

生活排水処理法に関する調査（第1報）

Treatment of Domestic Waste Water (Part1)

生活排水グループ 北川豊明 植野 裕 和田雅人*

要 旨

本県では合併処理し尿浄化槽について、構造基準どおりの接触曝気法と土壤被覆型接触曝気法との比較を行うため、同一の流入水をこのふたつの処理方式により、並列に処理する施設を設置した。この処理施設の機能調査と土壤被覆型接触曝気法が隣接土壤に及ぼす影響調査を行ったところ、処理水質は両方式とも良好であるが、冬期において土壤被覆型接触曝気法の処理水質が、より安定していることが認められた。また隣接土壤には、硝酸性窒素が深いところで高くなるなどの影響がみられた。

1 はじめに

し尿浄化槽において、土壤をし尿の処理機構の一部として使用するものは、一定の条件を満たすものであれば、建設省の構造基準と同等の性能を有するものとして、建設大臣の認可を受け、使用することができる。これにより、現在いくつかのシステムが大臣認定を受けて普及しつつある。このため本県では構造基準どおりのし尿浄化槽と、土壤を使用したものとの機能を比較することとし、県営住宅日高鹿山団地に比較検討のための処理施設を設置した。本施設の特徴は同一施設内に構造基準どおりの接触曝気方式（建設省告示1292号第3号第2項）と土壤被覆型接触曝気方式のふたつの処理方式を並列に設け、同一の流入水（原水）を等量ずつ各系列に送って処理するところにあり、処理方式による処理水質の差が明らかとなる。当センターにおいて本処理施設の機能調査と隣接土壤に及ぼす影響調査を行ったので、ここに報告する。

計画処理水質：BOD 20mg/ℓ SS 30mg/ℓ

フローシート、施設の構造図及び主要装置の概要をそれぞれ図1、図2及び表1に示した。

2 調査対象施設の概要

施設設置場所：入間郡日高町鹿山字前耕地61-1

処理対象汚水：し尿及び雑排水

処理方式：接触曝気法及び土壤被覆型同法

総有効容量：191.43m³

計画処理人員：80戸×4人=320人

計画汚水量：80m³/日 (250ℓ/人・日×320人)

計画流入水質：BOD 200mg/ℓ SS 250mg/ℓ

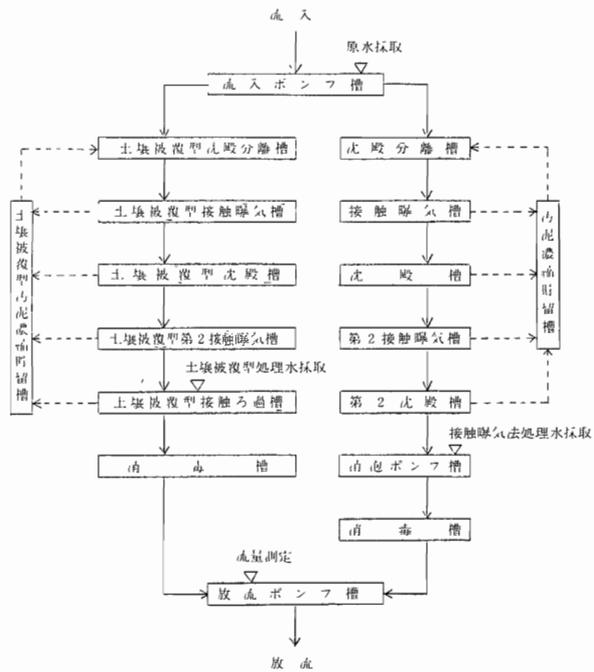


図1 フローシート

*昭和59年3月31日退職

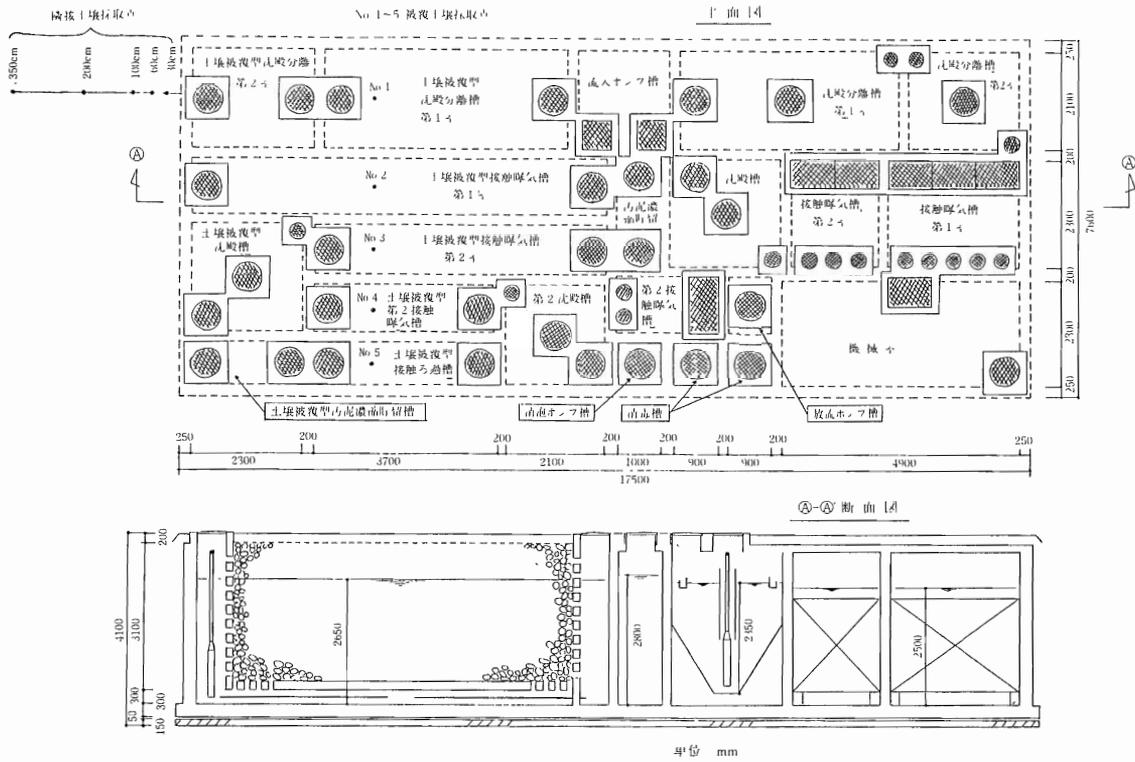


図2 構造図

表1 主要装置の概要

主要装置の名称	巾×長さ×深さ(m)	有効容量等	設計条件
流入ポンプ槽	2.1×1.9×0.9	有効容量 3.56m ³	滞留時間 15分
沈殿分離槽	2.1×4.5×2.75×1槽 2.1×2.3×2.75×1槽	有効容量 39.26m ³ 有効水深 2.75m	滞留時間 23時間15分
土壌被覆型波殿分離槽	2.1×5.0×2.1×1槽 2.1×2.5×2.1×1槽	有効容量 39.83m ³	
接触曝気槽	2.3×2.7×2.65×1槽 2.3×1.8×2.65×1槽	有効容量 27.42m ³ 有効水深 2.65m	滞留時間 16時間 最大BOD負荷 0.3kg/m ³
土壌被覆型接触曝気槽	1.2×8.5×2.35×1槽 1.1×6.0×2.35×1槽	有効容量 28.01m ³	
沈殿槽	2.3×2.3×2.35	有効容量 6.75m ³ 有効水面積 5.29m ²	滞留時間 4時間 最大水面積負荷 8m ³ /m ² 最大越流負荷 30m ³ /m
土壌被覆型沈殿槽	2.3×2.3×2.6	有効容量 6.75m ³ 有効水面積 5.29m ²	
第2接触曝気槽	1.2×2.1×2.4	有効容量 6.04m ³	最大BOD負荷 0.2kg/m ³
土壌被覆型第2接触曝気槽	1.0×3.7×2.2	有効容量 6.5m ³	
第2沈殿槽	2.1×2.1×2.2	有効容量 5.23m ³	滞留時間 3時間
土壌被覆型第2接触曝気槽	0.9×3.7×2.1	有効容量 5.62m ³	
消泡ポンプ槽	0.9×1.0×2.3	有効容量 2.07m ³	滞留時間 60分
消毒槽	0.9×0.9×1.4×2槽	有効容量 2.26m ³	滞留時間 15分
放流ポンプ槽	1.2×0.9×1.2	有効容量 1.29m ³	滞留時間 20分

3 調査方法

3・1 調査日時

水質調査第1回：昭和58年10月26日（水）

水質調査第2回：昭和59年1月18日（水）

土 壤 調 査：昭和58年11月28日（月）

3・2 採水と水量・水質測定

図1のフローシート上に原水及び各系列の処理水の採取点と水量測定点を示した。採水は午前6時から午後11時まで1時間ごとに計18回行った。測定項目のうち、pH及び電気伝導率（EC）については全検体を測定した。SS、BOD、CODについては18検体中10検体を、T-P、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N及び有機態N（Org-N）については5検体を流入水量の多い時を中心に選択して測定した。測定方法は概ねJIS K 0102に準拠した。水量は施設に付属の流量計から読み取った。

3・3 土壌採取と土質測定

図2の構造図上に土壌採取点の施設表面における位置を示した。被覆土壌についてはNo.1～No.5まで5検体、隣接土壌は処理施設からの距離30cm、60cm、100cm、200cm及び350cmの各地点において、それぞれ深さ0cm、10cm、20cm、40cm、70cm及び100cmで計30検体を採取した。ただし被覆土壌及び隣接土壌の深さ0cmについては、地表面の土を少しかき取って、その直下の土を採

表2 土壌の測定方法

測定項目	測定方法
pH	土質試験法 第4編1-2
NH ₄ -N	土質試験法 第4編4-2（試料調整） 及び JIS K0102
NO ₂ -N	
NO ₃ -N	
T-N	下水試験方法
T-P	JIS K0102（硝酸・過塩素酸分解）
塩化物イオン	土質試験法 第4編6-2
ふん便性 大腸菌群数	実験農芸化学 上巻7-4（試料調整） 及び下水試験方法4-付2

取した。土壌の測定項目とその方法を表2に示した。

4 調査結果及び考察

4・1 施設の機能

表3に設計基準値と対応する調査結果を示した。団地の入居率は調査時に90%であった。流入水量は5時

表3 設計基準と実績値

項目	設計基準値	実績値			
		第1回(10月)		第2回(1月)	
		接触曝気	土壌被覆	接触曝気	土壌被覆
処理対象人員(A)	320	入居率 90%			
汚去量(m ³ /日)	80	50.8(5:30~23:30)	45.4(5:30~23:30)		
流入水質(mg/l)	BOD	143		154	
	SS	152		105	
処理水質(mg/l)	BOD	3.6	2.8	11.7	4.6
	SS	3.8	3.4	1.8	3.1
除去率(%)	BOD	90	97.5	92.4	97.0
	SS	88	97.5	98.3	97.0

30分から23時30分までの測定値で50.8m³及び45.4m³であり、100%入居でも計画汚去量の80m³/日を超えることはないと思われる。流入水質はBOD、SSとも設計基

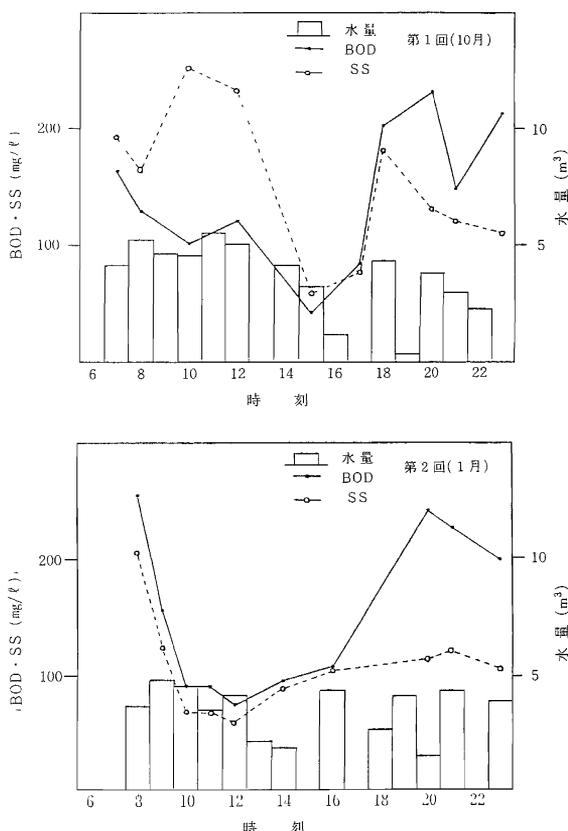


図3 流入水質と処理水量の経時変化

準より低く、特にSSは十分に余裕がある。処理水質と除去率はすべて設計基準値を満足していて、処理状況は良好といえる。しかしながら第2回調査時の接触曝気法処理水のBODは土壌被覆型に比較してやや高く、したがってBOD除去率はやや低い。第2回調査は冬期であり、水温が下がって生物活動が低下したためと思われる。またあとで述べるように、このBODには硝化作用による酸素消費が含まれているとみられる。

図3に処理水量と原水のBOD、SSの経時変化を

示した。流入水量の測定は行ってないが、流入ポンプ槽からのポンプアップが頻繁に行われるから、処理水量は流入水量の変化をかなり反映している。図から水量、水質とも朝と晩にピークを持つことがわかる。

すべての水質測定結果の最大、最小及び平均値と除去率を表4に示した。BODとSSについては表3と一部重複する。CODの除去率は90%前後でBOD、SSに比べてやや低い。冬期の第2回調査では第1回調査よりやや低く、また接触曝気法よりも土壌被覆型の方がやや高い。T-Pの除去率はいずれの場合も50

表4 水質測定結果

項目	水質項目	pH	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	T-P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	Org-N (mg/l)	T-N (mg/l)	EC (μΩ/cm)	
													範囲
第1回	流入水	範囲	6.9~8.1	59~252	41.4~233	50.2~156	2.8~4.9	11.4~36.1	0.31~0.67	0.05~0.08	11.4~14.3	23.4~49.8	300~620
		平均	7.4	152	143	120	3.7	20.0	0.46	0.06	12.8	33.4	450
	接触曝気法 処理水	範囲	6.9~7.2	2.3~5.7	1.4~7.2	11.7~13.9	1.7~1.8	3.7~4.8	11.8~13.4	0.26~0.31	0.24~1.87	17.4~19.0	400~420
		平均	7.1	3.8	3.6	12.9	1.7	4.3	12.4	0.29	0.60	17.9	400
		除去率	—	97.5(%)	97.5(%)	89.2(%)	54.1(%)	78.5(%)	—	—	95.3(%)	46.4(%)	—
		土壌被覆型 処理水	範囲	7.2~7.7	2.0~4.3	2.3~3.3	9.9~11.3	1.8~1.9	~0.23	12.2~13.9	0.01~0.05	0.54~0.79	13.0~14.7
平均	7.4	3.4	2.8	10.4	1.8	0.09	13.1	0.03	0.68	13.7	380		
除去率	—	97.8(%)	98.0(%)	91.3(%)	54.1(%)	99.6(%)	—	—	94.7(%)	59.0(%)	—		
第2回	流入水	範囲	7.1~8.2	59~205	73.8~254	63.2~193	1.9~10.8	9.3~71.1	0.39~1.24	0.01~0.06	4.2~24.3	14.4~96.7	310~820
		平均	7.6	105	154	128	5.0	30.0	0.63	0.03	10.7	41.4	470
	接触曝気法 処理水	範囲	7.2~7.4	0.6~3.9	3.6~30.3	14.3~16.4	2.7~2.8	17.2~21.4	4.84~9.12	0.4~0.49	0.13~0.66	26.5~28.1	440~500
		平均	7.3	1.8	11.7	15.2	2.8	19.7	6.84	0.43	0.27	27.3	460
		除去率	—	98.3(%)	92.4(%)	88.1(%)	44.0(%)	34.3(%)	—	—	97.5(%)	34.1(%)	—
		土壌被覆型 処理水	範囲	7.0~7.3	1.4~10	2.1~6.6	13.1~16.2	2.07~2.16	0.1~0.45	16.1~18.3	0.06~0.38	0.36~0.85	16.8~19.6
平均	7.1	3.1	4.6	14.3	2.12	0.27	16.9	0.23	0.66	18.0	380		
除去率	—	97.0(%)	97.0(%)	88.8(%)	57.3(%)	99.1(%)	—	—	93.8(%)	56.5(%)	—		

※ 流入水は単純平均、処理水は水量による加重平均である。

※ T-NはNH₄-N、NO₃-N、NO₂-N及びOrg-Nの合計値である。

表5 窒素の形態別比率

窒素の 形態	第1回調査						第2回調査					
	流入水		接触曝気法		土壌被覆型		流入水		接触曝気法		土壌被覆型	
	平均水質 (mg/l)	比率 (%)										
NH ₄ -N	20.0	60.1	4.3	24.4	0.09	0.6	30.0	72.5	19.7	72.4	0.27	1.5
NO ₃ -N	0.46	1.4	12.4	70.5	13.1	94.2	0.63	1.5	6.84	25.1	16.9	93.4
NO ₂ -N	0.06	0.2	0.29	1.6	0.03	0.2	0.03	0.1	0.43	1.6	0.23	1.3
Org-N	12.8	38.4	0.60	3.4	0.68	4.9	10.7	25.8	0.27	1.0	0.66	3.6
T-N	33.3	100	17.6	100	13.9	100	41.4	100	27.2	100	18.1	100

※ T-N=(NH₄-N)+(NO₃-N)+(NO₂-N)+(Org-N)

生活排水処理法に関する調査 (第1報)

pH

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	6.8	7.1	7.9	7.1	8.0	7.4	6.6
10	7.0	6.7	7.2	7.5	7.5	7.2	
20	7.7	7.4	7.2	7.3	7.3	7.4	
40	7.5	7.6	7.5	7.4	7.4	7.5	
70	7.5	7.5	7.0	7.4	7.4	7.4	
100	7.5	7.1	7.1	7.5	7.1	7.3	
平均	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5		

T-P (mg/dry kg)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	1640	1250	1100	904	865	1152	941
10	724	1900	1360	950	1010	1189	
20	945	970	1150	585	776	885	
40	973	1180	1140	461	911	933	
70	944	700	563	1540	2000	1149	
100	533	585	473	1990	1770	1070	
平均	960	1098	964	1072	1222		

NH₄-N (mg/dry kg)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
10	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
20	1.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
40	<0.5	<0.5	4.2	<0.5	<0.5	<0.5	
70	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
100	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
平均							

Cl⁻ (mg/dry kg)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	13	9	7	14	6	10	10
10	10	9	8	13	5	9	
20	6	7	8	10	7	8	
40	6	6	7	6	7	6	
70	7	7	31	6	8	12	
100	8	13	21	6	6	11	
平均	8	9	14	9	7		

NO₂-N (mg/dry kg)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
20	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
40	<0.05	<0.05	0.05	<0.07	<0.05	<0.05	
70	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
100	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
平均							

小便検体大腸菌群数 (個/dry g)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	<10	<10	10	10	<10	<10	80
10	<10	<10	10	10	<10	<10	
20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
40	<10	<10	20	<10	<10	<10	
70	<10	<10	<10	<10	10	10	
100	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
平均							

NO₃-N (mg/dry kg)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
10	0.7	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	
20	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
40	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.1	<0.5	
70	1.4	2.3	2.6	<0.5	1.5	1.6	
100	2.7	2.7	2.9	<0.5	1.7	2.1	
平均	1.0	1.2	1.1	<0.5	0.8		

水分 (%)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	40.3	24.4	11.5	23.2	13.6	22.6	33.3
10	36.3	40.8	28.4	20.0	12.9	27.7	
20	16.6	19.4	23.5	14.6	16.0	18.0	
40	18.3	14.4	11.6	16.5	15.3	15.2	
70	22.8	24.8	30.7	11.9	7.64	19.6	
100	24.2	25.4	29.2	11.1	6.51	19.3	
平均	26.4	24.9	22.5	16.2	12.0		

T-N (mg/dry kg)

深さ (cm)	距離 (cm)					平均	被覆土
	0	30	60	100	200		
0	4340	1500	516	1340	526	1644	2102
10	1880	1120	1810	729	335	1775	
20	620	687	928	493	396	625	
40	486	343	500	340	762	486	
70	634	820	582	176	311	528	
100	738	888	512	200	125	393	
平均	1450	1310	608	546	409		

%前後で特に傾向は見られない。T-Nの除去率も50%前後であるが、接触曝気法に比べ土壤被覆型の方が明らかに高く、特に冬期には差が大きい。

表5に窒素の形態別比率を示した。流入水ではNH₄-Nが60~70%を占め、残りはほとんど有機態Nであり、NO₂-N及びNO₃-Nは少ない。第1回調査の接触曝気法処理水では、流入水に比べてNH₄-Nはかなり減って比率は24.4%となり、有機態Nもほとんど除去される一方、NO₃-Nが増えて70.5%を占めている。しかしながら第2回調査においては、有機態Nはほとんど除去されているものの、NH₄-Nの減少は第1回に比較して少なく、比率としては流入水とほとんど変わらず72.4%となっている。このように硝化が完了していない検体は、硝化作用によりBODが高くなる可能性がある¹⁾。土壤被覆型の処理水では、2回の調査ともNO₃-Nの比率は90%を超え、硝化はほぼ完全である。

4・2 隣接土壤に及ぼす影響

処理施設の隣接土壤と被覆土壤の測定結果を図4に示した。図ではそれぞれの項目ごとに処理施設からの距離を横軸に取り、地表からの深さを縦軸に取って、対応する点に測定結果を記入した。また右の欄外に一定の深さごとの平均値及び被覆土壤の平均値を示し、下の欄外には一定の距離ごとの平均値を示した。なお、測定値がほとんど定量下限未満のものは平均値を省略した。

pHについては、距離及び深さによる変化はみられないが、被覆土壤は隣接土壤よりやや酸性となっている。NH₄-N及びNO₂-Nについては、測定値のほとんどが定量下限に満たない。NO₃-Nは距離による変化は明らかではないが、深さ70cm~100cmではそれより浅い土壤に比べて濃度が高い。T-Nは施設から近いほど、また地表から浅いほど濃度が高い。T-P及びCl⁻については、距離及び深さによる変化は明らかではない。ふん便性大腸菌群数は隣接土壤においてはほとんど検出されなかったが、被覆土壤で検出された。水分は施設から近いほど高く、被覆土壤も高い。

山浦ら²⁾はトレンチ周辺の土壤のCl⁻及びNO₃-Nに浸透水の影響が顕著にみられると報告している。本調査においては、Cl⁻の濃度は山浦らの報告よりかなり低く、距離及び深さの変化も認められない。またNO₃-Nについても濃度はかなり低い。しかしながら深さ70cm~100cmでそれより浅い地点より濃度が高い傾向は一

致している。本施設は稼動開始が昭和58年4月で、調査日までの時間経過が少ないこと、土壤被覆型ではトレンチより浸透水の影響が少ないことからこのような結果になったと考えられる。

5 ま と め

合併処理し尿浄化槽について、構造基準どおりの接触曝気法と土壤被覆型接触曝気法との比較検討を行ったところ、施設の建設及び維持管理費用、処理機能、環境への影響について、次のことがわかった。

- (1) 構造基準どおりの接触曝気法に比べ、土壤被覆型の設置面積は約1.2倍で建設費は若干高い。維持管理費用はあまり変わらない。
- (2) 土壤被覆型は特に冬期において、BOD、COD及びT-Nの除去率がまざる。
- (3) 土壤被覆型による隣接土壤への浸透水の影響は、NO₃-Nの濃度変化などに現われた。

文 献

- 1) 萩原耕一：B.O.D.試験法解説，P.145，績文堂
- 2) 長野県生活環境部，長野県衛生公害研究所：家庭雑排水の処理に関する調査研究（第二次報告），P.24，（1981）