

4. バガヌール炭鉱改善計画の検討

4.1 効果的な採掘システムの検討

本章では炭鉱改善計画のための効果的な採掘システムをスタディし、最良と考えられる採掘システムを選択する。

4.1.1 採掘設備とその適用

このスタディの目的は、バガヌール炭鉱の生産能力を1.8百万ト増大させるために必要な採掘設備を選び、その数を求めるものである。

まず第1に、石炭生産能力を現有の採掘設備の状態に必要な全ての予備品が供給されることとドラッグラインによるリハンドリング剥土量を減少させることを前提として、年産4百万トまで回復することである。年産6百万トに生産能力を高めるために、3つの採掘方式のケースを検討する。これら採掘方式の比較検討に当たっては、現在のロシア製採掘設備と予備品の価格の代わりに、国際価格を用いる。

導入が可能でかつ効果的な採掘システムは次の通りである。

1) 電動ショベル/鉄道システム

すでに述べたように、鉄道システムは効果的ではなかった。これは特定のディーゼル機関車がないことと、掘削切羽から捨土場までのシステム全体が弾力的でないからである。このシステムは3~4ベンチでなく地表近くの2ベンチに絞ることが提案されている。鉄道の長さはその移動部分を3.2km(ピット2)以下に短縮されねばならない。フロントエンドローダーでショベルを補佐する。このような組み合わせのシステムによって、切羽の幅をさらに20m広げることができ、また、必要ならば複線を切羽近くまで接近させることもできる。

2) ショベル/トラックシステム

このシステムは剥土と採炭のいかなる作業にも適用出来る。現有のショベルとトラックより大型のショベルとトラックが提案されている。現有のショベルとトラックのサイズは、現在西側各国で一般に使用されているものに較べると小さすぎると思われるからである。

3) ドラッグライン

バケット容量の大きなドラッグラインは、図4.1に示す区域Cの剥土に適しており、効果的である。しかし、初期投資コストが高いために、ドラッグラインの使用はトラック/ショベル

による作業の補助的要素が高くなる。バケット容量の大きなドラッグラインは、切羽進行速度が早くなる。しかし、先行剥土がスムーズに行かず先行剥土が遅れば、このドラッグラインの作業を妨げることになり、能力を発揮出来なくなる。

4) バケットホイールエクスカベーター

この方式は全ての剥土のポジションと採炭に適用できるものであるが、バガヌール炭鉱では剥土に使用するのが最も適していると思われる。この方式を採用する場合、バガヌール炭鉱では、採掘された剥土の運搬および捨土の方式に2通りの方法が考えられる。一つは現有の鉄道方式を利用するものであり、他方は鉄道方式を利用しないものである。鉄道を利用する場合、採掘された剥土を鉄道に積み替える場所までの運搬に使うベルトコンベヤと積み替え設備（ホッパー）が必要となる。利用しない場合は、剥土捨て場までのベルトコンベヤと捨て場での捨土設備が必要となる。前者の場合、バケットホイールエクスカベータの剥土能力は、既存の鉄道設備の運搬能力を上回るため連続運転が出来ない。従って、この方式を導入するならば、後者を選択すべきである。何れにせよ、この設備を導入するには莫大な初期設備投資が必要となる。

剥土および採炭のための考えられる効果的な採掘システムの一般的な適用概念を図4.1に示した。採掘作業の方式は次の通りである。

区域A－剥土はショベル／鉄道システムあるいはバケットホイールエクスカベータとベルトコンベヤシステムによる。

区域B－剥土はショベル／トラックシステムによる。

区域C－剥土はドラッグラインによる。

区域D－採炭はショベル／トラックシステムによる。

4.1.2 効果的な採掘システムの検討

(1) 経済性比較の基礎

コスト比較には、税金、利子およびロイヤリティは含まず、次に示すエネルギー価格を用いた。

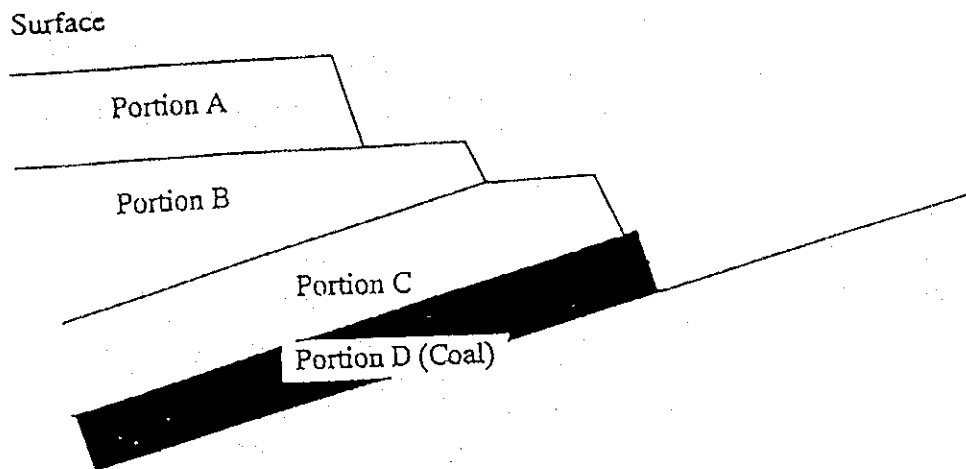
ディーゼル油 : 国際価格 (169US\$) × 1.1

ガソリン : 国際価格 (186US\$) × 1.1

石炭 : 国際価格 (15.7US\$) × 0.7

電力 : 国際価格 (0.062US\$/kwh) × 0.9

注：() は1993年末のFOB価格である



Desired Adoption of Mining Equipment

System	Dragline	Shovel & Railway	Shovel & Truck	BWE
Portion A	×	○	○	○
Portion B	×	×	○	○
Portion C	○	×	○	○
Portion D (Coal)	×	×	○	○

Combination of mining equipment

	Case A	Case B	Case C	Case D
Portion A	:Shovel & Railway	:Shovel & Railway	:Shovel & Railway	:Shovel & Railway
Portion B	:Shovel & Truck(S)	:Shovel & Truck(M)	:Shovel & Truck(L)	:BWE
Portion C	:Dragline	:Dragline	:Dragline	:Dragline
Portion D (Coal)	:Shovel & Truck	:Shovel & Truck	:Shovel & Truck	:Shovel & Truck

Note (S) : Small size (M) : Medium size (L) : Large size

図 4.1 採掘機器の適用性と採掘システム

(2) 現在の採掘システムの経済性

現在の採掘システムと機器は、技術的・経済的にモンゴルにおいて使用することによりかなりの利点がある。とりわけ寒い条件の中の作業性が良いことと、運転のために輸入しなければならない石油製品の消費が少ないからである。しかしながら、先行剥土の遅れは、3.3.1章の「ショベル／鉄道システム」で述べたように、鉄道システムの低い利用率が原因である。それゆえ、剥土運搬用の現有鉄道システムの切り替えは、石炭生産能力を回復するように剥土遅れを解決するべく検討された。一つの選択肢としては、鉄道システムを新規のショベル／トラックシステムに切り替えることである。経済性指数に関して比較検討をした結果を表4.1に示す。

表 4.1 経済指数比較

Cost index Mining system	unit	Existing system			New system
		Railway	Others	Total	Shovel & Truck
Base(Capacity)	m. BCM/y	3.6	13.7	17.3	12.6
Operating cost	m. \$/y	5.6	18.3	23.9	14.4
Spare parts		(4.6)	(12.5)	(17.1)	(8.5)
Consumable		(1.0)	(5.8)	(6.8)	(5.9)
Capital cost * ¹	m. \$/y	7.2	14.7	21.9	8.4
Equipment		(6.4)	(12.6)	(19.0)	(7.8)
Labor etc.		(0.8)	(2.1)	(2.9)	(0.6)
Total cost	m. \$/y	12.8	33.0	45.8	22.8
Cost index					
Before life span * ²		1.8	1.4	1.5	-
With replacement * ³		3.6	2.4	2.6	1.8

Note *1: Tax and interest are not included in estimate of annual capital cost.

*2: Cost index does not include replacement cost of the existing equipment and railway system.

*3: Cost index includes the periodic replacement cost of the equipment and the railway system.

鉄道を含む現有システムと新規採掘システムの比較結果から次の結論が得られる。

- 鉄道システムを直ちに他の型のシステムに切り替えることは経済的ではない。しかし、鉄道システムの耐久年数が来れば、新規のショベル/トラックシステムに切り替えるべきである。
- 現有設備の耐久年数が来たとき、ロシア製機器で更新するのは経済的ではない。

(3) 採掘システムの基本計画

現採掘システム全体の見直しが行われ、次のような基本的採掘システムが剥土遅れの問題を解決するために選ばれた。

浅部の剥土 : 現有ショベル、FELおよび鉄道

中間区域の剥土 : 新規追加システム

底部区域の剥土 : 現有ドラッグライン

採炭 : 現有および新規ショベルとトラック

すでに述べたように、浅部で使用される鉄道システムは、寿命が来れば新規フリートのショベル／トラックシステムに切り替えるべきである。

(4) 新採掘システムの経済性

中間区域の剥土に使用する新規追加の採掘システム選定のため、以下の比較検討を実施した。

Case A : 8 m³ショベルと50トダンプトラック

Case B : 12 m³ショベルと80トダンプトラック

Case C : 16 m³ショベルと120トダンプトラック

Case D : バケットホイールエクスカベータとベルトコンベヤ

それぞれのケースについての主要機器とその初期投資コストを表4.2に、また、生産コスト見積は表4.3に示されている。

表4.3に示されているように、コスト指数が最も低いCase Bを推奨するリノベーションのために採用した。Case Cのコスト指数はCase Bと同じであるが、修理工場と熟練工、労務費、ピット設計の変更等を考慮すると、より大型のショベル／トラックシステムを導入するメリットはない。

表 4.2 各採掘システムに対する必要機器と投資額

Case A Item	unit	Unit Price (1,000 US\$)	Initial capital (1,000 US\$)	Life year	Depreciation 1,000 US\$/y
FEL 10 m3	3	867	2,601	8	325
8 m3 shovel	4	3,248	12,992	8	1,624
Bulldozer 400 HP	12	524	6,288	8	786
Grader 254 HP	3	366	1,098	8	137
Dump Truck 50 ton	48	584	28,032	8	3,504
Coal Truck 40 ton	14	440	6,160	8	770
Total			57,171		7,146
Case B					
FEL 10 m3	3	867	2,601	8	325
12 m3 shovel	3	4,009	12,027	21	573
Bulldozer 400 HP	11	524	5,764	8	721
Grader 254 HP	3	366	1,098	8	137
Dump Truck 80 ton	27	790	21,330	8	2,666
Coal Truck 40 ton	14	440	6,160	8	770
Total			48,980		5,192
Case C					
FEL 10 m3	3	867	2,601	8	325
16 m3 shovel	2	4,722	9,444	21	450
Bulldozer 400 HP	10	524	5,240	8	655
Grader 254 HP	3	366	1,098	8	137
Dump Truck 120 ton	18	970	17,460	8	2,183
Coal Truck 40 ton	14	440	6,160	8	770
Total			42,003		4,520
Case D					
FEL 10 m3	3	867	2,601	8	325
BWE	2	5,460	10,920	21	520
BW	2	2,801	5,602	21	267
Belt conveyor 3 km	2	10,200	20,400	8	2,550
Belt conveyor 2.5 km	2	8,500	17,000	8	2,125
Belt conveyor 2 km	2	6,800	13,600	8	1,700
Spreader	2	8,769	17,538	21	835
Tripper	2	3,128	6,256	21	298
Pipe layer	2	320	640	8	80
Bulldozer 400 HP	10	524	5,240	8	655
Grader 254 HP	3	366	1,098	8	137
Coal Truck 40 ton	14	440	6,160	8	770
Total			107,055		10,262

Note:

Tax is not considered

Straight line method is applied for depreciation

表 4.3 生産コスト比較

Presumption:

Case A: 8 m³ shovel & 50 ton Dump trucks
 Case B: 12 m³ shovel & 80 ton Dump trucks
 Case C: 16 m³ shovel & 120 ton Dump trucks
 Case D: Bucket Wheel Excavator
 Royalty, Interest, Tax, Inflation are not considered
 Exchange rate 400 Tg/US\$

Overburden removal (million)		Current	Improved	Renovation									
				Case A	Case B	Case C	Case D	Case A	Case B	Case C	Case D		
Dragline	BCM	5.5	7.7	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5				
Shovel & Railway	BCM	2.0	3.6	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0				
Shovel & Truck (40 ton)	BCM	2.2	2.9	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7				
Shovel & Truck (50 ton)	BCM			8.0									
Shovel & Truck (80 ton)	BCM				8.0								
Shovel & Truck(120 ton)	BCM						8.0						
BWE	BCM											8.0	
Total	BCM	9.7	14.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2			25.2	
Coal extraction (million)													
Shovel & Truck (40 ton)	ton	2.9	4.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6			1.6	
Shovel & Truck (40 ton coal truck)	ton			4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4			4.4	
Total	ton	2.9	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			6.0	
Density	ton/BCM	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29			1.29	
Total	BCM	2.2	3.1	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7			4.7	
Grand Total		11.9	17.3	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9			29.9	
Stripping Ratio		3.3	3.6	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2			4.2	
Additional Investment (million US\$)				Add.	Total	Add.	Total	Add.	Total	Add.	Total	Add.	Total
Mining equipment				57.2	57.2	49.0	49.0	42.0	42.0	107.1	107.1		
Supporting facilities			12.0	4.9	16.9	4.9	16.9	5.3	17.3	4.9	16.9		
Total additional investment		0.0	12.0	62.1	74.1	53.9	65.9	47.3	59.3	112.0	124.0		
Material & Energy													
Diesel (ton)		4.5	6.5	15.0	21.5	10.5	17.0	11.2	17.7	11.7	18.2		
Electric (kWh)		30.9	45.0	6.4	51.4	14.5	59.5	10.7	55.7	21.3	66.3		
Explosive(ton)		2.3	3.3	2.4	5.7	2.4	5.7	2.4	5.7	2.4	5.7		
Manpower													
Total (persons)		1,590	1,600	520	2,120	380	1,980	310	830	360	1,960		
Additional Electric Power													
Mining equipment(kW)		0	0	2,520		5,700		4,200		4,200			
Variable cost/year													
Material & Energy		mil. Tg	mil. US\$	mil. Tg	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$	mil. US\$
Parts cost		881	2.2	1,280	17.1	9.9	27.0	8.5	25.6	9.5	26.6	11.9	29.0
Diesel		306	0.8	442	1.1	3.3	4.4	2.3	3.4	2.5	3.6	1.3	2.4
Lubricants		46	0.1	66	0.2	0.5	0.7	0.4	0.6	0.4	0.6	0.2	0.4
Electricity		371	0.9	540	1.4	0.4	1.8	0.8	2.2	0.6	2.0	2.6	4.0
Explosives		465	1.2	607	1.7	1.2	2.9	1.2	2.9	1.2	2.9	1.2	2.9
Other Variable		202	0.5	294	0.7	0.6	1.3	0.6	1.3	0.6	1.3	0.6	1.3
Other facility					1.7	0.6	2.3	0.6	2.3	0.6	2.3	0.6	2.3
Total variable cost		2,271	5.7	3,289	23.9	16.5	40.4	14.4	38.3	15.4	39.3	18.4	42.3
Fixed cost/year													
Depreciation, mining equipment					16.4	8.2	24.6	7.0	23.4	6.1	22.5	13.8	30.2
Depreciation, other facility					1.9	0.8	2.7	0.8	2.7	0.8	2.7	0.8	2.7
Labor cost		940	2.4	953	2.4	0.8	3.2	0.6	3.0	0.5	2.9	0.5	2.9
Other fixed cost		487	1.2	487	1.2	0.0	1.2	0.0	1.2	0.0	1.2	0.0	1.2
Total fixed cost/year		1,427	3.6	1,440	21.9	9.8	31.7	8.4	30.3	7.4	29.3	15.1	37
Total cost		2,758	9.3	3,776	45.8	26.3	72.1	22.8	68.6	22.8	68.6	33.5	79.3
Mining cost index	US\$/BCM		0.8		2.6	2.1	2.4	1.8	2.3	1.8	2.3	2.7	2.7
Production cost	US\$/ton		3.2		11.5	13.2	12.0	11.4	11.4	11.4	11.4	16.8	13.2

Note:

Production cost for existing equipment is based on the re-evaluated price.
 Improved case is subject to the enough parts supply and proper maintenance.
 In case parts supply is not sufficient, cannot achieve 4.2 million ton/year.
 Dragline handling volume can be increased from 7.7 to 8.5 with reducing
 the rehandle volume after new SAT system are introduced.
 Railway handling volume can be increased from 3.6 to 4 with improving the
 system after new FELs are introduced.

4.1.3 石炭回収率の検討

バガヌール炭鉱の設計方針の見直しを実施した。その結果、設計基本の主たる変更は、バガヌール炭鉱の石炭資源の効率的な開発を目的として、石炭回収率を向上させることである。適切な回収率を決めるために次の3Caseについて比較検討した。

Case 1 : 現採掘計画 (地表下170mまで)

Case 2 : Case 1 とCase 2 の中間の深さ

Case 3 : 最大の採掘深度 (地表下200mまで)

表 4.4 石炭回収率と経済性の比較

	Unit	Case 1	Case 2	Case 3
Depth of mining	m	170	190	200
Minable coal	m. ton	260	400	480
Coal recovery ratio	%	54	83	base* ¹
Total coal production	m. ton/y	6	6	6
Life of mine	years	43	67	80
Required total capacity	m. BCM/y	24	27	30
by existing system		(17.3)	(17.3)	(17.3)
by additional system		(6.7)	(9.7)	(12.6)
Stripping ratio average	BCM/ton	3.2	3.7	4.2
Additional shovel/truck* ²	fleet	1.6	2.3	3
Initial cost of <*2>* ³	m. US\$	29	41	54
Total operation cost* ³	m. US\$/y	31.6	35.0	38.3
Existing system		(23.9)	(23.9)	(23.9)
Additional system		(7.7)	(11.1)	(14.4)
Total capital cost* ³	m. US\$/y	26.4	28.4	30.3
Existing system		(21.9)	(21.9)	(21.9)
Additional system		(4.5)	(6.5)	(8.4)
Total cost* ³	m. US\$/y	58.0	63.4	68.6
Coal cost index* ⁴	US\$/ton	9.7	10.6	11.4

Note *1: About 85% of measured coal reserves is assumed to be minable coal and it is defined as 100%(base).
Coal resources below 200m from the surface is excluded due to no geological date available.

*2: Number of fleets is adopted as the base case for each case, therefore, number of fleets is not an integural.

*3: These include both costs of existing system and additional ones. Tax, interest and royalty are not included.

*4: Total cost is divided by 6m. t/y of coal.

比較研究の結果、石炭コスト指数が容認できる範囲での増加であり、大量の石炭を追加生産することが可能となることから、Case 3 が選択され、このリハビリ調査に用いられる剥土比は平均 4.2 とした。

4.2 改善のための採掘設備

4.2.1 改善のための採掘機器

上記の見直し設計基準に基づく新規導入機器は下記の通りである。

表 4.5 追加機器リスト

Equipment	Required number	Life(years)		Unit price (m. US\$)* ²	Major use
		S* ¹	L* ¹		
12 m ³ shovel	3	15	21	4.0	Overburden removal
80 ton dump truck	27	6	8	0.8	Ditto
40 ton coal truck	14	6	8	0.4	Coal transport
10 m ³ FEL	3	6	8	0.9	Overburden removal
Bulldozer 400 HP	11	6	8	0.7	Multi-purpose
Grader 254 HP	3	6	8	0.4	Road maintenance

Note *1: "S" is short-life case and "L" is long-life case.

*2: All cost and fees for manufacturing, packing, transportation, field assembly and training are included in unit price.

1) 12m³電動ロープショベル

容量12m³の電動ショベル3台は剥土用として使用される。

2) 80トンドンプトラック

9台の80トンドンプトラックが電動ショベル1台につき必要で、剥土用として合計で27台必要となる。

3) 石炭運搬用ダンプトラック

3.3.1 章で述べたように、剥土運搬用ダンプトラックでの石炭運搬は非効率的である。よって、14台の石炭専用運搬トラックの導入を勧める。

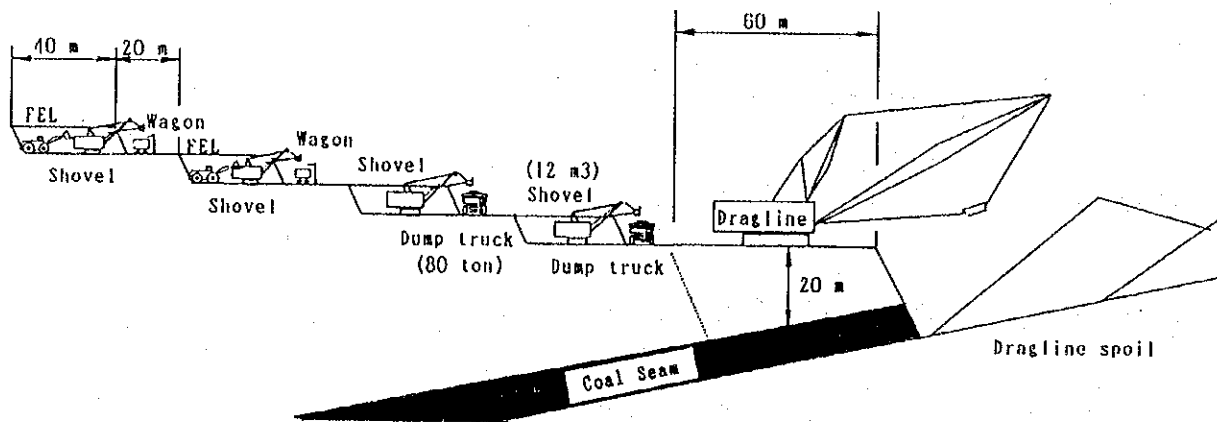


図 4.2 剥土作業システム (断面図)

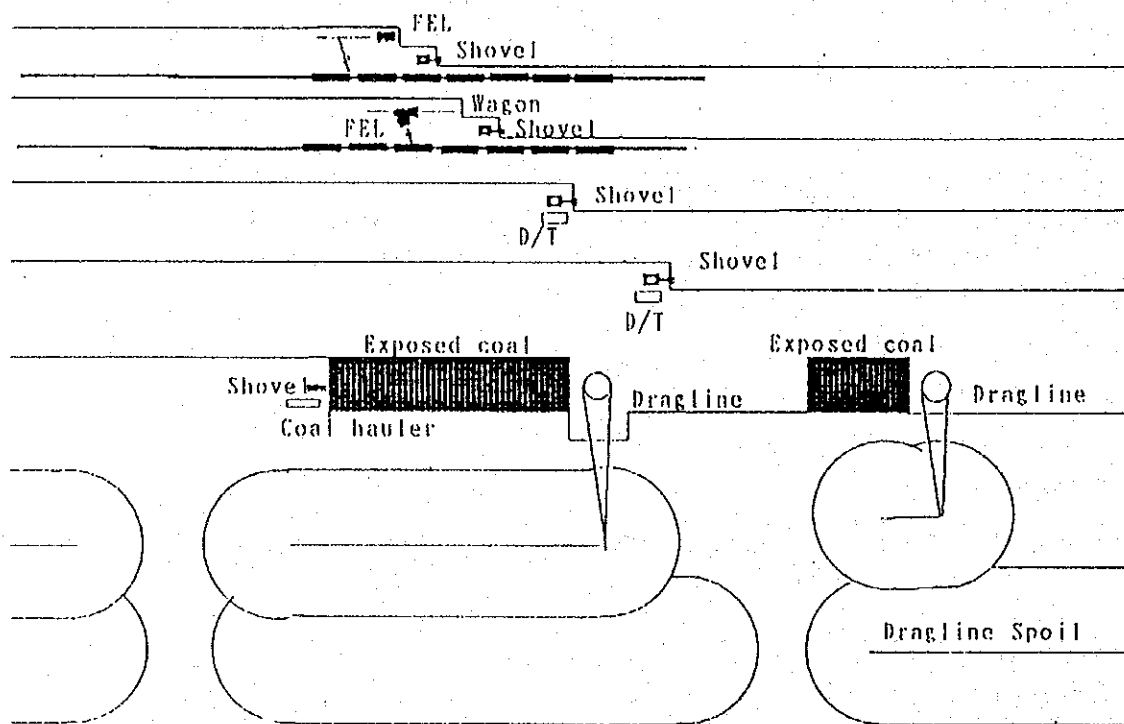


図 4.3 剥土作業システム (平面図)

4) 10m³フロントエンドローダ

ショベル/鉄道システムの積込み効率の改善のため、フロントエンドローダを導入することが、効果的であると考えられる。この考え方は、大型バケットサイズのショベルを導入することと同じである。この投資は、ショベル/鉄道システムが経済的でないと判断されるならば、実施しない。

5) ブルドーザー

ブルドーザーは、ショベルの補助的作業のためにショベルと一緒に利用される。上述したように、補助作業用のブルドーザーの導入は、ショベルの積込み効率を向上させる。

6) その他機械

ブルドーザー

ブルドーザーはドラッグライン毎に配置されていることが望ましい。ブルドーザーを配置することにより、ドラッグライン作業箇所の整地が可能となるほか、ケーブルさばき等の補助作業が可能となる。また、ブルドーザーによる押し土でリハンドル率を低下させることが可能であり、全体的作業効率の向上が見込まれる。新規導入のブルドーザーは、ポイント・リッパー付きの物として表土起砕の補助を行う。

鉄道システムの捨土箇所においても、ブルドーザーの有効利用により軌道の敷設状況を良好にできるほか、移設の回数を低減することも可能となる。ブルドーザーの主な仕様は下記の通りである。

剥土用、ドラッグライン支援用

重量 46,000 kg

出力 400 HP

石炭ハンドリング用、その他作業用

重量 24,000 kg

出力 200 HP

グレーダー

グレーダーの追加導入によりダンプトラックの運搬効率の向上が見込まれる。石炭採掘現場ではフロアーの清掃を行うことにより、タイヤ破損の機会を減少させることが出来る。主な仕様は下記の通りである。

出力 254 HP

ブレード幅 4.5 m

散水車

粉塵の発生防止に散水車を追加導入することが望まれる。散水車は耐用年数の過ぎたダンプトラックを整備・改造することにより対応することが可能であろう。

フロントエンドローダー

機器の適応性に限界があるため、土や石を石炭と分けることは難しく発熱量の低下の原因の一つとなっている。従って、選別採炭を実施することを目的としてフロントエンドローダーを使うことを推奨する。

4.2.2 改善のための地表設備

バガヌール炭鉱を年産6百万トに引き上げるに当たり、下記に示す地表設備と機器の導入が必要である。大半の環境保全機器についても、操業費を含め、これらの設備に含まれる。

年産6百万ト操業のために、表4.6に示す地表設備と機器の導入を推奨する。これら設備と機器の係わる投資額は約16百万US\$である。前述したように、約11百万US\$が現状の改善に必要な投資額で、約5百万US\$が増産のために必要な投資額である。

(1) 整備工場

予備品不足が重要な問題であり、急いで購入資金を準備しなければならない。整備器具や設備も必要である。大型ダンプトラックの整備のためにガレージと整備工場の改造も必要である。

1) ガレージ改造

ガレージの改造に関しては、間口を広げ、点検ピットを改造する必要がある。

2) 整備工場

整備工場も大型トラックとショベルに合わせ改造が必要であるが、現有の鉄道とワゴンの整備工場が利用できるため建設をする必要はない。

3) 整備器具

オーバーホールおよび大修理は外注するものとするが、日常の点検および軽整備は山元で行う必要がある。そのために、ダンプトラック、ブルドーザー、ショベルおよびドラッグライン等の異なる採炭機器の整備のために、以下の一般的な整備器具が必要である。

表 4.6 拡張に必要な支援機器

Description	Unit Price US\$1000	Number of unit required	Initial Investment US\$1000	Life years	Yearly cost US\$1000/y	Year to be Installed
A. Workshop						
Garage modification	300	1	300	20	15	1998 (300)
Workshop modification	200	1	200	20	10	1998 (200)
Workshop tools	425	1	425	6	71	1996, 1998 (170)
Total item A			925		96	(670)
B. Warehouse						
Expansion	200	1	200	20	10	1998 (200)
Computer system	60	1	60	6	10	1996
Total item B			260		20	(200)
C. Coal stock yard (Pit 5)						
Watering system	50	1	50	10	5	1996, 1998 (7)
Dozer shovel 250 HP	306	1	306	8	38	1996
Total item C			356		43	(7)
C'. Coal stock yard (Pit 2)						
Watering system	100	1	100	10	10	1996, 1998 (57)
Dozer shovel 250 HP	306	2	612	8	77	1996, 1998 (306)
Total item C'			712		87	(363)
D. Sizing & Loading (Pit 5)						
Crushing plant	425	1	425	15	28	1996
Car puller	170	1	170	10	17	1996
Dozer shovel 250HP	306	2	612	8	77	1996, 1998 (306)
Total item D			1,207		122	(306)
D'. Sizing & Loading (Pit 2)						
Crushing plant	680	1	680	15	45	1996, 1998 (255)
Conveyor with spreader	680	1	680	10	68	1998 (680)
Conveyor with hopper car	255	1	255	10	26	1998 (255)
Loading silo	100	1	100	20	5	1998 (100)
Car puller	170	1	170	10	17	1996
Dozer shovel 250HP	306	2	612	8	77	1996, 1998 (306)
Total item D'			2,497		238	(1598)
E. Power distribution						
Movable transformer(35/6K)	167	4	668	10	67	1996, 1998 (334)
Cable	85	1	85	10	9	1996
Generator for emergency	204	2	408	15	27	1996
Total item E			1,161		103	(334)
F. Communication						
High power wireless system	128	1	128	6	21	1996
Total item F			128		21	(0)
G. Drainage & water supply						
Drainage system	4,000	1	4,000	5	800	1996
Total item G			4,000		800	(0)
H. General purpose equipment						
Bulldozer 400HP	524	2	1,048	8	131	1996, 1998 (524)
Bulldozer 200HP	306	2	612	8	77	1996, 1998 (306)
Front End Loader 5 m3	408	2	816	8	102	1996
Drill rig	459	2	918	8	115	1996
Exploration machine	102	1	102	8	13	1996
Water truck	102	3	306	8	38	1996, 1998 (102)
Service truck	51	10	510	8	64	1996, 1998 (255)
Quality monitoring system	200	1	200	8	25	1996
Total item H			4,512		565	(1,187)
Total item A-H			15,758		2,095	(7,264)
Local cost			3,152		419	
Grand total item A-H			18,910		2,514	
Capital for 20 years					50,280	
Production (thousand ton)	6,000					
Capital / ton					0.4	

シャーシ関係整備設備
 Undercarrige整備設備
 エンジン整備設備
 分解・組立工具、試運転設備
 トランスミッション整備設備
 分解・組立工具、
 タイヤ整備設備
 修理工具、バルancer
 油圧部品整備設備
 分解・組立工具、テストリグ
 燃料系統整備設備
 電装品整備設備
 一般整備工具、特殊工具
 その他工作機械等
 熱処理炉・小溶鋸炉・研削盤・溶接設備
 圧延機、切断機、歯車切断機、メッキ装置、磁気探傷装置
 ケーブル整備設備
 電気品整備設備
 モーター、配電設備、通信整備設備用
 各種測定機器
 金属成分分析装置

労働者に関しては、トレーニングと経験が不足しており、熟練工も少ない。従って、エネルギー・地質・鉱業省が管理するトレーニングセンターの設立が望まれる。このセンターについては、マスタープランで詳述する。

(2) 資材倉庫

生産目標を達成するために、既存機器は最大能力を出す必要がある。激しいインフレーションのために予備品購入用として積み立てられた資金は価値が下がっており、すぐに資金を用意する必要がある。現状一部の予備品と潤滑油は屋外で保管されているし、今後異なるタイプの機器が導入され予備品の数は増えてくるため、資材倉庫を拡充する必要がある。また、調達管理のためのコンピューターシステムをグレードアップすることが望まれる。

倉庫拡張 : 400m²
 コンピューターシステム : 在庫管理システム

(3) 貯炭設備

適切な貯炭設備が必要である。すなわち、連続運転が可能な破碎設備と自然発火防止対策を施した貯炭設備が望まれる。また、ベルトコンベヤーと積込み設備も必要である。ピット5およびピット2に以下の設備が必要である。

貯炭設備 (pit 5)			
貯炭能力	2ヶ月分 (10万ト)		
散水設備	4" 鋼管 (凍結防止対策) 1,200m		
	スプリンクラー	50個	
ドーザーショベル	250HP	1台	
貯炭設備 (pit 2)			
貯炭能力	2ヶ月分 (40万ト)		
散水設備	4" 鋼管 (凍結防止対策) X 2,400m	1式	
	スプリンクラー	100個	
ドーザーショベル	250HP	2台	

(4) サイジング・積込み設備

ピット5と2で出荷される石炭のサイズの問題のため、図4.4に示すような破碎設備とコンベヤシステムの導入が望まれる。小規模積込み設備の場合、能力500ト/時の移動式破碎設備、ホッパーカー付きのコンベヤシステムと積込み用サイロが必要となり、ホッパーカーへの積込みのためにドーザーショベルも必要で、貯炭能力は2ヶ月分必要である。大型積込み設備の場合は、図4.4に示す固定式整粒設備を提案する。ピット5およびピット2に必要な設備と機器は、次の通りである。

移動式破碎設備 (pit 5)			
クローラ登載ジョークラッシャー	500 ton/hour X 250kW		1台
ベルトコンベヤ	36" X 500 ton/hour X 120kW X 200m		2台
カープラー	30台牽引 X 90kW 電動		1台
ドーザーショベル	250HP		2台
破碎設備 (pit 2)			
クラッシャー	800 ton/hour X 400kW		1台
ベルトコンベヤ	36" X 800 ton/hour X 30kW X 50m		2台
ベルトコンベヤ (スプレッダー付き)	36" X 800 ton/hour X 200kW X 400m		2台
ベルトコンベヤ (ホッパーカー付き)	36" X 800 ton/hour X 200kW X 400m		2台
サイロ	1,000 ton		1式
カープラー	30台牽引 X 90kW 電動		1台
ドーザーショベル	250HP		2台

(5) 配電設備

現有機器の稼働率向上のため、補修機器・材料を早期に調達する必要がある。また、テスターやオシロスコープ等測定機器も不足しており補充が望まれる。リノベーション計画において一部の電動式機器が導入されるが、その内、大型電動機器はショベル/トラックシステムの電動ショベル2台である。鉱山の変電所容量はまだ十分であるが、移動式変電設備を同時に導入

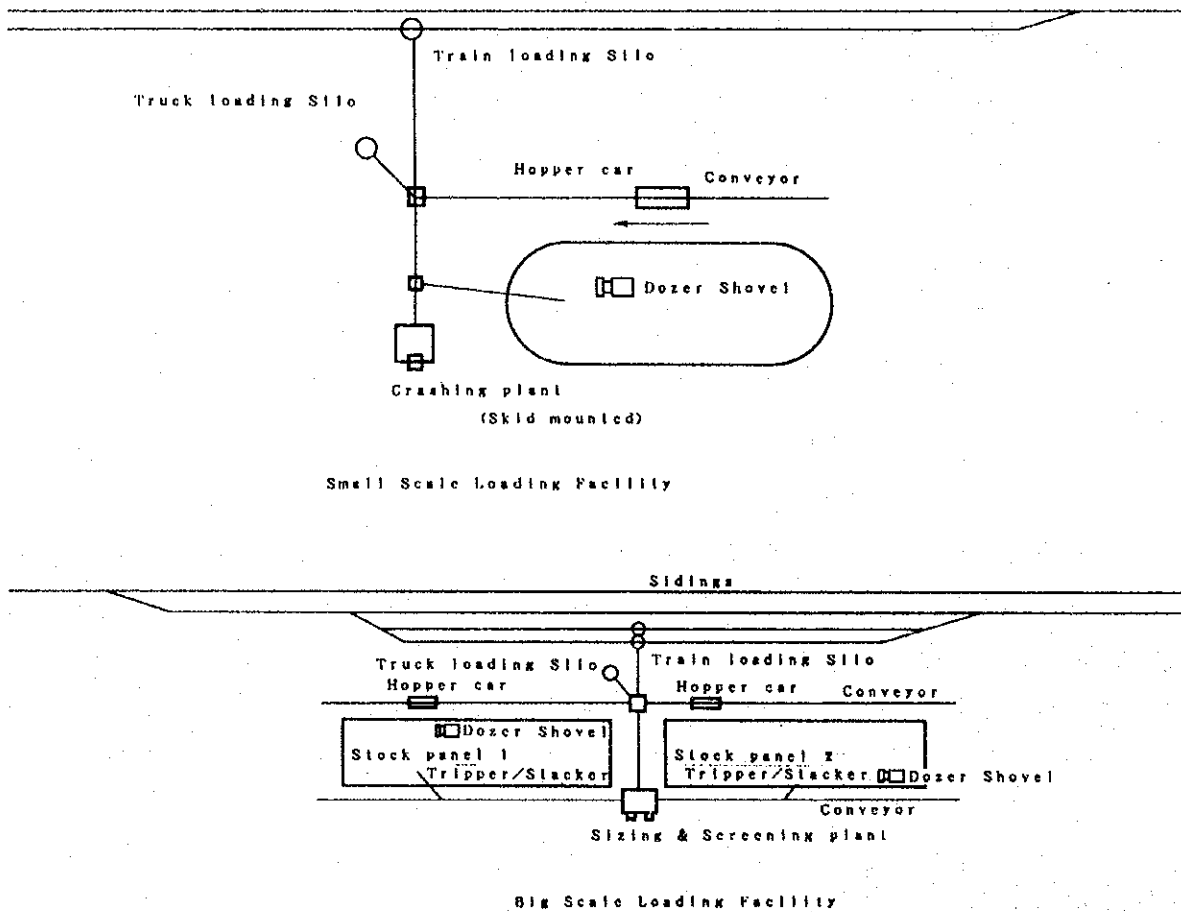


図 4.4 貯炭および積込設備概念図

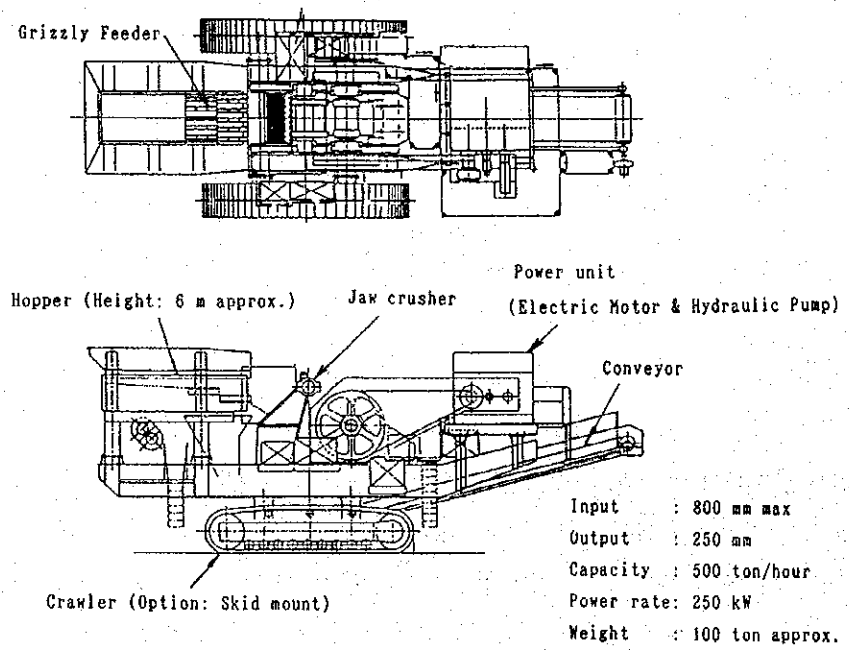


図 4.5 モービルクラッシャーの概念図

することが望ましい。電圧降下の問題に関しては、移動式の変電設備35/6KV、6,300kVAを導入することを勧める。当面必要な移動式変電設備は、新規導入のショベル用を含め4基である。非常時でも抜水システムと熱水供給システムが特に冬季に運転が続けられるように、自家発電機が必要である。したがって、以下の設備が必要となる。

送電線移設	35/6kv、 6,300KVA	4台
送電線	36kV架空線 X 10km	1式
非常用発電機	1,000KVA X 440V ディーゼル	2台

(6) 通信設備

確実に通信できるように、以下に示す出力の高い無線通信設備の導入が望まれる。

無線設備	事務所一機器間送信距離20km	
	親局（事務所に設置）	1台
	移動局（ショベル・トラック等に搭載）	100台

(7) 給水設備・熱水供給設備

鉱業所内部の給水に関して特に大きな問題を有してはいないが、システムの整備をする必要がある。

(8) 抜水設備

3.2.2(8)で述べたように、採掘前に抜水を実施しなければならない。採掘2年前から開始し、水中ポンプとパイプラインは5年ごとに新しく必要となる。ポンプとパイプラインを含む約30の井戸が必要と思われる。また、採掘区域が次第に深部に移行するため、経験豊富な試錐業者を雇用しなければならず、高コストとなる。現在の契約を基準にして、この作業にかかるコストは4百万US\$と見積もられる。抜水設備のためコストには、地下水中の鉄分を除去する水処理設備のコストも含まれている。抜水工事は、業者に外注するが、以下の設備が必要となる。

排水井戸（ケーシング入れ込み） （水位検出用井戸を含む）	径500mm X 深さ250m	35本
ポンプ （電動井戸ポンプ、電動バルブ・揚水管込み）	0.5m ³ /min X 250m X 40kW	30台
配管（凍結防止のため覆土）	12"鋼管 X 4,000m	1式
鉄分除去施設	鉄分除去設備等	1式

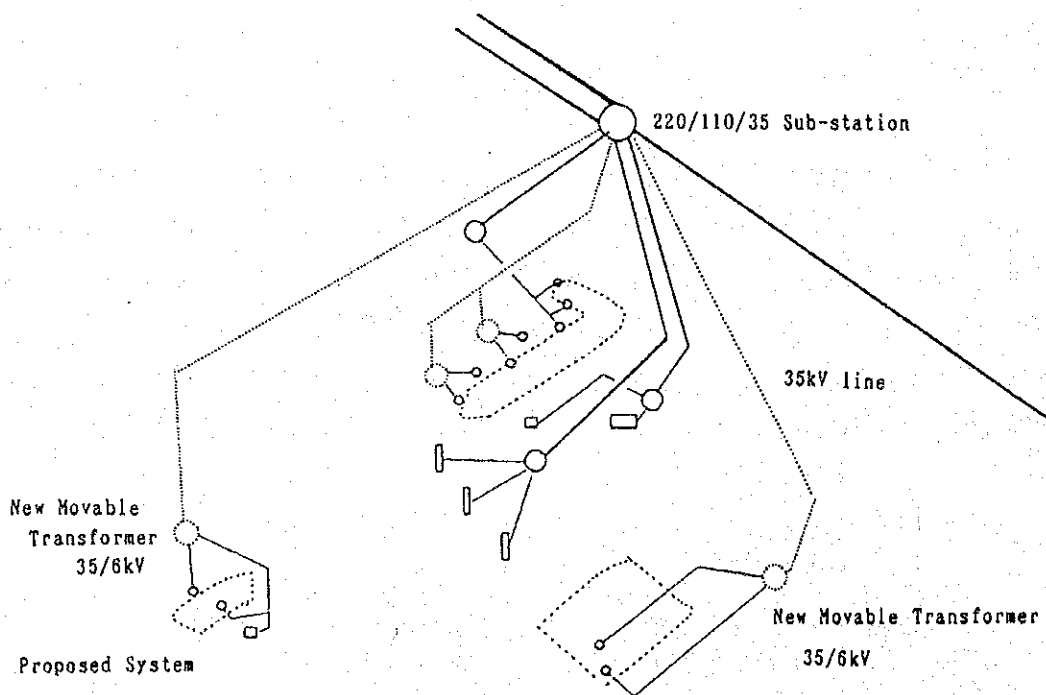
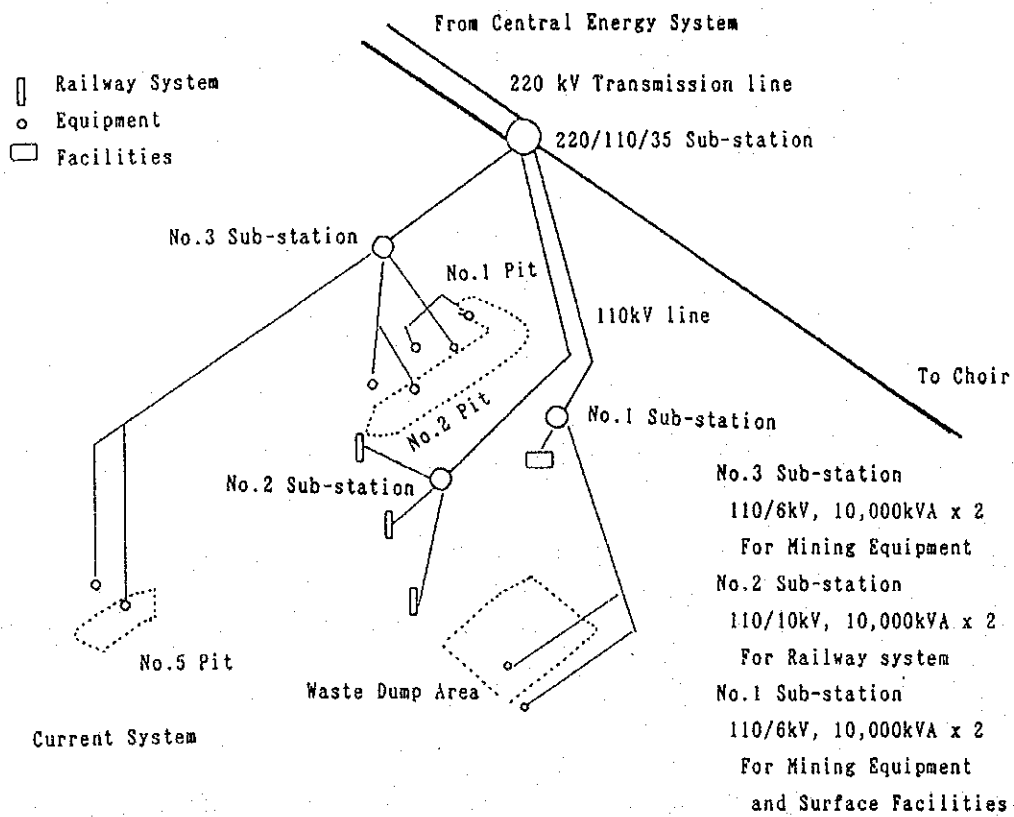


图 4.6 配電設備案

(9) その他機器

多目的な作業のために以下の機器を導入するしなければならない。

ブルドーザー400 HP	(補助作業)	2台
ブルドーザー200 HP	(補助作業)	2台
FEL 5 m ³	(選別採炭用)	2台
ドリルリグ	(ユニバーサルヘッドタイプ)	2台
試錐機	(コアサンプリング用、ワイヤーライン方式)	1台
散水車		3台
サービストラック	部品運搬・人員運搬等	10台
品質管理システム		
オンライン水分分析装置		3台
ラボ用分析装置 (詳細は表5.2参照)		1式

4.3 インフラストラクチャー

(1) 道路

ウランバートルとバガヌールは鉄道その他、道路でもつながれている。舗装区間はウランバートルからナライハ近くまでの短距離にすぎない。全国的にみても舗装率は1%に満たない。凍結期以外は降雨により道路の状況が悪化する。水はけの悪い箇所ではわだちができ、スリップしやすくなる。アスファルト舗装もしくは硬質の砂利を敷き詰め簡易舗装することが望まれる。道路幅は十分に広い。ウランバートルとバガヌール間の距離は110 kmで、燃料補給は途中の数カ所の町で可能であり、石油公団が発行するチケットとの交換でのみ給油可能である。大きな橋梁を渡ることはない。

周辺地域の石炭ユーザーには、5~10トンの小型トラックで年間70,000トンが輸送されている。トラックの手配はユーザーが行っており、一部のユーザーは200km以上も輸送している。

(2) 鉄道

ロシアと中国を結ぶ幹線鉄道から支線がバガヌールへ引かれている。支線はバガヌール炭鉱の開発にともない1980年に敷設された。ディーゼル機関車により、貨車・客車が運行されている。ウランバートルまでは約200kmで片道4~5時間の距離である。単線でのすれ違いは10箇所ほどのかわし線(駅)で行われるため、輸送能力に限界がある。

バガヌール炭の主要ユーザーはウランバートルの発電所と一般産業である。通常、1列車は2台の機関車と25台貨車で編成されている。貨車1車輛あたりの最大積載能力は65トンで、1列

車の運搬能力は1,625トである。夏季には1日当たり150車輛が、冬季には220車輛が出荷される。現在の鉄道輸送能力は年間4百万ト以上であるが、年間6百万ト体制の輸送能力に対する調査が必要である。詳しくはマスタープランで述べられる。

(3) 通信

電話回線は国内回線のほか、回線は少ないがウランバートル経由での国際通話回線もある。ファクシミリ通信は普及していない。

(4) 給水

飲料水は、ヘルレン川近傍の井戸からポンプアップされ、ポンプステーションを通して炭鉱とバガヌール市に供給される。採掘区域からの地下水は、鉄分を含有しているため飲料に適さない。したがって、処理された後工業用水として利用される。熱水供給システムは、バガヌール炭鉱とバガヌール市で利用されており、工業用水を石炭炊きボイラーで加熱し断熱材を巻いた配管で送水している。

(5) 配電

ウランバートルには3つの石炭火力発電所があり、ダルハンとエルデネットに各1つの発電所がある。これらは高圧送電線で中央電力システムと結ばれており、総出力は796MWである。

また、中央電力システムはロシアと高圧送電線で結ばれており、ロシアからの電力輸入が行われている。バガヌールの変電所は中央電力システムと結ばれており、容量は余裕がある。バガヌール市へはこの変電所より220V、50Hzで配電されている。バガヌールに150MW発電機5台を持つ石炭火力発電所の建設計画があり、建設が始まったが中断された。

(6) 労働力

バガヌール周辺の人口は約1万7千人である。バガヌール炭鉱の増産に伴い労働力の増強が必要となった場合、人員確保に問題はない。

(7) 町

バガヌール市はウランバートルの東南約120kmに位置し、市は1980年にバガヌール炭鉱の開発にともない建設されたものである。ウランバートルとは鉄道と道路で結ばれ、標高は海拔約

1,300mである。人口は約17,000人で大部分が石炭産業に関係している。気候はモンゴル国としては比較的良好であるが、夏期・冬期の温度差は大きい。平均雨量は年間260mm程度である。炭鉱労働者には住宅が提供されており、1,100名の労働者はアパートに住んでおり、他の労働者はゲルまたは小さな家に住んでいる。最近建設コストの上昇が著しく、建設を中止したアパートも数多い。市には学校、幼稚園、病院、スーパーマーケット、ガソリンスタンド等がある。電力に関しては、中央電力システムから高圧送電線で送電された電力が、バガヌール変電所で変圧され市街に供給されている。飲料水はヘルレン川近くの井戸から供給され、熱水は炭鉱のボイラー工場より供給されている。一方、バガヌール市から約7kmの所に、ロシア軍が駐留していた800世帯の住宅設備が放置されている。このアパートは少し手を加えることにより居住可能であり、炭鉱増産にあたり従業員の住居とすることも可能である。

(8) 土地

炭鉱周辺は比較的平坦な地形で、標高は海拔1,300m前後である。風を遮る物がないため、風の強い日が多い。周辺に大きな樹木は生えておらず草原地帯となっている。町から約9kmの所をヘルレン川が流れ、バガグンという名の小さな湖がある。

(9) 産業

石炭産業・遊牧がこの地域の主要産業である。

4.4 改善計画の工程

(1) 改善計画

改善計画は、石炭需要の影響を考慮せず採掘機器納入計画を基に策定した。

部品発注	:	1994年末
部品納入	:	1995年末
増産ための資金調達	:	1995-1996年
採掘機器発注	:	1996年末
採掘機器納入および組立	:	1997年末

(2) 生産計画

1995年 : 3.5百万ト/年
 1996、1997年 : 4.0百万ト/年
 1998年 : 5.0百万ト/年
 1999年 : 6.0百万ト/年

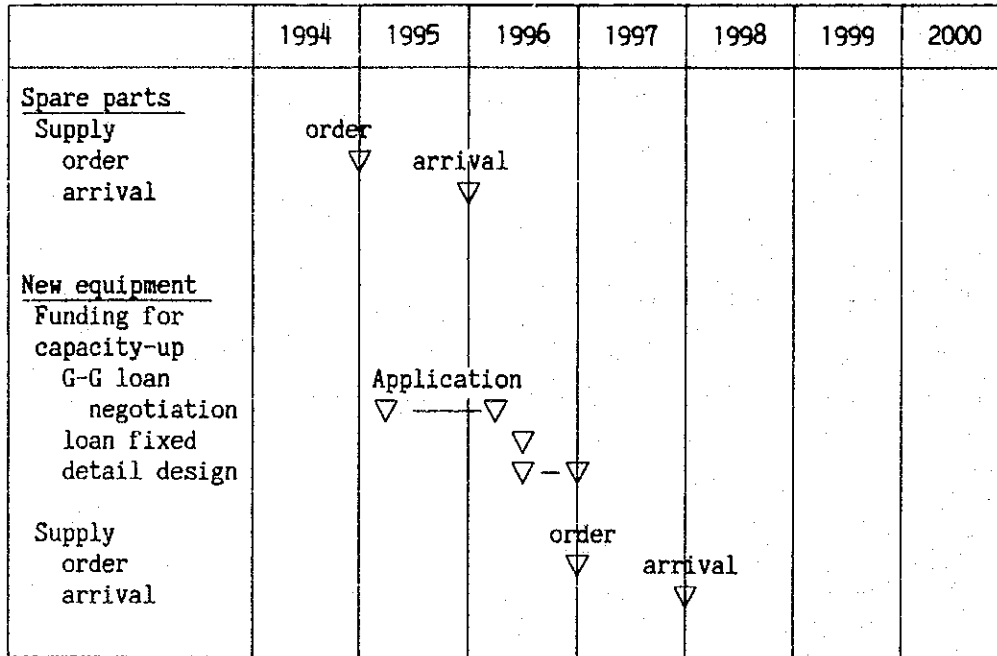


図 4.7 新規導入機器スケジュール

5 品質管理システム

5.1 品質上の問題点

現在、バガヌール炭鉱で生産された石炭の大半は、破碎や品質チェックが行われないうまま消費者へ供給されている。高水分含有率のため、貨車輸送中の凍結、あるいは発電所における配管の閉塞等の問題が発生している。薄いはさみは石炭と同時に採掘し混入されるため、発熱量低下の原因となっている。消費者は、品質の変動を特に水分含有率の変動を小さくするよう要求を出している。表5.1にウランバートルの発電所に納入された石炭品位を示す。

5.2 必要な品質管理システムと設備

炭鉱の管理者は品質管理に対し新しい考え方を導入する必要がある。検討されるべき点は下記の通りである。

- 剥土および採炭前の採掘区域での十分な地下水の抜水
- 採炭前の十分な排水
- 酸化炭の採掘中止
- 露出炭層への捨土ばれ込み防止
- 金属探知器およびマグネットキャッチャーの導入
- 品質分析のための定期的なサンプリングと事前連絡体制の確立
- 発電所での乾燥工程の補強と改造
- 山元での品質管理システムの向上

5.2.1 必要な品質管理システム

需要家の品質的要求を満たすため、品質管理には最大限の努力が払われねばならない。付着水分の低減と灰分の低減、およびサイズの管理が必要である。また、酸化炭は発電所に対し出荷しないよう配慮されるべきである。国全体のエネルギー効率向上を考えた場合、発電所サイドでのシステムと管理の改善も検討されるべきである。

(1) 水分管理

石炭の高付着水分は、採掘上の問題、輸送の問題、燃焼の問題の原因となっている。従って、付着水分は低減させることが望まれる。バガヌール炭は全水分が30%を上回り、この内付着水

表 5.1 発電所に納入された石炭品位

〈Baganur coal〉																	
NO. 2	T. M. (ar)	ash (db)	V. M. (daf)	T. S. (db)	C. V. (ar, low)	NO. 3	T. M. (ar)	ash (db)	V. M. (daf)	T. S. (db)	C. V. (ar, low)	NO. 4	T. M. (ar)	ash (db)	V. M. (daf)	T. S. (db)	C. V. (ar, low)
93-1							32.5	26.9	41.1	0.38	2,566		32.3	27.2	40.1	0.42	2,559
2							33.3	13.2	42.6	0.38	3,396		32.6	13.2	42.1	0.43	3,440
3							32.2	14.6	42.3	0.51	3,386		30.6	15.4	43.5	0.48	3,404
4							33.7	10.0	42.2	0.43	3,667		33.5	11.1	43.5	0.60	3,493
5	31.7	14.4	42.8	0.72	3,437		29.7	13.7	44.0	0.48	3,598		32.0	10.7	43.5	0.54	3,599
6	32.9	11.5	41.4	0.58	3,557		31.4	13.2	40.8	0.47	3,587		33.1	9.7	42.6	0.62	3,632
7	32.2	15.0	41.8	0.42	3,306		31.5	17.5	43.2	0.44	3,141		34.8	8.3	42.3	0.55	3,538
8	36.0	8.4	42.6	0.64	3,437		34.7	8.3	42.3	0.66	3,589		34.8	9.2	43.1	0.67	3,524
9	34.7	12.4	43.2	0.45	3,347		35.9	9.9	41.8	0.76	3,399		34.1	11.7	43.5	0.51	3,380
10	33.8	17.0	41.2	0.60	3,135		33.6	12.2	38.6	0.57	3,524		31.6	13.2	43.3	0.48	3,499
11	32.6	13.1	41.7	0.55	3,383		33.6	14.1	40.0	0.48	3,325		32.7	15.4	43.8	0.54	3,205
12	34.7	13.8	43.0	0.47	3,304		35.4	13.4	43.1	0.74	3,270		32.2	14.3	44.5	0.54	3,375
Ave.	33.9	12.7	42.4	0.57	3,380		33.2	13.2	42.1	0.52	3,408		32.9	12.5	43.1	0.54	3,433
94-1	33.4	14.4	42.1	0.43	3,339		34.0	13.4	42.4	0.59	3,401		30.5	15.0	44.8	0.40	3,481
2	34.2	16.5	42.6	0.49	3,142		33.6	12.3	44.0	0.49	3,471		32.3	16.5	43.0	0.47	3,266
3	33.5	15.3	42.1	0.53	3,261		32.5	14.5	45.9	0.51	3,457		32.4	11.7	44.3	0.51	3,555
4	31.4	13.5	41.2	0.52	3,573		31.4	14.0	41.8	0.51	3,525		32.3	12.2	42.9	0.50	3,532
5	32.1	15.5	41.4	0.41	3,407		30.7	17.4	41.7	0.46	3,358		33.0	14.6	41.6	0.83	3,407
6	34.4	11.5	43.1	0.47	3,446		32.2	9.6	44.2	0.38	3,740		37.6	7.4	43.9	0.40	3,472
7	32.8	12.8	43.7	0.41	3,541		32.2	10.9	44.3	0.38	3,668		29.5	18.1	42.2	0.50	3,364
8	33.7	12.6	46.1	0.33	3,407		31.8	18.0	44.5	0.38	3,161		34.6	9.7	46.0	0.48	3,390
Ave.	33.0	14.5	42.4	0.45	3,379		32.4	12.9	43.6	0.46	3,520		32.5	12.9	43.8	0.51	3,471

分は20%程度である。

地下水の抜水は、夏季における斜面の安定性を良くするため、また、冬季に必要な発破の火薬装薬量を低減するために不可欠である。採掘前の井戸の水中ポンプからの抜水は、付着水分を若干低減させる効果も有している。雨水等、外部からピット内に流入した水は、しみ込ませるのではなく、排水ポンプにて除去されるべきである。

採掘した褐炭を山元で強制乾燥することは、褐炭の選炭同様、世界的にも例が少ない。一般的な強制乾燥の方法としては、熱風乾燥・蒸気乾燥等がある。山元での褐炭の強制乾燥は、一般的には選炭同様非経済的であり、乾燥した褐炭は自然発火問題を起こす可能性がある。山元での強制乾燥はカロリーを向上させることが出来る反面、乾燥設備に対する投資が必要であるばかりでなく、乾燥用のエネルギーを消費する。一方、発電所で乾燥を行う場合は発電の廃熱を利用することが可能であり、エネルギーロスが少ない。自然発火については、発電所で強制乾燥した場合、すぐに使用するので問題はないが、山元で強制乾燥すると、輸送中および貯炭中に自然発火が起こりやすくなる。

水分低減の対策としては、山元での採掘前の抜水、出荷前の自然乾燥が経済的であり、乾燥設備の設置・運転の必要はないと判断される。しかしながら、輸送中の凍結等の問題を排除するため、出荷される石炭の水分は注意深く監視されるべきであり、オンラインの水分分析装置の導入が望まれる。

(2) 灰分対策

セレクトティブ・マイニングにより原炭の品位を向上させる、あるいは選炭により製品炭の灰分を低減させ、品位を向上させることが可能である。

シビーオポー炭の浮沈分析の結果、可選性は良好ではなく、大きな設備投資をして選炭する価値はないと判断される。褐炭に対するこの傾向は、世界的にも一般的な傾向である。原炭品位の向上は、上盤のクリーニング、はさみの除去、ドラッグライン・スポイルのばれ込み防止等で行うことが出来る。

上盤は石炭採掘前にグレーダーあるいはFEL等で清掃されなければならない。下盤に関しても、石炭と同時に採掘しないようショベル運転手の技術向上が必要であろう。現状行われているドラッグラインによるはさみの除去は非効率的かつ精度も低いので、FEL等によりはさみを除去する方法に変更されるべきである。30cm程度のはさみは除去されることが望まれる。また、ドラッグライン・スポイルの高さを制限して、ばれ込みを少なくすることが望まれる。このことは品質の向上のみならず、安全面・実収率の向上等にも寄与する。

(3) サイズ管理

一般需要家は大塊を好むのに対し、発電所は大塊を好まない。発電所の受入れ設備は300mm以下の石炭であれば問題がない。現状はサイズ管理が不徹底で、受入れスペック以上の大塊が発電所に供給されることにより、発電所でのハンドリングコストを上昇させる結果となっている。山元で可能な限り破碎するならば、発電所での破碎電力は削減することが可能である。反面、自然発火の助長・水分の付着助長等の問題が発生する。また、同じ破碎を行うにも、山元で行う場合は、送電ロスにより電力効率も低下する。従って、山元で必要以上に破碎するメリットはないが、受入れに支障をきたさないよう、300mmのスペックは厳守すべきである。

山元に複雑な工程の破碎・サイジング設備を導入するメリットはないが、直接貨車積みすることに関して改善する必要がある。小型の移動式クラッシング設備の導入は最低限必要である。

(4) 発電所における対策

発電所においては燃焼前に廃熱で乾燥させることが理想である。また、ボイラーのスペックを石炭の品質に合わせることも重要な課題である。石炭の品質監視も行い、適正な品質になるような混炭方法としても検討されるべきであろう。

5.2.2 必要とする設備

次のような機器・設備を強化あるいは新規導入する必要がある。

品質管理機器（オンライン分析器）

品質管理機器（オフライン分析器、表5.2を参照）

破碎・サイジング設備（移動式）

薄い間盤処理用小型フロントエンドローダー

抜水システム

表 5.2 分析用機器

Name of the item	Specification	unit	price (1,000 US\$)
1 Automatic scale	+0.001g	1	8.2
2 Cycle mill	-200mesh	1	11.2
3 Ro-tap sieve shaker	240rpm, 0-60min. timer	1	5.6
4 Riffle Sampler	Receptacle until 60kg	1	17.8
5 Digital calorimeter	1,000-8,000cal	1	38.2
6 Sulfur Analyzer	Max. temperature 1,400degrees	1	23.1
7 PH meter	Digital	1	3.1
Total, Foreign			107.2
Total, Local cost			21.4
Grand total			128.6

5.3 製品炭品位

製品炭品質は、表2.1に示す各層の品位を基準値として、各層の平均層厚と埋蔵量で加重平均する方式により推定した。なお、予想製品炭品位は、上下盤およびはさみの混入量を考慮し、また、全水分は発電所の要求品位をベースに算出した。使用した算出条件は、次の通りである。

(1) 上下盤の混入は各層ごと10cmとする。

上下盤の混入を最小限とするためには、小型の機械を導入し石炭上部をきれいに露出すること、下盤の混入を避けるため30cm程度、石炭を残すことが必要になる。

(2) はさみの混入率は6%とする。

図2.3に示した代表的な柱状図を用いて算出した結果と一致するように、はさみ混入率を決定した。

(3) 全水分は35%とする。

(4) 混入する上下盤、はさみの気乾ベースにおける品位は、灰分70%、高位発熱量1,000kcal/kgとする。

推定結果を表5.3に、計算表を表5.4に示す。

表 5.3 製品炭品位

		As received	Air dry	Dry	Dry ash free
Total Moisture	%	35.0			
Surface Moisture	%	26.8			
Inherent Moisture	%	-	11.2		
Ash	%	-	17.0	19.1	
Volatile Matter	%	-	31.8	35.8	44.3
Fixed Carbon	%	-	40.0	45.1	55.7
Total Sulfur	%	-	0.63	0.71	0.88
Calorific Value					
(HCV)	kcal/kg	3,563	4,868	5,780	6,780
(LCV)	kcal/kg	3,221	4,620		
Size	mm	0-300			

表 5.4 予想製品炭品位計算表

1. Average Coal Quality of Each Seam on table 2.1

	T.M. (ar)	I.M. (ad)	ash (db)	V.M. (daf)	F.C.	T.S. (db)	C.V. (daf)	C.V. (ar)	ash	C (daf)	H (daf)	N (daf)
2	28.9	11.0	14.8	42.7		0.73	6.854	3.829		73.14	4.60	1.00
2a	29.8	11.4	14.2	44.1		0.67	6.828	3.761		72.82	4.68	0.99
3.1	31.2	11.2	18.7	44.2		0.85	6.670	3.548		71.66	4.66	0.91
3.2	32.8	11.3	16.9	45.0		0.81	6.671	3.379		71.11	4.79	0.87
3.3	33.3	11.5	14.7	44.0		0.76	6.633	3.412		70.77	4.64	0.87
							(high)	(low)				

2. To change data (into air dry basis and dry basis)

dry basis

	T.M. (ar)	I.M. (ad)	ash (ad)	V.M. (ad)	F.C. (ad)	T.S. (ad)	C.V. (ad)	C.V. (ar)	ash (db)	C (db)	H (db)	N (db)	S.M. (ar)
2	28.9	11.0	13.2	32.4	43.4	0.65	5.197	4.152	14.8	62.32	3.92	0.85	20.1
2a	29.8	11.4	12.6	33.5	42.5	0.59	5.191	4.113	14.2	62.48	4.02	0.85	20.8
3.1	31.2	11.2	16.6	31.9	40.3	0.75	4.815	3.731	18.7	58.26	3.79	0.74	22.5
3.2	32.8	11.3	15.0	33.2	40.5	0.72	4.917	3.725	16.9	59.09	3.93	0.72	24.2
3.3	33.3	11.5	13.0	33.2	42.3	0.67	5.007	3.774	14.7	60.37	3.96	0.74	24.6
							(high)	(high)					

3. Quality of overburden and interburden (air dry basis)

O/B	I.M.	ash	V.M.	F.C.	T.S.	C.V.
	10.0	70.0	15.0	5.0	0.6	1.000

4. Estimated quality of each seam with overburden and interburden

	T.M. (ar)	I.M. (ad)	ash (ad)	V.M. (ad)	F.C. (ad)	T.S. (ad)	C.V. (ad)	C.V. (ar)	ash (db)	C (db)	H (db)	N (db)	S.M. (ar)	C.V. (ar)	H (ar)
2	28.9	10.9	16.9	31.3	40.9	0.65	4.921	3.928	19.0	59.25	3.73	0.81	20.2	3.612	2.6495
2a	29.8	11.3	16.2	32.3	40.1	0.59	4.925	3.898	18.3	59.50	3.82	0.81	20.8	3.574	2.6844
3.1	31.2	11.1	20.0	30.8	38.1	0.74	4.575	3.541	22.5	55.55	3.61	0.71	22.6	3.220	2.4855
3.2	32.8	11.2	18.6	32.0	38.2	0.71	4.659	3.526	21.0	56.20	3.79	0.69	24.3	3.192	2.544
3.3	33.3	11.4	16.9	32.0	39.7	0.67	4.733	3.563	19.1	57.26	3.75	0.70	24.7	3.228	2.5041
3(ave)	31.8	11.2	19.4	31.2	38.3	0.73	4.609	3.485	21.8	55.87	3.66	0.71	24.4	3.161	2.4583
							(high)	(high)						(low)	

5. Estimated average quality of mine

	T.M. (ar)	I.M. (ad)	ash (ad)	V.M. (ad)	F.C. (ad)	T.S. (ad)	C.V. (ad)	C.V. (ar)	ash (db)	C (db)	H (db)	N (db)	S.M. (ar)	C.V. (ar)	H (ar)
	29.9	11.2	17.0	31.8	40.0	0.63	4.868	3.842	19.1	58.80	3.77	0.79	21.1	3.520	2.6427
	35.0	11.2	17.0	31.8	40.0	0.63	4.868	3.563	19.1	58.80	3.77	0.79	26.8	3.221	2.4505
							(high)	(high)						(low)	

6. Thickness of coal, overburden and interburden

	coal(-0.3m)	O/B	I/B	total
2	9.54	0.10	0.57	0.67
2a	12.97	0.10	0.78	0.88
3.1	13.61	0.10	0.82	0.92
3.2	9.46	0.10	0.57	0.67
3.3	7.40	0.10	0.44	0.54

Mixed ratio(6%) 0.06

7. Thickness of each coal seam and coal reserves

seam	pit	thickness (m)	reserves (m. ton)
2	4	6.81	7
2	5	10.13	72
total		9.84 (ave.)	79
2a	1	10.22	26
2a	2	17.30	60
2a	4	12.23	22
2a	5	10.83	57
total		13.27 (ave.)	165
3.1	3	13.91	36
3.2	3	9.76	10
3.3	3	7.70	6

<Calculation method>

I. Estimated quality of each seam with overburden and interburden

$$\text{Estimated quality} = (Qc * Tc + Qr * Tr) / (Tc + Tr)$$

Qc : quality of coal

Qr : quality of overburden and interburden

Tc : Thickness of coal seam

Tr : Thickness of overburden and interburden

II. Estimated average quality of mine

$$\text{Estimated average quality} = \sum_{i=1,5} Qeqi * Ri / \sum_{i=1,5} Ri$$

Qeqi : estimated quality of each seam

Ri : reserves of each seam

i : number of seams

6. 環境調査

6.1 調査概要

バガヌール炭鉱の改善における環境調査の目的は、生活環境、自然環境および社会環境の保全にある。調査はバガヌールの露天掘採炭鉱区域内で実施され、主に環境の現況調査および検討からなる。環境調査のフローを図6.1に示す。

露天掘採炭の環境項目は、表6.1に示すマトリックス法を使用し、採炭活動の環境要因による影響の存在に基づいて選定される。環境要因は主に剥土作業、剥土の運搬・堆積、採炭、粗炭の運搬、選炭工場でのサイジング・積込み、地下水の汲上げ、水処理・排水、事務所およびその他の施設での活動からなる。環境項目は最終的に大気質、水質、騒音・振動、土壌汚染、地象、水象、土壌、動・植物、景観および廃棄物・文化財・災害・移転および水利権を含む社会状況からなる。これらの項目は現況調査および評価項目と一致する。

環境評価の内容は、炭鉱の改善の結果、年間600万トンの増産によって発生する環境への影響を明らかにすること、および環境保全対策・モニタリング計画を策定することにある。

6.2 法制度

現在のモンゴルにおける環境の法制度は、表6.2に示す通り、主として土地資源法、水資源法、森林法、狩猟法および環境影響評価の手法に関する法令No.121からなる。法令No.121は1994年6月に新たに制定された。

大気質、水質および騒音の環境基準をそれぞれ表6.3、表6.4および表6.5に示す。

これらの環境基準は各環境項目の保全における目標である。また、地象、水象、動・植物、景観および社会状況の項目の目標は、計画の影響を最小限に留めることとする。

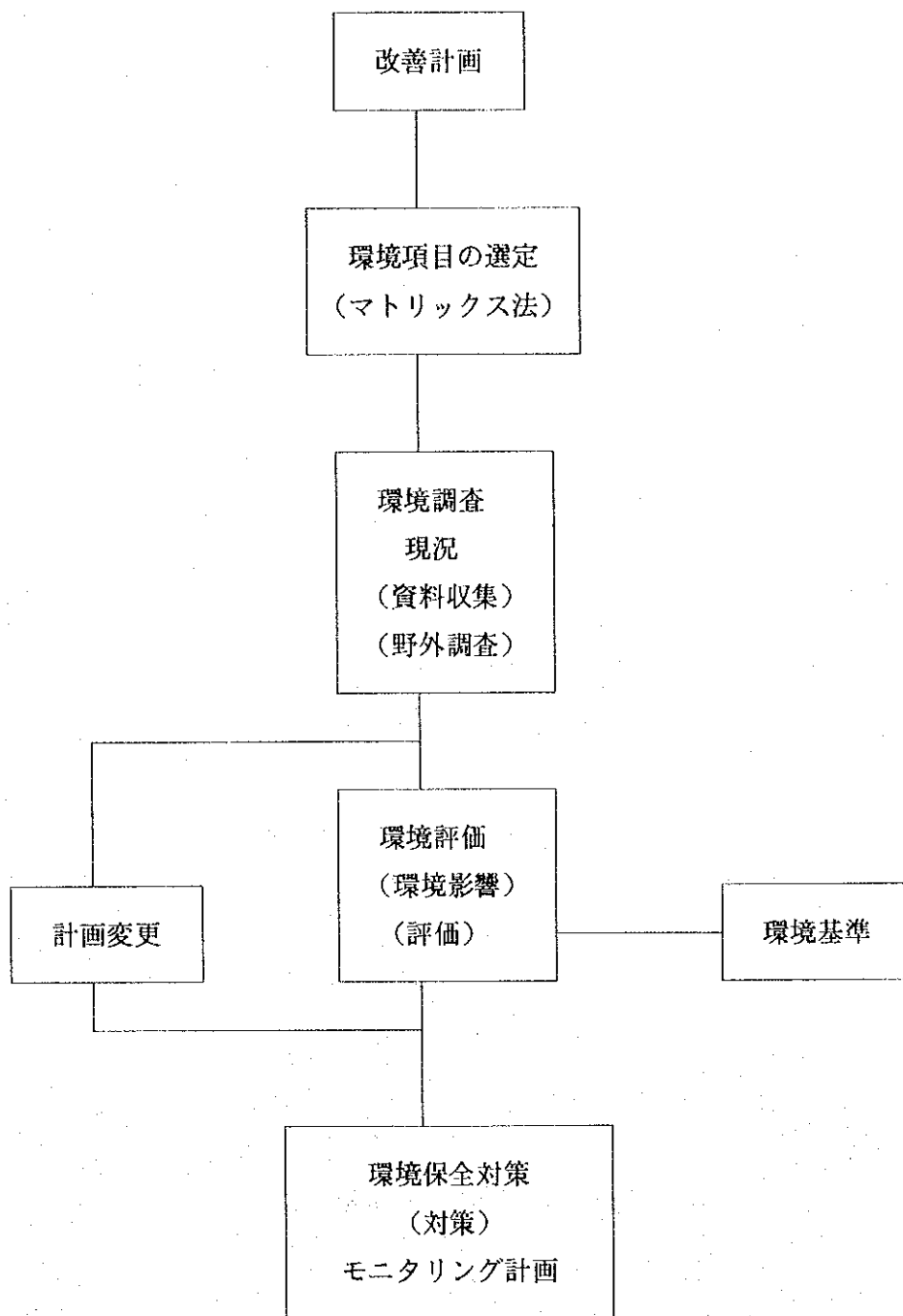


図 6.1 環境調査のフロー

表 6.1 環境項目の選定

Environmental items	Environmental factors * ¹ , * ²												:* ³
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I. Living environment													
1) Air quality	○	-	○	-	○	○	○	○	○	-	○	-	◎
2) Water quality	-	○	○	-	○	-	○	○	○	○	-	○	◎
3) Soil contamination	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	○	◎
4) Noise/Vibration	○	-	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	◎
5) Land subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6) Odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Natural environment													
7) Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8) Land	-	○	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	◎
9) Water	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◎
10) Soil	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◎
11) Fauna/Flora	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	◎
12) Landscape	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	◎
III. Social environment													
13) Waste	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	○	◎
14) Cultural heritage	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◎
15) Traffic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16) Hazards	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	◎
17) Resettlement	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	◎
18) Split of communities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19) Safety	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20) Water rights	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◎

- *1 : 1: Heavy machines 7: Coal stockyard
 2: Stripping of overburden 8: Waste dump area
 3: Mining of coal 9: Plantsite
 4: Groundwater pumping 10: Treatment water and drainage
 5: Transportation of coal 11: Loading of coal
 6: Transportation of spoils 12: Waste
- *2 : ○ : Influential, - : Non influence
 *3 : ◎ : Environmental items selected

表 6.2 環境関連法規

No. :	Laws and Regulations
1)	: Hunting Law of Mongolia
2)	: Conservation of Animal Resources and Controlling of Hunting, Decree No. 1979
3)	: Ministerial Ordinance, No. 72/100, 1979, concerning Enforcement of Decree No. 1979-2
4)	: Decision of Cabinet Conference concerning some Countermeasures of Hunting, No. 62, 1979
5)	: Enforcement Regulation of Hunting of Mongolia
6)	: Regulations of Hunting Club of Mongolia
7)	: On the Use of Hunting Gun
8)	: Ministerial Ordinance concerning Control of Dealing of Bullet of Hunting Gun
9)	: Tax concerning Hunting of Animals
10)	: Regulation concerning Fishing Areas for Sports
11)	: Decision of Cabinet Conference concerning Several Countermeasures for Wolf Hunting, No. 41, 1974
12)	: Control of Natural Conservation of Mongolia
13)	: Forest Law of Mongolia
14)	: Enforcement Regulation of Forest of Mongolia
15)	: Decision of Cabinet Conference concerning Penal Regulation against the Damage to the Forest Resources, No. 22, 1988
16)	: Ministerial Ordinance, No. 31/A109, 1988, of Enforcement for Decision of Cabinet Conference No. 22, 1988
17)	: Regulation Concerning Damage of Forest Resources
18)	: Decision of Cabinet Conference concerning Penal Regulation against the Damage of Forest Resources and Judicial Precedent, July 1988
19)	: Law of Land Use of Mongolia
20)	: Enforcement Regulation of Land Use of Mongolia
21)	: Law of River Improvement of Mongolia
22)	: Enforcement Regulation of River Improvement of Mongolia
23)	: Decision of Cabinet Conference, No. 127, 1976, concerning Usage and Protection of Water Resources
24)	: Land Act of Mongolia
25)	: Regulation concerning Mining Claim of Quarry for Construction
26)	: Regulation and Enforcement concerning Mining Claim for Rare Mineral Resources
27)	: 17.2.3.17-80 :Natural Environmental Conservation :Air Quality :Air Pollution and Environmental Standard Value
28)	: 17.2.1.01-78 :Technical Terms and Explanation of Air Quality, Stack Gas, Air Pollution and Meteorology
29)	: 17.2.1.17-80 :Technical Teams and Explanation of Air Pollution from Engine
30)	: 14047-88 :Water Quality Control and Regulation of River

- 31) : 17.1.1.14-80 :Environmental Standards for Water Quality
 - 32) : 17.1.1.10-79 :Technical Teams and Explanation of the Conservation of Water Resources
 - 33) : 17.5.1.19-92 :General Requirement for Land Reclamation
 - 34) : 17.0.0.06-79 :Standard and Basic Regulation of Natural Environmental Conservation System
 - 35) : Air Pollution Control Law of Mongolia
 - 36) : On the Air Pollutant, Ordinance from the Senior Health Officer of Mongolia, No. 11, 1989
 - 37) : Environmental Standards for Noise at the Residential and Specific Facilities
 - 38) : Recommendation for Reclamation of the Changed Land, No. 116/276, 1989
 - 39) : Ministerial Ordinance concerning Conservation of Water Resources
 - 40) : On the Evaluation standards for Drinking Water and Chemical Analysis Method, Directorate of statistics, 1983
 - 41) : Water Quality Standards before Treatment at Sewage Plant, No.241/197/219, 1980
-

表 6.3 大氣質環境基準

Items	Standard value (mg/m ³)	
	Average value/day	Measured Value of a time
SO ₂	0.05	0.5
NO ₂	0.085	0.4
CO	1.0	3.0
Dust	0.15	0.5

表 6.4 水質環境基準

(1) 飲料水用原水

Items	Unit	Classification of raw water	
		I	II
1. Suspended solids	mg/l	0.25	0.75
2. Floating matter		No oil film, floating solid, etc.	
3. Odor/taste		< 2 bal, without taste of fish	
4. Color	cm	< 20	< 10
5. Temperature		Less 3° C than average temperature of hot season within 10 years	
6. pH		6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
7. Dissolved ions	mg/l	Residue < 800 Cl < 300, SO ₄ < 400	< 2 bal
8. Dissolved oxygen	mg/l	< 4	< 4
9. Biochemical oxygen demand	mg/l	3.0	5.0
10. Bacteria		No Colon bacilli : < 1,000 pcs/l	
11. Poisonous substances		Should not include	

(2) 飲料水

Items	Unit	Standards
a. Treated drinking water		
1. Odor/taste		< 2 bal at 20 .C
2. Color		< 20
3. Transparency	cm	< 30
4. pH		6.5 - 9.5
5. Total ion	mg/l	< 1,000
6. Cl	mg/l	350
7. SO ₄	mg/l	500
8. F	mg/l	1.4
9. Al	mg/l	0.1
10. As	mg/l	0.05
11. Cu	mg/l	3
12. Zn	mg/l	5
13. Total Fe	mg/l	0.3
14. Hardness	mg/KB	< 7
15. Bacteria		100 /lmg
16. Colon bacilli		< 3
b. Well water		
1. Odor/taste		< 2 bal at 20 .C
2. Color		< 35
3. Transparency	cm	< 30
4. Hardness	mg/KB	< 10
5. Bacteria		100 /lmg
6. Colon bacilli		< 10
7. Nitrate	mg/l	10

(3) 水産用水

Items	: Unit :	Usage of water	
		I	II * ¹
1. Suspended solid	: mg/l :	0.25	: 0.75
2. Floating matter	:	: No oil film, floating solid, etc.	
3. Odor/taste/color	:	: No influence to fishes	
4. Temperature	:	: Less 5.C than standard temperature	
5. pH	:	6.5 - 8.5	:
6. Dissolved Oxygen	: mg/l :	> 6.0	: 4.0 * ²
7. Biochemical oxygen demand	: mg/l :	3.0	: 4.0
8. Poisonous substances	:	: Should not include	

*1 I : For rare fish which are sensitive to dissolved oxygen.

II : For other fish.

*2 Freezing condition during winter.

(4) 下水処理場における排水基準

Items	: Standard value :		Rate of elimination %
	:	mg/l :	
1. Suspended solid	:	500	: 92 - 95
2. Biochemical oxygen demand	:	400	: 92 - 95
3. Chemical oxygen demand	:	500	: 65 - 80
4. Cu	:	0.5	: 80
5. Oils	:	25	: 85 - 90
6. Surface-active agent	:	20	: 70 - 80
7. Sulphite dyes	:	25	: 90
8. Pb	:	0.1	: 50
9. Se	:	0.1	: 50
10. Cr	:	2.5	: 80
11. As	:	0.1	: 50
12. Hg	:	0.005	: -
13. Zn	:	1.0	: 70
14. SO ₄	:	1.0	: 99.5
15. Ni	:	0.5	: 50
16. Cd	:	0.1	: 60
17. Co	:	0.1	: 50
18. Total-Nitrogen	:	30	: 25

表 6.5 騒音環境基準

Location	Time	dB(A)									Ave.	Peak
		Frequency(Hz)										
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Resort,	7 - 23	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60	
sanatorium	23 - 7	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
Housing, resort:	7 - 23	75	66	59	54	60	47	45	43	55	70	
handicapped,	23 - 7	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60	
kindergarten												
Clinic, school,		75	66	59	54	50	47	45	43	55	70	
library												
Hotel, dormitory:	7 - 23	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75	
	23 - 7	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65	
Hospital,		59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
sanatorium												

6.3 バガヌール地域の現況

バガヌール炭鉱は首都ウランバートルの東南東へ約110km離れたトフ県の東部に位置している。バガヌール炭鉱および調査地域を含む行政区としては、図6.2に示す通り、バヤンデルゲル町のバガヌール区にあたる。

バガヌールの市街地はバガヌール炭鉱の発達により設立され、石炭産業により成長している。なお、他にめぼしい産業あるいは町の設立以前の歴史的文化財はない。

6.3.1 社会状況

(1) 人口

バガヌール地域の人口および出生率は、それぞれ17,000人および1.2%(1993年)である。

(2) 教育

地域の教育状況を表6.6に示す。

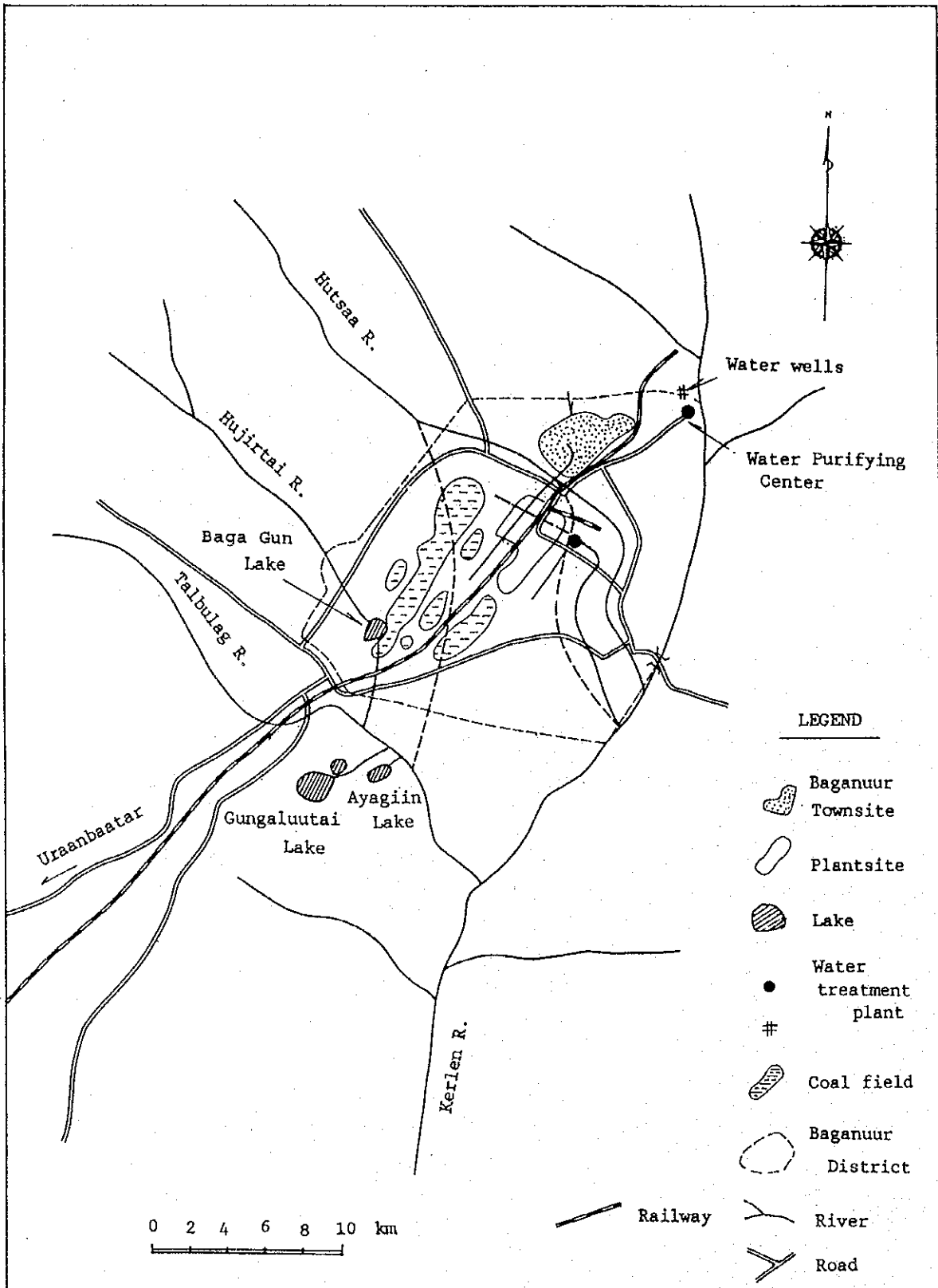


図 6.2 バガヌール地域

表 6.6 バガヌール地域の教育状況

School	: Number	: Name	: Teachers	: Students
1. 10 years elementary school	: 2	: No. 66 :	-	: 2,300
		: No. 95 :		
2. 8 years elementary school & 6 years elementary school	: 1	: No. 64 :		
		: No. 98 :	-	: 1,100

(3) 医療状況

地域の医療状況を表6.7に示す。

表 6.7 バガヌール地域の医療状況

Medical facility	: Beds	: Doctor	: Nurse and worker
1. General hospital (Emergency hospital)	: 248	: 50	: 150
2. Infectious hospital	: 150	: -	: -
3. Health center	: -	: -	: -

(4) 水処理

バガヌール市街地および石炭工場区域の飲料水は、市街地の北東約10kmのヘルレン川上流の右岸側に位置しているバガヌール水処理センターから供給されている(図6.2 参照)。原水の源は、深度-33mおよび-44mにある透水層からの地下水であり、5本の井戸からなる揚水場から平均400m³/時を揚水している。

工業用水および市街地・工業区域に供給する熱水は、採炭現場から揚水される地下水のうち約15,000m³/日を利用している。

下水は図6.2に示す通り、南南東へ約15kmに位置するバガヌール下水処理場において生物学的処理をした後、ヘルレン川に放流している。処理水の平均量は5,600m³/日である。下水の処理率は新規基準の86%から93%の間にある。

(5) 交通状況

地域の車台数および交通事故は、それぞれ表6.8および表6.9に示す通りである。

表 6.8 車台数 (1993年)

Number of car	:	457
1. Passenger car	:	172
2. Truck	:	182
3. Bus	:	48
4. Special motor vehicle	:	16
5. Others	:	39

表 6.9 交通事故

Year : Traffic accidents : Traffic fatalities			
1990 :	1	:	-
1991 :	2	:	1
1992 :	5	:	-
1993 :	8	:	5

(6) 他の施設

地域の他の公共施設等を表6.10に示す。

表 6.10 公共施設等

Facilities	: Number	:	Remarks
1. Police station	: 1	:	
2. Post office	: 1	:	
3. Fire department	: 1	:	
4. TV/radio studio	: 1	:	
5. Public hall	: 1	:	
6. Railway station	: 1	:	
7. Sports stadium	: 1	:	
8. Culture center	: 1	:	
9. Theater	: 1	:	340 seats
10. Cinema	: 2	:	300 seats
11. Other			
- Thermal water plant	: 1	:	Coal minesite
- Bank	: 2	:	Ardyn Bank、Hotsh Bank
- Hotel	: 2	:	
- Newspaper	:	:	Ardyn Errhe, Mongol Tanga, etc.

(7) 産業

地域の第一次産業は、主として牧畜、畑作、石炭および金属鉱業からなる。牛、馬、羊、山羊、らくだ等からなる家畜の総計は34,000頭である。畑作はじゃがいも、キャベツ等からなり、わずか100haにすぎないが、これは冷温と強風による。石炭採掘は、地域最大の産業であり1,500名の雇用を供給している。

第二次産業は製パン、醸造品、飲料品、精肉および日用品の製造からなる。これらの製造はすべて小規模である。

第三次産業は運送業、鉄道および小規模なラジオ・テレビ局、ホテル業、新聞業、レストラン、雑貨商からなる。

(8) 土地利用

バガヌール地域の土地利用は主として牧場からなり、その他小規模な針葉樹林、畑地および炭鉱区域がある。

6.3.2 自然状況

(1) 水象

地域の河川はヘルレン川水系に属する。本水系は図6.2に示す通り、ヘルレン川およびフツァ川、フジルタイ川およびタルブラグ川を含む支流からなる。水系は格子状模様を示す。フツァ川の川筋は、炭鉱の発展により、図6.2に示す通り、炭鉱の北側に人工的に改変された。また、地域内にはバガゲン湖、ゲンガルウタイ湖およびアヤジン湖の三つの湖がある。バガゲン湖はバガヌール炭鉱の南東端に隣接している。

(2) 気象

地域の気象はケッペンによる冷帯冬乾燥気候 (Dw) に属している。1993年の降雨量、平均気温、風速、卓越風向は、表6.11および図6.3に示す通り、それぞれ255mm、-1.4℃、1.4m/secおよびN-NEである。

表 6.11 バガヌール地域の気象データ
(1) 降雨量 (mm)

Year :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	: Total
1992 :	0.2	0.3	3.4	4.6	48.2	33.6	55.1	40.8	32.4	2.3	0.3	1.2	: 222.4
1993 :	0.6	0.9	0.1	4.0	16.0	49.7	89.4	61.3	11.5	6.7	9.3	5.6	: 255.1

(2) 平均気温 (℃)

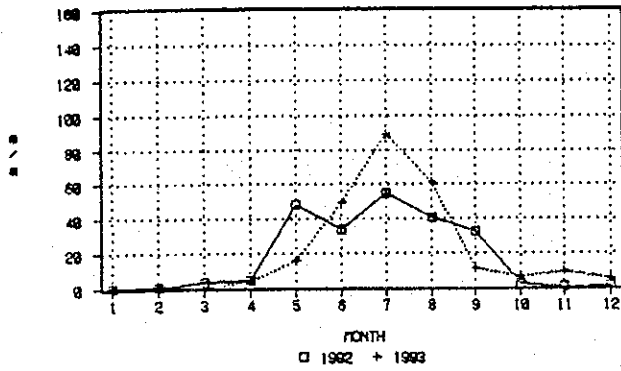
Year :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	: Ave.
1992 :	-18.0	-14.5	-8.5	-0.2	10.6	14.1	15.4	13.8	6.1	-2.6	-11.5	-12.4	: -1.4
1993 :	-25.3	-15.8	-4.5	-1.3	7.8	12.8	15.2	12.3	4.0	-1.9	-19.6	-22.1	: -3.2

(3) 風速 (m/sec)

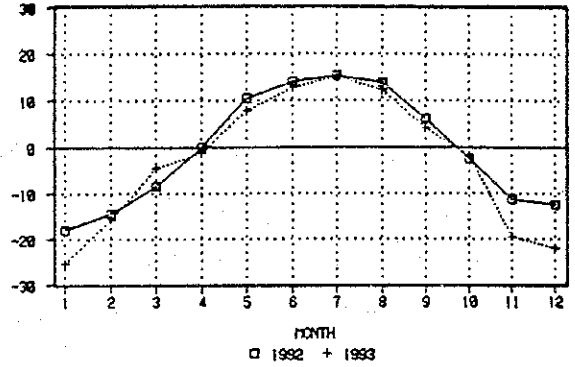
Year :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	: Ave.
1992 :	0.2	1.4	1.1	2.9	1.7	2.0	2.0	1.5	2.7	2.1	1.7	1.0	: 1.7
1993 :	0.5	1.7	2.1	3.7	4.7	3.0	2.6	2.1	2.7	2.3	0.7	1.4	: 2.3

(4) 卓越風向

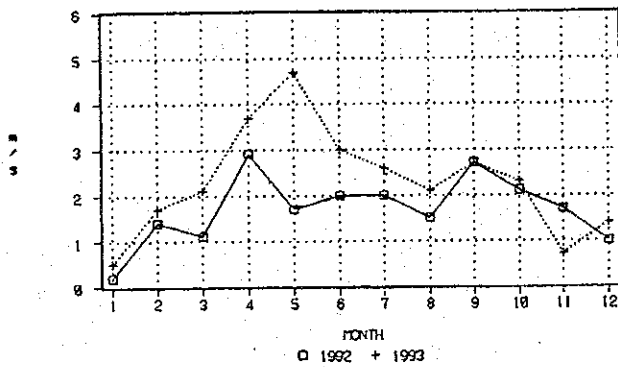
Year :	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
1992 :	16.2	37.2	4.4	1.5	9.0	8.2	15.5	8.0
1993 :	34.2	4.5	2.7	5.7	14.5	5.1	11.1	22.2



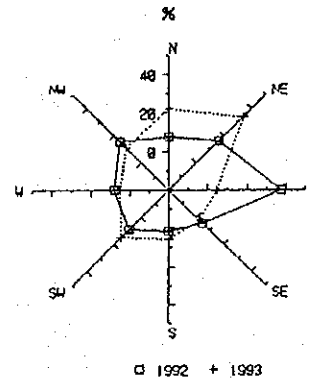
(1) Precipitation



(2) Temperature(° C)



(3) Wind speed



(4) Wind direction

図 6.3 バガヌール地域の気象状況

6.4 調査区域の現況

調査区域は約50km²の面積を有し、図6.2および図6.4に示す通り、ヘルレン川の支流が流れている広大な谷部と一致している。

6.4.1 生活環境（公害）

(1) 大気質

1) 大気質

バガヌール地域および調査区域の1989年の大気質を表6.12に示す。工業地帯のNO₂およびSO₂の濃度は、市街地の濃度とほとんど同じであり、いずれも環境基準より低い。当区域の主要な煤塵を発生させる施設は、炭鉱区域内に位置する熱水供給工場である。熱水供給工場における汚染物質の制御は現在実施していない。

表 6.12 バガヌール地域および調査区域内の大気質 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

No. :	Location * ¹	SO ₂		SO ₃		NO ₂		Soot & dust	
		Ave. :	Max. :	Ave. :	Max. :	Ave. :	Max. :	Ave. :	Max. :
1 :	Sewage treatment plant	11	22	92	201	30	81	80	110
2 :	Industrial zone * ²	14	35	105	523	31	74	-	-
3 :	Center of townsite of Baganuur	15	36	89	232	30	84	-	-
4 :	Ulaanbaatar	18	64	130	630	34	210	100	160
5 :	Standard value * ³	50	500	-	-	85	400	150	500

Source : Baganuur symposium, 1989

*1 : See Figure 6.2.

*2 : Plantsite in Baganuur Coal Mine.

*3 : Environmental standard for air quality of Mongolia.

2) 粉塵

粉塵は主に炭塵と粘土からなり、鉱山道路での石炭および表土の輸送におけるダンプトラックおよび露天掘における発破により発生している。暖期間の粉塵は鉱山周辺に飛散され、家畜を含む動・植物に僅かながらも影響していると考えられる。

現在、容量32m³の散水車3台が粉塵防止に使用されている。しかし、4月から7月までの乾期において鉱山全域に散水するためには不十分である。

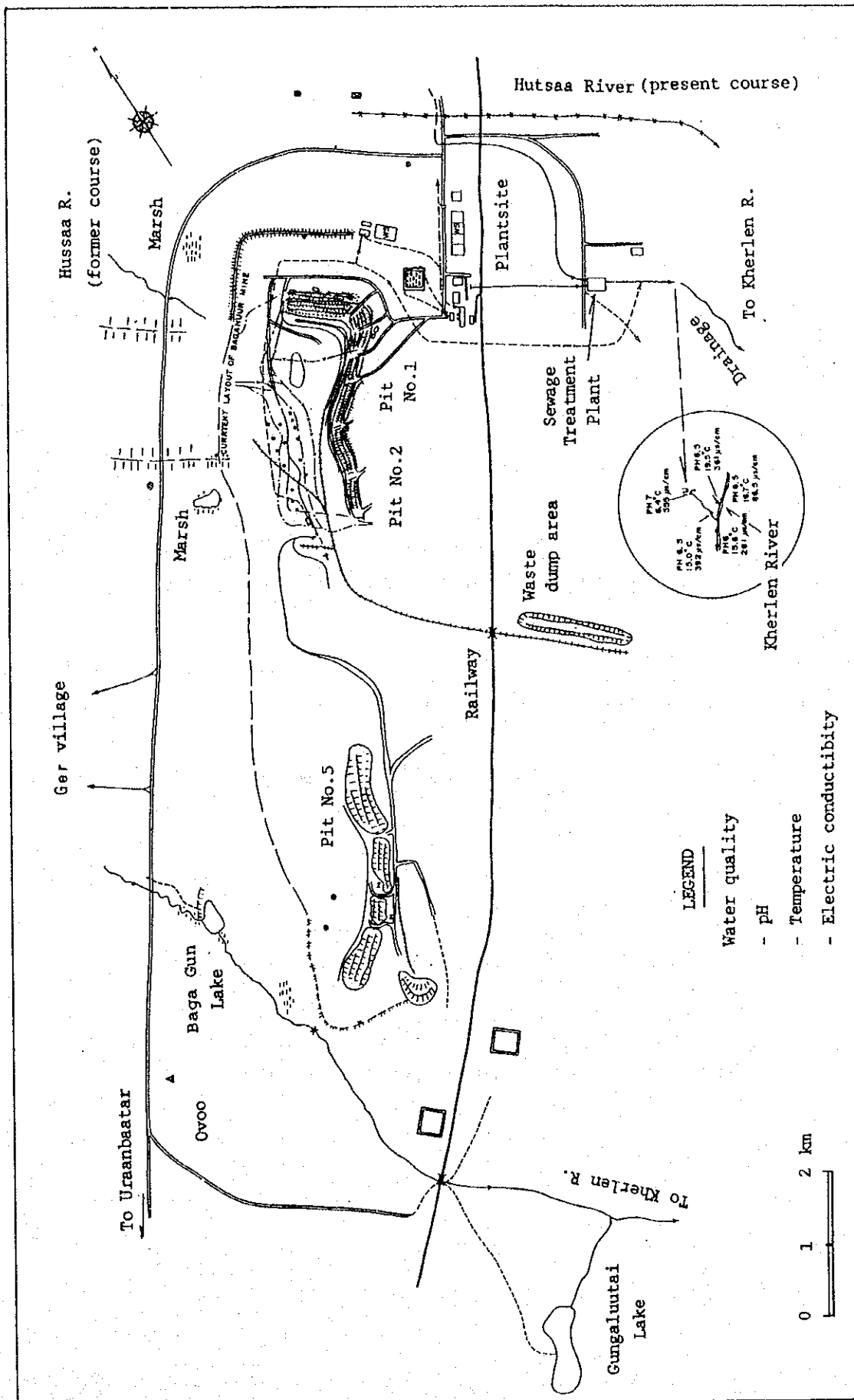


图 6.4 调查区域

3) 煤煙

露天掘採掘場および貯炭場でしばしば発生する自然発火による煤煙が、炭鉱周辺の住民および家畜に影響を及ぼしているといわれている。

(2) 水質

バガヌール地域の水質を表6.13、表6.14および図6.4に示す。1日当たり 20,000~36,000m³の地下水が鉱山区域から揚水されている。地下水は表6.14に示す通り、多量の第1鉄 (0.6% Fe²⁺) を含有している。揚水の半量約15,000m³は、溶存鉄を化学的に除去した後、鉱山および市街地への工業用水として使用している。残りの地下水は、バガヌールの市街地および鉱山からの下水の処理水と共にヘルレン川の支流に放流している。放流水はヘルレン川本流に流出している。

フジルタイ川におけるバガグン湖の流入水および流出水の水質は、特に電気伝導度において異なっている。この現象はバガグン湖が生物的浄化の機能を果たしていると考えられる。

露天掘採掘場での浸出水は、揚水し炭鉱の北部に位置する調整池に送水され、処理地下水と共にヘルレン川の支流に放流されている。

ずり堆積場からの浸出水は、現在、現地では確認されていない。しかし、ずり堆積場内の浸透水は地下に継続的に浸透していると考えられる。

表 6.13 バガヌール地域の水質 (mg/l)

No. :	Location * ¹	:	NH ₄	:	P	:	Fe
1	: Kherlen River No. 1	:	0.34	:	0.002	:	0.01
2	: Kherlen River No. 2	:	0.27	:	0.004	:	0.08
3	: Kherlen River No. 3	:	0.31	:	0.021	:	0.04
4	: Hutsaa River No. 4	:	0.43	:	0.486	:	0.10
5	: Hutsaa River No. 5	:	0.60	:	0.070	:	0.22

Source: Baganuur Symposium, 1989

*1 : See Figure 6.4.

表 6.14 調査区域の水質

July, 1994

No. :	Location * ¹	pH :	T.* ²	E.C.* ³	Fe* ⁴	N* ⁵
1	Hutsaa River No. 1	6.8	14.1	233	< 0.1	< 0.2
2	Hutsaa River No. 2	7.5	20.6	597	-	-
3	Hujirtai River No.1	7.5	18.3	445	-	-
4	Baga Gun Lake	8.0	24.1	303	< 0.1	0.2
5	Hujirtai River No.2	7.5	24.2	292	-	-
6	Baga Guniinuur	8.0	20.1	1,113	-	-
7	Well station	6.9	16.9	131	< 0.1	< 0.2
8	Groundwater at mine site (pumped)	6.5	7.8	308	0.6	< 0.2
9	Sewage treatment center (treated)	6.5	12.0	266	0.3	3.0
10	Drain pipe	6.8	6.4	555	-	-
11	Outflow No.1	6.5	15.0	392	0.1	0.25
12	Pit No.5	6.5	15.0	733	< 0.1	< 0.2
13	Kherlen River No.1	6.5	16.7	87	< 0.1	< 0.2
14	Kherlen River No.2	6.5	15.6	261	< 0.1	0.2

*1 : See Figure 6.4

*2 : Temperature (°C).

*4 : Ferric (Fe²⁺).*3 : Electric conductivity (μ S/cm). *5 : Nitrogen as ammonium (NH₄-N).

(3) 土壤汚染

バガヌール地域の土壤質は、表6.15に示す通り、ダルハンおよびウランバートルの土壤質より若干低い。調査地域での土壤汚染は現在認められない。

表 6.15 土壤汚染 (mg/kg)

Location	Pb	Ni	Cu	Mo	Mn	Sn	V	Cr
Baganuur	2.1	3.5	3.6	1.2	135	7.9	7.6	6.1
Darhan	1.9	1.9	2.2	2.1	178	2.5	1.4	2.5
Ulaanbaatar	4.0	1.2	14.0	2.0	171	7.2	4.0	2.1
In. Ave. * ¹	40	10	20	2	850	10	50	200

source: Baganuur Symposium, 1989

*1 : International average.

(4) 騒音/振動

騒音および振動公害は調査地域では認められない。

6.4.2 自然環境

(1) 地象

1) 地形

調査地域は谷底平野および低丘陵地からなる。谷底平野は構造盆地と堆定されている。バガゲン湖は谷底平野の南西端に位置している。低丘陵地は地域の西部に位置し、数十mの比高差を有している。

地形の大規模な改変が、剥土、ずりの堆積およびずり堆積場の形成を含む鉱山活動により行われている。鉱山区域からの、主に表土および側方に堆積させているスポイル（一時堆積物）からなるずりの総量は約6,500,000m³と計算されている。ずり堆積場の高さは約30~35mである。

ずりは採掘跡地の埋戻しのために使用し、また建築材料として再利用することが計画されている。残りのずりは整形後表層土および植生工を施す計画である。

2) 地質

白亜紀層は主に砂岩、泥岩および石炭層からなり、図6.5に示す通り、調査地域に広く分布している。本岩は約500mの層厚を有し、北東-南西方向の向斜構造を示す。

24枚の炭層（褐炭成分）が確認されており、そのうち採炭層は下位より3番層、2a層および2番層である。3番層の最深部は約-400mである。現在、バガゲン湖区域を除く3層の採炭層の地質炭量の総計は567百万トンである。

砂岩、石炭層および第四紀層は透水層として確認されている。1日当たり20,000~36,000m³の地下水の汲上げが、剥土および採炭の前および作業中に行われている。上部砂岩、石炭層および下部砂岩層の透水係数は、バガヌール炭鉱のフィージビリティ調査における事前調査の結果によると、それぞれ 2.6×10^{-4} 、 $1.4 \sim 1.8 \times 10^{-4}$ および 1.5×10^{-5} m/sec（平均 8.65×10^{-5} m/sec）である。

採掘場におけるスポイルおよびずり堆積場のずりは、降雨および風により激しく浸食されている。法面は急傾斜であり植生がないことから、多数のガリー（いわゆるガリー浸食）によって削られている。また、ずりは堆積場周辺に流出あるいは飛散されている。ずり堆積場の勾配は32~36°である。

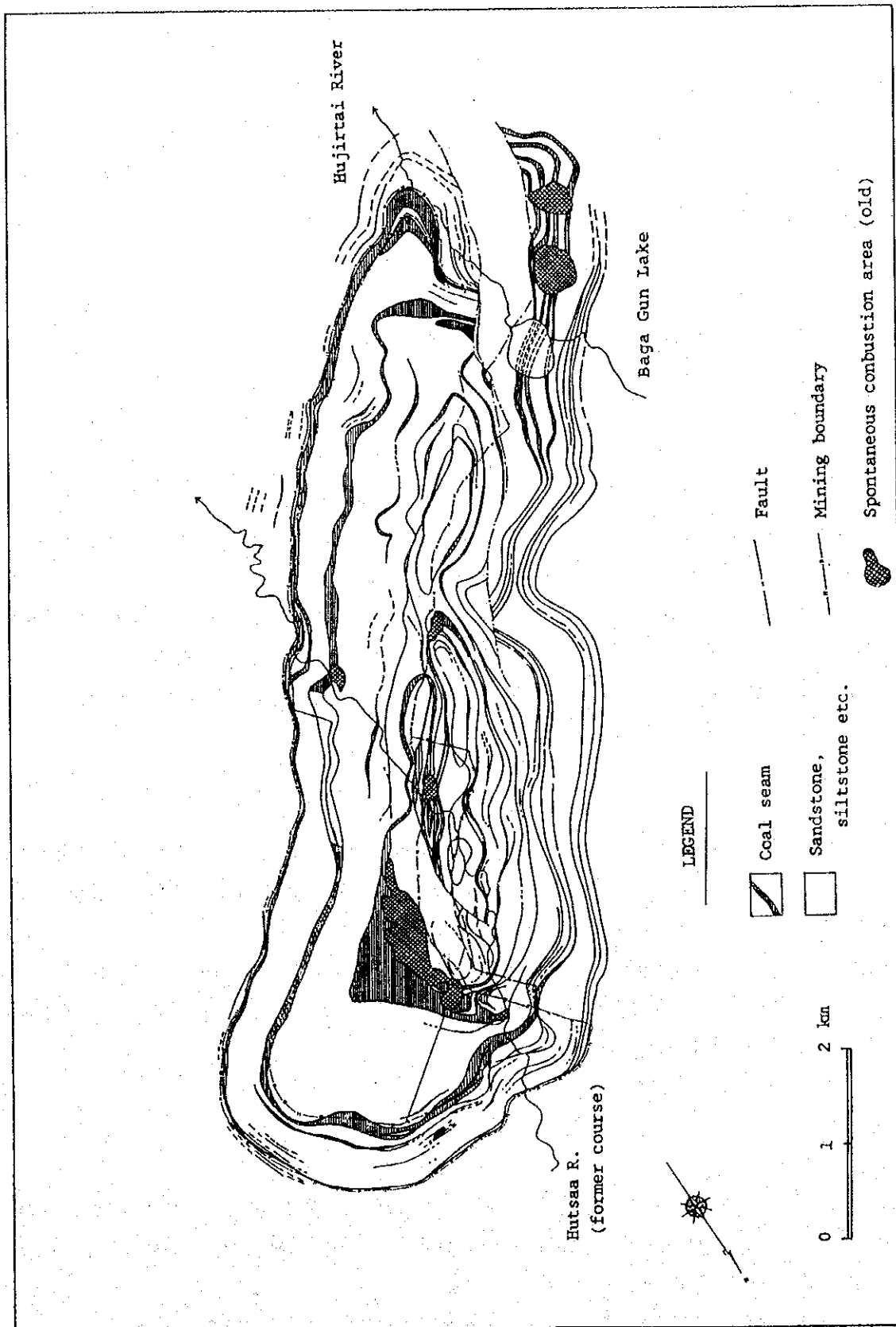


图 6.5 調查地域地質图

(2) 水象

1) 表流水

ヘルレン川の支流であるフツツァ川、フジルタイ川およびタルブラグ川は、調査地域を横切って流出している（図6.2および図6.4）。鉦山区域の中央部を通るフジルタイ川は、鉦山区域の北方にその水路を改変している。タルブラグ川は鉦山区域の南西に隣接するバガゲン湖に注いでいる。

湿地および3つの湖（バガゲン湖、グンガルウタイ湖およびアヤギン湖）からなる低地は、調査地域の南部および南西部に位置している。低地の表流水のすべては、図6.2に示す通り、タルブラグ川に流出している。

2) 地下水

調査地域内の地下水は極めて豊富である。地下水位は深度-1.4~-14.2mの範囲にある。鉦山区域の北側の地下水位は深度-14mといわれているが、鉦山区域の南部の低地域では比較的浅く、泥、シルトおよび凍土層の存在から宙水を形成している。

鉦山区域の現在の地下水位は深度-60~-70mにほぼ安定している。1日当たりの汲上げ量は、20,000~36,000m³である。将来の地下水位は深度-230mまで下げる計画である。

凍土層は鉦山区域の約25%を占め、特に南部では卓越し、地表からの深さは不明であるが、層厚は平均20mで最大38mである。

3) バガゲン湖

鉦山区域に隣接するバガゲン湖は、採掘場周辺の地下水汲上げと共に、鉦山開発による湖の水位低下からなる水文的影響を受けると考えられる。現在の湖の水位は、当初の水位と比較してすでに約4mも降下していると堆定されている。

当初の湖のサイズおよび面積は、それぞれ510m x 650mおよび27.1haであった。現在の湖のサイズおよび面積は370m x 520mおよび15.4haであり、湖の減少率は57%に及ぶ。バガゲン湖は将来の鉦山の開発で干上がる恐れがある。

(3) 土壌

調査区域内の土壌は、主に褐色土壌および沖積土壌からなる（図6.6）。褐色土壌は35~130cmの層厚を有し、調査地域の南部の低丘陵地に分布する。特に丘陵地の斜面にある褐色土は、再堆積により厚くなる傾向がある。

沖積土壌は12~35cmの層厚を有し、調査地域の河川に沿って広く分布している。

土壌浸食は若干認められるのみである。

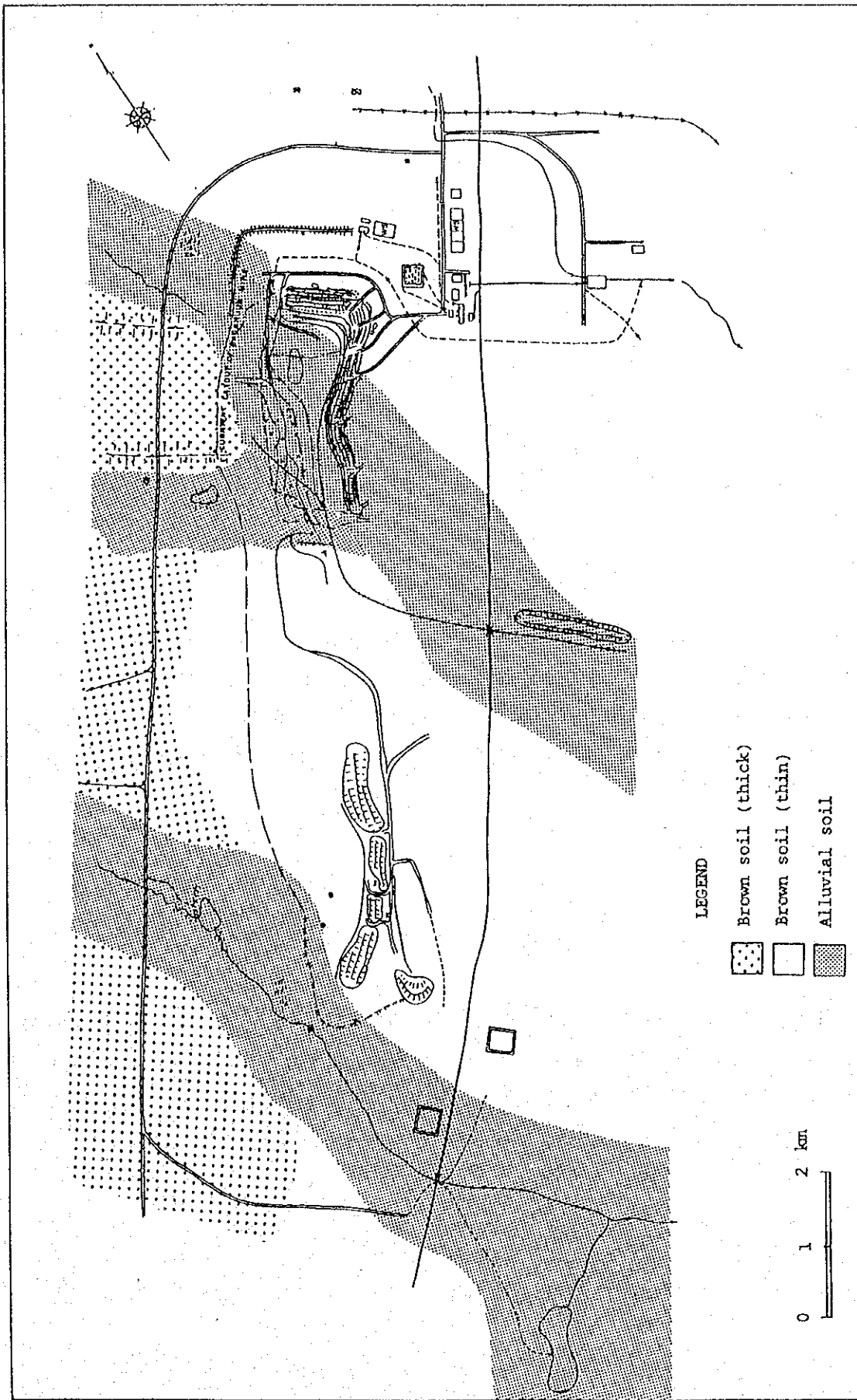


図 6.6 調査地域の土壌

現在、約30,000m³の表層土壌が、ずり堆積場および埋戻し後の採掘区域の覆土のために、前もって採掘場の外側に保存している。

(4) 動・植物

鉱山および調査地域は比較的厚い草本で覆われている。

モンゴルは野生動物に豊富であることで知られており、ほ乳類が134種、鳥類が415種、魚類が70種、は虫類が9種、昆虫が15,000種および数千種の植物が存在している。

モンゴルにおける絶滅危機の恐れのある動・植物の種を表6.16に示す。鉱山区域周辺の生物学調査は実施されていない。したがって、調査地域における生物学および生態学的調査の実施の必要がある。

剥土、スポイルの堆積、ずり堆積場、揚水、排水、煤塵の発生等からなる鉱山活動は、鉱山区域周辺の生態系に影響があると考えられる。

(5) 景観

調査地域主要な景観はバガゲン湖、ゲンガルウタイ湖、アヤジイン湖、草原、バガヌール市街地等からなる。露天掘採掘による地形の改変は、鉱山区域およびずり堆積場で広く行われる。約30~35mの高さを有する採掘場のスポイルおよびずり堆積場のずりは、採掘場の埋戻しに使用し、また建設用の材料に再利用する計画である。採掘区域およびずり堆積場は、整形後覆土し植生工を施す計画である。

6.4.3 社会環境

(1) 廃棄物

鉱山区域からの鉱山活動によって生ずるスポイルおよびずりは、主として表層土壌を除く表土およびインターバーデン（中間挟在土）からなる。スポイルはスポイル・リッジとして後方に連続的に堆積させている。余ったスポイルは、採掘現場に隣接しているずり堆積場に堆積させている（図6.4）。ずり堆積場は整形し、覆土および植生工を施す計画である。

表 6.16 絶滅危機の恐れのある動・植物の種

(1) Endangered species

Fauna/Flora	Name	Scientific name
Mammals	1. Red dogs	: <i>Cuon alpinus</i> Dallas, 1811
	2. North otter	: <i>Lutra lutra lutra</i> Linnaeus, 1758
	3. Gobi bear	: <i>Ursus pruinosis</i> Blyth, 1854
	4. Przewalskii horse	: <i>Equus przewalskii</i> Doliakov, 1881
	5. Mongolian saiga	: <i>Saiga tatarica mongolica</i> Bannikov, 1946
	6. Saiga	: <i>Saiga tatarica</i> Linnaeus, 1766
	7. Wild camel	: <i>Camelus farus</i> Brzewalskii, 1883
Birds	1. Siberian white crane	: <i>Grus leucogeranus</i> Pallas, 1773
	2. White headed crane	: <i>Grus vipio</i> Pallas, 1811
	3. Hooded crane	: <i>Grus monacha</i> Temminck, 1870
	4. Houbara Bustard	: <i>Chlamydotis undulata</i> Jacquin, 1784
	5. Relic mew gull	: <i>Larus relictus</i> Lonnberg, 1931
	6. Reed's parrotbill	: <i>Paradoxornis heudei</i> David, 1872
Amphibians and reptiles	(Registered in National Red Book)	
	1. Siberian salamander	: <i>Salamandrella keyserlingii</i> Dybowski
	2. Asiatic grass frog	: <i>Rana chonsinensis</i> David
	3. Gobi rock gecko	: <i>Cyrtapodion elongatum</i> Blanford
	4. Racerunner	: <i>Bremias arguta</i>
	5. Tatar sand boa	: <i>Pryx tataricus</i>
	6. Slender racer	: <i>Coluber spinalis</i>
Plants	1. Lance-shaped	: <i>Lancea tibetica</i> Hook
	2. Smilax centaur	: <i>Rhapontium carthamoides</i> Iljin
	3. Alpine saw-wort	: <i>Saussurea involucre</i>
	4. Sweet flag	: <i>Cyperus acorus</i> L.
	5. Juniper	: <i>Juniperus dahurica</i> Pall.
	6. (Dorogostai) alpine saw-wort	: <i>Saussurea dorogostaiskii</i> Palib.
	7. Oleaster	: <i>Platanus hoorcroftii</i> Wall. ex Schlecht.
	8. Siberian fir	: <i>Abies siberica</i> Ledeb.
	9. Onion species	: <i>Allium macrostemon</i> Bunge
	10. Plant species of Mongolian Gobi	: <i>Brachanthemum mongolicum</i> Krasol
	11. Pheasant's eye	: <i>Adonis mongolica</i> Sim.
	12. Spear-grass	: <i>Stipa pennata</i> L.
	13. Poplar	: <i>Populus diversifolia</i> Schrenk
	14. Przewalski's gymnocarpous	: <i>Gymnocarpus przewalskii</i> Maxim.
	15. Rock-jasmine	: <i>Androsace longifolia</i> Turcz.
	16. Bilberry	: <i>Vaccinium myrtillus</i> L.
	17. Pagoda-tree	: <i>Sophora flavescens</i> Soland

(2) Threatened species

Fauna / Flora :

N a m e

Mammals :

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1. Piver beaver | 2. Jorboas |
| 3. Thick-tailed pigmy | 4. Kozlov's pigmy jerboa |
| 5. Long-eared jerboa | 6. Forest dormice |
| 7. Karbled polecat | 8. Snow leopard |
| 9. Chinese desert cat | 10. Wild ass |
| 11. Wild boar | 12. East Siberian elk |
| 13. Ussurian elk | 14. Rein Deer |
| 15. Goitred gazelle | 16. Altai mountain wild sheep |

Birds :

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Dalmation pelican | 2. Spoon bill |
| 3. Black stork | 4. Whooper swan |
| 5. Mute swan | 6. Swan goose |
| 7. Bar-headed goose | 8. Osprey |
| 9. White-tailed eagle | 10. Himalayan griffon |
| 11. English pheasant | 12. Great bustard |
| 13. Little whimbrel | |

Plants :

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Plant species of Mongolian Altai | 2. Tulip |
| 3. Turk's caplily | 4. Saxaul-Rhodiola |
| 5. Saxaul | 6. Allium allacium Rall. |
| 7. Allium obliquum L. | 8. Tamarisk |
| 9. Pea-tree | 10. Cynomorium soongaricum Rupr. |
| 11. Pagoda-tree | 12. Salt ree |
| 13. Reed | 14. Gentian |
| 15. Allium galanthum Kar. | 16. Sea-buckthorn |
| 17. Lily-lily | 18. Allium condensatum Turez. |
| 19. Valerian | 20. Saxifrage |
| 21. Peony | |

Source : UNCED, 1991

(2) 天然記念物

調査地域内のバガゲン湖および小丘が、バガゲン湖周辺にすむ人々に地域の天然記念物として尊重されている。バガゲン湖の近くの小丘の頂に2つの宗教的な塚（オボー）があり、丘の頂は石炭の自然発火による印象的な赤色の土壌および崖錐堆積物に覆われている。

6.5 環境評価

調査地域の環境現況は、いくつかの環境問題の抽出と共に表6.17にまとめた。環境問題は炭鉱の拡大に基づいて検討される。

表 6.17 環境チェックリスト

Environmental items	Check items	Influence : : 1 : 2 : 3 : * ¹	Environmental issues	Moni. : * ²
I. Living environment				
1. Air quality	- Smoke from plantsite	: ?		: +
	- Dust from mine site	: ○	: Dust	
	- Smoke by s. combustion	: △	:	
2. Water quality	- Drainage of ground-water	: ○	: Fe	: +
	- Drainage of sewage	: ○	: Sewage water	: +
	- Seepage water at pit	: △	:	: +
	- Infiltration water at waste dump areas	:	: ?	: +
3. Soil contamination	- Soil contamination	: △	:	: +
	- Dust from stacks	:	: ?	
4. Noise & vibration	- Machinery	: △	:	: +
	- Blasting	: △	:	
II. Natural environment				
1. Land	- Open pit mining	: ○	: Reclamation	
	- Waste dump areas	: ○	:	
	- Slope failure, etc.	: ○	:	: +
2. Water	- Reducing of groundwater	: ◎	:	: +
	- Extinction of lake	:	: ?	: Water level : +
3. Soil	- Extraction of top soil	: ○	: Reuse of soil	
	- Soil erosion	: △	:	
4. Fauna/flora	- Influence to fauna	: △	: Investigation	
	- Influence to flora	: ○	: Investigation	: +
	- Decertification	: △	:	: +
5. Landscape	- Open pit mining	: ○	: Reclamation	
	- Spoil and waste dump areas	: ◎	: Reclamation	
	- Extinction of lake	: ◎	:	: +
III. Social environment				
1. Waste	- Spoil of overburden	: ○	: Reclamation, reuse	
	- Domestic waste	: △	:	
2. Natural monument	- Baga Gun Lake	: ◎	: Communication	
	- Oyoos	: ○	:	

*1 Influence : 1. ◎ : Major influence, ○ : Minor influence
 2. △ : Very small to non influence
 3. ? : Not clear

*2 Moni. : Monitoring

6.5.1 生活環境

(1) 大気質

採掘場、特に鉾山道路からの粉塵は、道路上に散水することにより防止することが可能である。したがって、採掘および運搬の拡大計画に基づく数台の散水車の補てんは必要である。

熱水工場からの煤煙について、バガヌール地域の大气質のモニタリングを継続実施する必要がある。

(2) 水質

鉾山区域から揚水される地下水は、溶存鉄 (Fe^{2+}) を多量に含んでいる。したがって、地下水を工場用水として再使用および既存河川に排水する前に、溶存鉄を除去する処理を継続する必要がある。

下水、鉾山区域からの浸出水およびずり堆積場における浸透水については、資料が少ないことから、それらの量および水質については不明である。したがって、詳細な調査およびモニタリングを行う必要がある。

(3) その他

土壌汚染および騒音・振動公害は認められない。

6.5.2 自然環境

(1) 地象

スポイルとしての剥土量は、約 $500,000\text{m}^3$ と暫定的に算定されている。スポイルは採掘跡地の埋戻しに使用され、スポイルの残りはずり堆積場に堆積される。

現在のスポイル・リッジおよびずり堆積場は、急傾斜と植生がないことから、継続的に降雨により浸食および風により飛散されている。さらに、法面浸食は水質および植物にも影響を与えていると考えられる。したがって、埋戻し地およびずり堆積場の法面は、表層浸食および斜面崩壊に対して整形および植栽を行うべきである。

標準法面勾配を表6.18に示す。ずりおよびスポイルは一般にルーズな砂および砂質土からなることから、ずりおよび埋戻しの法面は勾配1:2.0、盛土の高さを最高15mおよび5m毎に1m幅の小段をもうけることが望ましい。

表 6.18 盛土の標準法面勾配

Materials	: Height	: Gradient
Block (rock)	: 10 - 20 m	: 1:1.8 ~ 1:2.0
Sand	: < 10 m	: 1:1.8 ~ 1:2.0
Sandy earth	: < 5 m	: 1:1.5 ~ 1:1.8
	5 - 10 m	: 1:1.8 ~ 1:2.0
Sandy earth with gravel	: < 5 m	: 1:1.5 ~ 1:1.8
	5 - 15 m	: 1:1.8 ~ 1:2.0
clay	: < 5 m	: 1:1.8 ~ 1:2.0

Source : Japan Road Association

(2) 水象

1) 地下水の揚水

地下水の水位低下は、深度-150mの採掘のために地表から最大深度-230mまで計画されている。
揚水量は以下の通りである。

$$Q = n \times K \times 2\pi \times H \times L / (\ln L/r) \quad : \text{揚水量算定式}$$

Q : 揚水量 (m³)

K : 透水係数 (m/sec)

: 平均 8.5 x 10⁻⁶ m/sec

n : 井戸本数

H : 水位差 (m)

L : 透水層の厚さ (m)

r : 井戸の半径 (m)

(現在の揚水量の算定)

$$K = 8.50 \times 10^{-6} \text{ m/sec (平均)}$$

$$H = 56 \text{ m}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$r = 0.10 \text{ m}$$

$$n = 23 \text{ 本}$$

$$Q = 3.618 \text{ m}^3/\text{sec} = 312,598 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$(0.157 \text{ m}^3/\text{sec/本})$$

(将来の揚水量の算定)

$$K = 8.50 \times 10^{-6} \text{ m/sec (平均)}$$

$$K_a = 8.65 \times 10^{-6} \text{ m/sec (見掛け)}$$

$$H = 146 \text{ m}$$

$$L = 50 \text{ m}$$

$$r = 0.10 \text{ m}$$

$$n = 33 \text{ 本}$$

$$Q = 20.561 \text{ m}^3/\text{sec} = 1,776,440 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$(0.623 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{本})$$

$$Q_a = 2.092 \text{ m}^3/\text{sec} = 180,749 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$(0.063 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{本})$$

Qa : 見掛け揚水量

揚水量の算定の結果、現在の各井戸の最大揚水量および全揚水量は、それぞれ $0.157 \text{ m}^3/\text{sec}$ および $3.618 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。各井戸の実際の揚水の容量は $6 \sim 10 \text{ l/sec}$ であり、この値は井戸の最大揚水量より低いにもかかわらず、日量 $20,000 \sim 32,000 \text{ m}^3$ の継続的揚水によって現在の地下水水位が深度 $-60 \sim -70 \text{ m}$ に保たれている。これは、鉾山区域への地下水の供給が不足しているものと考えられる。

各井戸の現在の実際の揚水量および見掛け透水係数は、それぞれ $1,391 \text{ m}^3/\text{day}$ ($0.016 \text{ m}^3/\text{sec}$) および $8.65 \times 10^{-6} \text{ m/sec}$ である。

一方、見掛け透水係数を使用した将来の揚水量および各井戸の最大揚水量の予測は、それぞれ $0.063 \text{ m}^3/\text{sec}$ および $0.627 \text{ m}^3/\text{sec}$ と算定される。将来の採掘時の地下水水位低下に要求される揚水量は、 $180,749 \text{ m}^3/\text{day}$ となり、現在の地下水揚水量の約 6 倍に相当する。揚水された地下水は、工業用水として約 $10,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 使用され、残りは脱鉄された後ヘルレン川に排水される。

増加する排水は、ヘルレン川およびその支流の水質および河岸の浸食に影響すると思われる。さらに、鉾山区域での地下水の影響圏は、以下の通り算出される。

$$R = 3,000 \times S_w \times \sqrt{K} \quad (\text{Siechartdの式})$$

R : 地下水の影響圏 (m)

S_w : 地下水の降下 (m) : 140m, 300m

K : 透水係数 (m/sec)

: 見掛け透水係数 $8.65 \times 10^{-6} \text{ m/sec}$

R_p = 1,235.2 m (現在)

R = 2,647.0 m

現在および予測上の影響圏は、それぞれ約1,200mおよび2,600mと算出され、バガゲン湖を含む調査地域は採掘区域の揚水により影響を受けることになる。したがって、採掘区域周辺にあるバガゲン湖の影響について検討する必要がある。

2) バガゲン湖の水文的影響

バガゲン湖およびその周辺の地質的・水文的状态を図6.7および図6.8に示す。バガゲン湖は向斜構造の南西部に位置し、石炭層の上にある。南北方向の急傾斜な断層が湖の東側に認められる。現在の採掘境界は図6.5および6.7に示す通り、断層に沿っている。

バガゲン湖は採掘区域の揚水の影響を確かに受けている。湖の水位の低下は約4mほどであり、No.5ピットの採掘活動および上流側で川を横断する道路、および橋の建設以外に地形改変がない状態で、湖の面積が57%減少している。

湖の周辺の地質は白亜紀層および沖積層からなる(図6.8および6.9参照)。

白亜紀層は主に砂岩、泥岩および石炭層からなり、比較的ルーズな固結状態であり、見掛け上の透水係数は $8.56 \times 10^{-5} \text{m/sec}$ と算出されている。砂岩および石炭層は良好な透水層である。沖積層は礫、砂、シルトおよび粘土からなる。湖の底質層および沖積層の同層準は、湖を保つために難透水層(半透水層)として粘土、シルトあるいは凍土から構成されていると考えられる。地下水については当地域での詳細な水文地質的データがないが、地下水は宙水の状態と考えられる。

現在の湖の流出量は流入量より若干少ないと推定され、すなわち漏水である。水収支の差は主に地下への浸透からなり、水面からの蒸発、蒸散および家畜による飲料は少ないものと考えられる。

炭鉱開発前の鉱山区域の地下水位は、2つの水位があったものと推定される。すなわち、上位および下位である(図6.8)。上位の地下水位は沖積層内に小規模に位置しており、沖積層の難透水層の状況に制御されていると考えられる。当水位は深度-1~-6mの範囲にあり、図6.8に示す通り、湖の灌養域の水文的状态に委ねられて変化している。

下位の地下水位は地表から深度約-14mの白亜紀層内にあったことが、ボーリング調査で判明している。

湖の底と下位の地下水位との間は、不飽和の状態であろう。それ故に、当初の状態は、川と同様に湖の底からの浸透によって保たれていたと考えられる。しかし、浸透水の量は、湖の底の薄い難透水層の存在により比較的少ない。採掘区域における揚水により、バガゲン湖の影響は、限られた地質および水文的資料に基づいて以下のように予測された。

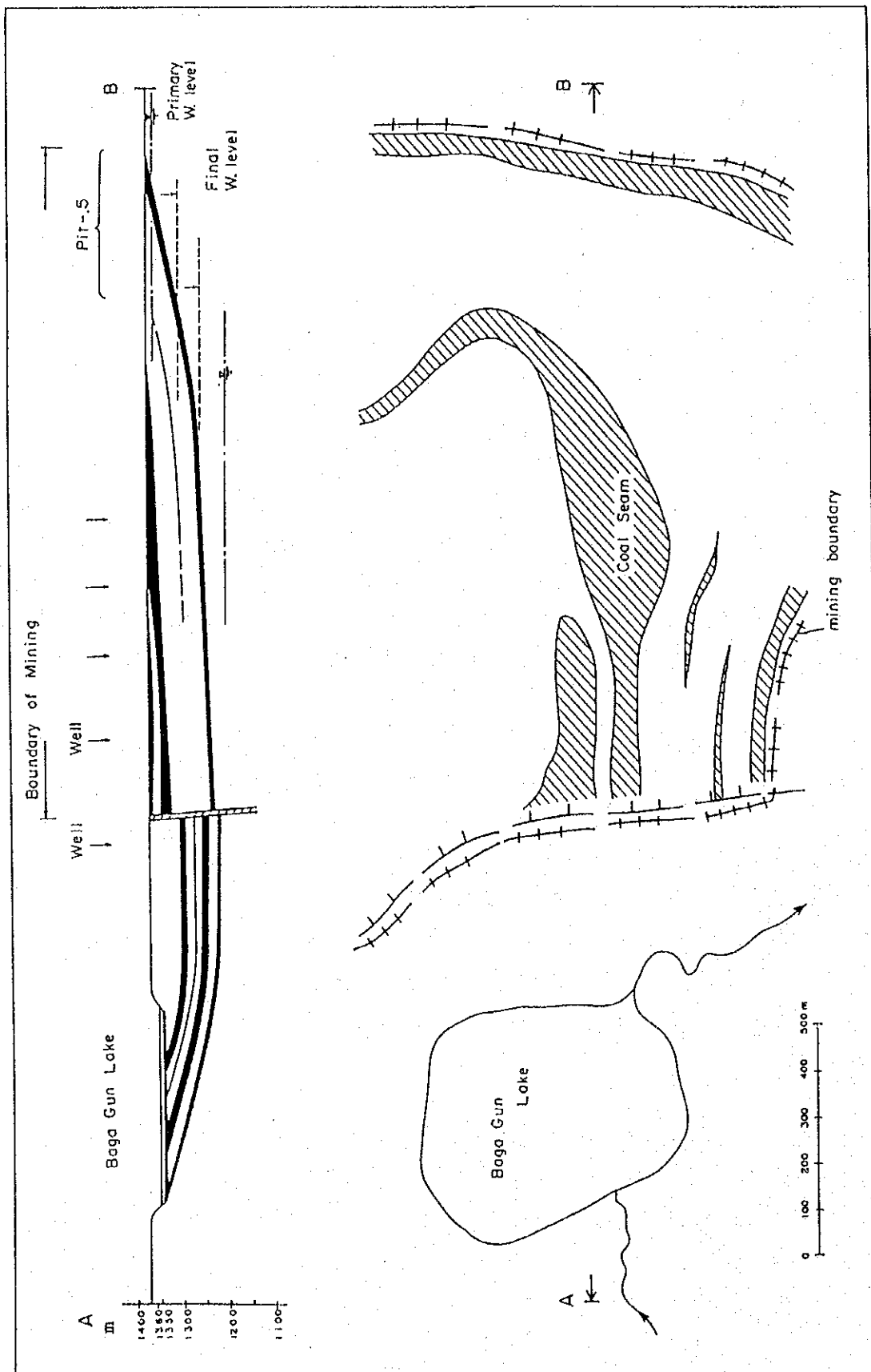


図 6.7 バガゲン湖の地質状況

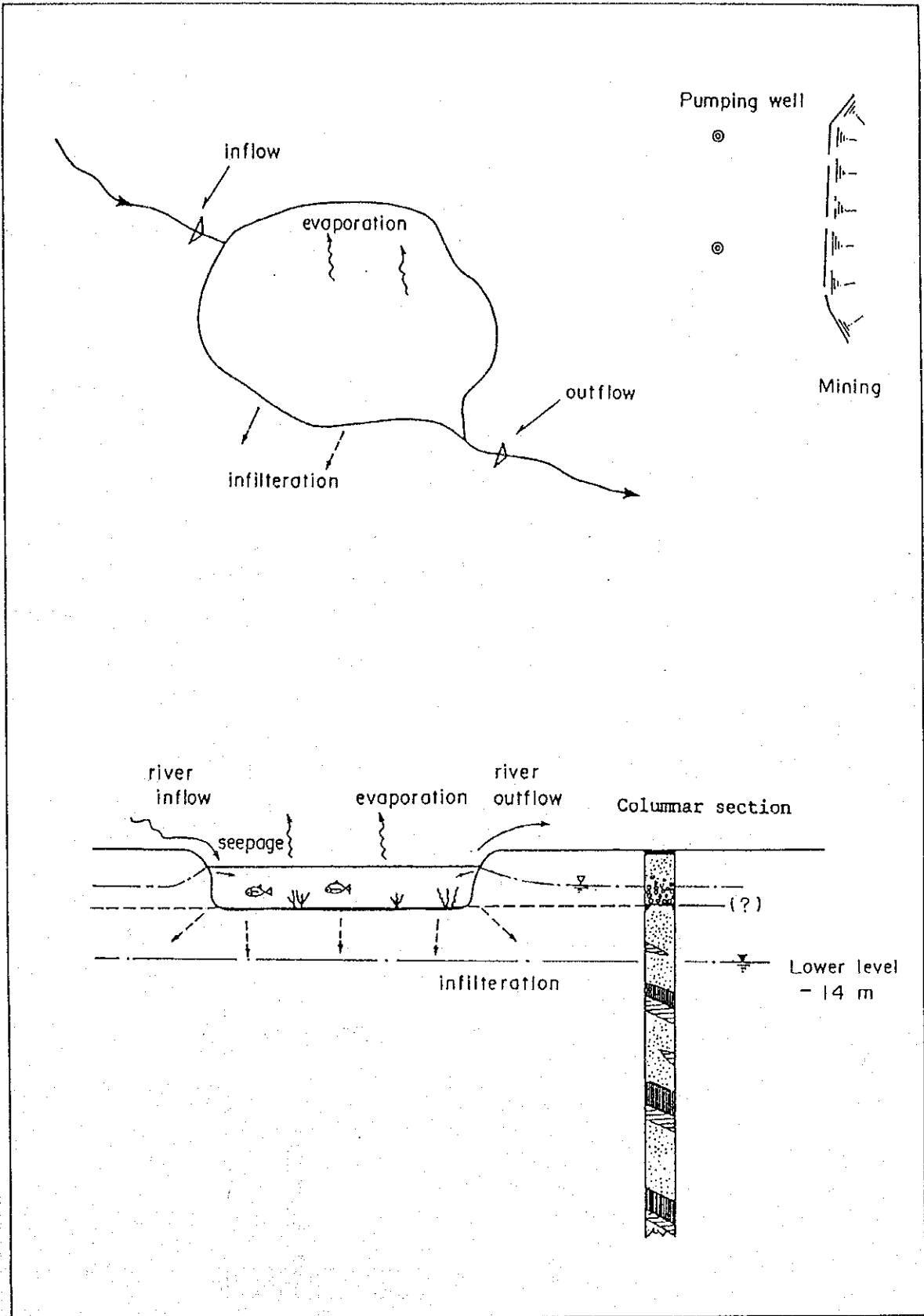


図 6.8 バガゲン湖の水文的情况

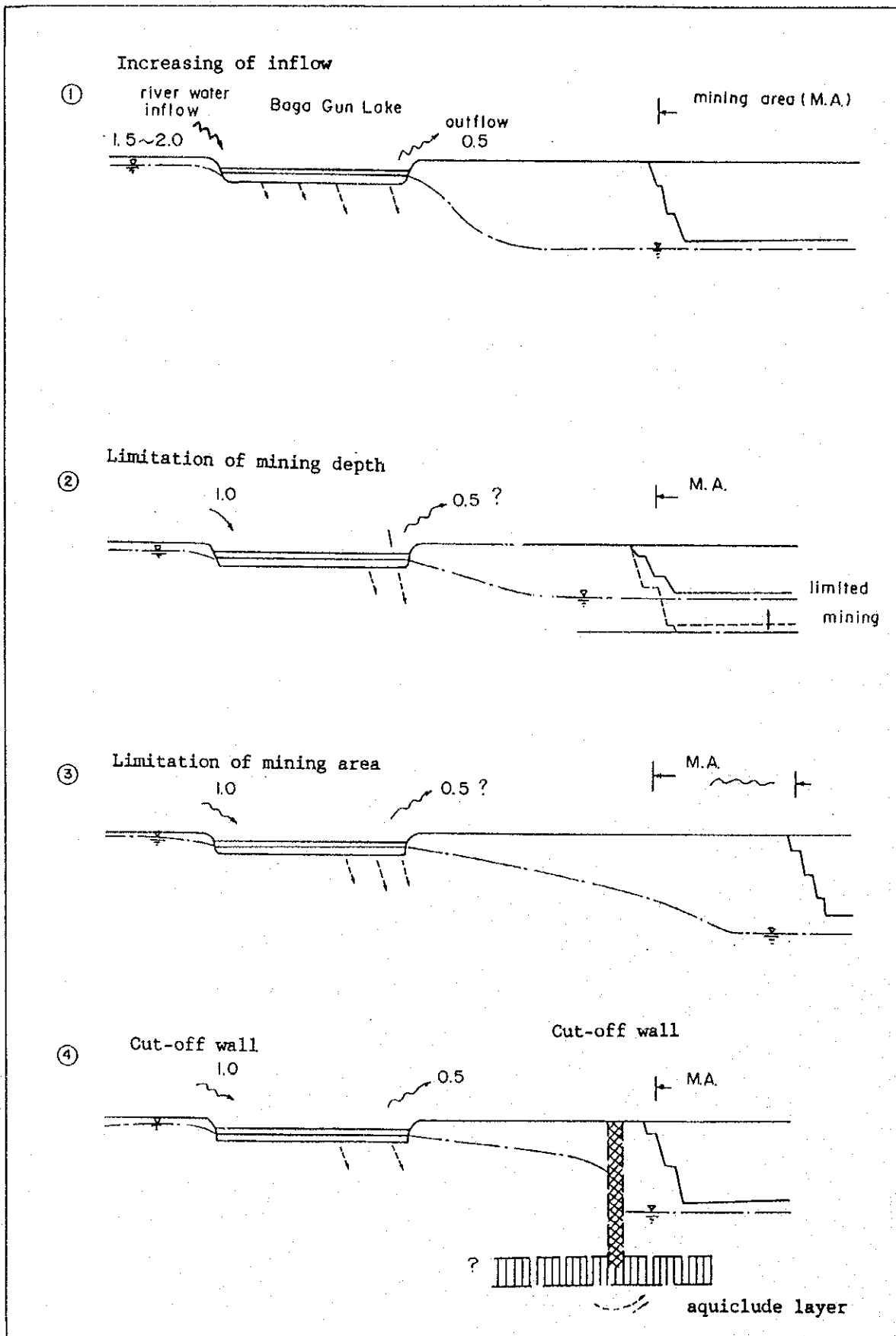


図 6.9 バガグン湖の水文的予測

① 初期の状態

初期の状態下での湖からの地下への浸透は、採掘場での揚水後の状態と比較して大変小さかったと考えられる。したがって、湖の流入量と流出量の割合は、図6.9に示す通り、それぞれ1.0および1.0と予想される。下位の地下水位は深度-14mであった。

② 採炭（現在）

炭鉱の開発および採掘場周辺での地下水の揚水による地下水位が深度-70mまで降下して以来、バガゲン湖の水位は約4m下がった。揚水井から約800mほど離れているバガゲン湖は、半径約1,200mである揚水による地下水の影響圏内に入っている。湖における下位の地下水位の低下は、当初の地下水位である深度-14mから約0～-5m程と考えられる。

湖から地下への浸透は揚水により促進される。湖の流入量に対する地下浸透の割合は、現在の状況に基づき0.1～0.3と堆定される。したがって、湖の流出量の割合は0.7から0.9の範囲にある。

③ 採掘の拡大

採掘の最終段階の地下水位は、採掘場で約-230mに低下させる計画である。採掘境界および最も近い揚水井は、バガゲン湖から西方へそれぞれ約400mおよび200mである。湖での下位の地下水位の低下は深度約-80m～-150mと予測される。

湖から地下への浸透は、揚水によりさらに促進される。浸透の割合は沖積層の半透水性の状態に依存される。沖積層の半透水性層は、湖の底と下位の地下水位との間が不飽和の状態であることから、地下水の低下に対する防止の状況を指し示している。しかしながら、湖の流入量に対する地下浸透の割合は、揚水計画にしたがい、徐々に0.2から0.6に変化すると堆定される。湖の流出量の割合は、0.4から0.8の範囲になる。したがって、バガゲン湖の水は、もし半透水性層の機能が十分に果たすこと、半透水性層のダメージによる大量の漏水および上部地下水の揚水が人工的に生じないこと、および湖の流入量に変化しないことがある場合には0.6の割合の状態が保存されるだろう。

もし上記の水文的状況が妨げられるとしたら、バガゲン湖は湖の消失および湖に係る生態系の破壊という最悪の状況に出会うだろう。

④ 採掘完了後

採掘後の埋戻しは、採掘中および採掘および揚水の終了後に行われる。地下水は当初の状態に急速に戻る。もし埋戻しが実施されなければ、採掘跡に巨大な人工湖が出現することになる。また、バガゲン湖の水も急速に戻るであろう。

(3) 土壌

約21km² (2,100ha) の面積が鉱山活動により地形改変される。土壌の厚さは平均25cmである。

現在の地形改変（採掘）域は7.5km²に達する。再植生用の表層土壌の現在の量は30,000m³のみであり、スポイルの総量に対する表層土壌の割合は1.6%である。鉱山区域全体の再植生のための表層土壌は、沖積土壌を除外して1,750,000tonと単純計算されるが、慎重な表層の剥土により約350,000m³(20%)の表層土壌が獲得でき、この量は現在ストックされている表層土壌の2倍に相当する。しかし、再植生に必要な表層土壌の量は、少なくとも378,000m³と考えられる。

再植生用の土壌の不足は鉱山区域の南西部の小丘から得られる。多量の土壌が斜面の下部に堆積している。この場合、土壌の採取に先立って詳細な調査および土壌採取後の法面保護、および再植生を実施する必要がある。

(4) 動・植物

鉱山活動による地形の改変に伴う植生の消失は約2,100haに及ぶ。採炭終了後、採掘跡の埋戻しおよび再植生が、自然環境の保全のために実施するべきである。

草本の再植生には、多くの種子を含有している表層土壌および丘陵地からの客土を利用すべきである。したがって、剥土の前に表層土壌を保存することは重要である。

石炭生産の拡大は、バガゲン湖の近くでの大量揚水あるいは湖での採掘により、湖の消失というリスクを包有している。バガゲン湖の消失あるいは湖水の減少は、たとえ石炭採掘終了後に湖の形は戻ったとしても、湖の周辺の動・植物を含む生態系の消失と一致する。

(5) 景観

採掘場は元の地形に復元すべきである。また、ずり堆積場は法面の浸食防止、崩壊、排水処理ばかりでなく、景観もまた必要である。

バガゲン湖は、景観および地域内の宗教的な塚と共に天然景勝地としても重要である。

6.6 環境保全対策

各環境項目についての検討結果に基づいた環境保全対策を表6.19に概略的に示す。

表 6.19 環境保全対策

Items	: Causes and Influences	: Countermeasures
1. Air quality	: Dust by transportation of coal and topsoil	: Sprinkling water by watering trucks
2. Water quality	: Precipitation of Fe by drainage of groundwater	: Water treatment by extraction of Fe
3. Land	: Alteration of land shape by open pit mining and waste dumping	: Reclamation by reusing of spoils and reform of slope of embankment
4. Water	: Bank erosion by increased drainage of groundwater water pumped - Drawdown of water level of Baganuur Lake	: Bank protection of rivers Drawing water to Baganuur Lake from Hutsaa River
5. Soil	: Stripping of topsoil by open pit mining	: Piling of topsoil and reuse of topsoil for replantation
6. Fauna/flora	: Stripping of vegetation by open pit mining and waste dumping	: Replantations at reclaimed and waste dump areas using piled topsoil
7. Landscape	: Alteration of land shape by open pit mining and waste dumping	: Reclamation and replantation
8. Wastes	: Occurrence of wastes and waste dump areas	: Reusing for reclamation at mined out areas, reform of slope of embankment and replantation of surface of wastes
9. Natural monument	: Extinction of Baga Gun Lake by pumping groundwater	: Drawing water to Baganuur Lake from Hutsaa River

6.6.1 生活環境

(1) 大気質（粉塵）

粉塵は主に石炭、土壌およびずりの運搬で鉱山道路から発生する。散水用に散水車（40t）を鉱山拡大の計画にしたがって準備する必要がある。

(2) 水質（地下水の排水）

鉱山区域の地下水は多くの溶存鉄（ Fe^{2+} ）を含有していることから、ヘルレン川に排水する前に脱鉄処理をする必要がある。揚水量は水処理量と共に約 17,000 m^3 /日に増加し、この量は現在の6倍である。

6.6.2 自然環境

(1) 地象

1) 採掘場

ずりの全採掘および堆積量は約6,500,000 m^3 と算出されている。ずりは採掘跡地の埋戻しに使用および建設用材料等に再利用される。復土域の法面は、法面勾配が1:2.0、盛土の高さを最大15m、高さ5m毎に1m幅の小段および法面保護を施すことが望ましい。

2) ずり堆積場

ずり堆積場の法面は安定に保ち、また浸食を防止すべきである。ずりの法面は法面勾配が1:2.0、盛土の高さを最大15m、高さ5m毎に1m幅の小段および法面保護を施すことが望ましい（図6.10）。整形するずりの大きさは暫定的に幅300m x 1,650m、高さ15mと算出され、最終的なずりの量は6,500,000 m^3 である。

(2) 水象

1) 地下水の排水

180,000 m^3 /日の大量な地下水のヘルレン川およびその支流への排水は、河岸の浸食を招く可能性があり、揚水計画およびモニタリング結果に沿った護岸および橋梁の再建設を含む対策を検討する必要がある。

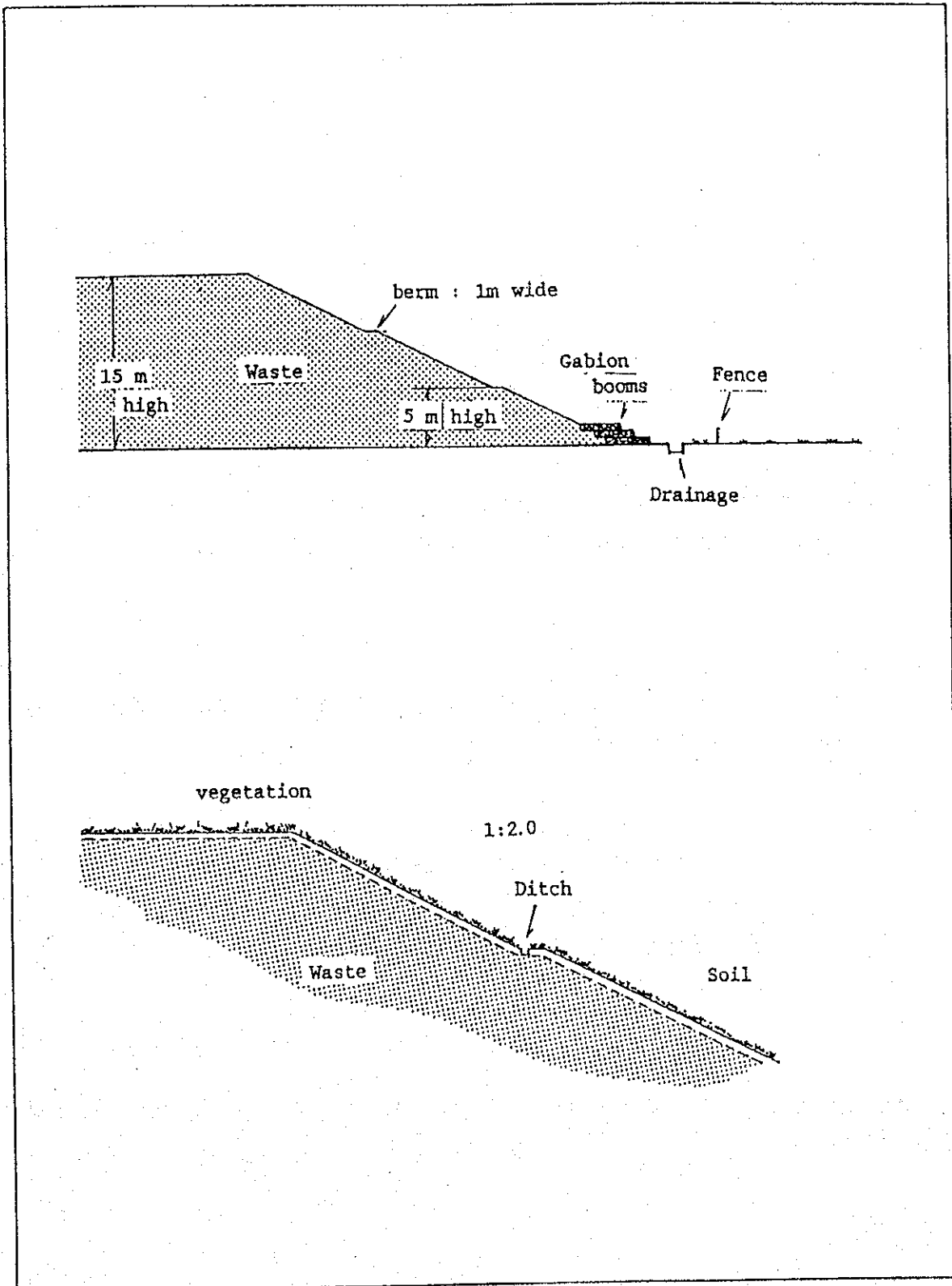


図 6.10 ずり堆積における法面

2) バガゲン湖の水位低下

地下水の大量の揚水は地下水およびバガゲン湖を含む表流水の水位を低下させる。バガヌール湖の水位低下に対する対策の4つの方法を下記に示す(図6.11)。湖の流入量を増加させる方法が最も現実的な対策と考えられる。

①流入量の増加

湖の流出量は流入量に対して0.4~0.8の割合で減少するだろう。流出量の減少は、フツツァ川から供給される河川水を注ぎ補てんさせることができる(図6.10)。水の供給量は地下に浸透する量と一致する。

フツツァ川の水質はフジルタイ川およびバガゲン湖とほとんど同質と堆定される。したがって、バガゲン湖を含む生態系は保存されるであろう。

②採掘深度の制限

揚水量の減少は地下水および湖の水位低下を制限するのに役立つ。図6.11の②に示す通り、採掘深度を深度-70mに制限した場合、現在の地表の水文状況は湖が消失せずに保全される。

③採掘区域の制限

採掘区域が図6.11の③に示す通り、湖から1,000mの距離までに制限される場合、流出量の減少する率が0.2~0.4に小さくなる。

④遮水壁

図6.11の④に示す通り、地下の適当な深さに難透水層が存在する条件の下における遮水壁工法は、大量の揚水による水位低下を防止するのに大いに効果的である。しかし、当区域には適当な難透水層がないことから、地下での遮水は不可能である。

(3) 土壌

表層土壌は法面保護および草本の再植生に重要であり(図6.10)、剥土前に表層土壌のみを保存する必要がある。

(4) 動・植物

採掘跡の埋戻しおよびずり堆積場の整形の後、法面保護、粉塵飛散防止、景観の保全と同様に生態的に植生を戻すことが必要である。保存された表層土壌は、草本の種子植付けによる再

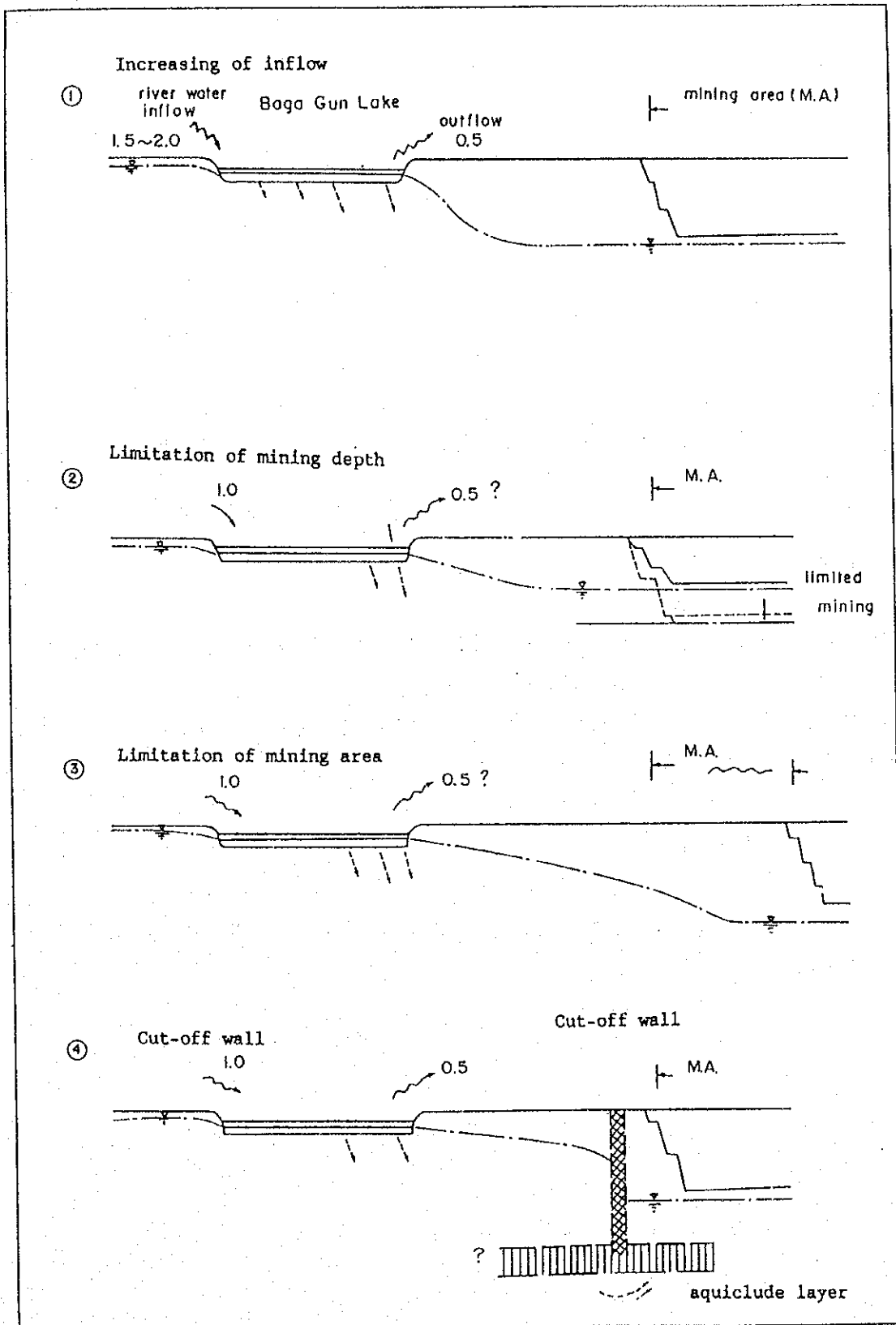


図 6.11 バガゲン湖の対策

植生にとって有効である（図6.10）。

(5) 景観

採掘跡の埋戻しおよびずり堆積場の整形の後、景観上、草本の種子植付けによる再植生が必要である。

6.6.3 社会環境

(1) 廃棄物

ずり堆積場は安定、法面保護、排水設備を保持するため、草本による再植生と共に整形を行うべきである。

(2) 天然記念物

バガゲン湖は前述の通り、鉦山区域での大量の揚水による影響がある。バガゲン湖の消失はバガヌール地域周辺に住む住民にとって重要といわれている。

湖の所有権がはっきりしていないことから、この問題に係る住民、コミュニティ、会社等での話し合いを持つことが必要である。

6.7 モニタリング計画

モニタリングは、環境状況を把握すること、および環境の保全を検討するために必要である。表6.20にモニタリングの内容を示す。

表 6.20 モニタリング計画

Items	Influences	Monitoring
1. Air quality :- Dust		: SPM, dust-fall : Plantsite, minesite, townsite
2. Water quality	:- Drainage of sewage and groundwater - Seepage at pits and dump areas	: Main components * ¹ : Drainage point. Kherlen R., etc. : Main components * ¹ : Around minesite
3. Water	:- Drainage of ground-water pumped - Drawdown of water of Baga Gun Lake	: Outflow, etc. : Observation : Inflow, outflow : Observation

*1 : Component of analysis : pH, electric conductivity, chemical oxigen demand, suspended solid, total N, Fe, Mn, Cl, Na, K, Ca, Mg, HCO₃, SO₄

6.7.1 生活環境

(1) 大気質

大気質のモニタリングは煤煙と粉塵を対象とする。分析の内容は浮遊粒子状物質（SPM）および降下煤塵である。モニタリング地点は工場区域、鉱山区域およびバガヌール市街地である。

(2) 水質

地下水、下水、採掘場およびずり堆積場からの浸出水の水質の内容は、pH、電気伝導度、化学的酸素要求量（COD）、浮遊性物質（SS）、全窒素、Fe、Mn、Cl、Na、K、Ca、Mg、HCO₃およびSO₄からなる。モニタリング地点は地下水および下水の排水地点、ヘルレン川、鉱山区域およびずり堆積場である。

6.7.2 自然環境

(1) 水象

既存の河川への地下水の排水について、河川の状況視察を行う必要がある。バガグン湖の水位低下については、地質的および水文的調査を行い、さらにこの周辺のモニタリングとして環境の監視を行う必要がある。

6.8 環境調査

鉱山区域の環境状況を把握するため、および環境保全のための対策を計画するため、詳細な環境調査を行うことが必要である。環境調査の内容を表6.21に示す。

表 6.21 環境調査

Items	Components	Location
1. Air quality	: SOx, NOx, SPM, dust-fall	: Plantsite, townsite, mining are and its cercumstance
2. Water quality	: Chemical & physical analyses; components * ¹	: Rivers, lake, mining area and its cercumstance, Baganuur Lake
3. Water	: Hydrological investigation (Water balance, pumping teat, drilling survey)	: Baganuur Lake, rivers
4. Soil	: Soil investigation (Soil section, chemical analysis; components * ²)	: Mining area and its cercumstance, plantsite, townsite
5. Fauna/flora	: Fauna & flora investigation	: Mining area and its cercumstance, Baga Gun Lake

*1 : Components : pH, electric conductivity, chemical oxigen demand, suspended solid, total N, Fe, Mn, Cl, Na, K, Ca, Mg, HCO₃, SO₄

*2 : Components : Pb, Ni, Cu, Mo, Mn, Sn, V, Cr, Cd, Cyanide, Organic P, As, Hg

6.9 積算

環境関連の費用は、表6.21に示す通り、環境調査、環境保全対策およびモニタリング作業からなる。環境調査を含まない環境保全の費用は、全採掘量の10tg./BCMに相当する。

石炭採掘後の復土およびモニタリング作業を含む環境保全の追加分の費用は、含まれている。

表 6.22 環境保全の費用

(10-6 19.)

Environments Items	Components	Rate (%)	Year																								Total				
			-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24	25		
1. Air quality	Dust	5	1996	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
			8.7	8.7	12.1	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
2. Water quality	Water treatment Recirculation	20	-	34.0	34.0	48.4	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	
			-	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8
3. Land	Drainage	10	-	17.3	17.3	24.2	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	
			-	17.3	17.3	24.2	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9
4. Water	Stockpile	10	-	5.2	5.2	7.3	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	
			-	5.2	5.2	7.3	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
5. Soil	Planting	3	-	13.8	13.8	19.3	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	
			-	13.8	13.8	19.3	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
6. Flora	Conservation	0.5	-	5.2	5.2	7.3	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	
			-	5.2	5.2	7.3	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
7. Sites (in Lake)	Investigation	3	-	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			-	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Monitoring	Environments	1	173.0	173.0	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	
			173.0	173.0	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8
9. Investigation	Environments	1	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	
			9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
10. Total	Total	100	80.0	173.0	173.0	241.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	
			80.0	173.0	173.0	241.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9	288.9

-1 : For one year after mined out.
 -2 : For five years after mined out.
 -3 : For ten years after mined out.
 -4 : 10 kg. per BCM of total excavation in case of 6.
 -5 : 10 kg. per BCM of total excavation in case of 8.

6.10 結論および所見

6.10.1 結論

バガヌール炭鉱の環境調査は、大気質、水質、土壌汚染、騒音・振動、地象、水象、土壌、動・植物および景観の9項目について実施した。

①すべての環境面から判断して、6百万ト/年に増産するため、リノベーションにおいていかなる制限も認められない。主な影響は、地下水の排水による水質およびバガグン湖の水位低下からなる。小規模な影響は大気質、地象、動・植物および景観である。

②上記問題点の解決策として、地下水排水の既存の水理設備の増設とフツツァ川の流れをバガグン湖へ流れ込むように変えることを提案する。

6.10.2 所見

石炭採掘中および採掘終了後の地域の環境保全のための環境保全対策およびモニタリング計画が提言される。

さらに、環境影響評価を含む水質、地象、水象および動・植物のより詳細な調査が、鉱山区域で実施されることが提言される。

7 設備費と操業費

7.1 更新スケジュール

4章で述べたように、増産の方法はショベル／トラックシステム方式が選定された。コスト指数の比較において既存の、鉄道方式はショベル／トラックと比較して非経済的であるとの結論が示された。最も経済的なリノベーション計画を選定するため、既存機器について3種類の更新計画が準備された。

Case 1は、23年間のプロジェクト期間中、鉄道方式を継続使用する案である。表7.1に更新スケジュールを示す。

Case 2は、1998年から鉄道システムをショベル／トラックシステムに切り替える案である。この場合、鉄道システムは、その寿命を残したまま廃止されることとなる。2台のディーゼル機関車は、石炭積み込み箇所での貨車操車用に用いられる。数台のショベルは他の箇所で使用される。更新スケジュールを表7.2に示す。

Case 3は、鉄道システムの更新時期となる2002年に鉄道システムを廃止する案である。この場合、鉄道システム改善のため1998年に3台のフロントエンドローダーが導入される。2002年から2005年にかけて、フロントエンドローダーはトラックへの積み込みに利用される。3台のフロントエンドローダーの更新として、2004年に電動ショベルを投入する。この更新計画を表7.3に示す。

後方支援機器と設備に関する更新は、表4.7に示される年次に行われる。後方支援機器の更新はそれぞれの機器の寿命に従って行われる。

7.2 機器価格と部品コスト

リノベーションにおける設備費と総業費を見積り評価するために、将来のコストデータは現状のコストデータおよび変換率を基に予想した。表7.4に、本調査で用いられるモンゴルにおける現在の価格とコストに関する概念を示す。表7.4において、CIF山元価格は財務コストであり、鉱産税等を除き1.0000で示され、国境価格・税金・国内輸送費が含まれる。税前の山元価格は変換率を示し、財務コストにその変換率をかけることにより、山元の経済コストへ減額することが出来る。

初期投資および更新に係わる費用は設備費に含まれる。部品代、燃料費、潤滑油代、電気代、火工品、労務費等は操業費に含まれる。

既存設備に係わる資本費・操業費の算出に当たり、資産の再評価および将来の機器の価格予想が行われた。現在の価格レベルはまだ低い状態にあるが、将来は国際市場価格に近づくものと予想される。

将来の機器価格の予想から、鉄道システムの継続案、鉄道廃止案の両方に関し将来の部品代を想定した。

Case 1（鉄道システム）に関する現状の機器価格と部品コスト予想を表3.15に示す。1998年の機器価格と部品コスト予想を表7.5に示す。

Case 2, 3（鉄道廃止）に関する現状の機器価格と部品コスト予想を表7.6に示す。1998年の機器価格と部品コスト予想を表7.7に示す。

7.3 設備費と操業費

7.3.1 設備費

7.1節で述べた更新計画と7.2節の機器価格から、3つのCaseに関する更新設備費が準備された。プロジェクト期間である23年間のCase 1の投資計画を表7.8に、Case 2およびCase 3の投資計画を表7.9および表7.10に示す。拡張に伴う追加機器に関する投資計画を表7.11に示す。

7.3.2 操業費

表7.12に火工品、消耗品、ディーゼル油および電力（基礎データ）等の現状の操業費を示す。従業員の給与に関する変化も分析され付属資料8に示す。

既存の鉄道システムに係わる部品コストを予想し、表3.8と表7.6に示す。

追加採掘機器の操業コスト算出に必要な人員・部品コスト・電力消費量・燃料消費量等の予想が行われた。表7.13は、鉄道システムを継続した場合の主要採掘機器に対する基礎データを示す。この場合、3台のフロントエンドローダー、3台の電動ショベル、27台の80トンドンプトラックに関する基礎データが示される。表7.14は、鉄道廃止の場合の主要採掘機器に対する基礎データを示す。この場合、フロントエンドローダーは計上されていないが、5台の電動ショベルおよび45台の80トンドンプトラックに関する基礎データが示される。

将来の燃料費・電力費・労務費等の操業費も、表7.15に示す通り予想された。予想は主に、表7.12に示される炭鉱が準備した1995年の生産計画に基づく。表中のM&E等は、総処理量（石炭を含む）あたり10Tgが計上され、枕木等に関しては、石炭を含む総処理量あたり10Tgが増産のシナリオの中から削除された。能率給のシステムが導入されているので、給与および賃金の変化は、付属資料8に示される感度分析の計算式に適応される。この中には労働者数の変化も見込まれる。鉄道廃止のシナリオにおいては、現状鉄道システムに従事している411名は解雇されることとなり、新規導入されるショベル&トラックの運転手、あるいは採掘技師、事務員、非熟練労働者が、計115名雇用されることになる。

後方支援機器に関する操業費予想のため、労働者数・部品消費・燃料消費量・電力消費量等の基礎データが予想された。表7.16は、現有システム改善のための操業費予想のための基礎データを示す。表7.17は、拡張に伴う追加機器の操業費予想の基礎データを示す。

これらのデータを基に、各シナリオ毎の操業費の比較を表7.18に示す。

7.4 外貨および内貨費用

7.4.1 外貨費用

経済性評価の対象となる23年間にわたり、設備費および操業費が機器投資計画に基づき算出された。23年の期間は経済分析のための推定にすぎない。23年間の設備費および操業費に関わる外貨費用は3つのCaseに関し示される。これらの投資額は、既存設備と追加投資設備の2つに分けて積み上げられた。

表7.19は、鉄道システム維持の場合の外貨費用を示す。表7.20に、1998年から鉄道システムを廃止した場合の外貨費用を示す。表7.21は、2002年から鉄道システムを廃止した場合の外貨費用を示す。

最初の3年間に機器購入に必要な外貨は130百万US\$であり、操業に必要な外貨は65百万US\$である。

7.4.2 内貨費用

必要な現地通貨は主に労務費と電力費である。3つのCaseに関する内貨部分は、それぞれ表に示される。表7.22は鉄道システム維持の場合の内貨部分を示す。表7.23は、1998年から鉄道システムを廃止する場合の内貨部分を示す。表7.24は、2002年から鉄道システムを廃止する場合の内貨部分を示す。

表 7.1 主要機器更新スケジュール (Case1 鉄道システム維持)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Coal production (million ton)	3.3	3.5	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
Overburden removal (million BCM)	9.0	13.1	14.2	14.2	19.0	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	
Existing equipment	Life	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Dragline 20/90	15				1															1						
Dragline 15/90	15				1																					
Dragline 10/70	2																									
Dragline 13/50	3																									
Shovel EKG-8u	4																									
Shovel EKG-5A	5					1																				
Shovel EKG-4y	2																									
Shovel EKG-4.6b	4				2																					
E.Locomotive	10																									
D.Locomotive	5																									
Wagon	106		28	25	39	12		2	2	28	25	39	12		2			28	25	39	12		2		2	1
Drill CBR 160	8		1		1	1	1	1	1																	
Drill CBR 2#	2																									
Bulldozer DET-250	6				2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Bulldozer DE-110	4				4	4																				
Bulldozer D-155	6				3	3									3	3										
D/T Belaz 548	19		5	6	2	3	3	5	6	2	3	3	5	6	2	3	3	5	6	2	3	3	3	3	3	5
D/T HD-325	20					20							20													
Scraper	2																									
Grader	2																									
Reinforce Railway system	unit	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
FEL 10 m3	3																									
	8																									

表 7.2 主要機器更新スケジュール (Case2 鉄道システム廃止 : 1998年)

Equipment	Unit		Year												Total												
	1997	1998	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Coal production (million ton)	3.3	3.5	9.0	13.1	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Overburden removal (million BOM)	9.0	13.1	14.2	14.2	14.2	14.2	19.0	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
Existing equipment	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
Dragline 20/90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dragline 15/90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dragline 10/70	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dragline 13/50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shovel EKG-8u	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
Shovel EKG-5A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Shovel EKG-4y	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
Shovel EKG-4, 6b	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
E.Locomotive	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
D.Locomotive	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5
Wagon	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186	0	186
Drill CBR 160	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Drill CBR 2M	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bulldozer DET-250	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Bulldozer DE-110	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Bulldozer D-155	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
D/T Belaz 548	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
D/T HD-325	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Scraper	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Grader	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Instead of Railway system	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEL 10 m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 m ³ shovel	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Dump truck 80 ton	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0

表 7.3 主要機器更新スケジュール (Case3 鉄道システム廃止 : 2002年)

Coal production Overburden removal	(million ton) (million BCM)	Life																								
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Existing equipment	Unit	15																								
Dragline 20/90	-2001	1																								
Dragline 15/90	2002-	1																								
Dragline 10/70	1	15																								
Dragline 13/50	2	15																								
	3	15																								
Shovel EKG-8u	4	3	15																							
Shovel EKG-5A	5	5	15																							
Shovel EKG-4y	2	0	15																							
Shovel EKG-4.6b	4	3	15																							
E.Locomotive	10	0	15																							
D.Locomotive	5	2	15																							
Wagon	106	0	8																							
Drill CBR 160	8	8	8																							
Drill CBR 2M	2	2	8																							
Bulldozer DET-250	6	6	6																							
Bulldozer DE-110	4	4	6																							
Bulldozer D-155	6	6	8																							
D/T Belaz 548	19	19	6	2	3	3																				
D/T HD-325	20	20	8																							
Scraper	2	2	8																							
Grader	2	2	8																							

Instead of Railway system	Unit	Life																								
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
FEL 10 m3	3	0	8																							
12 m3 shovel	0	2	21																							
Dump truck 80 ton	0	18	8																							

表 7.4 価格とコスト構成

Items	Foreign Currency		Local Currency		CIF Site
	Border Price	Taxes	Other Costs	Without Taxes	Total
Imported Equipment	0.8333 (1.0000)	0.1521 (0.1825)	0.0146 (0.0175)	0.8479 (1.0175)	1.0000 (1.2000)
Imported Parts including explosives	0.7407 (1.00000)	0.1963 (0.2650)	0.0630 (0.0850)	0.8037 (1.0850)	1.0000 (1.3500)
Diesel Oil	0.4726 (1.0000)	0.2578 (0.5455)	0.2696 (0.5703)	0.7422 (1.5703)	1.0000 (2.1158)
Gasoline & Lubricant	0.4611 (1.0000)	0.1653 (0.3585)	0.3736 (0.8102)	0.8347 (1.8102)	1.0000 (2.1687)
Electricity	—	0.0909	0.9091	0.9091	1.0000
M & E Others	—	0.0909	0.9091	0.9091	1.0000
Labor Costs (Salary)	—	0.0700	0.9300	0.9300	1.0000
Royalties & Charges	—	T & R	EC	EC	FC
* After Tax Expenses	—	—	1.0000	1.0000	1.0000

Where,

FC = Royalties and charges for financial cost

Baganuur ——— Revenue $\times 0.03 + **(\text{S\&W}) \times 0.048 + \text{Coal}(t) \times 32.5 + \text{TBCM} \times 1.01 \text{ Tg}$
 Shivee Ovoo ——— Revenue $\times 0.06 + **(\text{S\&W}) \times 0.048 + \text{Coal}(t) \times 27.0 + \text{TBCM} \times 1.01 \text{ Tg}$

EC = Royalties and charges for economic cost

Health insurance, rail car standstill charges, fire fighter & guard, business trip, etc.
 Baganuur ——— $**(\text{S\&W}) \times 0.048 + \text{Coal}(t) \times 32.5 \text{ Tg}$
 Shivee Ovoo ——— $**(\text{S\&W}) \times 0.048 + \text{Coal}(t) \times 27.0 \text{ Tg}$

T&R = Taxes and royalties

Baganuur ——— Revenue $\times 0.03 + \text{TBCM} \times 1.01 \text{ Tg}$
 Shivee Ovoo ——— Revenue $\times 0.06 + \text{TBCM} \times 1.01 \text{ Tg}$

Note: * "After tax expenses" mean the profit distribution procedure in the Mongolian accounting system; however, those are made up of "before tax expenses" and "after tax profits" in the western accounting system. In the analyses, the portion of "before tax expenses" such as bonus, food aid and pension supplement is included in the operating cost.

** (S&W) is short for salary and wage costs.

表 7.5 既存機器の価格と部品コスト(Case1 鉄道システム維持)

as of 1998

Name of the Item	unit	Estimated unit price (1000US\$)	Required Parts (%)	Parts cost (1000 US\$/y)	Current capital (1000US\$)	Life (year)	Replace Capital (1000US\$/y)
Electric locomotive	10	4,368	1.8	786	43,680	15	2,912
Diesel locomotive	5	1,073	12.0	644	5,365	15	358
Wagon	106	81	6.4	547	8,548	8	1,068
D/L 20/90	1	13,440	10.0	1,344	13,440	15	896
D/L 15/90	1	12,320	10.0	1,232	12,320	15	821
D/L 10/70	2	10,080	10.0	2,016	20,160	15	1,344
D/L 13/50	3	7,840	10.0	2,352	23,520	15	1,568
Shovel 8u	4	3,248	10.0	1,299	12,992	15	866
Shovel 4y	2	2,912	10.0	582	5,824	15	388
Shovel 5A	5	1,514	10.0	757	7,571	15	505
Shovel 4.6b	4	1,344	10.0	538	5,376	15	358
Drill 160	8	448	14.0	502	3,584	8	448
Crushing plant	1	4,480	10.0	448	4,480	15	299
Bulldozer DET250, 110	10	320	14.0	448	3,200	6	533
Bulldozer Komatsu	6	400	14.0	336	2,400	8	300
D/T Belaz	19	304	14.0	809	5,776	6	963
D/T Komatsu	20	380	14.0	1,064	7,600	8	950
Grand total (US\$)				15,704	185,836		14,577
Local cost (35%)				5,496			
Local cost (20%)					37,167		2,915
Grand total				21,200	223,003		17,492

Note:

Parts for overhaul and daily maintenance are included.

Percents of required parts for Russian equipment are the same as those of the typical western equipment.

表 7.6 既存機器の価格と部品コスト(Case2 鉄道システム廃止：1998年)現在価格

as of 1994

Name of the Item	unit	Estimated unit price (1000US\$)	Required Parts (%)	Parts cost (1000 US\$/y)	Current capital (1000US\$)	Life (year)	Replace Capital (1000US\$/y)
Electric locomotive	0	1,950	1.4	0	0	15	0
Diesel locomotive	2	479	9.4	90	958	15	64
Wagon	0	36	5.0	0	0	8	0
D/L 20/90	1	6,000	7.8	468	6,000	15	400
D/L 15/90	1	5,500	7.8	429	5,500	15	367
D/L 10/70	2	4,500	7.8	702	9,000	15	600
D/L 13/50	1	3,500	7.8	273	3,500	15	233
Shovel 8u	3	1,450	7.8	339	4,350	15	290
Shovel 4y	0	1,300	7.8	0	0	15	0
Shovel 5A	5	676	7.8	264	3,380	15	225
Shovel 4.6b	3	600	7.8	140	1,800	15	120
Drill 160	8	200	3.0	48	1,600	8	200
Crushing plant	1	2,000	2.5	50	2,000	15	133
Bulldozer DET250, 110	10	90	11.0	99	900	6	150
Bulldozer Komatsu	6	400	14.0	336	2,400	8	300
D/T Belaz	19	80	11.0	167	1,520	6	253
D/T Komatsu	20	380	14.0	1,064	7,600	8	950
Grand total (US\$)				4,469	50,508		4,285
Local cost (35%)				1,564			
Local cost (20%)					10,102		857
Grand total				6,033	60,610		5,142

表 7.7 既存機器の価格と部品コスト(Case3 鉄道システム廃止：2000年)1998年価格

							as of 1998
Name of the Item	unit	Estimated unit price (1000US\$)	Required Parts (%)	Parts cost (1000 US\$/y)	Current capital (1000US\$)	Life (year)	Replace Capital (1000US\$/y)
Electric locomotive	0	4,368	1.8	0	0	15	0
Diesel locomotive	2	1,073	12.0	258	2,146	15	143
Wagon	0	81	6.4	0	0	8	0
D/L 20/90	1	13,440	10.0	1,344	13,440	15	896
D/L 15/90	1	12,320	10.0	1,232	12,320	15	821
D/L 10/70	2	10,080	10.0	2,016	20,160	15	1,344
D/L 13/50	1	7,840	10.0	784	7,840	15	523
Shovel 8u	3	3,248	10.0	974	9,744	15	650
Shovel 4y	0	2,912	10.0	0	0	15	0
Shovel 5A	5	1,514	10.0	757	7,571	15	505
Shovel 4.6b	3	1,344	10.0	403	4,032	15	269
Drill 160	8	448	14.0	502	3,584	8	448
Crushing plant	1	4,480	10.0	448	4,480	15	299
Bulldozer DET250, 110	10	320	14.0	448	3,200	6	533
Bulldozer Komatsu	6	400	14.0	336	2,400	8	300
D/T Belaz	19	304	14.0	809	5,776	6	963
D/T Komatsu	20	380	14.0	1,064	7,600	8	950
Grand total (US\$)				11,375	104,293		8,644
Local cost (35%)				3,981			
Local cost (20%)					20,859		1,729
Grand total				15,356	125,152		10,373

Note:

Parts for overhaul and daily maintenance are included.

Percents of required parts for Russian equipment are the same as those of the typical western equipment.

表 7.9 主要既存機器更新投資スケジュール (Case2 鉄道システム廃止 : 1998年)

EXISTING EQUIPMENT REPLACEMENT

EQUIPMENT	LIFE YRS	PRICE	UNIT:100 (Base Price Basis)																		TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2483	2484	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2499	2500	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2611	2612	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2627	2628	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2676	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2692	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700	2701	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716	2717	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2724	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732	2733	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2740	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748	2749	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2756	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764	2765	2766	2767	2768	2769	2770	2771	2772	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2788	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796	2797	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2804	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2820	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828	2829	2830	2831	2832	2833	2834	2835	2836	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844	2845	2846	2847	2848	2849	2850	2851	2852	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860	2861	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2868	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876	2877	2878	2879	2880	2881	2882	2883	2884	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892	2893	2894	2895	2896	2897	2898	2899	2900	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908	2909	2910	2911	2912	2913	2914	2915	2916	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924	2925	2926	2927	2928	2929	2930	2931	2932	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940	2941	2942	2943	2944	2945	2946	2947	2948	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956	2957	2958	2959	2960	2961	2962	2963	2964	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972	2973	2974	2975	2976	2977	2978	2979	2980	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988	2989	2990	2991	2992	2993	2994	2995	2996	2997	2998	2999	3000	3001	3002	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012	3013	3014	3015	3016	3017	3018	3019	3020	3021	3022	3023	3024	3025	3026	3027	3028	3029	3030	3031	3032	3033	3034	3035	3036	3037	3038	3039	3040	3041	3042	3043	3044	3045	3046	3047	3048	3049	3050	3051	3052	3053	3054	3055	3056	3057	3058	3059	3060	3061	3062	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079	3080	3081	3082	3083	3084	3085	3086	3087	3088	3089	3090	3091	3092	3093	3094	3095	3096	3097	3098	3099	3100	3101	3102	3103	3104	3105	3106	3107	3108	3109	3110	3111	3112	3113	3114	3115	3116	3117	3118	3119	3120	3121	3122	3123	3124	3125	3126	3127	3128	3129	3130	3131	3132	3133	3134	3135	3136	3137	3138	3139	3140	3141	3142	3143	3144	3145	3146	3147	3148	3149	3150	3151	3152	3153	3154	3155	3156	3157	3158	3159	3160	3161	3162	3163	3164	3165	3166	3167	3168	3169	3170	3171	3172	3173	3174	3175	3176	3177	3178	3179	3180	3181	3182	3183	3184	3185	3186	3187	3188	3189	3190	3191	3192	3193	3194	3195	3196	3197	3198	3199	3200	3201	3202	3203	3204	3205	3206	3207	3208	3209	3210	3211	3212	3213	3214	3215	3216	3217	3218	3219	3220	3221	3222	3223	3224	3225	3226	3227	3228	3229	3230	3231	3232	3233	3234	3235	3236	3237	3238	3239	3240	3241	3242	3243	3244	3245	3246	3247	3248	3249	3250	3251	3252	3253	3254	3255	3256	3257	3258	3259	3260	3261	3262	3263	3264	3265	3266	3267	3268	3269	3270	3271	3272	3273	3274	3275	3276	3277	3278	3279	3280	3281	3282	3283	3284	3285	3286	3287	3288	3289	3290	3291	3292	3293	3294	3295	3296	3297	3298	3299	3300	3301	3302	3303	3304	3305	3306	3307	3308	3309	3310	3311	3312	3313	3314	3315	3316	3317	3318	3319	3320	3321	3322	3323	3324	3325	3326	3327	3328	3329	3330	3331	3332	3333	3334	3335	3336	3337	3338	3339	3340	3341

表 7.11 拡張のための追加機器投資スケジュール (探掘機と支援機器)

EXPANSION
Initial Investment & Replacement
Major Equipment

EQUIPMENT	LIFE yrs	PRICE	UNIT: US\$ 10 ³ (Order Price Basis)																							
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL	
SHVEL 12 K3	21	4,009	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,027	
BELL 400 HP	11	524	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,764
CHANCE 254 HP	8	388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388
D/T 80 T	27	780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,330
CUTRICE 40 T	14	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,150
SUM TOTAL OF LIFE 21 yrs			12,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,027
LIFE 8 yrs			33,996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,996
TOTAL			46,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,013

Support Equipment

LIFE (Yrs)	UNIT: US\$ 10 ³ (Order Price Basis)																								
	1999	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL		
2 0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
1 5	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	510
1 0	1,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,313
8	1,977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,977
8	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4,953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,953

Note : 1) Equipment of each life is shown in Table 4.5.

2) This investment and replacement cost are estimated as the following formula : Table 4.5 - Table 3.14

Total

LIFE (Yrs)	UNIT: US\$ 10 ³ (Order Price Basis)																								
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL		
2 1	12,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,027	
2 0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	
1 5	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	510
1 0	1,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,313
8	1,977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,977
8	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	20,262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,262

表 7.12 現状の原単位 (1/2)

	1994 (Budget)	1994 (Expected)	1995 (Planned)	Used in Study
Coal Production (10 ³ t)	3,700	3,260	3,500	
Coal(1.29t/m ³) (10 ³ BCM)	2,868	2,527	2,713	
Overburden (10 ³ BCM)	13,400	9,000	13,100	
TBCM (10 ³ BCM)	16,268	11,527	15,813	
Sub-materials				
explosives (kg/TBCM)	3,040		(estimated)	
(Tg/kg)	0.187		(0.19)	0.19
	207		(210)	210
consumable parts (10 ³ Tg)	254,153.7		(484,926)	
(Tg/TBCM)	15.62		* (30.67)	—
sleeper & others (10 ³ Tg)	136,123.7		(171,682)	
(Tg/TBCM)	8.37		(10.86)	M&E Others
Parts (10 ³ Tg)	721,012	748,458.8	998,356	Not used
(Tg/TBCM)	44.32	64.93	* 63.14	* (108)
Tires (10 ³ Tg)	207,329.6	190,568.4	221,041.4	—
(Tg/TBCM)	12.74	16.53	* 13.98	—
Diesel Oil (t)	5,868.5	4,069.4	5,781.3	
(Tg/kg)	144	144	144	144
(kg/TBCM)	0.3607	0.3530	0.3656	0.3656
Gas & Lub (% of Diesel)	27.1	23.4	23.6	24
Electricity (MWh)	46,161.3	42,991.8	40,000	
(Tg/KWh)	13.2	13.2	13.2	13.2
(KWh/TBCM)	2.838	3.730	2.530	2.530
M&E Others				
heat			459,836	
water			26,942.9	
sleeper & others			171,683.0	
cheap consumables			6,400	
their depreciation			6,800	
improvement in environment and safety for workers			81,382.8	
printing, paper and communication			6,500	
Total (10 ³ Tg)			759,544.7	
(Tg/TBCM)			48.0	48.0
environment conservation costs(Tg/TBCM)			0	10.0
Royalties and Charges				
natural resources			Revenue×0.03	Revenue×0.03
health insurance			S & W×0.048	S & W×0.048
land & auto			15,940.5×10 ³ Tg	1.01Tg×TBCM
rail car standstill charges (10 ³ Tg)			109,470	} 32.5Tg/Coal(t)
fire fighter & gaurd (10 ³ Tg)			456	
business trip, etc. (10 ³ Tg)			2,800	

表 7.12 現状の原単位 (2/2)

	1994 (Budget)	1994 (Expected)	1995 (Planned)	Used in Study
After tax expenses				
1) Cost portion to be treated as "operating cost" (hereafter : Adjusted Operating Costs)				
• renovation in technological and working conditions			53,778	
• employees training			20,800	
• social development fund			235,564	
-- food aid			(34,320)	
-- fuel aid			(11,100)	
-- compensatory salary for disabled miners			(6,552)	
-- pension supplement			(7,552)	
-- bonus			(164,040)	
-- compensation for red ink subsidiary			(24,000) × 1/2	
			Total 310,142	
			0.05 × T *	→ T × 0.05
2) Profit portion not to be treated as "operating cost"				
• dividend			120,000	
• debt repayment			299,473	
• social development fund			163,000	
-- compensation for red ink subsidiaries			(24,000) × 1/2	
-- construction costs of miner's apartment houses			(150,000)	
			Total 581,473	
			0.094 × T *	→ 0

* Note: Plan for 1995 provided by the mine

T = Total Operating Costs without depreciation and payable interest = $6,186,663.6 \times 10^3 T_g$

表 7.13 操業費予測基礎データ (鉄道システム維持)

Manpower						
	Man/unit person	unit	Crew	Total person	Absence Rate	Required person
FEL 10 m3	1	3	4	12	0.83	14
12 m3 shovel	2	3	4	24	0.83	29
Bulldozer 400HP	1	11	4	44	0.83	53
Grader 254HP	1	3	4	12	0.83	14
Dump truck 80 ton	1	27	4	108	0.83	130
Coal truck 40 ton	1	14	4	56	0.83	67
Maintenance				60	0.83	72
Total				316		379

Spare parts						
	Equipment unit price Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$	Parts factor	Parts cost /unit 1000 US\$	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
FEL 10 m3	867	941	0.05	47	3	141
12 m3 shovel	4,009	4,350	0.05	218	3	654
Bulldozer 400HP	524	569	0.05	28	11	308
Grader 254HP	366	397	0.05	20	3	60
Dump truck 80 ton	790	857	0.05	43	27	1,161
Coal truck 40 ton	440	477	0.05	24	14	336
Total						2,680

Consumables							
	Equipment unit price Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$	Consume factor /hour	Operation hour h/year	Parts cost 1000 US\$	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
FEL 10 m3	867	941	0.00001	4,236	40	3	120
12 m3 shovel	4,009	4,350	0.00001	4,236	184	3	552
Bulldozer 400HP	524	569	0.00001	4,236	24	11	264
Grader 254HP	366	397	0.00001	4,236	17	3	51
Dump truck 80 ton	790	857	0.00001	4,236	36	27	972
Coal truck 40 ton	440	477	0.00001	4,236	20	14	280
Total							2,239

Overhaul											
	Equipment unit price Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$	Parts factor /time	Overhaul Interval year	Life time year	Overhaul time /life	Overhaul cost/life 1000 US\$	Overhaul Cost/year 1000 US\$/y	Unit	Overhaul cost/year 1000 US\$/y	
FEL 10 m3	867	941	0.1	2	8	3	282	35.30	3	106	
12 m3 shovel	4,009	4,350	0.1	8	21	2	870	41.40	3	124	
Bulldozer 400HP	524	569	0.1	2	8	3	171	21.40	11	235	
Grader 254HP	366	397	0.1	2	8	3	119	14.90	3	45	
Dump truck 80 ton	790	857	0.1	2	8	3	257	32.10	27	867	
Coal truck 40 ton	440	477	0.1	2	8	3	143	17.90	14	251	
Total							163.00			1,628	

Tyre								
	Tyre unit price Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$	Number of tyre pcs	Life hour	Operation hour h/year	Consume /year pcs	Unit	Tyre cost 1000 US\$/y
FEL 10 m3	10.8	11.7	4	4,000	4,236	4.2	3	147
Grader 254HP	1.4	1.5	6	4,000	4,236	6.4	3	29
Dump truck 80 ton	6.3	6.8	6	4,000	4,236	6.4	27	1,175
Coal truck 40 ton	6.8	7.4	6	4,000	4,236	6.4	14	663
Total								2,014

Fuel and lubricant						
	Diesel HP	Load factor	Operation hour h/year	consum 1000 l/y	unit	Total Fuel 1000 l/y
FEL 10 m3	936	0.11	4,236	433	3	1,299
Bulldozer 400HP	400	0.15	4,236	254	11	2,794
Grader 254HP	254	0.11	4,236	118	3	354
Dump truck 80 ton	690	0.06	4,236	175	27	4,725
Coal truck 40 ton	385	0.06	4,236	98	14	1,372
Total						10,544

Electricity						
	Power kW	Load factor	Operation hour h/year	kWh/unit 1000 kWh	unit	kWh/year 1000 kWh/y
12 m3 shovel	1900	0.6	4,236	4,829	3	14,487

表 7.14 操業費予測基礎データ (鉄道システム廃止)

Manpower						
	Man/unit person	uni	Crew	Total person	Absence Rate	Required person
FEL 10 m3	1	0	4	0	0.83	0
12 m3 shovel	2	5	4	40	0.83	48
Bulldozer 400HP	1	11	4	44	0.83	53
Grader 254HP	1	3	4	12	0.83	14
Dump truck 80 ton	1	45	4	180	0.83	217
Coal truck 40 ton	1	14	4	56	0.83	67
Maintenance				60	0.83	72
Total				382		471

Spare parts						
	Equipment Border price 1000 US\$	unit price CIF Site w/o tax 1000 US\$	Parts factor	Parts cost /unit 1000 US\$	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
FEL 10 m3	867	941	0.05	47	0	0
12 m3 shovel	4,009	4,350	0.05	218	5	1,040
Bulldozer 400HP	524	569	0.05	28	11	308
Grader 254HP	366	397	0.05	20	3	60
Dump truck 80 ton	790	857	0.05	43	45	1,935
Coal truck 40 ton	440	477	0.05	24	14	336
Total						3,729

Consumables							
	Equipment Border price 1000 US\$	unit price CIF Site w/o tax 1000 US\$	Consump factor /hour	Operation hour h/year	Parts cost 1000 US\$	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
FEL 10 m3	867	941	0.00001	4,236	40	0	0
12 m3 shovel	4,009	4,350	0.00001	4,236	184	5	920
Bulldozer 400HP	524	569	0.00001	4,236	24	11	264
Grader 254HP	366	397	0.00001	4,236	17	3	51
Dump truck 80 ton	790	857	0.00001	4,236	36	45	1,620
Coal truck 40 ton	440	477	0.00001	4,236	20	14	280
Total							3,135

Overhaul										
	Equipment Border price 1000 US\$	unit price CIF Site w/o tax 1000 US\$	Parts factor /time	Overhaul interval year	Life time year	Overhaul time /life	Overhaul cost/life 1000 US\$	Overhaul Cost 1000 US\$/y	Unit	Overhaul cost 1000 US\$/y
FEL 10 m3	867	941	0.1	2	8	3	282	35.3	0	0
12 m3 shovel	4,009	4,350	0.1	8	21	2	870	41.4	5	207
Bulldozer 400HP	524	569	0.1	2	8	3	171	21.4	11	235
Grader 254HP	366	397	0.1	2	8	3	119	14.9	3	45
Dump truck 80 ton	790	857	0.1	2	8	3	257	32.1	45	1,445
Coal truck 40 ton	440	477	0.1	2	8	3	143	17.9	14	251
Total										2,182

Tyre								
	Tyre unit price Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$	No. of tyre pcs	Life hour	Operation hour h/year	Consump /year	Unit	Tyre cost 1000 US\$/y
FEL 10 m3	10.80	11.70	4	4,000	4,236	4.20	0	0
Grader 254HP	1.40	1.50	6	4,000	4,236	6.40	3	29
Dump truck 80 ton	6.30	6.80	6	4,000	4,236	6.40	45	1,958
Coal truck 40 ton	6.80	7.40	6	4,000	4,236	6.40	14	663
Total								2,650

Fuel and Lubricant						
	Diesel HP	Load factor	Operation hour h/year	consump 1000 l/y	unit	Total Fuel 1000 l/y
FEL 10 m3	930	0.1	4,236	433	0	0
Bulldozer 400HP	400	0.2	4,236	254	11	2,794
Grader 254HP	254	0.1	4,236	118	3	354
Dump truck 80 ton	690	0.1	4,236	175	45	7,875
Coal truck 40 ton	385	0.1	4,236	98	14	1,372
Total						12,395

Electricity						
	Power kW	Load factor	Operation hour h/year	kWh/unit 1000 kWh	unit	kWh/year 1000 kWh/y
12 m3 shovel	1,999	0.6	4,236	4,829	5	24,145

表 7.15 改善計画で用いる原単位

Coal density	1.29
TBCM	Total Excavation (BCM) = Overburden removal + Coal ÷ Coal density (BCM)
Diesel oil	@144 Tg/kg
Gas & Lub	Diesel oil × 0.24 (Gas:Lub = 20:80)
Electricity	@13.2 Tg/kWh (1994) @24.53 Tg/kWh (1999)
Escalation from 1994 to 1999: ER = 0.1319434	
Explosives	0.19 kg/TBCM @210 Tg/kg
M & E Others	Part of Sub-material, heat, water, printing & paper, cheap consumables and their depreciation, costs for improvement in working environment and workers' safety, communication, etc.
Plus Environment	Existing 48.0 Tg/TBCM Expansion 38.0 Tg/TBCM 10.0 Tg/TBCM 10.0 Tg/TBCM Total 58.0 Tg/TBCM Total 48.0 Tg/TBCM
Salaries & Wages(S&W)	(Standard Number of Workers) × 860 × 10 ³ Tg/y × (Variance Factor)
Engineers	(") × 385 × 10 ³ Tg/y × (")
Adm. Clerks	(") × 585 × 10 ³ Tg/y × (")
Skilled	(") × 267 × 10 ³ Tg/y × (")
Unskilled	(") × 267 × 10 ³ Tg/y × (")
Social insurance	(S&W) × 0.16
Royalties & Charges	Natural resources, land, health insurance, automobile property taxes, rail car standstill charges, fire fighter & guard, business trip, etc. Revenue × 0.03 + (S&W) × 0.048 + Coal(t) × 32.5 Tg + TBCM × 1.01 Tg
Adjusted Operating Costs	Operating cost included in "After Tax Expenses". A × 0.05 A = Total operating costs - payable interest - depreciation

表 7.16 操業費予測基礎データ (改善のための支援機器)

Manpower: to be supplied from the existing manpower

Spare parts

	Equipment unit price		Parts factor	Parts cost /unit 1000 US\$/y	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$				
Dozer shovel 250 HP	306	332	0.05	17	4	68
Bulldozer 400 HP	524	569	0.05	28	1	28
Bulldozer 200 HP	306	332	0.05	17	1	17
FEL 5 m3	408	443	0.05	22	2	44
Drill rig	459	498	0.05	25	2	50
Water truck	102	111	0.05	6	2	12
Service truck	51	55	0.05	3	5	15
Power distribution	167	181	0.05	9	2	18
Crushing plant	595	646	0.05	32	2	64
Subtotal						316
Others (15%)						47
Total						363

Consumables

	Equipment unit price		Consume factor /hour	Operation hour h/year	Parts cost 1000 US\$/y	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$					
Dozer shovel 250 HP	306	332	0.00001	4236	14	4	56
Bulldozer 400 HP	524	569	0.00001	4236	24	1	24
Bulldozer 200 HP	306	332	0.00001	4236	14	1	14
FEL 5 m3	408	443	0.00001	4236	19	2	38
Drill rig	459	498	0.00001	2824	14	2	28
Water truck	102	111	0.00001	4236	5	2	10
Service truck	51	55	0.00001	4236	2	5	10
Power distribution	167	181	0.00001	4236	8	2	16
Crushing plant	595	646	0.00001	4236	27	2	54
Subtotal							250
Others (15%)							38
Total							288

Overhaul

	Equipment unit price		Parts factor /time	Overhaul Interval year	Life time year	Overhaul time /life	Overhaul cost/life 1000 US\$	Overhaul Cost/year 1000 US\$	Unit	Overhaul cost/year 1000 US\$
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$								
Dozer shovel 250 HP	306	332	0.1	2	8	3	100	12.5	4	50
Bulldozer 400 HP	524	569	0.1	2	8	3	171	21.4	1	21.4
Bulldozer 200 HP	306	332	0.1	2	8	3	100	12.5	1	12.5
FEL 5 m3	408	443	0.1	2	8	3	133	16.6	2	33.2
Drill rig	459	498	0.1	2	8	3	149	18.6	2	37.2
Water truck	102	111	0.1	2	8	3	33	4.1	2	8.2
Service truck	51	55	0.1	2	8	3	17	2.1	5	10.5
Power distribution	167	181	0.1	8	15	1	18	1.2	2	2.4
Crushing plant	595	646	0.1	5	20	3	194	9.7	2	19.4
Subtotal										194.8
Others (15%)										29
Total										223.8

Tyre

	Tyre unit price		No. of tyre pcs	Life hour	Operation hour h/year	Consume /year pcs	Unit	Tyre cost /year 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$						
FEL 5 m3	4.3	4.7	4	4000	4236	4.2	2	39
Water truck	1.4	1.5	6	4000	4236	6.4	2	19
Service truck	0.9	1	6	4000	4236	6.4	5	32
Total								90

Fuel and Lubricant

	Power HP	Load factor	Operation hour h/year	Fuel consum 1000 ltr/y	unit.	Total Fuel 1000 ltr/y
Bulldozer 400 HP	400	0.15	4,236	254	1	254
Bulldozer 200 HP	200	0.15	4,236	127	1	127
FEL 5 m3	380	0.11	4,236	177	2	354
Water truck	400	0.06	4,236	102	2	204
Service truck	100	0.06	4,236	25	5	125
Total						1,528

Electricity

	Power kW	Load factor	Operation hour h/year	consum 1000 kWh/y	unit	consum 1000 kWh/y
Crushing Plant	500	0.60	4,236	1,271	2	2,542
Total						2,796

表 7.17 操業費予測基礎データ (拡張のための支援機器)

Manpower: to be supplied from the existing manpower

Spare parts

	Equipment unit price		Parts factor	Parts cost /unit 1000 US\$/y	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$				
Dozer shovel 250 HP	306	332	0.05	17	7	119
Bulldozer 400 HP	524	569	0.05	28	2	56
Bulldozer 200 HP	306	332	0.05	17	2	34
FEL 5 m3	408	443	0.05	22	2	44
Drill rig	459	498	0.05	25	2	50
Water truck	102	111	0.05	6	3	18
Service truck	51	55	0.05	3	10	30
Power distribution	167	181	0.05	9	4	36
Crushing plant	1,190	1,291	0.05	65	2	130
Subtotal						517
Others (15%)						78
Total						595

Consumables

	Equipment unit price		Consume factor /hour	Operation hour h/year	Parts cost 1000 US\$/y	Unit	Parts cost total 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$					
Dozer shovel 250 HP	306	332	0.00001	4,236	14	7	98
Bulldozer 400 HP	524	569	0.00001	4,236	24	2	48
Bulldozer 200 HP	306	332	0.00001	4,236	14	2	28
FEL 5 m3	408	443	0.00001	4,236	19	2	38
Drill rig	459	498	0.00001	2,824	14	2	28
Water truck	102	111	0.00001	4,236	5	3	15
Service truck	51	55	0.00001	4,236	2	10	20
Power distribution	167	181	0.00001	4,236	8	4	32
Crushing plant	1,190	1,291	0.00001	4,236	55	2	110
Subtotal							417
Others (15%)							63
Total							480

Overhaul

	Equipment unit price		Parts factor /time	Overhaul interval year	Life time year	Overhaul time /life	Overhaul cost/life 1000 US\$	Overhaul cost 1000 US\$/y	Unit	Overhaul cost 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$								
Dozer shovel 250 HP	306	332	0.1	2	8	3	100	13	7	88
Bulldozer 400 HP	524	569	0.1	2	8	3	171	21	2	43
Bulldozer 200 HP	306	332	0.1	2	8	3	100	13	2	25
FEL 5 m3	408	443	0.1	2	8	3	133	17	2	33
Drill rig	459	498	0.1	2	8	3	149	19	2	37
Water truck	102	111	0.1	2	8	3	33	4	3	12
Service truck	51	55	0.1	2	8	3	17	2	10	21
Power distribution	167	181	0.1	8	15	1	18	1	4	5
Crushing plant	1,190	1,291	0.1	5	20	3	387	19	2	39
Subtotal										303
Others (15%)										45
Total										348

Tyre

	Tyre unit price		No. of tyre pcs	Life hour	Operation hour h/year	Consume /year pcs	Unit	Tyre cost 1000 US\$/y
	Border price 1000 US\$	CIF Site w/o tax 1000 US\$						
FEL 5 m3	4.3	4.7	4	4,000	4,236	4.2	2	39
Water truck	1.4	1.5	6	4,000	4,236	6.4	3	29
Service truck	0.9	1.0	6	4,000	4,236	6.4	10	64
Total								132

Fuel and Lubricant

	Power HP	Load factor	Operation hour h/year	Fuel consum 1000 ltr/y	unit	Total Fuel 1000 ltr/y
Dozer shovel 250 HP	250	0.11	4,236	116	4	464
Bulldozer 400 HP	400	0.15	4,236	254	2	508
Bulldozer 200 HP	200	0.15	4,236	127	2	254
FEL 5 m3	380	0.11	4,236	177	2	354
Water truck	400	0.06	4,236	102	3	306
Service truck	100	0.06	4,236	25	10	250
Total						2,136

Electricity

	Power kW	Load factor	Operation hour h/year	consum 1000 kWh/y	unit	consum 1000 kWh/y
Drill rig	75	0.6	2,824	127	2	254
Crushing Plant	500	0.6	4,236	1,271	2	2,542
Total						2,796

表 7.18 3案における原単位

	Non Railway System in 1908 or in 2002		
	Improvements in 1906	Additional in 1908	(Non Railway)
	[Existing]	[Additional]	[Truck & Shore] Substituted
Total Extraction Capacity (10 ³ BCM)	11,900	18,489	18,489
Skilled workers	1,262	1,278	1,015
Total employees	1,592	1,613	1,296
Paris 10 ³ UST	108.0	130.5	130.5
C: Conversion Factor			
	A: 1994 \$ 5,977 (Table 3.15) 186.6	Additional: 3FELs (10 ³ m ²) (Table 7.13) 130.5	Table 7.14 - Expansion \$ (3,729) × 1.35 + 2,182 (2.650) - 48,028 = 43,768
		\$ (14) + 20 (105) = 4513	302.2 + 127.4 = 429.6
	C: 400 × 1.35 = 17,300	C: 400 × 1.35 = 18,489	C: 400 × 1.35 + 1,065 + 18,485
	4.0 MI. Support Eq. (Table 7.16) \$ (363) × 289 (24,990) = 8965	4.0 MI. Support Eq. \$865	
	C: 400 × 1.35 = 1,085 + 17,300	C: 400 × 1.35 = 1,085 + 18,489	
	Total: (\$15,704) + \$865	Total: 458.6 + 38.8 = 497.4	
	497.4 + 27.7 = 525.1		
Diesel kW/TRCM	5,781.3 kW	0.4389 × 17,300 = 18,489	Total 0.4107 × 0.1414 = 0.5821
C: Conversion Factor	C: 1 + 15,813	0.4107	
	0.3656	3 FELs 1,298kW	
	Total 0.3656 + 0.0733 = 0.4389	C: 0.83kg/l = 18,489	
	Total 0.3656 + 0.0733 = 0.4389	Total 0.4107 × 0.0583 = 0.4690	
Electricity kWh/TRCM	40,000 kWh	Increase in loco comp. 2.5% of Total	
C: Conversion Factor	C: 1 + 15,813	2,6816 × 17,300 = 18,489 × 1.025	
	2,530	= 2,5815	
	Total 2,530 + 0.1616 = 2,6916		
Total Extraction Capacity (10 ³ BCM)	11,411	Expansion in 1908	Total \$ (8,028 + 596)
Skilled workers	362	Major Eq. (Table 7.13) - 3 FELs (10 ³ m ²) \$ (2,660) × 2,239 + 1,628 × 2,014 = 48,028	Total
Total employees	457	Support Eq. (Table 7.17) - (Table 7.16) \$ (395) + 480 (348) + 132 = 1965 = 1590	375.9
Paris 10 ³ UST	108.0	C: 400 × 1.35 = 1,085 + 11,411	
C: Conversion Factor		Major Eq. (10,54) - 1,298 (1) + Support Eq. (2,136) - 1,528 (1) × 9,853 (1)	C: 0.83kg/l + 11,411 = 0.7167
		Major Eq. 14,487 (kWh) Support Eq. (2,796 - 2,796) (kWh) = 14,487 (kWh)	C: 1 + 11,411
			1,2696

表 7.19 今後23年間に必要な外貨費用 (Casel 鉄道システム維持)

Million US\$

Year	Capital cost *1			Operating cost *2			Yearly Total
	Existing	Addition	Total	Existing	Addition	Total	
1996	15.5	0.0	15.5	19.5	0.0	19.5	35.0
1997	30.4	0.0	30.4	19.5	0.0	19.5	49.9
1998	15.0	50.6	65.6	19.6	5.3	24.9	90.5
1999	3.4	0.0	3.4	20.3	10.5	30.8	34.2
2000	17.5	0.0	17.5	20.3	10.5	30.8	48.3
2001	7.8	0.0	7.8	20.2	10.5	30.7	38.5
2002	26.9	0.3	27.2	20.2	10.5	30.8	58.0
2003	21.0	0.0	21.0	20.2	10.5	30.7	51.7
2004	49.7	0.3	50.0	20.3	10.5	30.8	80.8
2005	16.4	0.0	16.4	20.3	10.5	30.8	47.2
2006	28.8	36.0	64.8	20.3	10.5	30.8	95.6
2007	3.5	0.0	3.5	20.2	10.5	30.7	34.2
2008	4.0	1.3	5.3	20.2	10.5	30.7	36.0
2009	4.1	0.0	4.1	20.3	10.5	30.8	34.9
2010	2.6	0.7	3.3	20.2	10.5	30.7	34.0
2011	7.8	0.0	7.8	20.3	10.5	30.8	38.6
2012	34.7	0.0	34.7	20.3	10.5	30.8	65.5
2013	5.9	0.3	6.2	20.2	10.5	30.7	36.9
2014	15.9	36.0	51.9	20.2	10.5	30.7	82.6
2015	17.7	0.0	17.7	20.2	10.5	30.7	48.4
2016	9.4	0.3	9.7	20.2	10.5	30.7	40.4
2017	25.6	0.0	25.6	20.3	10.5	30.8	56.4
2018	19.8	2.5	22.3	20.2	10.5	30.7	53.0
Total	383.4	128.3	511.7	463.5	215.3	578.9	1,190.6

Note *1: Necessary capital costs of "existing" are the replacement cost of the existing equipment.

Taxes in Mongolia are not included.

*: Necessary capital costs of "addition" include both initial and replacement costs for additional equipment and facilities.

*2: Operation costs include yearly spare parts cost, periodic overhaul cost and imported consumable such as explosives, diesel oil, gasoline and lubricants.

表 7.20 今後23年間に必要な外貨費用 (Case2 鉄道システム廃止：1998年)

Million US\$							
Year	Capital cost *1			Operating cost *2			Yearly Total
	Existing	Addition	Total	Existing	Addition	Total	
1996	15.5	0.0	15.5	19.5	0.0	19.5	35.0
1997	30.4	0.0	30.4	19.5	0.0	19.5	49.9
1998	33.7	50.6	84.3	18.6	5.3	23.9	108.2
1999	3.5	0.0	3.5	19.2	10.5	29.7	33.2
2000	17.3	0.0	17.3	19.2	10.5	29.7	47.0
2001	7.8	0.0	7.8	19.2	10.5	29.7	37.5
2002	2.0	0.4	2.4	19.2	10.5	29.7	32.1
2003	6.0	0.0	6.0	19.3	10.5	29.8	35.8
2004	36.6	0.3	36.9	19.2	10.5	29.7	66.6
2005	4.5	0.0	4.5	19.3	10.5	29.8	34.3
2006	25.3	35.9	61.2	19.3	10.5	29.8	91.0
2007	3.5	0.0	3.5	19.2	10.5	29.7	33.2
2008	3.8	1.3	5.1	19.3	10.5	29.8	34.9
2009	2.7	0.0	2.7	19.3	10.5	29.8	32.5
2010	16.8	0.7	17.5	19.2	10.5	29.7	47.2
2011	5.6	0.0	5.6	19.2	10.5	29.7	35.3
2012	32.7	0.0	32.7	19.3	10.5	29.8	62.5
2013	2.7	0.3	3.0	19.3	10.5	29.8	32.8
2014	12.3	36.0	48.3	19.2	10.5	29.7	78.0
2015	17.7	0.0	17.7	19.2	10.5	29.7	47.4
2016	23.4	0.3	23.7	19.3	10.5	29.8	53.5
2017	0.8	0.0	0.8	19.2	10.5	29.7	30.5
2018	7.0	2.5	9.5	19.3	10.5	29.8	39.3
Total	311.6	128.3	439.9	442.5	215.3	657.8	1,097.7

Note : See the note of Table 7.19.

表 7.21 今後23年間に必要な外貨費用 (Case3 鉄道システム廃止：2002年)

Million US\$

Year	Capital cost *1			Operating cost *2			Yearly Total
	Existing	Addition	Total	Existing	Addition	Total	
1996	20.2	0.0	20.2	19.5	0.0	19.4	39.6
1997	30.4	0.0	30.4	19.5	0.0	19.5	49.9
1998	15.0	50.6	65.6	19.6	5.3	24.9	90.5
1999	3.5	0.0	3.5	20.2	10.5	30.7	34.2
2000	17.5	0.0	17.5	20.2	10.5	30.7	48.2
2001	7.8	0.0	7.8	20.3	10.5	30.8	38.6
2002	20.9	0.4	21.3	19.2	10.5	29.7	51.0
2003	6.0	0.0	6.0	19.3	10.5	29.8	35.8
2004	30.3	0.3	30.6	19.3	10.5	29.8	60.4
2005	4.5	0.0	4.5	19.3	10.5	29.8	34.3
2006	27.9	35.9	63.8	19.3	10.5	29.8	93.6
2007	3.5	0.0	3.5	19.2	10.5	29.7	33.2
2008	8.5	1.3	9.8	19.2	10.5	29.7	39.5
2009	2.7	0.0	2.7	19.3	10.5	29.8	32.5
2010	16.8	0.7	17.5	19.2	10.5	29.7	47.2
2011	5.6	0.0	5.6	19.2	10.5	29.7	35.3
2012	32.7	0.0	32.7	19.3	10.5	29.8	62.5
2013	2.7	0.3	3.0	19.3	10.5	29.8	32.8
2014	19.5	36.0	55.5	19.3	10.5	29.8	85.3
2015	17.7	0.0	17.7	19.2	10.5	29.7	47.4
2016	9.2	0.3	9.5	19.3	10.5	29.8	39.3
2017	0.8	0.0	0.8	19.2	10.5	29.7	30.5
2018	21.3	2.5	23.8	19.2	10.5	29.7	53.5
Total	325.0	128.3	453.3	446.4	215.3	661.8	1,115.1

Note : See the note of Table 7.19.

表 7.22 今後23年間に必要な内貨費用 (Casel 鉄道システム維持)

Million US\$ as of 1994				
Year	Labor cost	Electricity cost	Others*1	Total
1996	2.6	1.8	16.3	20.7
1996	2.6	2.0	7.7	12.3
1998	3.1	2.6	13.2	18.9
1999	3.3	3.5	14.6	21.4
2000	3.3	3.5	12.0	18.8
2001	3.3	3.5	11.9	18.7
2002	3.3	3.5	12.2	19.0
2003	3.3	3.5	12.1	18.9
2004	3.3	3.5	12.6	19.4
2005	3.3	3.5	12.0	18.8
2006	3.3	3.5	12.9	19.7
2007	3.3	3.5	11.8	18.6
2008	3.3	3.5	11.8	18.6
2009	3.3	3.5	11.8	18.6
2010	3.3	3.5	11.8	18.6
2011	3.3	3.5	11.8	18.7
2012	3.3	3.5	12.6	19.2
2013	3.3	3.5	11.8	18.6
2014	3.3	3.5	12.6	19.4
2015	3.3	3.5	12.1	18.9
2016	3.3	3.5	11.9	18.7
2017	3.3	3.5	12.2	19.0
2018	3.3	3.5	12.1	18.9
Total	74.3	76.4	281.7	432.4

Note*1; Others include domestic produced consumables (M & E others: see Tables 7.12 and 7.15), profit distribution (after tax expenses: see Tables 7.12 and 7.15), inland cost for imported material (see Table 7.4) and royalties & charges (see Tables 7.12 and 7.15).

表 7.23 今後23年間に必要な内貨費用 (Case2 鉄道システム廃止：1998年)

Million US\$ as of 1994				
Year	Labor cost	Electricity cost	Others*1	Total
1996	2.6	1.8	16.3	20.7
1996	2.6	2.0	7.7	12.3
1998	2.6	2.4	13.0	18.0
1999	2.8	3.2	14.6	20.6
2000	2.8	3.2	12.1	18.1
2001	2.8	3.2	11.9	17.9
2002	2.8	3.2	11.8	17.8
2003	2.8	3.2	11.9	17.9
2004	2.8	3.2	12.4	18.4
2005	2.8	3.2	11.8	17.8
2006	2.8	3.2	12.8	18.8
2007	2.8	3.2	12.8	17.8
2008	2.8	3.2	11.8	17.8
2009	2.8	3.2	11.8	17.8
2010	2.8	3.2	11.8	18.1
2011	2.8	3.2	11.8	17.8
2012	2.8	3.2	12.3	18.3
2013	2.8	3.2	11.8	17.8
2014	2.8	3.2	12.6	18.6
2015	2.8	3.2	12.1	18.1
2016	2.8	3.2	12.2	18.2
2017	2.8	3.2	11.8	17.8
2018	2.8	3.2	11.9	17.9
Total	63.8	70.2	280.3	414.3

Note: see Table 7.22.

表 7.24 今後23年間に必要な内貨費用 (Case3 鉄道システム廃止：2002年)

Million US\$ as of 1994				
Year	Labor cost	Electricity cost	Others*1	Total
1996	2.6	1.8	16.4	20.8
1996	2.6	2.0	7.6	12.2
1998	3.1	2.6	13.2	18.9
1999	3.3	3.5	14.6	21.4
2000	3.3	3.5	12.1	18.9
2001	3.3	3.5	11.9	18.7
2002	2.8	3.2	11.6	17.6
2003	2.8	3.2	11.8	17.8
2004	2.8	3.2	12.3	18.3
2005	2.8	3.2	11.8	17.8
2006	2.8	3.2	12.9	18.9
2007	2.8	3.2	11.8	17.8
2008	2.8	3.2	12.0	18.0
2009	2.8	3.2	11.8	17.8
2010	2.8	3.2	12.1	18.1
2011	2.8	3.2	11.8	17.8
2012	2.8	3.2	12.3	18.3
2013	2.8	3.2	11.8	17.8
2014	2.8	3.2	12.7	18.7
2015	2.8	3.2	12.1	18.1
2016	2.8	3.2	11.9	17.9
2017	2.8	3.2	11.8	17.8
2018	2.8	3.2	12.2	18.2
Total	65.8	71.3	280.5	417.6

Note: see Table 7.22.