

# 堆積岩の研究手法

⑤

N. M. ストラーホフ責任編集  
平山次郎・水野篤行訳

## 成因論および対比論を目的とした 堆積岩の化学的研究 (3)

N. M. ストラーホフ

### 6. 地球化学相の図式について

過去の堆積物の Eh pH 決定法を考えるにあたっては G. I. テオドロピッチが過去の堆積物の酸化還元 酸アルカリ条件をしるために提案した堆積学的地球化学相の図式に注目しなければならない。

周知のように この図式においては 底質中の還元条件の強さが 酸化還元断面、によって評価されている。すなわち 酸化帯と還元帯の境界が底質よりも上位にあるか 底質の表面にあるか 底質の内部にあるか ということによって評価されるのである。しかしながらすでにしられているように 実際にはこのような境界の位置とすべての酸化還元断面は軟泥中における還元過程の強さの尺度にはなり得ない。なぜならば 非常にさまざまな強さの還元条件のもとでも 同一の 酸化還元断面、(たとえば第IV断面)が底質中に存在し得るからである(本章第2節参照\* \*訳注 本誌 No. 148 p. 46 参照)。したがって G. I. テオドロピッチの図式中の縦の区分(\*\*訳注 同 p. 47 第18a表参照)においては間違った表現がなされている。酸アルカリ条件の段階は 強アルカリ媒質に対しては  $\text{pH} > 9$  強酸性媒質に対しては  $2 < \text{pH} < 5$  の間の具体的な pH 値によってあたえられている。しかし これらの段階は現在の水盆の資料にもとづくものであって 大気中や水盆中の  $\text{CO}_2$  の分圧が異なっていた過去の水盆に対しては 適用され得ないものである。おそらくテオドロピッチの図式における横の区分も間違っているものと思われる。これらのことから 彼が異なる pH の区間を異なる酸化還元断面と組み合わせることによって区分したところの環境は 根拠のあるものとは考えられず 過去の岩石の研究を行なう際に誤解を生じさせるだけであるということがわかる。

G. I. テオドロピッチは 彼が提案した図式のなかで彼自身の地球化学相の類型区分の原則を徹底的につらぬくことができなかつた ということがわかる。第4と第5の縦の系列のなかでのみ酸化還元断面と pH 段階のそれぞれの組み合わせが独立の相として区分 命名され

ているだけである。第6の縦系列のなかでは4つしか区分・命名されていない。第1系列(ソーダ相) 第2系列(石灰相) 第3系列(ハロゲン相) 第7系列(カオリン相)においては 酸化還元断面と pH 段階の組み合わせに対してそれぞれ同一の名称があたえられている。それは たとえば 底層水が硫化水素汚染をうけた水盆中に発生する底棲動物を欠く黒色の含黄鉄鉱石灰岩と底棲動物にとみ よく通気された水盆中に発生した赤色の赤鉄鉱質石灰岩とのような Eh においては両極端の堆積物を同一の石灰相に所属させるということの意味している。また 同様に大量の有機物をふくむ黄鉄鉱質カオリン粘土と有機炭素を欠き 水酸化鉄をふくむ雑色性赤色粘土とをカオリン相に所属させるということの意味している。

G. I. テオドロピッチはこのようなそれぞれの相のなかに6つの型の酸化還元断面のそれぞれに対応する亜相を区分することを提案している。しかしながら 他の垂直系列のなかにおいては 全く同様な酸化還元断面の変化が独立の相を区分するに十分なことがしめされている。ほとんど原理的には同じ場合になぜ異なる分類系列の単元が区分されるのであろうか。自分自身の原理的前提をかくも任意に適用した例はほかにはない。上述のような種々の欠陥からみて G. I. テオドロピッチが提唱した地球化学相の分類はまともに検討されるべき価値がないのである。

### 7. 堆積岩中における化学元素の分布と その解釈の原理

堆積岩中における元素の分布の研究は非常に興味深い。それは岩石の物質組成に関する知識を深めるばかりでなく 今日の堆積性鉱化作用の理論を組み立てる際の基盤をなすという点においてである。

元素分布の問題に対する関心が高まったのが戦後の特徴であるが この方面の研究においては よく検討された原理的な取り扱いかたや得られた資料に対する解釈の一般的にうけいれられている原理はまだ存在しない。

筆者は多年にわたって化学者と共同で現世堆積物や岩石中における一連の元素の分布の研究にたずさわってきた。そのデータの一部はすでに公表されているが 大部分については未公表である。これらの研究によって

方法論的な新しい取り扱い方が指摘された。

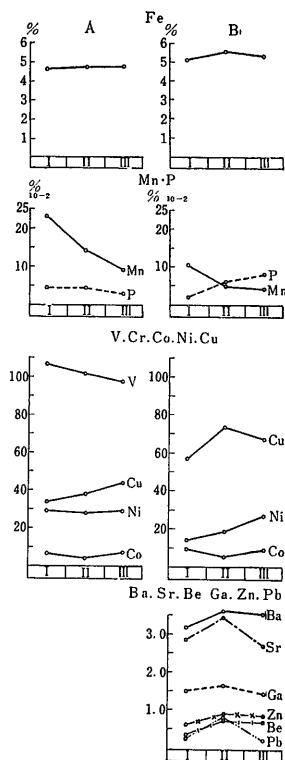
また 火成岩の地球化学との比較の上に乗って堆積岩の地球化学の特殊性を考慮した 分析資料の新しい解釈原理が明らかにされた。

筆者が用いた堆積岩の地球化学的研究のおもな方法はこれまでの研究とは異なり さまざまな場所 層準から得たさまざまな試料を個々バラバラに扱うということではない。 元素分布に関する地球化学的研究は同一地域に産する厳密に規定された層準の試料によるものでなければならない。 もちろんいくつかの地域をとりあげることができるが その際にはそれらの個々の地域ごとの試料は 独立的な全一をなすものでなければならない。

地球化学的研究のためにさまざまな地域でえらんだ層準は 岩石—鉱物学的に また岩相論的に前もって研究されたものである必要がある。 このような条件のもとではじめて地球化学的資料を正しく解釈することができるのである。 とくに相解析の必要性は強調されなければならない。 というのは 一定の層準・地域における堆積作用の自然地理的環境をできるだけわしくすることによってのみ はじめてそれらに特有な元素の分布図を明確に理解することができるからである。 研究資料の層相上の特質を考慮することなく統計資料だけを論ずるのは絶対にさげなければならない。 なぜならばその

ようなことは間違った結論を生み出すからである。 堆積岩の地球化学は堆積岩の岩石学と相解析に準拠しなければならない。

任意の地域における岩石学と相解析のためにはさらに個々の相に属するあらゆる岩石型の組み合わせに配慮する必要がある。 なぜならばこのデータをもつことによつてのみ ある相条件において元素分布を規制するメカニズムを明らかにする



第40図 山麓堆積物と崖錐堆積物の相中における元素の分布 (カラガンダ)  
 A ナッドウリンスク層とシャハンスク層  
 B ナッドウカラガンディン層  
 I 砂岩 II シルト岩  
 III 粘土質岩

ことができるからである。

研究者のそれぞれの具体的な課題に応じて それぞれの元素や元素の組み合わせがとりあげられている。 このような研究がはじまった段階である今日においては できるだけ対象とする元素の範囲をひろげ その研究を系統的にまた比較地球化学的に行なう必要がある。 なぜならば それによってそれらが自然の中に産する規則性の特性を より早く明らかにすることができるからである。

具体例にもとづいて 得られた化学的資料の解釈原理を考察することにしよう。

対象としてドンバスの中部石炭系の一層準 (C<sub>2</sub>) カラガンダの夾炭層—6層準— クズバスのアリカエフ層準とエルナコフ層準 第2バクーの下部石炭系(C<sub>1</sub>)のプロドクチフ層とトゥーリ層などの一連の夾炭層のほか さらに初期フラスノ期の非夾炭層などについてとりあげてかんたんに検討する。 これらの堆積物はすべて過去の地質時代の湿潤帯に発生したものである。

これらの諸層に対して次の15元素の分布の研究が行なわれた: Fe Mn P Corg V Cr Ni Co Cu Ba Sr Pb Zn Be Ga. はじめの9つは化学的方法で分析し のこりの6つは半定量的分光分析によって分析した。

種々の相条件のもとで生じた堆積物中における元素の分布は それぞれ全く異なる3つのタイプにまとめられることがわかった。

第1のタイプはカラガンダの夾炭層の断面によって代表される。 これは層相上は一部は山麓堆積物と崖錐堆積物で (ナッドウリンスク層とナッドウカラガンディン層) 一部は山麓—扇状地相 (ドゥリンスク層) と密接にともなる小さな湖の堆積物である。 またそのほか沿岸の浅海域と潟の堆積物 (アシュリヤク層とカラガンディン層) がある。 これらすべての場合に堆積物はいくつかのかぎられた型のもの すなわち砂岩 シルト岩 粘土質岩からなる。

山麓扇状地相のなかにおいては 砂岩—シルト岩—粘土質岩断面中の元素分布は非常にまちまちであるのが特徴である (第40図参照)。 いくつかの元素の平均含有量の分布曲線は砂岩のなかで最低になり 中間値はシルト岩のなか 最大値は粘土質岩のなかみられる。 また別の曲線では全く別の形がみられる。 いくつかの元素はシルト岩のなかで最大値を示し 他の元素は逆に最小値を示している。 最後に すべての型の岩石中ではほとんど変らない分布を示す元素も存在する。 異なる層に属する山麓—扇状地堆積物においては 平均資料にもとづいて描いた場合でさえも同一元素は全く異なる分布

曲線を示すのが特徴的である。

山麓一扇状地相に属するドゥリンスク層とナドゥリンスク層の湖沼堆積物においては砂岩—シルト岩—粘土岩系列における元素の分布は山麓斜面堆積物それ自体の場合と同様に非常にまちまちなことによって特徴づけられている(第41図)。

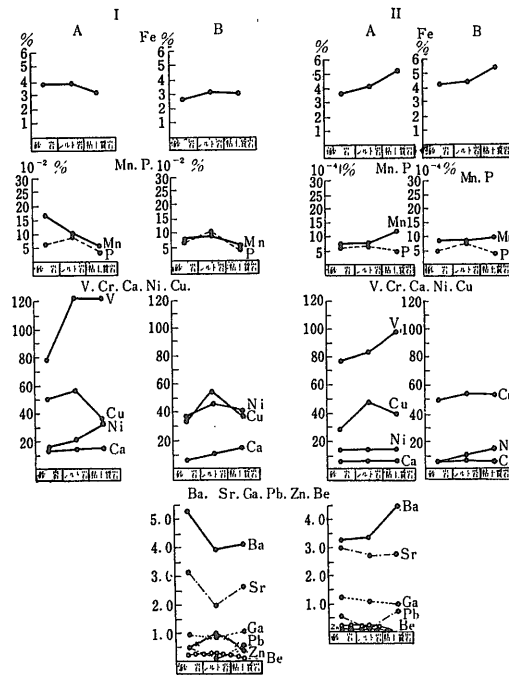
カラガンディン層とアシュリヤリク層を形成する潟と沿岸浅海の堆積物のなかにおいては元素の分布は多少規則的になっている。たとえば半分の元素についてはその含有率は多少明らかに砂岩からシルト岩—粘土岩へと増加する。他の半分の元素に関してはそれとは異なっている。面白いことに Fe Mn V Ni Co Cuなどはほかの元素より早く粒径減少にともなう含有率の増加を示している。カラガンディン夾炭層全体をみた場合に元素分布の規則性・不規則性はその特徴的な形成条件の指標となっていることがよみとれる。

第2の型の元素分布はドンバスの夾炭層とくに C<sub>2</sub><sup>5</sup>層クズバスの夾炭層すなわちアリカエフ層・エルカノフ層のなかにみられる。

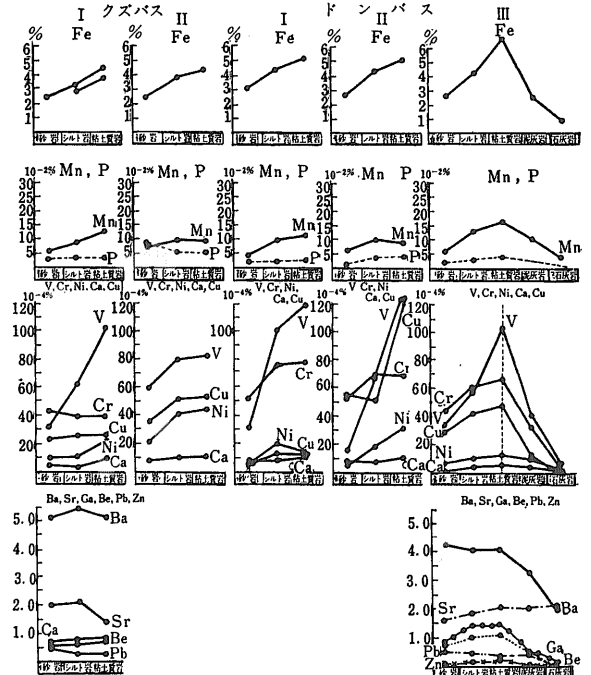
カラガンディン夾炭層と異なってここでは15の元素のほとんどすべてのなかではっきりした分布の一致がみられる(第42図)。一連の海成岩石中(すなわち砂岩—シルト岩—粘土質岩—泥灰岩—石灰岩系列)においては Fe Mn P Corg V Cuなどの最低含有値は砂岩中にみられるより高い含有量がシルト岩中に最大含有値

は粘土質岩中にみられる。泥灰岩のなかではこの含有値は低下し石灰岩のなかでは最小含有値となる。元素ごとに最小から最大値への変化の著しさはもちろん絶対含有値と同様に変化するが最大が炭酸塩岩中にある Srをのぞくすべての元素については分布曲線はよく一致している。よく一致した元素分布型はドンバスの純海成層(第43図)ばかりではなく漸移帯の堆積物(三角洲・内湾成の)や河谷の堆積物にすら特徴的である。クズバスの夾炭層のなかにおいては岩石の組み合わせはもっと限られていて砂岩—シルト岩—粘土質岩からなっている。しかしこの系列のなかでも元素分布はよく一致し粒径が細くなるにつれて含有量は増加し例外はごくわずかである。砂岩・シルト岩・粘土質岩中における元素の含有率それ自体はドンバスでみられるものに近い。

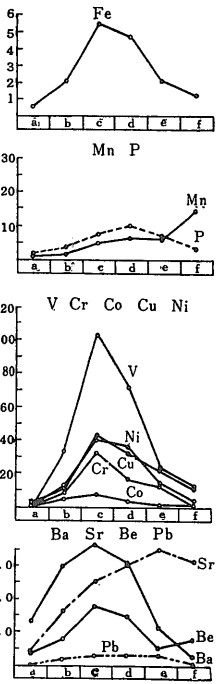
第3の型の元素分布は第2バクーの D<sub>3</sub><sup>5</sup>の台地型水盆の堆積物中に特有である(第44図)。この型の特徴は元素分布曲線の密接な一致がふたたび消えはじめるがそれは第1の型のそれとはちがった様式を示していることである。砂岩からシルト岩・粘土質岩へかけて元素の含有量は絶えず増加ししかもそれはドンバスにおけるよりもはるかに急速なテンポである。石灰岩にむかっては大部分の元素の含有量は低下するが堆積の諸帯においてもっとも不安定な元素すなわち Mn Cu P Srは増大しつづける。そして泥灰岩あるいは純粋な炭酸塩



第41図 各相中における元素の分布  
 I 山麓をともなう湖成相  
 II 沿岸成水相と潟相  
 I.....A ナドゥリンスク層 B ドゥリンスク層  
 II.....A カラガンディン層 B アシュリヤリク層



第42-43図 クズバスとドンバスにおける元素分布  
 クズバス I 陸成層(エルカノフ層) II 乾水成層(アリカエフ層)  
 ドンバス(C<sub>2</sub><sup>5</sup>) I 陸成層 II 漸移帯堆積層 III 海成層



第44図 海成堆積物(第2パッカーの  
パシースク層)中の元素分  
布  
a 砂岩 b シルト岩  
c 粘土質岩 d 泥灰岩  
e 粘土質石灰岩  
f 石灰岩

岩のなかで最大に達する。それとともに他の10元素も炭酸塩岩中においては第2の型のものよりは若干高い含有量を示している。いいかえれば台地型においてはすべての元素はほとんど沿岸の砂帯をはなれてより沖合に移動しとくに Mn P Sr Cu においてその傾向が著しい。

このような異なる型の元素分布が異なる層の岩石中に生ずる原因は何であろうか。

ドンバスや台地型中において非常に異なる化学性をもつ元素を通じて同様な分布曲線がみられるということはその原因を元素それ自体の性質でなく何か別のあるものとくに表層水中におけるその移動形態やさらに種々の層の自然地理的生成条件の特性にもとめるべきであることを示している。

現世水盆中における底質の生成に関するモノグラフのなかにおいて筆者が指摘したように Fe Mn P のほか V Cr Ni Co Cu Pb Zn Sr などの一連の微量元素も主として河川中では懸濁物として移動し一部が溶液としてはこぼれるにすぎない。しかも同時に同じ流水のなかで運ばれる種々の元素の懸濁物・溶解物の比率は全く異なる。たとえばあるものについては溶解型のものが多く別の元素についてはそれが少ない。同時に懸濁物の粒度スペクトルにおけるある1つの元素の最大濃集はある1つの粒径部分におち(たとえばより粗粒部分に)別の元素のそれは別の粒径部分(たとえばより細粒部分に)おちる。同じ河川水によって運ばれる種々の元素の移動形態にみられるこれらのごくわずかな差異がこれらの元素の分布曲線に非常に特徴的に反映される。現世堆積物中における元素分布の研究からもわかるように(ストラッホフ・ブローツカヤほか1954) 溶液の形をとった物質の移動は水盆中のより沖合帯へとその絶対量を増加させるのに適している。堆積物の型による元素の分布曲線上にこれが粘土 泥灰岩 沖合性石

灰質堆積物の領域に最大値を移動させるという形をとって反映されるのである。溶液の役割りの低下と懸濁物の役割りの増加によって分布曲線上の最大部がより沿岸地域のより粗粒な堆積物へと移動する。移動過程での懸濁物の役割りが卓越することによって元素がさまざまな粒径部分への著しいかたまりを示しはじめる。元素が主としてコロイドミセルに吸着されたものとして移動する場合には分布曲線上の最大部は粘土質岩におちる。しかしながら碎屑鉱物が元素の運搬者としての主要な役割りを演じ元素そのものがこれらの鉱物の結晶格子中に存在する際にはその最大部はシルト質や砂質岩にすら出現する。ミセルに吸着された陽イオンとしてまた同時に碎屑鉱物の一部として元素が移動する際には分布曲線上に2つの極大部があらわれることがある。したがって任意の累層を構成する岩石中における元素の真の分布曲線は懸濁型と溶解型との比率と懸濁物の粒度スペクトル中における元素の分布との結果である。

累層が形成された自然地理環境とくに集水域における岩石の化学的風化の強度とその運搬と最終水盆中における沈殿過程の際の物質の淘汰の可能性が非常に重要な要素となる。

集水域において原岩がはげしい化学的風化をうけるとすべての複雑な珪酸塩 アルミノ珪酸塩 硫化物質の火成鉱物・変成鉱物は破かいされそのなかにくまられる Fe Mn P V Cr Ni Co Cu Zn Pb Be などの諸元素は溶解し一部は溶解した形で移動し一部は粘土質鉱物ミセルに吸着されて懸濁物のなかにはいりこむ。このことが元素が砂質あるいはシルト質の岩石にとぼしくなることとくに砂質岩にとぼしくなり一方では細粒の岩石(粘土質岩 泥灰岩 石灰岩など)に多くなることの原因となっているのである。いいかえると陸上における化学的風化が著しく進行するほどすべての元素が細粒の粘土質-炭酸塩質軟泥に移動して行くことを意味している。

堆積物の淘汰度もまた非常に重要である。河川や堆積盆中の流水による運搬過程において懸濁物の淘汰作用が強力にあらわれるにつれて砂質堆積物には粘土質物質は一層とぼしくなりしたがってそれに吸着された元素にとぼしくなる。したがって逆に細粒の粘土質軟泥や粘土質-炭酸塩質軟泥はこれらの元素に一層とむようになる。いいかえれば粗粒岩の淘汰の増大は粗粒堆積物と細粒堆積物との間の元素含有量の差を増大させ砂岩→シルト岩→粘土岩の系列における元素の分布をより対照的にさせる。岩石の淘汰の低下は逆方向に作用し同じ系列中における元素の分布をより平均化させ

より未分化のものにする。

岩石ごとの元素分布の対照の増大と同時に 集水域における化学的風化の強化と水盆中の堆積物の淘汰作用の強化によって 累層を構成する岩石型による個々の元素の分布曲線の主要な特徴が互いに類似したものとなって行く。種々の元素の分布にみられる不規則性がますます低下し 曲線は一層似た型となって行くのである。湿潤帯の累層中における上記の3つの型の分布様式を解釈するにあたって 上記の原理が何をあたえるかをみてみよう。

カラガンダのカラガンダ夾炭層の堆積物中における元素分布の不規則性は次の2つの原因 すなわち集水域における母岩の化学的風化の不十分さと大部分の場合堆積物淘汰の可能性の小さいことの2つによって説明される。弱い化学的風化作用は 多くの不安定鉱物を保有した砂質シルト質岩の典型的なポリミクト性によって明らかであり 弱い淘汰作用は粒径の多成分性によってあらわされている。化学的風化作用の不十分さは一部はカラガンダ堆積区が湿潤帯の最縁辺部に位置していたこと(コペリーナ 1955)と一部は集水域の著しい起伏と急速な機械的削剝作用とによって説明される。カラガンディン夾炭層を構成する岩石中の碎屑物の不淘汰性は粒子の運搬堆積の自然地理的条件の特性を反映している。ナドウリンスク層とシャハンスク層の山麓一扇状地堆積物のなかでは 堆積物は明らかに供給源に直接して堆積し このような相の常としてほとんど淘汰をうけていない。このことからこれらの層の岩石中の元素分布が非常に不規則であることが理解される。山麓一扇状地相にはさまる湖成堆積物のなかでは 元素分布の不規則性が保存されているのは 小さな湖に急速な堆積作用がおきたことと さらにそれらの湖のエネルギー量が小さく著しい再浸蝕や淘汰がおきなかったことに関連している。湖盆中にもちこまれた堆積物はほとんどリワークされることなく 単純に堆積した(ストラーホフ・ブローツカヤほか1954)。これらの条件のもとでは 山麓堆積物や扇状地堆積物にみられるものに比べて 元素分布に何らかの新しい特徴を期待することは困難である。

湖や浅海域の堆積物のなかで元素分布曲線が若干規則正しくなることは まず第1に集水域から堆積盆に至る粒子の運搬距離の増大によって粒度の淘汰がよくなり 元素の分化が促進されることと関連し 第2に堆積盆の大きさが大きいために運びこまれた物質の淘汰がさらに強化され 種々の元素の分布に一様性がもたらされることと関連している。湖や浅海条件においてすら元素の

挙動に完全な一様性が欠如しているのはおそらく堆積作用が急速にすすみ また湖そのものの大きさが比較的小さいためにエネルギー量と搬入物質のリワーク(および淘汰)の完全性が制限されていたことによって説明されるであろう。

ドンバスにおける  $C_6^s$  層の堆積にあたっては事情は全くちがっていた。この層の砂質—シルト質岩はすでにポリミクト性のものにいわれることはできない。N. V. ログビネンコの観察によれば これらの岩石中には不安定鉱物は欠如するかあるいはごく稀にしか存在せず 重鉱物成分の大部分を構成するのは ルチールとジルコン・電気石などであって ところによって燐灰石と硬緑泥石・珪線石・二硬石・十字石などがまじり 軽鉱物成分のなかではごく少量の長石がふくまれ 岩片もごくまれにしかみられない。このような事実はすべてドンバスの砂質—シルト質岩がポリミクト型とオリゴミクト型の岩石の中間型を示すものであり むしろ前者よりも後者に近いことを示している。すなわち集水域における化学的風化作用が著しかったことが意味されている。したがって シルト岩とくに粘土質岩に比べて砂質岩のなかですべての元素の含有量が全般的に低下するし さらに 砂岩から粘土質岩にかけて上昇する特徴的かつ一様な分布曲線が出現するのは まさにこのためである。元素によって溶液と懸濁物との比率が異なり さらに懸濁物の種々の粒度へのかたよりがみられることは 元素ごとの分布曲線が共通な型をたもちながらも なおかつ個別的特徴と差異を有することの原因となっている。ドンバスにおいて堆積域が供給源と非常にへだたっていたことと さらに搬入物質が堆積した水盆すなわち海が大きかったこともそれと同じ方向に働いた。これらのことはすべて懸濁物の淘汰の可能性を高め さらに砂岩から粘土質へむかって分布曲線が上昇するというあらゆる元素の分布曲線の一様性をつくり出した補助的要因となった。

粘土質岩に比べて泥灰岩や石灰岩中での元素の百分含有率が新たに低下するのは これらの岩石をつくる時に  $CaCO_3$  が沈殿し 当然の結果として元素の濃度をうすめたためである。大部分溶液として移動し また海中で化学的 生物学的に  $CaCO_3$  と共沈する Sr のみが炭酸塩岩に濃集しつづけた。

クズバスの夾炭層を構成する岩石中の元素にみられる同様な分布様式は 明らかに集水域の化学的風化作用の強度と移動途中と最終水盆における物質の淘汰の可能性からみた それらの移動条件の近似性を示すものである。

しかしながらここで指摘しておかなければならないことは、クズバスの岩石のなかでは元素の分布曲線の一様なドンパスの場合に比べて若干不明瞭であり、かつ砂岩とシルト岩との間の差の程度もやや小さいという点である。明らかにクズバスの岩石が生ずるに当たっては、集水域の化学的風化作用の強度と運搬過程と最終水域における淘汰の可能性が、ドンパスの条件に比べていくぶん小さかったと考えられる。

第2バクーのD<sub>3</sub>とC<sub>1</sub>の台地型岩石中における元素の移動・集積環境は、全く異なったものであった。これらの層の砂質・シルト質岩は典型的なオリゴミクト型で、事実上ほとんど単鉱物性の石英質のもので、ごく少量の長石と重鉱物とをともなうものである。これは集水域における母岩の非常にげい風化を意味し、砂岩中にこれらの諸元素がほとんど完全に欠如し、粘土岩のなかに著しく濃集していることを説明するものである。台地海が非常に大きく、そこでの沈積が緩慢であることが、流入物質の理想的淘汰をもたらしたが、海盆中心部に細粒成分が完全に運び出され、そのなかに種々の元素が補助的に濃集した。沿岸からはなれた水域の堆積物はドンパスの場合と同様、石灰岩によってうすめられるため、粘土質岩に比較すると泥灰岩・石灰岩のなかでは含有量が低下した。しかしながら台地海においては元素のこのような濃度の低下はドネツ海の例に比較するとより小さかった。このちがいは準平原化をうけた陸地によって元素が移動する際に、より解析をうけ隆起した集水域をもつドネツ海の場合の元素のそれに比べて懸濁物の役割りが小さく、溶液の役割りが大きかったことに起因するものと考えなければならない。このような差異はごく当然のことであり、削剝の法則をよく理解すればすぐわかることである。Mn Cu P Srにおいては溶液がその移動においてとくに大きな役割りを演じたであろう。これらの元素が固相として分離した後では、それらのゲル状凝集物と微結晶は(ごく小さいために)海盆の中心部に運び出され、他の元素の場合に比べてより沖合に分布する泥灰質および石灰質軟泥中に濃集した。たとえば、母岩の著しい風化といく分異なる元素の移動形態との適当な組み合わせが、とくにMn Cu P Srなどにはっきりあらわれる沖合への元素含有量の一般的移動をもたらした。

上述のことから、上記の解釈の原理が湿潤型累層中の元素分布に3つの型があるということを十分に説明し得るということが明らかである。型の数がそれよりも多くあるという可能性も十分にある。

筆者はこれらの解釈原理がすべてのあらゆる可能なアプローチをつくしたものと考えていない。しかしながら、これらの原理は、溶液としてではなく懸濁物の形としての元素の移動が大きな、そしてしばしば決定的役割りを演ずる堆積学—地球化学的過程の特性を基本的にとらえているように思われる。堆積岩中の元素分布に影響をあたえる諸要因、すなわち懸濁物が演ずる大きなしかし条件によって変る役割り、懸濁物と溶液との比率や諸元素が種々の懸濁物の粒度成分に所属すること、集水域における風化の役割り、移動過程と盆地のものにおける物質淘汰の役割りに対しては、従来地球化学的にはほとんど注意がはらわれなかった。それにもかかわらず、実際にはこれらの要素こそ底質や堆積岩中における元素の分布機構にもっとも重要な役割りを演じたのである。これまで注目されなかったこれらの要因に堆積学者や地球化学者の注意をひき、それらの重要性を強調することが本項の目的であった。

#### 8. 地球化学的資料による断面对比の原理について

近年、無化石層のさまざまな断面对比法のうち地球化学的資料とくに分光分析によって決定された微量元素やCorg、岩石の抽出水、pH、Ehなどによる対比が次第に注目をあびるようになってきている。化学的指標による対比法はあとで詳しく論ずるが(第6部 第2章参照)、ここではこれらの対比法の本質とそれに関連したいくつかの方法論上の問題についてのみふれることにする。

対比のための化学的指標がどのようなものであっても対比法の本質はいずれの場合も同じである。

ある特定の層のもっとも完全な標準断面を化学的に研究し、種々の元素あるいはそれらの系列の分布をグラフとして表現することによって、いくつかの曲線が得られ、元素の極大極小含有値をもつ層準がその断面のなかで指摘される。数種の元素を用いる場合にはその数だけの曲線が得られ、その見かけの類似と差異が明らかに指摘される。標準断面中における諸元素の分布図式を確立した後には、標準断面と比べるべき部分的断面中における元素分布をしらべ、それらの断面に対しても垂直的な元素の含有曲線が得られる。このようにして得られた曲線を標準断面のそれと比較することによって、ふつり比較する局部的断面部分の曲線と形態をもっとも類似した部分が発見できる。

このような方法による作業を行なうにあたっては、常に次のような事情を考慮する必要がある。前節でも述べたようにすべての元素の含有量は、岩石の岩石型とそれらの生じた相条件と密接に関連している。

これらの規則性は化学的方法による対比のための試料採取を標準の間隔(たとえば 5m 10mおきという具合)で行なってはならないことを示している。

このような試料採取を行なえば 堆積学者は偶然的に砂岩 シルト岩 粘土質岩などの種々の岩石型に出会うことになる。そこから得られた元素の垂直分布曲線は分析資料の岩石型による変化を反映することになるであろう。このような偶然性をさげ実際に即して断面の特徴をつかむには それぞれの岩石型が異なる地層から分析試料を採取し ある種の地層の厚さが大きい場合にはそのなかで一定間隔(たとえば 5 10 15 mおき)に採取する必要がある。このような試料採取によって 偶然にある岩石が試料中に入りこんだり あるいは脱落することをふせぐことができ その地層中に存在する主要な岩石型の岩石(砂岩 シルト岩 粘土岩など)をふくむ一連の試料を得ることができる。すなわち実際に即した断面を得ることができるであろう。

断面ぞいに地球化学的曲線を作成する場合 いろいろな層準のあらゆる岩石型の資料を一つの曲線にまとめて表現するだけではなく 異なる岩石型ごとに(たとえば砂岩 シルト岩 粘土岩) 曲線を作成すべきである。このようにしてはじめていろいろな断面における種々の元素の濃集が何によってもたらされたかが明らかとなるであろう。たとえばある一定の区間に特有なすべての型の岩石に実際に濃集しているのか すなわち盆地全体に一定期間元素の濃集が強まったことによるのか あるいはその区間に細粒な堆積物(粘土)が大量にたまったものであるかが明らかになるであろう。地球化学的指標による確実な対比をおこなうにあたっては 明らかに盆地全体にわたってその元素が多量に沈殿したことによってそれぞれの元素が濃集した帯だけを用いることができる。もしも個々の区間の元素富化の原因が岩石組成にもとめられる場合には、元素の標準分布断面を対比に利用することはできない。なぜならばある一つの地域の任意の断面区間のなかでの砂質化と他の地域のそのなかでの粘土化は任意の元素の断面に非常に著しく反映されるであろう。したがって地球化学的方法による対比の基礎が失なわれることになる。標準断面のなかに

において種々の元素の富化区間や貧化区間を発見できるのは個々の区間のあらゆる岩石型に関する資料が考慮されている場合においてだけである。

化学的な対比法を検討をする際に 残念ながら堆積岩における元素分布の地球化学的法則性の本質から当然出てくる原理的な要請に対して これまで注意がはらわれてこなかった。しかしながらこれは今後この方法を点検する際にならざる考慮されなければならないし それによってはじめて方法自体の可能性が明確となるであろう。

#### 文 献

- グリヤーエバ L.A.(1953): 海成碎屑層の堆積の酸化還元環境の地球化学的指標 科学アカデミー報告 v.92, n.5
- グリヤーエバ L.A.(1953): ウラル・ボボルジェ地域のデボン系の碎屑層の地球化学 科学アカデミー報告 v.92, n.5
- グリヤーエバ L.A.(1953): 地質時代の硫化水素水盆の堆積物 科学アカデミー報告 v.92, n.5
- グリヤーエバ L.A.(1955): 堆積岩の地球化学相 酸化還元環境および有機物 ソビエト地質 n.47
- カルツエフ A.A.(1953): グルジャのマイコープ層の古地球化学的研究 モスクワ石油研究所報告 n.13
- プスタバロフ L.V.(1933): 地球化学相と一般地質ならびに応用地質におけるその意義 ソビエト地質の諸問題 n.1
- スピロ N.S. グランベルク I.S. ボフク Tz. L.(1955): 粘土岩の吸着塩基の組成と堆積相上との関係 科学アカデミー報告 v.105, n.4
- ストラーホフ N.M. ブローツカヤ N.G. ほか (1654): 現世水盆中における底質の生成
- ストラーホフ N.M.(1956): 続成作用について—堆積岩鉱物学の諸問題 3.4. リポフ国立大学出版所
- ストラーホフ N.M. ザルマンソン E.S.(1955): 堆積岩中における鉄の自生鉱物の分布と堆積岩岩石学におけるその意義 イズベスチャ 地質篇 n.1
- テオドロビッチ G.I.(1947): 堆積学的地球化学相 モスクワ博物協会誌 v.22, n.1
- テオドロビッチ G.I.(1954): 酸化還元ポテンシャルの断面による堆積学的地球化学相とそれらの産油型について 科学アカデミー報告 v.95, no.3

(訳者は地質部 次号には第3部第1章「堆積岩の化学的研究課題とその示性分析の原理」を紹介する予定)

(45頁からつづく)

私の人夫は黙々とついてきてくれ ひるになると農村の一軒に上りこんで休みます。ハブサにも朝鮮戦争の折日本に行ったことのある人が100人以上いるとのこと 毎晩のようにそのうちの数人が私の部屋をおとずれてき

ます。人なつっこくもあり無神経のところもあり やはりちょっと気になります。11月末にはアンカラにもどり リポート書きの毎日を送ることになるでしょう。

(つづく)

(11月13日ハブサにて)

(筆者は 在トルコ 石炭課)

## ~昭和41年度地質調査所の出版物~

## •地質図

- 1:2,000,000 日本地質図  
 1:500,000 東京(改訂版)  
 1:200,000 七尾・富山  
 1:50,000 「上里」「大村」「加治木北部」「邑知瀧」  
 「蛇ガ島」「三日市」「内之浦」(以上説明書  
 共)「金木」(説明書のみ)

## •日本水理地質図

- No. 11 長野県松本盆地 No. 12 兵庫県南西部地域  
 No. 13 佐賀・福岡県筑後川中流域 No. 14 富士山城

## •日本炭田図 「釧路炭田」

## •地質調査所報告

- No. 215 水野篤行: ON THE NEWMIOCENE  
 UNIONIDS FROM THE SASEBO COAL FIELD,  
 WESTERN JAPAN  
 No. 216 小西泰次郎: 秋田県横手盆地の水理地質学的研究  
 No. 217 倉沢 一: Petrology of the Kitamatsuura  
 Basalts in the Northwest Kyushu, Southwest  
 Japan  
 No. 218 石原舜三: Molybdenum Mineralization at  
 Questa Mine, New Mexico, U.S.A.

## •地質調査所特別報告 第4号 新潟地震予察報告

## •地質調査所化学分析法 No. 36 No. 37 No. 38

## •その他

物理探鉱調査研究一覽 第IX集  
 1962 地質文献目録  
 北海道鉱床総覧  
 地質図幅目録図

## •地質調査所月報 第17巻 第4号

## 報 文

岸 和男・菅野 敏夫・後藤 準次: 松本盆地北部の地下水  
 村下 敏夫・菅野 敏夫・村上 篁: 長崎県郡川扇状地の地下水  
 石山 尙珍: 東京近海の現生種貝類の調査

## 概 報

徳島県横山・東条地区含銅硫化鉄鉱調査(春城)

## 資 料

日本海海底2カ所における孢子—花粉分析(小岩井訳)

## •地質調査所月報 第17巻 第5号

## 報 文

坊城 俊厚・尾上 亨: 山口県下関市の第三系について  
 丸山 修司・堀本 健次・河内 英幸・小野寺 公児・向井  
 清人・石橋 嘉一・後藤 進・齋藤 友三郎・服部 富雄: 千  
 葉県君津湾磯根岬北部海域の海底表層(新期)堆積物と海底砂鉄  
 (第1報)——東京湾口・君津湾海域の海底砂鉄調査研究——  
 堀本 健次・小野寺 公児・丸山 修司・海底地質調査技術の  
 開発について——水中テレビ機による予備実験——

## 概 報

カラーインデックス(田中・片田)

## 資 料

台地と地向斜について(黒田 訳)

## •地質調査所月報 第17巻 第6号

## 報 文

松井 寛: 山屋 政美: 北海道天塩郡幌延町間寒別北西部と旧  
 幌延炭鉱付近の地質  
 根本 隆文・山屋 政美: 天北炭田西部地区曲淵地域地質調査  
 報告

## 資 料

天然の状態における鉱石組成測定のための放射能探査法の応用  
 (鹿島訳)

## •地質調査所月報 第17巻 第7号

## 報 文

岸本 文男・高島 清・加藤 甲壬・永井 茂・窪木 時雨郎  
 ・茅山 芳夫・小村 幸二郎・大竹 重吉: 大分県鯛生鉱山金  
 銀脈周辺における水銀の分布について

Ken Shibata & Tamotsu Nozawa: K-Ar Ages of Hida  
 Metamorphic Rocks, Amo-Tsunokawa Area  
 and Oki Area, Japan

Ken Shibata & Tamotsu Nozawa: K-Ar Age of the  
 Granodiorite in a Pit of the Amo Mine,  
 Hida Mountains, Japan

Ken Shibata & Tamotsu Nozawa: K-Ar Age of the  
 Shimonohara Quartzdiorite, Hida Mountains,  
 Japan

Ken Shibata & Tamotsu Nozawa: K-Ar Age of the  
 Nihonkoku Gneiss, Northeast Japan.

Ken Shibata & Tamotsu Nozawa: K-Ar Ages of  
 Granites from Amami-ōshima, Ryukyu Islands,  
 Japan

## 資 料

岩石の化学組成研究における捕獲γ線および放射化スペクトル  
 測定への応用(新宮訳)

## 地質調査所月報 第17巻 第8号

## 報 文

青柳 信義・坊城 俊厚: 飯豊山地南西部における新第三系の  
 放射能強度について(その1 新潟県津川町付近)

坊城 俊厚・青柳 信義・鈴木 泰輔: 飯豊山地南西部におけ  
 る新第三系の放射能強度について(その2 新潟県三  
 川村およびその周辺地域)

坊城 俊厚・松井 寛: 飯豊山地南西部における新第三系の放  
 射能強度について(その3 新潟市周辺)

須貝 貫二・星野 一男: 宮城県伊具含炭地における中新統中  
 の放射能異常について

尾上 亨: 山形県小国町から産する沖庭化石植物群の特徴(そ  
 の1)

## 概 報

山口・島根県下自動車放射能探査異常地点について(東元)  
 昭和34年度四国管内放射能調査報告(清島)

宮崎県南部地区放射能強度分布調査報告(清島)

兵庫県津名郡五色町地域の放射能強度調査報告(塚脇)

岡山県金光・玉島地区放射能強度分布(東元)

## 資 料

鉱床現場における元素定量に関するγ線エネルギー分析の  
 若干の問題(鹿島訳)

## •地質調査所月報 第17巻 第9号

## 報 文



M. Kawano K. Takahashi, & T. Nozawa: Petrochemistry of Minami-ōsumi Granite in the Uchinoura Area, Kyushu, Japan

松原 秀樹: 山梨県金峯山地域の花崗岩類とペグマタイト  
森 和雄・池田 喜代治: 仙台市南東部から福島県太平洋岸一帯の地域地下水について

須田 芳朗・細野 武男: 福島県勿来地区重力探査報告

資 料

地質学の将来の展望(青木訳)

・地質調査所月報 第17巻 第10号  
報 告

丸山 修司・小野寺 公児・堀本 健次・河内 英幸・向井 清人・石橋 嘉一・後藤 進・中川 忠夫・佐々木 雅一・青木 市太郎: 東京湾口・君津湾南半部の海底新期(表層)堆積物と海底砂鉄(第2報)

——君津湾内新期堆積物について 付主要な調査技術の概況について——

概 報

秋田県鹿角郡八幡平付近の地質について(矢崎ほか3名)

秋田県十和田町付近における地震探査について(平沢)

——北鹿地帯における地震探査第1報——

秋田県大館西方における地震探査について(市川)

——北鹿地帯における地震探査第2報——

資 料

地質調査所における石炭調査研究の概要(昭和35—40年 徳永)

坑井のガンマーガンマ検層理論について(鹿島訳)

・地質調査所月報 第17巻 第11号  
報 文

山口 昇一: 北海道東部「豊頃—北見帯」の新第三系(第1報)  
——津別一本別間の新第三系層序について——

岸 和男・菅野 敏夫: 滋賀県安曇川扇状地の地下水

牧 真一・矢崎 清真・比留川 貴・米谷 宏: 山形県下のヘリウム資源について

概 報

秋田県鹿角郡八幡平付近の地質について(その2)(矢崎)

資 料

若干の地質系・統の境の年代をきめるための資料(黒田訳)

・地質調査所月報 第17巻 第12号  
報 文

片田 正人・大森 貞子: 領家帯の変成粗粒砂岩の化学成分  
大森 えい・片田 正人: 塩基性岩との接触部でみられる花崗岩の成分変化の1例

高橋 稠・後藤 準次: 佐賀・福岡県筑紫平野東部地域における工業用地下水源

概 報

石狩炭田北部音江山地域新城南部の地震探査について(市川)

資 料

珪酸塩岩石および天然珪酸塩の分光分析 主成分元素の定量(一國訳)

・地質調査所月報 第18巻 第1号  
報 文

安藤 武・岡 重文: 大谷石の地質と採掘に関連する破壊状況  
概 報

奈良県宇陀郡室生村・山辺郡都師村 村界地域の耐火

粘土・珪石鉱床調査報告(塚脇・宮村)  
地質調査所構内におけるS波速度の測定  
(太田・嶋・柴藤・平沢・伊藤)

資 料

ARL カントメーターの光電分光法によるけい酸塩岩石の分析と標準岩石によるカントメーターの校正(一國訳)

地質調査所月報 第18巻 第2号  
報 文

尾原信彦・渡辺和衛・松野久也・安藤高明・相原輝雄・金井孝夫・小鯛桂一・宇野沢昭: 泉州地区産業地質調査報告書

村上 望: 鹿児島県大隅地区工業用水源について

Hisayoshi Nakamura & Kiyoshi Sumi: Geological Study at Matsukawa Geothermal Area, Northeast Japan

Masami Hayakawa, Sin'ichiro Takagi & Kenzō Baba: Geophysical Study at Matsukawa Geothermal Area, Japan

資 料

米國地質調査所における試料の記載・分析データの保存とその再利用の方式(高橋訳)

・地質調査所月報 第18巻 第3号  
報 文

小尾 中丸: 陸羽地域自動車放射能探査

堀川 義夫・氏家 明: 鳥根県西部および山口県北東部地域自動車放射能探査報告

堀川 義夫・氏家 明・小尾 中丸・河合 正虎: 自動車放射能探査による山口県南東部地域の放射能強度分布

石原 舜三: 群馬県川場村の放射能異常地調査とウランフェンの産出について

概 報

山形県西田川郡温海町における新第三系の放射能強度について(松井)

宮城県角田盆地および大内「第4露頭」付近の含ウラン層について(坊城・佐藤・鈴木・野口・中川)

愛知県豊後地区放射能強度調査(河野・徳永・尾上)

美濃炭田土岐・可児両地区の各主要稼行並炭層対比について(予報)(曾我部・鈴木・井上)

新潟県岩船郡中東地区における物理検層(堀川・武居)

長崎県五島列島中・南部地区放射能強度調査報告(清島)

兵庫県多紀郡篠山地区の放射能強度調査(宮村)

奈良市東部と天理市福住地区における放射能強度調査(稲井・宮村)

福岡県八女郡およびその周辺地区新第三紀層ならびに朝倉炭田古第三紀層の放射能強度について(古川)

地質ニュース	第151号	3月号
昭和42年3月25日	定価 ¥220	〒12
発行	工業技術院 地質調査所	
編集	林 久 雄	
発行人	株式会社 実業公報社	
発行所	東京都千代田区九段南4の2の12 Tel. (261) 7173・9387	
	振替口座 東京 31466	
総発売元	政府刊行物販売所	
	東京都千代田区大手町1の5 Tel (211) 5570	
印刷所	共同印刷株式会社	