

公開講演会記録

近代社会の発展と地質学

元京都大学大学院理学研究科教授 神谷英利



地質学とその役割

専門分野を聞かれて「はい、地質学です」。そう言うとき日本では、まず「は？」。もう一度言い直して、説明することがしばしばである。そうでない場合でも、「変わったこととしている」、「世の中

とあまり関係ない分野」などと思われることが多いようだ。実際には、それとはまったく逆で、18世紀後半から現在に至る200〜300年の間に、理論面でも実生活面でも人間社会に対して、最も重要な貢献をしたと言って良い科学の分野である。そして、現在でも世界経済を左右する石油や鉄鉱石などの重要な地下資源の開発と利用に関連して、人間社会にきわめて重要な関わりを持っている。簡

単に言えば、地質学者や地質技術者が資源調査をしなければ、世界の多くの地下資源は発見が困難となり、それに依存している人類は大変な危機に瀕するのである。

地質学が誕生・発展した歴史のある欧米諸国では、地質学と言うものが日本よりずっと一般市民になじみ深いものとなっているので、地質学者や化石を扱う古生物学者は一種の畏敬の念を持って対応されることが多い。また、欧米以外でも地下資源の豊富な国々では同様のことが見られる。この分野が自分たちの国と社会にとって重要な役割を果たしていることが知られているからである。

また、文化的にも地球上に存在する自分たちが、一体いかにして生まれたのか、人間とは何か、という本質的な課題に直

接関わることの出来る科学の分野でもある。

日本では明治の初期、当時は「発展途上国」であり、富国強兵を掲げてひたすら欧米の文化や科学技術を取り入れることに勤しんでいた時代であるが、産業と軍事力の発展には、鉄鉱石や石炭を始めとする鉱産資源の開発が不可欠であった。政府は欧米の学者を招聘して、地質学の教育に当たらせた。ナウマンゾウの名前の元となったドイツ人のナウマン(Heinrich Edmund Naumann)はその代表格の地質学者である。

政府は教育機関の大学とあわせて、先進国にならって調査・実務機関である地質調査所を設立した(1882年)が、この設立と運営に当たっても、ナウマンが深く関与している。大学及び地質調査所

の地質学者・地質技術者により日本列島とその後「併合」された朝鮮半島地域、また日露戦争に日本が多くの権益を得た中国東北地方（満州）はくまなく調査され、鉄鉱をはじめとする多くの金属鉱床や石炭鉱床が発見された。良し悪しは別として、これらの鉱産資源は、明治以降の日本の発展を大きく支えるものとなった。

敗戦後の新生日本の復興に際しても、石炭や鉄鉱は大きな役割を果たした。各地の炭鉱は増産に次ぐ増産を重ね、石炭は黒いダイヤとさえ呼ばれて、まさに花形的存在だった。しかし、1990年ごろから、日本の鉱産資源の原価が高いとして、政府は海外からの「安い」資源の輸入を主とする政策に転じた。国内の炭鉱を始め、金属鉱山はほとんどあつと言う間に閉山に追い込まれた。

それから数十年が過ぎた昨近、日本人は自分たちが日常的に依存している電気・ガス・ガソリン、建築物や車両を作る鉄・多種の金属・化学製品その他もろもろの商品の元になっている鉱産資源について、以前にも増して、まったく関心も知識もなくなってしまった。石油の輸入程度は知っているが、それ以外のものについては、いつの間にかどこから湧き出ているかのような感覚でいる、と言うかその

感覚さえない。ほとんどの根幹的資源を外国からの輸入にまかせている状況は、食糧問題と合わせて、「国の存亡」にも関わる大きな問題である。

地質学の意味

地質学は英語で *geology* といい、*geo*（ジオ）とは古代ギリシャ語で土地、大地の意味であり、*logy* は学問、研究といった意味であるから、土地の性質、大地の成り立ちとそれに関わることがらを研究する科学ということになる。地質学者は *geologist* である。ほかに *geo* の付く学問分野として、*geography* 地理学（土地を記述する科学）や *geometry* 幾何学などがある。幾何学は数学の一分野であるが、その起源は古代エジプトにおける土地の測量にあるので、*geo* 土地という接頭語が数学の分野名についているのである。最近では *geology* というとやや狭い意味になる印象があるとして、*geoscience* 地質科学あるいは地球科学と呼ぶことも多い。

地質学の成立

近代科学としての地質学が確立したの

は19世紀中頃のことであるが、これは18世紀後半からイギリスで始まった産業革命と深く関わっている。産業革命は、一般的には「産業の技術的基礎が一変し、小さな手工業的な作業場に代わって、機械設備による大工場が成立し、これとともに社会構造が根本的に変化する」と産業革命を経て初めて近代資本主義経済が確立。1760年代のイギリスに始まり、1830年以降、欧州諸国に波及した」とされる（広辞苑）。

機械による工場生産や鉄道の発達は必然的に鉄の需要を増大させ、製鉄業が盛んとなった。イギリス各地で石炭や鉄鉱石の探査と鉱山の開発が行われた。蒸気機関の普及と並行して、各地で石炭が大量に採掘されるようになって、材木よりも安価にかつ安定的に製鉄用の火力が供給されるようになった。

鉱山の開発と運河の掘削

蒸気機関を利用した工場での大量生産には火力源として大量の石炭が必要である。また、工場の機械本体や製品を運搬するための鉄道のレール、機関車などの車両、鉄橋などのために大量の鉄が必要で、各地でさかんに製鉄が行われた。鉄鉱

石を製錬するためにも、石炭が使われる。

イギリス各地で鉱山や炭鉱の開発がすすめられたが、そのためには地質学の知識が不可欠である。鉱石や石炭の含まれている岩体や地層を詳しく調べて、鉱石や石炭の立体的な分布を知り、それに基づいて坑道を掘って採掘するのである。この時期、地質学はまだ十分体系立った科学とはなっていないかったが、その方法は太いに重用された。

産業革命の進展の中で、交通革命と呼ばれる大きな大変革があった。産業革命以前、イギリスではロンドンから各地に向かう街道できちんと整備されたものはほとんどないに等しかった。主要街道がしっかり整備されていた江戸時代中期の日本と比べて相当劣っていた、ということが出来る。工場での機械生産により運搬量が増えたと、これではとても対応出来なくなった。

また、工場生産に使う石炭も産地から大量に運ぶ必要がある。このような状況下で新たに出現したのが、船による大量輸送である。船による輸送は、河川の改良に加え、新しく運河を造ることによって、製品を安価かつ安全に運送する手段として広まっていった。18世紀後半になると各地で大小さまざまな運河が開削さ

れ、石炭や生産品が一度に大量に運搬されるようになり、その結果、商品に含まれていた運送費が大幅に下がった。例えば、バーミンガムからマンチェスターまでの石炭の運送費は、陸路の場合の3分の1以下となった。

資産家は新しい運河の開削事業に争うように投資し、新しい運河を次々と開通させた。そのため、この時代は「運河時代」とか「運河狂い時代」と呼ばれている。一時期、イギリスにおける運河の総延長は4800 kmに及んだ。東京と札幌の距離が1200 km弱であるから、その4倍強であり、その長さの程が判る。

ウィリアム・スミスと地質図

ウィリアム・スミス William Smith (1769年～1839年) はイギリス地質学の父と呼ばれる人である。今では偉大な地質学者とされるスミスであるが、上流階級の出身でもなければ、高い学歴の持ち主でもない。

独学で幾何学や測量技術を身に付け、19歳の時に測量技術者として働き始めた。この時代、イギリスは産業革命のさなかで、石炭や鉄鉱の探査・採掘が盛んであり、大規模な運河の開削工事では、丘陵

地が深く掘削され、その土地を造っている岩石や地層の大規模な露頭が現れた。スミスは測量にとどまらず、岩石や地層の特徴を観察し、また、地層中に含まれる化石の収集も進んで行った。

地層の三次元的な配列を明らかにすることは、石炭を採掘する上で極めて重要であった。現在掘っている石炭層が、離れたほかの場所にどのようなに続いているのかを明らかにしないと、その石炭層を追跡して掘ることが出来ない。スミスは多くの観察をもとに、地層の立体的な配列には一定の規則性・法則性があることに次第に気付いていった。そして、その観察はイギリスの広い範囲にまで広がった。スミスは地層と岩石の分布を地図上に表した地層図(地質図)の出版に意欲を持ち、1815年8月、ついに、「最初の科学的な地質図」である『英国地質図』が出版・販売となった。この地質図は着色の260 cm×185 cmという大きなものだった。

地質の専門でない方にとって、地質図の概念と重要性はかなり判りにくいものである。また、説明もしくにくい。ごく簡単に言うと、地質図とはある地域を構成する岩石・地層と、それらの時代、互いの関係、断層・褶曲などの構造要素

などを、記載した一種の地図であり、そこからその地域の地質学的特性および地史（発達史）を読み取ることが出来る。精度の高い地表の調査に基づき、地下数百メートルの地質断面図を書くことも可能である。地質図とその概念の誕生により、地質学は一気に理論的・実践的に発展を遂げた。

社会の変革を促した地質学

ヨーロッパでは長い間、キリスト教の教義に基づいて社会および自然の摂理が定められていた。神による天地創造は4000～5000年ほど前のこととされ、大洪水説なども当然のように信じられており、地層から発見された両生類の化石を、頭が大きいので、洪水で死んだ罪深い人間の子どもの遺骸とする論文さえ発表されていた。この化石はフランスの古生物学者キュビエが再検討し、日本に生き残っているオオサンショウウオの化石であることを明らかにした。

新進の地質学者は、過去の時代に神による特別な出来事（「天変地異」）を設定する必要は全くなく、何億年も前でも地球上では現在と同じ自然現象があったことを提唱し、保守派と論戦を繰り広げて



ノアの洪水で死んだ「罪深い人の化石」とされた標本。実は日本で生き残っていたオオサンショウウオの化石だった

勝利した。

科学に関する論争は社会一般でも大きな関心を持たれた。19世紀前半のイギリスで最も人気のあった自然科学は地質学で、社会科学では経済学であった。地質学や同じくこの頃に発展した生物学など新しい科学の発展は、「世の中」「世界」に関する古い宗教的観念を弱め、やがて打ち破ることに大きく貢献し、宗教が支配してきた旧来の社会を改革することにつながっていった。

列強の海外進出と資源獲得

19世紀欧米諸国は資源を求めて植民地を中心とする地域での調査を加速した。主に役割を担ったのは、主要各国にある地質調査所と呼ばれる調査機関だった。英国地質調査所は1835年に創設され、さらに植民地のインドに1851年、インド地質調査所を設立し、地下資源の探査と開発に力を傾注した。オランダも東インド・ジャワにバンドン地質調査所を設立。石炭、石油、鉄鉱石その他の金属資源の探査を進めた。

日本の地質調査所は明治15年（1882年）に設立され、国内の調査を進めてきたが、日本の「大陸進出」にともない、大正7年（1918年）に朝鮮総督府地質調査所、明治40年（1907年）に満鉄地質調査所が設立されて、朝鮮・中国東北部（満州）の地下資源調査を進めた。満鉄地質調査所は明治42年（1909年）に鞍山大鉄鉱床を発見するという「大成果」を挙げた。満鉄地質調査所は昭和13年（1938年）に「満州国」に移管され、満州帝国地質調査所となり、敗戦まで続いた。

この地域で特筆されるのは、撫順炭鉱

の石炭層である。炭層は「世界無比の厚い炭層」と言われ、東部では10 m前後の厚さだが、西では厚くなり、最大120 mに達した。これを近代化された設備で露天掘りで採掘した。ここでは、油母頁岩（オイルシェール）からの石油の抽出も行われた。頁岩の石油含有率は6%であり、1930年に開始され、粗油生産量は1943年で25・5万トン、合計量で195・6万トンに達し、当時としては世界最多であった。撫順炭鉱は現在でも稼行しており、戦後も中国の復興に役立てられた。

中国は国土が広大なうえに、多くの重要な鉱産資源を産する国である。北京と武漢には中国地質大学があり、それぞれ1万2000名と4万名もの学生が在籍する。ここを巣立った地質学者・地質技術者たちは、中国各

地で地下資源調査に従事し、多くの成果を上げた。現在、世界の鉄、亜鉛、鉛、錫（すず）の鉱石の40〜50%、金、銀の15%以上、そして希土類（レアアース）の85%を中国産が占めている。

世界最大の国土を持つロシアでは、当然のことながら、資源探査や国土開発のために、ソ連時代から地質学や地理学が重視されてきた。スターリン時代に建てられ、高さ240 mを誇るモスクワ大学の

本館には、39の学部の中の主要4学部とされる学部が位置しているが、その中には地質学部と地理学部が含まれており、地質学部だけで学生は1000名にも上る。さらに、26〜28階は地質博物館となっている。

また、1879年に設立されたアメリカ地質調査所（USGS）は大規模な調査・研究機関で、所員は約9000人、全米の地質調査、資源探査のみならず、世界中の地震、火山、津波、気候変動また惑星探査までを一



中国地質大学・武漢校の正門。壮大な門だ



アポロ17号（1972年）で月面に到達し、岩石を採取するシュミット飛行士（地質学者）

手に担当している。アポロ計画による月探査では、1972年12月のアポロ17号で、地質学者であるシュミット飛行士が月面に降り立ち、専門家として、月面の岩石の調査をした。

地質学と文学

著名な文豪・文学者で地質学に関わりのある人たちについて紹介しよう。地質学は実用を目的とするのみならず、本質的には地球とは何か、そこに生まれた我々人間とは何かを追求するロマンにあふれた学問であるから、文学とのつながりは

あって当然である。ここでは、ゲーテ、魯迅、宮澤賢治について簡単に触れる。

ゲーテ（1749年～1832年）はフランクフルトに生まれたが、26歳でワイマール（ヴァイマル）公国の領主アウグスト公の下で枢密顧問官となった。ここで、鉱山の管理・運営の責任者を務め、鉱物学・地質学の専門家となった。文芸作品を執筆中もこの鉱山・鉱物の仕事が本業であり、生涯で1万8000ほどの岩石、鉱物の標本を収集している。また植物の形態にも関心を持ち、「生きている化石」のイチョウについても調べた。1786年～1788年には、イタリア紀行として知られるイタリアへの大旅行を行い、途中、多くの自然・地質現象を観察し、ナポリ滞在中は活動中のベスビオ火山に3回も登頂して、きわめて危険な目にあいながら、噴火を観察した。さらに、シチリアではエトナ火山に登頂しようとしたが、あまりに危険であると阻止されて断念している。彼の作品には地質学、鉱物学から発想された内容が多く含まれていると言われる。

魯迅（1881年～1936年）（本名・周樹人）は現代中国で文学者・思想家と

魯迅（周樹人）が一緒に留学した顧琅と共に著で出版した『中国鑛産志』



して中国革命に貢献した英雄として評価されている。1881年に浙江省紹興に生まれ、1898年に南京にある江南水師學堂に入学したが、翌年の1899年、同じく南京の礦務鐵路學堂に転入した。ここは、鉱業や鉄路（鉄道）に関することを学ぶ学校で、魯迅はここで地質学、鉱山学、精錬学、測量学、化学などを学んだ。すなわち、魯迅は当初、地質学徒であった。

1901年に同校を卒業し、翌年に日本へ留学し、弘文学院に入学した。在校中の1903年、浙江省出身の留學生の雑誌、「浙江潮」に「中国地質略論」を掲載した。また、1906年には、同期生の顧琅と共に著で『中国鑛産志』を出版している。

「中国地質略論」の「緒言」は以下のような書き出しで始まっている。

「一国を窺うことは難しいことではない。その国に入り、市中をさがしてみても、自国で作った精密な地形図が一幅もないようななら、その国は文明国ではない。自国で作った精密な地質図が一幅もないようななら、文明国ではない。地質学は地球の進化の歴史であり、岩石の成因や地殻の構造などは、いずれも深く研究されている。これを中国に取り入れれば、——そこには我々の生活を助ける無限の財宝がたくわえられていて、もともと我々の運命を支配する神秘不可思議なものは何も存在していないことがわかるであろう。このようにはっきり妄念を断ち切ってこそ文明は興るのである」。

宮澤賢治（1896年～1933年）

日本を代表する童話作家・詩人の宮澤賢治もまた地質学と鉱物学に深い関わりのある人物である。1909年（明治42年）に盛岡中学校に入学して以来、鉱物・岩石標本の収集に没頭し、1915年（大正4年）に盛岡高等農林学校（現岩手大学農学部）に入学後は、関豊太郎教授のもとで地質学、土壌学を学ぶ。卒業後は研修生となり、勉学・研究を進め、同修

了後、1920年（大正9年）関教授から助教授推挙を受けるが辞退した。

1921年（大正10年）花巻農学校教諭となり、地質学・鉱物学・岩石学・土壤学などの講義と実習を担当し、北上川河畔の「イギリス海岸」でしばしば野外実習を行った。彼の作品には至る所に、岩石や鉱物、地層や化石、さらには宇宙と空間が現われ来て、事実と幻想が一体となった独特のロマンティズムをかもし出している。

自然災害と地質学

世界にはさまざまな自然災害がある。

これらの多くは地学的現象であり、一般市民がこれに対処するには、地球科学的な知識を備えることが非常に重要である。とくに日本列島を含む地域は、世界でも有数の地震発生地域であり、東日本大震災の惨害は記憶に新しいところである。

現在、急務の課題として、南海トラフ地域を震源とする巨大地震の発生がある。南海トラフとは駿河湾から紀伊半島沖、四国沖を通り、九州東部の海底に延びる海溝状のくぼみである。海溝よりも浅く、谷の側壁の傾斜が緩いのが特徴で、舟状海盆とも呼ばれるが、本質的には海溝と

同じものである。ここでは、フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込んでおり、それによってプレート境界型の東海地震、東南海地震、南海地震と言った巨大地震が過去に100年から200年の間隔で発生している。

今後、このような地震の発生する確率は、この先30年間で70%程度とされている。これらは単独で発生する場合もあるが、互いに影響を及ぼして連動して発生する可能性も高く、その場合には地震による直接的な被害に加えて、大規模な津波が沿岸地域に襲来するため、きわめて重大な被害が発生する。実際、1707年10月28日に発生した宝永地震は、この3つが連動して、南海トラフ全体が震動したM8.9の超巨大地震であった。この地震による津波は紀伊半島、四国の沿岸で最大25mに達し、甚大な被害をもたらした。

巨大地震を引き起こすプレートの運動は、戦後になって地質学的な研究により、明らかにされたプレートテクトニクスの一環であり、その動きを日常生活の時間のレベルで予測することは原理的に不可能なので、日頃から発生することを前提にした対応を十分準備しておくことが必要である。東日本大震災における被害を

一層増幅した原子力発電所の事故は、南海トラフの巨大地震においても当然懸念される。南海トラフの直近の御前崎に位置する浜岡原発やフィリピン海プレートの動きが活発な四国沖に近い伊方原発は最も警戒が必要である。学術的には日本のような大地震頻発国では、原発は当然全廃されるべきものである。

（2017年9月14日・公開フォーラム）

筆者略歴（かみや ひでとし）

1942年東京都生まれ。1961年開成高等学校卒業。同校在学中から地質学の研究に関わる。1972年東京教育大学大学院理学研究科博士課程（地質学・鉱物学専攻）修了。理学博士の学位を授与される。同学特別研究員を経て、京都大学理学部地質学・鉱物学教室助手、同大学院理学研究科助教授を歴任。

主な著書 『新版・化石の研究法』（共立出版、共著、2000年）、『堆積学辞典』（朝倉書店、共著、1998年）、『化石と生物進化』（東海大学出版会、共著、1995年）、『第四紀試料分析法』（東京大学出版会、共著、1993年）、『土と岩石』（東海大学出版会、共著、1982年）、ほか多数。