

海底沈殿物研究の歩み

～ソ連の場合～

A. P. リシツウィン著
岸本文男訳

海底をあまねくおおっている沈殿物(底質)の研究はかなり以前から学者の関心と呼んでいた。それは何よりもまず第1に地質学とくに堆積岩に関する科学の要求している研究であった。地質学者が陸地で研究している岩石の多くは最初海底で生成したものである。いうまでもなく古期堆積岩の成因を知るためには現世の海底沈殿物とそれが堆積岩に変わる過程についての知識がどうしても必要である。その基礎的な理論上の問題は地球化学 鉱物学 岩石学 生物層位学 (biostratigraphy) 古生物学などの一連の分野のものに分けられる。

結局のところこれら各分野での理論上の問題は実際のデータが解決してくれる。それと同時に海底沈殿物の研究はこの海底沈殿物と現世の鉄—マンガン膠結物 ダイヤモンド 磷鉱などの一連の鉱床と関連が大きい実用上でも重要である。また海底沈殿物は石油 天然ガス 石炭などの有用鉱床を被覆していることもありこんにちその開発が部分的に行なわれていることは周知のとおりである。

海底沈殿物を構成する物質は粘土・砂・シルトでさまざまな大きささまざまな組成の碎屑物といえる。この沈殿物のおもな源は崩壊した陸地の岩石であり海棲生物の遺骸——主としてその珪酸塩および炭酸塩部分である。これらの碎屑物は海底に沈殿するより前に水盆中において環境に結びついた複雑な再成作用を受ける。すなわち碎屑物は溶解されるかあるいは反対に結合して大粒の鉱物質集合体となり一連の元素や化合物を海水から吸着するかあるいは海水中に遊離しプランクトンと水底生物の栄養源ともなる。沈殿物の碎片はその発生場所から数100km さらに数1,000kmも移動している場合が少なくない。したがって海洋における堆積物の生成過程を理解するためには海水中の碎屑物の量的な配分と組成を知る必要がある。この新たな研究領域は海洋地質学とは切り離せない部門となったのである。

海底に露出した古期岩石の研究はもう1つの新しい研究方向である。10年ばかり前には海洋地質学的な研究の及んだのは海底沈殿層の最上部——一般に厚さ数m——に限られていたがこんにちでは深い底質層試錐

ができるようになった。その試錐によってまず当初海底面下数10mそして数100mに位置する試料の採取に成功したが近々この数字が数1,000mに増大することは間違いない。これと同時に海底表面に露出している固い岩石を採取する新しい方法も開発され岩石学および岩石化学的な研究方向の発展に大きな展望が開けている。たとえば海底面に第三紀堆積岩が露出する地域を明らかにすることにも成功している。海洋地質学はこのようにますます海底面下深く入りこむようになりその研究対象はすでに第三紀の岩石からさらに中生代の岩石となり幾つかの場合にはおそらくマントルの物質そのものと思われる地球最古期の岩石にまで及んでいる。

研究範囲が広いのは第四紀およびさらに以前の時代にわたる地球の連続的でほとんどそのままの歴史の記録が海底に保存されているからである。海底沈殿物中には地質時代のある期間における気候変化と関連のある地域的な特徴もさらに多くの現象も反映しているし地球の歴史上のもっとも大規模な出来事も秘められているのである。そのような好例としてルーズな海底沈殿物の岩芯が地球の磁場の歴史を記録していることがあげられよう。たとえば海の各地域から得た海底沈殿物の磁性を研究することによって第四紀地質時代における北磁極と南磁極の変化状況が確認されているのである。そして磁極の変化した時代に地球の磁場が弱くなった地域は有害な宇宙線の放射・侵入から地球を保護していた「磁気防御器」を失うことになったであろう。このことは多くの生物を死滅させるものとなり得るものであったが宇宙線のため生き残った生物の突然変異が起りまた多数の新種が発生することともなったようである。おそらくこれが植物化石群と動物化石群の構成がはっきりと異なった海底沈殿層が生成している原因なのであろう。

革命前の時代 海洋地質学的な研究の始まりは正確には世界を一周した「チャレンジャー号」による海洋探検(1872—1874)でその際に多数の海底沈殿物の試料が採取され多面的な研究が行なわれた。この「チャレンジャー」号の業績は試料の採取・処理法を定め少なくとも50年間にわたって研究し続けなければ

ならない問題の領域を明確にしたことにある。

海底沈殿物の研究を独自に開始した最初のロシアの探険隊は N. M. クニポビッチと L. L. プレイトフスを指導者とした北氷洋科学探険隊で 1898—1906年のことである。海底沈殿物の研究を始めた初期の海洋学者のなかでも「ピチャージ」号に乗船して海底沈殿物の試料を採取してきた S. O. マカロフの業績は 当時としては高く評価されている。底質の多数の肉眼的な記載はロシア水路局の海図と説明書にのっている。しかしこの時代には底質の室内研究はほとんど行なわれなかった。その中で N. I. アンドルーソフが 1896年に黒海で「黒海」号の採集してきた底質試料を綿密に研究したことは特記されるべきであろう。彼はまさしくロシアにおける海洋地質学的な研究の開祖といえる人で全生活を黒海とカスピ海の古地理の研究に捧げ 黒海深層水の硫化水素による汚染という注目すべき現象を発見した栄誉こそ彼にふさわしいものである。革命前のロシアにおける海底沈殿物の研究は 基本的には以上のような仕事に限られていた。

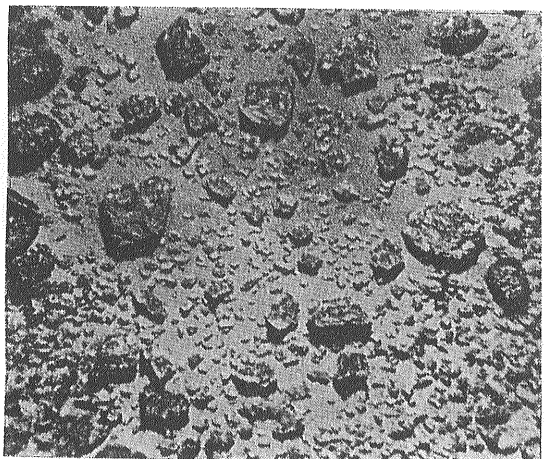
1917 年から 1945 年までの時代 新段階は 最初「マルイギン」号を用い 1923年から「ペルセイ」号を用いた海洋研究所(Плавморнин)の地質—鉱物部門の開設に始まった。「ペルセイ」号を用いた研究は 20 年間にわたり ほとんど絶えることなく続けられ 白海・バレンツ海・カラ海・グリーンランド海の海洋地質に関する最初の情報がこの連続的な研究から得られたのである。研究作業は Ya. V. サモイロフの指導の下で行なわれ それに P. S. ビノグラードフ T. I. ゴルシュコフ V. P. ゼンコビッチ M. V. クレノフ P. G. ポポフらが加わった。「ペルセイ」号の調査班が採集した海底沈殿物のほかに 他の調査隊が採集した標本や諸観

測結果も研究に供された。ソ連領海の海底沈殿物のかなり多数の試料と 主として肉眼による観察結果は 漁場と水路を調査する際にも得られていた。

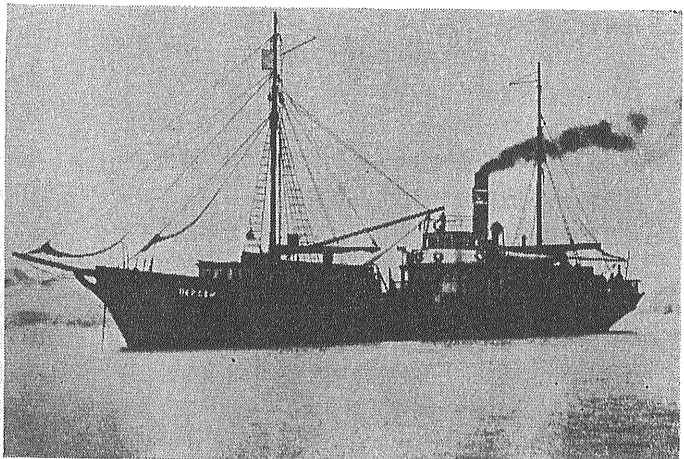
北極海中央部の海底沈殿物に関する最初の資料が得られたのは 漂流ステーション「北極」号の観測作業(1937～1938年)の時のことであり 続いて同様なステーション「セドフ」号の調査(1937～1940年)によって さらに試料が加えられた。当時のおもな研究方向は 粒度組成の分析と 基盤図を作製するために幾つかの化学成分を検討することにあつた。この基盤図は ある海の場合には祖国防衛戦争(独ソ戦)の最中に完成し 別の海の場合には戦後に完成している(クレノバ 1948)。

別途 有益な研究方向が A. D. アルハンゲリスキー(1912～1927)によって展開された。それは 古期堆積岩の起源に関する法則性を明らかにすることを目的として現世の水盆の底質を研究することであつた。この A. D. アルハンゲリスキーと N. M. ストラ—ホフの研究によってソ連で成功裡に発展した比較岩石学的方法は 論文「黒海の地質構造と発達史」(1938)にはっきりと示されている。現在もなおその価値を失っていない彼らの研究成果は 多年にわたって 海洋地質のおもな研究方向を定めるものとなつていた。しかし祖国防衛戦争の時期には 水文地理の研究や船団が必要とした海底基盤図の作製の際に 補足的に底質が採集されたことを考えに入れないとすれば ほとんど行なわれなかつたといえよう。

1945 年から 1957 年までの時代 祖国防衛戦争終結後から国際地球観測年にいたる間に行なわれた研究の数々は 新たな成果と発展の段階を示すものとなつた。この時代を特徴づけることは 底質の比較岩石学的な解明をめざした研究があらゆるタイプの海水盆にわたって



海底の結核体



ソ連最初の海洋調査船「ペルセイ」号

大幅に拡大されたこと 新たな試料採取法と試料処理法がとり入れられてきたこと 観察の結果について地質学的な説明が加えられてきたことである。

すなわち 1945年にソ連科学アカデミー地質研究所比較岩石部の手によって 黒海 カスピ海 アラル海 それに各種の湖沼の現世沈殿物を研究する広範な作業が始められ 引き続いて その研究対象は日本海にも及んでいった。この研究は 海洋地質学のもっていた大きな欠陥を かなりの程度 とり除くものとなった。その当時の大きな欠陥とは 底質の研究が主として記載的な取り扱いに終っていたこと 異なるタイプの水盆に沈殿した底質を比較解析する研究が行なわれていなかったこと 地史的な観点から地質を解析する研究がなされていなかったことである。それで 1945年末の研究は N. M. ストラーホフらの貴重なモノグラフ (1954) でしめくられたが この大著述は 現世の海底・湖底沈殿物の形成についての知識を総括し ソ連の堆積岩石学と海洋地質学が発展してゆく途上でのもっとも重要な段階を限るものであった。それ以来 当該分野における基本的な方法と概念は 多くの点で この成果に立脚することとなったのである。

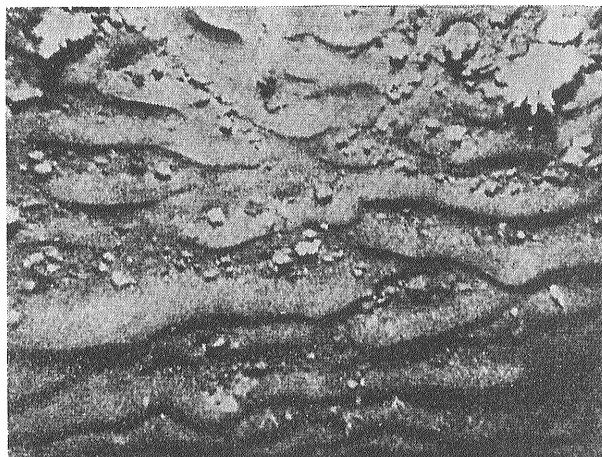
この段階で 新しい方法によって処理された代表的な研究例が 主として温暖湿潤気候帯と温暖乾燥気候帯の水盆から得られてきたが 氷河湿潤帯と高温湿潤帯の水盆における沈殿物の形成については おもに文献にもとづいて検討されていた。しかし 外洋の底質に関するソ連独自の資料は まだほとんど得られていなかった。

この空白部分を大きく埋める大規模な研究が 1949年に ソ連科学アカデミー海洋研究所の調査隊 (ビチャージ号) によって 極東海域で始められた。数年間にわたって 彼らは ベーリング海・オホーツク海・日本海と 地質学上とくに関心もたれていた千島列島弧海域

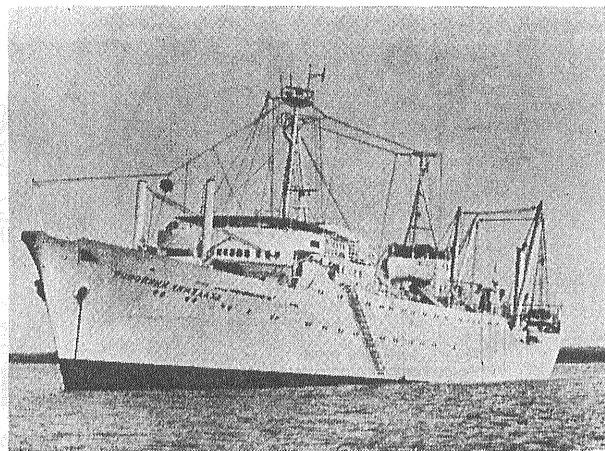
における底質と現世の海底沈殿作用を詳しく研究した。

この研究結果は N. M. ストラーホフらの概念をさらに発展させるものとなった。ソ連の海洋地質学者が世界の海洋の全域を実際に研究し始めた国際地球観測年の開始に当って 「ビチャージ」号による調査研究の成果として 試料の採取法の処理法 それに室内研究法に関する近代的な技術がすでに準備されていた というわけである。以上のすべてのことが 比較的小さな勢力で国際地球観測年の間に実施されることになっていた遠洋観測の機会を効果的に利用することを可能にした理由である。北極海中央部の底質の研究に大きな発展の可能性が開けたのは 北極海域航空調査隊が作業を開始し その計画にしたがって底質試料が採集され始め漂流ステーション「北極」号が漂流調査作業を続行していた1948年からのことである。北極海の底質に関するこれらの新しい資料は 最近になって総括された (ペロフとラピナ 1961)。同じ時期に 漁業の観点にたつた陸棚と陸棚斜面の底質が広範に研究され始めた。

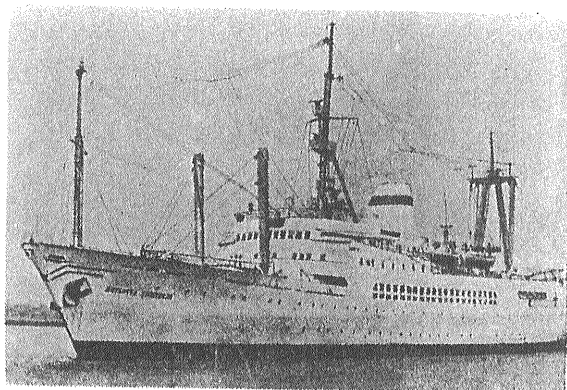
1957年から現在にいたる時代 国際地球観測年の間 (1957~1959) に それまでソ連の海岸に直接する海域で行なわれていただけの海洋地質学的な研究範囲が 広大な世界の海にまで広がった。とくに この時期に海洋地質学的な研究が集中されたのは 太平洋である。この国際地球観測年の期間に 太平洋の全海域にわたって海洋地質学上の情報を収集したのは 事実上 ソ連の研究者たちだったといえる。一方 この国際地球観測年の期間に十分な研究が行なわれなかった地域は 観測年終了後も引き続いて 計画的に研究されている。とくに大規模な研究が行なわれたのは 海洋調査船「ビチャージ」号と「オビ」号による太平洋の場合である。ベーリング海と北太平洋における底質試料の採集は 漁船



深さ約 900m の海底の砂にみられる波の跡 (漣痕)



海洋調査船「クニビッチ科学アカデミー会員」号



海洋調査船「クルチャトフ科学アカデミー会員」号

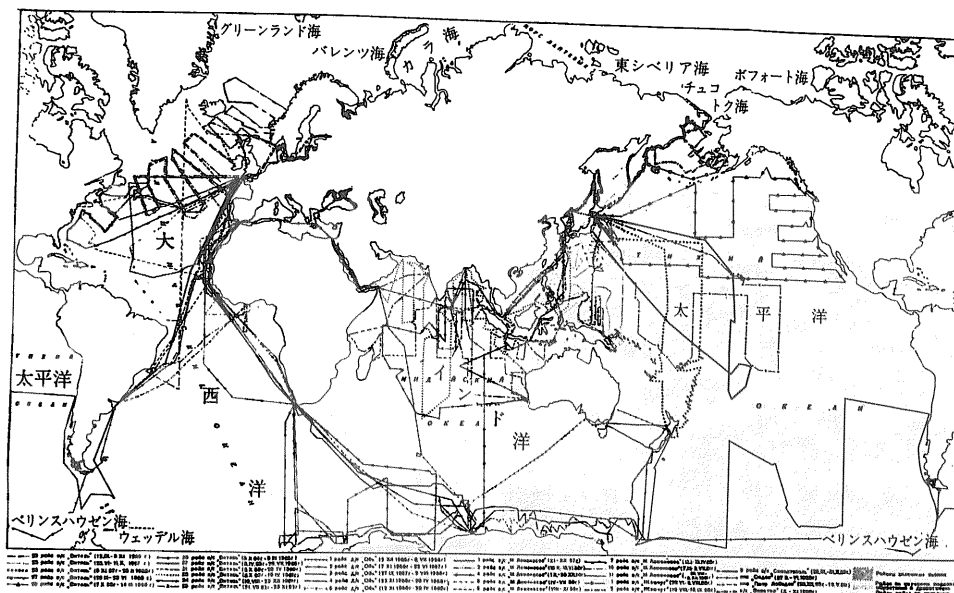
を利用して行なわれた。この山積された試料の処理はすでに終了したのでその結果がモノグラフ「太平洋」第2巻に発表される日も近い。

ソ連の地質学者によるインド洋の底質の研究も基本的には国際地球観測年の時期に始められその最初はジーゼル・電気モーター船「オビ」号によるソ連南極観測隊の航海(1955~1956)であった。ソ連の地質学者はその後も「ピチャージ」号の観測作業を利用して北インド洋における海洋地質学的な研究を進展させた。国際地球観測年の当初には大西洋の底質とくに北大西洋の底質が世界の海のどの海域の底質よりも詳しく研究され当時の北大西洋における海洋地質学的な研究に多くの海洋観測船たとえば「ミハイル ロモノソフ」号「セドフ」号「セバストポール」号「赤道」号などが用いられた。

国際地球観測年の時に始められた世界の海の地質に関する総合的な研究は その後も 主として研究が進んでいない 航行困難な海域に対して続けられた。

国際地球観測年の実施時およびそれ以後に傾注された地質学者の努力は 現世の海底堆積作用に関する一連の総括論文(N. M. ストラーフ P. L. ベズルウコフ V. P. ペテリン A. P. リシツウィン)となって 陽の目を見た。また 現世および古期の堆積作用の問題について 堆積岩委員会のセミナーが幾回となく開かれその成果が1961年と1966年に論文集「現世水盆と古期水盆における沈殿作用」と「珪酸の地球化学」にまとめられた。

底質の生成過程を知るために行なわれる海水中の懸濁物の研究はすでに1950~1951年に始められていた。すなわち最初は 極東海域(A. P. リシツウィン)と北洋海域(M. V. クレノパ)で 小規模に行なわれ 1953年から「ピチャージ」号による海洋調査の中で 大規模に行なわれ その際現在も用いられている限外濾過器を利用した懸濁物の新しい採集法と研究法が開発・導入された。それ以前の 海洋中における懸濁物の分布に関する基本的な考え方は おもに光学的な研究結果に基づけられていた。しかし膜型限外濾過器を使用することによって 微量化学分析法の適用 光学顕微鏡と電子顕微鏡の利用 X線回折と合わせ 懸濁物の量的な特徴だけでなく質的な特徴も明らかにできるようになった。国際地球観測年の開始とともに 懸濁物の量的な分布がソ連の極東海域と いくらか精密さを欠いてはいるが 北太平洋水域において季節ごとに研究された。そして



1955~1965年から年々いたる間の代表的なソ連海洋調査航路図(北氷洋を除く)

国際地球観測年の準備期と実施時の中で 膜型限外濾過器を用いる方法が全面的に採用された。

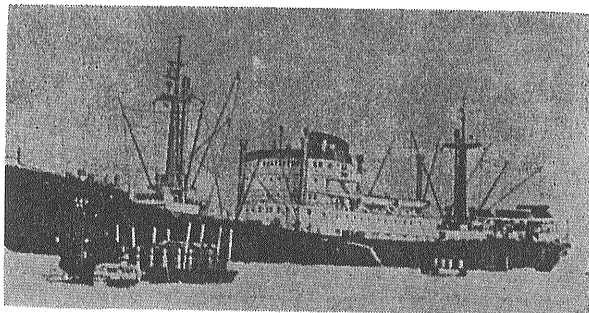
ジーゼル・電気モータ船「オビ」号の南極観測航海の際（1955～1956年）に初めて 大量の海水から懸濁物を大量に分離するための分離装置が用いられ 好結果を得た。すなわち この分離装置を使用することによってミリグラム単位でなく 全面的な研究に必要な数10グラムから数100グラムの懸濁物の試料を採集することに成功した。この方法による作業は 膜型限外濾過器を用いた作業と平行して 「オビ」号と「ピチャージ」号の観測調査の中で行なわれた。懸濁物の研究で得られた新しい結果は数10の論文となり モノグラフにまとめられて（リシツウィン 1966）地質学者 地球化学者 地球物理学者たちの注目を集めることとなった。

近代地質学の発展の中で海洋地質学者が果たす役割りは こんにちでは 海洋地質学なしには地質学の大きな問題を1つとして解決しえないほど 重要なものとなってきている。底質と懸濁物の研究にみられる成功は偉大なことであるが 世界の海洋の中には 詳しく研究された海底があると同時に なお多くの空白海域も残されている。そのほか 一連の重要な海域で全く研究されていないか もしくはきわめて研究不十分な海域もある。

この50年の流れの中で 現世の海底沈殿物と懸濁物の研究分野に 真の革命が進行していった。たとえば 科学の領域における新しい方向の創造 内海と外洋における沈殿物生成過程についてのわれわれの概念の根本的な変化とでもいうことができよう。すなわち 内海々底および外洋海底が1律の構造であるという以前の概念は 完全に遺物となったのである。とくに 底質の成分組成と粒度組成の分布が陸地から離れるにしたがって急激に変化することが確認された。この少ない紙数では重要な到達点についてでも述べつくすことはむずかしいので もっとも基本的な到達点だけにとどめておく。

まず単一のプログラムと方法論によって内海性水盆と外洋性水盆を詳細に研究することを基礎にして 沈殿物生成作用のメカニズムの普遍的な特徴を明らかにすることに成功している。すなわち 現世の沈殿物生成作用と海底地形・海底構造運動とははっきりとした結び付きその沈殿物生成作用と気候分帯・垂直分帯・環大陸性分帯の関連性が確認されたのである。

沈殿物の堆積と気候分帯の密接な結びつきは 沈殿作用のもっとも初期の段階 さらに懸濁物の状態の時に生じる。懸濁物の量も その物質組成も 気候分帯に規制されている。この気候分帯の影響は 海上の温度分布と湿度分布に支配された懸濁物の単純な増大もしくは



海洋調査船「オビ」号

減少の形で現われるのでなく 陸成物質と生物源物質の挙動の特徴に現われている。すなわち 懸濁物の量のうちもっとも多いのは 浸蝕作用をもっとも強く受けた陸地から海洋にもちこまれたものである。これは きわめて湿潤な地域（湿潤気候帯）でだけ 生じ得る現象である。N. M. ストラーフが指摘したように 地球全体をとりまく3湿潤気候帯が すなわち北温暖湿潤帯・南温暖湿潤帯・赤道湿潤帯が区分できるようである。ほとんど湿気のない地域（乾燥帯）では 陸地から海洋にはこぼれる堆積物質は 極端に少ない。もっとはっきりした気候分帯の影響が現われているのは 懸濁物の生物源成分（主として 海水表層 [0～200m] 中に棲息するプランクトンに関連ある物質）の組成と量的な分布である。プランクトンの年間発生量を研究した結果はプランクトンがきわめて不均一に分布することを示している。すなわち 前記の3湿潤気候帯に類似した3プランクトン分帯に区分することができるのである。位置的には だいたい 陸地の湿潤帯に一致する。

このようなプランクトンの分布は 海上の温度分布や湿度分布を直接に反映してはいない。その分帯はプランクトンの栄養となる塩類に富んだ深部の海水が深さ0～200mの範囲 すなわち光合成帯にまで上昇している海域に該当するものである。乾燥帯においては 深部の海水が表層に入りこむことなく したがって栄養物は表層水中にほとんど存在せず そのために 海の砂漠ともいうべき無生物水域が生じ 緯度上の位置でいえば 陸上の砂漠帯に一致している。この種の乾燥帯は 陸上の場合と同様に 海洋でも 北乾燥帯と南乾燥帯の2帯に分けられる。

海水深層部分が表層部分に上昇する水帯中では 水中に溶解している元素や化合物が懸濁物に変わる原因である生物合成が行なわれ 生物源の堆積物の素材が作られる。世界の海で生物源および陸地源の堆積素材がもっとも多く得られる水域 あるいはもっとも少ない水域は以上のようにそれぞれ全く同じ緯度帯に属し 前者の場

合は陸上の湿潤帯に後者の場合は陸地の乾燥帯に一致している。気候分帯に規制された懸濁物について明らかにされた沈殿物質の分布規制性は底質にもはっきりと反映している。水盆底に沈殿した沈殿物質の概量は N.M. ストラーフが開発した絶対質量法を用いれば比較的客観的に評価できるはずである。この方法は水盆底表面の単位当りの単位時間に沈殿した沈殿物の量を全体に換算して決定する方法である。海洋中の沈殿物が最大絶対質量に達するものも湿潤帯の場合でありその高い絶対質量の分帯は緯度方向に長く延長している。

気候分帯は沈殿物と媒体との結び付きを余すところなく支配するほどのものではない。外洋やいくつかの内海に幅広く分布する深海部分の大きな深さも堆積速度と底質の組成に影響していることが認められる。海水中に碎屑物が長時間にわたって滞留すればするほど有機物の分解過程と不安定な化合物の分解過程が激しくなることはいうまでもない。とくに垂直分帯は内海・外洋の海底における炭酸塩質沈殿物の分布にあらわれる。早くも「チャレンジャー」号の観測調査の中で炭酸塩質沈殿物 (open sea では主として有孔虫プランクトンからなる) が 4,500~5,000m 以深の深さ (限界深度) には達し得ないことが明らかとなった。このことは海水中のとくに火山作用と結びついた炭酸ガス含有量の変化 pH・温度・圧力の変化 水底動植物の影響によるものと説明されている。

海水中で炭酸カルシウムが沈降する限界深度を研究した結果はその限界深度が一連の要因なかでも炭酸塩質物とそれを稀釈する非炭酸塩質の物質の各生成テンポに密接な関係のあることを示している。すなわち炭酸塩質物の生成テンポが早いところではそれがあまり稀釈されず溶解作用が働く水帯により深く沈降して限界深度は比較的深いものとなる。全世界の海洋で限界深度が最大の値を記録しているのは陸地から遠く離れた赤道帯の海である。たとえば太平洋の場合には最大 5,300m インド洋の場合には 5,500m 大西洋の場合には 6,000m に達している。中間緯度の海 (40~70°) の場合にはその限界深度は 4,100~5,000m に減少する。

底質の配列上のもう 1 つの分帯は堆積作用に対する絶えることのない陸地の影響による分帯である。すなわち懸濁物の研究結果は懸濁物の量が陸地に近づくにしたがって明らかに増大することを教えている。湿潤気候帯においてはその影響は 500~2,000km にわたって追うことができるが乾燥気候帯においてはその距離ははるかに短い。大陸は海水中の含有量が高い沈殿性素材の連続的なハローにあたかも取り囲まれて

いるようにみえる。しかしこのハローは湿潤気候帯の場合には幅が広くかつ透間がないが乾燥気候帯の場合には微弱である。陸地から碎屑物が供給されることと並んで多くの水域では上記ハローの形成に対して大陸四囲の水位が上昇することも重要な影響を与えている。この水位の上昇は豊かな植物プランクトンの増加をもたらすのである。とくにこのような生物分岐は南北両アメリカ大陸とアフリカ大陸の西海岸近くの底質に明瞭に認められる。

一般に以上のような気候分帯・環大陸性分帯・垂直分帯の全部で 3 種の底質分帯が認められている。

懸濁物や底質のどんな成分もわれわれは研究の対象としてきたしその成分のすべてについて気候・陸地の影響・深さとの結びつきが明らかにできるはずである。とくに前記の各分帯は外洋の底質の分布と組成にはっきりとあらわれ内海の場合にはいくらか明瞭さを欠いている。世界の外洋における沈殿物の堆積速度が早い凡地球的な分帯は 3 分帯に分けることができこの 3 分帯は陸地の各湿潤気候帯に相応するものである。同じように他方では沈殿物の堆積速度がきわめて遅くルーズな底質の厚さがきわめて薄い各乾燥気候帯に該当する分帯に分けることができる。氷河気候帯においても堆積速度は明らかに遅い。湿潤気候帯が外洋でも陸地でも一致することは地球上の熱分布水圏と気圏の熱循環の一般的な規則性の反映である。さらに沈殿物の堆積に大きな影響を与えるものに構造地質的な要素がある。

現世の海底沈殿物の研究に比較堆積岩石学的方法が普及してきた。この方法は特有な共通条件に規制された沈殿過程の特質を明らかにするため各種の気候条件と構造地質条件下における沈殿作用の進行過程を比較検討することであり同一条件下で異なる時代に生じた沈殿物を比較検討することに帰する。このように比較研究は堆積空間についても堆積時間についても行なわれる。

確実な事実資料を得るためにさまざまな条件をもって分布する多数の内海性水盆の詳細な研究が必要であった。とくに黒海・アゾフ海・アラル海・カスピ海・地中海・北極海・南極海 (デイビス海・ロス海など)・極東海域 (ベーリング海・オホーツク海・日本海) に対する詳細な研究事業が行なわれた。そして底質の生成作用はあらゆる分帯において全く共通した同一の図式で行なわれていることが指摘された。すなわちその生成作用は陸地の岩石が風化されることによって底質となる物質が可動化することから始まり次いでその物質が水流などによって運ばれ最後に終点である水盆

に底質として沈殿する。この底質沈殿物に対してはひきつづいて続成作用が働き、その作用によって底質は堆積岩に変わってゆく。各気候帯それぞれにおけるこの種の過程のもっとも基本的なつながりは N. M. ストラーフが堆積岩生成作用の基本形式を 氷河型・湿潤型・乾燥型・火山成堆積型の 4 種に区分しているようにそれぞれははっきりとした違いがある。それぞれの形式のものに特徴的な底質生成過程の各特質はすでに述べたとおりである。

これら堆積岩の生成形式は過去の地質時代の堆積岩についても追究することが可能であり、そのことが堆積岩石学を新たな、さらに高い水準に引き上げることになるに違いない。時代別の比較研究——これは比較堆積岩石学的な研究法の第 2 の側面である。いうまでもなく、堆積過程の進行がまったく一定不変のままに進むことはあり得ないし、比較堆積岩石学的な研究を行なう場合に、絶えず配慮する必要のある非可逆的な堆積過程の進化が認められている。20 年来、ソ連において比較堆積岩石学的な研究法が用いられ、大きな成功を収めてきたにもかかわらず、研究が発展し始めたばかりの研究方向は、まだ多く残されている。そのような方向の 1 つが、堆積岩中の沈殿物の続成変質に関する研究である。

ほぼ 100 万年にわたる（第四紀）海洋史の研究も、それぞれの内海・外洋について、歴史の 1 駒 1 駒について大きな成果をあげている。

採泥管を用いてルーズな底質層から採集したコアは長期にわたる大陸と海洋の歴史文献ともいうべきものである。この採取コアの長さが長ければ長いほど、長期にわたる歴史の研究が可能になる。この 20 年に、当該研究分野では、巨大な進歩が記録された。すなわち古生物学的研究法の利用価値を大きく増大させた新しい生物層位学的研究法が出現し、同位元素による絶対年代測定法（炭素・プロトアクチニウム・アイオニウム・ラジウムなどによる）が実際の研究作業に導入され、酸素の同位元素比による表層水と底層水の古温度測定法、底質の磁性の研究にもとづく層位学的対比法などが普及してきた。現在、底質に対するほとんどすべての古生物学的な検討は、堆積岩石学上の特徴の検討とあわせて行なわれ、かつ絶対年代の測定と結びつけて研究されている。これらすべての方法は相互に補い合い、今までになかった精密さをもって、数万年、数 10 万年前に存在していた海洋地質学的な条件の解明を可能にしている。このことは、電子模型装置を利用した海洋地質学的な過程の模型化を可能にし、コアを研究する際に直接的な方法では得ることのできない特徴を類推法によって明らかにできる道を開いたものといえる。

10 年前にすでに底質の生物層位学的な分類に関する研究作業が、主として、小さな海水盆で行なわれていたのであるが、しかしその海域は限られたものであった。現在では、多数の海水盆についての観察調査結果をそれぞれ比較古生物学的に比較研究する方向をとっているのが特徴的である。とくに、この種の研究は、極東海域で精力的に行なわれている。底棲有孔虫による底質の研究結果としては、Kh. M. サイドーパの論文（1961）が珪藻植物による研究としては、A. P. ジュースの論文（1962）がそれぞれ発表されている。現在では、同様な研究が各外洋で行なわれつつある。浮遊性有孔虫を用いて行なわれた最初の生物層位学的な層序の決定に加えて、最近の 10 年間に珪藻分析法・底棲有孔虫分析法・放散虫分析法・太陽虫分析法・翼足虫分析法・紡錘虫分析法などが開発され、成功裡に利用されつつある。多くの海域の第四紀後半に該当する信頼度の高い底質柱状断面図が、すでに発表済みである。今では、全世界の海洋に共通した統一層序区分にしたがって調査研究が行なわれている。

海洋史のもっとも古期の段階についても、等閑視するわけにはいかない。その研究は、内海および外洋におけるルーズな底質層の試錐が成功裡に行なわれるようになったために、もっとも重要な課題の 1 つに「昇格」したのである。比較的簡単な試錐機を用いて、太平洋のルーズな底質層を数 100m も試錐することに成功した。ごく近い将来、基盤の試錐と径 20cm・長さ 20~30m の基盤岩コアの採取を同時に行なう東西断面線に沿った大規模な研究（「メリジアン」計画）が行なわれる予定である。陸からはるかに離れたあらゆる海域の東西断面線に沿った研究によって、全地球にわたる第四紀層序単位の検討を可能にし、その結果から個々の海洋と大陸を関連づけることが可能となる。ソ連の研究者は、この課題の遂行に第 1 歩をすでに踏み出している。

ソビエト政権成立以来、海洋地質学が発展したすべての時代を思い浮かべると、その発展のテンポと試料の検討深度がどれほど急速に増大したか、1920~1930 年頃に第 1 歩を踏み出した若い未熟な科学から、海洋地質学がいかにして地質学の最重要部の 1 つに変わってきたかがよく理解できるであろう。これは、地球の表面積の 70% 以上を研究することによって得られた部門であり、その研究結果がなければ、他の地質科学の発展はあり得ないといえよう。この海洋地質学は、すでに最初の実用的な成果——内海および外洋の海底に賦存する有用鉱床を発見したこと——をあげている。近い将来、現世の底質の研究、内海と外洋の地質史の研究、その鉱物資源の研究は確実に拡大されてゆくであろう。（筆者は鉱床部）