

地質調査

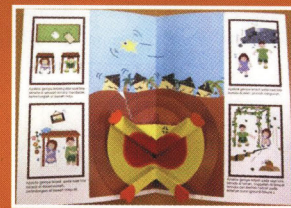
'12 第3号
(通巻133号)

編集／一般社団法人全国地質調査業協会連合会

巻頭言 自然災害とともに生きるための地学教育

京都大学防災研究所教授 千木良雅弘

総論 理科教育の未来 日置光久



小特集 地学教育の今と将来

関西地域での地学普及への取り組み 柴山元彦

現場地質技術者の養成について 上野将司

高等学校における地学教育の役割と現状

—ある地学教師の歩みをとおして— 下畑五夫

地学系学部における野外踏査(実習)のあり方 三田村宗樹

建設系学部における地学・地質学教育 江崎哲郎

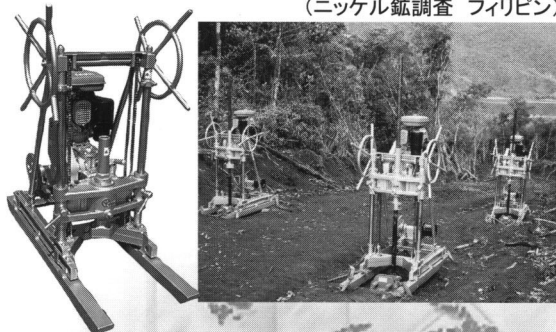
教養読本 ……JABEE と「地球・資源およびその関連分野」 原口 強

やさしい知識 … ～ジオパークにおける地学教育活動～

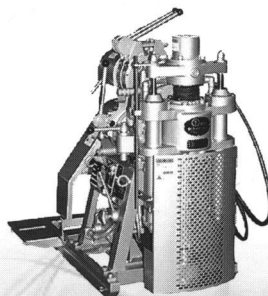
伊豆総合高等学校におけるジオパーク教育 上西智紀

YHP-1

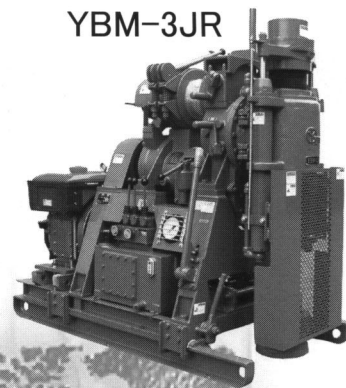
(ニッケル鉱調査 フィリピン)



YBM-05DA-2



YBM-3JR



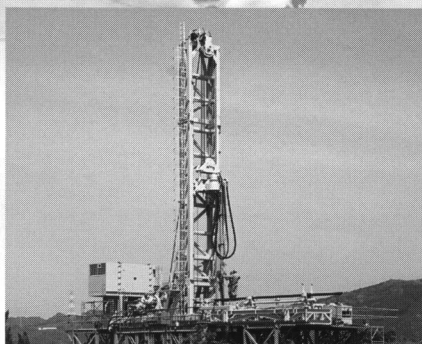
資源探査、環境調査、土木建設の基礎調査 世界で活躍するYBMのボーリングマシンとツールズ

大口径ボーリングマシンから、超軽量ボーリングマシンまで、
幅広いニーズを満たす製品を取り揃えております。

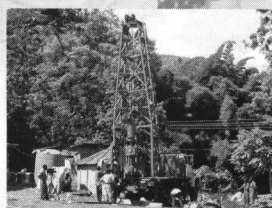
(ニッケル鉱山調査 ニューカレドニア)



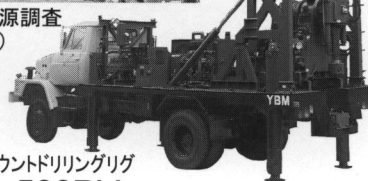
ワイヤーライン工法用削孔機
TYW-50



地熱開発用コンパクトリグ
HC-2000R



(鉱物資源調査
マラウイ)

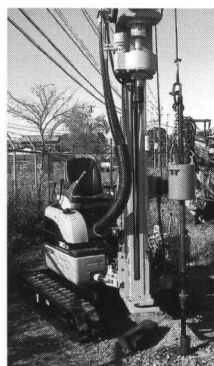


トラックマウントドリリングリグ
YSD-500BV

ワイヤーライン
工法調査機

YWL-200

スピンドル回転数
2速切換の為、
低速回転での口元
ケーシング掘削も
可能。



標準貫入試験作業風景

パイプロドリル
ECO-1VⅢ

土壌・地下水汚染調査 など

パイプロ機能を活
かして回転せずに
土中に貫入可能。



ポータブル
表層土壌調査機
ハンディECO
表層土壌汚染調査 など

YBM 株式会社 ワイビーエム

本 社 / 〒847-0031 佐賀県唐津市原1534 TEL (0955) 77-1121

<http://www.ybm.jp/>

東京支社 〒104-0032 東京都中央区八丁堀3丁目22-11八重洲第三長岡ビル2F TEL (03) 6280-4789
東京支店 〒342-0005 埼玉県吉川市川藤3062 TEL (048) 982-7558
大阪支店 〒578-0964 大阪府東大阪市新庄西5-4 TEL (06) 4309-2921

東北営業所 〒981-3133 宮城県仙台市泉区泉中央3丁目27-3日泉ビル202号室 TEL (022) 343-1210
名古屋営業所 〒468-0043 愛知県名古屋市中区白区菅田1丁目1208 TEL (052) 804-4841
広島営業所 〒732-0802 広島県広島市南区大州1丁目1-25第一ふじビル1F TEL (082) 285-3824
インドネシア事務所 Room No. 343 3F. PPHUI, JL. HR. Rasuna Said Kav. C-22 Jakarta Selatan 12940 TEL (+62) 21-52921131

巻頭言	自然災害とともに生きるための地学教育 京都大学防災研究所教授 千木良 雅弘	1
総論	理科教育の未来	日置 光久 2
小特集	地学教育の今と将来	
	関西地域での地学普及への取り組み	柴山 元彦 8
	現場地質技術者の養成について	上野 将司 14
	高等学校における地学教育の役割と現状 —ある地学教師の歩みをとおして—	下畑 五夫 18
	地学系学部における野外踏査(実習)のあり方	三田村 宗樹 26
	建設系学部における地学・地質学教育	江崎 哲郎 30
教養読本	JABEEと「地球・資源およびその関連分野」	原口 強 36
やさしい知識	～ジオパークにおける地学教育活動～ 伊豆総合高等学校におけるジオパーク教育	上西 智紀 39
地質標本館		利光 誠一 41
私の経験した現場	愛知県山間部の主要地方道で発生した大規模なくさび崩壊	法安 章二 45
各地に残すべき地形・地質	小木玄武岩(新潟県佐渡市)/八木ヶ鼻(新潟県三条市)	大曾根 啓介 49
各地の博物館巡り	滋賀県草津市「滋賀県立琵琶湖博物館」	里口 保文 51
大地の恵み	琉球石灰岩, 沖縄「シマ景観」のシンボル	周 亜明 53
会告	全地連「技術フォーラム2012」新潟	55
	地質調査技士資格検定試験 232名が合格	55
	地質調査技士 登録更新講習会 9月10日受付開始	58
	地質情報管理士資格検定試験 受験願書受付開始	58
	応用地形判読士資格検定試験 一次試験の合格者発表	59

巻頭言 今後の大規模地震への備えについての方向性

小特集テーマ 地震予知の手法や考え方の転換

河川・堤防構造物における大規模地震への備えと設計の考え方

道路構造物における大規模地震への備えと設計の考え方

港湾構造物における大規模地震への備えと設計の考え方

鉄道構造物における大規模地震への備えと設計の考え方

建築構造物における大規模地震への備えと設計の考え方

教養読本 模擬地震波の作成

やさしい知識 静岡県における被害予想と防災への取り組み

高知県における被害予想と防災への取り組み

自然災害とともに生きるための地学教育

京都大学防災研究所教授 千木良^{ちぎら} 雅弘^{まさひろ}

我が国は、先進国の中では唯一と言ってもいいほど、自然災害の多発国である。その背景には、言わずもがなでもあるが、地震に代表される活発な地殻変動、火山活動、多雨、多雪がある。そして、これらによって引き起こされる地すべり等の土砂災害は、災害をさらに甚大なものとしている。これらの災害では、いずれも地学現象が主役である。

このように自然災害多発国である我が国では、地学教育によって、自然災害を良く理解した人材育成をする必要がある。それは、理解の有無によって行動や判断が違ってくるからである。人材は様々である。自然災害を引き起こす地学現象を理解した一般的な国民、自然災害に対応する行政機関の職員、自然災害を軽減あるいはそれから復興するための技術者、自然災害と関連した自然現象を研究する研究者、地学現象を一般に普及する人々等があげられる。

上記のような必要性にもかかわらず、高等学校では地学は希少科目となり、地学の教員も減り続けている。日本国民が身につけている地学リテラシーは、中学校までのものである。そして、大学では教養科目としての地学を履修しなければ、文系の人の地学リテラシーは中学生のままであり得る。また、災害軽減に密接にかかわる河川工学や砂防工学、地盤工学を専攻する場合でも同様のこともあり得る。すべての人が地学を学ぶ必要がある。ただし、地学全般である必要はなく、災害を引き起こすような地学現象とその背景、といった形で良い。単に地学の履修、というだけでは今までの地学教育を踏襲すれば良い、ということにもなりかねないが、それでは不十分であるし、必修化するのに対して他の分野の賛同を得ることは難しい。つまり、我田引水の、宇宙から地球の中心までを対象とした地球惑星科学を教育することが大切だということではない。

小学校では、身の回りの地学現象に興味を持ち、

自分でそれを理解する楽しみを育てること。中学校と高等学校では、地学現象を体系的に理解すること、特に、本から覚えるのではなく、自ら観察・調査し得ることの延長に体系があることを会得することが必要であろう。地震や火山の仕組みを知ることや、身の回りの地質や地形がどのように形成されてきたのかを知ることは、自然災害を引き起こす現象と直結するものである。

大学では、理学系の地学は細分化されているが、最近では自然災害を引き起こす現象を直接の対象とするプログラムも始まっている。日本技術者教育認定機構の認定を受けている地球・資源および関連分野の10プログラムの多くが自然災害関連の授業科目を主要科目として挙げている。これらのプログラムでは、いずれも野外調査能力も重視している。いくら先端科学とはいっても分析科学だけではトータルな自然現象を理解することはできない。また、地学教育を普及するための博物館などの学芸員や初等中等教育の教員養成も重要である。工学系のプログラムでは、自然災害に係る地学の教育をもっと増やすことが、大局的な考え方を育てるのに役立つであろう。文化系のプログラムでは、自然災害に関する授業を必須にすることも一案である。社会人に対しての地学教育も重要であり、そのためには、博物館やジオパーク活動などの果たす役割は大きい。また、技術者に対する継続教育には、関連学協会の貢献を期待したい。

自然災害軽減には、地質技術者や地質調査業界は大きな役割を果たしてきた。今後とも、それが期待され、それがより多くの国民から認識され、評価されるような活動を展開することも必要である。たとえば、現在地質技術者の多くは応用理学部門の資格を得ているが、応用理学部門の技術士の8割が地質技術者であることは広く認知されているとは言い難い。

理科教育の未来

【Key Word】

学習指導要領, 生きる力, 理数教育の充実, 学力, 資質・能力, 全国学力・学習状況調査

ひ おき みつ ひさ
日 置 光 久*

1. はじめに

我が国の学校における教育課程は、学習指導要領を基準としている。現在、改訂された新しい学習指導要領に則った教育が、小学校では昨年度から、中学校では今年度からスタートしている。高等学校においては、来年度から学年進行でスタートすることになっている。学習指導要領は、これまでだいたい10年に一度の頻度で改訂が行われている。これからの約10年、2010年代の新しい教育が、今始まっている。

学校における「教育」は絶え間ない日々の実践である。そのため、継続性がとりわけ大切であり、もともとドラスティックに変化するようなものではない。しかし、10年、20年のスパンで見るとかなり変わってきているのも事実である。社会の変化や子どもたちの現状を踏まえ、それぞれの時代において、一人一人の人格の完成と国家・社会の形成者の育成という教育の目的の実現を図るべく、改善が図られているのである。

本総論では、新しい学習指導要領における「理科」という教科の特徴についてみてみることにする。そうすることにより、「教育」という側面から、科学技術創造立国を目指す我が国の未来のビジョンを描くことができるのではないかと考えるからである。

具体的には、以下のような節で論述する。

- ①教育課程の改訂
- ②理科の目標
- ③理科の内容
- ④国内・国際調査による評価

2. 教育課程の改訂

平成20年1月に出された中央教育審議会答申

の中で、理科に関しては大きく2つの項目で扱われている。一つは「教育内容に関する主な改善事項」の中における「理数教育の充実」であり、もう一つは改善の具体的な方向性を記述した「各教科・科目等の内容」の中における扱いである。

〈理数教育の充実〉における理科

今回の学習指導要領の改訂では、「理数教育の充実」が一つの大きな特徴となっている。その背景は、「知識基盤社会」の時代におけるライフサイエンスやナノテクノロジー、情報科学等の分野などを中心にした科学技術の世界的な大競争がある。また、我が国に特徴的な問題として少子・高齢化といった人口構造の変化の問題、環境問題やエネルギー問題などが考えられるが、これらの問題の解決に向けても科学技術への期待が高まっていると言える。理数教育は、科学技術の土台であり、その充実が求められたのである。

理科教育の充実の基本的な考え方は、次の通りである。

- ①授業時数を増加し、思考力や表現力等の育成のための観察・実験やレポートの作成、論述などの時間を十分に確保し、分かる喜びや学ぶ意義を実感することにより関心や学習意欲を高める。
- ②理科教育の国際的な通用性を確かなものにするために、指導内容について見直す。具体的には、内容の系統性を確保し、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を行い、学習の円滑な接続を図る。また、このような観点から必要な指導内容については充実を図る。

〈各教科・科目等の内容〉における理科

ここでは、小・中・高等学校を通じた理科の改善の基本方針が述べられ、学校種毎に改善の具体的事項が示されている。

改善の基本方針は、次のようなものである。

- これまでの国内調査、国際調査によって明らか

* 文部科学省初等中等教育局視学官

になった課題を踏まえ、科学的な見方や考え方を養う。

○科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として、理科の内容の構造化を図る。

○科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動の充実を図る。

○科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験の充実を図る。

○理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容の充実を図る。

○持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、環境教育の充実を図る。

このような改善の基本方針を受け、小学校を例にとり改善の具体的事項をみてみよう。

まず示された大きな改善事項は、領域構成の変更である。小学校理科では、伝統的に「生物とその環境」、「物質とエネルギー」、「地球と宇宙」の3区分制をとってきたが、これを「物質・エネルギー」、「生命・地球」の2区分制とした。これは、児童の学び方の特性や2つの分野で構成されている中学校との接続などを考慮したものである。この2区分の特徴については、以下のように説明されている。

○「物質・エネルギー」については、児童が物質の性質やはたらき、状態の変化について観察・実験を通して探究したり、物質の性質などを活用してものづくりをしたりすることについての指導に重点を置いて内容を構成する。

○「生命・地球」については、児童が生物の生活や成長、体のつくり及び地表、大気圏、天体に関する諸現象について観察やモデルなどを通して探究したり、自然災害などの視点と関連付けて探究したりすることについての指導に重点を置いて内容を構成する。

また、「物質・エネルギー」は「エネルギー」や「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした内容の系統性につながり、「生命・地球」は「生命」や「地球」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした内容の系統性につながるものである。

次の改善事項は、児童の科学的な見方や考え方

が一層深まるように、観察・実験の結果を整理し考察し表現する学習活動を重視するというものであった。これは、理科における「言語活動の充実」という視点からの改善ということができる。また、問題解決の能力について中学校でも重視することに鑑み、現行の考え方を踏襲しつつ見直しを行った。

さらに、科学的な体験や自然体験の充実を図り生活科との関連を一層図るとともに、環境の保全や環境への負荷に留意した学習の充実を図った。

3. 理科の目標

学習指導要領理科編には、理科の教科目標及び各学年の目標、内容区分及び各学年の内容が示されている。そこで、理科の教育課程の目指す学力を考えるためには、学習指導要領に示された理科の目標及び内容を分析することが必要になる。本節では、小学校を例に取り、理科の目標を分析的に見てみることにより理科の学力について考えることにする。

まず、理科の教科目標を見てみよう。

自然に親しみ、見通しをもって観察・実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育て、自然の事物・現象の実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

目標を構成している文章を分節に区切り、それぞれの意味するところを少し詳しくみてみよう。

〈自然に親しむこと〉

理科の学習は、子どもが自然に親しむことから始まる。子どもが関心や意欲をもって対象とかわるることにより、自ら問題を見だし、それを解決する学習活動の基盤が構築される。

〈見通しをもって観察、実験などを行うこと〉

「見通しをもつ」とは、子どもが自然に親しむことによって見出した問題に対して、予想や仮説をもち、それらをもとにして観察、実験などの計画や方法を工夫して考えることである。「観察、実験」などの活動は、子どもが自ら目的意識や問題意識をもって意図的に自然の事物・現象に働きかけていく活動である。そこでは、子どもは自らの予想や仮説に基づいて、観察や実験などの方法を工夫して考えることになる。見通しに基づいた観察、実験などの計画や方法は、理科における重要な検討の形式として考えることができる。

〈問題解決の能力を育てること〉

子どもが自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮

説のもとに観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方もつよようになる一連の過程が問題解決の過程と考えられる。このような問題解決の過程の中で問題解決の能力が育成されるが、小学校理科では学年毎に次のような能力を重視している。

第3学年では、身近な自然の事物・現象を比較しながら調べる能力が重視される。第4学年では、自然の事物・現象を働きや時間などに関係付けながら調べる能力が重視される。第5学年では、自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べる能力が重視される。第6学年では、自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べる能力が重視される。

〈自然を愛する心情を育てること〉

植物の栽培や昆虫の飼育という体験活動を通して、その成長を喜んだり、その不思議さやおもしろさを感じたりすることにより生物を愛護しようとする態度が育まれてくる。その際、人間を含めた生物が生きていくためには、水や空気、食べ物、太陽のエネルギーなどが必要なことなどの理解と合わせて、自然環境と人間との共生も含めて、総合的に自然を愛する心情を育てることが大切である。

〈自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図ること〉

子どもは、自ら自然の事物・現象に働きかけ、問題を解決していくことにより、自然の事物・現象の性質や規則性などを把握する。その際、あらかじめ子どもがもっている自然の事物・現象についてのイメージや素朴な概念などは、問題解決の過程を経ることにより、意味付け・関係付けが行われる。そして、学習後、子どもは自然の事物・現象についての新しいイメージや概念などをより妥当性が高いものに更新していく。これは、自然の事物・現象についての一つの理解と考えることができる。この理解を、「実感を伴った」ものとしてより確かなものにしていくことが大切である。実感を伴った理解とは、具体的な体験を通して形づくられるもの、問題解決を通して得られるもの、実際の自然や生活との関係への認識を含むものなどが考えられる。

〈科学的な見方や考え方を養うこと〉

「見方や考え方」は、問題解決の活動によって子どもが身に付ける方法や手続きと、それらによって得られた結果及び概念を包含する。プロセスの能力と結果としての知識の両面から「見方や考え

方」は構築される。「見方や考え方」には、比較的短い時間で養われるものもあるが、長い時間をかけて態度形成と関連しながら形成されるものもある。

「見方や考え方」には様々なものが考えられるが、理科においては「科学的」という条件が重要になる。理科の学習は、子どもの既にもっている自然についての素朴な「見方や考え方」を、観察、実験などの問題解決の活動を通して、少しずつ「科学的」なものに変容させていく営みであると考えることができる。

4. 理科の内容

理科では、様々な自然の事物・現象を対象にして学習を行う。そして、「理科の目標」で見えてきたような〈自然に親しむこと〉、〈見通しをもって観察、実験などを行うこと〉、〈問題解決の能力を育てること〉、〈自然を愛する心情を育てること〉、〈自然の事物・現象の実感を伴った理解を図ること〉、〈科学的な見方や考え方を養うこと〉といった態度や能力などを育むことを目指す。自然を対象としてこのような目標を実現するためには、学習の具体的な内容が必要となる。理科では、対象の特性や子どもの構築する見方や考え方などに基づいて、内容を次の2つの区分に整理している。

〈A 物質・エネルギー〉

自然の事物・現象には、子どもが主体的、計画的に操作や制御を通して働きかけ追究することにより、性質や規則性などの見方や考え方を構築することができるものがある。このような特性をもったものを「A 物質・エネルギー」としてまとめ、一つの理科の学習内容のまとめりとした。これは、「エネルギー」、「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした理科の内容の構造化を図ることにつながる。

なお、「エネルギー」はさらに、「エネルギーの見方」、「エネルギーの変換と保存」、「エネルギー資源の有効利用」のサブカテゴリーに、「粒子」はさらに、「粒子の存在」、「粒子の結合」、「粒子の保存性」、「粒子のもつエネルギー」のサブカテゴリーにそれぞれ分けられる。これはこの区分に属する個々の内容について、科学の基本的な見方や概念という側面から、より詳細な位置付けを示すことに役立つ。

〈B 生命・地球〉

自然の事物・現象には、子どもが主体的・計画的に諸感覚を通して働きかけ追究することにより、成長や環境とのかかわりなどの見方や考え方

を構築することができるものがある。このような特性をもったものを「B 生命・地球」としてまとめ、一つの理科の学習内容のまとめとした。これは、「生命」、「地球」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした理科の内容の構造化を図ることにつながる。

なお、「生命」はさらに、「生物の構造と機能」、「生物の多様性と共通性」、「生物と環境のかかわり」のサブカテゴリーに、「地球」はさらに、「地球の内部」、「地球の表面」、「地球の周辺」のサブカテゴリーにそれぞれ分けられる。これは、この区分に属する個々の内容について科学の基本的な見方や概念という側面から、より詳細な位置付けを示すことに役立つ。

このような「A 物質・エネルギー」、「B 生命・地球」の2区分に整理された理科の内容は、中学校では「第1分野」、「第2分野」として整理されている。そして、理科の内容全体は小学校、中学校、そして高等学校まで一貫して、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」の4つの科学の基本的な見方や概念として統一的に系統化が図られている。

ここで、「地球」を柱とした内容の構成(図)について、少し詳しくみてみよう。

「地球の内部」では、第5学年の侵食、運搬、堆積などの「流水の働き」の学習は、第6学年で地層の広がりや地層のでき方、火山や地震による土地の変化の学習へとつながる。この系統は、さらに中学校第1学年になると火成岩や地震の伝わり方による地球内部の働き、地層の重なりから過去の様子を推論する学習へとつながる。そして、義務教育最終段階の第3学年では、生物とのかかわりへも裾野を広げ、地球温暖化や外来種の問題を含めた環境保全、自然の恵みと自然災害、自然環境の保全と科学技術の利用にかかわる総合的な理解の内容へとつながる。

「地球の表面」では、小学校で太陽と地面の様子、さらに天気の初歩的な学習を行い、中学校において気象観測、前線と絡めた天気の変化の学習へと発展する。また、大気動きや海洋の影響と絡めつつ、それまでの学習を整理し、日本の天気の特徴について総括を行う。

「地球の周辺」では、「地球の表面」の時と同じく太陽と地面の様子をベースにして天体に目を向け、第4学年で月の形や動き、星の動きなどを学習し、第6学年で月を太陽との関係でとらえるようにする。これらの学習は、さらに中学校第3学年で、地球の自転・公転、太陽系と銀河系の存在まで空間的に拡大される。

5. 国内・国際調査による評価

今回の学習指導要領の改訂においては、理科教育の充実が図られたことは既に述べた。その充実の基本的な考え方は、要約すると次の2つであった。

- ①思考力や表現力を育成し、関心や学習意欲を高める。
- ②国際的な通用性を確かなものにする。

教育において、指導と評価は表裏一体不可分である。この度充実が図られた理科教育は、その結果本当に子どもに学力を育成したかが評価されることになる。その際の視点が、上述の2つということになる。

①については、いくつかの評価の装置が考えられるが、その代表的なものは全国学力・学習状況調査といえるだろう。文部科学省は、2007年度から小学校第6学年及び中学校第3学年を対象として全国学力・学習状況調査を実施しているが、今年度から国語、算数・数学に加えて、新たに理科が調査対象教科に加えられた。これは、まさに子どもの理科における科学的な思考力・表現力の実態を調べ、指導法の改善を図ることが目的である。

新しい理科の調査問題は、次のような内容から構成されている。

- ・自然についての基礎的な知識に関すること
- ・観察や実験の技能に関すること
- ・自然や実生活に、理科の知識や技能を当てはめること
- ・観察や実験の結果を考察すること
- ・自然や実生活の中に問題を見だし、予想や仮説に基づいて観察や実験を計画すること
- ・理科の知識や技能に基づいて、予想や考察などを検討したり改善したりすること

実際の調査は、今年の4月に実施されたばかりであり、まだ詳細な結果・考察は出ていないが、本年8月8日には「結果概要」がプレス発表されている。そこで課題がみられるとしてまとめられている理科の結果は次のようなものである。

〈小学校理科〉

- ・観察・実験の結果を整理し考察すること
- ・科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすること

〈中学校理科〉

- ・実験の計画や考察などを検討し改善したことを、科学的な根拠をもとに説明すること
 - ・実生活のある場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用すること
- ②については、国際的な学力調査が考えられる。

小学校・中学校理科と「地学基礎」の「地球」を柱とした内容の構成

実線は、新規項目。破線は、移行項目。☆印は、選択から必修とする項目。

校種	学年	地 球		
		地球の内部	地球の表面	地球の周辺
小学校	第3学年		太陽と地面の様子 ・日陰の位置と太陽の動き ・地面の暖かさや湿り気の違い	
	第4学年		天気の様子 ・天気による1日の気温の変化 (小5から移行) ・水の自然蒸発と結露	月と星 ・月の形と動き ・星の明るさ、色 ・星の動き
	第5学年	流水の働き ・流れる水の働き(侵食、運搬、堆積) ・川の上流・下流と川原の石 ・雨の降り方と増水	天気の変化 ・雲と天気の変化 ・天気の変化の予想	
	第6学年	土地のつくりと変化 ・土地の構成物や地層の広がり ・地層のでき方と化石 ・火山の噴火や地震による土地の変化☆		月と太陽 ・月の位置や形と太陽の位置 ・月の表面の様子
中学校	第1学年	火山と地震 ・火山活動と火成岩 ・地震の伝わり方と地球内部の働き 地層の重なりと過去の様子 ・地層の重なりと過去の様子		
	第2学年		気象観測 ・気象観測 天気の変化 ・霧や雲の発生 ・前線の通過と天気の変化 日本の気象 ・日本の天気の特徴 ・大気の動きと海洋の影響	
	第3学年	生物と環境 ・自然界のつり合い ・自然環境の調査と環境保全 (地球温暖化、外来種を含む) 自然の恵みと災害 ・自然の恵みと災害☆ 自然環境の保全と科学技術の利用 ・自然環境の保全と科学技術の利用 (第1分野と共通)		天体の動きと地球の自転・公転 ・日周運動と自転 ・年周運動と公転 太陽系と恒星 ・太陽の様子 ・月の運動と見え方(日食、月食を含む) ・惑星と恒星(銀河系の存在を含む)
高等学校	地学基礎			
		惑星としての地球 ・太陽系の中の地球 ・地球の形と大きさ ・地球内部の層構造 活動する地球 ・プレートの運動 ・火山活動と地震 移り変わる地球 ・地層の形成と地質構造 ・古生物の変遷と地球環境 地球の環境 ・地球環境の科学 ・日本の自然環境	大気と海洋 ・地球の熱収支 ・大気と海水の運動	宇宙の構成 ・宇宙のすがた ・太陽と恒星

国際的な学力調査としては、国際数学・理科教育調査 (TIMSS) と生徒の学習到達度調査 (PISA) がある。前者 TIMSS は半世紀近くのデータの蓄積があり、戦後数十年にわたる我が国の学力の推移をみることができる。一方、後者 PISA は 21 世紀から始まった国際調査であり、まだデータの蓄積が多くない。しかし、PISA は調査デザインが新しく、21 世紀型学力として世界中でメルクマールとされている。我が国は、TIMSS も PISA も参加しているが、最近では PISA が注目を集めている。

PISA は、経済協力開発機構 (OECD) が実施する学力調査である。そもそも OECD は、開発途上国援助や自由かつ多角的な貿易の拡大といった国際的な経済協力を目的とした機関である。そのような機関が、なぜ国際的な学力調査を実施するのか。それは、開発途上国の援助や自由貿易の拡大は各国の労働市場や社会、経済の状況に密接に関係しており、その基盤は実は人材養成を含んだ教育にあるという基本認識に OECD が至ったことがある。そして、基本的な読解リテラシー、数学的リテラシー、科学的リテラシーの 3 つの側面から国際学力調査をスタートさせたのである。PISA 調査の特徴は次のようなものである。

- ・実生活の様々な場面で出会う問題状況に、知識や技能をどの程度活用することができるかという能力を重視する。
- ・文章情報とともに図表やグラフなどの情報をあわせて重視する。
- ・自由記述の解答形式を重視する。
- ・そのような答えに至った方法や考え方の説明を重視する。
- ・いわゆる「正答」だけでなく、自分の意見を表現することも重視する。

これらの特徴を見ても分かるとおり、PISA の提起する「学力」は、それまでの我が国の伝統的「学力」観とは大きく異なるものであった。理科教育においても、このような特徴をもつ PISA 調査の結果を分析し、指導法の改善を図ることが今問われている。

6. むすびにかえて

今回の学習指導要領の改訂では、理数教育が授業時数、学習内容ともに充実が図られた。そこで、新しい理科の特徴を、中央教育審議会答申の内容をもとにしてみてもみた。さらに、小学校を取り上げ理科の目標、内容、さらに小・中・高等学校に至る理科の系統性についてみてみた。そして、国内調査、国際調査における理科の評価についてみてみた。

新しい理科教育は、まだ始まったばかりであるが、その評価が気になる場所である。全国学力・学習状況調査は、今年度中に結果がまとめられ公表される予定である。あわせて、実験実技調査の結果も公表される予定である。また、TIMSS 調査は 4 年ごとに実施されるが、TIMSS2011 の結果が今年末に公表される予定である。PISA は 3 年ごとに実施されるが、今年 PISA2012 として実施された。その結果は、来年末には公表されるであろう。これらの結果をフィードバックしつつ、指導法の改善を図り、子どもたちの理科学力を確かに育成していくことが求められている。

〈文献〉

- ・「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」中央教育審議会『答申』、平成 20 年 1 月
- ・文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』平成 20 年 8 月、大日本図書
- ・文部科学省『中学校学習指導要領解説理科編』平成 20 年 9 月、大日本図書
- ・日置光久『展望 日本型理科教育』、平成 17 年、東洋館出版
- ・日置光久「小学校の教育課程が目指す学力」『今こそ理科の学力を問う 新しい学力を育成する視点』(日本理科教育学会創立 60 周年記念出版)、平成 24 年 8 月、東洋館出版
- ・国立教育政策研究所『全国学力・学習状況調査の 4 年間の調査結果から今後の取組が期待される内容のまとめ～児童生徒への学習指導の改善・充実に向けて～』、平成 24 年 3 月
- ・国立教育政策研究所「平成 24 年度全国学力・学習状況調査の結果について(概要)」、<http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/>
- ・国立教育政策研究所編『生きるための知識と技能 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2009 年調査国際結果報告書』、平成 23 年

関西地域での地学普及への取り組み

【Key Word】

地学野外講座, 天然石探し, 地学普及書, 子供のための防災教育

しば やま もと ひこ
柴山 元彦*

1. はじめに

私は高等学校の地学教員として38年間にわたって高校生に地学を教えることが出来る環境に恵まれてきた。しかし高等学校における地学は、戦後1947年の新制高等学校で設置されて1963年から1972年まで必修科目であった時を除いて、1972年の教育課程の改定で理科が2科目選択科目になって以来、地学教員の採用も少なくなり地学を設置する学校は減少していった(川村ほか2000)。

そのため、地学系学会や各県の地学系研究会などは文部科学省や教育委員会へさまざまな形で地学の設置を訴えてきたが、その成果もないまま地学を開講している高校は、1999年では全国平均で41%になり、2002年には39%、2008年には29%にまでなった(柴山2009)。約3割の学校でしか地学が設置されていない上にほとんどが選択科目として設置されているため、生徒の割合にすると約1%位の生徒しか地学を選択していないと考えられる(酒井2007)。

日本列島のような地震や火山などの地殻変動の激しい場所で生活する国民にとって地学の基本的な知識は災害などから身を守る上でも欠かせないにもかかわらず、1995年の兵庫県南部地震後でも地学を設置する学校が増えることはなかったし2011年の東北太平洋沖地震後も変化はなさそうである。

私は2005年3月に定年退職を迎えた。以後は学校教育の中での地学の普及は出来ないため、一般社会での普及を目指すことにした。そのためのNPO活動の場として2005年4月1日にビルの1室を借りて「自然環境研究オフィス」を設立した(<http://www5.ocn.ne.jp/~nei>)。スタッフは私を

含めて3名であった。活動は3つである。それはA. 一般向け地学野外講座の開催, B. 地学普及書の出版とジオカーニバルなどへの出展, C. インドネシアの子供のための防災教育, である。以下に2012年8月までの約7年間の各活動を報告する。

2. 地学普及活動

A. 市民向け地学野外講座の開催

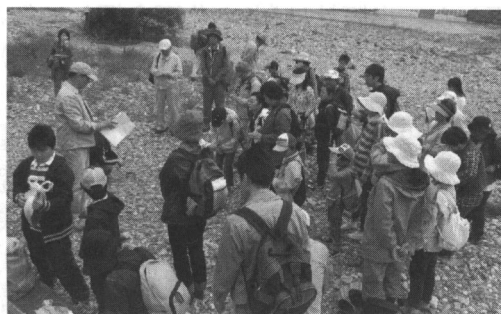
①天然石探し, 宝石探し, 化石探し

地学に含まれる自然現象は当然野外で観察できることが多い。2006年7月から毎日文化センターからの依頼で始めた「大人の宝石探し」の野外講座は地学の一部を知ってもらいたい機会であった。宝石鉱物を探す活動を通して地球のことを知ってもらえることができるからである。ともかく興味を持ってもらう部分から地学に接してもらうことから始めることにした。

基本的には定員は30名にしているが、多い場合は60名になる場合もあった。募集は文化センターが行い、資料づくりと当日の案内と説明は私が行った。当日は数名のスタッフと文化センターの担当者1名が同行した。最寄りの鉄道の駅集合である。実施する場所の選定は事前に下見を行い、許可が必要な場所はその手続きをとった。春と秋にそれぞれ1回ずつ行うことで始めた。次の年にはNHK文化センターから同様な依頼があり、こちらのほうは、春と秋にそれぞれ2回ずつ「天然石探し」として実施した。また夏には毎日文化センターの「親子化石・鉱物探し」を2回始めた。この年から毎日文化センターの講座はいずれもバスを使用することになり(定員40名)、近畿圏以外にも行くことが可能になった。現在、NHK文化センターは梅田教室、神戸教室、京都教室でも「天然石さがし」として春秋それぞれ

* 自然環境研究オフィス 代表

1~2回ずつ実施している。昨年からは産経学園カルチャー、今年からは京都リビング新聞カルチャー倶楽部も同様な企画で実施されることになった。募集はそれぞれの文化センターが新聞紙上やチラシ配布などを行い、実施要綱が掲載される。受付も各文化センターが行う。いずれも毎回ごとの単発の行事でもある。



地学野外講座での説明の様子

これまで実施した地学野外講座の名称と回数は以下ようになる。

2006年 毎日文化センター（大人の宝石探し+湧き水めぐり、6回）

2007年 NHK文化センター（天然石探し5回）、毎日文化センター（大人の宝石探し+親子化石・鉱物探し6回）

2008年 NHK文化センター（天然石探し6回）、毎日文化センター（大人の宝石探し+親子化石・鉱物探し10回）

2009年 NHK文化センター（天然石探し5回）、毎日文化センター（大人の宝石探し+親子化石・鉱物探し9回）

2010年 NHK文化センター（天然石探し7回）、毎日文化センター（大人の宝石探し+親子化石・鉱物探し6回）

2011年 NHK文化センター（天然石探し8回）、毎日文化センター（大人の宝石探し+親子化石・鉱物探し6回）、産経学園（天然石探し3回）

2012年（8月まで）NHK文化センター（天然石探し5回）、毎日文化センター（大人の宝石探し、親子化石・鉱物探し3回）、産経学園（天然石探し、親子化石探し3回）、京都リビング新聞カルチャー（1回）

②ジオキッズ（化石・鉱物探し）

そのほか、地域の親しい親子でグループを作り直接講師を依頼され、それが継続しているケースもある。それは「ジオキッズ」と名付けられているグループで、ほぼ同じメンバーの親子がいつも参加されている。2009年に始まり2011年末までに9回実施されてきた。この会はとりまとめをされる方がいてその方が他の家族に声をかけて、日

程調整し、その後行く場所などを決めていくという方法で、最寄のターミナルに集合して電車などの公共交通機関を利用して出かける方法である。参加人数は約15名でほぼいつも同じメンバーである。



ジオキッズの親子

③湧き水・名水めぐり（地下水を調べる）

『湧き水めぐり1~3』という本を出版したことから、月刊新聞「フロンティアエイジ」紙からの提案で、古代史の場所と名水地をセットにしてバスでめぐるツアーを始めた。近畿各地の名水を3~4箇所を回りその周辺の古代史に関する史跡も同時にたずねる。バスの中では古代史に関してはその分野に造詣の深い元朝日新聞編集委員の高橋さんが話され、私はその地域の地形地質と地下水の成分などについて話をを行った。名水地では地下水のpHや硬度の測定を参加者とともにを行った。募集は「フロンティアエイジ」紙上で行い、2007年から2010年までに合計10回実施した。参加者は各回30~40名であった。



「ごろごろ水」の前で説明

このように6年間で①②③の日帰りの野外講座は合計約110回以上行い、延べ参加者は約4000名になる。市民向けの野外講座がなぜか7年も続いている。参加者がなくなれば当然主催者は実施しない。しかしこれまでは満席が続いているため実施依頼があるのだろう。参加者の男女比率は、男：女=3：7で女性が圧倒的に多い。子供は約3割（親子講座のときは6割）。年齢は全世代に及んでいるが多いのは40歳台以上である。

参加者の反応としては「初めて参加したがこんなにおもしろいとは思わなかった」「子供のために来たが親がはまってしまった」「子供のとき

に石が好きだったことがよみがえってきた」「自分で見つけることができるとは思わなかった」などがよく聞く言葉である。

④地球神秘の旅（主に海外での地学現象体験）

日本だけでなく地学現象は地球規模である。もっとその不思議を体験したい。そして多くの人とその神秘と感動を共有したいという思いから海外へのツアーも企画した。この宿泊を伴う地学関連野外講座も2009年から今年までで、6回おこなった。「地球神秘の旅」として企画し、主催は旅行会社が行う。これまで行ってきたこの旅は以下の6回がある。参加者は一般市民の方々である。

第1回皆既日食 中国 杭州（2009年）80名

第2回海割れと恐竜化石 韓国南岸（2010年）40名

第3回宝石探し・鍾乳洞・流星 米国アーカンソ州（2010年）12名

第4回東北応援宝石探し 岩手県 久慈（2011年）37名

第5回金環日食 和歌山県 串本（2012年）63名

第6回砂金探しとオーロラ 米国アラスカ州（2012年8月21日～26日）20名

地球上にはさまざまな神秘的な自然現象がありそれを見る機会にうまくめぐり合うことが難しい。可能な場合には企画を立て、上記のような場所で開催してきた。天候に左右される現象も多いが、これまでは幸運にも天候に恵まれて目的を達成できている。



アーカンソ州（USA）でのダイヤモンド探し

B. 地学普及書の出版とジオカーニバルなどへの出展。

①地学関連普及書の出版

現職のときに数名の地学教員とともに

『ドライブ関西地学の旅』（1995年）

『宝石探し・関西地学の旅1』（1998年）

『街道と活断層を行く・関西地学の旅2』（2001年）

『宝石探し2・関西地学のたび3』（2004年）を出版してきた。

退職後には

『湧き水めぐり1・関西地学の旅4』（2006年出版）、『湧き水めぐり2・関西地学の旅5』（2007年出版）、『さあ化石を探しに行こう』（2007年出版）、『湧き水めぐり3・関西地学の旅6』（2009年出版）、『化石探し・関西地学の旅7』（2010年出版）、『巨石めぐり・関西地学の旅8』（2010年出版）、『天然石探し・関西地学の旅9』（2012年出版）を出版した。出版社は『さあ化石を探しに行こう』のみが（株）遊タイム出版で他はいずれも（株）東方出版である。

退職後に出版した『湧き水めぐり1～3』『巨石めぐり』はこれまで地学関係の教員ら数名で執筆してきた形態から一般市民も取材と執筆を共同で行う方法に変えた。「湧き水サーベイ関西」という組織を立ち上げ取材と執筆が可能な方を新聞紙上で募集した。応募されてきた方の中からメールでやり取りが可能な方など21名を選びその方にメンバーになってもらうことにした。メンバーの職業は主婦（6名）、カメラマン（1名）、定年退職者（5名）、通訳者（1名）、教員（3名）、公務員（1名）、薬剤師（1名）、会社経営者（2名）、自営業（1名）などである。メンバーの方は、私たちのオフィスで作成した近畿地方の湧き水・名水一覧の中から自分が取材の可能な場所を選ぶ。決まればこちらから担当者に気温・水温計、pH試薬と硬度試薬を送り現地で測定してもらった。私が作成した見本原稿を元にメンバーの方は水の測定データと取材内容を元に原稿を作成する。出来上がった原稿はメールで送られてくる。それに地質学的内容をこちらで少し加えて本にしていく。このような方法で『湧き水めぐり1～3』の3冊の本を出版し、348箇所湧き水名水の場所を紹介した。同様な方法で『巨石めぐり』の本を作成した。このような方法は本作成に加わった市民の方も地学の普及の役割を担ってもらえることになる。

地学の普及書という地球科学の専門書をわかりやすく書いたものがほとんどであるが、それを手にとって買うとなると小中高校の教員が必要に迫られてか、高度の知的好奇心のある人くらいで、なかなか広く普及することが難しいと思っていた。そこで少しでも多くの方が興味のある分野を捉えてその部分を掲載しながら地学的内容を少しずつ加えていく方法がいいと考えてこのような本の出版を継続している。やはり本は売れないと普及に繋がらない。

今年6月に出版した『天然石探し』は上記の地学野外講座で参加者が見つけたいい鉱物の中からスタッフの香川直子さんが写真に残してきたもの

を使用して、その観察場所の紹介をしたものである。その際周辺の地質についても説明を加えた。天然石という言葉は科学的に定義される言葉ではないが、宝石も普通の鉱物も岩石も含む便利な言葉である。そして一般に親しみやすい言葉でもある。そのためあえて鉱物という言葉を使わず野外講座でもこの言葉を使っている。



これまでの主な出版物（1998年～2012年）

② 「子供のためのジオカーニバル」への出展

地学教育の普及のために1999年に「21世紀の地学教育を目指して」というイベントを当時大阪市立大学の中川康一教授を実行委員長としてまた私は副実行委員長となり開催した。「銀河鉄道999」の作者松本零次氏の公演や当時のニュートン編集長竹内均氏のビデオ公演のほかにシンポジウム、ポスター発表や「子供のためのジオカーニバル」が開催された。「子供のためのジオカーニバル」ではたくさんのブース展示や実験体験などが行われた。

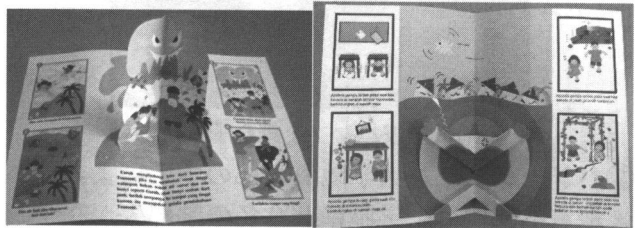
その次の年（2000年）から「子供のためのジオカーニバル」のみが毎年開催され、今年で第12回目を迎えた。約15～20ブースの出展と5テーマのセミナーが、毎年大阪市立科学館で行われてきた。この行事に私たちの「自然環境研究オフィス」も、子供が興味を持ちそうな内容を出展してきた。これまでの出展は「放射線を調べよう」「ばらばら動く恐竜」「飛び出す日本の恐竜」「動く日本の恐竜」「紙で作る飛ぶ翼竜」「ガーネット釣り」と恐竜しおり」などで子供を対象に手作り作業をおして内容を理解してもらうように努めた。2日間実施されるこの行事は毎年4000人くらいの入場者がある。

C. インドネシアの子供のための防災教育

〈いきさつ〉 2004年12月にインドネシア・スマトラ島沖地震による津波災害が起きた。このときのニュースの映像は今まで見たことのない驚くべき光景であった。ちょうど2005年の3月に定年

退職を迎えたため時間に余裕ができたこともあって、この大災害に対して何か出来ないかと考え親交のあったインドネシア国立パジャジャラン大学地質学部のDr. Dicky Muslim 准教授に相談した。その結果、子供向けの津波防災パンフを作成して配ることを提案した。2005年8月にその打ち合わせのために平岡由次氏、芝川明義氏とインドネシアを訪れ、ジャカルタの日本大使館とも相談し、またMuslim 准教授には津波パンフの見本を持って行き、具体的な配布の方法や配布の枚数などの打ち合わせを行った。

〈パンフの作成〉 その結果2006年から子供向けの津波パンフ15000枚の作成を始めた。大きさはA4の大きさを二つ折りにしたもので、開くと津波が飛び出すような仕掛けがあり、津波の対処方法や津波のおき方などが書かれている（図）。原画はスタッフの香川直子さんが作成し印刷したが、飛び出す部分の取り付けは手作業でおこなわなければならない。この作業の大部分をボランティア活動として担っていただいたのは全日空白鷲会（客室乗務員OG会）であった。そしてその作業の様子は新聞報道された。さらに樟蔭高校、花園高校、箕面東高校、などの高校生、インドネシアのパジャジャラン大学の学生、インドネシアに進出している日本企業の社員の方もボランティア活動の一環としてこの作業を手伝っていただいた。このように多くの方の手作業への参加があったため15000部という大量の津波パンフをつくる事が出来た。この印刷費用は前記の本の出版の印税を共著者の了解を得て使用した。また2009年度には中ノ島ライオンズクラブから補助金をいただいた。また数名のかたがたから寄付もいただいた。これらの資金を元に、以後5年間で合計75000枚の津波パンフを作成配布した。最初の年は津波防災ポスターも1000枚作成した。



津波パンフ（左）は開くと中央の津波の部分飛び出す。地震パンフ（右）は開くと震源部分が放射状に広がる。

2009年からは津波パンフに加えて子供向けの地震パンフの製作も行った。これはこれまで配布のため現地を訪れたいくつかの小学校から地震のパンフもあればいいとの要望があったことによる。地震パンフも津波パンフと同様に仕掛けパン

フにするためいろいろ試行錯誤をした結果、開くと中の図が動くように見えるものを作成した。これもその作成は手作業になり少し複雑な構造であるため高校生では作るのが難しいため上記の全日空白鷺会のボランティアの方により 3000 部を作成していただいた。2010 年には仕掛けの構造を改善して飛び出す構造に変更し、同様に手作業で 3000 部を作成した。

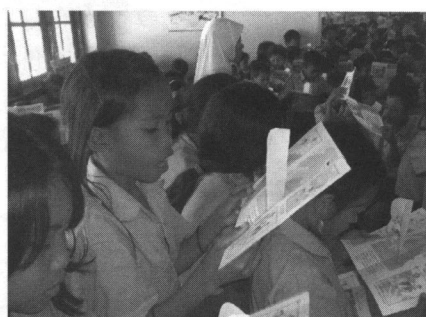


全日空白鷺会によるパンフ作成ボランティア

〈パンフの配布方法〉 パンプの配布方法は、以下の 4 つである。

①直接私たちが現地配布する。

2006 年から 2010 年まで 5 年間に毎年日本からの 4~5 名とインドネシアで Dr. Dicky Muslim 准教授と合流し、津波パンフなどを持って海岸にある小学校を 5~6 校を回って生徒一人ひとりにこのパンフを配って回った。都市からは遠く離れた小さな村が海岸付近に点在し、村には 1~2 校の小学校がある。そこで生徒を集めてもらい寸劇や紙芝居をしてパンフを配り説明するという方法である。インドネシアの小学校では生徒にプリントのような配布物を配ることがないため、一人ひとりに配ると大変大切にしてくれる。



真剣に津波パンフを読む子供たち

②パジャジャラン大学地質学部の学生による。

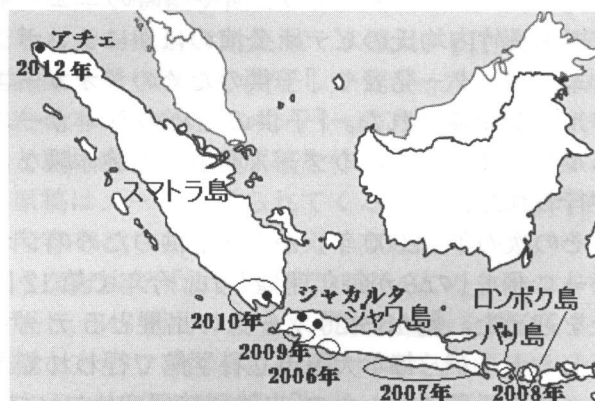
地質学部には 1 学年に 200 名の学部生が在学している。彼らはインドネシア全土からきているため年数回出身地に帰郷することがある。そのときに持って帰ってもらい、その地方で配る。

③パジャジャラン大学は学生数 3 万人を超える国立大学で医学部をはじめ多くの学部を有するインドネシアでは最大級の総合大学である。この大学では 2010 年に長期休暇に全学部生が大学の決め

た 10 の社会奉仕活動のどれかを 10 日間行わなければならないことになった。その中の 1 つにこの津波パンフの配布活動が含まれた。そのため地質学部以外の学生などが地方で津波パンフを配って回ることが行われた。医学部では現在も継続中である。

④ 2006 年にはたまたまボーイスカウトの全国大会（ジャンボリー）が、ジャジャラン大学のキャンパスで行われ、その際に各地方からの代表者の集会で Dr. Dicky Muslim 氏が配布のお願いをし、各地方に持って帰ってもらうことになった。この方法はこの年のみであった。

〈パンフの配布地域〉 上記②③④の配布方法の場合はインドネシア全土に及ぶが、①の方法は私たちが直接小学校を訪問して配布するためその地域は限定される。そこでスマトラ沖地震による津波の影響が少なかったジャワ島、バリ島、ロンボク島、スマトラ島南部のインド洋沿岸の小学校に的を絞って配布することにした。2006 年はジャワ島中部、2007 年はジャワ島東部とバリ島、2008 年はバリ島とロンボク島、2009 年はジャワ島西部、2010 年はスマトラ島南部の各村々を周り、小学校 4~5 校で津波と地震パンフを配布した。



私たちが直接配布した地域

〈パンフ配布の効果〉 私たちが最初に直接配布を行ったのは 2006 年 10 月ジャワ島中部の海岸付近にある小さな村だった。ちょうど下校時間にあったためグラウンドで子供たちに配布して話をしていると村の大人の人たちも集まってその様子を遠巻きに見ていた。この村に外国人が来たのは初めてのこともあって珍しがられたのだろう。そして帰国後 2 週間がたったときにこの村を含む周辺に津波がきた。2006 年のジャワ島沖地震である。周辺小村では多くの死者が出ていた。すぐに Dr. Dicky Muslim 氏に連絡してパンフを配布した村の様子を調べてもらった。配布した小学校にも津波が押し寄せ私たちが教室のドアに張った津波

ポスターのところまで波に使ったとのことだったが、幸いにもこの村では死者が出なかった。たまたま津波の直前に津波パンフを配ることが出来たことで偶然にもパンフ1枚の効果が確認されることになった(柴山ほか2006など)。

また2009年に地震パンフを始めて配布するため3000部を持ってインドネシア中部の都市バンドンへ行った。津波パンフの場合は海岸付近の学校へ行かなければならないが、地震パンフの場合はどこの学校でも配ることが出来る。そこでDicky氏の勤務するパジャジャラン大学のある街であるバンドンで高等学校や小学校でやはり寸劇などをしたりして地震パンフの配布を行った。そして帰国して2週間後にこの街を地震が襲った。M7.0のジャワ島西部地震である。午後にこの地震がバンドンを襲ったが、地震パンフを配った高校ではたまたま午前中にこのパンフを使って復習をしていたため、全員が怪我をすることなく難を免れた(柴山ほか2010)。

この2例が示すように防災や減災にはハードな面の整備が必要だが、このような各個人にかかわるソフトな面で、津波や地震に関する知識があることで災害から身を守ることが可能である。そのためにもこれからもいろいろな方法で地学の普及を続けなければならないと思う。

さらにスマトラ島沖地震の津波で町の1/4の人口にあたる20万人の方がなくなったバンダ・アチェに2012年4月、国立の津波博物館ができたが、今年3月にここを訪問して子供のための津波防災絵本、紙芝居や津波模型などを寄贈した。これも前年にインドネシアを訪問したときに要請されていたものである(Shibayama2012)。その折にこの津波防災絵本をもっと多くほしいと要請され現在増刷中であるが、この絵本も飛び出す仕掛けがあるため、ボランティアの方にその取り付け作業を依頼する予定である。

3. 終わりに

退職後にはじめた地学の市民への普及活動は今年で8年目を迎えた。この間の活動はテレビ(9回)やラジオ(2回)と新聞(12回)でも報道された。このようなメディアを通して地学を普及することは反響も大きい。これからもさらに工夫をして続けていく予定であるが、上記のように3つの活動を平行して進めてこられたのは、当初からオフィスのスタッフとしてこの活動をとともに行ってきた香川直子さんによるところが大きい。また平岡由次さんにもいずれの活動をも支えていた

だいている。さらに地学野外講座が7年も続けてこられたのはそれぞれの文化センターの担当者の方々の努力によるし、本の出版が出来るのも(株)東方出版の北川幸さんによるところが大きい。津波・地震パンフ作成では全日空白鷺会の協力なしではできなかったし、インドネシアでのパンフ配布活動ではDr. Dicky Muslim 准教授の献身的なサポートがあつてできたことである。資金面では中之島ライオンズクラブや本の共著者など多くの方々が協力いただいた。これらの方々に改めて感謝の意を表したい。

(引用文献)

- 川村大作・根本泰雄(2000):最近20年間の日本での小学校・中学校・高等学校における理科・地学教員新規採用状況 地球惑星科学連合大会(千葉県)Ad-014
- 酒井治孝(2007):地球学入門 東海大学出版会
- 柴山元彦・Dicky Muslim・香川直子・平岡由次・芝川明義・本田悦子・上島昌晃・川村大作・大田和良 ほか(2006):「インドネシアの子供のための津波防災教育」地球惑星科学連合大会(千葉県)K037-P007
- 柴山元彦・Dicky Muslim・香川直子・平岡由次・芝川明義・本田悦子・上島昌晃・川村大作・大田和良(2006):「インドネシアと日本の子供のための津波防災教育」日本理科教育学会第56回大会(奈良県)1P-16
- Motohiko Shibayama Dicky Muslim・Naoko KAGAWA・Akiyoshi SHIBAKAWA・Yoshitugu HIRAOKA(2006):「Making of TSUNAMI pamphlet for school children in Indonesia and Japan, and disaster prevention」18IGEC (Germany)
- 柴山元彦・Dicky Muslim・香川直子・平岡由次(2007):「インドネシアの子供のための津波防災教育について2」地球惑星科学連合大会2007, A004-P012
- 柴山元彦・平岡由ほか(2007):「インドネシアと日本の子供のための津波パンフの作成と配布」大阪府高等学校地学教育研究会「会報」43号
- 柴山元彦(2009):「全国の高等学校における地学開講状況の変化2(1999-2008)」地質学会 第116大会(岡山)P-187
- 柴山元彦・Dicky Muslim・香川直子・芝川明義・上島昌晃・川村大作(2009):「インドネシアの子供のための津波防災教育4」地球惑星科学連合大会(千葉県)A003-P017
- 柴山元彦ほか(2010):「地震防災パンフの作成・配布とその成果—インドネシアの子供のために—大阪府高等学校地学教育研究会「会報」第46号
- Motohiko Shibayama Dicky Muslim・Naoko KAGAWA(2012):「Earthquake and Tsunami Disasters Prevention Education for Children in Indonesia」34th ICC (Australia) #1560 1.2-Session

現場地質技術者の養成について

うえのしょうじ
上野 将司*

【Key Word】

地質技術者, 現地踏査, 踏査技術, 地質技術研修, OJT

1. はじめに

筆者の学生時代(1965~69年)にはまだ炭鉱を含めた鉱山では地質技術者が活躍していた。しかし、鉱山の閉山が相次ぐ中で卒業生の就職先は、新しく台頭してきた地質調査業や建設コンサルタントにシフトする時代であった。高度経済成長期を迎え、全国的な新幹線や高速道路網の建設、ダム建設等の国土開発などに伴って、建設関連産業が大きく成長した時期であった。大学の地質学科の卒業生の多くが地質調査会社や建設コンサルタントに就職し、各地での地質調査に従事した。大学では地表地質踏査技術を基礎から教わり、就職後はその技術を生かして即戦力として活躍してきた世代である。今、この世代が定年を過ぎて企業から消え去りつつある。

一方、現役の世代は、高校までの受験教育体制下での地学教育の欠落、進学時のミスマッチ、大学教育の変化を被るなど、十分な地表地質踏査技術を修得していない人が多い。そして、地質関係学科の卒業生が全く異なる業界に就職することも珍しくなくなった。これらの点が指摘され、地学教育の危機が叫ばれてから久しい^{1),2)}。

即戦力にならない、調査観察する眼ができていないなどの地質技術者の力量不足の問題が顕在化しており、筆者の勤務する会社ではいくつかの取り組みがなされてきた。本文では、これまでの社内での取り組みや筆者の経験を含めて、地質技術者の養成や踏査技術の継承についての考えを述べたいと思う。

2. 地質技術者の重要な役割

地質学は総合科学であり、個々の事象を観察して帰納的に考察することが多い。このため、地質

技術者は現地踏査を基本にして、ボーリング調査、物理探査、室内試験等の結果を総合的にとりまとめる際に力を発揮する。これに解析、設計業務が加わっても同様である。

道路土工をはじめ、トンネル、ダム、橋梁などの構造物を対象にした調査では、概略調査に始まり、予備調査、詳細調査のように段階的に詳しい調査がなされる。地質技術者による現地踏査は、この各段階で行う重要な作業になっている。

各段階で慎重な調査が行われるにもかかわらず、調査や工事の際の手戻りが多い。いくつかの例を挙げれば、地すべり地でのボーリング調査をはじめ各種調査が適切な位置や数量で実施されずに再調査が行われた例、地すべりの存在に気づかずに末端の切土やトンネル掘削で地すべりが発生して被害を受けた例、トンネルを対象にした調査での坑口付近の土石流危険渓流の見逃しで対策が後手に回った例など、調査・設計・施工に支障をきたした例は数多い。

これらの原因は、概略調査や予備調査段階の「資料調査」や「現地踏査」における重要な地形地質情報の見逃しや、抽出した問題点の軽視にある。対象地区の全容を把握するための地形図の読図、空中写真判読、現地踏査が不十分であると、詳細調査での大きな問題の見落としや調査不足につながる可能性がある。ボーリング調査や物理探査などの詳細調査は比較的多くの費用がかかる割に、探査深度や位置の選定を誤ると使い物にならない。調査としては安い価格で比較的短期間でできる空中写真判読や現地踏査の精度如何は、後続する調査・設計・施工などに重大な影響を及ぼすものである。

また、現地踏査の取り組み姿勢としては、防災や災害調査では対策方針の立案、土木建設関係では構造物等の問題となる個所の対策を念頭に置き

* 応用地質(株)エンジニアリング本部技師長

て進めることが望ましく、この点でも地質技術者への期待がかかる。道路土工切土工・斜面安定工指針³⁾では現地踏査に関して「3-3-5 予備調査」の箱書きの中で、「・・・また、現地踏査は極めて重要な意味を持つ調査であり、資料や観察事項の解釈及び判断に高度の技術的知識を要するので十分な経験を持った技術者が担当する必要がある。」と記されている。このように現地踏査は重要な調査に位置付けられ、対象とする事業の成否を左右するものといっても過言ではない。以上に述べたように地質技術者は重要な役割を担っているのである。

3. 具体的ないくつかの問題

これまで述べたように現場における地質技術者の役割は重要なのであるが、一方では地表地質踏査のできる卒業生の減少がある。地表地質踏査ができないことは、現地踏査での情報収集能力や総合力の訓練が十分ではないことでもある。現場で起こっている具体的な問題について、いくつか記しておきたい。

① 歩測を含めて正確なマッピングができない

緊急の災害現場など、詳細な地形図が入手できない場合に、全容を示す記録(踏査図)が作成できないことがある。また、地形図がある場合でも、地質露頭での観察結果が正確な位置に記録されていないことがある。

(最近では航空レーザ測量による詳細な地形図などが入手できるため、歩測によるルートマップなどの記録をとることが少なくなり、この技術を身に着けた人が少なくなった。)

② 現場での観察力の不足

岩盤斜面の安定問題において、層理、節理、片理、断層などの不連続面の位置や分布を3次元で示せず、対策の立案が困難なことがあった。ある地すべりでは亀裂の位置、および引っ張り亀裂やせん断亀裂といった性状の詳細を観察していないため、誤った主側線の方向で調査が進められそうになった。

③ 地質図作成の図学やステレオ投影の技術不足

これらは野外での直接的な問題ではないが、理解が不十分であるために踏査範囲や観察が不足になったことがある。前述の岩盤斜面の不安定領域や規模の想定、地すべりの素因の検討に必要な知識である。

④ 設計方針や根拠を示せない現地踏査

調査目的を十分に理解せずに現地踏査を行い、その結果が設計方針や根拠に反映されな

いことがある。このような現地踏査の姿勢は誤った対策に結びつくことがある。

一方、地質調査会社の状況に目を転ずると、高度経済成長期以降の利益率の良い時代が終わり、企業としての成熟期と低成長期の外的環境を迎えることになった。株式上場するなど一人前の企業になり、満足な休みがなく長時間労働でキツイといわれた状況が改善され、世間並みの労働環境になってきた。しかし、会社の利益率は減少、建設投資の減少で仕事も少なくなり、組織の見直しやリストラが行われ、社内教育の余裕もなくなっていった。とくに、時間と経費のかかる現地踏査に関する教育プログラムは敬遠されたようである。OJTについても解析・設計などの室内業務は自然体でできるが、現地踏査に関してはその機会が少なくなっている。

4. 会社の内外における地質技術者の養成

筆者の勤務する会社では職員に対して、新人研修、中堅職員研修、管理職研修、専門技術者研修など各種の研修が行われてきた。専門技術者研修では地質系技術者に対して、1978年～1984年に精力的に実施された野外での地質技術研修が特筆される。

この研修は入社数年までの地質系技術者を対象にしたもので、業務にまったく関係なく神奈川県三浦半島の城ヶ島一帯で行われた。期間は4日～5日間で、地質露頭の良い海食台において、スケッチによる地質観察を中心にした研修で、地質技術の基礎的な訓練であった。経験豊富な技師長クラスの技術者2名が講師になり、研修者15名以下で12回開催され、宿舎では深夜に及ぶスケッチ図の整理などが熱心に行われた。研修者は延べ150名であり各地で活躍しているが、既に現在の年齢は40～50代になっている。研修の即効的な期待よりも、現地踏査における基礎的な地質技術を確認する場として、会社と研修者双方にメリットがあったと思う。

残念ながら、現地での地質技術研修は行われなくなって久しい状況にある。このような研修は技術者がモチベーションを高めるきっかけとしての影響の方が大きいかも知れない。筆者もこの研修ではないが、社内での5日間の中堅技術者研修で周辺技術について実習を含めて広く教わり、同期の職員の力量や活躍を横目で見たいに刺激を受けた覚えがある。

同様な時期に工業高校地質科卒業生に対して、現地踏査に熱意のあるベテラン技術者がマンツーマン

マンで数年間、師弟制度の関係で行動を共にして業務を行いつつ地質技術者に養成する取り組みが行われた。その結果、数年後には4人が大学の地質系学科の出身者と肩を並べる地質技術者として成長した。この取り組みは熱心に取り組んだ指導者が退職すると終わってしまったが、この成果はOJTが有効な技術力向上策であることを示すものといえる。

一方、筆者の経験では地質技術力の向上に学会活動への積極的参加が有効であった。毎年1回は関連学会への発表を自分に義務つけて行ったが、発表論文作成や発表時の質疑を通じて現地踏査での不足な情報などを理解することができた。また、学会の研究委員会への参加も同様な成果があった。たとえば、筆者は45歳で1992年に設立された日本応用地質学会の斜面地質に関する研究委員会に委員として参画した。この委員会の活動は活発で、7年後には活動成果を『斜面地質学』⁴⁾として出版した。この活動の中で筆者自身の野外における観察力の弱点を知り、業務を通じて得た知識や技術の限界がわかった。また、学会関係の災害緊急調査に参加して、同行の研究者や技術者と意見を交換することも踏査技術の向上に役立つと思う。このように、踏査技術の向上に関する取り組みとして、学会活動への積極的な参画も重要と考える。

5. 継承すべき技術の内容

ここでは具体的にどのような技術を継承するか考えてみたい。地表地質踏査技術については同じ観点から横山⁵⁾によって詳しく述べられているので、筆者の専門とする地すべり調査について具体的な面から話を進めたい。

地すべりを対象にした地区での現地踏査による調査結果に着目すると、**図1**に示すような地すべり範囲（以下は地すべりブロックと呼ぶ）として表現されている例が多い。このような表現は広く

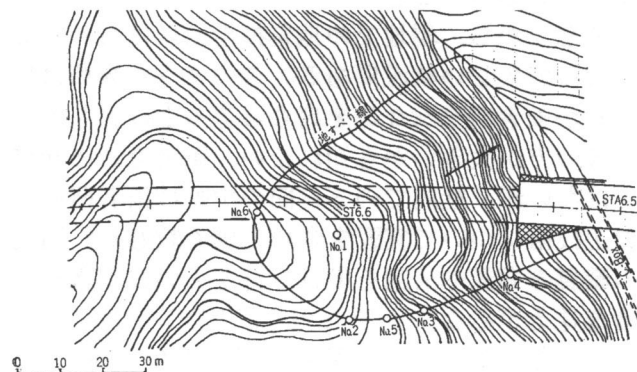


図1 地すべりブロック決定根拠の不明な平面図の例

一般に普及しているが、地すべりブロックの決定根拠が不明である。調査する技術者が変われば異なった地すべりブロックになる可能性がある。空中写真判読を含めて、地すべりブロック決定根拠を示すべきと考える。

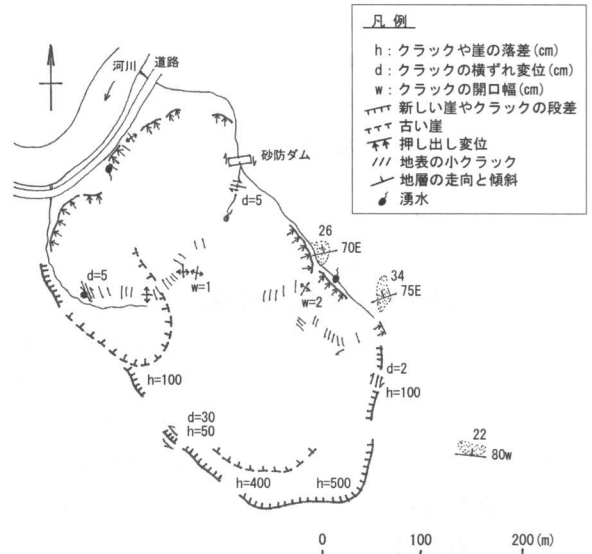


図2 地すべりブロック決定根拠の踏査図の例

具体的には、**図2**に示すように、滑落崖を含む崖の位置と高さ、亀裂分布とその性状（圧縮、引張り、せん断）、構造物変状、湧水、地質分布と構造などを示し、地すべりブロック決定に客観的根拠が示せることが望ましい。

また、地すべり断面図においては、**図3**に示すように風化分帯による断面を多く見かける。この表現法では地質構造が不明であり、対策立案の根拠になる地すべり機構の素因の検討には向いていない。**図4**は地すべりの横断方向の断面図で、地質の分布や構造のわかるような表現になっている。この図では柱状図に表現されている風化区分や地下水情報を省略したが、すべり面の横断形状

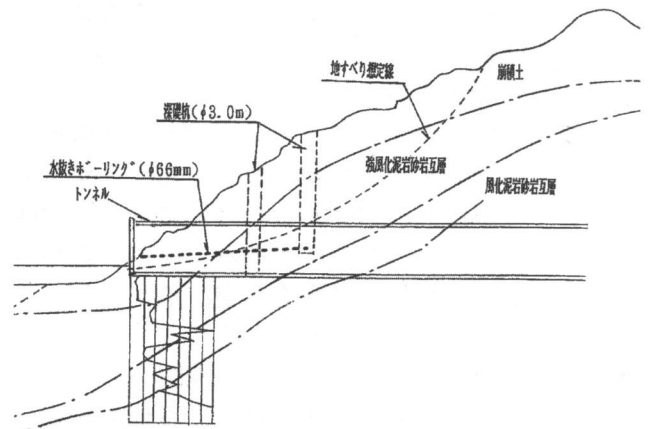


図3 風化分帯による地すべり縦断面図の例

が非対称である理由を地質構造から読み取ることができる。このような地質の分布や構造の示された地すべり断面図が望まれる。

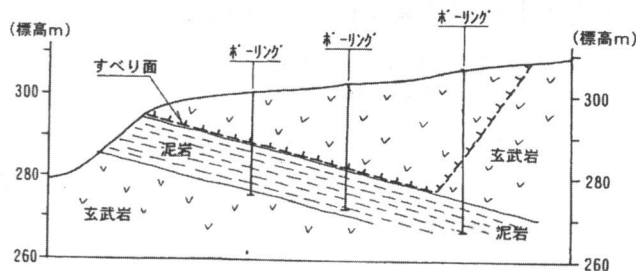


図4 地質構造が示された地すべり横断面図の例

ここで述べたような地すべりブロックを示す平面図や地質構造を示す断面図を作成するには、対象斜面だけでなく周辺一帯を広く踏査する必要がある。地すべり地では地質露頭が少なく、あっても構造が乱れていることが多いので、基盤構造の把握が困難なためである。

以上のように、地すべり調査を取り上げてみても地質構造の把握が重要な問題であり、踏査技術を継承していくことが望まれる。

6. 地質技術者の養成方法について

横山⁵⁾は「地表地質踏査技術は現場を相手にするので、現場で実践的に学ぶしかなく修得には時間が掛かる。そして、師弟の良好な関係の下での現場指導が大事である。」と述べている。

まったく同感である。筆者の学生時代は、学部3年生で35日間、4年生で60日間の野外での地表地質踏査を行い、それぞれの地域の地質図を作成した。指導教官のマンツーマンでの指導では、溪流で股下まで水に浸かっての踏査などを基本からみっちり教わった。また、山地内でのテント設営地やランプしかない造材飯場を拠点に山に分け入って踏査することも普通に行われた。このような教育は現状の大半の大学には望めないと思う。

今後の地質技術者の養成は、企業が取り組まざるを得ず、基本は師弟制度(OJT)以外にないと思う。また、地表地質踏査技術の指導体制のある大学と業界が連携して技術者を計画的に養成することも考えられる。文部科学省の予算であるが、岐阜大学と長崎大学では「地域再生人材創出拠点の形成」プログラムとして、社会人を対象にした技術者育成に取り組んでいる。構造物のメンテナンスと防災を目的とした技術者教育であり、岐阜大学の例では研修は4週間に及び、このうち1週間分が現場での点検作業に割かれている。この人材育成プログラムは、自治体と連携してインフラの長寿命化や防災に貢献する動きにつながっている。地質技術者にしてもこのような養成プログラムが必要と思う。

また、筆者の経験で述べたように、地質技術者は関連学会に加入して積極的に成果を発表することや、委員会への参加といった自己研鑽も必要と考える。とくに野外巡検や緊急災害調査に参加して研究者やベテラン技術者の意見や見方を吸収することも大事な点である。

現場における地質技術者の重要な役割や期待がある中で、踏査技術を身に着けた技術者が定年を迎えて職場から去りつつある。現場で力を発揮する地質技術者の養成を急がねばならない。

参考文献

- 1) 岩松 暉：大学地学教育と地質調査業，応用地質，第32巻4号，184-187, 1991.
- 2) 岩松 暉：教育の危機と“地質学の危機”，地質と調査，2000年第1号，2-7, 2000.
- 3) 社団法人日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針，p.56-57, 2009.
- 4) 斜面地質研究委員会編：斜面地質学，日本応用地質学会，1999.
- 5) 横山俊治：地表地質踏査技術の伝承，地質と調査，2007年第3号，19-22, 2007.

高等学校における地学教育の役割と現状 —ある地学教師の歩みをとおして—

【Key Word】

理系生徒，教育課程，地学教員，理数科，指導要領，野外授業，シラバス，課題研究，総合地学，地学部

しも はた いっ お
下 畑 五 夫*

はじめに

長年高等学校の地学教育に携わってきたが，すでに教育現場を離れ，5年前から全く畑違いの高山陣屋で学芸員をしている。ここで少々話はそれるかもしれないが，全く地学と無関係ではないので高山陣屋について簡単に紹介しておきたい。

高山陣屋とは，徳川幕府の直轄領を管理する役所（代官所）やこれに付随する米蔵・土蔵あるいは役宅（いわゆる官舎）などが置かれていた所である。全国に60数カ所あった代官所のうち当時の遺構の多くが現在も残されているのはここ高山陣屋だけである。さらに重要なことは，建物のようなハード面だけでなく一般に「高山陣屋文書」と総称される当時の公文書（古文書）が2万点余

り残されていることである。この古文書は，役所における日々の業務，山林や鉱山業務に関する日誌あるいは勘定奉行配下の代官所から幕府の勘定奉行所へ提出された公文書（報告・伺いなど）の控えや勘定所から戻ってきた起案文書など多岐にわたる。

これらの古文書を基にこれまでに次のテーマで特別展を行った。平成21年「飛越地震（1858年，M7.0～7.1）」，平成22年「笹魚を科学した飛騨代官長谷川忠崇」，平成23年「飛騨の金山物語」である。どうしても興味関心が理科，特に地学関連に向いてしまうのは致し方がない。飛越地震では，当時の代官所による震災被害調査や救援等の対応の詳細な記録が残されている。このような古文書と地学的手法を組み合わせることで古地震を調べてみた。また，鉱山関係の古文書も数多く残されており，佐渡の金銀と並んで飛騨の銀とあかがね（銅）が「大日本産物相撲」の番付表（文政年間）に記載されており，地学的な観点からさらに研究をしてみる価値がありそうである。

現在，理系の目で古文書を読み解く（文理融合）研究を高等学校の科学系の部の生徒達と共同研究という形で進め始めた。地学研究の醍醐味は授業では中々体験できないが，部活動でなら可能になってくる。生徒達と一緒に試行錯誤しながら研究を進めるのは，理系生徒を育てる上で一つの有効な方法であると信じている。

話がそれたが，高山陣屋学芸員が表題のようなテーマについて，何が語れるか甚だ心許ない。しかし，実際40年余りに岐阜県高等学校の地学教師として採用されてから，高等学校での授業や地学部指導【理科教諭時代】，その後の地学の教員研修【研修主事時代】あるいは博物館【学芸員時代】等様々な場面で地学教育に取り組んできたが，主に教諭時代の経験を基にして「高等学校におけ

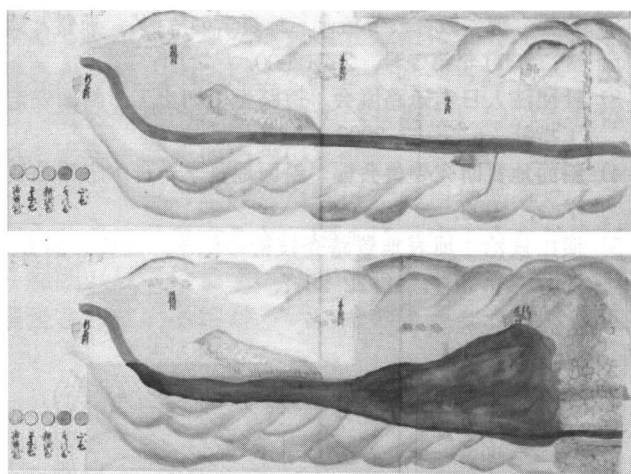


図1 「小鳥川突埋切割一件 保木村地内川押埋あら絵図」（高山陣屋文書）上が地震発生前，下が地震後山崩れで小鳥川が堰き止められた様子を描いた絵図。堰き止められた箇所を復旧工事を越中国の黒鉄（土木業者）栄太郎と市三郎が請け負った高山陣屋へに提出した証文に付けられた絵図。

* 高山陣屋管理事務所・学芸員

る地学教育の役割と現状」について述べたい。

「地学」との出会い—地学部創設—

高等学校入学は昭和38年(1963年)である。いわゆる団塊世代の最初の高校入学でありどの高校も大幅に入学定員を増やした。私が入学した高校も1つ上の学年は3クラス、新入生は5クラスであった。教員も増員し、教室も46名余も詰め込んで授業がなされた、そんな時代である。

教育課程(カリキュラム)も1つ上の学年とは大きく異なり(表1)、教科・科目のかなりの部分が必修となっていた。選択部分は、学校側が就職か進学かさらには文系か理系かといった進路別に教科・科目を選定したいわゆるコース選択というものである。

ここで教科と科目の違いについて蛇足とは思いますがふれておく。教科とは、教育課程を構成する国語・社会・数学・理科・外国語などという大きな

区分単位であり、科目とはこれらの教科をさらに区分した、理科で言えば物理・化学・生物・地学といったものになる。

私たち団塊1期生が入学した時、理科4教科が必修となっていた。普通科では、単位数で言えば、物理と化学がそれぞれ4~6単位、生物が4単位、地学は2単位であった。地学必修化に伴って多くの地学教員が採用された年でもあるが、この後地学教員の採用は急激に減り、やがてほとんど無くなっていった。当時、岐阜県にも地学教育研究会という教員の研究グループが設立され、生徒であった私たちにも地学教育に対する地学教師グループの熱気が感じられた。

地学と生物を1年次に、物理・化学を2・3年次に履修した。地学を担当したのは新任で吉城高校へ着任された遠藤先生であった。地学部を立ち上げられた。早速私もそれに参加した。地質調査(といってもせいぜい分布図を作ったくらいではあるが)や「古川盆地の底冷えの研究」などを行い地学研究的面白さを知った。

また、当時の工業技術院地質調査所の河田清雄氏や野沢保氏が飛騨地方の5万分の1図幅調査のためたびたび来飛されており、おそらく遠藤先生の求めに応じてと思うが来校され、地質の話がされた。その話を聞いた記憶がある。また河田氏は、私の自宅近くの宿に宿泊されていたため夜、岩石の名前を教えてもらいに行ったり、地質調査に同行させてもらったりした。また、野沢氏には、飛騨山脈の新穂高→双六岳→槍ヶ岳→新穂高とえらく険しいルートでの地質調査に同行させてもらったこともある。いずれにせよ地質の面白さを体感した。こうして、地質学を志し、新潟大学理学部地質鉱物学科へ進学した。学問の面白さは、教室での言葉による授業だけではわからないと思う。特に地学のように自然(複雑系)相手の場合はなおさらである。五感を通して体感する場をいかに多くするかが大きな意味を持つ。生徒に自然科学を学びその面白さを体感させる場をどれだけ作り出すかも、地学教師の努めの一つであろう。

「地下足袋を履きつづせ」—地質鉱物学科へ進学—

当時の理学部地質鉱物学科の教育の根幹は、「フィールドが最高の教科書、四の五の言う前にとにかく山(フィールド)へ入り歩け。」であったと思う。5,6月頃フィールド突入コンパなるものがあったくらいである。卒論はもちろん進論でも、フィールドへ入り「少なくとも地下足袋一足は履き

3. 教育課程表

通常課程普通科		学年1		科目の時間数		2		3		科目の時間数		教科時間数	
教科	科目	A	B	単位数	×	クラス数	A	B	A	B	単位数		×
												生徒数	
国語	現代国語	3		15									
	古典	2		10									
社会	倫理	3											
	政治	2											
数学	数Ⅰ	4		20									
	数Ⅱ	6		30									
理科	物理	4		20									
	化学	2		10									
保健	保健	2		12									
	体育	2		12									
芸術	音楽	2		4									
	美術	2		4									
外国語	英語	6		30									
	家庭	2		6									
特活	ホーム	1		5									
	クラブ	2		10									
計		36											
備考		A 印3科目のうちから1科目選択 B 印5科目のうちから1科目選択											

表1 昭和38年Y高校教育課程表 昭和38年度の1・2・3年生が履修した教科・科目及び単位数。2・3年次のA類型は就職、B類型は進学コース。ただし1年次は全員同じ型。

つぶせ」ということはよく耳にした。「歩いているとそのうち山の中（地下）の地層の様子が見えるようになる」と当時、進論のフィールドであった新潟の東山丘陵で山を歩きながら指導教官に教えていただいたのを今でも覚えている。まさに足で論文を書けということである。地質のような自然そのものを対象に研究する場合は、とにかく五感を総動員して調べて自然を読まねばならない。「足で山を読む」は地学教育の大切な手法の一つであろう。

卒論は、構造地質を選びテーマは「十日町西方に分布する褶曲構造について一特に褶曲の形成機構と中立面の意義について一」であった。指導教官の植村先生には物理・数学も頭に入れて歩くことを指導された。したがって野外で得られたデータは、夜フィールドの下宿でステレオ投影で応力軸の方向を求め地形図に書き込んでいく作業を続けた。が、あくまで野外で露頭と向き合うことが基本ではあることには変わりなく、地下足袋を一足は履きつぶしてしまった。

地学教師となる

昭和45年3月に卒業。たまたま地元岐阜県で高校の地学教員の募集があった。やがては地元へ帰らねばならないこともあり大学院進学を断念し地学教員の道を選んだ。御嶽山の麓にある教員数五名の小さな定時制高校が教師生活の出発点となった。ここでは地学の他、物理・化学・数学を担当した。地学では是非本物に触れさせたいと言うことで学校近くの河原へ連れ出したこともあった。夕方6時くらいからの授業のため授業のやりくりが大変であったが、生徒が興味を示してくれたのが記憶に残っている。また実験・実習器具も全くといっていいほど無く、岩石薄片を作るため無理を言って鉄板やガラス板等を購入してもらい薄片作成を体験させた。顕微鏡で岩石が見られるということが生徒には意外でこの実習にも関心を示した。しかし、ほとんどは座学中心にならざるを得なかった。熱意だけでは如何ともしがたかった。

理数科教育始まる一母校へ赴任一

昭和38年から始まった物理・化学・生物・地学四科目（まとめて物化生地^{ぶつかせいち}という）必修の指導要領は、48年から大きく変わり理科は選択制となった。この時からわずか2単位とはいえ全員が履修していた地学も選択制となり、履修者が激減する。

改訂2年目の昭和49年に母校の吉城高校へ転

勤となる。転勤の前年48年に理数科が設置された。これは、昭和42年理科教育及び産業教育審議会においてなされた「高等学校における理科・数学に関する学科の設置について」の答申に基づくものであった。

その理由の一つが自然科学や科学技術の目覚ましい進歩や国際化・情報化といった社会の変化に対応できる人材育成であり、2つめの理由としては、高等学校への進学率が大幅に上昇し、生徒の実態が多様化したことがある。特に数学・理科は、他教科に比較して興味・関心・理解力などで生徒の個人差が大きい。そのため一律の内容を課することの弊害が出始めていたことが背景にあった。

教育課程表

教科	科目	学年									
		普通科									
		1年		2年		3年		1年		2年	
国語	現代文	3	2	2	2	2	3	3	2	3	2
	古文	3	3	3		3	3	3	3	3	3
社会	倫理		2	2		2	2	2	2		2
	政治				2	2	2	2	2	2	2*
数学	数学I	6				2	2				7
	数学II		3	5							
理科	物理					3	4		3	3	
	化学				3		2	2	3		
保健体育	体育	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	保健	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
芸術	音楽	2	1	1							2
	美術	2	1	1							2
外国語	英語	6	5	6		3	6	6	6	6	6
	家庭	女2	女2	女2							
商業	簿記					女4	女2				
	簿記		4			男2	男2				
専門	総合										7
	地学									3	4
教科外活動	ホーム	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	クラブ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
計		3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6
備考			・印は一つの選択	・印は左に同じ	・印は左に同じ					・印は左に同じ	・印は一つの選択

表2 昭和49年度の教育課程表（Y高校）

とはいえ理科教育の全体的な底上げも時代の要請であり、昭和48年に施行された理科の学習指導要領は、「探求学習」「科学の方法」をキーワードに掲げている。

理数科では、総合物理（7単位）・総合化学（9単位）・総合生物（5単位）・総合地学（4単位）の四科目が必修となった。しかし、地学は普通科から姿を消していた。ただし昭和50年からは3年生AB（就職・短大）コースで3単位の地学が開講されることになり、総合地学と地学Iを担当するこ

とになった。基本的にはこのスタイルが次の指導要領改訂（昭和57年度）まで続く。

高等学校でどのような教育課程を設定するかは、指導要領に基づき各学校の裁量で決められる。従って、各学校にはカリキュラム（教育課程）委員会という特別委員会が置かれそこで審議をして決めていった。委員会の主な構成委員は、各教科の代表（理科なら理科主任が代表となることが多い）である。事前に各教科会議をやりその意見を持って望むのであるが単位数（時間）の獲得競争という一面があったことは否めない。1学年あたり34単位（1週間あたりの授業時間）×3年＝102単位と上限は決まっている。この中から、指導要領に決められた必修科目とその単位数をまず決める。また、標準単位というのが定めてあり、さらに各学校の判断でさらに上積み（これを増単という）することが認められていた。

どの教科も自分の教科の単位数は、1単位でも多く欲しいという心理が強く働く。理由は生徒の学力向上のため。すなわち受験（就職・進学とも）で1点でも多く点をとらせるために、科目数を絞り重点的に授業を行うのが有利という理由である。就職試験の場合は一般教養の中に地学に関する設問も出題されるので地学選択もあり得たが、大学受験の場合は、地学で受験できる大学が極めて少ない。そのため地学がカリキュラム表の中の選択科目にすら入らなくなっていった。

地学は、人間が地球上で生きていく以上絶対に必要な科目だとカリキュラム委員会などで発言したが状況は芳しくなかった。おそらく阪神淡路の震災、さらには東日本大震災を経験した今なら、地学は防災・減災教育の重要な部分を担うということで耳を傾けてもらえる余地があったかも知れない。しかし、当時はより豊かな生活を目指し、有名大学へさらに大企業へという風潮が一般的であった。高度成長時代、誰でも努力すれば夢が叶うと日本中が信じていた。この場合の夢とは、より豊か（物質的に）・より便利（楽をする）ということで、経済成長が右肩上がりですべて続くという前提での夢であった。

地学教育の基本コンセプト

当時、地学を受験に選ぶという生徒はほとんどいなかった。そのため地学の学問体系をそのまま教えるという手法は採用しなかった。

最初に導入として、高校生には若干理解は難しいかも知れないが、敢えて地学という科目は何かということに触れた。地学で扱う事象は、その本

質・非本質を区分することが困難である。というより、どのような現象も地球で起きているということは事実であり、むしろ非本質的な現象などあり得ない。すべてを包含して理解・説明しなければならない。自然は、いわゆる二元論や要素還元主義的手法だけでは理解できない部分があるということを経験することも地学の大切な役割である。様々な地学事象はいわゆる複雑系科学であり、これをきちんと教えることは、生徒が自分の命は自分で守るための判断ができるようにする上でも極めて大切である。「大災害になったのは想定外の地震・津波が起きたことが原因」というような発想は、自然は複雑系であるという視点が欠けているためである。その点、長年地学教育に携わってきた者として忸怩たる思いがある一方、無念な気持ちもある。

次に、「郷土の自然を理解する」を元にし、ここから日本列島、地球さらには太陽系、宇宙へと敷衍するようなシラバスを作成して実施するようにしていた。したがって、教材は生徒の主な生活空間すなわち山間盆地とは何かから導入するようにした。教科書ではなく自然そのものが教材であるをということを地学の授業の基本にしたかった。

理数科では、午後5・6時限を連続した授業にし、学校から1～2kmの所へ野外実習に連れ出し、手取層・船津型花崗岩あるいは扇状地堆積物の観察を行ったこともある。しかし、「事故が起きたらどうする」といった安全管理上の問題や授業変更に伴う他の教師への了解取り付けなど授業の中で野外実習を組み入れることは、なかなか困難な点が多かった。

吉城高校へ転勤して3年後に1kmほど離れた高台へ校舎が移転した。校舎への坂の途中に花崗岩の露頭があった。ほとんど敷地内といっても良いところで、1時間の授業時間内で収まるため何回か利用した。ただし花崗岩は風化していたので、新鮮な花崗岩は採取してきて示し、対比させながら風化も含めた野外授業をしたことがある。野外授業は、自然そのものを教科書とするということで、大層効果的であるが、教師の意図する事象とは全く異なる事象に関心を示すことも多々あり、未消化で終わることもあり得る。安全管理の他に時間の制約もあり、次第に野外授業が行いにくくなっていった。現在ではほとんど不可能に近いのではなからうか。

次に当時作成した地学のシラバスの最初の部分を示す。

1章 地学とは

- (1) 研究対象
- (2) 研究目的・方法
- (3) 地学の特徴

①地球の巨大な時空に起因する特徴

全体を一目で俯瞰することや一連の現象の最初から終わりまで観察・実験することが困難。

②地球が唯一無二の存在であることに起因する特徴

現象の本質・非本質の区分が困難。複雑系科学。

第2章 私たちの生活の場（地学と生活）

(1) 飛騨北部の地形を調べる

- ①古川盆地を俯瞰する（注1）
- ②扇状地などの現地観察
- ③地形図を利用して地形を調べる
段彩図・地形断面図・接峰面図・水形図
土地利用図
- ④空中写真をみる
- ⑤人工衛星写真をみる（注2）

（注1）吉城高校は安峰山の山麓で古川盆地の下から約60mほどの高台にある。そのため教室から盆地の地形が俯瞰できる。

（注2）当時ランドサットが撮影した写真が手に入るようになった。この画像はある意味衝撃的でした。当時の画像は解像度があまり良くなかったが、拡大画像では学校のグラウンドなどは識別でき生徒達も強い興味関心を示した。

この地学教育のシラバスは、「共通1次試験」（1979年～1989年に実施。1990年より「センター試験」に名称変更）の実施で地学を受験科目に選ぶ生徒が出始める1985年頃まで続けた。どうしても点を稼ぐために、実験実習に時間を割くより問題演習（特に共通1次試験は、マーク方式で選択肢の中に必ず正解がある）を数多くこなすことになる。同じ大学入試対策でも記述問題が主であった時とはまるで異質な受験対策の時代になってきた、とその時は思った。しかし、何年かやっているうちに慣らされてしまった。教科科目の指導理念が当時文科省から示されているが、それとは別にどうしても目先の受験対策に授業が大きく左右されてしまう。高校の中でも普通科・理数科にとっては逃れられない宿命であろう。

課題研究にとり組む

理数科の理科は専門教科ということで普通科の理科よりは単位数が多く、科目名も「総合地学」というように各科目の頭に「総合」（後に「理数」と改称）が付けられていた。「地学的な事物事象

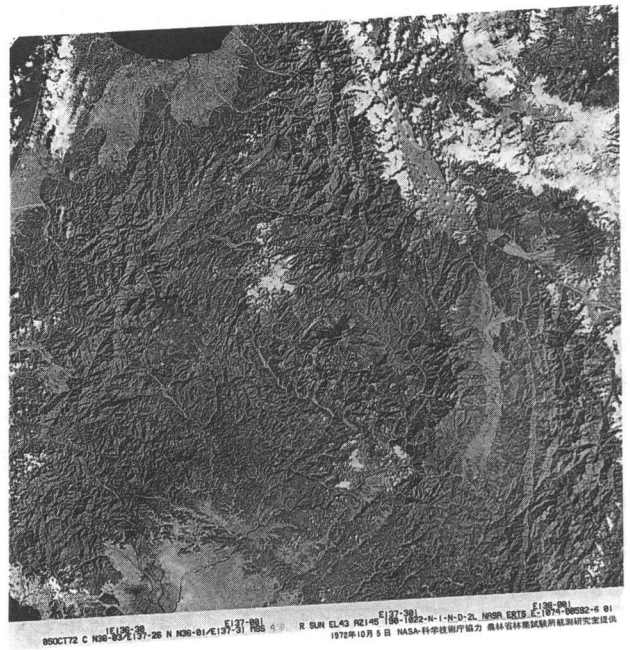


図2 1970年代に授業に使用したランドサット画像

写真ほぼ中央雲がかかっているあたりの北側が高山盆地、その北西に細長い古川・国府盆地が見える。NE-SW方向の跡津川断層やNW-SE方向の御母衣断層・阿寺断層などが明瞭に見て取ることができる。野外ではとても見えない宇宙から見た大地の様子である。感覚的に活断層が認識できるため地学の実習教材として極めて有効であった。

を理解するために、自然の継続的な観察と記録を出発点とし、これらを探求する過程を通して、自然科学及び数学における基本的な概念、原理法則などについて系統的理解を深め、科学的、数学的に考察・処理する能力と態度を育てる。」というのが総合地学の基本的な立場であった。この立場をより具現化するものとして理数科の各科目には課題研究が設定されていた。

さらに、課題研究という探求活動を行い創意ある研究報告書を作成させることも指導要領で求められていた。「研究報告書の作成」と口では簡単に言ってもすべての生徒にこれを作成させることは、かなりのエネルギーを必要とした。自分自身のことでは初めに論文を書いた進級論文の時、何をどう書き始めたらいいいのかがわからず悩んだことを今も覚えている。一端書き始めると割合と筆は進むものなのだが、そのあたりの呼吸を生徒に指導することが難しかった。

一応、次のような研究報告書の体裁として (1) テーマ (2) 目的 (3) 方法 (4) 検証・結果 (5) 考察 (6) 今後の課題 (7) あとがき・謝辞 (8) 参

考文献などを示しそれぞれに簡単な例文も示すことにした。次年度からは、提出させた研究報告書を製本し、後輩の参考にさせることにした。この方法はかなり効果的であった。

生徒にテーマを白紙の状態から設定しろといっても無理がある。そこでできるだけ生徒達の生活空間（郷土）の地学に関係したテーマ例を幾つか示し自由に選択させることにした。次に実際に生徒達がとり組んだ研究テーマの一部を次に列挙する（吉城高校での15年間の中から一部抜粋）。これら課題研究に取り組んだ生徒達は、報告書のあとがきに「とても大変だったが報告書を完成させた達成感・成就感あるいは地学に対する興味」を記していた。指導も大変ではあったが、やらせて良かったと思った。

【課題研究テーマ例】

昭和49年：荒城川の総合研究、昭和54年度：地電流の研究・古川町の土壌の研究・河原の石の摩耗について・岩石の比重・年輪幅の変化とその原因・盆地における蒸発量・直達日射量の研究・雲と天気予報・岐阜県の気候・三川および数河に分布するテフラ・池ノ尾湿原の研究、昭和55年度：荒城川の礫について・古川盆地の段丘地形・ナマズと地電流・古地磁気の研究、昭和56年：山崩れと断層・飛騨と信州のテフラの比較・跡津川断層と地電流観測（地震のメカニズムを探る）・手取層群における杉崎砂岩層の礫岩の研究・1980年の冷夏について・花粉分析・気象ことわざ、昭和61年：雪の積もり方溶け方の研究・校舎のひび割れの研究・珪藻

平成元年に高等学校指導要領が改訂された。この改訂に伴って「高等学校学習指導要領解説」が作成された。たまたま理科の総合（理数）地学の教育に15年近くも携わってきたためかどうかはわからないが、「高等学校学習指導要領解説理数編」の解説書作成委員に任命され、当時の文部省へ1ヶ月に1度半年間程通ったことがある。自分の実践を基に執筆をしたため汎用性に若干欠けるかなと思ったが、これを例として実際に指導にあたる教師がそれぞれの地域に合うようにアレンジしてもらうことにした。これも物理や化学と違う地学という科目の特性でもあろう。

実際に課題研究を指導するにあたって、教師側にかかなりの力量が求められるというプレッシャーを感じたことは事実である。特に地学においては、生徒達が日々暮らしている地域の地学の中にテーマを求めるため教師が地域の地学事象に詳しくなければならぬ。たまたま、飛騨には地学同好仲間がおり、飛騨地域の自然の様々な地学事象の知見を広めるため昭和48年に小中高の理科教

師を中心に「飛騨巡検の会」（石原哲哉会長）を立ち上げ飛騨各地の巡検を行っていた。その後、昭和51年、名称を「飛騨地学研究会」と改称し、調査研究の成果を昭和63年に「20億年のドラマー飛騨の大地をさぐる」としてまとめ出版した。この会の活動を通じて随分と様々な事柄を勉強させてもらった。この会への参加は日々の地学の授業・課題研究さらには後に述べる地学部の指導等に大層役立った。ちなみに飛騨地学研究会の活動は、発足以来現在まで40年弱に渡って続けられている。

地学部再興

高校を卒業以来、8年ぶりに母校へ地学教師として戻ったが、地学部の活動状況は活発ではなかった。早速、地学部顧問を志願した。最初は副顧問という立場（3年目くらいから正顧問）であったが学校の近くに分布する手取層について地質調査を実施した。しかし、高校生がとり組むにはかなり難しいことがわかった。

部員共々試行錯誤の結果、いわゆる飛騨高原の高位平坦面（標高1400m）に分布する^{あもつ}天生湿原の生い立ちを探ろうということになった。夏休みには2泊3日の湿原調査を実施。気象観測・湿原の形状測量・植生調査・池の形状や水質検査・堆積物の資料採取など多岐にわたる野外調査を行った。泥炭などを柱状に取り出し、粒度分析・花粉分析・縮減率など様々な分析を行った。

このような様々な活動ができたのは、30~40名と部員数が多かったからである。地学を受講している理数科の生徒が主ではあったがそうでない普通科の生徒も入部し一学年6クラスの学校規模としては多い部員が在籍していた。

当時地学部は湿原グループの他、気象・地磁気・地電流・天文と5つの班に分かれ、それぞれがテーマを設定して活動を行っていた。メインは湿原研究であったが統一テーマを、「飛騨地方における気候の変遷」とし、互いの研究成果の融合を図るようにした。7月野外調査・10月論文提出・3月地学部研究報告書発行という課題を設定し1年間通じて継続的な活動ができるようにも配慮した。

また研究は年度を越えて継続しなければならない。しかし、毎年生徒はほぼ3分の1は入れ替わっていく。そのため1年毎に区切りがつくように小テーマを設定し論文を作成させるようにした。



図3 安房湿原の湿原堆積物。上が採取した直後の資料の様子、下が風乾した資料の様子。全体に収縮し色が白っぽくなっている。

部員一人一人に目標と成果が見え、かつ実感できなければ中々その気にはなれない。越えるハードルを下げるのではなく、階段状にして1つ1つ積み上げるのである。この手法は、教科指導上でも大切なことではある。

研究結果は、10月に毎年行われていた「岐阜県児童生徒科学作品展」に出品した。そこでより上位の賞を目指すという目標を立ててとり組んだことが、生徒達の関心と意欲をかなり高めたと思っている。この県の科学作品展は、「日本学生科学賞」の地方審査も兼ねていた。ここで中高それぞれ上位3点(目安)が「日本学生科学賞」へ出品される。

最初の5年間は県段階からなかなか抜け出ることができず部員達とどう研究を行いまとめ上げるかに知恵を絞ったものである。

昭和55年から59年まで、飛騨内陸盆地の研究を行った。「その1」から「その5」まで氾濫原や段丘の堆積物、飛騨テフラ等の研究を行い日本学生科学賞で毎年入選することができた。上位の入賞ではなかったが、東京京王プラザホテルで常陸宮ご夫妻ご臨席の表彰式に生徒共々出席すること

ができ、全国レベルの研究に接し大いに参考になった。

昭和60年から飛騨の内陸盆地に特徴的に発生する朝霧の研究に着手した。地質分野から気象分野の研究に転換したわけだが、あくまで身のまわりの自然を観察し実験を主とする方向は、従前と変わりはない。ただ観測が毎日で広い範囲にわたるといことが今までと大きく変わった点である。多くの部員が根気よく観測した膨大なデータを処理し、朝霧発生の様子とそのメカニズムを追求した。夏休には学校裏の安峰山々頂(標高1056m)で徹夜観測をした。ほとんどの生徒が霧海上から見るのは初めてであり感動のものであった。

「飛騨の朝霧の研究」は、転勤で吉城高校を去る63年度まで継続した。その間昭和60年に入選1等、さらにその翌年に科学技術庁長官賞、翌々年に学校賞1位と2年連続で念願の入賞を果たし、皇居での天皇陛下下拝謁(昭和61年)、東宮御所での皇太子殿下同妃殿下と研究について懇談(昭和62年)の栄に浴することができた。

飛騨の朝霧は、吉城高校の地元旧古川町(現飛騨市古川町)の町おこしにも取り上げられた。キャッチフレーズは「朝霧立つ都」。安峰山頂まで林道が敷設され、山頂に朝霧展望台ができた。

地学部活動を通じて、部員の中から地学系の大学に何人かの生徒が進学し、地質系の官庁や会社あるいは小中高の地学(理科)の教員となって今もそれぞれの分野で活躍してくれているのは望外の喜びでもある。進路先を奨めたことはないが、おそらく教師も生徒も一緒になって本物の自然に向き合い汗を流し知恵を出す中で、地学研究の面白さを感じ取ってくれたのではなかろうか。

振り返ってみると、地学部を始めた頃、部活動というと運動系が主流。文化系はあくまで非主流という風潮が一般的であり、野外調査の経費に対する補助を得るためにも随分と苦労した。この補助金は、全生徒から徴収した部活動後援会費から支出されるが、当時は文化系の部には援助が無かった。あくまで遠征費の補助というわけである。そこで「野外調査は地学部における遠征である。調査をしなければ研究ができない。調査研究の成果を全国大会に繋がる科学作品展に必ず出品する。あくまで入選入賞を目指して。」とかけあいようやく認めてもらった。しかし、運動系部活動重視の風潮は未だに残っていると言うよりより強くなってきている。特に中学校では、個性重視などいいながらほとんどの生徒は運動系部活動に入る。文科系の部へ入ろうにも文化系の部はほと

んど用意されていないのが実態である。

地震や津波災害・火山災害あるいは気象災害などに恒常的に見舞われる日本。防災・減災には地学の基礎知識が必要不可欠であることは論を待たない。また、防災・減災のために科学技術・物づくりの力がより一層大切になってきている。しかし、それを支える人材を育成する教育システムや国民の意識は十分ではない。このあたりの分析は、『理系白書』（2003年講談社）に詳しいので参考にさせていただきたい。

理科 I 始まる

隔週5日制導入に伴い昭和57年、「ゆとり教育」「授業時間削減」をキーワードにした学習指導要領施行により、高校で「理科」と名のつく教科が4単位の必修科目として導入された。いわゆる理科Iである。中学で削減された内容の補填や高校理科の基礎としてあるいは自然についての総合的な見方や考え方の育成が狙いであった。

当時、文部省から「理科I研究指定校」の指定を受け理科会として1年間研究に取り組んだことがある。理科Iの教科書は、物化生地という理科4科目の内容を1単位分ずつただ寄せ集めたとい

う感が否めず、総合的な自然観を育成する指導案の作成に苦心した覚えがある。この理科Iのような科目設定の理念は悪くなかったが、現場では従来の4科目区分の発想からの脱却は困難であった。

この後も、この理科を付した科目は、「基礎理科」「理科総合A・B」と呼称を変えながら続いている。しかし、従来からの物化生地という4科目区分の発想は根強く、これが地学という科目がなかなか履修されない理由の一つにもなっている。この発想の根源は、大学の教員養成システムや物化生地という枠を指定した教員採用試験にあると思う。

おわりに

今巷に溢れている地震に関係する地学用語、例えば「活断層」「破碎帯」「震度」「マグニチュード」「津波」「プレート」「トラフ」などをどれだけの人が正しく理解しているかという、大層心許ない。今回の地震や津波なども地学的視点からは当然予測できたはずである。また、地学事象における時間・空間スケールが日常生活とはずいぶんと異なる。このことは「地震発生確率」をどう捉えるかという問題とも密接に関係してくる。

さらには「地球温暖化」のことも本当に地学的視点から研究されているのかといった問題もある。このような環境問題は、単に自然科学の領域を越え社会・政治の問題となっている。だからこそ真に地学的視点でこれらの問題を検討しなければならないと思う。

地学教育の役割は、地学（地球学）をベースとした自然観を身につけること、および地球という舞台上で生物や人間が進化（歴史）してきたということおよびそのシステムを理解するという視点を養うことではないかと思う。何のためにかといえ、生徒一人一人が広い意味で「自分の命は自分で守る」という判断力を身につけるためである。

また、2つめには今後人類はどういう社会を構築し、どう生きるのかを考える力を養うためにも地学的視点を学ぶ価値は十分ある。

今年度から「地学基礎」という科目が前倒して導入され地学履修生が増える傾向にあるという。一人でも多くの生徒に地学的視点を身につけ社会での様々な分野で活躍して欲しいものである。

61年度入学生用

学 科	単 位	語 文 科				理 数 科					
		1	2	3	3	3	3	1	2	3	
国 語	国語 I	4	5						6		
	国語 II	4		5						4	
	国語表現	2			2	3	○				
	現代文	3			3	3		3			3
社 会	現代社会	4	4								
	日本史	4		4	4	4	4	4	4		
	世界史	4		4						4	2
	地理	4								4	2
数 学	政治・経済	2			2	2		2	2		
	数学 I	4	5								2
	代数・幾何	3		3	2	2	△				
	基礎解析	3		3							
理 科	微分積分	3						4	4		
	確率・統計	3				2	4	4	4		
	理科 I	4	4								
	物理	4		4	4	4	4	4	4	4	4
地 学	生物	4		4	4	4	4	4	4	4	4
	生 物	4		4	4	4	4	4	4	4	4
	地 学	4		4	4	4	4	4	4	4	4
	地 学	4		4	4	4	4	4	4	4	4
体 育	体育男	7~9	4	4	3	3	3	3	3	2	2
	体育女	7~9	2	2	3	3	3	3	3	2	2
	保健	2	1	1						1	1
	音楽 I	2								2	2
芸 術	美術 I	2								2	2
	音楽 II	2								2	2
	美術 II	2								2	2
	書道 II	2								2	2
英 語	英語 I	4	5							6	
	英語 II	5		3	3	2	2	2	2	4	2
	英語 B	3		2	3	2	2	2	2	2	2
	英語 C	3						2	2		2
家 庭	家庭一般	4	女2	女2							
	食 物	2~12					3	○			
	保 育	2~6					2	△			
	簿記会計 I	3~5			5						
専 門	商業法規	2~4		2							
	数学	5~7							6		
	総合数学	13~15								7	5
	理 数 学	4~6								2	2
特 殊	理 数 学	4~6								2	2
	理 数 学	4~6								2	2
	理 数 学	4~6								2	2
	理 数 学	4~6								2	2
合 計	ホームルーム	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	クラブ活動	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	合 計		32	32	32	32	32	32	34	32	32
	学 校 敷 量	6	2	2	2	2	2	2	0	2	2

(普通科) 1・2年次：芸術は継続で3科目から1科目選択。
 2年次：理科は物理と生物から1科目選択。
 3年次：理科は化学と地学から1科目選択。
 Bコース：○印は国語表現と生物から1科目選択。
 △印は代数・幾何と保育から1科目選択。
 (理数科) 1年次：芸術は3科目から1科目選択。
 2・3年次：社会は継続で日本史と世界史から1科目選択。

表3 昭和61年度の教育課程表 (Y高校)

地学系学部における野外踏査(実習)のあり方

み た む ら む ね き
三田村 宗樹*

【Key Word】

地質調査, 学部教育, フィールドワーク, 安全対策

はじめに

地球科学領域の教育にとっては、その目的が地球の理解であり、取り扱う試料や調査・探査対象は、地球の一部である。このため、分析対象の試料や調査が地球上のどの位置で採取・実施されたかの提示が必ず求められる。

このような試料採取位置や探査位置の決定にあたっては、その目的に合わせて適切な箇所を選定することから始まるので、地形図・地質図の読解ができなければならない。具体的な箇所は現地での確認をもとに決定することとなる。

日本各地の地質状況や層序・地史研究のために地質踏査が行われ、地質図作成が進められてきた。その結果、ほとんどの地域で地質図が存在し、地質図空白域は多くはない。このため、現在では研究・調査は目的に合う限定された地域の詳細分析の調査が行われることが多い。しかし、既存の地質図に研究対象の岩体の位置から試料を採取したというだけで、その箇所が、周辺地域の地形・地質からみてどのような状況にあるかの認識が充分にないと、得られた結果に対する解釈を誤る場合もあり得る。このため、地質図作成を伴う調査研究でなくても、試料採取・探査位置の確認のために、周辺の踏査を行うことが重要である。

学部学生には、卒業研究までに少なくとも地形・地質踏査を経験させ、地球表層の状況を現地で認識する基本的手段を修得させなくてはならない。また、自然に対する観察力を養成することも重要で、彼らが単なる風景として認識している中に、多くの事象が存在し、それらが相互に関連していることを野外で発見できる眼を野外実習を通じて獲得させる必要がある。

ここでは、野外踏査(実習)に関連する基本的

な事項について示してみた。

地形図の理解

多くの学生は、地形図を持って野外を歩いた経験がほとんどない。都市域で育った学生は特にそうである。都市域では、街頭の案内板や大きな建物が位置確認の目安となっていて、それに慣れた学生は、少し開けた郊外では、視認できる目標物を探せず、自分の現在位置を確認できない。視界の狭まる谷の中に入るとなさらである。

踏査の初年時教育の大きな課題の一つとして、地形図の読み方や、調査地での位置を確認する方法を修得することが挙げられる。

このためには、地図表記の意味を理解させ、野外でその表記にあたる実態を確認すること、地形等高線の形状と実際の地形との関係の理解や土地利用や植生表記に着目させ、野外で確認させることなどが課題となる。開けた郊外では、まず人工的な構築物(道路・鉄道・建物・送電線など)を視認させ、地図表記と確認させる。土地利用については、通常、水田は沖積低地に広がり、畑は台地や扇状地などに広がることを確認させ、地形と土地利用に密接な関係があることを理解させる必要がある。また、開けた郊外では、周辺の山地・丘陵地・台地・低地などが見通せることが多いので、現在位置を確認したうえで、地形等高線が示す地形形状とその実態を遠望しながら徐々に地形図に慣れさせなければならない。

地質調査の際、多くの場合、谷あい歩いて調査を行う。視界のきかない谷間では、より注意した地形観察を行い現在位置の確認をする必要がある。谷の方向をクリノメータで確認させる。谷の勾配の変化や谷の両側の斜面の形状・小さな谷の出会いなどを地形図の読み取りとともに確認する作業が重要である。また、野外での距離感覚を修得

* 大阪市立大学大学院理学研究科 教授

させる必要もある。目標物までの目視による距離想定をさせようとして、歩測によって距離を確認させることで、距離感覚を養うことができる。

踏査の際の正確な記載こそが重要であり、地形図上に露頭位置を的確に記入することは、もっとも基本的な作業で、これを行えないとすべての結果に影響を及ぼすことになる。ある程度、踏査の基本事項を修得した学生には歩測やクリノメータを用いた簡易測量によるルートマップ作成をカリキュラムとして組み込むことが必要である。

露頭観察の作法

一般的な地質踏査では、流水で浸食を受け、新鮮な露岩のある溪流沿いに調査を進める。しかし、日本の山地・丘陵地は比較的植生が豊かで、溪流沿いが現河川堆積物で覆われていて、露岩の状態が良好でない谷も多い。谷沿いの小道に沿って調査を進める場合もある。いずれも露頭を探しながらの調査となる。目線の高さの視野に入る状況だけで、露頭が見当たらないという学生が多い。植生に隠れた谷沿いの斜面に露頭が連続したり、道の側溝沿いに露岩していたりする。時には少し藪をかき分けて露頭に近づかなければならないこともある。慣れないうちは、このような露頭に近づくことに躊躇する学生が多い。苦労して訪れた地点で貴重な試料を得られるチャンスを逃さないという姿勢を習慣づける必要がある。

崖に露出するものが、現世の崖錐堆積物か、露岩の風化物かなどの判別をできずに、記載をしようとする学生もいる。まずは、観察しようとする対象物が調査の目的に沿うものであるかを見極める目を養うことが重要だろう。露頭での新鮮な岩の状態からそれが風化するとどのような状態になるかの変化を確認することも必要である。斜面地では、一見、露頭に見えるが、斜面変動によって初生的な構造が乱されているケースもある。場合によっては、大きな崩壊に伴って巨大な岩塊が斜面下部に位置する場合がある。根のある岩体か、重力に伴う変形・移動を伴っていないか、これらの判別には上記の地形図の判読や周辺地形の確認が重要である。斜面防災調査では、その調査目的がこのような現象の解析であるので、さらに深い観察が必要になる。大学の地質系の教室では、斜面変動調査を主とする調査を行う研究室はさほど多くない。しかし、このような事項についてある程度の経験を積ませることは、課程修了後に地質技術者として社会に出る人材には、基本的に必要な技量である。

露頭を観察するにあたって、いきなり露頭に近づいてハンマーで岩石や地層をたたき出す元気な学生がいる。これでは木を見て森を見ずの状況で、場合によっては木さえも見えていない。まずは、露頭の全体の状況をみて地層や岩石の露出状況、概観して認められる構造、特異点などを観察させる必要がある。その後、着目した箇所近づき、より細かく観察させる。観察後、再び露頭から離れてもう一度全体を見渡し、直前に観察した箇所の位置づけを確認する。角度を変えて露頭を観察することも必要である。

学生の中には何かとりあえず計測すればよいという姿勢で、ろくに観察もせずにクリノメータを取り出して、ある面の方向を測ろうとする。学生に尋ねると、どのような面を測っているのか認識していない。「たぶん層理面だと思う」という答えが返ってくる。比較的平滑な崖面に露出した断層や層理の場合、露頭表面から奥へどのように面が伸びるかを慎重に確認する必要もある。観察が充分でないと、面の方位計測も不正確な記述につながっていく。ろくに観察もせずに写真を撮って記録にするとといった行為もみうける。十分に観察して露頭に現れる地層や岩石の状況を野帳にしっかりと記載していないから、あとでその写真を見ても何を撮ったのか説明できない。初学者の学生には、露出した地質体の状況観察を充分に行わせて、スケッチを描かせる経験を積ませなければならない。

異なる露頭間に露出した地層や岩石の相互の関係について、認識しながら踏査することについても、十分に修得させることが必要である。初学者は単に二つの露頭にそれぞれ地層や岩石が露出していたとしか認識できない。指導者は露出する地層や岩石の相互の関係について何度も問いかけ、地質の分布状況の空間認識をしながら調査を進める習慣づけがなされるような働きかけが重要である。特に堆積層の調査では、地質柱状図を露頭ごとに作成させ、露頭間の層位関係の把握をする必要もある。

地質図の作成

地質踏査の日々の蓄積が自ずと地質図の完成に至るものである。しかし、1日の調査後のまとめが不十分で、ある程度調査を終えてから、一気に地質図を描こうとするといろいろと矛盾点が現れる。本来、地質図を描きながら調査を進めることが基本である。このような姿勢で調査を行うことによって、それを完成させるために不足している

情報・地域が明確になり、その不足部分を補いながら良い地質図が描けるようになる。実習では、調査が進むにつれて徐々に部分的にでも地質図が描けてゆくよう、まとめの作業を繰り返させる習慣づけも重要な項目である。

実習のまとめで地質平面図と・地質断面図を描かせると両者に大きな表現の矛盾がみられる図面を提出する学生がいる。これは、先に平面図作成を行って、そのあとに、地質断面図を作成しているからで、平面図での表現が、十分な岩体分布の三次元把握を行わずに作業を進めているためである。作図の際には多くの地質断面図を描くよう学生に指導する。多数の地質断面図を描くことが、調査域の三次元的な岩体分布の確認になり、そのうえでの、地質平面図作成作業がより正確な表現、の作図へとつながる。

踏査実習に関わる社会環境

地質踏査として現地調査を行う際、一般的には山地の谷あいを上りて行く。新生代層の調査の場合、その対象地域が都市域郊外となる場合もある。山地や海岸地域であっても、その地域が国立公園をはじめとする自然保護地域である場合も少なくない。いずれの場合も私有地であるような地域を調査するため、厳密には立ち入り許可などの事前の申請が本来必要であろう。

自然保護地域・都市郊外地域などでの調査行為に対して、必要最低限の許可申請や事前の届をする必要がある。特に、自然保護地域では、土砂採取が禁じられていることが一般的であるので、学術調査・教育のための対象地域への立ち入りと必要量の試料採取許可を得る必要がある。都市郊外地域では、耕作地・竹林・植林などに隣接した箇所には露頭がある場合も多く、時には民家の敷地や学校敷地に隣接して露頭が存在する場合もある。関係者に立ち入りの許可を得るといったマナーが求められる。野外実習で多人数の学生がある地域に分散して調査に入る場合もあり、その場合、地区の自治会などに対する事前許可や、腕章着用などで学生が実習調査中であるということが第三者に認識できるよう、明示しておく必要もある。調査中のマナーとして、地域住民に対する挨拶を心がけることも重要で、住民との会話から調査に関わる重要な情報を得ることもある。

このような、現地調査に関わる社会環境を十分に認識させることが重要である。野外実習の実施にあたっては、教員側も必要最低限の環境づくりをしておく必要がある。

安全対策

野外調査での事故は大なり小なり起こりえるものである。最悪の場合、調査中に死亡事故に至る場合もある。

野外調査にはさまざまな危険要素があるが、危険性を予測し、十分対策を行うことで、その大部分を避けることができること、調査中だけでなく、移動中・休養中・宿泊中の事故にも十分に注意すること、野外調査には、事前に体調を整え、歩きやすい靴・行動しやすい服や鞆で行くこと、持病の薬や健康保険証のコピー等を携帯すること、学生教育研究災害傷害保険等に必ず加入することなど、野外実習のガイダンスでは十分に説明して、自己の事前対策を行うよう促す必要がある。その他、野外での対策として、熱中症、落雷、野生生物、農作物、狩猟罠、喫煙、自然保護地区などに対する注意事項や事故発生時の対応の流れ、緊急時の連絡先、緊急連絡の伝達項目、学生個人の連絡先・血液型などのデータ記入欄などをコンパクトにまとめたリーフレットを用意し、必ず携帯させるのが良い。

初年時教育としての野外実習

身近な自然環境の認識や基本的な知識について、大学生はあまり身につけていないことを野外調査を通じて感じる。大学入学時の学生の基礎学力低下に対して、初年時教育が必要であるとされ、各分野とも1年次の教育カリキュラムにおける工夫を行っている。近年、地学系の教室の場合、ほとんどの学生が高校地学を履修していないので、高校地学レベルを含めた教育の開始となる。

初年時教育において、野外実習は実態を見ながら理解するということから、最も有効な手段の一つであろう。初年次の実習では、野外における多様な自然環境や自然と人との関係について基本的な事項を折に触れて身につけさせる。つまり、地質調査実習であっても、初年時の段階では、単なる地質調査技術の指導だけではなく、野外の自然の認識を深めさせることが重要であろう。

しかし、野外調査は、これまで野外活動経験の少ない学生にとっては、決して楽なものではない。野外実習を履修して、「こんな調査をするとは思わなかった。自分には向いていない」と感じて、進路変更する学生もいれば、必要卒業単位はこなして学部卒業後あっさりと多分野に就職する学生も少なくない。教員には相談しにくいのが、本音をぶつけて相談できる上学年との交流が1年次からあることが必要で、野外でこのような交流ができ

る場を提供することも一つである。

4年間の学部教育において学生の専門知識成熟度合いに応じた無理のない野外実習計画を立てて、各段階で技術修得への自信をつけさせることも必要な課題であろう。このような実習を通じて、現地での情報収集の重要性の認知とともに、地学系専門領域の研究へ向けた動機づけにもつなげなくてはならない。

大阪市立大学の例

大阪市立大学理学部地球学科における野外実習カリキュラムの概要を一つのたたき台として示す。詳しくは、関連のホームページを参照されたい (<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/geos/index.html>)。

地球学科の教育プログラムは日本技術者教育認定機構 (JABEE) の認定を2005年より受けている。地球学科の総括的な教育目標は「地球の過去・現在の学際的な認識能力や未来の予測技術を持ち、地球自然と人間社会の接点にたつて環境保護や自然災害防止に貢献する人材の養成」であり、5項目の学習・教育目標の一つとして「地球学の基礎的知識・技術を野外調査に活用する能力」を設定している。

この目標に向けたカリキュラムとして、地形地質投影法 (1年次、講義、必修)、地質調査法Ⅰ・同実習 (1年次、講義・実習、必修)、地球学野外実習 A (1年次、実習、必修)、地質調査法Ⅱ・測量及び地質調査法Ⅱ実習 (2年次、講義・実習、必修)、地球学野外実習 B (2年次、実習、選択)、測量及び測地学 (3年次、講義、必修)、地質調査法ⅢⅣ・測量及び地質調査法ⅢⅣ実習 (3年次、講義・実習、選択) が設けられている。

1年次には、地形地質投影法で地形図の理解や地質図作成や読図の基本的事項を理解しつつ、土曜日に随時、野外に出かけて調査の基本や地形の読み方、各種の地学関連の自然事象などについて経験を積む。9月に2泊3日で行う野外実習 A に向けて、ガイドブック作成を行い、野外調査の基本準備や調査の基本事項についての記述や図・表の表記法、引用文献の引用方法などを修得する。9月の実習は、2年生との合同で行い、学年を越えた交流の場ともなる。実習で訪れる見学地は、地学現象が明瞭に観察できる地域で実施し、半日程度の調査実習を内容に加える場合もある。この実習は地学現象のダイナミクスを体感することか

ら、より深い理解への動機づけの機会としている。

2年次には、地質調査法Ⅱ・測量及び地質調査法Ⅱ実習で地質調査における具体的な野外観察法・記載法などの基本事項を学ぶ。この授業の後半では、面積3km²程度の小範囲 (自然公園となっている丘陵地の大阪層群) を2日間、各自に踏査させ地質図作成を行わせる。地質図作成の後、課題として尾根部に地下水汚染が存在したと仮定し、その汚染が地下水流動とともにどのように波及するかを予測し、そのための観測井戸設置と表流水観測地点の計画を立案させレポートを作成させる。地下水流動については、局所的な地形に伴う尾根から谷への流動と地質構造に沿う流動が生じると単純化して評価させる。この課題は、各自が作成した地質図の活用方法の一例としての応用的課題でもある。また、必修科目設定の中で、小地域であれ、現地調査から地質図作成とその活用までの流れを経験させるための課題でもある。

3年次は、地質調査法Ⅲ・Ⅳ、測量及び地質調査法Ⅲ・Ⅳ実習を選択科目として提供している。1名~3名のグループで自ら選定した地域 (10~20km²) を地質踏査し地質図作成と構造発達史をまとめて報告書作成と口頭発表するというものである。前期の実習では踏査と地質図作成が主要な課題となるが、後期の早い時期に作成した地質図とその地域の地質状況に応じて、他の専門科目で学んだ各種の分析手法を用いて各自が採取した試料分析などを試み、その結果も合わせて報告書に反映させる。この課題は、4年次の卒業研究と卒業論文作成の足慣らしとも位置付けられる。

おわりに

研究調査の目的に応じて適切な地域の野外調査をふまえて、試料採取・探査を行い、課題の解決の方向へ導く能力・技術は、地球科学に関わる研究者・技術者にとって必要なものである。野外での観察や調査を通じて、新たな課題や発想が生まれることもある。このような機会を持ち、こなして行ける技術の修得は地学系の学部教育で不可欠なものであると考える。分析が高度化したり、より専門的な領域に及んだ研究が進む中、野外調査には費用・時間がかかり、効率が悪く軽視されがちであるが、基本の事象は野外にあるということをお忘れず、関連の教育の質を落とさないような努力が今後もなされる必要がある。

建設系学部における地学・地質学教育

【Key Word】

土木地質学, 地質工学, 環境地質学, environmental geology, 土質力学, 中学理科

えさき てつろう
江崎 哲郎*

1. はじめに

建設系学部における地学・地質学教育の現状と課題について小論執筆の宿題をいただいた。最近解の見つかるものを問題、解を出すのは極めて困難だが重要事項であるので様々な検討をすべきものを課題というそうである。大学教育も課題がいろいろと多く解決の道を提案することは難しい。若い学生に日常的に、望ましい知識、技能、思考方法などの学習を促すという教育の基本を実践してきたつもりであるが、私自身理想的な教育には程遠かったと反省している。しかしながら、長い間教育に携わっている過程で教育のあるべき姿を求めて、教える技術、教育の内容などについて機会あるごとに改善の努力を続けたつもりである。

私は2年前に停年退職したが、それまで24年間土木学科の学部学生に対して「地盤環境工学」と称する講義を担当した。この講義を始めた頃の科目名は「土木地質学」であったが、相次ぐ教育カリキュラムの改革で、教養課程の必須科目「地学」が廃止され、土木学科の専門教育としての岩盤工学や施工関係の科目の縮小統合を余儀なくされ、他方で環境科目の充実が求められる中で、この「地盤環境工学」に至った。その結果地質学の実質的な講義時間はかなり少なくなっている。まさに危機的状況である。

それでは地学・地質学の講義を元に戻すべきか？ そうすれば社会の求める技術者を育成することができるか？ 教える内容は従来どおり、それとも刷新すべきか？ その場合は、どの部分を減らして、何を加えるか？ このような地学・地質学の教育の、まさに課題について、現状および、解とはいえないが私見を述べてみることにする。

2. 建設系学科の地学・地質学教育

全国の建設系学科においても、地学・地質学の講義等は年々削減されている方向にあるようである。教える専任の教員は少なく、研究機関、コンサルタント会社などの非常勤講師に頼っていることも多いと聞く。もちろん深い専門知識と実務経験の豊富な地質技師の講師の方々は、次世代の技術者育成を強く意識されており、教育にも大いなる意欲をお持ちである。まさに生きた教育が実現して望ましいところである。講義をご担当の方々のお話を伺う機会が多いが、皆さんの熱心な指導や若手人材育成の使命感を垣間見ると少しばかり安堵している。

私の所属する土木系学科では、地質が専門でない私が「土木地質学」を受け持つことになった。この科目は代々資源工学科の応用地質講座の教授に講義をお願いしていた。ちょうど担当の教授がご退官になり、他教室に対する教育の負担の問題があったことが大きな理由であった。しかし土木の私が地質学を受け持ったことは、結果的によかったと思っている。その理由は、第一に、私も学生時代にその講義を受講したが、他学科の先生は他の学科の教育に対して何かと控えめであったように思う。学科の先生は、自教室の学生の学力、意欲、学ぶことに関しての行動を把握して、これらを考えながら教育効果を高めようとするからである。次に、地盤に関する専門教育（地盤に限らず河川、計画なども含むのが地学・地質学の特徴である）の次のステップの講義との関連性、受け渡し、重複がないように配慮することが出来る。この点において、基礎科学が中心の土木地質学の講義は他と懸離れた印象を学生側は持つのではないだろうか。

一方で、教える側は、他の手馴れた専門科目と比べて大変であった。まず地学、地質学のテキスト

*九州大学理学研究院特任教授/名誉教授

トなどをいろいろ集めて基礎的な勉強から始めた。応用地質学のテキスト、参考書など多くを参考にさせていただいた。現場調査などで地質の先生と同行する際には、地質学の手順、地質学の考え方の基本など専門知識以外の常識などを教わった。しかし、私の教育の立場からは、教えるべき内容の取捨選択を、土木の立場から地質学を眺めるといふ姿勢で進めていった。必ずしも必要ないもの、逆に欠けているものが相当あったように思う。例えば土木技術者にはハンマー、クリノメータを使う地質調査の実技が出来ることを求めないが、どのようにして調べるのか、調査業務や成果の良否の判断、地質技術者の説明が理解できることが重要と考えた。すなわち「土木技術者の立場からみた土木地質学」の教育があってもいいと考えた。

日頃よく感じるのは現場に精通した土木技術者でさえも、地質技術者の説明には今一つ退屈そうである場面が少なくない。読者には失礼な言い方も知れないが、土木側の地質に対する基礎知識の不足もあるが、地質側の説明も科学的で、技術的でないこともしばしばあるように思われる。地学・地質学に関する土木技術者の学力向上を図るには、教材、教え方、土木工学の教育の中での位置付けを十分に検討しなければならない。

3. 地学・地質学教育の危機

工学系の学生は高校で地学をほとんど履修していない。理科4科目のうち、履修するのは工学系の受験科目である物理と化学だけという学生が大多数である。最近では工学部に生物工学などの学科が出来たり、建設系でも生物関連の研究が行なわれるようになって、生物も見直されるようになってきているが、教育の実態は地学と同様である。現代文明を支えている科学技術は物理や化学が主役かも知れないが、この21世紀環境の時代、生物や大地の科学もきちんと教育できることが不可欠であり、これらのバランスの取れた教育体制の整備が肝要である。これはわが国の教育、科学技術の根幹に関わる課題であり、学のみならず産官学一体となって国に働きかけねばならない。

土木学科はかつて教養科目として地学が必須で、希望者は現地実習の機会もあった。しかし、何度かの改革で、専門課程開始時の学生は、中学理科で「地球と太陽系」「大地の変化」「地球と人間」を履修して以来という状況になっている。正直言って、地学・地質学に興味云々という以前に、地学・地質学に出会う機会があるのだろうか。現

代の学生は素直で、きっかけがあれば意欲を見せて、びっくりするほど成長する。ただし学校の教育で習わないことはほとんど知らない。地学は高校で忘れられかけている。大学の地質学科の多くが地球惑星学科に変わっている。若い人たちは興味を持つ前に地学、地質学という学問があることに気付くのだろうか。

私の講義では当初の学力を試す意味もあって、最初に中学校の教科書の中の前述の「地球と太陽系」などの中から地学・地質学に相当する文章を使って、100の専門用語、数値などを回答させる問題を与えることにした。正答率は30-40%である。ただし用語群を与えて空白に入れさせると95%になる。要するに彼らは公立高校の入試のための勉強をただで、丸暗記と答案テクニックの学習をしたかのようにすら思われる。遺憾ながら、これが地学の初等教育の実体のようなのである。或る年に超有名大学の集中講義に招かれた際に、この問題を試させていただいたが、結果はほぼ同じであった。おそらく社会人の土木技術者も同程度ではないかと推量している。中学校のテキストは、限られたページの短い文章、図表の中に地学・地質学の要点がよくまとめられている。しかしこれを教えている理科の教師は地学・地質学の理解・認識はどの程度だろうか。初等教育時代に、この理科教育をきっかけに、生徒は自分の周りの自然を感じ、自然と人間とのかかわりを実際の生活や活動の中で理解する動機に繋がっているだろうか。そうなるようにするのが本当の「ゆとり教育」ではないか。地学の知識・情報が答案の文字としての認識としてか捉えられていないかというのは危惧しすぎかもしれないが。

教育はいつの時代も批判される課題である。受験のために勉強するのは自発的なものとして肯定されようが、受験テクニック優先の教育、丸暗記で内容のない教育は改めるべきであろう。数学などの技能型科目と比べても、地学などの知識・理解型の科目は、受験問題向けの丸暗記という方向になりがちに思われる。そうならないためにはどうしたらいいのか。専門教育としていろいろと試行を行なった。第一に中学理科の教材をもとに、学生のプライドを考えて出典を示さずに初期導入の教材を用意した。中学校の教科書は、地学・地質学の専門の立場から読むと実に簡潔に地学・地質学の基本、概要が記述されている。これを講義の始めの序論の中に取り入れ、不履修の空白を補うことにした。後でふれるが、最近の教科書や講義のシラバスを拝見すると、最初の序論は極めて

短く、直ちに本論に入るようである。最初に講義の意義、あらまし、専門教育の中での位置付け、学問体系や背景、更にはなぜ必要かなどの説明を受けると、学生も少しは興味が沸くのではないだろうか。先生側にとって教えたい、教えるべき事項が極めて多くなっていることは良くわかるが、受動的に多くを教える教育より、学問の概略、重要さを初めに示して興味を呼び起してから教えることが教育効果は高いと考える。

4. 地学, 土木地質学, 環境地質学などの講義内容・構成

さて、ここで地学, 地質学, 最近の環境地質学などについて簡単に整理しておこう。地学は主として地球の固体部分とそれに関する諸現象を扱う自然科学である。地質学はもちろん主要な部分を占める。他に地学は天文学, 気象学, 地形学に及び、地殻を構成する土や岩, 大気, 水, 生物など

表1 keller 著:『Environmental Geology』目次

Part 1	Foundation of environmental geology
Ch. 1	Philosophy and fundamental concepts
Ch. 2	Earth materials and process
Ch. 3	Soil and environment
Part 2	Hazardous earth process
Ch. 4	Natural hazards: an overview
Ch. 5	Rivers and floods
Ch. 6	Landslides and related phenomena
Ch. 7	Earthquakes and related phenomena
Ch. 8	Volcanic activity
Ch. 9	Costal hazards
Part 3	Human interaction with the environment
Ch. 10	Water: process, supply and use
Ch. 11	Water pollution and treatment
Ch. 12	Waste management
Ch. 13	The geologic aspects of environmental health
Part 4	Mineral, energy and environment
Ch. 14	Mineral resources and environment
Ch. 15	Energy and environment
Part 5	Global change, land use and decision making
Ch. 16	Global change and earth system science
Ch. 17	Air pollution
Ch. 18	Landscape evaluation and land use

も対象としている。137億年前の宇宙の起源には及ばないが、46億年にわたる地球の成立ち、変遷を解明する目的で、地殻を構成する物質である岩石・鉱物、地殻の構造と挙動、その時間的変遷を明らかにする地史などの切り口から展開している自然科学が地質学である。

そしてその基本法則や知識を工学や技術に応用するのが応用地質学, 地質工学, 土木地質学などである。この中での違いは応用の目的によって異なるとみてよいだろう。これらの原典というべき渡邊貫著「地質工学」¹⁾では、第一部を地質概論として地質学を記述し、第二部は改めてタイトルと同じ「地質工学」として地質や地下水の調査法, 試験法, 工事施行法, それに当時はまだ体系化されていなかった土質力学などを取り上げている。土木建設に役立たせようとするのが土木地質学である。地質工学とほとんど同義であるが、最近の土木地質学は更に具体的な建設への応用に特化した内容となっている教科書もある。

さらに環境地質学は、環境、防災という今日の最重要課題に対しての地質学の応用技術であり、教育もこの方向が主流となっていくであろう。これは従来の土木地質学で取り上げてきた時空間を遥かに越えたものとなる。拠点的なものから地球規模に至るまでの広域、かつ将来に至る長い年月を考慮しながら、より広汎な地学的分野に人間活動、生活が加わり。環境、防災の課題解決という目標設定が求められる。我々が環境地質学に進んでいくのは、まさに時代の要請の感があり、極めて息の長い展開になっていくものと考えられる。残念ながら現在のところ、このような環境地質学の教育は未熟であり進化の過程にあるように思われる。

環境地質学に関する教科書は海外でもいくつか刊行されている^{2,3)}が、私が教育の参考としてきたE.A. Keller 著「Environmental Geology」⁴⁾を取り上げて内容を紹介する。現在では更に改訂版が出ているが基本的には変わっていない。目次を表1に示す。このようなテキストがGeologyかと疑問をもたれる方も多いであろうが、タイトルに明示されているようにGeologyの範疇に含まれているのである。地質学の基本である岩石・鉱物、地殻構造、地史それに地質調査など地質学の基本が軽視されているなどのご指摘があろう。この教科書はリベラルアーツ的でもあるが、基礎となっているのは地質学、応用地質学であると著者は明快に述べている。私は講義の序論などに部分的に採用し、より専門的となる環境・防災に関する章は、

大学院の講義の英語教材として採用した。このテキストの特徴は、

- (1) 地域の環境問題から地球環境問題、自然災害問題について、自然の過程を基軸にして地質学を中心に、それらとのかかわりを論じている。また、環境倫理、人口爆発、地球の有限性の認識、環境問題解決のための意思決定などを学ぶが、地質学の立場から、また非技術的立場からも述べている。
- (2) 土木の学生にとっては、地盤工学、水理・河川工学、環境・防災学などを学ぶ際に必要な地質学との繋がりが暗示されている。また多彩な事例、特記記事が随所に示され理解を助ける。さらに人為的開発と自然、エネルギー論、土地利用、景観などにも言及している。

また、これは前述した中学理科の「地球と太陽系」「大地の変化」「地球と人間」の次の段階の高等教育とも言えるかもしれない。Geologyは守備範囲が実に広いようである。

5. これからの地学・地質学教育の展望

建設系の地学・地質学に関するシラバスをいくつか拝見すると、地形学を含めた地質学の基礎に加えて、地質調査法、日本の地質の特徴などが続く。真摯で緻密な記載を重視される地質学の先生が丁寧に講義されている光景が思い浮かぶ。最近では環境、防災が加わり、更に地質学の自然をみる視点、その応用といった章が加わっている。教科書の著者、講義の先生は、いろいろと工夫改善されて、時代の要請に応える教育を実践されていることが伺える。ある土木地質学の教科書は、就職して即戦力となるように、現場を重視したトンネル、建設工事の調査や設計の実践に特化した内容となっている。

かつては学生を受け入れる側の企業は、大学の教育に対しておおらかで、独自の企業教育プログラムで企業のカラーに合った人材を育てていく傾向が強かったが、最近では即戦力となるよう大学できちんと教育していただきたいという要請が強くなった。また大学においても教員の教育評価などが行なわれ現場の教育担当者は教育にも追われている。

土木分野では他の産業との違いについて、自然とのかかわり合いを強調し、自然との融合・共生などを標榜しているが、実際には力学の計算技法、数値解析など技能的な教育もまだまだ多い。この現状を考えると、建設系の地学・地質学は自然を

語り、大地の長い変遷を知り、それらとの共生を教育する貴重な存在である。

しかしながら、地学・地質学を受講する段階での学生の素養は、前述のごとく全くないに等しい。教育の原則は年々徐々にステップアップしていくのが原則である。この大きな段差を埋めることが大きな課題である。解決はなかなか難しいが、講義の本論に入る前にオリエンテーションとして、自然現象、環境問題、自然由来の材料、エネルギーと社会などと地学・地質学の関連性、重要性、またどんな学問体系であるかなど、序論に時間をかけることが望ましいと思う。担当者からは、限られた時間内でそんなところまで教えるのは不可能であるのご意見があるかもしれない。しかし、大学の科目履修は、本来講義時間に加えて同じ時間の予習と復習をすることになっている。大学生の勉強時間が少ないことが指摘されているが、それが事実ならば学生は履修の要件を満たしていないことになる。また、時間が足りないのは、教える側が自分の講義時間での限界をおっしゃっているのであろう。いかに優れた教科書であっても、それに沿って坦々と教える講義、理学部の地学・地質学と変わらない講義では、学生は予習復習をしないし、試験前に得意の丸暗記で勉強すれば単位は取れる、単位が取ればそれで修得という気持ちになるように思う。

私の場合は講義のテキストをHPですべて事前に与えて、講義前にはテキストを一通り理解しているという前提で講義を進めること、講義中に教えない部分もあること、それを試験に出すこともあることを周知させる。講義はテキストに沿って進めるが、何故それが重要なのか、どのような場面で役に立つのかなど毎回10項目程度をとりあげて異なる切口から詳細に説明することに努めた。学生の見せる受講態度によっては、なぜこのことを学ぶのかなどの原点に立ち返って言及することもあり、教える側の問題に関しても、従来の教科書の問題点、矛盾、さらに深く学ぶための調べ方、課題などについても説明した。

豊富な知識と現場経験をお持ちの講師の先生は、教科書に沿って坦々と教えるよりこの方が講義のやりがいがあると思われるかもしれない。しかし大学の教員にとってこの授業のやり方は実に大変だった。それでも地学・地質学の基礎が欠けていた私自身にとっては、講義の準備が自身への大いなる勉強になった。私はこの講義のやり方が必ずしも成功したとは思っていない。しかし従来どおりの教育をするよりも間違いなく良かったと

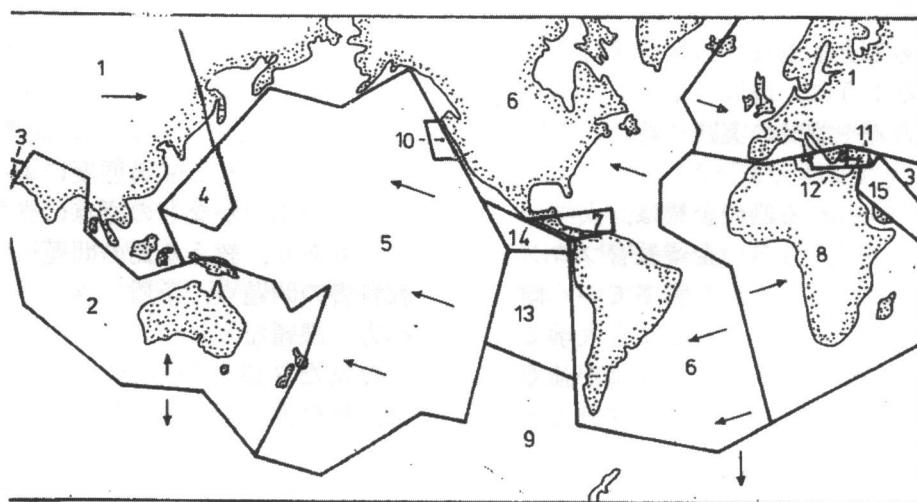
思う。教育は常に課題が続くものである。

従来の教科書の問題点について触れたが、ここでは具体的な2つの例をあげる。まずは日本列島の地質構造を解説する地質図が必ず示される。これには基本的な地質構造の理解に役立つ新第三紀/系時のものが選ばれているが、この時代を明記していない教科書が少なくない。もう一つの例は、プレートを示す図である。ほとんどの教科書には日本列島付近のプレートが示されているが、やはり国際化の時代、全世界のプレートが示されるべきである。ユーラシアプレート、北米プレートなどの全貌やなぜプレートが動くのかなども教えるべきである。

「大学はたんに技術を修得するところではない、全ての現象、物理、化学、生物学から社会、経済に至るまでの真髄を把握、理解し、その上で事象を視て、その真相を明らかにすること。予想とは異なる事象に遭遇した場合にも、演繹的にその真相を結論し、現在を視て将来を判断する能力を育てることにある。技術者、管理者、行政官になる諸君が他の分野と異なっているのは、そのような行動の軌跡が、直接的ばかりでなく、自然や社会に間接的な貢献になるであろう。…(以下略)」これは九州大学で一世紀前に開講された河村幹雄教授⁵⁾の土木地質学の講義の2時間にわたる緒論のくだりであり、土木地質学を学ぶ意義を説いている。地質の知識の欠乏が工事進捗の阻害や大きな失敗の実例が多いという直接の必要性の他、経済地理と地形地質の関連を説き、社会資本の計画を

立てる際に、現在を視て将来を判断する能力を賦与するという大学教育の一環としての意義を、具体例を挙げて示している。更に、これらの講義で得られる知識は修養としての価値があるのみで、実際に役立つものではなく、この初歩の知識を基に実際の現場での観察によって自ら会得することなしには遂げられないことを論じている。また、地質と工学の関係、地質学の周辺の学問、地質学の学習法、参考書さらには学生としての学ぶ態度までに及んでいる。

そういった視点で見ると、例として挙げて失礼かも知れないが建設系の必須科目である土質力学の教科書の序論は、初期の最上武雄著「土質力学」⁶⁾が第1章序論、第2章準備的考察と進むのに対して、最近のそれは、ほんのわずかで、直ぐに土の組成・性質、圧密…と進んでいく。学生は、土を粒状体としてモデル化し粒子の粗細と間隙の水で力学特性を定量化する力学体系を初めのうちは理解しないまま、計算法、試験法の技法を学習しているように思われる。栗原氏⁷⁾は、地盤工学の体系の中での土木地質学について次のような意見を述べている。地盤力学と同様に一つの重要な基礎科学とされてきた地質学は、完全な協役的な扱いになっており、自然地盤や地山を対象とする場合に不可欠な地形地質の知識が必要で、土木地質学が独自の位置を占める地盤工学の体系こそが望ましいと主張されている。全く同感である。現場の問題で困っている責任技術者は、コンピュータの解析結果よりも、地質技術者の調査結果、意



- | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 EURASISCHE PLATTE | 5 PAZIFISCHE PLATTE | 9 ANTARKTISCHE PLATTE |
| 2 AUSTRALISCHE | 6 AMERIKANISCHE | 10 GORDA |
| 3 IRANISCHE | 7 KARIBISCHE | 11 TÜRKISCHE |
| 4 PHILLIPINISCHE | 8 AFRIKANISCHE | 12 GRIECHISCHE |
| 13 NAZCA | 14 COCOS | 15 IRANISCHE |

図1 世界のプレートの分布

見に傾聴し、頼りにしているのは今も変わらない。

一方で、環境地質学という新しい展開も見られるが、タイトルに対して内容はいまひとつのようである。環境というよりは依然として土壤汚染や地盤沈下といった地盤に関連した公害問題や廃棄物処理などが主な内容で、その土木工学的展開に終始しているようにみえる。大地の自然、地形地質に関する自然科学の視点から、その全貌を捉えて、自然の修復・保全をはかるために技術的解決のみならず社会的解決へ向かうのが環境地質学である。また自然科学はメカニズムや挙動を解明できるが、解決は出来ない。大震災の経験は、自然科学の地震学では地震予知や防災の技術展開には限界があることを明らかにした。自然科学は基礎として極めて重要だが、広い視野を持ち他分野と連携することによって初めて環境や防災の課題解決の実践が可能になる。

6. 終わりに

今日、地球規模の環境問題は世界的に最大の関心事項である。また大震災を目の当たりにして自然災害の防止、軽減についての意識もこれまでになく高まっている。地学・地質学は、地球の長い歴史の中での大地の移り変わりをつぶさに把握しており、今後は環境地質学・防災地質学として多大な貢献が期待されるだろう。我々の近未来の活動に向けての課題と目標は以下のように考える。

1. 自然災害：科学技術で制御するには限界があるという認識の下で生命・財産を守る。
2. 環境影響の評価：長期的視点から環境、景観などを積極的に考慮した土地の開発利用を実現する。また、自然環境の修復・再生を行なう。
3. 自然資源の利用：鉱物・エネルギー資源の有効利用をはかる。その際に環境・安全のための循環系を確立させるとともに、その系の最小化をはかり資源消費を低減せしめる。
4. 物質循環の解明：地球をめぐる炭素、水などの循環を時間空間で明らかにし、人間活動の及

ぼす影響を定量的に把握して、地域から地球規模までの環境問題解決のための手段を示す。

地球に関する地学・地質学の知識やデータ、自然に対する理解は、これらの実践になくってはならないものである。しかしながら、この新しい分野に大きなインパクトを与え、その展開に新しい道を拓くには、これまでの領域に閉じこもらないで、その全容を俯瞰しながら、地球の歴史を問いかけ、人々の自然観、生命観を理解しつつ、地球規模の広い視野で取り組むことが求められる。市民に信頼される技術の創出、安全安心の社会実現のための活動、途上国を中心とした国際協力、産学官の協働など多彩な活動がなされねばならない。

建設系の技術者は、地学・地質学を深く理解しながら、また地質技術者をはじめ多くの分野の人々と連携しながら、地域から地球規模までの、社会基盤整備、その維持管理、それに環境の保全・修復、防災に取り組むことになる。未来に向けての活動を推進するのは若い次世代の技術者である。これらの困難な課題に取り組み、解決への道を拓くことの出来る人材を育成することが第一である。これらの中核となる地学・地質学教育について関係者の活発な議論と取り組みを期待したい。

〈参考文献〉

- 1) 渡邊貫 (1937) 地質工学・増補版, 古今書院
- 2) 日本応用地質学会編 (2011) 原典からみる応用地質学, その論理と実用, 古今書院, p.174
- 3) ヒプキン他 (2003) 環境と地質 (全5巻) 全国地質業協会誌, 古今書院
- 4) Keller E.A. (1996) Environmental Geology, Prentice-Hall, Inc.
- 5) 河村幹雄 (1933) 河村幹雄博士遺稿, 同刊行会, pp. 1053-1063
- 6) 最上武雄 (1958) 改稿土質力学, 岩波全書
- 7) 栗原則夫 (2005) 地盤工学の体系と土木地質学, 土と基礎, 53-7, pp 28-29

JABEE と 「地球・資源およびその関連分野」

はらぐち つよし
原口 強*

1. JABEE の概要

JABEE（日本技術者教育認定機構）は1999年に設立され、技術者教育の認定を通してその質保証を行う日本で唯一の組織で、77の学協会を正会員とし27企業を賛助会員とする一般社団法人である。

その目的は、「統一的基準に基づいて高等教育機関における技術者教育プログラムの認定を行い、その国際的な同等性を確保するとともに、技術者教育の向上と国際的に通用する技術者の育成を通じて社会と産業の発展に寄与すること」とされる。すなわち、プロ意識を持つ技術者の育成に寄与することにある。

2001年度の認定開始以来、2011年度までに171教育機関の450学士課程プログラムを認定し、修了生累計は約17万人にのぼる。（図1）¹⁾

JABEE認定プログラムの修了生は技術士一次試験免除されるが、その制度は2006年度に始ま

り、修了生の技術士二次試験の合格者は2008年1名、2009年5名、2010年24名、2011年31名である。2010年度二次試験合格者は全体平均41.5歳、JABEE修了生平均28.1歳、最年少は26歳の5名でそのうち3名がJABEE修了生であった¹⁾。

2. 地球・資源およびその関連分野

JABEEの認定16分野の中に「地球・資源およびその関連分野」があり、現在の認定プログラム数11、全体の2%（図2）にあたる。関連する学協会は資源・素材学会、日本応用地質学会、日本地下水学会、日本地質学会、全地連で、JABEE「地球・資源およびその関連分野運営委員会」が審査・認定に対応している。

2.1 地球・資源およびその関連分野の認定プログラム

認定11プログラムの特徴について、各プログラムのホームページを参考にその概略を述べる。

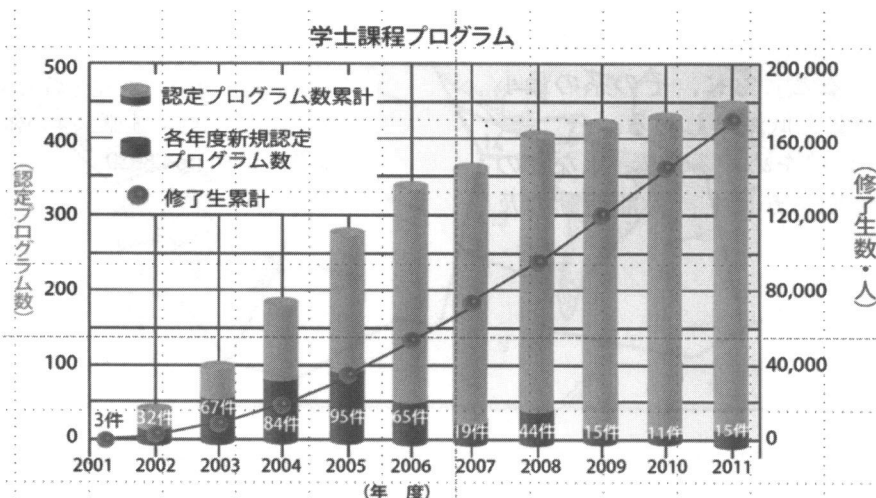


図1 JABEE認定プログラム数と修了生数¹⁾

* 大阪市立大学大学院理学研究科

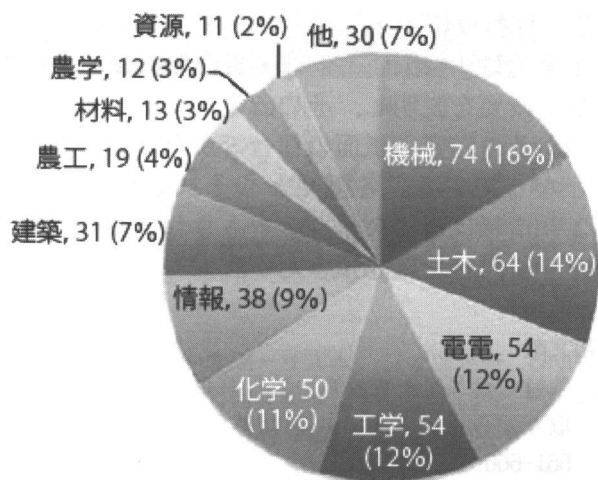


図2 分業別 JABEE 認定プログラム数 (~2011 年度)¹⁾

- ① 茨城大学 理学部地球環境科学コース 地球科学技術者養成プログラム²⁾。定員 15 名。特徴：環境保全・自然の接続的開発・防災等に関する専門技術者として活躍できる人材の育成を目的とするプログラム。修了生の動向：卒業後大学院に進み，修士課程修了者の多くが，地球科学に関連する専門職に就職。
- ② 大阪市立大学 理学部地球学科³⁾ 地球システムコース：定員 16 名。特徴：自然と社会の接点にたつて両者の共存に貢献する人材の養成プログラム。修了生は大学院在学中に技術士補の資格を申請して在学中に実務経験を積むことができる。修了生の動向：約半数は大学院へ進学後，希望する進路を目指す。地質関連企業への関心が深まり，就職希望が増加。
- ③ 島根大学 総合理工学部地球資源環境学科⁴⁾。定員：50 名。特徴：理工融合を基本理念し，地球物質システム学，環境地質学，自然災害工学の 3 講座があり，野外地質調査技術の修得が特徴。修了生の動向：地質・建設・土木・環境コンサルタント関連会社・石油・金属・非金属・セラミックス・エネルギー資源関連企業，中・高の理科教員，学芸員，公務員などに就職。
- ④ 首都大学東京 都市環境学部都市環境学科地理環境コース⁵⁾。定員：30 名。特徴：地理系での唯一認定プログラム，文理連携型のカリキュラム，GIS の基礎理論と応用技術の習得，少人数教育による指導。修了生の動向：官公庁，民間のシンクタンク，地質・建設・計画分野のコンサルタント，地図・航空写真測量，気象関係機関，IT 業界等で専門・技術職の就職が増加。
- ⑤ 信州大学 理学部地質科学科 応用地質科学

コース⁶⁾。定員：15 名。特徴：人類が地球環境と共存しながら継続的に利益と安全を享受できるように地質事象に対応できる専門的職業人となることを希望する人のためのプログラム。多数の野外実習や野外見学を盛り込んだ構成。修了生の動向：認定後から地質関連業種への就職状況が著しく向上。修士課程修了者も，教員・IT 企業のほか，地質技術職に数多く就職。

- ⑥ 千葉大学 理学部地球科学科⁷⁾。定員：45 名。特徴：地球環境や災害等を理解するための地球科学に関する幅広い基礎知識と専門知識，そして，これらに関する地球的及び地域的・社会的・倫理的視点も含めた総合的な判断力を有し，与えられた制約の下で自主的・計画的に仕事を遂行し，さらに，国際的に認知され協働作業のできる地球科学の自立した技術者を育成するプログラム。修了生の動向：地質コンサルタント，土木建設，地球資源，環境コンサルティング分野に就職。
- ⑦ 新潟大学 理学部地質科学科 地質エンジニアリングコース⁸⁾。定員：25 名。特徴：地質エンジニアリング分野の職業，すなわち地質学を社会的に応用しその技術を活用する職業に就く場合を主に想定し，本学科の教育分野のうちそれにとくに有用と思われる分野，そして必要不可欠な分野について特化した構成のプログラム。「フィールドワークができる学生を育てる」が教育目標。修了生の動向：学卒後に就職する学生は地質系以外の民間企業に就職する例が多く，修士課程修了者の多くは地質系企業をめざすことが多い。
- ⑧ 日本大学 文理学部 地球システム科学科⁹⁾。定員 70 名。特徴：全国私立大学で唯一の総合的な地球科学の学科。地圏，水圏，気圏を対象に 10 の研究分野で構成される。トレーニング教育，フィールドワーク教育，海外実地研究などが特徴。修了生の動向：情報サービス業，調査コンサルタント業を中心に多分野に就職。国立大学大学院を含めた大学院への進学も増加。
- ⑨ 北海道大学 工学部環境社会工学科 資源循環システムコース¹⁰⁾。定員：約 35 名。特徴：資源系で唯一の認定プログラム，21 世紀の循環型社会で求められる創造性豊かな自立した技術者・研究者の育成，幅広い工学基礎教育，少人数による実験・演習とインターンシップを重視。修了生の動向：毎年さまざまな業界

より約100通の求人票, 60~70社の企業からの推薦枠, その枠数は本コースの就職希望学生数のおよそ2倍。

⑩ **山形大学 理学部地球環境学科¹¹⁾**。定員30名。特徴: 地球の自然を自然史的視点から学ぶ「地球・生物史」と物質的視点から学ぶ「地球物質学」が2本の柱。基礎知識と専門知識, 技術を修得し, それを社会のさまざまな場面あるいは大学院での研究・学習に応用できる能力を持った人材育成プログラム。修了生の動向: 商社・金融・サービス・小売などが4割, 情報・通信・出版などが2割, 公務員等が2割, 建設・地質調査が1割, 製造業・海洋・環境, その他が1割。

⑪ **山口大学 理学部地球圏システム科学科 地球環境科学コース¹²⁾**。定員30名: 特徴: 豊富な野外体験と調査技術の体得に力点を置き, 地球科学と地域地質の専門知識・調査技術の習得を目標としたプログラム。修了生の動向: 大部分の修了生は大学院へ進学, 大学院を修了後, 自分の専門を生かせる地質関連企業への関心が深まり, 就職希望は増加, 大学院在学中に技術士補の資格を申請し, 大学院在学中に実務経験を積むことができる。

3. おわりに

本文ではJABEEと地球・資源およびその関連分野の概要を説明し, その認定プログラムを紹介した。その内容は紙面の都合でかなり省略したのとなっている。各機関ともそれぞれにPDCAにより情報は常にアップデートされており, 是非その最新内容を確認頂きたい。

引用文献

- 1) 木村 孟: 技術者教育の質保証に向けたJABEEの取り組みとその意義, 情報処理, Vol. 53, No. 7, pp. 661-666
- 2) <http://www.sci.ibaraki.ac.jp/01aboutsci/course/chikyu.html>
- 3) <http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/geos/>
- 4) <http://shimane-riko.jp/subject/terra.html>
- 5) <http://www.ues.tmu.ac.jp/geog/>
- 6) <http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/science/geol/>
- 7) <http://www-es.s.chiba-u.ac.jp/>
- 8) <http://www.sc.niigata-u.ac.jp/sc/dept/geo.html>
- 9) <http://www.geo.chs.nihon-u.ac.jp/html/>
- 10) <http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/course/rescirc/index.html>
- 11) <http://ksgeo.kj.yamagata-u.ac.jp/index-j.html>
- 12) <http://www.sci.yamaguchi-u.ac.jp/dep/geo/ex>

土木研究所資料 第4176号に準拠

土層強度検査棒



重量 4kg
計測時間 約1~2分
計測強度値 c, φ

(独)土木研究所 材料地盤研究グループ 地質チーム開発

国土地理院技術資料H・1-No.10に準拠

滑動崩落危険度評価



盛土形状計測・相対的滑動崩落発生可能性評価支援システム

安定解析・対策工設計

土質強度等入力項目	入力値	標準値	地盤脆弱性指数
過剰間隙水圧高 us(m)	3.0	3.0	0.971
単位浮力質量 γ(kN/m ³)	18.0	18.0	
側面粘着力 c'(kN/m ²)	39.0	39.0	2.253
側面内部摩擦角 φ'(度)	35.0	35.0	
底面粘着力 c2(kN/m ²)	0.0	0.0	14.312
底面内部摩擦角 φ2(度)	25.0	35.0	

標準値と異なる値を入力した箇所は、入力値と標準値の箱にマークが表示されます。

移動体待機時の計算方法: 「面積A×深さD」 or 「幅W×長さL×深さD」

幅W/深さD比: 14.9

盛土形状計測



GISに出力: 谷埋め盛土ハザードマップ



有限会社太田ジオリサーチ <http://www.ohta-geo.co.jp>

～ジオパークにおける地学教育活動～ 伊豆総合高等学校におけるジオパーク教育

【Key Word】

ジオパーク、ジオツーリズム、ジオツアー、UNESCO（ユネスコ）
OECD（経済協力開発機構）、キー・コンピテンシー
ESD（持続発展教育）、ユネスコスクール

うえにし ともき
上西 智紀*

1. はじめに

UNESCO が支援するジオパークは、科学的に貴重な大地の遺産を保全し、それらを観光対象とするジオツーリズムを通して地域の活性化等に資する他、科学教育や防災教育にも活用するプログラムである（日本ジオパーク委員会, 2010）。また、2008 年の第 3 回ジオパーク国際ユネスコ会議の採択宣言に、「地質災害に関して社会と知識を共有するためにジオパークが役に立つ」という趣旨の一文が盛り込まれ、ジオパークにおける防災教育・防災対策の重要性の認識が進みつつある。

ジオパーク活用の経済活動面での柱が観光（ジオツーリズム）であるのに対し、文化活動面での柱が教育であるが、日本の学校におけるジオパーク教育の本格的な実践例は、まだそれほど多くない。学校の正規の授業としてジオパークを取り上げている例は現時点では稀である。

こうした状況の中で、本校では開校初年度の 2010 年度からジオパークを題材とした教育活動を実施している。2010 年度は有志生徒を募って課外授業を実施した。その内容は、専門家による伊豆半島の地質遺産についての講義と野外活動から学んだ内容をもとに、生徒自らが企画・運営するジオツアー（野外観察会）と、地域の小学校への出前授業の実施であった。これらの活動は、生徒の火山・地質への興味関心を喚起し、知識の関連づけや他者への説明などの知識の活用面で顕著な変化をもたらしたほか、地域の居住者としてのアイデンティティーの確立に寄与したと評価された（村越ほか, 2010；小山ほか, 2011）。

2010 年度のジオパーク教育に対し、教育効果が確認されたのを受けて、2011 年度からは生徒によるジオツアーや出前授業を特別活動（部活動、生

徒会活動）で実施するとともに、効果的な教育活動をより多くの生徒を対象に実施するという観点から、総合学科の必修カリキュラムである「総合的な学習の時間」（2, 3 年次に合計 3 単位）においてジオパークを題材としている。

2. 具体的な教育活動

2.1 特別活動における実施

2.1.1 生徒によるジオツアー

ジオツアーは、学校周辺の地質遺産を生徒がガイドとなって案内するものである。生徒はハンズフリー拡声器を装備し、自作のリーフレットを用いて説明を行う。

2010 年度から 2012 年度（8 月 8 日現在）までに小中高校生（10～18 歳）向けに 7 回、教員向けに一回、一般市民（中高年）向けに 6 回、計 14 回のジオツアーを実施し、参加者は延べ 371 人（小中高校生 178 人、一般市民 193 人）であった。

参加した小中学生のうち、80 名にアンケートを実施した。96% が「良かった」と回答し、100% が「また参加したい」と回答した。感想には、「ジオツアーで教わったことを家族に教えたい」、「身近におもしろいものがたくさんあってびっくりした」など、身近な地質遺産への気づきと、それに伴う驚き、喜び、感動の言葉が数多く見られた。

2.1.2 生徒による出前授業

出前授業では、地域の地質遺産について楽しく学ぶプログラムを生徒が中心になって実施している。これまでに実施したプログラムは、「赤色立体地図」を用いた火山探しゲームと、生徒自作の「ジオカルタ（伊豆半島の火山や地域の特産物について記載されたカルタ）」である。

2010 年度から 2012 年度（8 月 8 日現在）までに小中学生を対象に 5 回の出前授業を実施し、参加者は延べ 264 人であった。

* 静岡県立伊豆総合高等学校 教諭

参加した小学生のうち、103名にアンケートを実施したところ、97%が「おもしろかった」と回答し、96%が「また参加したい」と回答した。

2.1.3 その他

2.1.3.1 高校間連携学習

伊豆半島、ジオパークという教材は、伊豆半島の全ての学校で共有できる。また、伊豆半島の地質遺産を包括的に学ぶことは、伊豆半島形成についての体系的・構造的理解につながる。このような考え方から、2011年度は、伊豆半島内の県立高校3校と連携して5回の学習機会（各学校周辺の地質遺産を巡るジオツアー、学習成果発表会）を設け、延べ100人が参加した。2012年8月3日には、静岡県教育委員会主催の地学講座にてジオツアーが実施された。県内の県立高校5校20名の生徒が参加し、本校生徒がガイドを勤めた。

2.1.3.2 学会発表

2010年度から2012年度(8月8日現在)までに、4回の学会発表(いずれもポスター発表)を行った。2012年5月12、13日には、長崎県島原市で開催された「第5回ジオパーク国際ユネスコ会議」にも参加し、英語による発表も行った。

2.2 「総合的な学習の時間」における実施

2011年度の本校総合学科2年生(162名)を対象に、「総合的な学習の時間」において、年間を通じて16時間のジオパーク教育を実施した。これは、全実施時間33時間の48.5%にあたる。中心となる活動を以下に記す。

年月日	内容
2011.5.26	第1回防災意識調査
2011.6.2	大学教員による講義
2011.9.29	ジオツアー
2011.10.6	第2回防災意識調査
2012.1.26	学習成果発表会

第1回目の質問紙調査を東日本大震災から2カ月後に実施し、災害に対する関心が全体的に高まっていたという状況下のため、防災教育として機能したかどうかを判断するための適切なデータが得られなかった。しかし、防災関連の質問項目とジオツアー関連の質問項目との相関係数についてジオツアー前後で比較した結果、増加傾向であったことや、有意なものが多数見られたことから、「ジオツアーに関心をもつ生徒は防災にも関心を持つ傾向にある」という可能性は示唆された。

3. まとめ

3.1 成果と課題

2010年度から2012年度(8月8日現在)までに様々な学習機会がジオパーク教育によって創出された。対象者も小学生から一般の高齢者まで、人数も少人数から1学年規模となる100人単位まで幅広く対応することができた。学習効果としては、ジオパーク教育実施後のインタビューやアンケートから、地域の居住者としてのアイデンティティーの高揚が顕著であると実感している。これは、「人格の形成」を目的とする教育において望ましい効果であるし、その後の各論的な学習のエネルギーとなるだろう。

一方、ジオパークは2004年から始まった取り組みであり、学校内外での認知度が低い。また、ジオパーク教育の実践・研究例は少なく、学校内外で「手さぐり」をしている状態である。系統的な指導につなげるためにも、さらなる実践と研究が期待される。さらに、充実したジオパーク教育の実施には外部との連携が望ましいが、渉外を行いつつ学校内で情報共有し、全体の教育活動を構成するコーディネーターが必要となる。多忙化する教育現場において、新たな役割を創出するのではなく、既存の組織での効果的な運営が望ましい。

3.2 展望

ジオパーク教育は、本校のように地学が教育課程にない学校でも実施可能である。学習内容も、理科教育、社会科教育、英語科教育を中心として、環境教育、地域の文化財等に関する教育、国際理解教育、エネルギー教育等、教科横断的な学習が可能であり、場所、教科、対象者、人数を選ばない「万能な」題材として機能することが期待される。さらに、その活動や育成される能力は、漸次適用が進む新学習指導要領やOECD(経済協力開発機構)が提唱するキー・コンピテンシー(主要能力)、ユネスコが推進するESD(持続発展教育)にも合致すると考えられる。(本校は、2012年6月11日付で、静岡県の県立高校として初めてユネスコスクールへの加盟が承認された。)防災教育においても、「自然の恩恵を享受するために備えるべき危機対応力の育成」という「脅し」だけではない観点の導入や、学校という枠を超えた地域全体における常時の防災教育の展開が期待できる。

ジオパーク教育は、大地、その上に成り立つ自然の営み、人間の営み、地域社会の全てと、それらのつながりを学ぶものだと考える。ジオパーク教育は草創期であり、可能性は計り知れない。

地質標本館

【Key Word】

アウトリーチ, 展示, 地質標本, 地質相談

とし みつ せい いち
利 光 誠 一*

1. はじめに

産業技術総合研究所（以下、産総研と呼ぶ）に所属する地質標本館は、前身の通商産業省工業技術院傘下の研究所が1979年に筑波移転したのに伴い、地質調査所（GSJ：現産総研地質調査総合センター）に併設されました。一般への公開開始は1980年8月19日です。地質標本館の前身は、神奈川県川崎市の地質調査所溝の口庁舎の一室に標本陳列室があり、GSJが所蔵する岩石や鉱物などの標本を展示していました。筑波移転時に、当時のGSJ職員の「標本類を中心とした展示物の公開施設を！」という熱い想いが通じ、地質標本館の新設に至りました。

2001年の中央省庁再編に伴い、地質標本館は産総研の管理関連部門である成果普及部門（2005年8月から広報部）に所属していました。この間、バーチャルなくくりとして地質調査総合センターに所属していましたが、2010年10月の組織再編で、管理関連部門から離れて地質分野の一組織となりました。

2. ミッションと機能

産総研地質分野は「地質の調査」をミッションとしており、地質分野研究統括、同副研究統括のもと、地質情報研究部門、地圏資源環境研究部門、活断層・地震研究センター、深部地質研究コア、地質調査情報センター、地質標本館、地質分野研究企画室が一体となって地質調査総合センター（GSJ）として研究・業務を推進しています。この中で地質標本館は、前身の地質調査所時代から得られてきた研究成果を、地質調査情報センターと密接に連携して国民に提供していく役割を担っています。具体的には、GSJの所有する膨大な岩石

等の地質試料を整備、登録・管理し、あわせてGSJの研究成果のアウトリーチを推進していくことが地質標本館に期待されています。このため、地質標本館は以下の機能を有しています。

- 1) 研究所の広報展示館・標本収蔵施設
研究成果の広報・普及
研究試料（地質標本）の登録・保管
- 2) 地球科学の総合的な博物館
地球科学情報の普及・啓発
生涯教育、青少年の科学技術リテラシー向上
- 3) 体系的な地質試料（標本）の収集・保管とその利用

標本の網羅性、多様性

- 3) 地質試料の調製による研究支援
岩石試料の薄片・研磨片の作製

上記のうち、1)はこの施設が「地質博物館」ではなく「地質標本館」という名前になっている理由でもあります。そして、2)にある体系的な標本収集および標本の網羅製を高める努力をすることで「地質標本のナショナルセンター」としての性格付けをめざしています。3)では他の博物館にはない高い技術水準をもつ技術者によりGSJの研究を支えています。

3. 地質標本館の組織と業務

GSJのアウトリーチと標本の管理、調製業務を推進するため、2012年4月から、企画運営グループ、地質試料管理グループ、地質試料調製グループの3グループが地質標本館の業務を分担して活動しています。

3.1 企画運営グループ

【展示施設の一体管理とGSJのアウトリーチ】

地質標本館の展示は、エントランスホールおよ

* (独)産業技術総合研究所 地質標本館長

び1階と2階にある4つの展示室からなっています。実際には、屋外に大型の標本を配置しており、入館前からすでに展示が始まっています。地質標本館の展示は、主として多数の地質標本の展示と、地質・地球科学模型およびパネルによる研究成果と地球科学の知見の紹介からなっています。展示の概要については、本誌2009年3号に報告していますので、そちらをご覧ください¹⁾。



図1 地質標本館の開催する体験学習の一つ「化石クリーニング体験教室」

国内外の賓客の来館時はもちろんですが、一般の見学者に対しても求めに応じて展示物の解説を行うことがあります。展示解説には、常勤職員だけでなく、研究系のテクニカルスタッフやGSJ定年後再雇用のシニアスタッフがあたっています。それぞれに異なるバックグラウンドをもつ解説員が対応することで、リピーターとして訪れた見学者にはその時々々の解説が新鮮に感じていただけるようです。

館内では、常設展だけでは伝えきれない最新の地球科学情報を皆様にお伝えするために、年3回以上の特別展と年2回以上の特別講演会を開催し、あわせて地球科学に親しんでいただくために年数回の体験学習会(イベント)等を行っています(図1)。また、つくば市や近隣の自治体等が開催するイベントにも出展しています。

外部機関との連携で行うジオパーク活動、「地質の日」推進事業、地質情報展、ジオネットワークつくばについては、2010年10月から地質標本館がそれぞれを推進する委員会の事務局を担うことになりました。2008年から始まったジオパークや「地質の日」(5月10日)は特に最近大きな関心を呼んでいます。2012年7月現在で、日本ジオパーク20地域(世界ジオパーク5地域を含む)が

認定されており、毎年数地域ずつのペースで増えています。5月10日を中心に全国の博物館等を中心に行事が企画されている「地質の日」推進事業に関しては、2012年度には全国55の機関・団体により116のイベントが開催されています。1997年から日本地質学会とともに年1回開催している地質情報展は、地域の方々に地質についての関心を高めていただくとともに、GSJの研究成果について紹介していくことをめざしています。2012年9月15~17日には大阪市(会場:大阪市立自然史博物館)で開催されます。ジオネットワークつくばは、2009~2011年度にJSTの地域ネットワーク支援事業として予算支援を受けて活動しました。この間に、つくば市および桜川市の自治体や研究・教育機関、民間企業を中心に地質・地形に立脚した地球環境に関するネットワークを構築し、市民向けに26回のサイエンスカフェと9回の野外観察会を開催しています。JST予算の終了した2012年度からは活動を大幅に縮小せざるを得ませんが、構築したネットワークを維持し、人材育成として認定したジオマイスター(中級)の活用をはかっていくことをめざしています。

この他、「地質相談所」を窓口として、国内外からのさまざまな階層の地質相談業務に対応しています。毎年8月下旬には「地球何でも相談日」を開催しており、岩石・鉱物・化石等の鑑定のお手伝いをして主に小中学生の夏休みの自由研究に利用していただいています。また、広報誌の編集・発行を行い、出版による成果発信も進めています。

3.2 地質試料管理グループ

【GSJの研究試料の整備、標本登録・管理および利用支援】

地質標本館では、ボーリング試料等を含めて40万点に及ぶGSJの地質試料全般を管理しています。実際には各研究ユニットが管理する研究試料の保管スペースについてユニット間の調整をしながら、研究の終了した標本の登録作業を支援します。そして登録の完了した標本については、地質標本館の管理スペースで保管していきます。地質標本館に登録されている標本は、2012年3月末現在で15万点あまりに達します。

登録された標本は、アーカイブ化、そしてデータベース(DB)化され、インターネットで公開されています。地質標本館に標本登録している全標本の情報を公開しているのは「地質標本登録DB²⁾」です。まず、簡易検索画面(図2)から調べたい標本区分(現時点は、化石、鉱物、岩石、鉱

The Database on Geological Museum Samples

地質標本データベース
Go to DFORM

040543
Created on
2002/12/25
Last Modified on
2010/9/3

地質標本登録データベース
The Database on Geological Museum Samples (DGEMS)

National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

○簡易検索画面
○詳細検索画面

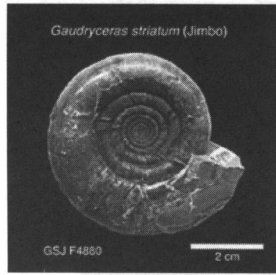
○地質標本登録
データベースとは
○使い方と著作権等
○地質標本の
利用について

Link
○RIO-DB
○産業技術総合研究所
○地質調査総合センター
○地質標本館
○地質情報研究部門
○地質標本RG

地質標本データベース
に関するお問い合わせ
E-mail: gsj@ais.go.jp

詳細検索へ

標本区分	<input checked="" type="checkbox"/> 化石[F] <input checked="" type="checkbox"/> 鉱物[M] <input checked="" type="checkbox"/> 岩石[R] <input checked="" type="checkbox"/> 鉱石[D] <input type="checkbox"/> コア[B] <input type="checkbox"/> 現生[L]
キーワード	<input type="text"/> 条件指定方法はこちら
地形図	<input type="text"/> (5万分の1地形図)
画像	<input type="checkbox"/> あり
登録番号	開始番号 <input type="text"/> ~ 終了番号 <input type="text"/>
一覧表示行数	<input checked="" type="radio"/> 20行ずつ <input type="radio"/> 50行ずつ <input type="radio"/> 100行ずつ



この標本のデータを、種名または登録番号で
検索することができます。
キーワード(種名) : Gaudryceras striatum
登録番号 : 開始番号[4880]~終了番号[4880]

図2 地質標本登録データベースの簡易検索画面²⁾

石の4区分)を選択します。そして枠内にキーワードを入力すれば簡単に標本の検索ができます。仮に、4つの標本区分を全て選択して地名をキーワードとして入力すると、ある地域から産出した標本を全て検索(串刺し検索)することが可能です。このほかに、標本区分ごとの各項目から絞り込んだ詳細検索も可能です。DBの他に、紙ベースでの地質標本カタログも作製して随時出版しており、積極的に登録標本の公開を行っています。

この地質標本管理業務は、担当および協力している職員の標本に関する専門性によって支えられています。この専門性は、標本登録とアーカイブだけでなく、所内外からの標本利用依頼への支援においても重要であり、依頼者からの要望に対して最適な標本の選択や標本状況の把握等において発揮されます。この地質標本に関する高い専門性を維持するためにも担当者は標本研究を行っており、これまでに新鉱物や化石新種の発見を含む標本分類・記載および関連研究も進めています³⁾。

3.3 地質試料調製グループ

【岩石薄片・研磨片作製による研究支援】

地質標本館に所属する薄片技術者は、その高度な技術水準でGSJの研究を支えてきました。そして、通常の岩石薄片や研磨片だけでなく、大型の薄片や研磨片の作製、脆弱な難試料の薄片・研磨片作製についても、研究者の依頼に応えるべく技術開発に取り組んでいます。難試料の薄片・研磨片作製には依頼してきた研究者との緊密な連携が欠かせません。研究本館と地質標本館という渡り廊下一つを隔てただけの物理的な距離の近さも技術開発の大きな利点になっています。通常の岩石薄片・研磨片は、試料の切断や研磨に水や油等の液体を使用して作製されます。最近では、岩石の研磨時に水や油等の液体を使用しない「乾式法」と呼ばれる作製技術を開発し、これまで不可能とされた2つの難試料(海洋底から採取された鉄マンガンクラスト、陸上の土中に堆積した火山灰に含まれる粘土鉱物イモゴライト)の薄片・研磨片の作製を行い研究の進展に寄与しています⁴⁾。今後も研究者との密な連携を重ねて、難試料の薄片・研磨片作製技術の開発に取り組めます。

一方で、この技術は特殊であるが故に、後継者の育成が長年の課題となっています。これは、地

質標本館に限らず地質に携わる業界全体の課題でもあります。少しでも人材育成につながるように、今年から契約職員（テクニカルスタッフ）1名を雇用して技術指導を行っています。今後の人材育成をにらんで、特殊な薄片・研磨片作製技術を一般の方々にも知っていただくよう、最近では様々なアウトリーチ活動にも取り組んでいます^{5),6)}（図3）。今後も薄片作製業務のアウトリーチを継続し、後継者育成につながるような取り組みをしていきたいと考えています。また、乾式研磨法の開発により、外部からの問い合わせが増えており、全国の薄片技術者の技術力の底上げや関連業界の振興のために、技術相談への対応や技術研修の受け入れも行っていきます。

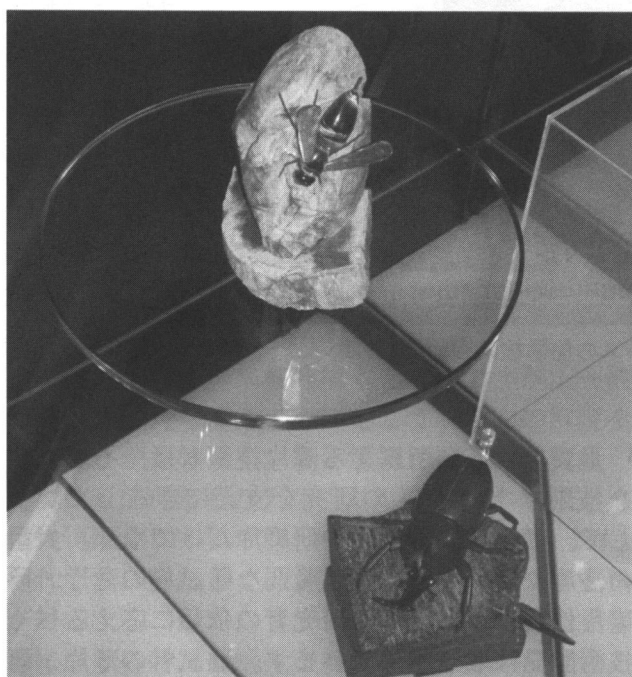


図3 薄片・研磨片作製業務の技術の高さを魅せる展示「石の昆虫」⁵⁾

4. おわりに

長年、GSJの広報誌として発行されてきました「地質ニュース」は2011年3月で発行終了となり、2012年1月から「GSJ地質ニュース」が創刊されました（図4）。都道府県立図書館や大学図書館、公的研究機関図書室等に本誌の冊子を配架していただいておりますが、非売品であるため個人購読には対応しておりませんので、読者の皆様には下記

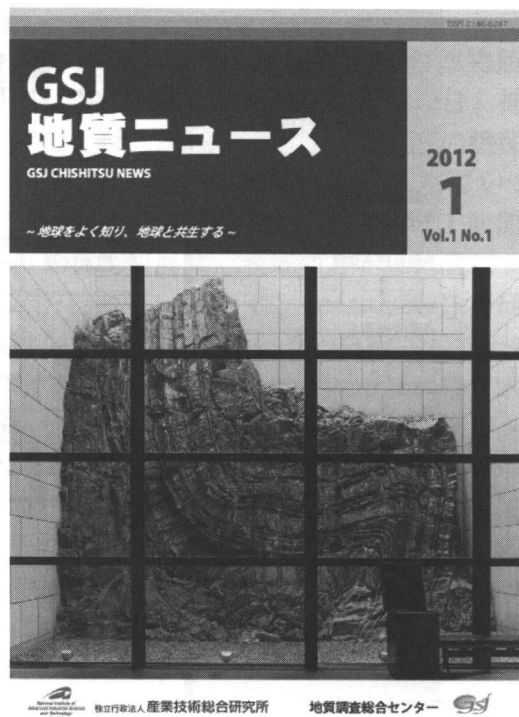


図4 新しい広報誌「GSJ地質ニュース」

のURLからPDFの閲覧をお願いいたします。引き続きGSJの活動や研究成果の広報媒体の一つとして「GSJ地質ニュース」をご利用いただければ幸いです。

<http://www.gsj.jp/publications/gcn/gcn.html>

〈文献〉

- 1) 利光誠一（2009）各地の博物館巡り「産業技術総合研究所 地質標本館」。地質と調査，no. 121，p. 41-42
- 2) <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/dform/DGEMS/>
- 3) Banno *et al.* (2009) Potassic-ferropargasite, a new member of the amphibole group, from Kabutoichiba, Mie Prefecture, central Japan. *Jour. Mineral. Petrol. Sci.*, vol. 104, p. 374-382, など
- 4) 大和田朗ほか（2012）難試料に対応するための薄片作製技術の開発。産総研 TODAY, vol. 12, no. 9（印刷中）
- 5) 地質標本館（2011）地質標本館新展示物のお知らせ—世界一の薄片を作る技術—。GSJ ニュースレター, no. 82, p. 4
- 6) 大和田朗ほか（2011）地質標本館夏休み体験学習「石をみがいてみよう!!」。GSJ ニュースレター, no. 84, p. 4

愛知県山間部の主要地方道で発生した大規模なくさび崩壊

【Key Word】

くさび崩壊, 断層, 現場落石実験, ロッククライミング調査

のり やす しょう じ
法 安 章 二*

1. はじめに

愛知県は、地すべりや大規模な崩壊は比較的小さい地域であるが、愛知県北東部の山間地を通過する主要地方道で発生した大規模なくさび崩壊の崩壊機構及び対策工法について紹介する。

当時、管理技術者として業務に携わり、現場においてロッククライミング調査や現場落石実験等の特殊調査を行った印象に残る現場でもあった。

2. 地域の概要

対象斜面周辺は、1,000 m 級の山が峰を並べ、山腹の大部分は傾斜が 40° 前後の急峻な地形を呈している。当該斜面下には天竜川が流下するが、この主流は佐久間ダムのダム湖となっているために平坦地はほとんどなく、集落の大部分が山麓斜面上に載っている。このような地勢により、当該地から隣接町村に通じる道路は 2 路線と少なく、今回の被災によって他町村に至る最短ルートが遮断された状態となった。

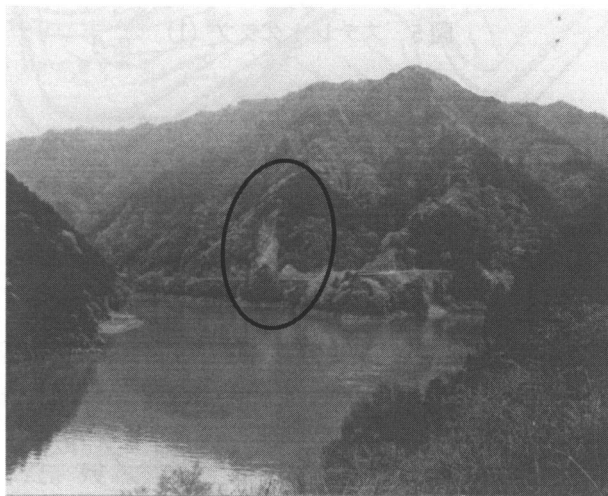


図1 被災箇所遠景

当該地は、領家帯に属する天竜峡花崗岩から構成される。この花崗岩の特徴は、鉱物に一定の配列が見られること、捕獲岩が多いことなどである。

3. 被災状況

岩盤崩壊の発生位置は、道路面より上方約 50~100 m の斜面で、規模は幅が最大 20 m、深さ最大 25 m、斜面長は 45~55 m に達し、崩壊土量は約 3,600 m³ と見積もられた。この北側に隣接する斜面では前年に岩盤崩壊が発生したが、この対策は既に施され、岩盤すべり発生後も部分的な損傷以外に特に変状は認められなかった。

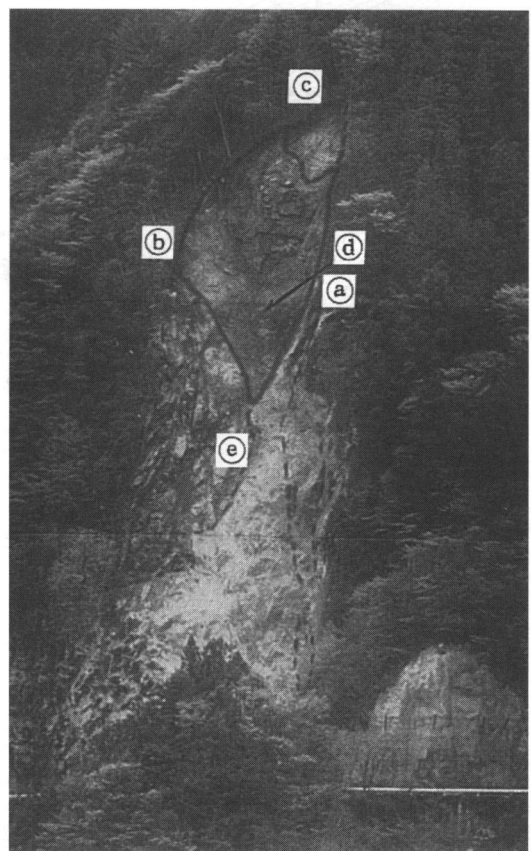


図2 被災箇所の状況

* 玉野総合コンサルタント株式会社 地球環境部

今回の岩盤崩壊発生箇所を地質踏査やロッククライミング調査した結果、

- ①すべり発生箇所の斜面には、比較的硬質な岩盤 (CM~CH 級) が露出する。
- ②2 方向の明瞭なすべり面によって、V 字状の直線的壁面が形成されている。

この左側壁面 (b, c, e) は、厚さ 1cm の粘土を挟在しており、すべり方向とは異なる条痕がみられることから断層面、右側壁面 (a, c, e) は剪断性の節理と考えられた。

以上の特徴から、崩壊形態は大規模なくさび崩壊であり、崩壊箇所背面が直壁となっていることから、くさび状ブロック前端部のみが崩落したと判断した (図 3)。また、被災箇所付近の斜面は、過去にも同様な岩盤崩壊が発生したことを伺わせる凹型の地形を呈していた。なお、今回のくさび崩壊の発生時には降雨や地震といった明確な誘因はなく、素因である断層や節理面の進行性破壊 (不連続面の劣化) に起因すると推定された。

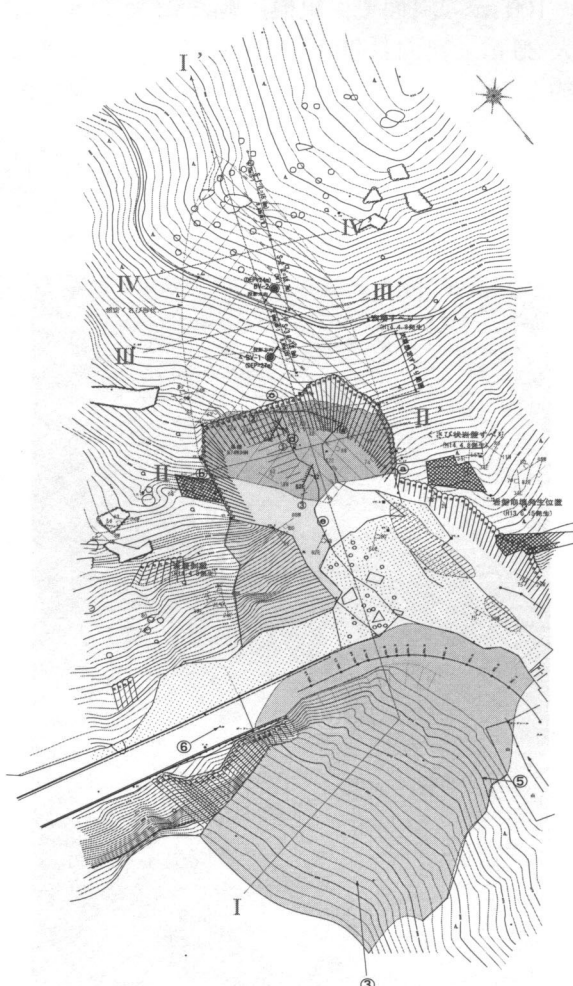


図 3 平面図

4. ボーリング調査

踏査で観察された岩盤状況や不連続面の連続性を確認するため、くさびが残存する後背斜面上で

ボーリング調査を行った。掘削はオールコアボーリングで行い、掘削終了後にはボアホールスキャナーによって孔壁状況の観察を行った。

図 4 にはボーリング調査結果から作製した崩壊

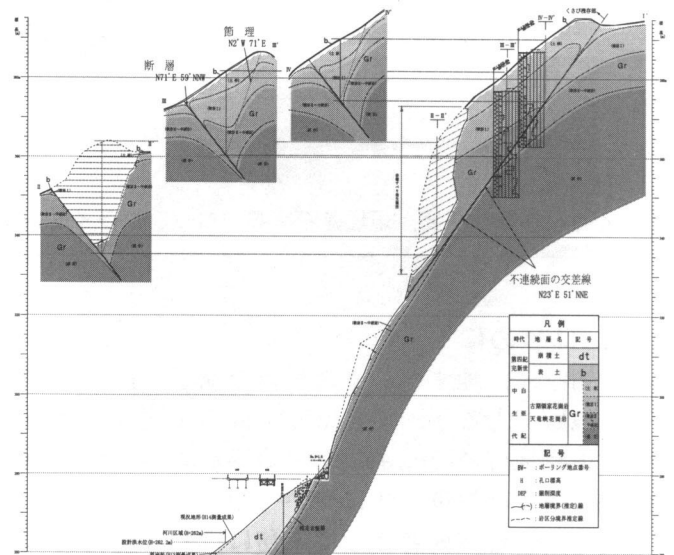


図 4 地質断面図

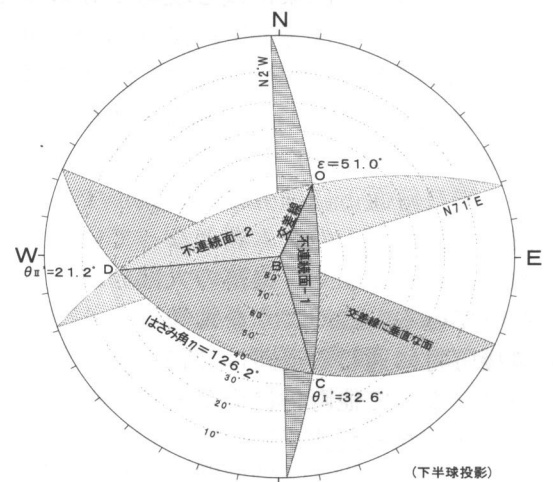


図 5 ステレオグラフ (1)

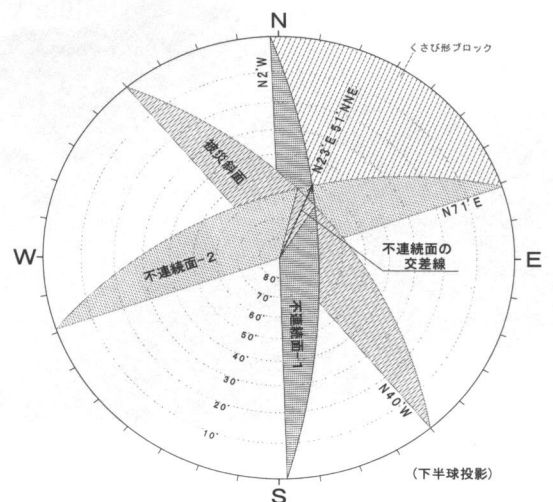


図 6 ステレオグラフ (2)

表1 岩盤の不連続面と斜面の幾何学パラメータ

不連続面及びすべり面の交差線		走向	傾斜	
			方位	角度
不連続面-1	右側すべり面(節理)	N 2° W	88°	71° E
不連続面-2	左側すべり面(断層)	N71° E	341°	59° NNW
被災斜面		N40° W	50°	60° NE
・交差線B0の勾配 : $\varepsilon = 51.0^\circ$ ・不連続面-1の見掛傾斜角 : $\theta I' = 32.6^\circ$ ・不連続面-2の見掛傾斜角 : $\theta II' = 21.2^\circ$				

発生箇所周辺の地質断面図を示す。また、被災斜面及びくさびを形成する不連続面のステレオグラフ(図5, 図6)から、すべり面に関する諸元を表1に示すように設定した。

5. 対策工法の検討

5.1 本復旧対策工の概略検討

本復旧対策としては、下図に示すように、発生源対策として上方斜面に残存するくさびブロックを処理する斜面对策と現道の危険区間を迂回するトンネル掘削あるいは橋梁架設の3案を比較した。

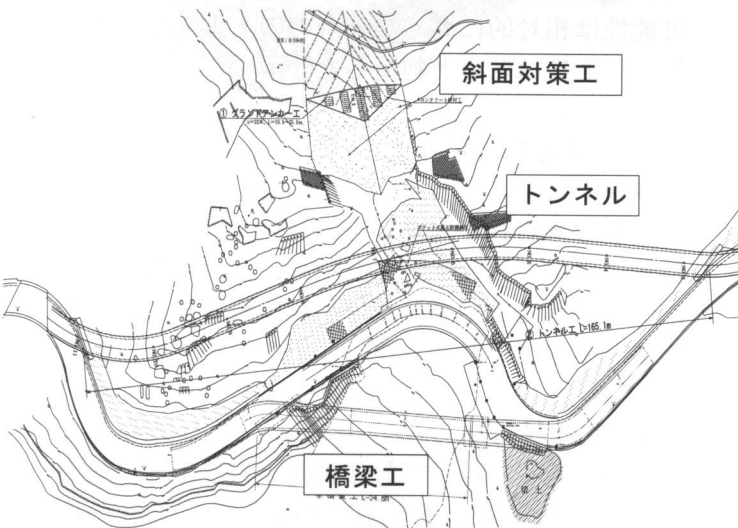


図7 概略検討結果比較平面図

これらの内、トンネル案については被災箇所周辺の地形条件から掘削延長が長くならざるをえず、概算工事費の算出結果では斜面对策工・橋梁工に比較明らかに不利なため、この段階で棄却した。残る斜面对策工及び橋梁工については詳細検討を行ったが、それらの比較は、以下に記す仮設橋及び落石に関する検討結果を踏まえた上で行った。

5.2 橋梁工の検討

被災路線は山間地に位置する当該地では冬季における生活道路として特に重要な路線であり、他路線は積雪時や凍結時には通行不能となる可能性が高く、早急な復旧が望まれた。しかし、崩壊発生後冬期迄の本復旧(斜面对策工あるいは本橋架設等)は時間的に不可能であり、仮設橋による応急復旧対策が必要とされた。

(1) 仮設橋と本橋の位置選定

仮設橋や本橋の架橋位置決定に当たり、先ず本橋に対する条件を列挙すると、

- ①斜面上の残存くさびの崩壊が発生しても危険がない
- ②落石に対して安全である
- ③道路線形に無理がない
- ④架設が可能であること

等となる。①~③では当然ながら(谷側=本橋)-(山側=仮設橋)とするのが有利であり、施工性・経済性の面でもこの位置関係が有利と判断された。

(2) 落石・岩盤崩壊による危険性

図8, 図9に示す現場落石実験の結果では、EL-340m付近の遷急点から礫が跳躍した場合、法尻から20m付近まで到達するケースが認められた。このため、仮設橋や本橋の落石への対処法として、覆式落石防護網工・モルタル吹付工との比較の上、施工性・経済性共に有利な高エネルギー吸収タイプ落石防護網工の採用を提案した。

また、FEM解析から次期岩盤崩壊の発生範囲

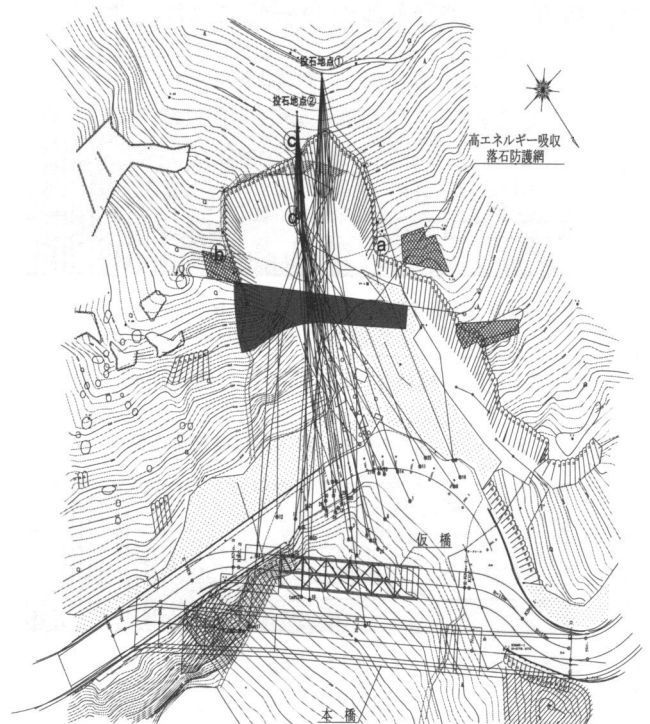


図8 落石実験結果と落石防護網設置範囲(1)

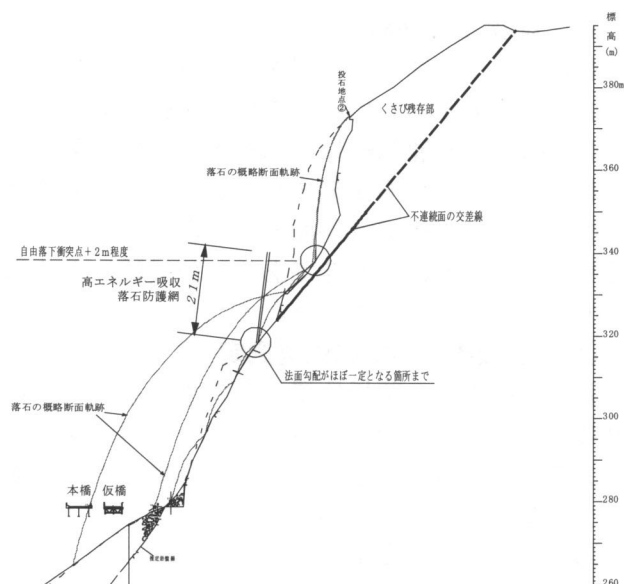


図9 落石実験結果と落石防護網設置範囲 (2)

を予想するため、DDA (Discontinuous Deformation Analysis: 不連続変形法) 解析を行った結果、確率は5%前後と低いものの仮設橋に達する崩落岩塊が見られた (図10, 図11)。仮設橋供用期間中に岩盤崩壊が再発する可能性、そして崩壊土砂が到達する確率を併せて考慮すると、計画される仮設橋が重大な被災を受ける可能性は低いと考えられたが、残存するくさびブロックの変位状況を確認するため、仮設橋の施工開始前に後背斜面上に伸縮計を3地点設置して継続的な計測を行った。

計測の結果、降雨時には多少の変位が認められたが、これは表層のクリープによるものと判断され、残存くさび分布範囲の岩盤には測定期間中で

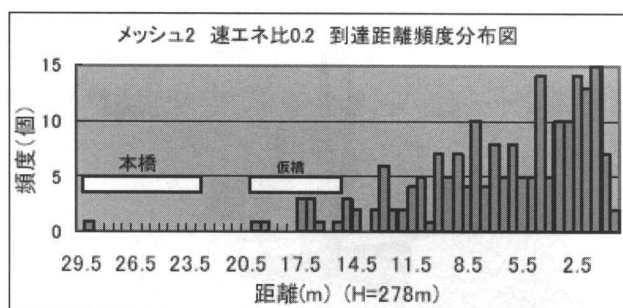


図10 DDA 解析によるブロック到達距離 (1)

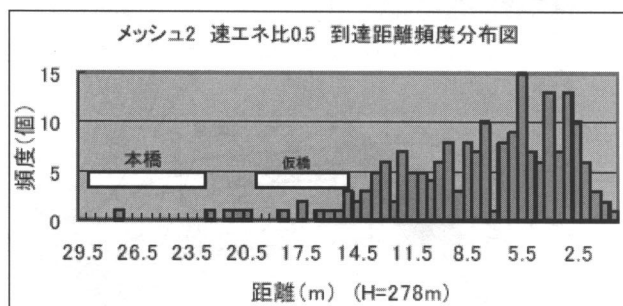


図11 DDA 解析によるブロック到達距離 (2)



図12 約10年が経過した現在の現場状況

の変状は認められなかった。

一方、本橋に落石が達する確率は1%以下と低く、恒久施設となる本橋では岩盤崩壊に遭遇する可能性は相対的に高くなるものの、重大な損傷を被る可能性は低いと判断した。

5.3 対策工の選定

本復旧対策案として、「本橋架設」と「アンカー工」が考えられた。両者を経済性・安全性・施工性等について比較検討した結果、前者がどの項目についても優る結果となり、単純鉸桁橋による本橋架設を本復旧案とした。

6. おわりに

近年、地震や風水害等により、自然斜面の崩壊に起因する災害が多発している。当該地の崩壊は、降雨等が直接的な誘因ではなかったが、素因である断層や節理面の進行性破壊であった。

対策工として、崩壊岩盤を直接的に抑止するのではなく、橋梁による回路を提案した事例であり、対策工の1例として参考にしていただければ幸いである。

最後に、当時業務においてご指導を頂いた愛知県新城設楽建設事務所の職員の皆様に対して、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

各地に残すべき地形・地質

小木玄武岩（新潟県佐渡市）/ 八木ヶ鼻（新潟県三条市）

小木玄武岩の概要

新潟県佐渡ヶ島はすっかり朱鷺で有名だが、その佐渡ヶ島の南西端小木半島の海岸線には、小木玄武岩層と呼ばれる新第三紀中期中新世の時代に水中での火山活動によって形成された岩石が分布している。

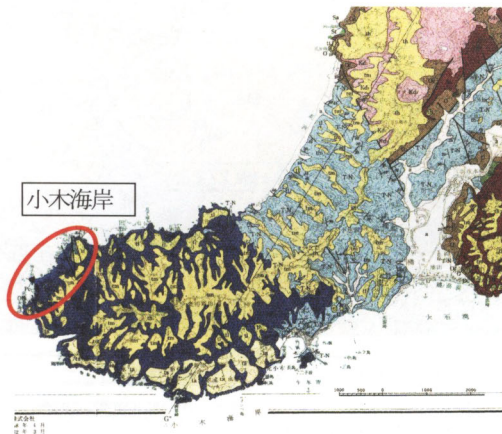


図1 調査地周辺広域地質図（紫色が小木玄武岩）

この小木玄武岩によって形成された小木海岸は7 km にわたって、繰返された隆起、沈降の変化の跡を残して複雑な海岸線地形を呈し、黒褐色の玄武岩と常緑樹林の配合の美しい調和から、天然記念物及び名勝として地元で親しまれている。



写真1 小木海岸全景（沢崎地区）

小木玄武岩は、暗黒色をした玄武岩質の塊状溶岩、枕状溶岩、ハイアロクラスタイトが半島全体

に分布するとともに小木海岸のうち沢崎、元小木の海岸では「枕状溶岩」が露頭している（写真2）。

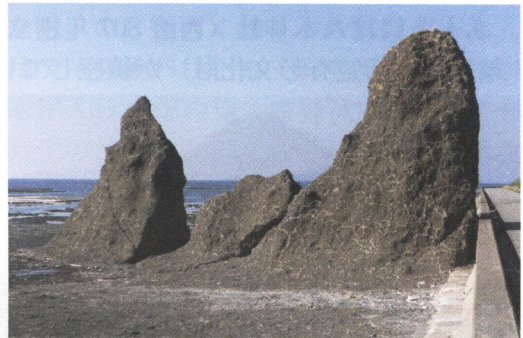


写真2 枕状溶岩露頭写真

また、超塩基性岩の「ピクライト玄武岩」が分布し、その柱状節理と縞状構造が学術的に貴重である（写真3）。



写真3 ピクライト玄武岩露頭写真

小木玄武岩の成因は、「枕状溶岩」は溶岩が水中で噴出した場合に形成されたと考えられる（図1参照）。一方、「ピクライト玄武岩」は、マグマが地表付近の比較的浅いところに貫入し冷えて固まったものである。

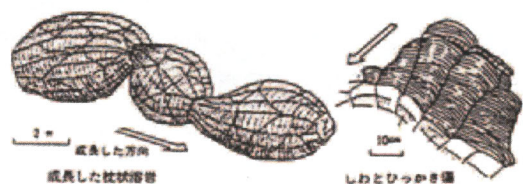


図1 枕状溶岩の成因状況

八木ヶ鼻の概要

新潟県三条市の中心部から南東部に約 20 キロ、信濃川水系五十嵐川に守門川が合流する右岸部に、「八木ヶ鼻 (ヤギガハナ)」と呼ばれる巨大な岩盤の絶壁がそびえ立っている (写真 1)。

この岩壁斜面の高さは約 200 メートル (山頂部の標高 272.3 メートル) である。周辺の里山の風景と調和したダイナミックな景観は、「にいがた景勝 100 選 (昭和 57 年)」に選定されている。

八木ヶ鼻の岩壁ではハヤブサの営巣が確認され、内陸では数少ないハヤブサ繁殖地として、昭和 40 年に新潟県の天然記念物に指定されている。また、ふもとはには八木神社 (西暦 807 年創立、平成 17 年三条市指定有形文化財) が鎮座している。



写真 1 五十嵐川右岸にそびえ立つ八木ヶ鼻

八木ヶ鼻の地質

八木ヶ鼻の岩壁を構成する地質は、「重倉山火山岩部層」に区分される、新第三紀中新世の流紋岩質の貫入岩である²⁾ (写真 2, 図 1)。この貫入岩はドーム状で、周辺の地質より硬質であるため浸食に強く突出した岩体となり、八木ヶ鼻の地形を形成した。八木ヶ鼻の岩体を構成する流紋岩質

入岩は緻密で硬く、柱状節理が発達する。一方、周辺部では軽石質の流紋岩となり、部分的に風化変質が進み軟質となっている。



写真 2 八木ヶ鼻を構成する流紋岩貫入岩

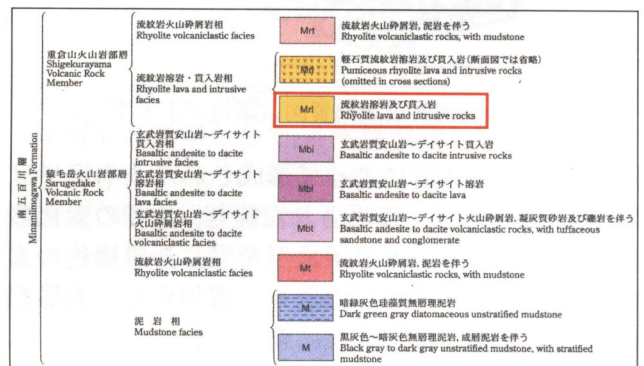


図 1 八木ヶ鼻周辺の地質 (文献 2) を一部改変

また、本岩相は水冷破碎溶岩や、貫入境界で母岩の泥岩層と貫入岩が混合し不規則な急冷縁が見られることから、海底の水中で流紋岩マグマが母岩に貫入したものと考えられている。

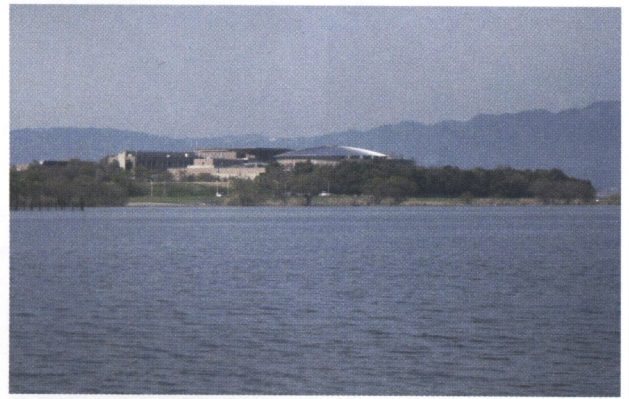
参考文献

- 1) 広域地質構造調査報告書 佐渡地域 S61 通産省佐渡小木海岸 保存管理計画策定報告書 1984, 新潟県佐渡郡小木町, 小木町教育委員会
- 2) 工藤 崇・内野隆之・小松原 琢・高橋 浩・柳沢幸夫: 加茂地域の地質, 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, pp.69, 2011.7. [応用地質 (株) 新潟支店 大曾根啓介・妹尾洋一]

各地の博物館巡り

滋賀県草津市

「滋賀県立琵琶湖博物館」



琵琶湖からみた琵琶湖博物館

はじめに

日本一大きな湖として知られる琵琶湖のほとりにある琵琶湖博物館は、1996年にできた県立としては比較的大きな博物館です。これまでに800万人以上の方が来館されました。琵琶湖博物館のテーマはその名前がしめす「琵琶湖」ではなく「湖と人間」です。ここでいう「湖と人間」は、湖と人間のこれからのよりよい関係を人々とともに考えるという意味で、そのための情報を展示で紹介しているといえます。そのため、琵琶湖のなりたちや過去にいた生物（化石）や水害などの地質学の対象となるものの他に、人々がどのように湖と関係してきたのかといった考古、歴史、民俗や、現在いる生物や人々の暮らし、水環境など、様々な研究分野によって琵琶湖を多面的にみるための調査・研究、資料収集、展示、交流などの活動を行っているのが特徴です。また、それらの活動は人々とともに行うことも理念の一つにあります。

展示は基本的に研究や調査によって得られた結果をもとに構成することが前提になっています。そのため、新しい展示を行う場合についても、新たな研究結果によって構成されることから、研究や調査活動は資料整備や展示などと同様に重要な博物館活動として位置づけられています。また、そういった研究や調査は、外部の研究者との共同研究はもとより、地域の人々と一緒に行った参加型調査なども行われています。さらに、展示自体も地域の人々と一緒に構成することも多く、様々な場面でいろいろな方々に参加していただくような活動を中心に行っています。

展示の概要

展示室は、「琵琶湖のおいたち」、「人と琵琶湖の歴史」、「湖の環境と人びとの暮らし」、「淡水の生

き物たち」の、大きくは4つの部屋があり、その他にはディスカバリールームや図書室のほか、屋外にも田んぼや畑の他、古琵琶湖の時代や縄文・弥生時代の植生によって構成した森の展示などもあります。屋内にある4つの展示室の導線は約2kmあり、観覧には1時間半ほどかかると紹介しています。

展示手法としては、ジオラマなどで過去の様子や様々な現象を紹介しているものや、標本などの博物館資料をじっくり見る展示がありますが、どんな調査をするのか？といった研究方法の展示や、学芸員が展示に登場するなど顔の見える展示を意識しています。また、触ることのできる展示（ハンズオン展示）が随所に盛り込まれています（写真1）。琵琶湖やその周辺の魚を中心とした生物を生きた状態でみせる水族展示室があることも特徴の一つです（写真2）。博物館の理念としては、ここが琵琶湖地域というフィールドへ誘う場所となることなので、本当に見ていただきたいものは琵琶湖だといえます。琵琶湖博物館からも琵琶



写真1 顕微鏡で観察したり、机の引き出しをあけることでみることのできる標本などがある（ハンズオン展示）。

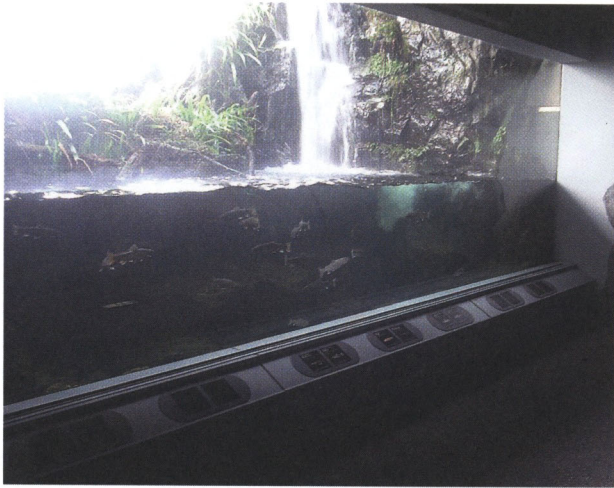


写真2 水族展示室。川の上流を紹介するコーナー。

琵琶湖はみえるのですが、その立地場所が琵琶湖の南部のために、広い琵琶湖を体感するには、やはり博物館を出てもっと北まで行く必要があります。

地質に関連した展示

琵琶湖のおいたちの展示室では、琵琶湖周辺の山をつくる岩石や、海の時代の化石の展示など琵琶湖前史の展示の後に、琵琶湖のおいたちが紹介されています。琵琶湖が今の場所まで移動してきた湖の変遷を動画で紹介したり、過去の琵琶湖や周辺環境を、時代別にジオラマで展示しています(写真3)。また、他の博物館ではあまりみることのないボーリング調査の展示があります。これは博物館が立地する場所で行われた深層ボーリング調査を紹介したもので、実際のボーリング作業現場の再現が行われています(写真4)。ここではボーリング方法の紹介や、ボーリングコアのはぎとり標本、地下の温度を触って体感するなどが展示されています。調査時にボーリングコアの記載を行っていたプレハブ小屋を紹介する展示前ではヘルメットや作業着を着て記念写真が撮れる人気のコーナーがあります。

これらの他には、琵琶湖地域で採取された鉱物など、標本を中心に展示したコレクションギャラリーや、琵琶湖のおいたちをさぐるためにどんな研究をしているかを紹介した「自然史研究室」という展示コーナーでは、顕微鏡をのぞいたり、骨の化石を調べるための現在の動物の骨を観察することができます。これらのように地質に関連した展示だけでも割合に充実しているといえるでしょう。

博物館が開館してから15年以上がたちました。この間に新たに明らかになったことも多く、自然



写真3 琵琶湖のおいたちを紹介する展示の一つ。ゾウのいる森。約200万年前の様子。



写真4 烏丸地区深層ボーリング調査の展示。顔の見える展示というコンセプトから、ボーリングを行った人が登場している。

災害に対する社会の関心の変化などからも、新たな情報を発信する必要を感じています。近江盆地の地質情報などについて、みなさまのご協力をいただけるとありがたいです。

【博物館の情報】

常設展示観覧料金

大人	750円
高・大学生	400円
中学生以下	無料

開館時間 9:30~17:00 (入館16:30まで)

休館日 月曜日(休日の場合開館)、年末年始、その他臨時休館あり

所在地 〒525-0001 滋賀県草津市下物町1091

電話 077-568-4811

URL <http://www.lbm.go.jp/>

(琵琶湖博物館 里口保文)

琉球石灰岩，沖縄「シマ景観」のシンボル

1. はじめに

20数年前、中国内陸から琉球留学に来た私にとっては、沖縄のシマ風景が、夢のような「桃源郷」であった。白い砂，青く透き通った海に琉球石灰岩の断崖絶壁。石垣と石畳みに囲まれる赤瓦住宅と集落。木々に抱かれ清められた拝所等々，自然の高貴と神秘さの溢れたものであった（写真1）。



写真1 竹富島・村落風景

近年は，都市開発などに伴い，シマ景観は年ごとに急速な変貌を遂げてきたが，千姿万態の“サンゴ礁風景”だけは，今も昔と変わりなく，琉球の伝統文化とウチナーンチュの歴史・生活を如実に記録しているように感じる。

琉球石灰岩は，大昔の農耕時代初期（8～10世紀頃）から，ウチナーンチュ生活の一部となり，多くの琉球伝説，歴史に登場しながら，「大地の恵み」として伝わってきている。

琉球石灰岩はいまでも南国観光聖地の独特のシマ景観の基盤となっているだけでなく，地下ダムや土木材料の自然資源ともなっている。

ここで，琉球石灰岩とウチナーンチュとの切っても切れない関連を点滴紹介させて頂こう。

2. グスク時代からの「シマ景観」のシンボル

農耕社会形成から琉球王国成立までの約500年はグスク時代（10～15世紀）と言われる。琉球王国当時は中国・朝鮮・日本・東南アジア諸国との広域の交易を経済基盤とし，日本文化とは異なった豊かなシマ文化とシマ景観を形成してきた。今も沖縄・先島諸島と奄美諸島を含む琉球弧文化圏には，その特色を如実に反映している数百の城（グスク）や御嶽（ウタキ：神を祭る聖地）等の石積み遺構が点在分布している。これらの遺跡群を中心にしたグスク文化圏こそは「シマ景観」のシンボルになっている。

三国鼎立期から琉球王国成立期間にかけて築かれたグスクは，今帰仁城・座喜味城・勝連城・中城城及び首里城等是有名である。これらの城壁は，琉球石灰岩盤の上に琉球石灰岩塊で造られており，曲面を多用したグスクが周辺の海や断崖絶壁等の自然に織り込み，琉球独特の「シマ景観」を創り出している（写真2，写真3）。

これらの琉球王国のグスク及び関連史跡群は，2000年に文化遺産として世界遺産に登録された。



写真2 勝連城跡復元図（4つの曲輪は特徴）



写真3 中城城跡の曲面式城壁

3. 琉球石灰岩の特性

琉球石灰岩は、第四紀更新世早～中期に形成されたサンゴ礁堆積物とその後の地殻変動によって隆起台地化したものである。その構成物質は主にサンゴ礁を形成する生物群の石灰質遺骸で、わずかに陸源の砂、礫などを含むことがある。隆起離水し台地を造ると2次的に再結晶作用が進行し、地表付近では固結しやすい傾向にある。岩体は多孔質で不規則な空隙や空洞を含む複雑な成層状態をなしており、また下位には難透水の新第三紀島尻層群泥岩が分布するため、琉球石灰岩の集水・貯水作用が知られている。

一方、その岩相は硬質な塊状部と礫質、砂質、泥質に区分されるほど、未固結の砂礫状部から再結晶作用によって堅く固結した塊状部まで、強度のばらつきが非常に大きいため、土質工学的な取り扱いが大変難しい¹⁾。

4. 琉球石灰岩の恵み—集水・貯水機能

沖縄本島南部は、河川が発達しないため、昔から人々の生活用水や農業用水が琉球石灰岩を帯水層とする湧水群に頼っていた。例えば、玉城村の有名な「受水走水(ウキンジュハイインジュ)」は琉球の稲作発祥の地として伝えられ、毎年旧正月の初午の日に田植え行事が行われている。これは琉球石灰岩洞穴から絶えなく湧き出る二つの泉があるお蔭である。左泉を「受水」、右泉を「走水」と昔ながらの名で呼ぶ霊泉で、今は拝所の霊域にもなっている。また糸満市の内陸に「与座泉(ヨザガー)」と呼ばれる湧水は昔から与座地区の人々

のくらしや農業また製糖工場用水として利用されていたが、現在は上水道の水源になっている(写真4)。琉球石灰岩の湧水は、昔の集落形成の基であり、住民の飲料水であり、元旦の若水汲みに、夏は水浴を楽しみに、人々の出会いの場であった。これらの湧水は晴天が続いても枯れることはない。これは湧水の涵養域をなす琉球石灰岩が雨水を貯める水ガメの役割をしているからである²⁾。現在は、この琉球石灰岩の集水・貯水機能を利用して地下ダム等のビックプロジェクトが進められている。



写真4 与座泉から大量の透徹な冷たい湧水

5. 琉球石灰岩からなる「シマ景観」の保全

近年、都市化の進行に伴って琉球らしい自然風景や伝統的景観等は消失しつつ、離島に行かないと20年前のような「桃源郷」をもう掴めないように感じる。また文化遺産のグスクや石積み遺構等は、長年の風化等により劣化が目立ってきた。例えば首里城の城壁には大きな亀裂や変形が累積しており、一部は危険状況に陥っている。これらの琉球石灰岩からなる「シマ景観」の保全は待ったなしの課題と認識しており、土木技術者の一員として少しでも尽力できればと考えている。

参考文献

- 1) 佐々木暢彦・蟻川辰美・前幸地紀和：琉球石灰岩を支持層とする港湾施設の設計手法の検討，基礎工 Vor. 37 (3)，2009
- 2) 安斎忠雄：琉球の農と水—沖縄県—，土地改良 Vor. 237，2003.

〔(株)沖縄土木設計コンサルタント 周 亜明〕