

インドネシア領ビリトン島 (Billiton) の地質と鉱物資源

上野三義 (鉱床部)

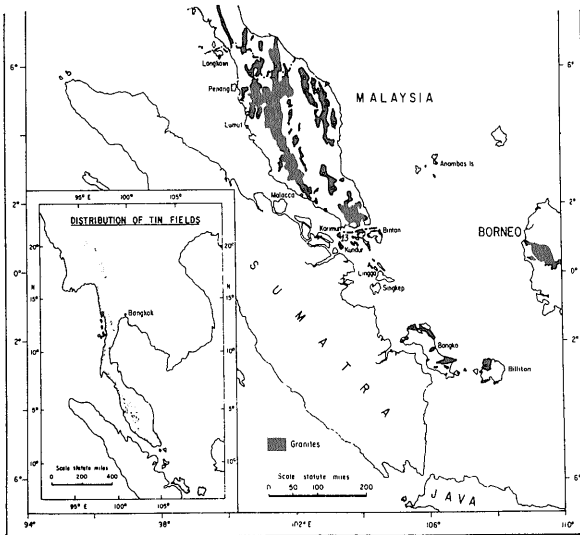
はじめに

ビリトン島は マレー半島の南端からスマトラ東海岸に沿って南東に点々と浮ぶ島々リオ群島の最南端にあり東経約108° 南緯約2.5°に位置している。この島は東西約 72km のほぼ円形を示し 総面積は約 3,840km² リオ群島中バンカ島に次いで大きな島である。また同島および周辺の海域はインドネシアで最も重要な鉱産物の一つである錫石の主要産地とされ 地質 自然環境がもたらしたカオリン質粘土 海岸珪砂等の鉱物資源にも恵まれている。広大な海域に3千とも5千余島とも云われているインドネシアの島々の中で 古くから東南アジア経済交流の中継地として また資源と軍事上の要地としての歴史をもった島である。ビリトン島の地質と諸鉱床特に錫石鉱床は世界的な錫鉱化帯であるマレー半島南部地域と密接な関連があり 鉱床成因の考察に興味をそそぐものがある。第二次大戦後インドネシア政府はバンカ島における錫精錬所の近代化を計り ビリトン島一帯の海底錫石の開発を積極的に実施しているが錫石鉱床の生成機構 侵入岩類との成因的関連性などの研究は 将来の課題として残されている。1965年9月から約2ヶ月間ビリトン島に滞在し巡回して 島内を踏査したが 当時政変の直前で帰路の航空切符を得るのに

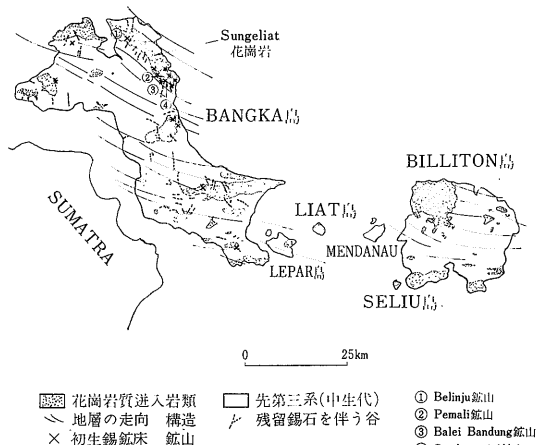
も苦労した時代であった。最近ようやくビリトン島の資源を注目して訪れる者も増えており 筆者の資料と新たに整理された諸資料を加えて同島の地質を概観し 鉱産資源について紹介する。

地勢と交通

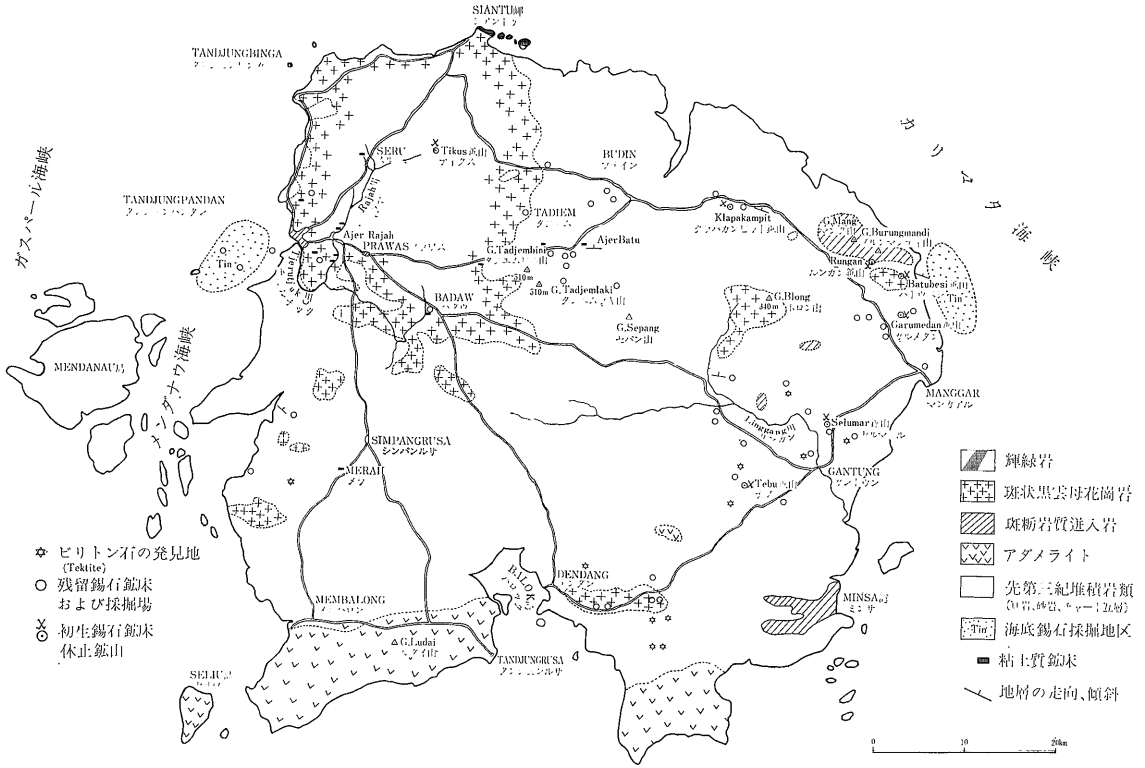
東にカリマタ海峡 南にジャワ海を望むビリトン島は約 90km のガスパル海峡を隔てて バンカ島に接しほぼ赤道の直下にある。島の行政 経済の中心地 Tanjungpandan (タンジュンパンダン) からパレンバンまで約 320km ジャカルタまで約 330kmの間は国営航空ガルーダ (GARUDA) A. L の双発定期旅客便があり 海路では 国営錫鉱山開発公社 (P. N. Tambang Timah Billiton) の定期貨客船が運行されている。当時調査に協力されたインドネシア地質調査所の職員はジャカルタ郊外 Tanjungperiuk 港から3昼夜の船旅であった。ビリトン島周辺の海域は 一般に遠浅で海岸から 1km 以上の沖あたりでも 深さ2—3mの浅瀬が続き 島の周りに多くの珊瑚礁が海面に現われている。この島随一の Tanjungpandan 港の棧橋につけられる船舶は最大700トンと云われ 干満時の水深差が激しいために 定期船も満潮時に出港している。島内には数トン程度



第1図 ビリトン島の位置図 (マレー半島南部地区およびリオ群島における花崗岩類分布図)



第2図 バンカ島およびビリトン島の地質構造図



の魚船を繋ぐ港は少なくないが 数百トンの船舶が入港可能なのは 東海岸では Manggar 港だけで 数千トンの貨物船は島から約 3km の遙か沖あいに待機し この間は機帆船が中継輸送に当たっている。 遠浅の海域は特に島の南側に多く Manggar の南側 Balok 湾一帯 島の西南海岸でも約 10km 隔てて水深10mに達しない状態にある。 このように大量輸送に恵まれないため インドネシア政府と産業界は大型船の入港可能な港湾設備の建設を強く要望している。



写真1 Tanjungpandan 港の沖 Gaspar-Mendanau 海峡を望む。機帆船と珊瑚礁の浮ぶ浅瀬海岸

ビリトン島の気温は年間を通じて摂氏30度～35度で季節の変化がなく毎年9月初旬から翌年1月頃までが雨期になる。 年間の降雨量は約 2,000mm と云われ 雨期には日中で数回もスコールにみまわれドシャ降りの豪雨中は住民のよい沐浴になる。 早々に去った豪雨の後には気温が摂氏28度前後に下りさわやかな一時もあるが雨期にはしばしば風速25m/sec以上の暴風雨に襲われ海と空の交通機関が途絶し 島内の全河川が氾濫して通行不能になることも少なくない。 島の臨海地区では涼風を受けて木陰では暑さを感じないが 島の内部は夜間



写真2 ビリトン島南部 Balok 湾入口の Tanjungrusa 付近の海岸。アダムライト風化物よりなる砂礫の低地帯



写真3 インドネシア国錫鉱山開発公社 (P. N. Tambang Timah Billiton) の本社正面

の冷え込みがひどく 沼沢地に近い住民はマナリアに悩まされていた。

ビリトン島の地貌を概観すると島全体の面積の80%以上が平坦地もしくは起伏の緩慢な丘陵地であり 島の中心地よりやや北寄りに海拔 200m—500m 程度の山峯が連っているが Tadjemlaki 山 (510m) Tadjembini 山 (510m) が最高峯で主要山岳地区の投影面積は約70平方 km にすぎない。このほか目につくものに島の北東沿岸に近い Burungmandi 山 (415m) Bolong 山 (340 m) 等があり 南西地域では Badau 山—Mundang 山—Antu 山の南北に並ぶ先第三系の山波とアダメライトの Ludai 山 (370m) がある。島内の主な水系はほぼ中央山地から多くの支流を伴い海岸に向かって放射状に流れているが 内陸地帯の先第三系分布地区では 東西方向の水系が多く発達し 地層の走向に支配されて流れる傾向がある。

ビリトン島の地質

ビリトン島は熱帯圏特有の激しい風化作用の影響 雨期間の河川溢流等によって山系が侵食され 島全体に準平原化の進んだ海拔 100m 以下の丘陵地が広がり 主要

河川の河口付近にデルタ低地帯が造られている。これらの平坦な地域の殆んどが厚さ数m—10数mの表土 花崗岩類の風化物 褐色粘土等で蔽われているため島の地質解明には長い年月を要したと云われる。ビリトン島の地質調査は1920年—1940年の間にオランダの地質 鉱床学者 J. J. ALEVA, R. OSBERGER, J. WESTERVELD 等が行ない 1960年頃に島全体の地質はほぼ明らかにされた。その後 錫鉱山開発公社が探鉱ボーリングの資料等に基づき地質図の補正を重ねているのが現状であり 第3図に示した火成岩類の分布は 最も新しい資料によるものである。同社の鉱山地質部門は ビリトン島最大の錫石初生鉱床がある クラパカンピット鉱山跡地に研究所を設け 地質課 探鉱課 技術課 (試錐 測量 化学分析) の組織がビリトン島周辺近海域も含めて岩石および地質 各種錫鉱床の調査研究と未踏査地域の錫石探査を続けている。

ビリトン島は島の北部 SIANTU 岬と東に点在する小島にみられる岩床状の輝緑岩の岩脈を除くと島内の地質は大別して頁岩 砂岩および珪岩の互層からなる先第三系の堆積岩とこれを貫く花崗岩質または斑岩質の侵入岩類に分けられ 特に斑岩質のものは東海岸近くに小岩体となって現われ 近海陸地域で次々と未知の岩体が発見されつつある。また主要河川の流域に堆積した白色の粘土砂層の下部は新第三紀末のものと推定されており 地表近くでは石英を含んだカオリン鉱物を主とする蛙目状粘土層が発達している。ビリトン島の先第三系には淡青緑色の凝灰岩 凝灰質砂岩層が夾在され 片状構造のある変質頁岩 緑色片状岩等が各所で認められ先第三系の岩質は バンカ島のものと同じであるが 変成度はやや低いと云われる。地層の走向はほぼ東西方向を示し 60°—85°NまたはSに急傾して 褶曲を繰り返す多くの横断断層や ENE—WSW 系の斜交断層で切られている。バンカ島の地層は北西—南東方向に走向を



写真4 P. N. Tambang Timah Billiton 公社の職員クラブ ビリトン島にはホテルらしきものがなく公用外国人はクラブに泊め



写真5 Tandjungpandan は魚港としても栄えている。島全体の野菜 果実 海産物が総合市場に集り ジャワ スマトラ方面に

第1表 Burungmandi 山付近の斑斨岩類の化学分析表

区分	成分 wt%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	SnO	H ₂ O ₊	H ₂ O ₋	Total
石英斑斨岩		56.14	0.78	17.57	1.88	5.96	3.75	8.71	1.48	1.48	0.87	0.05	1.57	0.27	100.51
花崗斑斨岩		64.92	0.48	12.91	1.56	4.01	2.38	5.04	5.41	2.51	—	0.09	1.29	0.10	100.71

(J. J. ALEVA: Granietonderzoek Billiton による)

変え同島北部地区では 更に北へ湾曲している状態から
 ビリトン島北西海域には弧状構造が推定されている。
 ビリトン島の先第三系はマレー半島以南のリオ群島一帯
 に分布する中生代堆積岩類に属し 古生物学的な地質年
 代はジュラ紀～三疊紀末と考えられている。 ビリトン
 島でみられる花崗岩質並びに斑斨岩質の侵入岩体の岩質
 は次の通り。

黒雲母花崗岩:

この島の各地に露出する黒雲母花崗岩のうち最も広く分布する
 のはTandjungpandan 以北で島の北西地区に当り 面積約900
 平方 km に及んでいる。 この地域の黒雲母花崗岩はやや粗粒
 質で長径 4mm—8mm のカリ長石を斑晶とした斑状構造を示
 す花崗岩で 文象構造を示すもの グライゼン化された部分等
 が各所に認められる。 また岩体中には径数 cm—20cm 大の
 斜長石黒雲母ランプロファイアー (kersantite) 細粒閃緑岩
 (malchite) 質の捕獲岩を伴っているのが特徴であり アプ
 ライト質両雲母花崗岩と密接な関係をもって錯綜する地区があ
 る。 本岩の主要鉱物は微斜長石 ペルト長石 曹長石 石英
 黒雲母であり ジルコン 燐灰石 柎石 螢石 電気石を伴い
 ごく局部的ではあるが 初生鉱物として錫石が黒雲母花崗岩中
 に散点することがある。 van TONGEREN (1938) によると本
 岩中の Y, La, Ce, Nd 含有量が他の花崗岩類より多いこ
 と グライゼン化帯にしばしば錫石を伴うことなどから本岩が
 花崗岩漿に由来し 錫石鉱床の生成に重要な役割を果している
 との説が有力である。

斑斨岩質岩石:

ビリトン島の東部海岸に近い小山を構成するものに 斑斨岩
 質の侵入岩体がある。 島の北東部海岸に接する Mang 山—
 Burungmandi 山—Malanglepau 山の連山は 石英斑斨岩およ
 び花崗斑斨岩質の岩相を示すやや塩基性の岩体で細粒質閃緑岩
 に属する部分も認められる。 この種岩石は一般に暗緑色を呈
 し 角閃石 普通輝石 チタン輝石 斜長石 石英 黒雲母から
 成っている。 島の南東海岸 Minsa 湾に露出する花崗斑斨
 岩は陸地内で東西約 10km の分布が確認され やや内陸に入っ

た地域からも精密調査と錫石探査ボーリングの結果から地表に
 現われない斑斨岩質岩石の存在が明らかにされている。 これ
 らのやや塩基性の岩石と黒雲母花崗岩 アダメライトの関係は
 未だ解明されていないが Burungmandi 山付近では同岩体の
 内部と周辺の先第三系堆積岩の亀裂に沿った錫石鉱床が多数生
 成され 岩体全般に Sn 成分が多いのは錫石の成因考察に重要
 な示唆を与えているものといえる。

アダメライト:

ビリトン島の南部海岸線に沿ってアダメライトが露出し 南東
 端に接する Seliu 島を含めてその分布範囲は東西約 60km に
 及び島の南西海域に広がっているようである。 Membalong—
 Tandjunggrusa 間の道路に現われているアダメライトは中粒質
 花崗閃緑岩ともいえるもので他の侵入岩類のような岩相の變化
 がなく やや角閃石が多く石英に乏しい。 このアダメライト
 は島内でも唯一の侵入岩体でパンカ島でも分布が記録されてお
 らず有望な初生錫石鉱床は未だ発見されていない。

以上ビリトン島に現われている侵入岩類の中で 筆者が
 持ち帰った 代表的な岩石試料を発光分光分析法で測
 定した微量成分を 第2表に示した。

黒雲母花崗岩中に含まれる Sn 量は錫石鉱床を伴わな
 い普通の花崗岩類と大差はないが初生錫石鉱床の運鉱岩
 的産状を示す花崗斑斨岩が As, Tl, Bi, Ag に富み
 特に Sn が異常に多い。 またアダメライトには Cr, Co
 成分が高いことも併せ考えるとビリトン島の侵入岩類の
 多くが錫石鉱化作用と因果関係があるように思われる。
 この島の火成岩類の侵入時期は未だ確定していないが先
 第三系との関係 K—Ar 法による絶対年代の測定結果か
 らほぼジュラ紀末～白亜紀と云われている。 リオ群島
 全域の花崗岩類と錫石の関連性 花崗岩化作用と錫石鉱

第2表 ビリトン島におけるおもな火成岩類の微量成分表

	Ba	Sr	Be	As	B	Pb	Cr	Tl	Ga	Bi	Mo	Sn	V	Cu	Ni	Co	Ag
I	300	150	—	—	10	50	20	—	18	—	15	15	25	15	20	5	—
II	750	150	10	750	15	70	50	10	18	10	20	60	—	20	30	—	5
III	100	220	—	—	10	60	100	—	18	—	20	5	200	10	40	15	—

(単位: ppm 地質調査所地球化学課 安藤技官)

- I: ビリトン島北西地区 seru 付近の黒雲母花崗岩
- II: 同 Burungmandi 山頂の花崗斑斨岩
- III: 同 南西地区 Ludai 山北麓のアダメライト

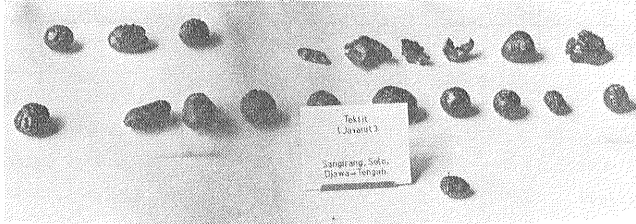


写真6 中部ジャワの Sangirang 地区で発見されたテクト石 (Javaite) の一例 ジャ
カルタ博物館に展示されているテクト石

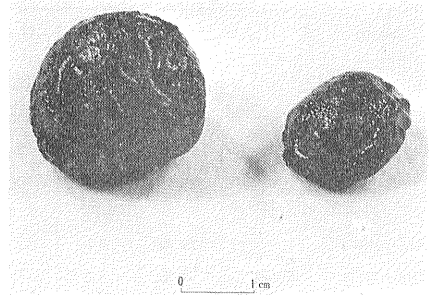


写真7 ビリトン島内で採取されたテクト石 (Billitonite)
表面が磨かれ ガラス光沢が強い装飾用のビリトン
石

床との関係等は未解決の問題として ビリトン島にも残
されている。

ビリトン石について

ビリトン石 (billitonite) は 表面に流状模様や曲った
不規則な凹突がある黒色乃至黒褐色の玻璃質物からなる
円球状の物質で 宇宙物質に属するテクト石 (tektite) の
一種とされ 産出する地名に因んで命名された岩石名で
ある。世界各地で発見されたテクト石は楕円形 ボタ
ン状 不規則な球形を示しその大きさは長径 2cm~6cm
であるが稀に顆心状 棒状 ヒョウタン形もあり小豆程
度の小さなものも発見されている。写真に示したビリ
トン石は島内の住民から譲り受けたもので玻璃光沢が強
く外形はクルミの殻のようである。テクト石の由来に
ついては今日なお論議されているがテクト石が地球外の
物質と考えることを否定する科学的研究結果は未だ示さ
れていない。ビリトン島の特殊な産物であるビリトン
石とテクト石全般について若干紹介してみよう。そも
そもテクト石の始りはボヘミアのモルダウ河流域で発見
された暗緑色ガラス質の球状物を1900年に F. E. SUSS
が tektite としたもので当時地名に因んで moldavite と
も云われた。かつて R. H. WALCOTT (1898年) は玻璃
質岩として obsidianite とも称したが世界各地から同種
のものが発見されるようになって australite, javaite 等
国名 地名がつけられた。世界各地のテクト石の多く
が黒色 暗褐色 茶褐色 暗緑色を呈し 顕微鏡下では
毛状のシリカガラスを綫状に伴って流状構造を示すもの
があり他の鉱物は含まれていない。

テクト石の産地はチェコスロバキア アメリカのジョ
ージア州等大西洋岸 アフリカの象牙海岸が知られ 分
布密度が高いのはインド支那半島 フィリピンのルソン
島 オーストラリア全域およびインドネシアの島々であ
る。

インドネシア領域ではボルネオ バンカ島 ジャワ島
のスラカルタ東部地区 (javaite) チモール群島 フロレ
ス島等からもテクト石が発見され東南アジア一帯から数

千個が採取されたと云われる。ビリトン石が地表で発
見出来たのは島の東南部原野中と云われるが最近では雨
期の河川氾濫後かカオリンの採掘現場 河川沿いの残留
錫石鉱床採掘場から得られることが多く 島全域の厚い
表土層の下部 河川底堆積物中等に埋没しているものと
考えられる。

またビリトン石の破片も島内各地から発見されており
角張ったビリトン石の破片を集めて博物館に展示してい
るのは 落下した時に露岩に衝突し壊れたものとされて
いる。

地殻を構成する岩石の中で最もビリトン石に似ている
のは玻璃質の黒曜石と真珠岩であるが これらはビリト
ン石のように完全なガラス質物だけではなく 化学成分
上からは TiO_2 , MgO , FeO 成分が少ない。テクト
石の平均的化学成分をみるとアメリカ ボヘミアのもの
は珪酸分がやや多く アルカリ分がやや少ない。これ
に反し東南アジア地域のテクト石は化学成分がほぼ類似
している。また諸資料を総括するとテクト石と称され
る物体は Fe_2O_3 : 0.1—0.7%, P_2O_5 : 0.02—0.05%,
 H_2O_+ : 0.02—0.08% (例外オーストラリア産: 0.34%)
であり 一般に $K_2O > Na_2O$ (象牙海岸を除く) 比重:
2.40—2.46 ガラス質物の屈折率: 1.50—1.58である。
COHEN (1959—1960) がボヘミアの moldavite とアメリ
カ産 bediasite について 分光分析により微量成分を測
定した結果の一例は次の通りである。

Ag<1, Co: 8—10, Cr: 30—40 (australite: 165), Li:
moldavite 650, Georgia tektite 65, Ni: 10—30, Ti>1, 0
00, Zr: 550, Ge: 0.06—0.64 (単位 ppm) TAYLOR と
SACHS (1960) は australite の微量成分を測定し Au<10,
As<100, Ba: 655, Co: 8.6, Nb<30, Rb: 84, Sr: 195,
Th>100, U<100 (単位 ppm) の値を示した。

一般にテクト石の微量成分は地球上の岩石および普通
の球状隕石と大差がないが Ge, Ga, Cu, Sn, Pb 成

第3表 世界各地産テクト石の化学成分平均値 (wt%)

Tektite の名称	個数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
Billitonites*	7	70.50	0.84	12.53	5.84		3.07	3.14	0.16	1.75	2.28	100.11
Javaites*	3	71.83	0.77	11.89	5.24		2.79	2.77	0.17	1.76	2.22	99.44
Indochinites** (ラオス)	12	73.00	0.73	12.83	0.64	4.37	2.48	1.91	0.09	1.45	2.40	100.00
Philippinites**	15	70.00	0.79	13.85	0.70	4.30	2.60	3.09	0.09	1.38	2.40	100.00
Australites*	9	73.33	0.67	12.75	4.70		1.98	3.01	0.16	1.25	2.05	99.90
同微小物***		69.2	0.8	14.9	5.3		3.2	3.1	0.1	1.1	2.3	100.0
Moldavites* (ボヘミア)	10	79.60	0.80	11.02	2.45		1.30	1.92	0.11	0.51	2.90	100.61
Bediasite**** (アメリカ・テキサス)	2	75.64	0.82	14.59	4.41		1.29	0.06	0.01	1.36	1.85	100.03
Taktite 象牙海* (アフリカ)	3	71.05	0.73	14.60	5.62		3.29	1.67	0.08	1.71	1.53	100.28

* BARNES, V. E. (1940) ** SCHNETZLER & PINSON (1964)
 *** GLASS, B. (1960) **** O'KEEFE, J. A. (1960)

分が少いとされている。一方テクト石中にある気泡の成分を測定したソ連の Долгов, Ю. А. (1969) は H₂S, SO₂, NH₃, HCl, HF, CO₂, CO の存在を確認し O₂: 0.0% N₂+rare gas: 0.18—6.10% と 300—1,000気圧の高圧ガスを指摘して 宇宙からの飛来説を支持している(第3表)。

ピリトン石の多くが表土層の下部と第三紀末～第四系河川堆積物中から発見され 地表の原野や粘土化した先第三系の頁岩層にも含まれていることは少ない。ピリトン石が頁岩 砂岩の堆積時期の包有物と考えるには完全に原形が保たれており オーストラリアの洪積紀砂漠地帯に転がっている australite を BAKER は約 5,000 年と推定しているようにピリトン石も比較的若い年代のようである。象牙海岸のテクト石は中生代末期の地層中 moldavite は中新世末期の礫層中 bediasite は始新世末 Georgia taktite は中新世初期～中期の地層中から産出し javaite と philippinite は鮮新世堆積物中にある。一方テクト石の絶対年代測定は REYNOLDS (1960b), GENTNER & ZÄHRINGER (1960) 等によって行なわれ 更に Rb-Sr 法による測定 テクト石の Pb 同位元素と Al²⁶ 半減期/百万年の研究 アメリカ航空宇宙局の研究所(Ames Research Center) の合成 tektite の研究等が進められている。

K-Ar 法による年代測定値 (Reynolds) を示すと次の通りである。

phillipinite	30	moldavite	1,350
australite	44—80	bediasite	2,900
Sumatra tektite	50	Georgia taktite	3,200
indochinite	79	(単位: 1 万年)	

絶対年代の測定値に多少の誤差は免かれなくても テクト石を含む地層の地質年代と概ね類似しており テクト石が何回かに分れて地球上に落下しているものと考えられている。テクト石の起原と由来であるが テクト石が何者であるかは今日なお多くの科学者が議論している。古くは HANUS (1923), ADAMAS (1961) は小惑星もしくは月の破片が地球に到達したのと考え KOENIGSWALD (1964) は大隕石が月に衝突した際の月面珪酸質物が飛散し大気圏内で熔融球状化して地球上に落下したものと推測している。また CHAO (1964) 等は Ni, Fe, Cr 成分に富んだテクト石類似の球顆状物体は隕石の一種と考えテクト石とは区分している。Долгов, Ю. А. 等最近の研究も進み 岩石鉱物学 物理化学 航空力学等の見地からテクト石が地球自体に由来するとは考えられず宇宙源説が有力であるが アポロ11号 12号が採取した月面試料だけでは月起原説を決定づけるに至っていない。象牙海岸 オーストラリア等で発見された微小テクト石の中には高マグネシア (Mg≒18%) 低シリカのものがあり 今後テクト石の全貌が明らかにされ 月の岩石学の発展を加えて テクト石の成因も解明されてこよう。一見黒くグロテスクなピリトン石をこの島の知識階級は 月由来説を信じ小粒なものを指輪 タイピンに飾り 最近我が国でもダイヤ ルビーを埋め込んだテクト石の装飾品を見ることがある。

錫石鉱床と錫資源の開発

錫石鉱床には火成岩類に関連した鉱化作用に因る初生錫石鉱床とこれが崩壊して錫石が河川に沿って移動集積されたり海岸線あるいは近海底に留って形成された残留鉱床 漂砂鉱床等の二次的砂鉱床とがある。ピリトン島の初生錫石鉱床群はマレー半島南部からリオ群島全般に広がっている錫石鉱化帯の南端部にあり何れも花崗岩類と密接な成因関係がある。この世界的な錫石鉱化帯の中で代表的な錫石鉱床区をなすマレー半島南部地域 インドネシアでかつて最も重要視され開発 稼行が盛大に行なわれたバンカ島の錫石鉱床を概観しピリトン島錫石鉱床の特徴を伺うことにしよう。

マレー半島南部地域の初生錫石鉱床：

マレーシアの地質は概ね古生代および中生代の地層が中央山地を占め 半島の両側に花崗岩類が南北に長く帯状に分布している。錫石鉱床はこの東西両花崗岩ベルト帯中とその周辺部に生成されており 最も重要な錫鉱化帯は西側ベルト帯のイポ地区 Kinta-valley クアランブルー帯と北西地区であり 花崗岩類露出地域の西側に有望な鉱床群がある。錫石鉱化作用に関連した花崗岩類には 古期花崗岩類(石炭紀?)とジュラ紀～白亜紀の花崗岩類があり 顕著な鉱化帯は中生代の花崗閃緑岩と石灰岩を夾む古生層の接触部に多く生成されている。また花崗閃緑岩は白雲母を含み石英閃緑岩に移化して大規模の露出状態を示しているが ピリトン島では小規模の石英～花崗斑岩岩体が 脈型錫石鉱床の生成に密着しているように思われる。マレー半島の錫鉱化帯には色々なタイプの初生錫石鉱床がみられ 世界的標式地として調査が続けられて鉱床の実体も明らかとなり 概ね次のように錫石鉱床を区分することが出来る。

1. ベグマタイトおよびアブライトに伴われる鉱床—西側ベルト帯中の古期花崗岩(石炭紀?)に伴うベグマタイト アブライト中に生成された脈状鉱床で 一般に規模は小さいが 錫品位の高い富鉱部があり 亜鉛尖晶石 cheralite [(Ca, Ce, La, Th) PO₄]等の随伴鉱物が知られている。Nb, Ta 鉱物を伴う鉱床の錫石中には Nb, Ta 成分が多く 顕微鏡下で錫石は強い多色性を示すといわれる。(Kedah Peak, Bakri 鉱山)
2. 接触交代鉱床—西側ベルト帯の南端部鉱化帯に接触交代鉱床が多いといわれ 錫石は柘榴石 ベスブ石等のスカルン鉱物に混っている。鉱床は脈状 パイプ状 層状を呈し石灰質の地層中に胚胎されることが多い。接触交代鉱床を 主な共生鉱物によって分ける
 - (i) マレー石 (Ca, SnSiO₄) を鉱石鉱物とする 鉱床 (Kanching 鉱山),

(ii) 含錫灰鉄柘榴石を鉱石鉱物とする 鉱床 (Langkawi 鉱山),

(iii) マレー石と錫石を主とする 鉱床 (Sungei Gow 鉱山) があり 東側ベルト帯からはスカルン鉱物 錫石 磁鉄鉱からなる 鉱床もある。

3. 熱水成 鉱床—この種鉱床は一般に随伴鉱物の種類が多く構造も複雑である。鉱体は脈状 不規則塊状 網脈状パイプ状を示し細脈が散らばったものもある。西側鉱化帯では石灰岩よりもむしろ軽度の変成作用を受けた砂岩 粘板岩中に生成されたものが多い (Chin Chin 鉱山等)。鉱床の規模は Kinta Valley 地区の石灰岩中のパイプ状鉱床 (Lahat 鉱山) 花崗岩中の脈状鉱床 (Sungei Besi 鉱山) 等で延長 300m—700m 程度である。鉱床は全般的に貧脈であるが鉱化作用が 400m 地表面下以上に及び花崗岩との接触部に沿ったもの (Phang Consolidated 鉱山) があり 鉱床の走向延長よりも深部に長いものが多いとされている。

浅所高温型 (Xenothermal) 鉱床は石灰岩および半変成岩中に胚胎され 脈状 パイプ状をなし Kinta valley 地区 Selangor 地区の鉱床は初期晶出の錫石から末期のアンチモニー 水銀鉱物まで多くの随伴鉱物が見られる。東側鉱化帯の Ulu Sokor, Kelantan 地区の浅所高温型 鉱床には錫石 硫錫石 磁鉄鉄鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱 辰砂等が生成されている。

バンカ島の初生錫石鉱床：

リオ群島南部鉱化帯に当るバンカ島およびピリトン島の初生錫石鉱床は マレー半島南部の鉱床密集地域に比べるとベグマタイトあるいはグライゼン化帯に錫石が生成されたものと 熱水成の含錫石英脈が多く開発 稼行されている。

バンカ島の錫石鉱化帯は島の北東地区に分布する黒雲母花崗岩 (通称 Sungeliat 岩体) の西側接触帯にありホルンフェルス化した頁岩 砂岩および珪化中に脈脈が多数胚胎している。錫石開発の初期から第二次大戦以前にオランダが鋭意錫石の探鉱・採掘に努めた初生鉱床は 現在殆んど稼行されておらず鉱山跡地で尾鉱の再選が行なわれている程度である。含錫石英脈のうち主なものに Pemali 鉱山があり鉱化帯は幅約 110m 深さ地表下約 74m の範囲で多くの網状脈が発達している。稼行当時の粗鉱平均品位は Sn: 0.12% (2.5kg/m³) とされている。Sambonggiri 鉱山では錫石脈脈が珪岩中にあり地表付近よりも深部で多くの富鉱体が発見されている。富鉱体中には黄鉄鉱 黄銅鉱 辰砂 電気石が含まれ 脈内平均 Sn: 0.5—0.8% の高品位錫石鉱が出鉱された。Balei Bandung 鉱山では厚さ数 mm—6cm 程度の網状脈が錫石を伴い鉱化帯の幅数 10cm の間で粗鉱平均品位が Sn: 0.16% である。これらの重要鉱床は 1914年—1931年の間にオランダ政府蘭領東インド鉱山局がボーリングで探鉱し 各鉱床の延長が 500m—600m

にわたることを確認している。

バンカ島の進入酸性岩体の各所にグライゼン化された露頭があるが 錫石の比較的多い花崗岩類はバンカ島の東海岸に近い岩体である。 島北部の Belinju 付近の Sangeliat 岩体中にあるグライゼン化帯 島の南東部Koba部落の南側花崗岩中のグライゼン化帯等では黄玉 電気石 螢石が生成され 黄銅鉱 方鉛鉱 斑銅鉱 閃亜鉛鉱 辰砂を伴う処がある。 一般にグライゼン化帯の錫品位は Sn: 0.017% 程度と言われ Belinju 付近のやや粘土化された部分では Sn: 約0.13% 最も錫石の多いグライゼンでは Sn: 約0.8%とされている。 バンカ島のグライゼン化作用はビリトン島より著しく別名錫石花崗岩ともいわれ 石英 ジルコン 電気石 錫石を含むカオリン脈も発見されている。

ビリトン島の錫石鉱床:

ビリトン島の錫石資源の全貌はオランダ政府東インド鉱山局関連企業の永年に亘る探査と開発によってほぼ明らかにされている。 この島の地表 第四紀層中における錫石の分布は第4図に示される通り全島に広がっており 進入岩体と錫石鉱化帯が残留鉱床と近接した位置にあり 比較的高品位の砂鉱床が主要河川に沿って形成され鉱化帯付近にも留まっている。 しかし厚く表土で蔽われた地区 かつての水系が埋没した未探査地区等が残されているために ボーリングによる表層探査と詳細な錫品位調査が現在も続けられている。

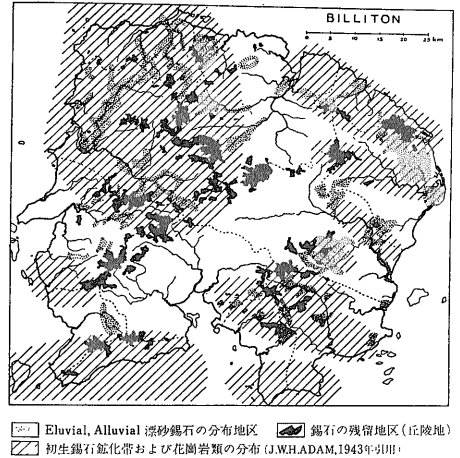
初生錫石鉱床—錫鉱化作用はほぼ島全域の進入岩とその周辺の第三系に影響を与えて錫石露頭の数はいわゆる多いと言われるが 初生鉱床として稼行されたものはごく限られている。 従来の調査結果によれば ビリトン島の初生鉱床は Klapakampit 鉱山を除いて何れも規模小さく坑内稼行に適さない環境にあるためであろう。

(i) グライゼン化作用に関連する錫石

グライゼン化帯中に多くの錫石を伴った鉱床のうちビリトン島で稼行された代表的なものに Tandjungpandan 北東約 12 km 斑状黒雲母花崗岩中にある Tikus 鉱山がある。 鉱床はグライゼン化帯の幅が最大約 40m で鉄マンガン重石 錫石のほか黄鉄鉱 硫砒鉄鉱 黄銅鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱が含まれ 錫石に富む部分は幅数 cm—10数 cm 程度で膨縮する脈状をなして断続している。 稼行当時鉱石の平均品位は Sn: 1.5%とされている。 山元は1920年に洪水のため閉山したままになっているが 鉱床下部が有望視された鉱山である。 このほかグライゼン化帯の錫石は Burungmandi 山一帯の石英斑岩中に転々と現われているが何れも規模が小さく稼行されていない。

(ii) 含錫石鉄鉱物脈

鉄鉱物と錫石を主な鉱物とする鉱脈は Burungmondi 山南



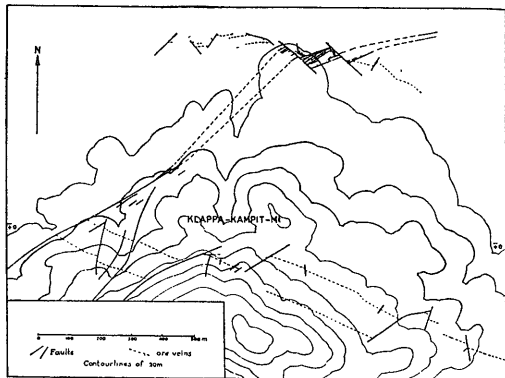
第4図 ビリトン島の錫石分布模式図

麓の Rungan 鉱山 標高 100m 足らずの Batube 山にある Batubesi 鉱山等であり 斑岩質 花崗岩質の小岩体周辺部に地層に沿って生成されている。 鉱脈は地表に近い所が褐鉄鉱化しているので 酸化鉄型鉱脈ともいわれているが 深部には磁鉄鉱が多く石英 含弗素雲母等を伴っている。 ビリトン島でこの種鉱脈を代表するものに Selumar 鉱山があり 脈幅 30cm—1m 延長約300mの間に錫石富鉱部を伴い磁鉄鉱 赤鉄鉱を混えた鉱石も出荷された。 山元は1930年に閉山し以後開発された記録をみない。

(iii) 含錫石硫化鉄物脈

ビリトン島の初生鉱床のうち最も規模 錫品位に優れているのが含錫石硫化鉄物脈であり 1920年代では Manggar 北北西約 8km の Garumedang 鉱山が また1930年代以降本島最大の Diepmiju-Klapakampit (通称クラパカンピット) 鉱山の鉱脈からの出鉱がビリトン島の重要生産量を占めて来た。 Garumedang 鉱山の鉱脈は石英を主要脈石とし柘榴石 角閃石 電気石 螢石 含弗素雲母 まれに緑柱石を伴い 随伴する硫化鉄物には黄鉄鉱 磁硫鉄鉱 黄銅鉱等があり少量の磁鉄鉱 辰砂が生成されている。 鉱脈は頁岩と珪岩の互層に平行して延び平均脈幅が約2m 脈内平均品位 Sn: 約3%といわれ盛大に稼行されたが Selumar 鉱山と同じ1930年に廃山になった。 クラパカンピット鉱山は島の北東部海岸寄りの Klapakampit 山北斜面にあり 同山の中腹に露出する 2 鉱脈と約600 m 北に隔てた鉱脈との 3 つの主要鉱脈からなる。 各鉱脈は頁岩と砂岩の互層地区を N 約 70°W 方向の斜交断層帯に胚胎され NE—SW 系 NW—SE 系の断層で鉱脈は多少転位しているが 中央の鉱脈は総延長約 1.2km が確認されている。 各主要鉱脈は周辺に多数の派生脈と網状脈を伴い 幅数 cm から時に 1.5m に膨れ錫品位の変化が激しい鉱脈で鍾押坑内では Sn 平均約10%の富鉄体にも当ることもあれば幅数mmの粘土脈になることもあったといわれる。 各脈の平均品位は Sn: 1.5%—2.0% 最も大きな富鉄体は厚さ約2.5mに達し Sn: 約70%の錫石塊も産出している。

脈石鉱物の大半が石英で黄鉄鉱 硫砒鉄鉱 黄銅鉱を伴い 稀に電気石 輝水鉛鉱が産出された。 この鉱床はバンカ島ビリトン島地域中最大規模の鉱脈群からなり 1927年前後から第二次大戦直前の1942年末まで上下 8 段の鍾押坑道が設けられ



第5図 Klapakampit 鉱山の錫石脈と断層系統図 (Geology of Indonesia Roggeveen 氏図引用)

山腹露頭から傾斜に沿って約200m下部まで掘進されている。1931年以降ピリトン島ではクラパカンピット鉱山の開発に全力が注がれ当時の錫石生産量は同島総生産の90%以上に達した。大戦中も同鉱山は稼行され1947年に爆破されて下部坑道は水没し今日に至っているが 戦後日本並びにオランダ 西ドイツ等の技術者が訪れ深部稼行が期待されている鉱床である。当鉱山再開発には鉱山の諸施設 機械化と動力源 開発技術と資本等の諸問題があつて今なお休山を続けている。

ピリトン島における以上の主な初生錫石鉱床と小規模な錫石を伴う細脈 網状脈は島の東北部から東部海岸に近い内陸地帯に数多く生成され花崗岩類と斑岩質侵入岩体が錯綜した地域にある。錫石鉱床については パンカ島では黒雲母花崗岩に伴うグライゼン化作用に錫石の生成が顕著であり ピリトン島では高温熱水型の鉱床が多く含錫石脈をもたらしした鉱化作用が特徴的と言えよう。ピリトン島に限って錫石鉱床の成因を考察すると黒雲母花崗岩はもとより同岩漿より分化したと解釈されているアダメライトおよび小岩体をなす斑岩類の貫入も錫石鉱床に密接な関係がある。R. OSBERER(1968)はパンカ島の含錫石脈脈は断層支配によるものが多く



写真8 ピリトン島最大の脈型錫石鉱床があるクラパカンピット山と鉱山跡の遠景。焼結工場 鉱夫住宅跡の面影が残されている

ピリトン島ではクラパカンピットの脈脈以外に錫石が細脈 網状あるいは鉱染状に小さい鉱床をなす傾向があると指摘している。

残留および漂砂鉱床:

初生鉱床および鉱化帯の岩石中から流れ出した錫石はピリトン島のやや東よりの中央低地帯を除いて全島内に散らばっており 表土層の下部や河川堆積物の下底部に錫石が留って各所に残留鉱床を形成している。現在残留鉱床として稼行されたことのある主な地区は Burungmandi 山南斜面一帯の錫石脈脈群から下の谷間 Manggar から西内陸地域 Linggang 川中流域の鉱化帯および島の北部内陸地帯の Tadjemlaki 山北麓 Tadejm-Ajer Batu 地区の河川流域である。残留鉱床になる一歩前の崩積鉱床は初生鉱床より1km—3km離れた谷の斜面に止まることが多く 脈石と錫石が角礫状に混った堆積物は“kaksa”鉱床と呼ばれ 一般の残留鉱床より錫品位が高い。残留鉱床中の錫品位は 測定方法によって差が生じやすいために正確を期し難いが 1945年以前パンカ島の稼行可能な残留鉱床では1立方m当りの錫品位が SnO_2 : 0.427kgとされ ピリトン島の錫石生産量と錫精錬量とから逆算される陸地および海底の残留鉱床の品位は1立方m当り SnO_2 : 0.4kg—1.83kg (0.8—1.8%)が見込まれている。第二次大戦前のある時期には 残留鉱床の鉱量算出基準を SnO_2 : 0.75±kg/m³にしたことがあり 現在インドネシアでは SnO_2 : 約0.3kg/m³でも採掘可能とされている。滞在当時錫石採掘現場は厳重に管理され 公開資料も得られないため残留鉱床を詳しく紹介しえないが Tierutjuk 川上流 Badaw 付近の採掘場では 地表下3m—7mの深さで“蛙目状”粘土層中の錫石残留帯から粒状錫石が採集され 簡単な放水 樋流し選別が行なわれ 現場一帯はグラベルポンプで掘り返えされて莫大なカオリンと珪砂資源が放出されていた。

海浜砂錫と海底錫石:

ピリトン島の Manggar川口 Buding川口 Tjerutjuk 川口等と入江一帯の砂浜には錫石が含まれ海流によって移動集積すると言われているが漂砂鉱床として一時稼行されたのは Manggar の南側海浜地区だけである。現在近海海域の海底から採掘されている錫石はかつて陸地時期の河川沿い残留鉱床と海面水準の上昇後陸地から流入したものが海底に沈んだ残留鉱床の場合が多いとされている。滞在当時ドレッジ船が操業していたのは Manggar の東北海域と Tandjungpandan 沖約3kmの東西2海域であった。従来の探査では海底錫石は陸地より10数km以内 水深10m以下の浅海域を有望地域と

していたが最近は深さ約30mの海域もボーリングによる海底堆積物と錫石の広域調査もされている。当海域は遠浅で波が穏やかなためバケットドレッジが普通に使用されサクショおよびグロブドレッジも用いられている。

一般にドレッジ船が採掘する錫石の粒度は48—200メッシュであるが 実際に回収されるのは150メッシュ以上であり 約20%の錫石が泥質物と共に排出されていると言われる。大型のドレッジ船は海底土砂をジガープレートにかけて錫石を選別後洗鉱機を通してland based mill中で不純物を除去する装置を備え稼働能力は月間600時間で30万—42万立方ヤードである。近年ピリトン錫鉱山開発社はハイドロジェット掘さく機 クリーンアップジグ等を使用して試料採取と錫石採掘を能率化し インドネシア政府は1970年以降パンカ島 ピリトン島を含む沿海域の錫石資源総合開発を目した 広域海底地質調査の特別プロジェクトを実施しているので 大いに成果が期待されている。最近ではパンカ島に機械化された選鉱プラントが稼働し 錫石粗鉱中に含まれている副産物鉱物の生産実績もあがるようになった。海底のモナズ石 磁鉄鉱 チタン鉄鉱 ジルコン 電気石等

それぞれの鉱物学的特性の研究に基づき各鉱物の共存関係 賦存状態を明らかにして海底初生鉱床発見の手がかりにすることも考えられている。

錫石の開発と生産量：

ピリトン島の錫石は12世紀末に海岸の砂から発見され15世紀末まで中国人が採取していたと伝えられている。

1710年頃からオランダによってパンカ島が開発され1851年にはピリトン島 1887年からシンケップ島とリオ群島の錫石鉱床が稼働されて来た。インドネシアでは1919年までごく少量の錫石をスマトラ東海岸地域から採掘したが 現在総生産量の9割以上が上記の島々の残留鉱床と近海底から採掘したものであり 1971年における海底錫石の量は全体の約60%とされている。ビルマからタイ西部地域 マレー半島を経てリオ群島一帯に亘る錫石鉱化帯からの出鉱量は 1962年に世界の錫石総生産(169,000mトン)に対し約55%を占めている。インドネシアの錫石生産は1948年頃から第二次大戦以前の生産量なみになり 世界の総生産量に対する比率は1951年に約20% (31,800トン) 1962年に約15% 1970年には約



写真9 ピリトン島の内地。黒雲母花崗岩地帯を流れるRajah川上流のBadau地区砂錫採掘現場。グラベルポンプが稼働したところはカオリン 珪砂が山積している。

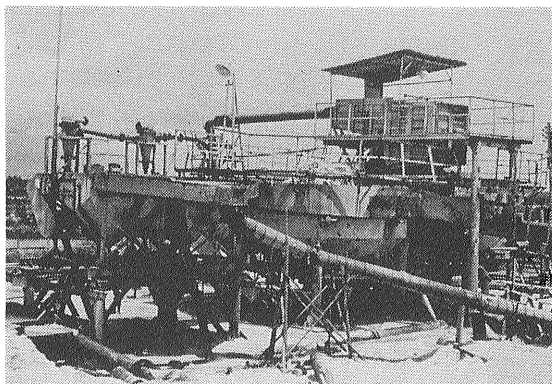


写真10 Badau地区の残留錫石採掘場で稼働する水圧 配水装置と砂錫選別機

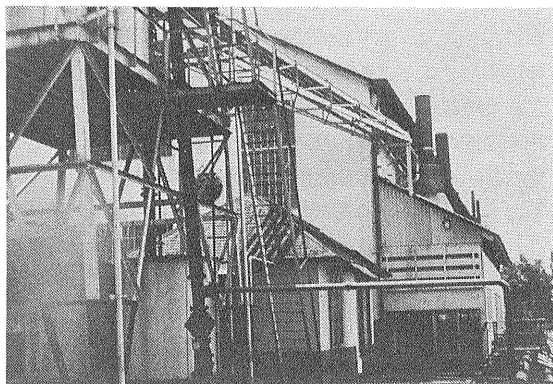


写真11 砂錫採掘現場付近に設置された重油による動力設備。この島は電力が十分でないため 産業用エネルギー源を石油に頼っている。

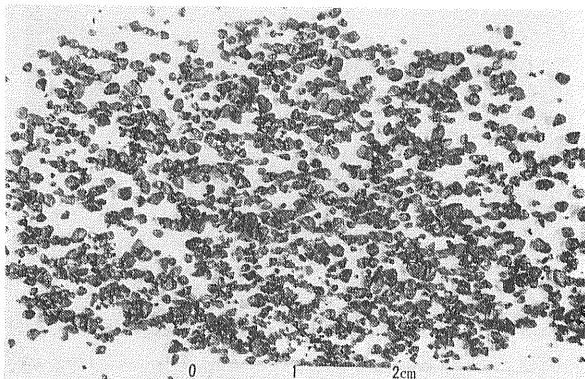


写真12 陸地の残留鉱床から採集された錫石。 玻璃光沢の強い黒褐色の錫石結晶

8% (19,061トン) と年々低下しているのはナイジェリア オーストラリア タイ マレーシア等錫資源保有国の増産にもよるが インドネシアは錫石鉱山が戦災を蒙り戦後の復興が遅れて錫石の採掘が海底や低品位残留鉱床 休止鉱山の尾鉱再選等に頼らざるを得なかったためであろう。

バンカ島の錫石は1822年—1850年間に蘭領東インド諸島の主要産地として開発稼行され 1920年頃には陸地内の主な鉱床は採掘し終っている。一方ピリトン島においては Klapakampit 大鉱床が発見され 1927年から閉山直前の1943年まで盛大に稼行され 1933年以降同島全生産量大半を占め 1940年にはインドネシア総生産量の約44%に達している。インドネシアの地域別 鉱山別の錫石生産量は一般に明らかにされていない。公示さ

第4表 ピリトン島主要鉱山の錫石生産表 (単位: 千トン)

年次	初生鉱床			残留鉱床 Badaw	合計
	Klapakampit	Garumedan	Selumar		
1927—'28	9,361	2,319	2,810		14,490
'29—'30	15,123	2,318	4,246		21,687
'31—'32	8,030	1930年閉山			8,030
'33—'34	11,550			1,019	12,569
'35—'36	18,472			1,019	19,491
'37—'38	24,402			1938年 休山	24,402
'39—'40	20,122				20,122
'41—'42	23,931				23,931

(オランダ政府鉱山局資料)

れた大戦前の資料によってピリトン島の当時の稼行状況と鉱床の規模が推察され Badaw残留鉱床のように稼行時期を変えて何回も掘り返えされる残留鉱床も少なくないようである。

インドネシアの錫石精鉱は1940年代前半まで過半量がオランダの Arnhem とマレーシアで精錬され インドネシアではバンカ島の Pangkalpinang と Muntok の小規模精錬所が操業された。独立後1958年までインドネシアの錫精錬量は 年産2千トンに満たなかったが1961年以降の錫増産計画で年産1.3万トンと2.7万トンの精錬プラントが Muntok に新設され 1967年頃から年々増産を辿り 1972年から1万トンを超えるようになった。インドネシアにおける錫石および精錬錫生産の趨勢はグラフと第5表に示されている。

第5表 インドネシアの錫石および精錬錫生産量

インドネシア錫石生産量(千トン)	世界総生産量に対する比率 %	精錬錫生産量(千トン)
1968年	7.4	4,963
1969年	7.6	5,994
1970年	8	5,190
1971年	8.3	9,408
1972年	11	12,010
1973年	12	14,632

(Minerals Yearbook, American Bureau of Metal Statistics による)

初生鉱床から出鉱された鉱石の処理はバンカ島の中央選鉱プラントで浮遊選鉱機にかけ 漂砂および残留鉱床からの粗鉱は磁鉄鉱 チタン鉄鉱 モナズ石等を選別し 結合硫黄分0.5%以上の硫化鉱物を含むものは焙焼炉で

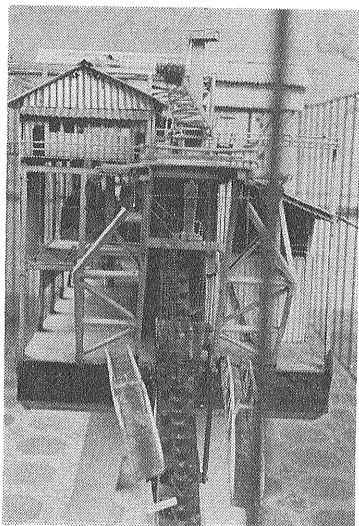


写真13
博物館に飾られた旧式バケットドレッジ船の模型。海底砂錫を吸い上げるバケット装置 (前面)

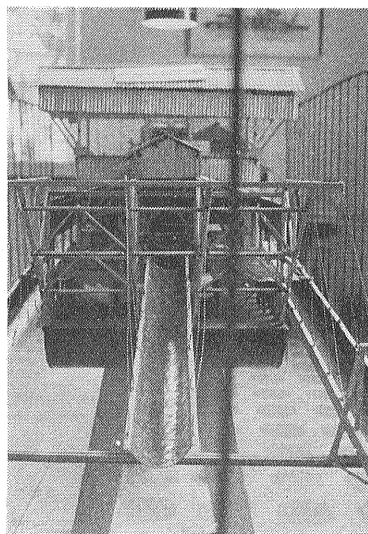
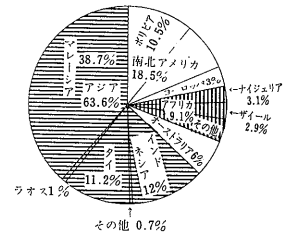
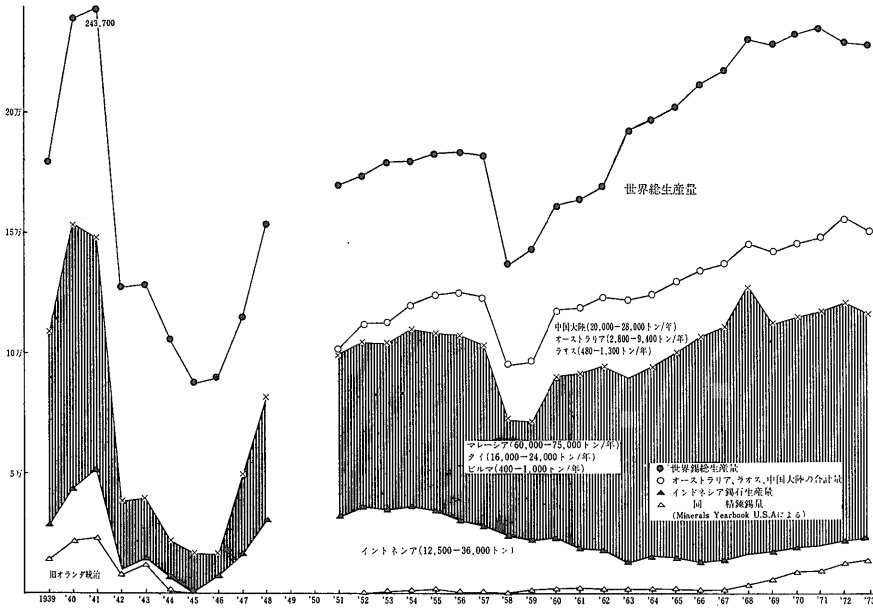


写真14
錫石を選別後の残滓物を排出する装置。オランダが稼行した当時のバケットドレッジ船 (後面)



第7図 世界の主要錫石生産国比率(186,500メートルトン 1973年)

第6図 主要錫石産出国の錫精鉱生産量 (メートルトン)

処理される。一般に錫石精鉱の公称品位は Sn : 73% —75%といわれる。

粘土 鉱物 資源

ブリトン島滞在中に踏査した粘土鉱床を大別すると

- 1) 花崗岩類が風化分解し長石類がカオリン化して移動堆積されたカオリン鉱床
- 2) 先第三系堆積層中の頁岩 砂質頁岩等の表層部が粘土化した残留粘土鉱床

に分けられる。これら粘土質鉱石は島内の陶磁器 屋根瓦 土管等の主原料に供され特に白色カオリンは インドネシア全土中で最も品質が良いためパンカ島のカオリンと共に白磁用粘土資源の特産地として知られ ジャワ島の主要製陶所に出荷されている。

カオリン 鉱床:

ブリトン島北西部の黒雲母花崗岩地帯には現在の河川流域 かつての水系 窪地底等に石英を混えるカオリン層があり 花崗岩地域の各所にカオリン丁場跡がある。

黒雲母花崗岩地帯の奥地から多くの支流を集めてガスパール海に注ぐ同島最大の Tjerutjuk 川流域はカオリン資源の豊庫であり 支流 Rajah 川の下流に当る Ajer Rajah 部落付近では古くから中国系人がカオリンを採掘し 当時 Tjerutjuk c. v (合資会社) Bahara c. v,

Saribumi c. v, Martapura c. v 等の鉱山が稼行していた。また Rajah 川上流 Seru 部落一帯の小沢沿いにも採掘場があり島の北西地域で10数箇所のカオリン丁場を認めた。一般に島の内地域では残留あるいは堆積カオリン鉱床が表土で覆われ 平坦地になっているが水系沿いの採掘によって多くの鉱床が発見されている。奥地の山系に近いカオリン鉱床中には未変質の長石類が混り 耐火度が低く (SK 29—30) 水簸実収率が悪いために最近では運搬の便がよく良質のカオリンを求めて大きな河川域に採掘場を設けるようになった。この島で代表される Tjerutjuk 川下流域のカオリン層は錫石調査のボーリング資料によると河口付近で約30m以上とされ 稼行鉱山地区では地表下10数mの厚さが推定される。一般にカオリン採掘場 水洗場は川の水路近くに設定されるため浸水が激しく地表下数m—10m程度で採掘を止め丁場を移転するのが実情である。現場で観察される上中部のカオリン層の中には径2mm—5mmの石英粒が含まれ瀬戸地方に発達する蛙目粘土によく似ている。厚いカオリン層は平均石英含有率は35%—40%であるが細粒砂に富む相準 微細な白色雲母(イライト?)の多い薄層を伴い水簸選別によるカオリン実収率は約25%である。各鉱山から得た 300メッシュ以下の試料はカオリン鉱物が六角板状 短柱状を呈し 径0.1—0.6ミクロンと小さく粒度にむらがある。X線粉末回折線では結晶度の高いカオリナイトが多く 少量のイライト モンモリロン石を含むものもあるが Ajer Rajah 部落一帯のカオリ

第6表

おもなカオリン鉱山の水鏡カオリン化学成分表

鉱山名 (採取地)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O+	H ₂ O-	Total
Tjerutjuk	47.14	0.30	37.12	0.91	0.03	0.05	0.01<	0.06	0.68	0.02	12.93	0.74	99.98
Bahara	47.10	0.23	37.20	0.56	0.03	0.03	0.01<	0.02	0.73	0.01	13.34	0.74	99.99
Ajer Seru	49.08	0.12	36.02	0.65	0.07	0.04	0.01<	0.06	1.95	0.01	11.73	0.35	100.08

(地質調査所化学課 大森技官分析)

ン層原土は白色度も高く白色陶磁器原料に適している。原土の精選残滓中には微量の長石類 黄鉄鉱 チタン鉄鉱 雲母類等があり Keramica Indonesia 製陶所研究室の分析によると Al₂O₃: 40%—42% の高礬土質粘土も産したといわれる。筆者が採取したカオリン原土水選物の分析結果は第6表の通りである。

島内カオリン鉱床の埋蔵量は北西地域の主な河川流域に延々と続くカオリン質堆積物 古い水系等窪地に蓄積したものを総合すると計り知れない程であり 採掘場だ

けを区切って算出しても百万トン程度の粗鉱量が容易に推定される。カオリン資源に恵まれた島であるが採掘稼行に当り次のような制約を受けている。

- 1) カオリン丁場の設定は錫石残留鉱床地区を避け錫石採掘の妨げにならないこと。
- 2) 島全域に未開発地が多く山元には鉱石の運搬可能な道路があり積荷港 Tanjungpandan に近いこと。
- 3) 水圧による採掘 水鏡選別に要する水量が得られる河川に近いこと。

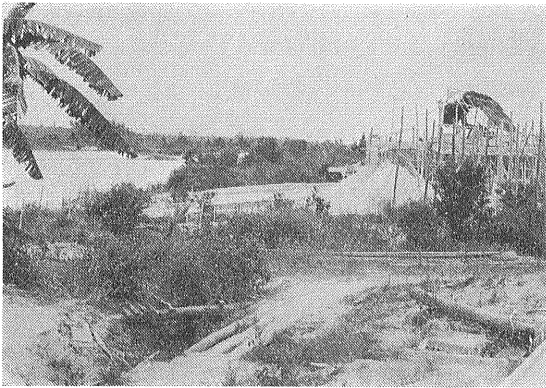


写真15 Aier Rajah 部落付近にある Tjerutjuk カオリン鉱山は 水圧ポンプ用 水ひ用の水量が近くの河から供給されている。



写真16 カオリン露天採掘現場。放水してカオリン泥流をポンプで水洗場に吸み上げる

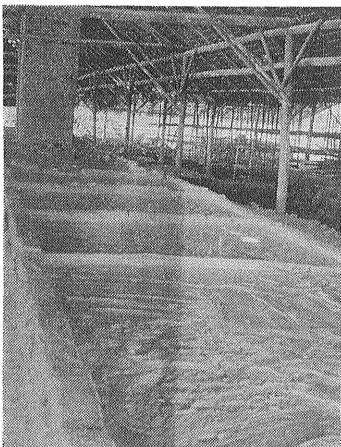


写真17 カオリン泥漿は乾燥釜に運び 水分が蒸発するまで下から加熱される。

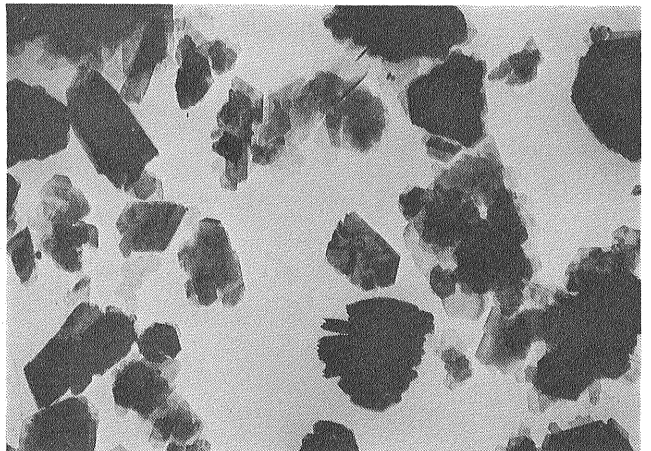


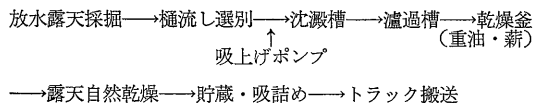
写真18 Martapura 採掘場から採取された カオリン精鉱の電子顕微鏡写真。六角板状のカオリナイト

第7表 残留粘土鉱石の水鏡粘土化学成分表

鉱山名(採取地)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O+	H ₂ O-	Total
A. Batu	66.40	0.84	21.83	0.84	0.29	0.07	0.01<	0.06	2.28	0.07	6.82	0.37	99.87
A. Merah	62.64	1.04	23.58	0.71	0.18	0.06	0.01<	0.18	3.38	0.04	5.40	2.46	99.67

(地質調査所化学課 大森技官分析)

カオリン鉱山の多くが中国系人によって経営され カオリン水洗物は Keramika Indonesia 製陶所に出荷している。カオリンの採掘は機械類と動力エネルギー不足を補って次のような方法で行なわれている。



カオリンの生産量は Keramika Indonesia 直営の Tjerutjuk 鉱山が月産300トン—500トンを出荷し 他の鉱山は需要に応じ適宜稼働生産するため明らかではないが島全体の生産量は10万トン程度が推定される。

残留粘土鉱床:

残留粘土鉱床は先第三系の泥質頁岩 砂質頁岩等が激しい露天化作用と流水の影響を受けて粘土化したものでピリトン島内の先第三系分布地域で新 旧河川低地帯や凹地の各所に生成されている。開発された鉱床には厚さ30cm—約1mの珪岩と硬質砂岩層が突出し粘土層との互層関係が明瞭に観察され地層の走向延長とほぼ同じ東西方向に浅く粘土化帯が形成されている。またこの種鉱床の深さは地表下3m—6mの範囲が粘土鉱石として採掘可能であり 深部程モンモリロン石が多くなり青緑色味を帯び堅くなる。踏査された鉱床は島の西南部 Merah 部落に近い Ajer Merah 採掘場と中央北部の Ajer Batu 鉱山であり何れも幹線道路まで1km以内に

ある。

Ajer Merah 鉱床は珪岩 頁岩互層中の頁岩層が粘土化したもので 幅 25cm—70cm 程度の白色粘土部が WNW—ESE 方向に縞状に並び 地表下約1.5m 延長約100mの範囲が採掘されていた。

現在採掘場付近は平坦地になっているが かつての水系跡が伺われる地区にあり 鉱床の中央部に深く粘土化されている。

採掘される原土は白色軟質で粉状になり易く耐火度はSK26±である。一般に地表近くの良質原土は微細な石英 ハロイサイトを主としレイライトの推定含有量は25%前後である。Ajer Batu 鉱山は Tadjem 部落の東約2.5km Batu川の上流域にあり この付近は錫石残留鉱床が稼行にされた形跡が残されている。鉱床は Batu



写真14 ピリトン島 Rajah 部落にある Keramika Indonesia c. v の製陶所。最新鋭諸設備を誇り インドネシアでは高級陶磁器を生産している。

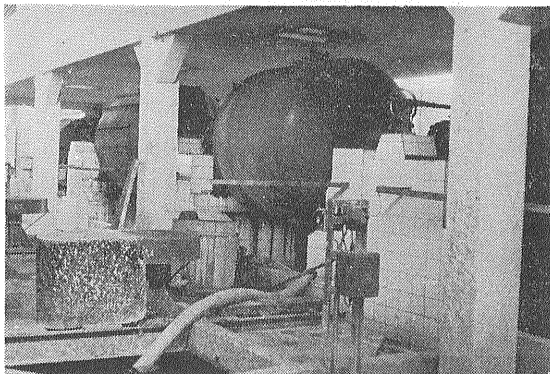


写真20 Keramika Indonesia 工場にセットされた微粉砕室で 手前にフィルタープレス装置がある。インド産瑪瑙製のボールを使用していた。

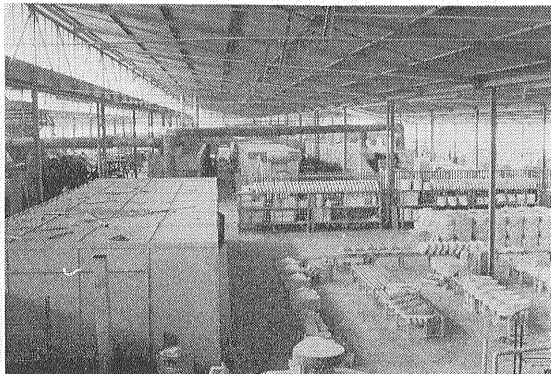


写真21 製陶所の重油トンネル窯は6基を設け おもに白磁性の洋食器タイルを造り 小—中型衛生陶器 自社用炉材レンガも手がけている。

川に沿った低地帯に生成され東西約 500m 幅 100m—150m の範囲内が深さ 3m まで塊状粘土鉱石として採掘し得ることが確認された。広い鉱床の内部は幅 40cm—1.5m の粘土層が幾枚もの珪岩 硬質砂岩と互層し粘土採掘跡には突出した珪岩類が美しく縞模様を画いている。鉱石は地表下約 1m まで乳白～淡灰色の粘性に富む塊状粘土であるが深部ほど未風化長石類 モンモロン石が増えている。出荷される原土は石英約 55% ハロサイト 35%—40% イライト 10%—15% モンモロン石数% 耐火度 SK27—29 である。

一般に残留粘土鉱床から産する粘土中にはチタン鉱物 カリ長石 イライト等がカオリン鉱石より多いため土器 低級陶器 着色磁器の素地等の原料に適し 鉱床の埋蔵量も 10 万トンから数 10 万トンまでであるようである。

塊状の原土は自然乾燥後島内の造築煉瓦 屋根瓦 土管用に使用され若干量がスラバヤ方面に出荷されている。この種原土の需要量が固定しないため生産量も明らかでないがビリトン島では豊富な地下資源の一つに数えられる。



写真22 Ajer Batu 鉱山（粘土鉱床）から南西方に展望されるビリトン島最高峰の Tadjemlaki 山（510m）



写真23 Ajer Batu 鉱山における残留粘土鉱床の採掘現場。掘り残されたチャート 硬質砂岩層が突出している。

珪石資源：

ビリトン島の珪砂および珪石資源のうち最も注目されるのは黒雲母花崗岩が直接海に没する北西部海岸線沿いに蓄積された海浜珪砂である。Tandjungpandan から Tandjungbinga までの各地とこれから Siantu 岬に至る約 20km の海浜と海底には磨耗された石英砂だけの砂浜が延々と続いている。この海浜砂は黒雲母花崗岩が熱帯圏の激しい風化作用と流水で奥地から運ばれ波浪 海流によって更に淘汰されたもので雲母類 長石類が消滅し 球粒状の石英が残ったいわゆる自然銀砂地区をなし 産状がベトナム・カムラン湾等の珪砂とよく似ている。波打際には径 1mm—2.5mm の石英からなる珪砂層が幅 50m—80m に亘って現われ浅海底の遠くまで続くものと思われる。この珪砂層の深さは 1.5m—2.5m であり インドネシア地質調査所の分析結果によると無選別試料で SiO_2 : 99.0—99.7% Fe_2O_3 : 0.2—0.4% とされまれに有孔虫が含まれる。また海浜に沿った高さ数mの砂丘地帯は径 2mm—6mm の石英が90%を超え少量の雲母 長石類 鉄鉱物等を混えてはいるがガラス原料 鑄物砂資源に利用し得るものであり ビリトン島の海浜 海底砂および砂丘からの珪砂埋蔵量は莫大なものといえる。一方 アダメライトに接する南部海岸一帯では砂礫層の低地帯が発達して砂丘が認められず水深約 1.5m の海底には石英 長石類 角閃石 黒雲母等を混える砂礫質物が堆積し水面は灰褐色に汚れている。珪石資源としては先第三系中の珪岩 硬質砂岩等の利用も可能で粘土化した地区での採掘は容易であり カオリン鉱床と残留錫石鉱床に伴う粒状石英の回収と共に活用が期待される資源である。近年ビリトン島のカオリン珪砂等が我が国の産業界から注目されるようになったがインドネシア当局と企業家はビリトン島に大型船舶の着港可能な港湾施設の必要性を強調している。

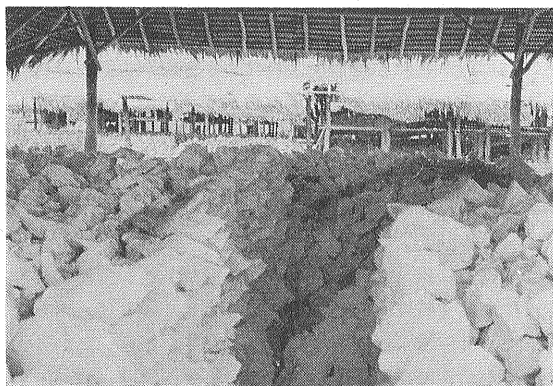


写真24 Ajer Batu 鉱山が 出荷する塊状粘土鉱石の自然乾燥を兼ねた貯蔵施設

自然と経済

ピリトン島の先住者はスマトラ東海岸から渡って来たマレー地区ダラット族とされている。12世紀には中国人の移住が始り14世紀後半からはジャワ アンボン スマトラ等からの移住者も少なくない。現在ダラット族の子孫は島の南部森林地帯に退き一般社会と隔離した生活を営んでいる。この島の経済 治安等は古くから中国人によって支配され 明朝時代からオランダ統治領になるまで東南アジア一帯の貿易中継基地として発展した。今日インドネシア国籍を持つ中国系人だけでも約2万人を数え国籍未登録者も多いようである。島の至る所で 中国系農民の仏式墓がみられ Burungmandi 山南麓には「1840年建立」碑のある観音堂があった。



写真25 ピリトン島北西場の海岸地帯で Tandjung Linggi 部落附近の砂浜は SiO₂ 品位99%以上の銀砂からなっている。

Tandjungpandan 博物館の文献 資料によると1650年前後にポルトガル イギリス オランダの海軍による戦闘がピリトン島付近の海域で行なわれ オランダの占領地になって要塞が構築された。第二次大戦中は日本軍がピリトン島に上陸してクラパカンピット鉱山を再開発し技術者も派遣されたことがある。戦略 錫資源の要地としての争奪戦が幾度か行なわれて島の所々に今なお傷跡を残し 博物館の庭先には日本海軍の機械水雷 銃砲等が飾られている。島民約11万人中に占める中国系人の密度はインドネシア領内で最も高いといわれ 初等教育も受けない住民が多い中で高等学校程度の教育課程を兼ねた2つの中学校があり主に中国系人が学んでいる。この島の産業は錫の生産で代表され 探査 採掘 選鉱 精錬と開発 生産の総てが国家管理の下で行なわれ現在近海底の錫石採掘に主力が注がれている。このほか島の重要産業としては魚業があり海産物の種類も多く漁獲量の大半がジャワ スマトラの大都市に送られる。カオリン資源を現地で利用するためインドネシアで著名な Keramika Indonesia 製陶所が Tandjungpandan 港に近い Ajer Rajah 部落にあり近代化された設備と従業員約300名を要し白色磁器 タイル 衛生陶器を生産し高級耐火煉瓦の製造を目している。島内には肥沃な農地と牧畜に適した草原地が少ないため小さなゴム園と島民を賄う雑穀 野菜類を栽培するに過ぎず僻地では原野を次々に焼き払って開墾する転地農耕者も多い。島民は米麦類を輸入に頼って清素な生活を営んでおり回教徒 仏教徒とも宗教心が厚いように見受けられた。

ア パイナップル ドリアン等の果実が自然に実る夕汀の美しい平和な島である。

主な参考文献

- (1) BEMMELEN, R. W. (1949): The Geology of Indonesia, Vol. IA, Vol. II.
- (2) CHEO, E. C. T. (1922): What we Know about Tektites, Geological Survey U. S, DC.
- (3) CHAPMAN, D. R., LARSON, H. K. & ANDERSON (1962): Aerodynamic evidence pertaining to the entry of Tektites into the earth's atmosphere, Tech. Report R-134, NASA, U. S. A.
- (4) HOSKING, K. F. G. (1973): The Primary Tin Mineralisation Patterns of West Malaysia, Geol. Soc. Malaysia Bull. 6.
- (5) R. OSBERGER (1960): Abirsz der Entstehung der Kassiteritseifen von Bangka, Berg-und Hüttenmänn. Monatsheften, Vol. 105, nr. 8.
- (6) 柴田 勇 (1969—1970): テクタイトに関する最近の資料 地学雑誌 Vol. 78, Vol. 79, その他
- (7) Tin Ore resources of Asia and Australia (1964): Miner. Resour. Develop. Series. No. 23, U. N.
- (8) Year Book of the American Bureau of Metal Statistics (1974): American Bureau of Metal Statistics.

野生動物は猿 トカゲ リス 大蝙蝠 色彩鮮かな鳥類が生息し 特に南部の森林地帯には黒毛尾長猿 ポケットモンキー等が群棲し島民と同居していた。島の各所に熱帯の花々が常に咲き乱れ パナナ ヤシ パパイ