

## 事業場からのりんの排出状況について Investigation on Phosphorus of Industrial Waste Water

久保 正弘 藤田 久雄  
Masahiro KUBO Hisao FUJITA

### はじめに

湖沼、内湾、内海などの閉鎖性水域における富栄養化は、赤潮の多発、藻類の異常発生など、多くの問題を含んでいる。その要因物質であるりんの削減対策は瀬戸内海環境保全特別措置法に基づき出された。りん及びその化合物に係る削減指導方針策定指示によって行われた。

本県では、これを受けて昭和55年4月及び61年4月にそれぞれ削減目標を設定した削減指導方針を作成し、特定事業場に対し、協力依頼及び技術指導等を行い、削減対策を行ってきた。その間、事業場における、種々の排水処理方法によるりんの除去効率、りんの排出実態などの調査を実施した。そして、昭和53～57年度における調査結果は、すでに報告<sup>1)</sup>されており、今回は、昭和58～62年度における調査結果について報告する。

### 調査方法

#### 1. 調査期間

昭和58年4月～昭和63年3月

#### 2. 調査対象事業場

調査対象事業場は304、一事業場あたり1～16回調査した。延べ調査事業場数は、1,041であり、表1に各業種ごとの事業場数を示した。業種分類の内、団地以外は日本標準産業分類表に従い、中分類番号で示した。

#### 3. 測定方法

各事業場において原則として、原水、処理水を採取し、総りん（以下T-Pと略す）濃度の測定はJIS K 0102に従って行った。

### 結果及び考察

#### 1. データの処理方法について

T-P濃度の検出限界は0.02 µg/ml（以下ppmと略す）であるが、検出限界未満の分析値は0.02 ppmとして処理した。原水、処理水濃度については、測定した全データ

を用いて、平均、最大、最小値を求めた。削減率については、原水、処理水を同時採取したものについて計算し、原水の変動による影響と思われる負の削減率を除いて、平均、最大値を算出した。

#### 2. 業種別T-P濃度について

業種別のT-P濃度状況は、表2および図1に示すとおりである。表2をみると、原水濃度の高い業種は、業種No.12, 29, 30, 89, 95であり、平均濃度で10 ppmを越えていた。処理水のT-P濃度で高いのは、業種No.12, 29, 49, 75, 87, 91であり、平均濃度で3 ppm以上であった。T-P削減率をみてもみると、比較的効率のよい業種は、業種No.16, 18, 30, 40, 89であり、平均削減率で80%以上であった。

図1よりT-P濃度の頻度分布をみると、全体では、原水濃度は0～4 ppm（56%）に多く分布しており、処理水では、0～1 ppm（40%）に多く分布していることが分かった。また、いくつかの業種についてみてみると業種No.1では、原水が2～5 ppm（73%）、処理水が2～3 ppm（48%）に多く分布していた。業種No.12, 13では、原水10 ppm以上が32%と多く、これは、業種No.12がすべてを占めていた。処理水では、0～1 ppm（41%）に多く分布していたが、5 ppm以上の割合も16%と多いことが分かった。業種No.14では、原水6～8 ppm（55%）、処理水0～1 ppm（63%）に多く分布していたが、5 ppm以上の場合も18%を占めていた。業種No.18では、原水0～1 ppm（82%）の場合がほとんどであり、処理水はすべて0～0.5 ppmであった。業種No.28, 29, 30, 31では、原水0～3 ppm（56%）に多く分布していたが、10 ppm以上のものも17%と多かった。処理水は0～1 ppm（80%）に多く分布していたが、5 ppm以上の割合も10%程度みられた。

#### 3. 事業場における処理方法について

処理方法は、表3に示すとおり、昭和53～57年度における報告に従い、6つのタイプに区分した。また、業種、処理方法別の事業場数を示したのが、表4である。

調査した事業場で、最も多く採用していた処理方法は、

表1 業種別企業数

No	業種No	中分類(日本標準産業分類)	企業数
1	—1*	団地	69
2	12	食料品製造業	70
3	13	飲料・飼料・たばこ製造業	6
4	14	繊維工業(衣料, その他の繊維製品を除く)	11
5	16	木材・木製品製造業(家具を除く)	3
6	18	パルプ・紙・紙加工品製造業	11
7	20	化学工業	16
8	21	石油製品・石炭製品・製造業	2
9	23	ゴム製品製造業	1
10	26	鉄鋼業	1
11	27	非鉄金属製造業	3
12	28	金属製品製造業	14
13	29	一般機械器具製造業	3
14	30	電気機械器具製造業	2
15	31	輸送機械器具製造業	2
16	39	水道業	6
17	40	鉄道業	2
18	41	道路旅客運送業	1
19	49	各種商品卸売業	1
20	53	各種商品小売業	3
21	73	旅館, その他の宿泊所	22
22	75	洗濯・理容・浴場業	11
23	76	その他の個人サービス業	7
24	78	娯楽業(映画業を除く)	1
25	87	医療業	12
26	89	廃棄物処理業	11
27	91	教育	8
28	93	学術研究機関	1
29	95	その他のサービス業	3
30	97	国家公務	1

注) \*印は独自で付けた業種Noである

表2 業種別T-P濃度状況

No	業種No	原水濃度(ppm)			処理水濃度(ppm)			削減率(%)			
		平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	有効回数	最大値	測定回数
1	—1	3.92	22.60	0.54	2.34	8.43	0.22	44	77	93	142
2	12	10.87	97.60	0.07	3.21	31.60	0.03	69	235	100	314
3	13	0.90	1.61	0.17	0.92	5.54	0.05	68	7	88	26
4	14	5.51	33.20	0.05	1.81	20.00	0.02	76	43	100	61
5	16	9.43	18.20	0.51	0.14	0.38	0.02	93	3	98	14
6	18	0.88	5.21	0.07	0.14	1.50	0.02	81	24	99	43
7	20	1.75	12.20	0.02	0.28	3.93	0.02	58	9	99	68
8	21	1.94	3.20	1.19	0.61	4.46	0.02	53	3	95	19
9	23	0.12	0.12	0.12	0.15	0.59	0.02	79	2	83	6
10	26	0.06	0.08	0.04	0.07	0.15	0.03	25	1	25	3
11	27	0.06	0.06	0.06	0.10	0.56	0.03	—	—	—	19
12	28	3.80	15.60	0.02	0.54	5.30	0.02	70	12	100	28
13	29	17.66	48.30	0.08	4.75	24.60	0.02	65	5	97	9
14	30	15.47	26.20	1.29	1.84	6.24	0.18	84	6	99	9
15	31	1.64	3.03	0.59	0.94	2.13	0.02	39	4	71	21
16	39	2.49	4.15	1.59	1.51	2.58	0.34	52	11	86	22
17	40	2.65	6.03	0.67	0.14	0.23	0.08	90	3	96	5
18	41	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.02	—	—	—	6
19	49	4.17	4.17	4.17	3.98	3.98	3.98	5	1	5	1
20	53	2.61	3.23	1.98	2.35	6.22	0.91	39	3	64	8
21	73	3.15	7.59	0.35	2.28	6.11	0.22	36	12	83	48
22	75	4.35	15.80	0.38	6.05	20.70	0.10	53	11	87	25
23	76	1.44	6.73	0.06	2.41	14.80	0.09	43	3	80	10
24	78	—	—	—	0.90	0.90	0.90	—	—	—	1
25	87	2.88	5.00	1.12	3.09	5.70	0.86	29	7	53	42
26	89	305.00	340.00	270.00	1.24	11.00	0.03	100	2	100	47
27	91	7.63	31.40	3.24	3.01	11.51	0.11	52	10	93	24
28	93	—	—	—	0.02	0.02	0.02	—	—	—	2
29	95	15.02	23.30	6.05	8.20	22.29	0.32	52	10	97	13
30	97	4.58	5.63	3.52	2.13	3.97	0.98	52	5	77	5

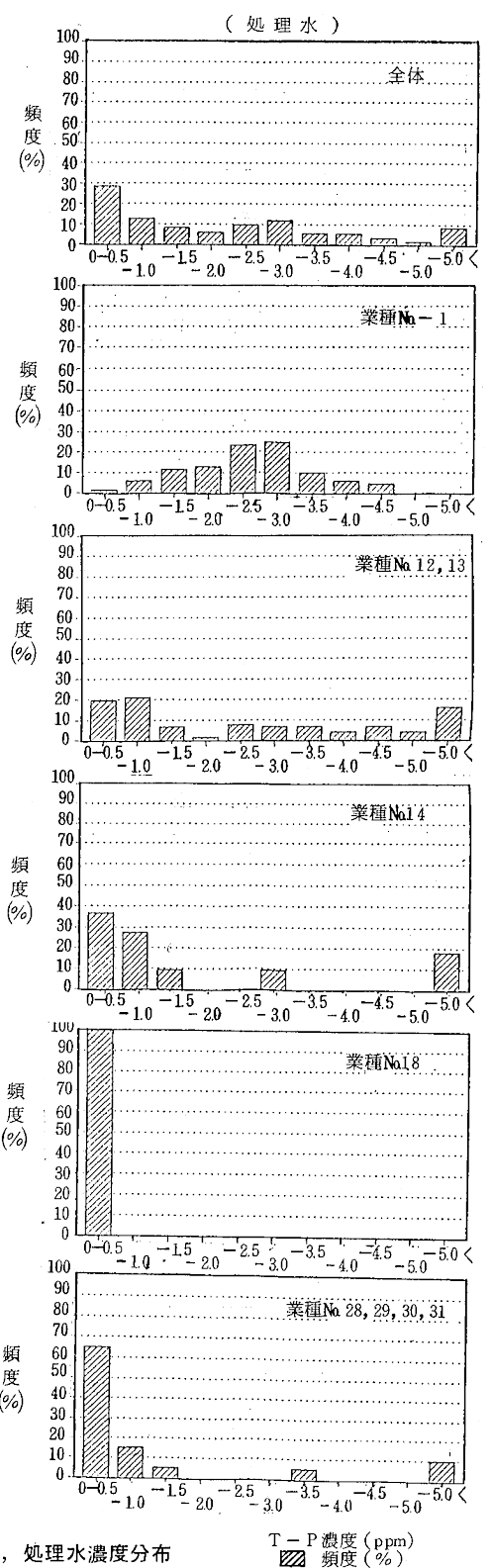
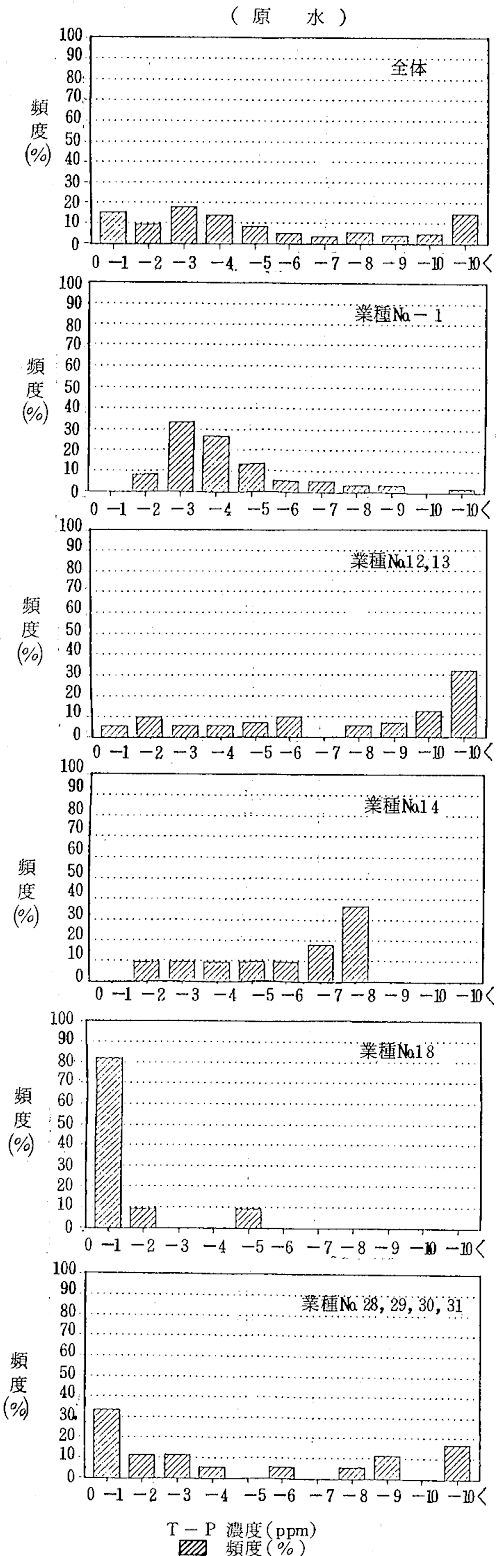


図1 業種別原水, 処理水濃度分布

表3 処理方法別企業数

処理区分	処理方法名	企業数
1	活性汚泥	143
2	生物処理 <sup>1)</sup>	27
3	凝集沈澱 <sup>2)</sup>	44
4	混合処理 <sup>3)</sup>	35
5	高度処理 <sup>4)</sup>	18
6	その他 <sup>5)</sup>	37
—	合計	304

- 注) 1) 処理方法名の生物処理は、活性汚泥法以外の生物処理法である。  
 2) 凝集沈澱法、凝集加圧浮上法をあわせたものである。  
 3) 生物処理法と凝集沈澱法を併用したものである。  
 4) 活性汚泥法、生物処理法、凝集沈澱法などに活性炭処理を加えた処理法である。  
 5) 無処理を含む上記以外の処理法である。

活性汚泥法であり47%を占めていた。以下、凝集沈澱法14%、混合処理法12%であった。なお、その他の方法（無処理を含む）も12%ほどであった。

表4より、調査事業場数の多い業種について処理方法をみると、業種No. 1, 12, 73, 87では、活性汚泥法が大部分を占めていた。業種No. 14, 18では、凝集沈澱、混合処理が行われていた。業種No. 20, 28, 75では、小規模事業場が多く、無処理に近いようなその他処理法の割合が多くなっていった。業種No. 89では、混合処理法あるいは高度処理法が多く採用されていた。

4. 業種、処理方法別T-P濃度について

表5に業種、処理方法別のT-P濃度状況を示した。表から分かるように、業種No. 1, 73, 87の処理施設は、し尿浄化槽であり、主に活性汚泥法を採用していた。T-Pの処理効率率は、20~50%であった。原水濃度の高い業種No. 12でも、活性汚泥法の割合が大きいが、さらに原水濃度の高い、事業場では、凝集沈澱、混合処理法などを採用しており、70~90%と高い処理効率を得ていた。また、業種No. 14, 18, 29, 30, 89などでは、凝集沈澱、混合処理、高度処理法が用いられており、70~100%と、非常に良い処理効率を得られていた。

5. 処理方法別のりんの削減率について

処理方法別にみたT-P濃度の状況を表6に示した。また、業種別および処理方法別の削減率の分布状況を図2に示した。これらから明らかなように、りんに対して最も有効な処理方法は、凝集沈澱法であることが分かる。また、先にも述べたように、原水濃度の高い事業場では、混合処理、高度処理法などを採用しているが、凝集沈澱法より処理効率は良くなっていない、これは、混合処理の場合、凝集沈澱を生物処理の前で行うか、後で行うかによって、凝集沈澱効果に差があり、その影響が出てい

表4 業種・処理方法別企業数

No	業種No	処理区分	企業数
1	—1	1	44
2	—1	2	16
3	—1	4	5
4	—1	5	4
5	12	1	54
6	12	2	2
7	12	3	3
8	12	4	6
9	12	5	1
10	12	6	4
11	13	1	3
12	13	3	1
13	13	4	2
14	14	3	6
15	14	4	2
16	14	5	2
17	14	6	1
18	16	3	1
19	16	4	1
20	16	6	1
21	18	1	1
22	18	3	7
23	18	4	3
24	20	2	1
25	20	3	5
26	20	5	1
27	20	6	9
28	21	4	1
29	21	5	1
30	23	6	1
31	26	3	1
32	27	3	2
33	27	6	1
34	28	3	10
35	28	6	4
36	29	3	1
37	29	4	1
38	29	6	1
39	30	3	1
40	30	5	1
41	31	1	1
42	31	4	1
43	39	1	5
44	39	4	1
45	40	3	2
46	41	3	1
47	49	1	1
48	53	1	2
49	53	4	1
50	73	1	12
51	73	2	5
52	73	6	5
53	75	1	3
54	75	2	2
55	75	3	3
56	75	6	3
57	76	5	1
58	76	6	6
59	78	1	1
60	87	1	9
61	87	4	2
62	87	5	1
63	89	4	9
64	89	5	2
65	91	1	5
66	91	2	1
67	91	5	1
68	91	6	1
69	93	5	1
70	95	1	2
71	95	5	1
72	97	1	1

表5 業種・処理方法別 T - P 濃度状況

No.	業種No.	処理区分	原水濃度 (ppm)			処理水濃度 (ppm)			削減率 (%)			
			平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	有効回数	最大値	測定回数
1	--1	1	3.87	22.60	1.06	2.23	8.43	0.22	49	50	91	102
2	--1	2	3.54	7.11	1.86	2.74	4.09	1.95	27	13	68	16
3	--1	4	3.91	8.52	2.95	2.25	4.29	0.22	50	7	93	12
4	--1	5	5.87	13.80	0.54	2.17	3.88	0.40	51	7	79	12
5	12	1	8.83	43.60	0.07	3.07	24.30	0.03	68	186	100	249
6	12	2	6.32	9.28	2.83	4.90	10.10	2.31	32	5	46	8
7	12	3	21.28	97.60	0.50	0.50	1.81	0.08	94	12	100	16
8	12	4	25.13	74.80	5.48	6.59	31.60	0.13	71	24	99	27
9	12	5	12.58	27.25	3.29	0.88	3.04	0.14	82	5	99	5
10	12	6	9.12	13.80	2.47	1.71	9.03	0.03	82	3	97	9
11	13	1	0.71	1.58	0.17	0.89	3.82	0.08	71	3	84	11
12	13	3	1.37	1.37	1.37	0.72	0.83	0.56	59	1	59	3
13	13	4	0.94	1.61	0.31	1.04	5.54	0.05	69	3	88	12
14	14	3	6.31	33.20	0.52	2.61	20.00	0.02	67	28	100	40
15	14	4	3.01	9.26	1.36	0.24	1.39	0.02	94	9	99	9
16	14	5	7.31	16.90	0.93	0.47	3.36	0.02	94	4	100	7
17	14	6	2.10	3.31	0.05	2.77	6.80	0.26	63	2	92	5
18	16	3	0.67	0.82	0.51	0.10	0.15	0.04	87	2	92	4
19	16	4	18.20	18.20	18.20	0.19	0.29	0.02	98	1	98	6
20	16	6	--	--	--	0.14	0.38	0.04	--	--	--	4
21	18	1	0.98	1.69	0.27	0.45	1.50	0.02	93	2	93	4
22	18	3	0.90	5.21	0.07	0.10	0.82	0.02	79	16	99	27
23	18	4	0.79	2.07	0.30	0.12	0.31	0.05	83	6	90	12
24	20	2	3.35	3.65	3.05	2.77	3.93	1.83	20	1	20	6
25	20	3	1.97	12.20	0.23	0.08	0.25	0.02	67	6	99	27
26	20	5	--	--	--	0.04	0.07	0.02	--	--	--	4
27	20	6	0.93	4.26	0.02	0.14	0.86	0.02	62	2	98	31
28	21	4	1.35	1.50	1.19	0.24	0.93	0.02	93	2	95	6
29	21	5	2.53	3.20	1.62	0.99	4.46	0.13	13	1	13	13
30	23	6	0.12	0.12	0.12	0.15	0.59	0.02	79	2	83	6
31	26	3	0.06	0.08	0.04	0.07	0.15	0.03	25	1	25	3
32	27	3	0.06	0.06	0.06	0.14	0.56	0.03	--	--	--	18
33	27	6	--	--	--	0.03	0.03	0.03	--	--	--	1
34	28	3	4.32	15.60	0.02	0.64	5.30	0.02	77	11	100	24
35	28	6	2.42	7.11	0.07	0.20	0.44	0.06	14	1	14	4
36	29	3	1.44	2.80	0.08	0.09	0.12	0.05	67	2	97	3
37	29	4	3.24	5.36	1.11	0.53	1.94	0.02	80	2	96	4
38	29	6	48.30	48.30	48.30	3.63	24.60	2.66	49	1	49	2
39	30	3	22.23	26.20	16.30	0.67	1.23	0.18	96	3	99	4
40	30	5	8.72	14.30	1.29	3.01	6.24	0.51	72	3	82	5
41	31	1	2.60	3.03	2.32	1.41	2.13	0.88	58	3	71	5
42	31	4	0.68	0.77	0.59	0.47	1.50	0.02	21	1	21	16
43	39	1	2.47	4.15	1.59	1.63	2.58	0.34	48	9	86	18
44	39	4	2.57	2.76	2.38	0.93	1.21	0.51	65	2	82	4
45	40	3	2.65	6.03	0.67	0.14	0.23	0.08	90	3	96	5
46	41	3	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.02	--	--	--	6
47	49	1	4.17	4.17	4.17	3.98	3.98	3.98	5	1	5	1
48	53	1	2.61	3.23	1.98	3.05	6.22	0.91	39	3	64	7
49	53	4	--	--	--	0.97	0.97	0.97	--	--	--	1
50	73	1	3.15	7.59	0.35	2.31	5.53	0.22	45	6	83	24
51	73	2	3.34	7.43	1.34	2.51	6.11	0.50	23	5	58	13
52	73	6	2.60	2.60	2.60	1.99	3.71	0.50	32	1	32	11
53	75	1	8.46	15.10	1.98	6.11	20.70	1.63	39	5	78	9
54	75	2	5.29	15.80	1.32	3.17	12.20	0.18	57	5	86	10
55	75	3	1.47	3.26	0.38	0.10	0.10	0.10	87	1	87	3
56	75	6	1.56	2.38	0.74	17.60	17.60	17.60	--	--	--	3
57	76	5	2.61	3.82	1.40	1.24	2.24	0.63	80	1	80	4
58	76	6	1.25	6.73	0.06	2.60	14.80	0.09	25	2	28	6
59	78	1	--	--	--	0.90	0.90	0.90	--	--	--	1
60	87	1	3.13	5.00	1.24	3.63	5.70	1.47	27	3	30	30
61	87	4	2.25	3.00	1.12	1.39	2.04	0.86	34	4	53	10
62	87	5	--	--	--	1.72	2.18	1.26	--	--	--	2
63	89	4	340.00	340.00	340.00	1.47	11.00	0.03	100	1	100	41
64	89	5	270.00	270.00	270.00	0.17	0.55	0.05	100	1	100	6
65	91	1	10.49	31.40	4.34	3.36	11.51	0.34	68	6	93	17
66	91	2	7.23	7.23	7.23	2.99	3.50	2.20	55	1	55	3
67	91	5	3.87	3.94	3.80	1.71	3.40	0.11	35	2	59	3
68	91	6	3.24	3.24	3.24	2.58	2.58	2.58	20	1	20	1
69	93	5	--	--	--	0.02	0.02	0.02	--	--	--	2
70	95	1	13.93	18.24	8.48	11.82	22.29	1.67	32	5	81	6
71	95	5	17.19	23.30	6.05	0.96	2.21	0.32	93	5	97	7
72	97	1	4.58	5.63	3.52	2.13	3.97	0.98	52	5	77	5

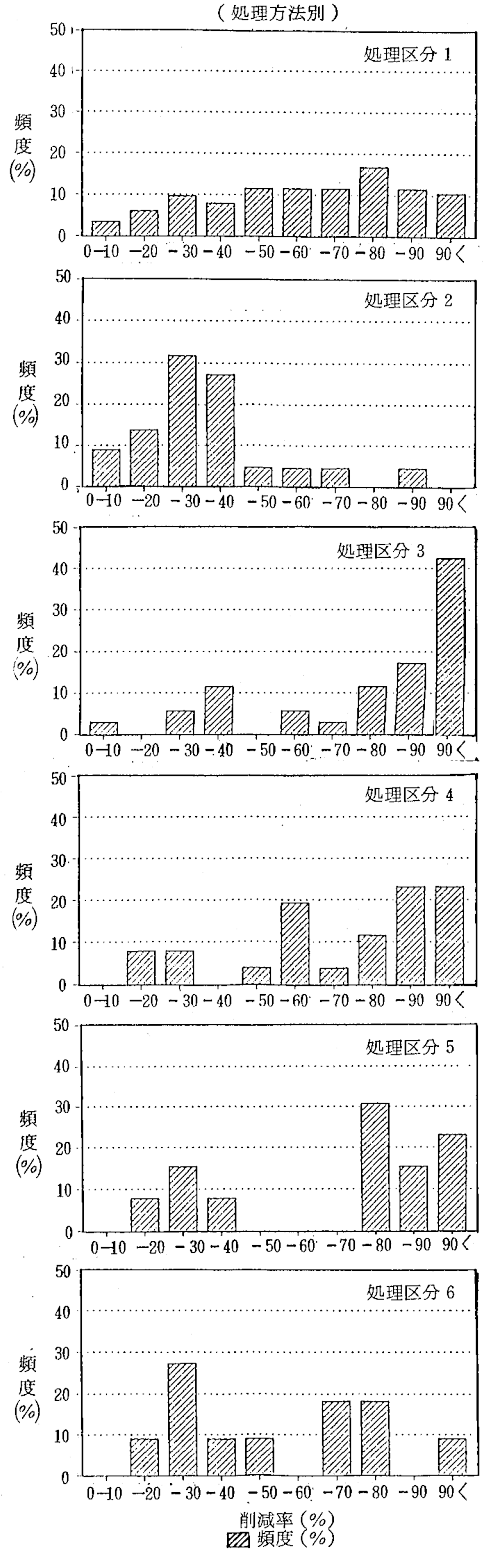
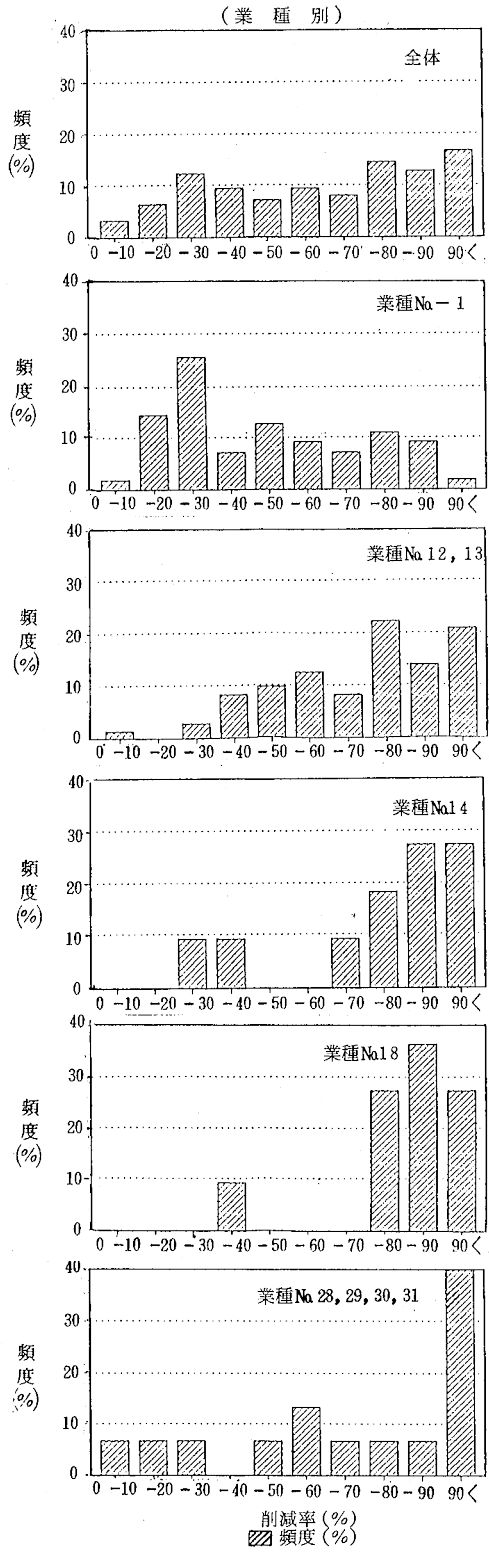


図2 業種別または処理方法別 T-P 削減率

表 6 処理方法別 T - P 濃度状況

No	処理区分	原水濃度 ( ppm )			処理水濃度 ( ppm )			削 減 率 ( % )			
		平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	有効回数	最大値	測定回数
1	1	6.25	43.60	0.07	2.84	24.30	0.02	57	287	100	489
2	2	4.02	15.80	1.32	2.90	12.20	0.18	31	30	86	56
3	3	4.65	97.60	0.02	0.64	20.00	0.02	76	86	100	183
4	4	21.20	340.00	0.30	2.09	31.60	0.02	68	62	100	160
5	5	27.35	270.00	0.54	1.21	6.24	0.02	67	29	100	70
6	6	4.54	48.30	0.02	2.09	24.60	0.02	48	15	98	83

るものと思われる。また、高度処理の場合は活性炭を用いているが、活性炭自体のりんに対する除去率はよくないことと、運転管理が十分でないことなどによるものと思われる。

## 文 献

- 1) 香川県環境保健部：特定事業場におけるりん削減対策 (1983)