原周辺で特に梅ヶ瀬層や大田代層などの浅層で仕上げた場合にみられるのか、また、南関東ガス田のヨウ素生産に大きく寄与しているかん水中の高いヨウ素濃度の成因は何によるのか、といった疑問については、基本的な問題として古くから注目され議論されてきましたが、近年、現場での生産活動に長年携わってきた地質技術者により、地下の地質関連データ(岩相・層厚・断層など)を広く収集し解析した結果に基づいて、いくつかの具体的なアイデアが出されています(国末ほか, 2002; 三田ほか, 2003; 三田ほか, 2006)。関心のある方は、是非ご参照ください。

5. おわりに：チバニアンの設定で世界的に注目される上総層群

2020年1月17日(金)、韓国釜山で開催されたIUGS(国際地質科学連合)において、千葉県市原市田淵の養老川沿いに露出する上総層群上部の国本層の一部の地層が、第四紀(約258万年前から現在)のなかの更新世中期(約77.4万年前～約12.9万年前)の基底を決めるGSSP(Global Boundary Stratotype Section and Point: 国際境界模式層断面とポイント)として承認されました。これにより、この時代がチバニアン(Chibanian)とよばれることになりました(第21図)。地質時代を決める地層として国内の地層が認定され、日本由来の名前がつけられたのはこれが初めてという快挙となりました。養老川沿いに露出するこの地層は、マツヤマ逆磁気期～ブルン(ブリュンヌ)正磁極期への変換を記録する地層(古地磁気逆転地層)としていくつかの地図上に記載されるなど従来から知られていましたが、2018年10月には国の天然記念物にも指定されました。そして、この地層がチバニアンのGSSPとなってからは、千葉セクションとよばれることになりました。このチバニアン成立の過程や千葉セクションに関連した主な研究成果については、千葉セクションGSSP提案チーム(2019)、菅沼(2020)、板木(2020)、岡田(2021)などをご参照ください。



第21図 チバニアン前後の地質年代表
かっこ内は、模式層(GSSP)のある国の名前を示します。
板木(2020)より引用。

このように上総層群は、南関東ガス田の供給母体として、長年人間生活に潤いをもたらす重要な地層としての役割を果たしてきましたが、最近ではひとつの地質時代の基準を与える地層として、学術分野でも希少な価値を有する地層であることが世界的に認知されるに至りました。この結果、社会的認知度も上がり、一般の人からも注目されるようになったのが今日の状況であるといえます。

謝辞：本報告を作成するにあたり、石油学会(第1図)、天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会(第2図、第3図、第5図、第6図)、天然ガス鉱業会(第4図)、石油技術協会(第9図、第10図、第16図)、産業技術総合研究所地質調査総合センター(第21図)が著作権を有する図面を転載させていただきました。また、関東天然瓦斯開発株式会

社の国末彰司氏には、原稿に目を通していただき、多くの有用なコメントをいただきました。地圏資源環境研究部門長の今泉博之氏には、本シリーズを執筆するきっかけを与えていただきました。これらの機関、個人に厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 千葉セクション GSSP 提案チーム (2019) 千葉セクション：下部－中部更新統境界の国際境界模式層断面とポイントへの提案書 (要約). 地質学雑誌, 125, 5-22.
- Hirayama, J. and Nakajima, T. (1977) Analytical study of turbidites, Otadai Formation, Boso Peninsula, Japan. *Sedimentology*, 24, 747-779.
- 平山次郎・鈴木尉元 (1968) 単層の解析－その実際と堆積学的意義について－. 地球科学, 22, 43-62.
- 本間敏夫 (1987) 水溶性天然ガスの開発技術：水溶性天然ガス開発基礎講座 (その1). 天然ガス, 30, no. 8, 2-18.
- 本間敏夫・山上英夫 (1968) 千葉県下のガス田開発に関する一般の問題点について. 石油技術協会誌, 33, 97-101.
- 石和田靖章・本島公司 (1960) 茂原ガス田における坑底圧力結果. 地質調査所月報, 11, 183-187.
- 板木拓也 (2020) 日本初の GSSP：千葉セクションとチバニアン. GSJ 地質ニュース, 9, 185-191.
- 伊藤 慎 (1997) 上総丘陵の地質. 千葉県の自然誌, 本編 2, 千葉県の大い, 第 2 章第 5 節, 201-239, 千葉県, 823p.
- 金子信行 (2003) メタン生成アーケア (古細菌). 石油技術協会誌, 68, 450-457.
- 金子信行 (2005) 千葉県の天然ガス・ヨウ素資源. 地質ニュース, no. 605, 33-35.
- 河井興三 (1961) 南関東ガス田地帯についての鉱床地質学的研究. 石油技術協会誌, 26, 212-266.
- 木村 健・小勝 武・田崎義行 (1993) 南関東ガス田産出挙動の貯留層パラメータ・センシティブティ. 石油技術協会誌, 58, 447-455.
- 小池 清 (1955) いわゆる層間異常の地史的意義について. 地質学雑誌, 61, 566-582.
- Kubo, Y., Masuda, F., Tokuhashi, S. and Sakai, T (1998) Spatial variation in paleocurrent velocities estimated from a turbidite bed of the Mio-Pliocene Kiyosumi Formation in Boso Peninsula, Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, 104, 359-364.
- 国末彰司 (2010) わが国における水溶性天然ガスの開発－特に千葉県の状況を中心に－. PETROTECH, 33, 177-181.
- 国末彰司・三田 勲・和気史典 (2002) 千葉県茂原ガス田の地下地質と水溶性天然ガス・ヨウ素の生産性について. 石油技術協会誌, 67, 83-96.
- 増田富士雄・桂 雄三・渡辺幸一・吉野 隆・伊藤 慎 (1989) タービダイト層に記録されたミランコビッチ周期：房総半島の鮮新－更新統上総層群. 堆積学研究会報, no. 31, 43-48.
- 三田 勲・和気史典・国末彰司 (2003) 九十九里地域におけるガス水比およびヨウ素濃度を規制する要因－特に海底扇状地堆積物および断層が果たす役割について－. 石油技術協会誌, 68, 111-123.
- 三田 勲・樋口康則・樋口朋之 (2006) ヨウ素を含有するかん水の濃集機構. 日本海水学会誌, 60, 91-97.
- 三梨 昂・山内靖喜 (1988) 上総層群の堆積盆の形成機構. 地質学論集, no. 30, 67-75.
- 持丸華子・鎌形洋一 (2006) 天然ガス・油田地帯の地下古海水中に生息する微生物の生態解明. 日本海水学会誌, 60, 98-104.
- 中川 勉・小勝 武・田崎義行 (2006) 茂原型水溶性ガス田の産出挙動における毛細管圧力と浮力の働きについて. 石油技術協会誌, 71, 582-590.
- 中嶋輝允・渡辺真人 (2005) 富津地域の地質. 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, 102p.
- 七山 太・中里裕臣・中島 礼 (2016) 茂原地域の地質. 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, 101p.
- 岡田 誠 (2021) チバニアン誕生：方位磁針の N 極が南をさす時代へ. ポプラ社, 東京, 207p.
- 佐脇貴幸・金子信行・前川竜男・猪狩俊一郎 (2015) 燃料資源図「関東地方」. 燃料資源図 FR-3, 産総研地質調査総合センター.
- 佐脇貴幸・金子信行・前川竜男・猪狩俊一郎 (2016) 燃料資源図「関東地方」について. GSJ 地質ニュース, 5, 45-49.
- 菅沼悠介 (2020) 地磁気逆転と「チバニアン」－地球の磁場は、なぜ逆転するのか (ブルーボックス (B2132)). 講談社, 東京, 258p.
- 鈴木尉元・小玉喜三郎・三梨 昂・岡 重文・ト部厚志・遠藤 毅・堀口万吉・江藤哲人・菊池隆男・山内靖

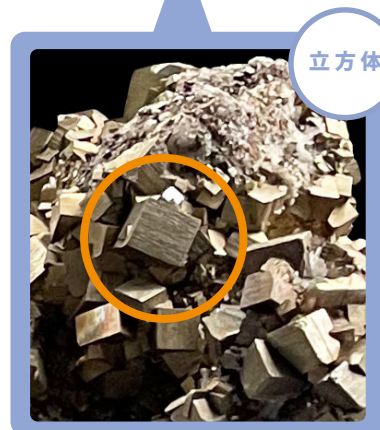
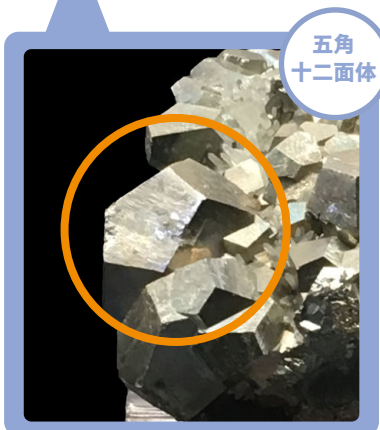
- 喜・中嶋輝允・徳橋秀一・楡井 久・原 雄・中山俊雄・奈須紀幸・加賀美英雄・木村政昭・本座栄一 (1995) 10万分の1東京湾とその周辺地域の地質 (第2版) 説明書. 特殊地質図 (20), 地質調査所, 109p.
- 田崎義行 (1994) 関東堆積盆地に賦存する水溶性天然ガスの開発に関する油層工学的研究. 早稲田大学博士論文, 121p.
- 天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会 (2019) 千葉県天然ガスとヨウ素 (2019.01版). 天然ガス鉱業会・京葉天然ガス協議会, 東京, 14p.
- 徳橋秀一 (2002) タービダイトの話 (地質ニュース復刻版). 実業公報社, 東京, 251p.
- 徳橋秀一 (2005) タービダイトの話—房総半島はタービダイトの一大宝庫です—. 地質ニュース, no. 605, 18-23.
- 徳橋秀一 (2007) “turbidity current” と “turbidite” の用語をめぐる混乱をいかに克服するか—これらの用語の定義に関する歴史的一考察—. 石油技術協会誌, 72, 26-39.
- 徳橋秀一 (2011) 地質ニュース復刻版第2弾ご地層の話—地層観察・地質調査・露頭保存の重要性を唱えつつ—. 実業公報社, 東京, 203p.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 工業技術院地質調査所, 136p.
- 徳橋秀一・渡辺真人 (2008) 4.2.1 房総地域の上総層群. 日本地質学会編, 日本地方地質誌3, 関東地方, 281-292, 朝倉書店, 東京, 570p.
- 徳橋秀一・クリストファー M. アギンギー・宮田雄一郎・石原与四郎・三田 勲 (2001) タービダイト砂岩分布予測のための堆積学的・岩石学的・数理学的研究—新潟および房総における解析例. 石油技術協会誌, 66, 81-94.
- 辻 隆司・宮田雄一郎・中水 勝 (1999) 堆積物中に残された周期性を利用した年代層序の可能性. 石油技術協会誌, 64, 94-106.
- 辻 隆司・宮田雄一郎・岡田 誠・三田 勲・中川 洋・佐藤由理・中水 勝 (2005) 房総半島に分布する下部更新統上総層群大田代層と梅ヶ瀬層の高精度堆積年代—石油公団研究井 TR-3 コアの酸素同位体比・古地磁気・石灰質ナノ化石に基づく年代層序—. 地質学雑誌, 111, 1-20.
- 上野道隆・椎名 清・本間敏夫・品田芳二郎・樋口 豊 (1964) 茂原ガス田の最近の開発事情と2,3の問題点. 石油技術協会誌, 29, 39-47.
- Utsunomiya, M. (2018) Distribution, age, and origin of a submarine landslide deposit in the Pleistocene Kiwada Formation, forearc basin fill on the Peninsula, east central Japan: Constraints from tephro- and biostratigraphy. *Island Arc*, 27, e12254. doi:10.1111/iar.12254
- 宇都宮正志・大井信三 (2019) 上総大原地域の地質, 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, 127p.
- 渡部景隆・増田富士雄・桂 雄三・岡崎浩子 (1987a) 関東地方の自然環境の移り変わり (1). 地学教育, 40, 1-12.
- 渡部景隆・増田富士雄・桂 雄三・岡崎浩子 (1987b) 関東地方の自然環境の移り変わり (2). 地学教育, 40, 79-90.
- ヨウ素学会 (2020) 日本にたくさんある資源って何だろう? それはヨウ素!! 普及用小冊子, ヨウ素学会, 千葉, 35p.

TOKUHASHI Shuichi (2022) What is the attractiveness of geologic excursions by JAPT (the Japanese Association for Petroleum Technology) in the Southern Kanto Gas Field? Part 1: Outline of the Southern Kanto Gas Field.

(受付：2022年1月17日)

黄鉄鉱 Pyrite

分類：硫化鉱物
化学組成：FeS₂
結晶系：立方晶系



写真：第4展示室の黄鉄鉱3種とそれらの部分拡大 標本番号：左からM16629, M10477, M00694
横幅：左から約17, 11, 28 cm 産地：秋田県鹿角市尾去沢鉱山、他

鉱物にはさまざまな色や形の変化があり、見ていて飽きません。今回紹介する黄鉄鉱はその金色の光沢から「おろか者の金」などと呼ばれていますが、多彩な形の変化も魅力の一つです。1950年代に地質調査所（現在の産総研地質調査総合センター）の研究者だった砂川一郎博士（後の東北大学理学部教授）が描いた図には、19種類の黄鉄鉱の形（晶癖）が示されています。第4展示室にはこのうち3種類の形の黄鉄鉱を展示しています（写真上）。左から五角十二面体、正八面体、立方体で、下段の写真はそれらの一部を拡大したものです。

このような複数の形ができる理由は黄鉄鉱の結晶構造にあります。黄鉄鉱は鉄原子 Fe と硫黄分子 S₂ が交互に並んだ構造で、高校で学習する塩化ナトリウム構造に似ています。塩の結晶は立方体の形をしていますね。塩と黄鉄鉱の大きな違いは、陰イオン1個が硫黄原子2個に置きかわっていることです。塩の結晶構造を普通のジャングルジムとすると、黄鉄鉱の結晶構造は五角形でできた、ゆがんだジャングルジムです。これが立方体以外の結晶面が現れる原因です。ちなみにこの五角十二面体は正十二面体ではなく、少しつぶれた五角形の面でできています。

黄鉄鉱は多量の硫黄を含むため、鉄の原料としては使われていません。しかしその半導体の性質から、昭和初期には鉱石ラジオの検波器に用いられていました。天然の黄鉄鉱に針を刺してダイオードにするのですが、もちろん現在は使われていません。近年では黄鉄鉱を用いた太陽電池が発表されています。黄鉄鉱が再び私達の身近なところで使われる日が来るのかも知れません。

（地質標本館室 小川浩〔文、写真〕）

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典
副委員長 小松原純子
委員 杉田創
児玉信介
戸崎裕貴
森田雅明
宇都宮正志
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 11 巻 第 3 号
令和 4 年 3 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 : MIYACHI Yoshinori
Deputy Chief Editor : KOMATSUBARA Junko
Editors : SUGITA Hajime
KODAMA Shinsuke
TOSAKI Yuki
MORITA Masaaki
UTSUNOMIYA Masayuki
MORIJI Rie

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. 11 No. 3
March 15, 2022

Geological Survey of Japan, AIST

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

宮古市浄土ヶ浜の始新世に貫入した流紋岩岩体

[cover photo](#)



岩手県宮古市の浄土ヶ浜は、三陸海岸有数の景勝地の一つである。エーゲ海の白亜の海岸を彷彿させるような白い岩石が広域に露出し、それを覆う緑のアカマツの樹林と紺碧の海がなす色彩のコントラストは、絵画のように絶妙で美しい。浄土ヶ浜の地名は、江戸時代に宮古山常安寺の僧侶が、「さながら極楽浄土のごとし」と感嘆したことから命名されたとの言い伝えがある。この一帯に分布する白い岩石は、約5200万年前(始新世)に貫入した流紋岩岩体であり、直径1 km 程の規模で、堦青石のなすマグマの流動を示す構造が特徴的である。当地も2011年東北地方太平洋沖地震の大津波によって被災し、浄土ヶ浜の海浜の形状が大きく変化したことが知られている。

(写真・文：七山 太 産総研地質調査総合センター 地質情報研究部門)

Jodogahama beach and early Eocene intrusive rhyolite in Miyako City, Iwate Prefecture, Japan. Photo and caption by NANAYAMA Futoshi