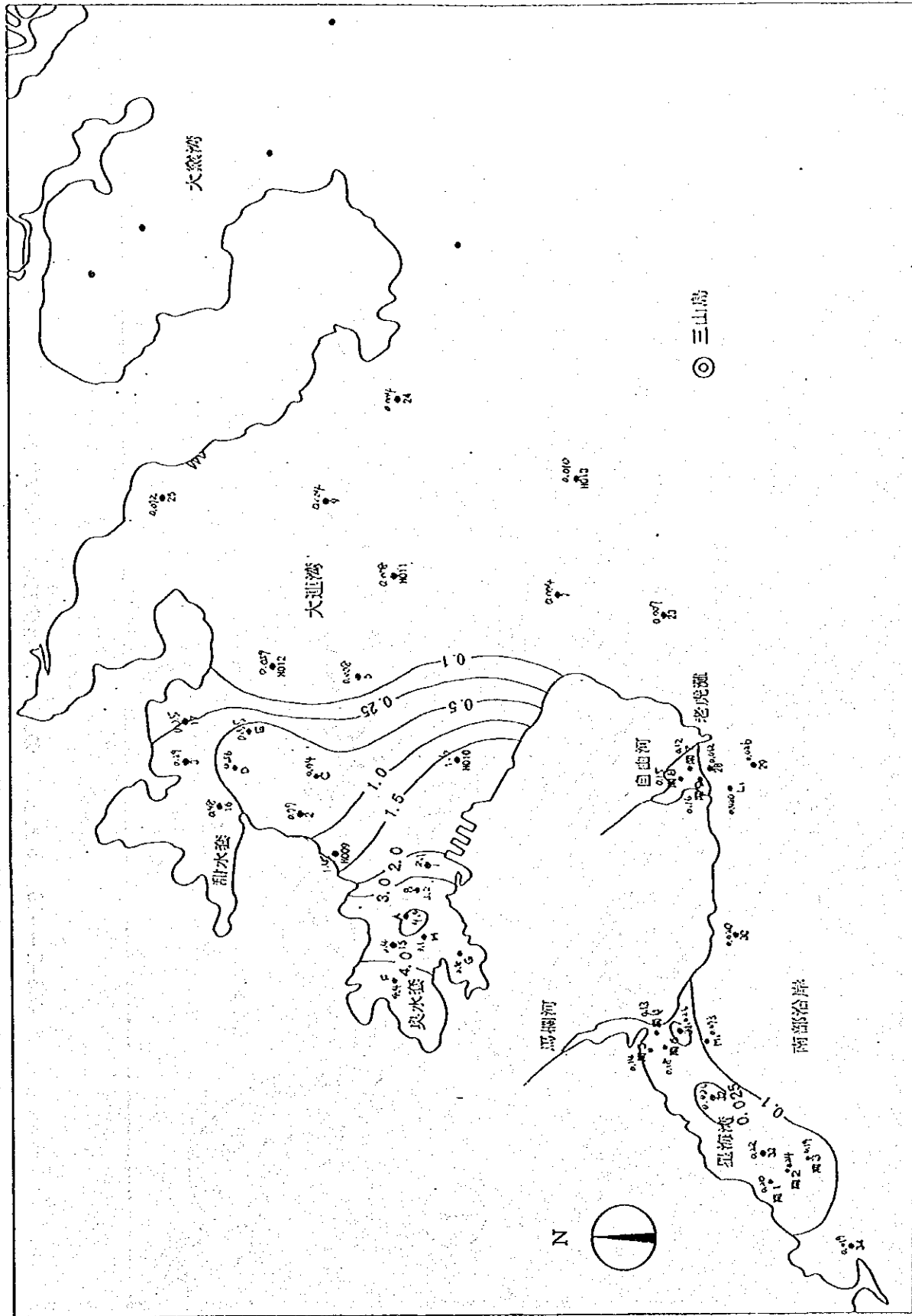


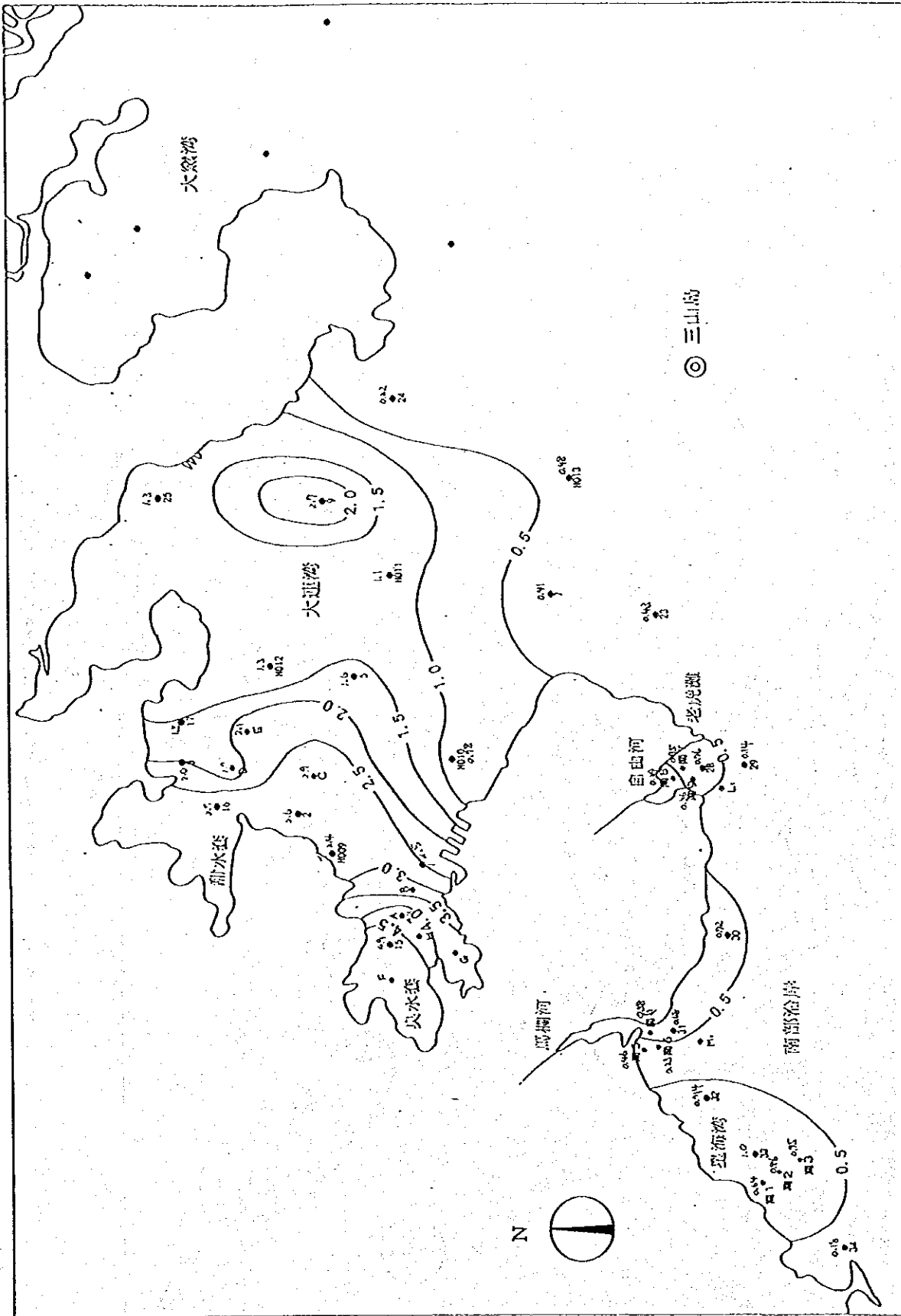
(単位: mg/l)

図3-2-4-16 対象水域内のNH₄-N濃度分布図 (1998年4月)



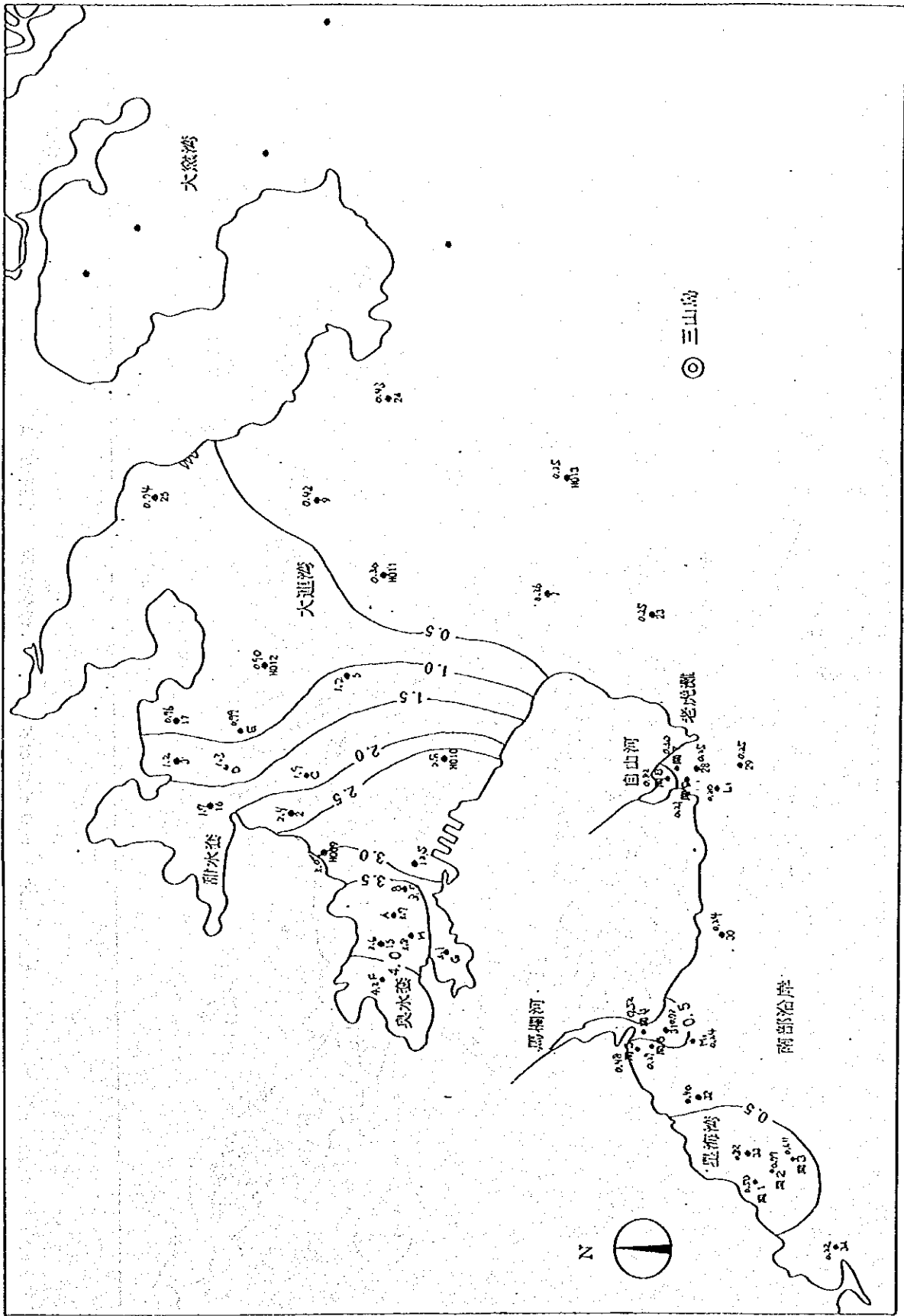
(単位: mg/l)

図3-2-4-17 対象水域内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度分布図 (1998年7月)



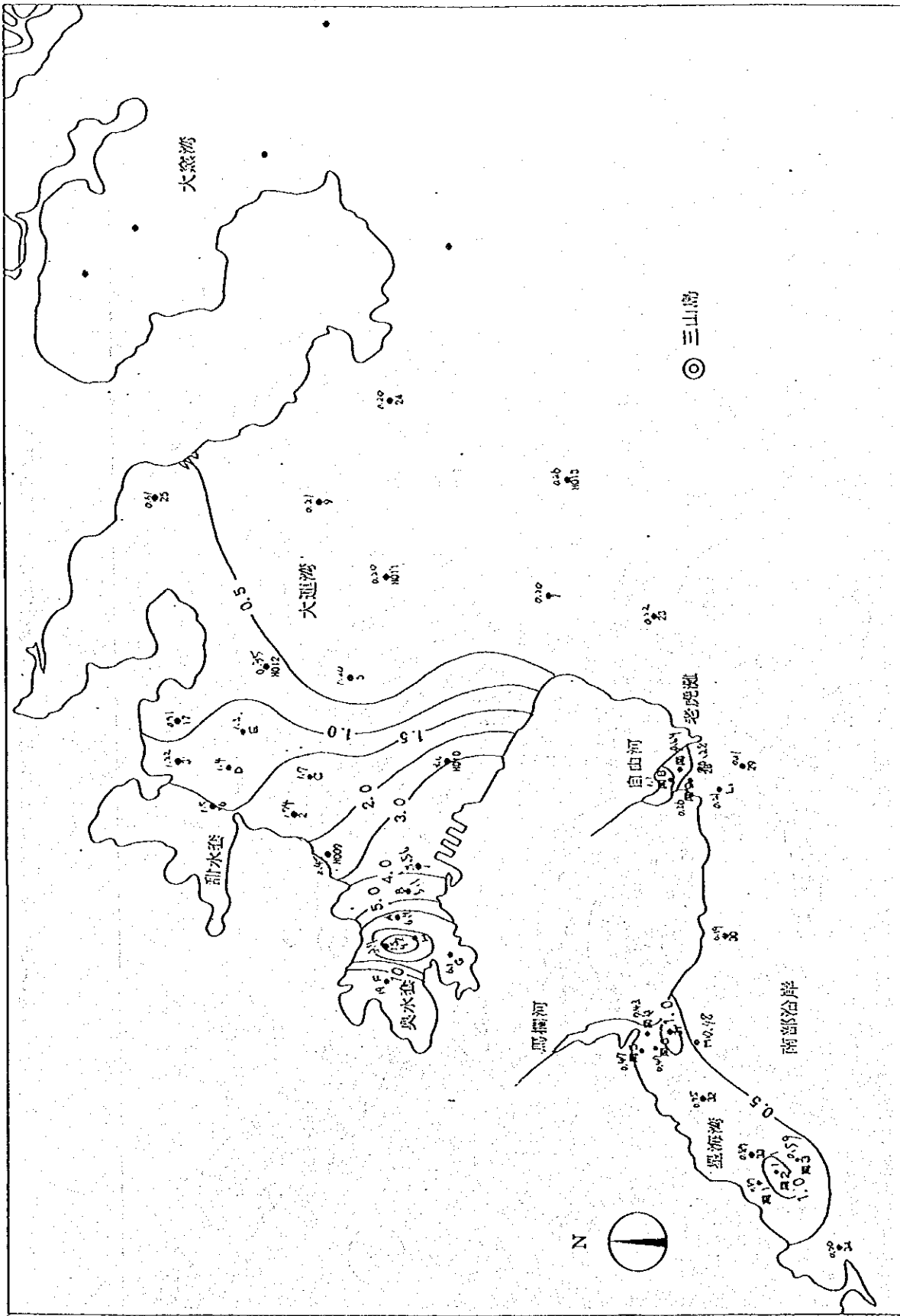
(単位：mg/l)

図3-2-4-18 対象水域内の総窒素濃度分布図 (1997年10月)



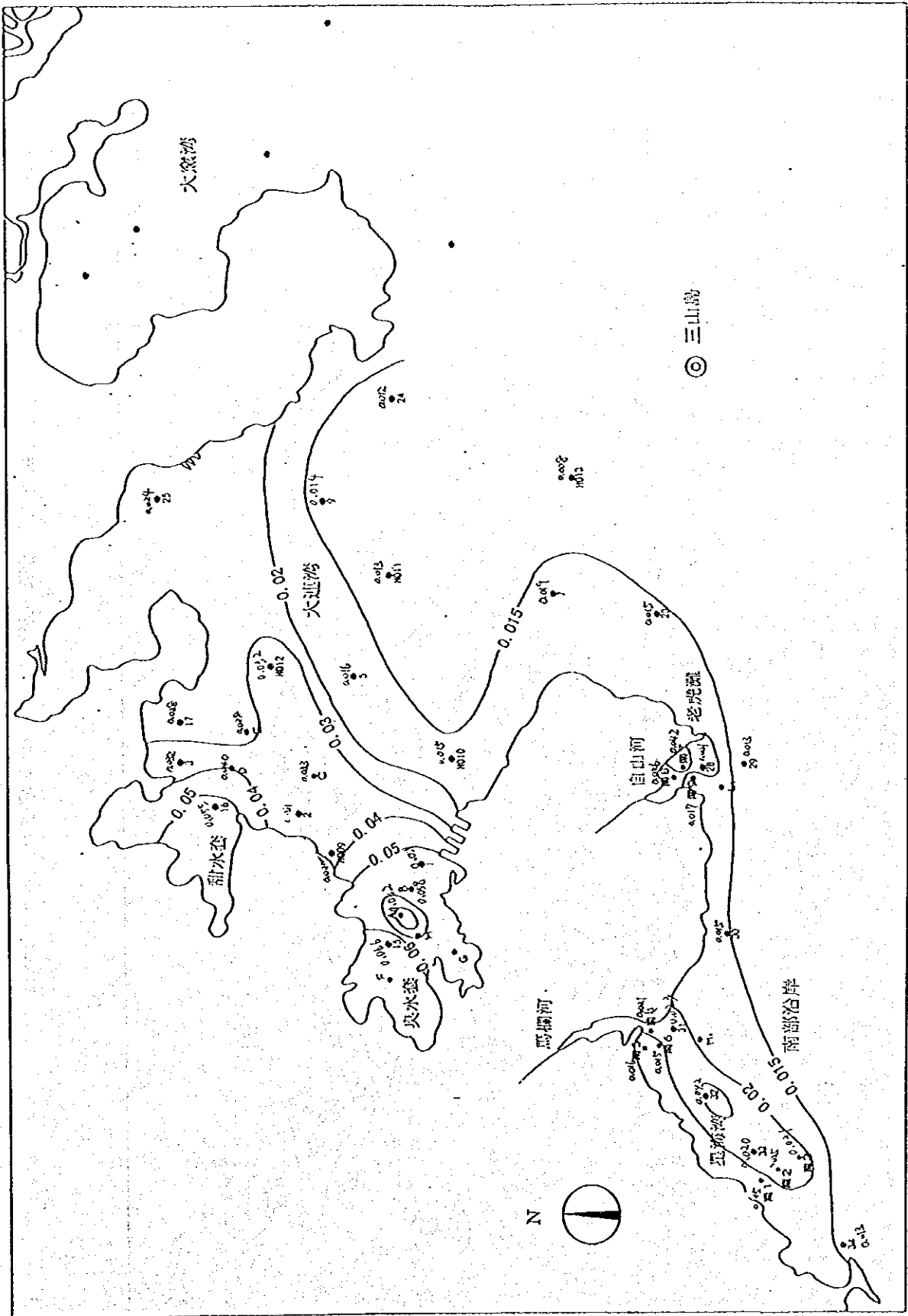
(単位: mg/l)

図3-2-4-19 対象水域内の総窒素濃度分布図 (1998年4月)



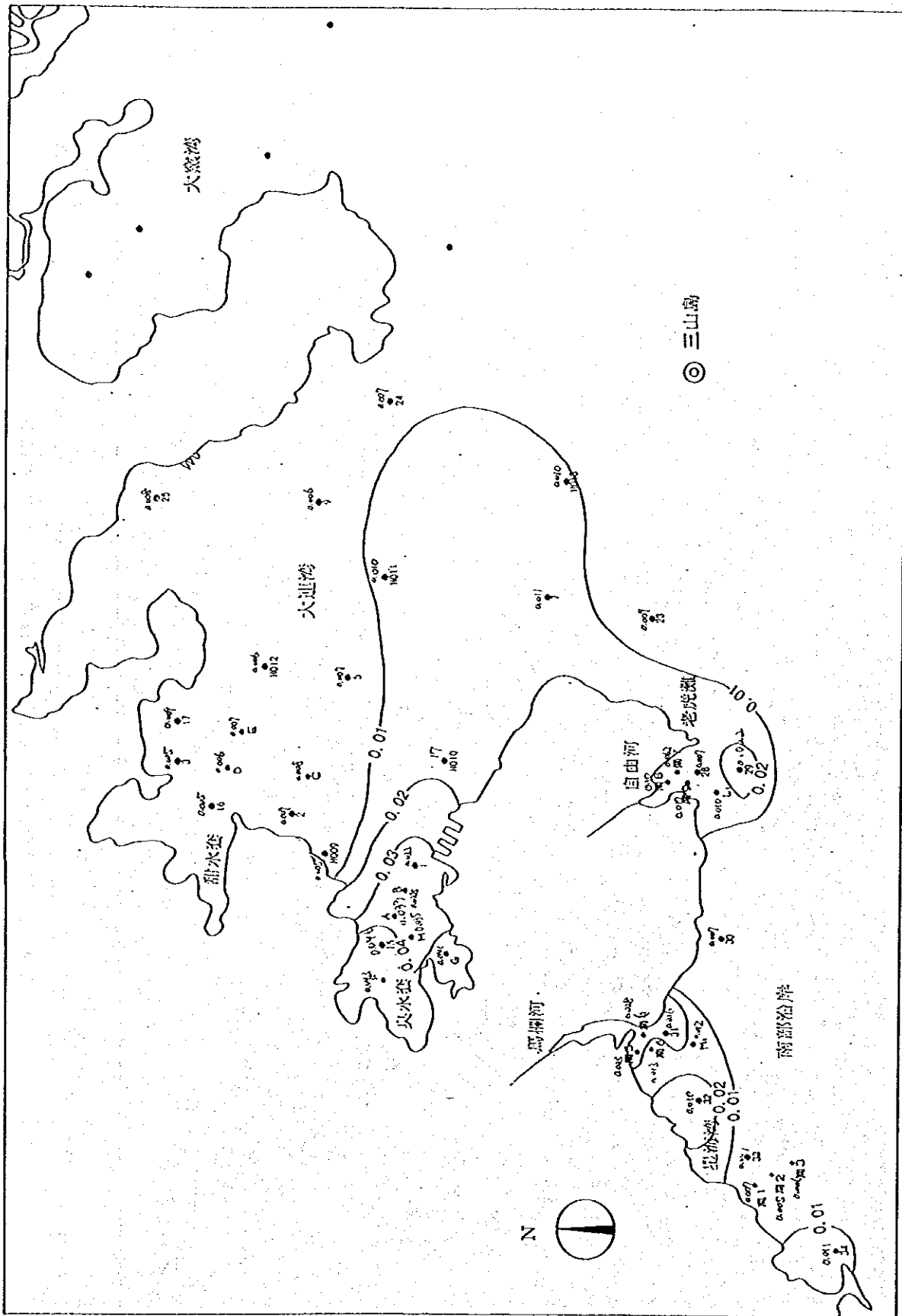
(単位: mg/l)

図3-2-4-20 対象水域内の総窒素濃度分布図 (1998年7月)



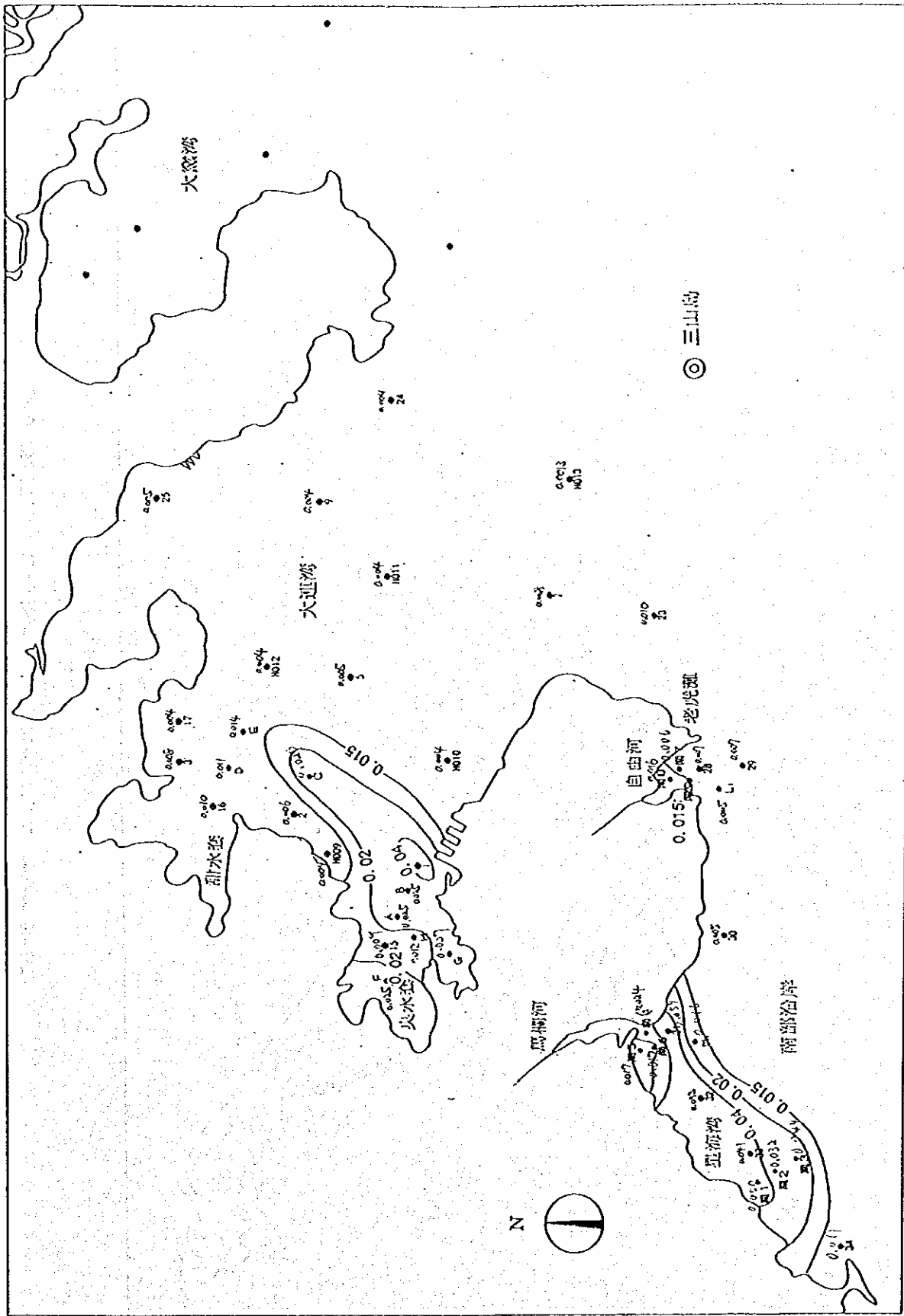
(單位：mg/l)

図3-2-4-21 対象水域内のPO₄-P濃度分布図 (1997年10月)



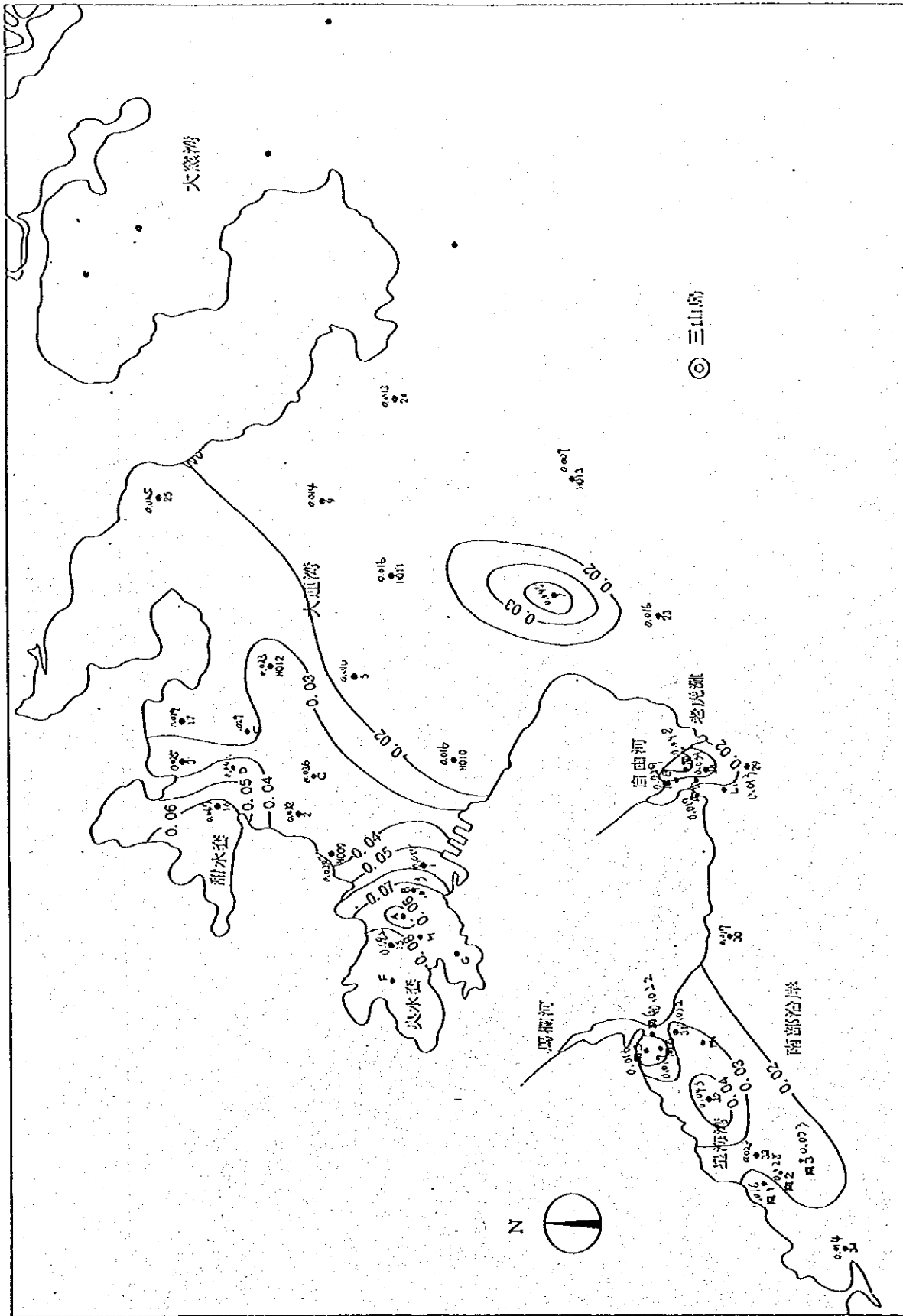
(単位: mg/l)

図3-2-4-22 対象水域内のPO₄-P濃度分布図 (1998年4月)



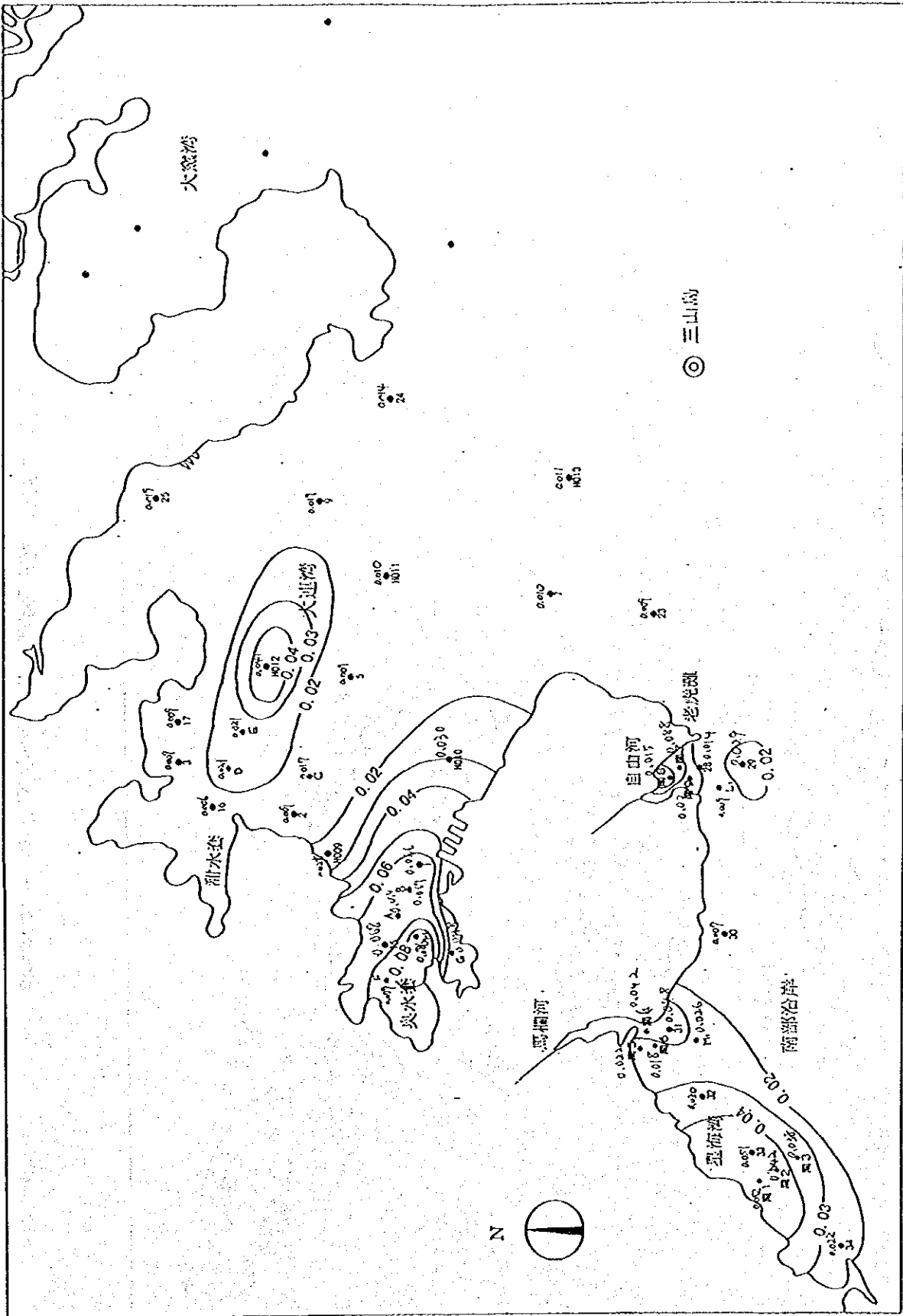
(単位: mg/l)

図3-2-4-23 対象水域内のPO₄-P濃度分布図 (1998年7月)



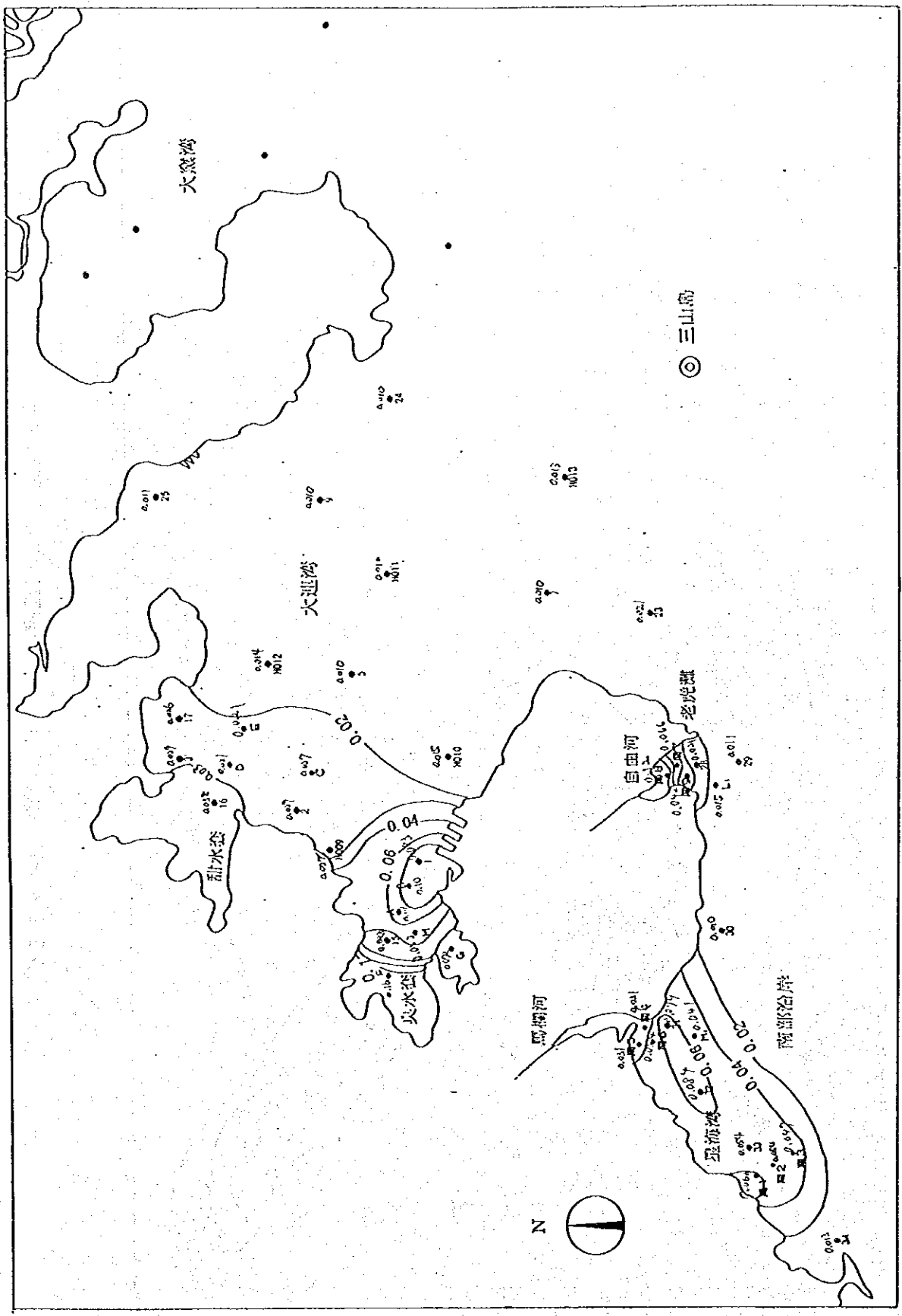
(單位：mg/l)

図3-2-4-24 対象水域内の総リン濃度分布図 (1997年10月)



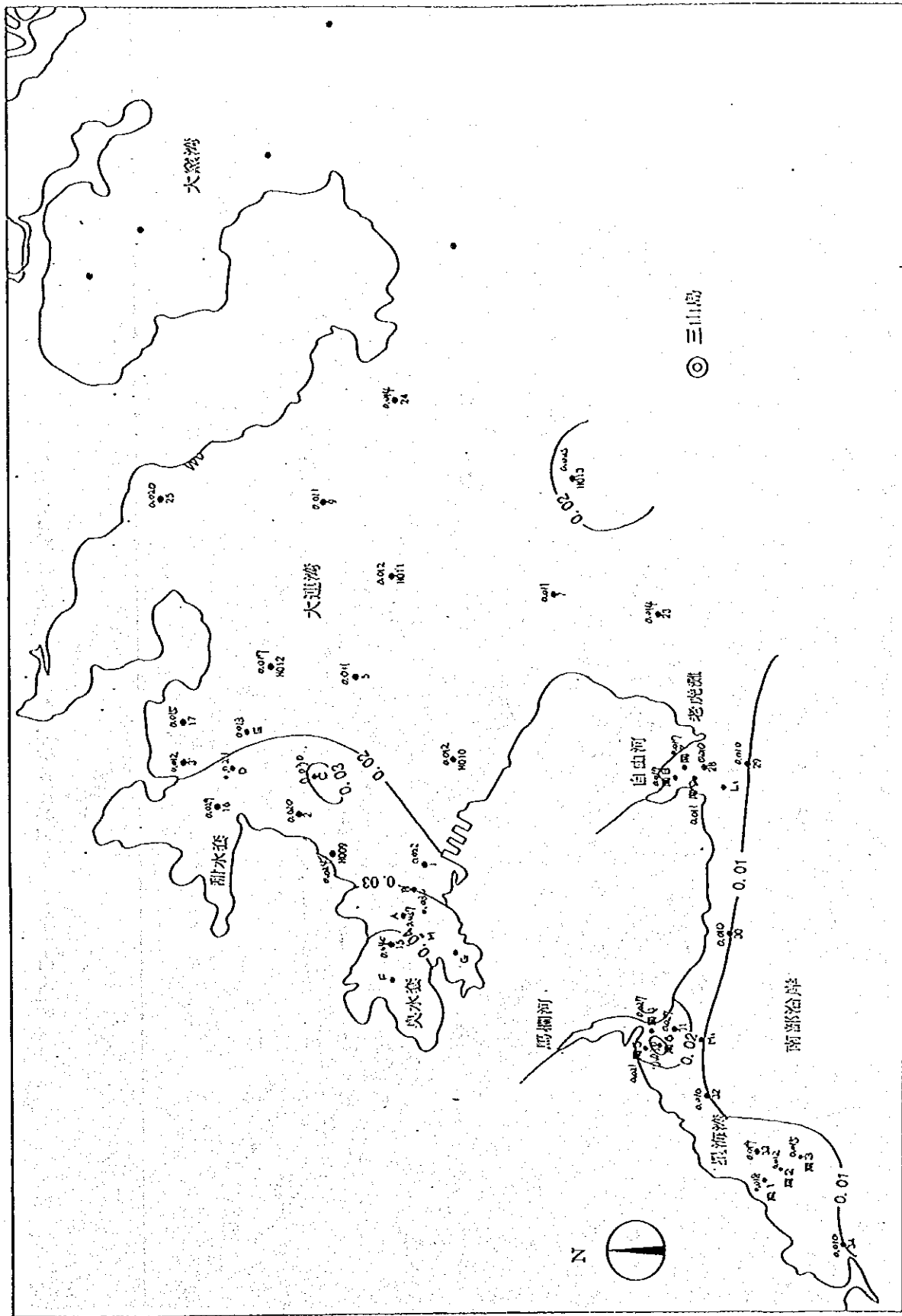
(単位：mg/l)

図3-2-4-25 対象水域内の総リン濃度分布図 (1998年4月)



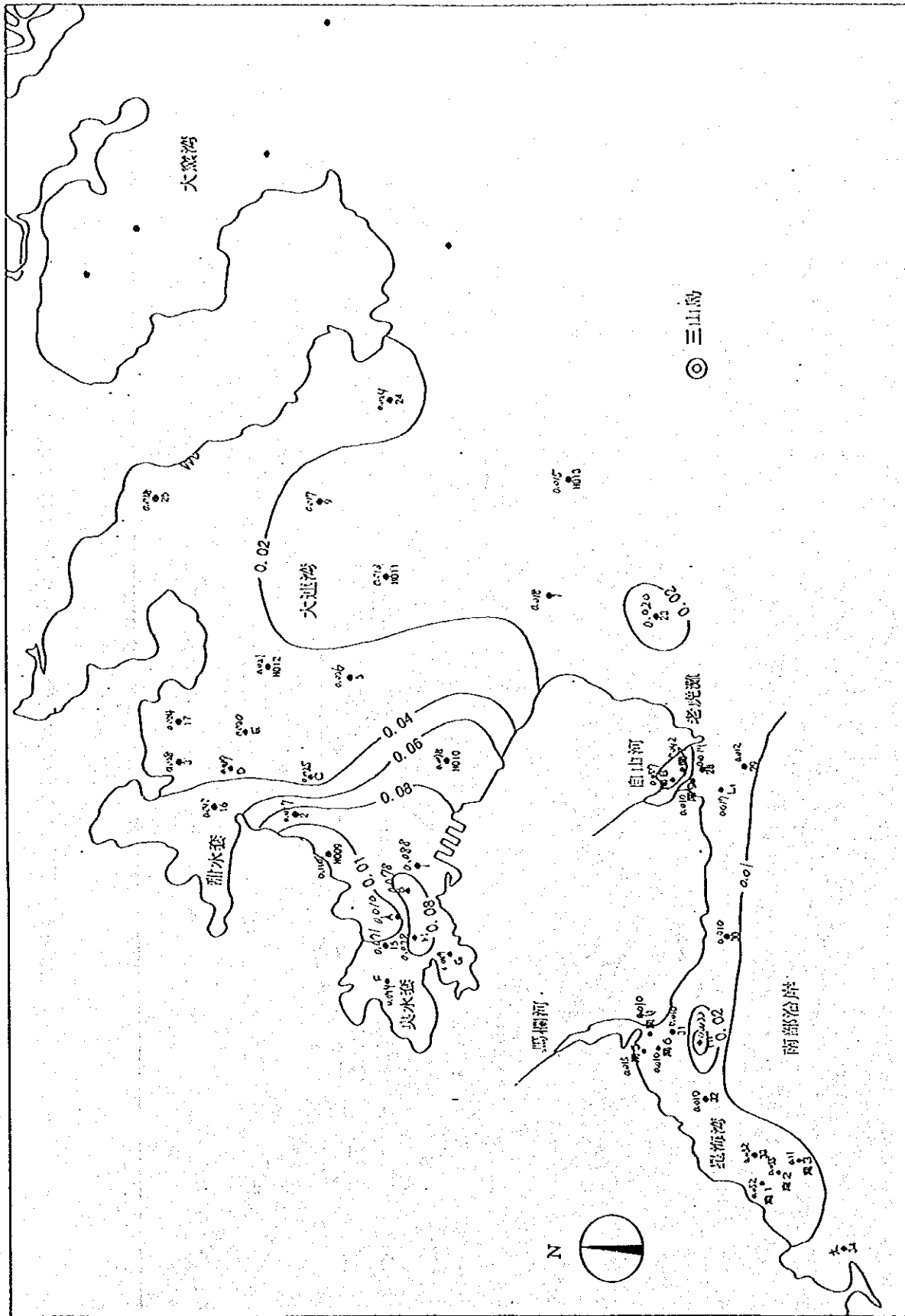
(單位：mg/l)

図3-2-4-26 対象水域内の総リン濃度分布図 (1998年7月)



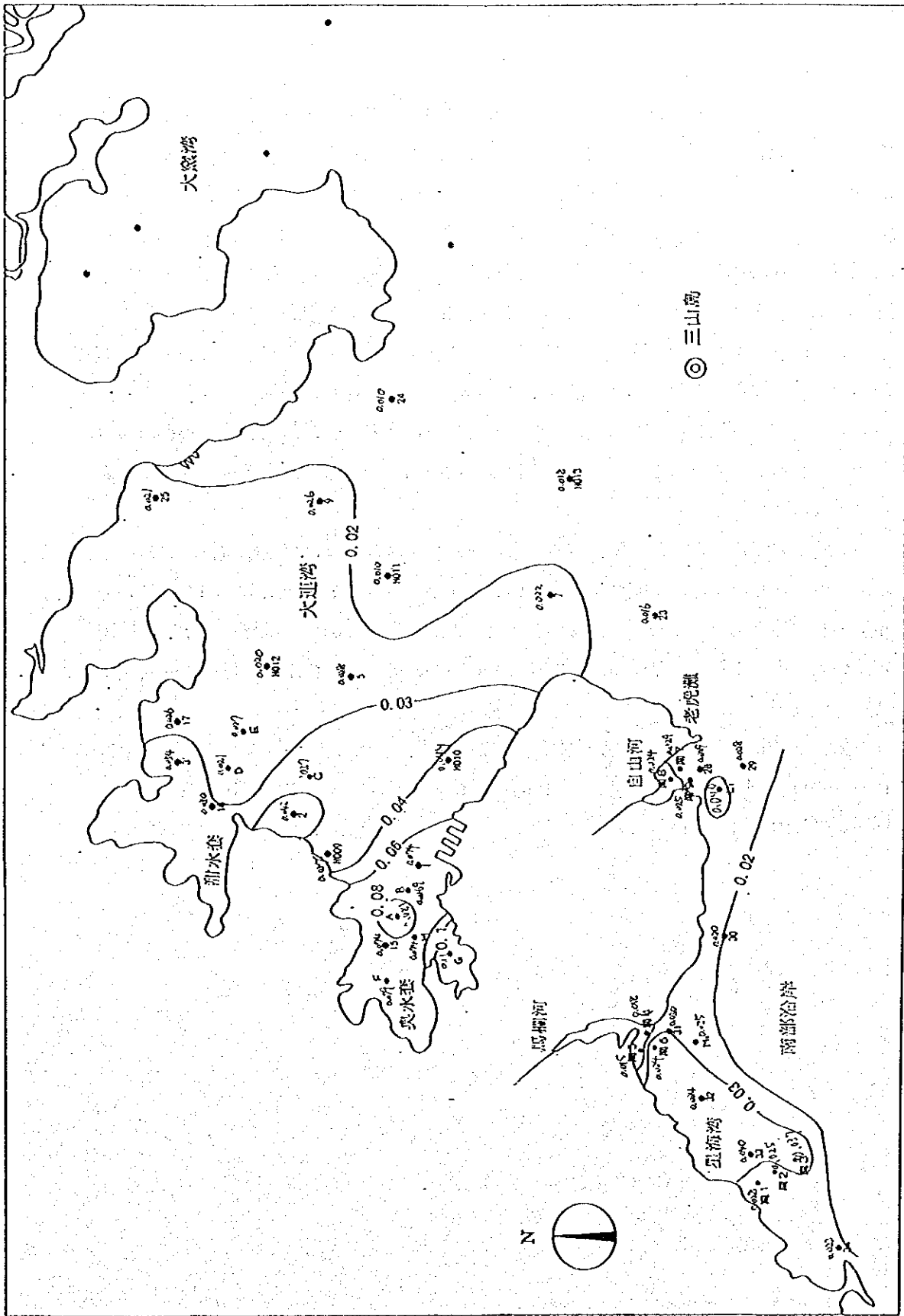
(單位：mg/l)

圖3-2-4-27 対象水域内の油分濃度分布図（1997年10月）



(單位：mg/l)

圖3-2-4-28 対象水域内の油分濃度分布図 (1998年4月)



(単位：mg/l)

図3-2-4-29 対象水域内の油分濃度分布図 (1998年7月)

3.2.4.3 底質調査結果

底質調査は、3.2.4.1で前述したように1997年10月および1998年4月の計2回の調査結果をもとに、大連湾に関しては沖合（3地点）、臭水套（6地点）、甜水套（1地点）の3水域、南部沿岸では老虎灘湾（1地点）、馬欄河河口部（2地点）、凌水河河口部（2地点）の3水域を対象に、各水域に含まれる調査地点の全データを平均し、図3-2-4-30に示した。図3-2-4-30に示した基準値は表3-2-3-4に記載した「全国近岸海域資源調査」調査研究レポートの基準値を再度引用している。以下に近年における大連湾、南部沿岸の底質状況を検討する。

- 1) 水域別にみると、水銀を除き大連湾海域の臭水套水域で高い値を示し、その測定値の幅も大きい。また、大連湾海域の沖合水域と甜水套水域の底質は、水銀、油分、クロム以外の項目でほぼ同レベルであり、南部沿岸海域ではヒ素、強熱減量を除き馬欄河河口部の底質レベルが高い。ここで、馬欄河河口部の亜鉛、油分は臭水套水域と同程度の高い値となっている。
- 2) 基準値との関係を見ると、鉛、銅、ヒ素は臭水套水域以外はほぼ基準値付近の値を示す。一方、水銀は全水域で基準値以下の値を示すが、各水域とも0.1mg/kg以上と1990年頃のレベルとあまり変わっていない。また、カドミウムに関しては臭水套水域では測定値の幅が広く平均値も基準値以上となっているが、それ以外の水域ではほとんど検出されていない。
- 3) 亜鉛、油分に関しては、ほぼ全水域で基準値以上の値を示している。ここで亜鉛は1992年時点の調査結果と比べても全体的に高くなっている。一方の油分に関してもほぼ同レベルの底質で推移している。

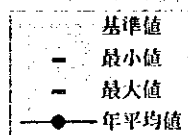
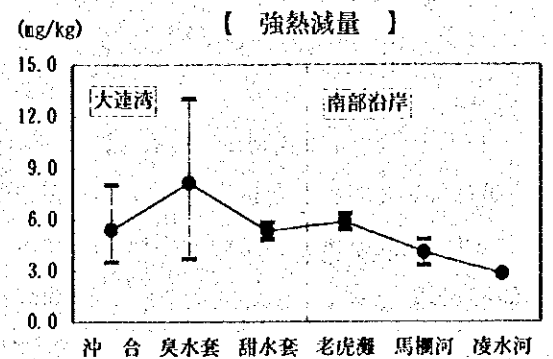
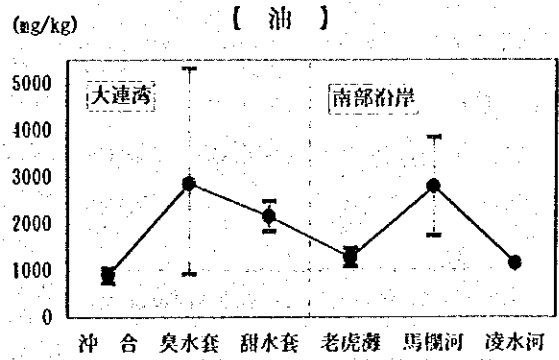
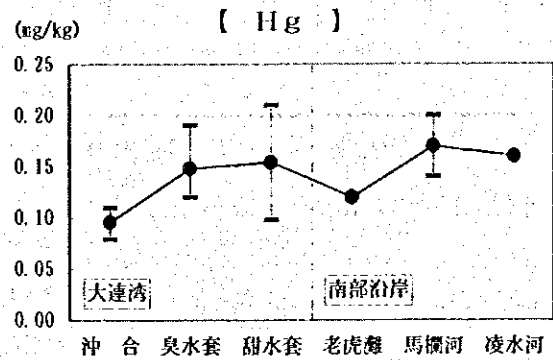
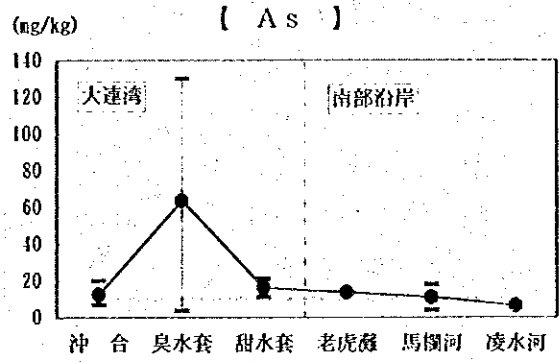
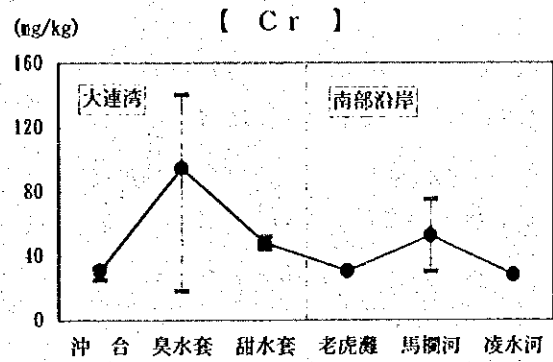
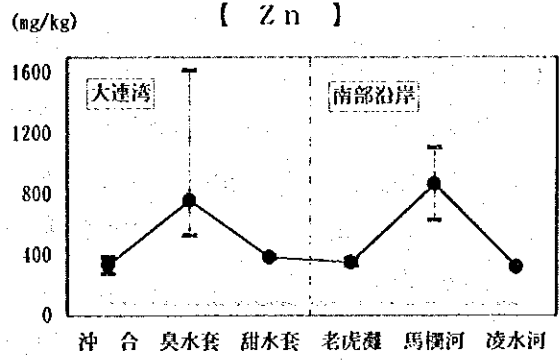
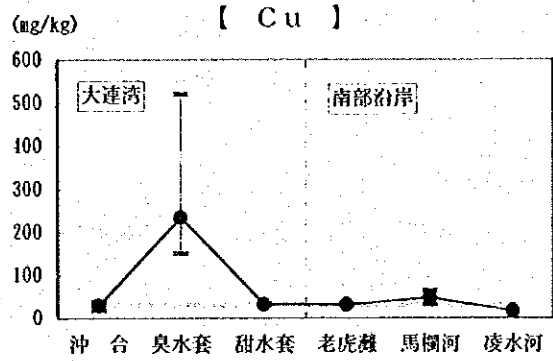
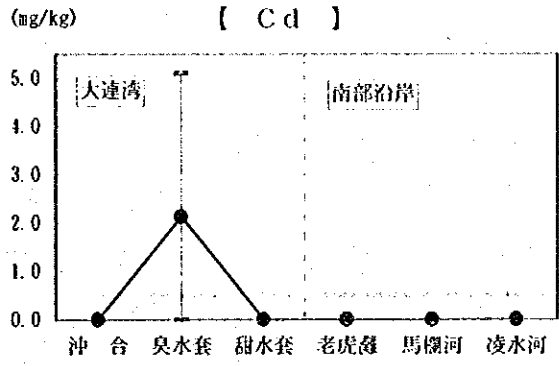
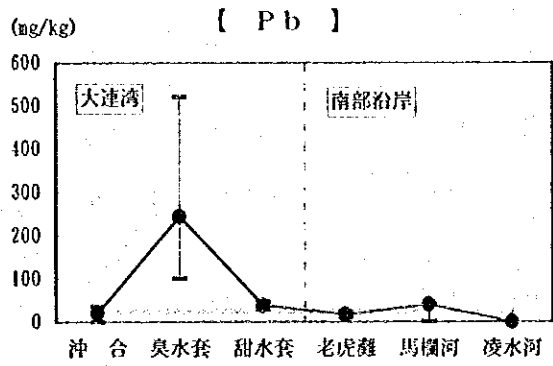


図3-2-4-30 底質調査結果

3.2.4.4 生物調査結果

生物調査については、植物プランクトン、一般細菌群数および大腸菌群数は 1996 年 4 月からのデータも含め 1998 年 7 月までの計 7 回の現地調査結果を、また、動物プランクトン、底生生物および付着生物に関しては 1997 年 10 月および 1998 年 4 月の計 2 回の調査結果をとりまとめた。ここで、植物プランクトン個体数、クロロフィル a 濃度、多様性指数および出現種数の経時変化図は図 3-2-4-31~図 3-2-4-33 に、一般細菌、大腸菌群数の経時変化図は図 3-2-4-34 に、また動物プランクトン、底生生物および付着生物の変動グラフは図 3-2-4-35 に示した。各グラフは大連湾および南部沿岸海域の各水域の地点毎に図示している。

- 1) 植物プランクトン個体数とクロロフィル a 濃度に関しては、必ずしも同じ変動傾向を示してはいないが、全般的には出現個体数が多い時、特に赤潮発生時にクロロフィル a 濃度も高くなっている。
- 2) 植物プランクトンが大発生する時季は夏季の 7 月であり、夏場の水温上昇等による藻類活動の活発化が認められる。
- 3) その傾向はとくに 1997 年 7 月の大連湾甜水套水域の地点 16 および大連湾沖合の地点 H010 で顕著であり、その時のクロロフィル a 濃度もそれぞれ 19 mg/m^3 、 25 mg/m^3 という高いピーク値を示す。地点によってこのような特異的な大発生が認められるのは、藻類の大発生には気象要因の他、水質などの要因も大いに関連しているためと考えられる。
- 4) また、細胞数はさほど減少していないものの、大連湾では 1997 年 10 月にクロロフィル a 値が地点 H011 以外で 0.7 mg/m^3 以下を、また南部沿岸では 1998 年 4 月に地点 31 と地点南 2 で 0.5 mg/m^3 以下の極めて低い値を示している。
- 5) 植物プランクトン個体数の経年的増加は認められないが、1998 年 7 月に赤潮が確認された水域が 3 箇所もあり、今後さらなる監視が必要である。
- 6) 出現種数と多様性指数に関しては、両者の関連性はそれほど認められない。また出現種数も 7 月にやや高い値を示すものの大連湾沖合や南部沿岸では 10 月に高い値を示す場合もある。
- 7) 一般細菌に関しては、大連湾海域はほぼ $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^5 \text{ cells/l}$ の範囲で変動しているが、南部沿岸海域ではその変動幅が大きく $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ cells/l}$ で推移している。また、地点 31 は 1996 年 7 月に $7.8.0 \times 10^7 \text{ cells/l}$ の極めて高い値を示したが、その後減少し $1.0 \times 10^3 \text{ cells/l}$ 前後で変動している。
- 8) 大腸菌数に関しては、大連湾海域は概ね $1.0 \times 10^1 \sim 1.0 \times 10^4 \text{ cells/l}$ で変動しているが、臭水套水域でやや高めの値を示す。一方、南部沿岸海域については、沖合地点 34 は 1997 年 7 月にやや高い値を示すものの $1.0 \times 10^2 \text{ cells/l}$ 程度で推移しているが、その他の地点は、近年緩やかに増加しており、 $1.0 \times 10^4 \text{ cells/l}$ 程度の値を示している。

- 9) 動物プランクトンに関しては、大連湾海域では沖合地点 H011 を除き春季の 4 月に出現数が多くなっているが、南部沿岸海域においては凌水河河口部の地点 34 以外は明瞭な差はない。また、春季においては総出現個体数のうち甲殻動物橈脚類の浮遊幼生の占める割合が高くなっている。
- 10) 動物プランクトン調査結果は計 2 回と少ないため十分な検討はできないが、全体的な傾向として大連湾海域では沖合地点の H010 や H011 で、南部沿岸では凌水河河口部地点 34 や老虎灘湾地点南 9 で出現数が高くなっている。
- 11) 底生生物に関しては、大連湾海域では沖合地点 H010 以外は秋季の 10 月のほうが春季の 4 月よりも出現数はやや多いが、南部沿岸海域では 4 月のほうが多くなっている。
- 12) 甜水套水域地点 16 以外の各水域においては耐汚染の高い多毛類が出現数の大多数を占め、優先種となっている。また、出現種の多くは耐汚染種であると報告されている。
- 13) 付着生物については、春季の 4 月よりも秋季の 10 月に出現数が高い傾向が認められる。ここで、大連湾海域の秋季においては藤壺類が高い割合で出現しているが、春季の 4 月になると数種の生物種が藤壺に取って代わる傾向が認められる。南部沿岸海域においては藻類が両調査日とも優占種になっている。
- 14) 付着生物の付着面積率は、各地点とも秋～春～夏季の順に大きくなる傾向がみられ、生物生産量が夏季ほど高くなることがわかる。

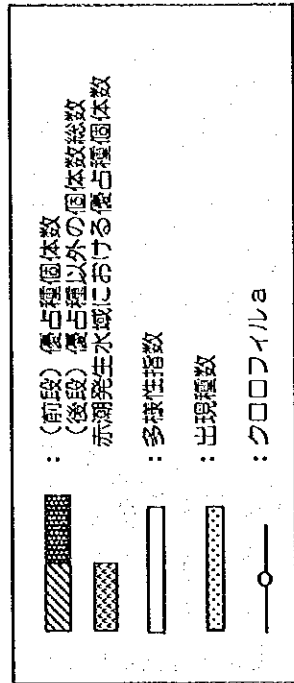
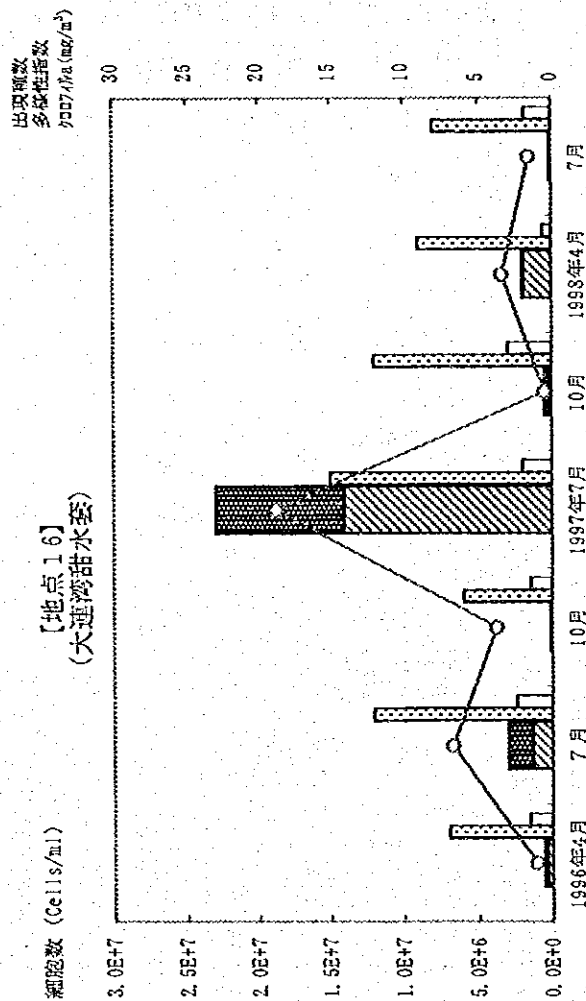
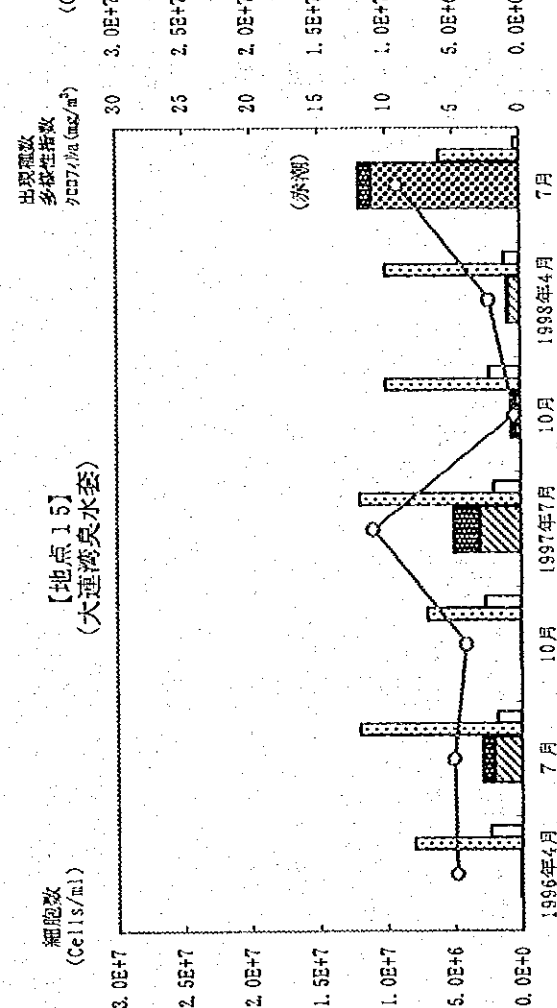
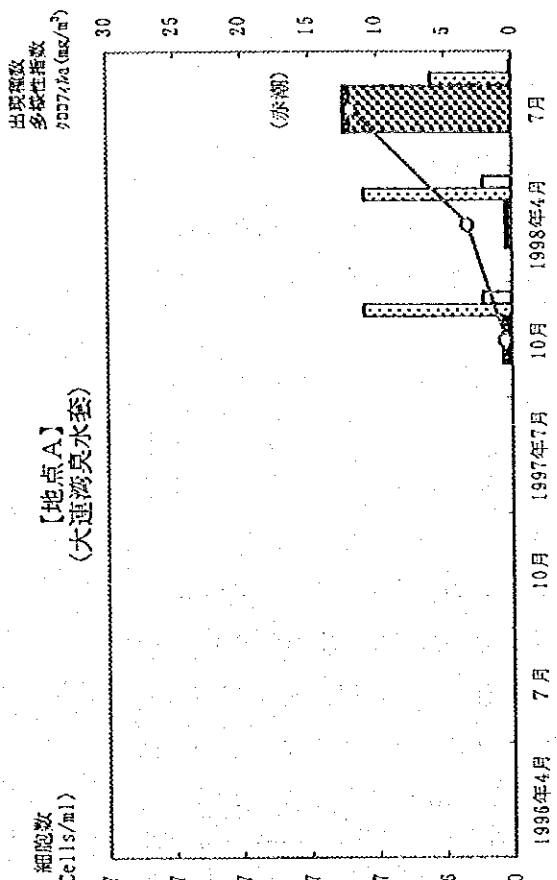


図3-2-4-31 各地点別植物プランクトン細胞数、多様性指数、出現数及びクロロフィルa濃度の経時変化

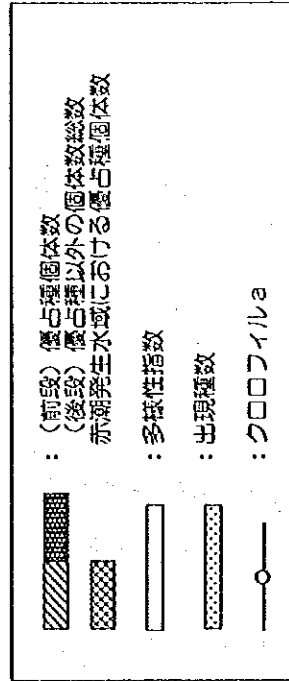
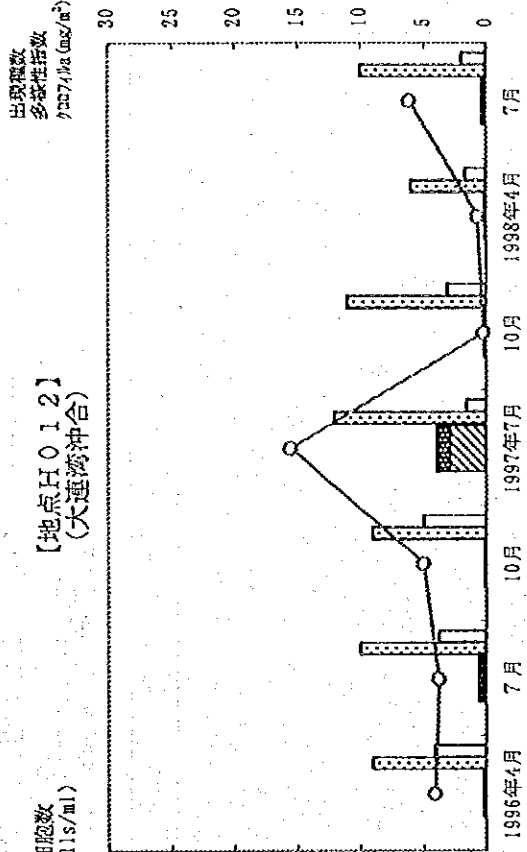
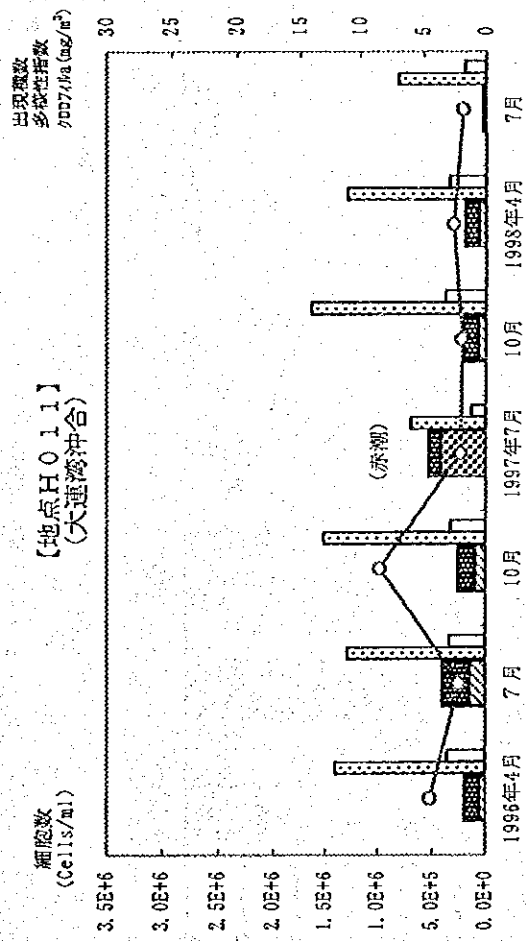
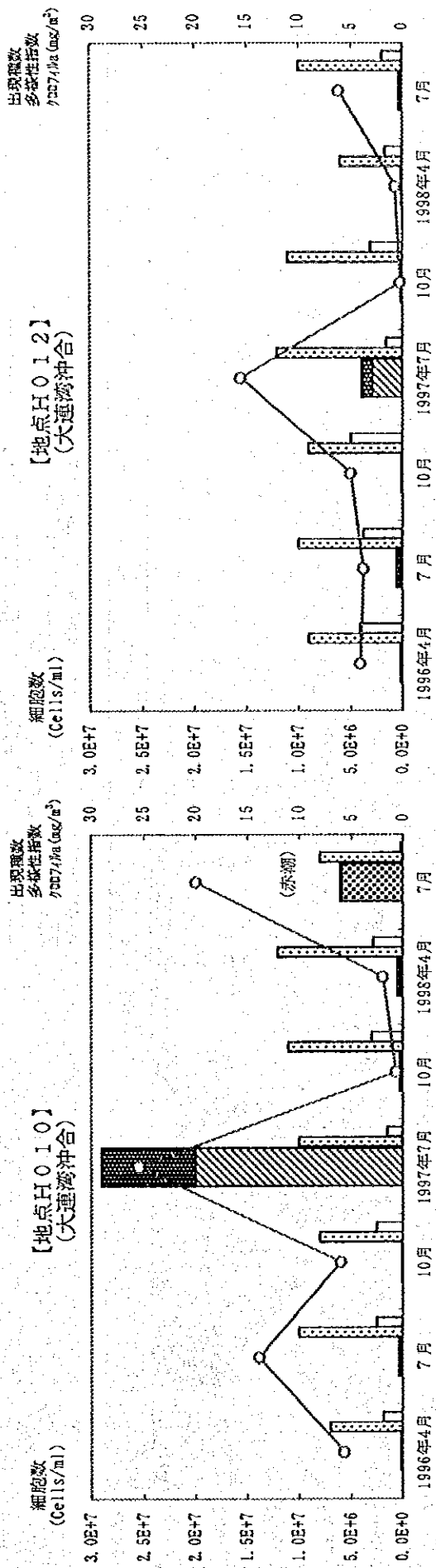


図3-2-4-32 各地点別植物プランクトン細胞数、多様性指数、出現数及びクロコフィルa濃度の経時変化

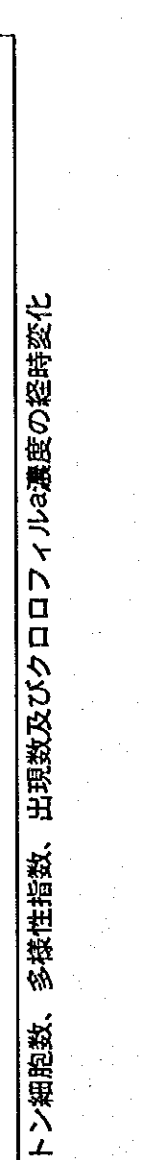
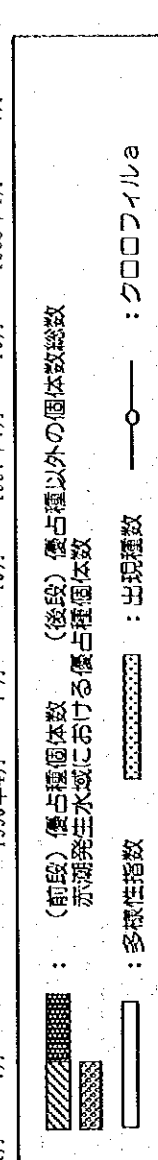
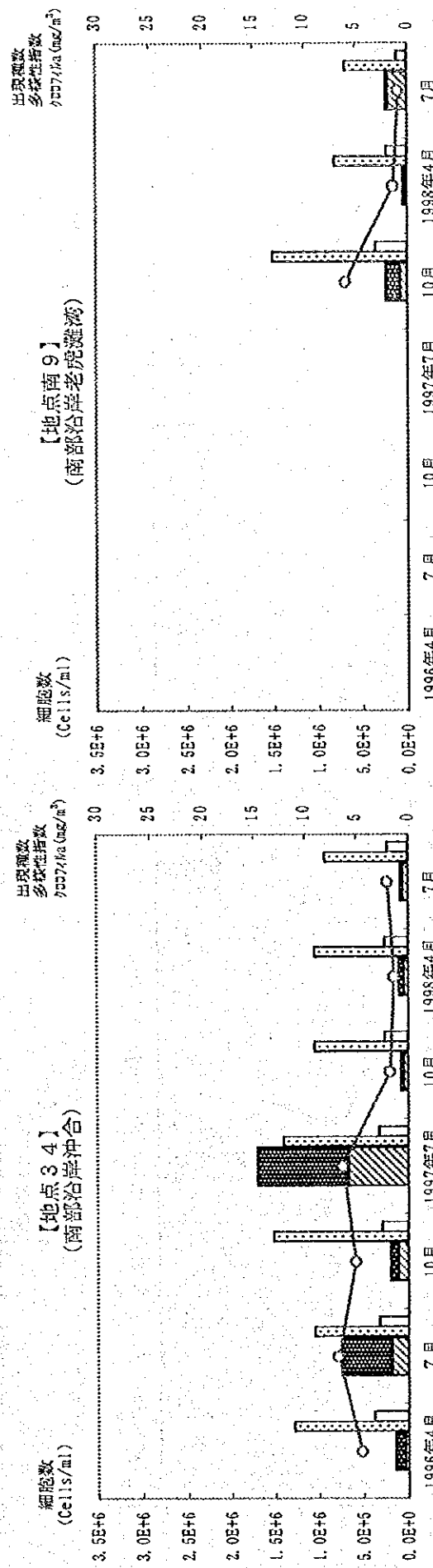
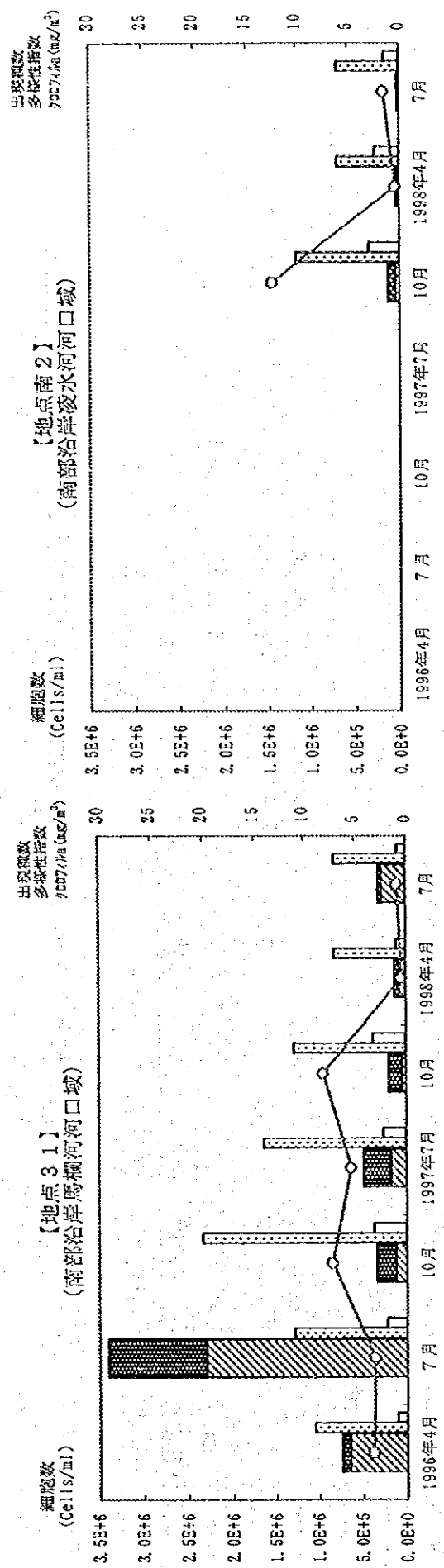
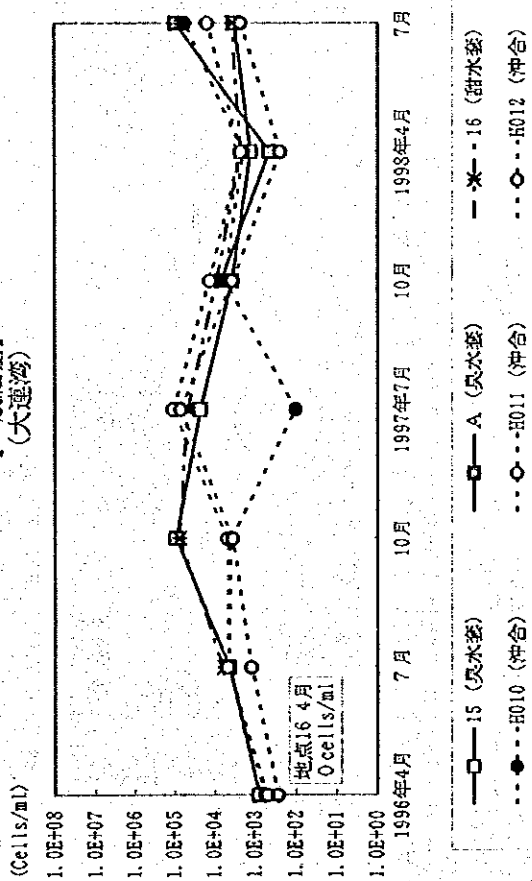
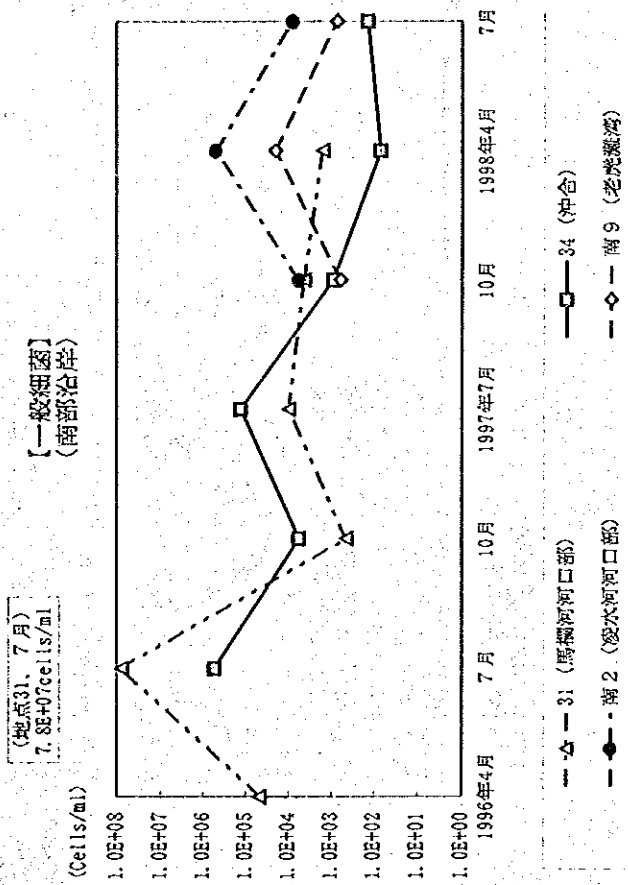


図3-2-4-33 各地点別植物プランクトン細胞数、出現数及びクロロフィルa濃度の経時変化

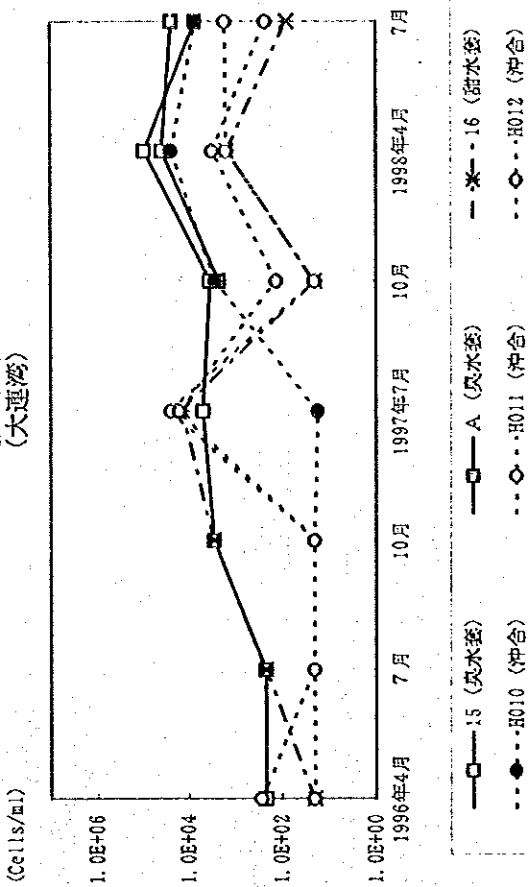
【一般細菌】
(大連湾)



【一般細菌】
(南部沿岸)



【大腸菌】
(大連湾)



【大腸菌】
(南部沿岸)

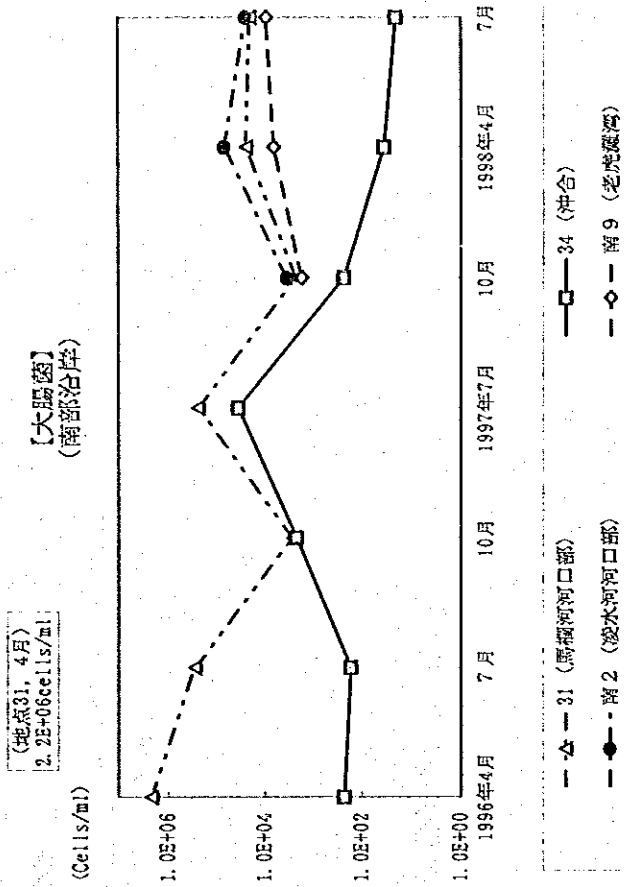


図3-2-4-34 各地点別一般細菌、大腸菌群数の経時変化

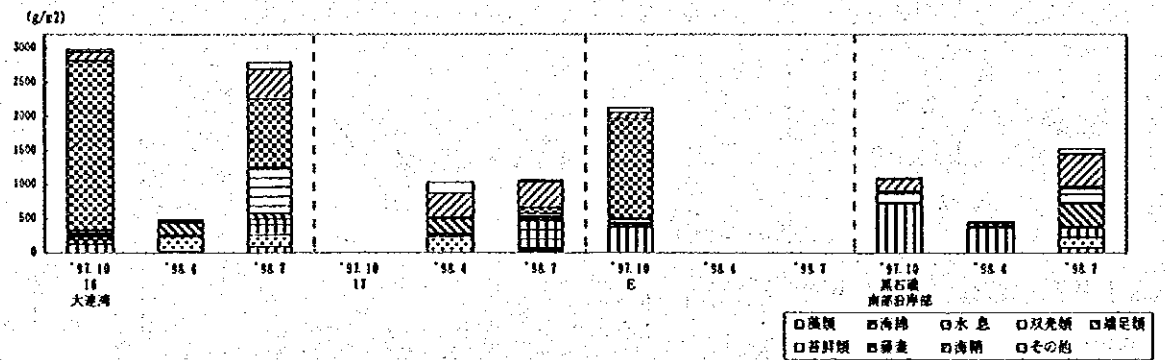
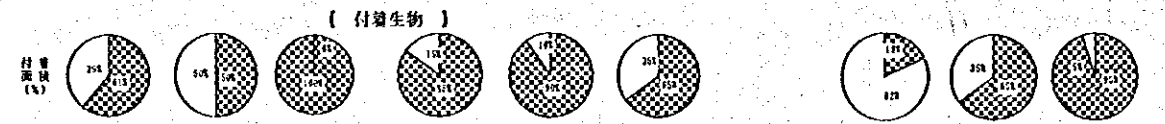
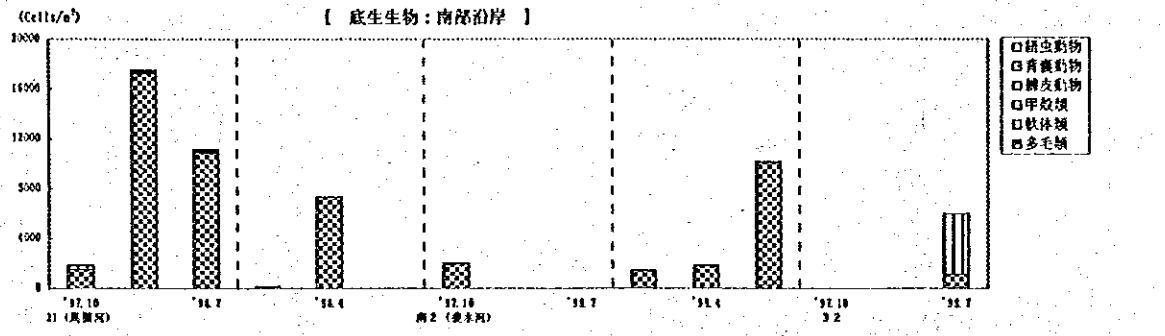
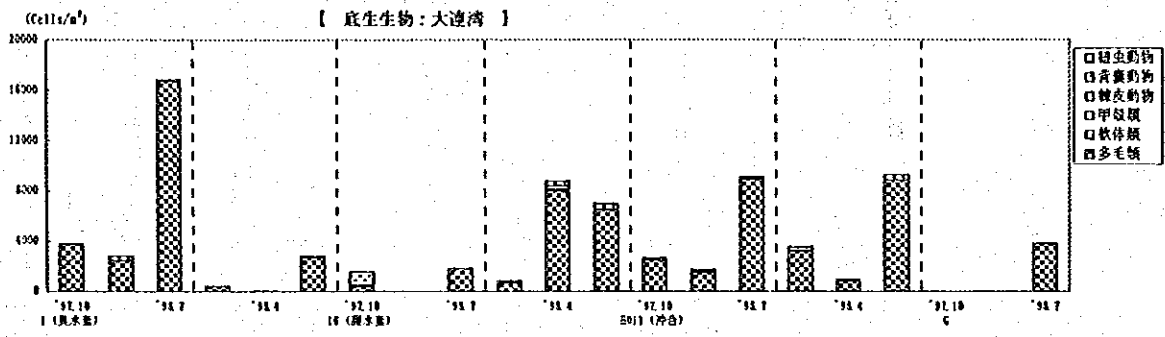
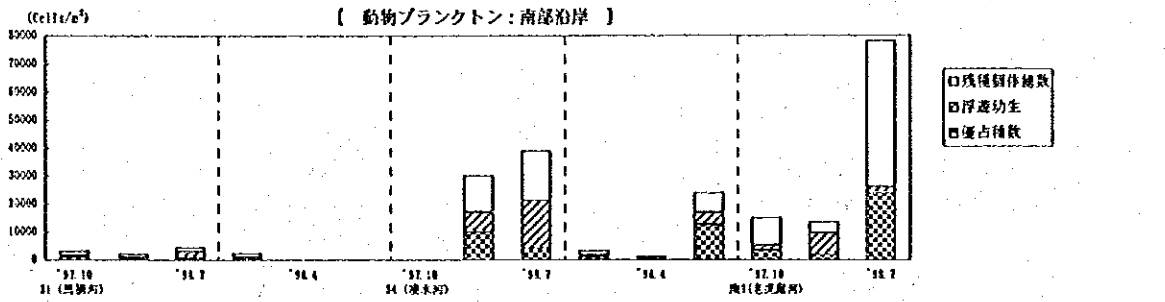
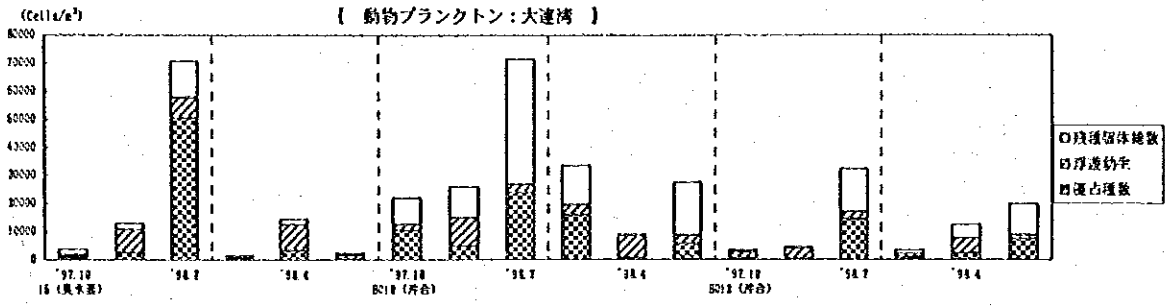


図3-2-4-35 各地点別動物プランクトン、底生動物及び付着生物の経時変化

3.2.5 水質汚濁状況のまとめ

これまで述べたことから、調査対象地域の水質汚濁の現状についてまとめると以下のようになる。

- (1) 大連市の市街地を流下する河川は、いずれも流域面積が小さく 6~8 月の雨期を除きほとんど水が流れない状況になっている。水質汚濁状況については、以前は生活排水や工場排水が未処理のまますべて河川に放流されていたため著しい汚濁がみられたが、現在は合流式下水管の載流化や分流化により、汚水が直接河川に排水されないような改造が進められているため、馬欄河等一部の河川の水質は改善されている。ただし、雨期を除き普段は河床が露出している状態にある。なお、大連市街地を流下する河川・排水路は小規模なため、水質環境基準は適用されていない。
- (2) 大連湾等の沿岸海域では、その利用目的に応じた水域区分（功能区）ごとに水質環境基準の類型指定がなされているが、日本の場合と異なり、有害物質等の健康被害項目に対しても類型別に適用されている。
- (3) 大連市における総排水量のうち汚水処理場等で二次処理が行われているのは 4~5% にすぎず、大半は未処理のまま海域に排出されている。そのため、沿岸海域での水質汚濁が進行しており、とくに大連湾の臭水套や甜水套といった閉鎖性の強い水域での水質汚濁が著しい。
- (4) 本調査において実施した水質観測結果から、臭水套水域では湾奥部ほど水質汚濁が著しく、総窒素・総リン濃度は富栄養化限界値をはるかに越えていること、春~夏季にかけて COD 濃度が増加し、藻類増殖に伴う有機物内部生産が顕著にみられることが明らかとなった。
- (5) また、臭水套や甜水套では無機態窒素が 2mg/l 以上の値を示し、環境基準値（第 4 類：0.30 mg/l）をはるかに越えている。なお、無機態窒素のうち大半は $\text{NH}_4\text{-N}$ によって占められている。
- (6) 南部沿岸は、大連湾ほど汚濁は進行していないが、馬欄河河口部から星海湾沿岸部にかけて COD や総窒素、総リン濃度が比較的高くなっている。
- (7) 有害物質については、各水域とも環境基準第 1 類の値を満たしており、とくに砒素や水銀は近年減少傾向にある。
- (8) 底質の状況について本調査で実施した調査結果をみると、重金属は大連湾臭水套水域で高い値を示す傾向にあり、中国の文献資料「全国近岸海域資源調査」に示されている基準値を上回る項目が多い。

- (9) 生物に関しては、大連湾において近年ほぼ毎年のように赤潮が発生し、富栄養化が進行している。赤潮の発生時期は夏季が最も多く、春季、秋季の順で発生頻度が低くなる傾向にある。冬季はほとんど発生しない。
- (10) 赤潮の原因藻類は、夏季はラフィド藻類の *Heterosigma akashiwo*、春季・秋季は珪藻類である。
- (11) クロロフィル a と藻類細胞数は正の相関関係がみられ、近年大連湾ではともに減少傾向にあるのに対し、南部沿岸では増加傾向にあり赤潮が発生しやすい状況になっている。
- (12) 本調査で実施した底生生物や付着生物調査結果と水質調査結果より、大連湾の臭水套水域や馬欄河河口部などにおいて耐汚染性の高い生物種が多く観測されること、また春～夏季にかけて生物生産量が大きくなることなどが明らかとなった。
- なお、大連市の水利用状況（水道用水）については、
- (13) 大連市における水道使用量は 1996 年で約 80 万 m³/日に対し、碧流河ダム建設等により市全体の給水能力は 120 万 m³/日まで確保しているが、使用水量は年平均で約 10% の伸びを示していることから、将来的に水不足の問題が懸念され、水資源開発や水再利用、市民の節水意識の高揚などの対策が必要である。

3.3 水質汚濁発生源の現状

ここでは、大連市における主要な水質汚濁発生源である生活排水と工場排水の現状について、下水道処理および固定発生源の各分野における調査成果をもとに、その概要を述べる。

3.3.1 生活排水

大連市中心 4 区では、人口増加と市民の生活レベルの向上に伴い、生活排水量が増加し、現在では尿尿を含む生活排水が 1 日約 30 万 m³ 程度発生している。これらの生活排水の一部は、既設の春柳汚水処理場にて処理されているが、残りの大部分は浄化槽（化粪池）を経て排水管に流入し、そのまま海域に放流されている。しかしながら、浄化槽での汚濁物質の除去がほとんど期待されないため、大連市沿岸海域の水質汚濁の大きな要因となっている。

(1) 尿尿処理形態

1993 年に大連市が実施した調査によると、大連市内で汲み取り式便所を使用している一般家庭の数は約 12,800 世帯で市全体の約 2% である。従って、残りの 98% の世帯では水洗化／浄化槽処理が行われている。このほか、公共トイレ 94 ヶ所のうち水洗式は 84 ヶ所で、残り 10 ヶ所が汲み取り式となっている。

水洗化は引き続き進んでいるため、汲み取り式屎尿の比率は下がる傾向にある。なお、汲み取り式の施設から回収された屎尿は、香炉礁の堆肥所に集められて肥料として農地還元されている。

(2) 生活排水水質の現状

本調査において、大連市中心4区的生活排水水質ならびに負荷量原単位を把握するため、計5箇所の生活排水水質調査を実施した。その結果を表3-3-1-1に示す。

これらをみると、山屏地区以外の生活排水水質はLAS（洗剤由来）を除き、いずれも排水基準を大きく越えている。なお、山屏地区の排水水質濃度が低い原因として、雨水、地下水等の不明水の流入が考えられる。

また、このうち教師大夏で実施された浄化槽入/出口の水質調査結果の2日間平均値を表3-3-1-2に示す。これをみると、浄化槽の放流水質濃度が流入水質濃度を上回っている項目がほとんどであり、水質浄化機能が十分に発揮されていないことがわかる。この理由として、浄化槽の構造が腐敗型であり生活雑排水を含めた合併処理に不適であることや、維持管理上の問題などが指摘される。

つぎに、山屏地区を除く生活排水水量・水質調査結果から、表3-3-1-3に示すように1人1日あたりの汚濁負荷量原単位が得られている。これらの結果から、科学家公寓や教師大夏といった近代的なマンションから排出される汚濁負荷量原単位が他の地区と比べて大きい傾向にあり、生活水準の向上に伴い、汚濁負荷量原単位が増加するものと推察される。

表3-3-1-3 生活系汚濁負荷量原単位

項目	科学家公寓	林 茂	教師大夏	候二小区	平均	日本標準
排水量	200	76	99	53	107	318
BOD	27.07	15.96	21.54	13.52	19.52	57
COD	13.51	5.32	7.35	5.57	7.94	28
SS	30.93	18.62	18.77	6.63	18.74	43
T-N	18.42	9.12	10.46	5.64	10.91	12
T-P	1.55	0.99	0.99	0.85	1.10	1.2

注) 単位：排水量はl/人・日、その他はg/人・日

平均：算術平均

日本標準値：出典は「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」（日本下水道協会）

また、今回得られた負荷量原単位の平均値を日本の標準値と相对比较すると、図3-3-1-1に示すように排水量、BOD、COD、SSの4項目については、いずれも日本の標準値の1/3前後の値となっている。

一方、T-N、T-Pについては日本の9割程度で大差がない。これは、T-N、T-Pの相当部分は尿尿によるものと考えられるためである。

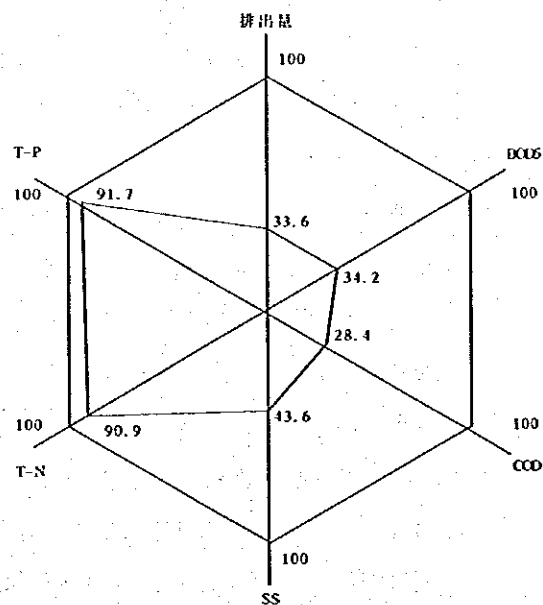


図3-3-1-1 生活系汚濁負荷量原単位の日本標準値との相对比较

——— : 今回測定値
 - - - - : 日本における標準値

表 3-3-1-1 生活排水水質測定結果

(単位 pH 以外はmg/l)

サンプリング地点	COD	BOD	LAS	NH ₃ -N	SS	pH	T-N	T-P
9月2日 科学家公寓	55	140	1.2	83	150	7.5	100	8.2
9月3日 科学家公寓	82	130	1.4	66	160	7.4	83	7.2
9月4日 林茂	87	220	2.4	95	290	7.4	120	13
9月5日 林茂	53	200	1.5	98	200	7.4	120	13
9月8日 教師大夏 浄化槽入側	70	170	2.0	75	140	7.6	97	8.6
9月8日 教師大夏 浄化槽出側	72	240	1.3	82	240	7.4	100	10
9月9日 教師大夏 浄化槽入側	72	190	1.3	80	120	7.8	100	9.6
9月9日 教師大夏 浄化槽出側	76	200	1.6	84	150	7.5	110	10
9月10日 山廓	12	14	0.11	7.6	32	7.8	15	1.1
9月11日 山廓	14	15	0.045	7.1	56	7.8	18	0.73
9月15日 候二小区	100	250	2.9	76	140	7.5	93	16
9月16日 候二小区	110	260	2.6	73	110	7.6	120	16
平均 値	67	169	1.5	69	149	7.6	90	9.5

排水基準*	**100	40	5.0	15	100	6~9		1.0
-------	-------	----	-----	----	-----	-----	--	-----

注) * 遼寧省沿海地区の汚水を直接に海域に排出する基準

** CODcr

表 3-3-1-2 浄化槽入/出口水質調査結果「調査対象：教師大夏7号棟浄化槽」

項 目	入 口	出 口
BOD (mg/l)	180	220
COD (mg/l)	71	74
SS (mg/l)	130	195
NH ₃ -N (mg/l)	77.5	83
T-N (mg/l)	98.5	105
T-P (mg/l)	9	10
LAS (mg/l)	1.65	1.45

注) 数値は2日間の測定値の平均値である

3.3.2 工場排水

(1) 業種別排水量と汚濁負荷量

大連市環境保全局が収集している大気・水質汚染に係わる企業リストより、重点汚染企業 30 社、一般汚染企業 220 社、合計 250 社の排水量・排水水質データベース資料を収集し、業種別に排水量と汚濁負荷量を集計した。その結果を表 3-3-2-1 に示す。

表 3-3-2-1 業種別排水量・汚濁負荷量

業 種 分 類	排水量 万 ton/y	COD 負荷量 ton/y	SS 負荷量 ton/y	石油類負荷量 ton/y
採石・鉱山	3.6	3.84	2.07	0.12
食 品	437.11	4418.19	2128.58	182.46
繊維産業	112.9	713.81	130.34	10.01
軽 工 業	32.7	63.61	28.94	6.13
エネルギー産業	482.05	375.11	236.70	37.86
化 学	21579.07	3791.85	26691.33	363.44
薬 品	296.05	1384.30	231.77	13.65
窯 業	208.88	298.50	567.53	14.28
鉄 鋼	558.7	746.46	680.93	48.82
非鉄金属	8.65	69.50	42.36	17.13
機 械	694.10	992.05	557.77	64.47
電気電子産業	111.00	346.86	319.88	10.97
そ の 他	141.7	180.31	138.25	6.93
総 計	24666.51	13384.39	31756.45	862.34

これらの結果を見ると、

- (1) 排水量については、化学工業において冷却水に海水を使用しているために全体の 80% に達している。
- (2) COD 負荷量については、化学工業、食品工業、薬品工業が多く、3 業種で全体の 70% を超えている。
- (3) SS 負荷量は、化学工業が最も多く、全体の 80% を超えている。
- (4) 石油類負荷量については、化学工業、食品工業が多いが、全体の 60% 程度である。

(2) 工場排水処理状況

企業内での工場排水処理状況については、表 3-3-2-2 に示すように、12 工場で 34 の処理装置が設置されている。なお、現在のところ工場排水を下水道に受け入れて既設の春抑汚水処理場で処理している工場はない。

工場排水処理について、現状では次のような課題が挙げられる。

- 1) 処理設備の稼働率が低く、設置目的を達しているか疑問がある。その原因を明らかにし、有効活用を図る必要がある。
- 2) 処理設備の能力についてみると、2 次処理設備は全体の 1%に満たず、比較的簡易な設備である 1 次処理が大半と判断される。
- 3) 処理設備の性能チェックが頻繁に実施されてはならず、表に記載された設計値どおりの性能を常時発揮しているか疑問がある。維持管理を充実させて性能を充分発揮させることが必要である。

(3) 工場排水水質調査結果の概要

重点汚染企業 30 社のうち、排水水質の汚濁レベルが高いと考えられる 8 つの企業を抽出し、それぞれの排水口及び工程排水の水質調査を実施した。その結果を表 3-3-2-3 に示す。

これらの結果から、後述する排水水質規制値との適合状況についてまとめると、以下のようになる。

- 1) 大連染料工場では、SS (3 つの排水口共) 及び全磷 (No7 排水口) が基準値を超過しており、クリーナープロダクション技術の導入が検討されている。
- 2) 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、モデル地区外に移転し、排水処理設備も新設の予定であるため、将来は大連湾への影響は極めて小さくなる。
- 3) 大連化学工場においては、No63 排水口の SS 及び No57 排水口のアンモニア態窒素が基準値を超過している。排水量も大きく、大連湾への影響は大きい。
- 4) 大連石炭ガス第 1 ガス工場及び第 2 ガス工場の排水は、いくつかの項目で基準を超えているが、移転計画及びそれに伴うプロセス転換により解決が図られる見込みである。
- 5) 遼寧省大連海洋漁業公司においては、SS、石油類、アンモニア態窒素及び全磷が基準値を超過しており、総合的な処理が必要である。
- 6) 大連石油化工、大連製鋼、大連電鍍工場については、いずれも排水基準を満足する結果となった。

表3-2-2-2 海水水質環境基準 (GB3097-1997)

項目	第1類	第2類	第3類	第4類
色・臭・味	海水は異色・異臭・異味がないこと			海水は人に不快感を与える異色・異臭・異味がないこと
浮遊物	海面に油膜や浮泥、その他浮遊物がないこと			水面に顕著な油膜や浮泥、その他浮遊物がないこと
pH	7.8~8.5 (と同時にその海域の正常な変動範囲で0.2を越えてはならない)		6.8~8.8 (と同時にその海域の正常な変動範囲で0.5を越えてはならない)	
水温	人為的な海水水温の上昇は夏季で1℃、その他の季節では2℃を越えてはならない。		人為的な海水水温の上昇は4℃を越えてはならない。	
SS (mg/l)	人為的造成による増加量が10以下		人為的造成による増加量が100以下	人為的造成による増加量が150以下
COD _{Mn} (mg/l)	2以下	3以下	4以下	5以下
BOD ₅ (mg/l)	1以下	3以下	4以下	5以下
DO (mg/l)	6以上	5以上	4以上	3以上
大腸菌 (個/l)	10000以下 (生食用貝類の養殖の場合は700以下)			—
糞便性大腸菌 (個/l)	2000以下 (生食用貝類の養殖の場合は140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			
石油類 (mg/l)	0.05以下		0.30以下	0.50以下
無機態窒素 (mg/l)	0.20以下	0.30以下	0.40以下	0.50以下
非イオン態窒素 (mg/l)	0.020以下			
リン酸リン (mg/l)	0.015以下	0.030以下		0.045以下
総水銀 (mg/l)	0.00005以下			0.0005以下
カドミウム (mg/l)	0.001以下	0.005以下	0.010以下	
鉛 (mg/l)	0.001以下	0.005以下	0.010以下	0.050以下
六価クロム (mg/l)	0.005以下	0.010以下	0.020以下	0.050以下
総クロム (mg/l)	0.05以下	0.10以下	0.20以下	0.50以下
砒素 (mg/l)	0.020以下	0.030以下	0.050以下	
銅 (mg/l)	0.005以下	0.010以下	0.050以下	
亜鉛 (mg/l)	0.020以下	0.050以下	0.10以下	0.50以下
セレン (mg/l)	0.010以下	0.020以下		0.050以下
ニッケル (mg/l)	0.005以下	0.010以下	0.020以下	0.050以下
シアン化合物 (mg/l)	0.005以下		0.10以下	0.20以下
硫化物 (-S mg/l)	0.02以下	0.05以下	0.10以下	0.25以下
揮発性アミン (mg/l)	0.005以下		0.010以下	0.050以下
γ-ブチロラクトン (mg/l)	0.001以下	0.002以下	0.003以下	0.005以下
DDT (mg/l)	0.00005以下		0.0001以下	
馬拉ソン (mg/l)	0.0005以下		0.001以下	
ジクロロベンゼン (mg/l)	0.0005以下		0.001以下	
ベンジピレン (mg/l)			0.0025以下	
界面活性剤 (IASmg/l)	0.03以下		0.10以下	
放射性核種 (Bq/l)			⁶⁰ Co 0.03以下	
			⁹⁰ Sr 4以下	
			¹⁰⁶ Rn 0.2以下	
			¹³⁴ Cs 0.6以下	
			¹³⁷ Cs 0.7以下	

第1類：海洋漁業水域、海上自然保護区、稀少で絶滅の危機に瀕している海洋生物保護区に適用
 第2類：水産物養殖区、海水浴場、人体に海水が直接接する海上スポーツあるいはレクリエーション地区、及び食品工業用水区に適用
 第3類：一般工業用水区、海浜景勝観光区に適用
 第4類：港湾水域、海洋開発作業区に適用

3.4 水質保全対策の現状と計画

3.4.1 排水水質規制

大連市の事業所排水に対して、それを海域に直接放流する場合、「国家海洋環境保護法」にもとづき、遼寧省環境保護局によって定められた「遼寧省沿海地区汚水直接排出海域基準（DB21-59-89）」の適用を受ける。

本基準は、放流先海域の利用目的によって、表 3-4-1-1～図 3-4-1-2 に示すように第 1 級と第 2 級に区分されている。海域の利用目的と適用される基準等級など、排水規制の内容は以下のとおりである。

- (1) 製塩場、食品加工・海水脱塩、漁業利用、養殖場水域、海上自然保護区および海水浴場には直接汚水を排水してはならない。
- (2) 風景遊覧地区には排水施設を新設してはならない。また、既設の排水施設に対しては第 1 級の基準を適用する。
- (3) 一般工業用水区、港湾水域および海洋開発作業区に汚水を排水する場合は、第 2 級の基準を適用する。
- (4) 汚水を海域に放流する場合は、国家の定める規定に従い事前環境影響評価を実施し、当地の環境保護部局の審査・認可を受ける必要があり、認可された汚染物質の排出負荷量または排水濃度と排水量定率（各業種によって定められた単位製品重量あたりの許容排水量）に従い、汚水を放流すること。
- (5) 汚水を終末処理場を有する下水道に排水する場合は、終末処理場の受入要求に符合すること。また、終末処理場の排水を直接海域に放流する場合、上記(1)～(3)と同様に放流先水域の利用目的に応じて第 1 級または第 2 級の基準を適用する。
- (6) 汚水を終末処理場を有しない下水道を経て直接海域に排水する場合も、上記(1)～(3)と同様に放流先水域の利用目的に応じて第 1 級または第 2 級の基準を適用する。

また、表 3-4-1-1 に示す第 I 類および表 3-4-1-2 に示す第 II 類の汚染物質の分類は以下のとおりである。

- ・第 I 類：環境または動植物の体内に蓄積されて、人の健康に長期に亘って不良な影響を及ぼす汚染物質
- ・第 II 類：第 I 類ほど長期に人の健康に影響を及ぼさない汚染物質

なお、第 II 類の汚染物質については、一部の業種に対して表 3-4-1-3 に示す基準値および表 3-4-1-4 に示す排水量定率が適用される。

このように、排水規制の内容は日本の場合と同様に、汚染物質を健康項目と生活環境項目に分け、排水施設の新設または増設に対して厳しい条件が適用され、事前環境影響評価の実

施や施設設置の許可が義務づけられている。ただし、規制対象となる排水量の大小については規定がない。

なお、表 3-4-1-1～図 3-4-1-2 に中国の水質環境基準をあわせて示したが、これらと排水基準との関係を見ると、第 I 類の健康項目については日本の場合と同様に、排水基準は環境基準の概ね 10 倍の値が採用されている。ただし、問題点として以下の事項が指摘される。

- ・ COD については、分析方法として環境基準ではクロム法を適用していることに対し排水基準では過マンガン酸法となっており、両者間に不整合がみられる。
- ・ 窒素関係の基準について、環境基準では無機態窒素となっていることに対し排水基準ではアンモニア性窒素となっており、両者の関係が不明確である。

また、同表に示した日本の排水基準（一律基準）と比較すると、日本の基準と同程度もしくはより厳しい値を採用している項目が多い。

表 3-4-1-1 第Ⅰ類汚染物質の許容最高排出濃度 (mg/l)

汚染物質	一級基準	二級基準		水質環境基準 (GB3097-82)	日本の排水基準 (一律基準)
	既設	新增設	既設		
1. 総水銀	0.005	0.02①	0.05	0.0005~0.010	0.005
2. 有機性水銀	不検出	不検出	不検出		不検出
3. カドミウム	0.05	0.1	0.1	0.005~0.010	0.1
4. 総クロム	0.5	1	1.5	0.10~0.50	2
5. 6価クロム	0.3	0.5	0.5		0.5
6. 鉛	0.5	1	1	0.05~0.10	1
7. ニッケル	0.5	1	1		
8. ヒ素	0.5	0.5	0.5	0.05~0.10	0.5
9. セレン	0.2	0.3	0.5		0.1
10. ベレズピレン②	0.00003	0.00003			
11. 有機ハロゲン化物②	1	1			

注) ①苛性アルカリ業種の新增設に対しては 0.005mg/l

②試行値：当面は第一級基準と第二級基準の新增設に対して適用する。

表 3-4-1-2 第Ⅱ類汚染物質の許容最高排出濃度 (mg/l)

汚染物質	一級基準	二級基準		水質環境基準 (GB3097-82)	日本の排水基準 (一律基準)
	既設	新增設	既設		
1. pH値	6~9	6~9	6~9①	6.5~9.0	5~9
2. 色度 (希釈倍率)	50倍	80倍	100倍		
3. BOD5	40	60	80		160(120)
4. CODcr	100	150	200	3~5⑤	160(120)⑤
5. 浮遊物 (SS)	100	150②	250	10~150未満⑥	200(150)
6. 鉱油類	3	10③	10	0.05~0.50	5
7. 動植物油	20	20	40		30
8. フェノール	0.5	0.5	1	0.005~0.050	5
9. シアン化合物	0.5	0.5	0.5	0.02~0.50	1
10. 硫化物	0.5	1	2		
11. フッ化物	10	10	15		15
12. 二硫化炭素	1	2	3		
13. ホルムアルデヒド	1	2	3		
14. アクリルアルデヒド	0.5	1	2		
15. メタノール	10	15	20		
16. ピリギン	1	2	3		
17. 水化ヒドラジド	0.3	0.3	0.5		
18. ベンゼン類	2	3	6		0.1
19. クロロベンゼン	0.5	1	1.5		
20. アニリン	2	2	3		
21. ニトロベンゼン	2	3	5		
22. LAS	5	10	15		
23. 有機リン農薬 (P)	0.5	0.5	0.5		1
24. アンモニア性窒素	15	25	35	0.10~0.30⑦	
25. リン酸塩 (P) ④	1	1	2	0.015~0.045	
26. ホウ素	5	5	10		
27. 銅	1	1	1	0.01~0.10	3
28. 亜鉛	2	4	5	0.10~1.00	5
29. マンガン	2	2	5		10 (溶解性)
30. モリブデン	3	5	5		

注) ①即設の火力発電所の標準 pH 値は 9.5

()は日間平均

②火力発電所、リン酸肥料の浮遊物の新增設に対しては 200mg/l

③大連市の新增設に対しては 5mg/l

④内湾の海域赤潮の出現を防ぐための規制値

⑤COD(Mn)

⑥人為的造成による増加量

⑦無機態窒素

表3-4-1-3 一部の業種の水質汚染物の許可最高排出濃度 (mg/l)

業種	BOD ₅		CODcr		浮遊物		色度(希釈倍数)		油分		アンモニア性窒素		LAS		シアン化合物	
	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設	二級標準 新増設	既設
1. 鉱山工業 ^①					250	350										
2. 冶金工業					150	300										
3. コークス工業 (ガス工場を含む)			150	250												
4. 石油化学工業 A、B類 C類									10 ^②	10						
5. アクリロニトリル装置 がある石油化学工場									10 ^③	15						
6. 洗淨剤製造工業			150	200									15	20		
7. 脂肪酸製造工業			150	250												
8. 繊維建材製造工業	80	150	150	300												
9. 製紙、製糖工業	90	160	250	350	200	250										
10. 皮革工業	90	160	250	350	200	250										
11. アルコール味元工業	90	160	250	350	200	250										
12. アンモニア製造工業												50 ^③	80 ^③			
13. 生物製薬																
14. 染料工業							100	120								
15. 染色工業、紡織工業							80	100								

注：①黄金鉱山浮遊物の新設、増設に対しては350mg/lで、即設に対しては450mg/l。砂金選鉱浮遊物の新設、増設に対しては600mg/lで、即設に対しては800mg/l。
 ②大連市の新設、増設に対しては5mg/lである。
 ③大連市のアンモニア製造工業の新設、増設に対しては40mg/lで、即設に対しては60mg/lである。

表3-4-1-4 一部の業種の許可最高排水量定率

番号	工業の種別			単位	許可最高排水量又は最低循環利用		
					新增設	既設	
1	鉱山工業	冶金系統選鉱		%	90	大中型80小型65	
		非鉄冶金系統選鉱		%	75	大中型60小型50	
		選炭		%	90	85	
		他の鉱山の採鉱・選鉱など		%	75	60	
		黄金脈金鉱選鉱	動選鉱	m ³ /t鉱石	16	16	
			浮遊選鉱	m ³ /t鉱石	9	9	
			シアン	m ³ /t鉱石	8	8	
スラアリー	m ³ /t鉱石		8	8			
2	鉄、鉄の合金製鉄総合企業			%	90	85	
3	ガス、コークス化企業			m ³ /tコークス	1	2.5	
4	非鉄金属製錬と金属加工			%	85	70	
5	陸地油田 (回注率)			%	98	95	
6	石油精製工業	A類:	(>500万t)	m ³ /t原油	1	1	
			燃料型石油精製工場 (200-500万t)	m ³ /t原油	1.2	1.5	
		B類:	(<250万t)	m ³ /t原油	1.5	2	
			(>500万t)	m ³ /t原油	1.5	2	
		燃料+潤滑油型石油精製工場	(200-500万t)	m ³ /t原油	2	2.5	
			(<250万t)	m ³ /t原油	2	3	
		C類:	(>500万t)	m ³ /t原油	2	3.5	
燃料+潤滑油型+精製化学工場型石油精製工場	(200-500万t)	m ³ /t原油	2.5	4			
(<250万t)	m ³ /t原油	2.5	4.5				
7	洗浄剤製造工業	塩素化で有機性ベンゼンを製造する		m ³ /t有機性ベンゼン	200	250	
		開裂化で有機性ベンゼンを製造する		m ³ /t有機性ベンゼン	70	80	
		有機性ベンゼンで洗浄剤を製造する		m ³ /t製品	10	30	
8	脂肪酸製造工業			m ³ /t製品	200	300	
9	湿式で繊維板製造工業			m ³ /t板	30	50	
10	製紙工業	パルプ製紙	木材パルプとパルプ (化学繊維のパルプを含む)	地色	m ³ /tパルプ	150	大中型190小型220
				漂白	m ³ /tパルプ	240	大中型280小型320
			木材パルプではない	地色	m ³ /tパルプ	190	大中型230小型270
				漂白	m ³ /tパルプ	290	大中型330小型370
		製紙 (パルプがない)		m ³ /t紙	60	大中型70小型80	
11	砂糖大根製糖			m ³ /t砂糖大根	4	6	
12	皮革工業	豚革		m ³ /t生革	60	70	
		牛革、羊革		m ³ /t生革	125	145	
13	発酵醸造工業	アルコール	トウモロコシを原料として	m ³ /tアルコール	100	160	
			糖みつを原料として	m ³ /tアルコール	70	80	
		味元工業		m ³ /t味元	600	650	
		ビール工業		m ³ /tビール	16	20	
14	苛性ソーダ工業	水銀法		m ³ /t製品	1.5	2	
		隔膜法		m ³ /t製品	7	7	
15	クロム工業			m ³ /t製品	5	20	
16	硫酸工業 (水洗法)			m ³ /t硫酸	15	15	
17	アンモニア製造工業		工場又は装置を導入する≥30万t(装置	m ³ /tアンモニア	10	10	
			≥4.5t装置	m ³ /tアンモニア	80	100	
			>4.5t装置	m ³ /tアンモニア	120	150	
18	染色、紡織工業			m ³ /t百m布	2.5	2.5	
19	ビスコース繊維工業 (単純な繊維)		短繊維 (縮型中長繊維、毛型中長繊維)	m ³ /t繊維	300	350	
			長繊維	m ³ /t繊維	800	1200	
20	肉類加工工業			m ³ /t	6	7	
21	鉄路貨物車洗浄			m ³ /台	5	5	

注) ① 許可最高排水量定率は間接冷却水、工場内生活排水、工場内ボイラーと発電所排出を含まない。
 ② 染色汚水の排水量定率は、毛を洗うなど単一の染め物屋と用水量が多いコールテンなどの生産工場を含まない。

3.4.2 下水道整備の現状と計画

大連市の下水排水に関しては、地勢に合わせ、極力、排水を自然流下で排除するため行政区界とは別に、図 3-9-1 に示すように 9 つの排水区を設定している。

1989 年時点のデータでは、排水管ルート of 延長は 689km となっており、この数値は、1980 年に比べ、125km の増となっている。

下水処理施設に関しては、中心 4 区において現在稼働中の施設は春柳污水处理場 1 ヶ所のみであるが、これに続く施設として世銀融資のもとに馬欄河污水处理場が設計/建設のステージに入っている。

3.4.2.1 下水道整備の現状

(1) 春柳污水处理場 (1988 年 9 月より運転開始)

1) 処理水量：現状 18,000m³/日 (処理能力は 60,000m³/日)

- ・ 現在、配管及びポンプ場の整備を実施中で、これにより設備能力に見合った実際の処理を目指す。
- ・ 処理場に流入する汚水の 70% が生活排水、30% が工場排水である。

2) 処理水質 (計画値)

(単位 pH 以外は mg/l)

項目	流入水	処理水
BOD	200	30 以下
COD	250	60~80
SS	500	80 以下
濁度		5~7
pH		6.5~7.5

3) 処理方式

- ・ 污水处理：標準活性汚泥法
- ・ 汚泥処理：重力濃縮 + 常温消化 + 機械脱水 (脱水汚泥は埋立処分)

4) 3 次処理設備

- ・ 処理能力 : 10,000m³/日 (現状の処理水量は 3,000m³/日)
- ・ 処理方式 : 凝集沈殿・砂濾過
- ・ 処理目標水質 : BOD 15mg/l
COD 30mg/l
濁度 4mg/l
- ・ 3 次処理水利用先 : ガス会社生産プロセス、化学工場冷却水、ゴム会社生産プロセス等。その他、緑地散水等に使用。

3.4.2.2 下水道整備計画

大連市の計画では、1995～2000年の間に既存の排水施設の更新／改造を加速するとともに、汚水処理場の建設並びに能力増強を図ることとなっている。

排水管については、既存の施設は布設後40年以上経過し、腐食の進んだ箇所もあるため、毎年30～40kmを更新する計画である。

旧市街地については、既設の合流式下水管を段階的に遮断・合流式（載流式）に改造していく予定である。

馬欄河、自由河に引き続き、今後、春柳河、周水子河等の川筋について載流化を行い周辺環境改善を図る計画である。

(1) 管路施設計画

旧区では、既存の合流式下水道を徐々に載流（堰止）式合流下水道に改善し、都市河川・水路の環境改善を図るとともに、管路の貯留能力の範囲内で雨天時の排出汚濁負荷を低減する。

一方、新区では、引き続いて雨水・汚水の分流化を実施していく。

前記の「大連市中心区排水計画」によれば、各排水区、処理区毎の主要下水幹線の建設／整備計画は下記のとおりである。

排水／処理区	主要 整備／建設 計画対象幹線下水道
春 柳排水区	春柳暗渠、候家溝、車家村幹線、友誼街次幹線、等
甘井子排水区	甘井子汚水主幹線、等
青 泥排水区	香一街主幹線、等
馬欄子排水区	西山村主幹線、体育中心幹線、汽修一廠主幹線、等
嶺 前排水区	老虎灘汚水主幹線、解放路主幹線、秀月溝、景山溝、 鞍山屯汚水主幹線、等
凌 水排水区	孫家溝排水主幹線、黒石珊瑚排水主幹線、山家村排水主幹線、 凌水主幹線
付家庄処理区	付家庄汚水主幹線、等
寺兒溝排水区	寺兒溝汚水主幹線、等
三道溝排水区	泉水汚水主幹線、三道溝汚水主幹線、上三道溝次幹線、 中三道溝次幹線、三一次変次幹線、金南路次幹線、等
大連湾排水区	主要整備幹線延長：約 13km

(2) 処理場計画

1) 全体構想

1996年に「大連市中心区排水計画」として、2020年を目標年次とした以下の下水道整備構想が策定されている。

処理区及び処理場計画

No.	処理場名	処理能力 (万 m ³ /日)	面積 (%)	処理区他
1	春柳処理場	24	24	甘井子+春柳+青泥
2	馬欄河 "	19	12	馬欄河処理区
3	老虎灘 "	3.5	3.7	嶺前処理区
4	凌水 "	3	3.3	凌水処理区
5	付家庄 "	0.5	1.0	付家庄処理区
6	寺兒溝 "	2.5	3.2	寺兒溝処理区
7	三道溝 "	7	7	三道溝処理区
8	大連湾 "	6	9.7	大連湾排水区
	計	62.5	63.9	

当初計画では、世銀からの借款により、1995～2000年の間に、馬欄河污水処理場第一期工事（12万 m³/日）、及び春柳污水処理場の改造（処理能力の増強他）、老虎灘污水処理場及び関連ポンプ場を建設し、この3処理場で可能な限り多くの汚水を処理することになっている。

具体的には、この3処理場完成後の処理能力は、馬欄河12万 m³/日、春柳8万 m³/日、老虎灘3.5万 m³/日の合計23.5万 m³/日となり、1日の発生汚水量の30%以上を処理可能と試算している。

更に、これらの下水処理水を高度処理し、工業用途等に再利用するため、1995～2000年の間の春柳処理場の3次処理規模を2万 m³/日に倍増させるとともに馬欄河処理場に4万 m³/日の3次処理施設を建設し、周辺の工場等に生産・冷却・緑地散水等の用途に供給する計画である。

残りの付家庄、寺兒溝、凌水、三道溝、大連湾等の污水処理場については、計画と資金源を踏まえ、順次、時期を分けて建設していく予定である。

2) 春柳および馬欄河污水処理場建設/増強計画（2000年目標）

(a) 春柳污水処理場

世銀からの借款により処理設備の増強を計画・実行中である。

具体的には2次処理能力を現状の6万 m³/日から8万 m³/日に増強させる。

(b) 馬欄河汚水処理場（第一期工事）

a) 2次処理設備

- ・処理能力：120,000m³/日
- ・処理方法：活性汚泥法（落札メーカーにより最終決定）
- ・処理水は河口から1.3km沖合に放流。（現在、海底配管を含めた放流施設は既に完成し、汚水の沖合放流を実施中である）
- ・余剰汚泥は、濃縮・機械脱水し、毛鶯子埋立地に埋立処分する予定で、肥料化等有効活用は現在のところ考えていない。

b) 3次処理設備

大連市の水資源対策の一環として、既に実績のある春柳処理場の技術・経験を活かし、2次処理水の一部を高度処理して工業用水等の目的に再利用する計画である。

- ・処理能力：40,000m³/日
- ・処理方式：落札メーカー決定後、最終決定

現在入手している世銀レポートによれば、馬欄河汚水処理場の計画水量・水質条件は表3-4-2-1～表3-4-2-2に示すとおりである。

表3-4-2-1 馬欄河流入下水水質（計画値）

項目	濃度	項目	濃度
BOD	216	砒素	0.02
COD	311	水銀	0.012
SS	140.1	銅	0.039
油脂	2.14	亜鉛	4.48
T-N	42.28	鉛	0.058
硫化物	4.09	pH	6~9
フェノール	0.39	大腸菌群数	1.6×10 ⁷ /l

（単位 pH 及び大腸菌群数以外は mg/l）

表3-4-2-2 主要水質の除去率計画値（馬欄河2次処理）

項目	水質 (mg/l)			除去率 (%)			排水水質基準 (mg/l)
	入口	初沈入	出口	初沈	曝気沈殿	総合	
BOD ₅	216	2	21.6	30	86	90	30
COD	311	217.7	80	30	63	74	100
SS	360	175	36	50	80	90	70
NH ₄ -N	40		12	-	-	70	15

3.5 現状における水質保全上の課題整理

これまでの対象地区における水質汚濁の現状調査を踏まえ、水質保全上の課題を整理する。

3.5.1 河川および海域水質環境の保全

(1) 河川環境の保全・整備

大連市の市街地を流下する河川について、馬欄河・自由河など一部の河川では載流式（遮断式）下水道の整備により汚水と河川水の分流化が進められているが、大半の河川では生活排水や工場排水が十分に処理されないまま流入している。そのため、河川水の水質汚濁はひどく、また河床に堆積した汚泥の腐敗やゴミ類の投棄がみられるなど、河川環境は劣悪な状態に置かれている。

従って、後に述べる下水道整備等、発生源対策の実施とあわせて河床の堆積汚泥やゴミ類を除去し、護岸を整備することにより、環境モデル地区にふさわしい良好な河川環境の保全に努める必要がある。

(2) 海域水質環境基準の達成

大連湾等モデル地区沿岸の海域では、その利用目的に応じた水域区分ごとに水質環境基準の類型指定がなされているが、大連湾の臭水套水域や甜水套水域といった湾奥部では無機態窒素が環境基準値をはるかに越えており、COD も夏季には環境基準値を越えている。また、無機態リンについても上記の海域に加え南部沿岸の馬欄河河口部から星海湾にかけて環境基準値を越えており、これらの沿岸海域では後述の富栄養化抑制の観点からも水質環境基準の達成は重要な課題である。

(3) 富栄養化の抑制（赤潮発生の防止）

前項(2)で述べた大連湾沿岸および南部沿岸の海域では、窒素、リン濃度の上昇に伴い富栄養化が進行し、夏季を中心に *Heterosigma* 属を原因藻類とする赤潮が毎年のように発生し、その規模（期間・面積）も増大している。また、これらの海域で夏季に COD 濃度が高くなる傾向がみられるのも、藻類増殖による有機物内部生産の活発化という富栄養化現象の表れである。

赤潮の発生は、大連市の重要な産業である水産養殖業や観光業の発展に重大な影響を及ぼすため、富栄養化の抑制は水質保全上極めて重要な課題である。

3.5.2 発生源対策の実施

(1) 下水道整備の推進

下水道整備の推進は、流域から発生する汚濁負荷削減対策の根幹をなす重要な施策である。

大連市の下水処理率（終末処理場での処理）は現在、排水量ベースで5%に満たないが、春柳処理場の処理能力増強や馬欄河処理場第一期工事計画が世銀からの借款により進められ、老虎灘処理場も建設に着手しつつあるが、その他の未だ構想段階にある下水処理場建設計画を含め、資金計画をできるだけ早期に確立し、下水道整備を着実に推進していくことが望まれる。

また、前項で述べた富栄養化抑制や後述する排水の再利用の観点から、ところによっては下水三次処理施設の計画を検討する必要がある。

(2) 工場排水処理対策の実施

工場排水を下水道または直接海域に放流する場合、それぞれに対して定められた排水基準の適用を受けるが、実際は十分に処理されずに放流されているのが現状である。本調査において重点汚染企業を対象に実施した排水水質調査においても、項目によって排水基準を上回る結果が数多く見られた。また、次章で述べるように甘井子区など大連湾沿岸地域では、発生汚濁負荷量の大半が工場排水によって占められている。

これらのことから、下水道放流を含め排水基準を遵守し、さらに海域の水質環境基準を達成するために、排水処理施設の設置やクリーナープロダクションの導入など、各工場の特性に応じた適切な排水処理対策を実施する必要がある。

(3) 尿尿浄化槽の機能改善

現在大連市では、各世帯からの生活排水の大半は、尿尿浄化槽（合併浄化槽）で処理された後、下水管または水路に排水されている。しかしながら、本調査で実施した生活排水水質調査結果に見られるように、尿尿浄化槽は必ずしも十分な処理機能を果たしているとは言えないのが現状である。

一方、生活排水対策の根幹である下水道整備は、管路整備や終末処理場の建設に相当の期間を要するのが通常であり、できるだけ早期に河川、海域の水質改善を図るためには、尿尿浄化槽の増設、改造など処理機能の改善についても検討が必要である。

3.5.3 水質モニタリング体制の強化

(1) 工場排水水質の監視強化

工場排水水質の監視について現在、排水量を含め1日間連続監視を年1~4回の頻度で

実施しているが、常時監視という観点からは十分とは言えず、少なくとも重点汚染企業に対しては月 1 回程度のモニタリングが可能な組織・体制の充実が望まれる。

なお、排水水質の監視項目と分析方法について、海域の水質監視と比較すると、COD の分析方法については、排水水質はクロム法に対し海域水質は過マンガン酸法となっている。また、窒素関係の項目については、排水水質はアンモニア性窒素のみに対し海域水質は無機態窒素というように、一部の項目について違いがみられる。

これは、排水水質基準と環境水質基準の違いによるものであるが、大連湾等海域の水質汚濁解析や水質保全施策の効果を評価するためには、海域水質の監視項目、分析方法とも整合のとれた排水水質の監視を行うべきである。

(2) 海域水質の監視強化

大連湾等海域水質の監視は毎年 3 回（4 月、7 月、10 月）実施されているが、大連湾の臭水套水域や甜水套水域等、水質汚濁の著しい海域については年 6 回程度の頻度で行うというように、海域の水質汚濁状況に応じて監視体制の強化が望まれる。

また、大連湾沿岸域での富栄養化の進行に対し、その主要な原因物質である窒素、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、総リンの監視が必要である。

3.5.4 排水の循環再利用

(1) 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する必要がある。

3.6 水質汚濁機構解析

3.6.1 発生汚濁負荷量の分布と構成

大連市の下水道排水区域ごとに生活系、営業系、工場系の各発生源別汚濁負荷量を算定した。対象水質項目はBOD、COD、SS、総窒素（T-N）、総リン（T-P）の5項目である。算定方法は以下のとおりである。

3.6.1.1 算定方法

(1) 生活排水

大連市中心4区の1995年全体人口（1,709千人）を、「大連市総合交通計画調査」に示されている街区ブロックごとの現況人口（1994年）を用いて各下水道排水区域に配分し、それに表3-6-1に示す生活排水水質実態調査結果¹⁾から求めた1人あたりの汚濁負荷量原単位を掛けて算定した。

表3-6-1 生活排水汚濁負荷量原単位（現況）

項目	負荷量原単位	排水濃度 (mg/l)	備考:日本の営業系排水水質 実績 (mg/l)
排水量	107	—	—
BOD ₅	19.52	182	234
COD _{Mn}	7.94	74	106
SS	18.74	175	142
T-N	10.91	102	28.5
T-P	1.10	10	6.9

単位：排水量 l/人・日、負荷量：g/人・日

¹⁾

(2) 営業排水

排水量については、後項3.6.2.1で述べる大連湾等排水路水量・水質調査において整理した生活系と工場系の排水量内訳（表3-6-10）より、生活系排水量を下水道排水区域ごとに集計し、これから前項(1)で原単位より算定した生活排水量を差し引いた残りを営業排水量として計上した。なお、前者が後者より少ない場合は営業排水量は0とした。

¹⁾ 生活排水水質実態調査の詳細は第8章 下水道処理計画の章を参照のこと。

排水水質については、表 3-6-1 に示す日本の営業系排水水質実績値を勘案し、総窒素は 30mg/l とし、それ以外の水質項目は生活排水と同じ濃度として上記で計上した排水量を掛けることにより負荷量を算定した。（詳細は第 8 章 下水道処理計画を参照）

(3) 工場排水

工場排水量・排水水質については、大連市のデータベースに掲載されている重点汚染企業を対象に、本調査において実測した工場についてはその実測値（調査内容等詳細は第 4 章 固定発生源参照）を採用し、その他の工場については過去に大連市が実施した排水路調査データやデータベースに記載されている値をもとに設定し、下水道排水区域ごとに集計した。各工場別の発生汚濁負荷量を表 3-6-2 に示す。

(4) 下水処理場

現在稼働中の春柳下水処理場からの放流量・水質については、現地ヒアリング結果や日本の下水処理場での処理実績等をもとに表 3-6-3 に示すように設定した。なお、現地ヒアリング結果によると流入下水量の 30%は工場排水ということであるが、春柳排水区内の工場のうち本調査対象工場（重点汚染企業）はいずれも現在下水処理場には排水していないことが確認されたため、ここでは春柳下水処理場の流入下水はすべて生活または営業排水として取り扱うこととした。

表 3-6-3 春柳下水処理場の流入および放流量・水質（1997 年現況）

項目	流入	放流	備考
水量 (m ³ /日)	18,000	15,000	3 次処理水量 3,000m ³ /日は工業用水等に利用
BOD ₅ (mg/l)	180	20	除去率約 90%
COD _{Mn} (mg/l)	75	20	除去率約 75%
SS (mg/l)	175	20	除去率約 90%
総窒素 (mg/l)	55	38	除去率 30%
総リン (mg/l)	10	6	除去率 40%

注) 各流入水質濃度について、総窒素以外は生活排水実態調査結果による。総窒素は生活系と営業系の混合水質を該当する排水区について計算により求めた。また、除去率は日本の平均的な下水 2 次処理実績（標準活性汚泥法）より設定した。

3.6.1.2 算定結果

以上のようにして算定した現況（1997 年）の下水道排水区域ごとの発生源別排水量および汚濁負荷量を表 3-6-4～表 3-6-9 にまとめ、その分布図を図 3-6-1～表 3-6-6 に示す。

(1) 排水量

今回推定した発生源別排水量をみると、中心4区全体としては生活系が約183千 m^3 /日、営業系が約311千 m^3 /日、工場系が約722千 m^3 /日で合計1,216千 m^3 /日(4.4億 m^3 /年)となり、工場系が60%を占めるという結果になった。なお、上記の生活系+営業系排水量については大連市の給水量実績(630千 m^3 /日の約 $2/3=420$ 千 m^3 /日が生活+営業系)とのチェックによりオーダー的に妥当であることを確認した。

つぎに排水区域別にみると、甘井子排水区が約660千 m^3 /日と全体の50%以上を占め、その大半は大連化学、石油第7工場、大連製鋼などの工場排水である。また、生活系+営業系排水については、寺兒溝、青泥、春柳、ならびに馬欄河という人口集積の著しい排水区で全体の70%を占め、これらの区域では飲食店や業務ビルが多数立地していることから、営業系排水が生活系排水よりも多いという結果になっている。

(2) 汚濁負荷量

各項目別に生活系+営業系と工場系の発生負荷量を比較すると、中心4区全体としてみれば、総リンについては生活系+営業系が工場系の17倍と圧倒的に多く、BOD、CODも前者が後者のそれぞれ4倍、2倍となっている。SS、総窒素はほぼ同量という結果になっている。

つぎに排水区域別にみると、COD、SS、総窒素は甘井子排水区が最も多く、その70~90%が工場排水によって占められている。それをさらに工場別にみると、CODについては大連製鋼と石油第7工場の2社で60%を占め、SS、総窒素については大連化学1社で50%以上を占めている。一方、総リンは青泥、寺兒溝、馬欄河排水区で多く、いずれもその95%以上は生活系+営業系によって占められている。BODについては馬欄河排水区が最も多く、その60%以上は生活系+営業系排水である。

これらのことから、とくに水質汚濁の著しい大連湾臭水套水域の水質改善策として、COD、SS、総窒素については工場排水対策、総リンについては生活排水対策が重要と考えられる。また、南部沿岸で富栄養化の進行が懸念される星海湾の水質改善策として、総リンの負荷削減のための生活排水対策(とくに馬欄河)の重要性が指摘される。

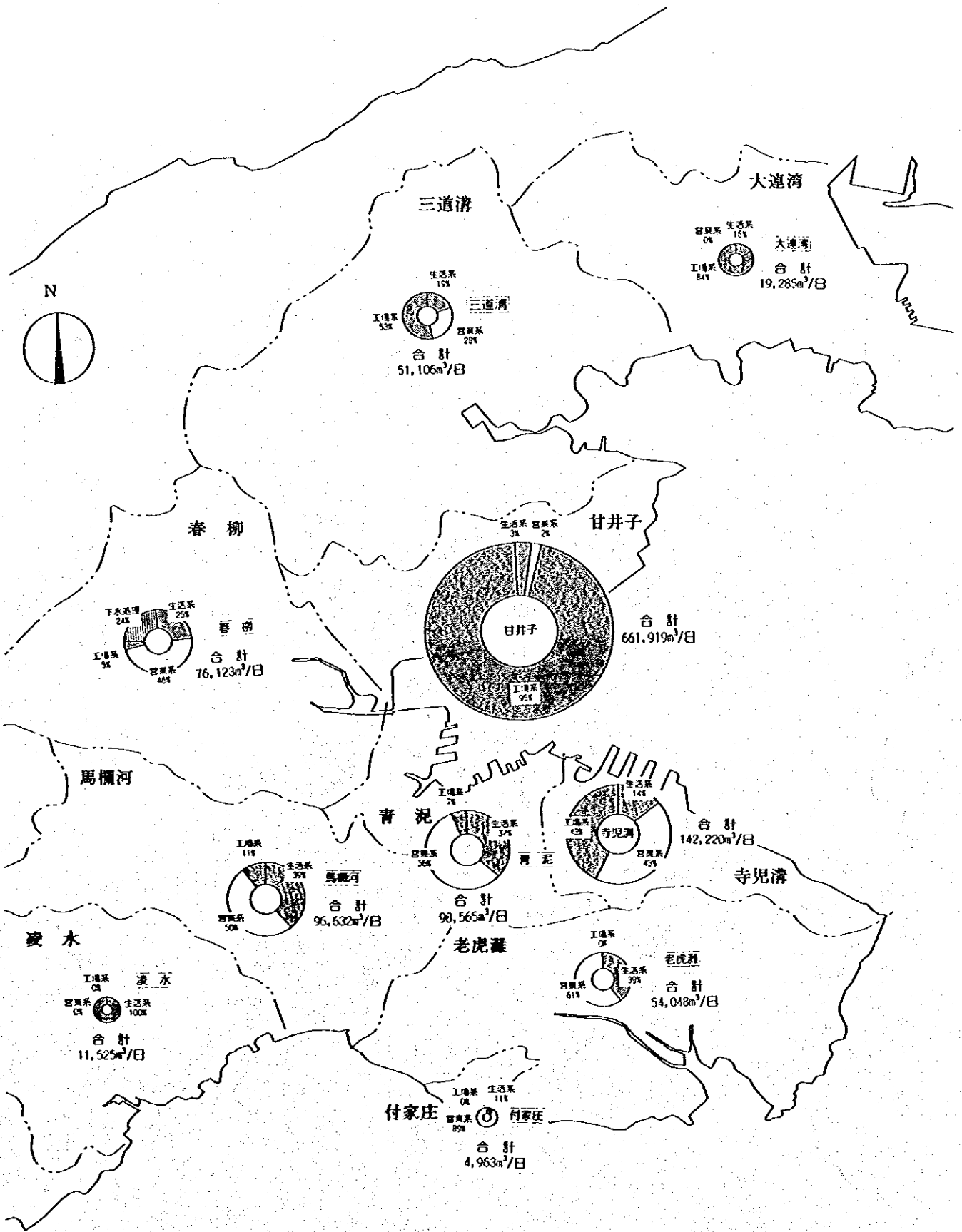


図3-6-1 排水区域別発生汚濁負荷量のまとめ (排水量現況 1997年)

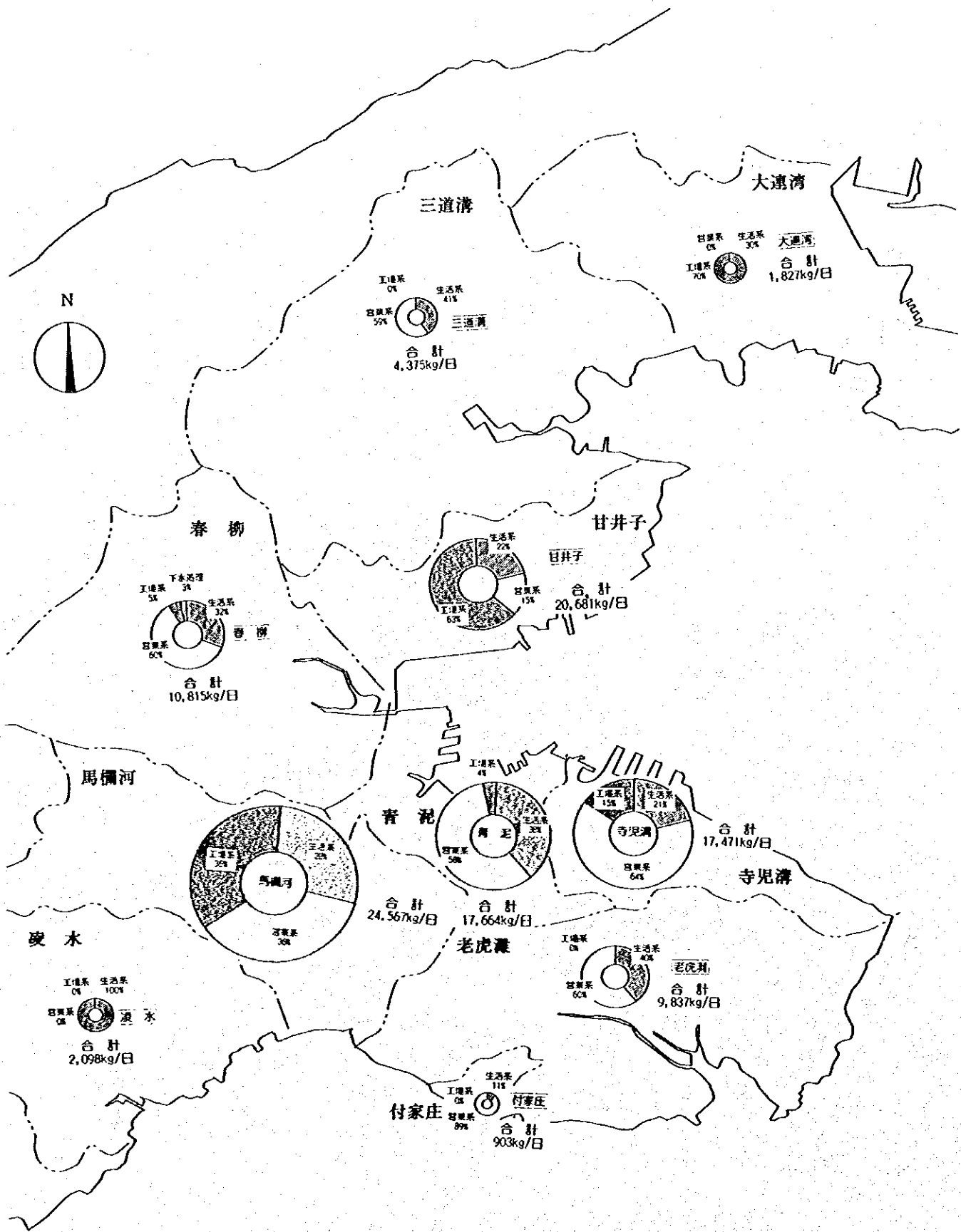


図3-6-2 排水区域別発生汚濁負荷量のまとめ (BOD現況 1997年)

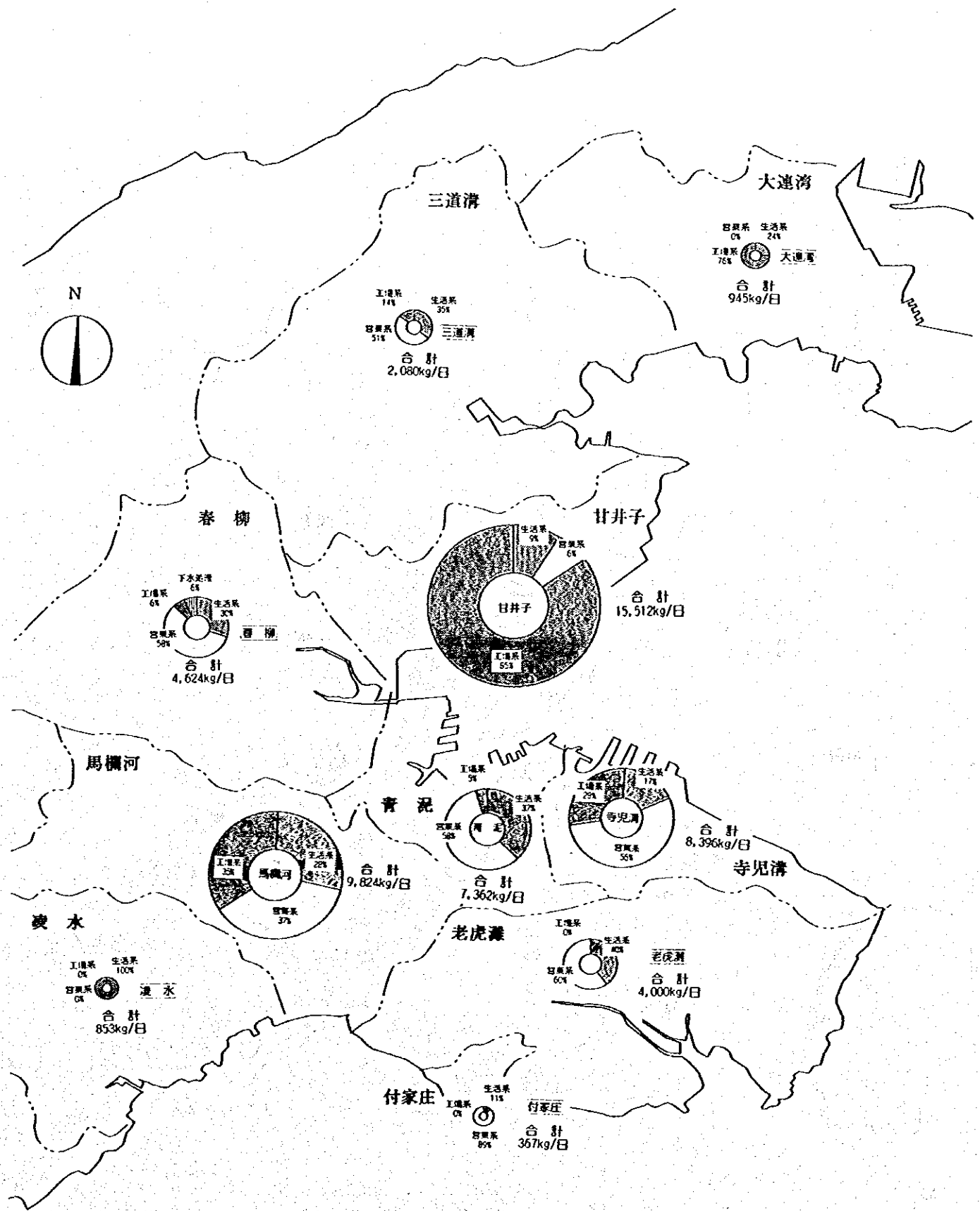


図3-6-3 排水区域別発生活汚濁負荷量のまとめ (COD現況 1997年)

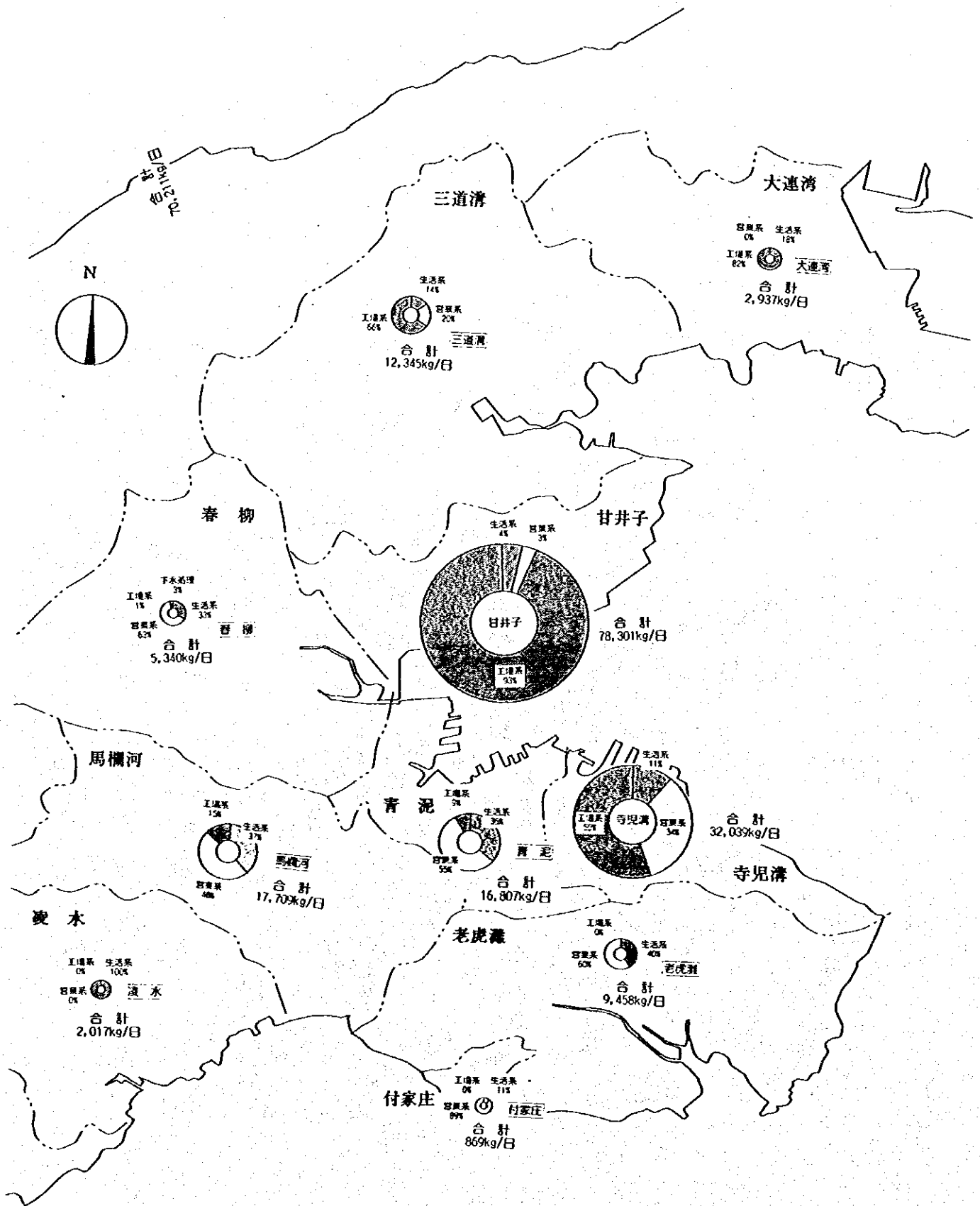


図3-6-4 排水区域別発生汚濁負荷量のまとめ (SS現況 1997年)

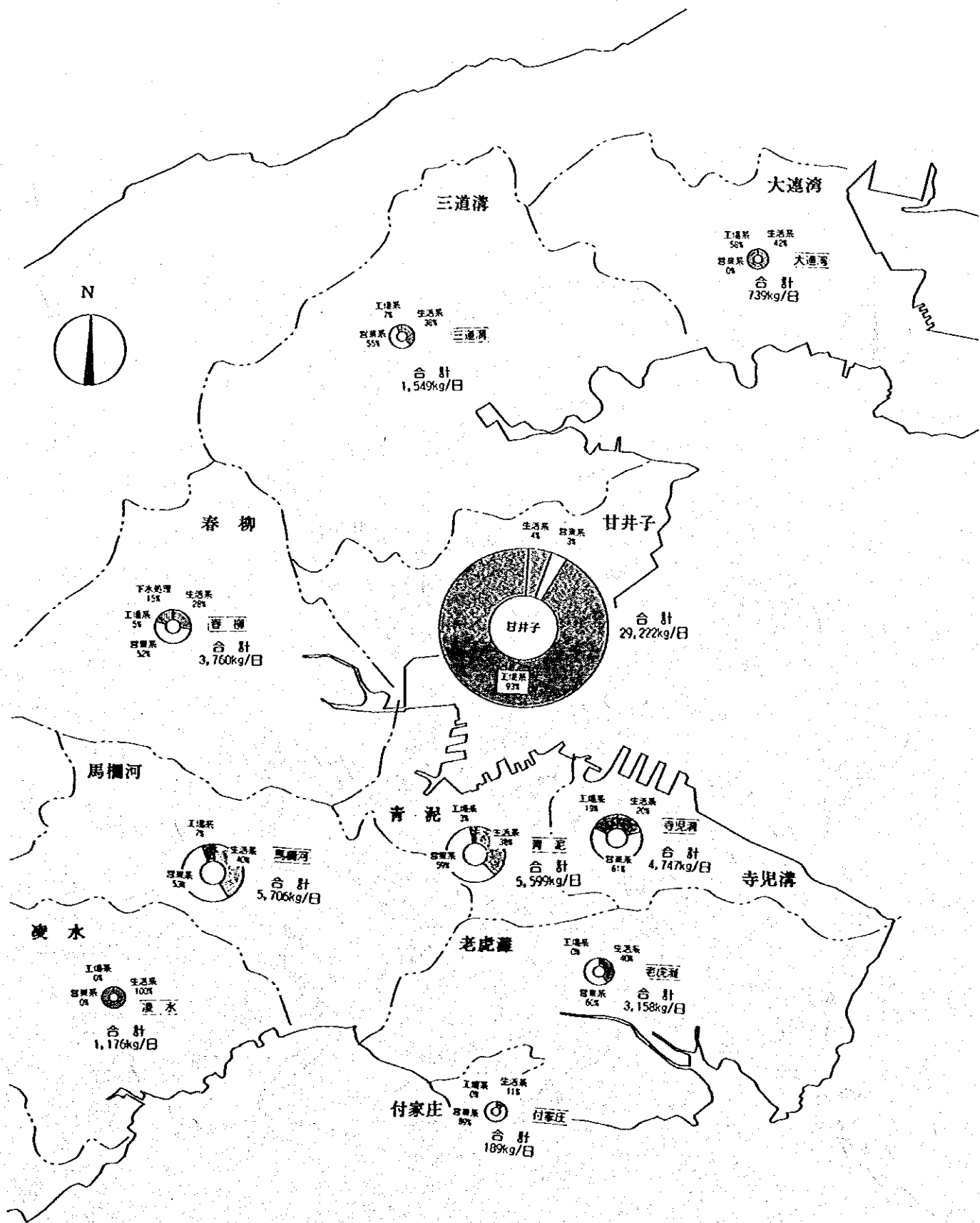


図3-6-5 排水区域別発生汚濁負荷量のまとめ (T-N現況 1997年)

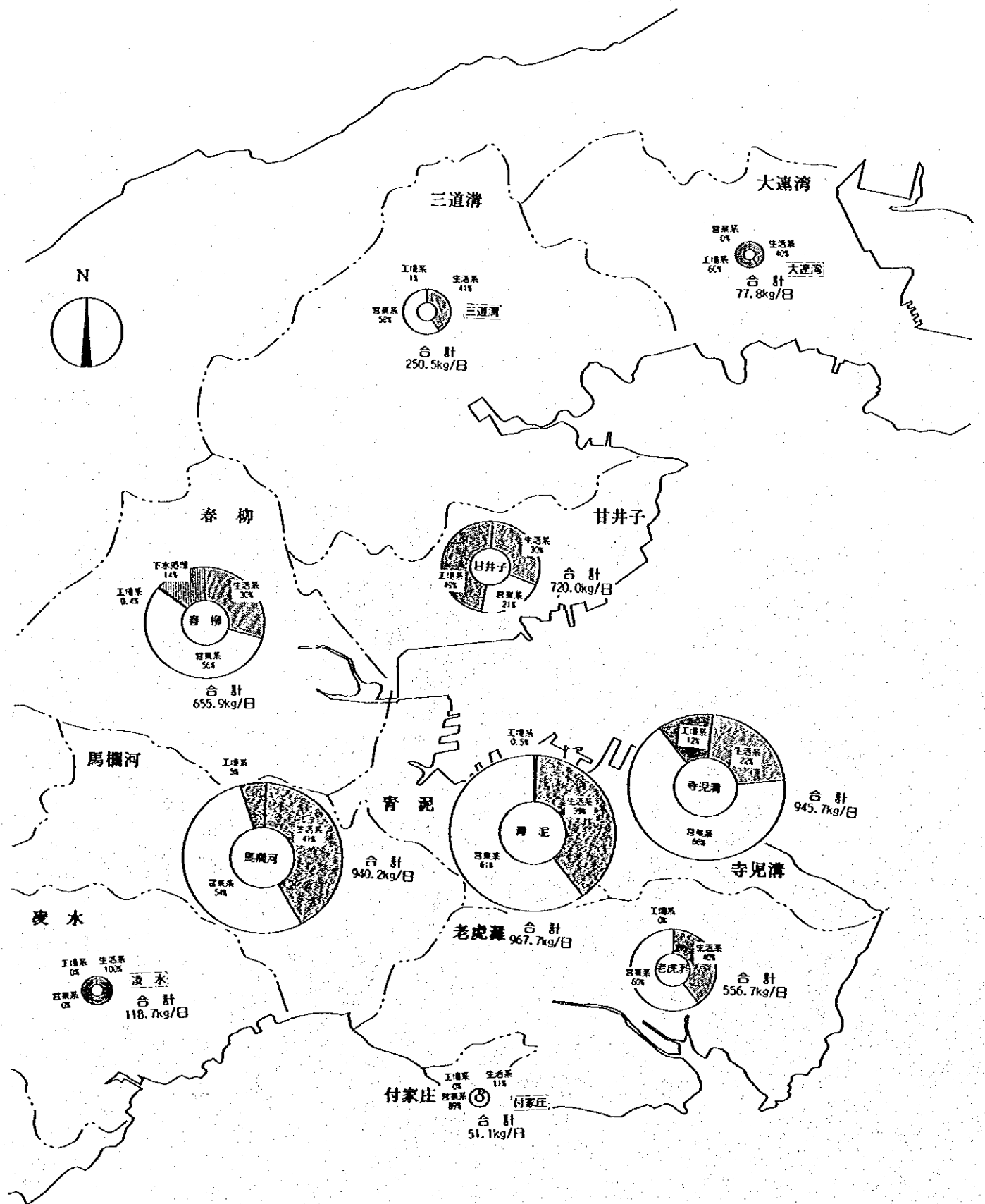


図3-6-6 排水区域別発生汚濁負荷量のまとめ (T-P現況 1997年)

表3-6-4 中心4区排水量のまとめ（現況；1997年）

排水区域	生活系+営業系排水						工場系排水			生活系+営業系+工場系排水				処理能力 (最終計画) (m ³ /日)
	生活排水		営業排水		小計 (m ³ /日)	全体 (m ³ /日)	下水処理 対象外 (m ³ /日)	合計 (m ³ /日)	内訳			下水処理場		
	人口 (人)	排水量 (m ³ /日)	排水量 (m ³ /日)	営業/生活 比					下水処理対象 (m ³ /日)	海域放流 (m ³ /日)				
											下水処理 (m ³ /日)		下水処理 (m ³ /日)	
寺尾溝	184,838	19,778	61,400	3.10	81,178	61,042	61,037	142,220	81,183		142,220			
青泥	342,032	36,597	56,900	1.55	93,497	5,068	3,384	98,565	95,181		98,565			
春柳	234,474	25,089	47,600	1.90	72,689	3,434	1,092	76,123	75,031	18,000	58,123	春柳	60,000	
甘井子	163,854	17,532	45,200	2.58	62,732	599,187	599,033	661,919	62,886		661,919			
三道溝	92,859	9,936	14,100	1.42	24,036	27,070	25,259	51,106	25,847		51,106			
大連湾	28,377	3,036	0	0	3,036	16,249	16,249	19,285	3,036		19,285			
老虎灘	199,518	21,348	32,700	1.53	54,048	0	0	54,048	54,048		54,048			
付家庄	5,258	563	4,400	7.82	4,963	0	0	4,963	4,963		4,963			
馬欄河	350,076	37,458	49,000	1.31	86,458	10,174	0	96,632	96,632		96,632			
凌水	107,714	11,525	0	0	11,525	0	0	11,525	11,525		11,525			
合計	1,709,000	182,862	311,300	1.70	494,162	722,224	706,054	1,216,386	510,332	18,000	1,198,386		60,000	

注) 工場排水のうち、海岸沿いに立地する工場の排水は下水処理対象外とした。

表3-6-5 中心4区発生源汚濁負荷量のまとめ (BOD現況：1997年)

排水区域	生活系+営業系排水				工場系排水		生活系+営業系+工場系				下水処理場				流達負荷量 (kg/日)
	排水量		負荷量		全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	放流量 (m³/日)	処理場名	処理水質 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	放流量 (m³/日)	負荷量 (kg/日)	
	全体 (m³/日)	下水処理 (m³/日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)											
寺尾港	81,178	0	14,774	14,774	2,697	2,697	17,471	17,471				0		5,835	
青泥	93,497	0	17,016	17,016	648	648	17,664	17,664				0		4,045	
春柳	72,689	18,000	13,229	9,953	562	562	13,791	10,515	15,000	春柳	20	300		5,284	
甘井子	62,732	0	11,417	11,417	9,264	9,264	20,681	20,681				0		9,812	
三道港	24,056	0	4,375	4,375	0	0	4,375	4,375				0		910	
大連湾	3,036	0	553	553	1,274	1,274	1,827	1,827				0		1,385	
老虎灘	54,048	0	9,837	9,837	0	0	9,837	9,837				0		7,201	
付家庄	4,963	0	903	903	0	0	903	903				0		70	
馬欄河	86,458	0	15,735	15,735	8,832	8,832	24,567	24,567				0		15,993	
凌水	11,525	0	2,098	2,098	0	0	2,098	2,098				0		1,566	
合計	494,162	18,000	89,937	86,661	23,277	23,277	113,214	109,938	15,000			300		51,901	

表3-6-6 中心4区発生汚濁負荷量のまとめ（QOD現況；1997年）

排水区域	生活系+営業系排水				工場系排水		生活系+営業系+工場系				下水処理場				流達負荷量 (kg/日)
	排水量		負荷量		全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	処理場名	放流量 (m ³ /日)	処理水質 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	
	全体 (m ³ /日)	下水処理 (m ³ /日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)											
寺見溝	81,178	0	6,007	6,007	2,389	2,389	8,396	8,396	0	0				0	5,289
青泥	93,497	0	6,919	6,919	443	443	7,362	7,362	0	0				0	3,416
春柳	72,689	18,000	5,379	4,047	277	277	5,656	4,324	15,000	春柳	15,000	20	300	5,588	
甘井子	62,732	0	4,642	4,642	10,870	10,870	15,512	15,512	0	0				0	13,516
三道溝	24,036	0	1,779	1,779	301	301	2,080	2,080	0	0				0	1,070
大連溝	3,036	0	225	225	720	720	945	945	0	0				0	853
老虎灘	54,048	0	4,000	4,000	0	0	4,000	4,000	0	0				0	1,800
付家庄	4,963	0	367	367	0	0	367	367	0	0				0	75
馬欄河	86,458	0	6,398	6,398	3,426	3,426	9,824	9,824	0	0				0	4,097
凌水	11,525	0	853	853	0	0	853	853	0	0				0	356
合計	494,162	18,000	36,569	35,237	18,426	18,426	54,995	53,663	15,000					300	36,039

表3-6-7 中心4区発生活汚濁負荷量のまとめ (SS現況；1997年)

排水区域	生活系+営業系排水				工場系排水		生活系+営業系+工場系				下水処理場				流達負荷量 (kg/日)
	排水量		負荷量		全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)	放流量 (m ³ /日)	処理場名	処理水量 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	
	全体 (m ³ /日)	下水処理 (m ³ /日)	全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)											
寺尾溝	81,178	0	14,206	14,206	17,833	17,833	32,039	32,039	32,039	0				31,815	
青泥	93,497	0	16,362	16,362	445	445	16,807	16,807	16,807	0				26,269	
春柳	72,689	18,000	12,721	9,571	142	142	9,713	9,713	12,863	300	春柳	20		29,944	
甘井子	62,732	0	10,978	10,978	59,233	59,233	70,211	70,211	70,211	0				78,434	
三道溝	24,036	0	4,206	4,206	8,139	8,139	12,345	12,345	12,345	0				10,070	
大遼湾	3,036	0	531	531	2,406	2,406	2,937	2,937	2,937	0				2,672	
老虎溝	54,048	0	9,458	9,458	0	0	9,458	9,458	9,458	0				13,203	
付家庄	4,963	0	869	869	0	0	869	869	869	0				175	
馬欄河	86,458	0	15,130	15,130	2,579	2,579	17,709	17,709	17,709	0				25,997	
凌水	11,525	0	2,017	2,017	0	0	2,017	2,017	2,017	0				2,961	
合計	494,162	18,000	86,478	83,928	90,777	90,777	177,255	174,105	177,255	300			15,000	221,539	

表3-6-8 中心4区汚染源汚濁負荷量のまとめ (総量算現況 1997年)

排水区域	生活系+営業系排水				工場系排水		生活系+営業系+工場系				下水処理場				流達負荷量 (kg/日)
	排水量		負荷量		全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	放流量 (m³/日)	処理場名	放流量 (m³/日)	処理水量 (m³/日)	負荷量 (kg/日)	
	全体 (m³/日)	下水処理 (m³/日)	全体 (kg/日)	海域放流 (kg/日)											
寺尾湾	81,178	0	3,859	3,859	888	888	4,747	4,747	0					4,059	
青泥	93,497	0	5,440	5,440	159	159	5,599	5,599	0					3,393	
春柳	72,689	18,000	3,987	3,000	190	190	3,190	3,190	15,000	春柳	15,000	38	570	5,141	
甘井子	62,732	0	3,144	3,144	26,078	26,078	29,222	29,222						27,845	
三道湾	24,036	0	1,436	1,436	113	113	1,549	1,549						785	
大連湾	3,036	0	310	310	429	429	739	739						646	
老虎滩	54,048	0	3,158	3,158	0	0	3,158	3,158						2,940	
付家庄	4,963	0	189	189	0	0	189	189						47	
馬欄河	86,458	0	5,291	5,291	415	415	5,706	5,706						4,799	
凉水	11,525	0	1,176	1,176	0	0	1,176	1,176						989	
合計	494,162	18,000	27,990	27,003	28,272	28,272	56,262	55,275	15,000			570		50,644	

表3-6-9 中心4区発生汚濁負荷量のまとめ (総リン状況 1997年)

排水区域	生活系+営業系排水				工場系排水		生活系+営業系+工場系				下水処理場				流達負荷量 (kg/日)
	排水量		負荷量		全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)	全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)	放流量 (m³/日)	処理場名	処理水質 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	放流量 (m³/日)	負荷量 (kg/日)	
	全体 (m³/日)	下水処理 (m³/日)	全体 (kg/日)	海城放流 (kg/日)											
寺尾溝	81,178	0	836	836	110	110	946	946				0		391	
青泥	93,497	0	963	963	5	5	968	968				0		360	
春柳	72,689	18,000	749	563	3	3	751	566	15,000	春柳	6	90		314	
甘井子	62,732	0	646	646	74	74	720	720				0		297	
三道溝	24,036	0	248	248	3	3	251	251				0		130	
大運湾	3,036	0	31	31	47	47	78	78				0		62	
老虎灘	54,048	0	557	557	0	0	557	557				0		96	
付家庄	4,963	0	51	51	0	0	51	51				0		13	
馬欄河	86,458	0	891	891	50	50	940	940				0		250	
凌水	11,525	0	119	119	0	0	119	119				0		32	
合計	494,162	18,000	5,090	4,904	290	290	5,380	5,194	15,000			90		1,944	