

わが国の非金属鉱業の現状と問題点

五十嵐 俊 雄 (鉱 床 部)

はじめに

わが国で非金属鉱物資源とよばれているものは 製鉄・製鋼 窯業 化学工業 肥料 土木・建設 その他の基礎原料あるいは副原料として利用されている地下資源で工業原料鉱物資源 (Industrial minerals) とよばれ 広義には石材や砂・砂利・碎石等の骨材資源なども含まれる。 金属鉱物資源とは利用の型態や目的が異なるため便宜的に区分されているのであって 地質学的あるいは鉱床学的に厳密な意味で区分されているものではない。 鉱石によっては 金属・非金属双方の鉱物資源として利用されているものもある。 耐火物原料としてのクロム鉱・ボーキサイト 顔料の原料としてのチタン鉱などはこの好例である。 第1表にわが国で現在利用されている非金属鉱物資源の種類を掲げた。

第1表 わが国で利用されている非金属鉱物資源

珪酸質 鉱物資源

珪石 (白珪石 珪化火山岩 チャート 軟珪石 炉材珪石) 珪酸白土 珪藻土 珪砂

粘土質・高アルミナ質 鉱物資源

カオリン質粘土 (カオリナイト ハロイサイト) セリサイト質粘土
ベントナイト (モンモリロン石) ろう石 ダイアスポア シリマ
ナイト カイヤナイト ボーキサイト 滑石 ばん土頁岩 木節粘土
蛙目粘土

長石および陶石

長石 アブライト 陶石 カリ質石英粗面岩

炭酸塩 鉱物資源

石灰石 ドロマイト マグネサイト

超塩基性岩質 鉱物資源

クロム鉄鉱 アスベスト かんらん岩 蛇紋岩

その他

硫黄 石こう 黒鉛 ほたる石 重晶石 明ばん石 珪灰石 ゼオ
ライト 骨材 石材 りん鉱 カリ・ソーダ原料 (カリ塩 岩塩) ジ
ルコン チタン鉱 ホウ素鉱

1. 非金属鉱物資源の特徴

地質学あるいは鉱床学的に厳密な意味での境界がないことから 金属鉱物資源と非金属鉱物資源とは共通する問題が多いが ごく一般的に比較すると次のような相違点が指摘される。

(1) 金属鉱物資源は選鉱・製錬によって鉱石に含有されている有用金属元素を抽出して利用することが目的であり 地下資源としての鉱石そのものの化学組成・鉱物組成・組織・性質等は鉱石を処理する過程では問題となるが 抽出された金属元素の利用上では問題にはならないのに対し 非金属鉱物資源の大部分は 鉱物あるいは鉱物の集合体である鉱石の化学組成・鉱物組成・組織・物理化学的性質など いろいろの性質を利用するものであり このうちの一つ例えば化学組成のみで利用上の鉱石の価値を決定し得るものではない点に特色を有している。

(2) 非金属鉱物資源の多くは その価格が低廉で かつ大量に消費されている。 このような観点から 鉱石そのものの価値よりも立地条件 すなわち鉱床の存在 位置 賦存状況 採掘条件 輸送問題などが開発上の経済的要因として占める比重が大きく 金属鉱物資源のように 鉱石中に含有されている有用金属元素量を選鉱過程で濃度を高め 地金等の市場価値で流通するようなシステムにはなっていない。

(3) 非金属鉱物資源は低廉で大量消費されることも関連し わが国におけるこの種の鉱石の輸入依存率は特殊なものを除き 一般にきわめて低い。 昭和53年度における石灰石の需要量は1億6千万トン程度と見込まれているが 全て国内生産で輸入量は0である。

2. わが国の非金属鉱業の現状

わが国の非金属鉱業は工業の発展と歩を同じくし 全般的傾向としては順調な伸びを示してきた。 現時点における非金属鉱山の稼行鉱山は約800鉱山とみられる。 主な鉱種別概数は石灰石約260鉱山 ドロマイト25鉱山

ろう石 カオリン・耐火粘土・蛙目粘土約 200 鉱山 珪石・珪砂約 200 鉱山 長石・陶石約 60 鉱山である。

最近10年間で生産量の多い鉱種は石灰石を筆頭に 軟珪石 ドロマイト 白珪石 ろう石 蛙目粘土 炉材珪石 木節粘土 滑石で これらの生産量の推移は 第1図に示した。ここで注目すべきは 昭和36~38年の最盛期に年間約80万トンの生産量があった石こう および長い歴史をもち昭和30年代前半に年間25万トン前後の生産があった硫黄はいずれも姿を消してしまったことであろう。第1図に示した主要鉱種が炉材珪石を除き経済成長に伴って順調に伸びてきたこととときわめて対照的であり その原因が鉱量涸渇に根ざしていない点でも特異であるが このことについては後に触れる。

生産が伸び悩みまたその生産量が安定せず変化の多い鉱種としては重晶石 炉材珪石 頁岩粘土 クロム鉄鉱があげられ 減少傾向が際立つ鉱種は ほたる石と黒鉛である。

第2図に昭和51年度におけるわが国の非金属鉱物資源の自給率を示した。この図から容易に理解されるようにわが国に絶対的に欠陥している非金属鉱物資源は

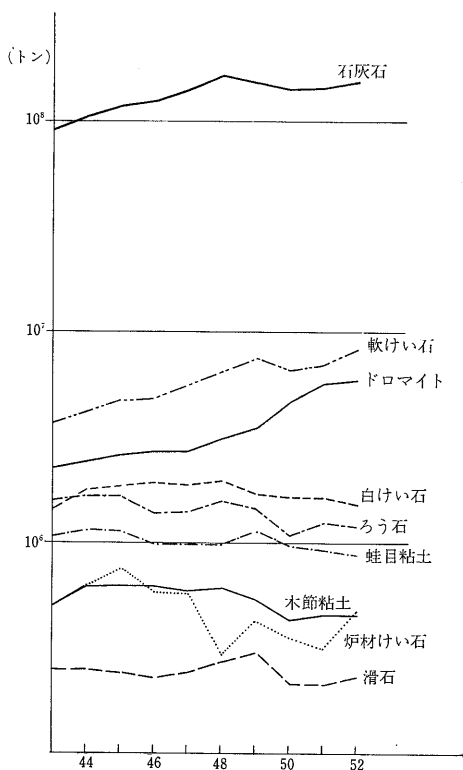
ん鉱 カリ・ソーダ塩 ポーキサイト シリマナイト・カイヤナイト ほう素鉱 マグネサイト ジルコン等であり ほたる石 黒鉛 クロム鉄鉱 石綿等もこれに準じ さらに重晶石 カオリンなどの粘土資源 珪砂もその一部は輸入に依存しており この傾向は強まる傾向にある。

わが国の非金属鉱物資源の埋蔵量は明らかではない。金属鉱業界に比して 非金属鉱業界の場合 石灰石等を除いて一般に個々の企業体の規模が小さく 組織的な探查が行われにくく 国全体として新鉱床の発見・開発および鉱量の獲得が期待されたほどの成果をあげていない。また 近年社会問題化されている環境問題とくに自然破壊と汚染公害等に対する適正な対処 施策のおくれが開発を阻害していることも公知の事実である。

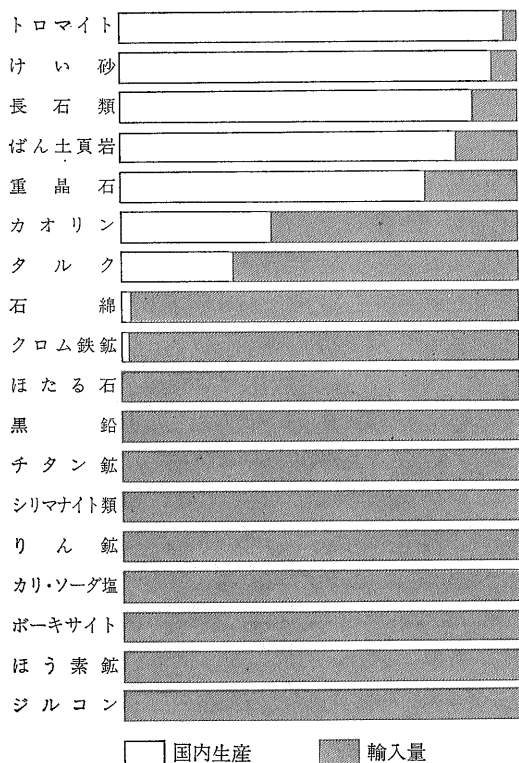
3. 技術革新と非金属鉱物資源

技術革新が非金属鉱物資源の需要量に与える影響はきわめて鋭敏である。最近の際立った例としてドロマイトの例をとり上げよう。

第3図は最近10年間のドロマイトの用途別出荷量の推移である。ドロマイトも多目的に利用されている鉱物



第1図 非金属鉱物生産量



第2図 わが国で輸入している非金属鉱物資源 (昭和51年度)

資源であるが 大局的には鉄鋼副原料としての需要に依存する面が強く その生産量は鉄鋼生産の消長 あるいは製鉄・製鋼に関する技術革新に左右される典型的な鉱物資源の一つである。

第1図にみられるようにドロマイトは昭和49年度を機にその生産は 急激な騰勢に転じていることはきわめて興味深い現象である。 すなわち オイルショック後の減速経済に逆行し ドロマイトの生産のみが何故に大きな伸びを示したのであるか。 その解答は第3図の中に求められる。 本図でみられるようにドロマイトの用途の中でも鉄鋼製錬としたものが異常な急伸を示している。

もともとドロマイトは鉄鋼副原料として使用されてきた鉱物資源ではあるが その使用目的はいくつかの変せんを辿ってきている。

平炉全盛時には炉床スタンプ材としてドロマイトが使用され さらに塩基性耐火物としてのドロマイトクリンカーの技術的発達とともに新しい需要を生じたが 近年製鋼方法は平炉製鋼から転炉製鋼へと技術的の一大変換が行われた。 昭和51年現在では85%が置き換えられ

平電炉の占める比重はきわめて小さなものになり これに必要なドロマイトクリンカーの需要は大幅に減少した。 ところで 製鋼方法が転炉に転換したのに伴い 炉の内張煉瓦などの耐火物の寿命の延命が一つの課題となった。 これに対する一つの解答が造滓材として軽焼ドロマイトを添加する技術革新で 製鋼1トン当たりの使用原単位は 軽焼ドロマイトの形で約20kg であるといわれる。 この方法は 関東地方の製鋼工場にまず普及し次第に遠距離の工場で採用されつつあり これに伴うドロマイトの需要増が第3図でみられる鉄鋼製錬関係の急騰の原因となっている。

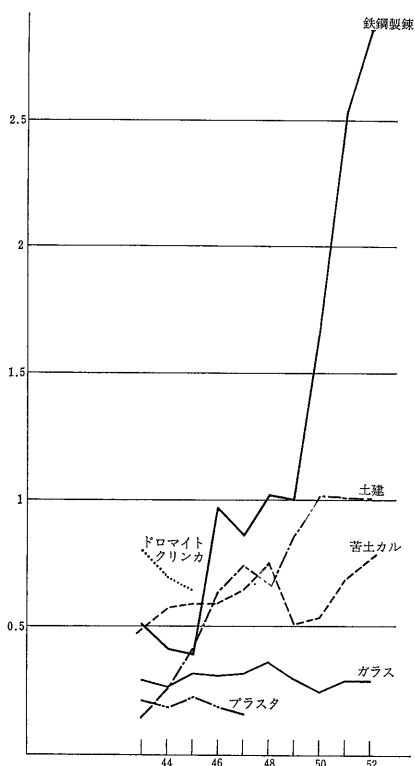
硫黄と石こうはドロマイトとは逆に 技術革新により天然資源が合成物あるいは副産物に置き換えられた例であり このためこの種の稼行鉱山が姿を消した。

硫黄はかつて世界有数の生産高を誇ったわが国の非金属鉱物資源の代表的なものの一つであった。 世界有数の火山国であるわが国は硫黄資源に恵まれており そのポテンシャルの大きい点では もともと資源量に恵まれていないほたる石や黒鉛とは異なっている。 環境問題とくに大気汚染と関連し エネルギー源として大量に消費される原油中に含まれている硫黄を回収する技術が定着し回収硫黄のみで わが国の需要を賄うことができるようになったため 天然硫黄鉱山が閉鎖されることとなった。

硫黄と同様の事例は石こう鉱山でもみられる。 最近わが国で唯一残されていた石こう鉱山が稼行を休止し この鉱種に関してもその生産は0となった。 石こうそのものはセメント工業の原材料として大量に消費されているのを始め 諸工業に使用されており わが国における年間消費量は約400万トンとみられる。 従来の天然石こう鉱山の代替は 主としてりん鉱を処理してりん酸肥料を製造する際副産物として生産される石こう（いわゆる化学石こう）で phosphogypsum とよばれる。 りん鉱1トンを処理して生産されるこの種の石こうは4.5トンといわれ 国内で年間500万トンが生産されており これのみでも需要量を100万トン上回る勘定となっている。 加えて最近ではチタニア製造の副産物としての石こうや発電所等の排煙から脱硫のため回収される石こうもかなりの量にのぼっており 天然石こうを採掘する必然性はなくなってしまった。

4. わが国の非金属鉱物資源の問題点

非金属鉱物資源は一部を除きわが国においては比較的恵れている資源であり これにかかわる鉱工業界が全般



第3図 ドロマイトの用途別出荷量 (単位 100万トン)

的には比較的順調に発展の推移を辿ってきたことは前に述べたとおりで、わが国における工業の発展、生活様式の向上等に果してきた役割りはきわめて大きいと評価されなければならない。今後も非金属鉱物資源の占める比重はさらに大きくなり、需要は拡大の方向をたどると考えられるが、これに対処するためにはいろいろの問題を解決していかなければならない。

(1) 開発に関連する問題点

非金属鉱物資源に限らず、地下資源の開発に関しては環境問題、とくに自然破壊と鉱害が社会問題化しており、鉱山の新規開発はもちろん、既存の鉱山における採掘も厳しい制限のもとでなされている。これらについては、当然国土保全の立場から企業体が対処していかなければならない。地下資源の利用は人類社会に必要な原材料としての地位が変化しない限り進められ、有限資源であることから省資源がある程度実行されるにしろ、開発は進められなければならない宿命をもっている。自然保護と開発はともすれば対立関係にあるように受けとられがちであるが、現在の生活水準を維持するために、どのようなバランスをとるか考える必要があろう。

既存鉱山における開発技術に関してもいくつかの問題がある。大手の石灰石鉱山のように大量採掘を行っている鉱種については近代化がすでになされているが、他の中小規模の鉱山では必ずしも合理化が進んでいるとはいえない。

(2) 利用技術の研究開発

第1には、低品位鉱の利用を可能にする技術の研究開発の促進が望まれる。

第2には、未利用資源の開発研究の進展に関心もたれる。例えばゼオライトは天然に広く産出し、大きな埋蔵量が約束されており、鉱物学的にもいろいろ面白い特性を有していることが明らかにされているが、工業的利用については期待されているほどの成果をあげていない。前述したドロマイトの製鉄・製錬における利用技術のように、現在使用されている鉱石についても新利用面の研究がなされる必要がある。

第3に、人工合成物および副産物の開発研究を進める必要がある。前述した原油からの回収硫黄、りん酸肥料製造に伴う石こうは、もちろんこの範疇に入る。たまたまこの両鉱種はわが国に豊富に賦存する資源で

あったため非金属鉱業界に与える打撃が大きかったが、りん鉱中に含まれるF（平均3%近く含有されている）のように国内には貧弱な鉱床しか存在しない鉱種については積極的な回収と完全利用が望まれる。現在年間400万トン輸入されているりん鉱中には12万トンのフッ素が含有されているが、この量は約25万トンのほたる石に相当する。なお、昭和51年度のほたる石輸入量は約38万トンである。

5. 非金属鉱物資源に関して

地質調査所が果たすべき役割

地質調査所が非金属鉱物資源に関連する分野で果さなければならない役割りとしては大きく区分して

- (1) 直接開発に寄与する調査・研究
- (2) 非金属鉱物資源に関する研究成果の他分野への応用と貢献

の2つがある。

(1)については、従来から地質調査所では鉱床部が中心となり、各鉱種の鉱床について調査研究を実施してきており、個々の鉱山の探査・開発に大きな貢献をしてきた。この種の調査研究は、今後も継続しななければならないが、このほか次の諸点について役割りを果して行かなければならない。

a) 鉱床賦存予測の研究 鉱床生成条件の研究を通じて、鉱床の賦存予測に有用な資料を提供し、新鉱床の発見・開発に貢献する。

b) 鉱石の適正利用 非金属鉱物資源は使用目的によっては、微量に含有されている化学成分にも制限が加えられていることがある。第2表はその代表例である。非金属鉱物資源は有限な天然資源である以上、純度の高い鉱石については適正な開発と利用を図らなければ、安定した供給は困難になって行くと考えられる。1例として石灰石の場合をみてみよう。第4図は石灰石の用途別出荷量の変遷である。ここでみられるように、土建用が急伸している。同様の事例は第3図のドロマイトの場合にもみられる。これらは河川砂利が全国的に涸渇してきたのに対応してその代替として需要が急増してきたものと思われ、現在2000万トン程度が砕石として出荷されていると推定される。石灰石やドロマイトはセメントや製鉄製鋼等代替品のない分野で大量に消費されている重要資源であり、土建用にも勿論使用可能であるが、必ずしも適正な用途に用いられている

第2表 わが国で利用されている非金属鉱物資源の用途別化学成分 (藤貫 正氏 提供)

2-1 珪石の用途別化学成分

用途	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %
光学ガラス用	99.5以上	0.01以下	0.2 以下
石英ガラス用	"	"	"
金属珪素用	"	"	"
珪素鉄用	97 以上		3 以下
珪石煉瓦用	"	1~2	

2-4 石灰石の用途別化学成分

用途	CaO %	MgO %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %	S %
セメント用	50以上	3.5以下	5 以下				
鉄鋼用							
製鉄用	54以上	0.5以下	1.0以下			0.01以下	0.01以下
製鋼 "	"	"	0.5以下			0.02以下	"
合金鉄用	"	"	1.0以下			0.005 "	"
ガラス用	"		0.15以下				
カーバ イド用	55以上	0.5以下	1.0以下	1 以下	1 以下	0.01以下	

2-2 珪砂の用途別化学成分

用途	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO + MgO %	Na ₂ O + K ₂ O %	TiO ₂ %
板ガラス用	98以上	0.01 以下	2 以下	0.5以下		
ガラス製品用	97以上	0.05*1以下 0.15*2以下	3.5以下			
ガラス繊維用	95 ±	0.1 以下	2~3		0.1以下	
珪酸ソーダ用	98以上	0.07 以下	1.3以下	0.3以下		0.1以下

* 1 白素地製品 * 2 着色製品

2-5 ほたる石の用途別化学成分

用途	CaF ₂ %	CaCO ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %
ふっ化アルミニウム製造用	98以上	1 以下	1 以下		少ない 程良い
ふっ酸製造用	97以上	"	"	少ない 程良い	
石灰窒素製造用	85~95				
鉄鋼用 { 製鉄用 製鋼用 合金鉄用	75~85				
	"				
	95以上				

2-3 鑄物砂の用途別化学成分

	鑄型用珪砂		鑄型用山砂
	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	粘土分%
1 種	98以上	1.0 以下	2以上 10未満
2 種	96以上 98未満	"	10 " 20 "
3 種	90 " 96 "	1.5 以下	20 " 30 "
4 種	85 " 90 "	2.0 以下	30 " 40 "
5 種	80 " 85 "	3.0 以下	

2-6 ドロマイトの用途別化学組成

用途	MgO %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %
鉄鋼用	18以上	2以下		0.1 以下
クリンカー用	"	1以下	1以下	0.09以下
ガラス用	18±0.5		0.15以下	
苦土肥料用	5~15			

とは考えられないケースもみられる。地質調査所は非金属鉱床に関する地質・鉱床学的資料を収集蓄積し 鉱床の適正開発と鉱石の適正利用に資するよう努める必要がある。

e) わが国に欠除しているか不足している資源については 質・量両面から安定した供給を確保する必要があるが このため地質調査所は日常的に海外の地質・鉱

床情報を収集し 基礎資料を提供し得る体制を整備する必要がある。

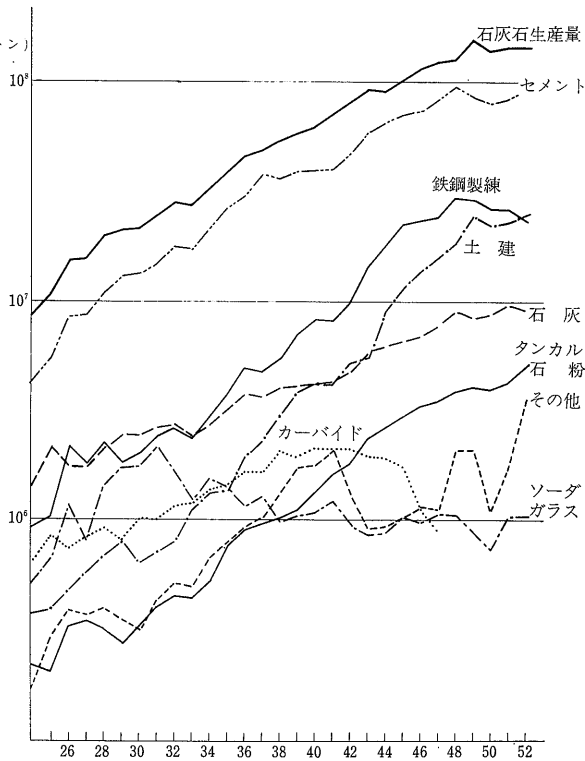
(2)の他の分野への応用・貢献については非金属鉱物資源で扱う範囲がきわめて多岐にわたっているので 広い分野への適用が可能であり また現実に行われつつある。熱水性金属鉱床の変質帯の主体をなす粘土化作用の解明と探査指針としての適用性の研究 石油鉱床に対する炭

酸塩鉱物や粘土鉱物による探査の試み 地熱地帯における変質帯の研究等はそれぞれの分野の専門家によって成果をあげている事例であり このような方向は今後も一層の発展が期待される。

非金属鉱物資源はわが国においては金属鉱物資源に比し 比較的豊富に賦存しているが その実態解明は遅れている。しかも 稼行鉱山が多く 野外研究を必要とする地域が多いことから その一層の発展のためには他の分野の地質研究者との共同研究はいうまでもなく地球化学・物理探査の面からの強力な協力を得て研究を進められなければならないことを強調したい。

参 考 文 献

通商産業省 (1967~1976) : 本邦鉱業のすう勢
 岡野武雄 (1974 1975) : 非金属鉱業原料最近の動向 (その1 その2) 地学雑誌 83(6) 84(5)
 岩生周一 (1977) : 非金属鉱物資源 岩尾・黒田共編 日本
 の鉱物資源 共立出版
 石灰石鉱業協会 (1977) : 石灰石鉱業の現状 石灰石 166
 地質調査所編 (1965) : わが国の工業原料鉱物 地下の科学
 シリーズ VI 実業公報社



第4図 石灰石の用途別出荷量

新 刊 紹 介

沿 岸 堆 積 環 境

COASTAL SEDIMENTARY ENVIRONMENTS

沿岸堆積環境を 1 河川三角洲 2 海湾
 3 沿岸低湿地 4 海岸砂丘 5 海浜と沿岸帯
 6 感潮域入江と河口 7 沿岸堆積物の層序学的柱
 状および 8 沿岸環境のモデル化の項目で 各分野
 のエキスパートが執筆している。この本の特徴は 沿
 岸環境の地形と堆積物分布を要領よく記載するだけで
 なく 堆積物と堆積構造を 各環境の水理工学のデー
 タをもとにして解析している。とくに 第8章では コ
 ンピューターによって 5つの異なった方法によって 沿
 岸環境をモデル化している。

「世界の先進国の沿岸地域には 多数の人々が生活しそ
 の複雑な巨大都市において 産業 生活 レクリエーシ
 ョンの場を提供している。また 水産業において 沿

岸養殖の場としても重要になってきている。したがっ
 て このような海洋環境を合理的に利用するためには
 沿岸環境について 広範な知識が必要である。そこで
 この本は 沿岸環境に興味をもつ大学や大学院の学生に
 対してだけではなく 地質学 海岸工学 海洋学 生態学
 および環境保全関係者を対象として書いたものである」

わが国でも 沿岸海域における底質汚染 砂利資源開発
 浅海養殖のための沿岸堆積物の調査研究や事業が 膨大
 な国家予算と民間投資によって進められてきている。
 しかし 研究機関や現場には 海底堆積物を研究してきた
 人が不足し また 体系的な教育を受けてきたものも
 いない。この著書は 学生にとっての教科書というより
 も 堆積物や堆積岩の研究者にとって必読のものであ
 る。

書 名 Coastal Sedimentary Environments
 編 者 RICHARD A. DAVIS, Jr.
 出 版 社 Springer-Verlag Berlin Heiderberg
 New York.
 発 行 所 1978年 サイズ 242×170mm 頁数 420頁
 定価および販売先 6,160円 全国洋書販売店