

브라질의 燐鑛業 (I)

編輯者 註: 다음 글은 phosphorus & potassium  
№ 93 January / Feb, 1978 에서 발췌 번역한 資  
料입니다.

紙面關係로 2회에 걸쳐 게재 하오니 業務에 參考  
하시기 바랍니다.

— 輸入依存을 축소시키기 위한 国内 projects —

中央 브라질에서의 6개의 主要 採鉍 project들의 開發은  
브라질에 磷鉍을 供給하고 있는 業者들 사이에 커다란 關心을 불  
러 일으켰다. 이 project들이 完成되면 브라질의 磷鉍生産能力  
은 1985년에는 最高 440萬 t.p.a. (그중 156萬 t.p.a.가 磷酸  
質肥料)로 增加될 수 있을 것이다. 이에 따라 브라질은 이제야  
磷鉍에 대한 輸入 quota를 부과하게 되었다. 이것은 肥料 중간물  
( Fertilizer intermediates )들의 輸入時에도 유사한 形態로  
適用될 것이며, 輸入되는 肥料 屯當, 地方生産品 磷酸質 肥料  
1吨이 買入되어야 함을 의미하는 것이다.

오늘날 브라질은 大量의 磷鉍石과 phosphoric acid 와 finis-  
hed ferfilizers 의 供給品들을 輸入함으로써, 自國 磷鉍需要의 큰

부분을 充足 시키고 있다. -이것은 確實히 브라질의 收支 均衡赤字에 대한 부담이 되는 것이다. 1973/74年度에 있어서 輸入 鉍石의 原價가 크게 오른것이, 磷鉍石需要가 1980년까지는 300萬 t.p.a 로 增加할 것이라는 豫想과 더불어, 브라질 自体의 매장량을 더욱더 開發하게끔 자극하였다.

이것은 1980년까지 3가지 肥料 全部를 自給自足하기 위해, 1974年 政府에 의해 推進되었던 國家 肥料計劃 (programe Nacional de Fertilizantes)에 의해 강려되었다. 그래서, Minas Gerais, Goias, Sao paulo 州에서의 採鉍 project들이 앞으로 몇년 동안에 稼動하게 됨으로써, 需要는 本土産의 供給으로부터 充足되어질 것이다. 아래의 記事는 既存生産과 다양한 project들의 狀態에 關한 것이다.

#### < Jacupiranga 와 Araxa에 設置된 鉍山들 >

1977年 中間까지 브라질의 磷鉍工業 生産은 두 地域에 限定되었다.

첫째로는, 1976年度에 34-36% 농축 磷酸質肥料 31.7萬屯을 Serrana SA de Mineracao 회사가 生産했던 Saõ paulo의 Cajati에 있는 Jacupiranga 鉍山과, 두번째로는 1976년에 Cia. Agricola de Minas Gerais (CAMIG)를 위한 磷鉍生産어 24-25% 磷酸質肥料를 14.8萬屯生産케 하였던 Minas Gerais의 Araxa 近郊의 Barreiro 鉍山에 한정되어 있다.

※ Jacupiranga - serrana가 35萬 t.p.a.의 농축燐酸質肥料을 生産하다.

Bunga-Born 財閥의 支部인 브에이노스 아이레스의 Serrana 와 Santista는 38%의  $P_2O_5$  를 Cajati 에 있는 Jacupiranga Carbonatite 鉍床으로 부터 1943年에 맨 처음 運送하였다.

이 段階에서는 鉍石속에 든 탄산염 (Carbonates)이 항상 溶化작용에 의해 절러졌던 만큼, 세척에 의한 흙의 제거와 magnetic separation에 의해 magnetite (사철광)를 제거하는것 만을 수반함으로써, 鉍石의 beneficiation는 比較的 簡単하였다.

生産된 鉍石의 大部分은 直接使用 (direct application) 되었다.

1969年 이러한 잔여광석 (residual ore)이 고갈됨으로써, unaltered apatite-bearing carbonatite를 処理하기 위한 粉 碎工場과 浮遊選鉍工場들이 開發되었고, 1970年에 稼動되었다.

1973/74年度에는, 生産能力이 增大되어서, 8800 s.吨 p.d가 處理 되었다. 야금술이 向上되고, 등급나누기가 더 유효해지고, 또 加工되는 原料의 分量이 增大 됨으로써, 現在의 生産水準은 농축 燐酸質肥料가 30萬 t.p.a.로 增大되었다. 그 団地에서 채굴되고 處理되는 phosphate ore(燐酸鉍)은 商業的으로 채굴되는 鉍石中에서 燐酸質含有量이 가장 낮은것 중의 하나이다. 燐酸質含有量이 5%이지만, 그 鉍石으로 부터 燐酸質의 回收 (recovery)는 매우 有効한 것이다. 즉 鉍石中 燐酸質含有量의 80%이상인 回收되고 있다.

이와같이 生産된 농축 燐酸鹽은 燐酸質含有量이 34-36%로 (74-78 BPL) 높으며, 부유선광찌꺼기는 燐酸質을 0.7-0.8% 함유하고 있다. 찌꺼기는 토양의 酸度 (Soil acidity) 를 줄이기 위해 使用되며, 시멘트製造에 使用된다.

그래서 Serrana에 의해 전매특허를 얻은 그 工程은 兩者, 즉 34-36% 燐酸質과 탄산칼륨의 최종 특허說明書에 있어서의 最適의 結果들을 許諾하는 條件들 속에서 原鉱의 두 主要 構成要素의 分離를 確實하게 해주는 것이다.

Analysis of Jacupiranga Carbonatite Ore

Constituent	%	Mineral	%
CaO	46.0	CaCO <sub>3</sub>	34-5-91.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.0	CaMgCO <sub>3</sub>	0.6-15.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.0	Ca <sub>5</sub> F(PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1.8-49.5
SiO <sub>2</sub>	1.2	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.5-9.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6		
MgO	2.5		
CO <sub>2</sub>	37.7		
Others	1.0		

더 상세하게는, Carbonatite plug 는 구멍뚫기 (drilling) 와 폭파 (blasting) 에 의해 粉砕되며, 粉砕된 鉍石은 第一粉砕機로 運搬된다. 時間當 約 600s·屯의 鉍石이 Allis - Chalmers 의 선회 粉砕機 (gyratory crusher) 에 의해 - 7 # 로 粉砕되어진다. 여기에서부터, 少型은 screening opening이 1 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> inch 짜리

vibrator screens 供給되며, 大型은 hydroclone 粉砕機로 供給되어 이것 또한  $1\frac{1}{4}$  in.로 축소된다. 이 粉砕機로 부터 나온 小型은,  $1\frac{1}{4}$  in. 以上の 것이 第3의 粉砕機속에서 더 부수어지는 반면에, 다시 screen 된다.  $-1\frac{1}{4}$  in.짜리의 모든 鉍石은 mill feed 속에서 最大限度の 等質을 확보하기 위해 세심하게 混合되어 질 두개의 混合더미 (blending piles) 로 運搬된다. 거기에는 4개의 서로 같은 粉砕回路 (grinding circuits) 가 있는데, 각 粉砕回路들은  $9 \times 15$  ft 짜리 Allis-chalmers rod mill 을 갖고 있다.

여기에서부터 -48 mesh pump 는 일련의 20 in. cyclones으로 供給되었다. Desliming 은 찌꺼기로 폐기되는 fines 들을 제거하고, coarse overflow 는 3개의 Denver 조절기들로 供給되고 그 후에 pulp distributor 로 그리고 그다음에는 促進劑로서 fall oil fatty acid 를 使用함으로써 flotation cells 의 筐구에 供給된다. 맨나중의 농축물은 thichener 로 풀어 올려지며, underflow 는 rotary kiln 속에서 여과되고 건조되어 진다.

1977年에 Serrana 는 約 35萬屯의 농축 磷酸質肥料를 生産했다고 推定되는데, 이 水準은 앞으로의 約 20年동안 유지되어질 것으로 豫想된다. 매장되어있는 측정된 비축물 (measured reserves) 은  $P_2O_5$  含有量이 5 - 6%인 것이 約 8000萬屯남아 있다.

※ Quimbrail 肥料工場에서 사용되는 生産品

이 鉍山에서의 serrana의 全体 농축磷酸質 生産量은 이 地域에 있는 Quimbrasil의 磷酸質肥料團地에서 全部 消費된다.

이 会社는 Bunge-Born의 또다른 支部이며, 6.9萬 t.p.a.  $P_2O_5$  phosphoric acid 單位工場과 12.5萬 t.p.a.의 monoammonium phosphate工場을 連營하고 있다. 농축磷酸質 (the concentrate)은 mill에서 건조되고, bins속에서 저장되고, 인근에 있는 肥料單位工場으로 運搬된다. 농축인산질을 여과하고 건조시킬 單位工場들에게도 그 농축인산질을 供給하기 위한 計劃들이 수립되었다.

monoammonium phosphate生産品은, Cajati로부터, potassium이 NPK肥料들을 生産하기 위해 添加되는 Quimbrasil의 Sao caetano / Utinga 工業團地로, 或은 parana洲에 있는 Ponta Grossa에 위치한 Quimbrasil의 granulation 單位工場으로 輸送되어 싣는다.

※ Araxa

Araxa에 있는 Rarreiro 鉍山에서의 磷酸質 24-28%차리의 生産品은 品質이 높혀지지 않았다. 그 生産品은 가루로 되어 直接 使用 (direct appliation) 하기 위해 販賣되었거나, 電氣용 광크 에 의한 thermo-phosphate 製造를 위해 Mitsui에 販賣되었다.

이전에 Camig가 所有했었던 現在 Minas Gerais洲의 事業인 Araxa探鉍作業은, 비록 Camig가 아직까지 분배할 生産品을 받고 있긴 하지만, 몇년전에 Arafertil의 손에 넘어 갔었다.

1977년에 磷酸質原料 24%차리 8.75萬屯과 28%  $P_2O_5$  rock 5萬屯이 Araxa에서 Arafertil 会社에 의해 生産되었고, 또 28%차리 磷酸質肥料 2.5萬屯과 24%차리 5萬屯이 生産되어 Camig에 供給되었다.

< 1980년까지稼働될 工程設計 >

1980년까지完成될 예정인 3개의 Project들은 Araxa에 있는 Arafertil 회사의 Project, Tapira에 있는 Velep採鉍団地, Fosfago - Fosfatos de Goias의 Catalao project인데, 이것들은 200萬 t.p.a의 농축물(71.8萬 t.p.a  $P_2O_5$ )를 現行生産水準에다 가산하게 할 것이다.

\* Araxa에서稼働되는 Arafertil 회사의 beneficiation Plant

Araxa에 있는 Arafertil 회사의 8,000萬弗짜리 Project가 처음으로完成됨으로써, 6個의 Project들 중에서 가장 앞선 것이 되었다. 1977年 하반기에, Camig로 부터 그 利權을 임대하고 있는 Araxa SA Fertilizantes의 Produtos Quimicos(Arafertil)은 약 60萬 t.p.a의 농축 34% 磷酸質을 생산하게 될 새로운 beneficiation plant를 稼働하였다.

그러므로 Araxa에서의生産能力이 달성되어 질때는 15萬 t.p.a에서부터 75萬 t.p.a로 될 것이다.

1977年 하반기의 새로운 beneficiation plant에서의 농축생산품은 약 20萬 tonnes에 달한 것으로 推定된다. 그 地域에서 측정된 인회석 매장량은 (measure apatite reserves) 總 27,300萬 tonnes이며, 평균 인산질 含有量은 14%이다.

이 鉍山에서의生産량은 결국 現地 肥料工場들에게 공급되어질

것이다.

Arafertil은 이 地域에서 19.8萬 t.p.a  $P_2O_5$ 의 Phosphate 單位工場과 39.6萬 t.p.a의 monoammonium phosphate 單位工場을 建設할 것을 計劃하고 있다.

(Arafertil 会社는 Serrana 에 의해 40%, Brazilian financial group인 Itan 에 의해 40% 所有되었고, 국가경제개발은행(BNDE) 기관인 Fibase 에 의해 20%가 所有되고 있음)

그 設備들을 建設하기 위한 계약들이 Davy Powergas Inc. 에 査定되었다.

1971년 이 団地가 稼動되어질 때까지, Araxa 로 부터의 磷鉍石의 생산고는 다른 磷鉍質 肥料 生産業者들에게 유용한 것이다.

\* 올해 稼動될 예정인 Valep 会社의 Tapira project

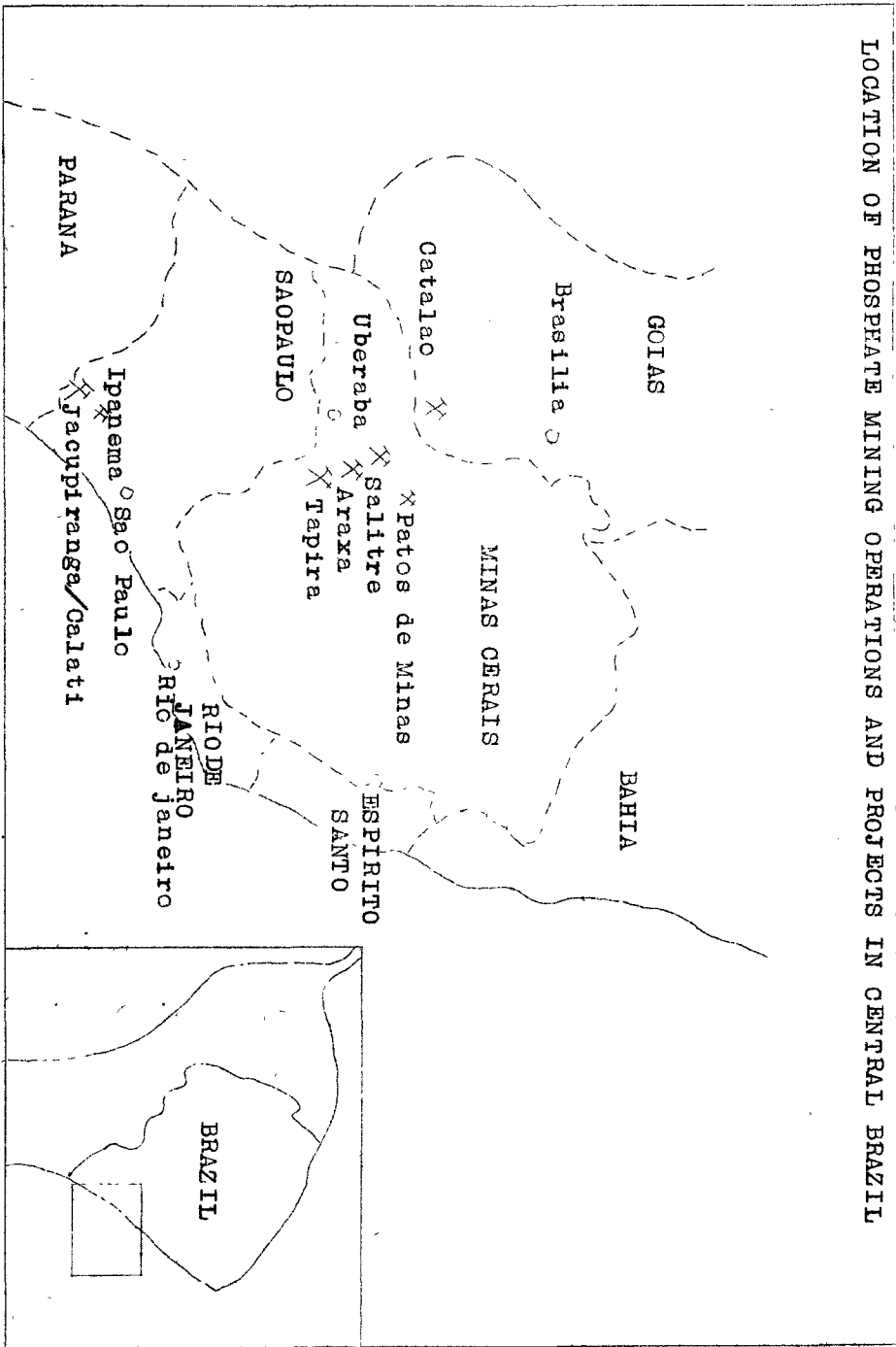
現在 進行中인 또 다른 採鉍 Project 는 Mineracao Vale de Paranaíba SA(Valep)의 Project 인데, 이것은 Minas Gerais 州 Salitre 地方의 Tapira 에 매장되어있는 磷鉍을 開發하기 위해 착수되었다.

그 매장량의 정도에 관한 최초의 탐색은 Docegeo 에 의해 수행되었으며, 이것은 Cia. Vale de Rio Doce(CVRD)의 보조금에 의한 탐색이었다.

이 調査의 결과에 의하면 Tapira 鉍床에서의 總 매장량은 75,000萬 tonnes이며, 그중에 measured tonnes이 319백만



LOCATION OF PHOSPHATE MINING OPERATIONS AND PROJECTS IN CENTRAL BRAZIL



tonnes이고, indicated tonnes이 286백만 tonnes, inferred tonnes이 145백만 tonnes이며, 평균 磷酸質 含有量은 8.66%이다.

Salitre에서의 매장량은 measured tonne이 3,200萬 tonnes이고 inferred tonne이 16,800萬 tonnes이며, 그 평균 磷酸質 含有量은 10.1%이다.

처음에는 측정된 매장량이 13,620萬 tonnes인 Tapira 鉍床에 전념할것이 결정되었었고, CVRD의 보조금에 의한 100%所有인 Valep는 20년동안 그 地域에서 부터 36% 농축 磷酸質을 90萬 t.p.a를 生産할 計劃이다.

titanium, niobium, rare earths, vermiculite와 iron-ore에 관련하여서 생기는, phosphate ores (hydroxiapatite와 secondary phosphates, Crandalite, goiasite와 gorceixite)들은 삼과 electric trucks를 使用하는 전통적인 노천굴채광에 의해 개발될 것이다.

그 鉍山에서 90萬 t.p.a의 농축물을 生産하기 위해서는, 1220萬 tons의 鉍石을 採鉍하여야만 한다. Pre-operation은 금년 5月로 예정되어 있고, 全規模稼動은 1978년 8월이 될 것이다.

그 鉍山에서의 全規模 生産은 90萬 t.p.a concentrate로 計劃되고 있지만, 이 地域에서의 設備들은 200萬 t.p.a 生産으로 長期間 확장이 가능할 수 있게끔 建設되고 있다.

\* Valefertit의 새 団地 内の Uberaba에서 使用되는 生産品

1978年 8月初에 완전생산능력으로 稼働될 ,이 鉸山에서 부터  
나온 많은 生産品들은, 또 하나의 CVRD부속체인 Fertilizantes Vale de Rio Grande SA(Valefertit)을 위해 Uberaba에서  
建設되고있는 새로운 肥料 団地에서 使用되어질 것이다. 1979年  
稼働 豫定인 그 団地는 Wet phosphoric acid 29.7萬 t.p.a  
 $P_2O_5$ 의 生産과 monoammonium phosphate 33萬 t.p.a와 tri-  
ple super phosphate 16.5萬 t.p.a  $P_2O_5$ 를 生産하기 위한 設  
備들을 갖출것이다.

200萬 t.p.a를 輸送할 能力을 가진 120km의 Slurry pipeline은 Tapira 鉸山으로 부터 ,시속 6km의 속도로 Uberaba 근처  
의 pipeline 종점까지 Phosphate concentrate slurry(63%는 ,  
고형성분 , 37%는 물)를 供給할 것이다.

거기에서 Phosphate slurry는 탱크속에 저장되어질 것이고, 탱크  
에서부터 Valefertit 肥料 団地로 供給되어 지거나, 혹은 다른  
消費者들에게 배달하기 위해 여과되고 건조되어질 것이다. 높이  
55 m의 콘크리트 사일로 2개가 건성인회석을 저장하기 위해 建  
設되어지고 있다.

Uberaba 団地를 위해 Valefertit 会社에 이미 8,200萬弗의  
借款을 준 世界銀行은 最近 2,000萬弗의 借款을 더 제공하기로  
Chemical Bank of New York과 공동자금조달협정을 맺었다. 최  
근의 차관은 LIBOR를 上廻하는 年間 이자율  $1\frac{7}{8}\%$ 로서 8년동안

제공되는 것이다.

\* 進行中인 Fosfago - fosfatos de Goias project

Goias 州의 Catalao에 있는 Fosfago - Fosfatos de Goias SA의 4,000 萬弗짜리 磷鉍山과 beneficiation plant의 땅고르기와 국내 건설공사는 1977년에 시작되었다. 1978年末이 Project가 完成됨으로써 50 萬 t.p.a나 되는 38% 농축 磷酸質이 生産될 것으로 豫想된다.

예비적인 조사들이 Mineracao Catalao de Goias에 의해 수행되었고, 株主들에 의해 그 project를 인가받은 후에 독립회사인 Fosfago - Fosfatos de Goias SA가 그 Project를 計劃대로 실천하고, 稼動시키기 위해, 設立되었다. 파나마 남미 합명회사 (South American Consolidated Enterprise Inc. of Panama)는 그 회사의 브라질 支部인 Brasimet Group을 통하여 51%의 株를 所有하고 있으며, the Williams Companies는 그 부속체인 Agrico Chemical Co.를 통하여 49%의 株를 所有하고 있다.

Catalao 鉍床에 있는 鉍石은 매우 다양한 종류의 Primary minerals과 secondary minerals로 되어있으며, 가장 중요한것은 apatite, magnetite, ilmenite, barite, quartz, limonite이고 비금가는것이 Phosphate이다. 인산질을 7%이상 포함하고 있는 매장량은 8,650 萬 tonne으로 계산되어 지는데 그중

7,330 萬 tonne 은 입증되었고, 1,320 萬 tonnes 은 indicated tonnes 이다.

\* 採鉍方法과 정련방법 ( refining )

그 鉍石은 노천굴 採鉍方法들에 의해 抽出되어질 것이다 : 불도우저는 rippers 와 blades 를 갖추고 있다. 단지 제한된 drilling ( 구멍뚫기 ) 과 blasting ( 발파작업 ) 만이 요구된다.

鉍石은 노천굴로 부터 beneficiation plant 로 truck 에 의해 輸送될 것이고, 20in, bar spacing 을 갖는 고정된 grizzly 에다 鉍石을 내려놓게 될 것이다. grizzly 를 빠져 나감으로써, 그 원료는 belt conveyor 에 의해, 粉砕工場으로 운반될 것인데, 깨어진 광석은 Vibratory screens 에 의해 크기에 따라 분류된다. 特大型은 粉砕機로 되돌아가게 될 것이며, - ½ in 의 것들은 전부 재고원료더미 ( Stockpile ) 로 보내어져서 이용될 것이고 또 belt conveyor 에 의해 농축공장으로 輸送되어질 것이다.

여기에서 鉍石은 뚜껑달린 큰상자에 채워질 것이고, apron feeders 에 의해 ball mill 로 供給되어질 것이다. cyclones 속에서의 분류가 끝나면, -65 mesh material 은 magnetic separators, desliming cyclones, 일련의 洗淨器 ( scrubbers ) 를 통과하게 될 것이다. 鉍石은 크기가 더 분류되고, 검사된 後에 flotation reagents 가 첨가되는 곳에서, flotation machines 으로 들어갈 것이다. 농축부유선광 ( flotation concentrate )

은 動力에 의해 Pipeline 을 통하여 건조단계로, 또 thickener 로 흘러 들어갈 것이다. thickener underflow 는 여과되고, flash dryer 속에서 水分含有量 1%도 건조되어질 것이다.

이 생산품은 Goias, Minas Gerais, Sao Paulo 에 있는 磷酸肥料 제조업자들에게도 販売되어질 것이다. ( 다음號 계속 )