

4.12 考 察

- (1) 政府は肥料の輸入に関する統計整備を行う必要がある。政府が肥料政策を立案する場合、肥料の需給状況を把握することは不可欠であり、供給面を考える場合正確な輸入量を知る必要がある。一方、正規の輸入とは別に統計外貿易があり、この実態の解明も重要である。政府は、農民が統計外貿易による肥料に頼らず、適正な価格で十分な肥料を購入できる方策を考えることが望まれる。
- (2) パラグアイ農家が施肥を行うようになったのは最近の10年間位で、比較的新しい。今後、CRIA、パラグアイ農業総合試験場などで試験研究を重ね、パラグアイの土壤に適した施肥技術の確立が望まれる。
- (3) 現在の施肥レベルは低いが、VCRは現在の施肥レベルで最も大きく、経済性があることを示している。これは肥料価格が高いことと、それと比較して作物価格が安いことに起因している。現状の価格体系では個々の農家の施肥レベルが大巾に上がるとは考えられないが、施肥効果はあがっているので現在無肥料栽培を行っている農家が、徐々に肥料を使用することになると予想される。
- (4) 大豆用に5-30-10のNPK肥料、小麦用にDAPが使用されているが、試験研究結果からこの組合せの効果が確かめられている。TSPは単肥としてある程度の需要が見込まれる。その他にトマト用などに12-12-17-2または15-15-15のNPK肥料が使用されている。
- (5) 1995/96年のりん酸、NP、NPK肥料の需要量は71,400tになると予想され、これをベースに生産能力70,000t/年の肥料工場のプロダクトミックスを作成した。1995/96年に需給がほぼバランスするが、それ以降の供給不足については、工場の増設を行うか、輸入によって賄うかを、運転開始後の工場の操業状況を考慮しながら検討する必要がある。
- (6) 熔りんは施肥試験データが整備されておらず、熔りん工場建設を決める前に、熔りんの効果が実証されねばならない。
- (7) 農家の生産費は農業金融に頼っており、農業金融の拡充が望まれる。農業金融の中心的役割を果たすBNFは、貸付予算枠の増加を図るとともに、担保手続きの簡素化、担保条件の緩和、金利の引下げなどを行い、より多くの農家が融資を受けられるようにする必要がある。

- (8) CRIA と農業普及事務所の連絡を密にし、CRIA の研究成果が、普及事務所を通じて農家に容易に普及されるシステムを作る必要がある。
- (9) 農家が必要な時期に必要な量の肥料を確保できるよう、肥料工場が建設されるまでは肥料の輸入認可を速に行う必要がある。肥料輸入の外貨割当は優先的に考えるべきである。

第5章 製品構成の検討

5.1 基本条件

基本条件は、パラグアイ共和国にとって最適な製品を、そしてその最適生産規模を持ったプラントを選定することである。これらの製品としては下記の6種類の製品が考えられる。これらの生産可能性を比較検討し、さらに市場調査によって有望製品を選定し、さらに本プロジェクトの生産規模を決定した。

検討すべき製品名

- 1) TSP (Triple Super Phosphate)
- 2) FMP (Fused Magnesium Phosphate)
- 3) MAP (Monoammonium Phosphate)
- 4) DAP (Diammonium Phosphate)
- 5) APP (Ammonium Poly Phosphate)
- 6) NPK (NPK Compound Fertilizer)

5.2 製品群の生産可能性の比較

(1) 主要原料

上記6種類の製品を生産する場合に必要な主要原料を表5-2-1に示す。

Table 5-2-1 Raw Materials Required for Fertilizer Production

Product Mix	TSP	FMP	MAP	DAP	APP	NPK
Raw Material						
Phosphate Rock	○	○				
Phosphoric Acid	○		○	○	○	○
Ammonia			○	○	○	○
Muriate of Potash						○
Serpentine		○				

表5-2-1に示すように、FMP以外の製品はりん酸を主要原料とする。したがって、これ等の場合は中間製品として、りん酸を必要とする。

りん酸を製造する場合、製造プロセスとしては湿式りん酸製造法と乾式りん酸製造法とがあり、表5-2-2にこれらの概略を示す。

Table 5-2-2 Comparison of Phosphoric Acid Production Processes

	Wet Process	Dry Process (Electric Furnace Process)
Raw Material Required	Phosphate rock Sulfur or sulfuric acid	Phosphate rock coke, silica gravel, and, electric power
Product Acid	Main usage for fertilizers	High quality usage for food grade chemicals and also fertilizers

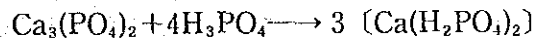
一般的に肥料原料用としては湿式法が採用されているが、この場合には原料として、りん鉱石と硫黄または硫酸を必要とする。パラグアイでは硫黄は賦存せず、また硫酸製造プラントも存在しないが、豊富な水力による電力がある。

したがって、本プロジェクトでは電力を多量に必要とする乾式法（電炉法）によって、りん酸を製造することとする。

(2) 製造プロセス

製品の製造プロセスの概略を以下に述べる。

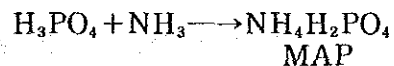
(a) TSP : りん鉱石粉末とりん酸を次のように反応させて製造する。



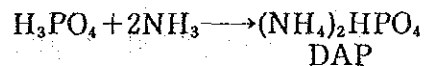
その反応条件の違いからデン法 (Den) とスラリー法 (Slurry) がある。デン法では、りん鉱石とりん酸との混合物が保温されたデン内で反応を進行させて、TSP 粉状品を製造する方法である。一方、スラリー法は、反応によって得られたスラリーを造粒設備で粒状化し乾燥させ、直接に粒状 TSP を製造する。

(b) FMP : りん鉱石と蛇紋岩を配合し、炉で融解し、水で急冷、水砕する。この製造プロセスには電力を使用する電炉法と、燃料油を使用する平炉法があるが、本プロジェクトでは、電炉法を用いる。

(c) MAP : りん酸とアンモニアを反応させ、得られたスラリーを上記(a)のように製造設備で粒状化し乾燥して製品とする。その反応式は次のようになる。



(d) DAP : 製造プロセスは上記(c)と同じであるが、りん酸とアンモニアの反応の程度が異なる。その反応式は次の通りである。



(e) APP : 製造プロセスは原理的には上記(c)、(d)と同様であるが、りん酸とアンモニアの反応温度が高い点では(c)、(d)と比べて異なる。

(f) NPK : ベースとなるりん酸塩の形態によっていろいろあるが、燐安ベースが最も一般的である。これは上記(c)、(d)に塩化加里または尿素などを添加する設備を付加することによって製造できる。

以上6種類の製品を製造プロセスの面から要約すると次のようになる。

- ・TSP、MAP、DAP、APPおよびNPK：プロセス的には類似しておりスラリー法肥料製造プロセスで生産することができる。
- ・FMP：上記とは全く異なる電炉法で製造する。

(3) 肥料としての特徴

これら製品の肥料としての特徴を以下に述べる。

- (a) TSP：全りん酸 (P_2O_5 として) として約50%を含有し、この全りん酸の約90%が水溶性りん酸であり、りん酸1カルシウム ($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$) を主成分とする速効性肥料である。化学的には酸性を呈するが、生理的には中性肥料であって連用しても土壌のpHを低下させない。また強酸性土壌に施用すればその酸性を緩和する方向に働く。すなわち作物にりん酸が吸収されカルシウムが残る。
- (b) FMP：全りん酸18~21%を含有し、そのうちク溶性(2%クエン酸溶解性)りん酸17%以上であり、水溶性りん酸は含まない遅効性肥料である。
りん酸のほかに石灰 (CaO) 20~30%、苦土 (MgO) 15~18%、珪酸 (SiO_2) 23~27%、などを含有しているため、土壌改良材としての効果が期待できる。
- (c) MAP：肥料成分として不可欠な窒素とりん酸が化学的に結合した、安定した化合物であり、窒素11%、りん酸55%の高成分の速効性肥料である。化学的には酸性であるが、生理的には中性で土壌を酸性化する危険性はない。
- (d) DAP：上記(c)と同様、窒素とりん酸が化学的に結合した安定した化合物であり、窒素18%、りん酸46%の高成分の速効性肥料である。肥効面ではMAPと同等あるいは、やや優れており、化学的には中性肥料で、土壌は酸性化しない。
- (e) APP：窒素とりん酸の肥料成分量が70~77%になる高成分肥料で、りん酸分も約60%と高い。主成分はりん酸1アンモニウム (MAP) とピロりん酸3アンモニウム ($(NH_4)_3HP_2O_7$) である。肥効はDAPとほぼ同じであるが、土壌中でAPPは微生物作用によって、オルトリン酸塩に加水分解した後に、肥効が現われるので、地温の影響も受け、施肥効果はやや遅れる傾向がある。
- (f) NPK：りん酸はりん安の形態であり、窒素、りん酸および加里 (K_2O) の肥料成分量

は約35%以上で成分比率は自由に変えられるので、その土壌や作物に適した成分比率の肥料を製造することができる。組成は、りん酸のすべては、りん安(MAPまたはDAP)の形で、窒素はりん安、硫安または尿素などの形で、それぞれがそのままの形態または化合状態で存在している。加里は塩化加里として混合されるが、化学的にはかなりの量が、りん安、硫安などと複塩や固溶体を形成している。施肥に関しては、単肥を使用する場合と比べて、NPK肥料は窒素、りん酸および加里の3成分を含有しているため、機械化された大規模農業には施肥の合理化に大きく寄与する。肥効面では、NPK肥料は、窒素、りん酸および加里が適当に含まれ、3成分が同時に施肥されるので、相乗的な肥効の増大が期待できる。またこのものは水溶性肥料であるが、粒状であるため取扱いが容易であり肥効の持続が期待できる。

5.3 製品群の消費動向

りん酸肥料製品の地域別および世界の消費状況は表5-3-1に示す。消費される肥料の種類は使用される地域、農作物、土壌の性質などによって異なるが、世界的にみた場合、主流はMAP/DAPなどのりん安、NPK肥料などであり、次にTSPの順序である。さらに、これらはいずれも増加する傾向にある。したがって、6種類の製品群においてFMP、APPは主流ではなく、特殊なりん酸肥料である。

Table 5-3-1 Phosphate Fertilizer Consumption by Product, 1974/75 - 1984/85

REGION	YEAR	BASIC SLAG	GROUND ROCK	SINGLE SUPERPHOSPHATE	TRIPLE PHOSPHATE	OTHER STRAIGHTS	AMMONIUM PHOSP.	(Unit: 1,000tP ₂ O ₅)		TOTAL
								NP/NPK	PK	
WEST EUROPE	1984/85	196	59	245	396	66	90	3532	998	5080
	1974/75	721	54	477	108	62	8	2618	970	5018
EAST EUROPE	1984/85	47	816	2098	2216	50	2929	1861	7	10030
	1974/75	62	964	2864	1412	140	624	976	18	7060
NORTH AMERICA	1984/85	-	-	17	353	35	4534	included in ammonium	4941	
	1974/75	7	1	35	587	18	4024	Phosphates figures.	4671	
LATIN AMERICA	1984/85	5	42	523	565	101	675	528	-	2440
	1974/75	18	131	327	461	28	432	221	2	1623
OCEANIA	1984/85	-	-	724	77	-	135	167	46	1149
	1974/75	-	1	731	37	-	23	32	6	831
AFRICA	1984/85	-	-	94	107	9	163	502	6	923
	1974/75	1	19	75	93	22	30	374	10	687
NEAR EAST	1984/85	-	-	129	434	-	708	327	2	1600
	1974/75	-	-	152	83	-	198	282	2	491
SOUTH ASIA	1984/85	-	34	298	201	-	1101	654	-	2288
	1974/75	-	4	123	46	-	282	170	-	626
EAST ASIA	1984/85	-	79	65	499	140	62	976	-	1821
	1974/75	-	38	61	197	146	49	783	-	1274
SOCIALIST ASIA	1984/85	-	300	2000	300	750	1300	350	-	5000
	1974/75	-	200	1138	-	465	17	89	-	1906
WORLD *****	1984/85	248	1330	6195	5148	1151	11697	8897	1059	35725
	1974/75	809	1413	5983	3025	880	5690	5545	1007	24352

Source: IFA

5.4 有望製品の選定

肥料製品の選定は、前述5.2節の比較検討の結果をふまえ、市場調査の結果によって決められるものである。

4.8節に述べたように、本プロジェクトのプロダクトミックスは表5-4-1に示すように決定し、これをもとに工場計画を進める。これらの製品は、同一の設備にて、経済的に生産することが可能である。

FMPは、これと全く異ったプラントとなるため、FMPの検討も進める。

Table 5-4-1 Product Mix

(Unit: t/y)

Fertilizers	Product Mix
DAP (18-46-0)	29,000
TSP (0-46-0)	5,000
NPK (6-30-10)	32,000
NPK (15-15-15)	4,000
Total	70,000
FMP (0-20-0)	15,000

なお、MAPおよびDAPからNPK肥料を生産するためには、アンモニアが必要となる。したがって、アンモニアを輸入して各種りん系肥料を生産する場合をシナリオ1とし、アンモニアも同一プラント内で生産しりん系肥料を生産する場合をシナリオ2とする。FMPを生産する場合をシナリオ3とする。

5.5 本プロジェクトにおける生産規模

前に述べた4.7節肥料需要予測に基づいて本プロジェクトの生産能力を表5-4-1のように決定した。これは1995/96年の需要予測量に見合うものであり、1987年末に本プロジェクトの実施が決定された場合、1994/95年に100%稼動になるとの前提によるものである。

第6章 原 料

6.1 電 力

6.1.1 送電網

パラグアイ共和国の電力公社である ANDE は、送電網の拡充を図っており、1984年には、北部地方でホレクエタ変電所からペドロファンカバレロへの 66KV 送電線が完成し、アマンバイ県への電力供給が行われたのをはじめ、コンセプション県、サンペドロ県への電力供給もはじめられた。

一方、南部地方ではトリニダート変電所からサンペドロデルパラナ市への 66KV 送電線が完成し、さらにアジョラス変電所への 220KV 送電線拡張工事も行われている。次のページの図 6-1-1 の中に既存送電網と計画をまとめる。これらの送電網の拡充をはじめ、消費者への電力供給は ANDE が行っており、また供給する電力は ANDE 所有の発電所で発電した電力およびイタイプ^{*1}からの購入電力でまかなっている。

送電線の電圧は 220kV、66kV、23kV、13kV、6kV、380V、220V であり、1984年には各種合わせて 877km の送電線が建設され、ANDE が供給した電力は 1,000GWh を越えた。

*1 イタイプ公団は、1973年4月26日パラグアイとブラジルの間で条約調印が行われ設立された。出資比率50:50でイタイプダムを建設し、現在、発電機4基が稼動し増設中である。

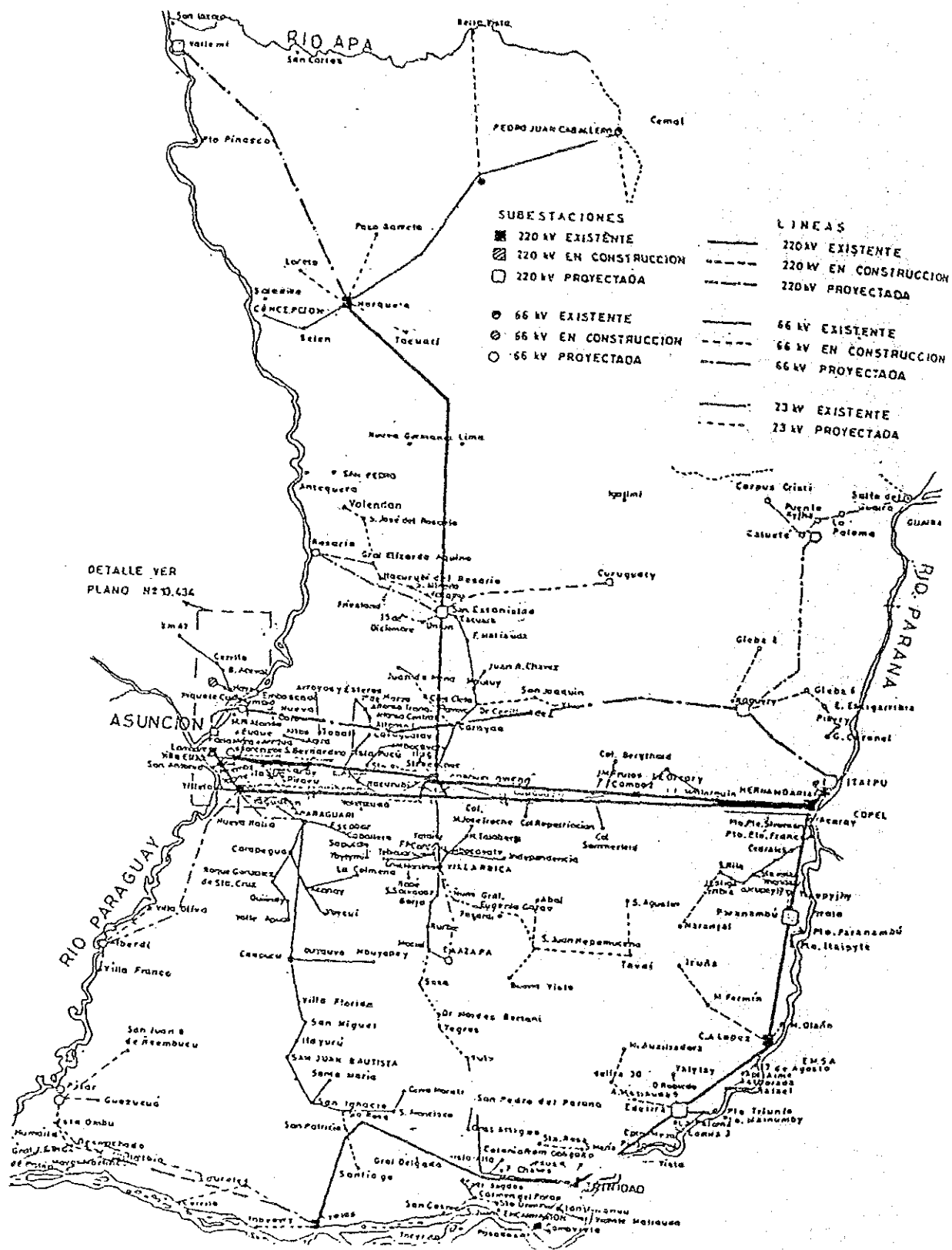


Figure 6-1-1 Construction Plan of Lines

6.1.2 電力供給

発電量の推移を表6-1-1に示す。

Table 6-1-1 Generated Energy for National Consumption

Year	kWh	Growth (%)
1975	331,780,943	14.2
1976	374,325,983	12.8
1977	453,936,706	21.3
1978	502,910,557	10.8
1979	590,326,265	17.3
1980	700,310,011	18.6
1981	822,308,746	17.4
1982	915,977,684	11.4
1983	995,213,313	8.7
1984	1,090,351,005	9.6

発電量の99.2%は水力によるものであり、残り0.8%が火力によるものである。表6-1-2に示すとおり水力の中で79.8% (1984) はアカライ発電所での発電である。

Table 6-1-2 Energy Balance (1984)

	Generated Energy gross kWh	Own Consumption kWh	Generated Energy net kWh
Original of Energy			
Hydraulic			
Acaray	885,482,430	2,180,381	883,302,049
Itaipu	161,644,530	-	161,644,530
Import	61,980,051	177,349	61,802,702
Hydraulic Total	1,109,107,011	2,357,730	1,106,749,281
Thermal			
San Lorenzo	173,140	116,760	56,380
Pietro Sajonra	221,900	138,000	83,900
Pedro Juan Caballero	131,720	1,315	130,405
Concepcion	5,409,342	28,063	5,381,279
Others	2,959,829	88,795	2,871,034
Thermal Total	8,895,931	372,933	8,522,998
Totals	1,118,002,942	2,730,663	1,115,272,279
Purpose of Energy National Consumption			
Hydraulic	1,081,455,074	2,301,338	1,079,153,736
Thermal	8,895,931	372,933	8,522,998
Total	1,090,351,005	2,674,271	1,087,676,734
Electric Company			
Hydraulic	27,651,937	56,392	27,595,545
Thermal	-	-	-
Total	27,651,937	56,392	27,595,545
Totals	1,118,002,942	2,730,663	1,115,272,279

アカライ発電所は 47,000kW 発電機 2 基、50,000kW 発電機 2 基を保有し、あわせて 194,000kW の発電能力をもっている。

電力消費の内容は表 6-1-3 に示すとおり 1984 年では住宅用が最も多く 59.6% を占め、続いて工業用が 31.5% である。

Table 6-1-3 Total National Consumption

Category	kWh	
	1983	1984
Residential	492,189,732	540,703,223
Industrial	260,162,503	286,111,405
Fiscal	28,263,074	28,083,797
Municipal	4,310,009	5,042,382
Traction	381,292	376,568
Public Lighting	41,918,075	47,009,352
Total	827,224,685	907,326,727

工業分野で消費される電力は年々増加しており、1980~1984 年で 47.4% の伸びとなっている (表 6-1-4 参照)。

Table 6-1-4 Industrial Consumption

Year	Industrial Consumption kWh	Growth (%) based on 1980
1980	194,150,819	-
1981	234,282,091	20.7
1982	241,264,244	24.3
1983	260,162,503	34.0
1984	286,111,405	47.4

6.1.3 需給見込み

現在 ANDE による電力送電網の拡充計画が進められており、今後電力の需要は、かなりの伸びが予想され、表 6-1-5 に示すように 1990 年で 450MW (2,335GWh) に達する見込みである。

Table 6-1-5 Demand Forecast for Power and Energy

Year	Potential MW	Energy GWh
1986	285	1,370
1987	350	1,695
1988	380	1,935
1989	415	2,130
1990	450	2,335

この電力はアカライの電力 (194MW) およびイタイプからの購入電力でまかなうことになる。

イタイプ発電所の完成後は、700MW 発電機が 18 基となり、発電能力は 12,600MW となる。現在までに 4 基が完成し、1990 年代の初期には工事が完了する予定となっている。

パラグアイ共和国はイタイプ公団から電力の 50% の電力を受電する権利を持っているので、1986 年には ANDE は 1,400MW の電力をイタイプ公団より受電でき、それをパラグアイ共和国各地に供給する能力があるが、需要は表 6-1-5 のとおり 285MW にすぎない。1990 年にイタイプ発電所が完成すると 6,300MW の供給可能電力に対して需要予測は 450MW と更に受電権利に対する需要の割合は低下する。したがって、パラグアイ共和国はイタイプ発電所だけで十分に国内に電力を供給することが可能であり、今後電力多消費型工業の発展があったとしても電力不足となる事態は考えられない。

イタイプはブラジル国との協同プロジェクトであるが、この他にもアルゼンチン国との協同でダムを作る 2 大プロジェクトも進行中である。

その 1 つはヤシレタプロジェクトであり、1973 年 12 月に条約調印がなされ、出資比率 50 : 50 のプロジェクトである。

目的としては、

- ・水力発電
- ・パラナ河のヤシレタ島下流の船舶運航状況の改善
- ・洪水対策

であり、現在イタイプダム下流のパラナ河のヤシレタ島付近で土木工事が行われている。

1992年に発電所の運転開始が予定されていたが、発電能力 4,500MW が完成する時期は現在、未定である。

他のプロジェクトはコルブスプロジェクトであり、パラナ河のヤシレタ島の下流にダムを作る計画である。現在は F/S が行われている段階で場所・能力とも決まっていない。

以上述べたことから判断すると、パラグアイでは電力の供給は将来充分であるといえる。

6.1.4 電力料金

電力料金は用途別、受電電圧別、kW 別に定められており、工業用電力の料金表の一例(高電圧のケース)を表 6-1-6 に示す。

Table 6-1-6 Tariff System for Industrial Use

Tension (V)	23,000 or 6,000
Maximum Potential (kW)	6,000
Minimum Potential (kW)	2,000
Price of Reserved Potential (Gs/kW month)	1,538
Price of Excess or Demand (Gs/kW month)	1,845
Price of Actual Energy (Gs/kWh)	3.58

一方、上記工業用電力を商業用とした場合、料金は表 6-1-7 に示すように工業用より高くなり、料金面において工業用は優遇されている。なお電力料金は夏季ピーク時、夜間帯、昼間帯のような区別は現在ではつけられていない。

Table 6-1-7 Tariff System for Commercial Use

Tension (V)	23,000 or 6,000
Maximum Potential (kW)	6,000
Minimum Potential (kW)	2,000
Price of Reserved Potential (Gs/kW month)	1,999
Price of Excess of Demand (Gs/kW month)	2,398
Price of Actual Energy (Gs/kWh)	4.65

6.1.5 本プロジェクトにおける電力供給と価格

本プロジェクトが実現した場合、電力使用は25,000~30,000kWであり、パラグアイ共和国では大電力使用プラントとなる。電力供給の安定性また経済性を考え、イタイプダム付近が有利であり、現地調査で図6-1-2に示す3カ所をサイト候補地として選定した。

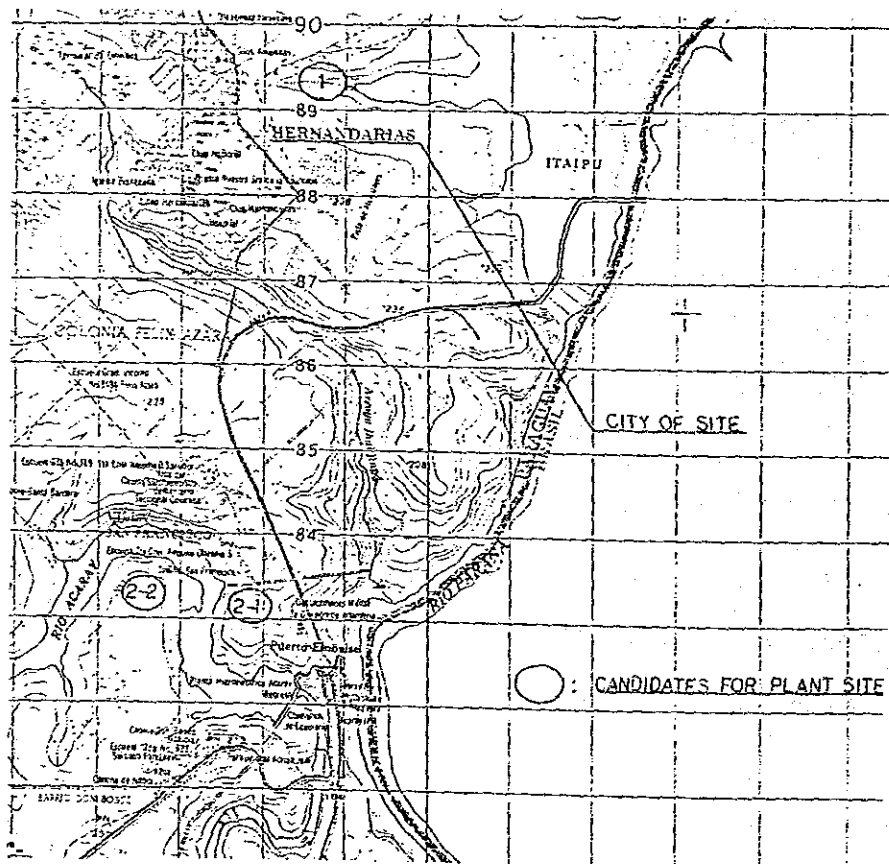


Figure 6-1-2 Proposed Site of Plant

いずれも電力の供給を受ける送電端に近く、工業用水の取水にもダムが近く便利な場所である。

①では直接イタイプから電力供給を受けることになる。イタイプでは現在 2,800MW の発電能力を保持しており、今後更に増加する見込みで、このうち 30MW を受電することは問題ない。電力価格はイタイプから ANDE の売電価格と同価格を適用できる。

②では ANDE のアカライ変電所から電力供給を受けることになる。アカライ変電所では 375MW トランス 2 台を持っているので、30MW 受電については心配ないが、ANDE の設備を使用するためにその経費がプラスされる。

本プロジェクトの場合、電力価格を安くすることは必須条件であるので、本プロジェクトのサイト候補地としては①を考える。この場合電力供給は直接イタイプから供給を受けることになるが、購入は形式上 ANDE を通すことになる。電力契約は kW で行われ、電力量としての kWh とは関係しない。換言すれば、発電機の一定 kW の占有契約であり、それを使う使わないはユーザーしだいという内容である。この契約は 2 年前になされるので 2 年後の運転計画を立てた上で、各月ごとの kW を決めることになる。

契約 kW と実績 kW の比率を 1 カ月通じて 100% にすることは非常に困難であるが、乾式りん酸プロセス中の黄りん製造電炉は電力負荷のかけ方にフレキシビリティを有するので、通常運転中については使用率はかなり高くなることが期待できる。

本プロジェクトの電力料金をイタイプから直接受電することを前提として計算すると下記の通りである。

現在、ANDE がイタイプから購入している電力価格は 10US\$/kW 月であるが、これは 1986 年までの暫定料金であり、1987 年からは 14.06US\$/kW 月となる予定である。

なお、本プロジェクトの場合も 14.06US\$/kW 月と考えるべきであるとの考えが ANDE より出されている。10US\$/kW 月をベースに kWh あたりの単位を契約 kW に対する使用率との関係で計算すると表 6-1-8 となり、最も安い場合で 1.39US¢/kWh である。*2

Table 6-1-8 Price of Electric Energy

Consumption Rate based on reserved kW (%)	Price of Electric Energy (cent/kWh)	
	in case of 10 US\$/kW	in case of 14.06 US\$/kW
100	1.39	1.95
95	1.46	2.06
90	1.54	2.17

- * 2 前記のとおり電力の購入契約は2年前になされるので、トラブルおよび生産品目の切替え等により設備が停止すると kWh あたりの電力単価は上昇する。このようにトラブルによる停止が、例えば黄りん製造プロセスなどで起き、大きく装置がストップするような場合には、電力料金支払いは決まっているにもかかわらず、電力使用量は大きく低下するので kWh あたりの電力単価は大きくはね上がることになる。

6.2 りん鉱石

りん鉱石はりん酸肥料の唯一の原料であり、本プロジェクトの重要な原料である。りん鉱石はその成因により性質は異なるが、鉱物学的には、一般にアパタイト $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3$ を主成分とし、これに若干の炭酸石灰、粘土、珪砂などが混入したものである。その性状や品質は産地により異なり、また同一産地でも採掘場所によりかなりの差がある。一般的に採掘された鉱石は、品位を一定の範囲に揃えるために選鉱され、これがりん酸肥料の原料として使用されている。りん鉱石の品位は P_2O_5 含有量で表示され、通常 P_2O_5 28~38% が流通し使用される。商取引のためのりん鉱の品位は、古くから P_2O_5 含有量を $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ に換算した BPL「*」で表現される。

「*」 Bone Phosphate of Lime の略称であり、 $\text{BPL} = \text{P}_2\text{O}_5\% \times 2.185$ の関係である。一般的に BPL65 (以上) ~78 (以下) % の品位のものが国際的に流通している。

6.2.1 パラグアイにおけるりん鉱石資源

最近国家的プロジェクトとして、パラグアイ共和国の地下鉱物資源の探索調査が行われている。しかし、現在のりん鉱石はコンセプション県、アマンバイ県、グウアイア県、パラグアイ県などの一部地域に賦存する可能性はあるが、現時点ではその品質および推定埋蔵量の確認はされていない。ただし、MOPC の資料によると東部パラグアイの北部のセラコーラ地帯 (アマンバイ県) の鉱石の化学分析結果は下記のとおりである。

セラコーラ地帯での鉱石の化学分析結果

P_2O_5	: 3.3%
CaO	: 1.6%
Mg	: 不明
Fe_2O_3	: 14.3%
Al_2O_3	: 5.2%
SiO_2	: 17.1%

上記データによると該当鉱石は P_2O_5 、CaO が非常に少ないこと、 Fe_2O_3 、 SiO_2 が多いこと

などから、有用ないわゆるりん鉱石（アパタイト）ではない。またこの化学分析結果に対応した鉱石の推定埋蔵量に関するデータも報告されていない。以上の理由に基づき現時点ではパラグアイ産りん鉱石を本プロジェクトの原料として使用することは全く期待できないと結論する。

6.2.2 輸入りん鉱石

(1) 産出地

世界のりん鉱石埋蔵量は144,000百万トンといわれ、1984年における消費量は153百万トンである。したがって世界的にみれば埋蔵量は充分存在し、かつ表6-2-1に示すように採掘および選鉱設備の能力が需要量より大きいため、今後のりん鉱石の需給は買手市場で推移すると予想される。

Table 6-2-1 Phosphate Rock - World Market Balance
(million tonnes phosphate rock)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990
World Capacity	180.29	185.03	190.39	194.57	199.19	204.10
World Demand	150.72	158.40	165.24	171.22	175.22	179.91
Surplus	29.57	26.63	25.15	23.13	23.97	24.19
Capacity Utilization (%)	83	86	87	88	88	88

Source: Phosphorus & Potassium No.141 (1986)

表6-2-2に世界のりん鉱石の生産量と消費量を示し、表6-2-3に1984年の世界の主要なりん鉱石産出国（横軸）と主要なりん鉱石消費国（縦軸）に対する輸出量を示す。

前項で述べたように、パラグアイ国産のりん鉱石は原料として使用できないので、本プロジェクトで使用されるりん鉱石は輸入されなければならない。表6-2-2、表6-2-3から明らかなように、世界の二大産出国は米国とモロッコである。米国のりん鉱石の約80%はフロリダで生産されており、世界の消費量の約25%はフロリダ産である。フロリダは歴史的にも古く、かつては世界市場の大半を抑えていたが、最近採掘しやすい所は、掘り尽くし、品質は低級化しつつある。これに対処するため新しく鉱山を開発するには環境規制のため投資金額が増大し、コストアップになるため、現在、フロリダのりん鉱石の大きな増加は

Table 6-2-2 World Phosphate Rock Production and Consumption

(Unit; 1,000 t)

	1982		1983		Preliminary 1984	
	Production	Apparent Consumption	Production	Apparent Consumption	Production	Apparent Consumption
WORLD TOTAL	123,467	123,494	135,485	138,231	149,753	152,585
Western Europe	357	19,203	554	20,949	701	21,120
Austria	—	324	—	459	—	470
Belgium	—	2,049	—	2,477	—	2,437
Cyprus	—	30	—	60	—	—
Denmark	—	215	—	181	—	184
Finland	231	721	381	842	477	828
France	15	4,417	12	4,570	—	4,606
Germany F.R.	—	1,813	—	1,909	—	1,643
Greece	—	467	—	624	—	684
Italy	—	1,317	—	1,443	—	1,549
Netherlands	—	1,958	—	2,320	—	2,202
Norway	—	392	—	360	—	354
Portugal	—	372	—	315	—	427
Spain	—	2,334	—	2,464	—	2,859
Sweden	88	642	107	744	128	808
Turkey	23	774	54	695	96	633
United Kingdom	—	1,357	—	1,480	—	1,430
Eastern Europe	27,520	32,796	28,500	35,091	29,000	35,803
Albania	—	106	—	80	—	61
Bulgaria	—	762	—	861	—	769
Czechoslovakia	—	899	—	868	—	789
Germany D.R.	—	1,109	—	1,126	—	1,105
Hungary	—	611	—	669	—	579
Poland	—	3,407	—	3,413	—	3,407
Romania	—	2,559	—	2,922	—	2,903
USSR	27,520	22,169	28,500	23,600	29,000	24,629
Yugoslavia	—	1,173	—	1,552	—	1,562
North America	37,414	31,113	42,573	37,592	49,197	44,877
Canada	—	2,363	—	2,762	—	3,130
United States	37,414	28,750	42,573	34,830	49,197	41,747
Central America	331	1,478	436	1,578	375	1,549
Mexico	331	1,467	436	1,573	375	1,530
South America	2,779	3,181	3,229	3,448	3,890	4,424
Brazil	2,732	2,978	3,208	3,306	3,855	4,264
Colombia	18	71	18	77	22	59
Venezuela	—	73	—	34	—	54
Africa	30,285	11,053	34,159	12,601	36,065	14,191
Algeria	947	245	893	283	1,002	371
Egypt	708	468	647	533	1,043	794
Morocco	17,860	3,889	20,107	5,328	21,133	6,151
Senegal	1,247	329	1,522	356	2,123	553
South Africa	3,173	2,656	2,742	1,968	2,585	2,499
Togo	2,035	2	2,081	—	2,696	—
Tunisia	4,196	3,312	6,016	3,943	5,346	3,662
Zimbabwe	120	120	133	129	125	125
Asia	23,212	21,651	24,329	23,966	29,882	27,930
Bangladesh	—	100	—	145	—	93
China P.R.	11,730	12,147	11,630	12,209	14,210	14,829
Christmas Is.	1,365	79	1,066	62	1,257	74
India	552	2,105	787	2,184	883	2,555
Indonesia	5	275	5	443	6	769
Iraq	363	363	1,199	1,199	1,000	1,000
Israel	2,717	979	2,969	1,109	3,312	1,433
Japan	—	2,127	—	2,477	—	2,349
Jordan	4,431	263	4,749	631	6,263	975
Korea, North	450	559	500	667	500	541
Korea, South	—	1,607	—	1,663	—	1,704
Malaysia	—	191	—	160	—	263
Pakistan	—	199	—	284	—	266
Philippines	5	54	5	93	5	182
Syria	1,455	206	1,229	178	1,514	345
Taiwan	—	253	—	275	—	350
Vietnam	120	120	170	170	180	180
Oceania	1,568	3,020	1,705	3,007	1,376	2,692
Australia	235	2,112	21	2,109	17	1,824
Nauru	1,333	—	1,684	—	1,359	—
New Zealand	—	908	—	898	—	868

Source: Phosphorus & potassium No. 141 (1986)

Table 6-2-3 World Phosphate Rock Export 1984

Importing Countries	Exporting Countries										Total
	United States	Morocco & Sahara	Egypt	Tunisia	Algeria	Togo	Senegal	Jordan	Israel	Syria	
World Total	11,488	14,851	2,792	588	568	2,761	1,356	4,695	2,042	934	47,744
Western Europe	524	1,648	45	40	176	1,492	939	620	1,831	55	4,381
Austria					10	36		126	314		2,687
Belgium					40	212					2,511
Denmark											481
Finland	150	144			37	572		164	329		1,511
France	639	1,853	45	295	89	43	242	329	197		4,533
West Germany	539	414		62		43	120	6			1,678
Greece		324		27							1,054
Ireland											481
Italy	85	718		31		248	31	68	286		1,562
Netherlands	640	677				371		88	540		2,228
Norway		67				84					354
Portugal		402				3					412
Spain		2,340		16		85	134				2,855
Sweden	187	273						4			1,011
Switzerland											581
Turkey		51		167		6		169	190		531
United Kingdom	26	913		33		86	362	12	12		1,532
Eastern Europe	1,290	2,209	12	533	336	783	112	1,610	156	737	11,245
Albania		46		15							41
Bulgaria		114		71			69			109	268
Czechoslovakia		300		63	100		112				403
GDR				18							789
Poland		124		79							1,075
USSR	857	1,980	12	173	69	264		225		84	4,891
Romania		459		204	45	499		831	115		3,468
Yugoslavia		278		4	28		112	342	41	210	2,538
Africa	138					86	3				1,092
Ivory Coast											248
Mali											1
Mozambique											1
Senegal											17
Sierra Leone											17
Zambia	130										268
Zimbabwe											8
North America	3,158										3,158
Canada	481	823			19	29	21				1,348
USA	2,677										2,677
Latin America	36										36
Cuba											9
Mexico	427	768				29	21				1,245
Uruguay	9										9
Venezuela		54									54
Asia	3,366	1,495	148	44	46	70	282	2,553	55	142	8,895
Bangladesh								91			91
China		306				41		76			423
India	349	308	84			29		812		105	1,573
Japan	1,410	1,048	40	44	46	20	208	361			4,871
North Korea		633					62	360			2,321
South Korea								9			9
Thailand											1,712
Philippines		21						136		41	247
Pakistan								85			85
Taiwan		116						266			466
Vietnam		50						6			56
Oceania	263							217			480
Australia	213							6			219
New Zealand	50	94						217			267
Other	653										653
U.S.S.R.	4,381										4,381
Other	288										288
Yugoslavia											14
Other											165
Yugoslavia											55
Other											107
Yugoslavia											96
Other											354
Yugoslavia											292
Other											1,054
Yugoslavia											531
Other											1,532
Yugoslavia											41
Other											268
Yugoslavia											1,075
Other											4,891
Yugoslavia											3,468
Other											1,092
Yugoslavia											248
Other											1
Yugoslavia											17
Other											17
Yugoslavia											8
Other											3,158
Yugoslavia											9
Other											1,348
Yugoslavia											54
Other											1,245
Yugoslavia											9
Other											54
Yugoslavia											8,895
Other											423
Yugoslavia											1,573
Other											2,321
Yugoslavia											9
Other											1,712
Yugoslavia											247
Other											85
Yugoslavia											466
Other											56
Yugoslavia											31
Other											16
Yugoslavia											219
Other											267
Yugoslavia											1,781
Other											808

Source: Phosphorus & Potassium No. 138 (1985)

期待できないが、今後も供給量は大きくは低下しないと考えられる。

モロッコに関しては、りん鉱石の輸出の王座を占めており、新しい鉱山の開発もあり、さらにこのシェアは増大するものと予想される。

以上の諸点より、輸入りん鉱石は地理的に比較的近い二大産地であるフロリダ（米国）およびモロッコからの安定的な供給が期待できる。

(2) ブラジル産りん鉱石

りん鉱石の供給先として、ここにブラジルを特に取上げて検討する。表6-2-4に示すように、ブラジル産りん鉱石の生産量は急激に増加し、1978年には百万トンであったが、1984年には3.9百万トンとなり約4倍の増産となった。一方、輸入量は表6-2-5に示すように、1978年に百万トンであったが、1983年には輸入量はゼロになっており、もはやブラジルはりん鉱石を国産によってまかなえるようになった。今後の見通しに関しては、ブラジルのりん鉱石の埋蔵量は表6-2-6に示すように、2,900百万トンと推定されており、消費量を4百万t/yとすると、今後長期にわたって資源としての供給力は十分にある。

さらに、りん鉱石の採掘および選鉱設備能力は表6-2-7に示すように、4.9百万t/yと推定される。したがって、マクロ的な観点にたてば、本プロジェクトに必要なりん鉱石はブラジルから供給可能と考える。またりん鉱石生産会社のうち、ゴイヤスファチル社は本格的生産が1981年頃からで比較的新しいことと、肥料生産工場を持っていないことなどから輸出余力があり、本プロジェクトが実施された場合、主なりん鉱石の供給先となると考えられる。

Table 6-2-4 Brazil Phosphate Rock Production and Consumption

(Unit: 1,000 tonnes)

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Production	608	1,094	1,697	2,921	2,764	2,732	3,208	3,855
Apparent Consumption	2,164	2,159	2,462	3,692	2,930	2,978	3,306	n.a.

Source: Phosphorus & Potassium

Table 6-2-5 Import Phosphate Rock to Brazil

	Exporting Countries						Total
	U.S.A.	Morocco	Tunisia	Algeria	Israel	Egypt	
1977	572	715	152	37	80	-	1,556
1978	347	410	202	59	48	-	1,065
1979	389	272	10	31	66	-	768
1980	113	414	41	-	195	8	771
1981	115	209	-	-	134	-	458
1982	85	43	-	-	81	-	209
1983	-	-	-	-	-	-	-
1984	9	-	-	-	-	-	9

Source: Phosphorus & Potassium

Table 6-2-6 Brazil Deposits of Phosphate

State	Site	Total Reserves (1,000 m.t.)	Measured Reserves (1,000 m.t.)	Content in P ₂ O ₅ (%)
Maranhao	Trauíra / Pirocaua	25.000	n.a.	21
Pernambuco / Paulista	Paulista Igarassu etc.	65.000	13.300	20
Minas Gerais	Araxa	500.000	115.000	14
	Pato de Minas	417.000	236.000	13
	Tapira/Patrocínio	950.000	318.000	9
	Other	1.000	n.a.	12
Sao Paulo	Jacupiranga	100.000	72.000	5
	Ipero (Ipanema)	120.000	n.a.	7
	Registro	18.000	n.a.	16
Goiás	Catalao/Ouvidor	370.000	219.000	8
Santa Catarina	Anitapolis	320.000	281.000	
Other		10.000	n.a.	n.a.
Totals		2,896.000	1,254.300	

Source: Novas Areas de Pesquisa de Fosfato no Brasil - Albuquerque, Gildo de A.S.C. e Giannerini, J.F. in "II Encontro Nacional de Rocha Fosfatica" (Brasília, April, 1981)

Table 6-2-7 Brazilian Phosphate Rock Production Capacity (1983)

Company	Location	Content of P ₂ O ₅ (%)	Capacity 1,000 tons/year
Quimbrasil/Serrana	Jacupiranga (Sao Paulo)	36	450.000
	Ipanema (Sao Paulo)	38	500.000
Fosfertil	Patos de Minao (Minas Gerais)	24 [***]	150.000
	Tapira (Minas Gerais)	36	900.000
Arafertil	Araxa (Minas Gerais)	36	700.000
		28	50.000
		24 [***]	200.000
Fosfago	Catalao/Ouvidor (Goias)	38	500.000
Goiasfertil	Catalao (Goias)	38	620.000
Lushsinger Madorin [*]	Anitapdis (Santa Catarina)	37	600.000
Paulista Project **	Paulista (Pernambuco)	32	214.000
Total			4,884.000

Remarks: [*] Start-up is scheduled for 1984

[**] Start-up is scheduled for the second half of 1985

[***] For direct application fertilizer

Source: IFA and ANDA



Source : Phosphorus & Potassium
 Figure 6-2-1 Brazilian Phosphate Deposit

Table 6-2-8 Typical Analysis of Phosphate Rock

Source	Brazil Catalao (Goiás)	Florida Inc.					Morocco Khouribga		
		67/68	69/70	71/72	73/74	75/76	70/71	72/73	75/76
Grade									
P ₂ O ₅ (%)	38	31.12	32.04	32.95	33.87	34.78	32.04	33.26	34.55
CaO (%)	50	45.95	46.97	47.52	48.53	49.64	50.68	51.18	52.71
Fe ₂ O ₃ (%)	2.5	3.08	2.78	2.32	2.22	2.31	0.24	0.22	0.33
Al ₂ O ₃ (%)	0.3	3.08	2.78	2.32	2.22	2.31	0.40	0.40	0.47
CO ₂ (%)	0.18	4.32	3.83	3.67	3.46	3.52	5.60	4.90	3.16
SO ₃ (%)	-	1.01	1.07	1.00	1.04	0.88	1.90	1.61	0.92
SiO ₂ (%)	1.2	8.93	7.78	5.71	3.78	3.04	3.32	2.44	3.00
K ₂ O (%)	0.04	0.11	0.11	0.09	0.12	0.06	0.07	0.08	0.07
Na ₂ O (%)	1.0	0.58	0.53	0.53	0.55	0.52	0.70	0.78	0.48
MgO (%)	0.2	0.52	0.56	0.38	0.36	0.30	0.50	0.37	0.22
F (%)	1.5	3.58	3.70	3.68	3.80	3.86	3.90	3.97	4.35
Cl (ppm)	20	80	80	80	80	70	200	200	500
Organic matter	-	2.92	2.88	2.80	2.55	2.30	0.20	0.17	0.19
Combined H ₂ O	-	2.92	2.88	2.80	2.55	-	-	-	-
BaO	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-
TiO ₂	0.55	-	-	-	-	-	-	-	-

6.2.3 品質

りん鉱石の品質はその産地によって差異があり、ブラジル産ゴイヤスりん鉱石、米国産フロリダりん鉱石およびモロッコ産りん鉱石の化学分析結果の代表例を表6-2-8に示す。化学分析結果からも想定されるように、ゴイヤスりん鉱石は火成岩質りん鉱石であり、その成因は地殻の岩漿中のりん酸、石灰およびふっ素が結合してアパタイトとして晶出したものである。一方フロリダ産りん鉱石およびモロッコ産りん鉱石は大陸性であり、大陸周辺で海底生物の遺骸が堆積してできたものである。これ等のりん鉱石の成因の差異によりその物理的性質、特に酸との反応性が異なる。しかるに本プロジェクトではりん鉱石は次の三つの製造プロセスの主原料として使用される。

- ・電炉法によるりん酸製造プロセス
- ・電炉法による熔りん製造プロセス
- ・スラリー法による TSP 製造プロセス

このうち前二者の電炉法によるりん酸製造プロセスおよび熔りん製造プロセスには、りん鉱石の性質の差異が製造面には全く影響を及ぼさない。

すなわち、本プロジェクトではゴイヤスりん鉱石、フロリダ産りん鉱石またはモロッコ産りん鉱石が問題なく使用できる。また後者である TSP 製造においては、りん酸とりん鉱石との反応率にりん鉱石の産地による微妙な影響を受け、原料として使用したりん鉱石によって、得られた製品 TSP 中の水溶性りん酸、可溶性りん酸の含有比率に差異がでる。しかし、これは大きな問題ではない。

6.2.4 価格

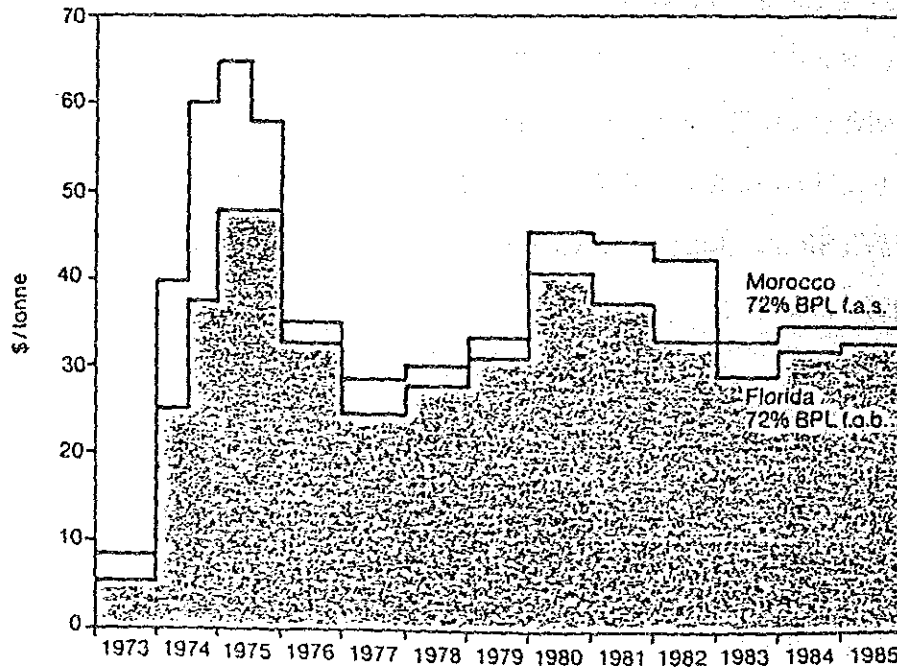
図6-2-2にフロリダ産とモロッコ産の標準品である72% BPLの1973年から1985年までの価格推移を示す。これは公示価格であって、実際の取引価格を示していない場合が多いが、大差ないものであろうと推測される。りん鉱石価格は、1974年および1979年のオイルショックのため一時的に暴騰しているが、最近は安定的に推移しており、今後も需給状況からみて大きな価格上昇はないものと予想される。

本プロジェクトに使用するブラジル産ゴイヤスりん鉱石価格はゴイヤスファチル社に接触した結果、下記に示す通りである。

ゴイヤスりん鉱石、カタラウ市 FOB 価格(ゴイヤス鉱山より鉄道で近傍のカタラウ市まで出荷) 31.7US\$/t

(注) P_2O_5 %t 当り $31.7 \div 38 = 0.83US\$/\% - P_2O_5t$

フロリダ産りん鉱石の FOB 価格は公示価格 32US\$/t とすると、 P_2O_5 1% トン当り約 0.97ドルとなり、ゴイヤスりん鉱石の方が有利といえる。



Source : Phosphorus & Potassium No. 140 (1985)

Figure 6-2-2 Phosphate Rock Prices (1973 - 85)

6.2.5 輸送と運賃

(1) 輸 送

現在パラグアイ共和国において、大量のバラの工業用原料の輸送システムは確立していない。しかし大量の大豆、綿など農産物の輸出のための輸送の実績があり、これらの実績を基に経済的な輸送システムを新しく設定しなければならない。

(a) ゴイヤスりん鉱石の輸送

カタラウ市からサイトまで陸路輸送となり、輸送距離は1,500kmである。現状では25トントラックでりん鉱石を輸送することになる。しかし、道路は舗装された第1級国道であり、円滑な陸送が期待できる。

(b) フロリダ産およびモロッコ産りん鉱石の輸送

フロリダ産およびモロッコ産りん鉱石を輸入する場合は、海上輸送されたあとブラジルのパラナグア港（パラナ州）で陸揚げし、さらに陸路でサイトまで700kmを25トントラックで輸送することになる。この場合も道路は舗装された第1級国道があり、陸送上の技術的問題はない。大豆の輸出のシーズン（3、4、5、6、7月の5カ月間）にはこの陸送ラインは混雑するが、現在のところ本プロジェクトに必要なりん鉱石を輸送する余力はあり、この帰り車を有効に使用することによって輸送運賃は軽減できると考えられる。また、ブラジルのパラナグア港の陸揚げ設備能力は充分あるといわれているが、能力、費用などに関してさらには調査する必要がある。

(2) 運 賃

りん鉱石の運賃は次のように推定した。

(a) ゴイヤスりん鉱石 35US\$/t

(b) フロリダ産およびモロッコ産りん鉱石

海上運賃 15US\$/t

陸揚費用等 10US\$/t

陸上運賃 25US\$/t

計 50US\$/t

6.2.6 リン鉱石結論

リン鉱石は本プロジェクトにおいて、主要な原料であり、地理的に近く、経済的に関係の深い、さらに價格的にも有利なブラジル産ゴイヤスリン鉱石を使用することにする。この国境着價格は 66.7US\$/t と推定する。

また安定供給の観点からフロリダ産およびモロッコ産リン鉱石を輸入し、使用することは可能である。しかしこの場合の輸送経路はブラジル、パラナグア港(パラナ州)で陸揚げし、あと陸送することになる。これ等のリン鉱石の工場着價格は72% BPL 品 (P_2O_5 33%) で 82US\$/t と推定され、ゴイヤスリン鉱石より價格的には次に示すように不利になる。

リン鉱石 P_2O_5 当り價格

- ・ブラジル産ゴイヤスリン鉱石： $66.7 \div 38 = 1.76$ US\$/t P_2O_5 (%)
- ・フロリダ産およびモロッコ産リン鉱石： $82 \div 33 = 2.48$ US\$/t P_2O_5 (%)

6.3 リン酸として輸入する可能性

本プロジェクトは豊富で安価な水力による電力を使って、リン鉱石を電炉で熔融還元して黄りんを製造し、この黄りんを燃焼してりん酸を製造し、この乾式法りん酸を中間製品として DAP、TSP および NPK 肥料のりん酸肥料を製造することである。しかしながら、主要な原料であるリン鉱石は国産品を使用することが期待できず、ブラジルからの購入品を使用すること、さらに最近では肥料原料として湿式法によるりん酸が国際的に流通していることなどを勘案し、リン鉱石の代りにりん酸を輸入することが可能であるかどうかをコスト面も含めて以下に考察する。

6.3.1 肥料原料としてのりん酸

りん酸の製造法には、以下に示すように電炉法によるいわゆる乾式法とりん鉱石を硫酸によって分解する湿式法がある。

・電炉法(乾式法)

多量の電力を使用し、電炉でりん鉱石を熔融、還元して黄りんを製造する。この黄りん

を燃焼し、水和させてりん酸とする製造法である。この方法で得られた製品りん酸は、純度が高く、工業用食品添加物用などに使われている。

・湿式法

りん鉱石を硫酸によって分解し、副生する石膏を濾別してりん酸を製造する。この方法で得られたりん酸はりん鉱石に由来する不純物を含有し、主として肥料原料用として使用される。国際的には P_2O_5 54% のものが商品として国際取引されている。

なお、電炉法は安価な電力を大量に必要とするため、現在ではコストの点から肥料原料用としてはほとんど使われていない。

現在、国際的に流通しているりん酸は湿式法によるものであって、主として肥料原料用である。表 6-3-1 に代表的なりん酸の化学分析結果を示す。

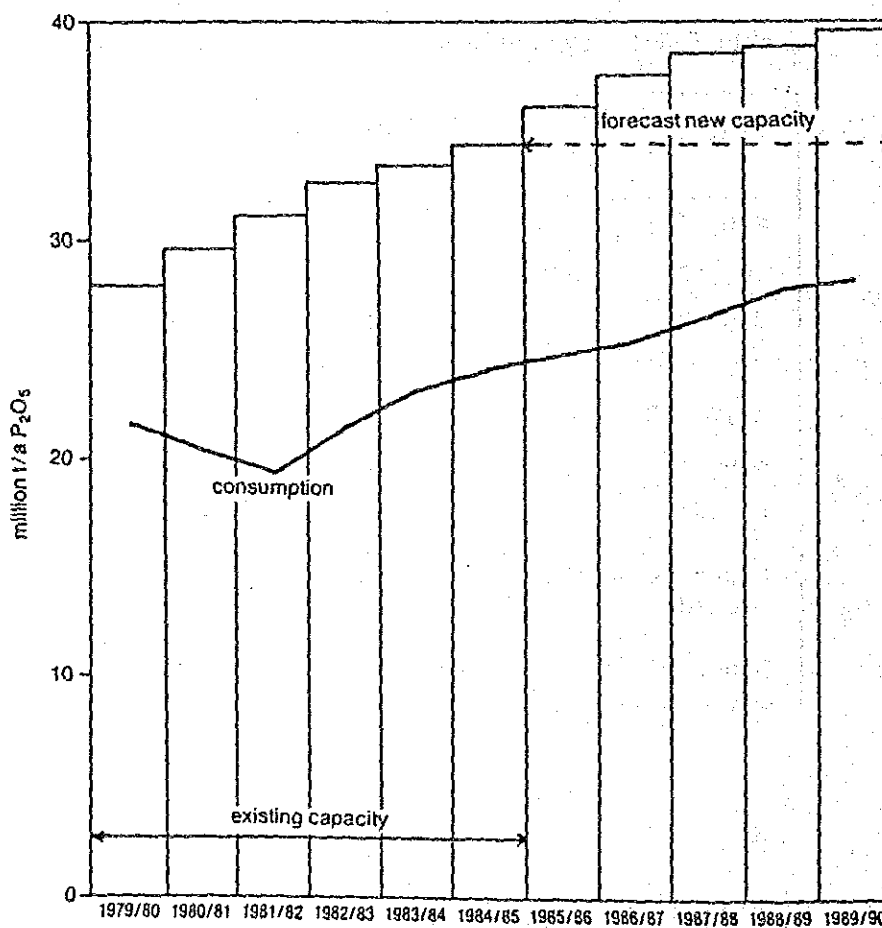
Table 6-3-1 Typical Analysis of Phosphoric Acid

Source	U.S.A. Florida	Morocco	Tunisia
P_2O_5 (%)	54	54	52/56
SO_4 (%)	3.5	3.5	
CaO (%)	0.4	0.15	0.6
Fe_2O_3 (%)	1.4	0.70	0.6
Al_2O_3 (%)	2.6	0.70	1.2
MgO (%)	0.7	0.75	1.8
P (%)	1.6	0.35	0.5
Suspended solid	0.5	0.5	1.0
Density	1.6 at 15°C	1.62	1.7 at 15°C

Table 6-3-2 Phosphoric Acid: Index of Forecast Capacity and Consumption
(1984=100)

	Capacity	Consumption	Average Utilization Rate (%)
1984	100.0	100.0	71
1985	102.7	102.3	71
1986	108.4	104.9	69
1987	112.6	107.4	68
1988	115.4	110.6	68
1989	115.9	113.9	70
1990	117.6	117.2	71

Source: Phosphorus & Potassium No. 138 (1985)



Source : Phosphorus & Potassium No. 138 (1985)

Figure 6-3-1 World Phosphoric Acid Capacity
Development and Forecast Consumption

Table 6-3-3 Export of Phosphoric Acid

(Unit: tonnes P₂O₅)

	Exporting Countries											Total		
	Belgium	Finland	France	Netherl.	Israel	Jordan	Spain	U.S.A.	Mexico	Morocco	Tunisia		Senegal	S.Africa
1982	83,486	54,000	109,252	106,662	76,086	-	95,850	911,178	68,936	652,384	311,500	-	288,117	2,757,451
1983	113,941	49,300	82,018	100,623	79,000	18,435	94,135	789,310	43,000	869,409	380,000	-	123,306	2,739,034
1984	130,193	36,600	75,520	103,499	-	32,000	93,400	1,069,549	-	1,080,780	333,500	60,307	211,886	3,227,234

Source: IFA

Table 6-3-4 Phosphoric Acid Exports from Main Countries

Destination	Main Exporting Countries							
	Morocco		U.S.A.		Tunisia		S. Africa	
	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984
Belgium	20,979	11,811	3,121			4,000		
Denmark	22,000	38,016			6,000			
France	6,000	32,628		7,174	69,000	15,000		
West Germany	60,000	79,646	15,632	34,005	3,000			
Greece	6,027			3,376				3,300
Holland	3,174	7,504						
Italy	76,000	95,230			61,000	55,000		
Spain		991				3,000		
United Kingdom	22,000	34,203						
Bulgaria	4,000				2,000			
Czechoslovakia		5,530		15,378				
U.S.S.R.			519,190	505,833				
Yugoslavia					9,000	5,500		
Canada			28,018	45,173				
Jamaica			39	161				
Mexico			12,978	11,404				
Brazil	14,000	33,967	78	113,990				69,349
Colombia			3,031	5,039				
Venezuela			28,265	54,119				
New Zealand			132					
Turkey	234,000	218,448	36,892	75,667	93,000	95,000	22,630	18,000
India	267,000	370,444	83,281	147,172	88,000	88,000		
Indonesia	134,000	152,362	58,653	51,058	49,000	61,000		
Japan							38,300	38,300
Taiwan, China							455	
Unkn. Dest.							61,921	82,837
	869,180	1,080,780	789,310	1,069,549	380,000	326,500	123,306	211,786

6.3.2 供給能力

1984年の世界のりん酸の消費は23.95百万トン P_2O_5 であり、これが1990年には27.98百万トン P_2O_5 に17%増加するものと推定される。これは表6-3-2に示すように消費は1984~1987年に平均年率2.5%伸び、1988~1990年に平均年率3%の伸びが想定されることに

よる。

一方、世界のりん酸製造能力は、1984年に33.58百万トン P_2O_5 であり、1990年には39.47百万トン P_2O_5 になるものと推定される。これは17.6%増加に相当する。したがって、世界的にみたとき1984年の設備の稼働率は71%で、慢性的供給過剰傾向であって、この傾向は今後も続くものと見込まれ、供給力は充分ある。

1984年の総貿易量は、表6-3-3に示すように3.2百万トン P_2O_5 に達し、総生産能力の約10%である。りん酸の輸出はりん鉱石と同じくモロッコと米国が圧倒的に多く、その量はほぼ同量である。表6-3-4に輸出量の上記4カ国、すなわちモロッコ、米国、チュニジア、南アフリカの輸出先国別にその量を示す。

この表から判断すると、モロッコからは、ヨーロッパ各国、アジアおよび例外的にブラジルに、米国からはカナダ、中南米、アジア各国およびソ連に輸出されている。米国はかつてりん酸輸出市場で圧倒的に大きなシェアを占めていたが、現在ではモロッコに追いつかれ、並ばれている。ソ連とは特別契約によってアンモニアとのバーターで、多量のスーパーりん酸 (69~72% P_2O_5) を輸出しているので量的に確保しているが、今後大巾に伸びるといふこととはないであろう。

一方、モロッコのリん酸製造能力は1.68百万 t P_2O_5 /y と推定され、さらに1986年完成予定で1.32百万 t P_2O_5 /y の能力のものを増設工事中である。一部は肥料製品の製造にも向けられるが、多くはりん酸として輸出されるので、今後さらに輸出市場におけるモロッコのシェアは大きくなって行くであろう。チュニジアの現在のりん酸製造能力は0.75百万 t P_2O_5 /y であり、さらに0.17百万 t / P_2O_5 /y のプラントが増設中であり、他にも同規模の2系統が計画中である。増設中のプラントは、りん酸製造能力に見合う肥料プラントを建設中であって、りん酸の輸出能力増加にはならないが、今後モロッコに次ぐりん酸輸出国をめざしている。

したがって、本プロジェクトにおいて、りん酸を輸入する場合は、上述のモロッコおよび米国 (フロリダ) が第1候補となるであろう。

6.3.3 輸 送

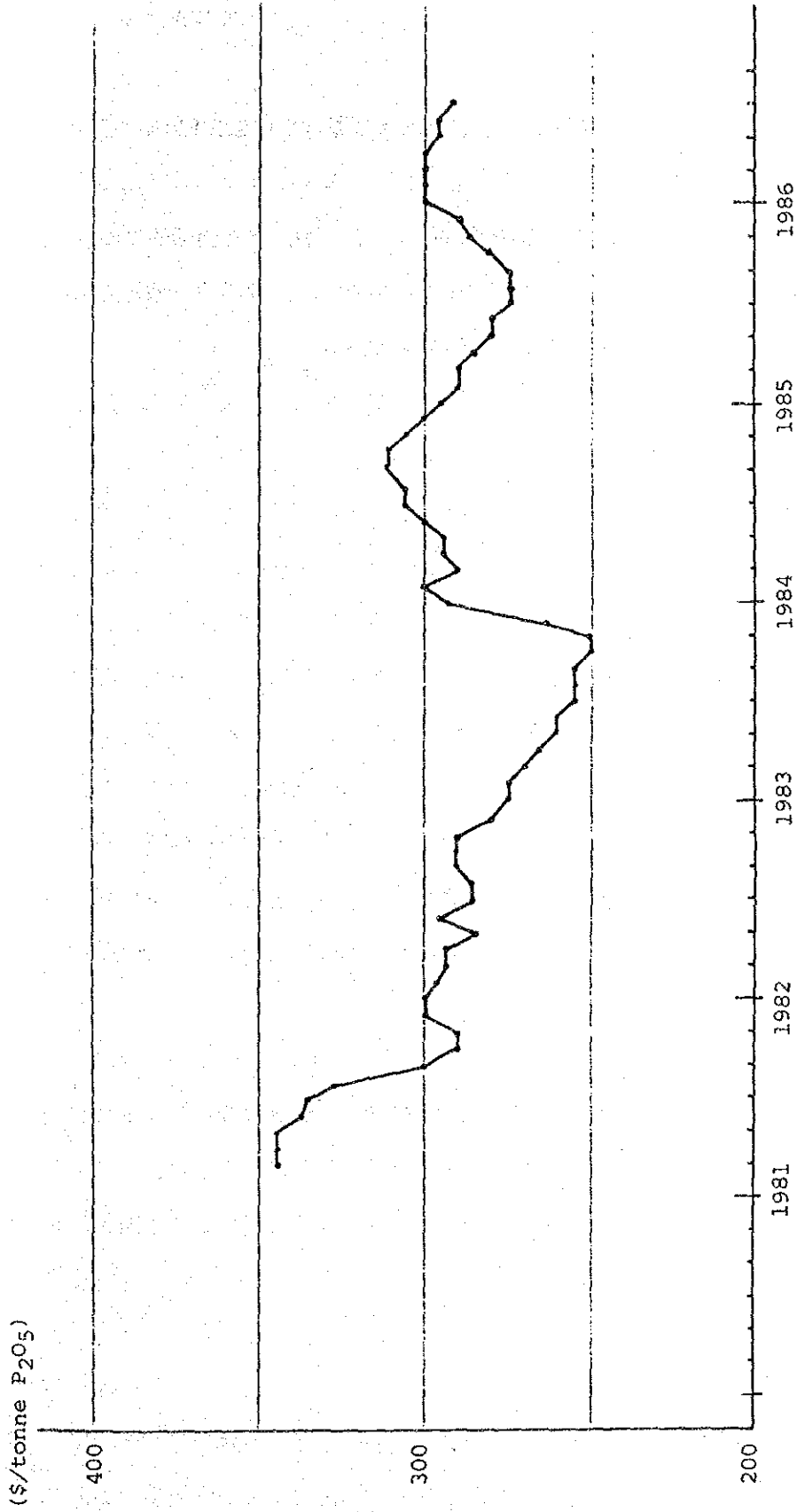
近年りん酸は国際的商品として、世界的に流通するようになった。1975年の貿易量は0.7百万トン P_2O_5 程度であったものが、10年後の1984年には3.2百万トン P_2O_5 と約5倍になった。これは商品としてのりん酸の品位は54% P_2O_5 で、りん鉱石の品位の約1.5倍と高いことに加え、最近輸送用の特殊タンカー(ゴムライニング製またはステンレス鋼製)、受入用ゴムライニングタンクが建設されたことなど、技術的に輸送方式が確立されたことによるものである。

りん酸はゴムライニングか高級ステンレス鋼製のタンカーで運搬される。以前はタンカーの船腹不足が貿易のネックとなった時代もあったが、最近ではりん酸メーカー、購入者双方でタンカーを建造するケースが多くなり、他の固体の商品と同様、タンカー不足が問題になるようなことはなくなっている。タンカーの大きさは5,000~8,000DWTが多かったが、最近建造されるものは25,000DWT程度が多くなっている。本プロジェクト用にりん酸を輸入する場合、タンカーからの受入基地が必要となる。文献によるとブラジルのリオグランデにファティスル社のりん酸受入基地(タンク容量4基で36,000トン、本船からの受入容量1,100t/h)があり、この基地を経由してパラグアイに輸入することが可能であろう。この場合、陸上輸送はローリーで約1,200kmである。

6.3.4 価 格

図6-3-2はFOB、U.S. Gulfのりん酸価格である。価格の上下変動はかなりあるものの、全体としては現在の需給状態を背景に値下り傾向を示しているといえる。現時点における輸入りん酸の価格は次のように推定される。

FOB、U.S. Gulf.	300US\$/t P_2O_5
海上運賃 (U.S. Gulf からブラジルまで)	50US\$/t P_2O_5
陸上基地での費用	20US\$/t P_2O_5
陸上輸送	50US\$/t P_2O_5
合 計 りん酸価格 (パラグアイ国境)	420US\$/t P_2O_5



Source : Phosphorus & Potassium

Figure 6-3-2 Phosphoric Acid Price (FOB U.S. Gulf \$/tonne P₂O₅)

6.3.5 結 論

本プロジェクトでは、りん系肥料の中間製品であるりん酸は豊富な電力を使う、電炉法(乾式法)によって製造することにする。

肥料原料としてのりん酸は、湿式りん酸製造法で得られたものが、現在国際的に商品として流通しており、もしりん鉱石の代りにりん酸を輸入する場合には、世界的な需給面からみて米国フロリダ、モロッコ国などから輸入することは可能である。

6.4 アンモニア

DAP、MAP および NPK に肥料を製造する場合、窒素源としアンモニアは欠くことのできない原料である。本プロジェクトにおいてアンモニアを中間製品として製造するか、原料として購入するかは、プロジェクトの財務経済面に大きな影響を及ぼすので、以下にこの点に関して考察する。

6.4.1 生産、需給、価格の動向

(1) 生産

世界のアンモニアの生産は、1960年までは主として先進地域で行われ、15百万トンNの90%が米国、西欧、日本などで生産されていた。

1960～1975年の間に世界各地で生産が急速に伸び、それ以後はソ連、中国、インド、ブラジル、インドネシアなどで伸長が著しかった。

1983年の生産は80.19百万トンNであり、地域別生産は図6-4-1に示す。

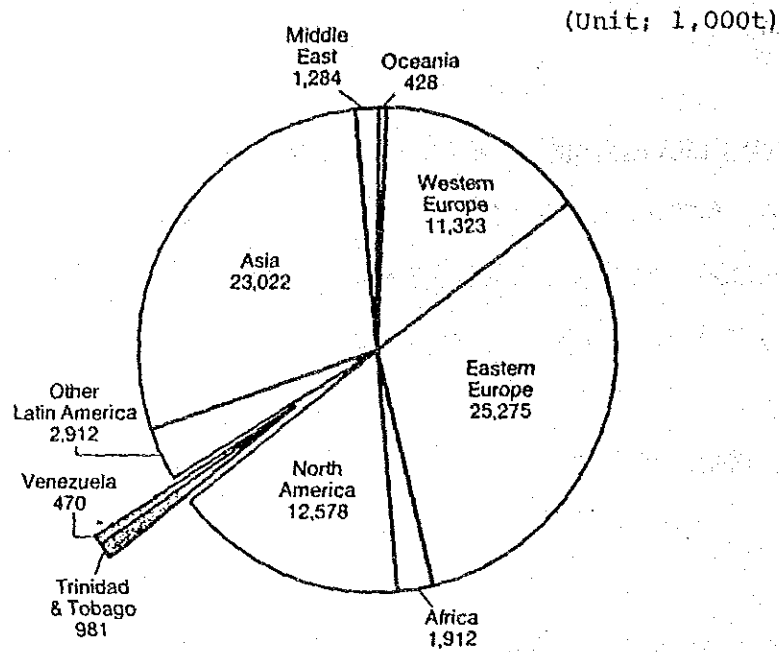
一方、世界のアンモニアの生産能力は1984/85年114.5百万トンNと推定されており、能力的には過剰傾向である。この生産能力の推移は図6-4-2に示すように、1988/89年には122百万トンNを超えるものと見込まれている。

(2) 需給

アンモニアの貿易量は、世界の各地域で着実に伸びており、その傾向は図6-4-3に示すように1984年の貿易量は7.44百万トンNに達している。その地域別の流通の状況は表6-4-1に示すように、アンモニアは国際的商品としてタンカーによって広く世界的に流通している。

(3) 価格

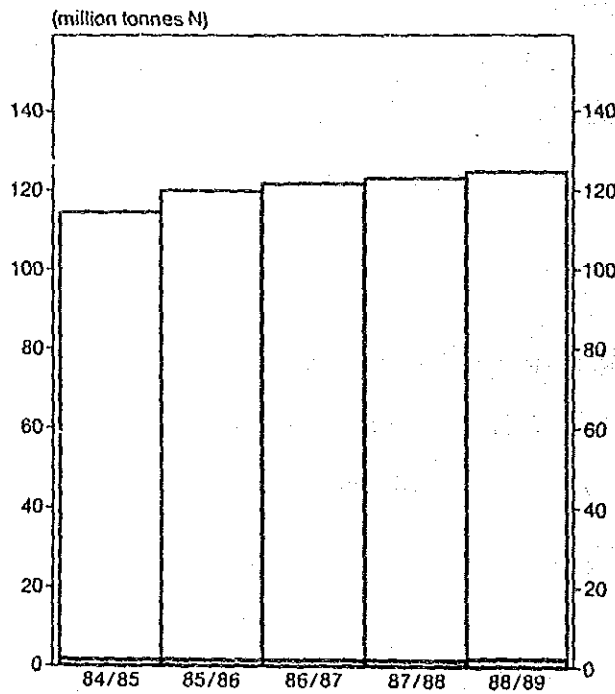
アンモニアの最近の価格動向は、図6-4-4にみるように、過剰な供給能力を反映し、価格は下降傾向である。特にカリブ海地域（トリニダード Tobago）はその経済を石油の輸出にたよっていたが、最近石油の輸出が低迷しているため、豊富な天然ガスを原料としたアン



1983 Production: 80.19 million tonnes N

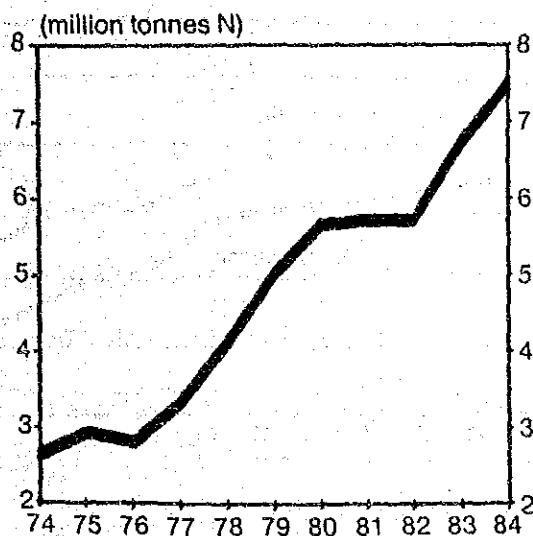
Source : Nitrogen No. 155 (1985)

Figure 6-4-1 World Ammonia Production



Source : Nitrogen No. 155 (1985)

Figure 6-4-2 World Ammonia Capacity



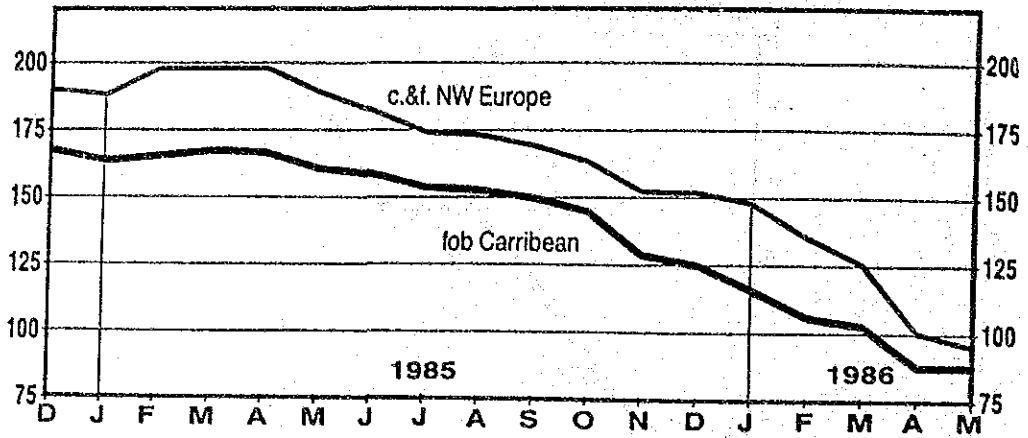
Source : Nitrogen No. 156 (1985)

Figure 6-4-3 World Export of Ammonia

Table 6-4-1 Ammonia Trade (Percentage of Total)

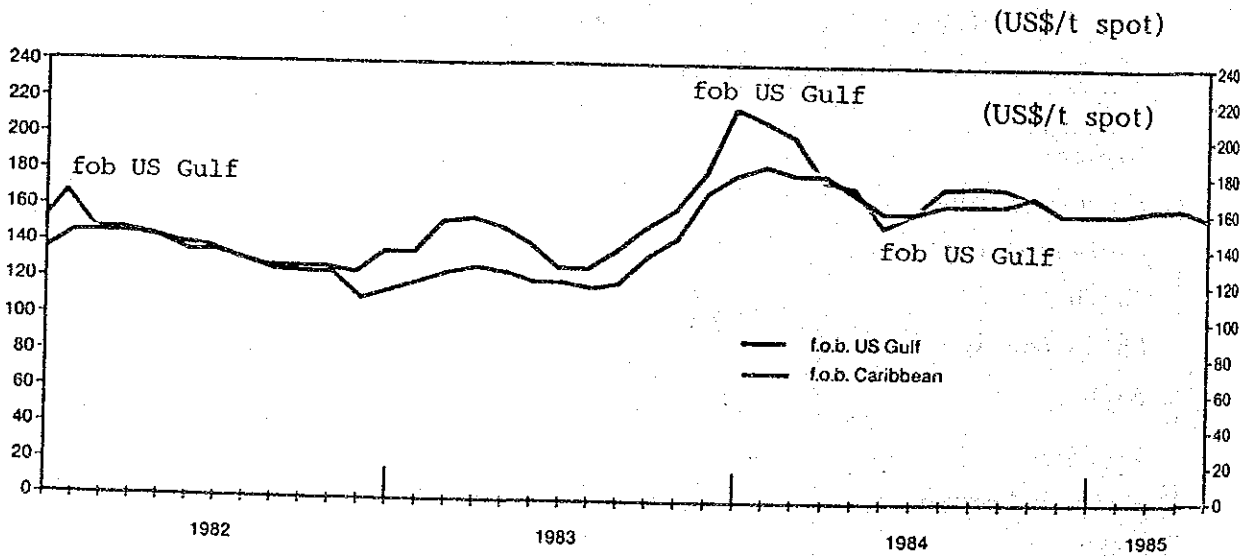
	1983	1984
Imports		
Western Europe	51	46
Eastern Europe	5	3
North America	30	32
Latin America	1	1
Asia	9	13
Exports		
Western Europe	16	21
USSR	31	32
Eastern Europe (other)	3	3
North America	12	15
Central America	24	18
South America	3	3
Africa	6	3
Asia	4	5
Oceania	1	0.6
Total trade	6.68 million tonnes N	7.44 million tonnes N

Source: Nitrogen No. 156 (1985)



Source : Nitrogen No.161 (1986)

Figure 6-4-4 Ammonia Price Trend



Source : Nitrogen No. 155 (1985)

Figure 6-4-5 Ammonia Prices (1982 - 1985)

モニアの生産、輸出によって経済の多用化を追求しているものと考えられる。

6.4.2 今後の見通し

世銀の調査によると窒素肥料の消費の伸びは、西欧、米国の先進地域では農業不況と肥料市場の円熟により消費の伸び率は2%、後進地域では5%、計画経済地域では3%と推測されている。工業用アンモニアの需要は1982/83年には10.2百万トンNで全アンモニアの13%であったが、今後10年間は年平均2.1%の伸びが見込まれている。このような前提に立ってアンモニアの需給バランスを検討した結果、現在の世界的アンモニアの過剰は2~3年は続き、1988/89年には需給は均衡するものと推定される。世界の窒素肥料の消費は、1989/90年から1994/95年までの間に約11.7百万トンN増加すると推定される。この需要を満たすためと、老朽プラント建て替えのためを含めると、1,000 t N/d以上の大型プラント建設は最低51基は必要である。ラテンアメリカにおいては、トリニダードトバコ、ベネズエラは勿論のこと、ブラジル、アルゼンチンなどにおいて大型プラントの建設に関する検討が行われている。

6.4.3 ブラジルの現状および今後の見込み

前項において、世界のアンモニアの需給動向を、マクロ的に概観したが、次に経済的に地理的近接しているブラジルのアンモニアの需給および今後の見通しを以下に述べる。さらに、本プロジェクトに必要なアンモニアのブラジルからの輸入が可能であるか考察した。

(1) 生産、消費

1981~1985年のアンモニア生産、消費を表6-4-2に示す。

Table 6-4-2 Production and Consumption of Ammonia in Brazil

(Unit: 1,000 tonnes N)

	1981	1982	1983	1984	1985
Production	375.7	503.2	738.1	873.8	944.9
Import	145.3	46.9	0	28.3	14.0
Export	0	0	87.3	34.8	27.6
Consumption	488.3	568.8	663.7	867.3	934.3

Source: IFA

最近、生産は著しく伸長し、輸入量は激減し、量的には少ないが輸出も行われている。すなわち、ブラジルは従来は輸入国であったが、自国の需要を充足し、輸出国に変わりつつある。

(2) 今後の見込み

現在アンモニアの生産能力は1百万t N/Yと推定されている。さらに1988年以後、2基の新設プラントの稼動が予定されており、その生産能力は1.4百万t N/Yになるものと見込まれている。したがって、本プロジェクトに必要なアンモニアをブラジルから輸入することは可能である。またブラジルの既存のアンモニアプラントおよび新設プラントは大型プラントが多く、原料は天然ガスを主力としていることから、その製造コストは比較的国際価格に近いものであろうと推測される。

6.4.4 水電解法による製造と輸入

(1) 技術的局面

(a) アンモニアの製造

アンモニアを窒素と水素から工業的合成を試みたのはハーバーであり、ドイツ BASF のボッシュを中心とするグループに受け継がれ、ミタッシュェによってすぐれた鉄系触媒が発見されたことによって1913年工業化に成功して、以来化学工業の最も基本的な基幹部門として現在に至っている。この間、製造コストの低減のために水素原料の変遷、エネルギーの効率的利用、大型プラントのための開発が行われ、現在の完成された技術となっている。

アンモニア製造コストの主要なものは、水素とエネルギーのコストであり、さらにプラント大型化が製造コストに大きく影響する。

水素は歴史的に見るとコースク炉ガスの利用に続き、水電解による水素、石炭、コースクなどの固体燃料から水素製造を目的とする各種プロセスが開発された。第二次大戦後石油資源が安定的かつ安価になるにしたがい、世界の大勢は天然ガス、ナフサ、燃料油などの流体燃料を原料とする合成ガス製造に転換している。とくに最近は世界的には豊富で安価な天然ガスが主流となっている。プラントの規模に関しては、アンモニア工業は典型的設備産業であるので大型化のメリットはきわめて大きい。このため世界的に大型化が進み、1960年以後プラント能力は1,000 t/dの大型プラントが一般的になり、遠心圧縮機の使用

とエネルギー効率向上の技術による大型アンモニアはアンモニアの製造コストと価格の引き下げに大きな役割を演じてきた。

(b) 本プロジェクトにおけるアンモニア製造

本プロジェクトのアンモニア製造は、豊富な電力を利用する水電解法を用いることを考えている。この場合、次の点を考慮すべきである。

1) パラグアイ共和国側の技術移転のための受入能力

上記のように、アンモニア工業は典型的な設備産業であり、高圧技術を駆使した基幹化学工業である。一方、パラグアイ共和国は農業が主要な産業であるが、化学工業としてはセメント工業と石油精製工業があるのみである。一般的にいつて技術移転のための受入側として最も必要な要件は、基礎的教育を受けた技術者が存在することと、プラントのメンテナンスを行うことのできる機器製造および据付、建設会社が存在することである。これ等に関してパラグアイ共和国においては、アスンシオン大学で各種の技術者が養成されつつあり、また OTI (OFICINA TECNICA INDUSTRIAL S.A.) のような質の高い機器製造、据付およびプラント建設会社がある。したがって技術移転のための受入能力があると判断する。

2) 製造コスト

本プロジェクトに必要なアンモニアは、平均30 t/dである。もし30 t/dの水電解法アンモニアプラントを建設した場合、そのアンモニアの製造コストが輸入した場合と比較し競争力があるか否かを検討する必要がある。次の経済性の項目で具体的に記述するが、生産能力が30 t/dと非常に少ないこと、水電解のために使用する電力料金が1.5 US¢/kWhで、天然ガスを原料とした場合とは水素のコストが対抗できないことなどからアンモニアを製造することはコスト的には有利ではない。

(2) 経済性

本プロジェクトでアンモニアを製造する場合のその経済性、すなわち製造コストを以下に考察する。製造コストに大きく影響を及ぼすものは水電解用電力料金とプラント規模である。

(a) 電力料金

現在、世界的にアンモニアの水素源は天然ガスが主流となっている。アンモニア1トン

製造するためには天然ガスは35百万 BTU 必要であり、天然ガス価格は USA 国内の平均で、2.5US\$/MMBTU といわれている。これに対応するエネルギー換算による電力価格は、

$$2.5 \times 35 / 35 \times 293^* = 0.008 \text{US} \$ / \text{kWh}$$

*エネルギー換算係数 293kWh/MMBTU

となる。すなわち、天然ガス価格 2.5US\$/MMBTU に対応する電力価格は 0.8US¢/kWh に相当することから、本プロジェクトにおける電力料金は 1.5¢\$/kWh であり、アンモニアの水素源としては競争力のある価格とはいえない。

(b) プラント規模

前述のようにアンモニアプラントは、スケールメリットが大きいプラントであり、1,000 t/d のプラント規模が一般的である。これに対し、本プロジェクトで必要なプラント能力は 30 t/d である。

以上の二点から、本プロジェクトでアンモニアを製造する場合、その製造コストは世界的にみたととき、高価なるものと思われる。

一方、ブラジルのアンモニアの価格は、国際的価格より多少高価であるにすぎない。またカリブ海地域、たとえばトリニダードトバコよりブラジルのリオグランデ港またはサントス港まで海上輸送をし、陸揚げ、その後陸路ローリーで工場まで輸送してもパラグアイ国境価格 200US\$/t で輸入することは可能と考えられる。

6.4.5 原料アンモニア

本プロジェクトに必要なアンモニアを水電解法によって製造することは、水電解用電力としては電力が安価でないことと、プラント規模が非常に小さいことなどから有利でない。したがって本プロジェクトでは、アンモニアはブラジルから輸入することにし、パラグアイ国境価格は 180US\$/t と推定した。またアンモニアプラントの企業化に関しては、別途にパラグアイ共和国の窒素肥料の需要量および経済的な水素源を勘案し、慎重に企業化計画を検討すべきであろう。

6.5 加里

世界的にみると加里肥料は主として塩化加里、硫酸加里、硫酸加里苦土が流通しており、これ等がNPK肥料の加里原料として使われている。表6-5-1に示すように、塩化加里は加里(K_2O)の含有量が高く、価格も安いので加里肥料の主力で、表6-5-2のように加里肥料の貿易量の87%を占めている。

したがって本プロジェクトにおいてもNPK肥料の加里源は塩化加里を使用する。

6.5.1 加里の需給

世界の加里の埋蔵量は、表6-5-3に示すように、国別にみると主要なものはカナダ(48.9%)、ソ連(33.1%)、米国(4.0%)、東独(3.3%)、西独(2.4%)などである。しかし現在、生産は表6-5-4のように、北米(カナダ、USA)、東欧(東独、ソ連)、西欧(西独、フランス、イタリー、スペイン、英国)、中東(イスラエル、ヨルダン)など比較的限られた地域で行われている。世界の加里の需給については表6-5-5に示すように供給の方が過剰傾向である。またBritish Sulphur CO.の予測によると、1985より1990年の需要の年平均伸び率を3.5%とし、1990年の消費量は34.55百万トン K_2O と推定している。表6-5-6に示すようにラテンアメリカの1985年より1990年の消費量の推定増加量460,000トン K_2O は主としてブラジルの増加である。一方、生産能力は1984年の29.78百万トン K_2O に対し、1990年には36.0百万トンに達するものと推定される。この間に、USA、チュニジア、ボリビア、ブラジルなどで新しい鉱山の開発が行われるものと推定される。しかし、北米と東欧が全世界消費量の約79%を今後も供給することになると思われる。

また、今後も生産量が消費量を上廻ることになり、本プロジェクトにおいて塩化加里の輸入に関しては全く問題はないし、図6-5-1から明らかなように、加里の輸出国は地理的な位置および、供給能力から判断すると、カナダ、USAなどの北米でなる。

Table 6-5-1 Typical Potash (K_2O) Content of Main Potash Fertilizers

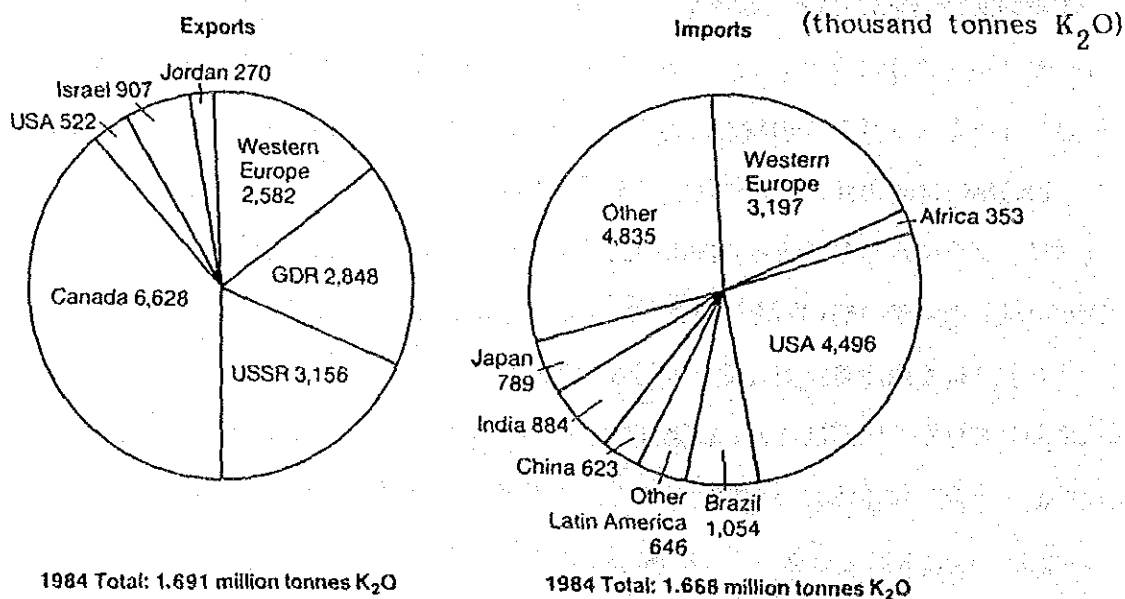
	K_2O (%)
Potassium Chloride	60
Potassium Sulphate	50
Potassium Magnesium Sulphate	20

Table 6-5-2 Potash Fertilizer Export by Product

(Unit: 1,000 tonnes K_2O)

	1981/82	1982/83	1983/84
Potassium Chloride	13,681	13,312	15,160
Potassium Sulphate	735	308	780
Potassium Magnesium Sulphate	60	71	61
Other Straights	57	70	65
Compounds	962	1,158	1,308

Source: Phosphorus & Potassium



Source : Phosphorus & Potassium No. 139 (1985)

Figure 6-5-1 Analysis of World Trade (1984)

Table 6-5-3 World Potash Resources

(Unit: million tonnes K₂O)

	Resources	
		(%)
North America	72,575	52.9
Canada	67,132	48.9
U.S.A.	5,443	4.0
South America	299	0.2
Chile	18	-
Peru	9	-
Brazil	272	0.2
West Europe	3,937	2.9
France	181	0.1
West Germany	3,266	2.4
Italy	36	-
Spain	181	0.1
United Kingdom	272	0.2
East Europe	48,895	36.4
East Germany	4,536	3.3
U.S.S.R.	45,359	33.1
Asia	10,284	7.5
China	18	-
Iran	60	-
Israel	1,089	0.8
Jordan		
Laos	45	-
Thailand	9,072	6.6
Africa	181	0.1
Congo	181	0.1
Oceania	18	-
Australia	18	-
Total	137,190	100

Source: U.S. Bureau of Mines,
Potash MCP-11

Table 6-5-4 World Potash Production Estimates

(thousand tonnes K₂O)

	1983	1984
Western Europe		
West Germany	2,419	2,650
France	1,539	1,800
Spain	659	677
United Kingdom	303	320
Italy	133	130
Eastern Europe		
GDR	3,341	3,400
U.S.S.R.	9,294	9,300
North America		
Canada	5,928	7,780
United States	1,423	1,540
Asia		
China	29	30
Israel	942	1,000
Jordan	168	250

Source: Phosphorus & Potassium
No.135 (1985)

Table 6-5-5 World Potash Fertilizer Supply/Demand Balance

(thousand tonnes K₂O)

	Preliminary		
	1982/83	1983/84	1984/85
Production	24,430	27,842	28,886
Available Supply*	23,209	26,450	27,442
Available Supply for Fertilizer†	22,582	25,760	27,687
Consumption	22,725	25,408	25,587
Balance‡	-143	+352	+830

* Available supply equals production minus losses incurred by transport, bagging and handling operations, estimated at 5% of production.

† Available supply minus industrial sales

‡ Balance equals notional stock change.

Source: Phosphorus & Potassium No.141 (1986)

Table 6-5-6 Potash: Consumption and Production Forecast (1985 - 1990)
Analysis by Region

(thousand tonnes K₂O)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Western Europe						
Production	5,525	5,540	5,655	5,720	5,785	5,850
Consumption	6,600	6,700	6,800	6,900	7,000	7,100
Eastern Europe						
Production	13,200	13,250	13,500	13,800	14,100	14,550
Consumption	10,575	10,950	11,325	11,700	12,175	12,500
Africa						
Production	-	-	10	20	30	40
Consumption	370	400	430	460	490	520
North America						
Production	9,840	11,090	11,640	11,955	12,090	12,980
Consumption	6,360	6,550	6,740	6,930	7,070	7,210
Latin America						
Production	74	125	175	226	276	326
Consumption	1,600	1,660	1,740	1,840	1,950	2,060
Asia						
Production	1,590	1,730	1,890	2,020	2,150	2,220
Consumption	3,388	3,650	3,900	4,180	4,480	4,790
Oceania						
Production	-	-	-	20	25	30
Consumption	270	279	288	297	306	315
World Total						
Production	30,229	31,735	32,870	33,781	34,456	35,996
Consumption	29,163	30,189	31,223	32,307	33,471	34,545

Source: Phosphorus & Potassium No. 139 (1985)

6.5.2 ブラジルの現状および今後の見込み

現在パラグアイ共和国は、肥料として塩化加里をブラジルより輸入しているため、ここにブラジルの現状および今後の見込みについて概観した。

(1) 輸入および消費

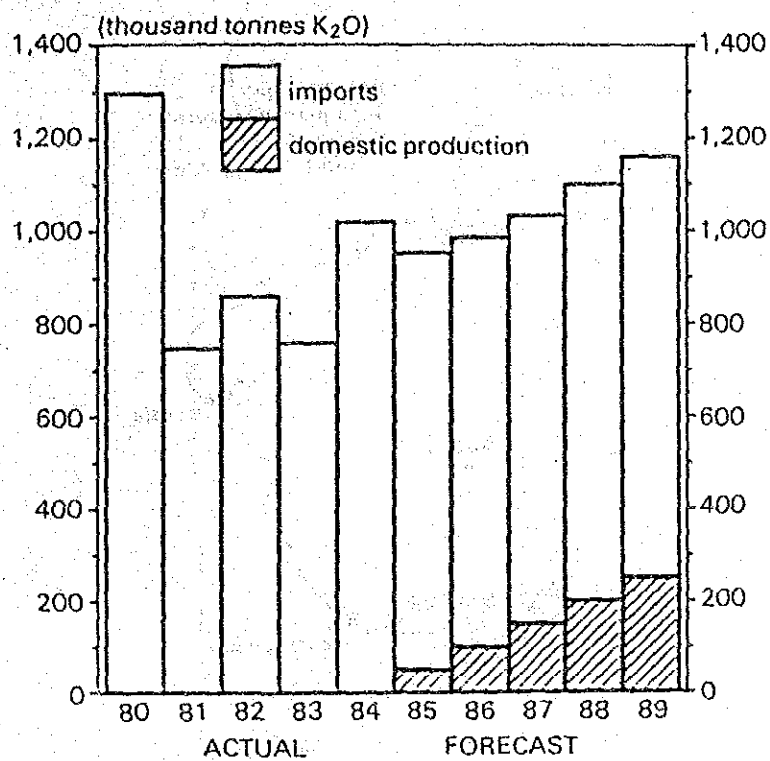
加里の輸入、消費に関しても、ブラジルは世界およびラテンアメリカで占める地位は高い。1980～1984年の加里の輸入量は、表6-5-7に示すように、1984年には1.08百万トン K_2O に達し、これは世界の加里貿易量の6.5%に相当すると推定される。

また過去5年間の輸入のパターンがかなり変動しているが、これはブラジルの国家財政の悪化による農業肥料などへの補助金の削減が大きく影響しているものと思われる。

(2) 生産

ブラジルは前述のように加里の埋蔵量が確認されており、セルジイペリ州アラカジュ港から40キロメートル内陸のタクウアリーバーサオウラス（図6-5-3参照）で新しい加里鉱山を開発し、1985年から操業し、塩化加里の生産を行っている。この鉱山の塩化加里生産能力は0.6百万t/yと推定される。これはブラジルの年間消費量の1/3以上に相当するといわれているが、高稼働生産に達するには、時間がかかると推測される。さらにこのタクウアリーバーサオウラス鉱山より15kmはなれたサンタロザドリマに有望な埋蔵があり、この鉱山の開発は投資資金の供給などを考慮すると長期間かかり、結果として加里の自給自足には、時間がかかると予想される。

上記のセルジイペリ州で生産された塩化加里は、インフラの制約により、ブラジルの東北部に供給されるだろう。またカナダなど北米からの加里の輸入は、船の大きさおよび消費地域への輸送により、サントス港で陸揚げされている。



Source : Phosphorus & Potassium No. 137 (1985)

Figure 6-5-2 Brazil: Potash Consumption and Imports (1980 - 1989)

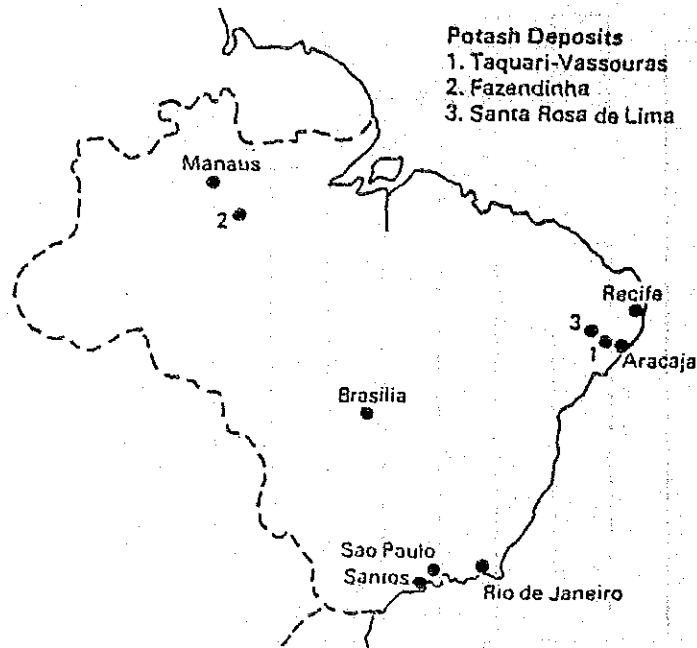
Table 6-5-7 Brazil: Potash Imports (1980 - 1984)

(thousand tonnes K₂O)

	1980	1981	1982	1983	1984
Total Imports	1,296	747	859	759	<u>1,076</u>
% of Total World Trade	8.0	4.9	6.1	4.6	6.5*

* estimated

Source: Phosphorus & Potassium No.137 (1985)



Source : Phosphorus & potassium No. 137 (1985)

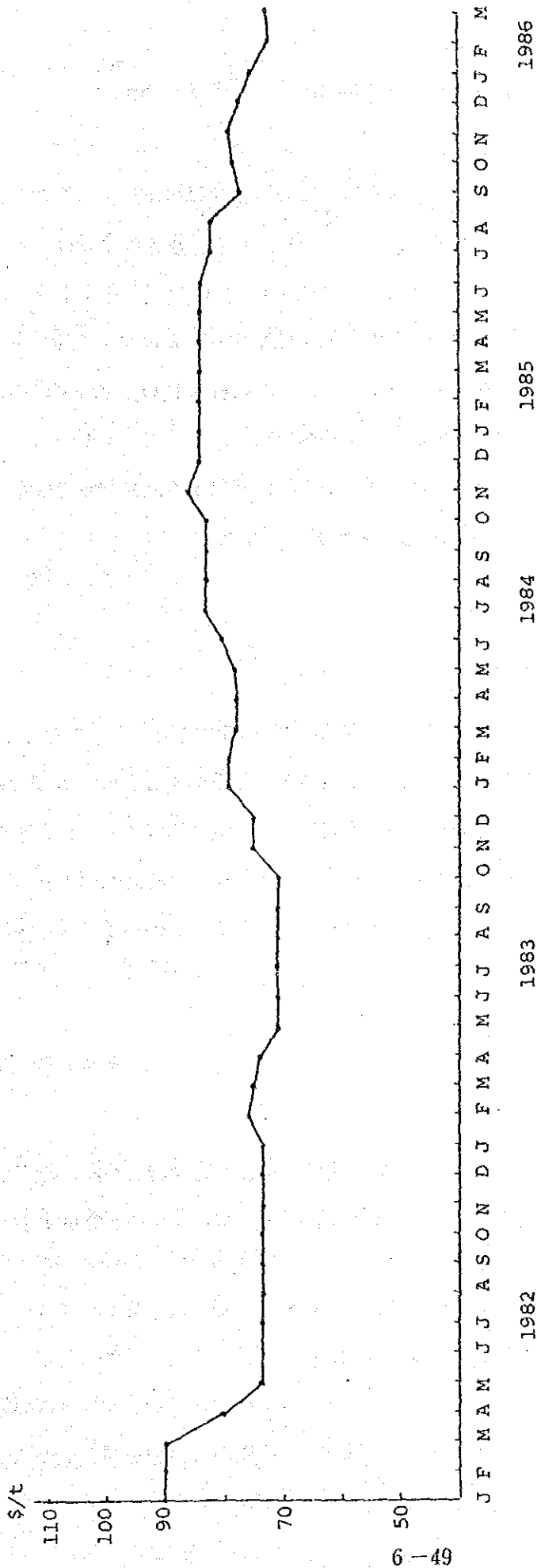
Figure 6-5-3 Brazil: Location of Potash Developments

6.5.3 価格

塩化加里の標準価格は、図6-5-4に示すように、比較的安定している。現地調査において、50キログラム袋入り塩化加里肥料をブラジルから200US\$/tで購入していることを聴取したが、本プロジェクトにおいて原料として使う塩化加里は、北米からバラ品として輸入するものとする。この場合の輸送経路はブラジルの例えばバラナグア港で陸揚げし、陸路トラック輸送とし、パラグアイ国境価格は140US\$/tと推定する。

塩化加里 (FOB 北米)	: 80US\$/t
海上運賃	: 20US\$/t
陸揚げ費	: 15US\$/t
陸上運賃	: 25US\$/t
計	: 140US\$/t

しかし、本プロジェクトの実施の段階においては、海上輸送および陸揚げ場所などに関しては、さらに具体的に調査、検討しなければならない。



Source : Phosphorus & Potassium

Figure 6-5-4 Potassium Chloride Price
F.O.B. Vancouver, Bulk

6.6 珪石

黄りん製造のために電気炉へ投入されたりん鉱石は、電力により融解されコークスにより還元されるが、この融解のためのフラックスとして珪石が使われる。その配合量はりん鉱石のCaO量およびSiO₂量により変化し、スラグでCaO/SiO₂=1.0~1.2となるように加えられる。珪石の主成分はSiO₂であるが、特に高品位物を使用する必要はなく、SiO₂が90%以上で十分である。珪石は黄りんの品質に何ら関係なく、りん鉱石のP₂O₅、Fe₂O₃以外の成分と珪酸カルシウムを主体とするスラグを形成し、炉外へ排出されてしまうものである。したがって本プロジェクトでは、パラグアイ東部地方の中央部に産出する高品位物ではなく、工場サイト周辺で4,000Gs/tで入手可能なものを使用するものとする。

6.7 コークス

コークスは上記珪石と同様に、電炉によって黄りんを製造する際に使用するものであって、りん酸カルシウムをりん還元するため、すなわち還元剤として作用するものである。コークスの代わりにパラグアイで調達可能な木炭の使用を考慮したが、電炉内での通気性を確保するためには木炭では強度不足であるので、本プロジェクトではコークスを還元剤とする。またコークスはブラジルまたはアルゼンチンから輸入することになる。このパラグアイ国境価格は140US\$/tと推定する。

6.8 蛇紋岩、かんらん岩

熔りんのMgO源として蛇紋岩またはかんらん岩が使用される。蛇紋岩とかんらん岩は基本的に大差はなく、かんらん岩が変質を受けて蛇紋岩となり、表6-8-1に示すようなMgO含有量、灼熱減料となる。

Table 6-8-1 Constituent of Serpentine and Peridotite

	MgO (%)	SiO ₂ (%)	Ig. loss (%)
Serpentine	39.4	39.3	11.2
Peridotite	45.0	37.8	4.1

熔りん原料としての MgO 最低含有量は使用するりん鉱石により変わるが35%以上あれば使用できる。

パラグアイではアスンシオン東方に蛇紋岩が産出することは知られているが、その量および質については今後の資源調査を待たなければならない。

6.9 燃 料

本プロジェクトでは、燃料はりん鉱石の前処理工程の焼結、肥料製造工程の乾燥およびボイラーの熱源として必要となる。この内、1部分はりん製造の電炉から副生する一酸化炭素ガスを熱源として有効に使用するが、さらに燃料が必要となる。パラグアイ共和国では現在天然ガス、石油の賦存が確認されていないが、石炭の賦存の可能性は南部パラグアイにあるといわれている。しかし本調査では、燃料としては燃料油（重油）を石油公社（ペトロバル）より購入し使用するものとする。この場合燃料油はローリーで工場に輸送され、工場着価格は75Gs/1と推定する。

6.10 包装材料

肥料製品は50キログラム単位に包装し出荷する。この包装材料（袋）は通常ポリエチレン製重袋またはポリエチレンあるいはポリプロピレン製編み袋が使用される。本調査では、包装材料は国産品編み袋を使用するとした。現地調査において、編み袋は国産化されており、これが大豆など農作物の種の保存用袋として流通していることを確認した。しかし肥料の袋としては、運搬、保管などの取扱いに耐えうる強度を持っていることと、運搬保管中の肥料の吸湿防止のための気密性が必要である。

したがって現在使用されている編み袋に、さらに内面をラミネートし、全体的に強度をも

った袋に改善すべきである。

これ等は製造上特にむづかしいものではなく、現在流通している袋を肥料用袋に改善できると判断した。本プロジェクトにおいてこの袋の工場着価格は300G s /枚と推定する。ちなみに大豆種の保管用編み袋は農家購入価格180G s /枚である。

6.11 電 極

電極は炉内へ電力を導入する最終導体でありカーボン製である。電極には2種類あり、1つは人造黒鉛電極、1つは自焼成電極である。

人造黒鉛電極は原料コークスにピッチを加え混和成型し1,000℃で焼成、さらにピッチ充填をおこった上で3,000℃に加熱し黒鉛化したものである。人造黒鉛電極は電気抵抗が小さく、曲げ強さ、機械的強度が大きいので自焼成電極より電極径が小さくて済み、接続もテーパニップルを介して上に継ぎ足すだけであるので操作が容易である。本プロジェクトで人造黒鉛電極を使用すると30インチ電極となる。

自焼成電極は使用者が炉上で全て作ってゆく方式である。電極は鋼板製円筒ケースに入っており、消耗に応じて円筒ケースを継ぎ足し、その中にコークスとピッチを混練したものを充填する。これを消耗に応じて炉内へ押し下げながら電極内を電流、および炉内からの伝熱により焼成しながら使用するものである。したがって、人造黒鉛電極では炉上に電極を運搬するためのホイストが1つあれば足りるのに対し、自焼成電極では炉上に電極原料貯槽、混練と充填の設備を必要とする。

自焼成電極では電極は下から焼成・半焼成・未焼成の部分に分けられているので、消耗速度は焼成速度のバランスが崩れると電極事故の原因となり復旧に多大の日数を要し、第6章の電力で述べたごとく電力費がはね上ることになる。

本プロジェクトの場合、自焼成電極は不適當であり、人造黒鉛電極を輸入して使用することになる。

電極のパラグアイ国境価格は3,000US\$/tと推定する。

6.12 尿 素

本プロジェクトでは NPK 肥料として 15-15-15 を 4,000 t / y 生産する場合、原料の 1 つとして尿素を 890 t / y 必要とする。これは原料用であるが、工場での保管のことを考慮し、50 キログラム袋入品をブラジルから輸入するものとする。尿素的価格の動向は図 6-12-1 のように最近では低下の傾向にある。現地調査の際に、尿素価格は 50 キログラム袋入ブラジル品は農家渡し 280 US\$/t であった。最近の価格を勘案し、本プロジェクトに使用する尿素的価格は工場価格 175 US\$/t と推定する。

袋尿素 : 150 US\$/t
 陸上運賃 : 25 US\$/t
 計 175 US\$/t

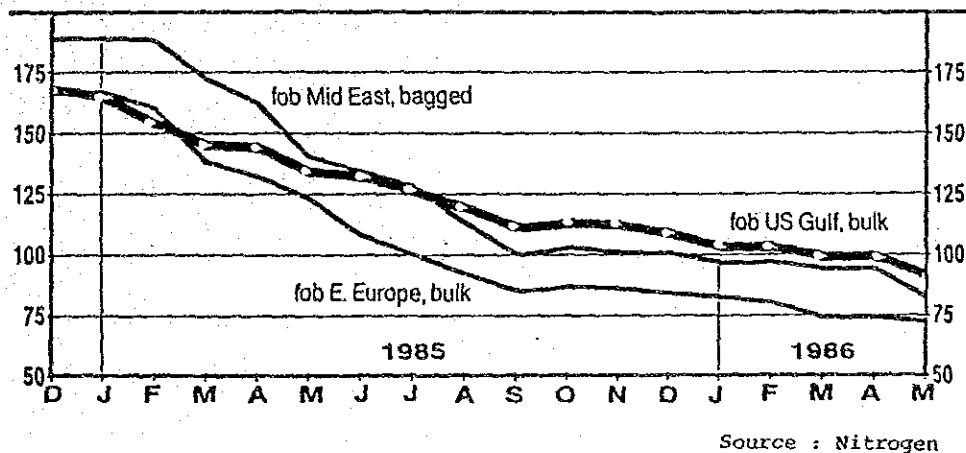


Figure 6-12-1 Urea Price

6.13 固結防止剤

一般に化学肥料は無機化合物の水溶性塩類が主成分であり、長期保管中に堆積による加圧と大気温度、湿度の変化によって、肥料粒子間の接点において、含有水分の存在の下で、部分的に溶解、再結晶を繰り返すことによって架橋現象を起こし、肥料粒子がかたく結合した大きな塊を生成する。この現象を固結といい、これが肥料の均一散布をさまたげるため、肥料としての商品価値を低下させることになる。しかし、この固結現象は TSP、DAP には発生しにくい。NPK 肥料に関してはこの防止の対策が必要である。この対策として肥料粒子の表面にタルク、クレイ、珪藻土などの化学的に不活性鉱物の微粉末をコーティングするこ

とにより固結を防止する。この化学的不活性鋳物の微粉末を固結防止剤といい、本プロジェクトでは、この固結防止剤360 t/yを必要とする。固結防止剤は、パラグアイ共和国で調達することは可能と判断し、ここの工場着価格は80,000 G s/tと推定する。

第7章 肥料工場の計画概要

7.1 製造計画の基礎

肥料工場の計画は、以下の基本的項目を基礎として行われるものとする。

7.1.1 製造品目および製造規模

第5章において検討した結果に基づき、本プロジェクトで製造すべき肥料の品目および製造規模を表7-1-1に示す。

なお、シナリオ1はアンモニアを輸入する場合とし、シナリオ2はアンモニアもパラグアイ共和国で生産する場合とする。

Table 7-1-1 Fertilizer to be produced and Production Capacity

Scenario 1 and 2

Fertilizer	Application	Product (t/y)
DAP (18-46-0)	Wheat	29,000
TSP (0-46-0)	Wheat, Soybean	5,000
NPK (6-30-10)	Soybean	32,000
NPK (15-15-15)	Sugarcane, Vegetables	4,000
		70,000

Scenario 3

FMP	15,000
-----	--------

表7-1-1のシナリオ1および2に示したDAP、NPKおよびTSPは、同一の肥料プラントであらかじめ決められた製造計画に基づいて銘柄切換を行って生産する。またこれらの肥料を製造するために必要なりん酸は、中間製品としてりん酸プラントによって製造する。この製造規模は、その必要量から25,380トン/年とする。

7.1.2 原料、ユーティリティ、薬品および製品仕様

使用する原料、ユーティリティ、薬品および製品の仕様は、つぎのとおりとする。

(1) 原料

(a) リン鉱石

・産地：ゴイヤス/ブラジル

・化学組成（重量%、乾量ベース）

P_2O_5	: 38%
CaO	: 50
Fe_2O_3	: 2.5
SiO_2	: 1.2
F	: 1.5
MgO	: 0.2
Al_2O_3	: 0.3
BaO	: 0.32
TiO_2	: 0.55
K_2O	: 0.44
Na_2O	: 1.0
CO_2	: 0.18
Cl	: 20 P P m
水分	: 1 ~ 2 %

・粒度

+100 Tyler mesh	: 20%
-200 Tyler mesh	: 31%

・かさ密度 : 1.5 t / m³

・工場受入荷姿/輸送 : バラ/トラック

(b) 塩化加里

- ・ K_2O 含量 : 60%以上
- ・ 水分 : 1%以下
- ・ 粒度
 - 10~+60 Tyler mesh : 95%
- ・ カサ密度 : $0.9 t/m^3$
- ・ 工場受入荷姿/輸送 : バラ/トラック

(c) 尿素

- ・ N 含有量 : 46%以上
- ・ 水分 : 0.5%以下
- ・ 粒度
 - 8~+16 Tyler mesh : 85~90%
- ・ カサ密度 : $0.9 t/m^3$
- ・ 工場受入荷姿/輸送 : ポリエチレン袋詰/トラック

(d) 珪石 (シリカ)

- ・ SiO_2 含有量 : 95%以上
- ・ 水分 : 0.5%以下
- ・ 粒度 : 15~25mm
- ・ カサ密度 : $1.5 t/m^3$
- ・ 工場受入荷姿/輸送 : バラ/トラック

(e) コークス

- ・ 固定炭素含有量 : 85%以上
- ・ 水分 : 0.5%以下
- ・ 粒度 : 約10mm
- ・ カサ密度 : $0.5 t/m^3$
- ・ 工場受入荷姿/輸送 : バラ/トラック

(f) 液体アンモニア (シナリオ 2 の場合はパラグアイ共和国で生産される)

- ・ NH_3 含有量 : 99.5% (重量) 以上
- ・ 水分 : 0.5%以下
- ・ 圧力 : $14kg/cm^2G$ 飽和

・工場受入荷姿	：タンクローリー
(g) 固結防止剤	
・物 質	：珪藻土粉末
・水 分	：3%以下
・粒 度	
-325 Tyler mesh	：99%
・かさ密度	：0.15 t / m ³
・工場受入荷姿／輸送	：袋詰／トラック
(h) 蛇紋岩 (シナリオ 3 のみ)	
・MgO 含有量	：35%以上
・Al ₂ O ₃ 含有量	：39%以上
・水 分	：0.5%以下
・粒 度	：10~20mm
・かさ密度	：1.5 t / m ³
・工場受入荷姿／輸送	：バラ／トラック
(2) ユーティリティ	
(a) 原 水 (河水)	
・硬 度	：200 P P m (CaCO ₃ として)
・濁 度	：20 P P m (カオリンとして)
・pH	：7
(b) 燃料油 (重油)	
・総発熱量	：10,300kcal/kg
・比 重	：0.93
・硫黄含有量	：1%以下
(c) 計装用空気	
・圧 力	：7 kg / cm ² G
・温 度	：常温
・露 点	：-20℃

(d) 電 力

- ・受入電圧 : 220KV
- ・周波数 : 50Hz

(3) 化学薬品類

水処理、廃水および廃ガス処理その他に使用する化学薬品類はつぎのとおりである。

(a) 酸素および窒素ガス

- ・仕様 : 一般工業用
- ・工場受入荷姿/輸送 : ボンベ/トラック

(b) 苛性ソーダ

- ・化学成分
 - NaOH : 97%以上
 - Na₂CO₃ : 2%以下
 - NaCl : 1%以下
- ・工場受入荷姿/輸送 : 袋詰/トラック

(c) 消石灰

- ・CaO含有量 : 65%以上
- ・粒 度
 - 28 Tyler mesh : 100%
- ・工場受入荷姿/輸送 : 袋詰/トラック

(d) 次亜塩素酸ナトリウム

- ・有効塩素含有量 : 12%
- ・工場受入荷姿/輸送 : びん詰/トラックまたはタンクローリー

(e) 塩 酸

- ・HCl含有量 : 36%
- ・工場受入荷姿/輸送 : びん詰/トラック

(f) みょうばん

- ・仕 様 : 浄水用
- ・工場受入荷姿/輸送 : 袋詰/トラック

(4) 製品仕様

(a) DAP (18-46-0)

N	: 18%
P ₂ O ₅	: 46%
水分	: 1.5%
粒度	
2 ~ 4 mm	: 90%

(b) NPK (6-30-10*)

N	: 6%
P ₂ O ₅	: 30%
K ₂ O	: 10%
水分	: 1.5%
粒度	
2 ~ 4 mm	: 90%

(*) 現在、ブラジルから輸入されている NPK は (5-30-10) が使用されている。

しかし、本プロジェクトでは電炉法 (乾式法) により、純度の高いりん酸が得られ、これを原料として使用するため、6-30-10の NPK とする。

(c) NPK (15-15-15)

N	: 15%
P ₂ O ₅	: 15%
K ₂ O	: 15%
水分	: 1%
粒度	
2 ~ 4 mm	: 90%

(d) TSP (0-46-0)

有効 P ₂ O ₅	: 46%
水分	: 4%
粒度	
2 ~ 4 mm	: 90%

(e) 熔りん (0-20-0)

ク溶性 P_2O_5 : 20%

ク溶性 MgO : 15%

水分 : 0.5%

粒度 : 2 mm以下 砂状

7.1.3 原料ユーティリティおよび薬品消費量

製品1トンを製造するに必要な原料、ユーティリティおよび薬品の各消費量を表7-1-2、図7-1-1および図7-1-2に示す。

Table 7-1-2 Consumption Figure of Raw Material and Utility

Raw Material (Unit= kg per M.ton of Product)

	SCENARIO 1				SCENARIO-2	
	P A (100%)	DAP (18-46-0)	NPK (6-30-10)	NPK (15-15-15)	TSP (0-46-0)	FMP (0-20-0)
PHOS. ROCK (P ₂ O ₅ =38%)	2960	-	-	-	426	540
PHOS. ACID (P ₂ O ₅ =100%)	-	465	303	152	317	-
AMMONIA (NH ₃ =100%)	-	221	74	61	-	-
UREA (N=46%)	-	-	-	221	-	-
M. POTASH (K ₂ O=60%)	-	-	168	254	-	-
FILLER	-	122	314	239	91	-
COATING AGENT	-	-	10	10	-	-
ELECTROD	11	-	-	-	-	2
COKES	640	-	-	-	-	-
SILICA GRAVEL (SiO ₂ =95%)	1390	-	-	-	-	59
SERPENTINE (MgO=38%, SiO ₂ =39%)	-	-	-	-	-	453

Cont'd

Raw Material (Unit= kg per M.ton of Product)

SCENARIO 2

	P A (100%)	DAP (18-46-0)	NPK (6-30-10)	NPK (15-15-15)	TSP (0-46-0)	NH ₃
PHOS. ROCK (P ₂ O ₅ =38%)	2960	-	-	-	426	-
PHOS. ACID (P ₂ O ₅ =100%)	-	465	303	152	317	-
AMMONIA (NH ₃ =100%)	-	221	74	61	-	-
UREA (N=46%)	-	-	-	221	-	-
M. POTASH (K ₂ O=60%)	-	-	168	254	-	-
FILLER	-	122	314	239	91	-
COATING AGENT	-	-	10	10	-	-
ELECTROD	11	-	-	-	-	-
COKES	640	-	-	-	-	-
SILICA GRAVEL (SiO ₂ =95%)	1390	-	-	-	-	-
SERPENTINE (MgO=38%, SiO ₂ =39%)	-	-	-	-	-	-
PURE WATER	-	-	-	-	-	1,800

Cont'd

Utility (Unit = per M.ton of Product)

	SCENARIO 1					SCENARIO
	P A (100%)	DAP (18-46-0)	NPK (6-30-10)	NPK (15-15-15)	TSP (0-46-0)	FMP (0-20-0)
Electric Power (kWh)	6890	40	32	40	50	935
Fuel Oil (x10 ⁶ kcal)	0.37	0.10	0.08	0.10	0.30	0.09
Process Water (m ³)	34	1	0.9	1	0.5	20
Steam (kg)	5	100	85	100	110	-
Lime (CaO=65%) (kg)	34	-	-	-	-	-
HcL (36%) (kg)	28	-	-	-	-	-
NaOH(solid) (kg)	100	-	-	-	-	-
NaClO(cL=12%) (kg)	120	-	-	-	-	-
O ₂ Gas (Nm ³)	1.6	-	-	-	-	-

ility (Unit = per M.ton of Product)

SCENARIO 2

	P A (100%)	DAP (18-46-0)	NPK (6-30-10)	NPK (15-15-15)	TSP (0-46-0)	NH ₃
Electric Power (kWh)	6890	40	32	40	50	12,000
Fuel Oil (x10 ⁶ kcal)	0.37	0.10	0.08	0.10	0.30	
Process Water (m ³)	34	1	0.9	1	0.5	480 (Cooling Water)
Steam (kg)	5	100	85	100	110	-
Lime (CaO=65%) (kg)	34	-	-	-	-	-
HcL (36%) (kg)	28	-	-	-	-	-
NaOH(solid) (kg)	100	-	-	-	-	5
NaClO(cL=12%) (kg)	120	-	-	-	-	-
O ₂ Gas (Nm ³)	1.6	-	-	-	-	-

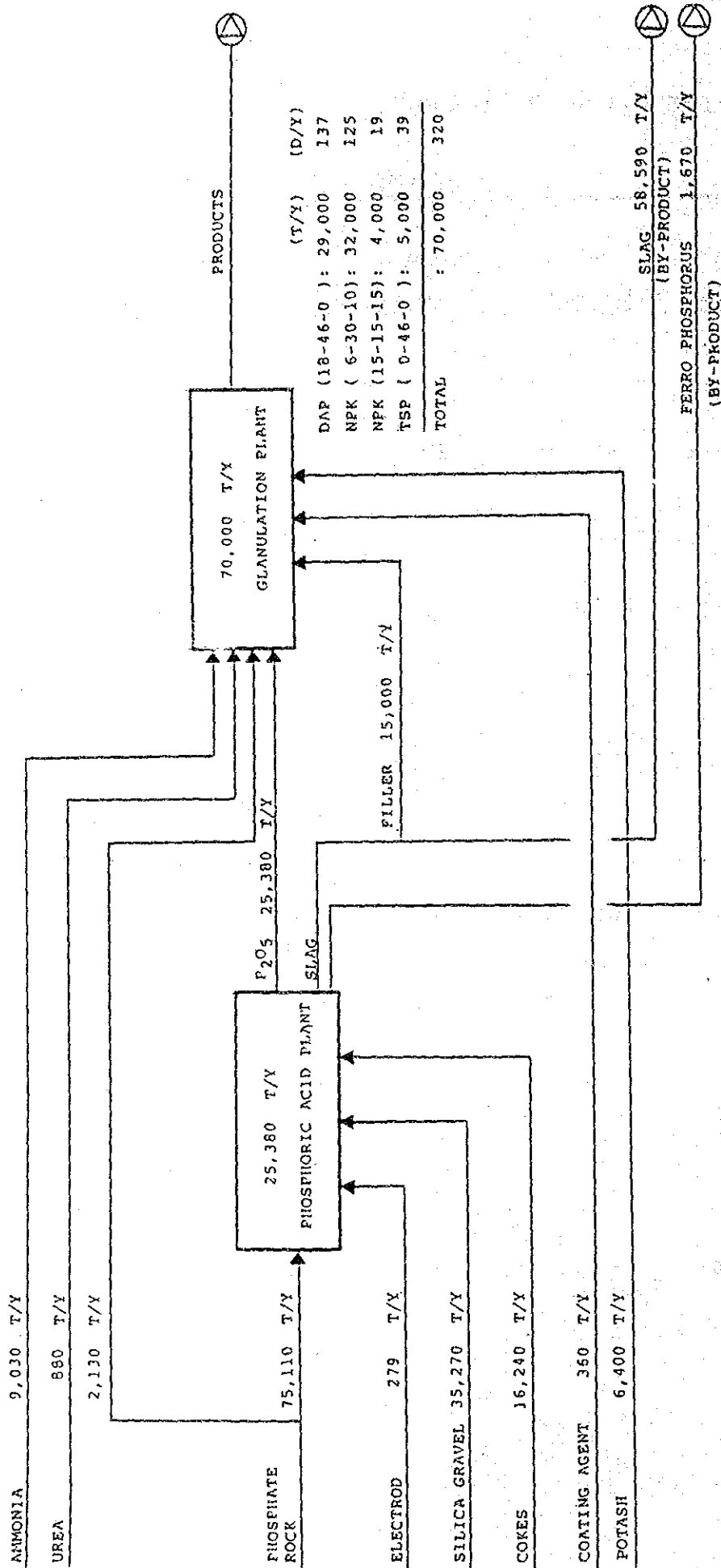


FIGURE 7-1-1 (1/3) OVERALL RAW MATERIAL AND SUB-MATERIAL BALANCE (SCENARIO 1)

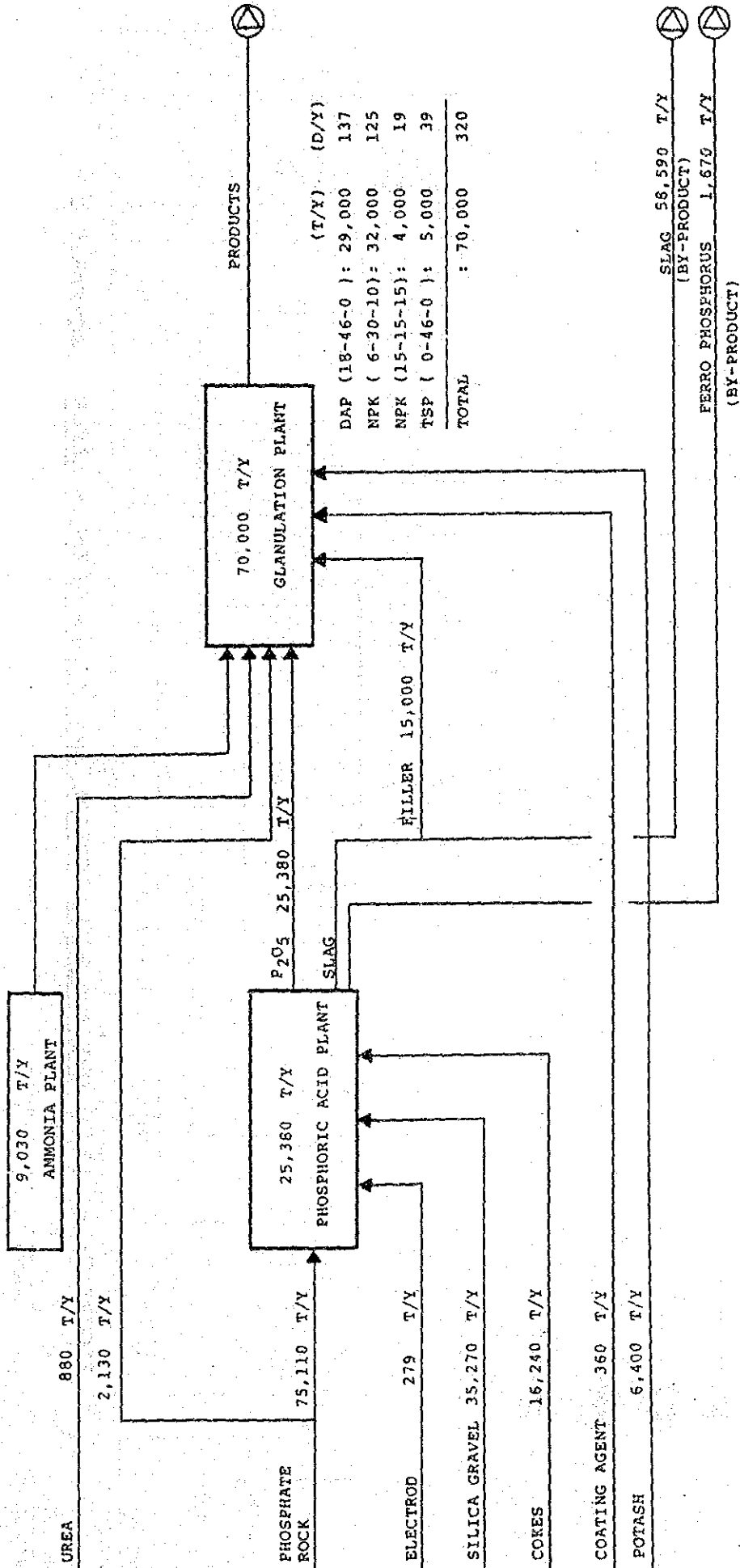


FIGURE 7-1-1 (2/3) OVERALL RAW MATERIAL AND SUB-MATERIAL BALANCE (SCENARIO 2)

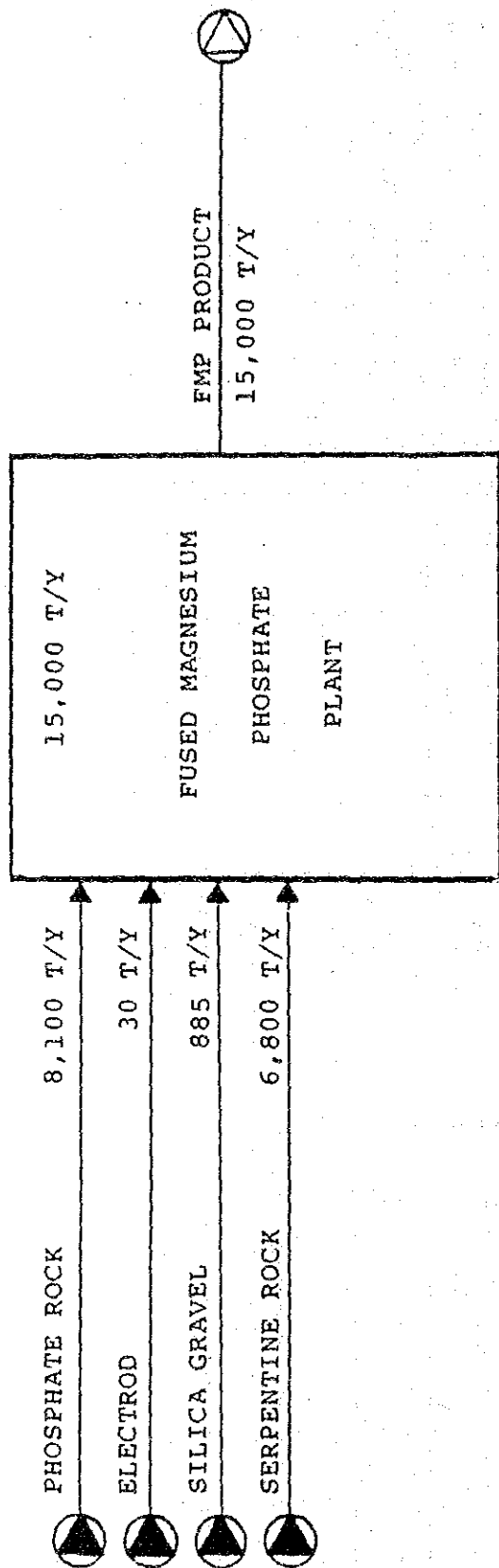


FIGURE 7-1-1 (3/3) OVERALL RAW MATERIAL AND SUB-MATERIAL BALANCE (SCENARIO 3)

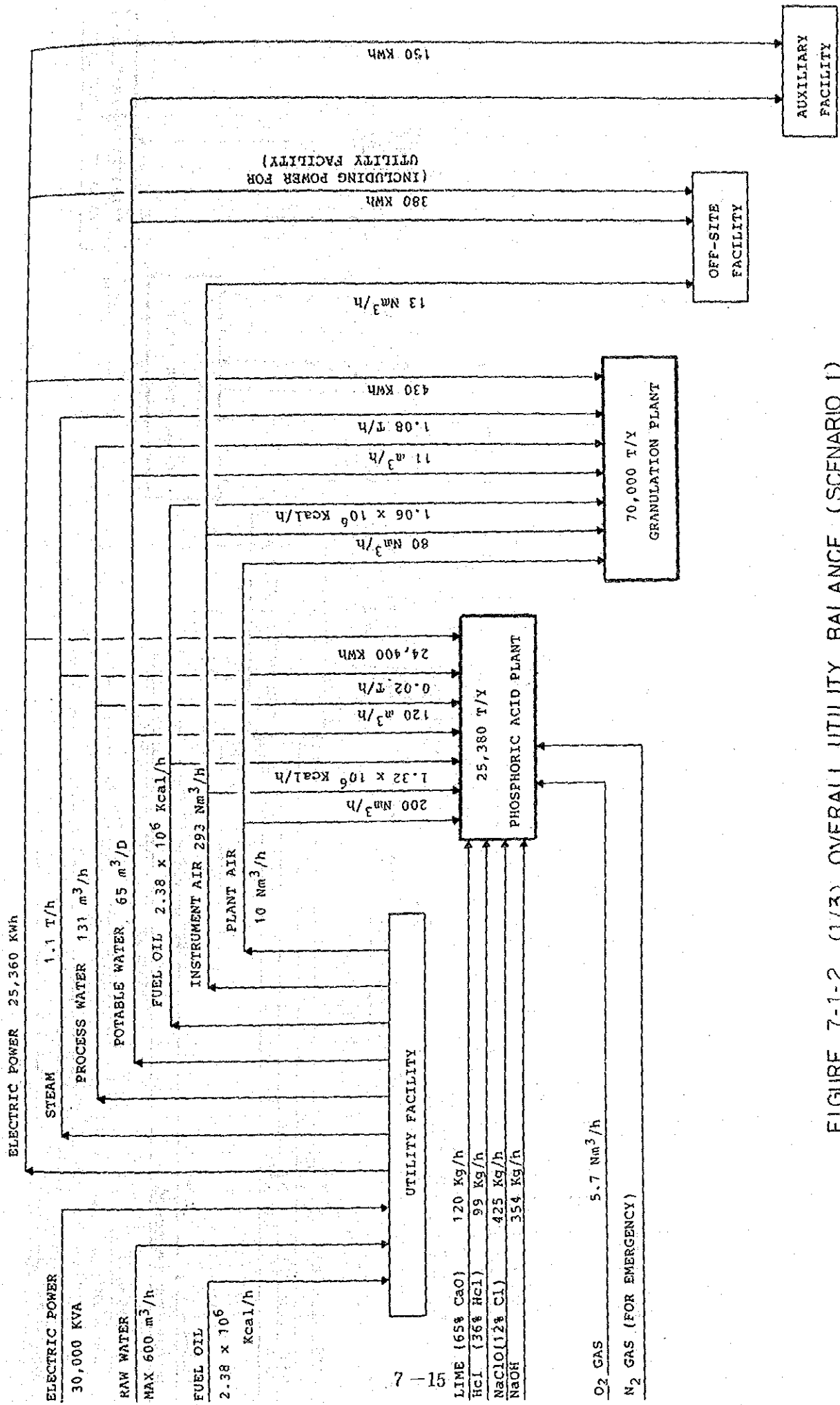


FIGURE 7-1-2 (1/3) OVERALL UTILITY BALANCE (SCENARIO 1)

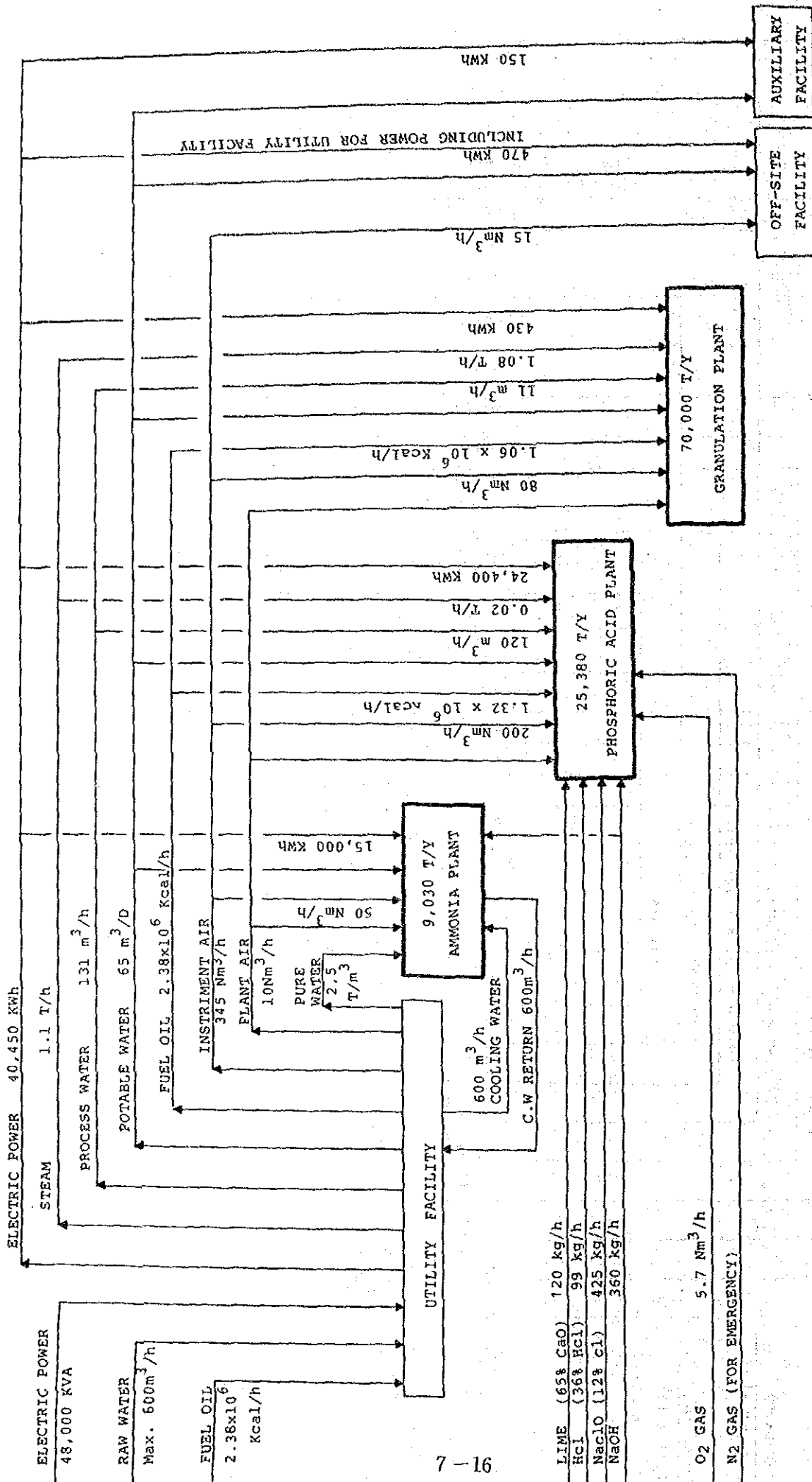


FIGURE 7-1-2 (2/3) OVERALL UTILITY BALANCE (SCENARIO 2)

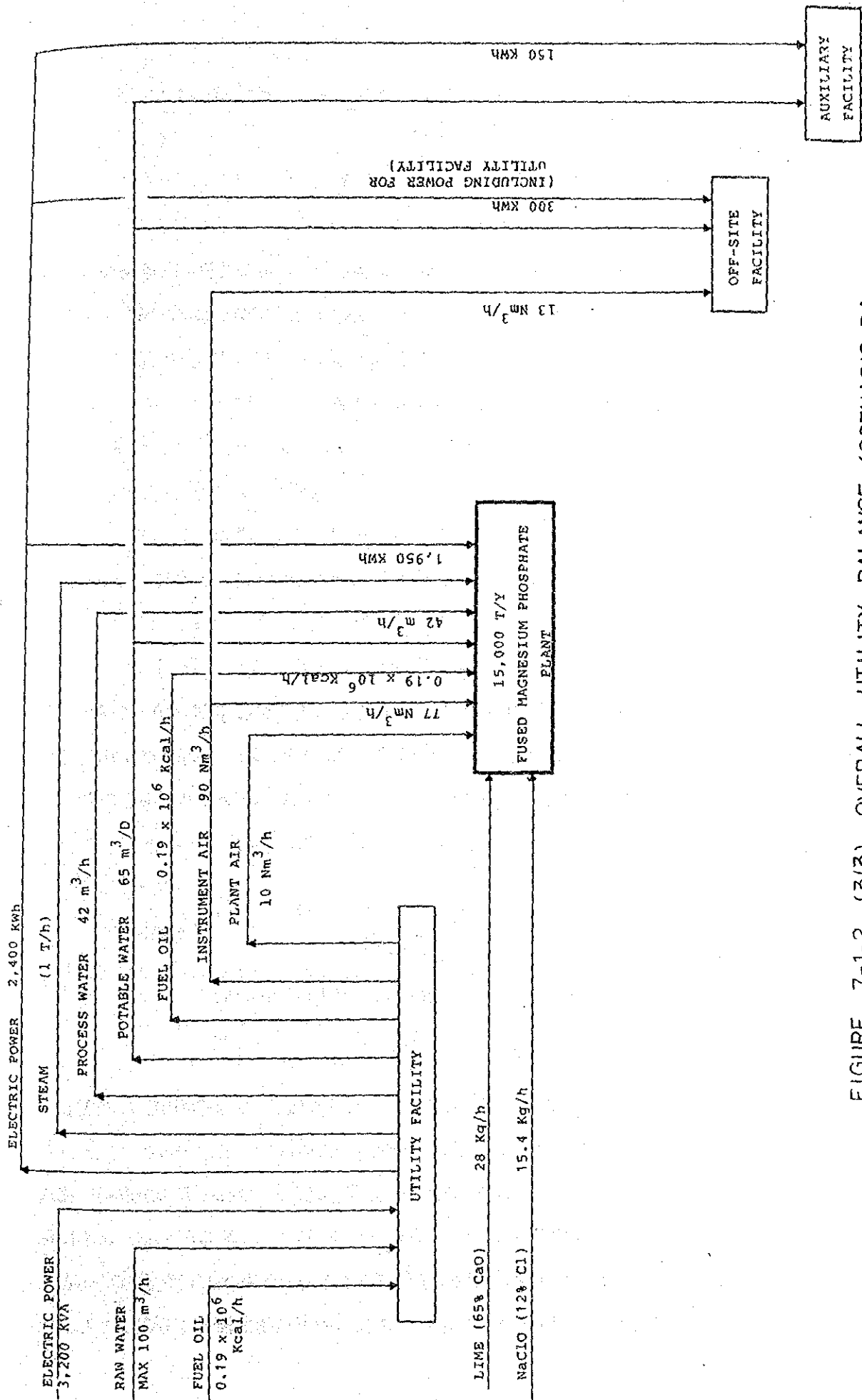


FIGURE 7-1-2 (3/3) OVERALL UTILITY BALANCE (SCENARIO 3)

7.2 製造プロセスの説明

7.2.1 リン酸系肥料製造プロセス（シナリオ1および2）

シナリオ1は以下に述べるようアンモニアは輸入するものとしリン酸製造と肥料製造から成り立っている。それぞれのプロセスはパラグアイ共和国の原料事情、肥料市場などを勘案し、つぎの方式を選定した。

- ・リン酸製造プロセス：電炉法（乾式法）
- ・肥料製造プロセス：スラリー法

(1) プロセス選定の理由

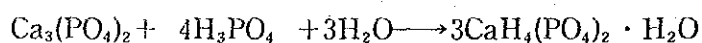
(a) リン酸製造プロセス

リン酸製造プロセスとしては、湿式法と電炉法（乾式法）のプロセスがよく知られている。

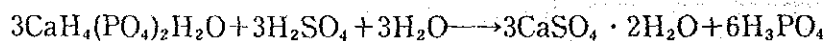
1) 湿式法、リン酸製造プロセス（二水石膏法）

リン酸製造プロセスは数多く存在するが、1例として二水石膏法について述べる。

このプロセスは、一般にりん鉱石粉末に硫酸と製品のりん酸を一部循環使用して反応させ、得られたりん酸と石膏を含有するスラリーを濾過して製品りん酸と石膏を製造するものである。これを反応式で簡単に書くとつぎのようになる。



りん鉱石 循環りん酸 りん酸-石灰



石膏 りん酸

通常（湿式法）りん酸製造プロセスでは、製品りん酸は、約30% P_2O_5 の液として得られる。もしその用途によってさらに高濃度のりん酸液を必要とする場合は、真空濃縮缶によって濃縮され使用される。通常は54% P_2O_5 に濃縮されたものが市場に流通している。このプロセスで得られたりん酸は、りん鉱石に由来する不純物、反応に使用された過剰の硫酸および少量の微細粒子の石膏などを不純物として含有している。しかし肥料の原料として使用するりん酸にはこれらの不純物は無害であることと、生

産コストが安いことから、湿式法によって得られたりん酸が肥料用原料の主流を占めている。

- 以上に述べたように、湿式法（二水石膏法）の特色は、つぎのようなものである。
- りん鉱石よりりん分を抽出するために硫酸が必要である。
- 製品りん酸液中にはりん鉱石に由来する不純物が含まれるため肥料原料用としては広く一般に使用されている。ただし他工業に使用される場合は精製が必要となる。

2) 電炉法（乾式法）りん酸プロセス

このプロセスは、りん鉱石を電炉内で還元し、得られたりんの蒸気を冷却して黄りんとし、これを燃焼し水和して製品りん酸を得るものである。

- このプロセスの特色は、
- 高純度、高濃度のりん酸製品が得られる。したがって製品は食品、医薬品などの他の工業への使用ができる。
- りん鉱石分解用の酸は不要。
- エネルギー消費は湿式法に比較し多量になる。

したがってこのプロセスの成立の条件は、安価な電力が豊富に利用できることである。パラグアイ共和国においては、硫黄は入手困難であり、また硫酸プラントも存在しない。一方、豊富な電力は利用できる。このために、本プロジェクトにおいては、りん酸製造プロセスは電炉法を選定した。

(b) 肥料製造プロセス

肥料製造プロセスにも反応方式により各種あるが、肥料の造粒、乾燥およびふるいわけ工程は、いずれもほぼ同一であり、むしろエンジニアリングや運転に関するノウハウにより各プロセスの特色としている。反応方式としてはつぎのようなものがある。

1) 大気下における中和槽および造粒機による反応方式

この方式は、米国の TVA により開発されたもので、DAP、各種の NPK の製造に広く採用されている。DAP、NPK の製造では、大気圧の下で中和槽でりん酸をアンモニアで中和させ、りん安スラリーを得て、このスラリーを造粒する。一方、製品成分によりさらにアンモニアを必要とする場合は、造粒機へアンモニアが供給される。さらに、TSP を製造する場合は、中和槽をりん鉱石とりん酸の反応槽として使用できる。この方式の特色としては、

- 反応操作が容易。
 - 製品製造品目に対し融通性をもっている。
- などである。

2) 加圧下における反応方式

この方式で有名なものはパウダープロセスとして知られているものである。この方式では、加圧反応器で、一般には MAP のスラリーを製造する。加圧下反応のため、スラリー温度を高くすることができるのでスラリー中の水分を低下できる。

MAP スラリーは、向流塔で処理され、粉状 MAP が得られる。この粉状 AP を造粒し、必要ならさらにチッソ源（アンモニア、尿素、硝安、硫安など）を加え、DAP、NPK を造粒製造する。

しかし、TSP を製造する場合は別途、反応工程が必要となる。

3) パイプリアクター方式

この方式も一種の加圧反応方式である。アンモニアとりん酸を反応させるパイプリアクターを造粒機（さらには乾燥機にも）中にとりつけ、水分含有量の少ないスラリーを得る。ただし、TSP の反応をパイプリアクターでおこなわせることは現在、まだ開発されていない。

4) TSP の反応方式

スラリー法（前記 1）を参照）と“デン”法および ROP (Run of Pile) 法がある。いずれも TSP のみを製造する場合、広く採用されているものであるが、DAP、NPK を製造するためには、別途、りん酸とアンモニアの反応工程が必要である。

本プロジェクトにおいては、パラグアイ共和国市場の要求により、DAP、NPK 肥料および TSP など多品目を同一プラントで銘柄切換を行い製造するために、融通性のある世界的に広く使用されている TVA スラリー法とし、パイプリアクターも設備できるものを選定した。このプロセスにより、たとえば NPK 肥料において、将来、農事試験所のテスト結果などにより、さらに最適な成分構成のものが必要になった場合にも、広い範囲で同一プラントにより製造は可能である。

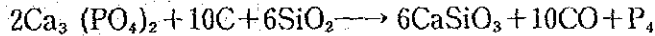
(2) 電炉法りん酸製造プロセスの説明

本プロジェクトにおいて使用する電炉法りん酸製造プロセスは米国をはじめ、日本でも長い間運転実績のあるものである。このプロセスはつぎの 3 つの部門から構成されている。

- ・原料調整
- ・電 炉
- ・りん酸製造

(a) 原料調整

図7-2-1に示すように、りん鉱石、珪石およびコークスを原料として使用される。これらの原料は、電炉内でつぎのように反応する。



上式のように電炉内で発生する一酸化炭素ガスとりん蒸気が自由に揮散できるように、電炉に供給される原料はある粒径のものに調整する必要がある。これがすなわち原料調整である。

りん鉱石は、先づ粉砕機で粉砕され、つぎに造粒機で、約8~10mmの粒径に造粒する。得られた粒状品は、ロータリーキルンで圧縮強度50kg/粒子以上になるように焼結する。

珪石とコークスは、おのおの乾燥し、ふるいわけし、珪石は15~25mm粒径に、コークスは約10mm粒径に調整する。

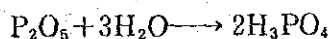
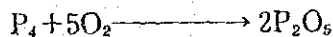
(b) 電 炉

電炉は、約30インチ直径の円柱型人造黒鉛製電極が三本設置されており、この電極は上下移動するようになっている。電力は、電極から電炉内へ導入される。図7-2-2に示すように、調整されたりん鉱石、珪石およびコークスは所定の比率で電炉に供給される。電炉内で化学反応によって、発生したりん蒸気と一酸化炭素ガスは電炉から放出される。りん蒸気は水シャワーによって凝縮し、液状黄りんが得られる。一方、一酸化炭素ガスはりん鉱石の焼結につかうロータリーキルンの燃料として使用される。

電炉の下部に集められたスラグとりん鉄はそれぞれある時間間隔で電炉の外に放出する。副生したスラグは冷却し、所定の粒径にそろえ、一部分は肥料のフィラーとして使用し、他は珪酸質肥料として販売することもできる。

(c) りん酸製造

りん酸は上記(b)で得られた黄りんを原料として、次に示す化学反応式のように製造される。



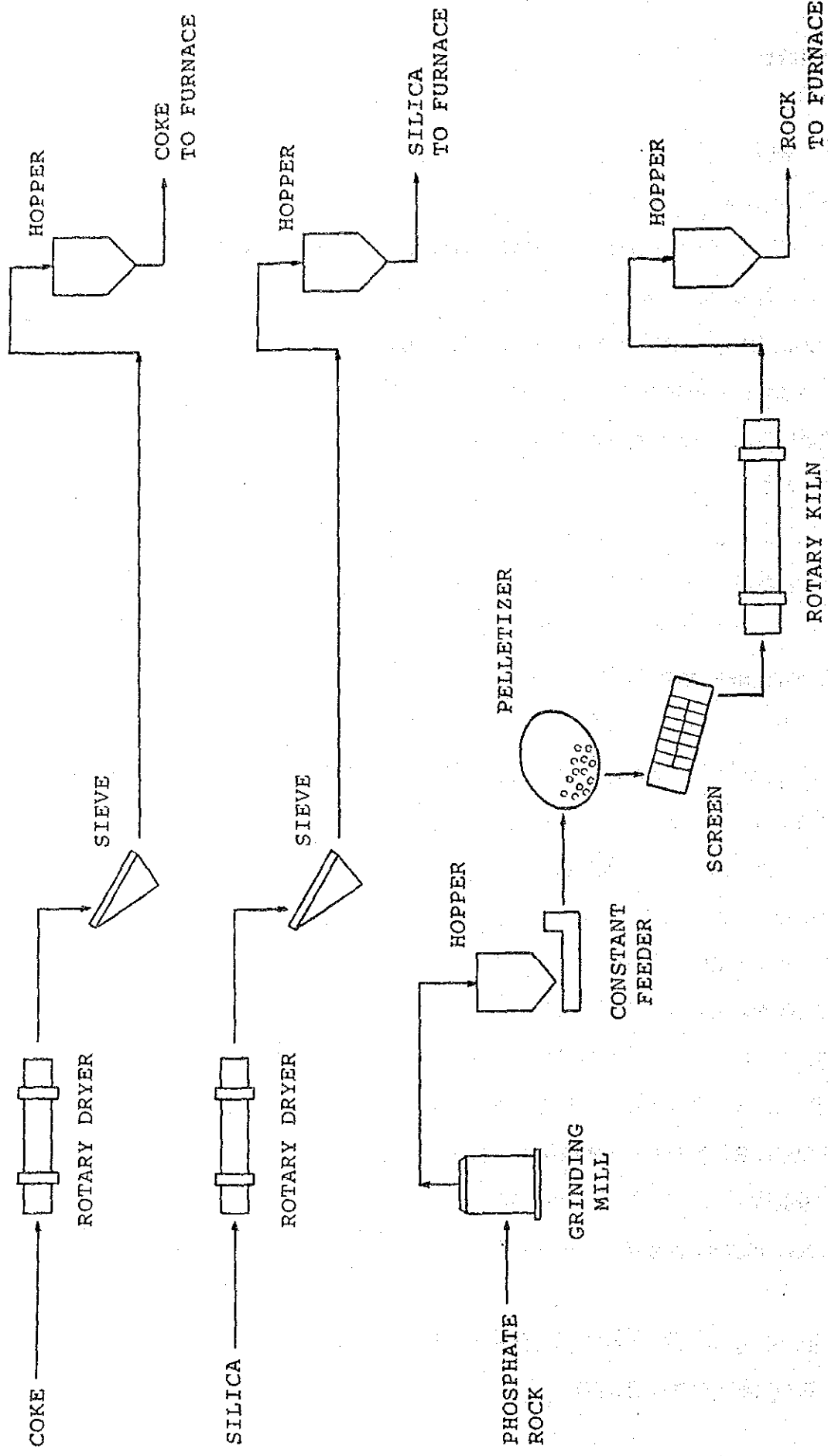


FIGURE 7-2-1

PHOSPHORIC ACID PLANT - ELECTRIC FURNACE PROCESS

FLOW SHEET - RAW MATERIAL PREPARATION SECTION

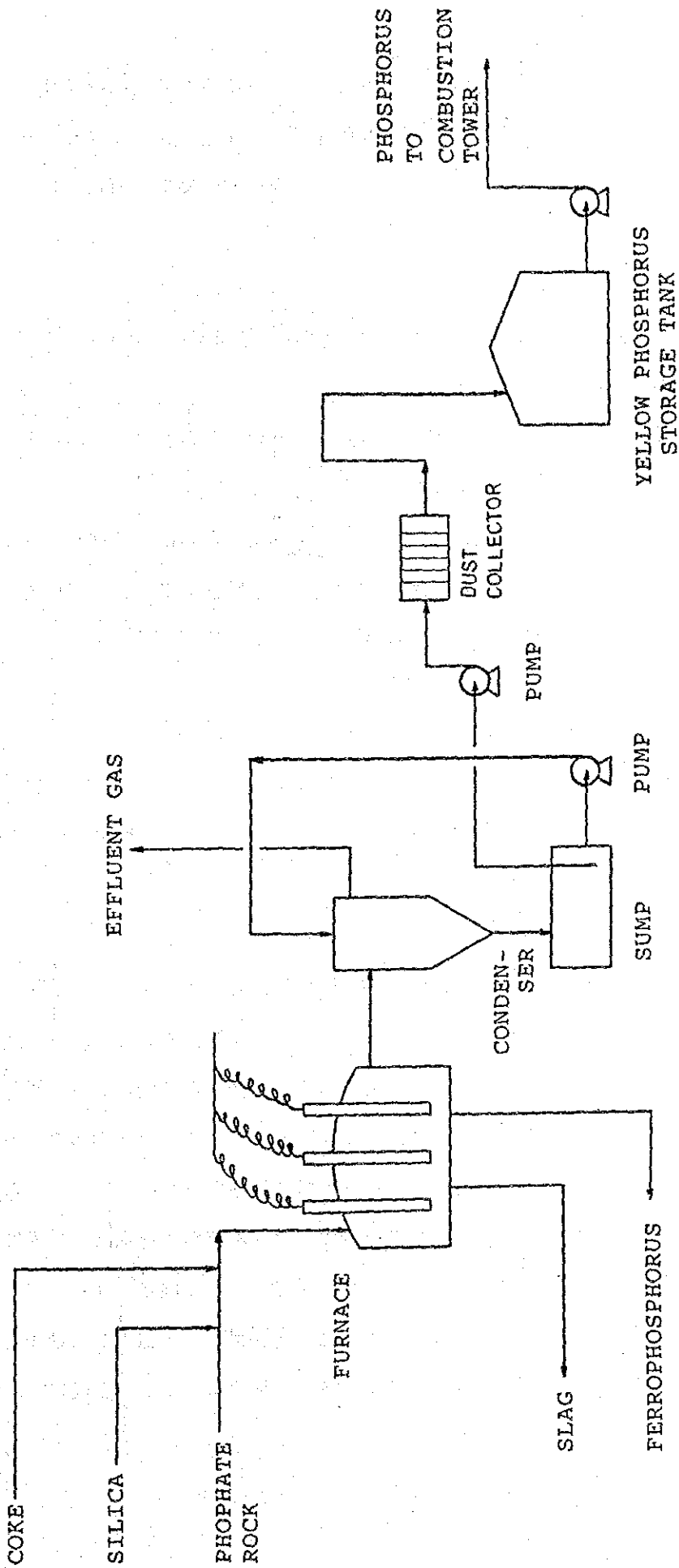


FIGURE 7-2-2
PHOSPHORIC ACID PLANT - ELECTRIC FURNACE PROCESS
FLOW SHEET - FURNACE SECTION

このプロセスは図7-2-3に示す。まづ5酸化りん蒸気を得るために黄りんを空気で燃焼塔において酸化する。5酸化りん蒸気は気冷塔を經由しベンチュリースクラバーで水に吸収させ、りん酸液を得る。この得られたりん酸は肥料製造の原料として使用される。

(3) スラリー法肥料製造プロセスの説明

このプロセスは、基本的にはアンモニア化造粒機を使用する TVA スラリー法であり、日本のみならず世界中広く採用されている。

このプロセスの特徴は、各種の肥料の製造が可能であり得られた製品は、硬い丸みのある均一な粒径粒子で、流動性も良く均一な化学組成を持っている。

本プロジェクトにおいては、基本的には本プロセスを採用しさらにパイプリアクターの設置を考慮したプラントで DAP、NPK 肥料および TSP を製造する。このプロセスは図7-2-4のようにつぎの5つのシステムで構成されている。

- ・スラリー調製システム
- ・造粒システム（造粒、乾燥、篩別）
- ・固体原料供給システム
- ・製品冷却システム
- ・粉塵、廃ガスの洗浄システム

(a) スラリー調製システム

DAP および NPK 肥料を製造する場合は中和槽でりん酸とアンモニアの化学反応によって、りん酸アンモニウムスラリーを調製し、つぎに造粒機に送られる。りん酸の大部分は中和槽に直接計量し供給される。アンモニアは中和槽と造粒機に分割して計量し供給される。残りのりん酸は中和槽、造粒機および乾燥機からの廃ガス中のアンモニアを回収するために、洗浄器に定量供給される。りん酸で洗浄された廃ガスは、さらに水で洗浄され大気に放出される。これら廃ガスを洗浄したりん酸および水は中和槽に供給される。中和槽で得られたスラリーはスラリーポンプで造粒機に供給される。

TSP を製造する場合には、DAP、NPK の製造時の中和槽を反応器として使用し、りん鉱石粉末とりん酸を定量供給し、得られたりん酸カルシウムスラリーを造粒機に供給する。

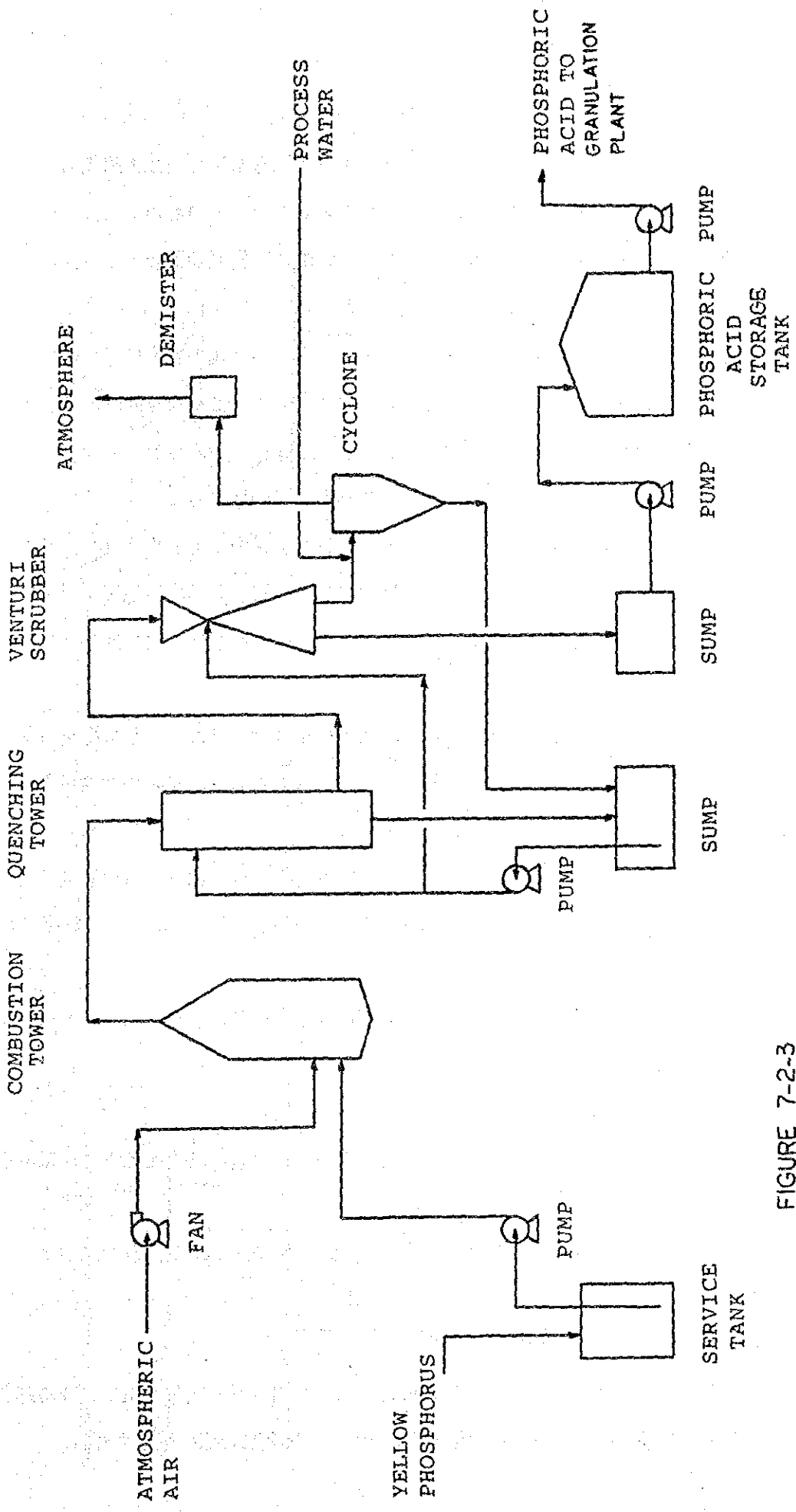


FIGURE 7-2-3

PHOSPHORIC ACID PLANT - ELECTRIC FURNACE PROCESS

FLOW SHEET - ACID PRODUCTION SECTION

(b) 造粒システム

造粒システムの機能は、反応によって得られたスラリーを所定の粒径と組成の粒状肥料への転換である。造粒は造粒機内の篩下粒径のものおよび篩上のものを粉砕したものからなる戻り粉の層上にスラリーをスプレーし、造粒機の回転運動によって行われ、均一な丸いタマネギのような層状の粒子が造粒される。

造粒機は、またアンモニア化機として機能する。アンモニア化の反応は、発熱反応であり、その結果造粒機内で、粒子中の水分蒸発が起こる。これは造粒を助け、そしてまた乾燥機の負荷を軽減する。造粒機の内部で蒸発したヒュームや水分を除くために、空気を導入する。このヒュームや蒸発水分は廃ガス処理系で処理する。

造粒品は回転ドラムの出口のグリズリー（バー状篩）を經由して排出されて、乾燥機のシュートを通して乾燥機に供給される。乾燥機の中で、被乾燥品は燃焼炉からの熱風の並行流で乾燥される。乾燥機の中で生成したかたまりは、乾燥機出口で回転グリズリーを通過し破碎される。

乾燥品はエレベーターで篩機に供給される。篩上粒子は粉砕され、そして篩下粒子と共に循環する。循環ホッパー内の製品粒径をもつもののある量は、一定の循環比を保つため循環供給機によって循環コンベアーに供給される。

この供給機は、間接的に取り出される製品量を制御する。取り出される製品量は循環コンベアーの負荷を一定にするように供給機の流量を調節することによって制御される。

篩上粒子を粉砕したもの、篩下粒子のもの、製品粒子の一部および回収ダストは循環系を經由して、造粒機に循環される。

(c) 固体原料供給システム

製品成分調節用のフィルター、さらに NPK 肥料用の原料である塩化加里および尿素を供給する原料ビンが設備されている。

これらの固体原料の所要量は、ベルト式計量機によって連続的に計量され循環コンベアーに供給される。

(d) 製品冷却システム

篩機から排出された製品は冷却機へ送風機によって吸引された大気空気により冷却される。ただし、TSP 製造時は、冷却機を經由せず、直接製品倉庫へ輸送される。

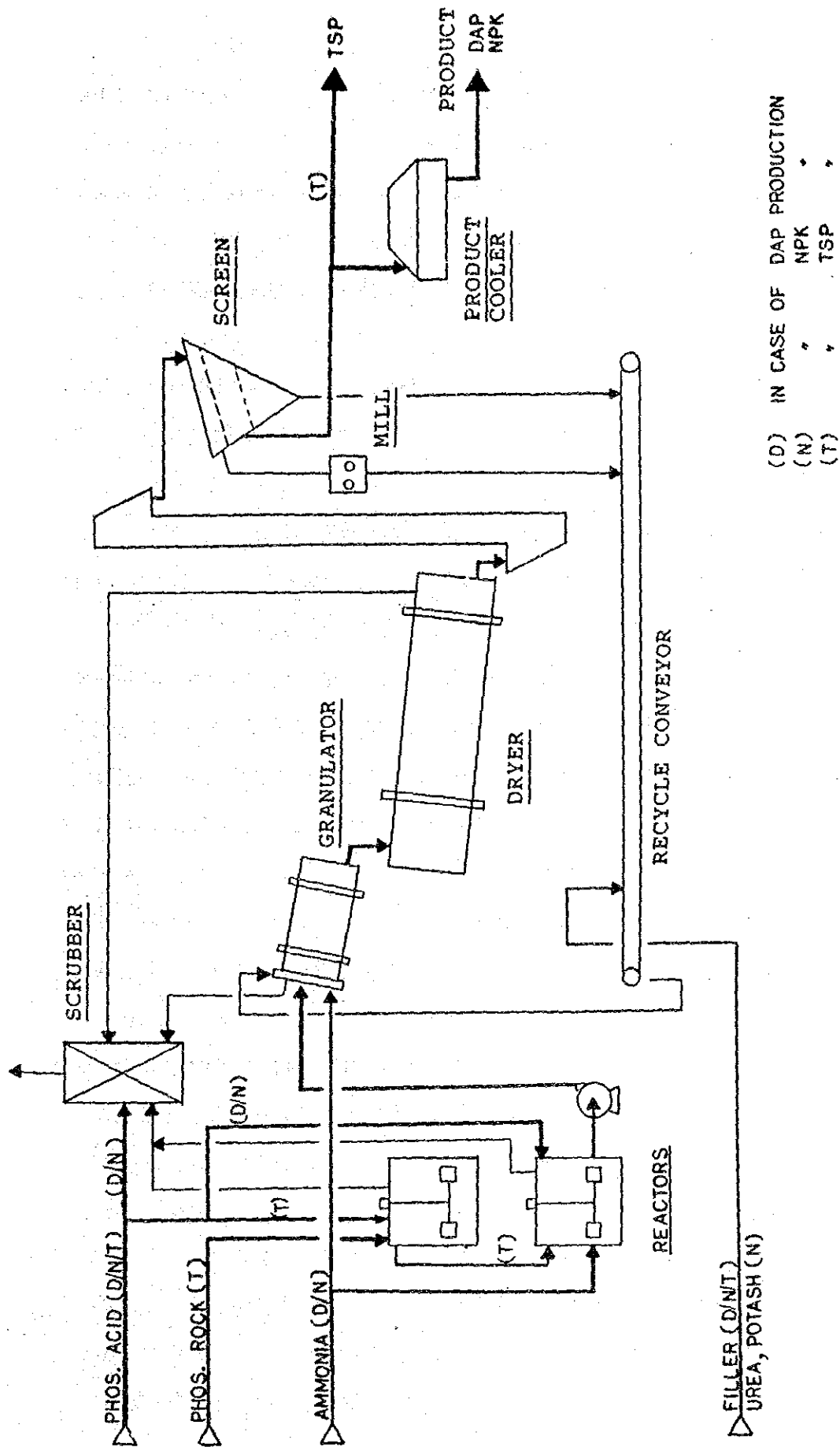


FIGURE 7-24 TYPICAL FLOW SHEET OF GRANULATION PLANT

(e) 粉塵、廃ガス洗浄システム

乾燥機、中和槽（反応槽）および造粒機からの廃ガスはアンモニア（DAP、NPK 製造の場合）および粉塵を含有している。

廃ガス洗浄処理の目的は、アンモニアおよび粉塵の有効成分の回収と、公害対策のためこれらの大気への放出量を最低にすることである。

乾燥機からの廃ガスは、ベンチュリー型式の乾燥機スクラバーで処理される。また中和槽（反応槽）、造粒機からの廃ガスはベンチュリー型式のヒュームスクラバーで処理される。それぞれ処理された廃ガスは、さらに粉塵洗浄塔で洗浄されたのち、大気中に放出される。プラント内を粉塵発生のない環境にするために、粉塵回収システムが設備されている。

発塵のある篩機、粉砕機、エレベーターなどから粉塵を含んだ空気は吸引し、ダストサイクロンを経由し、粉塵洗浄塔に送られ処理される。冷却器からの空気もまた同様に、ダストサイクロンさらに粉塵洗浄塔で処理し大気中に放出される。

ダストサイクロンで得られた粉塵は循環系に供給される。粉塵洗浄塔の洗浄液はプロセス水が使用される。乾燥機スクラバーおよびヒュームスクラバーで使われる洗浄媒体は、DAP、NPK 製造の場合りん酸と粉塵洗浄塔から排出される洗浄液の混合液であり、スクラバーで洗浄後、中和槽に供給される。したがって、正常運転の場合は、原則として廃水はプラントからは排出しない。

上述のように、アンモニアと粉塵の大部分はヒュームスクラバーと乾燥機スクラバーで回収される。一方粉塵洗浄塔はもおにふっ素化合物と少量のアンモニアと粉塵などを除去する。

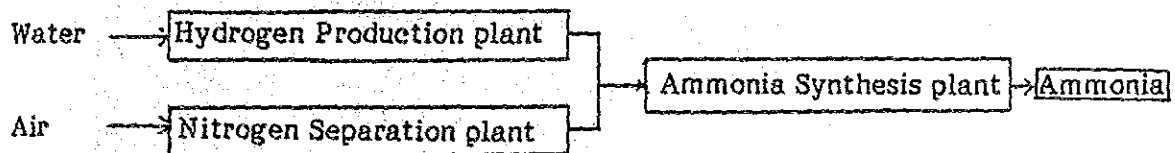
TSP 製造時は、りん酸をこのシステムに供給せず、水にて廃ガスおよび粉塵を洗浄する。

7.2.2 アンモニア製造プロセス (シナリオ2)

シナリオ2の肥料製造計画の場合、りん酸と共にアンモニアもパラグアイ共和国で生産する。アンモニアの所要量は図7-1-1-1に示すように9,030 t/Yである。6.4.4項においてアンモニアを製造することに関する技術的、経済的的局面を概略で述べた。ここではアンモニア製造計画の概要を以下に記述する。

(1) アンモニア製造プロセス

アンモニア製造プロセスは、つぎに示すように水素発生システム、窒素システムおよびアンモニア合成システムから成る。



現在世界各地で行われている一般的アンモニア製造プロセスは、天然ガス、ナフサ、燃料油などの炭化水素原料から水素ガスを得る方法に対し、本計画においては、豊富な電力を使用する水の電気分解による水素発生システムを採用し、これによる水素ガスと空気の深冷分離による窒素ガスからアンモニアを合成するプロセスである。

(a) 水素発生システム

この水素発生システムは、水を電気分解して、アンモニア合成用原料である水素ガスを製造するものであり、このフローシートは図7-2-5に示す。

主要部分を構成するものは、電解槽であり、アルカリ水溶液を電解液として水を電気分解し、水素ガスと酸素ガスを発生する。

発生した水素、酸素は、電解液と気液混相流となってそれぞれ別々に電解槽から取り出されるため、気液分離器でガスと電解液に分離される。分離された電解液は、電解反応時の発熱反応により温度が上昇しているため、冷却後さらに電解槽に戻され循環使用される。一方、分離器で分離された水素ガス、酸素ガスは、別個に設備されたガス洗浄装置において、同伴アルカリミスを除去した後、水洗されて、酸素ガスは大気中に放出され、水素ガスはホルダーあるいは直接にアンモニア合成システムに供給される。

水素プラントにおける水電気分解は、ファラデーの法則により、つぎの式のように

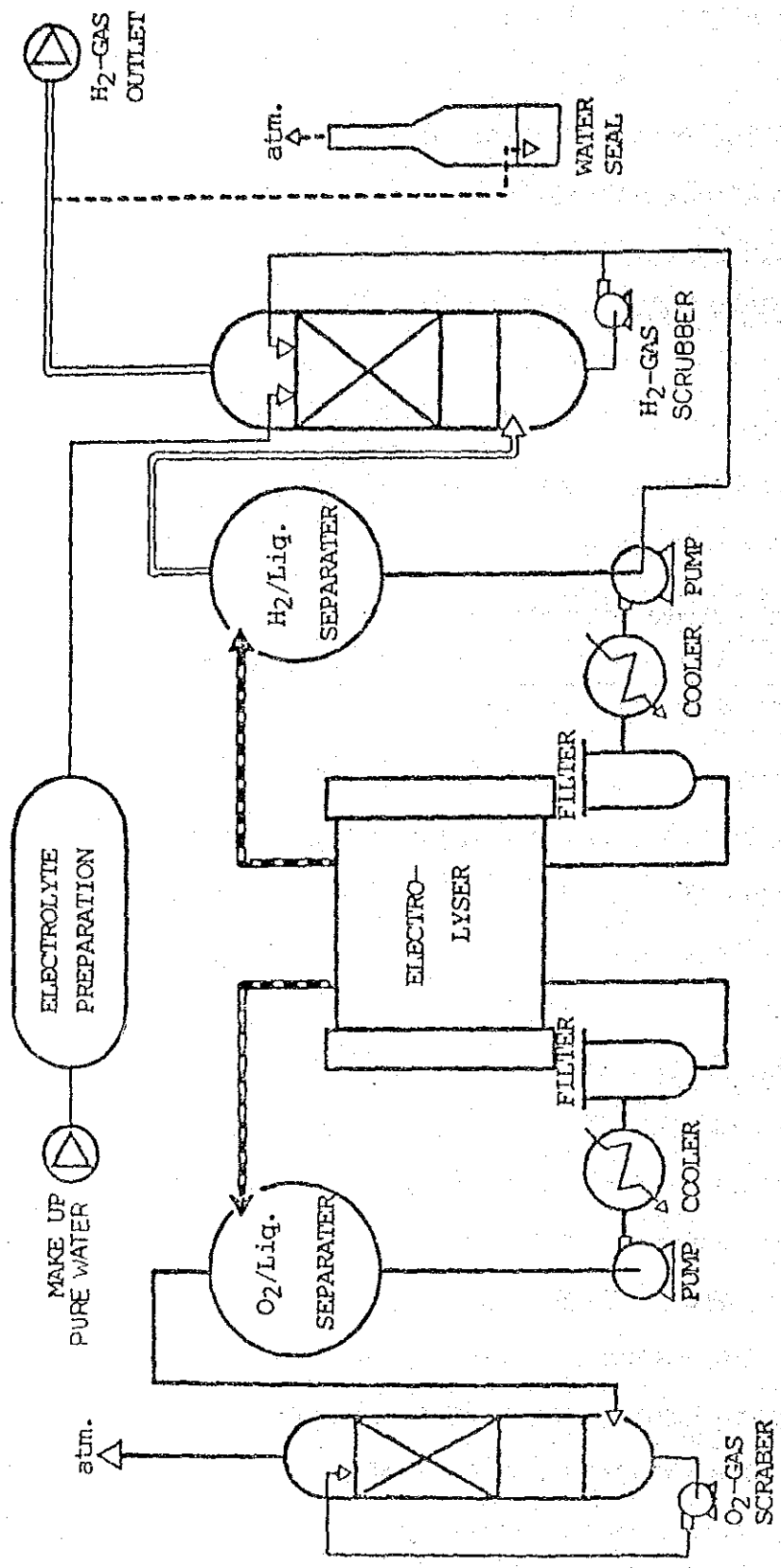
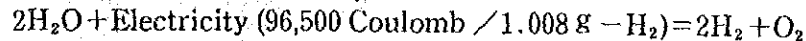


FIGURE 7-2-5 Flowsheet of Water Electrolysis Hydrogen Production System.

説明される。



電解槽の操業条件は、温度80～90℃、圧力1.0～30 a t a 、電解液は25%苛性カリ水溶液が使用され、製品の水素ガス濃度は99.7～99.9%、また酸素ガス濃度は99.6%である。

(b) 窒素システム

窒素システムは、図7-2-6に示すように、空気中の窒素分を分離して、アンモニア合成用原料としての高純度窒素ガスを製造する。

空気圧縮機にて所定の圧力まで昇圧された空気は、冷却された後、切替式熱交換器によって、水分および炭素ガスを凝結除去した後、精留塔の下部へ送る。空気はここで、塔頂に窒素ガス、塔底に酸素を含む排液とに分離される。製品窒素ガスは、精留塔の頂部から取出され、つぎに熱交換器で加熱された後、ガスホルダーあるいはアンモニア合成システムに供給される。一方、塔底の液体酸素は、コンデンサーで塔頂からの窒素ガスと熱交換した後、膨張タービンに送られ、ここで断熱膨張により、装置に必要な寒冷を発生する。そして精留塔へ供給される原料空気と熱交換して寒冷を回収された後、大気へ放出される。

(c) アンモニア合成システム

アンモニア合成システムのフローシートを図7-2-7に示す。アンモニア合成システムは、空気分離によって得られた窒素と水の電気分解によって得られた水素を原料とし、アンモニアを合成するもので、次の二つの部門よりなる。

・圧縮部門

・アンモニア合成部門

1) 圧縮部門

窒素ガスおよび水素ガスは、モル比が1：3になるように混合合成圧縮機によって、ほぼ大気圧から310気圧の圧力に昇圧し、合成塔に送られる。合成圧縮器は電力駆動往復動式である。

2) アンモニア合成部門

昇圧された合成ガスは、気液分離器を経て合成塔に入る。合成塔内では、触媒の存在

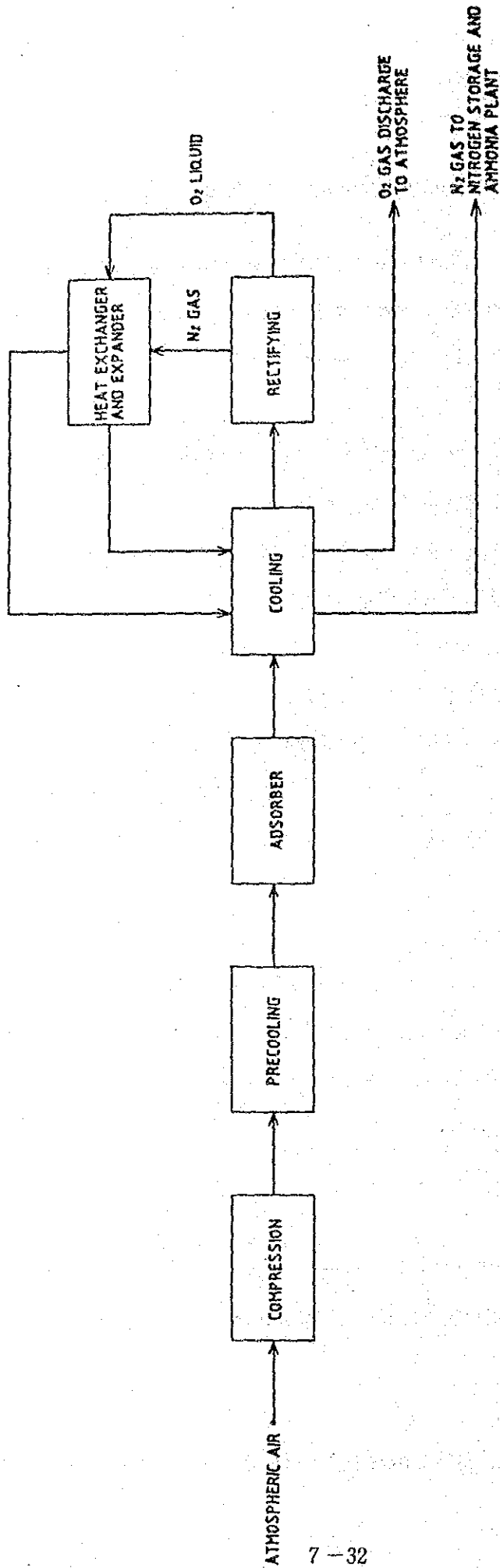


FIGURE 7-2-6 BLOCK DIAGRAM OF NITROGEN SYSTEM

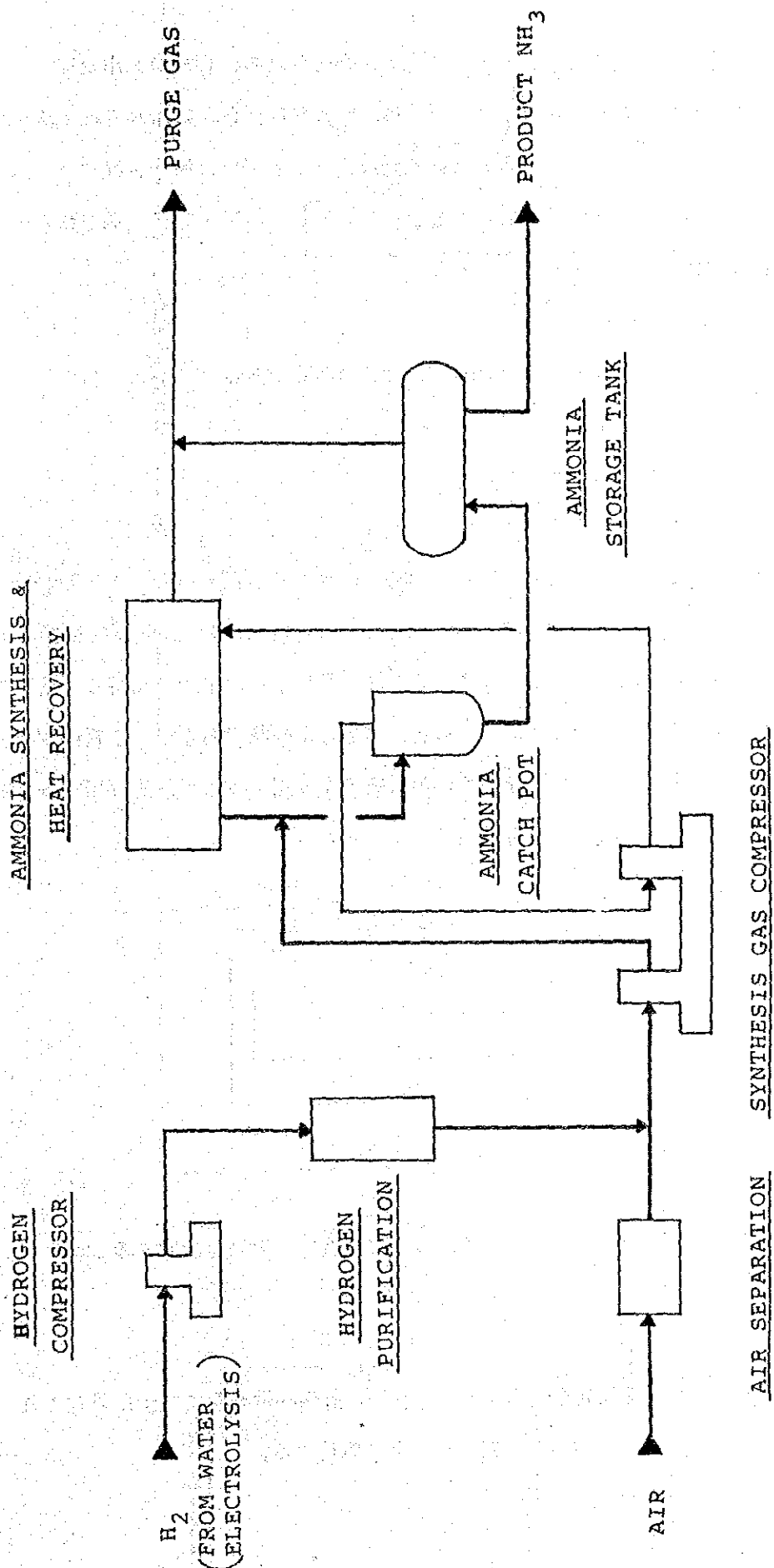
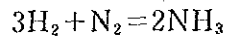


FIGURE 7-27 PROCESS FLOW SHEET OF AMMONIA SYNTHESIS SYSTEM

下で下記に示す化学反応によってアンモニアが合成される。合成塔を出たアンモニアガスは、合成塔出口の熱回収ボイラーで、熱を回収され、さらに冷却されて液体アンモニアとなる。この液体アンモニアは気液分離、レットダウン操作を経て、一部ガスをパージした後、製品液体アンモニアとなって、アンモニアタンクへ送られる。アンモニア合成の化学反応は次の通りである。



アンモニアの合成条件は、圧力310気圧、温度400℃である。

7.2.3 熔りん製造プロセス（シナリオ3）

熔りんは日本で開発されたりん酸系肥料で、1950年以来生産されている。この間、熔りんプラントは日本からのノウハウによってブラジルおよび韓国に建設され順調に稼働している。熔りんはりん鉱石に蛇紋岩またはカンラン岩を加え電炉または平炉で熔解し、熔解物を水で急冷してつくるもので、この外観はやや緑色に着色した砂状であるが、本質はガラス質である。本プロジェクトにおいては、原料の熔解に電力を使用する電炉法を採用する。熔りん製造プロセスはつぎのセクションから構成されている。

- ・原料調整
- ・融解／電炉
- ・急冷却
- ・水分離
- ・乾燥
- ・篩別／粉碎
- ・廃ガス処理

図7-2-8のフローシートにもとづいて、以下に製造プロセスを説明する。

(1) 原料調整

原料としてりん鉱石と蛇紋岩を使用する。これらは計量、混合して電炉に供給される。なお、電炉の操業に必要な、適当な粒度にそれぞれ調整する。

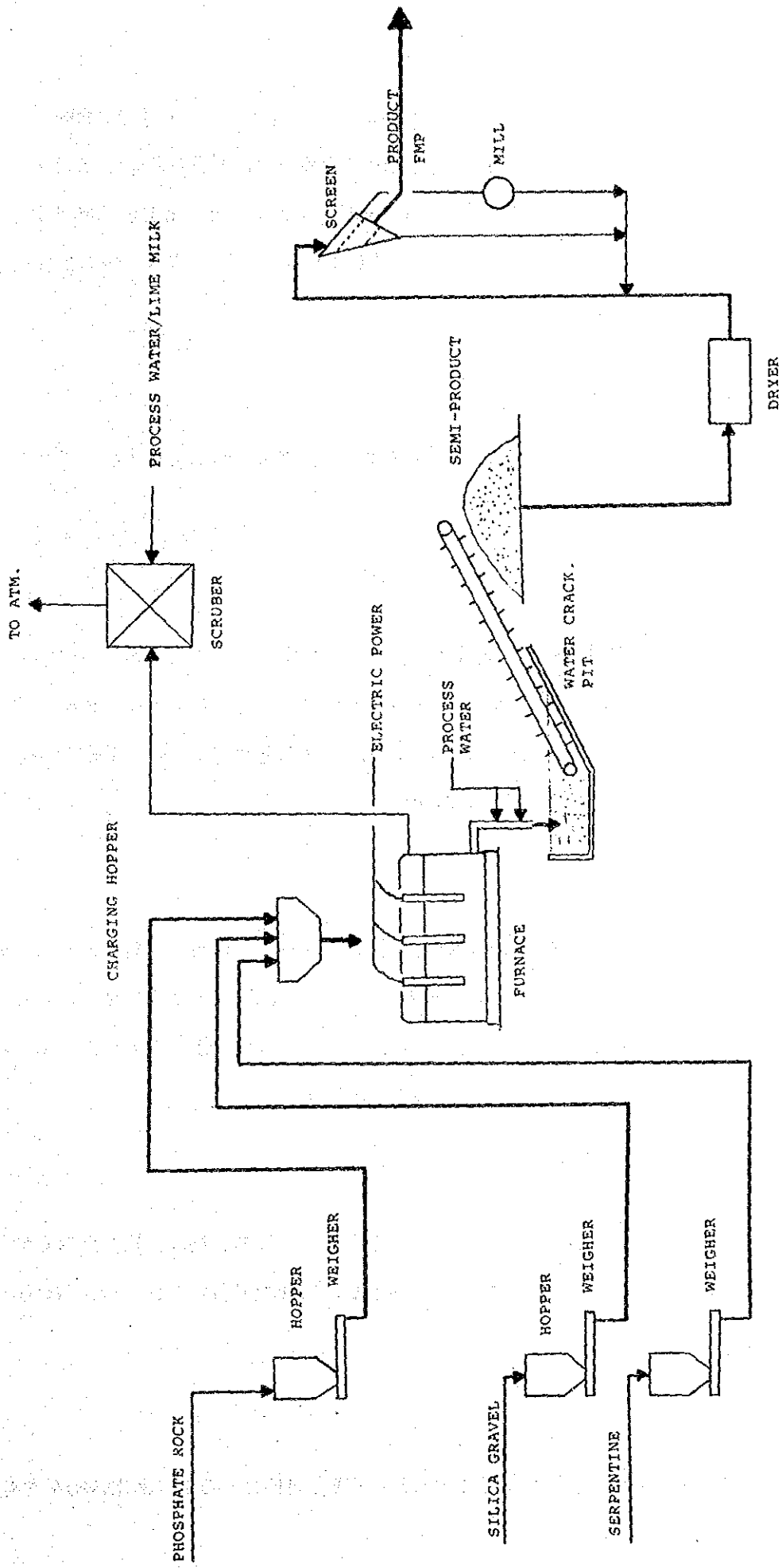


FIGURE 7-2-8 TYPICAL FLOW SHEET OF FMP PLANT

(2) 溶解／電炉

混合原料はその組成によるが、一般には1,300~1,350℃で融解される。しかし、実際の操業においては、電炉の温度は電力によって1,450℃に上昇させる。溶解炉の熱効率、その型式、容量、炉の操業にもよるが、電炉の場合は約60%、一方、平炉の場合は約35%である。

(3) 急冷却

溶解物は噴射水の中に投入して水砕し、急冷却する。クエン酸溶解性の高い熔りんを製造するためには、十分な急冷が必要である。

(4) 水分離

水による急冷によって得られた半製品は、多量の水の中にあるので、水から分離されなければならない。たとえば、半製品はドラッグベルトによって急冷ピットから直接にすくい取られる。このようにして得られた半製品は水分20~30%を含有するが、貯蔵ヤードに堆積することによってその水分は約5%に減少する。

(5) 乾燥

半製品の乾燥は、乾燥機で燃料油を燃焼して得られた熱風を使用して行なわれる。乾燥工程において、とくに注意すべきことは、半製品の温度を500℃以上に上げてはならないことである。もし500℃以上に加熱すると、半製品のりん分は他の成分と共にふっ素アパタイトを形成し、クエン酸溶解性りん酸の含有量は低下する。

(6) 篩別／粉碎

乾燥された半製品は、粒径を調整されて製品となる。粒径の調整は、振動篩機を使って行われ、篩下品を製品とする。この際発生する篩上物は粉碎機で粉碎されて後、振動篩機に供給される。

(7) 廃ガス処理

電炉で発生する廃ガスは、りん鉱石に由来するSiF₄、HFなどのふっ素化合物を含有し、

公害問題をひき起す。したがって、電炉の排出ガスは石灰乳および水で洗浄処理したのち大気中に放出される。

7.2.4 機器リスト

主要機器リストを表7-2-1にまとめる。

Table 7-2-1 Equipment List

(1) Phosphoric Acid Plant (#1000)

(a) Raw Material Preparation Section

Item No.	Name	Q'ty	Type	Material
B1101	Pneumatic Air Fan	1	Turbo	C.S.
B1103	Kiln Exhaust Gas Fan	1	Turbo	C.S.
B1105	Kiln Cooling Fan	1	Turbo	C.S.
B1107	Emergency Cooling Fan	1	Turbo	C.S.
C1101	P. Rock Bucket Elevator	1	Bucket	C.S.
C1103	Feed Elevator	1	Bucket	C.S.
C1105	Granulator Feed Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1106	Screen Feed Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1109	Dryer Feed Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1110	Kiln Feed Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1113	P.Rock Pellet Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1115	Cokes Receiving Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1116	Cokes Elevator	1	Bucket	C.S.
C1117	O.S Cokes Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1118	Silica Gravel Receiving Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C1119	Silica Gravel Elevator	1	Bucket	C.S.
C1120	O.S Gravel Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1121	Mixing conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1122	Mixed Materials Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1123	Feed Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C1124	P. Rock Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
D1101	P. Rock Chute	1	Rectangular	C.S.
D1102	Calcined Material Silo	1	Vertical, Cylindrical	C.S.
D1103	Cyclone	1	Vertical	C.S.
D1104	P. Rock Powder Silo	1	Cylindrical	C.S.
D1105	P. Rock Pellet Silo	1	Cylindrical	C.S.
D1106	Exhaust Gas Cyclone	1	Vertical	C.S.
D1107	Oil Service Tank	1	Vertical	C.S.
D1108	Water Service Tank	1	Vertical	C.S.
D1109A/B	Binder Tank	2	Vertical	C.S.
D1110	Cokes Chute	1	Rectangular	C.S.
D1111	Cokes Hopper	1	Cylindrical	C.S.
D1112	Cokes Hopper	1	Cylindrical	C.S.
D1113	Silica Gravel Chute	1	Rectangular	C.S.
D1114	Silica Hopper	1	Cylindrical	C.S.
D1115	Silica Hopper	1	Cylindrical	C.S.
E1101	Contact Cooler	1	Vertical	C.S./Brick

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
F1101	P. Rock Bag Filter	1	Bag	C.S.
F1102	P. Rock Screen	1	Rotary	C.S.
F1103	P. Rock Pellet Screen	1	Vibrating	C.S.
F1104	Bag Filter	1	Bag	C.S.
F1105	Cokes Screen	1	Vibrating	C.S.
F1106	Cokes Dryer Bag Filter	1	Bag	C.S.
F1107	Silica Gravel Screen	1	Vibrating	C.S.
F1108	Silica Dryer Bag Filter	1	Bag	C.S.
F1109	Mixed Material Bag Filter	1	Bag	C.S.
H1101	Band Dryer	1	Band	C.S./Brick
H1102	Rotary Kiln	1	Rotary	C.S.
H1103	Cokes Dryer	1	Rotary	C.S.
H1104	Silica Gravel Dryer	1	Rotary	C.S.
M1101	P. Rock Feeder	1	Belt	C.S.
M1102	P. Rock Weigh Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M1103	Fine Rock Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M1104	P. Rock Pelletizer	1	Pan	C.S.
M1105	Pellet Extractor	1	Vibrating	C.S.
M1106	Cokes Feeder	1	Belt	C.S.
M1107	Silica Gravel Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M1108	P. Rock Pellet Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M1109	Cokes Weigher	1	Belt	C.S./Rubber
M1110	Silica Gravel Weigher	1	Belt	C.S./Rubber

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
P1101	Water Pump	1	Centri.	C.S./Rubber
P1102	Binder Pump	1	Centri.	C.S./Rubber
Q1101	Mill	1	Roller	C.S.
Q1102	Pug Mill	1	Pug	C.S.
Q1103	Ball Mill	1	Wet	C.S.

(b) Furnace Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
D1201	Furnace Over Head Hopper	1	Cylindrical	C.S.
D1202	Condenser	1	Spray	316L S.S.
D1203	Condenser	1	Spray	316L S.S.
D1204	Condenser	1	Spray	316L S.S.
D1205	Hot Water Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1206	Hot Water Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1207	Condenser Seal Pit	1	Square	Concrete
F1201	Furnace Bag Filter	1	Bag	C.S.
H1201	Electric Furnace	1	Electric	Graphite
M1201	Electrod Driver	1	-	-
M1202	Tapping Machine	1	Air Hummer	-
M1203	Dust Collector	1	E.P	-
M1204	No.1 Hoist	1	Manual	C.S.
M1205	No.2 Hoist	1	Manual	C.S.
M1206	No.3 Hoist	1	Manual	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
P1201A/B	Phosphorus Pump	1+1	Vertical	316L SS
P1202	Insulation Pump	1	Centri.	C.I.
P1203	Water Cracking Pump	1	Centri.	C.I.
P1204	Slurry Pumps	1	Centri.	C.I.
P1205	Cooling Pump	1	Centri.	C.I.
P1206A/B	Condenser Pump	1+1	Centri.	316L SS
P1207	Hot Water Pump	1	Centri.	C.I.
TK1201	Phosphorus Storage Tank	1	Cylindrical	316L
Z1201	Vacuum Pump	1	Nush	316SS

(c) Acid Production Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B1301	Combustion Fan	1	Turbo	C.S.
B1302	Air Spray Compressor	1	Recipro.	C.I.
B1303	Exhaust Gas Fan	1	Turbo	C.S.
D1301	Air Holder	1	Cylindrical	C.S.
D1302A/C	Cyclone	3	Vertical	C.S.
D1303	Demister	1	-	-
D1304	Weak Acid Tank	1	Cylindrical	316L SS
D1305	Conc Acid Tank	1	Cylindrical	316L SS
D1306A/B	Acid Preparation Tank	2	Cylindrical	316L SS
D1307A/B	Hot Water Discharge Tank	2	Cylindrical	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
E1301	Air Refrigerator	1	Centri	C.S.
E1302A/C	Acid Cooler	3	Shell & Tube	Carbon Graphite
J1301A/B	Venturi Scrubber	3	Venturi	Graphite
P1301	Phosphorus Feed Pump	1	Diaphragm	316 SS Rubber
P1302	Weak Acid Circ. Pump	1	Centri.	C.I./Rubber
P1303	Conc Acid Pump	1	Centri.	C.I./Rubber
P1304A/B	Product Acid Pump	1+1	Centri.	C.I./Rubber
P1305A/B	Water Discharge Pump	1+1	Centri.	C.I.
P1306	Acid Transfer Pump	1	Centri	C.I.
T1301	Combustion Tower	1	Vertical	316L SS
T1302	Cooling Tower	1	Cylindrical	C.S./carbon
TK1301	Product Acid Storage Tank	1	Cylindrical	316L SS

(d) Gas Washing Facility

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B1401	Furnace Gas Exhaust Fan	1	Turbo	C.S.
B1411	Pit Gas Exhaust Fan	1	Turbo	C.S.
D1401	Over Head Hood	1	Square	C.S.
D1402	No.1 Mist Collector	1	Rectangular	C.S.
D1403	No.2 Mist Collector	1	Cylindrical	Plastic
D1404	Lime Milk Tank	1	Cylindrical	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
D1411	Pit Gas Hood	1	Square	C.S.
D1412	Pit Gas No.1 Mist Collector	1	Packed Tower	C.S.
D1413	Pit Gas No.2 Mist Collector	1	Packed Tower	C.S.
P1401A/B	Furnace Gas Wash Pump	1+1	Centri.	C.I/Rubber
P1411	Pit Gas Wash Pump	1	Centri.	C.I/Rubber
T1401	Stack	1	-	C.S.
Z1401	Furnace Gas Venturi	1	Venturi	C.S.
Z1402	Furnace Gas Venturi	1	Venturi	C.S.
Z1411	Pit Gas Venturi	1	Venturi	C.S.
Z1412	Pit Gas Venturi	1	Venturi	C.S.

(e) Waste Water Treatment Facility

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
CL1501	Thickener	1	-	Concrete
D1501	NaClO Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1502	Mixing Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1503	Lime Milk Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1504	Neutralizer	1	Cylindrical	C.S.
D1510	Dilution Pit	1	Square	Concrete
F1501	Filter Press	1	-	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
M1501	Reactor Tank Agitator	1	Propeller	C.S.
M1502	Lime Milk Tank Agitator	1	Paddle	C.S.
M1503	Neutralizer Agitator	1	Paddle	C.S.
M1504	Rake	1	Center Drive	C.S.
P1501	NaC&O Pump	1	Diaphragm	C.I./Rubber
P1502	Neutralizer Feed Pump	1	Centri.	C.I./Rubber
P1503	Lime Milk Pump	1	Centri.	C.I./Rubber
P1504	Thickener Feed Pump	1	Centri.	C.I./Rubber
P1505	Sludge Pump	1	Centri.	C.I./Rubber
P1506	Dilution Water Pump	1	Centri.	C.I.

(F) CO Gas Scrubbing Facility

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B1601	Oxidation Tower Compressor	1	Screw	C.I.
D1601	Pressure Precipitater	1	Cylindrical	C.S.
D1602	Brine Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1603	Gas Stripper	1	Cylindrical	C.S.
D1604	Drain Receiver	1	Cylindrical	C.S.
D1605	Air Receiver	1	Cylindrical	C.S.
D1606	NaOH Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1607	NaC2O Tank	1	Cylindrical	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
D1608	Reagent Tank	1	Cylindrical	C.S.
D1609	Collection Tank	1	Cylindrical	C.S.
E1601A/B	Wash Water Cooler	2	Shell/Tube	C.S.
E1602	Refrigerator	1	-	C.S.
F1601	Filter Press	1	-	C.S.
P1601A/B	Wash Tower Cir. Pump	1+1	Centri.	C.I.
P1602A/B	Brine Cir. Pump	1+1	Centri.	C.I.
P1603A/B	Cooling Tower Pump	1+1	Centri.	C.I.
P1604A/F	Absorbing Tower Pump	4+2	Centri.	C.I.
P1605	Filter Press Feed Pump	1	Centri.	C.I.
P1606	Oxidation Tower Pump	1	Centri.	C.I.
P1607	Reagent Pump	1	Centri.	C.I.
P1608	Brine Feed Pump	1	Centri.	C.I.
P1609A/B	NaOH Pump	1+1	Centri.	C.I.
P1610	NaClO Pump	1	Centri.	C.I.
TK1601	CO Gas Holder	1	Floating Head	C.S.
T1601	Washing Tower	1	Spray	304L SS
T1602	Cooling Tower	1	Draft	PVC
T1603	Burner for Stack	1	-	-
T1604	H ₂ S Absorber	1	Cylindrical	C.S/Wood
T1605	Oxidation Tower	1	Bubbling	C.S.
T1606	Spray Absorber	1	Spray	Plastic
T1607	Cl ₂ Absorber	1	Spray	C.S.

(2) Granulation Plant (#2000)

(a) Slurry System

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C2101	P. Rock Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C2102	P. Rock Elevator	1	Bucket	C.S.
D2101	P. Rock Hopper	1	Rectangular	C.S.
D2102	Head Tank	1	Rectangular	316L SS
D2103	Reactor	1	Cylindrical	316L SS
D2104	Neutralizer	1	Cylindrical	316L SS
M2101	P. Rock Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M2102	Reactor Agitator	1	Paddle	316L SS
M2103	Neutralizer Agitator	1	Piched Impeller	316L SS
P2101A/B	Slurry Pump	1+1	Centri.	316L SS

(b) Granulation and Product Cooling System

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B2201	Primary Air Fan	1	Turbo	C.S.
B2202	Secondary Air Fan	1	Turbo	C.S.
C2201	Screen Feed Elevator	1	Bucket	C.S.
C2202	Recycle Conveyor	1	Belt (Closed)	C.S.
C2203	Recycle Elevator	1	Bucket	C.S.
C2204	Product Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C2205	Product Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C2206	Product Elevator	1	Bucket	C.S.
D2201	O.S Screen Hopper	1	Rectangular	C.S.
D2202	U.S Screen Hopper	1	Rectangular	C.S.
D2203	Product Hopper	1	Rectangular	C.S.
D2204	Dryer Cyclone	1	Vertical	C.S.
D2205	Dust Cyclone	1	Vertical	C.S.
E2201	Combustion Chamber	1	Oil Burning	C.S/Brick
F2201	O.S. Screen	1	Vibrating	C.S.
F2202	Product Screen	1	Vibrating	C.S.
M2201	Granulator	1	Rotary	C.S.
M2202	Dryer	1	Rotary	C.S.
M2203	O.S Mill	1	Chain	C.S.
M2204	Cooler	1	Rotary	C.S.
M2205	Product Scale	1	Belt	C.S/Rubber
M2206	Recycle Conveyor Feeder	1	Vibrating	C.S.
M2207	Coater	1	Screw	C.S.
R2201	Pipe Reactor	1	Pipe	Special Alloy

(c) Solid Raw Material Handling

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B2301	Bag Filter Fan	1	Turbo	C.S.
C2301	Coating Agent Elevator	1	Hoist	C.S.
C2302	Solid Material Elevator	1	Bucket	C.S.
C2303	Solid Material Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
D2301	Solid Material Hopper	1	Rectangular	C.S.
D2302	Potash Bin	1	Rectangular	C.S.
D2303	Urea Bin	1	Rectangular	C.S.
D2304	Filler Bin	1	Rectangular	C.S.
D2305	Coating Agent Hopper	1	Rectangular	C.S.
D2306	Coating Oil Tank	1	Rectangular	C.S.
F2301	Bag Filter	1	Bag	C.S.
M2302	Potash Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M2303	Urea Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M2304	Filler Feeder	1	Belt	C.S./Rubber
M2305	Coating Agent Feeder	1	Screw	C.S.
P2301	Coating Oil Pump	1	Gear	C.I.

(d) Dust Collection and Fume Scrubbing System

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B2401	Fume Scrubber Fan	1	Turbo	316 SS
B2402	Dryer Scrubber Fan	1	Turbo	316 SS
B2403	Dust Fan	1	Turbo	C.S.
D2401	Fume Scrubber Tank	1	Cylindrical	C.S + Rubber
D2402	Proces Sump	1	Square	Concrete/Brick
J2401	Fume Scrubber	1	Venturi	316L SS
J2402	Dryer Scrubber	1	Venturi	316L SS
J2403	Dust Scrubber	1	Spray	C.S + Rubber
M2401	Sump Agitator	1	Paddle	316L SS
P2401	Fume Scrubber Pump	1	Centri	316 SS
P2402	Dust Scrubber Pump	1	Centri	C.I/Rubber
P2403	Sump Pump	1	Vertical	316 SS
P2404	Sludge Pump	1	Centri	316 SS

(3) Fused Magnesium Phosphate Plant (#3000)

(a) Raw Material Preparation Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C3101	No.1 P. Rock Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
C3102	No.1 Silica Gravel Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
C3103	No.2 Silica Gravel Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
C3114	No.1 Serpentine Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C3115	No.2 Serpentine Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
D3101	P. Rock Hopper	1	Rectangular	C.S.
D3102	Silica Gravel Hopper	1	Rectangular	C.S.
D3103	Serpentine Hopper	1	Rectangular	C.S.
D3104	Mixing Hopper	1	Rectangular	C.S.
M3101	P. Rock Feeder	1	Vibrating	C.S.
M3102	P. Rock Weigher	1	Belt	C.S/Rubber
M3103	Silica Gravel Feeder	1	Vibrating	C.S.
M3104	Silica Gravel Weigher	1	Belt	C.S/Rubber
M3105	Serpentine Feeder	1	Vibrating	C.S.
M3106	Serpentine Weigher	1	Belt	C.S/Rubber

(b) Fushing Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C3201	No.1 Furnace Feed Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
C3202	No.2 Furnace Feed Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
C3203	Furnace Feed Elevator	1	Bucket	C.S.
C3204	Hopper Feed Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
D3201	Furnace Over Head Hopper	1	Rectangular	C.S.
F3201	Furnace Dust Filter	1	Bag	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
H3201	Electric Furnace	1	Electric.	Graphite
M3201	Electrod Driver	1	-	-
M3202	No.1 Hoist	1	Manual	C.S.
M3203	No.2 Hoist	1	Manual	C.S.

(c) Quenching Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C3301	Drag Conveyor	1	Flight	C.S.
C3302	Semi-Product Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
D3301	Water Cracking Pit	1	Rectangular	Concrete
D3302	Quenching Pit	1	Rectangular	Concrete
D3303	Water Sump	1	Rectangular	Concrete
P3301A/B	Quenching Water Pump	1+1	Centri	C.S.

(d) Water Separation and Drying Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B3401	Dryer Fan	1	Turbo	C.S.
B3402	Primary Air Fan	1	Turbo	C.S.
B3403	Secondary Air Fan	1	Turbo	C.S.
C3401	Wet Product Conveyor	1	Belt	C.S/Rubber
C3402	Wet Product Elevator	1	Bucket	C.S.
C3403	Dryer Discharge Elevator	1	Bucket	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
C3404	Screen Feed Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C3405	Return Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C3406	No.1 Product Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
C3407	No.2 Product Conveyor	1	Belt	C.S./Rubber
D3401	Wet Product Hopper	1	Rectangular	C.S.
D3402	Wet Product Silo	1	Cylindrical	C.S.
D3403	Screen Hopper	1	Rectangular	C.S.
D3404	Oil Service Tank	1	Cylindrical	C.S.
D3405	Dryer Cyclone	1	Vertical	C.S.
E3401	Furnace	1	Oil Burning	C.S/Brick
F3401	Bag Filter	1	Bag	C.S.
F3402	Product Screen	1	Vibrating	C.S.
M3401	Vibrating Feeder	1	Vibrating	C.S.
M3402	Dryer	1	Rotary	C.S.
M3403	Mill	1	Roller	C.S.
M3409	Product Scale	1	Belt	C.S/Belt

(e) Waste Gas Scrubbing Section

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B3501	Furnace Gas Exhaust Fan	1	Turbo	C.S.
D3501	Over Head Hood	1	Square	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
D3504	Lime Milk Tank	1	Cylindrical	C.S.
P3501A/B	Furnace Gas Wash Pump	1+1	Centri	C.I./Rubber
T3501	Stack	1	-	C.S.
Z3501	Furnace Gas Venturi	1	-	C.S.

(5) Waste Water treatment Facility

Refer to (1), (2)

Note: C.S : Carbon Steel

C.I : Cast Iron

SS : Stainless Steel

(6) Ammonia Plant

(a) Water Electrolysis Hydrogen Production System

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
E4101	H ₂ -Liq. Cooler	1	Shell & Tube	316LSS
E4102	H ₂ -Gas Cooler	1	Shell & Tube	304 SS
E4103	O ₂ -Liq. Cooler	1	Shell & Tube	Ni-Alloy
E4104	O ₂ -Gas Cooler	1	Shell & Tube	304 SS
F4101	H ₂ -Liq. Separator	1	Cylindrical	316LSS
F4102	H ₂ Filter	1	-	316LSS
F4103A/B	O ₂ -Liq. Separator	1+1	Cylindrical	316LSS
F4104	O ₂ Filter	1	-	316LSS
F4105	Mist Separator	1	-	304 SS
J4101	H ₂ Gas Scrubber	1	Packed	304SS
J4102	O ₂ Gas Scrubber	1	Packed	304SS
M4101	Hoist	1	Motor Drive	C.S.
P4101	H ₂ -Liq. Pump	1	Centri	316SS
P4102	H ₂ Gas Scrubber Pump	1	Centri	316SS
P4103	O ₂ Liq. Pump	1	Centri	316SS
P4104	O ₂ Gas Scrubber Pump	1	Centri	316SS

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
Z4101A/H	Electrolster	8	Filter Press	-
Z4102	Dosing Unit	1		
Z4103	H ₂ Gas Sealer	1	Cylindrical	C.S.
Z4104	Cooling Tower	1	Air Draft	C.S. Wood

(b) Ammonia Synthesis

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
B4221	Hydrogen Compressor	1	Recipro.	
B4202	Nitrogen Compressor	1	Recipro.	
B4203	Syngas Compressor & Circulator	1	Recipro.	
E4201	H ₂ Gas Cooler	1	Shell & Tube	C.S.
E4202	BFW Heater	1	U-Tube	C.S.
E4203	Ammonia Cooler	1	U-Tube	C.S.
E4204	Dearator Heater	1	U-Tube	C.S.
E4205	Syngas After Cooler	1	Shell & Tube	C.S.
E4206	Condenser	1	U-Tube	C.S.
P4201A/B	BFW Pump	1+1	Centri	C.S./C.I.
P4202A/B	Ammonia Pump	1+1	Centri	304SS
TK4201	Deoxo Vessel	1	Cylindrical	C.S.
TK4202	Ammonia Catch Pot	1	Vertical	C.S.
TK4203	1st Ammonia Flash Vessel	1	Vertical	C.S.
TK4204	2nd Ammonia Flash Vessel	1	Vertical	C.S.
TK4205	Flash Gas Condenser Separator	1	Vertical	C.S.
TK4206	Ammonia Tank	1	Sphere	C.S.

<u>Item No.</u>	<u>Name</u>	<u>Q'ty</u>	<u>Type</u>	<u>Material</u>
U4201	Dryer Unit	1		
U4202	N ₂ Gas Generator	1	Cold Box	
E4201	Ammonia Converter	1	Vertical	C.S.

7.3 副生物処理および公害対策

7.3.1 副生物処理

本プロジェクトにおいて、シナリオ1および2の場合、図7-1-1 (1/3)、(2/3) に示すように、りん酸プラントから副生物としてスラグ73,590 t/年およびりん鉄1,670 t/年が生産される。さらにりん酸プラントの電炉より一酸化炭素ガス $2.3 \times 10^7 \text{Nm}^3/\text{年}$ を生産する。省資源、省エネルギーの観点から、副生物を有効に活用することは重要である。したがって、本プロジェクトにおいて副生物はつぎのように利用する。

(1) 一酸化炭素ガス

一酸化炭素ガスは、発熱量の $3,020 \text{kcal}/\text{Nm}^3$ ($2,420 \text{kcal}/\text{kg}$) を有する燃料ガスである。本プロジェクトにおいて、りん酸プラントの電炉で発生する一酸化炭素ガスは、洗浄後、原料りん鉱石の焼結用の燃料として使用する。

(2) スラグ

りん酸プラントの電炉より生成するスラグの主成分は、石灰 (CaO) と珪酸 (SiO_2) とから成る珪酸カルシウム (CaSiO_2) である。日本においては、このスラグは可溶性珪素およびアルカリ分を含有する珪酸質肥料として有効に使用されている。すなわち、作物生育に対する有効性が珪素 (Si) およびカルシウム (Ca) という元素の栄養補給のみでなく、土壤の酸性の中和に大きな役割がある。本プロジェクトにおいては、副生するスラグは一部分 ($15,000 \text{t}/\text{年}$) は肥料製造時の副原料であるフィラーとして使用し、残り $58,590 \text{t}/\text{年}$ の半量は珪酸質肥料として50kg入袋詰品の荷姿で販売されるものとする。珪酸質肥料としての品質はつぎのとおりである。

可溶性珪酸：35% (SiO_2)

アルカリ分：40%

(3) りん鉄

りん酸プラントの電炉で副生されるりん鉄はP分を20~26%含有しており、日本ではフ

ェロアロイとして利用されている。りん鉄の利用は現在パラグアイ共和国では行われていないので将来の問題となる。本プロジェクトでは、プラント近接地に野積みすることにする。

(フェロアロイ：製鉄時、主に脱酸剤として使用される。)

7.3.2 公害対策

環境汚染防止は、重要な項目であり、各種の防止対策は本プロジェクトに織り込んである。

(1) 大気汚染防止

本プロジェクトにおいて排気中の有害成分として考えられるものは、ふっ素、亜硫酸ガス、アンモニア、粉塵である。

パラグアイ共和国の SENASA から暫定基準としてつぎの数値を示された。

	SENASA 暫定基準	日本の基準
P ₂ O ₅ (Mist or fume)	: 0.15%	粉塵 150mg/N m ³
Fluorine F	: 20mg/N m ³	15mg/N m ³
Sulfur Dioxide	: 0.03%/V/V	K 値規制

本工場計画においては上記の暫定規準を基準として、さらに日本の規準を加味して処理設備を設計した。

廃ガスが出る場所および含まれる含有物質はつぎのとおりである。

- (a) りん酸プラントの廃ガス：ふっ素、粉塵、亜硫酸ガス
- (b) 肥料プラントの廃ガス：ふっ素、アンモニア、粉塵
- (c) ボイラー廃ガス：亜硫酸ガス、粉塵
- (d) 熔りんプラント廃ガス：ふっ素、粉塵

- 1) りん酸プラントの廃ガスは、おもにペレット焼成用キルンと電炉のダップ中にでるガスであり、石灰乳で洗浄することにより、ふっ素規準値以下にすることができる。
- 2) 肥料プラントからの廃ガスはおもに中和槽、造粒機、乾燥機および冷却機からのもの

のであり、冷却機以外の廃ガスはアンモニアガスを含む。まづりん酸で洗浄してアンモニアを回収後、冷却機の廃ガスも含めて、水で洗浄し、ふっ素規準値以下の濃度にし、大気に放出する。

- 3) ボイラー燃料ガスは燃料油の硫黄含有量1%のものを使用したとき、上記 SENASA 暫定規準値を達成することはむづかしい。この対策として日本で実施されているように煙突の高さを高くして地上接地濃度を下げることにする。
- 4) 熔りんプラントの廃ガスは、電炉内で発生するふっ化水素、亜硫酸ガスを含み、石灰乳で洗浄しふっ素規制値濃度以下にし大気放出する。

(2) 水質汚染

廃水中の有害物質の規準値としては、つぎの日本における値を設計基準とする。

シアン化合物：1mg/l

pH : 5.8~8.6

COD : 160mg/l (日平均 120mg/l)

BOD : 160mg/l (日平均 120mg/l)

ふっ素 : 15mg/l

廃水処理について図7-3-1にもとづき説明する。

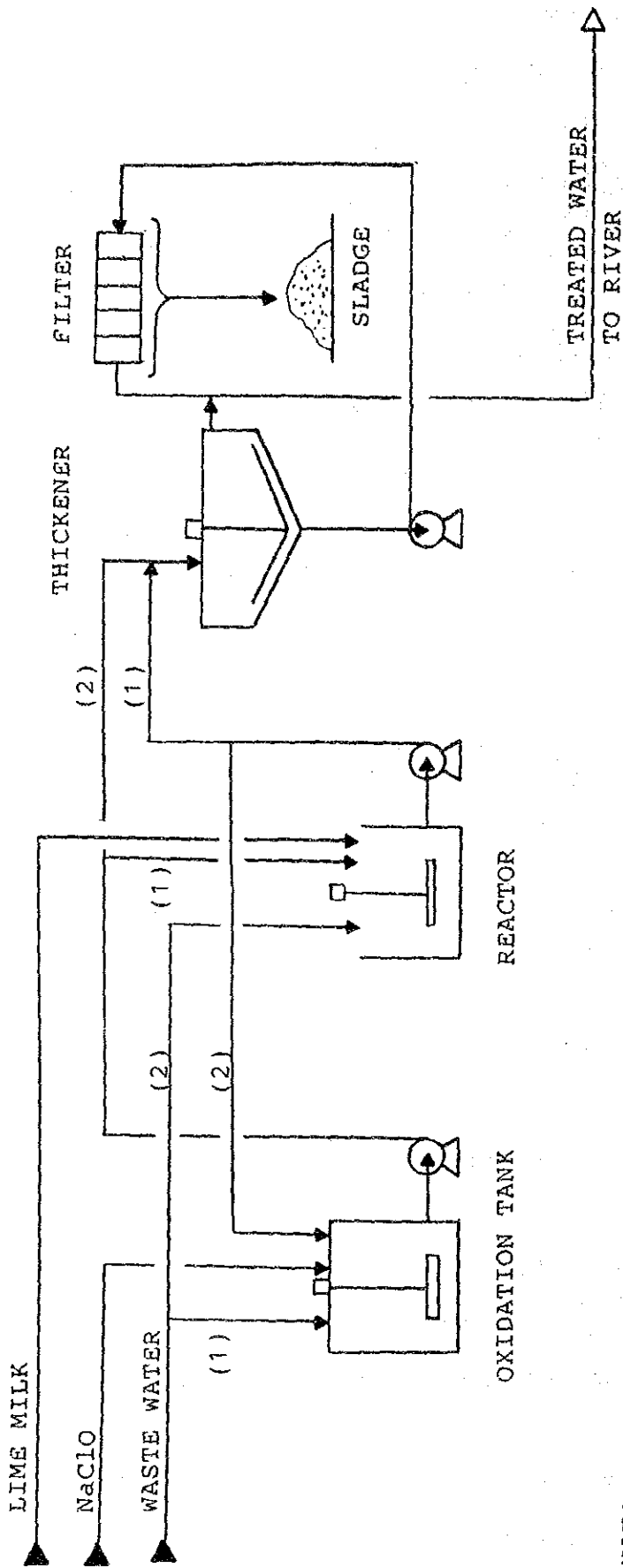
(a) シナリオ1および2の場合

シナリオ1および2の場合は、りん酸プラントからの廃水を処理する。りん酸プラントの電炉工程では、炉内で一部の窒素と炭素が反応し、シアン化合物が生成される。このシアン化合物はりん酸プラントのコンデンサーで水により吸収されるので、この水を本処理設備により無害化処理する。またこの廃水にはCODも多く含まれ、さらにふっ化物も含まれる。

シアン化合物は、酸化槽で次亜塩素酸ナトリウムにより酸化分解し無害化する。同時にCODも酸化分解される。ふっ化物は、反応槽にて石灰乳により、水に対する溶解度の低いふっ化カルシウムとして固定し処理し、沈降槽と濾過機により固形物を分離し、河へ放流する。

(b) シナリオ3の場合

シナリオ3の場合は、熔りんプラントからの廃水を処理する。この場合は、廃水中に



NOTE (1) PROCESS LINE FOR SCENARIO 1/2
 (2) PROCESS LINE FOR SCENARIO 3

FIGURE 7-3-1 TYPICAL FLOW SHEET OF WASTE WATER TREATMENT

シアン化合物は含まれていないので、COD とふっ化物の処理をシナリオ 1 および 2 と同様な方法で処理する。

(3) パラグアイ共和国厚生環境衛生省 (SENASA) への届出

パラグアイ共和国においては、工場を建設するに際して、

- ・ 建設計画書を SENASA に提出する。
- ・ 計画に基づいて規制値が決められている。
- ・ 規制値を遵守する趣旨の契約書を提出する。

などの手順をとることになっている。