

精密機能検査業務からみたわが国のし尿処理 施設の現況と課題

Notes of the present situation of night soil treatment facilities
in Japan, reviewed from the experiences of
functional testings of facilities

高橋 孝*

Takashi Takahashi

1. し尿処理の経緯

わが国のし尿処理施設は、昭和30年頃から防疫対策として設置されはじめた。当初施設は、嫌気性消化・散水汙床方式で、外国の下水汚泥の処理方法を参考にしたものであった。

その後、都市への急速な人口集中化及び化学工業の発展に伴う化学肥料の普及により、農地還元等の自家処理ができなくなり、し尿の処理あるいは処分の需要が急速に増大してきた。しかし、増加するし尿量に対して処理が対応できず、海洋投入や山林投棄等も行われていた。昭和30年中頃に当初の嫌気性消化処理方式に加え、好気性消化処理方式及び化学処理方式が開発され、また、二次処理設備に活性汚泥法処理方式が初めて採用された。この頃の施設はし尿の処理に追われ、処理することを第1目的とし、公害対策等については、現在の施設と比べると設備内容に不十分な点がみられ、とくに脱臭及び汚泥処理について技術的に未解決な部分があった。

昭和40年頃好気性処理の各種方式が出揃い、さらに経済の好調、景気の上昇と相伴って、設備内容の充実に加えて技術的にも急速に進歩を示した。

また、施設基準及び維持管理基準が定められ、設備内容に大きい差がなくなるのと併せて技術管理者を置くことが義務づけられ、維持管理の教育が行われ、設備に加え維持管理面についても強化された。

昭和45年頃には余剰汚泥の脱水方法が開発され、また除渣装置にも改良が加えられ現在の密閉型のものとなった。

昭和50年頃、生物脱窒素処理方式、凝集分離方式等の

施設が稼動を始め、状況に応じ、し尿中の窒素及びリンを除去することによって、排出先の富栄養化の防止についても配慮できるようになった。また、住民対策として処理水の脱色を実施したのもこの頃からである。

昭和54年構造指針の改正によって、低希釈二段活性汚泥法処理方式と高度処理（COD 対策）として、凝集分離処理方式が追加され、現在は低希釈二段活性汚泥法処理方式が全盛となっている。

し尿処理施設はこのような発展経過をたどり、現在に至っているが、この間に湿式酸化処理、焼却処理そして幾つかの高負荷処理等が設置され稼動している。また、処理水を放流せず脱塩後場内に散水するもの、蒸発させる方法等、実施設として運転されている。

昭和56年度末で全国のし尿処理施設数をみると1244施設で、そのうちの過半数 631 施設が嫌気性処理方式である。嫌気性処理方式の施設は現在建設される割合は減少しているが、前述したように昭和30年～40年代に建設された施設の大部分を占めているために、現状でも全体に対する割合は多い。しかし、最近建設される施設は、外観上の問題、状況により窒素除去が可能及び脱臭が有利等のことから、好気性処理方式が増加している。

とくに、昭和55年以降をみると有機物の除去に加え、窒素も効率よく除去できる低希釈二段活性汚泥法処理方式が大きな割合を占めている。また、希釈水が少なく、施設もある程度コンパクトに建設できる高負荷処理方式も一部に採用されている。

2. 精密機能検査の実施状況

精密機能検査は、昭和46年に機能検査及び水質検査と共に「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」施行規則によって規定され、昭和47年10月に当センターが検査を行う者として指定された。以降毎年20～50施設程度の検査

* 日本環境衛生センター衛生工学部
Department of Sanitary Engineering, Japan
Environmental Sanitation Center

表 1 県別精密機能検査実施件数

県名	年度											合 計
	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	
北 海 道	1	3			1		1			1	1	8
青 森 県		2				2		1				5
岩 手 県						1		1		1		3
宮 城 県		1						1			3	5
秋 田 県		1				1		1		2	1	6
山 形 県										2	2	4
福 島 県						1		1		1		3
茨 城 県	2	1				1	1	1			2	8
栃 木 県	1			1					1	2	3	8
群 馬 県	2		1						2			5
埼 玉 県							1	2	3	1	1	8
千 葉 県		1	1	1	1	1	1	1	5	2	5	19
東 京 都		1	1	1							1	4
神 奈 川 県	1		1	1		1	3		1	2	1	11
新 潟 県		4			1		1	2		2		10
富 山 県												0
石 川 県												0
福 井 県		1			1		1					3
山 梨 県												0
長 野 県		1		1		1	1		1			5
岐 阜 県		3	5	1	3			1	1	2	2	18
静 岡 県	1	3	1	3	5	1	4	2	3	7	2	32
愛 知 県			4	2		1	1		3	1	2	14
三 重 県									1	1		2
滋 賀 県						1	1		1	1		4
京 都 府												0
大 阪 府						1						1
兵 庫 県						3		1	2	1	3	10
奈 良 県			2				1				1	4
和 歌 山 県												0
鳥 取 県								1			1	2
島 根 県	2	1					1			2		6

表 1 (つづき)

年度 県名	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	合 計
岡 山 県	5	2	2						1		4	14
広 島 県		2	1				2		1	1	2	10
山 口 県		1		2						1	1	5
徳 島 県									1		1	2
香 川 県			1									1
愛 媛 県		1		1	1	2				1		6
高 知 県												0
福 岡 県		1			1	1	5				4	12
佐 賀 県		1					2			2	1	6
長 崎 県				1		2		3				6
熊 本 県	1	3	2	1	1	1	2	1	3	4	1	20
大 分 県		1	1		2	2	3	1	1	3	3	17
宮 崎 県		1	1		3	2	4	2	2	2	5	22
鹿 児 島 県	1			1		2		1		3	3	11
沖 縄 県												0
合 計	17	36	24	17	20	28	37	24	33	48	56	340

依頼を受け、精密機能検査実施要領(環整第95号, 昭52. 11. 4, 課長通知)に基づき実施している。

精密機能検査実施状況は、昭和47年から57年度末でみると340施設であるが、各県ごとに大差があり県下のほぼ全施設について検査依頼のあった県と、全く検査依頼のない県がある。検査依頼の最も多い県で32施設、また依頼のない県は7県である。なお、実施数の多い県は、同一施設で2回あるいは3回検査した施設も含まれている。年度別及び県別の実施状況は表1に示すとおりである。

処理方式別実施状況は表2に示すとおりである。嫌気性消化処理方式の施設が50%以上を占め、次いで好気性消化処理方式であるが、湿式酸化処理を8施設、焼却処理を3施設検査している。低希釈二段活性汚泥法処理方式は、建設年度が新しいため2施設と検査実施数は少ない。規模別実施状況は表3に示すとおりであり、規模を30kl/日以下、31~70kl/日、71~120kl/日、121kl/日以上というように区分してみると31~70kl/日が30%で最も多く、30kl/日以下が最少であるが、いずれも22%~30%の幅で上記区分でみると規模による差はみられない。

最近の検査の目的をみると、施設の設備や機能の確認よりも、むしろ増改造及び施設更新の資料を得るための検査が大部分を占めている。

3. 精密機能検査の所見

これまで実施した検査から、運転管理実績及び設備等の状況についてまとめると次のとおりである。

(1) 運転管理実績

施設職員の勤務時間は、平日8時30分~5時、土曜日8時30分~12時、日曜、祝祭日は休みのところがほとんどである。

し尿の収集は許可業者あるいは委託業者によるものが大部分を占め、地方公共団体直営によるものは少ない。し尿とし尿浄化槽汚泥の割合は都市周辺と農村部とで大きく異なっている。都市周辺では、し尿浄化槽汚泥の割合が50%を超えるような状況も現われているが、農村部は20%にも満たない場合が多い。

各施設の処理率は、昭和40年代までは過剰処理もみられたが、昭和50年代に入り過剰処理を行っている施設はほとんどなくなっている。

表 2 処理方式別精密機能検査実施件数

年度	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	合計	
嫌気性	16	24	19	13	11	13	21	13	12	18	28	188	
好気性	好気性消化	0	2	1	1	3	3	6	0	4	9	5	34
	低希釈二段活性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	その他	0	4	0	1	0	2	1	5	2	3	4	22
	小計	0	6	1	2	3	5	7	5	6	12	11	58
湿式酸化	0	1	1	0	0	0	2	0	2	1	1	8	
その他	化学	0	2	0	1	0	3	1	0	1	2	0	10
	焼却	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	小計	0	2	0	1	0	3	1	0	1	2	3	13
多系列	1	3	3	1	6	7	6	6	12	15	13	73	
合計	17	36	24	17	20	28	37	24	33	48	56	340	

表 3 規模別精密機能検査実施件数

年度	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	合計
30kl/日以下	5	7	7	4	5	6	7	8	4	13	6	74
31~70kl/日	6	15	8	4	7	7	12	5	8	11	19	102
71~120kl/日	4	7	6	3	4	5	9	8	7	11	16	80
121kl/日以上	2	7	3	6	4	10	7	3	14	13	15	84
合計	17	36	24	17	20	28	37	24	33	48	56	340

水質検査の結果は希釈倍数との関連もあるが、所定の希釈としてみると、ほとんどの施設で法で定められている BOD 30 mg/l, SS 70 mg/l, 大腸菌群数3000個/ml 以下の水質が得られている。しかし、現在の構造指針に適合しない古い施設や、沈殿槽において一時的な汚泥の浮上現象等が生じた場合は水質が悪化していることもある。

処理条件と処理効果は、ほとんどの施設が所定の効果を得ている。しかし、負荷が低い場合には効率が悪く、むしろ負荷が高い場合に良効率を得ている。なお、工程ごとの効果をみるとかなり差を生じていることもあるが、これは全体の効率として判断することが適当と考えられる。例えば嫌気性消化処理方式において消化処理工程の効率が良く、次の活性汚泥法処理工程への負荷が減少し、この工程の効率が低下する。しかし、両工程をまとめて判断すれば、所定の効率が得られていることが多い。

(2) 設備などの状況

1) 書類等の保存状況

完成図書等の保存をみると施設ごとの差が大きいが、昭和30年代の施設は保存が悪く、昭和40年代の施設はほとんど保存されている。しかし、増改造などを実施した施設では、離散してしまっているところもある。また、地中配管、埋込配管など変更した場合に、図面訂正が行われず位置が不明となっていることが多い。昭和50年以降の施設はほぼ完備している。

維持管理実績、水質検査結果等はかなりよく保存されている。しかし、内容については各施設ごとに大差があり、水質は工程ごとに分析しているものと、放流水のみしか実施していないものがあるが、最近は全体的にレベルアップされてきている。

2) 設備装置などの検査結果

施設内容は、受入・貯留設備、一次処理設備、二次処理設備、汚泥処理設備及び脱臭設備から構成されている。なお、二次処理設備のあと、高度処理設備を設置している施設もある。

各設備ごとに問題となっている部分は次のとおりである。

受入・貯留設備は、臭気対策、沈砂の除去方法、夾雑物の除去方法及び貯留槽のスカム防止等があげられる。

一次処理設備は、消化槽のスカム対策、消化槽の清掃及びガス洩れ等の留意が必要である。

二次処理設備は、散気管の目詰り及びアンモニアの硝化による沈殿槽の汚泥浮上が処理水に悪影響を与えていることがある。

汚泥処理設備は、脱水機的能力不足、SS回収率の低下及び乾燥・焼却炉的能力不足等がある。

脱臭設備は、捕集量等能力の不足、または不備等全般的に不十分のものがかなりみられる。

施設の老朽化の度合いをみると、コンクリート構造物については、施工時の仕上り状況が、大きく影響を及ぼしている。また、水槽部分はコンクリート施工状況は勿論であるが、防水・防食等の仕上げの状況によっては、コンクリートの腐食が進行し耐用年数を短くしている場合もみられる。機械及び鋼構造物については保守・補修等、日常の管理状況が最も大きく影響を与えている。

このように施設を永く使用するには、施工状況と維持管理の両面が大切であり、両者が相伴って初めて耐用年数を延長することが可能となる。実際に稼働後十数年を経過している施設をみると、単に建設年度だけでなく、むしろ前述した内容の差が表われていることを痛感する。また、途中で増設・改造等を実施した施設は、旧設備と新設備の関連、耐用の差など留意が必要である。

4. し尿処理技術と課題

最近建設される施設は、低希釈二段活性汚泥法が最も

多いが、一方では低希釈・高負荷を求める傾向にある。低希釈と高負荷は不離の関係ではなく、時代の要求によって両者が結びついたものといえよう。数年前から新処理技術（指針外施設）として低希釈・高負荷の施設が建設され、自治体の要望もあり業績が伸びたことから各業者が開発を競う状況が続いた。これらは酸素供給量を増大することによって、汚泥濃度を高く保持して処理することにより、設備容量の減少をはかり、希釈水量を減じ全体水量を低減することにより、ポンプ能力・高度処理設備の容量削減がなされている。しかし、希釈水量が少なく、汚泥濃度が高いので固液分離は自然沈降がむずかしく、機械等によることが多い。また、処理水はCODが高く、着色しているので薬剤及び活性炭等で処理している。

このように処理効率やコンパクト化をめざした技術的進歩は勿論必要であるが、実際には経済性、操作性及び運転技術の難しさ等もあわせて考慮する必要がある。施設は、各設備を建家内に納め、従来のし尿処理施設のイメージを一新しているものが多い。設備を建家内に入れると外観は良いが、維持管理面、機器の補修、作業動線及び施設更新の場合もあらかじめ配慮しておくことが望ましい。建設費、維持管理費の低減及び省エネルギー対策、汚泥処理、脱臭の技術的進歩等は現在待望されているものである。

このように未だ問題も残っているが、確かな目的もなく高負荷、低希釈を求めるだけでなく、経済性、周辺環境への対応性、安定性、安全性、管理の容易性及び施設の耐用等を総合的に判断して、各自治体が自らの要求するものに最も適合した方式を選び建設することが必要である。