

国際協力事業団

中華人民共和国
大連市環境保護局

社会開発調査部報告書

No. 51

中国大連市
環境モデル地区整備計画調査
最終報告書
〔第三分冊〕

JICA LIBRARY



J 1156293 (1)

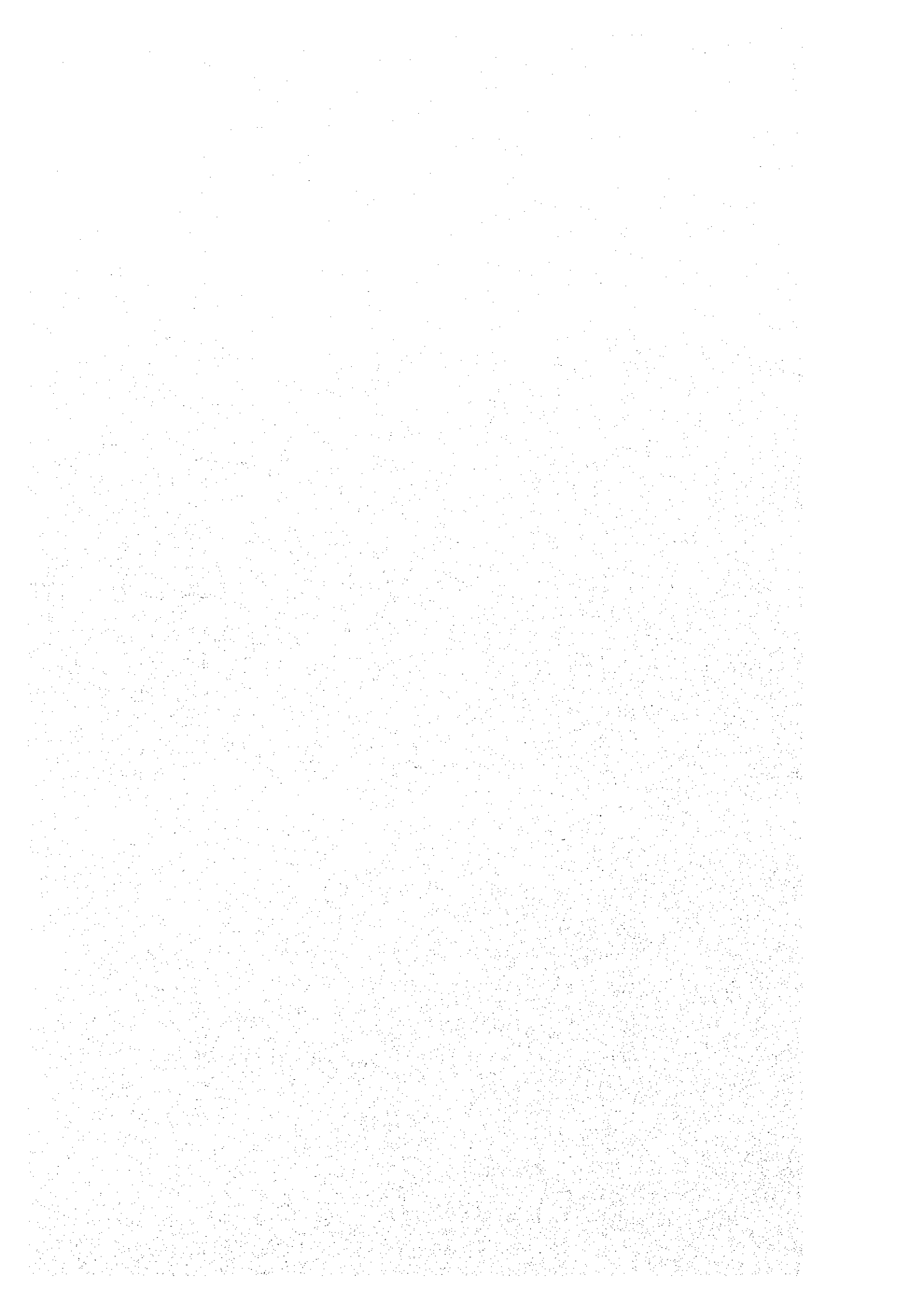
平成12年3月

ユニコ インターナショナル株式会社
日本工営株式会社
財団法人 日本気象協会

社調二

JR

00-046



国際協力事業団

中華人民共和国
大連市環境保護局

中国大連市
環境モデル地区整備計画調査
最終報告書
〔第三分冊〕

平成12年3月

ユニコ インターナショナル株式会社
日本工営株式会社
財団法人 日本気象協会



1156293 (1)

大連市環境モデル地区整備計画調査
最終報告書

総合目次

【第一分冊】

I. 序論.....	I-1-1
1. 調査の背景.....	I-1-1
2. 調査の目的.....	I-1-1
3. 調査対象地域.....	I-1-2
4. 調査対象.....	I-1-2
5. 調査業務範囲.....	I-1-2
6. 調査日程.....	I-1-3
7. 調査の組織.....	I-1-6
8. 調査の方法.....	I-1-7
II. 環境基本計画.....	II-1-1
1. 環境概要.....	II-1-1
2. 大連市中心4区総合開発計画.....	II-1-6
3. 大気質.....	II-1-9
4. 水質.....	II-1-16
5. 水質汚染改善対策.....	II-1-21
6. 固形廃棄物.....	II-1-24
7. 騒音.....	II-1-29
8. 環境改善重要案件.....	II-1-32
9. 環境管理近代化.....	II-1-36
10. 環境組織整備.....	II-1-41
11. 環境保全基本計画（仮称）の必要性.....	II-1-43
12. 環境基本計画アクションプラン.....	II-1-45

III. 環境影響評価・プレ F/S	III-1-1
第1章 環境影響評価・プレ F/S 案件選択方法.....	III-1-1
第2章 環境影響評価の方法.....	III-2-1
第3章 プレ F/S の方法.....	III-3-1
第4章 案件別評価結果.....	III-4-1

【第二分冊】

IV. 各論

第1章 都市計画・都市環境.....	IV-1-1
第2章 大気.....	IV-2-1
第3章 水質.....	IV-3-1

【第三分冊】

第4章 固定発生源.....	IV-4-1
第5章 移動発生源.....	IV-5-1
第6章 騒音.....	IV-6-1
第7章 環境衛生整備計画.....	IV-7-1
第8章 下水道処理計画.....	IV-8-1
第9章 分析方法.....	IV-9-1
第10章 環境管理近代化計画.....	IV-10-1
第11章 環境組織整備.....	IV-11-1
第12章 法制度.....	IV-12-1
第13章 環境教育.....	IV-13-1

IV. 各論

- 第4章 固定発生源
- 第5章 移動発生源
- 第6章 騒音
- 第7章 環境衛生整備計画
- 第8章 下水道処理計画
- 第9章 分析方法
- 第10章 環境管理近代化計画
- 第11章 環境組織整備
- 第12章 法制度
- 第13章 環境教育

III. 環境影響評価・プレ F/S	III-1-1
第 1 章 環境影響評価・プレ F/S 案件選択方法	III-1-1
第 2 章 環境影響評価の方法	III-2-1
第 3 章 プレ F/S の方法	III-3-1
第 4 章 案件別評価結果	III-4-1

【第二分冊】

IV. 各論

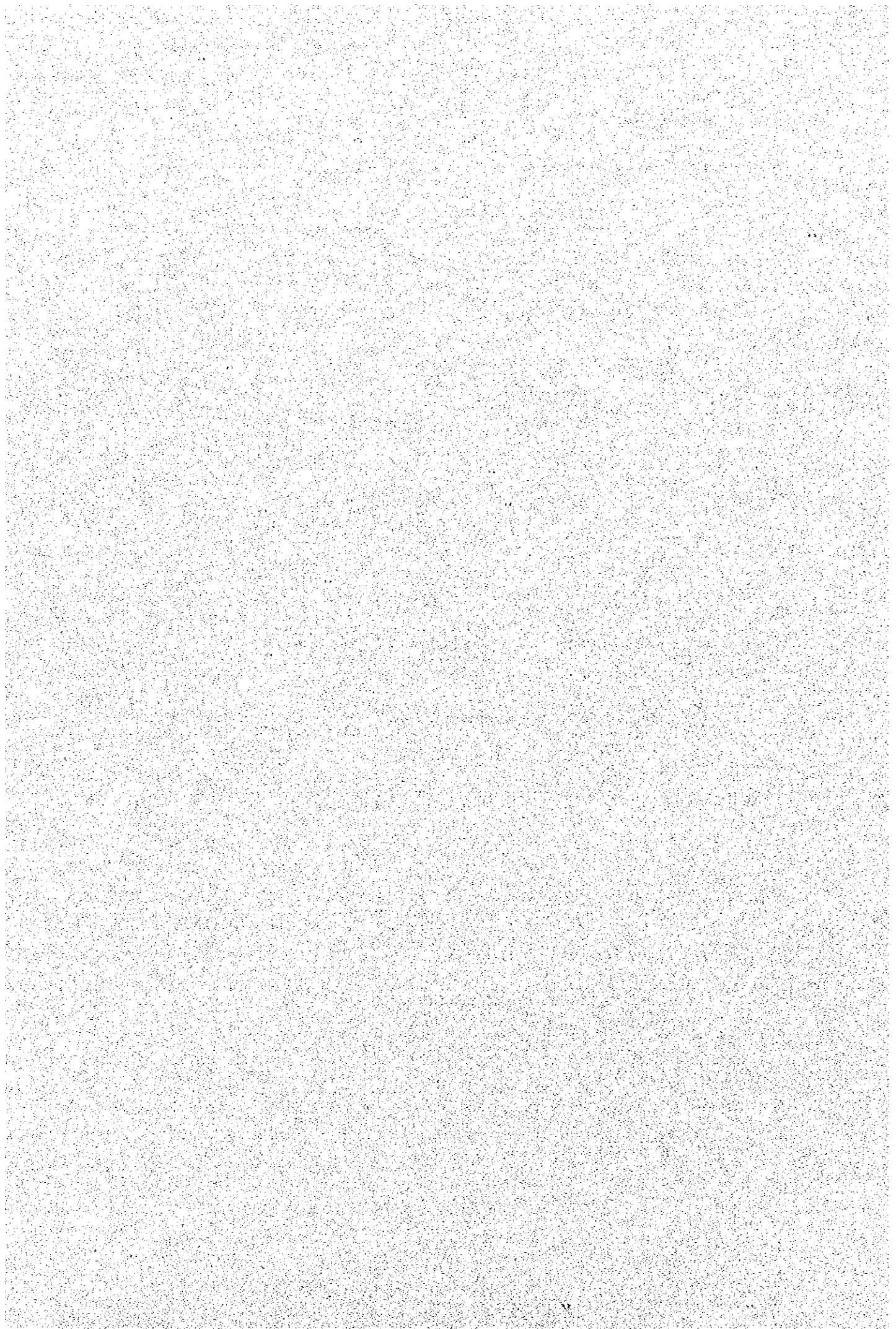
第 1 章 都市計画・都市環境	IV-1-1
第 2 章 大気	IV-2-1
第 3 章 水質	IV-3-1

【第三分冊】

第 4 章 固定発生源	IV-4-1
第 5 章 移動発生源	IV-5-1
第 6 章 騒音	IV-6-1
第 7 章 環境衛生整備計画	IV-7-1
第 8 章 下水道処理計画	IV-8-1
第 9 章 分析方法	IV-9-1
第 10 章 環境管理近代化計画	IV-10-1
第 11 章 環境組織整備	IV-11-1
第 12 章 法制度	IV-12-1
第 13 章 環境教育	IV-13-1

IV. 各論

- 第4章 固定発生源
- 第5章 移動発生源
- 第6章 騒音
- 第7章 環境衛生整備計画
- 第8章 下水道処理計画
- 第9章 分析方法
- 第10章 環境管理近代化計画
- 第11章 環境組織整備
- 第12章 法制度
- 第13章 環境教育



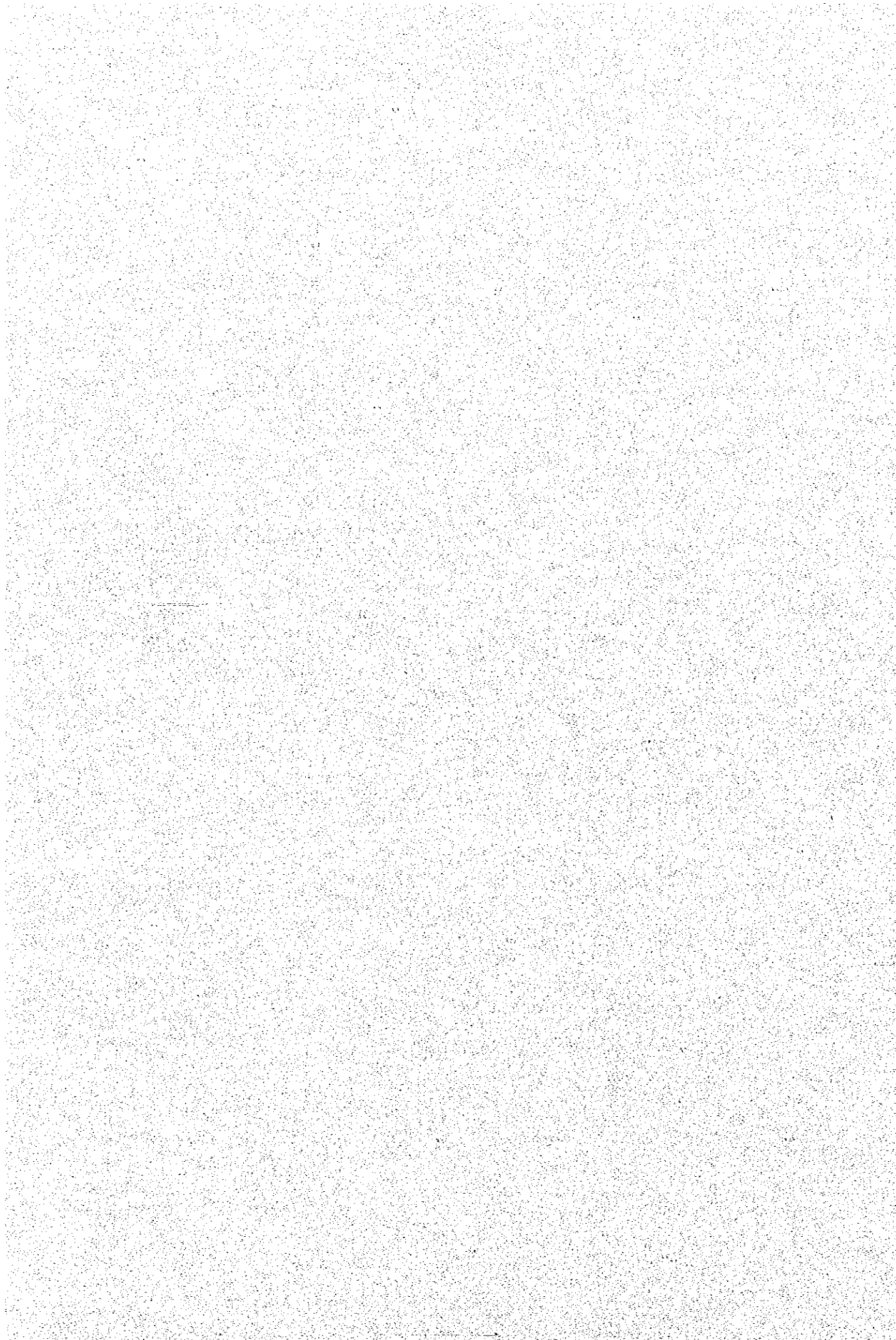
大連市環境モデル地区整備計画調査
最終報告書

第三分冊目次

IV. 各論

第4章	固定発生源	VI-4-1
第5章	移動発生源	VI-5-1
第6章	騒音	IV-6-1
第7章	環境衛生整備計画	IV-7-1
第8章	下水道処理計画	IV-8-1
第9章	分析方法	IV-9-1
第10章	環境管理近代化計画	IV-10-1
第11章	環境組織整備	IV-11-1
第12章	法制度	IV-12-1
第13章	環境教育	IV-13-1

第4章 固定発生源



目 次

第4章	固定発生源	1
4.1	概要	1
4.2	調査の方法	3
4.3	工場の排出基準	4
4.3.1	排ガス排出基準	4
4.3.2	排水排出基準	7
4.3.3	排出基準に関する制度	12
4.4	工場・民生用施設のモニタリングの現状	13
4.4.1	アンケート調査の回答内容	13
4.4.2	ばい煙の測定方法	16
4.4.3	ばい煙の測定結果	17
4.4.4	煤煙測定結果の考察	19
4.4.5	工場排水の調査内容	21
4.4.6	工場排水分析結果	24
4.4.7	大連湾流入水路の水量・水質調査	30
4.5	工場・民生用施設などからの環境汚染物質の排出状況	31
4.5.1	大気汚染物質の排出状況	31
4.5.2	モデル4区のエネルギー需給状況	38
4.5.3	工場排水の汚染状況の解析	40
4.6	固定発生源の寄与率の考察(大気)	48
4.6.1	SO ₂ 発生源の寄与率	48
4.6.2	NO _x 発生源の寄与率	48
4.6.3	TSP発生源の寄与率	49
4.7	固定発生源の将来予測	51
4.7.1	大気汚染物質発生量の将来予測	51
4.7.2	大気汚染物質拡散計算の概要	72
4.7.3	将来の水質汚濁負荷量の予測	74
4.8	大気汚染発生源対策の検討	78
4.8.1	大気汚染物質削減必要性の検討	78
4.8.2	大気汚染物質削減対策の検討	78
4.8.3	大気汚染対策費の算定	106
4.8.4	大気汚染対策スケジュール	116

4.9	工場排水汚染源対策の検討	120
4.9.1	工場排水の一般的処理対策	120
4.9.2	工場別排水対策	130
4.9.3	2010年迄に実施に移す工場排水処理対策	137

図 表 目 次

【図】

図 4.5.1.2-1	CO ₂ 発生量予測回帰曲線	34
図 4.7.1.1-1	大連市全体の石炭消費量予測方法図解	56
図 4.7.1.2-1(1)	対策別大気汚染物質排出量	68
図 4.7.1.2-1(2)	対策別大気汚染物質排出量	68
図 4.7.1.2-2	CO ₂ の年次別及びケース別の排出変化量 (1997年対比)	69
図 4.7.1.2-3	個別対策別大気汚染物質の削減効果 (2010年ベース)	70
図 4.8.2-1	中心4区大気汚染防止マスタープラン系統図	79
図 4.8.2.3-1	日本におけるエネルギー消費の対 GNP 原単位の推移	87
図 4.8.2.3-2	日本における製造業のエネルギー消費指数の推移	87
図 4.8.2.3-3	製造業種別エネルギー原単位 (IIP) の推移	88
図 4.8.2.3-4	省エネ供給曲線	94
図 4.8.2.3-5	カリフォルニア州と DSM を実施していない州との 1人当たり電力消費量の比較	94
図 4.8.2.3-6	IGCC 概念フローシート	102
図 4.8.3-1	民間企業における環境対策投資の年次的動向	107
図 4.8.3-2	日本のエネルギー集約産業のセクター別全投資に対する 環境投資の比率	111
図 4.8.3-3	排ガス脱硫設備の設備費	112
図 4.8.3-4	脱硝設備の運転コスト (償却期間7年、金利10%)	112
図 4.8.3-5	日本における脱硫装置の建設費	113
図 4.8.3-6	NO _x 制御技術別運転コスト	113
図 4.8.3-7	米国でのコスト比較 (推定) (入口の SO ₂ 濃度 1000ppm)	114
図 4.8.3-8	米国でのコスト比較 (推定) (脱硫率 90%)	114
図 4.8.3-9	NO _x 低減コスト	114
図 4.9.1.2-1	加圧浮上処理フローシート	127
図 4.9.1.2-2	アンモニアストリッピング (スチーム法) 装置フローシート	129
図 4.9.2-1	嫌気性消化処理装置フローシート	132
図 4.9.2-2	中心4区水質汚染防止マスタープラン系統図	135
図 4.9.3-1	SS 及び総窒素削減対策の効果	145

【表】

表 4.3.1-1	大気汚染規制対象業種の国、省の比較	6
表 4.3.2-1	排水基準の基準設定状況	8

表 4.3.2-2	中国・日本の排水基準値比較表.....	9
表 4.3.2-3	下水道排除基準.....	11
表 4.4.1-1	主要工場環境測定体制.....	15
表 4.4.3-1	工場ばい煙測定結果総括表.....	18
表 4.4.4-1	測定用機器の比較.....	19
表 4.4.4-2	JICA 整備機材とセンター保有機材の測定値の差違.....	19
表 4.4.5-1	工場廃水水質分析方法.....	22
表 4.4.5-2	排水口毎の測定項目一覧表.....	23
表 4.4.6-1	工場排水水質測定結果 (97/9~11)	26
表 4.4.6-2	大連湾流入排水水質測定結果 (98/3~6)	27
表 4.4.6-3	各工場の排水水質データ (97~98 測定値ベースを取込み)	28
表 4.4.6-4	海域排出工場の排水基準適合状況.....	24
表 4.4.6-5	アルカリ性 KMnO ₄ 法と酸性 KMnO ₄ 法との比較試験結果.....	25
表 4.5.1.1-1	追加資料における点源及び面源の記載件数.....	32
表 4.5.1.2-1	石炭及び燃焼灰の分析結果.....	35
表 4.5.1.2-2	1997 年度大気汚染物質排出量.....	36
表 4.5.1.2-3	上位 3 社のシェア.....	36
表 4.5.1.3-1	重点汚染企業 250 社大気汚染物質排出量比較表 (1995)	37
表 4.5.1.3-2	大気汚染物質排出量の測定値/計算値比較表.....	36
表 4.5.2-1	中国大連市モデル地区エネルギー消費量 (1997)	39
表 4.5.2-2	マクロ及びミクロ方式による算定結果比較表.....	38
表 4.5.3-1	250 工場の水源別用水使用量.....	40
表 4.5.3-2	業種別の排水量・汚濁負荷量.....	41
表 4.5.3-3	排出水量 (97 年)	43
表 4.5.3-4	COD 汚濁負荷量 (97 年)	44
表 4.5.3-5	SS 汚濁負荷量 (97 年)	45
表 4.5.3-6	アンモニア態窒素排出量 (97 年).....	46
表 4.5.3-7	排水処理設備一覧表.....	47
表 4.6.1-1	SO ₂ の寄与濃度 (1997)	48
表 4.6.2-1	Nox の寄与濃度 (1997)	49
表 4.6.3-1	TSP の寄与濃度 (1997)	49
表 4.6-1	寄与率分析用主要汚染源リスト (1997 年)	50
表 4.7.1-1	将来予測に係わるハード対策の主要事項.....	51
表 4.7.1-2	大気汚染物質発生量将来予測の前提条件及び公害対策設備 稼動開始予定年度.....	52
表 4.7.1.1-1	モデル 4 地区別産業別就業人口予測.....	53

表 4.7.1.1-2	1997 年度モデル 4 地区別石炭消費量.....	54
表 4.7.1.1-3	モデル 4 地区における 1997 年度 1 人当たり石炭消費量 (点源)	54
表 4.7.1.1-4	モデル 4 地区別石炭消費量予測 (点源)	55
表 4.7.1.1-5	モデル 4 地区の石炭消費量予測.....	55
表 4.7.1.1-6	モデル 4 地区別産業別石炭消費予測量の修正値.....	56
表 4.7.1.1-7	モデル 4 地区別石炭消費量修正予測 (点源)	57
表 4.7.1.1-8	モデル 4 地区別石炭消費量指数 (点源)	57
表 4.7.1.1-9	省エネルギー係数.....	58
表 4.7.1.1-10	面源用石炭消費量削減指数.....	59
表 4.7.1.1-11	土地利用形態区分.....	60
表 4.7.1.1-12	モデル 4 地区の暖房用石炭需要量 (1997)	61
表 4.7.1.1-13	モデル 4 地区における大規模発電/集中供熱設備計画.....	61
表 4.7.1.1-14	CP プロジェクト大気汚染物質削減計画量.....	64
表 4.7.1.1-15(1)	移転予定大規模企業名 (1997 年現在)	64
表 4.7.1.1-15(2)	今後の移転予定中小規模企業名 (1997 年現在)	64
表 4.7.1.1-16	集塵効率実績表 (1995)	65
表 4.7.1.1-17	前提条件一覧表 (点源)	66
表 4.7.1.2-1	対策別大気汚染物質排出量.....	66
表 4.7.1.2-2	大気汚染物質排出量及び石炭消費量.....	67
表 4.7.1.2-3	大気汚染物質排出量及び石炭消費量のケース別 及び年次別変動量 (1997 年対比)	69
表 4.7.1.2-4	個別対策別大気汚染物質の削減効果 (2010 年ベース)	70
表 4.7.1.2-5	暖房用供熱設備の普及率及び集中化率の計画.....	71
表 4.7.2-1	拡散計算の対象ケース.....	72
表 4.7.2-2	1997 年度における暖房期の SO ₂ 発生量.....	73
表 4.7.2-3	2 級環境基準を満足しないメッシュ数.....	73
表 4.7.3-1	モデル地区第 2 次産業の GDP 及びエネルギー使用量の 伸び率 (基準年度: 1997 年)	74
表 4.7.3-2	1997 年工場排水汚染物負荷実績値.....	76
表 4.7.3-3	2010 年工場排水汚染物負荷予測値.....	77
表 4.8.2-1	大気汚染物質削減対策.....	80
表 4.8.2.3-1	省エネルギーの実績 (日本の例)	86
表 4.8.2.3-2	エネルギー多消費産業における省エネルギー対策の現状 (日本)	89
表 4.8.2.3-3	(全業種共通) 省エネルギー要覧概要一覧.....	90
表 4.8.2.3-4	省エネルギー要覧.....	92
表 4.8.2.3-5	排煙脱硫方式の分類.....	96

表 4.8.2.3-6	排煙脱硝方式の分類.....	97
表 4.8.2.3-7	燃焼技術による窒素酸化物の抑制対策.....	97
表 4.8.2.3-8	集塵設備の分類.....	98
表 4.8.3-1	日本における環境対策投資額及び対 GNP 比率 (1975)	107
表 4.8.3-2	OECD 諸国における民間企業の平均的環境対策投資額	107
表 4.8.3-3	モデル 4 区において国際的水準からみて必要とみられる 環境対策予算額 (1997 年度固定価格)	109
表 4.8.3-4	石炭燃焼量別排煙脱硫設備費.....	110
表 4.8.3-5	エネルギー転換部門の設備投資算定参考資料.....	115
表 4.8.3-6	燃焼管理法式 (CM) の設備費.....	115
表 4.8.4-1	大気汚染物質削減対策スケジュール.....	119
表 4.9.1.1-1	〇〇工場の No.XY 排水系統のプラント別バランス表	123
表 4.9.1.1-2	〇〇工場の A-1 プラント機器別排水バランス表.....	123
表 4.9.1.1-3	〇〇工場の No.XY 排水系統のプラント別バランス表	123
表 4.9.1.1-4	〇〇工場の A-1 プラント内の機器別汚濁負荷量バランス表.....	124
表 4.9.1.1-5	〇〇工場の SS 負荷量ワースト 10	124
表 4.9.1.2-1	活性汚泥処理の建設費及び運転コスト	126
表 4.9.1.2-2	加圧浮上処理の建設費及び運転コスト	126
表 4.9.2-1	移転対象工場の移転実施状況.....	134
表 4.9.2-2	水質汚濁物質削減対策.....	136
表 4.9.3-1	主要工場における排水改善対策の削減効果.....	140
表 4.9.3-2	排水対策実施後の 2010 年における排出量及び排水口濃度予測	141
表 4.9.3-3	工場排水処理設備設置計画 (例)	142
表 4.9.3-4	2010 年の予測汚濁負荷量及び削減効果.....	138
表 4.9.3-5	業種別廃水発生源と処理法の例 (日本)	143

第4章 固定発生源

4.1 概要

大気汚染及び工場排水に係わる水質汚濁について汚染源調査を行い、現状の調査実績に基づき汚染物質排出量の2010年までの予測を行った。調査は中国側より提供された資料をベースにして、主要発生源に対する訪問調査、アンケート調査並びに測定分析などによりデータの補足及び確認を行い、併せて北九州国際技術協力協会（KITA）が作成した「クリーナープロダクション調査報告書」（対象企業は大連化学、大連染料、大連鋼廠及び大連セメントの4社）に準拠した。中国側からは、プロジェクトの開始当初に主要30社及び一般220社（合計）250社についての大气及び水質に関する資料の提供を受け、その後1998年6月末にモデル4区において能力1トン/時以上の石炭ボイラーが設置されている殆どの事業所を網羅した点源1,058件、面源178件（合計）1,236件の1997年度の資料を入手した（但し、本資料にはプロセス発生源は殆ど含まれていない）。

モデル4区における大気の主要な汚染物質は、1997年度で約530万トンに達する大量の石炭燃焼により発生するSO₂、NO_x、TSP及び温暖化ガスのCO₂であり特定及び有害物質については石炭ガス製造プラントなどにおけるアンモニア及びフェノール類の漏出及び大連化学の硝酸プラントよりのNOガスの漏出以外に特筆すべき事項はあまりない。1997年度におけるSO₂、NO_x、TSP、CO₂の発生量は概算で各8万トン、6万トン、7万トン及び13百万トンであり、上位3社のシェアはSO₂54%、NO_x54%、TSP24%、CO₂で50%である。但し、計算の中間段階でSO₂については華能発電所、大連化学、大連熱電所（北海頭）で使用する石炭の硫黄含有量（1%前後に修正）、及びTSPについては設置が義務づけられている集塵機の集塵効率について中国側より改訂データの提示がありこれらに基づき最終報告書の数値を一部修正した。

工場排水については、総排水量は約300百万m³/年で生活排水を含む大連市総排水量の約50%に相当し上位2社で60%のシェアを占めおり、CODについては上位5社で60%に達している。

上記による大気及び工場排水について、2010年までの汚染物質排出量の予測をGNP伸び率、第3次産業の急速な発展、後述する石炭消費係数などに基づき汚染対策が現状維持の場合及び積極的に実施した場合について検討を行った。この場合の大連市における主要エネルギーは従来通り石炭であることを前提としている。更に汚染対策の検討を行いその効果を測定した。環境技術対策としては低硫黄石炭の利用、供熱ボイラーの集中化、企業移転、省エ

エネルギー及びクリーナープロダクション、燃焼管理、排煙脱硫/脱硝/集塵設備、工場排水対策、下水処理対策などの検討を行い、又環境管理対策としてはデータインベントリーの拡充、モニタリングシステムの確立、発生源に対するインスペクション業務の強化などを策定した。1999年度に実施した大気環境汚染濃度測定に基づく拡散モデルによる1997年及び2010年における移動発生源を含む年平均算定値は、1997年においてSO₂では2級基準を4%程度オーバーし、NO_xでは2級基準を32%、3級基準を9%オーバーしている。また2010年においては2級基準ではSO₂で8%、NO_xで53%オーバーとなる。しかし、「第2章 大気」の項に記載されているように移動発生源の寄与率が極めて大きいので第5章記載の交通対策を実施する事でSO₂では全地域が2級基準に入る。しかしNO_xでは幹線道路沿いで19%程度が2級基準をオーバーしている。TSPについては大連セメント及び大連製鋼に対する徹底した粉塵対策の効果が大きい。

大連湾の水質については対策を講じた場合、2010年の大連市の目標値を達成している。

尚、中間報告書作成の段階で、大連市の環境汚染に大きな影響を与えている次に示す3プロジェクトが浮かび上がり、早期の対策が必要であることが判明した。

- (1) 春海供熱発電所の供熱配管網の合理化
- (2) 大連化学の合理化
- (3) 大連都市ガス供給システムの合理化

そのため、上記3調査を実施するために各テーマに1名ずつの専門家を選定し、1999年5月より1999年8月にかけて現地に派遣して詳細な調査を行った。本調査に伴う報告書は最終報告書に補足資料-1、補足資料-2及び補足資料-3として添付されている。また大連製薬については、調査の初期段階ですでに移転計画の作成を開始していたので、調査団が独自に調査し、作成した報告書を補足資料-4として併せて添付した。

4.2 調査の方法

本調査は以下の方法で実施した。

(1) データの収集

環保局のアンケート調査は上記 250 社については定期的に毎年実施されており、これらのうちの主要な事業所に対する訪問調査を実施した。特に SO₂ に関しては 1998 年 6 月に再度詳細な調査が中国側により行われたので本調査における大気固定発生源のデータは主としてこの調査をベースにしている。尚、監測センターの指摘によりいくつかの主要発生源における石炭の硫黄含有率の修正が行われ、又、集塵機の集塵率については既存のデータベースをもとに一定の仮定をおいた。このことは現在の SO₂ 及び TSP の予測に影響を与えている。

(2) アンケート調査

大気汚染及び水質汚濁に係わる重点的な汚染事業所については、上記のデータ収集に加えて生産計画概要、環境汚染対策の実績、今後の環境対策計画などの入手を目的としてアンケート調査を行い、環境改善対策検討の資料とした。

(3) 発生源における測定・分析

測定・分析業務は、大気汚染については 30 事業所、工場排水については 20 事業所についてボイラーを対象として実施し計算値と対比してクロスチェックの資料とした。

(4) モデル 4 区の産業セクターの調査

環境汚染の将来予測に際して、大連市及びモデル 4 区における産業別、製造業種別の GDP 及び成長率、石炭需要量の GDP 弾性値などが必要であるが入手出来なかったため、他の適切な仮定を設定した。

(5) マスタープラン策定の目標年度

マスタープラン策定の基準年度は 1997 年とし、目標年度は 2010 年とした。

(6) 重要プロジェクトの評価

多くの汚染物質削減対策を検討し、主要プロジェクトを選定して 2010 年の予測を対策が現状維持の場合と全ての対策を実施した場合について検討し評価した。

(7) プレ F/S 事業の選定

上記の(6)を満足する範囲内で比較的に大規模な投資を必要とする事業で国際的な評価に耐え得るプロジェクトに対してプレ F/S 及び環境影響評価を実施した。

(8) 実施計画の策定

重要プロジェクト及びプレ F/S 対象事業について、建設時期、費用、効果を含む実施計画を策定した。

4.3 工場の排出基準

4.3.1 排ガス排出基準

大気汚染源に対する排出基準としては国及び省レベルで以下の基準等が制定されている。基準の詳細については、報告書における環境影響評価の項参照。

(1) 国の排出基準

- ・大気汚染物総合排出標準 (GB 16297-1996, 1996)
- ・セメント工業汚染物質排出標準 (GB 4915-1996, 1996 改定)
- ・工業炉煤煙及び煤塵排出標準 (GB 9078-88, 1988)
- ・石炭発電所汚染物質排出標準 (GB 13223-96, 1996)
- ・石炭燃焼炉大気汚染物質排出標準 (GB 13271-1991, 1991 改定)

(2) 遼寧省の排出基準

- ・遼寧省污水及び排ガス排出標準 (DB 21-60-89)
- ・遼寧省污水及び排ガス排出標準條款説明 (DB 21-60-89)

(3) 規制対象物質、業種、内容等の概要

遼寧省の排ガス排出標準 (DB 21-60-89) の主要部分を抜き書きしたものが本報告書の環境影響評価の項に資料として添付されている。表 4.3.1-1 は規制対象業種の国、省の比較を示したものである。多くの汚染物質について基準値が定められているが、大部分の物質については行政側も、企業も分析・測定をしておらず実効を挙げていないように見受けられる。

1) 有害物質

国の基準では、発電所、冶金業、化工業及び軽工業 4 業種に対し、硫黄酸化物、二硫化炭素、硫化水素、弗素化合物、窒素酸化物、塩素、塩化水素、一酸化炭素及び石炭粉の 9 つの物質について、排出口高さ区分に応じた排出量が定められている。

省の基準では、石油精製、冶金業、化工業及び軽工業に対し、国の規制対象物から石炭粉を除く 8 つの物質に 25 物質を追加して、排出口高さ区分に応じた排出量を、更に既設及び新增設に区別して定められている。尚、国と同じ物質についてはより厳しい数値となっている。

基準値決定要素に排出口高さが入って来るので、日本の排出基準との比較は直接的には困難である。

2) ばいじん

ボイラー及び石炭燃焼キルンに対し、ばいじん濃度及びリンゲルマン指数が定められている。

基準値は、立地している地域の土地利用形態（工業地区、自然保護地区など）によって異なり、更に既設及び新增設に区別して定められている。

3) 工業粉塵

砒素化合物粉塵及び鉛粉塵に対しては、排出口高さ区分に応じて、更に既設及び新增設に区別した排出濃度が定められている。

カドミウム粉塵及び石綿粉塵に対しては、排出口高さが 25m 以上に制限され、既設及び・新增設に区別した排出濃度が定められている。

その他に非鉄金属の採鉱、精練、加工に亘る業種からの粉塵に対して既設及び新增設に区別した排出濃度が定められている。日本とは規制体系自体が異なるので比較は困難である。

表 4.3.1-1 大気汚染規制対象業種の国、省の比較

1. ばい煙、粉じん、特定物質に対する規制状況

対象物質	国の対象業種	省の対象業種
硫黄酸化物	発電所、冶金、化工	化工、冶金、石油精製
二酸化炭素	軽工	化工、冶金、石油精製、軽工
硫化水素	化工、軽工	化工、冶金、石油精製、軽工
弗素化合物	化工、冶金	化工、冶金、軽工
窒素酸化物	化工	化工、冶金、石油精製、軽工
塩素	化工、冶金	化工、冶金、軽工
塩化水素	化工、冶金	化工、冶金、軽工
一酸化炭素	化工、冶金	化工、冶金、石油精製、軽工
石炭粉	発電所	なし
五酸化リン、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i>	なし	化工
<i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i>	なし	化工、石油化工
<i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i> 、 <i>五酸化リン</i>	なし	化工、石油精製
加減算 (六価加減算)	なし	化工、冶金、機械、軽工
シアン化水素	なし	化工、軽工
ホルムリン類、 <i>ホルムリン類</i>	なし	化工、石油化工、 <i>ホルムリン類</i>
<i>ホルムリン類</i> 、 <i>ホルムリン類</i> 、 <i>ホルムリン類</i>	なし	化工、冶金、石油精製、機械
塩化ビニル	なし	化工、 <i>ホルムリン類</i>
ピリジン	なし	化工、 <i>ホルムリン類</i>

2. 工業粉塵に対する濃度規制状況

粉塵名称	対象施設	対象業種	煙突高さ制限	規制対象
酸素化合物粉塵、鉛粉塵	化工、冶金、軽工		なし	排出量
ホウ酸粉塵	化工、冶金		25m以上	濃度
建築材料粉塵	建築材料	加熱設備、通風設備	なし	濃度
石綿製品粉塵	建築材料		25m以上	濃度
有色製錬粉塵 (銅、ニッケル、鉛、錫、亜鉛)			なし	濃度
非鉄金属の加工・溶解・精練 黄銅の溶解・精練	非鉄金属精練			
エクス化耐火粉塵			なし	濃度
非鉄金属鉍山粉塵			なし	濃度
鉄金属製錬粉塵			なし	濃度
鉍石の破碎、篩い分け、選鉍	冶金	原料系統 製品鉍系統 機尾系統 機頭系統 带式球団 堅炉球団	なし	濃度
非鉄金属鉍粉塵 ・石綿選鉍 ・酸化珪素、鉍さい毛、ガラス綿 ・その他			なし	濃度
他の粉塵			なし	濃度

4.3.2 排水排出基準

(1) 国の排出基準

- ・汚水総合排出標準 (GB 8978-1988, 1988 改定)
- ・船舶工業水汚染物排出標準 (GB 4286-84, 1984)
- ・鉄鋼工業水汚染物排出標準 (GB 13456-92, 1992 改定)
- ・合成アンモニア工業水汚染物排出標準 (GB 13458-1993, 1993 改定)
- ・染色整理業水汚染物排出標準 (GB 4287-1991, 1991 改定)
- ・海上油田開発業油を含む排水排出標準 (GB 4914-1985, 1985)
- ・セメント工業汚染物排出標準 (GB 4915-1996, 1996)
- ・過磷酸石灰製造業汚染物排出標準 (GB 4917-1985, 1985)
- ・食品加工業汚染物排出標準 (GB 13457-1992, 1982 改定)

(2) 遼寧省の排出基準

- ・遼寧省汚水及び排ガス排出標準 (DB21-60-89)
- ・遼寧省汚水及び排ガス排出標準條款説明 (DB21-60-89)

(3) 規制対象物質、業種、内容等の概要

国及び省の標準の規制対象となる項目は、表 4.3.2-1 のとおりで多くの汚染項目について基準値が定められているが、国及び省の両方で規制されるもの、どちらか一方の規制を受けるものがある。また基準値が決まっているだけで、常時モニタリングされている項目は少なく、今後徐々に整備して行く必要がある。

用水を多く使用する業種に対しては、製品 1t 当りの排水量または用水の再利用率に対する基準値も定められている。

1) 日本の基準値との比較

中国では環境または動植物の体内に蓄積されて人の健康に長期間にわたり有害な影響を及ぼす水銀、カドミウム、砒素等を第一類物質として、環境中で化学変化を起こしやすく、長期間にわたり有害な影響を及ぼす pH、COD、SS 等を第二類物質として基準値を設定している。

表 4.3.2-2 は主要な項目について日本の基準値と比較したものである。

基準値のレベルとしては日本と同等またはより若干厳しい項目もある。

2) 業種別の規制

国の基準では、9つの業種に対し個別の基準値が定められており、業種によりその内容は多岐にわたっている。

表 4.3.2-1 排水基準の基準設定状況

(1) 第1類物質(有害性)

汚染物質	国の基準	省の基準	日本の基準
総水銀	○	○	○
アルキル水銀	○	○	○
総カドミウム	○	○	○
総クロム	○	○	○
総砒素	○	○	○
総鉛	○	○	○
総ニッケル	○	○	—
ベンゾピレン	○	○	—
総ベリリウム	○	○	—
総銀	○	—	—
総α放射性	○	—	—
総β放射性	○	—	—
総セレン	—	○	○
吸着性有機ハロゲン化合物	—	○	—

(2) 第2類物質

基準設定地域	基準設定項目	項目数
中国、遼寧省、日本	pH、SS、BOD5、CODCr、石油類、動植物油、揮発性フェノール、シアン化合物、弗素化合物、磷酸塩、総銅、総亜鉛、ベンゼン、総セレン	15
中国、遼寧省	色度、硫化物、アンモニア態窒素、ホルムアルデヒド、アニリン類、ニトロ基ベンゼン類、陰イオン合成洗剤、総マンガン、元素燐、メタジメチルベンゼン	9
中国、日本	パラチオン、メチルパラチオン、四塩化炭素、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン	5
中国のみ	ロゴール、マラソン、ベンタクロロフェノール及びそのナトリウム塩、AOX(窒素換算)、トリクロロメタン、メチルベンゼン、エチルベンゼン、オルソジメチルベンゼン、パラジメチルベンゼン、クロロベンゼン、オルソジクロロベンゼン、パラジクロロベンゼン、パラニトロベンゼン、2,4-ジニトロクロロベンゼン、メタクレノール、2,4-ジクロロフェノール、2,4,6-トリクロロフェノール、フタル酸ジエチルヘキシル、プロピロニトリル、総有機炭素	21
遼寧省のみ	アクリルアルデヒド、メチルアルコール、ピリジン、水和ヒドラジン、テレピン油、ブチルキサントゲン酸塩、フェニールアミン類、有機リン農薬、燧素、モリブデン	10

表 4.3.2-2 中国・日本の排水基準値比較表

(1) 排出基準
(第一類物質)

(mg/liter)

汚染物質	総合汚水排出基準 GB8978-1996	遼寧省沿海地区汚水基準			(参考) 日本の基準
		1級基準 全ての施設	2級基準		
			新增設	既設	
総水銀	0.05	0.001	0.01	0.02	0.05
アルキル水銀	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと		検出されないこと
総カドミウム	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1
総クロム	1.5	0.5	0.5	1.0	2.0
六価クロム	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5
総砒素	0.5	0.4	0.5	0.5	0.1
総鉛	1.0	0.5	0.5	1.0	0.1
総ニッケル	1.0	0.5	0.5	1.0	—
ベンゾピレン	0.00003	0.00003	—	—	—
総ベリリウム	0.005	—	—	—	—
総銀	0.5	—	—	—	—
総α放射性	1Bq/L	—	—	—	—
総β放射性	10Bq/L	—	—	—	—
総セレン	—	0.1	0.2	0.5	0.1
吸着性有機炭化水素化合物	—	0.5	—	—	—

(2) 中国・日本の排水基準値比較表

(mg/liter)

汚染物質	中国の基準値		遼寧省の基準値		日本
	1級新設	3級既設	1級既設	3級既設	
pH	6~9	6~9	6~9	6~9	5~9 (海域)
色度	50	—	50	100	—
COD	100	500	100	200	160
BOD	30	300	40	80	160
SS	70	400	100	250	200
石油類	10	30	3	10	5
フェノール	0.5	2	0.5	1	5
シアン化合物	0.5	1	0.5	0.5	1
総水銀	0.05		0.005	0.05	0.005
アルキル水銀	検出されないこと				検出されないこと
カドミウム	0.1	—	0.05	0.1	0.1
総クロム	1.5	—	0.5	1.5	2
六価クロム	0.5	—	0.3	0.5	0.5
総砒素	0.5	—	0.5	1	0.1
総鉛	1	—	0.5	1	0.1
ベンゾピレン	0.00003	—	0.00003	—	—

(4) 下水道排除基準

中国の下水道排除基準は表 4.3.2-3 のとおりで、日本よりも 10 項目多い 30 項目について基準が定められている。基準値を日本と比較してみると項目毎に大小はあるが、ほぼ同一レベルの基準値と判断される。

表 4.3.2-3 下水道排除基準

(単位：mg/L：水温、pH値及び易沈固体以外の項目)

番号	項様松	中国の基準	日本の基準
1	pH	6~9	5~9*
2	浮遊物質	400	600*
3	易沈固体	10ml/L(15min)	—
4	動植物油	100	30*
5	鉱物油	20	5*
6	ベンゼン	2.5	0.1
7	シアン化合物	0.5	1
8	硫化物	1	—
9	フェノール類	1	3
10	温度(℃)	35	45
11	BOD	100(300)	600*
12	COD	150(500)	—
13	溶解性固体	2000	—
14	有機燐	1	1
15	アニリン	3	—
16	弗化物	15	15
17	総水銀及びその化合物	0.05	0.005
18	カドミウム及びその化合物	0.1	0.1
19	鉛及びその化合物	1	0.1
20	銅及びその化合物	1	3
21	亜鉛及びその化合物	5	5
22	ニッケル及びその化合物	2	—
23	マンガン及びその化合物	2	10
24	鉄及びその化合物	10	10
25	アンチモン及びその化合物	1	—
26	六価クロム及びその化合物	0.5	0.5
27	三価クロム及びその化合物	3	—
28	硼素及びその化合物	1	—
29	テルル及びその化合物	2	—
30	ヒ素及びその化合物	1	0.1

表中*印は排水量5,000m³/月以上の特定事業所以外の工場、事業所

()内は汚水処理場で処理される排水の規制値

4.3.3 排出基準に関する制度

(1) 汚染賦課金徴収制度

事業所から排出基準を超える排出をした場合、汚染物の種類、排出量及び濃度に応じ一定の汚染排出費（排污費）を納めなければならない制度である。金額は排出量、濃度等から国家で定めた計算式で算出される。モデル地区においては、250工場における大気、排水、騒音、廃棄物に関連し、納入された金額が把握されている。それによると1995年における250工場の排污費は、約2,330万元で年間総生産額204億円の0.12%に過ぎず、排出基準を遵守させる方案としては余り効果を発揮していないものと思われる。日本のような直罰制度及び高額の罰金は、処理設備設置の動機としては非常に有効であると思われる。

(2) 三同時の制度

新設、改造及び拡張工事を行う場合は、汚染防止施設は本体工事と同時に設計し、建設し、稼働させなければならない、これを「三同時」の制度と呼んでいる。汚染物を排出する今後の設備に対し、有効な歯止めとなるとと思われる。

4.4 工場・民生用施設のモニタリングの現状

4.4.1 アンケート調査の回答内容

(1) 主要 30 工場を対象に次の事項についてアンケート調査を実施したが、回答を得たのは 20 工場のみで汚染物排出量の多い大連化学、華能発電所からの回答はなかった。

- 1) 生産状況：操業系統図、用水系統図、工場事業場配置
- 2) 環境保全費用：環境保全設備建設費、環境保全対策コスト
- 3) 環境保全管理体制：環境保全組織図、環境保全教育内容
- 4) 将来の増設、新設計画
- 5) 環境保全測定体制：測定項目、頻度、方法、測定者
- 6) 燃料、原料使用実績

(2) 回答の概要

- 1) 生産状況に関しては、比較的製造品目が少ない 10 工場から操業系統図及び工場事業場配置図が提出されたが、用水系統図についての回答は皆無であった。
- 2) 環境保全費用に関しては、工場内でもこういった形の把握がされていないためか、回答は皆無であった。
- 3) 環境保全管理体制については、環境保全組織図及び環境保全教育内容に関する回答が寄せられた。この中で内容の充実している 6 工場の回答を記載した。詳細については、第 12 章法制度及び第 13 章環境教育参照。
- 4) 将来の増設、新設計画について記述した工場はなく、現在は将来の見通しの付けにくい状態にあるものと推定される。
- 5) モニタリング体制
 - (a) 主要工場における項目別の測定頻度及び環境保全担当人員数は、表 4.4.1-1 のとおりである。各工場には環境保護処又は生産技術科等の組織が設けられ、日常の環境保護活動、排ガス及び排水等の測定を担当している。測定頻度及び担当人員数の工場間の差が大きく、自社で測定できず、外部に委託している工場も相当あると思われる。
 - (b) ばい煙測定に用いられる測定器は、ポイラー等の燃焼施設の運転管理に係るオルザット分析装置があるだけで、SO_x、NO_x の自動分析計は設置されていない。ばいじん濃度に関しては、リングルマン指数が広く用いられており、直接排ガス中のばいじん量を測定している例は殆どない。又一部の工場では労働環境としても問題のある所があるが、これも殆ど測定されていない状況である。
 - (c) pH、COD、SS 及び石油類について 2、3 の工場では頻繁に測定されているが、その他の工場では殆ど 10 日～3 ヶ月に 1 回程度で水質の変動を把握するには充分とは

言えないと思われる。他の有害物質についても工場から排出される可能性のあるものについては、ほぼ同じ頻度で測定されている。

(d) 汚染発生源の排ガス及び排水の測定については現在手付かずの状態であるが、今後環境保全対策を推進するためには、個々の発生源の性状把握は欠かせないものであり、この分野の体制整備・強化が望まれる。

(e) 測定・分析技術に関しては、今回の現地調査によって監視センター内の分析体制がやっと整備された状態である。多くの工場では夫々自己流の分析を行っていると推定されるので、分析に関する講習会を頻繁に実施し、工場の分析技術の充実、向上を図ることが重要である。

6) 燃料、原料使用実績について記述した工場はなかったが、中国側から入手したデータベースで主要なものは把握できるので特に支障はない。

表 4.4.1-1 主要工場環境測定体制

(1) 項目別測定頻度 (回/年)

工場名称	排ガス中の濃度				廃水中の濃度				騒音レベル				環境大気			
	SO ₂	Nox	ばいじん	CO	他有害物質	pH	COD	SS	油類	NH ₃ -N	焼却	焼却	SO ₂	Nox	降下沈降	TSP
滋賀県大連第三セメント工場			2			4	4									
大連熱電株式会社	1		1			2	2	2	2		5	5				
大連石油化工有限公司第七工場	4	4	4	4	4	183	183	183	183	183	2	2				12
七星セメント工場																
大連製鋼工場			1			1	1	1	1		1	1				
大連醸造工場						4	4	4	4							
大連ガラス工場	1		1			12	12	12	12		1	1				
大連発電所	2	2	2			36	36	36	36		2	2				
鞍鋼鞍山山井子石灰窯																
大連染整工場						53	53	53	53		12	12			12	12
大連石油化工有限公司合成工場	72	72	72			365	365	365	365							12
鉄道部大連機関車工場			2			365	365	365	365							2
鞍鋼鞍鋼カリア工場					12	48	48	48	48		4	4				
大連染整工場																
大連石油化工有限公司合成工場						365	365	365	365							12
大連アラジナ成形機工場			1			12	12	12	12		2	2				2
大連セメント工場			(12/24)			4	4	4	4		1	1				
遼寧省大連海油業株式会社																
大連製鋼工場	4	4	4	4	4	36	36	36	36		4	4				

(2) 環境保全担当人員数

工場名称	環境保全主要部門				環境保全副部門				合計	
	研究者	大学	専科	高中	専科	大学	専科	高中		
鉄道部汽車車庫工場		7	8	32		47	5	4	9	56
大連熱電株式会社		2	1			3	1	2	3	6
大連染料工場		3		1		4			0	4
大連染料工場		2	2			4	2	8	10	14
遼寧省大連第三セメント工場			1	1		2			0	4
大連熱電株式会社		5			12	17	1	1	8	27
大連石油化工有限公司第七工場	1	9	4	3		17	3	9	7	28
七星セメント工場		1	1	4	3	9			1	11
大連有機合成工場		1	3	1		5				5
大連セメント工場			2	7		9		1	5	15
大連アラジナ成形機工場		1	1			2		2		4
遼寧省大連海油業株式会社		1	7	4	2	14	1	3	1	19
大連製鋼工場		3	2	15	21	41	1	1	8	51
大連製鋼工場		1			1	2			1	4
大連醸造工場		1	1			2				2
大連石油化工有限公司第七工場		4	3	1		8	2	3	2	15
大連ガラス工場		8	17	9		34	1	1	1	37
鞍鋼鞍山山井子石灰窯			2			2		2		4

4.4.2 ばい煙の測定方法

測定・分析に関する技術移転を図るとともに下記の事項を目的として、監視センターと共同でばい煙の測定を行った。

- (1) 事業所データインベントリーの確認
- (2) 主要事業所の大気汚染物質排出量の把握及び排出基準との比較
- (3) 中国側の測定・分析結果との比較検証
- (4) 監視センターの担当者の技能向上

煤煙の測定は、以下の方法で行った。

(1) 測定対象汚染物質

主要事業所のボイラー、加熱炉及び工程排ガスを対象とし、硫黄酸化物、窒素酸化物、残存酸素、一酸化炭素及びばいじんの測定を行った。

(2) 測定機材及び測定・分析方法

硫黄酸化物、窒素酸化物、残存酸素及び一酸化炭素の濃度は、煙道排ガス分析計（堀場製作所製 PG-250 型）により連続測定した。

ばいじん濃度は、JIS Z8808 に準拠して製作されたダスト試料等速採取装置を用いて規定時間収集したばいじんの重量を測定した。

(3) 測定対象施設及び測定時期は表のとおりで、24 事業所 32 施設について 97 年 9 月～98 年 3 月にかけて測定を実施した。

種類	対象工場数	対象施設数	測定実施時期
主要工場ボイラー、加熱炉	13	14	97.9～12
主要工場工程排ガス	3	6	97.9～12
民生用ボイラー	8	12	97.12 & 98.3

(4) 測定体制

中国側の技能習熟者 4 名 (2/Gr×2Gr) が測定を担当し、JICA 調査団員が主要施設の測定に立会う事とした。

4.4.3 ばい煙の測定結果

(1) ばい煙測定結果

表 4.4.3-1 に、ばい煙の測定結果とインベントリーデータ及び排出基準との比較を示した。測定当日の負荷率がデータベースと大幅に異なっている施設があり、ばい煙濃度も小さいものも見受けられるがオーダー的にはデータベースと一致している。また従来は測定実績がないため、排出量ゼロとされていた施設についても実態が判明したことは有意義なことと考えられる。陰影をつけたセルは排出基準を超えている実測値を示しているが概して排出基準内におさまっている。

(2) 石炭ボイラーのばい煙測定結果

97年12月及び98年年3月に能力10ton/h以下の石炭ボイラー12基のばい煙測定を実施した。

結果は表 4.4.3-1 のとおりで、酸素濃度が極めて高いことから分かるように大量の過剰空気をを用いて運転されており、結果的に汚染物質の濃度は低くなっている。

表 4.4.3-1 工場ばい煙測定結果総括表

工場名	施設名	測定日	測定高さ (m)	測定時間 (分)	気象 使用量	SO ₂ (mg/m ³)		NOx (mg/m ³)		ばいじん (mg/m ³)		CO (ppm)		ばいじん (mg/m ³) 排出係数
						測定値	基準値	測定値	基準値	測定値	基準値	測定値	基準値	
1 大瀬製紙工場	A-130707Hポイラー	1997.9.18	100	57分	70,000	65,000	693.3	570.0	1,089.9	3,944.5	350.0	22.3	350.0	300.0
2 大瀬造船工場	A-130707Hポイラー	1997.12.18	67	67分	81,000	29,000	160.0	11.0	98.4	32.6	100.0	0.3	48.0	350.0
3 大瀬船庫	A-13130707Hポイラー	1997.9.24	130	27分	68,000	30,000	429.2	231.0	996.6	96.7	測定不可	7.2	2,980.0	1,170.0
4 大瀬石油化学工場2号工場	B-166製紙グループ	1997.9.16	108	7,800分/7日	19,000	20,000	275.9	280.0	1,489.2	0.0	11.0	5.6	350.0	300.0
5	B-2製紙工場	1997.9.23	63	3,500分/7日	9,000	45,000	281.5	510.0	1,319.2	0.0	測定不可	4.0	300.0	測定不可
6 大瀬製紙工場	A-210707Hポイラー	1997.9.15	33	700分/7日	17,000	13,000	661.7	360.0	0.0	20.3	92.0	2.5	10.0	4.0
7 大瀬ガラス工場	B-300製紙工場	1997.9.24	60	1,500分/7日	11,000	94,000	596.5	200.0	0.0	146.0	0.0	39.5	44.0	7.6
8 大瀬製紙工場	A-210707Hポイラー	1997.12.2	45	447分	20,600	26,000	3,638.4	280.0	3,477.0	1,254.8	200.0	7.5	20.0	350.0
9 大瀬石油化学工場2号工場	A-34020707Hポイラー	1997.11.27	60	37分	14,500	33,000	3,074.2	570.0	0.0	344.8	31.0	13.7	48.0	350.0
10 大瀬石油化学工場7号工場	A-1411320707Hポイラー	1997.10.29	80	2,377分	255,270	38,000	279.1	260.0	353.3	79.5	-	8.5	48.0	350.0
11	B-6製紙工場	1997.10.29	-	35	13,390	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	10.0	20.0	300.0
12	B-11製紙工場	1997.10.29	42	1,377分	7,510	-	0.0	140.0	0.0	50.0	0.0	10.2	20.0	300.0
13 大瀬化学工業公司	A-6130707Hポイラー	1997.9.23	65	207分	-	57,000	-	600.0	-	510.0	-	700.0	44.0	29.1
14	A-620707Hポイラー	1997.9.26	80	207分	-	70,000	-	570.0	-	82.0	-	1,200.0	90.0	5.7
15 大瀬製紙工場	C-500ケミカル	1997.10.28	80	117分	85,000	100,000	3,294.4	57.0	1,168.5	1,600.0	350.0	5.7	90.0	350.0
16 大瀬製紙工場	A-130707Hポイラー	1997.10.10	50	6,577分	111,340	130,000	443.0	1,200.0	341.3	120.0	FRUE	2.6	20.0	400.0
17 大瀬製紙工場	A-130707Hポイラー	1997.10.23	60	5,877分	40,000	33,000	500.0	110.0	474.0	50.0	FRUE	57.0	48.0	37.5
18 大瀬製紙工場	A-11050707Hポイラー	1997.10.8	240	797分	2,283,100	980,000	1,233.1	2,100.0	750.0	1,700.0	FALSE	100.0	3,330.0	1,666.0
19 大瀬製紙工場	A-130707Hポイラー	1997.12.7	130	377分	-	350,000	-	1,900.0	-	60.0	FALSE	74.0	702.0	21.0
20 大瀬製紙工場	A-130707Hポイラー	1997.10.21	30	1,377分	-	37,000	-	290.0	-	250.0	38.4	30.7	20.0	350.0
21 大瀬製紙工場	1077Hポイラー	1997.12.15	30	1.8	-	11,000	-	628.1	-	98.2	30.0	6.9	10.0	31.1
22 大瀬製紙工場	1077Hポイラー	1997.12.17	30	4	-	20,000	-	0.0	-	133.4	34.6	0.0	10.0	2.7
23 大瀬製紙工場	477Hポイラー	1997.12.16	35	2	-	79,000	-	285.5	-	174.4	34.0	2.54	10.0	350.0
24 大瀬製紙工場	677Hポイラー	1997.12.16	30	3	-	13,000	-	47.2	-	47.2	6.0	0.0	10.0	0.6
25 大瀬製紙工場	1077Hポイラー	1998.3.2	30	30	-	44,700	-	2,941.1	-	100.5	130.0	17.0	10.0	4.5
26 大瀬製紙工場	677Hポイラー	1998.3.2	30	30	-	18,900	-	913.6	-	80.0	37.6	18.3	10.0	1.5
27 大瀬製紙工場	477Hポイラー	1998.3.4	37	37	-	16,220	-	0.0	-	0.0	62.7	0.0	10.0	0.0
28 大瀬製紙工場	477Hポイラー	1998.3.4	37	37	-	17,020	-	42.8	-	23.2	56.0	29.1	10.0	0.4
29 大瀬製紙工場	477Hポイラー	1998.3.4	37	37	-	19,430	-	64.0	-	33.0	12.0	19.7	10.0	0.6
30 大瀬製紙工場	1077Hポイラー	1998.3.5	40	1.8	-	23,540	-	0.0	-	0.0	711.0	0.0	20.0	0.0
31 大瀬製紙工場	1077Hポイラー	1998.3.6	30	30	-	32,700	-	269.8	-	98.5	33.0	16.1	10.0	3.2
32 大瀬製紙工場	1077Hポイラー	1998.3.6	30	30	-	31,800	-	233.8	-	77.0	178.0	6.8	10.0	2.4

(注) 「排出係数」は、濃縮係数及びばい煙発生率(D50-60)及びばい煙発生率(国際基準)による。

※ ばい煙係数を抽出していることを示している。

4.4.4 煤煙測定結果の考察

(1) ばい煙測定機材の比較（監視センター保有機材と JICA 整備機材）

監視センターが保有する機材と今回、JICA により整備された機材は表 4.4.4-1 の通りである。

表 4.4.4-1 測定用機器の比較

項目		JICA 整備機材	センター保有機材
ばいじん濃度	使用機器	岡野製作所 普通形自動試料採取装置 ダクト内の流速に追従し、等速吸引する自動制御装置	普通形手動試料採取装置 ダクト内の流速を事前に測定し、その値で等速吸引量を算出する一定吸引装置
	測定方法	JISZ8808 に準じて I 型円筒ろ紙法による移動採取	中国マニュアルに準じて I 型円筒ろ紙法による移動採取
	処理法	円筒ろ紙の前、後処理は乾燥器、デシケータ、天秤を使用	同左
流速および風量	使用機器	ウェスタン型ピトー管	同左
	測定方法	規定された測定点を測定し、流速および風量を算出	同左
水分量	使用機器	吸湿管（シェフィールド）法	簡易水分測定器 通常測定していない
SO ₂	使用機器	堀場製作所 PG-250 ポータブルガス分析計	H ₂ O ₂ 吸収液
	分析方法	非分散形赤外線吸収法	滴定法

(2) 測定値の比較

表 4.4.4-2 は、大連化学の 230 トン/時のボイラーダクトで同時測定を実施したものである。

表 4.4.4-2 JICA 整備機材とセンター保有機材の測定値の差違

項目	単位	JICA 整備機材	センター保有機材
ばいじん濃度	mg/Nm ³	820	607
SO ₂ 濃度	ppm	200	224
NO _x 濃度	ppm	250	測定無
流速	m/s	13.7	13.5
水分量	%	5.1	7.8

測定値としては、大きな差異は認められなかった。

尚、中国センター保有機材については以下の点に問題を有しており、それを考慮すればほぼ妥当な値と理解される。

- 1) ばいじん測定は等速吸引で試料採取を行う事を原則としているが、煤煙発生源では通常排ガス組成が大きく変動しているためダクト内の流速も大幅に変動している可能性が高く、事前の流速測定から算出した一定吸引では測定誤差を生じるので測定の度に流速設定が好ましい。
- 2) 円筒ろ紙の秤量に使用する天秤は、1/1,000g で精度良く秤量可能で管理も万全である。
- 3) ピトー管による測定値の読み取りはマンオメータで行っているが、変動がはげしく数値に個人差が生じやすい。ちなみに JICA 整備機材では 6 個/sec のデータを 1 分間自動採取し、平均して表示されるので、信頼性が高い事を理解する必要がある。
- 4) ウェスタン形ピトー管は、全圧と静圧を計測する 2 本のパイプから構成されているが、センター保有機材はその区分をしていないので、メーカー提示の補正係数できちんと補正する必要がある。

(3) 今後の課題

なお、センターの煤煙担当者はグループリーダーを含め、5 名であるが、これら担当者の測定技能に関しては、以下のことをレビューする必要がある。

- 1) 今般の測定実施に先だって、グループリーダーの研修が行われたので、スムーズな技術移転が行われたものと思われるが、理想的には、研修結果のセンター内でのセミナーの開催や、測定グループ、監視センター分局のスタッフへの教育が行われる事が好ましい。
- 2) 今般、JICA 整備機材は中国での使用状況はそれほど多くないが、6 日間のトレーニングで、スタッフは積極的に参加し、実測定も可能となった。
- 3) 測定期間中のトラブルとしては、機器の不適切な取り扱いが若干見られ、損傷も散見された。また、専用運搬車の引渡しが遅れ毎日代替車のため積み下ろしを行う事も一因であった。
- 4) 排ガス測定のメンバー構成は、実質 4 名であり、通常は問題ないと理解されるものの、この様な集中測定期間では、今後ともモデル地区の煤煙集中測定のお機会が予測されるので人員が不足しており今後の検討課題である。

4.4.5 工場排水の調査内容

測定・分析に関する技術移転をはかると共に下記の事項を目的としてカウンターパートと共同で排水の測定を実施した。

- ・事業所インベントリーデータの確認
- ・主要事業所の水質汚染物排出量の把握
- ・クリーナープロダクション対象工場の汚水発生源の水質の把握
- ・監測センターの分析・測定機材の整備
- ・監測センターの分析・測定担当者の技能向上

(1) 排水測定・分析方法

- 1) 測定対象とする汚染物質は、排水口及び事業所の工程排水の pH、水温、COD_{Mn}、BOD、SS、石油類、アンモニア態窒素、全窒素、全磷、シアン化合物、フェノール、砒素、水銀、硫化物、ニトロベンゼン、アニリン、クロム（6 価、3 価）、ニッケル、銅及び亜鉛とした。
- 2) 測定項目毎の分析方法は、表 4.4.5-1 のとおりで全窒素のみ日本規格「JIS K-0102」によったが、他の項目は全て中国規格「水和排水水質監測分析方法」によるものとした。
- 3) 排水量の測定に関しては、排水路の状態が汚水等比採水機の仕様に適していなかったため、電磁流速計により測定した。
- 4) 工場毎の測定項目は、表 4.4.5-2 のとおりとした。
- 5) 担当業務区分は、中国側が現場において採水し、変質を防止する保存処理を行った上、大連市環境監測センターへ搬入しセンターにおいて分析を行い、JICA 担当者は適切な測定が出来るよう必要な指導を行った。

(2) 測定対象施設及び測定時期は次表のとおりで、17 事業所 34 排水口について 97 年 9 月～98 年 5 月にかけて測定を実施した。

種類	対象工場数	対象排水口数	測定実施時期
主要工場排水口	8	21	97.9～11
主要工場工程排水	2	5	97.9～11
大連湾流入排水口	7	8	98.3～5

(3) 採水頻度

原則として2時間毎に採水することとし、97年9月～11月においては汚水等比採水機が未入荷のため入力により採水し、98年3月～5月においては汚水等比採水機が入荷したので、同機による自動採水を実施した。

表 4.4.5-1 工場廃水水質分析方法

分析項目	分析方法	参照規格	備考
水温	温度計法	A	
pH	ガラス電極法	A	
DO	ウインクラー法	A	
BOD	5日間培養法	A	
COD-Mn	アルカリ性KMnO4法	A	
SS	ガラス繊維ろ紙法	A	
石油類	重量法	A	
アンモニア窒素	ネスラー試薬法	A	
全窒素	紫外線吸光光度法	B	
全磷	モリブデン青（アスコルビン酸）吸光光度法	A	
シアン化合物	4-ピリジンカルボン酸-ピラソロン吸光光度法	A	
フェノール	4-アミノアンチピリン吸光光度法	A	
鉛	原子吸光法	A	
砒素	水素化砒素・硝酸銀吸光光度法	A	
水銀	原子吸光法（還元気化法）	A	
総クロム	原子吸光法	A	
ニッケル	原子吸光法	A	
銅	原子吸光法	A	
亜鉛	原子吸光法	A	

参照規格 A：水和廃水監測分析方法（第3版） 国家環境保護局編

B：JIS K0102

表 4.4.5-2 排水口毎の測定項目一覧表

工場名称	排水口 No.	排水時間数	排水量 ton/d	COD推定濃度(mg/l)	測定項目																			
					排水量	PH	水温	CODMn	BOD	浮遊物	油類	NH ₃ -N	全SS	全SS	Ca	Mg	鉛	砒素	水銀	硫化物	ニッケル	マンガン	三価クロム	亜鉛
大連染織工場	4	8760	5,137		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5	8760	7,946		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	7	8760	8,027		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連船舶工業公司	18	4800	6,170	117.4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	8760	1,211	1,840.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連製薬工場	南	8760	1,399	2,964.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	74	8760	10,281	18.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連石油化工有限公司油第7工場	76	8760	9,715	17.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	52	8760	24,150		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連化学工業公司	53	8760	39,016		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	55	8760	40,117		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	56	8760	49,750		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	57	8760	150,350		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	63	8760	18,682		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連製鋼工場	50	NA	7,479	61.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	51	NA	6,493	240.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連醸造工場	1	5760	3,595	35,005.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	79	6720	1,788	1,120.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
遼寧省大連海洋漁業会社	2	昼間のみ	2,808	160.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	昼間のみ	514	196.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大連刃鋸工場	1	昼間のみ	75	436.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

4.4.6 工場排水分析結果

(1) 排水分析結果

- 1) 97年9月～11月に実施した8工場の排水口及び工程排水の測定結果を表4.4.6-1に示す。
- 2) 98年3月～5月に実施した大連湾に流入する排水口の水質測定結果を表4.4.6-2に示す。
- 3) 操業を停止していた一部の工場を除く大連地区の主要な水質汚染工場の水質が、24時間採水の平均水質として初めて把握され、環境保護対策の検討に有用なデータが得られた。
- 4) 第3次現地調査においてこれら測定値の取扱について中国側と協議し、原則として測定値を正として各工場の汚染状況の評価及び対策の設計条件とすることとし、大連化学工業会社の排水量のみ工場の1年間の実測値を用いることで合意した。

(2) 排水基準の適合状況

今回測定が終わった工場については実測値を、他の工場については95年のデータベースの数値を用いて主要工場の排出状況を排水口毎に取りまとめた。結果は表4.4.6-3のとおりである。

海域に排出している工場については排水基準の適合状況は、表4.4.6-4のとおりである。

表 4.4.6-4 海域排出工場の排水基準適合状況

事業所	PH	COD	SS	アモニ態窒素	磷酸塩
大連染料工場	0/3	0/3	3/3	0/3	1/3
大連石炭ガス第二ガス工場	0/3	3/3	0/3	3/3	2/3
大連製薬工場	0/2	2/2	1/2	1/2	2/2
大連石油化工石油第七工場	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2
大連化学工業公司	1/6	0/6	1/6	2/6	0/6
大連製鋼工場	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2
遼寧省大連海洋漁業公司	0/2	0/2	2/2	1/2	2/2
大連電鍍工場	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
大連松遼化工(農薬)	1/1	1/1	1/1	0/1	0/1
大連塩素酸カリ工場	0/2	0/2	1/2	0/2	0/2

(注)表中の数字は、基準超過排水口数/総排水口数を示す。

- ・大連染料工場は現在移転計画の最中で、クリーナープロダクションも採用される見込みである。
移転完了後改めて排水水質を確認する必要がある。
- ・大連製薬工場では、両排水口共CODが基準値を超過しているが、甘井子区郊外に移転し、排水処理設備も設置するため大連湾への影響は少なくなる。

- ・大連石炭ガス第一ガス工場は、表の項目以外でも石油類、フェノール及びシアン化合物も基準を超えているが、金州区に建設中の第三ガス工場が完成すれば廃業することになっており、2002年以降は排水はなくなる予定である。

(3) COD 分析方法の比較 (アルカリ性 KMnO_4 法と酸性 KMnO_4 法)

水質及び底質の分析法、精度管理、検出限界及び有効桁数等について、中国側と協議した。詳細は別の章で述べるとおりであるが、このうち関連性の高い工場排水のCOD分析に関して行ったアルカリ性 KMnO_4 法と酸性 KMnO_4 法との比較試験結果を、表 4.4.6-5 に示す。精製水を用いた標準試料についてはほぼ同一であったが、生活排水及び工場排水については、酸性 KMnO_4 法の測定値がアルカリ性 KMnO_4 法より高い傾向が見られた。この原因は、排水中の有機物に対して、酸性 KMnO_4 法の酸化力がアルカリ性 KMnO_4 法よりも強い事による。

表 4.4.6-5 アルカリ性 KMnO_4 法と酸性 KMnO_4 法との比較試験結果

試料	アルカリ性 KMnO_4 法				酸性法 KMnO_4 法			
	No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3	平均値
標準試料 (6.54±0.51)	6.8	6.6	6.7	6.7	6.5	6.5	6.5	6.5
生活排水	39	40	39	39	53	55	55	54
工場排水	31	31	30	31	50	50	50	50

(4) 今後の課題

- 1) 監視センターにおける分析体制に関しては、技術移転が完了し満足すべき状態になっていると評価される。今後はこれらの技術の水平展開及び伝承を充分行って行くことが重要である。
- 2) 排水口の状況は、等比採水機を用いて自動的なサンプリングを行える様な所は殆どない。今後自動サンプリングが可能となるよう、工場側の協力を得ながら排水路の整備を進める必要がある。
- 3) 工場側の水質分析体制は貧弱なところが多い、分析技術の研修会の開催等を通じ分析技術の向上を図り、自力分析が出来る体制を確立する必要がある。

表 4.4.6-2 大連灣流入排水水質測定結果 (98/3~6)

排水口 番号	主要汚染源	排水量 (m ³ /D)	pH	汚染物濃度(mg/L)														
				CODMn	BOD5	SS	石油類	NH3-N	総窒素	総磷	7-17-化合物	7-17-ル	鉛	カドミウム	銅	亜鉛	六価加ム	
8	大連油脂化学	20,000	7.1	36	39	220	3.6	41	44	4.4								
10	生活系	26,000	7.7	37	38	200	1.9	37	46	4.5								
11	生活系	16,000	7.0	33	35	100	2.3	30	35	3.5								
13	生活系	20,000	7.1	27	31	130	2	23	25	0.91								
18	造紙工場+生活系	6,200	7.1	21	27	24	1.4	4.6	5	0.23								
26	生活系	14,000	7.0	33	34	300	2.7	17	33	3.9								
27	工場+生活系	6,900	6.9	37	37	200	3.40	29	34	3.1	0.13	0.96						ND
29	工場+生活系	3,200	7.2	12	11	110	1.8	9	12	1.1								0.94
30	工場+生活系	37,288	6.8	19	19	250	18	21	23	3.3			0.26	ND	ND	0.23		
34	工場+生活系	11,900	9.0	240	27	210	71	140	190	2.7	3.4	22						
35	工場+生活系	9,600	6.9	42	42	380	3.4	60	69	3.1								
36	工場+生活系	28,000	7.2	30	38	200	1.7	22	25	2.5								
38	工場+生活系	67,000	7.2	21	28	270	1.3	17	18	1.4								
64	生活系+松密化工(農薬工場)	34,000	2.5	47	47	420	26	1.1	7.4	6.2		0.41	ND	ND	ND	ND		
82	生活系	1,100	7.4	41	58	420	7	42	46	3.9								
88	生活系	24,000	7.3	52	38	96	0.66	25	28	5.3								
91	大連瑞泰酸力り工場	24,705	8.1	12	12	250	18	2.8	4.7	0.11								
95	大連瑞泰酸力り工場	2,128	8.8	12	12	960	1.4	1.2	2.1	0.18								
	馬欄河	100,000	7.0	41	160	260	3.1	29	48	2.6								
	蘇鐵	7,700	7.1	52	37	91	0.46	8.8	10	1.1								
蘇鉄1	蘇鉄大連発電所	86	8.0	17	20	18	0.19	1.4	1.4	0.48								
	付家庄公園	5,000	7.3	15	15	35	1.3	8.8	9.3	2.6								

(注) *1 98/9/3改正

表 4.4.6-3 各工場の排水水质データ (97~98 測定値ベースを取込み) (2/2)

大塚製薬(株)工場												
1	1.63	79.8	1.3	116.6	1.9	4.9	0.06	0.01	0	0.01	0	下水
2	1.06	83.3	0.9	111.1	1.2	5.6	0.06	0	0	0	0	下水
3	1.90	78.9	1.5	115.8	2.2	5.3	0.1	0	0	0	0	下水
4	0.54	74.1	0.4	111.1	0.6	5.6	0.03	0	0	0	0	下水
5	21.95	79.7	17.5	135.7	25.4	5.2	1.34	0	0	0	0	下水
計	27.10		21.6	135.5	31.3	5.2	1.41					
大塚製薬(株)工場												
1	8.05	13.6	1.1	21.1	1.7	9.6	0.77	0.0	0.01	0	0.01	下水
2	8.05	21.1	1.7	14.9	1.2	12.2	0.98	0	0	0	0	下水
3	16.11	15.5	2.3	13.8	1.9	5.5	0.89	0	0	0	0	下水
計	32.22	16.4	5.3	14.9	4.8	6.2	2.64					
東江原化学工業(株)工場												
1	70.8	123.2	90.9	98.9	73	19.5	14.4	0.01	0.01	0.01	0.01	下水
東江原化学工業(株)工場												
1	1.30	0.0	0	0.0	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	下水
2	0.55	0.0	0	0.0	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	下水
計	1.85	0.0	0	0.0	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	下水
大塚製薬(株)工場												
1	9.02	35,005	31,575	9,001	811.9	0.01	0	66.5	0	0.01	0	下水
2	86.29	200.0	172.6	100.0	86.3	0.01	0	0.01	0	0	0	下水
計	95.31	3,594.0	3330.1	942.4	898.2	0.01	0	66.5	0	0.01	0	下水
大塚製薬(株)工場												
79	50.05	1,000	500.7	2,001.3	1342	2.8	1.4	0.01	0	0.01	0	下水
80	0.20	2,780.0	3.5	0.0	0	0	0	0	0	0	0	下水
81	6.32	237.8	14.4	596.5	37.7	0.0	0	0.01	0	0.01	0	下水
82	72.2	75.9	54.8	0.0	0	32	2.33	0.01	0	0.01	0	下水
83	23.8	37.8	9	85.7	20.4	5.0	1.2	0.01	0	0.01	0	下水
84	56	180.0	54	215.7	76	2.8	1	0.01	0	0.01	0	下水
計	33.8	65.8	2.5	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	下水
大塚製薬(株)工場												
1	12.3	16.2	2	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	下水
2	378.66	0.0	0	44.1	166.8	0	0	0	0	0	0	下水
計	390.97	0.5	2	42.7	166.8	0	0	0	0	0	0	下水

4.4.7 大連湾流入水路の水量・水質調査

61 箇所の排水口（従来 86 箇所と称されていたものの実数）について、中国側担当者と現地踏査を行い、踏査結果に基づき測定計画を作成した。排水口の中には満潮時に水没したり、人が近付けない岸壁にあったり、流れが緩やかなために多量のゴミが溜まり測定できなかつたりしている所が多く、測定対象は 22 箇所に留まることとなった。

実際の測定は、3 月 9 日より開始され、最初の 4 箇所の測定に立会した。その他は中国側で測定を実施した。現在までに入手した測定結果は表 4.4.6-2 のとおりである。この種の測定実績は数年前に 1 度行われただけで、その後の状況変化は著しいものがあり、今回のデータは大連湾の汚染機構の解析に有効に活用できる。

農業工場は、pH が非常に低く酸性排水が中和されずに排出されているものと推定される。

工業系+生活系の 5 つの排水は相当に汚染されているが、下水道の排除基準を超えるものは、No.27 の油類だけである。