

### 11-3 操業費用の概算

#### 11-3-1 年間操業費

新設廃水処理場の処理能力は2003年豊水年の廃水量1,450万 $m^3$ を処理することを基本として設計されているが、操業費算定にあたっては、豊水年の廃水量1,450万 $m^3$ に対し渇水年の廃水量は1,022万 $m^3$ と大幅な差異があるため、平水年の廃水量1,215万 $m^3$ をベースに以下の前提条件で計算した。表11-3-1に示すとおり年間操業費は705万元、1 $m^3$ 当たり処理費0.58元である。

操業費算出に際しての前提条件は以下のとおり。

#### 〔前提条件〕

- |                 |              |   |
|-----------------|--------------|---|
| 1)年間処理量         | 1,215万 $m^3$ | ・2003年平水年の廃水量とする。   |
| 2)操業度           | 100%         | ・既設廃水処理場で処理する楊桃場酸性廃水以外の酸性廃水は全て新設廃水処理場で一括混合処理することにしてしているため操業度は100%とする。<br>・年間停電時間見込20時間については非常用発電機で対処する。 |
| 3)操業形態          | 4直3交替        | ・膨大な廃水処理量を常1（昼間）操業で処理するには過大な設備投資が必要となる。これを避けるためにも、また廃水処理の一般的操業形態である連続操業を採用する。1日24時間、年間365日操業。           |
| 4)人員計画          | 31名          | ・自動制御装置の大幅導入を前提として操業要員を算定した。内訳は表11-3-2のとおり。   |
| 5)人件費           | 6,550元/年/人   | ・人件費にはボーナス、諸手当を含む。  |
| 6)原材料及びユーティリティー |              | ・生石灰----操業度100%維持のため選鉱場休転35日、停電20日、計55日使用分。<br>・軽油----停電対策として非常用発電機運転時に使用。<br>・電力----操業用                |

表11-3-1 年間操業費

(廃水処理量:1,215万m<sup>3</sup>, 2003年平水年)

摘要	数量	購入単価 (元)	金額 (万元)	m <sup>3</sup> 当り (元)	%	備考
1. 直接費						
(1) 原材料費						
生石灰	4,496 t	58 /t	26.1	0.02	4	
(2) 人件費	31 名	6,550 /人	20.3	0.02	3	
(3) 電力料	4,313 千kwh	0.31 /kwh	133.7	0.11	19	
(4) 軽油	97 kl	2 /l	19.4	0.02	3	
(5) 工業用水	157 千m <sup>3</sup>	0.3 /m <sup>3</sup>	4.7	-	-	
(6) 保全費			71.4	0.06	10	設備費 x 4%
直接費 計			275.6	0.23	39	
2. 間接費						
(1) 福利厚生費			1.6	-	-	524元/人 x 31名
(2) 管理費			10.5	0.01	2	直接費 x 3.8%
(3) 減価償却費			417.6	0.34	59	
間接費 計			429.7	0.35	61	
合計			705.3	0.58	100	

・工業用水----回水及び新水。

摘 要	年間 使用量	m <sup>3</sup> 当り 使用量	購 入 単 価
生石灰(t)	4,496	0.37 Kg	58 元/t
軽油(Kl)	97	0.008 l	2 元/l
電力(KWH)	4,313	0.34 KWH	0.31 元/KWH
工業用水(千m <sup>3</sup> )	157	0.013 m <sup>3</sup>	0.3 元/m <sup>3</sup>

- 7)保全費 設備費 x 4% ・日本での実績ベース。  
 8)予備費 計上しない ・処理工程は常用2系列、予備1系列として建設するため不要。

### 1 1 - 3 - 2 操業費の範囲

直接費と間接費に区分して操業費を算定しているが、減価償却費について新設廃水処理場及び付帯施設に限らず、総投資額の直接費に係る減価償却費全と、その他費用の内予備費、同価格アップ分についても計上している。その他費用の内間接費、金利については性質上操業費で処理できないため除外している。間接費は一括損金処理、金利は借入条件に基き償却する必要がある。

減価償却の計算方法は定額法、残存価格5%、その内訳を表11-3-3に示す。

### 1 1 - 3 - 3 既設廃水処理場操業費との比較

二段中和処理方式の採用により、非常用以外（選鉱休転日35日、停電20日）は生石灰が不要であること、操業度100%維持のため停電対策として発電機及び軽油タンクの設置、自動制御装置の導入に伴う最適な人員計画等の基本プロセスが操業費に如何に反映しているかを既設廃水処理場との比較（表11-3-4）をもとに、特徴的な事項を以下に述べる。

#### (1)年間廃水処理能力

新設1,450万m<sup>3</sup>に対し既設292万m<sup>3</sup>（93年度実績174万m<sup>3</sup>）約5倍。

#### (2)操業費と1 m<sup>3</sup> 当り処理費

表 11-3-2 人員計画

摘要	担当業務	人員	業務内容
1. 管理職	(1) 総括責任者 (所長、副所長) (2名 x 1方)	2	所長：総括責任者として処理場全体の操業管理 副所長：所長の補佐及び管理業務
	(2) 保全担当 (2名 x 1方)	2	各設備 (機械、電気、計装) の保全計画の立案と設備管理
	管理職 計	4	
2. 一般職	(1) 現場要員 (受入れ、中和処理) (2名 x 3方 + 2)	8	酸性水及び尾鉾溢流の受入れ 中和処理の現場作業
	(2) 周辺機器の操作 (2名 x 3方 + 2)	8	空気ポンプ及び非常用電源、その他用水設備等の運転業務
	(3) 計器監視 (1名 x 3方 + 1)	4	計器室に常駐のうえ、全体の操業状況の監視と調整
	(4) 保全要員 (設備2、電気・計装各1) (4名 x 1方)	4	設備の点検作業と軽修理作業
	(5) 分析 (2名 x 1方)	2	酸性水、尾鉾溢流、中和処理液等の水質検査 現場作業の状況調査、混合試験及びデータ提供
	(6) 事務 (1名 x 1方)	1	現場事務全般
	一般職 計	27	
	合計	31	

表 11-3-3 減価償却費内訳

(金額単位：万元)

類 別	取得価格	耐用年数	減価償却費	残存価格
1. 建物				
(1) 建家(事務、電気、計装、試験室)	70.3	35	1.9	3.5
(2) コンプレッサ及びブロー室	47.5	35	1.3	2.4
(3) 修理工場	30.3	35	0.8	1.5
計	148.1		4.0	7.4
2. 建物付属設備				
(1) 各建家の給排水、照明、動力配線、通風等	31.5	15	2.0	1.6
3. 構築物				
(1) 原水受槽	78.4	20	3.7	3.9
(2) 溢流分配槽	61.9	20	2.9	3.1
(3) 一次中和槽	351.7	20	16.7	17.6
(4) 一次中和澱物繰返し設備	34.3	20	1.6	1.7
(5) 二次中和混合槽	32.8	20	1.6	1.6
(6) 工場配管・配線	286.4	20	13.6	14.3
(7) 各ポンプステーション改造	17.4	12	1.4	0.9
(8) 西源酸性水ダム構築	1,404.6	25	54.1	70.2
(9) 露天沈砂池構築	8.5	15	0.5	0.5
(10) 酸性水送水ルート配管工事	687.0	15	43.5	34.3
(11) 生活、生産用給水工事	56.1	15	3.6	2.8
(12) 送電線	77.0	25	2.9	3.9
(13) 道路	541.2	15	34.3	27.1
(14) 車庫	7.9	20	0.4	0.4
計	3,645.2		180.8	182.3
4. 機械及び装置				
(1) 機械設備	650.6	10	61.9	32.6
(2) 電気設備	1,005.2	18	54.1	50.2
(3) 計装設備	92.2	8	10.7	4.6
(4) 分析設備	8.3	5	1.6	0.4
(5) 修理設備	26.8	10	2.6	1.3
(6) 軽油タンク設備	3.1	10	0.3	0.2
(7) 環境モニタリング設備	39.5	10	3.8	2.0
計	1,825.7		135.0	91.3
5. 車両及び運搬具	36.3	4	8.6	1.8
合計	5,686.8		330.4	284.4
6. 予備費・同価格77%分				
建物	39.0	35	1.1	2.0
同付属設備	8.2	15	0.5	0.4
構築物	959.6	12	47.7	48.0
機械及び装置	470.2	5	35.6	23.5
車両運搬具	9.6	4	2.3	0.5
計	1,486.6		87.2	74.4
総計	7,173.4		417.6	358.8

操業費総額新設 705万元に対し既設 283万元で、422万元増加しているが、操業費の効率を示す  $1\text{ m}^3$  当り処理費は新設  $0.58\text{ 元}/\text{m}^3$  に対し、既設で  $1.63\text{ 元}/\text{m}^3$  で、 $\Delta 1.05\text{ 元}/\text{m}^3$  である。

(3)生石灰

新設では非常用（選鉱休転日35日、停電20日計55日）として4,496t計上している。仮に全量生石灰で賄うとすれば29,837t、173万元必要となり、数量で25,341t、金額で147万元節約となる。

(4)人員

新設人員31名に対し既設人員84名、53名の合理化、人件費で31万元の減。

(5)減価償却費

新設の減価償却費は418万元で操業費中59%を占め、最も高い比率となっている。なお、これには停電対策として発電機、軽油タンク10万元及び環境モニタリング設備4万元を含んでいる。

(6)その他として、電力料80万元、軽油19万元の増、原材料費（凝集剤、 $\text{Na}_2\text{S}$ ）12万元、予備費33万元の減等である。

表 11-3-4 既設廃水処理場操業費との比較

区 分	新設廃水処理場 (平水年)				既設廃水処理場(93年実績)			
廃水処理量	1,215 万 m <sup>3</sup> (操業率100%)				174 万 m <sup>3</sup> (操業率 60%)			
摘 要	数量	金額	m <sup>3</sup> 当	%	数量	金額	m <sup>3</sup> 当	%
		万元	元			万元	元	
1. 直接費								
(1) 原材料費								
生石灰(t)	4,496	26.1				19.7		7%
凝集剤						7.5		3%
Na <sub>2</sub> s						4.3		1%
計		26.1		4%		31.5		11%
(2) 人件費(名)	31	20.3		3%		50.8		18%
(3) 電力量(千kwh)	4,313	133.7		19%		54.3		19%
(4) 軽油(kl)	97	19.4		3%				
(5) 工業用水(千m <sup>3</sup> )	157	4.7						
(6) 保全費		71.4		10%		78.7		28%
(7) 予備品						33.3		12%
直接費 合計		275.6	0.23	39%		248.6	1.43	88%
2. 間接費								
(1) 福利厚生費		1.6				4.4		2%
(2) 管理費		10.5		2%		9.4		3%
(3) 減価償却費		417.6		59%		21.0		7%
間接費 合計		429.7	0.35	61%		34.8	0.20	12%
総 計		705.3	0.58	100%		283.4	1.63	100%

11-4 支出計画

廃水処理場は整地から完成まで約2年の建設期間を見込んでいる。資金調達については、廃水処理施設建設のための所要資金全額（環境モニタリング設備費を除く）を中国国内の銀行借入金により賄うものとし、金利は現行の鉱業向け長期貸出金利11.16%を適用した。建設費用は建設初年度に60%、第2年度に40%を支出するものとした。工事項目別の支出計画を表11-4-1に示す。

表 11-4-1 支出計画

工 事 項 目		工 事 工 程	
		初 年 度	2 年 度
範 囲 内	土木工事	1,329万元	
	機械設備		325万元
	電気・計装		1,097万元
	修理・試験・運搬用設備		71万元
	建築		473万元
範 囲 外	土木(西源ダム、道路工事等)	3,102万元	



### 11-5 感度分析

既述のとおり、廃水処理場は酸性廃水量の発生量が最も多い場合（2003年、豊水年）を基準にして概念設計を行っているが、実際の廃水処理場の運転費用は処理水量の変化に応じて変動する。本章では、水量及び水質の変化が運転費用にどのような影響を及ぼすかを考察する。

#### (1) 水量と運転費用の関係

廃水処理量が増減した場合操業費がどのように変化するかを豊水年、平水年、渇水年別に見ると表11-5-1のようになる。処理水量によって電力使用量や選鉱場休転

表 11-5-1 水量と運転費用

摘 要	豊 水 年		平 水 年		渇 水 年	
廃 水 処 理 量	1,450万m <sup>3</sup>		1,215万m <sup>3</sup>		1,022万m <sup>3</sup>	
費 用 内 訳	数量	金額	数量	金額	数量	金額
1. 直接費		万元		万元		万元
1) 原材料費						
生石灰 (t)	5,390	31.3	4,496	26.1	3,781	21.9
2) 人件費 (名)	31	20.3	31	20.3	31	20.3
3) 電力料 (千kwh)	5,000	155.0	4,313	133.7	3,475	107.7
4) 軽油 (kl)	115	23.0	97	19.4	82	16.4
5) 工業用水 (千m <sup>3</sup> )	194	5.8	157	4.7	133	4.0
6) 保全費		71.4		71.4		71.4
小 計		306.8		275.6		241.7
(元/m <sup>3</sup> )		(0.21)		(0.23)		(0.24)
2. 間接費						
1) 福利厚生費		1.6		1.6		1.6
2) 管理費		11.7		10.5		9.2
3) 減価償却費		417.6		417.6		417.6
小 計		430.9		429.7		428.4
(元/m <sup>3</sup> )		(0.30)		(0.35)		(0.42)
合 計		737.7		705.3		670.1
(元/m <sup>3</sup> )		(0.51)		(0.58)		(0.66)

期間の生石灰消費量等が変動するため、運転費用は $m^3$ 当り単価で見ると豊水年、平水年、渇水年でそれぞれ0.51元/ $m^3$ 、0.58元/ $m^3$ 、0.66元/ $m^3$ となる。

## (2) 酸性廃水の水質とコストの関係

豊水年と渇水年について 8.4AXの年間負荷量 (=酸性水の中和に必要な中和剤の量) を試算すると下表のようになる。但し、計算の条件として、降雨量の多い豊水年の場合は水質として濃度が低くなるため最小値を、逆に渇水年の場合は、水質が悪化するものとして最大値を想定する。

表 11-5-2 水質と運転費用

発生源	豊水年			渇水年		
	水量	8.4AX	負荷量	水量	8.4AX	負荷量
	万 $m^3$	ppm	t	万 $m^3$	ppm	t
祝家	158.20	9500	15,029	0.00	11000	0
西源	411.25	9500	39,069	141.00	11000	15,510
露天	745.40	600	4,472	745.40	2300	17,144
リーチング	135.40	30000	40,620	135.40	36000	48,744
計(平均)	1450.25	(6840)	99,190	1021.80	(7966)	81,398

上表に示すように、渇水年の場合、豊水年に比べ平均水質(8.4AX)は悪化するが、水量が減るため年間負荷量は逆に低くなる。従って、酸性水の中和に必要な中和剤の量は8.4AXの負荷量によるから、渇水年の方が少なくて済むことになる。

また、尾鉱溢流の酸性水に対する混合比は、豊水年の7に対し、渇水年では9.6となる。

以上により、水質が悪化した場合でも新たな生石灰の添加は不要であり、従ってコスト増とはならないと考えられる。

## 11-6 経済・財務分析について

### 11-6-1 財務分析

#### (1) 2段中和法採用によるコスト節減

廃水処理場の建設計画は収益を生むプロジェクトではない。このような場合、一般的に、期待されるレベルの効果を達成するためのいくつかの代替案の中で費用が最小になるようなプロジェクトが選択される（費用最小法）。本計画調査においては、廃水処理プロセス等の決定に当たっては、中日双方が合同で技術的経済的検討を行い、最善の案として2段中和法による廃水処理プロセスが選択された。2段中和法プロセスでは消石灰の投入が基本的に不要となるため、消石灰工場を建設する必要がなくなり、その結果、投資節減額として約324万元、また、消石灰を消費しないことによる操業費減約147万元/年の経済的メリットが見込まれる。

#### (2) 財務的フィージビリティ

一方、投資プロジェクトの財務分析を行うにあたっては、本計画の実施が、徳興鉱山本来の銅鉱石の採掘選鉱事業を継続する上で財務的に問題ないかどうかを検討する必要がある。廃水処理施設は鉱山操業の付属施設であり、この付属施設建設費が負担となって鉱山経営が悪化するようなことになっては問題である。このような場合は、施設規模の縮小や建設費の圧縮、あるいは、国に対する補助金の要請等を検討しなければならない。

大きな資金投入を必要とする本計画の財務上資金上のフィージビリティを分析するに当たって、必要となるのが徳興鉱山あるいは徳興鉱山を一事業所として持つ江西銅業会社のキャッシュフローである。キャッシュフローとは税引き後利益と減価償却費の合計であり、投下資金はこのキャッシュフローから償還される。廃水処理施設建設費を徳興鉱山が毎年生み出すキャッシュフローにより順調に償還出来るかどうか本計画の財務的フィージビリティを判断するポイントである。

今回の調査では、中国側より徳興鉱山の現在あるいは将来の予測キャッシュフローの提示が為されなかったため、上述の財務評価をここで行うことは出来ない。しかし、中国側としては、本計画の実施可否を判断するに当たっては、是非この種の財務評価を実施することを提言する。

ちなみに、借入金返済期間を10年、元本均等返済とした場合の返済スケジュールを表11-6-1に示す。

表 11-6-1 借入金返済スケジュール

(1) 範囲内借入金											
摘要	(金額単位：万円)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
借入金	2,695.75	1,834.54	4,530.29								
建中金利	150.42	102.37	252.79								
建中金利	317.63	317.63									
借入金残高(含建中金利)	5,100.71	4,590.64	4,080.57	3,570.50	3,060.43	2,550.36	2,040.29	1,530.22	1,020.15	510.08	0.00
借入金返済		510.07	510.07	510.07	510.07	510.07	510.07	510.07	510.07	510.07	510.08
支払利息		569.24	512.32	455.39	398.47	341.54	284.62	227.70	170.77	113.85	56.93
(2) 範囲外借入金											
摘要	(金額単位：万円)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
借入金	2,584.53	1,723.02	4,307.55								
建中金利	144.22	96.14	240.36								
建中金利	304.53	304.53									
借入金残高(含建中金利)	4,852.44	4,367.20	3,881.96	3,396.72	2,911.48	2,426.24	1,941.00	1,455.76	970.52	485.28	-0.00
借入金返済		485.24	485.24	485.24	485.24	485.24	485.24	485.24	485.24	485.24	485.28
支払利息		541.53	487.38	433.23	379.07	324.92	270.77	216.62	162.46	108.31	54.16
(3) 範囲内+範囲外											
摘要	(金額単位：万円)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
借入金総額											
建中金利											
返済元本		995.31	995.31	995.31	995.31	995.31	995.31	995.31	995.31	995.31	995.36
借入金返済		1,110.77	999.70	888.62	777.54	666.47	555.39	444.31	333.24	222.16	111.08
支払利息											

### (3) プロジェクト実施による環境コスト減少

一方、徳興鉱山は現在、その坑廃水が排出基準値を満たしていないため、年間300万円の罰金（排汚費）を徳興市へ支払っている。また、坑廃水により水田が汚染され稲作が出来なくなった農民に対し20～30万円／年の補償料を支払っている。同様に、鉱山廃水による河川汚染により生活用水の取水が困難になった約25の近隣村落に対しては鉱山は井戸を掘るなどの協力を行っている。本プロジェクト実施によって環境が改善され、こうした罰金や補償費の支払が低減されることになれば、プロジェクトの財務分析を行う上でこのことを考慮すべきである。将来のキャッシュフローを予測する上でその費用減少額を財務費用から差し引く必要がある。

## 11-6-2 経済分析

### (1) 経済分析の手法

経済分析が財務分析と基本的に異なる点は、財務評価が一企業の立場に立ってプロジェクトの妥当性を検討するのに対し、経済評価は国家あるいは社会の立場からプロジェクトの意義を検討することにある。この立場上の違いからプロジェクトのコスト認識が異なり、財務評価と経済評価ではコストに差が出てくることになる。

財務分析に用いる財務費用とは、一事業者（徳興鉱山）が負担すべき廃水処理施設の建設コストであり、第11-2章に示した金額である。このコストは廃水処理施設の建設のために、徳興鉱山が支払わねばならない実際の現金支出額であり、この金額は資機材購入や労働者に対する賃金等実際の経済活動の中で取り引きされている市場価格に基づいて算出されている。

一方、経済分析に用いる経済費用は財務費用で使われる市場価格の持つゆがみを修正することによって求める。まず、市場価格から税金や利子等の内部移転項目を除外する。税金や利子は資源の消費や労働の提供を伴わない費用であるため、費用とは見なされないからである。

次に、経済費用の算出に際しては財務分析の場合のように単に市場価格によるのではなく、経済価格と呼ばれる計算上の価格が利用される。具体的には、貿易財の場合には国際価格が利用される。これは国際価格の方が国内市場価格に比べ、より自由競争に近い状況下で決定されたもので、従って価格の歪みがより少ないであろうという考えに基づくものである。同様の理由から為替レートや賃金なども修正されることとなる。

他方、環境破壊は財務的出費を伴わない社会的コストを発生させる。水の汚染による保険衛生上の被害、農作物漁業への影響、美観の破壊等、環境影響を受ける側が被害を認識し補償や賠償を求めない限り、こうした環境破壊は財務的支出が発生

しない。しかし、社会的観点に立てば、こうした環境破壊は、将来的に予測され得る農業漁業生産高の減少や健康被害、生活環境の悪化へとつながり、これが社会的コストとして認識されなければならない。従って、このように財務的には発生しないものの社会的にはコストとなる環境コストを経済分析では費用として織り込む。

以上に延べた方法により経済費用を算出し、最小の費用で環境が保全される代替案が最適案として選択される。経済分析では、通常費用便益分析が用いられるが、費用と便益は表裏一体の関係にあり、費用最小とは便益最大と意味は同じである。環境プロジェクトではいわゆる収益としての便益が発生しないため、最小の費用で環境を保全し改善することの出来る計画が選択されることになる。

この場合の分析の方法として、プロジェクトを実施する場合(With Project)と実施しない場合(Without Project)を設定して両ケースの経済費用の比較を行い、プロジェクトを実施する費用が実施しない場合の費用より少なくてすめば、プロジェクトは実施すべしとの判断が為される。この場合、将来的に発生する費用は適当な割引率で現在価値に換算しなければならない。

## (2) 経済費用の算定

### 1) With Projectの場合

算出根拠のはっきりしている税金や利子の移転費用を財務費用から控除してこれを経済費用として扱うこととする。財務費用に含まれている既述の税金及び利子を控除した総投資額は表11-6-2に示す通り、8,195万元となり、これが国の立場から見た廃水処理施設建設コストである。

表11-6-2 経済費用

(単位：万元)

摘 要	範囲内	範囲外	合 計
総投資額 (財務費用)	5,100.71	4,852.44	9,953.15
控除： 増値税	223.39	40.65	264.04
営業税等	196.11	184.62	380.73
建中金利	568.33	544.89	1,113.22
総投資額 (経済費用)	4,112.88	4,082.28	8,195.16

## 2) Without Project の場合

一方、環境コストについてであるが、本廃水処理施設を建設しなかった場合、徳興鉦山に起因する環境汚染がどのように進み、経済損失がどのように増大するのか、特に徳興鉦山の下流域に広がる農業地帯にどのような影響をもたらすのか数量的に分析・予測した調査は実施されていない。数量的な経済分析を行うためにはこうしたデータが不可欠である。従って、将来予想される環境被害については数量的に分析することは出来ないため、定性的に述べるにとどまざるを得ない。予想される事項は次のとおりである。

### ① 農業被害の拡大

現在のところ、汚染地域は楽安川に沿った延長約22km、幅 2kmの範囲に及び、汚染が確認されている農地面積は約 300ヘクタールである。農地は酸性水で汚染され、稲の苗を植えても育たず不毛の土地となりつつある。徳鉦幹部の話では、米の生産は 30～50%減少したという。徳興銅鉦は被害を受けた農民に対する賠償措置として、年間20～30万元を村の政府に支払っている。徳鉦銅鉦からの鉦廃水を現状のまま流し続けたら農地汚染の深刻化拡大化が進むことは明らかであり、当該地域における農業生産高の減少が拡大していくことが予想される。

### ② 生活用水汚染の進行

現在までに徳鉦銅鉦は、水質汚染により生活用水の取水に支障が生じた鉦山周辺の村落に対し、村民の要求に応じ約25本の井戸を掘っている。早急に廃水処理対策が施されない場合、生活水源の汚染の影響を受ける地域が拡大し、人体への影響も危惧される状況が現出することが予想される。このため、徳興銅鉦としては従来にもまして多大のコストをかけて水浄化施設の建設等の環境対策を講じなければならなくなろう。

### ③ 下流域への重金属汚染の拡大

ユネスコが実施した徳興銅鉦から番陽湖に至る楽安川流域の汚染調査の結果、徳興銅鉦地域から排出された重金属汚染物が当該流域に沈積し、汚泥堆積物を形成している。このため、適切な環境保全対策が取られないまま汚染物質の河川への排出が続けば、重金属汚染が深刻化し、漁業や農業への影響のみならず、人間の健康被害や水生生物の死滅化、美観の破壊といった重大な公害・環境破壊が進行することが危惧される。

#### ④ 操業停止

非鉄金属は中国の経済発展にとって重要な基礎産業の一つである。徳興銅鉱は中国最大の銅鉱山であり国家経済に対する貢献度は非常に高い。その鉱山が環境基準を満たさないことを理由に操業停止となった場合、その経済損失は計り知れないものがある。

### (3) 本プロジェクトのもたらす経済便益

先に記したように、廃水処理施設を建設し鉱害防止対策を講ずることによりどのような経済便益がもたらされるのか（即ち、環境汚染に因る経済損失が回避されるのか）を数量的に分析するためには、科学的調査に基く環境破壊の予測データが必要であるが、現在までのところ、これに関連した調査研究が為されておらずこの種のデータが存在しない。

従って、With Project と Without Project の両ケースを想定して両者の経済費用の比較により、プロジェクトの評価を行うことは残念ながら本調査においては不可能である。ついては、このような環境プロジェクトがもたらす経済便益を数量的に算定するための一つの例を仮の数字を用いて参考までに挙げておく。

### (参考) 環境プロジェクトの経済分析例

#### ・ With Project と Without Project の比較

With Project の経済費用は第11-2章で算出した総投資額である。この他、従来支払ってきた罰金や補償金の支払が不要になれば、この金額を控除する。ここでは、徳興市への排污費支払が不要になると推定して計算する。また、プロジェクト期間は一応10年とする。現在価値に換算する社会的割引率は10%と仮定する。この前提の基に With Project の経済費用を算出すると表11-6-3に示す通り6,843万元となる。

一方、Without Project、即ち、本プロジェクトを実施しない場合、どのようなケースが考えられるだろうか。

第一に次のケースが想定される。まず、With Project のように廃水処理施設を建設しないわけだから建設費が発生しない。しかし、（これから後に述べることは仮定の話であるが）鉱害防止措置が取られないために、環境汚染が進み、農業被害が拡大し農業生産高の減少が続く。また、住民に健康被害が出始め、医療費の増加あるいは病気治療のため労働力の減少といった経済損失が発生する。このため、鉱山側は、行政命令により、水の浄化施設の建設を余儀なくされる。



第二のケースとして、坑廃水による汚染が激しくなり鉱山操業が停止に追い込まれることが考えられる。この場合、徳興鉱山の生み出す純利益（収益－費用）が経済損失となり、これが社会的な費用となる。

この両ケースの経済費用を算定すると、同表の通り、第1のケースで13,408万元、第2のケースで30,722万元となる。

この結果、社会的観点に立ってこのプロジェクトを分析した場合、With Project の場合が経済費用が一番少なくて済む結果となり、従って、プロジェクトは実施すべき、との判断が下されることになる。

表 11-6-3 With Project と Without Project の比較

(1)With Project の経済費用	(単位：万円)											
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
摘要												
総投資費用		4,917.10	3,278.06									
排汚費				-300.00	-300.00	-300.00	-300.00	-300.00	-300.00	-300.00	-300.00	-300.00

これを割引率10%で基準年度(0年度)の現在価値に換算すると次のようになる。

総投資費用	8,686.87
排汚費	-1,843.37
現在価値合計	6,843.50

(2)Without Project の経済費用(ケース 1：環境汚染が深刻化)

	(単位：万円)											
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
摘要												
農業生産高の減少			50.00	50.00	200.00	200.00	400.00	400.00	400.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
排汚費			300.00	300.00	400.00	400.00	600.00	600.00	600.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
医療費増・労働力減				50.00	50.00	50.00	100.00	100.00	300.00	300.00	300.00	300.00
浄化施設建設									10,000.00			
同運転・維持費										1,000.00	1,000.00	1,000.00
合計			350.00	400.00	650.00	650.00	650.00	1,100.00	1,100.00	12,300.00	3,300.00	3,300.00
現在価値			13,408.14									

(3)Without Project の経済費用(ケース 2：操業停止の場合)

	(単位：万円)											
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
摘要												
純利益減			5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
現在価値			30,722.84									



## 第12章 結論と提言



## 第 1 2 章 結論と提言

### 1 2 - 1 結 論

#### 現地調査の結果

- (1) 徳興鉱山からの廃水によって楽安川を汚染して動植物生態系に影響を与え、重金属を含む河底堆積物は洪水の度に下流に運ばれていて、中国最大の淡水湖である鄱陽湖に達している恐れがある。
- (2) 廃水の主なものは、露天掘や捨て石堆積場から発生する酸性廃水（硫酸酸性 pH 1.5~4.0）と選鉱場から発生するアルカリ廃水（消石灰による pH 11~12）であり、その量は 2003 年豊水年を計画年として、前者が 4.9 万 m<sup>3</sup>/日、後者が 28.1 万 m<sup>3</sup>/日である。これには、祝家谷ダンプリーチング廃液も含まれ、この水量・水質をもって、本概念設計の設計諸元とした。

#### 廃水処理計画

- (1) 主たる廃水は新規廃水処理施設で処理される。但し、既設廃水処理場で脱銅・中和処理される楊桃塢酸性水（0.8 万 m<sup>3</sup>/日）及び徳興鉱山管轄外の旧坑廃水は対象としない。
- (2) 新規廃水処理施設の処理方式として、二段中和方式による酸性廃水とアルカリ廃水との混合中和法を提案する。  
二段中和法を採用することにより、アルカリ廃水中に含まれる炭酸カルシウムの中和力が引き出され、両廃水の中和力がバランスして余分な中和剤添加が省略される。
- (3) 既設廃水処理場については、現在硫化ソーダによる脱銅を止め鉄置換法による沈澱銅採取に切り替えているが、これは技術的に逆行するものであり、プロセス管理を強化することにより現有設備を十分生かしたプロセスに戻すことを希望する。そのための改善計画を各工程にわたって提示した。（第 7 章 7-5）

#### 環境モニタリング計画

汚染前のバックグラウンド値は測定できないため、今後建設される処理施設の効果確認と将来の汚染に対する改善予測をするための基礎データを収集する目的でモニタリングを実施する。

モニタリング地点としては、大塢川 2ヶ所、楽安川 2ヶ所を選定し、常時及び定時観測を行うとともに、年 2 回程度底質物分析も実施する。

## 建設費と操業費

新規排水処理施設に係わる建設費は、施設範囲内で 5,100 万元、範囲外を含めると 9,953 万元と算出された。建設期間は 2 年、総建設費の 60% は初年度に支出されると思われる。また、操業費は、平水年の水量を基準として  $\text{m}^3$  当たり 0.58 元となる。なお、豊水年、渇水年では、それぞれ 0.51 元および 0.66 元となり、水量が大きいほど単価が下がり、水質の影響は顕著ではない。

## 12-2 提言

徳興鉱山からの廃水は全て処理するように概念設計の中では計画している。しかし、下記に述べる汚染水が発生する恐れまたは現実に発生している場合もある。中国側でも、選鉱場から発生する廃水が、精鉱溢流、集塵機洗浄水、雑廃水等等、現在数本の排水路に分かれて大塙川に流入しているものを、一本に統合して処理できるよう計画している。この様に、将来計画の中では一滴の汚染水も河川には流さないという精神で、十分な管理と処理対策とを期待するものである。項目によっては、地方政府の協力あるいは協議を必要とするものもあるが、当事者側の積極的な対応が望まれる。

### (1) 廃滓堆積場余剰水排水系の事故処理対策

本調査期間中、2号廃滓堆積場の排水口から多量の尾鉱が混入して楽安川に放流されていた。排水路の一部損傷に原因があると思われるが、廃滓堆積場には、この種の事故は、時には起こるものと想定した設備の改善、並びに、より速やかな修復が出来るような組織の整備が望まれる。

### (2) 停電等事故によるアルカリ廃水の流出防止対策

停電による尾鉱の逆流、その他の事故のため選鉱場からアルカリ水が溢れる場合がある。現在、「事故池」によって対応しているが、連続して事故が起こると前回事故の堆積物除去が間に合わず汚染水が系外に排出される。停電を回避する方策が最も重要であるが、カロコーンの設置等による事故池の負荷低減、事故後の残留堆積物の速やかな除去等対策を講じる必要がある。

### (3) 不法立入の禁止

農民グループによる酸性水系からの沈澱銅回収や、尾鉱流送路からの銅精鉱回収などしばしば鉱山施設を損傷させたり、操業に支障を与えている場面に遭遇する。地域的に特別な事情があるにせよ、無法な立入による農民達自身の安全や鉱山操業の安全が脅かされ、また無法操業による廃水の不法放流も見られる。一日

も早い農民グループを含む無関係者の鉱山域内立入禁止を実現すべきである。

(4) 管轄外廃水の処理

大塙川最上流には近代以前の旧坑群があり、それより発生している酸性水は本概念設計の対象外とされた。しかし、2段中和法の採用によってアルカリ廃水の方にむしろ余裕が出て来たので、管轄外廃水についても処理できる状況になったことを付言する。

(5) 廃水量および排物質総量の抑制

現在は、工場内または周辺地域とも廃水が発生するに任せ、廃水の量そのものを抑制しようとする対策は取られていない。第10章 代替案と将来計画への提言、10-2 で述べたような汚染水を可能な限り少なくする努力と並行して、濁水 (SS) の量の抑制等、汚染水とそれに含まれる汚染物質の総量を抑制する努力も重要である。

(6) 結び

鉱山従業者、付近住民の環境保護に対する意識の低さが問題とされるが、現在濁流がpHを変えながら流れ下る大塙川を清流に戻せば、人々の意識も自ずと向上されて来るものと考ええる。





## 添付資料



添付資料 I 参考文献

1. JISハンドブック（鉄鋼）、日本規格協会
2. JISハンドブック（計装）、日本規格協会
3. 化学便覧 基礎編1, 2、日本化学会
4. 水理公式集、土木学会
5. 機械設計便覧、狩野三郎著
6. 電気設備技術基準2、オーム社
7. 電気設備設計施工ハンドブック、オーム社
8. 電気工事設計実務データブック、オーム社
9. 社内設計規格集、同和工営（株）
10. 社内設備管理規格集、同和工営（株）
11. 公害防止の技術と法規（水質編）、公害防止の技術と法規編集委員会編
12. 増補 水質汚濁と防止技術、化学工業社
13. 硫化水素による鉱水処理、山田稔著、日本鉱業会誌、1965年6月、554A<sup>o</sup>-7<sup>o</sup>
14. 環境保護標準実用ハンドブック、北京環境評価総合公司
15. 重金属汚染及びその生態効果の研究 研究業績結果論文集(1)、中国科学院生態環境研究センター
16. China Environmental Science, Vol.5 No.2, The Journal of Chinese Society for Environmental Science, 1994
17. Annual Report 1993, Research Center for Eco-Environmental Science(RCEES), Chinese Academy of Sciences.
18. 楽安河上流の藻類に対する徳興銅鉱廃水汚染の影響、夏旭華著、江西大学、1983年
19. 徳興銅鉱環境評価 楽安河底生動物調査評価、胡 啓宇著

添付資料 II 中国側提出資料リスト

資料名

1. 酸礫廃水総合治理及回水利用研究 表題乃一 (1992年4月)
2. 酸礫廃水総合治理及回水利用研究総報告 (1992年12月)
3. 重金属汚染およびその生態効果の研究
4. China Environmental Science, Vol.5, No.2
5. Annual Report 1993 (コピー)
6. 楽安河上流の藻類に対する徳興銅鉱廃水汚染の影響
7. 徳興銅鉱環境評価 楽安河底土生動物調査評価
8. 有色金属工業環境保護常用 法規基準
9. 図面番号079007411-1 徳興銅鉱全体配置図
10. 図面番号079317611-1 徳興銅鉱全体配置図 (その1)
11. 図面番号079317611-2 徳興銅鉱全体配置図 (その2)
12. 図面番号079317611-3 徳興銅鉱全体配置図 (その3)
13. 徳興銅鉱露天採掘場現況図 (1:3000)
14. 図面番号07911542-18(1/2) 祝家廃石場2005年平面図 (その1)
15. 図面番号07911542-18(2/2) 祝家廃石場2005年平面図 (その2)
16. 図面番号07911543-12 西源廃石場基本建設終了平面図
17. 第4堆積場および第2尾鉱ポンプ室分級施設平面図 (1:2000)
18. 第4堆積場構築物配置図 (1:5000)
19. 図面番号07902049-1修2 選鉱工程フローシート
20. 図面番号079-109-02-1 第2選鉱場フローシート
21. 図面番号07911067-1 第2選鉱場平面配置図 (その1)
22. 図面番号07911067-2 第2選鉱場平面配置図 (その2)
23. 図面番号07911067-3 第2選鉱場平面配置図 (その3)
24. 図面番号07911067-4 第2選鉱場平面配置図 (その4)
25. 図面番号07911067-5 第2選鉱場平面配置図 (その5)
26. 図面番号07908068-9修1 第2選鉱場給排水配管図
27. 図面番号0793/7602-1 第3選鉱場フローシート
28. 図面番号0793/7602-2 第3選鉱場銅・モリブデン分離工程フローシート
29. 図面番号07911630-2 第3選鉱場平面配置図
30. 図面番号0790074-2 ダンプリーチング工程フローシート
31. 図面番号0790074-3 ダンプリーチング施設配置図
32. 図面番号079307608-1 徳興銅鉱給排水フローシート
33. 図面番号07908113-1修1 排水処理設備説明
34. 図面番号07908113-2修1 廃水処理フローシート

35. 図面番号07908113-3修1 廃水処理施設垂直配置図
36. 図面番号07908113-4 既設廃水処理設備表
37. 図面番号07908113-32 既設廃水処理場施工図
38. 図面番号07908113-37 既設廃水処理場施工図
39. 図面番号07908113-43 既設廃水処理場施工図
40. 図面番号07908112-1修1 既設廃水処理場施工図
41. 図面番号07911501-2 新規廃水処理施設予定地平面図
42. 図2-1 大塙川および楽安川試料採取断面配置図
43. 江西徳興銅鋳銅鋳区区域地質図 (1:50000)
44. 江西徳興銅鋳銅鋳区区域外地質図 (1:25000)
45. 江西徳興銅鋳銅鋳区地形地質図 (1:5000)
46. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 93 (1:1000)
47. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 111 (1:1000)
48. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 112 (1:1000)
49. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 113 (1:1000)
50. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 126 (1:1000)
51. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 127 (1:1000)
52. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 128 (1:1000)
53. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 129 (1:1000)
54. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 143 (1:1000)
55. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 144 (1:1000)
56. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 145 (1:1000)
57. 江西徳興銅鋳泗洲地区地形図 No. 146 (1:1000)

添付資料 Ⅲ 面談者リスト

1. 北京有色金屬工業總公司

氏名	所屬
潘家柱	外事局 局長
潘文挙	外事局 副局長
劉春泉	企業部安全環保弁公室 副主任
陶遵華	企業部安全環保弁公室 副処長
殷德洪	企業部安全環保弁公室 教授級高級工程師
高憲有	投資經營部 処長
崔虎林	外事局亜太処 処長
許明憲	外事局亜太処 項目主管
趙英淑	外事局亜太処

2. 北京有色冶金設計研究總院

氏名	所屬
董鴻翹	院長
陳楚材	副院長
康南京	副院長
蔣繼穆	副院長
巫金華	副院長
李廣勝	德興事務処 処長
王國瑞	有色金屬鋁業試驗中心 主任
陳國祥	有色金屬鋁業試驗中心 副主任
薛世儒	有色金屬鋁業試驗中心 主任工程師
劉榮仁	水工業設計研究所 副總工程師
孔蒼	水工業設計研究所 高級工程師
徐文芳	水工業設計研究所 高級工程師
潘志平	水工業設計研究所 工程師
劉成	水工業設計研究所 工程師
楊春福	水工業設計研究所 水工室副主任
王世顯	電氣自動化設計研究所 電二室主任
張丹紅	電氣自動化設計研究所 計裝担当 工程師
楊成甫	堆積場担当
劉邦祥	総図担当 教授級高級工程師
李長順	科研処 処長
李恒石	科研処 副処長
李占民	德興工程分部 副主任

楊家斌	工程經濟概預算所	副總工程師
張萌萍	工程師	
謝琼心	中心化驗室	主任
吳長光	分析担当	
胡宝和	分析担当	
徐結曦	分析担当	
湛穎	分析担当	
張月娥	通訊	
王文琴	通訊	
李明	通訊	

### 3. 江西銅業公司

氏名	所屬
石志誠	建設指導部 副指揮
李普根	環保衛生處 副處長
秦乾	外事處 主事

### 4. 德興銅鈹

氏名	所屬
張雨金	副鈹山長
占森昌	總工程師
熊報國	環保衛生部 主任
葉麟	環保衛生部
葉樂饒	環保衛生部
占幼鴻	環保衛生部
吳飛	廢水處理處 處長
王兆敏	廢水處理處
万里	廢水處理處 電氣担当
黃兆銘	廢水處理處 機械担当
陳湧	廢水處理處 機械担当
胡幼弘	
吳秀俠	
胡德全	
戴曉紅	夕△管理担当
孫愛祥	地質測量部 地質工程師
唐開宏	測量担当
揚進	



林 春生	
魏 志芳	採鉱担当
劉 国標	
任 風古	土建担当
鄭 德雪	選鉱担当
程 傳良	選鉱担当
黎 維中	堆浸工程經理部
胡 聲泰	
胡 澤仁	環保衛生処 庶務
唐 徳龙	財務部 副主任
王 永紅	試験担当
龔 曉紅	試験担当
黍 菊英	試験担当

5. ユネスコおよび生態環境研究中心

<u>氏名</u>	<u>所属</u>
Shikon Takei	UNESCO Representative to China, Mongolia and DPR Korea
B. E. Benozza	UNESCO Office, Beijing Senior Programme Officer
劉 静宣	中国科学院生態環境研究中心 顧問
湯 鴻霄	中国科学院生態環境研究中心 環境水化学国家重点実験室主任
尹 澄清	中国科学院生態環境研究中心 副研究員

6. 国家環境保護局および江西省環境保護局

<u>氏名</u>	<u>所属</u>
周 毅明	国家環境保護局監督管理司開発処 高級工程師
韓 偉	江西省環境保護局 局長

7. その他

<u>氏名</u>	<u>所属</u>
舒 文龍	冶金工業部建築研究総院環境保護研究所 副総工程師
岳 進才	北京格徳新技術公司 項目經理
周 金鋼	南昌勘測工程総公司 業務經理



新規廃水処理場建設予定地(4号廃滓堆積場東岸)



大塙川(手前)の  
楽安川への合流



4号廃滓堆積場堤頂及び  
東方分級ステーション(右奥)



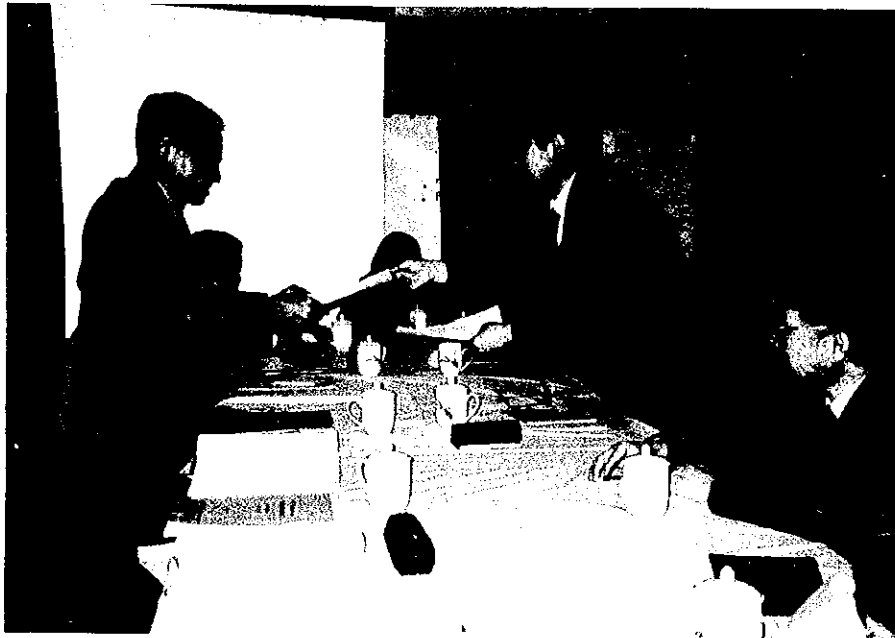
4号尾鉦ダム



報告書説明会(北京)



報告書説明会(徳興)



協議議事録署名・交換(北京)

