

た。いずれも人為的汚染をうけていると考えられる排水路であり、夏期、水温が上昇する時期のみに検出された(表5,7)。双方とも水温20°C以上、大腸菌群 $10^5/100\text{mml}$ 以上の条件で検出されており、人為的な汚染を否定できない。

#### オ) セレウス

排水路87検体中36検体(41.4%)、河川60検体中29検体(48.3%)と検出病原菌中ウエルシュ、エロモナスに次ぐ高い検出率であった(表10)。セレウスは、ウエルシュ同様、土壌等に分布し、芽胞を形成し、環境の変化に対して強いため、検出率が高いものと考えられ、2排水路(上富丘川、稲穂川)を除くすべての定点で検出された(表11)。本菌検出は、人為的汚染による影響は少ないと考えられる。

#### カ) エロモナス

エロモナスの検出率は、ウエルシュに次ぎ第2位(排水路73.6%、河川78.3%)であった(表10)。エロモナスは本来、淡水水棲菌であるので、検出病原菌中、排水路水、河川水に最も普遍的に生息するものと考えられるものなので、人為的な影響とは考えられない。

#### キ) NAGビブリオ

NAGビブリオの検出率は、排水路と河川とで大きな差があり、排水路で8.0%であるのに対し河川では30.0%から検出されている(表10)。河川では採水地点すべてから検出されているのに対し、排水路では、比較的人為的汚染のうかがわれる6排水路(界川・上富丘川・烈々布排水路上流・烈々布排水路下流・真栄排水路下流・川沿排水路)から検出されている(表11,12)。従って河川では上下流、汚染の濃度にかかわらずほぼ平均的にNAGビブリオが検出されているのに対し、排水路に関しては、人為的汚染をうかがわせる結果となった。このことは、本調査で最も特徴的な傾向といえるであろう。

#### ク) カンピロバクター

カンピロバクターは、新川、新川橋採水地点から検出された。環境材料からこの菌の検出は当所では4度目のことであるが、最近では国内での環境材料からの検出もみられるようになった(表12)。河川からカンピロバクターが検出されたことは、本菌の常在するところが本来、ニワトリ、イヌなどの家畜やペットであること等から見て人為的汚染によるものと考えられる。なお、カンピロバクターが大気中では、酸素によりすみやかに死滅するということから見れば、一過性の汚染と考えられる。

#### ケ) 病原大腸菌

病原大腸菌の検出は、円山川支流排水路で1回のみであった。検出菌の血清型はO-159であった(表11)。O-159病原大腸菌は、耐熱性毒素を産生するとの報告があり、毒素原性大腸菌に分類されるものと考えられる。本菌検出は、検出が1回限りであり、人為的な一過性汚染と考えられる。

### (3) 検出病原菌相互の関係

排水路水、河川水とも病原菌の検出は一般に複数の菌種が検出されることが多い。表13,14,15にある病原菌が検出された際に、同時に検出される病原菌の検出数及び検出率を示した。それらの特徴を列記すると以下のとおりである。

- ① 検出数の少ない病原菌、ビブリオ・フルビアリス、カンピロバクター、病原大腸菌は単独で検出されない。
- ② 排水路水では、セレウスは単独で検出されやすい。
- ③ サルモネラと黄色ブドウ球菌は同時に検出されなかった(サルモネラと、黄色ブドウ球菌は、共に人為的汚染と考えられるが、汚染源のちがいで、環境中に病原菌が放出された際の各種細菌の消長の過程に差があると考えられる)。
- ④ NAGビブリオはウエルシュと同時に検出されやすい。

表 13 排水路水からの検出病原菌と同時検出菌(率)

検出菌	検出数	単独 検出数	同 時 検 出 菌								
			サルモネラ	黄色 ブドウ球菌	ウエルシュ	ビブリオ・ フルビアリス	セレウス	エロモナス	NAG ビブリオ	カンピロ バクター	病原 大腸菌
サルモネラ	1	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
黄色ブドウ球菌	16	2 (12.5%)	0 (0.0%)	12 (75.0%)	0 (0.0%)	4 (25.0%)	10 (62.5%)	1 (6.3%)	0 (0.0%)	1 (6.3%)	
ウエルシュ	64	12 (18.8%)	1 (1.6%)	12 (18.8%)	1 (1.6%)	24 (37.5%)	37 (57.8%)	6 (9.4%)	0 (0.0%)	1 (1.6%)	
ビブリオ ・フルビアリス	2	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	1 (50.0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
セレウス	36	14 (38.9%)	0 (0.0%)	4 (11.1%)	24 (66.1%)	0 (0.0%)	15 (41.7%)	3 (8.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
エロモナス	43	3 (7.0%)	0 (0.0%)	10 (23.3%)	37 (86.0%)	1 (2.3%)	15 (34.9%)	4 (9.3%)	0 (0.0%)	1 (2.3%)	
NAGビブリオ	7	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (14.3%)	6 (85.7%)	1 (14.3%)	3 (42.9%)	4 (57.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
カンピロバクター	0	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
病原大腸菌	1	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	

表 14 河川水からの検出病原菌と同時検出菌(率)

検出菌	検出数	単独 検出数	同 時 検 出 菌								
			サルモネラ	黄色 ブドウ球菌	ウエルシュ	ビブリオ・ フルビアリス	セレウス	エロモナス	NAG ビブリオ	カンピロ バクター	病原大腸菌
サルモネラ	6	1 (16.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (66.7%)	0 (0.0%)	3 (50.0%)	3 (50.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
黄色ブドウ球菌	0	(-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
ウエルシュ	47	4 (8.5%)	4 (8.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	25 (53.2%)	26 (55.3%)	14 (29.8%)	1 (2.1%)	0 (0.0%)	
ビブリオ ・フルビアリス	0	(-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	
セレウス	29	1 (3.4%)	3 (10.3%)	0 (0.0%)	25 (86.2%)	0 (0.0%)	18 (62.1%)	7 (24.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
エロモナス	31	3 (9.7%)	3 (9.7%)	0 (0.0%)	26 (83.9%)	0 (0.0%)	18 (58.1%)	7 (22.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
NAGビブリオ	18	2 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	14 (77.8%)	0 (0.0%)	7 (38.9%)	7 (38.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
カンピロバクター	1	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
病原大腸菌	0	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	

表 15 排水路水・河川水からの検出病原菌と同時検出菌(率)

検出菌	検出数	単独 検出数	同 時 検 出 菌								
			サルモネラ	黄色 ブドウ球菌	ウエルシュ	ビブリオ・ フルビアリス	セレウス	コロモナス	NAG ビブリオ	カンピロ バクター	病原 大腸菌
サルモネラ	7	1 (14.3%)	0 (0.0%)	5 (71.4%)	0 (0.0%)	3 (42.9%)	3 (42.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
黄色ブドウ球菌	16	2 (12.5%)	0 (0.0%)	12 (75.0%)	0 (0.0%)	4 (25.0%)	10 (62.5%)	1 (6.5%)	0 (0.0%)	1 (6.3%)	
ウエルシュ	111	16 (14.4%)	5 (4.5%)	12 (10.8%)	1 (0.9%)	49 (44.1%)	63 (56.8%)	20 (18.0%)	1 (0.9%)	1 (0.9%)	
ビブリオ・ フルビアリス	2	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	1 (50.0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
セレウス	65	15 (23.1%)	3 (4.6%)	4 (6.2%)	49 (75.3%)	0 (0.0%)	33 (50.8%)	10 (15.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
エロモナス	74	6 (8.1%)	3 (4.0%)	10 (13.5%)	63 (85.1%)	1 (1.4%)	33 (85.1%)	11 (14.9%)	0 (0.0%)	1 (1.4%)	
NAGビブリオ	25	2 (8.0%)	0 (0.0%)	1 (4.0%)	20 (80.0%)	1 (4.0%)	10 (40.0%)	11 (44.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
カンピロバクター	1	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
病原大腸菌	1	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	

(4) 検出病原菌の季節変化

調査では、偶数月に排水路水を、奇数月に河川水を採取、調査を実施した。採水月別の病原菌検出数を表16, 17, に示した。排水路水で特徴的なのは、ビブリオ・フルビアリスの検出数は2例であったが、ともに水温が最も高くなる8月に集中して検出されたことであった。また、河川水では、NAGビブリオがやはり水温が高くなる7, 9月の夏期に集中して検出された。

この様な、季節的な検出病原菌の変動は、おもに水温の上昇にともなう汚染源の変化、細菌相の変化が大きく影響していると考えられる。また、排水路水において、人為的な汚染と考えられる黄色ブドウ球菌は、検出月に大きなかたよりはみられず毎月検出された。

(5) 病原菌種平均検出数

排水路水、河川水とも、一つの検体から検出さ

れる病原菌種は複数である場合が一般的であった。

表18に1検体当りの病原菌種検出数の年平均値を示した。数字が大きい程、検体当りの検出病原菌種が多いことを示す数値である、細菌学的にも、化学的にも最も人為的な汚染が少ないと思われる山鼻川採水地点では、その値は全採水地点中最小の0.83であった。この値を自然に排水路、河川に混入、生息する病原菌のバックグラウンド値と考えると、この値からの差が大きい程、人為的汚染が大きいと考えられる。河川では豊平川、創成川のような流れのある大きな河川では、上流から下流方向に向かってその値が大きくなり、流れのあまりない新川では、その値が上中下流とあまり変化していない。排水路中、上流、下流と2つの採水地点をもつ学田排水路、烈々布排水路、真栄排水路の3排水路では、3排水路とも、上流から下流に向かい平均検出数の増加がみられる。これは、

排水路そのものの自浄作用よりも、汚水流入や、病原菌の増殖といった作用が大きく働いた結果と考えられる。

この様に一つの検水から検出される病原菌種数は、排水路水、河川水の細菌学的汚染指標として、

その実態をある程度表現していると考えられる。したがってこの、病原菌種平均検出数を今後の調査を行う上での細菌学的汚染指標として用いて行きたい。

表16 排水路水の採水月別病原菌検出数

採水月	サルモネラ	黄色ブドウ球菌	ウエルシュ	ビブリオ・フルビアリス	セレウス	エロモナス	NAGビブリオ	カンピロバクター	病原大腸菌
4月	1	1	5	0	6	4	0	0	0
6月	0	5	14	0	4	9	0	0	0
8月	0	2	8	2	7	4	4	0	0
10月	0	1	15	0	7	10	1	0	0
12月	0	5	13	0	4	8	2	0	1
2月	0	2	9	0	8	8	0	0	0
総数	1	16	64	2	36	43	7	0	1

表17 河川水の採水月別病原菌検出数

採水月	サルモネラ	黄色ブドウ球菌	ウエルシュ	ビブリオ・フルビアリス	セレウス	エロモナス	NAGビブリオ	カンピロバクター	病原大腸菌
5月	2	0	0	0	2	4	3	0	0
7月	0	0	10	0	4	7	8	0	0
9月	0	0	8	0	3	4	5	0	0
11月	2	0	9	0	4	3	2	1	0
1月	2	0	10	0	8	7	0	0	0
3月	0	0	10	0	8	6	0	0	0
総数	6	0	47	0	29	31	18	1	0

表18 排水路、河川別病原菌種平均検出数  
(年平均)

排水路	平均 検出数	河川	平均 検出数
界川	2.67	豊平川, 御料橋	1.83
円山川支流排水路	1.80	豊平川, 五輪橋	2.17
上富丘川	2.17	豊平川, 東橋	2.00
稲穂川	2.00	豊平川, 雁来橋	2.67
樽川添排水路	2.00	創成川, 対山橋	1.67
学田排水路(下流)	2.17	創成川, 麻生橋	1.83
学田排水路(上流)	1.67	創成川, 茨戸耕北橋	3.00
烈々布排水路 (上流)	2.33	新川, 新川橋	2.17
烈々布排水路 (下流)	2.80	新川, 天狗橋	2.33
三角街道添排水路	1.33	新川, 第一新川橋	2.33
鉄北線添排水路	1.83		
真栄排水路(下流)	2.33	全排水路平均	1.95
真栄排水路(上流)	1.50	全河川平均	2.20
川沿排水路	2.00	全排水路, 全河川平均	2.05
山鼻川	0.83		

## 2. 化学検査

### (1) レーダーチャート

排水路及び河川の汚濁状態を比較する目的で、レーダーチャートを作成した。

レーダーチャートは、全地点における各検査項目の年間平均値の最大値を100としたときの割合で示した。但し数値のバラツキが大きいCHL、a、大腸菌群数、MBAS、BOD、CODは最大値を200とし、DOと透視度は水質が良好な程数値が大きくなるので、最小値を100としたときの割合で示した。

なお水質の全体的評価を表わす項目は、円の上

部に、人為的汚染を示す項目は円の下部にまとめた(図5、6)。

このレーダーチャートからの考察としては、

ア) 真栄排水路(地点12、13)は、全排水路中平均的な汚濁状況である。

イ) 排水路は一般的にBOD及びMBASが高く、特に地点4、8、9、10は生活雑排水の直接の流入が考えられる。

ウ) 地点8は $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 等に比べBOD、MBASの割合が非常に高く、上流のクリーニング工場等の排水の影響が強く出ているものと思われる。

エ) 地点4は、MBASが高く、生活雑排水の影響を受けているが、 $\text{NH}_4^+$ のみならず $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ も高く、流速が全排水路中で最もあることから、有機物の硝化分解が進んでいることが判る。しかし地点6、8、9、10は $\text{NH}_4^+$ と $\text{NO}_2^-$ が高いにもかかわらず、 $\text{NO}_3^-$ が極端に低く、浄化槽等の排水による有機物の分解が進まない状態(流れがなくよどんでいる)の排水路であることがわかる。

オ) 地点3は $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ が異常に高いにもかかわらず、浄化槽排水特有の $\text{NH}_4^+$ が低いことから上流の工場や病院排水の影響によるものと思われる。

カ) 豊平川A、B、C及び創成川E、Fはほぼ同様のチャートを示し、創成川E、F地点が豊平川から分流した直後の上、中流地点であることがわかる。

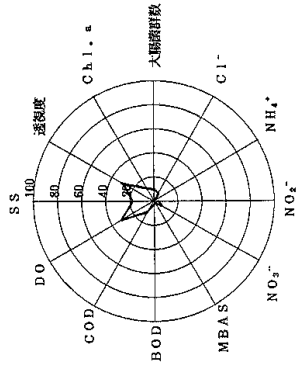
キ) 豊平川A、B、C地点と同下流のD地点、及び創成川E、F地点と同下流のG地点では、D、G地点の $\text{NH}_4^+$ が上流に比べ著しく増加しており、工場、処理場等排水の影響を受けているものと考えられる。

### (2) 濃度相関マトリックス

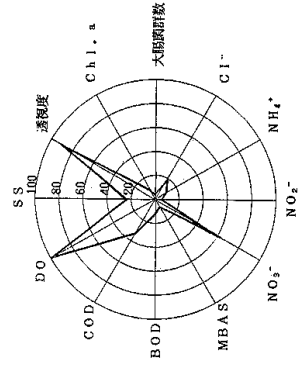
排水路及び河川各地点間の水質の類似性を把握するため、濃度相関マトリックスを算出した。

濃度相関マトリックスは各地点の全項目のデー

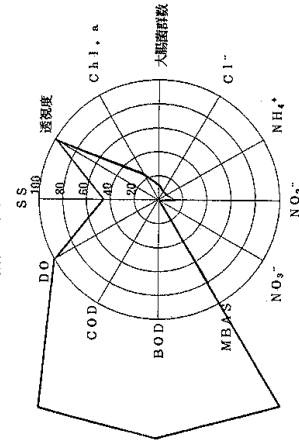
1 界川



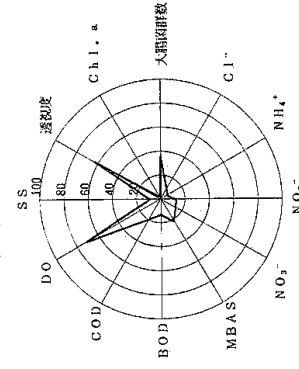
5 樽川添排水路



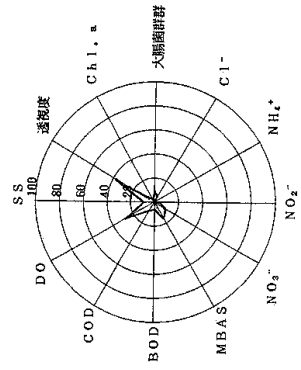
8 烈々布排水路上流



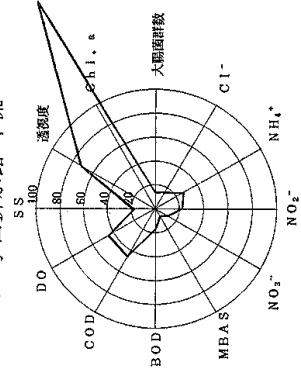
12 真栄排水路 下流



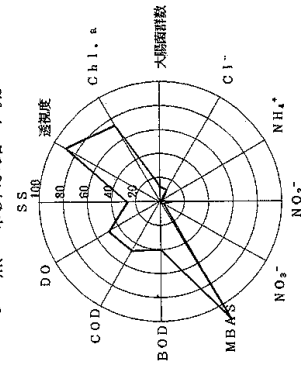
2 円山支流排水路



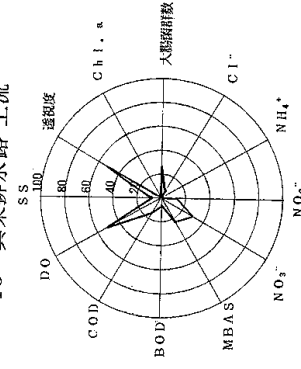
6 学田排水路 下流



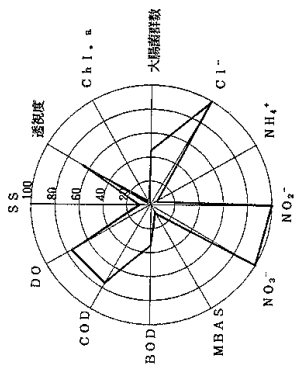
9 烈々布排水路 下流



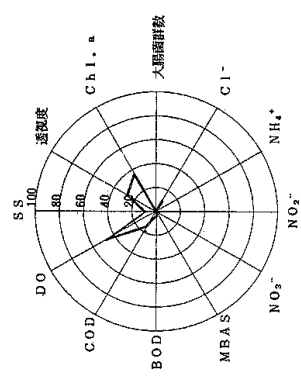
13 真栄排水路 上流



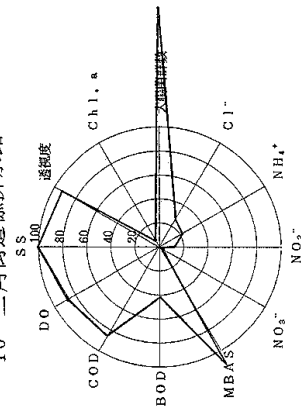
3 上富丘川



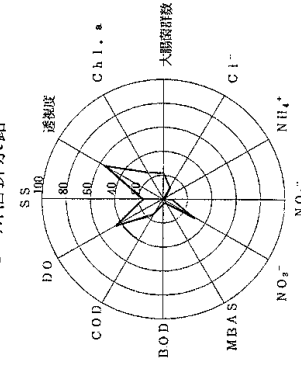
7 学田排水路 上流



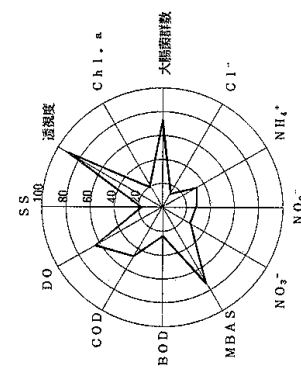
10 三角街道添排水路



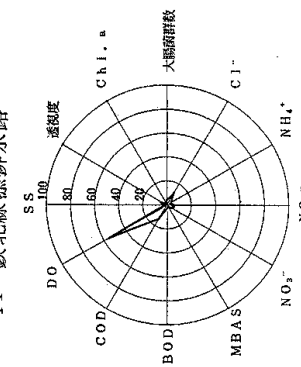
14 川沿排水路



4 稻穂川



11 鉄北線添排水路



15 山鼻川

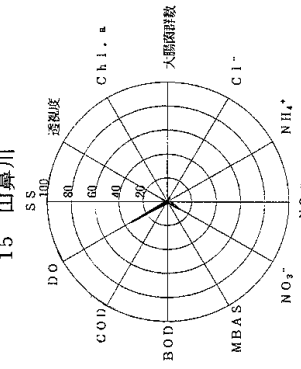
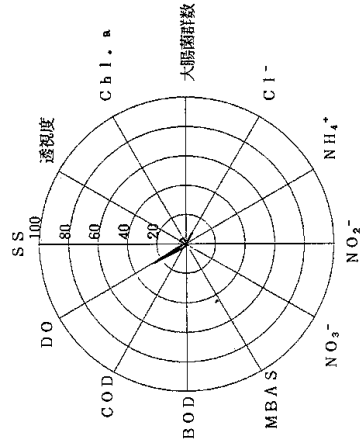
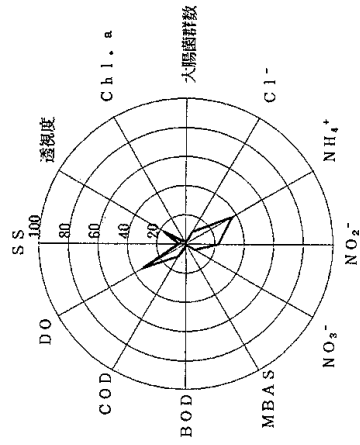


図5 排水路のレーダーチャート

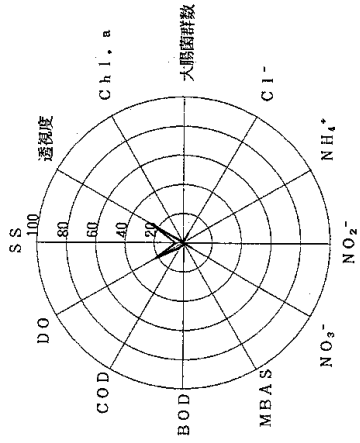
A 御料橋



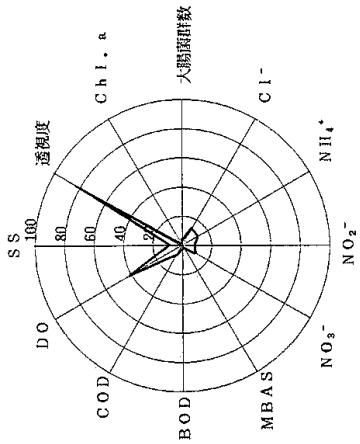
D 雁来橋



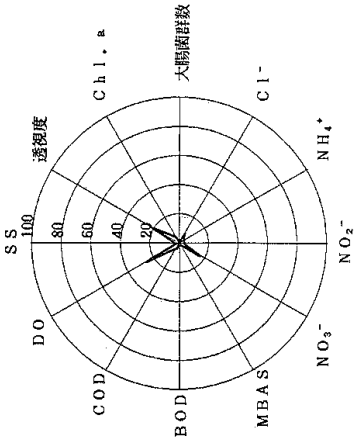
E 対山橋



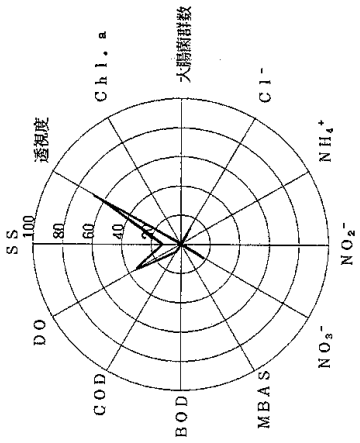
H 新川橋



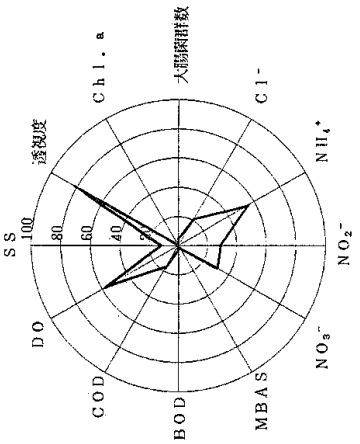
B 五輪大橋



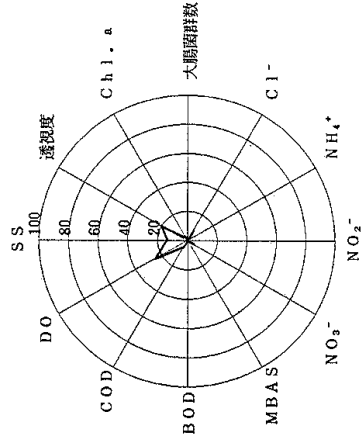
F 麻生橋



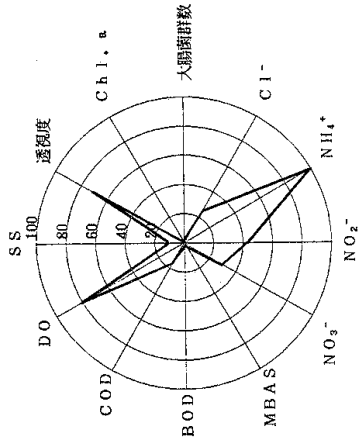
J 第一新川橋



C 東橋



G 荻戸耕北橋



I 天狗橋

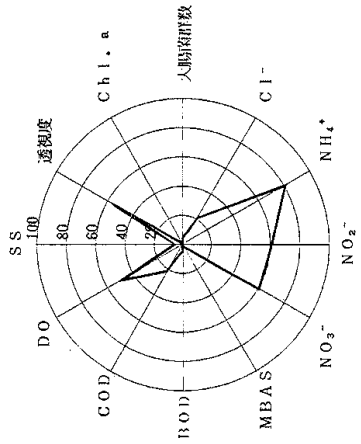


図6 河川のレターチャート