

6.3 環境の現状

(1) 地理的背景等

1) 対象地域

発電所周辺は、ハンガリーにおける主要な工場地帯であるが、隣接して住宅密集地がある。本地域は、古くから環境に十分配慮がなされないまま開発され、現在に至っている。現在の中央シャヨバレー地域の土地利用図を図 6.3.1 に示す。

2) 地質条件

この地域の基盤は、石炭紀および三畳紀の堆積物からなっている。シャヨバレーは、主として Sajo 川の地質構造からなる幅 3~6 km、長さ 35~40 km の溝を軸としている。

3) 河川

本地域で最も重要な河川である Sajo 川は、スロバキアを起源としており、ボルシヨド発電所はその 81 km に位置する。Sajo 川および Bodva 川の水は、発電所で利用されている。

4) 土壌

規則的に浸水した氾濫原では、典型的な氾濫土壌を見ることができる。この地域の土壌の生産性は中~弱であり、かなり高い含水容量を持っている。帯水層の土壌は砂礫層である。

5) 土地利用

土地利用状況は、人間による影響が非常に大きく、この地域の 1/4 は居住地または産業化されており、1/2 が耕作され、残りの 1/4 が森林もしくは準天然草植物地である。

6) 産業

シャヨバレーの産業は、鉱山資源および地理的条件から数世紀にわたる伝統がある。この地域の産業構造は重工業が主体であり、化学、冶金、鉱物および発電で代表される。

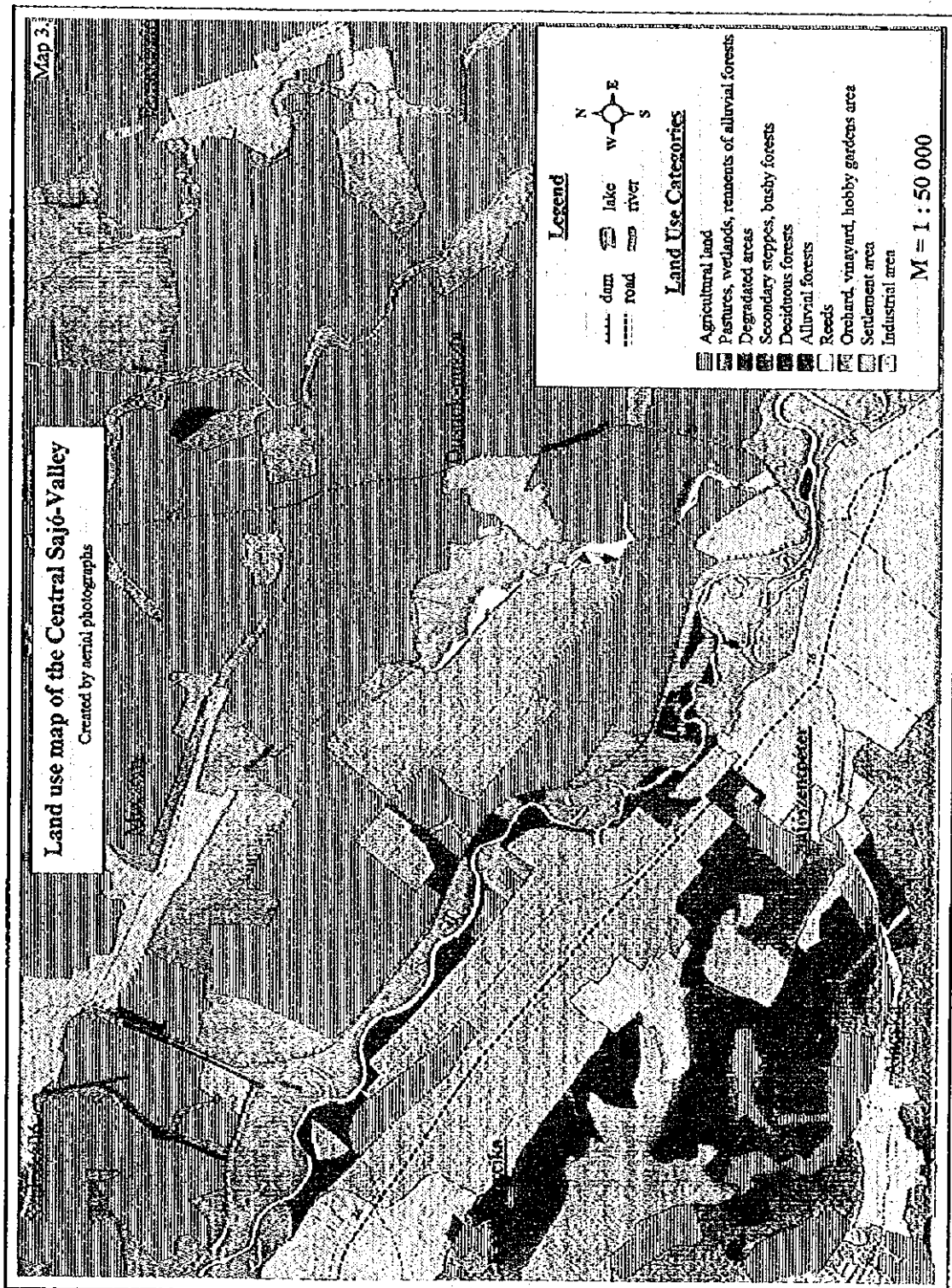


図 6.3.1 中央シャヨバレー地域の土地利用図

- 7) ボルショド発電所周辺には、自然保護区域等の特別な地域指定はない。
- 8) 現在、環境破壊が進行しており、この地域で貴重種・固有動物は存在しない。
- 9) 付近に Borsodszrak I および I/A の浄水場があり、地下水を水道水源として利用している。
- 10) 大気、土壌、地下水、植生等、環境汚染が顕在化している。

(2) 気象

年平均降雨量は約 650 mm であり、年平均気温は 8~9 °C、相対湿度は 70~75 % である。この地域では、NNW、NW~N および SSE~S が支配的であり、汚染物質の拡散方向を決めるため大きな意味を持つ。冬季には、気温の逆転層が形成され、霧もよく発生する。

(3) 環境大気

1) 調査の概要

秋期と冬期の 2 回実測調査を実施し、合せて既存資料の収集・整理を行った。調査は、SO₂、NO、NO₂、NO_x、CO、SPM および降下ばいじんである。なお、SPM および降下ばいじんについては、重金属成分も分析した。大気質測定局および降下ばいじん測定地点を図 6.3.2 に示す。

2) 調査結果

(a) 各大気質自動測定データの時間変動図の一例を図 6.3.3 に示す。

一定の気象条件下でボルショド発電所の排出ガスの影響を受けた場合、SO₂ は環境基準をオーバーし、極めてシャープなピークを検出している。

(b) SO₂ の環境基準を表 6.3.1 に、1993 年以降の自動測定結果の概要を表 6.3.2 および表 6.3.3 に示す。30 分間値の最高値は各年度とも全ての測定局で環境基準値をオーバーしている。

(c) 大気汚染物質の濃度レベルは、暖房期に増加している。これは、家庭暖房に加えて気象条件の影響による。

(d) SO₂、NO、NO₂、NO_x 等の大気汚染の状況は、1993 年の JICA によるシャヨバレー地域大気汚染対策調査時点と比較して、特に改善されていない。

(e) 降下ばいじん中の As は、発電所からの寄与の大きい場合に高値となっている。

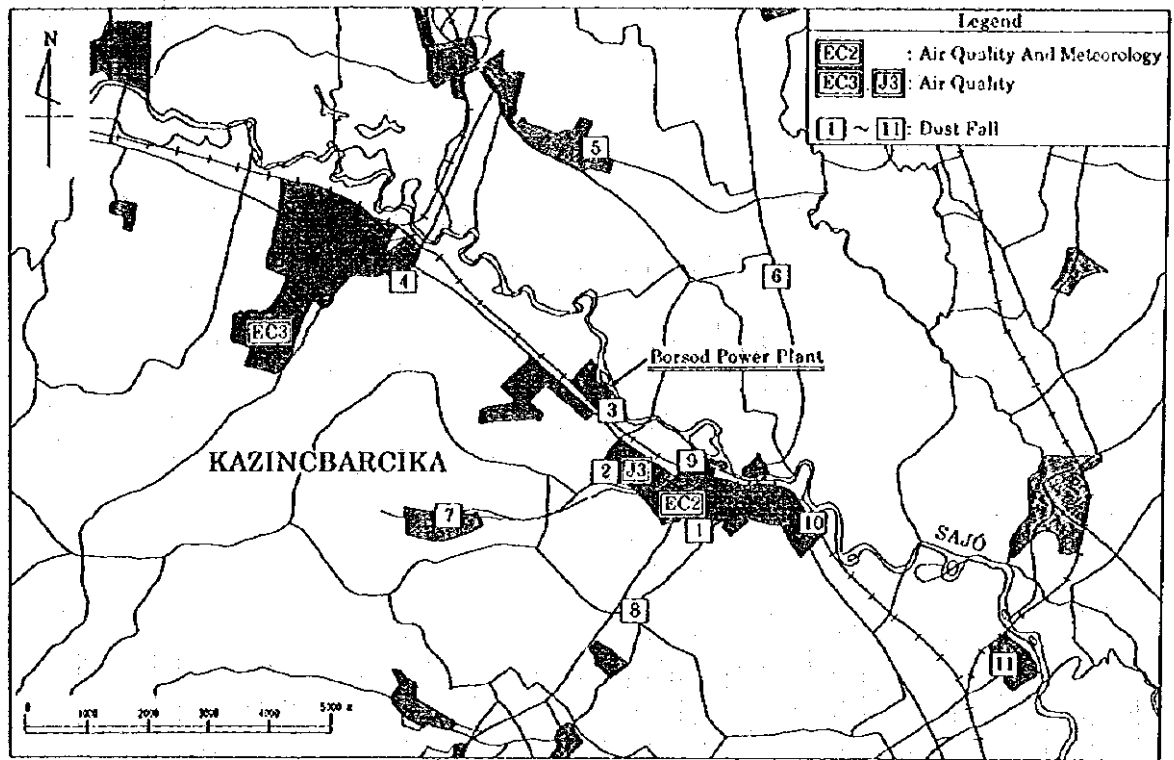


図 6.3.2 大気質自動測定局及び降下ばいじん測定地点

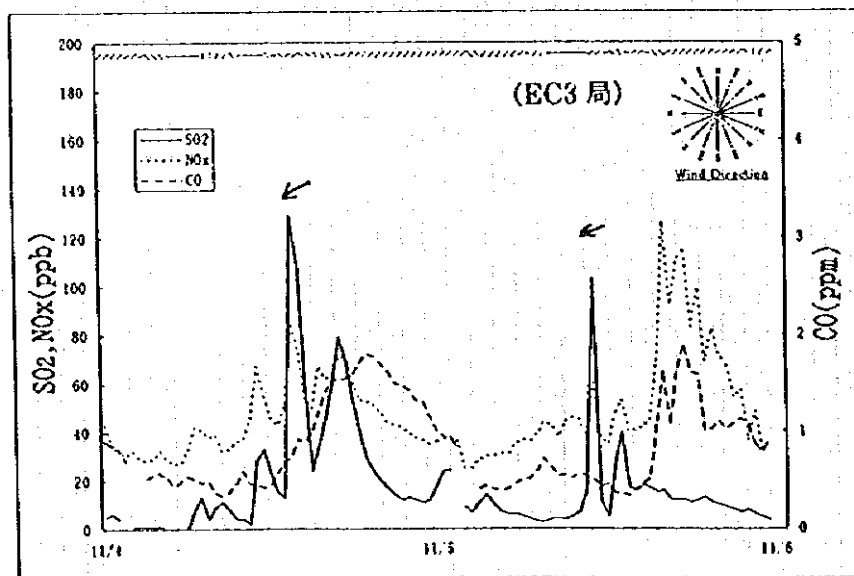
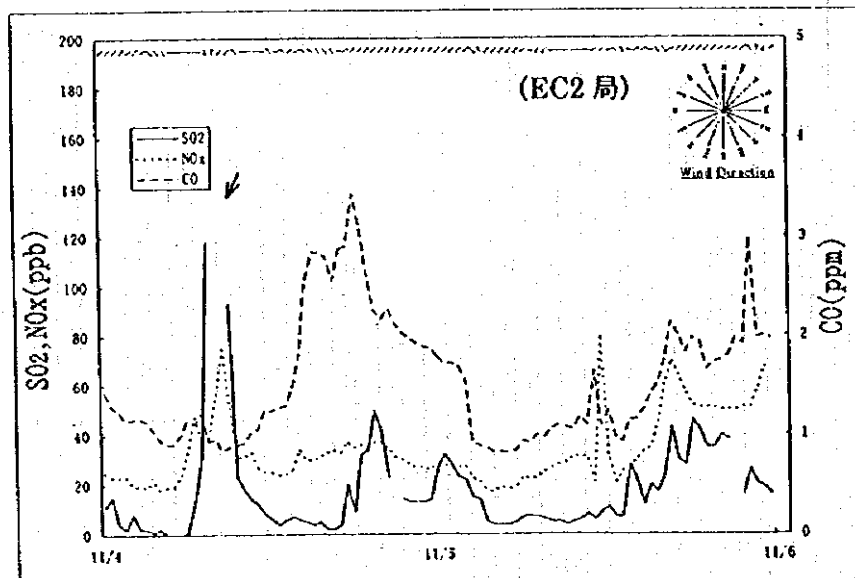
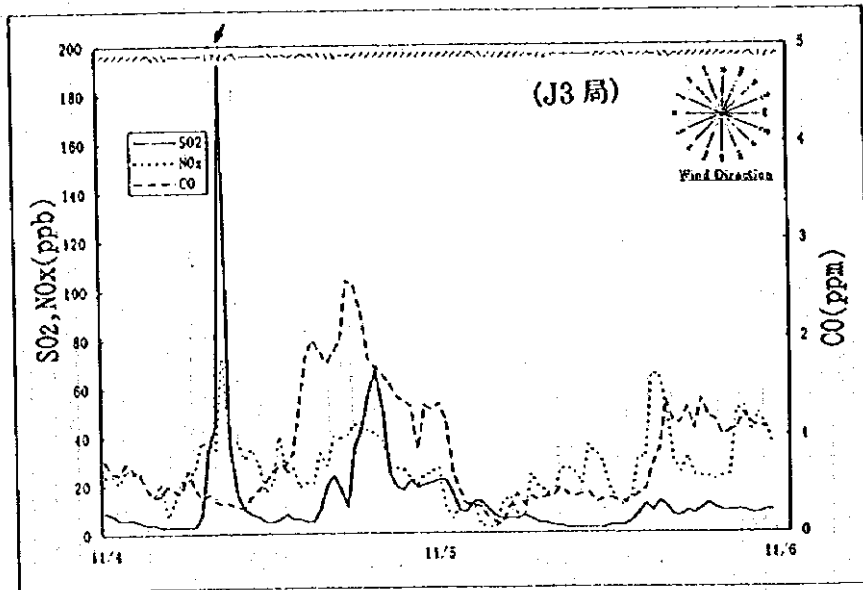


図 6.3.3 大気質自動測定データの時間変動図

表 6.3.1 SO₂ の環境基準

unit : ppb

	Protected Area I (J1)	Protected Area II (J2, J3, EC2, EC3)
30 minutes average	94	150
24 hours average	56	113
Annual average	26	38

表 6.3.2 SO₂ の測定結果概要 (30分平均)

unit : ppb

Protected Area		I		II		
Station		J1	J2	J3	EC2	EC3
1993 May~Dec	98%	36	108	94		
	Max	200	501	467		
	The Number of Date	10413	11002	10937		
1994	98%	41	132	95	112	75
	Max	178	498	500	604	532
	The Number of Date	8561	12206	13500	7615	8777
1995	98%	27	124	52	96	73
	Max	154	433	309	482	376
	The Number of Date	3336	16783	7449	15133	16731
1996 (Jan~Nov)	98%	***	101	42	98	64
	Max	***	396	74	611	267
	The Number of Date	0	12301	2161	6723	11675
All	98%	38	119	84	99	70
	Max	200	501	500	611	532
	The Number of Date	22310	52292	34047	29471	37183

Over Ambient Air Quality Standard

表 6.3.3 SO₂ の測定結果概要 (24時間平均)

unit : ppb

Protected Area		I		II		
Station		J1	J2	J3	EC2	EC3
1993 (May~Dec)	98%	30	74	60		
	Max	55	212	200		
	The Number of Date	217	230	227		
1994	98%	28	70	60	71	53
	Max	32	138	179	162	80
	The Number of Date	180	279	313	168	186
1995	98%	23	75	34	64	47
	Max	119	120	48	90	87
	The Number of Date	74	353	157	312	357
1996 (Jan~Nov)	98%	-	76	-	65	45
	Max	-	132	22	131	55
	The Number of Date	-	265	46	149	262
All	98%	28	75	58	69	46
	Max	119	212	200	162	87
	The Number of Date	471	1127	743	629	805

Over Ambient Air Quality Standard

(4) 地下水・表層水

1) 調査の概要

地下水、表層水のサンプリング地点の位置を図 6.3.4 に示す。

モニタリング井戸 61、表層水 12、Sajo 川の底質 1 の合計 74 サンプルについて、一斉サンプリングを行い、重金属、イオン類等の広範囲な分布状況を把握した。合せて地下水の流体力学的状況について検討した。なお、検討、解析では、収集資料も活用した。

2) 調査結果

(a) 地下水の等水位線を図 6.3.5 に示す。

調査地域の地下水位の分布から、地下水は、全体的な流れは北西方向から南東方向に流れており、水道水源である Borsodszirak I/A への影響が懸念されている。地下水位および等水位線は、年および季節により若干変動している。

(b) 重金属、イオン類等の等濃度線の一例として As の等濃度線を図 6.3.6 に示す。

i) ボルショド発電所施設からの人の健康を害するような重金属汚染は、As のみに限定される。問題となる高濃度汚染は、スラッジ貯蔵場と廃水貯水池の近傍のみで、水道水源に対しては、むしろイオン類、pH、導電率といったものが現在問題となっている。

ii) イオン類は、スタンバイ貯蔵場の池付近と洗炭スラッジおよび Borsodchem Co. の廃棄物貯蔵場跡付近で必ず高濃度となっている。汚染物質によっては、他地点でも高濃度を示す場合があり、多くの廃棄物投廃場のあることが各成分の等濃度線図からも推測できる。

(c) 水道水源である Borsodszirak I/A の No.1 ~ No.6 井戸の傾向は、平均的にみると次のことが言える。

i) SO_4^{2-} 濃度は、近年減少傾向にある。

ii) Cl^- 濃度は、1985 年以降上昇傾向にある。

iii) NO_3^- 濃度は、変動が大きく、さまざまな傾向を示している。

iv) NH_4^+ 濃度は、変動が非常に大きかったが、1989 年以降極端な濃度減少がみられる。これは、農業の施肥に関係しているものと思われる。

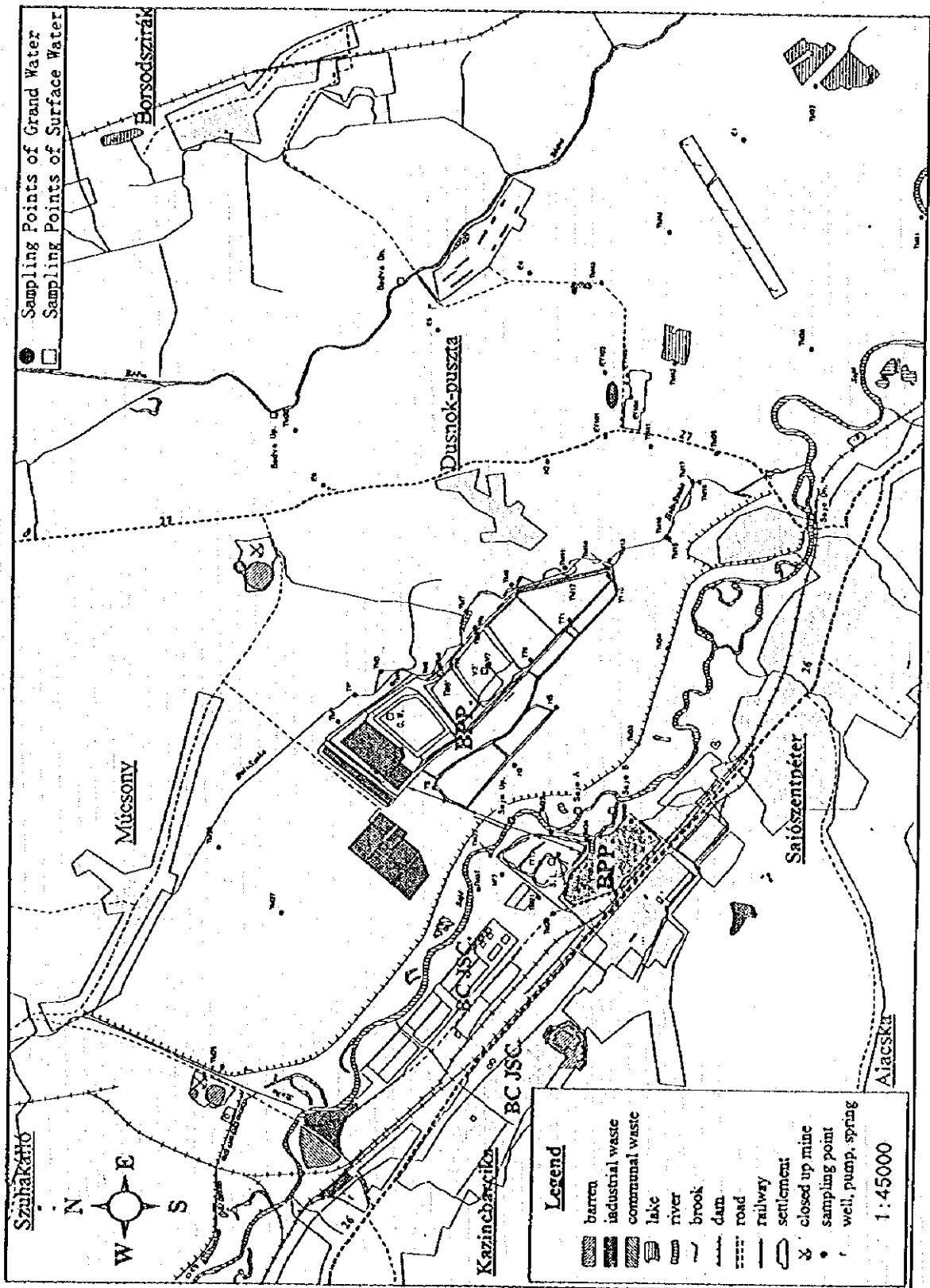


図 6.3.4 地下水・表層水のサンプリング地点位置図

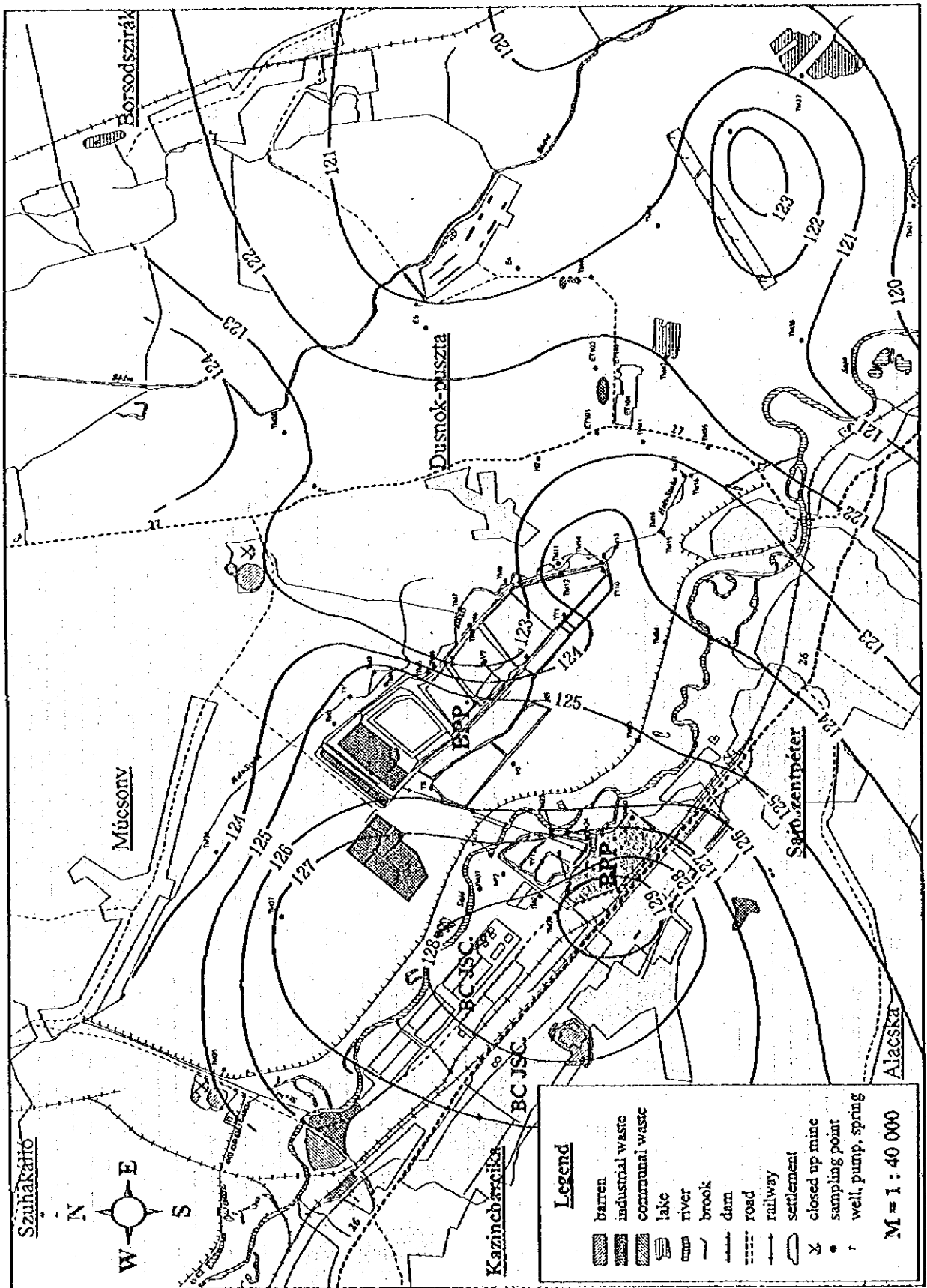


图 6.3.5 地下水の等水位線 (m) [1996 Oct.24~Oct.30]

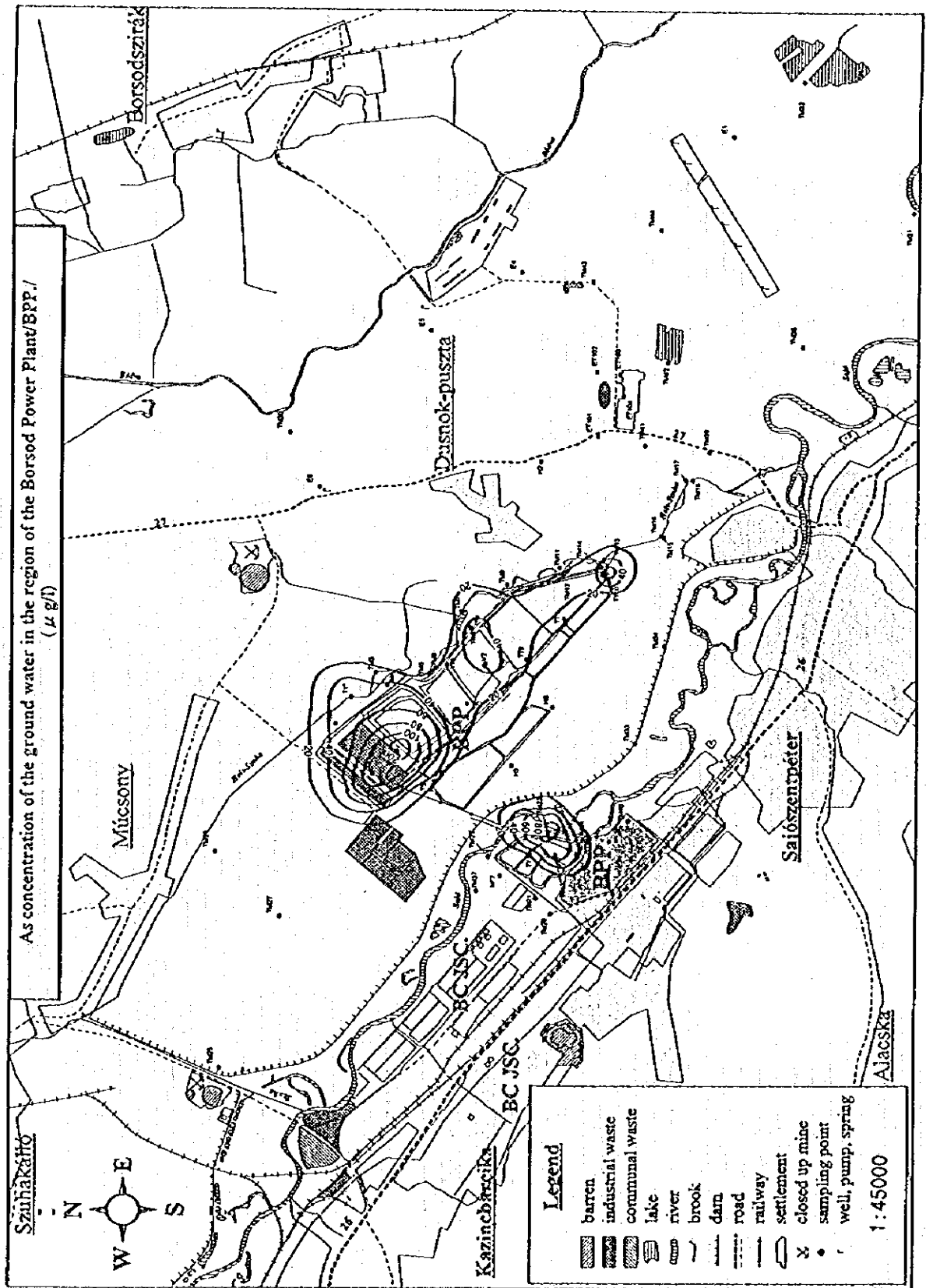


图 6.3.6 地下水中の重金属・イオンの等濃度線

(d) 水道水源およびその近傍の観測井戸の経年変化を総合的にみると、 NO_3^- 、 NH_4^+ は減少傾向に、 Cl^- 、 Na^+ 、導電率は増大傾向を示すものが多く、また、pH は明らかに低下傾向にあると言える。その他、 SO_4^{2-} については、地点によってさまざまな傾向を示している。

(e) 表層水中の SO_4^{2-} 濃度分布を一例として図 6.3.7 に示す。

- i) 表層水については、 SO_4^{2-} 、導電率、溶解性物質などは、石炭灰スラッジ貯蔵場および廃水貯水池で高濃度となっているが、 Cl^- 、 NO_3^- は廃水貯水池で高濃度となっており、それぞれ地下水汚染の原因となっている。また、先端スラッジ貯蔵に近い側溝で、As、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ が高濃度を示している。
- ii) 廃水貯水池にAsがほとんど含まれていないにもかかわらず、直近のスタンバイスラッジ貯蔵場（使用済）のエリアで地下水がAs汚染されていること、洗炭スラッジ貯蔵場側溝で高濃度を示している事実には注意を払っておく必要がある。

(5) 水質（河川）

Kazincbarcika 一帯の Sajo 川は、過去に重金属、有機物等で非常に汚染されており、植生は完全に死滅し、まさに死の川であった。近年、流域帯の工業活動の低迷とスロバキアのバルブ工場の閉鎖により、急速に水質は改善されてきており、水生生物もみられるまでに回復している。

河川の現状は、下記のとおりである。

- (a) Sajo 川、Bodva 川の水質は、重金属、イオン類とも低濃度レベルであり、問題とするような濃度は検出されていない。
- (b) Sajo 川の底質も、過去の重金属汚染は非常に改善されており、水質同様、特別に問題にするような濃度は検出されていない。
- (c) スラッジ貯蔵場付近を流れる Holt-Szuha 川は、スラッジからの漏出水等で依然として As、イオン類の汚染がある。

(6) 水域の水温変化

Sajo 川の水質は改善されてきているが、冷却水による温排水の問題が依然として顕在化している。特に、夏期の低水位時に顕著で、Sajo 川の水温は 25℃から 33℃に上昇している。

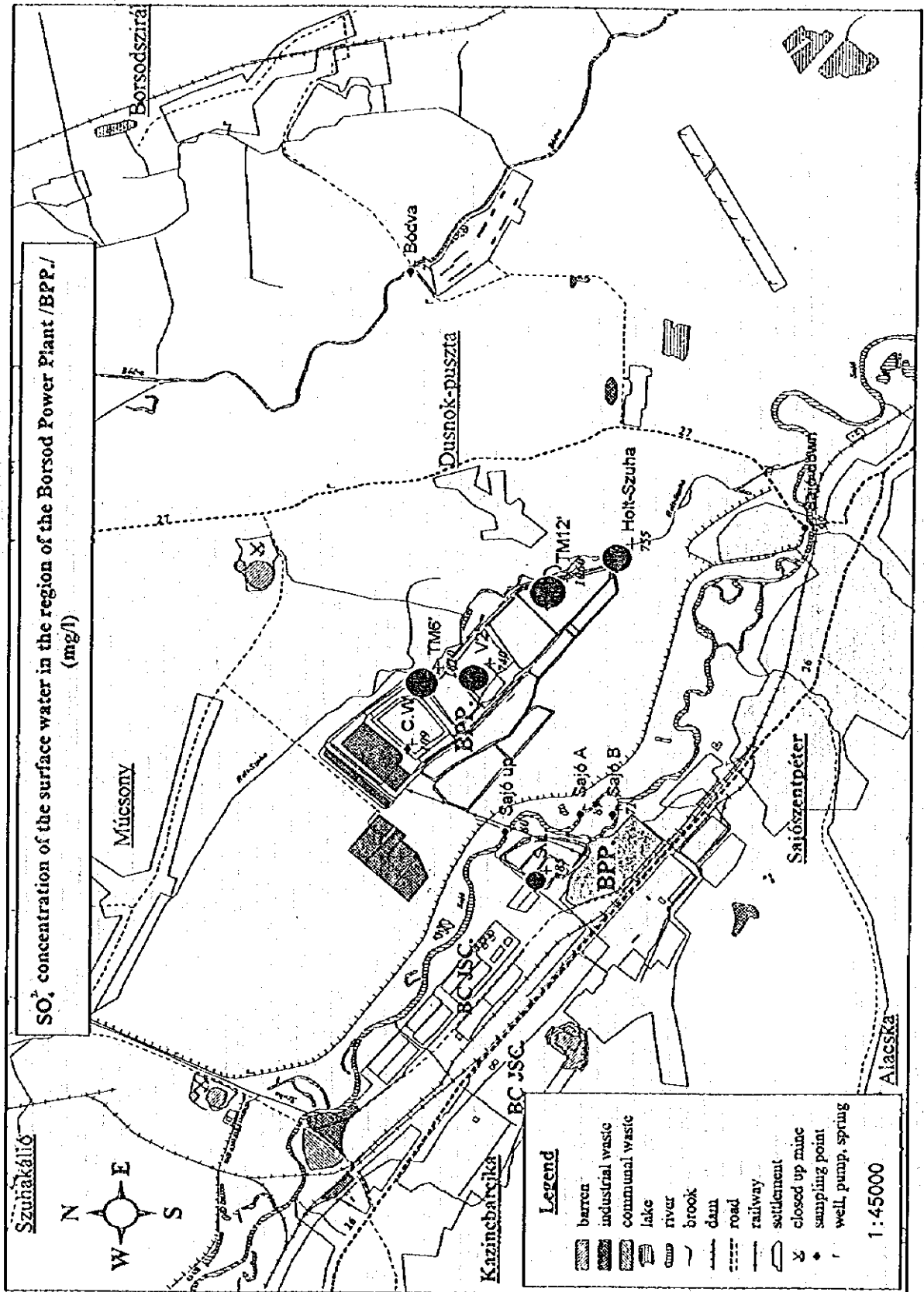


図 6.3.7 表層水中の SO₂-濃度分布

(7) 土壤汚染調査

1) 調査の概要

ボルシヨド発電所から放出される煙道ダストやスラッジ貯蔵場からの灰の飛散による As 等の重金属汚染が懸念されている。その他、廃棄物が不法投棄されていたり、他企業の廃棄物貯蔵場もあり、土壤・地下水の汚染の原因となっている。

土壤サンプリング地点は、秋期、冬期合せて 22 地点とし、重金属、硫酸塩の濃度を把握し、既存調査データの検証を行った。重金属の汚染状況の評価は、水抽出、2M-酸抽出、酸分解法の 3 つの方法で行った。

2) 調査結果

(a) 2M-酸抽出法による土壤中重金属 (As、Cd、Hg、Pb) のうち As の濃度分布を一例として図 6.3.8 に示す。

i) As は、ボルシヨド発電所施設付近で高濃度を示しているが、Cd、Hg、Pb、Zn 等の重金属はむしろ低濃度を示す傾向にある。つまり、ボルシヨド発電所を発生源とする土壤汚染は As に限定される。

ii) ボルシヨド発電所に近い S-12 地点で Cd、Pb、Zn 等が高濃度を示したが、この地点は Sajo 川の氾濫原であり、過去の Sajo 川の工業汚染の影響を受けたものと思われる。

(b) 水抽出法データによれば、ボルシヨド発電所施設直近の地点で As 濃度が高く、施設からの影響がみられるが、その他の地点では問題にするほどの濃度は検出されていない。

(c) 酸分解法データによれば、As が土壤および地下水に対する物質カテゴリー別規制値をオーバーした地点もみられるが、発電所施設直近であり、その他では各成分とも問題となるような含有量は示されていない。

(d) 「Sajo Valley 地域の環境汚染調査 (1994)」(Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe)で行われた酸分解法による土壤中の重金属分析データより作成した As の濃度分布図を図 6.3.9 に示す。

i) As は Kazincbarcika と Mucsony およびその周辺で濃度が高目 (6 mg/kg) であるが、特別な高濃度は示されていない。極端な高濃度は、スラッジ貯蔵場等の廃棄物埋立地のみである。

ii) 同データの Hg の場合、検出状況からすると、汚染源は Kazincbarcika であろうと推定できる。

- iii) Cd、Pb 等、他の重金属についても検討したが、工業廃棄物埋立地帯や発電所以外の工業活動に起因するものであり、本収集資料からも発電所施設が土壌の特別な汚染源にはなっていない。
- iv) 今回の調査田実測調査データは、上記データと対比すると、Cd は低目に、As、Cu、Zn は高目に指示する傾向がある。その他の Hg、Mn、Pb は、ほぼ同レベルである。これらの差異は、分析手法によるものと思われ、既存の報告書データの活用にあたっては、これらの傾向を考慮する必要がある。

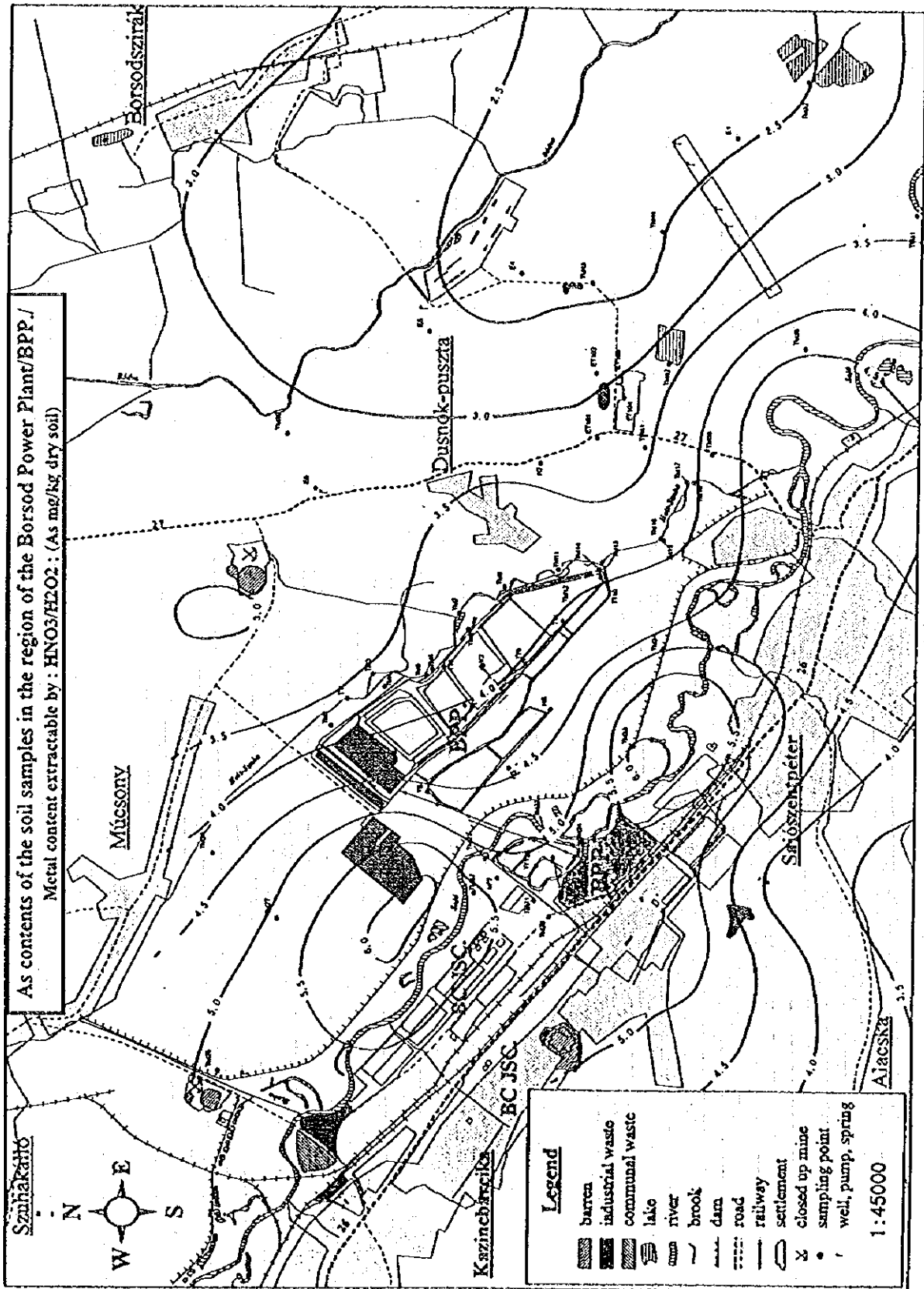


図 6.3.9 酸分解法による土壤中重金属濃度分布図

(8) 植生および貴重種・固有動物

1) 調査の概要

ボルショド発電所の自然環境への影響については、シャヨバレー中央部を対象として、過去からの変遷と環境の現状について調査し、自然保護の観点から自然を回復・創造するための提言を行った。

調査は、現地踏査、資料収集、ヒアリング調査、現地専門家の意見を参考として実施した。

2) ボルショド発電所による植生等への影響

ボルショド発電所が、この地域の植生等の自然環境に影響を及ぼしてきた、または及ぼす可能性のあるものは、次のとおりである。

(a) Borsod Power Plant 建設

発電所の建設のために、広大な農地および Sajo 川の氾濫原、森林の低木が破壊された。

(b) 内部および外部の石炭灰貯蔵所のエリア

内部の石炭灰貯蔵所のエリアは、主として農地および湿地であった。外部のエリアは、その当時勢いよく流れていた Szuha 川付近の農地であった。石炭灰貯蔵所の設置に伴い、付近の植生に重大な影響を与え、現在に至っている。

(c) 燃料生産

ボルショド発電所の褐炭は、古くからその地域の鉱山から供給されている。植生に大きな影響を与えたのは、主として露天採掘法によるものであった。

(d) 大気汚染

Borsod Power Plant は、この地域の最も重大な大気汚染源の一つであり、現在まで植生に大きな影響を与えてきている。電気集じん器が設置されていなかった 80 年代初めまで、粒子状物質および SO_2 の年間排出量は、それぞれ 4~6 万 t、5~6 万 t であった。現在は 1,000~2,000 t、4 万 t 前後と減少しているが、依然として植生等、環境への影響は大きい。

(e) Sajo 川への影響

Sajo 川にダムが作られ、冷却水として取込まれて、温排水として 30~40℃ の水が川に戻されている。特に、河川水流量の少ない時に、水生植物および動物に大きな影響を与えている。

(f) 外部のスラッジ貯蔵場

As、SO₄²⁻、NH₄⁺等を含有する漏出水は、Holt-Szuha川を經由し、Sajo川に流入する。漏出水は、Holt-Szuha川の植生に影響を与えている。

3) 植物の現状

(a) 図 6.3.10 は、現在残存している植物生息地を示したものである。人為的開発による環境破壊が植物（動物）に与えた影響の大きさを知ることができる。

(b) 長年の社会経済活動によって、この地域の自然の植物（動物）は、ほとんど壊滅的狀態まで消失し、現在に至っている。

4) 動物の現状

(a) 植物を主体とした生息地の破壊と工業活動の結果、この地域一帯の村や工業地域は、動物学的観点で不毛の地の様相を呈している。

(b) 環境汚染に敏感な種は消え、貴重種は既にこの地域では見られなくなっている。

(c) 現地で調査団が目視確認した陸上動物は、一部のは乳類（キツネ、ウサギ）や両生類、数種の鳥類である。なお、ハンガリーでは、現在これらの全ての種は、は虫類を含めて保護下にある。

(d) 付近のSajo川は、工業汚染の激しい時代には死の川となって、水生動物（植物）はほとんど壊滅状態であった。しかし、水質は90年代初めから改善されてきており、水生生物は次第に豊富になりつつある。

5) 自然保護地域への影響の現状

ボルショド発電所から約25 km のエリア内には、2つの国立公園、20の保護地域、100の自然保護地域があるが、発電所の周辺には特別に保護された地域はない。

ボルショド発電所は、他の発生源とともに、大気汚染により直接または間接的に Aggtelek および Bukk 国立公園や自然保護地域等に影響を及ぼしているといわれている。

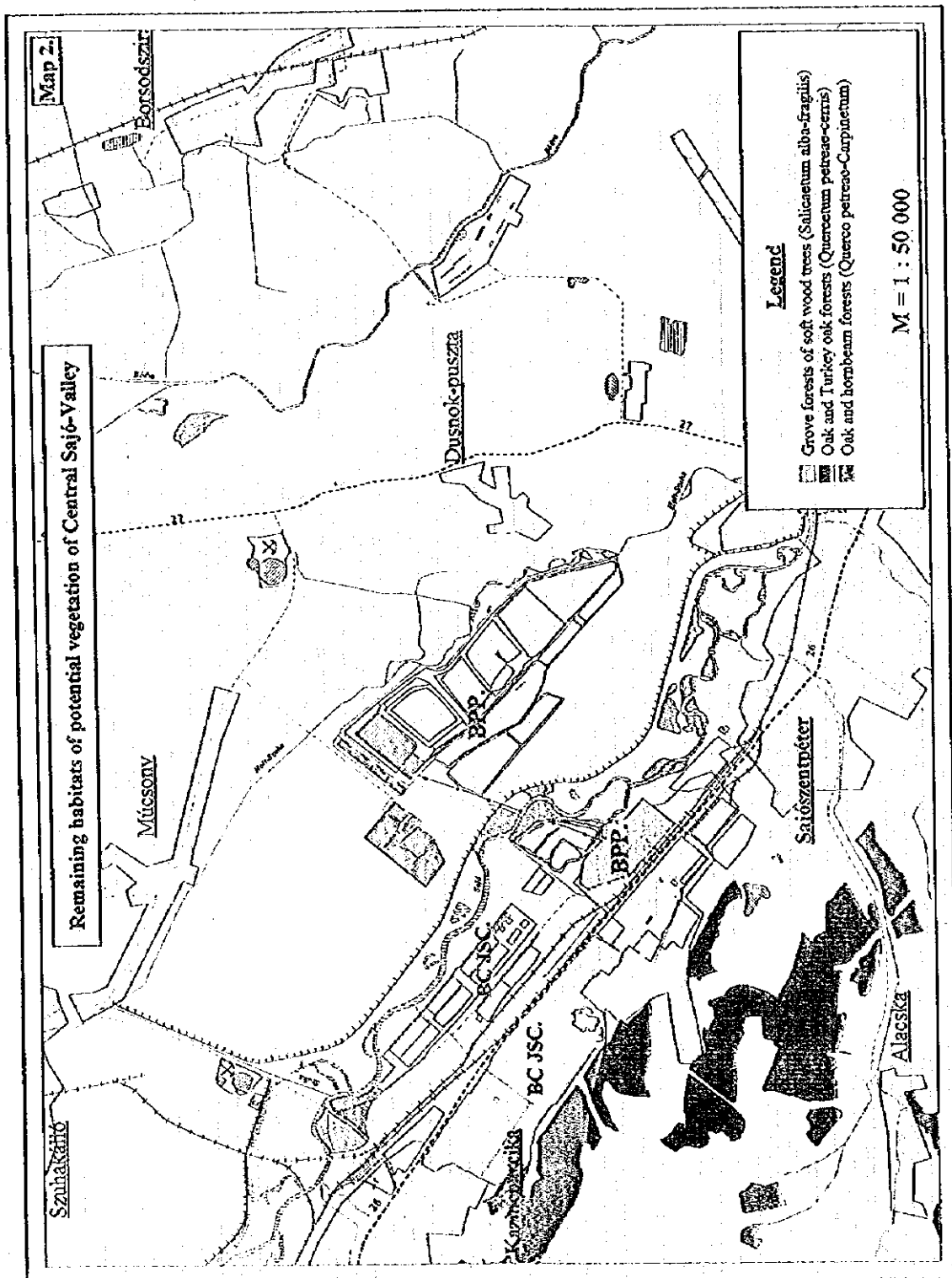


图 6.3.10 中央シャヨバレー地域の残存植物生息地

(8) 騒音

発電所周辺の騒音は、環境基準を満足している。北ハンガリー環境監督局（EKF）は、法令 No.16.632-2/1993 において、騒音発生から保護されるべき建物を考慮して、ボルショド発電所の騒音発生許容制限値を定めている。関係のある建物における騒音レベルと騒音制限値は、次のとおりである。

測定地点	騒音レベル(dB)		制限値(dB)	
	昼	夜	昼	夜
警備員の社宅	44	42	57	47
発電所従業員宿泊所	46	45	55	45
少年院	45	44	55	45

(10) 振動

現在、発電所が原因の振動公害は起こっていない。振動で問題となるのは、建設工事についてである。

(11) 発生源の現状

1) 固定発生源

ボルショド発電所から半径 20 km における主要な固定発生源からの大気汚染物質排出量について、下記のことが言える。

- (a) SO₂の発生量のほとんど（約95%）は、ボルショド発電所である。
- (b) 1993年と1995年の年間排出量データを比較すると、ボルショド発電所はSO₂、NO_xとも増加し、特にNO_xの増加が著しい。他の発生源では、SO₂は同レベル、NO_xは減少しているが、データ吟味の結果、SO₂、NO_xともほぼ同レベルと推定される。

2) 自動車

- (a) 国道では、1990年に比べて1995年はトラックの減少がみられるが、合計交通量はほぼ同程度である。
- (b) 車種登録台数は、排出係数の大きいタイプは減少、小さいタイプは増加し、全登録台数は増加傾向にある。

(c) 小型車のディーゼル化が近年急進行してきており、全体の排出量自体はあまり変化していない。

3) 面発生源

面発生源としては、民生の他、小規模固定発生源、細街路の交通等を含めるものとする。

(a) 徐々に民生の暖房用固体燃料のガス化が進行中である。

(b) 小規模固定発生源、細街路交通からの SO_2 、 NO_x 発生量には、1993 年当時と大きな変化はないと推察される。

(c) 全体的には、 SO_2 、 NO_x は小型車のディーゼル化による増加要因もあり、現段階では排出量に大きな変化はないが、将来的には減少が期待できる。

4) ボルショド発電所の排ガス

排ガス濃度は、大気環境濃度調査に合せて 2 回調査を行った。その他排ガス調査では、Dust 成分中の特殊成分及び煙道排ガス中のガスまたはヒューム状の Hg、As の調査を行った。

(a) 1993 年データと比較すると、排出ガス量及び濃度に差異のあるボイラーもあるが、全体的には概ね同レベルである。

(b) 煙道排ガス中の Hg は、ほとんどが蒸気水銀であり、ダスト中にはあまり含有されていない。一方、As では逆に、ダスト中にそのほとんど全てが含有され、ガス状の As は考慮する必要がない。

(c) 塩化物及びふっ化物は、草案段階の大気排出基準 (HCl : $200\text{mg}/\text{m}^3$ 、 F : $30\text{mg}/\text{m}^3$) から比べて十分低い値となっている。

(d) As について対比すると、EF フライアッシュがスラグやエコノマイザーフライアッシュに比べて数倍多く含まれている。

6.4 初期環境調査

調査団は、既往の環境調査結果等の資料、情報を収集・レビューし、本プロジェクトを計画し、実行していく場合における環境への影響について検討を行ってきた。

環境影響要因、環境項目の検討結果に基づき、さらに補足的な資料の収集と現地実測調査を行い、環境影響の現況と本プロジェクトが引き起こすと想定される環境影響について検討した。

初期環境調査における重要環境項目の選定結果は、表6.4.1に示すとおりである。

表 6.4.1 初期環境調査における重要環境項目の選定

環境項目	原因	現況・環境影響と評価	判定	判定根拠	留意事項
社会環境	発電所の再建	工場地帯に立地のため容認される	×	古くから指定された工業地帯に先行立地しており社会環境に与える影響は軽微	工事中における交通の影響に配慮
自然環境	貴重種・固有動物	煙道排出ガス	×	特別な貴重種・固有動物はもはや付近に存在しない	—
	植生	煙道排出ガス スラッジ貯蔵場	△	工場開発、排気ガスによる植物・生物の不毛化 温排水イオン類による影響	国立公園自然保護地域にも配慮
	地下水汚染	スラッジ貯蔵所 廃水貯留池	○	水道水源への影響防止が必要	住民利用の井戸にも配慮 他の汚染源にも留意
	水域の流況・水位変化	Sajo 川の水を冷却用水に利用	△	対策を行う以外に環境影響はなくなる 対策は可能	—
	水域の水温変化	〃	△	〃	—
	大気汚染	煙道排出ガス スラッジ貯蔵場	○	環境影響を回避するための対策案の提示が必要	検討では蒸気水銀にも留意
	水質汚濁	雨水配水管、スラッジ貯蔵場からの漏出水	△	雨水配水管の排水に改善を必要とする物がある 漏出水はスラッジ貯蔵場対策で対応	—
	土壌汚染	煙道ダクトとスラッジの貯蔵場の灰の飛散	○	汚染防止対策案の提示が必要	発電所以外の汚染源による重金属汚染にも配慮
	騒音	施設からの騒音 工事騒音	×	騒音防止に配慮することで対応可能	作業環境についても配慮
	振動	施設からの振動 工事振動	×	振動防止に配慮する事で対応可能	特に建設時に配慮
悪臭	石炭燃焼	×	特に対策する必要はない	—	

(備考) ○：詳細な環境影響調査と対策代替案の提示が必要
 △：環境配慮の観点から影響の緩和策等を検討する必要がある
 ×：配慮する必要があるが、環境への影響は軽微

6.5 環境影響評価

(1) 大 気

予測解析は、次の4ケースについて行った。

- ・ ブルームモデルによる短期濃度予測（予備解析）
- ・ 長期平均SO₂濃度のシミュレーションモデルによる予測
- ・ ダウンウォッシュの分析
- ・ スタグネーション（無風沈滞型高濃度時）のモデリング

1) ブルームモデルによる短期濃度予測

ブルーム拡散式を用いて、ボルショド発電所から排出されるSO₂およびNO_xについて、風下側主軸上の地上濃度を計算した。予測計算では、評価時間を30分とし、ボルショド発電所の排出条件別、気象条件別に検討した。環境大気への寄与は、ボルショド発電所からのみとし、他の発生源は考慮しないこととした。

燃料別の主軸上SO₂、NO_x濃度減衰を図6.5.1に示す。各ケースごとの燃料等の条件は、表6.5.1のとおりである。

表 6.5.1 予測計算におけるボルショド発電所の発生源条件

ケース	Boiler Condition	New (150 MW) (H=125 m)	Existing 4 Boilers (H=101 m)
1	Full Operation	SO ₂ =400 mg/m ³	Domestic Coal
2	Full Operation	SO ₂ =400 mg/m ³	Mixture Coal
3	Full Operation	SO ₂ =400 mg/m ³	Oil
4	75% Operation	Desulfurization 85 %	Mixture Coal
5	75% Operation	SO ₂ =400 mg/m ³	Mixture Coal
6	75% Operation	SO ₂ =400 mg/m ³	Oil
7	75% Operation	SO ₂ =400 mg/m ³	Gas

(Atmospheric Stability : A, Wind Speed : 1.0 m/s)

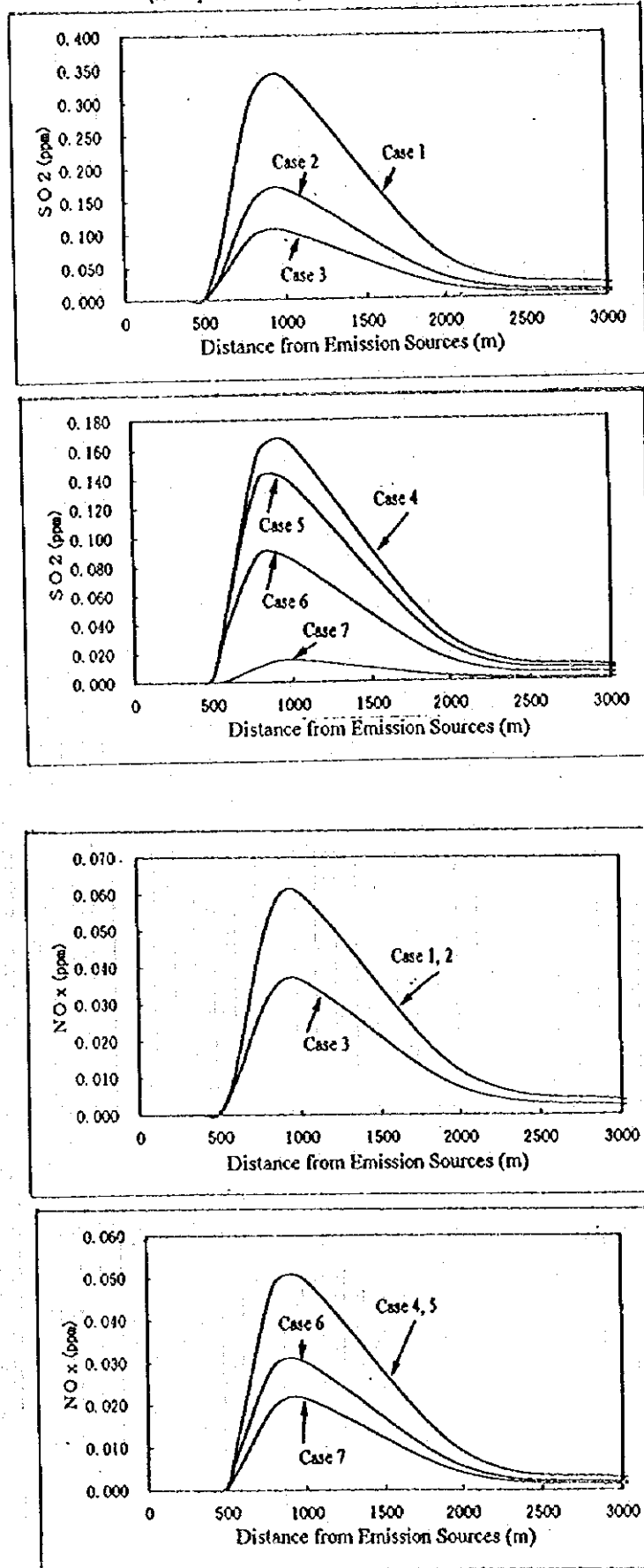


図 6.5.1 燃料別、燃焼条件別の主軸上SO₂、NO_x 濃度減衰

計算結果からボルショド発電所の寄与のみで、30分間値が環境保護基準Ⅱを越えるケースは、下記のとおりであった。

環境保護基準Ⅱ (30分間値)

SO₂ : 0.40 mg/m³ (150 ppb)

NO_x : 0.40 mg/m³ (209 ppb)

〈SO₂〉

大気安定度A、風速 1 m/s : ケース1、2、4

大気安定度B、風速 1 m/s : ケース1

〈NO_x〉

大気安定度A、風速 1 m/sであっても、NO_x 濃度 116 μg/m³ であり、ボルショド発電所の寄与だけでは環境保護基準を越えていない。

以上のように、それぞれの使用燃料に応じた SO₂ の排出基準をクリアしたとしても、環境基準を越えるケースがある。実際には、バックグラウンド濃度が加算されるので、さらに濃度は高くなる。環境保護の観点からは、ボルショド発電所の開発に当たっては、排出基準をクリアするのみでは不十分で、より厳しく排出を削減するような対策が求められる。

2) 長期平均 SO₂ 濃度のシミュレーションモデルによる予測

予測計算では、1992～1994 年に行われたシャヨバレー地域大気汚染対策計画調査において使用した大気質シミュレーションモデルを基本とした。なお、ボルショド発電所以外の発生源条件は、現状のままとした。

新設ボイラに CFBC を、既設ボイラの燃料に天然ガスを考え、75% ロードの場合の暖房期における SO₂ 濃度分布シミュレーションの結果を図 6.5.2 に示す。同様に、NO_x について、既存ボイラに国内炭を使用し、フルロードの場合を図 6.5.3 に示す。SO₂、NO_x の年平均値の大気質環境基準は、次のとおりである。

(単位：mg/m³)

項目	Protected Area	
	I	II
SO ₂	0.070	0.100
NO _x	0.100	0.150

新設ボイラ：CFBC 既設ボイラ：NG

15%ロード 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

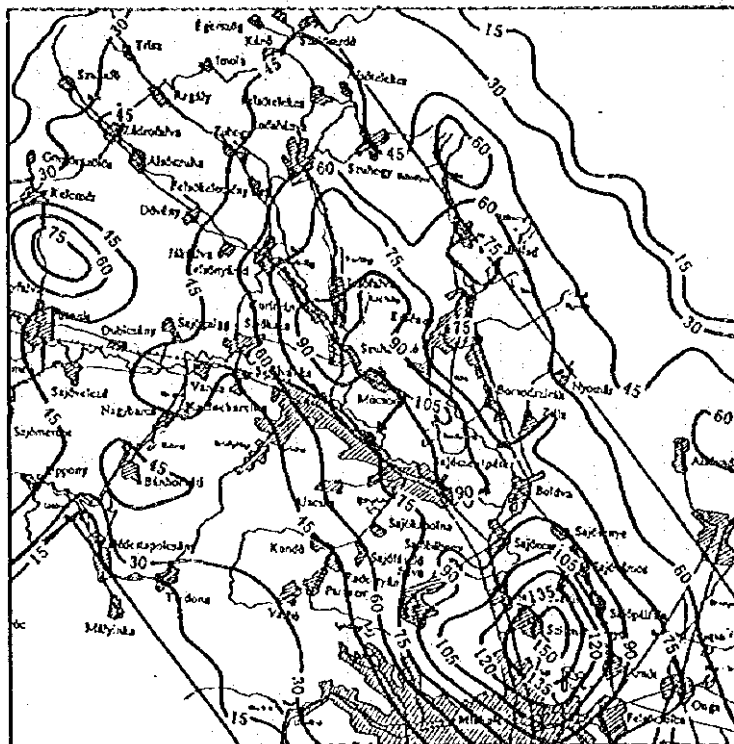


図 6.5.2 暖房期のSO₂ 平均等濃度線図

新設ボイラ：CFBC 既設ボイラ：国内炭

フルロード 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

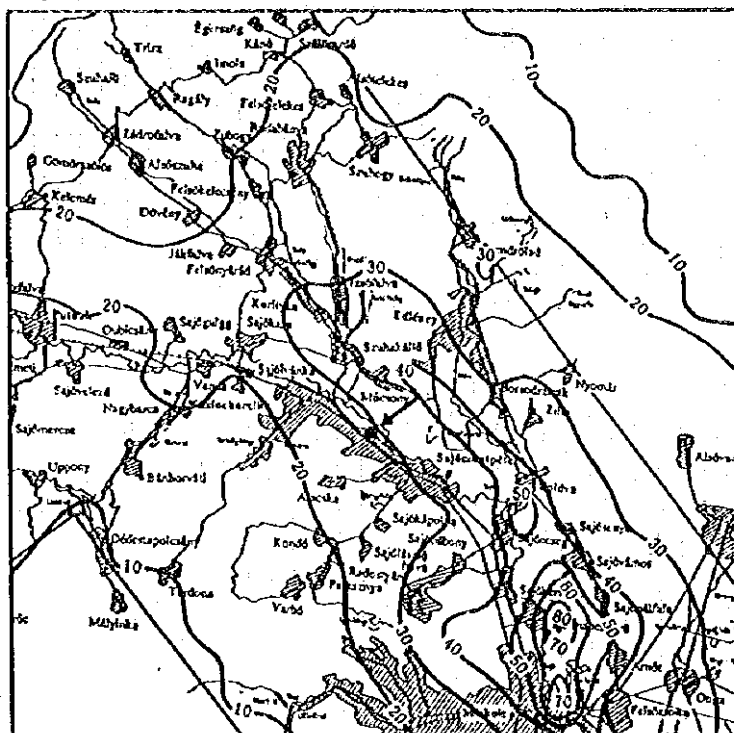


図 6.5.3 暖房期のNO_x 平均等濃度線図

- (a) SO₂は、既存ボイラに最もクリーンな天然ガスを使用したとしても、住宅地における年平均値の大気環境基準Ⅰを Kazincbarcika 市、Sajoszentpeter 市および Miskolc 市を含む広いエリアでオーバーしている。Miskolc 市では、工業地帯に適用される基準Ⅱさえも越えている。
- (b) 暖房期の NO_x は、フルロードで最も悪条件での計算例であるが、全ての地域で大気環境基準Ⅰをクリアしている。
- (c) これらのことから、SO₂に対しては、ボルショド発電所の大気汚染防止対策の効果は、地域の濃度レベルの低域に広く寄与しているものの、面源を主体とした他の発生源の影響が依然大きいことを示している。暖房期に環境基準をクリアするためには、発電所以外の発生源対策を合せて実施する必要があることを示唆している。
- (d) 新たな排出基準が施行される 2005 年 1 月 1 日を目標年とした場合、SO₂は、下記の条件で環境基準をクリアすることが可能と考えられる。
- ・ 他の固定発生源も排出基準をクリアすること。
 - ・ 住宅密集地を中心に計画されている民生の固体燃料から天然ガスへの転換が着実に実行されること。

3) ダウンウォッシュの分析

煙突に対する構造物の影響の有無を、アメリカ合衆国環境保護庁の BPIP モデルを使用し、判定した。

新設煙突の場合、元計画の煙突高さ (125 m) では、ボイラハウスとの位置関係から、風向が ENE または WSW 時にボイラハウスの影響を受け、ダウンウォッシュを引き起こし、地上濃度に対し不利であることが判明した。ダウンウォッシュの防止のためには、新設煙突の高さを高くするか、煙突の位置を移動させる必要がある。調査団としては、ダウンウォッシュの起こらない煙突の高さである 130 m への変更を提案する。

4) スタグネーション (無風沈滞型高濃度時) のモデリング

スタグネーション時の高濃度汚染については、JICA のシャヨバレー地域大気汚染対策計画調査時にも冬期を中心に何度か見られている。図 6.5.4 (上の図) は、1993 年 11 月 23 日 12:00~13:00 の SO₂ の等濃度線図を一例として示したものである。

この時の地上の気象条件は ESE、0.9 m/s で、ボルショド発電所から 5~6 km の地点で 0.5 ppm の高濃度を検出しているが、最高濃度は、等濃度線図から 600 ppb 程度を想定することができる。この時点におけるボルショド発電所の稼働状況は、No.5、6、7、8 の 4

基の 100 t/h ボイラが 70~80 % の負荷で運転されていた。なお、バックグラウンド濃度は、濃度分布から 100 ppb 程度を想定することができる。

現在計画されている新設ボイラおよび既設ボイラの 100 % 負荷の運転を想定し、既設ボイラに天然ガスを使用した場合の環境影響について予測評価を行った。予測計算は、気象条件等の諸条件は上記のスタグネーション時と全く同様と仮定したもので、その結果は図 6.5.4 (下の図) で示される。

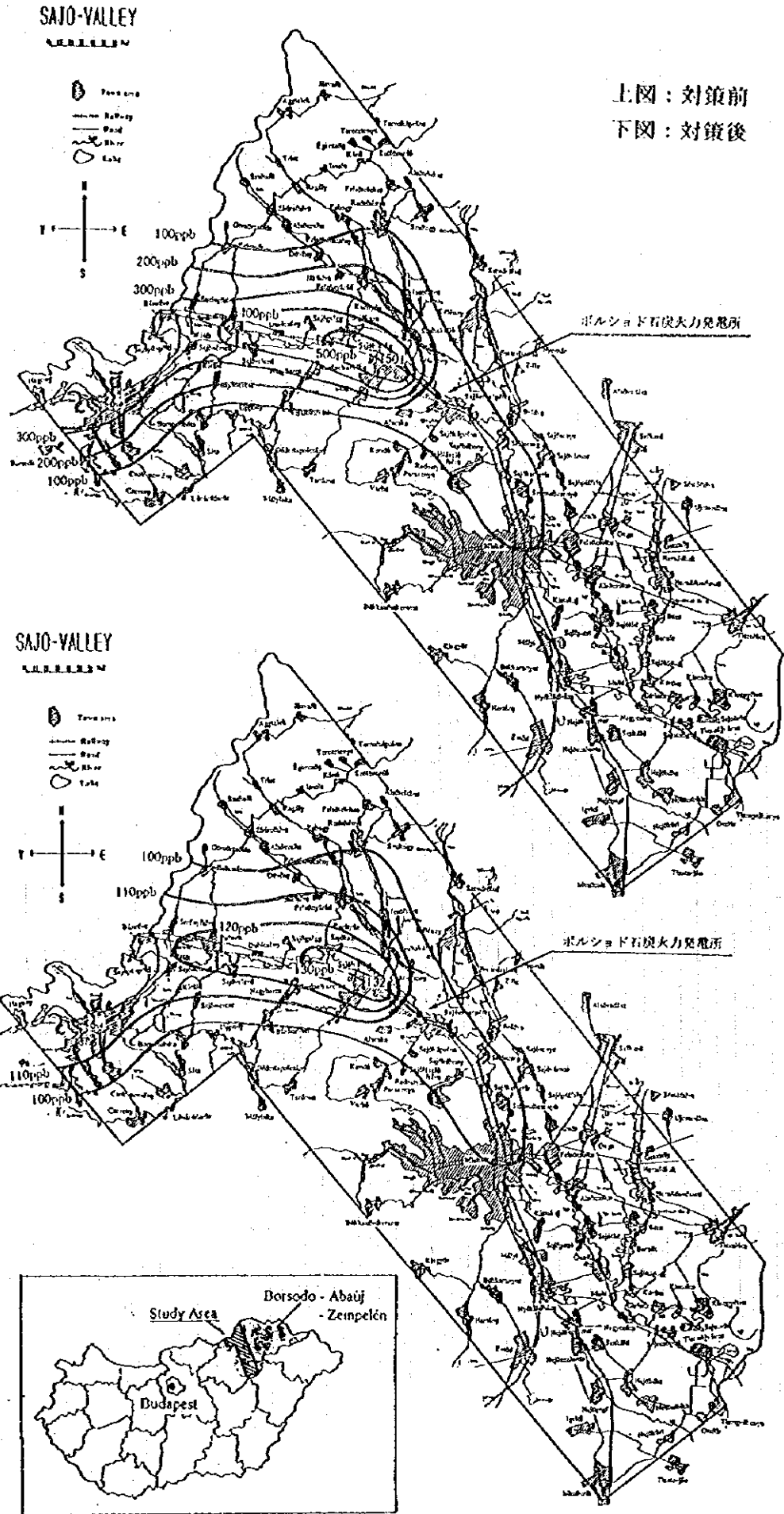
計画されている対策が実施された場合、SO₂の大気質環境保護基準の工場地帯の基準Ⅱ 0.40 mg/m³ (150 ppb) はクリアされているが、住宅地に適用される基準Ⅰ 0.25 mg/m³ (94 ppb) は、バックグラウンド濃度自体で既に越えている。ボルショド発電所からの寄与は、新設煙突高さ 130 m の場合、最高 32 ppb、煙突高さ 125 m の場合でも 35 ppb と大幅に低減されており、基準Ⅰをクリアするためには、他の発生源をコントロールする必要があることがわかる。

調査地域一帯をカバーするガス供給会社の計画によれば、民生のガス化が徐々に進行しており、1996年現在の 138,192 戸から 2001年には 154,445 戸を予定している。また、固定発生源についても、北ハンガリー環境監督局 (EKF) の指導の強化が図られると思われるので、SO₂排出量の極端に多いボルショド発電所が環境保全対策を十分に実施する限りにおいては、スタグネーション時のような特異気象条件下であっても、近い将来に基準Ⅰをクリアすることは十分に可能であろう。

(2) 地下水

地下水汚染は、現在イオン類を主体に顕在化しており、これ以上悪化させない対策が望まれている。検討中の対策が実施され、ボルショド発電所からの地下水汚染が完全に防止されたとしても、水道水源としての水質まで改善されるまでには、少なくとも 40 年以上の歳月を要することが予測される。なお、水質改善のためには、Borsodchem Co. の廃棄物貯蔵場を含む他の汚染源対策を同時に実施する必要がある。

環境影響の予測に関して、下記のことが言える。



上図：対策前
 下図：対策後

図 6.5.4 スタグネーション時のSO₂等濃度線図(全発生源)

- 1) シャヨ川サイドの地下水脈の流量は 2,350 m³/day であり、平均的な Sajo 川の水量の 1/1000 程度と非常に少ない。
- 2) 地下水の実質的な流速は 0.42 m/day であり、非常に遅く、Borsodszirak I/A の水道水源まで現在の汚染地下水が移動するだけでも、約 40 年を必要とする。
- 3) ボルショド発電所が現在までに地下水および土壌を汚染してきたイオン類の推定量と計算濃度および実測濃度、将来予測濃度を表 6.5.2 に示す。

将来予測は、あくまでボルショド発電所が不透水シート法等、完全に地下水汚染防止対策を実施し、約 50 年程度経過後を想定したもので、他の発生源からの地下水汚染が現状のまま継続したものとして算定した。

表 6.5.2 過去の汚染総量と約 50 年経過後の予測平均濃度の算定

成分	過去の汚染総量 (t)	BG 濃度 (mg/l)	平均汚染濃度(mg/l)		
			補正計算値	実測値	予測値
SO ₄ ²⁻	35,180	92	541	559	110
Cl ⁻	16,000	26	246	310	90
Na ⁺	9,200	52	142	178	88
Ca ²⁺	11,020	94	170	170	94
As	—	<0.0006	—	0.018	<0.0006

(備考) 補正計算値および実測値は、BG 濃度を差し引いたものである。

補正計算値は、地下水中の Ca²⁺のほとんどが、ボルショド発電所に由来すると思われるので、Ca²⁺を基準に考え、計算値を実測値と等価となるよう補正したものである。Borsodchem Co.からの地下水汚染防止が完全に実施され、また、他の汚染源が十分管理されたとすれば、各成分のこの地域の平均濃度が BG 濃度近くにまで改善されることになる。

- 4) 飲料水の物理および化学的品質基準 (MSZ 450/1-1989) は、下表のとおりである。ボルショド発電所と Borsodchem Co. が十分な対策を実施することにより、水質は徐々に改善され、将来的には、Borsodszirak I/A の水源においても、基準値をクリアすることが可能である。

項目	適格値	許容限度
SO ₄ ²⁻	200	300
Cl ⁻	80	100
Na ⁺	200	—
As	—	0.05

5) Borsodszirak I および I/A の水道水源に対する対策

対策としては、次の2通りが考えられる。

- (a) 発生源に対する対策（受動的・消極的対策）
- (b) 水道水源に対する直接対策（能動的・積極的対策）

a)の対策は、地下水質の将来予測結果のとおり、対象地域一帯が水道水源としてのレベルまで回復するためには、極めて長期の歳月を要する。低迷している現在の地下水の需要が回復・増大した場合、現在休止している水源 I/A の取水が必要となり、水源 I との混合を考慮したとしても、飲料水としての価値の低下はまぬがれない。

一方、b)の対策は、Bodva 川の水を引き込み、地下浸透・ろ過し、取水する積極的な対策であり、極めて早期に効果を発揮することができる。第1の方法としては水源 I/A に Bodva 川の水を引き込む方法で、第2の方法は水源 I の地下浸透池方式の拡張である。少なくとも地下水質が改善されるまでは、b)の方法を推奨する。

(3) 土 壌

1) 対策案

ボルショド発電所由来の土壤汚染について考えると、対策は次の4つに大別される。

- (a) 煙道排ガス中のダストを低減させる (As 等)
- (b) スラッジ貯蔵場から石炭灰を飛散させない (As 等)
- (c) 酸、アルカリ廃液を土壤中に浸透させない (イオン類)
- (d) 建設工事における残土、廃棄物からの土壤、水質、大気汚染防止

具体的には、

- (a) 煙道排ガス中ダストの集じん効率の向上
- (b) 覆土、植栽工、その他の石炭灰飛散防止対策
- (c) シックスラッジシステムと石炭灰の固形化

- (d) 既設ボイラの燃料をダスト (As 等) の出ない天然ガスに転換
- (e) イオン交換樹脂等のために使用した酸・アルカリの廃液を既存の廃液貯留池に入れない
- (f) 建設工事中における汚染防止対策の実施

これら対策案の中には、土壌汚染が結果として地下水汚染となる場合もあり、地下水汚染防止対策に関連したものもある。

2) 環境影響の予測評価

環境保全目標は、ハンガリーで規定されている土壌・地下水に対する環境保護基準である。ボルショド発電所の稼働、建設に伴う環境影響の回避・軽減は、上記 1) の対策案を着実に実施することで可能である。この対策が実施できた場合には、新たな土壌汚染は回避することができ、将来的には自然の浄化作用により次第に回復に向うことになる。

(4) 植 生

現在考えられている環境保全対策を実施することにより、環境影響を軽減することは可能で、下記の効果が期待できる。

- (a) 残った準自然の植生の存続と改善
- (b) 消失した植生の回復

今後の植生保全の観点からは、単に環境影響の回避・軽減にとどまらず、積極的な環境の創造を行っていく必要がある。

環境保全のために下記の対策について提言する。

- (a) 2005 年 1 月 1 日施行の排出基準をクリアすること
- (b) 閉鎖式冷却水循環システムの採用による温排水の防止
- (c) シックスラッジシステムと不透水シートシステムの併用
- (d) 使用済みスラッジ貯蔵場の覆土と植林による環境の創造
- (e) Holt-Szuha 川とスラッジ貯蔵場の間に湿地帯を造成し、準自然自生地を創造する。
- (f) ボルショド発電所再建に伴い発生する多量の廃棄物の適切な処理対策 (新たに自然環境に被害を与えてはならない)

6.6 環境保全対策

(1) 環境保全対策

表 6.6.1 主な項目に対する環境保全対策

項目		対策	
大気	SO ₂ ・NO _x	燃焼設備	流動床タイプの炉内脱硫によるSO ₂ の削減、燃焼特性によるNO _x の抑制が可能。BFBC、CFBC、HFBC、ICFB、PFBC等のタイプがある。
	SO ₂	FGD	GSAやスプレードライ等の半乾式、石灰石-石膏法等の湿式FGD
	NO _x	排煙脱硝装置	SCR法が石炭火力発電所で実用化されている。
		燃焼法の改善	低NO _x ボイラ、二段燃焼法、EGR、炉内脱硝法を導入する。
気	SO ₂ ・NO _x	NGへ転換	SO ₂ 対策は必要なし。NO _x 対策として低NO _x ボイラやEGRを導入
	ばいじん	EP	石炭火力発電所では一般に乾式EPが設置されている。
	ダウンウォッシュ		高煙突化、排ガス突出速度の増加、煙突形状の工夫。USAのEPAのGEP モデル等により予測可能である。
水質	取放水・温排水		クロスシステム冷却塔の設置。深層取水やケーソン方式による取水対策、復水器パイプスや水中放流による放水対策
	発電所排水		プラント排水は総合排水処理、生活排水は浄化槽による処理、灰捨場からの余水については物理化学的処理等
土壌	燃焼残渣	シックスラッジ技術	水と灰の混合比を1以下で灰捨場に輸送するシステム。灰捨場余水低減による地下水汚染を緩和する。
		不透水シート	不透水シートを遮水材料として用い、遮水槽を造成し、汚染土壌を封じ込める工法、一般廃棄物用
		鉛直遮水工	鋼矢板・粘土、コンクリート地下連続壁・不透水シートの併用により遮水槽を造成し、汚染土壌を封じ込める工法、一般廃棄物用
		コンクリート遮断槽	コンクリートを用いて遮断槽を設け、汚染土壌を封じ込める工法。Hg、Cd、Pb、Cr ⁶⁺ 、As、CN、PCB等の有害物質を含む廃棄物用
地下水	既往の土壌地下水汚染		汚染地下水に対しては地下水揚水法、汚染土壌に対しては土壌掘削法により汚染物質を除去する。
			遮水壁により汚染地下水の拡散を防止する。
水	汚染物質の飛散		覆土・植栽工、散水、防水シートによる被覆、防風ネットを設置する。
	その他		リサイクル業者への売却、有害物質の処理は認可を受けた専門業者へ委託する。

(2) 環境保全対策の評価

1) 大気保全対策

新設ユニットのSO₂およびNO_xに対する大気保全対策としてCFBを採用する。SO₂およびNO_xの排出濃度は、それぞれ400 mg/Nm³、200 mg/Nm³となり2005年導入予定の排出基準は十分クリアする。また、ダウンウォッシュ対策として煙突の高さを130 mとする。

既設ユニットのSO₂およびNO_xに対する大気保全対策として天然ガスに燃料転換する。SO₂の排出はなくなり、NO_xの排出濃度は200 mg/Nm³となることから2005年導入予定のNO_x排出基準は十分クリアする。また、燃料転換までの間、EPの能力を向上させる。

2) 水質保全対策

新設ユニットは、復水モードで運転されるため冷却装置が必要となる。Sajó川の取放水による流況・水位変化、温排水による水温上昇対策として、クローズドシステム冷却塔を設置し、循環再利用することにより、Sajó川に与える影響を軽減する。

タービン油や変圧器油貯蔵場、ガレージや洗車により雨水排水管に排出される油分は、オイルトラップピットにより回収されているが、その能力を向上させる。

スラッジ貯蔵場から河川に流出する余水については、不透水シートによる遮水工をスラッジ貯蔵場底部に敷設することで防止する。

3) 廃棄物、土壌及び地下水保全対策

(a) スラッジ余水対策

シックスラッジ技術は、灰と水の混合比が1:1.5~24と大きく変動していること、PCFとCFBとでは灰の組成が異なるため、スラッジの輸送状況、固化状況、余水の挙動等が異なることから、シックスラッジ技術だけでなく不透水シートを敷設することにより余水を完全にシャットアウトし、地下水汚染を防止する。また、浸出したスラッジ余水については、不透水シート上に設けた排水管により回収後、ボルショド発電所まで既設配管により輸送し、スラッジ輸送水として再利用する。

(b) 廃酸・廃アルカリの処理

現在、ボルショド発電所では、ボイラ給水のイオン交換樹脂再生過程で発生する廃酸・廃アルカリを埋立処分しており、中和で生成した塩により地下水汚染が認められる。また、発電所側は、将来、廃酸・廃アルカリをシックスラッジの輸送水として使用する方向で検討しているが、完全に中和されずpHが酸性あるいはアルカリ性側に傾いた場合にはスラッジ中に含まれる重金属等の有害物質が溶出する可能性が大きくなる。そのため、廃酸・廃アルカリの処理については、中和槽で中和希釈した後、規定基準を満たすようSajó川に流量に合わせて放流する。

(c) 使用後のスラッジ貯蔵場の灰の飛散防止

スラッジ貯蔵場及び洗炭スラッジ場の使用が終了した時点で覆土または植栽を行う。

(d) 上水道需要増加の対策

スラッジ貯蔵場の地下水下流には Borsodszirak I および Borsodszirak I/A の 2 つの上水道水源があり、そのうち水源 I/A は、需要の減少および水質の悪化により、現在、使用されていない。水源 I は、Bodva 川の水を貯水池に導入し、地下浸透、汲上げ、砂ろ過し、上水のほとんどを供給している。将来の上水道需要増加の対策として、水源 I の貯水池、汲上げ、砂ろ過等一連の能力を拡張することで対応する。

(e) その他の廃棄物

発電所から発生する上記以外の廃棄物として、汚泥スラッジや使用済みイオン交換樹脂、オールドレンやウェス、廃油や汚染ろ材、油性スラッジ等があり、その適正管理が必要である。現在、ボルショド発電所の廃棄物は、金網で囲ったコンクリート床屋内に選別貯蔵されており、廃油については容器に保管されている。これらの廃棄物は、その後、リサイクルまたは処分のため、専門業者に引き取られている。また、有害物質に関しては、許可を受けた会社がその輸送・処理・無害化を行うことになっており、拡張後の対応も十分可能である。

建設期間中に発生する非有害廃棄物には、建築廃材、配管くず、鉄鋼等の金属廃棄物等があり、リサイクル可能な金属廃棄物、処分場の整地に利用可能な建築廃材や掘削土壌等それぞれ専門業者による引き取りが可能である。

6.7 環境監視計画

(1) 工事中の環境監視

工事に伴う環境影響を現行の規制・基準等に照らし、最小限に抑えるために、下記について監視する。

- ・ 工事中に発生する廃棄物の適切な処理
- ・ 既存建屋等の取り壊し時のアスベスト飛散
- ・ 建設機械、重機、車両等から発生する騒音、振動
- ・ 雨水時の残土等による周辺河川への影響
- ・ 掘削等に伴う汚染土壌の移動等による二次汚染

(2) プラント稼働開始後の環境監視

稼働開始後に環境負荷を与える可能性のある以下の項目の監視計画を立案し、汚染・汚濁の早期発見とその対策が迅速に行えるようにする。石炭輸送の一部がトラックとなる場合、輸送道路の監視も必要となる。

1) 煙道排ガスのモニタリング（新設）

SO₂、NO_x、CO、ばいじん、風向風速の常時監視を行なう。

2) 一般環境大気濃度のモニタリング（既設局の利用）

SO₂、NO_x、CO、粉じん、風向風速の常時監視を行なう。

ボルショド発電所の近傍には、J2、J3、EC2、EC3、JM1の常時監視測定局があるので、機材の整備を図りながら既設局データを利用し、監視を行う。

3) 1)、2)を組み合わせたエミッションとイミッションの常時監視ネットワーク組織の構築

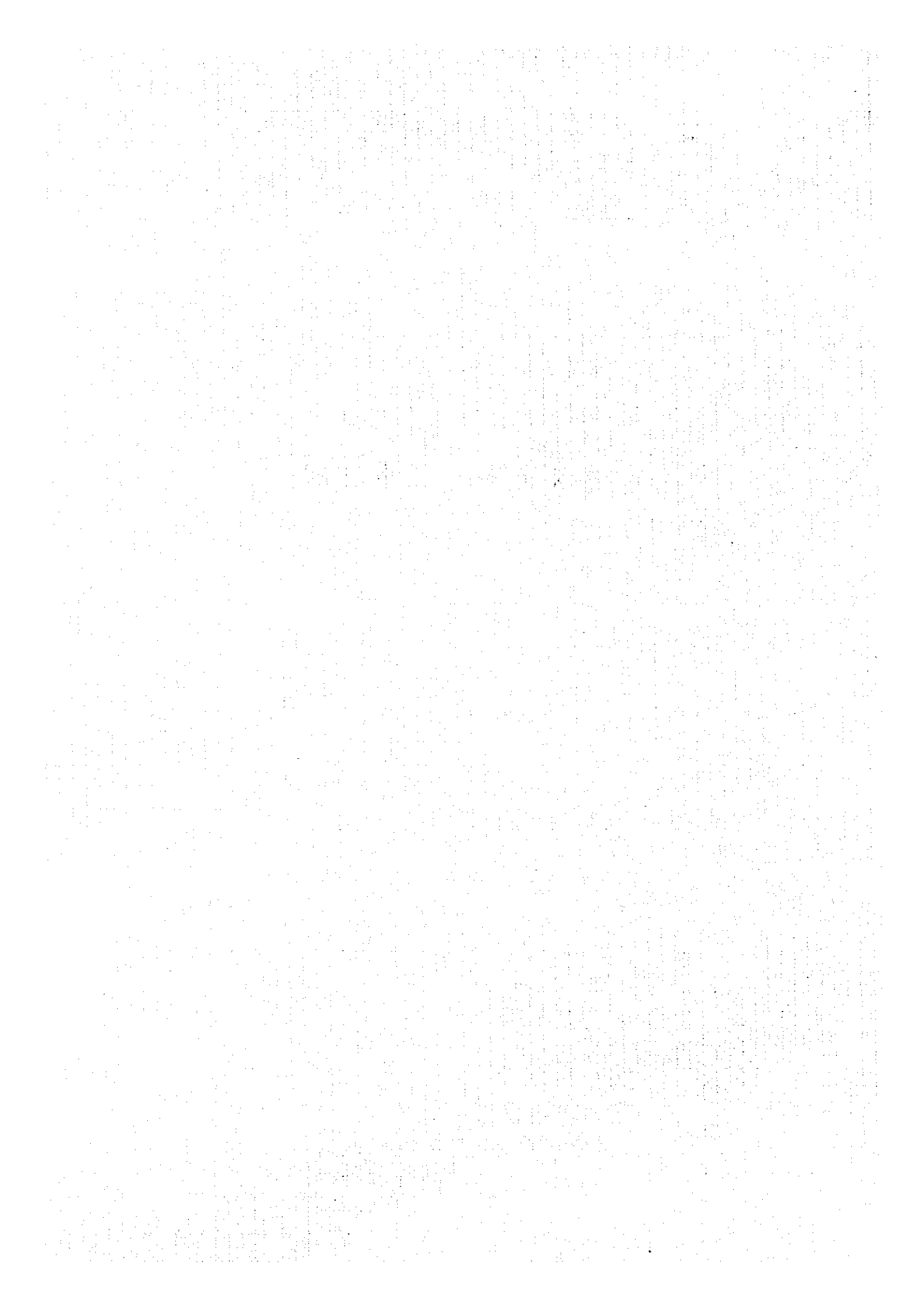
現在、発生源と環境の管理は、行政的にBKFとANTSZに縦割りされているため、これらを一元化し、迅速な対応ができるように提案する。

4) 地下水のモニタリング

定期的な採水による影響項目の分析と評価を行う。

5) その他の排水、騒音、交通量等の定期的な監視

第7章 工事計画



第7章 工事計画

7.1 契約形態

本事業においては、プロジェクト実施期間に制約があることから、新設ユニット、既存施設改善各々一括契約の形態を想定することとし、事業主がコンサルタントによる技術上および入札書類作成等アドミニストレーションのサポートを受けることも想定して工事計画を立案する。ただし、土木・建築工事については工程上先行すること、およびハンガリー国内業者により実施されることを考慮して、各々について別契約とする。

本事業の契約は以下の4つに区分される。

- a) 新設ユニットに係る土木・建築工事
- b) 新設ユニット（機器の供給および据付、試運転）
- c) 既存施設改善に係る土木・建築工事
- d) 既存施設改善（機器の供給および据付、試運転）

7.2 建設工程

本事業の工程を作成するにあたって以下の点に留意した。

- 許可取得（新規発電ユニット）
- 資金の調達
- 基本／詳細設計と入札図書作成
- 入札から落札までの期間
- 機械設計の载荷データに基づく土木設計
- 請負者が提出する図面の点検と承認手続き
- 施工管理および安全管理
- 単体試運転とシステム／機器の調整に要する期間

(1) 新設ユニットの建設工程（表7.2.1 参照）

新規150MWユニットの建設工事は次の3つの期間に分ける

- 1) 準備段階（工程表の1、2、3、および4）
- 2) 設置段階（工程表の5～19）
- 3) 運転試験、試運転、および本格運転（工程表の20～22）

(2) 既存施設改善の建設工程（表7.2.2 参照）

ボイラの改造作業は、発電所の操業への影響を最小限とするため、4つのボイラについて同時に行わず、1つ1つ順次を実施する。

表 7.2.1 新規150MWユニットの建設工程

	1997												1998												1999												2000												2001											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Licensing	_____												_____												_____												_____												_____											
2. Planning/design works	_____												_____												_____												_____												_____											
3. Tendering	_____												_____												_____												_____												_____											
4. Signing of the contract	_____												_____												_____												_____												_____											
5. Demolition works	_____												_____												_____												_____												_____											
6. Excavation/civil/architectural works	_____												_____												_____												_____												_____											
7. Structural engineering works	_____												_____												_____												_____												_____											
8. Boiler manufacturing at the factory	_____												_____												_____												_____												_____											
9. Boiler manufacturing at site	_____												_____												_____												_____												_____											
10. Turbine machinery house	_____												_____												_____												_____												_____											
11. Railway network renovation	_____												_____												_____												_____												_____											
12. Coal supply system	_____												_____												_____												_____												_____											
13. Limestone supply system	_____												_____												_____												_____												_____											
14. Slurry system	_____												_____												_____												_____												_____											
15. Cooling water system	_____												_____												_____												_____												_____											
16. Water treatment unit	_____												_____												_____												_____												_____											
17. Electrical works	_____												_____												_____												_____												_____											
18. Instrumentation & control systems	_____												_____												_____												_____												_____											
19. Grid connection	_____												_____												_____												_____												_____											
20. Service test	_____												_____												_____												_____												_____											
21. Test operation	_____												_____												_____												_____												_____											
22. Acceptance process	_____												_____												_____												_____												_____											

表 7.2.2 既存施設改善工程

	2001												2002												2003												2004												2005												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 Design																																																													
2 Tendering																																																													
3 Signing of the contract																																																													
4 Demolition/civil/architectural works																																																													
5 Boiler manufacturing at the factory																																																													
6 Boiler manufacturing at site																																																													
7 Isolation and refractory lining																																																													
8 Electrical works																																																													
9 Instrumentation & control systems																																																													
10 Commissioning																																																													
11 Test operation																																																													
12 Acceptance test																																																													
13 Duct works No.7 boiler																																																													
14 Gas supply system																																																													
15 Oil supply system																																																													
16 Turbine and auxiliaries																																																													
17 Water treatment and chemical dosing																																																													
18 Cooling water system																																																													
19 Grid connection																																																													
20 Mechanical works																																																													
21 Switch yard																																																													
22 Miscellaneous																																																													

第8章 プロジェクト・コスト

第8章 プロジェクト・コスト

8.1 コスト算定の基本的な考え方

(1) 前提条件

前章で述べたように、契約形態として一括契約 (Full Turn Key Contract) を想定することとし、事業主の技術的・管理的補助のためのコンサルタントの雇用が可能となるよう、その費用を見込むものとする。

本事業の資金の調達方法としては、自己資金および外部からの借入金の利用が考えられる。民営化された現在、世銀、OECF 等の資金返済上有利であるが、契約形態等に制約のある資金の利用は難しいと考えられるため、日本輸出入銀行のアンタイドローン等、制約の少ない資金を利用するものとして、融資機関による制約条件は考慮に入れないものとする。

(2) プロジェクト・コストの算定基準

以下の基準に基づきプロジェクトコストの算定を行った。

- 積算の基礎価格として、EGI の F/S による 1993 年度の市場調査価格を用いた。
- 機材の価格は米ドルベースで、インフレ率 3%/年で 1997 年度まで上昇したのとして計算した。
- 1993 年と 1997 年との間の HUF/USD が替レートの変化を考慮に入れた。1997 年度については、HUF/USD が替レート 161.06 を用いた。
- 石灰石プラント等、EGI の F/S に含まれていなかった項目については 1997 年度市場価格に基づき計算した。
- 土木工事については、1993 年度および 1997 年度間の物価上昇率を 2.078 として計算した。
- 構内機械設置工事の場合、物価上昇率は 1.8635 とした。
- ハンガリー電力業界で公認されている標準方式に従ってコスト見積もりを含む価格表を作成した。

コンサルタント・フィーは事業主が決定する業務範囲・内容・期間等に大きく左右されるため、積上げ計算は行わず、エンジニアリング・フィーとして、ハンガリーの積算基準に基づき、直接工事費の 6.5% を計上した。

予備費として、既存施設改善については約 10%、新設ユニットについては約 8% を計上した。

8.2 プロジェクト・コスト

新設ユニットの建設コストを表 8.2.1 に、既存施設改善のコストを表 8.2.2 に示す。

表8.2.1 新規 150MW ユニットの建設費

Price level: 1997
Currency: MHUF

Designation	Civil work	Local	Import	Custom duty	Erection	Other	Total capital	Other development cost	Total investment
01 Design						1140.00	1140.00		1140.00
02 Site preparation	91.00	31.00					122.00		122.00
03 Leveling	9.60						9.60		9.60
04 Roads	29.50						29.50		29.50
05 Railway siding	58.60	17.80	10.00	0.90	31.00		118.30		118.30
06 Fence	14.50						14.50		14.50
08 Demolition	31.20	19.50					50.70		50.70
91 Main-building	535.00						535.00		535.00
92 Chimney (reconstruction)	290.00						290.00		290.00
93 Boiler and furnace installation	93.50		5591.00	671.00	1081.00	151.80	7588.30		7588.30
94 Steam turbine	145.80	1752.00					1897.80		1897.80
95 Alternator and Block-transformer	139.20	364.30			8.40		511.90		511.90
96 Feed system		168.50	964.50	84.30	326.50	48.00	1591.80		1591.80
97 Cranes (Main-building) reconstruction		95.00					95.00		95.00
98 Electrical equipment (Main-building)		524.60	509.60		177.80		1212.00		1212.00
99 Control system		233.60	735.70	79.40	270.10	19.40	1338.20		1338.20
100 Fuel transport, storing	372.00	532.00	79.70	6.70	184.00		1174.40		1174.40
101 Limestone handling	235.00	212.00	30.80	2.20	72.80		552.80		552.80
11 Slag and ash removal	10.00	170.00			76.80		256.80		256.80
12 Cooling water system	155.40	342.60	102.30	11.20	113.00		724.50		724.50
13 Water treatment system	59.50	320.50	50.30	5.60	87.50		523.40		523.40
14 Outdoor switch gear	23.80	33.70			6.40		63.90		63.90
15 Workshop (reconstruction)	24.50	39.10					63.60		63.60
16 Offices	11.00						11.00		11.00
18 Life and property defense	5.00	19.80	4.80	0.50	7.90		38.00		38.00
19 Environmental protection	35.30	47.60					82.90		82.90
20 Area light	19.00						19.00		19.00
21 Fire fighting systems	26.00	45.70	8.00	0.70	14.00		94.40		94.40
22 Technology and installation piping	71.50	11.20					82.70		82.70
23 Canalization	81.40						81.40		81.40
25 Laboratory		13.00					13.00		13.00
26 Costs of Investor's services and trial run						500.00	500.00		500.00
27 Costs of P.P. Company during commissioning							0.00		0.00
28 Administrative costs of investment and bank charges							0.00		0.00
29 Traffic and transport equipment		21.00					21.00		21.00
30 Telecommunication and fire alarm system	47.70	176.00	36.20	4.20	55.00		319.10		319.10
32 Means of organization on site	64.40	176.80					241.20		241.20
33 Miscellaneous cost	80.00				22.80		102.80		102.80
34 Expenses of not installed equipment		160.00	197.00	18.00			375.00		375.00
35 Expenses for acceleration of the investment							0.00		0.00
36 Technical reserve (contingency)						1700.00	1700.00		1700.00
01-36 Subtotal:	2759.40	5527.30	8319.90	884.70	2535.00	3559.20	23585.50		23585.50
Connected Electrical connection.									
Costs Gas connection.									
Total cost investment									
Engineering fee (6.5%)	100.00	450.00	350.00	10.00	523.00	100.00	1533.00		1533.00
Total	2859.40	5977.30	8669.90	894.70	3058.00	3659.20	25118.50	0.00	25118.50

表 8.2.2 既存施設改善の建設費

Designation	Civil work	Local	Import	Custom duty	Erection	Other	Total capital	Other development cost	Total investment
01 Design						310.00	310.00		310.00
02 Site preparation	15.00	5.00					20.00		20.00
03 Leveling	6.00						6.00		6.00
04 Roads	6.00						6.00		6.00
05 Railway siding							0.00		0.00
06 Fence							0.00		0.00
07 Stores(reconstruction)	2.00	2.00				10.00	14.00		14.00
08 Demolition	30.00	20.00					50.00		50.00
91 Main-building	1124.00						1124.00		1124.00
92 Chimney (reconstruction)	12.00						12.00		12.00
93 Boiler and furnace installation	20.00	516.50	180.00	21.60	137.00	40.00	915.10		915.10
94 Steam turbine	92.00	910.00	100.00	12.00	196.00		1310.00		1310.00
95 Alternator and Block-transformer							0.00		0.00
96 Feed system		15.50	50.00	4.50	10.00		80.00		80.00
97 Cranes (Main-building) reconstruction							0.00		0.00
98 Electrical equipment (Main-building)		195.00	200.00	18.00	67.00		480.00		480.00
99 Control system		42.00	300.00	18.00	90.00		450.00		450.00
100 Fuel transport, storing	120.00	253.00	60.00	5.00	82.00		520.00		520.00
101 Limestone handling							0.00		0.00
11 Slag and ash removal							0.00		0.00
12 Cooling water system	30.00	60.00	10.00	1.00	9.00		110.00		110.00
13 Water treatment system	40.00	224.50	50.00	5.50	20.00		390.00		390.00
14 Outdoor switch gear	40.00	60.00	10.00	1.00	24.00		135.00		135.00
15 Workshop (reconstruction)	5.00	15.00					20.00		20.00
16 Offices	10.00						10.00		10.00
18 Life and property defense	2.00	2.00	3.00	0.30	0.70		8.00		8.00
19 Environmental protection	6.00	10.00	20.00	3.00	1.00		40.00		40.00
20 Area light	5.00						5.00		5.00
21 Fire fighting systems		3.00	8.00	1.00	3.00		15.00		15.00
22 Technology and installation piping		40.00	100.00	12.00	8.00		160.00		160.00
23 Canalization							0.00		0.00
25 Laboratory		15.00					15.00		15.00
26 Costs of Investor's services and trial run						40.00	40.00		40.00
27 Costs of P.F. Company during commissioning							0.00		0.00
28 Administrative costs of investment and bank charges							0.00		0.00
29 Traffic and transport equipment		10.00					10.00		10.00
30 Telecommunication and fire alarm system	10.00	30.00					40.00		40.00
32 Means of organization on site	10.00	35.00			15.00		60.00		60.00
33 Miscellaneous cost							0.00		0.00
34 Expenses of not installed equipment		7.00	30.00	3.00			40.00		40.00
35 Expenses for acceleration of the investment							0.00		0.00
36 Technical reserve (contingency)						685.00	685.00		685.00
01-36 Subtotal:	1585.00	2470.50	1121.00	105.90	712.70	1086.00	7081.10		7081.10
Connected Electrical connection									
Costs Gas connection									
Total cost Investment							460.27		460.27
Engineering fee (6.5%)									
Total							7541.37	0.00	7541.37

第 9 章 經濟・財務分析

第9章 経済・財務分析

9.1 経済分析

(1) 建設コスト

1997年を基準年とする建設コスト見積もりは第8章8.2にて以下の通り算出された。総工事費と直接工事費の差額はContingency（予備費）とEngineering Feeの合計である。なお、経済分析では、工事費にはCustom dutyは含めない。

プロジェクト種別		コスト種別	百万 HUF	百万 US\$
新設ユニット	対象プロジェクト	総工事費	24,223.8	150.402
		直接工事費	21,000.8	130.391
	代替プロジェクト	総工事費	22,623.3	140.465
		直接工事費	19,533.6	121.334
既存施設改善	対象プロジェクト	総工事費	7,435.5	46.160
		直接工事費	6,289.2	39.043
	代替プロジェクト	総工事費	9,835.6	61.068
		直接工事費	8,301.2	51.541

(2) 純現在価値 (NPV) と便益費用比率 (B/C)

プロジェクトの便益と費用を現在価値に引き直すための割引率は、MVMが発電所の事業採算を評価し、Capacity Charge等の金額を算出するために使用している8.0%とした。分析の結果は以下のとおり、新設ユニット、既存施設改善、どちらの場合も、対象プロジェクトは代替プロジェクトに比べて経済的に有利である。

	NPV (thousand US\$)	B/C	EIRR (%)
新設ユニット	10,337.4	1.03	17.3
既存施設改善	15,096.7	1.11	N.A.

(3) 経済的内部収益率 (EIRR)

新設ユニットでは、経済的内部収益率 (EIRR) は17.3%であり、社会的割引率 (12.0%) を上回っている。

既存施設改善の場合は、便益と見なす代替プロジェクトの建設コストおよび運転費用共に対象プロジェクトを上回っているためEIRRは算出出来ない。

上記結果より、対象プロジェクトは代替プロジェクトより優位であると判定される。

(4) 感度分析

新設ユニットと既存施設改善プロジェクトの各々について、プラント稼働時間 (Plant Load Factor : PLF) などの要因が変化した場合の感度分析を以下のとおり行った。

【新設ユニット】

	NPV (thousand US\$)	EIRR (%)	B/C
10%建設コスト Up	-8,413.0	3.5	0.98
10%石炭単価 Up	9,465.8	16.6	1.02
PLF Down I	6,556.8	14.3	1.02
PLF Down II	8,467.0	15.9	1.02
PLF Up	12,669.8	19.0	1.03

(Note)

Variation of Plant Load Factor (PLF): Base Case = 6,000 hrs/y
PLF Down I = 4,000 hrs/y
PLF Down II = 5,000 hrs/y
PLF Up = 7,200 hrs/y

CFBC方式の建設コストが10%upした場合はEIRR等分析結果はマイナスとなった。CFBCは燃焼効率が良いので、燃料費の上昇、および稼働時間の上昇に伴い評価結果は良化することが判った。

【既存施設改善】

	NPV (thousand US\$)	B/C
10% 建設コスト Up	9,034.1	1.07
10% 天然ガス単価 Up	9,293.1	1.07
10% Demand Down	11,789.1	1.10

既存施設の改善は技術的な選択肢が限定されており、天然ガスがどのような条件変更の場合でも明らかに微粉炭方式より優位であることが判った。

9.2 財務分析

新設ユニットおよび改善後の既存施設の運転は相互に関連しているため、両プロジェクトを総合化して財務分析を行った。

(1) 純現在価値、等価割引率便益、便益費用比率

純現在価値 (NPV)、等価割引率便益 (財務的内部収益率 : FIRR)、便益費用比率 (B/C) は以下のとおりとなった。

	NPV (thousand US\$)	FIRR (%)	B/C
Base Case	185,297.5	17.4	1.37

FIRRは17.4%であり、金融機関からの借入れ利率(8.2%)を上回っており、かつMVMが発電所と売買取電契約を締結するために設定する、発電所の利益率の日処である8.0%を大きく上回っており、本プロジェクトは財務的に魅力的であると評価できる。

(2) 感度分析

以下のケースについて感度分析を実施した。

- 10%建設コスト up
- 10%燃料価格 up
- 建設コストおよび燃料価格(石炭、天然ガス共) 10% up

	NPV (thousand US\$)	FIRR (%)	B/C
10%建設コスト Up	160,631.6	15.7	1.31
10%燃料費 Up	162,990.5	16.4	1.31
建設コストおよび燃料費共に 10% Up	138,324.6	14.7	1.25

以上の費用サイドの感度分析に加え、収入サイドの感度分析を電力単価、熱エネルギー単価を変更させることによって行った。

	NPV (thousand US\$)	FIRR (%)	B/C
10%電力単価 Down	125,510.4	14.7	1.25
10%熱エネルギー単価 Down	176,938.8	17.1	1.36
電力単価、熱エネルギー単価共に 10% Down	117,151.7	14.3	1.24

電力単価のみを10%Downさせた場合のFIRR(14.7%)は費用サイドで建設コストと燃料費を共に10%Upさせた場合のFIRRと同率であり、本プロジェクトは電力料金に対する感度が高いと判断できる。

本プロジェクトにおいて金利、減価償却費計上後の便益と費用が均衡する電力単価は10.3 HUF/kWh (0.06 US\$/kWh)であり、本分析で用いた14.93 HUF/kWh (0.09 US\$/kWh)の約70%となる。熱エネルギー収入が後述のとおり極めて安定していることを勘案すると、電力単価が3割弱下落しなければ財務的には採算がとれる。また、8%の純利益を得ることを最低ラインと考えても、2割強の余裕がある。

第 10 章 ハンガリーの発電所開発に 向けての提言

第10章 ハンガリーの発電所開発に向けての提言

10.1 発電所の石炭燃焼技術

(1) ハンガリーの発電所建設計画

ハンガリー国の電力需要は1989年から1993年にかけて、工業部門の不振により減少を続けたが、以後はゆるやかながら増加傾向にある。電力消費量は1995年の36.5 TWhに対し、2010年の需要予測は43.3～49.3 TWhであり、最低の場合でも着実な増加が見込まれる。

一方、ハンガリーの現在の発電設備容量約7,400MWの74%を占める火力発電設備は、その大半が老朽化して効率が低下している上、2005年に発効するEU諸国並みの環境規制に適合できないため、設備の更新を迫られている。

国のエネルギー政策により、発電所近傍の炭鉱は経営的に発電所と一体化されたので、そのような発電所は自前の石炭を有効利用することにより地域の雇用にも貢献し、かつ環境保全対策を十分に行う必要がある。本調査の対象となったボルショド発電所もその1つである。

このような状況のもと MVM は、1998～2010 年の間に開発すべき発電システムについて、LCP (Least Cost Planning) 手法により経済効果分析を行った。発電方式、燃料、発電容量、および建設場所の候補は表 10.1.1 に示すように選定された。

表 10.1.1 発電所開発の候補

Site	Type of unit	Fuel	Units×MW	Total MW
Existing Plant Sites	1 C.C. + cogeneration unit	natural gas	4×100	400 MW
	2 C.C. + condensing unit	natural gas	6×225	1,350 MW
	3 FBC + cogeneration unit	coal	4×150	600 MW
	4 FBC + condensing unit	coal	6×155	960 MW
	5 Gas turbine (peak load)	light fuel oil	6×155	930 MW
	6 Oil fired large unit	heavy fuel oil	1×550	550 MW
	7 PCF large unit	coal	3×350	1,050 MW
	8 Nuclear unit	nuclear	2×630	1,260 MW
New Plant Sites	9 Gas T. with inert gas unit	inert gas	1×80	80 MW
	10 Lignite-fired unit	lignite	3×450	1,350 MW
	11 PCF unit	coal	3×550	1,650 MW
	12 Nuclear unit	nuclear	2×630	1,260 MW

Source : The Economic Efficiency Analysis of the Long Term Expansion Strategy of the Hungarian Power System, provided by MVM in March 1996.

この分析結果によると、上記候補のうち、建設が適切であると判断されたものには、150 MW程度の容量を持つ流動床燃焼(FBC)のユニットとして熱電併供用が4ユニット、復水発電用が5-6ユニット含まれ、Borsod 発電所の新設ユニットは前者に属する。既存の発電所に建設されるこれらのユニットは、低品位の国産炭を使用しつつ環境保全上の要件をも満足させる必要があることから、適用炭種の範囲が広く、低品位炭や工場で発生する廃棄物、副生物も燃料として利用できる特徴を持つ FBC 技術が選ばれたものと考えられる。

MVMによる Borsod 発電所の既往の F/S で選定された循環式流動床燃焼(CFBC)は、FBC 技術の一つであり、以下のような環境上の利点がある。

- 1) 脱硫剤が炉内を循環するので脱硫剤の利用率が高く、燃料中の硫黄分を効率よく除去できる (90 %以上)
- 2) 燃焼温度が 850 °C 程度と低いため、NO_x の発生量が少ない。
- 3) 燃焼効率が高いので相対的に燃料が削減できる。

そのため、CFBCは広く実用化されつつあり、日本国内でも 50 - 250 t/h 程度のボイラが 11 基運用されている。しかし、Borsod 発電所を含め、ハンガリーで計画中のこれら発電所に必要な 460 t/h クラスのボイラへの適用例は少なく、世界でもアメリカ(490 t/h)、ドイツ(400 t/h)、フランス(700 t/h)にそれぞれ 1 例あるのみである。

本調査においてこれら 3 カ所の発電所の CFBC ボイラの問題点と解決方法を調査した結果を踏まえ、灰分(35 - 45 %)と硫黄分(2 % 以上)の含有率の高い Borsod 褐炭への適用には以下のような対策をとることとした。

- 1) 褐炭と低灰分の輸入炭とを混合し、総灰分量を減ずる
- 2) 灰分量に応じて適正な容量の外部熱交換機(EHE)を設置する
- 3) 灰分離、循環、EHE システムを高精度に自動制御する
- 4) 石灰石添加量を適正化し、灰の発生量を低減する

上記対策を取り入れた Borsod 発電所の新設ユニット用ボイラの概略は以下の通りである。

ユニット容量	: 150 MWe
蒸気発生量	: 460 t/h
ボイラ形式	: 循環式流動床燃焼(CFBC)ボイラ 外部熱交換機(EHE)付き
使用燃料	: Borsod 褐炭および輸入炭 (発熱量ベースで 1:1 の混合)
汚染物質の予想排出濃度	: SO ₂ : 400 mg/Nm ³ 以下 NO _x : 200 mg/Nm ³ 以下

関連主要設備 : 石炭・石灰石供給設備
石灰石粉砕プラント
ベッドアッシュ処理設備
電気集塵機
煙突 (130 m)
自動制御装置

このボイラは、上述のハンガリーで必要とされる他の 150 MW クラスのユニットに共通して適用が可能と考えられるが、各発電所で使用する国産炭の品位など特有の条件を慎重に検討すべきである。

そのため、当調査での経験に基づき、CFBC 技術の適用に際して留意すべき事項を以下に提言する。

(2) CFBC 技術の適用上の留意点

調査団はこれまで CFBC ユニットとしては大規模な世界の 3 ヶ所の発電所の調査行なった。これら 3 ヶ所の発電所のうち、Goldenberg 発電所 (ドイツ) の CFBC ユニットは EVT 方式を採用しているのに対して、TNP-One 発電所 (米国) および Provence 発電所 (フランス) の CFBC ユニットでは Lurgi 方式を採用しており、後者が外部熱交換機 (EHE) を設置しているのが一番大きな違いである。以下は、EHE を設置している TNP-One および Provence 発電所の CFBC ユニットで生じた種々の問題を通して学んだ教訓を今後ハンガリーで計画される大規模 CFBC ボイラユニットの設計と運用に反映させるための提言を行う。

アメリカの TNP-One の運転開始が 1991 年であるのに対し、フランスの Provence 発電所の CFBC ユニットの運転開始は 1995 年で、まだ 1 年あまりの運転時間である。この 4 年の間に容量は 499 t/h から 700 t/h へと拡大し、同時に TNP-One で遭遇した様々な問題への対応策が Provence 発電所の CFBC ユニットにフィードバックされ、1 年後の定修までのトラブルは格段に減少している。CFBC 技術が次第に改善され、石炭火力では中型規模である 700 t/h クラスまで実用化が進んできていると言える。こうした先進事例は、ハンガリー炭を使用する発電所で CFBC 技術を採用するためには、以下の事項が決定的に重要であることを示している。

1) 燃焼室から排出される灰の分離・リサイクルまたは EHE システムの適正負荷

燃焼室から排出される灰の分離・リサイクルまたは EHE システムの負荷量をすでに実証されている Provence 発電所の CFBC ユニットと同程度まで削減する。460 t/h クラスの CFBC ボイラでは、ハンガリー産褐炭と輸入炭を発熱量ベースで 1:1 の比率で混焼することにより、発生する灰の量を約 80 t/h から約 44 t/h に低減する。

2) 輸入炭の品位

混焼される輸入炭は、発熱量が 25 MJ/kg 以上、硫黄分が 0.8–1.0% 程度の高品位炭とする。

3) 石灰石供給装置

TNP-One では石灰石供給装置でもトラブルが頻発しているため、これらの教訓を新設 CFBC ユニットの反映させる。

4) 熱負荷のバランス

スーパーヒータ、リヒータ、灰分離・リサイクルまたは EHE システムで行われる過熱および再熱の熱負荷のバランスに注意する。

5) 灰分離・リサイクルまたは EHE システムの制御

灰分離・リサイクルまたは EHE システム、燃焼室、一次空気ファンの相互間において密接な連携が必要なので、コンピュータによりそれぞれの監視と分刻みあるいは秒刻みの自動運転制御を行う。

6) まとめ

新しい技術はスケールアップをしていく過程で発生する様々の問題を解決しながら進歩を重ねるものであり、上に述べられた問題点とその解決策を今後ハンガリーで建設が進められる CFBC ボイラユニットにフィードバックしていくことが必要である。

10.2 火力発電所の環境影響調査と環境保全対策

ハンガリー国における工業開発では、深刻な公害を発生させた先進国の過去と同様に、環境への配慮が欠けていた。内陸国という地理的状况からみて、廃棄物は内陸部に埋立てせざるを得ないが、河川への投棄も行われてきた。また、ハンガリーの石炭は、一般的に発熱量が低く、灰分量が多い上にAsやHgの含有量が高いという特性を有している。このような状態を踏まえ、ハンガリー国の電力開発に係る環境保全について、以下の提言または勧告を行う。

なお、ハンガリー国内の火力発電所は、共通する問題点を多く抱えており、以下の提言と勧告は、ボルショド発電所にも概ね適用できる。

(1) 基準・規制の遵守

ハンガリー国政府は、煙道からの新しい排出基準を2005年1月1日に施行する予定である。発電所が環境保全対策を実施し、排出基準を十分に達成したとしても、地域によっては民生を含む他の発生源が十分な対策を行わなければ、環境基準の達成は困難となる。2005年またはそれ以前の目標年までにSO₂等の大気質の環境基準を達成するためには、以下のことが望まれる。

- 1) 固定発生源に対しては、新しい排出基準を遵守するよう指導、取締りを強化する。
- 2) 石炭を使用する民生の施設は大気汚染にかなり寄与している。現在、家庭暖房用燃料のガス化が進行しており、1992～1993年のJICAによるSajo Valley地域大気汚染対策調査時点に比べて、2005年には石炭燃料の使用は半減されよう。しかし、環境基準達成を確実にものにするためには、さらなるガス化の促進が望まれる。
- 3) 電力開発は、通常工業地帯に隣接する機会が多く、一般的に多くの廃棄物貯蔵場があり、また廃棄物を不法投棄した場所もある。廃棄物の処理、処分に関し、各種法令に規定された環境保護規則が遵守されるよう、指導と不法投棄の取締りを強化するべきである。
- 4) 作業環境の保全や建設時の環境保全は、おろそかにされがちである。関係者は、作業環境基準等を遵守するとともに、監督機関は十分な指導を行うべきである。

(2) 環境調査における配慮

1) 一般的配慮

ハンガリーには環境保全国際条約に指定された地域や自然国立公園など、多くのすばらしい自然を有した場所がある。しかし、工業地帯や都市部および観光地の一部などでは、人為的な要因で環境汚染が顕在化しており、深刻な問題となっている所がある。大気汚染は暖房期に顕著であり、住宅地では暖房汚染が大きく寄与しており、市街地では車による汚染が、工

業地帯近傍では固定発生源の影響が加わり、接地逆転層の形成される気象条件と相まって、一層大気汚染を深刻なものとしている。

また、工業地帯およびその隣接する地域では、関連する企業、住宅等があり、加害者が同時に被害者になっている場合も見受けられる。

廃棄物は、有効利用できない場合、内陸部での埋立てか河川への投棄以外に方法がないことも特徴である。

ハンガリー国における発電所の開発に係る調査に当たっては、上記の特質を十分に踏まえ、環境に影響を与えられる地域について、自然および社会環境の現況を的確に把握することが重要である。

2) 「環境を計る」ことに対する配慮

ハンガリー国には環境関係の優秀な技術者は多いが、データのクロスチェック機能は十分とは言い難い。「環境を計る」ということは、測定によって基準に適合しているか否かを判断することにとどまらず、測定値の得られた背景を検討し、得られた結果を総合的に解析することであり、環境保全を推進していく上での基本である。

「環境を計る」ことに対しては、下記のような配慮が必要である。

a) 精度の高い測定に努める

重要な基準を厳密に設定しても測定の精度を欠けば、基準そのものの意味が薄らぐことになる。測定では、公定法に従うことを原則とすべきであるが、サンプルの性質によっては、適切な応用技術も要求されることを理解すべきである。

b) 分析者は常に精度向上に努める

分析者は、優れた機器で分析すると、その結果が一番正しいと思いがちであるが、分析や測定には常に誤差があることを認識し、分析者や分析機関間で適時クロスチェックを行い、技術レベルを確認し合うようなシステムを構築するよう提言する。問題点があれば、何が原因かを究明し、常に技術向上に努めることにより、はじめて計測機器の能力、特徴を最大限に活かすことが可能となる。

c) 広く地域住民の参加を求める

環境を改善し、また、保全するためには、発電所等の排出原因者のみではなく、広く地域住民の参加、協力が不可欠である。そのためにも、自分の都合の良いデータ、悪いデータを含めた積極的なデータの公表が大切である。

d) サンプルの代表性について

土壌サンプリング点や大気測定点を設定する場合、どのエリアを代表させようとしているのか、事前に十分に考え方を整理した上で設定する必要がある。場合によっては、分析等の誤差よりもサンプリング等の誤差の方が極めて大きい場合がある。その他、サンプルの同時性、連続性についても配慮すべきである。

(3) 環境保全対策

ハンガリーの発電所においては、環境を保全するため、以下のような対策を行うことを推奨する。

- 1) 石炭灰による地下水汚染防止対策には、シックスラッジ技術や遮水シート法等、さまざまな技術が考えられている。発電所等の関係者に対するヒアリングでは、燃焼残渣物による地下水汚染の防止のために、シックスラッジ技術のみで対応しようと検討している。電力用の国内炭は、先に述べたとおりの特性を有しており、灰分の少ない良質炭で良好な結果が得られたとしても、国内炭の灰で同等な結果が得られるとの保証はない。過剰な対策を講じる必要はないが、シックスラッジ技術により地下水汚染の起こらないことを事前に実証する必要がある。また、シックスラッジの輸送水の一部として、水処理施設からの塩分含有の排水を利用することは、現段階では推奨することはできない。
- 2) 環境を汚染した場合、これを回復させるためには、一般に相当な費用と時間を要するものである。将来に禍根を残さないためにも、実現可能な対策代替案がある場合には、これを検証不十分な対策に優先して実施すべきである。
- 3) 発電所の開発は地域の発展に貢献するが、その反面、他の工場とともに当該地域の環境に少なからず影響を与えるものである。今後の環境保全を考える上においては、単に環境影響を回避・軽減するのみではなく、新たに準自然環境を創造、とり戻すとともに、景観についても配慮することを提言する。例えば、開発によって失われた環境に見合った環境を新たに創造することも、積極的な環境保全対策とみなすことができる。
- 4) ハンガリー炭はAsやHgの含有率が高く、輸入炭に比べると発熱量当たりの含有率はさらに高くなる。Hgのほとんどは、蒸気となって飛散し、Asは灰に残留して地下水汚染の原因となる。このことを踏まえて、環境保全対策を検討する必要がある。
- 5) 煙突からの排出ガスが施設建屋によりダウンウォッシュを受けた場合、煙源近傍の地上に高濃度が出現する場合がある。発電所建設を計画する場合、ダウンウォッシュによる影響防止を検討する必要がある。

(4) 環境影響の予測と評価

ハンガリー国の発電所の開発において、環境に対する影響について予測・評価し、環境保全目標に照らして影響を回避・軽減する対策案を提示する必要がある。

予測・評価の手法にはさまざまな方法が考えられるが、その地域の社会的、自然的条件を十分に踏まえ、可能な限り客観的に評価できる手法を取入れるべきである。予測シミュレーション・モデルのためのパラメータの設定においても同様である。

ハンガリー国における発電所を含む今までのさまざまな工業開発においては、十分な環境影響評価が行われてこなかった経緯がある。環境影響調査と評価においては、可能な限り地域住民や専門家の参加を求め、広く意見を取入れることを推奨する。このことは、将来、事業者および地域住民の両者にとって良好な結果をもたらすものと思われる。

(5) 環境監視

一般に環境監視の目的には、緊急対策の必要性の判断、環境基準との対比、発生源対策の効果の判定、環境管理のためのデータ利用などが含まれる。ハンガリー国の発電所における監視機能を最大限発揮させるために、以下のことを提言する。

- 1) 現在、発生源と環境の管理は、行政的に環境省の地域監督局と公衆衛生院の地方支局に縦割りにされているため、密接な協力によりこれらの機能を統合し、迅速な対応ができるようにする。
- 2) 測定機器の適切な運転・維持管理のため、マニュアルの作成や実施計画の策定を行う。
- 3) 環境監視のための予算は優先的に確保する。

(6) 環境管理体制の整備

ハンガリー国では、電力、ガス等の基幹産業を含む企業の民営化が積極的に押し進められている。発電所では一般に、環境、ボイラ、発電、水供給等、それぞれ担当責任者を決め、対応しているが、ボルショド発電所のように最近民営化されたところでは、運営体制の一部が混乱しており、環境管理体制が十分に機能していない場合も見受けられる。

例えば、所長または環境担当部長をヘッドとする環境管理委員会を設置し、その下に環境、省エネルギー、防災小委員会等を設置し、それぞれの担当事項に関する施策の実施を推進する必要性を提言する。各小委員会には、できるだけ多くのセクションからの参加が望ましい。環境管理委員会における主題には、概ね以下の事項を含める。

- 1) すべての活動を通じての環境の保全と向上
- 2) 省エネルギーと排出物の削減、管理
- 3) 環境保全技術の開発と活用

- 4) 不測時の対応
- 5) 担当者とその責任の明確化
- 6) 地域社会との共生
- 7) 従業員の環境教育と啓発
- 8) 環境と排出源の常時監視

10.3 公的な資金協力・技術協力の可能性

(1) ハンガリーの電力セクターに対する日本の公的支援の可能性

ハンガリーを含む旧社会主義諸国では、公的セクターの役割を減らし、市場メカニズムを生かしつつ民間セクターに国の経済活動をできる限り委ねていく市場経済化を積極的に推進している。従来からの資本主義、自由主義経済諸国においても、開発途上国だけではなく先進諸国でも民間の資金・ノウハウを導入することにより、多くの経済インフラを効率よく整備する、いわゆる民活インフラ整備への期待が高まりつつある。

民間セクターの活動に基礎をおいた経済開発は、本来当該国政府と外国資本を含む民間部門によって進められるものであるが、日本政府としては、当該国の政府または民間事業者からの支援要請を前提として、当該国への寄与度が大きく、かつ民間セクターだけでは対応が困難と判断される事業については選択的に、かつ側面的に支援を行っている。

OECD 加盟国であるハンガリーに対しては、EBRD、世銀等による多国間支援を除き、我が国の 2 国間支援は当然選択的にならざるを得ないが、同国の電力セクターに対し我が国が提供可能な、公的な資金的、技術的支援は概略的に図 10.3.1 のようにまとめられる。

以下に各々の支援機関別に支援内容、スキームをまとめた。ハンガリー側の各機関および各発電所を含む電力セクターは、可能な支援スキーム、内容を熟知して、プロジェクトの形成のために我が国の援助機関およびコンサルタント等とコンタクトして行くことを提言したい。

(2) JICA

JICA の環境協力は事業形態別に以下のように分けられる。

- 1) 企画調査員等の派遣による被援助国の案件形成支援
- 2) 開発調査の実施 (F/S 等の調査、提言の作成等)
- 3) 技術・ノウハウの移転による様々な分野での知的支援
- 4) 専門家派遣による事業実施支援および人材育成・支援
(1996 年 3 月末現在累計：28 人)
- 5) 研修員受け入れによる人材育成
(1996 年 3 月末現在累計：527 人)

(3) OECF 借款

事業実施者あるいは最終借入人が民営化された発電会社であっても、環境改善等環境関連プロジェクトであれば、OECF 借款を受けられる可能性がある。但し、OECF 借款は基本的に政府間の契約に基づくものであることから、ハンガリー政府の保証が得られることが前提である。借款条件は定期的にレビューされ、また個々の案件毎に決定されるものであるが、現在は、借款金利 4.0%、期間 25 年、返済猶予期間 7 年である。

環境プロジェクトとしては、電力セクターの中で発電部門が借款の対象となる可能性が高いと考えられる。民営化された発電所の場合は、特に地域環境改善事業等のサブ・プロジェクトとして、1つのサブ・ローン発電所に供与する two-step-loan スキームとなることが多くなるだろう。

(4) 日本輸出入銀行による支援の可能性

日本輸出入銀行は、日本企業の海外における活動を支援すると同時に、受け入れ国側の経済発展にもつながることが望まれている。輸銀の支援を受けることにより、プロジェクトのポリティカル・リスク等のリスクおよび金融費用が軽減され、プロジェクトの実現の可能性が高まる。一般に Untied Loan を除き、ハンガリー政府の保証を必要としないため、OECD 借款より利便性が高いと考えられる。ローンに加え、保証機能も活用した民間インフラ事業の支援が可能である。

具体的には以下のプログラムが挙げられる。

- 1) バイヤーズ・クレジット
- 2) 我が国企業がハンガリーに直接進出する場合の投資金融
- 3) 我が国民間金融機関が提供する融資に対する保証の供与
- 4) Untied Loan (ハンガリー政府保証付)
- 5) 我が国企業がインフラ事業等に投資する場合のプロジェクト・ファイナンス

これらは図 10.3.2 のように示される。

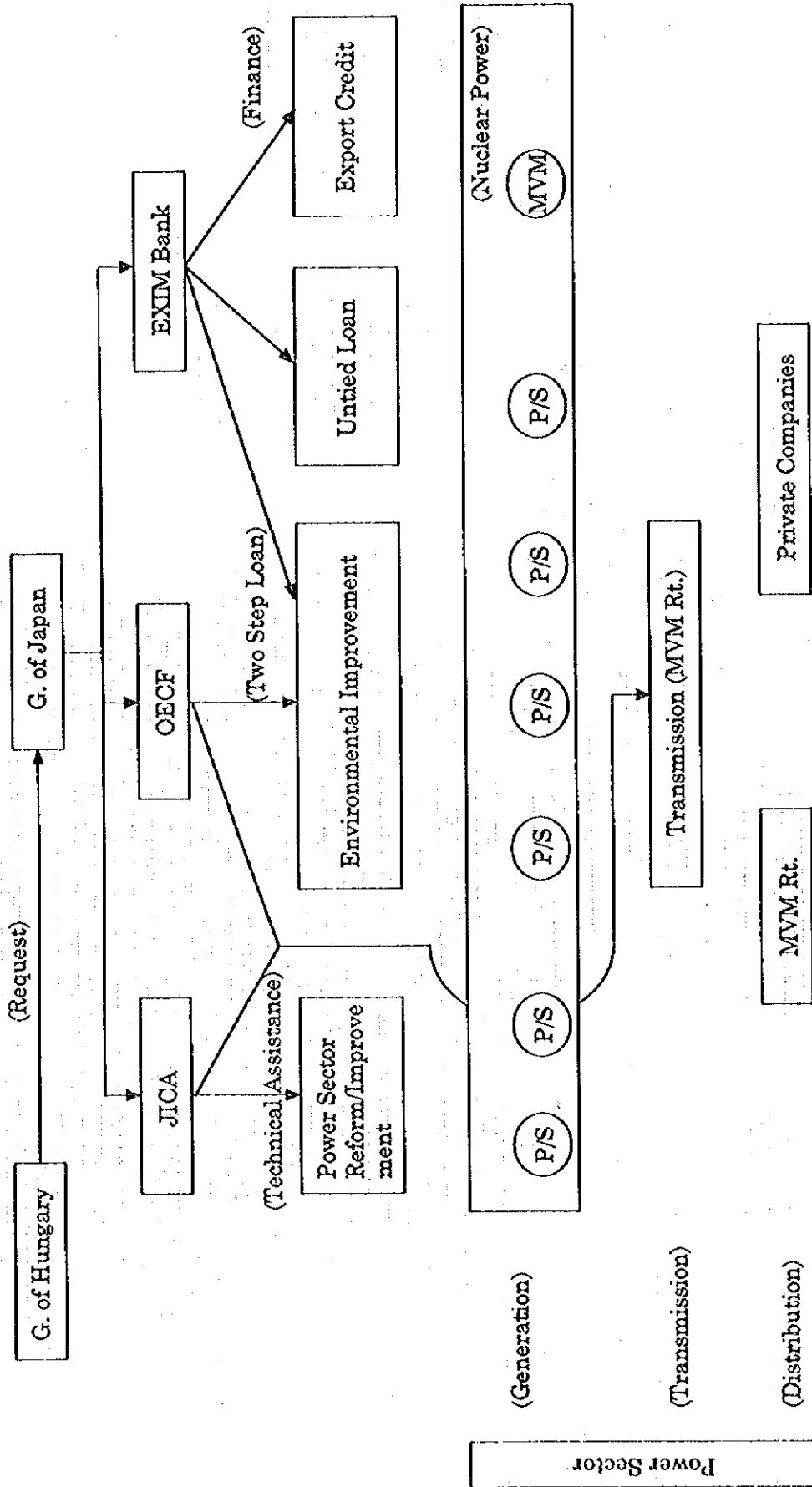
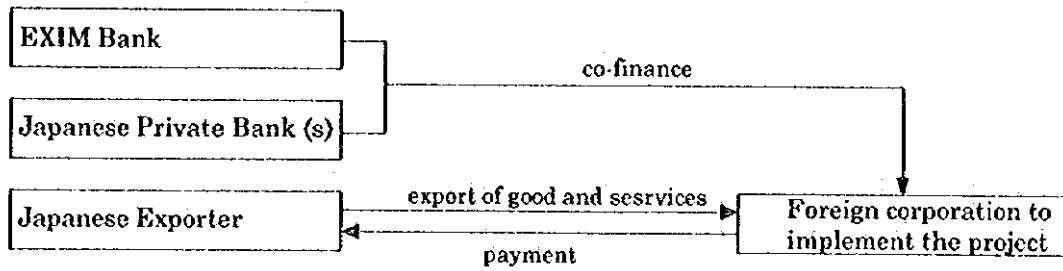
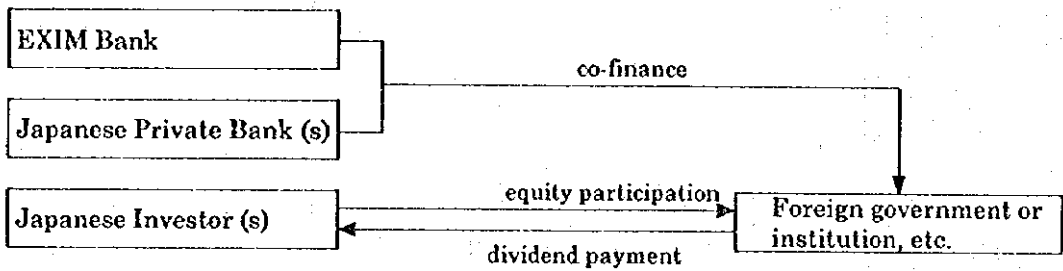


図10.3.1 ハンガリーの電力セクターに対する日本の技術・資金協力の可能性

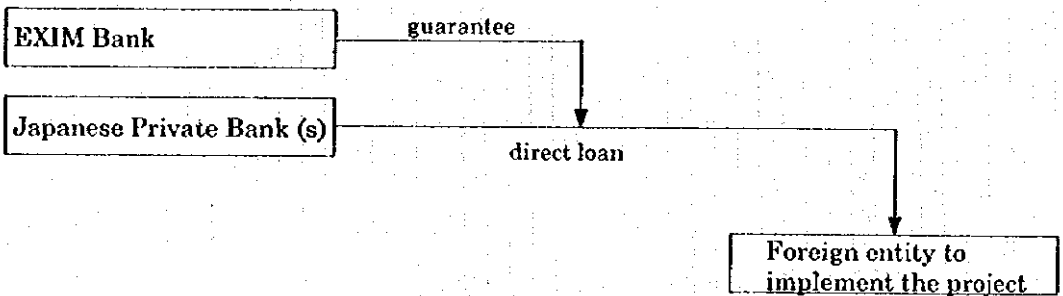
1. Buyer Credit



2. Overseas Invesgment Loan



3. Guarantee



4. Untied Loan

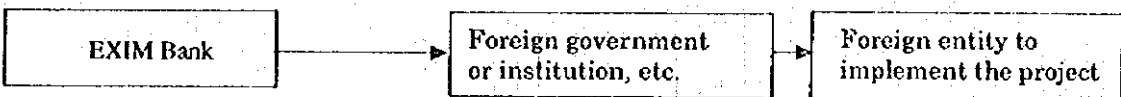


図10.3.2 インフラ事業のための日本輸出入銀行のプログラム

JICA