

(5) 大理石工業に対する政府の政策

これまでのところ、簡単な資料調査すなわち“Oman Marble Study”以上には、政府がリーダーシップをとった活動はないようである。開発可能な資源の調査を含めた、開発の経済調査を、政府がおこなうことは、民間資本による開発を促進することになる。また、大理石の埋蔵は、幹線道路から離れているので、アクセス道路を建設したりする必要が生じよう。良質の資源さえ確保できれば、大理石工業はオマーンにとって有望な輸出産業になり得るので、政府の積極的な開発援助策が望まれる。

3) 大理石工業プロジェクトの予備的検討

大理石の採掘加工は、大理石鉱床自体の規模と賦存状態、鉱石の品質と物理的性状などによって稼行形態が全面的に左右されるプロジェクトなので、稼行対象となる鉱床を確定できない現段階では予備的検討を加えることもきわめて困難である。

たとえば、鉱床の規模がごく小さく、かつ大寸法のブロックやスラブの採取が困難でも鉱石が美観を呈する場合には、家内工業ないし小規模の手工業として壺や灰皿その他応接用調度品などを製作することができる。逆に、鉱石がとりわけ美麗と言う程のものでなくても、鉱床の規模が大きく石質が安定していてかつ大寸法の石材が採取できるような場合には、建築用石材の切出し、ならびにテラゾー製造などを組み合わせて大型の鉱山・工場を設立する可能性も出て来る。投資規模もこれに応じて千差万別であり、現段階ではこれを概定することさえ困難である。ただし、大理石製品はもっぱら人間の視覚に訴えて販売される商品であり、市場の獲得は拡販努力次第で大きく左右されるが、世界各国の大理石製品がオマーンや湾岸諸国にも輸入されている現状を見ると、これらを排除して市場を獲得して行くことは決して容易でないと思われる。従って、最初から大型プロジェクトを考慮するのは市場面で問題があり、まず中小企業的な規模で開始すべきであろう。

かりにビドビド東南方の大理石鉱床を稼行の対象とする場合、可採鉱量が数十万トンの規模なので石材および碎片の採取量合計で年産1万トン以内の小規模な稼行を考えるべきである。この場合の投資規模は高々100万US\$, 所要人員30~40人となろう。ニザールーニズフ地域には数億トンの規模の大理石埋蔵量が期待できると報告されているが、もしこれが事実とすれば、市場の許す限り大規模な鉱山・工場を開設することができる。かりに年産3万トン程度の石材および碎片を採取し、テラゾー製造も行なうとすれば投資額は2~3百万US\$の単位となり、所要人員も100人を越えると思込まれる。投資額は鉱山の開発費とインフラストラクチャー関連費(特に道路整備費)で大きく左右されるので、上記は単なる目安と考えるべきものである。

4) 開発効果の考察

大理石工業は輸入代替効果だけでなく、台湾の例に見るように外貨獲得産業として有力な業種に成長する可能性をもつ所に大きな魅力がある。また大理石鉱床はオマーンの首都圏から離れた地域に多く分布しており、従って輸送の問題が重要であるが、これを解決して開発可能な鉱床が

確認できれば地場産業の育成，各地方における技能者の養成などの見地からきわめて好ましいことである（大理石採掘加工は必ずしも単一の鉱床だけを対象として集約する必要はなく，各地の鉱床で種々の岩質のものを小規模に採掘加工することも可能である）。

4. 石灰石・ドロマイト製品

1) 開発現況と問題点

オマーンは良質の石灰岩・ドロマイト資源に恵まれており，それは下記のように種々の工業の原料となりうるものである。

(1) 石灰石製品

石灰石は古くはエジプトのピラミットの建築材や，石灰として目地に用いられて以来，常に人類の文化の発達には欠くことのできない原料となってきた。特に鉄鋼業，セメント工業の発達とともに石灰石の重要性はいよいよ増大し，また有機合成化学の原料としても重要な役割を果たすようになり，その消費量は一国の産業発展のバロメーターとも見られるようになった。日本における石灰石の用途別出荷量は表Ⅱ-13の通りであるが，セメント用が約60%と最も多く，鉄鋼・精錬用が20%近くでこれに次いでいる。

Table II-13 Limestone Output by Use in Japan

Output	Year	(Unit: ton)			
		1970		1975	
Uses		Output (ton)	Percentage	Output (ton)	Percentage
Cement manufacturing		70,688,483	59.4	79,593,650	55.3
Iron & steel manufacturing		22,966,804	19.3	27,226,002	18.9
Lime manufacturing		6,705,008	5.6	8,747,339	6.1
Carbide manufacturing		1,741,181	1.5	-	-
Soda & glass manufacturing		1,048,087	0.9	748,201	0.5
Civil construction		11,836,694	9.9	22,520,408	15.7
Calcium carbonate powder		3,014,602	2.5	3,892,259	2.7
Paper & pulp recessing		104,464	0.1		
Sugar refining		147,074	0.1	1,157,080	0.8
Others		808,548	0.7		
Total		119,060,945	100.0	143,884,939	100.0

(Source) Statistics of Ministry of Commerce and Industry of Japan

セメント用の消費が最も多いのは先進国に共通の現象であり、それはセメント1トンを製造するのに石灰岩1.20～1.25トンを必要とするという原単位の大きさにもよるが、いづれにせよこれが世界的に見ても最大の用途である。

鉄鋼業における石灰石の役割は、製銑・製鋼作業にあたって鉍石中の岩石やコークスの灰分と結合して溶けやすい鉍滓（スラグ）として外に出すことを目的とする。また銑鉄と鋼の不純物として最も嫌われる硫黄や燐などを除く働きもする。ただし製鋼用には石灰石そのものよりも生石灰を使用することが多い。

上記に次いで多いのが、土建用（碎石、石材、捨石用など）、石灰用（生石灰・消石灰製造用）タンカル・石粉用などで、かつてかなりの消費量を示したカーバイド用は石油化学の発達に伴うカーバイド需要の減少のため、相対的に激減傾向にある（これは世界的な傾向であり、カーバイド製造は今後有力な用途にはなり得ないと思われる。）その他ソーダ・ガラス用、製紙、パルプ用、製糖用など、石灰石の用途はきわめて広く、これらについては安定した消費を示している。

オマーンは石灰石資源に恵まれているにもかかわらず、現状では主に土建用（碎石、石材、捨石用など）に利用されているのみでその消費量は資源の豊富さに比してきわめて微々たるものである。本章2-2)で述べたセメントプラントが完成すれば石灰石の消費量は飛躍的に増大するであろうが、更に他の石灰石利用工業の振興を考慮することがオマーンの工業開発上戦略的に重要と考えられる。ただし、上述のような種々の用途の中で鉄鋼・製錬用、カーバイド用、製紙・パルプ用、製糖用などは、オマーンおよび湾岸諸国の自然ならびに産業環境下では当面考えられない用途であり、除外すべきものであろう。ソーダ・ガラス用については、オマーンの民間会社GETCOがガラスびん製造プロジェクトを追求中であり、当面この成り行きを見守るべき状況にある。従って、オマーンで今後重点的に検討すべき石灰石利用工業は、石灰工業（生石灰・消石灰の製造）およびタンカル工業の二つと考えられる。

石灰工業は石灰石を焼成して生石灰を、またこれを消化して消石灰を製造するきわめて簡単な工業に過ぎないが、その製造方法に進展がない。一方、化学工業の急速な発展とともに石灰の需要は急増しており、使用面における技術の進歩につれて石灰の品質に対する種々の要求が出て来ている。特に工業用石灰はその用途によってきびしい条件が要求され、これまではほとんど問題にされなかった燐、硫黄、塩素、バナジウム、マンガン、クローム、アルカリなどの微量成分までが問題視されるようになってきた。これらの微量成分は製造過程でも、特に生石灰焼成過程での燃料（重油など）からももたらされるが、より基本的には原料の石灰石中の含有量に支配されるので、まづ良質の石灰石を使用することが大前提となる。後述するようにオマーンには、このような良質の石灰石鉍床の存在が報告されており、工業用石灰の製造についても有望な見通しがある。

タンカル工業は要するに粉状の炭酸カルシウム（タンカル）を製造する工業であるが、タンカ

ルには石灰石を機械的に粉碎した重質タンカルと、石灰石の化学的処理により製造する軽質タンカル（沈降性炭酸カルシウム）とがある。沈降性炭酸カルシウムは生石灰を消化して石灰乳とし、これに炭酸ガスを反応させてつくった炭酸カルシウムで、きわめて細粒で白色度の高いものである。しかも製紙の際の金網摩耗度が小さく屈折率は大きいので、もっぱら紙のコーティングに用いられる。タンカルはまづ重質タンカルから生産が始まり、当初は農業用肥料として多く用いられたが、最近ではアスファルト舗装用充填剤、ゴムの充填剤、塗料、製紙、ビニールタイルの増量剤など、工業用としての需要が多くなってきた。工業用タンカルは一般に炭酸カルシウム以外の不純分がきわめて少なく白色度の高いものが要求されるので、これに用いる石灰石もきわめて良質のものが必要とされる。一般に白色結晶質の石灰石（大理石）が使用されるが、このような石灰石の賦存は石灰石資源の豊富な国においてさえもきわめて限定されており入手し難いのが普通である。

オマーンにおいても、このような石灰石が広く一般に見られるわけではないが、本章3-2)-(1)で述べたビドビド南東約7 km の大理石鉱床ではほぼ純白に近い大理石が見られることから、これに類似する大理石が他にも賦存する可能性は充分ある。ちなみに、高級軽質タンカルにはトン当たり100~120 R.O.という高価格のものがあり、このような高級品は付加価値が高く、運賃負担力が大きいものである。ただし、オマーンおよび湾岸諸国でこのような高級品の市場が開拓できるかどうかには疑問があり、当面重質タンカルの生産のみ考慮すべきであろう。現在オマーンでは、タンカル生産専用のプラントはなく、石灰石からの碎石生産の副産物として得られる低品位の石粉をアスファルト舗装用や土壁用などに随時偶発的に使用している程度に過ぎないようである。

(2) ドロマイト製品

ドロマイトは苦灰石または白雲石とも呼ばれ、化学組織は炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムとの複塩で理論的には $MgCO_3$ 45.75%、 $CaCO_3$ 54.25% からなり、さらにその化学成分は下表II-14の通りでこれを位置づければカルサイトとマグネサイトとの中間に位する（カルサイトは方解石ともいい、石灰石の主成分鉱物である）。

Table II-14 Comparison of Calcite, Dolomite & Magnesite

Name of minerals	Calcite	Dolomite	Magnesite	
Chemical formula	$CaCO_3$	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	$MgCO_3$	
Theoretical value	CaO (%)	56	30.4	-
	MgO (%)	-	21.9	47.6
	CO ₂ (%)	44	47.7	52.4
Specific gravity hardness		2.3	2.8 - 2.9	2.9 - 3.1
		3.0	3.5 - 4.0	3.5 - 4.5

(Source) JICA Mission

商品として販売されるドロマイトは、当然ながら理論値のようなものは少なく、例えば日本のドロマイトは石灰分（CaO）がやや多く珪酸分（SiO₂）を多少含むのが普通である。ドロマイトの品質はマグネシア分（MgO%）で表示されるが、一般に工業用に利用されるものはMgO18%以上のものである。今回の予備調査で採取したオマーン産ドロマイトのサンプル2個を分析した結果いずれもMgO20%以上で、商品になりうると期待できるものである。

ドロマイトはマグネサイトとともに製鋼用平炉および電気炉耐火材としての需要が多く、日本ではこれが総需要の約35%を占めている。ドロマイトはマグネサイトに比べて熔解点が低く短時間で焼き付き、簡単に炉のスタンプ材となるので、炉の大補修以外の小修理や炉床散布（スタンプ）にはマグネサイトに代わってドロマイトが使用される。また、ドロマイト原石を1,550～1,650℃で焼成し、ドロマイト・クリンカーとして炉床材やドロマイト煉瓦の材料にする。なお、鉄鋼用としては高炉の造滓剤としてスラグの流動性をよくするためMgOを補給する目的でも用いられる。

その他ドロマイトは、プラスター、苦土肥料、ガラス製品、陶磁器（白雲陶器）、アスファルト舗装混和材、一般土建用碎石としても使用される。表II-15に日本におけるドロマイト用途別出荷量の推移を示す。

Table II-15 Dolomite Output by Use in Japan

Uses	(Unit: Thousand tons)			
	1960	1965	1970	1975
Iron & steel manufacture	236	219	393	1,683
Dolomite clinker manufacture	779	580	642	
Glass manufacture	90	131	315	248
Magnesian calcium carbonate	118	306	582	544
Others	529	367	220	952
Civil construction	-	-	423	1,164
Total	1,752	1,603	2,574	4,591

(Source) Compiled from Statistics of Ministry of Commerce and Industry of Japan and those of Institute of Limestone Quarrying of Japan.

ドロマイトプラスターは原石を900～1,100℃で焼成し、水を加えて消化・熟成した後、ボールミルで微粉碎し粒度を調整（590ミクロン1%以下、88ミクロン85%以上）にして製造する。このドロマイトプラスターは、耐火・断熱・耐水性に富み、かつ、粘性・接着性に優れているた

め施工も簡単なので、室内外のいずれにも適した壁材となる。オマーンでは、マスカット南方のサイ・ハタート盆地などにドロマイト鉱床の発達が見られるので、これを利用したドロマイトプラスター製造などは今後オマーンの工業開発をめざす中で着目すべき業種の一つと考えられる。

一方、ドロマイト肥料（商品名では炭酸苦土肥料と呼ぶ）は、近年日本では鉄鋼用など耐火材としての用途に次いで需要が多くなり、ドロマイト需要の約30%を占めるまでになっている。

これはドロマイト中の苦土分（MgO）が、植物の葉緑素の構成や磷酸の吸収および土壌の改良に効果があるため、これにはドロマイトをそのまま粉末にした「苦土タンカル肥料」と、900～1,000℃で焼して製品とした「苦土石灰肥料」とがある。オマーンや湾岸諸国でも、今後肥料としての用途を開発して行くべきであるが、現状では市場が小さくただちに企業化することには無理があると思われる。ニズワ、ソハール、サララーなど各地の農業普及センターでは各種の肥料が用いられており、種子や苗、農器具とともに肥料の斡旋も行なわれているようであるが、石灰や苦土肥料の利用については聞かれなかった。これは土壌の性質にもよるのであるが、今後適地においては石灰や苦土肥料も利用するべく、農民を啓蒙して行くことが望まれる。

以上述べたようなドロマイトの用途の中で、日本など先進国の間で最も需要の多い鉄鋼用など耐火材としての用途は、オマーンや湾岸諸国の工業化の現状では市場・技術の両面ですぐに期待できるものではなく、肥料としての利用も上述のような状態であるので、当面は最も可能性が高そうなドロマイトプラスターの製造について考慮するのが妥当と考えられる。

2) 石灰石・ドロマイト利用工業の立地条件の検討

前項1)に述べたことより、石灰石・ドロマイト利用工業については、ⅰ)石灰工業（生石灰・消石灰の製造）、ⅱ)タンカル工業、ⅲ)ドロマイトプラスター製造業の三つについて立地条件を検討することとする。

(ⅰ) 資源評価（原料の入手可能性）

オマーンは石灰石・ドロマイト資源に恵まれており、これは種々の地質報告書にも報告されているが、これらの報告書はもっぱら学術的（地質学的）な見地から記述しており、工業的見地からの記載はきわめて乏しい。特定の工業に利用する目的で石灰石鉱床などを調査したものとしては、Ⅱ-2-2)で述べたAPCMのセメント原料についての調査がほとんど唯一のもののようなものである。一方、石灰工業、タンカル工業などはそれぞれの製品の用途に応じて一定の品質規格に合う石灰石を要求するので、個々の工業原料としての資源評価は今後の詳細調査に待たなければならない。現段階で言えることは、個々の工業原料として要求される品質規格について、およびそれを満たす石灰石やドロマイトが入手できる可能性についてだけであるので、以下これを述べることにする。

ⅰ) 石灰工業

石灰工業の原料としての石灰岩は、不純物の少ない緻密で微晶からなるものがよい。結晶が大きく発達したものは焼成過程で砕け易く、広く行なわれている立窯での混合焼成時に空気の流通

を阻害する欠点があり、分解速度も遅いと言われている。結晶が微小でも白亜のように気孔率が大きいと、熱伝導度が下がり分解速度も遅くなる。また石灰工業では石灰岩を破碎して適当な大きさの塊状として使用するため、このとき粉の発生量がなるべく少ないものが望ましい。

今回の予備調査でルセイルの工業団地予定地付近で採取した石灰石サンプルの分析結果は下表 II-16 の通りで、おおむね不純物が少ないものと期待できそうであり、特に L-1 ~ L-4 の 4 個のサンプルは良質と言える。

Table II-16 Analysis of Limestone from Rusayl Area

Sample No.	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	L-8
CaO (%)	54.3	55.2	54.4	54.6	52.2	53.5	54.4	53.2
MgO (%)	0.2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
Cl ⁻ (%)	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.000	0.000	0.026

(Source) Analysis by Onoda Cement Analysis Center

上記サンプルのうち、L-1 ~ L-4 の 4 個は中生層の石灰石であり、L-5 ~ L-8 は第三紀の石灰石である。両者の優劣を暫定的に比較するために分析したのであるが、この結果では中生層の石灰石の方がより良質と言える。岩質もこの方が緻密微晶質で、生石灰焼成には好ましい性状のものと思われるのに対し、第三紀の石灰石はやや多孔質で軟質であり、破碎時の粉の発生量も多いと見られる。

中生層の石灰石のサンプル採取地はルセイルの工業団地予定地に面する丘陵地 (Amiantit の工場のすぐ南側) で、プラントの立地には好適の場所である。従ってこの地区は詳細調査の対象として有力な候補地の一つと言える。その他、APCM が調査した 5ヶ所の石灰石鉱床は、セメント原料地としては放棄された形になったが、石灰工業の原料地として再検討の余地はあろう。これら候補地の中から石灰工業に適する原料地を選定することは充分可能と期待できる。

ii) タンカル工業

タンカル用の石灰石は白色で結晶質のものが好まれ、この場合は必ずしも微晶質である必要はなく、結晶が粗くてもよい。とにかく、不純物が少なく、できるだけ白色度の高いものが要求される。特に白色度を低下させる最大の原因となる鉄分が多いものは最も嫌われる。このように白色度がきわめて重視されることから、原料石灰石の品質条件は石灰工業の場合よりもきびしく、使用可能な石灰石は限定される。

オマーンの場合、先に述べた中生代の石灰石でも若干鉄分を含むようであれば、工業用タンカルには不適格となる可能性が強い (アスファルト舗装用・肥料用など白色度を余り重視しない用途のものについては使用可能と思われる)。工業用タンカルには本章 3-2)-(1) で述べたような大理石

鉱床の中の白色部が原料として着目すべきものであろう。大理石資源は広範囲に分布しているの
で、この中に良質のタンカル原料を発見できる可能性も充分期待できそうである。

III) ドロマイトプラスター製造業

ドロマイトプラスターの化学成分は JIS-A 6903 では表 II-17 のように規定されている。上
塗り用・下塗り用の区別は、焼成ドロマイトが焼成窯から取り出された時に、その色調によって
選別されて製品とされる違いだけである。白色度の高いものが上塗り用とされることは勿論であ
る。

Table II-17 Chemical Composition of Dolomite Plaster

Classification	CaO (%)	MgO (%)	CO ₂ (%)	
			Inside the plant	Outside the plant
for finish coating	more than 42	more than 20	less than 10	less than 15
for first coating	more than 37	more than 15	less than 15	less than 20

(Source) Specification by JIS-A6903

今回の予備調査でマスカット南方のサイ・ハタート盆地から採取したドロマイトサンプルのう
ち、代表的な 2 個を予備的に分析した結果は下表 II-18 左欄の通りで、更にこれを焼成・消化し
てドロマイトプラスターの形にした時の化学成分を計算により推定すると右欄の如くなる。

Table II-18 Chemical Composition of Dolomites from Sahy Hatat

Remark Element	Raw dolomite sample		After calcination slaking	
	CaO	MgO	CaO	MgO
Sample No.				
D2-1	30.1	20.7	41.4	28.4
D2-2	29.4	20.1	39.8	27.1

(Source) Analysis by Onoda Cement Analysis Center

上記の 2 表を対比すると、このドロマイトからプラスターを製造した場合、JIS 規格の上塗
り用には CaO が若干不足し、逆に MgO は必要以上に多くなることが判る。このことは、この
ドロマイトがむしろ純粋過ぎる (MgO が高過ぎる) ことを意味し、この対策としては不純な
(CaO の多い) ドロマイトないしドロマイト質石灰岩を若干混ぜて使用すればよいことになる。
しかし、実際のドロマイト採掘に当ってはこのような不純部が不可避免的に混入するのが普通の

で、上述のことは高純度のドロマイト部分だけを選択的に採掘する必要が少なくなることを意味し、むしろ好都合と言える。従って、ドロマイトプラスター製造は少くとも原料的には実行可能と期待できるものである。しかしドロマイトプラスターでもなるべく白色度の高いものが望まれるので、この意味では鉄分などの不純分が少なく、かつできるだけ安定した品質の鉱床の探査が必要である。

(2) 市場評価

オマーンでは、石灰、タンカル、プラスターの用途は、ほとんど確立されていない。輸入統計には、石こうとプラスターという項目で、1976年にインドから3,152 R.Oの輸入が記されているだけである。しかしクウェートでは、年間15,000トン程度の輸入があり、建築用にかなり用いられていると考えられる。

このような差は、建築方式に基づくと考えられ、セメント輸入業者によれば、潜在市場は存在するとのことである。現在住宅の内外壁は、ペンキ又はカラー・セメントで塗装されているので、それらをプラスター類で代替することは可能で、年間5,000トン以上の需要が期待される。将来は、この他に肥料用などの用途が開発できよう。

タンカルは、大理石を原料とした純度すなわち白色度の良いものが生産できれば、工業薬品として輸出することは可能である。ただし、オマーンの国内マーケットは余り期待できない。

(3) 技術的評価

石灰工業のプロセスは、石灰石採掘、原石破碎、生石灰焼成、消化、熟成、製品粉碎などからなるが、最も重要なプロセスは生石灰焼成過程であるということができよう。このため種々の焼成方式が考案されているが、一般には堅窯または回転窯による焼成が行なわれている。日本では堅窯による焼成が大部分の工場で採用されている。堅窯による焼成にも混合焼成（石灰とコークスまたは無煙炭を交互に装入して焼成）と重油またはガスによる焼成とがあり、従来は前者がほとんどであったが近來大型の工場では後者も多く用いられるようになった。オマーンでは当然重油または天然ガスが使用されるべきであろう。

いずれにせよ、理想的な焼成を行なうには、石灰石の粒度、焼成温度、焼成時間、焼成帯の位置・形状および通風などが適切であることを要し、このためにはかなり高度の熟練を必要とする。この点はそれぞれの窯の様式に応じてノウハウが蓄積されている所であり、オマーンにおいては少くとも一定期間の技術指導が必要とされよう。

ii) タンカル工業

タンカルのうち、重質タンカルは石灰石を機械的に粉碎しただけのものであり、特に高度の工業的技術を要するという程のものではなく、原料石灰石の品質自体に製品の品質が左右される。従って、良質の石灰石鉱床を採掘し、この品質管理を充分行なうことが先決である。一方、軽質タンカル（沈降性炭酸カルシウム）はまず石灰石を焼成して生石灰とし、これを多量の水で消化

して石灰乳とした後、更にこれに炭酸ガスを吹き込んで炭酸カルシウムを沈澱させたもので、このように化学的処理を伴うだけに石灰工業よりむしろプロセスが複雑になると言える。また、白色度がとりわけきびしく要求される製品なので、これを満たすためには良質の石灰石だけでなく製造過程にも多くのノウハウを要する。

以上から考えて、オマーンでただちに軽質タンカルの製造をめざすことには無理があると思われ、まず重質タンカルの製造だけを考慮すべきであろう。ただし、きわめて良質の石灰石（大理石）鉱床が発見された場合には、外国企業が投資意欲をもつことも考えられ、この場合はその技術を導入することによって軽質タンカルの製造も可能になろう。

III) ドロマイトプラスター製造業

ドロマイトプラスター製造のプロセスは、ドロマイト採掘、原石破砕、ドロマイト焼成、消化、熟成、製品粉砕などからなり、石灰工業の場合と本質的には全く同様である。従って、技術的評価も同じことがこれについても言える。

(4) 輸送手段の評価

1) 石灰工業

ルセイルの工業団地予定地付近またはAPCMが調査した5ヶ所の石灰石鉱床のどれかに石灰工業を立地した場合、いずれも主要道路に近接し首都圏地域に近いので、輸送の便は良好である。原料石灰石の輸送はダンプトラック、製品の輸送は紙袋詰め・トラック輸送となろう。

II) タンカル工業

タンカルの場合は、原料となる良質の石灰石（大理石）鉱床の位置を現段階で推定できないので、輸送手段の評価はできないが、石灰工業の場合よりもやや遠隔の地になる公算が大である。運搬方法は上記と同じになろう。

III) ドロマイトプラスター製造業

ドロマイトの原石はサイ・ハタート盆地内で入手することになろう。マスカットから最も近いドロマイトの露頭迄で約38kmあり、更に規模の大きいドロマイト鉱床は50～55km付近に分布する。これらはマスカットとクラヤト（Qurayat）を結ぶ道路沿いにあり、マスカットから約25kmは舗装道路だがこれより先はワジ・マンザリア（Wadi Manzariah）沿いの砂利道となる。ただし、舗装工事が目下進行中であり、輸送の便はむしろ良好と言える。

ドロマイト原石の搬出はダンプトラック、製品の輸送は紙袋詰め・トラック輸送となろう。

(5) 当該工事に対する政府の政策

オマーンではまだ上記ドロマイト資源は着目されていないようで、これを対象とした調査や工業化計画については全く情報が得られなかった。従って、オマーン政府自身もドロマイト利用工業についてはまだ考慮しておらず、さし当り特別の政策はもっていないと推察される。

3) 石灰石・ドロマイト利用プロジェクトの予備的検討

(1) 石灰工業

石灰工業が工業的に成り立ちうる最小規模は日産60トン（年間300日稼働として年産18,000トン）程度と見られる。この場合の投資規模は大約下記のように見積られる。（生石灰は全量消石灰にするものと仮定する）

採掘および運搬設備	250 (×10 ³ US\$)
破碎設備	400
焼成設備（回転窯プラント）	1,650
消化および粉碎設備	520
包装設備	180
投資総額	3,000 (×10 ³ US\$)

上記はプラントのFOB（日本）価格で、これに輸送費、通関諸掛り、土木・据付工事費、その他附帯設備費を加算すると、通常この約2倍になるので、総投資額はおよそ600万US\$と見込むのが妥当であろう。

一方、上述の規模のプラントを操業する場合の所要人員は大略下記のように見込まれる。

管理部門	5人×1交代= 5人
採掘運搬部門（出荷を含む）	12人×1交代= 12人
破碎部門	4人×1交代= 4人
焼成部門	5人×3交代= 15人
消化粉碎部門	4人×3交代= 12人
包装部門	7人×1交代= 7人
計	55人

(2) タンカル工業

タンカル工業は、当面重質タンカルだけを主として塗装用に生産するものと仮定した場合、これが経済的に成り立ちうる最小規模は年産3,000トン程度と考えられる。この場合の投資規模は100～120万US\$、所要人員は15～20人程度と見込まれる。

(3) ドロマイトプラスター製造業

ドロマイトプラスター製造は、基本的には石灰工業と全く同様に考えることができる。従って投資規模、所要人員なども大差ないと見なしてよい。ただし、プラスター専一に製造するのであれば、より生産規模を縮小することも可能であるが、通常は一部を肥料用に廻すなどして生産規模の拡大を計るものであり、オマーンにおいてもこの種の努力が望まれる。

4) 開発効果の考察

ここで取りあげた3製品は、オマーンの資源を有効利用するという意味では重要であるが、現在国内で消費していない製品であるので、輸入代替効果は余りみとめられない。ただし、カラー・セメントの一部は代替される可能性がある。本プロジェクトは、むしろ輸出指向産業として考えることもでき、製品の質によっては、クウェート、サウジアラビアへ輸出することが可能であ

る。

このプロジェクトへの設備投資は比較的小さく、製造技術もシンプルであるので、市場開発の問題が解決すれば、オマーンとして導入しやすい業種の一つである。

5. ALC（気泡軽量コンクリート）製品

ALCとは、Autoclaved (Aerated) Light-weight Concrete の略で、この原形となる気泡コンクリートは1923年にスウェーデンで開発され、1932年にオートクレーブによる気泡コンクリートの養生が企業化されたものであるが、本格的な産業として各国に普及し始めたのは主として第2次大戦後のことである。特に近年はその軽量性だけでなく、断熱性・遮音性などの特性が着目されて先進諸国では建築業界にめざましく進出しつつある。

オマーンでは、1974年にフランスのRenardet I.C.E. が“Study for A Factory of Autoclaved Calcium Silicate Products” を実施し、ALCのオマーンにおける製造の可能性をかなり詳細に検討している。従ってここでは、この調査結果の概要を紹介しながら、若干のコメントを加える程度にとどめることとする。

1) 開発現況と問題点

上記調査ではALC製造は有望なプロジェクトと結論され、次の段階の調査（プラントの予備的設計、技術的および経済的な生産の検討）を実施することが勧告されているが、その後勧告されたようにプロジェクトが進行した徴候は見られず、何ら具体的な進展がないようである。この理由として考えられるのは、ALCの製造を実現するのはその主原料の一つであるセメントの国産が開始された後でよいという判断があったのではないかと想像され、一方セメントの国産開始を上記調査では1977年中頃以前と想定していたが、これが大幅に遅延してほとんど具体的な進展がなかったことも影響していると思われる。

2) ALC製造プロジェクトの立地条件の検討

(i) 原材料の調達可能性

ALCの原料の約60%は珪砂（または珪質岩を粉砕したもの）約40%はセメントが生石灰あるいは両者の混合物で、この合計量の30%の水および膨張剤としてセメントや生石灰の重量の0.1~0.2%のアルミニウム粉末を加える。

上記のうち珪砂としては、サイ・ハタート盆地の珪岩を粉砕したものを使用することが想定されている。これを用いて作ったALCのテストピースの試験結果は良好で、フランスでALC製造用に良質とされているFontaineblau Sandと同等の品質とRenardet は判定し、この珪岩は量的にも豊富なのでこれを用いて工業的にALCを製造することは可能と結論している。

セメントまたは石灰は国産が開始されるまでは輸入品を使うことになるが、アルミニウム粉末は海外の特定業者から入手せざるを得ない。このほか反応促進剤としてごく少量のソーダや塩

化物が添加され、また種々の色彩の製品を作るためには、安定剤や加湿剤、金属色の酸化物なども用いられるが、これらもすべて輸入することになる。

ここでもう一つ注意すべきことは、ALC製造用の水は飲料水となりうるもので、かつセメントや生石灰の凝結時間を変えるようなものであってはいけないという点である。Renardetはこの入手可能性について論じていないが、製造用水とともに他のプロセス用の水（冷却水、洗滌用水など）の必要も考え合わせると、オマーンでは重大な要素の一つとして更に検討を要する問題である。

(2) 市場評価

オマーンでの建築需要は、表Ⅱ-4のバルク材の予測に示すとおりである。Renardetは、このような需要に対して、1980年代には、外壁の10%、天井と床の80%、内壁の15%がALC製品にとって代るとしている。現在の建設方式をみるかぎりには、やや楽観的な見通しであり、Renardetの提言にあるような50,000m²/年の生産工場を計画することは、いくらかリスクが大きい。ただし政府の低コスト住宅建設プロジェクトに、ALCがとり入れられれば、この程度の普及は可能になるかも知れない。ALC普及のもう一つの要因は、建築労働者のコスト上昇率で、あまり大きくなれば、プレハブ化に進むことになり、ALCの採用が増す。

(3) 技術的評価

ALC製造自体はさして複雑なプロセスを要するものではないが、その製造方法と製造設備はパテントとノウハウを伴うものであり、オマーンでALC製造を開始するためにはこれらの導入が不可欠の要件となる。また、このような新製品の使用を促進する上でも外国のパートナーの協力下で宣伝・拡販の体制を確立することが必要であろう。いずれにせよ上述のようなことはユーザー側、特に政府筋の全面的な協力なしには効果的な達成が期待し難いものである。

第三章 窯業関連プロジェクト

1. 窯業の種類と現状

1) 窯業の定義、種類および特性

セメント、ガラス、陶磁器、レンガなどを製造する工業は、種々の岩石ないし鉱物を主原料とし、これを「かま（窯）」の中で高温に加熱して変化させるのを特徴とする。その代表的な種類と製品および原料は

—セメント工業……ポルトランドセメント各種（普通、早強、中庸熱、白色など）、スラグセメント、シリカセメント、フライアッシュセメント、その他特殊セメント各種

原料：石灰石、粘土質原料（配合の必要に応じ、珪酸質原料、含鉄質原料）および石膏

—ガラス工業……各種板ガラス、ガラスびん、中空ガラス、管ガラス、せんいガラス、光学ガラスその他特殊ガラス各種

原料：珪酸原料……珪砂または珪石

ホウ酸・原料……ホウ酸またはホウ砂

アルミナ原料……長石、水酸化アルミニウム

アルカリ原料……芒硝、ソーダ灰、ホウ砂、チリ硝石

石炭原料……石灰石または生石灰

—陶磁器工業……硬質および軟質磁器、工業用磁器、電気用磁器、家庭用陶器、美術陶器、工業用陶器、建築用陶器、せつ器、テラコッタなど

原料：可塑性原料……カオリン、雲母、陶石、ろう石

非可塑性原料……長石、珪石または珪砂、炭酸石灰、その他必要に応じマクネサイト、ドロマイト、珪灰石、滑石、骨灰などを混ぜる

—耐火物レンガ工業…各種レンガ、モルタル、スタンプ材など

原料：製品により著しく異なる。各種耐火物とその原料は表Ⅲ-1に示す通りである。

2) オマーンの窯業の歴史と現状

オマーンには文献に記述されたという意味での窯業の歴史は存在しないと言ってよい。しかし、近年オマーン各地の遺跡から、陶器類の破片も少なからず発見されている。もしこれらが当時外国からもたらされたものでないとするれば、オマーンの窯業の歴史は古く紀元前1～2世紀に遡る

Table III-1 Kinds of Refractories and Their Raw Materials

Kinds of Refractories		Principal Raw Material	Secondary Raw Material	
Silica	Brick	Silica-stone	Lime	As for the mineralizer, open hearth furnace slag, as for the binder, treacle, pulp waste fluid liquid glass are used.
	Mortar	Fragments of silica brick (silica sand)	Clay, Bentonite	
Semi-silica	Stamping material		Fire clay	
	Brick	Silica-stone	Chamotte (Grog)	
Roseki (Pyrophyllite)	Brick	Fragments of silica brick		As for chamotte, fired fire clay, fired coal shale or fragments of Roseki brick etc. are used.
	Mortar	Siliceous clay	Roseki (Pyrophyllite)	
Fire clay	Stamping material	Fire clay	Clay, Fire clay	
	Brick	Fragments of brick	Fire clay	
High-alumina	Mortar	Chamotte (Grog)		As for high-alumina material, diaspore, aluminous shale, sillimanite, bauxite, alumina etc. are used.
	Stamping material	Hard clay	Fire clay	
Carbon	Brick	High-alumina chamotte		As for the binder, bittern, pulp waste fluid, liquid glass are used, and for the castable, alumina cement is used.
	Mortar	High-alumina material	Tar, Pitch	
Silicon carbide	Stamping material	High-alumina shale bauxite	Fire clay	
	Brick	Graphite	Liquid glass etc.	
Chrome	Mortar	Anthrocite	Magnesia clinker	As for the binder, bittern, magnesium sulphate, liquid glass etc. are used.
	Stamping material	Pitch coke	Lime	
Chrome-magnesia	Brick	Silicon carbide	Fire clay	As for the binder, bittern, iron ore, liquid glass, tar etc. are used.
	Mortar	Chrome	Lime	
Magnesia-chrome	Stamping material	Magnesia clinker	Fire clay	As for the binder, bittern, iron ore, liquid glass, tar etc. are used.
	Brick	Magnesia clinker	Magnesia clinker	
Magnesia	Mortar	Dunite		As for the binder, bittern is used.
	Stamping material	Fired serpentinite		
Forsterite	Brick	Dolomite clinker		As for the binder, tar is used.
	Mortar			
Dolomite	Brick			
	Stamping material			

(Source) Modified and translated from "Ceramic Technology Handbook" (Japanese version)

可能性がある。古代銅鉱山では銅鉱の熔融精錬まで行なわれていたことを考えると、その技術レベルをもってすれば付近に適当な原料さえあれば、銅鉱山の作業自体にも必要な陶器類を現地で製造することも充分可能であったと推察される。

いづれにせよ、オマーンの窯業の歴史はきわめて乏しかったと言わざるを得ないし、また現状も、産業的規模の窯業は存在せず、家内工業的に低火度の土器を焼いている程度である。その最大の理由は窯業原料、特に陶磁器原料の存在がきわめて限定されていた、ということにある。

しかし、セメント工業、ガラス工業、耐火物工業など窯業の分野が大きく拡大した現在、オマーンが産出する原料に適した窯業の分野もある。特にセメント工業については、本格的な企業化はこれからであるが、原料的には最も有望なプロジェクトの一つと期待できる。このほか英国のコンサルタント Whitehead による調査ではタイルの製造は原料的に可能であると報告されており、またオマーンの民間会社 GETCO はガラスびん製造プロジェクトを追求中であるという。この調査結果は、不明であるが、原料面では有望な珪石鉱床が確認された模様であり、プロジェクト実現の方向で検討中とかがわれた。

3) オマーンにおけるこれら5工業開発の可能性

(1) セメント工業

セメント工業は原料の約80%が石灰石であり、これはオマーンで最も豊富な資源の一つである。既述のAPCMによる予備調査では、粘土原料についても使用可能なもの(千枚岩、片岩など)が報告されている。もっとも、II章の2-2)で説明した通り、今後行なわれるべき調査の対象地域はAPCMの調査地域とはかなり隔たっているので、APCMの調査結果をそのまま適用することはできないが、同一または類似の地層の延長は認められるので、少なくとも原料面では実行可能なプロジェクトとなろう。

セメントの需要を全量輸入によってまかなっている現状はオマーンにとって好ましくなく、本セメントプロジェクトの早期実現が望まれる。しかし、本プロジェクトはようやく実現に向かって動き出したところであり、選定されたコンサルタントが必要な調査を実施して行くので、本調査団の今後の詳細調査の対象からは除外する。ただし、必要に応じてコンサルタントの調査結果や勧告内容をチェックすることは、オマーン政府にとって有益であろう。

(2) ガラス工業

ガラス工業はガラスの主成分である珪酸(SiO_2) (ガラスの種類によって50~75%含有される)の供給源として、通常広く利用される珪砂の鉱床がオマーンでは発見されておらず、また今後も発見される可能性が乏しいという点で原料面に不利がある。マスカットの南方、ハジャー山脈を越えて約120 kmに始まり更にその南方に広がるワヒバ砂漠の砂は、Renardet. ICE社の分析結果によれば下記のような平均粒子構成を示し、珪砂として利用できるとは期待できない。

石英およびチャート	62 %
炭酸カルシウム	31 %

オマーンのように火成炭類や炭酸塩岩類（石灰岩，ドロマイトなど）が卓越するような地域においては，一般的にいて珪砂鉱床の存在の可能性はきわめて小さい。もし可能性があるとするれば，後述するサイ・ハタート盆地のように珪岩・砂岩，片岩類などの珪質岩類が広く発達している地区かその周辺に限られるが，今回の予備調査では同盆地にも工業的に開発可能な珪砂鉱床の存在は認められなかった。

シリカの供給源として可能性があるのは，上記サイ・ハタート盆地の珪岩，石英砂岩と，ワジ・アディの谷から同盆地の北部にかけて発達する石英脈との2種類である。前者は広範囲にわたって分布し，Renardet社は3個所の露頭での埋蔵鉱量だけでも合計1,280万トンと概算しており，その平均鉱物組成は下記の通りである。

石英	98%
加水白雲母，黒雲母	2%
スフェーン，酸化鉄	

一方，今回の予備調査で採取したサンプルの化学分析結果は表III-2に示す通りであるが，ガラス製造用のシリカ原料で特に問題となるのはガラスを青緑色に着色する Fe_2O_3 の含有量であるので，この許容限度を表III-3に示して対比する。

Table III-2 Analysis of Quartzites from Sayh Hatat Basin

Sample No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
Q2-1	97.0	0.7	0.2	0.7	0.0	0.04	0.20	98.84
Q2-2	97.2	1.0	0.1	0.4	0.0	0.00	0.20	98.90
Q3-1	87.8	7.8	0.5	0.6	0.0	0.00	1.92	98.62
Q3-2	85.4	9.6	0.3	0.5	0.0	0.02	2.44	98.26
Q3-3	95.8	0.2	0.1	0.5	0.0	0.00	0.14	96.74

(Source) Analysis by Onoda Cement Analysis Center

Table III-3 Allowable Limit of Fe₂O₃ Content in Silica Material for Glass

Kinds of Glass	Allowable limit of Fe ₂ O ₃ (%)
Ultraviolet ray transmissive glass	0.0001
Optical glass, crystal glass	0.02
Tableware glass	0.04
Mirror panel glass, thick polished panel glass	0.06
Window glass, general glassware, glass for physico-chemical uses	0.1
Bluish green coloured glass bottles	0.3
Green-colored or amber-colored glass bottles	1.0
When decolorizer is to be used to produce colourless glass	0.05

(Source) Quoted and translated from a Japanese book "Ceramic Technology Handbook"

上表に見る通り、サイ・ハタートの珪岩類はびん類の製造にはほぼ問題なく使用でき、また良質部を選択的に採掘すれば、窓ガラス・一般ガラス器具などの製造も可能と思われる。含有鉄分の少ないより高品位原料によるガラス、たとえば食卓用ガラス製品などの製造には、先に述べたワジ・アディの石英脈の開発が必要となろう。開発の対象となりうる石英脈はワジ・アディの谷沿いに約12km（マスカットから20～32 km）にわたって散在し、Renardet社は10ヶ所の露頭での埋蔵量を合計34,400トンと算定している。これらの露頭での石英は乳白色で時に酸化鉄 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ の団塊を含み、またまれにカルサイト（ $CaCO_3$ ）をその中にもつ晶洞を含むことがあるが、これら不純物は全体の0.5%を超えることはないという。

石英脈については、なお他の露頭を探索する余地が充分あり、従って鉄分の少ない高品位原料のガラスの製造も原料面では可能性がある。しかしながら、このようなガラスの製造には原料の選択、不純物の除却などにおいて高度の技術やノウハウが要求されるため実際のプロジェクト選定に際してはオマーンの現状とも照らし合わせて検討する必要があるだろう。

(3) 陶磁器工業

陶磁器工業は製品の種類が多種多様であり、これに応じて原料の種類や配合割合もまた変化する。陶磁器の分類のうち、日本やフランスで採用されている代表的分類法では、磁器（Porcelain）、陶器（earthenware）、せっき器（stoneware）土器（clayware）の4種類に大別され、このほかに特殊組成および性能をもった特殊陶磁器が含まれている。これらの分類と用途を表III-4に示した。

Whiteheadが実施した調査Outline Feasibility Study；Ceramic Products Manufacture（May, 1975）によれば、上記のような陶磁器製品の中でタイルの製造だけが有望であるとしている。しかし、他の陶磁器製品の中で特に粗陶器や土器（たとえば赤レンガなど）の製造は、原料として低級の有色粘土でも使用でき、特に高度の工業的技術を要しないこと、またごく小規模の製造でも成り立ちうることなどから、現段階でタイル以外のすべての陶磁器製造の可能性を否定してしまうのは早急に過ぎると思われる。

上述の諸点を総合して、本章では以下下記の業種について検討を加えることとする。

- タイル製造業
- レンガ製造業（耐火レンガと赤レンガについて）
- ガラス工業（特に板ガラスとガラスびんについて）
- 陶磁器製造業（タイル・レンガを除く他の陶磁器について）

2. タイル製造業

1) 開発現況と問題点

先述の通りWhiteheadがタイル製造プロジェクトは有望であると報告しているが、その後このプロジェクトに具体的な進展があった徴候は全く認められなかった。従ってタイルは現在も全面

Table III-4 Classifications and Uses of Ceramic Ware

Classification	Kinds	Body	Manufacturing conditions		How to distinguish		Products
			Glaze	Firing temp.	Colour (Body)	Sound when hammered	
Clayware	Coarse Earthenware	Coloured clay	Usually unglazed	Around 800°C	Mostly coloured	Dull sound body; porous & water permeable	Water jars (jugs), flower-pots, red bricks, clay dolls, biscuitis for batteries
	Fine earthenware	White clay + feldspar, silicaste, pottery stone + limestone, dolomite	Lead glaze Fritted glaze Ash glaze Mostly fritted glaze. Body firing: around 1,200°C Glaze firing: 1,050 - 1,100°C	1,000°C - 1,200°C	Coloured	Thick sound body; large water absorption	Hand-moulded earthenware, earthen pots, casseroles, roof tiles tableware, flower bases & bowls etc.
Stoneware	Semi-porcelain, Hard china, Dolomite earthenware	Coloured clay	Mostly unglazed (Salt glaze, manganese glaze)	1,200°C - 1,300°C	Coloured (almost no translucency)	Hard sound body; water absorption 0 - 3%	Sanitary earthenware, dinnerware, wall tiles, earthen toys and ornaments
	Soft porcelain	white clay + feldspar + silicaste + pottery stone	Lime glaze Talc glaze (Transparent glaze)	Around 1,250°C 1,300°C - 1,400°C	White (Translucent)	Metallic sound body: no water absorption, conchoidal fracture	Tableware, artistic handicrafts, dental porcelains, bone chinias
Porcelain	Hard porcelain	Alumina porcelain, Stentite porcelain, Mullite porcelain, Magnesia porcelain, Titania porcelain, Zircon porcelain, Dielectric material, High-frequency insulators, Heat-resisting wares					Tableware, electrical porcelain, outdoor wall times mosaic tiles, physical & chemical porcelains,

(Source) Modified and translated from a Japanese book "Knowledge and Dealing of Mineral Products".

的に輸入に依存しており、主な輸入先は西ドイツと英国である。

2) タイル製造プロジェクトの立地条件

今回の予備調査においては、タイル製造プロジェクトについて詳細な検討は加えられなかったので、以下Whiteheadの報告に若干のコメントを加える形で記載することとする。

(1) 原材料の調達可能性

バーラ (Bahla) とナッハル (Nakhai) にある二つの粘土鉱床は現在地元用のごく小規模な土器製造に用いられているようであるが、Whiteheadはナッハルの鉱床から3kgの粘土のサンプルを採用し、これについて英国で分析試験を実施した。この結果この粘土はMgO 7%とCaO5%を含み、他の原料を添加することなくタイル製造原料として使用可能なことが判明した。なお、「この粘土はタイル製造のみ適しており、たとえば衛生陶器や現在オマーンに輸入されているタイプの量産陶器製品の製造には使用できない」と報告されている。

ここで注意すべきことは、Whitehead自身も指摘しているように、実験室での分析試験結果はこの粘土サンプルがタイル製造業に適することを示しているが、このサンプルと同様の品質の粘土がタイル製造を企業化するために十分なだけの可採鉱量と均斉性をもって賦存するかどうかはまだ確認されていない。

一方、「バーラの粘土については実験されていない」にもかかわらず、「この粘土が壁タイル製造に適した物体を産出することは充分ありうる」と記載されているが、この根拠は全く示されておらず、鉱量についての記述もない。従って、いずれの鉱床についても企業化のためにまず必要な詳細な鉱床調査が未実施の段階にあり、原料の入手可能性を判定するにはこれの実施が先決問題であると結論せざるを得ない。

Whiteheadがナッハルの陶工たちから聞き出した所では、ナッハルの粘土鉱床は少なくとも1km²の面積を占め、3m厚さの層状で地下5mに賦存するらしい、とされている。これが事実とすれば、少なくとも300万m²(600~700万トン)とかなり大規模の埋蔵量をもつことになり、そのままには信じ難いが、ともかくより詳細な調査の理由づけにはなりうる情報であろう。

(2) 市場評価

タイルの市場評価については、II章1部「建築材料の動向と需要」のところで触れてある。

(3) 技術的評価

電気用磁器、分析用器具、衛生陶器などの製造はかなり高度の工業的技術を要し、またこれが成り立つためには相当大規模の生産が要求されるが、タイル製造(特に単色床タイルの製造)はそれ程高度の技術を要しない。ただし、ナッハルの粘土は融点が低いため焼成温度をよく調整する必要があること、非常に乾燥していて水を飽和させにくいいため水ねりがきわめて難しいことなどの特異な性状を示すので、この粘土を使用する場合には特定のノウハウに基づいた操業が必要となろう。

一方、後述するようにオマーンにおけるタイル製造は経済的に許される最小生産レベルで開始

せざるを得ないので、収益性は低いと予想される。従ってこのようなプロジェクトが外国の投資を引きつけるとは考え難く、またノウハウや技術指導の導入も容易でないと懸念される。これらについて民間企業に任せておいたのでは円滑な進捗は期待できず、オマーン政府が介入するなどの積極的取組みがなければプロジェクトの実現は困難と考えられる。

(4) 輸送手段の評価

ナッハル、パーラその他の粘土鉱床を採掘するにせよ、原料粘土の運搬はダンプトラック、製品の運搬はヒビ割れを防ぐような梱包（たとえば麻袋詰め）または台紙貼り（小寸法のモザイクタイルなどの場合）の後、トラック輸送となる。

マスカットへの運搬距離はナッハルの場合が最も近く約110 kmであるが、ナッハルからマスカットとソハールを結ぶ主要道路に出るまでの約40 kmは未舗装の砂利道で道路条件は必ずしも良くないがトラックの通行も可能である。

(5) 当該工業に対する政府の政策

先述のWhiteheadによる調査はオマーン通商産業省の依頼により実施されたものであるが、その後プロジェクトは具体的に進展していない模様であり、従って同省としてもタイル製造業に対し特別の政策を考慮する段階迄には至っていないと推定される。まず同省が石油・農業・漁業・鉱物省の協力を要請して詳細な粘土鉱床調査を実施するのが先決であろう。

3) タイル製造プロジェクトの予備的検討

タイル製造プラントへの投資を可能とするに必要な最小生産レベルを、Whiteheadは年産約80万㎡としているが、これはかなり大規模な生産能力である。日本の場合、タイルの企業数は300を超えるが、タイルの種類別にみると内装用壁タイルの場合は従業員が300人内外の大企業型、外装用壁タイルおよび床タイルでは50～100人の中小企業型、モザイクタイル（1個の面積が50cm²以下のタイル）では50人以下の小規模企業型に別れ、これに応じて生産量にも大きな格差があるが、一企業平均では年産3,000トン（約10万㎡）程度に過ぎない。上記の80万㎡という数値はむしろ大企業型（内装用壁タイル製造）に当てはまるものと考えられる。

一方、ナッハルの粘土を焼成した場合、ピンクがかった灰色に発色するので、これは壁タイルとしては消費者に歓迎されず、輸入品と競合して市場を獲得することは困難視されるが、床タイルとしては強度や耐性に優れており、また消費者も上記のような色でも受け入れるので、有利な商品になりうるとWhiteheadは判定している。この判定は正しいと考えられるので、少なくとも当面は床タイル製造を主眼に考えるべきであろう。この場合は上述の通り中小企業型の立地がむしろ普通で、年産20～30万㎡から立地可能であり、年産50万㎡もあれば輸入品とも充分競合できると考えられる。所要人員は60～80人程度と見込まれ、投資規模は粘土鉱床の開発条件、インフラストラクチャー、製造プロセスなどを概定した後でないと概算も困難であるが、大まかな目安としては300～400万US\$と見ることができる。

4) 開発効果の考察

オマーンは現在タイルの需要を全量輸入に依存しているため、直接の輸入代替効果が期待できる。またタイル製造業は原料である粘土の品質に左右される企業であるため、先進諸国においても地場産業的な色彩が非常に強く（例えば日本のタイル生産量の約45%が岐阜県、約30%が愛知県で産出されている）、このような産業をオマーンに興すことは地域振興の点で大きな効果がある。また、かりに床タイル製造だけを先に開発させるとしても、これが現在ナッハル、バーラなどの粘土鉱床付近に見られる家内工業的な土器やレンガの製造を刺激し、これらと連携して陶磁器製造業全般の工業化促進の動きが喚起されるという間接的な効果も期待できよう。

3. レンガ製造業

レンガ製造については耐火レンガと普通レンガ（赤レンガ）とを区別して考える必要がある。企業規模や形態が両者で全く異なるからであるが、ここでは両者を対照する意味で以下並列的に記載する。

1) 開発現況と問題点

耐火レンガ製造については、現在はプロジェクトの計画はない。しかし、セメントプラントが完成したあかつきには相当量の耐火レンガが必要となるし、湾岸諸国に続々セメントプラントが建設されつつある現状を見る時、将来耐火レンガ製造が検討され始めることは充分考えられうる。

普通レンガ製造については、ナッハル、バーラ、ニズワなどに見られる粘土を付近の住民が利用してごく小規模にレンガを製造している模様だが、その実態は調査できなかった。小規模でも低火度で焼成しているため、あるいは単なる日乾しレンガなのかも知れないが、むしろ両者が併用されている可能性が強い。工業的に建築用レンガを製造しようとする具体的なプロジェクトは存在しないようだが、このようなプロジェクトを「適当な粘土原料さえ発見できれば積極的に追求したい」と強調する民間建設業者が見られた。

2) レンガ製造プロジェクトの立地条件の検討

(1) 原材料の調達可能性

耐火レンガの場合、珪石質レンガ、クローム質レンガ、クロマグ質またはマグクロ質レンガ、ドロマイト質レンガなどについては、オマーンで原料を入手できる可能性がある（本章初めの表Ⅲ-1参照）。珪石とドロマイトについてはサイ・ハタート盆地に発達する珪岩類とドロマイト層をそれぞれ供給源として挙げる事ができるし、クロームについては、各地に発見されているクローム鉄鉱の鉱床が供給源となりうる可能性がある。ただし、企業化に十分な品質と鉱量についてはさらに詳細な調査を要する。

普通レンガの場合は、粘土原料を特に探査したことはないようで、適当な鉱床は報告されていない。しかし普通レンガ用の粘土はタイル用の粘土における程品質要件がきびしくないため、発見される可能性はより大きい。たとえばナッハルの粘土の試験結果を見ると、適度の可塑性があ

り乾燥強度も優れていること、焼成した場合かなりの温度範囲にわたってごくわずかなサイズの変化しか示さず、多孔質でテラコッタ色のビスケットに焼き上ること、などの特性が報告されているので(Whiteheadの報告書による)、この粘土はレンガ製造にも適している。勿論この粘土単独で使用するのではなく砂や土を適宜混合して用いることができよう。

しかし、タイル製造に使用可能な粘土を普通レンガ製造に使用することは、資源の無駄使いとも考えられ、レンガ用の粘土は別途広く探査すべきであろう。この場合探査の対象としては、ワジ堆積物や沖積平野中の粘土層、テラロッサ(石灰岩の風化分解後の残留土)頁岩など粘土質岩の風化物などを幅広く調査すれば、レンガ用の粘土鉱床を発見できる可能性は充分ある。

(2) 市場評価

耐火レンガの市場は、鉄鋼業が存在せず窯業・金属精練もまだ発足していない現在のオマーンでは皆無とみられる。湾岸諸国にもイラン、カタール、バーレンのいくつかの工場を除いて鉄鋼業・金属精練は実質的に存在しないといつてよい状態だが、窯業ではセメント工場が続々建設されつつあり、耐火レンガの市場は拡大しつつある。しかし、先進諸国での耐火レンガの需要の大半(日本では72~75%)が鉄鋼業向けであることから考えて、これがない限り耐火レンガ工業の立地に充分な需要が生ずることは当面考えられず、将来の問題として残されるべきものである。

普通レンガの市場は正確に把握できないが、オマーンの統計年表によれば、レンガとタイル合計の輸入額は、1974年487.2千R.O、1975年1,501.7千R.O、1976年1,165.8千R.Oと記録されており、かなりの国内市場のあることがうかがえる。II-1の建材需要で述べたように、オマーン今後の建築需要のうち、内外壁のコンクリート・ブロックを代替するとして、年間50,000 m³以下のレンガ需要を想定しても良いであろう。

(3) 技術的評価

耐火レンガの製造工程は本質的には普通レンガの場合と同様だが、最も重要なプロセスである焼成過程で耐火レンガの使用温度以上の高温(1,450~1,900℃)で充分焼成する必要があるため、最新式のトンネル窯や丸窯などの設備を要し、プラント全体がかなり複雑かつ大規模になる。特にこの焼成過程や原料調合は多くのノウハウが蓄積されている分野であり、高度の技術を要する工業といえる。

普通レンガは通常1,000℃以下の低温焼成でよいので、設備は比較的単純であり、高度の工業的技術を要することなく、小規模な稼行も可能である。

以上述べたことを総合すると、耐火レンガ製造業は原料入手の可能性はあるが、市場および技術面からみてオマーンに近い将来立地できるとは考えられず、逆に普通レンガ製造業は市場および技術面では充分検討の余地があるが、主原料である粘土の品質・鉱量がいずれも未知数の状態であり、これらの確認が先決問題である。

4. ガラス製造業

1) 開発現況と問題点

ガラス製造については、板ガラス製造とガラスびん製造とを考察する。現在オマーンで推進中のガラス関係プロジェクトには、アメリカの Indian Head社がフィージビリティ・スタディを実施、GETCO社が具体化を進めているガラスびん工業がある。その詳細計画については不明であるが、概要はソフト・ドリンク用に1万トン/年を生産し、国内市場のみならず湾岸諸国のドリンク・メーカーにも供給することを考えている模様である。板ガラスについては現在のところプロジェクトは無い。板ガラスは100%輸入されており、供給国は、インド、日本、英国などである。

2) ガラス製造プロジェクトの立地条件の検討

(1) 原材料の調達の可能性

ガラス製造の主原料は、珪砂(けいしゃ)とソーダ灰である。天然の珪砂は国内では見当たらないがサイ・ハタート付近の石英岩脈は石英原料として利用され得ることは、これまでに述べた通りである。この原料を利用するとすれば一律に破碎してサイズを調整する必要がある。オマーンにおける原材料の賦存の状況とガラス工業の成立の可能性については、前の1-3)-(2)で述べた通りであるが、材料の種類、要求される質、原材料の調達可能性、価格をまとめたものが表III-5に示される。

Table III-5 Possible Glass Manufacture in Oman

Type Material	Quality Requirements			Availability of Raw Materials	Price (R.O./ton)	
		For Sheet Glass	For Glass Products			
Quartz sand	Chemical	SiO ₂	More than 97%	Tableware; less than 0.04%	Raw Materials for both sheet glass and glass products are available within the country.	
	Components	Fe ₂ O ₃	Less than 0.08%	Blue or brown glass bottle.		
		Al ₂ O ₃	1.3 - 2.3%	Less than 2.5%		
		CaO+MgO	Less than 0.5%	Less than 3%		
Moisture content size		Less than 6%			4.2 R.O./t	
			0.1 - 0.5 mm (granules under 115 must not exceed 15% of the total volume)			
Soda ash	Na ₂ CO ₃	99%			not available	Import 70.0 R.O./t
Limestone	CaCO ₃	97%, P ₂ O ₅	1%, Fe ₂ O ₃	0.1%, size 40 - 70 mm	available	1.4 R.O./t
Feldspar	Al ₂ O ₃	18%, Fe ₂ O ₃	0.6%, K ₂ + Na ₂ O	1%	not available	Import 7.0 - 11.0 R.O./t
Dolomite	MgO	18%, Fe ₂ O ₃	1%		available	4.9 R.O./t
Thenardite	Na ₂ SO ₄				not available	Import 56.0 R.O./t
Cullet					available	14.0-18.0 R.O./t

(Source) JICA MISSION

(2) 市場評価

i) 国内

オマーンの最近のガラス輸入を示したものが表Ⅲ-6である。1975年をピークに1976年は低下しているが、これは1970年以來の建設ブームによる需要の変動を示すものであろう。

Table III-6 Imports of Glass Products in Oman

Kinds	(R. O. thousands)		
	1974	1975	1976
Wire and sheet glasses	31.6	69.8	6.0
Safety glass	3.3	27.0	48.7
Glass n. e. s.	52.9	15.6	4.6
Glass bottles	N. A.	N. A.	522.6
Glass products n. e. s.	N. A.	N. A.	690.9

(Source) Statistical Yearbook,
Oman Trade Statistics

ガラス産業は、製品形態でみると板ガラス、ガラス製品（容器、成形物）、ガラスせんい製品に3区分できるが、多種多様な製品で広汎な用途分野をもっている。日本の中間需要別の産出構成（表Ⅲ-7）をみると、a.食料品、飲料、b.住宅、建設、c.電機、d.自動車の4分野への依存が大きく、金額的には、あまり大きい産業ではないが、国民生活の広汎な分野における需要を満たす産業であることがわかる。従って生活水準の上昇と共に、あらゆる分野における需要の開拓が進むことが予想され、今後のオマーンにおけるガラス製品全般の需要は大きいものと期待される。

ii) 輸出の可能性

1975年の貿易統計年鑑での湾岸諸国のガラスの輸入は表Ⅲ-8の通りである。この統計の分類は、「ガラス製品」「ガラス」であり、その具体的内容は不明である。いずれも年毎に輸入増の傾向にある。湾岸諸国にはガラス産業は現在のところない。従ってオマーンの板ガラス、ガラス容器については一応湾岸諸国への輸出の可能性はあるが、それら諸国のマーケットのさらに入念な調査検討に加えて、特にイギリス、日本、ベルギー、インド、シンガポール、台湾などからの製品とどのように競争するかが、十分に考慮されなければならない。

(3) 技術的評価

ガラス産業の工業的特質は次の通りである。ガラスの製造工程は、溶融、成形、加工の段階を経るが、高温の溶融窯（るつぼ又は槽窯）を使用するのが特徴である。溶融温度は1,300℃以上

Table III-7 Demand Shares of Glass and Glass Products in Japan

		(1970)
Demand Sector	Share (%)	
Food	6.5%	20.0%
Liquor	12.7%	
Soft Drink	0.8%	
Medicine and others	4.3%	
Glass Products	5.7%	
Electric Machinery	11.8%	
Automobile	6.4%	6.8%
Automobile Repair	0.4%	
New Residential Building	8.2%	24.6%
New Non-Residential Building	9.0%	
Construction and Repair	7.4%	
Optical Instrument	1.9%	
Furniture and Metallic Furnishings	1.6%	
Fabric and Garments	-	
Medical Care	2.2%	
Others	21.1%	

(Source) JICA MISSION

Table III-8 Imports of Glass Products in the Gulf States

		(1,000 U.S.\$)							
Countries		1971		1972		1973		1974	
Iraq	glass products	4,261	32%	3,545	25%	3,222	16%	8,553	28%
Kuwait	ditto	1,898	15%	1,578	11%	3,586	18%	7,140	24%
Saudi Arabia	ditto	2,388	18%	2,040	15%	2,587	13%	3,958	13%
Qatar	Glass	277	2%	494	4%	629	3%	1,270	4%
Iran	ditto	4,319	33%	6,317	45%	9,919	50%	9,193	3%
Total		13,143	100%	14,041	100%	19,943	100%	30,114	100%
World's Total Import		775,778		954,410		1,237,835		1,389,218	
World's Total Export		871,194		1,088,638		1,436,107		1,540,504	

(Source) Trade Statistical Yearbook, 1975

になる。従って、この産業に必要とされるものは優れた耐火物とエネルギーを節約する技術である。またガラス工業は、金属工業と異なり、材料産業と加工産業が分かれて存在するのでなく粗原料から一貫して溶融、成形、加工するため、付加価値の比較的高い工業である。

販売においては製品の輸出比率が比較的低い工業である。自動車やテレビセットに組込まれて輸出されるものは多いが、単体では割れ易いために包装費がかかることや、容積化が大きいいため輸出競争力に乏しい。重油燃料に頼るものが多いガラス工業においては、排煙による公害の除去が重要な課題である。小型槽窯では、無公害製法である電気浴融技術が最近急速に発達している。

ガラス工業は、板ガラス工業、ガラス製品工業、ガラスせんい工業のそれぞれが、産業組織的に異なった特徴をもっている。板ガラス工業は、大規模槽窯による連続生産を行なう典型的な装置工業であり、所要資本が大きい。

ガラス製品工業では、中規模の槽窯と自動成形機による量産型の企業、あるいは小型槽窯やるつぼ窯と半自動成形機又は、手作業による成形法による多品種少量生産方式の企業が考えられよう。

ガラスせんい工業は、せんい産業の特徴とガラス産業のそれとがミックスされた産業である。長せんい工業は原織を生産する企業と製織加工を専門にする企業が成立する。原織生産企業は、製織加工まで一貫して行なう場合が多い。短せんい工業は、製品価格に比べ輸送費の比率が大きい断熱材を生産し、その用途は一般の建築物である。

以上、ガラス産業の工業的、組織的特徴を述べたが、技術的難易度については、板ガラス工業が最も技術を要する。

(4) 輸送手段の評価

ガラス製品は、こわれやすいものが多いためその輸送方法に細心の注意が払われなければならない。一般にガラス製品の梱包には、木材、木枠が使用され、特に板ガラスなどについては現状では、これに代わる梱包材料は見つかっていないところから、オマーンにおいても、ガラス産業成立の際には、その製品運搬用に多量の木材が必要とされよう。木材資源に乏しいオマーンでは、特に板ガラス工業においては、その製品運搬に支障をきたす場合も考えられよう。

3) ガラス製造プロジェクトの予備的検討

板ガラスは製法および製品によって、一次製品は普通板ガラス、変り板ガラス、磨きフロート板ガラスに分けられる。普通板ガラスは、浴融ガラスを垂直に引上げて作られる透明な板ガラスで、一般の窓やケースなどに用いられる。変りガラスは、型模様のついた半透明な型板ガラスや網入りガラスで、一般の窓や家具に使用される。磨き板ガラスは、普通板や変り板の両面を研磨してひずみのない表面としたもので、鏡、高級建築の窓又は加工して自動車のフロントガラスなどに用いられる。

ガラス製品とは、板ガラス、ガラスせんい、光学レンズを除いたあらゆるガラス製品を含んでいる。日本での品目別の出荷構成を表Ⅲ-9でみると、数量的には全体の約80%が容器(びん)である。びんは飲料用、食料品用、化粧品用、薬用など多様な用途に用いられ、ガラス工業の中では最も生産量が大きい。金額的には、びんはガラス製品の約42%である。大量生産される安価な製品であるが、その用途によっては、特殊成分ガラスの使用、精密成形、工芸的加工などによ

Table III-9 Shipments of Glass Products in Japan

Classification	Shipments (ton)	%	(1976)		
			Value (dollar million)	%	@ dollar/t
Industrial Use					
Glass tube for ampules	11,587	0.5	8,910	0.8	769
Electric glass bulb	67,025	2.7	53,232	4.6	794
Electronic tube glass	160,562	6.4	270,732	23.4	1,686
Optical glass gob	3,189	0.1	20,120	1.7	6,309
Lighting signal glass	9,630	0.4	15,540	1.3	1,614
Physical, chemistry and medical glassware	12,490	0.5	18,706	1.6	1,498
Container (bottle)	1,931,784	77.1	492,737	42.6	255
Household Use					
Kitchenware, tableware	166,882	6.7	158,423	13.7	949
Vase, Ashtray	31,784	1.3	31,173	2.7	981
Others	110,385	4.4	86,276	7.5	782
Total	2,505,318	100.0	1,155,849		

(Source) JICA MISSION

り、付加価値の高い製品も製造される。成型法の代表的な例と用途としては、吹製品（びん、電球、理化学器具、工芸など）、押型法（皿、鉢、シールドビームなど）、管引法（蛍光灯、アンブル、温度計など）があるが、いずれも人手によるものと機械によるものがある。手作り仕上げの風味を重視した高級食品、花びん、灰皿などの工芸品も重要な市場を形成している。

以上の事からオマーンにおけるガラス製造プロジェクトを考察すると、普通板ガラス、びん容器、台所・食卓用ガラス製品・花びん・灰皿などの製造プロジェクトが考えられる。これらを総合したものが表III-10である。小規模の板ガラス製造は、国際競争力の上から大刀打ちできない。また、びん容器についても、特殊なものを除いて、小規模生産は考え難い。従って普通板ガラスのプロジェクトを可能ならしめる要因は、市場にあり、その中心は湾岸諸国である。したがって、湾岸諸国との共同開発プロジェクト（出資、製品の引き取りなど）として考慮することも、選択の対象とされるべきであろう。これに対してびん容器製造は、いろいろの点で中堅企業的色彩が濃い。びん容器の種類を飲料用・食料品用にしぼると、現在考えられているようなソフト・ドリンク用がまず対象になるとみられ、湾岸諸国で年数1,000 tの需要があるとみられる。

Table III-10 Summary of Glass Manufacturing Project

Products	Sheet Glass	Glass Products	
	Sheet Glass	Container (Bottle)	Kitchenware, Tableware, Vase, Ashtray
Technology	x high	low	relatively low
Investment	x large 10 Mil. R.O.	medium 5 Mil. R.O.	o small 0.1 - 1 Mil. R.O.
Scale of Production	x Profitable Scale = 10,000t/Yr	1,000 - 10,000t/Yr (large to medium scale)	o 1 - 500t (small scale)
Site	x large	medium	o small
Market	x Most of products will be exported to Gulf Countries.	x ditto	o daily use, craftwork (partly exported)
Price	14.0 R.O./t	x 8.0 R.O./t high	o 28.0 R.O./t
Labourer	x 100 - 1,000	about 100	o -50
Cost			
-material energy	50%	45%	50%
-depreciation management	25%	25%	15%
-labour	25%	30%	35%
Raw material	x Mainly Imported	Half of main materials may be imported.	o Domestically supplied.
Summary	x Difficult	Possible when market is identified.	o Product must be identified.
Remarks	Markets in Gulf Countries must be included.	Manufacturer of glass bottles is under construction.	Market survey must be made.

(Note) o: Suitable x: Unsuitable

一方、台所・食卓用ガラス製品・花びん・灰皿類製造は、技術、資金、原料、労働力などより総合して、プロジェクトとして最も手がけ易いものであり、その製品の種類、仕様、生産量などについて、あらかじめ多面的な調査が行なわれることが望まれる。国内資源を利用してのガラス製品（台所・食卓用ガラス製品・花びん・灰皿）製造は、地方でも可能なため、地域産業育成の核ともなり得る。

5. 陶磁器製造業

本節ではタイルとレンガを除く狭義の陶磁器の製造について検討する。

1) 開発現況と問題点

ナッハル、バーラ、ニズワなどの粘土鉱床の見られる地域では付近の住民たちの手で家内工業的に陶器の製造が行なわれている模様である。その製造現況を直接調査することはできなかったが、オマーン・ガイドブックなどに紹介されている記述から判断すると、陶磁器の分類では土器（粘土質原料を700～800℃の比較的低温で焼成し、釉薬をほどこさないもの）に相当するものだけが製造されているようである。これを、より高温で焼成し種々の釉薬をかけて彩色したせり器や陶器（表Ⅲ-4参照）の製造にまで範囲を拡大し、これに応じて用途と市場を開拓して行くのが今後の課題であろう。

2) 市場評価

上述のように土器の製造だけに限定されている現状では市場も微々たるものであろうが、これをせり器や陶器にまで拡大した場合、その用途は食器や土鍋や置物・人形などの陶芸品にも広がり、市場の様相が一変しよう。これらは現在輸入されている陶器類だけでなく他の商品（金属・ガラス・プラスチック製品など）を一部置換して行くことも期待できるが、このような代替効果がどの程度浸透して行くかは、この種の製品が主に美的感覚に訴えて売り込む商品だけに製品のデザインや品質に全面的に左右され、定量的な把握がきわめて困難である。このような業種は諸外国の大手製造会社や販売会社が、原材料ならびに市場に注目して大規模投資を行なうなどのきっかけがない限り、なかなか急激には成長しない産業であり、個々の小規模な製造業者がそれぞれ拡販努力を重ねながら、徐々に規模を拡大して行くことが常道である。むしろ実生活上の需要や趣味製品としての需要を喚起することが重要であろう。

3) 技術的評価

ごく小規模にせよ土器の製造などが行なわれていることから、陶器製造の技術の下地は既にオマーンにあると見なすことができるが、まだ比較的低温の焼成で、かつ施釉は行なわれていないと見かけられるので、本格的な陶器製造のために今後習得すべき技術は多い。いずれにせよ、陶器製造は職人的な技能と熟練を要し、ある程度の試行錯誤は避けられない業種であるが、それだけに一定の政府の援助奨励策（たとえば窯業試験場や職工養成所の設置、国産品の保護対策など）があれば振興を促進しやすい業種として期待できるものであろう。

第Ⅳ章 金属・プラスチック加工プロジェクト

1. 銅精練と加工

鉱物資源としての銅の賦存状況や、その開発状況については、第1部Ⅱ章の資源の項で述べた通りであるが、現在進行中の銅開発プロジェクトを中心に、ここでは、銅精練と加工についてくわしく検討してみる。

鉱業はオマーンにおける重要産業の一つと考えられ、特に銅資源は最も有望視されており、近い将来、銅関連産業の発展が期待され、オマーンの国内総生産の拡大に大きく寄与しよう。ところで銅関連産業はエネルギー多消費型産業であり、エネルギーのコストに占める割合もまた大きい。さいわいにもオマーンには未利用の天然ガス資源が豊富にあり、低コストのエネルギー源となり得るため、銅関連製品は十分な国際競争力を持つことも考えられる。一方、市場評価によれば、銅の需要の大半は被覆電線であることが明らかになっており、今後注力すべきプロジェクトとしては電線加工を検討するべきであろう。

1) 銅プロジェクト概要

現在推進されつつある Oman Mining and Company の操業計画の大略は、次の通りである。立地点はソハールの内陸約 30 km の地域である。(図Ⅳ-1)

i) 操業計画

a. 採掘： 1日8時間の2方操業を行ない、年間作業日数を300日とする。生産は1日当たり3,500トン出鉱である。

b. 選鉱： 1日の処理量は3,000トンである。そのため、週7日、年間350日操業する。選鉱実収率92%、銅精鉱の品位は26%、年間の精鉱生産量は7万8千トンである。選鉱用水は海水をパイプラインでひいてくる。

c. 精練： オートクンプ法を採用し、最終品は火力精練銅 (fire-refined copper) とする。Cu 99.5% の製品を年間2万トン生産する。1日24時間、週7日操業とし、精練実収率97.5% を見込んでいる。この製品は、ソハールの北20キロメートル地点の新港 (未定) より、日本あるいはE.C. に輸出することを予定しているが、輸出先についてはまだ確定されていない。

d. 坑外設備： 自家発電装置、修理工場、淡水化設備、港湾設備、社宅関係施設、その他諸設備が計画されている。

ii) 開発計画

鉱山開発は、財政的契約が終了の後、36ヶ月の建設期間にて行なわれる。各部門の開発設備の内容は次の通りである。

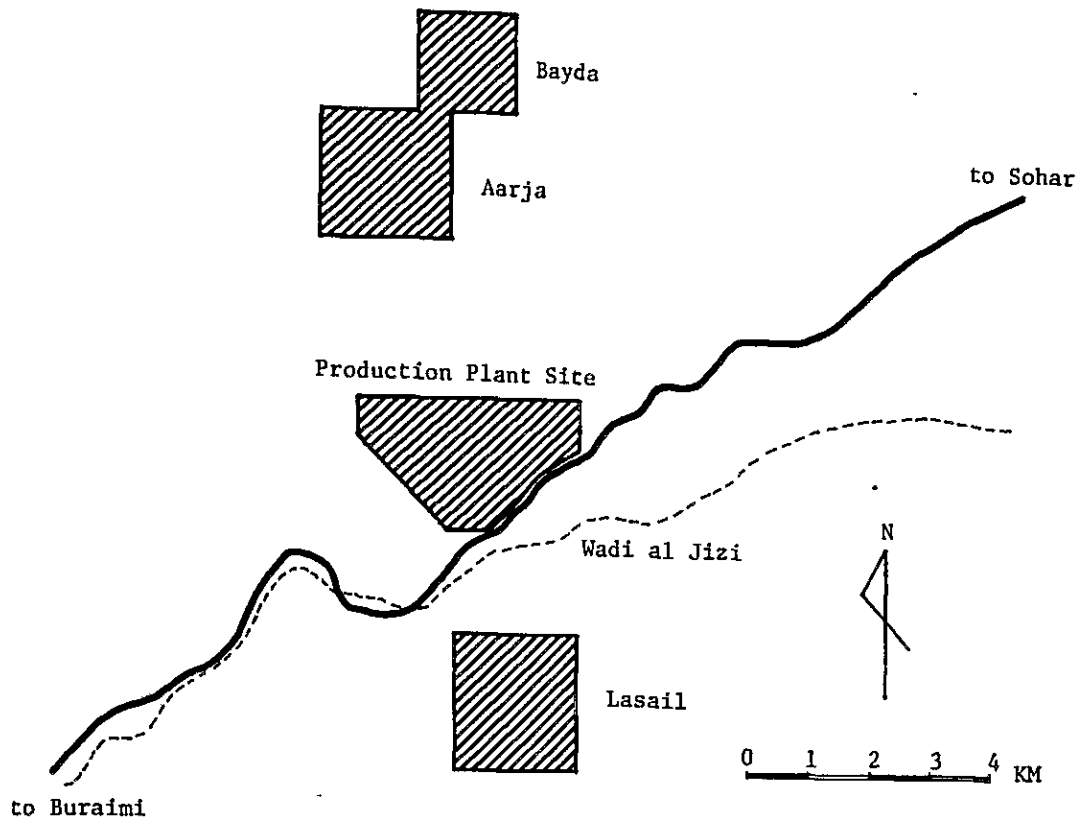


Figure IV-1 Location of the Oman Mining and Company

- a. 採鉱部門： 採掘機械，採鉱事務所，更衣室，コンプレッサー建屋，爆薬貯蔵庫，通気設備，貯水設備，汚物処理，燃料油貯蔵所
- b. 選鉱部門： 破砂，篩分設備，貯鉱舎，浮選設備，尾鉱処理設備
- c. 坑外部門： 給水，電力設備，配電設備，燃料貯蔵所，事務所，分析所，工作工場，港灣設備，製品貯蔵庫，揚水設備
- d. 精錬部門： 比較的小型の電気炉精錬と自熔炉の組み合わせ等が検討されている。

以上の総起業費としては1億2千万ドルが予定されている。なお，選鉱と精錬は同時にスタートされる。従業員数も明らかでないが，約200名以上を要するので，現地，パキスタン，インド及びインドネシアなどからの労働力の導入が考えられている。

ところで以上の開発計画により，この鉱山の銅精鉱を日本が輸入するとした場合，その輸入価格は，D.C.F. (ROR)^{*1}法を用いて試算してみると，次のようになる。

資金返済金利は年8%とする。

起業費 (8% 11年返済)	29.2セント
操業費	28.2セント
輸送費	6.7セント
小計	64.1セント

註*1 Discounted Cash Flow (Rate of Return)

従って銅の市場価格が $64.1 \text{ ¢/lb} + T/C \cdot R/C$ であれば鉱山開発はフィージブルである。T/C 及び R/C は、銅の価格により異なるが、16~20セントである。

現在の銅価格の低迷はプロジェクトの新規開発に対して多くの問題を投げかけるが、銅価格が 85 ¢/lb にまで回復すれば開発は可能である。銅価格の見通し、金利動向、政府の援助策なども国内資源の活用、雇用の安定などの基本目標に加えて考慮に入れ検討すべきであろう。

iii) 開発計画の問題点

開発計画に対する評価は次の通りである。

- a. 鉱量に対して出鉱量が比較的多いことから、山の寿命が約11年と短くなっているが、償却や資金利子などを考えた場合山命を長くすることが望ましい。そのためには鉱量の増加を図る効果的な探鉱と優良な鉱体の把握が必要である。
- b. 海水浮選は現地の立地条件上、やむを得ないと思われるが、工業用、冷却用などには極力現地での水資源の確保に努めるべきである。また特に水質汚染の問題を考える場合、尾鉱処理には十分な対策を立案すべきである。そのため、水資源ならびに水系の調査にも意を注ぐことが必要であろう。
- c. 選鉱では、黄鉄鉱の回収を行わない計画であるが、これは将来の化学プラントの原動力ともなる硫酸原料であることや、排出される亜硫酸ガスの公害対策など、長期展望に立って十分に検討しておく必要のある問題も多い。
- d. 計画では精錬の最終製品は、火力精錬銅とされているが、この製品の世界的需要は少ないと考えられる。従って、電気分解を行ない電気銅に仕上げることも考慮すべきと思われる。

2) 市場評価

(1) 銅の需要

銅の主要国別生産を表Ⅳ-1で見ると、埋蔵鉱量は地域的に限られており、アメリカ、チリ、カナダ、ザンビア、ペルーの5ヶ国で世界の63パーセントを占めている。鉱石の生産量も67パーセントと5大国で占有している。一方、地金の生産および消費量の大国は、アメリカ、ソ連、日本である。次に先進国と発展途上国での地金生産量をみると、それぞれ60パーセントと18パーセントであるが、消費量においては74パーセントと5パーセントとなり、先進国の銅の消費が圧倒的に大きいことを示している。地金消費国では米国に次いで日本が大きく、両国で約40パーセントを消費している。

用途別に見て銅の需要が最も大きいのは電線である。日本における消費の内訳を示したものが次の表Ⅳ-2である。70%近い量が電線として消費されている。日本の1973~76年の歴年でみても、用途別の消費比率がほぼ一定していることがわかる。

(注) *2 セント/ポンド *3 溶錬費 *4 精錬費

Table IV-1 World Copper Production

(1) Production by Major Producing Countries (1972)

	1	2	3	4	5	World Total
Ore Reserve (in Million Ton of Copper Contained)	U. S. A. 73.5 (23.8%)	CHILE 50.8 (16.5%)	CANADA 27.2 (8.8%)	ZAMBIA 24.5 (7.9%)	PERU 20.2 (6.5%)	308.4
Ore Production (in Thousand Ton of Copper Contained)	U. S. A. 1,490 (21.2%)	U. S. S. R. 1,050 (14.9%)	ZAMBIA 717 (10.2%)	CHILE 717 (10.2%)	CANADA 709 (10.1%)	7,034
Copper Production (in Thousand Ton)	U. S. A. 1,989 (24.9%)	U. S. S. R. 1,080 (13.5%)	JAPAN 810 (10.1%)	ZAMBIA 615 (7.7%)	CANADA 496 (6.2%)	7,997
Copper Consumption (in Thousand Ton)	U. S. A. 2,023 (25.3%)	JAPAN 954 (12.1%)	U. S. S. R. 910 (11.5%)	GERMANY 672 (8.5%)	ENGLAND 525 (6.6%)	7,883

(2) Production by Groups (1972)

	JAPAN	CIPEC	NON-COMMUNIST		Communist	World Total
			Developed	Developing		
Ore Reserve (in Million Ton)	1.5 (0.5%)	111.3 (36.8%)	272.1 (85.2%)		36.3 (11.8%)	308.4
Ore Production (in Thousand Ton)	112 (1.6%)	2,116 (30.1%)	2,926 (41.6%)	2,692 (38.3%)	1,416 (20.1%)	7,034
Copper Production (in Thousand Ton)	810 (10.1%)	1,232 (16.7%)	4,841 (60.5%)	1,440 (18.4%)	1,686 (21.1%)	7,997
Copper Consumption (in Thousand Ton)	954 (12.1%)	50 (0.6%)	5,883 (74.0%)	360 (4.6%)	1,690 (21.4%)	7,883

(3) Trade by Major Countries (1973)

	1	2	3	4	5	World Total	CIPEC
Export (in Thousand Ton of Copper)	ZAMBIA 760 (14.3%)	CHILE 657 (14.1%)	CANADA 633 (13.6%)	ZAIRE 488 (10.5%)	BELGIUM 322 (6.9%)	4,669	2,021
Import (in Thousand Ton of Copper)	JAPAN 1,223 (25.7%)	GERMANY 774 (16.3%)	U. S. A. 540 (11.3%)	ENGLAND 466 (9.8%)	BELGIUM 446 (9.4%)	4,760	

(Source) Ore Reserve Commodity Data Summaries Others Metalgesellschaft

Table IV-2 Refined Copper Demand in Japan (1973 - 1976)

(Unit: thousand ton)

	Electric wire	Mill product	Alloys casting etc.	Total
1973	849 (71%)	307 (26%)	38 (3%)	1,194 (100%)
1974	502 (69%)	204 (28%)	34 (3%)	740 (100%)
1975	577 (67%)	254 (29%)	31 (4%)	862 (100%)
1976	761 (69%)	315 (28%)	29 (3%)	1,105 (100%)

(Source) Journal of the Electric Wire of Japan (1978)

Table IV-3 Electric Wire Demand in Japan (1973 - 1976)

(Unit: thousand ton)

	Uninsulated wire	Wire for winding	Power cable	Communication cable	Covered wire	Total
1973	93 (10)	194 (21)	109 (11)	168 (18)	372 (40)	936 (100%)
1974	76 (12)	123 (20)	66 (10)	120 (19)	241 (39)	626 (100%)
1975	110 (17)	110 (17)	69 (11)	134 (22)	207 (33)	630 (100%)
1976	126 (17)	155 (20)	92 (12)	106 (14)	277 (37)	756 (100%)

(Source) Journal of the Electric Wire of Japan (1978)

Table IV-4 Order Price of Electric Wire in Japan

(Unit: dolls/ton)

	Uninsulated wire	Wire for winding	Power cable	Communication cable	Covered wire	Average	Price cathode copper
1973	2,132	2,647	3,860	4,191	3,852	3,529	1,871
1974	2,320	3,170	4,088	4,094	4,094	4,023	2,081
1975	2,270	2,300	3,170	4,330	3,570	3,100	1,300
1976	1,780	2,470	3,370	4,480	3,800	2,330	1,470
relative	127	158	228	268	242	197	100

(Source) Journal of the Electric Wire of Japan (1978)

さらに、電線の内訳を日本に例をとって見てみると（表Ⅳ-3）被覆線が最も多く約40パーセントを占めていることがわかる。次いで通信ケーブル、巻線、裸線、電力ケーブルとなっている。

電線の価格を表Ⅳ-4でみると、技術加工度の高い通信ケーブル、被覆線、電力ケーブルが高価格であることが示される。1973～76年を通じて、平均加工価値（電気銅を100とする）は、通信ケーブルが268、裸線は127である。

(2) 国内マーケット

オマーンにおける銅の国内需要は、表Ⅳ-5の通りである。

Table IV-5 Value of Recorded Import of Copper Products(1974 - 1976)

Description of Materials	Value (R.O. thousands)		
	1974	1975	1976
Copper bars, rods, sheet wire etc.	223.4	117.4	175.5
Insulated electric wire & cables	1,707.1	3,063.1	1,996.9
Total	1,930.5	3,170.5	2,171.4

(Source) Statistical Yearbook 1976

1976年の銅量を推定価格で見積ると、棒、板は約200トン、又、電線、ケーブルは約2,000トン前後と推定され、国内の需要はあまり大きくない。インフラストラクチャ建設に伴う国内の電力供給体系や通信網の建設・整備は主要幹線や主要施設に関してはほぼ終了したと思われる。しかしながら、今後は、一般市民生活の広い分野において電化が進み、通信網もより一層拡大するものと思われ、電線・ケーブルを中心とする銅の需要は再び伸びることが予想される。

(3) 湾岸諸国のマーケット

湾岸諸国では、銅山はイランのサーチェシメを除いて、採掘中のものはほとんどない。従って、銅は電線その他製品として輸入されている。表Ⅳ-6でみられるように、1977年の日本からの輸入額は、1973年の世界各国からの湾岸諸国への輸入総額を上回っており、その輸入の増加のすさまじさを示している。また棒、板に比べケーブル線は約3倍の輸入額である。又、これらの国のうち、電線工場を持っている国は、イラン（7工場）、イラク（2）、U.A.E工場建設開始、バーレーン（アルミニウム線）であり、これらのうち、大半の工場は、月間生産が200～400トンである。このように、オマーンの近隣諸国における銅の需要はかなり大きく製品市場のみならず、電気銅の輸出市場として期待できるものである。オマーンの銅資源の存在は、湾岸諸国全体にとっても重要な意味をもっているといえる。

3) 加工プロジェクト

現在進行している精錬プロジェクトでは、火力精錬銅を生産する計画である。しかしながら、

Table IV-6 Total Imports of Copper in Gulf States (1973) & Imports from Japan (1977)

Country	Insulated Electric Wire & Cables	Rod, Sheets Wire etc.	Total (1,000\$)	Import from Japan (1977)	
				Amount (metric ton)	Value (1,000\$)
Iran	41,520	21,486	63,006	14,499	31,050
Saudi Arabia	17,560	N.A.	17,560	8,472	35,836
Kuwait	16,002	N.A.	16,002	3,021	15,972
Iraq	7,821	2,375	10,196	4,934	11,345
Lebanon	N.A.	6,178	6,178	2	5
Bahrain	N.A.	N.A.	N.A.	134	613
Qatar	N.A.	N.A.	N.A.	999	5,418
U.A.E.	N.A.	N.A.	N.A.	9,090	40,570
Oman	N.A.	N.A.	N.A.	253	700
Total	82,903	30,039	112,942	41,403	141,509
World	1,163,720	751,445	1,915,165		

(Source) 1) Yearbook of International Trade Statistics (1975)
2) Journal of the Electric Wire of Japan (May 1978)

Table IV-7 Analyses of Oman Mining and Co

	Concentrate	Predicated analysis of Fire refined copper
Cu	25.7%	99.8%
Fe	30.7%	0.01%
Zn	2.84%	nil
S	37.8%	0.01
Mg	3.5 ppm	nil
SiO ₂	0.96%	
As	0.014	0.004
Sb	0.015	0.005
Au	49.03 g/T	
Ag	0.79 g/T	200 g/T
Pb	0.012	0.003
Se	0.0067	0.005
Te	0.008	0.004
Bi	0.014	0.0005
Ni	0.005	0.005
Co	0.017	trace
O ₂	-	0.05

(Source) Prospection Ltd.

火力精錬銅の生産は鉱石の組成が単純で随伴元素が少ないものに適することや、世界的にみて火力精錬銅を処理する設備が全体の10パーセント弱であり、そのマーケットは小さいことなどにより火力精錬銅を生産するメリットは少ないといえる。いま、試験的な精鉱品位と火力精錬銅の期待分析品位は、表IV-7の通りである。

銅は展性、延性に富み電気伝導率が高く強靱な金属であることから、電線に大部分利用されていることは前にも述べた通りである。無酸素銅および電気銅における電気伝導率におよぼす添加元素の効果を図IV-2に示す。この図から示されるように電気銅(固溶酸素0.03%)に砒素が0.005%混入すると、電気伝導率が2%減少するなど砒素・アンチモン・ニッケル等の不純物の極少量で伝導率は大きく影響されることがわかる。従って、その不純物についての調査がまだ充分に行われていない段階で、現行プロジェクトに従って火力精錬銅を電線加工に使用すること

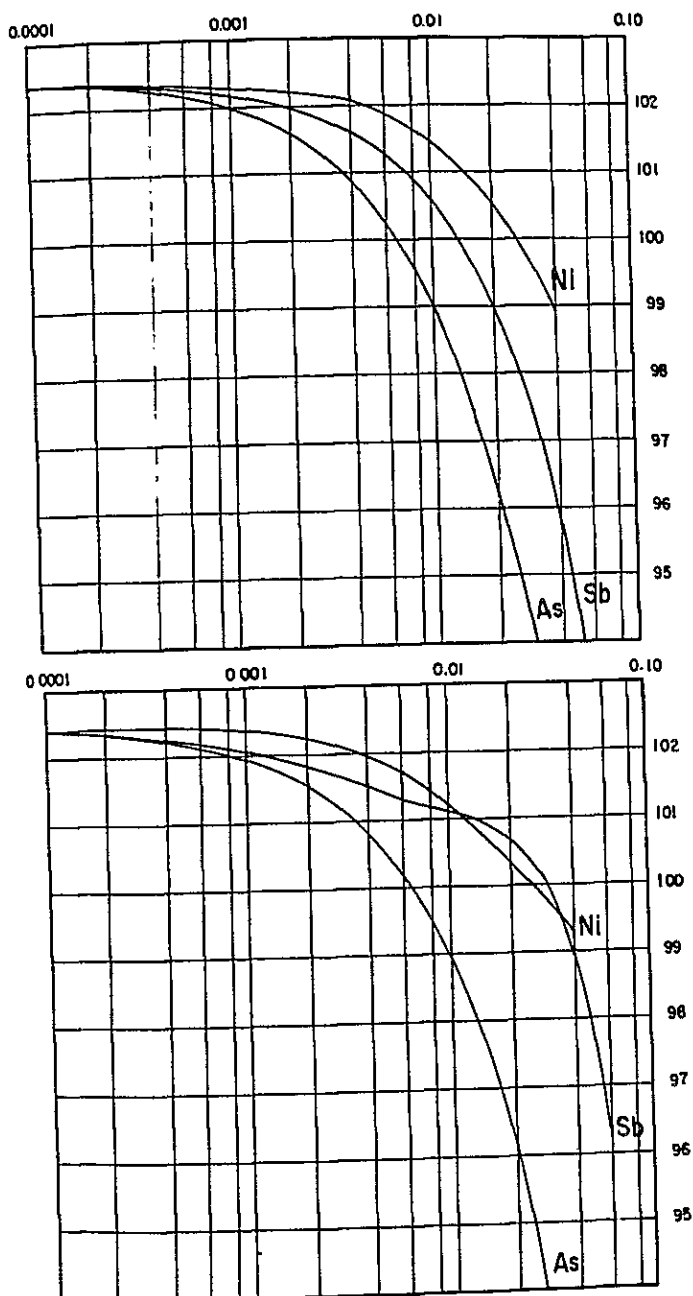


Figure IV-2 Effects of Impurity Elements on the Electric Conductivity

には問題があると推定される。オマーンでは国内向電線加工のみならず、他の銅関連産業が成り立ち得ることを考えた場合、むしろ、電気分解を行ない99.9%の電気銅を作る方がマーケットを拓ける点からも有利になると考えられる。

本調査で検討するプロジェクトでは、精錬による精銅の製造、精銅より電気銅へ、電気銅から荒引線へという順序で加工され、その後、国内需要向けに屋内線用を主体とする被覆線の製造を行なうかあるいは、荒引線のまま輸出にまわされる。その主要な工程は次の図Ⅳ-3の通りである。

(1) 精 錬

銅精錬の工程の大略を示すと、次のとおりである。(図Ⅳ-4)

反射炉等の溶錬の工程では、鉍石または精鉍を溶解して金属硫化物を脈石から分離する。すなわち、銅精鉍を溶解すると硫化銅と硫化鉄が溶け合った硫化物溶融体(カワ)と余分な鉄分や溶剤として添加された珪酸分、石灰分とが溶け合った金属酸化物の溶融体(カラミ)とができ、両者は比重差によって分離する。転炉では溶融状態のカワに空気を吹込み、カワ中の鉄・硫黄等を酸化し、カラミや亜硫酸ガスとして除去し、最後に粗銅をうる。粗銅はまだ純粋な銅ではなく、鉄硫黄および酸素などを僅少含有しており、これに還元ガスを吹き込み、精銅を得る。精銅は酸素や金・銀・アンチモン等の金属類等を含んでいるのでこれをさらに電解して純粋な銅地金にする。

ところで以上の通り、銅精錬は銅鉍石を反射炉あるいは自溶炉で溶解し、溶体をレードで転炉へ送るというバッチシステムで行なうのが通例であったが、種々問題があり、その解決策として世界各国で銅の連続精錬の研究開発がされてきた。日本のMIプロセスもその一つであり、1968年より1,500トン/月の試験炉で長期テストの末、図Ⅳ-5に示す4,000トン/月規模のものが1974年に完成された。その特質は、設備投資費が小さいこと、また、省エネルギー、省資源、無公害、省力化の観点から非常にすぐれている点である。(図Ⅳ-6)したがってオマーンにおいて銅の連続精錬を検討する価値があると思われる。

(2) 電気分解

この過程では、精銅を電気分解して電気銅に精製する。電気分解は精銅を陽極、薄銅板を陰極とし、電解液には硫酸銅溶液を使用して行なう。精銅は分解して溶け、電流に運ばれて陰極の銅板に付着して銅地金(銅99.99%)ができる。なお、電気分解の際の陽極泥にセレン、金、銀等が沈澱する。これらのうち、銀が最も含有量が多く、約200kg/月が見込まれるが、単独処理するのは少量すぎるため、売却することとする。また、電解の廃液から硫酸銅、硫酸ニッケルを採取する。生産の概要は下記の通りである。

i) 生産：1,700トン/月

ii) 起業費：約2,780千R.O

iii) 建 屋：30×100メートル

iv) 人 員：係員2名、作業員 30名

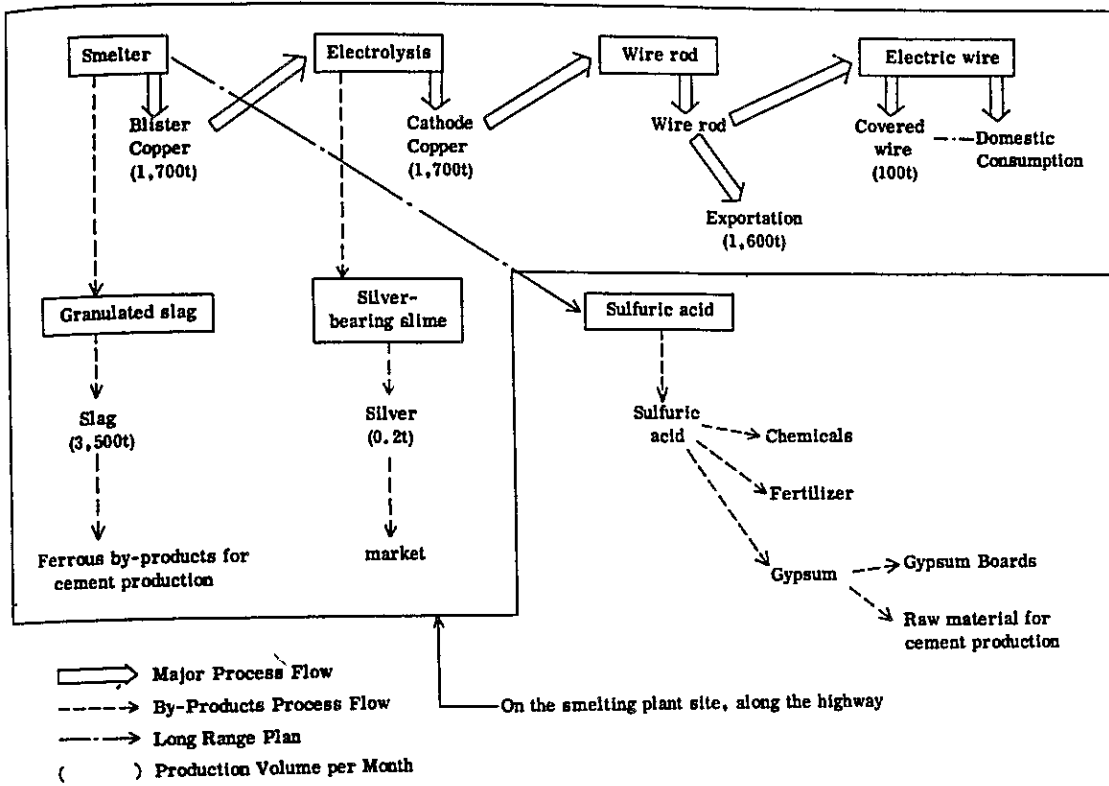


Figure IV-3 Copper Fabrication Process

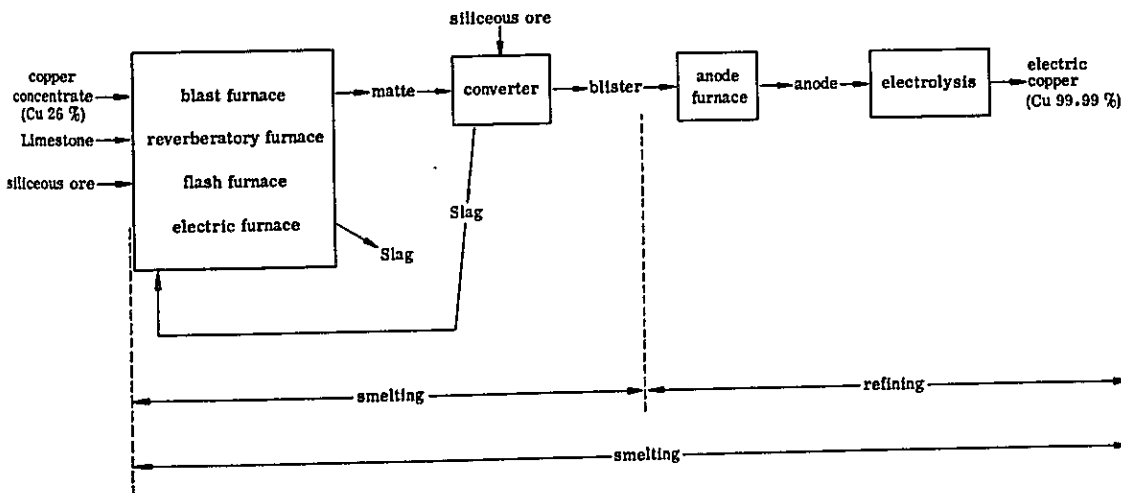
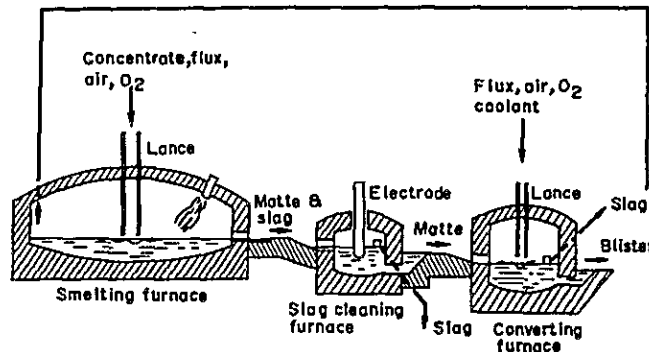
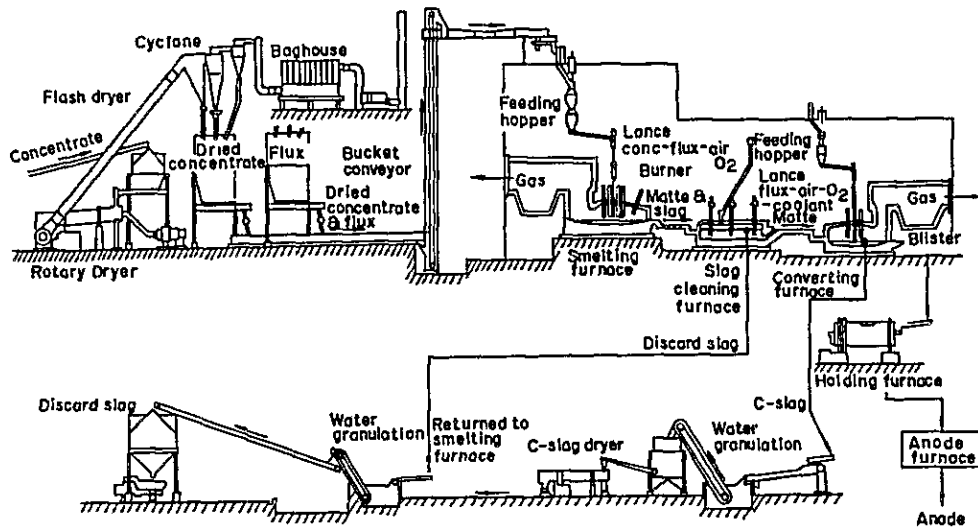


Figure IV-4 Copper Smelting Process



Flowsheet of MI Furnaces

(Source) JICA Mission

Figure IV-5 Schematic Flowsheet of MI Smelter

Figure IV-6 Comparison of Construction Costs, Production Costs, Energy Consumption

	Construction Costs				Production Costs					Energy Consumption			
	smelting	pollution control	other	total	direct	indirect	repayment	interest	total	smelting	sulfuric acid	other	total
Reverberatory	60	46	25	131	59	12	34	24	129	85	57	13	155
Flash	61	42	25	128	54	11	33	23	121	76	33	13	122
MI	54	25	21	100	47	9	26	18	100	74	24	2	100

(Source) Journal of the Mining and Metallurgy of Japan (1977)

- v) 操業：8時間/方，3方/日，7日/週
- vi) 用水量：30 kg/トン (t1' 25m²/ℓ 以下)
- vii) 蒸気量：500 kg/トン
- viii) 電力：370 kWh/トン
- ix) 硫酸量：3 kg/トン

(3) 荒引線の製造

荒引線製造方法には、過去100年以上行われてきた棹銅の熱間圧延法による従来法ならびに近年開発されたSCR法^(註)、CONTIROD法等の連続法がある。SCRは設備が小型であり、系内で酸洗いが行なえるなどの有利な点が多いためこのプロジェクトではSCR法の採用が望ましい。概要は次の通りである。

- i) 生産：1,700トン/月
- ii) 規格：8mm
- iii) 起業費：約3,470千R.O
- iv) 工業用地：100×200m
- v) 建屋：22×65m
- vi) 建設期間：24ヶ月
- vii) 操業：8時間/日 6日/週
- viii) 操業人員：係員2名，作業員15名
- ix) 電力使用量：236M.W.H/月
- L.P.G使用量：88トン/月

(註) SCR法 (Southwire Continuous Rod)

原料	溶解炉	鑄造機	圧延機
カソード	シャフト炉	サウスワイヤー	モルガン

(4) 銅ケーブルの製造

国内需要ならびに湾岸諸国などの需要を勘案して、電線の種類を充分検討する必要があるが、ここでは一応、一般向の屋内線を例にして検討する。さしあたり、国内需要向けに100トン/月生産し、需要をみながら徐々に増産する。

- i) 生産能力：100トン/月 (ビニール被覆線)
- ii) 操業：1方 7時間/方
- iii) 生産配分：単線 (1.2 1.6 2.0 mm) 15トン
撚線 (0.9 ~ 8 mm) 20トン (14 ~ 38 mm) 65トン

IV) 製造設備概算

伸線機	3台	237千R.O		
撚線機	3台	144千R.O	電源 (1,500 kWh)	45千R.O
押出機	2台	164千R.O	検査設備	18千R.O
焼鈍機	1台	54千R.O	その他雑工事	90千R.O
把取機	1台	38千R.O	建屋 (25×150 m)	340千R.O

合計 1,130千R.O

- v) 人数：20名 ビニールコンパウンドは輸入する。
- vi) 採算：銅価格 金利の条件で変わるが現時点で評価 (電気銅価格 500 R.O / ton , 金利

8%)すると以下のようになる。

売上額	97 千 R.O
原料費 (荒引線及びその他)	54 千 R.O
人件費	18 千 R.O
管理費	10 千 R.O
利益 (利益率16%)	15 千 R.O

(5) まとめ

今プロジェクトにおける鉱山から精錬までを含む鉱業とそれ以降の加工産業との起業費、人員売上金を表IV-8で比較してみると、鉱業は起業費約4千万R.O、人員300名弱、売上げ170万R.Oであるのに対し、加工業のそれらは、7百万R.O(鉱工業の20%)、70名(同25%)、5百万R.O(同30%)である。したがって、1人当りの売上高は鉱業に比較して加工業が約1.3倍となっている。一方、売上高に対する起業投資を見ても、鉱業の0.40に対し加工業は0.64であり、加工業の有利性が強調される。銅の世界市場の現状を考慮すると、銅関連産業の開発は必ずしも楽観視はできないものの、長い目で見た場合、オマーンの銅資源の開発ならびに関連産業の育成は意義が大きい。銅鉱山開発が緒についた現在、銅の生産開始に間に合わせるためにも、速かにフィージビリティ・スタディ(F/S)を実施し、関連産業の将来の開発のための指針を樹立すべきと考える。

Table IV-8 Summary of Copper Project

Products	Consumption period	Investment cost (R.O. thousands)	Labour (person)	Work shift/day	Annual sales copper price 830 R.O./ton
Mining	300T/D	41,520	200	1st shift	16,700 R.O. thousands
Smelting	1,700M/T			dressing	
Total		41,520	300		
Electrolysis	1,700T/M	2,870	32		4,700 R.O. thousands
Wire rod	1,700T/M	3,470	18		
Electric wire	100T/M	1,130	20		
Total		7,380	70		
Grand Total		48,900	370		21,400 R.O. thousands

4) 政府振興策

政府は、プラント輸入に対し積極的に取り組み、開発促進をはかる必要がある。国際的商品である銅は、海外市況ならびに国際緊張に伴う投機の影響を強く受けることにより、価格の変動が激しい。そのため必要運転資金の十分な確保のためには政府保証による海外ならびに国内市中金融の調達が必要であろう。鉱山経営の安定化には、価格の変動に対する対策が十分に講じられることが不可欠であるため、銅価格変動準備金をみとめるなどの措置が必要である。

2. プラスティック製品の製造

一般的にいて、プラスチックには、フェノール、ユリアなどの熱硬化性樹脂と、塩化ビニール、ポリエチレンなどの熱可塑性樹脂の2種があるが、最近では熱可塑性樹脂の伸びが大きい。

表IV-9は、日本におけるプラスチックの用途を表わしたものであるが、容器・ケースなどの雑貨、電気部品、機械部品、輸送機部品から各種建築材（主に内装材）にまで多方面にわたり雑貨の場合を除いてほとんど、産業素材として用いられている。アルミ、鉄、木材など、他産業製品との密接な補完関係のもとに、あらゆる産業部門にその用途を見出すことができる。

Table IV-9 Plastic Products in Japan

	Production (1,000 tons)	Share (%)
Film	785	25.5
Sheet	178	5.8
Plate	112	3.6
Synthetic leather	130	4.2
Pipe	380	12.3
Jount	38	1.2
Machine tools parts	354	11.5
Daily commodities etc.	233	7.6
Container	148	4.8
Construction material	207	6.7
Foamed product	152	5.0
Rainforced products	80	2.6
Others	283	9.2
Total	3,080	100.0

(Source) Journal of Statistics

Ministry of Trade & Industry of Japan

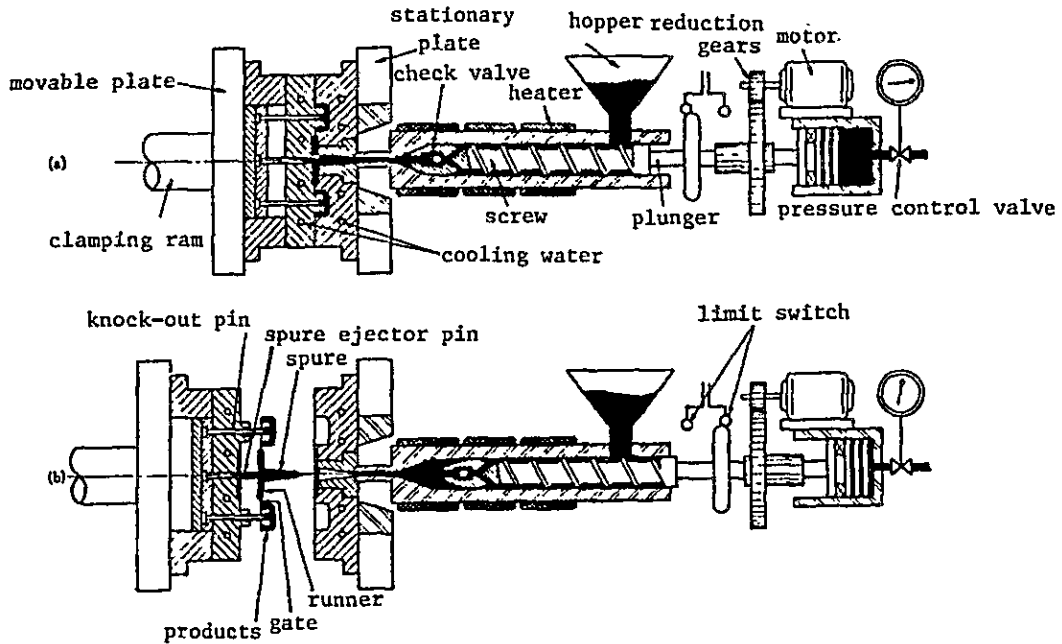
日本においては、輸入、国内市場開発、国内生産、輸出という一連の過程をプラスチック工業は、わずか10年余の間に達成してしまったことから、プラスチックの広い用途を考慮すればオマーンにおけるプラスチック産業の可能性も決して小さくはないと考えられる。

1) 開発の展望と指針

オマーンの1976年のプラスチックの輸入額は656千R.Oであり、その詳細は、明らかでないが、広い範囲の分野で使用されていると思われる。用途別の製品構成やその市場規模の把握を行なった上で、新しい工業化プロジェクトとして工業を選択することは十分に検討に値するものと思われる。特に、容器、雑貨といった日用品が、その市場の広さ、技術的容易性などから考えてとりあえず開発の対象となるであろう。

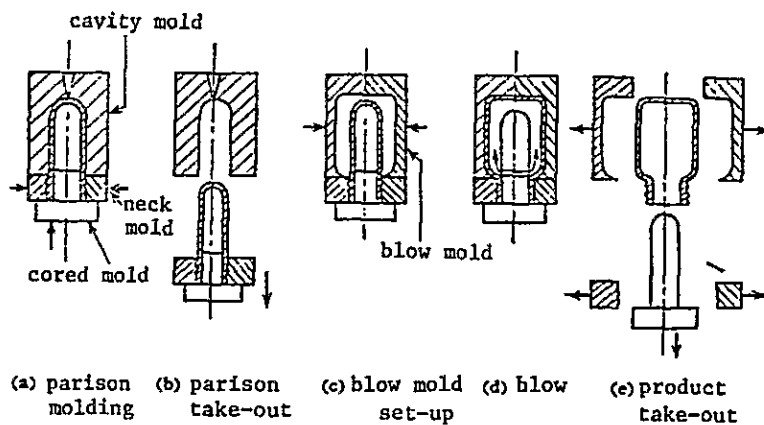
プラスチック加工工業は製造方式上次の様に分類される。また、(1)と(4)については、その代表的な製造装置を図に示す。

(1) 射出成形 — コンテナ、工業部品（弱電部品、自動車部品、バッテリー）、医療器具（注射器）、日用品（玩具、台所用品） 図IV-7参照



(Source) JICA Mission

Figure IV-7 Injection Molding Machine (Inline Screw Style)



(Source) JICA Mission

Figure IV-8 Principle of Blow Molding

(2) フィルム ー包装フィルム

(3) 押し出し ーパイプ(電線用, 水道管, 散水用パイプ)

(4) ブロー ージュート, 袋(セメント用, 肥料用), 容器, 漁網, ロープ 図Ⅳ-8 参照

オマーンのプラスチック輸入の品目別内容を充分調査検討した後, 輸入代替産業の振興の観点から適当なプラスチック製品を選択するのが順序であるが, 一応考えられる対象は, 台所用品, 包装紙, 散水用パイプ, 重袋(セメント工業用), 容器(運搬用-灯油, ガソリン, 水運搬等, 屋外用飲料)などであろう。また射出成形は一般に, 起業費がかさむがブローはその点小額で小規模生産から始めることができ, このような立地条件も考慮した上で, 製造品目を選定することが望ましい。

2) 開発プロジェクトの概要

(1) プラスチック容器の製造

オマーンにおける農業用水, 生活用水の確保は, 一部の都市居住者の場合を除いて, 一般に重要な問題となっている。ポンプによる水の汲み上げと, パイプによる水の配給システムが普及している所を除いて, 水の運搬, 保存は生活において欠くことのできない活動である。

このような生活環境にあって液体, 水のみならず, 燃料, その他生活上必要な物質の運搬, 貯蔵における容器の役割は非常に大きい。プラスチック容器は, その密閉性, 耐食性, 衛生的なこと, 外観のよさ, 軽さ, 使いやすさなどからみて, 他の土器, 陶器などの容器と比較して, 多くの点で優っており, このような製品を大量生産し普及させることは日常生活水準の向上にも寄与することが大きいと思われる。そこで, ここではプラスチック容器の製造を取り上げて, その生産工程を概観してみる。

プラスチック容器の製造は, 先に述べたブロー方式により, この方式は, 他の射出形成方式などに比較して技術的にも容易, 投資規模も小さいなどの利点がある。容器の大きさは, その用途によって様々であるがここでは家庭用水用以外の目的にも使用できる20リットル容器ならびに, 工業薬品の貯蔵・廃液の処理槽, 農業用水槽などに使用できる2 m³容器(タンク)を例にとって検討してみる。

1) 20リットル容器(ポリエチレン)

20リットル容器をブロー方式にて月当り3,000個生産する。製造機械は容器本体製造用と, ふた製造用が必要である。工場の建屋は7×12メートル, 広さ84m²で, その中に機械2台および製品の1部を収納する。起業費のうち, 機械関係は約50,000 R.O. であり, 償却年限は5年とする。建家は約8,000 R.O. で10年で償却するものとする。製品価格を1個あたり2.0 R.O. とすると月間の収支バランスは次の表Ⅳ-10のようになる。ただし, 金型の手直し, 機械装置の若干の修理の能力は, 自社で持つ必要がある。容器一個の価格が2.0 R.O. というのは, その機能性, 耐久性, また他の製品価格との比較から考えて決して高いものではない。ただ, この工場でおマーン全土に供給することを考えると, その輸送コストがかなり増大するため, 末端価格(Price at end

users)は 2.5 ~ 3.0 R.O になると思われる。立地点としては、人口の集中する首都圏が最適であろうが、給水関係の需要においては都市部よりも農村地域のほうが大きい市場となるため、オマーン各地との交通輸送の便を考慮した上で、ニズワを中心とする内陸部での立地も考えられる。

Table IV-10 Profit and Cost of Manufacture of 20 ℓ Plastic Container

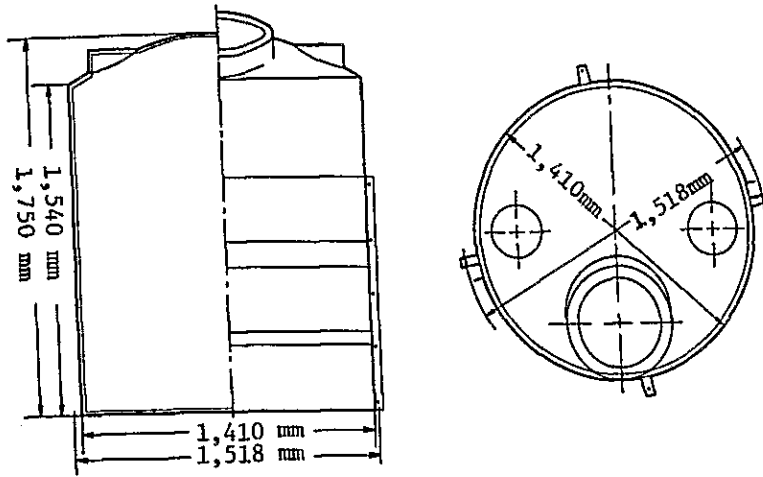
Total Sales	6,000 (R.O.)
Total Cost	4,880
Raw Material polyethylene import price 0.3 R.O. /kg	1,000
Manufacturing Cost	2,780
Equipment (including 150 of cooling water)	200
Labour (4)	1,400
Electricity (1,500 KW)	30
Repair	250
Depreciation	900
Management Cost (Interest, Administrative Cost)	1,100
Gains (19%)	1,120

ii) 水貯蔵用タンク (2 m³)

ポリエチレンの水タンク (容積 2 m³) を、月当り 250 基生産する。タンクの大きさならびに製造工程は、図 N-9, 10 に示す通りである。工場は、20 ℓ 容器の場合と比較して大規模になり、建屋面積は約 2,000 m² である。建屋の投資額は 256 千 R.O で、その償却年数は 20 年とする。機械装置の総額は 100 千 R.O で、10 年で償却するものとする。製品価格は、140 R.O であり、日本国内販売価格より 17% 高い。月間の収支バランスを示すと次の表 N-11 の通りである。

Table IV-11 Profit and Cost of Manufacture of 2 m³ Water Tank

Total Sales	35,000 (R.O.)
Total Cost	30,250
Raw Material (Polyethylene) Cost	97,000
Manufacturing Cost	13,550
Equipment	1,650
Labour (25)	8,750
Utilities	
Repair	750
Depreciation	1,900
Management Cost (Interest, Administrative Cost)	7,000
Gains (14%)	4,750



capacity ℓ	thickness mm	weight kg	supporting frame	frame weight
2,000	7	75	attached	(72)

(Source) JICA Mission

Figure . IV-9 Dimension of 2,000 ℓ tank

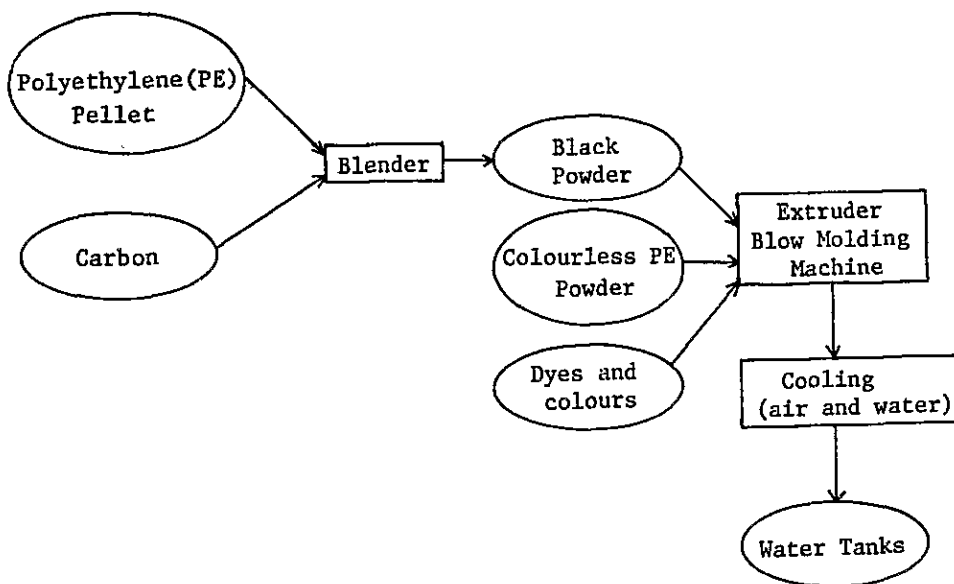


Figure IV-10 Manufacturing Process of Plastic Water Tanks (Large Containers)

第V章 石油・ガス関連プロジェクト

1. 石油利用産業の現状と可能性

石油はオマーンの経済の支柱であり、石油の輸出による収入はオマーンの外貨収入の80%以上を占めている。しかし国内では原油を利用する産業はほとんど存在せず、わずかに1977年より発電用燃料に原油が使用された。これもガス管の完成により、ガスに置き換えられる。

オマーンが必要とする石油製品のすべて、すなわち航空ガソリン、並級および高級自動車ガソリン、灯油、JET-A-1（民間航空用のジェット燃料）、ディーゼル軽油、LPG、重油、潤滑油、アスファルトなど、すべての石油製品は輸入している。このうち、JET-A-1のかかなりの量および重油の大部分は再輸出されている。製品販売はShell Markets（Middle East）Ltd. およびBP Arabian Agencies Ltd. の二社が行なっている。

1) 石油製品の需要と販売

1971年から1977年までの石油製品の消費実績を表V-1に示す。

Table V-1 Consumption of Petroleum Products

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Premium motor gasoline	0.1	0.1	0.3	0.5	1.0	1.8
Regular motor gasoline	0.6	0.7	1.1	1.3	1.5	1.6
Light oil (Diesel Fuel)	0.9	0.9	1.4	2.6	4.6	4.0
JET-A-1 and kerosene	0.2	0.3	0.7	1.3	1.6	2.0
Total of distillate fuels	1.8	2.1	3.5	5.9	8.8	9.4
Heavy fuel oil	26.2	22.4	18.6	14.6	15.2	16.0
Total	28.0	24.5	22.1	20.5	24.0	25.4

(Notes) (1) Unit: 1,000 barrels/day 365 days/year

(2) Octane number of premium motor gasoline is 97.

(3) Octane number of regular motor gasoline is 90.

(4) The numbers are rounded at one decimal.

(Source) Statistical Yearbook and Ministry of Commerce and Industry

燃料重油は外航船舶へ供給するバンカー重油であるから、オマーン国内の石油製品需要は現在やっと1万バレル/日に達したところである。オマーン政府は、石油製品の伸びを表V-2のように予測している。この需要予測を年間の伸び率でみると表V-3のとおりである。

Table V-2 Estimated Demand for Petroleum Products

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Premium motor gasoline	2.5	3.2	3.8	4.3	4.8	5.2	5.7	6.0
Regular motor gasoline	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Light oil (Diesel Fuel)	4.8	5.5	6.2	6.8	7.5	7.8	8.2	8.7
JET-A-1 and kerosene	2.4	2.8	3.1	3.4	3.6	3.7	3.9	4.1
Total of distillate fuels	11.5	13.4	15.1	16.6	18.1	19.0	20.2	21.3
Heavy fuel oil	15.0	14.0	13.0	12.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Total	26.5	27.4	28.1	28.6	28.1	29.0	30.2	31.3

- (Notes) (1) Unit: 1,000 barrels/day 365 days/year
 (2) Octane number of premium motor gasoline is 97.
 (3) Octane number of regular motor gasoline is 90.
 (4) The numbers are rounded at one decimal.

(Source) Ministry of Commerce and Industry

Table V-3 Rate of Increase in Demand for Petroleum Products

	1978/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Premium motor gasoline	28	19	13	12	8	10	5
Regular motor gasoline	6	5	5	5	5	4	4
Light oil	15	13	10	10	4	5	6
JET-A-1 and kerosene	17	11	10	6	3	5	5
Total of distillate fuels	17	13	10	9	5	6	5
Heavy fuel oil	-9	-9	-9	-8	0	0	0

(Unit) Percent of increase compared to the previous year

(Source) JICA MISSION

自動車ガソリン、軽油、JET-A-1および灯油の留出油については伸び率は低下するが、今後とも需要は伸長すると予測している。自動車ガソリンでは、オクタン価97の高級ガソリンがオクタン価90の並級ガソリンの二倍以上消費されるとしている。自動車ガソリンには、加鉛ガソリンが使用されている。軽油は大型自動車、土木建設機械、発電、その他の燃料として用いられ

ている。首都圏付近では、発電用と工業用に今後天然ガスが使用されるので、軽油の伸びは低下する。JET-A-1および灯油の伸びは、民間航空の伸びに大きく依存する。燃料重油は、オマーン国内ではほとんど消費されず、ミナ・アル・ファール、ミナ・カブース、レイストなどの港で船舶に供給するバンカー重油である。燃料重油の消費量が低下すると予測される理由は、他のアラビア湾岸の港でさらに有利にバンカー重油を購入できる見込みなので、オマーン王国での給油が減少すると考えられている。

JET-A-1を除く留出油の約60パーセントから70パーセントをShell Markets (Middle East) が販売し、JET-A-1の大部分と残りの留出油をBP Arabian Agencies Ltd. が販売している。Shell Market (M.E.)はオマーン全域で営業活動を行っており、軽油以外の製品をドバイのShell貯油所より1,000から3,000トンのコースタルタンカーで、ミナ・アル・ファール港、マシラ島およびレイスト港に転送している。軽油はドバイの貯油所を経由せずにアラビア湾岸ならびにイランの製油所より直接搬入している。BP Arabian Agencies はおもにイランの製油所より直接輸入している。

2) 石油製品の価格

オマーン到着の石油製品の価格は、現在ほぼ表V-4のように推定される。マスカット付近でのサービスステーションにおける製品小売価格は、ほぼ次の表V-5の通りであり、これより上記のオマーン到着価格はほぼ妥当と判断される。

Table V-4 Import Prices of Petroleum Products

	Baiza/litre	US\$/ton
Premium motor gasoline	46	-
Regular motor gasoline	42	-
Light oil	39	-
JET-A-1 and kerosene	42	-
Heavy fuel oil	-	70

(Note) 1,000 baiza = 1 Oman Rial = US\$3.0

(Source) JICA MISSION

Table V-5 Retail Prices of Petroleum Products

	Baiza/litre
Premium motor gasoline	60
Regular motor gasoline	56
Light oil	50
JET-A-1 and kerosene	50

(Source) JICA MISSION

3) 製油所計画とその予備的検討

前述のとおり現在オマーンは、石油製品をすべて輸入している。現在の国内需要 10,000バレル/日では、国内市場を対象にした製油所の建設はかなり考え難い。しかし、1985年の予測需要、すなわち留出油合計 21,300 バレル/日、全油種合計 31,300バレル/日を対象にすれば一応経済規模の製油所が考えられる。現在オマーンには、官民ともに具体的な製油所計画はなく企業化事前スタディ (feasibility study, F/S) も行なわれていない。ただし、PDO その他から製油所の F/S 実施に関するプロポーザルが政府あてに提出されており、製油所の具体的な検討がなされないまま関係者の間で話題になっている。

オマーンで考えられている製油所には二つの異なったタイプがあり、一つはいわゆる製油所ではトッピングプラントとも称すべきものである。製油所は高級/並級ガソリン、軽油、JET-A-1、灯油、重油の全製品を生産できる装置をもっているが、トッピングプラントはより簡単に原油蒸留装置とその他最低限度の設備をもち、軽油、JET-A-1、灯油と重油は生産するがガソリンは生産しない。

オマーンでの現地調査最終日に提出した中間報告 (Interim Report) で、われわれ日本国政府ミッションは、製油所計画の予備的検討 (Prefeasibility Study) を行なうことを表明した。

(1) 製油所計画の成立条件

予備的検討で製油所計画が、経済的、技術的に成立可能かどうかの判断材料として次の項目が考えられる。

- a. 原材料の存在、供給量と品質の妥当性
- b. 国内の石油製品需要の大きさ (ここでは国内むけの製油所を対象とし、輸出むけの製油所は考えない。)
- c. 製油所用地の存在、その用地の自然、社会的環境
- d. 製油所用地でのインフラストラクチャー、ユーティリティの存在の有無
- e. 技術、人材の有無
- f. 使用するプロセスの技術的信頼性
- g. 製品の価格と品質での競争力
- h. 投資に対する利潤

以上の項目に対して次に検討する。

i) 原材料の存在、供給量と品質の妥当性

現在、オマーン北部地区の PDO 鉱区より産出するオマーン原油は、製油所原料として品質的に、また当分の間、量的にも満足できる原料である。オマーンの石油製品需要を満たすためには、オマーン原油単独がよいか、あるいは近隣で産出する原油も適当な割合で使用した方が望ましいかは検討を要する問題であるが、本予備的検討ではオマーン原油単独を対象として考える。製油所の場合、原油以外の原材料はほとんど無視することができる。この「原材料の存在、供給量と

品質の妥当性」の条件は、満たされると考えてよい。

ii) 国内の石油製品需要の大きさ

オマーン政府の需要予測にもとずき、1985年における留出油の需要が21,300バレル/日、燃料重油を含め31,300バレル/日の需要が期待される。製油所建設までにいたる各種の作業を考え、1985年の需要を満たす能力を基準とすると、経済的規模の製油所が考えられる。

iii) 製油所用地の存在、その用地の自然、社会的環境

現在、原油の出荷、石油製品の受入と出荷港として使用されているミナ・アル・ファールを考えると、既設設備をかなり移設せねばならぬが、約50,000バレル/日程度の製油所であれば建設可能な敷地がある。既設設備は、原油と重油船積用の一点繫留ブイ(SBM)、石油製品受入転送のための棧橋、30万バレルの原油タンク6基、90万バレルの原油タンク1基、石油製品タンク数基ならびに建築物、資材置場などである。石油関連施設は、製油所建設後も同じ目的で使用可能であり、建築物はミナ・アル・ファール以外に移動しても大きな問題はない。

オマーン原油を使用するかぎり、原油の受入設備を必要とせず、15万バレル程度のサービスタンク1基を追加するだけで足りる。製油所が生産する製品は、既設の製品タンクと製品棧橋とそれの若干の増強により、取り扱いおよび出荷することができる。

ミナ・アル・ファールの地上および海の自然環境は、F/Sの段階ではより詳細な調査を行う必要があるが、上記の製油設備および付帯設備の建設に特に問題はないと思われる。

iv) 製油所用地でのインフラストラクチュア、ユーティリティの存在の有無

ミナ・アル・ファールは専用道路により、マスカットとシーブ空港間の幹線道路と結ばれており、道路による資材と人員の搬入、製品の出荷、要員の通勤には問題ない。また、マスカット、マトラーおよびルウィ都市機能(病院、学校、スーパーマーケット、各種製品の販売店、銀行、保険会社、電信、電話、国際国内用空港、ホテルなど)が容易に使用できる位置にあることも有利な条件である。

iii)ですでに説明したとおりミナ・アル・ファールには、小規模な石油棧橋はある。製油所のために石油棧橋の増強が必要となっても、そのための余地は十分ある。また、製油所の運転に必要な電力、スチーム、水などのユーティリティは、十分な能力をもつ発電設備、ボイラー、造水プラント、冷水塔を製油所に併設することにより供給できる。製油所の運転に必要な燃料は、製油所のオフガス(Off Gas)と製油所製品重油、またはアル・グブラよりガス管を敷設して使用してもよい。現在この地区に十分なユーティリティが存在しないが、それが特に製油所計画の決定的な阻害要因にはならない。

v) 技術、人材の有無

オマーンには、石油精製産業あるいは類似なプロセス産業は存在しない。したがって石油精製の基礎計画、技術的検討、プロセスの選定、設計、資材調達、建設、運転などの技術、人材はオマーンにはほとんど存在しないと考えられる。製品の貯蔵、輸送、販売の分野では、Shell

Markets (Middle East) および BP Arabian Agencies に若干のオマーン人が働いているので、人材と技術はオマーンに多少とも存在するが十分ではない。

オマーンに石油精製業を設立するためには、これらの技術および人材のほとんどを外国人に依存することになる。これらの人材を外国から導入することは特に困難ではないが、コストが高くなる。

vi) 使用するプロセスの技術的信頼性

この製油所計画で必要とするプロセス、設備は、技術的に確立されたものだけで足りる。製油設備は原油蒸留装置、軽質ガソリン (Light Straight Run) のスウィートニング装置、重質ガソリン (Heavy Straight Run) の脱硫改質装置、JET-A-1 および灯油のスウィートニング装置、LPG 回収装置が主なもので、軽油、重油の脱硫装置、水素発生装置などは必要としない。ユーティリティ設備としては発電設備、ボイラー、造水プラント、冷水塔が必要であり、オフサイト設備としては原油サービスタンク、製品タンク、出荷設備、消防設備、廃水処理設備などが必要である。これらの設備の建設は、いずれも技術的には問題ない。

この製油所計画においては、すべて技術的信頼性の立証されたプロセス、プラントを選定することができる。問題は経験豊かな人材をそろえることができるか、またチーム内の意志疎通を円滑に行なえるかである。人種、文化的背景、言語などの異なる多数の人間が関係するので、意志疎通は問題になり易い。

vii) 製品の価格と品質での競争力

この点は製油所計画の最大の問題点である。現在二つの販売会社の Shell Markets (Middle East) Ltd. と BP Arabian Agencies Ltd. はそれぞれドバイの貯油所とイランの製油所から比較的小型のタンカーで、石油製品を搬入している。オマーンの石油需要は小さく、1985年での需要量 30,000 バレル/日の石油製品は近隣諸国の既設および建設予定の製油所から容易に供給可能であろう。アラビア湾岸諸国の製油所能力と石油製品の需要を表 V-6 に示すが、この地域で担当の石油製品輸出余力が予想される。さらにこの他にも最終決定にはいたっていないが、表 V-7 のような輸出向製油所が検討されている。これら輸出向製油所計画のどれかが実現した場合、製品余剰の傾向はさらに顕著になる。

これら近隣諸国の大規模な製油所から転送したミナ・アル・ファールでの CIF 石油製品価格に、オマーンの製油所出口価格が経済的に競争できるかは疑問であり、製油所の F/S を実施する場合にはこの点を詳しく検討する必要がある。製品の品質は vi) 「使用するプロセスの技術的信頼性」で述べた装置で十分使用目的に合った製品の製造が可能であり、品質上の競争力は問題ない。

viii) 投資に対する利潤

5 万バレル/日規模の製油所に対する投資の経済性を、内部収益率 (Internal Rate of Return. IRR) で評価した。

Table V-6 Capacities of Refineries and Demand for Petroleum Products in the Gulf Countries

Countries	Capacity of Refinery (1,000 barrels/day)			Estimated Demand for Petroleum Products in 1985 (1,000 barrels/day)
	Present capacity	Planned capacity under construction	Total	
Bahrain	781	449	1,230	850
Iraq	169		169	200
Kuwait	685		685	150
Qatar	9		9	
Saudi Arabia	603	214	817	600
United Arab Emirates	15	120	135	50
Oman	0	0	0	30
Total	2,262	783	3,045	1,880

(Source) International Petroleum Encyclopedia 1977

Table V-7 Construction Projects of Oil Refineries for Export in the Gulf

Countries	Site	Capacity (1,000 barrels/day)
Iraq	Basra	300
Saudi Arabia	Al Jubayl	250
	Yanbu	500
Kuwait	Shaiba	250
Iran	-	500

(Source) JICA MISSION

表V-8「製油所能力と製品輸出入量」に示すように、製油所の能力はかなり広い選択の幅がある。1985年の予測需要を全製品に対して満たそうとすると6万バレル/日の能力が必要になるが、製品総量の約47パーセントを輸出せねばならず能力は過剰である。製油所能力が5万バレル/日の場合も依然として製品総量の39パーセントを輸出せねばならないが、製油所の経済規模を考えるとあまり小規模にもできない。またガソリン、灯油、軽油などの国内需要のある主

Table V-8 Products Surplus and Deficit at Various Refinery Capacities

	Demand 1985 (BPCD)	Yield/Omani Crude Oil		Maximum Refinery Capacity (BPCD)			Minimum Refinery Capacity (BPSD)			50,000 BPSD Refinery		
		wt. %	vol. %	Production	Surplus	Deficit	Production	Surplus	Deficit	Production	Surplus	Deficit
Gas		0.35										
LPG		1.53	2.40	1,440	1,440	0	703	703	0	1,084	1,084	0
Motor gasoline	8,500		14.3	8,500	80	0	4,188	0	4,312	6,464	0	2,036
Jet-A-1 and Kerosene	4,100		14.0	8,400	4,300	0	4,100	0	0	6,329	2,229	0
Light oil	8,700		14.5	8,700	0	0	4,246	0	4,454	6,555	0	2,145
Heavy oil	10,000		52.5	31,500	21,500	0	15,375	5,375		23,733	13,733	
Total	31,300			58,620	27,320	0	28,612	6,078	8,766	44,165	17,046	4,181
Omani crude oil				60,000			29,286			45,205		

(Source) JICA MISSION

Table V-9 Net Profit/Loss of 50,000-Barrel/Day Refinery

	Based on Current Price				Sensitivity Analysis			
	A Production (barrel/day)	B Production (1,000bbl/year)	C Price (US\$/barrel)	D Sales (Million US\$)	E Profit (US\$/BBL)	C' Price (US\$/barrel)	D' Sales (Million US\$)	E' Profit (US\$/BBL)
LPG	1,084	396	11.2	4.44		10.6	4.22	
Premium motor gasoline	4,563	1,665	21.9	34.46		20.8	34.64	
Regular motor gasoline	1,901	694	20.0	13.58		19.0	13.19	
JET-A-1 Kerosene	6,329	2,310	20.0	46.20		19.0	43.88	
Light oil	6,555	2,393	18.6	44.51		17.7	42.28	
Heavy oil	23,733	8,663	11.3	97.89		10.7	93.00	
Total	44,165	16,121	Av=15.10	243.38		14.3	231.21	
	Consumption (barrel/day)	Consumption (1,000bbl/year)	Price (US\$/barrel)	Material Cost (Million US\$)			Material Cost (Million US\$)	
Crude oil	45,205	16,500	13.0	214.50				
Fuel gas (converted to oil volume)	1,130	413	6.5	2.68			217.16	
Sales (gross)				26.20	1.58		14.03	0.85
Operation cost				6.90			6.90	
Net profit				19.30	1.16		7.13	0.43

(Source) JICA MISSION

要石油製品の輸入を増やしたくないので、5万バレル/日の規模で検討する。

5万バレル/日規模の製油所の収支を表V-9「製油所収支計算」に示す。製品および原油価格は現在価格を用いたが、感度分析 (Sensitivity Analysis) として全製品価格が一様に5パーセント低下した場合の収支も計算した。製品価格を低くした感度分析を行なった理由は、アラビア湾岸諸国で製品余剰が生じ、その結果、製品価格の低下をまねく可能性が高いからである。

表V-10「内部収益率」に、次の6ケースに対する内部収益率の計算を示す。

Table V-10-1 Internal Rate of Return (Case 1, Case 2)

Year	Case 1				Case 2			
	Investment MM US\$	Revenue MM US\$	Rate of Return DCF 28%	Rate of Return DCF 29%	Investment MM US\$	Revenue MM US\$	Rate of Return DCF 5%	Rate of Return DCF 6%
0	(10)		1.0000	1.0000	(10)		1.0000	1.0000
1	(20)		0.7813	0.7752	(20)		0.9524	0.9434
2	(20)		0.6104	0.6009	(20)		0.9070	0.8900
3		19.30				7.13		
4		"				"		
5		"				"		
6		"	1.9952	1.9098		"	7.0038	6.5505
7		"				"		
8		"				"		
9		"				"		
10		"				"		
11		"				"		
12		"				"		
Present value (MMUS\$)			0.6734	-0.6629			2.7491	0.0371

(Source) JICA MISSION

Table V-10-2 Internal Rate of Return (Case 3, Case 4)

Year	Case 3				Case 4			
	Investment MM US\$	Revenue MM US\$	Rate of Return DCF 35%	Rate of Return DCF 34%	Investment MM US\$	Revenue MM US\$	Rate of Return DCF 10%	Rate of Return DCF 11%
0	(8)		1.0000	1.0000	(8)		1.0000	1.0000
1	(16)		0.7407	0.7463	(16)		0.9091	0.9009
2	(16)		0.5487	0.5569	(16)		0.8264	0.8116
3		19.30				7.13		
4		"				"		
5		"				"		
6		"	1.4897	1.5502		"	5.0782	4.7798
7		"				"		
8		"				"		
9		"				"		
10		"				"		
11		"				"		
12		"				"		
Present value (MMUS\$)			0.1208	1.0677			0.4396	-1.3200

(Source) JICA MISSION

Table V-10-3 Internal Rate of Return (Case5, Cese6)

Year	Case 5				Case 6			
	Investment MM US\$	Revenue MM US\$	Rate of Return DCF 23%	Rate of Return DCF 34%	Investment MM US\$	Revenue MM US\$	Rate of Return DCF 2%	Rate of Return DCF 3%
0	(12)		1.0000	1.0000	(12)		1.0000	1.0000
1	(24)		0.8130	0.8065	(24)		0.9804	0.9709
2	(24)		0.6610	0.6504	(24)		0.9612	0.9426
3		19.30						
4		"						
5		"						
6		"						
7		"	2.5112	2.3945		"	8.6338	8.0405
8		"				"		
9		"				"		
10		"				"		
11		"				"		
12		"				"		
Present value (MMUS\$)			1.0902	-0.7518			2.9606	-0.5952

(Source) JICA MISSION

- ケース 1 投資額 5 千万ドル，製品は現在価格，プロジェクト 10 年
 ケース 2 投資額 5 千万ドル，製品は現在価格の 95 パーセント，プロジェクト 10 年
 ケース 3 投資額 4 千万ドル，製品は現在価格，プロジェクト 10 年
 ケース 4 投資額 4 千万ドル，製品は現在価格の 95 パーセント，プロジェクト 10 年
 ケース 5 投資額 6 千万ドル，製品は現在価格，プロジェクト 10 年
 ケース 6 投資額 6 千万ドル，製品は現在価格の 95 パーセント，プロジェクト 10 年
 上記 6 ケースに対する内部収益率は次のとおりである。(表 V-11)

Table V-11 Internal Rate of Return of Each Case

Investment	Based on present prices of products	Based on 95% of present prices of products
50 M. US\$	28.5% (Case 1)	6.0% (Case 2)
40 M. US\$	35.1% (Case 3)	10.2% (Case 4)
60 M. US\$	23.6% (Case 5)	2.9% (Case 6)

(Source) JICA MISSION

なお製品価格、原油価格、製油所建設費および製油所運転経費の推定は1978年現在で求めた。このケーススタディの意味は、現在価格で投資額が約6千万ドル以下であれば、製品価格の低下や稼働率のいちじるしい低下がない限り、経済的に立ち得る範囲が存在することを示している。将来に関しては、建設コスト、原油コスト、製品価格等の予測値を用いて検討する必要がある。オマーン側に製油所建設の希望があれば、この観点より、更に詳細な調査をしてから実施せねばならない。また投資額、製品価格の変動のいずれも内部収益率に与える影響が大きい事には注目すべきである。特に後者は長期的予測が困難であり、アラビア湾岸地域の大型製油所計画の推移に十分注目し、将来製品価格の下落要因がないか見きわめる必要がある。

(2) まとめ

以上に述べた製油所計画の成立条件を次のようにまとめる。

1. 原材料の供給と品質

オマーン原油を使用することにより、原材料の供給は確保され品質も問題なし。

2. 石油製品の国内需要

1985年には、5万バレル/日規模の製油所能力に相当する需要がある。

3. 製油所用地の存在、その用地の自然社会環境

ミナ・アル・ファールを用いることにより、この条件も満たすことができる。

4. インフラストラクチャ、ユーティリティ

ミナ・アル・ファールには必要最少限のインフラストラクチャが存在するし、さらに追加の必要がある。ユーティリティ供給設備は、製油所計画に含める必要がある。

5. 技術、人材の有無

かなり外人に依存する必要がある。

6. プロセスの技術的信頼性

技術的に十分確立されたプロセスを使用できる。

7. 製品の価格と品質の競争力

アラビア湾岸諸国で多くの大規模製油所計画があり、石油製品の過剰が予想される。これら過剰製品の輸入価格とオマーン製油所の製品価格との競争が問題である。オマーン製油所の製品品質は十分競争力のあるものとなる。

8. 投資に対する利潤

内部収益率から判断すると、条件によっては経済的には成立し得る。しかし製品価格の内部収益率におよぼす影響が大きく、アラビア湾岸地域での製品過剰のため製品価格が低下すると、プロジェクトは成立し難くなる。

1から8までの評価基準よりオマーンでの製油所計画の妥当性を判断すると、一見してかなり有望であるように見える。しかし製油所計画の具体化のためにはF/Sを実施する必要があり、その段階では詳細なコスト見積額に基づいて製油所の経済性を評価せねばならない。さらに重要

なことは自国に5万バレル程度の製油所を建設することと、アラビア湾岸諸国のより大規模な製油所から石油製品を転送受入れすることのいずれが有利か、慎重に検討する必要がある。

2. ガス利用産業の現状と可能性

オマーンの天然ガス資源は随伴ガスとガス田ガスがあり、主ガス田はイバル付近にある。ガス田の規模は140MMSCFD（MMSCFDは摂氏15度、1気圧で1日当り百万立方フィート）の生産を、約80年間持続できるほどのものと考えられている。20インチのガス管がイバルからアル・グブラまで敷設され、われわれが現地調査を行なった3月の時点では、パイプライン敷設工事は最終段階に達していた。パイプラインの設計能力は、コンプレッサーなしで140MMSCFD、コンプレッサーを使用してガスを圧送すれば320MMSCFDである。ガス管の敷設と同時に、イバルに液化石油ガス（LPG）と天然ガソリン（NGL）を天然ガスより回収する設備が建設された。

上記のガスパイプラインの完成により、マスカット付近の首都圏で産業用エネルギーが入手可能となり、オマーンの工業化に一つの有利な条件が備わったと考えられる。

アル・グブラ発電所（78MW）は、1978年よりガスを燃料として使用する。この発電所のガス使用量は約20MMSCFDであり、パイプライン能力140MMSCFDの約15パーセントにしか達しない。オマーンでガス使用産業として検討されたものには、アンモニア/尿素の生産、セメントの生産、銅の生産、還元鉄の生産などがある。製油所もかりに建設されれば、燃料油のかわりにガスを使用できる。これらの計画がかりに1985年までに実現した場合、ガスの消費量は次の表V-12のように推定できる。

Table V-12 Estimated Amount of Consumption of Natural Gas

Industry	Production capacity	Demand for Natural Gas (MMSCFD)
Refinery	50,000 BPSD	10
Ammonia (Urea)	1,000 T/D (1,700 T/D)	40
Power station	200 MIV	50
Cement	1,000,000 T/Y	15
Reduced iron	400,000 T/Y	20
Copper refinery	20,000 T/Y	5
Total		140

(Source) JICA MISSION

この他に小規模のガス使用産業が加わっても、ガスパイプラインの能力は 320 MMSCFD であり、産業用に十分なガスを供給可能である。

1) ガス利用の石油化学工業

天然ガス中に含まれるエタンを分解して、エチレンならびに合成樹脂などの各種誘導体を製造する石油化学工業設立の可能性を検討する。

(i) 原料の供給

天然ガス中に含まれる各成分の量を計算する。計算の基礎として 100 MMSCFD を用いると、次の表 V-13 のように求められる。

Table V-13 Elements of Natural Gas

Element	Molecular formula	Mole %	1,000 ton/year*
Methane	CH ₄	80.9	512
Ethane	C ₂ H ₆	8.0	95
Propane	C ₃ H ₈	4.5	79
Iso butane	C ₄ H ₁₀	0.57	14
Normal butane	C ₄ H ₁₀	0.68	15
Iso pentane	C ₅ H ₁₂	0.07	2
Normal pentane	C ₅ H ₁₂	0.05	1
Hexane	C ₆ H ₁₄	0.01	-
Nitrogen	N ₂	4.5	5
Carbon dioxide	CO ₂	0.7	12
Total			735

* Operated for 330 days a year

(Source) JICA MISSION

いちがいには言えないが、最近のエチレンプラントの経済規模はエチレンの生産量で年間30万トンから50万トンと考えられている。経済性は大規模プラントより悪いが、オマーンの場合、かりに年間15万トンのプラントを考えると、原料として年間20万トンのエタンが必要となる。この量のエタンを天然ガスから抽出し、残りのガスを産業用として使用するためには産業用のガス需要が約 200 MMSCFD 必要である。

これだけ大量の天然ガスを使用する産業の設立が近い将来には期待できない。したがって天然ガス中からエタンを抽出しても、その量は商業的に採算の成り立つ規模のエチレンプラントを稼動

するためには不足である。プロパン、イソブタン、正ブタン、天然ガソリンを原料として使用することも可能であるが、これら炭化水素はLPGとして、あるいはNGLとして販売可能であり、エチレンプラントの原料とするのは最適な利用方法ではない。この計算では天然ガス中のエタン含有率を8.0パーセントと仮定したが、この値が低下すればエタンの供給可能量はさらに低下する。

(2) サウジアラビアの石油化学工業計画

サウジアラビアは、大規模なエチレン系石油化学工業計画を推進している。その規模は最近の情報によると表V-14のとおりである。この計画は油田随伴ガスより分離するエタンを原料とするものであり、表V-14によると原料は潤沢に存在すると考えられる。SABIC/Shell計画は、1982年に稼働が予定されている。製品販売はShellが行ない、製品の相当量がヨーロッパとアメリカ合衆国へ輸出される。SABIC/Mobil計画は1983年、SABIS/Dow計画も1983年に稼働が考えられている。

Table V-14 Petrochemical Industrial Projects in Saudi Arabia

Promoter	Site	Production of Ethylene (ton/year)	Production of Derivatives (ton/year)
SABIC*/Shell	Al Jubayl	656,000	Low-density polyethylene 240,000
			Styrene 295,000
			Ethylene dichloride 454,000
SABIC/Mobil	Yanbu	450,000	Low-density polyethylene 200,000
			Ethylene glycol 200,000
			Styrene 320,000
SABIC/DOW	Al Jubayl	400,000	Low-density polyethylene 200,000
			Ethylene glycol 300,000

* SAUDI ARABIAN BASIC INDUSTRIES CORP.

(Source) OIL & GAS JOURNAL, March 6, 1978

このような大規模石油化学工業がエタンを原料として隣国のサウジアラビアに計画され、エチレン誘導体が過剰になることが予想されている。したがって、オマーンが経済的に不利な小規模石油化学工業の建設を計画しても、経済的に成立し難い。

(3) エチレン系石油化学工業の可能性に関するまとめ

前述のとおり原料エタンの供給量に疑問がある。エタンの代替としてプロパン、エタン、NGLを使用することは、技術的には可能でも経済的に有利でない。また隣国サウジアラビアに大規

模エチレン系石油化学工業が計画されているのも、オマーンでの同様な計画に対して不利な条件である。

さらにオマーンにはエチレンおよび、その誘導体を利用する工業が存在せず、国内産業用にエチレン系石油化学工業を設立する必要性はない。石油化学最終製品、たとえば塩化ビニール、パイプ、ポリエチレンパイプ、ポリエチレン成型品などの需要が大きくなった段階で、ポリマーを輸入し成型する小規模な加工業を設立し、必要に応じ徐々に上流部門に進出するのが望ましい。その他にも石油化学工業計画には多くの問題がある。たとえば莫大な所要投資額、設備の運転と製品販売の難しさ、多くの装置の運転が互いに関係し合うため運転に融通性がないことなどである。エチレン系石油化学工業は多くの雇用機会を創出するが、多くの外人管理者と外人熟練技能者に依存する現状では、雇用機会はオマーンの利益にあまり貢献せず、かえって国家の発展に必要な人材の多くを石油化学工業に固定してしまうことになる。

2) 液化天然ガス(LNG)工業

天然ガスを液化しLNG(Liquefied Natural Gas)として、日本、ヨーロッパ、アメリカ合衆国などに輸出することの是非について考えてみる。

現在この地区で経済的に成立する規模は、年間250万トン以上と考えられる。年間250万トンのLNGを生産するために必要とするガス量は、ほぼ500MMSCFDである。ガスの埋蔵量は年間140MMSCFDの生産量で80年分であるから、500MMSCFDでは約20年間生産できる。したがって、250万トンのLNGプロジェクト実施可能なガス資源が存在することになる。しかし、LNG生産のような大規模プロジェクトを一つだけ行ない、20年後プロジェクト終了時にガス資源を使い果たすような企画は望ましくない。オマーンのガス資源については、オマーンの工業化により寄与するような使用法を考えるべきである。たとえば、各種中小規模工業に対して安価な原料またはエネルギー源として長期にわたり使用すべきであろう。

3) アンモニアおよび尿素の製造

オマーンの天然ガスを利用し2,000トン/日のアンモニアを製造し、更にそのアンモニアの半量を用いて1,500トン/日の尿素を製造する計画が1974年に検討され、企業化事前スタディも行なわれた。アンモニアおよび尿素の製造に関して具体的な措置はとられていないが、政府内でひきつづき注目されている。

1,000トン/日のアンモニアを製造するために、約40MMSCFDの天然ガスを必要とする。1,000トン/日のアンモニアより約1,700トン/日の尿素を製造できる。現在の技術レベルでは、一系列1,000トン/日のアンモニアプラント、1,700トン/日の尿素プラントは妥当な経済規模といえる。したがって一系列で1,700トン/日(56万トン/年)、2系列で3,400トン/日(110万トン/年)の生産量となる。アンモニアおよび尿素の製造技術はほぼ確立しており、原料の供給も安定している。しかし、オマーンの国内需要が非常に低いので、製品のほぼ全量を輸出せねばならない。したがって肥料計画が経済的に成立する価格で、高いプラントの稼働率を維持でき

る量が輸出できるかが問題の核心である。

われわれの予測では、1985年における全世界の肥料用窒素の需要供給はほぼつり合う。しかしオマーンからの輸出地域と考えられる南アジア（アフガニスタン、バングラデシュ、パキスタン、スリランカ、インド、その他）、西アジア（イラン、イラク、クウェイト、カタール、サウジアラビア、トルコ、イスラエル、シリア、その他）およびアフリカ全体では次表V-15のように供給過剰になる見込みである。

Table V-15 Demand and Supply of Nitrogen for Fertilizer in the World

	Supply	Demand	Balance
World	26.2	26.2	0
South Asia	5.9	6.1	-0.2
West Asia	3.1	1.8	1.3
Africa	0.8	1.0	-0.2
Total of above 3 areas	9.8	8.9	0.9

(Unit) Million nitrogen ton

(Source) JICA MISSION

上記3地区合計の過剰量90万トン、アンモニアプラントの能力として3,300トン/日に相当する。供給量の予測の中にはオマーンのアンモニアプラントは含まれていない。

このような供給過剰が予想される状況下でアンモニア/尿素プロジェクトを成功させるためには、プロジェクト着手以前に製品の販路を確保することが肝要であるが、これは容易ではない。国際市場で、自由競争により製品を販売する計画は危険であろう。

3. 石油ガス関連産業のまとめ

本節でとりあげた産業は、製油所、エチレン系の石油化学工業、LNG生産およびアンモニア/尿素プラントである。これら産業の予備的検討(Prefeasibility Study)の結果を次のとおり要約する。

1) 製油所

1985年頃に稼働と仮定し、前述の理由で50,000バレル/日の規模を妥当と考えて検討した。最大の問題点は、アラビア湾岸諸国全体で石油製品の供給過剰が予想されることである。製油所建設計画を具体的に評価する場合、すなわちフィージビリティ・スタディを行なう場合は、他のアラビア湾岸諸国の製油所から余剰石油製品を最も経済的方法でオマーンに輸入する場合と、製油

所計画の経済性比較も行なうべきである。

2) エチレン系石油化学工業

天然ガスから分離したエタンを原料とするエチレン系石油化学工業について検討した。オマーンの場合は、天然ガス中に商業規模のエタン分解を行なうに必要な量のエタンが含まれていない危険性がある。また隣国サウジアラビアに、エチレン生産量合計で年間150万トンにもものぼるエチレン系石油化学工業計画があり、これが実現すればエチレン系石油化学製品の供給過剰の可能性が高い。さらに石油化学工業の設立は雇用機会を創出するが、多くの外人管理者と外人熟練技能者に依存するオマーンの現状では、雇用機会の増大はオマーンの利益にあまり貢献しない。以上の理由で、エチレン系石油化学工業の設立は推薦しない。

3) 液化天然ガス(LNG)工業

商業規模のLNG計画を実施すると、オマーンの天然ガス資源の大部分をこれに向けねばならない。よって、オマーンの工業化のために用いる天然ガス資源の余裕がなくなるので推薦しない。

4) アンモニアおよび尿素の製造

計画実施前に、プロジェクトが成立する価格で、製品を長期的に購入する販路が確保された場合のみ、計画を実施すべきである。

第Ⅶ章 海水淡水化装置から排出される濃縮海水の利用プロジェクト

1. 海水利用工業の概要

海水は塩化ナトリウムを筆頭にマグネシウム、カルシウム、カリウム、臭素など多くの塩物質を溶存している。これらの溶存物質の濃度はきわめて小さいが、海水の存在量が膨大なためその資源的価値は非常に大きい。しかし、これらの溶存物質の利用は、その濃度がきわめて小さいために、非常にかぎられている。現在、世界で経済的回収技術が確立され、商業的規模で生産されているものは、わずかに、食塩（塩化ナトリウム）、マグネシウム、臭素の3つにかぎられている。特に、マグネシウム、臭素を直接海水から回収する工業は、今日では、重要な海水利用工業となっている。

また食塩の回収は、ほんの一部の国（たとえば日本は電気透析法を用いている）をのぞいては、太陽エネルギーを有効に利用できる高温少雨な地域にかぎられている。その他、カリウム塩やウランなどの資源を海水から回収しようとする試みがなされているが、現在のところ、経済的回収できる実用化装置の開発には至らず、まだ研究の域を脱していない。

このように海水はいろいろな有用物質を含有しているため、資源としての潜在価値は非常に大きい。しかし、その溶存物質の濃度がきわめて低いために、その経済的回収技術がむずかしく、その利用がかぎられている。したがって、もし濃度の高い濃縮海水が安価で大量に供給されるならば、有用な海水溶存物質を経済的に回収利用する可能性がでてくる。このような可能性を提供するものに海水淡水化装置から排出されている濃縮海水（かん水）が考えられる。しかし、現在、世界で海水淡水化で得られる濃縮かん水を利用して、食塩なりマグネシウムなり臭素を回収している例はない。

現在、海水中に溶存する資源を回収し、利用している工業を要約すると図Ⅶ-1のようになる。すなわち、食塩を回収する製塩工業、マグネシウムを水酸化マグネシウムとして回収し、マグネシアクリンカー、マグネシウムを製造するマグネシウム工業、臭素を回収する臭素工業がある。また製塩工程で副産する苦汁から、各種の溶存物質を回収する苦汁工業、食塩を原料にこれを電解し苛性ソーダ、塩素を製造するソーダ工業がある。製品で見ると、食塩、水酸化マグネシウム、マグネシアクリンカー、臭素、カリウム塩、マグネシウム塩、苛性ソーダ、塩素、塩酸などである。

2. 海水淡水化と排出濃縮かん水利用の現状

オマーンで現在稼働中の大型海水淡水化装置はただ一つで、首都マスカット郊外のアル・グブラ（Al Gubra）にある。この装置は、発電と海水淡水化を組合わせた二重目的プラントで、

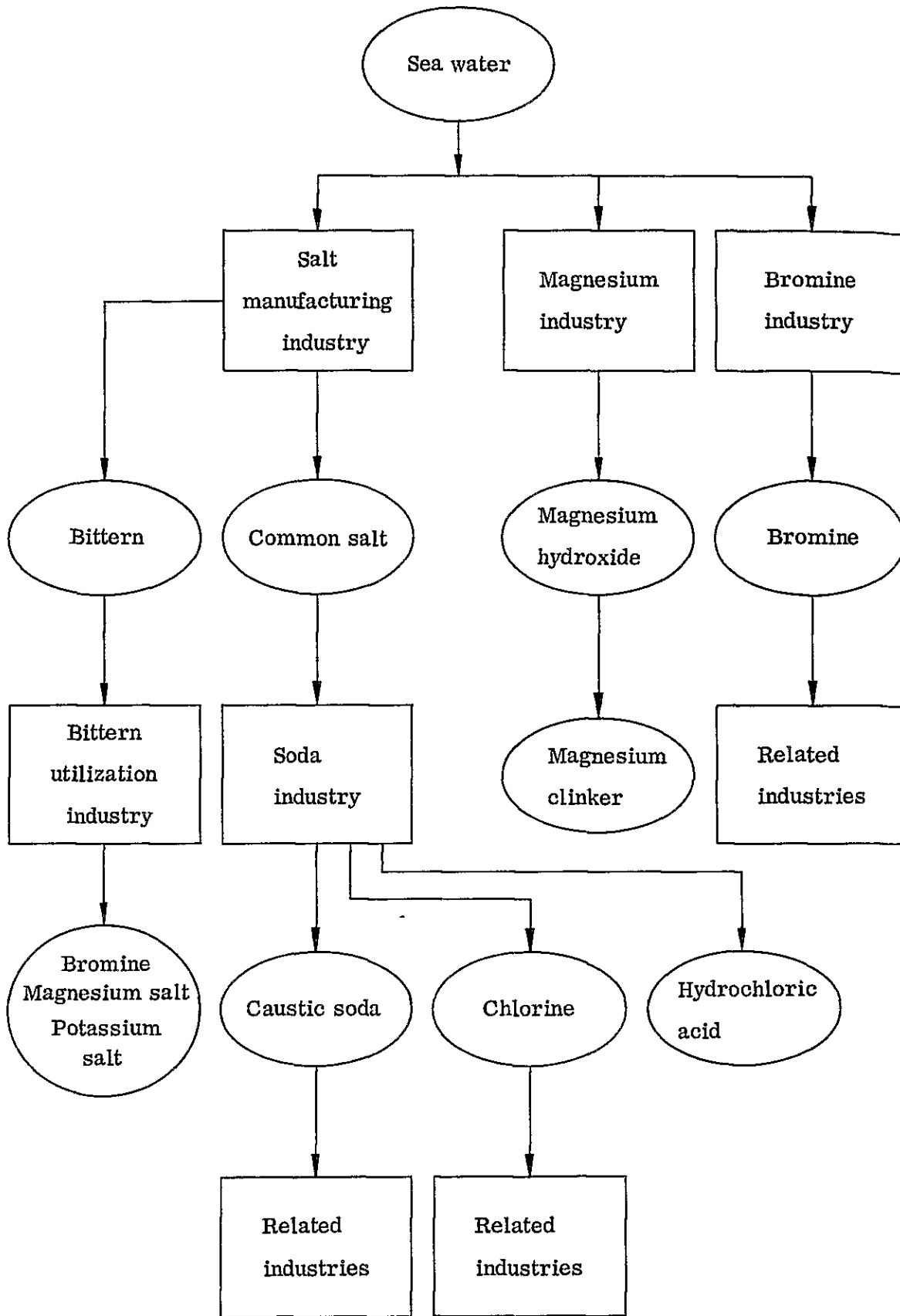


Figure VI-1 Schematic Structure of Industries Utilizing Seawater

1975年11月に完成し、1976年2月に本格的稼働に入り、それ以後順調に運転されている。

この淡水化装置は20段の長管式多段フラッシュ蒸発方式を採用している。また、その設計能力は、運転条件のとりかたにより、日産4百万英国ガロン、あるいは6百万英国ガロンである。現在は、ブライン温度を約90°Cにおさえ、ポリフォスフェイト注入法によるスケール防止を行なって、日産4百万ガロン以下で運転している。ブライン温度が90°C以上で運転する場合は、硫酸注入法によるスケール防止を適用することになるが、現在まで90°C以上のブライン温度で運転した経験はないとのことである。

一方、発電設備は、設計能力が8.5メガワットの蒸気タービン発電機を3台と50メガワットの蒸気タービン発電機を1台保有している。

海水淡水化装置から排出されている濃縮かん水は、温度が約42°C、塩濃度が海水の約1.6倍に濃縮されている。この濃縮かん水は、発電および淡水化装置の運転に必要な冷却用海水とともに、ほとんど海水と同程度の濃度に稀釈され、海に排出されて、利用されていない。この濃縮かん水量は、造水量が日産4百万英国ガロンのとき、約6百60万英国ガロン(3万立方メートル)である。前に述べたように、海水淡水化で得られる濃縮かん水を利用して、食塩、マグネシウム、臭素などを回収している例は、現在世界にない。しかし、一般に海水淡水化装置から排水されるかん水は、濃度が海水の約2倍あり、溶存物質も約2倍に濃縮されている。また温度も原海水より高い。このことは、この濃縮海水を利用して食塩、マグネシウム、臭素などを回収しようとするには有利な条件を提供する。

すなわち、臭素の回収のように温度が高いほどその回収率のよいものは、濃縮かん水の温度が高いということは利点になる。また海水淡水化の原料海水の前処理工程で、脱炭酸を行なっているため、重炭酸イオンが含まれていないので、マグネシウムの製造時にカルシウムの混入するおそれがないことは利点となる。

このように、海水淡水化装置から排出される濃縮かん水を利用して、その中の溶存物質を回収しようとするれば、種々の利点が見い出される。しかし、種々の利点がありながら、現在のところ、海水淡水化装置から排出される濃縮かん水を使用して、海水中に溶存する資源を商業的に回収している実例が世界にない理由は、大型海水淡水化装置を必要とする地域が、食塩、マグネシウム、臭素ならびに、これらを原料とする諸工業が発達していない発展途上地域に集中していること、またこれら資源の利用工業が非常に技術集約的な近代工業であることなどにより、これらの利用工業が先進工業国に集中し、なかなか海水淡水化と排出濃縮かん水を利用した工業開発が一致しないことによるものである。

3. 濃縮かん水からの塩および塩利用工業の立地条件

1) 製品の市場と需給

海水から回収されている食塩、マグネシウム、臭素、および食塩の電解で製造される苛性ソー

ダ、塩素などのオマーンでの需要状況を正確に把握するには、さらに詳細な調査が必要と思われる。しかし、今回の現地調査で明らかになったことは、化学製品の輸入量が非常に少ないこと、上記製品を利用する工業がほとんどないこと、および諸工業が未発達であることであり、これらの現状から判断すると、これら製品の需要はほとんどないと予想される。

1976年の化学製品の輸入実績は、金額で約9百40万R.Oで、全輸入金額の3.7パーセントにしか相当しない。また食塩については、ほぼ全量輸入に依存していると予想される。従ってその需要量はほぼ輸入量に等しいとみなすことができる。それは1976年の実績では約11万R.Oで、これを食塩量に換算してみると約3,000トンに相当する量でしかない。

近い将来での上記製品の国内需要の予想であるが、幅広い分野の工業化と大規模な石油化学工業が同時におこらないかぎり、これら製品の需要はほとんどなく、オマーンでは近い将来にこれらの工業が急速に発展するとは考えられないところから、国内需要は非常に小さいものと予想される。

食塩以外の工業塩、マグネシウム、臭素、苛性ソーダ、塩素などは、工業の基礎原料であるため、その需要はほとんど先進工業国に集中している。一方、これらの製品の供給は、工業塩以外の製品の回収、ならびに製造工業は技術集約的で、かつ経済性を追求した大規模工業となっているため、ほとんどが、これら製品の大量消費国である先進工業国に集中している。

特に臭素の製造は、下記表のVI-1に示すように、米国、日本、イスラエルに集中し、需要もアメリカ、日本、ヨーロッパに集中している。

Table VI-1 World Demand and Supply of Bromine (1976)

(Metric Tons)			
Supply Capacity		Demand	
U. S. A.	230,000	U. S. A.	200,000
Japan	20,000	Japan	15,000
Israel	44,000	Europe	30,000

(Source) JICA MISSION

また、食塩の電解により発生する塩素は非常に危険な物質であるため、現在の技術をもってしても、アメリカでは船による大量輸送が禁止されているほどである。また、たとえ技術的に可能だとしても、その輸送コストは、高度のケミカルタンカーを用いなければならないため莫大となる。従って、ソーダ工業は、塩素を大量に消費する工業が近くに存在しないかぎりその開発は非常に難しい。

以上のことから、国内需要がほとんど予想されないオマーンで、海水利用工業および塩利用工業をおこそうとする場合には、ほとんど全製品について、全量を国外への輸出にあてなければなら

らない。しかし、その場合には、先進工業国で生産されている食塩以外の製品と、價格的にも、質的にも十分競合しえるものでなくてはならないが、経済性を追求した大規模工場生産される先進工業国の製品と競合することは非常に困難であると思われる。

2) 生産技術とマンパワー

第一節の海水利用工業の概要のところ述べてきたように、現在、世界で海水を原料にその中に溶存する物質を経済的に回収する技術が確立し、商業的規模で生産されている製品は、わずかに食塩、マグネシウム、臭素である。また食塩を電解して得られる苛性ソーダ、塩素は化学工業用原料として重要な製品となっている。

(1) 食塩の回収

食塩の生産は、ほとんどが高温少雨な気候条件にめぐまれた地域にかぎられており、太陽熱と風のエネルギーを利用した天日製塩法に依存している。この天日製塩法は、広大な塩田を必要とし、そこに貯水池、蒸発池、結晶池を置き、汲み上げた海水を順次これらの池に通し、その間に太陽熱と風によって水分を蒸発させ、食塩の結晶を析出させ、それを回収する方法である。

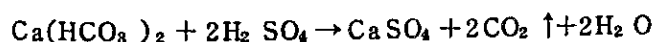
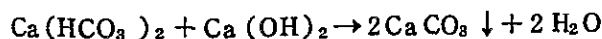
この回収技術は、塩田の大型化ならびに作業工程の機械化などにより、合理化、進歩したとはいえ、まだどちらかといえば労働集約的なものである。また、現在の日本のように気候条件にめぐまれない国では、天日製塩法が後退し、新たに、海水を加温し、これをろ過し、イオン交換膜濃縮装置で電気透析し、得られたかん水を真空式効用かんで蒸発させ食塩を晶析させる技術集約的な回収方法が採用されている場合もある。

一方、食塩以外のマグネシウム、臭素の海水からの回収、および食塩の電解による苛性ソーダ、塩素の製造は、非常に高度な技術を駆使した近代工業として確立し、これら製品はほとんど先進工業国にて大規模に生産されている。

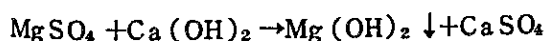
(2) マグネシウムの回収

海水中に含まれているマグネシウムは、アルカリを添加して水酸化マグネシウム、 $Mg(OH)_2$ にして回収するのが一般的である。図Ⅵ-2は水酸化マグネシウムの製造工程の概略を図示したものである。

海水中には、一般に100ppm程度の炭酸イオンが含まれている。従って、海水を未処理のまま反応させると、炭酸イオンが炭酸カルシウムとして製品中に混入し、純度を低下させる原因となるので、次式のいずれかの方法で脱炭酸をする必要がある。



脱炭酸後の海水は石灰乳と反応させることにより、海水中のマグネシウム塩を、次式の反応で水酸化マグネシウムとして沈澱させ回収する。



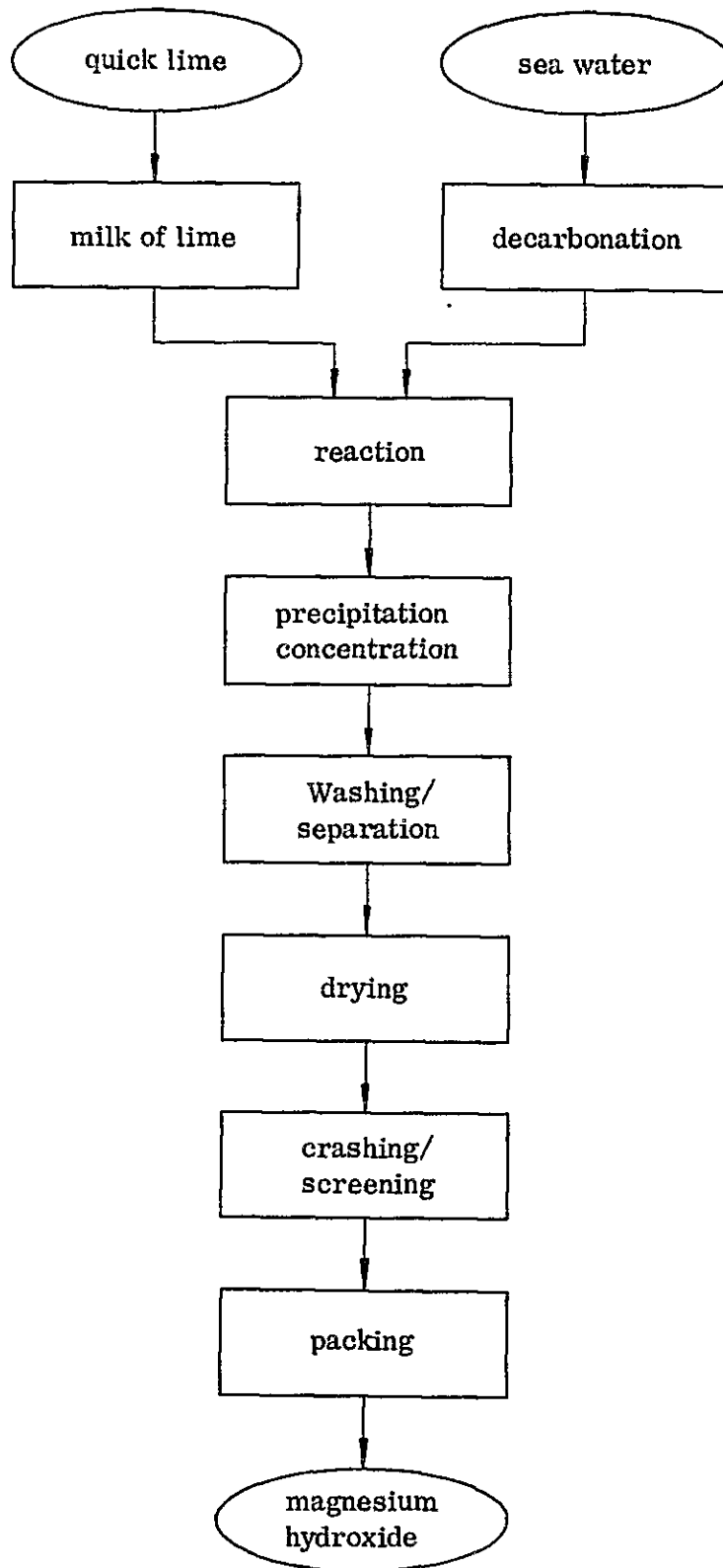


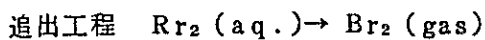
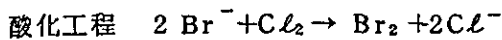
Figure VI-2 Recovery Process of Magnesium Hydroxide

マグネシア、MgO は水酸化マグネシウムを熱分解することによって得られるが、一般には、水酸化マグネシウムを回転炉に供給し、高温で焼結結晶化させて、マグネシアクリンカーとして製品化されている。

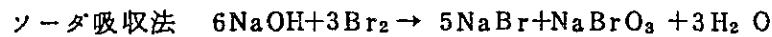
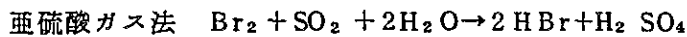
(3) 臭素の回収

一方、臭素の回収方法であるが、海水中の臭素イオンを塩素で酸化し、臭素ガスとして、海水中から追い出す海水直接法 (Blowing Out Method) が主力で、吸収工程における吸収液の違いにより、亜硫酸ガス吸収法とソーダ吸収法の2つがある。

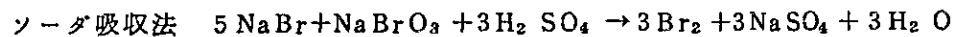
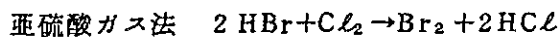
これらの2つの方法による製造工程は、それぞれ図Ⅵ-3と図Ⅵ-4に示す。またおもな製造工程での反応は次式のようである。



吸収工程



蒸留工程



(4) 苛性ソーダ・塩素の製造

食塩を電解して苛性ソーダならびに塩素を製造する方法は、現在、水銀法と隔膜法がある。また隔膜法の一つであるが、最近注目をあびているイオン交換膜法がある。水銀法は高電流密度化および大容量化の技術革新がおこなわれ発展したが、隔膜法は技術開発が遅れ、水銀法が経済的にも、技術的にも有利になり大きく発展した。しかし、工場廃水中に混入する水銀が起因する悲惨な水銀公害病の発生とともに、水銀法に対する各種公害規制および工程のクローズドシステム化などによるコスト上昇および隔膜法への転換政策などにより、隔膜法の技術開発が促進され、隔膜法が再び注目をあびることになった。

苛性ソーダ、塩素の製造工程は、電解工程をのぞいてはいずれも大差はなく、食塩の精製工程、電解工程、苛性ソーダ処理工程、水素ガス処理工程に大別される。

以上は、海水中の溶存物質を個別に回収し、処理して製品を製造するものであるが、海水、あるいはかん水を原料として各種の溶存物質を同時に回収するとともに、回収食塩を電解し、苛性ソーダ、塩素までを製造しようとする海水综合利用の概念工程が、早くから提案されているが、いまだに実現されていない。この海水综合利用の概念工程図を図Ⅵ-5として示してある。

また、海水淡水化にともない排出される濃縮かん水は、有用な資源が海水より約2倍に濃縮されている。従って、この濃縮かん水をそのまま捨てることなく、これを原料として、適当なプロ

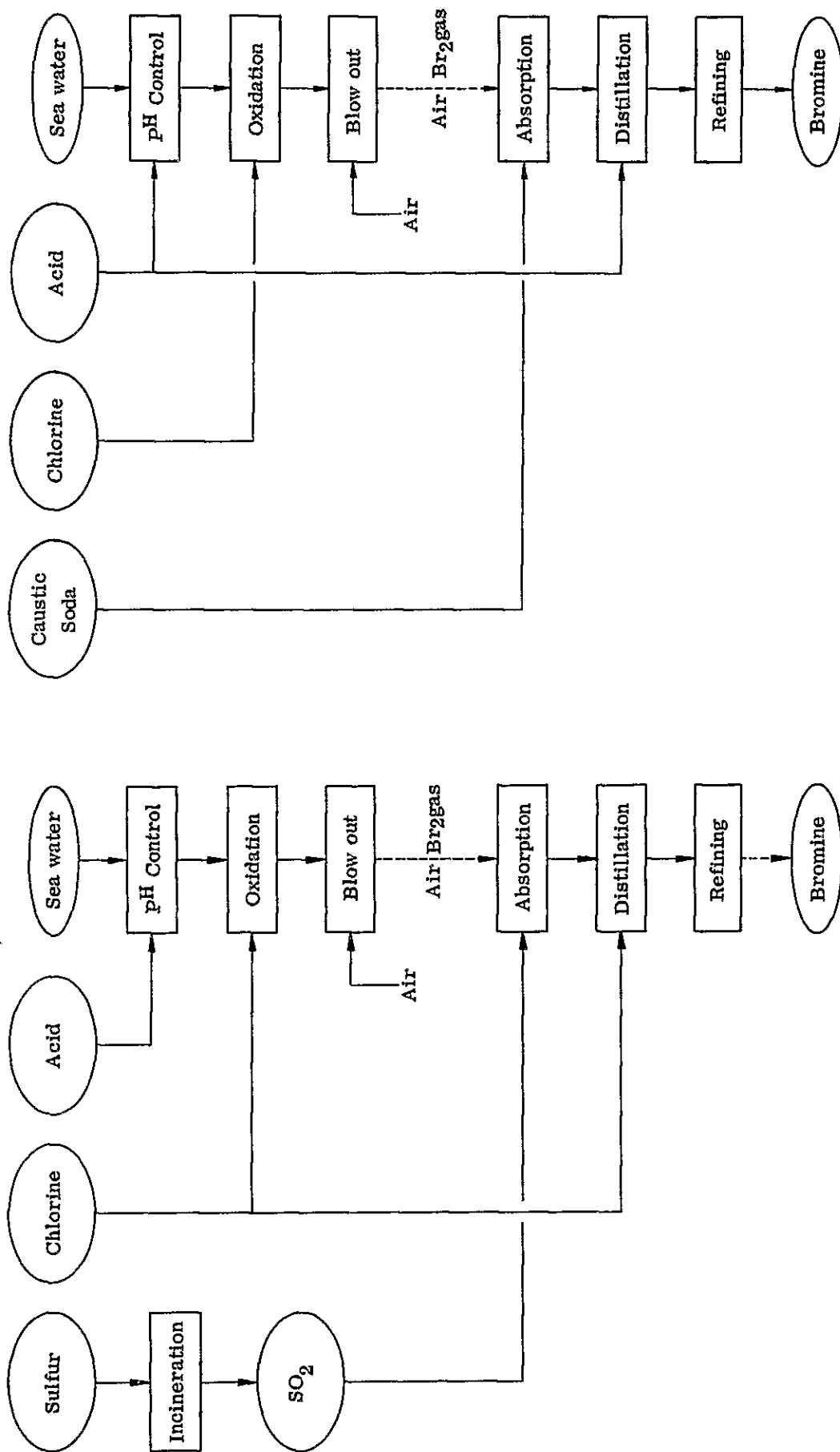


Figure VI-3 Sulphur-Dioxide Absorption Process

Figure VI-4 Soda-Absorption Process

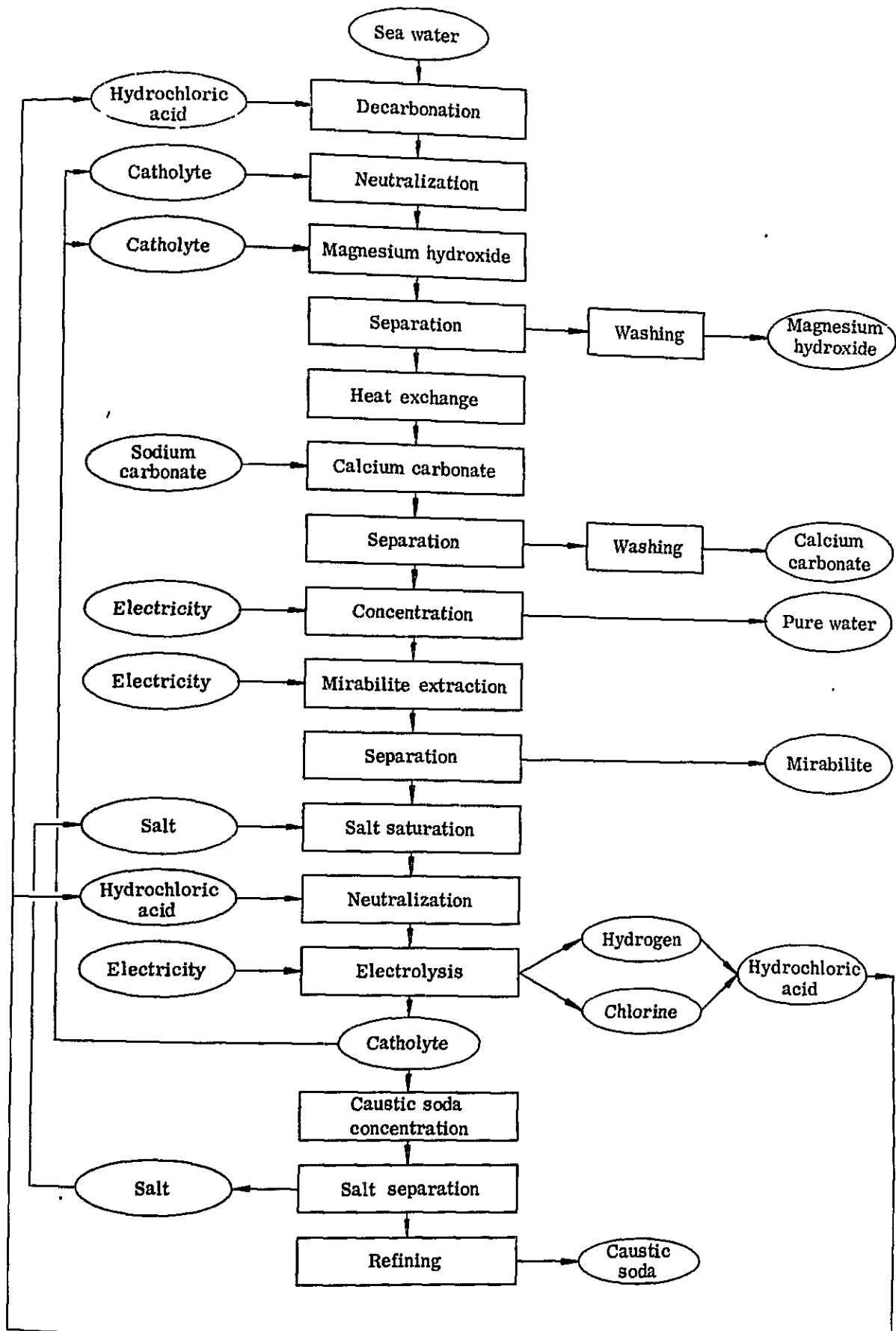


Figure VI-5 Schematic Processes of Comprehensive Seawater Utilization

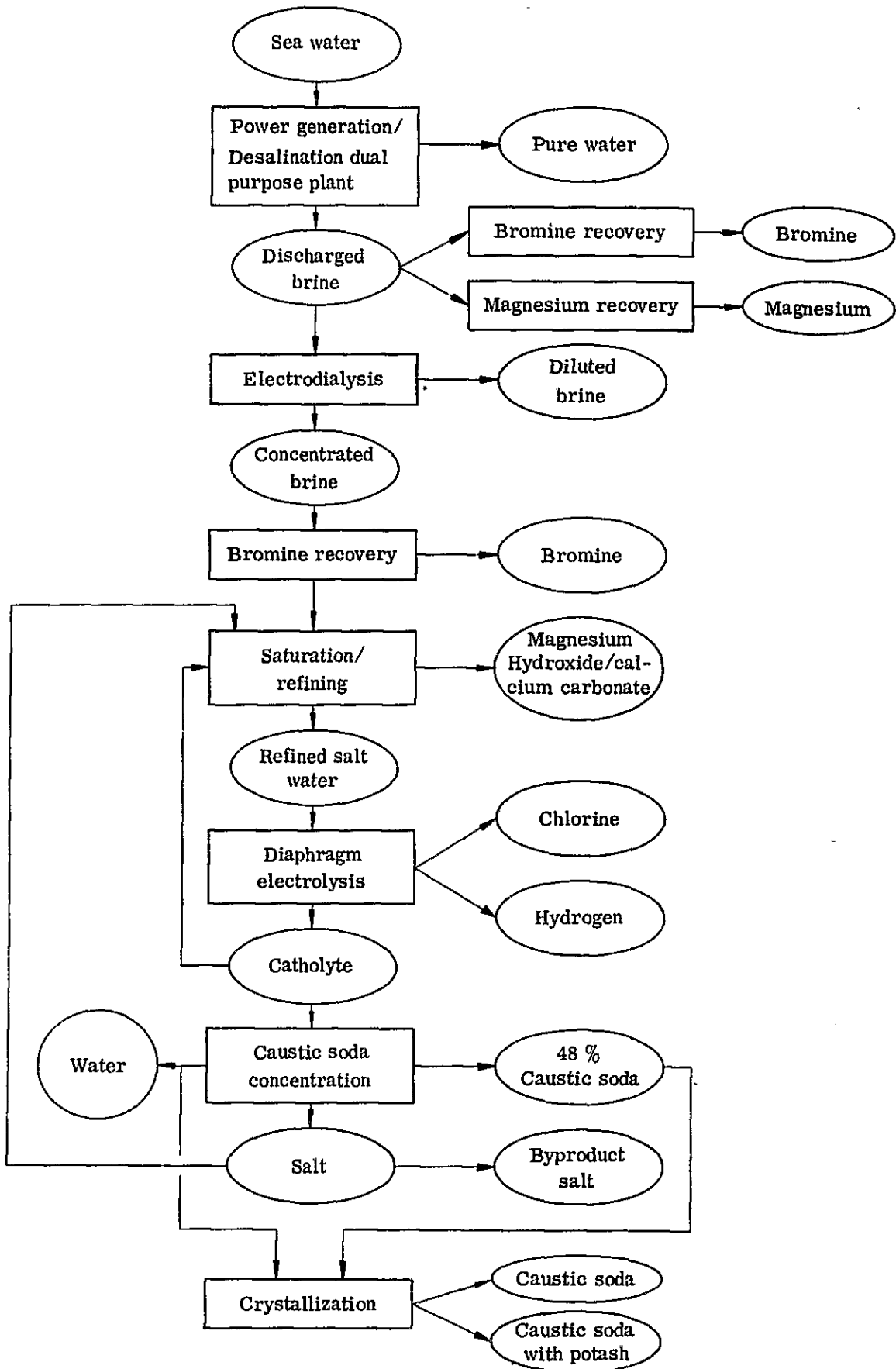


Figure VI-6 System of Desalination and Utilization of Brine

セスを組み立てて、食塩をはじめ、マグネシウム、カルシウム、カリウム、臭素、苛性ソーダ、塩素などを製造しようとする研究がなされている。

すなわち、海水淡水化工場と排出濃縮かん水を原料に、これらの製品を製造する工程を組み合わせる多目的利用工場を考え、電気、蒸気、水などのユーティリティを共有することにより、海水淡水化の造水コストの低減をはかるとともに、海水中有用物質を回収しようとする概念である。図Ⅵ-6は、この海水淡水化とその濃縮かん水を利用した副産物回収システムを組み合わせた概念工程図である。

また、食塩回収工程で副産する苦汁（にがり）は、マグネシウム塩、カリウム塩、臭素などを含有している。この苦汁からこれらの製品を回収しようとする苦汁工業は、その工程の複雑化と経済性の面からあまり発展しておらず、これらの苦汁は廃棄されている場合が多い。

3) 原料およびユーティリティ

オマーンの海岸線は約2,000キロメートルにおよび、海水は豊富に存在する資源である。海水淡水化装置から排出される濃縮海水は、海水よりも濃度、温度が高く、かつ海水の前処理工程を省略できるなどの点で有利である。しかし、この濃縮海水を原料に、海水中の溶存物質を回収、利用する場合は、海水淡水化装置の大きさ、設計ならびに運転条件、さらにその所在地周辺の環境など、いろいろな点で制約を受ける。

現在、アル・グブラにある海水淡水化装置より排出されている濃縮かん水は、その塩濃度が原料海水の約1.6倍に濃縮され、その量は、1日約6百60万英国ガロン（3万立方メートル）である。この濃縮かん水中に溶存されている物質をその製品量に換算すると、食塩（NaCl）が約1,300トン、酸化マグネシウム（MgO）が約100トン、臭素（Br₂）が約3トンである。仮に、製品の回収率を50パーセント、装置の稼働日数を年間330日とすると、これらの製品の年間生産量は、それぞれ215,000トン、16,500トン、500トンに相当する。

この食塩の回収量は、仮にこの食塩全量を電解装置にかけるとすれば、苛性ソーダを年間約130,000トン生産できる大きさのものである。この食塩電解装置の規模は、現在の世界の趨勢からみると非常に大きいとはいえないが、一応、経済的に成立しうる大きさと評価できよう。一方、酸化マグネシウム、臭素の生産規模は、現在の先進工業国での装置規模と比較すると小さく、スケールメリットをいかせるほどのものではない。

電気、水などのユーティリティは、これらの工業がおれば、当然要求されるものである。現在、オマーンでの電気、ならびに水の供給は、主として民生用、家庭用を目的としたものである。製造工場では、電力、水の安定供給を保障するために、自家発電装置ならびに自家地下水井に、これらの供給を依存している場合がほとんどである。特に高度に機械化された装置工業においては、電気、水の安定な供給が、装置の運転上不可欠であることはいうまでもない。電気および水を政府からの供給に期待しようとするれば、現在の供給システムの改善が必要となる。

また、いろいろな装置で必要な各種の化学薬品類の確保も重要で、特に化学工業が発達してい

ないオマーンでは、ほとんどの薬品類を自給できず輸入にたよることになる。したがって、時にはこれら薬品類の手当てで問題を生じ、装置の停止をよぎなくされる場合もおころう。

4. オマーンでの濃縮かん水の利用工業立地の可能性の評価

これまで、第1節では海水を原料としてその中に溶存する物質を回収、利用する海水利用工業の概略を述べ、第2節で海水淡水化装置から排出される濃縮かん水の利用の現状を述べ、第3節でその濃縮かん水を原料に食塩、マグネシウム、臭素などの回収工業、ならびに食塩を原料に電解苛性ソーダおよび塩素の製造工業のオマーンでの立地条件の検討をしてきた。

本節では上記の各節で論じられた事からを基に、オマーンにて海水淡水化装置から排出される濃縮かん水を利用して、海水中に含まれるいろいろな物質、特に食塩、マグネシウム、臭素を回収生産する海水利用工業が成立しえるかどうか、ならびに回収された食塩を原料に電解装置にて苛性ソーダ、塩素を生産する工業が成立しえるかどうかを、製品の国内需要、輸出環境、生産技術とマンパワー、原料とユーティリティ、オマーン政府の工業化政策などの観点から評価してみる。

i) 製品の国内需要

食塩以外のマグネシウム、臭素、苛性ソーダ、塩素製品の国内需要はほとんどないと予想される。食塩も工業用に使用されるものがほとんどないため、その国内需要は食料用に年間数千トン程度と予想される。

ii) 輸出環境

食塩以外の製品の輸出市場であるが、これら製品の大量消費国が先進工業国であることから、考えられる輸出市場は先進工業国であろう。しかし、これら製品の供給をみると、そのほとんどが先進国自身で、経済性を追求した大規模工場にて製造され、余剰分が輸出市場に出されているのが現状で、近い将来もこの傾向で推移するものと予想される。

仮にオマーンでこれらの製品を製造しようとする場合には、これらの先進工業国で生産される製品と、その価格、品質面で競合しえるものでなくてはならないが、残念ながら生産技術、労働力、地理的条件などいろいろな点からみて、輸出市場をあてにした工場を建設するには、オマーンは非常に難しい環境にあると思われる。また、天日製塩法による食塩の製造は、高温少雨な気候条件にめぐまれた地域で、かつ安価な労働力が豊富に存在する地域に集中している。オマーンは気候条件にはめぐまれているが、安価な労働力が豊富にあるとはいえず、既存の天日製塩製造地域で生産される食塩と競合するのは難しいと予想される。

iii) 生産技術とマンパワー

食塩の天日製塩法による製造をのぞいては、ほとんどの製品が技術集約的な近代工場にて生産されている。その適用技術は高度で、かつ機械化され、その運転管理には高度の技術をもった技術者ならびに運転員があたっている。また高度に省力化されているため、運転管理要員も非常に

少ない。

天日製塩法による食塩の製造は、塩田が大型化され、処理工程も機械化されたとはいえ、まだ労働集約的な産業であるため、安価で豊富な労働力が要求されている。

IV) 原料とユーティリティ

原料は海水であるから、オマーンには豊富に存在するが、濃度の点で有利な海水淡水化装置から排出される濃縮海水(かん水)を原料に利用する場合には、海水淡水化装置の大きさにより利用できるかん水量が異なる。現在、アル・グブラにある装置から排出される濃縮海水は約3万立方メートル/日で、食塩(NaCl)を約1,300トン含んでいる。この食塩の半分を回収し、これを電解して苛性ソーダを生産するとすれば、それを約13万トン生産できる濃縮海水があることになり、食塩電解工場を考えれば十分な濃縮海水があることになる。しかし、食塩以外のマグネシウム、臭素の回収を考えると、スケールメリットを生かせるほどのマグネシウム、臭素を含んでいるとはいえない。

電力の需要については、食塩電解工場をおこすには大量の電力を必要とするが、その他の海水利用工業の場合にはそれほど多くの電力は必要としない。仮に、年間13万トンの苛性ソーダを生産する電解工場を運転するには、約4億キロワット時の電気が必要で、それに必要な燃料は、天然ガス換算で約35億立方フィート(3,500 MMSCF)である。

また電力の供給については、オマーンの内陸部に存在する豊富な天然ガスを首都圏まで輸送するパイプラインが完成しており、この天然ガスを使って発電すれば、比較的安価な電力を供給できる可能性があるが、天然ガス価格をいくりに評価するかにより電力コストも左右され、高価になる場合もありうる。

工業用水については、降雨量が非常に少ない乾燥地域のため、安価な水を確保するのは難しいと予想され、高い水を使わざるをえない環境にあると思われる。

V) 政府の工業化政策

オマーン政府は、その工業化政策の主眼を石油に代る新しい収入源の開発においている。その一環として、国内資源の有効利用工業の育成、ならびに輸入代替工業の育成、輸出産業の育成などを目ざしている。

ここで、海水淡水化装置から排出されている濃縮海水を利用した塩および塩利用工業が、輸入代替工業として位置付けられるかどうかであるが、食塩以外の製品の国内需要がほとんどないと、食塩にしても年間数千トン程度しか需要がないことから明らかなように、輸入代替工業として育成する産業ではない。

また国内資源の有効利用の観点からみると、たしかに海水はオマーンで豊富に存在する資源であり、大型海水淡水化装置の建設も今後ますます要求され、それからの排出濃縮海水も増加し、資源として期待できるが、これらの資源がオマーン特有な世界で数少ないものであるわけではなく、もっと有利な条件で利用できる地域がほかに数多くあることから判断すると、オマーンにとって

有利な資源であるとは決していえない。また、石油に代る新しい収入源としての輸出産業となりえるかどうかは、前にも述べたごとく、塩および塩利用工業製品の輸出環境は非常に厳しいと予想され、輸出を期待した輸出産業の育成にはならないと思われる。

以上みてきたように、オマーンにおいて、海水淡水化装置から排出される濃縮海水（かん水）を利用して、塩および塩利用工業を発展させる利点はほとんど見い出せないと結論される。

第Ⅶ章 小型漁船舶関連プロジェクト

1. 漁業の現況

「第1部Ⅱ-2 漁業」においてオマーン漁業の現況を紹介したが、ここでは漁業の現況を要約しその特性とそれに関する開発事業を示す。

まず漁業資源は豊富であることが確認されている。これはオマーン周辺の海域はもともと生産性が高いのに加えて、これまでそれほど多獲されて来なかったからである。量的に多いのはいわし類で、生産量が50万～150万t/年であるのに漁獲量は大目に見積って18万t/年である。その他はサワラ、マグロ、カツオ、サバ、タイ等であるが、これらの漁獲は2～3万t/年程度である。底魚の生産量は約75万t/年でかなり高いが、大型回遊魚の生産量は不明である。漁業の開発のためには、付加価値の高い大型回遊魚の生産量の把握が前提となろう。

次に、漁民の動向であるが、現在1万人未満の漁民がいると推定され、経年的には減少傾向にある。経営形態は小規模なものがほとんどで、企業化されているものは政府関係プロジェクトを除き無に等しい。彼らの収入は動力船使用者で30～50R.O/月、シャージャ使用者でその半分位とみられており、これは他産業労働者（農業を除き）の最低賃金である建設関連の非熟練労働者や使用人の66～67R.O/月より低い。このため政府にとっても、漁業の生産性を高めることが一つの重要な課題となっている。

オマーンの伝統的漁法は生産性が低い。政府は漁業近代化のため、漁具の購入に対する融資や、その使用法の技術訓練等を計画している。一方、政府は日本、韓国等の漁業会社に底魚の漁業権を与えているが、これらのトロール船にオマーン人をのせ近代漁業の訓練もさせている。しかし大洋漁業の場合、訓練されるオマーン人の選択は企業側にまかせられ、オマーン側の訓練計画は十分に出来ていない。

オマーンで使用されている漁船は主として、古くから使われてきたシャージャ、ハリ等の小型の木船であるが、生産性向上のため、最近ではアルミニウム船、FRP船の導入や漁船の動力化が政府により進められている。一方、従来通りの木船の製造もスール、ソハールでおこなわれているが、伝統的な技術が固持されており、近代的造船技術が取り入れられる余地はない。

国内では年間約21万tの漁獲があるものと推定されているが、この市場に関しては、いわしの18万tが主として家畜の飼料用に使用され、2万t前後が食糧として消費されている。現在缶詰、冷凍魚等の輸入が急増している。魚の安定供給は政府の重要な課題であり、従来は流通施設が不備であり魚価高騰の一因でもあったが、最近では冷蔵庫、冷凍庫、製氷施設、冷凍車等の諸施設の整備が進められている。

オマーンには本格的な漁港はない。多くの漁村では小型漁船は浜上げしたり、比較的大型の船

の場合は海岸沿いにロープでけい留している。また、水揚げ施設もなく漁船の大型化、ひいては生産性向上の阻害要因ともなっている。このためサララーヤンホールなどで漁港の可能性が検討されている。

2. 漁業開発の目標

石油依存型の経済からの脱却が重要な国家目標となっている現在、農産物・鉱産物と共に水産物はオマーンにとって重要な資源であり、漁業の振興は5ヶ年計画の重要な項目となっている。

オマーンの漁業開発の目標は前述の漁業の現況を踏まえかつ国家目標を考慮すると基本的に次の三点に集約されよう。

1) 国内需要

国内の食糧生産はとても需要をまかなえる状況にはなく、関税がほとんどないことも手伝って輸入が非常に多く、魚も冷凍魚、缶詰等が輸入されている。国内消費用の漁獲量は約2万t程度とみられているので、人口を85万人とすれば、1人当り年間24kgの消費になり、1日当りでは64.4gである。さらに実際に食用に供される量は歩留りを約半分とすれば1日約35gである。日本の魚肉消費が90g以上であるのと比べれば少ないが、オマーンにおいては、肉類が供給不足であることやアラブ人の慣習によって、鳥肉や魚肉が好まれ、魚の消費性向は根強いものがある。このような状況において、漁業開発による生産性の向上は、国内需要向けの食糧確保に留まらず、魚の輸入代替にも寄与するところが大きい。

2) 漁民対策

オマーンや湾岸諸国での石油生産の開始は急速な国土開発をおこし、この結果建設部門やサービス部門を中心に新たな労働力需要が生じたため、多くの漁民が他産業へ転出した。しかし特別の技術を身につけていない限り未熟練工としての雇用に限定され、第二次産業、第三次産業の内では最低賃金水準である建設業や給仕、雑役夫、掃除夫などの私的サービス業に甘んじているものが多いと思われる。しかしこれらの職種ですら漁民の収入よりは若干高いため、漁業から他産業への転出は今後も続こう。このような漁民の現況に対し、漁業開発による生産性向上は漁民の収入を増加させ、他産業との所得格差を是正し、その結果として漁民の漁業への定着が起きよう。またこのような産業構造的な効果に加えて、2,000 kmにおよぶ長い海岸線全般においておこなわれている漁業の開発、振興は、首都部からの人口分散と地域振興という空間的目標にも効果がある。

3) 輸 出

豊かな漁業資源は、国内需要を満たすに留まらず、重要な輸出資源としても位置づけられる。以前はいわしが家畜の飼料として湾岸諸国に輸出されていたが、フィッシュミールの出現により競争力を失ってしまった。現在オマーンの輸出は99%が石油であり、わずかにドイツ、ライム等農産物の輸出がおこなわれているにすぎない。新たに水産物の輸出が可能となれば、貿易構造

の改善に果たす意義は大きい。

3. 漁業開発の留意点

漁業開発の目標は前述のように国内需要の拡大、漁民対策、輸出振興の三点に集約される。これらの目標間における優先順位は、国内需要および漁民に関する国内政策が第一目標であり、輸出は第二目標である。これらの目標を達成するには種々の対策手段が考えられる。しかしひとつの手段は、間接効果によって他の目標へもプラス、マイナスの効果をもたらすため、それらの相互関連性を十分検討しておくことが肝要である。

今回の調査では、政府の基本方針はおおむね把握できたものの、漁業開発のための個々の政策を詳細に把握することはできなかった。

したがって、ここでは漁業政策を詳細に検討することは避け、政策を推進する際に政策間の整合性を維持するために必要ないくつかの留意点についてふれておく。

第一の留意点は資源の問題である。生産計画にもとづく漁獲により資源の減少をきたさないようにするべきである。また特定の魚種を多獲することにより他の魚種への影響がないかも考慮すべきであり、いわしが豊富だからといって多獲すると資源の減少はおろか、大型回遊魚へも影響が生じることが考えられる。また付加価値の高い大型回遊魚は、その資源量が正確にはまだ把握されていないものの、特に豊富であるというわけではなく、大型漁船の近代的漁法による資源の乱獲は十分に警戒しなければならない。今後とも資源動向の正確な把握と資源保護は適正規模の漁業存続のためには不可欠である。

第二の留意点は消費者と生産者との問題である。すなわち国内需要と漁業生産との需給バランスの問題である。もし国内需要を優先するのであれば魚価対策として流通施設の整備の他に輸入促進も考えられようし、逆に漁民対策優先であれば生産性向上のための漁港整備、漁船漁具の近代化あるいは補助金の交付などが重視されよう。

したがって、両者のバランスを維持した政策の推進が必要である。そして第三の留意点は漁業生産者内の構造の問題である。すなわち生産性の向上、また一方において輸出促進という観点からは漁業経営の大規模化が必要である。ところが漁民の多くは小規模なものであり、大規模な漁業が営まれると国内の需要はすぐに賄われてしまい、小規模な漁民は収入源を失なうことになる。政府は日本や韓国等外国企業との協定により大規模なトロール漁を始めており、また缶詰工場やフィッシュミール工場の計画も検討されている。これらが本格的に事業化されることは、オマーン漁業にとって好ましいことであるが、市場、漁業区域、魚種等において一般漁民と競合しないよう調整されるべきである。漁民の生産性の向上のためには経営規模の拡大と安定化を計る協同組合のような組織化が進められるべきであり、他方政府や半官半民の大規模事業も一般の漁民に対して利益となるような方向で推進されることが望ましい。

4. 小型漁船関連工業の開発案

漁業の現況と政策の方向を見極めつつ、まず漁業のなかで何が工業化可能であるかを検討してみると、現在の状況において工業化が考え得るものは缶詰、フィッシュミール等の水産加工業と、漁船製造、修理等の小型漁船関連工業であろう。ここではこれらの二つに関し以後のフィージビリティスタディにつながる可能性があるかどうか検討することにする。

1) 水産加工業

水産加工業として缶詰とフィッシュミール製造の事業化が政府により検討されている。これらの事業化にあたっては次のような市場、技術が大前提となる。まず採算性を保つには生産の大規模化によるコストダウンが必要であり、輸出を指向するには競争力のある価格が要求される。いわし缶詰の場合は日本や南アフリカ共和国の製品が競合するが、日本の場合、原料であるいわしの価格は最低が20円/kg (30 baiza/kg) 程度であり、缶詰の製造原価は一缶当たり25~30円 (37~40 baiza) 位である。また工場の規模も250 t/日位の生産が中規模のものである。レイアウトで計画されているいわし缶詰工場は20 t/日程度のものであり、製造原価も割高になるため輸出における価格競争力はないであろう。また国内消費用に向けられたとしても輸入品に打勝つためには何らかの優遇策が必要となろう。

缶詰の場合、いわしよりもマグロ缶詰の方が付加価値が高く収益性も高い。生産規模が1万t/年位あれば収益性は維持できるが、国内での価格が高いことや市場そのものが小さいことを考えると輸出を指向せざるを得ず、やはり価格競争力があるかが疑問となる。そしてオマーンのインフラストラクチャの整備状況や技術力の現状を考慮するとマイナス要素が多い。またマグロ漁獲量の多くが缶詰工業にいくことになり一般漁民のマグロ魚獲量を減らし、マグロ鮮魚の国内供給に不足を生じることとなる。

缶詰の場合、缶のコストは、さば、いわし缶詰の場合が製造原価の $\frac{1}{3}$ 位、まぐろ缶詰の場合が約2割を占めるが、缶の供給をどうするかも重要な問題である。缶詰工場に付随する製缶工場の場合2万t/年間程度の規模が必要である。1万t/年間のマグロ缶詰の生産量では、製缶は収益を得られず当然輸入が考えられなければならない。

このような諸点を考えると缶詰製造の工業化は政府の強力なバックアップがない限り、現時点での優先度は低くせざるを得ないであろう。

フィッシュミールにおいても同様であり輸出のみならず国内においても市場の面で問題がある。フィッシュミールの場合、日本では1工場で平均350 t/日の生産が収益性をかろうじて維持できる規模である。この生産が国内消費に向けられれば、1ヶ月20日すなわち240日の操業で生産量は8.4万tになり、現在、家畜飼料の乾燥いわしが18万t程度あるため、将来の市場が拡大しない限り沿岸漁民と競合してしまふ。フィッシュミール製造の場合はそれ自体で事業化するよりも、水産物の調理加工の副産物として有効利用を計る程度に留めておく方が好ましいであろう。

2) 小型漁船関連工業

小型漁船関連工業としては造船、漁船修理が考えられる。これらの検討の前提として漁船の隻数の把握が必要となる。Mardela International Ltd. が1972～1973年におこなったポート
(注1)
サンプリングプログラムによると漁船のサンプル総数954に対しディーゼルエンジン動力船は4%、シャーシャは34%、無動力ハリが39%、船外機付きハリが23%という構成比であった。同調査ではディーゼルエンジン動力船は39隻であったが、スール、マシラ諸島などのサンプルもれや、調査対象漁村でのサンプルもれなどを考慮してもオマーンでの総数は高々100隻以内と思われる。今、ディーゼルエンジン動力船を100隻と設定し、この構成比4%が正しいとすると漁船の総数は2,500隻となる。

(1) 造船の可能性

上述の推計によると漁船数は高々2,500隻程度と考えられる。この内訳は船型別の構成比が正しいとすれば表VII-1のようになる。

Table VII-1 Estimated Number of Fishing Boats by Type

Equiped with a diesel engine	100
Shasha	850
Huri without an engine	975
Huri with an outboard engine	575
Total	2,500

(Source) JICA MISSION

一方政府は漁船の動力化やアルミニウム船、FRP船の使用を奨励しており、5ヶ年計画においても500台のエンジンや1,000台のアルミニウム船を漁民が購入するのに際し融資をする予定である。アルミニウム船はシャーシャや無動力ハリの取替となろうし、エンジンの購入は無動力ハリの動力化になるので造船市場の質的変化が生じよう。こうした漁船の近代化の政策はスール、ソハールに存在する伝統的な木船製造にプラスの効果を与えないばかりか、むしろ彼らにはマイナスの効果を与えることになるので、木船製造に対する政府の方針との調整が重要である。

ここで漁船の価格状況を示すと表VII-2のとおりである。

注1) Marine Resources Development Program Sultanate of Oman Final Report,

Mardela International Ltd. FMC International April, 1975

Table VII-2 Purchasing Price of Fishing Boats

Wooden		Aluminium		Fiberglass Reinforced Plastic	
12-15 feet	200 R.O.	12-16 feet	300-400 R.O.	13 feet	175 R.O.*
25 feet	1,000 R.O.	15 feet, 25 HP	700 R.O.	13 feet, 8 HP	381 R.O.*
8 t	1,500 R.O.			18 feet	312 R.O.*
With an engine (40 HP)	3,000 R.O.			18 feet, 15 HP	692 R.O.*
				20 feet	3,000 R.O.

(Note) * ex-factory price in Japan (conversion rate: 1 R.O. = ¥673)

(Source) JICA MISSION

オマーンではサンプルは少ないが同じ規模の場合木船が一番低価である。FRP船については20 ft のものを除いて日本での価格で示されており、13フィートではオマーンの木船より安くなっているが、オマーンに輸入された場合には木船価格よりやや高くなる。アルミニウム船は小型のもののみであるが割高である。FRP船の方がアルミニウム船より安いですが、漁民は小型漁船を浜上げするため、FRP船だと高温の砂により亀裂が生じることがある。このため現在アルミニウム船の購入が進められているが、浜上げの際の亀裂が解決できれば、今後はFRP船の競争力が強まる。

造船の可能性に関しては次のような諸点よりその実現性は薄いと思われる。第一は需要動向に関するものであるが、1980年までの5ヶ年間はシャージャと無動力ハリ1,825隻を対象にアルミ船を中心に1,000隻の置換えが生じるが、漁船購入に関し、同じ政策が引続けば、1985年までにはこの市場は一巡し、その後はきわめて小さい需要規模となろう。需要がこの5~10年に集中してしまうことは、生産体制の即時確立を必要とさせるばかりでなく10年後には施設の遊休化を生じることになる。第二は造船に対するオマーンの意向の点である。政府は国内での造船については現在のところ考えておらず、海外からの漁船の調達を指向している。また現在木船を製造している職人たちも伝統的な木船以外のアルミニウム船、FRP船の製作の意志はない。第三者は技術的問題である。アルミニウム船の溶接やFRP船の密着等には、かなり高度な技術が要求される。またFRP船の場合、接着をするのに15℃~20℃の低温であることが必要なため高温な気候条件から考えて製造原価に占める冷房コストの割合が大きくなる。これらに対し、政府の本格的な解決の努力がなされない限り造船の可能性は低いであろう。

(2) 漁船修理の可能性

漁船は約2,500隻あるものと推計されるが、ここ数年来、動力化木船からアルミニウム船、FRP船への置換えが進められている。この結果船体自体の耐久性は向上するものの、動力化によ

りエンジンの修理，取換え需要が増大するのは明らかである。1980年以降には1,000隻の船外機付き動力船が存在することになるが，オマーンの苛酷な環境や漁民のエンジン使用技術レベルを考慮し，船外機の使用期間を三年とすれば，毎年333台の船外機の取換えが発生し，また各船外機は年に一度故障を生じるとすれば，年間1,000台の修理が必要となる。政府もエンジン修理場を重要視しており，すでにオープンされたサララーを始めとして数ヶ所にエンジン修理場を建設の予定でいる。資金的な裏づけが付けばエンジン修理場の建設は具体化されよう。以下エンジン修理工場を事業化する場合の考慮点として開発投資，立地点，開発効果等の諸点につき検討する。

i) 開発投資

エンジン修理場は一ヶ所に大規模なものを設置するよりそのサービスを受けられる地域ができるだけ広がるように，全国の主だった漁村数ヶ所に設置するのが好ましい。したがって各々のサービス対象地域は，それほど大きい必要はなく，一修理場の大きさは小規模のものになる。サララーで操業しているエンジン修理場は100～200㎡程度のもので，作業員も10人未満のものである。修理場の投資は建物と修理用機器が主なもので，政府で検討されている投資額もマトラーの場合で25万ドル，その他で7万5千～15万ドル程度と見積られている。また事業開始後の運転費用の人員費と修理用実費程度と思われる。

ii) 立地点

エンジン修理場の立地点は動力船が多く使われている地域から選択されるべきであるが，これには政府の動力化の融資計画が地域的に異なるので，この融資計画の地域配分に依存することになる。立地点としてはサララー，ムサンダム，ソハール，スール，マトラーが考えられる。

iii) 開発効果

エンジン修理場建設により期待される開発効果は，生産性向上，とそれによる食糧確保，ならびに雇用拡大等がある。第一に生産性向上についてであるが，漁業局での話によると無動力船の漁獲を100とした場合，動力船の漁獲は130になるとのことである。また第1部の表Ⅱ-6の漁獲データをもとに比較すると，船外機付きのハりは無動力ハりの1.73倍の漁獲を得ることができる。また漁獲高で比較すると船外機付きハりの一回当り20.6 R.O.に対し，無動力ハりは8.3 R.O.であり，動力船の方が行動範囲が広く，付加価値の高い魚種の漁獲が可能であることを示している。このようにエンジンの修理，性能維持は生産性の向上とその維持に特に影響が大きく，また，それは漁獲量よりも金額的な観点からの影響である。

食糧確保の点からもエンジンの修理による稼働日数の増加は重要である。修理施設が不備なことから，稼働しているエンジンの割合をほぼ50%と仮定すると，年間240日の操業期間がその半分の120日となってしまう。船外機付きハりは一回当り85kgの漁獲，そして無動力のハりは一回当り49kgであるから120回ではそれぞれ10,200 kg，5,880 kgであり，その差は4,320 kgになる。

動力船が1,000隻になったとするとそのエンジン故障による漁獲減は、4,320 kgの1,000倍、すなわち4,000 t程度は生じ、エンジン故障によって全く稼働をやめた場合は10,200 kgの1,000倍、すなわち1万tの漁獲減にもなる。これは需要の9%~23%にもなり食糧確保及び物価対策から重大な影響を生じよう。

最後の雇用の点であるが、エンジン修理場は高々10人前後の修理工のみを必要とし、国内に数ヶ所エンジン修理所を作ったとしても直接には数十人の雇用効果しかもたない。しかし故障の漁船で働いている漁民には故障期間が大幅に縮小されることより、彼らの失業というマイナスの雇用効果を防ぐことになり、エンジン修理場の役割はきわめて重要である。

以上述べてきたようにエンジン修理場は直接の生産物はないが、漁業活動の下支えとして大きな役割をはたす。政府もこの重要性を認識し、漁民へのサービスとして採算性を度外視してその事業の拡大を意図している。エンジン修理場は投資規模に比べ多大な効果をもつものとしてその推進が期待されよう。

(3) 小型漁船関連工業推進の課題

今まで述べてきたことを要約すれば、オマーンの小型漁船関連工業化に関しては、漁船近代化政策によるアルミニウム船、FRP船需要増大傾向にもかかわらず、木船以外の漁船製造の事業化は困難と思われる。しかし漁船やエンジン等修理は今後とも必要性が高まり、すでに一部で政府による事業化も進められている。現在は漁民へのサービスを第一として、採算は度外視されているものと思われるが今後とも政府が事業主体として推進する場合は別として、将来修理場が民間企業として操業するには収益性の確保が課題となる。

一方、オマーンの漁業の現状と将来の発展性に鑑みるに、漁民の技術を向上させ生産性を高めることは、食糧確保、地域振興の観点からも重要なことである。沿岸漁業におけるより生産性の高い漁具の使用に関する技術指導の優先度が高いが、トロール船およびその使用技術の供与やエビ、カキ等の養殖の技術指導も考えられよう。どのような技術開発にせよ、長期的かつ体系的な開発が望まれよう。オマーンでは今まで多くの外国企業が漁業関連のコンサルティングや事業をおこなってきた。しかしながらそれらの中には、必ずしもその結果が思わしくなく、効果的な投資が行なわれなかった例も多い。この点は上に述べた認識が不足していたためと思われる。

第Ⅷ章 フィージビリティ調査への提言

1. 業種の選択と推進

1) 業種の総合評価

第2部で、選択されたプロジェクトについて事前評価をおこなった。これらは、主として市場と原材料又は資源の面からの評価である。これらの評価結果のまとめを表Ⅷ-1に示した。

これらプロジェクトの特性として、次の5つが考えられる。

- (1) オマーン国内に資源が存在し、市場も存在する。
- (2) オマーン国内に資源が存在するが、市場が小さすぎるか又はまだ存在しない。
- (3) オマーン国内の資源が存在するかも知れないが確定していず、しかし市場は存在する。
- (4) オマーン国内の資源の存在が未確定であり、市場は小さすぎる。
- (5) 原材料その他を輸入するが市場は存在する。

このような分類にしたがえば、プロジェクトは表Ⅷ-2のように区分けされる。このうち(4)については、他の理由により特にとりあげる必要が出てこなければ、これらプロジェクトの優先度は小さいと考えて良いであろう。また、(3)のガラス容器製造プロジェクトは、オマーンの民間企業が推進して、調査がかなり進んでいるので、今回の開発対象業種からはずす。(2)の塩利用工業については、製品のマーケットの可能性がきわめて限定されることから、開発の優先度は低いと考える。残ったプロジェクトは、原材料や資源別、産業特性別に分類すると、表Ⅷ-3のようになる。次の調査は、これらのプロジェクトの集まり別におこなわれることが望ましい。

2) プロジェクトの推進

表Ⅷ-3に示したプロジェクトのいくつかは、それぞれ問題を含んでいる(表Ⅷ-4)。これらのうち、とくにレンガ、タイル(陶磁器)と窒素系肥料プロジェクトが具体化するためには、以下のような条件が満たされなければならない。

- ・事前の地質調査による必要資源量の把握 タイル、レンガ、(陶磁類)
- ・事前のGGベースによる製品売渡しのとりきめ 窒素系肥料

プロジェクトの多くは、オマーン国内市場の狭さと、近隣諸国への輸出の困難さが、具体化への隘路になっている。これを解決する方法としては、下記のようなものが考えられよう。

- (1) 政府プロジェクトにおけるオマーン製品使用の推進(Buy Omani)
- (2) プレキャスト・コンクリートやALC製品のような新しい材料を使用する政府プロジェクトの推進
- (3) セメント・プロジェクトにみられるような、投資を受け入れて同時に製品を引きとってもらいとりきめを外国と締結

Table VIII-1 Summary of Prefeasibility Study Findings

Group	Project	Product	Scale	Facility/ Technology	Employment	Raw Materials	Market/Demand Scale	Problems
Building Materials	Secondary Cement Products	Concrete Panels and Slabs	Small, \$5 Mill. U.S.	Medium/Small Simple Tech.	50 - 90	Currently impor- ted; 1 mil. ton/yr cement plant will start operating in about 1983.	Small, Prelim. plan; 10 to 20 5-story, 30- unit apartment houses to be built per year.	Competition with pro- ducts of existing Co. (Amiantit)
		ALC Products	50 Thous. m ³ /Yr	Medium/Small; Med. Level Tech.		Abundant (silica sand, cement, quick lime); need good quality water	30-40 thous. m ³ /Yr (1985)	
	Marble	To be decided by discovered deposit grade	Small 10 thous. ton/Yr. \$1 Mill. U.S.	Simple Fac., High Tech.	30 - 40	Domestic; at least several 100 thous. tons of reserve	Small, 2 thous. ton/Yr.; Competitive export market	Size of deposit is yet to be proved.
	Limestone	Lime	18 Thous. Ton/Yr \$6 Mill. U.S.	Fair level of Tech.	50 - 60	Abundant	Small, 1976 import 123 Thous. RO	
		Calcium Carbonate Powder	3 Thous. Ton/Yr \$1 - 1.2 Mill. U.S.	ditto	15 - 20	Abundant	Almost none	Market in the Gulf area small
	Dolomitic	Dolomite Plaster	10 - 20 Thous. Ton/Yr.; \$5-6 Mill. U.S.	Small, Simple Tech.	50	Abundant	1976 import 3.2 Thous. R.O.; Depend on build- ing demand, 5,000 t/y	Need of market development
Ceramics, Glass, Brick and Refractory		Dolomite Fertilizer					Small	
	Glass	Glass Containers	Medium/Small 10 Thous. Ton/Yr	Relatively easy		Suspected if volume adequate	Middle size market in Gulf area	A private firm is starting
		Sheet Glass	Large	High & compli- cated facility and tech.		ditto	Small; 11,000m ² /Yr.	No inter'l competitiveness
	Porcelain	Ceramic Tiles	Small; several 100 thous. m ² /Yr. \$3-4 Mill. U.S.	Relatively easy	50 - 100	Clay reserve un- proven (limited by use)	\$5 mill./Yr. for all ceramics; for tiles, 500 Thous. m ² /Yr. or less.	Competition with imports
	Bricks	Refractory bricks		Complicated; Large Scale			Almost none	No domestic demand until cement plant operation start

(To be cont'd)

(Continued)

Group	Project	Product	Scale	Facility/ Technology	Employment	Raw Materials	Market/Demand Scale	Problems
		Ordinary Bricks		Simple; Small Scale		Clay Reserve unproven	50 Thous. m ³ /Yr. or less	Competition with concrete blocks
		Other Porcelain (Tableware, etc.)		Varied		Unproven		
Metal/ Plastic Fabrication	Copper Smelt- ing/Fabrica- tion	Cathode Copper	20 Thous. Ton/ Yr.; \$8 Mill. U.S.	Simple; Medium Size	30	Abundant	Domest. and Export; Domest, 2 Thous. Ton/ Yr. Cables, 200 Ton/ Yr. rolled copper	Inter'l Compet.; Electric wires to compete with Gulf countries.
		Wire Rod	20 Thous. Ton/ Yr; \$10 Mill. U.S.	Complicated; Medium Scale	20			
		Copper Cables (Vinyl Insulated)	1,200 Ton/Yr. \$3.5 Mill. U.S.	Complicated; Small Scale	20			
Plastic		Containers	3,000 pcs/Day; \$200 Thous. U.S.	Easy	5	Import	Demand estimated fairly high for water containers	Compete with Imports
Petroleum/ Natural Gas	Petroleum- Based	Petroleum Products	50 Thous. bbl/ day; \$80-120 Mill. U.S.	Big Plant; High Tech.		Abundant	30,000 bbl/day (domestic; 1985)	Internat'l Compet. still questionable
	Gas-Based	Ethylene and Derivatives		Big Plant; High Tech.		Insufficient	Over-supplied in the Gulf area	Compt. with Saudi Arabian products
		Ammonia/Urea	1,000 Ton/Day	ditto		Abundant	Small	Compt. with Gulf area proejets
Seawater	Brine-Based	Recovery of common salt, magnesium, bromides; Mfg. of caustic soda and chlorine	130 Thous. Ton/ Yr. Caustic Soda; 17 Thous. Ton/ Yr. Magnesium Oxide	Big Plant; High Tech.		Abundant	Almost no domestic market	Low export compet.
Fisheries	Small fishing boat manufac- turing	FRP Boats, Aluminium Boats	Small	Some Tech. needed		Import	Small, 2,000 - 3,000 in all	Domestic market oppressed by imports
	Repairing	Repairing	Small (Several shop at fishing villages)	Simple, Easy	10/shop	Imported parts	Large; 1,000 boats/Yr.	Need techn. train. guidance

(Source) JICA MISSION

Table VIII-2 Categorization of the Selected Strategic Industrial Projects

Characteristics	Projects
1. Resources are available and market is already existing.	Secondary Products of Cement, Petroleum Products
2. Resources are available and market is yet to be developed.	Marble, Lime, Calcium Carbonate, Dolomite Plasters, Electrolytic Copper Wires, Insulated Copper Wires and Cables, Nitrogenous Fertilizers, Chemicals from Salt
3. Resources are yet to be confirmed but market is already existing.	Glass Containers, Ceramic Tiles, Clay Bricks, (Porcelain Products)
4. Resources are yet to be confirmed and market is yet to be developed.	Sheet Glass, Refractory Bricks, Petrochemical Products
5. Raw materials are to be imported and market is existing.	Plastic Containers, Small Fishing Boats

(Source) JICA MISSION

Table VIII-3 Packaging of the Finally Selected Industrial Projects

Priority	Project Packages	Projects
High	1. Products from Carbonate Rocks	Marble, Lime, Calcium Carbonate, Dolomite Plasters, (Secondary Products of Cement)
High	2. Copper Products	Electrolytic Copper (Wire Bar), Copper Wire, Insulated Copper Wires
High	3. Petroleum Products	Petroleum Products
Medium	4. Ceramics and Related Products	Ceramic Tiles, Clay Bricks, (Porcelain Products)
Medium	5. Nitrogenous Fertilizers	Nitrogenous Fertilizers
Medium	6. Others	Plastic Containers, Repair of Small Fishing Boats

(Source) JICA MISSION

Table VIII-4 Problems and Possible Solutions of the Industrial Projects

Projects	Problems	Possible Solution
Lime	°Small market size	°Domestic and export marketing
Calcium Carbonate	°Availability of pure lime stone	°Careful geological survey
	°Small market size	°Exploitation of the use °Export marketing in the Gulf countries
Dolomite Plaster	°Small market size	°Demonstration of effective use of plasters °Export marketing in the Gulf countries
Electrolytic Copper and Copper Wires	°Small market size	°Export marketing in the Gulf countries especially those which have established manufacturing of electric copper wires and cables
Insulated Copper Wires	°Small market size	°Electrification in Oman °Simplification of sizes of electric wires to be produced °Export marketing
Petroleum Products	°Small domestic markets for residual oils	°Export marketing including bunker oil market
Ceramic Tiles	°Availability of clay of good quality	°Geological survey designed for locating clay deposit
	°Small market size	°Export marketing in the Gulf countries
Clay Bricks	°Availability of clay in quantity	°Geological survey designed for locating clay deposit
(Porcelain Products)	°Availability of high-quality clay, feldspar, kaolin, quartz and so on	°Extensive geological survey
Nitrogenous Fertilizers	°Small market size	°Export marketing, preferably on the Government to Government purchase agreement
Secondary Products of Cement	°Small domestic markets	°Promotion of use of precast and/or pre-fabricated concrete products in the Government-financed projects such as water supply and housing
Plastic Containers	°Small market size	°Export marketing in the Gulf countries

(Source) JICA MISSION

(4) 湾岸諸国への輸出促進ミッションの派遣 特定商品たとえば銅、タイル、大理石などについて、各国の輸入や消費状況を把握

(5) 湾岸又は中東で活動している多国籍企業を誘致して、その販売ルートによって輸出

Amiantit が良い例

(6) 輸出商社の育成 オマーンには輸入商社があっても、輸出をおこなう商社はないので、輸出補助金制度によりそれらを育成

2. 資源の経済的開発可能性の評価

いっぽう、オマーンの資源を利用して、工業化をはかる場合、資源の経済的開発可能な量が分らないことが、開発の最大の隘路になっている。これらに関する正確な情報を得ることが、将来の鉱工業開発を促進することになるはずである。農業、漁業、鉱業について、資源調査の視点を次にいくつか述べる。

1) 農業可能性調査の必要性

オマーンの水資源と土質に関する調査は、ある程度完了しており、次の段階は、適地にどのような作物を育てるかということにきている。オマーンの農業が、地域的な自給自足的傾向を離脱してゆくとすれば、換金性を考えた作物選択がおこなわれるべきである。これは、農民の収入を増大させ、農村から都市への人口流出を減少させることができるからである。

したがって、これまでの農業調査の中で作物選択において考えられた「自給率の向上」の考え方以外に「開発対象地域において、もっとも良く育成できる換金作物を選ぶ」という考え方を導入する必要もあろう。このような作物の育成と、その加工を組み合わせることにより、農業の付加価値を上げ、農産品加工工業を開発してゆくことが可能になる。

このような集中栽培型農業をオマーンに育成することの妥当性を検討する必要があるが、すくなくとも水が得られる適地においては、生産性向上のためこの種のプロジェクトが試みられて良い。このいくつかの例を、表Ⅷ-5に示した。

Table VIII-5 Possible Agricultural Development Directed at Rostering Agro-based Industry

Crop	Industry
Citrus Tree	Canned Juice
Other Fruit Trees	Canned Fruits, Dried Fruits
Tomato	Canned Juice, Canned Tomato Paste
Oil Seed Crops	Vegetable Oil
Coconut Palm	Coconut Oil, Soap

(Source) JICA MISSION

2) 漁業可能性調査の必要性

オマーンの漁業の可能性については、マルデラ・レポートやベルゲン大学、さらにはFAOなどによって詳しく調べられている。とくに沖合トロール漁業については、日本企業や韓国企業とオマーン政府が協定を結んで、経済的な開発可能性を調べている。

本調査団の知り得た限りでは、冷凍や缶詰にして換金性の大きい魚種の定常的な魚獲はまだ確認されていない。すなわち、オマーンの漁業資源が豊富とみられる割には、規模の大きい水産加工業を育成するための十分な調査がなされていない。オマーンでの漁獲は、a) オマーンの食用になるもの、b) オマーン人は食べないが輸出できるもの、c) 飼料用になるもの、と分けられるが、輸出用としてのいか、えび、貝類、かき、その他の漁獲と保存形態すなわち冷凍、かん詰、くん製、のような加工方法を検討してみる必要がある。オマーンの漁業は、さしあたって国内向けたんぱく質供給源として位置づけるとしても、長期的には有利な収入源、とくに外貨収入源として考えるべきである。

3) 組織的地質調査の必要性

オマーンの鉱物資源開発にとって、最も重要なことは資源の実態を正確に把握することである。その中でも、経済的に成り立つ金属鉱床の発見は可能性が非常に高い。その探鉱成果により産業開発政策、投資計画なども異なってくるので、可及的速やかに探鉱開発を進めるべきである。なおこれまでの地質探査の結果に関する文献では、我々が必要とする鉱物質源の量、質を述べた報告は極めて少ない。この理由として、(1)対象区域が広域にわたっている、(2) 国内に専門家が少ない、(3)鎖国が解除されてから日が浅い、(4) 交通の不便 (5) 地形の急峻、(6) 厳しい気候 (7) 水の供給不足、などがあげられよう。

また、鉱床発見の可能性の高い理由は、金属鉱床を胚胎しているオフィオライトが5万km²の広域にわたって分布していること。(これまで発見された銅の鉱体は10km²にすぎない)しかも、そのオフィオライト中の鉱化作用はいたる所ですでに発見されていること。古い時代に各所で酸化鉱(銅、鉄)が既に採掘されていること、そして最近、再び旧採掘跡の周辺部で銅鉱床が発見されていることなどである。加えて一般に酸化帯の下部には高品位硫化物の賦存が期待できるので、深部の探鉱を行えば銅鉱床を発見する可能性は大きい。

鉱化地帯(例えば銅、クロム)の特徴は複雑な火成岩類の分布地域、断層・破碎帯などの多くの地質構造の錯綜した地帯、鉱化変質を広範囲に受けたところなどである。したがって、調査は精密周到に行なわなければならない、そのためにはまず、精度の高い地形図の作成が要求される。

具体的な探鉱の指針ならびに調査の視点は次のとおりである。

- (1) 銅の探査 a : オフィオライト, 特に輝緑岩の分布, 枕状溶岩の周縁部
- b : 岩石, 地質的構造の錯綜帯
- c : 鉱化作用の地帯
- d : 水平的よりもむしろ垂直的探鉱の必要性

(2) クロムの探査

- a : カンラン岩と斑れい岩の接触部にあるカンラン岩中
- b : 断層や破砕帯など複雑な地質構造地域
- c : 地化学探査でのクロムの異常値の検出
- d : 水平的よりもむしろ垂直的探査の必要性

オマーンの場合、特に重要なものはオフィオライトの火成岩中にみられる銅の網状鉍染鉍化作用である。深部探査の必要性、有望性は前に述べた通りであり、これらに対して深部探査を実施する手段としては試錐探査があるが、経済的・時間的にみると、はじめに物理探査を実施し、その異常値（帯）を地質鉍床的に解明判断して、試錐探査に移るのが望ましい。物理探査においては磁力探査、IP法、重力法等のうち、いずれを選択するかを充分検討する必要があるが、オマーンの場合、鉍染硫化鉍床であることや深度、地質構造等より勘案して、IP法が有力と推定する。（IP法：Induced Polarization Method）