

# 最先端の地質研究と国土の基礎情報

## — 5万分の1地質図幅の作成 —

斎藤 真

地質図幅は、地層や岩石など国土の構成物を表した図面であり、人間が自分の周囲の地球環境を科学的に理解するための基本的な情報が記載されている。資源、防災、立地、環境、学術など、多種多様な用途がある。大学や企業が作成する地質図は、それぞれが興味をもつ特定の地層・岩石を対象にすることがほとんどであるが、産総研が作成する地質図幅は、その地域に分布するすべての地層・岩石に関わる調査結果を、その地域の形成史を矛盾なく表せるよう1枚の図面に統合したものである。地質図幅は個々の研究成果を統合して作成していくが、これまで作成の考え方と過程を記した研究論文がないので、著者が関わった5万分の1地質図幅を例に地質図幅の作成方法論を示す。

キーワード：地質図幅、付加体、作成方法、統合、5万分の1、砥用

## The advanced geological researches and fundamental national land information

### – Development process of the Geological Map of Japan 1:50,000 –

Makoto Saito

The Geological Map of Japan 1:50,000 shows fundamental national land information of the subsurface materials of the district, and is multifariously used for resources development, disaster prevention, industrial location, environment protection, and as the geological standard of the district. It is important basic information for understanding natural environments scientifically and is essential information for the sustainable development of society. While geological maps mostly made by universities or companies are for understanding specifically interesting strata or rocks, the 1:50,000 geological maps made by GSJ, AIST comprehensively integrate research results of all strata and rocks in the district and explain the geological evolution of the district without contradiction. There has never been any paper describing the process in developing the 1:50,000 geological map, which integrates geological researches for the district. The author shows his own development process with the 1:50,000 geological maps as examples.

Keywords: Geological map, 1:50,000, integration, geology, process, Tomochi

### 1 はじめに

地質図とは、地表の植生と土壌をはぎ取ったところにある地層・岩石の種類、形成年代、形状、相互関係について表した図で、国土の基本情報の一つである。日本の公的機関の中では国土交通省国土地理院が地表（内海を含む）の形を担当して地形図を出版し、海上保安庁海洋情報部は海底の形を担当して海底地形図を出版しているのに対し、産総研地質調査総合センターでは、地球の表面の下にある“もの”を対象に地質図を出版している。これらの地質図は、これまで国土の基本情報として、資源、防災、土木、環境、学術などさまざまな用途で活用されてきた。

地質調査総合センターの出版する地質図のうち基本となるものは、一定の緯度と経度で区切られた四角形の「地質図幅」である。主な縮尺には5万分の1と20万分の1があり、前者はそれぞれ独自の地質調査に基づいて作られた

基本的な図面で、後者は5万分の1の地質図幅を初めとする当該地域の地質情報を取捨選択し統合して作った（編纂と呼ぶ）広域的な地質図である。

緯度・経度で区切られた地質図幅の場合、その地域には様々な地層・岩石が分布していることが普通である。5万分の1地質図幅の場合、地質学があまり進んでいない時代は1人の地質学者が調査研究を行うことよって十分に作成することができたが、現在では学問が進展しそれぞれの地層・岩石ごとに調査研究に基づく専門的な研究成果と精度が要求され、かつそれらを統合して互いに矛盾なく形成史を示すことが要求される。本論文では、構成学的な観点から独自調査で作成する5万分の1地質図幅の作成について、近年出版されたこれまでで最も複雑な5万分の1地質図幅である九州中央部の「砥用」図幅（図1、6）を例に地質図幅の作成方法について述べるとともに、地質図

幅が社会で活用されるための方策について考察する。

## 2 「砥用」調査開始時の研究目標

5万分の1地質図幅の作成は、最先端の地質学的知見を用いて野外調査を行って作成することから、個々の地層・岩石に対する研究において新たな知見を得ることを目的としている。それとは別にその地質図幅全体として広域的な地質を解明したり、当該地域周辺の地質図幅を作成する時の基準となることも目的とする。それとともに日本の国土全体の実体を解明するために重点地域を設定しながら、順次5万分の1の地質図幅を整備していくという計画が立てられている。個々の地層・岩石に対する新たな研究成果がなくとも、地質図幅としてその地域の地質の全体像を明らかにすることは重要な研究成果であり、またその結果を地質図幅として出版することには大きな社会的意義がある。

本論文で例とした5万分の1地質図幅「砥用」は、九州中央部熊本県の五木の子守歌で知られる五木村より更に上流の平家の落人の村とされる泉村（現八代市）五家荘を含む山岳地域を対象としているため、現地調査に困難がともなう地域であるとともに、多種多様な地層・岩石が複雑に分布し地質の解明が困難な地域とされてきた（図1）。

すなわちこの地域には、次のような特徴的な地層・岩石が存在する。

1) 海洋プレートの沈み込みに伴って海洋プレート上の地

層・岩石が、大陸プレートの縁辺に付加されてできた付加体、

- 2) 古生代の岩石を含む蛇紋岩類、
- 3) 高い温度や圧力を受けて元の岩石から変化した変成岩、
- 4) SiO<sub>2</sub>に富むマグマが冷え固まった花崗岩、
- 5) 大陸棚でたまった地層、
- 6) 阿蘇火山の噴火による火砕流堆積物 など。

これ以外の地層・岩石を含めると日本列島に露出する地層・岩石の種類のかなりの部分が、東西23.5 km、南北18.5 kmの地域（面積約435 km<sup>2</sup>）に分布し、極めて複雑な地質構造になっていることが予想された。このため、専門分野別に4名で研究グループを作り調査研究を行うこととし、それぞれが担当する地層で研究成果をあげることを目指した。この地域ではプレートテクトニクスの知見を導入した地質図はまだ作られていなかったことから、プレートテクトニクスに基づく地質図（例えば付加体を認定した地質図）を作ることを最低限の目標とした。

また、西南日本外帯と呼ばれる九州から関東山地の太平洋側の地域では、ジュラ紀（2億年前～1億4500万年前）に海洋プレートの沈み込みでできた付加体と蛇紋岩や変成岩、シルル紀～デボン紀（4億4000万年～3億6000万年前）の地層、ペルム紀～白亜紀（3億年～6500万年前）の浅海成（一部陸成層）の地層などが複雑に分布する部分

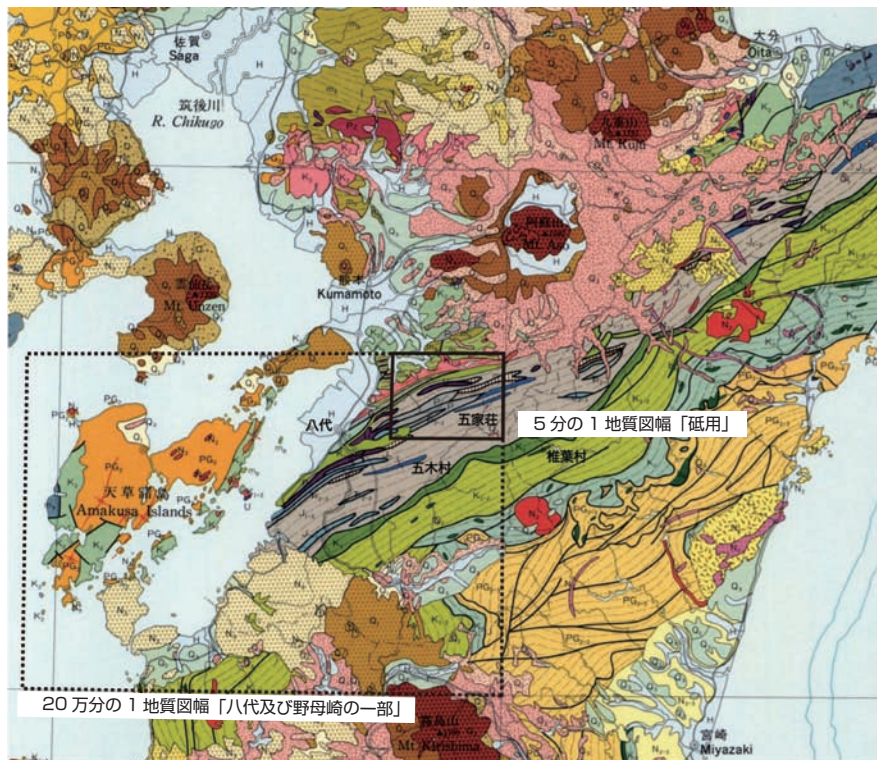


図1 5万分の1地質図幅「砥用」の位置とそれを基に作成中の20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」の位置。基図は100万分の1地質図第3版<sup>1)</sup>。

がある。ジュラ紀付加体とそれ以外の蛇紋岩などの地層・岩石との関係や区分には諸説があり、ジュラ紀付加体以外の部分を黒瀬川構造体と呼んだり、ジュラ紀付加体も含めて位置関係だけから秩父帯南帯、中帯、北帯と呼んだりと研究者によって区分が異なり混乱していた。さらに1990年代前半になると、四国においてジュラ紀付加体の上に蛇紋岩や変成岩からなる地層（いわゆる“黒瀬川帯”の構成岩類の一部）が低角な構造で覆っていることが提唱された<sup>[2][3]</sup>。「低用」地域には、蛇紋岩や変成岩、シルル紀～デボン紀の堆積物、ペルム紀～白亜紀の浅海成の地層が広く分布し、また、ジュラ紀付加体も広く分布することから、これらの相互関係を広域的に検証し、ジュラ紀付加体とそれ以外の地層・岩石との区分を明確にし、日本列島の形成史の大きな問題点を広域に地質を検討することによって明らかにするという目標も設定した。

この他にも、白亜紀の浅海成の地層の地質構造や、白亜紀の変成岩とその周囲との関係、白亜紀の高温型変成岩の形成史など、興味あるテーマが数多くあった。これらの課題を明らかにすることによって「低用」図幅が、周囲を含めた広域的な地質を判別するための基準になることを目指した。

### 3 地質図幅の社会的価値

5万分の1地質図幅を初めとする地質図幅の社会的価値については、既に産総研でも論じられている<sup>[4]</sup>。また、米国地質調査所(USGS)でも地質図の社会的価値について論じられている<sup>[5][6]</sup>。

地質図幅の場合、その用途は次のようなものである。

- 1) 土木、建設（道路、ダム、発電所、ビル、橋などの建設、住宅地の購入など）
- 2) 防災（活断層、火山噴火、河川の氾濫、地盤沈下、地すべり、軟弱地盤など）
- 3) 資源開発（石油、天然ガス、石炭などのエネルギー資源、地熱資源、温泉開発、地下水資源、金属、粘土などの鉱物資源、石材、骨材などの資源、観光資源など）
- 4) 地球環境対策（地下水の流動、放射性廃棄物・有害廃棄物の地層処分など）
- 5) 当該地域の形成史等の検討のための学術情報（日本列島の成り立ちの解明、地球環境の変遷の解明、シームレス（継ぎ目のない）地質図の編纂など）
- 6) 当該地域及び周辺地域の地質を検討する上での基準  
日本では1800年代後半から地質図が作成されてきたが、当初は国内資源の開発が主たる目的であった。1950～60年代の高度成長期にはセメント向けの石灰岩の賦存地域が優先的に作られた。現在でも資源開発は骨材、温泉等で重要であるが、地質図幅の利用はそれ以外の多岐にわたる社会の基礎情報として使われるようになり、活断層や火山噴火等の災害の軽減や軟弱地盤対策、原子力発電所を初めとする産業立地、廃棄物の地層処分などの基礎的な情報として、多くの場合地質コンサルタントを経由して（地質コンサルタント会社が特定地域の地質を明らかにするときの基礎資料として）使われている。近年では一般の人々が訪れて興味ある地質を見学できるジオパークが全国的に指定されるようになり、その見学スポットであるジオサイトにおいて地質情報を観光資源に利用したり、企業の災害時の事業継続（Business Continuity Plan: BCP）の

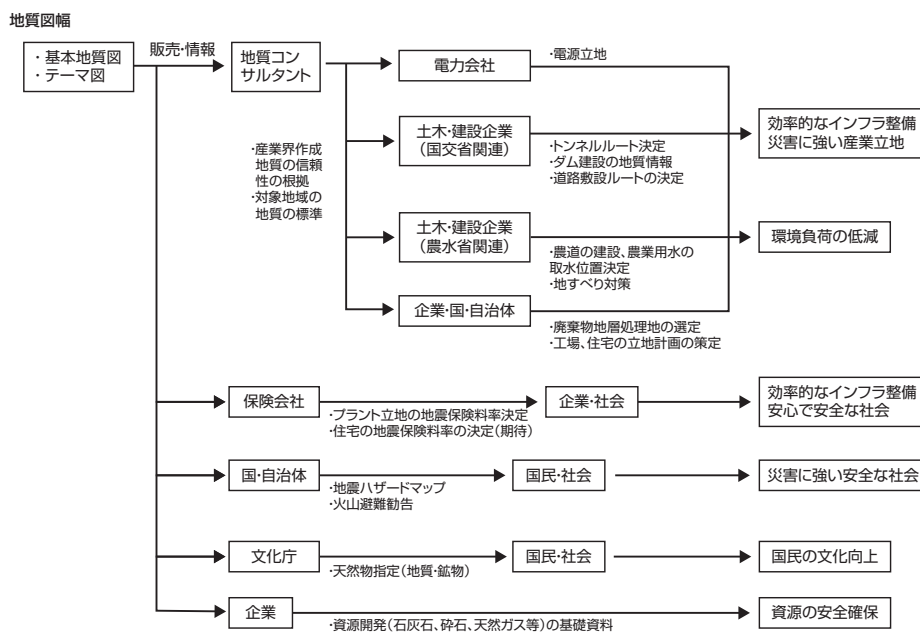


図2 地質図幅からアウトカム出現に至るプロセス<sup>[4]</sup>

ための基礎情報としてなどの新たな利用も考えられるようになってきた。これらの地質図の活用の効果は、大きく見てプラス増大効果（資源など）とマイナス削減効果（災害や土木のための社会コストの軽減）に分けられる。

しかし、地質図幅の作成の場合最初からこれらの具体的な利用を想定して作成するわけではない。「低用」地域では、調査開始時に地質図幅の個別具体的な用途を想定して調査したわけではなく、その地域全体に関する正確な地質情報を包括的に提示することを目的として調査した。地質図幅が作成されると、直接ないしは別な目的別の地質図を介して、社会でその知識・情報が活用されることになる（図2）。産総研技術情報部門（当時）は地質図幅のアウトカムの特徴として、「地質調査総合センターから末広がり波及していくのが特徴」としている<sup>[7]</sup>。

#### 4 地質図幅作成の方法論

地質図幅を初めとする地質図に関する研究は、モデルを立て、実験を行って検証を行っていく演繹的な研究方法ではなく、その地域に露出する地層・岩石の観察から真理を見つけていく帰納的な手法を用いる。実際の地質調査では、観察した事象からその地域の地質モデルを頭の中で作りつつ、調査をしながら常にモデルを更新していく作業を行う。このため野外でどのような精度の情報を収集できるかは、調査を行う研究者の能力に依存する部分がある。野外での丁寧な観察は、新たな発見を生み研究成果に直結することが多々あるので、地質図作成の上でもっとも重

要なプロセスである。

また調査方法の進歩により調査し直すと過去の地質図は大きく変わることがある。精度が上がる理由として、新たな露頭（岩石・地層の露出地）が見つかる場合のほか、地層・岩石の観察や理解の方法が向上して分布精度が上がる場合がある。例えば、何かを測定するときに測定技術が高度化してノイズが減り、正確に測定できるようになるのと同じである。このことは過去の学問レベルが進んでいないときの地質図と現在の地質図を比較してみれば明白である（図3）。

このため、5万分の1地質図幅「低用」の作成においては、地質図幅がこの地域の最先端の地質学的知見に基づく地層・岩石判別の基準となり、かつ研究目標に示した学問的進展を得るために以下の3点の研究方法来に留意した。

1) 各作成担当者が最先端の地質学的知見に基づく地質情報を収集し、担当部分の地質図を完成した。著者が担当した付加体の地層・岩石を例に取れば、付加体では一般に地層間の境界が緩く傾く（形成当初は水平に近い）断層であることが多く、より上にある地層（上盤側）の方が、付加した年代が古いことが知られている（図4）。ただ付加体の認定には構造的に積み重なっている証拠や肉眼で認識できる化石が乏しいことから、微化石（プランクトンの化石）による地層の年代決定による証明を行った。また蛇紋岩とともに様々な岩石が低角な断層で付加体の上を覆っている地質構造が予想されたため、付加体の構造的上位に載る地層・岩石の同定とそれらの間や付加体との相互関係について野外で注意深く観察し、確実にルートマップを作

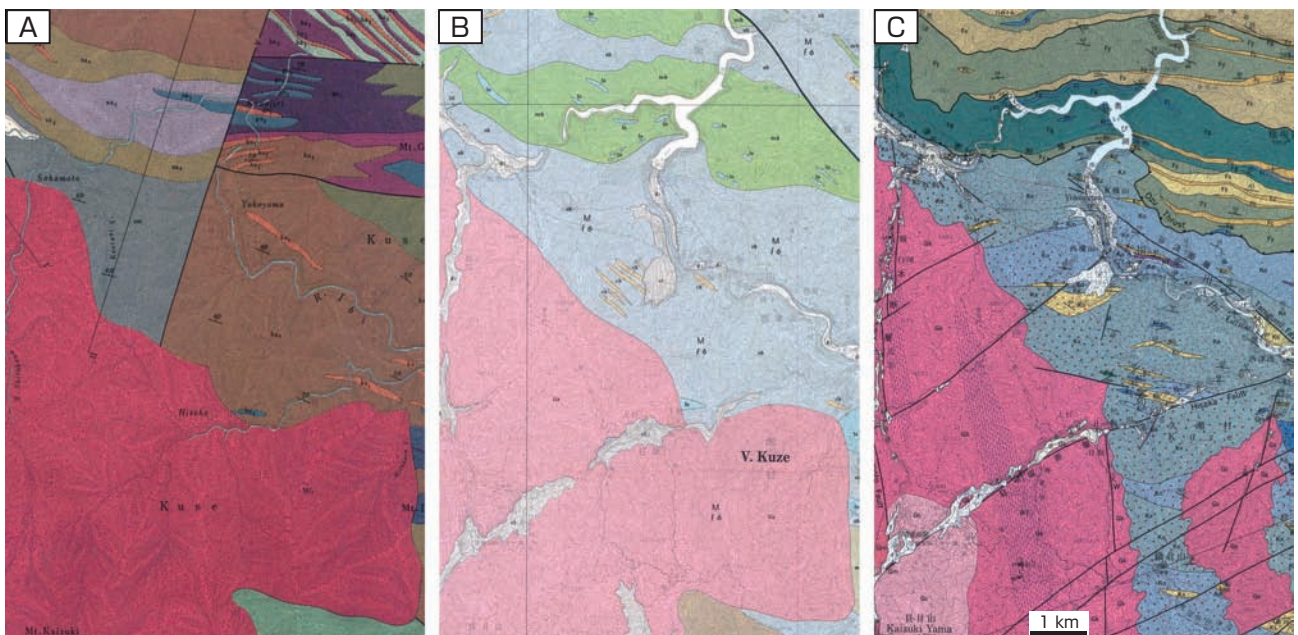


図3 地質図の変遷。5万分の1地質図幅「横山」の例 [文献8を改変]

- A: 1960年代に地質調査を行って作られた地質図<sup>[9]</sup>。付加体の概念は導入されていない。  
 B: 1990年代の土地分類基本調査（表層地質図）<sup>[10]</sup>。十分な調査日数をかけずに作成したもの。  
 C: 2000年に発行された5万分の1地質図幅「横山」<sup>[11]</sup>

成した（図5）。

2) その地域の地質において、現状の位置に定置した年代の古い地層・岩石ほど、その地域におけるより若い地層・岩石に起きた断層や褶曲などの変形を重複して受ける。このため例えばある付加体が形成された後に起きた地層・岩石の変成、変形を正確につかむことによって、現在の地質構造との差分としてその付加体が形成される前に起きた変形を理解することができる。このためそれぞれの担当者間でルートマップ等の情報を共有し、また境界部は共同で、また重複して調査を行うなど担当者間の相互連携を確実に行った。

3) 地質図を作成する際に重要なのは、想定するその地域の地質の形成史（その地域の最も古い地層・岩石の形成時の姿から現状に至るまでの歴史）が、存在する地層・岩石の分布や相互関係と矛盾しないようにすることである。作成した地質図から、新しい地層・岩石や断層褶曲などの変形を順に取り除いて、時間をさかのぼるほど、それぞれの地層・岩石の形成時の姿に近い形に戻ることができるはずである。形成時の姿に戻したものが、現在知られている地層・岩石の形成の姿と矛盾がないことが地層・岩石の斉一説（現在起きていることは、過去にも起こっていたという考え方）の観点から重要である。そして、それぞれの地層・岩石の形成史に互いに矛盾がないようにしなければならない。「砥用」図幅では、このための議論を重ねて地質図幅全体を作成した。地質図幅の場合、異なる分野の研究者が一つの地質図幅を作るための議論を行うことから、作成された地質図はより精度の高いものとなる。大学等が研究

で地質図を作成する場合、研究者が自己の興味ある対象に特化して地質図を作成するため、他分野の研究者と十分に議論を尽くす機会が乏しく、地質図という観点からは精度の良い物を作成するのは難しい。

以上3点の他、地質図幅の発行主体としての地質調査総合センターは、地質図幅の精度を担保し、また科学技術の成果としての再現性（少なくとも地質図に含まれるデータの部分については誰がやっても同じ結果になる）を担保する必要がある。組織として精度を担保するために地質調査総合センター内部の決裁システムと連動した数段階にわたる査読システムがある。また地質学会等で書評の形で外部評価を受けている。再現性の担保については、ルートマップやボーリングなどの生データを研究報告書に掲載するよう努めており、採取した化石・岩石試料のうち、研究報告書に記載した試料については産総研の地質標本館に登録・保存して後からの検証が可能ないようにしている。今後さらにルートマップ等の生データをデータベース化できるようにする検討は必要である。

## 5 地質図幅「砥用」を構成する要素研究

一般的に5万分の1地質図幅を作成する際の技術（手順）と要素研究は以下のとおりである。この後、統合して1枚の地質図幅にまとめる。

1) 野外調査を行う前に、これまでの文献のチェック、段丘、活断層等の予測をつけるための航空写真、人工衛星写真の検討は必須である。「砥用」図幅の場合、国土地理院の発行する航空写真のほか1995年頃の調査開始時期に日本の

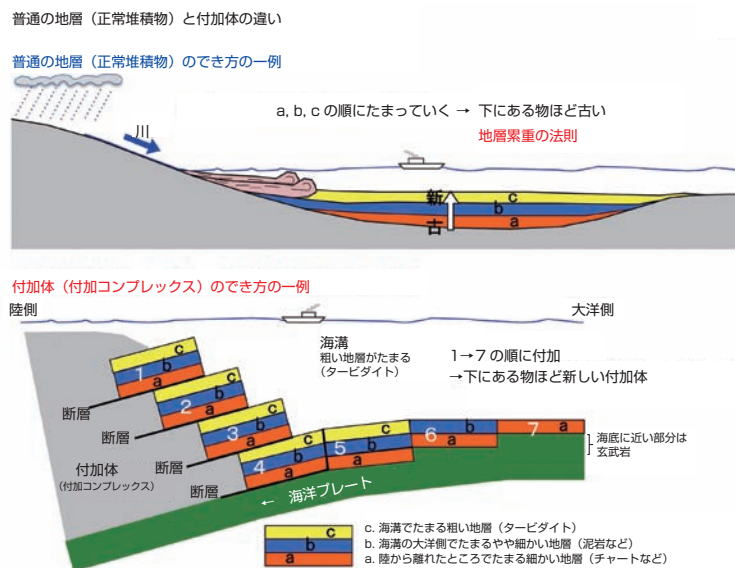


図4 普通の地層と付加体の地層との違い

普通の地層の場合は下から上に向かって順に新しくなるのに対し、付加体では海溝付近で堆積する地層(c)の年代に着目すると、断層で境されたa-b-cの地層のセットの年代が1c → 2c → 3c → 4cの順に下に行くほど新しくなる。普通の地層の見方にとらわれて、このようなでき方を理解しないと、付加体の地層は理解できない。

地球資源衛星1号 (JERS-1) の衛星写真を準備した。

2) 最も基本的な技術は野外調査である。野外を歩いて地層・岩石の露出する場所 (露頭) を探し、よく観察することが基本である。この部分に調査者の技術が最も要求されるが、文章で書きにくいノウハウはあまり残されていない。その理由は対象とする地層・岩石の種類によって精度のよい地質図作成のための野外調査のやり方が大きく異なるた

めである。山地や丘陵地が主たる調査対象の場合は一般にルート沿いに調査を行って地質図を作成する (図5A)。一方平野地域が主体の場合は地層の露出が乏しく、元々地層が水平に近いことから、地下の情報を得るためにも公的機関等が行ったボーリング情報を露頭情報と同様に収集する。

具体的には地質調査の際にその地域にどのような岩石・地層が分布するかを露頭情報から明らかにすることから地質

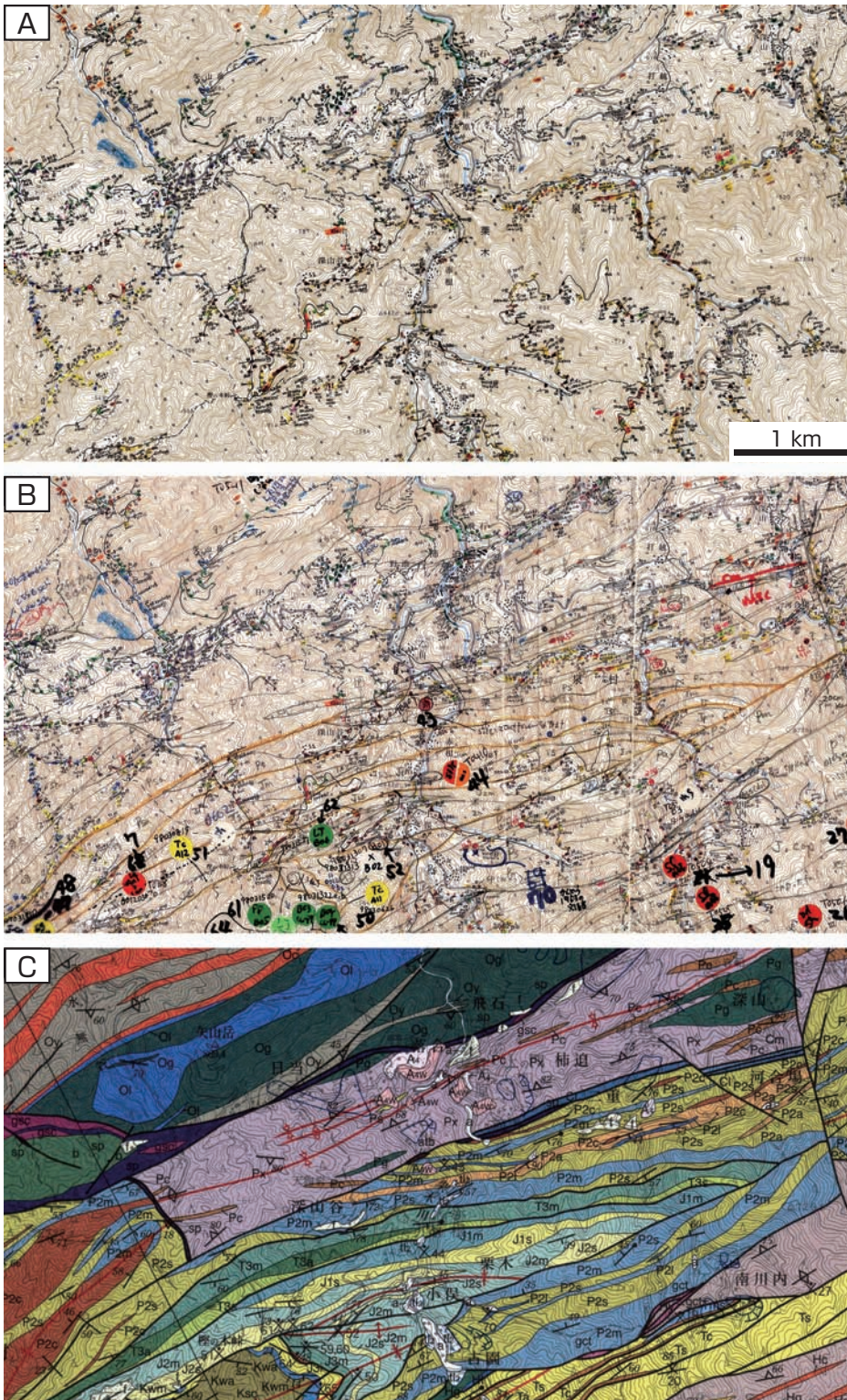


図5 ルートマップから地質図の作成までに至る道のり。「砥用」図幅<sup>[12]</sup>南西部の例

A: ルートマップ  
 B: 化石情報や地層境界、断層等を加えた地質図原図。微化石産出地は丸印。  
 C: 5万分の1地質図幅「砥用」<sup>[12]</sup>の一部。  
 A,Bの基図は国土地理院発行1:25,000地形図「柿迫」。

調査は始まる。そして、それらの相互関係がどうかを明らかにするが、それが地質図作成には特に重要である。地層・岩石の性質は、少しでも露頭があれば最低限の情報は得られるが、地層・岩石の相互関係の認定には境界部を見つけることが必須である。そのためにはある程度、文献や地形から地質モデルを想定し、境界部のありそうなところを事前に予想して調査を行う必要がある。限られた日程の中で調査を行うために、事前に地質の予想を立て、最も効率的に調査を行う。また、地質調査は自然の観察であることから、予想どおりの結果が得られないことが普通である。そのため、一つの露頭情報が得られるごとに、予想される地質モデルを常時頭の中で改訂し、最も適切な調査方法を選択・変更して調査を行っていく。

「低用」図幅では、多くの地域が山岳地のため、道路沿い、谷底、尾根とルートをとるように調査を行い、地層岩石の分布を明らかにした（ルートマップの作成、図5A）。特に他の地域に比べて地質の分布と相互関係が複雑と予想されたため、詳細な野外調査を行ったが、予想以上に複雑で予定より多くの調査日数を要した。

3) 野外での調査と平行して、地質図の作成のため岩石試料、化石試料を持ち帰り分析を行ってその結果を地質図に反映させる。岩石試料については0.02-0.03 mmの厚さのプレパラート（岩石薄片）にして、顕微鏡で観察し構成鉱物からみた岩石の種類や変形、変成の確認を行う。また、微化石の産出が想定される試料は薬品による処理を行って、顕微鏡下で微化石を探す。また、鉱物分離を行って、重鉱物の種類の検討、放射性元素を用いた年代測定など、必要な室内研究を行う。これらによって野外での観察だけでは得られない地層・岩石の形成年代、性質、形成場などの情報が明らかになり、それらを再度、現地調査の際にフィードバックさせる。これらそれぞれは、大学等で行われているような学術研究（第1種基礎研究）に相当する部分が多く、重要な結果が得られれば単独の論文として発表する。

低用図幅の場合、地質図幅の作成に至る前、また作成中に次の学術論文を発表した。

- (1) 下部白亜系低用層の層序と構造の解明<sup>[13]</sup>
  - (2) 下部白亜系低用層の基盤がペルム紀付加体であることを認定<sup>[14]</sup>
  - (3) 後期デボン紀シダ植物*Leptophloeum*の発見からデボン紀の地層の存在を認定<sup>[15]</sup>
  - (4) 低用図幅北部の肥後変成岩の低圧高温型変成作用の解明<sup>[16]</sup>
  - (5) 単斜輝石岩の巨晶の発見と記載<sup>[17]</sup>
  - (6) ひすい輝石の産出地の発見と周囲の岩石との関係<sup>[18]</sup>
- また、このほかに学会での口頭発表を行った。

## 6 要素研究の統合による地質図幅の作成

上述の個々の要素研究から、5万分の1地質図幅「低用」をまとめた（図6）。この地域では、古生代初めのカンブリア紀の後期（約5億年前）から現在までの地層・岩石が存在することが明らかになった。このため異なる地質を分類するための凡例数は149になり、これまでの5万分の1地質図幅では最も多いケースとなった。また、付加体の概念を取り入れた地質図となっており、その他にも前出の研究に基づく最新の情報や、これまでに本地域で行われた数多くの研究成果（例えば大型化石の産出報告）に基づいて作成されている非常に精緻な地質図となった。そして、地質図幅とセットで出版された研究報告書（図6）には「低用」図幅地域の地質区分の基準となる数多くのルートマップ、付加体の年代を決定するための微化石データなど、「低用」図幅の研究によって得られたデータが収録されており、現在印刷中の広域的な地質図（20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」<sup>[19]</sup>）の基準となる地質図にもなった。

前述のように地質図を作成する際に重要なのは、その地域の地質の形成史が、存在する地層・岩石の分布や相互関係と矛盾しないようにすることである。このため、各担当者間で数多くの議論を行った。一例として、ジュラ紀付加体とそれらを低角な断層を介して覆う蛇紋岩や変成岩、浅海成の堆積物などとの関係や全体の形成史について議論した。これによって主たる研究課題の一つであった「ジュラ紀付加体の上に「黒瀬川帯」構成岩類が低角な構造で覆っているか否か」については肯定する証拠を得て断面図を描き（図7）、西南日本の地質構造について重要な実証的な成果となった。さらに「黒瀬川帯」構成岩類の内部についてもある程度の区分ができるようになり、その結果、それらがジュラ紀付加体の上に低角な断層で重なってから現在までの地質構造の形成史についても結論を得ることができた。

また、「低用」図幅では、研究報告書に断層露頭の位置情報も示して、断層の確実性やその連続性の信頼度の向上を図るとともに、断層の認定の議論の過程で、「低用」地域内に伏在する活断層の位置の確定や、活断層の認定には至らないものの、地質学的に活断層の可能性が疑われる断層についても認定できた。

## 7 地質図幅「低用」の価値と利活用

5万分の1地質図幅「低用」の作成によって、地理的・学術的に調査が困難な地域であった本地域の地質について、基礎的な研究成果が上がり、最先端の情報に基づいて高精度の地質図が作成できた。これによってこの図幅が当該地域及び周辺地域の地質を判別するための基準にな

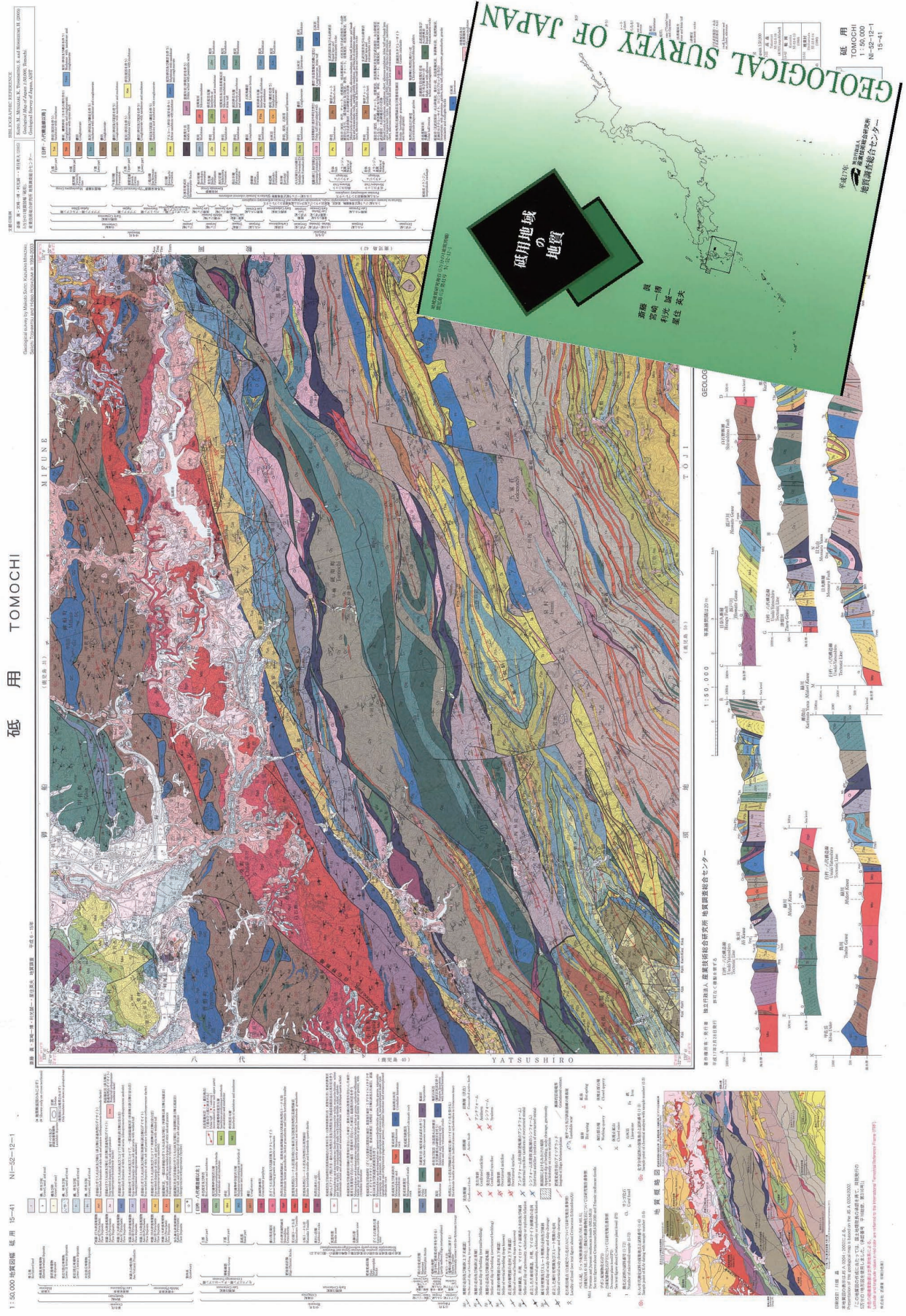


図6 印刷された5万分1地質図幅「砥用」200pを越える研究報告書(A4)とセット[12]。



るのは間違いでない。現在この「砥用」図幅を基にして、20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」(図1)<sup>[19]</sup>を作成したところである。また西南日本の地質構造について実証的な結果を出したことによって、日本の地質の理解が進展するものと考えられる。

このように「砥用」図幅は、個々の地層・岩石についての基礎研究で成果が上がっただけでなく、それらから構成される地質図幅としても学術的に成果が上がったと考えられる。さらに、個別の成果をまとめて地質図幅として公表したことは、今後社会での活用を考えたときに大きな意義があると言える。

「砥用」図幅が、これから社会でどう使われていくか検討する。地質図幅は、完成・出版後、すぐに大々的に活用されるものではなく、社会の基盤情報として数十年にわたって活用されていく。その点で地質図幅は、工学的な研究成果に比べて息の長い研究成果である。しかし現時点でも次のようないくつかの利用が想定できる。

地層・岩石区分の基準としての活用例としては、著者を中心に作成した広域的な20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」<sup>[19]</sup>の編纂に5万分の1地質図幅「椎葉村」<sup>[20]</sup>とともに「砥用」図幅<sup>[12]</sup>を用いたことが挙げられる。20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」は、その一角を占める5万分の1地質図幅「砥用」の地域が最も地質の区分が難しい所であったため、「砥用」図幅の完成が20万分の1地質図幅の編纂のためには必須であった。この20万分の1地質図幅によって、九州の20万分の1地質図幅の空白域が解消されることになった。

産業立地としての活用では、これまで理解が困難だったジュラ紀付加体と「黒瀬川帯」構成岩類との関係（「黒瀬川帯」構成岩類が低角な断層でジュラ紀付加体を覆う関係）

(図7)が「砥用」図幅で明らかになったことによって、同様の地質の分布する地域での産業立地、例えば鹿児島県の川内原子力発電所付近の地質の理解や、周辺の地質の理解に貢献するものと考えられる。

防災面では、斜面崩壊については蛇紋岩地帯の地すべりを中心に地質との関係を明らかにしたことから、今後の斜面崩壊の理解・予測にも貢献すると考える。また、活断層(後期更新世、すなわち12.5万年前以降に繰り返し活動し、今後も活動すると考えられる断層)のほか、後期更新世以降の地層が存在しないことから活断層の認定に至らなかった断層についても研究報告書の本文に記述したので、近年(後期更新世～現在)の広域的な地殻変動の検討に使うことができると考えられる。また、本地域では、国道から林道まで様々な道路の法面(道路脇の削りとった斜面)や路盤の崩壊がしばしば起こり、これらはこの地域に特徴的な地質に起因することが多い。これらの防止の基礎資料に活用が望まれる。

鉱産資源の面では、金属資源としては活用の見込みが乏しく、また山岳地に多量に存在する石灰岩の分布も初めて明らかになったが、現在採掘されている北部の交通の便の良い所以以外の開発の可能性は低い。その他の鉱産資源や碎石等の資源についても同様である。一方、温泉掘削業者からは、「砥用」図幅内の温泉調査の際に、「地質図幅があれば必ず使う」といわれており、今後活用され温泉開

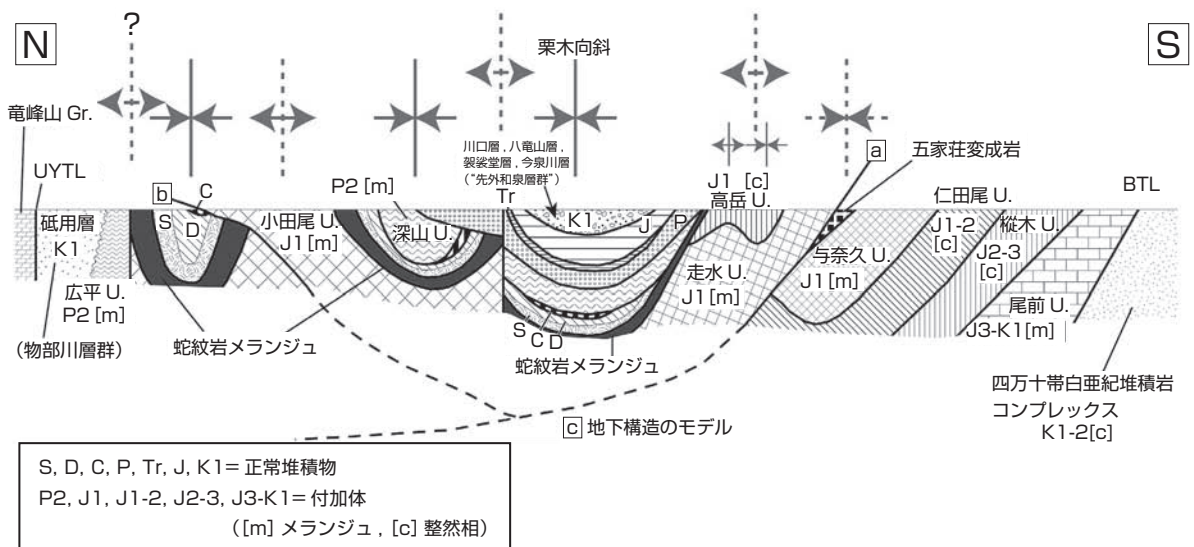


図7 「砥用」図幅中南部の概略的な断面図

ジュラ紀付加体(J1,J1-2,J2-3,J3-K1)の上に蛇紋岩(図では蛇紋岩メランジュ)、正常堆積物、ペルム紀付加体(P2)が存在する。両者の境界はもともと水平に近い断層。現在は褶曲(地層が曲がること)している。この図に「砥用」地域の地質の考え方や形成史が凝縮されている。

発されることが期待できる。

新たな活用方法として期待される観光を初めとする地域振興に対する活用については、これまで知られている鍾乳洞やこの地域特有の約9万年前の阿蘇-4火砕流堆積物の溶結凝灰岩を使った石橋等については研究報告書に記述した。「低用」図幅内では、これまで知られている白亜紀アンモナイト等の大型化石の産出のほか、新たにデボン紀のシダ植物化石<sup>[15]</sup>、巨大結晶からなる輝岩<sup>[17]</sup>、ひすい輝石の発見<sup>[18]</sup>等、天然記念物やジオパークの見学スポットであるジオサイトにできる要素も見つかった。また、国体の山岳競技に使われた山や、地元の特徴的な景観をなす山々の地質が明確になったことから、地域の自然の成り立ちを語る資料としても活用できる。

以上のように、地質図幅はその作成後、長期にわたって様々な形で活用されることが予想される。また、これまでの地質図の使われ方を考慮すると、現在想定していない活用方法が今後社会情勢の変化や、災害等で発生することも充分考えられる。そして、これからの社会が持続的発展をするためには人間が自分の周囲の自然環境を科学的に理解していくことが必要であり、地質図幅はそのために重要な役割を果たすであろう。

## 参考文献

- [1] 地質調査所: 100万分の1日本地質図第3版, 地質調査所(1992).
- [2] 磯崎行雄, 板谷徹丸: 四国中西部秩父累帯北帯の先ジュラ系クリッペー黒瀬川内帯起源説の提唱-, *地質学雑誌*, 97, 431-450 (1991).
- [3] 磯崎行雄, 橋口孝泰, 板谷徹丸: 黒瀬川クリッペの検証, *地質学雑誌*, 98, 917-941 (1992).
- [4] 産総研技術情報部門: 産業技術総合研究所におけるアウトカム事例調査(2)-ライフサイクルアセスメント(LCA)-, -地質図幅-, -シリコン半導体-, *産総研技術情報部門調査報告書* (2004).
- [5] R. L. Bernknopf, D. S. Brookshire, D. R. Soller, M. J. McKee, J. F. Sutter, J. C. Matti and R. H. Campbell: Societal value of geologic maps, *U.S Geological Survey Circular* 1111 (1993).
- [6] 小笠原正継, 大井健太(編): 地質図の社会的価値--米国地質調査所サーキュラー1111(日本語翻訳版)および米国における地質図の経済学的評価の動向--, *地質調査総合センター研究速報*, 37 (2006).
- [7] 産総研技術情報部門: 産総研におけるアウトカム事例調査【7】地質図幅, *産総研TODAY*, 5 (5), 40-41 (2005).
- [8] 斎藤 眞: 横山地域の地質図の変遷, *地質ニュース*, 561, 4-4 (2001).
- [9] M. Miyamura: Stratigraphy and geological structure of the Permian formations of Mt. Ibuki and its vicinity, central Japan, *Geol. Surv. Japan Report*, 224 (1967).
- [10] 岐阜県: *土地分類基本調査「横山」*, 岐阜県 (1995).
- [11] 斎藤 眞, 沢田順弘: 横山地域の地質, *地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)*, 地質調査所 (2000).
- [12] 斎藤 眞, 宮崎一博, 利光誠一, 星住英夫: 低用地域の地質, *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 (2005).

- [13] 河野知治, 田中 均, 高橋 努, 利光誠一, 森 大輔: 熊本県秩父帯下部白亜系低用層の層序と構造, *御所浦白亜紀資料館報*, 3, 11-22 (2002).
- [14] 斎藤 眞, 利光誠一: 九州中部に分布する下部白亜系低用層の基盤から産出したペルム紀放射虫化石, *地質学雑誌*, 109, 71-74 (2003).
- [15] 斎藤 眞, 斎木健一, 利光誠一: 九州中部, 熊本県低用町の黒瀬川帯の整然層から産出した後期デボン紀 *Leptophloeum*, *地質学雑誌*, 109, 293-298 (2003).
- [16] K. Miyazaki: Low-P-high-T metamorphism and the role of heat transport by melt migration in the Higo Metamorphic Complex, Kyushu, Japan, *J. Metamorphic Geol.*, 22, 793-809 (2004).
- [17] 斎藤 眞, 宮崎一博, 塚本 斉: 九州中部, 熊本県泉村-低用町地域の“黒瀬川帯”蛇紋岩メランジュ中の単斜輝石岩, *地質調査研究報告*, 55, 171-179 (2004).
- [18] 斎藤 眞, 宮崎一博: 九州中部, 熊本県八代市泉町の“黒瀬川帯”蛇紋岩メランジュ中の含ひすい輝石変斑れい岩, *地質調査研究報告*, 57, 169-176 (2006).
- [19] 斎藤 眞, 宝田晋治, 利光誠一, 水野清秀, 宮崎一博, 星住英夫, 濱崎聡志, 阪口圭一, 大野哲二, 村田泰章: *20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」*, 産総研地質調査総合センター (2010). 印刷中
- [20] 斎藤 眞, 木村克己, 内藤一樹, 酒井 彰: 椎葉村地域の地質, *地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)*, 地質調査所 (1996).

## 執筆者略歴

斎藤 眞 (さいとう まこと)

1989年名古屋大学理学研究科博士前期課程地球科学専攻修了。1990年同博士後期課程中退。同年通商産業省工業技術院地質調査所入所。2001年産総研地球科学情報研究部門主任研究員。2009年より地質情報研究部門シームレス地質情報研究グループ長。専門は地質学。付加体を中心に九州～南西諸島北部の地質の研究を行っている。これまで5万分の1地質図幅筆頭4編、20万分の1地質図幅筆頭4編、非筆頭2編作成。博士(理学)。地質情報の普及活動も得意。



## 査読者との議論

### 議論1 他の機関が取得した地質データの活用

質問・コメント (小野 晃: 産業技術総合研究所)

5万分の1地質図幅が、地質学の最新の成果に基づいて、また社会での利活用を想定しつつ、多角的な視点から調査・検討されて作成されることが分野外からも理解でき、構成・内容ともに優れた第2種基礎研究の論文となっていると思います。

ところで地質図の作成は、この論文でも述べられているように、わずかな数の地表に出ている露頭の地質データから、広大な地下空間の3次元構造を予測するという、ある意味大変野心的な作業であるとの印象を持ちました。たぶん数はもっと少ないでしょうがその地域にボーリングデータがあった場合、それはどのように利用されるのでしょうか。地質図を作成するための基礎データとして利用されるのでしょうか、あるいは作成した地質図の正確さを検証するためのデータとして使われるのでしょうか。またその地域の自治体や民間企業も、それぞれの必要性から独自に地質調査を行う場合があると思います。そのようなデータは、産総研による地質図幅の作成に当たって活用されるのでしょうか。

回答 (斎藤 眞)

1) 査読者はわずかな数の地表にでている露頭の地質データから予

測すると感じておられるようですが、面積的にはわずかも、うまく地層・岩石の全体像が観察できるように歩けば十分なデータを取ることには可能です。地質図幅を作成するには、粗い間隔でとったルートマップでも充分地質図が作成可能な所と、詳細なルートマップを取らないと地質図を作成できない所があり、日々の調査でコストも考えて地質図作成に必要な調査となるよう工夫しています。

2) 本文に書いたとおり、自治体等の公開できるボーリングデータがあれば、当然収集して地質図に反映させます。また、平野の地質図では露頭が少ない分、自治体等にボーリングデータがたくさんあることが多いので、それらを重要なデータとして手間をかけて収集・解析を行って地質図幅を作成します。これは平野では地下の地質が特に重要だからです。例に挙げた砥用図幅では、温泉業者に非公開でボーリングデータの情報を閲覧させてもらっています。

3) 地質図のデータもあれば収集します。自治体や政府機関の行った公共工事の際の地質図が該当します。解釈に基づく地質図は、元になったルートマップや報告書があれば、それらを含めて解釈が妥当か検討します。また、ダムやトンネルではスケッチもありますので、それらも収集します。例に挙げた砥用図幅では、自治体の温泉調査報告書の地質図を閲覧して、われわれの地質の検証に用いました（現実には小さな地域のルートマップが少し役に立った程度でしたが）。

## 議論2 5万分の1地質図幅の整備状況と更新周期

質問（小野 晃）

5万分の1地質図幅が地質学の最新の成果に基づいて作成されることは分かりましたが、日本の場合どの程度の周期で5万分の1地質図幅が再調査されて改訂されるのでしょうか。具体的に今回の「砥用」以前の図幅はいつ頃作成されたのでしょうか。

調査には人手と時間がかかるものと思われる。5万分の1地質図幅は現状で日本全土をカバーしている状況でしょうか。整備に関する基本的な考え方をお聞かせ下さい。

回答（斎藤 眞）

1) 5万分の1地質図幅は基本的に再調査を行いません。それは、まだ全国カバーに至っていないからです。しかし、20万分の1地質図幅は2009年度で1回目の整備が終わり、随時最新の知見で作成した地質図幅に置き換えています。20万分の1地質図幅の改訂には、情報の乏しい地域やその地域の地質区分の基準となる5万分の1地質図幅は必要です。このため、現在では、原則空白域を優先するものの、20万分の1地質図幅の作成等に不可欠な所はわずかながら改訂しています。

2) 今回の5万分の1地質図幅「砥用」は過去に作成したことはありません。ただ、元々経済企画庁が行い、国土庁を経て、現在国土交通省所管で各県が作成している土地分類基本調査の中に精度の悪い表層地質図は存在しました。

3) 5万分の1地質図幅は、現在の産総研の人員ではなかなか全国整備率の著しい上昇は見込めませんので、今後は、重点地域を決めて整備していく方向です。重点地域の例としては、(1)人口の多い都市及びその周辺、(2)活断層、火山等、防災上重要な地域、(3)ジオパーク等社会的な影響の大きい地域、(4)日本の地質の理解のために不可欠な地域（例えば20万分の1地質図幅の改訂に不可欠な地域）等が考えられます。

## 議論3 地質図幅の作成は第2種基礎研究か？

質問・コメント（小野 晃）

*Synthesiology*1 巻2号に「シームレスな20万分の1日本地質図の作成とウェブ配信」という題名で地質関係の研究論文があります。論文の後ろの「査読者との議論」に「議論5 地質図幅の研究」があります。そこでは地質図幅の作成は第2種基礎研究というべきか、あるいは第1種基礎研究というべきかの議論がなされています。本論文の著者はこの点に関してどのような見解をお持ちでしょうか。

地質図幅の作成において、もともとなる露頭の地質データは同じだと

しても、その地域を担当した研究者の知識と見解によって結果としての地質図自体が大きく変わりうるといったことがあるように思います。作成された地質図の内容が担当研究者の属性に大きく依存するという事になると、一方で地質図の信頼性を損なうことにもなると思います。地質図作成に標準的手順を可能な限り導入するとか、あるいは作成結果に対する他者からの査読、審査の仕組みがあれば、信頼性の向上に役立つと思います。この点の現状はどのようになっているのでしょうか、著者の見解があれば合わせてお聞かせ下さい。

回答（斎藤 眞）

1) *Synthesiology*1巻2号では、本文の「はじめに」で、著者は地質図幅を第1種基礎研究、シームレス地質図を第2種基礎研究とし、死の谷を「古い地質モデルで描かれた使いにくいデータとなる状況」においています。そして、はじめにの最終段落で、地質図の研究が第2種基礎研究の側面をもつが、近年高度な研究内容を盛り込んだ基礎研究報告書としての性格が強くなっていることから、第1種基礎研究の側面を強調して記述したと述べています。一方議論で、査読者は「今までの地質調査が全て第1種とする論理展開には無理がある」、「第1種、第2種の両方の要素があり・・・第2種に軸足がある」との意見を述べ、それに対して著者は第2種基礎研究に軸足があることを否定していません。その理由として社会的価値を実現するための、一般性のある方法論を導き出すという「第2種基礎研究」の基本が行われていないことを理由に述べています。

私は、この見解の違いは地質図幅の作成に関わってきた著者と、どちらかという側面に近かった査読者の研究経歴によるスタンスの相違ではないかと考えます。私は、地質図幅が査読者の第2種基礎研究に軸足を置いているという見解には同調しませんが、かといって著者のように社会的価値を実現するための、一般性のある方法論を地質図幅内で導き出すことが第2種基礎研究をいうために必要とも考えていません。第2種基礎研究的要素としては、社会的に直接利活用可能な形で知識が示されていることが重要と考えるからです。

これまで地質図幅の利活用について、アウトカム調査（文献7）等を見ると、地質図幅の個々の内容または地質図幅全体を最終利用者が直接用いる場合と、コンサルタント企業等が直接利用して顧客に情報提供する場合、さらには地質図幅の成果を用いて作成した目的特化型の地質図やシームレス地質図などの別の地質図を利用して顧客に情報提供する場合まで、地質図幅を直接使う場合や間接的な地質図等を介して使う場合などさまざまな利用形態があることから、第1種と第2種の区切り線は引けず、第1種と第2種の両面をもつといえます。例に取り上げた5万分の1地質図幅「砥用」は、作っている当事者の気持ちは第1種基礎研究的ですが、より利活用できるような具体的な岩相分布が精度よく示されている地質図であるべき、という意識も持って作成しています。

2) 地質図幅の信頼性を担保するための仕組みは本文にも書きましたがいづつか用意しています。その一つは内部での多段階のチェックで、地質図幅が産総研地質調査総合センターの信用の元に発行する出版物であることから、専門家による内部査読から、地質図幅を作成するプロジェクトの管理職による査読、そして、地質図幅を出版する部門でのチェックなど通常の論文よりも多くのチェックを経ないと出版に至りません。実際、地質図ができてきても決裁が降りず、出版に至らなかったものも存在します。また、出版後も学会等による評価を積極的に受けることにしており、例に挙げた砥用図幅も地質学会Newsで書評を書いてもらいました。また、地質図自体の表現方法については、現在JISで表記が規定されてばらつきがないようになっています。それでも地質図幅は研究成果の著作物であることから、著者の能力に依存する部分は否めませんが、地質図幅には著者名が記されており、専門家であれば著者を認識することが可能であることから、著者名の表示も精度を担保する要素になっています。これらによって最低限のレベルは担保されていると考えています。