

# 地球物質としての人類

## 福岡通産局の研修会から

吉井 守正 (九州地域地質センター)  
Morimasa Yoshii

### まえがき

福岡通産局鉱山部の測図課が主催する「地質研修会」は、元地質調査所九州出張所長の前田種成氏を講師にして約6年前からはほぼ毎年、福岡通産局で開かれてきた。

昨1988年には、舞台を九州地域地質センターに移して開かれた。通産省の職員以外の人達も多数参加し、約40名が出席した。講演は原田氏の「法定鉱物について」と筆者の(標題)などがあった。講演に続いてセンターに展示してある岡本標本の見学会も催した。

筆者は、人と地学との係わりを専門外の人達に気楽に聞いてもらおうと、思い切ってくだけた講演内容にした。これはそのテキストである。内容が大ざっぱ過ぎるか、としばらく放置していたが、このようなのかな話、たまにはよいだろうとも考え直し、一部修正したものをお読み頂くことにした。以下、講演の「実況録音」的な筋書きである。

### 1. 人類は大自然が好き

クイズで「動物・植物・鉱物・岩石の名前をそれぞれ5種類ずつ挙げよ」と出題されたら、皆さんはどうでしょうか。動物・植物については簡単に答えられますが、鉱物となると難問かも知れないし、岩石はもっと難しいと思います。

生物は、見れば種類がおおよそ判るほど日常的ですが、鉱物は、ややなじみが薄く、岩石に至っては、一見しただけでは、専門家でも直には種類がわかりにくい、という取りつきにくさがあります。学校現場でも、地学教育があまり充実していないのが実情ですから、鉱物や岩石なども含めた地学全般についての知識が乏しいとしても、皆さんの責任ではありません。

山や海好きな人は多く、週末には観光地に人々がどっと繰り出します。最近では森林浴など、新鮮な空気をたっぷり吸う人もいます。このように人類は、大自然に愛着と心の安らぎを感じます。また、大地を耕して食糧を得ているし、地下資源を開発・利用して、今日のような高度の文明を築いてきました。

ですが、一步下がって考えてみると、我々はこの自然、広く言えば地球を、利用の対象とだけ考えてはいないでしょうか。でも実際には、人類と地球との関係は我々が想像するよりもはるかに密接です。ただ、この深い係わりに気付いていないだけ、とも言えます。そこで今回は、この点について少し考えてみましょう。

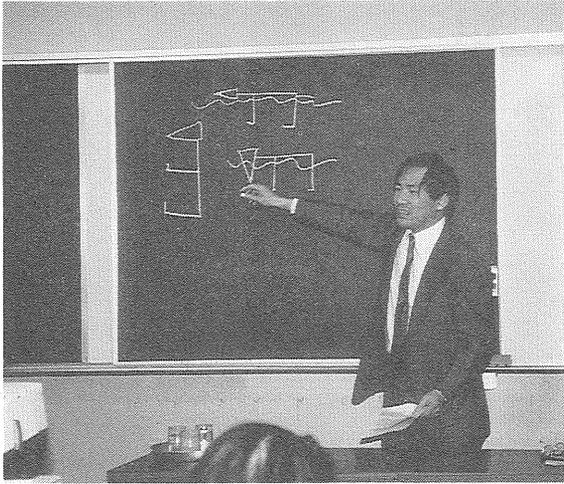
### 2. 密室の1週間

「規則正しい生活」という言葉があります。ここで我々は暗黙のうちに「1日24時間のリズムを守ろう」と考えているのではないのでしょうか。人類は先祖代々、日中に活動し、夜は眠って、太陽と共に生活してきました。だから我々の体は、1日を24時間とするリズムを持っているように思えます。「でもそれは本当だろうか」と疑った科学者がいました。そして人間の体内時計が1日を何時間として刻んでいるか実験してみました。その結果、意外な事実が見つかりました。まずこの話から始めましょう。

実験は、外界から日光や音などが、まったく入らない、隔離された部屋で、被験者に1週間生活してもらいます。その部屋は、バス・トイレ・キッチンなど、生活に必要な設備は完備し、食糧も十分に供給します。部屋には書籍やスポーツ用品などは持ち込んでもよいですが、時計・ラジオ・テレビなど、日付や時刻がわかるものは一切持ち込めません。内部の照明は被験者が自由に点滅できます。

その部屋の中で被験者は「夜になった」と思ったら寝て、「朝が来た」と思ったら起きる、という生活を続けます。生活の様子は、何らかの形で外部から観察して記録をとり、被験者にも日記をつけてもらいます。こうして被験者が「ちょうど1週間経過した」と思った時点で、部屋から出てもらい、本人が感じた滞在時間の長さ、と実際に経過した時間とを比べてみます。

実験の結果、外界から影響されない環境での人間の体内時計は、1日を25時間で刻んでいることが判明しました。この実験は、外国でも日本でも行われましたが、結果は同じでした。



第1図 霊長類が水に溺れるわけを説明する筆者  
 すなわち 霊長類は脊柱に対して顔面が直角に付いている。  
 2足歩行には便利だが 水面に対してうつ伏せになる。  
 (撮影 濱崎聰志技官)

### 3. 1日25時間の謎

この研究はNHK教育テレビジョンの番組でも紹介されました。番組の中ではなぜ人類の1日が25時間になるかについては説明されませんでした。そこで私はこの25時間という値について地学的な立場からひとつ仮説をたててみました。それは「体内時計が月の動きと関係しているのではないか」というものです。

月の出の時刻は毎日52分ずつ遅くなります。申すまでもなく月の満ち欠けもこれに由来します。古典をひもとくと満月を望月(もちづき)と呼び以後十六夜(いざよい)の月・立待ちの月・居待ちの月・寝待ちの月と夜ごとに出るのが遅れてしかも欠けていく月にそれぞれ名前が付いています。

つまり月の動きを基準にした1日は約25時間です。

さらに 満月から次の満月までの日数 すなわち月の公転周期は29.5日で この値は女性の性周期(平均28日)とも大体一致します。このように人類の体内時計と月との関係がうかがえます。直接的な影響としては月の引力がもたらす潮の干満が関与していると考えます。ではなぜ体内時計が潮汐と係わりをもつのか 我々の祖先に遡って考えてみましょう。

### 4. ウミガメの産卵

人類は哺乳類に属します。詳しくは脊椎動物門哺乳綱 霊長目 ヒト科です。ちなみにゴリラ・チンパンジー・オランウータンも霊長目に属します。それらの共通点は2本足で歩行し 水に溺れることです(第1図)。ダーウィンが化石と地層との関係をもとに組み立てた進化論(『種の起源』1859)によると最も進化した動物は哺乳類です。いまこの進化の過程を哺乳類から鳥類・爬虫類・両棲類・魚類まで遡ってそれらの特徴を比べてみましょう(第1表)。

性質の違いをみると哺乳類だけが直接子を産み それ以外は卵で産みます。鳥類までが子育てをします。爬虫類までは肺呼吸ですが魚類は鰓で呼吸します。両棲類は爬虫類と魚類の中間型です。つまり哺乳類から魚類に向かって海水との縁が次第に深まる図式となります。事実 生物は約4億年(デボン紀)以前には海の中だけに住んでいました。

ここで爬虫類の一種 ウミガメの産卵について考えてみましょう。徳島県の日和佐町でウミガメが卵を産みに来るのは満月の晩です。この日が大潮であることをウミガメは知っているようです。このような習性がいわゆる遺伝子情報として我々霊長類にまで伝えられ そのため我々も「太陰暦」の体内時計をもち続けているのではないのでしょうか。

第1表 おもな動物の比較

	体温	呼吸	発生	子育て	生活	例
哺乳類	恒温	肺	胎生	する	陸/(水)	ヒト, イルカ
鳥類	〃	〃	卵生	〃	〃	ハト, カモメ
爬虫類	変温	〃	〃	しない	〃	ヘビ, カメ
両棲類	〃	肺/鰓	〃	〃	陸/水	カエル, サシユウオ
魚類	〃	鰓	〃	〃	水	イワシ, コイ

第2表 地球型惑星の大気と比較

	金星	地球	火星
窒 素	3.4%	78%	2.7%
酸 素	0.0069	21	0.13
二酸化炭素	96	0.032	95

理科年表 (1988)

さらに 哺乳類の胎児を包んでいる羊水の化学成分を調べてみると 海水の組成とよく似ています (井尻・湊「地球の歴史」岩波新書)。つまり哺乳類は現在でも胎内にポータブルな「海」を備えています。我々の細胞や血液などにも食塩 (NaCl) が含まれ その濃度が海水 (3.5%) に極めて近いことも 我々がかつて海中生活者であった名残でありましょう。これについては あとで再び触れます。

## 5. 人体の化学組成

どうやら人類の祖先は 海と深く係わってきたらしいことはわかりました。そこであらためて人間の体が何でできているか考えてみましょう。まず 脂肪を元素にバラしてみると 炭素 (C)・水素 (H)・酸素 (O) から構成されています。筋肉などを作る蛋白質には これらに窒素 (N) が加わります。我々はこれらを食物として他の動物や植物から取り入れています。そのもとを辿ると 水素と酸素は水 ( $H_2O$ ) であり 窒素も大気から得られます。

問題は炭素です。炭素は二酸化炭素 ( $CO_2$ ) として大気中に 0.032% 含まれているに過ぎません。緑色植物は光合成によって そのわずかな二酸化炭素を糖質に変えて植物体を作り 代わりに酸素を放出します。動物は植物を食べ (肉食獣は草食獣を食べ) そのうえ植物が作ってくれた酸素を呼吸しています。つまり動物の生命は 究極的に植物に依存しています。

二酸化炭素について もう少し詳しく述べましょう。最近 人工衛星の打ち上げによって 火星や金星の大気の組成が明らかになりました。体積百分率で表わすと次のようになります (第2表)。

すなわち金星や火星の大気は 二酸化炭素がほとんどを占め 逆に酸素は微々たるもので 地球の大気とはまったく異なった組成を示します。これは 金星や火星には 地球にいるような生物は住めないことを物語っています。地球が 金星や火星と同じ太陽系の惑星であ

ることを考えると 地球の大気も かつてはそれらと同じような組成であったと推定されています。

現在のような 酸素に富み二酸化炭素に乏しい組成になったのは 地球の歴史のある時期に 葉緑体を備えた緑色植物が出現したお蔭です。海中で緑色植物が繁茂して 光合成の結果 多量の酸素を発生させました。その酸素を呼吸する動物 中でも石灰質の殻をもつ種類 (フズリナ・サンゴなど) が大発生し その遺骸が海底に堆積しました。そして大気中の二酸化炭素の大半が 炭酸カルシューム ( $CaCO_3$ ) すなわち石灰岩として固定され その分だけ大気中の二酸化炭素が減少したのです。

最初の生物は いまから35億年前に海水の中で誕生しました。しかし誕生から30億年以上の間 生物は陸上に住めませんでした。太陽光に含まれる紫外線によって死滅するためです。原理的には 我々が布団などを日光消毒するのと同じです。

緑色植物による光合成で 海水中の酸素 ( $O_2$ ) が増加するにつれて 大気中の酸素もふえ その一部が成層圏に上がり オゾン ( $O_3$ ) 層ができました。それが紫外線を遮断するカーテンの役目をして 生物が陸上でも安全に生活できるようになりました。この環境変化によって 約3.5億年前 (石炭紀) から植物が先ず上陸して繁茂し 餌を求めて動物達も後を追いました。

ちなみに 冷蔵庫の冷媒などに使われているフロンガス ( $CHClF_2$  など) が 現在問題となっています。その訳は このガスが成層圏に昇り 紫外線の作用で分解します。そのとき分離された塩素 (Cl) にオゾン層が破壊されて 紫外線を遮断できなくなります。その結果強い紫外線が地表に達するため 人類が皮膚癌にかかる恐れが出てきたからです。

ともあれ 緑色植物の光合成による大気の組成変化と生物進化との因果関係は 絶妙かつドラマチックであります。この辺りの話題は 先年NHK総合テレビジョンの特集番組「地球大紀行」のシリーズでも取り上げられましたので ご存知の方も多いと思います。

## 6. 骨格や血液の「岩石学」

我々の骨格は磷酸カルシューム ( $Ca_3(PO_4)_2$ ) からできています。また 血液に含まれる赤血球中のヘモグロビン (蛋白質の1種) には 鉄 (Fe) が含まれています。食塩 (NaCl) も体に必要なことは周知の通りです。以上のことを念頭に置いて 地殻 (岩石) の化学組成を調べてみましょう (第3表)。

岩石の化学分析値は 一般には 酸化物の重量百分率 (重さの比率) で表しますが ここでは判り易くするため

第3表 全地殻の化学組成

酸化物	重量百分率	元素	原子比
SiO <sub>2</sub>	55.2%	Si	19.9%
TiO <sub>2</sub>	1.63	Ti	0.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.3	Al	6.52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.79	Fe <sup>+3</sup>	0.76
FeO	5.84	Fe <sup>+2</sup>	1.76
MnO	0.18	Mn	0.06
MgO	5.22	Mg	2.83
CaO	8.80	Ca	3.40
Na <sub>2</sub> O	2.88	Na	2.01
K <sub>2</sub> O	1.91	K	0.88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.26	P	0.08
		O	61.3

重量百分率は理科年表（1988），  
原子比は筆者が計算

に 原子比（原子の「個数」の比率）に換算した値も示しました。表から骨格や血液に必要な Fe・Ca・Na・P がすべて岩石の主成分であることが判ります。ちなみに食塩中の塩素 (Cl) は 初期の時代に火山活動で地下からもたらされ 現在は海水に溶けています。

ここでひとつ重要なことがあります。鉄には2価と3価の状態があり 赤血球がこの性質を巧みに利用して肺から得た酸素を 動脈を通じて体の各細胞に供給していることです。このとき ヘモグロビン中の鉄は酸素を多く含んだ3価 (Fe<sup>+3</sup>) です。これは顔料のベンガラと同じですから 動脈血は鮮血です。酸素を細胞に渡して肺へ戻る赤血球の鉄は還元されて2価 (Fe<sup>+2</sup>) になっています。だから静脈血は どす黒いのです。

ちなみに第3表から 地殻（岩石）の中で最も量的に多い元素は酸素である という事実も読み取れます。しかも酸素イオンは 金属イオンの約2倍の半径をもっています。したがって体積では約8倍にもなります。言い換えれば 我々が踏みしめている大地は 酸素の塊です。しかも我々は 大気中の酸素を呼吸しているのですから まさに「酸素漬け」の生活です。

## 7. いま知恵を問われている人類

これまで人類と地球との係わりについて 進化論などの知識をもとに述べてみました。これで判ったことは 大気・海水・岩石のような無機物質が人体の素材であり しかも生命の源であるという点です。つまり岩石も人類も 地球 ひいては太陽系という巨大なシステムの一員に過ぎないのです。

岩石が雨風にさらされて風化された結果 アルミニウム (Al) や珪素 (Si) 以外の元素は流れ去って目減りし 入れ換わりに水が加わったものが粘土です。粘土は植物が生育する土壌でもあります。肥料のもとである磷酸 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) やカリウム (K) は 前にも述べたとおり 岩石の主成分です。動物は 植物が光合成の結果放出した酸素を吸い 植物を食べて生命を維持しています。生物の死後 その構成物質は 他の生物に食べられたり (腐敗は 細菌に食われる姿) 分解したりして 大気や水中・地中に還ります。

自然破壊という言葉をししばしば耳にします。大気汚染や 森林の伐採による砂漠化などが 実例として思い浮かびます。さきほどのフロンガスの問題もそうです。しかし考えてみれば 大気中の酸素の増加もまた 緑色植物の出現による 地球史上の重大な自然破壊の姿でありました。酸素呼吸をする我々人類は その恩恵により出現できたのですが その一方で 酸素の増加によって生活できなくなり 絶滅した種も多かったようです。

地球というシステムは ひとつのバランスが崩れると新しい平衡を求めて環境を変化させます。その新しい環境に順応できる生物は繁栄し そうでない生物は死滅します。だから 人類が高度の文明社会を作って自然を破壊し その結果自分自身が滅亡するようなことがあっても 地球規模で眺めれば 冷酷なようですが 単なる自然の摂理に過ぎないのです。

つまり地球は 人間の思惑とは無関係に その住人である生物達を包み込み それらと相互の関係を保ちながら 再び還ることのない進化の道程を 歩み続けているのです。その意味でも現在 人類は自らの知恵が試されていると言えます。

これで講演を終ります。