

土木研究所資料

生活雑排水の土壌処理に 関する調査報告書

昭和63年3月

建設省土木研究所
河川部水文研究室

Copyright © (1987) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

生活雑排水の土壌処理に 関する調査報告書

水文研究室 室 長 吉野文雄
研究員 水野雅光
古畑広樹

国土庁 官房水資源部 水源地域対策課
(元水文研究室 研究員) 寺川 陽
東北地方建設局 能代工事事務所 調査課
(元水文研究室) 田子秀徳

要旨

湖沼等の閉鎖性水域への窒素・リンの流入による富栄養化が大きな問題となっている。本報告書は、湖沼等の水質浄化のために考えられる各種方策のうち、家庭雑排水に起因する汚濁対策として、土壌処理を取り上げて研究を行いとりまとめたものである。土壌処理技術の現況について米国における技術及び、国内の事例を調査し、3種類の土壌処理施設の実験的研究として、各施設の浄化機能を評価した。また、土壌の浄化能力を定性的に評価する手法について検討を行い、2～4章の結果を踏まえ、「雑排水の土壌処理の計画設計指針(案)」を作成した。

キーワード：土壌処理，土壌処理施設，雑排水処理，窒素・リンの除去

まえがき

わが国は、戦後の急速な経済発展の中で、大規模な工業化が行われ、生産活動が増大された。これらとともに、都市部への人口集中が進み、都市周辺が急激に開発され、そこから発生する排水量は増大すると同時に、河川・湖沼・沿海部での水質も悪化した。産業系排水については、排水規制等により、水質基準が定められ一定の改善が施されてきている。しかし、家庭等からの生活雑排水については、規制等がなく未処理放流されているのが現状である。

特に、湖沼に関しては、閉鎖性といった条件などもあり、周辺人口の増加・生産活動の増大による汚濁物質の流入も増大してきている。そして、これら汚濁物質である、窒素・リンの流入による湖沼の富栄養化が大きな社会問題となっている。窒素・リンによる富栄養化は、自然界で自然に起こるものとは違って台所や洗濯で使用される洗剤に含まれている石油系の合成界面活性剤等によるものであることが主要な原因と考えられている。

こうした状況を解決するため、各方面・分野における実態調査・研究が取り組まれているところである。そして、昭和54年に琵琶湖で、昭和56年に霞ヶ浦で富栄養化防止条例が県条例として制定され、国においても昭和59年に湖沼水質保全特別措置法が制定されるに至っている。

本報告書はこのような湖沼等の閉鎖性水域の水質浄化のために考えられる各種の方策のうち、特に家庭雑排水に起因する汚濁対策として土壌処理法をとりあげ、研究した成果をとりまとめたものである。近年の湖沼等の富栄養化には窒素とリンが果たす役割が大であることが知られており、本研究でも、土壌処理により、窒素とリンを削減しうるかどうか、そのための処理施設の構造はどのようにあるべきかが、中心課題となった。

土壌処理による水質浄化は古くから小規模に実施されてきており、その処理効果についても各方面から多数の研究が報告されている。土壌を処理施設とみるかどうかは議論の余地は多いが、本研究では一般に流布している土壌処理も含めて、土壌のもつ多面的な機能を活用する施設を全体としてとりあげ、更に新たな方法についての実験を実施し、それらの機能評価を行った。当然の事ながら、時間的な制約や予算上の拘束から十分な分析研究ができなかった面は否めないが、以下に、四年間にわたる研究をとりまとめて紹介する。

なお本研究は（財）日本建築センターに以下に掲げる研究委員会を構成し、学識経験者の方々の指導・助言のもとに実施した。記して感謝の意を表したい。

浸透処理委員会委員名簿

（流域の汚濁流出抑制技術の開発に関する研究）

委 員 長	洞 沢 勇	日本公害研究所所長
委 員	市 川 新	東京大学工学部都市工学科助教授
	榎 根 勇	筑波大学地球科学系教授
	虫 明 功 臣	東京大学生産技術研究所教授
	吉 田 富 男	筑波大学応用生物化学系教授
	井 端 和 人	住宅・都市整備公団
		住宅・都市試験研究所

本研究は水文研究室前室長 石崎勝義氏（現建設省河川局防災課災害対策調査室長）の発案で構想され、建設省の総合技術開発プロジェクト「湖沼の総合的水管理技術の開発」の一小課題として実施したものである。この研究プロジェクトに参加された多数の方々の御協力に深い感謝の意を表したい。

昭和63年3月

目 次

まえがき	
第1章 総論	1
1. 1 調査の目的	1
1. 2 調査の経緯	2
1. 3 調査方法	2
第2章 土壌処理技術の現況	4
2. 1 米国における土壌処理技術の現況	4
2. 2 土壌処理における適切な負荷の考え方	10
2. 2 わが国における土壌処理の事例	17
第3章 土壌処理の実験的研究	25
3. 1 北浦村における雑排水土壌処理施設の機能調査	25
3. 1. 1 施設の構造	25
3. 1. 2 実験方法	25
3. 1. 3 実験結果	28
3. 1. 4 まとめ	33
3. 2 腐敗槽＋砂ろ過装置における機能調査	34
3. 2. 1 施設の構造	34
3. 2. 2 実験方法	38
3. 2. 3 実験結果	42
3. 2. 4 まとめ	53
3. 3 粒化土壌槽における機能調査	54
3. 3. 1 施設の構造	54
3. 3. 2 実験方法	56
3. 3. 3 実験結果	61
3. 3. 4 まとめ	67
第4章 土壌帯の浄化能力の評価手法の研究	68
4. 1 はじめに	68
4. 2 土壌による汚水の浄化機構	69

4. 3	土壌浄化能力の評価要因の抽出と評価方法	72
4. 4	土壌浄化能力図の作成（霞ヶ浦流域を対象として）	82
4. 5	土壌帯の浄化能力の評価手法のまとめ	103
第5章	雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）の作成	104
第6章	まとめ	107
参考文献		108
付 録		109
	雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）	111
	水質分析結果	165

第 1 章 総 論

1. 1 調査の目的

全国各地において生活雑排水が水質汚濁の主要な原因となっているところが多い。水洗便所汚水の場合通常なんらかの処理が施され、消毒後公共水域に放流されているが、生活雑排水は法的な制限を受けないため、下水道が敷設されていない所及び、合併式浄化槽が設置されていない所ではほとんどの場合、未処理放流の状態である。このため、放流された生活雑排水によって下水路や側溝、かんがい用水路、河川や湖沼などの水域、地下水などの汚濁が進み、都市河川の悪臭発生、閉鎖性水域の富栄養化等が大きな社会問題になっている。

表-1.1 は、茨城県水質審議会による昭和65年の霞ヶ浦の窒素、リン削減目標であるが、これで見ると、生活雑排水及び、し尿浄化槽排水に起因する負荷量は窒素で約12%、リンで約16%に及んでいる。

表-1.1 昭和65年の霞ヶ浦の窒素、リンの削減目標 ¹⁾
(単位:トン/日)

		予測流入 負 荷 量		許容流入 負 荷 量		削 減 す べ き 量	
		窒 素	リ ン	窒 素	リ ン	窒 素	リ ン
湖 面 降 雨 山 地 な ど 市 街 地		0.61	0.03	0.61	0.03	0	0
		0.85	0.05	0.85	0.05	0	0
		0.27	0.05	0.27	0.05	0	0
農 地	水 田	1.41	0.04	0.98	0.03	0.43	0.01
	畑 地	1.35	0.06	0.82	0.04	0.53	0.02
生 活 系 排 水	雑 排 水	1.10	0.21	0.90	0.10	0.20	0.11
	し尿浄化槽	0.59	0.05	0.59	0.05	0	0
	し尿処理場	0.85	0.02	0.12	0.01	0.73	0.01
	下 水 道	3.25	0.30	1.96	0.05	1.29	0.25
工 場 畜 産 水 産 養 殖 総 計		0.79	0.44	0.54	0.17	0.25	0.27
		1.96	0.11	1.30	0.05	0.66	0.06
		1.49	0.27	0.58	0.16	0.91	0.11
		14.52	1.63	9.52	0.79	5.00	0.84

こうした生活雑排水に起因する流域からの汚濁流出を抑制する方策のひとつは、言うまでもなく下水道の整備である。ところが人口密度、財政事情、地形特性等の社会・経済・自然条件から、下水道の整備が望まれない地域もあり、こうした地域については別途あるいは暫定的な対策を講じることが必要とされる。このため条件としては、

- ①、経済的に安価であり、かつ相当な効果を有すること。
- ②、維持管理が容易であること。
- ③、可能な限り速やかに普及でき、汚泥発生等に伴う2次公害の発生が少ないこと。

の3点が上げられる。これら諸条件を満たす処理方法としては、自然の浄化能力を有効に活用することが考えられる。表層土壌帯の旺盛な浄化能力を利用することもそのひとつである。

土壌帯は自然界の自浄作用に重要な役割を果たしていることは言うまでもないが、その浄化能力とくわえられる負荷とのバランスを失すれば、目づまりによる装置そのものの故障や、地下水汚染を招くことにもつながるので、その設計・施工にあたっては必要な前処理も含めて十分な調査・研究に基づく基準を確立しておくことが必要である。

本調査は、以上のような観点から、流域からの汚濁流出抑制技術のための土壌帯の有効利用等に関する技術開発を行うものである。

1. 2 調査の経緯

本調査は、建設省の総合技術開発プロジェクトの一環として昭和57年度から61年度の計画で行われた「湖沼の総合的水管理技術の開発」の中の「湖沼の総合的水質改善技術の開発」の1課題である「流域の汚濁流出抑制技術の開発」によるものである。プロジェクトの全体研究課題については、「湖沼の総合的水管理技術の開発 報告書昭和63年3月」を参照されたい。調査は昭和58年度から昭和61年度の4年間に渡って行われた。

1. 3 調査方法

昭和58年度は、初年度として、文献調査を通じ米国における土壌処理におけ

る適切な負荷の考え方の整理，茨城県北浦村に設置した雑排水処理施設の機能調査及び土壌の浸透能力調査方法の検討を実施した。

昭和59年度は，北浦村の施設の機能調査を継続するとともに，土壌にかかる汚濁負荷を減らし，土壌処理のみでは除去されにくい窒素分を減少させるための効果的な前処理方法を検討することを目的とした実験を開始した。後者としては，①腐敗槽＋砂ろ過装置，②粒化土壌槽の2種をとりあげ，住宅都市整備公団寺田団地の汚水処理場敷地内にモデル施設を設置して，予備的な実験を行った。昭和60年度は，窒素・リン除去を目的とした実験施設の機能追跡調査として，次の調査を行った。①北浦村の施設は処理能力の日変化特性を調査した。②腐敗槽＋砂ろ過装置はその浄化能力を調査した。③粒化土壌槽は負荷量と浄化能力の関係を調査した。また，土壌の浄化能力の評価に関する調査を行った。

昭和61年度は，各実験施設の機能追跡調査として次の調査を行った。①北浦村の施設は長期における浄化能力を継続調査した。②腐敗槽＋砂ろ過装置は，負荷量と浄化能力の関係及び，処理水の返送による浄化能力の向上について調査を行った。③粒化土壌槽は，原水流入位置及び，湛水深の変化による浄化能力の変化について調査を行った。土壌の浄化能力の評価については，霞ヶ浦流域を対象とした浄化能力図の作成，土壌帯を利用した施設の設置による効果について調査を行った。以上に関する調査研究を取りまとめ，土壌帯を利用した流域の汚濁流出抑制技術基準（案）としてまとめた。

第2章 土壌処理技術 の現況

2.1 米国における土壌処理技術の現状

米国では古くから、広域的な下水道の建設が不可能であるような地域において、家庭排水を各戸に設置したトレンチを通して地下浸透させる方法が用いられてきた。その代表的なものが、図-2.1 に示すような腐敗槽+土壌浸透システムと呼ばれるものである。これは腐敗槽で、浮上と沈澱により油分と大きい固体粒子を除去し、土壌浸透過程においてろ過、バクテリア分解、化学的吸着を期待する方法である。こうしたシステムはもともと自然界の浄化能力に強く依存したものであるために、適切な量を超える負荷をかけたり、維持管理が適切に行われなかったことが原因で、目づまりを生じたり地下水汚染の原因となったこともしばしばあり、米国では環境保護庁（E. P. A）を中心に、その適切な設計・施工・管理を目的として、ここ10数年来、精力的な調査・研究が行われてきた。

ここで、米国における当該技術の現状を簡単に紹介する。

1) 腐敗槽+土壌浸透システムの構造

米国における家庭排水の各戸処理のほぼ98%は、1次処理として腐敗槽を、引き続き2次処理として土壌浸透トレンチを利用するものである。この方式の典型的な例は、前に示した図-2.1 の通りである。

腐敗槽は1つか又は2つの槽からなり、入口と出口にバップル板が取り付けられている。家庭からの未処理排水がこのタンクに流入し、そこで油分、及びスカムと呼ばれる比重の小さい成分は浮上し、重く、かつ大きい固体粒子はタンクの底部に沈澱して、スラッジとなる。腐敗槽からの流出水は、浮遊性及び溶解性の

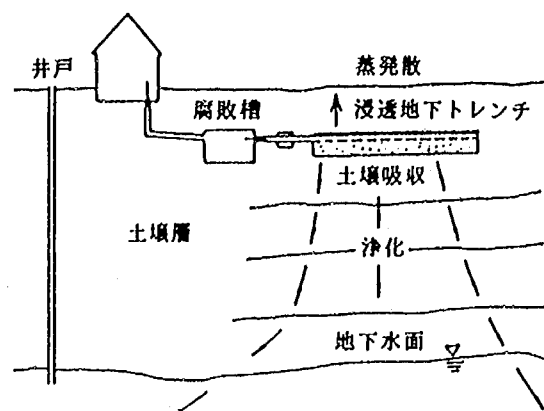


図-2.1 腐敗槽・土壌浸透システム概念図

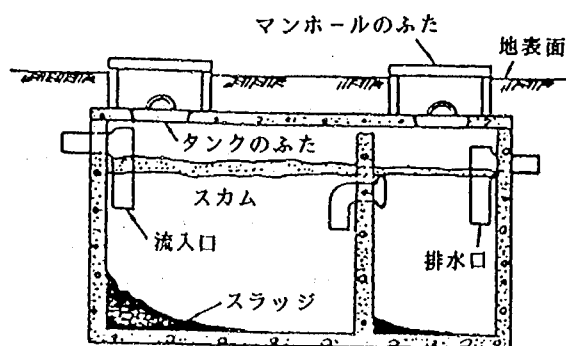


図-2.2 代表的な腐敗槽の構造

汚濁物質を含んだままタンクの中央部から流出する。腐敗したかすであるスカム、スラッジタンク内の液体の混合物は、3～5年に1回の割合でポンプによって汲み上げられ、土壌還元されるか、もしくは公共下水処理場で処理される。腐敗槽の代表的な構造の断面図を図-2.2 に示す。

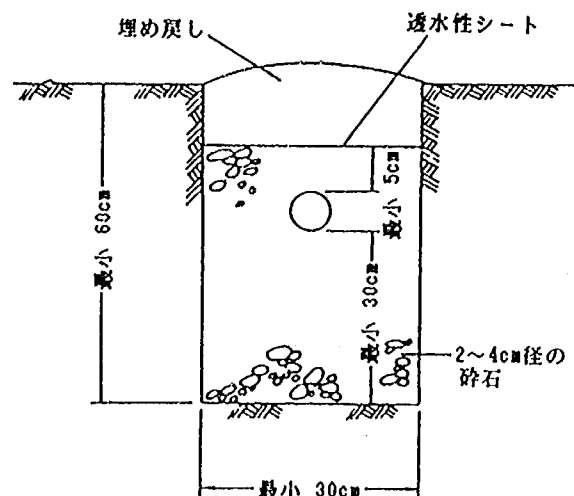


図-2.3 代表的な浸透トレンチの断面図

腐敗槽の材質は、通常、コンクリート、プラスチック、又はグラスファイバーなどであり、スカムとスラッジの貯留空間及び1～1.5日分の汚水の滞留容量を有する。設計流量は、対象家庭の寝室の数によって決定される場合が多いが、タンク容量は一家族当たり3.6～9.5 m³である。図-2.2 で、槽が2つに分かれているのは、スカムの引き抜きを容易にするための工夫である。通常タイプの排水現場処理の第2段階は土壌処理である。これは地表下に設置したトレンチに給水して、土壌に浸透させるものである。この土壌トレンチの断面図を図-2.3 に示す。排水の土壌への浸透量は、土壌透水性及び、礫と土壌の境界面に形成される生物層の透水性によって決定される。カリフォルニア大学及びウィスコンシン大学が行った調査によれば、この生物層の透水係数は30～50 mm/日であるという。透水性が中程度以上の土壌、例えばシルト質ローム、ローム、砂質ローム、砂質土等の場合、この生物層の透水性を土壌浸透法の設計に当たって考慮する必要があるのに対し、シルトや粘土の場合には、その土壌の透水性そのものを用いる必要があると考えられる。

こうした各戸処理システムは、文字通り“各戸”単位で設置されるものに限られず、コミュニティ内における小グループの家庭群を対象とし、その排水を適当な地点に集めて処理するという方式もある。これがクラスター方式と呼ばれるものである。

2) 土壌の浸透能と適切な負荷量

適切な土壌浸透システムを設計するための第1の条件は、負荷を適切な量にすることであるが、そのためのひとつの方法として土壌の浸透能測定結果と適正負

荷を関連付けることが考えられる。現場での簡単で安価な試験方法として、オーガー坑浸透試験があげられる。これは、深さ数フィートのオーガー坑に水を満たし、水位低下のスピードを測定するものである。この試験を標準化しておけば、所定の場所における浸透能特性を表示するのにきわめて有益である。

1926年、ニューヨーク州技術事務所の技術者であったヘンリー・リヨン²⁾は、土壌処理施設が失敗に陥っている所に行き、さまざまな場所で浸透試験を行って、単位底面積あたりの負荷と比較することによって、浸透試験結果と長期的に可能な負荷量とを関係づけた。その結果を図-2.4に示す。

図中、縦軸は負荷量をガロン/ $\text{ft}^2 \cdot \text{日}$ 単位で示し(ただし、 $1 \text{ ガロン}/\text{ft}^2 \cong 40.75 \text{ ㍔}/\text{m}^2$)、横軸は浸透試験で、水位の1インチ降下に必要な時間を分単位で示している。

リヨンは、トレンチ底面のみを有効浸透面積と考えて解析を行ったがワインバーガーは、底面のみならず側面も浸透に有効に効いていると考えリヨンカーブを修正²⁾した。彼は、リヨンの調査した頃の代表的なトレンチの規模が幅0.3m、砂石厚0.4mであったことから有効浸透面積を $0.8 \text{ m}^2/\text{m}$ と仮定し、これを用いて全浸透面積に対する負荷レートに換算してプロットした。これが図-2.5に示す修正リヨンカーブである。図中のポイントは、様々な研究者の研究成果によるものだが、修正リヨンカーブがよく適合していることは、底面・側面での浸透能がほぼ同程度であるというワインバーガーの仮説を裏付けると共に、設計数値としての妥当性を物語っている。また、トレンチの大きさに応じ、有効浸透面積を変えてやれば、どんなシステムにも使える点が優れている。

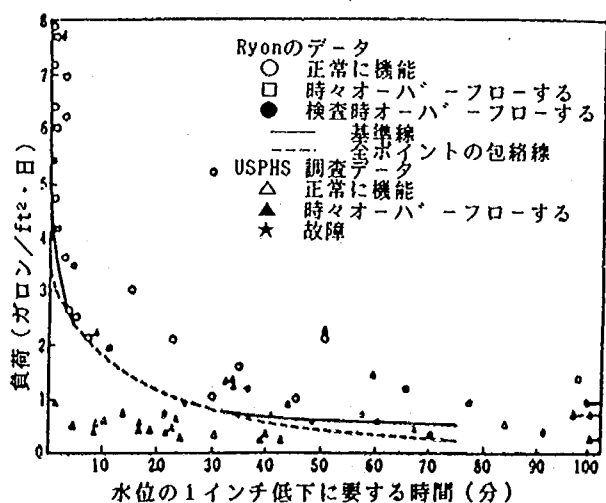


図-2.4 リヨンカーブ(1ガロン/ $\text{ft}^2 \cdot \text{日}$ = $40.81/\text{m}^2 \cdot \text{日}$)

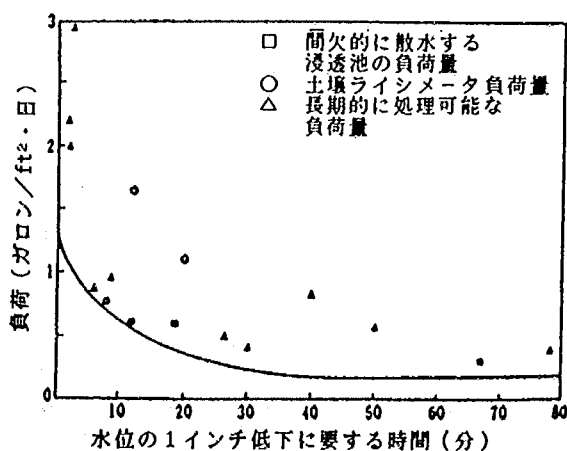


図-2.5 修正リヨンカーブ
(1ガロン/ $\text{ft}^2 \cdot \text{日}$ = $40.81/\text{m}^2 \cdot \text{日}$)

米国公衆衛生局²¹⁾ (U.S. Public Health Service) では、基準排水量として 150 ガロン/日・室 (≒ 567, 8 l/日・室) という数値をあげており、これを修正リヨンカーブと組み合わせることによって設計数値を算出することができる。

リヨンの修正カーブを設計に利用するためには、彼が行ったのと同様な試験方法を用いるのが望ましい。その手順は次の通りである。

- (1) 305 mm の正方形または 356 mm 径の穴を掘る。
- (2) 目づまりした表面をかきおこす。
- (3) 約 50 mm 厚の砕石屑を表面に敷き、水の流れが直接当たるのを防ぐ。
- (4) 底面より 152 mm 水を満たし、25 mm 水位が低下するのに必要な時間を測る。測定値の変化が 10 % 以下になるまで測定を繰り返す。

一方、適正に機能しているシステムでも、地下水への硝酸塩やその他の塩類の到達により地下水汚染を引き起こす可能性がある。また、局所的な地下水位上昇が、地下水のバクテリアによる汚染や排水の地表流出による悪臭や健康面への悪影響を引き起こすこともありうる。したがって、最終的なシステムの密度が、こうした問題生起の可能性がある程度に達する所では、全体としての影響の事前評価が必要である。カリフォルニア州マリリン郡では研究の結果²²⁾、土壌処理システムの設置密度が増大すると、

- (1) 土壌処理システムの排水が、特に井戸による生活用水を汚染する恐れがあること。
- (2) 土壌処理システムに由来する硝酸塩が海岸付近の水資源にマイナスの影響を及ぼす恐れがあること。

が分かったため、こうした影響を防止するためにシステムの普及に当たって必要な要件として次の 3 つをあげている。

- (1) 生活用水の取水井戸がある所では、トレンチから地下水面までの距離は、風化した花こう岩地帯で 9 ~ 12 m、沖積層で 3 ~ 6 m 必要である。
- (2) 局所的な地下水の硝酸塩濃度が公共環境基準を超えないためには、住宅の密度は 0.6 ha あたり 1 軒以下でなければならない。
- (3) すべての土壌処理システムは、適正な維持管理のため、定期的に検査する必要がある。

ところで、連続的に負荷をかけるシステムには寿命があるといえる。ワインバ

ーガー等によれば腐敗槽＋土壌浸透システムの浸透能が完全に回復するためには、少なくとも1ヶ月休ませることが必要である。こうした目的をかなえる構造として2つのトレンチを準備しておき交互に使用するデュアル・システムが考案されている。

3) いろいろなタイプの各戸処理システム

排水中の汚染物質を適切に除去するためには、十分な厚さの不飽和土壌帯を通過させる必要がある。ヴィールスやバクテリアをろ過や吸着によって除去するためには、浸透トレンチの底部から地下水面に至るまでに、少なくとも0.9 mの厚さの土壌帯が必要であるという報告もある。ところが、こうした水理地質条件が満たされないような場所（すなわち地下水位が高い、粘土層・基岩等の不透水層が地表下浅いところにある。砂礫等非常に透水性の高い土壌である等の場所）において、排水の現場処理を行いたいというニーズも、まま生ずることがある。こうした場合のために開発されている処理方式のいくつかを紹介する。

(1) マウンド法

マウンド法 (Mound System) は、原地表面に土壌を盛り上げ、その中に設置したトレンチに給水するものである (図-2.6)。マウンド内を浸透する間に十分な浄化が行われるので、地下水位が地表下浅いところにある場合にも地下水汚染を招かないという発想である。このシステムは米国内の多くの地域で実用に供されているが、規模が大きくなることから、コストがかさむという欠点を有している。

(2) 蒸発散床法

蒸発散床法 (Evaporation Bed) は、原土壌を掘り起こし、そこに砂を平らに敷きつめて、その充填物質中の空隙を、排水の蒸発もしくは発散までの貯留空間として利用するものである (図-2.7)。腐敗層からの排水はこの床部分に放流され、上部に植えられた植物によって、排水の地表部への移動、蒸発が促進される。

この方法も比較的広い面積が必要

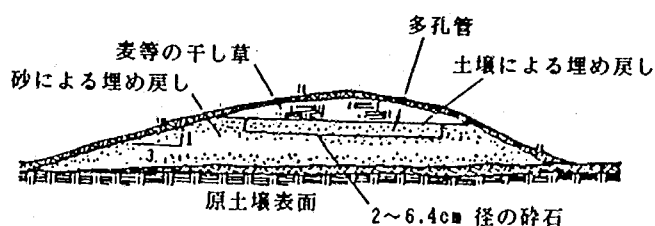


図-2.6 マウンドシステム

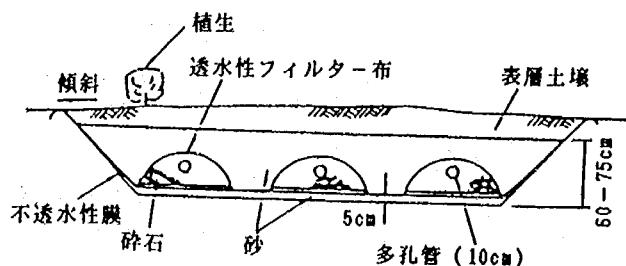


図-2.7 代表的な蒸発散床システム

とされ、コストがかさむのが欠点である。

(3) 間欠散水用砂フィルター法

間欠散水用砂フィルター法 (Intermittent Sand Filter) は、原土壤中に人工的に作った厚さ0.6~0.9 mの砂床に排水を散布するものである(図-2.9)。排水はこのフィルターを通過したのち、下部に敷設された集水暗渠で集められ、放流、浸透もしくは、場合によっては再利用される。

この方法では、フィルター上部にふたをしておかないと、悪臭が発生することがある。集水した水を再び上部から散水する、すなわち循環させることによって排水を好気性状態に保っておく方法もあり、循環砂フィルター法と呼ばれている。

また、土壌処理によって $\text{NO}_3\text{-N}$ による地下水汚染を防止するために、前処理で積極的に脱窒を図る工夫として、図-2.8のようなシステムが考案されている。これは、し尿排水に起因する NH_4 を図-2.9に示す

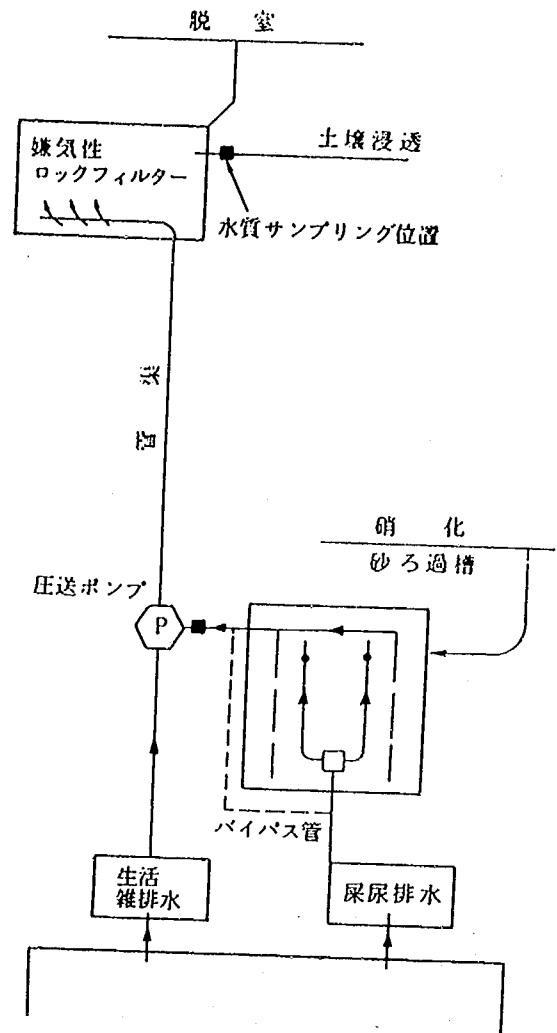


図-2.8 脱窒を目的とした前処理システムの概要

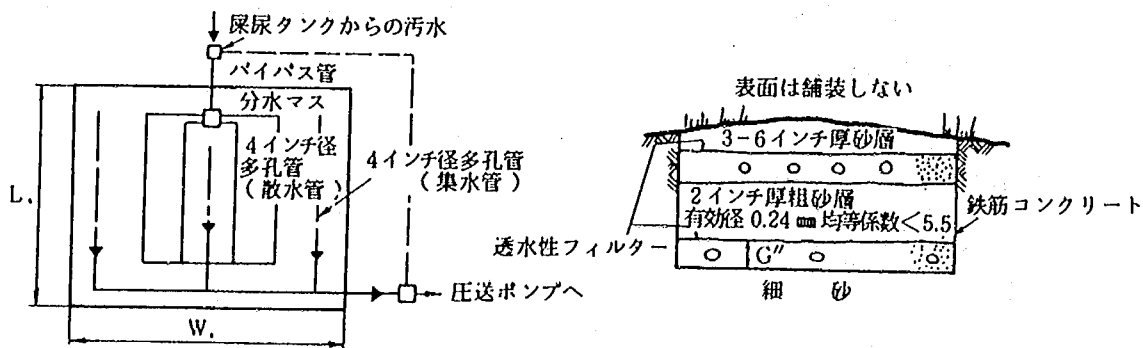


図-2.9 好気性サンドフィルター

サンドフィルター槽で硝化させ、 NO_3-N にした状態で、生活排水と合流させ、図-2.10に示す嫌気性のロックフィルター槽に滞留させるようになっている。 NO_3-N が生活雑排水中に含まれる有機物を炭素源とした嫌気微生物によって、 N_2 ガスに変えられて脱窒されるというわけである。2年間の現地実験の結果として、全体で平均70%の脱窒が行われていたという報告がある。（ただし、土壌浸透させる前の段階での値）

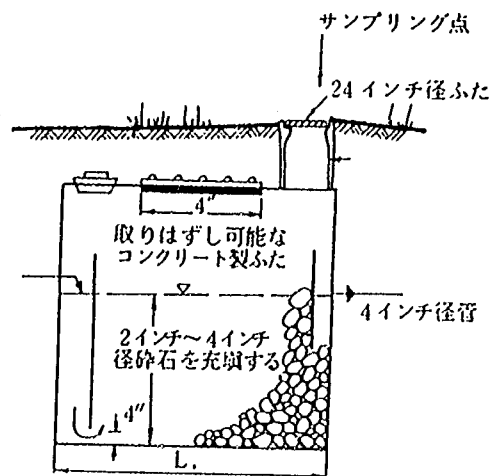


図-2.10 嫌気性ロックフィルター

2. 2 土壌処理における適切な負荷の考え方

生活排水を土壌浸透法により処理しようとする場合、最も大切なことは処理すべき汚水の性質、量と土壌の浸透性の間に適正な平衡が保たれるということである。例えば、かつて英国では多数の市町が土地灌漑法により下水を処理していたが、その殆ど総てが中止されてしまった。その大きな原因の一つとして、土壌の目づまりがあげられている。また、米国では腐敗槽処理水を土壌浸透により処理しているが、設置後、3～4年間にその約3分の1は故障し、12年後には大部分が閉塞し、その機能を喪失している。このような故障を少なくし、かつ出来るだけ永年使用するためには、土壌の浸透性が十分保持できるだけの量に汚水負荷量を制限する必要がある。したがって、土壌の選択を誤ると、膨大な土地を必要とし、その実施が不可能になる。

土壌浸透法により、生活排水を処理しようとする場合、予め調査すべき主要項目として次のものがあげられる。

① 汚水の性質

計画汚水量

前処理とその効果

水質：SS量

有機物量

また、特殊な排水も混入する場合は

有害物質の有無も調べる必要がある。

② 土壌の性質

立地条件

種類とその構成

浸透能

透過能

貯水能

その他

1) 土壌の浸透性と相互関係

排水処理の立場から、土壌の浸透性を保つために検討すべき事項をみると、次のような条件がある。

- (1) 排水が地表面から土壌中に十分浸入すること。
- (2) 浸入した排水が重力によって土壌中を浸透し、一定の距離を通過した後に地下水面に到達すること。
- (3) 地下水は一定の速度以上で、それ等浸入水を吸収し、流下すること。

以上の3者は互いに関連した事項であって、単独な現象として区別する事は困難であるが、しかしある程度区別して取り扱うことが必要である。一般に①は浸透 (Infiltration), ②は透過 (Percolation) と呼ばれているが、その使用法は必ずしも一定せず、その定義が明確化されていない。

何れにしても、負荷された汚水は透過している間に物理化学的及び生物学的に浄化されなければならないので、地下水面は常に一定以深に保たれている状態であることが要求される。浸透能以上に汚水を負荷すれば、汚水は地表を流下することになるし、透過能以上に負荷すれば、土壌中への浸入が不可能となる。また、地下水流速以上に負荷した場合は、汚水が土壌層中に充満し、浄化作用が行われなくなる。

2) 浸透

前述のように、土壌中の水の移動に関する言葉の定義がまだ明確ではない。

Infiltration と Percolation を区別して使用したのは Horton(1933年)^{4), 5)}とされているが、Infiltration という言葉はそれ以前にも、同じような意味で使われたことがある。何れにしても、排水処理の立場から排水が地表面から土壌中へ

浸入する現象 (Infiltration) と、浸入した水が地下水面まで到達する現象 (Percolation) とは、区別して取扱うことが必要で、一般には前者が後者を上回った状態で運営されているかどうか、土壌処理の成否の大きな鍵となる。

浸透を左右する条件としては、次のようなものがある。

(1) 地表の特性

植生の有無とその植生の種類、土壌粒子の配列と圧密度などがあり、トレンチ等で処理する場合、工事による土壌表面の圧密等は特に注意を要する。

(2) 土壌の種類と地質構造

土壌粒子の大きさは排水による閉塞と最も密接な関係にある。また、地質構造上の特性によって浸透能は著しく左右される。一般には理想的な均一性を保った地層は少ないので、同一地域でも、浸透能に大差を生ずる場合がある。

(3) 物理化学的条件

温度、粒子径の分布、粒子の化学的特質、コロイド粒子の多少、粒子の浸蝕度、吸着性など。

(4) 生物学的条件

一般には地表面に近い層で活発であり、生物膜の構成等により、目づまりを助長する一面、有機物の分解浄化作用に不可欠であり、また、同時に長期的に見れば汚水負荷が適切である場合、目づまりを防ぐ機能をも持っている。

3) 浸透能曲線とその測定

浸透機能は土壌により一定しているものではなく、それぞれの条件により変化するので、浸透処理施設を計画する場合は、予め、その地域について浸透能を実測しなければならない。実測には洪水型浸透計が適当と考えられ、径20～35cm前後のものが良いようである。余りに小径のものは取扱は便利であるが誤差を生じやすい。普通浸透能曲線は、時間 (t) と浸透速度 (f) との相関で示され、図-2.11のような型となる。

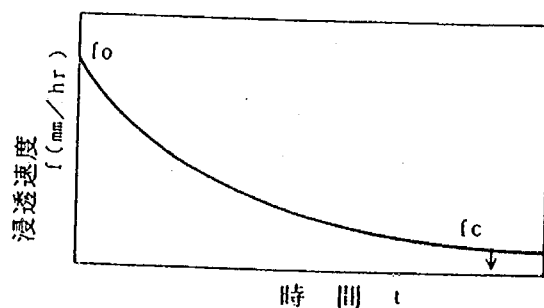


図-2.11 浸透能曲線

Horton^{(4), (5)}は浸透に対し、次式を与えた。

$$f = f_c + \mu e^{-Kt} \quad \text{-----} \quad (2.1)$$

f = 浸透速度 (時刻 t の値)

f_c = 長時間後の浸透速度 (mm/h)

$$\mu = f_0 - f_c$$

f_0 = 初期浸透速度

K = 土壌・地表構造等による定数

このうち、汚水処理に必要なのは f_c でこれを出来るだけ正確に測定することが望ましい。以前は f_c は土壌により、ほぼ一定の値をとると考えられたが、条件により相当変化するので、個々に測定する必要がある。

参考のために f_c 実測値例をあげると、次のようになる。

農地	裸地	6 ~ 220 mm/hr
	柔面	20 ~ 290 mm/hr
細砂, 粘土質土壌	裸地	2 ~ 25 mm/hr
	柔面	10 ~ 30 mm/hr

排水負荷水量は f_c 値を資料として決定することが、現状では最も合理的と考えられる。即ち、実測された f_c 値にある係数を掛けて汚水負荷量を求める方法で、具体的計算法は後節で述べる。

4) 汚水負荷量について

浸透能は清水を用いて測定される。しかし、汚水中には清水と異なり、種々の成分が含まれているので、土壌の浸透に与える影響は著しく大きく、また、予測し難い因子も含まれている。例えば、土壌浸透処理は一種のろ過処理であり、ろ過の原理は種々の要因により左右される。Ives^{(6), (7)}はその現象を次の式で表現した。

$$-\frac{dC_{ss}}{dL} = \lambda_0 \left[1 + \frac{\beta p \Omega d}{\varepsilon} \right] y \left[1 - \frac{\Omega d}{\varepsilon} \right] z \left[1 - \frac{\Omega d}{(\Omega d) u} \right] x \quad C \quad \text{---} \quad (2.2)$$

Ωd = ろ層単位容積中のSpecific deposit容量 (dimensionless)

ε = 空隙率

$(\Omega d) u$ = 満杯時の Ωd

β = ろ層packingに関する係数

λ = 透過係数 , $\lambda \propto (\Omega d / v)$

v = interslital velocity

C_{ss} は流入水中の浮遊物質 (s s) , L はろ層の深さである。何れの項も, s の挙動を中心に行っている。

土壌の浸透による汚水中の s と, 浸透との関係をもっと分かり易くするためには, 土壌のある断面を瞬時に排水が通過すると考え, その時の土壌粒子も, s 粒子も共に球形であり, 一定の規則正しい粒径と, 配列をしていると仮定する。

そして, 土壌粒子の径が粗砂 (2~0.2

mm), 細砂 (0.2~0.02mm), シルト (0.0

2~0.002mm), 粘土 (0.002以下) として

通過できる最小粒子径を計算してみると, 表-2.1 のようになる。以上の例を

みると粘土では 0.8μ 以下の粒子は通

過できないので, 実際には, 細菌さえ,

容易には通過できないことを示している。言い替えれば, 汚水中の s によって,

目づまりが生ずる割合は土壌構成粒子の粒径に大きく左右される。

土壌の目づまりを単純に物理的な作用と考えるだけでも, 排水負荷量決定に対

して, 如何に土壌粒径が大きな要素であるかを理解できるであろう。したがって,

汚水土壌処理に際しては前処理によって, これ等目づまりの原因となる物質をで

きるだけ除去することが, 施設の機能を長持ちさせる条件となる。

5) 負荷量の水質

前節では, 専ら汚水中に含まれている s と負荷量との関係について述べたが,

直接, 物理的には浸透能に s 程大きな影響を与えない溶存性物質も, 実際には

かなり影響する。無機イオンでは Na^+ や Fe^+ で, これ等は浸透能を低下させる。

しかし, 生活排水処理の上から最も注目すべきことは BOD で表現される有機

物質で, これは次の2方面から考慮する必要がある。

(1) 汚水処理の立場

汚水処理の大きな目的は排水中の有機物を分解し, 公共用水の有機汚染を防止

することである。このためには浸透した汚水は, 地下水面に到達するまで, ある

いは排水管渠によって排水されるまでに十分な浄化作用を受けなければならない。

表-2.1

土壌種類	粒 径 (cm)	通過可能最大径 (μ)
粗 砂	0.2 ~ 0.02	8.28 ~ 82.8
細 砂	0.02 ~ 0.002	82.4 ~ 8.28
シ ル ト	0.002 ~ 0.0002	8.3 ~ 0.8
粘 土	0.0002 ~	0.8 ~

(2) 浸透能保持の立場から

他方、溶存性BODの高い汚水は、土壤中に侵入してから、土中に生存する生物によって摂取され、一部はその生活エネルギー源として分解されるが、一部は体内成分に同化される。即ち、溶存性物質が、土壤内で生物作用によって固形物化される。これは生物体そのものの形成の外に分泌物としても固体に変えられる。生物膜などで、これが土壤中の空隙を閉塞し、浸透能を低下させる。土壤による汚水の浸透処理の障害となる目づまりの原因の一番大きなものが、この生物作用と考えられる。以上の点からみても、単にSS量のみでなく、浸透性を保持し、かつ、汚水を浄化するためには、その負荷量を有機物質量の立場からも検討しなければならないことが理解できる。

6) 生活排水の負荷量の決定

今まで述べたように、生活排水の土壤浸透処理を行う場合第1に考えるべきことはその浸透能力であり、これは長期間における見通しを必要とする。第2に汚水の負荷量を長期間に渡って浸透能と調和のとれた限度に定めなければならない。

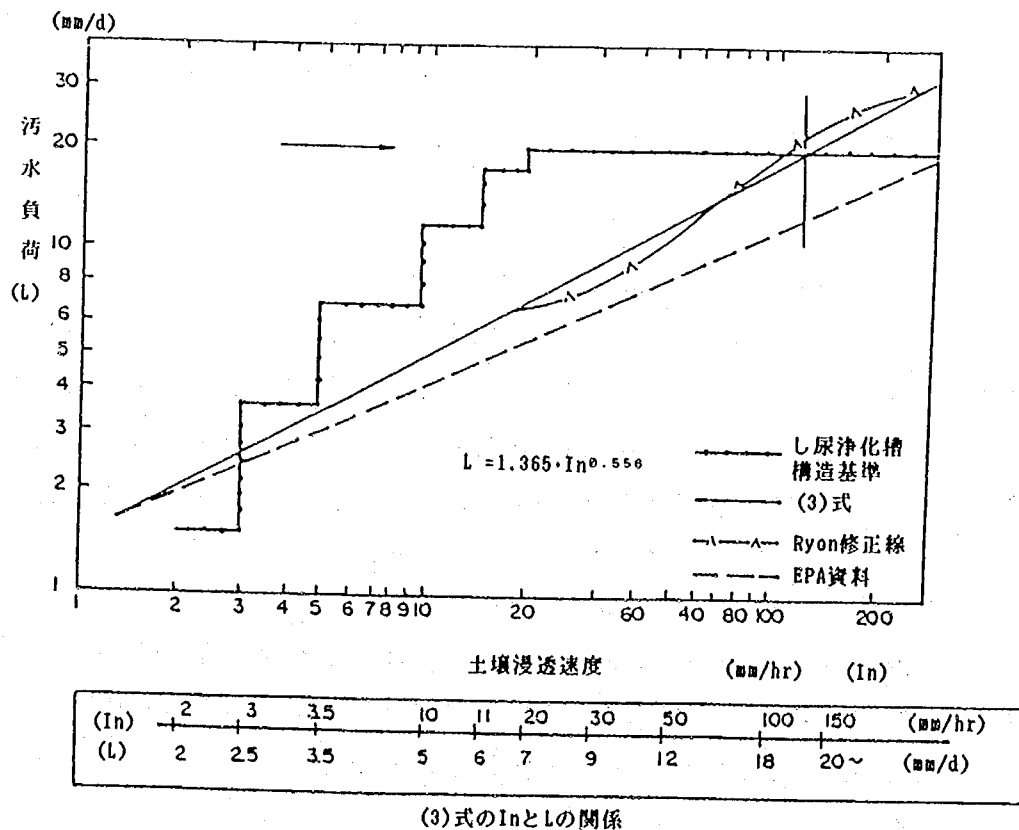


図-2.12 土壤の浸透能力と許容負荷量の関係 (洞沢)

その調和については水量のみならず，水質の立場からも十分に検討しなければならない。浸透能 f_0 は種々の条件によって変動するので，施設を設ける場合，個別的に推定しなければならない。浸透能の測定は一般に清水を用いて行うが，これは単なる目安であって，この値から適当な汚水負荷量を推定しなければならない。

ヨーロッパ諸国，アメリカなどの今までの諸例から，生活排水に妥当だと思われる数値を検討してみると，図-2.12 の最新案に示した線が実用上適当な清水による浸透能と，汚水負荷（前処理を施したもの）量との相関を表示しているものと思われる。この関係は次式で表現できる。

$$L = 1.365 \cdot I_n^{0.556} \quad \text{-----} \quad (2.3)$$

L = 汚水負荷量 (mm/d)

I_n = 清水による浸透能 (mm/hr)

以上から，生活排水処理に必要な標準的な負荷面積(A)は次式によって推定できる。

単独処理の場合の必要面積

$$A = \frac{50}{L} = \frac{50}{1.365 \cdot I_n^{0.556}} \quad (\text{m}^2/\text{人}) \quad \text{-----} \quad (2.4)$$

ただし，50 は代表的水量 (l/人・日)

合併処理の場合の必要面積

$$A = \frac{200}{L} = \frac{200}{1.365 \cdot I_n^{0.556}} \quad (\text{m}^2/\text{人}) \quad \text{-----} \quad (5)$$

ただし，200 は代表的水量 (l/人・日)

ただし，長期間の安定を望む場合は，出来るだけ汚水負荷量を小さくとると共に，予備地を十分に用意しておくことが望ましい。参考のために，長年大量の都市下水を処理してきた Berlin と Paris の実績をみると，次のようになる。Berlin では今もなお，かなりの汚水を土壤浸透法により処理しており，その流出水はかなり安定している。汚水負荷量が，小さいことに注目すべきであろう。

Paris 8.9 l/m²・d (1923年の状態)

Berlin 3.5 l/m²・d (1910・1926年の状態)

また，Berlin においては畑を区分し，交互に休養しながら使用しているが，これは灌がい畑を長持ちさせる必要条件と言えるであろう。

2.3 わが国における土壌処理の事例

わが国では、生活雑排水の放流先がない地域において、古くから庭先に設けた素堀の浸透井戸等へ排水を流し込み処理する方法が行われてきた。しかし、この方法による処理では、排水中の固形物質や有機成分が浸透土壌の表面に付着して目づまりを起こしたり、悪臭を発生したりする問題点があった。この目づまりの問題は、施設に沈澱槽や網を設置したり、浸透施設を複数設置して交互使用することにより、かなり防止できることが確認されている。

そして、現在では前処理施設として沈澱槽や曝気槽等を設け、その次の処理として浸透トレンチ等を用いた土壌処理施設による、試験調査が各方面で取り組まれている。

トレンチ等による排水の土壌処理はここ十数年の技術であり、運用方法及び実用化に向けた施設の処理能力の評価に関しては、まだ十分であると言えない。自治体では、各々の施設による事例を基にした指導要綱等が作られ、試験運用されているのが現状である。

ここでは、わが国における雑排水の土壌処理の事例について、その数例を紹介することとする。

1) 神奈川県葉山町の例

葉山町では、合流式下水道の代替案として、葉山方式と呼ばれる土壌処理方式を計画した。これは、し尿浄化槽の排水と家庭生活雑排水の両方を浸透式トレンチで処理するものである。

1戸(4人家族)に対して土壌浄化処理施設を設置し、放流水BOD $30\text{mg}/\ell$ をトレンチに流入させることを考える。トレンチ(主: $2\text{m}/\text{人} \times 4$, 副: 5m)の片側 7m を浸透影響域とすると4人家族に対して家屋も含めた必要最低面積は 360m^2 となる。

2) 長野県須坂市、箕輪町の例

(1) 処理方法

施設の構造は、図-2.13に示した通りである。厨房、浴室、洗面所等から排出される生活雑排水を、沈澱槽に流入し、ここで汚水中の固形物をろ過・沈澱させる。その後、トレンチへ導き、ここで土壌処理を行う。トレンチは、目づまり対策に予備トレンチを併設している。

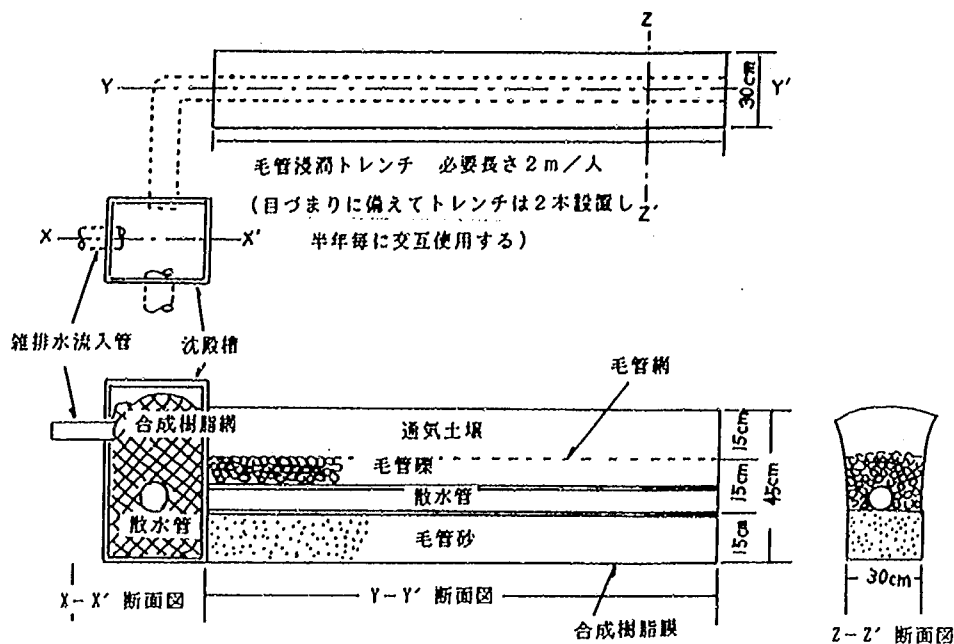


図-2.13 土壌処理施設

(2) 処理能力

土壌処理による処理水水質の結果を表-2.2 に示す。これによれば，BOD，COD，T-P等全般的にかなり良好な結果が得られている。

表-2.2 雑排水トレンチ処理における平均水質及び除去率

(単位：mg/ℓ，但し除去率は%)

所在地	設置年	処理人員	区 分	調査回数	SS	BOD	COD	T-N	T-P	C ㉔	調査年
箕輪町	年 昭52	6 人	流入水	5 回	46	130	58	13	2.0	61	昭54
			浸透水		10	1.3	2.7	5.4	0.06	36	
			除去率		78	98	92	30	95	-	58
須坂市	昭55	4	流入水	6	53	160	67	11	2.6	52	昭57
			浸透水		5	2.9	3.9	5.5	0.06	45	
			除去率		89	98	93	42	97	-	59

注) 除去率はC ㉔の減少率を雨水等による希釈率とみなして補正している。

3) 奥多摩郷土資料館の例

(1) 処理方法

1次処理水として，し尿（多室型腐敗タンク）と雑排水（沈澱分離槽）を別系統で処理し，この処理水を循環接触曝気槽で合併して2次処理を行う。これに続

き2次処理水は、2次処理装置のあるダムサイトから標高差で約150mのヒノキ林に高揚程ポンプで揚水させる。その後、分水槽を通じ32m,16本の箱型鋼の散水板を納めたトレンチから毛管浸透させる。

(2) 処理能力

日平均汚水量 $20\text{ m}^3/\text{日}$ （処理対象人員300人）の排水処理を行うものである。

昭和53年8月から昭和54年9月までの結果から、2次処理水のBODは、 $9.4\sim 0.6\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、平均 $3.2\text{ mg}/\text{ℓ}$ であり、土壌処理水は $2.1\sim 0.0\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、平均 $0.8\text{ mg}/\text{ℓ}$ で75%の除去率を示した。T-Pについては2次処理水が $3.5\sim 0.4\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、平均で $2.4\text{ mg}/\text{ℓ}$ であり土壌浸透処理水は $0.2\sim 0.0\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、平均 $0.03\text{ mg}/\text{ℓ}$ で98%の除去率を示した。

T-Nは、2次処理水が $4.1\sim 46\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、平均 $27\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、土壌浸透処理水は $3.1\sim 22\text{ mg}/\text{ℓ}$ 、平均 $15\text{ mg}/\text{ℓ}$ で45%の除去率を示している。

4) 兵庫県朝来郡和田山町久世田の例

(1) 処理方法

土壌式長水路型循環接触曝気方式で、家庭雑排水、し尿排水をスクリーンを通過させた後、沈澱槽にため土壌式接触曝気槽を通過させ、トレンチにより土壌中に徐々に浸潤・拡散させ汚水を浄化させる。処理施設のフロー

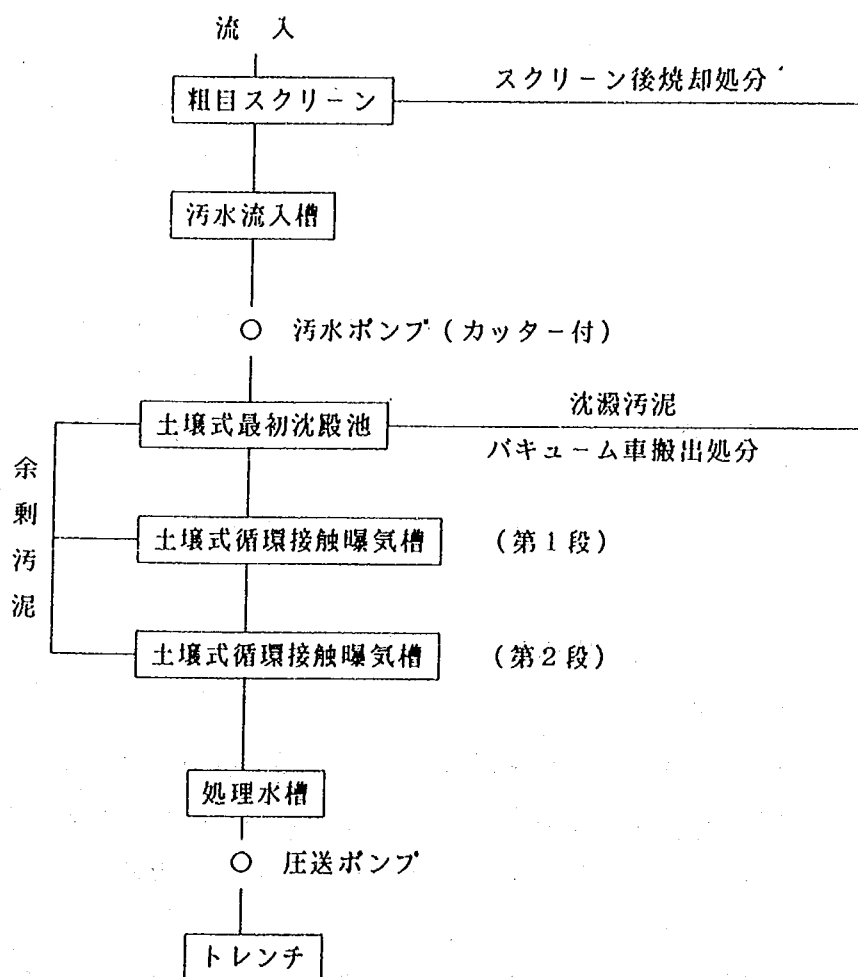


図-2.14 処理施設のフロー

図を図-2.14 に示す。

(2) 処理能力

この施設は計画日最大汚水量330 ㍻／人・日で計画され、水質ではBOD 90%，SS 87%の除去率である。ただし、地下水量は、雨水等の外部から浸入する水量を考えている。汚水量及び水質等の設計諸元は以下の通りである。

① 計画汚水量及び水質

単位汚水量

日最大汚水量	300 ㍻／人・日
地下水量	30 ㍻／人・日
計画日最大汚水量	330 ㍻／人・日
計画日平均汚水量	$330 \times 0.8 = 264$ ㍻／人・日
計画時間最大汚水量	$330 / 24 \times 2.5 = 34.4$ ㍻／人・時
単位BOD・SS量	BOD : 60g／人・日
	SS : 60g／人・日

② 計画水質

流入水	BOD	200ppm (60g／人・日)
	SS	200ppm (60g／人・日)
放流水	BOD	20ppm (除去率90%)
	SS	25ppm (除去率87%)

5) 山形県羽黒町の例

(1) 処理方法

ここでは、土壌式接触循環曝気方式を用いている。土壌式接触循環曝気方式は、上部を通気性のある土で覆い、礫を詰めた槽の中に汚水を流してポンプで空気を送り込むと多種の微生物が汚水に含まれる有機物等を食べ、汚水を浄化させるという汚水処理施設である。

処理された汚水は下水管路へ流される。余剰汚泥はバキューム車によって搬出し、焼却処分される。この処理法は処理槽の上部を土壌で被覆するため、積雪寒

冷地においても水温が下がることなく活性汚泥の働きは損なわれない。したがって、処理効率は年間を通じて安定している。

礫層内は比較的好気性を保っているため、水中礫層に付着した微生物は衰弱することが少ない。したがって、その都度、種汚泥を運搬する必要がなく、機能回復が速い。

(2) 処理能力

この処理施設における、汚水量、処理水質の設計諸元は次の通りである。ただし、地下水量は、雨水等の外部から浸入する水量を考えている。

計画汚水量 : () は標準

日平均給水量 250 ㍔/人 (240) (A)

日最大給水量 315 ㍔/人 (300) (B) = $\frac{(A)}{0.8}$

地下水量 35 ㍔ (30) (C) = (B) × 10%

計画汚水量原単位 : () は標準

日平均汚水量 285 ㍔/人 (270) (D) = (A) + (C)

日最大汚水量 350 ㍔/人 (330) (E) = (B) + (C)

時間最大汚水量 34.3 ㍔/人 (32.5) (F) = $\frac{((B) \times 2.5 \text{倍}) + (C)}{24 \text{時間}}$

汚濁負荷量 BOD 68 g/人・日

SS 59.5 g/人・日

流入水質 BOD $\frac{68 \text{ g}}{0.35 \text{ m}^3} = 194 = 200 \text{ mg/㍔}$

SS $\frac{59.5 \text{ g}}{0.35 \text{ m}^3} = 170 = 200 \text{ mg/㍔}$

除去率 BOD 90 %

SS 80 %

放流水質 BOD $200 - (200 \times 0.9) = 20 \text{ mg/㍔}$

SS $200 - (200 \times 0.8) = 40 \text{ mg/㍔}$

6) 栃木県小山市の例

沈澱槽に毛管浸潤トレンチを組み合わせた方式を用いている。厨房、浴室、洗面所等から排水される生活雑排水を沈澱槽に流入し、ここで汚水中の固形物をろ過・沈澱させる。その後、毛管浸潤トレンチへ導き、ここで土壌処理を行う。

施設の構造基準は表-2.3 のように定めている。

表-2.3 小山市家庭雑排水の処理指導要綱に基づく
小規模処理施設の構造基準

(1) 沈澱分離ろ過槽
① 槽の総容量は時間あたり最大排出量の2倍程度とする。 ② 槽内の雑排水の流れは全面均等分流または対角流とすること。 ③ 導水管はできる限りT字管とし、その下端の位置は有効水位の1/4程度とすること。 ④ 沈澱物流出防止せき、または浮遊物除去網を設けること。 ⑤ ろ材ろ室のあるもの。 ⑥ 固形物除去率65%以上、BOD除去率50%以上とする。
(2) 土壌毛管浄化装置
① 雑排水集水ますの中にとろ過室を設けること。 ② 排水は細長い溝(トレンチ)の中に導き、トレンチは水平にすること。 ③ トレンチは幅30cm、深さ60cm、1人当り2m以上とする。 ④ 素掘りのトレンチの底にトレンチシートを敷き、順次、粗砂碎石、その上にトレンチ網をかぶせ、最後に土をかぶせること。

7) 茨城県霞ヶ浦流域の例

霞ヶ浦の水質汚濁防止の一環として、流域内の家庭雑排水の処理を行っている。実際の処理能力等については整理された資料はないが、現在利用している方式の長所・短所、維持管理について「霞ヶ浦をきれいにしよう～生活雑排水対策推進のために～（茨城県環境局・霞ヶ浦問題協議会）」に整理されている。土壌処理方式による雑排水処理に関しては、以下のように記述（抜粋）されている。

「土壌処理方式」

生活雑排水を散水槽により土壌浸透させ、土壌の地表面（0～60cm位）に棲息する微生物等により浄化する方式である。（図-2.15）

(1) 利点

- ① 維持管理が比較的簡単である。
- ② 高度な浄化が期待できる。
- ③ 地下浸透のため、放流先がなくとも設置できる。

(2) 欠点

- ① 広い面積（1人当たり約4m²）が必要である。
- ② 土質（強粘土、砂礫土）、地形（傾斜地）、地下水位（地表面より2m以内で地下水が出る区域）によっては設置できない場合がある。
- ③ 目づまりを起こす恐れがある（目づまりを起こした散水槽は6ヶ月程度使用を休止すると、目づまりが回復するので、同一規模の予備散水槽を設置し、6ヶ月程度の間隔で交互に使用するとよい）

(3) 維持管理

- ① 前処理槽のろ過網に捕捉された固形物を2週間に1回程度必ず清掃すること（捕捉された固形物は土に埋める。あるいは、代りのろ過網を2～3枚用意し、固形物が入ったままのろ過網を土に埋めておくと、固形物は分解されるので、分解後ろ過網を掘り出し、再利用する。）
- ② 散水槽上周辺の土壌は、踏み固めたり、コンクリート等で舗装しないこと。
- ③ 散水槽上周辺に植物を植えることは、植物により、窒素、リン、水分等の吸収が行われたり、植物根周辺における微生物の活動が活発化するなど土壌処理に好影響を与える。但し、根が長くなる植物の場合は、散水管の開口部

に根が侵入し閉塞させる場合があるので注意すること。

植物は、過湿に強く、成長の早いものや刈り込みが可能なものを植えるとよい。

(4) 家庭での設置上の留意事項

処理法式は、できるだけ次の要件を満たす場所を選定することが必要である。

- ① 土壌微生物の活動を助長するため、日当りの良い場所とする。
- ② 雨水が流れ込んだり、雨水の流路になるような場所は避ける。
- ③ 隣地に建物、塀等の構造物がある場所、地表面がコンクリート舗装されている場合は、1 m以上離して設置すること。
- ④ 井戸水を飲料水として使用している場合は、井戸から30 m以上離すこと。

(5) 参考

目づまりのめやす

- ① 散水管の末端に設置されている点検口に、常時水がたまっている。
- ② 散水管の流入部の槽の水位が常時散水管底（陶管底）より上にある。

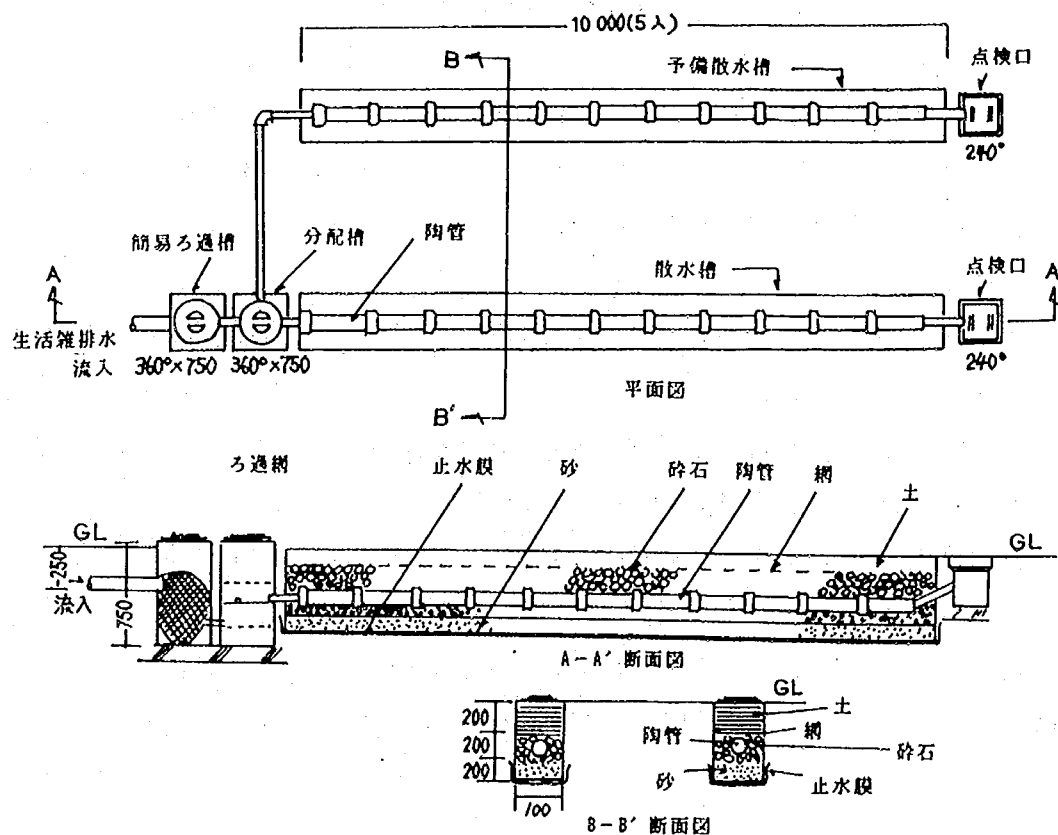


図-2.15 土壌処理施設の1例

第3章 土壌処理の実験的研究

3.1 北浦村における土壌処理施設の機能調査

昭和57年12月，茨城県行方郡北浦村に設置した一般家庭（4人家族）の生活雑排水土壌処理施設に集水施設を付加し，土壌帯の浄化能力の把握を目的とする調査を行った。

3.1.1 施設の構造

施設は図-3.1 に示すように，長さ10mのトレンチを中心に構成されている。トレンチは2連設置されており，一方は碎石底面に不透水性の膜が施されている構造であり，もう一方は膜のない構造になっている。

トレンチの手前には，雑排水中の固形物を取り除くための網を取り付けるマスと，各トレンチに分水するマスが設置されている。トレンチは地表面下40cmに設置されている。また地表から70cm，100cmの位置に2連のトレンチにまたがる形でビニール製の集水膜が設置されており，集水した水を塩ビ管でマスに導き，採水できる構造になっている。

3.1.2 実験方法

昭和58年度は，トレンチ構造の違い（碎石底面の止水膜の有無）による土壌帯の浄化能力の比較及び季節による土壌帯浄化能力の変化の有無を調べることを目的とし，約1ヶ月半おきに2本のトレンチを交互使用し，原水（分水マスから採水），浸透水（深さ70cm，100cmから集水したもの）の水質分析を行うとともに，周辺土壌の水溶性成分の分析（乾燥重量100gの土壌に500ccの蒸留水を加え，かくはん後ろ過したろ液を分析する※土壌工学基準による）を行った。

昭和59年度は，長期的な浄化能力の継続性を調べることに主眼を置き，昭和59年3月14日から碎石底面に止水膜のないトレンチを継続使用し，約8ヶ月経過した時点から，3回に渡って原水及び浸透水の水質分析を行った。

昭和60年度は，長期的な浄化能力の継続性の調査として，止水膜のないトレンチによる原水及び浸透水の水質分析を3回行った。さらに，1日の負荷変動，浄化能力の変動を把握するため，20時間の1時間毎における流入水及び浸透水の水量，水質，水温，トレンチの地温及び気温を測定した。また，昭和58年度

の周辺土壌の水溶性成分分析と比較するために同様の分析を行い、同時に土壌の化学的性質及び物理的性質について測定を行った。

昭和61年度は、止水膜のないトレンチによる原水及び浸透水の水質分析を4回（その内、最初の1回は、止水膜有りのトレンチへ通水した状態で、浸透水を採水した。）引き続き行うと共に土壌の分析（土壌吸着量試験※建設省河川砂防技術基準（案）による）を行った。水質分析は、「水質試験法」（（社）日本工業用水協会編）に従って行った。

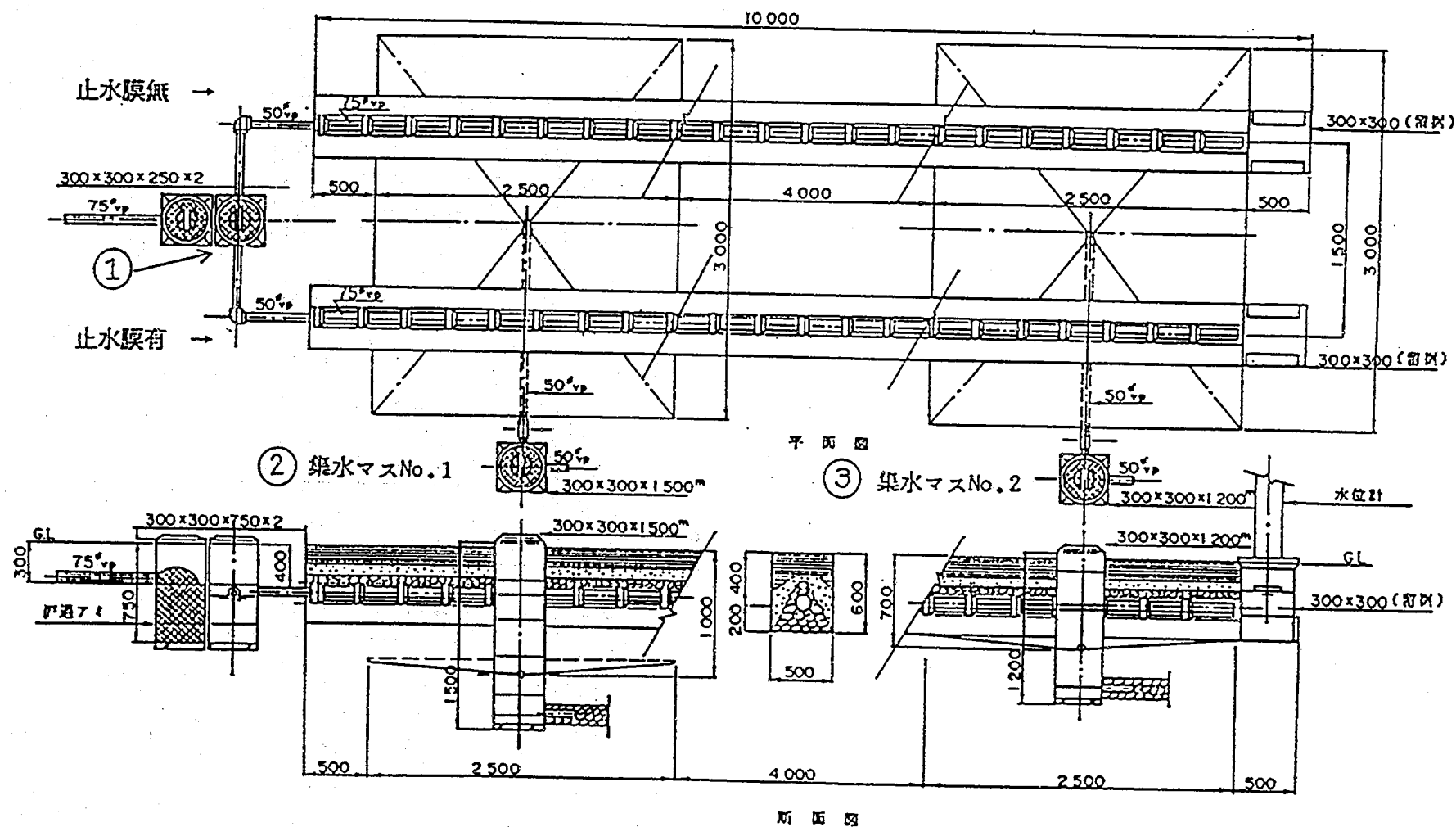


図-3.1 浸透式トレンチによる雑排水処理施設

3. 1. 3 実験結果

1) 止水膜の有無による浄化能力の比較

表-3.1 は、止水膜の有無による違いを見るために、平均値として整理したものである。図-3.2(1), (2)は、昭和58年5月18日から昭和61年12月13日までの調査結果を除去率として、各水質項目について土壌帯による除去率

$$\text{除去率} = \left(1 - \frac{\text{処理水水質の平均値}}{\text{原水水質の平均値}} \right) \times 100$$

をグラフにしたものである。グラフに記されている○印が深さ100cm（集水マス1）からの浸透水、□印が深さ70cmからの浸透水に対応する値である。NO₃-N、の除去率を除けばBODで88~95%、CODで84~90%、T-Nで53~76%、T-P62~94%のように継続した高い除去効果が認められた。また、止水膜の有無による浄化能力の差は見られなかった。

表-3.1 止水膜の有無による除去率の比較

年 度	昭和58年度									
期 間	昭和58年2月22日~59年2月2日（止水膜無）					昭和58年5月18日~59年3月14日（止水膜有）				
	平均水質 (mg/l)		平均除去率 (%)			平均水質 (mg/l)		平均除去率 (%)		
採水位置	原水	処理水①	処理水②	処理水①	処理水②	原水	処理水①	処理水②	処理水①	処理水②
PH	6.8	7.1	7.1	-	-	6.8	7.1	7.1	-	-
SS	51	11	8	78.4	84.3	51	25	11	51.0	78.4
BOD	70.7	3.1	3.3	95.6	95.3	70.7	8.3	6.4	88.3	90.9
COD	32.8	3.8	3.3	88.4	89.9	32.8	5.0	3.6	84.8	89.0
NH ₄ -N	0.67	0.04	0.03	94.0	95.5	0.67	0.06	0.04	91.0	94.0
NO ₃ -N	0.70	0.88	1.85	*	*	0.70	1.86	2.17	*	*
T-N	5.39	1.30	2.23	75.9	58.6	5.39	2.32	2.52	57.0	53.2
PO ₄ -P	0.08	0.01	0.02	87.5	75.0	0.08	0.02	0.02	75.0	75.0
T-P	0.47	0.03	0.04	93.6	91.5	0.47	0.18	0.04	61.7	91.5

*印は除去効果のないものである。

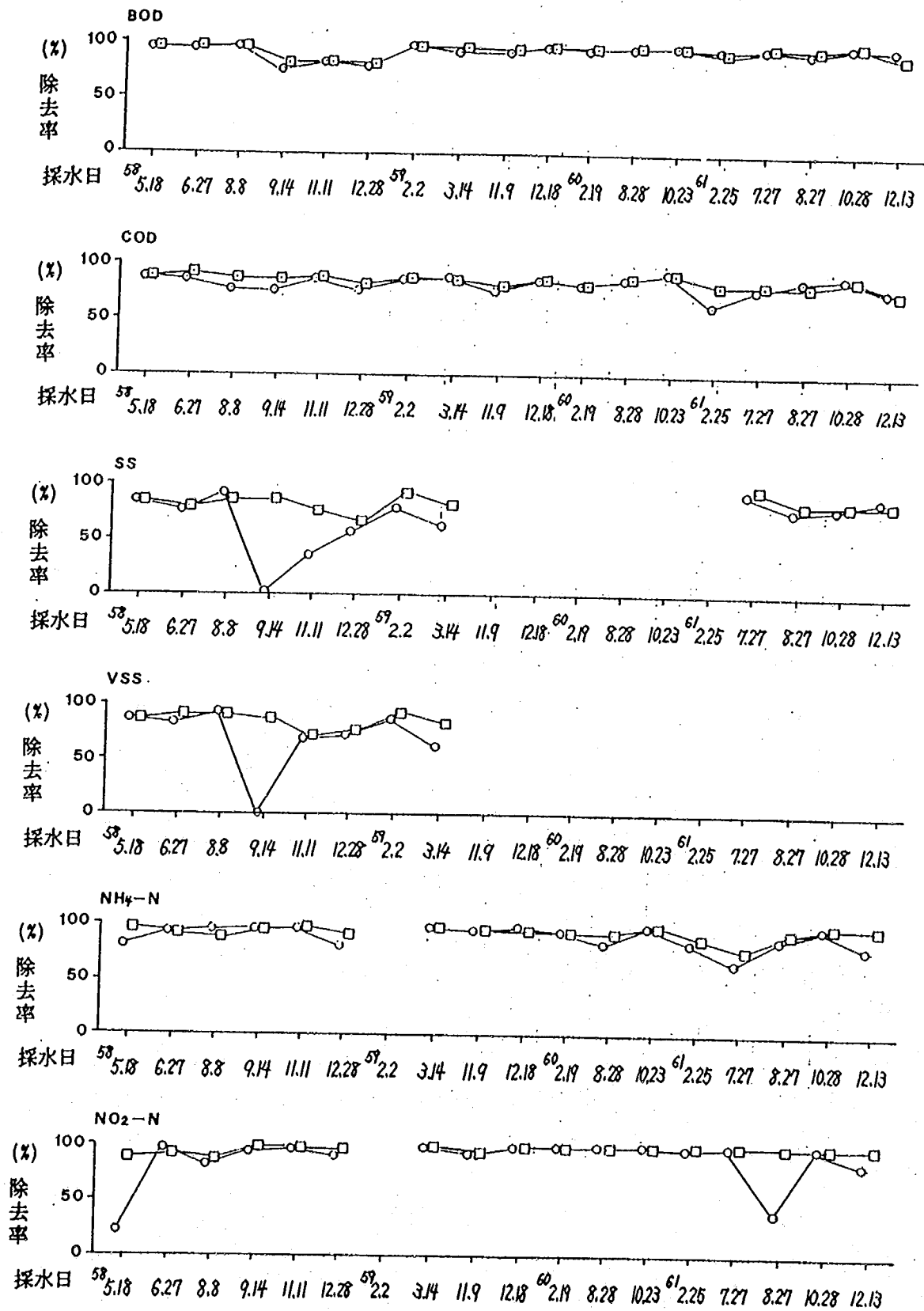
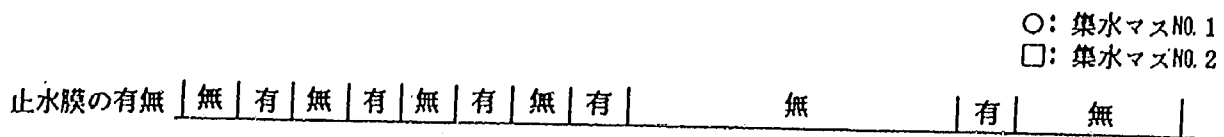


図-3.2 (1) 除去率の変動

○: 集水マスNo. 1
□: 集水マスNo. 2

止水膜の有無 | 無 | 有 | 無 | 有 | 無 | 有 | 無 | 有 | | 無 | | 有 | 無 |

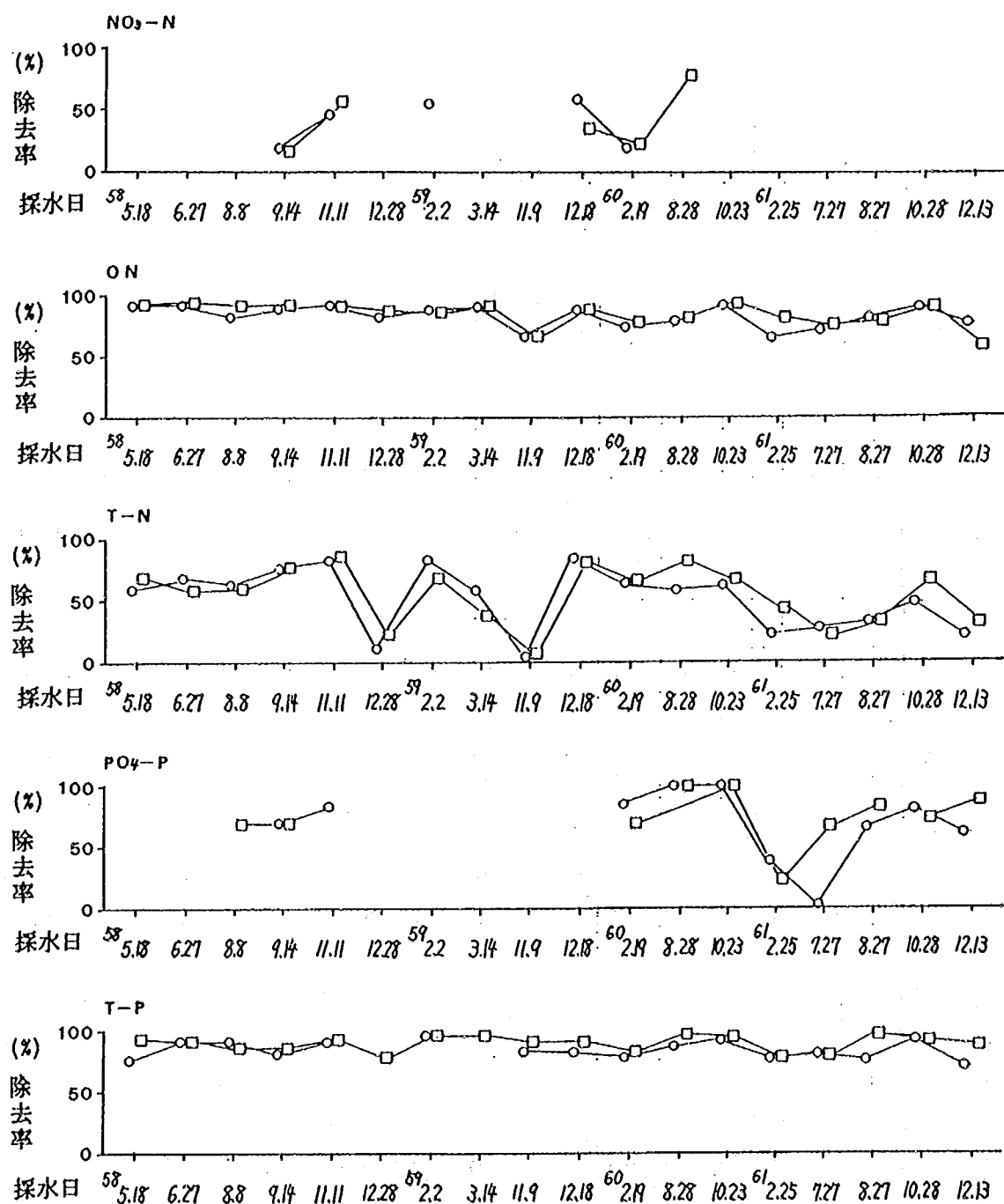


図-3.2 (2) 除去率の変動

2) 長期的な浄化能力の継続性

昭和59年11月8日から61年12月13日まで、砕石底面に止水膜の無いトレンチを継続使用し、原水及び浸透水の水質分析を行った。その結果が表-3.2である。

これから、先に示した図-3.2(1),(2)と合わせて見ると、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去率が低いのを除けば他の項目についてはほぼ50~90%という高い除去効果が継続して期待できることが確認できた。各々の除去率は、BODで95%, CODで84%, T-Nで54~61%, T-Pで81~90%であった。

また、58年2月と61年2月に行った土壌の水溶性成分分析(地表面下70cm, 100cmの平均)の結果を比較した。その結果、58年2月は、BODで6.7 mg/ℓ, CODで14.5 mg/ℓ, T-Nで2.24 mg/ℓ, T-Pで0.11 mg/ℓであった。61年2月は、BODで7.4 mg/ℓ, CODで28.4 mg/ℓ, T-Nで2.14 mg/ℓ, T-Pで1.97 mg/ℓであった。

トレンチのT-Nの除去率が50~60%にもかかわらず、土壌に吸着したT-Nは変化していない。これから、脱窒によってNが分解されたことがわかる。また、T-Pは0.11 mg/ℓから1.97 mg/ℓと大きく増加していることから、Pは土壌に吸着されたものと考えられる。

3) 浄化能力の24時間連続調査

トレンチの1日の負荷変動、浄化能力の変動を把握するため、昭和60年8月28日午前5時から29日午前1時まで20時間の間、1時間毎に流入水及び浸透水の水量、水質、水温並びにトレンチの地温及び気温を測定した。図-3.3は、原水と処理水②(地表から100cmの位置に設置した集水膜で集めた浸透水)の水量の時間変化を示している。これから、浸透に要する時間は、1~2時間であることがわかった。また、トレンチへの1日の総流入量は、1020ℓで、4人

表-3.2 長期使用による平均除去率

(止水膜無しの場合)

年 度	昭和59~61年度				
期 間	昭和59年11月8日~61年12月13日(止水膜無し)				
	平均水質 (mg/ℓ)			平均除去率 (%)	
採水位置	原水	処理水①	処理水②	処理水①	処理水②
PH	6.6	7.1	7.0	-	-
SS	29	6.7	8.0	70.0	72.4
BOD	54.1	2.4	2.9	95.7	94.6
COD	31.9	5.3	4.9	83.4	84.8
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.64	0.07	0.04	89.4	94.2
$\text{NO}_3\text{-N}$	2.65	2.50	2.02	5.7	23.8
T-N	7.24	3.33	2.80	54.0	61.3
$\text{PO}_4\text{-P}$	0.06	0.02	0.02	69.0	72.4
T-P	0.47	0.09	0.05	80.9	89.6

*印は除去効果のないものである。

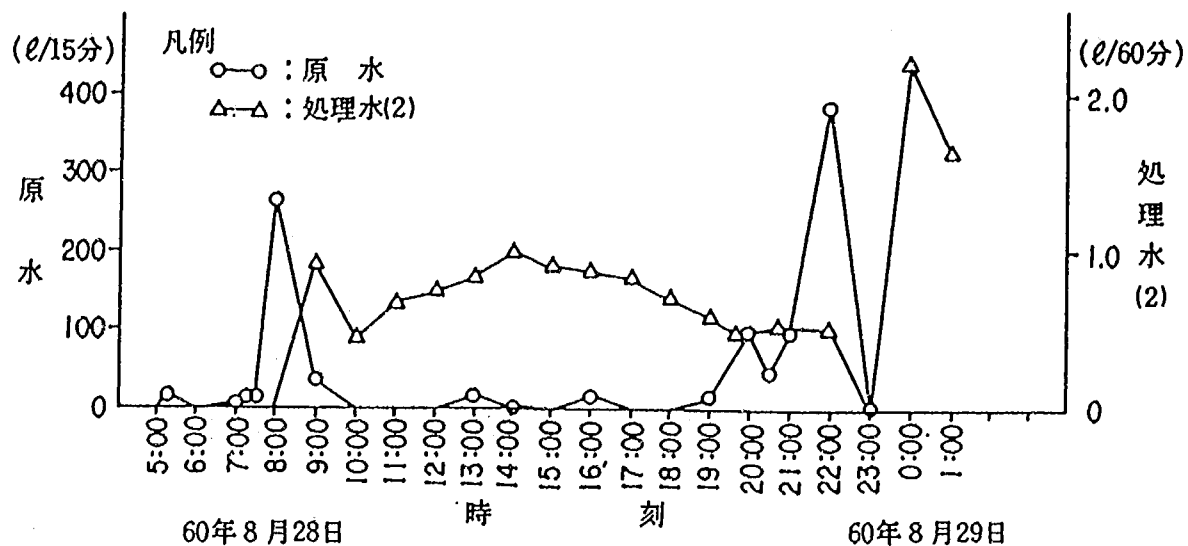


図-3.3 20時間における流入・流出量

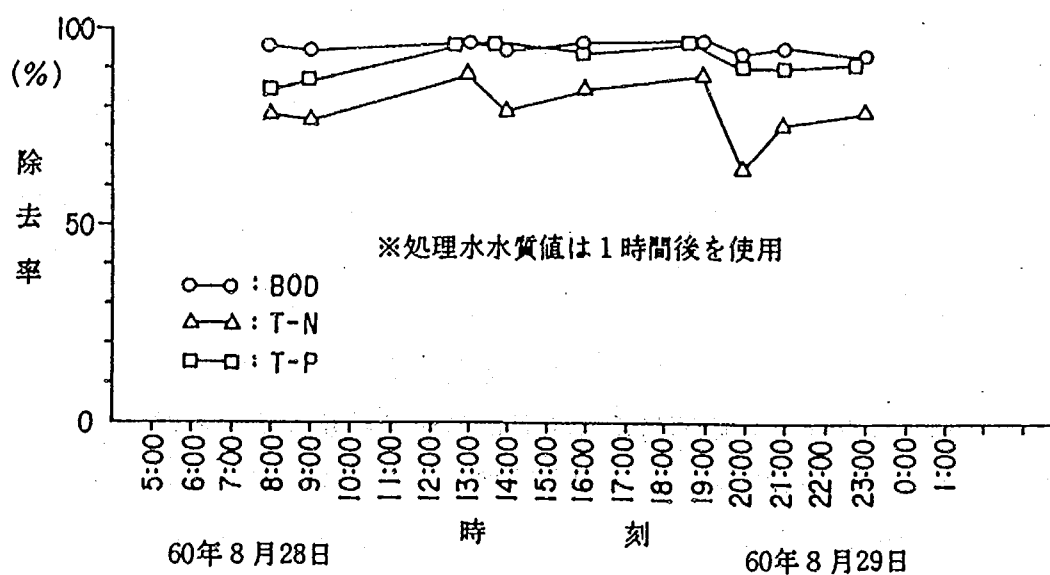


図-3.4 20時間における除去率の変動

家族の平均的な排水量であった。したがって、トレンチに対する負荷水量は100 0 見/mである。図-3.4 は除去率の時間変化を示している。除去率は、排水の浸透時間を考慮して、次式でもとめた。

$$\text{除去率} = \left(1 - \frac{\text{原水流入1時間後の処理水水質値}}{\text{原水の水質値}} \right) \times 100$$

また、除去率は原水の流入があった時間のみ求めた。図-3.4 から、BOD及びT-Pの除去率は、90%以上、T-Nの除去率は平均80%程度あり、1日の除去率の変動は小さいことが分かった。T-P、T-Nの除去率と排水の水質及び水量との関係を見るとT-N、T-Pの除去率は、排水の水量及び水質とは強い相関がなく、ほぼ一定値であることが分かった。

北浦村に設置した施設での土壌処理効果は、以上のように良好な結果を示した。

3. 1. 4 まとめ

4ヶ年の実験より以下のことが要約して判断される。

- 1) 止水膜無しのトレンチを長期使用した場合での平均除去率は、BODで約94%、CODで約87%、T-Nで約62%、T-Pで約86%であり、高い除去効果が認められた。
- 2) トレンチ止水膜の有無による除去能力の差は見られなかった。
- 3) 20時間の毎時における採水分析の結果から、除去能力の時間変動は特になく、安定している。
- 4) 流入水量は4人家族で1020ℓ/日であり、トレンチへの負荷量は約100ℓ/mである。除去能力も長期間安定しており、この施設での負荷量は適量である。
- 5) この施設では、同一のトレンチを長期間使用したが、目づまりは特に生じなかった。これは、ろ過マスの維持管理がうまく行われ、固形物が除去されたこと、負荷量が適量であったからである。施設の運用については、トレンチの交互使用とろ過マスのろ過網の交換等の定期的な維持管理が必要である。

3.2 腐敗槽+砂ろ過槽における機能調査

腐敗槽+砂ろ過槽は、土壌処理の前処理として土壌にかかる汚濁負荷を軽減させるとともに、砂ろ過槽のプロセスで硝化の進んだ排水の一部を、嫌気性の腐敗槽に返送することによって脱窒を期待し、雑排水の土壌浸透処理に伴う硝酸態窒素による地下水汚染の危険性を防止することを目的としている。

施設は、昭和59年11月、住宅都市整備公団の八王子寺田団地の汚水処理場の敷地の一部に設置し、昭和60年1月から運転を開始した。

3.2.1 施設の構造

腐敗槽+砂ろ過槽は、図-3.5(1),(2)に示すものでその大部分が鉄製である。当初は装置全体を地中に埋設する予定であったが、設置場所の関係により約半分(下部)を埋設することとした。

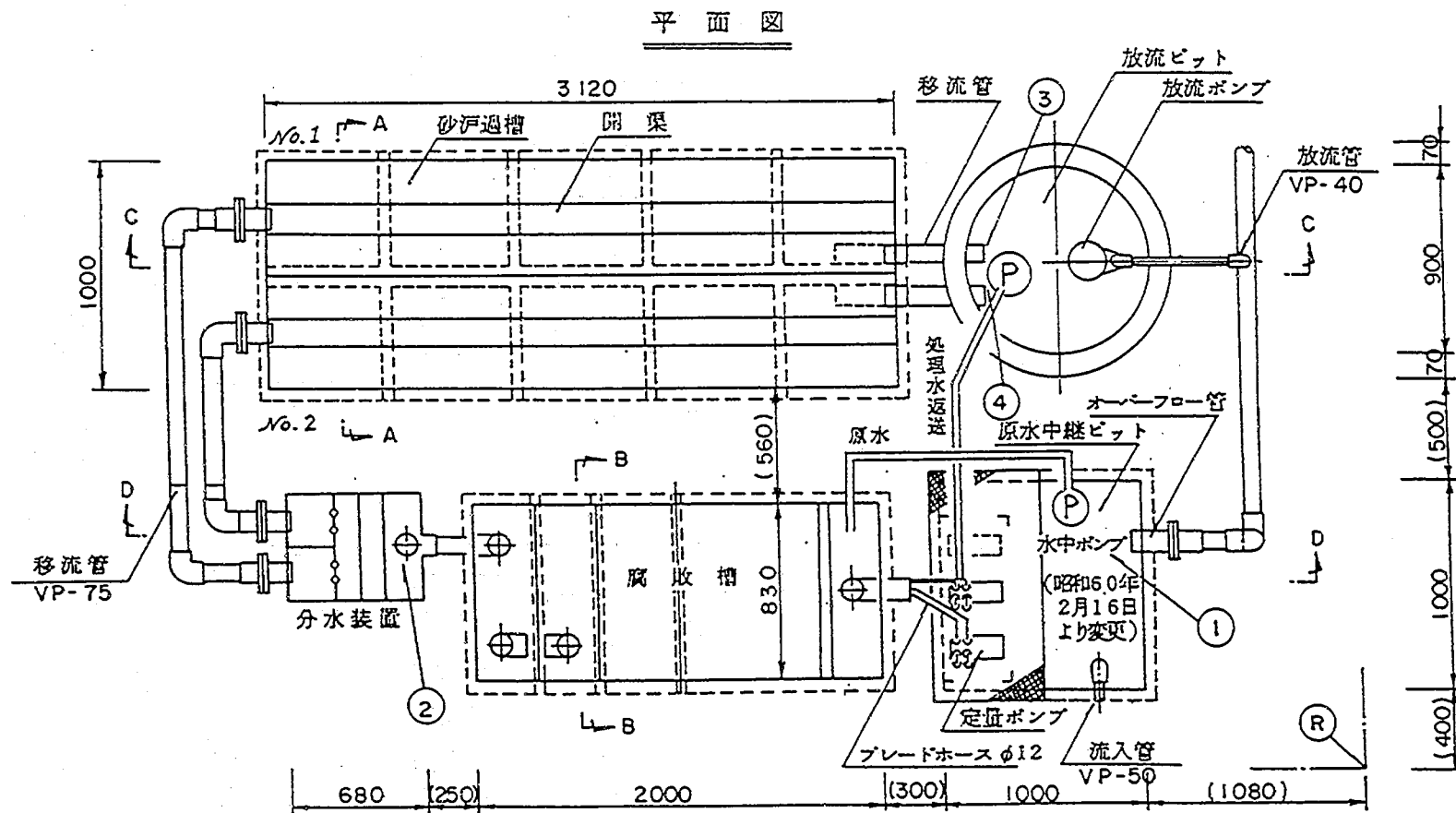
装置の構成は、原水中継ピット、腐敗槽、分水装置、砂ろ過槽とからなる。原水は、処理場の曝気沈砂池から水中ポンプで送水され、原水中継ピットに流入する。さらに、ここから別のポンプが作動して、腐敗槽へ送水される。送水により腐敗槽から越水した水は、分水装置を通じて2組ある砂ろ過槽へ送水される。

送水量の制御は、水中ポンプのタイマー制御と水位制御により、任意の時間に作動・停止させるようになっている。また、処理水を腐敗槽へ送水して脱窒効果を高める実験が行えるように、処理水を定量ポンプを用いて腐敗槽へ返送できるようにした。施設のフロー及び、設計諸元は図-3.6、表-3.3の通りである。

なお、この施設の実験では途中から、数回の施設改造を行ったので、以下に実験状況を含めて記述しておく。

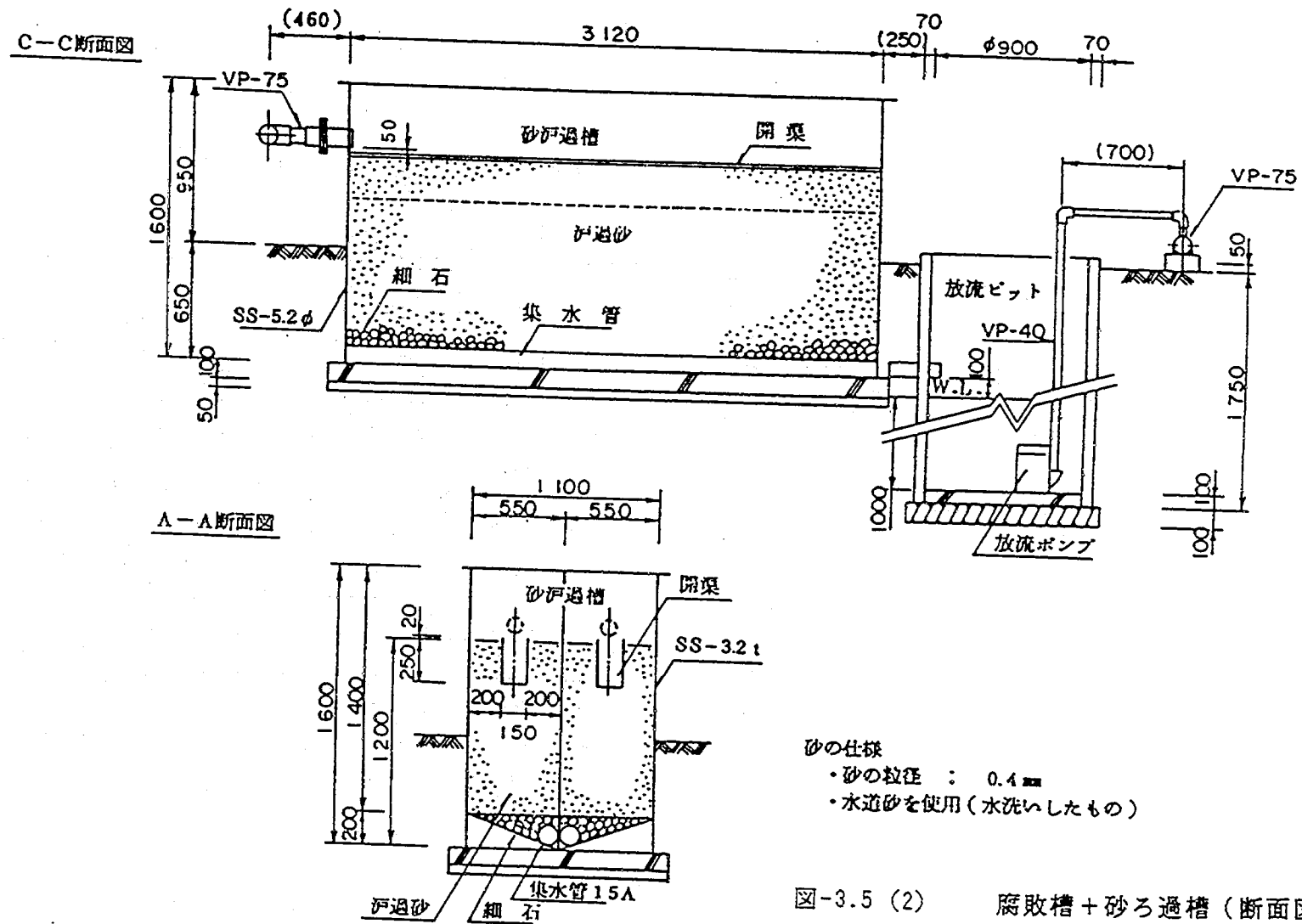
表-3.3 砂ろ過槽設計諸元

名 称	仕 様
原水ピット	1.00m (W) × 1.00m (L) × 1.20m (H) = 1.20m ³
腐敗槽	0.83m (W) × 2.00m (L) × 1.25m (H) = 2.08m ³
NO.1 砂ろ過槽	0.55m (W) × 3.12m (L) × 1.00m (H) = 1.72m ³
NO.2 砂ろ過槽	同 上
原水ポンプ	水中汚物ポンプ 200V 0.75Kw 1台
移送ポンプ	S 60.2.16まではダイヤフラムポンプ 100V 25W 2台 S 60.2.16以降は水中汚物ポンプ 200V 0.25Kw 0.15~4.5m ³ /分 1台
放流ポンプ	水中ポンプ 200V 0.25Kw 1台



※①, ②, ③, ④は採水ヶ所を示す。

図-3.5 (1) 腐敗槽 + 砂ろ過槽 (平面図)



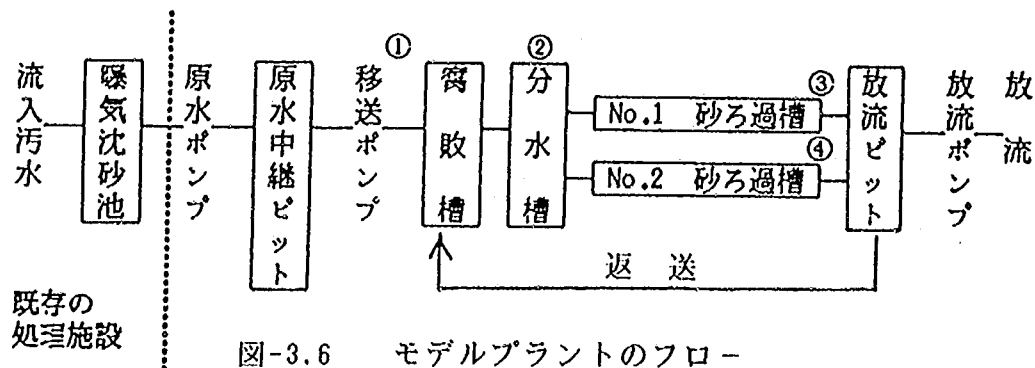


図-3.6 モデルプラントのフロー

(①-④は水質サンプルの採水箇所を示す)

砂ろ過槽の砂は、粒径約 0.4 mm の水洗いしたもので、層全体に充填した。当初は槽内全体に砂を入れたが、実験開始後約 40 日で目づまりを起こしたため、図-3.7 に示す断面のようにトラフの両脇に碎石（玉砂利）を約 5 cm の幅で詰めることとした。

この時点までの砂層の状況は、砂面上約 2 cm の厚さで汚泥が堆積しており、トラフ内には浸透出来なかった汚水が残っていた。玉砂利充填後の汚水送水によっても目づまりが生じるため一時送水を停止し、砂層表面を乾燥させ、浸透能力を回復させた。

T-N の除去率が高くないことから、昭和 61 年 4 月 22 日に図-3.8 に示すように、砂層の 1 部分の充填材料を、砂とクリンカ（高炉廃材）を混合したも

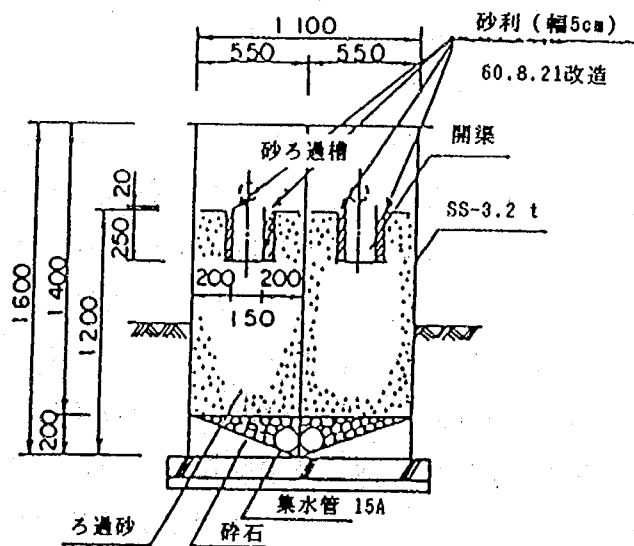


図-3.7 砂ろ過槽（砂利詰め後断面図）

のに変更した。混合の割合は、
砂：クリンカ＝3：1である。

また、トラフで汚水を送水していたものを有孔塩ビ管に変更し、管の回りには火山岩を詰めその回りをネットで被う構造に変更した。槽の表面には表土を敷き詰めた。さらに、昭和61年5月24日には、腐敗槽に接触材を設置して槽内での微生物の繁殖を期待することとした。

3.2.2 実験方法

腐敗槽＋砂ろ過槽による実験条件は次の通りである。原水は処理場の1次処理水（曝気沈砂

池から送水）を用いた。原水の平均的な水質は、BODで176mg/ℓ，CODで105mg/ℓ，T-Nで41.6mg/ℓ，T-Pで4.9mg/ℓである。図-3.5(1), 3.6 に示す①～④の位置から原水、処理水を採水し水質分析を行った。水質分析は、「JIS K 0102」及び「下水試験法」に従って行った。

昭和59年度は、初年度として、施設の設置及び馴用運転を行うことを目的として表-3.4 の分析項目、図-3.9 の負荷量と採水間隔による条件で実験を行った。

昭和60年度は前年度の馴用運転中に目づまりが生じたため、負荷量を半分にして実験を行った。原水、処理水の各分析項目は表-3.5 のように前年度と同じとし、負荷量はNo.1, No.2砂ろ過槽共に同じ条件とした。負荷量と採水間隔は図-3.10 の通りである。なお、昭和60年12月4日から昭和61年3月6日の間には、No.1, No.2 砂ろ過槽を交互に休止させる運転とした。

昭和61年度は、目づまり対策のため、砂ろ過槽を1ヶ月置きに交互運転とすることとした。分析項目は表-3.6，負荷量，採水間隔は図-3.11 に示す通りである。さらに、処理水を腐敗槽へ返送する実験も行った。

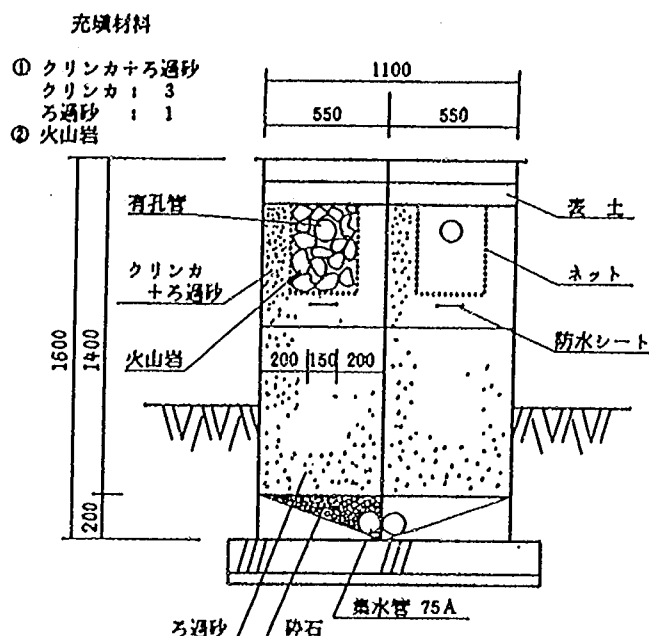


図-3.8 砂ろ過槽（最終改修後断面図）

表-3.4 昭和59年度(砂ろ過槽)分析項目

採水タイプ	分 析 項 目
Type 1	PH, BOD, COD, T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$ $\text{NO}_3\text{-N}$, T-P, $\text{PO}_4\text{-P}$, Cl^-
Type 2	PH, BOD, COD, Cl^-

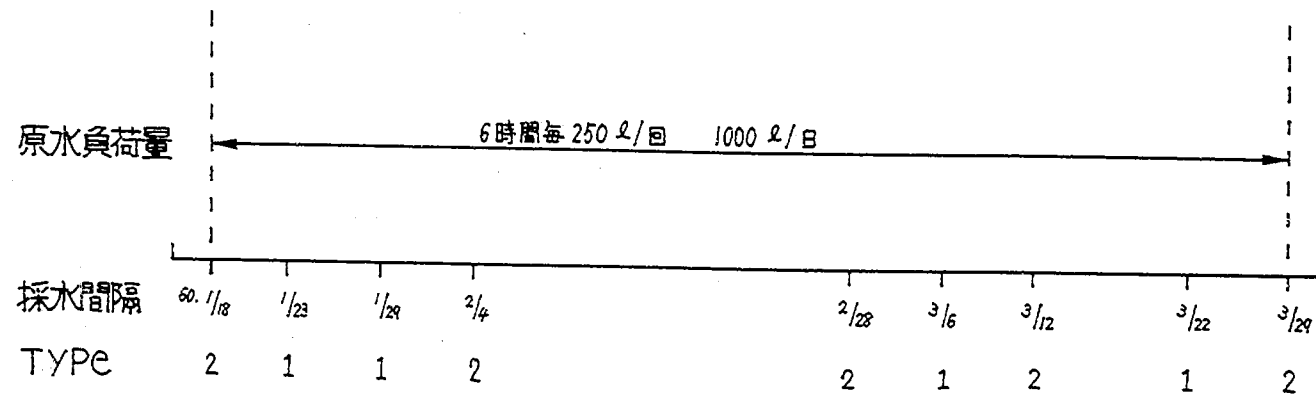


図-3.9 昭和59年度(砂ろ過槽)負荷量, 採水間隔

表-3.5 昭和60年度（砂ろ過槽）分析項目

採水タイプ	分 析 項 目
Type 1	PH, BOD, COD, T-N, NH ₄ -N NO ₃ -N, T-P, PO ₄ -P, Cl-
Type 2	BOD

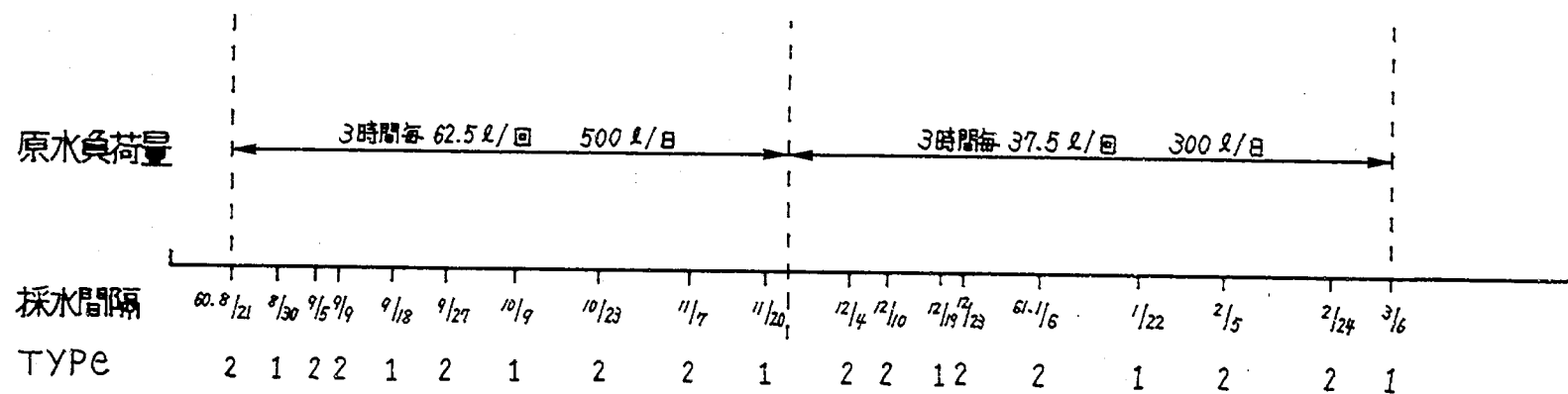


図-3.10 昭和60年度（砂ろ過槽）負荷量，採水間隔

表-3.6 昭和61年度(砂ろ過槽)分析項目

採水タイプ	分析項目
Type 1	PH, SS, BOD, COD, T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$ $\text{NO}_3\text{-N}$, T-P
Type 2	BOD
Type 3	BOD, T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$

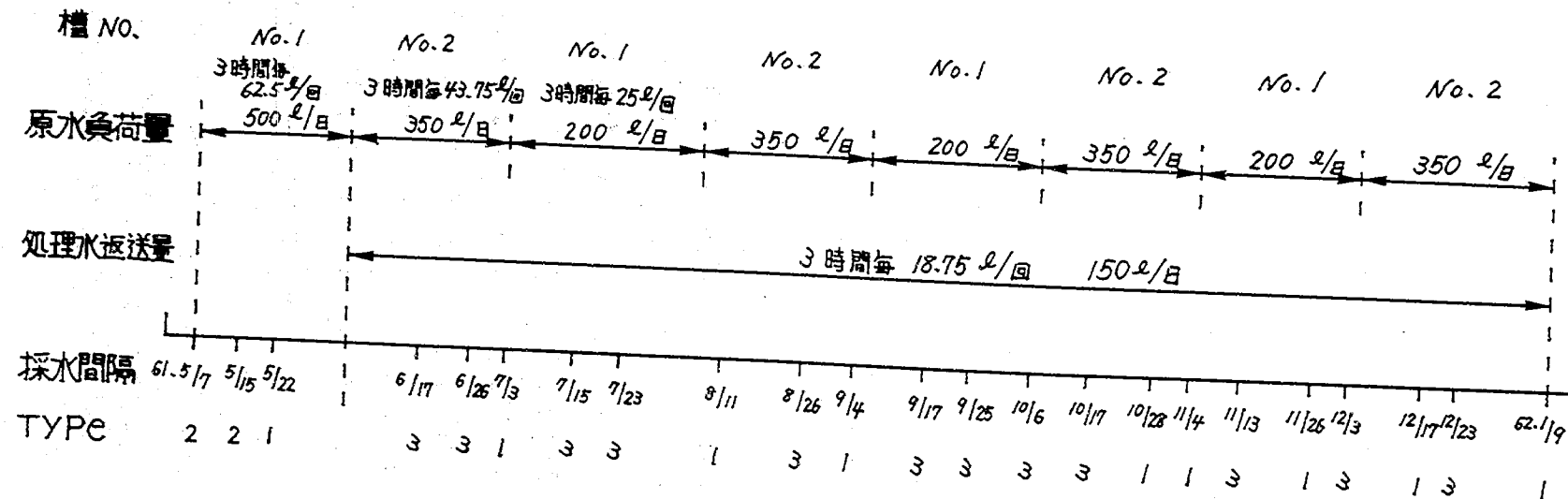


図-3.11 昭和61年度(砂ろ過槽)負荷量, 採水間隔

3. 2. 3 実験結果

昭和59～61年度における実験条件別の水質分析結果を、表-3.7(1)～(4), 図-3.12(1), (2), 図-3.13(1), (2), 図-3.14(1), (2) に示す。ただし、表中の①～④は、サンプリング位置を示すものであって(図-3.5(1), 3.6 参照)、①が腐敗槽流入水, ②が腐敗槽流出水, ③, ④がそれぞれ2連の砂ろ過槽からの流出水を表している。

昭和59年度の実験では、まだ馴用運転の段階であったため、同じ実験条件であるはずの③, ④の水質に違いが見られたが、大まかに言ってBOD, COD, T-Pで70～80%の除去が認められた。砂ろ過槽を出た段階での $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化率は低いが、これは、実験開始直後であったため、硝化菌の発達が不十分であることが一因と思われる。

昭和60年度の実験では、この時点でも、まだ馴用運転の段階であったため、③, ④の水質に違いが見られた。

浄化能力を見ると、負荷量500ℓ/日の条件での除去率はBODで95%以上、CODで80%、T-Pで60～80%であったが、T-Nの除去効果はなかった。これから、脱窒を図るには砂ろ過槽からの流出水を腐敗槽に返送し、腐敗槽で脱窒を起こさせる必要性のあることが確認できた。

負荷量を300ℓ/日とした条件では、NO.2槽における除去率がBODで65%、CODで63%、T-Pで39%、T-Nで27%を示した。T-Nの除去率が高まったのは、まず、槽を休ませたことと負荷量を減らしたこと及び、脱窒菌が増殖を始めたことなどが考えられる。NO.1槽については目づまりの影響を受けて除去率も低下傾向を示した。また、砂ろ過槽の目づまりは、NO.1の砂ろ過槽が実験開始後3ヶ月半過ぎから、NO.2は、2ヶ月過ぎから発生した。実用段階では、砂ろ過槽を交互使用する必要がある。

また、砂ろ過槽の目づまりは、NO.1の砂ろ過槽が実験開始後3ヶ月半過ぎから、NO.2は、2ヶ月過ぎから発生した。実用段階では、砂ろ過槽を交互使用する必要がある。

昭和61年度の実験では、前年度の結果を踏まえて、施設の交互運転を行うと共に、負荷量が原水だけの場合と処理水返送を加えた場合とでの比較を行った。原水負荷量を200ℓ/日、処理水返送量を150ℓ/日とした実験条件では、

BOD, COD除去率で90%程度, T-Nについては43%の除去率であり, これまでには見られない良好な結果となった。これは, 原水負荷量を減らし, 処理水返送を行った結果, 腐敗槽内における $\text{NO}_3\text{-N}$ からの脱窒が促進されたためと考えられる。

原水負荷量を350ℓ/日, 処理水返送量を150ℓ/日として, 全量で500ℓ/日とした実験条件では, BOD, CODが90%, T-Pで71%の除去率となった。総負荷量では, 前年度の実験条件と同じく500ℓ/日と変わらないが, 処理水返送量を150ℓ/日送水させたため, T-N除去率では20%の結果が得られた。以上の結果から, 総負荷量を減らし, 処理水返送を行えば, ある程度の脱窒が期待できることがわかった。

表-3.7 (1) 実験条件別の平均除去率 (砂ろ過槽)

年 度		昭和59年度								
期 間		昭和60年1月18日~60年3月29日								
項 目	実験条件	砂ろ過槽番号	㊟=NO. 1 , ㊢=NO. 2							
		原水送水量	6時間毎250ℓ/回, 1000ℓ/日							
		処理水返送量								
	採水位置	平均水質 (mg/ℓ)				平均除去率 (%)				
		①	②	③	④	②/①	③/②	④/②	③/①	④/①
	PH	7.4	7.3	7.2	7.3	-	-	-	-	-
	SS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BOD	193.3	156.7	48.1	38.7	18.9	69.3	75.3	75.1	80.0
	COD	110.1	68.4	25.3	25.0	37.9	63.0	63.5	77.0	77.3
	NH ₄ -N	28.5	27.0	19.1	23.6	5.3	29.3	12.6	33.0	17.2
	NO ₃ -N	0.1	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	*
	T-N	42.1	40.2	25.3	27.1	4.5	37.1	32.6	39.9	35.6
	PO ₄ -P	2.7	2.8	1.0	1.1	*	64.3	60.7	63.0	59.3
	T-P	4.7	4.0	1.3	1.4	14.9	67.5	55.0	72.3	70.2

*印は除去効果がないものである。

表-3.7 (2) 実験条件別の平均除去率 (砂ろ過槽)

年 度		昭和60年度								
期 間		昭和60年8月21日~60年11月20日								
項 目	実験条件	砂ろ過槽番号	㊟=NO. 1 , ㊢=NO. 2							
		原水送水量	3時間毎82.5ℓ/回, 500ℓ/日							
		処理水返送量								
	採水位置	平均水質 (mg/ℓ)				平均除去率 (%)				
		①	②	③	④	②/①	③/②	④/②	③/①	④/①
	PH	7.1	7.0	5.3	6.1	-	-	-	-	-
	SS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BOD	140	107	3.2	5.6	23.6	97.1	96.0	97.7	96.0
	COD	76.5	60.8	11.4	13.5	20.5	81.3	77.8	85.1	82.4
	NH ₄ -N	25.4	30.5	6.8	14.7	*	77.8	51.8	73.2	57.9
	NO ₃ -N	0.1	0.2	27.4	25.1	*	*	*	*	*
	T-N	35.5	37.8	34.8	36.2	*	8.0	*	2.0	*
	PO ₄ -P	2.4	2.8	0.5	0.5	*	83.1	82.0	79.1	79.1
	T-P	3.8	4.3	0.7	1.3	*	83.5	70.4	81.6	65.8

*印は除去効果がないものである。

表-3.7 (3) 実験条件別の平均除去率 (砂ろ過槽)

年 度		昭和60年度									
期 間		No. 1 = 昭和60年12月4日～61年2月5日, No. 2 = 昭和61年2月24日～61年3月6日									
項 目	砂ろ過槽番号	㊟=NO. 1, ㊤=NO. 2									
	原水送水量	3時間毎37.5ℓ/回, 300ℓ/日									
	処理水送水量										
	採水位置	平均水質 (mg/ℓ)				平均除去率 (%)					
		①	②	③	④	②/①	③/②	④/②	③/①	④/①	
PH		7.3	6.6	6.5	6.6	-	-	-	-	-	
SS		116.7	108.7	28.0	32.0	6.9	74.2	70.6	76.0	72.6	
BOD		233.9	337.8	147.2	81.3	*	56.4	75.9	36.9	65.2	
COD		150.0	166.7	96.0	55.0	*	42.4	67.0	36.0	63.3	
NH ₄ -N		30.7	37.0	33.1	35.9	*	10.5	3.0	*	*	
NO ₃ -N		0.1	0.1	0.15	0.1	*	*	*	*	*	
T-N		54.7	57.6	48.4	39.6	*	16.0	31.3	11.5	27.6	
PO ₄ -P		3.71	5.51	2.85	3.17	*	48.3	42.5	23.2	14.6	
T-P		7.36	9.47	6.52	4.43	*	31.2	53.2	11.4	39.8	

*印は除去効果がないものである。

表-3.7 (4) 実験条件別の平均除去率 (砂ろ過槽)

期 間		昭和61年 7月15日～昭和61年12月 3日										昭和61年 6月17日～昭和62年 1月 9日									
砂ろ過槽番号		NO. 1										NO. 2									
原水送水量		3時間毎25ℓ/回, 200ℓ/日										3時間毎43.75ℓ/回, 350ℓ/日									
処理水送水量		3時間毎18.75ℓ/回, 150ℓ/日										3時間毎18.75ℓ/回, 150ℓ/日									
項 目	採水位置	平均水質 (mg/ℓ)					平均除去率 (%)					平均水質 (mg/ℓ)					平均除去率 (%)				
		①	②	③	④	⑤	②/①	③/②	④/③	⑤/④	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑦/⑥	⑧/⑦	⑨/⑧	⑩/⑨	⑪/⑩
PH		7.5	6.8	5.8	-	-	-	-	-	-	7.2	6.9	-	5.9	-	-	-	-	-	-	-
SS		190	30	2.0	-	84.2	93.3	-	98.9	-	117	20.3	-	2.5	82.6	-	87.7	-	97.9	-	97.9
BOD		165	121	4.4	-	26.7	96.4	-	87.3	-	146	74.3	-	3.8	49.1	-	94.9	-	97.4	-	97.4
COD		100	61	11.0	-	49.0	78.4	-	89.0	-	88	39.9	-	7.3	54.7	-	81.7	-	91.7	-	91.7
NH ₄ -N		27.5	26.7	5.2	-	2.9	80.5	-	81.1	-	22.8	26.0	-	5.2	*	-	80.0	-	77.2	-	77.2
NO ₃ -N		0.1	0.1	18.6	-	*	*	-	*	-	0.1	0.1	-	20.1	*	-	*	-	*	-	*
T-N		41.4	32.6	23.4	-	97.6	28.2	-	43.5	-	34.2	32.3	-	26.7	5.6	-	17.3	-	21.9	-	21.9
PO ₄ -P		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-P		4.86	3.72	2.58	-	23.5	30.6	-	46.9	-	3.88	3.10	-	1.12	20.6	-	63.9	-	71.1	-	71.1

注) *印は除去効果がないものである。

腐敗槽+砂3過槽によるBOD, COD 除去率

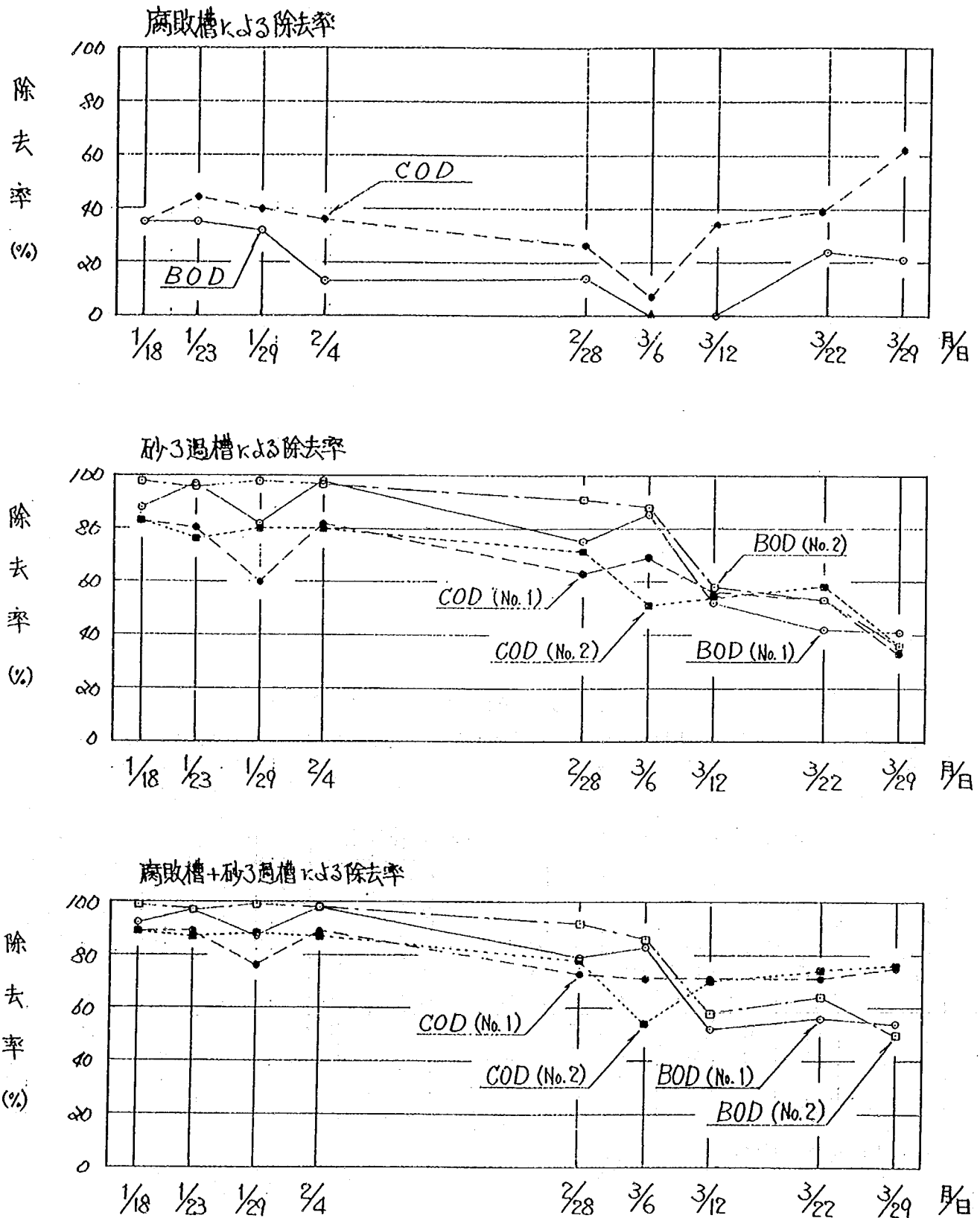


図-3.12 (1) 除去率の変動 (昭和59年度)

腐敗槽+砂3過槽による富栄養化項目除去率

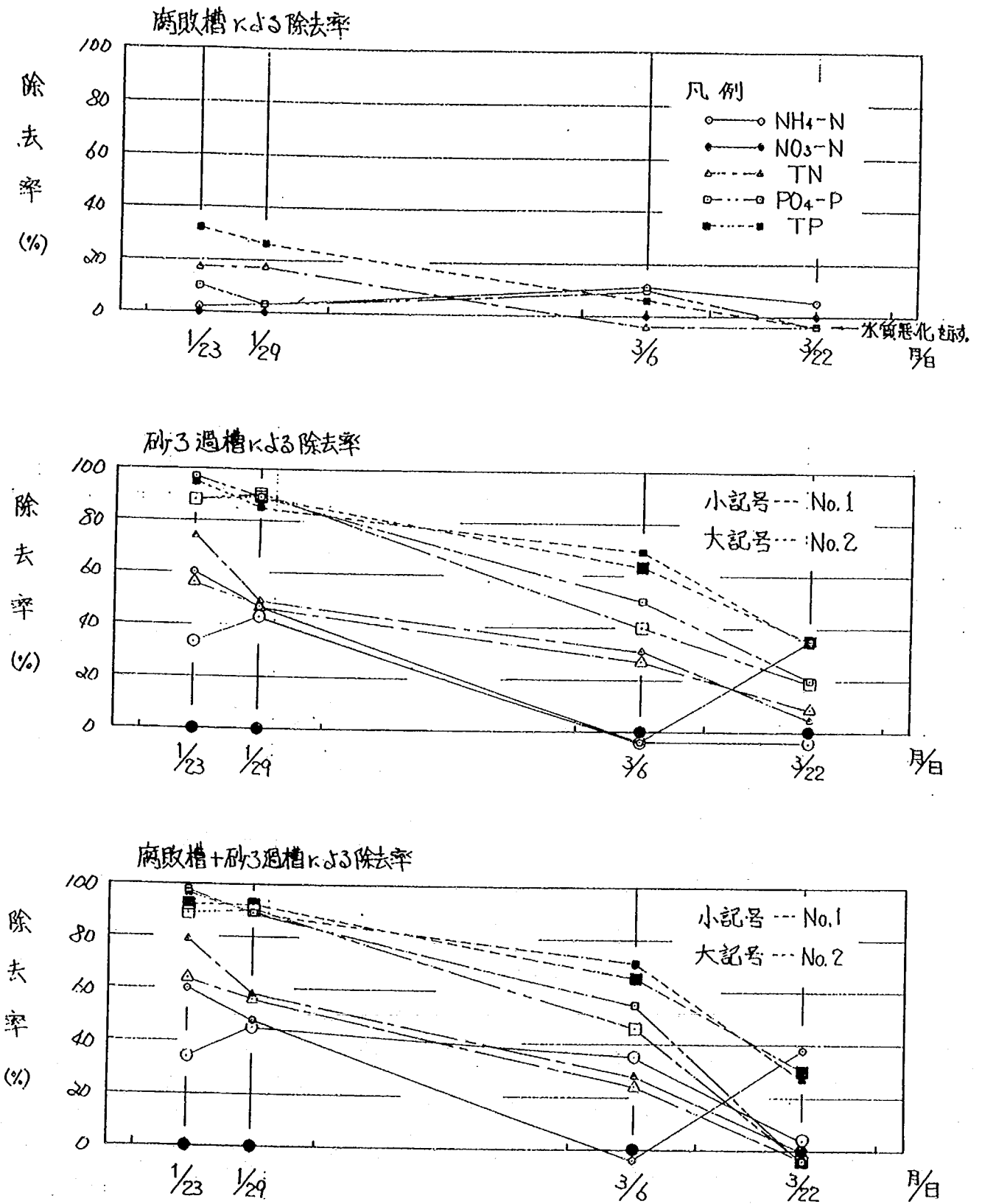


図-3.12 (2) 除去率の変動 (昭和59年度)

腐敗槽+砂ろ過槽によるBOD,COD除去率

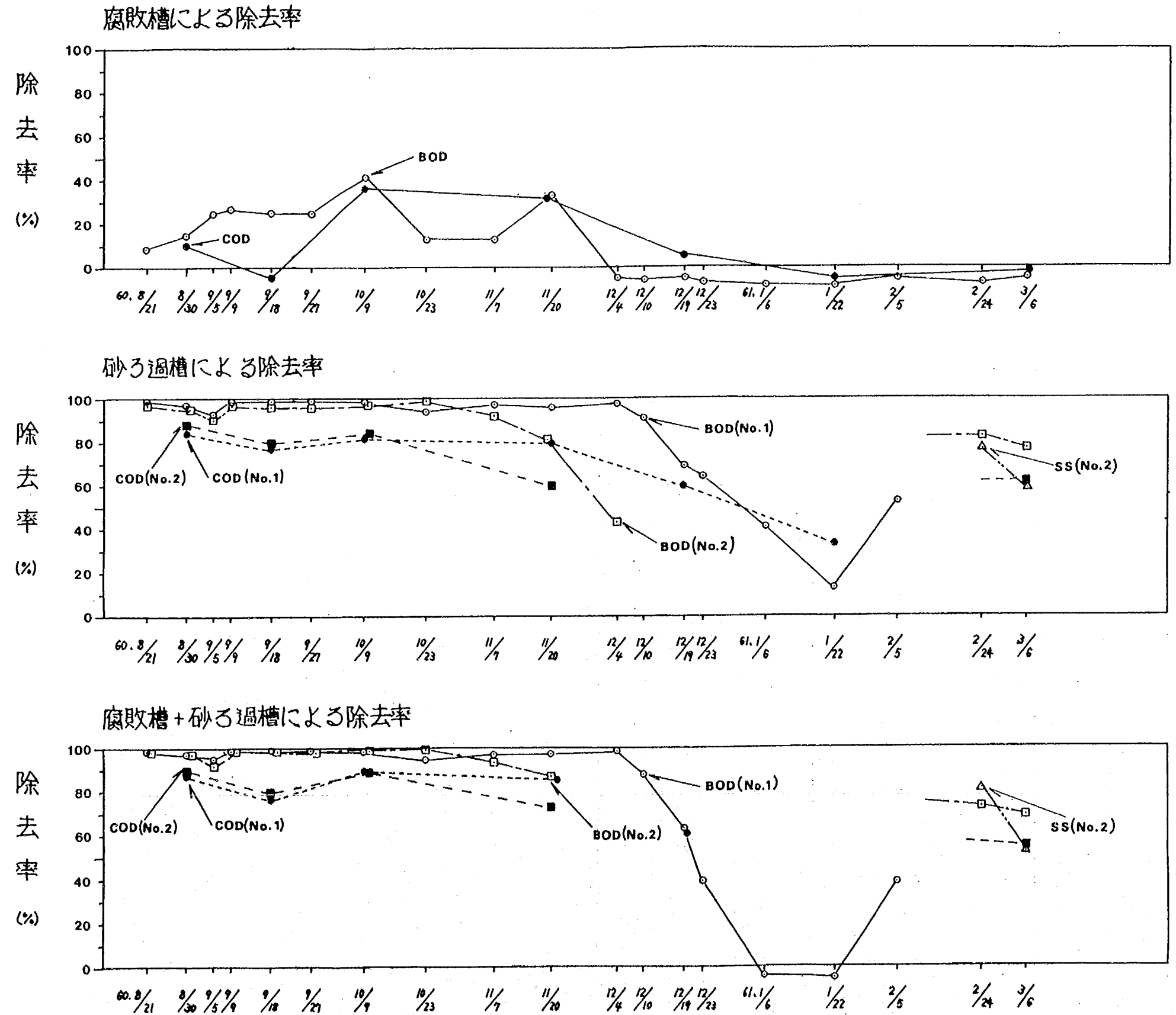


図-3.13 (1) 除去率の変動 (昭和60年度)

腐敗槽+砂ろ過槽による富栄養化項目除去率

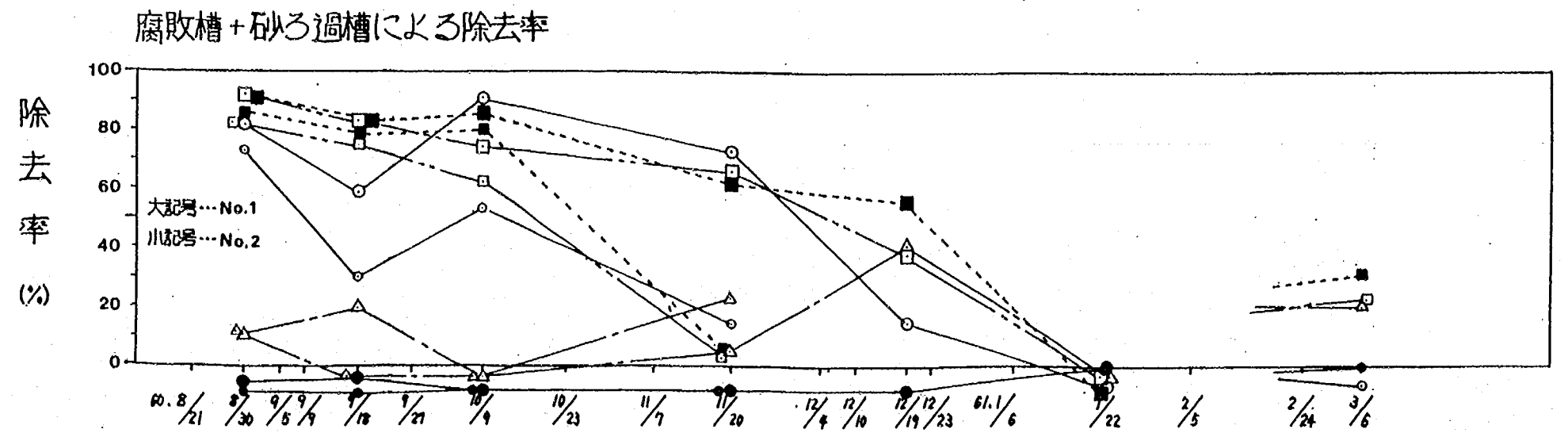
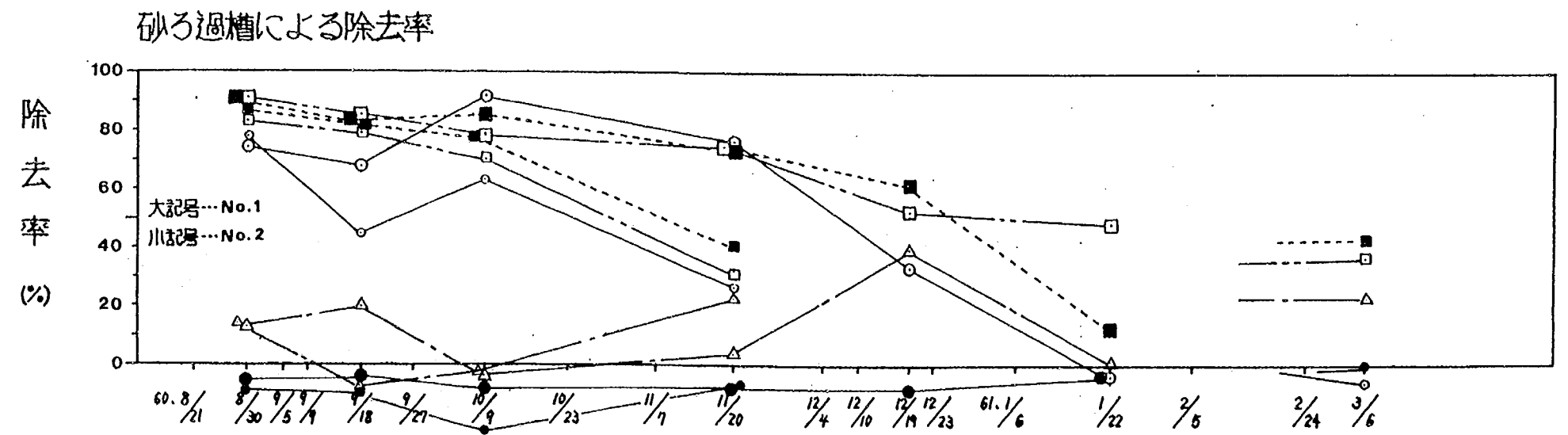
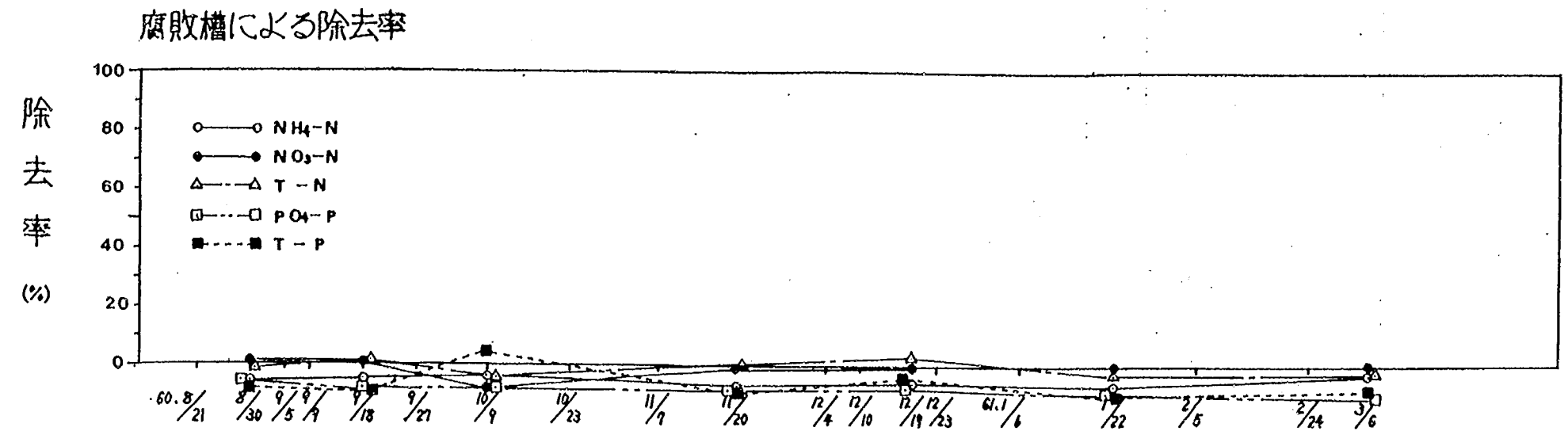


図-3.13 (2) 除去率の変動 (昭和60年度)

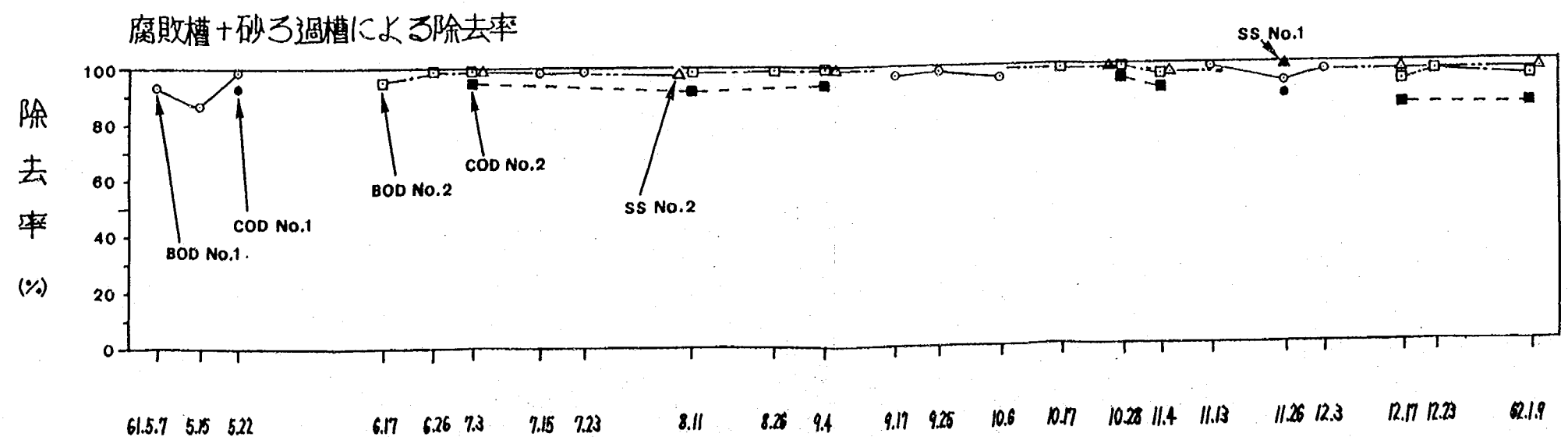
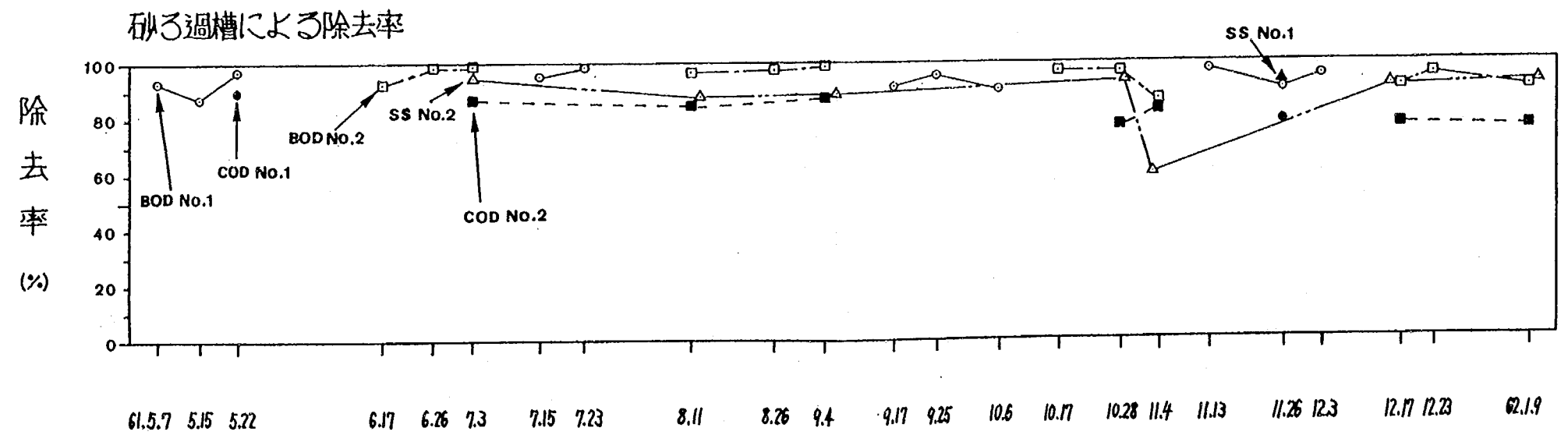
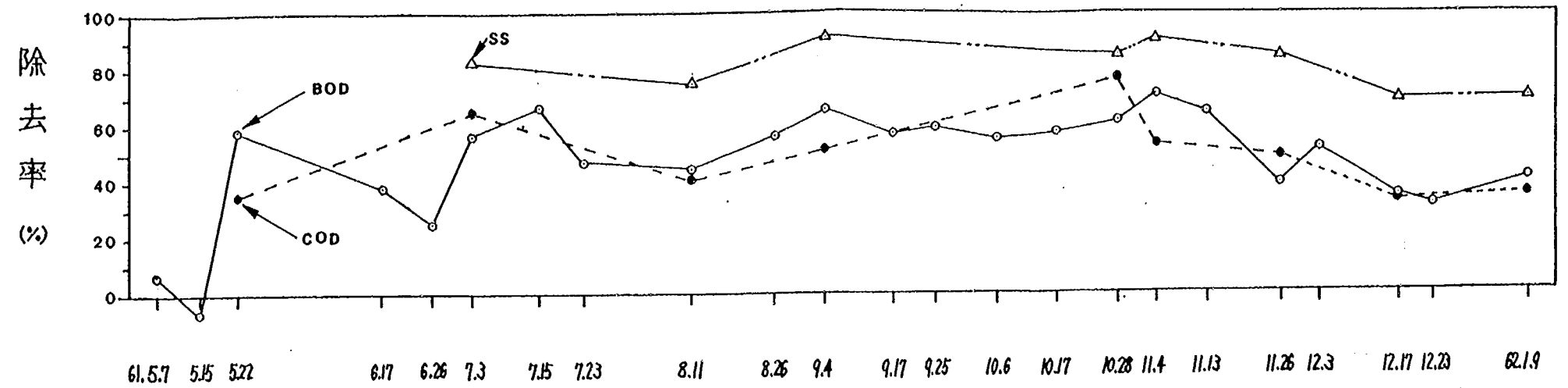
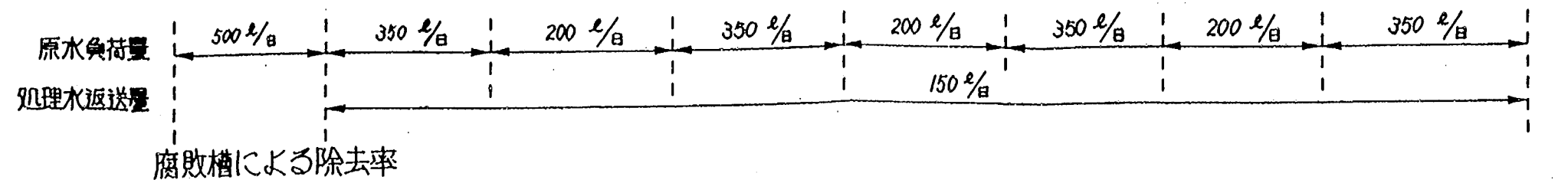
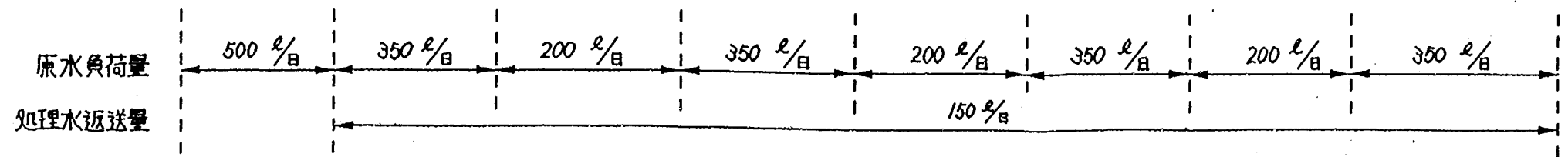
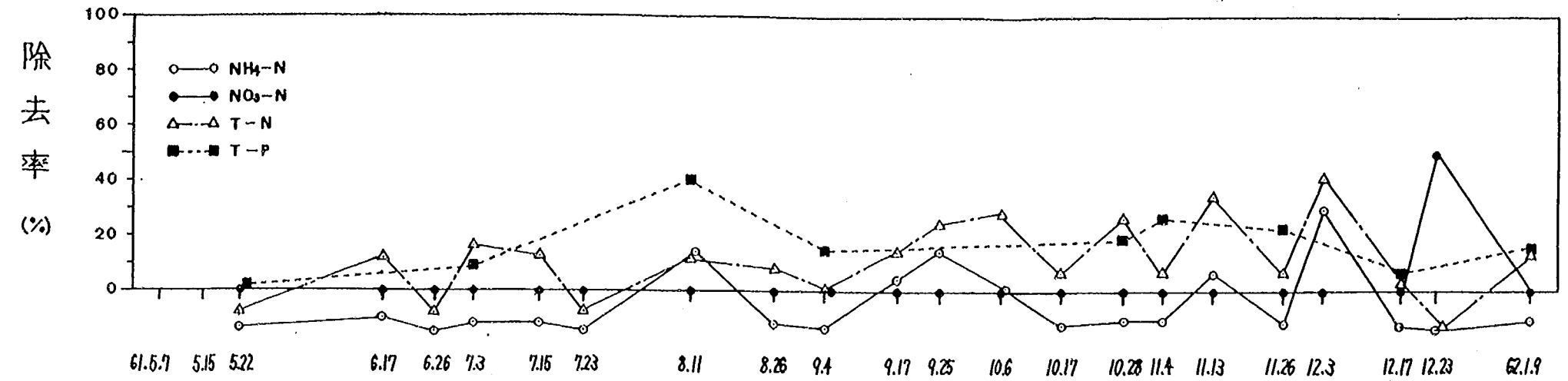


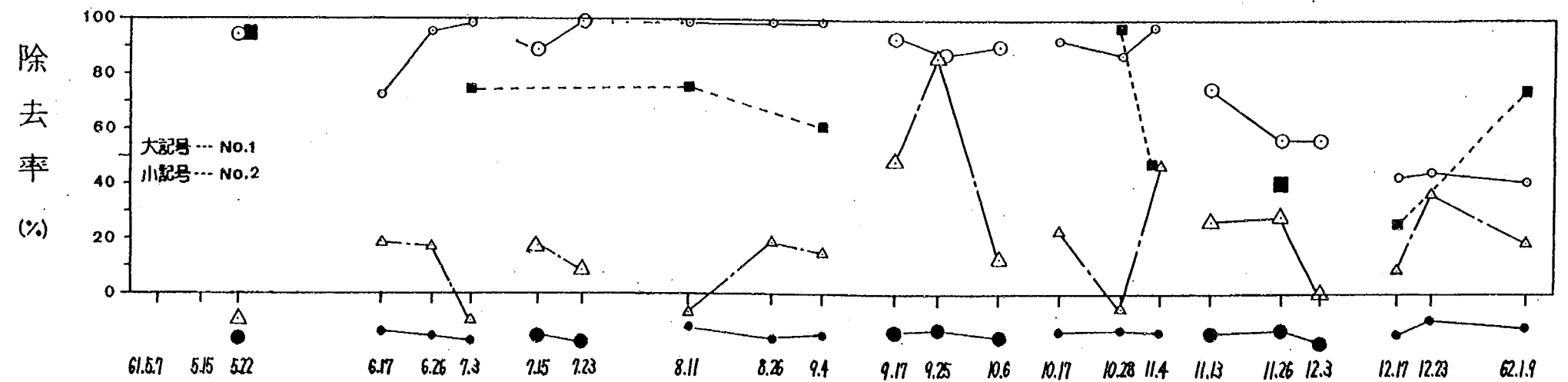
図-3.14 (1) 除去率の変動 (昭和61年度)



腐敗槽による除去率



砂ろ過槽による除去率



腐敗槽+砂ろ過槽による除去率

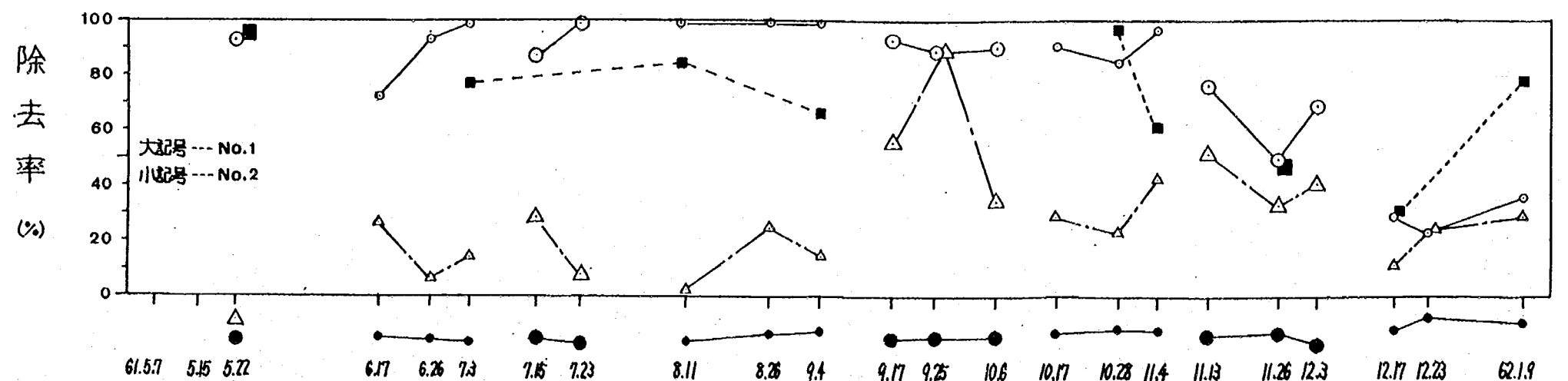
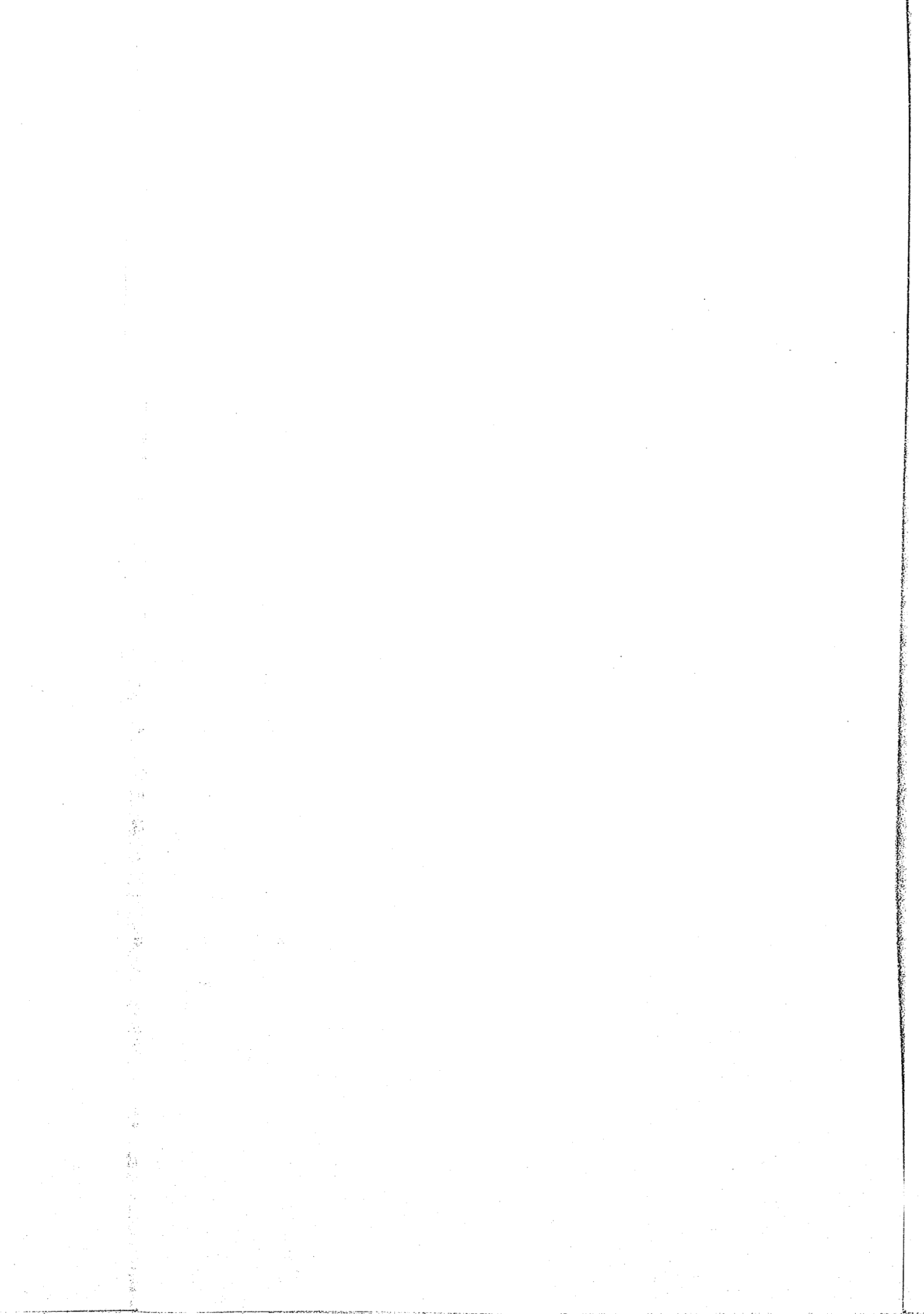


図-3.14 (2) 除去率の変動 (昭和61年度)



3.2.4 まとめ

3ヶ年の実験結果から、以下のことが総括的に判断される。

- 1) 腐敗槽+砂ろ過槽は、原水負荷量を350ℓ/日以下、処理水返送量を150ℓ/日として運用すれば、BODで約97%、CODで約90%、T-Nで20~40%、T-Pで47~70%の除去効果が期待できる。
- 2) 施設の運用方法は、砂ろ過槽を1ヶ月程度で交互使用すること及び、脱窒を図るために、処理水を腐敗槽へ返送させる必要がある。
- 3) 今回の実験の原水は、し尿そのもので、水質がBODで100~200mg/ℓと非常に高かったため、除去効果が低い、目づまりが早期に発生するという問題が生じた。

したがって、BODで50~100mg/ℓの家庭雑排水を対象として、この装置を用いれば、今回の実験結果以上の除去効果が期待できる。また、目づまりも発生しにくくなると考えられる。

3.3 粒化土壤槽における機能調査

粒化土壤槽は、腐敗槽＋砂ろ過装置と同様、土壤処理の前処理として土壤にかかる負荷を減少させる事をねらいとするものである。施設は、八王子市寺田団地の汚水処理場に設置し、昭和60年1月から運転を開始した。

3.3.1 施設の構造

粒化土壤槽は図-3.15 に示すように、粒化土壤槽が2組ある。槽の内側は防水シートを張り、処理水を全て集水できるようになっている。槽の上層部に原水（二次処理水）を送水するための有孔管（上部流入管）が各2本設置されており、この2本の塩ビ管の間の方に炭素源を人工的に投入する実験も行えるように、塩ビ管（下部流入管）が各1本設置されている。槽底には集水用の塩ビ管（各2本）が設置されており、槽内の塩ビ管は、回りを碎石で覆いその回りを透水シートで巻いてある。水位調整マスにはエルボを取り付けられる構造になっていて、エルボの長さを調整することにより槽内の湛水深を任意に設定できるようにした。

施設のフロー及び、設計諸元は図-3.16、表-3.8 の通りである。

運転方法は、水中ポンプで原水が分配槽に送水され、ここから電磁弁の開閉により各槽に送水される。水中ポンプ及び電磁弁はタイマー制御により作動し、送水量と送水間隔が設定できるようになっている。粒化土壤は土壤粒子を結合させて人工的に団粒構造としたもので、今回は茨城県筑波郡伊奈町地区の農場の表土を材料とし、結合剤には水を用いて造粒を行った。造粒の方法は、材料とする土壤を造粒機（パン型ペレタイザー）に入れ、水を噴霧しながら回転させることによって、球状の人工団粒を作るというもので、粒径は約5mm～10mmである。また、粒化土壤槽の表面には、表土を盛って槽を保護した。

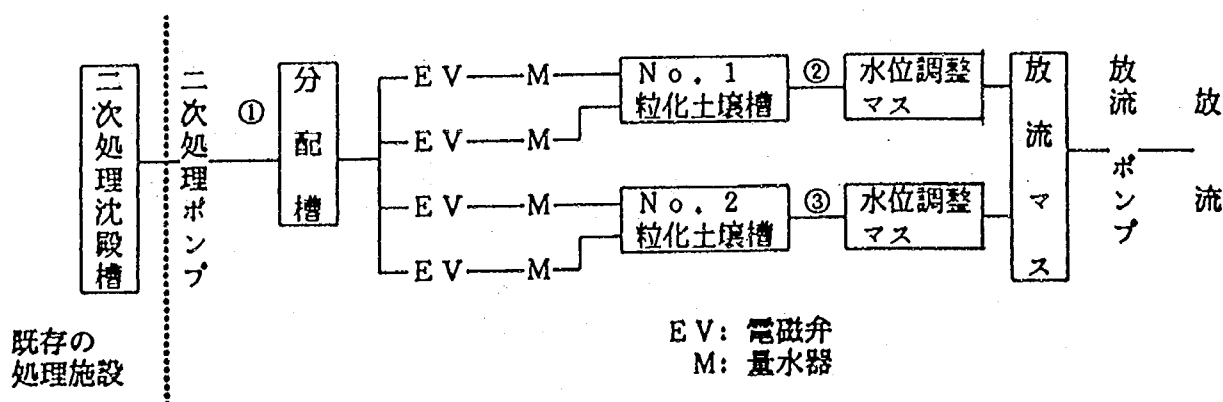


図-3.16 モデルプラントのフロー

(①-③は水質サンプルの採水箇所を示す)

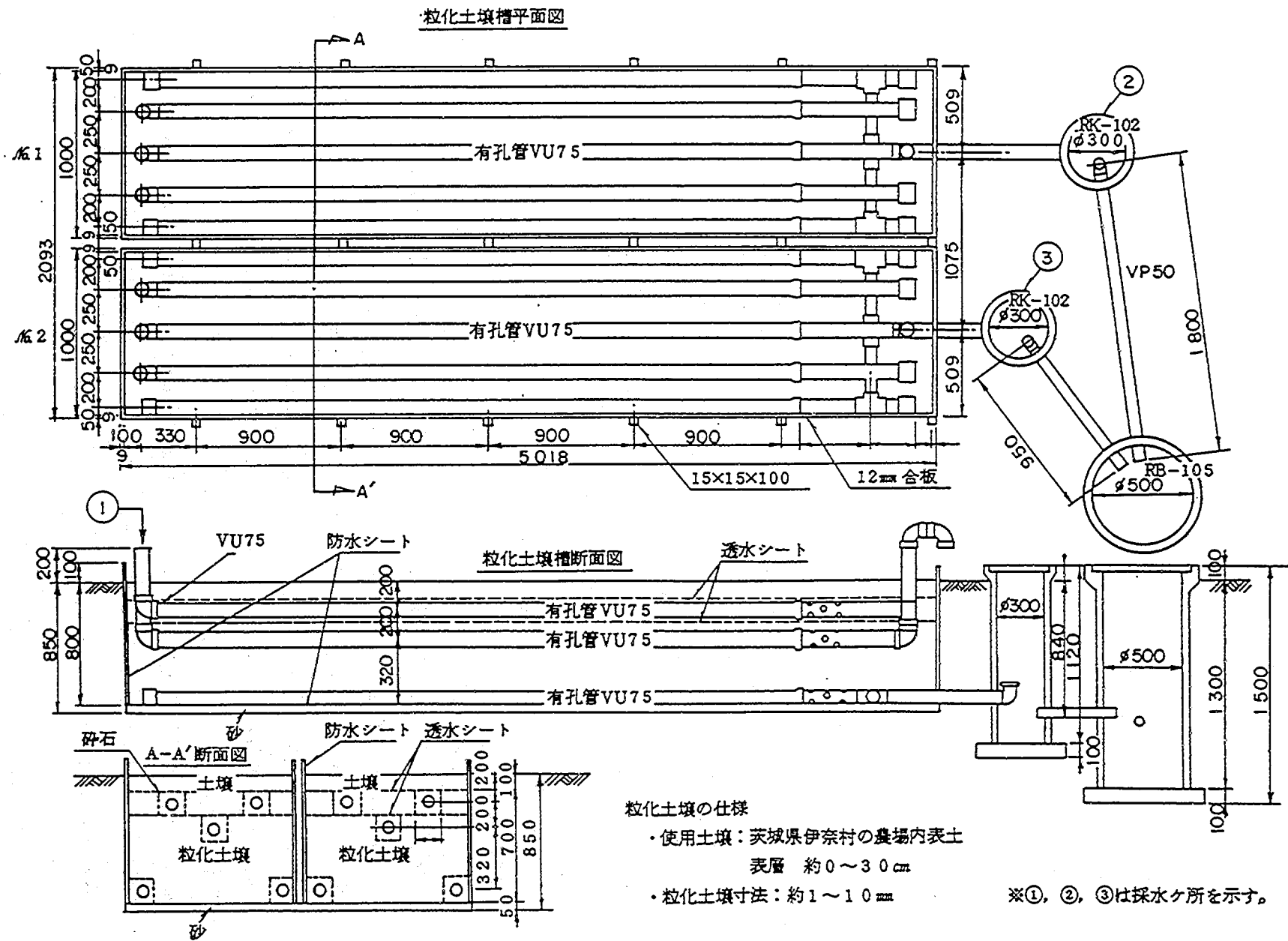


図-3.15 粒化土壤槽

表-3.8 粒化土壤槽設計諸元

名 称	仕 様
分 水 槽	0.90m (W) × 0.90m (L) × 0.75m (H) = 0.61m ³ S 60.2, 26より0.67m ³ 増加し、合計1.28m ³ にする。
No.1 粒化土壤槽	1.0m (W) × 5.0m (L) × 0.7m (H) = 3.5m ³
No.2 粒化土壤槽	同 上
2次処理ポンプ	汚水用水中ポンプ 100V 0.15Kw 0.07m ³ /分 5m
放流ポンプ	同 上

原水及処理水 3箇所 ①～③

土 壌 水 5箇所 ⑤, ⑦～⑩

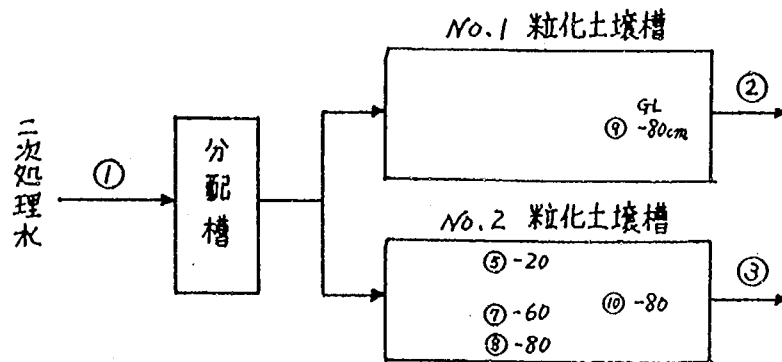


図-3.17 土壤水採水位置

3. 3. 2 実験方法

粒化土壤槽による実験結果は次の通りである。原水は処理場の2次処理水を用いた。原水の平均的な水質は、BODで12mg/ℓ，CODで16mg/ℓ，T-Nで25.1mg/ℓ，T-Pで3.2mg/ℓである。図-3.15，3.16に示してある①～③の位置から原水及び処理水を採水し、水質分析を行った。また、図-3.17の⑤，⑦～⑩の位置では各々の深さに埋設した土壤採水器から、採水した水の分析を行った。

昭和59年度は馴用運転として、表-3.9の分析項目、図-3.18の負荷量と採水間隔による実験を行った。N0.1，N0.2粒化土壤槽（2組ある粒化土壤槽）の負荷量条件は同じとした。

昭和60年度は負荷量を変えた実験を行った。負荷量と採水間隔は図-3.19に示す。水質分析項目は表-3.10に示すように前年度と同じとした。N0.1槽は、前期に750ℓ/日、後期に250ℓ/日とし、N0.2槽は全期間500ℓ/日とした。

昭和61年度は、表-3.11の分析項目、図-3.20の負荷量と採水間隔、図-3.21の湛水深による条件で実験を行った。N0.1槽は送水位置・湛水深ともに変えず、N0.2槽は送水位置を前期間に変え、湛水深は前期を17cm、後期を30cmに変化させた。

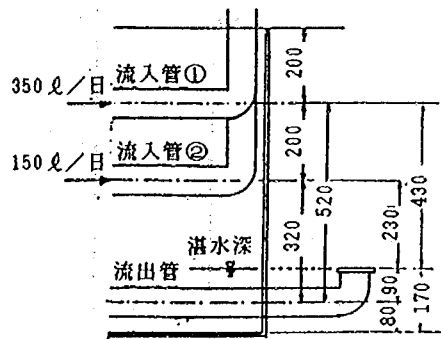
実験条件A

№2粒化土壤槽で61.4～61.8の4ヶ月間

汚水の流入量は、上部流入管①から350ℓ/日

下部流入管②から150ℓ/日

粒化土壤槽中の湛水深は17cm



実験条件B

№2粒化土壤槽で61.8～61.12の4ヶ月間

汚水の流入量は、上部流入管①から全量500ℓ/日

粒化土壤槽中の湛水深は30cm

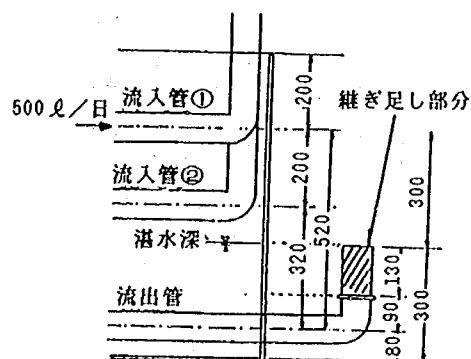


図-3.21 粒化土壤槽実験条件（湛水深）

表-3.9 昭和59年度（粒化土壤槽）分析項目

採水タイプ	分 析 項 目
Type 1	PH, BOD, COD, T-N, NH ₄ -N NO ₃ -N, T-P, PO ₄ -P, Cl ⁻
Type 2	PH, BOD, COD, Cl ⁻

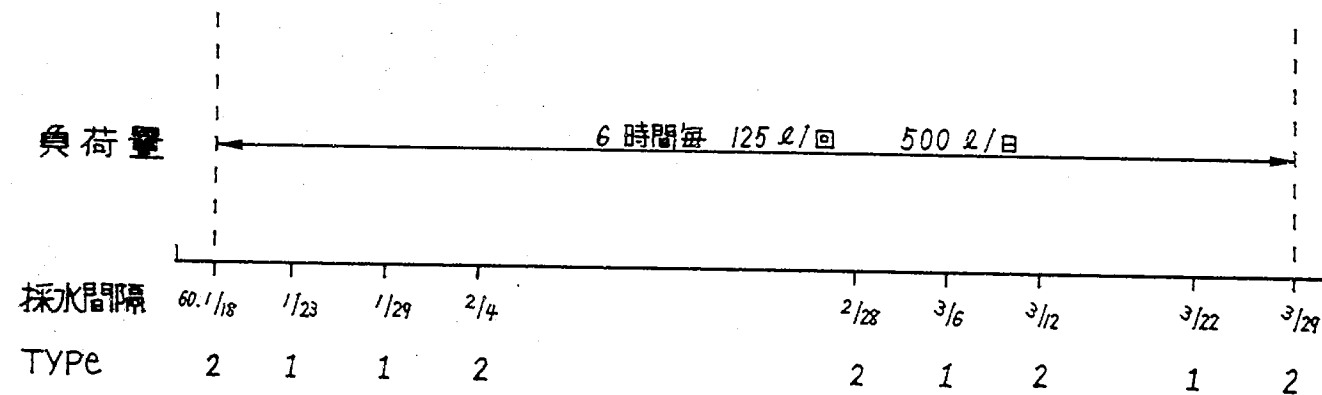


図-3.18 昭和59年度（粒化土壤槽）負荷量，採水間隔

表-3.10 昭和60年度（粒化土壤槽）分析項目

採水タイプ	分 析 項 目
Type 1	PH, BOD, COD, T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$ $\text{NO}_3\text{-N}$, T-P, $\text{PO}_4\text{-P}$, Cl^-
Type 2	BOD

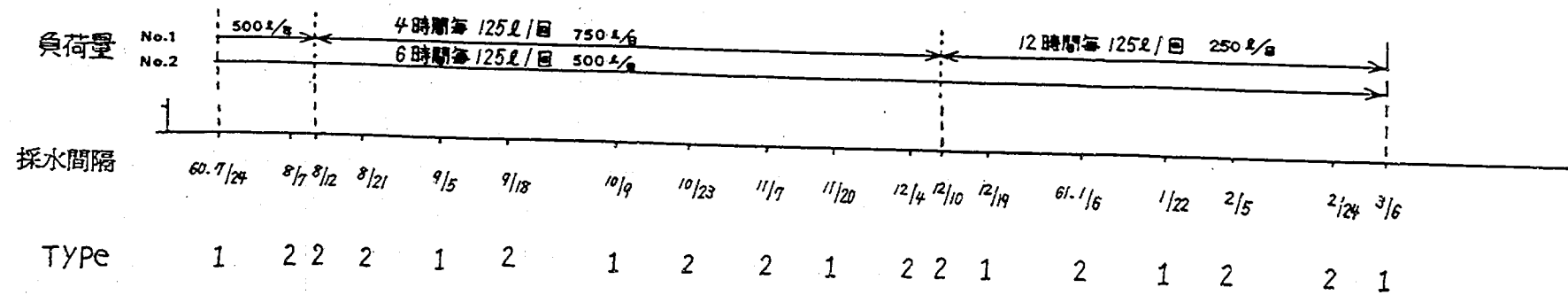


図-3.19 昭和60年度（粒化土壤槽）負荷量，採水間隔

表-3.11 昭和61年度（粒化土壤槽）分析項目

採水タイプ	分 析 項 目
Type 1	PH, SS, BOD, COD, T-N, NH ₄ -N NO ₃ -N, T-P
Type 2	BOD
Type 3	BOD, T-N, NH ₄ -N, NO ₃ -N

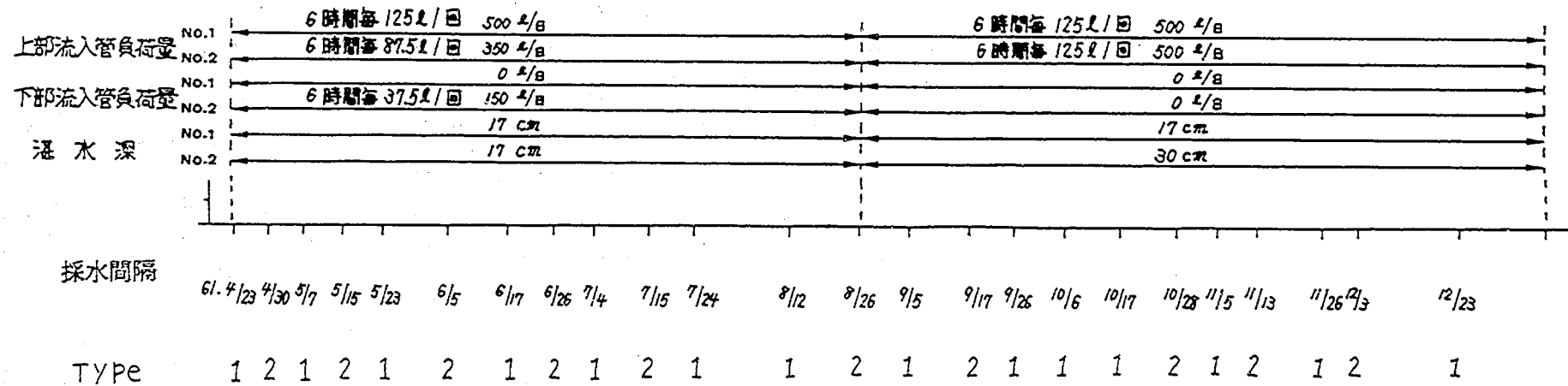


図-3.20 昭和61年度（粒化土壤槽）負荷量，採水間隔

3. 3. 3 実験結果

昭和59～61年度の水質分析結果を、表-3.12(1)～(3)、図-3.22, 3.23, 3.24 に示す。ただし、表中の①～③は、サンプリング位置を示すものであって、(図-3.15 参照) ①が粒化土壤槽への流入水②, ③が各粒化土壤槽からの流出水の水質分析結果を表している。

昭和59年度の実験では、2連ある粒化土壤槽のうち1連は当初、防水シートの施工不良に起因する漏水があったため、修理を行った。粒化土壤槽の方も前項で述べた腐敗槽+砂ろ過槽と同様に、馴用運転の段階であったが、大まかに言ってBOD, COD, T-Pの除去率は80～90%であった。T-Nは当初、約50%の除去率が得られていたが、徐々に低下傾向を示した。

昭和60年度の実験では、NO.1とNO.2の粒化土壤槽は、同一の構造になっていたが負荷量を同じにしてもNO.1の方が高い除去率を示した。また、負荷量を500ℓ/日から750ℓ/日に増加しても、除去率はあまり変化しなかった。粒化土壤槽の浄化能力を見ると、BOD除去率は90%, COD除去率は70～80%となった。T-Pの除去率は90%であったが、T-Nの除去効果は認められなかった。脱窒が行われない理由としては、原水のBOD(平均水質で、8～24mg/ℓ)の低いことが考えられたため、脱窒を図る工夫が必要となった。

61年度では、原水の流入位置を変えた場合と槽底部の湛水深を変えた場合での比較実験を行った。NO.1槽は、全期間、負荷量を500ℓ/日とし、湛水深は17cmとした。NO.2槽は、前期に上部流入管から350ℓ/日、下部流入管より150ℓ/日、湛水深は17cmとした。また、後期では負荷量を上部流入管から500ℓ/日とし、湛水深を30cmに変更した。

その結果、除去率を見ると前期では、BODで78～89%, CODで54～68%, T-Nで11～16%, T-Pでは76～97%であった。後期では、BODで90～95%, COD66～85%, T-N21～31%, T-P78～95%であった。

これらから、前期と後期とを比較すると、T-Nの除去率が後期で高まっている結果となった。これは、湛水深を前期17cmから後期30cmに変更したことが、槽底部で行われる脱窒に影響を及ぼしているものと考えられる。

実験終了後、粒化土壤の状態を調査した結果、槽底部では多少、表面が崩れて

いたものの粒状態は保たれていた。湛水深を一定の高さに保つことにより、粒化土壌が破壊される可能性もあるので、粒化土壌の作製に重要となる使用土壌・結合材料の選定を含めた強度試験等を行う必要がある。

表-3.12 (1) 実験条件別の平均除去率 (粒化土壌槽)

年 度		昭和59年度				
期 間		昭和60年1月18日～60年3月29日				
項 目	槽番号	NO. 1			NO. 2	
	原水深	6時間毎125ℓ/日			6時間毎125ℓ/日	
	上部流入管					
	下部流入管					
目	湛水深	17 cm			17 cm	
	平均水質 (mg/ℓ)				平均除去率 (%)	
	採水位置	①	②	③	②/①	③/①
	PH	7.1	6.9	6.9	—	—
	SS	—	—	—	—	—
	BOD	23.7	1.6	2.8	93.2	88.2
	COD	20.8	3.6	6.0	82.7	71.2
	NH ₄ -N	20.1	4.6	6.1	77.1	69.7
	NO ₃ -N	0.1	13.6	11.9	*	*
	T-N	26.1	18.9	22.8	27.6	12.6
	PO ₄ -P	4.4	0.03	0.3	99.3	93.2
	T-P	5.0	0.1	0.4	98.0	92.0

注) *印は除去効果がないものである。

表-3.12 (2) 実験条件別の平均除去率 (粒化土壌槽)

年 度		昭和60年度									
期 間		昭和60年8月21日～60年12月10日 (前期)					昭和60年12月19日～61年3月6日 (後期)				
項 目	槽番号	NO. 1			NO. 2		NO. 1			NO. 2	
	原水深	4時間毎125ℓ/日			6時間毎125ℓ/日		12時間毎125ℓ/日			6時間毎125ℓ/日	
	上部流入管										
	下部流入管										
目	湛水深	17 cm			17 cm		17 cm			17 cm	
	平均水質 (mg/ℓ)				平均除去率 (%)		平均水質 (mg/ℓ)			平均除去率 (%)	
	採水位置	①	②	③	②/①	③/①	①	②	③	②/①	③/①
	PH	6.9	6.0	6.2	—	—	7.1	6.1	6.2	—	—
	SS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	BOD	8.1	0.7	1.0	91.4	87.7	8.1	1.2	2.0	85.2	75.3
	COD	13.3	2.7	3.7	79.7	72.2	15.3	3.7	5.3	75.8	65.4
	NH ₄ -N	13.8	0.1	1.4	99.3	89.9	24.8	1.2	6.8	95.2	72.6
	NO ₃ -N	0.1	16.7	15.3	*	*	0.1	26.4	20.0	*	*
	T-N	16.2	16.7	17.6	*	*	26.0	27.6	27.1	*	*
	PO ₄ -P	2.52	0.03	0.36	98.8	85.7	1.80	0.09	0.39	95.0	78.3
	T-P	2.73	0.05	0.40	98.2	85.4	1.80	0.10	0.38	94.4	78.8

注) *印は除去効果がないものである。

表-3.12 (3) 実験条件別の平均除去率 (粒化土壤槽)

年 度		昭和61年度									
期 間		昭和61年4月30日～61年8月26日 (前期)					昭和61年9月5日～62年1月9日 (後期)				
項 目	槽番号	NO. 1			NO. 2		NO. 1			NO. 2	
	実 験 作 成	排水量	上層流入管	6時間毎125ℓ/日	6時間毎875ℓ/日	6時間毎125ℓ/日	6時間毎125ℓ/日	6時間毎125ℓ/日	6時間毎125ℓ/日	6時間毎125ℓ/日	
		排水量	下層流入管	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	
		排水量	下層流入管	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	6時間毎375ℓ/日	
	排水深	17 cm			17 cm		17 cm			30 cm	
口	採水位置	平均水質 (mg/ℓ)			平均除去率 (%)		平均水質 (mg/ℓ)			平均除去率 (%)	
		①	②	③	②/①	③/①	①	②	③	②/①	③/①
	PH	7.2	5.6	6.3	—	—	7.0	5.9	6.4	—	—
	SS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	BOD	10.9	1.2	2.3	89.0	78.9	11.0	0.6	1.2	94.5	89.1
	COD	12.2	3.9	5.6	68.0	54.1	18.3	2.8	6.2	84.7	66.1
	NH ₄ -N	20.9	0.7	8.1	96.7	61.2	20.8	0.7	7.1	96.6	65.9
	NO ₃ -N	0.1	26.8	17.5	*	*	0.1	20.0	9.5	*	*
	T-N	31.2	27.8	26.2	10.9	16.0	26.2	20.7	18.0	21.0	31.3
	PO ₄ -P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T-P	2.51	0.06	0.59	97.6	76.5	3.80	0.19	0.84	95.0	77.9

注) *印は除去効果がないものである。

粗化土壤槽 r.53 水質測定項目除去率

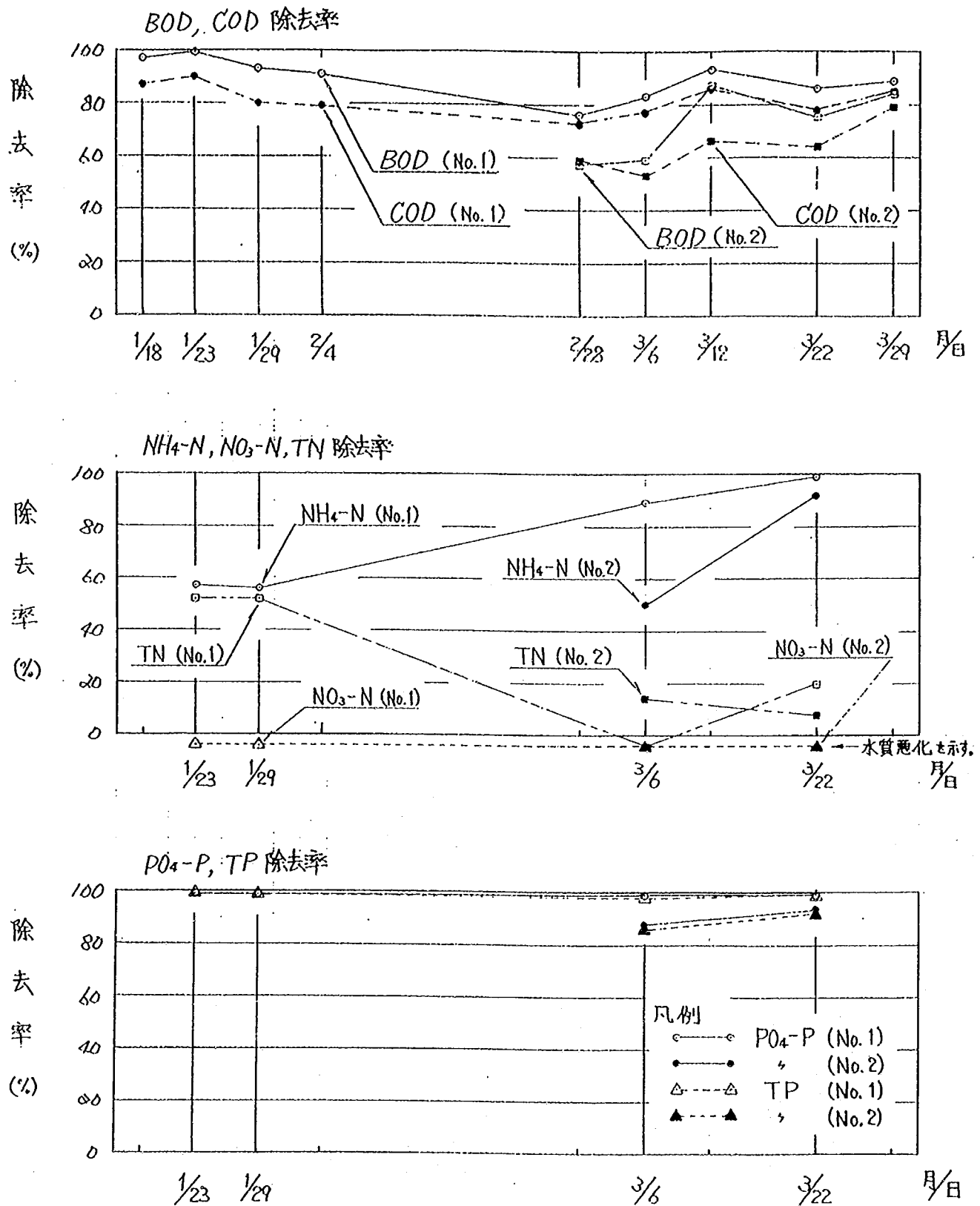


図-3.22 除去率の変動 (昭和59年度)

粒化土壌槽による水質測定項目除去率

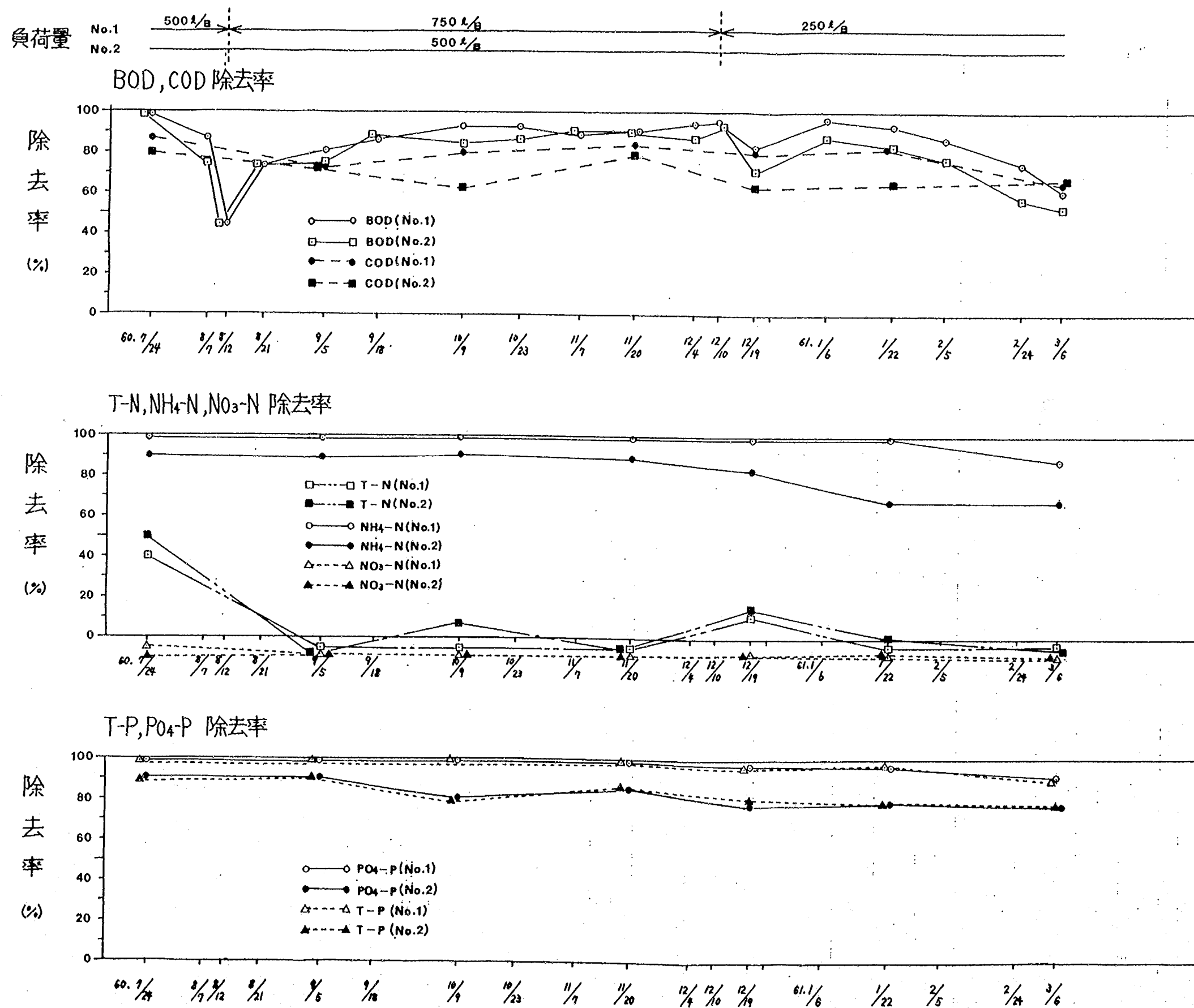
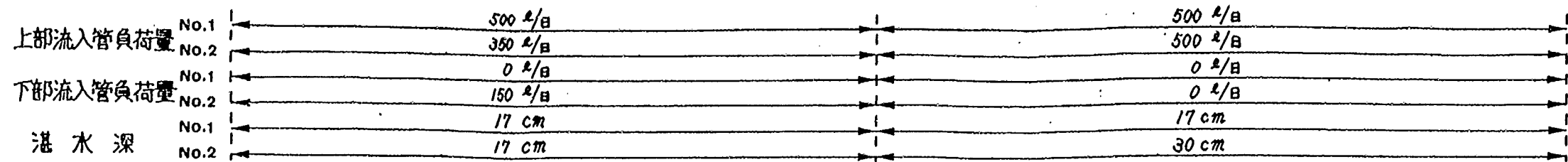
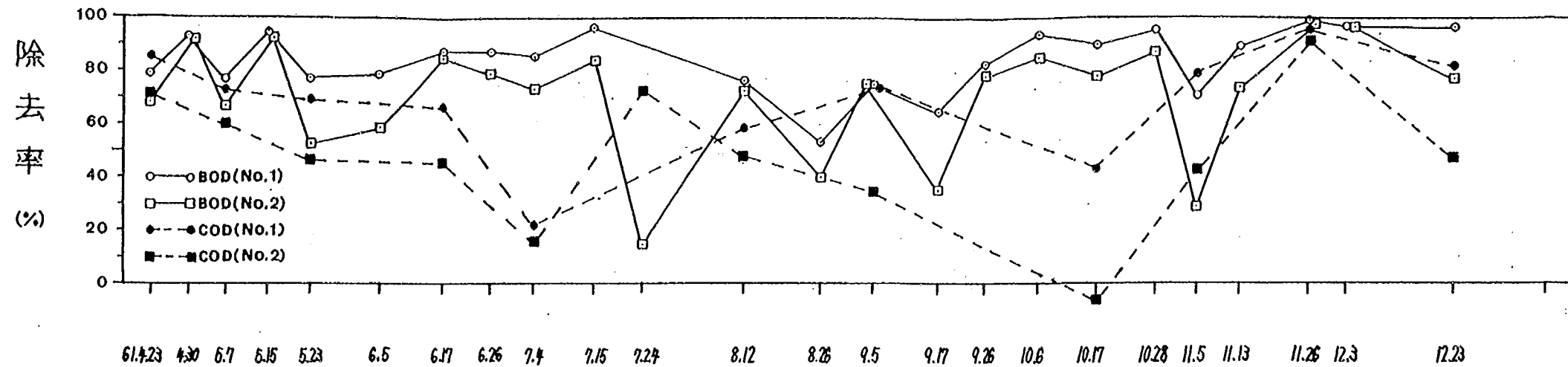


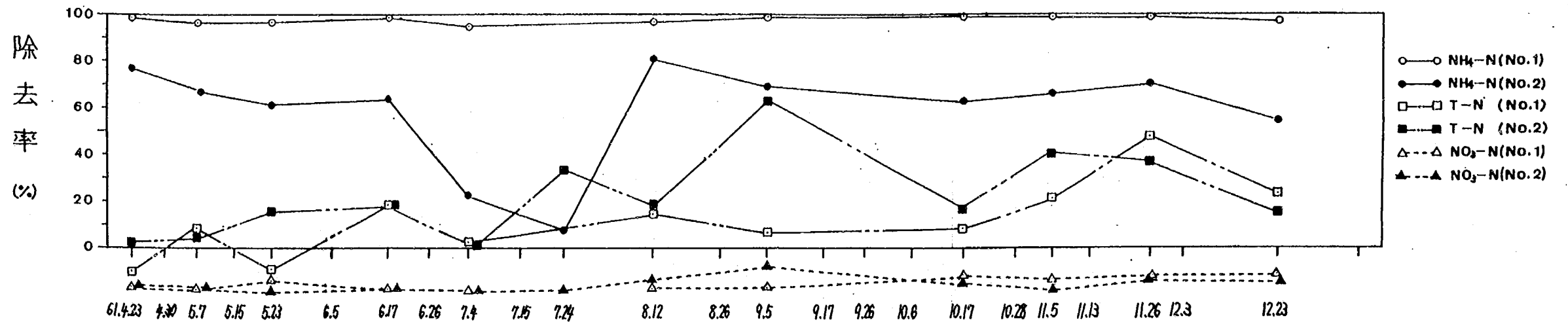
図-3.23 除去率の変動 (昭和60年度)



BOD, COD 除去率



T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率



T-P, $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率

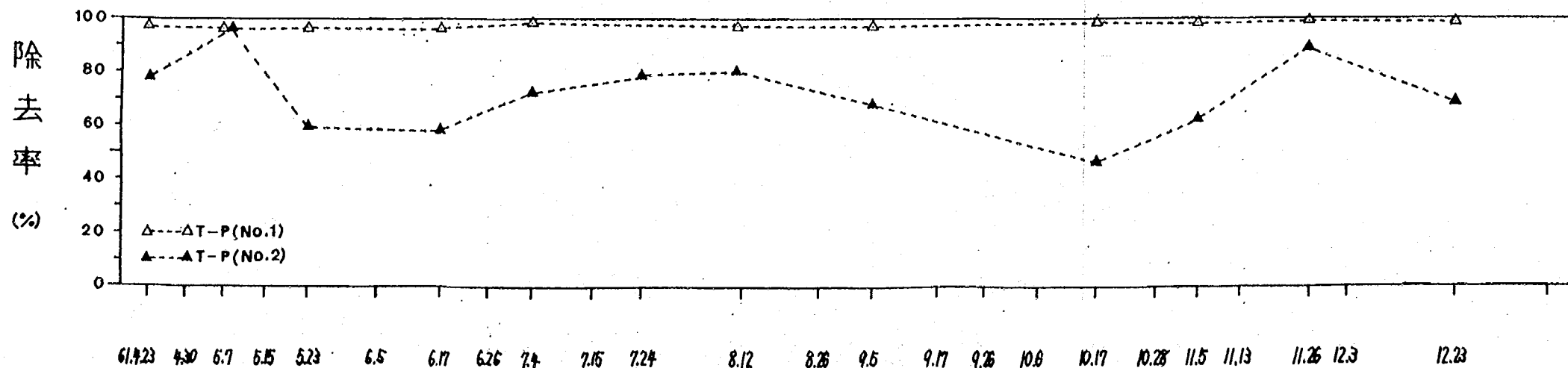


図-3.24 除去率の変動 (昭和61年度)

3. 3. 4 まとめ

3ヶ年の実験結果から以下のことが総括的に判断される。

- 1) 平均除去率は、BODで約90%、CODで約70%、T-Pで約80%、
T-Nは湛水深を30cmにすることにより、約30%の結果を得た。
- 2) 負荷量は、500ℓ/日以下とすることが望ましいと考えられる。
- 3) 施設の運用方法は、目づまりを考慮して、槽を交互使用することと、粒化
土壌槽低部の湛水深を一定に保ち、脱窒を図ることが必要である。
- 4) 今回の実験の原水は、下水処理場の2次処理水で、BODが10mg/ℓと
低く、栄養源が少なくて脱窒が活発に行われなかった。したがって、BOD
で50～100mg/ℓの家庭雑排水を対象としてこの装置を用いれば、今回
の実験結果以上のT-Nの除去効果が期待できる。

第4章 土壌帯の浄化能力の 評価手法の研究

4.1 はじめに

流域からの汚濁流出を抑制するには、①土壌帯の浄化能力を有効に利用した浄化施設の開発、②土壌帯の浄化能力を有効に利用できる地区の選定、を行う必要がある。①については、第2章で既往の実験・研究成果の調査、第3章で3種類のモデルプラントを作成し長期にわたり浄化能力の実験を行った。その結果、現状では、簡易ろ過槽＋浸透トレンチが、窒素及びリンの除去能力が最も高く、建設費が安く、維持管理が容易なため、生活雑排水を浄化する装置に適していることが分かった。

そこで、本章では簡易ろ過槽＋浸透トレンチによる生活雑排水の処理が、地下水汚染を発生させずに有効に行える地区を選定するため、土壌帯の浄化能力を評価する手法を開発し、霞ヶ浦流域に適用する。

土壌帯の浄化能力を厳密に定量評価するには、土壌による汚水の浄化機構を詳細に解明し、各地域の土壌特性を厳密に測定する必要がある。しかし、現状では浄化機構は詳細に解明されていない、その上、土壌特性を厳密に測定するには莫大な費用と時間を要する。そこで、本章では土壌による汚水の浄化機構を把握したうえで、既存の調査データを利用して土壌による浄化能力を定性的に評価する手法を考案することとした。ただし、上述した如く土壌中での水質浄化機構が不明確であることから、この章での考え方はあくまでも一試案の域を出ていないこととお断りしておきたい。

4. 2 土壌による汚水の浄化機構

汚水の土壌処理は汚染を土壌という固相、液相、気相の3相から形成されている触媒に入れるということで、通常の処理のように単に液相の触媒に入れる場合に比べいろいろな点で大きく異なる。その主な特徴は以下の通りである。

- ① 土壌中での水や空気の主な移動はその空隙内である。このため自由水や大気中での移動に比べ、その動きは著しく遅い。
- ② 土壌孔隙中を重力水や毛管水として水が動く場合、必然的に空気を排除または吸収し、水と空気の行動は相反する。
- ③ 土壌中には粘土や腐植など界面活性の高い物質や、風化途中の鉱物類など、比較的反応性に富む物質が相当高い密度で含まれている。このため汚水中の各種成分の、固定、結合などの物理、化学的变化を生じやすい。
- ④ 土壌中の生物の種類と数は、一般に著しく豊富で、広い範囲で生物的作用はおう盛である。

上記①の特徴は、汚水中の固形物のろ過による除去効果を生ずるが、一方、汚水浸透における目詰まりを生じやすく土壌利用の効率を低下させる最大の要因となっている。②は①とも関連し、好氣的に汚水の土壌管理上の基本的要点として重要な点である。たとえば、汚水の土壌添加を間断に行うことによる土壌中への水と空気の交互侵入を図ることができ、土壌中を好気性状態に保つことが可能となり微生物等への影響も大きい。

③と④は、土壌における汚水成分の除去効率が高いことの理由であり、窒素、リンの除去もこれらの特徴に依存している。実際の場合には、さらに上記の土壌のみの作用のほかに、その土壌で育成する植物の作用も付加される。その主なものをあげれば、つぎのようである。

- ① 植物根の蔓延により、土壌中での水と空気の動きが促進される。(ただし、植物が地表面をうつ閉した状態になれば、水の蒸発散が阻害され、この効果は逆になることもある。)
- ② 養分、水分の植物による吸収のため、汚水成分の除去効率は高まる。
- ③ 根や茎葉など、植物由来の有機物が土壌に還元される結果、土壌微生物の繁殖活性等を一層高める効果がある。

よって土壌の浄化機構を、吸着、ろ過、分解、植物への取り込みに分類して説

明を行う。これらの諸機構は単独に発生することはほとんどなく、いくつかの機構が複合して機能する。

1) 吸着

土壌の固相は数多くの粒子からできており、その表面積は大きい。一般に砂質土で数 m^2/g 、重粘土で $100\text{m}^2/\text{g}$ 、関東ローム層で $300\text{m}^2/\text{g}$ 程度となっている。これらの表面には物理的、化学的に各種の分子・イオンが吸着される。

粘土の場合には同形置換や破壊端によって負に帯電するので陽イオンの吸着能力が大きい。

さらに土壌に有機物が供給されると活性の高い腐植コロイドが生じその解離基によって陽イオンを吸着する。

2) ろ過

排水中の固形物は土壌を通過する際に土壌表面に堆積したり、土壌内部の固相壁面に物理的に付着して捕捉される。このようにして排水は含んでいた汚濁負荷の一部を土壌に残して清澄の度合を通過していく。これがろ過である。

土壌中に抑留される固形物は次第に増加していく。そのため土壌自体の透水性が減少し、いわゆる目詰まり現象が生じることもある。

3) 分解

土壌中にはその間隙に植物根や動物・微生物が棲息し、土壌の通気性や保水性を良くしたり、有機物を分解する役割を果たしている。

土壌は固相（砂や粘土）と気相と液相の3相から成っており、通気性が確保されれば有機物の分解で消費された酸素を大気から速やかに取り組むことができる。

土壌に供給される有機物には、糖類、デンプン、たんぱく質、脂肪、セルロース、ヘミセルロース、リグニンなどが含まれている。

たんぱく質は土壌微生物により分解されてさまざまな中間段階を経て最後はほとんどアンモニアに変わる。

以上のように土壌生態系においては各種の生物の作用で有機分解されるが、耕地での有機物固有量は腐植として、普通25%を超えることが少ないといわれており、土壌における有機物の分解速度が極めて大きいことを示している。

排水中に含まれるアンモニアやたんぱく質を起源とするアンモニアは土壌中の亜硝酸生成細菌によって亜硝酸に酸化され、さらに硝酸生成細菌の作用で硝酸（

NO_3-N) にまで酸化される。硝酸態窒素は条件によっては脱窒菌の作用で窒素ガス (N_2) に還元され大気中に戻される。

硝化および脱窒の速度には温度が影響を与える。一般に温度が 10°C 以下になると微生物反応が不活発になるとされているが、一方土壌中ではその位置が表面から離れるに従って気温の変化の影響がおよびにくくなり恒温となっていく。

4) 植物への取り込み

植物体はその成長のために窒素・リンなどの栄養を必要とする。植物体が栽培植物や生産樹木の場合、これらの物質は植物体に取り込まれた後、土壌から取り去られるので土壌の浄化能力が保持されることになる。

4.3 土壤浄化能力の評価要因の抽出と評価方法

文献調査に基づいて窒素、リンの土壤浄化のしくみについて図-4.1, 4.2のように整理した。

これに基づいて浄化機能を評価する要因を次のように考えた。以降に各浄化機能ごとにその結果を整理した。

1) 吸着

土壤はいろいろの粒径の鉱物質、微生物、コロイド物質、腐植物質を含むのでかなりの吸着能を有している。電荷を持たない有機物の吸着は、主に土壤粒子とのファンデルワールス力や微生物表面や分泌膠質による付着力に由来する。無酸化合物の吸着は、粘土粒子とのクローン力とAl, Fe, Caなどと難溶性塩類を形成することによる。

以降、窒素とリンの吸着除去について整理した。

(1) 窒素

汚水中の無機態窒素は、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- として存在している。このうち NH_4^+ は陽イオン吸着能によって、他の2者は陰イオン吸着能によって土壤に保持される。しかし、後者による吸着は特殊な場合を除いてほとんど問題にならない。土壤の陽イオン吸着容量は、陽イオン交換容量 (Cation Exchange Capacity; CEC) で計られる。これは乾土100g当たりの荷電量をミリグラム当量 (me) で表した値である。たとえば、 NH_4^+ は1価のイオンであるから1 meは18mg (Nのみに換算すると14mgに相当する) になる。

陽イオンの吸着は外部負電荷と内部負電荷により発生するが外部負電荷によって吸着された窒素は流出する可能性が高い。そのため、土壤浄化能力に関しては、内部負電荷による吸着量を評価することが望ましい。

したがって、吸着量は、次式により計算される。

$$\text{有効土量 (kg/m}^3\text{)} = \text{容積} \times (1 - \text{レキ含量}) \times \text{仮比重}$$

$$\text{吸着量 (e/m}^3\text{)} = \text{有効土量} \times \text{内部負電荷量 (me)} / 100$$

しかし、CECのうち、内部負電荷の占める割合は現在のところ不明である。

土壤の浄化能力を推定するに際して考えられるのは、汚水を浸透させた際の浄化量 (汚濁物質の除去率) と施設の耐用年数の2つがあげられる。この2つはそれぞれ独立したものではなく関連したものである。浄化量は、汚濁水の水量、汚

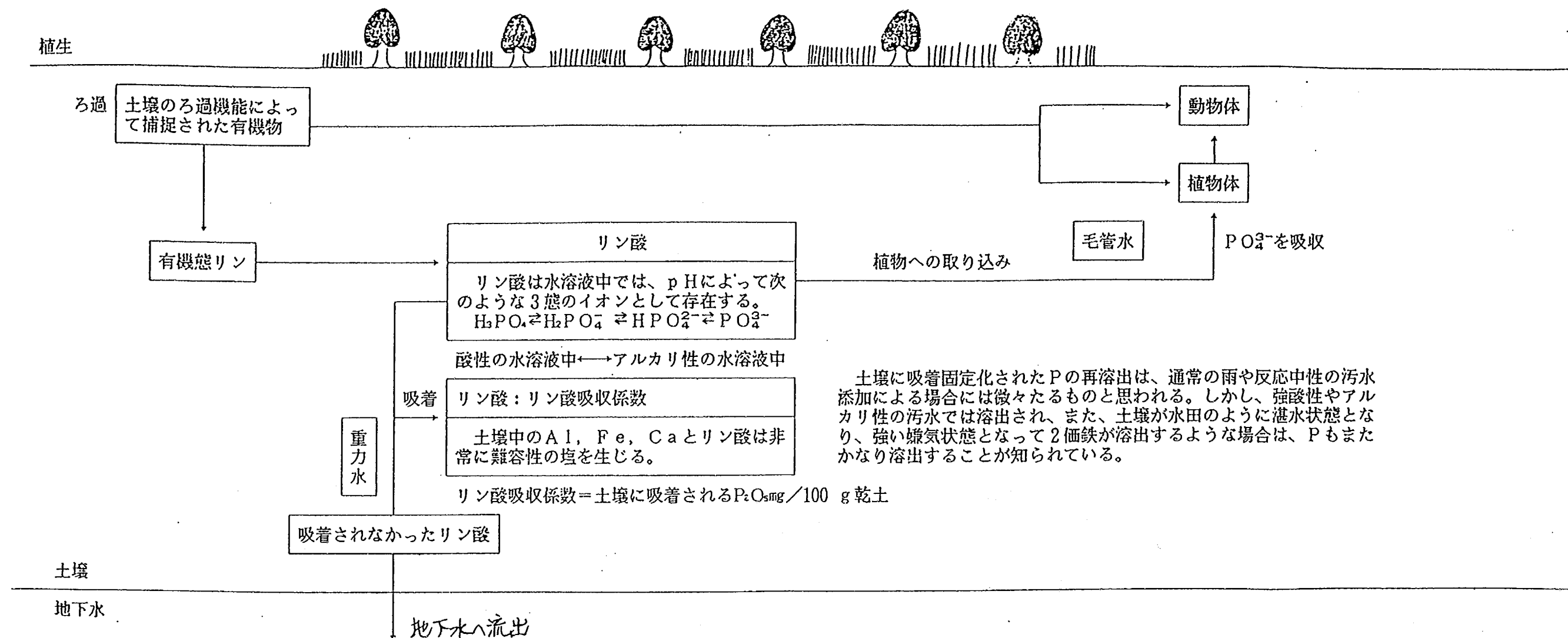


図 - 4 . 2 土壌中でのリンの浄化のしくみ

濁物質濃度，その種類，給水（浸透）間隔，滞留時間（浸透能）に影響され，その時の状態で変化するため定量的把握は困難である。他方，耐用年数は，浄化量に関係なく土壌の状態により，吸着できる容量を求め，処理水質を仮定すれば算定することが可能である。また，CECにより推定が可能なのは土壌の吸着量である。よって，本項目ではCECにより吸着容量を求め，その結果をもとに耐用年数を算定し，耐用年数が長ければ処理能力があるものと評価して検討を行った。

CECに基づく窒素の吸着容量は次の式により推定するものとした。

$$1 \text{ m}^3 \text{ 当りの吸着容量 (g) = } \frac{\text{土壌の容積比重} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times \text{CEC} \times (\text{内部負電荷量の割合}) \times 14 \text{ mg}}{100 \text{ g}}$$

この結果と処理トレンチの長さや日平均流入総負荷量より施設の耐用年数が推定される。

$$\text{耐用年数} = \frac{\text{トレンチ長} \times \text{有効幅 (2m)} \times \text{有効深度 (1.5m)} \times 1 \text{ m}^3 \text{ 当りの吸着容量}}{\text{日平均流入総負荷量 (g/日)} \times 365 \text{ (日)}}$$

これから逆算して耐用年数ごとのCECを求め，数年単位でランクに分けて評価を行うものとする。

(2) リン

土壌のリン吸着能は土壌中のA1（活性アルミニウム）によって発揮される。したがって，土壌のリン吸着容量は活性なアルミニウムの含量に依存すると推察される。しかし，土壌のリン酸吸収のメカニズムは，まだ，十分解明されているとは言えないし，活性アルミニウムの含量と汚水からのリンの吸着量との関係もまだ十分には研究されていない。一方，農学関係では土壌のリン酸固定能の強さ，つまりリン酸肥料の無効化の強さを評価するための土壌の基本的性質の一つとして一般に広く用いられているのはリン酸吸収係数であり，各地域の代表的な土壌のリン酸吸収係数は，すでに各都道府県農業試験場で把握されている。したがって今のところ，汚水処理を目的とした土壌のリン吸着容量もリン酸吸収係数によって評価した方が便利である。りん酸吸着係数は，乾土100g当りにりん酸が吸着する量(mg)を表す指標で，単位はmg/100g乾土である。なお，評価は窒素と同様の考え，耐用年数により評価するものとした。

「土壌による排水処理の実際と展望（公害と対策臨時増刊：昭和60年12月）」

によると、実験により、破過吸着量（リン溶液を浸透させた際、リンの負荷が一定量に達すると、土壌からの浸透水への漏出が発生するその時の量）とリン濃度、リン酸吸収係数の関係を次式の様に関係づけた。

$$P_{o/b} = a \times \log P_o + b$$

$$a = 0.00037 \times C_1 + 0.114$$

$$b = -0.00075 \times C_1 - 0.322$$

ここで、 P_o : リン酸吸収係数

$P_{o/b}$: 土壌の破過吸着量とリン酸吸収係数(P_o)との比

a, b : 定数

C_1 : 流入水のリン濃度

そこで、リンの吸着容量は次式で推定するものとする。

$$\text{リンの吸着容量 (kg/m}^3\text{)} = \text{有効土量} \times \text{リン酸吸収係数} \times 0.436 \times P_{o/b} \times 10^{-5}$$

ここで、0.436はリン酸に対するリンの比重比である。

この結果と処理トレンチの長さとし日平均流入総負荷量より窒素と同様な方法で施設の耐用年数を推定する。

$$\text{耐用年数} = \frac{\text{トレンチ長} \times \text{有効幅 (2m)} \times \text{有効深度 (1.5m)} \times 1 \text{ m}^3 \text{ 当りの吸着容量}}{\text{日平均流入総負荷量 (kg/日)} \times 365 \text{ (日)}}$$

これから逆算して耐用年数ごとのリン酸吸収係数を求め、数年単位でランクに分けて評価を行うものとする。

2) ろ過

「土壌による排水処理の実際と展望（公害と対策臨時増刊：昭和60年12月）」によると、土壌の固相を形成する主要な鉱物はケイ酸塩鉱物である。これらが風化して生成する粘土鉱物は、ケイ素Siと酸素Oからなる四面体とアルミニウムAlと酸素からなる八面体を主要構成成分とする板状結晶体である。土壌鉱物は、その粒径から表-4.1のように分類される。最小成分である粘土粒子の平均サイズは、球形と仮定した場合、2~10ミクロン以下である。実際の土壌中では、粘土粒子はクーロン力（静電引力）やファンデルワールス力によって凝集体として存在しており、さらに土壌有機物によって一次鉱物とも結びつけられて、いわゆる団粒構造を形成して存在している。

このことは、土壌が排水中の微細な粒子を「ろ過」する機能を有していること

を示している。そのポアサイズは、板状の粘土粒子を主とする土壌では $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 以下である。生物のサイズは $1\sim 100\mu\text{m}$ であるのでからすると、土壌は物理的に十分細菌やウイルスの通過を阻止できることを示しており、さらには土壌のマイナス荷電、腐植や細菌の分泌する膠質によってさらに小さな粒子もトラップされるであろう。よって、土壌には排水中のSS、病原菌、ウイルスなどをろ過する機能があることを示している。

また、当然のことながら土壌にトラップされた微粒子は、空隙を閉塞することになり、いわゆる「目詰まり」現象を生じる。これがいつ起るかは、トラップされた物質の量と質、無機物が有機物かによって異なる。無機物による場合は負荷量によって決まり、いったん、目詰まりが起こると回復不可能になることが多い。有機物による場合は、負荷量と土壌微生物や土壌動物による分解速度との関係や膠質膜を形成する嫌気性微生物の増殖などの要因によって決まる。これらは土壌の種類、湿度、地温、通気性、管理の仕方などによっても異なる。ただし、目詰まりは土壌を一定期間、乾燥状態に置き、収縮・膨潤をくり返すことによって物理的に、また好気的な微生物分解や土壌動物による摂食によって、部分的には回復する。

以上よりろ過機能の要因は、土壌の種類、土壌粒径（粒土分布）、透水性、土壌微生物、土壌動物、湿度、地温、通気性等が考えられるが、そのほとんどは局地的に変化し、気候にも影響される。よって、比較的安定した資料が得られ代表性があるものを評価要因として選定するものとした。その結果、土壌の種類により評価を行うものとした。アメリカEPAでは表-4.2のように土壌と透水性、処理量の関係を考えている。よって、これを参考にして土壌を4段階に分類し、その透水性と土壌粒子の粒径から、表-4.3のように浄化の可能性を評価する。

表-4.1 土壌の粒度区分

国 際 法		農 学 会 法 (名称は同じ)
区分の名称	大きさ (直径)	
礫 (gravel)	2 mm 以上	2 mm 以上
粗砂 (coarse sand)	2 ~ 0.2	2 ~ 0.25
細砂 (fine sand)	0.2 ~ 0.02	0.25 ~ 0.05
シルト (silt, 微砂)	0.02 ~ 0.002	0.05 ~ 0.01
粘土 (clay)	0.002 mm 以下	0.01 mm 以下

表-4.2 施設計画に際しての土壌別浸透率及びトレンチ、
浸透ろ床底部からの浸透量

土 壌	浸透率 [min/in]	処理量 [gpd/ft ²]
礫層, 粗砂	< 1	不適
粗砂~細砂	1 ~ 5	1.2
微砂, ローム質砂土	6 ~ 15	0.8
砂質ローム, ローム	16 ~ 30	0.6
ローム, 多孔性シルトローム	31 ~ 60	0.45
シルト質埴壌土, 埴壌土	61 ~ 120	0.2

表-4.3 土壌の透水性と土壌粒子の粒径による浄化機能の評価

土壌の種類	透水性	土壌粒子の粒径	浄化の可能性
強粘土質	小	大	不可
粘土質	↓	↑	可
シルト質	↓	↓	可
砂 質	大	小	不可

3) 分解

土壌中には細菌類、カビ類、放線菌類、原生動物などの土壌微生物、土壌動物、下等・高等植物などが多数生息しており、それらは複雑な植物連鎖、物質循環系を形成して共存している。このような土壌生態系に汚水が供給されると、汚水中の生物は生物化学的な変化・代謝を受け、ある物は浄化される。以降、有機物、窒素の浄化について整理した。

(1) 有機物の分解

耕地土壌中の有機物とは通常、そこに棲息した生物の遺体や堆肥、きゅう肥、緑肥として人為的に土壌中に投入されたものが、土壌中の微生物や土壌動物（ミミズ、アリ、ダニなど）によって、蛋白質、セルロースなどが硝化・酸化分解を受けた後の腐植（humus）を指す。すなわち、土壌に供給された有機物のうち、炭水化物、脂肪、蛋白質などは、土壌中の大小の動物や多数の好氣的・嫌氣的微生物によってそのエネルギー源として酸化され、炭酸ガス、水となって大気中に放出される。

一方、それらの有機物に化合していた窒素、リン、硫黄などは、無機化されてアンモニウム塩、リン酸塩、硫酸塩などとして土壌に放出され、再び、そこに棲息する微生物、植物に利用される。その結果、比較的分解しにくいリグニンなどが残り、これが土壌中の他の窒素化合物やAlなどの金属イオンなどと反応して、除々に比較的安定な腐植となるのである。

これらの有機物は、土壌中でエネルギー源である窒素やリンの供給源として接触植物、微生物の養分となるほか、コロイド（有機膠質物）となって先に述べたようにSSや NH_4^+ 、 K^+ を保持したり、土壌動物、微生物の食餌となることによって土壌の団粒化を促進し、植物根に対する通気性（ O_2 の供給）を良くすることにも役立っている。

普通、土壌中の有機物を分解する主体は土壌中に豊富に存在する微生物であり、良好な農耕地ほど微生物活動が旺盛である。このような耕地では有機物が5%を超えることは少ない。ただし、リン吸着能の大きい黒ボクでは、有機物が活性アルミニウムと結合することによって分解されにくい形態になるために、10%を超えることも珍しくない。

(2) 窒素の分解

自然界で窒素は、単体（窒素ガス N_2 ）や単純な無機化合物（アンモニウム塩、硝酸塩、亜硝酸塩）として、さらに生物の体構成成分である複雑な有機化合物（アミノ酸、ビタミン、蛋白質、核酸など）として存在しており、これらは高等動物から微生物にいたる生物による物質代謝を受けながら、地球上では一つの閉じた環、すなわち窒素循環系を形成している。

汚泥や汚水によって供給された有機態窒素は、土壤中では比較的速やかに無機化・分解（アンモニアや硝酸）される。生成したアンモニアは一部はそのまま植物に吸収されるが、残りは土壤中で亜硝酸生成細菌（*Nitrosomonas*）によって亜硝酸（ NO_2-N ）に酸化され、さらに硝酸生成細菌（*Nitrobacter*）の作用によって硝酸（ NO_3-N ）にまで酸化される。これらは硝化細菌と呼ばれ、土壤中に広く分布している。ただし、強酸性の土壤には少なく、 $pH 6.8 \sim 7.3$ が最適条件である。

以上の観点から、土壤中の微生物の分解活動状況を把握するには、地温、水分量、炭素率、有機物量、酸素量、好気性微生物量等の諸々の要因があげられる。しかし、これらの項目は局所的に変化が大きいこと、時間的にも変化することから把握は困難である。そのため、窒素のみについての着目ではあるが、硝化細菌が強酸性の土壤には少なく、 $pH 6.8 \sim 7.3$ が最適条件であること及び、脱窒菌の反応が $pH 5.0$ 以下では遅いことを考慮した。この pH により微生物等による分解能の評価を行うものと考えた。

4) 吸収

(1) 植物

処理施設の被覆土壌やトレンチの表層土壌に栽植された植物による窒素、リンの浄化容量は微々たる量であり、むしろ土壌に対する有機物の補給、根系による通気性の確保、土壌微生物・動物の生息環境の改善などの副次的効果として考えられるので本検討では特に評価は行わなかった。

(2) 土壌動物

土壌生態系には、大はモグラなどのほ乳動物から昆虫、各種の土壌動物、原生動物が生息している。しかし、個々の土壌についてその種組成、現存量などを評価するのは、環境条件の微小な変化によっても変わるために実際には困難である。

土壌動物が直接的な浄化に占める役割は小さいが、土壌表面に生成した微生物

膜やスカムなどの分解には湿性土壌動物が一定の役割を果たすであろう。また、土壌動物は「自然の鋤」と言われるように、土壌とともに食べられた未分解の落葉などが糞塊として排せつされ、これが土壌を団粒化することになり、通気性、保水性などの土壌物理性を改善している。さらに、落葉などの大型の有機物はそのままでは、微生物によっても分解されにくいですが、土壌動物によって、かみ砕かれ排せつされると著しく分解が速くなる。

これらの土壌動物の役割も、今のところ定量的に評価するのは非常に困難であり本検討では評価は行わなかった。

以上の結果より、土壌の浄化機能よりろ過、吸着、分解各々についてを、土粒子（土壌の種類）、リン酸吸収係数、CEC、pHの4項目によって評価するものとした。吸収については今回は特に評価の対象とはしなかった。

土壌浄化においては、処理により地下水の水質に影響を与えることは望ましくない。地下水への浸透水の混入は、処理する水（以降原水と呼ぶ）の水量及び水質により若干異なるが、家庭雑排水と考えた場合、処理空間つまり浸透面（トレンチetc）から地下水までの距離が影響すると考えられる。日本では具体的には、検討されていないが「生活雑排水処理施設設置の手引き（茨城県環境局霞ヶ浦対策課）」によればトレンチから1.5m以上、米国では最低1.2m以上、安全を考えれば9m程度離れていれば安全だと考えられている。よって、土壌の浄化能力を評価する項目として対象するものとした。

5) 地盤高と地下水面の距離

安全性の上から汚水処理の対象とすべき土壌区間は地表から1.5m以上必要と考えられる。これに50cm程度の余裕を考え、地表と地下水面の距離が2m未満の地域では土壌処理を行うべきではないと考える。よって、2m以上の距離を数ランクに分けて評価を行うものとした。

4. 4 土壤浄化能力図の作成（霞ヶ浦流域を対象にして）

前節で抽出した土壤浄化能力の評価要因と評価方法に基づいて、霞ヶ浦流域の土壤浄化能力図を作成した。

土壤浄化能力図は、霞ヶ浦流域を縦に緯度で1'間隔(約1.85km間隔)、横に経度で1'30"間隔(約2.26km間隔)で直交メッシュに分割して、個々のメッシュで浄化能力を定性評価して作成した。

土壤の浄化能力を評価する項目は次の5つである。

- ① 土壤の粒子の粒径組成……土壤のろ過機能を評価する項目
- ② C E C ……土壤の窒素の吸着機能を評価する項目
- ③ リン酸吸収係数 ……土壤のリンの吸着機能を評価する項目
- ④ p H ……土壤の分解機能を評価する項目
- ⑤ 地盤高と地下水水位の差…捕捉または浄化する土壤の体積を評価する項目

浄化能力の評価項目は各メッシュの値は、①～④は実測値がないので茨城県が調査した「茨城県耕地土壤の実態と対策」の土壤分布とその土壤の土壤試験結果から推定した。また、⑤は昭和59年度の測定結果を用いた。

定性的評価は、“相対的に良好”から“相対的に悪い”までを順に、AA, A, B, Cとして、4段階に分類した。

1) 土壤の粒子の粒径組成

「茨城県耕地土壤の実態と対策」によるとおおむね地表から25cm～60cmの土性について次のような区分がなされている。図-4. 3に各メッシュの土性の分布を示す。強粘質、粘 質、壤 質、砂 質の区分は次の通りである。

- ① 強粘質(重粘土, 軽粘土, 微砂質埴土, 砂質埴土)
- ② 粘 質(微砂質埴壤土, 埴壤土, 砂質埴壤土)
- ③ 壤 質(微砂質壤土, 壤土, 砂質壤土, 砂壤土)
- ④ 砂 質(壤質砂土, 砂土)

これらの土性は、汚水の浸透量に影響すると考えられる。傾向としては、強粘質の土壤では浸透量は小さく、砂質の土壤では浸透量は大きいと考えられる。

汚水の処理に関しては、浸透能のあまりに小さい土壤ではあまり大きな土壤浄化能力は期待できないと考えられる。逆に浸透能のあまりに大きな土壤では、地下水の水質への影響が考えられる。

そこで、表－４．４のような評価をすることとした。図－４．４は土壌の粒子の粒径組成による浄化能力の評価結果である。

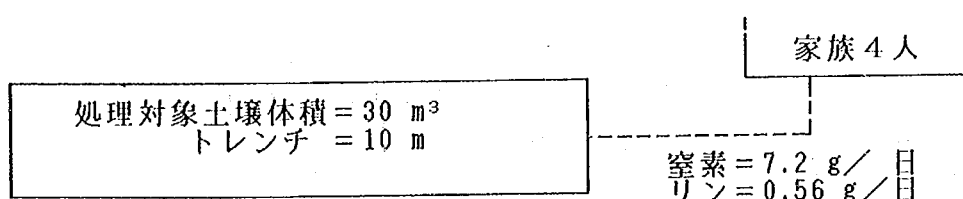
表－４．４ 土壌の粒子の粒径組成による浄化能力の評価

	窒素、リンとの関連からの評価
1. 強粘質	C
2. 粘質	A
3. 壤質	A
4. 砂質	C

2) C E C

「茨城県耕地土壌の実態と対策」によると霞ヶ浦流域のC E Cの分布状況は、図－４．５の通りである。

北浦の実験データをもとに、C E Cと耐用年数の関係を整理してみる。図－４．６に北浦村の実験状況を示す。



図－４．６ 北浦の実験例

北浦村の実験地の土壌の容積比重は0.807である。実験地の処理対象範囲は浸透有効幅2.0m，深さ1.5m，トレンチ長10mであり，処理土壌体積は30m³である。家庭雑排水により，発生するT－Nは7.2g／日である。

今，内部負電荷が8meの場合の吸着量を計算すると次のようになる。

1m³当りの吸着量は，次式から904g/m³になる。

$$807\text{kg/m}^3 \times (8\text{me} \times 14\text{mg}/100\text{g}) = 904\text{g/m}^3$$

トレンチの総吸着量は，次式から27.12kgになる。

$$904\text{g/m}^3 \times 30\text{m}^3 = 27,120\text{g}$$

したがって、耐用年数は次式から10.3年になる。

$$27,120\text{g}/7.2\text{g/日} = 3766\text{日} = 10.3\text{年}$$

以上のことから、内部負電荷が8meの場合、10年間は窒素の除去効果が期待出来るが、これ以上になると土壌の窒素吸着能は飽和状態になり、汚水の窒素の除去率は急速に低下する可能性がある。

同様にして、北浦村の場合、内部負電荷と耐用年数はおおむね次のような関係にある。

内部負電荷	耐用年数
8me	10年
16me	20年
24me	30年

(負荷量は、7.2/日/30m³と仮定した)

CECに占める内部負電荷の割合は不明であるが、表-4.5のような評価を行うことにした。図-4.7はCECによる浄化能力の評価結果である。

表-4.5 CECによる浄化能力の評価

CEC 単位me	F: 内部負電荷 単位me	T: 耐用年数 単位年	評 価
$0 \leq \text{CEC} < 10$	$0 \leq F < 8$	$0 < T < 10$	C
$10 \leq \text{CEC} < 20$	$8 \leq F < 16$	$10 \leq T < 20$	B
$20 \leq \text{CEC} < 30$	$16 \leq F < 24$	$20 \leq T < 30$	A
$30 \leq \text{CEC}$	$24 \leq F$	$30 \leq T$	AA

3) リン酸吸収係数

「茨城県耕地土壌の実態と対策」によると霞ヶ浦流域のリン酸吸収係数の分布状況は、図-4.8の通りである。

北浦村の実験例を取り上げて、リン酸吸収係数と耐用年数の関係を整理してみる。北浦の実験地における汚水のリンの濃度C_iは0.56mg/lである。したがって、

$$a = 0.00037 \times d + 0.114 = 0.114$$

$$b = -0.00075 \times d - 0.322 = -0.322$$

$$Pa/b = 0.1141 \log Pa - 0.322$$

リン酸吸収係数を1000とすると耐用年数は次のように評価される。

$$P a/b=0.02$$

乾土100gのリン酸の吸収量は、リン酸吸収係数 $1000 \times 0.02 = 20 \text{mg}/100 \text{g}$ 乾土となる。
Pの原子量は31、Oの原子量は16であるから、リン酸に対する比重比は次のとおりである。

$$P_2/P_2O_5 = 62/142 = 0.436$$

したがって、100g乾土当たりのリンの吸着量は $20 \text{mg}/100 \text{g}$ 乾土 $\times 0.436 = 8.72 \text{mg}/100 \text{g}$ 乾土となる。

土壌の容積比重は0.807 であるので、 1m^3 あたりのリンの吸着量は $807 \text{kg}/\text{m}^3 \times 8.72 \times 10^{-4} = 7.04 \text{kg}/\text{m}^3$ となる。

土壌 30m^3 に対する吸着量は、 $7.04 \text{kg}/\text{m}^3 \times 30 \text{m}^3 = 211.2 \text{kg}$

よって、耐用年数は、 $211.2 \text{kg} / 0.56 \text{g}/\text{日} = 3771 \text{日} = 10.3 \text{年}$ となる。

したがって、リン酸吸収係数が1000の場合、リンの負荷量を $0.56 \text{g}/\text{日}/30 \text{m}^3$ とすると、耐用年数は10年となる。この場合、10年間はリンの除去効果を期待出来るが、これ以上になると土壌のリンの吸着能は飽和状態になり、汚水中のリン除去率は急速に低下する可能性がある。

同様にしてリン酸吸収係数と耐用年数の関係を計算し、表-4.6のような評価を行うことにした。図-4.9はリン酸吸収係数による浄化能力の評価結果である。

表-4.6 リン酸吸収係数による浄化能力の評価

PK: リン酸吸収係数 単位: $\text{mg}/100 \text{g}$ 乾土	T: 耐用年数 単位: 年	評 価
$PK < 1000$	$T < 10$	C
$1000 \leq PK < 1300$	$10 \leq T < 20$	B
$1300 \leq PK < 1500$	$20 \leq T < 30$	A
$1500 \leq PK$	$30 \leq T$	AA

4) pH

「茨城県耕地土壌の実態と対策」によると霞ヶ浦流域のpHの分布状況は、図-4.10の通りである。

pH 5.5 以下では脱窒菌の反応は遅いとされている。硝化作用に関してはpH 6.8~7.3が最適条件とされている。また、土壌に吸着固定化されたリンの再溶出は、通常の雨や反応中性の汚水添加による場合には微々たるものとされている。

しかし、強酸性（pH 4 以下）やアルカリ性（pH 9 以上）の汚水では溶出する。

以上の観点から、表－4. 7 のような評価を行うことにした。図－4. 11 はリン酸吸収係数による浄化能力の評価結果である。

表－4. 7 PHによる浄化能力の評価

PH	窒素、リンとの関連からの評価
$5.5 < PH < 7.3$	A
$PH \leq 5.5$	C
$PH \geq 7.3$	

5) 地盤高と地下水水位の差

霞ヶ浦流域における地下水水位と地盤高との差の分布の観測結果を図－4. 12, 13 に示す。

維持管理の観点からは、汚水処理の対象とすべき土壌は地表から1.5m程度にとどめるべきと考えられる。これに50cm程度の余裕を考えると、地盤高と地下水水位の差が2m未満の地域では土壌処理を行うべきではないと考えられる。

また、地下水水位と地盤高との差が大きいほうが、生活雑排水による地下水汚染の可能性が少ない。

そこで、地盤高と地下水水位との差による評価は表－4. 8 のような評価とした。図－4. 14 は地下水水位と地盤高との差による浄化能力の評価結果である。

表－4. 8 地盤高と地下水水位の差による浄化能力の評価

L : 地盤高と地下水水位の差	窒素、リンとの関連からの評価
$10m \leq L$	A A
$5m \leq L < 10m$	A
$2m \leq L < 5m$	B
$L < 2m$	C

6) 土壤浄化能力の可能性について

支配因子の各々について評価したが、このうちの評価の低い支配因子に重みをおいて総合評価を行った。この総合評価は、土壤浄化の可能性の程度を表したものと考えられる。

総合評価の指標を表-4.9に示す。図-4.15, 16が総合評価を行った結果である。その結果、霞ヶ浦流域536メッシュ中、評価AAは0メッシュ、評価Aは285メッシュ、評価Bは73メッシュ、評価Cは178メッシュとなった。

表-4.9 総合評価(土壤浄化の可能性)

総合評価	土壌の粒子の粒径組成	C/N	PH	CEC	リン酸吸収係数	地盤高と地下水位の差
AA	A	A	A	AA	AA	AA
A	A	B	A	A	AA	AA
				AA	A	AA
				AA	AA	A
B	A	B	A	B	AA, A	AA, A
				AA, A	B	AA, A
				AA, A	AA, A	B
C	C	A, B	A	AA, A, B	AA, A, B	AA, A, B
	A	A, B	A	C	AA, A, B	AA, A, B
	A	A, B	A	AA, A, B	C	AA, A, B
	A	A, B	A	AA, A, B	AA, A, B	C
	A	A, B	C	AA, A, B	AA, A, B	AA, A, B

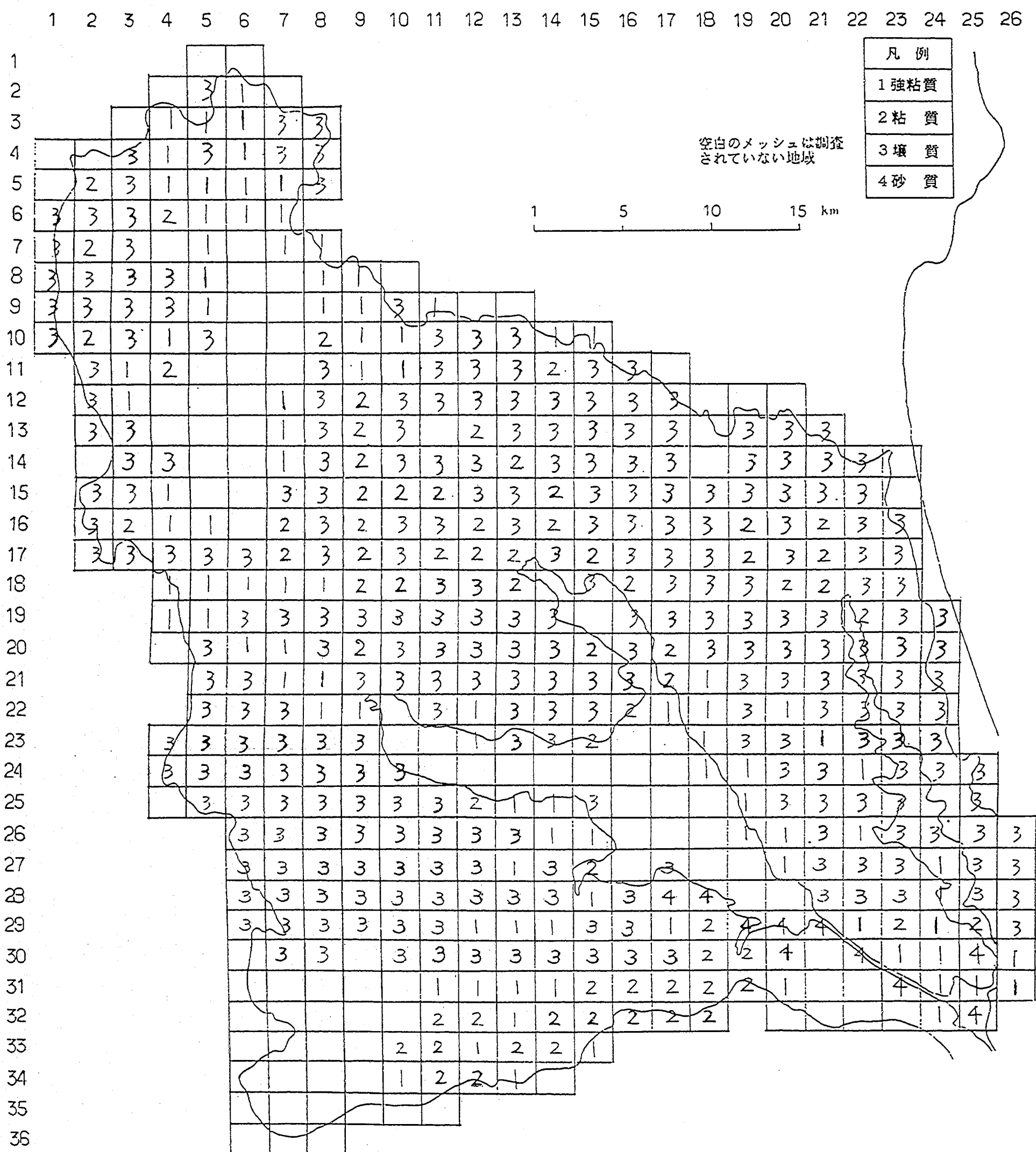


図 - 4 . 3 土性の分布

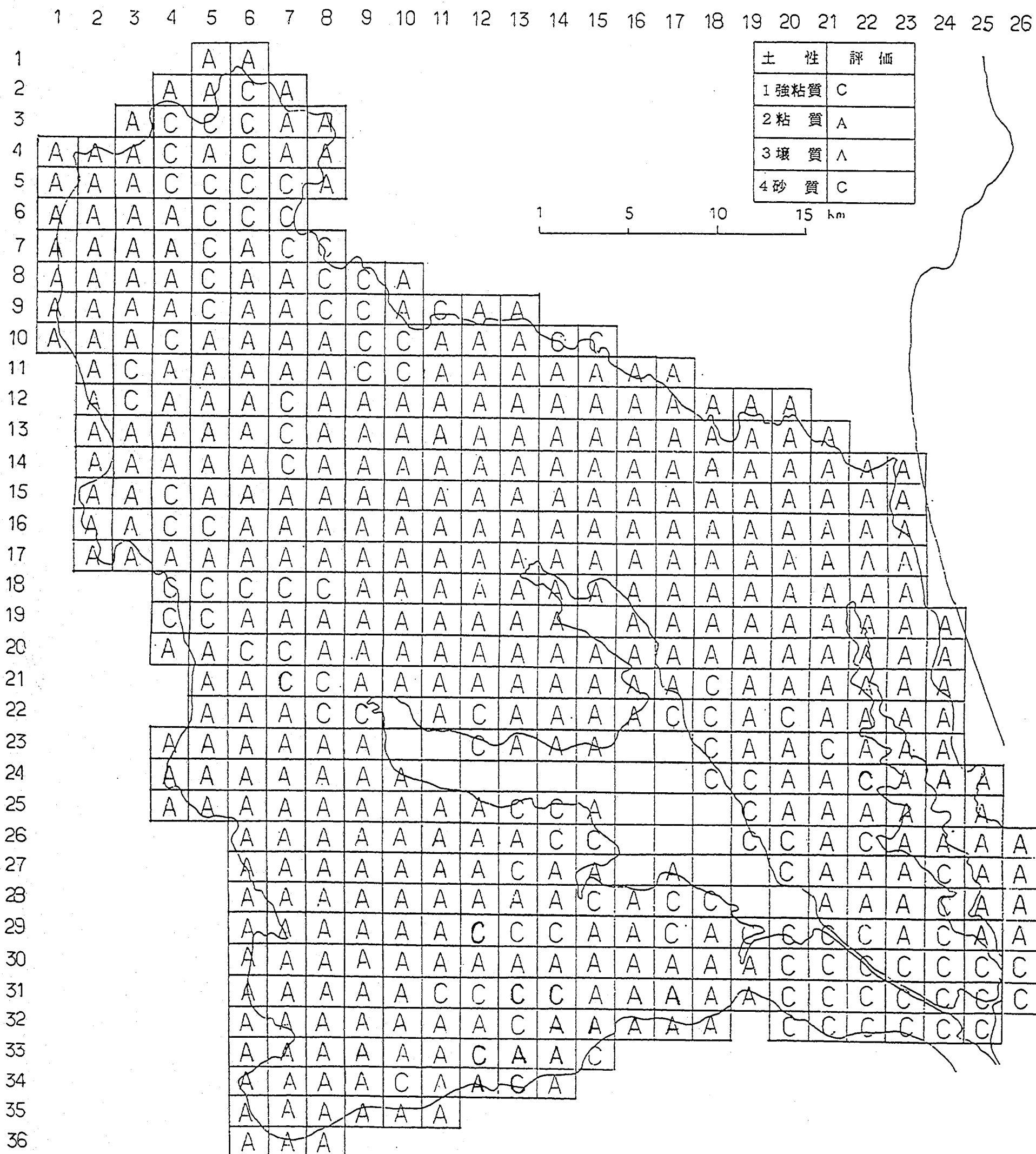


図 - 4. 4 土壤の粒子の粒径組成による
浄化能力の評価

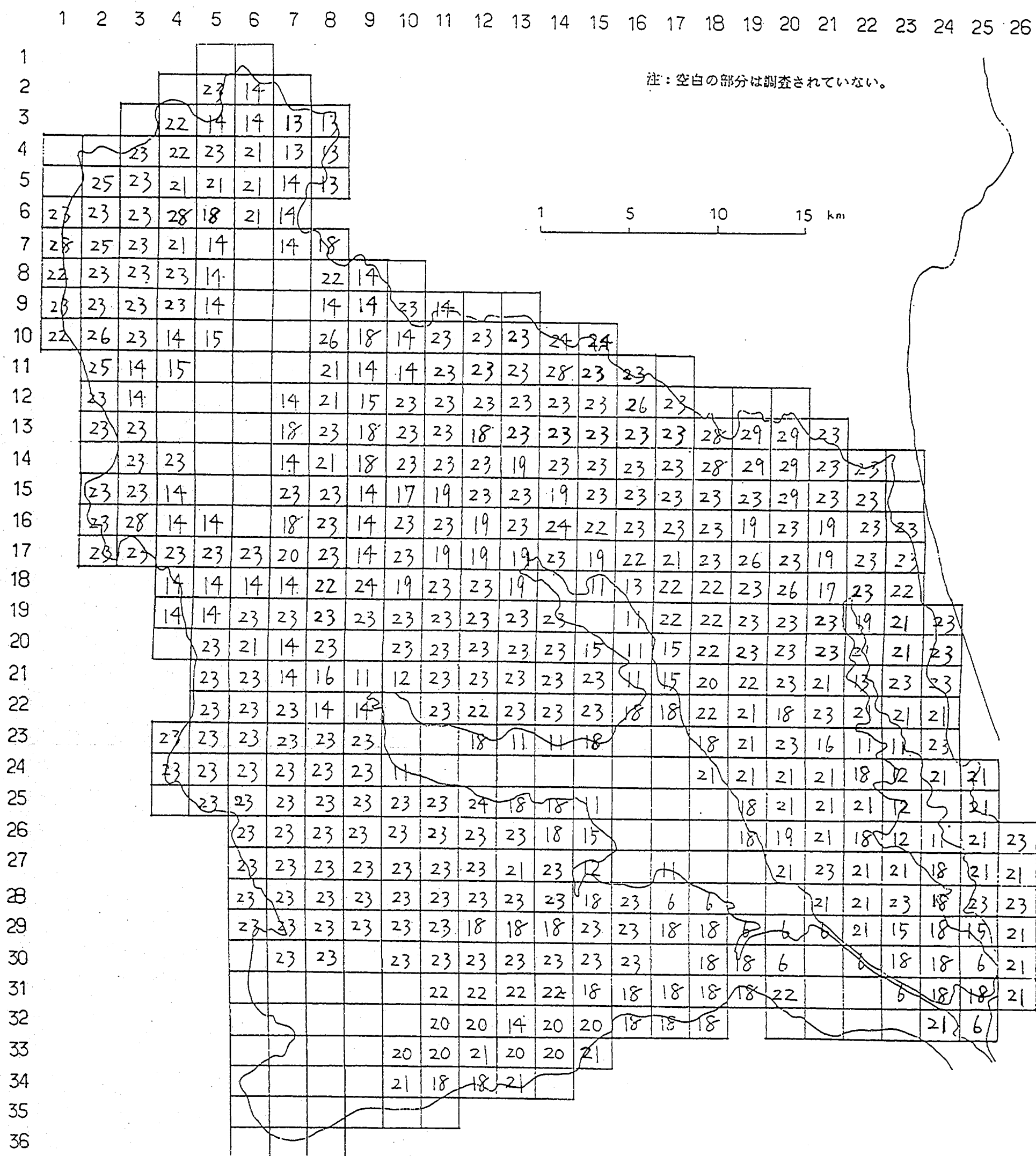


図 - 4.5 CEC (me) の分析

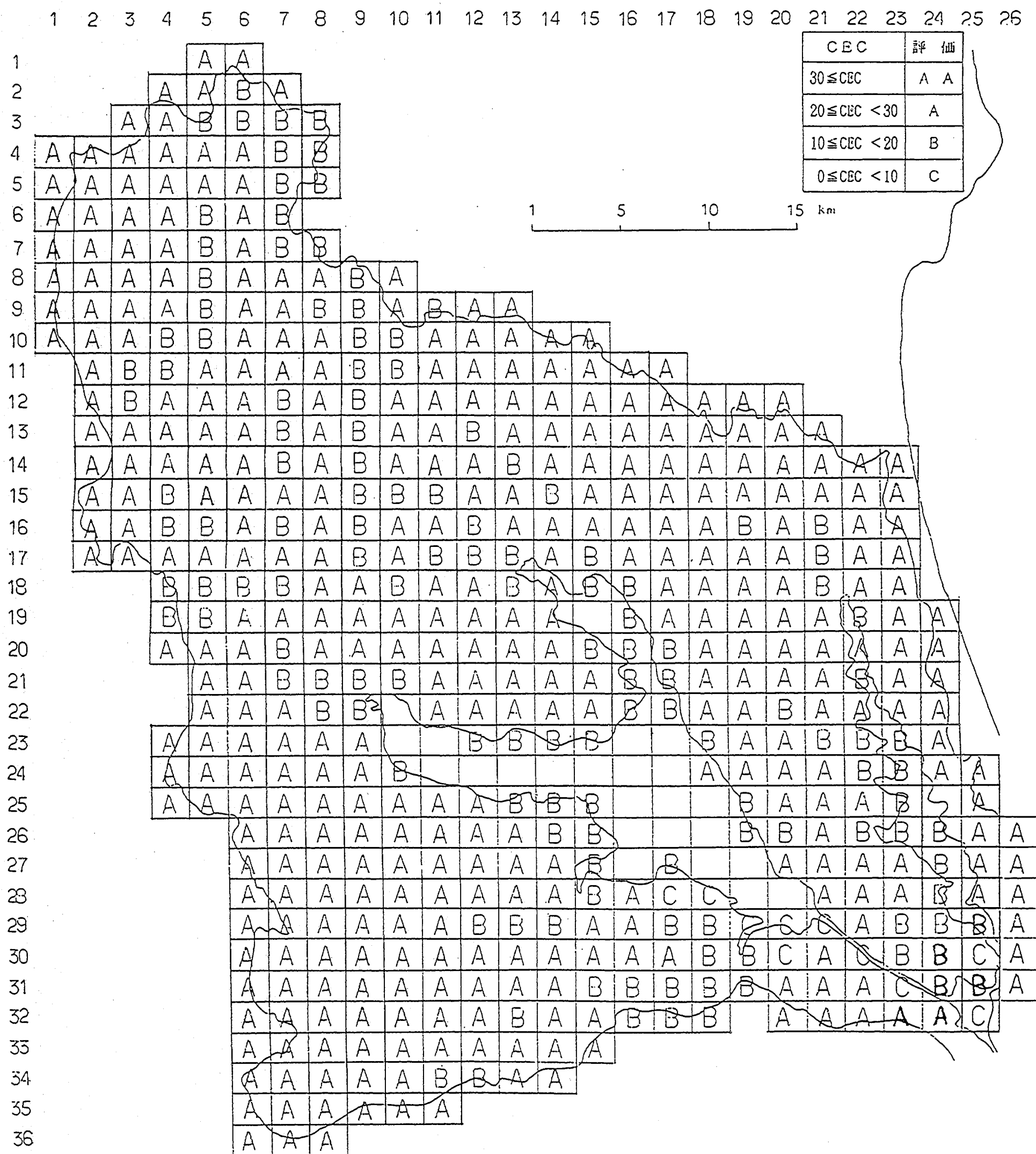


図 - 4. 7 CECによる浄化能力の評価

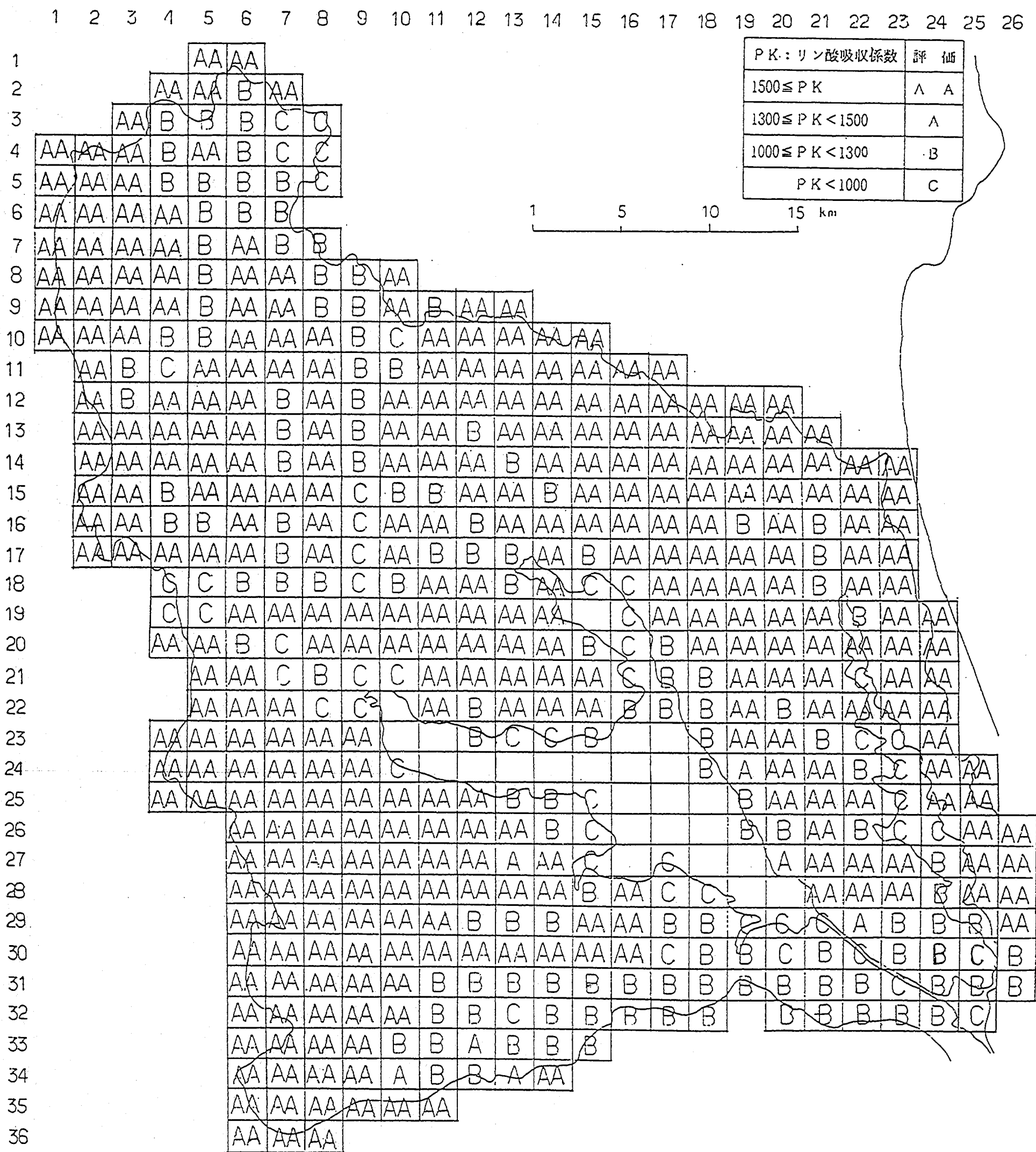


図 - 4 . 9 リン酸吸収係数による浄化能力の評価

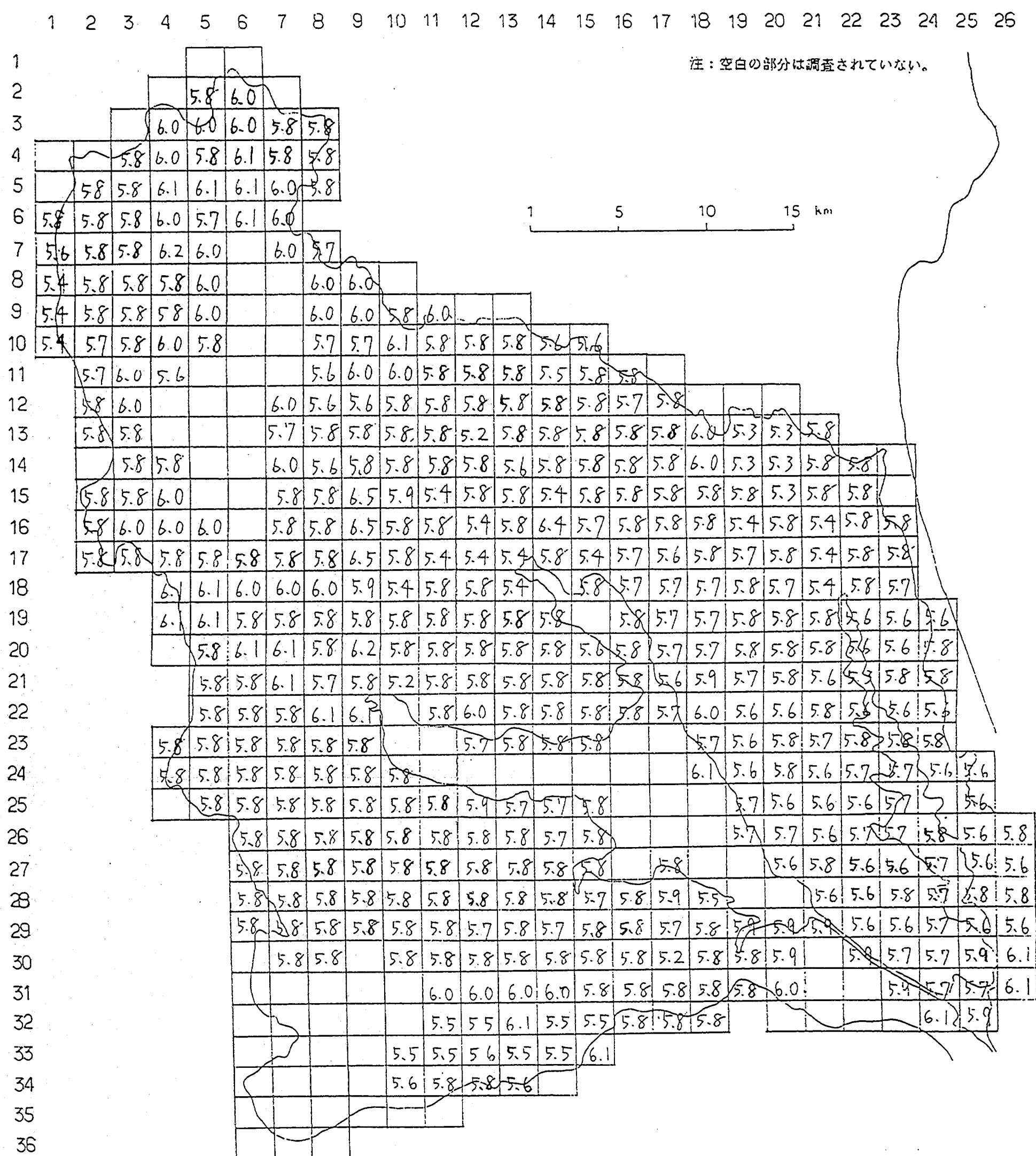


図 - 4.10 PH の分布

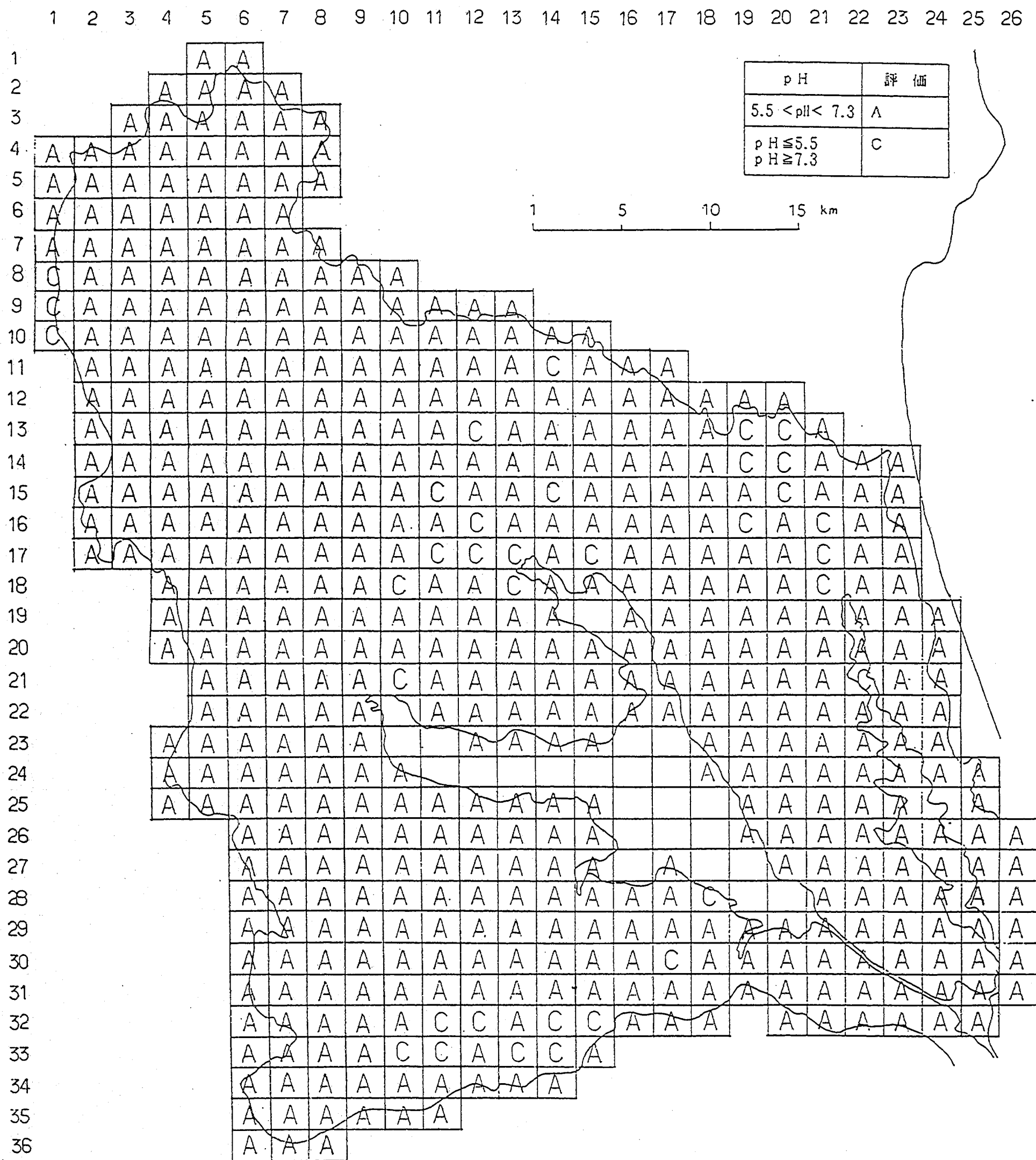


図 - 4 . 1 1 pH による浄化能力の評価

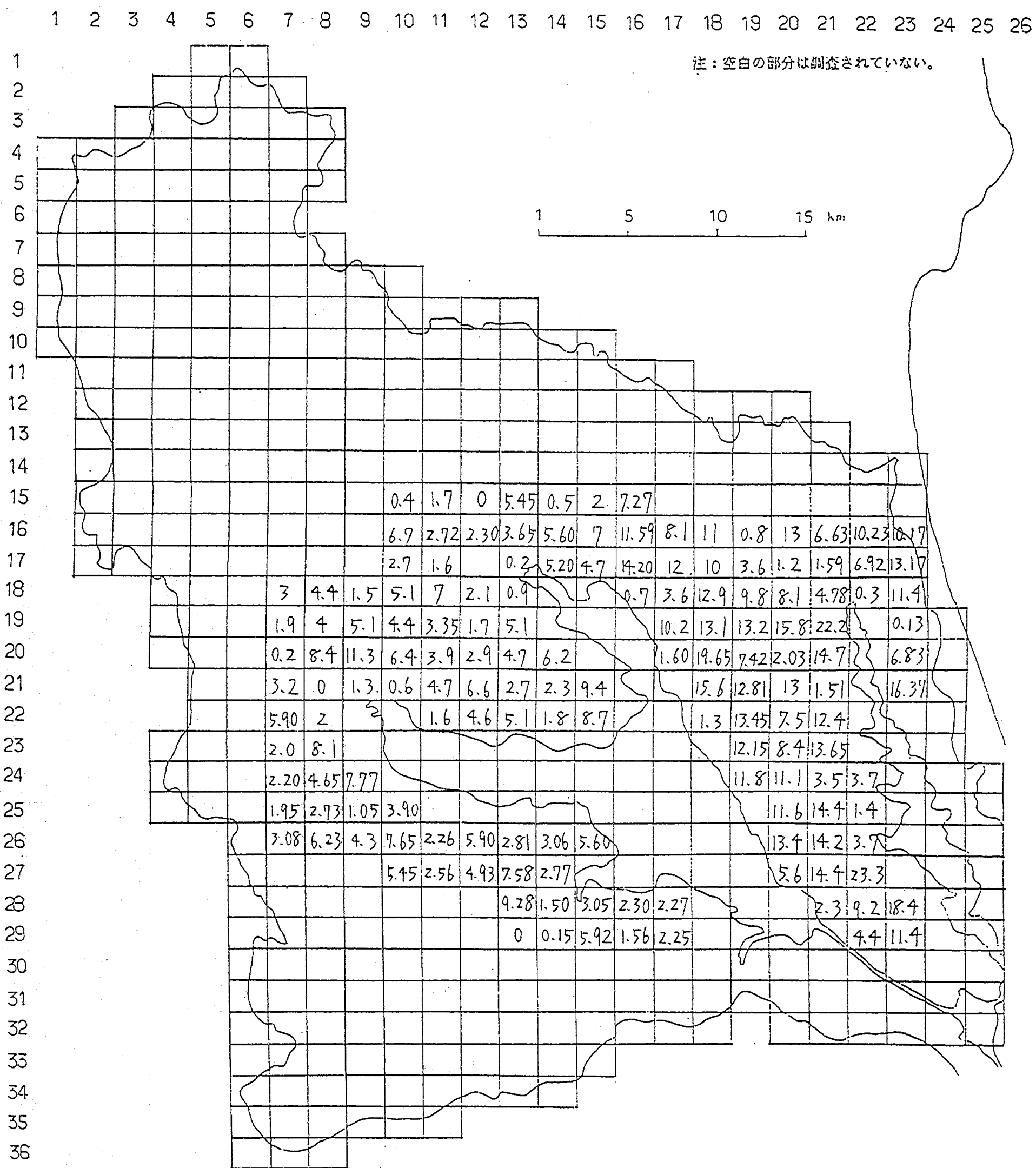


図 - 4 . 1 2 地盤高と地下水位の差 [m] (昭和59年10月)

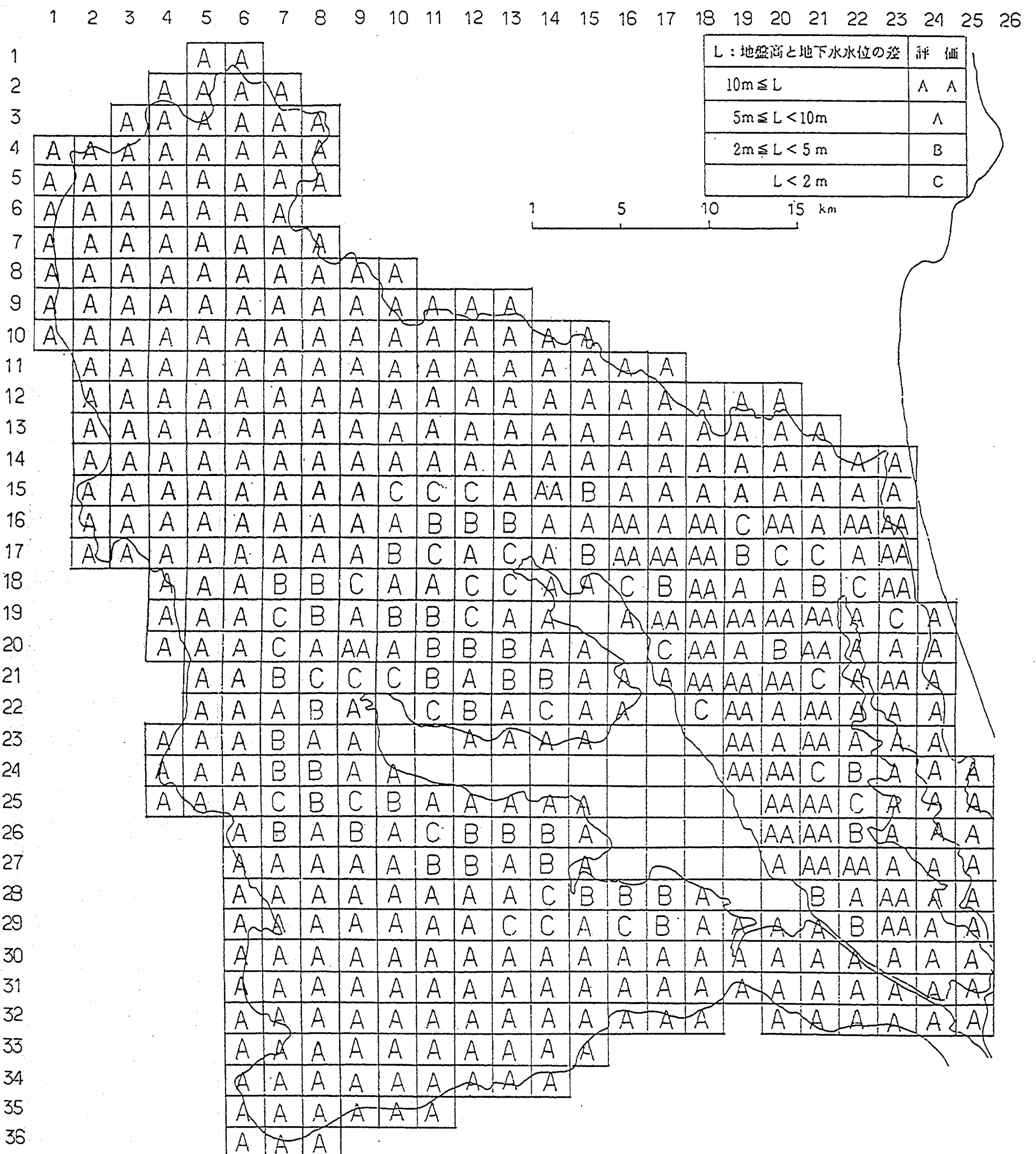


図 - 4 . 1 4 地盤高と地下水水位の差による
浄化能力の評価

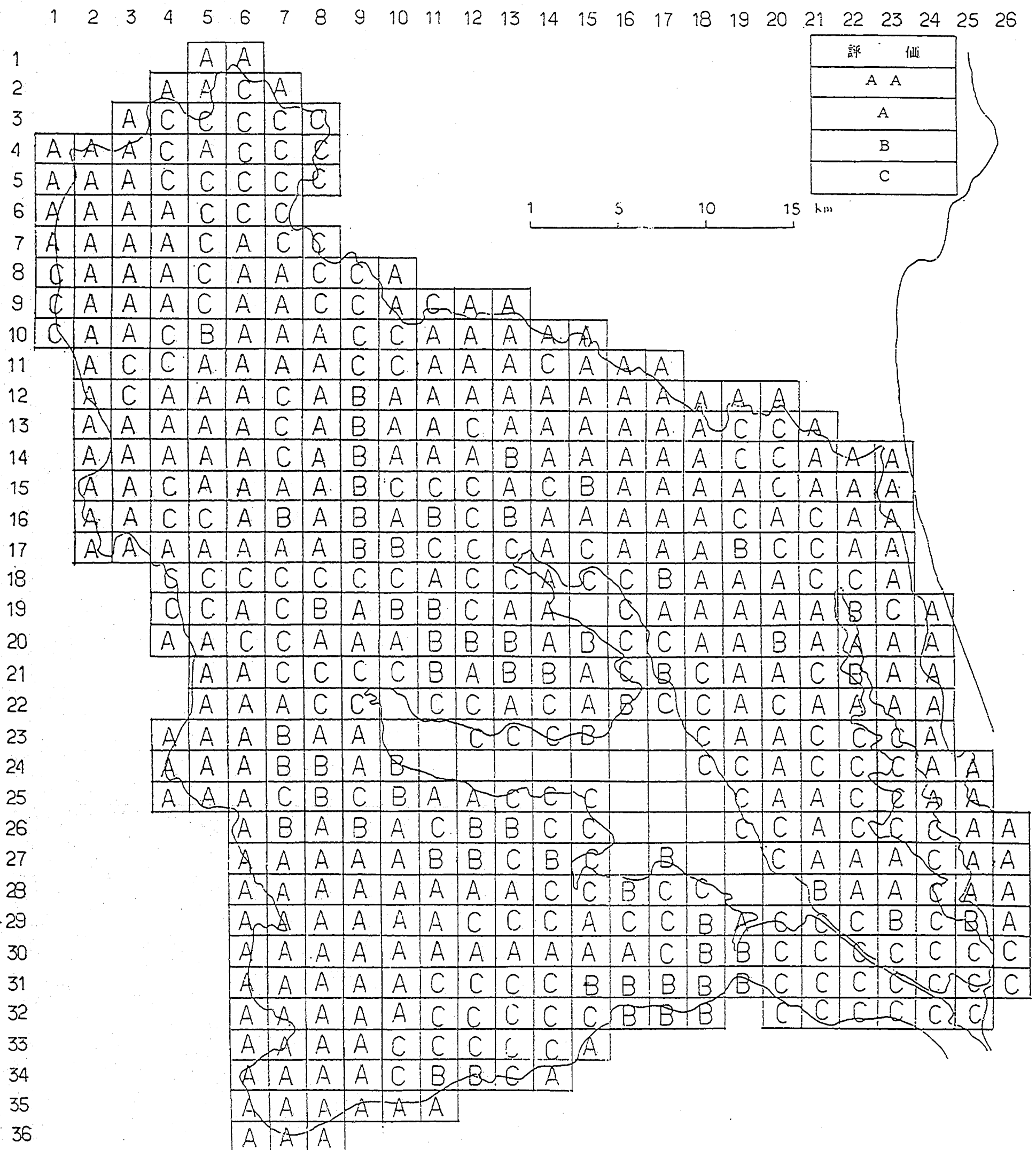


図 - 4 . 1 5 総合評価 (土壌浄化の可能性)

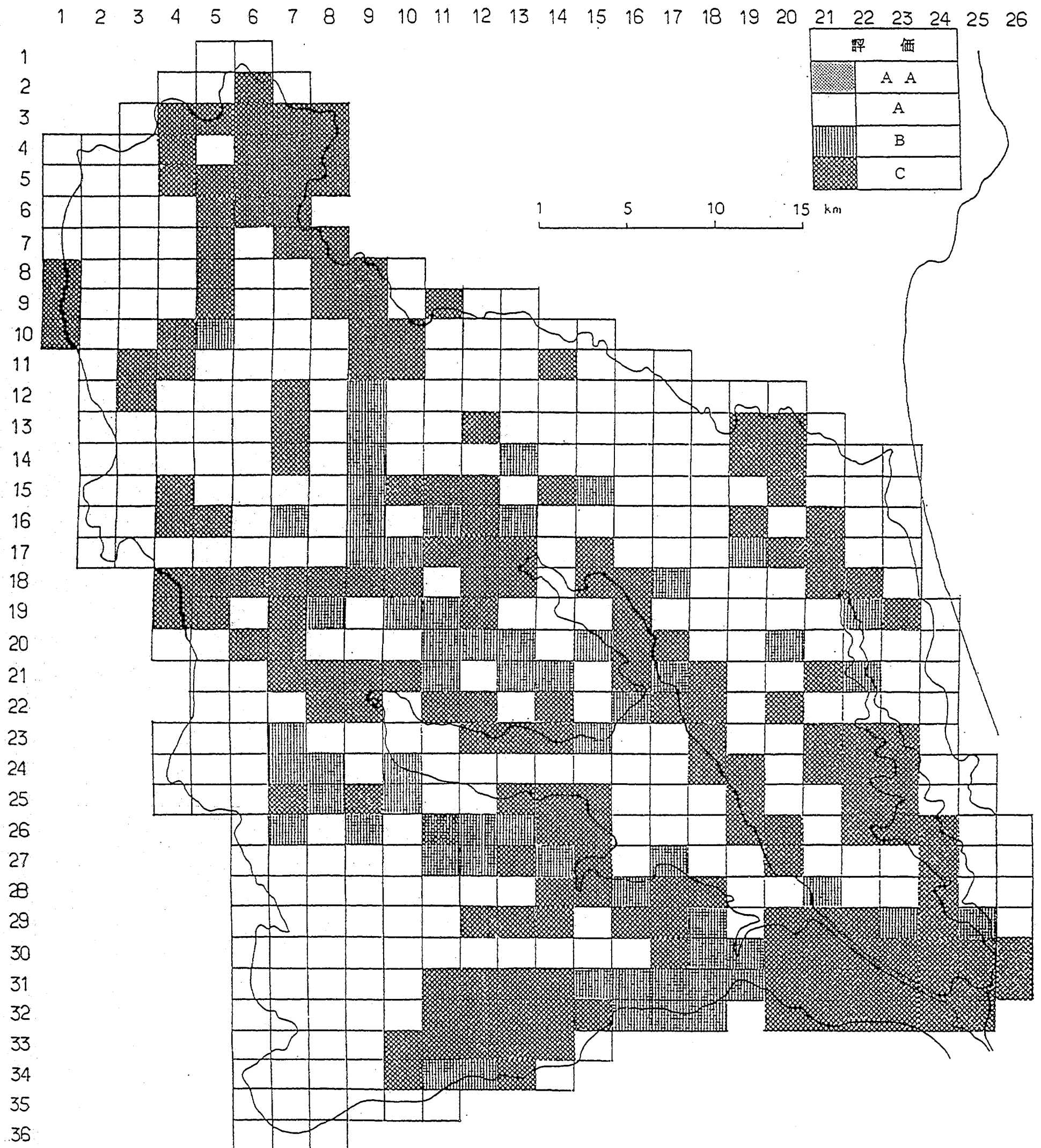


図 - 4 . 1 6 総合評価 (土壌浄化の可能性)

4.5 土壌帯の浄化能力の評価手法のまとめ

本章では土壌による汚水の浄化機構を把握したうえで、既存の調査データを利用して土壌による浄化能力を定性的に評価する手法を開発し、霞ヶ浦流域を事例にして土壌浄化能力図を作成した。これから、次のことが分かった。

- ① 土壌による汚水の浄化機構は、吸着、ろ過、分解、植物への取り込みに分けられる。この内、リンの浄化は主として土壌への吸着で行われる。
- ② 窒素及びリンの土壌による浄化能力の定性的な評価は、土粒子の粒径分布、CEC、リン酸吸収係数、pH、地盤高と地下水面の距離の5つの項目で評価することも現実的な解のひとつであると考ええる。
- ③ 霞ヶ浦流域の土壌浄化能力を評価した結果、霞ヶ浦流域全域の536メッシュ（1メッシュは $1.85 \times 2.26 \text{ km} = 4.2 \text{ km}^2$ ）中で、土壌浄化に相対的に適する地域は285メッシュ、土壌浄化にやや適する地域は73メッシュ、土壌浄化に相対的にあまり適さない地域は178メッシュである。

これらの結果は前述の如く、土壌処理の機構が不明確な現実には照らし、大胆な前提で評価した結果得られたものである。この手法の適用には、今後の調査研究の進展を期待することが多いことを断っておきたい。

第5章 雑排水の土壌処理の計画設計

指針（案）の作成

今までの調査結果を踏まえ、雑排水の土壌処理施設の計画設計指針（案）を作成した。この指針（案）は、流域からの汚濁流出を抑制するために、各家庭から排出される生活雑排水の窒素及びリンを土壌帯の浄化能力を利用して除去する装置の計画、設計及び維持管理を行う場合に適用する。

指針（案）は、第1章総論、第2章施設計画、第3章土壌処理施設の設計、第4章施設設計での留意点、第5章維持管理の考え方、からなる。指針（案）の本文を以下に、また、指針（案）を付録資料に示す。

なお、指針（案）は、現在までの日本及び米国における実施例及び、調査研究を参考にして取りまとめたものであり、今後の研究の進捗に応じて改訂されることが望ましい。

「雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）」

1. 総則

1. 1 指針の目的

本指針は、湖沼の水質保全の対策の1つとして、流域において発生する汚濁負荷の一部である生活雑排水を土壌によって処理を行うに際し、調査、設計、施工、運営及び管理計画に関する技術的必要事項を中心に標準的な基準を示し、安全な利用を図ることを目的とする。

2. 施設計画

2. 1 施設計画の考え方

土壌処理は自然の浄化作用を有効に利用するものであるが、その施設には種々あり計画場の条件により方式が異なってくる。よって、対象地域の特徴を踏まえた上で施設を選定し、処理を行う。

2. 2 調査項目

① 予備調査

現地試験に先立ってその地点の持つ土壌処理の能力を評価し、計画の可能性を検討するための基礎資料を収集する必要がある。基礎資料は既存の資料を主体とする。

② 現地調査

処理可能な地域において施設の設置位置決定のための調査は、現地の個々の試験結果をもとに決定するのが望ましい。

2.3 土壌浄化能力の評価

土壌浄化が実施可能かどうかを判断するためにその地域の土壌浄化能力を評価する必要がある。評価は定性的なもので、処理の可能性を表すものとする。

2.4 計画処理量の推定

計画を立案するに際して、雑排水の流入負荷を小さくすると共に処理能力に余裕を持たせる様に計画処理量を設定するのが望ましい。

2.5 施設の選択

調査結果により、特定の項目のみが原因で一般的施設の使用が不可能な場合、技術的経済的評価を踏まえて代替案の検討を行う。

2.6 土壌浄化施設の設置位置の選定

土壌の浄化能力・処理能力は、その土壌の性状により大きく異なる。そのため施設の設置位置の特徴について十分な調査を行い、より適切な位置を選定する必要がある。

3. 土壌浄化施設（システム）の設計

土壌浄化施設は前処理施設と浸透施設の2つの施設により構成され、個々に処理水量及び処理水質により設計を行う。

4. 施設施工での留意点

施設を効率よく運用するには、使用時に不慮の現象を引き起こしかねない要因を発生させぬように施工時に注意を行う必要がある。

5. 維持管理の考え方

5.1 施設の維持管理

安全側に立った設計基準を採用したとしても，常に満足すべき性能が期待できるという補償はない。土壌処理施設の機能を維持していくためには，効果的な監視・維持管理計画を確立しておく必要がある。

処理施設各部を定期的に点検し，必要に応じて施設内の残留物の除去を行い，欠陥個所の修理を行う必要がある。

5. 2 モニタリング

地下水汚染の原因になる行為を実施する場合には，事前に汚染の将来を予測し，人および環境に限度以上の悪影響が及ばないことを確認すると同時に行為の実施後には安全を確認するためのモニタリングを実施する必要がある。

第6章 まとめ

昭和58年度から昭和61年度まで4年間に渡って実施した本調査の結果概要は以下の通りである。

- 1) 北浦村における雑排水処理施設の機能は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を除き、高い浄化効果が継続されている。除去率で示せば、BODで約94%、CODで約87%、T-Nで約62%、T-Pで約86%の除去効果が得られた。
- 2) 腐敗槽+砂ろ過装置の機能は、BOD除去率では、約90%、CODで約85%であった。全体負荷量を500ℓ/日から、原水負荷量を200ℓ/日、処理水返送量を150ℓ/日、計350ℓ/日に減らした運転条件により、T-Nで約40%、T-Pで約70%の除去効果が得られた。
- 3) 粒化土壌槽の機能は、BODで約87%、CODで約73%の除去効果が得られた。T-Pについては実験開始より継続して、約80~90%の除去効果が得られた。T-Nについては、当初、約10~20%の除去効果を示していたが、実験を継続するにつれ効果の低下が見られた。しかし、湛水深を増すことにより、T-Nの除去率で約30%の結果が得られた。
- 4) 土壌帯の浄化能力の評価手法の研究では、既存のデータを利用して土壌による浄化能力を定性的に評価する手法を検討し、霞ヶ浦流域を事例にした「土壌浄化能力図」を作成した。
- 5) これまで、各所で取り組まれてきた雑排水の土壌帯を利用した処理施設の事例調査及び、1)~4)における調査結果等に基づいて、「雑排水の土壌処理の計画設計指針(案)」を作成した。

参考文献

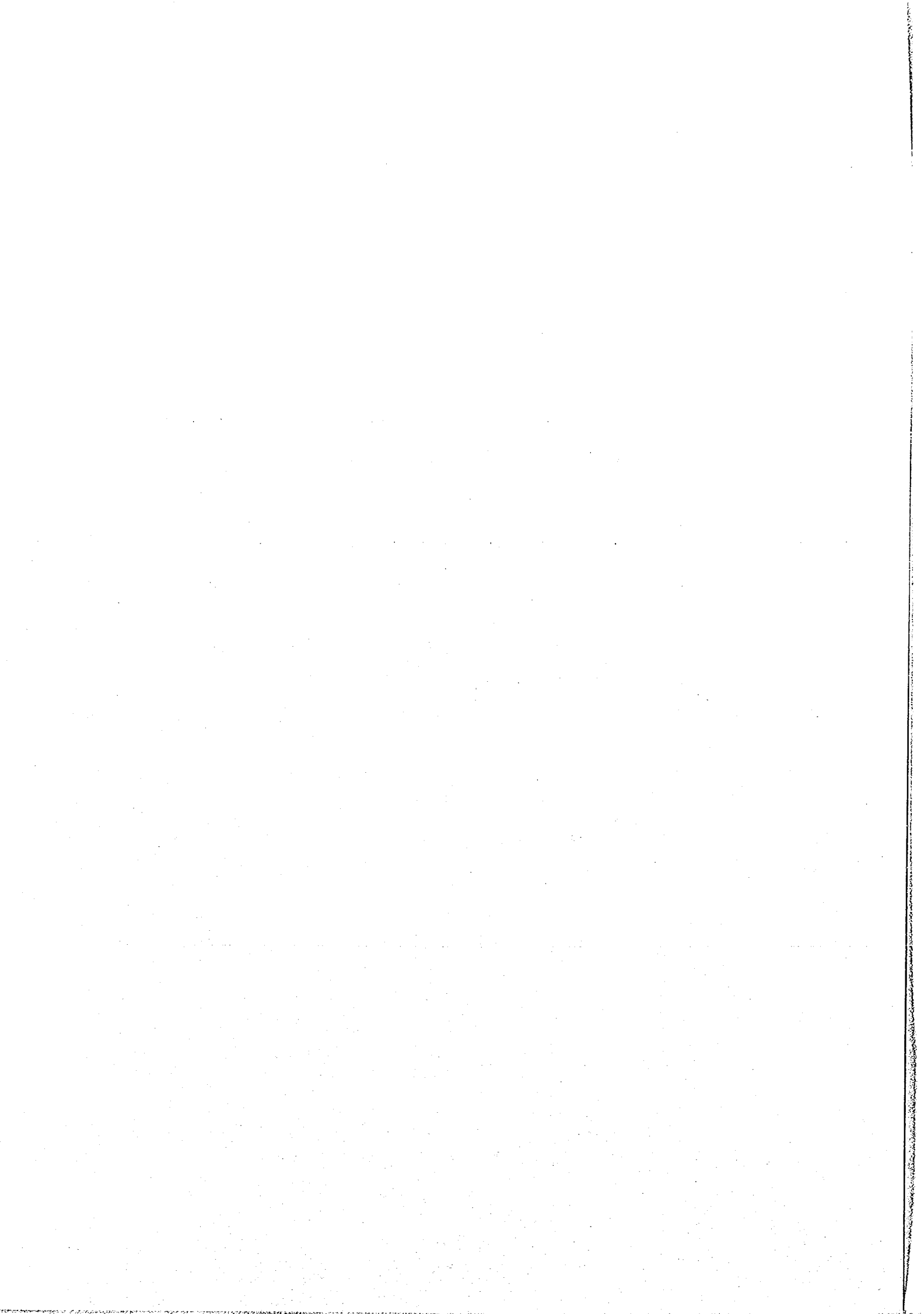
- 1) 茨城県環境局「霞ヶ浦流域生活雑排水処理技術指針」, p.101, 1984.3
- 2) Adam W.Olivieri, Robert J.Roche, Griffith L.Johnston "Guidelines for Control of Septic Tank Systems", Proceedings of the A.S.C.E Vol.107 No.EES.OCT.1981, P.1025.
- 3) Manual of Septic-Tank Practice, Public Health Service Publication No.526, U.S.Government Printing Office, Washigton, D.C, 1958.
- 4) The role of infiltration in the Hydrologic cycle., Trans.Am.Geophys. union.vol.14, 446,
- 5) E.M.Wilson. "Engineering Hydrology", (1976)
- 6) W.J.Weber Jr., "Physicochemical processes for water quality control" (1972)
- 7) K.J.Ives, "Rational design of filters", Instit of civil Engineers, London, Eng, 1960 wish summary in proc.Inst.civ.Eng., London, Eng.16, 189,

付 録

雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）

水質分析結果資料

- 1 北浦村雑排水土壌処理施設
- 2 腐敗槽＋砂ろ過槽
- 3 粒化土壌槽



雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）

昭和63年3月

建設省土木研究所水文研究室

この指針（案）は、現在までの日本及び米国における実施及び調査研究を参考にして取りまとめたものであり、今後の研究の進捗に応じて改訂されることが望ましい。

雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）

目次

1. 総論	113
1. 1 指針の目的	113
1. 2 適用	113
1. 3 土壌浄化の理論	114
1. 4 土壌浄化システムの概要	118
1. 5 浄化能力	120
2. 施設計画	125
2. 1 施設計画の考え方	125
2. 2 調査項目	137
2. 3 土壌浄化能力の評価	140
2. 4 計画処理量の推定	148
2. 5 施設の選択	149
2. 6 土壌浄化施設の設置位置の選定	155
3. 土壌浄化施設（システム）の設計	157
4. 施設施工での留意点	160
5. 維持管理の考え方	161
5. 1 施設の維持管理	161
5. 2 モニタリング	162

雑排水の土壌処理の計画設計指針（案）

1. 総論

1. 1 指針の目的

本指針は、湖沼の水質保全の対策の1つとして、流域において発生する汚濁負荷の一部である生活雑排水を土壌によって処理を行うに際し、調査、設計、施工、運営及び管理計画に関する技術的必要事項を中心に標準的な基準を示し、安全な利用を図ることを目的とする。

近年、湖沼や湾口部、内海等閉鎖系水域の水質汚濁の防止が社会的な問題となってきた。そのため従来、未処理のまま放流されてきた生活雑排水の浄化が課題となっている。

こうした生活雑排水に起因する汚濁流出を抑制する方策としてあげられるのが下水道の整備であるが、土地利用状況、人口密度、地域特性等の社会、経済、自然条件から下水道の整備が困難である地域も存在する。こうした地域については、下水道整備に代わる対策を講じる必要がある。

下水道設備の代替案として、土壌の化学・物理的作用及びバクテリアによる分解作用を有効に利用して、生活雑排水を浄化する方法がある。本マニュアルで対象にしている土壌浄化施設とは、この土壌の自然の浄化能力を有効に利用する施設で、前処理施設と浸透施設から成るものである。

ただ、この浄化方法は自然界の自浄化能力を利用するものであり、能力と加えられる負荷とのバランスが崩れたり施設の維持管理を適切に行わなかったりすれば、地下水の汚染の原因にもなりかねない。

本指針（案）は、現在までの我が国の実施例、調査、研究に、アメリカの調査、研究結果を参考とし、土壌浄化の基礎的概念と施設の計画、設計、施工及び維持管理等に関する基本的事項について整理したものである。ただ、本指針は現段階では暫定的なものであり、今後の調査、研究の結果を踏まえ、必要に応じ改訂されることが望ましい。

1. 2 適用

この施設は、前項でも述べた様に、家庭の雑排水を処理するものである。よっ

て、適地の選定、施設計画および設計もこの前提に基づいて考えられている。

土壌の処理能力とは、詳しくは次項で述べるが、大きくは①ろ過、②吸着、③分解、④吸着の4過程に分類できる。各過程では様々の要素が影響し合い、その関係は現在の技術では解明されてはいない。土壌吸着能力を解明するために、数々の実験が行われており、その結果からある一定条件下における窒素やリンの除去量などを算定する式等が推定されてはいるが、各水質項目ごとの除去率、微生物の活動状況、植生の役割等については、処理水中の混入有機物質の種類とその濃度、温度、湿度、土壌の空隙率、土壌PH等の様々な要因が関係しているため、ほとんど定量的な把握は行われていないのが現状である。

本来土壌の浄化能力全てを把握した上で土壌処理は、計画立案されるべきである。しかし、現在の技術能力を鑑み、施設の計画処理量及び施設の設計は、まず土壌の浄化能力を定性的に評価し、その結果に基づき適地を選定し、その地域の施設の設計は浸透能に基づいて行う方法とした。

本マニュアルはこの方法について整理している。

1.3 土壌浄化の理論

汚水の土壌処理は汚水を土壌という固相、液相、気相の3相から形成されている触媒に入れるということで、通常の処理のように単に液相の触媒に入れる場合に比べていろいろな点で大きく異なる。その主な特徴は以下の通りである。

- a. 土壌中での水や空気の主な移動はその空隙内である。このため自由水や大気中での移動に比べ、その動きは著しく遅い。
- b. 土壌空隙中を重力水や毛管水として水が動く場合、必然的に空気を排除また吸収し、水と空気の行動は相反する。
- c. 土壌中には粘土や腐植など界面活性の高い物質や、風化途中の鉱物類など、比較的反応性に富む物質が相当高い密度で含まれている。このため汚水中の各種成分の吸着、固定、結合などの物理、化学的变化を生じやすい。
- d. 土壌中の生物の種類と数は、一般に著しく豊富で、広い条件範囲で生物的作用はおう盛である。

上記aの特徴は、汚水中の固形物のろ過による除去効果を生ずるが、一方、汚水浸透における目詰まりを生じやすく、土壌利用の効率を低下させる最大の要因となっている。bはaとも関連し、好氣的に汚水処理を行うための土壌管理上の

基本的要点として重要な点である。たとえば、汚水の土壌添加を間断に行うことによる土壌中への水と空気の交互侵入を図ることができ、土壌中を好気性状態に保つことが可能となり微生物等への影響も大きい。

cとdは、土壌における汚水成分の除去効率が高いことの理由であり、N、Pの除去もこれらの特徴に依存している。実際の場合には、さらに上記の土壌のみの作用のほかに、その土壌で生育する植物の作用も付加される。その主なものをあげれば、つぎのようである。

イ。植物根の蔓延により、土壌中での水と空気の動きが促進される。（ただし、植物が地表面をうつ閉した状態になれば、水の蒸発散が阻害され、この効果は逆になることもある。）

ロ。養分、水分の植物による吸収のため、汚水成分の除去効率は高まる。

ハ。根や茎葉など、植物由来の有機物が土壌に還元される結果、土壌微生物の繁殖活性等を一層高める効果がある。

ニ。傾斜地では、地表面流去水による土壌粒子や汚水成分の流出を防止する効果もある。

次に土壌の浄化機構を「自然浄化機能を活用した水質の改善に関する調査報告」（科学技術庁）より、(1) 吸着、(2) ろ過、(3) 分解、(4) 植物への取り込みに分類して説明を行う。これらの諸機構は単独に発生することはほとんどなく、いくつかの機構が複合して機能する。

(1) 吸 着

土壌の固相は数多くの粒子からできており、その表面積は大きい。一般に砂質土で数 m^2/g 、重粘土で $100\text{m}^2/\text{g}$ 、関東ローム層で $300\text{m}^2/\text{g}$ 程度となっている。これらの表面には物理的、化学的に各種の分子・イオンが吸着される。

粘土の場合には同型置換や破壊端によって負に帯電するので陽イオンの吸着能力が大きい。

さらに土壌に有機物が供給されると活性の高い腐植コロイドが生じその解離基によって陽イオンを吸着する。

(2) ろ 過

排水中の固形物は土壌を通過する際に土壌表面に堆積したり、土壌内部の固相壁面に物理的に付着して捕捉される。このようにして排水は含んでいた汚濁負荷

の一部を土壌に残して清澄の度合いを増して通過して行く。これがろ過である。

土壌中に抑留される固形物は次第に増加していく。そのため土壌自体の透水性が減少し、いわゆる目詰まり現象が生じる。

図6-1は室内実験によって目詰まりの進行を見たものである。目詰まりは最初を除々に進行するが透水性がかなり減少した段階（この場合浸透量 0.4 ℓ /minになった段階）から目詰まりが急激に進行する。後段の目詰まりは、有機性の固形物の沈澱がバクテリアの繁殖をもたらし、分解された有機物が膜を形成するため浸透能力が大幅に減少するものと理解されている。

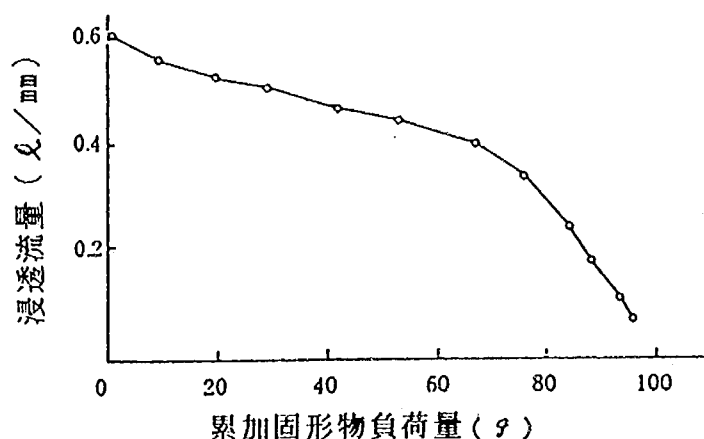


図6-1 固形物負荷量と流量変化

(3) 分 解

土壌中にはその間隙に植物根や動物・微生物が棲息し、土壌の通気性や保水性を良くしたり、有機物を分解する役割を果たしている。

土壌は固相（砂や粘土）と気相と液相の3相から成っており、通気性が確保されれば有機物の分解で消費された酸素を大気から速やかに取り組むことができる。

土壌に供給される有機物には糖類・デンプン・たんぱく質・脂肪・セルロース・ヘミセルロース・リグニンなどが含まれている。

糖類・デンプンなどは土壌動物（ミミズ・ダニ・アリ）や微生物によって容易に分解されて生活活動のためのエネルギーとなる。

ヘミセルロース・セルロースは糸状菌や細菌などにより分解される。

表6-1 微生物の種類と大きさと数（板野：Waksman）

種 類	大 き さ	土 壌 1 g 当 た り の 数
小動物（線虫・昆虫の幼虫）*	100 ~ 200 μ	10 ~ 50
原生動物	(2~10) $\mu \times$ (5~200) μ	10^3 ~ 10^5
藻類	1.5 $\mu \times$ (2~50) μ	10^3 ~ 10^5
カビ（糸状菌）	(3~10) $\times$ (3~100) μ	10^3 ~ 10^5
アクチノミセス（放線菌）	(0.5~2) $\times$ (0.5~50) μ	10^5 ~ 10^6
バクテリア（細菌）	(0.3~2) $\mu \times$ (0.4~10) μ	10^6 ~ 10^8

* この表ではミミズを除く

たんばく質は土壤微生物により分解されてさまざまな中間段階を経て最後はほとんどアンモニアに変わる。（表6-1）。

以上のように土壤生態系においては各種の生物の作用で有機物が分解されるが、耕地での有機物含有量は腐植として、普通25%を超えることが少ないといわれており、土壤にいける有機物の分解速度が極めて大きいことを示している。

排水中に含まれるアンモニアやたんばく質を起原とするアンモニアは土壤中の亜硝酸生成細菌によって亜硝酸に酸化され、さらに硝酸生成細菌の作用で硝酸（ $\text{NO}_3 - \text{N}$ ）にまで酸化される。硝酸態窒素は条件によっては脱窒菌の作用で窒素ガス（ N_2 ）に還元され大気中に戻される。

硝化および脱窒の速度には温度が影響を与える。一般に温度が 10°C 以下になると微生物反応が不活発になるとされているが、一方土壤中ではその位置が表面から離れるに従って気温の変化の影響がおよびにくくなり恒温となっていく。

(4) 植物への取り込み

植物体はその成果のために窒素・リンなどの栄養を必要とする。植物体が栽培植物や生産樹木の場合、これらの物質は植物体に取り込まれた後、土壤から取り去られるので土壤の浄化能力が保持されることになる。

「出典：自然浄化機能を活用した水質の改善に関する調査報告（科学技術庁 資源調査会）」

1. 4 土壌浄化システムの概要

土壌浄化システムとは、この土壌の自然の浄化能力を有効に利用するシステムで、前処理施設と浸透施設から成るものである。

日本では、簡易な前処理槽とトレンチを用いたシステムが各戸処理施設としては一般的である。

茨城県環境局でだされている“生活雑排水土壌処理施設設置の手引”に、上記方式に属する施設の概要が整理されている。これにより各施設の概要を以降に整理した。

(1) 前処理施設

前処理槽は、土壌処理施設へ供給する雑排水中の油分、浮遊物、固形物等の汚濁物質を除去し、土壌処理施設への汚濁負荷量を削減させる施設である。

前処理槽として、エネルギーを必要としない施設を中心にその構造を示す。

①簡易ろ過槽

現在設置されている土壌処理施設の前処理槽として、最も多く設置されている方式で、雑排水中の浮遊物、固形物を網等でろ過する施設である。

構造は図6-2 のように、槽の雑排水流入口に目の細かな網やストッキング等を設置し、流入する浮遊物、固形物を捕捉し、ろ過するようになっている。

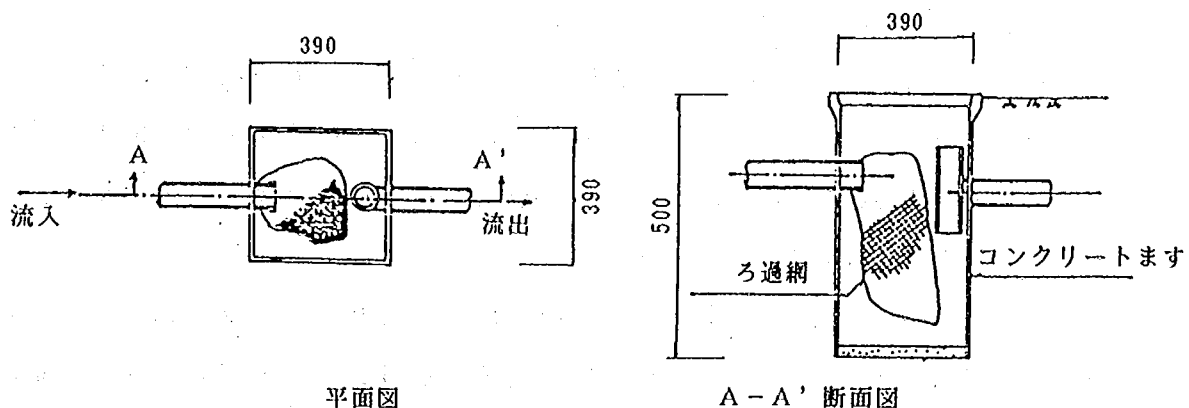


図6-2 簡易ろ過槽（例）

②沈澱分離槽

雑排水中の油分、浮遊物、固形物等を分離（沈澱、浮遊）させ、除去する施設である。構造は図6-3 のように各種あるが、通常、槽は2～3室に仕切られ、流

入口に網を設置して、固形物を取り、さらに、沈澱物、浮遊物を分離させ、中間部分の清澄水を土壤処理施設へ流入させる。この他、沈澱室の一部に接触材を入れ、接触酸化による処理効果をねらったものもある。

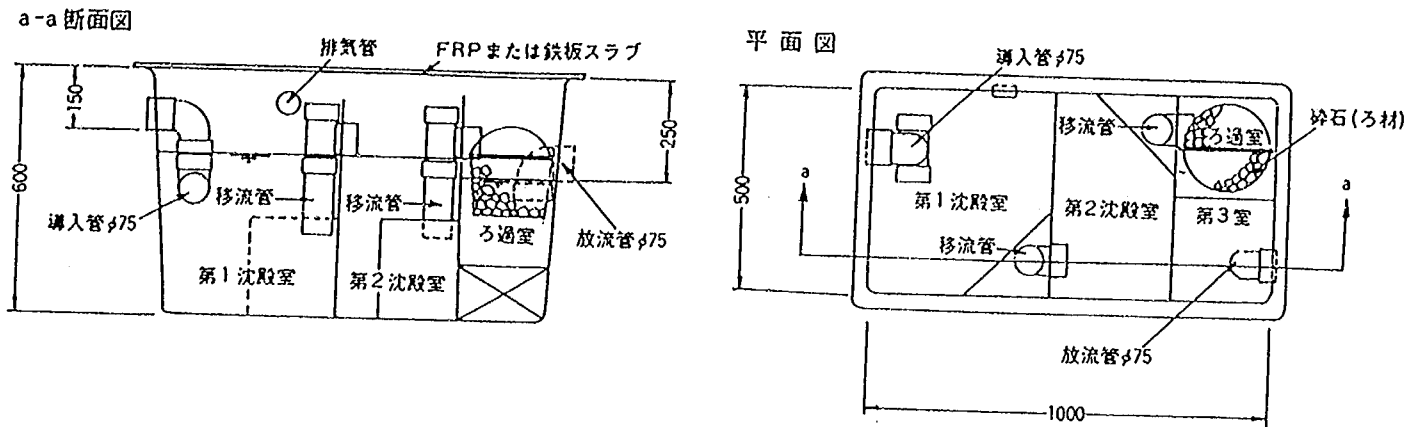


図6-3 市販沈殿槽の一例（有効容積200m³）

③腐敗槽

外国でし尿の処理も合わせて行う土壤処理施設の前処理槽として、通常用いられているものもある。

構造は図6-4 のように、槽を2～3室に分け、沈澱物、浮遊物を分離し、中間部分の水を土壤処理施設へ流入させる。

沈澱物や浮遊物が長時間堆積するため、微生物により消化分解され、総体的な量は流入量より減少する。

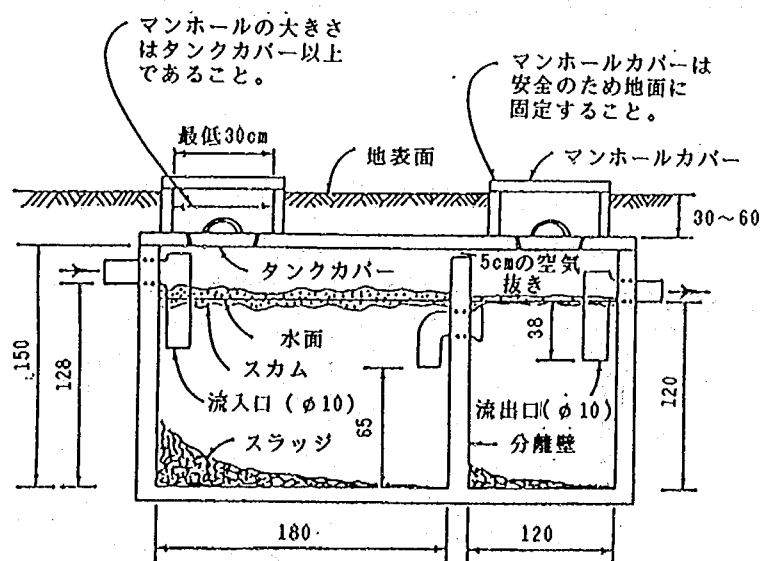


図6-4 腐敗槽（例）

(2) 浸透施設

一般的なトレンチの構造は図6-5のように、地表下60cm位に砂を20cm程度まで敷いた上に、碎石を一面にならべる。その上に陶管を水平にならべ、陶管のまわりに地表下20cmまで碎石を山型に入れる。碎石の上に網をかぶせ、掘り起こした土を地表面まで埋めもどす。毛管浸透を増加させるためトレンチの下に止水膜を付けたり、浸潤網を付けたりしたものもある。

本方式は、トレンチを二本作り、分配槽により6ヶ月程度の交互使用が一般的である。

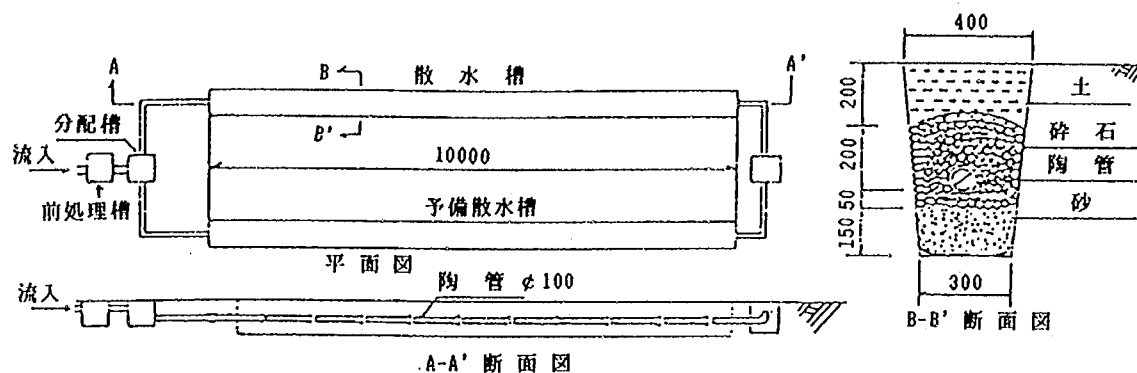


図6-5 トレンチの構造（例）

1.5 浄化能力

本マニュアルで対象としている生活雑排水の水質及び目標とする処理後の水質並びに土壌浄化装置の浄化能力を表6-2(1),(2)にまとめ、各項目について以降に整理した。

表6-3 1人当りの家庭雑排水汚濁負荷量

項 目	汚濁負荷量原単位 (g/人・日)	1人当たり汚濁負荷量 (mg/ℓ) *
BOD ₅	32	128
COD	17	68
SS	18	72
T-N	3	12
T-P	0.9	4

*家庭排水量 250ℓ/人・日として

(1) 生活雑排水の水質

生活雑排水の水質は各家庭内生活状況により異なるが、全国的な平均値としては“流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（社団法人日本下水道協会）”によれば、表6-3 の値が示されている。土壌浄化を実施している地域をみると、観測結果よりBOD 10~160 mg/ℓ, COD 15~100 mg/ℓ, T-N 10~40mg/ℓ, T-P 2~4 mg/ℓの水質である。

(2) 処理目標水質

処理水は最終的には地下水に流入する。現在時点では、地下水の水質基準は決定されていない。下水排除基準（表6-4 参照）では有害物質が対象であり、土壌浄化の特徴である窒素，リンについての項目が対象外となっている。よって、土壌浄化の処理水質は生活環境の保全に関する環境基準を満足するように考えるものとする。

地下水流は近傍に河川がある場合、河川へ湧出することもあるから、近傍河川の環境基準をもとに処理後の水質を決定する。一般的な目安として類型Bが妥当と考えられるので、これを基に考えると、水質はSS25mg/ℓ以下、BOD 5 mg/ℓ以下になるようにする。

土壌浄化は、次項で述べるがBODの除去効果の他に、窒素，リンについても除去効果は高い。しかし、基準としては2項目とも設定されていないので、除去量がより多くなる様に目標をたてる必要がある。

(3) 浄化能力

土壌浄化装置の浄化能力は、各観測結果をみると、SSの除去率約90%，BOD除去率95%以上，CODの除去率約90%，T-Nの除去率約40%，T-Pの除去率は90%以上ある。

土壌浄化はBOD，T-Pの除去効果は高い。ただし、リンについては前項の土壌浄化の理論でも述べたように、除去は吸着作用によって行われるものがほとんどあり、土壌に蓄積される傾向を示すこととなる。T-Nの除去効果は、他の2項に比べると低いですが、これは窒素（化合物）が分解され、可溶性物質となること、土壌中にある窒素も可溶性物質となって流出する可能性があること等から、除去と溶出がまじりあい、効果の評価が困難なためである。

表6-2(1) 土壌浄化施設の処理水質

(水質項目の単位: mg/L)

設置場所	散布方法	水質 区 分	pH	BOD	COD	N			P		C1	出 典
						NH ₄ -N	NO ₃ -N	T-N	PO ₄ -P	T-P		
東 芝 健康保険 組合奥多摩 保養所	トレンチ 2.2/m ² ・日	前	—	—	14.8	—	—	16.05	—	2.35	31.4	一戸正彦 「森林土地汚染による 生活汚水の浄化処理」 用水と排水 Vol.24 No.1 1982
		後	—	—	0.20	—	—	3.92	—	0.006	8.2	
		除去率 (%)	—	—	98.6	—	—	75.6	—	99.7	—	
長 野 県 須 賀 町	トレンチ 540L/日 トレンチ 長さ 16m	前	—	130	58	—	—	13	—	2.0	61	「長野県における農村 生活排水処理対策」 川水と排水 Vol.27 No.4
		後	—	1.3	2.7	—	—	5.4	—	0.06	36	
		除去率 (%)	—	99.0	95.3	—	—	68.5	—	97.0	—	
長 野 県 富士見町 富士見温泉 宿泊施設	トレンチ 長さ 25m×4本 負荷量 39.0m ³ /日	前	—	84	—	—	2.4	21	—	3.5	41	長野県企業局処理 「保険保養地温泉地 における宿泊施設の 排水処理に関する調 査研究」 第二次報告 昭和56年
		後	—	4	—	—	8.4	11	—	0.33	35	
		除去率 (%)	—	95.2	—	—	—	47.6	—	90.5	—	
長 野 県 須 賀 市	トレンチ	前	—	160	57	—	—	11	—	2.6	52	「長野県における農村 生活排水処理対策」 川水と排水 Vol.27 No.4
		後	—	2.9	3.9	—	—	5.5	—	0.06	45	
		除去率 (%)	—	98.2	94.1	—	—	50.0	—	97.7	—	
兵 庫 県	640L/日 トレンチ 長さ 8m	前	7.1	145	45	—	—	7.66	0.58	1.37	—	兵庫県 「生活排水処理報告 書」 昭和58年
		後	7.4	12.9	12.4	—	—	4.13	0.71	1.07	—	
		除去率 (%)	—	91.1	72.4	—	—	45.1	増	21.9	—	
長 野 県	トレンチ 長さ 20m×3本 負荷水量	前	6.2	12	—	0.81	11	15	—	4.0	27	長野県 「生活排水の処理に 関する調査研究」 (第二次報告) 昭和56年
		後	6.7	1.0	—	0.09	10	11	—	0.34	21	
		除去率 (%)	—	91.6	—	88.8	9	26.6	—	91.5	—	
岡 山 県 岡山市内尾	トレンチ 100L/m ² ・日 負荷量	前	5.9	9.8	17.2	10.9	22.3	37.3	—	3.06	—	岡山県 「土壌浄化法テストプ ラントによる生活排水 処理に関する調査研 究」 第一報 1983年
		後	6.7	0.8	3.4	0.03	24.9	28.3	—	0.26	—	
		除去率 (%)	—	91.8	80.2	—	—	24.1	—	91.5	—	
茨 城 県 大 洗 町	トレンチ 長さ 10m 1063L/日	前	6.4	129	84.3	5.81	0.60	21.2	2.03	9.94	175	茨城県公害技術センタ 「生活排水処理施設 機能調査結果」 昭和57年
		後	6.5	1.2	1.9	< 0.01	14.4	14.4	< 0.01	< 0.01	131	
		除去率 (%)	—	99.0	97.7	100	—	32.1	100	100	—	

表6-2(2) 土壤浄化施設の処理水質（北浦村）

採水位置 分析項目	平 均 水 質			平 均 除 去 率	
	原 水	処理水(1)	処理水(2)	処理水(1)	処理水(2)
PH	6.6	7.1	7.0	—	—
BOD (mg/ℓ)	52.0	2.5	2.5	95.2	95.2
COD (mg/ℓ)	34.2	5.2	4.1	84.8	88.0
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.67	0.05	0.04	92.5	94.0
NO ₃ -N (mg/ℓ)	2.53	1.98	1.67	21.7	34.0
T-N (mg/ℓ)	7.40	2.80	2.34	62.2	68.4
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.06	0.01	0.01	83.3	83.3
T-P (mg/ℓ)	0.55	0.07	0.05	87.3	90.9
Cl ⁻ (mg/ℓ)	35.6	48.4	50.2	—	—

注) 平均期間は59年11月8日～61年2月25日である。

表6-4 生活環境の保全に関する環境基準

河川（湖沼を除く。）

項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値				
		水素イオン濃度 (pH)	生物化学的酸素要求量 (BOD)	浮遊物質濃度 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数
AA	水道1級 自然環境保全及びA以下の ものに掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	50 MPN/100 ml以下
A	水道2級 水産1級 水及びB以下のものに掲 げるもの	6.5以上 8.5以下	2mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	1,000 MPN/100 ml以下
B	水道3級 水産2級 水及びC以下のものに掲 げるもの	6.5以上 8.5以下	3mg/l以下	25mg/l以下	5mg/l以上	5,000 MPN/100 ml以下
C	工業用水3級 農業用水1級 水及びD以下のものに掲 げるもの	6.5以上 8.5以下	5mg/l以下	50mg/l以下	5mg/l以上	—
D	工業用水2級 農業用水2級 水及びEのみに掲げる もの	6.0以上 8.5以下	8mg/l以下	100mg/l以下	2mg/l以上	—
E	工業用水3級 環境保全	6.0以上 8.5以下	10mg/l以下	ゴミ等の浮 遊が認めら れないこと。	2mg/l以上	—
測 定 方 法		(省 略)				
備 考						
1. 基準値は、日間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる。）。						
2. 農業利用水点については、水素イオン濃度6.0以上7.5以下、溶存酸素量5ppm以上とする（湖沼もこれに準ずる。）。						
3. (省 略)						

(注) 1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

2. 水道 1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
- 水道 2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
- 水道 3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの

3. 水産 1級：ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用

水産 2級：サケ科魚類及びアユ等貧腐水性水域の水産生物用及び水産3級の水産生物用

水産 3級：コイ、フナ等、β-中腐水性水域の水産生物用

4. 工業用水 1級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
- 工業用水 2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
- 工業用水 3級：特殊の浄水操作を行うもの

5. 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない限度

2. 施設計画

2. 1 施設計画の考え方

土壌処理は自然の浄化作用を有効に利用するものであるが、その施設には種々あり計画上の条件により方式が異なってくる。よって、対象地域の特徴を踏まえた上で施設を選定、処理を行う。

①土壌処理システムの概要

土壌処理には種々あり、その方式を日本公害研究所の洞沢博士は次の様に分類されている。

- 1) 表面かんがい法 地表流下法
 湿地かんがい法
- 2) ろ過かんがい法 緩速浸透法
 高速浸透法
 地下かんがい法

各方式の特徴は、表6-5のようになる。

この内わが国の社会情勢等により、生活排水の処理として利用できるとすれば緩速浸透法とトレンチ等による地下かんがい方式があげられる。しかし、住宅地近傍では緩速浸透法はスプリンクラー等の利用は不可能であり、浸透池、溝等では公衆衛生上の面で利用しにくい。よって、住宅地近傍で利用するとすれば、トレンチを利用した地下かんがい方式が最も利用しやすいと言える。

土壌処理施設の代表的な一次処理施設（前処理施設）と二次処理施設（浸透施設）の処理能力を表6-6(1)～(8)に示す。

表 6 - 5 土壌処理方式とその特性

項 目	緩速浸透法	高速浸透法	地表流下法	湿地かんがい法	地下かんがい法
排水注加法 水量負荷($\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$) 必要最少前処理 作用条件	ス・・地表・ 1.8~14.5 沈 殿 蒸発・浸透	普通は地表 14.5~45 沈 殿 浸 透	ス・地表 9~22 スクリーン・除砂 地表流下 一部浸透・蒸発 必 要 2~8°	ス・地表 36~90 沈 殿 蒸発・浸透 流 下 必 要 普通<5°	トレンチ等 7~73 沈 殿 浸 透 一部蒸発 いずれにても可 非重要条件
地表植物斜 傾	必 要 <20° 耕地 <40° ..非耕地 小	いずれにても可 それほど重要で ない 大	小	小~中	小~大
土 壌 透 過 性 処理水質期待値					
BOD	<5	<5	<10	—	—
SS	<5	<5	<20	—	—

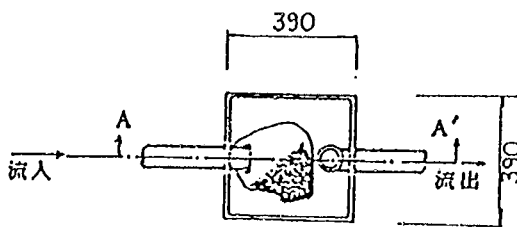
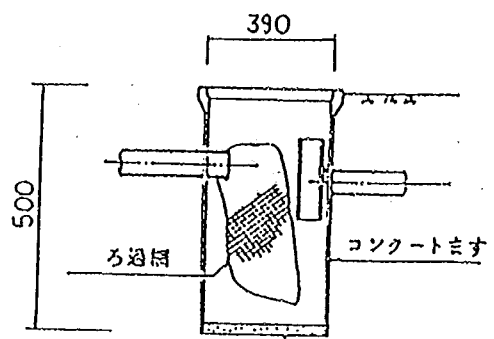
・ス：スプリンクラー，地表：全面または溝等で地表にかんがい

注1)：ドイツなどではこのほか，ごく低負荷のものや草地かんがい法の中間的なものがある。

「用水と廃水」1984.No.4

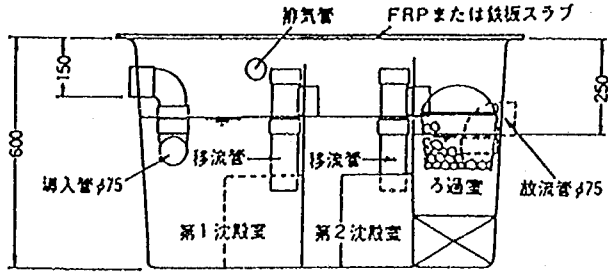
土壌処理の設計指針（洞沢 勇）

表6-6(1) 処理施設能力(1)

<処理施設：簡易ろ過槽 (一次処理施設)> 概略構造	
 平面図  A-A'断面図	
特 徴	流入口にろ過網を設置し、このろ過網に固形物質等を捕捉する。ろ過網の交換は2週間に1回以上必要である。
処 理 能 力	網の目の大きさを変化させることにより、除去量は変化するがくわしくは不明。
コ ス ト	建設費 50,000~70,000円
選 択 基 準	_____

出典 “生活雑排水土壌処理施設設置の手引”

表6-6(2) 処理施設能力(2)

<処理施設：沈澱分離槽 (一次処理施設)> 概略構造							
							
特徴	沈澱分離槽は、流入汚水中の固形物質や夾雑物を沈降や浮上により分離、貯留するための槽である。沈澱分離槽で沈澱分離された浮遊物や沈澱物を、ヒシャク等で定期的（二週間に1回以上）に除去すること。						
処理能力	平均除去率（“生活雑排水処理ガイドブック”） <table border="0"> <tr> <td>BOD</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>COD</td> <td>23 %</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>23 %</td> </tr> </table>	BOD	25 %	COD	23 %	SS	23 %
BOD	25 %						
COD	23 %						
SS	23 %						
コスト	建設費 100,000 ～ 150,000円						
選択基準							

出典 “生活雑排水処理ガイドブック”（環境技術研究協会）

“生活雑排水土壌処理施設設置の手引”（茨城県環境局）

表6-6(3) 处理施設能力(3)

<処理施設：腐敗槽
(一次処理施設)>

粗糞略構造

特徴	エネルギーを必要としないが約1日半の貯留時間が必要である。浮遊物、沈澱物は2～3年に1回の頻度で除去が必要。	
処理能力	処理水量 0.28m³/日・人 BOD 除去率 0% SS 除去率 85% 大腸菌除去率 99% T-N 除去率 60～90% T-P 除去率 0% 除去率は腐敗槽へ流入する水質を比較した結果である。この際、処理対象は5人の家庭排水（雑排水＋し尿）	
コスト	建設費 55,000～70,000円（1\$ 155円として換算） 維持管理費 1,600円/年	
選択基準		

出典 : Onsite Wastewater Treatment and
Disposal System : (E.P.A)

表6-6(4) 処理施設能力(4)

<処理施設：曝気槽 (一次処理施設)>		概略構造	
特 徴	腐敗槽と比較して浄化能力は高く、処理規模を流入水質の質・量により任意に設計できる。但し、常時エネルギーが必要。		
処 理 能 力	平均水質 (E.P.A. 観測結果) BOD 47 mg / ℓ COD 136 mg / ℓ SS 136 mg / ℓ T-N 37.6 mg / ℓ T-P 35.2 mg / ℓ		
コ ス ト	建設費 240,000 ~ 390,000円 (1 \$ 155円として換算) 維持管理費 10,000 ~ 20,000円 / 年 動力費 5,000 ~ 10,000円 / 年 (2.4 ~ 7.4KWh / d)		
選 択 基 準			

出典：Onsite Wastewater Treatment and

Disposal System : (E.P.A)

表6-6(5) 処理施設能力(5)

<処理施設：浸透トレンチ (二次処理施設)> 概略構造													
特徴	主に浸透施設として用いられており、前処理（1次処理）に腐敗槽、曝気槽と並用される例が多い。アメリカで用いられている一般的なタイプであり、管理が簡単で建設費が比較的安い。ただし、広い土地が必要であり、NO_3 の地下水中への流入の可能性はある。												
処理能力	<table border="0"> <tr> <td>トレンチ下 30cm</td> <td>トレンチ下 90cm</td> </tr> <tr> <td>BDO 除去率 100%</td> <td>BDO 除去率 100%</td> </tr> <tr> <td>SS 除去率 100%</td> <td>SS 除去率 100%</td> </tr> <tr> <td>大腸菌除去率 99%</td> <td>大腸菌除去率 100%</td> </tr> <tr> <td>T-N 除去率 100%</td> <td>T-N 除去率 100%</td> </tr> <tr> <td>T-P 除去率 70%</td> <td>T-P 除去率 97%</td> </tr> </table> 注2 除去率は腐敗槽からの水質と比較したもの。処理対象は5人の家庭排水（雑排水+し尿）	トレンチ下 30cm	トレンチ下 90cm	BDO 除去率 100%	BDO 除去率 100%	SS 除去率 100%	SS 除去率 100%	大腸菌除去率 99%	大腸菌除去率 100%	T-N 除去率 100%	T-N 除去率 100%	T-P 除去率 70%	T-P 除去率 97%
トレンチ下 30cm	トレンチ下 90cm												
BDO 除去率 100%	BDO 除去率 100%												
SS 除去率 100%	SS 除去率 100%												
大腸菌除去率 99%	大腸菌除去率 100%												
T-N 除去率 100%	T-N 除去率 100%												
T-P 除去率 70%	T-P 除去率 97%												
a コスト	建設費 1,800 ~ 2,200円/㎡ (1 \$ 155円として換算) 注) トレンチ1器は平均して30㎡ (1m × 30m) の面積が必要												
b 選択基準	地下水が地表面下1.2m以上の位置にあり、トレンチ下0.9m以内に不透水層がない土壌。処理面積は2㎡が必要。												

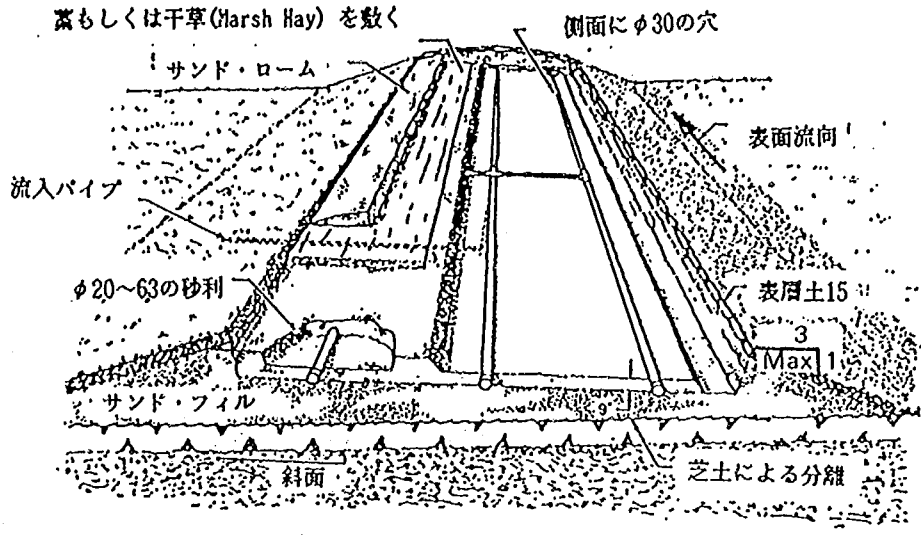
a : 1977年時点

出典 : Onsite Wastewater Treatment and

b : 腐敗槽使用を前提

Disposal System : (B.P.A)

表6-6(6) 処理施設能力(6)

<処理施設：盛土システム (二次処理施設)>		概略構造
		
特徴	浸透ろ床、トレンチ等施設が設置不可能な場合の代替施設である。比較的土壌、水文、地形に制約を受けない。管理が簡単であるが建設費が高く腐敗槽から盛土までポンプアップする必要がある。より広い土地が必要であり、NO₃の地下水中への流入の可能性がある。	
処理能力	BDO 除去率 100% SS 除去率 100% 大腸菌除去率 100% T-N 除去率 100% T-P 除去率 97% 除去率は腐敗槽からの水質と比較したもの。処理対象は5人の家庭排水(雑排水+し尿)	
a コスト	建設費 390,000 ~ 620,000円 (1 \$ 155円として換算) 維持管理費 3,000 ~ 4,000円/年 動力費 300 円/年	
b 選択基準	地下水が地表面下0.6m以上の位置にある土壌。不透水層や岩盤に亀裂があっても利用は可能。2 m²以上の土地が必要。	

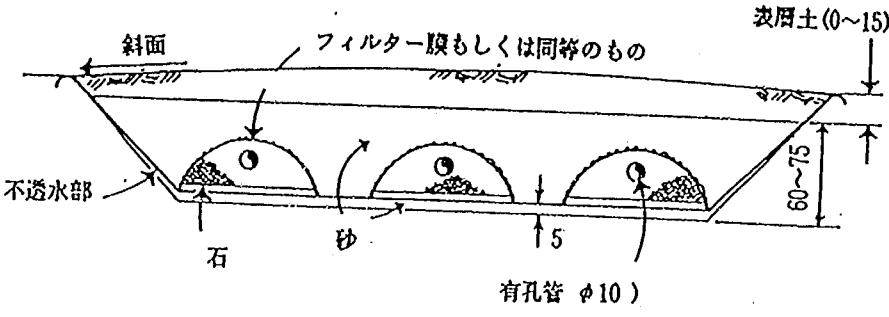
a: 1977年時点

出典: Onsite Wastewater Treatment and

b: 腐敗槽使用を前提

Disposal System: (E.P.A)

表6-6(7) 処理施設能力(7)

	<処理施設：蒸発散ろ床又は蒸発散浸透ろ床> (二次処理施設) 概略構造 										
特 徴	浸透ろ床、トレンチ等施設が設置不可能な場合の代替施設である。 NO_3 の地下水中への流入量は殆どない。ただ、水移動が気候（蒸発散量）に制約をうける。（地中への浸透は考慮してもしなくてもよい。） 蒸発散量を増加させるため施設表面に植生を設ける必要がある。建設費は非常に高価であり広い土地が必要となる。										
処 理 能 力	<table border="0"> <tr> <td>BDO 除去率</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>SS 除去率</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>大腸菌除去率</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>T-N 除去率</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>T-P 除去率</td><td>97%</td></tr> </table> 除去率は腐敗槽からの水質と比較したもの。処理対象は5人の家庭排水（雑排水+し尿）	BDO 除去率	100%	SS 除去率	100%	大腸菌除去率	100%	T-N 除去率	100%	T-P 除去率	97%
BDO 除去率	100%										
SS 除去率	100%										
大腸菌除去率	100%										
T-N 除去率	100%										
T-P 除去率	97%										
a コ ス ト	建設費 1,300 ~ 1,800円/年（1 \$ 155円として換算）										
b 選 択 基 準	地下水が地表面下0.6m以上の位置にある土壌。不透水層や岩盤に亀裂があっても利用は可能。またなだらかな斜面にも設置は可能。ただし、年蒸発散量が年降水量を上回る地域でなくてはならない。また、気候的にも冬期が長い地域では利用は不可。										

a：1977年時点

出典：Onsite Wastewater Treatment and

b：腐敗槽使用を前提

Disposal System：(E.P.A)

表6-6(8) 処理施設能力(8)

<処理施設：砂ろ過槽 (二次処理施設)> 粗坑田各種構造											
特 徴	土壌、水文、地形に制約を受けない。狭い土地でも十分に使用可能である。ただし、定期点検の頻度が高く、運動点検、消毒が必要である。放流のためには州／連邦政府の廃水許可が必要である。建設費・運転・管理費は高い。										
処 理 能 力	<table border="0"> <tr><td>BDO 除去率</td><td>93%</td></tr> <tr><td>SS 除去率</td><td>91%</td></tr> <tr><td>大腸菌除去率</td><td>98%</td></tr> <tr><td>T-N 除去率</td><td>0%</td></tr> <tr><td>T-P 除去率</td><td>10%</td></tr> </table> 除去率は腐敗槽からの水質と比較したもの。処理対象は5人の家庭排水(雑排水+し尿)	BDO 除去率	93%	SS 除去率	91%	大腸菌除去率	98%	T-N 除去率	0%	T-P 除去率	10%
BDO 除去率	93%										
SS 除去率	91%										
大腸菌除去率	98%										
T-N 除去率	0%										
T-P 除去率	10%										
a コ ス ト	<table border="0"> <tr><td>建設費</td><td>28,000 ~ 35,000 円/㎡</td></tr> <tr><td>維持管理費</td><td>1,800 円/㎡</td></tr> </table>	建設費	28,000 ~ 35,000 円/㎡	維持管理費	1,800 円/㎡						
建設費	28,000 ~ 35,000 円/㎡										
維持管理費	1,800 円/㎡										
b 選 択 基 準	特に規制はない。ただし、排水の際には規制があり、州で設定されている。										

a : 1977年時点

出典 : Onsite Wastewater Treatment and

b : 腐敗槽使用を前提

Disposal System : (E.P.A)

②施設設計の手順と概略

施設はマクロ的検討により、施設設置可能な地域を推定し、現地の調査をもとに施設規模、より具体的な設置位置を決定するものとする。ただし、処理の可能性が低い地域であっても処理の必要性が高ければ、砂ろ過槽等を用いた放流方式、客土による土壌改良等の代替方式を検討し、経済的妥当性が評価されれば処理可能であると考えられる。

調査手順を図6-6に示し、各項目の概略を以降に整理した。

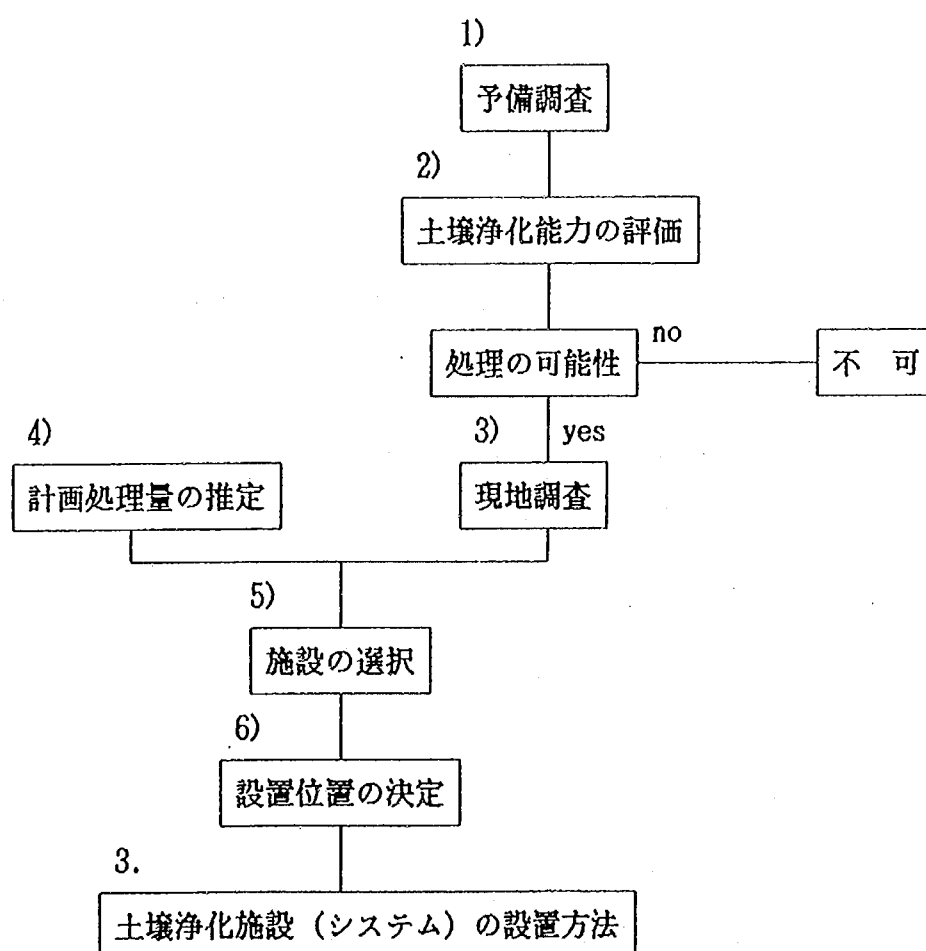


図6-6 調査手順

1) . 予備調査

土壌浄化が実施可能かどうかを評価するための基礎資料を収集する。

2) . 土壌浄化能力の評価

予備調査の結果をもとに、土壌浄化の可能性を定性的に評価する。

3) . 現地調査

浄化施設の規模種類設置位置を決定するための基礎資料として、処理対象敷地内の調査を行う。

4) . 計画処理水量の推定

浄化施設の規模種類設置位置を決定するための基礎資料として、処理対象となる排水の水量を推定する。

5) . 施設の選択

処理対象敷地内の土壌における土壌の浄化機能と処理水量とから、適切な処理施設を選択する。

6) . 設置位置の決定

選択した施設の設置位置について、周辺の状況から具体的な位置決定を行う。

2. 2 調査項目

①予備調査

現地試験に先立ってその地点の持つ土壌処理の能力を評価し、計画の可能性を検討するための基礎資料を収集する必要がある。基礎資料は既存の資料を主体とする。

a. 処理水の流出状況の把握

処理水の水質および水量を把握する必要がある。これは、人数、使用頻度等により処理水量を推定する。

b. 土壌調査

ここでは表層土質分布図、土壌図により土壌の化学性・物理性を把握する。土質分布図からは透水係数を、土壌図からはCEC、リン酸吸収係数、PH等を推定できる。

c. 水文調査

建設省の観測結果、県機関・市町村機関の観測結果より対象地域の降水量ならびに蒸発散量を把握する。

各地域で気象観測が実施されているので、できるだけ施設設置予定地点近傍の観測値を採用することが望ましい。平均的傾向を知るためには数年間の月平均値を用いることが考えられる。ただ、蒸発散量については局所的にも時間的にもかなり特性のある変化を示すため、降水量と比べて一般的傾向を把握することは困難ではある。

d. 地下水位調査

建設省・県機関・市町村機関の観測結果により対象地域の地下水位分布を作成し、年地下水変動状況から地表面に一番近い時の距離を把握することにより浄化を行うのに必要な距離が確保できるかどうかを評価する。

e. 地下水水質調査

建設省・県機関・市町村機関の観測結果により対象地域の地下水水質分布を作成し、その地域が土壌浄化能力的に十分に活用可能かどうかを評価する。

②現地調査

処理可能な地域において施設の設置位置決定のための調査は、現地の個々の試験結果をもとに決定するのが望ましい。

土壌処理を実施する場合には、地下水汚染などの環境二次汚染が発生せぬよう十分な配慮が必要である。

“霞ヶ浦流域生活雑排水処理技術指針”によれば施設の設置位置決定にあたっては、次の事項に留意する必要があるとされている。

- I. おおむね30m以内に飲料水用井戸等がない場所であること。
- II. 地下水がトレンチ底より1.5 ～3.0 m以上深いこと。
- III. 隣地境界から十分な距離を有すること。
- IV. 土壌処理に適した土質で勝つ水脈へ短絡するような土壌構造でないこと。
- V. 土壌処理に必要な面積を確保すること。

以上のことを念頭におき現地調査をおこなう。

a. 現地踏査

現地踏査は事前調査により処理に適していると判断された地域において、上記の事項に関連する項目を調査し、施設の設置位置を決定する際の基礎資料づくりを目的とする。調査項目としては以下の項目があげられ、各項目の調査結果を調査表等に整理する。

- ・対象地域までの人家と井戸の位置と距離および空地面積
- ・近傍の井戸等施設による地下水位の確認
- ・凹地の有無
- ・急斜面の有無
- ・岩盤もしくは岩盤露出部の有無
- ・その地域もしくは地表の流出形態
- ・土壌の乾湿
- ・植生

b. 土壌調査

施設建設予定地点の土壌粒度分布調査を行う。一般には何地点かで深さ方向3

点（例えば50cm，70cm，100cm）程度採土を行い粒度分布試験を行えばよい。さらに，簡単な方法としては，現地で採土した土をその場でこねあわせてその感触で土性を評価する方法もある。また浸透に関与する土壌中の空隙の状態を把握するために構造を把握をおこなう。これは施設建設予定地点に立て孔を掘りその側壁の状況を観察することにより実施できる。又土壌の色及びそのパターンは土壌の排水性を表現する指標の一つであり，これについても記録しておく必要がある。

c. 透水性調査

現地での浸透は不飽和状態で行われる。よって，現地における攪はんしない資料を用いて浸透実験を行う必要がある。浸透試験はいくつか考えられるが，“霞ヶ浦流域生活雑排水処理技術指針”によれば以降の方法で行われている。

I. 3個所ないし6個所に設置した測定孔においてそれぞれ測定した浸透時間の平均値を浸透処理予定の浸透時間とする。

II. 測定孔は，浸透処理予定地又はその近傍地において，径を30cm，深さをトレンチ深さにおおむね15cmを加算したもの（地盤面より40cm未満の場合においては，40cm）とした円筒形の下底に厚さがおおむね5cmの砂利を敷いたものとする。

III. 浸透速度の測定は，降雨時を避けて次の順序に従い行うものとする。

(1) 砂利上25cmの深さになるよう清水を注水し，水深が10cm下がった時は砂利上おおむね25cmの深さにもどるまで注水し，水位の変動と時間とをフックゲージにより測定し，浸透水量が一定化するまで繰り返すこと。

(2) 浸透水量が一定化してから20分経過後水位を砂利上25cmにもどし，土質が粘土の場合にあっては10mm，その他の場合にあっては30mm水が降下するに要する時間を測定し，1分当たりの浸透水深（単位：mm）で25mmを除いた数値を浸透時間とすること。

この浸透時間により次表に示す様な処理対象人員1人当たりの最小浸透面積が推測できる。（表6-7）

表6-7 処理対象人員1人当たりの最小浸透面積

土壌の浸透時間（単位分）	1	2	3	4	5	10	15	30	45	50
1人当たりの浸透面積 （単位 平方メートル）	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	7.0	9.0	11.0	15.0	16.5

2. 3 土壌浄化能力の評価

土壌浄化が実施可能かどうかを判断するためにその地域の土壌浄化能力を評価する必要がある。評価は定性的なもので、処理の可能性を表すものとする。

土壌浄化能力を評価するための項目は既存の測定結果を利用するのが望ましい。

ここでは、浄化の各機能に着目し、各機能を代表させる項目を抽出して土壌浄化能力図を作成した。しかし、この評価項目はそれぞれが複雑に関係しあっているため、ある仮定のうえで評価しており、現段階では暫定的なものである。以後の研究、調査の結果を踏まえ、必要により評価方法もしくは評価項目を検討・改定していくことが望まれる。

以降に各浄化機能ごとに評価項目を整理した。

①吸着

“土壌による排水処理の実際と展望（公害と対策臨時増刊：昭和60年12月）”によると、土壌はいろいろの粒径の鉱物質、微生物、コロイド物質、腐植物質を含むのでかなりの吸着能を有している。電荷を持たない有機物の吸着は、主に土壌粒子とのファンデルワールス力や微生物表面や分泌膠質による付着力に由来する。無機化合物の吸着は、粘土粒子とクーロン力とAl, Fe, Caなどと難溶性塩類を形成することによる。

以降は、窒素とリンについての吸着除去について整理している。

1) 窒素

汚水中の無機能窒素は、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- として存在している。このうち NH_4^+ は陽イオン吸着能によって、他の2者は陰イオン吸着能によって土壌に保持される。しかし、後者による吸着は特殊な場合を除いてほとんど問題にならない。土壌の陽イオン吸着容量は、陽イオン交換容量（Cation Exchange Capacity: CEC）で計られる。これは乾土100g当たりの荷電量をミリグラム当量(me)で表した値である。たとえば、 NH_4^+ は1価のイオンであるから1 meは18mg（Nのみに換算すると14mgに相当する）であるが、 Ca^{2+} は2価のイオンであり、2個の負電荷を占有するから、原子量(me)の $1/2 = 20\text{mg}(40.0/2)$ になる。

吸着量は、次式により計算される。

$$\text{有効土量 (kg/m}^3\text{)} = \text{容積} \times (1 - \text{レキ含量}) \times \text{仮比重}$$

$$\text{吸着量 (e/m}^3\text{)} = \text{有効土量} \times \text{内部負電荷量 (me)} / 100$$

陽イオンの吸着は外部負電荷と内部負電荷により発生するが外部負電荷によって吸着された窒素は流出する可能性が高い。そのため、土壌浄化能力に関しては、内部負電荷による吸着量を評価することが望ましい。しかし、CECのうち、内部負電荷の占める割合は現在のところ不明である。

土壌の浄化能力を推定するに際して考えられるのは、汚水を浸透させた際の浄化量（汚濁物質の除去率）と施設の耐用年数の二つがあげられる。この二つはそれぞれ独立したものではなく関連したものである。浄化量は、処理水の水量、汚濁物質濃度、その種類、給水（浸透）間隔、滞留時間（浸透能）に影響され、その時の状態で変化するため定量的把握は困難である。他方、耐用年数は、浄化量に関係なく土壌の状態により、吸着できる容量を求め、処理水質を仮定すれば算定することが可能である。また、CECにより推定が可能なのは土壌の吸着量である。よって、CECにより吸着量を求め、その結果をもとに耐用年数を算定し、耐用年数が長ければ処理能力があるものと評価する。

CECに基づく窒素の吸着容量は次の式により推定できる。

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 \text{ 当りの吸着容量 (g)} = & \text{CEC} \times 0.9 (\text{内部負電荷量の割合}) \times 14 \text{ me} \\ & \text{土壌の容積比重} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times \frac{100 \text{ g}}{100 \text{ g}} \end{aligned}$$

この結果と処理トレンチの長さや日平均流入総負荷量より施設の耐用年数が推定できる。

$$\text{耐用年数} = \frac{\text{トレンチ長} \times \text{有効幅 (2m)} \times \text{有効深度 (1.5m)} \times 1 \text{ m}^3 \text{ 当りの吸着容量}}{\text{日平均流入総負荷量 (Kg/日)} \times 365 (\text{日})}$$

これから逆算して耐用年数ごとのCECを求め、数年単位でランクに分けて評価を行うものとする。

2) リン

土壌のリン吸着能は土壌中のAl（活性アルミニウム）によって発揮される。したがって、土壌のリン吸着容量は活性なアルミニウムの含量に依存すると推察される。しかし、土壌のリン酸吸収のメカニズムは、まだ十分解明されているとは、

言えないし、活性アルミニウムの含量と汚水からのリンの吸着量との関係もまだ十分には研究されていない。一方、農学関係では土壌のリン酸固定能の強さ、つまりリン酸肥料の無効化の強さを評価するための土壌の基本的性質の一つとして一般に広く用いられているのはリン酸吸収係数であり、各地域の代表的な土壌のリン酸吸収係数は、すでに各都道府県農業試験場で把握されている。したがって今のところ、汚水処理を目的とした土壌のリン吸着容量もリン酸吸収係数によって評価した方が便利である。リン酸吸収係数は、乾土100g当りにリン酸が吸着する量(me)を表す指標で、単位は(mg/100g)乾土である。評価は窒素と同様に考え、耐用年数により評価する。「土壌による排水処理の実際と展望(公害と対策臨時増刊号刊：昭和60年12月)」によると、実験により破過吸着量(リン溶液を浸透させた際、リンの負荷が一定量に達すると、土壌からの浸透水への漏出が発生するその時の量)とリン濃度・リン酸吸収係数の関係を次式の様に関係づけている。

$$P^o/b = a \times \log P_a + b$$

$$a = 0.00037 \times C_1 + 0.114$$

$$b = -0.0075 \times C_1 - 0.322$$

ここで、 P_a : リン酸吸収係数

P^o/b : 土壌の破過吸着量とリン酸吸収係数(P_a)との比

a, b : 定数

C_1 : 流入水のリン濃度

そこで、リンの吸着容量は次式で推定する。

リンの吸着容量(kg/m³) = 有効土量 × リン酸吸収係数 × 0.436 × P^o/b × 10⁻⁵
 ここで0.436はリン酸に対するリンの比重比である。

この結果と処理トレンチの長さとし日平均流入総負荷量より窒素と同様な方法で施設の耐用年数を推定する。

$$\text{耐用年数} = \frac{\text{トレンチ長} \times \text{有効幅(2m)} \times \text{有効深度(1.5m)} \times 1 \text{ m}^3 \text{ 当りの吸着容量}}{\text{日平均流入総負荷量 (Kg/日)} \times 365 \text{ (日)}}$$

これから逆算して耐用年数ごとのリン酸吸収係数を求め、数年単位でランクに分けて評価を行う。

②ろ過

“土壤による排水処理の実際と展望（公害と対策臨時増刊：昭和60年12月）”によると，土壤の固相を形成する主要な鉱物はケイ酸塩鉱物である。これらが風化して生成する粘土鉱物は，ケイ素(Si)・酸素(O)・四面体とアルミニウム(Al)と酸素からなる八面体を主要構成成分とする板状結晶体である。土壤鉱物は，その粒径から表6-8のように分類される。

表6-8 土壤の粒度区分

国 際 法		農 学 会 法 (名称は同じ)
区分の名称	大きさ(直径)	
礫 (gravel)	2 mm 以上	2 mm 以上
粗砂 (coarse sand)	2 ~ 0.2	2 ~ 0.25
細砂 (fine sand)	0.2 ~ 0.02	0.25 ~ 0.05
シルト (silt, 微砂)	0.02 ~ 0.002	0.05 ~ 0.01
粘土 (clay)	0.002 mm 以下	0.01 mm 以下

表6-9 微生物の種類と大きさと数
(板野：Waksman)

最小成分である粘土粒子の平均サイズは，球形と仮定した場合，2 ~ 10 μm 以下である。実際の土壤中では，粘土粒子はクーロン力（静電引力）やファンデルワールス力によって凝集体として存在しており，さらに土壤有機物によって一次鉱物とも結びつけられて，いわゆる団粒構造を形成して存在している。

種 類	大きさ (μm)	土壤 1g 当たりの数
小 動 物 (線虫, 昆虫の幼虫)	100~200	10~50
原 生 動 物	(2~10) $\times$ (5~200)	$10^3 \sim 10^5$
藻 類	1.5 $\times$ (2~50)	$10^3 \sim 10^5$
カビ (糸状菌)	(3~10) $\times$ (3~100)	$10^3 \sim 10^5$
アクチノミセス (放線菌)	(0.5~2) $\times$ (0.5~50)	$10^5 \sim 10^6$
バクテリア (細菌)	(0.3~2) $\times$ (0.4~10)	$10^5 \sim 10^8$

この表ではミミズを除く
ウイルスは $0.01 \times (0.01 \sim 0.1) \mu\text{m}$

このことは，土壤が排水中の微細な粒子を「ろ過」する機能を有していることを示している。そのポアサイズは，表6-9に示すように，板状の粘土粒子を主とする土壤では 0.1~1 μm 以下である。生物のサイズを1~100 μm であるとする，土壤は物理的に十分細菌やウイルスの通過を阻止できることを示しており，さらには土壤のマイナス荷電，腐植や細菌の分泌する膠質によってさらに小さな粒子もトラップされるであろう。よって，土壤には排水中のSS，病原菌，ウイルスなどをろ過する機能があることを示している。しかし，自然土壤や埋め戻し土壤中には，はるかに大きな空隙や亀裂が存在することを忘れてはならない。すなわち，汚染がこれらの亀裂を通して「短絡」し，ほとんど素通りして，時には地下水を汚染する危険性があることに

なる。

また、当然のことながら土壤にトラップされた微細粒子は、空隙を閉塞することになり、いわゆる「目詰まり」現象を生じる。これが何時起るかは、トラップされた物質の量と質、無機物が有機物かによって異なる。無機物による場合は負荷量によって決まり、いったん、目詰まりが起こると回復不能になることが多い。有機物による場合は、負荷量と土壤微生物や土壤動物による分解速度との関係や膠質膜を形成する嫌気性微生物の増殖などの要因によって決まる。これらは土壤の種類、湿度、地温、通気性、管理の仕方などによっても異なる。ただし、目詰まりは土壤を一定期間、乾燥状態に置き、収縮・膨潤をくり返すことによって物理的に、また好気的な微生物分解や土壤動物による摂食によって、部分的には回復する。

以上よりろ過機能の要因は、土壤の種類、土壤粒径（粒土分布）透水性、土壤微生物、土壤動物、湿度、地温、通気性等が考えられるが、そのほとんどは局地的に変化し、気候にも影響される。よって、比較的安定した資料が得られ代表性があるものを評価要因として選定するものとした。その結果、土壤の種類により評価を行うものとした。2-4処理量の推定で記すが、アメリカEPAでは、表6-10の様に土壤と透水性、処理量の関係を考えている。よって、これを参考にして仮に土壤を4段階に分類し、その透水性と土壤粒子の粒径から、次のように浄化の可能性を評価することができる。

表6-10 土壤の透水性と土壤粒子の粒径による浄化機能の評価

土壤の種類	透水性	土壤粒子の粒径	浄化の可能性
強粘土質	小	大	不可
粘土質	↓	↑	可
シルト質	↓	↓	可
砂質	大	小	不可

③分解

土壌中には細菌類、カビ類、放線菌類、原生動物などの土壌微生物、土壌動物、下等・高等植物などが多数生息しており、それらは複雑な植物連鎖・物質循環系を形成して共存している。このような土壌生態系に汚水が供給されると、汚水中の成分は生物化学的な変化・代謝を受け、ある物は浄化される。以降、有機物、窒素の浄化について整理した。

1)有機物の分解

耕地土壌中の有機物とは通常、そこに棲息した生物の遺体や堆肥・きゅう肥・緑肥として人為的に土壌中に投入されたものが、土壌中の微生物や土壌動物（ミミズ・アリ・ダニなど）によって、蛋白質、セルロースなどが硝化・酸化分解を受けた後に腐植(humus)を指す。すなわち、土壌に供給された有機物のうち、炭水化物、脂肪、蛋白質などは、土壌中の大小の動物や多数の好氣的・嫌氣的微生物によってそのエネルギー源として酸化され、炭酸ガス、水となって大気中に放出される。

一方、それらの有機物に化合していた窒素・リン・硫黄などは、無機化されてアンモニウム塩、リン酸塩、硫酸塩などとして土壌に放出され、再び、そこに棲息する微生物、植物に利用される。その結果、比較的分解しにくいリグニンなどが残り、これが土壌中の他の窒素化合物やAlなどの金属イオンなどと反応して、徐々に比較的安定な腐植となるのである。

これらの有機物は、土壌中でエネルギー源である窒素やリンの供給源として直接植物、微生物の養分となるほかコロイド（有機膠質物）となって先に述べたようにSSや NH_4^+ 、 K^+ を保持したり、土壌動物、微生物の食餌となることによって土壌の団粒化を促進し、植物根に対する通気性(O_2 の供給)を良くすることにも役立っている。普通、土壌中の有機物を分解する主体は土壌中に豊富に存在する微生物であり、良好な農耕地ほど微生物活動が旺盛である。このような耕地では有機物が5%を越えることは少ない。ただし、リン吸着能の大きい黒ボクでは、有機物が活性アルミニウムと結合することによって分解されにくい形態になるために、10%を越えることも珍しくない。

2)窒素の分解

自然界で窒素は、単体（窒素ガス N_2 ）や単純な無機化合物（アンモニウム塩、

硝酸塩，亜硝酸塩）として，さらに生物の体構成成分である複雑な有機化合物（アミノ酸，ビタミン，蛋白質，核酸など）として存在しており，これらは高等動植物から微生物にいたる生物による物質代謝を受けながら，地球上では一つの閉じた環，すなわち窒素循環系を形成している。

汚泥や汚水によって供給された有機態窒素は，土壤中では比較的速やかに無機化・分解（アンモニアや硝酸）される。生成したアンモニアは一部はそのまま植物に吸収されるが，残りは土壤中で亜硝酸生成細菌(Nitrosomonas)によって亜硝酸($\text{NO}_2\text{-N}$)に酸化され，さらに硝酸生成細菌(Nitrobacter)の作用によって硝酸($\text{NO}_3\text{-N}$)にまで酸化される。これらは硝化細菌と呼ばれ，土壤中に広く分布している。ただし，強酸性の土壤には少なく，PH 6.8~7.3が最適条件である。

以上の観点から，土壤中の微生物の分解活動状況を把握するには地温・水分量・炭素率(C/N)・有機物量・酸素量・好気性微生物量等の諸々の要因があげられる。しかし，これらの項目は局所的に変化が大きいこと，時間的にも変化することから把握は困難である。そのため，窒素のみについての着目ではあるが，硝化細菌が強酸性の土壤には少なく，PH 6.8~7.3が最適条件であること及び，脱窒菌の反応がPH 5.0以下では遅いことから，このPHにより微生物等による分解能の評価を行うものとする。

④吸収

1)植物

汚水の土壤処理や池沼での処理において，しばしば過大評価されているのが高等植物による吸収・浄化容量である。処理施設の被覆土壌やトレンチの表層土壌に栽植された植物による窒素，リンの浄化容量は微々たる量であり，むしろ土壌に対する有機物の補給，根系による通気性の確保，土壌微生物・動物の生息環境の改善などの副次的効果として評価されるが，土壤処理施設上には植性はないものと考えているので現在特には評価は考えていない。

2)土壤動物

土壤生態系には，大はモグラなどのほ乳動物から昆虫，各種の土壤動物・原生動物が生息している。しかし，個々の土壌についてその種組成，現存量などを評価するのは，環境条件の微小な変化によっても変わるために実際には困難である。

土壤動物が直接的な浄化に占める役割は小さいが，土壤表面に生成した微生物

膜やスカムなどの分解には湿性土壌動物が一定の役割を果たすであろう。また、土壌動物は「自然の鋤」と言われるように、土壌とともに食べられた未分解の落葉などが糞塊として排せつされ、これが土壌を団粒化することになり、通気性、保水性などの土壌の物理性を改善している。さらに、落葉などの大型の有機物はそのままでは、微生物によっても分解されにくいですが、土壌動物によって、かみ砕かれ排せつされると著しく分解が速くなる。

これらの土壌動物の役割も、今のところ定量的に評価するのは非常に困難であり現段階では評価は考えていない。

以上の結果より、土壌の浄化機能より①ろ過②吸着③分解各々についてを、土粒子径（土壌の種類）、リン酸吸収係数、CEC、PHの4項目により評価している。④吸収については現在は特に評価を考慮していない。

土壌浄化においては、処理により地下水の水質に影響を与えることは望ましくない。地下水への浸透水の混入は、処理する水（以降原水と呼ぶ）の水量及び水質により若干異なるが、家庭雑排水と考えた場合、処理空間つまり浸透面（トレンチetc）から地下水までの距離が影響すると考えられる。よって、地表面と地下水面の距離も本浄化能力図作成の項目の対象とする。

⑤地表高と地下水面の距離

安全性の上から汚水処理の対象とすべき地表と地下水面の距離は、“生活雑排水土壌処理施設設置の手引”（茨城県環境局）では、地表面下50cmにトレンチを設置すると考える場合、地表から最低2.0 m以上必要と推定される。“霞ヶ浦流域生活雑排水処理技術指針”（茨城県環境局）では、トレンチから1.5～3.0m以上深いこととされている。よって地表と地下水面の距離が最低2 m未満の地域では土壌処理を行うべきではないと考え、それ以上の距離を数ランクに分類し評価する。さらに、安全性を考えれば基準を2.0～3.0mまでの間に設定するのが望ましい。

2. 4 計画処理量の推定

計画を立案するに際して、雑排水の流入負荷を小さくすると共に処理能力に余裕を持たせる様に計画処理量を設定するのが望ましい。

雑排水を土壌処理する場合は、前処理により浮遊固形物質を除去することが目詰まり防止につながる。しかしまた、微生物の生活活動の中から発生する廃棄物も目詰まりに影響を及ぼすことから、SSの除去のみでは効果が上がらぬ場合もある。家庭雑排水の土壌浄化を行う場合、土壌の浸透能力が施設を長期間利用するにあたっての最大の要因である。よって計画を立てるにあたっては、1日あたりの雑排水量の季別、月別、週別変動を考慮し、計画処理水量は平均日排水量に安全率を乗した値とし、処理能力に余裕を持たせる様に計画するのが望ましい。

現在日本において各戸処理の対象は一般に家庭雑排水であり、計画処理原単位は $250 \text{ ㍔} / \text{人} \cdot \text{日}$ という値を使っている。もし仮に5人家族がこの施設を利用して家庭雑排水を処理しようとするれば総排水量は $1250 \text{ ㍔} / \text{日}$ であり、詳しい設計基準は後述するが、10mのトレンチが必要である。一つのトレンチの浸透幅は約2mであるので、トレンチ1器の必要面積は 20 m^2 、施設上の安全性を考えればトレンチは2器併設する必要がある、その結果、施設には最低 40 m^2 の土地が必要となる。

2. 5 施設の選択

調査結果により、特定の項目のみが原因で一般的施設の使用が不可能な場合、技術的経済的評価を踏まえて代替案の検討を行う。

各施設の選択はまず、技術的可能性から検討されるが、最終的な各戸処理システムの評価は、そのシステムの寿命を考慮されて行われる。つまり、施設の選択はその耐用年数間にかかる費用から比較評価されるわけである。

選択にあたって、施設の実行の可能性を検討する上では以下の項目があげられる。

イ. 土壌の浸透能力

土壌の浸透能力の一般的な目安は、その土壌の透水係数から推定する。表6-11に土の透水係数の標準値を示す。

土壌浸透システム (Soil Absorption System) を用いる際の最低限必要な浸透能は、アメリカは一般に61cm/day(60min/in)と言われているが、E.P.A の "Alternatives for small wastewater systems 3. Cost/Effectiveness Analysis" によれば、良好な設計が行われ適切に設計された腐敗槽-土壌浄化システムでは、浸透能は30cm/day (120min/in) で十分であるとされている。

表6-11 土の透水係数の標準値

透水性	κ (cm/sec)	代表的な土
中位の浸透性	$0.1 \sim 1 \times 10^{-3}$	砂, 細かい砂
浸透性が低い	$1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-5}$	砂質ローム
非常に浸透性が低い	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-7}$	シルト
不浸透性	1×10^{-7} 以下	粘土

ロ. 地下水位

“生活雑排水土壌処理施設設計の手引(昭和60年茨城県環境局)”によれば、トレンチの位置は、地下水位までの距離が1.5m以上、トレンチの深さ60~70cmを考慮すると地表から2m以上確保されることが望ましいとされている。又、アメ

リカ、E.P.A.においても地表面から地下水位までの距離は1.2m以上必要とされており、施設の安全上から、地表面から地下水位までの距離は最低2.0m以上確保したい。なお設置場所近辺に水田や農業用排水路がある場合、水田への揚水期の地下水位を確認することも必要である。

地下水位が不明な場合は、設置場所に比較的近い浅井戸の水位や湧水を目安にすることができる。

腐敗槽－土壤浸透システムでは、その機能が影響を受けないためには、トレンチから最低0.9m(3ft) 地下水面が離れている必要があるとされている。また、土壤により若干の前後はあるが、地表面からは最低1.2m(4ft) 以内に地下水面がくるような地域では特殊な方法を使わずには施設を運用することは困難であり、地表面下60cm(24in)内に地下水面がくる場合には、いかなる方法でも施設設置は不可能ともされている。これについては、次のような理由も影響している。つまり、表土がたとえ十分な透水性をもっているとしても、浅部に不透水層があり、浸透を妨げる状態にあるならば、トレンチ内に下水を漏れさせ、トレンチ表面にて目づまりを引き起こしやすくなり、施設は十分に機能を果たさなくなることが考えられるからである。このためトレンチから周囲の土壤への浸透を適切に維持するためには、細粒径土で約0.9m(3ft) の透水層厚が必要であるとされている。

ハ．設置面積

土壤処理の浸透面積は、排水量、水質土壤の種類・性質等によって定まるものである。一般的に、透水性のある土壤である関東ローム層で考えると、“生活雑排水土壤処理施設設置の手引”によれば、5人家族で最低20m²/1器であり、安全性を考えてトレンチ2器を併設するとすれば最低40m² の面積は必要である。

アメリカE.P.A.においては、し尿水も対象にしているが、トレンチ・浸透ろ床の立地条件を表6-12のように考えている。腐敗槽－土壤浸透システムにかわる施設として最善と考えられる代替案と選定のための現地条件を表6-13(1),(2)に示す。

日本において、耐用年数さえ確保できれば、最も安価な施設は簡易ろ過槽とトレンチの組み合わせである。ただし、簡易ろ過槽は浄化能力はSSを除いては殆ど期待できないので、浸透水の水質を良くするためには沈澱分離槽や腐敗槽さらには曝気槽などを用いて土壤にかかる負荷を軽減する必要がある。また、浸透距離が確保できない、土壤の透水性が低い等の原因でトレンチの設置が不可能な場合

表6-12 トレンチと浸透ろ床のための用地特徴

項 目	特 徴
地形・位置	よく排水される坂の頂上、中高の坂が最も望ましい。排水を促進する適当な地表がない中低の坂や坂の下は避ける。
坂の角度	0～25%。25%を越える坂も利用できるが工事機械の使用に制限が加わる。ろ床システムは0～5%に限られている。
典型的な地平線上の分離間隔	
・水供給源	15 ～ 30m (50—100 ft)
・地表水, 泉	15 ～ 30m (50—100 ft)
・絶壁, 人間の作った切り通し	3 ～ 6m (10—20 ft)
・特質の限界	1.5 ～ 6m (5—10 ft)
・建物の土台	3 ～ 6m (10—20 ft)
土壌組織	砂, ローム組織を含んだ土壌が最も望ましい。隙間の多い砂利, 石炭, 浸透の遅い粘土はあまり望ましくない。
構 造	強い粒状, blockyあるいはprismatic 構造が望ましいplatyあるいは未構造の大きな堅い固体は避けるべきである。
色	明るく同一な色は排出性及び通気性のよい土壌を示します鈍くグレーあるいはまだらな土壌は絶え間なく季節的に飽和している土壌を示し、望ましくない。
成 層	独特な組織あるいは構造変化を示す層の土壌は、厳密に限定されない水の動きを安定させる用に注意深く設定されなければならない。
飽和されていない水深	不飽和土壌の 0.6～1.2m(2～4ft)には、システムの底と周期的な高地下水面あるいはヘッドロック (基盤) との間に存在する。
浸透率	$7.1 \times 10^{-4} \sim 4.2 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ (1～60min/in) (少なくとも浸透テスト3回の平均) システムは、緩やかな浸透割合を伴い土中で行われるに違いない。また、この過程の間における土壌ダメージは受けないであろう。

- 上り坂の切断の深さのためBed に対しての地形の位置と坂は厳しくする。
- ガイドとして引用される。Copography, 土壌Permeability, 地下水Gradients に基づいてサイトからサイトへの距離は安全が必要である。
- 浸透率における土壌が $4.2 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ (1 min/in) 以下の時は、もし土壌がローム質の砂あるいは単に砂の適切な厚さ 0.6m 以上 (2 ft以上) の単層に置き換えられるならば、地溝や層らに使うことができる。

表6-13(1) 戸別処理処分システムの説明

システム郡	利 点	欠 点	限 界
A.1 腐敗槽 - 土壌浸透システム	運転、管理が簡単で手間が最小限で済む。 建設費が比較的安い。 幅広い気候条件のもとで運転可能。 薬品は不要。 動力は不要。	広い土地が必要。 NO ₃ が地下水に流入することが多い。	季節的高地下水位が地表面下4 ft (1.2 m)より深く 不透水槽もしくは過度の透水槽がトレンチの底から3 ft (0.9m)以内の浅い位置にあると不可能である。
A.2 腐敗槽 - 盛土システム	土壌、水文、地形によりST-SASが使用できない地区で使用できる。 運転や管理の手間があまりかからない。 幅広い気候条件のもとで運転が可能。 薬品は不要。	腐敗槽-土壌浸透システムより広い場所が必要。 NO ₃ が地下水に流入することが多い。 施設が目だつ。 建設費が高い。 通常、腐敗槽から盛土までポンプによる汲みあげが必要。	地下水位の上、またはある種の土壌や過度の透水土の上に24 in (60 cm)の厚さの現地盛層が必要。 州の規則に従う必要あり。
A.3 腐敗槽 - 蒸発散ろ床 (蒸発散浸透ろ床)	土壌処理システムが使えない所で使用できる。 薬品は不要。 動力は通常不要。 ろ床から地下水へNO ₃ の流出がない。 運転や管理の手間があまりかからない。	ほとんどの場所で非常に広い土地が必要。 あらゆる気候条件での運転は不可能。 覆いに植物を植え、正常な状態に保持することが必要。 非常に高い建設費が必要。 地下水位の高い所では不透水用ライニングが必要。	管床が浸水しないために年間の蒸発散ろ床の割合が年間の降雨量を越えなくてはならない。ろ床中での塩分の蓄積は施設の寿命を制限する。 州の規則に従う必要あり。 極寒地で一般に採用不可。
A.4 腐敗槽/砂ろ過/ 地表面流出	土壌処理や蒸発散ろ床システムが使えない地区で使用できる。 NO ₃ が地下水に流出しない。 狭い土地で十分。 幅広い気候条件のもとで運転可能。	浸透表面や消毒施設は定期点検が必要。 消毒が必要。 ポンプによる汲みあげが必要。 州/連邦の排水許可が必要。 運転点検やサンプリングが必要。 建設費と運転管理費がともに高い。	州の規則のもとで許可が必要。 極寒地ではろ過池に覆いがないと適用できない。

表6-13(2) 施設の技術的選別

現 地 条 件	最善と考えられるシステム *
土壌 ・不透水性 ----- ・不透水層もしくは割れ目のはいた岩盤上の浅い透水層 ----- 立地特性 ・平均の正味区画の大きさが2 acre (0.8 ha) かそれ以上の敷地 ----- ・平均の正味区画の大きさが0.5 acre (0.2 ha) 以下の敷地 ----- ・なだらかな傾斜の敷地 ----- 地質と水分 ・浅い岩盤 ----- ・季節的に高い地下水位 (地表面から4 ft (1.2 m) 以内) ----- ・季節的に高い地下水位 (地表面から2 ft (0.6 m) 以内) ----- 気候 ・長くて寒い冬が続く地域 ----- ・年間の総蒸発散量が少ない地域 -----	・腐敗槽-蒸発散ろ床システム ・腐敗槽-盛土システム ・腐敗槽-蒸発散ろ床システム ・腐敗槽-土壌浸透システム ・腐敗槽-盛土システム ・腐敗槽-蒸発散ろ床システム ・腐敗槽-蒸発散浸透ろ床システム 不可能 ・腐敗槽-蒸発散ろ床システム ・腐敗槽-蒸発散浸透ろ床システム ・腐敗槽-盛土システム ・腐敗槽-蒸発散ろ床システム ・腐敗槽-盛土システム ・腐敗槽-蒸発散ろ床システム ・腐敗槽-蒸発散浸透ろ床システム 不可能 ・腐敗槽-土壌浸透システム ・腐敗槽-盛土システム ・腐敗槽-蒸発散浸透ろ床システム ・腐敗槽-土壌浸透システム ・腐敗槽-盛土システム ・腐敗槽-蒸発散浸透ろ床システム
*) 腐敗槽-従来型土壌浸透システム、腐敗槽-盛土システム、腐敗槽-蒸発散ろ床システム、腐敗槽-蒸発散浸透ろ床システム のうちで	

には、アメリカと同様に盛土システム、蒸発散ろ床等施設を利用することが考えられ、どうしても処理不可能な場合においても、砂ろ過槽を利用し処理後の水を殺菌等の処理を行い放流する方式もある。

以上の様に、各状況下に応じて対応可能な施設を選択する必要があるが、その具体的な判断基準は未定である。

2. 6 土壌浄化施設の設置位置の選定

土壌の浄化能力・処理能力は、その土壌の性状により大きく異なる。そのため施設の設置位置の特徴について十分な調査を行い、より適切な位置を選定する必要がある。

土壌処理による地下水汚染の危険性は、完全に除去することは、困難である。そのため安全性を考え、家屋密集地域での多数併設は避ける必要があることから、なるべく過疎集落での利用を前提として考えるものである。

各家庭における処理施設設置場所は、建物の設置状況により種々制約を受けることになるが、以降の項目を考慮し場所を選定することが望ましい。

ア．土中微生物の活動を助長するため、冬期でも土中温度が下がりにくく、また、蒸発についても期待できる日当りの良い場所。

イ．近傍に家屋・建造物等が存在しない位置。適切な位置が確保できない場合には、浸透する領域が横方向1 m位といわれていることから、1 m以上離すこと。

ウ．近傍に駐車場等の地表面がコンクリート等で舗装されている場所がある場合は、イと同じように1 m以上に離すこと。

エ．設置場所はできるだけ平坦な場所とすること。E.P.A では腐敗槽－土壌浸透システムは通常25%の傾斜が限界と考えられており、それ以上の勾配では利用は困難とされている。

オ．雨水が流れ込んだり、雨水の流路になるような場所は避けること。

カ．不安定な土壌は避けること。不安定な土壌において、布施したトレンチなどは、沈下などにより、破損してしまう場合などがあり、高額な建設費に加え維持管理費も高額なものとなる。

不安定な土壌として一般に挙げられるものに、地下水位の高い砂質土、沼や河口の感潮部に見られる軟弱土壌が挙げられる。

キ．気候はさほど重要な要因ではないが、ある種の各戸処理システムに対しては厳しい制約要因となる。

Ａ．冬寒く冬の期間が長い地域

厳寒の期間が長いと、蒸発散の機能が低下してしまう点から、年間を通し

て安定した施設の使用が不可能となる。

B. 年間総発散量の少ない地域

暖かい気候でも多量の降雨がある地域では、やはり蒸発散の機能が十分発揮されないこととなり、年間を通して安定した施設利用が不可能となる。

ク. 地下水（井戸水）を飲料水に利用している地域では飲料水を汚染する危険性があるため、可能な限り井戸との距離を確保すること。できれば、地下水の流向を把握し下流側に設置することが望ましい。もし、井戸近傍に設置する場合には、浸透防止膜等を利用した閉鎖的集水施設を併設し、浸透処理された処理水を全量集水し、別途他地域に放流する必要がある。

3. 土壌浄化施設（システム）の設計

土壌浄化施設は前処理施設と浸透施設の2つの施設により構成され、個々に処理水量及び処理水質により設計を行う。

前処理施設は色々あるが、一般に用いられている簡易ろ過槽ならびに沈澱分離槽は、50～300 ㍓程度の容量が多く利用されている。

腐敗槽の大きさは普通のタイプで1～1.5日分の家庭の排水量を貯留出来るだけの大きさが必要である。

トレンチから浸透する水量は、設置場所の土質により、浸透能力が大きく異なるため、設置場所ごとの浸透能力から計算する必要がある。ただ、安全のためトレンチは2器設置し交互利用するものとする。

アメリカE.P.A.においては、表6-14の値を用いて処理量の概略を把握している。

日本公害研究所 洞沢博士が、E.P.A.の土壌の浸透速度測定値と水量負荷の関係より将来日本の生活雑排水等に適用するのが無難だと思われる数値を選定し、図6-7及び表6-15に示す様な浸透速度と水量負荷の関係を得ている。

図中の直線は次式で表現されている。

$$L = 1.208 \cdot P$$

ただし L = 水量負荷 (mm/日)

P = 透過速度 (mm/時)

日本の現在の標準試験法を同様に整理すると

$$L = 0.391 \cdot I$$

ただし L = 水量負荷 (mm/日)

I = 透過速度 (mm/時)

と言う式が得られている。

以下に掲げる基準は、霞ヶ浦流域に多い関東ローム層での概略の基準である。

(1) 設計前提条件

①有効浸透面積：散水管の左右1 m程度（最小値）

②散水槽1 m (= 2 m²) 当りの処理水量：100 ㍓/日（浸透速度10⁻⁵ cm/秒程度）

表6-14 施設計画に際しての土壌別浸透率及び

トレンチ、浸透ろ床底部からの処理量

土 壌	浸透率(cm/s)	処理量 (m ³ / 日・m ²)
礫 層、粗 砂	$< 4.2 \times 10^{-2}$	不適 ^b
粗 砂 ～ 細 砂	$8.5 \times 10^{-3} - 4.2 \times 10^{-2}$	0.050
微 砂、ローム質砂土	$2.8 \times 10^{-3} - 8.5 \times 10^{-3}$	0.034
砂質ローム、ローム	$1.4 \times 10^{-3} - 2.8 \times 10^{-3}$	0.025
ローム、多孔性シルトローム	$7.0 \times 10^{-4} - 1.4 \times 10^{-3}$	0.019
シルト質埴壌土、埴壌土 ^d	$3.5 \times 10^{-4} - 7.0 \times 10^{-4}$	0.008

a : 側面からの浸透量も考慮した値

b : 処理量は家庭排水の腐敗槽への流入量データを基に推定している。

c : 浸透率 4.2×10^{-2} cm/s (1min/in) 以下の土壌では、もし土壌が約60cm (2フィート) の厚さでローム質砂土もしくは微砂の単層に置き換えられるならば、使用可能である。

d : 膨脹性粘土のない土壌

e : この土壌では、施設建設の間にダメージを受けやすい。

(2) 1戸当りの必要な長さ及び必要な面積

必要な長さ = ℓ , 必要な面積 = S とすると以下の式で求められる。

$$\ell = \text{水使用量} / \text{日} \div 100 \ell / \text{日 m}$$

$$S = \ell \times 2 \text{ m}$$

最も浸透性のある土壤表面の位置, 不透水層, 地下水面の高さによって穴を掘る深さが決まってくる。さほど深くない位置に浸透性に優れた土壤が存在すれば, トレンチ, 浸透ろ床の底の高さは天然地面の下約46~61cm (18~24in) でよい。ただ, 寒い時期, 凍ることを防ぐために, 15~30cm (6~12in) は盛土を行うことが望ましい。

トレンチあるいは浸透ろ床の長さは, その土地の特徴で決まる。配水側部の長さは普通 30m(100ft) に制限される。

トレンチの両側の間隔はわずか46cm (18in) の小さいものである。しかしながら, 設置を容易にするためとトレンチ間の予備の地域を設けるために, 1.8m (6ft) の間隔をあけることが提案されている。

表6-15 透過速度と水量負荷

透過速度 (mm/時)	水量負荷 (mm/日)
15	4.6
30	6.4
50	8.3
80	10.4
100	11.6

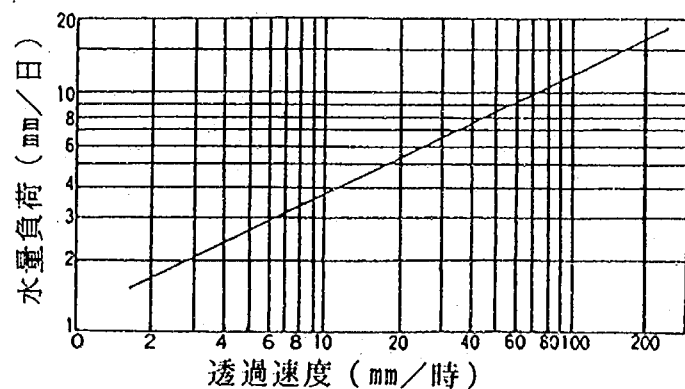


図6-7 透過速度と水量負荷の標準値の相関

4. 施設施工での留意点

施設を効率よく運用するには、使用時に不慮の現象を引きおこしかねない要因を発生させぬように施工時に注意を行う必要がある。

施設を設置する際に必要な点は、施設を安定させること及び水平に設置することである。土壌中に構造物を設置した場合、自重による圧密等による沈下が発生し、施工が不適切な場合には施設を破壊することもある。又、配水管等送水施設が水平に設置されている場合、配水が逆流し地表面に漏水することもある。

又、設置の際、浸透面を圧密せぬよう注意することも必要である。なぜなら、圧密により透水係数が著しく低下した土壌が形成されてしまえば、浸透した水空隙を得ることができず浄化に支障を来す場合がある。浸透を均等に行う様にするため、埋め戻しの際には土壌の攪拌を行わぬ様注意も必要である。

施設設置後、注意すべき点は地表面の整地であろう。施設を設置したことにより、埋め戻した場合、若干の沈下現象が発生する。よって、その際余盛りを行い整地を実施する。なぜなら、凹地となった場合、降雨時に周辺の水を集めることとなり、土壌中に沈積した物質を溶脱させる可能性があることと、表面流下による土壌流出により、最終的に施設に支障を来すことが考えられるからである。ただし、整地の際においても過度の圧密には十分注意を行う。

5. 維持管理の考え方

5. 1 施設の維持管理

安全側に立った設計基準を採用したとしても、常に満足すべき性能が期待できるという補償はない。土壌処理施設の機能を維持していくためには、効果的な監視・維持管理計画を確立しておく必要がある。処理施設各部を定期的に点検し、必要に応じて施設内の残留物の除去を行い、欠陥個所の修理、取換を行う必要がある。

- ① 補修・手入れ－経験のある物が定期的に徹底的に点検をすれば、今後起こりうるであろう機能不良個所を発見できる。欠陥個所が見付かったならば、速やかに効果的な対策を講ずる必要がある。

前処理槽に生じた問題点は簡単に見出すことができ、容易にかつ安価で是正できるものである。だが浸透トレンチが故障した場合には、取換えのための設計、建設を要し、当初と同様に複雑なものとなる。浸透ろ床の交換が必要な場合はこれまで使っていた面積に等しい敷地を確保しなければならない。浸透ろ床の交換に当たっては当初と同様、改めてよく調査し適切であることを確かめる必要がある。当初の建設、その後の保全、性能、さらには寿命が分かっているので設計、施工が容易で、取換え後の性能を相当正確に推定できる。だが区画内の部分的状態には変動があるため、交換の際には是非とも再度適切な地盤の調査をすべきである。

- ② 点検頻度－前処理層の定期点検は、計画通りの利用であれば、通常は年1回で十分あるが、給水分水界等の重要な地区や、利用頻度が高く故障する可能性が大きい場合にはもっと頻繁に行うことが望ましい。特に点検の際には前処理槽にたまっている固形物質の状況を点検し、施設の処理能力の現状および将来を推定することが必要である。アメリカでは腐敗槽の場合、槽のスラッジの深さが全液相深さの1/4以上となるか、ならなくとも5年に1度はポンプで汲み上げることとしている。日本で用いられている前処理槽の場合は規模にもよるが、一般に貯留量は少なく単にフィルター的な役割のみであり浄化の効果は低い為通常は半年に1回とする方がより安全と考えられる。

5.2 モニタリング

地下水汚染の原因になる行為を実施する場合には、事前に汚染の将来を予測し、人および環境に限度以上の悪影響が及ばないことを確認すると同時に、行為の実施後には安全を確認するためのモニタリングを実施する必要がある。

このモニタリングの目的は、汚染原因物質の地下水層中での移動が、実施に先立って実施した調査によって得られた資料に基づいて推定・予測した移動と適合しているか否かを確認すること、および実施作業の誤りや環境の異常をチェックし、万一の事故や汚染原因物質濃度の長期的変動傾向を把握することである。環境中の汚染原因物質は種々の生態学的連関を経て、最終的には人体に摂取されることになる。

地下水汚染の場合は、汚染が局地的に限られること、地下水の利用を水道水に切り替える等の代替手段が可能であること、調査に必要な時間が長いこと等のため汚染事例の総合的な調査解析の実施が困難であること、それゆえデータの蓄積が困難であること等の原因により地下水汚染のモニタリングに関する研究は、まだ不十分である。

よって、実際に地下水汚染のモニタリングを実施する場合には、汚染の原因となる行為、地層および地質の特性、汚染原因物質の種類、将来予想される汚染の程度、等を考慮して、a.モニタリング項目（何をモニタリング試料にするか：土壌か地下水か）、b.モニタリング位置（どの位置でモニタリング試料を採取するか）、c.モニタリング頻度（連続、1日1回、1月1回、1年1回、等どのような時間間隔でモニタリング試料を採取するか、またいつまで継続するか）、d.モニタリング手段（どのような用具で試料を採取し、どのような方法で分析するか）、等について検討する他、得られたデータを評価したり、評価結果をモニタリング・システムの改善のためにフィード・バックしたりすることについても考慮する必要がある。

各戸処理を実施する場合、周辺の既設の井戸を利用してモニタリングをおこなうのが最も容易であり、地下水の水質基準をどの様に設定するかにもよるが、飲

料水としての地下水を保護するとすれば目的に適していることになる。ただ、このような観測体制は小規模の範囲内の影響を把握するには適するが、各戸処理を行う集落がある程度集中している場合には、既設井戸の他に地下水流を把握できる程度の密度で観測井を設置する必要がある。

観測の頻度は、管理機関が定期的に観測を行うとすれば、対象となる地下水はおそらく不圧地下水であり、水平方向の移動は、透水係数、動水勾配等で異なるが、約10m／日程度と推定され、1週間に1回程度の観測頻度であれば汚染域の拡大に対応できるのではないかとと思われる。

モニタリングによって限度以上の汚染が検知または予知された場合には、何らかの対策を講じる必要がある。現在、地下水については汚染の限度を定める様な基準はない。調査対象の地下水の汚染が限度を越えているかどうかは、地下水の利用形態を調査し、当該用途別に定められた規制値に地下水水質が違っているかどうかで判断するのが望ましい。

対応策としては、汚染源となる施設の運用の縮小・停止もしくは、汚染された地下水の揚水除去等が考えられるが、実施の面から考えると各方法とも困難と予想される。

なお、利用者についても処理施設が正常に機能しているか、自分の利用状況が適切かを判断するために簡易なモニタリングを行い、安全性に注意をはらうことが必要と考える。

異常の可能性を推定する項目として以下の項目が考えられる。

- ・ 施設のある周辺において、臭気が漂ったり、特定の個所が湿っていたり、あるいは青草が異常に密集して生育している個所がある。
- ・ 分配樹からトレンチへの流入がある期間鈍くなることがある。
- ・ 使用状況が頻繁で、周辺の湿気が高く、トレンチへの流入量（浸透）が鈍い。
- ・ 前処理槽の清掃等の処理をしたにもかかわらず、何等問題が解決されない。

以上のような状況が発生した場合は、なんらかの対応をとる必要があるであろう。

1 北浦村雑排水土壌処理施設

水質分析結果

土壌浸透実験観測記録 (集中実験 3)

観測日 60年8月28日~29日

観測日 60年8月28日~29日

時刻	原 水			処 理 水 (1)		処 理 水 (2)		天候	湿度 (%)	気温 (℃)	地 温					
	水温 (℃)	流量計 指示(ℓ)	流入量 (ℓ)	水温 (℃)	流出量 (ℓ)	水温 (℃)	流出量 (ℓ)				A		B		対 照	
											0.4m	0.8m	0.4m	0.8m	0.4m	0.8m
19:00	25.1	1013	13	—	0.00	23.8	0.58	晴れ	99.0	25.7	27.0	26.2	27.8	26.4	28.2	25.2
:15	—	1013	0													
:30	—	1013	0													
:45	—	1013	0													
20:00	25.6	1109	96	—	0.00	23.8	0.48	晴れ	99.0	25.6	26.8	26.2	27.8	26.4	28.2	25.3
:15	—	1109	0													
:30	25.6	1157	48													
:45	—	1157	0													
21:00	25.6	1256	99	23.2	0.20	23.8	0.52	晴れ	100.0	23.2	27.8	26.4	27.8	26.2	28.2	25.2
:15	—	1256	0													
:30	—	1256	0													
:45	—	1256	0													
22:00	25.6	1641	385	—	0.00	23.4	0.52	晴れ	100.0	22.4	27.6	26.4	27.6	26.2	28.3	25.2
:15	—	1641	0													
:30	—	1641	0													
:45	—	1641	0													
23:00	25.4	1643	2	—	0.00	—	0.00	晴れ	100.0	22.2	27.7	26.4	27.6	26.2	28.3	25.2
:15	—	1643	0													
:30	—	1643	0													
:45	—	1643	0													
24:00	24.4	1643	0	—	0.00	23.4	2.20	晴れ	100.0	22.1	27.2	26.2	27.8	26.3	28.2	25.3
:15	—	1643	0													
:30	—	1643	0													
:45	—	1643	0													
1:00	24.3	1643	0	—	0.00	23.4	1.64	晴れ	100.0	22.1	27.4	26.3	27.8	26.4	28.2	25.3
:15																
:30																
:45																
備 考																

土壤浸透処理の実験結果表

昭和58年 1月12日

昭和58年 1月18日

項目	式	単位	水				土 壌* (18日)					
			原 水		処 理 水		ト レ ン チ 下			対 照		
			12日		18日							
12日		18日		1	2	1	2	50cm	70cm	100cm		
pH			6.40	6.50	—	—	—	—	6.30	6.20	6.00	5.90
BOD (mg/ℓ)			79.30	218.80	—	—	—	—	4.40	4.30	3.80	4.60
COD (mg/ℓ)			33.90	85.00	—	—	—	—	10.70	9.50	7.50	9.90
SS (mg/ℓ)			34.00	68.00	—	—	—	—	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)			27.00	53.00	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)			0.11	2.39	—	—	—	—	0.22	0.29	0.35	0.10
NO ₂ -N (mg/ℓ)			0.017	0.037	—	—	—	—	0.014	0.016	0.017	0.007
NO ₃ -N (mg/ℓ)			0.03	5.90	—	—	—	—	0.26	0.18	0.16	0.42
ON (mg/ℓ)			3.85	11.38	—	—	—	—	0.64	0.68	0.55	0.65
TN (mg/ℓ)			4.01	19.71	—	—	—	—	1.13	1.17	1.08	1.18
PO ₄ -P (mg/ℓ)			0.09	2.02	—	—	—	—	0.01	0.03	0.02	0.00
TP (mg/ℓ)			6.70	4.33	—	—	—	—	0.04	0.05	0.05	0.03
Cl ⁻ (mg/ℓ)			34.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水分 (%)			—	—	—	—	—	—	38.10	39.70	40.90	38.80
乾燥減量 (%)			—	—	—	—	—	—	6.40	6.70	6.30	6.40
備 考			水温15.2℃	水温14.7℃	採取できず	採取できず	採取できず	採取できず				

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年 1月25日

昭和58年 2月 1日

試料		水						土壌* (25日)			
		原水		処理水				トレンチ下			対照
				処理		水					
				25日		1日					
項目	25日	1日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm		
pH		7.10	5.20	7.80	7.70	7.50	7.50	6.80	6.80	6.80	6.40
BOD (mg/l)		70.20	333.60	27.50	—	43.50	45.30	5.40	5.10	4.80	4.40
COD (mg/l)		32.50	169.90	13.00	—	16.30	20.60	10.20	10.60	7.40	9.80
SS (mg/l)		64.00	157.00	18.00	—	12.00	18.00	—	—	—	—
VSS (mg/l)		48.00	135.00	13.00	—	9.00	14.00	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/l)		0.47	4.31	1.04	—	0.01	0.02	0.60	0.58	0.38	0.41
NO ₂ -N (mg/l)		0.032	0.064	0.056	0.036	0.036	0.090	0.030	0.023	0.018	0.014
NO ₃ -N (mg/l)		0.05	0.73	0.89	2.37	3.83	4.69	0.84	0.66	0.44	0.53
ON (mg/l)		3.09	19.85	1.42	—	1.85	1.78	0.71	0.67	0.63	0.64
TN (mg/l)		3.64	24.95	3.41	—	5.78	6.58	2.18	1.93	1.47	1.64
PO ₄ -P (mg/l)		0.37	1.56	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.02	0.03	0.01
TP (mg/l)		1.56	3.19	0.07	0.08	0.02	0.03	0.13	0.08	0.07	0.05
Cl ⁻ (mg/l)		—	61.60	—	—	57.20	52.20	—	—	—	—
水分 (%)		—	—	—	—	—	—	31.50	33.10	32.90	32.10
乾燥減量 (%)		—	—	—	—	—	—	6.90	6.40	6.40	6.00
備考		水温15.6℃	水温20.5℃	水温11.3℃	水温10.8℃ サンプル少量	水温10.8℃	水温10.5℃				

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年 2月 6日

昭和58年 2月14日

試 料 項 目	水 質						土 壌* (G17)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			6日		14日					
	6日	14日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.50	6.50	6.60	6.60	6.60	6.60	6.50	6.60	6.70	
BOD (mg/ℓ)	100.60	43.20	33.40	17.90	1.00	1.20	7.60	5.30	5.10	6.40
COD (mg/ℓ)	43.80	32.80	9.90	6.70	3.10	1.70	14.20	11.60	11.10	12.60
SS (mg/ℓ)	83.00	36.00	6.00	4.00	3.00	1.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	63.00	28.00	4.00	2.00	2.00	1.00	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.23	0.60	0.05	0.04	0.02	0.02	0.70	0.67	0.59	0.69
NH ₂ -N (mg/ℓ)	0.952	0.036	0.013	0.012	0.004	0.005	0.033	0.030	0.029	0.019
NO ₃ -N (mg/ℓ)	3.60	1.10	0.76	0.74	1.50	2.39	0.66	0.65	0.59	1.16
ON (mg/ℓ)	5.03	3.49	0.85	0.59	0.24	0.16	0.78	0.66	0.69	0.62
TN (mg/ℓ)	9.81	5.23	1.67	1.38	1.76	2.58	2.18	2.01	1.90	2.49
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.03	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.06	0.01
TP (mg/ℓ)	0.76	1.21	0.02	0.01	0.01	0.00	0.08	0.08	0.11	0.06
Cl ⁻ (mg/ℓ)	—	38.40	—	—	39.00	37.70	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	32.60	32.70	34.00	34.00
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	6.00	6.30	6.80	6.40
備 考	水温13.0℃	水温12.6℃	水温12.5℃	水温12.3℃	水温11.2℃	水温10.5℃				

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壌浸透処理実験結果表

昭和58年 2月22日

昭和58年 3月 2日

項目	式	単位	水						土 壌* (22日)			
			原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
					22日		2日					
			22日	2日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH			6.60	7.80	6.90	6.90	7.60	7.40	6.50	6.70	6.70	6.40
BOD	(mg/l)		148.90	83.50	0.90	1.30	2.20	2.70	6.90	6.30	7.10	7.30
COD	(mg/l)		67.70	61.00	2.40	2.70	3.30	3.70	14.00	13.30	15.60	13.10
SS	(mg/l)		49.00	61.00	2.00	1.00	8.00	19.00	—	—	—	—
VSS	(mg/l)		38.00	44.00	1.00	1.00	5.00	6.00	—	—	—	—
NH ₄ -N	(mg/l)		0.07	0.40	0.02	0.06	0.004	0.01	0.86	0.75	0.86	0.68
NO ₂ -N	(mg/l)		0.036	0.237	0.010	0.012	0.007	0.003	0.034	0.035	0.035	0.014
NO ₃ -N	(mg/l)		0.20	0.14	0.15	1.96	0.78	0.75	0.76	0.61	0.65	0.96
ON	(mg/l)		7.35	6.89	0.28	0.24	0.28	0.44	0.71	0.78	0.75	0.68
TN	(mg/l)		7.66	7.67	0.46	2.27	1.11	1.20	2.36	2.18	2.30	2.33
PO ₄ -P	(mg/l)		0.26	0.12	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.05	0.05	0.01
TP	(mg/l)		1.31	1.00	0.02	0.02	0.02	0.10	0.10	0.10	0.11	0.04
Cl ⁻	(mg/l)		44.30	—	35.60	37.50	—	—	—	—	—	—
水分	(%)		—	—	—	—	—	—	31.60	32.40	34.70	34.40
乾燥減量	(%)		—	—	—	—	—	—	6.50	7.00	6.60	6.30
水温			水温11.4℃	水温15.2℃	水温 9.2℃	水温 9.2℃	水温11.0℃	水温10.5℃				

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年 3月10日

昭和58年 3月18日

試 料		水						土 壌* (10日)			
		原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
				10日		18日					
				10日	18日	1	2				
項 目		10日	18日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH		6.90	6.40	7.00	7.00	6.80	6.60	6.70	6.90	6.90	6.40
BOD	(mg/ℓ)	36.80	68.10	2.90	2.80	1.80	1.60	8.40	7.80	8.00	6.90
COD	(mg/ℓ)	22.50	44.90	5.50	4.80	2.80	2.50	16.70	13.90	16.80	13.70
SS	(mg/ℓ)	64.00	52.00	21.00	12.00	3.00	1.00	—	—	—	—
VSS	(mg/ℓ)	46.00	45.00	14.00	10.00	2.00	1.00	—	—	—	—
NH ₄ -N	(mg/ℓ)	0.14	0.52	0.01	0.11	0.01	0.01	1.31	1.43	1.45	0.69
NO ₂ -N	(mg/ℓ)	0.030	0.151	0.010	0.006	0.004	0.007	0.057	0.049	0.066	0.017
NO ₃ -N	(mg/ℓ)	0.06	2.28	0.41	0.07	0.86	5.89	0.99	0.82	0.89	0.99
ON	(mg/ℓ)	2.59	5.92	0.36	0.35	0.24	0.34	0.58	0.60	0.64	0.64
TN	(mg/ℓ)	2.82	8.87	0.79	0.54	1.11	6.25	2.94	2.90	3.05	2.34
PO ₄ -P	(mg/ℓ)	0.04	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.04	0.09	0.01
TP	(mg/ℓ)	0.41	0.48	0.02	0.12	0.01	0.03	0.13	0.11	0.13	0.05
Cl ⁻	(mg/ℓ)	—	68.10	—	—	57.10	65.40	—	—	—	—
水分	(%)	—	—	—	—	—	—	31.60	32.50	34.30	34.20
乾燥減量	(%)	—	—	—	—	—	—	7.90	8.10	7.30	6.40
備 考		水温11.5℃	水温13.5℃	水温10.0℃	水温 9.7℃	水温11.0℃	水温10.6℃				

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

ニ土壤浸透液の処理実験結果表

昭和58年 5月12日 (原水のみ)

昭和58年 5月18日

試料 項目	水 質						土 壌* (18日)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			12日		18日					
	12日	18日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.90	6.70	—	—	6.80	6.70	—	6.80	6.70	6.40
BOD (mg/ℓ)	32.90	28.60	—	—	1.90	1.70	—	1.10	1.90	1.10
COD (mg/ℓ)	23.80	31.20	—	—	3.30	3.30	—	4.20	3.60	1.70
SS (mg/ℓ)	48.00	30.00	—	—	7.00	7.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	33.00	21.00	—	—	4.00	4.00	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.09	0.07	—	—	0.13	0.02	—	0.02	0.02	0.00
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.052	0.378	—	—	0.249	0.031	—	0.052	0.057	0.018
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.16	0.08	—	—	1.46	1.29	—	1.65	1.31	1.53
ON (mg/ℓ)	2.37	3.85	—	—	0.28	0.26	—	0.53	0.32	0.10
TN (mg/ℓ)	3.03	4.38	—	—	2.12	1.60	—	2.25	1.71	1.65
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.05	0.03	—	—	0.00	0.00	—	0.07	0.06	0.00
TP (mg/ℓ)	0.29	0.35	—	—	0.09	0.02	—	0.11	0.12	0.01
Cl ⁻ (mg/ℓ)	25.00	27.00	—	—	44.00	39.00	—	2.00	2.00	2.00
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	31.30	37.70	37.70
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	10.60	11.20	10.30
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年 6月21日

昭和58年 6月27日

試 料	品 名	水					土 壤* ()				
		原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
				21日		27日					
		項 目	21日	27日	1	2	1	2	50cm	70cm	
pH	6.60	6.80	—	—	6.90	6.70	—	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)	31.60	46.50	—	—	2.10	1.90	—	—	—	—	
COD (mg/ℓ)	24.40	14.50	—	—	3.90	2.40	—	—	—	—	
SS (mg/ℓ)	36.00	32.00	—	—	12.00	10.00	—	—	—	—	
VSS (mg/ℓ)	20.00	23.00	—	—	5.00	3.00	—	—	—	—	
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.04	0.02	—	—	0.04	0.06	—	—	—	—	
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.439	0.114	—	—	0.008	0.019	—	—	—	—	
NO ₃ -N (mg/ℓ)	3.21	3.84	—	—	1.22	1.74	—	—	—	—	
ON (mg/ℓ)	2.63	1.55	—	—	0.23	0.22	—	—	—	—	
TN (mg/ℓ)	6.32	5.52	—	—	1.55	2.04	—	—	—	—	
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.02	0.01	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—	
TP (mg/ℓ)	0.20	0.16	—	—	0.03	0.03	—	—	—	—	
Cl ⁻ (mg/ℓ)	29.00	24.00	—	—	23.00	35.00	—	—	—	—	
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
備 考											

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年 8月 2日 (原水のみ)

昭和58年 8月 8日

試 料		水 質						土 壌* (8口)			
		原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
				2口		8口					
		項 目	2日	8日	1	2	1	2	50cm	70cm	
pH	7.20	6.90	—	—	7.40	7.80	—	6.70	6.80	6.50	
BOD (mg/ℓ)	23.50	27.00	—	—	1.20	1.80	—	1.70	1.80	1.10	
COD (mg/ℓ)	20.00	16.10	—	—	6.20	3.30	—	3.20	2.80	1.50	
SS (mg/ℓ)	32.00	23.00	—	—	4.00	7.00	—	—	—	—	
VSS (mg/ℓ)	20.00	14.00	—	—	2.00	3.00	—	—	—	—	
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.43	0.55	—	—	0.03	0.08	—	0.03	0.02	0.00	
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.005	0.004	—	—	0.049	0.035	—	0.007	0.008	0.005	
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.01	0.05	—	—	1.20	1.60	—	1.63	1.54	1.41	
ON (mg/ℓ)	1.96	1.75	—	—	0.58	0.30	—	0.50	0.35	0.13	
TN (mg/ℓ)	2.41	2.35	—	—	1.86	2.02	—	2.17	1.92	1.55	
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.01	0.04	—	—	0.00	0.02	—	0.08	0.07	0.00	
TP (mg/ℓ)	0.17	0.26	—	—	0.03	0.05	—	0.15	0.18	0.02	
Cl ⁻ (mg/ℓ)	24.00	27.00	—	—	23.00	40.00	—	5.00	4.00	2.00	
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	34.20	40.20	36.10	
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	12.20	12.80	10.50	
備 考											

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年 9月 8日 (原水のみ)

昭和58年 9月14日

試料 項目		水		処理水				土壌* ()			
		原水		処理水				トレンチ下			対照
				8口		14口					
		8口	14口	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH		6.70	6.90	—	—	7.10	7.20	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)		50.20	44.60	—	—	14.40	10.80	—	—	—	—
COD (mg/ℓ)		23.50	15.00	—	—	6.60	3.80	—	—	—	—
SS (mg/ℓ)		32.00	117.00	—	—	49.00	7.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)		24.00	59.00	—	—	34.00	4.00	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)		0.46	1.80	—	—	0.02	0.03	—	—	—	—
NO ₂ -N (mg/ℓ)		0.004	0.311	—	—	0.015	0.003	—	—	—	—
NO ₃ -N (mg/ℓ)		0.02	0.06	—	—	0.78	0.80	—	—	—	—
ON (mg/ℓ)		1.61	1.10	—	—	0.38	0.29	—	—	—	—
TN (mg/ℓ)		2.09	3.27	—	—	1.20	1.12	—	—	—	—
PO ₄ -P (mg/ℓ)		0.03	0.07	—	—	0.02	0.02	—	—	—	—
TP (mg/ℓ)		0.20	0.31	—	—	0.07	0.05	—	—	—	—
Cl ⁻ (mg/ℓ)		26.00	27.00	—	—	28.00	49.00	—	—	—	—
水分 (%)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
乾燥減量 (%)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考											

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壌浸透処理実験結果表

昭和58年11月 5日 (原水のみ)

昭和58年11月11日

項 目	式 単位	水 質						土 壌* (11月)			
		原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
				5日		11日					
		5日	11日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH		7.10	6.80	—	—	6.70	6.90	—	6.50	6.50	6.10
BOD	(mg/ℓ)	30.70	143.10	—	—	10.01	10.00	—	1.20	1.20	0.90
COD	(mg/ℓ)	23.20	25.80	—	—	3.60	3.80	—	14.20	2.90	1.30
SS	(mg/ℓ)	39.00	29.00	—	—	31.00	12.00	—	—	—	—
VSS	(mg/ℓ)	24.00	24.00	—	—	10.00	9.00	—	—	—	—
NH ₄ -N	(mg/ℓ)	1.35	1.44	—	—	0.02	0.01	—	0.29	0.17	0.03
NO ₂ -N	(mg/ℓ)	0.007	0.904	—	—	0.012	0.003	—	0.033	0.003	0.004
NO ₃ -N	(mg/ℓ)	0.07	0.00	—	—	0.52	0.43	—	2.89	2.67	2.40
ON	(mg/ℓ)	3.71	6.66	—	—	0.26	0.27	—	0.96	0.23	0.10
TN	(mg/ℓ)	5.14	9.09	—	—	0.81	0.72	—	4.18	3.08	2.53
PO ₄ -P	(mg/ℓ)	0.02	0.03	—	—	0.01	0.00	—	0.05	0.03	0.00
TP	(mg/ℓ)	0.23	0.22	—	—	0.03	0.02	—	0.64	0.07	0.01
Cl ⁻	(mg/ℓ)	117.00	25.00	—	—	37.00	40.00	—	2.00	2.00	2.00
水分	(%)	—	—	—	—	—	—	—	31.50	35.70	37.20
乾燥減量	(%)	—	—	—	—	—	—	—	11.50	11.10	10.20
備 考											

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和58年12月22日 (原水のみ)

昭和58年12月28日

試 料 項 目	水 質						土 壌* (250)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			22日		28日					
	22日	28日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.60	6.80	—	—	7.00	6.90	—	6.50	6.50	
BOD (mg/ℓ)	147.20	97.60	—	—	12.70	10.80	—	0.80	0.90	0.50
COD (mg/ℓ)	52.50	43.70	—	—	6.40	4.50	—	13.50	2.50	1.70
SS (mg/ℓ)	38.00	71.00	—	—	21.00	16.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	30.00	47.00	—	—	9.00	8.00	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)	2.52	2.34	—	—	0.15	0.07	—	0.26	0.35	0.05
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.015	0.025	—	—	0.027	0.006	—	0.041	0.005	0.000
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.08	0.04	—	—	3.71	3.40	—	2.93	3.55	3.20
ON (mg/ℓ)	6.05	5.16	—	—	0.56	0.38	—	0.84	0.46	0.12
TN (mg/ℓ)	8.67	7.57	—	—	4.45	3.86	—	4.07	4.17	3.37
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.48	0.04	—	—	0.00	0.00	—	0.01	0.01	0.00
TP (mg/ℓ)	1.24	0.25	—	—	0.44	0.08	—	0.52	0.05	0.00
Cl ⁻ (mg/ℓ)	90.00	27.00	—	—	42.00	34.00	—	2.00	2.00	2.00
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	32.10	33.50	33.90
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	13.30	11.00	10.10
備 考										

*土壌の分析は20%vol で浸透した浸透液

土壌浸透処理実験結果表

昭和59年 1月27日 (原水のみ)

昭和59年 - 2月 2日

試 料 項 目	水 質						土 壌* (B)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			27日		2日					
	27日	2日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.60	6.60	—	—	7.40	7.10	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)	89.50	193.10	—	—	1.20	1.90	—	—	—	—
COD (mg/ℓ)	42.70	62.80	—	—	3.60	3.30	—	—	—	—
SS (mg/ℓ)	71.00	87.00	—	—	10.00	3.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	50.00	62.00	—	—	4.00	2.00	—	—	—	—
NH ⁻ -N (mg/ℓ)	0.33	0.06	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—
NO ₃ ⁻ -N (mg/ℓ)	0.475	0.000	—	—	0.000	0.000	—	—	—	—
NO ₂ ⁻ -N (mg/ℓ)	2.14	0.08	—	—	0.44	1.11	—	—	—	—
ON (mg/ℓ)	5.49	4.88	—	—	0.37	0.45	—	—	—	—
TN (mg/ℓ)	8.43	5.02	—	—	0.81	1.56	—	—	—	—
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.15	0.02	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—
TP (mg/ℓ)	0.97	0.77	—	—	0.01	0.01	—	—	—	—
Cl ⁻ (mg/ℓ)	25.00	29.00	—	—	35.00	36.00	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和59年 3月 8日 (原水のみ)

昭和59年 3月14日

試 料 項 目	水 質						土 壌* (14日)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			8日		14日					
	8日	14日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.70	6.90	—	—	7.50	7.10	—	6.70	6.80	
BOD (mg/l)	55.20	36.00	—	—	3.80	1.90	—	1.30	1.70	0.90
COD (mg/l)	20.60	19.80	—	—	3.00	3.70	—	4.40	3.60	1.50
SS (mg/l)	29.00	83.00	—	—	18.00	9.00	—	—	—	—
VSS (mg/l)	20.00	48.00	—	—	12.00	5.00	—	—	—	—
NH -N (mg/l)	0.38	0.31	—	—	0.01	0.01	—	0.70	0.50	0.10
NO ₃ -N (mg/l)	0.741	0.907	—	—	0.001	0.002	—	0.018	0.007	0.003
NO ₂ -N (mg/l)	0.78	0.01	—	—	1.74	2.74	—	2.30	2.21	2.06
ON (mg/l)	2.38	2.08	—	—	0.31	0.32	—	0.39	0.29	0.11
TN (mg/l)	4.28	3.26	—	—	2.06	3.07	—	2.78	2.56	2.18
PO ₄ -P (mg/l)	0.01	0.03	—	—	0.00	0.00	—	0.03	0.02	0.00
TP (mg/l)	0.27	0.34	—	—	0.00	0.01	—	0.42	0.03	0.01
Cl ⁻ (mg/l)	33.00	27.00	—	—	33.00	32.00	—	4.00	3.00	2.00
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	34.30	22.90	35.60
乾熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	12.10	11.90	10.70
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和59年11月 8日 (原水のみ)

昭和59年11月 9日

試 料 項 目	水 質						土 壌* (円)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			8 日		9 日					
	8 日	9 日	1	2	1	2	5 0 cm	7 0 cm	1 0 0 cm	
pH	6.80	6.60	—	—	6.90	6.80	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)	31.30	35.00	—	—	3.90	2.80	—	—	—	—
COD (mg/ℓ)	24.10	25.80	—	—	6.50	5.10	—	—	—	—
SS (mg/ℓ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)	1.39	0.12	—	—	0.03	0.03	—	—	—	—
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.258	0.583	—	—	0.023	0.018	—	—	—	—
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.71	3.52	—	—	3.84	3.75	—	—	—	—
ON (mg/ℓ)	3.33	2.15	—	—	1.08	1.06	—	—	—	—
TN (mg/ℓ)	5.69	6.37	—	—	4.97	4.86	—	—	—	—
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.02	0.02	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—
TP (mg/ℓ)	0.27	0.18	—	—	0.06	0.03	—	—	—	—
Cl ⁻ (mg/ℓ)	38.00	32.00	—	—	57.00	55.00	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和59年12月17日 (原水のみ)

昭和59年12月18日

試料 項目	水 質						土 壌* (口)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			17日		18日					
	17日	18日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.90	6.90	—	—	7.00	7.00	—	—	—	
BOD (mg/l)	35.10	36.60	—	—	1.80	1.90	—	—	—	—
COD (mg/l)	27.40	20.30	—	—	3.50	3.40	—	—	—	—
SS (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VSS (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH-N (mg/l)	0.21	0.14	—	—	0.01	0.03	—	—	—	—
NO ₃ -N (mg/l)	0.452	0.076	—	—	0.002	0.002	—	—	—	—
NO ₂ -N (mg/l)	0.99	2.56	—	—	0.40	0.64	—	—	—	—
ON (mg/l)	3.83	3.03	—	—	0.35	0.36	—	—	—	—
TN (mg/l)	5.48	5.81	—	—	0.76	1.03	—	—	—	—
PO ₄ -P (mg/l)	0.03	0.03	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—
TP (mg/l)	0.24	0.22	—	—	0.06	0.03	—	—	—	—
Cl ⁻ (mg/l)	29.60	29.70	—	—	52.70	68.40	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和60年 2月18日 (原水のみ)

昭和60年 2月19日

試料 項目	水質						土 壌* (口)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			18日		19日					
	18日	19日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.70	6.60	—	—	7.20	7.20	—	—	—	
BOD (mg/l)	76.20	66.20	—	—	2.90	2.10	—	—	—	
COD (mg/l)	54.60	45.50	—	—	5.20	5.00	—	—	—	
SS (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VSS (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NH-N (mg/l)	0.17	0.10	—	—	0.04	0.04	—	—	—	
NO ₃ -N (mg/l)	0.239	0.061	—	—	0.003	0.004	—	—	—	
NO ₂ -N (mg/l)	3.02	2.67	—	—	1.13	1.07	—	—	—	
ON (mg/l)	5.65	4.94	—	—	0.87	0.75	—	—	—	
TN (mg/l)	9.08	7.77	—	—	2.04	1.86	—	—	—	
PO ₄ -P (mg/l)	0.03	0.03	—	—	0.01	0.02	—	—	—	
TP (mg/l)	0.37	0.21	—	—	0.10	0.08	—	—	—	
Cl ⁻ (mg/l)	31.40	31.90	—	—	38.80	38.70	—	—	—	
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
強熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和60年 8月27日 (原水のみ)

昭和60年 8月28日

試料 項目		水 質						土 壌* (口)			
		原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
				27日		28日					
		27日	28日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH		6.30	6.20	—	—	7.70	7.80	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)		8.30	71.90	—	—	1.90	1.70	—	—	—	
COD (mg/ℓ)		15.70	45.20	—	—	3.50	3.20	—	—	—	
SS (mg/ℓ)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VSS (mg/ℓ)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NH ₄ -N (mg/ℓ)		1.54	1.76	—	—	0.11	0.04	—	—	—	
NO ₂ -N (mg/ℓ)		0.480	0.079	—	—	0.002	0.001	—	—	—	
NO ₃ -N (mg/ℓ)		5.59	0.00	—	—	1.53	0.32	—	—	—	
ON (mg/ℓ)		1.73	4.51	—	—	0.71	0.64	—	—	—	
TN (mg/ℓ)		9.34	6.35	—	—	2.35	1.00	—	—	—	
PO ₄ -P (mg/ℓ)		0.10	0.11	—	—	0.00	0.00	—	—	—	
TP (mg/ℓ)		0.32	0.39	—	—	0.05	0.01	—	—	—	
Cl ⁻ (mg/ℓ)		27.00	38.00	—	—	51.00	47.00	—	—	—	
水分 (%)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
乾燥減量 (%)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
浸透量 (ℓ)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
備 考		水温25.5℃				水温22.2℃	水温24.1℃				

*土壤の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和60年10月22日 (原水のみ)

昭和60年10月23日

試料 項目	水質						土 壌* (口)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			
			22日		23日					
	22日	23日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	対 照
pH	6.40	6.40	—	—	6.80	6.70	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)	60.50	42.80	—	—	1.20	1.40	—	—	—	
COD (mg/ℓ)	36.20	23.90	—	—	1.60	2.30	—	—	—	
SS (mg/ℓ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VSS (mg/ℓ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.29	0.45	—	—	0.01	0.01	—	—	—	
NO ₂ -N (mg/ℓ)	1.036	0.908	—	—	0.002	0.003	—	—	—	
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.57	2.73	—	—	1.81	1.53	—	—	—	
ON (mg/ℓ)	3.96	2.67	—	—	0.31	0.30	—	—	—	
TN (mg/ℓ)	5.86	6.76	—	—	2.13	1.84	—	—	—	
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.14	0.10	—	—	0.00	0.00	—	—	—	
TP (mg/ℓ)	2.25	1.81	—	—	0.04	0.02	—	—	—	
Cl ⁻ (mg/ℓ)	28.00	30.00	—	—	48.00	45.00	—	—	—	
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
浸透量 (ℓ)	—	—	—	—	2.41	2.30	—	—	—	
備 考										

*土壌の分析は20%/vol で浸透した浸透液

土壌浸透処理実験結果表

昭和61年 2月24日 (原水のみ)

昭和61年 2月25日

試料 項目		水質						土 壤* (250)			
		原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
				24日		25日					
		24日	25日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.90	6.90	—	—	7.10	6.70	—	6.5	6.4	6.7	
BOD (mg/l)	96.80	63.10	—	—	3.00	4.80	—	6.6	8.2	0.4	
COD (mg/l)	56.20	35.70	—	—	11.00	5.60	—	22.4	34.4	0.8	
SS (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VSS (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NH ₄ -N (mg/l)	0.44	1.44	—	—	0.11	0.08	—	0.01	0.01	0.00	
NO ₂ -N (mg/l)	0.384	0.129	—	—	0.010	0.003	—	0.006	0.001	0.008	
NO ₃ -N (mg/l)	5.99	2.06	—	—	3.19	2.70	—	0.53	0.69	2.54	
ON (mg/l)	6.01	3.84	—	—	1.24	0.67	—	1.36	1.88	0.10	
TN (mg/l)	12.82	7.47	—	—	4.55	3.45	—	1.97	2.58	2.65	
PO ₄ -P (mg/l)	0.09	0.07	—	—	0.04	0.05	—	0.387	0.627	0.004	
TP (mg/l)	0.21	0.17	—	—	0.11	0.10	—	0.833	1.132	0.006	
Cl ⁻ (mg/l)	68.00	44.00	—	—	43.00	47.00	—	—	—	—	
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	37.3	38.5	38.3	
強熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	10.9	13.7	12.0	
浸透量 (l)	—	923	—	—	2.80	2.50	—	—	—	—	
備 考		水温 8.0℃			水温10.0℃ 水温10.0℃						

*土壌の分析は20%vol で浸透した浸透液

土壤浸透処理実験結果表

昭和61年 7月26日 (原水のみ)

昭和61年 7月27日

試料 項目	水 質						土 壌* (日)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			26日		27日					
	26日	27日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.80	6.50	—	—	7.40	6.90				
BOD (mg/l)	23.30	22.10	—	—	1.40	1.50				
COD (mg/l)	21.30	19.40	—	—	6.50	5.80				
SS (mg/l)	18.0	13.0	—	—	3.00	2.00				
VSS (mg/l)	—	—	—	—	—	—				
NH ₄ - N (mg/l)	1.86	1.85	—	—	0.28	0.18				
NO ₂ - N (mg/l)	1.062	0.315	—	—	0.005	0.007				
NO ₃ - N (mg/l)	0.50	0.63	—	—	3.24	3.78				
ON (mg/l)	2.75	2.91	—	—	0.95	0.79				
TN (mg/l)	6.17	5.71	—	—	4.48	4.76				
PO ₄ - P (mg/l)	0.02	0.03	—	—	0.06	0.02	—	—	—	—
TP (mg/l)	0.33	0.28	—	—	0.08	0.09	—	—	—	—
Cl ⁻ (mg/l)	34.00	33.00	—	—	27.00	27.00	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考		流入量 1258ℓ/日								

土壤浸透処理実験結果表

昭和61年 8月26日 (原水のみ)

昭和61年 8月27日

試料 項目	水質						土 壌* (27日)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			26日		27日					
	26日	27日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.20	6.00	—	—	6.90	7.00	—	—	—	—
BOD (mg/ℓ)	70.20	70.00	—	—	3.00	2.70	—	3.50	3.20	2.80
COD (mg/ℓ)	36.50	14.50	—	—	4.40	5.70	—	15.00	15.00	15.70
SS (mg/ℓ)	18.0	23.00	—	—	10.00	8.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)	1.21	0.36	—	—	0.11	0.05	—	—	—	—
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.087	1.046	—	—	0.008	0.004	—	—	—	—
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.82	4.93	—	—	3.22	3.31	—	—	—	—
ON (mg/ℓ)	4.89	1.78	—	—	0.62	0.73	—	—	—	—
TN (mg/ℓ)	7.01	8.12	—	—	4.18	4.09	—	1.53	1.66	1.70
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.06	0.03	—	—	0.02	0.01	—	—	—	—
TP (mg/ℓ)	0.31	0.13	—	—	0.10	0.02	—	0.99	1.04	0.84
Cl ⁻ (mg/ℓ)	28.00	24.00	—	—	31.00	32.00	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考		流入量 1318ℓ/日								

*土壌の分析はmg/g

土壤浸透処理実験結果表

昭和61年10月27日 (原水のみ)

昭和61年10月28日

試 料 項 目	水 質						土 壌* (日)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			27日		28日					
	27日	28日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.50	6.50	—	—	6.70	7.10				
BOD (mg/ℓ)	40.60	55.00	—	—	1.00	0.50	-	-	-	-
COD (mg/ℓ)	27.00	29.70	—	—	3.80	4.40	-	-	-	-
SS (mg/ℓ)	29.0	48.0	-	-	10.00	8.00	-	-	-	-
VSS (mg/ℓ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.57	0.26	—	—	0.03	0.02	-	-	-	-
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.085	0.460	—	—	0.008	0.004	-	-	-	-
NO ₃ -N (mg/ℓ)	2.17	3.92	—	—	3.10	1.86	-	-	-	-
ON (mg/ℓ)	3.10	3.86	—	—	0.41	0.42	-	-	-	-
TN (mg/ℓ)	5.93	8.50	—	—	3.55	2.30	-	-	-	-
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.03	0.05	—	—	0.03	0.04	-	-	-	-
TP (mg/ℓ)	0.19	0.52	—	—	0.06	0.06	-	-	-	-
Cl ⁻ (mg/ℓ)	29.00	29.00	—	—	27.00	30.00	-	-	-	-
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	-	-	-	-
乾燥減量 (%)	—	—	—	—	—	-	-	-	-	-
備 考		流入量 980ℓ/日								

土壌浸透処理実験結果表

昭和61年12月12日 (原水のみ)

昭和61年12月13日

試料 項目	水 質						土 壌* (13日)			
	原 水		処 理 水				ト レ ン チ 下			対 照
			12日		13日					
	12日	13日	1	2	1	2	50cm	70cm	100cm	
pH	6.80	6.60	—	—	7.60	6.90	—	—	—	
BOD (mg/ℓ)	64.10	49.80	—	—	2.50	8.20	—	2.00	2.30	2.00
COD (mg/ℓ)	27.30	29.30	—	—	8.30	9.00	—	15.10	16.50	18.00
SS (mg/ℓ)	43.0	13.00	—	—	6.20	8.00	—	—	—	—
VSS (mg/ℓ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.77	0.34	—	—	0.16	0.03	—	—	—	—
NO ₂ -N (mg/ℓ)	0.529	0.480	—	—	0.059	0.005	—	—	—	—
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.98	1.90	—	—	4.26	2.96	—	—	—	—
ON (mg/ℓ)	3.14	3.75	—	—	1.00	1.81	—	—	—	—
TN (mg/ℓ)	5.42	6.47	—	—	5.48	4.81	—	1.49	1.56	1.74
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.07	0.04	—	—	0.06	0.02	—	—	—	—
TP (mg/ℓ)	0.36	0.38	—	—	0.23	0.09	—	0.91	1.01	1.13
Cl ⁻ (mg/ℓ)	32.00	31.00	—	—	39.00	49.00	—	—	—	—
水分 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強熱減量 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考		流入量 1200ℓ/日								

*土壌の分析はmg/g

2 腐敗槽＋砂ろ過槽

水質分析結果

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60. 1.18	①	7.6 (14)		170	88						61
	②	7.5 (13)		110	57						56
	③	7.2 (20)		13	9.9						50
	④	7.8 (20)		2.4	9.8						58
60. 1.23	①	7.6 (14)		170	90	23.4	< 0.1	43.6	3.00	5.10	56
	②	7.5 (13)		110	50	23.0	< 0.1	36.0	2.71	3.45	59
	③	7.5 (10)		3.6	10	9.3	< 0.1	9.3	0.07	0.16	56
	④	7.7 (10)		4.4	12	15.5	< 0.1	15.7	0.32	0.42	59
60. 1.29	①	7.4 (13)		190	84	29.8	< 0.1	37.6	3.11	4.66	61
	②	7.3 (13)		130	50	29.0	< 0.1	31.2	3.01	3.46	61
	③	7.6 (13)		24	20	15.4	< 0.1	15.8	0.34	0.52	58
	④	7.8 (10)		2.7	10	16.4	< 0.1	16.5	0.31	0.39	55
60. 2. 4	①	7.5		150	85						60
	②	7.4		130	54						61
	③	7.7		2.9	9.6						60
	④	7.9		3.4	11						63
60. 2.28	①	7.5 (10)		210	120						42
	②	7.1 (10)		180	89						42
	③	6.6 (10)		45	33						39
	④	6.8 (10)		16	26						40

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60. 3. 6	①	7.5 (7)		160	94	26.7	< 0.1	49.5	3.14	4.98	47
	②	7.5 (8)		180	87	23.8	< 0.1	51.4	2.83	4.68	39
	③	7.0 (6)		27	27	30.4	< 0.1	35.6	1.41	1.44	44
	④	7.3 (6)		22	43	30.1	< 0.1	37.7	1.70	1.75	40
60. 3.12	①	7.5		160	120						39
	②	7.1		160	79						40
	③	7.0		77	35						40
	④	6.9		67	36						39
60. 3.22	①	6.9		250	140	34.0	< 0.1	37.7	1.71	4.14	30
	②	7.0		190	86	32.3	< 0.1	42.2	2.65	4.54	38
	③	6.9		110	40	21.1	< 0.1	40.3	2.11	3.01	41
	④	6.9		90	36	32.5	< 0.1	38.6	2.15	2.96	40
60. 3.29	①	7.2		280	170						34
	②	6.9		220	64						36
	③	7.0		130	43						34
	④	6.9		140	41						35
60. 8.21	①			120							
	②			110							
	③			1							
	④			1							

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60. 8.30	①	7.0 (29)		130	74	25.6	< 0.1	36.8	2.52	4.23	32
	②	6.9 (29)		110	66	29.6	< 0.1	37.8	2.73	4.32	30
	③	5.5 (28)		3.0	10	7.2	25.2	32.7	0.20	0.38	36
	④	5.8 (29)		1.7	7.9	6.9	25.4	32.5	0.46	0.59	35
60. 9. 5	①			130							
	②			97							
	③			6.6							
	④			9.2							
60. 9. 9	①			150							
	②			110							
	③			1.9							
	④			1.0							
60. 9.18	①	7.2 (25)		160	65	26.3	< 0.1	34.9	2.46	3.96	35
	②	7.1 (25)		120	67	33.5	< 0.1	34.6	2.79	4.15	37
	③	6.0 (25)		1.5	15	10.9	16.5	28.0	0.42	0.66	38
	④	6.3 (25)		3.0	14	18.4	22.4	41.6	0.60	0.81	38
60. 9.27	①			160							
	②			120							
	③			1.3							
	④			3.6							

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
< 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60.10. 9	①	7.2 (25)		140	79	23.1	0.1	30.6	2.03	4.05	29
	②	7.1 (25)		83	50	28.2	0.6	39.7	2.54	3.88	36
	③	4.3 (24)		1.1	8.6	2.1	39.1	41.2	0.51	0.60	36
	④	5.9 (24)		1.3	8.2	10.6	29.8	40.9	0.76	0.84	37
60.10.23	①			150							
	②			130							
	③			7.1							
	④			2.2							
60.11. 7	①			82							
	②			71							
	③			2.0							
	④			5.7							
60.11.20	①	7.0 (18)		180	88	26.6	< 0.1	39.2	2.33	2.97	35
	②	6.8 (18)		120	60	30.9	< 0.1	38.9	3.30	4.66	30
	③	5.3 (18)		4.4	12	7.1	28.6	37.3	0.80	1.15	39
	④	6.5 (18)		23	24	22.7	3.5	29.9	2.26	2.78	37
60.12. 4	①			180							
	②			210							
	③			3.1							
	④			120							

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
< 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60.12.10	①			230							
	②			320							
	③			27							
	④			-							
60.12.19	①	7.4 (13)		300	190	33.5	< 0.1	60.6	3.65	9.31	39
	②	6.4 (14)		360	180	43.1	< 0.1	59.2	4.87	10.3	32
	③	6.3 (13)		110	72	28.5	0.2	35.3	2.26	4.00	39
	④	-		-	-	-	-	-	-	-	-
60.12.23	①			230							
	②			390							
	③			140							
	④			-							
61. 1. 6	①			240							
	②			440							
	③			260							
	④			-							
61. 1.22	①	7.2 (14)		240	140	28.1	< 0.1	53.9	3.38	6.28	40
	②	6.7 (14)		380	180	36.6	< 0.1	61.8	6.65	10.30	39
	③	6.6 (14)		330	120	37.7	< 0.1	61.5	3.44	9.03	42
	④	-		-	-	-	-	-	-	-	-

表 - 腐敗槽 + 砂ろ過槽データ

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	単位 (mg/ℓ) < 印は未満を表す。	
										TP	Cℓ-
61. 2. 5	①		160	260							
	②		140	340							
	③		28	160							
	④		-	-							
61. 2. 24	①		94	190							
	②		76	290							
	③		-	-							
	④		18	52							
61. 3. 6	①	7.3 (17)	96	230	120	28.9	< 0.1	49.6	4.11	6.50	62
	②	6.7 (17)	110	310	140	31.3	< 0.1	51.9	5.00	7.80	56
	③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	④	6.8 (15)	46	72	55	35.9	< 0.1	39.6	3.17	4.43	58
61. 5. 7	①	6.6		420							
	②	6.2		390							
	③	6.0		26							
	④	-		-							
61. 5. 15	①	6.6		300							
	②	6.2		320							
	③	6.0		40							
	④	-		-							

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
61. 5.22	①	6.7		290	170	50.0	< 0.1	62.7		7.53	
	②	6.6		120	110	64.2	< 0.1	72.8		7.43	
	③	5.8		2.8	11	3.7	83.4	87.8		0.36	
	④	-		-	-	-	-	-		-	
61. 6.17	①	7.1		160		24.1	< 0.1	38.6			
	②	6.8		99		24.3	< 0.1	34.0			
	③	-		-		-	-	-			
	④	6.1		7.6		6.6	18.9	27.8			
61. 6.26	①	7.2		160		14.4	< 0.1	26.0			
	②	6.7		120		24.7	< 0.1	29.3			
	③	-		-		-	-	-			
	④	5.9		1.9		1.0	22.5	24.3			
61. 7. 3	①	7.0	150	160	130	20.5	< 0.1	32.3		3.14	
	②	7.0	26	70	45	23.5	< 0.1	27.0		2.83	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	6.7	1.4	< 0.1	5.9	0.3	27.2	27.7		0.72	
61. 7.15	①	7.8		180		24.1	< 0.1	37.0			
	②	6.9		60		26.8	< 0.1	32.2			
	③	5.8		2.7		2.9	22.6	26.0			
	④	-		-		-	-	-			

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
61. 7.23	①	7.5		180		22.2	< 0.1	36.5			
	②	6.7		95		28.0	< 0.1	37.0			
	③	5.5		1.6		0.2	32.2	33.4			
	④	-		-		-	-	-			
61. 8.11	①	7.0	74	94	61	27.0	< 0.1	35.8		4.45	
	②	6.8	18	52	36	23.2	< 0.1	31.5		2.64	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	5.2	2.2	1.5	5.2	0.2	34.1	35.0		0.64	
61. 8.26	①	7.1		150		22.0	< 0.1	32.8			
	②	6.9		66		22.3	< 0.1	30.1			
	③	-		-		-	-	-			
	④	5.2		1.4		0.1	24.5	24.6			
61. 9. 4	①	7.0	100	110	70	15.5	< 0.1	22.5		2.85	
	②	6.9	9.3	38	34	21.3	< 0.1	22.4		2.42	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	5.5	< 1.0	0.5	4.3	0.1	19.2	19.2		0.94	
61. 9.17	①	7.2		140		25.7	< 0.1	37.8			
	②	6.8		60		24.6	< 0.1	32.3			
	③	5.7		5.0		1.7	12.7	16.6			
	④	-		-		-	-	-			

表 - 腐敗槽 + 砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cl-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cl-
61. 9.25	①	7.2		160		29.7	< 0.1	39.2			
	②	6.7		65		25.5	< 0.1	29.5			
	③	5.6		3.0		3.1	11.3	4.1			
	④	-		-		-	-	-			
61.10. 6	①	7.5		120		25.1	< 0.1	38.2			
	②	6.8		54		24.9	< 0.1	28.7			
	③	5.6		5.4		2.4	21.6	25.0			
	④	-		-		-	-	-			
61.10.17	①	7.3		160		22.2	< 0.1	36.4			
	②	6.8		68		26.7	< 0.1	33.6			
	③	-		-		-	-	-			
	④	5.5		2.4		1.9	23.6	25.6			
61.10.28	①	7.1	150	160	120	19.1	< 0.1	33.0		4.00	
	②	6.9	23	61	28	20.7	< 0.1	24.1		3.22	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	6.0	1.6	2.3	6.3	2.8	21.8	25.3		< 0.1	
61.11. 4	①	7.3	190	200	100	39.1	< 0.1	43.7		4.6	
	②	6.8	18	58	47	39.7	< 0.1	46.8		3.38	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	5.7	7.2	7.8	8.3	1.0	22.0	25.0		1.76	

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
61.11.13	①	7.5		180		27.7	< 0.1	44.0			
	②	6.8		64		25.9	< 0.1	28.8			
	③	5.8		2.0		6.4	14.1	21.1			
	④	-		-		-	-	-			
61.11.26	①	7.4	190	180	100	26.4	< 0.1	41.8		4.86	
	②	6.8	30	110	51	30.3	< 0.1	38.8		3.72	
	③	6.2	2.0	11.0	11.0	13.2	13.3	27.8		2.58	
	④	-	-	-	-	-	-	-		-	
61.12. 3	①	7.7		180		39.3	< 0.1	56.7			
	②	6.9		87		27.5	< 0.1	33.4			
	③	6.3		4.6		12.0	20.8	33.4			
	④	-		-		-	-	-			
61.12.17	①	7.4	81	120	72	23.8	< 0.1	37.1		3.96	
	②	7.2	25	79	48	29.3	< 0.1	35.9		3.70	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	6.5	2.3	7.5	11	16.8	10.9	32.8		2.74	
61.12.23	①	7.6		160		20.0	0.2	32.1			
	②	6.8		110		27.8	< 0.1	38.3			
	③	-		-		-	-	-			
	④	6.4		5.0		15.4	7.8	24.4			

表 - 腐敗槽+砂ろ過槽データ

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	単位 (mg/ℓ)	
										TP	Cℓ ⁻
62. 1. 9	①	7.4	75	120	63	26.1	< 0.1	39.9		4.15	
	②	6.9	23	71	41	28.6	< 0.1	34.6		3.51	
	③	-	-	-	-	-	-	-		-	
	④	6.2	1.8	7.0	9.8	16.7	8.1	28.1		0.91	
62. 1.16	①	7.4	120	150	100	28.0	< 0.1	41.7		3.90	
	②	6.9	-	88	46	31.1	< 0.1	36.9		-	
	③	6.3	2.4	7.0	10	9.8	10.0	20.8		1.20	
	④	-	-	-	-	-	-	-		-	

単位 (mg/ℓ)

< 印は未満を表す。

3 粒化土壤槽

水質分析結果

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₂ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60. 1.18	①	7.0 (13)		34	26						63
	②	7.7 (20)		1.0	3.3						58
	③	-		-	-						-
60. 1.23	①	7.1 (12)		56	32	17.1	< 0.1	27.6	5.75	6.72	62
	②	7.4 (12)		0.8	3.1	7.3	3.2	13.3	0.03	0.04	62
	③	-		-	-	-	-	-	-	-	-
60. 1.29	①	7.2 (13)		35	25	19.1	< 0.1	25.5	4.75	5.72	60
	②	7.2 (10)		2.4	5.0	8.4	3.6	12.2	0.03	0.08	59
	③	-		-	-	-	-	-	-	-	-
60. 2. 4	①	7.2		32	21						66
	②	7.1		2.8	4.4						61
	③	-		-	-						-
60. 2.28	①	7.0 (10)		10	18						42
	②	6.8 (11)		2.4	4.8						44
	③	7.3 (10)		4.3	7.3						48
60. 3. 6	①	7.3 (7)		7.8	16	20.3	< 0.1	25.9	2.62	2.83	44
	②	7.0 (8)		1.3	3.7	2.3	27.4	30.1	0.03	0.05	35
	③	7.3 (8)		3.2	7.5	10.1	11.9	22.4	0.32	0.39	22

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)

< 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	C ℓ ⁻
60. 3.12	①	7.1 (5)		19	19						44
	②	6.2 (5)		1.3	2.6						38
	③	6.9 (6)		2.4	6.5						38
60. 3.22	①	7.1 (15)		9.1	15	23.9	< 0.1	25.2	4.60	4.76	39
	②	6.5 (15)		1.3	3.3	0.2	20.0	20.2	< 0.03	0.04	35
	③	6.6 (15)		2.3	5.4	2.0	18.8	23.2	0.29	0.32	37
60. 3.29	①	7.1		10	15						36
	②	6.5		1.1	2.2						35
	③	6.6		1.6	3.1						37
60. 7.24	①	7.2 (24)		37	16	14.0	< 0.1	17.2	2.62	3.25	33
	②	6.5 (25)		< 0.5	2.1	< 0.1	10.3	10.3	< 0.03	0.05	31
	③	6.7 (25)		0.5	3.2	1.3	7.0	8.5	0.24	0.33	30
60. 8. 7	①			5.5							
	②			0.7							
	③			1.4							
60. 8.12	①			1.8							
	②			< 1							
	③			< 1							

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cl-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cl-
60. 8.21	①			3.7							
	②			< 1							
	③			< 1							
60. 9. 5	①	6.9 (18)		3.2	11	10.3	0.1	13.4	2.85	3.08	36
	②	6.2 (16)		0.6	2.9	< 0.1	14.0	14.0	< 0.03	0.04	34
	③	6.3 (18)		0.8	3.1	1.1	15.1	16.2	0.27	0.30	34
60. 9.18	①			6.0							
	②			0.8							
	③			0.7							
60.10. 9	①	7.0 (25)		13	11	11.9	0.1	14.4	2.55	2.69	34
	②	6.1 (25)		0.9	2.2	< 0.1	14.7	14.7	< 0.03	0.04	32
	③	6.3 (25)		2.0	4.1	1.1	12.3	13.5	0.49	0.55	33
60.10.23	①			8.7							
	②			0.6							
	③			1.1							
60.11. 7	①			6.6							
	②			0.7							
	③			0.6							

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)
< 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
60.11.20	①	6.9 (18)		11	18	19.2	< 0.1	20.7	2.17	2.43	35
	②	5.8 (18)		1.0	2.9	0.2	21.3	21.5	< 0.03	0.06	38
	③	6.1 (18)		1.1	3.8	2.1	18.6	23.2	0.32	0.34	37
60.12. 4	①			9.0							
	②			< 0.5							
	③			1.2							
60.12.10	①			12							
	②			< 0.5							
	③			0.8							
60.12.19	①	7.1 (14)		4.8	13	23.8	0.2	25.5	1.19	1.37	41
	②	6.2 (14)		0.8	2.6	< 0.1	22.9	22.9	< 0.03	0.04	40
	③	6.5 (14)		1.4	4.7	4.0	17.4	21.6	0.25	0.26	40
61. 1. 6	①			13							
	②			0.5							
	③			1.6							
61. 1.22	①	7.0 (14)		13	18	24.9	0.1	25.5	2.08	1.83	40
	②	6.1 (14)		0.9	3.4	0.3	32.1	32.4	0.08	0.04	31
	③	6.3 (14)		2.2	6.2	8.1	17.2	25.4	0.44	0.40	40

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P
61. 2. 5	①			6.2					
	②			0.8					
	③			1.4					
61. 2.24	①			4.7					
	②			1.2					
	③			2.0					
61. 3. 6	①	7.2 (16)		6.8	15	25.8	< 0.1	27.1	2.13
	②	6.2 (16)		2.7	5.3	3.2	24.2	27.7	0.18
	③	5.8 (13)		3.2	5.0	8.5	25.6	34.5	0.50
61. 4.23	①	7.2	8.2	9.7	17	22.5	< 0.1	23.3	
	②	6.1	5.5	2.0	2.5	< 0.1	25.7	25.7	2.24
	③	6.2	6.0	3.1	4.8	5.0	16.3	22.7	0.06
61. 4.30	①			35					
	②			2.3					
	③			2.7					
61. 5. 7	①	7.5		8.5	16	26.9	< 0.1	31.0	
	②	5.8		1.9	4.3	0.9	27.2	28.4	2.40
	③	6.4		2.8	6.4	8.9	19.0	29.6	0.08

2.40
 0.08
 0.08

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
61. 5.15	①			24							
	②			1.3							
	③			1.8							
61. 5.23	①	7.2		3.6	11	23.3	0.3	26.8		1.60	
	②	5.5		0.8	3.4	0.7	27.4	28.1		0.05	
	③	6.3		1.7	5.9	9.0	13.3	22.5		0.64	
61. 6. 5	①			5.3							
	②			1.1							
	③			2.2							
61. 6.17	①	7.2	10	8.7	12	30.5	< 0.1	33.6		1.92	
	②	5.5	2.5	1.1	4.0	0.3	26.1	27.3		0.07	
	③	6.4	1.0	1.3	6.5	11.0	15.5	27.3		0.80	
61. 6.26	①			9.7							
	②			1.2							
	③			2.0							
61. 7. 4	①	7.3	3.6	4.2	5.0	10.8	0.1	30.8		2.48	
	②	5.9	< 0.5	0.6	3.9	0.51	29.4	29.9		0.04	
	③	6.4	0.6	1.1	4.2	8.31	22.0	30.3		0.67	

表 - 粒化土壌槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cl-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cl-
61. 7.15	①			16							
	②			< 0.5							
	③			2.5							
61. 7.24	①	7.1	32	7.5	19	7.3	0.1	35.3		3.92	
	②	-	-	-	-	-	-	-		-	
	③	6.3	8.4	6.4	5.2	6.7	16.5	23.4		0.79	
61. 8.12	①	7.1	2.6	5.1	10	26.3	< 0.1	29.6		2.73	
	②	5.5	2.0	1.2	4.1	0.9	23.8	25.2		0.06	
	③	6.1	< 1.0	1.4	5.2	4.9	18.7	24.1		0.53	
61. 8.26	①			3.0							
	②			1.4							
	③			1.8							
61. 9. 5	①	7.1	2.4	2.0	10	18.3	< 0.1	19.2		2.95	
	②	6.3	1.1	< 0.5	2.6	< 0.1	17.5	18.0		0.07	
	③	6.3	1.1	< 0.5	6.5	5.6	0.6	7.1		0.94	
61. 9.17	①			1.4							
	②			< 0.5							
	③			0.9							

表 - 粒化土壤槽データ

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
61. 9.26	①	-	-	5.8	-	-	-	-	-	-	-
	②	5.7	< 1.0	1.0	2.4	< 0.1	16.8	17.0	-	0.99	-
	③	6.2	< 1.0	1.2	5.5	5.0	10.2	16.5	-	0.05	-
61.10. 6	①	7.0	8.5	8.0	16	18.2	< 0.1	20.3	-	3.85	-
	②	-	-	< 0.5	-	-	-	-	-	-	-
	③	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-
61.10.17	①	6.9	1.6	5.0	4.6	21.5	0.2	25.6	-	2.09	-
	②	5.5	3.4	0.5	2.6	0.1	23.4	23.5	-	0.03	-
	③	6.3	< 1.0	1.1	6.4	7.8	13.1	21.4	-	1.12	-
61.10.28	①			11.0							
	②			< 0.5							
	③			1.4							
61.11. 5	①	7.1	5.0	1.7	10.0	23.0	< 0.1	33.0	-	3.55	-
	②	5.6	< 1.0	< 0.5	2.1	< 0.1	25.6	25.9	-	0.06	-
	③	6.4	< 1.0	1.2	5.7	7.7	7.3	19.7	-	1.33	-
61.11.13	①			4.6							
	②			< 0.5							
	③			1.2							

表 - 粒化土壌槽データ

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	単位 (mg/ℓ) < 印は未満を表す。	
										TP	Cl-
61.11.26	①	6.9	90	54	53	21.8	0.1	33.1		7.93	
	②	5.8	< 1.0	< 0.5	2.3	< 0.1	17.2	17.2		< 0.03	
	③	6.4	< 1.0	1.3	4.6	6.4	14.5	20.9		0.85	
61.12. 3	①			15							
	②			< 0.5							
	③			< 0.5							
61.12.23	①	7.2	7.7	13	16	21.7	0.1	26.1		2.42	
	②	5.8	1.0	< 0.5	2.9	0.5	19.4	19.9		0.04	
	③	6.6	< 1.0	2.9	8.4	9.8	11.3	22.1		0.76	
62. 1. 9	①	-	-	42	-	-	-	-		-	
	②	6.4	1.2	1.2	4.9	3.7	20.0	23.7		0.08	
	③	-	-	2.7	-	-	-	-		-	
62. 1.16	①			-							
	②			1.7							
	③			-							

表 - 粒化土壌槽データ (粒化土壌水)

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	単位 (mg/ℓ) < 印は未満を表す。	
										TP	Cℓ-
60. 3.22	⑤	6.6 (20)		0.7		1.2	25.1	26.5	0.06	0.07	
	⑦	6.6 (20)		0.4		2.2	22.9	25.8	< 0.03	< 0.03	
	⑧	-		-		-	-	-	-	-	
	⑨	6.5 (20)		0.1		0.1	20.9	21.2	< 0.03	< 0.03	
	⑩	6.5 (20)		0.2		3.8	16.0	20.0	< 0.03	< 0.03	
60.10. 9	⑤	7.0 (25)		0.6	-	1.0	12.5	13.7	0.71	0.71	31
	⑦	6.6 (25)		1.7	2.6	3.2	0.9	4.4	< 0.03	< 0.03	32
	⑧	7.0 (25)		2.5	-	2.7	9.5	12.2	0.92	0.97	32
	⑨	6.4 (25)		< 0.5	< 1.0	< 0.1	13.7	14.8	< 0.03	< 0.03	33
	⑩	6.7 (25)		< 0.5	< 1.9	3.9	1.3	5.2	< 0.03	< 0.03	34
61. 1.22	⑤	-		0.5	-	-	28.7	-	0.23	-	-
	⑦	6.5 (13)		< 0.5	2.3	3.4	16.7	20.3	< 0.03	0.04	41
	⑧	-		< 0.5	-	-	22.7	-	0.37	-	-
	⑨	6.4 (13)		< 0.5	< 1	< 0.1	25.2	25.2	< 0.03	< 0.03	39
	⑩	6.6 (13)		< 0.5	1.5	2.0	4.9	6.9	< 0.03	< 0.03	41
61. 4.23	⑤			0.7		1.7	13.3	15.1			
	⑦			0.6		6.4	15.4	23.8			
	⑧			0.9		1.4	15.6	17.3			
	⑨			0.7		< 0.1	28.9	28.9			
	⑩			0.8		2.0	4.9	7.4			

表 - 粒化土壤槽データ (粒化土壤水)

単位 (mg/ℓ)

< 印は未満を表す。

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	C ℓ ⁻
61. 5. 7	⑤	7.1		2.6	3.2	3.4	23.1	26.7		0.54	
	⑦	6.9		1.9	2.8	7.3	17.6	25.7		0.06	
	⑧	7.0		2.9	6.4	9.9	14.7	25.4		0.84	
	⑨	6.7		1.8	1.8	1.1	26.8	28.0		< 0.03	
	⑩	6.9		1.9	2.3	1.9	3.3	5.2		< 0.03	
61. 5.23	⑤	6.7		0.6	3.1	-	22.9	29.3		0.52	
	⑦	6.6		< 0.5	2.5	6.5	12.6	19.1		< 0.03	
	⑧	6.9		< 0.5	4.6	-	16.2	25.0		0.48	
	⑨	6.2		< 0.5	1.8	2.5	21.8	24.3		< 0.03	
	⑩	6.6		< 0.5	2.5	3.1	1.3	4.5		< 0.03	
61. 6.17	⑤	6.6		0.5		3.9	29.4	33.6			
	⑦	6.6		< 0.5		7.2	11.7	18.6			
	⑧	7.0		< 0.5		9.7	14.4	24.7			
	⑨	6.2		< 0.5		4.5	24.8	29.4			
	⑩	6.6		< 0.5		3.5	0.7	4.7			
61. 7. 4	⑤	6.6		0.6		5.2	23.8	29.0			
	⑦	6.6		< 0.5		6.4	9.5	15.9			
	⑧	6.7		0.7		11.8	13.3	25.1			
	⑨	6.2		0.5		3.4	28.1	31.5			
	⑩	6.6		< 0.5		4.3	0.4	4.7			

表 - 粒化土壤槽データ (粒化土壤水)

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P
61. 7.24	⑤	6.6		0.7		5.8	28.3	34.1	
	⑦	6.6		< 0.5		2.4	8.3	14.4	
	⑧	6.4		0.9		10.3	17.5	28.4	
	⑨	6.2		< 0.5		2.3	17.5	19.8	
	⑩	6.6		0.6		5.2	0.6	6.4	
61. 8.12	⑤	6.6		< 0.5		4.6	21.5	26.6	
	⑦	6.5		< 0.5		6.2	18.2	24.4	
	⑧	6.6		2.0		11.8	10.9	22.9	
	⑨	6.2		0.6		1.0	20.8	22.1	
	⑩	6.5		1.0		5.0	3.8	9.6	
61. 9. 5	⑤	6.8		< 0.5		1.8	4.2	6.0	
	⑦	6.4		< 0.5		4.2	0.7	5.1	
	⑧	6.4		< 0.5		1.1	11.6	12.7	
	⑨	6.2		< 0.5		2.1	14.2	16.3	
	⑩	6.5		< 0.5		5.4	< 0.1	5.7	
61. 9.26	⑤	6.4		-		2.6	18.2	20.8	
	⑦	6.4		0.7		4.2	< 0.1	4.4	
	⑧	6.4		0.8		6.2	7.8	14.0	
	⑨	6.2		< 0.5		1.4	12.9	14.3	
	⑩	6.4		< 0.5		5.9	< 0.1	5.9	

表 - 粒化土壌槽データ (粒化土壌水)

単位 (mg/ℓ)
 < 印は未満を表す。
 TP Cℓ-

採水日	採水位置	PH (°C)	SS	BOD	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	PO ₄ -P	TP	Cℓ-
61.10.17	⑤	6.5		-		3.9	21.0	25.0			
	⑦	6.5		< 0.5		3.8	0.1	4.3			
	⑧	6.6		0.6		7.6	5.4	13.2			
	⑨	6.4		< 0.5		0.4	16.0	16.5			
	⑩	6.5		< 0.5		5.5	< 0.1	5.9			
61.11. 5	⑤	6.8		-		3.2	15.3	20.5			
	⑦	6.6		< 0.5		5.4	0.1	6.1			
	⑧	6.6		1.2		12.5	8.8	21.8			
	⑨	6.3		< 0.5		< 0.1	16.6	16.6			
	⑩	6.7		< 0.5		8.3	< 0.1	6.1			
61.11.27	⑤	6.8		-		1.8	20.6	22.8			
	⑦	6.8		0.7		3.4	0.2	4.4			
	⑧	6.6		1.5		5.9	13.4	19.2			
	⑨	6.3		0.7		< 0.1	19.2	19.2			
	⑩	6.7		0.9		5.5	< 0.1	5.5			
61.12.23	⑤	7.1		-		2.4	19.0	22.2			
	⑦	7.3		< 0.5		2.9	3.6	6.9			
	⑧	7.3		1.1		5.8	16.6	22.5			
	⑨	6.7		< 0.5		< 0.1	18.9	18.9			
	⑩	7.2		0.7		4.5	6.2	10.9			

生活雑排水の土壌処理に
関する調査報告書

I S S N 0 3 8 6 - 5 8 7 8
土木研究所資料第 2591 号
昭和 63 年 3 月 (1988)
吉野文雄, 水野雅光
古畑広樹, 寺川 陽
田子秀徳

キーワード: 土壌処理, 土壌処理施設, 雑排水処理, 窒素・リンの除去

要 旨 湖沼等の閉鎖性水域への窒素・リンの流入による富栄養化が大きな問題となっている。本報告書は、湖沼等の水質浄化のために考えられる各種方策のうち、家庭雑排水に起因する汚濁対策として、土壌処理を取り上げて研究を行いとりまとめたものである。土壌処理技術の現況について米国における技術及び、国内の事例を調査し、3種類の土壌処理施設の実験的研究として、各施設の浄化機能を評価した。また、土壌の浄化能力を定性的に評価する手法について検討を行い、2～4章の結果を踏まえ、「雑排水の土壌処理の計画設計指針(案)」を作成した。



郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所
水文研究室 御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2591号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印