

生活排水処理法に関する調査（第4報）

Treatment of Domestic Waste Water (Part 4)

北川 豊明 植野 裕

要 旨

生活雑排水の土壌浸潤処理施設（トレンチ）について、県内3か所の一般家庭で、その施設周辺の土壌調査を主に実施した。

調査した施設の土壌は、礫を含まない様な土壌層の場合、深度1m余りの下に礫を多く含んだ層をもった場合、表層土まで全体的に礫が混在した土壌の場合の3つタイプに分けられた。土壌浸潤処理による浸潤水の影響をNO₃-N、Cl⁻、ECにより調査したところ、様な土壌層の場合には、それはトレンチから4m離れた地点まで及んでいた。しかも、深度1～2mの土壌中に、高濃度のNO₃-N、やCl⁻が検出された。下に礫を多く含んだ層を持った場合には、礫のない上層の土壌中に、先のような土壌層の場合と同じような浸潤水の影響がみられ、下の礫を多く含んだ土壌には、その影響らしきものは殆どみられなかった。全体的に礫が混在した土壌の場合には、浸潤水はひろがりをもたず、トレンチの近傍1m内の土壌にその影響がみられたにすぎなかった。土壌中の礫の存在が、浸潤水の動きを変化させている事が予想され、今後の重要課題として残った。

1 はじめに

近年、公共用水域に排出される生活排水の汚濁負荷量削減施策が実施されているなかで、生活雑排水の土壌浸潤処理（以下「トレンチ処理」という。）が普及している。

トレンチ処理は、雑排水を素掘りのトレンチ（溝）から土壌中へ散布浸潤させ、土壌のろ過吸着作用や土壌微生物の捕捉分解作用等により処理する方法である。

トレンチは、幅40～60cm、長さ10m余りのものが一

般的で、トレンチの中に目詰りを防止するための砕石や砂を充填したり、トレンチの底部に不透水性のシートを敷き、排水の直接的な重力浸透を阻止して、毛細管浸透等により表層土壌との接触をより長時間に保とうとする方法など、いろいろ工夫されているものも見られる。しかし、トレンチ処理により雑排水を処理し続けた場合に、その周辺の土壌や地下水に、どのような影響がでてくるのか、等の未解決の問題も多く、懸念されている状況にある。

表1 トレンチ処理施設の概要

調査対象家庭	A 氏 宅	B 氏 宅	C 氏 宅
場 所	北葛飾郡杉戸町	見玉郡神川村	飯能市
処理対象汚水	雑排水	雑排水	雑排水
家族人数	5人	3人	8人
便 所	くみ取り	くみ取り	くみ取り
施設の設置年月	昭和56年10月	昭和57年12月	昭和57年9月
トレンチの長さ	10m 2本(交互使用)	12m 2本(交互使用)	8m 1本
水使用量(調査日)	1.7m ³ /日	1m ³ /日	不明
備 考			洗濯排水はトレンチに流入していない。

今回の調査は、県内3か所の一般家庭に設置されているトレンチ処理施設において、主として、その施設周辺の土壌について採取分析を実施したので、その結果と検討を報告する。

2 調査対象施設の概要

施設の概要を表1に記した。また、施設の配置や構造を図1、2及び3に示す。

3 調査方法

3.1 トレンチ流入水と浸出水の調査

トレンチ流入水については、簡易沈殿槽、分水枡および分離槽の各流出口から、自動採水器により1時間毎に採水した。浸出水については、B氏宅の施設の検水筒から採水できた。A、C氏宅の浸出水は得られなかった。採水日は、下記のとおりである。

A氏宅 昭和60年2月26日～9月27日

B氏宅 昭和59年9月4日～9月5日

C氏宅 昭和59年9月26日～9月27日

測定項目は、pH、SS、BOD、COD、T-N、T-P、EC（電気伝導度）およびCl⁻とした。測定方法は、Cl⁻が下水試験法、その他項目についてはJISK0102に従った。

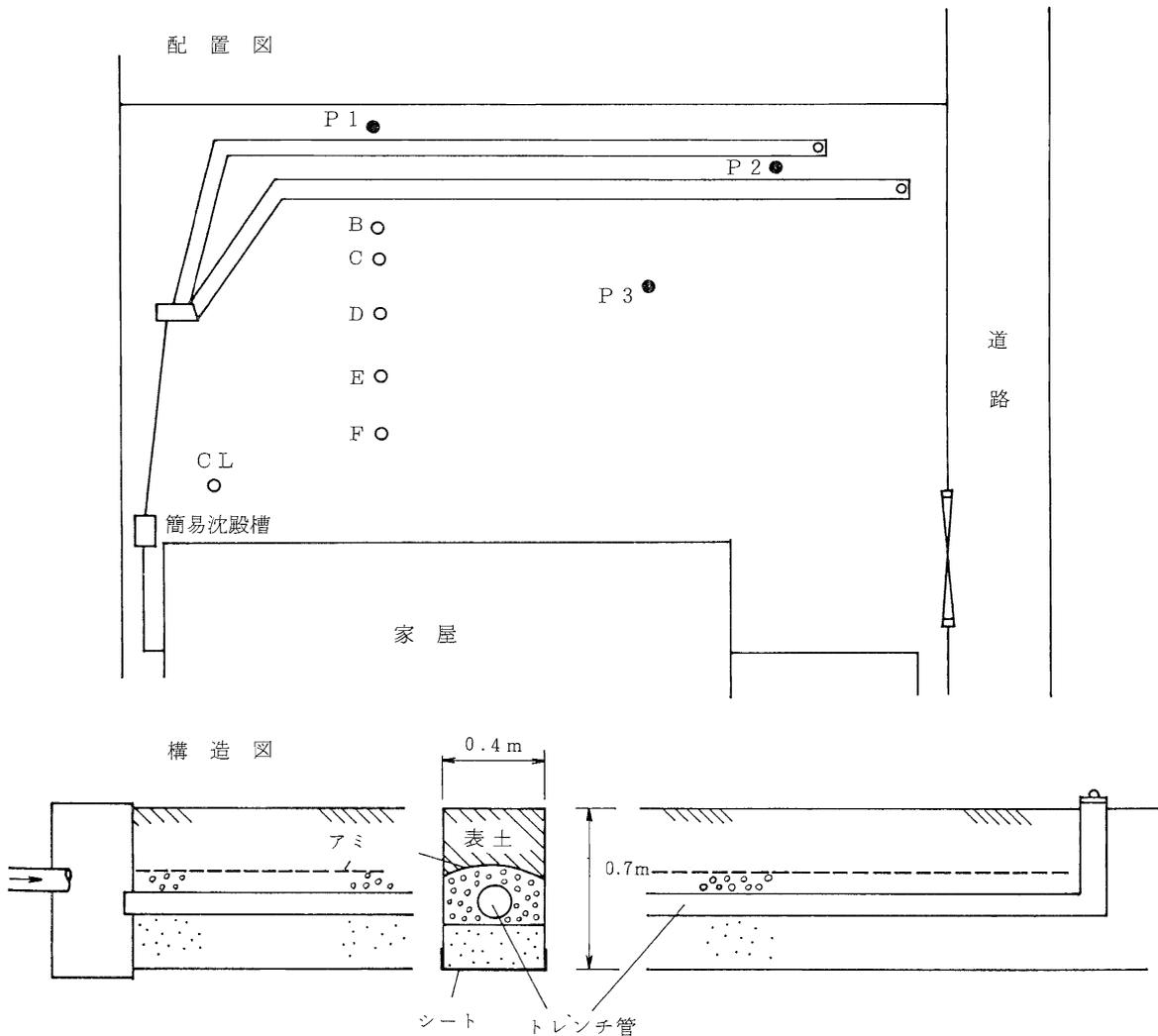


図1 A氏宅のトレンチの配置と構造

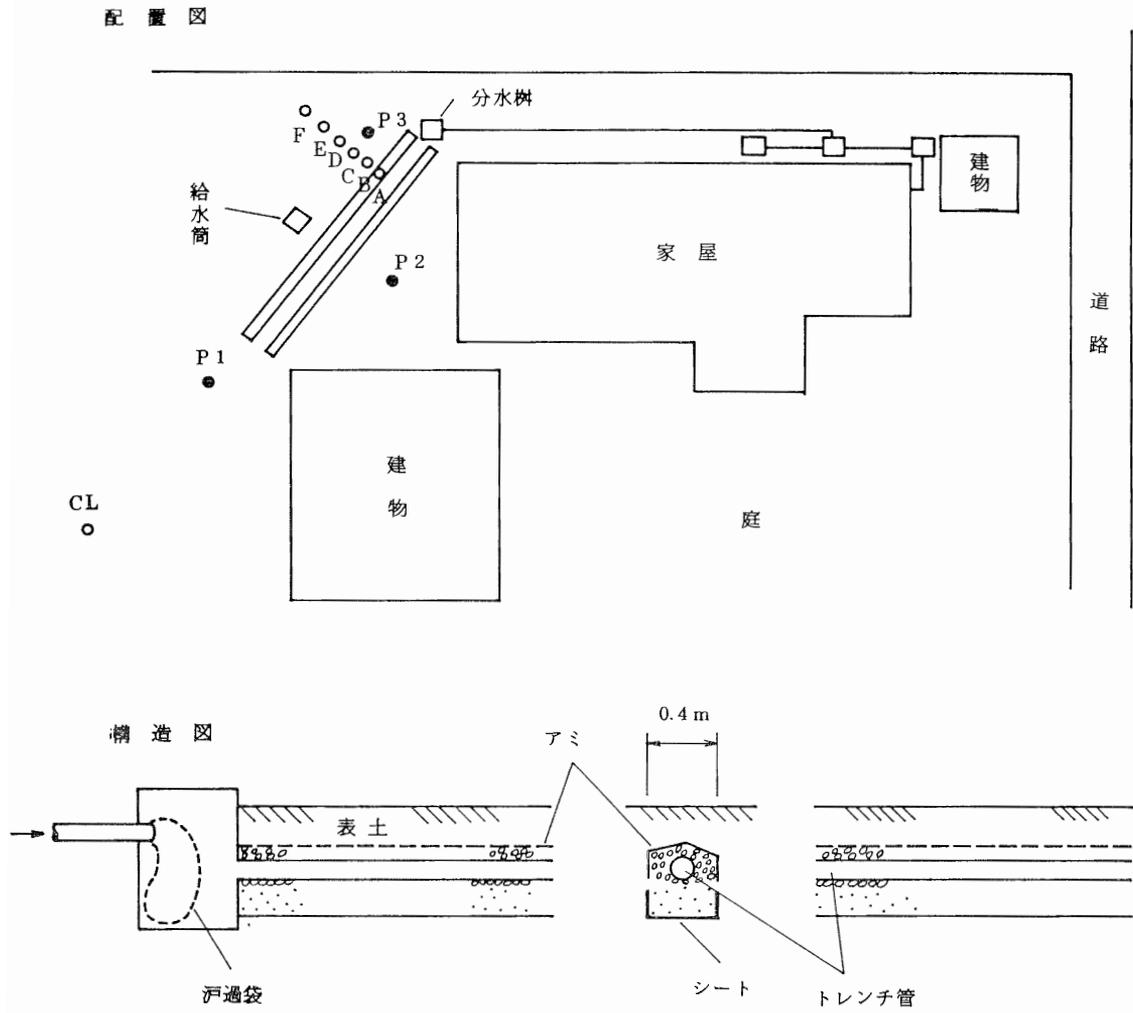


図2 B氏宅のトレンチの配置と構造

3・2 インテーク・レートの測定

土壌中に水が浸入または吸収される速度の表し方として、インテーク・レート（浸入度）が広く用いられている。インテーク・レート（I mm/h）は、土壌物理性測定法（養賢堂）により、鉄製円筒による積算侵入量（Dmm）を時間（t分）の経過に従って測定して得た。現地での測定日は、下記のとおりである。

A氏宅 昭和59年8月7日

B氏宅 昭和59年8月17日

C氏宅 昭和59年8月23日

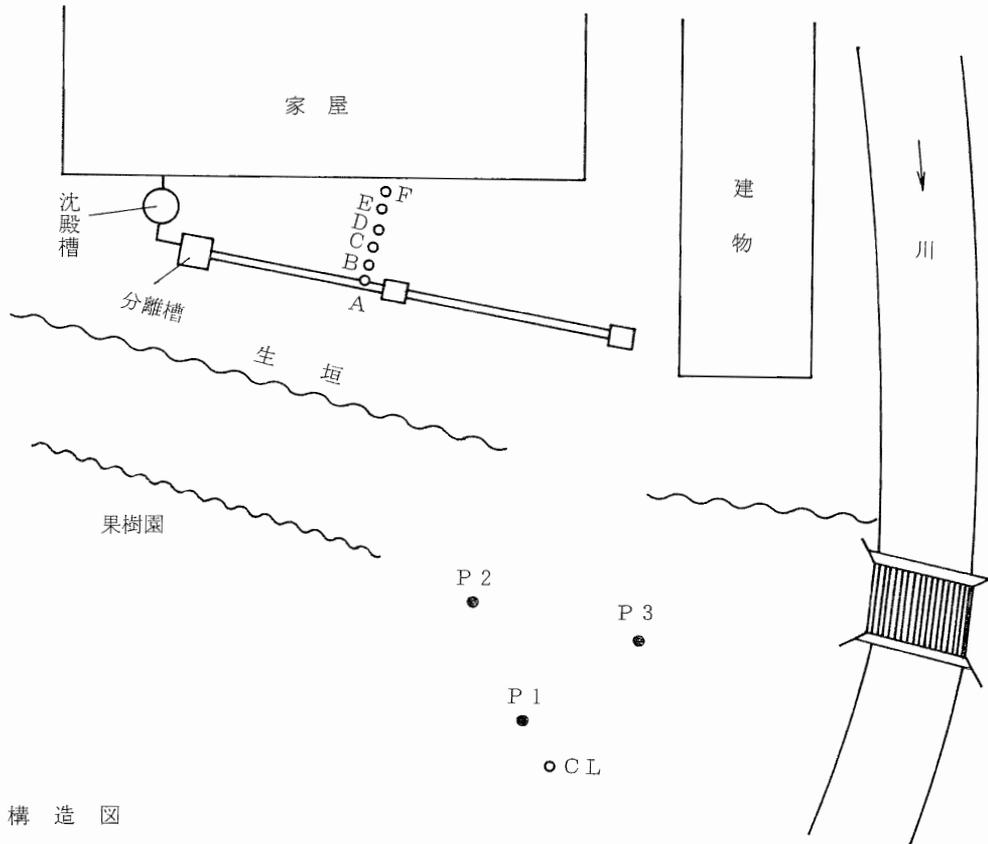
測定は、ひとつのトレンチについて3か所とし、各

トレンチでの測定点は、図1、2および3に各々（P1、P2、P3）と記した。器具は、大起理化製シリンダーインテーク測定器を使用した。

3・3 土壌の調査

土壌試料は、トレンチに対し直角方向に、深度2m、長さ4m余の溝を掘り、採取した。各採取点は、図1、2、3および図4のなかに、A、B、C、D、E、F、CLで示した。なお、CLと記した地点は対照地としたもので、現地の状況も考慮して、トレンチから離れた適切な所とした。試料採取日は下記のとおりである。

配置図



構造図

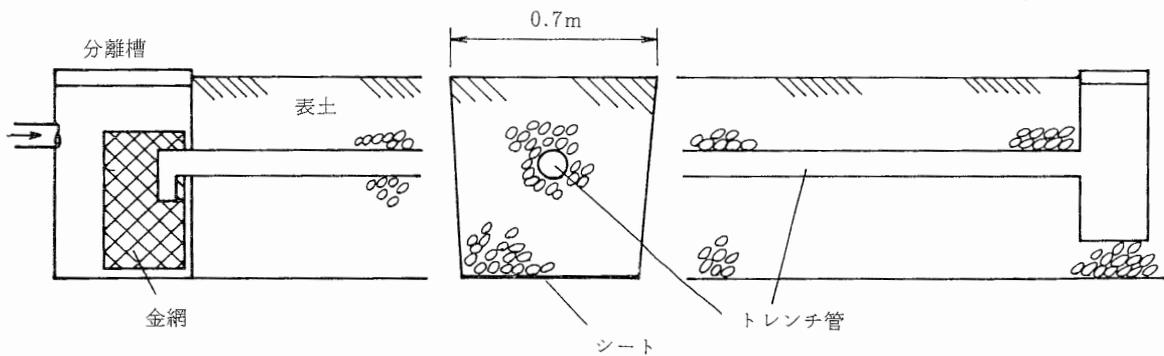


図3 C氏宅のトレンチの配置と構造

A氏宅 昭和59年8月8日

B氏宅 昭和59年9月5日

C氏宅 昭和59年9月26日

土壌試料の測定項目と測定法は、表2に記した。
表中、土壌分析項目(I)のうち、土性については、

その風乾土をメッシュ2mm篩で篩別したものについて調査した。この2mm篩で通過しないものがあつた場合は、レキと併記した。土壌分析項目(II)については、原則として原土を2mm篩により篩別したものを、分析試料とした。

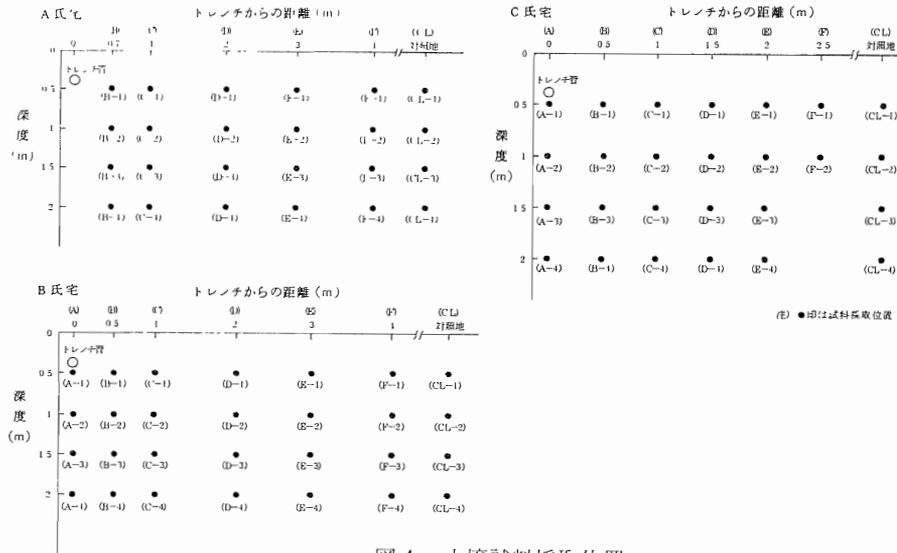


図4 土壌試料採取位置

表2 土壌試験方法

	項目	試験方法
土壌分析項目 (I)	粒径分布	篩別法 (メッシュNo 2, No 4, No 9)
	土性	2 mm篩別の風乾細土をピペット法で分析。表示は下記※ (国際法)
	土壌三相, 仮比重	100cc型実容積法 (大起理化学製100ml容採土器使用)
	真比重	「土壌肥科学実験ノート」養賢堂 (100ml容メスフラスコ法)
土壌分析項目 (II)	pH (H ₂ O)	「土質試験法」土質工学会 (乾土重: 水 = 1 : 2 ~ 1 : 3)
	アンモニア性窒素(NH ₄ -N)	「実験農芸化学」(上) 朝倉書店 (KClによる溶出蒸留)
	硝酸性窒素(NO ₃ -N)	「土壌養分分析法」養賢堂 (フェノール硫酸法)
	全リン(T-P)	JIS K0102 (過塩素酸・硝酸分解, モリブデン青吸光光度法)
	含水率	底質調査方法 (105~110℃)
	陽イオン交換容量(CEC)	「土壌養分分析法」養賢堂 (セミミクロ Schollenberger 法, at pH 7)
	置換酸度(y ₁)	「土壌養分分析法」養賢堂
	塩素イオン(Cl ⁻)	「土質試験法」土質工学会 (硝酸銀滴定法)
	電気伝導度(EC)	「土壌, 水質及び作物体分析法」農水省農蚕園芸局編
	有機態炭素	「土壌肥科学実験ノート」養賢堂 (クロム硫酸酸化滴定法)
	有機物	「土壌肥科学実験ノート」養賢堂 (有機態炭素×1.724)
	リン酸吸収係数	「土壌, 水質及び作物体分析法」農水省農蚕園芸局編
大腸菌群(糞便性)	「下水試験法」(IMV ₁ C反応, デスオキシコール酸塩培地による高温培養)	

※土性の表示 (抜すい)

I 粘土含量15%以下の土壌

砂土(S) 粘土5%以下, 砂85%以上
 壤質砂土(LS) 砂85%以上
 砂壤土(SL) 砂65~85%
 壤土(L) シルト45%以下, 砂65%以下

II 粘土含量15~25%の土壌

砂質埴壤土(SCL) シルト20%以下
 埴壤土(CL) シルト20~45%

4 調査結果

4.1 A氏宅の調査結果

トレンチ流入水の水質測定結果を表3に示す。採水は、26日午前11時から27日午前1時までに行い、表には2時間毎のコンポジットサンプルとして、分析値の単

表3 A氏宅トレンチ流入水の水質測定結果

	pH	SSmg/l	BODmg/l	CODmg/l	T-Nmg/l	T-Pmg/l	EC μ S/cm	Cl ⁻ mg/l
平均値	7.0	338	273	141	23.3	3.7	770	146
標準偏差	0.1	58	83	46	8.4	1.6	272	77
変動率(%)	2	17	31	32	36	42	35	53

純平均値で示す。

図5に、インテーク・レート測定結果を示した。

3か所の測定結果のうち、その中央値として、次の結果を得た。

$$I = 489 t^{-0.284} \text{ mm/h}$$

ここで、得られたインテーク・レートに相当する積算浸入量 D_2 の式より、1日の浸入量を次のように算出した。

$$(D_2 \equiv) D = 114 t^{0.716} \quad ([t] = \text{分})$$

$$t = 1440 \text{ とすると、} D \approx 2100 \text{ (mm)}$$

$$(= 2100 \text{ l/m}^2)$$

得られた $2100 \text{ l/m}^2 \cdot \text{日}$ の水量を浸潤可能水量とする。

表4には、土壌の粒径分布を示した。すべての土壌が、メッシュNo.9篩を通過した。

表5には、土壌分析項目(I)の測定結果を示す。

表6には、土壌分析項目(II)の測定結果を示す。

表4 A氏宅の粒径分布 (風乾土, 重量%)

粒径区分	試料	E-1(0.5m)	E-2(1m)	E-3(1.5m)	E-4(2m)
11.1mm(メッシュNo2)以上		0	0	0	0
11.1~4.76mm(No2~No4)		0	0	0	0
4.76~2mm(No4~No9)		0	0	0	0
2mm(No9)以下		100	100	100	100

※深度

4.2 B氏宅の調査結果

トレンチ流入水とその浸出水の水質測定結果を表7に示す。流入水の採水は、9月4日午前12時から5日午前11時までに行い、表には2時間毎のコンポジットサンプルとして、分析値の単純平均値で示す。浸出水は、

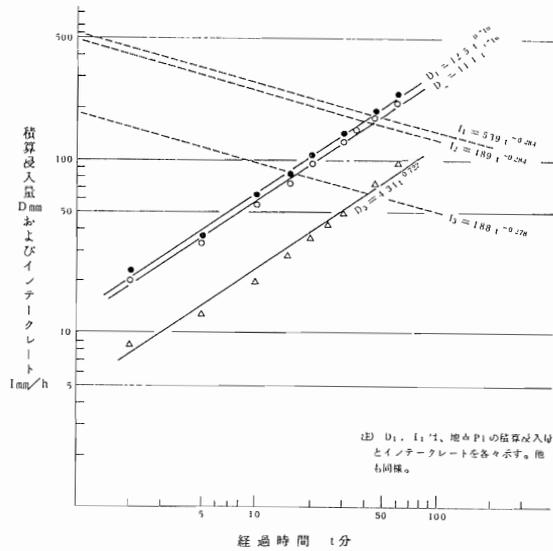


図5 A氏宅のインテークレート測定結果

検水筒で、9月4日から9月5日の間に浸出された水を採用し分析した。

図6には、インテーク・レート測定結果を示した。

3か所の測定結果のうち、その中央値として、次の結果を得た。

$$I = 416 t^{-0.121} \text{ mm/h}$$

浸潤可能水量は、 $4700 \text{ l/m}^2 \cdot \text{日}$ となった。

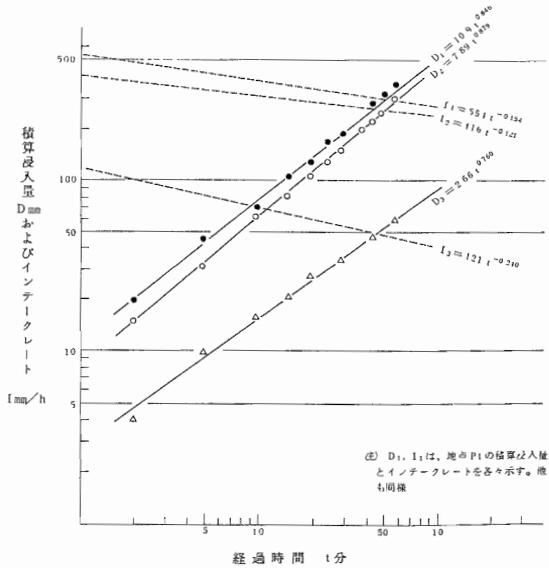


図6 B氏宅のインテークレート測定結果

表5 A氏宅の上壤分析項目(I)の結果

項目		採取位置		A	B(0.7m) [※]	C(1m)	D(2m)	E(3m)	F(4m)	CL
		深度	0.5m							
土性	深度	0.5m						SL		
		1						L		
		1.5						L		
		2						L		
仮比重 (g/cc)	深度	0.5m		0.45	0.57	0.58	0.57	0.59	0.60	
		1		0.42	0.54	0.47	0.46	0.46	0.46	
		1.5		0.48	0.49	0.51	0.48	0.46	0.47	
		2				0.47				
真比重 (g/cc)	深度	0.5m		2.61	2.57	2.59	2.67	2.53	2.65	
		1		2.54	2.55	2.55	2.61	2.74	2.61	
		1.5		2.68	2.60	2.57	2.63	2.65	2.59	
		2		2.64	2.64	2.59	2.60	2.61	2.62	
土壌三相	0.5m	気相%		43	31	27	27	25	23	
		液		40	47	50	52	52	54	
		固		17	22	23	21	23	23	
	1	気相%		32	41	29	27	31	33	
		液		51	38	53	55	52	50	
		固		17	21	18	18	17	17	
	1.5	気相%		18	19	21	22	23	23	
		液		64	62	59	60	60	59	
		固		18	19	20	18	17	18	
	2	気相%				30	23	30		
		液				52	58	53		
		固				18	19	17		

※トレンチからの距離

表8には、土壌の粒径分布を示した。深度1mまで土壌は、すべてメッシュNo.9篩を通った。深度1.5m近くから、礫があらわれ、直径20~30cmの岩石も出現し、深度2mではさらに出現頻度を増した。サンプリングの都合で、直径数cm以上の岩石類は、現地で除外したので、表中、D-3、D-4については、持ち帰った

サンプルについての粒径分布である。

表9には、土壌分析項目(I)の測定結果を示す。真比重は、メッシュ2mm篩で篩別したものについて測定した。

表10には、土壌分析項目(II)の測定結果を示す。CECについては、メッシュ0.5mm篩で篩別した風乾細

表7 B氏宅の水質測定結果

		pH	SSmg/l	BODmg/l	CODmg/l	T-Nmg/l	T-Pmg/l	EC μ s/cm	Cl ⁻ mg/l
トレンチ流入水	平均値	7.3	170	29	44.7	10	1.8	450	23.5
	標準偏差	0.1	136	22	30	6	1	71	11.3
	変動率(%)	2	80	76	67	60	54	16	48
浸出水		7.0	9mg/l	0.1mg/l	2.3mg/l	3.5mg/l	0.0mg/l	445 μ s/cm	22.1mg/l

表6 A氏宅の土壌分析項目(II)の結果

	深度(m)	A	B (0.7m) [△]	C (1m)	D (2m)	E (3m)	F (4m)	CL
pH(H ₂ O)	0.5		5.5	5.8	6.0	5.7	5.5	5.6
	1		5.3	5.3	5.4	5.3	5.8	5.4
	1.5		5.4	5.3	5.2	5.2	5.2	5.3
	2		5.4	5.4	5.3	5.3	5.2	5.5
NH ₄ -N (mg / 乾土 / 100g)	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1		"	"	"	"	"	"
	1.5		"	"	"	"	"	"
	2		"	"	"	"	"	"
NO ₃ -N (mg / 乾土 / 100g)	0.5		1.6	2.2	0.9	1.2	3.4	1.0
	1		6.9	17.2	11.2	14.0	7.1	10.5
	1.5		7.6	17.6	20.6	17.6	11.8	10.8
	2		8.6	11.0	17.0	8.9	10.1	5.8
T-P (mg / 乾土 / 100g)	0.5		55.0	92.2	61.1	40.1	56.3	46.8
	1		56.7	67.5	50.4	59.5	50.5	56.2
	1.5		86.0	101	76.4	79.9	79.0	76.0
	2		108	101	80.1	94.3	87.2	84.6
含水率 原土 (W/W%)	0.5		46.8	39.3	45.5	47.2	45.7	47.7
	1		53.3	53.6	53.9	53.4	53.1	52.9
	1.5		56.2	56.3	56.0	55.8	55.8	55.4
	2		53.0	52.5	54.0	53.7	53.9	53.2
CEC (me / 乾土 / 100g)	0.5			21.2				17.3
	1			24.9				18.6
	1.5			24.4				20.4
	2			20.5				20.4
置換酸度 (y1 ml)	0.5			1.9				2.5
	1			1.3				1.3
	1.5			1.3				2.5
	2			1.9				1.9
Cl ⁻ (mg / 乾土 / 100g)	0.5		4.2	3.9	1.3	1.8	6.8	2.5
	1		13.2	7.3	6.5	8.5	10.0	9.2
	1.5		14.9	12.2	11.1	15.7	17.0	13.0
	2		11.8	13.0	15.8	20.9	29.0	8.7
EC (μs/cm)	0.5		143	250	162	129	220	95
	1		139	147	117	163	210	147
	1.5		175	210	220	270	320	172
	2		167	198	260	320	310	108
有機態炭素 風乾土 (W/W%)	0.5		2.3		1.9		1.9	1.6
	1		1.5		1.6		1.2	1.2
	1.5		1.1		0.9		1.0	1.1
	2		0.9		0.8		0.8	0.8
有機物 風乾土 (W/W%)	0.5		4.0		3.3		3.3	2.7
	1		2.6		2.7		2.1	2.1
	1.5		1.8		1.5		1.7	1.8
	2		1.5		1.5		1.4	1.3
リン酸 吸収係数 (mg / 乾土 / 100g)	0.5					2440		
	1					2550		
	1.5					2560		
	2					2530		
大腸菌群数 (個 / 原土 / 1g)		(すべて不検出)						

△ トレンチからの距離

微土を用いた。

4・3 C氏宅の調査結果

トレンチ流入水の水質測定結果を表11に示す。採水は、26日15時から27日14時まで行い、表には2時間毎のコンポジットサンプルとして、分析値の単純平均値で示す。

図7には、インテーク・レート測定結果を示した。地表面に小石や岩石片が散在していて、鉄製円筒の打ち込みもスムーズにできなかった。3か所の測定結果のうち、その中央値として、次の結果得た。

$$I = 120 t^{-0.358} \text{mm/h}$$

浸潤可能水量は330 l/m²・日となった。

表12には、土壌の粒径分布を示した。ここでは、表層から深部にわたって、小石や岩石片が散在しており、さらに、深度1m位からは、直径30cm余りの岩石も出現してきた。サンプリングの都合で、直径数cm以上の岩石類は、現地で除外したので、表は、持ち帰ったサンプルについての粒径分布である。

表13には、土壌分析項目(I)の測定結果を示す。真比重は、メッシュ2mm篩で篩別したものについて測定した。なお、礫が散在していて、採土器の打ち込みが困難であったため、仮比重と土壌三相の測定はできなかった。

表14には、土壌分析項目(II)の測定結果を示す。都合により、pH、NH₄-N、NO₃-N、T-P、含水率、大腸菌群数の測定には、メッシュ3mm篩で篩別した試

表8 B氏宅の粒径分布 (風乾土、重量%)

粒径区分	D-1 (0.5m) [△]		D-2 (1m)		D-3 (1.5m)		D-4 (2m)	
11.1mm(メッシュNo2)以上	0	(0) ^{△△}	0	(0)	25	(25)	23	(23)
11.1~4.76mm(No2~No4)	0	(0)	0	(0)	19	(44)	23	(46)
4.76~2mm(No4~No9)	0	(0)	0	(0)	17	(61)	18	(64)
2mm(No9)以下	100	(100)	100	(100)	39	(100)	36	(100)

* 深度 ** 累積%

表9 B氏宅の土壌分析項目(I)の結果

項目	採取位置	試料							
		A (0.5m) [△]	B (0.5m)	C (1m)	D (2m)	E (3m)	F (4m)	CL	
土性	深度 0.5m				CL				
	1				CL				
	1.5				レキ, LS				
	2				レキ, S				
仮比重 (g/cc)	深度 0.5m	0.63	0.67	0.66	0.68	0.72	0.66	0.64	
	1	0.67	0.76	0.59	0.69	0.67	0.69	0.78	
	1.5								
	2								
真比重 (g/cc)	深度 0.5m	2.67	2.67	2.65	2.64	2.68	2.67	2.77	
	1	2.76	2.76	2.76	2.73	2.73	2.76	2.78	
	1.5	2.74	2.73	2.73	2.76	2.77	2.72	2.73	
	2	2.73	2.73	2.72	2.73	2.73	2.74	2.74	
土壌三相	深度 0.5m	気相%	33	27	30	36	37	45	40
		液	44	48	45	38	36	30	37
		固	23	25	25	26	27	25	23
	1	気相%	20	14	34	30	33	36	30
		液	56	59	45	45	43	39	42
		固	24	27	21	25	24	25	28

[△] トレンチからの距離

表10 B氏宅の土壌分析項目(II)の結果

	深度(m)	A (0m)	B (0.5m)	C (1m)	D (2m)	E (3m)	F (4m)	CL
pH(H ₂ O)	0.5	6.8	5.9	5.6	5.5	5.5	5.3	5.7
	1	6.8	6.1	5.8	5.6	5.4	5.5	5.8
	1.5	6.2	5.9	6.1	6.0	5.9	5.8	5.9
	2	6.4	6.4	6.3	6.4	6.1	6.4	6.2
NH ₄ -N (mg / 乾土 / 100g)	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1	"	"	"	"	"	"	"
	1.5	"	"	"	"	"	"	"
	2	"	"	"	"	"	"	"
NO ₃ -N (mg / 乾土 / 100g)	0.5	0.5	1.0	1.9	1.2	0.3	0.6	2.5
	1	0.4	0.5	5.1	5.2	12.1	4.8	1.9
	1.5	<0.1	0.5	0.3	0.3	0.8	0.6	0.6
	2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
T-P (mg / 乾土 / 100g)	0.5	28.4	30.6	31.4	30.2	27.6	30.9	29.7
	1	37.4	33.6	37.4	35.2	36.2	32.5	46.7
	1.5	19.0	19.9	17.7	19.3	17.8	24.9	29.6
	2	30.2	31.6	29.2	27.6	25.5	30.9	32.0
含水率 原土 (W/W%)	0.5	43.8	41.2	39.7	36.3	33.9	39.8	37.0
	1	46.5	44.0	43.9	42.0	40.0	37.1	37.2
	1.5	10.6	13.4	12.4	11.1	13.7	12.4	11.6
	2	8.7	9.1	8.3	7.6	9.3	7.3	7.2
CEC (/ 乾土 / 100g)	0.5			13.4				14.1
	1			13.8				12.5
	1.5			12.1				10.0
	2			8.2				7.7
置換酸度 (y _i ml)	0.5			1.3				1.5
	1			1.0				1.4
	1.5			4.8				1.8
	2			2.8				2.0
Cl ⁻ (mg / 乾土 / 100g)	0.5	4.5	3.0	1.0	1.5	1.6	5.9	3.7
	1	4.3	4.7	3.5	3.1	6.0	7.7	2.6
	1.5	1.5	2.5	1.2	1.9	2.3	2.8	1.9
	2	1.7	1.3	1.3	2.3	1.7	1.8	1.7
EC (μS/cm)	0.5	170	180	102	100	149	91	98
	1	155	173	57	50	153	103	46
	1.5	33	75	20	22	30	34	31
	2	26	22	20	12	22	12	10
有機態炭素 風乾土 (W/W%)	0.5		1.2				1.2	0.7
	1		0.3				0.4	0.4
	1.5		0.4				0.5	0.4
	2		0.1				0.1	0.1
有機物 風乾土 (W/W%)	0.5		2.0				2.1	1.2
	1		0.5				0.6	0.8
	1.5		0.8				0.8	0.7
	2		0.2				0.2	0.2
リン酸 吸収係数 (mg / 乾土 / 100g)	0.5					2130		
	1					2010		
	1.5					900		
	2				630			
大腸菌群数 (個 / 原土 / 1g)	(すべて不検出)							

△ トレンテからの距離

表11 C氏宅のトレンチ流入水質測定結果

	pH	SSmg/ℓ	BODmg/ℓ	CODmg/ℓ	T-Nmg/ℓ	T-Pmg/ℓ	EC μ S/cm	Cl ⁻ mg/ℓ
平均値	6.1	312	406	134	22.1	4.3	380	491
標準偏差	0.1	211	179	41	4.7	0.5	47	7.4
変動率%	1	68	44	31	21	11	12	15

表12 C氏宅の粒径分布

(風乾土, 重量%)

試料	B-1 (0.5m) ^{<}	B-2 (1m)	B-3 (1.5m)	B-4 (2m)
11.1mm(メッシュNO.2)以上	15 (15) ^{<}	16 (16)	18 (18)	14 (14)
11.1 ~ 4.76mm(NO.2~NO.4)	18 (33)	28 (44)	24 (42)	23 (37)
4.76 ~ 2 mm(NO.4~NO.9)	16 (49)	25 (69)	27 (69)	20 (57)
2mm(NO.9)以下	51 (100)	31 (100)	31 (100)	43 (100)

表13 C氏宅の土壌分析項目(I)の結果

* 深度 ** 累積%

項目	採取位置							
	A(0m)	B(0.5m)	C(1m)	D(1.5m)	E(2m)	F(2.5m)	CL	
土性	深度 0.5m		レキ, SCL					
	1		レキ, LS					
	1.5		レキ, S					
	2		レキ, S					
仮比重(g/cc)								
真比重 (g/cc)	深度 0.5m	2.72	2.74	2.76	2.75	2.74	2.76	2.72
	1	2.76	2.76	2.73	2.73	2.75	2.75	2.74
	1.5	2.75	2.74	2.76	2.75	2.75		2.75
	2	2.74	2.72	2.71	2.71	2.72		2.80
土壌三相								

< トレンチからの距離

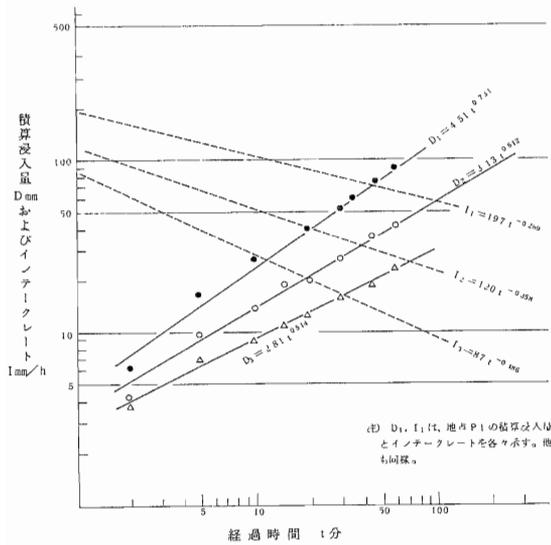


図7 C氏宅のインタークレート測定結果

料を用いた。また、CECについては、0.5mm篩で篩別した風乾細微土を用いた。

5 考察

5.1 水質測定結果について

A氏宅のトレンチ流入水については、SSが特に大きく、使用水量も多かった。B氏宅のトレンチ流入水水質は、各濃度としても低く、かなりきれいであったが、SSとBODについては変動が大きかった。浸出水については、全般的に良好な処理がなされていた。ECとCl⁻が減少していないのは、Cl⁻等の陰イオンの土壌への吸着が悪いためと考えられる。C氏宅のトレンチ流入水は、SSとBODが高濃度で、その変動も大きかった。水の使用量は不明であった。

調査した各氏宅のトレンチ流入水は、簡易沈殿槽、

表14 C氏宅の土壌分析項目(II)の結果

	深度(m)	A (4m)	B (0.5m)	C (1m)	D (1.5m)	E (2m)	F (2.5m)	CL
pH(H ₂ O)	0.5	5.6	5.9	6.4	6.5	6.6	6.4	5.8
	1	6.2	6.7	6.8	6.9	7.0	6.9	6.2
	1.5	6.4	6.3	6.5	6.8	7.0		6.8
	2	6.7	6.6	6.8	7.2	7.3		6.9
NH ₄ -N (mg/乾土 100g)	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1	"	"	"	"	"	"	"
	1.5	"	"	"	"	"		"
	2	"	"	"	"	"		"
NO ₃ -N (mg/乾土 100g)	0.5	2.8	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.4
	1	1.2	0.5	0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.4
	1.5	0.7	1.2	1.0	0.3	"		0.2
	2	0.4	0.3	0.2	0.2	"		0.2
T-P (mg/乾土 100g)	0.5	67.2	71.3	47.9	56.9	53.4	53.9	77.0
	1	51.8	42.4	41.0	40.9	43.8	40.1	57.6
	1.5	50.9	56.0	52.2	46.1	47.2		44.1
	2	43.8	46.4	44.4	42.2	42.1		60.9
含水率 (原土 W/W%)	0.5	12.1	15.0	13.1	14.4	15.9	17.5	16.8
	1	10.2	9.3	9.1	10.1	10.5	10.8	20.8
	1.5	12.9	11.7	12.9	11.4	13.0		11.6
	2	13.3	14.1	13.0	11.6	13.1		15.1
CEC (me/乾土 100g)	0.5			14.4				16.6
	1			15.3				18.3
	1.5			17.9				17.8
	2			13.7				19.2
置換酸度 (y1ml)	0.5	3.3			2.0			3.8
	1	2.3			1.6			2.8
	1.5	2.0			1.0			
	2	1.3			1.4			1.5
Cl ⁻ (mg/乾土 100g)	0.5	1.8	1.3	1.3	1.5	1.2	1.2	0.9
	1	2.0	1.0	0.7	1.3	1.0	0.8	1.5
	1.5	1.7	1.2	1.7	1.0	1.2		1.2
	2	2.0	1.7	1.3	1.5	1.7		1.7
EC (μs/cm)	0.5	131	61	43	35	28	25	26
	1	68	36	23	21	16	14	31
	1.5	47	60	41	27	19		20
	2	44	37	30	27	24		35
有機態炭素 (風乾土 W/W%)	0.5			0.4		0.5		0.6
	1			0.2		0.2		0.6
	1.5			0.5		0.4		
	2			0.3		0.3		0.6
有機物 (風乾土 W/W%)	0.5			0.7		0.8		1.1
	1			0.4		0.4		1.0
	1.5			0.9		0.7		
	2			0.5		0.5		1.0
リン酸 吸収係数 (mg/乾土 100g)	0.5				850	860		800
	1							970
	1.5							
	2					800		
大腸菌群数 (個/原土 1g)		(すべて不検出)						

* トレンチからの距離

ろ過袋、金網等の前処理装置を通過していたが、調査結果からみると、特にA氏宅とC氏宅については、それらが十分な機能を果していなかったようだ。

5.2 土壌調査結果について

インテーク・レートについては、C氏宅の測定値が小さかった。これは、測定器の設置も困難な程、地表面が硬く、粘土質でかためられていたためであろう。ここで、ベーシック・インテーク・レート (Basic intake rate) I_B を “インテーク・レートの変化率が、インテーク・レートの10%になった時のインテーク・レート” と定義して、算出したところ下記となった。

A氏宅 $I_B = 113.9 \text{ mm/h}$

B氏宅 $I_B = 247.6 \text{ mm/h}$

C氏宅 $I_B = 17.6 \text{ mm/h}$

一般に、湿潤状態で100 mm/h以下のインテーク・レートを示すような土壌は、トレンチ処理には不相当であろう、という報告もされているが、この I_B 値から推定する限り、C氏宅のインテーク・レートは、トレンチ処理のためには、不十分である。

粒径分布については、A氏宅は、礫はみられず、ほぼ一様な土壌層をなしていた。B氏宅では、深度1.5m以深の試料については、メッシュNo.9篩を通る土壌は、40%以下になってしまい、礫が多くなっている。C氏宅の場合も、No.9篩を通る土壌は、地表付近で50%、それ以深では30%前後となり、ほとんど礫で構成されていると言ってよいだろう。

土性の調査によると、A氏宅は、やや粘土の少ない土壌であったが、B氏宅は、地表面から1m余りまでは、比較的粘土の多い土壌で、それ以深は砂と礫であることがわかった。C氏宅は、地表面から深度0.5m前後までは、礫間に比較的粘土の多い土壌が存在したが、それ以深は、砂と礫となっていた。

真比重の各深度別の平均値は、表15のようになった。礫を含んだB氏宅の1m以深の土壌と、C氏宅の土壌については、真比重が大きくなっており、土壌の母材(岩石類)の影響があらわれているとみてよいだろう。

表15 真比重の平均値 (g/cc)

深度	場所	A氏宅	B氏宅	C氏宅
0.5	m	2.60	2.68	2.74
1		2.60	2.75	2.75
1.5		2.62	2.74	2.75
2		2.62	2.73	2.73

土壌の三相分布については、AとB氏宅の土壌について得られ、図8のようになった。トレンチ近傍の土壌では、空隙部(液相+気相)中での液相の占める割合が、深度を増すごとに大きくなっている。地表部の気相率は、全般的にB氏宅の方が大きくなっており、インテーク・レートの測定結果と矛盾しない。

土壌分析項目(II)の測定結果からは、下記のことかわかった。

pHについては、3施設とも、各対照地とあまり変化

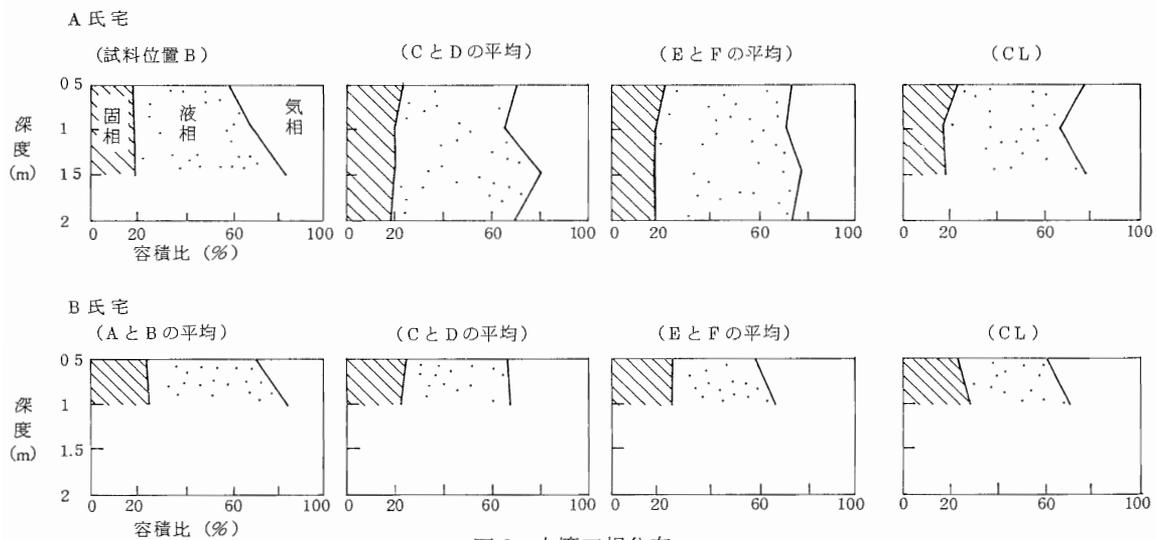


図8 土壌三相分布

していない。B氏宅のトレンチ直下部のpHがやや高いが、浸潤水の直接的な影響によるものだろう。

$\text{NH}_4\text{-N}$ は、全て定量下限に達していなかった。

図9、10、11には、A、B、C氏宅の $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- について、等濃度線により、各々その分布を推定してみた。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の分布によると、AとB氏宅については、トレンチから、4m前後離れた場所まで、特に深度1から2mの土壌について、浸潤水の影響を受けているようであるが、C氏宅については、それは、トレンチ近傍1m程度にしか及んでいない。また、AとB氏宅については、トレンチから2から3m離れた位置に、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の高濃度領域がみられる。A氏宅の $\text{NO}_3\text{-N}$ については、トレンチ施設上の家庭菜園の施肥の影響も受けていると思われる。

Cl^- の分布によると、AとB氏宅について、トレンチから4m以上に及ぶ浸潤水によるものと思われる影響がみられた。また、深い土壌層で、トレンチから離れるに従い、 Cl^- 濃度が高くなっているのは、水の移動に伴うものかもしれないが、不明である。C氏宅では、トレンチの直下の領域にのみ、若干の影響がみられ、そのひろがりは見られない。

図10で、濃度分布が、深度1から1.5m付近を境界にして急変しているが、これは、土性の変化に伴うもの

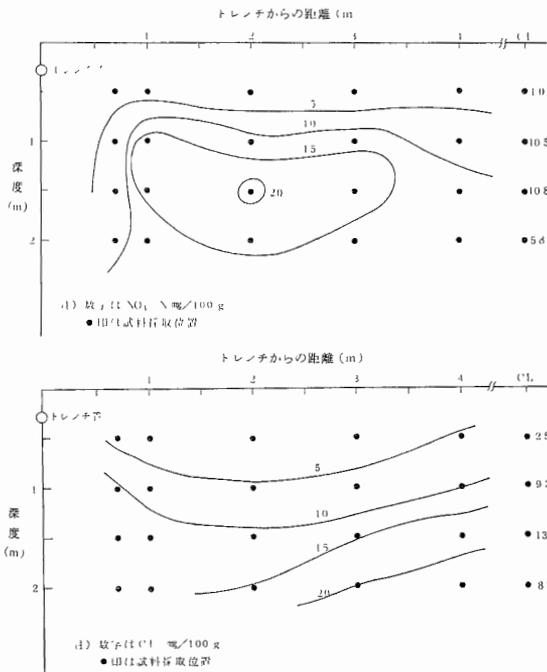


図9 A氏宅の $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- の土壌中の分布

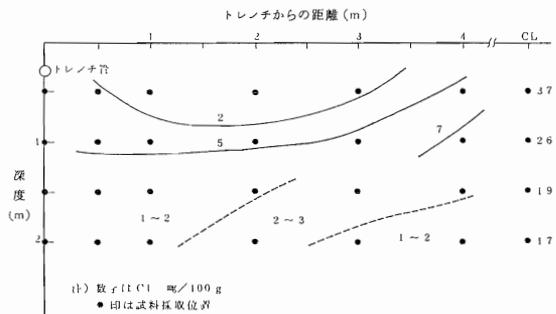
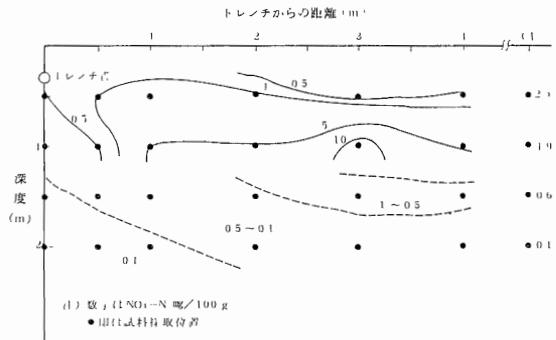


図10 B氏宅の $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- の土壌中の分布

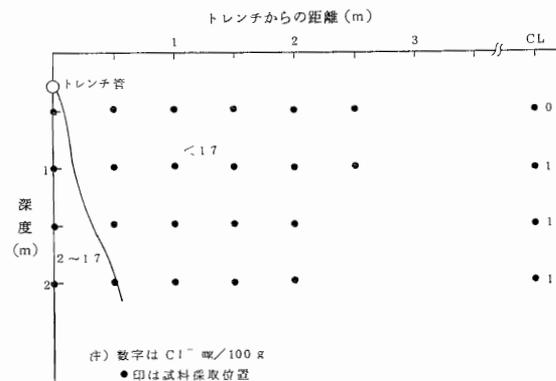
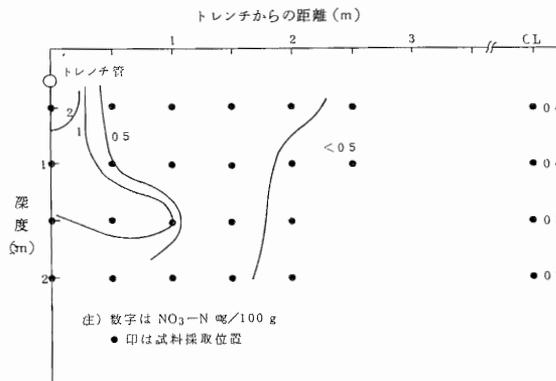


図11 C氏宅の $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- の土壌中の分布

である。一般に、砂が礫が多くなると透水性は高まり、含水率は低くなるといわれ、結果的に、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 等の濃度を低くしているものと考えられる。

含水率については、その深度別分布を図12に示した。いずれの施設も、トレンチからの距離に関係なく、ほぼ様な分布をしている。B氏宅の含水率は、上層部(深度0.5, 1 m)と下層部(深度1.5, 2 m)に分かれているが、やはり土性のちがいによる。

ECの土壌中での数値分布を推定し、図13に記した。分布の形としては、A、B、C氏宅とも、それぞれ、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の分布とClの分布(図9、10、11)の両方を加味したような分布している。

T-Pについては、その深度別分布を図14に示した。AとC氏宅では、トレンチから1から2 mの範囲の土壌に、浸潤水の影響と思われるT-Pの増加がみられる。B氏宅には、その濃度変化がほとんどみられない。

大腸菌群の糞便性のものは、全て不検出であった。

表16には、CEC等土壌の性状を示す項目についての、測定値の平均を記した。この表によると、CECについては、A氏宅は、深層までほぼ十分な容量をもっているが、B、C氏宅は小さく、特にB氏宅の深度1.5 m以深の土壌については、わずかな交換容量しかもっていないことがわかる。

置換酸度は、いずれも小さく酸度は弱い。

有機態炭素と有機物は、A氏宅の土壌に若干みられる程度である。

リン酸吸収係数については、A氏宅とB氏宅の上層部土壌は2000以上で、リン吸収能は大きい、他については小さい。

トレンチ処理のための重要なポイントとなる土壌の吸着・交換容量について、A氏宅とB氏宅の上層部土壌については、ほぼ満足されるものを持っているが、C氏宅の土壌は、礫が70%近く含まれており、表16に示されたような諸能をもった土壌は少量で、トレンチ処理のための諸能力はかなり低いと言える。B氏宅の下層部土壌についても、同様に、その処理能は、ほとんど期待できない。

5.3 トレンチへの負荷量について

今回の調査結果からトレンチへの負荷量を出し、既に得られている知見を、その目安として、検討してみた。

表17には、トレンチの浸潤幅を、トレンチ両側に各1 mずつとした時の水量・水質(BOD)負荷量を示し

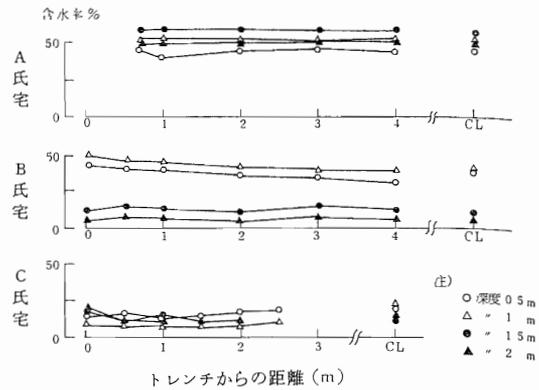


図12 含水率の深度別分布

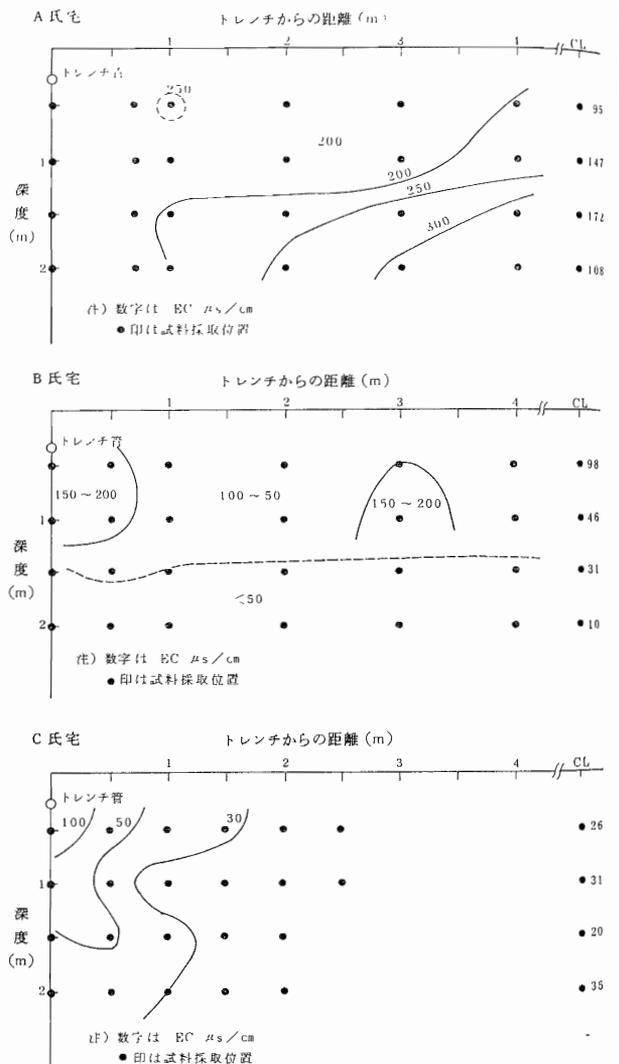


図13 ECの土壌中の分布

表16 CEC等の平均値

項目 深度 m	A 氏 宅					B 氏 宅					C 氏 宅				
	CEC	置換酸度	有機態炭素	有機物	リン酸吸収係数	CEC	置換酸度	有機態炭素	有機物	リン酸吸収係数	CEC	置換酸度	有機態炭素	有機物	リン酸吸収係数
	me/100g	y ₁ mℓ	%	%	mg/100g	me/100g	y ₁ mℓ	%	%	mg/100g	me/100g	y ₁ mℓ	%	%	mg/100g
0.5	19.3	2.2	1.9	3.3	2440	13.8	1.4	1.0	1.8	2130	15.5	3.0	0.5	0.9	840
1	21.8	1.3	1.4	2.4	2550	13.1	1.2	0.4	0.6	2010	16.8	2.2	0.3	0.6	970
1.5	22.4	1.9	1.0	1.7	2560	11.1	3.3	0.4	0.8	900	17.9	1.5	0.5	0.8	
2	20.5	1.9	0.8	1.4	2530	8.0	2.4	0.1	0.2	630	16.5	1.4	0.4	0.7	800

表17 水量およびBOD負荷量

家族人数	トレンチ流入水量 ℓ/日	トレンチ長 m	浸潤面積 m ²	面積当り水量 ℓ/m ² ・日	浸潤可能水量 ℓ/m ² ・日	水量負荷率 %	トレンチ流入水 mg/ℓ	BOD負荷量 g/日	面積当りBOD負荷 g/m ² ・日
5	1700	10	20	85	2100	4	273	464	23
3	1000	12	24	42	4700	0.9	29	29	1.2
8	1600*	8	16	100	330	30	406	650	41

*使用水量から推定

×200ℓ/人・日として計算¹²⁾

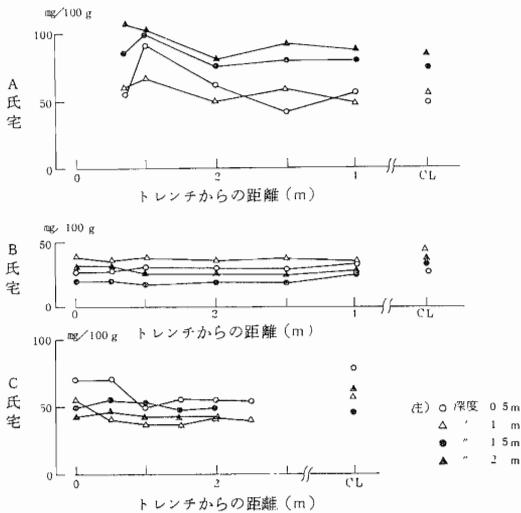


図14 T-Pの深度別分布

た。

なお、水量負荷量を算出するにあたり、トレンチ施設の地表面からの蒸発量も考慮されることがある^{7) 8)}。しかし、諸報告により評価したところ、水量負荷として、3ℓ/m²・日未満の蒸発量しか期待できないことがわかったので、ここでは、省略した。

A氏宅の水量負荷量は、浸潤可能水量の4%だが、浸潤面積当り85ℓ/m²・日の負荷は少ないとも言えない。BOD負荷量についても、浸潤面積当りの日負荷量は、数グラム程度が適当であろうという報告もあり^{8) 10)}、前処理としての簡易沈殿槽の機能維持に留意して、BOD負荷量をできるだけ低下させていく必要がある。前記したように、土壌中のNO₃-N濃度も高く、広範囲にひろがっており、処理施設能力として、ほぼ限界

にある、と考えるべきだろう。

B氏宅については、水量・BOD負荷も小さく、浸出水も良好に処理されており、問題ないといえる。ただし、前述したように、浸潤水に対する土壌処理能は、厚さ1m余りの上層部土壌が主に持っていて、下層部には、それは期待できないので、トレンチへの負荷量を増加させようとする場合には、やはり慎重を期すべきだろう。

C氏宅については、インテーク・レートが小さいので、水量負荷率は著しく高くなっている。BOD負荷量も高いが、現実には、施設使用上、大きな障害等は聞かれなかった。このことは、表層土壌と下層土壌の土性の大きなちがいが、ということで説明されよう。つまり、前記したように、表層には比較的粘土分の多い土

壤も存在しているため、その固くしまった土壌面は、水の浸入性を小さくしていたが、深度0.5m以深では、礫も多く、透水性が高いため、浸潤水は容易に移動、降下していたのであろう。これは、先に、浸潤水の影響が、トレンチの近傍のみに見られたことと符号する。トレンチ流入水は、十分な前処理を施すことと、浸潤面積当り水量負荷を下げる工夫が必要である。

6 まとめ

県内3箇所的一般家庭の生活雑排水のトレンチ処理施設について、その浸潤水による周辺土壌への影響と稼働の状況について調査検討したところ、下記のことがわかった。

(1) 各処理施設の調査結果

県東部にあるA氏宅の施設：土壌の性状などについては、トレンチ処理に適していたが、その浸潤水の影響は、深さ1mから2mの土壌中で、トレンチから4mの位置まで達していた。土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- の濃度は、乾土100g当り、各々最高20.6mg、29mg検出され、対照地の2～3倍の濃度であった。現在の処理状況は、施設の現況から、ほぼ限界の状態といえよう。

県北部にあるB氏宅の施設：地表面下1m余りまでの土壌層については、トレンチ処理に適した性状であったが、それより深部については、その処理能は期待できない、砂や礫であった。トレンチ処理による浸潤水の影響は、深さ1m土壌中で、トレンチから4mの位置まで達していて、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- の濃度は、各々最高121mg、7.7mg検出され、対照地の2～5倍の濃度であった。現在の処理状況では、施設的に余裕がある。トレンチ処理に寄与する土壌は、1m厚の土壌層のみなので、その負荷を増加する際は、注意を要する。

県南西部にあるC氏宅の施設：地表部の土壌以外は、ほとんど砂と礫で占められていて、トレンチ処理には、あまり適していない土壌であった。トレンチ処理による浸潤水の影響は、トレンチから約1m以内の領域にだけみられ、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と Cl^- の濃度は、各々最高28mg、2mg検出され、対照地の2～7倍の濃度であった。現在の処理状況は、過負荷の状態であり、トレンチへの水質負荷量と浸潤面積当たりの水量は、極力低くする必要がある。

(2) トレンチ処理による浸潤水の動きやその影響の範囲は広く、かつ土壌深部にまでおよんでいることがわかった。ただし、土壌中に多くの礫が存在した場合には、浸潤水の動きは大きく変化し、その影響の水平方向のひろがりも、小さい範囲になることがわかった。今後は、浸潤水の動きや影響を、P、N、 Cl^- 等の物質を媒介として、定量的に追跡調査していくことが必要である。

なお、本調査を実施するにあたり、関係各市町村の公害環境担当の皆様には、大変お世話になりました。また、埼玉県農業試験場化学部の皆様にも、多大な御協力を頂きました。深く感謝致します。

文 献

- 1) 農林水産省農畜園芸局農産課編：土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法，p37 (昭和54年11月)
- 2) 楠本正康ら：土壌による生活系排水の処理，公害と対策，18，(10) 992 (1982)
- 3) 前出，土壌，水質及び作物分析法，p15
- 4) 地下水ハンドブック編集委員会編：地下水ハンドブック，p287，建設産業調査会(昭和58年)
- 5) A, A, ローゼ：土壌と水，pp.52～55，東京大学出版会(1980)
- 6) 楠本正康ら：土壌による生活排水の処理，公害と対策，18，(4) 377 (1982)
- 7) 洞沢 勇：土壌処理の設計指針，用水と廃水，26，(4) pp 365～370 (1984)
- 8) 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)，pp 40～45 (昭和56年)
- 9) 小野久彦：利根川および関連流域における流況の変容と水収支に関する研究，(学位論文、要旨)，pp 30～35 (昭和51年)
- 10) 応用気象学体系 水文気象学 pp 154～156 (地人書館)
- 11) 茨城県公害技術センター：生活排水処理施設機能調査結果，p64 (昭和57年度)
- 12) 環境庁・水質規制課：生活雑排水対策マニュアル p.71 (昭和60年)