

# タイ、マレーシアの鉱業について

森 山 徐 一 郎

## 1. はじめに

1964年10月下旬の約10日間、私はタイ、マレーシアを訪れた。僅かに旬日の旅行は予備調査というにも余りに短い日程であったものの、その間多くの方々にお目にかかり承ったお話から、また現地の風土に接しながら私なりに感じた諸点から、さらに持ち帰った資料から私はこの小報告をまとめてみた。

戦後の政治的、経済的な変化は東南アジアの各国のわが国に対する原料供給国としての立場を著しく高めたことは事実であろう。現在アフリカ、南米にまで原料供給市場を求めつつあるわが国の工業は東南アジアに最も近い市場を見出し、また躍進しつつある東南アジアの鉱業はその輸出市場をわが国に求めている。鉄鉱石のアジア各地からの輸入を例にとってみると第1表の如くなり極めて重要な数字を示している。東南ア

第1表 アジア各地からわが国への鉄鉱石輸入量 (t)

	1959	1960	1961
比 島	1,294,809	1,214,562	1,237,080
マレーシア	3,749,738	5,354,004	6,672,706
印 度	1,926,857	2,502,070	1,825,716
ゴ ア	1,404,530	1,999,296	3,165,046
韓 国	221,215	242,499	452,984
香 港	123,959	129,469	119,129

シアの国々もまた、東西両陣営の谷間の中に幾多の困難を感じながらも、新生独立国の民族感情を支えとして、長期経済開発計画を樹立し、重工業化への基礎として資源開発に真剣な努力を払いつつある現状である。輸出市場の安定したこれらの地下資源の開発はその国の重工業化への出発点として行なわれねばならない方途であろうと考えられるし、又この豊かな資源の開発を基礎としてこれらの国々の人達が望んでやまない生活水準の向上と民族の繁栄が、困難な条件が尚幾

多存在しているにしても達せられるであろう。東南アジアが一路重工業に邁進するか、あるいはわが国等が歩んで来たように軽工業の段階から漸進するかについてはいろいろ議論のあるところであり、経済学の専門家の意見におまかせするより仕方がない。ただ私達のような技術屋からいえることは一言に重工業化といってもその路は簡単でないことである。資本、技術、教育、技術水準、国民性、政治性等々の多くの問題が錯綜してくる。一般に資源をそのまま輸出する原料国から次第に冶金工業をへて機械工業加工工業へと移行せられるのが普通の形で、東南アジア諸国は率直にいつて未だ原料輸出国の段階であろう。それ故に東南アジアの諸国では地下資源の科学的深査に真摯な努力が払われている。このような状況の中でマレー地方の錫資源のみは非常に古くから開発が進んだ特異な例であろう。私は非鉄冶金の立場から、主に錫、イルメナイト等に焦点をしばらくながらマレー地域の鉱業について記したいと思う。

## 2. マレー地域における錫工業の沿革

マレー地域における錫資源は第2表に示すように世界生産に対して大きな比重を占めている。錫製錬は酸化鉱製錬のため古い時代から今日の原型ともいえるべきものがあつたようである。このことはマレー地域でも同様である。いろいろな記述が残されているにしてもこれら錫工業は19世紀中葉までは小規模なものであつ

第2表 世界における錫鉱生産量(long ton)

マレーシア	インドネシア	ポリビヤ	コンゴ
59,947	12,947	22,246	8,446
タ イ	ナイジェリア	そ の 他	計
15,587	8,729	13,198	141,100

この統計には U.S.S.R. 中共、東欧は含まれない。

た。マレー人の技術はランパン式といって水路に水を流し両側の土を鉄でかき落とす方式であったが、華僑の技術はロンボン式といわれ錫石を採掘し地表に上げ流水樋で洗い、その流水の下では木盆を用いて尾鉄を洗うものである。中国の古い技術書天工開物によると17世紀以前に湖南、広西で採取せられる錫石の処理の方法が記載せられている。錫石は竹製の樋をつくり水で流して土砂と分離するか、又川錫の場合には梔かけ法の一つで採取すると書かれる。マレーシアの錫の採取方法は南支で行なわれた技術が南下したことは明かである。19世紀中葉には海峡植民地華僑資本と共にこの技術は導入せられ、19世紀後半では英国製の動力機械、ポンプの利用によりこの華僑技術はさらに改良せられた。1880年から世紀末にかけて罐詰、包装用錫板のため錫の需要は激増して英国およびフランスがマレー諸州から鉱業権の認可を取得しはじめ、西欧の工業技術、すなわち最初に蒸気機関、セントリフューガル、ポンプ、さらにハイドロリック方式、ドレッチャーによる採掘の改善が行なわれ、又シンガポール附近のプラウ、ブラン(1887年)、ピナン(1897年)に錫製錬所が建設せられた。19世紀末まではマレー諸州の錫鉱業の大部分は華僑経営のものであり、1912年においてもマラヤ錫生産量の80%が華僑所有鉱山生産によるものであったが、この頃から西欧系会社が急速にドレッチャーを設置し華僑の生産量を凌駕するにいたった。この頃以降は(一時わが国の占領下の時代は別として)錫工業は英国の傘下として行なわれて来ている。ただ錫鉱業の発展はマレーの各分野に大きな影響を与えている。第一に中国人の移民が大量に渡来し、第二に交通の発展を招来し、第三に都市の発達をもたらしている。

### 3. タイにおける錫鉱業

タイ国における鉱産資源としては第3表の統計が示す通りである。この表から錫鉄石以外の鉱産資源は比較的少なく、むしろ現在開発中のものが多い。

錫鉄石はマレー半島部に鉄床が多く存在して古くから採掘が行なわれている。現在20社程の鉱山業者により鉄石の採掘、選鉄が行なわれ、精鉄はマレーシア製錬所へ送る。最近にいたり米国 Union Carbide 社との合弁で Phuket 島に資本金 1800万バーツの製錬所の建設が進められている。この製錬所の規模は粗

第3表 タイの鉄物産出量(米トン) 1963

錫鉄石	タングステン鉄	鉛	鉄	アンチモニー鉄
21,617*	189		5,213	1,126
マンガン鉄	鉄鉄石	石膏	螢石	
3,409	15,000	23,889	29,230	

(\* 雑鉄石を含む)

鉄 21,000 t/年の処理能力で目標地品位99.95%、年間約14,000 tの製品を生産するものである。

またマレー国境近くの Yala において第二次世界大戦前 Briish-American Co. が採掘を行なったあとを日本のラサ鉱業会社が処理を行ない、その精鉄を九州大分製錬所におくり製錬を行なっている。

### 4. マレーシアにおける錫鉱業

マレーシアにおける鉄産資源の生産は第4表に示す如くである。マレーシアの鉄産資源は可なりよく開発が進んでおり、鉄鉄石は第一次世界大戦直後 JOHOL, KELANTAN, TRENGGANN の3州で日本人の手により採掘がはじめられた。(例えば Sri Medan などは特記せられる可きものであろう) 1938年頃にはマラヤからの輸出鉄鉄石が日本の輸入鉄石総量の半分近いところまでになったこともあった。第二次世界大戦後一時鉄石の輸入はとどえたが、最近にいたり KE-DAH, PERAK, PAHANG の各州より多量の鉄石が再び輸入せられるにいたっている。

現在ではマレーシアは溶鉄炉の設備をもっていない

第4表 マレーシアの鉄物産出量 (long ton) 1963.

錫精鉄	鉄鉄石	ボーキサイド	イルメナイト
鉱山数	709	24	2
生産量	59,947	7,264,543	444,047 147,014
コロンバイト	金	モナズ石	銅精鉄
鉱山数		4	
生産量	88	9,116oz	884 2,000
マンガン鉄	ジルコン	ゼノタイム	タングステン鉄
鉱山数			
生産量	6,872	203	5 6

\* サラワクは含まれない

が重工業化の一環として、近く八幡マレーシア製鉄会社の設立計画が進められている。

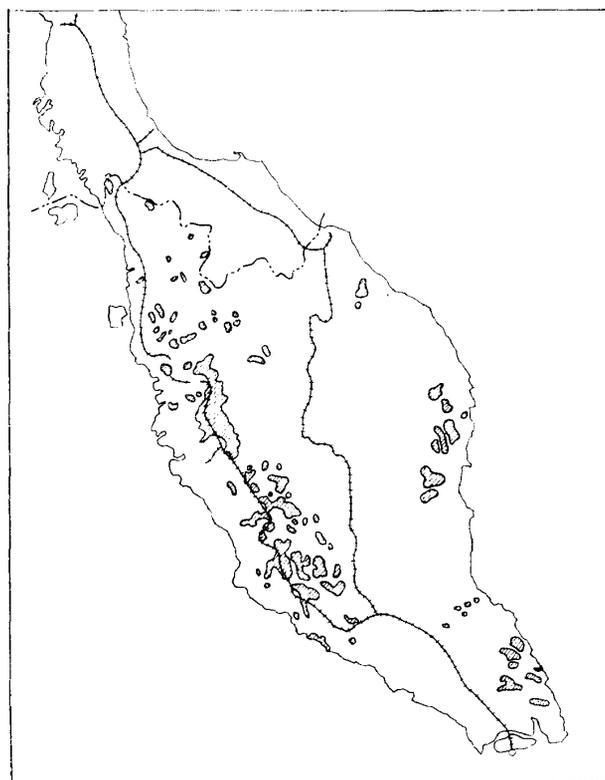
ボーキサイドも日本人の手により開発せられたものの一つで、JOHOL 州シンガポール附近に産し日本が主たる需要国となっている。

この他イルメナイトはマレー産のものは極めて良質の鉱石で約15万tの産出量の中で約8万tが日本に送られ、7万tがヨーロッパ市場に送られる。コロンバイトは KEDAH, JOHORE 両州より産出され約75%が輸出せられる。ジルコン砂およびゼノタイムも量的に少なく、殊に錫精鉱の副産物であるためまとまりが得られず充分に利用されていない現状である。この他銅精鉱も 2000 t/年程度、モナズ石 800 t/年の産出がイルメナイトと同様に錫鉱石の選鉱副産物としてえられ、後者はこの国には放射性鉱物の輸出規制がなく国外に送られる。これらの錫選鉱副産物である鉱石は所謂“Amang”中に含まれる。すなわち錫鉱石から重力選鉱により錫精鉱を採取した残部がマレー独特の“Amang”と云う言葉で呼ばれ、この中には前記イルメナイト、モナザイト、ジルコンおよび錫石の残部(0.5~1.0%)を含んでいる。

尚マレーシアには現在も少量の金を産出している、マレーシアにおける金の採取は非常に古い時代から行なわれた様であり、歴史の示すところによると、16世紀に PAHANG 州 Kuala Lipis 附近で、金、錫の採取が行なわれたといわれ、1880年代にいたり PAHANG のサルタンは西欧の諸会社に鉱業権の認可を数箇所にするしたが、これらの企業はほとんど探鉱の域を出ず、その経営の拙劣、操業の困難のため、ほとんど失敗に終わっている。ただ Ranb Australian Gold mining のみは先年まで継続した。20世紀初頭に KELANTAN 州で金のドレッヂによる採掘が行なわれたが僅かな利益をあげたにすぎなかった。マレーシアにおいても19世紀末より一種の Gold Rash の気配がみられた如くであるがこの地方では金は多くは産出しないようである。

マレーシアの全鉱業の金額的に約70%を占めるものは錫鉱業である。これは英国統治下の時代においても天然ゴムの資源と並んで大きな財源をなすものであったろうし、又今日の独立の時代においても国家経済の重たる財源であることは変わらないであろう。マレーに産する錫鉱石は Cassiterite である。これらの鉱石

は非常に細く、極めて純粹で随伴物も単体として生じ、その化学的および物理的な分離が容易なものが多い。その生産地帯は PERAK, SELANGOR 両州を中心として全半島に分布せられている。マレー半島を



第1図 マレーシアにおける錫鉱石の分布

北上する旅行者が椰子の林とゴム林に単調さを感じるころ、窓外あるいは機下に幾多の円型の池を見出すであろう。池の水は濁りわれわれに美しさを感じさせないまでも、精鉱残渣の白砂の堆積と椰子の緑は雨の空の下でいささか旅情をなぐさめる風物である。これらは~現在稼行せられているにしても又仕事を終ったとしても~錫精鉱の採取の現場である。もともと錫石、イルメナイト等は気成鉱床中に分布して存在していたものが、長年月の熱帯風化にさらされ、風化せられ易い部分は粘土質に変わり、風化せられ難い錫石等は大きな変化をうけず、これらの崩壊物は低部に移動し比重の重い錫石、イルメナイトは層状をなしていく。これらの粘土質と錫石、イルメナイト等の分離はまづ比重選鉱を行なって粘土質を分け、さらに後者を磁選により分離するのが普通である。マレーシアの場合にも水ヒによる比重選鉱が行なわれている。この方式は

Dredge によるものと、グラベルポンプ、パロン等を用いる小型のものがあり、前者は英系に属するものが多い。第5表に採取方式による採掘量を示す。約700以上の鉱山業者があり、大型 Dredger によるものとその他の生産量の比率はほぼ等しい。水ヒによる比重選鉱、選選等により得られた錫精鉱は不純物が少なくその成分品位を極めて高い。筆者が製錬所を訪れた際にたまたま使用していた良質の錫精鉱の化学分析品位を比較のためにポリビア産のもの、および吾国明延鉱山のものと共に第6表に示した。錫含量は非常に高いことは純 SnO<sub>2</sub> の錫含量との対比からも分る。その他鉄、鉛、ヒ素等の不純物含量も少なく、従ってこれらの鉱石を用いて金属錫を製錬すると純度の高い金属をうる事が出来る。マレーシアにはつぎの三つの錫製錬業者が存在する。Straight Trading Co. (Butterworth), Eastern Smelting Co. (Penang), Oriental Tin Smelters (Kuala Lumpur)

第5表 採掘方法による分類 (1963)

	Dredging	Gravel Pumping	Hydraulic	Open Casting
鉱山数	66	593	5	5
錫精鉱生産量 long ton	27,541	23,773	1,168	2,421
	Under ground	Other	Retreat ment	Dulung Washing
鉱山数	22	18		
錫精鉱生産量 long ton	2,229	307	861	1,647

第6表 錫精鉱の分析表

	Sn	Fe	Cu	Pb	As
Ipoh 産	73.39	0.74	0.0004	0.005	0.015
ポリビア	76.62	0.56	0.002	0.005	0.017
明延	59.2	5.4	0.12	0.18	0.00
	59.56	4.91	0.02	0.17	0.53
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	WO <sub>3</sub>	S	
Ipoh 産	0.21	0.77	0.02	0.03	
ポリビア	0.10	0.62	0.02	0.06	
明延	1.3		0.07	3.0	
			4.62	1.08	

で前二者は英国系で永い歴史を存し、ここで製錬せられた錫は International Tin Council 等により世界の錫の経済の中心となったものである。Oriental Tin Smelter はマレー人と華僑と日本人によるもので、歴史は浅いがむしろ今後の発展が期待せられるものである。私は上記の製錬所を訪問したかったが現地の事情が許さず又短期の旅行日程のため Oriental Tin Smelter を見学させて貰った。この製錬所は Kuala Lumpur の西南の Port Swettenham にいたる途中にあり、月産 1,000 t を目標とする中型の製錬所である。椰子林その他の熱帯樹林を切り拓いた土地で、敷地はラテライト系の土壌のため赤褐色で建物は東南アジアで何処でもみられる着色がほどこされていて美しい。Kuala Lumpur で買いつけられた錫省精鉱は袋づめにせられここに搬ばれる。精鉱は粒度が細かいため粉砕の必要はない。約10mのロータリーキルンにより前処理が行なわれる。この操作によりヒ素および鉛分の90%以上が除去できる。タングステン等は微量であるため鉱滓化せられあまり問題にならないようである。前処理せられた鉱石は反射炉に装入せられる。ここでは石灰と還元剤のホンゲイ炭が混入せられ熔錬が行なわれる。スラッグ目標は導入物量に対して珪石分25%、石灰分6%、鉄分(FeOとして)5%附近であり、筆者の見学した際も粘性の少ない良質なスラッグが得られていた。ここで還元せられたものが所謂粗錫であるが、鉄分が1%以下、ヒ素、鉛、ビスマス、アンチモニー、銅等の不純物は極めて少ない。これらの錫はつぎに精製錬にかけられ、すなわちポーリングが行なわれる。300°C 附近に溶解せられた粗錫の熔湯を空気酸化を行なうもので、これにより残った鉄、ヒ素、アンチモニーの大部分が除かれる。製品錫金属はほぼ99.95%のものが得られ市場に送られる。錫製錬の特徴として一次スラッグ中に20%以下の錫分が含まれる。これらのスラッグは堆積せられ適当量に達した時再処理せられる。これは理論量の3~5倍の還元剤を用い1300°C 附近で熔錬が行なわれる。この操作でえられた粗錫は90%程度のものであって鉄分3%を含む。山錫の低品位のものを処理する場合には錫70%、鉄30%附近の組成の“Hard Head”を生じ、この処理が問題になるが、上記の如く非常に鉄分の少ない二次粗錫がえられ、一次製錬と同様にポーリングを行なうことにより製品をうる事が出来る。マレーシアでは“Hard

第7表 マレーからの錫地金の輸出  
(long ton) 1963

United Kinmdog	British Common-Wealth	USA	
1,012	6,318	35,579	
Europe	Japan	Other	
8,940	13,524	20,721	86,094

Head”の処理設備はない。カラミ吹きの場合の二次製錬ガラミ中の錫含量は1%以内を目標とせられている。

以上が錫の採取から選鉱、製錬の概観であるが、マレーシアの錫は世界各国に輸出せられている。第7表に錫地金の輸出の統計を示している。錫地金量が鉱石産出量を可なり上廻っているのは前記のように東南アジアにおいては各地に錫精鉱は産出せられるが、製錬所を存する国は現在のところマレーシアのみであるので輸入鉱石その他により製錬せられた量だけ加算せられている。

## 5. おわりに

主に錫に焦点をしばってマレー地域の鉱業事情につ

いての短い旅行の報告を記した。錫を中心にしたのはマレー地域の錫は世界的のもので技術的水準も高く興味もてるからである。又これに随伴する諸工業も将来のこれらの国の発展につれてその母体となるものである。

しかし僅かな日数でも現地でながめてくると今後の問題点はいろいろ感じられる。が純学術的な調査と異りわれわれの技術的な調査はつねに経済性、政治の問題が含まれる。今後どのような点をどのように調べてみるかについてはゆっくり考えてみたいと思う。

最後に今回の旅行にいろいろお世話下さった東南アジア研究センター、ならびに現地の各位に厚くお礼申上げる次第である。

## 文 献

1. D. V. Belyayev: *The Metallurgy of Tin*, 1963, Pergamon Press.
2. K. G. Tregonning (University of Singapore) Straits Tin. (滝本教授の御厚意による)
3. *Bulletin of Statics relating to the Mining Industry of Malaysia*, 1961, 1962, 1963, Department of Mines, Malaysia.
4. J. Kennedy: *A History of Malaya*.