

3.7.2 将来水質予測

ここでは、前項 3.6.3.2 で作成した水質拡散モデルを用いて大連湾等対象水域の将来水質予測を行う。

3.7.2.1 予測計算条件

(1) 将来予測年次

将来予測年次は 2010 年とする。

(2) 対象水域

現況と同じく以下の水域を対象とする。

- ・臭水套水域（大連湾）
- ・甜水套水域（大連湾）
- ・老虎灘湾（南部沿岸）

(3) 対象水質項目

COD、SS、総窒素、総リン

(4) 排水量および流入負荷量

現況の場合と同じく各水域ブロックに対応する流域ごとに、前節 3.7.1 に示した方法と同じ方法により生活系、営業系および工場の排水量と発生負荷量を推定し、前節 3.6.2 に示した流達率を用いて流入負荷量を算定した。これら海域ブロックごとにまとめた排水量および発生・流入汚濁負荷量を表 3-7-12～表 3-7-13 に示す。

(5) その他の条件

その他の計算条件として、潮汐の干満差および外海濃度については現況と同じ値を用いた。

3.7.2.2 予測結果

以上の条件にもとづき、水質拡散モデルを用いて将来予測を行った。その結果を表 3-7-14～図 3-7-17 および図 3-7-9～図 3-7-12 に示す。また、現況の水質濃度計算値と比較したものを表 3-7-18 に示す。

表 3-7-18 現況と将来の水質計算結果の比較

(単位: mg/l)

水域名	類型	COD		SS		総窒素		総リン	
		現況	将来	現況	将来	現況	将来	現況	将来
臭水套水域 (ブロック平均)	4	○1.90	○2.54 (1.34)	○9.2	○13.5 (1.47)	×2.74	×4.38 (1.60)	○0.052	×0.065 (1.25)
甜水套水域	2	○1.09	○1.55 (1.42)	○5.6	○9.8 (1.75)	×1.52	×1.68 (1.11)	○0.030	×0.054 (1.80)
老虎灘湾	2	○1.06	○1.17 (1.10)	○4.7	○5.6 (1.19)	×0.64	×0.73 (1.14)	×0.031	×0.036 (1.16)

注) 水質環境基準: ○達成 ×未達成、()内数値は現況濃度に対する比率

以下、各水域ごとの将来水質予測結果について、現在設定されている水質環境基準との比較を中心にして整理する。

なお、中国の現行水質環境基準に設定されていない総窒素、総リンについては、表 3-7-19 に示す日本の海域水質環境基準で定められている類型別基準値の利用目的と中国のそれとの対比により、以下のように設定するものとした。

- ・第1類: 総窒素 0.2mg/l、総リン 0.02mg/l (日本の環境基準第I類型に相当)
- ・第2類: 総窒素 0.3mg/l、総リン 0.03mg/l (日本の環境基準第II類型に相当)
- ・第3類および第4類
: 総窒素 1mg/l、総リン 0.09mg/l (日本の環境基準第IV類型に相当)

表 3-7-19 日本の海域水質環境基準 (総窒素・総リン)

類型	利用目的の適応性	基準値		中国の環境基準類型における 利用目的の適応性
		総窒素	総リン	
I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの(水産2種及び3種を除く)	0.2mg/l 以下	0.02mg/l 以下	第1類: 海洋漁業水域、海上自然保護区、海洋貴重生物保護区
II	水産1種、水浴及びIII以下の欄に掲げるもの(水産2種及び3種を除く)	0.3mg/l 以下	0.03mg/l 以下	第2類: 水産物養殖区、海水浴場及びレクリエーション地区
III	水産2種及びIVの欄に掲げるもの(水産3種を除く)	0.6mg/l 以下	0.05mg/l 以下	
IV	水産3種、工業用水、生物生息環境保全	1mg/l 以下	0.09mg/l 以下	第3類: 一般工業用水区、海浜景勝区 第4類: 港湾水域、海洋開発作業区

(1) 臭水套水域(大連湾): 環境基準第4類型水域

- ・CODについては、平均的には2.54mg/lと現況に対して30%の増加を示すが、環境基準の達成度については現行の第4類のみならず第2類(3mg/l)の達成も可能となってい

る。ただし、ブロック別にみると最奥部の4ブロックにおいて6mg/l以上の値となり、環境基準を達成していない。

- ・SSについては、大半のブロックで10mg/l以上の値を示し、平均では現況と比べ約50%の増加となっている。とくに最奥部の4ブロックでは30mg/lと現況の2倍近い濃度増加を示す。環境基準の達成度については、いずれのブロックも第3類(増加量150mg/l未満)を満了し、4ブロック以外は第1類(増加量10mg/l未満)をも満足している。
- ・総窒素については、ブロック平均で4.38mg/lと現況濃度に対して約60%の増加となり、各ブロックとも現況に引き続き環境基準を大きく越えている。
- ・総リンについては、ブロック平均では0.065mg/lと環境基準の第4類は満足するものの、総窒素とあわせ富栄養化がますます進行するものと予想される。また、ブロック別では4ブロックで基準値を越えている。

(2) 甜水套水域(大連湾) : 環境基準第2類型水域

- ・COD・SSについては、現況濃度に対してそれぞれ40%、75%の増加となるものの、環境基準の第2類のみならず第1類の達成も可能となっている。
- ・総窒素については、約1.7mg/lと現況濃度に対する増加は10%で大きくはないが、環境基準の第2類どころか第4類を大きく越えている。
- ・総リンは0.054mg/lと現況より80%の増加を示し、環境基準を大きく越えている。

(3) 老虎灘湾(南部沿岸) : 環境基準第2類型水域

- ・COD、SSについては現況濃度と比べ10~20%の増加を示すが、環境基準の第2類のみならず第1類の達成も可能となっている。
- ・総窒素、総リンについては現況濃度に対して15%程度の増加となり、現況に引き続き環境基準を越え、富栄養化がさらに進行するものと予想される。

3.7.3 将来における水質問題点の整理

これまでの検討成果より、将来2010年における水質問題点について整理すると以下のようになる。

(1) 大連湾

1) 臭水套水域

- ・COD・SSについてはブロック平均でみると環境基準(第4類)を満足しているが、湾奥部の4ブロックの汚濁レベルは高く現況に対する濃度増加も著しい。とくにCODについては、採用した水質モデルには藻類増殖による内部生産が考慮されてお

らず、窒素・リンの濃度レベルから考えて夏季には環境基準を越えることも予想される。

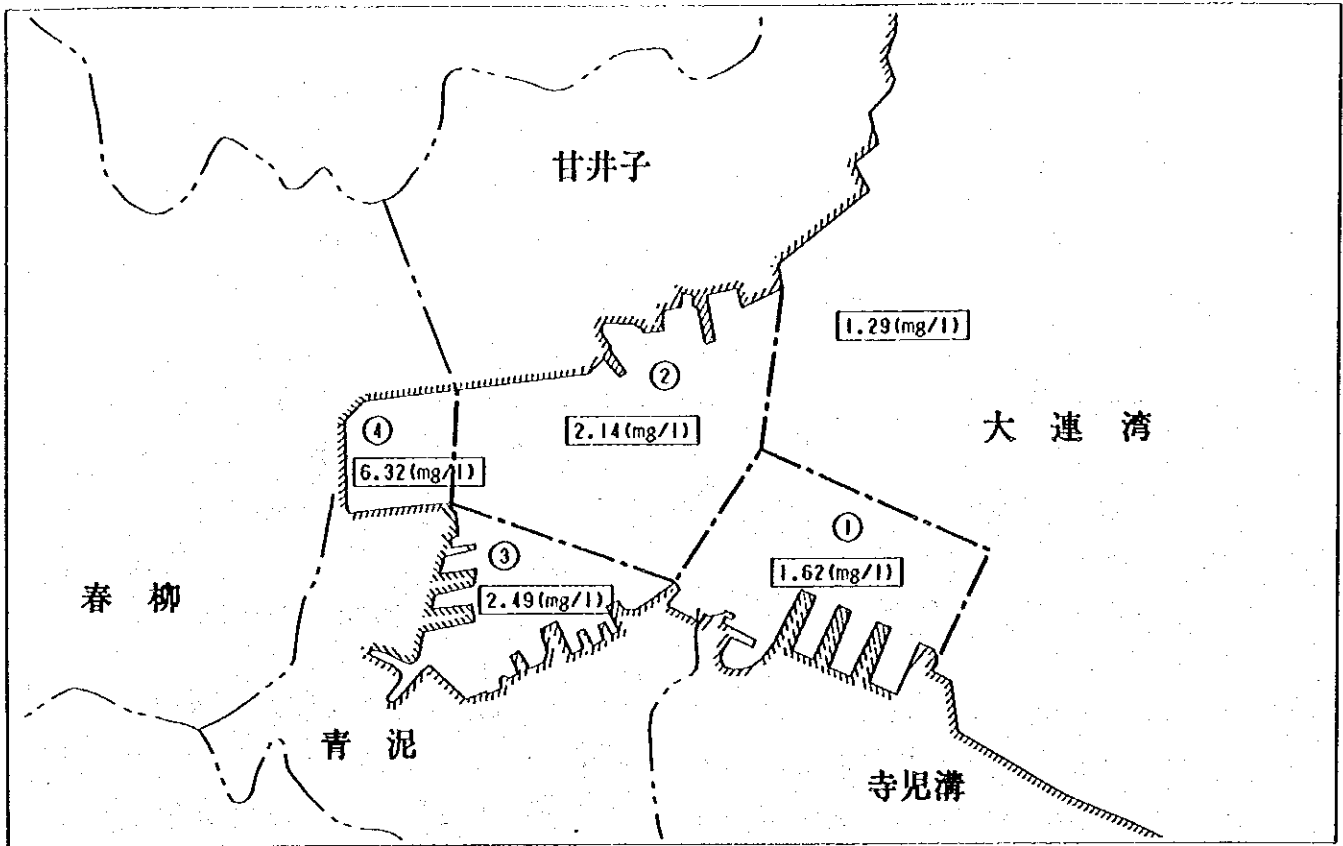
- ・総窒素は現況に引き続き環境基準を遙かに越え、総リンはブロック平均で環境基準の第4類は越えないものの、両者の濃度レベルから考えて富栄養化の問題がさらに深刻化するものと予想される。
- ・このような水質汚濁の原因として、CODについては大連製鋼、SS・総窒素については大連化学といった工場排水、総リンについては生活系+営業系排水が主要な汚濁源と考えられ、これらの工場排水対策ならびに春柳処理場での3次処理の導入を含めた下水道整備が水質保全上重要な対策と判断される。

2) 甜水套水域

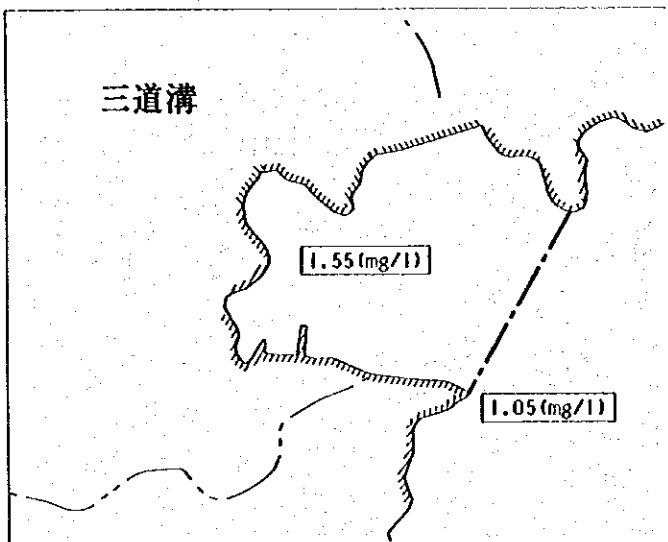
- ・COD、SSについては環境基準の第2類のみならず第1類の達成も可能となっているが、現況と比べ40%以上の大きな増加を示す。
- ・総窒素・総リンの濃度レベルは現況に引き続き高く、環境基準を大きく越えており、臭水套水域と同様に富栄養化の問題がさらに深刻化するものと予想される。
- ・甜水套水域では流域での大幅な人口増加に加え、大連染料工場の転入および大連塩素酸カリウム工場からの負荷量増加（とくにSS）が、このような水質汚濁の進行の主な原因である。

(2) 南部沿岸

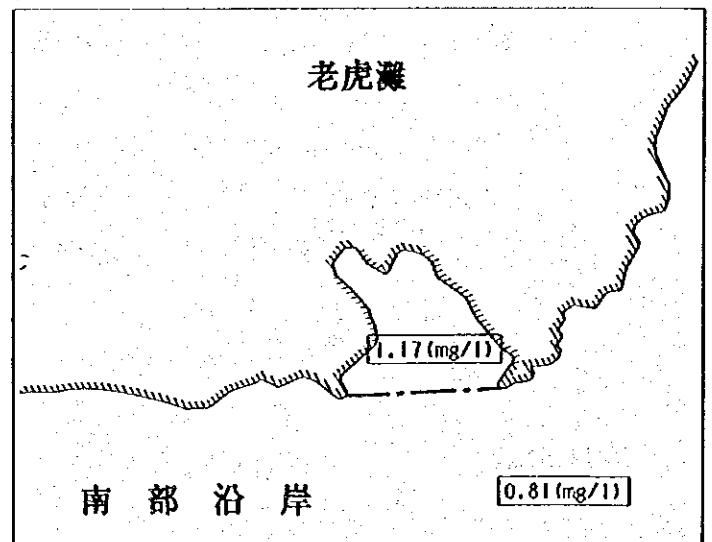
- ・南部沿岸地域全体としては、馬欄河下水処理場建設の効果もあり、発生汚濁負荷量ベースでは現況とほぼ同じレベルに抑えられているが、老虎灘湾では将来水質予測結果から富栄養化がさらに進行するものと推定される。
- ・これらの主要な汚濁源は生活系+営業系排水であり、馬欄河および老虎灘排水区での下水道整備の推進が重要な対策である。（なお、3次処理施設導入の必要性については、下水処理場の建設とともに処理水を沖合いに放流する計画となっているため、その効果・影響についての分析を踏まえ検討すべきである。）



臭水套水域

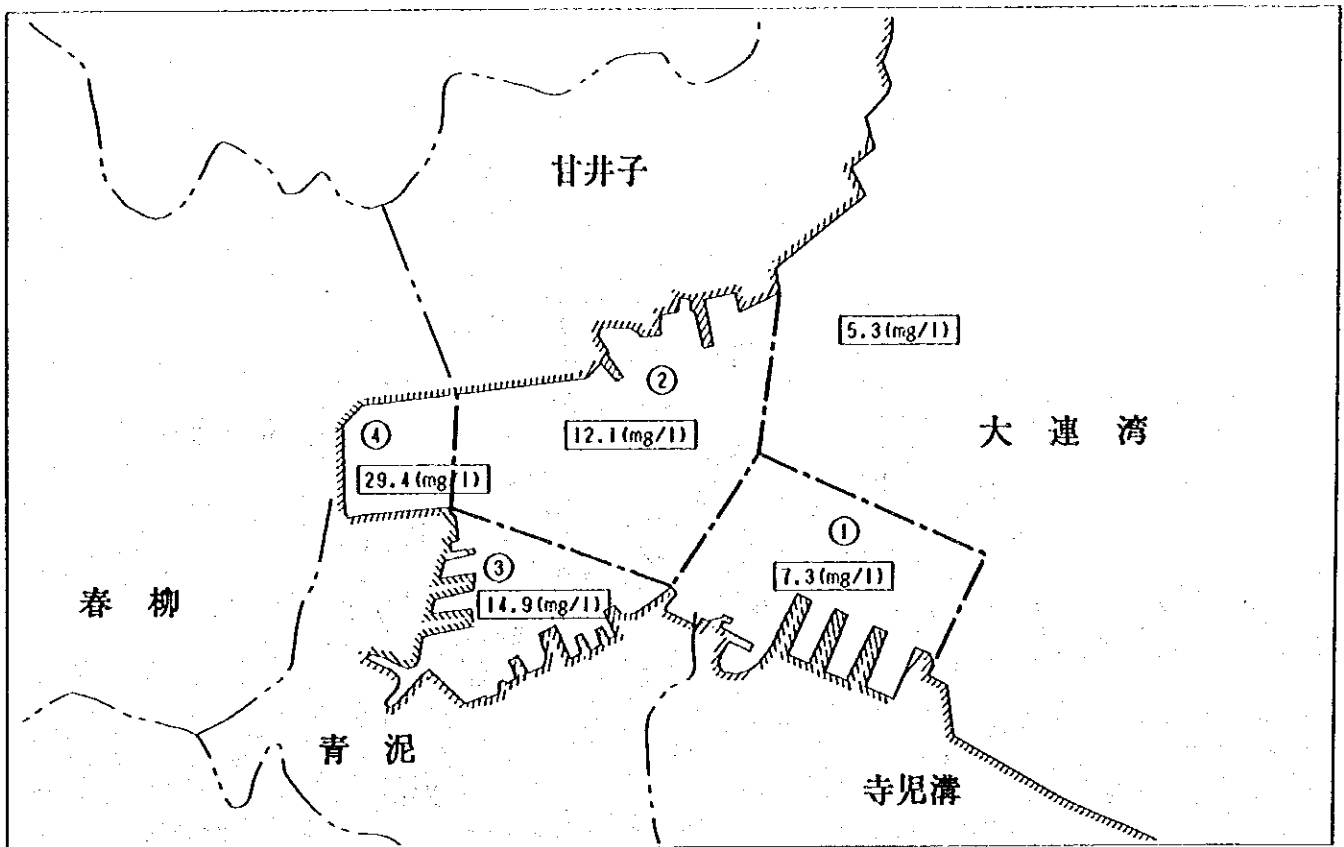


甜水套水域

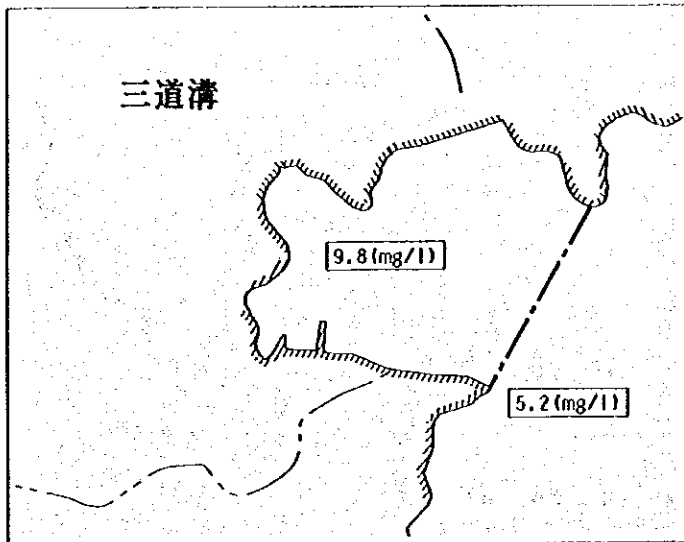


老虎灘湾

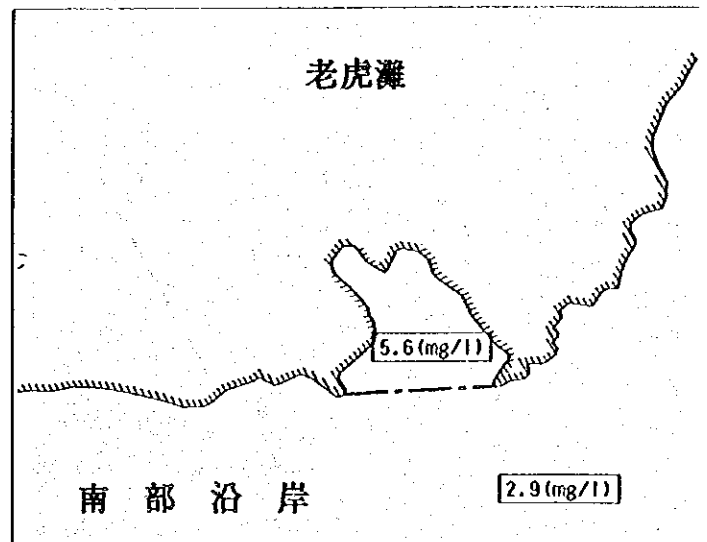
図3-7-9 各水域の将来水質予測計算結果 (COD)



臭水套水域

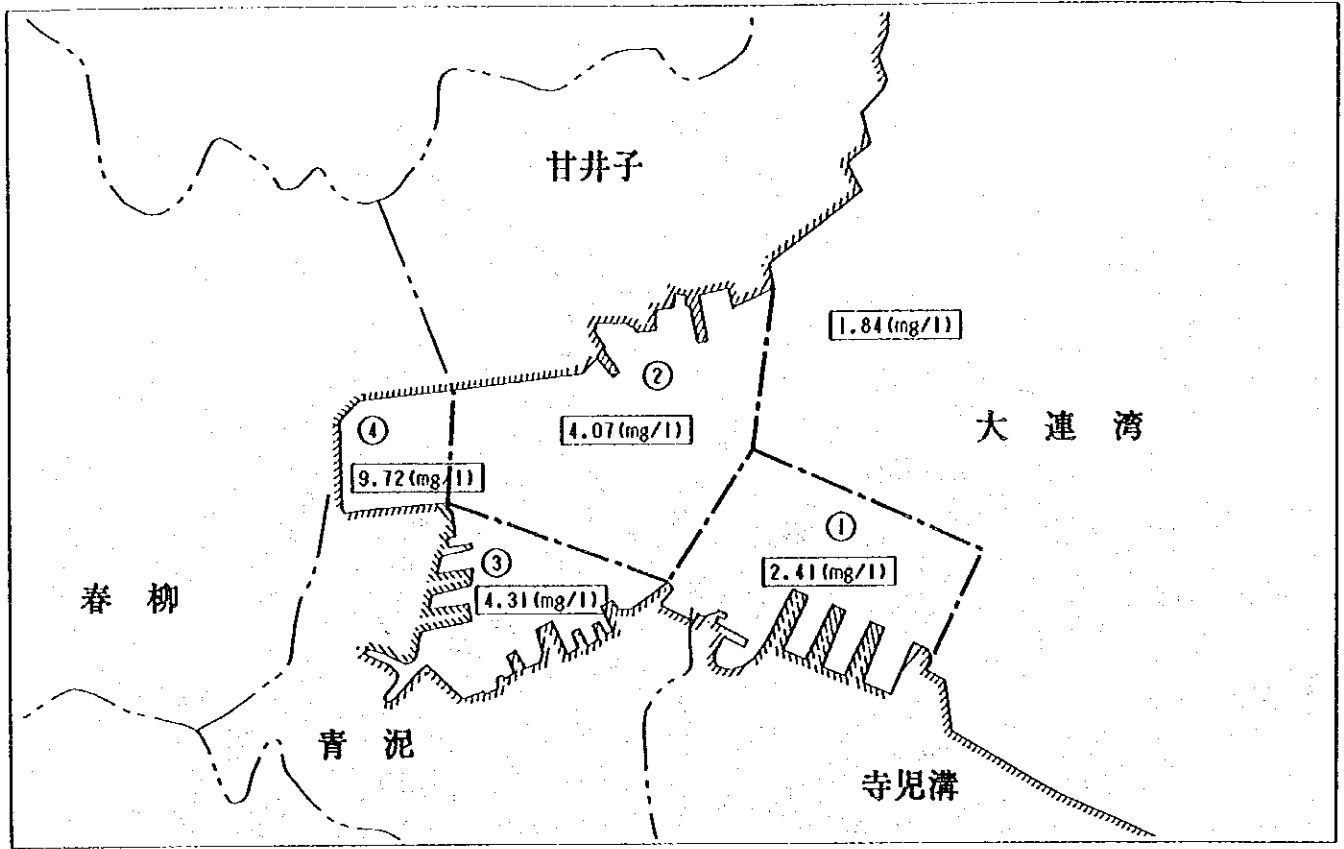


甜水套水域

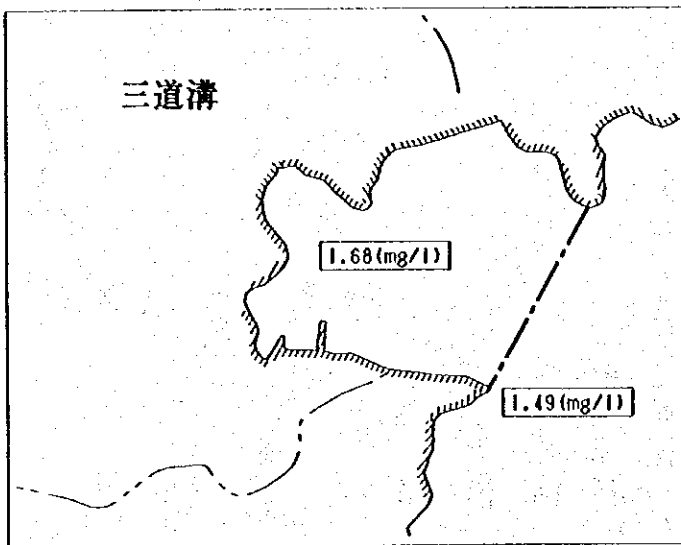


老虎灘湾

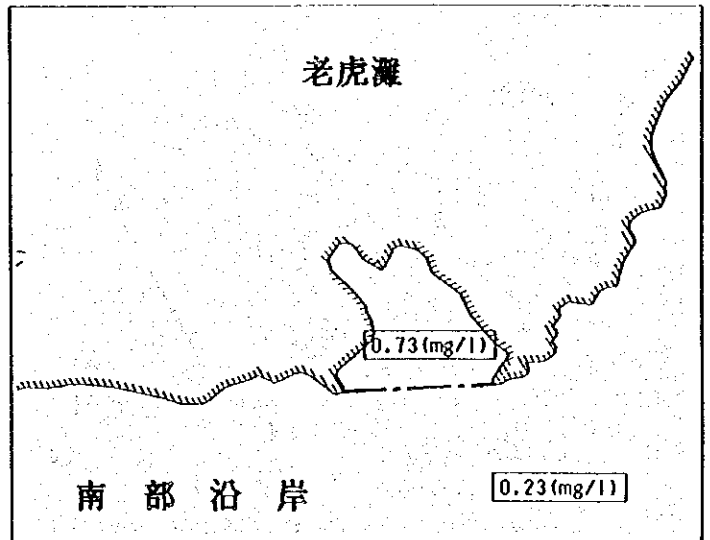
図3-7-10 各水域の将来水質予測計算結果 (SS)



臭水套水域

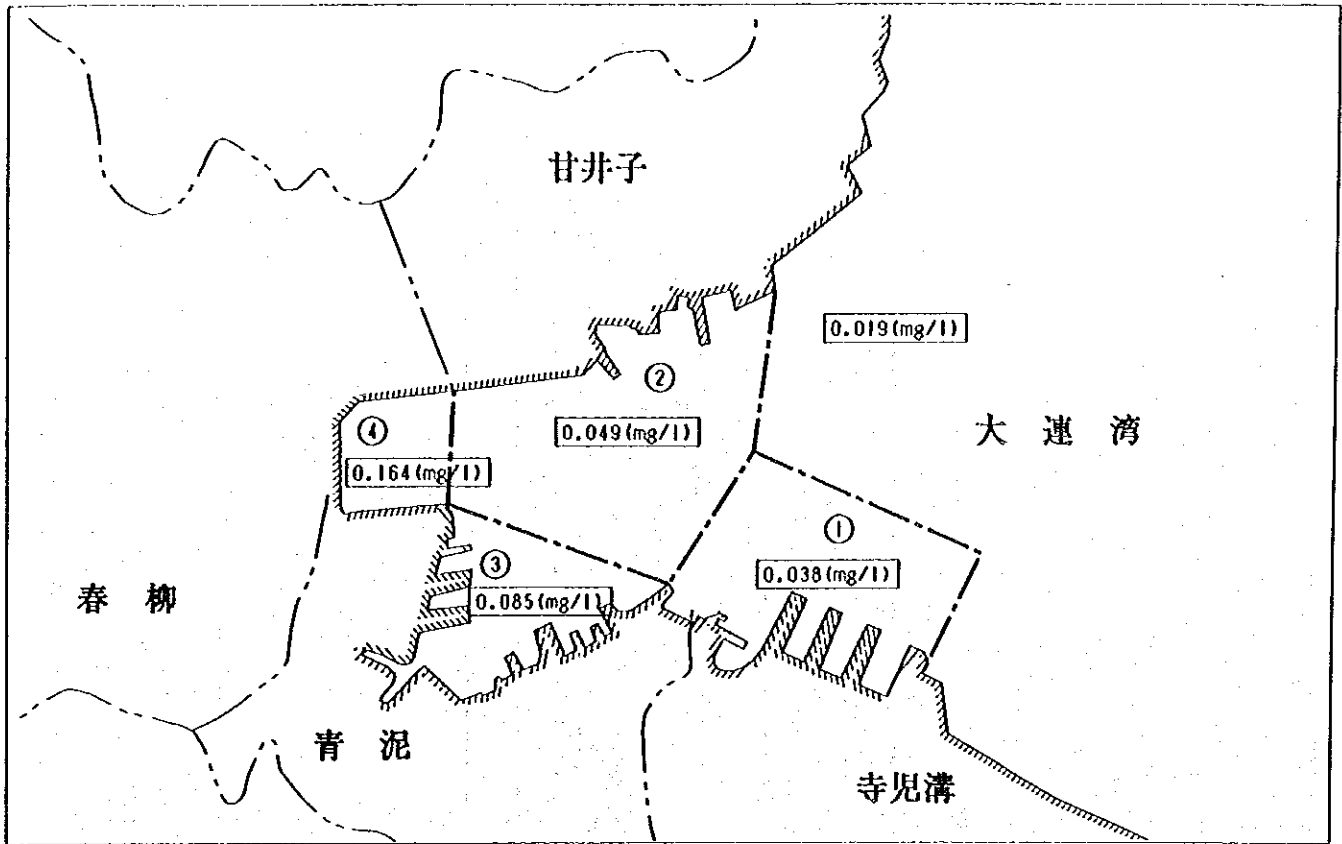


甜水套水域

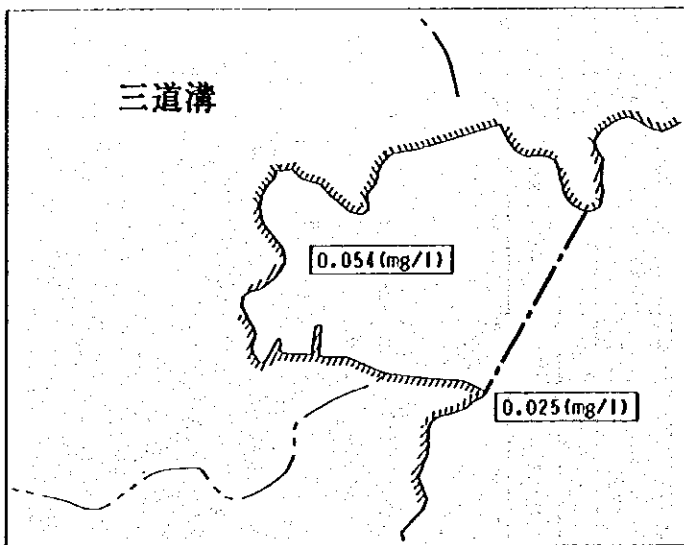


老虎灘

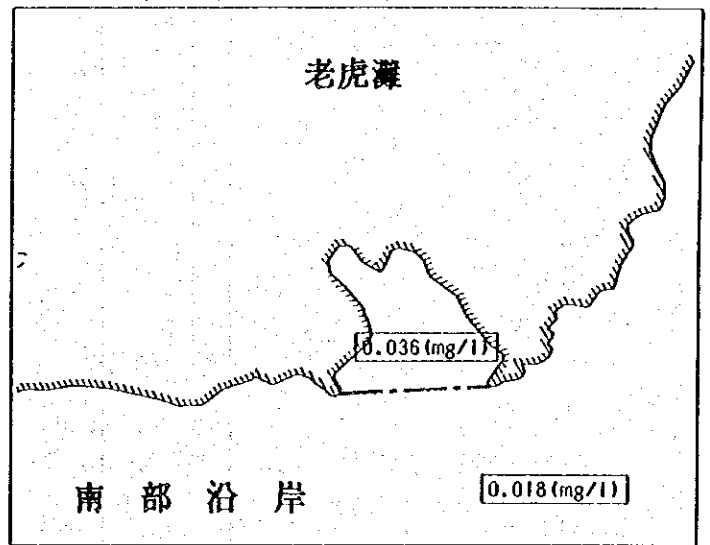
図3-7-11 各水域の将来水質予測計算結果 (T-N)



臭水套水域



甜水套水域



老虎灘

図3-7-12 各水域の将来水質予測計算結果 (T-P)

表3-7-12 流域ブロック別取水水量・排水量（将来：2010年）

No.	淡水										海水	
	生活排水		営業排水		工場排水		下水処理場		淡水排水量	取水量	排水量	
	人口 (人)	排水量 (m ³ /日)	排水量 (m ³ /日)	比率	(m ³ /日)	(m ³ /日)	処理水量 (m ³ /日)	放流水量 (m ³ /日)	半日分 (m ³)	半日分 (m ³)	半日分 (m ³)	
呉1	122,486	24,497	44,700	1.82	1,108				35,153	1,866	1,866	
呉2	129	26	32,900	1,265.38	52,051				42,489	276,206	258,121	
呉3	283,147	56,629	56,900	1.00	4,793				59,161	816	816	
呉4	481,845	96,369	62,500	0.65	421,197	80,000	80,000	60,000	280,033		18,085	
合計	887,607	177,521	197,000		479,149	80,000	80,000	60,000	416,835	278,888	278,888	
甜水菴	201,318	40,264	14,100	0.35	146,539				100,452	47,280	47,280	
老虎灘	233,978	46,796	32,700	0.70	0				39,748			

表3-7-13 海域ブロック別排出汚濁負荷量 (将来; 2010年)

海域 No.	生活+営業		下水処理		生活+営業		下水処理		生活+営業		下水処理		生活+営業		下水処理	
	(kg/日)	工場 (kg/日)	(kg/日)	半日分 (kg)	(kg/日)	工場 (kg/日)	(kg/日)	半日分 (kg)	(kg/日)	工場 (kg/日)	(kg/日)	半日分 (kg)	(kg/日)	工場 (kg/日)	(kg/日)	半日分 (kg)
呉1	5,096.1	187.3	0.0	1,664.3	2,810.8	33.4	0.0	1,215.9	667.5	1.9	0.0	138.2	12036	195	0	6073
呉2	2,436.5	7,526.0	0.0	4,457.4	988.6	66,855.2	0.0	33,705.4	329.2	109.5	0.0	111.7	5762	174948	0	92513
呉3	8,344.5	348.5	0.0	2,016.8	5,104.7	32.2	0.0	1,556.5	1,078.7	1.5	0.0	200.9	19698	417	0	15720
呉4	5,788.5	21,124.4	1080.0	14,641.8	3,801.3	32,855.3	1980.0	20,141.3	740.8	166.6	342.0	400.6	13659	79977	1020	61341
合計	21,665.6	29,186.2	1080.0	22,780.3	12,705.4	99,776.1	1980.0	56,619.1	2,816.2	279.5	342.0	851.5	51154	255537	1020	175647
熊本	3,982.7	11,403.0	0.0	6,561.8	2,838.8	3,982.0	0.0	2,655.3	503.4	489.7	0.0	374.2	9393	114690	0	59501
老茂	5,835.9	0.0	0.0	1,313.1	3,788.8	0.0	0.0	1,763.7	748.2	0.0	0.0	64.3	13771	0	0	9612

表3-7-14 各区画の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度(COD)：将来(2010年)

干満差ΔH = 2.14 (m)

区画	面積 km ²	干満の 水差 km ³	流入		排水		海水移動量 (下げ潮) km ³	海水移動量 (上げ潮) km ³	COD	
			淡水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³	取水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³			負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
臭1	2969.6	6354.9	35.2	1.9	1.9	8614.2	8544.7	1664	1.62	
臭2	7622.1	16311.3	42.5	276.2	258.1	25103.5	1	2225.0	4457	2.14
							外	22496.8		
臭3	2543.6	5443.3	59.2	0.8	0.8	5443.3	5384.1	2017	2.49	
臭4	1564.9	3348.9	280		18.1	3348.9	3050.8	14642	6.32	
計	14700.2	31458.4	416.9	278.9	278.9	42509.9	41701.4	22780	2.54	
甜水	6025.2	12893.9	100.5	47.3	47.3	12893.9	12793.4	6562	1.55	
老虎	1666.5	3566.3	39.7		0.0	3566.3	3526.6	1313	1.17	

外海濃度C₀ = 1.29 (mg/l)

外海濃度C₀ = 1.05 (mg/l)

外海濃度C₀ = 0.81 (mg/l)

表3-7-15 各区画の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度(SS)：将来(2010年)

干満差ΔH = 2.14 (m)

区画	面積 km ²	干満の 水差 km ³	流入		排水		海水移動量 (下げ潮) km ³	海水移動量 (上げ潮) km ³	SS	
			淡水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³	取水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³			負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
1	2969.6	6354.9	35.2	1.9	1.9	8614.2	8544.7	6073	7.27	
2	7622.1	16311.3	42.5	276.2	258.1	25103.5	1	2225.0	92513	12.15
							外	22496.8		
3	2543.6	5443.3	59.2	0.8	0.8	5443.3	5384.1	15720	14.90	
4	1564.9	3348.9	280		18.1	3348.9	3050.8	61341	29.38	
計	14700.2	31458.4	416.9	278.9	278.9	42509.9	41701.4	175647	13.48	
甜水	6025.2	12893.9	100.5	47.3	47.3	12893.9	12793.4	59501	9.77	
老虎	1666.5	3566.3	39.7		0.0	3566.3	3526.6	9612	5.56	

外海濃度C₀ = 5.3 (mg/l)

外海濃度C₀ = 5.2 (mg/l)

外海濃度C₀ = 2.9 (mg/l)

表3-7-16 各区画の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度（総窒素）：将来（2010年）

干満差ΔH= 2.14 (m)

区画	面積 千m ²	干満の 水量差 千m ³	流入		海水		海水移動量 (下げ潮)		海水移動量 (上げ潮)		総窒素	
			淡水量 (半日分) 千m ³	淡水量 (半日分) 千m ³	取水量 (半日分) 千m ³	排水量 (半日分) 千m ³	千m ³	千m ³	千m ³	千m ³	負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
1	2969.6	6354.9	35.2	1.9	1.9	1.9	8614.2	8544.7	1216	2.41	1.84 (mg/l)	
2	7622.1	16311.3	42.5	258.1	276.2	258.1	1	2225.0	1	2225.0	33705	4.07
							外	22844.2	外	22496.8		
3	2543.6	5443.3	59.2	0.8	0.8	0.8	5443.3	5384.1	1557	4.31		
4	1564.9	3348.9	280	0.0	0.0	18.1	3348.9	3050.8	20141	9.72		
計	14700.2	31458.4	416.9	278.9	278.9	278.9	42509.9	41701.4	56619	4.38		
甜水	6025.2	12893.9	100.5	47.3	47.3	47.3	12893.9	12793.4	2655	1.68	1.49 (mg/l)	
老廃	1666.5	3566.3	39.7	0.0	0.0	0.0	3566.3	3526.6	1764	0.73	0.253 (mg/l)	

表3-7-17 各区画の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度（総リン）：将来（2010年）

干満差ΔH= 2.14 (m)

区画	面積 千m ²	干満の 水量差 千m ³	流入		海水		海水移動量 (下げ潮)		海水移動量 (上げ潮)		総リン	
			淡水量 (半日分) 千m ³	淡水量 (半日分) 千m ³	取水量 (半日分) 千m ³	排水量 (半日分) 千m ³	千m ³	千m ³	千m ³	千m ³	負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
1	2969.6	6354.9	35.2	1.9	1.9	1.9	8614.2	8544.7	138.2	0.04	0.019 (mg/l)	
2	7622.1	16311.3	42.5	258.1	276.2	258.1	1	2225.0	1	2225.0	111.7	0.05
							外	22844.2	外	22496.8		
3	2543.6	5443.3	59.2	0.8	0.8	0.8	5443.3	5384.1	200.9	0.09		
4	1564.9	3348.9	280	0.0	0.0	18.1	3348.9	3050.8	400.6	0.16		
計	14700.2	31458.4	416.9	278.9	278.9	278.9	42509.9	41701.4	851.4	0.07		
甜水	6025.2	12893.9	100.5	47.3	47.3	47.3	12893.9	12793.4	374.2	0.05	0.025 (mg/l)	
老廃	1666.5	3566.3	39.7	0.0	0.0	0.0	3566.3	3526.6	64.3	0.04	0.018 (mg/l)	

3.8 水質保全対策案の検討

3.8.1 検討方針

水質保全対策の手法としては様々なものがあるが、大きくは浄化施設の設置などハード的な手法と法的規制や啓蒙-PRなどのソフト的な手法に分類され、また対策を実施する場所（流域、河川、海域）によっても分けられる。このような観点から各種の水質保全対策手法を整理・分類したものを表3-8-1に示す。

表 3-8-1 水質保全対策手法の分類

場面 技術手法	①流域対策	②流入河川対策	③内湾等海域対策
I. ハード的手法 (施設の設置等)	(1)下水道整備 ①下水道整備の推進 ②下水処理高度化	(1)物理的手法 ①河道浚渫 ②堰設置 ③浸透・ろ過 ④ゴミ・浮遊物の除去	(1)物理的手法 ①底泥処理 ・底泥浚渫 ・底泥被覆 ②曝気・噴水 ③植物プランクトン回収
	(2)小規模下水道の整備 ①コミュニティプラント ②農業集落排水処理		
	(3)個別合併浄化槽の設置推進	(2)化学的手法 ①凝集沈殿	(2)化学的手法 ①凝集沈殿剤の散布 ②酸化剤による底泥酸化 ③殺藻剤の散布
	(4)工場排水処理施設の設置		
	(5)畜産排水処理施設の設置	(3)生物的手法 ①水生植物利用 ②低湿地導入 ③接触酸化	(3)生物的手法 ①水生植物利用 (植生護岸) ②接触酸化 ③魚類などの利用
II. ソフト的手法 (法令・指導・PRなど)	(1)排水規制 (2)立地規制 (3)洗剤・肥料使用指導 (4)生活排水対策指導・PR (5)排水監視体制強化 (6)排水処理技術に関する研究・開発	(1)不法投棄防止 PR (2)河川愛護活動の支援 (3)水質監視体制強化 (4)水質浄化対策技術に関する研究・開発	(1)不法投棄防止 PR (2)水質監視体制強化 (3)水質汚濁機構・対策技術に関する研究

ここでは、中心 4 区における主要な汚濁発生源が生活排水（営業排水を含む）と工場排水であることから、(1)下水道整備による生活排水・工場排水の処理、(2)各事業所による工場排水の処理（下水道に放流する場合の前処理を含む）を水質保全のための基本的な方策として位置づけ、計画目標年次である 2010 年に、次節で設定する水質保全目標を達成するために実施すべき水質保全対策案について検討を行うものとする。

なお、その他の河川での浄化や環境整備、また、水質モニタリング体制の強化などソフト的な対策に係わるものについては、上記の基本的な方策の補完的な対策として位置づけ、その具体的内容については後の 3.9.2.3 項で述べる。

3.8.2 水質保全目標の設定

大連市においては前項 3.7.2.2 に示したように、大連湾とその周辺水域について国が定めた海水水質基準に基づき、各水域の利用目的を考慮して環境基準類型指定を行っている。

一方、将来水質予測のところ述べてきたように、将来水質は項目によって現在設定されている環境基準を達成できるものもあれば、それを大きく越えているものもある。

そこで、本調査では次のような考え方に基づき将来 2010 年における水質保全目標を設定することとする。

(1) COD については、将来水質予測結果によると各水域ともそれぞれの指定された環境基準のみならず、臭水套水域は第 2 類、甜水套水域および老虎灘湾では最高レベルである第 1 類の達成が可能となっている。ただし、窒素・リンの濃度レベルから考えて夏季には藻類増殖に伴う COD 内部生産の影響で環境基準を越える可能性がある。

そこで、COD の保全目標については臭水套水域では第 2 類（3mg/l 以下）、甜水套水域および老虎灘湾では第 1 類（2mg/l 以下）の環境基準の達成を目標とし、夏季の濃度増加に対しては後述する窒素・リンの水質保全目標の達成によって現状よりも著しい増加は抑制可能である。（因みに北九州市洞海湾における最近の COD は年平均値で約 3mg/l である。）

(2) SS については、現行の環境基準は沿岸部の開発工事等、人為的な濃度増加に対する許容量という形を取っているが、SS の主要汚濁源である工場排水は大連化学や大連染料など 300 mg/l を越える高濃度の排水を大量に排出するところが多いことを考慮すると、少なくとも現況の SS 濃度レベルを維持することを当面の目標として対策を講じる必要がある。

従って、SS については現況の濃度レベル以下に抑えることを水質保全目標とする。

(3) 総窒素については、各水域とも現況に引き続き環境基準を越えるという予測結果となった。とくに臭水套および甜水套水域は環境基準第 4 類相当値を遙かに越えており、これを 2010 年までに環境基準値以下に抑制することは、大連化学工場など主要汚濁源の対象区域外への移転といった対策をとらない限り現実的には困難である。

そこで、臭水套および甜水套水域では総窒素を現況の濃度レベルに維持することを 2010 年までの当面の目標におくこととし、老虎灘湾では環境基準第 2 類相当値の達成を保全目標とする。

(4) 総リンについては、臭水套水域では環境基準第 4 類相当値 (0.09 mg/l) を達成し、甜水套水域および老虎灘湾では環境基準第 2 類相当値の達成が困難という予測結果になった。しかし、臭水套水域の濃度レベルは富栄養化限界値 (0.02 mg/l) を大きく越えていることから、次のステップとして環境基準第 2 類相当値 (0.03 mg/l) の達成を目指し、当面は少なくとも現況の濃度レベル以下に維持することを目標にすべきである。

そこで、総リンに対する水質保全目標として、臭水套水域では現況の濃度レベル以下、また甜水套水域および老虎灘湾では環境基準第 2 類相当値の達成を目標とする。

以上のような考え方にに基づき、将来 2010 年における水質保全目標を表 3-8-2 に整理する。

表 3-8-2 将来 2010 年における水質保全目標

水質項目	臭水套水域 (ブロック平均)	甜水套水域	老虎灘湾
COD	3mg/l 以下 (環境基準第 2 類)	2mg/l 以下 (環境基準第 1 類)	2mg/l 以下 (環境基準第 1 類)
SS	9mg/l 以下 (現況濃度レベル)	6 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	5mg/l 以下 (現況濃度レベル)
総窒素	2.7 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	1.5 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	0.3 mg/l 以下 (環境基準第 2 類相当)
総リン	0.05 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	0.03 mg/l 以下 (環境基準第 2 類相当)	0.03 mg/l 以下 (環境基準第 2 類相当)

なお、その他の水域すなわち馬欄河や凌水河の流入が影響する星海湾や、大連湾の甜水套よりさらに北部の水域についても、現況の水質汚濁レベルを考慮すると、水質保全目標としては上記と同じ考え方、すなわち COD については環境基準第 1 類、SS については現況の濃度レベル以下、総窒素・総リンについてはそれぞれの指定された環境基準 (星海湾；第 2 類、大連湾北部；第 2 類) の達成を目標にすべきである。

3.8.3 各水質保全対策案の内容

3.8.3.1 下水道整備

水質保全対策の根幹である下水道整備については、現在大連市において進められている下水道整備計画を基本とする。

なお、各区域の終末下水処理場の処理能力について、最終的には生活系+営業系排水を中心に各区域から発生する排水量全量を処理することを目標とし、今回算定した将来 2010 年の排水量推定結果をもとに計画値の見直しを行った。

また、汚水処理プロセスについて、現計画では各下水処理場とも標準活性汚泥法の採用を前提としているが、このうち、富栄養化等水質汚濁が最も著しい大連湾臭水套水域に排水する春柳処理場と、同じく富栄養化が著しい甜水套に排水する三道溝処理場については、窒素・リンの除去を主眼とした 3 次処理の導入を検討する。その具体的な処理プロセスとしては、標準活性汚泥法の変法としてリン除去を目的とした嫌気・好気活性汚泥法（A₀法）、または窒素・リンの同時除去が可能な嫌気・無酸素・好気法（A₂O 法）の採用が考えられる。このような 3 次処理プロセスの導入により処理水質は以下のように改善されるものとした。

	(流入)	(2次処理)	(3次処理)	
・窒素：	47 mg/l	→ 33 mg/l	→ 18 mg/l	(除去率 60%)
・リン：	9.5mg/l	→ 5.7 mg/l	→ 1.5 mg/l	(除去率 85%)

以上より、大連市下水道整備計画（案）の内容をまとめて表 3-8-3 に示す。（詳細は第 8 章 下水道処理計画を参照。）

表 3-8-3 大連市下水道整備計画（案）

処理場名	処理区域	処理能力 (m ³ /日)		関連水域	備考
		現計画値	見直し値		
寺兒溝	寺兒溝	50,000	100,000	臭水套	
春柳	青泥+春柳+甘井子	260,000 (第1期: 80,000)	330,000	臭水套	3次処理プロセスの導入
三道溝	三道溝	70,000	70,000	甜水套	3次処理プロセスの導入
大連湾	大連湾	60,000	20,000		
老虎灘	老虎灘	70,000	90,000	老虎灘湾	処理水沖合放流
付家庄	付家庄	5,000	6,000		処理水沖合放流
馬欄河	馬欄河	240,000 (第1期: 120,000)	150,000	星海湾	処理水沖合放流
凌水	凌水	40,000	60,000	星海湾	処理水沖合放流

3.8.3.2 工場排水処理

工場排水処理対策の分野にて検討された工場排水処理対策の内容と負荷削減量をまとめて表 3-8-4 に示す。（詳細は第 4 章 固定発生源を参照。）

表3-8-4 各工場における排水処理対策と負荷削減量

工場名	排水処理対策 (SS)		排水処理対策 (総窒素)	
	内容	負荷削減量 (kg/日)	内容	負荷削減量 (kg/日)
大連化学工業 公司	原塩溶解装置 廃水沈殿処理	5,500	塩装置 内部漏洩防止対策	7,700
	同上装置増強	19,000	最新塩装置の設置	26,700
	最新硫装置の設置	24,900	その他の窒素除去 対策	22,700
	No.56 排水口系 総合加圧浮上装置	16,700		
	No.57 排水口系 総合加圧浮上装置	60,300		
	発電所廃水 加圧浮上装置	18,800		
	小 計	145,200	小 計	57,100
大連松遼化工 公司 (農薬)	沈殿処理後に 加圧浮上装置設置	360		
	沈殿・加圧浮上装置 増設	1,140		
	小 計	1,500		
大連製鋼工場	圧延工程循環水 漏洩防止対策	21,200	ガス発生炉更新(CP) 汚水焼却処理	4,300
	圧延工程排水 加圧浮上処理	34,100	ガス発生炉増設(CP) 汚水焼却処理	18,300
	小 計	55,300	小 計	22,600
遼寧省 大連海洋漁業 公司	既設凝集沈殿処理設 備の整備,改造	1,900	既設凝集沈殿処理設 備の整備,改造	300
	沈殿・加圧浮上装置 増設	6,700	アンモニア態窒素 除去装置の導入	1,200
	小 計	8,600	小 計	1,500
大連塩素酸 加圧工場	集塵機廃水の加圧浮 上処理	6,200		
	No.91 排水口系 総合加圧浮上装置	21,500		
	小 計	27,700		
大連染料工場	大連化学排さ場への 廃棄	14,200	アンモニア態窒素 除去装置の導入	2,800
	沈殿・加圧浮上装置 設置	48,600		
	小 計	62,800	小 計	2,800
	総 計	301,100	総 計	84,000

なお、この他に排水対策上重要な工場として大連醸酒工場があげられる。今回調査期間中は休止状態にあり、排水量・排水水質の実態は把握できなかったが、今後再操業すると COD 等極めて高濃度な有機性廃水が大連湾に流入し、大きな影響を及ぼすものと考えられる。大連醸酒工場は内陸部に位置することから、再操業後は廃水は下水道に受け入れるものとして、嫌気性消化などの前処理設備を設置して水質を下水道排除基準レベル以下に抑制すべきである。

3.8.4 水質保全対策案による負荷削減効果の評価

3.8.4.1 水質保全目標達成のための必要負荷削減量

水質予測モデルによる検討対象水域について、前項 3.8.2 で設定した水質保全目標を達成するために必要な負荷削減量（流入負荷量ベース）を、水質予測モデル計算により求め、それを表 3-8-5 に示した。なお、COD については前にも述べたように将来 2010 年において水質保全目標である環境基準第 1 類の達成が可能、すなわち必要負荷削減量は 0 であるため、表 3-8-5 からは除いた。

表 3-8-5 必要負荷削減量（将来 2010 年）

(単位：kg/日)

水質項目	臭水套水域	甜水套水域	老虎灘湾
SS	191,000	96,000	4,200
総窒素	76,000	4,700	3,000
総リン	700	600	40

3.8.4.2 負荷削減効果の評価

前項 3.8.3 で述べた水質保全対策案のうち、下水処理および工場排水処理対策による負荷削減効果について、各対象水域ごとの必要負荷削減量に対する達成度により評価を行った。その結果を表 3-8-6 に示す。以下、各水域ごとに述べる。

(1) 臭水套水域

- 1) 各水質項目とも前項 3.8.3 に示した下水道整備および工場排水処理対策の実施により、必要負荷削減量を上回る削減が可能であるが、その内訳をみると、SS・総窒素については工場排水処理（とくに大連化学公司）による負荷削減効果が極めて大きく、単独でも必要負荷削減量を達成する結果となっている。

表3-8-6 各水質保全対策案の負荷削減効果評価

対象水域	水質保全対策		負荷削減効果 (kg/日)			備考
	分類	内容	SS	総窒素	総リン	
臭水套	下水処理	寺尾溝排水区下水道整備	12,000	2,400	280	水域外に処理水放流
		青泥+春柳+甘井子排水区下水道整備	79,000	1,400	▲ 500	▲はマイナス (つまり負荷量は増加)
		春柳下水処理場2次処理	2,100	4,500	1,200	
		春柳下水処理場3次処理	93,100	8,100	980	
		小計				
	工場排水処理	大連化学工業	145,200	57,100	0	
		大連製鋼工場	55,300	22,600	0	
		農薬工場 (大連松遼化工)	1,500	0	0	
		小計	202,000	79,700	0	
		負荷削減可能量合計	○ 295,100	○ 87,800	○ 980	
甜水套		必要負荷削減量	191,000	76,000	700	
	下水処理	三道溝排水区下水道整備				
		三道溝下水処理場2次処理	4,900	▲ 600	▲ 50	▲はマイナス (つまり負荷量は増加)
		三道溝下水処理場3次処理	900	800	250	
		小計	5,800	200	180	
	工場排水処理	大連塩業酸カリウム工場	27,700	0	0	
		大連染料工場	62,800	2,800	0	
		小計	90,500	2,800	0	
		負荷削減可能量合計	○ 96,300	× 3,000	× 180	
		必要負荷削減量	96,000	4,700	600	
老虎灘湾	下水処理	老虎灘排水区下水道整備				
		老虎灘下水処理場2次処理	19,000	3,500	150	処理水を沖合 (水域外) に放流
		負荷削減可能量合計	○ 19,000	○ 3,500	○ 150	
		必要負荷削減量	4,200	3,000	40	

○ 達成 × 未達成

2) 一方、総リンについては、春柳処理場において2次処理のみでは効果がマイナスとなり、3次処理の導入により初めて必要負荷削減量の達成が可能という結果になった。これは、下水道整備前は汚濁負荷が河川や排水路において吸着・沈殿等による自浄作用を受けながら海域に流達する（ただし、河川域での水質汚濁は進行することになる）が、整備後は下水処理場に集中し、2次処理のみでは十分な削減効果が得られないためである。

(2) 甜水套水域

1) 各水質項目のうち、SSについては大連染料をはじめとした工場排水処理対策と下水道整備をあわせて実施することにより必要負荷削減量を達成するが、総窒素・総リンは達成不可能という結果になった。（なお、三道溝処理場での2次処理により効果がマイナスとなる理由は前記と同様である。）

2) これは、総窒素・総リンについては湾内の養殖場や大連化学工業の廃棄物処分場からの排水など、工場排水や生活排水以外の汚濁負荷が占める割合が大きく、下水道整備や工場排水処理では十分な削減効果が得られないことを示すものである。

(3) 老虎灘湾

1) 老虎灘湾では、下水処理場からの排水は沖合に放流される計画となっているため、下水道整備が完了すれば必要負荷削減量の達成は可能となる。

なお、ここでは触れていない南部沿岸の星海湾の水質保全目標達成に対する馬欄河および凌水下水処理場建設の効果については、両処理場とも処理水を沖合に深層放流する計画になっていることから、それらが実現すれば負荷量が直接星海湾に流入せず、外海との希釈・混合により水質保全目標の達成は可能と判断される。

3.8.5 対策実施後の将来水質予測

前項で検討した水質保全対策案（下水道整備＋工場排水処理）を実施した場合の大連湾等対象水域の将来水質を水質拡散モデルを用いて予測した。その結果を表3-8-7～8-10に示す。また、1997年現況と対策なしの場合も含めて将来水質予測結果を表3-8-11にまとめて示す。

これらの結果について、前項での各対策案による負荷削減効果とあわせてまとめると次のようになる。

(1) 臭水套水域では、下水道整備と工場排水処理対策の実施によりすべての項目について水質保全目標を達成する。SSと総窒素については大連化学工業をはじめとする工場排水処理対策の効果が大きく、とくに水質汚濁の著しい湾奥部（3および4ブロック）での水質

改善度が大きい。総リンについては春柳下水処理場での3次処理の導入による効果が大きく、その必要性は高い。

(2) 甜水套水域では、大連染料などの工場排水処理対策と三道溝下水道整備によりCODとSSについては水質保全目標を達成するが、総窒素・総リンについては下水道3次処理の導入によっても目標達成は困難である。従って、目標達成のためには、湾内にある養殖場の管理や沿岸に立地する大連化学工業の廃棄物処分場からの排水管理の強化など、生活系・工場系以外の汚濁源に対する対策をあわせて実施する必要がある。

(3) 老虎灘湾では、下水道整備によりすべての項目について水質保全目標を達成する。

表3-8-11 2010年将来水質予測結果のまとめ

水質項目	水域名		水質予測結果 (mg/l)			
			保全目標	1997年現況	将来対策なし	将来対策あり
COD	臭水套	1	-	1.5	1.6	1.4
		2	-	1.7	2.1	2.0
		3	-	2.0	2.5	2.0
		4	-	3.6	6.3	5.7
		平均	3.0	○1.9	○2.5	○2.3
	甜水套	2.0	○1.1	○1.6	○1.5	
	老虎灘湾	2.0	○1.1	○1.2	○0.8	
SS	臭水套	1	-	6.4	7.3	5.5
		2	-	8.1	12.1	6.4
		3	-	10.5	14.9	6.4
		4	-	17.3	29.4	9.7
		平均	9.0	×9.2	×13.5	○6.6
	甜水套	6.0	○5.6	×9.8	○6.0	
	老虎灘湾	5.0	○4.7	×5.6	○2.9	
総窒素	臭水套	1	-	2.10	2.41	1.94
		2	-	2.55	4.07	2.33
		3	-	2.84	4.31	2.33
		4	-	4.78	9.72	3.90
		平均	2.70	×2.74	×4.38	○2.42
	甜水套	1.50	×1.52	×1.68	×1.57	
	老虎灘湾	0.30	×0.64	×0.73	○0.23	
総リン	臭水套	1	-	0.035	0.038	0.022
		2	-	0.040	0.049	0.033
		3	-	0.073	0.085	0.033
		4	-	0.109	0.164	0.118
		平均	0.050	×0.052	×0.065	○0.040
	甜水套	0.030	○0.030	×0.054	×0.047	
	老虎灘湾	0.030	×0.031	×0.036	○0.018	

(○: 目標達成、×: 目標不達成)

表3-8-7 各区面の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度(COD)：将来(2010年)

区画	面積 km ²	干満の 水差 km ³	流入			海水			COD		
			淡水量 (半日分) km ³	取水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³	移 付 量 km ³	海水移動量 (下げ潮) km ³	海水移 (上げ) 量 km ³	海水移動量 (下げ潮) km ³	負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
臭1	2969.6	6354.9	0.6	1.9	1.9	1.9	8614.2	8579.0	8579.0	59	1.44
臭2	7622.1	16311.3	26	276.2	258.1	258.1	25103.5	24718.6	24718.6	3763	1.97
臭3	2543.6	5443.3	1.7	0.8	0.8	0.8	5443.3	5441.6	5441.6	81	1.98
臭4	1564.9	3348.9	357.2	0.0	18.1	18.1	3348.9	2973.6	2973.6	13282	5.71
計	14700.2	31458.4	385.5	278.9	278.9	278.9	42509.9	41712.8	41712.8	17185	2.26
甜水	6025.2	12893.9	100.5	96.1	96.1	96.1	12893.9	12793.4	12793.4	6208	1.52
老虎	1666.5	3566.3	39.7	0.0	0.0	0.0	3566.3	3526.6	3526.6	0	0.80

干満差ΔH= 2.14 (m)
外海濃度C₀= 1.29 (mg/l)

表3-8-8 各区面の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度(SS)：将来(2010年)

区画	面積 km ²	干満の 水差 km ³	流入			海水			SS		
			淡水量 (半日分) km ³	取水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³	移 付 量 km ³	海水移動量 (下げ潮) km ³	海水移 (上げ) 量 km ³	海水移動量 (下げ潮) km ³	負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
1	2969.6	6354.9	0.6	1.9	1.9	1.9	8614.2	8579.0	8579.0	96.8	5.53
2	7622.1	16311.3	26	276.2	258.1	258.1	25103.5	24718.6	24718.6	14108	6.36
3	2543.6	5443.3	1.7	0.8	0.8	0.8	5443.3	5441.6	5441.6	325.9	6.42
4	1564.9	3348.9	357.2	0.0	18.1	18.1	3348.9	2973.6	2973.6	13728.8	9.75
計	14700.2	31458.4	385.5	278.9	278.9	278.9	42509.9	41712.8	41712.8	28259.5	6.56
甜水	6025.2	12893.9	100.5	96.1	96.1	96.1	12893.9	12793.4	12793.4	11329	6.04
老虎	1666.5	3566.3	39.7	0.0	0.0	0.0	3566.3	3526.6	3526.6	0	2.87

干満差ΔH= 2.14 (m)
外海濃度C₀= 5.3 (mg/l)

表3-8-9 各区画の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度(総空素)：将来(2010年)

干満差ΔH= 2.14 (m)

区画	面積 km ²	干満の 水量差 km ³	流入		海水		海水移動量 (下げ潮) km ³	海水移動量 (上げ潮) km ³	総空素	
			淡水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³	取水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³			負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
1	2969.6	6354.9	0.6	1.9	1.9	8614.2		8579.0	14.3	1.94
2	7622.1	16311.3	26	276.2	258.1	1	2224.7	24718.6	6552.5	2.33
						外	22844.2			
3	2543.6	5443.3	1.7	0.8	0.8	5443.3		5441.6	9.8	2.33
4	1564.9	3348.9	357.2	0.0	18.1	3348.9		2973.6	6136.5	3.90
計	14700.2	31458.4	385.5	278.9	278.9	42509.9		41712.8	12713.1	2.42
甜水	6025.2	12893.9	100.5	96.1	96.1	12893.9		12793.4	1161.1	1.57
老虎	1666.5	3566.3	39.7	0.0	0.0	3566.3		3526.6	0	0.23

外海濃度C₀= 1.490 (mg/l)

外海濃度C₀= 0.233 (mg/l)

表3-8-10 各区画の移動水量・汚濁負荷量・計算濃度(総リン)：将来(2010年)

干満差ΔH= 2.14 (m)

区画	面積 km ²	干満の 水量差 km ³	流入		海水		海水移動量 (下げ潮) km ³	海水移動量 (上げ潮) km ³	総リン	
			淡水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³	取水量 (半日分) km ³	排水量 (半日分) km ³			負荷量 kg/半日	計算濃度 mg/l
1	2969.6	6354.9	0.6	1.9	1.9	8614.2		8579.0	0.4	0.02
2	7622.1	16311.3	26	276.2	258.1	1	2224.7	24718.6	54.8	0.03
						外	22844.2			
3	2543.6	5443.3	1.7	0.8	0.8	5443.3		5441.6	0.3	0.03
4	1564.9	3348.9	357.2	0.0	18.1	3348.9		2973.6	295.7	0.12
計	14700.2	31458.4	385.5	278.9	278.9	42509.9		41712.8	351.2	0.04
甜水	6025.2	12893.9	100.5	96.1	96.1	12893.9		12793.4	282.9	0.05
老虎	1666.5	3566.3	39.7	0.0	0.0	3566.3		3526.6	0	0.02

外海濃度C₀= 0.025 (mg/l)

外海濃度C₀= 0.018 (mg/l)

3.9 水環境改善対策実施計画の策定

3.9.1 基本方針

水環境改善対策実施計画の策定にあたり、その基本方針は以下のとおりとする。

3.9.1.1 水質保全目標の達成

計画策定の全体的な基本方針は、将来 2010 年までに表 3-9-1 に示す水質保全目標値を達成することとする。

現在、大連市では大連湾とその周辺水域について国が定めた海水水質基準に基づき、各水域別にその利用目的を考慮して環境基準の類型指定（1998 年 7 月改定）がなされており、各類型の基準値達成に向けて下水道整備や排水規制等の施策が講じられることになる。

一方、このような水質環境基準の達成状況は、大連湾の臭水套や甜水套水域などでは基準値を大きく越えている項目がみられ、今後、大連市の社会経済の発展に伴い汚濁負荷量が増大し、基準値の達成がますます困難になることが予想される。とくに、大連湾の水質保全上の大きな課題である赤潮発生等富栄養化の抑制、すなわち窒素・リンの水質改善に対しては相当の困難が予想される。

そこで、将来 2010 年において、現在の排水処理レベルでは環境基準をはるかに越えると予測される項目については、まずは現状の水質レベルを維持することを目標とし、その後、本来の環境基準の達成に向けて努力することとする。

また、将来対策なしでも環境基準の達成が可能と予測される項目については、より快適な水環境の創造に向けてさらに上位の基準達成を目標とする。

なお、本調査で将来予測の対象としなかった他の水質項目および海域の水質保全目標については、1998 年 7 月に改定された海水水質環境基準により、それぞれの海域で指定された類型基準値の達成を目標とする。

表 3-9-1 将来 2010 年における水質保全目標

水質項目	臭水套水域 (ブロック平均)	甜水套水域	老虎灘湾
COD	3mg/l 以下 (環境基準第 2 類)	2mg/l 以下 (環境基準第 1 類)	2mg/l 以下 (環境基準第 1 類)
SS	9mg/l 以下 (現況濃度レベル)	6 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	5mg/l 以下 (現況濃度レベル)
総窒素	2.7 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	1.5 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	0.3 mg/l 以下 (環境基準第 2 類相当)
総リン	0.05 mg/l 以下 (現況濃度レベル)	0.03 mg/l 以下 (環境基準第 2 類相当)	0.03 mg/l 以下 (環境基準第 2 類相当)
石油類	0.50 mg/l 以下 (環境基準第 4 類)	0.05mg/l 以下 (環境基準第 2 類)	0.05 mg/l 以下 (環境基準第 2 類)
大腸菌	10000 以下 (生食用貝類の養殖の場合は 700 以下)		
病原体	生食用貝類の養殖場の水に病原体が含まれてはならない。		

注) 上表以外の水質項目および海域の水質保全目標は、それぞれの海域で指定された類型の水質環境基準値(中国の基準 GB3097-1997) の達成を目標とする。

3.9.1.2 水環境改善対策の実施

前項に示した水質保全目標を達成するための方策として、中心 4 区の主要な汚濁発生源が生活排水と工場排水であることから、(1)下水道整備による生活排水・工場排水の処理、(2)各企業における工場排水の処理を基本とし、その他の河川、海域での浄化・環境整備といったハード的対策や、水質モニタリング体制強化などのソフト的対策については補完的な対策として位置づけるものとする。各対策の実施方針は以下のとおりである。

(1) 下水道整備計画

- 1) 現在、大連市において終末下水処理場を有する排水処理区は春柳処理区のみであり、1997 年現在の下水処理率(水量比率)は 4%程度に過ぎないと推定される。これに対し、2010 年には中心 4 区の下水処理率を約 90%まで向上させることを目標とする。(大連市環境モデル都市計画案では 2005 年に 80%を目標としている。)
- 2) 下水管路の整備については、現在進められている既設管の載流式合流下水道への改善と汚水・雨水の分流化を引き続き推進し、汚水の河川への直接放流を規制することにより河川水質の浄化を図る。
- 3) 海域の富栄養化抑制のため、窒素・リンの除去が必要な下水処理場には 3 次処理プロセスを導入し、処理水質の向上を図る。

(2) 工場排水処理対策

- 1) 現在排水水質基準値を満足していない工場に対して、まずは基準値に適合させるような対策を先行的に実施する。その後、下水道整備とあわせて水質保全目標の達成に向け

てさらなる排水水質の改善を図る。あわせて総量規制の強化により大連湾に流入する汚濁負荷総量の削減を図る。

- 2) 内陸部に立地する下水処理区域内の工場については、前処理設備の設置により下水道排除基準を満たした後、排水を下水道へ放流する。
- 3) 対策の内容については、当面は製造装置からの液漏れ防止や既存の排水処理設備の改善・効率的運用など、既存設備や排水管理体制の強化に重点を置くものとし、工場内の排水量収支などの実態調査を踏まえた上で、適切な排水処理設備の新設・増設を行うものとする。

(3) その他の対策

その他に実施すべき対策を、ハード・ソフトに分けて以下に列記する。(具体的な内容については次項で述べる。)

1) ハード的対策

- ・排水の循環再利用(下水処理水の再利用)
- ・河川環境改善対策(河道整備・河川堆積物の除去、河道内水面の保持)
- ・大連湾臭水套水域の底泥浚渫
- ・大連湾甜水套水域の水質浄化対策の実施

2) ソフト的対策

- ・洗剤の無リン化規制
- ・水質モニタリング体制の強化(排水・海域)
- ・水質汚濁機構・対策技術に関する調査研究

3.9.2 水環境改善計画の内容

3.9.2.1 下水道整備計画

中心 4 区を対象とした下水道整備計画は、現在大連市において進められている計画を基本として図 3-9-1 に示すように 10 処理区（8 下水処理場）に分けて計画する。

すなわち、青泥、春柳および甘井子処理区については春柳下水処理場にて処理を行い、他の処理区については各区ごとに下水処理場を建設する。

また、下水処理場の建設計画については、現在世銀融資案件として

(1) 春柳下水処理場増設（第 1 期）

・処理能力：60 千 m³/日 → 80 千 m³/日（完成予定年次 2000 年頃）

(2) 馬欄河下水処理場新設（第 1 期）

・処理能力：120 千 m³/日（完成予定年次 2000 年頃）

の 2 件が進められていることを考慮し、春柳下水処理場の増設については 3 期、馬欄河下水処理場の建設は 2 期に分けて計画する。

さらに、下水処理プロセスについては春柳下水処理場において、大連湾臭水套水域の富栄養化抑制のため、3 次処理プロセス（A₂O 法）の導入を図るものとする。

また、各処理場建設の優先度（完了時期）については、上記に示した大連市の処理場建設計画の進捗度や処理水放流先水域の水質保全の重要度（大連湾臭水套）等を考慮して設定した。

これら下水道整備計画の内容をまとめて表 3-9-2 に示す。

表 3-9-2 下水道整備計画

処理区域	処理場名	処理能力 (m ³ /日)	完成予定 時期	処理プロセス	備 考
寺兒溝	寺兒溝（新設）	100,000	2008 年	標準活性汚泥法	
青泥 春柳 甘井子	春柳（第 1 期増設）	20,000	2000 年	A ₂ O 式 活性汚泥法	既設 60,000m ³ /日 下水処理水再利用 ：20,000m ³ /日
	春柳（第 2 期増設）	120,000	2006 年		
	春柳（第 3 期増設）	130,000	2010 年		
三道溝	三道溝（新設）	70,000	2010 年以降	標準活性汚泥法	
大連湾	大連湾（新設）	20,000	2010 年以降	標準活性汚泥法	
老虎灘	老虎灘（新設）	90,000	2002 年	標準活性汚泥法	処理水沖合放流
付家庄	付家庄（新設）	6,000	2008 年	標準活性汚泥法	処理水沖合放流
馬欄河	馬欄河（第 1 期新設）	120,000	2000 年	標準活性汚泥法	下水処理水再利用 ：40,000m ³ /日 処理水沖合放流
	馬欄河（第 2 期新設）	30,000	2010 年		
凌水	凌水	60,000	2005 年	標準活性汚泥法	処理水沖合放流

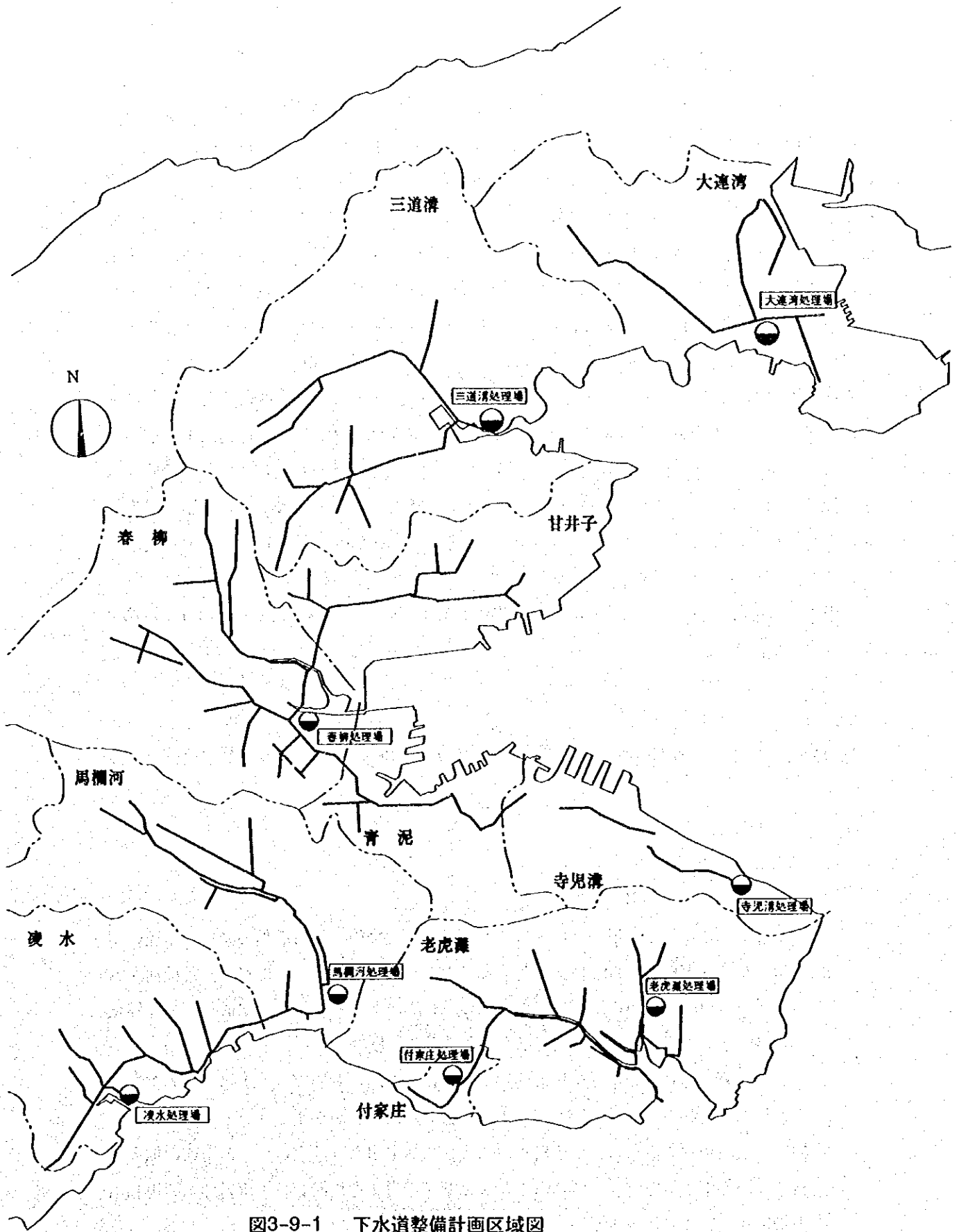


图3-9-1 下水道整備計画区域図

3.9.2.2 工場排水処理計画

工場排水処理計画については、従来の排水濃度規制に加え、排水量と排水水質の常時監視や排水量の削減など総量規制の強化により、大連湾に流入する汚濁負荷総量の削減を図ることを目的とする。具体的には2期に分けて計画し、第1期（概ね2000年頃迄）においては現在排水水質基準を満足していない工場に対して基準値に適合させることを目的とし、既存の排水処理設備の改造や効率的運用、排水路（排水系統）の整備、製造装置からの液漏れ防止等の排水管理体制の強化、クリーナープロダクション技術の導入などに重点を置いて対策を実施する。第2期（2010年迄）は下水道整備とあわせて水質保全目標を達成すべく、排水処理設備の新設／増設を行うものとする。

また、下水処理計画区域内にある工場排水については、下水道排除基準に適合させた後下水道に排水することを基本とするが、その点、とくに重要な工場として大連醸酒工場があげられる。現在は操業休止状態にあるが、今後再操業するとCOD等極めて高濃度な有機性廃水が大連湾に流入することになる。従って、再操業後は廃水の水量・水質調査を実施して実態を把握した後、嫌気性消化法など適切な前処理設備をできるだけ早期に設置して下水道に排水することとする。

工場排水処理計画の内容を対策実施対象工場ごとにまとめて表3-9-3に示す。（詳細は第4章 固定発生源を参照。）

3.9.2.3 その他の対策

その他に実施すべき水環境改善対策案について、ハード的対策とソフト的対策に分けて以下にまとめる。

(1) ハード的対策

1) 排水の循環再利用

(a) 下水処理水の再利用

現在大連市では水不足問題に悩まされているが、今後、都市活動の発展や市民の生活レベルの向上に伴いさらに深刻化することが予想される。これに対し、碧流河ダムからの導水量の増加のみに依存することには限界があり、今後の下水道整備の進捗により増大する下水処理水の再利用は有効かつ重要な施策である。

一方、春柳処理場の増設や馬欄河処理場の建設計画において、下水処理水の工業用水としての再利用を目的として3次処理施設の増設・新設が予定されているが、将来的には工業用水のみならず生活用水（水洗）や都市用水（散水等）への用途の拡大を含め、他の下水処理場計画においても3次処理の導入を検討し、下水処理水の再利用を推進していく必要がある。

表 3-9-3 工場排水処理計画

工場名	改善項目	排水処理対策	実施時期	
			第1期 (2000年頃迄)	第2期 (2010年迄)
大連化学工業 公司	SS	原塩溶解装置廃水沈殿処理	○	
		同上装置増強		○
		最新硫黄装置の設置		○
		No.56 排水口系総合加圧浮上装置		○
		No.57 排水口系総合加圧浮上装置		○
		発電所排水加圧浮上装置		○
	総窒素	塩装置内部液漏洩防止対策	○	
		最新塩装置の設置		○
大連松遼化工 公司(農業)	SS	沈殿処理後に加圧浮上装置設置	○	
		沈殿・加圧浮上装置増設		○
	pH	塩酸中和設備設置	○	
	フェノール	フェノール除去設備設置	○	
		フェノール除去設備増設		○
	COD	COD 除去設備設置	○	
COD 除去設備増設			○	
大連製鋼工場	SS	圧延工程循環水漏洩防止対策	○	
		圧延工程排水加圧浮上処理		○
	総窒素	ガス発生炉更新(CP) 汚水焼却処理	○	
		ガス発生炉増設(CP) 汚水焼却処理		○
大連石油化工 石油第7工場	総窒素	アモニア態窒素除去装置の整備	○	
		生化塔へのアモニア態窒素除去技術導入	○	
		アモニア態窒素除去装置の増設		○
		生化塔へのアモニア態窒素除去装置増設		○
遼寧省大連海洋 漁業公司	SS	既設凝集沈殿処理設備の整備・改造	○	
		沈殿・加圧浮上装置増設		○
	総窒素	既設凝集沈殿処理設備の整備・改造	○	
アモニア態窒素除去装置導入			○	
大連塩素酸加圧 工場	SS	集塵機廃水の加圧浮上処理	○	
		No.91 排水口系総合加圧浮上装置		○
大連染料工場	SS	大連化学廃砂場への廃棄	○	
		沈殿・加圧浮上装置導入		○
	総窒素	アモニア態窒素除去装置導入		○

注) CP: クリーナープロダクション

(b) 工業用水の回収率の向上

なお、排水の循環再利用に関するもう1つの大きな対策として工業用水の回収率の向上が考えられる。本調査において収集した重点汚染企業30社と一般汚染企業220社の排水量データベース資料によると、回収水量は水道水と地下水の合計使用量の約9倍となっており、回収率の向上は相当進んでいるものと推察される。今後も工場内の用排水量収支等を定期的に調査して引き続き回収率の向上に努力すべきである。

2) 河川環境改善対策

(a) 河道整備・河川堆積物の除去

現在大連市で進められている載流式下水道整備による汚水と河川水の分流化にあわせて、汚濁の著しい市街地河川の河道内に堆積しているゴミ・沈殿物を除去し、大連湾等への汚濁負荷流入を削減するとともに、護岸の整備などにより悪臭の防止や景観の向上を図り、環境モデル地区にふさわしい良好な河川環境を創造する。対象河川としては春柳河・凌水河・香周河など市内主要河川があげられる。(馬欄河・自由河ではすでに実施済み)

(b) 河道内水面の保持(下流河口部)

馬欄河など大連市の市街地河川はいずれも流域面積が小さく、自流量が0に近いため、今後下水道整備の進捗に伴い河川への流入水量がますます減少し、雨期以外は河道内の水面を保持することが困難となる。従って、上記とあわせて良好な河川環境を維持するため、河口部に可倒堰(ゴム堰)を設置し、潮汐の干満差を利用して少なくとも下流部の河道内の水面を保持する。対象河川は馬欄河・春柳河・凌水河・香周河(自由河ではすでに実施済み)とする。なお、この対策は可倒堰の運転管理が不十分であると悪臭の発生など、かえって逆効果になる恐れがあるので運転管理の徹底に留意する必要がある。

3) 海域での水質浄化対策

(a) 大連湾臭水套水域の底泥浚渫

水質モデルによる水質拡散解析の結果、大連湾臭水套水域では水質汚濁の原因として底泥から窒素・リンが溶出している可能性が指摘された。また、過去に排出された重金属など有害物質が底泥に相当蓄積していることも考えられる。従って、底泥の浚渫は有効な対策であるが、実施にあたっては未だ不明瞭な部分が多く、次のような課題について研究した上で実施の必要性・可能性を判断する必要がある。

- ・底泥溶出試験の実施による溶出量の実態把握と水質汚濁に対する寄与度の評価
- ・浚渫した底泥の処理・処分方法と処分地確保の可能性に関する研究

(b) 大連湾甜水套水域の水質浄化対策の実施

大連湾臭水套水域に次いで水質汚濁の著しい甜水套水域の改善策として、水質汚濁機構解析や将来水質予測結果より、生活系、工場系排水以外の対策の重要性が指摘された。現在のところ有効と考えられる対策としては湾内の養殖場の管理や大連化学工業の廃棄物処分場からの排水管理の強化などがあげられる。今後、甜水套水域における汚濁の主要原因とその寄与度(負荷量)を究明し、適切な水質改善策を実施していく必要がある。

(2) ソフト的対策

1) 洗剤の無リン化規制

今回調査において、洗剤の無リン化規制が実施されたとすると、寺兎溝や青泥地区や馬欄河地区など生活排水が汚濁の主体を占める地区では、将来 2010 年において、総リンの汚濁負荷量が現況またはそれ以下のレベルに抑制され、大きな効果があることが明らかになった。従って、洗剤の無リン化規制の導入は今後検討すべき重要な施策である。参考として日本における洗剤の無リン化規制状況について、巻末の資料編に示す。

2) 水質モニタリング体制の強化

大連市環境監測センターでは、現在工場排水水質や海域の水質・底質・生物に関して定期的なモニタリングを実施しているが、人員等の制約もあり監視項目や頻度など水質モニタリング体制が必ずしも十分とは言えない状況にある。ここでは、海域における今後の水質モニタリング体制（項目、地点、頻度）について、本調査で実施した水質・底質・生物調査結果等を踏まえ、次のように提案する。（工場排水水質のモニタリング体制については第 4 章 固定発生源を参照。）

(a) 水質

- ・今回実施した水質調査結果より、生活環境項目（SS、COD 等）や富栄養化項目（窒素、リン）については大連湾の臭水套水域や甜水套水域において高濃度を示していることから、これらの水域では新たに調査地点を追加し、調査頻度についても従来の毎年 3 回（4 月、7 月、10 月）から年 6 回程度に追加して監視を強化するものとする。
- ・また、富栄養化関連項目である窒素、リンについて現在は無機態成分の監視が行われているが、無機態成分の変化は藻類増殖活動を介して有機態成分と相互関係にある。従って、富栄養化の程度を評価するためには有機態成分も含めた総窒素、総リンを監視項目に追加する。
- ・なお、重金属類等の健康被害項目については、今回ほとんどの地点で定量限界以下かそれに近い濃度レベルを示していることから、調査頻度は従来どおり年 3 回で、調査地点については今後、ほとんどの項目で定量限界以下を示す地点は廃止するなど地点数の絞り込みを行う。

(b) 底質

- ・調査地点については、従来の定期調査では南部沿岸と大連湾沖合いの 2 地点のみであったが、今回調査結果において重金属等高濃度を示した甜水套、臭水套、馬欄河河口部各 1 地点を新たに追加することとする。

- ・調査項目については従来の項目に加え、今回調査では実施しなかったが、富栄養化の著しい甜水套、臭水套水域については総窒素・総リンの含有量の追加を検討する。
- ・調査頻度は従来どおり年1回程度とする。
- ・なお、今回調査では地点、項目によっては経時的にばらつきが大きいという結果になっている。底質はサンプリング地点の地形の状況など局所的な影響を受けやすいと考えられるため、サンプリングは1個所のみ採取するのではなく調査地点近傍数箇所から採取するなど採取方法に留意する必要がある。

(c) 生物

- ・水質の理化学的指標は、調査地点の瞬時の汚濁状況を示すのに対し、生物指標は汚濁状況に関し過去の履歴を含めた時間的な積分値を表しており、理化学的指標とあわせて水質汚濁の総合的な評価が可能となる。
- ・生物調査に関し、従来の定期観測ではクロロフィル a、大腸菌、植物プランクトンを観測していたが、今回調査では新たに動物プランクトン、底生生物、付着生物調査を大連水産学院大学に委託して実施し、その結果、大連湾等の総合的な水質汚濁評価に際し貴重なデータが得られた。
- ・そこで、今後の生物に関するモニタリングについては、富栄養化の観点から従来の観測項目に加え、植物プランクトンと直接的な従属栄養関係にある動物プランクトンを追加する。
- ・調査地点については前記の水質と同じく、大連湾の臭水套水域や甜水套水域において新たに調査地点を追加し、調査頻度についても従来の毎年3回（4月、7月、10月）から年6回程度に追加するものとする。
- ・なお、底生生物や付着生物調査については、今回調査した地点で5年に1回程度実施し、大学との共同委託研究などを通じて分析技術の蓄積を図るものとする。

以上より、水質モニタリング体制（案）についてまとめて表 3-9-4 に示し、調査地点を図 3-9-2 に示す。なお、今後下水道整備や工場排水処理対策等の進展により、水質改善効果が明らかになるなど、水質汚濁状況の変化に応じて随時モニタリング体制を見直すこととする。

3.9.3 実施工程計画

これまでにまとめた各水環境改善対策の実施工程計画を図 3-9-3 に示す。

表 3-9-4 水質モニタリング体制 (案)

種別	観測項目	観測地点	観測頻度
水質	<ul style="list-style-type: none"> ・生活環境項目 pH、DO、SS、COD等 ・富栄養化項目 総窒素、無機態窒素、 総リン、無機態リン 	(既設地点) ・甜水套～臭水套 (No.1、2、3、15、16、17、 H009) ・老虎灘湾 (No.28、29) ・馬欄河河口部～凌水河河口部 (No.31、32、33) (新設地点) ・甜水套：湾中央 (No.A) 大連化学工業廃棄物処分場排水口近傍 (No.B) ・臭水套：湾奥部 (No.C、No.D)	年6回 (隔月)
		上記以外の既設地点	年3回 (4月・7 月・10月)
	<ul style="list-style-type: none"> ・健康被害項目 (重金属等) 	既設の全地点 (今後、ほとんどの項目で定量限界以下の地点は 廃止を検討する)	年3回 (4月・7 月・10月)
底質	<ul style="list-style-type: none"> ・従来項目に加え総窒 素、総リンを追加 	(新設地点) ・甜水套 No.16 ・臭水套：No.15	年1回 (7月)
	<ul style="list-style-type: none"> ・従来項目 	(既設地点) ・大連湾沖合い：No.H012 ・南部沿岸：No.34 (新設地点) ・馬欄河河口部：No.31	年1回 (7月)
生物	<ul style="list-style-type: none"> ・クロロフィル a、大腸 菌、植物プランクト ン、動物プランクトン 	(既設地点) ・甜水套～臭水套 (No.15、16、H009) ・老虎灘湾 (No.28) ・馬欄河河口部 (No.31) (新設地点) ・甜水套：湾中央 (No.A) ・臭水套：湾奥部 (No.C)	年6回 (隔月)
		(既設地点) ・No.H012、34	年3回 (4月・7 月・10月)
	<ul style="list-style-type: none"> ・底生生物・付着生物 	今回調査で実施した地点	5年に1回程度

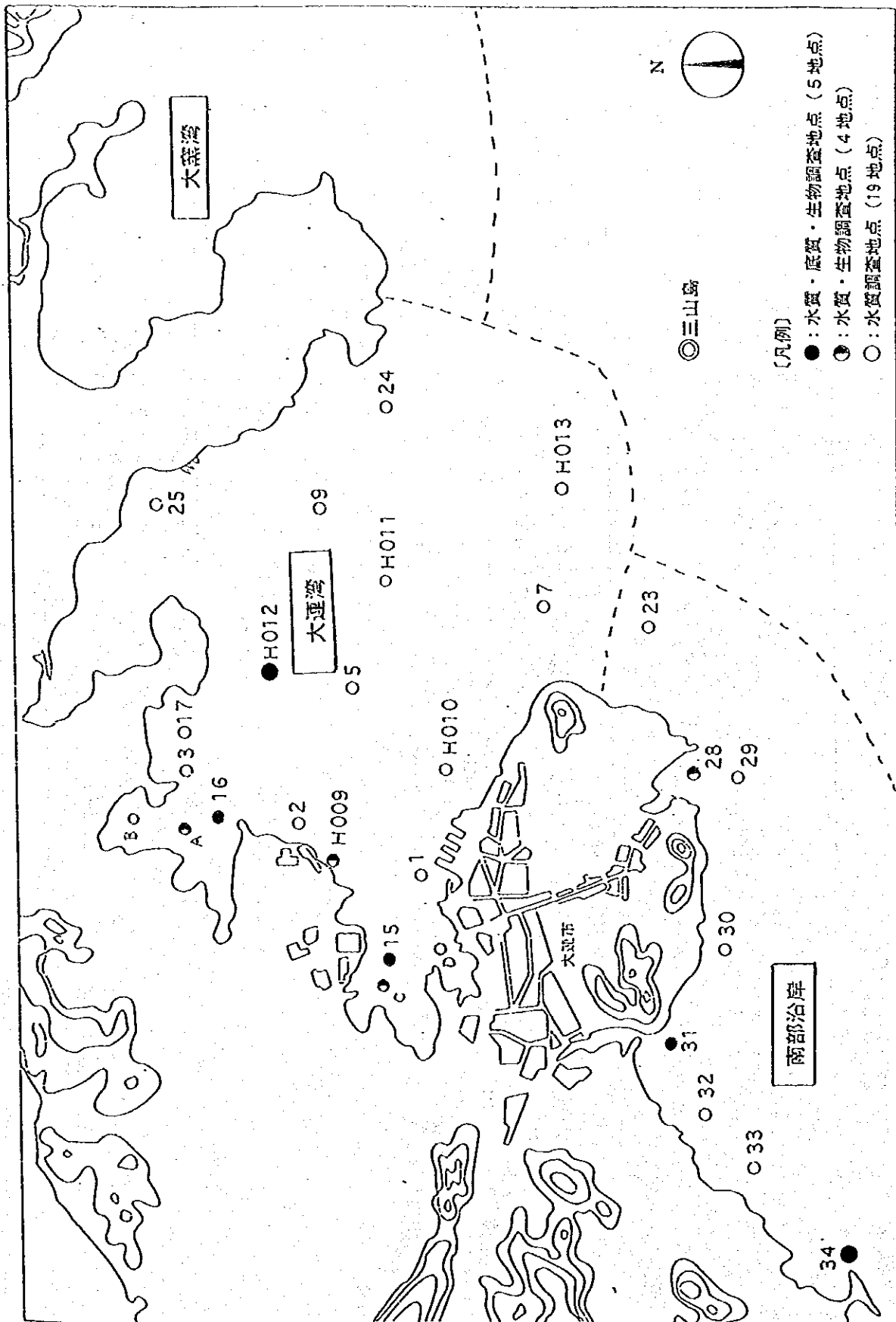


図3-9-2 大連湾水質モニタリング地点 (案)

表3-9-5 大連湾等の水質保全のために実施すべき水質保全対策案

分類	1.流域対策	2.流入河川対策	3.海域での浄化対策
I. ハード的対策 (施設の設置等)	(1) 下水道整備 ① 下水処理施設の新設/増設 ・春柳処理場(増設)・馬欄河処理場(増設) ・老虎灘処理場・凌水処理場 ・寺兒溝処理場・三道灣処理場 ・大連湾処理場・付家庄処理場 ② 3次処理施設の建設(窒素・リンの除去) ・春柳処理場 (2) 屎尿浄化槽の機能改善 (3) 工場排水処理対策 ① 工場排水処理施設の設置 ・大連化学工業・大連製鋼・大連松遼化工 ・大連石油加工石油第7工場・大連染料工場 ・大連海洋漁業公司・大連塩素酸カリウム工場 ・大連釀酒工場(下水道排水前処理設備) ② クリーナープロダクションの導入 ・大連製鋼・大連化学・大連染料・大連製薬 ③ 工場移転 (4) 排水の循環再利用 ① 下水処理水の再利用 ② 工業用水の回収率向上	(1) 河川環境の保全整備 ① 河川堆積物の除去・護岸整備 ・春柳河・香周河・凌水河 ・その他市内主要河川 ② 河道内水面の保持(河口部感潮域) ・春柳河・香周河・凌水河等	(1) 物理的手法 ① 底泥浚渫・覆砂 (大連湾臭水套水域) ② 赤潮藻類の回収 (2) 生物的手法 ① 干潟利用による海域浄化 ・稜魚湾(大連湾最奥部) ② 植生護岸の整備
II. ソフト的対策 (法令・指導・PR等)	(1) 洗剤の無リン化規制 (2) 各家庭での生活排水対策指導・PR (3) 排水監視体制の強化 (4) 排水処理技術に関する研究・開発 (5) 環境保全型生産技術の開発	(1) 河川愛護PR活動の展開 (2) 河川水質監視体制の強化 (3) 河川水質浄化対策技術に関する研究・開発	(1) 海域水質監視体制の強化 (特に甜水套, 臭水套水域) (2) 水質汚濁機構・対策技術に関する研究・開発

図3-9-3 水環境改善対策実施工程計画(案)

種別	対策事業	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年以降
1. 下水道整備 (下水道処理場建設)	(1)本郷下水処理場	↔	↔											
	(2)高橋町下水処理場	↔	↔											
	(3)老後郷下水処理場			↔										
	(4)渡水町下水処理場				↔									
	(5)寺尾郷下水処理場					↔								
	(6)付家庄下水処理場						↔							
	(7)三波郷下水処理場							↔						
	(8)大連郷下水処理場								↔					
2. 工場排水処理	(1)大連化学公司													
	①原水調整池・脱色脱臭水処理													
	②向上装置増強													
	③最新鋭装置の設置													
	④No.56排水口系総合加圧浄上装置													
	⑤No.57排水口系総合加圧浄上装置													
	⑥危険所排水加圧浄上装置													
	⑦風気装置内源液漏れ防止対策													
	⑧最新鋭装置の設置													
	(2)大連松葉化工公司(廃業)													
	①処理処理後に加圧浄上装置設置													
	②沈殿・加圧浄上装置増強													
	③沈殿中和設備設置													
	④フエノール除去設備設置													
	⑤フエノール除去設備増強													
	⑥COD除去設備設置													
	⑦COD除去設備増強													
	(3)大連製鋼工場													
	①圧延工程排水汚濁防止対策													
	②圧延工程排水加圧浄上処理													
	③ガス発生処理装置(CP)汚水処理処理													
	④ガス発生処理装置(CP)汚水処理処理													
	(4)大連石油加工第二工場													
	①アンモニウム態窒素除去装置の新増													
②生化学へのアンモニウム態窒素除去装置の新増														
③アンモニウム態窒素除去装置の新増														
④生化学へのアンモニウム態窒素除去装置の新増														
(5)遼寧省大連海洋漁業公司														
①既設処理装置の改修・改定														
②既設処理装置の改修・改定														
③アンモニウム態窒素除去装置の新増														
(6)大連製鋼工場														
①製鋼機排水の加圧浄上処理														
②No.91排水口系総合加圧浄上装置														
(7)大連製鋼工場														
①大連化学製鋼場への廃棄														
②沈殿・加圧浄上装置の新増														
③アンモニウム態窒素除去装置の新増														
3. その他の対策	(1)河川開発改修事業													
	①河道整備・河川地帯の除染													
	②河道内水面の保水													
	(2)湖沼等の水質浄化対策													
	①底泥浚渫(伏水袋対策)													
	②湖沼内水面の水質改善対策の取組													
	(3)沈殿の黒リソリ化規制の取組													
	(4)水質モニタリング体制の強化													

【参考資料】日本における洗剤の無リン化規制状況について

日本における合成洗剤の無リン化規制については、日本最大の湖沼である琵琶湖での大規模な赤潮発生など富栄養化問題を契機に、滋賀県で合成洗剤追放運動が開始されたことが発端である。

すなわち、洗濯用の粉末合成洗剤には当初リン酸塩が配合されていたが、それが湖沼などの閉鎖性水域に流入すると、植物性プランクトンの異常増殖などの富栄養化現象を引き起こす原因物質として作用し、かつ蓄積性がとくに高いため、合成洗剤中のリン酸塩が社会的に問題にされた。

1979年10月には滋賀県で「琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」、茨城県では1981年の「霞ヶ浦富栄養化防止条例」などを契機に全国的に有リン合成洗剤追放運動の波が高まり、無リン合成洗剤の需要が拡大した。

無リン合成洗剤とは、トリポリリン酸ナトリウム（リン酸塩）を助剤として配合しない合成洗剤である。1973年にクエン酸を配合した無リン洗剤が発売されたが、性能と価格の面で消費者に受け入れられなかった。しかし、業界で段階的にリン酸塩の低減化を図り、1980年にはリン酸塩の代替品の一つとして、アルミノケイ酸ナトリウム（ゼオライト）が実用化され、洗浄力、価格ともに有リン洗剤に劣らない無リン洗剤が開発された。現在、日本ではほぼ完全に無リン洗剤は普及している。

このように、日本では洗剤の無リン化を法的に規制しているのは、滋賀県、茨城県といった地方自治体の条例レベルであるが、一般住民の環境保全意識の高まりにより実質的に洗剤の無リン化が進められているという状況にある。

なお、有リン・無リンに係わらず合成洗剤に含まれる化学物質の人体への安全性に対する危惧から、当初滋賀県でも、生物分解性が高くより安全な粉石鹼への使用転換運動が主流であったが、洗剤力の面で合成洗剤より劣ることや、合成洗剤を誤摂取した中学生が軽度の化学中毒で済んだ事件もあり、粉石鹼運動は現在低迷化の傾向にあるが、消費者団体や主婦の間で依然根強く展開されている。

以下、滋賀県の「琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」（抜粋）を示す。

第17条の1

何人も、県内でリンを含む家庭用合成洗剤（リン洗剤）を使用してはならない。

同条の2

何人も県内に住所または居所を有する者に、リン洗剤を贈ってはならない。

第18条の1

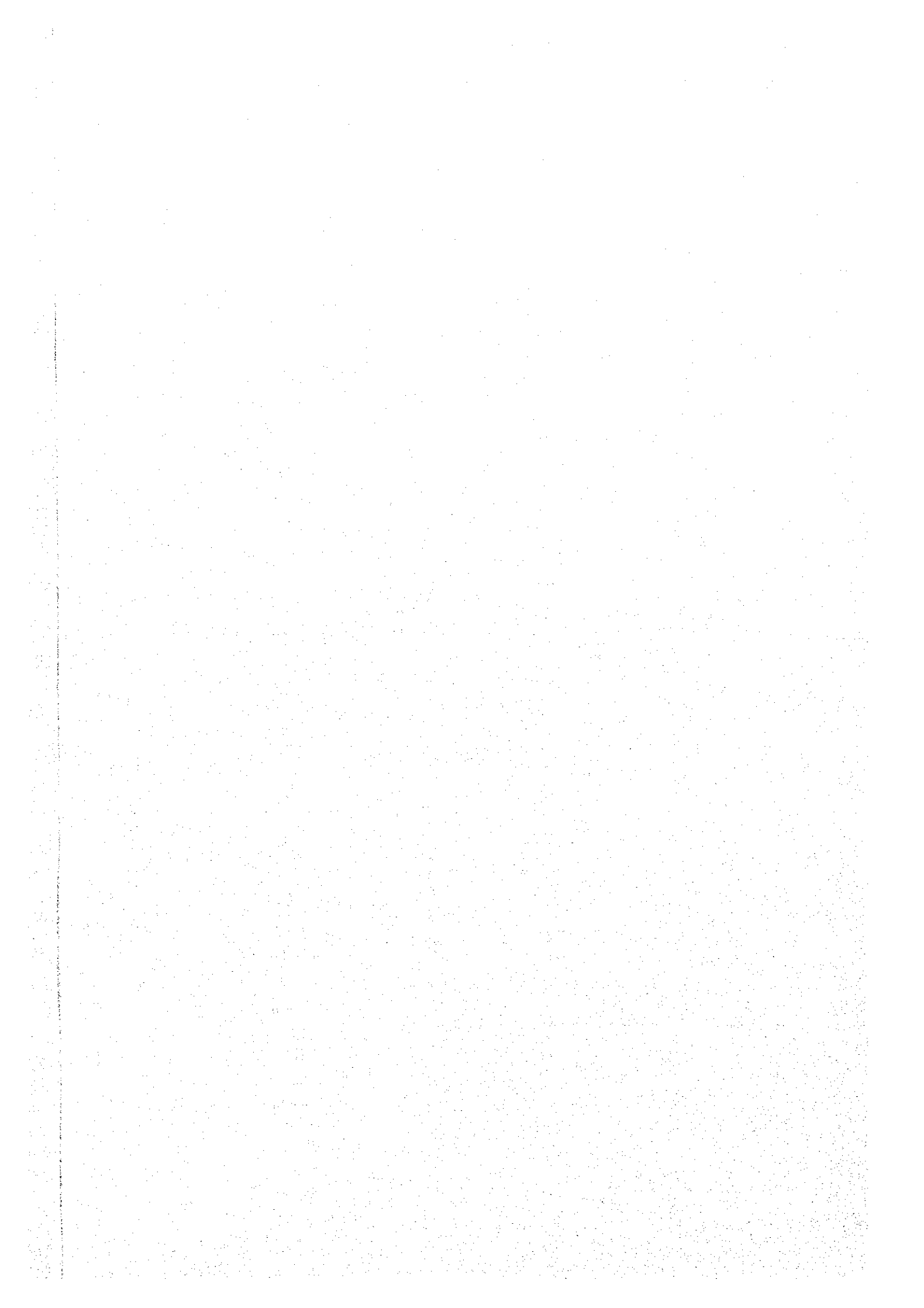
販売業者等は県内で、リン洗剤を販売、供給してはならない。ただし書面により県内使用しない申し出をした者への販売、供給はこの限りでない。

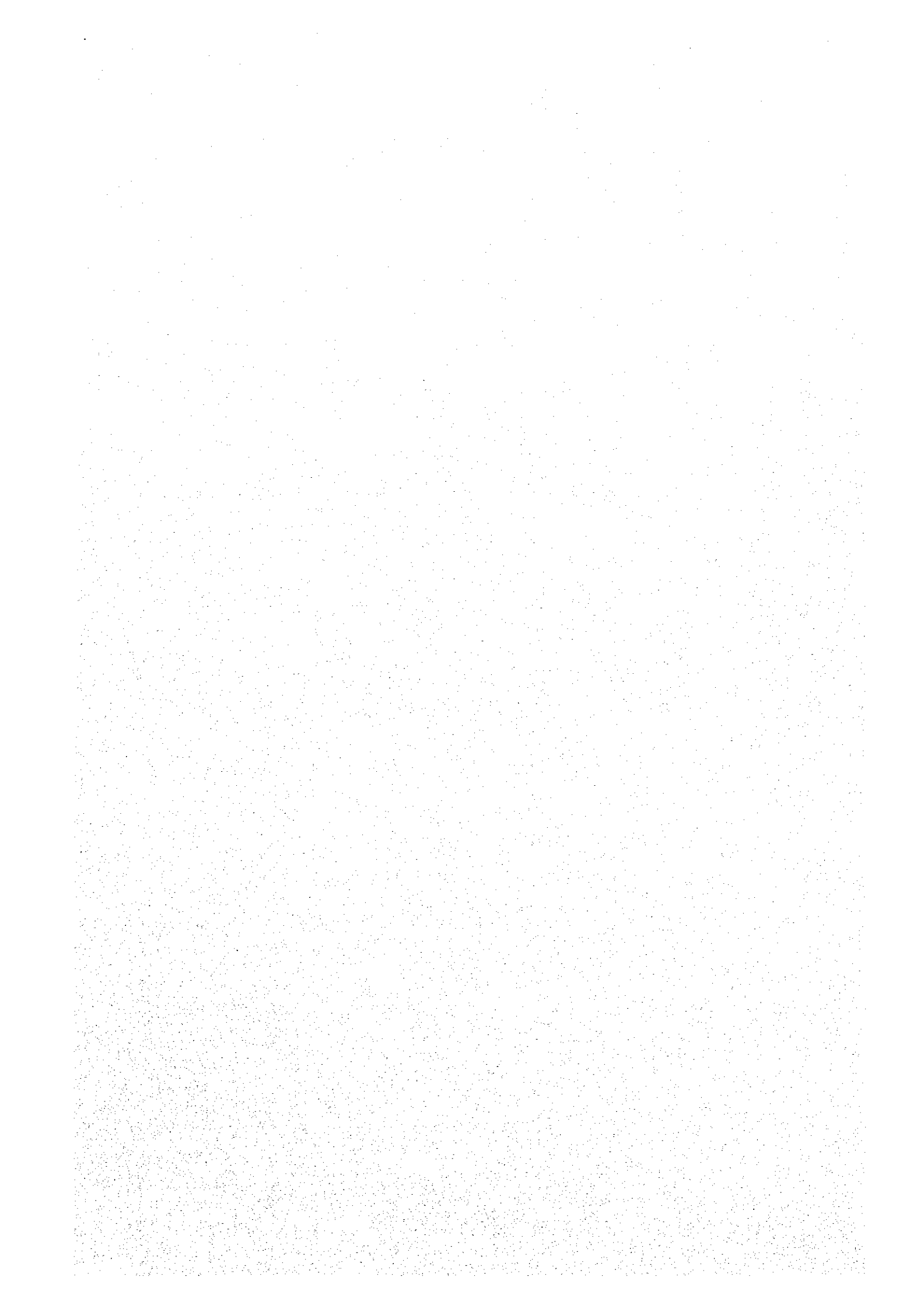
第19条の1

知事は、販売業者等が前条第1項の規定に違反して、リン洗剤を販売、供給していると認めるときは、当該販売業者から報告を求め、規定の順守について指示することができる。

第20条

知事は、前条第1項または第2項(略)の規定による指示を受けた者がその指示に従わないで、リン洗剤を販売、供給しているときは、当該販売業者等に、リン剤の店頭からの撤去などを命ずることができる。(違反者は10万円以下の罰金)。





JICA