

## 【調査報告】

# し尿処理施設の精密機能検査による 運転実績の現状について（第3報）

Some Notes on Results of Functional Inspection of Night Soil Treatment Facilities, III

古賀博昭\*、篠原 功\*、西田 剛\*、印藤 彰\*  
 Hiroaki KOGA\*, Isao SHINOHARA\*, Tsuyoshi NISHIDA\* and Akira INTO\*

## 1. はじめに

し尿処理施設は、生活排水処理体系の中で、収集し尿及び浄化槽や集落排水施設等から発生する汚泥の処理施設としての役割を担ってきたが、し尿量の減少と汚泥量の増加により、今や汚泥処理施設としての色彩が強くなっている。また、し尿処理施設の放流水に対しては平成5年から全窒素、全りんに対する規制が強化され、特定の地域においては従来より良質な処理水が要求されている。

一方、し尿や汚泥の資源化対策として「し尿処理施設」から「汚泥再生処理センター」への転換、海洋環境の保全の立場から、し尿等の海洋投棄全廃が求められるなど、施設を取り巻く環境や社会的なニーズは変化を続けている。

このような状況の中で、多くの施設では施設建設時の設計条件とは異なった条件で運転を行っており、現状に即した運転管理指標の確立が必要となっている。

本調査は、し尿処理施設の精密機能検査の結果を調査資料として、運転管理実績等を整理することにより、施設の運転管理の現状や標準的な指標を把握するとともに、過去の調査結果と比較し、変化の状況を明らかにするものである。

なお、以下に述べる調査結果は、所報No. 23(1996)に掲載の平成4年度から平成6年度に実施した「し尿処理施設の精密機能検査による運転実績の現状について（第2報）」<sup>1)</sup>（以下第2報と略す）の続報となる。

## 2. 調査方法

本調査は、平成7年度から平成9年度に、（財）日本環境衛生センターが実施した「し尿処理施設の精密機能検査」の報告書を調査対象とし、し尿や浄化槽汚泥の性状、放流水質、電力使用量、薬品使用量等の運転実績及び維持管理費等に関する項目について集計を行い、その結果（主として平均値）について比較・検討を行った。

このうち、運転実績、維持管理費等の比較・検討に当たっては、搬入量1kℓ当たりに換算した値を用いた。なお、処理方式の名称は、以下の略称を用いた。

処理方式名称	略称
標準脱窒素処理方式	標準脱窒素
高負荷脱窒素処理方式	高負荷脱窒素
膜分離高負荷脱窒素処理方式	膜分離高負荷脱窒素
嫌気性消化・活性汚泥法処理方式	嫌気性消化
好気性消化・活性汚泥法処理方式	好気性消化
生物学的脱窒素処理方式 (標準脱窒素、高負荷脱窒素、膜分離処理の総称)	生物学的脱窒素
	脱窒素

## 3. 調査対象施設の概要

今回の調査対象施設は236施設で、その対象施設の処理方式、計画処理量（以下処理規模と略す）、処理規模に対する実処理量の比率（以下処理率と略す）等は次のとおりである。

- 1) 処理方式は表1に示すとおり、標準脱窒素が最も多く全体の45%を占めており、以下好気性消化22%、

\* (財) 日本環境衛生センター西日本支局環境工学部  
 Dept. of Environmental Engineering, West Branch, JESC

嫌気処理16%、高負荷処理14%、膜分離処理3%の順となっている。また、窒素除去が可能である脱窒素処理は全体の60%以上となっている。

- 2) 処理規模は全施設平均で97kℓ/日であるが、図1に示した規模別のヒストグラムよりみると100kℓ/日以下の施設が全体の約70%を占め、特に25~50kℓ/日の施設が最も多い。
- 3) 処理率は全施設平均で97%であり、図2に示した処理率のヒストグラムよりみると80~100%の

施設が多い。

- 4) 処理方式別の浄化槽汚泥の混入率は最も多いのが膜分離処理の47%で、以下好気処理45%、標脱処理41%、嫌気処理37%、高負荷処理30%の順であり、第2報（好気処理、標脱処理34%、嫌気処理30%、高負荷処理23%）に比べ7~11%の増加がみられる。また、混入率が50%を越える施設は図3に示したように、62施設で全体の26%となっている。

表1 調査対象施設の概要

処理方式名	施設数 (箇所)	構成割合 (%)	平均処理規模 (kℓ/日)	平均処理率 (%)	平均浄化槽 汚泥混入率 (%)
標準脱窒素処理方式	106	45	115	95	41
高負荷脱窒素処理方式	34	14	80	100	30
膜分離高負荷脱窒素処理方式	7	3	75	103	47
嫌気性消化・活性汚泥法処理方式	37	16	92	105	37
好気性消化・活性汚泥法処理方式	52 <sup>†</sup>	22	79	92	45
全 施 設	236	100	97	97	40

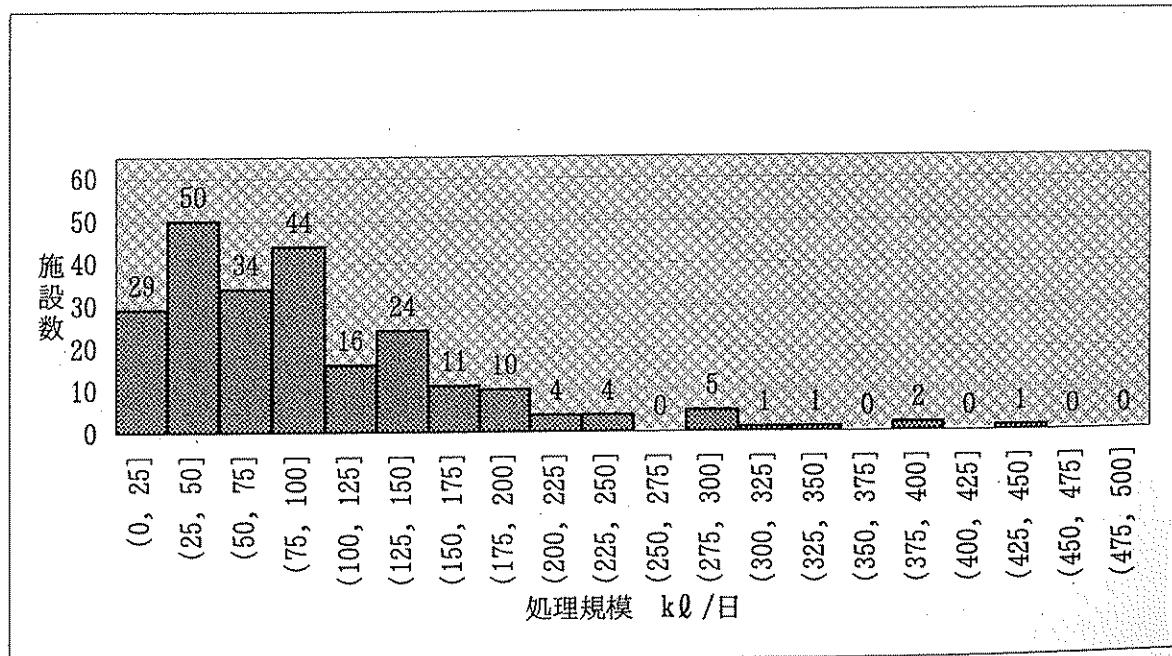


図1 [処理規模] のヒストグラム

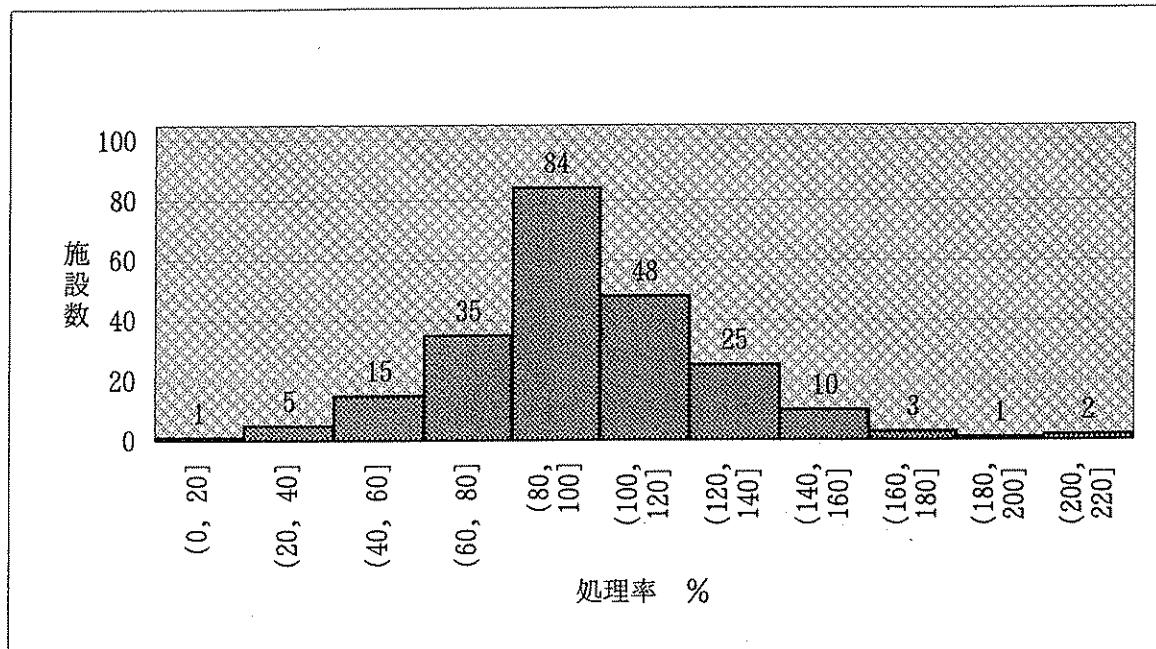


図2 [処理率] のヒストグラム

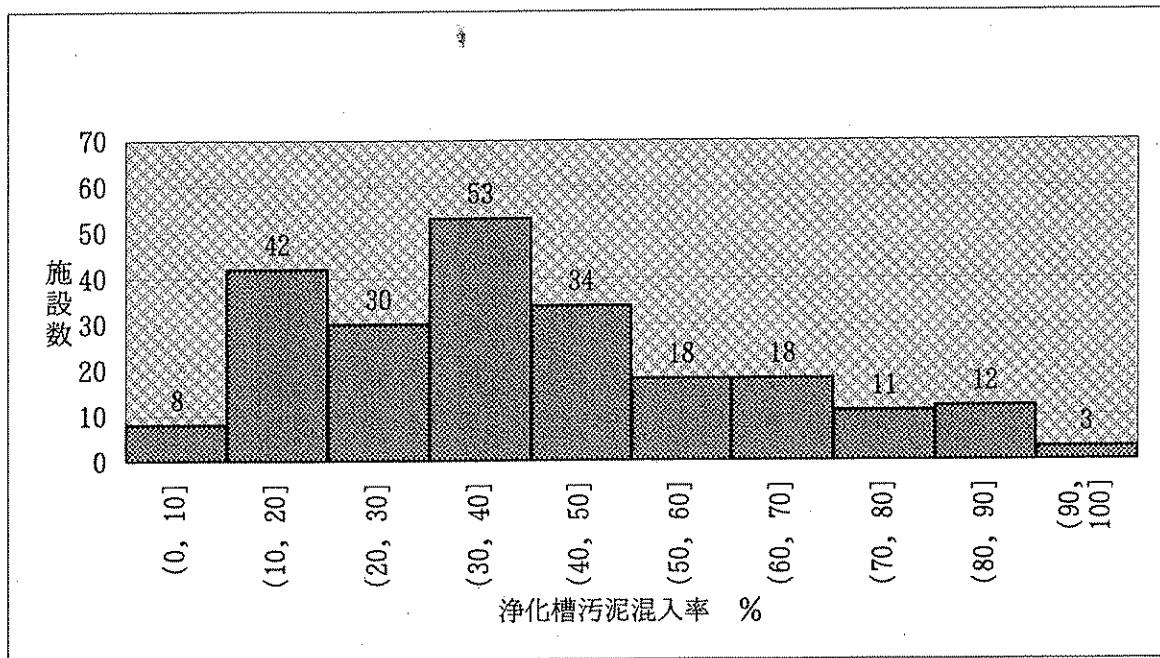


図3 [浄化混入率] のヒストグラム

#### 4. 調査結果及び考察

##### 1) し尿及び浄化槽汚泥の性状

###### (1) 収集し尿及び収集浄化槽汚泥の性状

(西日本地区の調査結果)

収集し尿の性状については、表2に示すとおり第2報に比べ大きな変化はみられないが、収集浄化槽汚泥の性状については、希薄化傾向が認めら

れる。この要因としては、合併処理浄化槽や農業集落排水施設などの下水道類似施設からの汚泥の搬入量が増加していることが考えられる。

###### (2) 除渣し尿及び除渣浄化槽汚泥の性状

(東日本地区の調査結果)

除渣し尿及び除渣浄化槽汚泥の性状は表3に示すとおり第2報に比べいずれも希薄化傾向を示している。収集し尿と除渣し尿では、調査対

象地区が異なるため一概に比較できないが、調査結果では、除渣し尿のSS、BOD、全窒素が、収集し尿に対し各々91%、75%、84%に減少している。この要因としては、両者に塩素イ

オンの変化がないことから、夾雑物除去装置での除去効果が表れているものと推測される。なお、除渣浄化槽汚泥と収集浄化槽汚泥との間に一定の傾向がみられない。

表2 収集し尿及び浄化槽汚泥の性状

項目＼区分	収集し尿					
	調査結果			参考(第2報の調査結果)		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH	104	7.8	0.28	112	7.9	0.36
蒸発残留物 mg/l	94	18,800	3,907	112	21,000	7,798
SS mg/l	99	9,900	2,916	112	10,000	5,475
BOD mg/l	105	10,400	2,579	112	11,000	3,501
COD mg/l	100	5,600	1,399	112	5,400	2,006
塩化物イオン mg/l	97	2,000	462	112	2,100	731
アンモニア体窒素 mg/l	99	2,500	576	112	2,700	899
全窒素 mg/l	94	3,100	576	112	3,300	897
全りん mg/l	—	—	—	—	—	—
項目＼区分	収集浄化槽汚泥					
	調査結果			参考(第2報の調査結果)		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH	93	6.8	0.47	112	6.8	0.69
蒸発残留物 mg/l	94	9,500	4,114	112	13,000	10,824
SS mg/l	93	7,300	3,345	112	9,700	7,368
BOD mg/l	91	3,300	1,847	112	5,400	3,713
COD mg/l	92	3,200	1,513	112	3,800	2,824
塩化物イオン mg/l	90	130	103	112	350	444
アンモニア体窒素 mg/l	93	200	182	112	470	639
全窒素 mg/l	93	300	269	112	680	803
全りん mg/l	—	—	—	—	—	—

注) 検査時に採取した試料の分析結果について集計した。なお、調査対象は、中国、四国、九州地方に所在する施設である。

表3 除渣し尿及び浄化槽汚泥の性状

項目＼区分	除渣し尿					
	調査結果			参考(第2報の調査結果)		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH	15	8.0	0.46	—	—	—
蒸発残留物 mg/l	—	—	—	—	—	—
SS mg/l	53	9,000	2,885	20	10,000	4,582
BOD mg/l	59	7,800	1,793	18	9,300	3,487
COD mg/l	52	4,400	967	18	5,400	1,542
塩化物イオン mg/l	64	2,000	774	14	2,700	1,046
アンモニア体窒素 mg/l	—	—	—	6	2,000	1,309
全窒素 mg/l	46	2,600	893	12	3,800	2,552
全りん mg/l	40	300	86	8	530	429
項目＼区分	除渣浄化槽汚泥					
	調査結果			参考(第2報の調査結果)		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH	7	7.2	0.46	—	—	—
蒸発残留物 mg/l	—	—	—	—	—	—
SS mg/l	25	7,600	2,194	20	9,000	3,108
BOD mg/l	28	4,700	1,704	18	4,800	1,765
COD mg/l	24	3,100	889	18	3,800	979
塩化物イオン mg/l	24	340	175	14	540	536
アンモニア体窒素 mg/l	—	—	—	6	560	376
全窒素 mg/l	19	820	242	12	960	331
全りん mg/l	18	130	52	9	170	56

注) 各し尿処理施設で定期的に実施されている分析結果の年平均値を集計した。なお、調査対象は、関西、関東、東北、北海道地方に所在する施設である。

## 2) 放流水質

## (1) 放流水の設計水質

放流水の設計水質は、放流先に係る法的規制値、住民からの要望、放流先の利水状況等に基づき設定される。この設計水質に対する調査結果は表4のとおり、脱窒素処理ではSSやBODが10mg/l程度、CODが25mg/l程度、全窒素が15mg/l程度、全りんが1mg/l程度、色度が30度程度となっており、放流基準値に対し厳しい設定が行われている。

これに対し嫌気処理及び好気処理で高度処理を設けている場合の設計水質は、SS 25～41mg/l、BOD 15～23mg/l、COD 27～38mg/lと各項目とも脱窒素処理に比べ高くなっている。この要因としては、高度処理設備の内容が、脱窒素処理では凝集分離、オゾン酸化、ろ過、活性炭吸着等を複数組み込んでいる

のに対し、嫌気処理、好気処理では凝集分離のみとなっている場合が多いためと考えられる。

## (2) 放流水質の実績値

脱窒素処理の放流水質は表5に示すとおり、塩素イオンを除いて各処理方式共に概ね同様であり、各項目とも前述の設計水質を満足する結果が得られている。

また、塩素イオンが標脱處理272mg/l、高負荷処理1,098mg/l、膜分離処理1,415mg/lとなっていることから、高負荷処理や膜分離処理での低希釈化が伺える。

一方、嫌気処理及び好気処理の放流水質についても、設計水質を満足する結果が得られているが、脱窒素処理と比較すると各項目とも高く、特に全窒素や全りんにその傾向が強く表れている。

表4 放流水質（設計値）

項目＼施設区分	全施設			標脱處理			高負荷処理			膜分離処理			嫌気処理			好気処理		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH (最小)	186	5.8	0.12	89	5.8	0.09	33	5.8	0.17	6	5.8	—	21	5.8	0.19	37	5.8	0.12
pH (最大)	186	8.6	0.15	89	8.6	0.09	33	8.6	0.19	6	8.6	—	21	8.6	0.21	37	8.6	0.18
SS mg/l	226	20	49	105	9	5	36	10	11	7	8	3	26	41	24	48	25	24
BOD mg/l	232	13	7	107	10	3	36	10	4	7	8	2	33	23	8	48	15	9
COD mg/l	167	23	9	99	21	7	31	24	11	7	24	8	6	38	10	23	27	9
全窒素 mg/l	150	14	12	104	12	9	29	13	6	7	15	6	—	—	—	—	—	—
全りん mg/l	145	1.0	0.5	99	1.0	0.7	31	1.2	0.8	7	1.0	—	—	—	—	—	—	—
色度 度	167	36	34	100	31	23	34	29	3	7	29	4	—	—	—	—	—	—
大腸菌群数 個/m l	179,205	1,179	88	1,865	1,161	32	1,659	1,238	6	733	1,167	17	3,000	—	35	2,720	806	

注) 高度処理設備を含む施設を集計した。

検出限界以下は限界値で集計した。

好気処理には生物学的脱窒素処理方式に改造した施設を含む。

表5 放流水質（実績値）

項目＼施設区分	全施設			標脱處理			高負荷処理			膜分離処理			嫌気処理			好気処理		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH (最小)	217	6.8	0.51	97	6.8	0.41	31	6.7	0.44	7	6.4	0.40	31	7.0	0.58	47	6.5	0.51
pH (最大)	202	7.5	0.46	88	7.4	0.36	26	7.5	0.54	6	7.5	0.35	33	7.7	0.46	49	7.4	0.63
SS mg/l	210	6	10	92	2	2	29	2	2	6	2	2	34	14	11	46	12	15
BOD mg/l	216	5	6	96	2	1	29	2	2	6	2	2	35	11	6	48	7	8
COD mg/l	214	17	15	102	12	7	27	10	6	6	7	5	32	35	16	45	19	15
塩素イオン mg/l	176	346	291	81	272	108	28	1,098	440	4	1,415	280	27	142	79	33	196	98
全窒素 mg/l	184	26	44	97	7	7	22	12	6	6	12	10	15	79	21	32	32	25
全りん mg/l	170	1.6	3.0	89	0.6	0.8	22	0.4	0.5	6	0.2	0.1	17	5.5	3.9	33	3.0	4.5
色度 度	49	20	28	29	14	9	8	7	10	3	4	2	—	—	—	6	168	338
大腸菌群数 個/m l	155	52	107	68	24	26	18	16	13	3	32	31	22	43	45	35	57	86

注) 高度処理設備を含む施設を集計した。

検出限界以下は限界値で集計した。

好気処理には生物学的脱窒素処理方式に改造した施設を含む。

## 3) 運転実績

## (1) 放流水量

放流水量は表6に示すとおり、膜分離処理 $1.4\text{m}^3/\text{k}\ell$ （搬入量 $1\text{k}\ell$ 当たりの換算値、以下同様）、高負荷処理 $1.9\text{m}^3/\text{k}\ell$ 、標脱処理 $6.0\text{m}^3/\text{k}\ell$ 、好気処理 $13.3\text{m}^3/\text{k}\ell$ 、嫌気処理 $16\text{m}^3/\text{k}\ell$ の順に多くなっており、その傾向は第2報（高負荷処理 $2.5\text{m}^3/\text{k}\ell$ 、標脱処理 $7.6\text{m}^3/\text{k}\ell$ 、好気処理 $16\text{m}^3/\text{k}\ell$ 、嫌気処理 $16\text{m}^3/\text{k}\ell$ ）と同様であるが、今回の調査結果では嫌気処理を除いた方式に水量の減少傾向がみられる。

## (2) 電力使用量

全施設を対象に電力使用量を集計した結果は同じく表6に示すとおり、嫌気処理 $27.8\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、好気処理 $58.1\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、高負荷処理 $60.9\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、標脱処理 $68.4\text{kWh}/\text{k}\ell$ の順になっている。この結果は第2報（嫌気処理： $29\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、好気処理： $60\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、高負荷処理： $73\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、標脱処理： $73\text{kWh}/\text{k}\ell$ ）と同様な傾向を示しているが、高負荷処理では第2報に対し20%程度の使用量の減少がみられる。

次に設備内容の相違による結果をみると、オゾン酸化処理設備を有する施設の使用量の増加分は標脱処理 $6.0\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、嫌気処理 $8.1\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、好気処理 $22.2\text{kWh}/\text{k}\ell$ となっており、嫌気処理や好気処理の増加率は30%以上であった。

また、汚泥乾燥・焼却設備を有する施設の使用量の増加分は標脱処理 $6.8\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、高負荷処理 $1.6\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、嫌気処理 $1.3\text{kWh}/\text{k}\ell$ 、好気処理 $7.4\text{kWh}/\text{k}\ell$ となっており、オゾン酸化処理設備ほどの差は認められない。

一方、電力使用量と処理規模及び処理率との関係（標脱処理の場合）は、図4に示すとおりであり、規模の大型化や処理率の増加に伴い、単位搬入量当たりの電力使用量が減少する傾向がみられる。

## (3) 燃料使用量

し尿処理施設での燃料は消化槽の加温、し渣焼却、汚泥の乾燥・焼却等に使用され、この内、使用量が最も多くなるのは汚泥（し渣を含む）の乾燥・焼却を行う場合である。これらの設備を有する施設の燃料使用量は嫌気処理 $7.0\text{l}/\text{k}\ell$ 、標脱処理 $7.4\text{l}/\text{k}\ell$ 、膜分離処理 $8.0\text{l}/\text{k}\ell$ 、好気処理 $8.1\text{l}/\text{k}\ell$ 、高負荷処理 $8.6\text{l}/\text{k}\ell$ と概ね同程度であり、第2報（重油として嫌気処理 $4.9\text{l}/\text{k}\ell$ 、標脱処理 $7.2\text{l}/\text{k}\ell$ 、好気処理 $7.5\text{l}/\text{k}\ell$ 、高負荷処理 $8.2\text{l}/\text{k}\ell$ ）と比べ嫌気処理を除きほぼ同等であった。なお、嫌気処理が第2報から増加している要因については、今回の調査対象を汚泥の乾燥・焼却設備を有する施設に限定したためと考えられる。

表6 搬入量当たりの放流水量、電力使用量、燃料使用量

項目\施設区分		全施設			標脱処理			高負荷処理			膜分離処理			嫌気処理			好気処理			
		試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	
放流水量	$\text{m}^3/\text{k}\ell$	207	8.2	6.0	98	6.0	2.1	29	1.9	1.0	7	1.4	0.2	28	16.0	5.6	45	13.3	5.5	
電力使用量	全施設	$\text{kWh}/\text{k}\ell$	218	59	22.3	102	68.4	18.4	31	60.9	16.2	—	—	—	33	27.8	14.2	46	58.1	19.2
	オゾン処理設備あり	$\text{kWh}/\text{k}\ell$	—	—	—	85	69.4	18.1	—	—	—	—	—	3	35.2	16.5	10	75.5	20.2	
	オゾン処理設備なし	$\text{kWh}/\text{k}\ell$	—	—	—	17	63.4	19.4	—	—	—	—	—	30	27.1	14.1	36	53.3	16.1	
	汚泥乾燥焼却設備あり	$\text{kWh}/\text{k}\ell$	—	—	—	84	69.6	18.5	20	61.5	17.8	—	—	—	16	28.5	14.9	30	60.7	19.6
	汚泥乾燥焼却設備なし	$\text{kWh}/\text{k}\ell$	—	—	—	18	62.8	17.2	11	59.9	13.7	—	—	—	17	27.2	14	16	53.3	18.2
燃料使用量	$\text{kWh}/\text{k}\ell$	142	7.7	3.0	72	7.4	2.6	21	8.6	3.8	5	8.0	2.7	15	7.0	2.9	29	8.1	3.2	

注) 燃料使用量は汚泥乾燥焼却設備を設置している施設を集計した。

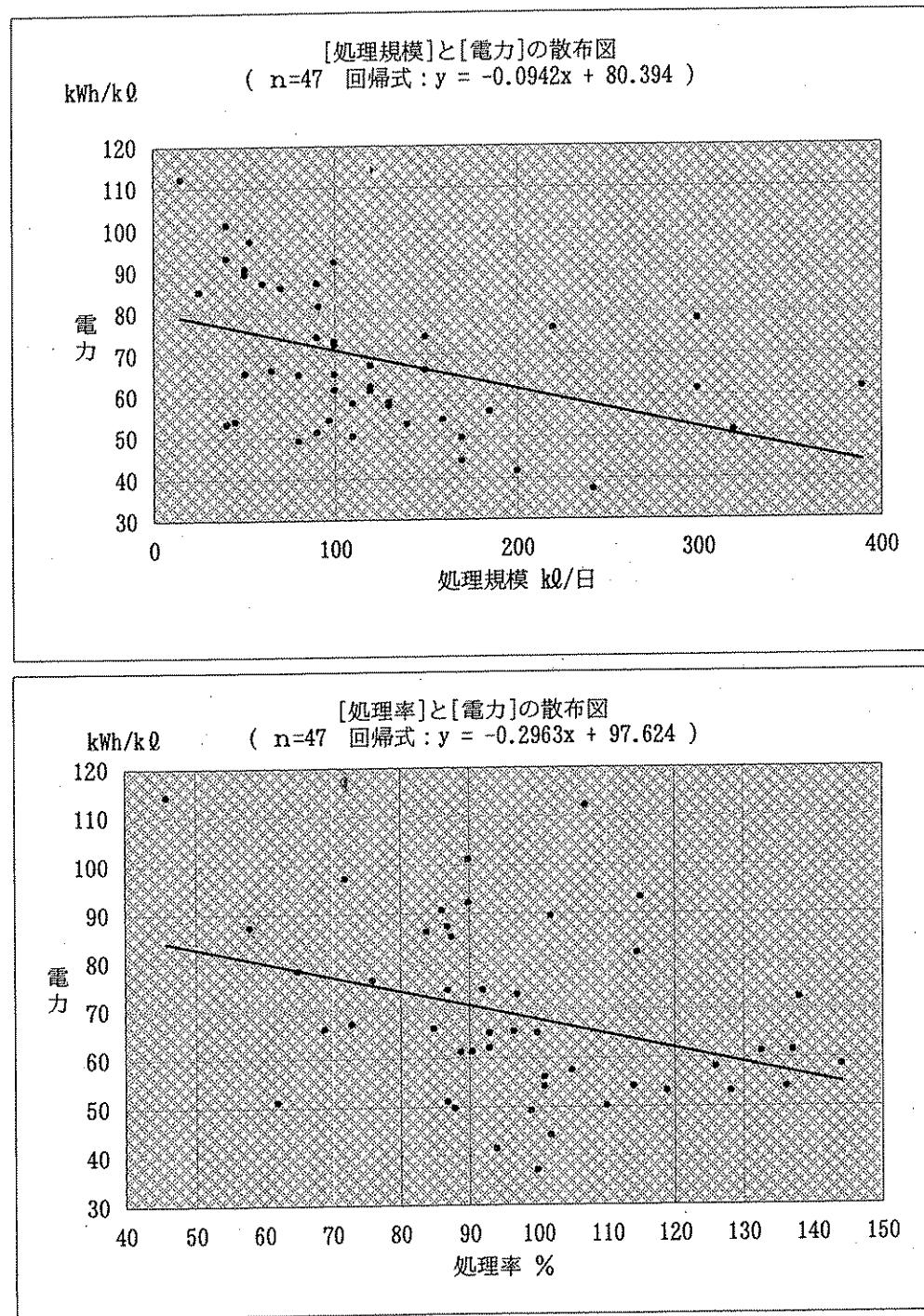


図4 電力使用量と処理規模・処理率の関係（標脱処理）

## (4) 汚泥処理量

し尿処理施設における汚泥は処理方式により発生形態が異なり、脱窒素処理の場合には主処理工程全体から余剰汚泥として、嫌気処理及び好気処理の場合には一次汚泥と余剰汚泥（二次汚泥）に分かれて発生する。また、凝集分離処理設備が付加されている場合には凝集分離汚泥がこれに加わることとなる。

その全汚泥量（凝集分離汚泥を含む）は表7

に示すとおり、処理方式別の乾量換算値で標脱処理8.0kg-DS/kℓ、高負荷処理8.2kg-DS/kℓ、膜分離処理6.6kg-DS/kℓ、嫌気処理6.5kg-DS/kℓ、好気処理7.6kg-DS/kℓである。この内、脱窒素処理では標脱処理と高負荷処理がほぼ同程度で、膜分離処理は前2方式の80%程度となっている。この要因としては、膜分離処理の場合、受入・貯留工程に繊維除去装置として微細目スクリーンや遠心分離機が設置されており、

この結果、汚泥転換成分の主処理工程への流入が減少しているものと考えられる。また、第2報（標脱処理8.4kg-DS/kℓ、高負荷処理9.6kg-DS/kℓ）と比較すると、高負荷処理にやや減少傾向がみられる。

一方、汚泥処理量と浄化槽汚泥混入率との関係は図5のとおりである。し尿処理施設構造指針解説<sup>2)</sup>では、主処理工程から発生する標準的な汚泥量をし尿8kg-DS/kℓ、浄化槽汚泥6kg-DS/kℓとしており、浄化槽汚泥の混入率が増加

した場合には汚泥発生量が減少するものと考えられるが、調査結果ではこれに反し浄化槽汚泥混入率の増減に関係なく、汚泥発生量が一定している。この要因については明確にし得ないが、収集し尿の希薄化によりし尿のSSが概ね浄化槽汚泥と同程度となっていること、凝集分離汚泥の生物処理工程への返送や希釈倍率の低下など運転条件が変化してきていること等が考えられる。

表7 搬入量当たりの汚泥処理量

項目＼施設区分	全施設			標脱処理			高負荷処理			膜分離処理			嫌気処理			好気処理				
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差		
汚泥処理量	全汚泥	湿量 m³/kℓ	160	0.4	0.2	100	0.4	0.1	19	0.5	0.2	7	0.4	0.1	10	0.3	0.2	24	0.6	0.3
		乾量 kg-DS/kℓ	160	7.8	2.2	100	8.0	2.1	19	8.2	2.3	7	6.6	1.6	10	6.5	2.4	24	7.6	2.4
	一次汚泥	湿量 m³/kℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	0.1	0.1	7	0.4	0.4
		乾量 kg-DS/kℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	3.4	2.6	7	5.4	3.0
余剰汚泥のみ (凝集分離あり)	湿量 m³/kℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0.3	0.1	11	0.4	0.2
	乾量 kg-DS/kℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4.7	2.4	11	6.3	3.3
	余剰汚泥のみ (凝集分離なし)	湿量 m³/kℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	0.1	0.1	4	0.3	0.1
		乾量 kg-DS/kℓ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	2.3	1.7	4	3.6	1.5

注) 全汚泥は凝集分離設備を設置している施設を集計した。

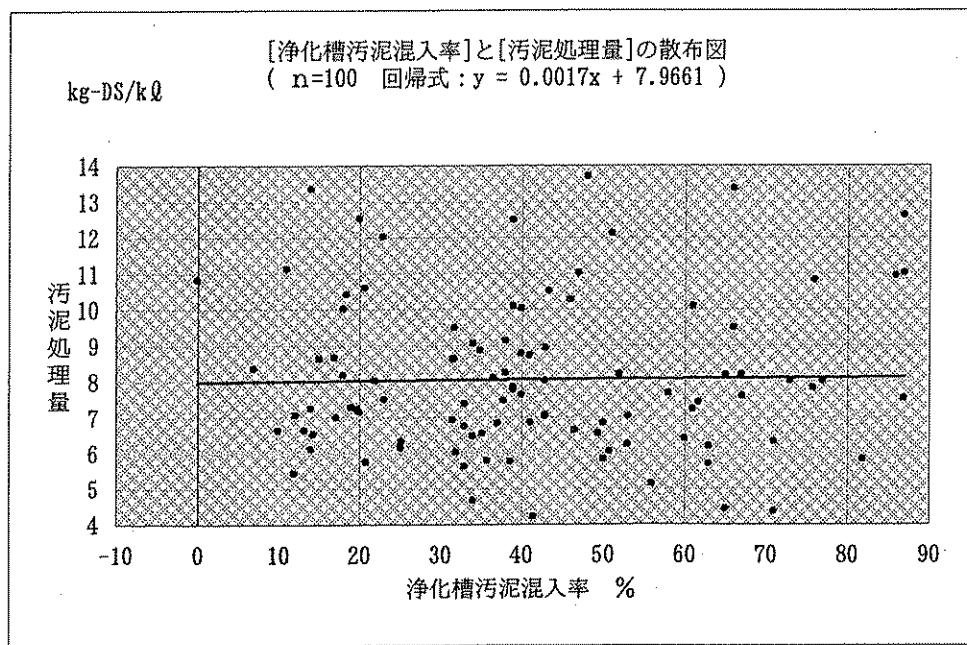


図5 汚泥処理量と浄化槽汚泥混入率の関係(標脱処理)

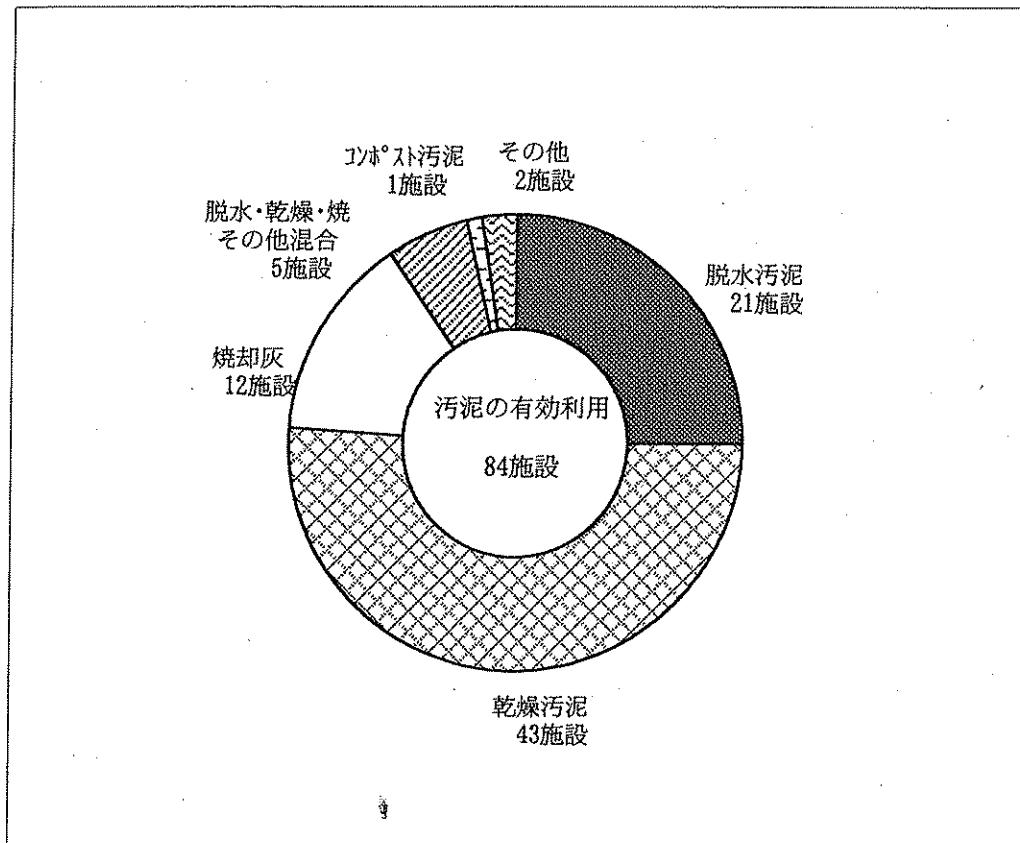


図6 汚泥の排出形態

### (5) 汚泥の利用状況

汚泥の有効利用について調査した結果は図6のとおりであり、調査対象施設(236施設)の1/3に当たる84施設で農地還元等の有効利用が図られている。その汚泥の排出形態としては、乾燥汚泥が最も多く(43施設)、次いで脱水汚泥(21施設)となっており、これらを合わせると有効利用施設の約75%を占めている。なお、コンポスト化を行っているのは1施設のみである。

### (6) 薬品使用量

#### ① メタノール

脱窒素処理に用いられているメタノールの使用量は表8に示すとおり、膜分離処理480g/kℓ、高負荷処理935g/kℓ、標脱処理1,035g/kℓの順に多くなっている。この膜分離処理が少ない要因については、脱窒形態が亜硝酸型となることが多いことやMLSSが安定して確保されることなどが考えられる。

また、標脱処理のメタノール使用量と浄化槽汚泥混入率の関係を図7よりみると、浄化

槽汚泥の混入率が増加すると使用量が減少する傾向が認められた。これは浄化槽汚泥の混入率が増加した場合には、投入し尿の窒素濃度が低下し、その結果、窒素負荷量が減少することから、窒素除去に必要なメタノール量が減少するためと考えられる。

#### ② 凝集分離用無機凝集剤(硫酸バンド)

凝集分離用の無機凝集剤として使用される硫酸バンドの使用量は同じく表8に示すとおり、嫌気処理354g/kℓ、好気処理418g/kℓ、高負荷処理463g/kℓ、標脱処理508g/kℓ、膜分離処理600g/kℓであり、全施設平均(481g/kℓ)では第2報(517g/kℓ)に比べやや減少傾向が伺える。

一般に、脱窒素処理での凝集剤の使用量は、嫌気処理や好気処理に比べ少ないと言われているが、今回の調査ではこれに反した結果となっている。これは、嫌気処理や好気処理においては、脱りん効果を十分に発揮させることよりも経済性に重点を置いた運転が行われているためと考えられる。

## (3) 凝集分離用凝集助剤(高分子凝集剤)

凝集分離用の凝集助剤として用いられている高分子凝集剤(ポリマ)の使用量は、高負荷処理6g/kℓ、標準処理8g/kℓ、嫌気処理及び好気処理11g/kℓであり、全施設平均(9g/kℓ)は第2報(11g/kℓ)と概ね同様な使用量となっている。

## (4) 苛性ソーダ、硫酸、塩酸、次亜塩素酸ソーダ

苛性ソーダ、硫酸、塩酸、次亜塩素酸ソーダは、水処理工程のpH調整剤、消毒剤、脱臭工程の洗浄用薬剤として使用される。その

使用量は「し尿処理施設の精密機能検査による運転実績の現状について」<sup>3)</sup>(以下第1報と略す)と比べると同等若しくは減少する傾向がみられる。

## (5) 脱水助剤

脱水助剤の使用には1剤(1種類)の場合と2剤(2種類)の場合があり、その割合は1剤78%、2剤22%となっており、第2報(1剤78%、2剤22%)からの変化はみられない。また、処理方式別では、膜分離処理の全施設が2剤方式を採用していることが特徴的である。

表8 搬入量当たりの薬品使用量

項目\施設区分		全施設			標準処理			高負荷処理			膜分離処理			嫌気処理			好気処理		
		試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
メタノール使用量	g/kℓ	69	984	669	57	1,035	653	7	935	827	5	480	292	—	—	—	—	—	—
硫酸バンド(凝集用)使用量	g/kℓ	140	481	199	86	508	181	14	463	230	5	600	166	8	354	209	27	418	218
凝集助剤(凝集用)使用量	g/kℓ	153	9	5	93	8	5	21	6	5	—	—	—	7	11	7	32	11	5
苛性ソーダ使用量	g/kℓ	77	705	487	38	809	506	15	874	376	3	1,072	213	8	101	114	13	495	371
硫酸使用量	g/kℓ	29	123	140	16	87	88	10	177	193	3	131	93	—	—	—	—	—	—
塩酸使用量	g/kℓ	8	42	35	5	51	40	3	28	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
次亜塩素酸ソーダ使用量	g/kℓ	54	218	204	24	174	113	14	239	187	4	335	199	6	109	84	6	378	440
脱使 1剤	g/kℓ	127	123	63	63	118	50	17	172	75	—	—	—	19	63	25	28	145	65
水用 助量 剤	I剤	36	119	73	20	124	69	4	161	99	3	96	41	3	80	52	6	107	92
	II剤	35	33	21	20	33	18	4	39	27	2	16	8	3	54	25	6	25	25

注) 薬品は100%換算値 硫酸バンドはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算

苛性ソーダ、硫酸、塩酸、次亜塩素酸ソーダは薬液洗浄脱臭を行っている施設を集計した。

脱水助剤は高分子凝集剤(ポリマ)を使用している場合を集計した。

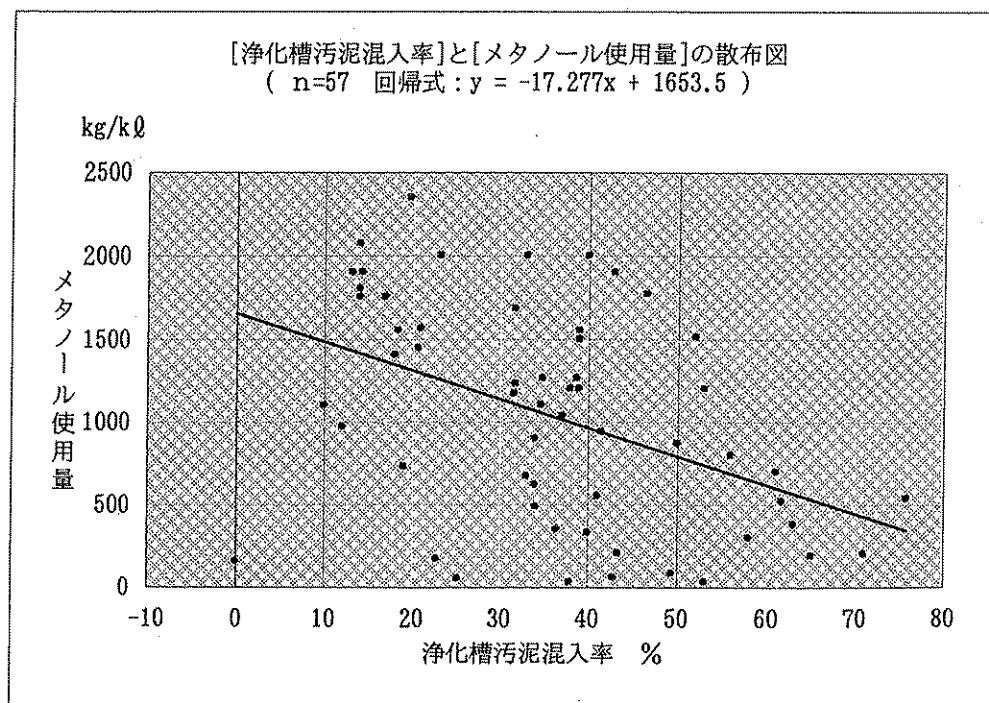


図7 メタノール使用量と浄化槽汚泥混入率との関係(標準処理)

## 4) 維持管理費

設備内容として高度処理設備、汚泥乾燥・焼却設備及び薬剤洗浄・活性炭吸着による脱臭設備を有する施設の維持管理費を表9に示す。

電力、燃料、薬剤の3項目の経費は、嫌気処理1,249円/kℓ、標脱処理1,885円/kℓ、高負荷処理2,075円/kℓ、好気処理2,114円/kℓ、膜分離処理2,401円/kℓの順に高くなっています。脱窒素処理は嫌気処理の2倍程度となっています。また、脱窒素処理の中では、薬剤費に相異がみられ、薬剤費の高い膜分離処理の経費は標脱処理の1.3倍程度となっています。

一方、補修費は嫌気処理448円/kℓ、膜分離処理533円/kℓ、標脱処理1,182円/kℓ、高負荷処理1,266円/kℓ、好気処理2,003円/kℓの順に高くなっています。脱窒素処理の中では膜分離処理が他の方式に比べ1/2程度の経費となっています。この要因としては、膜分離処理施設は他の方式に比べ比較的稼動年数が短いことから、機器の更新や設

備、装置の補修等の経費が少ないものと推測される。

上記の推測から補修費と稼動年数の関係をみたものが図8であり、各処理方式とも稼動年数に比例して補修費が増加する傾向がみられる。このことから、補修費に関しては調査時点での施設の稼動年数が大きく影響するものと考えられる。

また、項目別の構成割合については脱窒素処理が概ね電力費30%、燃料費10%、薬剤費30%、補修費30%、嫌気処理が電力費36%、燃料費23%、薬剤費15%、補修費26%、好気処理が電力費27%、燃料費9%、薬剤費16%、補修費49%となっています。

今回の調査結果を第2報と比較すると表10のとおりで、電力、燃料、薬剤の3項目の経費は、第2報に対して標脱処理0.85倍、高負荷処理0.83倍、嫌気処理1.17倍、好気処理1.15倍となっています。脱窒素処理では15%程度の減少、他の方式では15%程度の増加傾向がみられます。

表9 摂入量当たりの維持管理費

項目\施設区分	全施設			標脱処理			高負荷処理			膜分離処理			嫌気処理			好気処理		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
高 度 処 理 ・ 活 性 炭 焼 却 施 設 薬	電力費 (%)	78 30%	968 265	47 32%	992 230	15 25%	839 270	4 1,033 35%	117	2 605 36%	103	1,093 27%	10 605	1,093 27%	10 605	1,093 27%	10 605	1,093 27%
	燃料費 (%)	74 8%	270 107	44 8%	251 100	14 7%	249 75	5 276 9%	116	2 397 23%	59	361 9%	9 121	361 9%	9 121	361 9%	9 121	361 9%
	薬剤費 (%)	76 23%	723 352	45 21%	642 271	13 30%	987 430	5 1,092 37%	347	2 247 15%	57	660 16%	11 258	660 16%	11 258	660 16%	11 258	660 16%
	小計 (%)	— 61%	1,961 61%	— 61%	1,885 61%	— —	2,075 62%	— —	2,401 82%	— —	1,249 74%	— —	— —	2,114 51%	— —	— —	2,114 51%	— —
	補修費 (%)	77 39%	1,244 944	45 39%	1,182 842	15 38%	1,266 817	5 533 18%	536	2 448 26%	80	1,003 49%	10 1,248	1,003 49%	10 1,248	1,003 49%	10 1,248	1,003 49%
	合計	円/kℓ	—	3,205	—	—	3,067	—	—	3,341	—	—	2,934	—	—	1,697	—	—

注) (%) は各項目平均値の合計に対する割合。

小計は電力費、燃料費、薬剤費の和とした。

合計は小計、補修費の和とした。

表10 維持管理費の第2報集計結果に対する比

	全施設	標脱処理	高負荷処理	膜分離処理	嫌気処理	好気処理
電力費	1.06	0.84	0.75	—	1.24	1.12
燃料費	0.98	0.85	0.76	—	1.86	1.20
薬剤費	1.19	0.86	0.96	—	0.68	1.17
小計	1.09	0.85	0.83	—	1.17	1.15
補修費	1.18	1.06	1.12	—	0.48	1.86
合計	1.12	0.92	0.92	—	0.85	1.41

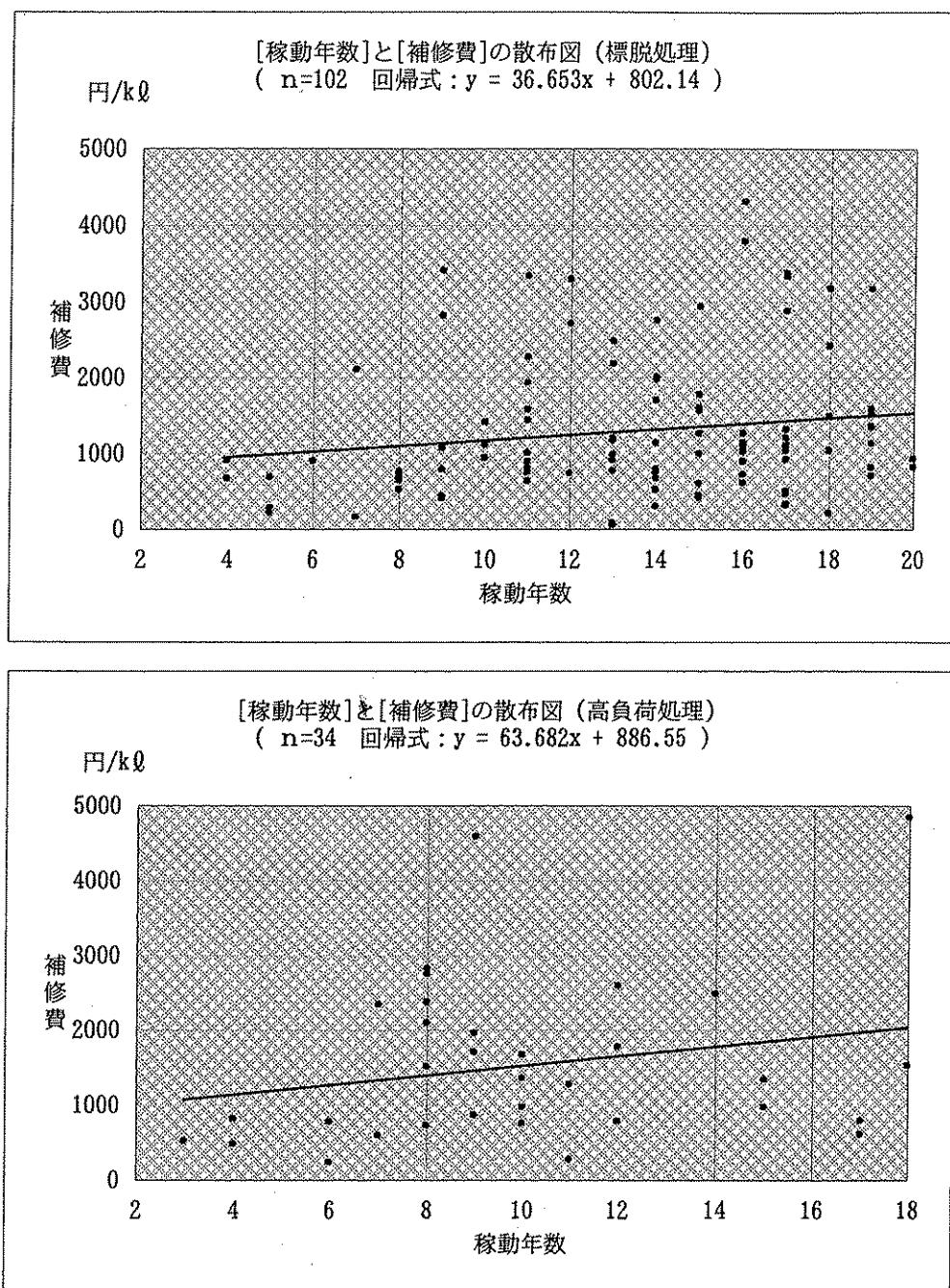


図8 補修費と稼動年数の関係（その1）

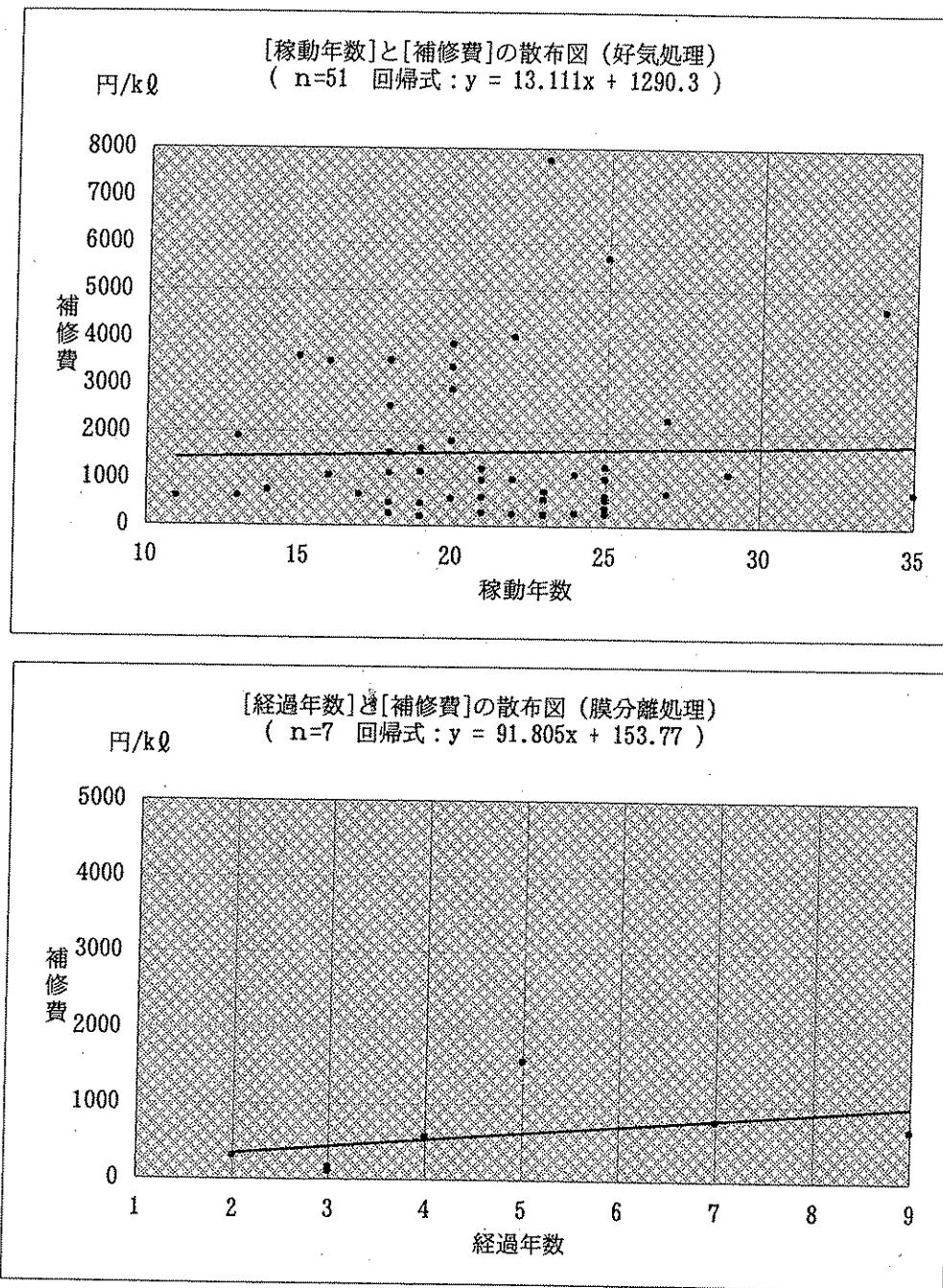


図8 補修費と稼動年数の関係（その2）

## 5. おわりに

し尿処理施設の精密機能検査報告書を基に放流水等の性状や運転実績等を整理し、処理方式による相違点や第2報からの経年的な変化について述べたが、その結果は次のように要約できる。

- 1) 脱窒素処理の放流水質は3方式の間では相違がみられず、嫌気処理、好気処理に比べ低濃度となつ

ている。

- 2) 電力使用量については、嫌気処理が脱窒素処理に比べ1/2以下となっている。
- 3) 汚泥処理量については、脱窒素処理の中では膜分離処理が、他の2方式の80%程度となっている。
- 4) し尿処理汚泥を農地還元等で有効利用している施設は、調査対象施設の1/3程度で、その排出形態としては乾燥汚泥としている場合が最も多い。

- 5) メタノール使用量は、脱窒素処理の中では膜分離処理が、他の2方式の1/2程度となっている。
- 6) 運転実績について第2報と比較すると、各項目に同等からやや減少の傾向がみられる。このことから、運転実績の変動要因には、処理方式固有の特徴の他に調査期間に変化した要素が関わっているものと考えられる。

今回の調査では、①電力使用量と処理規模、処理率、②メタノール使用量と浄化槽汚泥混入率、③補修費と稼働年数等の関係に一定の傾向が確認されたことは有意義であったと考える。しかし、浄化槽汚泥混入率と運転実績の関係については一部を除いて明確にし得なかったことから、今後更なる調査が必要あると考える。

#### 参考文献

- 1) 篠原 功、古賀博昭、弥永和由、豊福裕邦：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について、日環セ所報 No. 19 1992 p56～59
- 2) 稲田隆治、岡崎貴之、森田 昭：膜分離型高負荷脱窒素処理施設の維持管理状況に関するアンケート調査結果について、日環セ所報 No. 21 1994
- 3) 清水敏秀、吉野好太郎：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第2報）、日環セ所報 No. 23 1996 p60～66
- 4) 厚生省水道環境部監修：し尿処理施設構造指針解説－1998年版－、社団法人全国都市清掃会議p326
- 5) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課：日本の廃棄物処理（昭和60～平成7年度版）