

トレンチによる生活系排水の処理とその土壌への影響

山浦源太郎*, 鈴木富雄*, 樋口澄男*, 釘本 完**

Land Disposal of Hotel and Domestic Wastewater by Trench Method and the Effects on Soil

Gentarō YAMAURA*, Tomio SUZUKI,*
Sumio HIGUCHI*, Mamoru KUGIMOTO**

ABSTRACT: The method of land disposal was subjected to a field test. The soil permeating water was sampled by the soil-permeating-water sampling devices set at a depth of 120 cm and analyzed together with original wastewater. The average removal of nutrients in soil permeating water based on the original wastewater was registered as 91.0~99.6% biological oxygen demand (BOD), 26.6~64.3% total nitrogen (T-N), and 83.9~98.0% total phosphorus (T-P). Soil samples were collected from the wastewater permeating area at each 50 cm mesh point in the range of 50 to 280 cm in depth and of 600 cm in width and analyzed together with soil samples collected from the control plot. The concentration of T-P in soil samples increased significantly in the region directly below trench in the range of 60 to 100 cm in depth as compared with that in the control plot. However, no remarkable differences in the concentration of T-N and total carbon (T-C) could be observed even in the soil samples collected from directly below trench.

Ⅰ はじめに

し尿及び厨房・洗濯・風呂排水など、生活系排水の処理法として広く行われている方法は活性汚泥法や生物膜法のような水中微生物の浄化作用を応用したものであるが、最近では土壌の持つ浄化作用を応用した処理法が注目されるようになってきた。一般に土壌には、土壌粒子による吸着・過剰作用や土壌微生物による捕捉分解作用など様々な浄化作用があり、炭素サイクルや窒素サイクルの物質循環の一翼を担っている。このような土壌の浄化作用を応用した汚水や汚物の処理・処分は、現在のようにとりたてて土壌処理法として考えられるようになるかなり以前から行われてきたものである。しかし、これらは特別な処理施設や技術的基準もなく、自然発生的であって、土壌や排水の状態をよく把握した上で行われていたものではない。近代的な排水処理の一環として、この土壌処理法を最初に取り入れたのはヨーロッパである。特に19世紀後半から急速に発達し、1860年に英国では、都

市下水を農地に輸送して灌漑処分を行ういわゆる下水利用農場が開かれ、続いてフランス、ドイツなどヨーロッパ各地で同様な方法が行われた。また、米国においても1880年代頃には、都市下水の農地還元が行われるようになっていた。これらは数千ヘクタール規模の土地を対象としたものが多いが、現在ではそれ以外に、小規模な個別処理もかなり広く行われている。表1は米国環境保護庁(U.S.EPA)が都市下水の土壌処理方式としてまとめたものである¹⁾。

米国とは土地の広さや気候風土をはじめ、社会環境が大きく異なるため、わが国でスプリンクラーや地表散水を行うことはかなり困難である。現在、わが国で行われている主な土壌処理法はいわゆるトレンチ方式と称されている地中浸透法である。これはトレンチ(素掘りの溝)に通した散水管から排水を散布する方法であるが、散水管のまわりは目づまりを防ぐための砕石や砂などで充てんし、さらに表土で埋戻してある。したがって、排水は直接目に触れることがなく、害虫や悪臭の発生がないため、わが国の状況にあった方法として取入れられている。

* 長野県衛生公害研究所
** 信州大学医学部

表 1. 都市下水土壌処理方式の特性比較

散布方法	緩速浸透法 スプリンクラー 又は地表*	高速浸透法 地表*	地表流下法 スプリンクラー 又は地表*	湿地浸透法 スプリンクラー 又は地表*	地中浸透法 地中散水管
年間負荷水量 ($l/m^2 \cdot 日$)	1.7~17	17~470	8.4~58	3.3~84	6.7~73
散布前の最小 処理	沈殿	沈殿	スクリーン及び 砂除去	沈殿	沈殿
排水の先行 作 物	蒸発散, 浸透 必要	主に浸透 選択自由	表面流出, 蒸発 散, 一部浸透 必要	蒸発散, 浸透, 流出 必要	浸透, 一部蒸発 散 選択自由
用地の浸透性	中	高	低	低~中	低~高
地下水位 (cm)	60~90	300	影響少ない	影響少ない	影響少ない

* あぜ, うねなどにより地表へ直接汚水を散布する。

しかし, 土壌処理を行う場合の技術的な設計基準として公的に定められているものは尿浄化槽の構造基準に部分的にあるのみで, 十分な基準は定められていない。そのため各地で様々な方法が試みられているが, 目づまりによる排水の溢水や, 地下水汚染の懸念などの問題が生じている例も見られる。

この研究では, 環境衛生上適正な処理を行う際に必要な基礎的知見を得るため, 実際に使用されている処理施設を対象として, トレンチから土壌中へ浸透した浸透水の性状変化と, トレンチ周辺の土壌への影響について検討した。以下, その結果について報告する。

II 方 法

1. 調査対象施設

表 2 に示したように, し尿及び雑排水をし尿浄化槽あるいは沈殿槽により処理し, 放流水をトレンチによって土壌中へ浸透させる処理施設を対象とした。施設 1 はトレンチ長さ $20m \times 50本 = 1,000m$ で, $500 m^2$ づつの交互使用を原則とし, 平均排水量 $42m^3/日$, 排水負荷期間 4 月から 11 月までであった。施設 2 はトレンチ長さ $25m \times 4本 = 100m$, 平均排水量 $35m^3/日$, 排水負荷期間通年であった。施設 3 はトレンチ長さ $30m \times 4本 = 120m$, 平均排水量 29

$m^3/日$, 排水負荷期間 5 月から 10 月までであった。施設 4 はトレンチ長さ $10m \times 1本 = 10m$ で, 平均排水量 $0.5m^3/日$, 排水負荷期間通年であった。図 1 に施設 1 及び 2 のトレンチ構造の断面図を示したが, 上部の巾 $60cm$, 底部の巾 $40cm$, 深さ $70cm$ の素掘りの溝に, 直径 $6.5cm \sim 10cm$ の散水管を中心に配し, 散水管の周囲に砕石, 砂等を充てんし, さらに表土で埋戻したものである。トレンチ周辺の土壌は火山灰ロームで, 地下水位はおおむね $2m$ 以深であったが, 施設の一部では $1m$ 前後の地点もみられた。

2. トレンチ流入水及び浸透水の調査

トレンチに流入する排水(以下流入水と略す)の採取は施設 1 の分水槽, 施設 2 の沈殿槽, 施設 3 の貯留槽, 施設 4 の沈殿槽からおこなった。またトレンチから土壌中を浸透した水(以下浸透水と略す)の採取は図 1 に示した検水筒からおこなった。検水筒は直径 $15cm$, 長さ $150cm$ の塩化ビニル製パイプで, 下端に小さな穴をいくつもあけ, これをトレンチの脇 $30 \sim 40cm$, 深さ $140cm$ のところに立てたもので, トレンチ直下から検水筒底部まで不透水性シートを敷き, 埋戻したものである。また排水の影響の全くない地点にも検水筒を設置し, これを対照区とした。流入水及び浸透水の採取はトレンチに排水を通水後 6 か月以上経過してから開始した。

表 2. 調査対象施設

施設	1	2	3	4
用途	食堂・浴室	旅館	林間学校	一般住宅
排水処理施設	合併(長時間曝気+接触曝気)	単独(毛管ろ過)+雑排水(毛管ろ過)	単独(散水ろ床)+雑排水(沈殿槽)	雑排水(沈殿槽)
平均処理人員(人/日)	159	52	83	6
平均排水量($m^3/日$)	42	35	29	0.5*
トレンチ長さ	$20m \times 50本 = 1,000m$	$25m \times 4本 = 100m$	$30m \times 4本 = 120m$	$10m \times 2本 = 20m$
設置年月	4.9.11	4.6.7	4.6	5.2.12
トレンチ周辺の土壌および植生	火山灰性ローム 草地	火山灰性ローム 林地	火山灰性ローム 林地	ローム 裸地

* 使用水量

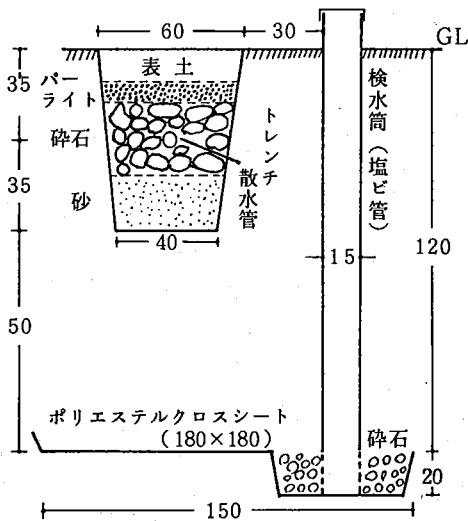


図1. トレンチ及び検水管断面図 (単位cm)

採取した試料の水質測定は工場排水試験方法及び下水試験方法によって行った。また、試料は採取後、保冷して、すみやかに実験室に持ち帰り、48時間以内に測定することを原則とした。

3. トレンチ周辺の土壌調査

施設1, 2及び4について、排水が負荷されているトレンチ区の土壌と、排水の影響が全くない対照区の土壌とをバックホーにより掘削し、その断面の土壌を採取した。採取した土壌は室温において風乾し、2mmのフルイを通したものを分析試料とした。分析方法は土壌養分分析法²⁾に準拠した。なお土壌抽出液の電気伝導度(以下ECと略す)及び塩素イオン(以下CI⁻と略す)は風乾土壌20gに対し蒸留水100mlを加え、室温において30分間振とうした溶液について測定した。

III 結果及び考察

1. 流入水及び浸透水の性状

表3にトレンチへの流入水と浸透水の平均水質及び各成分の除去率を示した。BODについて施設1では流入水10mg/lに対し浸透水0.9mg/l、施設2では流入水89mg/lに対し浸透水4.7mg/l、施設3では流入水130mg/lに対し浸透水4.0mg/l、施設4では流入水290mg/lに対し浸透水1.2mg/lとなり、施設1の浸透水が最も小さい値を示した。BOD除去率はいずれの施設においても90%以上を示した。これに対して、アンモニア態窒素(以下NH₄-Nと略す)の除去率は施設2を除き90%前後の値を示したが、総窒素(以下T-Nと略す)の除去率は26.6~64.3%とやや低く、また硝酸態窒素(以下NO₃-Nと略す)については逆に浸透水の方が増加している場合もみ

られ、窒素の除去率はあまりよくなかった。総リン(以下T-Pと略す)についてはいずれのトレンチの浸透水も1mg/l以下で、T-Pの除去率は施設1で91.5%、施設2で83.9%、施設3で95.2%、施設4で98.6%となって、施設2では若干低い値となったが、おおむねいずれの施設もBODと同様良好な除去率を示した。CI⁻の除去率は11.1~65.0%を示したが、施設4でやや高い値を示したのは農業用水等による希釈効果があるものと思われる。メチレンブルー活性物質(以下MBASと略す)についてはBODと同様良好な除去率を示し、90%以上となった。大腸菌群数の除去率はNH₄-N、T-Pと同様に施設2の除去率が若干低い、他の施設では98%以上を示した。浸透水の水質と全く流入水が浸透していない対照区の水質とを比較すると、いずれの項目でもトレンチ区の浸透水の方が対照区のそれよりも増加した。しかし、最もよく処理された流入水の施設1ではBOD、NH₄-N、T-P、MBAS及び大腸菌群数の値はかなり小さくなって

表3. 流入水及び浸透水の水質と各成分の除去率 (平均値)

項目	施設		1		2		3		4		対照区
	n		n		n		n		n		
BOD	流入水mg/l	23	10	14	89	8	130	7	290		
	浸透水mg/l	61	0.9	41	4.7	8	4.0	7	1.2	4	0.5
	除去率 %		91.0		94.7		96.9		99.6		
T-N	流入水mg/l	10	15	13	13	8	43	7	16		
	浸透水mg/l	31	11	38	6.8	8	23	7	5.7	2	1.0
	除去率 %		26.6		47.6		46.5		64.3		
NH ₄ -N	流入水mg/l	10	0.81	14	9.7	8	37	7	7.6		
	浸透水mg/l	31	0.09	38	3.4	8	0.20	7	0.68	4	0.06
	除去率 %		88.9		64.9		99.5		91.1		
NO ₃ -N	流入水mg/l	10	11	12	0.39	6	0.29	7	0.36		
	浸透水mg/l	31	10	36	2.9	6	23	7	4.4	4	0.54
	除去率 %		9.0		増加		増加		増加		
T-P	流入水mg/l	11	4.0	11	2.8	8	4.8	7	2.8		
	浸透水mg/l	34	0.34	36	0.45	8	0.23	7	0.04	2	0.13
	除去率 %		91.5		83.9		95.2		98.6		
CI	流入水mg/l	12	27	13	45	8	37	7	100		
	浸透水mg/l	35	21	37	40	8	30	7	35	3	5.2
	除去率 %		22.2		11.1		18.9		65.0		
MBAS	流入水mg/l	11	0.87	6	4.2						
	浸透水mg/l	33	0.04	16	0.36					2	0.00
	除去率 %		95.4		91.4						
大腸菌群数	流入水個/ml	5	1.1×10 ⁵	5	7.8×10 ⁴	7	3.5×10 ⁴				
	浸透水個/ml	11	14	15	1.3×10 ⁴	7	1.5×10 ³				
	除去率 %		98.7		83.3		99.5				
調査期間		昭50.4		昭48.8		昭47.6		昭53.6		昭48.8	
			~56.7		~51.3		~48.10		~56.12		~51.3

おり、対照区に近い値となっている項目もあった。なお施設1、2及び3の周辺の降水量は年間1400~1500mmで降水による浸透水の希釈は10%前後と算定された。

2. BOD負荷量と浸透水BODとの関係

表4に各施設のトレンチ1m当りのBOD負荷量と浸透水のBODを示した。施設1のBOD負荷量は平均0.42g/m・日できわめて少なく、その浸透水のBODは平均0.9mg/lで良好な水質であった。また、施設2のBOD負荷量31g/m・日に対して浸透水BOD4.7mg/l、施設3のBOD負荷量31g/m・日に対して浸透水BOD4.0mg/l、施設4のBOD負荷量7.3mg/l・日に対して浸透水BOD1.2mg/lとなった。これで見ると、BOD負荷量の増加とともに浸透水BODは大きくなっている。一方、施設2はBOD負荷量の季節変動が激しく、それに伴って浸透水BODも変化し、両者の間には図2に示すような関係がみられた。図2に示す回帰式から、浸透水のBODを2mg/l以下にするためのBOD負荷量を求めると16.9g/m・日以下となった。施設1、3及び4では

表4. 負荷水量、BOD負荷量と浸透水のBOD (平均値)

施設	1	2	3	4
トレンチ1m当たりの負荷水量 (ℓ/日)	42	350	240	25
トレンチ1m当たりのBOD負荷量 (g/日)	0.42	31	31	7.3
浸透水BOD (mg/ℓ)	0.9	4.7	4.0	1.2

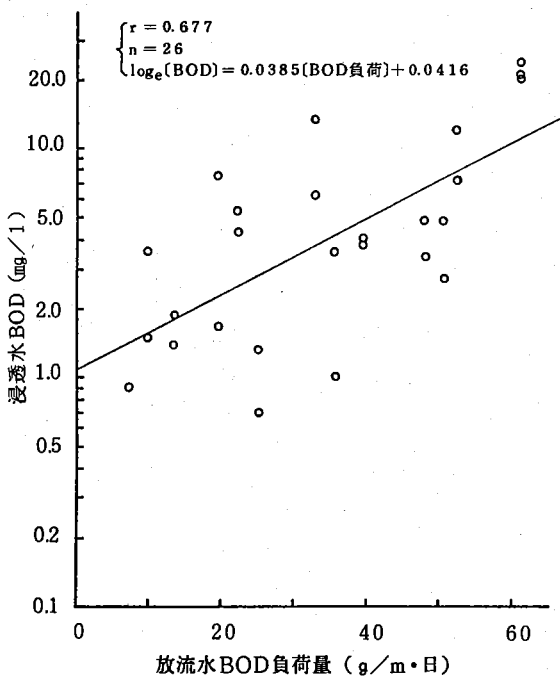


図2. 放流水BOD負荷量と浸透水BODとの関係

BOD負荷量の変動が小さく、このような関係はみられなかった。負荷期間、土壌の性状等に相違があり、水量把握が完全でない部分もあるので、厳密なことはいえないが、上述の結果からみて、良質な浸透水を得るためには、安全度を見込んで、BOD負荷量を数g/m・日以下とする必要があると思われる。

3. 浸透水BODの経年変化と目づまりの発生

図3に浸透水BODの経年変化を示す。BOD負荷量が最小の施設1では9年経過しても浸透水BODにはほとんど変化は認められなかった。しかし、9年目に入る頃からは、一部の散水管が流入水に起因するとみられる有機物により閉そくし、排水がトレンチに流入せず、地表に溢れ出るようになった。施設2では1年ごとにピークが現れたが、これは毎年8月に利用者が著しく多くなった時期と一致しており、トレンチ流入水のBOD負荷量の増加がもたらしたものと考えられる。このように施設2にはとくに夏季に大きな負荷が加わったため、通水4年目からトレンチに目づまりが生じて、浸透しきれない排水が溢出した。施設3では平均BOD負荷量は施設2と同程度であったが、目づまりは生じなかった。しかし、通水5年に至って、浸透水BODはかなり悪化した。施設4では通水後6年を経過したが、目づまりや浸透水の水質の悪化などはみられなかった。

4. 浸透水の土壌への影響

(1) 土壌分析結果

表5に散水管直下のトレンチ区とまったく排水の影響のない対照区の土壌分析結果を示す。EC、NO₃-N及びCl⁻は、いずれの施設においてもトレンチ区の方が対照区より大きい値を示し、浸透水が負荷されたことを示していた。総炭素(以下T-Cと略す)、COD、T-N及びT-Pはトレンチ区及び対照区ともに大差がなかったが、下層においてはトレンチ区の方が若干減少気味の場合もみられた。NH₄-Nは、施設1及び4では両区の間で大差がなかったが、施設2ではトレンチ区の方が大きい値を示した。これは施設2のNH₄-N負荷量が多かったことも原因となっているが、図4に示すように下層の200~280cmの間でNH₄-NとNO₃-Nの値がクロスしてい

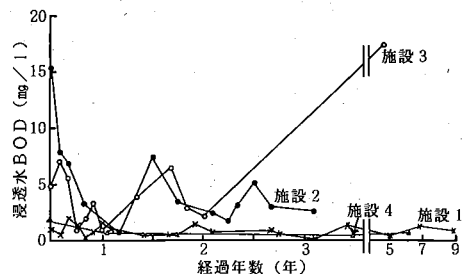


図3. 浸透水BODの経年変化

表 5. トレンチ区及び対照区の土壌分析結果

施設	調査時点までの 使用期間 (年)	検体	土壌深 (cm)	E C ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	T-C (g/kg)	COD (g/kg)	T-N (g/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	T-P (g/kg)	Cl ⁻ (mg/kg)
1	4	トレンチ区	100	66	/	110	/	1.9	15	/	56
			250	56	/	8.6	/	4.8	8.3	/	31
		対照区	100	15	/	78	/	2.6	ND	/	16
			250	20	/	14	/	4.5	ND	/	9.8
2	5	トレンチ区	100	243	17	/	1.4	13	110	3.5	44
			280	70	6.9	/	0.25	41	8.8	1.7	27
		対照区	100	12	16	/	1.1	7.5	1.0	2.4	13
			300	10	9.8	/	0.75	5.2	1.1	2.3	4
4	3	トレンチ区	50	220	/	/	/	1.5	26	/	/
			200	120	/	/	/	1.0	4.2	/	/
		対照区	50	91	/	/	/	1.5	11	/	/
			200	72	/	/	/	1.2	3.6	/	/

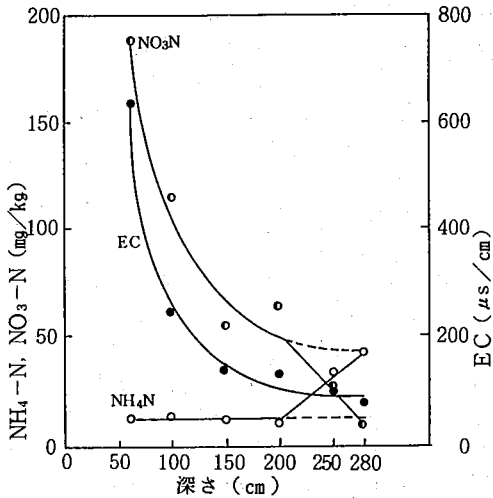


図 4. トレンチ直下の土壌中のNH₄-N, NO₃-N及びECの分布 (施設 2)

ることからみて、下層では難透水層に近いため湛水状態による還元的雰囲気になりやすく、NH₄-Nの酸化が妨げられ、硝酸呼吸が行われるなどが原因として考えられる。なお、ECはほぼ一定の減少曲線を示しており、下層の酸化還元電位が上層と同じならば、NH₄-N及びNO₃-Nは破線に示す値になるものと思われる。

(2) 浸透水の浸透範囲

土壌抽出液のECは土壌への負荷水量とよい比例関係にあるので、施設 2 について調査した結果を図 5、図 6 に示した。図 5 は同一深度の EC の値を折れ線グラフで結んだものである。トレンチ直下の浅い層では著しく高い値となっており、負荷水量が多いことを示している。深くなるにつれ急速に値は低下しているが、水平方向へ

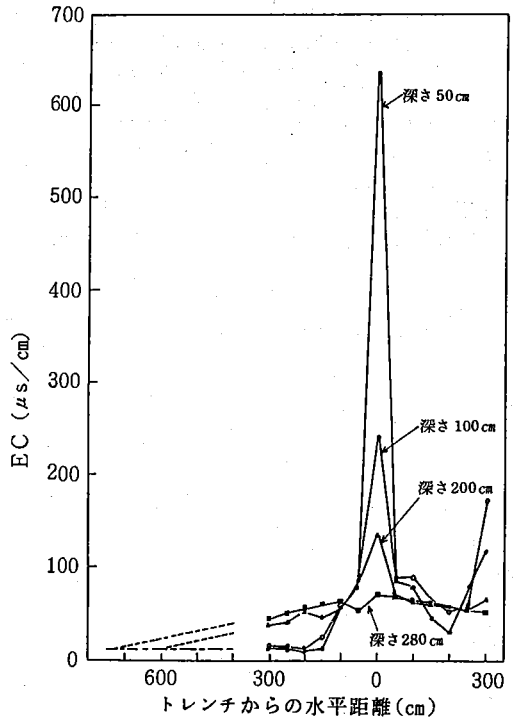


図 5. ECの分布 (施設 2)

はかなり広範囲に浸透しており、対照区の EC の値 (一点破線) まで外挿すると、下層においては 700 cm 以上にも達していた。このように深さ 250~280 cm において水平方向へかなり広がっているのは、この付近に難透水層が存在するためである。また、図 5 のトレンチから約 100 m 離れた地点で上層と下層の値が逆転しているが、これはトレンチから水平方向へ 100 cm 以内では浸透水は主に

重力浸透するのに対し、それ以上離れた地点では、下層に達した浸透水は難透水層に沿って広がり、その一部が毛細管現象により上層へ浸透したものと考えられる。

図6はECを浸透水負荷量の指標にして、トレンチからの水平距離と負荷水量との関係を明らかにしたものである(トレンチから地中へ浸透する排水は左右対称に浸透していくと仮定)。図5に示したEC分布をトレンチから水平方向へ50cm間隔に区切り(トレンチから300~600cm区間におけるEC値は図5の破線で示される直線より計算)、各区間内のEC値を全層にわたって積算し、これをその区間におき S_i 値とした。次に $S_t = \sum_i S_i$ とし、 $S_i / S_t \times 100(\%)$ を各区間への浸透水負荷率とした。この値を100cm間隔で積算すると、トレンチから100cm以内では60.3%、以下200cm、300cmと離れるに従って、それぞれ74.0%、84.0%の負荷率を示した。この結果、水平方向への拡散も相当広範囲に及ぶとはいえ、トレンチから100cm以内における浸透水負荷が特別大きいことが量的にも明らかになった。

また、トレンチに沿って浸透水の負荷率がどのように

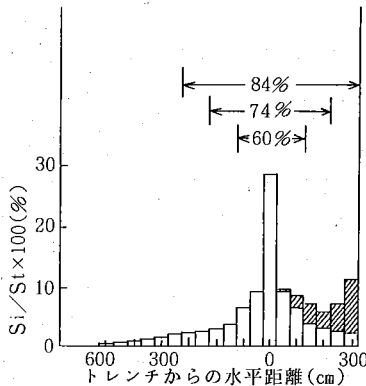


図6. ECから算定した浸透水の負荷率 (斜線部分は右側トレンチの負荷率) (施設2)

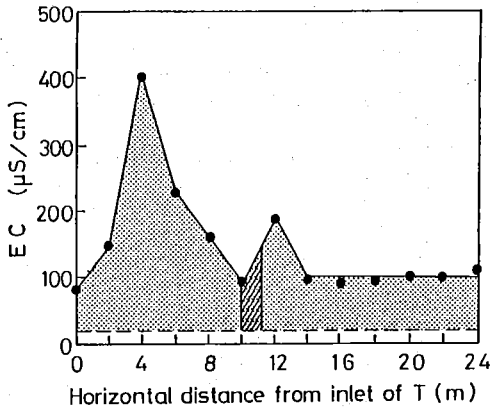


図7. トレンチ沿い、深度50cm地点のEC分布 (----は対照区) (施設2)

変化しているかをみるため、2m間隔に深さ50cmの地点の土壌のECを測定し、その結果を図7に示した。トレンチの入口から4m離れた地点において最大のピークを示していた。

5. トレンチ区土壌中の栄養塩の分布

施設2のトレンチ区土壌の窒素・リン等栄養塩の分布を調査した。

T-Pの分布を図8に示した。トレンチ直下の深さ50~100cmにおいてはT-Pは著しく増加しているが、深さ150cm以下においては対照区より減少する傾向がみられた。施設2の浸透水の調査結果をみると、排水中のT-Pはトレンチから土壌中を浸透することにより、検水筒の深さ120cmの地点で83.9%が除去され、これより下層へのT-P負荷はそれ程大きくない。その理由は、当実験区付近における土壌のリン酸吸収係数が2,000以上と高く、リン酸をよく吸収するためと考えられる。一方、脱塩水と土壌カラムを用いた土壌からのリン溶出実験では、少なからぬリンが溶出してくることが報告されている³⁾。したがって、下層部土壌においてみられるT-Pの減少傾向については、浸透水によるT-Pの調査区域外への溶出が原因の一つとして考えられる。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の分布を図9に示した。排水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ はT-Pにくらべ3.5倍の濃度を有していたにもかかわらず、対照区(図左端C)よりは大きい値を示しているものの、深さ50~200cmにおいてはトレンチ直下の地点は他の地点と大差なく、深さ250~280cm下層のみで他の地点より増加していた。一方、図10に示した $\text{NO}_3\text{-N}$ の分布をみ

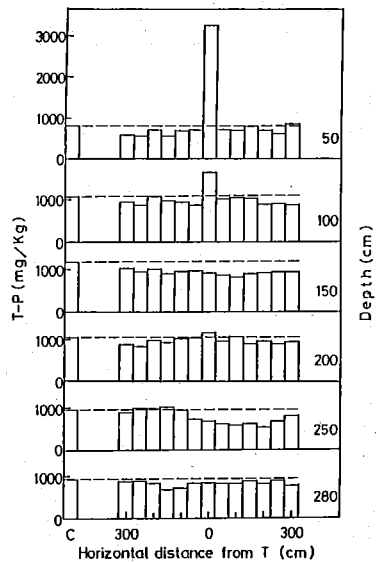


図8. トレンチ区土壌におけるT-Pの水平及び垂直分布 (C:対照区) (施設2)

ると、トレンチ直下の深さ50~250cmにおいてNO₃-Nの増加がみられ、特に表層部分では著しく増加していたが、下層280cmにおいては増加傾向は認められなかった。これは、図4で示したように、表層では土壤中が好気状態のため、排水中の可溶性窒素の大部分はNO₃-Nとして存在し、下層では嫌気状態のためNH₄-Nとして存在しているためと考えられる。したがって、NO₃-N+

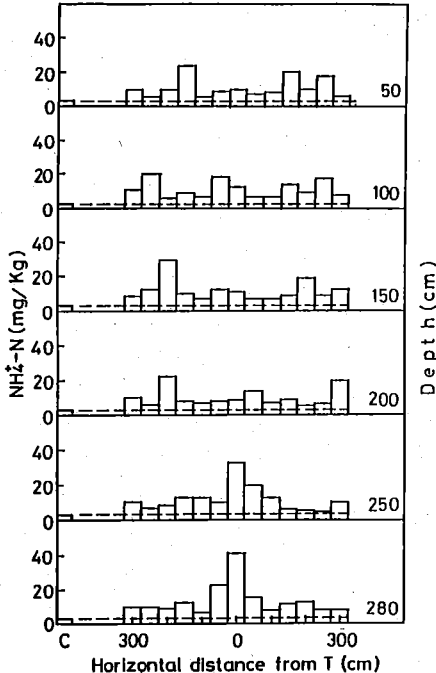


図9. トレンチ区土壤におけるNH₄-Nの水平及び垂直分布(C: 対照区)(施設2)

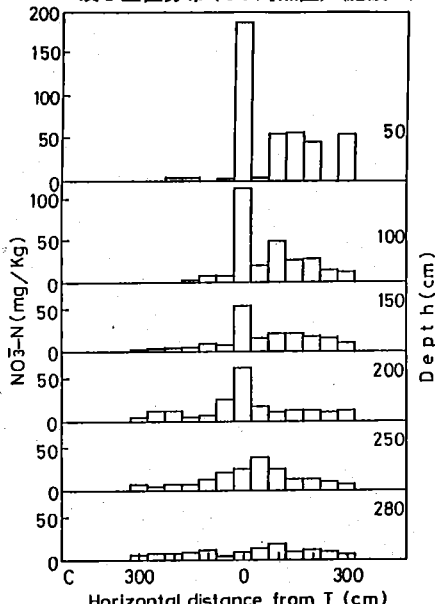


図10. トレンチ区土壤におけるNO₃-Nの水平及び垂直分布(C: 対照区)(施設2)

NH₄-Nとしてみると、いずれの深さにおいても、トレンチ直下の値は他の地点より増加していた。

T-Nの分布を図11に示した。トレンチ直下におけるT-Nの増加は認められず、排水からのT-N負荷があったにもかかわらず、対照区(図左端C)と比較すると、トレンチ区のおよそ全ての地点でT-Nの減少傾向が認められた。(トレンチ区のNH₄-N及びNO₃-Nは対照区のそれより増加しているため、トレンチ区のT-Nの減少はこれを上回る有機態窒素の減少によるものと考えられる。)T-Nの減少は浸透水の負荷により、土壤中のT-Nが調査区域外へ溶出したり、あるいは脱窒が行われたりしたためと考えられるが、浸透水負荷量に比例するECと土壤中のT-Nとは負の相関を示し、浸透水負荷量の多い地点でT-Nが減少する傾向が認められた。

6. トレンチ区土壤中の窒素、リン及び炭素の収支

浸透水の負荷によりトレンチ区土壤中の窒素(以下Nと略す)、リン(以下Pと略す)及び炭素(以下Cと略す)の量は変化するものと思われる。図12は施設2のトレンチ区土壤のトレンチを中心とした幅6m、深2.8m、長さ1mの土壤ブロックと、これと同体積の対照区土壤に浸透水からの負荷分を加え、おのおのN、P及びCの量を比較したものである。なお、トレンチからの浸透水の一部は上記の区域外へも浸出しているが、図6に示した結果から、上記の区域内におけるN、P及びC収支で、全体の収支をほぼは握できるものと考えられる。図12から明らかなように、トレンチ区のT-N、T-P及びT-Cは、対照区における既存量と排水からの負荷量を加えた値を下まわるばかりでなく、既存量よりもT-Nで2.5kg、T-Pで0.3kg及びT-Cで31kg減少していた。こ

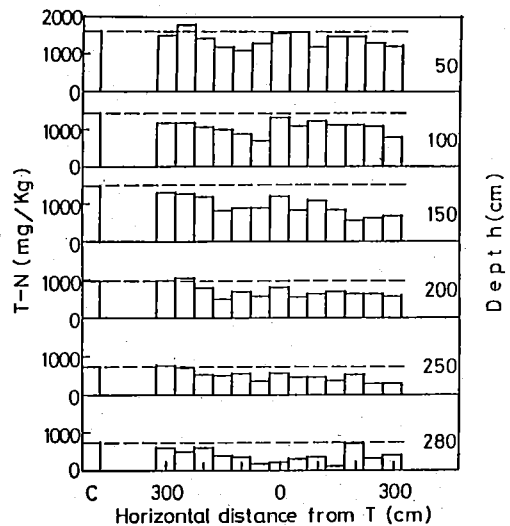


図11. トレンチ区土壤におけるT-Nの水平及び垂直分布(C: 対照区)(施設2)

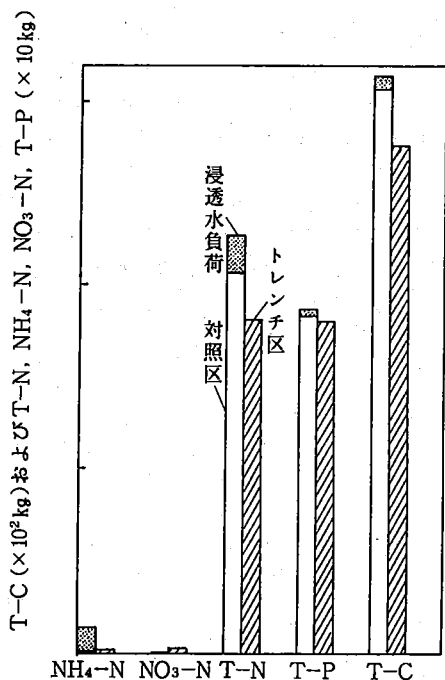


図12. 土壌中のN, P及びCの收支 (施設2)

の原因としては、浸透水による調査区域外への溶出も考えられるが、T-N及びT-Cについては減少量が大きく、溶出の外に脱窒や炭酸ガスとして失われた部分があるものと考えられる。

IV 結 論

生活系排水をトレンチにより地中浸透する方式について調査した結果、つぎの結論を得た。

- 1) 土壌中を浸透することにより排水の成分のうちBOD, T-P, MBAS及び大腸菌群数は80%以上除去された。NH₄-Nは高い除去率が得られた施設もあったが、NO₃-Nは増加する場合が多く、T-Nとしての除去率は26~64%の低い値にとどまった。
- 2) トレンチへ流入する排水のBOD負荷量が多いほど、浸透水(トレンチ直下の地表下120cmの地点から採取した水)のBOD濃度は高く、施設2では両者の間に回帰式 $\log_e [\text{浸透水BOD}] = 0.0385 [\text{流入BOD負荷量}] + 0.0416$ (但し試料26, 相関係数0.677) が得られた。この式から浸透水BOD 2mg/l以下にするための流入BOD負荷量はトレンチ1m当り16.9g/日以下と算定された。
- 3) 浸透水のBODの経年変化は、流入BOD負荷量の少ない施設(BOD負荷量0.42~7.3g/m²・日)においては6年~9年にわたってほとんど変化はみられず、良好な水質(BOD 0.9~1.2mg/l)であった。しかし、流入

BOD負荷量の多い施設(BOD負荷量31g/m²・日)においては4~5年後に水質の悪化や目づまりが生じた。なお、流入BOD負荷量の少ない施設の目づまりは9年目頃から一部にみられた。

- 4) 2)及び3)の結果からみて、長期間にわたってトレンチにより土壌浸透を行う場合には、BOD負荷量をトレンチ1m当り数g/日以下にする必要があると思われる。
- 5) 排水を浸透させたトレンチ区土壌においては、排水の影響の全くない対照区土壌に比較して、EC, NO₃-N及びCl⁻が増加した。また、ECを指標として調査した排水の浸透範囲は難透水層付近で700cm以上に達していたが、その負荷率はトレンチ直下が高く、トレンチから水平方向100cm以内で全体の60%に達していた。
- 6) トレンチから浸透した排水中のPはその大部分がトレンチ直下に蓄積されたものとみられ、トレンチ直下の土壌中のT-Pが顕著に増加した。しかし、トレンチ直下の上層(深さ50~100cm)を除き他の地点では対照区より減少する傾向を示した。
- 7) トレンチ区のNH₄-N及びNO₃-Nはいずれの地点においても対照区より増加し、トレンチ直下の下層(深さ250~280cm)はNH₄-Nが高く、上層(深さ50~200cm)ではNO₃-Nが高い値となった。これは上層では好気状態、下層では嫌気状態にあるためと考えられる。
- 8) トレンチ区土壌のトレンチを中心とした巾6m、深さ2.8m、長さ1mの土壌ブロックのT-N, T-P及びT-Cの量はこれと同体積の対照区土壌中のT-N, T-P及びT-Cの量に浸透水からの負荷分を加えた量を下まわり、特にT-N及びT-Cの減少量が大きかった。

V お わ り に

トレンチによる排水の浸透処理は土壌という自然の浄化作用を応用する方法であり、その機構は複雑であるため、いまだに充分解明されていない部分が多く、冒頭に述べたように処理技術としての設計基準が確立されていない。しかし、現実にはすでにかなりの実施例があり、長野県の場合についてみると、素掘りの堅穴浸透も含め、放流水を浸透処理しているし尿浄化槽は全体の26.8%に達しており、地域的には80%近いところもあるといわれている。また、一戸当りでは小規模でも全体としては数千人規模でトレンチ浸透を行っているペンション村も現われている。このような状況のため、長野県では従来から構造基準の第5に準じた方法で、トレンチ浸透の指導を行ってきたが、さらに「し尿浄化槽放流水の地下浸透に関する指導基準(案)⁴⁾」を作成し、現在これについて

検討を重ねている。今後、トイレの水洗化や生活雑排水対策などが推進されるに伴い、エネルギー消費が少なく、比較的容易に高度処理が可能な土壌処理に対して、社会的にもしだいに要望が高まるものと予想される。より適切な土壌処理の体系を確立するために、いっそう積極的な取り組みが望まれるところである。

この研究を進めるにあたって御協力いただいた長野県衛生公害研究所の研究者諸氏をはじめ関係各位に厚くお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) U. S. A. EPA(1977) : Process Design Manual of Land Treatment of Municipal Wastewater
- 2) 土壌養分測定法委員会編：土壌養分分析法，養賢堂（1975）
- 3) 渡辺紀元：土壌よりのリンの溶出量について（第5報），水処理技術，19,555～559(1978)
- 4) し尿浄化槽放流水地下浸透処理研究委員会(長野県)：し尿浄化槽放流水の地下浸透に関する基準(案)，昭和57年3月