

GSJ 地球をよく知り、地球と共生する 地質ニュース

2017

5

Vol.6 No.5



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



<https://www.gsj.jp/publications/gcn/>

本誌のPDF版はオールカラーで公開しています。



5月号

-
- 147 **地質調査総合センター研究戦略部長就任にあたり**
中尾信典
-
- 149 **東西日本の地質学的境界【第七話】火山フロントのずれ**
高橋雅紀
-
- 158 **オリジナル地質図のすゝめ**
吉川敏之
-
- 166 **中国地質大学武漢の紹介**
伊藤 剛
-
- 175 **地質学用語の中国語表記：第4回 堆積学**
伊藤 剛
-
- 179 **受賞・表彰「資源・素材学会第91回渡辺賞を受賞」**

地質調査総合センター研究戦略部長就任にあたり

平成 29 年 4 月 1 日付で矢野雄策の後任として地質調査総合センター研究戦略部長を拜命いたしました中尾信典です。研究戦略部は、研究領域(産総研に 7 領域があり、地質調査総合センターはその 1 つ)における研究開発、関連業務に係る基本方針の企画・立案、総合調整を行う部署と位置づけられています。これまで 4 年間、地圏資源環境研究部門長を務めてきました。これからは地質調査総合センター (Geological Survey of Japan, 以下 GSJ と略称) の他の研究ユニットなどについても、さらによく知る必要があると痛感している今日この頃です。微力ではありますが、職務に一生懸命取り組む所存です。ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。



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研究戦略部長

中尾 信典

1. 産総研設立以降の GSJ の変遷

GSJ は 135 年の歴史を持つ組織ですが、平成 13 年(2001 年)4 月の独立行政法人化で工業技術院傘下の 15 研究所が産総研に再編された際に、大きな転換期を迎えました。

設立当時の産総研は研究ユニットをフラットに配置した研究組織であったため、「地質調査総合センター(GSJ)」はセンター長を有しないバーチャルな組織として、定期的な開催される連絡会議において組織間の業務連絡・調整・情報交換を行っていました。当時 GSJ は、深部地質環境研究センター(地層処分安全規制や評価に関する幅広い調査・研究を実施)、活断層研究センター(国の活断層および地震被害予測の研究等を実施)、地球科学情報研究部門(地質図類等、地球科学情報整備にかかる研究を実施)、地圏資源環境研究部門(地下資源と地圏利用・保全の研究を実施)、海洋資源環境研究部門(海洋における地質や環境研究を実施)、成果普及部門地質調査情報部、成果普及部門地質標本館、国際部門国際地質協力室、北海道地質調査連携研究体、関西地質調査連携研究体、及び研究コーディネータ(地質担当)で構成されていました。その後、産総研第 1 期中長期計画から現在の第 4 期中長期計画に至るまでの間で、研究ユニットの統廃合があり、現在の組織になっています(第 1 図)。

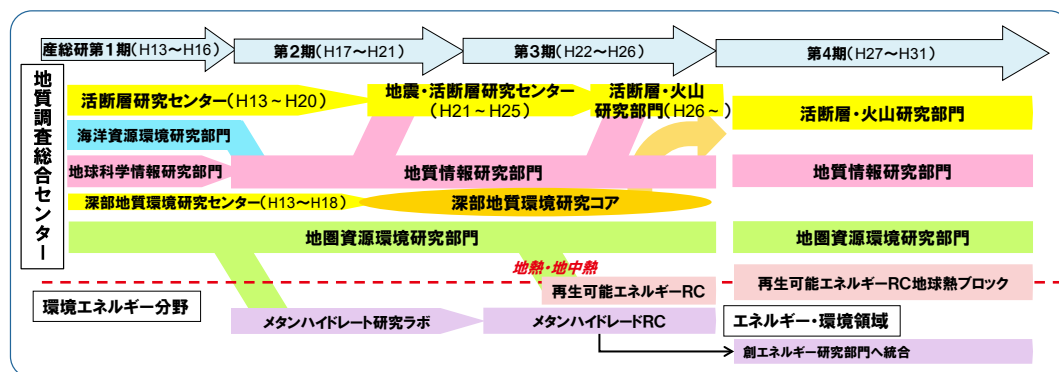
2. 現体制とミッション

GSJ は、「地質の調査」のナショナルセンターとして、人材の育成を含め、

- ① 国の知的基盤整備計画に基づく地質情報の整備
- ② 自然災害に強い国づくりのための地質の評価
- ③ 資源の安定供給と地圏の利用と保全にかかる技術の開発
- ④ 地質情報の管理と成果の普及

をミッションとしています。①については「地質情報研究部門」、②は「活断層・火山研究部門」、③は「地圏資源環境研究部門(再生可能エネルギー研究センターの地熱、地中熱チームを含む)」が、④は「地質情報基盤センター」が主に担当し業務を推進する体制となっています。

私は現体制が「地質の調査」研究を推進する上でよい体制になっていると思います。これは不易流行を旨に、産総研設立当時から組織の見直しを先輩方が絶えず進めてきた成果であるといえます。ただし、現状に甘んじることなく、例えば研究ユニット間融合のプロジェクトを推進するためにユニット間の柔軟な連携を図ることなど、研究戦略部がリードしていかなければならない場面が多々あると考えています。



第 1 図 産総研設立以降の研究ユニットの変遷

3. GSJの第4期運営方針と各ユニット

さて、産総研第4期の研究面での特色は、産業技術政策の中核の実施機関として最先端研究・革新的技術シーズを事業化(民間企業による事業化)につなぐ「橋渡し」機能と目的基礎研究の強化、地域イノベーションの推進がミッションとなっていることです。また、地質情報や計量標準等の知的基盤の整備と高度化、人材育成と人材流動化への貢献もミッションとなっています。ここでは、第4期目標・計画を達成するためのGSJの方針と、各ユニットの重点課題を紹介します。

1) 中長期目標・計画を達成するための方針

橋渡し研究についてはこれを広くとらえ、①国の判断等に貢献するもの—知的基盤整備を基礎として、災害予測、地下空間の適切な利用などに貢献できる研究、②橋渡しのための公的機関(JOGMECなど)と連携して、公的資金を活用して間接的に成果を民間へ渡す研究、③直接的に民間と連携する研究、をそれぞれ実施します。これらの3つの橋渡しについて研究者への意識付けを行い、社会への出口(橋渡しの相手)を明確にして研究を推進していきます。そして、目的基礎研究および橋渡し研究前期に軸足をおきつつ、橋渡し研究後期の比率を上げるように、マーケティング力の強化を図ります。また、GSJ内に競争的研究資金を設置し、長期的観点での有望研究(萌芽的研究を含む)テーマを支援します。地質標本館等を利用したアウトリーチ活動等、広報活動も強化します。

2) 各ユニットの重点課題

◎**地質情報研究部門**：地質情報の整備をGSJの中心となって実施します。知的基盤整備計画に基づいて、国土およびその周辺海域の地質図、地球科学基本図のための地質調査を系統的に実施し、地質情報を整備します。

- ・地質図幅・地球科学図等の系統的な整備、シームレス地質図の利便性向上
- ・日本周辺海域の海洋地質情報の整備(南西諸島周辺地域)
- ・沿岸域の海陸シームレス地質情報の整備、およびボーリングデータを活用した都市域の地質・地盤情報の整備
- ・地質情報としてのASTER衛星データの整備と活用

◎**活断層・火山研究部門**：主に目的基礎研究および橋渡し研究前期として、地震・火山・長期地質変動に関する地質情報の整備・社会への提供、地震・火山活動予測手法の高度化による社会の災害リスクの軽減、原子力施設の立地・廃止・廃棄・最終処分のための安全規制施策への貢献を行

います。また、活断層情報、火山情報、津波情報などの知的基盤整備を行います。

- ・陸域・沿岸海域の活断層評価、海溝型巨大地震・津波防災への貢献
- ・地震に伴う3次元の変形予測および強震動予測の信頼度向上
- ・火山活動の推移予測技術、大規模噴火の履歴情報整備など火山防災への貢献
- ・隆起・侵食活動の定量化手法の改良、深部流体活動の成因や流動の解明

◎**地圏資源環境研究部門**：主に目的基礎研究と橋渡し研究前期として、地下資源のポテンシャル評価、地圏環境の利用と保全の技術開発などを行います。橋渡し研究後期として省エネ技術や環境評価技術などを実施します。また、地熱、地下水などの知的基盤整備を行います。

- ・地下資源評価(希土類資源の開発可能性評価、メタン生成菌の利用技術、超臨界地熱資源利用技術の開発など)
- ・地下環境利用評価(CCS実証試験サイトでの圧入時モニタリング技術開発、沿岸域地下水環境の解析評価技術開発など)
- ・地下環境保全評価(土壌汚染評価技術の高度化と国際展開、新規法規制汚染物質の評価技術の開発、表層土壌評価基本図および水文環境図の編纂など)

◎**地質情報基盤センター**：「地質情報の管理と社会利用促進」を主業務とします。オープンデータ政策に沿った地質情報の公開と管理、地質資料の管理と提供、これらの成果を含む地質情報の展示・普及活動を行います。また、地質標本館などを使った活動(「GeoBank地質の学校」など)を他ユニットと協力して具体的に進めます。

以上、GSJの運営方針などを述べてきましたが、我々のやるべきことは、社会ニーズを常に意識しつつ、今一度「地質の調査」研究の基礎に立ち返り、研究所としての使命である新しい知見の創出に向けた研究活動に多面的に取り組むことです。研究資金の面からみると、運営費交付金を主体とする地質情報の整備、公的外部資金による研究、民間資金による橋渡し研究に大別されるところです。各研究者がそのうちのどれか(またはいくつか)に積極的に参画し、そこから学術的成果を論文や知財などの形で効率よく産出できるよう、各研究ユニットをサポートしていきたいと考えています。今後とも皆様のご支援をよろしくお願い申し上げます。

東西日本の地質学的境界【第七話】

火山フロントのずれ

高橋雅紀¹⁾

1. 弧 - 海溝系

日本海の拡大によって日本が大陸から離れていったのは、前期中新世の後期から中期中新世の初頭のおよそ2,000～1,500万年前である。日本海の拡大直前の配置に日本列島を復元するためには、日本列島が陸弧であった時期に形成された様々な地質学的マーカーのうち、できるだけ新しいマーカーを用いることが望ましい。例えば、白亜紀に形成されたマーカーは、その後の地殻変動によって乱されている可能性が否定できない。したがって、日本海の拡大直前に日本列島を配置し直すには、より新しい古第三紀や新第三紀初期のマーカーを用いるのが適切であろう。

日本列島において古第三系の分布は非常に限られており、マーカーとして採用できそうな地質情報を見いだすことはなかなか難しい。そこで、より新しい新第三紀初頭(前期中新世)の地質を根拠として、日本海拡大以前の日本列島の復元を試みる。ただし、何らかの地質学的情報をマーカーとして利用するためには、プレート沈み込み帯に形成されるさまざまな地形学的、地質学的、地球物理学の特徴、すなわち弧 - 海溝系(arc-trench system)について理解しておく必要がある(第1図)。以下、簡単に説明しよう。

1.1 陸弧(continental arc)

南アメリカ大陸西岸の様に海洋プレートが大陸の下に沈み込むと、大陸縁には陸弧(continental arc)が形成される。陸弧は、海洋地殻からなる背弧堆積盆が形成されていない場合を指す。海洋プレートが大陸縁に沈み込むと、地形的凹みである海溝(trench)ないしトラフ(trough)が形成される。いずれも細長い地形的凹地を指すが、トラフは水深が6,000 mよりも浅い場合に用いられる。ただし、トラフの成因は様々で、沖縄トラフのように背弧リフト帯の地形的凹地などにも用いられることもあり、プレートの沈み込み境界に限定されない。

海洋プレートが沈み込むと、上盤プレートには多数の火

山が噴出する。海洋プレートの沈み込みに伴って海洋地殻から脱水した水(H₂O)は、その直上のマントルウェッジのかんらん岩の融点を下げマグマが形成されると考えられている。マグマは徐々に浮上し、ついには地表に噴出して火山が形成される。火山は沈み込み境界、すなわち海溝と平行に帯状に分布することから、火山帯(volcanic belt)と呼ばれることが多い。また、火山は地形的な高まりを成し、それらは海溝と平行に連なっていることから、火山が密集する範囲は火山弧(volcanic arc)と呼ばれる。火山の噴出と海溝地震は、ともにプレートの沈み込み帯を特徴づける地殻変動である。

沈み込み帯に形成された火山の分布には、明瞭な特徴が知られている(Tatsumi, 1986; England *et al.*, 2004; Syracuse and Abers, 2006 など)。海溝から一定の距離離れた場所に火山が最も集中し、さらに陸側に向かって火山は徐々に少なくなっていく。火山の分布の海溝側の端は明瞭に認められることから、それらを滑らかに結んだラインを火山フロント(volcanic front)と呼ぶ(杉村, 1959)。海溝と平行に火山フロントが形成されるのは、マグマの発生が海洋地殻から水が脱水する深度に規制されているからと考えられている。

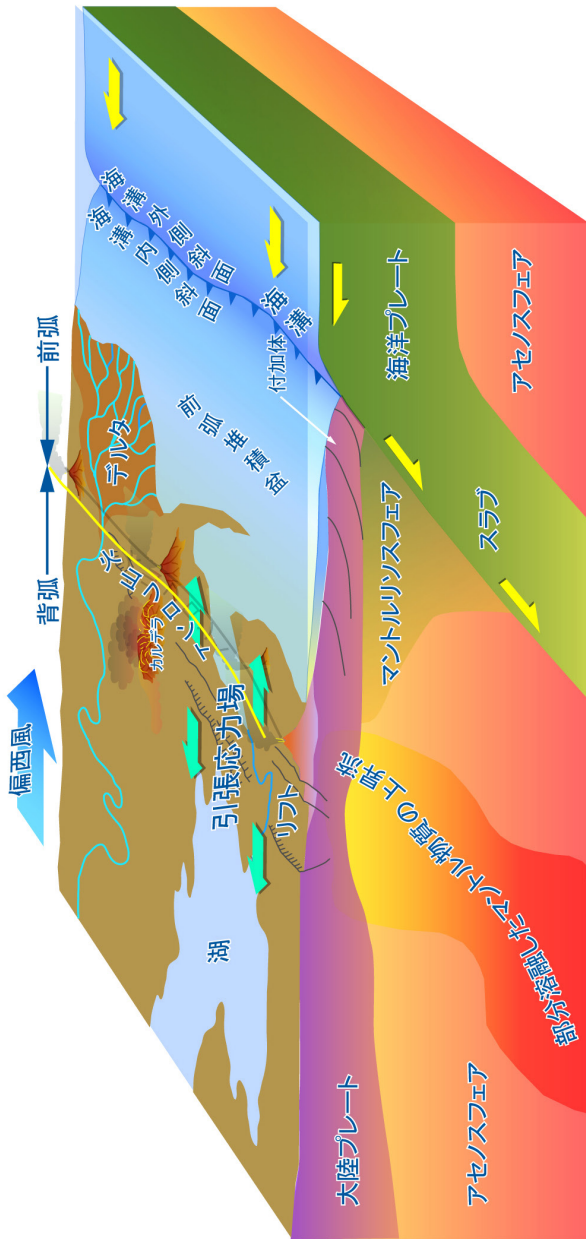
実際、ほとんどの沈み込み帯では、沈み込んだ海洋プレート(スラブ: slab)の上面の深度が90～100 km程度になると、その真上に火山フロントが形成されている(第2図)。したがって、スラブの傾斜角が小さい南アメリカ大陸西岸では海溝から火山フロントまでの距離が大きく、スラブの傾斜角が大きい伊豆諸島やマリアナ諸島では、火山フロントが海溝の近くに形成されている。このように、多くの弧 - 海溝系において火山フロントは明確に認められるが、火山帯の陸側の境界は不明瞭である。

弧 - 海溝系を特徴づける火山フロントによって、陸弧は海溝側の前弧(fore-arc)域と大陸側の背弧(back-arc)域に大別される。一般に火山弧が地形的に最も高く、前弧の地形は海溝に向かって低くなり、海岸線から海溝までは当然海域となる。一方、陸弧では、背弧域は厚い大陸地殻か

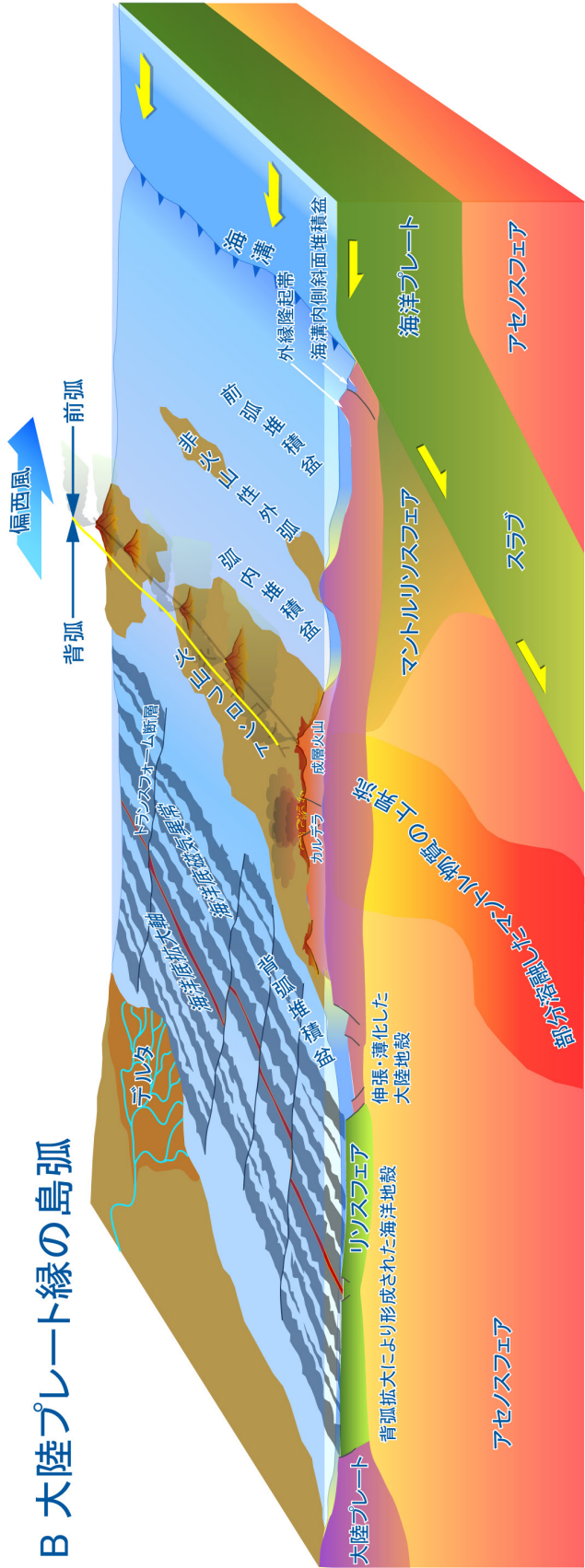
1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード: 弧 - 海溝系, 火山フロント, 日本海の拡大

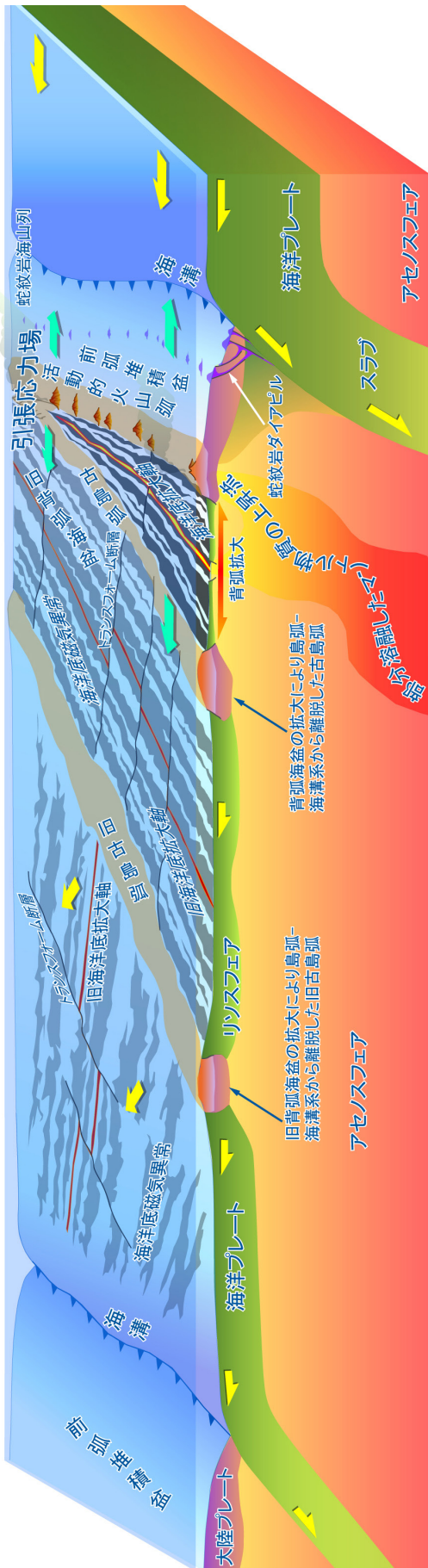
A 大陸縁の陸弧



B 大陸プレート縁の島弧



C 海洋プレート縁の島弧



第1図 (p.148) A: 陸弧-, (p.148) B: 島弧-, (p.148) C: 海洋性島弧 - 海溝系の基本的枠組み概念図 (高橋・安藤, 2016より作成).

らなるので大抵は陸域であるが、浅い沿海 (marginal sea) が広がっている場合もある。例えば、南西諸島 (琉球弧) は典型的な弧状列島といえるが、その背後の東シナ海は大陸地殻からなるので、琉球弧は地球科学的には陸弧に位置づけられる。

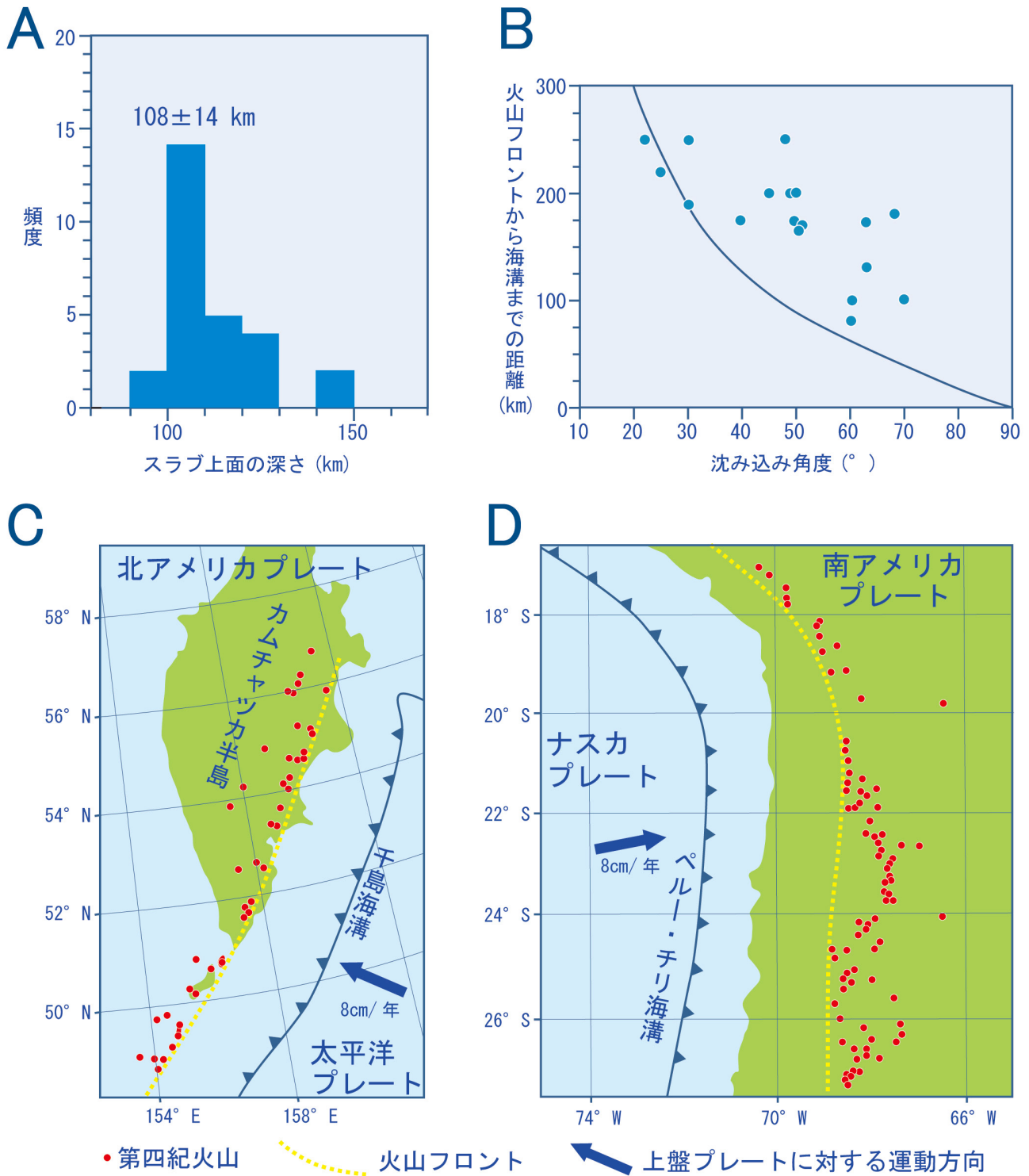
前弧に広がる海域は海溝に向かって徐々に深度を増し、海溝の近傍で傾斜が大きく変わる変換点が認められる。この場所は、海溝陸側斜面隆起帯 (inner trench-slope break) と呼ばれる。陸域で浸食された碎屑物は河川を通じて海域まで運搬され、海溝陸側斜面隆起帯に堰き止められた地形的凹地に厚く堆積する。このように、前弧域の海域における厚い地層が堆積する範囲を前弧堆積盆 (fore-arc basin) あるいは前弧海盆と呼ぶ。前弧堆積盆を埋積した地層は、“地層累重の法則”に則り、上位の地層ほど堆積年代が新しい。また、それらの堆積物に覆われる前弧域の基盤岩は、当然のことながら前弧堆積盆の地層よりも古い。

陸域から供給された碎屑物が海溝まで到達すると、海溝に沿って付加体が形成される。付加体は陸源碎屑物である砂や泥と、海洋プレート上で形成された玄武岩類や石灰岩、チャートなどが混在して形成される。陸源碎屑物に取り込まれている海洋プレート由来の岩石や地層は、それらが海溝に到達する以前に既に形成されているので、それらの年代は陸源碎屑物の堆積年代よりも古い。

付加体は海溝で混在した後も海洋プレートの沈み込みに伴って地下へ引きずり込まれ、最終的に陸上に露出するまでに著しい変形を被っている。そのため、海洋プレート起源の異質な岩塊と陸源碎屑物との層序関係を野外で判断することは非常に難しい。実際には、各岩塊や陸源碎屑物から放射虫などの微化石を抽出し、年代の新旧関係をもとに付加体と認定される。

付加体を構成する岩塊や碎屑物の年代は様々であるが、付加体の形成年代は海溝で陸源碎屑物と海洋プレート上の岩石が混合した年代、すなわち陸源碎屑物 (とくに泥岩) の堆積年代をもって表される。さらに、付加体は海洋プレートの沈み込みに伴って成長するため、付加体の年代は陸から海洋側に向かって新しくなる。また、付加体は陸側に緩く傾斜した逆断層 (スラスト) によって分断されつつ積み重なっていくので、スラストを挟んで下盤側 (構造的低位という) ほど付加年代が新しい。これらの年代極性は、当時の弧 - 海溝系の枠組みを復元するための重要な指標となる。

これに対し、火山フロントより内陸側である背弧域は、多数の火山で特徴づけられる。そのため、火山帯として認識される範囲を火山弧と呼ぶ場合が多い。背弧側は厚い大



第2図 沈み込む海洋プレートと火山の関係(巽, 1995より作成). 沈み込んだプレート(スラブ)上面の深さが100 kmほどになると, その真上に火山フロントが形成される(A). 当然, スラブの傾斜角が小さいほど, 火山フロントは海溝から離れる(B). 海溝から火山フロントまでの距離がカムチャツカ半島(C)と南アメリカ大陸西岸(D)で異なるのは, スラブの傾きの違いに起因する.

陸地殻からなるため、アイソスタシー (isostasy) によって広い範囲が海面上に露出する。さらに、火山はしばしば比高が 1,000 m を超えるため、火山フロントの近傍で標高が最も高くなる。その結果、弧 - 海溝系においては、火山フロントに沿う高まりと海溝に沿う凹みによる対照的な地形が発達し、そのような地形が海溝に沿って数千 km も続く場合がある。その結果、沈み込み帯では海溝で小さく陸に向かって増加する重力異常が観測される。

背弧域は陸域である場合が多く、湖沼などに陸成層が堆積する。また、火山が多数形成されることから、地表には溶岩流や火砕流堆積物などの火山噴出物が堆積し、非火山性碎屑物が卓越する前弧域とは地層の岩相が大きく異なる。また、火山の地下には給源であるマグマが存在し、そのままゆっくりと冷却して形成された深成岩が大陸地殻を構成している。したがって、仮に背弧域が隆起し削割されたとしたら、深成岩が広い範囲に露出することになる。これに対し、前弧域では前弧堆積盆の堆積物の下にはより古い付加体やその変成岩が伏在する。このように、前弧域と背弧域では堆積する地層が大きく異なるだけでなく、地下深部を構成する岩石も大きく異なる。

相対的に海溝が海洋側に後退することによって陸弧が伸張変形を被ると、地殻は水平方向に引き延ばされる。その際、温度の高い地殻下部は塑性的に変形するが、温度の低い地殻上部は脆性的に変形する。具体的には、地殻上部では正断層運動によって地溝 (graben) や半地溝 (half-graben) が形成され、それらが密集するリフト帯 (rift zone) が成長する。弧 - 海溝系の温度構造は、大局的には古くて冷たい海洋プレートに冷やされている前弧域で地温勾配が小さく、マグマが供給されている火山弧 (背弧) 側で地温勾配が大きい。岩石の変形は温度依存性が高いため、地殻の変形は熱的に温められて変形しやすい火山弧に沿って進行するので、リフト帯は背弧域に形成される。これに対し前弧域の地殻は温度が低く、さらにその下位には変形しにくいマントルリソスフェアが存在するため前弧域は変形しにくい。地殻変動に伴う変形が背弧域に集中し、反対に前弧域で変形が軽微なのは、弧 - 海溝系の温度構造に大きく起因する。

1.2 島弧 (island arc)

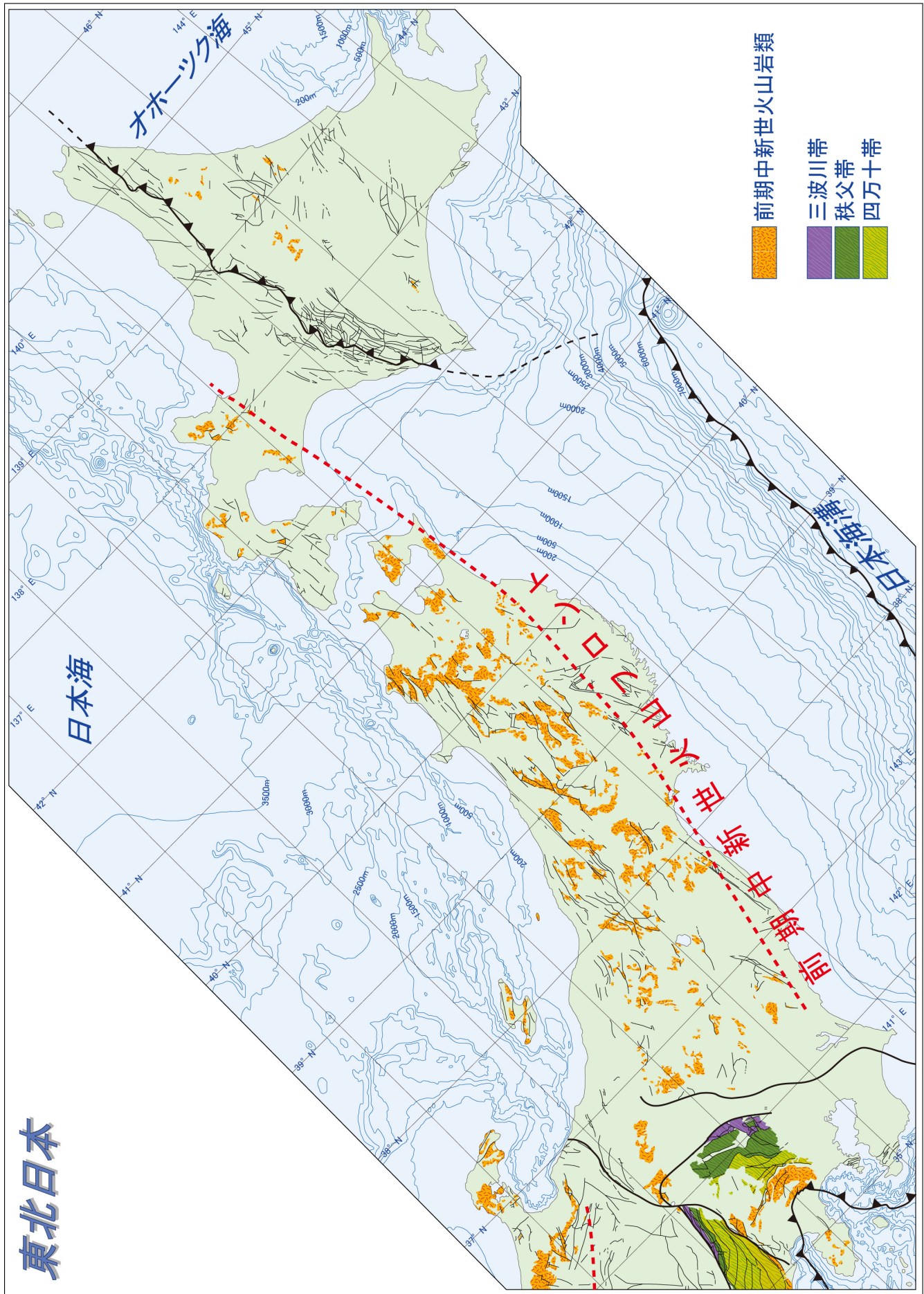
千島弧の様に、大陸との間に海洋地殻が存在している弧 - 海溝系を島弧 (island arc) と呼ぶ。南西諸島 (琉球弧) の背後には東シナ海が広がっているが、海底下の岩石は大陸地殻からなるので、琉球弧は島弧ではなく陸弧と位置づけられる。一方、西南日本の背後の日本海 (大和海盆や対馬

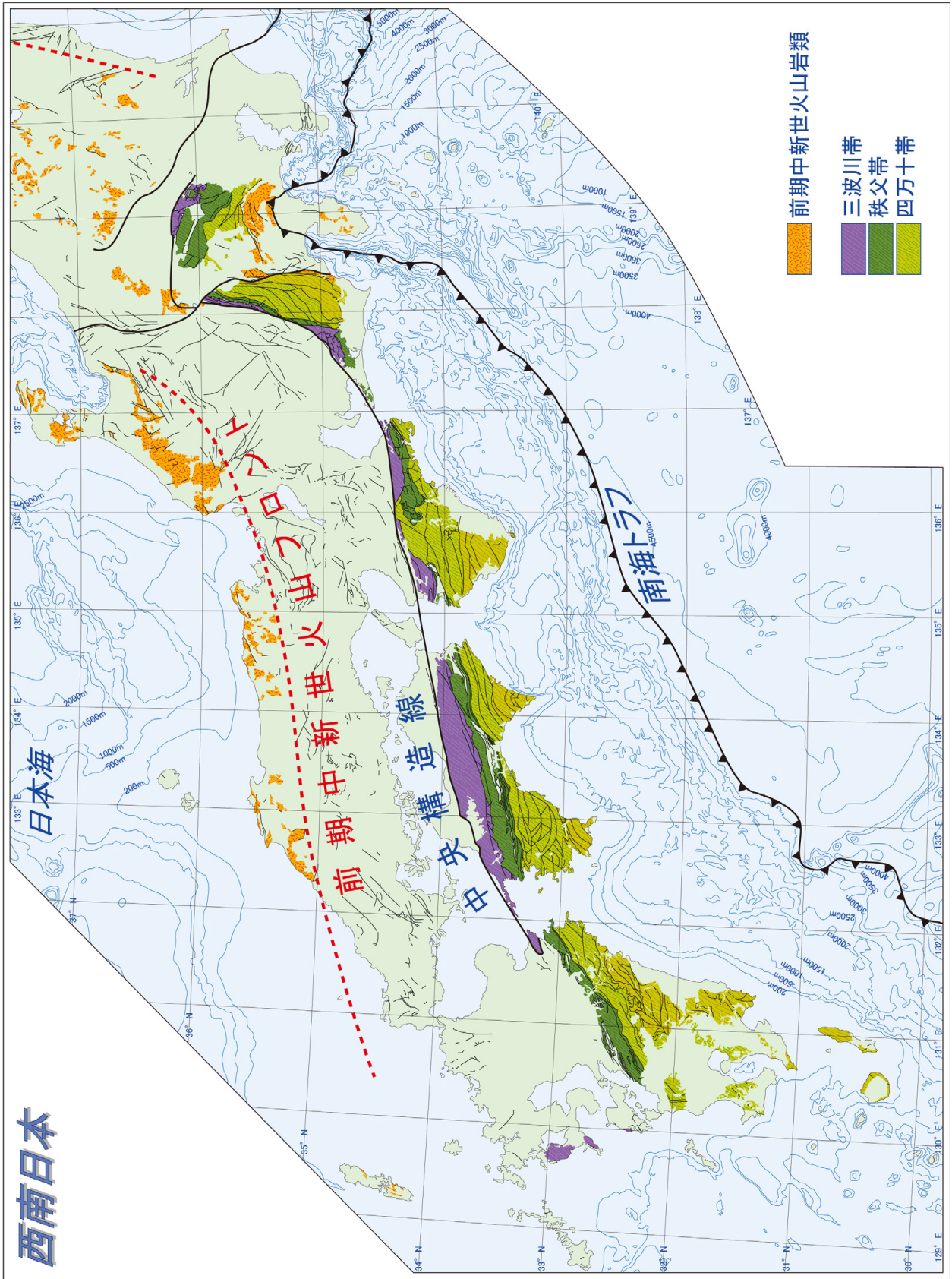
海盆) の地殻は典型的な海洋地殻ではなく、伸張薄化した大陸地殻と考えられているので、西南日本も典型的な島弧とは言えない。東北日本に関してはその背後に海洋地殻からなる日本海盆を配していることから島弧と位置づけることが可能である。しかし、大陸地殻塊である大和堆に象徴されるように、日本海海底には典型的な海洋地殻はわずかで、伸張薄化した大陸地殻が散在していることから、日本列島は典型的な島弧とは位置づけられない。それらの要因は、日本海の拡大が典型的な背弧海盆の形成に至らなかったからであろう。

島弧の基本的な枠組みは、前弧域に関しては陸弧と同様で、海溝に沿う海溝内側斜面隆起帯に堰き止められた前弧堆積盆が海溝と平行に発達する場合が多い。また、前弧域には火山弧と同様に地形的高まりが連なる場合があり、それらを非火山性外弧 (outer-arc basement high)、あるいは単に外弧 (outer-arc) と呼ぶ。この区分では、背弧域に発達する火山弧を内弧 (inner-arc) と位置づけて考えることができる。外弧は火成活動 (igneous activity) が発生しない前弧域に位置するので、地形的高まりを成す岩石は、古い基盤岩やそれらを覆う被覆層である。例えば、火山弧が明瞭なスマトラ島に対して、その海溝側に連なる島々は、外弧に相当する地形的高まりである。このような外弧の高まりによって前弧海盆が分断された場合、火山弧と外弧の間の堆積盆を弧内海盆 (intra-arc basin) と呼ぶ場合がある。

海溝陸側斜面隆起帯から海溝までは陸側に傾斜した逆断層によって積み重なった付加体が発達するが、海溝に続く斜面には海溝と平行で規模の小さい堆積盆が形成されることがある。これらを斜面堆積盆 (slope basin) と呼ぶ。斜面堆積盆は付加体の変形に伴って形成された地形的凹地を碎屑物が埋積するため、付加体の成長にしたがって斜面堆積盆そのものも変形したり消滅したりする。房総半島の南端に分布する千倉層群や豊英層群は、新生代の付加体の上に形成された複数の斜面堆積盆と考えられている。

一方、島弧は背弧側に海洋地殻からなる背弧堆積盆 (back-arc basin) が広がっている点で、陸弧と大きく異なる。海洋地殻の存在は、背弧堆積盆が海洋底拡大 (ocean-floor spreading) によって形成されたことを物語っており、島弧がかつて陸弧であったことを意味する。すなわち、大陸プレート縁が何らかの原因で伸張変形を被ると、火山弧に沿ってリフト帯が形成される。リフト帯の成長に伴って背弧域の地殻は徐々に薄くなり、力学的指標であるリソスフェア (lithosphere) も薄化する。そして、大陸プレートが完全に分断 (ブレイクアップ: breakup) すると、前弧側の地殻は大陸から分離し、その背後で背弧拡大 (back-arc





第3図 前期中新世火山岩類の分布と、それらから推定された当時の火山フロント (地質調査所, 1992 を元に作成).

spreading) が開始する。

拡大した範囲には新たに海洋地殻が形成され、分離した前弧の地殻は背弧拡大と共に海洋プレート側に移動していく。このようにして、陸弧は島弧に転換する。大陸と島弧の間に形成された海洋地殻の厚さは7 km程度と大陸地殻に比べて薄いため、大陸と島弧の間はアイソスタシーにしたがってほとんどが海面下に水没する。その結果、陸域から供給された碎屑物や、海域に生息するプランクトンなどの遺骸が堆積する背弧堆積盆が形成される。

このように、島弧はかつての陸弧が背弧拡大によって大陸から分離し、それ以降も海洋プレートの沈み込みによる新たな弧-海溝系の枠組みで成長してきた。したがって、海洋プレートの沈み込みに伴い成長する陸弧と島弧は、ほぼ同様な地質構造発達史を辿ると予想される。しかしながら、背弧海盆によって大陸から分断された島弧では、陸源碎屑物の供給量が大きく減少するために、前弧堆積盆に堆積する地層や付加体の成長が大きく制限されるであろう。例えば、千島弧のように火山弧を除いて水没している島弧では、前弧堆積盆に供給される碎屑物は火山岩起源の碎屑物のみであろうし、付加体を成長させるための陸源碎屑物の供給もほとんどないと考えられる。大陸から供給された碎屑物は背弧堆積盆にトラップされ、地形的高まりである火山弧を越えて前弧域にまで供給されることはほとんどない。

また、島弧では新たな沈み込み帯として島弧の火成活動が開始するので、島弧の地殻は陸弧であった時代の古い大陸地殻と、島弧に移行した後に形成された新しい島弧地殻が混在することになる。例えば、基盤岩に関すれば日本列島の成り立ちは数億年に及ぶが、日本海の拡大は前期中新世から中期中新世の初頭（およそ2,000～1,500万年前）と非常に新しい。その結果、1,500万年前以降の火成活動による火山噴出物や深成岩の貫入、前弧堆積盆や背弧堆積盆に堆積した地層などは、島弧地殻の成長過程と理解されよう。一方、それらに貫かれた、あるいは覆われた基盤岩類は、日本列島がまだ大陸縁であった時期に形成された岩石である。現在では、ジュラ紀よりも古い海洋プレートはすべて海溝から沈み込んで消失しているが、さらに古い地層や岩石が日本列島に分布していることは、日本がかつて大陸であった証拠である。このように、海洋プレートに比べてはるかに古い岩石が島弧に存在していることは、後述する海洋性島弧と最も異なる特徴といえる。

1.3 海洋性島弧 (oceanic arc)

海洋プレートに海洋プレートが沈み込んだ場合でも、上盤プレートの縁に島弧が形成される。そのような島弧を海洋性島弧 (oceanic arc) と呼ぶ。太平洋プレートがフィリピン海プレートに沈み込むことによって成長している伊豆-小笠原弧やマリアナ弧は、典型的な海洋性島弧である。海洋性島弧は海洋プレートの縁に発生し成長するので、基本的には、帰属する海洋プレート (海洋底) よりも古い岩石は存在しない。

海洋性島弧の基本的枠組みは島弧と同様で、火山弧を中軸に前弧と背弧に堆積盆が広がる。地形的に火山弧が最も高いが、大陸地殻に比べて島弧地殻は薄いために広域は水没し、海面上に露出するのは列を成す火山島程度である。海洋性島弧は大陸から離れているため陸源碎屑物はほとんど供給されず、付加体は成長しない。伊豆-小笠原弧では、沈み込む太平洋プレートの沈み込み角度が大きいために、他の島弧に比べて火山フロントが海溝寄りである。

大陸に比べて形成時期が新しい海洋性島弧の地殻の厚さは大陸に比べて薄く、また活動的な火山活動により背弧域 (火山弧) の温度が高いために、海洋性島弧では火山弧に沿ってしばしば背弧拡大が起こる。かつて、伊豆-小笠原弧と九州-パラオ弧は一体の海洋性島弧であったが、前期中新世に四国海盆およびパレスベラ海盆が拡大してふたつの島弧に分裂し、さらに鮮新世にはマリアナトラフが拡大してマリアナ弧と西マリアナ海嶺に分離した。背弧拡大に伴い分離した海洋性島弧のうち、海溝側の島弧には海洋プレートが沈み込み続けるため島弧地殻は成長を続けるが、背弧側に残された島弧地殻は弧-海溝系から離脱するために成長が停止する。その結果、地形的高まりとして残されたかつての島弧の片側は古島弧 (remanent arc) と呼ばれる。九州-パラオ弧は前期中新世に、一方、西マリアナ海嶺は鮮新世に古島弧に移行して活動を停止した。

伊豆-小笠原弧の前弧では、海溝に平行な蛇紋岩の海山列が形成されている。通常、島弧地殻の伸張変形は地温勾配の大きい火山弧 (背弧) に沿って進展するが、伊豆-小笠原弧からマリアナ弧では、前弧域でも伸張変形 (リフト) が進行していると考えられている。三浦半島から房総半島に続く葉山-嶺岡構造帯を特徴づける蛇紋岩類は、これらの蛇紋岩類が本州側に付加したものと推定される。

2. 火山フロントのずれ

文 献

さて、弧-海溝系の枠組みを概観すると、海洋プレートの沈み込み帯に沿っては様々な地形学的・地質学的・地球物理学の特徴が認められ、とくにそれらは海溝に沿って平行に追跡される。そして、過去の島弧ないし陸弧を復元することは、その当時に形成されていた弧-海溝系の枠組みを復元することに他ならない。弧-海溝系を表す様々な情報のうち、過去の地形学的データや地球物理学的情報を得ることはほとんど不可能である。したがって、過去の弧-海溝系は、地質図に表された当時の地質情報を頼りに組み上げなくてはならない。その中で、最も明瞭なマーカーとなるのは、当時の火山フロントである。

古地磁気学的データに基づくと、日本海の拡大は前期中新世の後期から中期中新世の初頭であると考えられている。ここで、前期中新世に噴出した火山岩類を地質図から抜き出すと、現在の東北日本の大部分は当時の火山弧であり、北海道の西部から下北半島の東縁を通り、北上山地の西端から塩竈^{しおがま}付近、さらに南下して福島県の霊山^{りょうぜん}から棚倉地域を経て筑波山へ繋がる当時の火山フロントを推定することができる(第3図)。現在の火山フロントが東北日本の脊梁山脈に沿って続いていることと比較すれば、前期中新世の火山フロントは数十 km ほど海溝寄りであったことが分かる。これは、日本海が拡大し始めた頃、東北日本に沈み込んでいた太平洋プレートのスラブの傾きが大きかったことを示唆する。

これに対し、西南日本の前期中新世の火山フロントは、現在の火山フロントと同様に日本海側に位置していた。島根県から鳥取県、さらに丹後半島にかけて前期中新世の火山岩類は断続的であるが、福井県や石川県など北陸地方ではまとまって分布している。そして、それらにより推定される前期中新世の火山フロントは中央構造線と平行で、とくに両者が中部地方で緩く北方に湾曲している。この湾曲構造は、1,500 万年前以降の伊豆-小笠原弧の衝突による本州中央部の変形である(Hyodo and Niitsuma, 1986; Amano, 1991; Takahashi and Saito, 1997 等)。そこで、日本海の拡大以降の変形を補正すると、前期中新世の火山フロントと中央構造線は、いずれも直線状であったことが分かる。ここにきて、ようやく“日本分裂”を議論するスタートラインに立つことができた。

(第八話につづく)

Amano, K. (1991) Multiple collision tectonics of the South Fossa Magna in central Japan. *Modern Geol.*, **15**, 315-329.

地質調査所 (1992) 100 万分の 1 日本地質図 第 3 版. 地質調査所.

England, P., Engdahl, R. and Thatcher, W. (2004) Systematic variations in the depths of slabs beneath arc volcanoes. *Geophys. Jour. Int.*, **156**, 377-4-8.

Hyodo, H. and Niitsuma, N. (1986) Tectonic rotation of the Kanto Mountains, related with the opening of the Japan Sea and collision of the Tanzawa Block since middle Miocene. *Jour. Geomag. Geoelectr.*, **38**, 335-348.

杉村 新 (1959) 火山岩の θ 値の地理的分布: 日本の火山帯. *火山*, **4**, 77-103.

Syracuse, E. M. and Abers, G. A. (2006) Global compilation of variations in slab depth beneath arc volcanoes and implications. *Geochem. Geophys. Geosys.*, **7**, 1-18.

高橋雅紀・安藤寿男 (2016) 弧-海溝系の視点に基づく日本の白亜紀陸弧の配置. *化石*, **100**, 45-59.

Takahashi, M. and Saito, K. (1997) Miocene intra-arc bending at arc-arc collision zone, central Japan. *The Island Arc*, **6**, 168-182.

Tatsumi, Y. (1986) Formation of the volcanic front in subduction zones. *Geophys. Res. Lett.*, **13**, 717-720.

巽 好幸 (1995) 沈み込み帯のマグマ学-全マントルダイナミクスに向けて. 東京大学出版会, 東京, 187p.

TAKAHASHI Masaki (2017) Geological problem for the tectonic boundary between Northeast and Southwest Japan -Displacement of volcanic front-

(受付: 2016 年 5 月 6 日)

オリジナル地質図のすゝめ

吉川敏之¹⁾

1. はじめに

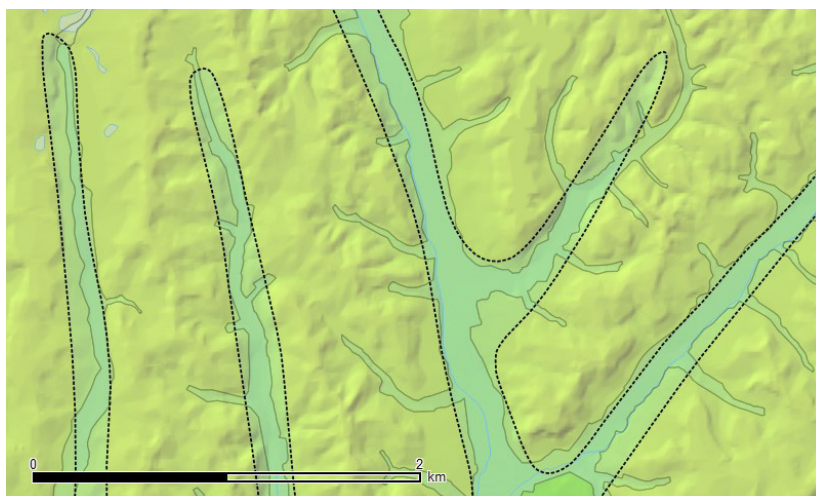
地質図は様々な用途に利用できる便利な地図だと思いません。ただ、何しろ地質を調べるには手間と時間がかかりますので、地質図制作の進展も少しずつです。したがって、利用したい地質図が必ず手に入るとは限りません。そもそも地質調査総合センターの地質図で日本全国そろっているのは1/20万という小縮尺の地質図で、拡大には向きません。また、運良く大縮尺の地質図が出版されていたとしても、情報を取得(調査・研究)した時点がとても古いものがありますし、中には情報が間違っている場合もあります。地質図は制作時における最新のデータと解釈に基づいて描かれていますので、時間とともに新しいデータが蓄積し、学問も進歩していくと、必然的に変更の必要な箇所も出てくるのです。

希望の地質図がない場合、これまでは小縮尺の地質図で妥協したり、使用をあきらめたりしていた場合がほとんどでしょう。しかし、現在ではもうひとつの選択肢があります。それが今回ご紹介する「オリジナル地質図をつくる」という方法です。というのも、昨今のオープンソース・オープンデータ・オープンライセンスの進展により、地理空間情報を扱う作業がとても簡単になったからです。

- オープンソース：機能の豊富なフリーソフトを誰でも利用することができます。また、地図情報をウェブサイトから公開する際にも、便利なオープンソースアプリケーションを利用できます。
- オープンデータ：地質図のデータにも、修正のしやすいベクトルデータが増えています。また、様々な機関が、保有している地図や情報を広く公開するようになっています。
- オープンライセンス：出典を明示することで、改変を含む自由な二次利用が可能なライセンスが広まっています。

これにより、ユーザーは地質図を改変して利用する自由と手段を手に入れました。第1図は、1/20万日本シームレス地質図の沖積層の分布を、国土地理院の標高データに合わせて修正してみた例です。点線がオリジナルの地質境界線ですが、空中写真や標高データなどの情報を参照することで、より高解像度な地図に作り直すことができます。

以下では、フリーアンドオープンツールとデータを使って、どんなふうに地質図の改変が実現できるのかを具体例を挙げてご紹介します。



第1図 1/20万日本シームレス地質図の沖積層の分布を修正した例。点線がオリジナルの地質境界線。産総研地質調査総合センター1/20万日本シームレス地質図データベース(*1)を改変。参照している地形データは国土地理院地理院タイル(*2)で配信されている色別標高図。

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

キーワード：地質図、ウェブ発信、オープンデータ、オープンライセンス、GIS、二次利用、地理空間情報

2. 用意するもの

オリジナル地質図の制作に必要なのは、ツールとデータです。

・ツール

地理空間情報を扱うソフトをGIS (Geographic Information System) といいます。現在、フリーソフトとしてよく使われているのはQGISです。ユーザーが多いため、ウェブ上やガイドブック等での情報も豊富ですので、本ページではQGISを使った例を紹介し、必要なものは以下の2つです。

- ・ QGIS 本体：公式サイト (*3) からダウンロードします。最新版とLTR (Long Term Release) 版があります。更新の頻度は高いので、環境を揃える必要があるときはLTR版を検討すると良いでしょう。インストールが必要で、ポータブル版はありません。
- ・ タイルレイヤプラグイン：国土地理院の配信する地理院タイルを表示するのに必要です。QGISのメニューの[プラグインの管理とインストール]からTileLayer Pluginをインストールします。正常にインストールされると、QGISのメニューの[Web]-[タイルレイヤプラグイン]から利用できるようになります。また、接続に必要なtsv形式の定義ファイルも別途用意します(*4)。

QGISの使い方の詳細については、ウェブサイトで公開されている情報や市販のガイドブック等を参照してください。

・データ

データには作業する地質図ベクトルデータと、参照あるいは再利用する各種データの2種類が必要です。

地質図のデータは地質調査総合センターのウェブサイトからダウンロードしてください。ダウンロードで利用する主なサイトを以下に記します。

- ・ 地質図類データダウンロード (*5)
- ・ 1/20万日本シームレス地質図データダウンロード (*1)
- ・ 地質図カタログ (*6：掲載されている地質図のうち、ベクトルデータがあるのは一部のみ)

参照するデータとしてとても便利なのが、各種のオープン

ンデータです。近年、国や地方自治体が再利用を認めるライセンスで公表する地理空間情報は大幅に増えまし、引き続き増え続けています。これらに基づいて、自らの目的に合った地質図を作ることも、とても容易にできるようになりました。以下には幾つかの例と代表的なサイトを挙げておきます。ただ、オープンデータは日進月歩で、最新の情報は変わって行くことが予想されますのでご注意ください。どんなデータを使うとどんな修正が容易にできるかは、具体例の中でご紹介します。

- ・ 既存の地質図：上述の地質調査総合センターの地質図、国土交通省 国土調査の表層地質図(*7) など
- ・ 各種のデジタル標高モデル (DEM)：国土地理院 基盤地図情報(*8) など
- ・ 各種主題図：国土地理院 主題図(*2：土地条件図、治水地形分類図、明治期の低湿地など)、防災科学技術研究所 地すべり地形分布図(*9)、農業環境技術研究所 歴史的農業景観閲覧システム(*10) など
- ・ 空中写真・古地図：国土地理院 地図・空中写真ダウンロードサービス(*11) など

参照する各種データのもうひとつの選択肢は、「独自の知見」でしょう。地質図の制作期間は限られていますし、制作後に明らかになった情報は反映されていませんので、これらに基づいて地質図を修正したいというのはごく自然な欲求です。何事にかかわらず、現地の最新情報を知っているのがいちばんなのです。

これらのデータには、WMS (Web Map Service) のような配信データと、ファイルを手りするダウンロードデータがあります(第2図)。前者の場合はデータを編集することはできませんが、更新は配信機関が行ってくれますので、特に気にすることなく最新の情報を利用できます。一方、後者の場合は更新状態の確認こそ必要になりますが、データを直接編集することができます。いずれの場合も、

ツール	データ		
	データの種類	更新の手段	編集
GIS (QGIS等)	機関の配信データ	不要	不可
	ダウンロードデータ	必要	可
	独自のデータ	必要・不要	可

第2図 各種データの特徴。参照するだけなのか、再利用したいのかで、目的とするデータが変わってきます。

各種のデータ利用に際しては、設定されているライセンスによく注意してください。また、情報の更新を行わないことを表明している場合や、注意事項がある場合もありますので、配信元の情報をご確認ください。

3. 地質図の修正例

・既存の地質図を編集

既存の地質図データをダウンロードしても、必ずしもそのまま使うとは限りません。なぜなら、地質図はその地域に分布する全ての地質を区分してとても詳しく描かれているのが一般的ですが、実は目的の地層はその一部であるという状況は普通に起こりうるからです。

例えば、目的の地層を目立たせるために、地質図を簡略化したり、または地質図から抜粋したりということがあるでしょう。また、地層の分布が広い場合、その範囲を網羅するために制作時期の異なる2つの地質図を接合することもあるでしょう。第3図は、目的の地層（篠山層群）が隣り合う2つの地質図の図郭をまたいで分布しているときに、2つの地質図を接合しつつ抜粋した例です。

・デジタル標高モデルを利用

デジタル標高モデル（以下、DEM）を利用すると、地形の様子が立体的に表現されるため、視覚的に理解しやすく

なります。したがって、位置ずれの補正に効果的です。国内のDEMは国土地理院の「基盤地図情報」のウェブサイトからダウンロードできます。ただし、このデータをGISで利用するためには、一般に変換等の作業が必要になります。一方、このデータを基にした地図が、地理院タイルの「色別標高図」として配信されていますので、参照するだけでしたらこちらを使うと便利です。

色別標高図を使うと、小縮尺地図を拡大したときに気になる位置ずれを、容易に補正することができるようになります。第4図でその効果をご確認ください。

場所にもよりますが、色別標高図はかなり精細な地図です。段丘や微地形などの判別もできますので、それらを追加・修正する際にも便利に利用できるでしょう。

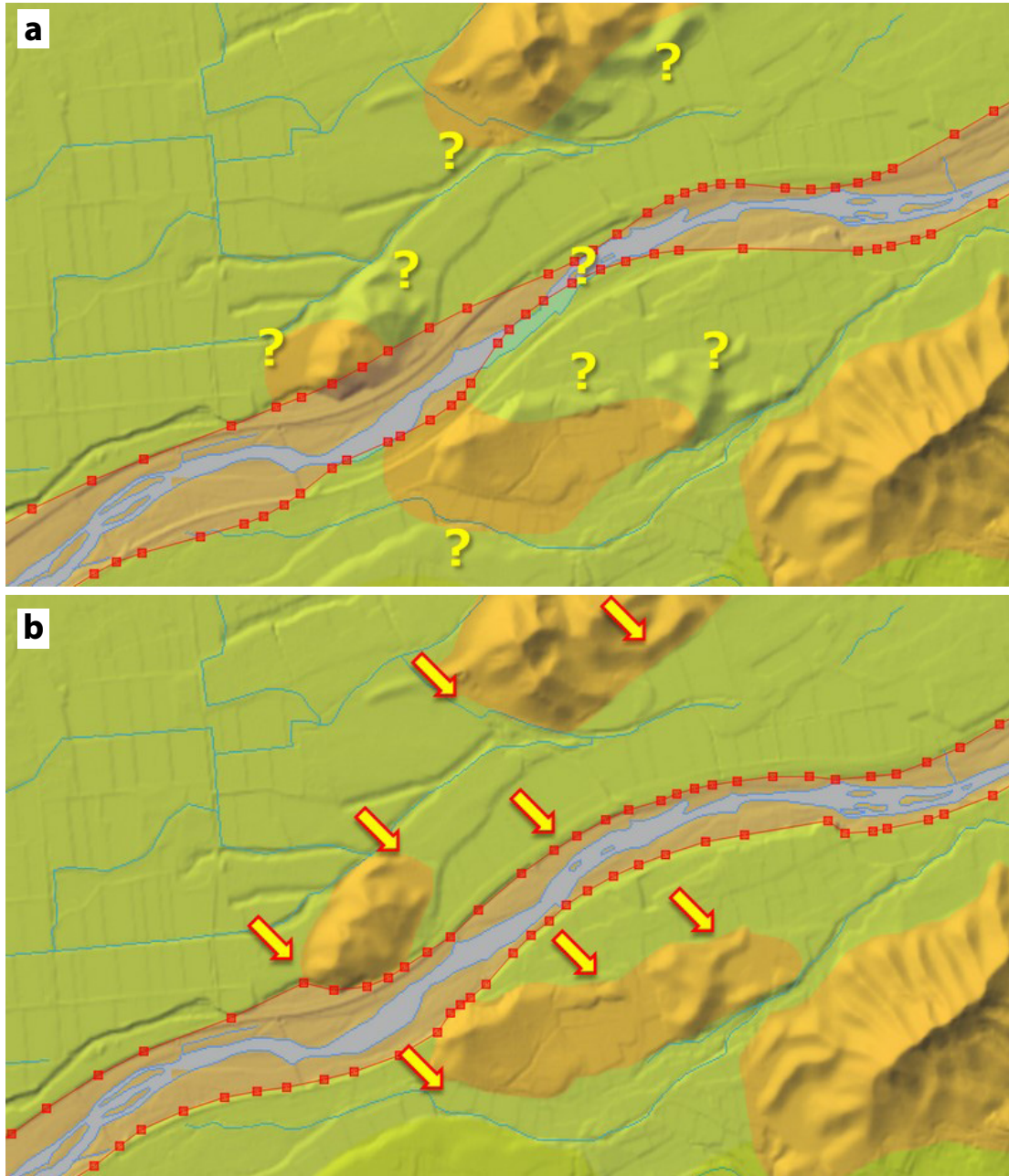
・各種主題図を利用

世の中には様々な地図があります。特に、何かの目的のために作られた地図（例えば天気図など）を主題図と呼んでいます。さすがに天気図は地質図作成の参照用には使うことはないですが、中には地質を知るのにとっても有用な主題図があります。例えば土地利用や水理、地すべりなどの区分・分類図は、そのまま地質の境界とも一致する場合も多くあります。

国土地理院で配信している地理院タイルの中には、いくつかの主題図があります(*2)。上述の「色別標高図」も



第3図 1/5万地質図「篠山」（栗本ほか、1993）と「園部」（井本ほか、1991）の篠山層群のデータを抜粋して接合した地質図。この図ではあえて図郭線（右側の縦の直線）を残していますが、GISでは図郭線を非表示にすることも簡単です。ベクトルデータは上述の「地質図類データダウンロード(*5)」から入手できます。

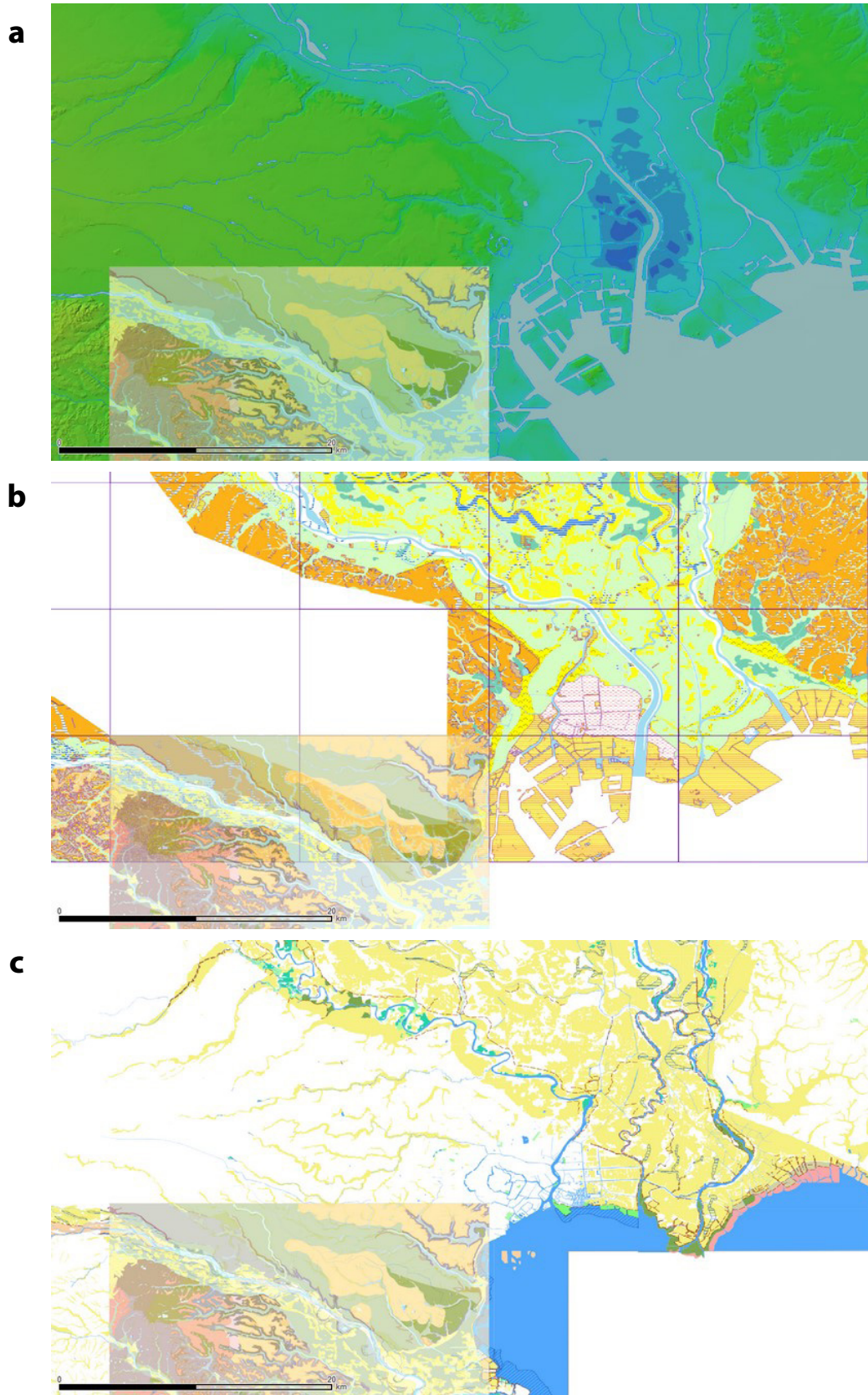


第4図 国土地理院 色別標高図と1/20万日本シームレス地質図を重ねて表示したところ。第4図aでは小縮尺ならではの位置ずれが気になります。第4図bでは色別標高図から読み取れる地形に合わせて、1/20万日本シームレス地質図の地質境界線を修正しています。出典：産総研地質調査総合センター 1/20万日本シームレス地質図データベース (*1) および国土地理院 色別標高図 (*2)。

そのひとつです。第5図には、地理院タイルに含まれている東京周辺の各種主題図の例を3つほど示しています。東京地域の1/5万地質図は4つの図郭にまがりますが、まだ「東京西南部」しか出版されていません。しかし、各種の主題図を参照すると、他の3図郭の地質の情報も、かなり判別できそうなことがわかります。現地調査や詳しい資料の収集に先立って、これらの主題図を参照しておくことはとても合理的と言えます。また、上述の「小縮尺地質図の位置ずれ補正」には、大変参考になります。

• 空中写真を利用

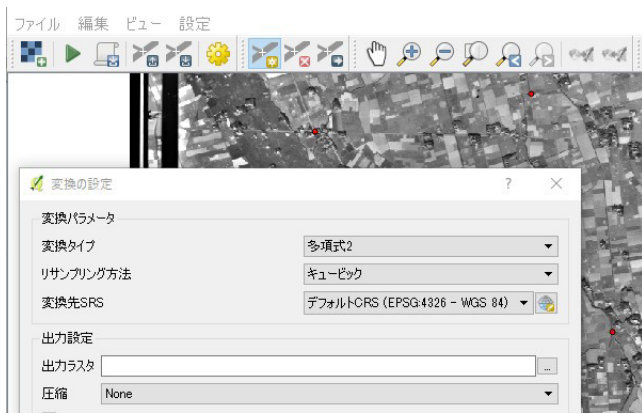
空中写真や古地図には、当時の地表の情報がたくさん残されています。特に、河川の旧河道や自然堤防のような微地形、低湿地のような要注意地盤を判別するのに役に立ちます。これらの画像データは、ダウンロードしたままでは位置情報がついていない場合も少なくありません。もちろん、特徴のある地理の場合はそのままでも良いですが、位置情報を付加してGIS上で重ね合わせると、地質図の編集がずっとやりやすくなります。QGISの場合、位置情報を



第5図 東京地域の各種の主題図の例。a：色別標高図。段丘と平地の違いが明瞭にわかり、おおよそ地質の違いとも合うことが予想されます。なお、地質の分布と一致するとは限りませんが、濃い青色の部分は標高が0 mに満たない地域を表しています。b：治水地形分類図。自然堤防、旧河道などの平地の中に分布する微地形も区分されています。皇居東側や南側にある「かまぼこ形」の地紋の入った黄色の箇所は、砂州・砂丘の地域です。c：明治期の低湿地。今の都市化の状況からは想像が付きませんが、ベージュ色の地域は水田、田に区分されています。この地図にはまだ荒川放水路はありませんね。表示している主題図はいずれも国土地理院 地理院タイル (*2) で配信されているもの。左下の地質図は出版済みの産総研地質調査総合センター 1/5万地質図幅「東京西南部」(岡ほか, 1984) ベクトルデータ (*5)。

付加するには「ジオリファレンサー」というツールを利用します（第6図）。既存の地図と照らし合わせて何カ所かの位置合わせを行う必要はありますが、解像度の高い画像データであれば重ね合せの出来映えは満足できる（やって損はない）と思います。

この手法は、一般的なラスターデータであれば、ありとあらゆる画像データに応用が可能です。したがって、地質調査総合センター以外の機関から公開されている地質図の画像を使ったり、自治体の制作するハザードマップの画像を使ったりすることもできます。さらには手書きの地質図やルートマップをスキャンしたデータでも使えます。たとえば原図がどんなに古くても、ベクトルデータ化すれば再び命を与えることができますので、ぜひうまく活用してみてください。



第6図 QGISで画像の位置合わせを行う「ジオリファレンサー」というツール。変換タイプやリサンプリング方法および変換先SRSは、多数の選択肢から選べます。データは上述の「国土地理院 地図・空中写真ダウンロードサービス」から入手しました。

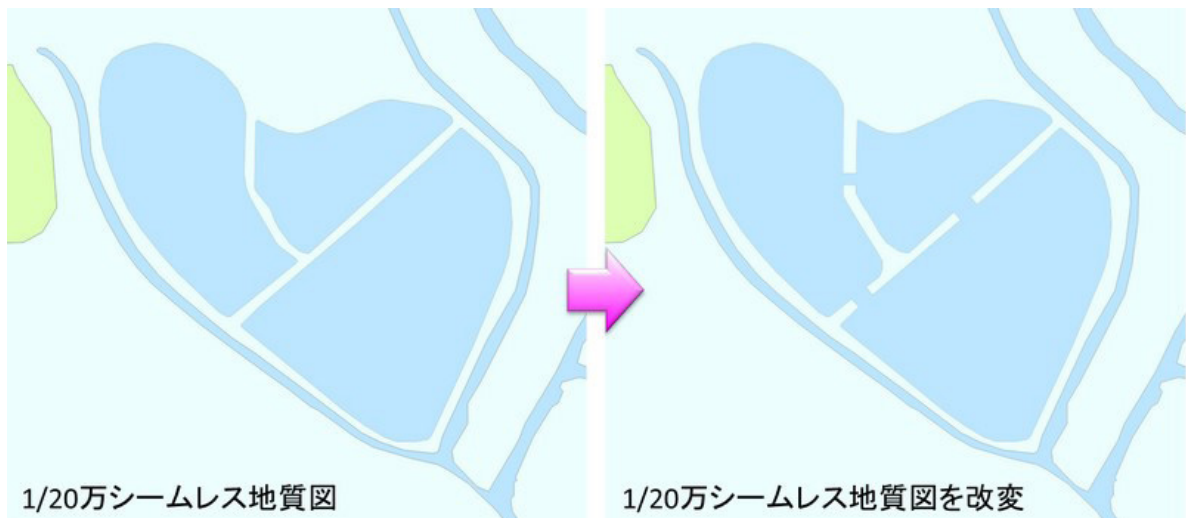
・独自の知見で修正

知っている情報を活かしたい場合も、遠慮なく変更してしまいましょう。「今はないけれど、昔ここに露頭があった」、「道路工事で〇〇が出ているのが見えた」、「新聞記事に〇〇化石の発見が出ていた」など、地質図に反映できる情報やデータはたくさんあります。実はこれらの情報・データこそ、学問の進歩や世の中への貢献にとっても価値があるのです。したがって、修正の動機となった独自の知見の説明も一緒にデータ化しておけば、変更した地質図の価値も一段と高まります。第7図ではほんのわずかでも重要な修正の例を示してみました。

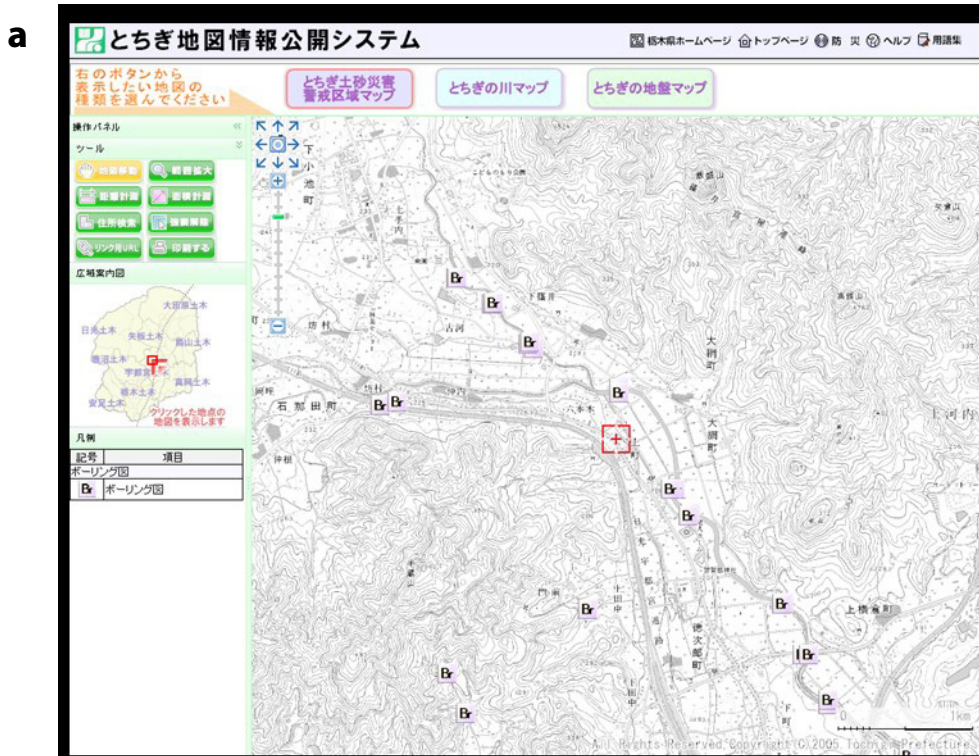
4. オープンサイエンス

編集して制作したオリジナル地質図は立派な二次著作物、すなわち独自の研究成果です。差し支えなければ、ぜひ公開しましょう。ウェブサイトを通じてでも良いですし、どこかのジャーナルに投稿しても良いでしょう。

実は、オープンデータは地図情報ばかりではありません。そのほかの位置情報付き地質データ、例えばボーリングデータなどの公開も進んできています（第8図）。これらのデータを集め、独自に解析して新しい成果を創出することも十分可能です。このような手法は、「データマイニング」や「データサイエンス」とも呼ばれています。学校の自由研究の題材にしたり、趣味でこつこつと研究を続けたり、地質学への市民参加が見込まれます。このような活動は、「オープンサイエンス」または「シチズンサイエンス」という流れで、学問や社会の新たな原動力として、昨今で



第7図 独自の知見を基に、地質図を修正した例。地質図では堤防で水域が分離しているように描かれていますが、実際には一部は橋なので水はつながっており、ハートはめでたくひとつになります。産総研地質調査総合センター 1/20万日本シームレス地質図(*1)を改変。



ボーリング孔：No. 3 孔内水位 GL

標尺	高さ	深さ	層厚	現場観察記録				深さ
				土質記号	土質名	色調	記事	
1	1.17	0.30	0.30	△△△△	埋土	暗褐	今市軽石混入するローム状土。	1.15
1	2.22	1.35	1.05	△△△△	表土	黒灰	腐植物・有機物混入。黒ぼく土より多。	1.50
2	2.32	1.45	0.10	△△△△	軽石	黄橙灰	粒径不明瞭。黒ぼくローム混入。	2.15
2	3.17	2.30	0.85	△△△△	軽石	暗赤褐	大粒径軽石上層。	2.77
3				△△△△			今市軽石。含水(大)	3.15
				△△△△			スコリア混入。	3.49

第8図 「とちぎ地図情報公開システム(*12)」にある「とちぎの地盤マップ」(第8図a)で公開されているボーリングデータの例。男体火山(日光火山群)由来の軽石・スコリア層の厚さが明記されていますので、降下火砕物の分布範囲を調べるのに有効です(第8図b)。

は世界的に期待が高まっています。

かつて、地質図の制作は多くの場合専門家の仕事でした。一方で、市民が参加しようという活動も古くからありました。近年ではジオパークなどの新しい参加型の取り組みも盛んになってきています。データやツールがとても手に入りやすく、また使いやすくなった現在、ぜひ手や足を動かしてみたいかがでしょう。そうすることで、地質や地域に対する理解も一段と深まります。そして、理解が進むことで新たな動機や要望が生まれ、更に新たな発見や成果に結びつく好循環を生むことを願っています。

出典

本解説記事は、著者の個人ウェブページ(下記)で公開中の内容に加筆して作成しました。

<https://staff.aist.go.jp/t-yoshikawa/Geomap/MyGeomap.html>

*1 1/20万日本シームレス地質図データベース
<https://gbank.gsj.jp/seamless/index.html?lang=ja&p=download>

- *2 国土地理院 地理院タイル
<http://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- *3 QGIS (Windows / Mac / Linux 用)
<http://qgis.org/ja/site/>
- *4 タイルレイヤプラグイン
http://space.geocities.jp/bischofia_vb/qgis-plugins/TileLayerPlugin/
- *5 地質図類データダウンロード
<https://gbank.gsj.jp/datastore/>
- *6 地質図カタログ
<https://www.gsj.jp/Map/>
- *7 国土交通省 国土調査
<http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.html>
- *8 国土地理院 基盤地図情報
<http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>
- *9 防災科学技術研究所 地すべり地形分布図
http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html
- *10 農業環境技術研究所 歴史的農業景観閲覧システム
http://habs.dc.affrc.go.jp/habs_faq.html
- *11 国土地理院 地図・空中写真ダウンロードサービス
<http://mapps.gsi.go.jp/>
- *12 とちぎ地図情報公開システム
<http://www.dgis.pref.tochigi.lg.jp/map/>

いずれも 2017 年 1 月 23 日確認.

文 献

- 井本伸広・松浦浩久・武蔵野 実・清水大吉郎・石田志朗
(1991) 5 万分の 1 地質図幅「園部」. 地質調査所.
栗本史雄・松浦浩久・吉川敏之 (1993) 5 万分の 1 地質
図幅「篠山」. 地質調査所.
岡 重文・菊地隆男・桂島 茂 (1984) 5 万分の 1 地質
図幅「東京西南部」. 地質調査所.

YOSHIKAWA Toshiyuki (2017) How to make the original
Geologic Maps.

(受付：2017 年 2 月 3 日)

中国地質大学武漢の紹介

伊藤 剛¹⁾

中国地質大学武漢は、世界でも数少ない地質を専門とする大学である。多くの学生・院生や研究者が在籍しており、中国の地質学における研究・教育の最大拠点の1つである。筆者は、2010年から2013年まで博士後期課程の大学院生として、2013年途中から2015年までは博士研究員として同大学に在籍していた。本稿では、地質の名を掲げる大学での生活風景や設備あるいは実習の様子などについて、写真を交えて紹介する。なお、地名・人名や学部名などに関しては日本語の漢字で表し、角括弧内に簡体字を示す。地名・人名・地層名に関しては、日本語読みが定着しているものも含め、ピンインの片仮名読みを振り仮名として添えて表記する。

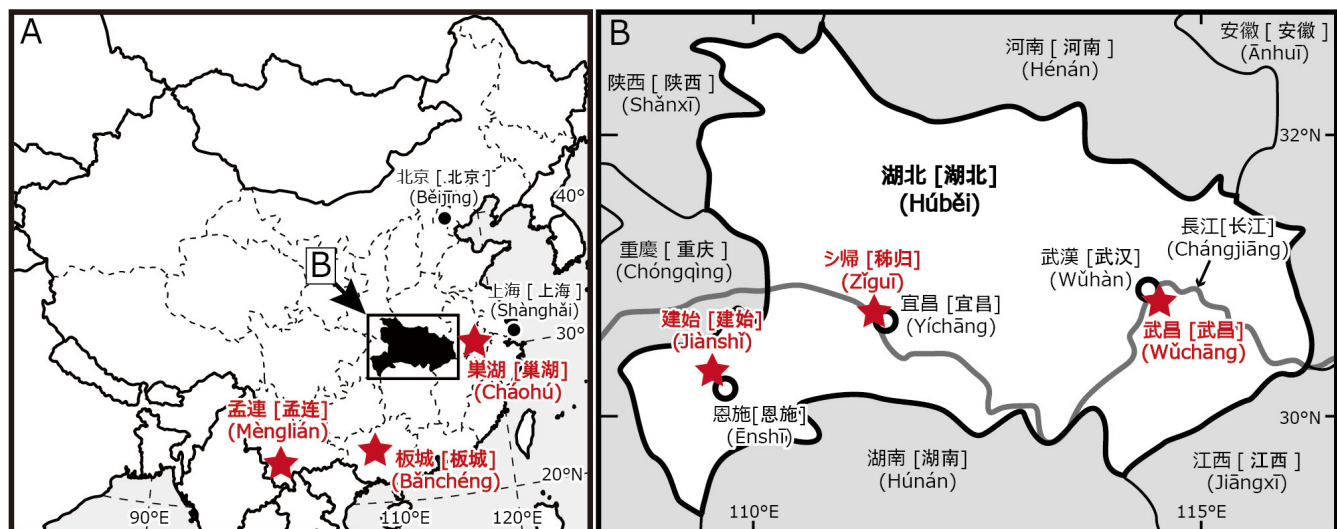
1. 大学の概要

中国地質大学武漢 [中国地质大学武汉] は、中国中央部湖北 [湖北] 省の省都武漢市にある (第1図)。2015年現在 1,000 万人余りの人口を有する同市は、長江 [长江] 沿いに位置し、多くの湖が存在する。この湖の多さにより湿度が高く、また風があまり吹かないことから夏は極めて暑い。そのため、南京 [南京]・重慶 [重慶] と合わせて中

国三大ボイラーあるいは中国三大ストーブ [三大火炉] と言われている。

中国地質大学 (第2図) は、1952年に設置された北京地質学院を祖として、湖北地質学院・武漢地質学院を経て現在に至る。中国地質大学の設立に関しては岸本 (1989) が詳しく記述している。温家宝 [温家宝] 前首相は北京地質学院の卒業生であり (首藤, 2008 など)、大学の正門近くの碑に温家宝書の校訓が刻まれている (第3図)。この校訓、艱苦樸素 求真務実 [艰苦朴素 求真务实] は、「苦難に耐えて質素な生活をし、現実をみつめ実務に励む」といった意味である。

中国地質大学は中華人民共和国全国重点大学の1つであり、武漢校には21の学院・部 (日本の学部に対応) が存在する。理工系の学部が多く、地球科学学院 [地球科学学院] や地球物理与空間信息学院 [地球物理与空间信息学院] などの基礎科学を中心としたものから、材料与化学学院 [材料与化学学院] や工程学院 [工程学院] などの応用科学的な学院まである。加えて、資源学院 [资源学院]、経済管理学院 [经济管理学院]、珠宝学院 [珠宝学院] などもある。さらに、外国語学院 [外国语学院] や藝術与傳媒学院 [艺术与传媒学院] など、一般的な地質学とはかかわりの



第1図 湖北省ならびに筆者の訪れた調査地域の位置図。Ito et al. (2016d) を改変。星印は筆者が訪れた地点を示す。A: 中国全体。B: 湖北省。

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: 中国地質大学, 武漢, 実習



第2図 中国地質大学正門.



第3図 大学正門近くの校訓を刻んだ石碑.

薄い学院も存在する。

教員数は約3千人で、4万人余りの学生が在籍し、院生や研究生を合わせると6万人以上になる。日本で比肩する大学となると、学生数が7万人弱の日本大学や4万人余りの早稲田大学が挙げられる。大学の概要は <http://www.cug.edu.cn/new/> (2016/8/18 確認) でも見ることができる(中国語)。

2. キャンパス内外の施設や生活風景

大学の敷地内には南北に魯磨路^{ルーモウル}[魯磨路]が走っており、この道路を境にキャンパスが東と西に分けられている。西

キャンパスの北端には付家山^{フージャシャン}[付家山]が東西に横たわっており、そのさらに北には北キャンパスがある。西キャンパスと北キャンパスは付家山を通るトンネルで通じている。

キャンパス内には様々な施設がある(第4図)。第4図Aのような雑貨や食料品を売っている店が10件以上あり、加えて野菜や食肉が買える広い市場やパソコン部品を取り扱う店もある。コピーや印刷ができる店も多く、中国での卒業論文や博士論文の作成・提出時期にあたる6月になると大変混雑する。第4図Bのような食堂はキャンパス内に5棟以上あり、各棟に数百人分の席がある。これらの食堂では安価な定食が食べられる。2010年時点では、青椒肉絲定食(第4図C)や回鍋肉定食(第4図D)などは6元(約80円)であった。スポーツができるスペースも多く、広大なバスケットコートが複数あるほか(第4図E)、グラウンド、体育館、テニスコートなどがある。おそらく最も盛んなスポーツは卓球であり、校舎内の廊下などわずかなスペースにも卓球台が置かれている。このほかにも、ホテル、図書館、病院、幼稚園、老人用交流施設、スポーツジムなどが一通り揃っており、さながら小さい町のようなのである。敷地内の道路では頻りに書籍の路上販売が行われている(第4図F)。大学近辺にも多くの施設や店があり、魯磨路沿いには宝石店が立ち並んでいる。これらの宝石店では、地質大学が発行した保証書や鑑定書とともに宝石や化石が売られている。

中国各地から学生が集まってきているため、キャンパス内外に多くの学生寮が立ち並んでいる。第4図Eの奥に見える建物は全て学生寮であり、これと同規模のものが15棟以上キャンパス内に存在する。留学生用宿舎も同規模のものが数棟あり、筆者も博士後期課程の間は留学生用宿舎に滞在していた。この留学生用宿舎は基本的に一人一部屋で、部屋の中には机、ベッド、クローゼットがある(第5図)。トイレ・シャワーも各部屋についているが浴槽はない。留学生はアフリカ人が多く、アジアやヨーロッパからの留学生もいるが、日本人はほとんどいない。第6図は2010年に大学内で開かれた運動会の様子であり、多くの外国人留学生が参加している。留学生らは、各々の民族衣装を身に纏い自国の国旗を掲げてグラウンドまで歩いていく。

地質の名を冠する大学らしく、キャンパス内には地質のモニュメントがいたるところにみられる。西キャンパスの正門の先には、地質調査中の男性の像が立っている(第7図)。右手にハンマーを携え、左手に持った岩石を観察している。腰元にはクリノメーターを収納していると思われるケースがある。この像の右手側、西キャンパスの南端に



第4図 キャンパス内の様々な施設。A：複数の雑貨屋や食堂。B：大学の食堂。C：食堂の青椒肉絲定食。D：食堂の回鍋肉定食。E：複数のバスケットコート（手前）と立ち並ぶ学生寮（奥）。F：書籍の路上販売。



第5図 筆者が滞在していた留学生用宿舎。



第6図 グラウンドで開かれた運動会。

は大学の所有する中国地質大学逸夫博物館 [中国地质大学逸夫博物館] がある。2003年に建てられたこの博物館では、恐竜化石(第8図A)、足跡化石の壁(第8図B)、カンブリア動物群の模型(第8図C)などが展示されている。入館料は2015年現在で成人40元であるが、地質大学の学生証や職員証を掲示すれば無料で入場できる。

東キャンパスの正門を抜けると左側に奇石と書かれた大小のノジュールが鎮座している(第9図)。これは、湖北省中央部の宜昌 [宜昌] 市のシ帰 [秭归] 県で採取された

ものである。その先には噴水へと続く道がある。その床石には、堆積岩や火成岩、変成岩の多種多様な岩石が使われている(第10図)。さらにその先を進むと、左手に化石林の公園が見えてくる(第11図)。中生代の珪化木を現生の切り株に“接ぎ木”してある。筆者が最初に武漢を訪れた2010年には高い珪化木は10本程度であり、他は腰の高さ以下の低いものだけであった。しかし2015年時点では20本程度まで高い木が増えるという“成長”を遂げていた。今も増えているかもしれない。



第7図 西キャンパス図書館前の地質調査中の男性像。

3. 実習

中国地質大学武漢では、学部生向けの実習として巡検が行われている。筆者は実習自体に参加したことはないが、研究室の調査・巡検として学部生の実習地域に赴き、施設を利用した。

湖北省中央部の宜昌市のシ帰県(第1図B)に、実習用の拠点施設がある(第12図)。2005年に建てられたこの施設(第12図A,B)には、学生・教員用の宿泊施設や食堂、雑貨店などがそろっている。第12図Aの建物は学生用の宿泊施設であり、各部屋に2～4人分のベッドや机が備え付けられている。施設内には、生活上の注意事項を書いた看板(第12図C)や実習内容を伝える看板(第12図D)が設置されている。施設の駐車場にある実習用のバスの数は、10台以上に及ぶ(第12図E)。学生たちは、看板で実習内容や時間を確認し、バスに乗り込んで実習に向かう(第12図F)。

シ帰地域では、先カンブリア紀～新生代の幅広い年代の地層が露出している。第13図Dは猫耳山[猫耳山]とよばれる山、第13図Eは長江沿いの崖であり、ともに先カンブリア系～古生界からなる。シ帰地域には堆積岩、火成岩、変成岩が揃っており、褶曲や断層などの地質構造も観



第8図 中国地質大学逸夫博物館の展示。A：吹き抜けスペースに鎮座する恐竜化石。B：入り口近くにある三疊紀脊椎動物の足跡化石の壁。C：通路の床下に展示されるカンブリア動物群の模型。



第9図 東キャンパスのノジュール「奇石」.



第10図 様々な岩石が床石として使われている道.



第11図 東キャンパスにある「化石林」の公園.

察できるため、実習に適している。これらを材料として、種々の観察実習が行われる。

実習用の教科書が中国地質大学出版社より出版されている(第14図)。この教科書には、シ帰地域の地質概説に加え、走向傾斜の測り方や岩石の記載方法といった調査方法の基本が書かれている。学生はこの教科書を片手に、先カンブリア系最上部の黒色頁岩(第13図A, B)やカンブリア系のノジュール(第13図C)などを観察し、地質調査の方法を学ぶ。

4. 調査

筆者の中国滞在中には、湖北省内では中国地質大学のすぐ近くの武昌[武昌]地域及び省西部の建始[建始]地域の調査を行った。加えて、安徽[安徽]省の巢湖[巢湖]地域、広西[广西]壮族自治区の板城[板城]地域及び雲南[云南]省の孟連[孟連]地域を調査した。ここでは、巢湖地域と板城地域の調査とその成果について紹介する。

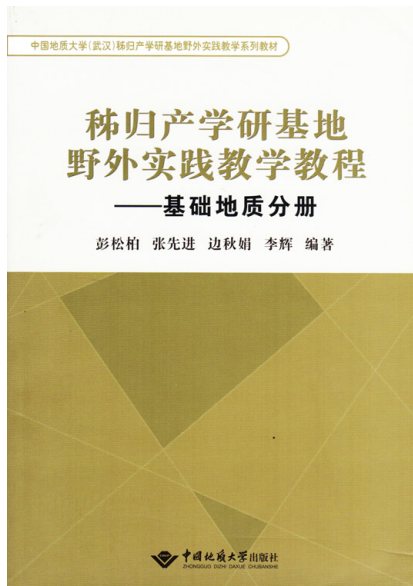
巢湖地域に調査に赴いたのは2010年の11月中旬であ



第 12 図 宜昌市シ帰県の実習用拠点施設。A：学生・教員用の宿泊施設。B：施設の概要。C：施設での生活上の注意事項（消灯時間や食事時間、禁止事項など）を書いた看板。D：実習の予定や見学地点などを伝える黑板。E：庭に駐車してある実習用のバス。F：実習の朝にバスに乗り込む学生の様子。



第 13 図 シ帰地域に露出する先カンブリア系～古生界の地層。A：先カンブリア系の黒色頁岩層。B：黒色頁岩層の看板。C：カンブリア系のノジュール。D：先カンブリア系～カンブリア系からなる猫耳山。E：先カンブリア系～カンブリア系からなる長江沿いの崖。



第 14 図 実習用の教科書 (中国地質大学出版社).

る。武漢のおよそ 300 km 東に位置する同地域に調査に向かう交通手段は鉄道であった。まずは、大学から 30 分ほどタクシーに乗って武漢駅(第 15 図 A)に向かった。中国の鉄道駅では入場口で荷物検査を受ける必要があり、武漢駅も例外ではない。検査が終わると、多くの人が並ぶ切符販売所で切符を手に入れ(第 15 図 B)、その後電車に 6 時間ほど乗り(第 15 図 C)、巢湖に到着した。まずは、巢湖周辺に露出するペルム系～三畳系の地層を調査し、検討に適したセクションを探した。そこで見つけたのが劉黄^{リウファン} [刘黄] 村の近くにあるセクションである(第 15 図 D)。このセクションは放散虫を多産する中部ペルム系^{ゲーフオン}孤峰 [孤峰] 層が含まれており、筆者の調査対象に一致するものであった。調査には 3 人の学生・院生が同行し、試料採取時などに補助してくれた。この地域では放散虫群集の層序的变化を解析し、その原因について議論した(Ito *et al.*, 2013a).



第 15 図 安徽省巢湖地域への移動と調査風景。A：武漢駅の外観。B：武漢駅内の切符販売所。C：武漢駅に到着する電車。D：劉黄村近くのセクションに露出する孤峰層。

板城地域には、2011年1月下旬と11月上旬の2度赴いた。2度の調査とも、学生1名が同行してくれた。巢湖地域の調査と同じく、まずは武漢駅までタクシーで向かい、そこから電車に乗る。欽州[钦州]までのおよそ20時間の道のりである。寝台席と普通席があり、普通席の場合は床に座るかずっと立っているかしかない。2011年1月下旬の調査の際はちょうど春節(中国の旧正月)の直前であり、1年間で最も混雑する時期であった。往路では無事寝台席を確保できたものの、復路では当初は寝台席が確保できなかった。この先の道中を考え憂鬱になっていたところに、同行していた学生がキャンセル待ちをして何とか切符を手に入れてくれた。欽州から調査地域の板城(第16図A)に向かうにはバスを乗り継ぐ必要があり、片道約4時間を要する。板城地域では既に中国地質大学の学生や院生による先行研究が存在したため、セクションの探索は行わず、すでに知られていた古井嶺[古井岭]セクションを調査対象とした。このセクションは南寧-北海鉄道のすぐそばに露出しており、線路の傍を歩いて調査に向かわなければならない(第16図B)。このセクションは中部ペルム系板城層の珪質シルト岩とチャートから構成

されている(第16図C)。連続性が良いため、地層一枚ずつの試料を採取し(第16図D)、放散虫を抽出した。このセクションでは、放散虫と海綿の群集及び岩石学的検討に基づく堆積場の推定(Ito *et al.*, 2013b)やペルム紀放散虫 *Pseudoalbaillella* 属と *Follicucullus* 属の形態学的検討(Ito *et al.*, 2015, 2016a, 2016c; Zhang *et al.*, 2014)などを行った。また、先に述べた劉黄村近くのセクションから得られた放散虫との比較などに基づき、ペルム紀放散虫 *Pseudotormentus* 属の古生物地理を検討した(Ito *et al.*, 2016b)。

巢湖地域と板城地域以外では、以下の検討を行った。湖北省武昌地域の孤峰層から得られた海綿骨針群集の特徴に基づき、孤峰層の堆積環境について推定した(Ito *et al.*, 2016d)。雲南省孟連地域に分布する下部三疊系牡音河[牡音河]層では、地球化学的検討を行い、その堆積場を推定した(Ito *et al.*, 2016e)。また、貴州[貴州]省貴陽[貴陽]の大隆[大隆]層から採取された試料を検討し、ペルム紀放散虫 *Corythoecidae* 科の新属の記載(Ito *et al.*, 2017)を行った。



第16図 広西壮族自治区板城地域での調査風景。A: 板城の街中。B: 古井嶺セクション近くの線路を走る電車。C: 古井嶺セクションの全体写真。D: 古井嶺セクションで試料を採取する筆者。

5. 終わりに

本稿では、筆者の滞在経験を基に中国地質大学での生活や研究の様子などを紹介した。わかりやすいように、なるべく写真を多く入れるようにしたが、少しでもその様子が伝われば幸いである。前述の通り中国地質大学に在籍経験がある日本人の数は限られている。本稿が同大学のことを伝える貴重な報告となることを願う。

博士後期課程における中国滞在は、中国地質大学武漢と新潟大学とのダブル・ディグリー・プログラムに基づいている。指導教官であった中国地質大学武漢の馮慶来 [馮慶来] 教授には、研究の指導はもちろんのこと中国での生活に関しても手厚くサポートしていただいた。同じく指導教官であった新潟大学の松岡 篤教授には、中国に訪問・滞在する機会を提供していただき、また中国滞在中もメールなどを通じて指導していただいた。中国での生活に関しては武漢の学生諸子に気をかけていただき、大変なこともあったがそれ以上に楽しいことが多かった。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

- Ito, T., Feng, Q.L., and Matsuoka, A. (2013a) Radiolarian faunal change in the Middle Permian Gufeng Formation in the Liuhuang section, Chaohu, South China. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, no. 28, 39–49.
- Ito, T., Zhang, L., Feng, Q.L. and Matsuoka, A. (2013b) Guadalupian (Middle Permian) radiolarian and sponge spicule faunas from the Bancheng Formation of the Qinzhou allochthon, South China. *Journal of Earth Science*, **24**, 145–156.
- Ito, T., Feng, Q.L. and Matsuoka, A. (2015) Taxonomic significance of short forms of middle Permian *Pseudoalbaillella* Holdsworth and Jones, 1980 (Follicucullidae: Radiolaria). *Revue de Micropaléontologie*, **58**, 3–12.
- Ito, T., Feng, Q.L. and Matsuoka, A. (2016a) Possible boundaries between *Pseudoalbaillella* and *Follicucullus* (Follicucullidae, Albaillellaria, Radiolaria) : An example of morphological information from fossils and its use in taxonomy. *FORMA*, **31**, 7–10.
- Ito, T., Feng, Q.L. and Matsuoka, A. (2016b) Uneven distribution of *Pseudotormentus* De Wever et Caridroit (Radiolaria, Protozoa) : Provincialism of a Permian planktonic microorganism. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, **90**, 1598–1610.
- Ito, T., Feng, Q.L. and Matsuoka, A. (2016c) A new subspecies and morphological variation of *Pseudoalbaillella globosa* (Middle Permian radiolaria). *Acta Micropalaontologica Sinica*, **33**, 436–443.
- Ito, T., Matsuoka, A. and Feng, Q.L. (2016d) Siliceous sponge spicules from the Permian Gufeng Formation in Wuhan, Hubei Province, China. *News of Osaka Micropaleontologists (NOM), Special Volume*, no. 16, 105–111.
- Ito, T., Qian, X. and Feng, Q.L. (2016e) Geochemistry of Triassic siliceous rocks of the Muyinhe Formation in the Changning–Menglian belt of Southwest China. *Journal of Earth Science*, **27**, 403–411.
- Ito, T., Gu, S.Z., Ai, Y. and Feng, Q.L. (2017) A new genus of the Corythoecidae (Paleozoic Radiolaria) from the Changhsingian (uppermost Permian) Dalong Formation in southern Guizhou, South China. *Paleontological Research*, **21**, 131–137.
- 岸本文男 (1989) 中国地質大学の設立. 地質ニュース, no. 413, 30–35.
- 首藤 茂 (2008) 地質屋, 温家宝中国首相. 地質ニュース, no. 645, 60–66.
- Zhang, L., Ito, T., Feng, Q.L., Caridroit, M. and Danelian, T. (2014) Phylogenetic model of *Follicucullus*-lineages (Albaillellaria, Radiolaria) based on high resolution biostratigraphy of the Permian Bancheng Formation, Guangxi, South China. *Journal of Micropalaeontology*, **33**, 179–192.



伊藤 剛 (いとう つよし)

長野県出身。2013年に、ダブルディグリープログラムにより新潟大学及び中国地質大学武漢の両大学で博士号(理学)を取得。中国地質大学武漢博士研究員(2013～2015年)、中国科学院南京地質古生物研究所博士研究員(2015～2016年)を経て、2016年に産総研に入所。主な研究対象は、ペルム紀放射散虫及び古海洋ならびにペルム紀及びジュラ紀付加体の付加・削剥過程。
URL: <https://sites.google.com/site/itotsuyoshirad/>

ITO Tsuyoshi (2017) Introduction of China University of Geosciences, Wuhan.

(受付:2016年12月16日)

地質学用語の中国語表記：第4回 堆積学

伊藤 剛¹⁾

今回は基本的な堆積岩や堆積物の中国語表記(第1表)ならびに堆積構造の中国語表記(第2表)を紹介する。同形語がみられる一方で、意味の似た異なる漢字が使用されている例が目立つ。

1. 堆積岩

堆積岩では、発音ではなく意味に基づいた漢字や単語が当てられた例が多く、日中同形語が多い。Pumice(軽石; 浮石)のように、かつて日本で使われていた用語が使用されている例もある。

Chert(チャート; 燧石^{ひうちいし})に関しては、日本でも古くは漢字が当てられ、珪岩(松澤, 1931; 小林, 1931)や角岩(松澤, 1931; 小林, 1931, 1932; 藤本, 1932 など)と呼ばれた歴史がある。1940年代以降はチャートが用いられている(服部, 2008)。チャートとよく似た珪質岩石としてFlint(フリント)があり、こちらは古くから燧石と表記されていた(小藤, 1894 など)。服部(2008)によれば、

フリントとチャートは同一の岩石であり、学術用語としてフリントは用いないほうが良いとされている。中国語ではチャートとフリントはともに「燧石」と表記されており、区別はなされていないようである。

日本語表記との比較で注意すべき点としては、Siltstoneに「粉砂岩」が当てられている点がある。砂より細かい粒子、という意味でこの字が当てられたと考えられるが、字面の印象からはシルト岩は砂岩の一種であるように捉えることも可能である。堆積学的定義上、シルト岩は泥岩の一種であり、砂岩と泥岩はその物質特性により区分されている。しかし中国では、「粉砂岩」と「泥岩」は区別されている(第1図)。実際に筆者の中国での滞在中ではSilty mudstone(粉砂質泥岩)といった語句を使用している例を目にしたこともある。例えば半遠洋性堆積物の堆積場を検討した場合、陸源性碎屑物の有無や多寡が重視され、砂岩か泥岩のいずれかであるかが論点になりうる。中国語の文献を読む際には気に留めておきたい点である。

粒径 (mm)	ϕ	英語・日本語		中国語		
		粒度区分	堆積岩	粒度区分	堆積岩	
256	-8	Boulder	巨れき (巨礫)	Conglomerate れき岩 (礫岩)	巨砾	砾岩
		Cobble	大れき (大礫)		粗砾	
		Pebble	中れき (中礫)		中砾	
		Granule	細れき (細礫)		细砾	
1	0	Very coarse sand	極粗粒砂	Sandstone 砂岩	极粗砂	砂岩
		Coarse sand	粗粒砂		粗砂	
		Medium sand	中粒砂		中砂	
		Fine sand	細粒砂		细砂	
		Very fine sand	極細粒砂		极细砂	
0.004	8	Silt	シルト	Mudstone 泥岩	粉砂	粉砂岩
		Clay	粘土		粘土	泥岩

第1図 Wentworth (1922) の粒度区分に基づく碎屑岩の分類及び中国での区分との比較。

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、堆積学

第1表 堆積岩の対訳.

英語	日本語	中国語	ピンイン
Sedimentary rock	堆積岩	沉积岩	Chén-jī-yán
Clastic rock	砕せつ岩 (砕屑岩)	碎屑岩	Suì-xiè-yán
Conglomerate	れき岩 (礫岩)	砾岩	Lì-yán
Breccia	角れき岩 (角礫岩)	角砾岩	Jiǎo-lì-yán
Boulder	巨れき (巨礫)	巨砾, 漂砾	Jù-lì, Piāo-lì
Cobble	大れき (大礫)	粗砾	Cū-lì
Pebble	中れき (中礫)	中砾	Zhōng-lì
Granule	細れき (細礫)	细砾	Xì-lì
Gravel	円れき (円礫)	砾, 砾石	Lì, Lì-shí
Rubble	角れき (角礫)	角砾	Jiǎo-lì
Sandstone	砂岩	砂岩	Shā-yán
Very coarse sandstone	極粗粒砂岩	极粗砂岩, 极粗粒砂岩	Jí-cū-shā-yán, Jí-cū-lì-shā-yán
Coarse sandstone	粗粒砂岩	粗砂岩, 粗粒砂岩	Cū-shā-yán, Cū-lì-shā-yán
Medium sandstone	中粒砂岩	中砂岩, 中粒砂岩	Zhōng-shā-yán, Zhōng-lì-shā-yán
Fine sandstone	細粒砂岩	细砂岩, 细粒砂岩	Xì-shā-yán, Xì-lì-shā-yán
Very fine sandstone	極細粒砂岩	极细砂岩, 极细粒砂岩	Jí-xì-shā-yán, Jí-xì-lì-shā-yán
Mudstone	泥岩	泥岩	Ní-yán
Siltstone	シルト岩	粉砂岩	Fēn-shā-yán
Claystone	粘土岩	粘土岩	Nián-tǔ-yán
Marl	泥灰岩	泥灰	Ní-huī
Shale	けつ岩 (頁岩)	页岩	Yè-yán
Slate	粘板岩	板岩	Bǎn-yán
Pyroclastic rock	火山砕せつ岩 (火山砕屑岩)	火成碎屑岩	Huǒ-chéng-suì-xiè-yán
Volcanic block	火山岩塊	火山岩块	Huǒ-shān-yán-kuài
Pumice	軽石, 浮石	浮石, 浮岩	Fú-shí, Fú-yán
Scoria	スコリア	火山渣	Huǒ-shān-zhā
Lapilli	火山れき (火山礫)	火山砾	Huǒ-shān-lì
Tuff	凝灰岩	凝灰岩	Níng-huī-yán
Biolite	生物岩	生物岩	Shēng-wù-yán
Carbonate rock	炭酸塩岩	碳酸盐岩	Tàn-suān-yán-yán
Limestone	石灰岩	石灰岩	Shí-huī-yán
Dolostone	苦灰岩	白云岩	Báiyún-yán
Calcareous ooze	石灰質軟泥	含碳酸钙软泥, 钙质软泥	Hán-tàn-suān-gài-ruǎn-ní, Gài-zhì-ruǎn-ní
Chalk	チョーク	白垩	Báì-è
Siliceous rock	けい質岩 (珪質岩)	硅质岩	Guī-zhì-yán
Chert	チャート	燧石, 硅岩	Suì-shí, Guī-yán
Radiolarian ooze	放射虫軟泥	放射虫软泥	Fàng-shè-chóng-ruǎn-ní
Diatomite	けい藻土 (珪藻土)	硅藻土	Guī-zǎo-tǔ
Stromatolite	ストロマトライト	叠层石	Dié-céng-shí
Evaporite	蒸発岩	蒸发岩	Zhēng-fā-yán
Halite	岩塩	岩盐	Yán-yán
Gypsum	石こう (石膏)	石膏	Shí-gāo

第2表 堆積構造・堆積作用などの対訳.

英語	日本語	中国語	ピンイン
Lamina	葉理, ラミナ	纹理	Wén-lǐ
Cross lamina	斜交葉理	交错纹理	Jiāo-cuò-wén-lǐ
Parallel lamina	平行葉理	平行纹理	Píng-xíng-wén-lǐ
Convolute lamina	コンボリュート葉理	旋卷纹理	Xuán-juǎn-wén-lǐ
Ripple mark	リップルマーク	波痕, 砂纹	Bō-hén, Shā-wén
Load cast	荷重痕	重荷模	Zhòng-hé-mó
Slump structure	スランプ構造	塌滑構造, 崩滑構造, 滑移構造, 滑动構造	Huá-tā-gòu-zào, Bēng-huá-gòu-zào, Huá-yí-gòu-zào, Huá-dòng-gòu-zào
Graded bedding	級化成層	粒序层理, 粒级层理, 序粒层理	Lì-xù-céng-lǐ, Lì-jí-céng-lǐ, Xù-lì-céng-lǐ
Bioturbation	生物じょう乱 (生物擾乱)	生物扰动	Shēng-wù-rǎo-dòng
Nodule	ノジュール, 団塊	结核	Jié-hé
Concretion	コンクリーション	结核, 凝固物	Jié-hé, Níng-gù-wù
Bedded	層状	层状	Céng-zhuàng
Massive	塊状	块状	Kuài-zhuàng
Conformity	整合	整合	Zhěng-hé
Unconformity	不整合	不整合	Bù-zhěng-hé
Angular unconformity	傾斜不整合	角度不整合, 斜交不整合	Jiǎo-dù-bù-zhěng-hé, Xié-jiāo-bù-zhěng-hé
Disconformity	非整合	假整合	Jiǎ-zhěng-hé
Diagenesis	続成作用	成岩作用	Chéng-yán-zuò-yòng
Weathering	風化	风化	Fēng-huà
Erosion	浸食	侵蚀	Qīn-shí
Denudation	削剥	剥蚀	Bō-shí
Sequence	シーケンス	层序	Céng-xù
Sequence stratigraphy	シーケンス層序学	层序地层学	Céng-xù-dì-céng-xué
Sea-level change	海水準変動	海平面变化	Hǎi-píng-miàn-biàn-huà
Transgression	海進	海侵, 海进	Hǎi-qīn, Hǎi-jìn
Regression	海退	海退	Hǎi-tuì
Alluvium	沖積層	冲积层	Chōng-jī-céng

2. 堆積構造・堆積作用

堆積構造に関しては、類似する表記の用語はみられるものの全く同じものは少ない。Cross lamina (斜交葉理; 交错纹理)やAngular unconformity (傾斜不整合; 角度不整合, 斜交不整合) のようによく似た異なる単語が使用されている例, あるいはLamina (葉理; 纹理) のように異なる漢字が使われている例がある。日本語ではカタカナが使用されている用語, 例えばRipple mark (リップルマーク; 波痕, 砂纹) では、中国独自の漢字が当てられている。

Nodule (ノジュール, 団塊; 结核) と Concretion (コンクリーション; 结核, 凝固物) では、中国語表記としてともに「结核」が用いられている。筆者が確認した限りでは、双方ともに論文で一般的に使われているようである。

日本語の「層序学」はStratigraphyを指すが、「層序」の簡体字である「层序」は中国語ではSequenceを意味する。Stratigraphyの中国語表記は「地層学」の簡体字の「地层学」である。すなわち「層序」と「层序」ならびに「地層学」と「地层学」はそれぞれ同形異義語である。中国語の文献に目を通す際は留意されたい。

文 献

- 藤本治義 (1932) 関東山地東南部の地質學的研究 (附地質圖). 地質学雑誌, **39**, 430-457.
- 服部 勇 (2008) チャート・珪質堆積物—その堆積作用と続成過程—. 近未来社, 愛知, 269p.
- 小林貞一 (1931) 佐川盆地の地質構造と古生層. 地質学雑誌, **38**, 497-519.
- 小林貞一 (1932) 佐川盆地の鳥巢、領石、物部川諸統の層位學的研究. 地質学雑誌, **39**, 1-25.
- 小藤文次郎 (1894) 岩石の出來方. 地質学雑誌, **1**, 579-584.
- 松澤 勲 (1931) 徳島縣那賀郡那賀川以南の古生層及びフズリナ石灰岩礫岩層. 地質学雑誌, **38**, 43-44.
- Wentworth, C. K. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, **30**, 377-392.
-
- ITO Tsuyoshi (2017) Geological terms in Chinese: Part 4. *Sedimentology*.
-

(受付: 2016年7月25日)

日本初の地熱発電の開発成功による功績で 資源・素材学会 渡辺賞を受賞



2017年3月27日から29日にかけて千葉工業大学 津田沼キャンパスで開催された資源・素材学会平成29年度春季大会において、産総研地質調査総合センターは、「日本初の商業規模地熱発電の開発成功(松川地熱発電所)」の功績により、日本重化学工業株式会社との連名で、第91回渡辺賞を受賞しました。渡辺賞は、同学会の第3代渡辺渡会長の記念基金により1927年に創設された賞で、「資源・素材に関する学術・技術の進歩に貢献した個人または団体」に対して授与される大変名誉ある賞です。

松川地熱発電所の開発経緯を簡単にご紹介します。^{あずまかこう}東化工株式会社(現、日本重化学工業株式会社)と工業技術院地質調査所(現、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)は、1957(昭和32)年から岩手県松尾村松川地域において、地熱発電のための共同研究を開始、1964(昭和39)年に生産1号井の噴気に成功し、1966(昭和41)年に我が国初の商業規模地熱発電所である松川地熱発電所(定格20MWで東化工の工場へ送電するための自家発電所)の営業運転開始に成功しました。最初の認可出力は9.5MWでした。これは、イタリア(1913年)、ニュージーランド(1958年)、アメリカ(1960年)について世界で4番目の地熱発電所となりました。

当時、松尾村が温泉を求めて井戸を掘削したところ温泉ではなく蒸気が噴出し、その相談が地質調査所に持ち込まれたことが当地域での地熱開発着手のきっかけとなったそうです。ちょうどその時期、東化工は、地熱発電に適した地点を求めて地質調査所に相談をしていたこともあり、1957年から上述の共同研究が開始されたのです。この共同研究において、地質調査所が地質・変質調査、地形調査、電気探査、地震探査を担当し、東化工が坑井調査を担当していました。

同地熱発電所は生産井の掘削成功とともに順調に認可出力を増やし、1967(昭和42)年に12.5MW、1968(昭和43)年には20MWの定格出力を達成しました。その後、タービンの改造や更新により、現在の認可出力は23.5MWとなっています。昨年10月には、松川地熱発電所が運転を開始して50年を迎えました。まさに地熱が再生可能エネルギーであることを示す、お手本となるような地熱発電所といえます。

授賞式には、佃・地質調査総合センター長の代理として筆者が出席しました。受賞記念講演は日本重化学工業の花野峰行氏がされました。その中で花野氏は、地熱貯留層の初期状態が正しく理解されたのは発電所の運転開始から20年以上経過した後であり、それが可能であったのは、50年以上前に先輩方が初期状態の坑内温度検層データを取得し保存しておいてくれたおかげ、と説明されました。また、当時実施された電気探査の結果を深度1,000m付近の低比抵抗層を生産層として狙う根拠とし、坑井掘削で見事に当てて、発電につながったとのことでした。関係された先輩方の地質調査研究に注いだ情熱・プロフェッショナルリズムに感銘し、後進の我々がそのDNAを受け継いでいかなければならないと、改めて気を引き締めた授賞式でした。関係の先輩方に深く感謝いたします。



授賞式の様子(日本重化学株式会社・花野峰行氏撮影)



賞状と楯

(産総研 地質調査総合センター研究戦略部長 中尾信典)

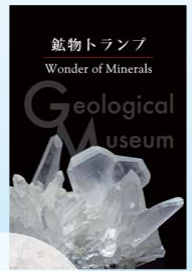
発売中

標本館グッズ ラインナップ

しおり
5タイプ
各220円

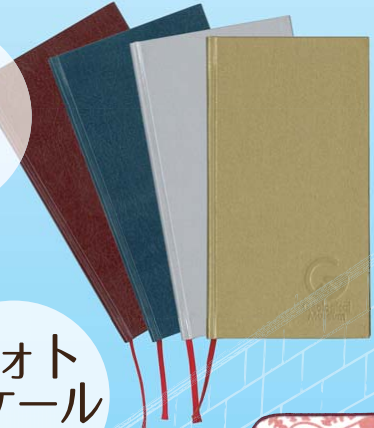


シール
2タイプ
各210円



トランプ
870円

野帳
4タイプ
各890円



ミニ
タオル
3タイプ
各390円

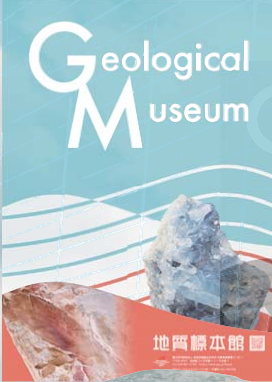


ふせん
3タイプ
各140円

てぬぐい
3タイプ
貝殻670円
ほか770円



フォト
スケール
220円



クリア
ファイル
2タイプ
各150円

下敷き
3タイプ
各200円



GEOLOGICAL MUSEUM
地質標本館

ここでしか
買えないよ

※価格はすべて税込です
GSC20170426

<https://www.gsj.jp/Muse/>

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5号
平成29年5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. 5
May 15, 2017

Geological Survey of Japan, AIST

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



道央南部に位置する苫小牧西港は、^{ゆふつ}勇払湿原の^{ひんていれつ}浜堤列平野に掘削された我が国初の掘込港湾である。1963年の開港後50年を経過した現在では、北海道の物流の拠点となし、国の「中核国際港湾」の1つとしての指定も受けている。港湾都市である苫小牧市街地の背後には、1667年（寛文七年）と1739年（元文四年）に大規模なマグマ噴火をしたことが歴史的に知られている^{たるまい}樽前火山がそびえ立ち、その周辺は道内屈指の温泉地帯となっている。

（写真・文：地質調査総合センター地質情報研究部門 七山 太）

Aerial view of Yufutsu Wetlands, Tomakomai-nishi Port and Tarumai Volcano, southern central Hokkaido. Photo and Caption by Futoshi NANAYAMA