

4.9 工場排水汚染源対策の検討

4.9.1 工場排水の一般的処理対策

4.9.1.1 工場の現状に関する考察

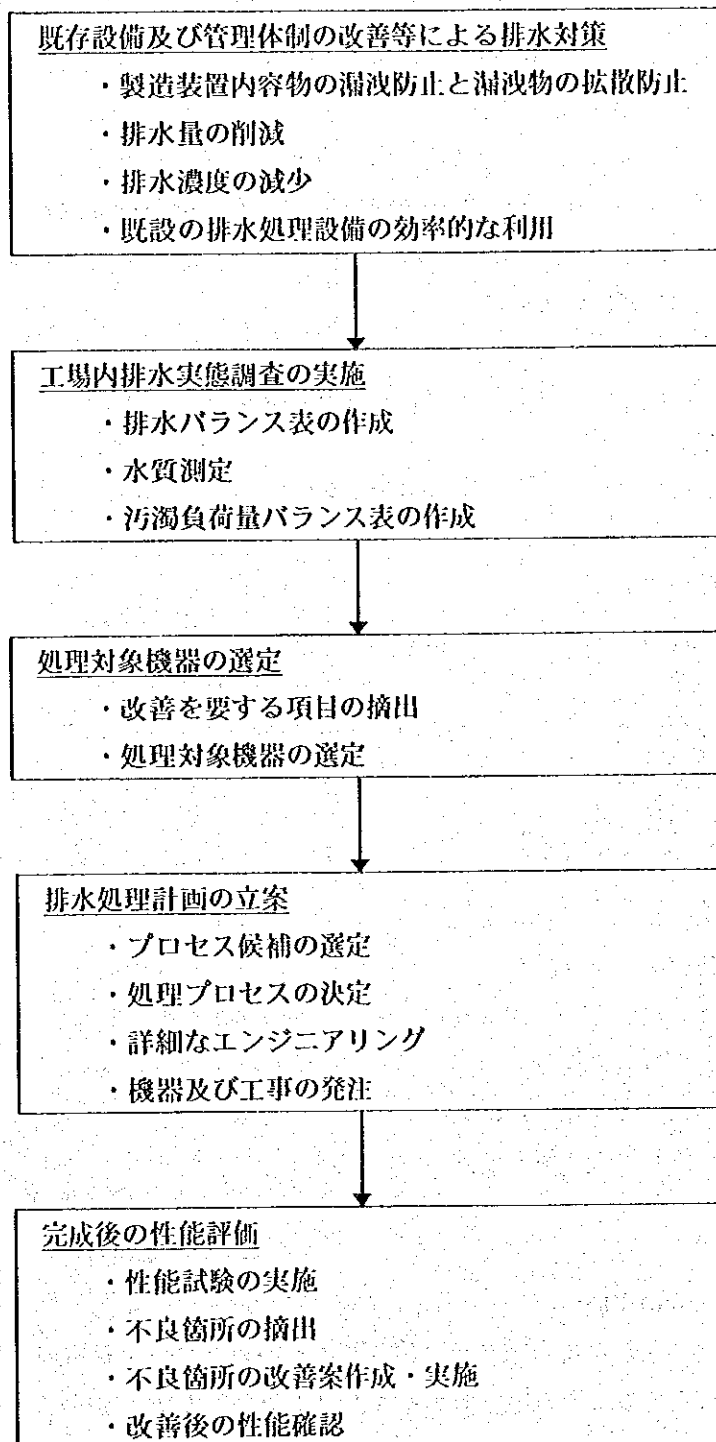
数次に及ぶ現地調査において、各工場の現在の排水管理体制及び排水処理対策の状況は当初の予想よりはるかに遅れていることが判明した。現地調査において工場出口排水口での汚濁負荷量がようやく把握できた状態であり、上流側工場内のどこに主要な汚染源があり、工場内での汚染寄与率ほどの程度かと言うような情報については、全く把握されていない。

又、現場の汚染管理も殆ど行われていないような状態で、装置からの液漏れがそのまま放置されている模様である。このような工場内の状況では、排水処理の具体的な技術検討を行っても余り意味がないと考えられる。以下に述べるように当面は、設備を要さない排水改善対策を先行して実施し、その効果の確認をかねてバランス調査及び実態把握を行い、そのデータを基に排水改善対策を本格的に検討するのが効果的であると判断される。

従って、本報告書では排水処理設備の設置に関連し、水質の実態調査に始まり、設備の計画、設計条件の確定に至る手順について、日本で一般に行われている手順を提示し、今後大連市で進められる排水処理設備の検討の参考に供することとする。

(1) 工場排水対策の進め方

工場排水改善対策の検討手順を、既存設備及び管理体制の改善から処理設備が完成した後の性能評価までの流れをフローチャートで示すと下図のとおりとなる。



以下に処理設備完成後の性能評価を除く各段階の検討手順を具体的に説明する。

(2) 既存設備及び管理体制の改善等による排水対策

排水中の汚染物を減少させる場合、処理設備を設置すればよいと考えがちであるが、処理設備の設置には多額の費用と長期の工事期間が必要である。処理設備によらない排水対策が可能であれば、費用と時間の節約が出来る大きなメリットが得られる。従って、まず第一にこの対策を検討すべきである。

1) 製造装置内容物の漏洩防止と漏洩物の拡散防止

製造装置内容物の漏洩は、環境を汚染するだけでなく経済的な損失も伴っている。従ってこれを無くすることは、両方の利益をもたらす有効な手段である。

- ・配管、機器の密閉化の徹底
- ・漏洩物の収集、回収の徹底
- ・監視体制の確立（早期発見と緊急措置の実施）

2) 排水量の削減

- ・排水系統の分離
- ・用水の節約
- ・製造工程の変更
- ・回分的な排出の中止（一旦貯留後、一定量づつ排出）

3) 排水濃度の減少

- ・製造工程の変更
- ・設備の改良
- ・排水系統の分離
- ・排水の平均化
- ・副産物の回収
- ・排水系統のモニタリング

4) 既設の排水処理設備の効率的な利用

- ・稼働率向上対策の検討
- ・処理上の弱点の発見と是正
- ・小規模手直しによる能力増強対策

(3) 実態調査の手順

1) 排水バランス表の作成

- (a) 各排水口につながる排水系統毎に流入してくる各プラント排水の量を測定し、バランス表にまとめる。その作成例を表 4.9.1.1 に示す。排水口の測定値と各プラントの数値の合計の差が 25%以内であれば、多い方を正として少ない方を修正する。25%

を超える場合は、工場の操業条件、揚水量等を再チェックする。出来れば測定をし直すことが望ましい（以下この考え方は共通）。

- (b) 各プラント毎で汚水を排出する全ての機器をリストアップし、各々の機器の排水量を測定し、プラント内のバランス表にまとめる。測定できない場合は、推定値でも良い。作成例を表 4.9.1.1-2 に示す。

2) 水質測定

- (a) 排水口及び各プラント出口の測定データを基に排水系統別の汚濁負荷量バランス表を作成する。作成例を表 4.9.1.1-3 に示す。

- (b) 各汚水発生機器の測定データを基にプラント内の汚濁負荷量バランス表を作成する。作成例を表 4.9.1.1-4 に示す。

表 4.9.1.1-1 ○○工場の No.XY 排水系統のプラント別バランス表

プラント名		A-1	A-2	B-1	C-1	合計
排水量	m ³ /日	2,160	12,850	9,510	2,680	27,200

表 4.9.1.1-2 ○○工場の A-1 プラント機器別排水バランス表

機器番号		AP-1	AP-2	AT-1	AC-1	合計
排水量	m ³ /日	860	650	220	430	2160

表 4.9.1.1-3 ○○工場の No.XY 排水系統のプラント別バランス表

プラント名		A-1	A-2	B-1	C-1	合計
項目	単位					
排水量	m ³ /日	2,160	12,850	9,510	2,680	27,200
pH	—	7.6	6.8	7.0	7.2	7.3
COD 濃度	mg/liter	120	55	73	52	66※
COD 負荷量	kg/日	259	707	694	139	1799
SS 濃度	mg/liter	80	340	540	210	370※
SS 負荷量	kg/日	173	4,199	5,135	563	10,070
T-N 濃度	mg/liter	35	13	8	630	66※
T-N 負荷量	kg/日	75.6	160.6	76.1	1,688.4	2,000.7

(注) ※は負荷量と排水量から求めた計算値

表 4.9.1.1-4 ○○工場の A-1 プラント内の機器別汚濁負荷量バランス表

プラント名		AP-1	AP-2	AT-1	AC-1	合計
項目	単位					
排水量	m ³ /日	860	650	220	430	2160
pH	—	7.6	6.8	7.0	7.2	7.3
COD 濃度	mg/liter	120	55	73	52	82.2※
COD 負荷量	kg/日	103.2	35.8	16.1	22.4	177.5
SS 濃度	mg/liter	80	340	540	210	191※
SS 負荷量	kg/日	68.8	221.0	118.8	90.3	498.9
T-N 濃度	mg/liter	35	13	8	630	119※
T-N 負荷量	kg/日	30.1	8.5	1.8	270.9	311.3

(注) ※は負荷量と排水量から求めた計算値

(4) 排水処理対象機器の選定

1) 改善を要する項目の抽出

- ・ 国家基準又は遼寧省基準を超えているか、時々超える項目
- ・ 市政府（環保局）から要請された項目

2) 処理対象とする機器の選定

(a) ワースト 10 リストを作成する。

改善を必要とする項目について、工場内の全ての汚水発生機器から、負荷量の多い発生機器を 10 基程度を抽出し、このワースト 10 について多い順に並べ更に工場全体に占めるシェアを算出する例を表 4.9.1.1-5 に示す。

表 4.9.1.1-5 ○○工場の SS 負荷量ワースト 10

順位	汚水発生機器名称	負荷量 (kg/日)	シェア (%)	備考
1	A-1 加熱炉排ガス洗浄塔	1,500	37.5	
2	A-2 加熱炉排ガス洗浄塔	1,000	25.0	
3	A-3 加熱炉排ガス洗浄塔	750	18.8	
4	原料鉱石洗浄機	200	5.0	
5	中間製品水分離塔	180	4.5	
6	(以下省略)			
	全工場	4,000		

(b) 基準値と排出濃度（最大値）から除去が必要な汚染物の量を算出する。

(c) 処理設備によらない改善が出来ればその効果を見込む。

(d) 排水処理設備の除去率を設定し、処理対象負荷量を求める。

(e) ワースト 10 リストから対象となる機器を選定する。

(5) 排水処理計画の立案

1) 処理プロセスの選定

(a) 有機性排水

- ・ 浮遊物質があればろ紙で濾過し、ろ液の BOD、COD を測定する。ろ液の BOD、COD が目的の濃度以下であれば、物理・化学的な方法で浮遊物質を除去し BOD、COD も同時に除去される。
- ・ ろ液の BOD、COD が目的の濃度より高い場合は、生物処理の必要がある。
- ・ 生物処理試験を行い、BOD とともに COD が除去されているか調べる。
- ・ COD が排水基準値まで下がらない場合は、活性炭吸着等の三次処理プロセスを検討する。

(b) 無機性排水

- ・ 浮遊物質があれば沈降試験を行う。常識的な静置時間以内で目的の水質が得られれば、自然沈澱法で処理できる。
- ・ 有限の静置時間以内で目的の水質が得られない場合は、凝集沈澱試験を行う。
- ・ 有害物質を含む排水については、専門家に相談する。
- ・ 排水が油分を含む場合は、静置浮上試験で浮上油を分離し、油分が目的の濃度より高い場合は凝集沈澱試験を行う。

(c) 高度処理

排水が有機性、無機性を問わず、上記一連の処理試験を行った後でも、処理目的に達しない場合は、吸着、イオン交換等の高度処理プロセスを検討する。

(d) 製造プロセスの変更

一連の高度処理試験を行っても実施可能なプロセスが見つからないときは、製造プロセスに立ち戻り、除去困難な汚濁物質を出す工程の変更を検討する。

2) 採用プロセスの選定

- 上記処理試験の結果を基に、処理プロセス候補を 1、2 選定する。
- 処理プラントの概要を想定する。(処理水量、除去負荷量、入口濃度)
- 建設費及び運転費を推定する。
- 処理プロセス候補を比較検討し、採用プロセスを決定する。

3) 詳細なエンジニアリング

- 必要な担当者、技術者を任命する。
- メーカー等有する試験設備により処理実験を行いデータを集積する。行政側が設置する排水試験場が完成していれば、これを利用するのがよい。
- 得られたデータを解析、プロセスフローシートを作成、各機器の仕様を決める。
- 建設予定地の図面に各機器の配置を記入する。
- 各処理対象機器から処理設備までの排水送水配管の経路及びサイズを決める。
- 各々の専門業者に機器及び工事の発注を行う。

4.9.1.2 排水処理技術の概要

(1) COD 除去 (生物学的処理)

廃水中の有機物を除去する技術として広く採用されているものは、活性汚泥処理である。処理装置を微生物の繁殖に適した条件に保ち、水中の有機物を菌体への変換及びエネルギーとして使用することによって削減する技術である。なお COD 濃度が 5,000mg/liter を超えるような場合は、多量の希釈水を必要とし、装置の規模が極めて大きくなるので経済的でなく、この場合は嫌気性処理を選択すべきである。

活性汚泥処理の建設費及び運転コストに関するデータについて、米国調査機関による資料を表 4.9.1.2-1 に紹介する。ただし調査年次、立地場所が異なるので、このまま大連地区で使用できないことは言うまでもない、あくまで概略の参考値である。

表 4.9.1.2-1 活性汚泥処理の建設費及び運転コスト

処理能力 (m ³ /日)	建設費 (1,000 US\$)	運転費用 * (US\$/m ³)
2,000	880	0.18-0.32
20,000	4,400	0.09-0.15

(注) 小さい数値が設計条件で、大きい数値が 50% 負荷で運転した場合の費用を示す。

(2) 浮遊物質 (SS) の除去

廃水中の浮遊物質の密度が水よりも小さい場合は、水面に浮上させて分離することができる。逆に水よりも密度が大きい場合は沈降させて除去することができるが、水との密度の差が少ないときは、沈降速度が小さくなり装置の規模が大きくなる。このような場合に、空気の泡を発生させて浮遊物質に付着させると、見掛けの密度が小さくなり速やかに浮上分離ができる。この原理を利用した処理技術が、加圧浮上法と呼ばれ、空気を一旦加圧して排水中に溶解し、浮上槽で大気圧に解放して気泡を発生させ、浮遊物質を浮上除去する。加圧浮上処理の建設費及び運転コストに関するデータについて、表 4.9.1.2-2 に米国調査機関による資料を紹介する。

表 4.9.1.2-2 加圧浮上処理の建設費及び運転コスト

処理能力 (m ³ /日)	建設費 (1,000 US\$)	運転費用 * (US\$/m ³)
2,000	135	0.015-0.024
20,000	680	0.0045-0.009

(注) 小さい数値が設計条件で、大きい数値が 50% 負荷で運転した場合の費用を示す。

尚、加圧浮上処理のフローシートは、図 4.9.1.2-1 のとおりである。

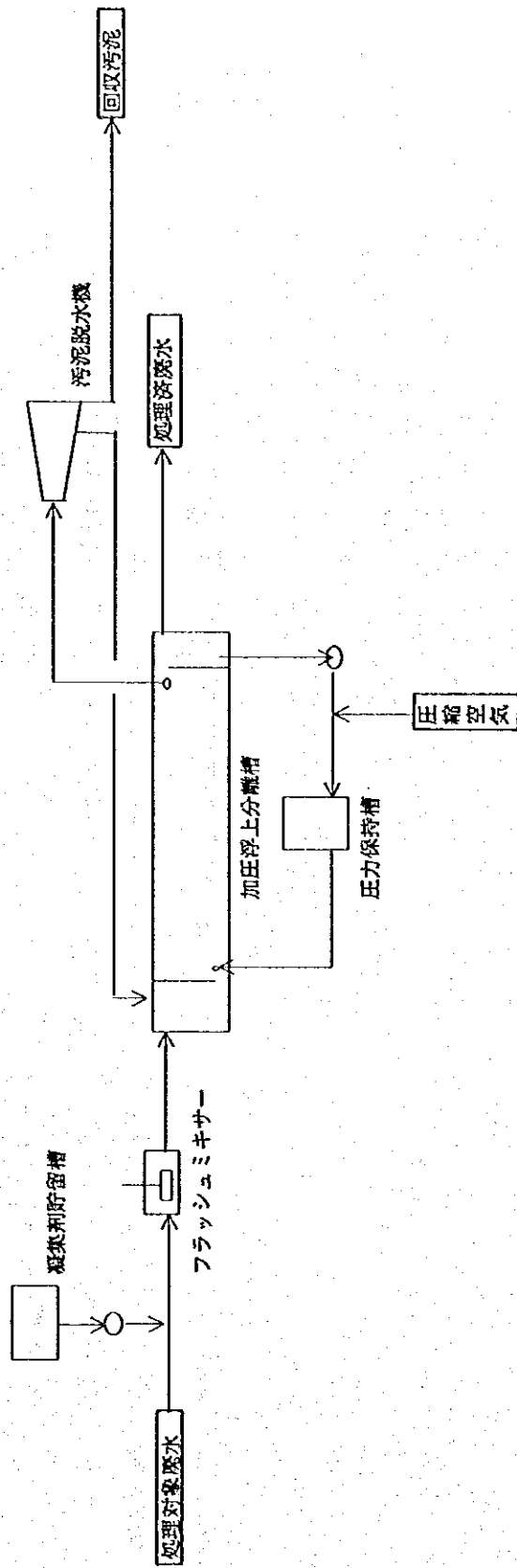


図 4.9.1.2-1 加圧浮上処理フローシート

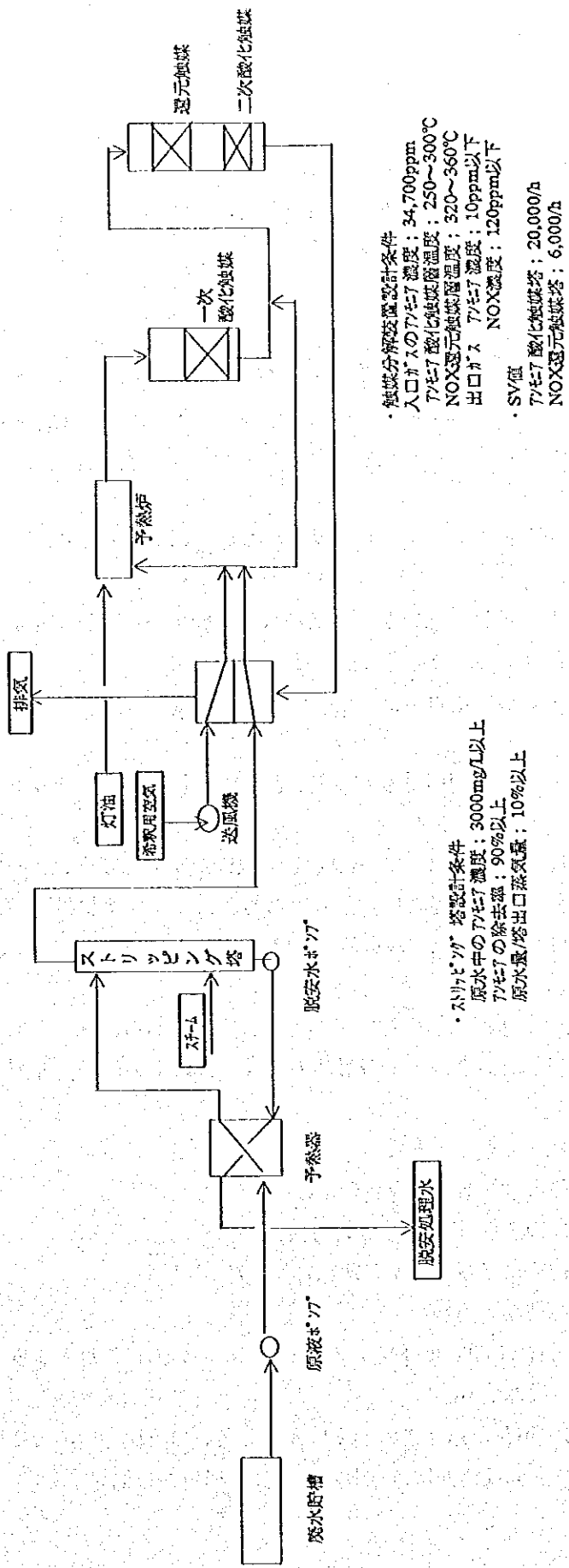
(3) 窒素の除去

窒素化合物の除去技術には、物理的方法、化学的方法及び生物的方法がある。物理化学的方法としては、多成分除去法としての電気透析法、イオン交換法、逆浸透膜法、蒸留法等が、また選択的除去法としてのアンモニアストリッピング法、ゼオライト吸着法、不連続塩素処理法等がある。

生物的方法には、微生物菌体として固定化して除去する方法（酸化池法など）の他に、アンモニア態窒素の硝酸態窒素への硝化を目的とした硝化法、亜硝酸・硝酸態窒素を還元して除去する脱窒法、両者を組み合わせた硝化脱窒法などがある。

生物的硝化脱窒法は、幅広い形態の窒素化合物が対象となり、また処理後は窒素に還元されるなどの特徴から、下水やし尿処理分野を主体に導入が進められている。ただしプロセスは複雑となり、建設費、運転費用とも多額となると予想される。

大連市における最大の発生源である大連化学の場合は、窒素化合物の形態がアンモニア態窒素であることが判明しているため、これに的を絞ったアンモニアストリッピング法を提案したい。フローシートは、図 4.9.1.2-2 のとおりで、費用負担も少ないメリットがある。ただし現時点でも、窒素化合物の除去技術には技術開発的な要素が多く、各メーカーとも機密保持に留意していることもあって、建設費、運転費用等の数値で公表されたものはない。



・触媒分解装置設計条件
 入口ガスのアモニア濃度：34,700ppm
 アモニア酸化触媒層温度：250～300℃
 NOX還元触媒層温度：320～360℃
 出口ガス アモニア濃度：10ppm以下
 NOX濃度：120ppm以下

・SV値
 アモニア酸化触媒塔：20,000/h
 NOX還元触媒塔：6,000/h

・ストロージング塔設計条件
 原水中のアモニア濃度：3000mg/L以上
 アモニアの除去率：90%以上
 原水量/塔出口蒸気量：10%以上

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

4.9.2 工場別排水対策

(1) 2000年を目標に各工場で推進すべき個別排水対策

今回の現地調査で聴取した各工場の実情を考慮し、2000年迄に各工場に於いて推進すべき排水対策について以下に記述する。

1) 大連塩素酸カリ

- ・集塵機廃水以外のSS発生源について、製造部門と協議して5箇所程度リストアップし、集塵機廃水とともに負荷量(水量、水質)の測定を行う。
- ・工場から排出されるSSの50%以上を除去するための処理計画を検討する。
- ・実施時期については全般的な情勢を判断して行う。(規制強化、海域の状況、工場の生産状況等)
- ・回収汚泥は、現在行っているブロック等への有効利用を考える。

2) 大連船舶工業

- ・早急に検討すべき項目はないが、生活排水の影響については定量的に把握する。総量規制が実施されるとこの排水の取扱は問題となる。
- ・現在検討されている排水対策は、引き続き推進する。

3) 大連染料

- ・移転完了後直ちに工場内の排水バランス調査を実施し、各プラントが設計通りの廃水を出しているかチェックする。
- ・SSに関しては、大連化学工業の廃棄物処分場に廃棄することにより問題はないとしているが、処分場の収容能力には限りがあること、又完全には海域と遮断されていないように思われるので、基準値まで処理する対策を検討しておく。

4) 大連海洋漁業

- ・現在の処理設備であればもっと効果が上がるはずである、メーカーと次の点について協議し、必要な改造を行って設計能力又はそれ以上の能力を発揮するよう改造する。

チェック項目は次の通りである。

- (a) 低負荷時の除去率低下対策(処理水の再循環)
- (b) 加圧浮上設備の排水量/空気量等の再検討
- (c) 沈澱槽の滞留防止(設備的及び運転管理的対策)

5) 大連松遼化工(農薬工場)

- ・現在計画中のpH、COD及びフェノール対策については、計画を継続し所期の効果を得られるよう推進する。
- ・SSについては、現在の処理後の濃度は非常に高いので沈澱槽の後に加圧浮上槽を追加設置する。なお回収汚泥は、成分を調査し再利用先を検討する。

6) 大連石油化工石油第七工場

- ・塩酸を用いたアンモニア除去設備については、既設の処理設備の処理能力を再チェックする。(処理水量、入口濃度、出口濃度、負荷率による性能変化)。
- ・生化塔への新技術導入については、石油学院と共同で1日も早く実用化するとともにその成果を広く国内に公表し、技術の水平展開を図る。

7) 大連化学

- ・塩装置については、早急に設備内からの漏洩の防止を設備面及び運転管理面から検討する。
- ・万一の漏れに備え、漏洩の恐れのある区域を流出防止堤で囲い、滞留した液はポンプで送水してアンモニア除去設備で処理する。前記漏洩防止対策完成後も度々液漏れがあるようであれば、これらの設備対策も実施する。
- ・原塩溶解プラントのSS処理設備については、性能を確認し設計通りになっているか調査する。(処理水量、入口濃度、出口濃度、負荷率による性能変化)
- ・硫安プラントについては、プラント出口のSS濃度を測定し原料転換の効果を確認する。
- ・製造部門と共同で、SS及びアンモニア態窒素について、前述の汚染源以外の主要排出機器を5箇所程度リストアップし、負荷量を測定する。

8) 大連製鋼

- ・圧延工程の循環水の漏洩を設備改善によって解決できない場合は、漏洩のある区域を流出防止堤で囲い、滞留した液をポンプで送水してSS除去設備で処理する。
- ・総窒素の発生源を確認しておき、クリーナープロダクション完成後同一箇所ですべて測定し削減効果を確認する。
- ・現地調査時に挙げられた5種類の工程廃水について汚濁負荷量を測定する。
- ・沈澱設備の能力については、現場と共同で現状を把握する。その結果を基に対策をメーカーと相談する、尚、追加設備としては加圧浮上設備が有効であるので検討する。

(2) 大連釀酒

- ・この工場は現在は休止状態にあり、再稼働の時期も不明である。但し一旦稼働するとCOD及びSS濃度が極めて高い排水が発生し、大連湾の水質に大きな影響を与えるので、今後は処理設備なしでの稼働は認めるべきではない。
- ・COD濃度が10,000mg/literを超えると好気性生物処理には適さない。嫌気性消化を採用すれば処理可能で、下水道排除基準レベルまで改善できる。
- ・嫌気性消化設備のフローシートを図4.9.2-1に示す、投資額は約9百万元で、工事期間としては2.5年程度が必要である。

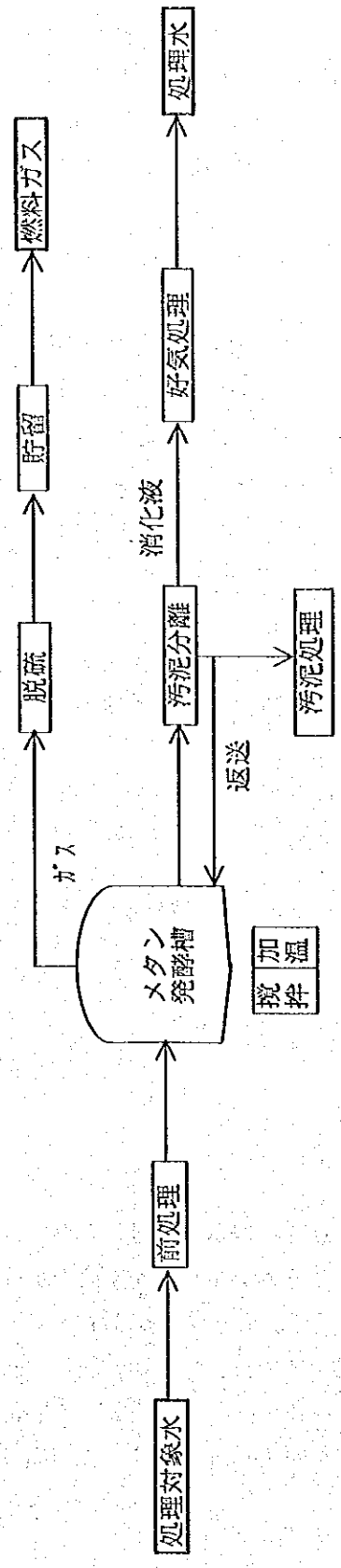


図4.9.2-1 嫌気性消化処理装置フローシート

(3) クリーナープロダクションの採用

大連製鋼、大連化学、大連染料及び大連製薬にクリーナープロダクション技術を導入し、生産効率の改善を図るとともに環境汚染物質の削減を達成する。次に工場毎のクリーナープロダクション技術の概要及び水質汚染物質の削減効果に付いて述べる。尚、大連セメントの場合は、水質汚染物質の削減効果はないので省略する。

1) 大連製鋼

旧式の高ス発生炉 10 基を廃棄し、最新の高ス発生炉 8 基に更新する計画である。併せて汚水燃焼処理炉を設置し、排水を焼却処理する。これにより当工場の無機態窒素が、2,245t/y、フェノールが 1.7t/y、石油類が 66t/y 夫々削減される。

2) 大連化学

硫酸設備における原料を硫化鉄鉱から硫黄へ転換した製造設備を新設し、既設の設備を廃棄する。これにより排水量が 180 万 t/y、SS が 10,800t/y 削減される。

又発電所の旧式火格子燃焼型のボイラー 3 基を停止し、循環流動床式ボイラー 2 基を新設する。乾式電気集塵器により除塵を行うため洗浄水の沈降分離が不要となり、SS が 1,600t/y 削減される。

3) 大連染料

苛性ソーダ製造設備のイオン交換法への転換、硫酸濃縮設備の連続式濃縮法への転換及びジニトロクロロベンゼン製造設備の硝化工程への連続法の導入が提案されている。これらが実施されれば直接汚染物質の減少にはつながらないが、排水量が 123 万 t/y 減少する見込みである。

4) 大連製薬

市政府からの移転対象工場の指定を受けて、最新の製造設備の導入及び汚染物質除去施設の設置を検討中である。この計画が完了すれば、COD が 9,942t/y、SS が 1,140t/y 減少する見込みであるが、移転先が渤海側で大連湾と直接関係のない場所となるので、完全にゼロと評価できる。

(4) 工場移転計画

大連市計画委員会では、近隣環境汚染の激しい工場を移転対象工場に指定し、移転を推進中である。その規模別内訳は表 4.9.2-1 のとおりで、既に過半数の 55 社が移転を終えている。尚、移転により設備の更新が実施されれば汚染物の減少が期待出来、モデル地区外に移転すれば汚染物はゼロとなる。

表 4.9.2-1 移転対象工場の移転実施状況

(98/3 現在)

規模	移転済	計画中	計
30 社	1	3	4
220 社	16	11	27
零細企業	38	29	67
合計	55	43	98

(5) 間接的な排水改善施策

排水水質改善に関する施策は表 4.9.2-2 及び図 4.9.2-2 の通りであるが、4.8.2 項（大気汚染削減対策の検討）において排水対策にも適用できる項目が多く記載されている。重複する部分は省略し、排水対策に係る固有の対策についてのみ以下に記述する。

1) 環境管理体制の充実

(a) 環境ガイドラインの策定に関しては、水質汚染防止の見地から次の事業所を追加する。

- ・食品製造業
- ・化学、薬品工業
- ・COD 排出量 50t/y 以上の事業所
- ・排水量 50 万 t/y 以上の事業所

(b) 環境汚染防止協定に関しては、水質汚染防止の見地から次の事項を追加する。

- ・COD 及び SS 排出量に対する総量規制の導入
- ・新設、増設実施前の事前協議制の導入

2) モニタリング体制の整備

(a) 監測センターの機能の充実に関しては、排水水質測定分野のうち次の事項に注力する。

- ・汚水等比採水機の操作への習熟と活用の推進
- ・習得した分析・測定技術のセンター内への共有化の推進

(b) 発生源における水質モニタリング機能の整備

- ・大連化学、大連染料、松遼化工、大連製鋼、塩素酸カリ、海洋漁業及び石油第 7 の諸工場を対象として排水路の整備を行い、汚水等比採水機による完全な排水量測定と自動採水が可能な状態に整備する。
- ・上記整備完了後、2ヶ月に1回程度の頻度で立入検査を行ない、pH、COD、SS、石油類及び総窒素の測定を行ない、排出量データベースの充実を図る。
- ・中小工場に対しては、水質分析専門の業者が育つまでの間は、監測センターで有料で受託できる体制を整備する。

(c) 工場排水試験・機能向上対策

先に述べた工業技術試験所において水質汚染防止技術の開発のため、次の課題に取り組む。

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

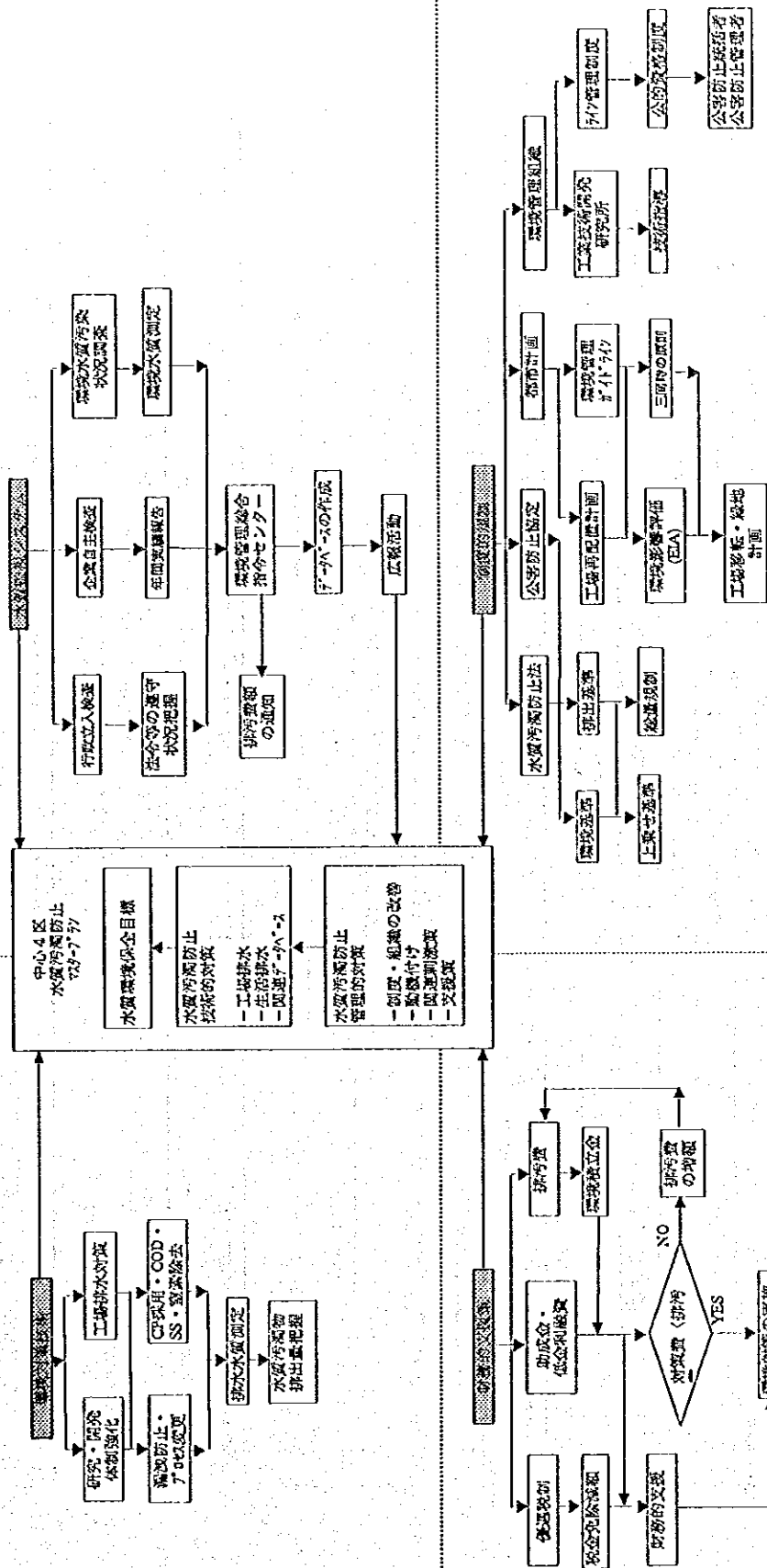


図 4.9.2-2 中心 4 区水質汚染防止マスタープラン系統図

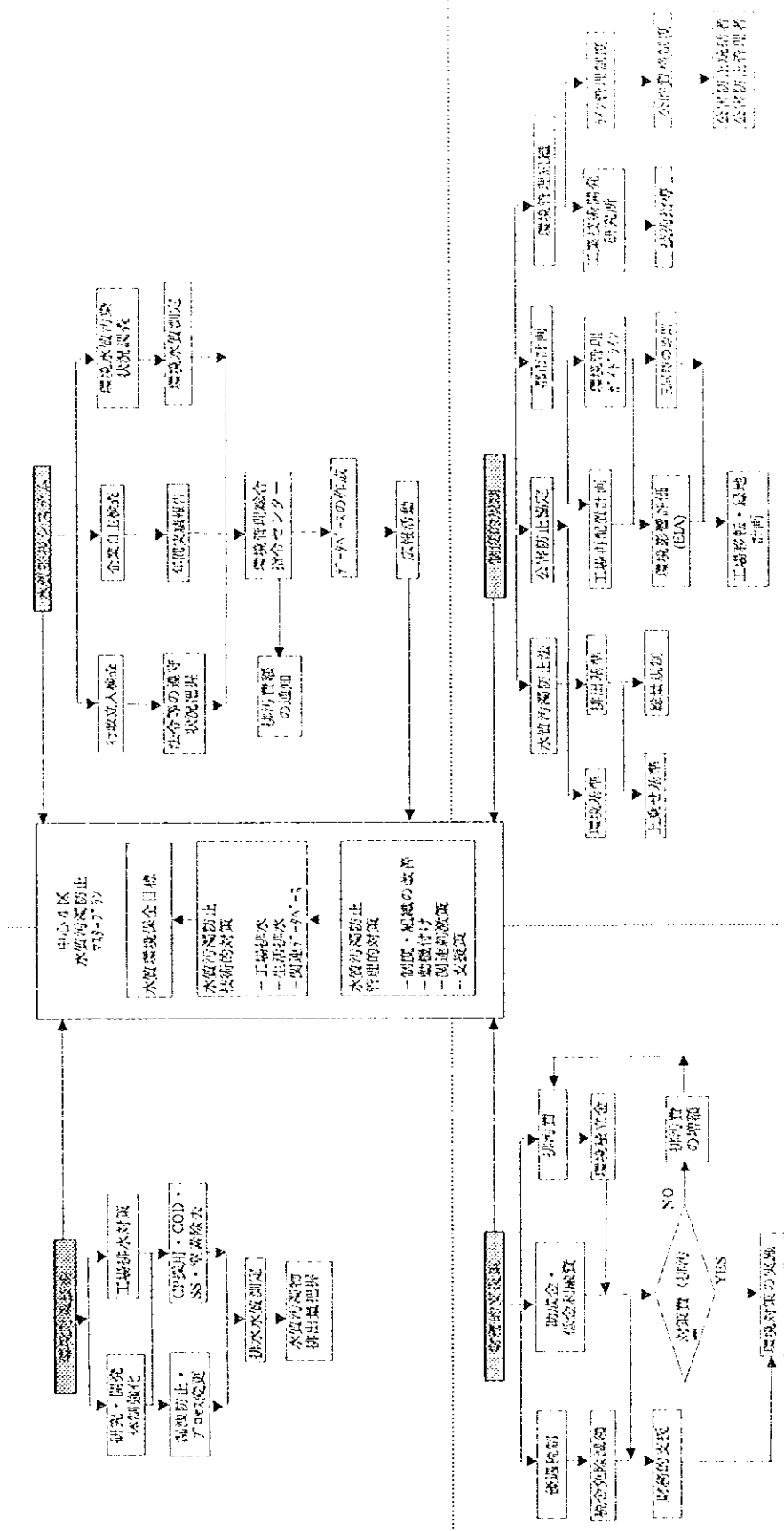


表 4.9.2-2 水質汚濁物質削減対策

対策名	実施項目	環境改善対策
1 水質監視システム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境管理総合センターの設置 ・ 行政立入検査 ・ 企業自主検査 ・ チェック・リストの作成 ・ 広報活動 ・ 生態系調査 	<p>環境管理総合センターの設置を目標として監視センターの機能を徐々に計画的に充実させる。</p> <p>企業の規制基準の遵守状況を確認するため、行政による立入検査を定期的に実施する体制を確立する。</p> <p>各排水口から環境水域に排出される負荷量を把握するため、企業による自主検査を義務付ける。</p> <p>発生源毎の、負荷量の把握は環境管理の第一歩であり、業種別・地域別にこれらを知覚・測定・記録・評価・報告・公表の体制を整える。</p> <p>生活排水の水質全体に対する影響度等を市民に広報し、意識向上の一助とする。</p>
2 制度的規制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水質汚濁防止法（環境基準・排出基準等） ・ 環境管理ガイドライン ・ 公害防止協定 ・ 工場再配置計画 ・ 環境管理組織 	<p>現行の排出基準は形骸化しており守られていない、対象項目を絞り、現実的な基準数値を設定し、遵守させる。</p> <p>主要な汚染事業所に対し基準値のガイドラインを設定し、立入検査により遵守状況をチェックする。</p> <p>重点汚染事業所と大連市との間で協定を締結し、法令の及ばない内容の規制を課せる。（水質の常時監視等）</p> <p>大連市全体の都市計画及び環境対策ガイドラインに基づき工場再配置計画であり、跡地の有効利用も兼ねた環境対策であり実効性が高い。実施に際しては、再発防止のための環境影響評価(EIA)が欠かせない。</p> <p>工業技術研究所の発表は、事業所に対する指導力の向上には不可欠である。環境管理は特別なスタッフではなくあくまでも職場の管理責任者（マン）によるのが大原則であり公的資格制度の導入が望ましい。</p>
3 環境対策技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工場排水対策 ・ 研究体制の強化 	<p>主要な汚染事業所にリニア・プロパゲーションを導入を含む、汚染物質削減対策を実施し大連市の水質改善を図る。 （詳細は表4.2.2-6を参照）</p> <p>水質改善対策の開発には先進国からの技術導入とともに自国の社会・経済状況に合わせた自前の技術開発が必要である。中国固有の設計院と企業との技術開発システムの構築が必要である。</p>
4 財務的支援策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 優遇税制・助成金制度 ・ 目的税・排污費 	<p>環境対策費用は、行政改善または、行政改善を促す企業にとって追加的なコストとしての認識が一般的である。</p> <p>従って健全な社会生活を維持していくために必要は社会的なコストとして受け入れられるには財政制度上のインセンティブが必要であり、国情に応じて各国とも優遇税制或いは助成金制度を設けている。大連市としても環境対策設備投資に対する大幅な減税及び低金利の融資制度の採用が必要であると思われる。</p> <p>汚染物排出量に応じて徴収される排污費は一種の目的税ともみなされるが、Polluters Pay Principle の原則に立つ合理的な税制の確立が必要である。</p>

- ・先進国の公的研究機関との共同研究テーマを設定し必要な排水対策技術を開発する。
- ・凝集剤、活性炭、イオン交換樹脂等のスペシャルティケミカルの応用研究を行い、排水対策技術の開発を行う。

4.9.3 2010年迄に実施に移す工場排水処理対策

この報告書の2010年の汚染物排出の予測値は、既存の各工場が立地する区の製造業の平均成長率に相当する割合で成長するというシナリオになっている。現実には敷地面積、用水設備、排水管系統の能力に制限があり、実際には別の場所に、別の工場が進出するケースが多くなると思われる。

この場合には、進出して来る工場が汚染物毎に提示されている排水処理対策を既存の工場に代って設置することで汚染物の大量の排出を防止することになる。日本で数多く採用されている排水処理技術を紹介し、将来のプロセス選定の参考に供する。

(1) 2010年迄に実施が必要な工場排水処理対策

1) 大連化学

(a) SS

2000年迄に設定された改善対策を実施するとともに次の設備を設置することが必要である。

- ・ No.57 排水口系の SS を削減するため、塩安法重炭酸ソーダ灰装置及び旧アンモニア合成装置の廃水の SS 除去設備を設置する。
- ・ No.63 排水口系の SS を削減するため、発電所の廃水の SS 除去設備を設置する。

(b) アンモニア態窒素

2000年迄に設定された改善対策を実施するとともに次の設備を設置することが必要である。

- ・ No.52～56 排水口系のアンモニア態窒素を削減するため、硫装置、硝装置、重炭酸ソーダ装置及び塩安法ソーダ灰装置等の廃水のアンモニア態窒素の除去設備を設置する。

2) 大連石油化工石油第七工場

2000年迄に既存設備の整備を行うとともに生化塔におけるアンモニア態窒素の除去技術を確立し、2010年のアンモニア態窒素の50%除去に備える。

3) 大連松遼化工（農薬工場）

2000年迄に設置された SS 除去設備について必要な増強を行い、2010年迄の処理能力を確保する。

4) 大連海洋漁業

2000年迄に設置されたSS及びアンモニア態窒素の削減対策について必要な増強を行い、2010年年迄の処理能力を確保する。

5) 大連塩素酸カリ

2000年迄に設置されたSS除去設備について必要な増強を行い、2010年年迄の処理能力を確保する。

6) 大連染料

(a) SS

2010年迄には大連化学の廃渣場への排出も出来なくなることを想定して、SS除去対策を確立させ、必要に応じ設備を設置する。

(b) アンモニア態窒素

- ・ No.4及び7排水口系のアンモニア態窒素を削減するため、汚染源の特定のための実態調査を進め、対象設備からの廃水の性状に応じた処理技術を確立し、2010年迄には実際に設備を設置する。

7) 排水改善対策の削減効果

上記の2010年年迄の各工場の排水改善対策が実施された場合の削減効果をまとめると、表4.9.3-1及び表4.9.3-2の通りである。又各工場の排水処理設備の設置計画の1例を示すと、表4.9.3-3のとおりであるが、あくまでも想定どおり汚濁負荷量が増加した場合のものであり、工場の大幅な新設や増設に合わせて設置して行かなければならない。

(4) 排水改善対策の削減効果

COD、SS及び総窒素について上記の各種改善対策の削減効果及び2010年における最終的な排出量を、表4.9.3-4に示す。

表 4.9.3-4 2010年の予測汚濁負荷量及び削減効果

算定条件	COD (ton/年)	SS (ton/年)	総窒素 (ton/年)
現状(1997年)	6,049	32,835	10,049
2010年の未対策時の負荷量	26,014	143,308	43,356
2000年迄の改善対策効果	65	17,032	3,395
2010年迄の改善対策効果	225	83,033	22,040
対策完了時の負荷量	25,724	43,243	17,981

SS及び総窒素について1997年実績と予測負荷量及び削減対策の効果を図示すると、図4.9.3-1通りで、1997年実績並またはそれ以下に抑えることができると予想される。

(2) 日本における設置事例

モデル地区に存在する工場と同一業種の日本の工場において設置されている排水処理プロセスの実例は、表 4.9.3-5 のとおりである。COD の除去に関しては活性汚泥法が、SS の除去については沈澱分離又は浮上分離法が広く採用されている。

表4.9.3-1 主要工場における排水改善対策の削減効果

(1) SS削減対策 (単位: ton/年)

工場名称	排水処理対策	発生負荷量 (2010年)	削減負荷量		
			2000迄	2010迄	合計
大連化学工業公司	原塩溶解装置廃水沈澱処理		2,000		
	同上装置増強			6,932	
	最新塩装置の設置		2,038	7,064	
	No.56排水口系総合加圧浮上装置			6,096	
	No.57排水口系総合加圧浮上装置			22,010	
	発電所排水加圧浮上装置			6,879	
	小計	67,029	4,038	48,931	53,019
大連松遼化工公司(農薬)	沈澱処理後に加圧浮上装置設置			121	
	沈澱・加圧浮上装置増設			417	
	小計	672	121	417	538
大連製鋼工場	圧延工程循環水漏洩防止対策		7,739		
	圧延工程排水加圧浮上処理			12,446	
	小計	25,232	7,739	12,446	20,185
遼寧省大連海洋漁業公司	既設凝集沈澱処理設備の整備、改造		703		
	沈澱・加圧浮上装置増設			2,431	
	小計	3,918	703	2,431	3,134
大連塩素酸カリ工場	集塵機廃水の加圧浮上処理		2,263		
	No.91排水口系総合加圧浮上装置			7,860	
	小計	12,660	2,263	7,860	10,128
大連染料工場	大連化学排渣場への廃棄		5,176		
	沈澱・加圧浮上装置導入			17,736	
	小計	28,640	5,176	17,736	22,912
	総計	138,151	20,045	89,871	109,916

(2) 総窒素削減対策 (単位: ton/年)

工場名称	排水処理対策	発生負荷量 (2010年)	削減負荷量		
			2000迄	2010迄	合計
大連化学工業公司	塩装置内部液漏洩防止対策		2,813		
	最新塩装置の設置			9,754	
	その他の窒素除去対策			8,291	
	小計	26,072	2,813	18,045	20,858
大連製鋼工場	ガス発生炉更新(CP)汚水焼却処理		1,574		
	ガス発生炉増設(CP)汚水焼却処理			6,672	
	小計	10,308	1,574	6,672	8,246
大連石油化工石油第七工場	T/E-7脱窒素除去装置の整備				
	生化塔へのT/E-7脱窒素除去技術導入			2,234	
	T/E-7脱窒素除去装置増設			1,595	
	小計	4,786	0	3,829	3,829
遼寧省大連海洋漁業公司	既設凝集沈澱処理設備の整備、改造		125		
	T/E-7脱窒素除去装置導入			433	
	小計	697	125	433	558
大連染料工場	T/E-7脱窒素除去装置導入		1,270		
	小計			1,016	1,016
	総計	43,133	4,512	29,995	34,507

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

工場名称	排水口番号	排水量 (m ³ /日)	SS						総窒素						
			発生量		削減後の水質		削減効果		発生量		削減後の水質		削減効果		
			(Kg/日)	(ton/年)	(Kg/日)	(mg/liter)	(Kg/日)	(ton/年)	(ton/年)	(ton/年)	(Kg/日)	(mg/liter)	(Kg/日)	(ton/年)	
大連化学工業公司	52	39,805	10,596.5	3,868	3,868	10,596.5	266.2	1,970	1,970	4,576.6	1,240	430	1,179.3	29.6	
	53	82,190	27,508.7	10,041	2,038	7,064	31.3	4,408	12,076.1	3,526	882	2,415.8	29.4		
	55	105,690	25,723.6	9,389	2,000	6,992	11.8	9,015.4	2,480	3,291	2,480	811	2,220.9	21.0	
	56	94,652	20,876.8	7,620	6,096	4,175.4	44.1	2,024.3	739	569	170	465.4	4.9		
	57	241,690	75,374.6	27,512	22,010	15,073.2	62.4	43,235.0	15,781	2,813	10,230	2,738	7,500.8	31.0	
	63	41,882	23,559.9	8,599	6,879	4,713.3	112.6	503.6	184	184	184	503.6	12.0		
	小計	605,879	183,640.1	67,029	4,038	48,981	63.4	71,431.0	26,072	2,813	18,045	5,214	14,285.8	23.6	
大連松遠化工公司(機張工場)	64	2,218	1,842.2	672	121	417	134	368.2	166.0	0	0	0	0.0	0.0	
大連製鋼工場	50	40,283	6,848.2	2,500	2,500	6,848.2	170.0	765.5	279	279	279	765.5	19.0		
	51	366,355	62,280.2	22,732	7,739	12,446	19.0	27,476.6	10,039	1,574	6,672	1,783	4,884.8	13.3	
	小計	408,856	69,128.4	25,232	7,739	12,446	33.8	28,242.1	10,308	1,574	6,672	2,062	5,650.3	13.8	
大連石油化工石油第7工場	74	206,848	1,241.0	453	453	1,241.0	6.0	7,729.5	2,821	2,234	2,234	587	1,609.0	7.8	
	76	176,373	1,058.4	386	386	1,058.4	6.0	5,382.8	1,965	1,595	1,595	370	1,012.9	5.7	
	小計	383,221	2,299.4	839.3	0.0	0.0	6.0	13,112.3	4,786	0	3,829	957	2,621.9	6.8	
遼寧省大連海洋漁業会社	2	10,383	4,267.9	1,558	280	967	311	851.5	807.1	295	53	59	160.5	15.5	
	3	12,448	6,465.5	2,360	423	1,464	473	1,295.6	1,102.9	403	72	250	81	220.7	17.7
	小計	22,831	10,733	3,918	703	2,431	784	2,147.1	1,910	697	125	433	139	381.2	16.7
大連塩酸酸カリ工場	91	102,718	25,680.0	9,373	1,679	5,820	1,874	5,134.8	50.0	482.8	176	176	482.8	4.7	
	95	9,379	9,003.5	3,286	589	2,040	657	1,800.8	192.0	19.7	7	7	19.7	2.1	
	96	710	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	
小計	112,807	34,683.5	12,659	2,268	7,860	2,531	6,935.6	61.5	503	183	0	183	502.5	4.5	
大連染料工場	4	16,020	18,899.9	6,898	1,240	4,249	1,409	3,861.5	241.0	1,645.1	600	532	68	187.6	11.7
	5	16,863	10,605.2	3,871	701	2,402	788	2,103.8	124.8	338.4	124	124	338.4	20.1	
	7	86,427	48,858.6	17,833	3,235	11,085	3,513	9,625.7	111.4	1,495.6	546	484	62	169.6	2.0
小計	119,310	78,363.7	28,603	5,176	17,736	5,691	15,591.1	130.7	3,479.1	1,270	0	1,016	254	695.5	5.8

表4.9.3-3 工場排水処理設備設置計画（例）

工場名称	改善項目	排水改善対策	工事実施時期												
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
大連化学工業公司	SS	原薬溶解液汚濁水対策処理 同上装置増強 最新排水装置の設置 No.57排水口系総合加圧浮上装置 発泡剤排水加圧浮上装置													
			総窒素												
			SS												
大連松遠化工公司（炭素）	pH	沈殿処理後に加圧浮上装置設置 沈殿・加圧浮上装置増設													
			7±0.5												
			COD												
			SS												
			総窒素												
大連鐵鋼工場	SS	尿延工程排水汚濁防止対策 尿延工程排水加圧浮上処理													
			総窒素												
大連石油化工石油第七工場	総窒素	アンモニア総窒素除去装置の整備 生化塔へのアンモニア総窒素除去技術導入 アンモニア総窒素除去装置増設 生化塔へのアンモニア総窒素除去装置増設													
			SS												
遼寧省大連海洋油業公司	総窒素	既設集油池処理設備の整備、改造 アンモニア総窒素除去装置導入													
			SS												
大連瑞業鐵カリ工場	総窒素	集油機排水の加圧浮上処理 No.91排水口系総合加圧浮上装置													
			SS												
大連染料工場	総窒素	大連化学排水場への廃棄 沈殿・加圧浮上装置導入													
			SS												

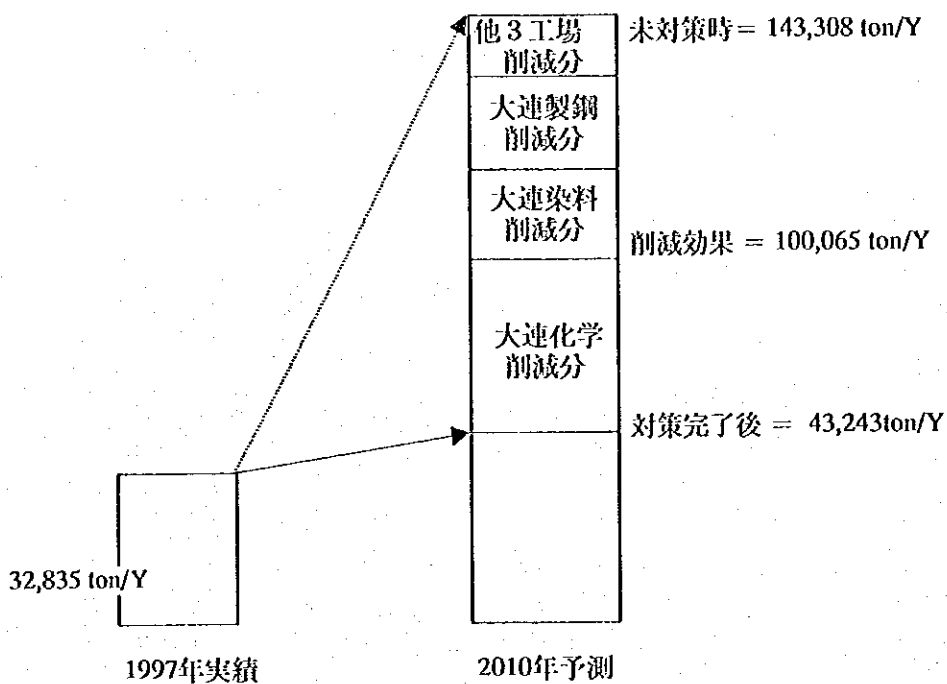
表 4.9.3-5 業種別廃水発生源と処理法例 (日本) 1/2

産業中分類	排水の性状	業種小分類	廃水発生源例	排水の水質	一般的処理法
食料品製造業	有機性で比較的濃度の高い排水	肉製品製造業	原料処理施設 湯煮施設 冷却水	pH=7前後 COD=200~400 SS=100~300	活性汚泥法
		水産食料品製造業	原料処理施設 湯煮施設 冷却水	pH=7~8.5 COD=200~1800 SS=150~1000	活性汚泥法
		缶詰製造業	原料処理施設 冷却水	pH=1~12 COD=100~2500 SS=120~1000	活性汚泥法
		パン・菓子製造業	ミキサー、各種容器の洗浄水	pH=6~8 COD=200~800 SS=100~900	浮上分離法 活性汚泥法
		ビール製造業	麦芽洗浄施設 機械・瓶洗浄施設 冷却水	pH=8~11 COD=800~1200 SS=250~1000	活性汚泥法
		蒸留酒製造業	蒸留残液等 瓶洗浄施設	pH=6~8 COD=300~50000 SS=600~2000	活性汚泥法
		食用精製油製造業	原料処理施設 脱酸施設 冷却水	pH=1~7 BOD=150~1100 SS=100~300	浮上処理法 活性汚泥法
	有機性で比較的濃度の低い排水	めん製造業	原料処理施設 沈澱施設 压榨施設	pH=6~8 BOD=250~600 SS=200~500	活性汚泥法
		乳製品製造業	洗瓶施設 機械器具洗浄水 冷却水	pH=6.5~11 COD=50~200 SS=70~150	活性汚泥法
		調味料製造業	原料処理施設 洗瓶施設 洗浄排水	pH=6~8 COD=300~1500 SS=200~300	活性汚泥法
		精穀、製粉業	原料処理施設 集塵装置排水 脱臭排水	pH=6~8 BOD=20~400 SS=400~600	沈澱処理法 浮上処理法 活性汚泥法
		砂糖製造業	濾過施設 冷却水	pH=6~8 COD=60~400 SS=70~100	沈澱処理法
		清涼飲料製造業	洗瓶施設 各種容器洗浄水	pH=9~12 BOD=250~350 SS=100~150	活性汚泥法
		弁当製造業	原料洗浄、湯煮 食器、器具類洗浄	pH=6~10 COD=80~250 SS=400~600	活性汚泥法
繊維工業	有機性で比較的濃度の低い排水	製糸業	繰糸施設 副蚕施設	pH=6~8 COD=70~150 SS=50~100	活性汚泥法
		紡績、燃糸製造業	染色施設 漂白施設 糊付け施設	pH=3.5~9 COD=200~300 SS=60~800	活性汚泥法
		メリヤス製造業	染色施設	pH=6~9 COD=150 SS=50~80	凝集沈澱法 活性汚泥法
		染色整理業	精練施設 染色施設 漂白施設	pH=3~11 COD=300 SS=20~250	凝集沈澱法 活性汚泥法
木材・木製品製造業	有機性で比較的濃度の低い排水	木材・木製品製造業	湿式パーカ 接着機洗浄施設	pH=4.5~6.4 COD=120~300 SS=40~300	凝集沈澱法 加圧浮上法

表 4.9.3-5 業種別廃水発生源と処理法例 (日本) 2/2

紙、パルプ製造業	有機性で比較的濃度の高い排水	パルプ製造業 (KP,SP,SCP)	蒸解施設 洗浄施設 さらし施設	pH=3~9 COD=500~3000 SS=40~600	凝集沈澱法 活性汚泥法
	有機性で比較的濃度の低い排水	紙製造業	抄紙施設	pH=8~9 BOD=150~200 SS=250~600	浮上処理法 濾過法 沈澱法
		パルプ製造業 (GP,TMP)	パルプ浸漬施設 磨砕施設 洗浄施設	pH=6.5~7.5 COD=200~300 SS=30~40	凝集沈澱法
化学工業	有機性で比較的濃度の高い排水	動植物油脂製造業	抽出施設 洗浄施設 脱酸施設	pH=4~9 COD=100~1500 SS=400~1000	浮上処理法 活性汚泥法
		医薬品製造業	反応施設 合成施設 蒸留施設	pH=2~11 BOD=40~2500 SS=200~600	中和沈澱法 活性汚泥法
	有機性で比較的濃度の低い排水	有機工業製品製造業	反応施設 洗浄施設	pH=1~13 COD=200~500 SS=20~150	中和沈澱法 活性汚泥法 凝集沈澱法
		油脂加工品、塗料製造業	原油洗浄施設 冷却水	pH=2~11 COD=150~2000 SS=200~250	浮上処理法 活性汚泥法
	有機性で有害物質を含む排水	殺虫剤、殺菌剤製造業	反応施設 洗浄施設	pH=4~9 BOD=20~100 SS=50~70	各製品毎に製造工程の中で処理を考える。
	無機性一般排水	化学肥料製造業	反応施設 ガス洗浄施設	pH=1~4 COD=1000~1500 SS=50~350	中和沈澱処理
		無機工業製品製造業	反応施設 洗浄施設 排ガス洗浄施設	pH=1~9 COD=40 SS=1000~2000	中和沈澱処理
無機性で有害物質を含む排水	ソーダ工業製品	水銀電極電解装置	Hg含有排水	イオン交換法 化学処理法	
石油製品・石炭製品製造業	有機性で比較的濃度の低い排水	廃油再生業	洗浄施設 蒸留施設	pH=2~8 BOD=20~200 SS=300~500	浮上処理法
		石油精製業	洗浄排水 (乳化油、酸加剤排水を含む)	pH=1~13 COD=100 SS=20~100	浮上処理法 活性汚泥法 凝集沈澱法
窯業、土石製品製造業	無機性一般排水	ガラス製造業	研磨施設 洗浄施設 冷却水	pH=7~9 BOD=20~70 SS=150~300	凝集沈澱法
		コンクリート製品製造業	成型施設 水養生施設	pH=9~14 SS=150~300	中和沈澱処理
製鉄業	有機性で有害物質を含む排水	高炉による製鉄業	コークスガ	pH=9~9.5 COD=2000~3500 SS=50	化学処理法 活性汚泥法 アモニストリプ [®] カ
	無機性一般排水	高炉によらない製鉄業	冷却施設 集塵施設	pH=4~8 COD=40~90 SS=500~3000	中和沈澱処理
		製鋼及び圧延業	圧延施設 酸洗浄施設 集塵施設	pH=3~8 SS=500~1000	中和沈澱処理
		製鋼を行う鋼材製造業	酸洗施設 冷却水	pH=3~4 SS=70~200	中和沈澱処理
		めっき鋼材製造業	酸洗施設 冷却水	pH=2~6 SS=30~150	中和沈澱処理
非鉄金属製造業	無機性で有害物質を含む排水	非鉄金属第1次精練、精製業	ガス洗浄施設	pH=6~8 SS=500~3000	凝集沈澱法 化学処理法
		非鉄金属圧延、伸線、同合金製造業	酸洗施設	pH=2~7 SS=70~200	中和沈澱処理
金属製品製造業	無機性一般排水	金属表面処理業	化成被膜施設 酸・Al ³⁺ 洗浄施設	pH=2~10 SS=70~150	凝集沈澱法 化学処理法
	無機性で有害物質を含む排水	電気めっき業	電気めっき施設 酸・Al ³⁺ 洗浄施設	pH=1~2 Zn ²⁺ 、Cu ²⁺ 等	化学処理法
出版・印刷関連産業	有機性で有害物質を含む排水	新聞、出版、印刷製版等関連業	洗浄施設	pH=4~10.5 COD=12000~95000 SS=100~200	中和・凝集沈澱法

(1) SS削減対策の効果



(2) 総窒素削減対策の効果

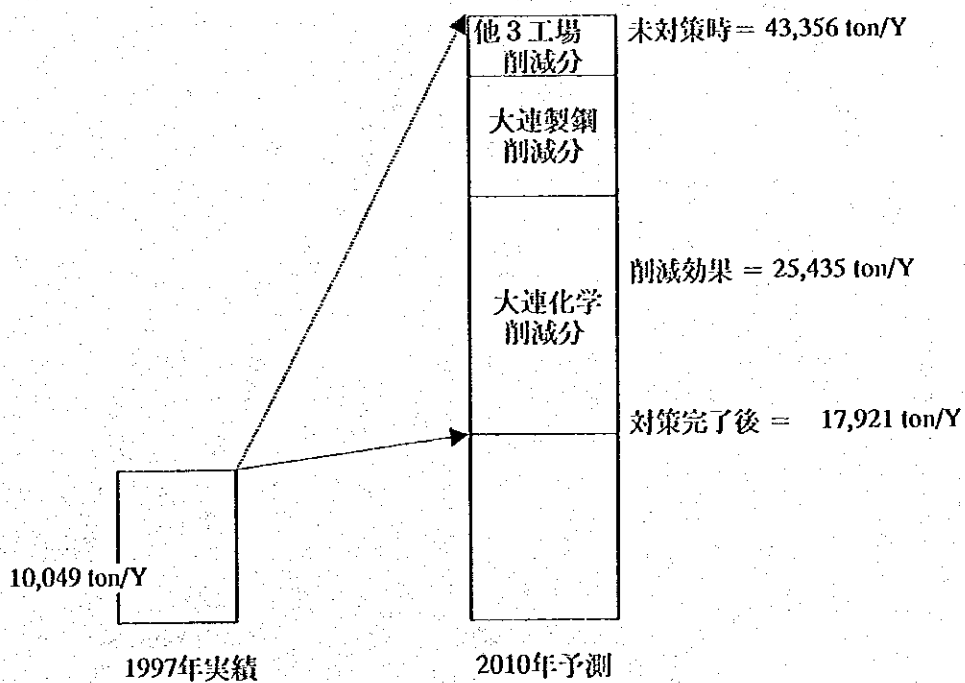
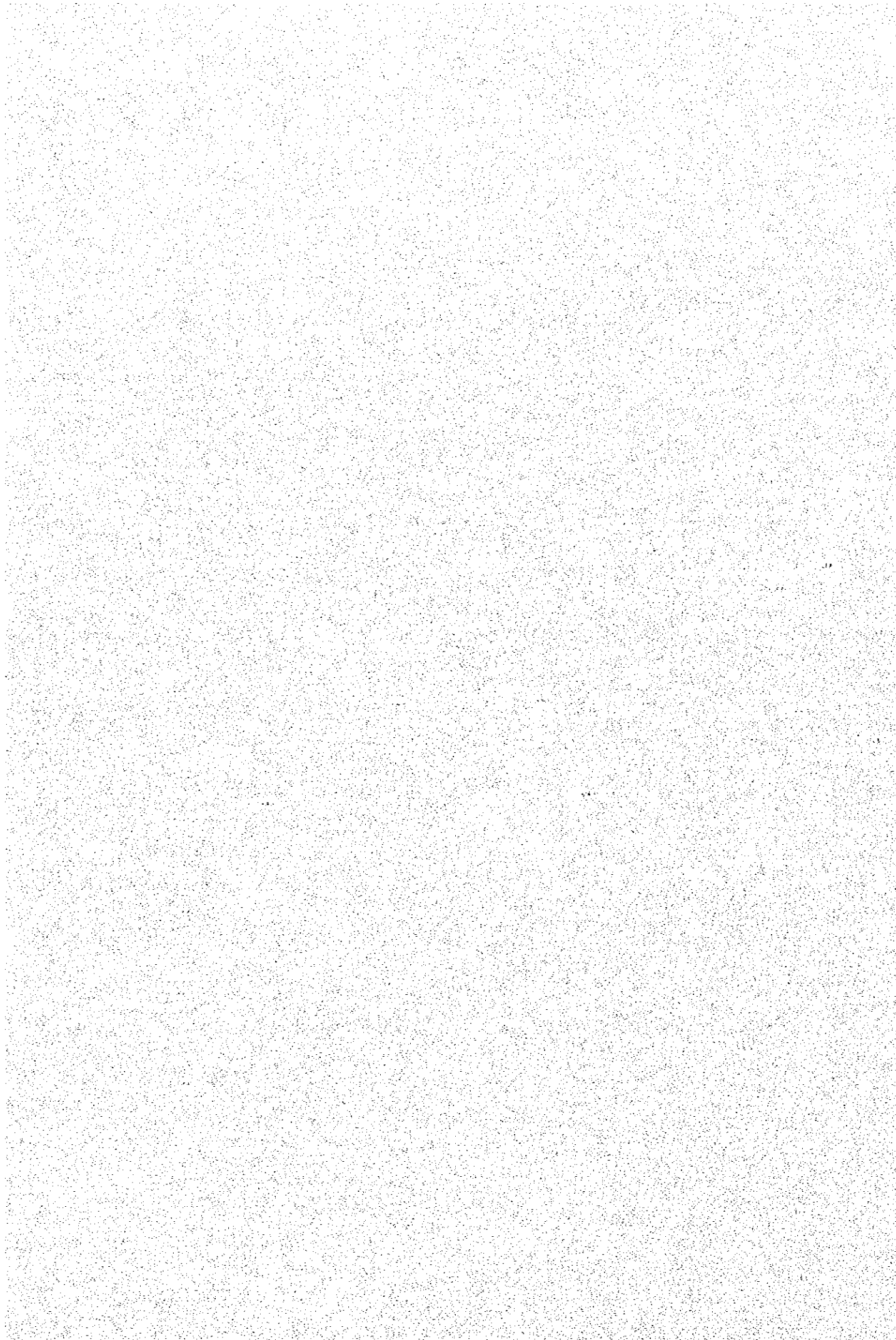


図4.9.3-1 SS及び総窒素削減対策の効果

第 5 章 移動発生源



目 次

第5章	移動発生源	1
5.1	調査の目的と方法	1
5.1.1	調査の目的	1
5.1.2	調査方法	1
5.2	移動発生源の現状と問題点	3
5.2.1	自動車排ガス排出基準	3
5.2.2	交通状況	5
5.2.3	大気汚染移動発生源調査	10
5.2.4	移動発生源排出量の現状	22
5.2.5	移動発生源の影響分析	30
5.3	移動発生源からの排ガス負荷の将来予測	32
5.3.1	移動発生源の将来排出量の予測方法	32
5.3.2	大気汚染物質総排出量の将来予測	32
5.4	移動発生源対策の検討	33
5.4.1	発生源対策の検討	33
5.4.2	交通流対策の検討	36
5.4.3	交通量対策の検討	41
5.4.5	その他の対策の検討	45
5.5	重要プロジェクトの選択	46
5.5.1	プロジェクト選択根拠	46
5.5.2	排ガス規制の導入・強化	46
5.5.3	燃料の改善（硫黄分の低減）	55
5.5.4	道路の整備	57

図 表 目 次

【表】

表 5-1	中国のガソリン自動車排気ガス標準値.....	4
表 5-2	日本の排出ガス規制値	4
表 5-3	車両保有量調査結果 (1997 年)	7
表 5-4	大連市自動車走行モード調査結果	9
表 5-5	有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの比較試験結果.....	12
表 5-6(1)	改善試験結果 (ガソリン車)	13
表 5-6(2)	改善試験結果 (ディーゼル車)	13
表 5-7(1)	アイドリング試験結果 (ガソリン車)	13
表 5-7(2)	アイドリング試験結果 (ディーゼル車)	13
表 5-8	シャーシーダイナモ試験結果 [ガソリン車]	14
表 5-9	シャーシーダイナモ試験結果 [ディーゼル車]	14
表 5-10	シャーシーダイナモ試験結果まとめ [ガソリン車]	15
表 5-11	シャーシーダイナモ試験結果まとめ [ディーゼル車]	15
表 5-12	自動車排ガス測定結果	16
表 5-13	自動車排ガス測定結果	18
表 5-14	モード別時間率の比較	19
表 5-15	1 検定の結果	20
表 5-16	等価慣性重量設定範囲例	20
表 5-17	設定等価慣性重量	21
表 5-18	排出係数一覧	21
表 5-19	自動車からの総排出量	24
表 5-20	年間入出港船舶数	24
表 5-21	船舶からの総排出量	26
表 5-22	大連空港のフライトスケジュール	28
表 5-23	航空機からの総排出量	29
表 5-24	鉄道からの総排出量	29
表 5-25	各発生源の総排出量の割合 (NO _x)	30
表 5-26	各発生源の総排出量の割合 (SO _x)	30
表 5-27	各発生源の総排出量の割合 (CO ₂)	31
表 5-28	総排出量の比較	32

表 5-29	移動発生源対策リスト（発生源対策）	35
表 5-30	移動発生源対策リスト（交通流対策）	40
表 5-31	移動発生源対策リスト（交通量対策）	43
表 5-32	移動発生源対策リスト（その他の項目）	45
表 5-33	乗用車の年度別 CO 排出係数（日本）	48
表 5-34	乗用車の年度別 HC 排出係数（日本）	48
表 5-35	乗用車の年度別 NO _x 排出係数（日本）	48
表 5-36	乗用車の年度別 CO ₂ 排出係数（日本）	49
表 5-37	CO の排出係数の比較（ガソリン・LPG 乗用車（4 サイクル））	51
表 5-38	CO の排出係数の比較（ディーゼル中型乗用車）	51
表 5-39	CO の目標排出係数	51
表 5-40	HC の排出係数の比較（ガソリン・LPG 乗用車（4 サイクル））	52
表 5-41	HC の排出係数の比較（ディーゼル中型乗用車）	52
表 5-42	HC の目標排出係数	52
表 5-43	NO _x の排出係数の比較（ガソリン・LPG 乗用車（4 サイクル））	53
表 5-44	NO _x の排出係数の比較（ディーゼル中型乗用車）	53
表 5-45	NO _x の目標排出係数	53
表 5-46	NO _x 総排出量の比較	53
表 5-47	CO ₂ の排出係数の比較（ガソリン乗用車（4 サイクル））	54
表 5-48	CO ₂ の排出係数の比較（ディーゼル中型乗用車）	54
表 5-49	CO ₂ の目標排出係数	54
表 5-50	CO ₂ 総排出量の比較	54
表 5-51	軽油中の硫黄分規格の比較	55
表 5-52	SO _x の目標排出係数	55
表 5-53	SO _x 総排出量の比較	56

【図】

図 5-1	現状道路	6
図 5-2	大連平均速度分布図	8
図 5-3	測定計画フロー	11
図 5-4	濃度別累積頻度図	17
図 5-5	現状の道路網（1997 年）	23

図 5-6	平均車速と排出係数の関係図	36
図 5-7	M/P 調査で提案された将来の道路網	39

第5章 移動発生源

5.1 調査の目的と方法

5.1.1 調査の目的

本調査の目的は、モデル地区の自動車を中心とする移動発生源から排出される大気汚染物質の現状の排出量の把握を行い、問題点を整理した上で、将来の対象地区の経済の発展に伴う交通需要の増加を考慮した2010年の排出量予測を行って、所要の環境目標を達成するための最適な対策の立案を行うことにある。

5.1.2 調査方法

本調査の調査方法を以下に述べる。

(1) 関連資料の収集・整理

モデル地区における移動発生源による大気汚染の現状や、将来の対策案を把握するために、関連資料を収集・整理する。収集する資料としては、1994年に実施された「大連市都市総合交通調査」の報告書、大連市市街区付近の港における年間入出港船舶数、大連空港のフライトスケジュール、大連市内を走行する鉄道の年間の燃料消費量等である。

(2) 大気汚染移動発生源調査

移動発生源による大気汚染の現状を把握するために、道路沿道において大気汚染物質及び気象の観測を実施する。また、自動車排ガスの現状の排出原単位を把握するために、ガソリン車とディーゼル車のシャーシーダイナモ試験を行った。さらに、ガソリン車の排ガス測定を実施して、シャーシーダイナモ試験の補正を行った。

(3) 現状総排出量の算定と影響分析

現状の道路網、交通量の状況、シャーシーダイナモ試験の結果等を踏まえ、現状(1997年)の自動車から排出される大気汚染物質の年間総排出量を算定した。自動車以外の移動発生源から排出される大気汚染物質の年間総排出量を、(1)で収集した資料を基に算定した。各移動発生源から排出される大気汚染物質の年間総排出量を比較して、大気環境に与える影響を分析した。

(4) 将来総排出量の算定

「大連市都市総合交通調査」において算定した将来(2010年)の交通量を用いて、

今後、移動発生源に対して対策がなされなかった場合の大気汚染物質の年間総排出量を算定した。

(5) 発生源対策の検討

移動発生源からの将来総排出量の算定結果と「大連市都市総合交通調査」において策定したマスタープランを踏まえ、移動発生源対策を検討した。

(6) 重要プロジェクトの選択

(5)で検討した移動発生源対策の中から、費用対効果等を考慮し、優先的に実施するプロジェクトを選択した。

5.2 移動発生源の現状と問題点

移動発生源の現状と問題点を把握するために、発生源の中で最も影響が大きいと考えられる自動車の排出源の現状を詳細に把握するための調査を行った。まず、既存資料を基に、中国における自動車排ガスの排出基準の現状、道路網、時間交通量、車種比率、自動車走行モードの状況を把握した。既存資料としては、1994年に実施された「大連市都市総合交通計画調査」（以下M/P調査）や、1997年に実施された「中国の市街地自動車走行モード調査活動報告書」を活用した。自動車からの大気汚染物質の排出量を把握するためには、個々の自動車の排出係数を求める必要がある。そのために、シャーシーダイナモ試験を実施して、自動車から排出されるNO_x、SO_x等の大気汚染物質や、地球温暖化に関連するCO₂に関する車種毎の排出係数を設定し、その係数と既存の交通量調査の数値をもとに汚濁負荷量を予測した。また、可搬式自動車排ガス測定器で排ガス成分を測定して、シャーシーダイナモ試験の結果を補完した。自動車以外の移動発生源は、既存資料を基に排出量を算定し、自動車と併せて移動発生源の現状と問題点を把握した。

5.2.1 自動車排ガス排出基準

中国では、COとHCについて排気ガスの濃度基準が定められているが他の物質については基準がない。一方日本では1966年からガソリンを燃料とする普通自動車及び小型自動車のCO濃度規制に端を発し、その後、LPGを燃料とする自動車及び軽油を燃料とする自動車が追加され、CO、HC、NO_x、ディーゼル車のPM（粒子状物質）および黒煙が規制対象となっている。

表5-1 中国のガソリン自動車排気ガス標準値

車種別	項目 車種	CO%		HC, ppm			
		軽自動車	自動車	4WD		2WD	
				軽自動車	自動車	軽自動車	自動車
1995年7月1日以前の定型車		3.5	4.0	900	1,200	6,500	7,000
1995年7月1日以前の新車種		4.0	4.5	1,000	1,500	7,000	7,800
1995年7月1日以前に生産され現在使用している車		4.5	5.0	1,200	2,000	8,000	9,000
1995年7月1日以後の定型車		3.0	3.5	600	900	6,000	6,500
1995年7月1日以後の新車種		3.5	4.0	700	1,000	6,500	7,000
1995年7月1日以後に生産され現在使用している車		4.5	4.5	900	1,200	7,500	8,000

本標準値は国家環境保護局大気汚染管理司で提言

表5-2 日本の排出ガス規制値

車種	物質規制値	試験 モード	排出ガス規制値			単位
			HC	CO	NO _x	
ガ ソ リ ン 車	乗用車・軽量トラック GVW≤1.7t	10・15 モード	0.39 (0.25)	2.70 (2.10)	0.48 (0.25)	g/km
	中量トラック 1.7t<GVW≤2.5t	10・15 モード	0.39 (0.25)	2.70 (2.10)	0.63 (0.40)	
	重量トラック 2.5t<GVW	13 モード	7.9 (6.2)	136 (102)	5.9 (4.5)	g/km
デ ィ ゼ ル 車	軽量トラック GVW≤1.7t	10・15 モード	0.62 (0.40)	2.70 (2.10)	0.84 (0.60)	g/km
	中量トラック 1.7t<GVW≤2.5t	DI	10・15 モード	0.62 (0.40)	2.70 (2.10)	
		IDI		0.62 (0.40)	2.70 (2.10)	1.82 (1.30)
	重量トラック 2.5t<GVW	DI	13モード	3.80 (2.90)	9.20 (7.80)	7.8 (6.0)
IDI		3.80 (2.90)		9.20 (7.80)	6.8 (5.0)	

(注) 数値は許容限度値、()内は平均値 (1997年1月1日現在)
 DI:直接噴射式(現在、1.7t以下に該当する車両はない)
 IDI:副室式

5.2.2 交通状況

5.2.2.1 概況

モデル地区のうち、中心3区は半島に位置しており、商業、金融、本社等の管理中枢機能が集中している。甘井市区はこの半島の付け根から北に位置しており工場等が立地している。更に北には経済技術開発区があり、広大な地域の開発が行われている。

このような都市構造であるため半島部では東西交通が卓越した流れであるが、旧動物園付近の狹隘地区がボトルネックとなっている。従って、中山路と五惠路との交差点から珠江路までの間が最も負荷が高い。東西方向道路のうち、五惠路の解放路より東側は武漢街となり幹線道路ではなくなる。勝利路は近年東側に延伸されたが、線形が悪いことと解放路と直接接続していないことのために重交通を流すためには適切な道路ではない。

このように市街地の南側を画する幹線道路は強力ではない。また、更にこれを東へ延伸することは南山付近の通過に困難が伴う。これに対し北側は疎港路が完成し改良されている。香炉焦インターチェンジへの取り付け部が完成すると半島部の交通は大幅に改善される。半島取り付け部の甘井市区では南北方向の交通が卓越している。

この方向には幾つかの道路があり、華北路、西周路、東北路等いずれの道路も交通量が多い。海岸に沿って東北路も建設され有料道路として運営され香炉焦 IC へ取り付けられている。従って香炉焦 IC は将来は大連における最も重要かつ交通量の多い道路となる。図 5-1 に現状道路網を示す。

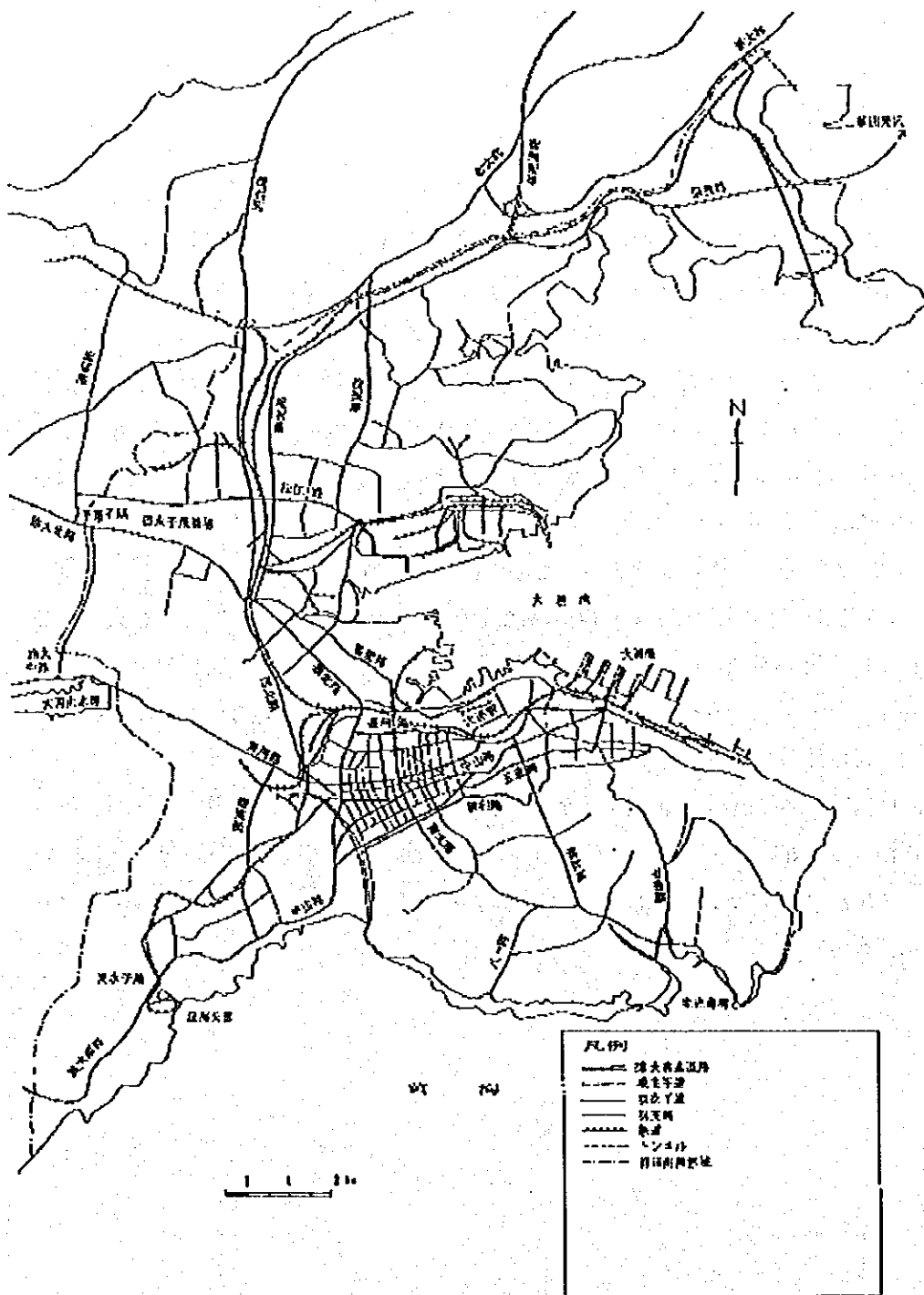


图 5-1 现状道路

5.2.2.2 時間交通量

M/P 調査時の交通調査の結果による代表的な道路の時間交通量変化によると中心部の道路は上り下りの時間交通量のパターンは明確ではなく、また夜間もかなり交通量が多い。これに対して郊外部の道路は上りの通勤交通のパターンが顕著に現れており、また夜間は極端に交通量が減少する。ピーク時の時間交通量率は都心部では約 8%であるが郊外部に行くほど 10%と高い傾向になっている。

昼夜別に見ても地域別に交通の特徴が現れている。即ち、都心部になるほど昼夜率が高く、夜間でも交通があることを示している。これに対して郊外部は昼夜率が低く、減少することを示している。16 時間交通量で見ると全部の地区で 24 時間交通量の 90%以上の交通量があり、特に郊外部では 96%の交通が 16 時間で観測されている。

5.2.2.3 車種比率

代表的な道路の車種比率を見ると、都心部の道路では乗用車類の比率が高く 50%以上となっており、これに次いで貨物車類、バス類となっている。昼間の貨物車の通行が規制されている中山路では当然貨物車の比率は低くなり、その分乗用車が多くなっている。郊外部では貨物車、それも大型車の比率が高くなる。特に金大路、西北路では大型貨物車の比率が約 50%になっている。これに対し沈大高速道路、振興路、旅大南路では乗用車の比率も高い。

5.2.2.4 車両保有量

大連市が 1997 年に実施した車両保有量調査の結果を表 5-3 に示す。モーターバイクの割合が 35.4%と最も大きく、これについて、乗客積載自動車 (22.1%)、普通貨物自動車 (18.2%) となっている。

表 5-3 車両保有量調査結果 (1997 年)

車種分類	台数(台)	割合(%)
乗客積載自動車	51,453	22.1
乗客積載自動車(大型)	10,619	4.6
普通貨物自動車	42,302	18.2
普通貨物自動車(大型)	21,083	9.1
専用貨物自動車	635	0.3
その他の専用自動車	3,051	1.3
特殊自動車	4,247	1.8
車輪トラクター	13,692	5.9
モーターバイク	82,363	35.4
その他の車両	2,909	1.3
合計	232,354	100.0

5.2.2.5 自動車走行モード

大連市の自動車走行モードに関する資料として、中日友好環境保全センターが1998年9月にまとめた「中国の市街地自動車走行モード調査活動報告書」を入手した。同報告書において、1997年10月5日～9日に大連市内で実施した走行モード調査結果を表5-4に示す。表5-4において、走行路線を高速路、単行路（一方交通路）、激しい渋滞路、一般路、追跡路（他車を追跡しつつ走行した道路）に分類して表示した。表5-4の下3段に、すべての区間走行モードを対象に、平均値、最高値、最低値を計算した結果を示す。また、全区間走行モードの各平均速度の分布図を図5-2に示す。この図からデータの分布は正規分布に近い形状であり、データの偏りは少ない。なお、平均速度の総平均値は29.9km/hである。なお、この結果は後述する排出係数の決定の際に、再度利用する。

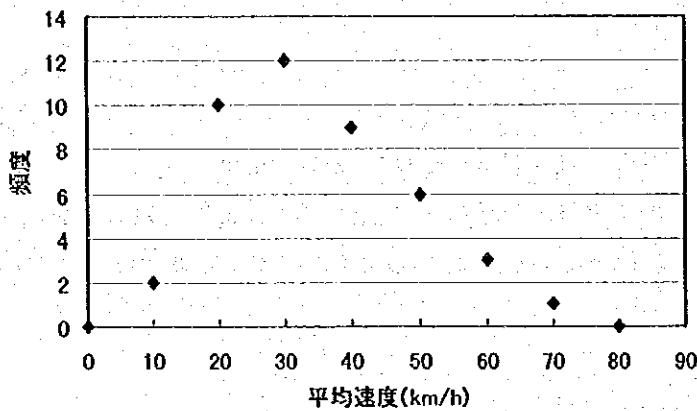


図5-2 大連平均速度分布図

表 5-4 大連市自動車走行モード調査結果

道路種類	最高車速 (km/h)	平均車速 (km/h)	停止時間 率(%)	加速時間 率(%)	減速時間 率(%)	定速時間 率(%)
高速路	117.75	64.71	1.35	30.76	27.73	40.16
単行路	39.88	16.96	6.54	31.68	37.57	24.22
〃	78.13	41.07	2.4	42.19	35.34	20.07
渋滞路	62.25	27.53	7.88	32.93	32.39	26.8
〃	72	33.5	6.14	38.6	33.19	22.06
〃	52.88	21.62	18.29	31.57	32.97	17.16
〃	46.25	18.68	21.42	22.7	26.57	29.31
〃	38.63	12.88	21.19	27.76	32.67	18.38
〃	51	14.94	43.61	19.5	17.89	19
〃	51.5	23.99	11.77	40.92	32.54	14.77
〃	48.75	21.15	14.23	32.21	34.89	18.67
〃	75.5	38.98	2.63	41.52	33.97	21.88
〃	67.75	37.57	2.94	37.56	37.3	22.21
〃	81.63	28.72	11.94	24.79	24.83	38.44
追跡路	30.5	6.36	63.72	11.71	12.41	12.16
〃	57	18.32	20.89	30.95	26.24	21.91
〃	57.38	19.03	12.44	37.44	32.17	17.94
〃	55.5	14.5	28.28	25.83	23	22.89
〃	63.63	21.96	14.5	31.89	31.33	22.28
〃	64	29.72	6.3	34.53	32.38	26.79
〃	61.25	21.26	15.24	31.32	33.8	19.64
〃	59.25	32.4	5.77	27.28	29.05	37.9
〃	71.5	33.42	10.09	30.4	27.71	31.8
〃	63.75	31.02	8.42	36.46	32.57	22.55
〃	98.13	43.37	21.89	26.94	28.44	22.72
一般路	63.5	48.87	0	27.76	24.41	47.83
〃	70.5	41.99	2.96	20.13	19.8	57.11
〃	75.63	52.31	0.13	29.18	24.76	45.94
〃	92.63	55.9	2.32	33.98	36.24	27.46
〃	63.5	27	4.78	43.53	35.87	15.82
〃	55.5	7.85	37.01	23.36	24.18	15.45
〃	59.5	19.68	23.17	29.56	23.5	23.78
〃	55.75	18.76	25.17	25.78	29.61	19.44
〃	40.63	15.03	9.17	31.26	31.17	28.4
〃	60.63	29.41	7.84	38.14	28.39	25.64
〃	64.88	23.9	12.46	32.81	31.31	23.42
〃	48.5	22.03	7.04	35.65	35.6	21.71
〃	66.88	38.4	2.79	31.8	27.14	38.27
〃	69	37.02	2.54	29.7	32.29	35.48
〃	60.63	34.11	2.17	40.6	33.01	24.22
〃	72.25	42.46	0	28.37	31.05	40.57
〃	66.25	44.59	1.39	40.05	29.37	29.19
〃	76.38	52.83	0.68	35.17	28.49	35.66
平均値	63.4	29.9	12.1	31.5	29.7	26.7
最高値	117.8	64.7	63.7	43.5	37.6	57.1
最低値	30.5	6.4	0.0	11.7	12.4	12.2

出典：中日友好環境保全センター「中国の市街地自動車走行モード調査活動報告書」

5.2.3 大気汚染移動発生源調査

5.2.3.1 調査概要

移動発生源の内、環境に対する負荷が最も大きい自動車排ガスの影響を把握するために、シャーシーダイナモ試験及び自動車排ガス測定を実施した。

自動車排ガスに含まれる NO_x や SO_x 等の大気汚染物質や CO₂ の排出係数を算出するために、シャーシーダイナモ試験と自動車排ガス測定器による排ガス成分の測定を行った。今回、シャーシーダイナモ試験に関しては、当初、ガソリン車のみを行う予定であったが、中国の自動車構成、運転条件が各国と相違することを考慮して、ディーゼル車のシャーシーダイナモ試験も行うこととした。図 5-3 に測定計画フローを示し、各測定の方法ならびに結果を以下に示す。

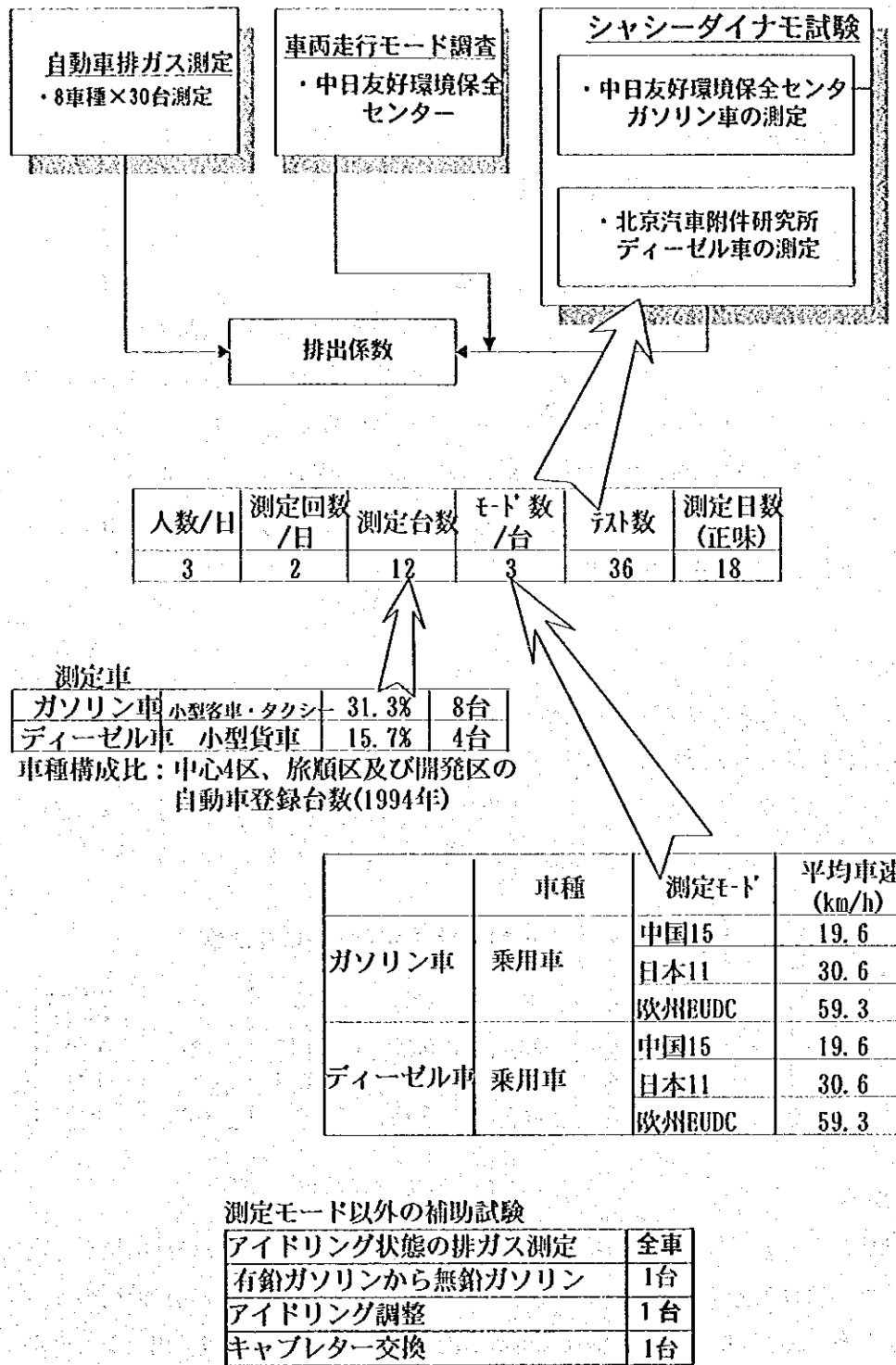


図 5-3 測定計画フロー

5.2.3.2 シャーシーダイナモ試験

(1) 測定方法

ガソリン車の測定は 1997 年 8 月～11 月に中日友好環境保全センターにおいて行った。一方、ディーゼル車の測定は 1997 年 9 月～10 月に北京汽車附件研究所において行った。ガソリン車については、シャーシーダイナモ試験を実施した時点において、モデル地区の燃料が有鉛ガソリンであり、試験の行われる北京の燃料が無鉛ガソリンであったことから、試験のはじめに有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの比較試験を実施した。また、改善試験としてガソリン車とディーゼル車の両方に対して、アイドリング調整の前後測定、キャブレターまたはエアフィルター洗浄の前後測定を行った。なお、有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの比較試験及び改善試験は、いずれも、「中国 15」モードで実施した。以上の試験を行った上で、「中国 15」、「日本 11」、「欧州 EUDC」の 3 モードの試験と、アイドリング測定を実施した。

(2) 測定結果

1) 有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの比較試験

有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの比較試験結果を表 5-5 に示す。この表に見られるように、有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの違いによる汚染物質排出量の違いは小さいことから、シャーシーダイナモ試験は全て無鉛ガソリンで実施することにした。

表 5-5 有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの比較試験結果

使用燃料	モード	単位	CO	HC	NO _x	CO ₂	Sox	燃料使用量 l/100km
無鉛ガソリン	中国15	g/km	55.76	3.16	0.74	191.17	0.27	11.50
有鉛ガソリン	中国15	g/km	55.34	3.11	0.76	191.14	0.27	11.47
有鉛ガソリンと無鉛ガソリンの差			-0.8%	-1.6%	2.7%	0.0%	-0.3%	-0.3%

2) 改善試験

ガソリン車のアイドリング調整とキャブレター洗浄後の汚染物質の排出量を測定した結果およびディーゼル車のアイドリング調整とエアフィルター調整前後の排出量の結果を、表 5-6 に示す。ガソリン車は NO_x と CO₂ 以外の物質は排出量が減少することがわかった。

ディーゼル車は、エアフィルター調整後の HC の排出量が若干、小さくなる以外は、排出量の改善は見られなかった。

表 5-6(1) 改善試験結果 (ガソリン車)

調整内容	モード	CO (g/km)	HC (g/km)	CO2 (g/km)	Nox (g/km)	SO2 (g/km)	燃料使用量 l/100km
未調整(無鉛)	中国15	55.76	3.16	191.17	0.74	0.27	11.50
未調整(有鉛)	中国15	55.34	3.11	191.14	0.76	0.27	11.47
キャブレター洗浄	中国15	23.35	2.12	214.30	1.29	0.24	10.26
アイドリング調整	中国15	33.29	2.47	196.73	0.86	0.24	10.23

表 5-6(2) 改善試験結果 (ディーゼル車)

調整内容	モード	CO (g/km)	HC (g/km)	CO2 (g/km)	Nox (g/km)	SO2 (g/km)	燃料使用量 l/100km
未調整	中国15	3.95	1.08	415.36	6.06	2.25	16.07
エアフィルター洗浄	中国15	4.40	1.06	421.90	6.07	2.30	16.45
調整内容	モード	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)			
未調整	中国15	3.16	1683.02	3.16			
アイドリング調整	中国15	4.30	1709.53	4.30			

3) アイドリング時の排出試験

アイドリング時の排出試験結果を表 5-7 に示す。ガソリン車の結果は、後述する排ガス測定の結果と合わせて、排出係数を決定する際に用いる。

表 5-7(1) アイドリング試験結果 (ガソリン車)

車名	モード	CO (%)	HC (ppm)
TOYOTA HIACE	中国15	4.80	680
SANTANA330	中国15	7.00	252
LADA 21083	中国15	0.50	254
Hyundai Excel	中国15	1.24	380
Audi101	中国15	7.60	330
Jetta-CL	中国15	9.00	2300
FSO PL940	中国15	3.90	150
SANTANA330	中国15	4.30	639
全車(平均)	中国15	4.79	623

表 5-7(2) アイドリング試験結果 (ディーゼル車)

車名	モード	CO (%)	HC (ppm)
IVECOA40.10	中国15	0.01	24
BJ2023S/DE	中国15	0.01	40
BJ1041CA4S	中国15	0.02	51
BL36C	中国15	0.02	32

4) モード別の排出試験

シャーシーダイナモ試験結果についてモード別要素別にまとめた排出係数を表 5-8 ~5-9 に示す。そして、その結果から最大値、最小値及び平均値についてまとめた結果を表 5-10~5-11 に示す。

表 5-8 シャーシーダイナモ試験結果 [ガソリン車]

車名	モード	平均速度 km/h	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	CO ₂ g/km	SO _x g/km	燃料使用量 l/100km
TOYOTA HIACE	中国15	19.0	61.78	5.87	1.31	234.86	0.33	13.96
	日本11	30.6	51.40	10.18	2.52	207.01	0.30	12.74
	EUDC	59.3	31.00	2.03	1.87	161.38	0.20	8.62
SANTANA330	中国15	19.0	56.61	4.59	0.69	192.68	0.28	11.80
	日本11	30.6	38.51	5.78	1.16	157.90	0.22	9.43
	EUDC	59.3	31.01	1.85	1.10	126.03	0.17	7.19
LADA 21083	中国15	19.0	16.03	2.88	1.22	203.38	0.22	9.47
	日本11	30.6	12.00	2.44	1.78	156.12	0.17	7.28
	EUDC	59.3	12.76	1.81	2.30	156.31	0.17	7.25
Hyundai Excel	中国15	19.0	19.50	2.44	1.96	236.88	0.26	10.96
	日本11	30.6	18.16	2.85	2.30	186.50	0.21	8.92
	EUDC	59.3	6.73	0.70	2.00	155.07	0.16	6.68
Audi101	中国15	19.0	41.06	4.04	2.03	222.28	0.28	11.93
	日本11	30.6	21.82	5.02	3.17	180.05	0.22	9.17
	EUDC	59.3	12.81	1.03	3.13	158.28	0.17	7.23
Jetta-CL	中国15	19.0	40.04	9.56	1.48	183.07	0.26	11.00
	日本11	30.6	20.57	8.61	2.33	162.81	0.21	8.86
	EUDC	59.3	9.39	2.24	2.65	137.06	0.15	6.33
FSO PL940	中国15	19.0	53.52	5.49	1.28	259.82	0.34	14.39
	日本11	30.6	38.96	5.67	1.51	206.67	0.27	11.39
	EUDC	59.3	32.89	1.73	1.42	141.17	0.19	7.90
SANTANA330	中国15	19.0	55.76	3.16	0.74	191.17	0.27	11.50
	日本11	30.6	38.64	4.16	1.29	146.26	0.21	8.77
	EUDC	59.3	40.71	1.97	1.26	154.84	0.21	8.96

表 5-9 シャーシーダイナモ試験結果 [ディーゼル車]

車名	モード	平均速度 km/h	Co g/km	HC g/km	NO _x g/km	CO ₂ g/km	SO _x g/km	燃料使用量 l/100km
IVECOA40.10	中国15	19.0	1.47	0.56	6.12	532.40	1.47	21.01
	日本11	30.6	1.01	0.25	3.43	321.28	0.86	12.25
	EUDC	59.3	0.47	0.17	3.33	287.80	0.76	10.79
BJ2023S/DE	中国15	19.0	1.11	0.16	1.65	329.13	0.87	12.44
	日本11	30.6	0.87	0.16	1.01	254.49	0.66	9.45
	EUDC	59.3	0.33	0.01	1.32	237.39	0.62	8.87
BJ1041CA4S	中国15	19.0	1.11	0.16	1.65	329.13	1.12	16.07
	日本11	30.6	2.56	0.50	5.27	258.96	0.70	10.01
	EUDC	59.3	0.93	0.32	4.94	253.15	0.67	9.54
BL36C	中国15	19.0	7.16	1.71	4.17	553.06	1.53	21.86
	日本11	30.6	2.77	0.54	2.98	321.95	0.89	12.73
	EUDC	59.3	1.04	0.32	2.62	299.57	0.79	11.30

表5-10 シャーシーダイナモ試験結果まとめ【ガソリン車】

モード	分類	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	CO ₂ g/km	SO _x g/km
中国15	maximum	61.78	9.56	2.03	259.82	0.338
	minimum	16.03	2.44	0.69	183.07	0.222
	average	43.04	4.75	1.34	215.52	0.279
日本11	maximum	51.40	10.18	3.17	207.01	0.299
	minimum	12.00	2.44	1.16	146.26	0.171
	average	30.01	5.59	2.01	175.42	0.225
EUDC	maximum	40.71	2.24	3.13	161.38	0.210
	minimum	6.73	0.70	1.10	126.03	0.149
	average	22.16	1.67	1.97	148.77	0.177
全モード	maximum	61.78	10.18	3.17	259.82	0.34
	minimum	6.73	0.70	0.69	126.03	0.15
	average	31.74	4.00	1.77	179.90	0.23

表5-11 シャーシーダイナモ試験結果まとめ【ディーゼル車】

モード	分類	Co g/km	HC g/km	NO _x g/km	CO ₂ g/km	SO _x g/km
中国15	maximum	7.16	1.71	6.12	553.06	1.53
	minimum	1.11	0.16	1.65	329.13	0.87
	average	2.71	0.65	3.40	435.93	1.25
日本11	maximum	2.77	0.54	5.27	321.95	0.89
	minimum	0.87	0.16	1.01	254.49	0.66
	average	1.80	0.36	3.17	289.17	0.78
EUDC	maximum	1.04	0.32	4.94	299.57	0.79
	minimum	0.33	0.01	1.32	237.39	0.62
	average	0.70	0.21	3.05	269.48	0.71
全モード	maximum	7.16	1.71	6.12	553.06	1.53
	minimum	0.33	0.01	1.01	237.39	0.62
	average	1.74	0.41	3.21	331.53	0.91

5.2.3.2 自動車排ガス測定

(1) 測定方法

自動車排ガス測定については、ガソリン車用の測定器であることからディーゼルエンジンを搭載している大型車の測定は出来ない。また、バイクについては政策として増やさない対策が採られている。これらのことから、今回の調査では乗用車とタクシーの2車種について各30台、合計60台の測定を行った。

(2) 測定結果

「乗用車とタクシー」、「乗用車」、及び「タクシー」についてまとめた結果を表5-12に示し、濃度別の累積頻度図を図5-4に示した。また、自動車排ガス測定結果を表5-13に示す。

表5-12 自動車排ガス測定結果

	乗用車とタクシー		乗用車		タクシー	
	CO %vol	HC ppmvol	CO %vol	HC ppmvol	CO %vol	HC ppmvol
平均	4.22	482.7	3.14	446.6	5.29	518.8
中央値	3.73	356.0	1.72	285.0	6.39	425.0
標準偏差	3.51	453.7	3.43	427.6	3.30	482.9
最小	0.00	0.0	0.00	0.0	0.13	110.0
最大	10.81	2544.0	10.77	1420.0	10.81	2544.0

「乗用車とタクシー」のCO値については、表5-1に記載の「1995年7月1日以後に生産され現在使用している車」の標準値を平均値レベルで満たしているが、「1995年7月1日以後の新車種」の標準値を越えている。HC値については、測定車両すべてにおいて標準値の下限値を満たしている。日本における規制値と比べるとCO値については、測定車両の53.3%が満たしている。HC値については、測定車両の91.7%が満たしている。

「乗用車」のCO値については、中国の標準値の下限値を平均値レベルで満たしている。HC値については、測定車両すべてにおいて標準値の下限値を満たしている。日本における車検時の規制値(CO:4.5%vol、HC:1200ppmvol)と比べてもCO値については、測定車両の70.0%が満たしている。HC値については、測定車両の90.0%が満たしている。

「タクシー」のCO値については、中国の標準値の上限値を平均値レベルで超えている。HC値については、測定車両すべてにおいて標準値の下限値を満たしている。日本における規制値と比べるとCO値については、測定車両の46.7%が満たしている。HC値については、測定車両の93.3%が満たしている。

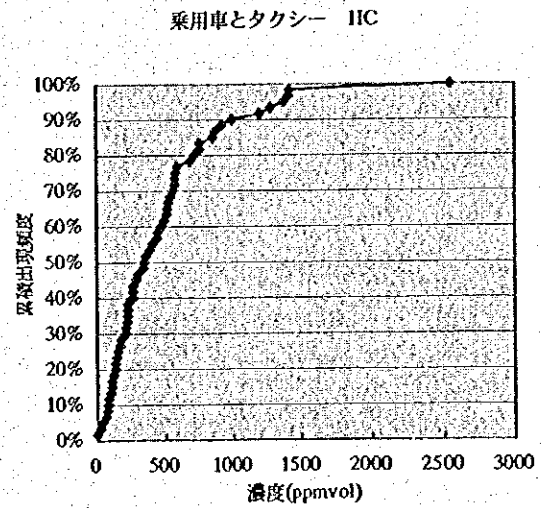
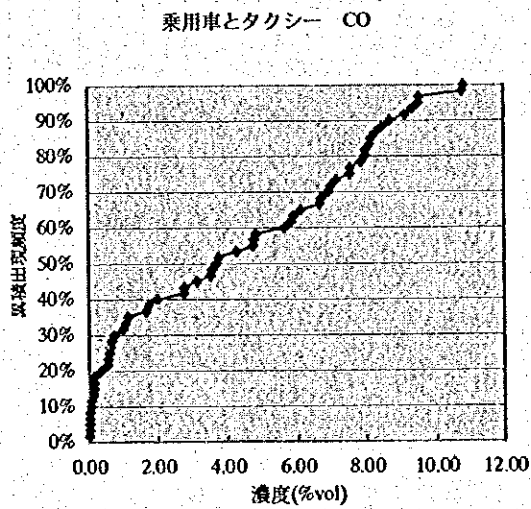
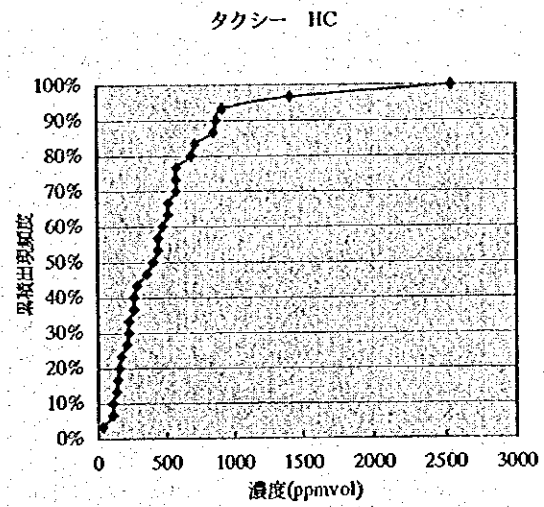
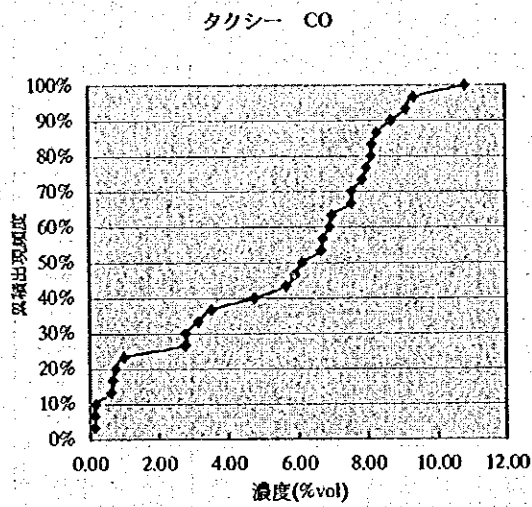
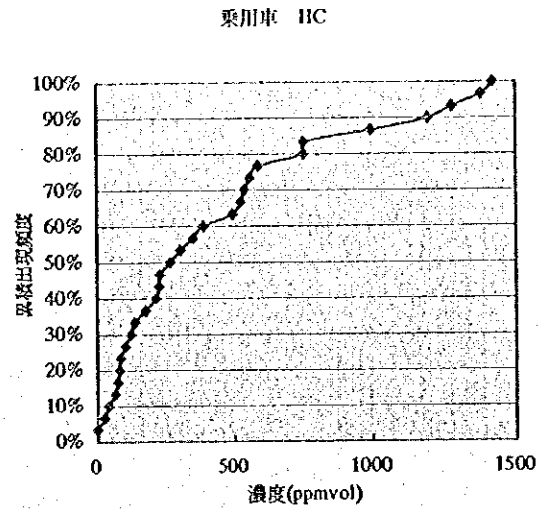
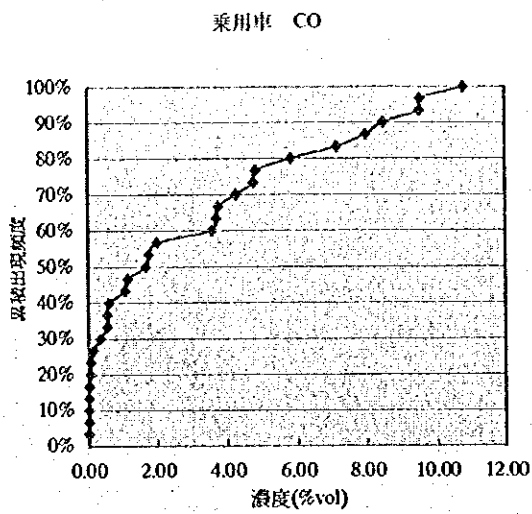


図 5-4 濃度別累積頻度図

5.2.3.3 自動車排出係数の決定

前項までの結果を用いて自動車の排出係数を決定する。

排出係数は、本来、対象地域の実走行モードを作成し、シャーシーダイナモ試験で実走行モードを再現することによって求めるべきである。しかしながら、今回、シャーシーダイナモ試験実施時には、大連市内の実走行モードが不明であったため、「中国 15 モード」「日本 11 モード」「EUDC モード」の 3 種類のモードで行った。その後、大連市の自動車走行モードの結果を入手したことから、①大連市の自動車走行モードと、今回実施した 3 モードの特徴を比較して、3 モードの中から、大連市の自動車走行モードに、近いモードを決定し、そのモードにおける各物質の排出係数の平均値を算出した。②シャーシーダイナモ試験と合わせて行ったアイドリング時の排ガス測定結果と、沿道における排ガス測定結果を統計的に比較して、排出係数の補正を検討した。③上記①～②を検討して乗用車の排出係数を決定した。小型貨物車、普通貨物車、バス、特殊用途車に関しては、車種別の等価慣性重量を考慮した上で決定した。

(1) 走行モードの比較

走行モードの特徴を見る上で、最も大きな指標は、平均速度であることから、今回実施した 3 モードの平均速度（中国（19.6km/h）、日本（30.6km/h）、EUDC（59.3km/h））と、大連市の自動車走行モードの平均速度（29.9km/h）を比較すると明らかに、「日本 11 モード」に近いことがわかる。そこで、「日本 11 モード」と、大連市の自動走行モードを、運転モード別の時間率で比較すると、表 5-14 に示すとおり、排出量が大きくなる加速時と減速時の時間率が、近い値であることから、大連市の自動車走行モードは、3 モードの中では、日本 11 モードに近いことがわかる。

表 5-14 モード別時間率の比較

走行モード	停止時間率(%)	加速時間率(%)	減速時間率(%)	定速時間率(%)
日本11	21.7	34.2	30.8	13.3
大連市街	12.1	31.5	29.7	26.7

(2) アイドリングテストと排ガステストの比較

前述したとおり、本調査において、シャーシーダイナモ試験の一環としてアイドリング時の排ガス測定と、沿道におけるガソリン車の排ガス測定を実施した。シャーシーダイナモ試験に用いたガソリン車の車両台数は 8 台、排ガス測定に用いたガソリ

ン車の車両台数は30台である。この2つの標本が、平均値の等しい母集団（大連市内を走行するガソリン車全体）から取り出されたものであるという仮説（帰無仮説）を棄却できるかどうかを判断するために、COとHCの排ガス濃度の結果を用いて、それぞれにt検定を行った結果、CO、HCともに、帰無仮説を棄却できる値（5%）より大きい値となったことから、この仮説は棄却できないことが判明した。よって、シャーシーダイナモ試験で用いた車両は、母集団である大連市内を走行するすべてのガソリン車を代表しているものと判断し、シャーシーダイナモ試験の結果は、補正せずにそのまま用いることとした。

表 5-15 t 検定の結果

	自由度	t値	確率(%)
CO	36	1.21	23.5%
HC	36	0.83	41.5%

(3) 排出係数の決定

上記(1)~(2)の検討に基づき、ガソリン車のシャーシーダイナモ試験結果の中で、大連市内の走行モードに最も近いと思われる「日本11モード」の排出係数の平均値を、乗用車の排出係数として決定する。乗用車以外の排出係数の求め方としては、小型貨物車、普通貨物車、バス、特殊用途車に関しては、「窒素酸化物総量規制マニュアル（改訂版）」（環境庁大気保全局大気規制課編、1993年8月30日、以下「NOxマニュアル」）に掲載されている車種別の等価慣性重量設定範囲例（表5-16）を参考にし、表5-17のとおり設定したうえで、試験に用いた乗用車の等価慣性重量（2704kg）との比に、ディーゼル車の「日本11モード」で測定した各要素の平均値を掛け合わせることで算出した。算出した各要素ごとの車種別の排出係数を表5-18に示す。

表 5-16 等価慣性重量設定範囲例

	車種	等価慣性重量(t)
バス	重量ガソリン	3.3
	直噴式ディーゼル	9.5~9.6
	副室式ディーゼル	4.7~9.5
小型貨物	重量ガソリン	2.5
	直噴式ディーゼル	2.8~3.5
	副室式ディーゼル	2.0~3.0
普通貨物	重量ガソリン	2.7
	直噴式ディーゼル	7.2~8.3
	副室式ディーゼル	3.6~4.0
特殊	重量ガソリン	2.7
	直噴式ディーゼル	8.3~10.6
	副室式ディーゼル	2.0~3.2

（窒素酸化物対策検討会作業委員会資料より）

表 5-17 設定等価慣性重量

車種	等価慣性重量(t)	備考
バス	9.6	直噴式ディーゼル
小型貨物	3.5	直噴式ディーゼル
普通貨物	8.3	直噴式ディーゼル
特殊	10.6	直噴式ディーゼル

表 5-18 排出係数一覧

車種区分	NOx g/km	SOx g/km	CO g/km	HC g/km	CO2 g/km
乗用車	2.01	0.23	30.01	5.59	175.42
小型貨物車(貨客車含む)	4.11	1.01	2.33	0.47	374.33
普通貨物車	9.74	2.39	5.53	1.11	887.69
バス	11.27	2.76	6.40	1.29	1026.73
特殊用途車	12.44	3.05	7.06	1.42	1133.68

5.2.4 移動発生源排出量の現状

5.2.4.1 発生源条件の把握に係る基本的考え方

(1) 自動車

自動車からの排ガスの排出量は、現状の交通量と道路網を把握することによって可能になる。現状（1997年）の交通量を把握するために、M/P調査で行った1994年のOD調査と、それをベースに予測した2000年のOD交通量から内挿計算で求めた。道路網についてはM/P調査時以降の変化をリンク条件の変化として反映させることとし、現状年（1997年）の道路網を次の条件で設定したうえで、大気汚染物質の年間の総排出量を把握した。現状の発生源の把握に用いる道路網を図5-5に示す。

[現状（1997年）の道路網の設定条件]

高速道路は東北路の北段が開通し、東北路の南段は黄河路まで開通、疎港路は、香路礁IC～港湾広場付近まで開通している。

(2) 船舶

船舶からの排ガスの年間排出量を把握するために、大連市街区付近の港における埠頭別、船種別、トン数階級別入出港艘数、平均トン数の推計を基に、搭載機関の定格出力および定格燃料使用量を推定した。さらに船舶搭載機関の負荷状況を設定し、搭載機関の実出力および実燃料使用量を推定した上で、機関別燃料種別排出係数を用いて排出量を算定した。

(3) 航空機

航空機からの排ガスの年間排出量を把握するために、大連空港に乗り入れている航空機の中から代表的な機種を1機選択し、1回の発着における排出量を算定した後、年間当たりの発着数をかけ合わせることで、年間の総排出量を算定した。

(4) 鉄道

鉄道からの排ガスの年間排出量を把握するために、大連市内を走る機関車が使用する年間の燃料の重量と、その燃料に含まれる窒素、硫黄、炭素の含有量の値を入手し、年間の大気汚染物質の総排出量を把握した。

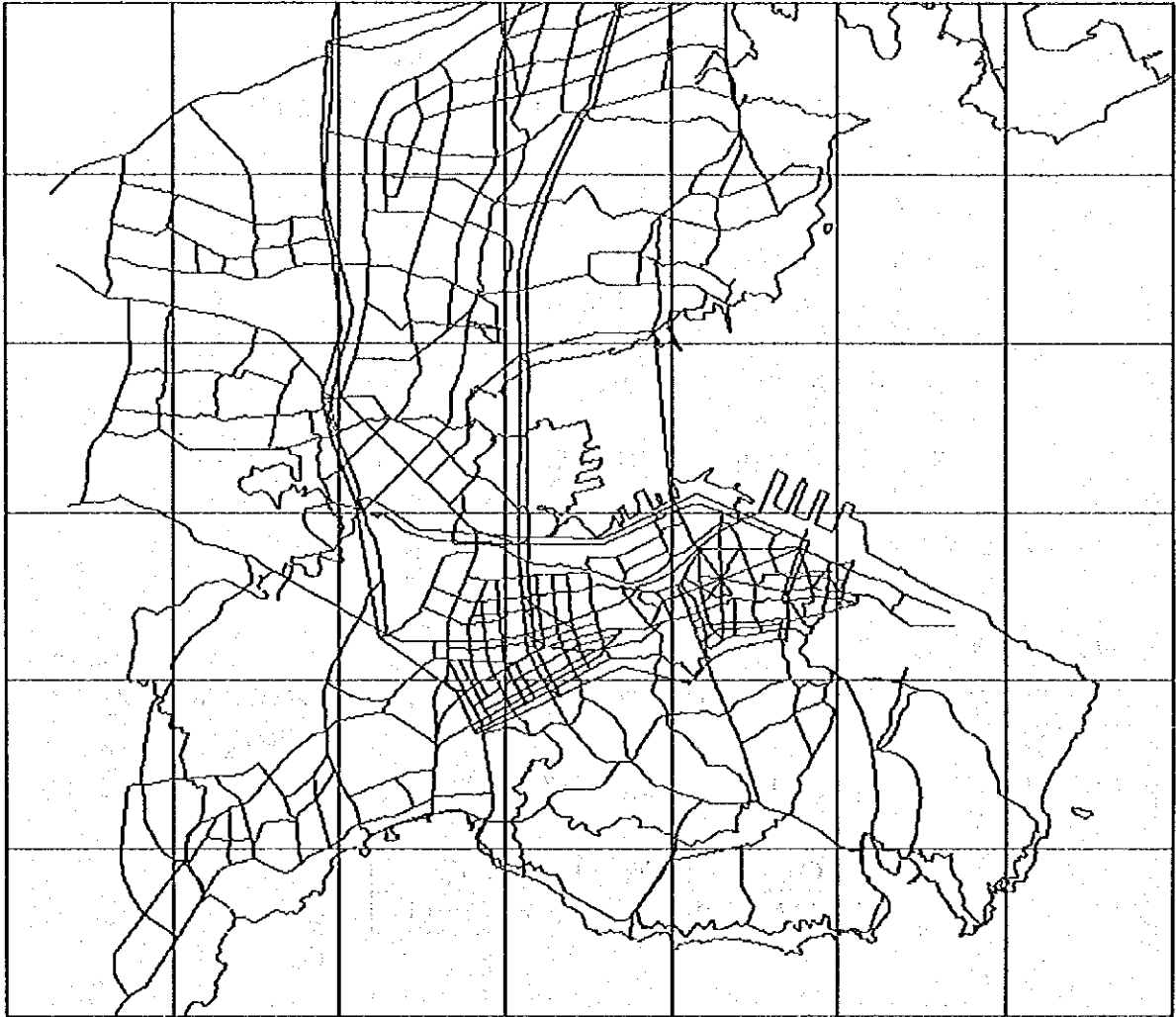


図 5-5 現状の道路網 (1997 年)

5.2.4.2 現状排出量の算定

(1) 自動車

1) 算定方法

自動車から排出される物質の中で、NO_x、SO_x、CO₂の1時間の排出量は、走行量と排出係数の積として次式により算出した。年間の総排出量は、1時間の排出量を積算して算出した。

$$Q = \sum E_k \cdot M_k \cdot NL \cdot 22.4 / W \cdot 10^3$$

Q : NO_x、SO_x、CO₂の排出量 (Nm³/h)

E_k : 車種 K の排出係数 (g/km・台)

M_k : 車種 K の走行量 (台/h)

NL : 道路長 (km)

W : 分子量 (NO_xは64 (NO₂)、SO_xは46 (SO₂)、CO₂は44)

$$TQ = Q \cdot W / 22.4 \cdot 24 \cdot 365 / 1000$$

TQ : 年間の総排出量 (t/year)

2) 算定結果

モデル地区内の自動車から排出される NO_x、SO_x、CO₂の年間の総排出量を表 5-19 に示す。

表 5-19 自動車からの総排出量

NO _x	SO _x	CO ₂
6,832.69	1,384.08	613,720.11

(2) 船舶

大連市から入手した大連市街区付近の港船舶からの排ガスの年間排出量を把握するために、大連市街区付近の港（大連港旧港湾区、香炉礁埠頭、甘井子埠頭等）の入出港する年間の入出港船舶数（表 5-20）の資料をもとに、船舶から排出される大気汚染物質の排出量を算定した。

表 5-20 年間入出港船舶数

重量階級	499t以下	500~ 2999t	3000~ 5999t	6000~ 9999t	10000~ 14999t	15000~ 19999t	20000~ 29999t	30000~ 39999t	40000~ 59999t	60000t 以上
代表重量(t)	499	1750	4500	8000	12500	17500	25000	35000	50000	60000
年間艘数	7379	4805	4471	2527	609	373	205	167	138	4

1) 算定方法

表 5-15 に示した大連市街区の港に入出港する船舶はすべて貨物船と仮定し、各埠頭に停泊中の点煙源として把握した。停泊中に稼働する機関は、補機ディーゼル機関と補助ボイラーであり、各船舶からの汚染物質排出量はそれぞれの機関からの汚染物質排出量の和となる。汚染物質排出量は次式により算出した。

〔補機ディーゼル機関〕

燃料使用量

$$W = 0.17 \cdot P^{0.98} \cdot (A_1^{0.98} \cdot T_1 \cdot d_1 + A_2^{0.98} \cdot T_2 \cdot d_2)$$

硫黄酸化物排出量

$$S = W \cdot s \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{22.4}{32}$$

窒素酸化物排出量

$$N = 1.49 \cdot P^{1.14} \cdot (A_1^{1.14} \cdot T_1 \cdot d_1 + A_2^{1.14} \cdot T_2 \cdot d_2) \cdot 10^{-3}$$

二酸化炭素排出量

$$C = \frac{W}{h} \cdot c \cdot \frac{44}{12}$$

- W : 燃料使用量 (kg/隻) S : 硫黄酸化物排出量 (Nm³/隻)
P : 定格出力 (PS/基) s : 燃料中の硫黄含有率 (重量%)
c : 固有単位当たり CO₂ 排出原単位 (0.7212 kg/l)
h : 燃料の比重 (0.898 と設定)
N : 窒素酸化物排出量 (Nm³/隻)
A₁ : 荷役時の負荷率 (0.46 と設定)
A₂ : 非荷役時の負荷率 (0.42 と設定)
T₁ : 荷役時間 (8 時間と設定)
T₂ : 非荷役時間 (4 時間と設定)
d₁ : 荷役時の稼働機関数 (1 基と設定)
d₂ : 非荷役時の稼働機関数 (1 基と設定)

〔補助ボイラー〕

燃料使用量

$$W = F \cdot (A_1 \cdot T_1 + A_2 \cdot T_2)$$

硫黄酸化物排出量

$$S = W \cdot s \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{22.4}{32}$$

窒素酸化物排出量

$$C = \frac{W}{h} * c * \frac{44}{12}$$

二酸化炭素排出量

$$N = W * n * \frac{22.4}{46}$$

W : 燃料使用量 (kg/隻) S : 硫黄酸化物排出量 (m³N/隻)

h : 燃料の比重 (0.921 と設定)

F : 定格燃料消費量 (kg/時隻)

s : 燃料中の硫黄含有率 (重量%, 2.430 と設定)

N : 窒素酸化物排出量 (m³N/隻)

A₁ : 荷役時の負荷率 (0.56 と設定)

A₂ : 非荷役時の負荷率 (0.48 と設定)

n : 窒素酸化物排出係数 (0.0059kg/kg と設定)

T₁ : 荷役時間 (8時間と設定)

T₂ : 非荷役時間 (4時間と設定)

c : 固有単位当たり CO₂ 排出原単位 (0.8016 kgC/l)

2) 算定結果

大連市街区の港に入出港する船舶から排出される NO_x、SO_x、CO₂ の年間の総排出量を表 5-21 に示す。

表 5-21 船舶からの総排出量

物質名	NO _x	SO _x	CO ₂
総排出量(t/year)	627.65	608.71	56923.30

(3) 航空機

1) 算定方法

大連空港のフライトスケジュールから、機種別に週における便数と、年間における便数を整理した（表 5-22）。現在、大連空港に乗り入れている 17 機種の内、B-737（Boeing 737）を対象にして、1 回の離陸・着陸サイクル（LTO サイクル）における物質の排出量は以下の式で算出できる。年間の総排出量は、1 回の LTO サイクルの排出量に年間の便数をかけ合わせることによって算出した。

$$Q = \sum E_M \cdot T_M / 60$$

Q : NO_x、SO_x の排出量 (kg)

E_M : モード別の排出係数 (kg/h)

T_M : モード別の経過時間 (min)

	NO _x 排出 係数	SO _x 排出 係数	CO ₂ 排出 係数
Idle	1.77	0.52	1635.22
Takeoff	91.9	4.53	14192.15
Climbout	55.97	0.52	11248.38
Approach	8.8	1.28	3997.13

$$TQ = Q \cdot NA / 1000$$

TQ : 年間の総排出量 (t/year)

NA : 年間の便数

	モード別の 時間(min)
Taxiidle	15.0
Takeoff	1.0
Climbout	2.0
Approach	4.5
Taxiidle	4.5

表 5-22 大連空港のフライトスケジュール

機型	便数/週	便数/年	機型	便数/週	便数/年	機型	便数/週	便数/年
100	3	156	A300	4	208	M82	4	208
100	1	52	AB6	2	104	M82	3	156
733	2	104	AB6	3	156	M82	1	52
733	2	104	JET	7	364	M82	3	156
733	1	52	JET	3	156	M82	1	52
733	1	52	JET	3	156	M82	2	104
733	1	52	JET	3	156	M82	1	52
733	2	104	JET	3	156	M82	1	52
733	1	52	JET	7	364	PH6	3	156
733	2	104	JET	7	364	S34	7	364
733	2	104	JET	2	104	S34	1	52
733	1	52	M82	1	52	S34	1	52
733	1	52	M82	6	312	S34	2	104
733	1	52	M82	1	52	S34	1	52
733	1	52	M82	1	52	S34	1	52
733	1	52	M82	1	52	S34	1	52
733	1	52	M82	2	104	S34	2	104
733	1	52	M82	3	156	S34	7	364
733	1	52	M82	2	104	TU5	1	52
733	1	52	M82	4	208	TU5	2	104
735	2	104	M82	1	52	TU5	1	52
735	2	104	M82	2	104	TU5	2	104
737	2	104	M82	2	104	YN7	1	52
737	1	52	M82	1	52	YN7	1	52
737	2	104	M82	1	52	YN7	1	52
737	1	52	M82	2	104	YN7	2	104
737	2	104	M82	2	104	YN7	1	52
737	1	52	M82	2	104	YN7	1	52
737	2	104	M82	1	52	YN7	3	156
737	2	104	M82	2	104	YN7	2	104
757	2	104	M82	1	52	YN7	1	52
757	1	52	M82	2	104	YN7	1	52
757	1	52	M82	2	104	YN7	2	104
757	1	52	M82	2	104	YN7	1	52
757	1	52	M82	2	104	YN7	1	52
757	1	52	M82	2	104	YN7	1	52
763	1	52	M82	1	52	YN7	3	156
763	3	156	M82	1	52	YN7	1	52
763	3	156	M82	2	104	YN7	5	260
763	1	52	M82	2	104	YN7	5	260
767	2	104	M82	2	104	YN7	1	52
767	2	104	M82	1	52	YN7	2	104
767	2	104	M82	2	104	YN7	2	104
74L	3	156	M82	1	52	YN7	1	52
74M	3	156	M82	2	104	合計便数	261	13572

2) 算定結果

大連空港に離着陸する航空機から排出される NO_x、SO_x、CO₂ の総排出量を表 5-23 に示す。

表 5-23 航空機からの総排出量

物質名	NO _x	SO _x	CO ₂
総排出量(t/year)	62.87	4.86	19580.48

(4) 鉄道

1) 算定方法

大連市を走行する鉄道から排出される大気汚染物質の排出量は、以下の式で算出した。

①NO_x

$$Q=W*n/1000$$

W : 年間の燃料消費量 (60000 t/year)

n : 窒素酸化物排出量 (0.9959 kg/kg)

②SO_x

$$Q=W*s/100$$

W : 年間の燃料消費量 (60000 t/year)

S : 硫黄含有量 (重量% : 0.5)

③CO₂

$$Q=W*1000*c*44/12$$

W : 年間の燃料消費量 (60000 t/year)

c : 固有単位当たり CO₂ 排出原単位 (0.7046 kgC/kg)

2) 算定結果

大連市内を走る鉄道から排出される NO_x と SO_x の総排出量を表 5-24 に示す。

表 5-24 鉄道からの総排出量

物質名	NO _x	SO _x	CO ₂
総排出量(t/year)	354.00	300.00	155,012.00

5.2.5 移動発生源の影響分析

移動発生源全体の総排出量に対する各発生源の総排出量の割合を算出し、各発生源が大気環境へ与える影響を分析した。

(1) NO_x

NO_x に対する各移動発生源の総排出量を計算し比較した結果を表 5-25 に示す。

この表から、移動発生源としては、自動車の割合が 87%を占め、環境に与える汚濁負荷の割合が圧倒的に多いことがわかる。

表 5-25 各発生源の総排出量の割合 (NO_x)

	総排出量 (t/year)	割合 (%)
自動車	6,832.69	86.7
船舶	627.65	8.0
航空機	62.87	0.8
鉄道	354.00	4.5
全体	7,877.21	100.0

(2) SO_x

SO_x に対する各移動発生源の総排出量を計算し比較した結果を表 5-26 に示す。

この表から、移動発生源としては、自動車の割合が 60%を占め、NO_x と同様に、環境に与える汚濁負荷の割合が大きいことがわかる。他の移動発生源の中では、船舶の割合が 27%と比較的高い。

表 5-26 各発生源の総排出量の割合 (SO_x)

	総排出量 (t/year)	割合 (%)
自動車	1,384.08	60.2
船舶	608.71	26.5
航空機	4.86	0.2
鉄道	300.00	13.1
全体	2,297.65	100.0

(3) CO₂

CO₂に対する各移動発生源の総排出量を計算し比較した結果を表 5-27 に示す。

この表から、移動発生源としては、自動車の割合が 73%を占め、NO_x や SO_x と同様に、環境に与える汚濁負荷の割合が圧倒的に大きいことがわかる。他の移動発生源の中では、鉄道の割合が 18%と比較的高い。

表 5-27 各発生源の総排出量の割合 (CO₂)

	総排出量 (t/year)	割合 (%)
自動車	613,720.11	72.6
船舶	56,923.30	6.7
航空機	19,580.48	2.3
鉄道	155,012.00	18.3
全体	845,235.89	100.0