

博物館ボランティア養成セミナー（5）

新潟の地質

理学部 栗田裕司

はじめに

今日は第5回で、私は理学部の地質科学科で助教授をしております栗田です。よろしくお願ひします。ここを開館しましてから、ご存知のようにもうすぐ二年ほど経つわけですが、お蔭様をもちまして、小規模ではありますが、非常に充実した常設展示と、継続的に企画展示などをやらせていただきまして、大学の中でも一定の評価も得ておりますし、だんだん市民の皆様に浸透してきているのではないかと思います。これも皆様方の絶大のご協力のおかげだと思います。今後とも変わらぬご支援いただきますようお願いしたいと思います。よろしくお願ひします。

先日は、地質科学科の赤井先生が鉱物の話をしていかれたのですが、今日はその続きにあたる部分で、地質関係のその他の展示について説明させていただきます。鉱物以外の地質関係の展示というのは沢山此処にございますから、本日の一時間半ほどの時間のうち、なるべく多くの時間をとって、現物を見ていただいて、あれは私どもが研究した中で集めてきたものを、持ち寄って展示してあるのですけれども、何処が面白いのかというのを、現物を指差して説明するという事に時間を使いたいと思います。それぞれは小さいコーナーですが9つぐらいありますので、1コーナーにつき10分間やったとしても、それだけで90分が終わりますから、1コーナー5、6分位ずつ見て回るという事にさせていただきます。

その前に、この資料を見ていただきましょう。この資料の後ろの方は、そのコーナーごとの解説が載せてありまして、それぞれの項目は展示に出ている看板のタイトルをそのまま書き写したものです。そこに各コーナーの見所が書いてありますので、後ほど展示室の方に移ったときは、これを見ながら現物を見ていただくということになります。その前に、我々地質学をやっている者にとっては、大体こういうことぐらいのことを念頭においていただくと、現物を見るのが更に楽しく見ていただけるという基本の部分がございますので、特に地質学は古い時代の岩石ですとか、何億年前とか、そういういろんな数字が出てきます。そういう専門用語的などころの大雑把なことを、基礎知識として最初に説明させていただきます。それから展示室の方に移りたいと考えております。

1. 基礎知識

ですので、まず資料の一番前に戻っていただいて、最初のところは今申し上げた1. 基礎

知識ということでまとめてあります。基本を押さえれば、それほど難しいことや、広範囲のことは知らなくても十分に楽しめますので、基本として主に四つの項目をご説明させていただきます。

最初は、1) “地質時代”の年代区分の名前と、実際の年数、これは何年前であるかという話です。年代区分の名前をお聞きになって、どのくらい古い時代か新しい時代かを知っておられれば、地質学の話は理解しやすくなります。2) それから岩石を扱うときに、いろんな岩石の名前を申し上げるのですが、それは大雑把に言ってどういうことを言っているのかということで、2番目の項目で“岩石の分類”として説明します。3) そういう岩石が地球を構成しているわけですが、地球というのはどの部分がどういう名前と呼ばれているのかという話を、三番目は“地球の大構造”であります。これはものすごく大きい話です。4) 次に、もう一寸だけ細かいのですが、まだまだ大雑把な話でして、4番として“海嶺での海洋底拡大と海溝での沈み込み・付加作用”ということで、海嶺とか、海溝とかと呼ばれている場所が海の中であって、それが現在の地球科学ではどういう場所だと考えられているのか、という説明をいたします。以上の説明をさせていただいたのちに、展示室に行ってみたくと思います。

1) 地質時代の区分

スライドもなにも用意していませんので、このプリントで指し示しながら説明させていただきますが、一枚めくっていただきますと、「地質時代の区分」です。こういう表はいろんな学校の教科書に書いてありますし、教育の本なんか見ますと載っていますから、一度は目にしたことがおありかと思いますが、地質学が扱う時代というのはものすごく長くて、地球が出来たのが45億年前ですから、それから現在の0年前までの間を、いろんな特徴で区切って、何とか時代とか何とか紀というふうに名前をつけてあります。その名前の付け方にランクがあって、例えば住所は「新潟市」のなかの「古町」のさらに「何丁目」というふうにだんだん細かくなっていきますが、それと同じで一番左を見ていただくと、「新生代」とあります。この代と付くのが一番大きなわけ方です。新潟県でいうと「北魚沼郡」とか、そういうぐらいの大きな分け方です。新しい方から古い方に向かって「新生代」「中生代」「古生代」というふうに名前を付けてあります。

これはどういう意味かという、古い生き物の時代、中くらい古い生き物の時代、それから新しい生き物の時代という、当時住んでいた生き物を基準にして大きく時代を分けます。どのくらい大きく分けてあるかという、右側を見ていただきますと「生物界の変遷」と書いてありますが、上から見ていくと「新生代」というのは人類と哺乳類の時代です。「中生代」というのはご存知のように恐竜のものすごく大きくなった時代ですので、爬虫類の時代。哺乳類はその当時いたのですけれども、ものすごく小さく又数も少なかった。「中生代」から「新世代」に移り変わるときに、爬虫類が占めていた陸上は、哺乳類に取って代わられたわけです。更に古い時代まで見ると、今度は爬虫類もまだ殆どいなくて、両生類

あるいは魚類という、もう少し下等な生物しかいなかった時代が「古生代」ということになります。

各々の時代の中を、今度は「紀」という単位で分けてあります。それは大体「何丁目」より手前の「何とか町」というくらいの区分に当たります。「カンブリア紀」とか何々紀とついでいて、一番上だけが「第三紀」「第四紀」と、そのような名前がついています。

「第三紀」と「第四紀」だけは、もう一寸細かく今度は「何とか世」と言う名前がついています。古い順に、「暁新世」「始新世」「漸新世」「中新世」「鮮新世」「更新世」「完新世」とありまして、これは「何丁目」に当たるようなもので、「第三紀」「第四紀」の中をもっと細かく分けたらこういうふうな分け方になるわけです。「白亜紀」以前の時代についても、細分してあるのですが、新生代の場合ほどはあまり使われないので、この表では省略してありますし、展示の中でも「中生代」より前のことに関しては、これよりも細かい表示はしておりません。最後の「第三紀」以降のところでは「何とか新世」といっているのは、全体として「第三紀」「第四紀」は新しい時代で、「中生代」に比べて新しい時代なのですが、夜明けくらい新しいのか、始まったばかりくらい新しいのか、やや新しいのか、中くらい新しいのか、鮮やかに新しくなって、更に新しくなって、完全に新しくなる。こういう名前がついております。

これのもととはといえば、化石を使って分けたのですけれども、詳しいことは省略しまして、もう一つこの図の読み方なのですが、真ん中の絶対年代の下に「古さ」というのがあって、これが一寸お分かりにくいと思うのですが、単位は百万年になっています。例えば「新生代」と「中生代」の境は65となっていますが、これは単位が百万年ですので、言い方としては6千5百万年前ということになります。これは、英語世界では、百万という数字はミリオンというように彼らは言いやすいので、地質学の世界ではその百万年を基準にして考えるという習慣が出来てしまったので、どうしてもこういう表記になってしまいます。同じようなやり方でやりますと、「中生代」と「古生代」の境目というのは、245ですから、これを百万年という単位で考えますと、日本語では2億4千5百万年前というような読み方になります。

実際の展示の中では「なんとか紀」だとか、「なんとか世」、あるいは何百万年という書き方もしてありますが、この表をご覧になりますと、「なんとか紀」というのは、何億年前なのだということがすぐにお分かりになれるような出来方になっています。一応我々はこれ位の区分は頭の中に入っていて、何とか紀といえば、何とか紀より古いということが直感的にわかるのですが、皆さんはこれさえ見ていただければ大体そういうことがわかると思います。

2) 岩石の分類

そのような時代区分の中で、地球の上ではいろんな火山が噴いたり、土砂が溜まって平野が出来たりして、地球の表面というのはどんどん変わっていきますし、地球の内部から

沸きあがってくるものがあるいろいろな岩石が形成されます。地質学の世界で専門用語でその岩石をどのように分けているかというのを示したのが、一枚めくった、“2）岩石の分類”というところになります。

大きく分けて、地球上の岩石というのは三種類あるとお考えください。それが①の火成岩、②の堆積岩、③の変成岩とになります。今ここで展示してある石というのは、変成岩もあるし、堆積岩もあって、火成岩もあるというふうに、3種類の全部を網羅していますので、石の種類にはどんなものがあるのかという観点から見ても、この展示を一通り見ていただければ、地球の岩石の代表的な形が全部分かってくるというような展示になっています。

一つ一つこの石の特徴を簡単にご説明しますと、①の「火成岩」というのは、火から成る、と書きますように、「マグマが冷却したもの」です。マグマというのは、地球の深いところ何百キロというところで岩石が溶けてどろどろになっていて、そのように溶けた岩石をマグマと呼んでいます。それが時には地上にまで達して火山になるし、あるいは途中で止まって固まってしまったり、別の岩石になることもあります。地上までできてしまったものも、途中で冷えて固まってしまったものも、ひっくり返して、マグマが固まったものは全部、火成岩と呼びます。今申し上げた火成岩のなかには、ごらんいただいている図では2種類にさらに分類してあって、小さい字ですが、図の下に横二列、火山岩と深成岩と左側に書いてある、その2種類です。

まず火山岩というのは、マグマが地上にまで達して火山になってしまったときに出来る石のことを言います。火成岩と火山岩とは一寸字が似ているのですが、意味が一寸違います。それに対してマグマが途中で地上に出てくる前に冷えて固まってしまったものを「深いところで成った岩」と書きますが、深成岩というふうに呼んでいます。つまり火成岩の中に浅いところ、あるいは地表で固まった火山岩と、深いところで固まった深成岩という呼び方をしています。深成岩の代表的な岩石は、「花崗岩」「斑れい岩」「かんらん岩」とがありますが、これはみんな展示の中にあります。一方、同じ花崗岩を作るマグマが、地上まで達すると今度はこれが「流紋岩」という名前の、これは組織が違いますが、同じ成分でも違う名前の、違う種類の岩石になって、同じように「斑れい岩」を作るようなマグマが地上に達すると「玄武岩」という岩石になり、そういう名前の付け方をしています。その上を鉱物の組み合わせについて説明したのですが、これは一寸込み合っていますので、又展示物を見ながらご説明したいと思います。

②の「堆積岩」ですが、これは読んで字のごとく「たまって積もった岩石」です。何が溜まったかという、「(砂、泥粒が固結したもの)」と書いてありますが、そういうものです。泥粒や砂粒の元というのは、それは火成岩かも知れないし、一つ前の時代にいったんできた堆積岩かも知れないし、変成岩かも知れないのですが、ともかく一度固まって、それが崩れて砂や泥になったものが溜まって固まったものが「堆積岩」ということになります。ここは非常に名前の付け方が簡単ですが、粘土の大きさのものが固まったものが「粘

土岩」になり、砂粒の大きさのものが固まったものが「砂岩」、砂より大きいものを「礫」といって、つぶてですが、それが固まったものが「礫岩」、というふうに、即物的に粒の大きさを呼んでいます。ただ何となくではなく、どれが礫で、どれが砂かということは決めておかないと困りますので、地質学では2ミリというところに境を置いて、2ミリより大きい物は礫、それより小さいものは砂で、256分の1ミリより小さいものは粘土で、粘土と砂の間はシルト、というふうに、粒径で名前を違えて呼んでいます。

以上は、「火成岩」と「堆積岩」というのをご説明したのですが、③は「変成岩」です。これは読んで字の如く「変に成ってしまった石」という意味で、これの元は何でもいいのです。元が堆積岩の場合も、火成岩の場合もあります。火成岩にもさきほど申したように二種類ありますが、深成岩の場合もあり、火山岩の場合もあるのですが、そのどちらでもよいのです。そのような岩石のどれかが一回出来た後に、新たに熱や圧力を受けてしまったときに出来る石が「変成岩」です。実は変成岩には、変成して出来た時代と変成する前の前身の時代があって、一つの石を良く調べると、変成した作用自体がどういうメカニズムで起こったかというのと、それからその前身がどういうところで出来た石かと分かる場合があります。つまり、変成して変わる前と、変わってしまった後との、性質を両方持っている、長い歴史を持ったそういう石が、変成岩です。

以上のように、三種類の岩石のおおまかな種類がわかり、その中の区分がわかりますと、大体どの岩石でも総て名前をつけることが出来るようになります。

3) 地球の大構造

次ページは、3) 地球の大構造です。先ほどこの展示を見れば殆ど総ての種類 of 岩石がご覧になれると申しました。このような展示内容が、図らずも私どもの新潟大学地質科学科というの学科の特徴を現しています。つまり、今展示してある岩石というのは私どもが全部研究の途中で拾って集めてきてたまたま置いてあったもののうち、いいものを集めて皆さんにお見せしているのですが、そういうものを集めた結果、どんな種類の岩石でもある、ということになっているわけです。ということは逆に申せば、この地質科学科に在籍している教員は現在13人いるのですけれども、その一人一人の専門領域というのが非常に多様で、地球の表面や浅いところを専門的に扱っている者もいれば、もっと深いところでできた岩石を研究している者もあり、さらに今現在地質学で扱える中でもっとも深い領域の岩石というのを扱っている者も、います。そのように地球のいろんな部分の研究をしている研究家がちょうどいいバランスで集まっているのは、新潟大学の地質科学科の特徴です。このように、丁度うまい具合に専門がバラけるような、歴史を持っている地質関係の学科というのは地方大学の中ではなかなか無いので、我々はそれを大きな特徴と誇りにしているところなのであります。

さて地球の大構造についてももう少し具体的にいいますと、ここには、地球全体の内部が二つの絵に表されています。両方とも、全く同じことを描いている絵で、違う本から二枚

切ってきました。地球を切ると中は卵みたいな構造をしているといわれています。誰もそんなところまで行ったことは無いので、地震波の解析をして、地震波が地球の裏側からどうやって通ってくるかというのを一生懸命に調べると、こういうところに不連続があって硬いところと軟らかいところ、あるいは軟らかいところから硬いところというふうに、層を成している、ということが分かるのです。

そういうのをまとめていきますと、地球の真ん中には核というものがあることがわかっていきます。内核、外核といいますが、そのように中心には芯ものすごく重たい鉄とかで出来た芯があって、この周りをマントルというものが覆っています。マントルというのは、着るマントというのがありますように、その「マント」と同じ意味でして、包むもの、外套、という意味です。これはいってみればイチゴ大福の真ん中にイチゴがあって、周りをおんこが囲んでいて一番外側に薄皮がある、というのと全くおんなじです。その一番外側の薄皮に相当するのが、地の殻と書いてあるのが「地殻」です。地殻は地球全体の大きさに比べてものすごく薄くて、ここに数字が書いてありますが、平均すると30キロくらいの厚さしかありません。30キロといえば相当なものといえば相当なものなのですが、ここから新発田市くらいまでが大体30キロくらいですので、見ようと思えば、もし地球が割れてくれるのであれば、地殻の終わりがあそこだよと終わりが遠くに見えるくらいの厚さしかありません。その下に2900キロと書いてある深さまでが、マントルという部分です。そのさらに中側に核というのがあります。つまり、地球の大きさが半径が6370キロのうち、地殻と呼ばれている部分は30キロしかないのです。殆どの部分はマントルで出来ていて、一番真ん中に芯になる核というものがある、という構造になります。

この中で核の物質が地表に出ているところは世界の何処にもありませんし、ここまで穴を掘る方法はありませんから、核は何で出来ているかということは推定でしかありません。鉄とかニッケルとかで出来ているといわれています。その部分の上のマントルは、下部マントルというのも実際に物質を手に入れたことはありません。ところが上部マントルといわれているところは、右の図の上の方に書いてありますが、大体深さ300キロから200キロくらいのところまでです。その岩石は非常に条件のよいところにいきますと、断層でめくられて地表に出ているところがあるのです。

実際にそういうところが世界に何箇所がありまして、日本にもあるし、外国にもあるのですが、新潟大学にはその上部マントルのことを特に努めて研究しているものがあります。上部マントルの岩石、これは人間が手に持つ事の出来る岩石のうち、最も深いところで出来る岩石なのですが、その専門家が新潟大学におりますので、後でお見せしますように立派な標本もここにあるということになっております。これから先、見て歩く間に地殻という言葉が出てきますし、マントルという言葉も出てきますが、それは大体地球のこの辺のことを指しているのだとお考えください。上下関係で申しますと、地殻のほうが上で、「遠くても地殻」というくらいでして、表面のことです。地殻を通り過ぎていくとマントルというところに行き当たります。これが「地球の大構造」です。

4) 海嶺と海溝、プレートテクトニクス

最後は、4) 海嶺での海洋底拡大と海溝での沈み込みで、大きい話なのですがさきほどよりはもう一寸細かい話です。プレートテクトニクスという言葉をご存知でしょうか。1970年ごろ、私が中学生くらいのときに、「日本沈没」という映画がありました。大体において日本の周りでは地面がめり込んでおり、それはプレートが沈み込んでいる場所ということで、それが凄く活動して、それに引きずられて日本列島がなくなってしまうのだという、荒唐無稽ですが、そういう映画がありました。その元となった考え方というのは、その当時非常に最先端の考え方で、今ではそれは地球の最も基本的な捉え方として確立しています。それは、地球の地殻の中には、縫い目のような割れ目が大きく走っていて、割れ目で境された部分が寄せ木細工のように地球を覆っている、そしてそれらの寄せ木が静止しておらずに移動して境目ではせめぎあっている、という捉え方です。例えば太平洋で見れば、図の左上のところに日本があつて、白いところは中国、オーストラリアがあつて真ん中にアメリカがあります。アメリカとアジアの間が太平洋ですが、太平洋の海底は太平洋プレートという岩盤で出来ていて、その周りは縫い目になっている。それはアリューシャン海溝だとかロッキー山脈、東太平洋海膨というところにあたりますが、それをずうっとたどっていくと、全体がひとめぐりの縫い目になっていて隣の岩盤と接している。地球の表面が、全体として、幾つかのそういう板で出来ており、さらに板同士がただじっとしているのではなくて、その下の絵で見ますように、ここは一枚の板なのですが、湧き上がって板が出来るところと、それがどンドンと動いていって地球の中に入ってしまう所がある、というのが、プレートテクトニクスの考え方です。日本というのは、そのうち、「プレートが入ってしまう所」に当るのだということが1970年ごろに、殆ど確実な学説として認められるようになり、今ではこれは常識になっています。

このプレートが出来るところ、つまり下から物質が湧き上がってきて新しい地球が出来るところは、海嶺といいます。海嶺というところでプレートは新しく形成されます。新潟大学にはその海嶺でどうなっているかということを研究している者がおります。それからプレートはどンドンと動いていって、最後に沈み込むところで海溝という深い溝が出来まして、そこでもいろんなことが起きる。その海溝の大陸側に日本列島が盛り上がっているのです。こういう場所を島弧といいます。日本列島は丁度この沈み込むこっち側の岩盤の上の島弧、というところに当ります。いつも日本列島はこちらからぐいぐいと押されていますから、いつでも地震が起きるし、断層だとか褶曲だとか、そういうことが沢山起こる、という事実関係になっています。

大体これくらいのことを頭にたどって入れていただくと、後の話は非常に簡単ですので、これで前置きは終わりたいと思います。何かご質問がありましたらどうぞ。

(質問) 堆積岩の分類のところで、私たちは粘土岩という言い方をしないで泥岩という言い方をしたのですが、何時こういう言い方になったのでしょうか？

(答え) 泥岩という言い方はシルト岩と粘土岩を合わせて総称して泥岩といっています。砂

粒、泥粒の粒度としては粘土という粒とシルトという粒を一個一個ばらばらに出来るわけなのですが、砂より下の物とを分けることが非常に難しく、この粘土の大きさのものとシルトの大きさのものはたいがい混ざっているのです。それはどっちかに決めたいことが殆どなので砂よりも細かいものは一括して、こういうわけ方をしないで泥岩と呼びましょう、と言うような別の決まりもあります。非常に純粋にシルトならシルトだけ、粘土なら粘土岩だけで出来ていれば粘土岩と呼んでもいいのですが、普通は泥岩というふうに一括してしまった方が扱いやすいということから泥岩という名前がしばしば使われます。

2. 各コーナー毎の解説（展示室にて）

1) 新潟県最古の岩石

最初に置いてあるのは、この博物館のシンボルということで新潟県最古の岩石です。この岩石は「橋立（はしだて）変成岩」という名前がついています。岩石の名前としては「結晶片岩」といって、採れる所は西頸城郡青海町という、親不知のある所です。青海町の先はもう富山県で、新潟県の一番西側で、北アルプスの一番北の端が伸びている地域です。そのところの山の一部の非常に狭い範囲にこの変成岩は出ています。其処へ行きますと河原中これがごろごろ落ちていきますので、その場所では大して珍しい石ではなくてそこから持ってきたのです。

しかしこれの凄いところは、これが何時変成したかということ放射線元素で年代を計りますと、3億9百万年前から3億5千万年前に当たることがわかっており、その古さにあります。3.5億年前というのはどのくらいの時代かということさきほどの資料の「1) 地質時代の区分」の表で見ますと、3.5億年というのは350ミリオンですから、大体古生代の石炭紀という時代に当たります。その頃の動物といえば、両生類がやっと出てきた。魚がいてやっと両生類が出てきたのだけれども、爬虫類などはまだまだいない。陸上では羊歯しかありませんし、現在の生物などは影も形もなかった、まだまだ遠い頃に、地下深くで変成して出来た岩石がこれです。

この岩石の特徴は、縞模様があるということです。上から見るとあんまり分かり難いのですが、こういう方向にみまると、縦の方向に縞がたくさん入っていることがお分かりになると思います。こちらから見るとあまり縞がなくて、こちらから見ると縞がありますから、こういう方向に沢山の細かい面が出来ているような構造をしているということが分かります。これをさっきの岩石の分類で言うと③の変成岩です。元の岩石があつて、一旦岩石になったのですけれども、それが地下の深いところで非常に強い圧力によってぎゅっと圧されて、どろどろに流動してしまったのです。延びて延びて、このようなぺらぺらの石になったのです。という苦難の？歴史を感じ取られるという、いい岩石です。なかなか色も良くて縞模様もきれいです。縞模様を良く見ると、褶曲（しゅうきょく）しています。これはいろんな方向から来た圧力がかかっていることを示して、ただまっ平らで

はなくてぐにゃぐにゃ曲がっている、そういうきれいな縞模様というのが、変成岩の特徴です。よく石材屋さんに三波石（さんばいし）という名前で、虎の皮のように縞々がきれいな石が売ってございますが、あれも同じ変成岩の仲間で、あれは秩父地方に沢山取れます。これは新潟県内の最古の岩石ということで展示しています。解説に専門的に一寸難しいことが書いてありますけれども、それは「縞模様は、高圧高温下で鉱物が再配列した結果できたもの」ということを言っています。「再配列」というのは、もともとのものが変化してしまっ、新たに面に沿って鉱物が並んだ、ということです。こういう層になった目のことを「片理」（へんり）といいます。「片理」というのは専門用語ですが、片理面のあるのが結晶片岩という言葉の元になっています。

（質問）どのくらいの圧力だか分かりますか？

（答え）それは実は詳しくわかってはいるのですが、私の専門外のもので今は申し上げられません。何百気圧というふうに聞いています。何万ほど高くないでしょう。地球の断面を見ると、あまりにも深いところにあると戻っては来ないのです。今、地表にあるということは、出来たものが、断層などで持ち上がってきたもので、持ち上がる程度のもので、多分この図によるとその程度のものだと思います。温度でいうと千度にはいかないと思います。千度というとは相当高温ですから、それほどにはいっていないと思うので、200キロぐらい、それでも相当なものです。次に移ります。

2) 新潟県の地質災害

このところは岩石や鉱物ではなく、積雪地域災害センターというのが新潟大学にあって、そこで作ったパネルです。

皆さんよく覚えていらっしゃる方が多いと思いますが1964年の6月、昭和39年に新潟地震が起こって、その時に大学でも調べて災害マップを作り、どんな被害があったかという報告を書いているのです。それによると、これが今の信濃川が流れていて、落ちた昭和大橋はこの辺になりますが、黄色のところは何も被害を受けていないのです。ほんの一寸した違いで何にもなかったところと、ぐじょぐじょになった所がきれいに分かれるところが地震の凄い、恐ろしいところです。何でそのような違いが出るかということが分かれば、我々の生活の防災の役に立ちますので、そういう研究というのは重要だということで、災害センターの研究者はやっておられるわけです。私はこの地震は非常に良く覚えていて、小学校に上がる前の5歳でした。私は新潟の生まれではなくて、山形県の山形市の生まれなのですが、山形市でも相当揺れました。当時は貧乏なあばら家に住んでまして、とても揺れましたのでこれは終わりだと思ったのもです。結局あの辺はあんまり大したことがなくて良かったのですけれども、当時は子供だったので新潟が何処だかも分からず、新潟がこんなになっているなど思いませんでした。同じ年に東京オリンピックもありましたので、なかなか忘れ難いことでした。

次に地すべりです。新潟県内の災害で最も頻繁でかつ直接的なのは、地すべりです。こ

の図はいろんな色で塗ってありますが、この濃い緑色だけに着目していただくと、長岡からこちらに来ると、突然、緑色の部分が増えます。この東山あるいは西山というところで一寸増えて、東頸城郡に行くと、もう緑色だらけですし、西頸城郡もそうです。地すべり発生地点が、こんなに集中しているところは、日本全国にはほかになくて、新潟県の特に西部、頸城地方は地すべり多発地帯として凄く特徴的な所です。それは何故かという、最後の方のパネルと関係するのですが、滑落しやすい岩石がそこらじゅうに分布しているのです。もう一つは、被害が深刻だというのは、そういう所は山の相当上の方まで人が住んでいて耕作していますので何か起きると必ず被害が起きてしまう、という特徴があります。ですから災害研の教官というのは地すべりの地域の研究を毎年欠かさず学生と一緒にやっております。

土石流というのも恐ろしいのです。特に火山で起こります。これは妙高山の頂上付近から起きて温泉街が埋まったものですが、火山の地質では特有で、10年位前にも木曾の御嶽山で起きて相当な被害が出ました。日本は火山国ですからこういう災害も非常に頻繁に起こります。地震と地すべりと土石流というのは、広い地質学の問題の研究テーマということになります。

3) 古生代～中生代—新潟と東アジア—

次は資料の「2) 古生代～中生代—新潟と東アジア—」です。展示のパネルにも同じことが書いてあります。これは残念ながら新潟県とは直接あまり関係がなくて、主にこの研究をしている教官は岩手県の北上山、岐阜県の飛騨山脈、それから高知県などでこういう古生代の地層を研究しているものです。古生代というのはどれくらい古いかというのを最初の図でいうと、下のほう三分の一くらいなのですけれども、2億4千5百万年前から5億7千万年前です。気が遠くなるような古い時代で、本当にこの石がその時代に出来たのかという不思議な感じがしますが、実際にそれは間違っていないということです。これくらい古い時代ですから、日本列島は全く列島になっていなくて、なおかつ、今の日本から見れば、昔はもっとばらばらだったものが、今はくっついて日本列島になっているといわれています。ですから断層だらけです。

では古生代の当時、陸地はどのようにばらばらだったのか、というのをいろいろ研究して追及しています。今の日本を作っている陸地を解きほぐして、解きほぐして、もとに戻す、という復元です。この図は中生代白亜紀の当時、古生代にできた陸地はどのように配列していたかを復元したものです。かなり昔のことですから、復元をするとばらばらになって図のように帯のようになるというふうに言われています。

何でこの研究者は、現在の姿からこれが想像できたかといいますと、その方法は、こういった化石を使って復元をしたのです。どんな化石かといいますと、これは腕足類（わんそくゐい）という、貝に似ていますが貝ではありません。今でいうと三味線貝というのが腕足類なのですが、九州に行くと味噌汁にして食べるのだそうですが、それが古生代に凄

く栄えていてその化石です。生物というのは、例えば現在考えても、ペンギンというのは南極にはいるが、北極にいない。ホッキョクグマは北極にいるけれども南極にはいない。というふうに、特有のある地域に住んでいる特長的な生物がいます。人間はたまたま何処にでも住んでいます、例えば熊は本州にはいないし、北海道にはツキノワグマはいない。というのと同じことで、生物の住む縄張りというか、場所が決まっています。この古生代の地層には、ボREAL型（北方型）だとかテチス型（南方型）というようなそういう生物が集まっている場所があったというふうに考えられていて、例えば中国はそんなにばらばらでないと考えられており、テチス型の仲間の生物は南の方の上海のあたりに住んでおり、一方ボREAL型というのは「北の」という意味なのですが、その北のやつは内蒙古の方にいるというふうに分布しています。それらは、不思議なことに、日本ではばらばらになってあちこちに点々としている。その分布地を一個一個こうやって調べていってつなぎ合わせると、日本の陸地は当時はああいうふうに配列していたというふうに考えるといい、ということはこの研究者は言っています。

元はどういう大地の組み合わせになっていたか、これは「古地理の復元」ということです。その復元を、どうい生物の組み合わせがいるかという組み合わせを土地土地で明らかにし、あそこあそこは似ている、何処と何処は違うというようなデータを集め、似ている生物の出る土地はもともとくっついていた土地だったのだ、という原理を使って、陸地の連続というのを復元して行きます。

これは化石で一個一個のべたんというのが化石ですが、真ん中の盛り上がりが出て出っ張っているやつだけが化石で他は化石ではありません。石の中にコロシというやつが入っています。真ん中の殻が溶けると、こういう模様が出てくるのですが、これは周りが溶けていて外側が見えていますが、一枚中が見えて、一寸違うように見えます。これが腕足類です。右下の一番でっかい標本はどれが化石だかちょっと分からないかも知れませんが、引っかき傷みたいなものがいっぱいついています。あれは松葉石（マツバイシ）という名前の化石でして、海の中に住んでいた細長い虫みたいなものの殻の化石がごちゃごちゃと集まっているというふうに言われています。よく残っているものを顕微鏡で見るとあのように細長い中に模様がある。あれをもっといいものを顕微鏡で見るとあのように見えます。日本のほかに中国にも同じ物が出ますので、昔は日本と中国はつながっていたんだという話になります。

4) 付加体と海洋性堆積物

次は一寸移動していただいて、「3) 付加体と海洋性堆積物」です。海の底の岩石というのは、海嶺（かいらい）という所で岩石が湧き上がってきて生産されて、さらにその岩石＝海洋底＝がどんどんと横に動いて行って、海溝という所で沈んでいきます。それと同じ絵がここに書いてあります。海嶺で出来てどんどんと動いて行って最終的にこの陸地の下へ海溝で沈んでいくということです。動いていく間にいろんなことが起きます。たとえば

ハワイみたいな火山があると、火山は成長してある所で火山活動は終わるのですが、暖かい海を通過してくると沖縄みたいに島の周りに珊瑚礁が出来ます。火山の周りに珊瑚礁が出来て、それを頭に乗けたまま、ずうっとずうっと海の中を何千万年もかかって動いてくる。ところが最後には海溝という所で陸にぶつかってしまいます。その時にすっぽんと中に入るのはなかなか難しいのです。これは凄く大きい物体ですから、入ってくるときにこれがぐじゃぐじゃになってばらばらになって、一部が海溝の斜面に引っかかってしまうわけです。引っかかって押し付けられて、下にもぐっていかなくて、くっついてしまう。そういう作用を「付加作用」といいます。こうやってプレートにくっついてきた岩石が、いろいろと陸の方にべたべたと断層を境にしてくっついていくのを付加作用というのです。こういう海山とその上の珊瑚礁がやってくると、それらの一部がちぎれてべたっとくっつく、すなわち付加します。

これは青海の石灰岩体から出た化石の展示です。西頸城郡の青海町は、新潟県が誇る化石の産地として、橋立変成岩の産地と近く場所です。青海町には電化セメントというでっかい会社があって、今でも、電化セメントさんが掘っている石灰岩というのは、ここに置いてある白い石です。その採石場に入らせてもらって採った物ですけども、それをこの面で見ると、何かが入っているなという事は分かります。もともと切って磨いてみると丸いものがポコポコと入っていてそれは球状ではなくて、こっち側とこっち側が続いていますから、この三つは裏側まで延びているということが、その断面を見ると分かります。チューブみたいに延びているものが幾つも出ていて、放射状の模様が沢山あるのが、珊瑚の特徴で、珊瑚がわさわさいた所で出来た石灰岩だということがこれで分かります。これも一種類だけではなくて、よく見ていただくと目の一つ一つに放射状の模様があって、壁があっくっついているのですが、さっきは一個ずつがばらばらだったものが、きちんと詰まっているというのがこの珊瑚化石の特徴です。これもこれもちょっと形は違いますが、両方、珊瑚の化石です。

このように、いろんな種類の珊瑚がいるような山が日本に向かってやってきて、ぐちゃっとくっついた。これは正常な普通の地層みたいに、古い地層の上に新しい地層が順序よく重なっているのではなくて、周りが全部断層で、でっかい山1個がカケラとして日本列島にくっついたのです。電化セメントさんの処に行くと、黒姫山という山1個全部が石灰岩なのですが、石灰岩はここだけあって、周囲の岩石とは何にも関係ないのです。山1個がこういうかけらになってべたっとくっついている。というのがあの山の正体です。それでこれを調べるとどこからやってきたかということがわかる。

同じような石灰岩というのは、日本の中に点々とあって、有名なのが秩父セメントは埼玉県の秩父市の武甲山というところで掘っていますが、ここも武甲山一つだけが石灰岩のでっかいかけらで、あれもべたんとくっついたものです。秋吉台なんかもそうですけれども、そういうのが点々とあります。そういうように所々で海山がやってきてべたべたたくっついて日本のセメント産業の基になっているというのが特徴です。

さっき橋立変成岩は石炭紀と申し上げましたが、青海の石灰岩も同じように相当に古くて、石炭紀から次のペルム紀という時代の、大体2億年位前から3億年位前の非常に古い岩石です。変成岩からは化石はでませんので、古い時代の化石が多いといえば新潟県のこの青海が一番掘りやすい場所になります。

海洋の岩石としてここでもう一つ。海洋底で、石灰岩でないところは何が出来るかというと、海のまんなかは陸から凄く遠いため、土砂がやって来ることはありません。こういう海には放散虫というガラス質の殻を持っているプランクトンが多量に棲んでおりまして、陸からは何も砂粒はやってこないものですから、海底にやってきて溜まるのは海の上のほうで死んだプランクトンの屍骸しかやってこない。そうすると、そういうプランクトンの殻が集まったチャートという岩石が出来ます。顕微鏡で見ると、チャートの中にはそういうプランクトンの殻がグチャッと詰まっていることがわかります。それなので、電化セメントさんの場所もそうですが、石灰岩体の周りにはチャートがぐちょぐちょとくっついていてるのです。この標本は一見非常に汚い石なのですが、顕微鏡で見るとこのような殻が集まって出来ている。

石灰岩は珊瑚礁でできますのでものすごく浅い海でできた岩石です。チャートは、非常に深い海でできます。深い海で出来たものと、浅い海で出来たものが、ごちゃごちゃとなっているというのは、こういうことつまり付加作用が起こった証拠だといわれています。

以上が、付加体と海洋堆積物の話で、海の中の陸からかなり遠い所の話です。

5) 島弧地殻の分化と花崗岩マグマ

次は一転して陸の話になります。「4) 島弧地殻の分化と花崗岩マグマ」。今度は陸地です。こちら側では花崗岩という岩石が凄く特徴的です。海の方、石灰岩やチャートが溜まる底にある、この海洋プレートを作っているもともと湧き上がった岩石は、その殆どが玄武岩という岩石です。岩石の分類の所を見ていただくと、火山岩の中に玄武岩があります。海洋で出来る石というのは殆どが例外なく玄武岩です。それ一つしかなくて、花崗岩とかは海洋には一切ありません。それが陸地の場合は、花崗岩がどこでもたくさん現われます。この違いは、海洋の地殻と陸地の地殻というのは出来方がぜんぜん違う、ということを物語っています。

陸地を作る代表的な岩石がこの花崗岩です。日本ではこの花崗岩が沢山出る所は赤字で書いてあるところ、赤く点々点と書いてある所が花崗岩の分布している所です。特に一番広く出ている所は広島県のあたりと阿武隈山地で、全部花崗岩です。山が好きな方は飯豊山や朝日山地に行かれると思うのですがけれども、あれは両山地とも全部花崗岩で出来ています。飯豊山地の花崗岩の末端は村上市の向こうの葡萄山地というところに出ていまして、海岸で笹川流れと呼ばれている所はこの赤い花崗岩帯の一番西側の縁に当たります。笹川流れの一番手前の岩ヶ崎海水浴場に行かれて足元を見ていただくと、あそこの花崗岩は非常に特徴的で、でっかい赤い鉱物がぺたんぺたんとして入っています。これはカリ長石と

いう肌色の小さいものですが、これが入っているのがあそこの花崗岩の特徴です。一寸違う所にいくと又ぜんぜん違うように見えますが、広くは皆花崗岩の仲間です。これには柘榴石とか赤いものがちょっと入っていたりします。一寸鉱物の組み合わせが違ういろんなものが、一括して花崗岩類と呼ばれています。

陸地に特徴的な岩石つまり花崗岩が日本中にばたばたとあるということは、これでお分かりいただけたでしょう。一方では、さっきと話が違うじゃないかと思えますね。さっきは、海洋底で、海山で海を渡ってきた石灰岩やチャートが日本にくっついていると申しました。こういうところに、そのように海洋の岩石が点々とあるといっているのに、一方では陸地に特徴的な岩石もある。これは、日本というのは、陸の端っこでもあり、海からやってくるものをべたべたぎざぎざにくっつけて陸地とした部分もあり、という複雑な歴史があるということを物語っています。もっと本当の大陸に行くと、海洋の岩石は一切なくて花崗岩だけとかそういうものになってしまうのですが、日本はそうではなくて、昔も今も常に太平洋が前面にあって、いろいろな岩石が凄く複雑に寄り集まって出来ているということがこれで分かります。

お手元の資料を見ていただくと、「4）島弧地殻の分化と花崗岩マグマ」という凄く難しいタイトルで、私の解説の「何処で見られるか」では、県北の笹川流れから葡萄山地と書いてあります。海洋とは違って、島弧ですとか、島や大陸の土台は主に花崗岩で出来ています。それに対して海洋は玄武岩です。最初の方で申し上げましたように、これは火成岩のうちの深成岩でマグマが固まった石です。マグマというのは、いつもいつもどろどろと地下にあるわけではなくて、何かきっかけがないと出来ないのです。きっかけはいろいろあるのですが、元になる石があって、一回どろどろに溶けてマグマが形成される。ということなので、これも実は変成岩ではないのですが、もとの石が形を変えている岩石なのです。これはどろどろに溶ける前は何が溶けたのか、海からやってきた石が溶けたのか、やっぱり花崗岩質のものが溶けたのか、という歴史をもっています。そんな歴史はこの岩石をちょっとだけ見ても分かる気があまりしないのだけれども、現代の岩石学は凄く進んでいて、この中の微量元素を調べることで、元が砂岩だったのか、元が安山岩だったのか、元が花崗岩だったのか分かってしまうのです。そうやって見ると、日本の中は一様ではなくていろいろな起源の花崗岩が混ざっているということが、だんだん最近わかってきています。花崗岩というのは一見どれも同じ様ですが、来歴というのは非常に複雑である、というようなことが分かってきました。それで、陸地というのは花崗岩質の岩石から出来ていきますから、花崗岩を細かく調べると、陸地というのはどうやって出来てくるのか、勿論何億年もかかって出来てくるのですけれども、陸地は陸地でどうやって成長してくるかということは、実はこういう岩石を調べると分かる、ということになっています。海の方の歴史は、ひとつ前のコーナーで見たような海洋の岩石を調べた情報で分かる、ということです。

さてこの標本の、こういうところは花崗岩です。一寸汚いですがけれども、ぶつぶつと斑のごま塩になっていて、これは花崗岩なのです。この花崗岩のなかに、でっかいほくろの

ようなのがぱちっ、ぱちっあって、これは花崗岩でないものが花崗岩の中に入っているのです。ここの所とここの所とこれと、ひっくり返してみるとこういうのが、花崗岩でないものが入っている。こういうものを、ゼノリスと呼んでいます。花崗岩のような火成岩の中には、全く異質の岩石が取り込まれていることがあります。それはその火成岩を作ったマグマが地殻の中をぬるぬるぬると移動してくるわけですから、当然何かの間を通過してくるわけです。周りには壁があって壁と壁の間をずるずると来るのですけれども、周りのものを引っ掛けてこそげとってマグマの中をぶかぶか浮いてというか、礫のように取り込んでしまうことがある。これをゼノリスといいます。日本語では捕獲岩体といいます。花崗岩でないものが花崗岩の中にぶかぶか浮かんでやってくる。ゼノリスを何処にどういう捕獲岩があるかということを見ると、その花崗岩が通ってきた道が何だか分かるのです。花崗岩が通ってきた道の周りには何があったか、道というか、割れ目の溶岩は何であったかということが分かりますので、この花崗岩をここに注目して、こっちが何だかということに専門に調べることになります。この標本では、説明書きには片麻岩のゼノリスと書いてあります。今まで新潟県の岩船の方の花崗岩の中に入っているゼノリス捕獲岩というのはあまりよく調べられていなかったのですが、最近、当方の教員が学生と一緒に何年も研究していて、意外と高温高压の変成岩であるということが分かったのです。花崗岩が通ってきた、更にその周りはどうなっているのかということが少しずつ分かってきたというのが、これのいいところです。

ということで、これまで三つのコーナーを見ました。古い時代の化石と、それから海のもの、陸のものという三つのものを見ました。

6) 断層岩

次の四番目は、またガラッと違います。「5)日本の地殻を変形させてきた断層と断層岩」です。さっき岩石には三種類あって「変成岩」、「堆積岩」、「火成岩」であると申し上げまして、断層岩という話は出てきませんでした。あえて断層岩という名前をつけているのは、ある特殊の岩石というのは、断層そのものに由来しているということが最近良くわかってきたのです。いってみればこれは”変形岩”です。元の岩石があって、それが変形して変質してしまった変形岩なのですが、それが断層そのものと凄く関係しているということが分かる場合は、特に断層岩というふうに呼びます。

新潟県では何処で見られるかというと、岩船郡と山形県の温海町の間日本国という800メートルくらいの山があって、昔「やまとたける」が来たという噂なのですけれども、そこは山全体が断層岩で出来ていることで我々にとっては非常に有名な場所です。日本国にあるのはどれかということ、一番典型的なのはこの説明板の⑪のウルトラマイロナイトと書いてある標本です。「日本国マイロナイト」という岩体が、日本国という山を造っています。

この展示は断層岩の一連のグループを順々に示しています。何がこれの目玉かという

と、順序だって展示してある点です。まず一番上には、「カタクレーサイト」があります。真ん中にも「カタクレーサイト」があって、一番下が「マイロナイト」となっていますね。この展示の順序が、断層岩の出来た深さと対応しています。

ある岩石が比較的浅いところで地震や断層でガガガッーとやられると、こういう岩石になります。これは笹川流れの岩ヶ崎から一寸行った馬下（まおろし）という海水浴場ですが、馬下海岸に行くと花崗岩は断層でグジャグジャになっていて、そういうところは一寸花崗岩ぽいのですが、全体として非常に流れたような粉々になったような、散り散りになったような形をしています。こういう種類の断層岩は、もとの岩石がまだ何か分かる程度に破断している状態なのです。そういうのを「カタクレーサイト」といいます。

それに対して、元は同じ岩石なのだけれども、あれはもう縞縞模様になっていて、さっきの橋立変成岩とよく似ています。こういう面は、新しく出来た面構造です。面が出来ているということは、元の鉱物は崩れて延ばされて違うものになってしまうというぐらい、あれは高い圧力で押しつぶされてしまった。この面状構造の発達したやつは、「カタクレーサイト」に対して、「マイロナイト」といいます。ものすごく面状構造が発達したものを「ウルトラマイロナイト」といいます。

もとは同じ花崗岩なのになぜ「カタクレーサイト」になったり「マイロナイト」になったりするかという解釈が、断層運動の深さに関係しています。「カタクレーサイト」は、鉱物がべちゃんこにつぶれてはいませんから圧力はそんなに高くないです。だいたい10キロメートルよりも浅い所で変形するところいう組織を持つ岩石すなわち「カタクレーサイト」になります。「カタクレース」というのは「破碎された」という意味で、破碎された岩石になるのです。10キロよりも深いところに行くと、そのように壊れるような変形（脆性変形）をするのではなくて、温度、圧力が高いために、壊れるでなくつぶれてしまうのです。これは専門用語で言うと「塑性変形」というのですが、脆性変形との違いは、壊れるか流れるかという違いです。塑性変形した岩石が「マイロナイト」です。その違いで、こういう岩石の見掛けの違いが出来ると言われています。

馬下海岸は海っ端の岩石ですが、日本国のほうが場所がちょっと内陸で、場所が少し離れています。元は一つの岩船花崗岩というものなのに、日本国のほうは、もとはより深いところにあって「マイロナイト」になってしまった。日本国の山の方は断層の深い所に近いのでべったんこになってしまった。海岸の方はまだ浅かったので、こういうグジャグジャに壊れるような変形をした（カタクレーサイトになった）、という解釈がなされています。

こういう断層岩というのは日本のあちこちに出来ていて、阪神淡路大震災があった後、いろんな調査の予算がつかまりましたので、あそこで見えた野島断層というのが淡路島にありますが、これをボーリングで掘ってこういう石を取るとやっぱりこういう石が出来ているということが、確認されたということです。災害のあることは非常に悲しいことなのですが、それを後で調べようといういろんな調査が行われますので、断層はどういう性質の岩石を

作り出すかというのが、最近急激に分かってきました。わりとここに書いてあるのは、先端っぽい研究なのです。

さて、断層に関して、一寸毛色が違う話に変わります。この石は凄く汚くて、黒いガラスみたいなものが、ネットワークみたいに、編み上げみたいにどろどろどろと入っていますが、これはここからとったのですけれども、この黒いところが「シュードタキライト」という少し難しい名前を付けて呼ばれています。見ると何ともないただの汚い石ですが、見る人が見るとそうだとされています。これが何で面白いかというと、これは地震発生のその瞬間にできた石だと言われています。中を見ると溶けています。凄い高温で溶けていて、物凄い振動で、が、が、がとまらないとそういう物は出来ないと言われていたものがこの中にぐいっと詰まっている、と言われている、これそのものが「地震の化石」だここに書いてありますけれども、摩擦熱によって1000°C以上になることもある。1000°Cというのは相当高くて、普通に地球の中にもぐって行っても、1000°Cになるためには、さっきの構造図によると300キロくらい行かないと1000°Cになりませんので、この温度がもっと浅い所で出来てしまう。そういうものをもたらすのは地震しかないだろうということで、これは地震の化石だと言われています。ただこれが見つかったからといって、これが何時の地震だか分かりませんから、だからなんだと言われると困るのですけれども、これもみんなそうだというふうに使われています。

あとの標本も見ますと、あそこの8番の標本の「シュードタキライト」はどれかと言うと、上のほうに黒い、ベトンとレンズみたいな黒いものが走っているのが、そうです。余談ですが、9番は南極の石です。トナハ島というところから取ってきた石です。南極観測隊の越冬隊でない方には、地質学者が必ず行きます。新潟大学から応募したものが二人いて、今まで二名が二回南極に行つて地質調査をしています。その時に採つて来た手土産で、南極の石が若干新潟大学にあるということです。これは物凄く古い石で、多分十億年前くらいの石で、南極というのは物凄く古いのです。古い大陸なので相当古い石の中にこういうものが見つかったと、もう一個はわかりません。

7) 日本列島の第三紀火山岩と日本海の形成

今まで海、陸それから断層と来て、5番目のコーナーは、又陸の話に戻つてこのテーマは火山です。ここは又難しい話です。「6) 日本列島の第三紀火山岩—その特異性—」です。もっと即物的な印象としては、あそこで深成岩を見ました、花崗岩を見ました、あれはマグマが固まった石です。あのマグマが地表にまでやってくると火山を造る。マグマというのはこの辺で出来るのですが、上に昇ってくる途中で止まると、花崗岩になってしまうのです。それは幸か不幸か、地上までやってくると火山になるのです。そういう関係です。

花崗岩に対応する火山岩はどれかと言うと、さっきの火成岩の分類の表を見ていただくと、深成岩で花崗岩を作るようなマグマというのは、地表に現れて火山になると「流紋岩」

という岩石を作ります。その流紋岩がここに展示してあります。あれとこれを作ったマグマは同じなのですが、深いところで固まるとああいふうに凄く鉱物がばちばちばちという岩石になる。それはゆっくりと冷えるからで、ゆっくりと冷えるとじわじわじわと鉱物がでかくなる。それが表面にやってくるとどろどろと流れて、割と短い時間で冷えますので、あの三原山の溶岩だって、何十年も熱いわけではなくて、何週間か経てば冷えてしまう、冷えると鉱物は成長する間もなくてぱりぱりぱりっと固まってしまうので、あんまり結晶が見えない岩石になります。大雑把にいて火山岩の見かけはあんまり良くないです。どれもこれも結晶があまり見えない。結晶がバシバシ見える岩石にはならないので、とっても地味な岩石です。

その地味な岩石を研究したこの研究成果は何が言いたいかというと、「沈み込み」に関係しています。さっきの話の続きです。さっきの話では、「沈み込み」帯の前面では、付加体できていました。付加体よりも内側（大陸寄りの場所）にくると、こういう列島になります。列島の地下のこの辺でいろんなバランスが崩れて、もともとあった岩石が溶けてしまつてマグマが出来る。それが昇ってきたのが火山である。沈み込みがあつて、付加体があつて、マグマが出来て、火山があつてという組み合わせが、海溝の近くの地域での非常に典型的な地質現象の組み合わせです。

日本列島のある時期の火山岩を調べると、マントルとの関係が浮かび上がってきました。さっき地殻の下にはマントルがあるといいましたが、マントルというのは普通この辺にある。普通はマグマができる所とはあんまり関係がないのですが、ところがある時期の火山岩だけを取り出してみると、非常にマントルが近くまで来ていた証拠がどうもあるらしい。というのがこの研究のミソです。それは何時の時代かということ、3千5百万年前から千2百万年前で、それは地球歴史全体からいうとそんなに古い時代ではありませんで、この表でいうと第三紀と書いてあります。3千5百万年前から千2百万年前ですから、丁度この漸新世から中新世にかけての時代です。こういう時代の火山岩の微量元素だとか、同位体というものを調べると、同じ安山岩だったり、流紋岩だったりするのだけれども、ここで出ているものともっと後ろ側で出てきたものとも成分が違う、ここだけ変なのだ、というのがこの研究者達が見つけた事実で変な所はどこかということ、奥尻島だとか、男鹿半島だとか、佐渡だとか、一番こっち側、つまり一番大陸に寄った側、あるいは日本海に寄った側の岩石を見ると、典型的な島の岩石と違うものが出てくる。その解釈は普通の火山岩ではなくて、マントルがわりと浅くまでやってきた証拠であるということ、一連の研究で主張されています。それは安山岩はただの安山岩なのですが、何処で安山岩を取っても目で見ては同じなのですが、細かい元素とかを調べると、そういうことが分かる。

ではこれが何と関係しているかということ、次のステップに入るのですが、これは日本海が何時出来たのかということと関係をしています。ものすごく昔、たとえば、青海の石灰岩が日本にくつついたときとか、そういう時というのは全部、日本というのは島ではなくて総ては東アジアの縁なのです。東アジア大陸の縁の縁でいろんなものがやってき

てはくつつき、壊れたりして段々何億年かの間にアジア大陸が一寸成長した。その成長した所が日本なのです。それが今では立派な日本海という海が今はここにあるのだけれども、出来た年代はそんなに古くなくて大体2千8百万年位前です。それまでは陸地だったところから、日本列島がはがれてしまった、この所がガバッと開いたというふうにいられています。どうやって開いたかというのは、凄い地質学上の最大の謎なのですが、ここ15年くらいでいろんなことが分かってきました。最終的な決着はついていないのですけれども、その分かってきたことの一つがこの火山岩の研究から言われていることで、その研究の物語ることは、火山岩というものを調べていくと、日本列島の一番裏側にはどうもマントルが近くまでやってきたような証拠がある。この噴いてきた石を見ると。ということは、しかも丁度その頃いろんな証拠から日本海が少し出来て開きつつあるときに火山岩がそうだから、日本海が出来たことそのものがマントルがやってきたこととたぶん関係があるだろう。マントルが浅い所までやってくるということは、マントルと地殻の違いは何かというところを溶けているということです。マントルは溶けていますから高温です。高温のものが本当は下のほうにあるのに、ここだけにゆるっとどうもやってきたようだ。何故やって来たのかは分かりませんが、暖かい物がすぐすれすれまでやって来たことによって、ここが凄く壊れやすくなる。逃げやすくなっていろんな力関係によって、日本がぺたっと離れてしまったというふうに考えると説明がつく。その説明の一つとしてこの火山岩の証拠というのは挙げていいのではないのかというのがこの人の説です。

8) マントル起源岩と海嶺での海洋地殻の形成

さて、今度は反対側の展示です。ここは二つコーナーがあって「7) 上部マントル由来の岩石—かんらん岩—」と「8) 海洋地殻—マントルとオフィオライト—」です。ほとんど似たようなことが書いてあります。展示した教員が二人いて、この二人はマントルという言葉が出てくることからお分かりのように、非常に深いところ、上部マントルそのものと、それに関係した岩石をやっている専門家なのです。さっき申し上げましたようにマントルというのは非常に深いところの岩石です。図で見ますと30キロまでは地殻ですからそれよりも深いところ。それよりも深いところの石というのは通常は地表に出ていないのですが、大断層のあるところに地球がめくられてマントルの岩石が出ていることがあります。

例えば、北海道の日高山地です。日高衝上断層というでっかい断層があって、それによって日高山地というのが盛り上がっているのです。盛り上がるときにマントル起源の石まで引っ掛けて持ってきている所が部分的ですがあるのです。これは北海道の様似線の終点の様似町という所で、そこに幌満山という、ここは蛇紋岩地帯なので高山植物でも有名なのですが、そこにある山1個が橄欖（かんらん）岩で出来ている。その実物がこれで、黒いもので、これを磨いた面の写真がこれは薄いのですけれども、こういう黒っぽい斜方輝石だとか、単斜輝石だとか、これは地質を見るために磨いてあって薄緑の所は全部かんら

ん石、「かんらん」というのはオリーブのことですけれども、オリーブ色した鉱物で、これは物凄く重いのですが、これは全部がかんらん岩でして、マントルそのものが冷えたものだといわれていて、それが断層ごと持ち上がってここにある。この岩石を調べると大体マントルというのはもとあった時にどういうもので出来ていたのかとか、どういう物質で出来ていたのかというのが分かる。そういう性質を持っています。これは層状をしています、層状をなしている岩石は今までに何回か見ました。橋立変成岩も層状をしていましたし、マイロナイトも層状をしていました。こういう層状をしている岩石というのは、圧力がかかっているということを示しています。地下の物凄く深いところで、元はどろどろだったのだけれども、何時しか何かのきっかけで固まってしまったものです。

新潟の教員ももとは日高山地を調べていたのですが、もっとでっかいものを見たいものだというのが一人いまして、世界最大のマントル岩石は何処に出ているかという、オマーンという所に出ている。オマーンの地図を持ってこなくて申し訳なかったのですが、アラビア半島の南東の端で、ここにオマーン山脈という山脈があるのですが、それがとんでもなくでっかい断層で地球全体が、べろんとめくれているという、本当は真下の方にあるものが地下から地上にまで出ているのです。地下何百キロという、深いところで出来た石から、ほんの海底すれすれの所まで何十キロ分、地球の断面が持ち上がって山脈になっているのがオマーンなのです。そういうことは昔から分かっていた、それで海外の研究者がいろいろ入ったのですが、日高山地をやっていた研究者はやっぱりそこを見たいということで、95年頃から毎年冬になると調査隊を組んで、ほかの大学の研究者とも協力して調査しているんなことが分かってきました。

オマーン山脈に行くには歩いていくわけですが、もとは地下18キロくらいの所までにあったものが、地表に斜めになって出ていますから、砂漠みたいな山ですけれども、ずうっと歩いていくと、そこの石も取れるし、ここの石も取れる、ということいろいろな地球の断面の石がふんだんに取れる。それがここに並べてあります。一番深いところがハルツバージャイトというこれです。かんらん岩でこれと同じものがここにもあって、磨いていないから違うように見えますけれども、もう一寸透明感のあるかんらん岩と輝石がぽつぽつして層状構造ですが、同じ岩石です。これが一番下の方にある。それから斑れい岩というのはこれで、層状斑れい岩というのはこれの上にぽこっとあって、その上にシート状岩脈群というのはこれですけれども、一番上に玄武岩の枕状溶岩があるのです。これ、これ、という具合に山を歩いていると、地球の断面の通りに出ているわけです。岩石の名前でいうと、玄武岩と斑れい岩というのが組になっています。玄武岩質マグマが深いところで固まると斑れい岩になります。浅い所で固まると玄武岩で、元は同じです。もう一寸違う性質なのだけれどもその下に組になっているのはかんらん岩ですから、海洋の物質というのはこういうところの物で出来ているということが、しかもどういう具合に積み重なっているかということまで現物の石を手にとって分析して分かるということを研究して、調査を始めてから8年ですけれども、そろそろなかなかいい成果が出て、

割と有名な外国の雑誌に沢山論文が出ています。

どうということかという、一寸前の話と関連してまして、オマーンの深いところの岩石というのは、海嶺というのがありますが、あそこのすぐ近らしいということが分かってきたのです。それでオマーンを良く調べると、海洋地殻あるいは海嶺というのは生まれ出る所ですから、そういう生まれ出る所で、どういう順番で岩石が出来るか、あるいはどういう物質が順番に重なって行って海洋地殻というものを作るのかということが分かるのです。

これは研究した人の一人は55歳くらいなのですが、今年の調査も先週の日曜日だかに向こうに行って元気で一軒家を借りて、毎日砂漠の中まで車で行っては、歩いて行って一ヶ月くらいやってそのうちに真っ黒になって帰ってくるということを毎年やっています。

9) 石油・天然ガス

次のコーナーは、「9) 越後平野の成り立ちと地下資源」です。ここは展示も何もなくて字だけで申し訳ないのですが、新潟県は非常に有名な石油の産地であります。

今までいろいろとご説明してまいりましたが、実は私の専門というのは堆積岩です。全然火山岩とか変成岩というのは言ってみれば専門外でして、あまり説明するのに適任ではないのですが、やらせていただきました。さて堆積岩の中でも、石油とかそういうものに関係するものが、もとはといえば私の専門なのです。三年前まで石油会社に働いていました。ずうっとサラリーマンをしていて20年くらい勤めていたのですが、新潟大学に拾っていただいて、まだ教員3年目なので、まだあんまり説明がうまくなくて申し訳ないのです。当然石油会社に勤めているときは、新潟に勤務していました。入社して3年くらいは新潟県内の現場を転々としてまして、今でも村上に行くと海上油田が見えますが、あそこの最初の井戸を掘ったときに私は新入社員であそこで働いていました。あの成功は、新潟県で大規模のものが当時あちこちで見つかったなかではほぼ最後に近いものなのですが、それが行ってすぐにどこか出てきましたので、会社始まって以来のラッキーボーイだとか言われたりしました。が、裏を返すとサラリーマン人生の最初に全部運を使ってしまったという考えも成り立つわけで、あとは余生だとも云われました。でもその後もなんとかやっていますので良かったなと思っています。

展示がないので皆さんの資料の後ろの方にこういう図をつけておいたのですが、新潟県内の油田ガス田の分布が書いてあります。黒い丸が油田、白い丸がガス田です。これをご覧になりますと大体長岡から柏崎にかけて非常に大きな油田があるのが分かるかと思えます。それから新津の辺りにあるのは皆さんご存知で、中野邸は新津でも最初に開発した庄屋様の家です。新潟市内でも松浜より向こうに行きますと東新潟ガス田という非常に大きなガス田があって、三菱瓦斯化学さんがそれを使っていろんな製品を作っています。44番という村上の脇にあるのが、これはわざと点々と書いてあるのは私が働いていたからです

けれども、こんなに沢山石油が出る県は新潟県がトップです。もう一枚めくっていただくと「国内原油・天然ガス生産量」の表があります。県名がいくつかありますが、石油でも天然ガスでも、新潟県の産出量というのは断然全国一です。新潟県で産出した天然ガスというのは、パイプラインが長く続いていて、長岡を起点にして新潟を通過して仙台まで通っています。仙台へいく途中の白石という所で枝線が出ていまして、今は福島まで枝線が行っています。郡山まで伸ばそうということで計画をしています。もう一方は上越を通過して軽井沢を通過して関東まで行く東京ラインです。帝国石油さんの東京ラインというのがあって新潟県で出ている天然ガスというのはしゅうっと送られていって、東京でカチッとつけるガスは、実は新潟のガスのときもあるのです。仙台でも使っていますし、福島の市ガスも今は新潟県のガスを使っていますので、小規模ではあるのですが、結構いろんな所に貢献しています。

なぜ新潟県ではその石油・天然ガスが丁度うまく溜まっているかということ、皆さん新潟平野というのは日本最大だということをご存知でしょう。非常に土砂が溜まった面積が大きいのです。厚く土砂が溜まった場所が、今の新潟県の形というのはこうなのですけれども、底が全部でこぼことへこんでいて、そこにいろんなものが流れ込んできたのです。昔の信濃川が流れ、昔の阿賀野川が流れて、土砂を運んできました。今はこれが全部埋め立てられていて、もとは凹みだったのが今は埋め立てられて、このように平野になっているのです。昔、深い海だったということは、まず第一に、石油に変わることのできる有機物が沢山来て溜まりました。プランクトンや、植物の破片などです。これを石油根源岩といいます。第二に、沢山土砂が溜まったということはそれだけ深くまで有機物が埋没しますから、熱で石油やガスになりやすいのです。これを根源岩の熟成作用、と申します。第三に、できた石油やガスが貯留しやすい、目のすかすかした砂岩や火山岩があちこちに溜まりました。これは貯留岩といいます。第四に、新潟の地層は激しく褶曲しています。褶曲構造は、集油構造になりやすいのです。ということで丁度石油の元になるもの（石油根源岩）、それを石油に変える熱（根源岩の熟成）、そして最終的にそれを溜めるもの（貯留岩と集油構造）、という三拍子すべてがほどよく揃った場所が新潟県で、現実問題こういう石油の油田が沢山あるということに結びついています。新潟県の地質ということを紹介して参りまして、今まではずうっと硬い石の話ばかりしていましたが、新潟県の地質の最大の特徴の一つに石油・天然ガスがあり、堆積岩があります。

（質問）石炭と石油が出来る時代は違うのでしょうか？

（答え）石炭紀と名前をついた時代のもとというのはイギリスにあり、イギリスは大炭田地帯があって、あれがあったから産業革命が起こったのですが、あの石炭は石炭紀の石炭です。古生代の2億8千6百万年前でして、その片割れがアメリカにもあって、アメリカの東部地方の炭田というのは全部石炭紀の石炭です。ところが日本の石炭というのは違って古第三紀なのです。石油も、例えば北海油田とか中東の油田に行くと、全部ジュラ紀、白亜紀から出ているのです。あちらでは中生代が石油の銀座通りです。ところが日本は第三

紀の中新世とか鮮新世とかというのが中心になり、ずっと新しい時代のものです。この違いは、日本列島のできかたに関係しており、日本はさきほどみたようにぺたぺたぺたぺたと岩体がくっついて、こういう細切れの寄せ集めとして発展してきましたので、こういう深いちゃんとした堆積盆地が出来てまだ壊れていないというのはやっぱりこの新しい地質時代のものになります。このあとになればこれがぐじゃぐじゃになって切れ切れになってしまうかもしれませんが、今はちょうど新潟県に石油が程よく溜まっているということで我々は恵まれているということです。

ですから油田、ガス田は世界で沢山ありますけれども、場所場所の特徴によって古い油田もあれば、新しい日本のような油田もあります。新潟はかなり新しい油田です。実際元になった有機物（根源岩）は大体1千万年くらい前の泥岩中のもので、しゅうっとガスが出ている岩石（貯留岩）は3百万年くらいですから相当に新しい岩石です。実際にこのくらいの若い砂岩ですと井戸を掘って行って、コアを採ると殆どさらさらの砂で、固まっていないことがあり、非常に柔らかい感じですよ。

10) 新潟県の化石

最後の展示になりますが、今申し上げましたように新潟県の山地でない方、平野側のほうは殆ど堆積岩で出来ています。堆積岩というのは泥砂が溜まった石ですから、探すといくらでも化石が出ます。皆さんお気づきでないだけで、結構道路際だとか、線路際だとかに、化石の出るところはたくさんあります。ただし、きれいなものを取るのには難しいのですけれども、だから皆さんお気づきにならないのだと思いますが、ここでは県内で取れたものだけを集めています。もともと陸地に近い所ではこういう葉っぱの化石が出ますし、地質時代に海岸だった所では貝化石が取れたり、又陸地に近い所ではこれは胡桃の実ですけれども、それがそのまま石になっています。炭化しているのですが、これも出ます。これは壊れないでしょうから一つだけ出してみます。北蒲原の胎内に宮下炭鉱というのが昔あったそうですが、今は勿論なくて炭鉱橋という橋の名前だけが残っていて、戦時中掘ったのだと思いますが、小さい炭田でした。そこにこのでっかい牡蠣の化石が出てきました。昔の牡蠣は凄くでっかくて、今はこんなのはいないのですが、中を見るとあんまり身が入っていないです。これは大体千5百万年前のものですが、こうやって見ると昔の生き物なんだなあという感じがします。

大体時間も参りましたので今日はこれくらいです。ご質問をお受けします。

3. 質疑応答

(質問) 日本海の誕生は2千8百万年前というのは、素直に受け取ってよいのでしょうか？

(答え) はい。これは、日本列島が大陸から分かれるのが始まった時間とと思ってください。一瞬でぱかっと海が出来たわけではなくて、割れ始めたあと徐々に開いて、最終的に完成したのが千5百万年前とか、千2百万年前だということなので、わりと長期間かかって開

いてきたと思います。

（質問）上のほうが日本海の形が出来上がったのでしょうか？

（答え）こういう日本海で勿論3千5百万年前の火山岩はマントル物質の痕跡があるのですが、そのときはまだ海ではないのです。だから海を造った元になった温度の供給がこれくらいの地下に続いていたということです。この頃から熱が供給されて、地下がやわやわになってきたということはこういう形だということは分かるのですけれども、実際に表面が海になったのはいつかというのは凄い議論があって、最初は湖なのです。これは何となくわかっています。何時海が入ってきたかというのは、いろんな所で研究されていて、千6百万年前という人もいるし、千8百万年前という人もいるのですが、それはなかなかそう考えるのは難しくてもまだ今でも論争というか、証拠集めが続いています。

（質問）地球の46億年の始まりで、岩石が最初なののでしょうか、それとも軟らかいマントルでしょうか、どれが先でしょうか？

（答え）それは最初単なる全部どろどろだったのです。冷えてゆく過程で層に分かれてきたと思います。我々見たことがないので、多分です。

（質問）一番古い方のものというのは、どのくらいの所までわかるのでしょうか。地球が出来てから46億年とかいわれていますが？

（答え）45億とか43億という数字は実際に計るとそういう年代が出るからということがあるのです。それは日本にはないのですけれども、グリーンランドとカナダにあるといわれています。アメリカ大陸というのは大きいのですが、アメリカ大陸の芯というのは、五大湖の辺りにあってあの辺に一番古い岩石が出ていて段々と成長していくのです。アメリカの北西の北東の方に行くと古い岩石が見つかって、38億とか40億とか、実際にそういう年代が出ている石があります。

（質問）それは放射性同位元素を使って見当つけるわけですか？

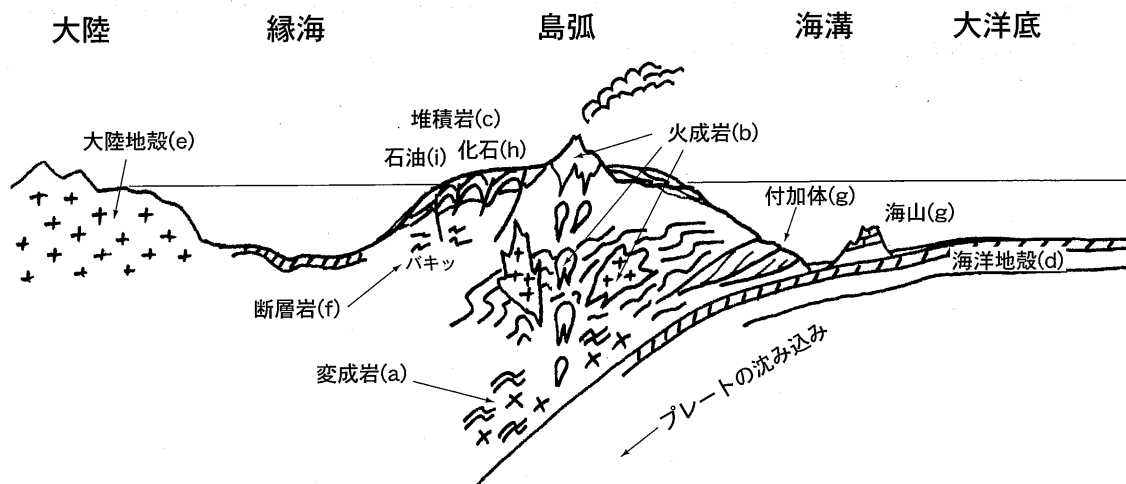
（答え）そうです。石を採ってきてそういうものを調べると、放射性同位元素というのは決まった年数で減っていく性質がありますし、どのくらい減ったかということ調べると逆算して年代、年数が分かるということです。

（質問）堆積岩の分類のところで、礫岩というのが出来るのと、砂岩とは違うというお話でしたけれども、水の作用が働くという、礫岩というのは働かないのでしょうか？

（答え）働きます。何故かと言いますと、堆積岩が出来るところには物が流れてこなければならぬわけですね。どういう流れが物を運んできたかというのが、堆積岩を調べる大条件でして、礫というのは石つぶてですから強いエネルギーが必要で、礫が運ばれるというのは川の状態を考えていただければ分かりますが、普通にさらさら流れている状態だと砂は結構跳ねて行きますけれども、礫はそうそう動かない、だから洪水のときに出来ているのです。ですから正常の状態では砂か泥しかありません。だから礫が溜まっているということは、ある強い流れがその時通っていったという証拠になります。砂も勿論ある程度強い流れがないといけませんので、礫層になるか、砂層になるか、泥層になるかというのは、その上を

通っていった流れがどのくらい強かったかというのと凄く関係しています。礫ほど強い流れだったということです。砂漠のような環境でない限り、殆どの場合流れは水の流れです。砂漠では水の代わりに風です。風が物を移動させるのですが、日本には砂漠環境がなかったため、普通の礫岩、砂岩というのは、水が関与しています。

(終わり)



○新潟県最古の岩石（約3億年前の石，橋立変成岩類：西頸城郡青海町産）(a, g)

○新潟県の地質災害＝地震・地滑り・火山噴火（積雪地域災害センター担当）(地表全域)

○新潟の地質（理学部地質科学科担当）

- [1] ・古生代～中生代－新潟と東アジアー (e, g, h)
- [2] ・付加体と海洋性堆積物 (d, g, h)
- [3] ・島弧地殻の分化と花崗岩マグマの形成 (a, b, e)
- [4] ・日本の地殻を変形させてきた断層と断層岩 (a, f)
- [5] ・日本列島の第三紀火山岩－その特異性－ (b)
- [6] ・上部マントル由来の岩石－かんらん岩－ (d)
- [7] ・海洋地殻－マントルとオフィオライト (a, b, d)
- [8] ・新潟産の新生代化石 (c, h, i)
- [9] ・新潟と世界の鉱物・生物がつくった鉱物/バイオミネラル(地球全域)
- [10] ・越後平野の成り立ちと地下資源 (c, h, i)

付図（栗田）：地質関係の各展示コーナーの内容と、地球内部でのおおまかな位置づけとの対応

(上) 日本のような「島弧－海溝系」でのおおその地下の様子。主な現象、岩石(a)～(i)をで示す。

(下) 展示コーナー名と、上図の記号との対応

<p>(入口)新潟県最古の岩石 【キーワード】 橋立変成岩類 結晶片岩 石炭紀(5億年前) 【どこで見られるか】 西頸城郡青海町</p>
<p>(1)古生代?中生代—新潟と東アジア— 【キーワード】 テチス型, ポレアル型, パンサラッサ型 腕足類(腕足動物) サンゴ化石 古生物の分布 【どこで見られるか】 西頸城郡青海町 奥只見 北上山地(岩手県) 飛騨山地(岐阜県) 横倉山(高知県)</p>
<p>(2)付加体と海洋性堆積物 【キーワード】 サンゴ化石 フズリナ化石 昔の海山 衝突・付加 【どこで見られるか】 西頸城郡青海町(電化セメント社の採掘地) 武甲山(埼玉県:秩父セメントの採掘地) 秋吉台(山口県)</p>
<p>(3)島弧地殻の分化と花崗岩マグマ 【キーワード】 花崗岩 マグマの起源 ゼノリス(捕獲岩) 【どこで見られるか】 県北の笹川流れ?葡萄山地(岩船花崗岩体)</p>
<p>(4)日本の地殻を变形させてきた断層と断層岩 【キーワード】 断層岩 高い圧力 【どこで見られるか】 日本国(岩船郡山北町)</p>
<p>(5)日本列島の第三紀火山岩—その特異性— 【キーワード】 火山岩 マントルの関与 日本海の形成(拡大) 【どこで見られるか】 佐渡 津川 その他県内各所</p>
<p>(6)上部マントル由来の岩石—かんらん岩— 【キーワード】 マントル物質 かんらん岩 地球の深部 【どこで見られるか】 幌尻岳(北海道日高山脈) 幌満岩体(北海道様似町)</p>
<p>(7)海洋地殻—マントルとオフィオライト— 【キーワード】 オフィオライト 海洋地殻の断面 海嶺でのマグマ活動 【どこで見られるか】 オマーン国(中東・アラビア半島)</p>
<p>(8)新潟産の新生代化石 【キーワード】 化石 古環境 【どこで見られるか】 オマーン国(中東・アラビア半島)</p>
<p>(10)越後平野の成り立ちと地下資源 【キーワード】 石油 天然ガス 堆積盆地 【どこで見られるか】 柏崎 越路 長岡 見附 東新潟 頸城平野 岩船沖 など</p>

付表(栗田) 地質関係の各コーナーのキーワードと、その実物の産地の例