

図7-30 排水処理フロー

## 7.6 用役その他付帯設備

### 7.6.1 水道設備

#### (1) 概要

水道公団からプラントサイトへの供給を受ける前提とした。

#### 1) 工業用水

1日当りの使用量は $9,000\text{m}^3$ である。操業の安定を確保するために、1日分の使用量相当を常時確保する容量のピットを保有することにした。ここからポンプにて加圧し、各生産工程へ送る方式を採用する。

#### 2) 上水

1日当りの使用量は $400\text{m}^3$ である。上水は受入ラインよりフィルターを通して、清水タンクに貯水する。タンクは半日分の使用量を確保することにする。ここからポンプにて加圧し、各所へ分配する方式を採用する。

#### (2) 水バランス

図7-31に工場内の水バランスと分配系統を示す。

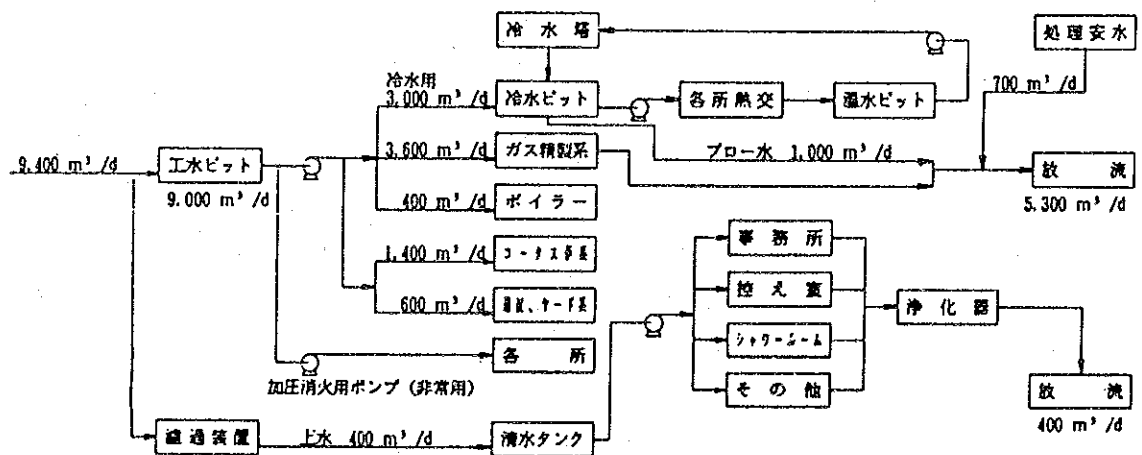


図7-31 水バランス及び分配系統

## 7.6.2 電気設備

### (1) 概要

電気設備はコークス工場の各設備の運転を行うための動力源であり、工場受電設備、工場配電設備、電動機、電気制御装置、通信設備が対象である。

受電方式は火力発電所に近接した変電所より、24KV、60Hz、3相の2回線（1回線予備）で工場受変電所に受電する。他設備への配電は、工場受変電所より、選炭電気室およびバス電気室、コークス炉電気室（コークス炉端部デッキ）、ガス排送電気室およびガス精製電気室、用役電気室へ送電される。

ガス精製工程およびコークス炉地下室に設置する電気機器類は、耐圧防爆規格を満足するものを採用する。

通信設備については、工場内共通電話機および各工程別にページングシステムを設置する。なお、コークス炉移動機械間はキャリアホンを設置する。

### (2) 電源系統

コークス工場の電源系統を図7-32に示す。

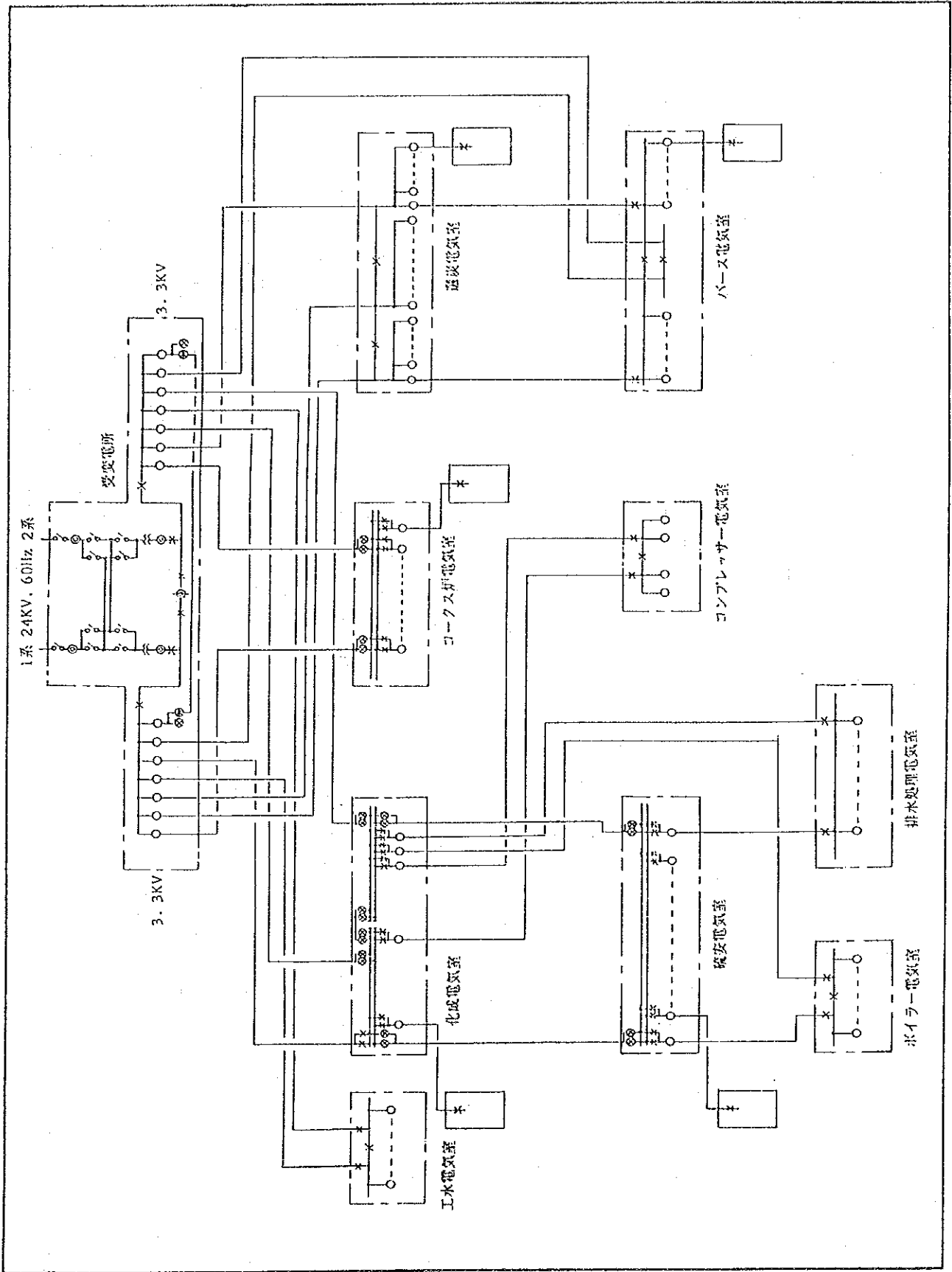


図 7-32 工場内電源系統

### 7.6.3 計装設備

#### (1) 概要

計装設備は、コークス工場の運転を効率的に、かつ安全に少数の従業員で行うことを前提として、操作は主として自動または遠隔手動とする。

現場での操作、監視に必要な計器は現場設置型とする。使用する計器は、主として電子式のアナログ計装システムを採用し、操作端は油圧式または空気式とする。また、各工程のプロセス監視、運転制御、データ収集等は、制御室内に専用のプロセスコンピューターを設置し、デジタル制御システムにてオペレーションする。

ガス精製工程およびコークス炉地下室に設置する計装機器類は、耐圧防爆規格を満足するものを採用する。

#### (2) 配置する制御室

- 1) コークス炉制御室
- 2) 選炭制御室
- 3) ガス精製制御室

#### (3) 主要工事項目

コークス工場建設に当たっての計装工事内容を表 7-5 に示す。

表 7-5 計装工事内容一覧 (1/2)

大分類	小分類	備考
1. コークス炉設備	(1)COG熱流量制御 (2)COG圧力制御 (3)大煙道圧力制御 (4)排ガスO <sub>2</sub> 制御 (5)炉温制御 (6)火落自動判定システム (7)集合本管発生ガス圧力制御 (8)燃焼放散制御	
2. ガス排送設備	(1)間接、直接クーラー温度制御 (2)吸引ブロー前圧力制御 (3)安水デカンター界面制御 (4)安水蒸留蒸気流量制御 (5)安水蒸留スリッパ-出温度制御	
3. COG脱硫設備	(1)吸収塔液面制御 (2)吸収液流量制御 (3)焼却炉温度制御	
4. 硫安製造設備	(1)吸収塔液面制御 (2)吸収液流量制御 (3)熱風炉温度制御	
5. 軽油回収設備	(1)軽油捕集塔液面制御 (2)加熱炉出含ベン油温度制御 (3)吸収油流量制御 (4)軽油蒸留塔頂温度制御 (5)油水分離槽液面制御	
6. 排水処理設備	(1)中和槽pH制御 (2)曝気槽ORP制御	

表 7-5 計装工事内容一覧 (2/2)

大 分 類	小 分 類	備 考
7. 水道設備	(1)液面制御	
8. 秤量設備	(1)石炭トラック秤量機 (2)石炭受入コンベアスケール (3)石炭処理コンベアスケール (4)配合槽切出装置及び制御 (5)装入炭秤量機 (6)コークス処理コンベアスケール (7)コークス出荷コンベアスケール (8)硫安コンベアスケール	
9. CPU設備	(1)選炭プロセスコンピューター (2)コークス炉プロセスコンピューター (3)ガス精製プロセスコンピューター	

#### 7.6.4 土木建築設備

##### (1) 概要

コークス工場建設候補地のラ・カニャーダの土地造成はほぼ完了しているので、工場設備の土木、建築工事は各設備の基礎、建屋、そのほか道路、敷地境界フェンス等の付帯工事に分けられる。

コークス工場の土木建築工事は重量設備の基礎、複雑な基礎、諸設備間の複雑な取合い等、非常に難しい工事である。土木建築工事の請負者は、十分な経験と遂行能力を有する者でなければならない。

現地調査で得られた情報によれば、ヴェネズエラの建設会社の中にも、発電所、石油化学工場等の建設の経験と能力を有する会社はいくつかある。したがって、今回のF/Sにおいては、ヴェネズエラの建設会社によって、工場設備の土木建築工事を行うこととした。

工法、建設資材規格等も、ヴェネズエラで現在使用されているものを適用することを前提とした。

(2) 主要工事項目

コークス工場建設に当たっての土木建築工事内容を表 7-6 に示す。

表 7-6 土木建築工事内容一覧 (1/4)

大 分 類	小 分 類	備 考
1. コークス炉設備基礎	(1)コークス炉基礎 (2)装入炭槽基礎 (3)端デッキ基礎 (4)ガス管ピット (5)煙突基礎 (6)集塵ダクト基礎 (7)消火塔基礎 (8)消火ポンプ室及び沈澱池基礎 (9)ガス管支柱基礎	コークス炉関係の制御室、電気室、休憩所を含む
2. コークス炉移動機械基礎	(1)押出機軌道 (2)消火車軌道 (3)コークガイド車軌道 (4)装炭車軌道	敷設工事のみ "
3. コークス炉集塵設備基礎	(1)ガイド集塵設備基礎 (2)装炭車集塵設備基礎	
4. 石炭受入設備基礎	(1)アローダー及びシャッローダー軌道 (2)国内炭受入地下ピット及び受入槽基礎 (3)コンベヤー基礎 (4)スタッカー軌道 (5)石炭ヤード基礎 (6)バース電気室基礎	
5. 石炭処理設備基礎	(1)リクレーマ軌道 (2)コンベヤー基礎 (3)粉碎機及び集塵装置基礎 (4)中継塔基礎 (5)配合槽及び集塵装置基礎 (6)混炭機基礎 (7)スラッジ添加装置基礎 (8)装入炭槽集塵装置基礎 (9)選炭制御室基礎	電気室を含む



表 7-6 土木建築工事内容一覧 (2/4)

大 分 類	小 分 類	備 考
6. コーク処理出荷設備基礎	(1)コークワーク基礎 (2)コークカッター室及び集塵装置基礎 (3)コンベヤー基礎 (4)スタッカー軌道 (5)コークスヤード基礎 (6)リクレーマ軌道 (7)篩分室及び集塵装置基礎	
7. ヤード環境対策設備基礎	(1)集水ピット基礎 (2)貯水池及び基礎 (3)シクナー及び脱水機基礎 (4)ヤード散水用ピット基礎 (5)ヤード散水ポンプ基礎	
8. ガス排送設備基礎	(1)間接冷却器基礎 (2)直接冷却器基礎 (3)吸引ブロワー室、建屋基礎 (4)EP基礎 (5)安水蒸留装置基礎 (6)デカンター基礎 (7)安水、タール用側溝、ピット基礎 (8)ポンプ類基礎 (9)配管、熱交類基礎 (10)タンク類基礎	制御室、電気室、休憩室を含む  安水、タール用  防油堤を含む
9. 脱硫・硫酸設備基礎	(1)湿式脱硫装置基礎 (2)硫酸製造装置基礎 (3)ポンプ類基礎 (4)配管、熱交類基礎 (5)タンク類基礎	防液堤を含む

表 7-6 土木建築工事内容一覧 (3/4)

大 分 類	小 分 類	備 考
10. 硫安製造設備基礎	(1)アンモニア回収装置基礎 (2)硫安分離乾燥装置、建屋基礎 (3)硫安貯蔵及び払出装置建屋基礎 (4)ファイナルクーラー基礎 (5)ポンプ類基礎 (6)配管、熱交類基礎	電気室を含む
11. 軽油回収設備基礎	(1)脱ナフタリン装置基礎 (2)軽油捕集装置基礎 (3)軽油蒸留装置基礎 (4)ポンプ類基礎 (5)配管、熱交類基礎 (6)タンク類基礎	防油堤を含む
12. 排水処理設備基礎	(1)活性汚泥処理装置基礎 (2)活性炭吸着塔、再生装置基礎 (3)ポンプ、ブローア類基礎 (4)配管、熱交類基礎 (5)タンク類基礎	曝気槽、調整槽を含む 電気室を含む
13. COGホルダー基礎	(1)ホルダー基礎 (2)ポンプ類基礎 (3)配管類基礎	
14. ガス送出ブローア基礎	(1)ガス送出ブローア、建屋基礎 (2)配管類基礎	
15. タンクヤード基礎	(1)粗タールタンク基礎 (2)粗軽油タンク基礎 (3)受入吸収油タンク基礎 (4)ポンプ類基礎 (5)配管類基礎	防油堤を含む " "

表 7-6 土木建築工事内容一覧 (4/4)

大 分 類	小 分 類	備 考
16. 冷却水装置基礎	(1)冷却水装置基礎 (2)ポンプ類基礎 (3)配管類基礎	ピット含む
17. 圧縮エアー装置基礎	(1)コンプレッサー室建屋基礎 (2)配管類基礎	電気室を含む
18. 窒素発生装置基礎	(1)PSA基礎 (2)配管類基礎	
19. ボイラー設備基礎	(1)ボイラー基礎 (2)関連装置基礎 (3)ポンプ類基礎 (4)配管類基礎	ボイラー電気室を含む タンク、用水装置等
20. 水道設備基礎	(1)工水受入ピット基礎 (2)上水受入タンク基礎 (3)ポンプ類基礎 (4)配管類基礎	電気室を含む
21. その他基礎	(1)受変電所建屋基礎 (2)事務所建屋基礎 (3)試験室建屋基礎 (4)メンテナンス工場基礎 (5)資材倉庫基礎 (6)道路、側溝、駐車場 (7)緑化帯	更衣室、シャワー室を含む  主要道路幅10m、20m

## 7.6.5 試験設備

### (1) 概要

コークス工場の運営において、種々の試験を実施する必要がある。特に、コークス、化成品の品質管理や公害面の管理は重要である。

### (2) コークス、化成品の品質管理

出荷コークスの品質、化成品の品質をスペック内に納め、バラツキを少なくすることが重要である。そのためには、入荷した石炭の性状を把握し、その結果を操業にフィードバックする必要がある。また、品質、操業に関連して、公害面への対策も常時重要なポイントで排ガス、排水等をサンプリングし、大気、水質、騒音等の分析を行い、その結果から対策を取る必要がある。表 7-7 にこれらの試験分析に使用する主な装置類を示す。

表 7-7 主要試験分析装置

	試験項目	試験分析装置
石炭	乾留試験 工業分析 コークス化性 発熱量 元素分析 灰の溶解性 組織分析 灰の組成	Simulated Coke Oven 試料調製装置、電気炉 流動性・膨張性測定装置、FSI測定装置 測定装置 測定装置、全硫黄測定装置 電気炉、成型装置 成型装置、研磨装置、顕微鏡 原子吸光光度計、吸光光度計
コークス	試料調製 強度試験  気孔率	粉砕機、縮分装置、自動篩分機 ドラム強度、タフラー強度、マイカム強度 シャッター強度、MSI、CSR/CRI 測定装置
化成品 公害	成分分析	ガス・クロマトグラフィー、イオン・クロマトグラフィー 蒸留試験装置、吸光光度計、原子吸光光度計 粉塵測定計、サンプラー式、オゾン発生装置 騒音測定器、抽出装置、ガスメーター、ガスサンプラー

7.7 主要設備機器リスト

7.7.1 石炭受入処理設備

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
1	石炭受入設備 1)アンローダー  2)陸送炭受入設備  3)スタッカー  4)原料炭ヤード  5)ヤード散水装置  6)ヤード雨水対策設備  7)ベルトコンベア	型式 グラブトロリー式 基数 2基 能力 1,500トン/時/基  型式 地下ピット式 基数 1基 受入BC能力 200トン/時 ホッパー能力 300トン×5槽 払出BC能力 1,500トン/時  型式 石炭用スタッカー 基数 2基 能力 1,500トン/時/基  面積 25,000m <sup>2</sup> ×4面 貯炭能力 240,000トン  型式 スプリンクラー ポンプ圧力 7Kg/cm <sup>2</sup>  貯水池容量 2,000m <sup>3</sup> 処理能力 10m <sup>3</sup> /時  一式	環境対策    環境対策
2	石炭処理設備 1)リクレーマ  2)粉砕機  3)配合槽  4)定量切出装置	型式 ロ-クリ-ハ-ケットホイ-ル式 基数 3基 能力 200トン/時/基  型式 ハンマー-クラッシャー 基数 3基 能力 200トン/時/基  型式 鉄骨鉄板 (ハ-イ-ブ-レー-ター-付) 基数 10槽 能力 300トン/槽  型式 Constant Feed Weigher 基数 10台 能力 6~50トン/時/台	1基予備

No.	設備機器名称	主要仕様	備考		
3	5)混炭機	型式 基数 能力	ダブルロール型 2 基 300トン/時/基	1 基予備	
	6)装入炭槽	型式 基数 能力	鉄筋コンクリート 3 槽 1,000トン/槽		
	7)スラッジ、余剰汚泥添加装置	一式			
	8)金属除去器 a)マグネット・セパレーター b)金属検知器	台数 台数	3 台 3 セット		
	9)サンプラー	型式 受入系統 払出系統 送炭系統	スイングアーム式 2 台 2 台 1 台		
	10)秤量器	受入系統 払出系統 送炭系統	2 台 3 台 1 台		
	11)ベルトコンベア	一式 (粉碎機以後は風防カバー取付)			環境対策
	集塵設備				
	1)陸送炭受入ホッパー	型式 基数 風量	バグフィルター 1 基 600m <sup>3</sup> /min		環境対策
	2)粉碎機室	型式 基数 風量	バグフィルター 1 基 800m <sup>3</sup> /min		環境対策
	3)配合槽	型式 基数 風量	バグフィルター 1 基 1,000m <sup>3</sup> /min		環境対策
4)装入炭槽	型式 基数 風量	バグフィルター 1 基 800m <sup>3</sup> /min	環境対策		

7.7.2 コークス炉体設備

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
1	<p>コークス炉体設備</p> <p>1)コークス炉</p> <p>2)コークス炉附属金物</p> <p>a)上昇管</p> <p>b)ベンド</p> <p>c)集合管</p> <p>d)燃焼放散管</p> <p>e)バックステー</p> <p>f)プラットホーム</p>	<p>炉門数 100 門</p> <p>炉寸法[mm] 6,500×16,500×450 (6,050)(15,600)</p> <p>有効容積 42.5m<sup>3</sup>/窯</p> <p>炭化室Taper 70mm</p> <p>炉芯距離 1,350mm</p> <p>炉頂デッキ厚 1,300mm</p> <p>装入口径、数 410mmd×5組</p> <p>ガス供給方式 COG: Underjet AIR: Gun Type</p> <p>フリュー数 30Flue/列</p> <p>フリュー配列 ヘアピン千鳥燃焼</p> <p>外径×内径 640mmd×500mmd</p> <p>数量 100 基</p> <p>材質 SS41</p> <p>蓋 水封式</p> <p>内径 500mmd</p> <p>数量 100 基</p> <p>材質 耐熱鋳鉄</p> <p>スライド部 水封式</p> <p>内径 2,000mmd</p> <p>材質 SS41</p> <p>型式 自動点火式</p> <p>外径×高さ 800mmd×15mH</p> <p>数量 4 基×2</p> <p>放散ガス量 Max. 60,000Nm<sup>3</sup>/時</p> <p>断面寸法 H鋼 422mm×315mm 肉厚 25mm/32mm</p> <p>幅 CS 4,000mm PS 4,000mm</p> <p>床構造 コンクリート+鉄板敷</p>	<p>( )は有効寸法</p> <p>単式</p> <p>内張はレンガコーティング</p> <p>環境対策</p> <p>環境対策</p> <p>環境対策</p>

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
	g) 炉蓋および炉枠	型式 空冷式自塞 サトローラー支持型 数量 208本(=104×2) (CS, PS) 均し口小蓋 横開き式 材質 本体 耐熱鋳鉄 シーパレット YUS 304N ナイフエッジ ジュコール鋼	予備 8本含む
	h) 装入炭切出装置	型式 ワニ口式 開閉動力 エアーシリンダー 数量 5槽×3列	
	3) 加熱装置 a) ガス切替機	型式 油圧式 台数 2式/炉団 シリンダー COG 4個 COGハージ用 4個 廃気変更弁 2個	
	b) 切替および加減コック	切替コック COG 204個 加減コック COG 204個	
	c) 廃気変更弁	個数 208個(=104×2) 材質 耐熱鋳鉄	
	d) 換気ファン	能力 200m <sup>3</sup> /min 圧力 300mmAq 電動機 30KWh	
	e) COG パージ用ファン	能力 300m <sup>3</sup> /min 圧力 350mmAq 電動機 37KWh	
	f) 煙突	型式 コンクリート自立式 数量 1基(A, B炉共通) 高さ 120m 外径 排出口: 5,730mmd 基部: 8,320mmd	
	g) 自動燃焼制御システム	計装設備一覧参照	



No.	設備機器名称	主要仕様	備考
	4)コークス炉付属設備 a)炉蓋修理装置  b)予備炉蓋あづけ機  c)ばいじん濃度計  d)NOx 計  e)SOx 計  5)コークス消火設備 a)消火塔  b)防塵構造  c)散水  d)揚水ポンプ  e)防塵洗條用ポンプ  f)沈澱池  g)テレハー	型式 転倒式 台数 2組×2(CS,PS)  台数 2組×2(CS,PS)  数量 2台  数量 2台  数量 2台  構造 コンクリート製 高さ 45m 排気孔面積 48m <sup>2</sup>  型式 デミスター  方式 高架タンク タンク容量 90m <sup>3</sup> ノズル 消火用 ノズル 防塵洗條用  能力 600m <sup>3</sup> /時 揚程 40m 電動機 90KWh (3,300V)  能力 260m <sup>3</sup> /時 揚程 40m 電動機 45KWh (440V)  型式 横流式 容量 200m <sup>3</sup>  型式 グラブバケット式 数量 1台	環境対策  環境対策  環境対策  環境対策  環境対策

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
2	コークス炉移動機械		
	1)装炭車	型式 鉄骨鋼板溶接門型構造 台数 2台	
	a)走行装置	駆動方式 Twin drive方式 走行速度 90m/min 電動機 37KWh×2台	
	b)給炭装置	型式 Table feeder定位置給炭式 積載量 最大 35t 台数 5組 給炭時間 100秒以内(20rpm) 装入フード 二重外筒式	環境対策
	c)装入蓋取装置	型式 揺動電磁石方式 S字モーション	
	d)炉頂掃除機	型式 搭載型移動式真空掃除機 集塵機 バグフィルター	環境対策
	e)油圧装置	型式 ベーンポンプ 能力 82ℓ/min 電動機 18.5KWh	
	f)モルタルシール	一式	環境対策
g)冷房装置	一式	環境対策	

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
	2) 押出機	型式 鉄骨鋼板溶接門型構造 台数 2台	
	a) 押出装置	押出速度 25m/min 駆動方式 上ラック方式 電動機 160KWh	
	b) 均し装置	均し速度 60m/min 駆動方式 ロープ式 均し桶 油圧駆動直進式	
	c) 戻り炭処理装置	型式 フェーン・コハア式 能力 30トン/時	
	d) 小蓋開閉装置	型式 横開き油圧駆動	
	e) 走行装置	駆動方式 Twin Drive方式 走行速度 60m/min	
	f) 炉蓋取装置	駆動方式 油圧式 架前後進速度 10m/min	
	g) 炉蓋掃除機 (小蓋掃除機含む)	型式 高圧水+スクリーパー式 駆動方式 油圧式 高圧水ポンプ能力 20ℓ/min 圧力 700Kg/cm <sup>2</sup>	
	h) 炉蓋枠掃除機	型式 シート面および内面カッター 駆動方式 油圧式	
	i) 戻りコークス処理装置	型式 フェーン・コハア方式 能力 10トン/時 戻りコークス槽 4m <sup>3</sup>	
	j) 冷房装置	一式	環境対策

No.	設備機器名称	主要仕様	備考	
	3)コークガイド車	型式 鉄骨鋼板溶接構造 定位置型 台数 2台		
	a)走行装置	駆動方式 Twin Drive方式 走行速度 50m/min		
	b)炉蓋取装置	駆動型式 油圧吊上式 架前後進速度 10m/min(最大) 旋回角度 90度(炉面に対し)		
	c)コークガイド	型式 型鋼製防塵覆付 駆動方式 油圧式 架前後進速度 10m/min(最大)		
	e)炉蓋掃除機	型式 高圧水+スクリーパー式 駆動方式 油圧式 高圧水ポンプ能力 20ℓ/min 圧力 700Kg/cm <sup>2</sup>		
	f)炉蓋枠掃除機	型式 シート面および内面カッター 駆動方式 油圧式		
	g)戻りコークス処理装置	型式 チェーンコンバート方式 能力 10トン/時 戻りコークス槽 1m <sup>3</sup>		
	h)冷房装置	一式		環境対策
	4)消火電車	牽引重量 250t 台数 2台 軌間寸法 1,435mm		
	a)走行装置	型式 サイリスター制御 駆動方式 Twin drive方式 走行速度 最高 180m/min 中速 60m/min 低速 5m/min		
b)冷房装置	一式	環境対策		
5)消火車	型式 ゲート開閉式 積込容量 25トン			

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
3	コークス設備集塵装置 1)コークガイド集塵装置	型式 バグフィルター型 送風機風量 6,000m <sup>3</sup> /min(at30°C) 送風機静圧 600mmAq ダストビン 20m <sup>3</sup> 基数 1基 出口含塵量 50mg/Nm <sup>3</sup>	環境対策
	2)装炭車集塵装置	型式 バグフィルター型 送風機風量 1,000m <sup>3</sup> /min(at50°C) 送風機静圧 3,400mmAq 出口含塵量 50mg/Nm <sup>3</sup>	環境対策
	3)上昇管無煙装入装置	方式 高圧安水噴射方式 安水切替弁 三方ボール弁 安水ポンプ 20m <sup>3</sup> /時×30Kg/Ncm <sup>2</sup> 台数 2台	環境対策   予備1台

7.7.3 コークス処理出荷設備

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
1	コークス処理設備 1)コークワーフ	型式 斜行式(タイル張り) 基数 6面 能力 50トン/面	1 基予備
	2)切出装置	型式 ロールフィーダー 基数 6基 能力 200トン/時/基	
	3)コークカッター	型式 ダブルロール式 基数 2基 能力 100トン/時/基	
	4)コークス篩 a)コークカッター前	型式 パースクリーン 基数 1基 能力 200トン/時	
	b)工程篩分機	型式 共振篩型 基数 1基 能力 200トン/時 篩目 25mm格子	
	5)スタッカー	型式 コークス用スタッカー 基数 2基 能力 200トン/時/基	
	6)コークスヤード	面積 16,000m <sup>2</sup> ×4面 貯蔵能力 96,000トン	
2	7)ベルトコンベア	一式 (一部、風防カバー、散水装置付)	環境対策
	1)リクレーマ	型式 ローターバケットホイール式 基数 2基 能力 300トン/時/基	
	2)スタックリクレーマ	型式 ローターバケットホイール式 基数 1基 能力 スタッカー 200トン/時 リクレーマ 300トン/時	

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
3	3)出荷篩分機	型式 共振篩型 基数 2基 能力 300トン/時/基 篩目 25mm格子	
	4)シップローダー	型式 垂直コンベア式 基数 1基 能力 600トン/時	
	5)金属検知器	台数 1セット	
	6)サンプラー	型式 カッターバケット 処理出荷系統 2台	
	7)秤量器	処理出荷系統 2台	
	8)ベルトコンベア	一式 (一部、風防カバー、散水装置付)	環境対策
	集塵設備 1)カッター篩分室	型式 バグフィルター 基数 1基 風量 2,000m <sup>3</sup> /min	環境対策
	2)出荷篩分室	型式 バグフィルター 基数 1基 風量 1,000m <sup>3</sup> /min	環境対策

7.7.4 ガス精製設備

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
I	ガス排送設備 1)ガス排送、タール・安水 分離装置 a)プライマリ・ガスクーラー	型式 間接・直接コンビネーション型 (間冷：水平斜管式) (直冷：スプレー方式) 基数 間接 3基 直接 1基 能力 COG 処理能力 最大 60,000Nm <sup>3</sup> /時 出口COG温度 35°C以下 間接 30,000Nm <sup>3</sup> /時/基 直接 60,000Nm <sup>3</sup> /時	1 基予備
	b)ガス排送機	型式 オープン翼車ターボ型 (可変速付) 基数 3基 能力 30,000Nm <sup>3</sup> /時/基 吸引圧 -400mmAq 昇圧 2,100mmAq	1 基予備
	c)EP	型式 堅型、タール自然流下式 基数 2基 能力 30,000Nm <sup>3</sup> /時/基 出口タールミスト 50mg/Nm <sup>3</sup>	
	d)安水デカンター	型式 舟型、スクレパ-コンパ-7付 基数 2基 能力 500m <sup>3</sup> /基	
	e)タールデカンター	型式 舟型、スクレパ-コンパ-7付 基数 1基 能力 250m <sup>3</sup> 出口タール水分 5%以下	
	f)スーパーデカンター	型式 遠心沈降式 基数 2基 能力 5トン/時/基 出口タール水分 3%以下	1 基予備
	g)安水循環ポンプ	型式 遠心式 基数 2基 能力 1,000m <sup>3</sup> /時×60m/基 非常時ディザスタ-バックアップ	1 基予備 * 停電対策



No.	設備機器名称	主要仕様	備考
2	2)安水蒸留装置	型式 キャップトレー 基数 2基 能力 安水処理量 30m <sup>3</sup> /時/基 予備タンク 1,000m <sup>3</sup> ×2基 苛性ソーダ注入量0.5m <sup>3</sup> /時 (25%NaOH) 苛性ソーダタンク 30m <sup>3</sup> ×1基	環境対策 1基予備
	1)脱硫設備	型式 湿式 基数 一式 能力 60,000Nm <sup>3</sup> /時 H <sub>2</sub> S 入口 5 g/Nm <sup>3</sup> 出口 0.2 g/Nm <sup>3</sup> HCN 入口 1.5 g/Nm <sup>3</sup> 出口 0.15g/Nm <sup>3</sup>	環境対策
3	2)硫酸製造設備	型式 接触酸化法 基数 一式 能力 硫酸 17トン/日 (副生硫酸タンク 300t) (購入硫酸タンク 300t) 硫酸ローリー受入設備一式	環境対策
	1)アンモニア回収装置	型式 スプレー式 基数 1基 能力 60,000Nm <sup>3</sup> /時 NH <sub>3</sub> 入口 8 g/Nm <sup>3</sup> 出口 0.1 g/Nm <sup>3</sup> 硫安生産能力 44トン/日	
	2)硫安分離乾燥装置	型式 遠心分離方式 基数 一式 能力 2トン/時	
	3)硫安貯蔵および払出装置	型式 倉庫式 基数 一式 貯蔵能力 700トン	
	4)ファイナルクーラー	型式 スプレー方式 基数 1基 能力 60,000Nm <sup>3</sup> /トン	

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
4	軽油回収設備 1)脱ナフタリン装置	型式 スプレー塔 基数 1基 能力 60,000Nm <sup>3</sup> /トン	*脱ベン及び 脱ナフ両方 の総合能力
	2)脱ベンゼン装置	型式 テラレット充填塔 基数 1基 能力 60,000Nm <sup>3</sup> /トン BTX 入口 32 g/Nm <sup>3</sup> 出口 5 g/Nm <sup>3</sup> ナフタリン 入口 2.5 g/Nm <sup>3</sup> 出口 0.3 g/Nm <sup>3</sup>	
	3)軽油回収装置	型式 水蒸気蒸留方式 基数 一式 能力 蒸留能力 120m <sup>3</sup> /時	
5	排水処理設備 1)活性汚泥処理装置	型式 偏流式(曝気槽) 基数 2,000m <sup>3</sup> ×3基 能力 30m <sup>3</sup> /時(安水量)	環境対策
	2)活性炭吸着塔、再生装置	型式 活性炭吸着塔: 縦型円筒式 再生炉 : キルン方式 基数 一式 能力 30m <sup>3</sup> /時(安水フィード量)	
6	COGホルダー	型式 湿式 基数 1基 能力 50,000m <sup>3</sup>	
7	ガス送出ブロー	型式 ターボ型 基数 2基 能力 30,000Nm <sup>3</sup> /時/基 吸引圧 500mmAq 昇圧 1,000mmAq	1基予備
8	COG配管	一式 (ホルダー~火力発電所間=2km)	

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
9	タンクヤード 1)粗タール 2)粗軽油 3)受入吸収油	型式 コーンルーフ方式 基数 3,000m <sup>3</sup> ×2基 基数 3,000m <sup>3</sup> ×2基 基数 500m <sup>3</sup> ×1基	
10	消防用設備 1)泡消火装置 2)消火栓	一式 一式	ガス精製地区 工場全体
11	用役設備 1)冷却水装置	型式 強制通風式 基数 3基 能力 1,800m <sup>3</sup> /時/基 入口温度 45°C 出口温度 30°C	1 基予備
	2)圧縮エアー	型式 スクリュー式 基数 3基 能力 7Nm <sup>3</sup> /min/基 圧力 7Kg/cm <sup>2</sup>	1 基予備
	3)窒素発生装置	型式 PSA (圧力揺動式) 基数 1基 能力 100Nm <sup>3</sup> /時 圧力 7Kg/cm <sup>2</sup> 純度 1,000Nm <sup>3</sup> (at 7Kg/cm <sup>2</sup> )	
	4)ボイラー設備	型式 COG専焼 基数 2基 能力 15トン/時/基 圧力 7Kg/cm <sup>2</sup>	1 基予備
	5)工業用水受入供給設備	受入タンク 5,000m <sup>3</sup> ×2基 圧送ポンプ 400m <sup>3</sup> /時×2基 圧力 7Kg/cm <sup>2</sup>	1 基予備
	6)上水受入供給設備	清水タンク 200m <sup>3</sup> ×1基 圧送ポンプ 50m <sup>3</sup> /時×2基 圧力 7Kg/cm <sup>2</sup> ろ過装置 一式	1 基予備
	7)消防用水設備	圧送ポンプ 320m <sup>3</sup> /時×1基 圧力 11Kg/cm <sup>2</sup>	

## 7.7.5 共通設備

No.	設備機器名称	主要仕様	備考
1	受変電所	型式 1階平屋建て 数量 1棟 面積 1,000m <sup>2</sup>	
2	事務所	型式 3階建て 数量 1棟 面積 800 m <sup>2</sup>	1F:更衣室 2F:事務室 3F:会議室
3	試験室	型式 1階平屋建て 数量 1棟 面積 800 m <sup>2</sup>	試験機器一式 含む
4	メンテナンス工場	型式 1階平屋建て 数量 1棟 面積 750 m <sup>2</sup>	
5	資材倉庫	型式 倉庫 数量 1棟 面積 600 m <sup>2</sup>	
6	道路	面積 84,800m <sup>2</sup>	アスファルト舗装
7	駐車場	面積 38,400m <sup>2</sup>	アスファルト舗装
8	排水溝	長さ 2,200m+3,000m	コンクリート
9	緑地帯	面積 144,800m <sup>2</sup>	樹木、芝生
10	用役配管	一式（共通設備用）	

## 7.8 建設資機材および供給体制

### 7.8.1 概要

コークス工場の建設を実施するのに必要な資機材は、基本的には国産品を使用することとするが、資機材の大部分は耐火煉瓦および機械機器である。

コークス炉の寿命は、最近では30年以上と言われている。この寿命を左右する大きな要因の一つとして、耐火物の品質、形状等、非常に高度なものを要求されてきている。一方、ヴェネズエラ国においては、総固定資本投資の中の機械機器への投資額の内訳は、輸入品が国産品を80%台（1987～1988年実績）と圧倒している。また、石油化学、発電、鉄鋼産業等の建設においても、80%程度が輸入依存と云われている。これらを考慮し、性能保証が極めて重要な要素となる装置、設備は輸入とした。

### 7.8.2 建設資機材調達区分

表7-8に建設資機材の調達区分を示す。

表 7-8 輸入品および国内調達品区分リスト

項 目	区 分		備 考
	輸入	国内調達	
1)コークス炉用耐火煉瓦	○		・築炉は現地工事とする。 ・一部国内調達 ・据付は現地工事とする。
2)コークス炉用鋳物	○		
3)購入機器	○		
4)工事用材料			
a)鋼管杭		○	
b)コンクリート杭		○	
c)ガス配管用鋼管		○	
d)一般鋼材		○	
e)鉄筋バー		○	
f)建屋仕上材クレーンガード	○		
" 屋根		○	
" 壁		○	
g)鉄道レール	○		
h)コンクリートセメント		○	
i)その他土木用材料		○	・アスファルト、砂利等
j)建築用煉瓦		○	
k)電線ケーブル		○	
l)照明器具		○	
m)水道用鋼管		○	
n)弁類	○		
o)ヒューム管		○	

## 7.9 建設労働力

### 7.9.1 概要

建設工事の良否は、操業の安定性や設備寿命を左右する大きな要因である。特に、コークス炉は珪石、シャモット等の数種の耐火煉瓦を使用し、数百種におよぶ形状の煉瓦を組合せ築造した複雑な構造物である。機械機器類についても、高圧、高速の回転体や化学反応器等、複雑な構造物であり、さらに極めて高度な制御性や精度、性能が要求される設備、装置で、非常に難しい工事である。

現地調査で得られた情報によれば、鉄鋼、石油化学産業等、建設の経験と能力を有する会社はいくつかある。したがって、建設工事はヴェネズエラの建設会社によって施工することを前提とする。

### 7.9.2 建設労働者数

コークス年産 100 万トン規模のコークス工場建設に当たりの労働者数を日本での経験をベースに表 7-9 に示す。

表 7-9 建設労働者従工数内訳

	煉瓦工		金物工	機械工	電気工	土木工	雑役工	合 計		S V (外国人)
	技能工	一般工						技能工	一般工	
コークス炉	煉瓦積み	36,000					5,800	50,500	75,400	1,200
	付帯金物		14,500	12,100	800		4,200	22,700	4,200	1,500
	稼働機械		5,000	5,400	2,200		1,000	12,600	1,000	800
	集塵機		1,400	5,300	1,000		900	7,700	900	
	土木建築 電気計装		14,500 7,900	1,700 2,100	9,900	9,000	9,300 3,200	25,200 19,900	9,300 3,200	34,500 23,100
小 計	36,000	69,600	53,100	26,600	13,900	9,000	24,400	138,600	94,000	3,500
選炭設備	石炭処理						7,800	69,900	7,800	1,200
	コークス処理		34,200	31,000	4,700		3,500	31,300	3,500	800
	土木建築		14,300	14,800	2,400	15,600	16,200	43,800	16,200	
	電気計装		25,200	3,000			1,500	9,200	1,500	
	小 計	0	0	77,300	49,600	11,700	15,600	29,000	154,200	29,000
化成設備	ガス排送						6,000	53,700	6,000	900
	ガス精製		9,550	37,000	7,150		4,550	40,950	4,550	600
	土木建築		7,300	28,200	5,450	11,550	12,000	32,400	12,000	
	電気計装		18,650	2,200	20,700		6,750	41,450	6,750	
	小 計	0	0	51,900	71,750	33,300	11,550	29,300	168,500	29,300
共通設備	土木建築					13,600	14,100	38,200	14,100	
	電気計装		22,000	2,600	9,600		1,300	11,800	1,300	
	小 計	0	0	23,950	2,850	9,600	15,400	50,000	15,400	0
合 計	36,000	69,600	206,250	150,800	68,500	49,750	98,100	511,300	167,700	7,000



## 7.10 実施スケジュール

### 7.10.1 概要

ここでいう建設工期は、初期計画の開始から操業開始までの期間であり、各設備単独の建設工期は、その設備内容、構成等により、ほぼ決まってくる。

この工期のうち、初期計画から操業開始までの概要は以下の通りである。

・初期計画	4ヶ月
・基本設備計画（仕様書作成含む）	4ヶ月
・入札期間	3ヶ月
・各設備建設工事（コークス炉乾燥期間含む）	29ヶ月

---

計 40ヶ月

一般的にコークス工場を建設する場合、コークス炉体建設がネックとなるため、他工程の各設備は、コークス炉体建設期間内とした。

なお、工程については以下の条件とした。

- 1) コークス炉の乾燥期間は、90日間とした。
- 2) コークス炉の乾燥、スタート作業については、複雑多岐にわたる作業となるため、No.1A 炉操業開始後、1ヶ月後に No.1B 炉乾燥開始とした。
- 3) 石炭受入貯蔵は、コークス炉操業開始の2ヶ月前とした。
- 4) 石炭受入処理、コークス処理出荷およびガス精製設備は、コークス炉操業開始と同時期とした。

### 7.10.2 建設工程スケジュール

図 7-33 にコークス工場の建設工程スケジュールを示す。

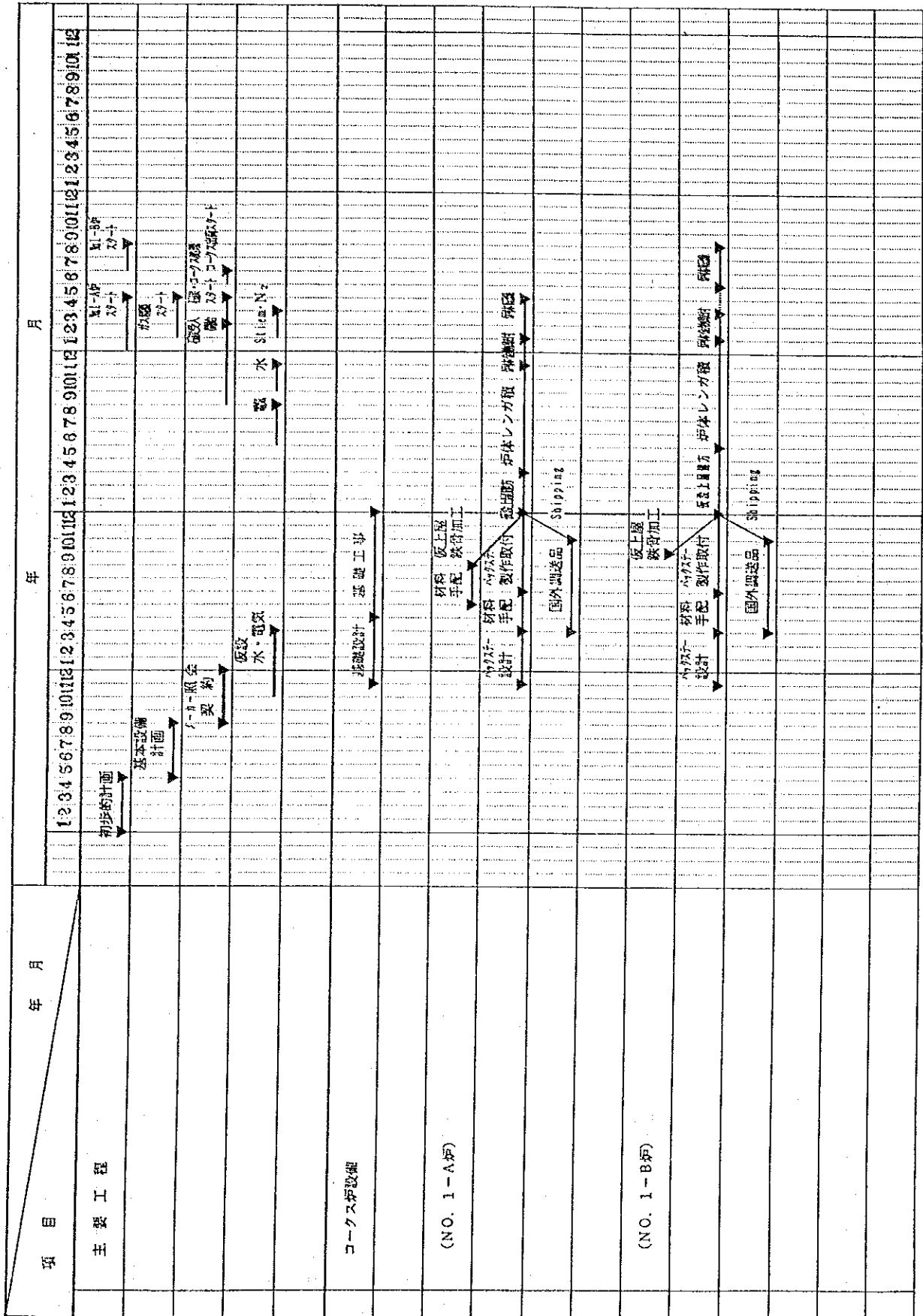


図 7-33 ヴェネズエラコークス工場建設工程表 (1/2)

図7-34 Venezuelaコークス工場建設工程表

項目	年												月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
石炭、コークス処理設備	Proposal期												基礎設計											
	基礎設計												基礎工事											
	基礎設計												製作											
	基礎設計												材料手配											
	基礎設計												製作											
コークスガス精製設備	Proposal期												基礎設計											
	基礎設計												基礎工事											
	基礎設計												製作											
	基礎設計												材料手配											
	基礎設計												製作											

図 7-33 ヴェネズエラコークス工場建設工程表 (2/2)

## 7.11 建設費の算定

### 7.11.1 概要

第6, 7章で述べてきた総コークス生産量100万トン/年に対応した設備能力、および生産性、作業性、環境公害面を考慮したコークス工場の建設費を算定した。

### 7.11.2 建設費算定の基本的考え方

#### (1) 輸入ポーションと現地ポーションの分類

##### 1) 機器

現地にて調達可能なものを原則として現地ポーションとするが、詳細設計を行わなければ分類不可能なため、国際的価格レベルをCIFヴェネズエラに算定した。

##### 2) 工事

技能工、一般工は現地ポーションとし、スーパーバイザーは外国からの派遣とする。

#### (2) 建設費見積り基準

- |          |  |
|----------|--|
| 1) 見積り時期 | : 1993年平均ベース   |
| 2) 使用通貨  | : 日本円  |
| 3) 為替レート | : 115円/1\$   |
| 4) 現地工事費 | : 技能工 : 2,000円/人・日<br>一般工 : 1,000円/人・日<br>S V : 100,000円/人・日 |
| 5) 物価変動  | : 見積りに含まず。   |
| 6) 輸入課税  | : 免税   |

### 7.11.3 その他の投資

コークス工場の建設にあたり、建設に関する直接費用のほかに間接的な費用が必要である。そのほかの費用については、以下のように推計する。

#### (1) 間接費用

##### 1) 操業予備品

コークス工場操業時に必要な機械、装置の予備品、取替部品、その他の材料で、操業前に用意すべき量の所要調達額については、直接建設費の2%とした。

##### 2) コークス炉乾燥費用

コークス炉体の乾燥に際して使用するガス量については、建設費に含める。以下に炉体乾燥時の使用ガス量を示す。

a) コークス炉ガス換算 =  $3,060,000\text{Nm}^3$  (  $4,500\text{ kcal/Nm}^3$  ) ----- 1B 用

b) 天然ガス換算 =  $1,252,000\text{Nm}^3$  (  $11,000\text{ kcal/Nm}^3$  ) ----- 1A 用

#### (2) エンジニアリング・サービス

##### 1) 基本エンジニアリング費

コークス炉建設工程の初期計画から入札までの11ヶ月間に基本設備計画を企画する外国人指導員5名分(統括1名、コークス2名、選炭1名、ガス精製1名)の費用を計上する。

$$2,000,000\text{円/月}\cdot\text{人}\times 11\text{ヶ月}\times 5\text{人} = 110,000\text{千円}$$

##### 2) エンジニアリング・フィー

エンジニアリング・フィーについては、建設するヴェネズエラ国のコークス工場とエンジニアリング会社との相互的な役割のあり方によって、費用が変わってくる。ここでは、一般的な水準により、直接建設費の3%とした。

#### (3) プロジェクト管理費

これはコークス工場の操業に必要な工場要員の事前教育、および外国からの操業指導に必要な費用である。これらはヴェネズエラ国内外における訓練を含め、技術のトランスファーのために必要とみなされる操業前後の期間を含んでいる。

1) 国内事前教育

事前教育の指導員として、日本より5名を派遣するものとする。教材の作成等の準備期間を2ヶ月分、ヴェネズエラ現地での教育実施期間として2ヶ月分を計上する

・教育資料準備期間：  $2,000,000 \text{ 円} / \text{月} \cdot \text{人} \times 2 \text{ ヶ月} \times 5 \text{ 人} = 20,000 \text{ 千円}$

・事前教育期間：  $2,000,000 \text{ 円} / \text{月} \cdot \text{人} \times 2 \text{ ヶ月} \times 5 \text{ 人} = 20,000 \text{ 千円}$

計 40,000 千円

2) 操業指導

操業開始にあたって、各設備の操業指導員として、日本より10名を派遣する。操業指導用の資料作成期間として2ヶ月分、ヴェネズエラ現地での操業指導期間として4ヶ月分（操業開始前1ヶ月+操業開始後3ヶ月）を計上する。

・操業指導用資料作成期間：  $2,000,000 \text{ 円} / \text{月} \cdot \text{人} \times 2 \text{ ヶ月} \times 10 \text{ 人} = 40,000 \text{ 千円}$

・現地操業指導期間：  $2,000,000 \text{ 円} / \text{月} \cdot \text{人} \times 4 \text{ ヶ月} \times 10 \text{ 人} = 80,000 \text{ 千円}$

計 120,000 千円

7.11.4 積算

表 7-10 にコークス工場の建設費を示す。また、表 7-11 に直接建設費の内訳と外内貨の調達割合を示す。

表 7-10 コークス工場建設費用

	建設費用	
	[百万円]	[百万ドル]
直接建設費	60,990	530.35
操業予備品	1,220	10.61
乾燥費用	10	0.09
基本エンジニアリング費	110	0.96
エンジニアリング・フィー	1,830	15.91
プロジェクト管理費	160	1.39
合計	64,320	559.31

表 7-11 コークス工場建設費内訳

		建設費内訳		調達割合 [%]	
		[百万円]	[百万ドル]	外貨分	内貨分
コークス炉	炉本体	10,496	91.27	100	-
	稼働機械	4,715	41.00	100	-
	土木建築	2,816	24.49	20	80
	電気計装	2,354	20.47	50	50
	小計	20,381	177.23		
選炭設備	石炭受入処理	9,066	78.84	70	30
	コークス処理出荷	4,091	35.57	70	30
	土木建築	4,904	42.64	20	80
	電気計装	868	7.55	50	50
	小計	18,929	164.60		
化成設備	ガス排送	4,979	43.30	50	50
	ガス精製	3,779	32.86	50	50
	土木建築	3,629	31.56	20	80
	電気計装	3,946	34.31	50	50
	小計	16,333	142.03		
共通設備	土木建築	4,278	37.20	20	80
	電気計装	1,069	9.30	50	50
	小計	5,347	46.50		
	合計	60,990	530.35		



## 第8章 操業計画

## 第8章 操業計画

### 8.1 概要

コークス製造作業の目的は、良質で安価な高炉用コークスを製造し、安定してユーザーへ供給することにある。

近代的製鉄業の開幕は、コークスを燃料として、高炉で銑鉄製造が行なわれるようになった時期に始まるといわれている。以来、鉄の製造には良質なコークスの製造が不可欠の要件となっており、今後においても、コークス品質の維持確保が高炉操業のうえから、ますますその重要性を増していくものと思われる。

高炉内におけるコークスの役割は、

- (1) コークスの燃焼による熱源としての働き。
- (2) 鉄鉱石類を鉄に変えるための還元剤としての働き。
- (3) 高炉内での通気性維持のための充填物としての働き。
- (4) 高炉内で特定の温度領域を形成して、銑鉄やスラグに熱を与える熱交換媒体としての働き。

の4つが期待されている。

このような役割を十分に果たすためには、良質なコークスでなくてはならない。すなわち、良質のコークスとは、

- (1) コークス強度（耐破碎性、耐摩耗性）が十分に高いこと。
- (2) 灰分、硫黄分などが低いこと。
- (3) 粒度が比較的大きく、よく整っていること。
- (4) その他、反応性が低く、熱間性状が良いこと。

など、以上のようなものをいう。

コークス工場の操業に従事する者は、その使命の重大性をよく認識し、操業技術の習得を図ると共に、長期安定操業に努めることが必要である。

## 8.2 組織および要員計画

### 8.2.1 コークス工場組織

コークス工場の組織を図 8-1 に示す。工場の組織は、直接生産活動を行うほか、管理部門、保全部門、事務部門を有し、日常の工場運営は、すべて工場内組織である。

### 8.2.2 課別職掌内容

- (1) 総務課 : 総務ならびに人事、教育に関する事。
- (2) 経理課 : 経理ならびに財務に関する事。
- (3) 安全環境課 : 安全衛生および環境に関する事。
- (4) 購買課 : 原燃料および資機材の購入に関する事。
- (5) 販売課 : コークスおよび副産物の販売に関する事。
- (6) 生産技術課 : 生産管理、品質管理および技術事項全般の調整に関する事。
- (7) 試験課 : 原燃料、およびコークス、副産物の品質試験および環境測定、排ガス分析、粉塵測定に関する事。
- (8) コークス課 : コークスの製造および石炭受入処理、コークス処理出荷に関する事。
- (9) 化成課 : ガス精製、排水処理および副産物の製造に関する事。
- (10) 設備技術課 : 各設備の保守設計に関する事ならびに資機材の管理に関する事。
- (11) 機械整備課 : 機械、土木建築設備および各機器の保全ならびに補修に関する事。
- (12) 電気計装整備課 : 電気、計装、CPU 設備および各機器の保全ならびに補修に関する事。

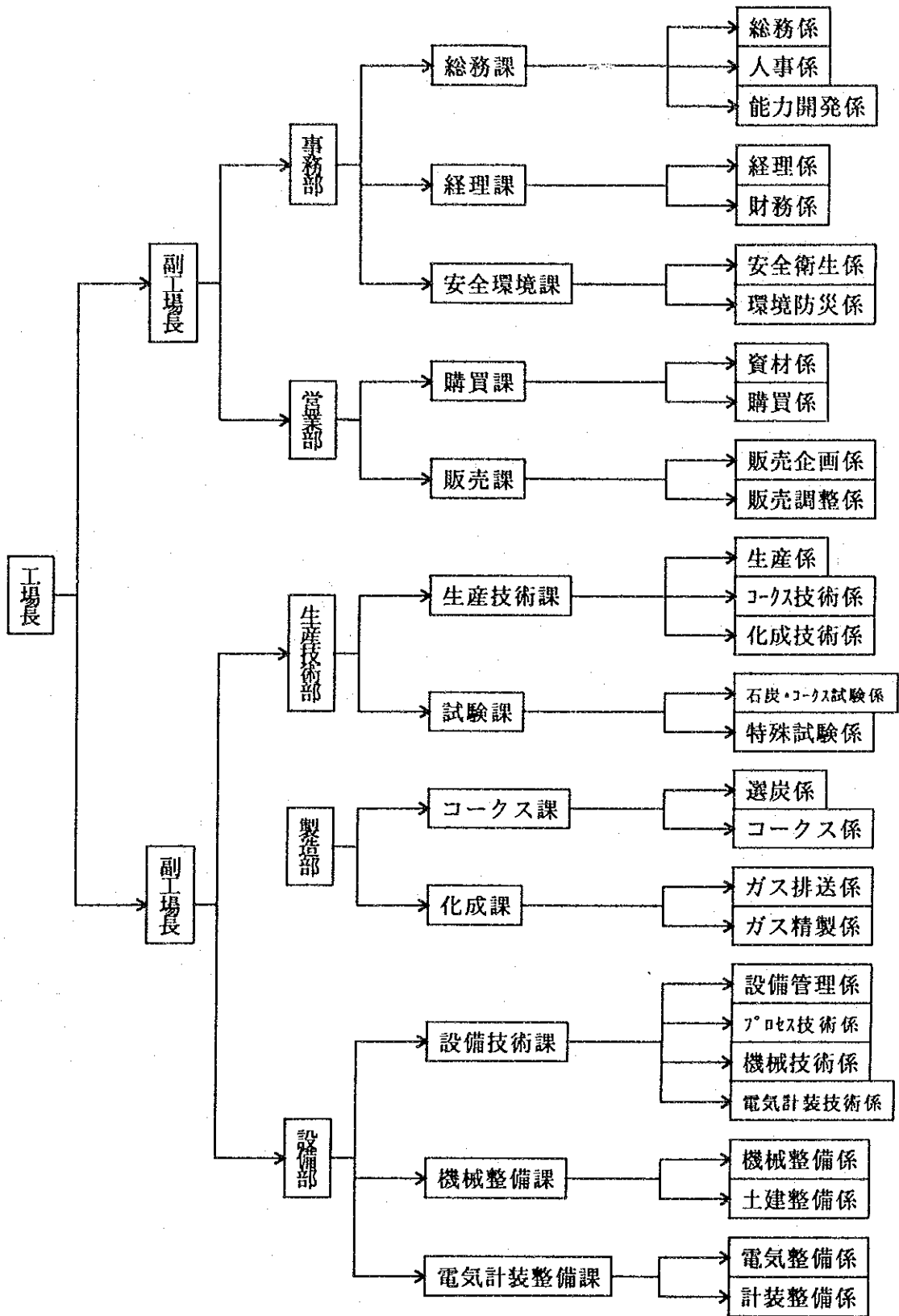


図 8-1 コークス工場組織表

### 8.2.3 操業要員配置計画

新工場の要員を算定するに当たっては、図8-1の組織図を基本として、前提条件を下記のとおりとする。

- (1) 全設備の運転、整備は、直接契約従業員によって行う。
- (2) 連続操業を必要とする職場は、4組3交代制とする。

- ・勤務時間 ①番方 ----- 7:00 ~ 15:00
- ②番方 ----- 15:00 ~ 23:00
- ③番方 ----- 23:00 ~ 7:00

・4組3交代サイクル表（16日サイクル）

日にち	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A 組	①	①	①	①	休	②	②	②	②	休	③	③	③	③	休	休
B 組	②	休	③	③	③	③	休	休	①	①	①	①	休	②	②	②
C 組	休	②	②	②	②	休	③	③	③	③	休	休	①	①	①	①
D 組	③	③	休	休	①	①	①	①	休	②	②	②	②	休	③	③

- (3) 運転部門と整備部門との業務分担は次のとおりである。

- ・整備稼働率を高めるため、日本で確立している予防保全体制を導入し、運転部門と独立して整備部門を設置した。運転部門は、運転要員の手による日常点検・給油脂・小修理まで行うこととした。

コークス工場における操業要員および製造設備部門の要員配置を表8-1に示す。また、その詳細配置を表8-2に示す。本案は、日本におけるコークス工場の要員配置を元に作成したものであるが、設備、国情に差異があるため、この点も考慮に入れた。

表 8-1 操業要員一覧表

	人 数	備 考
工 場 長	1	事務部47人および技術部37人はスタッフ
副工場長	2	
部 長	5	
課 長	12	
係 長	28	
係 員	84	
作 業 長	33	
工 業 員	117	
作 業 員	418	
総 計	700	

注) 要員レベル

- 1) 係員（スタッフ）以上は、大学または専門学校卒業者
- 2) 作業長、工長は実務経験5年以上の熟練工
- 3) 作業員は、高校卒業者

表 8-2 操業要員配置表 (1/8)

課	係	職務名	要 員				備 考
			作業長	工 長	一 般	計	
総務課	総務係 人事係 能力開発係				6	6	スタッフ
					4	4	"
					2	2	"
		小 計			12	12	
経理課	経理係 財務係				5	5	スタッフ
					5	5	"
		小 計			10	10	
安全環境課	安全衛生係 環境防災係				4	4	スタッフ
					3	3	"
		小 計			7	7	
購買課	資材係 購買係				3	3	スタッフ
					5	5	"
		小 計			8	8	
販売課	販売企画係 販売調整係				5	5	スタッフ
					5	5	"
		小 計			10	10	
		中 計			47	47	

表 8-2 操業要員配置表 (2/8)

課	係	職務名	要 員				備 考
			作業長	工 長	一 般	計	
生産技術課	生産係	配合設計 配合計画 生産量管理			5	5	スタッフ
	コークス技術係	コークス炉操業 設計・計画 操業解析			8	8	”
	化成技術係	化成工程操業 設計・計画 操業解析			7	7	”
		中 計			20	20	
試験課	石炭コークス 試験係	石炭コークス検定	1	1 x 4	4 x 4	21	
		石炭コークス分析	1	2	8	11	
		小 計	2	6	24	32	
	特殊試験係	化成関係	1	2	6	9	
		排水		1	2	3	
		環境公害	1	1	4	6	
	小 計	2	4	12	18		
	中 計	4	10	36	50		



表 8-2 操業要員配置表 (3/8)

課	係	職務名	要 員				備 考
			作業長	工 長	一 般	計	
コークス課	選 炭 係	石炭受入	1			1	
				1 x 4		4	
		アンローダー			2 x 4	8	
		BC運転			1 x 4	4	
		BC点検			1 x 4	4	
		国内炭受入			1 x 4	4	
		小 計	1	4	20	25	
		石炭払出配合	1			1	
				1 x 4		4	
		リクレーマ			2 x 4	8	
		粉砕機			1 x 4	4	
		BC運転			1 x 4	4	
		BC点検			1 x 4	4	
タール滓処理			1 x 4	4			
ヤード管理			1 x 4	4			
小 計	1	4	28	33			
コークス輸送	1			1			
		1 x 4		4			
BC運転			1 x 4	4			
BC点検			2 x 4	8			
ワーフ			1 x 4	4			
リクレーマ			2 x 4	8			
シップローダ			1 x 4	4			
小 計	1	4	28	33			
設備	1			1			
設備資材		1		1			
			5	5			
清掃		1		1			
			11	11			
小 計	1	2	16	19			
中 計	4	14	92	110			

表 8-2 操業要員配置表 (4/8)

課	係	職 務 名	要 員				備 考	
			作業長	工 長	一 般	計		
コークス課	コークス係	三交替操業	1 x 4			4		
		炉上統括		1 x 4		4		
		装入			1 x 4	4		
		装炭車			1 x 4	4		
		コークス車			1 x 4	4		
		消火車			1 x 4	4		
		炉下統括		1 x 4		4		
		押出機			1 x 4	4		
		小 計		4	8	20	32	
		燃焼管理	1				1	
炉温調整		1			1			
ガス切替		1 x 4		5	5			
				2 x 4	8			
小 計		1	5	13	19			
炉体整備	1				1			
上昇管		1			1			
炉体補修		1		5	5			
				9	9			
小 計		1	2	14	17			
設備	1				1			
設備資材		1			1			
公害		1		2	2			
炉廻り清掃		1		1	1			
				5	5			
小 計		1	3	8	12			
		中 計	7	18	55	80		

表 8-2 操業要員配置表 (5/8)

課	係	職 務 名	要 員				備 考
			作業長	工 長	一 般	計	
化 成 課	ガス排送係	ガス排送	1			1	
				1 x 4		4	
		点検			1 x 4 2 x 4	4 8	
		小 計	1	4	12	17	
		安水処理	1			1	
			1 x 4		4		
		用役運転		1 x 4	3 x 4 2 x 4	12 8	
	小 計	1	8	20	29		
	ガス精製係	ガス精製	1 x 4			4	
		脱硫		1 x 4		4	
		硫酸			1 x 4	4	
		硫安		1 x 4	2 x 4	8	
		脱ベン			3 x 4 1 x 4	12 4	
		小 計	4	8	28	40	
	硫安出荷	1			1		
	ファークリフト運転		1		1		
	出荷立会		1	2	2		
	設備資材		1	6	6		
	清掃			2	2		
				10	10		
	小 計	1	3	20	24		
	中 計	7	23	80	110		

表 8-2 操業要員配置表 (6/8)

課	係	職 務 名	要 員				備 考
			作業長	工 長	一 般	計	
設備技術課	設備管理係	予備品・資機材・煉瓦等	1	1	1	1 1 1	
		小 計	1	1	1	3	
	プロセス技術係	熱流量・振動・肉厚等測定	1	2	12	1 2 12	
		小 計	1	2	12	15	
	機械技術係				10	10	スタッフ
	電気計装技術係				7	7	”
		中 計		2	3	30	35

表 8-2 操業要員配置表 (7/8)

課	係		要 員				備 考	
			作業長	工 長	一 般	係		
機 械 整 備 課	機械整備係	機動班	1	1 x 4	5 x 4	1 4 20		
		小 計	1	4	20	25		
		選炭 石炭受入	1	2	8	1 2 8		
		払出・配合		2	8	2 8		
		コークス処理出荷		2	8	2 8		
		小 計	1	6	24	31		
		コークス炉	1	4	16	1 4 16		
		小 計	1	4	16	21		
		ガス精製	1	5	20	1 5 20		
		小 計	1	5	20	26		
	土建整備係	土建統括 土木 建築		1	2	8	1 2 8	
					1	5	1 5	
			小 計	1	3	13	17	
			中 計	5	22	93	120	

表 8-2 操業要員配置表 (8/8)

課	係	職 務 名	要 員				備 考	
			作業長	工 長	一 般	計		
電 氣 計 装 整 備 課	電 氣 整 備 係	機動班	1			1		
				1 x 4		4		
						2 x 4	8	
		変電所		1 x 4		4		
						1 x 4	4	
		小 計	1	8	12	21		
		統括 選炭	1			1		
				3	3			
	コークス炉			4	4			
					6	6		
	ガス精製			3	3			
					7	7		
	その他			3	3			
					6	6		
小 計	1	13	25	39				
	計 装 整 備 係	CPU	1			1		
				3	3			
					4	4		
計器		1			1			
				3	3			
				8	8			
小 計	2	6	12	20				
中 計	4	27	49	80				
		総 計	33	117	502	652	係長以上除く	
		"	33	117	418	568	係員以上除く	

### 8.3 雇用計画

雇用計画にあたっては、初期計画から建設工程、訓練計画、コークス炉の乾燥・スタートアップおよび試運転等を考慮して決定した。

雇用計画を表8-3に示す。

表 8-3 雇用計画表

	操 業 開 始 前					合 計
	-3.5年	-3年	-2年	-1年	-0.5年	
工場長	1					1
副工場長	1				1	2
部長	2		1		2	5
課長	4		1	4	3	12
係長	4	4	5	5	10	28
係員	4	10	23	17	30	84
作業長			7	26		33
工場長			18	99		117
作業員				200	218	418
合 計	16	14	55	351	264	700

- 1) -3.5年の要員は、初期計画からの業務要員とする。
- 2) -3年および-2年の一部は、建設据付工事の工事監督、資材調達、検査業務等の業務要員とする。
- 3) -2年の要員は、ライン部門で国外訓練要員とする。
- 4) -1年の要員は、ライン部門の中核となる要員とする。
- 5) -0.5年の要員は、事務部門とライン部門の約半数とした。

## 8.4 訓練計画

新工場の操業および企業管理には、高度な技術と経験を要するため、幅広く教育・訓練を行わなければならない。これらの教育・訓練に耐えうる労働力の質が要求される。十分に訓練を受けた管理者および労働者によって操業が開始され、操業の実態を通じて管理能力および操業技術力を向上させることが安定操業の基盤となる。

採用された従業員全員に対し、会社の目的、組織とその機能分担、工場運営にあたって、ヴェネズエラ国内の法律、規則、および工場内の諸規則等の導入教育を実施する。

事務スタッフ部門については、本プロジェクトで建設されるコークス工場に導入される設備と類似の設備を保有するヴェネズエラ国内の会社で研修する。

技術スタッフおよびライン部門（整備グループ含む）については、近隣国（ブラジル、コロンビア等）のコークス工場で、実技研修を実施する。

訓練計画を表 8-4 に示す。

表 8-4 訓練計画表

項 目	人 数	期 間	備 考
1. 導入教育	全 員	1ヶ月	
2. 国内教育	全 員	2ヶ月	部門別専門教育
3. 国外教育	55 名	3ヶ月	コークス工場実技研修
4. コークス炉乾燥 スタートアップ教育	100 名	1ヶ月	コークス係全員、技術スタッフ 機械整備係、設備スタッフ



## 8.5 プラント運営

### 8.5.1 コークスの品質管理

石炭、コークスの品質基準は、主として、高炉操業上の制約と原料炭入手条件の制約によって決まってくる。高炉操業上からのコークス品質に対する要求水準には、コークス強度や粒度のように、高炉の安定操業上絶対に満足させなければならない基準と、灰分、硫黄分などのように経済上では不利になるが、ある程度までなら操業できる基準とがある。したがって、品質項目の優先度を常に念頭に置き、原料需給に見合った品質管理を行うことが、まず何よりも大切である。また、コークス品質のバラツキが大きいと高炉での通気性の不均一さや炉熱などの不安定さを招くので操業、作業等の管理水準を高め、バラツキを減少させることも大切である。

一般にコークス工場では、原料購買部門より品質基準値の確立を前提として、各種の原料炭が供給されるので、工場側での品質管理の要点をまとめると、およそ以下のとおりとなる。

- (1) 与えられた各種の原料炭について、需要見通しを勘案しながら現実の原料炭性状に則して、最適の配合割合を決定する。
- (2) 操業基準に基づいて正確な配合、粉砕を行い、装入炭品質基準値を確保する。
- (3) コークス炉での乾留条件のバラツキを極力少なくし、置時間を十分にとる。
- (4) コークス品質の変動を常に把握し、情報交換、アクション等を遅滞なく行う。
- (5) 入荷炭に異常がある場合は、購買部門へ早急に連絡し、適切な措置について協議する。
- (6) 石炭、コークスの品質動向が、正確に把握できるようにサンプリングの基準、および試験分析作業の標準化を行う。

通常のコークス工場で取り上げられている主な試験項目を表8-5、表8-6に示す。

表 8-5 石炭サンプリング方法および試験項目（例）（1/2）

項 目	入 荷 炭	配合槽受入炭	装 入 炭
試験の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・入荷炭の性状把握</li> <li>・入荷量管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コークス品質管理</li> <li>・銘柄別使用量管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コークス品質管理</li> <li>・装入炭量管理</li> </ul>
サンプリング方法	スイングアーム	スイングアーム	スイングアーム
全水分	○	○	○
粒度	○	○	○
工業分析	○	○	○
元素分析	○	○	○
粘結性	○	○	○
組織分析	○		
灰の組成	○		
反応性	○		
粉碎性	○		

表 8-5 コークスサンプリング方法および試験項目（例）（2/2）

項 目	工程コークス	出荷コークス
試験の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コークス品質管理</li> <li>・コークス生産量管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出荷コークスの性状把握</li> <li>・コークス出荷量管理</li> </ul>
サンプリング方法	カッターバケット	カッターバケット
全水分	○	○
粒度	○	○
工業分析	○	○
元素分析	○	○
回転強度	○	○
反応後強度	○	○
灰の組成		○

## 8.5.2 コークス炉スタート作業

コークス炉の乾燥昇温が完了した後、実際に石炭を装入して乾留するまでに行わなければならない項目として、次のようなものがある。

### (1) 炉体各部残留膨脹代モルタル入れ、シール強化作業

コークス炉の乾燥昇温によって炉体は膨脹するが、膨脹不均衡分を膨脹代として多めに取っている。この残留膨脹代へモルタルを注入する。また、煉瓦と金物間のシール強化のため、パッキンの打込作業を行わなければならない。

### (2) レギュラーヒーティング

乾燥期間中、炭化室下部で燃焼していたものを、本来の分配管、蓋熱室を通してフリーでの燃焼を開始するので、事前作業として分配管へのガス入れ、流量調整機器の稼働、切替装置の稼働を確認しておく必要がある。

### (3) 乾燥用機器の撤去

乾燥用機器として乾燥用建屋（仮上屋）や、乾燥バーナー、燃料配管、焚口煉瓦等があり、乾燥用上屋は、移動機械や付属機械の据付工事の工程に合わせて撤去し、乾燥用バーナー類はレギュラーヒーティング後、速やかに撤去する。

### (4) 炉体各所補修

石炭を初装入する前に、炭化室と燃焼室の乾燥連絡孔の栓詰め、地下室縦ダクトの補修、炉蓋煉瓦の栓詰め等の補修を行う。

### (5) 炉廻りの機械等の試運転

初装入、初窯出に備えて、炉廻り移動機械の走行および各所の機能テストを事前に行う。また、環境対策設備や、付属設備、コークス輸送設備、ガス精製設備についても、事前に慣らし運転を行っておく。

## (6) 初装入、初窯出作業

コークス炉乾燥作業の完了後、初装入を行う。初装入において重要なことは、各機器類が順調に稼働して、装入作業を速やかに行うことはもちろんであるが、発生したガスをガス吸引ブローで、吸引開始する作業も大切で、難しい作業である。上昇管からドライメン→サクションメン→ガスクーラー→ガス精製工程→ガスホルダーまでのガス管および塔槽類は、事前に空気から窒素に置換しておき、装入にしたがって発生ガスにて置換し、徐々にブローにて吸引を開始する。全窯装入後、適切な炭化時間を経て初窯出しを行う。

### 8.5.3 コークス炉初期稼働計画

コークス炉はスタートした後、炉体各部の温度調整や作業技能の習熟のため、徐々に稼働率を上げる必要がある。また、No.1A 炉と No.1B 炉のスタート時期に 4 ヶ月の差があるため、稼働率 125% 操業計画には約 6 ヶ月の所要期間が必要である。

図 8-2 にコークス炉初期稼働計画を示す。コークス炉の稼働率が 125% のときがプラント操業率 100% となる。したがって、初年度のコークス生産量は図 8-2 の計画で計算すると、80 万トン/年（操業率 80%）となる。

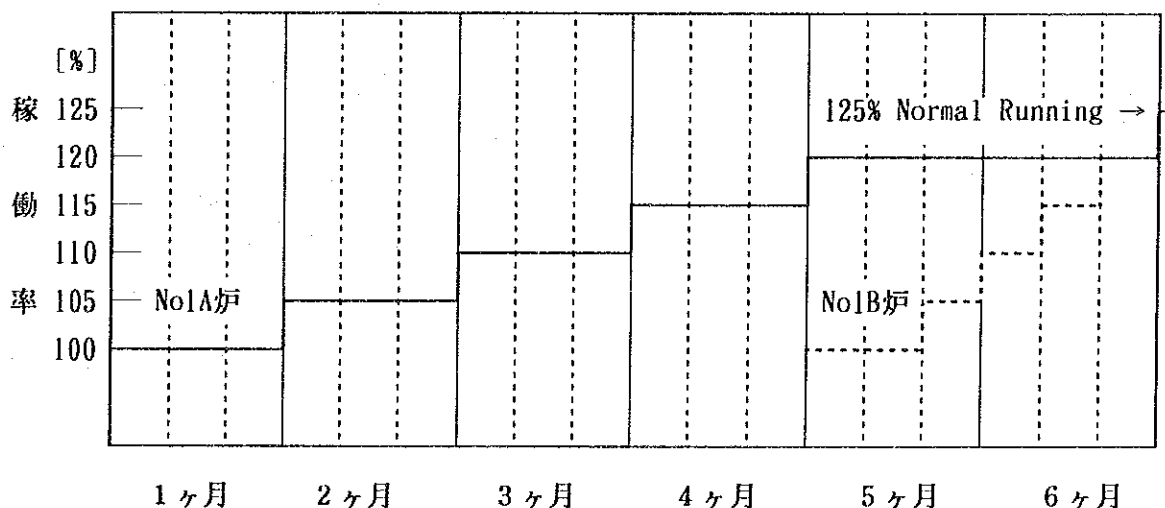


図 8-2 コークス炉初期稼働計画

## 8.6 プラントメンテナンス

コークス工場の操業は昼夜連続操業（365日連続運転）であるため、プラントメンテナンスの時間を設けるのに制約を受ける。簡単な部品取替えや小工事は休憩時間（1時間/方）内にとることも可能だが、工事に長時間を要したり、設備をいったん停止しないと行えないような大工事については、通常1～2回/月の頻度で、集中補修期間を設けている。補修時間は一般的に4～5時間/回である。この間、コークス炉の窯出し作業は停止し、移動機械のレール取替、ベルトの交換、振動篩の網替等の工事にあてられる。

重要機器については、予備機、予備ルートを持っているため、これらの整備を常時行い、突発故障時にいつでも切り替え可能な保全体制を敷くことにする。これらプラントメンテナンスに関わる修繕費は、一般的にプラント直接建設費の2%とした。

## 第9章 財務・経済分析



## 第9章 財務・経済分析

本プロジェクトの目的は、タチラ州で採掘が有望視されている粘結炭を利用して、年間100万トン規模のコークスプラントを建設し、米国を中心にコークスおよびこれにともなう副産物を輸出しようとするものである。

このことから、本プロジェクトの財務・経済分析には、広く国際的に採用されている評価モデルを使用する。

収益性を測定する主要評価指標として、割引法による財務内部収益率(FIRR)、経済内部収益率(EIRR)、および外貨獲得額を使用する。

本章では、財務・経済分析を行うための前提条件を述べた後、第6章で述べられたプロジェクト基本計画案に基づく財務・経済分析を行う。次いで、プロジェクトの収益性の改善のための代替計画案に関する財務・経済分析を行う。

総コークス年間100万トン生産するための基本計画案と代替計画案との相違点は次のとおりである。

基本計画案 (Base Case) : コークスの品質を保障し、国内炭およびコロンビア炭の現在の入手可能性を考慮して国内炭(32%)に加えて米国炭(65%)およびコロンビア炭(3%)併用する場合

代替計画案 (Alt. Case) : 将来における国内炭の出炭量の増加を想定して米国炭を使用せず国内炭(80%)とコロンビア炭(20%)を併用する場合

提案のコークスプラントプロジェクトの実施のための投資額は下記に説明する仮定および手順に従って見積もることとする。

### 9.1 総所要資金の算出および資金調達

#### 9.1.1 見積り基準

##### (1) 通貨および交換レート

本計画調査では、USドル通貨を基準通貨として使用し、日本円は1993年度平均



の次の交換レートにより換算する。ヴェネズエラ通貨は第1次現地調査時（1993年8月）の次の交換レートを採用する。

1 USドル = 115 日本円

1 USドル = 95 ボリバル

本調査期間が一年以上にわたるため、ドルで見積もられた価格、またはドル換算後の価格に大幅な変動が生じた場合は補正すべきであるが、しかしながら、現段階では本プロジェクトに採用した主要項目の価格（建設費・石炭およびコークス価格）にはそのような変化はない。

## (2) 価格基準

費用および価格は1993年の固定価格とし、その後の価格上昇分は見込まないものとする。かかる価格プロジェクトを“1993年固定価格ベース”と呼ぶ。

### 9.1.2 総所要資金

第7章で説明したコークス製造のために要する建設費用に加えて、本項では、総所要資金を構成するそのほかの費用を見積もる。

#### (1) 土地代

今回の第一次サイト調査の結果、コークス炉建設候補地として、スリア州ラ・カニャーダ地区の工業用地を予定している。

コークスプラントに要する用地面積は、第6章の図6-2で示したとおり863,200m<sup>2</sup> (86.32ヘクタール)である。

土地代は、評価価格ベースで2.36百万ドル（224百万ボリバル）を計上し、用地整備費は計上しないものとする。

#### (2) フィジカル・コンティンジェンシー

本費用は、本積算時点において予知できない原因や見積精度により生じるであろう所要資金の超過に備える費用である。

本費用として、直接建設費用の5%を計上する。

(3) プライス・コンティンジェンシー

本費用は、将来生じるであろう物価上昇に備える費用である。

しかしながら、前項で述べたように固定価格で評価することから、本分析では本費用は考慮しないこととする。

(4) 設備・サービスの輸入関税

輸入機器および技術サービスに対して、通常プロジェクトと同様に現行関税（輸入機器；5%、技術サービス；50%）が課せられるものとする。

輸 入 関 税 内 訳	
輸入機器	: 313.45 US\$, MMX × 5% = 15.67 US\$, MM
技術サービス	: 9.72 US\$, MMX × 50% = 4.86 US\$, MM
<hr/>	
	20.53 US\$, MM

(5) 操業準備費

本費用は、プロジェクト実施準備段階を通じて、実施主体自身が直接行う業務に要する次の費用を含む。

- a) プロジェクト推進・計画費用
- b) 従業員の募集
- c) 事務用品を含む一般管理費
- d) 海外（ブラジル、コロンビア等の近隣国を想定して）での研修を含む訓練費用
- e) 試運転費用
- f) その他

本調査では、まったく新たに独立した組織を想定して見積ることとし、本費用として次の費用を計上する。

操業準備費の内訳

(単位：1,000ドル)

項 目	金 額	備 考
- 建設期間中の人件費	4,603	表8-3と表 9-6に基づく
- 一般管理費、海外での 訓練費用、その他諸経費	2,301	上記人件費の50% を計上
- 試運転費用	15	
合 計	6,919	

なお、従業員は表 9-6 に示したクラス別賃金を基に、表 8-3 の雇用スケジュールに従って採用されるものとする。

試運転（機械装置のみ）費用として、次の用役について年間使用量の 6 日相当分を計上する。ただし、試運転期間は 1ヶ月を要す。

- 電力	:	1,008,000kwh	×	0.013\$/kwh	=	US\$13 × 10 <sup>3</sup>
- 用水	:	56,400m <sup>3</sup>	×	0.029\$/m <sup>3</sup>	=	US\$ 2 × 10 <sup>3</sup>
合計						US\$15 × 10 <sup>3</sup>

(6) 建設中金利

本プロジェクトに対する資金源はまだ未定であるが、9.13 項に記載の資金調達を前提とし、海外の金融機関よりのローンは低利の融資条件が利用できるものと仮定する。すなわち、本分析では金利は 5.0% とし、本ローンポーションは国内および海外を含む所要資金の 70% と仮定する。

建設中金利は、各々の年における支出される資本費用のローンポーションに関し、その支出時点から支払年度末までの期間について次の算式により計算する。

$$IDC = (PC+IDC) \times L \times \{ d_1 (1+i)^{2.6} + d_2 (1+i)^{1.6} + d_3 (1+i)^{0.6} - 1 \}$$

IDC : 建設中金利

PC : 建設中金利および初期運転資金を除く建設費および操業準備費

L : ローン比率 (70%)

i : 金利 (年 5.0%)

$d_n$  : n 年目の支出スケジュール

$$d_1 = 0.10$$

$$d_2 = 0.50$$

$$d_3 = 0.40$$

### (7) 初期運転資金

現金が流入するまでにあらかじめ準備すべき本費用として、製品在庫、国内外原料炭在庫、売掛金および買掛金を計上する。本費用は操業直前に準備されるものとし、建設中金利はかからないものと仮定する。

#### 初期運転資金の内訳

(単位: 1,000 ドル)

項目	金額	備考
- 製品在庫	9,417	償却費を除く初年度製造コストの平均1.51ヶ月分 <sup>注)</sup>
- 輸入炭在庫	5,885	初年度輸入炭コストの1.5ヶ月分
- 国内炭在庫	375	初年度国内炭コストの0.5ヶ月分
- 売掛金	7,650	初年度売上高 (COGを除く副産物収入を含む)の1ヶ月分
- 買掛金	▲4,577	初年度変動費(COGは控除する)の1ヶ月
合計	18,750	

注) 製品在庫は塊コークスに加えて、COGを除く副産物も次のとおり考慮した。

- 塊コークス	: 15ヶ月
- 粉コークス	: 10ヶ月
- 粗タール	: 15ヶ月
- 粗軽油	: 3.0ヶ月
- 硫安	: 1.0ヶ月

製品別の上記在庫期間および売上高 (原価に対応するとみなす) を基準に原価配賦すると、平均在庫期間は1.51ヶ月となる。

(8) 総所要資金

以上述べてきたコークス工場建設にかかる総所要資金の内訳は表 9-1 に示す。

9.1.3 資金調達

前項で見積もられたコークス工場建設に係る総所要資金は次の条件にしたがって調達されるものと仮定する。

(1) 資金構成比率および支出スケジュール

総所要資金の 30% は自己資本金で調達され、残りは海外の長期借入金により融資されるものと仮定する。

試運転期間を含む建設スケジュールは契約締結日より 29ヶ月と仮定し、その契約月は 1995 年 12 月にし、コークス工場操業開始月を 1998 年 5 月を予定している。

所要資金の支出はローンおよび資本金の各の割合に応じて 2 つの資金源より調達されるものと仮定する。

支出スケジュール

プロジェクト年度	支出スケジュール (%)
1995	10%
1996	50%
1997	40%
計	100%

(2) 長期借入金の融資条件

スタディの目的のため、外国ローンは次の融資条件により融資されうるものとする。

- a) 金利 : 年利 5.0% とする。
- b) 据置期間 : 建設期間中の 3 年間とする。
- c) 返済条件 : 据置期間後 20 年均等年賦返済とする。

### (3) そのほかの条件

本プロジェクトの操業段階において資金不足が生じた場合、短期融資により賄うことと仮定し、金利は上記と同じ年利 5.0%、翌年払いとする。

## 9.2 財務・経済分析の前提条件

### 9.2.1 財務・経済分析に共通する前提

本章の 9.1.1 項で述べたとおり、通貨は US ドルを使用し、費用および価格は 1993 年の固定価格とし、その後の価格上昇分は見込まないものとする。かかる価格プロジェクトを“1993 年固定価格ベース”と呼ぶ。

コークスの操業開始は 1998 年 5 月を予定している。本分析のため、プロジェクト年度を 5 月開始で翌年 4 月締めとし、操業開始年度を 1998 年と定義する。

プロジェクトライフは建設期間 3 年および操業期間 20 年からなる 23 年間と仮定する。

残存価格は土地代、投資額の未償却資産および運転資金を含み、プロジェクト最終年度に控除される。本プロジェクトでは土地代および運転資金は控除される。

### 9.2.2 プロジェクト収支に関する前提

第 8 章において、コークスを製造していく上で考慮すべきプラント運営に関する諸問題を技術面から検討した。

本項では、かかる技術的検討をふまえて財務・経済分析を行うための前提条件について記述する。

図 9-1 に、総コークス年間 100 万トン生産するための基本計画案に関する主要項目を図解する。

本プロジェクトの会計上、出力項目に関して塊コークスを主製品とし、粉コークス、粗タール、粗軽油、硫安および COG は副産物とする。

一方、入力項目の年間原料炭量は、コークス歩留 (57.06%) および次の配合比率により決定させる。

### 基本計画案の配合比率

原 料 炭	配合比率
国内炭 (FNO/LAS)	: 32.0%
コロンビア炭 (Boyaca)	: 3.0%
米国炭 (Pinnacle/Blue Creek)	: 65.0%
-----	
合 計	100.0%

COGの総出力量は441.50百万Nm<sup>3</sup>で、そのうち198.85百万Nm<sup>3</sup>は自家消費するとともに、242.65百万Nm<sup>3</sup>の余剰分は外販する。

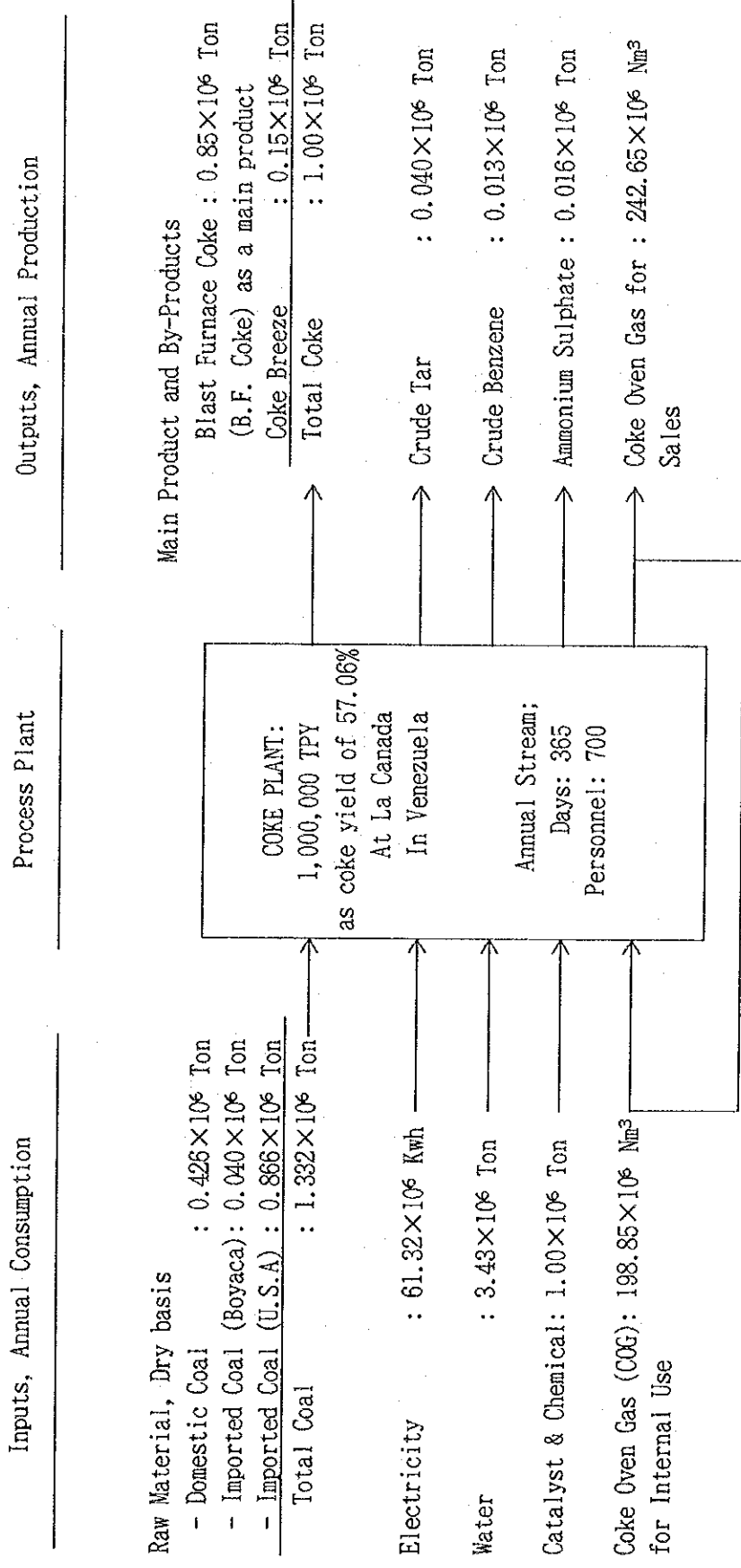


图 9-1 ANNUAL INPUTS AND OUTPUTS BALANCE



(1) 生産および販売計画

前図で示したとおり、総コークス生産量は年間 100 万トンで、主製品の塊コークスの年間生産量は 850,000 トンである。

各年における次の操業率はプラント運転上の技術的観点から設定した。なお、年間操業日数は 365 日である。塊コークスの製品在庫は 1.5 ヶ月分を考慮して、塊コークスの製品は第 3 章で述べた販売計画にしたがって全量輸出するものとする。

塊コークスの生産および販売計画

(単位：%)

プロジェクト年度	操業率	在庫増	払出率
1998	80.0	10.0	70.0
1999	100.0	2.5	97.5
2000	100.0	-	100.0
2016	100.0	-	100.0
2017	100.0	(-)12.5	112.5
計	1980.0	-	1980.0

COG を除く副産物についても第 9.1.2(7) 項で示した在庫分を考慮して各々の製品は輸出するものとする。

(2) 販売価格

本分析のために、塊コークスの輸出向販売価格は、米国での国内コークス価格をもとに、次のとおり見積もった。

塊コークス販売価格

(単位：ドル/トン)

項 目	想定価格
- 塊コークス、CIF U. S. A	135.0
- 運賃 (ヴェネズエラ-米国湾岸)	▲ 15.0
<hr/>	
- 塊コークス、FOB ヴェネズエラ	120.0

(3) 変動費

変動費は、国内外の原料炭、自家消費する COG、用役費、触媒・化学品費およびコークスの副産物を含む。しかし COG を除く副産物の在庫計算のため、COG は変動費からの控除項目として計上し、その他の副産物は収入項目として計上する。

1993 年における変動費の各々の購入価格 (または販売価格) および装入炭単位当りの原単位および単価は次のとおりである。

変動費における価格および原単位

項 目	単位	購入・販売 (ドル/単位)	装入炭単位当り	
			原単位 (単位/トン)	単価 (ドル/トン)
原料炭 (水分9%を除く)				
- 国内炭	ton	26.37	0.320	8.44
- コロンビア炭	ton	43.96	0.030	1.32
- 米国炭	ton	65.93	0.650	42.85
COG	Nm <sup>3</sup>	0.015	149.26	2.24
用役費				
- 電力	Kwh	0.013	46.027	0.60
- 用水	m <sup>3</sup>	0.029	2.575	0.07
触媒・化学品	\$	1.304	0.751	0.98
<hr/>				
副産物				
- COG	Nm <sup>3</sup>	0.015	331.39	4.97
- 粗タール	ton	50.00	0.03	1.50
- 粗軽油	ton	240.00	0.01	2.40
- 硫安	ton	100.00	0.01164	1.16
- 粉コークス (輸出向)	ton	40.00	0.11259	4.50

(4) 人件費

ボーナスおよび社会厚生費等を含む人件費は FIV より入手した賃金データに基づき設定した。1993 年のクラス別による管理者を含む従業員の賃金は次のとおりである。

クラス別賃金

(単位：ドル／人・年)

クラス	カテゴリー	人件費
管理職	工場長、副工場長、部長	20,520
主任職	課長、係長	12,035
スタッフ(A)	係員、作業長、工長	7,215
スタッフ(B)	作業員	4,169

第 8 章で説明した、組織および要員計画に従って表 9-5 に部門別クラス別人員表および表 9-6 に賃金表を示す。この結果、本プロジェクトに従事する人数は 700 名であり、平均人件費は 5,824 ドル／人・年となる。したがって、人件費総額は  $4,077 \times 10^3$  ドル／年を見積もる。

上記に加えて、一般管理費等をオーバーヘッドとして上記人件費の 50% を計上する。

(5) 修繕維持費

第 8 章で述べたとおり、経常的な補修サービスに生じる補修費は直接建設費用の 2.0% を計上する。

(6) 租税公課および保険料

本費用として固定資産の 0.5% 相当額を計上する。

(7) 減価償却費

建設費は次の方法に従って償却する。

- 償却方法： 定額償却
- 残存価格： ゼロ
- 耐用年数： 20 年

また、操業準備費および建設中金利は上記と同様、残存価格をゼロとし、20年の均等償却を行う。

(8) 法人税および配当金

課税所得に対して、30%の現行税率が課されるものとする。配当金に関しては考慮しないこととし、利益分は内部保留されるものとする。

(9) 運転資金

初期運転資金は初期財務的予算化のため必要となるが、プロジェクト操業後、運転を円滑化のため追加的運転資金が必要となる。通常の会計上、会計年度末時の貸借対照表に見られるとおり、運転資金は流動資産から流動負債を差し引いて求められる残高である。

本残高が前年度の残高を超過した場合、かかる金額は"Change in Working Capital"と呼び、資金繰り表の支払項目と計算する。

本分析においては、初期運転資金の金額に代わりにこの金額を収益性計算に用いる。

運転資金の前提は 9.1.2 項で述べたの製品在庫、国内外原料炭在庫、売掛金および買掛金であり、その評価は“先入先出法”に基づく。

以上述べてきた基本計画案に関する前提条件の要約は表 9-2 に示す。

### 9.2.3 外貨獲得額算出のための前提

経済分析の評価方法の一つである外貨獲得額の算出に際しては、本プロジェクトの実施によって、ヴェネズエラ国の外貨改善にどれだけ貢献できるかを次の方法で計算を行う。

- (1) 輸出向塊コークスの販売額は、外貨獲得額とする。

(2) 上記に加えて、COG を除く次の副産物の販売額は外貨獲得額とする。

- 粗タール
- 粗軽油
- 硫安
- 輸出向粉コークス

(3) 一方、資金源のうち、長期借入金は外貨の流入であるが、建設費の支払として相殺される。操業開始後の返済額および利息は外貨の流出とする。

(4) 米国炭、コロンビア炭、触媒・化学品、および修繕費の 70% 相当分は外貨の流出とする。

(5) 第(1)項および第(2)項の外貨獲得額から第(3)項および第(4)項の外貨流出額を差引いて正味外貨獲得額を算出する。

#### 9.2.4 経済内部収益率算出のための前提

##### (1) 諸前提

本計算に適用する主な前提条件は次のとおりである。

- 1) 通貨、交換レートおよび価格基準は 9.1.1 項で示したものを使用する。
- 2) すべての関税、税金および利子は国民経済上の移転項目として、経済価格から除外する。
- 3) 人件費のうち、熟練労働者の賃金は労働の機会費用を反映していると考え、スタッフ A 以上の従業員について第 1 次現地調査時入手の税率表を基に財務上の人件費から税率分を控除する。  
一方、未熟練労働の賃金に関しては、スリア州の失業の存在を考慮し、その賃金に潜在賃金率 (50%) を適用する。
- 4) プラント建設費用、コークス、輸入炭、副産物のような主要な費用および価格は国際価格で評価されているとともに、輸出品となる国内炭も市場価格を反映していると考えられるので、これらは財務分析と同じものを使用する。

## (2) 投資コストに関する経済コスト

以上の諸前提から、土地代およびプラント建設費は財務計算と同じ投資コストを使用し、輸入関税および建設中金利は移転費用として投資コストから除外する。操業準備費および初期運転資金は要素ごとに計算する。したがって、投資コストの内訳は次のとおりである。

### 投資コストの内訳

(単位：100万ドル)

項 目	金 額
土地代	2.36
プラント建設費	585.83
操業準備費	5.62
建設中金利	-
初期運転資金	18.53
合 計	612.34

## 9.3 基本計画案に関する財務・経済分析

これまで述べてきた本分析のための前提条件に従って、基本計画案に関する本分析は、各種財務諸表、操業比率分析、割引法による財務内部収益率、経済内部収益率、および外貨獲得額によって行うこととする。

次の財務諸表は Appendix-1 に添付する。

- 生産・販売計画表
- 製造原価明細表
- 運転資金明細表
- 損益計算表
- 資金繰り表
- 貸借対照表
- 長期借入金返済表

上記の財務分析の詳細計算に基づき、基本計画案の分析結果の概要は表 9-4 に示す。本表には、主要な前提条件の他財務内部収益率 (FIRR)、経済内部収益率 (EIRR) 借入

金返済能力 ( DSR ) および平均製造コスト等を要約した。

財務分析の目的のために、本プロジェクトの評価基準は財務内部収益性 ( 公的プロジェクトであれば金利レベルより高い FIRR、また、民間プロジェクトであればさらにリスクプレミアム ( 5% ) を加味した機会費用より高い FIRR ) および資金繰りの健全性 ( 各年における DSR が 1.15 以上 ) を採用する。

種々の前提条件に基づく基本計画案における財務内部収益率はマイナス 1.37% となり、金利レベル ( 本プロジェクトでは 5% ) を大幅に下回る結果になった。

資金繰りの健全性を判定する上で重要な指標として長期借入金の返済能力 ( DSR ) は次式によって表される。一般に DSR が各年において 1.15 以上あれば健全であるといわれている。

$$DSR = \frac{\text{Profit after tax} + \text{Depreciation} + \text{Interest on L/T loan}}{\text{Repayment of L/T loan} + \text{Interest on L/T loan}}$$

プロジェクト・ライフを通じて DSR は 1.0 以下であり、操業初年度より資金不足が生じている。

操業開始後 10 年目となる 2007 年における塊コークスの製造コストは次の表のとおりである。なお、本分析における比較検討のために 2007 年の値を本プロジェクトの平均コストとみなした。

#### 塊コークス製造コスト

( 単位 : ドル / トン )

項 目	製造コスト
－ 償却・金利を含まない場合	89. 23
－ 償却・金利を含む場合	153. 63

上表から、塊コークス販売価格 ( 120 ドル / トン ) と比べて前者は下回っているが、後者は約 34 ドル高くなることがわかる。

さらに、本プロジェクトの主要要素であるコークス販売価格 ( 粉コークスも含む ) 、

原料炭価格および投資コストが変動した場合の感度分析を行った。収益性の改善に寄与すべき次のケースにおける財務内部収益率を示す。

－ コークス販売価格が20% 高くなる場合	3.82%
－ 原料炭価格が20% 安くなる場合	2.20%
－ 投資コストが20% 安くなる場合	▲ 1.24%

上記のいずれのケースも、単独で行った場合では金利レベルを下回る結果となった。

以上の分析に加えて、前項で示した前提条件に基づく外貨獲得額を算出する。

この結果、プロジェクトライフを通じた外貨獲得額は212百万ドルとなりこれは投資コストの約32%にすぎない。さらに、経済内部収益率はマイナス0.58%となった。

以上述べてきた分析から、基本計画案は財務的収益性がなく、外貨の獲得も期待できない。この理由は次のことが考えられる。

- － ヴェネズエラおよびコロンビアの石炭の量が少なく、輸入炭の量が多いこと。
- － 生産されたコークスが全量輸出であり、輸送コストを考慮するとコークスの価格が低く抑えられる。
- － 粗タール、粗軽油が未精製のまま輸出せざるをえないことと、コークス炉ガスは天然ガスの価格なみで評価すること、このためにすべての副産物価格が安く評価せざるを得ずコークスコストを引き上げる要因になったこと。
- － 環境を考慮して、設備費で十分な対策を講じたこと。

#### 9.4 代替計画案に関する財務・経済分析

前項の結果から、本プロジェクトの収益性および財務状況の改善のために代替計画案に関する財務・経済分析を行う。

##### 9.4.1 変更条件

今後ヴェネズエラでは、たとえばLOBの北部から、中揮発性粘結炭が相当量出ることが確認され、輸入炭を全量国内炭およびコロンビア炭に置き換えられると考えられる。

第5章の配合試験の結果から、コークス歩留は74.30%で、配合比率は次のとおりとなる。



代替計画案の配合比率

原 料 炭	配合比率
国内炭 (FNO/LAS)	: 80.0%
コロンビア炭 (Boyaca)	: 20.0%
米国炭 (Pinnacle/Blue Creek)	: -
合 計	100.0%

上記のコークス歩留および配合比率に伴って、副産物のうち、粗タール、粗軽油および硫安の生産量が増える。この結果、製造コストおよび運転資金が変更される。

以上の代替計画案に関する前提条件の要約は表 9-3 に示す。

9.4.2 財務・経済分析

前項の前提条件に基づき、代替計画案の財務諸表は Appendix-2 に添付し、分析結果の概要は表 9-4 に示す。

代替計画案における財務内部収益率（税引前）は 5.54% となり、基本計画案と比べて 6% 以上の改善がなされたが、金利レベルをわずかに上回る結果になった。

DSR は操業開始 初年度は 1.0 以下であるが、操業 2 年度から 1.15 以上になった。資金不足は操業開始から 2 年間のみ生じている。

塊コークスの平均製造コストは次の表のとおりである。

塊コークス製造コスト

(単位：ドル/トン)

項 目	製造コスト
- 償却・金利を含まない場合	54.01
- 償却・金利を含む場合	106.56

上表から、塊コークス販売価格 (120 ドル/トン) と比べて償却・金利を含む場合でも、わずかに安くなることがわかる。

基本計画案と同様、コークス販売価格（粉コークスも含む）、原料炭価格および投資コストが変動した場合の感度分析を行い、その結果は図 9-2 に図解した。最も収益性に影響がある要素はコークス販売価格、ついで投資コスト、原料炭価格である。

収益性の改善に寄与すべき次のケースにおける財務内部収益率（税引前）を示す。

－ 粉コークスも含むコークス販売が 20% 高くなる場合	9.29%
－ 原料炭価格が 20% 安くなる場合	7.03%
－ 投資コストが 20% 安くなる場合	8.59%

以上の財務分析に加えて、外貨獲得額を算出した結果、プロジェクトライフを通じた外貨獲得額は 1,149 百万ドルとなり、これは投資コストの約 1.75 倍に相当する。さらに経済内部収益率は 6.27% となった。

以上述べてきた分析から、代替計画案は、基本計画案と比べて本プロジェクトの収益性、財務状況および外貨獲得に関して改善されたけれども、内部収益率は極めて低く、投資対象として考えるには無理がある。

表 9-1 CAPITAL INVESTMENT COST FOR BASE CASE

Items	Capital Investment Cost, US\$, MM		
	Foreign Currency	Local Currency	Total
1. Land & Site Preparation	-	2.36	2.36
2. Plant Direct Cost	313.45	216.90	530.35
- Coke Oven Facility	(147.41)	(29.82)	(177.23)
- Coal/Coke Storage Facility	(92.40)	(72.20)	(164.60)
- By-Products Facility	(61.55)	(80.47)	(142.02)
- Common Facility	(12.09)	(34.41)	(46.50)
3. Plant Indirect Cost	6.27	4.43	10.70
- Spare Parts	(6.27)	(4.34)	(10.61)
- Drying Expense in Coke Oven	( - )	(0.09)	(0.09)
4. Engineering Services	9.72	8.54	18.26
- Basic Engineering	(0.72)	(0.24)	(0.96)
- Engineering Services	(7.96)	(7.95)	(15.91)
- Project Management	(1.04)	(0.35)	(1.39)
<b>Base Project Cost - 1993</b>	<b>329.44</b>	<b>232.23</b>	<b>561.67</b>
5. Contingency	15.67	10.85	26.52
- Physical Contingency	(15.67)	(10.85)	(26.52)
- Price Escalation	(Not considered in the analysis)		
6. Import Duty	-	20.53	20.53
<b>Erected Plant Cost - 1993</b>	<b>345.11</b>	<b>263.61</b>	<b>608.72</b>
7. Pre-Operation Expenses	-	6.92	6.92
8. Interest during Construction	27.37	-	27.37
9. Initial Working Capital	-	18.75	18.75
<b>Capital Investment Cost - 1993</b>	<b>372.48</b>	<b>289.28</b>	<b>661.76</b>

表 9-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR BASE CASE (1/3)

1. Project

Title	: Establishment of Coke Plant Project
Location	: La Canada, Venezuela
Project Case/Study Date	: Base Case/June 6, 1994
Selected Coal (Domestic)	: FNO/LAS
(Imported)	: Pinnacle/Blue Creek (USA)
	: Boyaca(Colombia)
Maximum Operable Days	: 365 DPY
Coke Production @100%	: 2,740 TPD x 365 DPY = 1,000,000 TPY
Yield of Coke Product	: 75.06% of Feed Coal Input (dry base)
Feed Coal Input(Dry Coal Basis)	: 3,650 TPD x 365 DPY = 1,332,268 TPY (dry base)
Production Start Year	: 1998
Monetary Unit	: US dollars(\$) in terms of fixed price in 1993
Exchange Rate for Caluculation	: 1 US\$ = 115 Yen as an average in 1993 : 1 US\$ = 95 Bs during site survey in 1993

2. Schedule

Contract Award	: Dec. 01, 1995
Mechanical Completion	: Feb. 28, 1997
Production Start	: May. 01, 1998
Project Phase Out	: Dec. 31, 2017
Project Life	: 20 Years from Production Start
Project Year	: May to April
Construction and Commissioning	: 29 months from Contract Award

3. Financing Required and Financing Plan in 1993 Price Base

Financing Required	US\$, MM	Financing Plan	US\$, MM
Land/Site Development	2.36	Equity : 30.0%	198.53
Erected Plant Cost	606.36	Foreign Soft Loan: 70.0%	463.23
- Coke Oven	(177.23)	- Interest : 5.00%	
- Coal/Coke Storage	(164.60)	Short Term Loan :	Balance
- By-Products	(142.02)	- Interest : 5.00%	
- Common Facility	(46.50)		
- Engineering Service, etc	(76.01)	Financing Plan	661.76
Pre-Operational Expense	6.92		
Interest during Construction	27.37		
Fixed Capital Cost	643.01		
Initial Working Capital	18.75		
Financing Required	661.76		

表 9-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR BASE CASE (2/3)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant in 1993 Price Base)

Inputs	Unit		Per Coal (Dry)		Per BF coke		Annual	
	Unit	Cost	Consumption	Cost	Cost	Consumption	Cost	
		\$/Unit	Unit/Unit	\$/Unit	\$/Unit	(MM, Unit)	\$, MM	
Raw Material dry excl. Moisture @9%								
- Domestic Coal	Ton	26.37	0.320	8.44	13.22	0.426	11.242	
- Imported Coal(Boyaca)	Ton	43.96	0.030	1.32	2.07	0.040	1.757	
- Imported Coal(U.S.A)	Ton	65.93	0.650	42.85	67.17	0.866	57.094	
Coke Oven Gas	Nm <sup>3</sup>	0.015	149.26	2.24	3.51	198.85	2.983	
Utilities								
- Electricity	kwh	0.013	46.027	0.60	0.94	61.32	0.797	
- Water	m <sup>3</sup>	0.029	2.575	0.07	0.12	3.43	0.099	
Cat/Chem	Ton	1.304	0.751	0.98	1.53	1.000	1.304	
(1) Variable Cost	-	-	-	-	88.56	0.850	75.276	
Operating Staff	M-Y	5,824			4.80	700	4.077	
Overhead	Ope. Staff x	50%			2.40	-	2.038	
Maintenance Cost	Plant Direct Cost x	2.0%			12.48	-	10.607	
Tax & Insurance	Fixed Capital Cost x	0.5%			3.78	-	3.215	
(2) Direct Fixed Cost	-	-	-	-	23.46	0.850	19.937	
Credits								
- Coke Oven Gas	Nm <sup>3</sup>	0.015	331.39	4.97	7.79	441.50	6.622	
- Crude Tar	Ton	50.00	0.03	1.50	2.35	0.03997	1.999	
- Crude Benzene	Ton	240.00	0.01	2.40	3.76	0.01332	3.197	
- Ammonium Sulphate	Ton	100.00	0.01164	1.16	1.82	0.01551	1.551	
- Coke Breeze (Export)	Ton	40.00	0.11259	4.50	7.06	0.15000	6.000	
(Local)	Ton	66.32	-	-	-	-	-	
(3) Total Credits	-	-	-	-	22.79	0.850	19.369	
(4) Production Cost = (1)+(2)-(3)					89.23	0.850	75.844	

表 9-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR BASE CASE (3/3)

5. Outputs and Pricing  
(FOB at the Plant with Full Capacity Utilization in 1993)

Outputs	Unit		Annual	
	Unit	Price (\$/Unit)	Production (MM, Unit)	Sales (\$, MM)
BF Coke*	Ton	120.0	0.850	102.000

(Note) \*:FOB Venezuela Price = CIF USA (135 \$/t) - Ocean Freight (15 \$/t)

6. Operation Schedule

	Project Year							(Unit: %)
	(-)3	(-)2	(-)1	1	2	3	..20	Total/ Average
	95	96	97	98	99	00	2017	
- Financing Disbursement	10	50	40					
- BF Coke Production								
- Rated Capacity Utilization				80	100	100	100	1,980
- Inventory Increase				10	2	0	(-)12	0
- Inventory				10	12	12	0	0
- Sales				70	98	100	112	1,980
- Depreciation/Salvage Value	20 years straight line/Zero salvage value							
- Amortization/Salvage Value	20 years straight line/Zero salvage value							
- Corporate Income Tax	30%							
- Debt Service								
Loan Type	Maximum Grace + Maturity		Annual Interest Rate		Installments			
- Long Term Loan/Foreign	3 + 20		5.00		20			
- Short Term Loan/Local	0 + 1		5.00		1			
- BF Coke Inventory	1.5 months							
- Coke Breeze Inventory	1.0 month							
- Crude Tar Inventory	1.5 months							
- Crude Benzene Inventory	3.0 months							
- Ammonium Sulfate Inventory	1.0 month							
- Domestic Coal Inventory	0.5 months							
- Imported Coal Inventory	1.5 months							
- Account Receivable/payable	1.0 month/1.0 month							

表 9-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR ALT. CASE (1/3)

1. Project

Title : Establishment of Coke Plant Project  
 Location : La Canada, Venezuela  
 Project Case/Study Date : Alternative (ALT.) Case/June 6, 1994  
 Selected Coal (Domestic) : FNO/LAS  
 (Imported) : Boyaca (Colombia)  
 Maximum Operable Days : 365 DPY  
 Coke Production @100% : 2,740 TPD x 365 DPY = 1,000,000 TPY  
 Yield of Coke Product : 74.30% of Feed Coal Input  
 Feed Coal Input(Dry Coal Basis) : 3,687 TPD x 365 DPY = 1,345,895 TPY  
 Production Start Year : 1998  
 Monetary Unit : US dollars(\$) in terms of fixed price in 1993  
 Exchange Rate for Caluculation : 1 US\$ = 115 Yen as an average in 1993  
 : 1 US\$ = 95 Bs during site survey in 1993

2. Schedule

Contract Award : Dec. 01, 1995  
 Mechanical Completion : Feb. 28, 1997  
 Production Start : May. 01, 1998  
 Project Phase Out : Dec. 31, 2017  
 Project Life : 20 Years from Production Start  
 Project Year : May to April  
 Construction and Commissioning : 29 months from Contract Award

3. Financing Required and Financing Plan in 1993 Price Base

Financing Required	US\$, MM	Financing Plan	US\$, MM
Land/Site Development	2.36	Equity : 30.0%	196.99
Erected Plant Cost	606.36	Foreign Soft Loan: 70.0%	459.63
- Coke Oven	(177.23)	- Interest : 5.00%	
- Coal/Coke Storage	(164.60)	Short Term Loan :	Balance
- By-Products	(142.02)	- Interest : 5.00%	
- Common Facility	(46.50)		
- Engineering Service, etc	(76.01)	Financing Plan	656.62
Pre-Operational Expense	6.92		
Interest during Construction	27.37		
Fixed Capital Cost	643.01		
Initial Working Capital	13.61		
Financing Required	656.62		

表 9-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR ALT. CASE (2/3)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant in 1993 Price Base)

Inputs	Unit		Per Coal (Dry)		Per BF coke		Annual	
	Unit	Cost	Consumption	Cost	Cost	Consumption	Cost	
		\$/Unit	Unit/Unit	\$/Unit	\$/Unit	(MM, Unit)	\$/MM	
Raw Material exc. Moisture @9%								
- Domestic Coal	Ton	26.37	0.800	21.10	33.40	1.077	28.393	
- Imported Coal(Boyaca)	Ton	43.96	0.200	8.79	13.92	0.269	11.833	
- Imported Coal(U.S.A)	Ton	65.93	-	-	-	-	-	
Coke Oven Gas	Nm <sup>3</sup>	0.015	147.75	2.22	3.51	198.85	2.983	
Utilities								
- Electricity	kwh	0.013	45.561	0.59	0.94	61.32	0.797	
- Water	m <sup>3</sup>	0.029	2.548	0.07	0.12	3.43	0.099	
Cat/Chem	Ton	1.304	0.743	0.97	1.53	1.000	1.304	
(1) Variable Cost	-	-	-	-	53.42	0.850	45.409	
Operating Staff	M-Y	5,824			4.80	700	4.077	
Overhead	Ope. Staff x	50%			2.40	-	2.038	
Maintenance Cost	Plant Direct Cost x	2.0%			12.48	-	10.607	
Tax & Insurance	Fixed Capital Cost x	0.5%			3.78	-	3.215	
(2) Direct Fixed Cost	-	-	-	-	23.46	0.850	19.937	
Credits								
- Coke Oven Gas	Nm <sup>3</sup>	0.015	328.03	4.92	7.79	441.50	6.622	
- Crude Tar	Ton	50.00	0.03	1.50	2.38	0.04038	2.019	
- Crude Benzene	Ton	240.00	0.01	2.40	3.80	0.01346	3.230	
- Ammonium Sulphate	Ton	100.00	0.01164	1.16	1.84	0.01567	1.567	
- Coke Breeze (Export)	Ton	40.00	0.11145	4.46	7.06	0.15000	6.000	
(Local)	Ton	66.32	-	-	-	-	-	
(3) Total Credits	-	-	-	-	22.87	0.850	19.438	
(4) Production Cost = (1)+(2)-(3)					54.01	0.850	45.908	



表 9-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR ALT. CASE (3/3)

5. Outputs and Pricing  
(FOB at the Plant with Full Capacity Utilization in 1993)

Outputs	Unit		Annual	
	Unit	Price	Production	Sales
		(\$/Unit)	(MM, Unit)	(\$, MM)
BF Coke*	Ton	120.0	0.850	102.000

(Note) \*:FOB Venezuela Price = CIF USA (135 \$/t) - Ocean Freight (15 \$/t)

6. Operation Schedule

	Project Year							(Unit: %)
	(-)3	(-)2	(-)1	1	2	3	..20	Total/
	95	96	97	98	99	00	2017	Average
- Financing Disbursement	10	50	40					
- BF Coke Production								
- Rated Capacity Utilization				80	100	100	100	1,980
- Inventory Increase				10	2	0	(-)12	0
- Inventory				10	12	12	0	0
- Sales				70	98	100	112	1,980
- Depreciation/Salvage Value	20 years straight line/Zero salvage value							
- Amortization/Salvage Value	20 years straight line/Zero salvage value							
- Corporate Income Tax	30%							
- Debt Service								
Loan Type	Maximum Grace + Maturity		Annual Interest Rate		Installments			
- Long Term Loan/Foreign	3 + 20		5.00		20			
- Short Term Loan/Local	0 + 1		5.00		1			
- BF Coke Inventory	1.5 months							
- Coke Breeze Inventory	1.0 month							
- Crude Tar Inventory	1.5 months							
- Crude Benzene Inventory	3.0 months							
- Ammonium Sulfate Inventory	1.0 month							
- Domestic Coal Inventory	0.5 months							
- Imported Coal Inventory	1.5 months							
- Account Receivable/payable	1.0 month/1.0 month							

表 9-4 PROJECT CASES COMPARISON SUMMARY ON COKE PLANT PROJECT

Case		Base Case	Alt. Case
	Coke production (tons/year)	1,000,000	1,000,000
	Coke yield (%)	75.06	74.30
	Coal blending ratio		
	- Domestic coal (%)	32.00	80.00
	- Imported coal (Boyaca) (%)	3.00	20.00
	- Imported coal (U.S.A) (%)	65.00	-
	B.F. coke sales volume for export (tons/year)	850,000	850,000
1)	Capital Investment Cost (million dollars)	661.76	656.62
2)	Financing Plan (million dollars)		
	Equity (30%)	198.53	196.99
	Long-term loans (70%)	463.23	459.63
	Total	661.76	656.62
3)	Major Assumptions for Plant Operation		
	Sales prices for export (FOB)		
	- B.F. cokes (\$/ton)	120.0	120.0
	- Coke breeze (\$/ton)	40.0	40.0
	Coal for coke making (CIF, Dry base)		
	- Domestic coals (\$/ton)	26.37	26.37
	- Imported coals (Boyaca) (\$/ton)	43.96	43.96
	- Imported coals (U.S.A) (\$/ton)	65.93	65.93
	Operating staff	700	700
	Service life on depreciation	20	20
	Interest rate on loan (%)	5.0	5.0
	Repayment period	20	20
4)	Results of Financial/Economic Analysis		
	Financial internal rate of return(FIRR) (before tax, %)	▲1.37	5.54
	(after tax, %)	▲1.37	4.95
	Debt service ratio (DSR)		
	- 1st year of operation	0.42	0.87
	- 2nd year of operation	0.52	1.20
	- 3rd year of operation	0.53	1.26
	Average production cost (per B.F. cokes, \$/tons)		
	- Cost not including depreciation and interest	89.23	54.01
	- Cost including depreciation and interest	153.63	106.56
	Sensitivity analysis on FIRR (before tax, %)		
	- Sales price including Breeze (up 20%)	3.82	9.29
	- Coal prices (down 20%)	2.20	7.03
	- Investment cost (down 20%)	1.24	8.59
	Economic internal rate of return (EIRR, %)	▲0.58	6.27
	Foreign currency earnings (million, dollars)		
	- Whole project life	211.57	1,149.35

Note: Exchange rate: \$1 = 115 yen = 95Bs  
Pricing level: US\$ in terms of fixed price in 1993  
Project life: 23 years including 3 years of construction

表 9-5 MANPOWER REQUIREMENT

	Number of Staff				Total
	Manager	Chief	Staff A	Staff B	
1. Administrative Division					
1.1 Director Room	3	0	0	0	3
1.2 General Division	1	10	29	0	40
1.3 Sales/Purchasing Division	1	6	18	0	25
Administrative Division Total	5	16	47	0	68
2. Production Division					
2.1 Production Control Section	1	4	20	0	25
2.2 Quality Control Section	0	3	14	36	53
2.3 Cokes Production Section	1	3	43	147	194
2.4 By-Product Section	0	3	30	80	113
Production Division Total	2	13	107	263	385
3. Maintenance Division					
3.1 Engineering Section	1	5	22	13	41
3.2 Mechanical Section	0	3	27	93	123
3.3 Electric Instrument Section	0	3	31	49	83
Maintenance Division Total	1	11	80	155	247
Grand Total	8	40	234	418	700

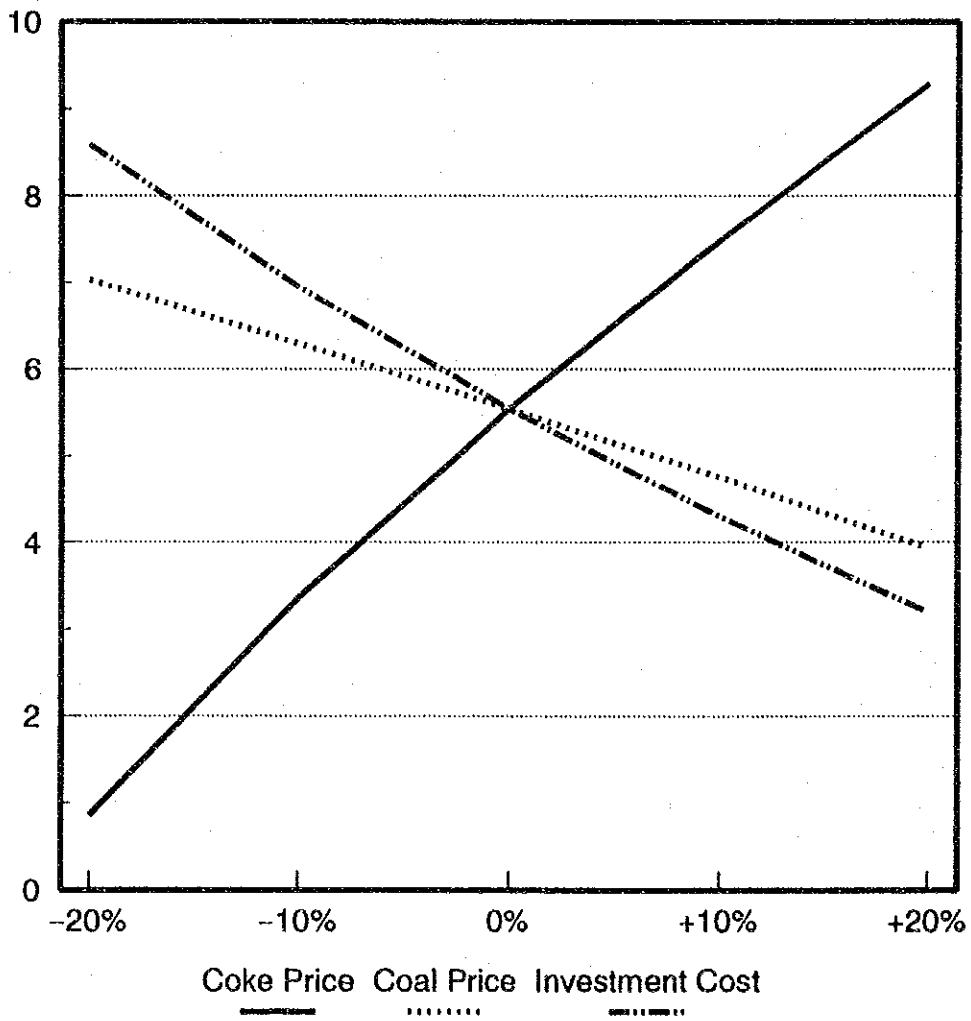
表 9-6 SALARIES AND WAGES CALCULATION

(Unit 1,000 US\$)

Man-Year	Salaries and Wages				Total
	Manager	Chief	Staff A	Staff B	
Man-Year	20.520	12.035	7.215	4.169	
1. Administrative Division					
1.1 Director Room	61.56	0.00	0.00	0.00	61.56
1.2 General Division	20.52	120.35	209.24	0.00	350.11
1.3 Sales/Purchasing Division	20.52	72.21	129.87	0.00	222.60
Administrative Division Total	102.60	192.56	339.11	0.00	634.27
2. Production Division				0.00	
2.1 Production Control Section	20.52	48.14	144.30	0.00	212.96
2.2 Quality Control Section	0.00	36.11	101.01	150.08	287.20
2.3 Cokes Production Section	20.52	36.11	310.25	612.84	979.71
2.4 By-Product Section	0.00	36.11	216.45	333.52	586.08
Production Division Total	41.04	156.46	772.01	1,096.45	2,065.95
3. Maintenance Division				0.00	
3.1 Engineering Section	20.52	60.18	158.73	54.20	293.62
3.2 Mechanical Section	0.00	36.11	194.81	387.72	618.63
3.3 Electric Instrument Section	0.00	36.11	223.67	204.28	464.05
Maintenance Division Total	20.52	132.39	577.20	646.20	1,376.30
Grand Total	164.16	481.40	1,688.31	1,742.64	4,076.51

(ALTERNATIVE)

BEFORE TAX, %



☒ 9-2 SENSITIVITY ANALYSIS ON FIRR ON INVESTMENT FOR COKE PLAN PROJECT, VENEZUELA

## 第10章 環境影響評価



## 第10章 環境影響評価

### 10.1 概況

コークス工場の設置の場所は、スリア州マラカイボ市の近郊ラ・カニャーダ地区である。コークス炉の設置および操業に関連して、付近環境に影響を与える要因として、次の事項が考えられる。

建設段階では粉塵が舞い、付近を汚染する。また騒音、振動、廃棄物が発生する。

一方、操業にともない排ガス、排水がでる。それが大気汚染、水質汚濁の原因となる。また騒音、振動、悪臭、廃棄物が発生する。さらに工場周辺の動植物、土壌等の自然環境や景観へ与える影響、交通状況の変化等の安全および社会経済的影響があげられる。

以下にこれらを項目別に整理、評価する。

すでに、第6章プロジェクト基本計画、第7章建設計画、第8章操業計画の項で詳しく説明されてきたが、石炭からコークスを製造するために、種々の物理的および化学的処理が行われる。具体的には、石炭搬入、石炭貯蔵、石炭処理、乾留、コークス処理、化成品処理、コークスおよび副製品搬出の各工程が存在する。その中心となるのが乾留工程である。ここで、石炭が熱分解され、炭素分がコークス化する過程で、石炭中の炭素以外の成分も分解され、その多くは分離、ガス化される。表10-1に乾留留出物と残留物に含まれる成分等を示す。

表10-1 乾留留出物と残留物

	乾留留出物	残留物
硫黄	H <sub>2</sub> S, SO <sub>x</sub> CS <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> SH, etc.	Cと結合したS 無機のS
窒素	NH <sub>3</sub> , HCN, NO <sub>x</sub> , etc	Cと結合したN
酸素	H <sub>2</sub> O, CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> NO <sub>x</sub> , etc.	Cと結合したO
炭化水素等	H <sub>2</sub> , C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> (低級炭化水素) CH <sub>3</sub> SH, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> N, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> OH, etc.	Cとごく微量のH
その他鉱物	Hg, Asとその化合物	Al, Fe, Si, Ca等と その化合物



乾留工程の生成物は、炉に装入する乾燥ベースの石炭に対して、約75%のコークスのほか、約300 m<sup>3</sup>/トンのCOG、10～13%の安水、4～6%の軽油およびタール分である。そして、それぞれの生成物には、表10-1に示した乾留生成物の各成分が含まれている。

そのため、コークス製造の際に副生した物質をそのまま排出したり、あるいは単に燃やしたりすると、その付近一帯に重大な環境汚染を招く。かつてコークス炉を設置し、運転した場合に、コークス炉の周辺に環境汚染を引き起した物質は、廃棄されたタールや軽油であり、また未処理のまま捨てられた安水であったり、未処理のまま燃焼したガスに含まれた硫黄や窒素の化合物であった。

現在では、副生した軽油やタール分には有効利用用途が開発され、商品価値が高い。そのため分離・精製されるので、問題にはなり難い。

一方、COGと安水には硫黄と窒素の化合物とが含まれている。この有害成分の硫黄と窒素の化合物をどう除去して使用するか、あるいは廃棄する前にどう除去するかが環境汚染防止上重要である。このため、COGと安水に含まれる硫黄化合物から硫黄あるいは硫酸を製造し、窒素化合物ではアンモニアを分離する方法等が開発されている。今回このプロジェクトでは、COGと安水中の硫黄の化合物とアンモニアから硫安を回収する計画になっている。

このように、コークス炉では環境汚染防止を実施している。コークス炉で実際に実施している対策を列挙すると、表10-2のとおりである。

表10-2 公害対策設備一覧

場 所	項 目	対 策	
石炭処理	石炭荷揚	粉じん	散水
	石炭ヤード	粉じん	散水
	粉砕機	粉じん・騒音・振動	局所排気装置・バグフィルター（粉じん） ハンマー式の採用（騒音） 立屋内設置（騒音・振動）
	配合槽	粉じん	上部立屋・局所排気装置・バグフィルター
	石炭塔上部	粉じん	上部立屋・局所排気装置・バグフィルター
	ベルトコンベア乗継部	粉じん	密閉化
コークス炉	ベルトコンベア	粉じん	風防カバー（粉砕後）
	装炭車	粉じん 騒音	無煙装入装置・装入フード固定ダクトおよび地上集塵機 地上集塵機（バグフィルター）はサイレンサー付
	コークガイド	粉じん 騒音	ガイド本フードガイド釜口フード・固定ダクトおよび地上集塵機 地上集塵機（バグフィルター）はサイレンサー付
コークス処理	消火塔	粉じん	散水式デミスター
	篩分室（篩分、破砕機）	粉じん・騒音・振動	局所排気装置・バグフィルター（粉じん） 立屋内設置（騒音・振動）
	コークスヤード	粉じん	散水
燃焼設備	ベルトコンベア乗継部	粉じん	密閉化
	ベルトコンベア	粉じん	散水または風防カバー
	コークス炉 ボイラー 加熱炉	窒素酸化物 硫黄酸化物 ばいじん	脱安設備（硫安回収） 脱硫設備（硫酸回収） 低NOxバーナー採用、低ばいじん操業 （コークス炉付ばいじん濃度計による監視と塵カスO2制御）
排水処理	安水	有害物質	アンモニア蒸留 活性汚泥設備（凝集沈澱を含む） 活性炭吸着設備
	ヤード排水	SS・PH	沈澱、PH処理設備
その他	吸引ブロワー、送出ブロワー	騒音	立屋内吸収
	コンプレッサー・PSA	騒音	サイレンサー取付
作業環境	非常燃焼設備	未燃ガス放出	非常燃焼放散設備
	コークス炉稼働機械	粉じん・タールの侵入	運転室密閉化、陽圧化、クーラー
	炉蓋	ガス洩れ	空冷式炉蓋採用
	上昇管トップカバー、ベント部	ガス洩れ	水対
臭気	装入孔	ガス洩れ	モルタルミール
	計器室・控室		クーラー設置
再資源化	ガス精製各所	臭気洩れ	密閉化
		タール滓 活性汚泥スラッジ 塔底スラッジ	コークス炉へ投下
緑化対策	主要道路 緑地		舗装 工場周囲

## 10.2 大気

### (1) 現状

ラ・カニャーダ地区の大気汚染の現状について、1992年7月に CORPOZULIA を訪問し、また候補地を視察するなどして、状況把握に努めた。

CORPOZULIA から入手した資料のなかに、付近の大気環境の汚染状況を示す資料として、マラカイボ市中心部にある ENELVEN の火力発電所のプランタ・ラモン・ラグーナ (Planta Ramon Laguna) の近隣で、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S を一定期間測定したデータがある。

それによると市内に測定点を5点定め、連続する18日間(時期不明)に、測定を7回ずつ実施している。この間、風速、風向等気象条件はいろいろ変化している。平均風速は10.0m/秒であった。火力発電所および測定点の位置、この間の風向の変化、有害ガスによる汚染状況を図10-1～10-5に示す。それぞれの測定点での汚染濃度は変化が大きい。

発電所の隣接地域で、No.3測定点のように、平均SO<sub>2</sub>濃度が80 $\mu$ g/N $\text{m}^3$ を越え、最大250 $\mu$ g/N $\text{m}^3$ を示している所がある。No.2測定点もそれに近い。このあたりは、SO<sub>2</sub>でかなり汚染されている。この値は、後に示すヴェネズエラの大気汚染物質の限界濃度(環境基準相当)と比較しても高い。一方、NO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Sによる汚染は、深刻ではなさそうである。

発電所から離れ、また風向から見ても発電所の影響を受け難いNo.5測定点では、大気中の汚染物質の平均測定値がSO<sub>2</sub> 15 $\mu$ g/ $\text{m}^3$ 、NO<sub>2</sub> 10 $\mu$ g/ $\text{m}^3$ 、H<sub>2</sub>S 0.4 $\mu$ g/ $\text{m}^3$ である。この値がマラカイボ市、あるいはその近郊に位置するラ・カニャーダ地区のバックグラウンド濃度に近い大気汚染濃度であろうと推定した。

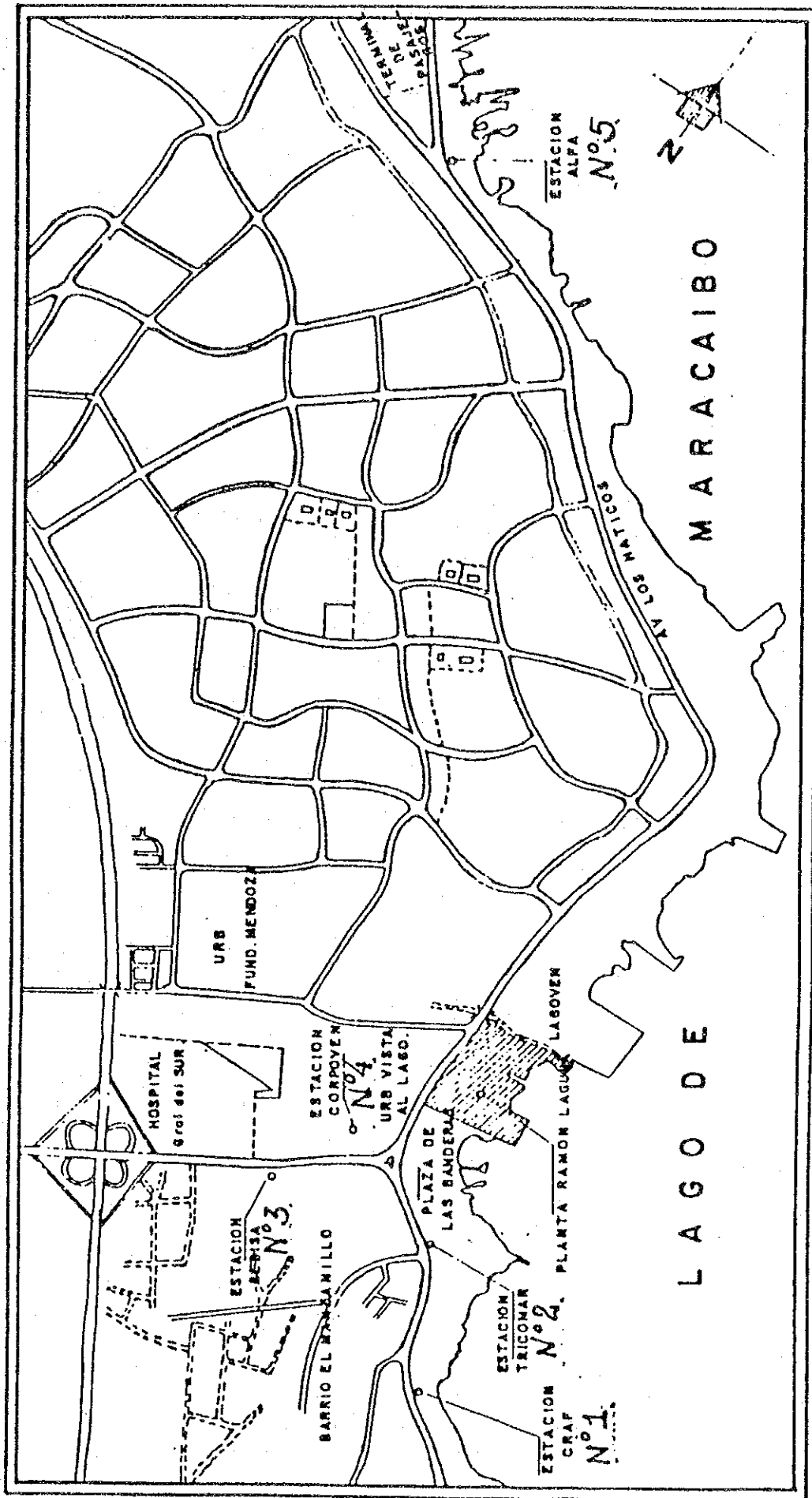


図10-1 火力発電所および測定点の位置

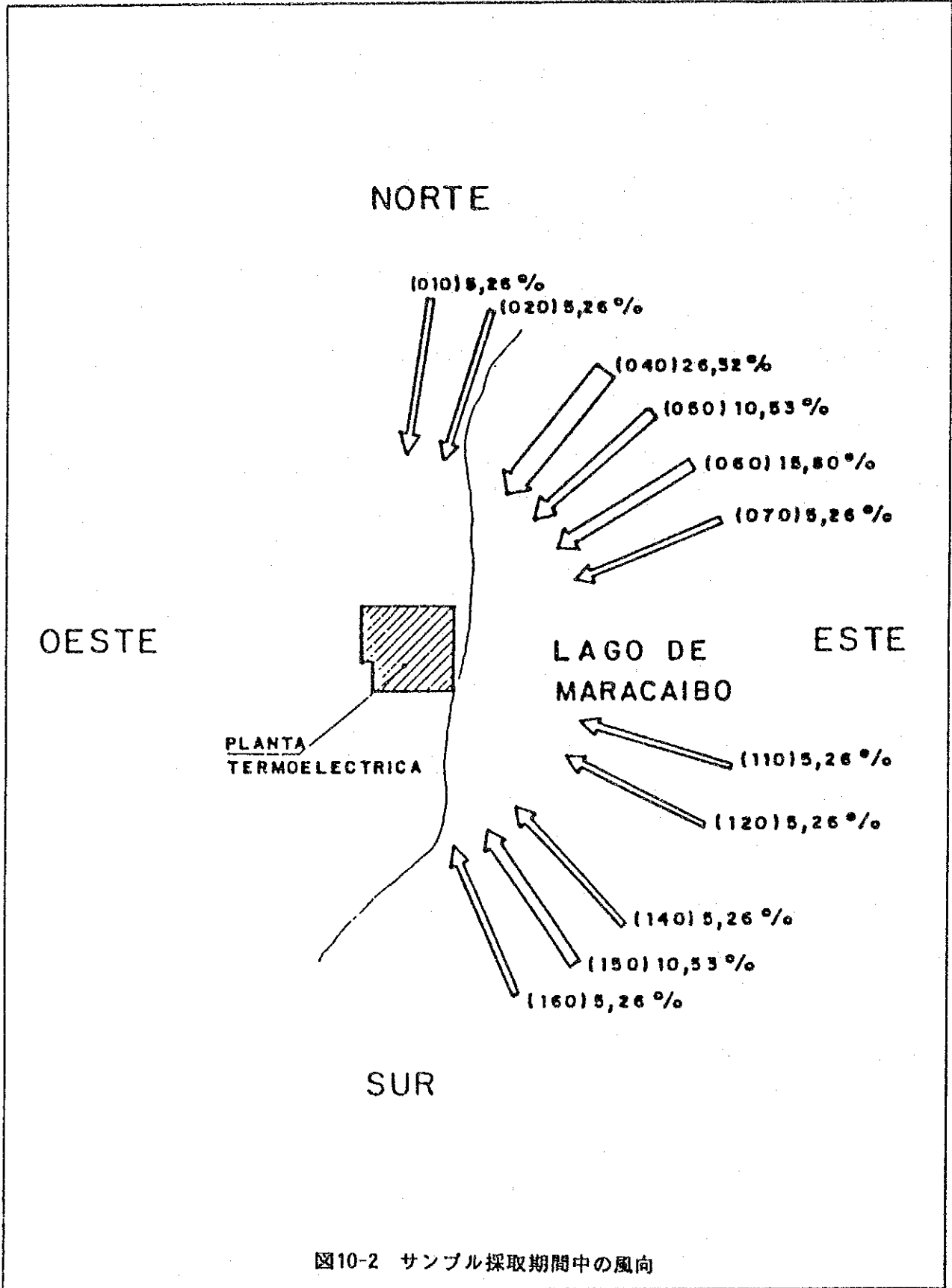


図10-2 サンプル採取期間中の風向

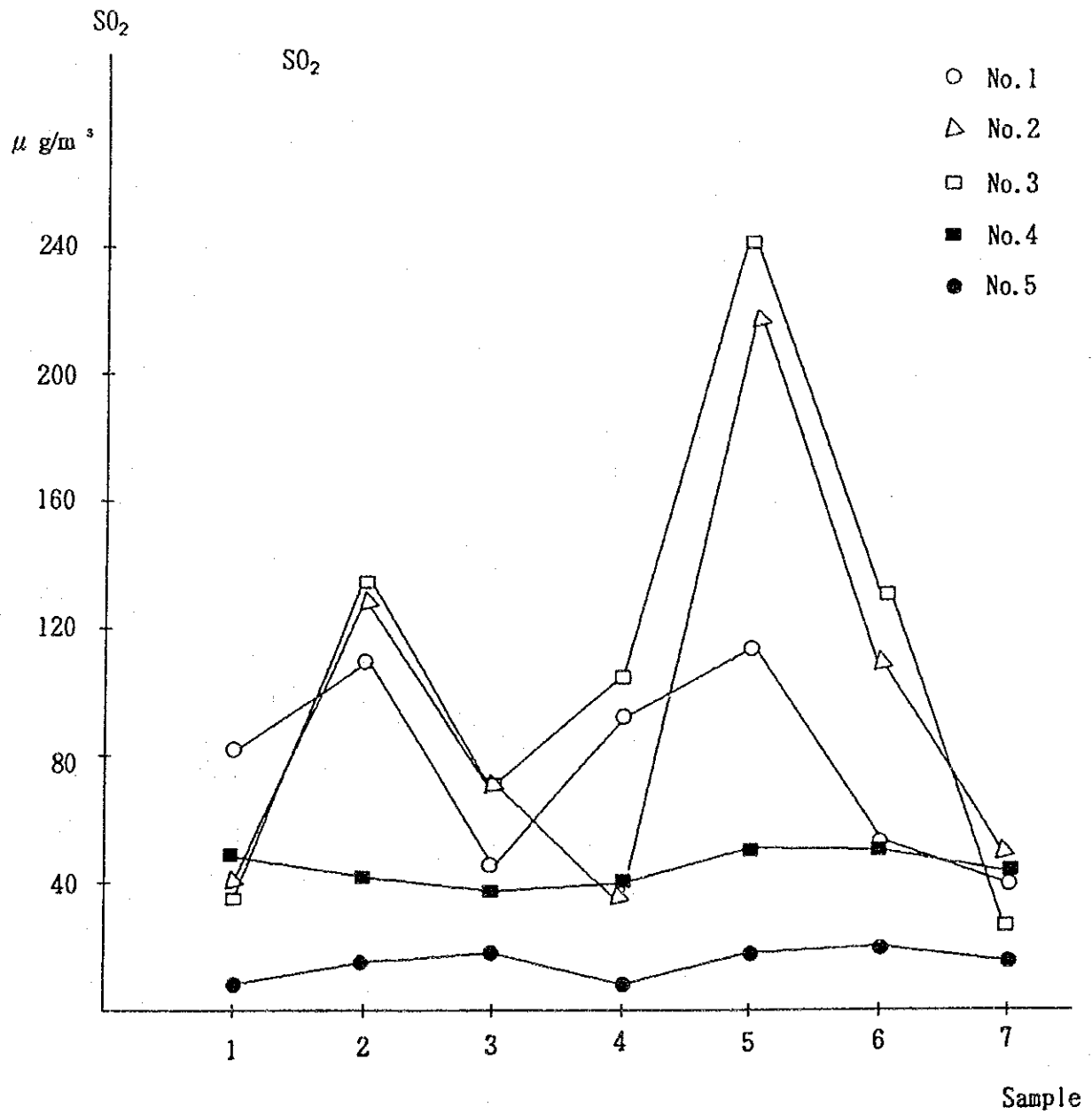


図 10-3 有害ガス (SO<sub>2</sub>) による汚染状況

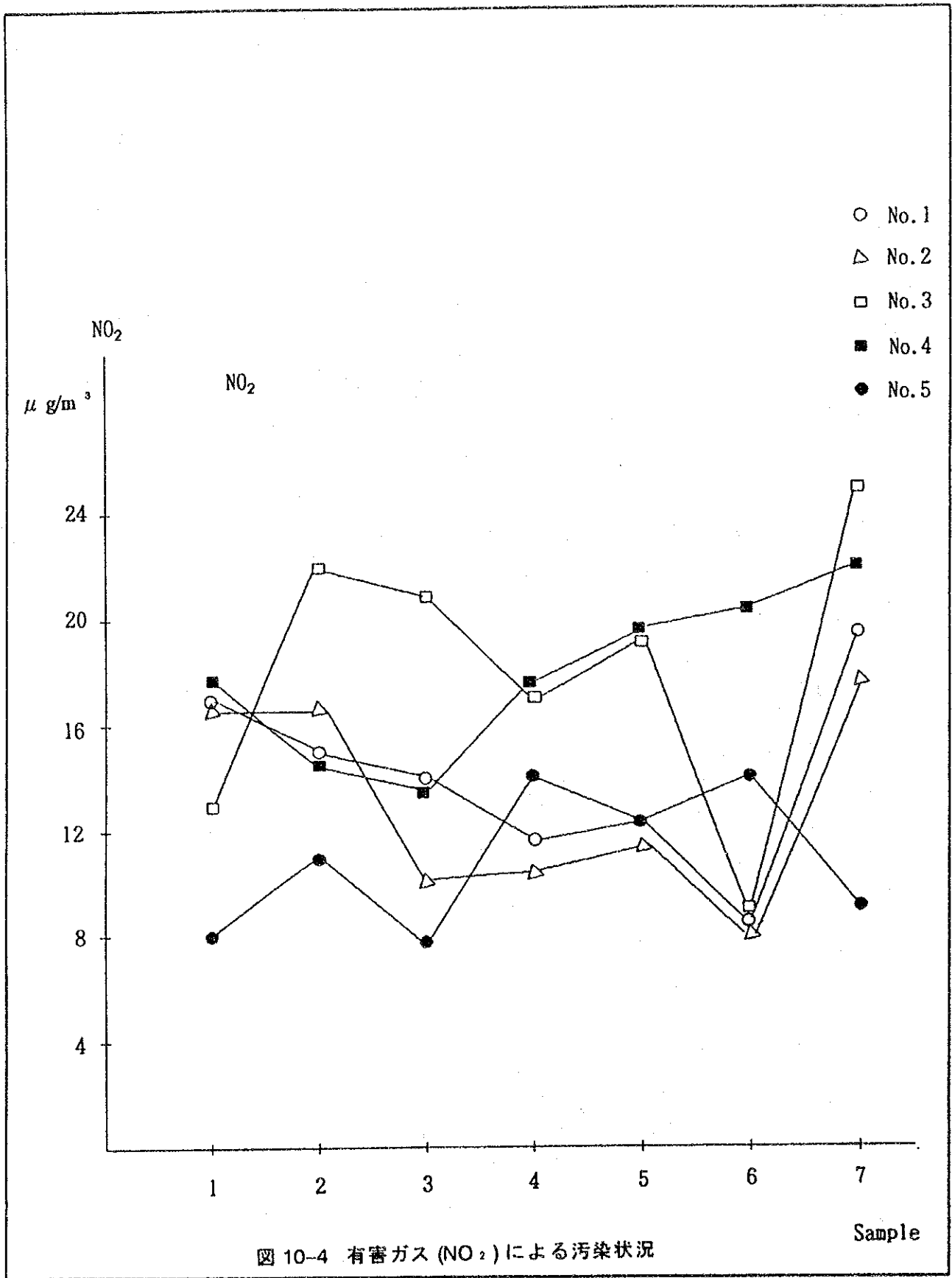


図 10-4 有害ガス (NO<sub>2</sub>) による汚染状況

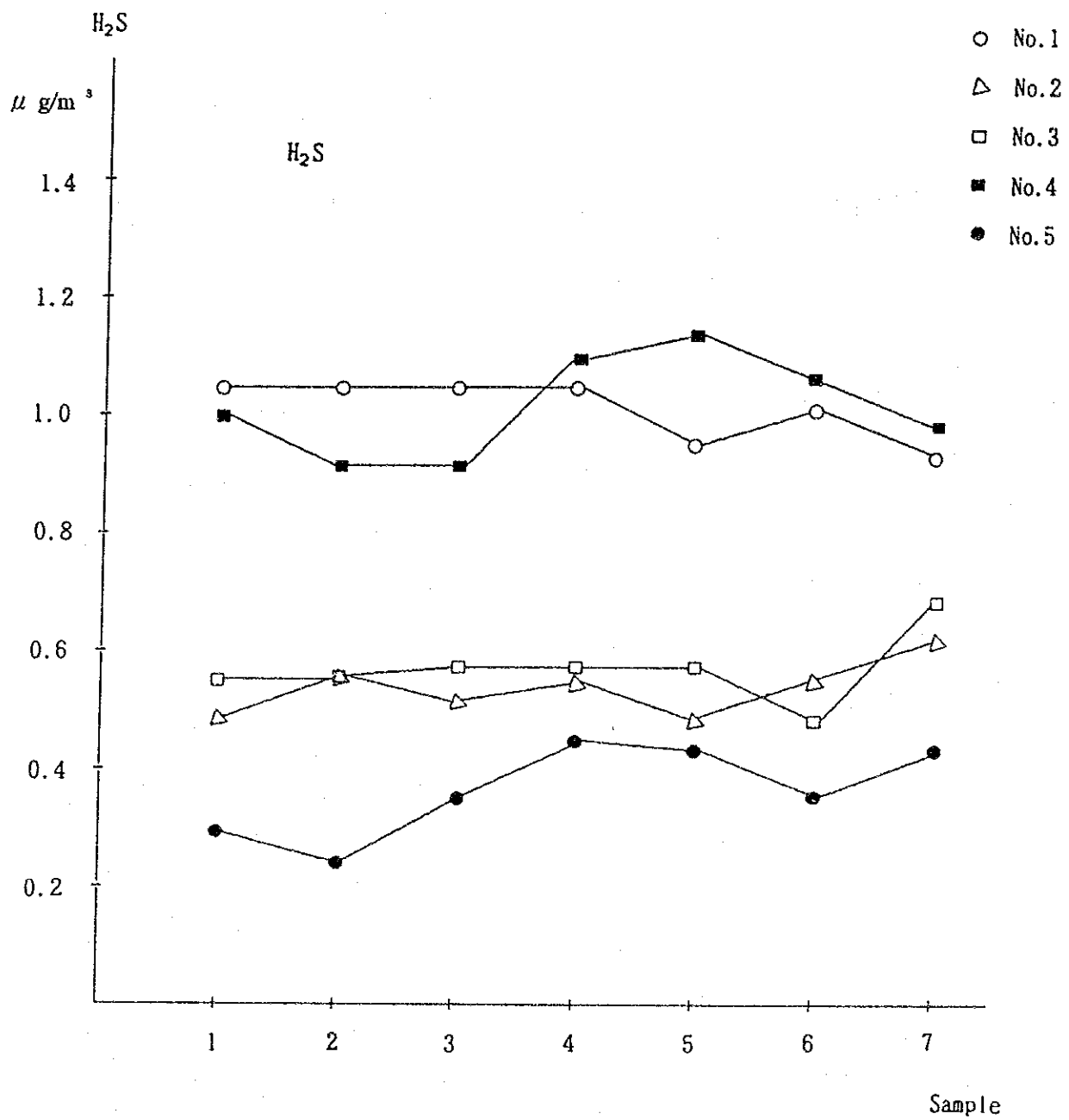


図 10-5 有害ガス (H<sub>2</sub>S) による汚染状況



## (2) 気象状況

マラカイボ市およびその近郊の気象状況は、マラカイボ郊外にある国際空港で、空軍によって観測されている。1970年まではグラノ・デ・オロ (Grano de Oro) 空港、それ以降はラ・チニータ (La Chinita) 空港である。

CORPOZULIA から入手した気象関係資料によると、1961年から1974年までの14年間のマラカイボ空港の気象データが解析されている。以下にその要約を示す。

また、大気汚染のシミュレーションをするために必要な、1年間の時間ごとの大気安定度（日射量、雲量、風速から算出可能）、風速、風向の測定データを1993年12月7日に入手した。このデータについては、(5) 大気汚染物質の影響と評価の項で分析する。

マラカイボの日間平均気温は27～29℃である。平均気温の最高は6～9月の28.5℃である。それ以後低下し、12～2月が最も低く、平均気温27.2℃である。その後温度は再上昇する。なお、マラカイボでは日間最低気温が20℃を切ると、ニュース種となる。

日射量の年間平均値は440cal/cm/日である。日射量の月間の最高値は1961年9月に718cal/cm/日を示した。日間の最高値は1961年7月に868cal/cm/日、最低値は1972年11月に101cal/cm/日であった。

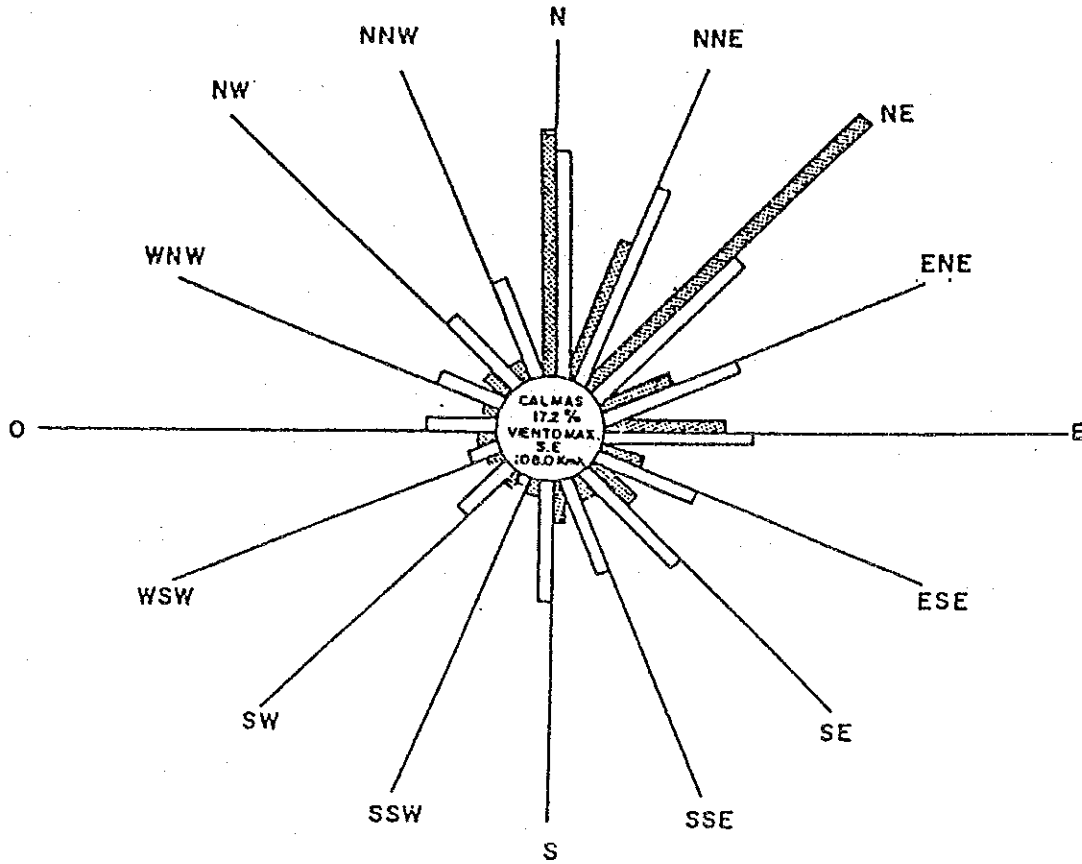
風速、風向では、北東貿易風地帯のため、北ないし北東の風が卓越している。その速度は5～15km/時間（1.4～4.2m/秒）である。風の比較的落ち着いている期間は8, 9, 10月であり、突風も少ない。その他で重要な風として、南東の風がある。頻度はそう多くないが、突風が吹く。最高105km/時間を記録したこともある。突風は午後の始めの時間に吹くことが多い。この間の風速、風向図を図10-6に示す。

相対湿度は70～80%であり、平均75%である。月間の変化は少ない。

降雨は少ない。年平均雨量600mmをやや下回る程度である。570mmという資料もある。乾期と雨期の2つの季節がある。12月から7月が乾期、8月から11月が雨期である。ヴェネズエラの他の地域では5月頃から雨期に入るが、マラカイボ市の近郊は雨期入りが遅く、また雨量も少ない。サヴァンナ気候といえ、砂漠気候に近い。

日照時間は2山分布を示す。2月が最高で平均9時間である。その後順次低下して5月に平均5.86時間になる。それからまた再上昇し、7月に8時間となる。その後再

MARACAIBO  
PERIODO 1951 - 1970





LEYENDA:		Titulo: <b>VIENTOS</b>	
	FRECUENCIA	Fuente: SERVICIO DE METEOROLOGIA Y COMUNICACIONES DE LA FAV.	
	VELOCIDAD		
PROGRAMA CORPOZULIA-CIUR "EFECTOS DE LA LOCALIZACION DE UNA INDUSTRIA SIDERURGICA EN LA CIUDAD DE MARACAIBO" MARACAIBO - VENEZUELA		dibujó L. Pérez	fecha nov 1975
		escala gráfica	grafico 5

図10-6 マラカイボの風速、風向図

度低下し、10月に6.15時間となる。その後また上昇する。最高日照時間は各月とも11～12時間である。

降雨の少ない割に天候では曇りの割合が多い。雲量は12～2月には全天の4/8程度であるが、その後増加し、4～11月には6/8～7/8程度を示している。

水分蒸発量は平均して日量で4.8mmである。最高は3月であり、1965年には7.5mmを示した。最小は10、11月であり、1.6mmと1.7mmであった。

大気圧は平均1,010mb強である。

### (3) 大気環境保全目標

大気汚染の程度を示す環境項目としてSO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、粉塵が挙げられる。ここでは、大気環境保全目標としてSO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>を対象とした。

一方、粉塵については、発生の恐れのある場所、設備を示すとともに、具体的な対策とその評価を示した。

ヴェネズエラの大気に関する環境基準にあたる、大気汚染物質の限度は、1992年4月23日付け政令2225号「大気汚染のコントロールに関する基準 (Normas sobre Control de la Contaminación Atmosférica)」第3条に示されている。表10-3に示す。

大気環境保全目標は、上記大気汚染物質の限度（環境基準値）である。この表の読方はむずかしいが、SO<sub>2</sub> 80 μg/m<sup>3</sup> (0.028ppm)、NO<sub>2</sub> 100 μg/m<sup>3</sup> (0.049ppm)が平均として限度と考えるべき濃度であろう。

なお、前に記載したように、マラカイボ市およびその近郊のラ・カニャーダ地区の大気汚染物質のバックグラウンド濃度を、SO<sub>2</sub>は15 μg/m<sup>3</sup> (0.0053ppm)、NO<sub>2</sub>は10 μg/m<sup>3</sup> (0.0049ppm)であるとした。

表10-3 ヴェネズエラの大気中の汚染物質の限度（環境基準）

汚染物質	限度 ( $\mu\text{g}/\text{m}_3$ )	サンプル期間の 超過 (%)	測定時間 (時間)
1. $\text{SO}_2$	80	50	24
	200	5	24
	250	2	24
	365	0.5	24
2. Suspended Particle	75	50	24
	150	5	24
	200	2	24
	260	0.5	24
3. $\text{CO}_2$	10,000	50	24
	40,000	0.5	24
4. $\text{NO}_2$	100	50	24
	300	5	24
5. Hydrocarbons (expressed as $\text{CH}_4$ )	160	0.6	3
6. Oxidants (expressed as $\text{O}_3$ )	240	0.02	1
7. $\text{H}_2\text{S}$	20	0.5	24
8. Pb (Suspended Particle)	1.5	50	24
	2	5	24
9. HF	10	2	24
	20	0.5	24
10. $\text{F}_2$	10	2	24
	20	0.5	24
11. HCl	200	2	24
12. $\text{Cl}_2$	200	2	24

出所： Normas sobre Control de la Contaminación Atmosferica, Artículo 3.

(4) コークス炉から排出される大気汚染物質

設計条件で、コークス炉およびその付帯設備から排出される主要な大気汚染物質は、次表のとおりである。しかし、ここで使用される燃料はいずれも COG であり、実際ばい塵の発生は無視できるほど少ない。

表10-4 排出される大気汚染物質

	コークス炉	ボイラー	加熱炉
煙突高さ(m)	120	50	25
煙突口径(m)	5.0	1.0	1.0
排ガス温度(°C)	200	180	250
排ガス量(Dry, Nm <sup>3</sup> )	107,000	12,000	2,300
(Wet, Nm <sup>3</sup> )	130,000	14,000	2,700
SO <sub>2</sub> 濃度(ppm)	50	50	50
NO <sub>2</sub> 濃度(ppm)	170	130	150
ばい塵 (g/Nm <sup>3</sup> )	0.015	0.010	0.010
排ガス中酸素(%)	7	5	7

排ガス中の SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> およびばい塵量を求めると、次表のとおりとなる。

表10-5 上記表の補正值

	コークス炉	ボイラー	加熱炉
SO <sub>2</sub> (Nm <sup>3</sup> /時間)	5.35	0.60	0.115
NO <sub>2</sub> (Nm <sup>3</sup> /時間)	18.2	1.56	0.345
ばい塵 (kg/時間)	16.05	1.20	0.23

このほか、米国のクリーン・エア・アクトで、規制される項目として、石炭装入中の発煙継続時間、乾留中の炉蓋(Doors)からのガス漏れ、上昇管(Off take)からのガス漏れ、石炭の装入蓋(Lid)からのガス漏れがある。炉蓋からのガス漏れについては、シール性能の良い空冷式炉蓋を設ける。上昇管は水封シール、装入蓋はモルタルシー

ル、装入時の発煙は無煙装入装置と装入車固定ダクト、集塵装置の併用で対処することでクリア可能である。

一方、粉塵の発生する恐れのある場所および設備は次のとおりである。

- ・石炭の受入設備およびコークスシップローダー
- ・石炭貯蔵ヤード、コークス貯蔵ヤード
- ・石炭およびコークスの運搬用ベルトコンベア
- ・石炭の粉碎機およびコークスの整粒機
- ・コークスの篩分機
- ・石炭の配合槽および装入炭槽
- ・装炭車（装入時）、コークガイド（押出時）
- ・消火塔

#### (5) 大気汚染物質の影響と評価

ラ・カニャーダの候補地にコークス炉を建設し、運転する際の大気汚染を予測するため、FIVの助力を得て、1992年1年間の候補地周辺の詳細な気象データを入手した。

この気象データのうち、風速、日射量、雲量から表10-6にしたがって、大気安定度を求め、風向、風速と合わせて、大気汚染シュミレーションの基礎データとした。なお、この表10-6は日本で一般に採用されているパスキル(Pasquill)大気安定度階級の分類基準である。

表10-6 大気安定度の分類

地上風速 m/s	日 中			夜 間		
	日射量 Cal/cm <sup>2</sup> /時間			本雲 (8~10)	上層雲 (5~10) 中・下 層雲量 (5~7)	雲量 (0~4)
	強 >50	並 49~25	弱 <24			
< 2	A	A~B	B	D	-	-
2~3	A~B	B	C	D	E	F
3~4	B	B~C	C	D	D	E
4~6	C	C~D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D

- 注) A: 強不安定  
 B: 不安定  
 C: 弱不安定  
 D: 中立  
 E: 弱安定  
 F: 並安定  
 G: 強安定

1992年の気象データの風向、風速を整理すると、表10-7のとおりとなった。この年は、さきに記した1961年から1974年までの傾向と異なり、北北西ないし北の風が卓越しており、風速も大きい。

また、大気不安定度の出現時間は表10-8に示すとおり、中立ないし弱不安定の傾向が大きい。

表10-7 ラ・カニャーダ地区 1992年の風向・風速の測定データのまとめ

風向	風速 ( m/秒 )						計
	below 0.5	1~2	2~3	3~4	4~6	6 up	
N			39	9	100	1,537	1,685
NNE		1	60	5	74	569	709
NE		2	51	5	104	618	780
ENE		1	41	6	98	554	700
E			27	6	45	253	331
ESE			21	6	46	358	431
SE			13		25	217	255
SSE			11	3	20	140	174
S		1	10	2	17	98	128
SSW			8	1	15	52	76
SW			10	2	9	54	75
WSW			12		25	107	144
W		1	9	4	27	157	198
WNW			18		73	372	463
NW			17	1	52	517	587
NNW			30	3	101	1,632	1,766
Calm	247						247
total	247	6	377	53	831	7,235	8,749

- 注) (1) 風速 0.5m / 秒以下はどの方向の風でも無風扱いとした。  
(2) 1年 8,760 時間のうち、昼間の日射量の欠測日 ( 4月 27日 )  
があり、その時間帯の気象データを欠測扱いとした。



表10-8 大気安定度の出現時間（1992年）

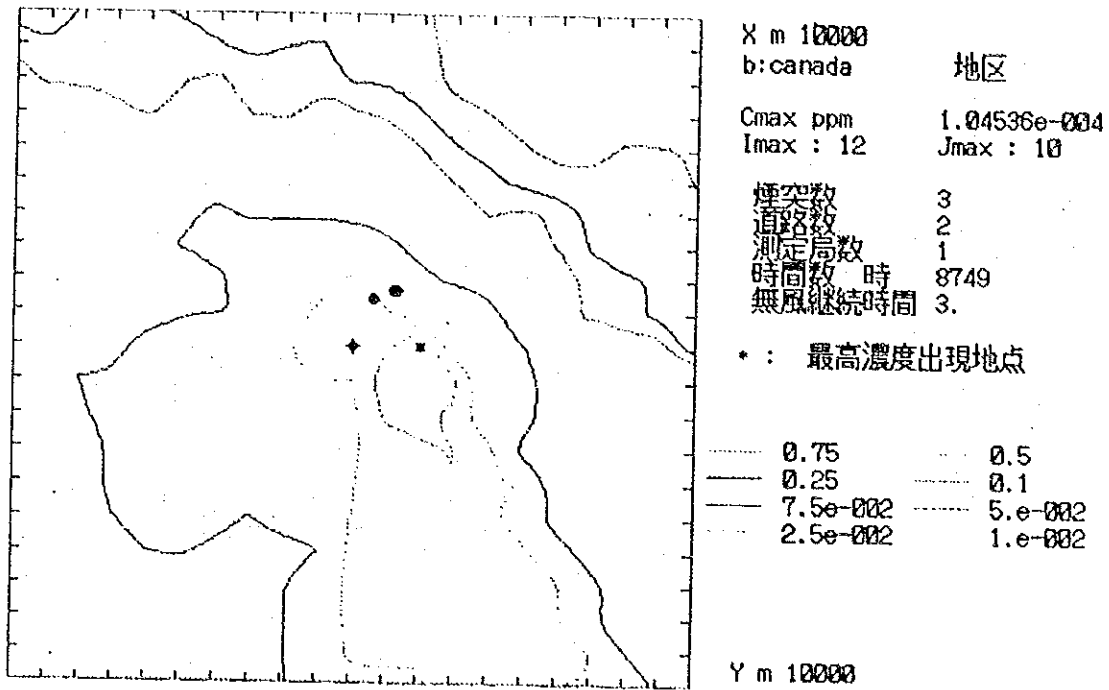
		無風時	有風時	合計
不安定	強	12		12
		51	57	108
	中	50	138	188
	弱		21	21
			769	769
弱不安定	— 中立		218	218
中立			7,183	7,183
安定	弱		113	113
	中	131	3	134
	強	3		3
		247	8,502	8,749

煙の拡散にあたって、シュミレーションの計算式では、煙突から煙の上昇にコンカウ式 (Concawe) の式、煙の拡散は無風時パフ (Puff) の式、有風時プルーム (Plume) の式で算出する。また、煙の拡散幅はパスキル—ギフォード (Pasquill - Gifford) の方法で求めた。

この方法でコークス炉プラントの3本の煙突から排出された煙の中のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の拡散の計算結果は図10-7のとおりである。SO<sub>2</sub>の最大着地濃度は0.0001ppm、NO<sub>x</sub>は0.0004ppmであった。

最大着地濃度の出現場所は、図10-7を500m×500mのメッシュで示した、小煙突2本を含むメッシュより、南南東側に1km程度離れたメッシュであった。最大着地濃度の出現に対して、2本の小煙突の寄与が大きいと考えられる。

SO<sub>2</sub>



NO<sub>2</sub>

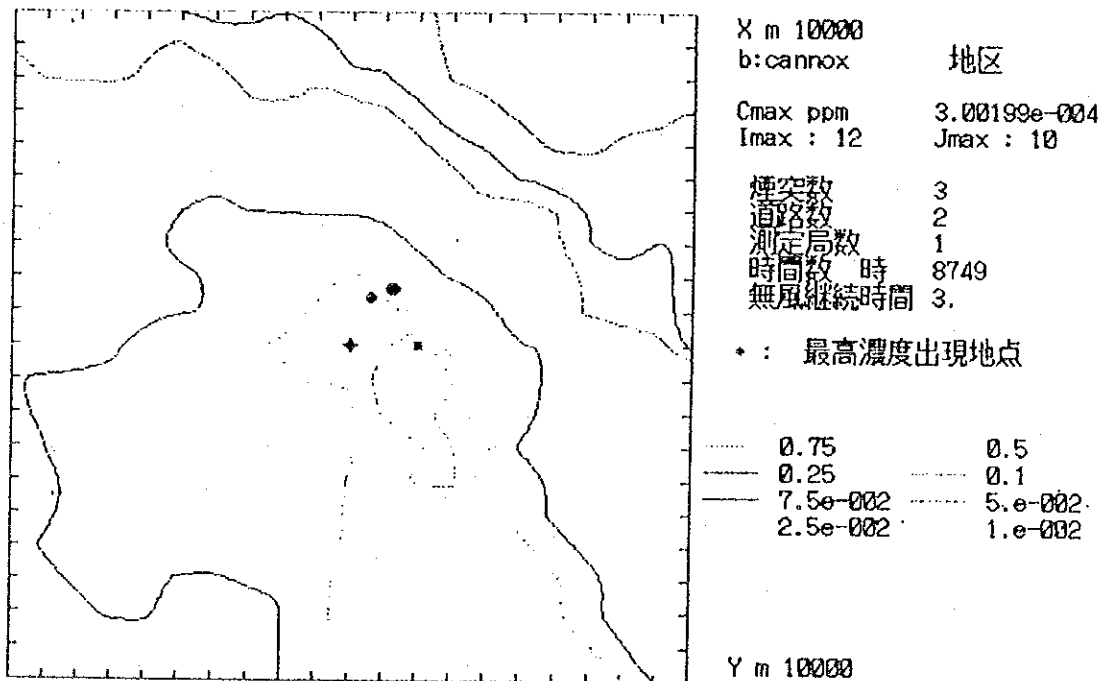
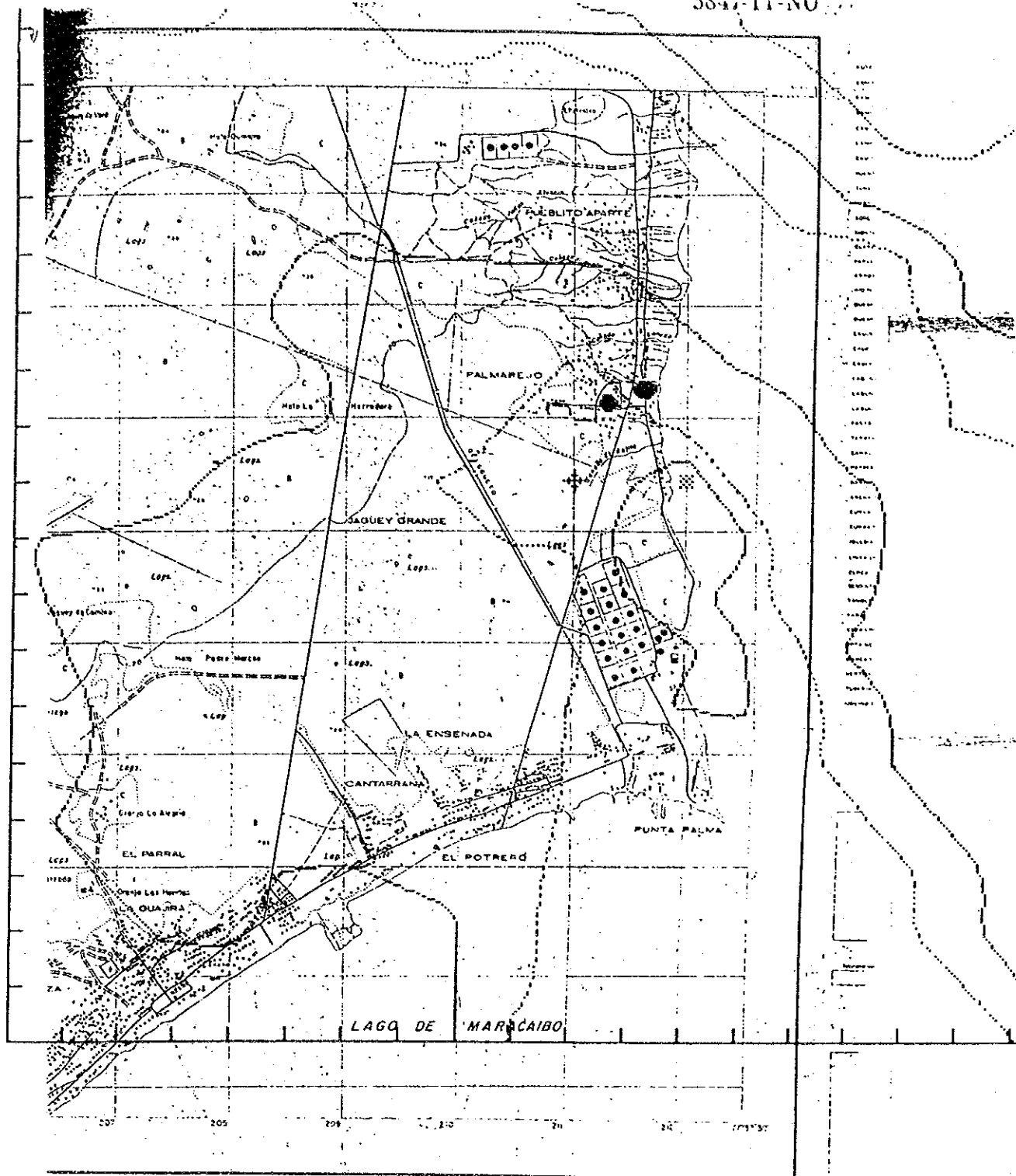


図 10-7 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>の拡散シュミレーション結果

この計算結果では、コークス炉プラントから排出される、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の与える最大着地濃度はヴェネズエラの大気汚染物質の50%限界濃度であるSO<sub>2</sub>で80 μg/N m<sup>3</sup> (0.0187ppm)、NO<sub>x</sub>で100 μg/N m<sup>3</sup> (0.0487ppm)と比べて、1/100未満である。また、マラカイボおよびラ・カニャーダの両物質のバックグラウンド濃度であるSO<sub>2</sub> 15 μg/N m<sup>3</sup> (0.0053ppm)、NO<sub>x</sub> 10 μg/N m<sup>3</sup> (0.0049ppm)と比較しても十分に小さい。

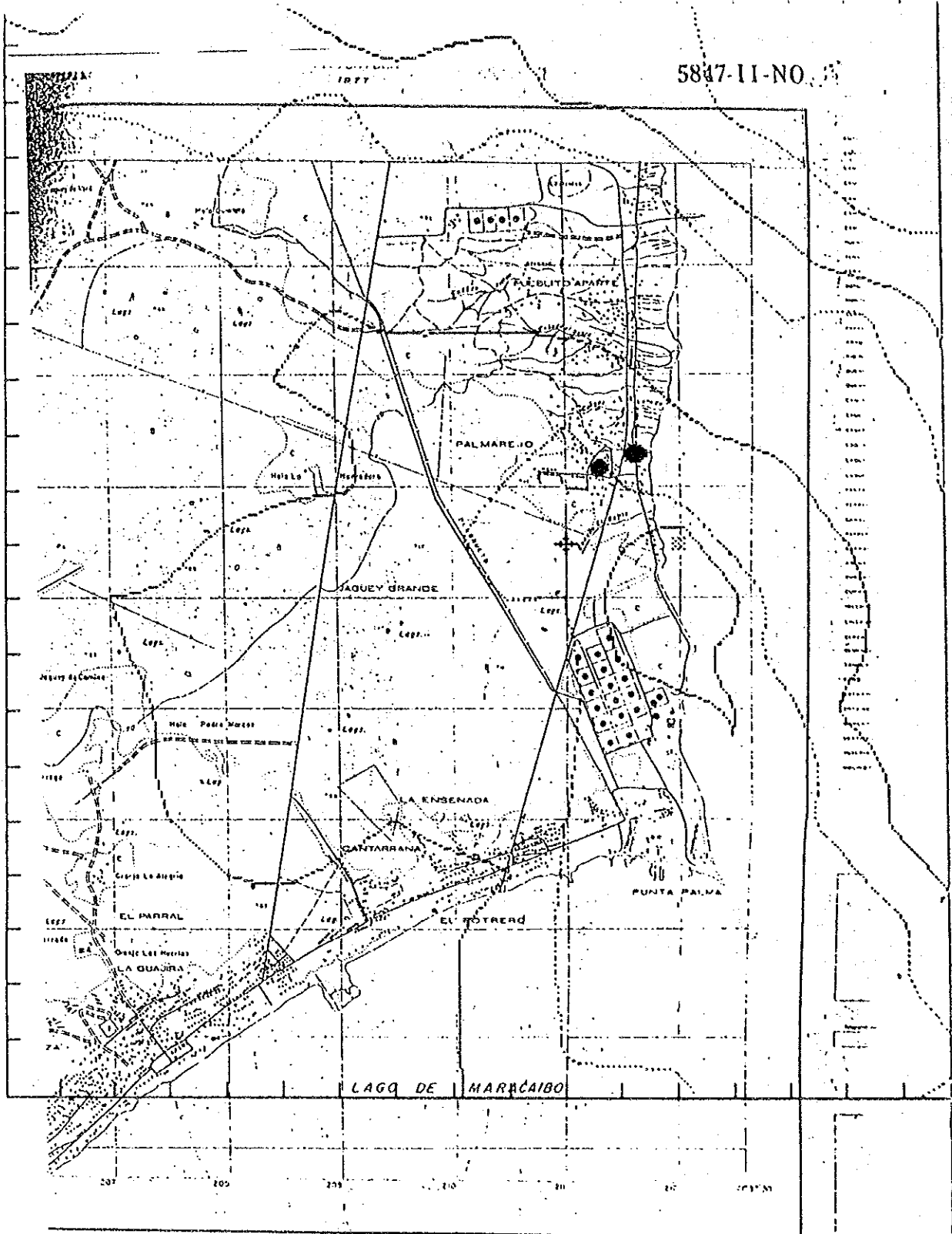
したがって、ラ・カニャーダにコークス炉プラントが建設され、操業されてもこの周辺の大気汚染に与える影響は極めて軽微であり、SO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>による汚染はほとんどないといえる。

この計算結果を現実の地図にあてはめて汚染マップを示すと、次のようになる。  
(図 10-8、図 10-9)



注) ⊕ 工場のベースポイント  
 ● 煙源  
 ● ● 最大着地濃度出現ポイント

図 10-8 SO<sub>2</sub>による汚染



注) ㊦ 工場のベースポイント

● 煙源

○

最大着地濃度出現ポイント

図 10-9 NO<sub>2</sub>による汚染

一方、石炭やコークスのハンドリングにともなって粉塵が発生する。装入炭の粒度は3mm以下が85%である。石炭の取扱いにともなって粉塵は発生しやすいが、特に石炭の破碎工程以降で粉塵が発生しやすい。

たとえば、5mの高さにある粒径0.1mmの石炭粉末は、1.5m/秒の風で19.7m飛散し、0.01mmの粒子は1,970m飛ぶ。5m/秒の風では粒径が0.1mmの粒子で66m飛散する。

粉塵の発生する恐れのある場所および設備に対する対策は次のとおりである。この対策によって、粉塵の飛散を防止し、環境への影響を最小限に抑える。

- 1) 石炭のアンローダー、コークスのシップローダー  
荷役中および輸送中の対策として、アンローダーに散水装置を設置する。
- 2) 石炭貯蔵ヤード、コークス貯蔵ヤード  
石炭およびコークスを積上げた山の表面に散水するスプリンクラーを設置する。  
このスプリンクラーは計器室からの指示で、自動散水できるようにする。
- 3) 石炭およびコークスの運搬用ベルトコンベア  
粉碎前の石炭には運搬用ベルトコンベア乗継部は密閉構造とする。  
また粉碎後の石炭の運搬用ベルトコンベアには風防カバーを取付ける。  
コークワーフから整粒篩分室間のベルトコンベアには風防カバーを取付け、乗継部は密閉化する。
- 4) 石炭の粉碎機  
石炭の粉碎機は発塵の少ないハンマークラッシャーにするとともに、粉碎機を建家内部に収納する。また、局所排気設備としてバグフィルターを取付ける。
- 5) 石炭の配合設備および装入炭槽  
設備を建家内部に収納する。また、局所排気設備としてバグフィルターを取付ける。
- 6) 装炭車  
石炭を炉に投入する時の（装入孔からの）発塵ガスを、コネクターと固定ダクトで吸塵し、地上に設置したバグフィルターで除塵するための連結装置を備える。

7) 上昇管

石炭を炉に装入する際噴出する発塵ガスを高圧安水で吸引し、COGの集合本管に押込む、無煙装入装置を備える。

8) コークスガイド車

コークス押出時の発塵ガスを、コネクターで固定ダクトに接続し、地上に設置したバグフィルターで除塵する。

プラットホームの掃除機能も持つ。

9) 消火塔

消火塔に除塵装置として散水デミスターを設ける。赤熱コークスの散水消火の際の発塵と水滴とを除去する。

10) コークスの整粒機および篩

整粒機と篩とを建家内部に収納する。また、局所排気設備としてバグフィルターを取付ける。

このように、粉塵を発生する恐れのある場所には、すべてに適正な設備を取付け、適切な管理をする。これで、粉塵による環境の悪化の恐れは回避できる。

### 10.3 水質

#### (1) 現状

マラカイボ湖湖水の水質の現状については、コーポスリアおよびシカシ研究所からデータを入手した。

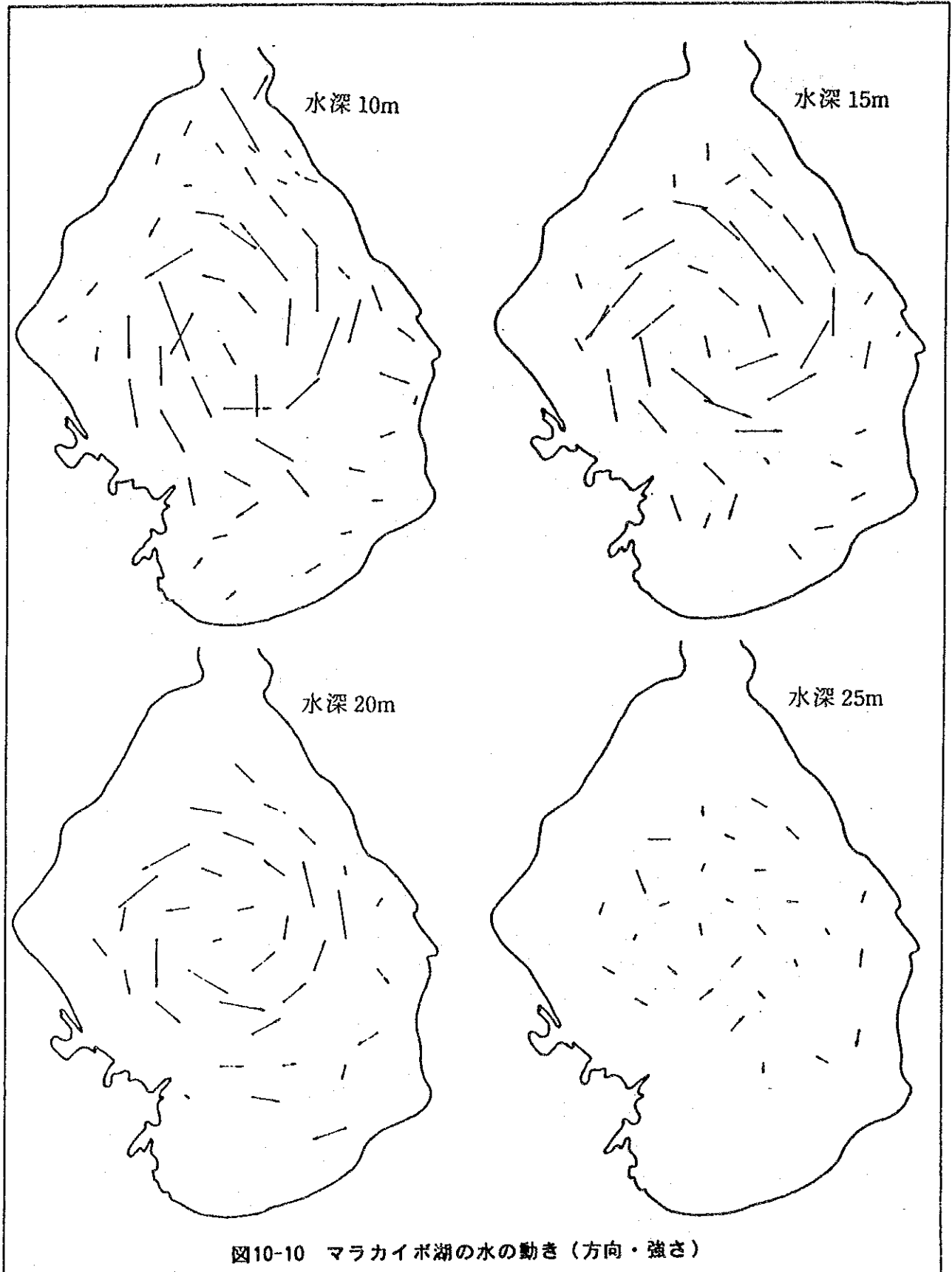
入手したラ・カニャーダのプラントサイト候補地近くのマラカイボ湖湖水の水質は表10-9のとおりであった。マラカイボ湖の干満の差による潮位変動は1~2m程度である。湖水の水の動きは図10-10に示すとおり、反時計回りである。

表10-9 マラカイボ湖湖水の水質データ

植物性プランクトン	CHLOROPHYTA	888細胞/ℓ			
	CYANOPHYTA	3626細胞/ℓ			
	CHRYSOPHYTA	148細胞/ℓ			
	合計	5254細胞/ℓ			
アルカリ		1.16meq / ℓ			
窒素 (NH <sub>4</sub> として)		0.02mg / ℓ			
リン (PO <sub>4</sub> として)		0.07mg / ℓ			
葉緑素		4.01 μg / ℓ			
Feofitina		1.34 μg / ℓ			
透明度		3.25m			
海流		< 2 cm / sec			
深さ	表面	5m	10m	12m	
水温(°C)	30.7	30.7	30.8	30.9	
電気伝導度(mmh/cm)	5.81	5.81	6.04	6.50	
溶存酸素(ppm)	7.20	7.81	6.73	6.15	
pH	8.03	8.05	8.06	8.13	
ORP(mV)	206	212	488	489	
S(o/oo)	3.17	3.17	3.30	3.58	

候補地近くの水域では、溶存酸素(DO)が6.15~7.81ppm存在する。この位の数値の溶存酸素を示す海域は日本の環境基準では、最も綺麗なA(DO 7.5mg/ℓ以上)、あるいはそれに次ぐB水域(DO 5mg/ℓ以上)である。





ある程度以上溶存酸素が存在する水中では、溶存酸素と水中の溶存有機物の指標であるCODあるいはBODの和は10ppm程度といわれている。ラ・カニャーダ付近のマラカイボ湖湖水中のCODあるいはBODは、2～4ppm程度と推測できる。有機物によって汚染されている恐れは少ない。

ラ・カニャーダの船着場で見られた湖水の色は濃い緑色を呈し、プランクトンが多そうであった。植物プランクトンの繁殖によって、溶存酸素が水中に過飽和気味に供給されている可能性も示唆される。

ただし、このデータだけを見た限りで、ラ・カニャーダ付近やその他の場所での湖での汚染状況を判断するのはむずかしい。

同時に入手した湖水の水の電気伝導度は、湖の中心部ほど、また湖の深いところほど電気伝導度が大きい傾向を示している。図10-11のようになる。

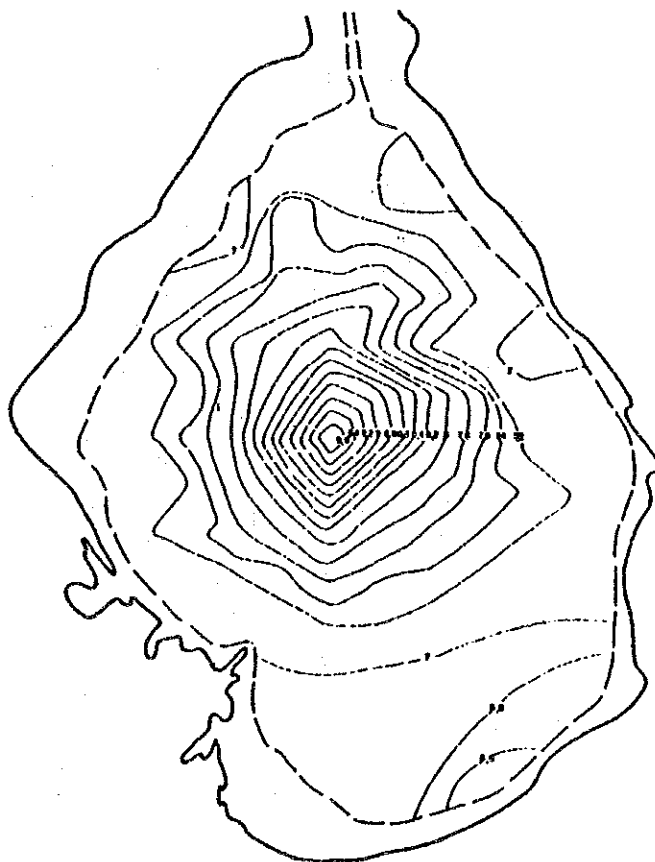


図10-11 マラカイボ湖、湖水の水の電気伝導度の傾向

マラカイボ湖の水は平面的には動いているけれども、上下には混り合うことが少なく成層化している可能性が大きい。

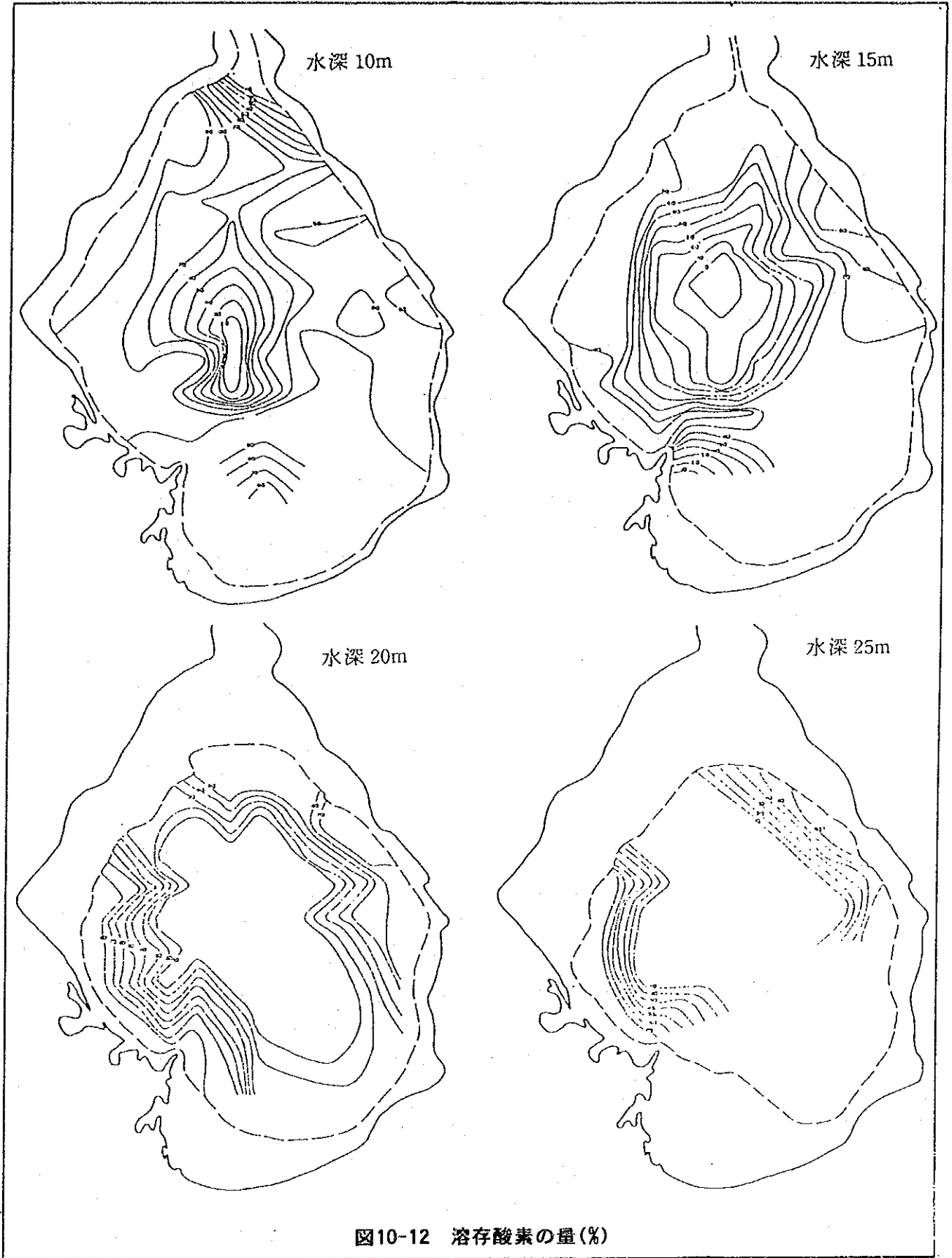
電気伝達度の大きい水が、かりに無機物など多くの物質を溶かし込み、密度の高い水であると仮定すると、重い水は底部から表層部に昇り難い。また、図 10-12 に示すように、この水には溶存酸素が少い傾向と一致している。さらに、pH が中性よりやや酸性気味であり、溶存しているりんやアンモニア性窒素が大きい。

また電気伝導度の低い上層部の水は溶存酸素が大きく、pH がアルカリ性に近く、溶存しているりんやアンモニア性窒素が少ない傾向がうかがえる。

実測データによると、溶存りんやアンモニア性窒素の最大濃度は湖の中心部よりやや南東側にある。

また、湖の対岸になるが、石油積出のタンカー基地であるカビマスとラグニージャ付近の湖底の汚泥中に含まれる重金属の測定データも入手した。ともにヴァナジウムとチタンの量が数百 ppm もある。変っているのはクロムで、カビマスでは検出されていないが、ラグニージャでは数百 ppm ある。また、両地点とも水底の汚泥中に銅、鉛、亜鉛、ニッケル、コバルトが 10 ~ 20ppm 程度存在する。

これら湖底汚泥の重金属は汚染によるものか、もともと存在していたものか、これだけのデータで判定するのは危険である。しかし、湖底の一部には、重金属が存在している事は明白な事実である。



## (2) 水質の環境保全目標

水質汚濁の程度を示す環境項目として一般的には、BODあるいはCOD、pHがあげられる。このほか、コークス炉関連の排水として排出される恐れのある有害な物質に、フェノール、シアン、アンモニア性窒素がある。

ところで、ヴェネズエラには排出基準は存在するが、排水排出先の水域の水質環境基準は存在しない。そのため、排水排出先であるマラカイボ湖の水質環境保全の目標値として、最低でもマラカイボ湖および関連する水域へ排出される排水基準を守ればよいことになる。

なお、この排水規制(Normas sobre Clacificación de las Aguas y Medidas deControl de Calidad de los Vertidos Liquidos en la Cuenca del Lago de Maracaibo)は、1992年4月23日付けの政令2222号に示されている。すでに、第1章で表1-6に示してある。

ここで、「マラカイボ湖および関連する水域へ排出される排水基準」を守るコークス工場の排水として、対応すべき主要な規制値を表10-10に示す。マラカイボ湖および関連する水域へ排出される排水基準は、比較として対照させた日本の海域への排水基準より厳しい。

表10-10 コークス工場として対応すべき排水規制値

(ppm)

	COD	BOD	SS	Phenol	T-N	T-P	Solubles	CN
含有量	150	40	50	0.05	10	1.0	3,000	0.1
cf. 日本	160	160	200	5	120	16	—	1.0

なお、排水pHは6～9(日本では6.5～8.6)である。

### (3) 排水水質

コークス工場のガス精製設備から排出される排水は、設計条件で次表のとおりである。排水の中で、汚濁負荷が大きい排水は、安水である。コークス工場から出る排水は、有機物負荷に関係する COD, BOD, SS の濃度は比較的低い。

またこれと別に、石炭およびコークスのヤードからも雨水を主とした排水が出る。

表10-11 コークス炉から排出される排水

	水質	負荷量
排水水量	—	5,700(m <sup>3</sup> /日)
COD	40(ppm)	210(kg/日)
BOD	10(ppm)	56(kg/日)
SS	15(ppm)	70(kg/日)
その他	規制値内	—

安水とヤード排水は、次のように処理され、環境へ与える影響が最小限にされる。

図 6-6 ガス精製工程フローに記されているように、安水は各工程のプロセス排水、乾留工程でコークス炉から留出したガス中の水分、および上昇管より噴出した含塵ガスの洗浄水を合せた水である。このため安水はアンモニア以外にも多くの成分を含む。安水は安水蒸留設備でアンモニア等を除去し、次の排水処理設備に送られる。

図 7-24 は排水処理設備の概要図である。ここでは、安水の pH を中性にしたのち、活性汚泥処理装置 (ASM) で含まれている有機物質と、有害物質のフェノールとシアンが除去される。フェノールとシアン除去のため、コークス炉に付帯して設置される ASM では、排水の曝気槽での滞留時間が 1 週間程度に設定される。

実際上は ASM だけでも、フェノール類がほぼ完全に処理されるといわれているが、ASM 処理水はさらに活性炭のベッドを通される。ここで活性炭でのフェノール類の吸着除去処理が考えられている。

このような安水中心の排水処理がなされた後に、すべての工程排水を集合した排水（総合排水）の水質および汚濁負荷量が、上記の表 10-11 である。この排水水質はヴェネズエラで最も厳しいマラカイボの水質規制を十分クリアーすることを目標とし

で設定された値である。このように、環境に与える影響を最小限にするような努力が払われている。

ヤード排水には降雨により石炭の微粉が混入し、また、ヤード排水の pH は酸性になる可能性がある。したがって、ここではアルカリによる中和設備と微粉などの沈降除去設備が必要である。図 7-5 に概要が示されている。

#### (4) 水質汚濁物質の影響と評価

コークス工場プラントからの排水は、船の接岸する岸壁をやや避ける形で、プラント関連の総合排水はプラントの北側から、ヤード排水は南側からそれぞれ排水する。排水管の口径 1m で湖水面に排水する。表 10-11 に示された設計値から計算すると、排水の BOD 濃度は BOD 10ppm 程度である。

排水口から流れ出た排水は、やがては潮の流れに乗って、満潮時には南、干潮時には北に流れる。これが、湖水水質を多少汚染する可能性がある。

現在、CORPOZULIA の技術者からは、工場排水を直接湖に流す事に対し、排水規制値を守れば問題ないと説明を受けている。

この考え方にしたがえば、コークス炉からの排水はマラカイボ湖および周辺水域の排水規制を十分にクリアーできる。その面ではコークス炉からの排水は、マラカイボ湖の周辺環境に与える影響はあまり大きくないといえる。

マラカイボ水域はヴェネズエラ湾を通して外海と続いているものの、閉鎖系水域であり、一度汚染されると、希釈効果が働かず、汚染はなかなか元へ戻り難い。

現地では、湖水水質が汚染されていると、新聞に書かれている。湖からの漁獲量の減少の原因が水質汚染のためだと、問題にしている人達もいる。

一方、CORPOZULIA の技術者からは、湖の水質汚染の主な原因は石油生産井戸、積出し施設、タンカーから垂れ流される油であり、未処理の都市下水であると説明を受けた。これらを整理すると現在マラカイボ湖を汚染している排水には、図 10-13 に示すような三つの大きな原因が考えられる。

また、漁獲量の減少の原因は乱獲によるものであり、そのため湖で取れる魚の大きさが小さくなっている。最近導入された漁業規制の一つである、漁網の網の目を大きくすることが、乱獲防止の効果をもたらすであろうとの説明を受けている。