

5 事業場排水中の窒素・りんの実態調査

工場排水指導課 ○白浜武四郎

一戸 直之

1. はじめに

平成4年、東京湾の富栄養化防止対策として、終末下水処理場排水の窒素・りんの水質管理目標値が設定された。この目標値に対応するため、本市では窒素・りん除去施設の一部実用化運転を始めている。一方、公共下水道に排出している事業場についても何らかの窒素・りんの規制・指導が必要な状況となりつつある。そのための基礎資料として、平成6年に各業種の中から55事業場を抽出し、窒素・りんの排出状況の実態調査を行ったので報告する。

2. 調査概要

市内の公共下水道に排出している事業場は3,885事業場（平成6年度末）で、このうち特定施設を有する事業場（以下、特定事業場と称する）は3,077事業場である。この中から特定事業場及び排水量50m³/日以上 の事業場、14業種、55事業場を抽出した。調査対象業種の概要を表-1に示す。

調査は平成6年3月と10月の2回、同一事業場について、操業状況、使用原材料・薬品の種類と数量、除害施設の運転管理状況のヒアリングと排水の水質測定を行った。試料は除害施設の流入・流出、または生活排水・冷却排水が含まれない排出口で一日3回採取した。測定項目は全窒素・全りん、分析方法は下水試験法に準じた。

表-1 主な調査対象業種の概要

業種	事業場数	除害施設設置数	平均排水量(m ³ /d)	主な事業内容
食料品製造業	12	5	175	菓子・弁当製造
金属製品製造業	12	12	53	電気めっき・トコ缶
電気機械器具製造業	7	7	167	プリント基盤製造
化学工業	4	2	130	化学薬品製造
繊維業	4	0	56	捺染・染色
廃棄物処理業	5	4	64	一般・産業廃棄物処理
輸送用機械器具製造業	3	3	97	自動車等の塗装・組立
洗濯業	2	0	298	シャツ・タリの洗濯
その他製造業・サービス業	6	4	127	養豚・機械研磨・塗装等
総計	55	37	-	-

日本標準産業分類による中分類

3. 結果と考察

(1) 排水の窒素・りん濃度

表-2に業種別排水の窒素・りん測定結果を示す。窒素の平均は48mg/lで最小0.6mg/l、最大3,100mg/lである。同一業種内の変動を比較すると3業種で100倍以上の偏差があり、濃度変動範囲が大きい。りんの平均は4.2mg/lで、最小0.05mg/l以下、最大210mg/lである。同一業種間の変動は窒素同様に大きい。農業の養豚が濃度変動範囲は小さい。

表-2 業種別排水の窒素・りん

業種	窒素			りん		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
食料品製造業	23	180	4.2	8.4	49	0.05
金属製品製造業	55	250	3.2	0.49	7.3	<0.05
電気機械器具製造業	52	380	1.5	0.19	1.5	<0.05
化学工業	100	440	2.3	0.44	1.2	<0.05
繊維業	21	49	4.2	5.3	17	0.1
廃棄物処分量	120	730	7.2	3.9	17	0.07
輸送用機械器具製造業	13	31	3.5	16	76	0.05
洗濯業	12	25	5	9.8	18	4.8
農業	2500	3100	1800	150	210	86
その他製造業・サービス業	19	44	0.6	1.1	5.4	0.07
平均(農業除く)	48	-	-	4.2	-	-

単位 (mg/l)

事業場排出水の窒素・りんは高濃度であるが、排水量は10m³/日以下で、同一業種の事業場も少ないので例外として取り扱った。

排水の窒素・りんの濃度ヒストグラムを図-1に示す。窒素では10mg/l以下の事業場の比率は35%、50mg/l以下の事業場は80%を占めている。りんでは0.1mg/l以下の事業場の比率は29%、10mg/l以下の事業場は85%を占めている。

次に高濃度の窒素・りんを排出している事業場の一日の濃度変動を図-2,3に示す。窒素では薬品製造事業場や廃棄物処理事業場の時間変動が顕著である。これらの事業場では製造工程で多量の硝酸・塩化アンモニアの使用し、産業廃棄物処理事業場では多量の窒素化合物を含んでいる廃液を処理している。

りんでは塗装工程を有するバス車体製造事業場や冷凍食品製造事業場の時間変動が顕著である。これらの事業場ではりんの含有した薬品や食品添加用にりん酸塩を使用している。

(2)窒素・りんの除去状況

今回調査した55の事業場の中で、37事業場は重金属類の規制項目が該当し、除害施設を設置している。表-3に除害施設での窒素・りんの除去結果を示す。

生物処理法では窒素除去率が86%、凝集沈殿法ではりん除去率が72%に達している。特に凝集沈殿法では、86%の事業場でりん1.0mg/l以下であった。この理由はPAC・硫酸アルミニウムの凝集助剤や消石灰・塩化カルシウム

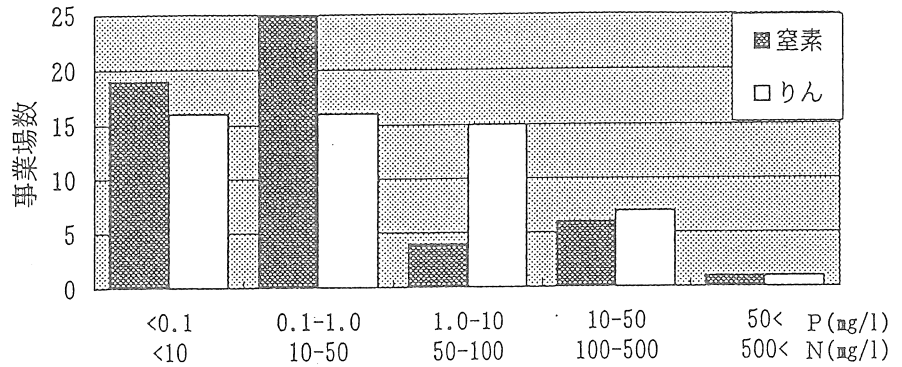


図-1 事業場排出水の窒素・りん濃度

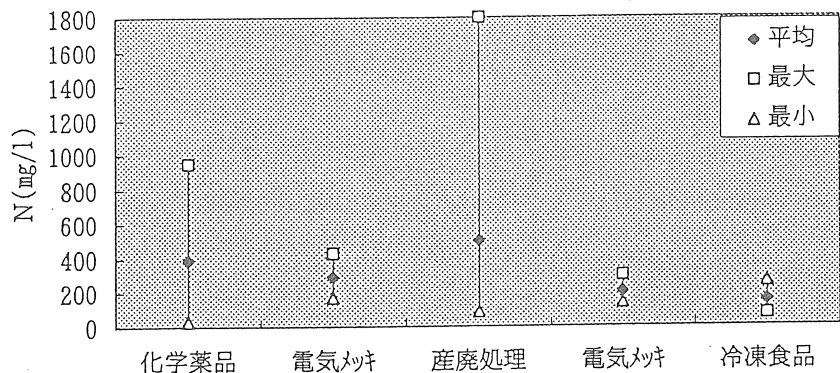


図-2 高濃度窒素排出事業場の時間変動

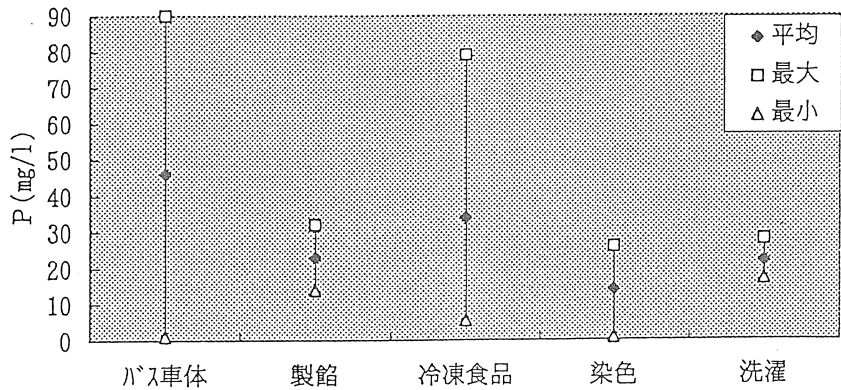


図-3 高濃度りん排出事業場の時間変動

表-3 除害施設でのN・P除去効果

処理方法	事業場数	流入		流出		除去率	
		窒素 (mg/l)	りん (mg/l)	窒素 (mg/l)	りん (mg/l)	窒素 (%)	りん (%)
生物処理法	4	87	26	12	11	86	58
凝集沈殿法	30	100	8.3	68	2.3	32	72
他の方法	3	66	21	9.9	0.08	85	100
除害施設あり(平均)	37	99	11	58	3.2	41	71
除害施設なし(平均)	17	-	-	26	6.5	-	-

表-4 下水処理場別の事業場排出負荷

処理場名	下水処理場流入					事業場排出					
	流入水量 (m ³ /d)	N濃度 (mg/l)	P濃度 (mg/l)	N負荷 (kg/d)	P負荷 (kg/d)	排水量 (m ³ /d)	N負荷 (kg/d)	P負荷 (kg/d)	負荷率		
									水量(%)	N(%)	P(%)
北部第一	142,000	26	4.2	3,690	596	4,040	163	14.7	2.85	4.42	2.46
北部第二	65,100	32	4.8	2,080	312	5,230	168	23.8	8.03	8.08	7.61
神奈川	320,300	31	4.6	9,930	1,473	8,420	234	42.3	2.63	2.35	2.87
中部	72,900	25	2.8	1,820	204	2,770	76	14.0	3.80	4.20	6.84
南部	186,000	22	2.8	4,090	521	3,150	82	16.4	1.69	2.00	3.14
金沢	153,000	35	4.2	5,360	643	10,010	400	37.7	6.54	7.46	5.87
港北	160,000	26	3.3	4,160	528	4,250	142	18.9	2.66	3.41	3.58
都筑	111,600	32	4.2	3,570	469	3,590	138	13.9	3.22	3.88	2.97
西部	62,800	33	5.6	2,070	352	470	15	2.1	0.75	0.73	0.60
栄第一	39,300	31	3.8	1,220	149	850	24	4.2	2.16	1.98	2.83
栄第二	116,600	29	3.6	3,380	420	4,940	164	14.2	4.24	4.86	3.39
平均	130,000	29	4.0	3,760	515	4,340	146	18.4	3.51	3.94	3.83

の中和剤を使用しているため、過剰のアルミニウムやカルシウムが反応して難溶性のりん酸塩を生成するものと考えられる。

(3)窒素・りん負荷量と下水処理場に対する負荷率

各事業場の排水量は平均で130m³/日、最大は菓子・乳製品製造事業場の860m³/日である。窒素・りん濃度と排水量から算出した負荷量は、窒素では10kg/日以下の事業場が全体の87%、りんでは1.0kg/日以下の事業場が全体の76%を占めている。窒素の最大排出量は化学薬品製造事業場の46kg/日、りんの最大排出量は冷凍食品製造事業場の4.0kg/日である。

表-4に処理場別の事業場排水負荷の結果を示す。事業場の窒素・りん負荷量は排水種別（酸・アルカリ、洗浄、洗排水）に計算した窒素・りん濃度と処理場別の事業場工程排水量（平成6年度工場排水年報）で算出した。また、下水処理場の流入水量、水質データは水質管理年報（平成6年度）から引用した。

事業場の水量負荷率は北部第二8.0%、金沢6.5%と高い。このことは、両処理区とも臨海部に事業規模の大きい事業場を抱えていることが考えられる。反対に西部は0.7%で水量負荷率が低い。窒素負荷率は、平均3.9%で、北部第二が8.1%、金沢が7.5%と高く、西部が0.7%と低い。りん負荷率では、平均3.8%、北部第二7.6%、中部6.8%と高く、西部が0.6%である。中部のりん負荷率が高い原因は、処理場流入りん濃度が他の処理場に比較して低いため、このデータを除くと窒素・りん負荷率は事業場の工程排水量負荷率に比例することが推測できる。しかし、処理場間の流入水質変動については処理区毎に広範囲の調査・解析が必要である。

4. おわりに

平成6年に市内の公共下水道に排出している55の事業場について窒素・りんの実態調査を行った結果、下記のこと確認できた。

- (1) 事業場排出水の平均窒素・りん濃度は各々48,4.2mg/lで、高濃度窒素・りんを排出している事業場では、製造工程等で多量の窒素・りん化合物を使用しており、時間変動が非常に大きい。
- (2) 重金属等の除害施設を設置している事業場では、アルミニウム・カルシウムの凝集剤等を使用しているのでりん除去率が高い。
- (3) 下水処理場流入に対する事業場負荷率を算出すると、処理場平均の窒素・りん負荷率は各々3.9,3.6%で、処理場別では窒素・りんとも北部第二、金沢処理場が6~8%と高く、西部処理場は1.0%以下と低い。

今後は、調査で漏れた病院、大学、試験研究機関等の追加調査を検討課題としたい。