

第3章

太平洋の海底資源

細井 義孝

要約：

近年、太平洋島嶼地域をめぐり脚光を浴びている問題に深海底鉱物資源がある。太平洋地域は鉱物資源の宝庫であり、マンガン団塊、コバルトリッチ・クラスト、海底熱水鉱床が、太平洋島嶼国の排他的経済水域に分布しており、高品位のものが海底に未曾有にあると報告され、大きなセンセーションを巻き起こした。日本政府は、周辺諸国に先駆けて、この深海底資源に注目し、南太平洋応用地球科学委員会(SOPAC)と協力しながら、海底資源調査のために高い技術と資金を提供してきた。その結果、クック諸島のマンガン団塊のうちコバルト分が100万トン（日本の消費量の100年分相当）など大量な資源が海底に広がっていることが分かった。その資源に対して、海外鉱物資源開発企業はすでに商業化に向けた活動を始めているが、現在までのところ商業的生産に至るまでの段階に至っている企業や国・政府の動きは見られない。今後の深海底鉱物資源の課題と展望を考える上では、まずは資源量の把握が求められる。さらに資源開発のための機械などの技術面の向上も求められる。さらに、上記の問題がクリアされた場合、その状況下で採掘を行った資源がその時点での市場の中で採算がとれるかどうかという経済性の問題も、商業化への進展が進むか否かを考える上で極めて大きな問題となるだろう。一方で、深海底鉱物資源の開発の場合、資源を提供する側になる太平洋島嶼国側にとっては、陸上の鉱山開発よりも経済波及効果が少ないことが予想される。島嶼国側は鉱山税の収入に加えて、その収入を用いた持続的可能な鉱山資源開発やその他の産業開発を起こすような仕組みを作ることが必要であろう。

キーワード：

深海底鉱物資源、マンガン団塊、コバルトリッチ・クラスト、海底熱水鉱床、南太平洋応用地球科学委員会（SOPAC）、海底資源探査、海外ジュニアカンパニー、埋蔵量、鉱山法

1. はじめに
2. 深海底鉱物資源紹介
3. 南太平洋地域への海底資源分野における日本の協力
4. 深海底資源の調査法
5. 海底資源の商業化を目指す海外企業
6. 太平洋地域の資源開発の課題と日本企業の進出
7. 鉱物資源開発の課題
8. 深海底鉱物資源の商業化の見通し

1. はじめに

近年再び脚光を浴びているものとして、深海底鉱物資源がある。最近レアメタルに関して、中国が日本に向けて厳しい対応をしてきたが、マンガン、銅、コバルト、金、銀、レアメタルという資源が、約 3,000 万平方キロメートル、日本の国土の約 80 倍の広さの太平洋の深海底に存在していると言われている。すでに中国、韓国等の多くの国々が調査開発に向けて動き始めており、日本も日本近海を中心に調査開発に拍車がかかってきている。

パプアニューギニアでは天然ガス、石油、銅、金、銀、等のさまざまな陸上資源が発見・開発されており、鉱物資源ブームが起こっている。ただし、パプアニューギニアのようなケースは特別で、ナウルには燐鉱石があったが、枯渇してしまっており現在は細々と採掘を続けている状態である。メラネシアの比較的大きな島は火山島であり鉱物資源もあるが、ポリネシア、ミクロネシアの島は珊瑚島には鉱物資源はない。しかし、これら島々の周辺海域には、話題のレアメタルを含む海底熱水鉱床、コバルトリッチ・クラスト、マンガン団塊など豊富な海底鉱物資源が眠っている。

2. 深海底鉱物資源紹介

太平洋地域は鉱物資源の宝庫である。深海底鉱物資源は、マンガン団塊、コバルトリッチ・クラスト、海底熱水鉱床が太平洋島嶼国の排他的経済水域（EEZ）内に分布し、世界でも一番の深海底鉱物資源の宝庫である。

そして陸上にも鉱物資源が十分埋蔵されている。珊瑚島とかアトール（環礁）の島々にはないが、他方で、火山性の島、すなわち環太平洋火山帯でインドシナ半島からインドネシアそれからパプアニューギニア、ソロモン、フィジー、トンガと続い

ているが、ここには金属鉱物資源がある。銅、金、ニッケルなどが豊富に存在している。

深海底鉱物資源は、上述のように3種類が存在している。まず「マンガン団塊」であるが、これが最初に脚光を浴びた資源である。水深 4,000～6,000 メートルの大洋の海底の泥の上に、半埋没といって、完全埋没しているわけでもなく、完全に堆積物の上に出ているわけでもないという不思議な状態で存在している。この団塊は、鉄マンガン酸化物の一種で、サメの歯や玄武岩の小石が核となり海水から成分をとって殻が成長したもので、年輪がある。

「マンガン団塊」の親戚のようなものが「コバルトリッチ・クラスト」で、珊瑚島の海中部分や海山といったところの周りにある。これも海水中で出来たもので、岩を核ならぬ土台にして海水から成分をとって「殻」、英語でいうところの「クラスト」になったのである。

最後に「海底熱水鉱床」であるが、これは他の2種のものとは種類が違い、地球のマグマから金属成分を取り込んだ熱水が海底の割れ目から出て、金属成分を沈積し、鉱床になったもので、こういった熱水性の鉱床は陸上にもある。最近では、太平洋の海底、日本近海だと南鳥島周辺の海底に深海泥と呼ばれるレアアースを含む泥が発見され注目を浴びている。海底熱水鉱床、これは日本の海域にも豊富にある。色は赤茶色であり、これは鉄分で、銅、鉛、亜鉛、金、銀を含んでいる。煙突状になっているので「チムニー」と言われる。

これまで発表された研究論文に出ている海底熱水鉱床の品位というのは非常に高く、例えば、海底熱水鉱床においては、銅分が 10% 近くある。クラストの銅は 20～30% あるが、これはとても高い品位である。陸上では、ポーフリカッパーという大きな鉱床では 0.5～1.0% の銅で十分採算が合う状況で、こういった高品位なものが海底に未曾有にあるということで、大きなセンセーションを巻き起こした。

この3つの深海底鉱物資源は大西洋にもあるが、特に太平洋海域に多く分布している。海底熱水鉱床は、割れ目とか、リッジ（峰）あるいは海底地溝から噴き出したもので、そういった海底の構造線に沿って存在している。このように太平洋海域には、上記のすべての資源が揃っている。

3. 南太平洋地域への海底資源分野における日本の協力

SOPAC（南太平洋応用地球科学委員会(当時)）は、南太平洋諸国の地球科学分野（資源エネルギー、環境、災害など）を支援する委員会である。元は国連の機関である ESCAP の一機関として設立されたが、その後国連の縮小計画に遭遇した。しかし、

南太平洋地域には必要な機関であるということで、国際機関として、独立して生き残った。現在は太平洋共同体 (SPC) に組み込まれている。SOPAC の加盟国は、21 の国と地域であり、ほとんどが島嶼国であるだけに経済水域の範囲というのは広く、南太平洋はこの加盟国海域で占められている。

パプアニューギニアを除いた場合の南太平洋の経済水域は約 2,700 万平方キロメートルであり、陸上が 9 万平方キロであることと比較して、海洋というものは非常に価値のあるものであることが分かる。日本との比較では、陸地は (パプアニューギニアを除いて) 日本の 4 分の 1 であるが、経済水域になると 7 倍もある。南太平洋自身の国土と比較して、経済水域の広さは約 290 倍であり、島嶼国では陸地よりも経済水域の方が如何に大きいかが分かる。

海底資源については、日本政府は各国より先駆けて南太平洋地域に目を付けていた。その理由として冷戦時代と関係がある。そのころはソ連等の船が太平洋に多く進出しており、そういった意味での外交的な情報収集と、この地域は十数カ国分の国連における票を持っていることから、国連安全保障理事会への日本の非常任理事国入りの支援を重視していた。

この地域との協力関係を考えた場合の支援方法として、漁業資源はもとより、深海底の鉱物資源開発調査に目を付けた。海底資源調査は非常に高い技術と非常に大きな経費、それから船等の調査設備が要るわけだが、そういったことには、SOPAC 加盟国では対応できないので、日本が ODA のスキームで協力することになったわけである。筆者はそれを実施する日本の政府機関にいたが、国際機関 SOPAC にも勤務し、日本と南太平洋諸国の橋渡しをしていた。海底が担当だったのであるが、陸上の資源にも目を配り、その後専任のカナダ人が抜けて以降は、クルーズコーディネーターと言って「この海域に入ってくる調査船をすべて管理し各国にアドバイスする」という任務をやっていた。

4. 深海底資源の調査法

筆者は深海底鉱物資源探査専用船に乗って太平洋の資源調査の仕事を行っていた。南太平洋の各国海域で調査、乗組員にとっても我々研究者にとっても、非常に貴重な経験であった。それぞれの国にとっても見たことのないような船が入ってきて調査をすることになるのであるから、筆者はこうした時には極力オープンでいく方針を採用し、船の中を見せる等の企画をした。「細井さんはこの船で海底に行くのですか」と聞かれますが、そんなことはない。5,000 メートルの海底だと 501 気圧あるので、人間はペチャンコになる。調査にはいろいろな機器を用い、物理探査、サンプリング等を

行い、海底を調べる。

ボーリングマシンは、海底に下ろして海底下の岩石サンプルを採取する海底着座式の機械で、日本が唯一活用している。2006 年は水深 5,815 メートルでボーリングを成功し、世界最深記録をつくり、新聞で発表されたが、このときの調査団長が筆者であった。

SOPAC 調査であるが 1985 年から 2005 年まで調査を行った。筆者は 1996 年に SOPAC 事務局より帰国し、第 2 期調査のミッションの団長として第 2 期調査を調印スタートさせた。第 1 期では資源に関するポテンシャルの調査であり、第 2 期からはもう少し詳細な情報を得るため、第 1 期で抽出されたエリアを繰り返し調査することを行った。

マンガン団塊はキリバス、ツバル、サモア、ニウエ、クックといった国々の海域に資源が多いと言われている。そこでこの地域については、特にクック、キリバスといった海域のエリアで再調査を行った。キリバスは国が広く、海域も東西に広がっているため、それだけ広い海域を持っており、資源も沢山賦存する。コバルトリッチ・クラストは、海山があるところに存在しており、マーシャル、ミクロネシア、キリバスといった国々の海域にある。海底熱水鉱床は、火山と関わり合いがあり、海底から噴出した金属成分が冷えて鉱床になっているわけであるから、陸上の火性活動による資源のある国の海域にある。パプアニューギニア、ソロモン、バヌアツ、トンガ、フィジーといった海域で調査し、チムニーが発見される等の兆候を捕まえた。

調査結果から推定する資源量は、マンガン団塊では、クックだけで約 2 億トン、そのうちのコバルトは約 100 万トン、日本の消費の約 100 年分に相当する。コバルトリッチ・クラストは、マーシャルの 3 つの海山のみで約 3 億トンあり、そのうちのコバルトは約 150 万トン、日本の消費の約 150 年分に相当する。熱水鉱床は、フィジー海域で約 50 万トンです。地上の資源と比べれば小さいが、そういったものが多くあり、海底下に広がっていると大きな資源となる。

5. 海底資源の商業化を目指す海外企業

このような海底鉱物資源に対して、海外ジュニアカンパニーが目をつけて活動している。ノーチラス・ミネラルズ社とネプチューン・ミネラルズ社という 2 社であるが、両社とも海底熱水鉱床をターゲットにスタートした。海底熱水鉱床がなぜ目を付けられているかというと、複雑含銅硫化鉱床と言ひ、銅、鉛、亜鉛、金、銀を含んでいるからで、さらにレアメタルも含むといった理由で、現在世界的に脚光を浴びてきている。ノーチラス・ミネラルズ社はパプアニューギニア海域で、初めて世界で唯一民間

会社として、自主的に探鉱して開発を目指している。2010 年の商業生産を目指し、絵まで描いていたが、2009 年のリーマンショック、金属価格の低下を受けて中断を余儀なくされ、2010 年の後半からようやく探査を再開するに至った。2014 年には探鉱試験機の製作を行うとしている。

ネプチューン・ミネラルズ社は、ニュージーランド海域で探査活動中をし、パプアニューギニア海域、バヌアツ海域、さらにミクロネシア、パラオ、日本海域、イタリア海域にも調査鉱区取得もしくは申請中であつたが、現在は具体的な活動は耳に入っていない。2011 年に米国資本に買収されコントロールされている。日本の経済水域に熱水鉱床の鉱区申請をしてきたネプチューン・ミネラルズ社ということで、日本政府も企業も非常に神経を尖らせており、我々の庭に入られていいのかということで騒ぎになった。

ネプチューン・ミネラルズ社とは、筆者は同社の探査部長とも話をしたが、同社は鉱区申請取得のみ目指したような活動をしており、実質活動はほとんどやっていた。ノーチラス・ミネラルズ社は、株で資金調達しているが、本当に開発するのは非常に困難なことであるため、ちょうど価格が低下したのは、よい言い訳になったと想像している。とはいえ、世界で唯一具体的に一番先頭を走っている会社と言える。こういう会社が存在しているので、日本の企業や日本政府は後れを取ってはいけないという気持ちが高まっている。

特にノーチラス・ミネラルズ社は、熱水鉱床だけではなくて、マンガン団塊、コバルトリッチ・クラストにまで手を広げて、南太平洋諸国の経済水域に進出しているが、このことは熱水鉱床のみでは儲からないと思っているのか、あるいは他の分野の資源にも早く手を付けておこうということなのか、その動きを注視する必要がある。

また韓国では、国の機関がフィジーとトンガで熱水鉱床の開発を目指して鉱区を取得し、探査を続けているし、中国の銅陵有色公司は、ノーチラス・ミネラルズ社の鉱石を製錬用に引き取ることを宣言し、商業化を後押ししている。こういった国々の動向からも目が離せない。

6. 太平洋地域の資源開発の課題と日本企業の進出

太平洋島嶼地域の陸上鉱物資源では、パプアニューギニアの銅金鉱床が有名で、外国企業が進出して開発している。ソロモンにおけるニッケルと金の存在も有名である。実はこの国は、「ソロモンの財宝」から国の名前もついたほどで、非常にポテンシャルが高い。しかし残念ながら、同国では鉱業法が効力を発揮せず、部族主義が強くて、法律に基づき鉱区を申請して獲得しても、そこに入っていくと、「この椰子の木から向

こうの石までは先祖代々わしのものじゃ」という主張がまかり通ってしまい、正規の手続きを踏んだ鉱区へも立ち入れないということで、早くから資源を狙っている欧米豪州も手を出せない国となっている。従って「財宝」がまだ残っていると云える。住友金属鉱山(株)が逞しくもニッケル資源獲得に同国に乗り込み、現在盛んに調査している。

フィジーには、金鉱山がいくつかあったが、現在は休止している。またビチレヴ島には有名なナモシ銅鉱床がある。バヌアレヴ島にも銅鉱床があるが、両島ともなかなか開発まで至っていなかった。かつてカナダの **Placer Dome** 社が手掛けていたナモシ銅鉱床に対し、現在、日鉄鉱業(株)、三菱マテリアル(株)がオーストラリアの会社と共同で開発を目指して探査をしている。そのほか、フィジーではかつては石炭や鉄も掘っていた。それからニューカレドニアはニッケルを産出し、日本にも入ってきている。

7. 鉱物資源開発の課題

鉱山開発は大変な事業で、鉱床があれば出来るというものではない。同じ鉱床でもその時の経済状態で採算が合うかどうかが変わってくる。鉱物資源開発に必要なことは、十分な鉱量、品位、それから開発資金、開発選鉱技術、開発インフラ、熟練の労働者、周辺企業技術などであり、南太平洋島嶼国には資金も技術もなく、開発インフラも整っていない。外国企業の力を借りなければ開発は不可能である。また、開発を行いたい当該資源保有国にとっても開発インフラの整備という経済負担が必要になる。特に深海底鉱物資源は、世界にも開発事例がなく、先進国にとっても未知の世界であるので、簡単な話ではない。商業化に関しては、掘削アイデアから始まり、多くの解決すべき様々な問題が存在する。

現状と課題、将来展望については、資源量（鉱量、品位）の把握がすべての始まりとなる。太平洋島嶼国には陸上に加え、特に深海底に大きなポテンシャルが期待さる。当該国としては、開発の国家的便益と費用の分析が大切で、**Public Cost-Benefit** 分析をやらなければいけない。資源保有国としては、環境保全、鉱産税による国家収入の確保が必要で、そのためには、持続的資源開発、外国企業の受け入れ等への対策・法整備を図らなければいけない。資源を必要とする先進国、技術と資本を有する企業、開発を目指す当該国の思惑が一致すれば、太平洋諸国経済水域内の深海底鉱物資源および陸上鉱物資源は開発発展の大きな源となる。陸上鉱物資源の開発は現実のものであるが、深海底の鉱物資源の商業的生産に至るまでには技術的にクリアしなければならないことが多々あるので、現段階ではまだ見通しが立たない状況である。

8. 深海底鉱物資源の商業化への見通し

商業化への見通しであるが、一番聞かれる質問で、一番答えにくい質問である。我が国は現在政府を挙げて日本近海の深海底鉱物資源の商業化に向けた取り組みを進めている。まず、日本政府は 10 年以内に商業化の見通しを立てるという戦略を立てている。ただし、必ずしも商業化をするということではなく、商業化のメドを立てるということである。

一番肝心なのは、海底に資源があるということは判明したが、開発するかどうか判断するための資源量の把握は、まだ達成されていないということである。ノーチラス・ミネラルズ社がパプアニューギニアでやっている調査でも、わずか 80 万トンとか、1 年分ぐらいしか持たない鉱量しか確認しておらず、それも実際に海底に行って掘り出すとどんな展開になるか分からないということである。

開発の難しさについて言えば、その資源量の把握に加え、技術面の難しさがある。ノーチラス・ミネラルズ社とネプチューン・ミネラルズ社も採掘技術については、エンジニアリング会社のアイデア段階であるが、それがホームページに出て、いかにももう明日掘れそうだという雰囲気を示している。しかし、実用化には設計して機器を作り、テストを実施した後、実機製作をするという、気の遠くなるような段階を踏まなければならない。

さらに、資源もあって、技術もある、機械もできたとしても、次に資源の採掘が採算に合うかどうかという問題がある。その前に、海底資源探査というのは、陸上探査と違って費用がかかる。まず調査船の運航がある。第 2 白嶺丸を利用した場合、日銭で 600 万円かかり、あの「ちきゅう」という海底下 7000 メートル掘削できるという船は、日銭 7,000 万円かかると言われている。オペレーションによって違うけれど、1 日当たり 5,000 万から 7,000 万円等という費用がかかるのでは、途上国はこの船を動かすことはできない。日本にしても、調査に費用がかかるというので、国が先導してやっているわけである。

従って目標はあるが、到達はなかなか難しい。一説には 20 年先、30 年先、自分が生きているときは無理なのかもしれない、というような長期的なスパンでの話となっている。まず一番のネックは資源量の把握という問題である。これは資源開発の基本だが、鉱床中に金が 1 トン当たり 100 グラムの品位で含まれ、非常に経費がかかって儲るとなれば、技術開発を一気に進め、開発を推進するであろう。その期間は極めて短くなると思う。しかし、その資源量がまだはっきりしないということが一番のネックである。ポテンシャルがあるというのが分かっているということと、商業化できる資源があるかということは別なことである。

肝心の南太平洋諸国にどういう便益があるのかという点についてであるが、陸上資

源の開発は、経済波及効果があり、便益が非常に理解しやすい。鉱山開発となれば、中小様々な企業も入れるし、モノも売れるし、機材の輸入等も進む、それから鉱産税も入り政府も潤い、選鉱場をつくる等様々な動きが生まれる。

一方、海底資源となると、機械やロボットが遠隔操作で掘るので、人の雇用というのは、あまり期待できない。鉱石を掘り上げて船に積んでからは、鉱石が処理できるところに船ごと持っていくこととなり、資源がある経済水域の国よりも、近隣の先進国、例えばオーストラリア等にそのまま運ぶことになるであろう（中国も名乗り出ている）。

メリットとしては、資源が採掘される海域を持つ国は、鉱業法を整えて鉱産税で収入を得るということである。ただし、鉱物資源採取に国家収入を頼る危険性は、ナウルの例にもあるように、資源枯渇にあり、持続可能な開発にどう繋げるかということが課題となる。お金は入ってくるけれども、掘り尽したら何も残らないということではいけない。経済発展をいかに続けるかということである。これは開発における経済学のテーマである。その1つの解決の道は、入った鉱山税で次の探査を行い、あるいは別な産業を起こすというように、持続的に開発を続ける仕組みを作ることであるが、海底資源に対しては非常に難しい。

ノーチラス・ミネラルズ社とネプチューン・ミネラルズ社の採鉱技術であるが、ノーチラス・ミネラルズ社でようやく試作機を作っていく段階にある。日本でもアイデアを描き試験機で実験を進めている。アイデアの基本は大きく変わらず、採掘する場で鉱石を削って、そのままパイプで上げるとかいったマンガンノジュール採取システムの応用であるか、海底に小さい機械を走らせて、削ったり壊したりしたものを集め、集鉱センターで 50 センチ以下ぐらいに破砕して、パイプで上げるとかいった方法である。日本もデータを集め本格的な採鉱機の開発に向かっていく計画である。国内外で一歩ずつ前進していつている動向を見守り、将来に期待したい。

