

米国の海洋地質調査についての一資料

(その3)

坊城 俊厚

の鉱業技術のデザインや開発も次第に発展してきている。

◆ 鉱物資源の調査と資源管理など

前2回では 米国連邦政府機関を中心とした調査の概況と調査技術および深海試すいなどについて述べてきた。 今回の鉱物資源に関する問題は 開発技術 その経済性 1国の鉱業政策などに深く関連したものであることは述べるまでもない。 米国斯界の現況についての資料は わが国でも相当多数が出廻っているけれど 何分 関連分野が広く 複雑であるだけに その実態・真相は 一般に 非常に捉えにくいものとなっている。

▲上記のような必要性 可能性 技術 データ・レベルの向上などは 米国において 海洋鉱物を資源論的立場から論じ 工学技術の開発に目標を与え 国および民間の鉱物探査の意欲を高めるなど 遂次 これらを可能とする基盤を育成したとみることができ。

その背景

日本に比べて海域部の鉱産資源の生産・開発・探査が大規模であることは 諸統計の示すところとなっておりこのような数字を飛躍的に上昇させるための国家的な努力が積み重ねられている。 このような進展の背景としては 次のようなことを指適できるのではなかろうか。

以上の動向は 鉱物資源に関しての日本での場合と多くの共通的要素をもっているわけであるが 彼我の格差は 彼においてはより具体的な図式や設計を描くことができ かつ より強力な実践を行ないつつあるということである。

▲もてる国とはいいながら 消費・需要面の水準の高さから鉱産物の海外依存度は かなり高い。

▲鉱産物中のいわゆる戦略物資としての鉱物の確保は重要であるが それらの72%(鉱産価格)については 政情など不安定な地域からの供給に依っている(7)。
[注:()は参考資料番号]

政府機関では

連邦政府などの機関が実施している 鉱物資源の探査とこれに関連を有する仕事は前回にも多少はふれてあるが ここに要約する。

▲海域における資源のポテンシャルとしては 生物(食料)資源よりも 鉱物資源の方がより大きいとする見方が支配的である(58他)。

▲日本におけると同様 鉱産は海域への依存度を増加しており(現在では石油および天然ガス) 将来この傾向は他の鉱物に関しても強まるとみられている。

(実施機関)	(主要実施・担当項目)
地質調査所 (USGS)	①資源調査の基礎としての地質概査 ②特定の鉱物についてのやや精度の高い調査 ③鉱物資源関係データの編集と総合評価 ④資源管理業務
鉱山局 (USBM)	⑤鉱床形態の探査(採鉱の前提としての) ⑥採鉱法 選鉱・精錬法など鉱業システムの研究
公有土地管理局 (BLM)	⑦資源管理 (USGSと共同)
沿岸測地局 (USC&GS)	⑧海底地形調査 ⑨測地学的地球物理観測
沿岸各州政府機関	⑩資源管理

(本誌185 38~44頁参照)

▲海域に関する地質 鉱床 地球物理的なデータはすでに述べてきたように 石油の探査・採掘 地質調査所など国家機関の調査 深海試すい(DSDP) 大学付置の各海洋研究所の基礎研究などを通じて集積されてきた。 また 鉱物の採掘・採取について

以上は内務省が主務機関であり 日本でいえば さしあたり 鉱山・石炭局 鉱山保安局 各地方通産局 地質調査所 資源技術試験所など通産省の鉱物資源についての 所掌業務の範囲に ほぼ 相当する分野であろう。

▲ USGSの業務範囲は日本の場合に鉱山・石炭局 各地方通産局が所管する業務(資源管理 資源評価)を一部にふくみ 日本の地質調査所の仕事に比べ より広範・強力である。そしてUSGSおよびUSBMの業務のうち 鉱物資源を対象とするものとしては砂鉱(砂金 ブラック・サンドなど) 燐鉱を目的としたものが多い。 鉱物の採取(掘)等開発技術についての業務を主とするUSBM(海洋鉱物技術センター—前記)が採取に関連しての鉱床の探査をみずからあわせ行なっていることは特徴的である。

▲ 鉱物資源の管理はBLMおよびUSGSが共同し 外部陸棚管理法(Outer Continental Shelf Land Act)などによって実施して 海域の鉱物資源管理に関する法体制の整備は日本より はるかに 進んでいると考えられる。

▲ 大学海洋研究所への資金の提供 共同研究 人員交流などを通じて 歴史的に強力な海洋研究所からの業務上の支援を有効にうけている。これはUSGS USBMなどにおける海洋関係部門が発足して まだ日が浅い事情にもよるものであろう。

国が求められているもの

さて上記の諸特質は より具体的に 後で述べられるであろうが 現在 鉱物資源の調査・開発に関して国が求められている分野は何であるかをふれてみたい。

● まず 海底地形図についてはその作成状況を本誌185号に述べたが 鉱物探査・開発の基礎として より広範により高精度に より迅速に という形でその作成が強く要望されている。この大部分は もちろん USGSの所管業務である。

● つぎには 米国周辺海域について系統的な地質図の作成が急がれるべきであるとする要求である。これは鉱物資源探査の範囲がしばられなければ より突込んだ探査を民間が実施するリスクは解決されないということ 並びに このようなデータがなければ 今後 USGSなどが適切な資源管理などを行なえないだろうという理由からである。

● 既述のように 米国周辺海域に関しての地質的知見は現在 まことに貧弱であるという認識が 関係者の間で強くもたれている。そして 鉱物資源の探査にも影響を与えるものとして 次に関する知見の不足がとくに 指摘されている(2 7他)。

▲ 大陸地殻と海洋地殻の接触関係—これは地質地球物理的観点からの基本問題の1つであるが 後記のように大陸棚斜面からコンチネンタル・ライズ周辺にわたる 石油資源などの探鉱・評価に大きな影響をおよぼすものである。

▲ 断裂帯(fracture zone—メンドシノ断裂帯など)
—その陸域への延長・接続関係 発展時期 断裂帯にともなう鉱化作用の可能性や鉱床胎胚の場としての断裂帯の性状

▲ 海溝の性状—発達史に関するデータなど

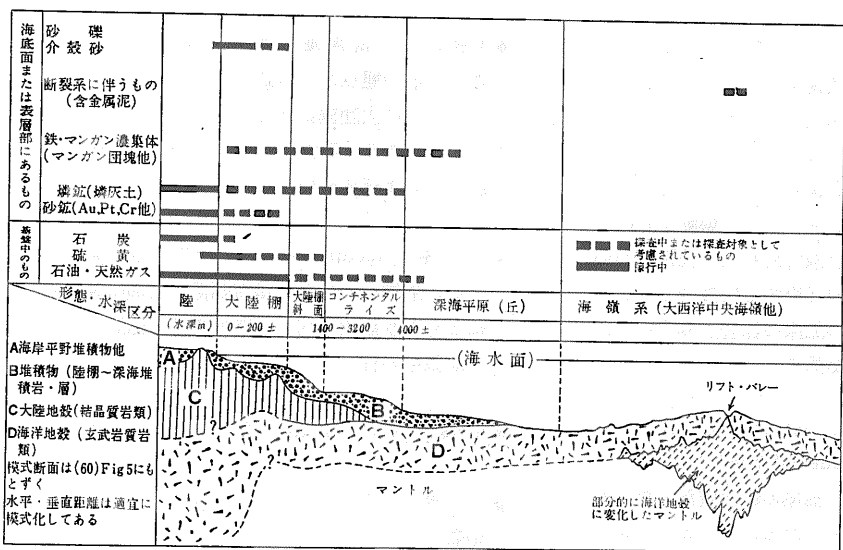
▲ 汎世界的な第三紀中期の海底火山作用に関する地質学 岩石学的の研究

▲ コンチネンタル・ライズの堆積物の形態 地史などのデータとその検討

● 大局的な鉱物(資源)の賦存 分布 有望性などは 系統的な地質図作成(前記)などを通して 国が 早急に 把握すべきだとする要求がある。このような探査区域を限定していくための要求には—鉱物(鉱床)の成因を地質構造や地史との結合において—巨視的に捉えてゆくのが本筋であろう。 根拠のない探査は広い海洋ではロスが余りにも大きすぎるとみられる。しかしながら 地質的な情報・データが極度に不足している海洋の現況では 陸上におけるの鉱床区といったようなものは まだ到底 設定できないのが当然で その見方も荒っぽいのとなるのは致し方がなからう。 従来から鉱床の分類・区分(海域の)は おもに 地形々態(地理的分布) 賦存形態 母岩層など若干の地質要素などによって行なわれたものがいくつかある。これらはすでに日本でも紹介されているものが多い。 鉱物(鉱床)をその成因環境に主点をおいて区分した例としてV. E. マツケルビイ氏のもの(59)を示そう。

- | |
|--|
| ① 上昇流(upwelling)と成因的に関連する鉱物
燐鉱 オイルシェール 石油・天然ガス 塩類鉱物 硫黄 |
| ② 供給源を陸地にもつ残留鉱床
Au Ag Pt Sn 等のいわゆる砂鉱 砂・礫 ダイヤモンド 含アルミニウム粘土 |
| ③ 温泉に関連するマンガン鉱物 |

この分類・区分は 多少 風変わりのようにみえるが 調査・探鉱にあたって あるいはその計画を作る場合の大局的な判断・基準をうる上の参考となる。



第13図
米国において稼げまたは調査対象となっている鉱物(鉱床)とその分布範囲

この区分について補足的な説明を加える。

- ▲この区分は おもに 海底表面部付近に賦存する鉱物に関するものである。従って①の中の石油・天然ガス等もその原物質ないしはそれが多少の続成作用をうけたものという意味のものが多い。燐鉱についても燐ノジュール 含燐砂などをおもに扱っている。
- ▲同様にこの区分で対象とした鉱物(鉱床)は海洋環境で生成されると考えられるものに限定してあるので 基盤岩中の金属鉱床や石炭などについては言及されていない。この意味で①の中の塩類鉱物(Saline mineral)も陸上での蒸発鉱床を意味していない。
- ▲マンガン団塊(金属団塊)等のすべては③としては区分されていない。ここでのマンガン鉱物は おもに Banu Wuhu 海底火山(インドネシア)や紅海の含金属泥(後記)におけるマンガン酸化物などをあげている。

以上の他にも国の立場で行なうべきこと また 要望されていることは多いが 以後の項の中で述べてゆく

鉱物(鉱種)別の考察

現在 米国で海域から生産されている鉱物および今後開発を目ざしている鉱物についての概要は 種々の形で日本にも知られている。以下では個々の鉱物(鉱種)についての詳細には立ち入る余裕がないが まず 図・表によって全体をながめ 鉱物相互の関連性などをみていこう。

おもな鉱物(鉱床)についての賦存形態 分布 稼げの有無などについては第13図 海洋の地形区分は第14表として示す。この図・表から鉱物(鉱床)のそれぞれの賦存範囲(平面 立体的に)が成因的考察にもとづいて ごく大まかながら限定される。いうまでもなく石油・天然ガスならば模式断面に示されたAおよびBいわゆるマンガン(金属)団塊はB Dの表面部 含金属泥(紅海型)はリフト・バレーという具合である。ただし 上昇(海)流の地域に密接に関連して賦存する燐鉱などの分布はここに図 表化した要素からだけでは読みとりにくい。実際には このようなデータから逆に各種の鉱物(鉱床)の成因がチェックされるわけである。

最近 USGSでは既存資料のコンパイルによって全海洋についての鉱物資源の初歩的な分布図(61)を完成した。この図は作業着手から出版までに3ヵ月程度の超スピードで仕上げたもので 前記のように 試作段階のものであるが 数鉱種を同一図にまとめ かつ 最新のデ

第14表 海底地形区 (Menard and Smith 1966)

地形区	面積 (10 ⁶ km ²)	比率 (%)	
大陸棚および同斜面	55.4	15.3	* 計算上はコ
コンチネンタル・ライズ	19.2	5.3	ンチネンタル
深海平原(同海丘)	151.5	41.8	・ライズおよ
海溝と伴随する海嶺	6.1	1.7	び深海平原に
海嶺系・海膨	118.6	32.7	含ませる
火山性海嶺 海山その他	11.2	3.2	
	362.0	100	
小 海 盆*	7.5	2.1	

鉱物資源の初歩的分布図⁽⁶¹⁾

全4葉 (縮尺 1/60,000,000 1/39,283,200 van Der Grinten 投影)
 石油・天然ガス 硫黄 マンガン団塊 燐鉱 金属泥
 関連図示 (陸上における油田・ガス田 硫黄鉱床 蒸発鉱床の位置・
 分布 海底油田 炭田 砂鉱 (沿岸の砂鉱山をふくむ)
 事項 砂礫
 海洋の地形区および地質区の大要図および説明書

一たに 大部分が よっていることが魅力である。また地形区 地質区の大要も図示し さらに 陸上の当該資源の分布をもあわせているのは 鉱物資源の賦存を成因の見地から捉えようとする努力の現われとみることができる。米国とそれに関連して日本の場合にも重要ではないかと考えられる鉱物(資源)について 米国における現況を主にしたものを第15表に総括した。

●石油・天然ガス

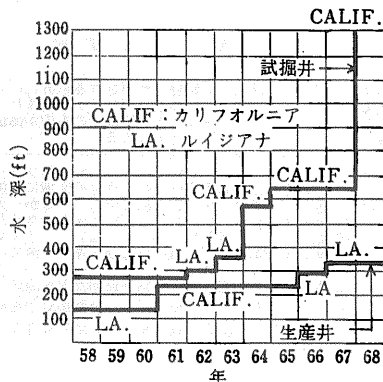
1946年のメキシコ湾での試掘が事実上の海洋油田開発への第1歩であるという見方もあるが いずれにしても半世紀に近い歴史が海洋の石油開発において経過している。知られているように米国の石油資本は超巨大であり 米国周辺海域の石油についての調査も 最近では概査の段階でさえ そのほとんどが 民間の手によって行なわれてきている。

米国周辺海域(現在では大陸棚のみ)からの累計産出量(1966年まで)は 石油 約20億バレル(3.2億kl) 天然ガス 約5.5兆ft³(1,540億m³)で(7) いままでに約80億ドル(2,880億円)が投資されたといわれている(24)。また 海域に掘さくされた孔井は 約9,000本(そのうち約100孔が大陸棚以深)で メキシコ湾を主として約250の構造(構造系列)が確認されたとされている。

最近の開発・探鉱は 当然ながら 陸からより遠くへより水深の深いところへと移行を続けている(第14図)。

1965年以降 民間によるメキシコ湾 大西洋岸の探査(物理探査等)が水深1,500m程度の範囲まで実施されているし 地質調査所 海軍の共同調査は全メキシコ湾やカリブ海を対象とし 石油に関する基礎調査の意味もふくめて水深3,000m以上の範囲をカバーしている(本誌187号)。内務省の石油に関する鉱区のリーズも 最近では 水深1,800ft.(約550m)のものが出されている。

大陸棚から大陸棚斜面そして一部の深海(Abyssal Plain 等)にまで範囲を拡張した石油探査は 大陸棚斜面などの地質に関するデータの一層の取得とそれにもとづく鉱床胚胎の可能性についての検討を切実に迫られているわけである。しかし 大陸棚についてももちろんのこと それ以深についての地質(とくに海底面下の)



第14図 産出井および試掘井の水深記録 (Richard, J. Hawe: Petroleum Operation in the sea 1980 and beyond Ocean Industry 1968 による)

状況の把握は 一般的には まことに貧弱であるとみられている。

大陸棚斜面およびコンチネンタル・ライズは大西洋側とベーリング海西部に比較的良く発達している。大陸棚斜面に関しては 一般的に 堆積物の厚さ 有機物の含有量とそれが保存される環境 貯留岩(Turbidite sand 等) 構造的高まりなどについて 石油・ガス鉱床が存在する希望的推定がなされている。しかしこの推定は断片的なデータにもとづくものであり K. O. エメリー氏⁽⁶²⁾も指適しているように 従来の音波探査機の性能などから 海底下構造の推定は 多くは 浅部に限られていると思われる。

コンチネンタル・ライズは大西洋側(ミシシッピ・デルタ前面等) 北部カリフォルニア沖 アラスカ湾東南方 北極海側(ブーフオート海)などに比較的よく発達している。大陸棚や同斜面に比べて 一層 未知の区域で 石油・ガスに関する情報は 非常に 少ないとみてよい。表層部堆積層中の有機物含有量は一般に少ないが 場所によっては大陸棚斜面から有機物に富んだ物質が供給される可能性もあり また 一部にみられる混濁流による砂層などが層位トラップを形成して貯留岩としての役割を果たす可能性も無視できないとされている。しかしいまままでのところでは 堆積層(岩)中には構造(撓曲とか褶曲)が期待できないとする見方がある。深海盆での石油・ガス鉱床については堆積物の層厚 構造などの観点からその賦存の可能性は 目下 否定的な面が強い。これらについては深海試錐(DSDP)での成果や 今後のデータなどに注意を払う必要がある(メキシコ湾の水深の大きい部分は大部分コンチネンタル・ライズ 小海盆(Small Ocean Basin)として区分されている)。

第 15 表 鉱物（鉱種）別の概況（主として参考資料 7 による）

鉱物	海域での資源としての状況見込他	備考
バライト	わずかにバライト団塊が大陸棚で見出される以外には大きな鉱床などはみつかっていない。東部太平洋で深海堆積物（Pelagic のもの）に多量にバライトが含まれているし、陸棚の一部では鉱脈タイプのもので期待できるかも知れない。（カリフォルニアで低品位のものが海域へ延長しているとみられる）しかし今のところ海域資源としての見込みは小さいと考えられる。	
クロマイト	北カリフォルニア オレゴン南部沖ではいわゆるブラック・サンドの形でクロマイトが見出されている。南部オレゴン沖のものは、水深 20～150m 程度の区域に 7 鉱体（最大のもの 8×2 マイルの規模、厚さは 15 フィート程度と推定）で磁鉄鉱 金などを随伴する。しかし大部分のクロマイトの濃集は超塩基性岩の副成分鉱物から由来すると考えられるので資源的な期待は余り大きくない。陸棚等の基盤岩中に鉱脈状または鉱脈状のものがあれば問題となるが、目下見つかっていない。（オレゴンの隆起海岸などには、相当規模の含クロマイト・ブラック・サンドがある）大西洋およびメキシコ湾では陸域沿岸にもクロマイト鉱床がないので期待薄。	地質調査所 オレゴン大学等による調査がある（地質ニュース第 185 号参照）
石炭	米国西海岸および東海岸では第三系堆積岩などが海域へと延びているが、夾炭層が海域へ伸長・発達する場合は非常に少ない。ただしアラスカ州では数地域で夾炭層が海へ伸長して埋蔵状態も良好であると予想される。しかし陸上の莫大な資源量や立地の条件などからアラスカ海域等の海底炭田が開発される可能性は乏しいとみてよからう。	現在 米国においては海底炭田からの出炭はない
コバルト	コバルトは米国における不足資源の 1 つであり、海外依存率が高い。鉄・マンガン濃集体（金属団塊）中のコバルトの採取が軌道にのった際には莫大な資源量の確保が約束されている。沿岸陸域部の状態からみて海域での鉱脈型等の鉱床の賦存の可能性は目下きわめて少ない。	
銅	コバルト ニッケルと同様、鉄・マンガン濃集体（金属団塊）が経済的に採行される段階で、副産物的に多量に取得される可能性がある。鉄脈型等の鉱床の存在は、沿岸陸域部の地質状況等から期待が薄い。米国としては銅に関してはここ 20～30 年程度は需要を支える陸上の資源があると見做されている。	
金	金の世界的生産は現在ピークに近く、南阿の産金能力の下降傾向とともに大きな問題を提起しようとしている。米国国内の生産はその消費の 30% 程度といわれ不足資源の 1 つである。また金が貨幣制度上特異な注目を集めていることはここにいまでもない。本誌における前回の記事の中には鉱山局、地質調査所がアラスカ沖の金鉱床について重点、集中的な調査を行なっていることを述べた。ベーリング海における砂金の賦存は確認されつつあり、今後は探採技術的調査を含めた採行性の検討が進展する段階にきている。（本文参照）	鉱山局 地質調査所および民間会社による探鉱
鉄	陸上の資源量に余力があつて海域のものは余りかえりみられていない。鉄・マンガン濃集体（金属団塊）中の鉄（12%程度）は利用段階がきまると製錬法に問題はある。基盤岩中のものは探査は今のところほとんど考えられているが、アラスカのクック湾近くの湖近傍に低品位のものが知られていて、これが海域へ伸びるらしい。紅海にあるようなタイプのもの（別記）の賦存の可能性には乏しいが、地質時代のこれに類似した成因のものの場合によっては、陸棚などの基盤堆積岩中に賦存することがあるかも知れない。	日本の海底砂鉄の探掘は小規模であるにもかかわらず、米国において興味をひかれている
マンガン	米国においての不足資源の最たるものの 1 つ。太平洋岸 Baja California のものと大西洋 Black Plateau の鉄・マンガン濃集体（金属団塊）がよく調査されている。しかし陸上のものとの競合、製錬・採取技術の現状から量的に莫大なこの元素も現時点では全くの潜在価値として扱われている。	地質調査所 鉱山局 スクリップス ウェスホール研究所 民間企業などによる関連研究が多い
ニッケル	現在はかなり供給不足で、今後カナダ ソ連などの陸域の大鉱床の開発がなければ供給状態は改善されないといわれている。銅などと同様に海域からのものとしては、鉄・マンガン濃集体（金属団塊）中のものが注目されている。	
燐 鉱 (燐 灰 土)	金属団塊、砂鉱とともに海域での資源として注意が払われているものの 1 つであり、民間会社、鉱山局等政府機関でもその調査を実施している。この鉱物（資源）については、米国（全世界的にも）の陸上資源が余りにも豊富であること、一方海域のものは一般に低品位で、かつ採行するとなれば採取技術の進歩が必要なることから、今のところでは金属団塊と同じように潜在資源の分類に属する、団塊状のものよりも最近では含燐砂（海浜またはその近くの浅海などの）が注目されている。（本文参照）	太平洋側ではカリフォルニア沖 大西洋ではブラック・プラターのものが著名
白金類	アラスカの Goodnews 湾の砂鉱床の 1 つでかつて産出したことがあるが、大部分は陸上砂金採取の副産物として回収されているといわれる。この Goodnews 湾のものはごく沿岸に近接した浅海のものであるが、類似の鉱床が氷河堆積物の下などに賦存する可能性がある。ある推算では 5 万オンス程度の白金が濃集している見込があるといわれる。しかしその採行性については疑問もたれている。その他にアラスカやカリフォルニア海岸砂には小規模の白金類の濃集があるが、海域での濃集鉱床の存在との関係には高く評価されていない。	本文砂鉱の項参照
介 殻 等 炭 酸 石 灰 資 源	最寄りの陸上に石灰岩などの原料鉱物がえられない場合に介殻（Oystershell）を内湾、潟から採掘している光景はきわめて普通に米国において見受けるところである。テキサスなどメキシコ湾沿岸での採取が多いが、しかし最も多量の採取はサンフランシスコ湾といわれる。1966 年には約 200 万トンが採掘され、メキシコ湾陸棚には少なくとも 1 億トンの介殻が見込まれている。石灰岩 石灰質砂も米国の沿岸部に分布が広い。しかしこれらの採取は今のところハワイ島でのみ立ちうると思われている。このような海域の炭酸石灰資源は、陸上の豊富な石灰石などと全般的に競合することはほとんど困難であろう。	地質調査所など政府機関において介殻資源の調査を行なっていることは見聞していない
砂 礫	臨海都市、工業地帯の建設、膨脹にあたってしばしば陸上の原料を用いるよりも運搬、選別などの点で海域からのものが有利な条件をもつ場合がある。現在地質調査所他政府機関で調査されているものは、おもに大西洋岸である。特にニューヨーク沖 Georges 礁のものが知られている。現在砂礫採取は幼稚な段階にあるが、近い将来に地域によっては生産などがかなりの規模に達すると見込まれている。（本文参照）	地質調査所 海軍等政府機関の調査がある
錫	米国の錫資源はごく少なく、当分東南アジアの資源に依存されるであろう。米国では初生の錫鉱床が海域で期待される可能性は低く、砂鉱（Cassiterite）は鉱山局によって探査されたものがアラスカ陸上に 1 か所（Cape Creek 鉱山）あるのみである。この付近の海域には類似の小規模なものはみつかるも陸上ものがそれらは探査はされていない。	
チ タ ン	イルメナイトなどの陸上資源が豊富であつて、チタニウムの価格は 1948 年以降下降しているといわれる。米国西岸（フロリダなど）東岸（オレゴンなど）にはチタニウム砂、ブラック・サンドなどの砂鉱床が海岸部から内陸にかけてみられる。しかし海岸部に向かって品位が低下するので、海域のものは期待が小さい。	
ジ ル コ ン	フロリダなどの浜砂中に他の重鉱物と共存してかなりの資源量があり、海域部での賦存も予想される。しかし海域のものは一般に低品位と考えられていて採行性は乏しいようである。米国の陸上資源は、しかし低品位であつて、需要の大部分はオーストラリアからの輸入でまかなわれている。	

USGS・USBMにおいては 前記のように 石油・ガスを直接目標としての調査は行っていないが 概査としての一般的海洋地質調査という形でいくつかの貢献をしている。その調査海域としてはアラスカ（プリートル湾 アラスカ湾）南カリフォルニア沖（サンタ・バーバラ沖他）メキシコ湾などが また調査予定としてはベーリング海 プルードー湾（ノース・スロープ沖）^{63 64} カリブ海が石油・ガス資源とくに関連するものである。石油会社による探鉱もベーリング海などアラスカ州周辺 メキシコ湾深部さらに大西洋沿岸（ノバスコシヤ沖周辺—ジョージス・バンク 一部はカナダ領海となる）が今後も問題となるであろう。

USGSが海域の石油・ガス資源についてのデータを必要としている理由は おもに 前記のように資源管理と資源の総合評価という立場からのものである。国立機関と民間会社との探鉱面などにおける関係は 日本の場合と多少異なったものであることが知られている。米国での場合は 石油企業の発展経過 鉱区（探鉱権もふくめ）取得の法規（競争入札制）などの点から 国立機関は民間会社が行なうような探鉱をみずから実施することは 厳に 回避されている。

海域においての石油・ガスの探鉱・開発は高価な投資にかかわらず 試錐成功率が陸上よりも高いこと いわゆる巨大油田発見の希望などに支えられて推進されているが いくつかの失敗例 技術上の困難性の克服 サンタ・バーバラ沖における鉱害例⁶⁹などは 想像以上に高価なものであることも銘記すべきであろう。

●砂 鉱

私の知る限りでは 現在 米国では海域からの砂鉱は 出鉱されていないし また 過去においてはアラスカのグードニウス湾の浅い箇所から白金が採取されたという記録のみみられるだけである^{7 65}。しかし 海域に砂鉱（砂鉱物）が賦存している区域は 現在判明している分でもかなりに達しているし 前記（本誌185 187号）のように 砂鉱の問題はUSGS USBMの政府機関での海洋関係の仕事として相当な重点をもってとり上げられている。すなわち USGS USBMはおもに 重鉱物調査（Heavy Mineral Project）の経費を投入してベーリング海 オレゴン沖などの調査を行ってきたし USBMは砂鉱掘さくを主目的とした装備（ソニコおよびベッカー・ドリル）を調査船に搭載しているなどである。政府機関が砂鉱調査を重視している理由は 次のような事情によるものと考えられる。

▲海外からの輸入によった方が適切な鉱物 あるいは 需給がそれほど切迫していない鉱物もあるが 金 錫 などのいわゆる不足資源（海外供給源の不安定性もふくんで）の確保が深刻化している（あるいは 予見される）

▲砂鉱は 大部分 成因上浅海（Nearshore）に賦存するものが多く 採取技術の点からみて取り組みやすい1面がある。

▲関係企業と国との力関係などからみても政府機関が砂鉱の開発・探鉱を ある程度腰を入れて 自ら実施してゆく責任があり これが前記のように 当面 国の姿勢となっている。海域砂鉱の開発問題は過去25年間無視されたような恰好となっていて 石油関係はその期間中に大躍進を遂げたという認識である。

さて 砂鉱床の生成については 他種鉱床と同様 複雑な機構が予想されるわけであり 少なくとも次の要素は考察されねばならぬとされている。

後背地地質 後背地のテクトニック 現気候ないしは古気候 現・旧河川系 堆積・濃集個所のトラップ状況（基盤岩の形態等） 現・旧海況

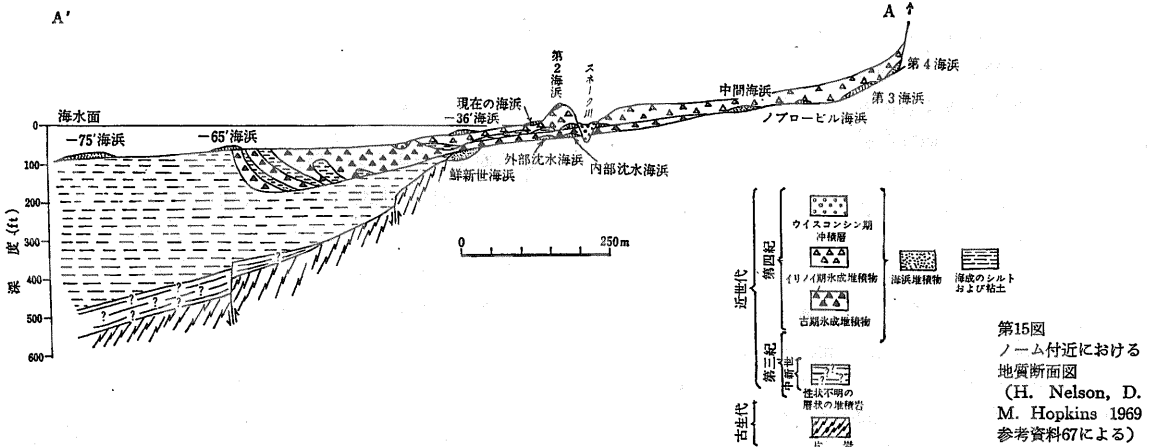
以上の要素はいずれもそれ自体 すでに 測定・推測がかなり困難な問題を内蔵しているので 各要素の正確な判定と積上げによって砂鉱床の位置 形態などを割り出すことは 一般的には至難の業のように思われる。そこで 通常 砂鉱床の大局的な探査・予知には

- ①既知鉱床の延長部または類似環境の追跡
- ②後背地供給源としての進入火成岩類 変成岩類とき 堆積岩類との関連
- ③後背地のうけた風化侵蝕過程についての大要

が利用されることとなる。このような考察から米国での海域の砂鉱床は 品位 規模などにそれ程大きな期待がかけられないという見解が 現時点では支配的のようにみうけられる。熱帯または亜熱帯地域が 少なくとも 現世など若い地質時代の砂鉱床について本命であるという見方が多い^{69他}。米国で海域に分布または分布が予想される鉱物は 次のようにみられている。

西岸（太平洋側）	金 白金 錫石 磁鉄鉱 イルメナイト クロム鉄鉱 ジルコン ルチル 含磷砂
東岸（大西洋側）	イルメナイト ルチル モナズ石 ゼノタイム 藍晶石 珪線石 十字石

いままでもっとも大規模な調査がUSGS USBMの手によって展開されたノーム沖（ベーリング海）の砂金などの調査については前に（本誌185号 第4表 187号第9表他）少しふれた。以下に調査の成果^{66~70}などについて補足する。



▲この調査ではノーム沖からセント・ローレンス島チリコフ海の一帯で試錐51孔と約700点の表層サンプリングによって広範な砂金の分布をみとめた。ノーム沖にもっとも高品位の濃集部があって表層中の平均含有量 1,000ppb 金は 1 mm大のものが卓越する。

▲粗粒の金の分散した含有状態などから少なくとも1ヶ所あたり 25kg のサンプル量が平均品位の決定などに必要である。

▲粗粒 (1 mm以上) の金の濃集は基盤岩または氷河堆積物 (glacial drift) を被う残留礫層 (relict gravel) 中にあり この礫層は洪積世氷期中の生成であろう。また 試錐結果からは氷河堆積物を切る沖積世のチャンネル中などにも期待がかけられる。一方 現在の海岸線に併走し 海成の堆積層や氷河堆積物上を走る3条の沈水した旧海浜礫層があって これにも粗粒の金があるが その表面部の含金量は低い。しかし 音波探査による礫層の内部構造の推定および陸上部での既存のデータなどから礫層内部に高品位・濃集部の存在する可能性がある。

▲セント・ローレンス島沖の粗粒砂金と自然銅についての稼行性のある濃集部の存否も また 探鉱価値がある。チリコフ海の中央部は粗粒の堆積層の分布が広く金の濃集には期待うすである。

▲粗粒の砂金の濃集・運搬は氷河作用に帰するのが妥当のようであるが 海域の一部に供給源となる基盤岩 (鉱脈) があつたと考えることもできる。 広く

分散した分布を示す細粒の金については海洋 (沿岸流など) の運搬能力に関係するとみてよい。

以上は調査成果のごくかいつまんだ要約である。高緯度地域においては氷・氷河による機械的さくはくや運搬に注目する必要があり 氷期をふくんだ第四紀の地質についての知見がこのような海域での砂金の調査にあたって非常に重要となる例である。

この他 地質調査所ではオレゴン カリフォルニア沖 (90) などの砂金関係の調査をしている (本誌185号参照)。

● 燐 鉱 (燐 灰 土)

マンガン団塊と同じように1世紀以上も前に発見されている海域の燐化合物については 日本では 多少 縁が薄いような感じがしないではないが 米国においてはかなりの探鉱などが行なわれてきている。前記 (本誌185号他) したUSBMの調査や ロッキード社 デイブシー・ベンチャー社の探鉱・開発研究が代表的なもので その大部分は1963年以降に実施された。燐灰石を主成分としそれに稀土類 ウランなど含有し さらに海緑石 石英 介片などを不純物としてもつ この燐酸塩鉱物の集合体は種々の形態で賦存するといわれている (24 59他)。

- ① 団塊 板状
- ② 含燐砂 (phosphatic sand)
- ③ 含燐泥または有機泥 (phosphatic mud or organic-rich mud)
- ④ 含燐岩層 (鉱床)

このうち④は陸上で稼行中の燐鉱層 あるいは それと類似の岩層が海域に伏在するものを意味している。

米国周辺海域における磷鉱は大西洋岸ではブラック・プラトー フィアー岬沖 太平洋側ではバヤ・カリフォルニア 南カリフォルニア沖に発見されていて その分布範囲は水深20~1,900fm. (約36~3,420m) 通常20~200fm. (36~360m) と比較的浅い。一般にこの鉱物(集合体)の生成される環境は低緯度 上昇海流のあるところ 陸源からの碎屑物の供給が少なく(堆積速度が遅く) 栄養塩をふくむ水の存在などがその要件と考えられている。このうち磷酸塩の沈殿をとくに促進させる要因としては 磷酸塩を多量に溶解している冷海水の循環による あるいは 温海水との混交による 圧力・水温・pH の変化があげられている。ロッキード社の地質 鉱物専門家グループによる研究成果(71)も V. E. マッケルビー氏(59)らもこのやや古典的な感じのする Kazakov 説(1938)(72)を基本的にうけ入れていると思われる。上昇海流はその循環機構などから4種類のタイプに分けられるが このうち磷酸塩鉱物の沈殿に効果のあるものは分岐流(divergent current)であり 一般に 大陸の西側沿岸部に卓越し 南カリフォルニア バヤ・カリフォルニアのものがその好例とみられている また混交流(2海流の混交—mixing または turbulence)による例は 大陸東岸沿いのブラック・プラトーなどとされる。

海底付近における磷酸塩鉱物の沈殿・濃集にはそれをトラップする海底地形(凹地)の存在 海底面に露出している含磷基盤岩類などとの反応も考慮される。この場合 含磷基盤岩の海底での風化 侵蝕に関係しあるいはその基盤岩中に存在していた磷団塊などを核とする濃集機構も考えられている。ブラック・プラトーには JOIDES 深海試すい(本誌187号)などによって磷酸塩鉱物団塊をふくむ中新統の砂質シルト岩などが知られていて(49) 以上のような濃集あるいは磷の再移動の機構が考慮される。磷鉱の成因研究のアプローチの1つとして $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-HF-H}_2\text{O}$ の平衡系の物理化学的実験などが行なわれている。

磷鉱の品位は その生成環境に大きく支配され(前記混交海流によるブラック・プラトーのものは 太平洋側の分岐流によるものより低品位とか) 良質のものでも 20~29% (P_2O_5) で 陸上資源の31~36%にはおよばない。陸上のは2次の富化が品位を上げる原因とみなされ これらのことから海域のものは陸上のもの Protore ではないかとの説もある。前記の Kazakov 説も陸上のいわゆる化石鉱床についての考察から出発したものと考えられるが マンガン団塊の場合と異なり 磷鉱については 化石鉱床との間に成因的な共通性が多

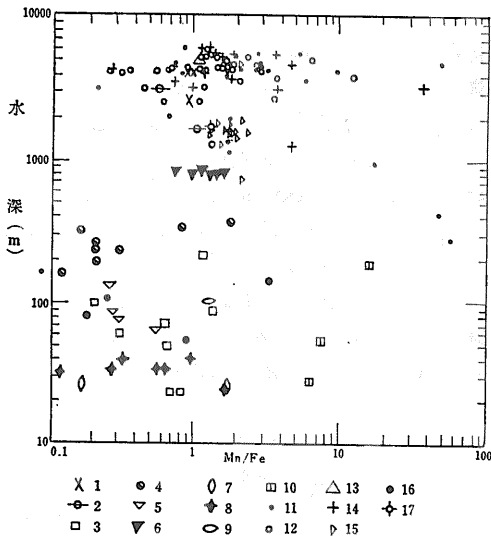
分にみられることは興味深い。

磷についての陸上資源のポテンシャルに大きな余力がある現在では 海域のものは早急に移行性が生じるとは考えられていない(局地的利用などを除いて)。しかし前記②の含磷砂(未固結 品位2~10% (P_2O_5) 比重3.0) は一部の海岸線付近(バヤ・カリフォルニアのサンタ・ロザリア砂州付近)のものが注目されている。この含磷砂は 性状から 砂鉱として分類する人もある。磷泥については熱帯~亜熱帯方面の海域に知られているが 米国には その賦存や調査例はないようである。

●鉄・マンガン濃集体

一般にマンガン団塊 金属団塊 鉄・マンガン酸化物 マンガン結核などといわれているものをここでは総称して鉄・マンガン濃集体(以下単に濃集体という)と呼ぶことにする。これらはその形態 分布 組成 成因上でかなりの多様さが知られているが 一般に注目されているのは もちろん 相当に水深の深い区域(コンチネンタル・ライズとか深海平原とか)のものである。しかし これらの探鉱とか 比較的浅海部に高品位のものを将来発見しうるか否かなどの点に関して 今後より多くのデータを集め それらにもとづく地道な研究が必要とされている。米国においても とくにその成因 生成環境に結びつきをもつ調査や研究の不足やさらにもっと初歩的な濃集体の分布そのものについての知見の不足が指摘されている。しかしながら 濃集体の探掘(探取) 選鉱 精錬・利用技術は探査等と平行し あるいは一部は先行するような形で発展しつつあることが知られている。その調査の概況やその一般性状については本誌170号その他(73~76)をご参照ねがうこととし ここでは比較的浅海域に賦存する濃集体をふくめての記述を行なおう。浅海域(この場合はマレー氏らによる水深200m以浅)の濃集体ないしは淡水成のものは いわゆる深海の濃集体との間に組成 分布などの連続性 移行性がみとめられていて 濃集体の成因検討などには無視できない存在である。本誌171号(77)に紹介されたN. M. ストラーフ氏の資料などにみられるような 北氷洋 湖沼のものについてのソ連の研究(78)や米国周辺海域についての地質調査所の研究などがあり 最近ではミシガン湖での発見(Mn 2~17%⁽⁵⁴⁾⁽⁷⁹⁾500km²をカバー)も報じられている。いくつかの要目を浅海域(淡水成もふくめ)のものと深海域のものとを対照(実際には前記のように両者で移行性がみとめられることが多いが)するようなかたちでのべていく。

▲濃集体の賦存水深はカラ海(30~120m) 白海(30~



第16図 海成濃集体についての Mn/Fe 水深関係図 (参考資料78による)

1. 大西洋 (Murray & Renard, 1891 他)
2. 大西洋海山 (Pratt, 1965)
3. パルチック海 (Samoilov & Titov, 1922, Manheim)
4. バレンツ海 (Samoiliv, Titov, 1922, Gorshkova, 1931)
5. 黒海 (Samoiliv & Titov, 1922)
6. ブラック・プラトー (Pratt, 1965)
7. パルチック-ボスニア湾 (Aarnio, 1918, Groshkova, 1961)
8. パルチック-リーガ湾 (Gorshkova, 1961)
9. カラ海 (Lindstrom 1884, Senov, 1937)
10. 北海 (Murray & Irvine, 1894, Buchanan, 1891)
11. 太平洋 (Mero, 1962)
12. " (Murray & Renard, 1891)
13. " (Rily & Sinhaseni 1958)
14. " (Skornyakova, 1962)
15. " 海山 (Goldberg, 1954, Dietz, 1955 Kroll 1955)
16. チモール-セラム海 (Bögglid, 1916)
17. 白海 (Gorshkova 1931, Deryugin 1928)

160m) パルチック海 (大部分80m以浅) メイン湾 (米国東北部15~200m) ミシガン湖 (60m以浅) とごく浅い部分にもみられ いわゆる深海 (大部分3,500~4,500m) ときに7,000m以深) にも濃集体の分布を限定して考えるのは適切をかくおそれがある。

▲濃集体の形態は様々であるが 浅海域のものにしばしば扁平 (皿形等) のものが観察されていて これは球形のものとはまた違ったでき方であるとする解釈もある (第20図)。濃集体の賦存が現海底面付近に限られるとする観察は いまのところ深海試錐 (DSDP 他一前記) などの結果からみても 修正されていない。マンガン鉱湖などにおいても同様である(77)。

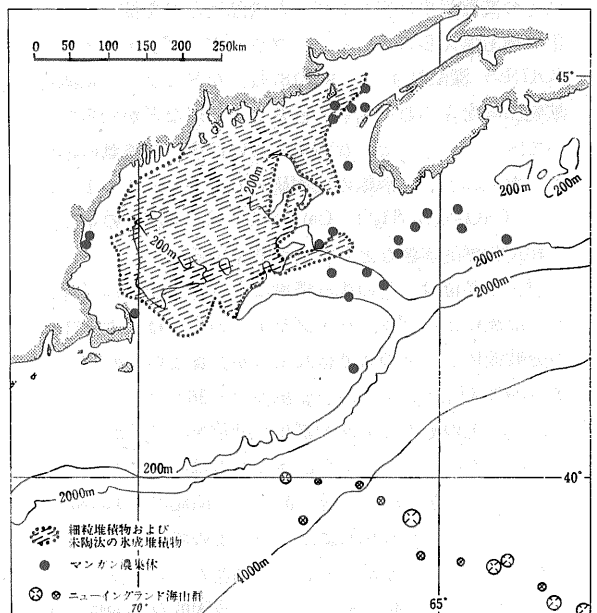
▲濃集体の組成検討 生成環境の推定などには よく Mn/Fe (マンガン係数)(77) O/Mn が用いられるが 第16図にその1例をあげる。Mn/Fe は特定の海域や淡水域をとる場合には かなりの幅で変化するときもあり これに反して一貫性がみとめられるときもあ

る。しかし全体的には淡水成のものは値が海域 (いわゆる open sea) に比べてより小さく 浅海域のものはこの中間的値をとる。O/Mn (原子比) は濃集体の酸化度 (MnO_x の x の指数) を現わすと考えられ 深海域のものは やや大きい値をとる。Ni Cu Co などの含有は深海域のものが 一般に 高く 中でも1,800m以深のものに濃集するといわれる。しかし これらの微量元素の含有量が地域的にかなりの変動をみせることもよく知られている。一方 濃集体中の有機物の含有状況にも考慮が払われはじめているが そのデータは乏しいとみられている。有機炭素の含有量は浅海域のもので1~2%程度と高く(75 78) (深海域のもの0.1%程度) これは濃集体の成長速度に比例的關係にあるという。

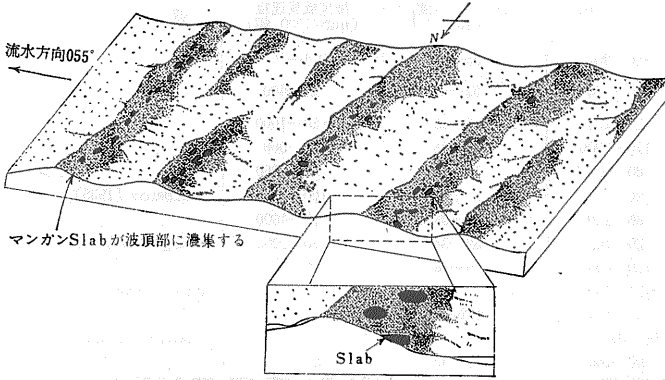
▲さて 濃集体の分布・生成環境の一部は上記からも推測されるが 通常 考慮されている要因のいくつかについて補足をこころみよう。

酸化性の環境が淡水や浅海域での元素の析出・沈殿に必要である。たとえばパルチック海では 停滞水域 (還元性の) 縁辺の酸化帯に濃集体が分布する。また 表層堆積物の表面近くにだけ濃集体が生成されることの理由の1つもこれによって説明しようとされる(77)。現在の濃集体に類似の化石鉱床が古い堆積岩層に ほとんど 見出されない原因の一部とも考えられる。

米国大西洋岸のメイン湾での考察は濃集体 (鉄・マンガン被膜・同殻) は浅海域で淘汰の悪い氷河堆積物や細

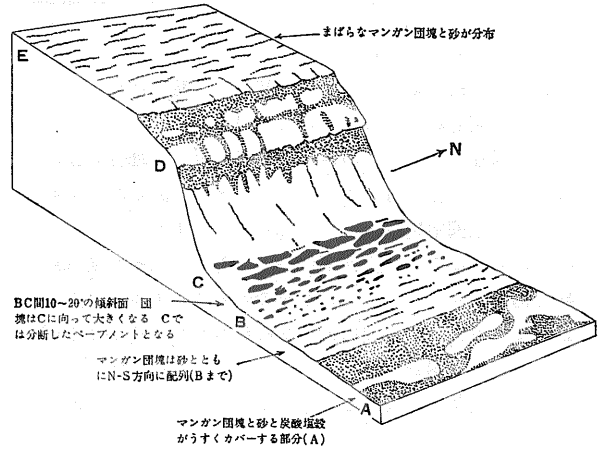


第17図 米国メイン湾の濃集体の分布状況 (参考資料78による)



第18図 a
ブラック・プラトー上の波状地形とマンガン濃集体の産状(参考資料80による)

↓第18図 b
ブラック・プラトー急崖部付近の濃集体の産状(参考資料80による)



粒底質帯中にはない(第17図)。またブラック・プラトー上の濃集体の賦存はやや深い(750~1,050m程度)が両者では細粒の碎屑物の堆積などがメキシコ湾流によって妨げられる環境中にあると考えられている。酸化性環境下の堆積速度のきわめて遅いところかこれを欠くところが好適である。濃集体の生成には上記のように海水循環-底層水の動きが必要であってこれに関して海底撮影などによる証拠があげられている。1967年のDeepstar-4000による潜水観察(海軍海洋研究所)はブラック・プラトーでの水深457~1,130mにおいて濃集体の産出状態についての観察を記録している(80)。

海流(底層流)測定: 20~25cm/sec 一部の凹地で10cm/sec

sand wave の存在 : 高さ 2~6 m H(高さ)/L(波長) = 1/3~1/4 ほぼ底層流に直角方向に配列(内部構造は不明だがおそらく底層流による所産)

濃集体配列の方向性その他 : 第18-a図参照 sand wave その他の地形との間に関連性がある sand waveの頂部に濃集し谷の部分にはみられない。一部の凹地(scour channel-幅15m 深さ10m位)の中には濃集体はない(侵蝕運搬された?) 同チャンネルの縁の濃集体(pavement)は滑動し断裂している。第18-b図にみられるように地形の傾斜方向などに向かって濃集体は帯状に団塊(nodule)→板(slab)→敷石状(pavement)への変化がみられる。この様態変化は成長・結合か破

壊・分断か あるいはその両者の組み合わせによるものか……とにかく興味ある状況である。

▲ブラック・プラトーでは鉄マンガン濃集体と磷酸塩鉱物が帯状に(水深の浅いところに隣 深いところに鉄・マンガン)共存・分布するので著名である。磷酸塩鉱物のパーティングや小団塊が鉄マンガン濃集体(slabなど)中にみられることもあるが分布の大勢は第19図に示されている。一般に隣含有は浅海域のものにより多くとくに停滞水環境に関連するものに多い傾向がみとめられる。

▲濃集体が海底面付近に主としてみられることに関して底層水からの金属の供給とともに下位の底質からの金属供給機構が考慮されている。これについては本誌171号のM. T. ストラーフ氏の説明などがあるがここにはF. T. マンハイム氏による図(第20図)をかかげる。また浅海域の濃集体の成長速度は一般に早くこの問題も成因の究明とか生成環境の問題に関係して多くの測定や議論がなされているがここでは

第16表 比較的水深の浅い海域の濃集体の水深—かん度—成長速度の関係(参考資料78による)

海 域 名	水 (m) 深	か ん 度 (%)	推定成長速度 (mm/1000 年)	備 考
大西洋(ブラック・プラトー)	900—900	35—36	0.1—?	
大西洋(メキシコ湾北部) イングランド〜ニューフランドランド礁	50—200	32—35	20—500	
バルチック海	15—220	3.5—12	20—1000	
バレンツ海	170—1000	34—36	1—500	
黒海	60—150	18—19	50—1000	
カスピ海	20	?	100—1000	Kurbatov (1935)
カラ海	30—120	26—34	10—1000	
北海	25—165	32—34	50—1000	Craig (1959)
太平洋(南カリフォルニア)	120—800	35—36	?	
太平洋(日本)	114—260	35	?	Niino (1955 1965)
ベルショラ海(北氷洋)	バレンツ海とカラカ海の境界付近			
南支那海	資料乏し			
白海	30—160	26—32	50—3000	Klenova (1958)

第16表を参考としてあげる。

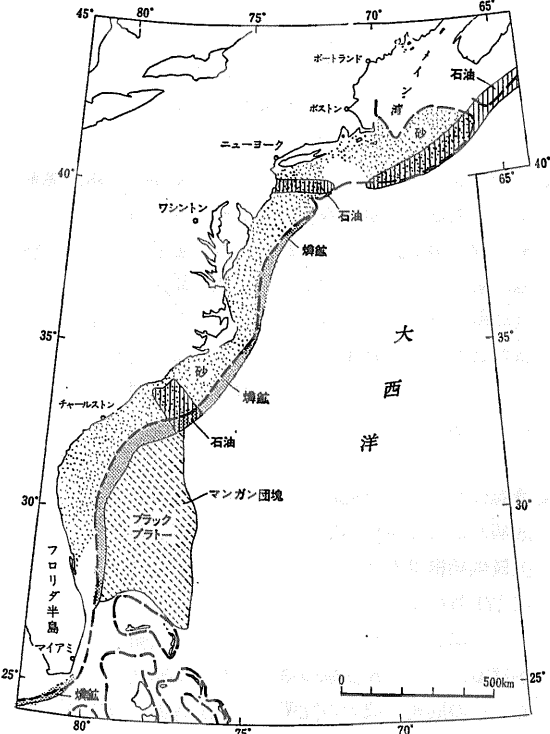
濃集体の鉱物組成についての記述は本誌では第170号に概要が記されている。またバヤ・カリフォルニア沖の試料などについての研究成果が近く地質調査所(日本の)の担当者によって本誌などに報告されるであろう。米国地質調査所の一部の人はトドロカイト[todorokite-(Mn²⁺R+R³⁺)₂Mn₅⁴⁺O₁₂·3H₂O]が主要な構成鉱物であるとみている。いままでのところでは海水のかん度は濃集体の形成に如何なる影響を与えるかは不明の点が多い(第16表)。前にも述べたように米国においては濃集体の精練などの利用技術は最近急速の

進展があり 探掘技術の完成を俟ってこの資源の稼行性は確立されるとみる見解もある(81)。しかし一般にはその精練技術さえも商業ベースにのりよるような意味の成功とはいいがたく濃集体の稼行性は早くても数年後というのが通り相場とみてよからう。濃集体中の金属元素の稼行・利用される場合の順序は次とみられている: Ni Cu→Co→Mn Mo Cr

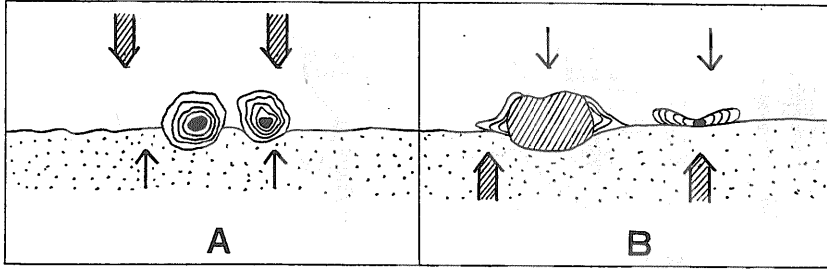
●断 裂 系 に と も な う 鉱 床

地下の熱源あるいはある種の熱水が鉱物の濃集に関与した可能性が強いとみられるケースの1つが紅海に発見された含金属泥(metalliferous mud)である(82~85他)。紅海水底の水深2,000m余りからボックス・コアラーで採取されたこの泥質堆積物は白黒赤黄緑と極彩色であってかつ多量の鉄 マンガン 亜鉛 銅その他の金属の酸化物と硫化物をふくんでいた。この堆積物はメッカ西方のほぼ紅海の中央部の3つの海釜中の1つ(Atlantis II Deep)からサンプリングされその模式断面などの1部を第21~23図に示す。この海釜はNW~SE方向に長軸を有する楕円形(12×5km)であるが付近一帯の測深および音波 磁気探査の結果からこの海釜群一帯は噴火口をふくむ火山性の地域とする見方もある。注意すべきは第22 23図に示されるようにこの海釜の底部は異常な高かん度かつ鉄など金属を濃集した高温の海水(いわゆる hot brine)に充たされていることである。印度洋から延長するリフト・バレーの1部にこの地域が相当し上記の磁気探査や堆積物の熱流量の測定からこの一帯は高地熱地帯であることが確かめられている。

この含金属泥および hot brine の成因についてはすでに2~3の見解があり今後この堆積物の資源的価値とともに活発な論議が行なわれるであろう。ここには H. L. James の見解(86)を要約してみる。



第19図 大西洋岸のコンチネンタル・マージンにおける資源分布の予想概念図(参考資料58 88による)



第20図
濃集体の形態 (参考資料78による)
A. オープンシー (open sea) での典型的な状態 上方の水塊からの金属供給が卓越 底質は酸化性の環境にある 矢印は金属供給の度合と方向を現わす
B. 浅海ないしは淡水の環境で大部分の金属は 底質の間隙水から供給される 底質は部分的に還元性環境にある

- ① マントルから上昇した玄武岩質マグマが岩脈またはシル状に地殻の高所に位置した
- ② 侵入岩体の冷却による熱は上位の堆積物中での水の循環にエネルギーを与えた
- ③ その水は塩類をふくむ堆積物中を循環し hot brine と変化した
- ④ hot brine にはマグマから直接に あるいは母岩から溶出された金属が供給された
- ⑤ 海底に溢出した hot brine からの金属鉱物の沈殿

SiO ₂	(%)	26	SrO	<.01	備考: 参考文献82	
TiO ₂	<.01		BaO	<.03	試料番号 127P-610	
Al ₂ O ₃	2.7		Na ₂ O	2.9		
Fe ₂ O ₃ (tot)	17		K ₂ O	0.51	平均含有量(重量%)	
(FeO)	(8.4)		ZnO	21.0	Zn	2.6
Mn ₂ O ₄	0.56		CuO	3.7	Cu	0.90
MgO	0.4		PbO	0.27	Pb	0.10
CaO	1.2		P ₂ O ₅	<.4	Ag	0.008
			Ig. loss	25.6	Au	0.0001
			Sum	102		

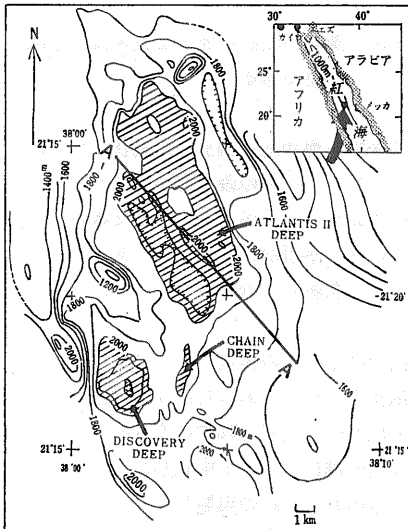
含金属泥中の金属量についての試算は次のとおりであり また この泥質堆積物が 大水深下にあるにもかかわらず 比較的採取されやすいといった観点から その稼行性が見込みが強く注目されている。

試算対象とした堆積物の厚さ10m (ただし音探の結果からはさらに下位に100m 弱の堆積物が見込まれる) 1967年の時価にして23億ドル (brine を除外したときの Cu Zn Pb Ag Au) 含金属泥の分析値の1例はつぎのとおり。

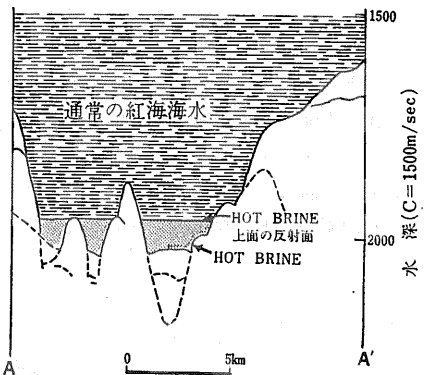
このようなリフト・バレー 断裂系にともなう金属の濃集の事例に関連し今後 海嶺系 海膨(東太平洋海膨他)の調査が かかる側面からも推進される見込みがある。

●砂 礫 資源

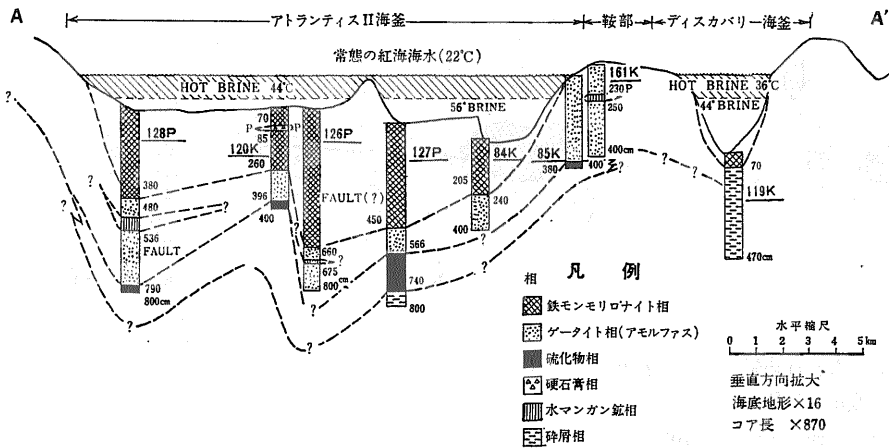
海域の砂 礫は 米国において海から生産されている資源(無生物)の数少ないもののうちの1つである。その調査例は余り多くはないが 地質調査所(87 88) 軍などによってすでに 大西洋岸が調査されている。 ニューヨーク沖 メイン湾周辺ではサンプリングのほかに音波探査や簡易試すい(振動型など) 写真撮影が行なわれている。 現在では試すいの密度も低く 砂礫層相互の連絡や対比には困難がともなう場合が多いとされている。 しかし ニューヨーク沖などはその立地からみ



第21図
アトランティスII海釜付近の海底地形 (参考資料83による)



第22図
アトランティスII海釜の音波探査解析図 (参考資料83による)



第23図
 アトランティスII〜デ
 イスカバリー海盆にか
 けての断面図(参考資
 料82による)

ても有望視されており 相当広範な分布の砂層 厚さ約60mの砂層 古流系チャネルを充している礫層(1ヵ所1億トン程度)などその性状が 逐次 判明している。一部では粒度組成などについての細かいデータもあげられているが 大西洋(とくに米国北東部の)大陸棚上の砂礫層では通常の河川から供給されたものと 氷河の融解により放出されたものとが区別される。この成因の検討は砂礫層の分布 性状を判定する上で重要視されている。海域の砂礫の採取・利用はきわだって大きな規模とはならぬまでも 近い将来 局地的には確実な伸びが期待できるとみられている。

以上各鉱種別に主要な分について大勢などを述べたが米国において重要性をもつ硫黄 介殻等炭酸石灰資源については十分な資料が手元になので割愛する(介殻等石灰資源については参考資料7などによって第15表中に示した)。

前項(石油・天然ガス)に少しくふれた海域の鉱物資源の管理の問題は紙面の関係で別の機会にゆずるが ここでは以下の点について強調しておきたい。

▲沿岸諸州はその管轄区域(カリフォルニア等の場合では 沿岸から3マイルなど)に対する管理を州法などにもとづいて実施し 連邦政府はその外側(海側)の領海および領海外の区域を管理する。

▲連邦政府では地質調査所が主として技術的側面から資源管理に大きな責任を有している。

▲州および連邦の行なう資源管理業務は 従来 石油・天然ガスを対象に実施されている。従ってこれと産状などを本質的に異にしている砂鉱などの鉱物

に関するものとしては きわめて 不備であることが指摘されている。

▲資源管理における連邦政府の立場は鉱物資源の保全とか民間会社の探鉱の誘導とかの面をふくみながらも 基本としては海域の多目的利用を旨としている。いいかえれば 鉱害・汚染防止その他の活動が必要で 単に鉱業のみの味方に立っているものではない。

▲米国領海外の鉱物採取(探鉱)については外部陸棚管理法と大陸棚に関する条約(ジュネーブ会議)の2つが基本である。しかし外部陸棚管理法では大陸棚の定義は水深とか距離とかでは規定されていないという。また 周知の如くに大陸棚に関するジュネーブ条約における大陸棚の定義にも明確・適切さを欠く点が多く 米国においても不評である。

▲これらの法規 条約の改訂に対する動きは 米国内などにおいて 活発である。

3回にわたる米国の海洋地質調査の活動状況などについての記事は ここで 一応の段落をつけることにするが 予定していたふれることができなかった事項 十分に意をつくせなかった事項などが 多々 ある これらについて 簡単に 釈明してむすびにかえる。

▲海域の地質図の件は その実例とか 地質の表現法とかについて論及する予定であったが 米国においても海域(海底)地質図の公表されているものが 非常に少ないことなどの理由によって中止した。しかしこの問題は今後のわれわれの実施してゆく仕事の上に

も重要であるので データの補備などをまって 別の折にふれたい。

▲大陸棚などにおける資源の管理に関する事項は草稿をまとめてみたが 私には もて余し気味に感ぜられた。米国の法制 行政 国連での活動などについての一層の理解ができた際には この問題を地質学的な観点から再びとり上げてみたいと考えている。

▲大学等の研究所の海洋地質関係の諸研究には特別のものを除いて 余りのべていない。しかし 国の機関が行なう業務の多くがこれらと密に関連し かつ これらから強い支持と基礎を与えられていることは両者のいわゆるキャリアーの差であろうか。研究所など 学術機関の業務に多くをふれることのない この小文は 冒頭にのべたように 1つの断面についての資料と私見にとどまることを繰り返しかえておく (完)

(筆者は石油課長)

おことわり：小文の標題は「米国の海洋地質調査についての一資料」であり 手ちがいをくり返えしたことをお断りします

参 考 資 料 (前回からの通し番号)

58. K. O. Emery: The Continental Shelf and its Mineral Resources, Governor's Conference on Oceanography, 1967
59. V. E. Mckelvey, L. Chase: Selected Areas Favorable for Subsea Resources, Transaction of the 2nd Annual MTS Conference and Exhibit, "Exploiting the Ocean", 1966
60. V. E. Mckelvey, F. F. Wang: World Subsea Mineral Resources, Miscellaneous Geologic Investigations Map I-632, U.S.G.S, 1969
61. V. E. Mckelvey, F. F. Wang: Preliminary Maps World Subsea Mineral Resources (Map-I-632) U. S.G.S, 1969
62. K. O. Emery: Shallow Structure of Continental Shelves and Slopes, Southeastern Geology vol. 9 no. 4 1968(?)
63. 津村光信: アラスカにおける巨大油田の発見とその波紋 石油の開発 vol. 2 no. 5 1969
64. 矢崎治雄: アラスカ(ノース・スロープとバルディズ)をたづねて 石油開発時報 no. 12 1970
65. T. E. Howard, J. W. Padan: Problem in Evaluating Marine Mineral Resources, Mining Engineering, 1966
66. USGS H. Nelson 氏らの談話
67. H. Nelson, D. M. Hopkins: Sedimentary Processes and Distribution of Particulate Gold in Northern Bering Sea, open-file Report USGS, 1969
68. C. Huffman, J. D. Mensik, L. B. Rily: Determination of Gold in Geologic Materials by Solvent Extraction and Atomic-Absorption Spectrometry. U.S.G S, Circular 544 1967
69. R. V. Huene, G. G. shor, E. Reimnitz: Geological Interpretation of Sonic Profiles in Prince William Sound, Alaska, Geol. Seci. of America Bull. vol. 78 1967
70. D. W. Sholl, E. C. Buffington, D. M. Hopkins: Geologic History of the Continental Margin of North America in the Bering Sea, Marine Geology-Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1967
71. Lockheed Aircraft Cor.: Joint Strdy of Ocean Exploration, vol. 2 1964
72. Kazakov, A. V.: The Pospborite Facies and the Genesis of Natural Phosphates, Soviet Geology, vol. 8 no. 6 1938
73. 丸山修司: 海底の金属鉱物資源～海底に存在する鉄・マンガ ン金属塊 地質ニュース 第170号 昭43年
74. 資源協会: 米国における海底資源開発の現状～とくにマンガ ン・ノジュールの開発について 昭44年
75. 佐藤任弘 奈須幸紀: マンガン・ノジュール 海洋地質 第1巻 第1号 昭37年
76. 深海底マンガン団塊研究会: 深海底マンガン団塊について 昭45年
77. 盛谷智之: 現世水盆中のマンガン濃集体の型とその鉱石化 過程 地質ニュース 第171号 昭43年
78. F. T. Manheim: Manganese-Iron Accumulation in The Shallow Marine Enviroment, Symposium no Marine Geochemistry, occ. Publ no. 3-1965, Narragansett Marine Laboratory, Univ. Rhode Island
79. Ocean Science News vol. 10 no. 42 1968
80. L. K. Hawkins: Visual Observation of Manganese Deposits on the Black Plateau, Naval Oceanographic Office, IR no. 68-99 1968
81. Ocean Firm Launches \$100~\$200 Million Mining Venture, Ocean Industry 1969 (3月)
82. J. L. Bischoff, F. T. Manheim: Economic Potential of the Red Sea Heavy Metal Deposits, Preliminary Draft, WHOI (未公表)
83. E. T. Degens, D. A. Ross: Hot Brines and heavy metals in the Red Sea, Oceanus vol. 13 no. 2 3 1967
84. J. M. Hunt etal: Red Sea: Ditailed Survey of Hot Brine Areas, Science vol. 156 no. 3774 1967(?)
85. D. A. Ross, J. M. Hunt: Third Brine Pool in the Red Sea, Nature vol. 23 no. 5077 1967
86. H. L. James: Mineral Resources Potential of the Deep Oceans, Proceeding of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean, 1968
87. J. Schlee: Sand and Gravel on the Continental Shelf off the northeastern United States, U.S.G.S, Circular 602 1968
88. K. O. Emery: Some Potential Mineral Resources of the Atlantic [Continental Margin, U.S.G.S. Prof. Paper 525-c, 1956
89. 藤井清光: 海洋における噴出事故に対するアメリカ政府の処置 石油技術協会誌 vol. 34 no. 6 1969
90. G. W. Moore, E. A. Silver: Gold Distribution on the Sea floor off the Klumath Mountains Calif. U.S. G.S. Circular 605 1968