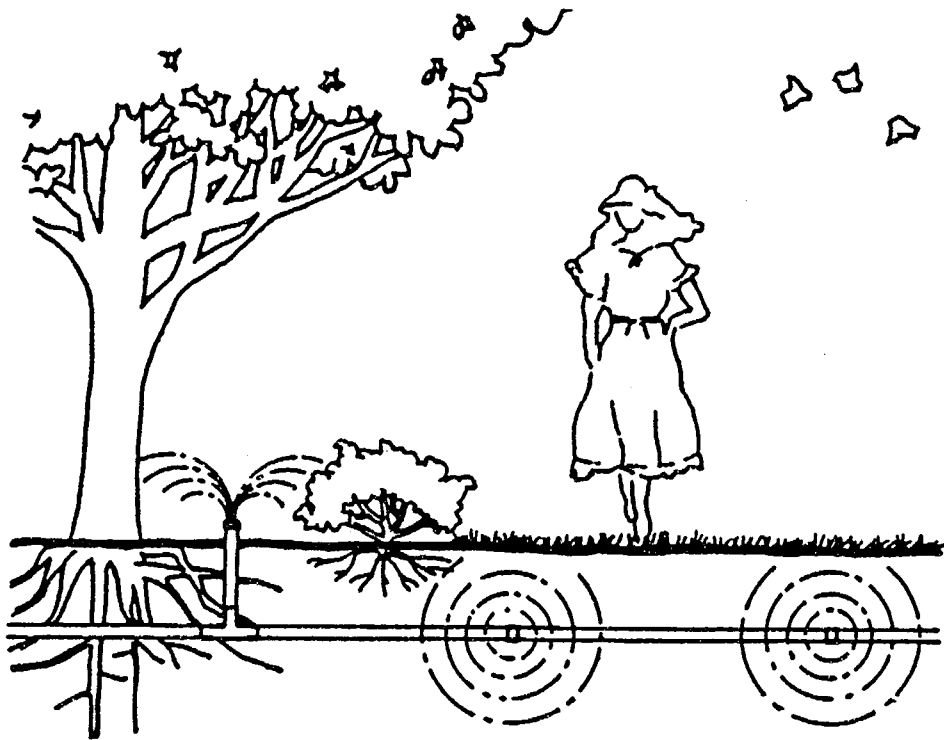


## 土木研究所資料

# 公園における二次処理水の利用

— 主として砂質土壤地について —



昭和58年12月

建設省 土木研究所  
道路部 緑化研究室

Copyright © 1983 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、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

## は じ め に

本報告書は、九州地方建設局の依頼により、昭和55年度から3ケ年にわたって実施した「海の中道海浜公園における二次処理水の利用に関する調査」を、とりまとめたものである。

当該国営海の中道海浜公園は、玄海灘と博多湾にはさまれた砂洲上に位置し、植物が潮風害による生育阻害の影響を受けやすい立地条件にある。そのため既存樹林を含めた植栽が健全に生育し、快適さと、よりすぐれた景観とを公園利用者に提供しうるよう、植栽の生育環境基盤を整備し、適切な維持管理作業を実施していくことが重要である。

なかでも、灌水は主要な項目の1つであり、

① 当該地方の上水の安定的供給にやや不安があり、水源確保に関する緊急対策を検討しておく必要がある。

② 出来ればこの緊急対策を通常の維持管理における補助的手段として利用できないか。

との観点から、下水処理施設から排出される二次処理水を、灌水用水源として利用することの可能性について検討することとなった。

本調査は、ほぼ均質な砂質土からなる当該公園における事例研究であるという特殊性はあるが、当該地区が独立した水文環境にあり、降水、地表流水、地表滞留水、地下水及び灌水等による人工給水など一連の水の動態を、それぞれ分離して計測しうる条件にあったという点では、極めて恵まれた試験地であり、この調査の成果が同様の技術的検討を行う際に重要な手がかりを与える資料となれば幸いである。

なお、本調査の実施にあたっては、関口有方 千葉大学名誉教授をはじめとする下記の研究会メンバーの方々に貴重なご助言を頂き、また、九州地方建設局海の中道海浜公園事務所及び(財)土木研究センターの各位には多大なご協力を得た。

ここに記して感謝の意を表する。

|       |       |         |
|-------|-------|---------|
| 緑化研究室 | 室 長   | 芹 澤 誠   |
|       | 主任研究員 | 田 代 順 孝 |
|       | 工学博士  | 古 関 堅 治 |
|       | 研 究 員 | 藤 原 宣 夫 |
|       | 〃     |         |

### 研究会メンバー

|       |                  |          |
|-------|------------------|----------|
| 委 員 長 | 千葉大学名誉教授         | 関 口 有 方  |
| 〃     | 園芸学部助教授(当時)      | 嶋 田 典 司  |
|       | 東京大学農学部農業工学科教授   | 竹 中 肇*   |
| 〃     | 助教授              | 富 田 正 彦* |
|       | 鳥取大学農学部砂丘利用研究室   | 山 本 太 平  |
|       | 千葉大学園芸学部 助手(当時)  | 三 沢 彰    |
| 〃     | 助手               | 藤 井 英二郎  |
|       | 埼玉県庄和浄水場水質課長(当時) | 茂 木 暎二郎  |

※ 印は昭和55年度のみ

# 目 次

## はじめに

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 二次処理水の特 性 .....          | 1  |
| 1-1 利用の必要 性と現状 .....        | 1  |
| 1-2 水質と諸基 準 .....           | 1  |
| 2. 海の中道海浜公 園における灌水試 験 ..... | 9  |
| 2-1 対象地域 の概要 .....          | 9  |
| 2-2 試験に使用 した処理水の 水質 .....   | 14 |
| 2-3 予備試験 .....              | 18 |
| 2-4 本 試 験 .....             | 37 |
| 3. 灌水利用の可能 性の検討 .....       | 63 |
| 3-1 水質の観点 から の検討 .....      | 63 |
| 3-2 植物生育の 観点から の 検討 .....   | 63 |
| 3-3 土壌肥沃性 の観点から の 検討 .....  | 65 |
| 3-4 灌水方法の 観点から の 検討 .....   | 65 |
| 4. ま と め .....              | 73 |
| 資 料                         |    |
| 1. 海の中道海浜公 園基本計画図 .....     | 77 |
| 2. 下水処理の 方法 .....           | 79 |

## 1. 二次処理水の特性

### 1-1 利用の必要性と現状

我国の水需要は高度経済成長期に著しい増大をみたが、その後、経済の停滞、水利用の合理化等により、その伸びはやや鈍化している。しかしながら、生活水準の向上に伴い生活用水の需要は今後さらに増大することが見込まれており、また工業用水についても用水多使用型の工業の比重が相対的に低下し、省用水化の方向に向っているとはいえ、なお需要量の増大が予想される。

一方、このように増大する水需要に対し、従来からのダム建設、湖沼水の利用等の開発による水資源開発だけで対応することは、開発適地の減少、建設費の高騰等から困難となりつつあり、用水の再利用技術の開発に対し、大きな期待が持たれるようになってきている。

したがって、国営公園等大規模な公園整備にあたって、排出水を有用な水資源として位置づけ、適切な処理を施して再利用を図っていくことが、水の有効利用の面からも重要なことであり、また、処理水の再利用を普及拡大させていく上でも有意義なことといえる。

下水二次処理水の利用実施例は、我国ではまだ数少ないが水需要のひっ迫を反映していくつかの実績があり、工業用水のほか事務所ビルの水洗便所用水・空調冷却用水、住宅の水洗便所用水、道路の散水、ゴルフ場の散水、洗車用水、消火用水、また最近では芝生地への散水により地下浸透した水を処理して災害時の非常用飲料水として利用する試みもなされている。

海外では実績が多く、米国においては半乾燥地帯のため淡水の補給の困難な南西部で数多くの事例がみられる。利用事例の多くは灌漑用水であるが、レクリエーション施設あるいは魚類飼育への再利用等も積極的に行われているほか、地下水の涵養を目的とする、帯水層への処理水の注入も行われている。

このように処理水は多方面に利用されはじめているが、各種の溶解物質を含んでいるため、衛生及び安全性の観点から今後の調査研究を待たなければならない課題があることも事実である。

### 1-2 二次処理水の水質と諸基準

下水処理場に集流される下水は、水洗便所、台所、浴室、洗濯場などから排出される家庭下水のほか工場、事業場等からそれぞれの生産、事業活動に伴う水の使用の結果排出されるものも含まれる。また、下水処理場までの流達過程で管路に浸透する地下水も含まれる。

この下水中には有機性、無機性の物質が固形物または溶解性の形で多量に存在しており、また細菌類を初め、微小動物などの微生物、時には消化器系伝染病原菌や、寄生虫卵、ウィルスなどが存在することもある。

下水処理の目的は、このような下水を上水道、農業用水等の水源として利用されている放流水域に安全に放流できる様に浄化することである。

都市下水の主な処理方法を表 1.1 に示す。最初処理は、スクリーン法、抽油または浮遊物質除去法、沈砂法による予備処理を経て、さらに沈殿物を除去するものであり、一次処理と呼ばれる。さらに微生物

表 1.1 都市下水の主な処理法の種類

|                | 種 類                                                                                                                                         | 施 設 そ の 他                                                                                                                                  |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 最初処理<br>(部分処理) | 1. スクリーン法 (篩沝法)<br>2. 抽油または浮状物質除去法<br>3. 沈砂法<br>4. 沈殿法<br>1) 普通沈殿法<br>2) 薬品沈殿法<br>5. 二階タンク                                                  | 粗目スクリーン, 細目スクリーン,<br>篩沝細断機<br>スキミングタンク, 浮状物質遮断装置 } 予備処理<br>沈砂池<br>沈殿池 (最初沈殿池, 予備沈殿池)<br>薬品調節装置, 沈殿池<br>イムホフタンク (汚泥消化を兼ねる)                  |
| 高級処理<br>(浄化処理) | 1. 液体処理<br>1) 間欠砂沝法<br>2) 散水沝床法<br>3) 活性汚泥法<br>2. 固形物処理 (汚泥処理)<br>1) 消化法<br>2) 脱水法                                                          | 間欠砂沝過タンク<br>緩速散水沝床, 高速散水沝床 } 生物学的処理<br>エアレーションタンク<br>無加温消化タンク, 加温消化タンク<br>汚泥濃縮タンク, 汚泥沝過機, 汚泥乾燥床加熱乾燥機                                       |
| 最終処理<br>または処分  | 1. 液体処理<br>1) 最終沈殿法<br>2) 塩素処理法 (滅菌消毒)<br>3) 酸化池<br>2. 液体処分<br>1) 希釈法<br>2) かんがい法<br>3. 固形物処分<br>1) 水中投棄法<br>2) 地中投棄法<br>3) 肥料利用法<br>4) 焼却法 | 最終沈殿池 (洗澄池)<br>塩素滅菌機<br>食用藻類または魚貝類を養う池に兼用することがある<br>河川, 湖沼, 海域へ放流<br>荒地または畑地へかんがい<br>河川, 湖沼, 海域へ投棄<br>埋立<br>肥料成分を補足して市販, 塵芥と混合して堆肥化<br>焼却炉 |

注) 最初処理：下水中の浮状，汚泥物及び比較的重い固形物と液体とを分離する  
 高級処理：液体または固形物を個別に処理する  
 最終処理および処分：分離した液体と固形物とをさらにそのおの別々に処理または処分する

物を利用して生物学的処理を行うものが高級処理または二次処理と呼ばれ，さらに最終沈殿，塩素消毒等の最終処理が行われる。この段階まで処理された下水が二次処理水である。

通常この処理水は放流されることとなるが，さらに利用目的に応じて処理（三次処理）を行う場合もある。

下水処理水の水質は，下水道法施行令第6条（放流水の水質の技術上の基準，表1.2）に定められているが下水処理場の排水の水質は，水質汚濁防止法の規定による排水基準（表1.3）に従わなければならない。また県の条例の適用も受けるので，このいずれかの基準が適用されることになる。表1.3に示す様に滋賀県の条例では一段と高い水準の規定となっている。

現在行われている代表的な高級処理である標準活性汚泥法<sup>※</sup>の処理施設への流入水質ならびに放流水質の主なものを示すと表1.4のとおりである。

※ 巻末資料2 下水処理の方法参照

表 1.2 下水道施行令第 6 条（放流水の水質の技術上の基準）

|                                                                | 水素イオン<br>濃度      | 生物化学的<br>酸素要求量<br>mg/L | 浮遊物質量<br>mg/L | 大腸菌群数<br>/ml |
|----------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|---------------|--------------|
| 活性汚泥法，標準散水ろ床法その他，これらと同程度に下水を処理することができる方法により下水を処理する場合           | 5.8 以上<br>8.6 以下 | 20 以下                  | 70 以下         | 3,000 以下     |
| 高速散水ろ床法，モディファイドエアレーション法その他，これらと同程度に下水を処理することができる方法により下水を処理する場合 | 5.8 以上<br>8.6 以下 | 60 以下                  | 120 以下        | 3,000 以下     |
| 沈殿法により下水を処理する場合                                                | 5.8 以上<br>8.6 以下 | 120 以下                 | 150 以下        | 3,000 以下     |
| その他の場合                                                         | 5.8 以上<br>8.6 以下 | 150 以下                 | 200 以下        | 3,000 以下     |

表 1.3 有害物質，その他の汚染物質（一部略）などの現行規制値（昭 53. 7 月）

| 項 目                       | 関係<br>法令 | 水質汚濁防止法<br>に基づく排水基<br>準    | 滋賀県公害防止<br>条例施行規則に<br>基づく排水基準 | 廃棄物処理法産廃<br>の埋立処分に係る<br>基準（溶出試験） | 土壤汚染防止法             |
|---------------------------|----------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| カドミウム・その化合物               |          | 0.1 mg/L                   | 0.01 mg/L                     | 0.3 mg/L                         | (米につき) mg/kg<br>1.0 |
| シアン化合物                    |          | 1.0                        | 0.1                           | 1.0                              | —                   |
| 有機リン化合物                   |          | 1.0                        | 検出されないこと。<br>(検出限界 0.1)       | 1.0                              | —                   |
| 鉛・その化合物                   |          | 1.0                        | 0.1                           | 3.0                              | —                   |
| 六価クロム化合物                  |          | 0.5                        | 0.05                          | 1.5                              | —                   |
| ヒ素・その化合物                  |          | 0.5                        | 0.05                          | 1.5                              | 1.5<br>(特例 10~20)   |
| 水銀・アルキル水銀・その<br>他の水銀化合物   |          | 0.005                      | 0.005                         | 0.005                            | —                   |
| アルキル水銀化合物                 |          | 検出されないこと。<br>(検出限界 0.0005) | 検出されないこと。<br>(検出限界 0.0005)    | 検出されないこと。<br>(検出限界 0.0005)       | —                   |
| PCB（ポリクロリネイ<br>テッドビフェニール） |          | 0.003<br>(検出限界 0.0005)     | 0.003<br>(検出限界 0.0005)        | 0.003<br>(検出限界 0.0005)           | —                   |
| フェノール類                    |          | 5.0                        | 1.0                           | —                                | —                   |
| 銅                         |          | 3.0                        | 1.0                           | —                                | 125.0               |
| 亜鉛                        |          | 5.0                        | 1.0                           | —                                | —                   |
| 溶解性鉄                      |          | 10.0                       | 10.0                          | —                                | —                   |
| 溶解性マンガン                   |          | 10.0                       | 10.0                          | —                                | —                   |
| クロム                       |          | 2.0                        | 0.1                           | —                                | —                   |
| ふっ素                       |          | 15.0                       | 8.0                           | —                                | —                   |
| ほう素                       |          | —                          | 2.0                           | —                                | —                   |
| アノチモン                     |          | —                          | 0.05                          | —                                | —                   |

(付) 底質の暫定除去基準値：水銀を含む底質 25ppm 以上（河川，湖沼）  
PCB を含む底質 10ppm 以上

表 1.4 下 水 の 水 質

| 項目               |              | 春                                      | 夏                                      | 秋                          | 冬                          | 平 均                                    |
|------------------|--------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------------|
| 気 温              | ℃            | 21.0                                   | 27.9                                   | 12.2                       | 8.2                        | 17.3                                   |
| 水温（生下水）          | ℃            | 18.5                                   | 22.1                                   | 15.5                       | 12.4                       | 17.1                                   |
| 透 視 度            | ※ 入 処<br>eix | 5.0<br>22.0                            | 7.5<br>34.0                            | 6.5<br>35.0                | 6.0<br>16.0                | 6.3<br>26.9                            |
| pH               | 入 処          | 7.4<br>7.5                             | 7.3<br>7.3                             | 7.3<br>7.2                 | 7.5<br>7.3                 | 7.4<br>7.3                             |
| 蒸発残留物            | mg/l 入 処     | 471<br>265                             | 385<br>252                             | 401<br>266                 | 399<br>300                 | 414<br>271                             |
| 強熱残留物            | mg/l 入 処     | 251<br>202                             | 234<br>196                             | 213<br>148                 | 225<br>222                 | 231<br>192                             |
| 強熱減量             | mg/l 入 処     | 220<br>63                              | 151<br>56                              | 188<br>118                 | 174<br>98                  | 183<br>79                              |
| 浮 遊 物            | mg/l 入 処     | 174<br>34                              | 136<br>22                              | 115<br>17                  | 101<br>43                  | 131<br>30                              |
| 溶解性物質            | mg/l 入 処     | 297<br>230                             | 249<br>230                             | 286<br>249                 | 298<br>257                 | 283<br>241                             |
| 溶存酸素             | mg/l 入 処     | 1.5<br>5.4                             | 1.3<br>3.4                             | 1.6<br>5.2                 | 2.6<br>8.8                 | 1.8<br>5.7                             |
| 酸素飽和百分率          | % 入 処        | 17.4<br>62.9                           | 16.7<br>43.9                           | 14.8<br>55.3               | 24.0<br>81.0               | 18.2<br>60.8                           |
| BOD              | mg/l 入 処     | 161.0<br>19.0                          | 115.0<br>17.0                          | 124.0<br>16.0              | 115.0<br>28.0              | 129.0<br>20.0                          |
| COD              | mg/l 入 処     | 105.0<br>20.0                          | 72.0<br>14.0                           | 89.0<br>16.0               | 92.0<br>34.0               | 90.0<br>21.0                           |
| 塩素イオン            | mg/l 入 処     | 47.0<br>47.0                           | 43.0<br>41.0                           | 49.0<br>48.0               | 47.0<br>47.0               | 47.0<br>46.0                           |
| ノルマルヘキサン<br>抽出物質 | mg/l 入 処     | 16.0<br>2.0                            | 10.0<br>2.0                            | 13.0<br>1.0                | 7.0<br>—                   | 11.0<br>1.0                            |
| 一般細菌数            | 個/cc 入 処     | $1.5 \times 10^6$<br>$3.8 \times 10^4$ | $3.9 \times 10^6$<br>$2.6 \times 10^4$ | $1.5 \times 10^6$<br>9,300 | $1.3 \times 10^6$<br>4,600 | $2.1 \times 10^6$<br>$1.9 \times 10^4$ |
| 大腸菌群数            | 個/cc 入 処     | $1.9 \times 10^5$<br>3,400             | $2.1 \times 10^5$<br>2,300             | $1.4 \times 10^5$<br>1,200 | $3.0 \times 10^5$<br>600   | $2.1 \times 10^5$<br>1,900             |

※ 入：流入下水，処：二次処理水

二次処理水の利用は、以前から一部で行われてきたが、その水質基準については、各利用者が利用目的にしたがって、独自の基準を設けていて、統一的なものではなかった。

しかし、厚生省環境衛生局長から、昭和56年4月3日付けで、各都道府県知事あてに、“再利用水を原水とする雑用水道の水洗便所用水の暫定水質基準等の設定について”という通知が出された。

この内容は、誤飲、誤使用のおそれがなく、使用者の抵抗感の少ない水洗便所用水としての利用の普及を図るため、暫定水質基準（表 1.5）を設定したものであり、再利用水の要件として次の4点をあげている。

1. 衛生上の問題がないこと。

表 1.5 雑用水の水洗便所用水  
の暫定水質基準

| 水 質 項 目 | 基 準        |
|---------|------------|
| 大腸菌群数   | 10 個/ml 以下 |
| pH      | 5.8 ~ 8.6  |
| 臭 気     | 不快でないこと。   |
| 外 観     | 不快でないこと。   |

2. 利用上不快感を与えないこと。
3. 施設構造上問題がないこと。
4. 施設の維持管理上支障がないこと。

この暫定水質基準は衛生上の視点より、飲用水系統でない用途の雑用途給水系統の要求される最低基準と思われる。

また、建設省都市局下水道部からも、10日後の昭和56年4月13日付けで“下水処理水循環利用技術指針(案)”として、この中に水洗便所、散水、修景などの“雑用途に利用する場合の用途別水質基準等(表1.6)”が発表された。

表 1.6 下水処理水循環利用の用途別水質基準

|      | 項 目                | 水 洗 用 水         | 散 水 用 水   | *1 修 景 用 水 |
|------|--------------------|-----------------|-----------|------------|
| 基準水質 | 大腸菌群数<br>(個/ml)    | 10 以下           | 検出されないこと  | 検出されないこと   |
|      | 残留塩素(結合)<br>(mg/l) | *2<br>保持されていること | 0.4 以上    | —          |
| 目標水質 | 外 観                | 不快でないこと         | 不快でないこと   | 不快でないこと    |
|      | 濁 度 (度)            | —               | —         | 10 以下      |
|      | BOD (mg/l)         | —               | —         | 10 以下      |
|      | 臭 気                | 不快でないこと         | 不快でないこと   | 不快でないこと    |
|      | pH                 | 5.8 ~ 8.6       | 5.8 ~ 8.6 | 5.8 ~ 8.6  |

\*1 修景用水とは、住宅団地等において、人工的につくられた池、壁泉、小川等に利用する水をいう。

\*2 衛生上必要な措置として塩素消毒を行うが、その場合、使用場所に最も近い受水槽付近等における再生水が残留塩素を保持されていること。

この内容もやはり、用水と人体との接触が少ないことを配慮して、用途を水洗便所用水、散水用水、および修景用水に限定している。この再利用水の要件も厚生省と同様と考えられる。

参考のために現在の農業水稲用水基準、工業用水道供給標準水質等を表 1.7～表 1.13に示す。

表 1.7 農業水稲用水基準

| 項 目            | 基 準 値        |
|----------------|--------------|
| pH (水素イオン濃度)   | 6.0 ~ 7.5    |
| COD (化学的酸素要求量) | 6 ppm 以下     |
| SS (無機浮遊物質)    | 100 ppm 以下   |
| DO (溶存酸素)      | 5 ppm 以下     |
| T-N (全窒素濃度)    | 1 ppm 以下     |
| 電気伝導度 (塩類濃度)   | 0.3 mS/cm 以下 |
| 重金属            |              |
| As (ヒ素)        | 0.05 ppm 以下  |
| Zn (亜鉛)        | 0.5 ppm 以下   |
| Cu (銅)         | 0.02 ppm 以下  |

農林水産省(昭和45年3月)

表 1.8 工業用水道供給標準水質

| 業 種        | 濁 度<br>(ppm) | pH      | アルカリ度<br>(CaCO <sub>3</sub> )<br>(ppm) | 硬 度<br>(CaCO <sub>3</sub> )<br>(ppm) | 蒸 発<br>残留物<br>(ppm) | 塩 素<br>イオン<br>(ppm) | 鉄<br>(ppm) | マンガン<br>(ppm) |
|------------|--------------|---------|----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------|
| 工業用水道供給標準値 | 20           | 6.5~8.0 | 75                                     | 120                                  | 250                 | 80                  | 0.3        | 0.2           |
| 参考値        | 同 上(東京都)     | 15度     | 5.8~8.6                                | —                                    | —                   | —                   | 200        | 0.3           |
|            | 上水道(厚生省)     | 2度      | 5.8~8.6                                | —                                    | 300                 | 500                 | 200        | 0.3           |

注1) 本表の数値は、現在供給を行なっている工業用水道の供給水質の実態（処理下水など特殊な水源のものを除く）および工業用水道受給者側の要望水質を勘案して算出した一定の標準値である。  
 2) 工業用水道の供給水質は工業用水道使用者全体の用途を考慮して効率的、経済的に定めることとなるので原水の水質の状況によっては本表によりがたい場合がある。

表 1.9 水道における飲料水基準と原水基準

| 区分   | 基準の種別<br>項 目     | 飲 料 水 基 準               | 原 水 基 準          |                    |                    |
|------|------------------|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
|      |                  |                         | 1 類              | 2 類                | 3 類                |
| 健康被害 | シアンイオン           | 検出されないこと                | 検出されないこと         | 検出されないこと           | 検出されないこと           |
|      | 水銀(総水銀)          | 検出されないこと                | 検出されないこと         | 検出されないこと           | 検出されないこと           |
|      | 有機水銀             | (検出され<br>ないこと)          | 検出されないこと         | 検出されないこと           | 検出されないこと           |
|      | 有機リン             | 検出されないこと                | 検出されないこと         | 検出されないこと           | 検出されないこと           |
|      | 鉛 (ppm)          | 0.1                     | 0.1              | 0.1                | 0.1                |
|      | 6価クロム (ppm)      | 0.05                    | クロム 0.05         | クロム 0.05           | クロム 0.05           |
|      | ヒ素 (ppm)         | 0.05                    | 0.05             | 0.05               | 0.05               |
|      | フッ素 (ppm)        | 0.8                     | 0.8              | 0.8                | 0.8                |
|      | カドミウム (ppm)      | (0.01)                  | 0.01             | 0.01               | 0.01               |
|      | 硝酸性窒素 (ppm)      | (+NO <sub>2</sub> -N)10 | 9                | 9                  | 9                  |
| 水道被害 | 一般細菌 (個/ ml)     | 100                     | —                | —                  | —                  |
|      | 大腸菌群 (MPN/100ml) | 検出されないこと                | 50               | 1,000              | 5,000              |
|      | 濁 度 (度)          | 2                       | 2                | 10                 | 30 (緩)             |
|      | 色 度 { (度)        | 5                       | 5                | 5                  | 10                 |
|      | (刺激純度)           | —                       | 1.5              | 1.5                | 1.5                |
|      | 臭 気 (TO)         | 異常でないこと                 | 3                | 5 (緩) 3 (急)        | 5 (緩) 3 (急)        |
|      | 味 (TT)           | 異常でないこと                 | 3                | 5 (緩) 3 (急)        | 5 (緩) 3 (急)        |
|      | pH               | 5.8~8.6                 | 6.5~8.6          | 6.5~8.6            | 6.5~8.6            |
|      | 有機物等 (ppm)       | 過マンガン酸カリウム消費量 10        | { BOD 1<br>COD 1 | { BOD 2<br>COD 2   | { BOD 3<br>COD 3   |
|      | アンモニア性窒素 (ppm)   | —                       | —                | 0.1                | 0.5                |
| 水道被害 | 塩素イオン (ppm)      | 200                     | —                | —                  | 180                |
|      | 蒸発残留物 (ppm)      | 500                     | —                | —                  | —                  |
|      | 溶解性物質 (ppm)      | —                       | —                | —                  | 400                |
|      | 総硬 度 (ppm)       | 300                     | —                | —                  | 300                |
|      | 鉄 (ppm)          | 0.3                     | 全 鉄 0.3          | 第1鉄イオン 0.3         | 第1鉄イオン 0.3         |
|      | マンガン (ppm)       | 0.3(0.05)               | 全マンガン 0.05       | 第1マンガンイオン 0.05     | 第1マンガンイオン 0.05     |
|      | 銅 (ppm)          | 1.0                     | 全 銅 1.0          | 銅イオン 0.1(緩) 1.0(急) | 銅イオン 0.1(緩) 1.0(急) |
|      | 亜鉛 (ppm)         | 1.0                     | 1.0              | 1.0                | 1.0                |
|      | フェノール類 (ppm)     | 0.005                   | —                | —                  | 0.005              |
|      | 陰イオン活性剤 (ppm)    | 0.5                     | —                | —                  | 0.5                |

注1) 飲料水基準は昭和53年厚生省「水質基準に関する省令」、原水基準は厚生大臣諮問機関生活環境審議会答申による。

2) 表中数値は pH を除いてすべて最大値を示す。

3) (緩)は緩速ろ過法、(急)急速ろ過法を示す。

4) —は基準値の定められていないことを示す。

5) ( ) 内数値は厚生省暫定基準を示す。

6) 原水基準「1類」とは、地下水、伏流水、湧水および渓流水等の表流水を想定し、簡易な浄水操作によって飲用に供しうる限界値、「2類」とは、地表水のうち汚濁負荷が比較的小さい河川等を想定し、通常の浄水操作で処理することができる原水水質の限界値、「3類」とは、表流水のうち汚濁負荷がかなり大きい河川等を想定し、高度な浄水操作で処理することができる原水水質の限界値を示す。

表 1.10 雑用水の水質目標

(単位:ppm)

| 分 類       | I 類      |          | A                 | II 類     |          |          |          | B                 |
|-----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
|           | ①        | ②        |                   | ③        | ④        | ⑤        | ⑥        |                   |
| 用途        | 便 所      | 空 調 用    | (① ~ ②)<br>の水質目標値 | 洗 車      | 散 水      | 掃 除      | 池・噴 水    | (③ ~ ⑥)<br>の水質目標値 |
| 濁 度(SS)   | 30以下     | 10以下     | 10以下              | 5 以下     | 5 以下     | 5 以下     | 5 以下     | 5 以下              |
| 色         | 不快感を伴わない | 不快感を伴わない | 不快感を伴わない          | 30以下     | 50以下     | 30以下     | 30以下     | 30以下              |
| 臭 気       | 不快感を伴わない | 不快感を伴わない | 不快感を伴わない          | 不快感を感じない | 不快感を感じない | 不快感を感じない | 不快感を感じない | 不快感を感じない          |
| pH        | 6.5~9.0  | 6.5~9.0  | 6.5~9.0           | 6.5~9.0  | 6.5~9.0  | 6.5~9.0  | 6.5~9.0  | 6.5~9.0           |
| B O D     | 20以下     | 10以下     | 10以下              | 10以下     | 10以下     | 10以下     | 10以下     | 10以下              |
| C O D     | 40以下     | 20以下     | 20以下              | 20以下     | 20以下     | 20以下     | 20以下     | 20以下              |
| 溶 解 性 物 質 | 5,000以下  | 1,000以下  | 1,000以下           | 500以下    | 1,000以下  | 500以下    | 1,000以下  | 500以下             |
| アンモニア性N   | 20以下     | 20以下     | 20以下              | 10以下     | 10以下     | 10以下     | 10以下     | 10以下              |
| 硬 度       | 400以下    | 300以下    | 300以下             | 200以下    | 300以下    | 200以下    | 300以下    | 200以下             |
| 塩 素 イ オ ン | 400以下    | 300以下    | 300以下             | 200以下    | 300以下    | 200以下    | 300以下    | 200以下             |
| A B S     | 2 以下     | 1 以下     | 1 以下              | 1 以下     | 2 以下     | 1 以下     | 1 以下     | 1 以下              |
| 鉄+マンガン    | 1 以下     | 0.5以下    | 0.5以下             | 0.3以下    | 1 以下     | 0.3以下    | 1 以下     | 0.3以下             |
| 残 留 塩 素   | —        | —        | —                 | 0.2以上    | 0.2以上    | 0.2以上    | 0.2~0.5  | 0.2~0.5           |
| 大 腸 菌 群   | —        | —        | —                 | (一)      | (一)      | (一)      | (一)      | (一)               |

(東京都首都整備局：水の循環利用適合性予備調査報告書)

備考 I 類の用途に限定して雑用水を供給する場合には、Aの水質目標値となり、II類の全用途に雑用水を供給するときは、Bの水質目標値となろう。

表 1.11 水洗便所用水水質目標参考値

| 水 質 項 目       |             | 単位   | 住宅団地に関する水高度利用調査<br>47.3 | 水高度利用計画調査報告書<br>47.3 | 水の循環利用適合性予備調査報告書<br>48.3 | 中 水 道 調査報告書<br>48.3 | 日本住宅公団芝山団地における中水道計画<br>51.0 | 雑用水道技術指針(案)<br>52.3 |
|---------------|-------------|------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
|               |             |      | 近畿地建                    | 近畿地建                 | 東京都首都整備局                 | 日本河川協会              | 日本住宅公団                      | 日本水道協会              |
| 感 覚 的 項 目     | 濁 度         | 度    | 20以下                    |                      | 30以下                     | 30以下                | 5 以下                        | 20以下                |
|               | 色           | 度    | "                       |                      | 不快感を伴わない                 | 50以下                | 10以下                        | 30以下・1              |
|               | 臭 気         | 度    | 特に異臭のない事                | 異常でない事               | 不快感を感じない                 | 不快感を感じない事           | 不快感を感じない                    | 不快感を与えない            |
| 衛 生 的 項 目     | 透 視 味       | cm   | 15以上                    | 異常でない事               |                          |                     |                             |                     |
|               | 過マンガン酸カリ消費量 | ppm  |                         |                      |                          |                     | 20以下                        | 60以下                |
|               | B O D       | "    |                         |                      | 20以下                     |                     | 10以下                        |                     |
| 施 設 機 能 的 項 目 | C O D       | "    | ほとんど含まない                |                      | 40以下                     |                     |                             |                     |
|               | S           | "    | 300                     | 300以下                | 30以下                     |                     | 5 以下                        |                     |
|               | 大 腸 菌 群     | ヶ/ml |                         |                      |                          | 1 以下                | 検出されない事                     |                     |
| 施 設 機 能 的 項 目 | 一般細菌        | "    |                         |                      |                          |                     | 100以下                       |                     |
|               | pH          | ppm  | 5.8~8.6                 | 5.8~8.6              | 6.5~9.0                  | 5.8~8.6             | 5.8~8.6                     | 5.8~8.6             |
|               | 硬 度         | "    |                         |                      | 400以下                    | 500以下               | 200以下                       |                     |
|               | 残 留 塩 素     | "    | 1.0                     | 1.0以上                |                          |                     | 0.2以上                       |                     |
|               | 塩 素 イ オ ン   | "    | 500                     |                      | 400以下                    | 400以下               | 200以下                       |                     |
|               | 蒸 発 性 物 質   | "    |                         |                      | 5,000以下                  | 1,000以下             | 500以下                       |                     |
|               | 溶 解 性 物 質   | "    |                         |                      | 2 以下                     | 20以下                | 1.0以下                       |                     |
|               | A B S       | "    | 1.0以下                   | 1.0以下                |                          |                     |                             |                     |
|               | M B A S     | "    | 20以下                    | 20以下                 | 20以下                     |                     |                             | 1 以下                |
|               | アンモニア性窒素    | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
| 有 害 物 質 項 目   | 亜硝酸性窒素      | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | 硝酸性窒素       | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | 有機性窒素       | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | リン酸イオン      | "    |                         | 1.0以下                |                          |                     | 0.5以下                       |                     |
|               | 鉄           | "    |                         | 0.3以下                |                          | 0.5以下               | 0.5以下                       |                     |
|               | マンガン        | "    |                         |                      |                          | 0.5以下               | 0.5以下                       |                     |
|               | 鉄+マンガン      | "    |                         |                      | 1 以下                     |                     |                             | 0.5以下               |
| 有 害 物 質 項 目   | 有機リン        | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | フッ素         | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | 鉛           | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | ヒクロム(6価)    | "    |                         | 1.0以下                |                          |                     |                             |                     |
|               | 銅           | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | 亜鉛          | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | 水カドミウム      | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
| 備 考           | フェノール類      | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |
|               | シ ア         | "    |                         |                      |                          |                     |                             |                     |

\* 1. カラー便器等の考慮により40度までは許容しうる。

(財)日本住宅設備システム協会：建築物に設ける汚水循環利用のための処理装置等に関する研究資料集)

表 1.12 中水道水質基準（日本住宅公  
団 50.3）

| 項 目         | 用 途 | 便所・池・小川<br>ダストボックス清掃用 |
|-------------|-----|-----------------------|
| 濁 度 (度)     |     | 5 以下                  |
| 色 度 (度)     |     | 10 以下                 |
| 臭 気         |     | 不快臭を感じないこと            |
| pH          |     | 5.8～8.6               |
| C O D (ppm) |     | 20 以下                 |
| B O D (ppm) |     | 10 以下                 |
| 浮遊性物質 (ppm) |     | 5 以下                  |
| 硬 度 (ppm)   |     | 200 以下                |
| 塩素イオン (ppm) |     | 200 以下                |
| A B S (ppm) |     | 1.0 以下                |
| 鉄 (ppm)     |     | 0.5 以下                |
| マンガン (ppm)  |     | 0.5 以下                |
| 蒸発残留物 (ppm) |     | 500 以下                |
| 残留塩素 (ppm)  |     | 0.2 以下                |
| 一般細菌 (個/ml) |     | 100 以下                |
| 大腸菌群 (個/ml) |     | 検出されないこと              |

表 1.13 香川県中水道基準値（香川県  
49.12）

| 項 目             | 用 途 | 水洗便所・散水用水 |
|-----------------|-----|-----------|
| 濁 度 (度)         |     | 20 以下     |
| 色 度 (度)         |     | 10 以下     |
| 臭 気             |     | ほとんどなし    |
| pH              |     | 6.5～8.6   |
| C O D (ppm)     |     | 20 以下     |
| B O D (ppm)     |     | 10 以下     |
| 浮 遊 性 物 質 (ppm) |     | 5 以下      |
| 残 留 塩 素 (ppm)   |     | 0.2 以下    |
| 塩 素 イ オ ン (ppm) |     | 0.4 以下    |
| 蒸 発 残 留 物 (ppm) |     | 500 以下    |
| 陰イオン溶解性物質 (ppm) |     | 1.0 以下    |
| 鉄 (ppm)         |     | 1.0 以下    |
| マ ン ガ ン (ppm)   |     | 0.3 以下    |
| 大 腸 菌 群 (個/ml)  |     | 検出されないこと  |
| 一 般 細 菌 (個/ml)  |     | 100 以下    |

## 2. 海の中道海浜公園における灌水試験

### 2-1 対象地域の概要

#### (1) 位置

本調査研究の対象とした海の中道海浜公園は博多湾と玄海灘にはさまれた通称海の中道と呼ばれる砂州上にあり、その位置は図 2.1 に示したとおりである。

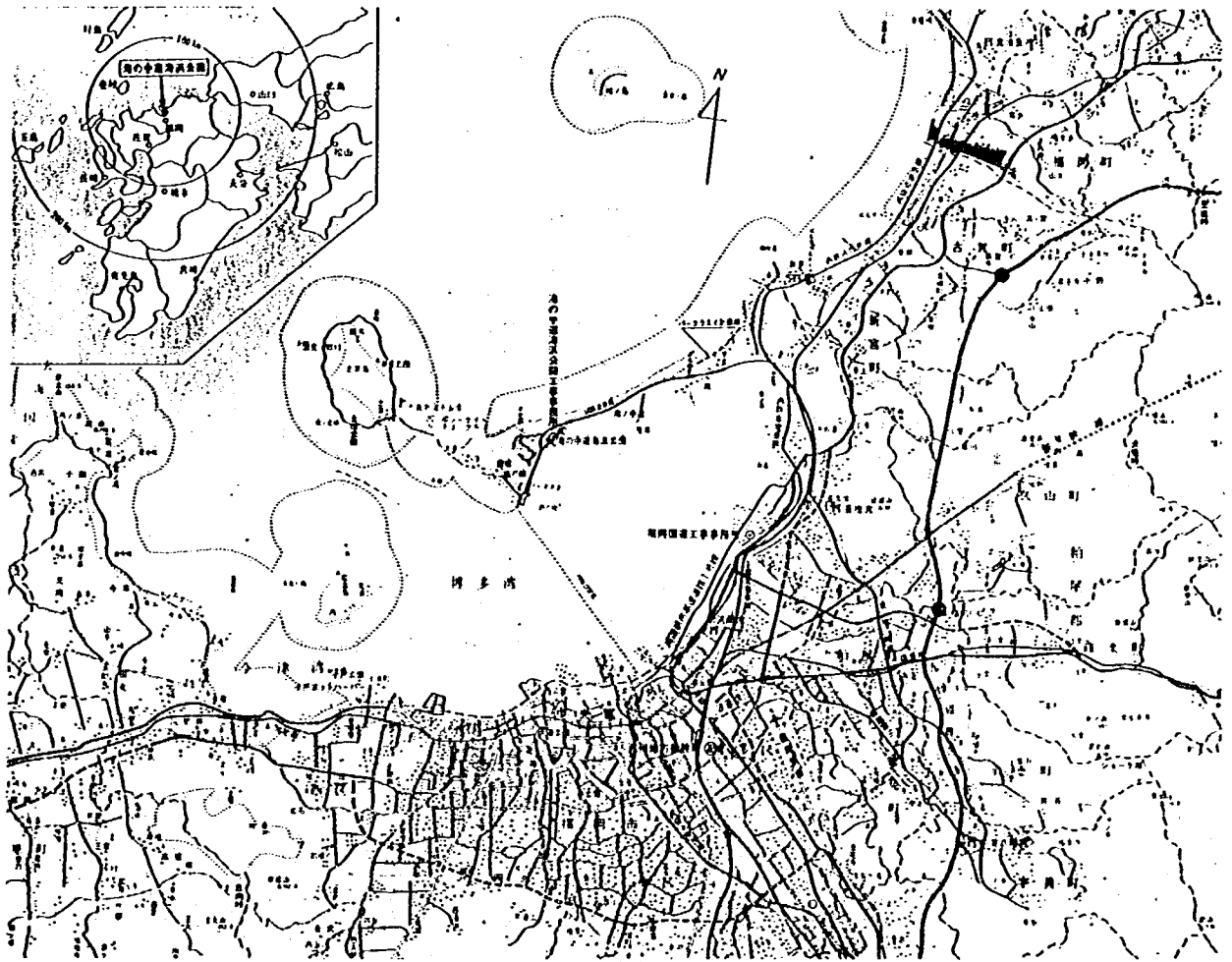


図 2.1 位置図

#### (2) 地形・地質・地下水等の条件

##### i) 地形

九州本土の新宮町地先と、玄海灘に点在する志賀島が砂州の発達により連結して形成された大陸繋島式砂州で、延長11km、巾0.5～2.5kmである。

地形上の特徴は表 2.1 のとおりである。

表記以外に人工改変地が非常に多く、奈多以西では特に多い。

また、海浜は比較的狭く、巾20～30mで、海岸線は、外海に面する玄海灘側は単調であり、博多湾側

は凹凸がある。

表 2.1 地形上の特徴

| 地形分類  |     | 特 徴                                                            | 地 域               |
|-------|-----|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 山地・丘陵 |     | 10～20m以上の地域で基礎岩より形成され、緩斜面と山頂付近のヤセ尾根が発達しているが、新宮～奈多間は急斜面が連続している。 | 砂州の基部及び砂州中に孤立する小島 |
| 低地    | 一般  | 沖積作用によって形成された低地及び、海岸平野                                         | 塩浜～新宮町の山地の後背部     |
|       | 微高地 | 一般地形より少々起伏のある砂丘状の地形                                            | 砂丘、砂堆             |

### ii) 地質

当該地域は、古第三紀層を基礎として、第四紀の洪積層、沖積層が広く覆っており、地形的にはシオヤ鼻(17m)以外は標高3～5mの平坦な砂州より形成されている。(図2.2参照)

淡水の帯水層としては、沖積層砂質土が考えられるが、砂質土中に粘性土が介在しているようであり、帯水層厚は10m程度と考えられる<sup>1)</sup>

表層部の土質は、層厚約10m、粒度は極めて均一で、粒径の範囲は、ほぼ0.1～1.0mmであり、0.2～0.5mmに集中する傾向があり、均等係数は1.89～2.36である。

海岸砂……砂丘砂より若干粗の傾向

古砂丘……新砂丘砂と粒度特性に殆んど同様

砂 ……海岸砂、砂丘砂ともにガラス（石英）・長石類の円亜円礫より成る。

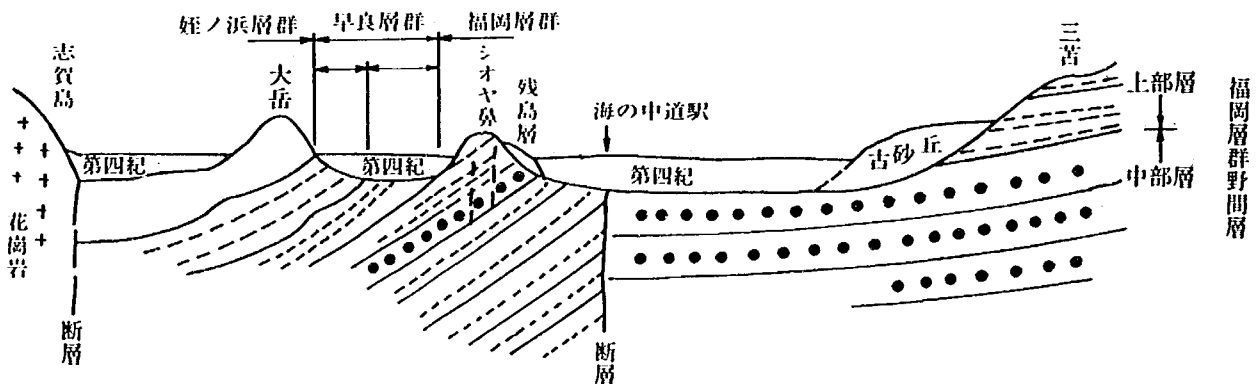


図 2.2 地質構造模式図(志賀島~三苦間, 東西方向)

### iii) 地下水

地下水の滞水層は、沖積層砂質土と考えられ、透水係数は、

$$k = 5 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

と判断される。

地下水位は、内陸側で少々高く、分水界を境として内海側は  $1/280 \sim 1/320$ ，外海側は  $1/180 \sim 1/275$  の勾配で海岸に向って低下している。

潮汐変動と地下水位の変動は、一般に以下のようなものである。

- 塩分濃度の鉛直変化はきわめて大きい。
- 一定深度の塩分濃度は、海岸線に平行して分布する。
- 海岸と同様、一日2回の潮汐変動を感じる。
- 干満による地下水位変動は潮汐よりおくれる。
- 変動量は、海岸からの距離に比例して小さくなり、或る距離以上離れると影響を受けなくなる。

本地区の場合、既存井戸の調査から、海岸から  $115\text{ m}$  ほど離れている井戸（最も海岸線に近い井戸）で、変動はほとんどないようである<sup>1)</sup>

また、志賀島、大岳簡易水道（図2.3参照）の取水位置の変動から考えられる当該公園地域の地下水位変動は以下のようなものである。

- 大岳にあっては、（昭和47年）  
T.P +  $3.5\text{ m}$  位あった水位が  
昭和53年には、T.P +  $1.6\text{ m}$  位に低下した。原因としては、  
取水量が当初の倍程度に増加し、昭和53年は平年に比し降水量が少なかったことがあげられる。
- 志賀島においては、取水量の変動が大岳に比して少ないため水位の変動量が少ない。
- 両取水井とも、昭和51年—4～9月に水位が上昇しているが、この期間の降水量が大きく影響している。
- 水位がT.P +  $2.0\text{ m}$  位に下がると水位変動巾は小さくなるようである。

### (3) 土壌特性

海の中道海浜公園は博多湾と玄海灘に囲まれた形で福岡市奈多から西戸崎にかけて小島に沿って形成された砂嘴であり、砂丘となっている。海の中道海浜公園工事事務所の資料によると志賀島に連なる砂州は標高  $3 \sim 5\text{ m}$  であり、玄海沿岸の海岸砂丘は表層部は  $10\text{ m}$  の厚さの砂に覆われているという。

ほぼ全域の土壌について言えることは粗砂が99%近くを占める砂土であり（表2.2）、このような土壌は養分の溶脱が著しく、また保水性が極めて小さいために乾燥しやすい特徴がある。し

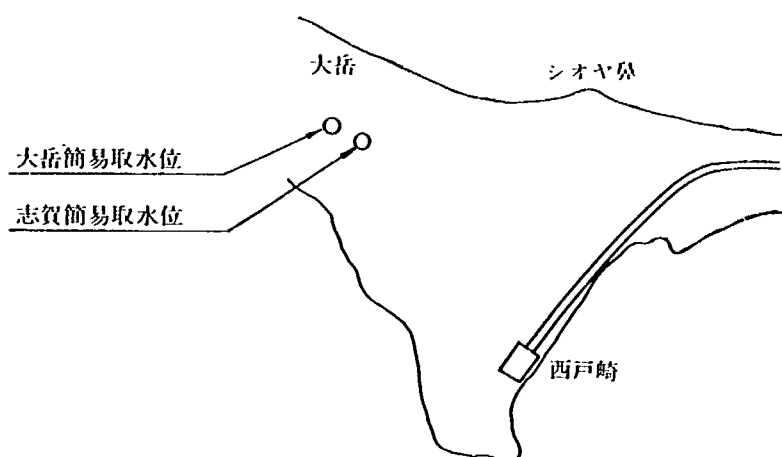


図 2.3 志賀島・大岳簡位水道位置図

表 2.2 海の中道海浜公園土壌の粒径組成\*

| (%) |      |     |     |     |
|-----|------|-----|-----|-----|
| 礫   | 粗 砂  | 細 砂 | シルト | 粘 土 |
| 0.5 | 99.1 | 0.4 | 0.3 | 0.2 |

\* 海の中道海浜公園工事事務所資料

かし沿海流の関係で、場所によっては若干粒径組成を異にする。防風林の北側、汀線部の砂丘は粗いが、防風林のマツ植生のところは粗砂割合が減少してくるようである。またさらに海岸から離れた所では、表層部の20~40cmほどは人為的な影響を受けた所も多く、粘土や礫なども混入している。また表2.3から明らかなようにこの土壌

表 2.3 海の中道海浜公園土壌の物理的性質\*

| 礫含量<br>% | 容積重<br>g/100ml | 真比重  | 固相率<br>% | 孔隙率<br>% | 透水係数              |
|----------|----------------|------|----------|----------|-------------------|
| 0.5      | 1.340          | 2.71 | 49.4     | 50.6     | $3.1 \times 10^2$ |

は容積重はかなり重く、密度が高い。また固相率が高く、したがって孔隙率は小さい。透水係数は $3.1 \times 10^2$

\* 海の中道海浜公園工事事務所資料

cm/sec で大変良好である。一方保水性はきわめて不良で、したがってこの土壌は乾燥の害を受けやすいことがわかる。

表 2.4 及び表 2.5 に海の中道海浜公園土壌の化学性の分析結果を示した。表 2.4 の調査地点は西戸崎排水処理場の近くの灌水予備試験を行った所である。L はトウネズミモチ植栽地、Z はシバ植栽地である。

まず pH をみると L 地点は平均 5.87 でやや低いが、通常の植物の生育に対しては問題ないと思われる。Z 地点は平均 7.43 でやや高い値を示している。自然条件下ではこのようにアルカリ化することは稀であるので、公園造成時において何らかの人為的な影響が加わった可能性がある。pH が 8 に近いような状態は好ましい状態ではない。リン酸の肥効の低下やマンガン、鉄など微量元素の欠乏など栄養上の問題を生じる可能性があり、若干の改良が必要である。しかし植物の種類によってはかなり高い pH を好むものもあるのでそのような樹種を選んで植栽しても良い。

次に電気伝導度は L 地点の方が Z 地点よりもやや低い。L 地点の平均は 0.082 mv/cm であり、まず通

表 2.4 海の中道海浜公園試験地の土壌の化学分析結果

|     | 水分<br>(%) | pH   | 電 導 度<br>(mv/cm) | 可溶性 K<br>(%) | 水 溶 性<br>Cl (mg/100g) | 有 効 態<br>P (mg/100g) | 全-N<br>(%) | 無 機 態<br>N (%) |
|-----|-----------|------|------------------|--------------|-----------------------|----------------------|------------|----------------|
| L-1 | 15.64     | 6.20 | 0.098            | 0.017        | 5.1                   | 0.372                | 0.223      | 0.0034         |
| 2   | 16.59     | 5.70 | 0.073            | 0.012        | 3.6                   | 0.176                | 0.212      | 0.0027         |
| 3   | 13.53     | 6.44 | 0.066            | 0.012        | 2.0                   | 0.649                | 0.220      | 0.0018         |
| 4   | 13.72     | 5.45 | 0.097            | 0.025        | 3.                    | 0.217                | 0.290      | 0.0026         |
| 5   | 12.03     | 5.54 | 0.075            | 0.022        | 3.6                   | 0.473                | 0.336      | 0.0022         |
| 平 均 | 14.30     | 5.87 | 0.082            | 0.018        | 3.5                   | 0.377                | 0.257      | 0.0025         |
| Z-1 | 18.33     | 6.68 | 0.064            | 0.012        | 3.2                   | 0.319                | 0.209      | 0.0033         |
| 2   | 16.85     | 7.76 | 0.127            | 0.014        | 2.8                   | 0.272                | 0.204      | 0.0009         |
| 3   | 12.66     | 7.67 | 0.147            | 0.020        | 3.6                   | 0.363                | 0.147      | 0.0004         |
| 4   | 13.23     | 7.72 | 0.124            | 0.014        | 4.0                   | 0.220                | 0.117      | 0.0008         |
| 5   | 14.74     | 7.33 | 0.078            | 0.015        | 3.2                   | 0.319                | 0.224      | 0.0001         |
| 平 均 | 15.16     | 7.43 | 0.108            | 0.015        | 3.4                   | 0.299                | 0.180      | 0.0011         |

表 2.5 海の中道海浜公園の土壌の化学分析結果

| サンプ<br>ル<br>№ | 水<br>分<br>(%) | pH   | 電 導 度<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 最大容水量<br>(%) | 全-C<br>(%) | 全-N<br>(%) | 塩 素<br>(ppm) |
|---------------|---------------|------|--------------------------------------|--------------|------------|------------|--------------|
| 1             | 8.5           | 6.00 | 75.5                                 | 12.26        | 0.654      | 0.108      | 53           |
| 2             | 4.0           | 6.33 | 36.8                                 | 5.20         | 0.164      | 0.120      | 18           |
| 3             | 8.4           | 6.00 | 72.0                                 | 10.75        | 1.526      | 0.150      | 24           |
| 11            | 7.9           | 6.14 | 38.5                                 | 10.58        | 0.354      | 0.039      | 24           |
| 12            | 8.1           | 5.61 | 96.7                                 | 11.53        | 1.472      | 0.027      | 41           |
| 21            | 3.9           | 6.46 | 35.2                                 | 5.22         | 0.191      | 0.060      | 24           |
| 22            | 2.6           | 6.03 | 23.7                                 | 3.87         | 0.109      | 0.075      | 24           |
| 23            | 3.6           | 5.72 | 35.8                                 | 5.12         | 0.109      | 0.015      | 12           |
| 24            | 10.1          | 5.53 | 43.6                                 | 13.23        | 0.109      | 0.006      | 31           |

- サンプル№ 1. 小供の広場南サイクロード路傍※  
マテバシイ植栽地表土  
2. 同上 下層土 (30cm深)  
3. 西パークロビー東マテバシイ植栽地表土※  
11. 小動物園南アラカシ植栽地 A層※  
12. アラカシ試験区近くの既存マツ林 A層※  
21. アラカシ試験区 №8  
22. " №15  
23. " №45  
24. " №50

※ 巻末資料1 海の中道海浜公園基本計画図参照

常の値であろう。しかし隣接地のZ地点が平均値の0.108  $\text{mv}/\text{cm}$ でやや高く、前述のpHと同様に何らかの人為的な影響が考えられる。しかし値そのものは問題にする程ではない。

水溶性の塩素は平均34~35 ppmで問題とすべき値ではない。海岸地帯の土壌としては低い部類に属すると思われる。全窒素は平均値として0.18~0.26%を示し、通常の値であり、予想したよりも高い値を示した。また無機態窒素は0.001~0.0025%でこれも比較的高い。この分析値でみるかぎり、窒素に関しては良好な値と判定できる。

表2.5の調査地点は表の下に記した如く公園内のかなり広い範囲から選定した。マテバシイとアラカシ植栽地の土壌をサンプリングしたものである。№1の土壌はマテバシイの生育が比較的良好であった地点の表土であるが、下層の№2の土壌と比べて最大容水量が高く、これは表層の土壌が客土などによって若干改良されていることを示している。また風乾土の水分含量も表土の方が低く、これも砂含量あるいは粘土含量のちがいによるものであろう。表土の電導度が高く、塩素が多いのはサンプリング時が乾燥時であったためと思われ、下層から上層へ塩類が移動集積したためと考えられる。№11はアラカシの生育が不良であった地点であるが、表土にしては全炭素、全窒素含量が少ない。したがって有機物の補給が必要である。アラカシ試験区の土壌では、№21, 22, 23の土壌は比較的類似している。ただ№23の全窒素がかなり少ないが、全炭素も少ないことを考えると当然のことであろう。№24の土壌は客土に

より改良されており、そのため最大容水量が大きくなり、風乾土の水分含量も高い値となっている。しかし全炭素、全窒素は少なく、有機物は著しく不足している土壌である。

## 2-2 試験に使用した処理水の水質

灌水試験に使用した二次処理水は、標準活性汚泥法による処理を実施している福岡県内のA処理場から供給を受けたものである。水質分析結果については表2.6及び表2.7に示す。分析方法は表2.6については上水試験方法、表2.7については下水試験方法である。

表2.6の分析結果と厚生省令の飲料水水質基準（前掲表1.9参照）とを比較すると、この基準値を上まわる項目は、塩素イオンが209 mg/l多い409 mg/l、有機質は4.9 mg/l多い14.9 mg/l、一般細菌は83倍多い8,300 個/ml、大腸菌群は陽性、鉄は0.50 mg/l多い0.80 mg/l、蒸発残留物は660 mg/l多い1,160 mg/l、色度は6倍多い30度の7項目だけとなっている。

分析方法は異なるが水質汚濁防止法の排出基準（前掲表1.3参照）を上まわる項目はない。シアニオン、有機リン等の有毒物質や、カドミウム、六価クロム等の重金属の含有は認められず、このことは流域に特殊な廃水を排出する工場がないためと考えられる。

表2.7の分析結果は下水試験方法によるもので、採水分析回数は少ないが当該処理場における処理水の代表値と考えて良いと考えられる。

処理方式の同じ埼玉県B処理センターの水質分析結果（表2.8）と比較すると蒸発残留物、溶解性物質、強熱残留物、強熱減量が多く、特に塩素イオンが多い。このことは処理場の立地条件によるもので、B処理センターは、関東平野の中央部に位置した内陸部にあり、片やA処理場は臨海部に位置しており、海水の影響を受けているものと考えられる。その他について特に差はなく、一般的な処理水質と考え問題はないものと判断される。

前述の両水質基準項目で考えると、大腸菌群数が基準値を上まわっているが、これは塩素消毒を強化すれば減少させることが可能であり、残留塩素も保持される。

表 2.6 A 処理場処理水水質分析結果

| 採 水 年 月 日                                     | 56.11. 6 | 56.12.16 |  | 排水基準                 | 飲 料 水    |
|-----------------------------------------------|----------|----------|--|----------------------|----------|
| 天 候 前 日                                       | 曇        |          |  | (総理府会)               | 水 質 基 準  |
| 天 候 当 日                                       | 曇        | 曇        |  |                      |          |
| 気 温 ℃                                         |          |          |  |                      |          |
| 水 温 ℃                                         |          | 15.1     |  |                      |          |
| ア ン モ ニ ア 性 窒 素 $mg/l$                        | 0.04     | 6.8      |  |                      |          |
| 硝 酸 性 窒 素 及 び 亜 硝 酸 性 窒 素 $mg/l$              | 6.9      | 7.9      |  |                      | 10 以下    |
| 塩 素 イ オ ン $mg/l$                              | 107      | 409      |  |                      | 200 "    |
| 有 機 物 量 (過 マ ン ガ ン 酸<br>カ リ ウ ム 消 費 量) $mg/l$ | 7.8      | 14.9     |  | ※ <sup>1</sup> 160   | 10 "     |
| 一 般 細 菌 個/ml                                  | 8,300    | 3,100    |  |                      | 100 "    |
| 大 腸 菌 群                                       | +        | +        |  | 3,000                | 検出されないこと |
| シ ア ン イ オ ン $mg/l$                            | 0.00     | 0.00     |  | 1.0                  | 0.01 以下  |
| 水 銀 $mg/l$                                    | 0.0000   | 0.0000   |  | ※ <sup>2</sup> 0.005 | 0.005 "  |
| 有 機 リ ン $mg/l$                                | 0.0      | 0.0      |  | 1.0                  | 0.1 "    |
| 銅 $mg/l$                                      | 0.00     | 0.00     |  | 3                    | 1.0 "    |
| 鉄 $mg/l$                                      | 0.80     | 0.09     |  | 10                   | 0.3 "    |
| マ ン ガ ン $mg/l$                                | 0.04     | 0.05     |  | 10                   | 0.3 "    |
| 亜 鉛 $mg/l$                                    | 0.070    | 0.019    |  | 5                    | 1.0 "    |
| 鉛 $mg/l$                                      | 0.00     | 0.00     |  | 1.0                  | 0.1 "    |
| 六 価 ク ロ ム $mg/l$                              | 0.00     | 0.00     |  | 0.5                  | 0.05 "   |
| カ ド ミ ウ ム $mg/l$                              | 0.000    | 0.000    |  | 0.1                  | 0.01 "   |
| ヒ 素 $mg/l$                                    | 0.000    | 0.007    |  | 0.5                  | 0.05 "   |
| フ ッ 素 $mg/l$                                  | 0.0      | 0.0      |  | 15                   | 0.8 "    |
| カルシウム・マグネシウ<br>ム等 (硬度) $mg/l$                 | 146      | 294      |  |                      | 300 "    |
| 蒸 発 残 留 物 $mg/l$                              | 463      | 1,160    |  |                      | 500 "    |
| フ ェ ノ ー ル 類 $mg/l$                            | 0.000    | 0.005    |  | 5                    | 0.005 "  |
| 陰 イ オ ン 活 性 剤 $mg/l$                          | 0.0      | 0.0      |  |                      | 0.5 "    |
| pH 値                                          | 7.1      | 7.1      |  | 5.8~8.6              | 5.8~8.6  |
| 臭 気                                           |          |          |  |                      | 異常でないこと  |
| 味                                             |          |          |  |                      | 異常でないこと  |
| 色 度 度                                         | 9        | 30       |  |                      | 5 以下     |
| 濁 度 度                                         | 1        | 2        |  |                      | 2 "      |
| セ レ ン $mg/l$                                  |          |          |  |                      |          |
| ア ル カ リ 度 $mg/l$                              | 67.2     | 150      |  |                      |          |
| 導 電 率 $\mu S/cm$                              | 746      | 2,020    |  |                      |          |
| P C B $mg/l$                                  |          |          |  | 0.003                |          |
| D O $mg/l$                                    |          |          |  |                      |          |
| B O D $mg/l$                                  |          |          |  | 160                  |          |
| S S $mg/l$                                    | 2        | 0        |  | 200                  |          |
| リ ン 酸 イ オ ン $mg/l$                            | 3.4      | 7.6      |  |                      |          |
| ア ル キ ル 水 銀 $mg/l$                            |          |          |  | 検出されないこと             |          |
| 油 分 (鉱 油 類) $mg/l$                            |          |          |  | 5                    |          |
| 油 分 (動植物油脂類) $mg/l$                           |          |          |  | 30                   |          |
| 残 留 塩 素 $mg/l$                                |          |          |  |                      |          |

※1 COD

※2 総水銀

表 2.7 A 処理場処理水水質分析結果

|                    | 処 理 水 質  |          |          |          |          |  | 平 均  |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--|------|
|                    | 56.11. 6 | 56.12.16 | 57. 6.14 | 57. 8.26 | 57.11.11 |  |      |
| pH                 |          |          | 7.9      | 7.7      | 7.5      |  | 7.7  |
| 透 視 視 度 (cm)       |          |          |          |          |          |  |      |
| 色 度 (度)            |          |          |          |          |          |  |      |
| 蒸 発 残 留 物 (ppm)    |          |          | 716      | 655      | 476      |  | 615  |
| 溶 解 性 物 質 (ppm)    |          |          | 698      | 652      | 470      |  | 607  |
| S S (ppm)          |          |          | 4.0      | 1.2      | 0.8      |  | 2.0  |
| 強 熱 残 留 物 (ppm)    |          |          | 550      | 475      | 339      |  | 422  |
| 強 熱 減 量 (ppm)      |          |          | 166      | 180      | 137      |  | 161  |
| 強 熱 減 量 (%)        |          |          | 23.2     | 27.5     | 28.8     |  | 26.5 |
| C O D (ppm)        |          |          | 27.3     | 1.9      | 2.5      |  | 10.9 |
| B O D (ppm)        |          |          |          |          |          |  |      |
| 総 窒 素 (ppm)        | 8.3      | 10.6     | 7.6      | 11.3     | 6.1      |  | 8.8  |
| 有 機 性 窒 素 (ppm)    | 1.6      | 0.4      | 2.1      | 0.4      | 0.3      |  | 1.0  |
| アンモニア性窒素 (ppm)     | ND       | 3.6      | 2.1      | 0.1      | ND       |  | 1.2  |
| 亜硝酸性窒素 (ppm)       | ND       | 0.09     | 1.4      | 0.1      | ND       |  | 0.3  |
| 硝酸性窒素 (ppm)        | 6.7      | 6.5      | 2.0      | 10.7     | 5.8      |  | 6.3  |
| 硝 化 率 (%)          | 80.6     | 62.1     | 26.3     | 94.7     | 95.0     |  | 91.6 |
| 有 機 性 窒 素 (%)      | 19.4     | 3.8      | 27.6     | 3.5      | 4.9      |  | 11.8 |
| 全 リ ン 酸 (ppm)      | 1.5      | 3.5      | 2.6      | 1.4      | 1.6      |  | 2.1  |
| 正 リ ン 酸 (ppm)      | 1.4      | 2.9      | 2.2      | 1.2      | 1.5      |  | 1.8  |
| 重 合 リ ン 酸 (ppm)    |          |          |          |          |          |  |      |
| 有 機 性 リ ン 酸 (ppm)  |          |          |          |          |          |  |      |
| N P 比              | 17.2     | 9.4      | 2.9      | 8.0      | 3.9      |  | 9.3  |
| n-ヘキサン抽出物質 (ppm)   |          |          |          |          |          |  |      |
| 陰イオン界面活性剤 (ppm)    |          |          |          |          |          |  |      |
| 塩 素 イ オ ン (ppm)    | 122      | 436      | 221      | 182      | 84       |  | 209  |
| M アルカリ度 (ppm)      |          |          | 76       | 116      | 105      |  | 99   |
| 消毒後一般細菌数 (1ml中)    |          |          |          |          |          |  |      |
| 消毒後大腸菌群数 (1ml中)    |          |          | 470      | 170      | 0        |  | 213  |
| 消毒後糞便性大腸菌群数 (1ml中) |          |          |          |          |          |  |      |
| T O C (ppm)        |          |          |          |          |          |  |      |

表 2.8 B処理センター処理水水質分析結果※

|                    | 処 理 水 質 (54年度) |        |        |
|--------------------|----------------|--------|--------|
|                    | 平 均            | 最 大    | 最 小    |
| pH                 | 7.1            | 7.5    | 6.8    |
| 透 視 度 (cm)         | 82             | 100    | 52     |
| 色 度 (度)            |                |        |        |
| 蒸 発 残 留 物 (ppm)    | 350            | 420    | 280    |
| 溶 解 性 物 質 (ppm)    | 340            | 420    | 270    |
| S S (ppm)          | 4.9            | 6.7    | 3.1    |
| 強 熱 残 留 物 (ppm)    | 250            | 320    | 160    |
| 強 熱 減 量 (ppm)      | 100            | 130    | 60     |
| 強 熱 減 量 (%)        | (28.6)         | (30.9) | (21.4) |
| C O D (ppm)        | 8.3            | 11     | 5.7    |
| B O D (ppm)        | 9.7            | 15     | 5.9    |
| 総 窒 素 (ppm)        | 11             | 16     | 5.9    |
| 有 機 性 窒 素 (ppm)    | 2.6            | 6.3    | 0.44   |
| アモニア性窒素 (ppm)      | 5.1            | 11     | 0.5    |
| 亜硝酸性窒素 (ppm)       | 0.1            | 0.51   | 不検出    |
| 硝酸性窒素 (ppm)        | 3.7            | 7.6    | 0.6    |
| 硝 化 率 (%)          | (33.6)         | (47.5) | (10.2) |
| 有 機 性 窒 素 (%)      | (23.6)         | (39.4) | (7.5)  |
| 全 リ ン 酸 (ppm)      | 2.7            | 5.4    | 0.97   |
| 正 リ ン 酸 (ppm)      |                |        |        |
| 重 合 リ ン 酸 (ppm)    |                |        |        |
| 有 機 性 リ ン 酸 (ppm)  |                |        |        |
| N P 比              | (12.9)         | (9.4)  | (19.2) |
| n-ヘキサン抽出物質 (ppm)   |                |        |        |
| 陰イオン界面活性剤 (ppm)    | 0.12           | 0.27   | 0.06   |
| 塩 素 イ オ ン (ppm)    | 66             | 80     | 34     |
| M アルカリ度 (ppm)      |                |        |        |
| 消毒後一般細菌数 (1ml中)    |                |        |        |
| 消毒後大腸菌群数 (1ml中)    |                |        |        |
| 消毒後糞便性大腸菌群数 (1ml中) |                |        |        |
| T O C (ppm)        | 6.3            | 9.0    | 4.6    |

※ (財)埼玉県下水道公社, 昭和54年度維持管理年報

## 2-3 予備試験

### (1) 試験場所、材料及び期間

- 海の中道海浜公園の野鳥の森内のトウネズミモチ (*Ligustrum lucidum* Ait.) 及び新植されたコウライシバ (*Zoysia tenuifolia* Willd.)
- 1981年9月17日～12月12日 (灌水開始10月5日)

|           |                  |               |
|-----------|------------------|---------------|
| 第1回サンプリング | 9月17日 (イニシャルデータ) | 生育量, 土壌, 葉中含量 |
| 第2回       | 11月6日            | 生育量, 土壌       |
| 第3回       | 12月12日           | 生育量, 土壌, 葉中含量 |

### (2) 試験区の設定

#### i) 灌漑装置の概要

上記各供試植物について、灌水量別に5区の試験区を設定し、試験区に点滴灌漑組織を設置した。点滴灌漑組織の概要を図2.4、図2.5及び図2.6に示す。図2.4はバルブ装置部、図2.5は末端給水管の配置、図2.6は灌水試験区内における点滴チューブの配置を示す。

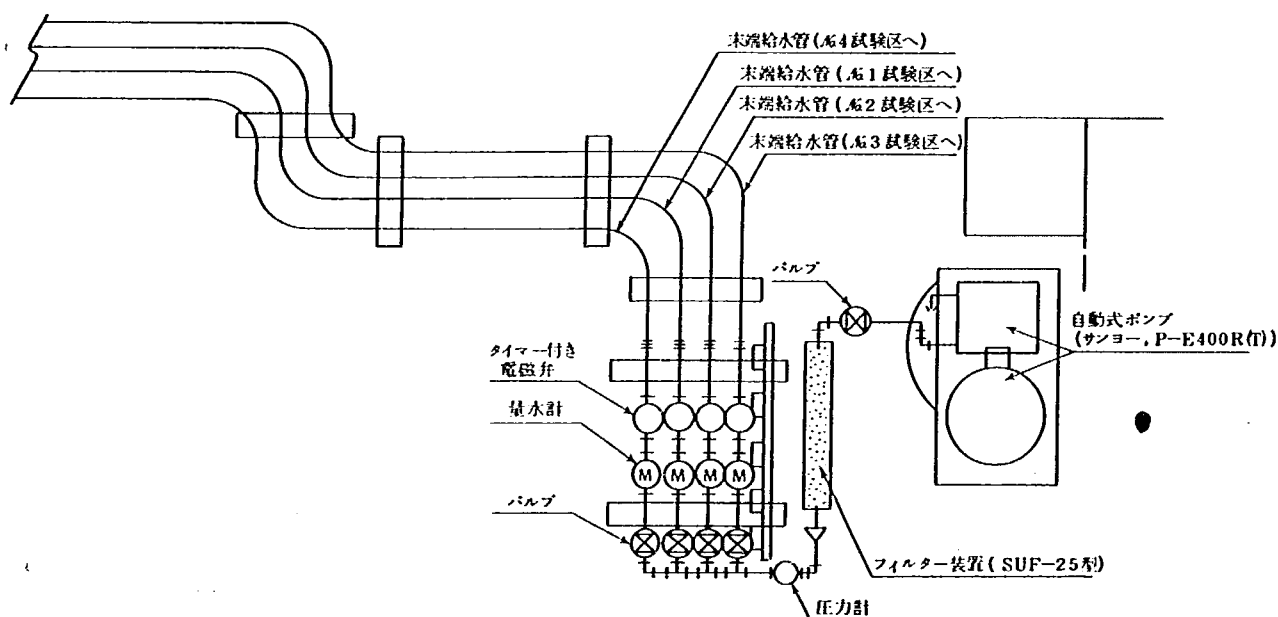


図2.4 点滴灌漑組織におけるバルブ装置部

バルブ装置部は浅井戸自動式ポンプ、フィルター装置、圧力計、量水計、タイマー付き電磁弁およびバルブ等により構成されている。一般に圧力水は、このバルブ装置部によって調圧、除塵、液肥混入、灌水時間の設定および量水等が行われ、末端給水管へ送水される<sup>2)</sup>。本灌漑組織の場合バルブ装置部では、(i)減圧弁が組込まれていないので下流側圧力を一定の大きさに細かく減圧できない。(ii)タイマーの精度が低く1hr以内の設定ができないので、末端給水管へ1回当たり10mm以下の灌水量を送水できない、等の問題点があげられた。このため貯水槽より揚水された二次処理水は2～3kg/cm<sup>2</sup>の圧力変動を示しているのでスルースバルブだけによって約2kg/cm<sup>2</sup>の圧力に調整され、No.1～No.4試験区の末端給水管に

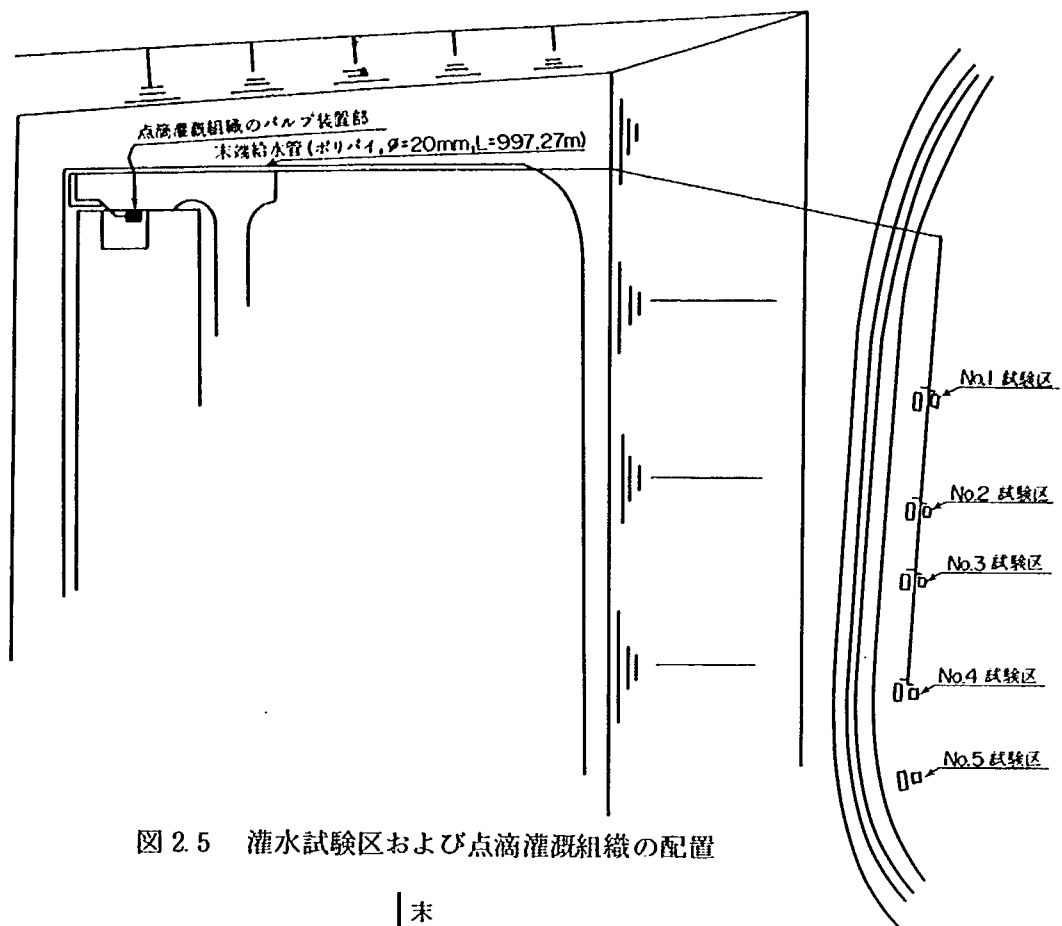


図 2.5 灌水試験区および点滴灌漑組織の配置

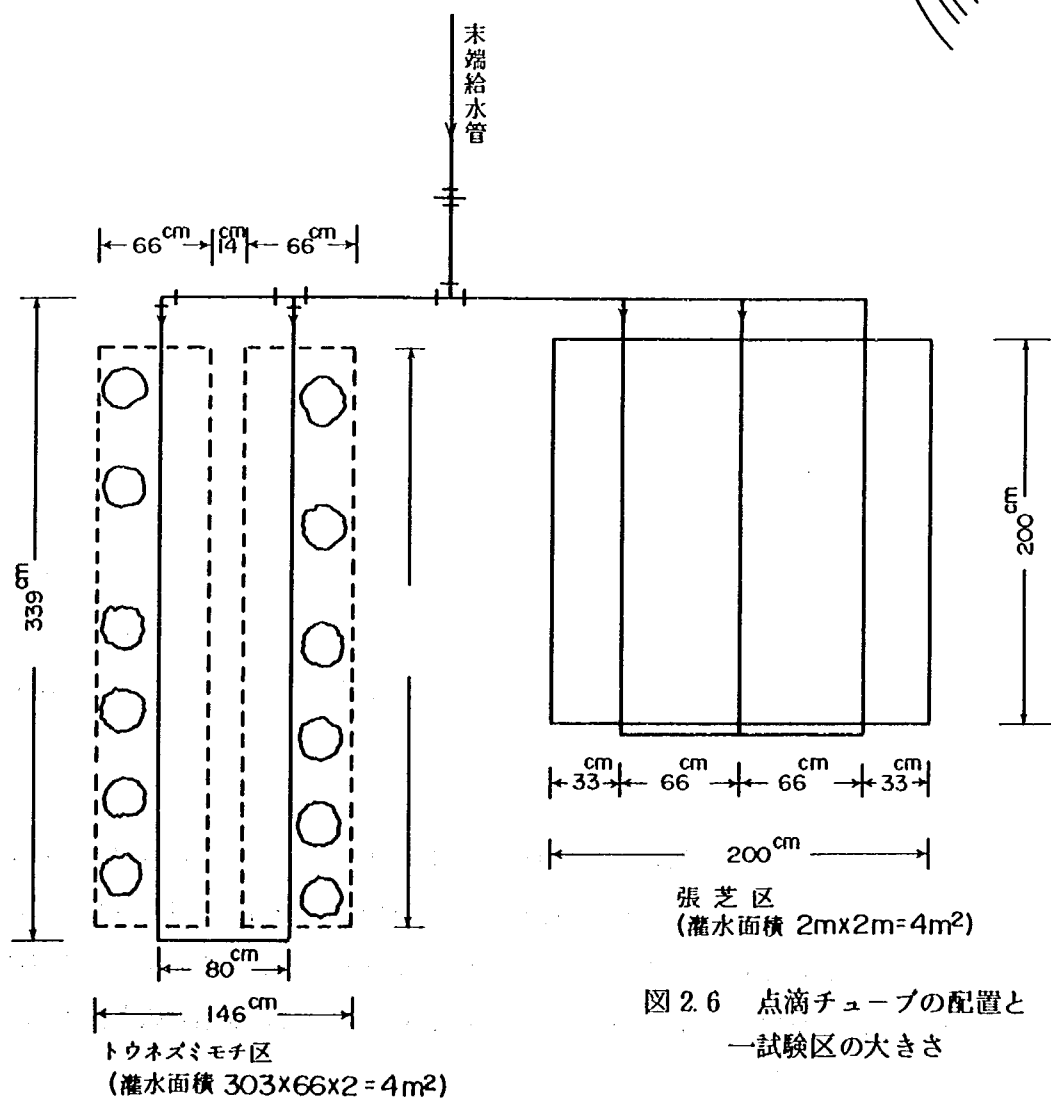


図 2.6 点滴チューブの配置と一試験区の大きさ

送られた。各末端給水管の入口にはタイマー付き電磁弁を配置し、これを調節することによって各試験区の灌水諸元（計画灌水量，間断日数）を設定した。

下水処理場より各試験区までの間には，合計4本の末端給水管が配置されている。末端給水管は，直径20mmのポリエチレンパイプであり1本の総延長距離は約1kmに達する。

1a1～1a5試験区は，それぞれ図2.6に示したようにトウネズミモチ区と張芝区により構成されている。1a1～1a4試験区が灌水試験区であり，トウネズミモチ区の場合点滴チューブが80cm間隔に2列，張芝区の場合点滴チューブが66cm間隔に3列配置されている。点滴チューブの構造および寸法を図2.7に，滴下流量と水圧との関係を図2.8に示す。本

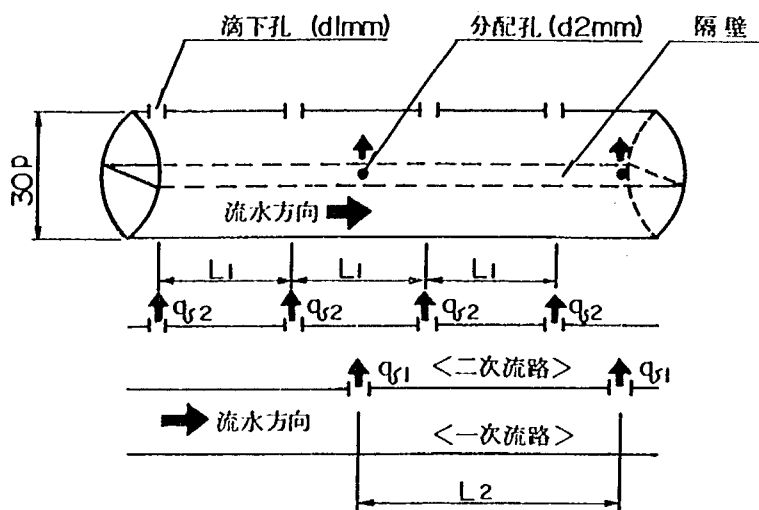


図2.7 点滴チューブの構造と寸法

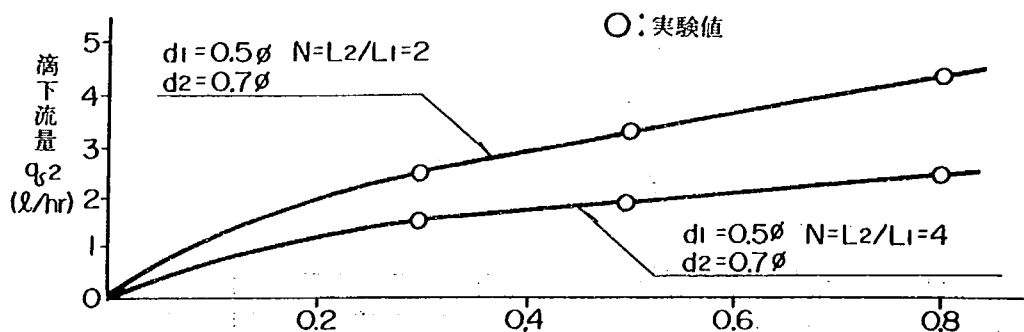


図2.8 点滴チューブの水圧一滴下流量曲線

チューブは，点滴法の減圧チューブ方式に属する。チューブはチューブ内の軸に沿って隔壁があり，一次流路と二次流路に分割される。一次流路に圧力水を通すと隔壁の小孔（分割孔）を通して二次側の流路に入る際に減圧され，二次側の外壁にある（滴下孔）より滴下される。一般に20mm直径のポリエチレンチューブが使用され，一次側圧力が0.3～1.5kg/cm<sup>2</sup>，孔径は0.5～0.75mm，滴下孔4～6個に対して1個の分配孔がある。本点滴組織の場合，設定圧力は1kg/cm<sup>2</sup>，滴下流量は200～280cc/min・mであった。

## ii) 灌水諸元と灌水量

各試験区の大きさと灌水面積を表2.9に，灌水諸元を表2.10に示す。張芝区は各試験区とも4m<sup>2</sup>である。トウネズミモチ区の場合は，各試験区が植栽間隔の一樣でない樹林園内に設置されたので，園内の植栽状態によって試験区の大きさが異なり6.6～11.2m<sup>2</sup>の大きさを示した。トウネズミモチ区には，前述したように点滴チューブを2列配置し，点滴チューブの両側における湿润面積が張芝区の場合（点滴

チューブの両側66 cm) と同一になるとみなし灌水面積を求めた。この結果灌水面積は各試験区とも4 m<sup>2</sup> になる。

一般に、砂丘畑地では夏期の日消費量と根群域内の有効水分量より3日間断20~30 mmの計画で散水のローテーションが組まれている。この灌水基準に基づいてNo.1試験区の10 mm/day とNo.4試験区の3日間断30 mmの灌水區を設けた。No.2試験区の20 mm/day およびNo.3試験区の40 mm/day の場合は、2次処理水の灌水効果および肥料効果が多量灌水を行った場合に大きく生ずるという、従来の試験結果<sup>9)</sup> に基づいた。

表 2.9 試験区の大きさと灌水面積

| 試験区      | トウネズミモチ区                                                                            |                                                                     | 張 芝 区                                            |                                                  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|          | 試験区の大きさ                                                                             | 灌 水 面 積                                                             | 試験区の大きさ                                          | 灌 水 面 積                                          |
| No.1 試験区 | $5.6 \times 2.0 = 11.2$<br><small>m<sup>2</sup> m<sup>2</sup> m<sup>2</sup></small> | $30.3 \times 66 \times 2 = 4$<br><small>cm cm m<sup>2</sup></small> | $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$ | $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$ |
| No.2 "   | $4.6 \times 1.7 = 7.82$                                                             | "                                                                   | "                                                | "                                                |
| No.3 "   | $4.1 \times 1.6 = 6.56$                                                             | "                                                                   | "                                                | "                                                |
| No.4 "   | $4.8 \times 2.0 = 9.60$                                                             | "                                                                   | "                                                | "                                                |
| No.5 "   | $4.95 \times 2.0 = 9.90$                                                            | "                                                                   | "                                                | "                                                |

表 2.10 計画灌水深と灌水量

| 試験区      | トウネズミモチ区       |                | 張 芝 区          |                |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|          | 灌 水 深          | 灌 水 量          | 灌 水 深          | 灌 水 量          |
| No.1 試験区 | 10 mm/day      | 40 ℓ/day       | 10 mm/day      | 40 ℓ/day       |
| No.2 "   | 20             | 80             | 20             | 80             |
| No.3 "   | 40             | 160            | 40             | 160            |
| No.4 "   | 3日間断 30 mm/day | 3日間断 120 ℓ/day | 3日間断 30 mm/day | 3日間断 120 ℓ/day |
| No.5 "   | (無灌水區)         |                |                |                |

各試験区に対しては、降雨の有無にかかわらず灌水諸元に基づいた灌水が試みられた。昭和56年10月1日~12月14日の各試験区における灌水量の変動を図2.9に示す。全体的に各試験区の灌水量は計画灌水量に比べて異っている。10月1日~11月18日の間の総灌水量は、計画灌水量に比べてNo.1試験区の場合7.5%, No.2試験区の場合13%, No.3試験区の場合12%, No.4試験区の場合69%, それぞれ増加した。一方、11月19日~12月14日の場合はNo.1試験区が6%, No.2試験区が32%, No.3試験区が44%, No.4試験区が40%, 計画灌水量よりそれぞれ減少した。これは、11月中旬頃よりフィルターの目づまりが生じ使用圧力が低下したものと考えられる。10月1日~12月14日の総灌水量は、No.1試験区が1,111 mm (計画灌水量: 750 mm), No.2試験区が1,463 mm (1,500 mm), No.3試験区が2,785 mm (3,000 mm), No.4試験

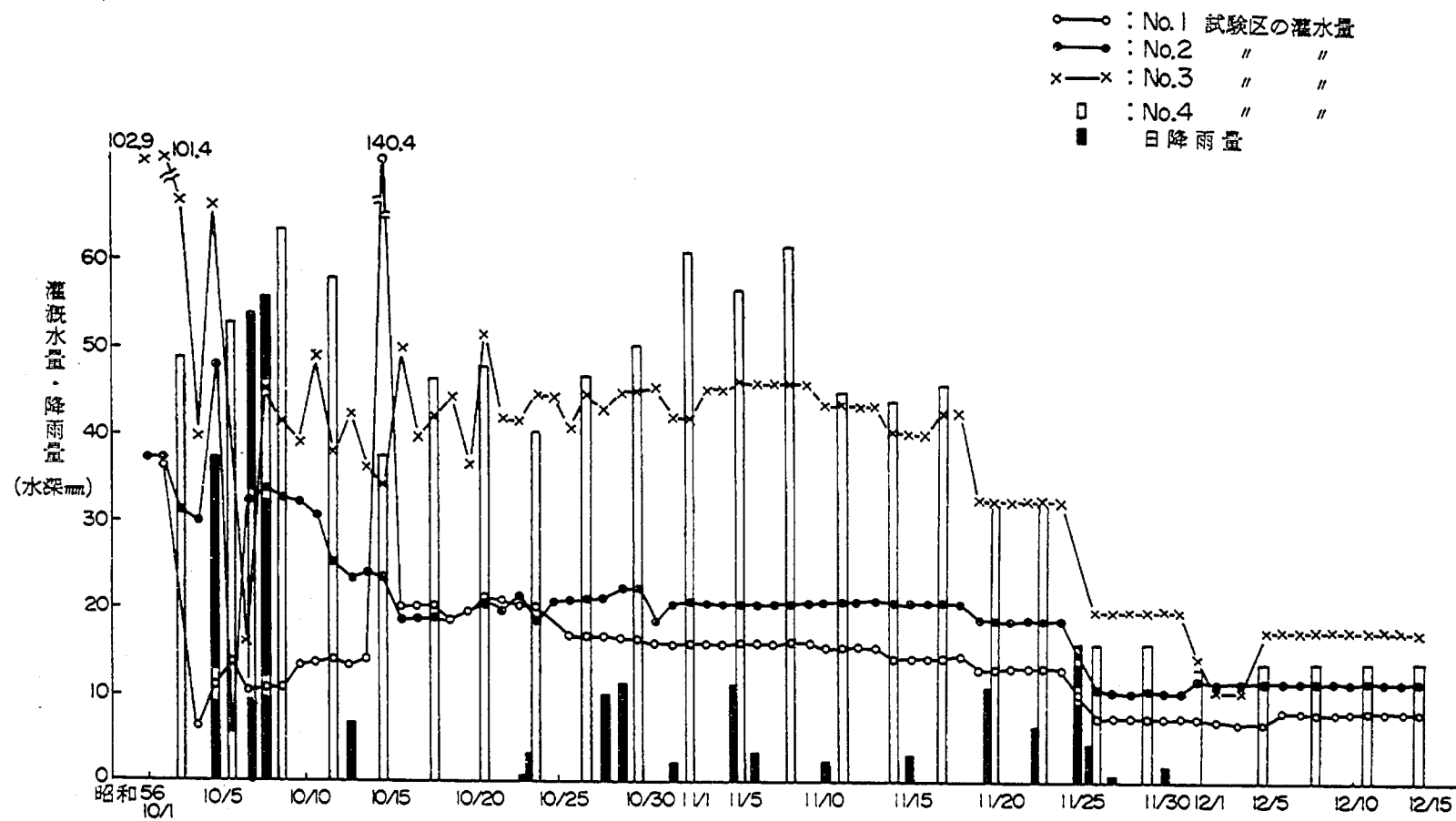


図 2.9 灌漑水量の日変動

区が972<sub>mm</sub> (750<sub>mm</sub>), であった。No1試験区の灌水量が大きいのはタイマーの精度が低いため, No2～No4試験区の灌水量が変動しているのは圧力の調整が十分でなかったものと推定される。

### (3) 測定項目及び方法

トウネズミモチ区(以下L区とする)では各試験区に5株の試験個体を選定し, 各株ごとに5本の試験枝を対象として生育量を経時的に計測した。その際の計測項目は伸長量・葉数・葉色(グリーンメータ)とし, (1)に示した各サンプル日計3回の測定を行った。コウライ芝区(以下Z区とする)については葉色(標準葉色帖)の変化のみをL区と同様3回測定した。また, L区, Z区とも第1回および第3回サンプリング時に全区の葉(Z区は根系も含む)を採取し, 生乾重, 葉中含有量(N, P, K, C<sub>L</sub>)を分析した。土壌については, 全区全サンプリング時に15cm深のものを各区5点以上からランダムに採取し, 窒素, 無機態窒素, 有効態リン, 可溶性カリ, 水溶性塩素, 電導度, 含水比, pH分析を行った。なお, 土壌および植物の成分分析は, 表2.11に示す方法で行った。

表2.11 分析法一覧

#### 1. 土 壌

| 測定項目  | 土 壌 分 析 法    |
|-------|--------------|
| 水 分   | 110℃乾燥法      |
| pH    | ガラス電極法       |
| 電 導 度 | 電 極 法        |
| 可溶性カリ | 原子吸光法        |
| 水溶性塩素 | 硝酸銀法         |
| 有効態リン | Truog法       |
| 全 窒 素 | ケルダール法       |
|       | 2N塩素カリウム液抽出法 |
|       | Bremner法     |
| 無機態窒素 | Bremner法     |

#### 2. 植 物

| 測定項目  | 栽培植物分析法          |
|-------|------------------|
| 水 分   | 110℃乾燥法          |
| 全 窒 素 | 柳本CNコーダMT500型による |
| 全 炭 素 | 〃                |
| 全 リ ン | 硫酸, 硝酸分解         |
| 全 カ リ | 4N酢酸アンモニウム液抽出法   |
| 塩 素   | 灰 化 法            |

#### (4) 結果及び考察

植物の伸長量の変化及び土壌・植物体中の成分分析の結果を表 2.12～表 2.23に示す。

表 2.12 トウネズミモチ L-1 区の伸長量の変化

| 枝番号   | 枝 長 (cm) |      |       | 葉 数 (枚) |      |       | 葉 色  |      |       |
|-------|----------|------|-------|---------|------|-------|------|------|-------|
|       | 9/17     | 11/6 | 12/12 | 9/17    | 11/6 | 12/12 | 9/17 | 11/6 | 12/12 |
| 1-1-1 | 38.4     | 39.5 | 38.8  | 23      | 16   | 16    | 1.44 | 1.71 | 2.39  |
| 2     | 40.0     | 41.5 | 40.0  | 25      | 13   | 13    | 1.35 | 1.76 | 2.21  |
| 3     | 49.8     | 51.0 | 49.8  | 30      | 18   | 16    | 1.36 | 1.87 | 2.01  |
| 4     | 40.4     | 44.5 | 43.2  | 24      | 22   | 21    | 1.26 | 1.97 | 2.37  |
| 5     | 35.5     | 38.0 | 37.1  | 26      | 11   | 9     | 1.80 | 1.92 | 1.75  |
| 1-2-1 | 37.6     | 38.5 | 38.4  | 24      | 19   | 19    | 1.64 | 2.12 | 2.05  |
| 2     | 42.2     | 43.7 | 44.1  | 26      | 21   | 21    | 1.76 | 1.85 | 1.80  |
| 3     | 27.1     | 28.0 | 27.7  | 17      | 16   | 16    | 1.75 | 2.34 | 2.36  |
| 4     | 36.7     | 35.5 | 35.0  | 20      | 16   | 16    | 1.65 | 1.97 | 2.29  |
| 5     | 43.7     | 44.0 | 43.4  | 27      | 20   | 20    | 1.86 | 2.66 | 2.05  |
| 1-3-1 | 36.5     | 37.2 | 37.5  | 21      | 14   | 14    | 1.84 | 1.83 | 2.10  |
| 2     | 52.8     | 53.8 | 53.7  | 33      | 30   | 30    | 1.52 | 1.51 | 1.62  |
| 3     | 58.8     | 61.0 | 61.0  | 32      | 27   | 27    | 1.63 | 2.04 | 1.87  |
| 4     | 41.5     | 41.7 | 42.1  | 26      | 23   | 23    | 1.63 | 2.03 | 1.96  |
| 5     | 51.7     | 51.5 | 51.9  | 25      | 22   | 22    | 1.71 | 2.05 | 2.39  |
| 1-4-1 | 31.8     | 32.8 | 32.5  | 16      | 16   | 16    | 1.98 | 2.30 | 2.21  |
| 2     | 31.8     | 31.7 | 31.8  | 17      | 14   | 14    | 1.65 | 2.04 | 2.00  |
| 3     | 40.4     | 39.7 | 38.9  | 21      | 18   | 17    | 1.71 | 2.03 | 2.40  |
| 4     | 40.0     | 39.3 | 38.6  | 21      | 21   | 17    | 1.81 | 1.67 | 2.04  |
| 5     | 33.8     | 34.0 | 33.5  | 11      | 11   | 11    | 1.62 | 1.91 | 2.16  |
| 1-5-1 | 45.1     | 44.9 | 44.5  | 21      | 17   | 14    | 2.19 | 2.15 | 2.09  |
| 2     | 30.7     | 31.5 | 30.0  | 20      | 16   | 15    | 1.60 | 2.30 | 1.79  |
| 3     | 23.8     | 23.6 | 23.4  | 17      | 9    | 9     | 2.10 | 2.16 | 1.90  |
| 4     | 33.9     | 34.2 | 34.3  | 12      | 7    | 7     | 1.85 | 1.75 | 2.12  |
| 5     | 37.6     | 37.6 | 37.2  | 21      | 14   | 11    | 1.88 | 2.12 | 2.11  |

表 2.13 トウネズミモチ L-2 区の伸長量の変化

| 枝番号   | 枝 長 (cm) |      |       | 葉 数 (枚) |      |       | 葉 色  |      |       |
|-------|----------|------|-------|---------|------|-------|------|------|-------|
|       | 9/17     | 11/6 | 12/12 | 9/17    | 11/6 | 12/12 | 9/17 | 11/6 | 12/12 |
| 2-1-1 | 74.2     | 74.0 | 74.3  | 42      | 36   | 31    | 1.89 | 2.25 | 2.22  |
| 2     | 53.4     | 53.5 | 53.2  | 16      | 16   | 13    | 1.87 | 2.54 | 2.43  |
| 3     | 43.8     | 44.0 | 44.4  | 23      | 18   | 17    | 1.93 | 2.03 | 2.14  |
| 4     | 63.2     | 64.1 | 64.6  | 35      | 30   | 28    | 1.90 | 2.27 | 2.10  |
| 5     | 24.6     | 23.1 | 25.1  | 15      | 7    | 7     | 1.35 | 2.08 | 1.90  |
| 2-2-1 | 25.8     | 26.1 | 26.5  | 18      | 12   | 12    | 1.71 | 2.40 | 2.47  |
| 2     | 30.2     | 31.1 | 31.7  | 21      | 10   | 10    | 1.99 | 2.58 | 2.20  |
| 3     | 33.2     | 33.7 | 35.4  | 18      | 10   | 10    | 1.47 | 2.11 | 2.27  |
| 4     | 50.4     | 50.7 | 52.1  | 28      | 26   | 26    | 1.84 | 2.60 | 2.02  |
| 5     | 36.8     | 38.7 | 40.0  | 21      | 16   | 16    | 1.67 | 2.27 | 2.50  |
| 2-3-1 | 53.4     | 55.6 | 56.1  | 34      | 31   | 30    | 1.58 | 2.38 | 2.55  |
| 2     | 53.3     | 54.2 | 56.2  | 30      | 23   | 20    | 1.94 | 2.34 | 2.24  |
| 3     | 54.0     | 53.5 | 56.2  | 32      | 20   | 17    | 1.83 | 2.46 | 2.41  |
| 4     | 40.8     | 42.7 | 42.3  | 22      | 17   | 18    | 1.85 | 2.24 | 2.20  |
| 5     | 43.7     | 45.5 | 46.6  | 31      | 19   | 19    | 1.45 | 2.26 | 2.19  |
| 2-4-1 | 45.3     | 46.4 | 46.0  | 24      | 12   | 12    | 1.60 | 2.29 | 2.29  |
| 2     | 42.4     | 44.4 | 43.7  | 29      | 24   | 24    | 1.47 | 2.19 | 2.16  |
| 3     | 70.1     | 72.9 | 73.8  | 42      | 41   | 41    | 1.75 | 2.23 | 2.36  |
| 4     | 55.3     | 55.0 | 55.4  | 29      | 24   | 25    | 2.07 | 2.32 | 2.10  |
| 5     | 53.4     | 52.4 | 51.6  | 29      | 24   | 24    | 1.98 | 2.06 | 2.22  |
| 2-5-1 | 64.2     | 64.4 | 64.5  | 30      | 24   | 23    | 1.72 | 2.35 | 2.21  |
| 2     | 58.8     | 57.0 | 56.7  | 29      | 17   | 14    | 1.68 | 2.24 | 1.89  |
| 3     | 42.6     | 42.5 | 41.6  | 25      | 15   | 15    | 2.10 | 2.25 | 2.00  |
| 4     | 47.4     | 48.6 | 48.7  | 26      | 22   | 21    | 1.88 | 2.27 | 2.34  |
| 5     | 50.3     | 50.3 | 50.4  | 24      | 25   | 25    | 1.79 | 2.22 | 2.12  |

表 2.14 トウネズミモチ L-3 区の伸長量の変化

| 枝番号   | 枝 長 (cm) |      |       | 葉 数 (枚) |      |       | 葉 色  |      |       |
|-------|----------|------|-------|---------|------|-------|------|------|-------|
|       | 9/17     | 11/6 | 12/12 | 9/17    | 11/6 | 12/12 | 9/17 | 11/6 | 12/12 |
| 3-1-1 | 33.3     | 34.1 | 33.3  | 18      | 10   | 9     | 1.63 | 2.28 | 2.35  |
| 2     | 34.2     | 34.3 | 34.4  | 17      | 12   | 9     | 1.49 | 2.36 | 2.12  |
| 3     | 23.1     | 23.3 | 23.7  | 13      | 9    | 10    | 1.58 | 2.24 | 2.52  |
| 4     | 24.2     | 24.0 | 24.5  | 17      | 16   | 14    | 1.77 | 2.32 | 2.50  |
| 5     | 25.0     | 25.4 | 24.6  | 12      | 8    | 8     | 1.65 | 2.08 | 2.76  |
| 3-2-1 | 38.7     | 38.4 | 38.5  | 22      | 18   | 18    | 1.64 | 2.09 | 2.77  |
| 2     | 28.9     | 29.7 | 28.8  | 18      | 10   | 11    | 1.44 | 2.14 | 2.72  |
| 3     | 37.5     | 38.6 | 38.5  | 25      | 19   | 19    | 1.78 | 2.48 | 2.54  |
| 4     | 33.7     | 35.1 | 34.4  | 18      | 14   | 13    | 1.73 | 2.49 | 2.60  |
| 5     | 45.0     | 49.8 | 48.6  | 29      | 24   | 25    | 1.84 | 2.18 | 2.18  |
| 3-3-1 | 37.5     | 39.1 | 37.4  | 19      | 18   | 17    | 1.82 | 2.26 | 2.06  |
| 2     | 40.7     | 43.2 | 41.3  | 26      | 20   | 19    | 1.77 | 1.90 | 2.25  |
| 3     | 31.5     | 32.2 | 32.3  | 14      | 14   | 13    | 1.80 | 2.22 | 2.38  |
| 4     | 37.2     | 39.7 | 39.3  | 26      | 22   | 19    | 1.72 | 2.30 | 2.31  |
| 5     | 42.3     | 43.8 | 43.6  | 28      | 26   | 25    | 1.89 | 2.26 | 2.39  |
| 3-4-1 | 40.2     | 40.8 | 39.5  | 23      | 18   | 15    | 1.58 | 2.16 | 2.63  |
| 2     | 27.3     | 30.4 | 30.1  | 18      | 16   | 15    | 1.68 | 2.28 | 2.45  |
| 3     | 31.2     | 33.5 | 33.5  | 21      | 13   | 12    | 1.61 | 2.33 | 2.48  |
| 4     | 42.8     | 43.1 | 44.1  | 25      | 20   | 18    | 1.83 | 2.41 | 2.16  |
| 5     | 41.4     | 42.0 | 42.2  | 20      | 15   | 14    | 1.70 | 2.19 | 2.57  |
| 3-5-1 | 51.3     | 53.8 | 54.2  | 28      | 20   | 20    | 1.70 | 2.57 | 2.25  |
| 2     | 50.9     | 52.4 | 50.8  | 31      | 27   | 26    | 1.88 | 2.23 | 2.02  |
| 3     | 52.3     | 53.4 | 52.0  | 26      | 24   | 24    | 1.78 | 2.50 | 2.53  |
| 4     | 70.2     | 71.2 | 71.2  | 42      | 35   | 35    | 1.65 | 2.52 | 2.75  |
| 5     | 41.2     | 43.5 | 43.5  | 32      | 31   | 28    | 1.59 | 2.64 | 2.32  |

表 2.15 トウネズミモチ L-4 区の伸長量の変化

| 枝番号   | 枝 長 (cm) |      |       | 葉 数 (枚) |      |       | 葉 色  |      |       |
|-------|----------|------|-------|---------|------|-------|------|------|-------|
|       | 9/17     | 11/6 | 12/12 | 9/17    | 11/6 | 12/12 | 9/17 | 11/6 | 12/12 |
| 4-1-1 | 53.6     | 53.7 | 53.3  | 30      | 28   | 18    | 239  | 250  | 255   |
| 2     | 29.9     | 32.5 | 31.5  | 18      | 16   | 16    | 178  | 200  | 211   |
| 3     | 28.6     | 29.1 | 28.5  | 15      | 9    | 9     | 230  | 242  | 248   |
| 4     | 45.6     | 48.3 | 47.2  | 24      | 24   | 24    | 206  | 220  | 246   |
| 5     | 42.4     | 42.6 | 42.1  | 22      | 17   | 17    | 209  | 228  | 265   |
| 4-2-1 | 62.2     | 64.6 | 63.8  | 32      | 31   | 31    | 191  | 241  | 266   |
| 2     | 43.3     | 44.0 | 42.9  | 19      | 17   | 17    | 173  | 250  | 242   |
| 3     | 36.3     | 32.2 | 31.4  | 14      | 8    | 8     | 147  | 228  | 260   |
| 4     | 63.4     | 62.7 | 62.5  | 32      | 31   | 29    | 197  | 264  | 268   |
| 5     | 48.7     | 63.2 | 63.1  | 22      | 20   | 20    | 202  | 248  | 293   |
| 4-3-1 | 28.6     | 28.3 | 27.9  | 20      | 16   | 16    | 158  | 226  | 292   |
| 2     | 23.0     | 25.6 | 25.5  | 15      | 9    | 9     | 154  | 241  | 281   |
| 3     | 55.2     | 55.0 | 54.3  | 26      | 21   | 20    | 198  | 235  | 272   |
| 4     | 25.7     | 27.4 | 26.8  | 14      | 12   | 12    | 156  | 205  | 253   |
| 5     | 42.0     | 43.8 | 42.9  | 22      | 18   | 17    | 167  | 213  | 213   |
| 4-4-1 | 41.8     | 42.3 | 41.4  | 25      | 20   | 21    | 186  | 222  | 249   |
| 2     | 47.0     | 50.1 | 48.6  | 25      | 19   | 19    | 198  | 239  | 270   |
| 3     | 64.3     | 64.7 | 64.2  | 29      | 24   | 23    | 171  | 229  | 225   |
| 4     | 56.0     | 57.3 | 56.5  | 39      | 37   | 36    | 201  | 262  | 268   |
| 5     | 47.8     | 48.9 | 49.2  | 29      | 23   | 24    | 210  | 264  | 267   |
| 4-5-1 | 42.4     | 45.2 | 44.8  | 28      | 28   | 28    | 175  | 251  | 254   |
| 2     | 30.7     | 31.8 | 30.5  | 16      | 16   | 17    | 171  | 195  | 197   |
| 3     | 34.0     | 35.8 | 34.9  | 20      | 18   | 17    | 187  | 234  | 242   |
| 4     | 29.1     | 29.4 | 28.7  | 15      | 15   | 15    | 179  | 223  | 204   |
| 5     | 36.8     | 36.8 | 36.5  | 20      | 18   | 20    | 158  | 198  | 225   |

表 2.16 トウネズミモチ L-5 区の伸長量の変化

| 枝番号   | 枝 長 (cm) |      |       | 葉 数 (枚) |      |       | 葉 色  |      |       |
|-------|----------|------|-------|---------|------|-------|------|------|-------|
|       | 9/17     | 11/6 | 12/12 | 9/17    | 11/6 | 12/12 | 9/17 | 11/6 | 12/12 |
| 5-1-1 | 38.1     | 39.2 | 37.9  | 16      | 13   | 10    | 1.59 | 1.94 | 1.87  |
| 2     | 32.4     | 33.8 | 31.6  | 16      | 13   | 13    | 1.64 | 2.11 | 2.04  |
| 3     | 31.8     | 32.2 | 30.7  | 17      | 16   | 16    | 1.63 | 1.99 | 1.77  |
| 4     | 29.6     | 30.0 | 29.5  | 17      | 17   | 16    | 1.68 | 1.87 | 2.08  |
| 5     | 24.6     | 25.3 | 24.0  | 16      | 16   | 16    | 1.47 | 1.94 | 1.90  |
| 5-2-1 | 43.8     | 47.5 | 47.0  | 25      | 21   | 22    | 2.18 | 2.25 | 2.03  |
| 2     | 37.4     | 36.6 | 36.6  | 25      | 20   | 21    | 1.88 | 2.17 | 2.10  |
| 3     | 37.6     | 41.1 | 39.8  | 18      | 13   | 13    | 1.96 | 2.28 | 2.23  |
| 4     | 51.0     | 54.5 | 53.8  | 28      | 28   | 28    | 1.72 | 1.56 | 2.20  |
| 5     | 40.3     | 41.5 | 39.9  | 24      | 21   | 21    | 2.12 | 2.09 | 2.31  |
| 5-3-1 | 30.0     | 31.2 | 29.5  | 16      | 13   | 13    | 1.53 | 1.95 | 1.96  |
| 2     | 34.2     | 34.8 | 34.5  | 26      | 22   | 22    | 2.27 | 2.11 | 2.06  |
| 3     | 35.4     | 36.6 | 34.8  | 14      | 9    | 9     | 1.56 | 2.09 | 1.86  |
| 4     | 37.6     | 88.2 | 37.4  | 21      | 18   | 17    | 1.93 | 2.17 | 2.10  |
| 5     | 38.1     | 39.2 | 38.8  | 20      | 17   | 10    | 1.69 | 1.90 | 1.72  |
| 5-4-1 | 36.5     | 37.0 | 36.2  | 15      | 9    | 8     | 1.74 | 2.18 | 2.18  |
| 2     | 34.8     | 35.0 | 34.3  | 17      | 12   | 10    | 1.57 | 1.90 | 1.89  |
| 3     | 38.3     | 37.7 | 37.8  | 19      | 13   | 9     | 1.70 | 2.18 | 2.30  |
| 4     | 31.6     | 31.5 | 31.0  | 11      | 11   | 11    | 2.12 | 2.10 | 1.66  |
| 5     | 40.7     | 41.4 | 40.0  | 23      | 23   | 22    | 2.06 | 1.88 | 1.96  |
| 5-5-1 | 34.4     | 35.5 | 34.2  | 27      | 24   | 24    | 1.91 | 2.11 | 2.01  |
| 2     | 33.8     | 34.4 | 33.2  | 28      | 18   | 15    | 1.92 | 1.95 | 1.68  |
| 3     | 35.9     | 39.0 | 36.8  | 28      | 22   | 22    | 1.98 | 1.68 | 1.94  |
| 4     | 41.8     | 43.1 | 41.0  | 32      | 27   | 26    | 1.94 | 2.24 | 2.09  |
| 5     | 33.2     | 33.5 | 32.2  | 27      | 25   | 24    | 1.93 | 2.31 | 1.93  |

表 2.17 トウネズミモチの平均伸長量の変化

|             | 試 験 区 | 9/17 | 11/6 | 12/12 |
|-------------|-------|------|------|-------|
| 枝 長<br>(cm) | L - 1 | 39.3 | 39.9 | 39.5  |
|             | L - 2 | 48.4 | 49.0 | 49.5  |
|             | L - 3 | 38.5 | 39.8 | 39.4  |
|             | L - 4 | 42.3 | 43.8 | 43.2  |
|             | L - 5 | 36.1 | 37.3 | 36.1  |
| 葉 数<br>(枚)  | L - 1 | 22   | 17   | 17    |
|             | L - 2 | 26   | 21   | 20    |
|             | L - 3 | 23   | 18   | 17    |
|             | L - 4 | 23   | 20   | 19    |
|             | L - 5 | 21   | 18   | 17    |
| 葉 色         | L - 1 | 1.70 | 2.00 | 1.91  |
|             | L - 2 | 1.77 | 2.29 | 2.22  |
|             | L - 3 | 1.70 | 2.30 | 2.42  |
|             | L - 4 | 1.86 | 2.32 | 2.51  |
|             | L - 5 | 1.83 | 2.04 | 1.99  |

表 2.18 コウライシバの葉色の変化

| 試 験 区 | 9/17        | 11/6       | 12/12     |
|-------|-------------|------------|-----------|
| Z - 1 | 7.5GY-4.5/5 | 7.5Y-3.5/5 | 5GY-5/6   |
| Z - 2 | 7.5GY-4.5/5 | 7.5Y-3.5/4 | 5GY-4.5/4 |
| Z - 3 | 7.5GY-4.5/5 | 7.5Y-3.5/4 | 5GY-4.5/4 |
| Z - 4 | 7.5GY-4.5/5 | 7.5Y-4/5   | 5GY-4.5/4 |
| Z - 5 | 7.5GY-4.5/5 | 7.5Y-5/5.5 | 5GY-5.5/4 |

表 2.19 第 1 回サンプリング (土)

|     | 水 分<br>(%) | pH   | 電導度<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 可溶性 K<br>(%) | 水溶性 C $\ell$<br>( $\text{mg}/100\text{g}$ ) | 有効態リン<br>( $\text{mg}/100\text{g}$ ) | 全-N<br>(%) | 無機態-N<br>(%) |
|-----|------------|------|------------------------------------|--------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------------|
| L-1 | 15.64      | 6.20 | 97.5                               | 0.017        | 5.1                                         | 0.372                                | 0.223      | 0.0034       |
| 2   | 16.59      | 5.70 | 73.3                               | 0.012        | 3.6                                         | 0.176                                | 0.212      | 0.0027       |
| 3   | 13.53      | 6.44 | 65.6                               | 0.012        | 2.0                                         | 0.649                                | 0.220      | 0.0018       |
| 4   | 13.72      | 5.45 | 97.4                               | 0.025        | 3.2                                         | 0.217                                | 0.290      | 0.0026       |
| 5   | 12.03      | 5.54 | 75.1                               | 0.022        | 3.6                                         | 0.473                                | 0.336      | 0.0022       |
|     |            |      |                                    |              |                                             |                                      |            |              |
| Z-1 | 18.33      | 6.68 | 64.0                               | 0.012        | 3.2                                         | 0.319                                | 0.209      | 0.0033       |
| 2   | 16.85      | 7.76 | 127.2                              | 0.014        | 2.8                                         | 0.272                                | 0.204      | 0.0009       |
| 3   | 12.66      | 7.67 | 147.0                              | 0.020        | 3.6                                         | 0.363                                | 0.147      | 0.0004       |
| 4   | 13.23      | 7.72 | 123.6                              | 0.014        | 4.0                                         | 0.220                                | 0.117      | 0.0008       |
| 5   | 14.74      | 7.33 | 77.9                               | 0.015        | 3.2                                         | 0.319                                | 0.224      | 0.0001       |

表 2.20 第 2 回サンプリング (土)

|     | 水 分<br>(%) | pH   | 電導度<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 可溶性 K<br>(%) | 水溶性 C $\ell$<br>( $\text{mg}/100\text{g}$ ) | 有効態リン<br>( $\text{mg}/100\text{g}$ ) | 全-N<br>(%) | 無機態-N<br>(%) |
|-----|------------|------|------------------------------------|--------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------------|
| L-1 | 19.2       | 6.08 | 98.1                               | 0.015        | 2.8                                         | 0.517                                | 0.299      | 0.0016       |
| 2   | 19.9       | 5.85 | 97.7                               | 0.014        | 2.4                                         | 0.286                                | 0.245      | 0.0013       |
| 3   | 20.3       | 6.75 | 157.8                              | 0.025        | 2.4                                         | 0.836                                | 0.223      | 0.0013       |
| 4   | 17.8       | 6.48 | 168.0                              | 0.020        | 1.9                                         | 0.924                                | 0.390      | 0.0016       |
| 5   | 13.5       | 5.96 | 98.8                               | 0.015        | 1.4                                         | 0.629                                | 0.249      | 0.0011       |
|     |            |      |                                    |              |                                             |                                      |            |              |
| Z-1 | 18.6       | 6.53 | 91.3                               | 0.015        | 3.1                                         | 0.418                                | 0.160      | 0.0011       |
| 2   | 22.8       | 7.30 | 172.7                              | 0.012        | 2.7                                         | 0.341                                | 0.162      | 0.0015       |
| 3   | 21.3       | 6.88 | 21.0                               | 0.012        | 1.9                                         | 0.396                                | 0.115      | 0.0010       |
| 4   | 13.5       | 7.45 | 186.9                              | 0.015        | 2.9                                         | 0.088                                | 0.119      | 0.0004       |
| 5   | 16.0       | 6.86 | 197.0                              | 0.014        | 1.9                                         | 0.363                                | 0.233      | 0.0008       |

表 2.21 第 3 回サンプリング (土)

|     | 水 分<br>(%) | pH   | 電導度<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 可溶性 K<br>(%) | 水溶性 C $\ell$<br>( $\text{mg}/100\text{g}$ ) | 有効態リン<br>( $\text{mg}/100\text{g}$ ) | 全-N<br>(%) | 無機態-N<br>(%) |
|-----|------------|------|------------------------------------|--------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------------|
| L-1 | 19.4       | 4.37 | 181.9                              | 0.062        | 5.6                                         | 0.072                                | 0.089      | 0.0005       |
| 2   | 20.3       | 4.64 | 105.4                              | 0.018        | 5.7                                         | 0.401                                | 0.095      | 0.0007       |
| 3   | 17.6       | 4.50 | 117.9                              | 0.018        | 8.1                                         | 0.693                                | 0.089      | 0.0015       |
| 4   | 14.6       | 4.57 | 117.4                              | 0.016        | 5.7                                         | 0.740                                | 0.082      | 0.0004       |
| 5   | 10.2       | 4.56 | 120.8                              | 0.010        | 2.9                                         | 0.882                                | 0.076      | 0.0009       |
|     |            |      |                                    |              |                                             |                                      |            |              |
| Z-1 | 18.5       | 5.28 | 108.2                              | 0.020        | 5.3                                         | 0.020                                | 0.088      | 0.0009       |
| 2   | 18.3       | 7.58 | 190.3                              | 0.020        | 6.9                                         | 0.131                                | 0.065      | 0.0009       |
| 3   | 17.3       | 7.48 | 188.7                              | 0.015        | 1.0                                         | 0.333                                | 0.030      | 0.0005       |
| 4   | 9.0        | 7.68 | 138.8                              | 0.011        | 4.1                                         | 0.191                                | 0.024      | 0.0006       |
| 5   | 14.5       | 6.38 | 184.5                              | 0.012        | 3.1                                         | 0.016                                | 0.083      | 0.0007       |

表 2.22 第 1 回サンプリング (葉)

|     | 面 積<br>cm × cm        | 生体重量<br>(g) | 乾重量<br>(g) | 水 分<br>(%) | 全-N※<br>(%) | 全-P<br>(%) | 全-K<br>(%) | C1<br>(%)      |
|-----|-----------------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------------|
| L-1 |                       | 57.20       | 21.23      | 37.12      | 2.389       | 0.165      | 0.686      | 分析<br>法検<br>討中 |
| 2   |                       | 63.35       | 28.15      | 44.43      | 2.612       | 0.178      | 0.710      |                |
| 3   |                       | 66.08       | 24.43      | 36.97      | 2.202       | 0.198      | 0.748      |                |
| 4   |                       | 95.58       | 36.00      | 37.66      | 2.724       | 0.160      | 0.906      |                |
| 5   |                       | 87.55       | 36.70      | 41.92      | 2.351       | 0.150      | 0.716      |                |
|     |                       |             |            |            |             |            |            |                |
| Z   | 96.985cm <sup>2</sup> | 54.75       | 10.27      | 18.75      | 2.127       | 0.180      | 0.673      |                |

※ ケルダール法により分析

表 2.23 第 3 回サンプリング (葉)

|     | 面 積<br>(cm × cm)    | 生体重量<br>(g) | 乾重量<br>(g) | 水 分<br>(%) | 全-N※<br>(%) | 全-P<br>(%) | 全-K<br>(%) | C1<br>(%)      |
|-----|---------------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|----------------|
| L-1 |                     | 48.97       | 18.69      | 38.17      | 3.744       | 0.104      | 0.465      | 分析<br>法検<br>討中 |
| 2   |                     | 52.40       | 21.21      | 40.48      | 3.249       | 0.107      | 0.576      |                |
| 3   |                     | 57.12       | 22.70      | 39.74      | 3.137       | 0.107      | 0.515      |                |
| 4   |                     | 61.96       | 24.80      | 40.03      | 3.086       | 0.090      | 0.613      |                |
| 5   |                     | 53.72       | 22.31      | 41.53      | 3.137       | 0.099      | 0.503      |                |
|     |                     |             |            |            |             |            |            |                |
| Z-1 | 100 cm <sup>2</sup> | 20.39       | 8.60       | 42.18      | 2.707       | 0.104      | 0.490      |                |
| 2   | "                   | 25.24       | 9.96       | 39.46      | 3.517       | 0.064      | 0.564      |                |
| 3   | "                   | 29.61       | 10.57      | 35.70      | 2.887       | 0.058      | 0.368      |                |
| 4   | "                   | 24.43       | 9.53       | 39.01      | 2.505       | 0.040      | 0.503      |                |
| 5   | "                   | 21.33       | 9.44       | 44.26      | 2.024       | 0.075      | 0.515      |                |

※ C. N コードにより測定

トウネズミモチの枝の伸長量は、各区とも第2回測定時にはわずかに増えているが、第3回目には減少している。また葉数も測定ごとに減少、すなわち落葉している。これは、実験時期が秋であるため生育が緩慢になったためだけではなく、その上潮風の影響で障害を受けたものと考えられる。

したがって、灌水量と枝長、葉数の関係は判断することが出来ない。一方、トウネズミモチの葉色は図 2.10 に示すように各区に差異が認められた。灌水量が多い区では葉色も濃くなる傾向があるが、統計処理の結果、両者の間に、有為な相関関係は認められない。

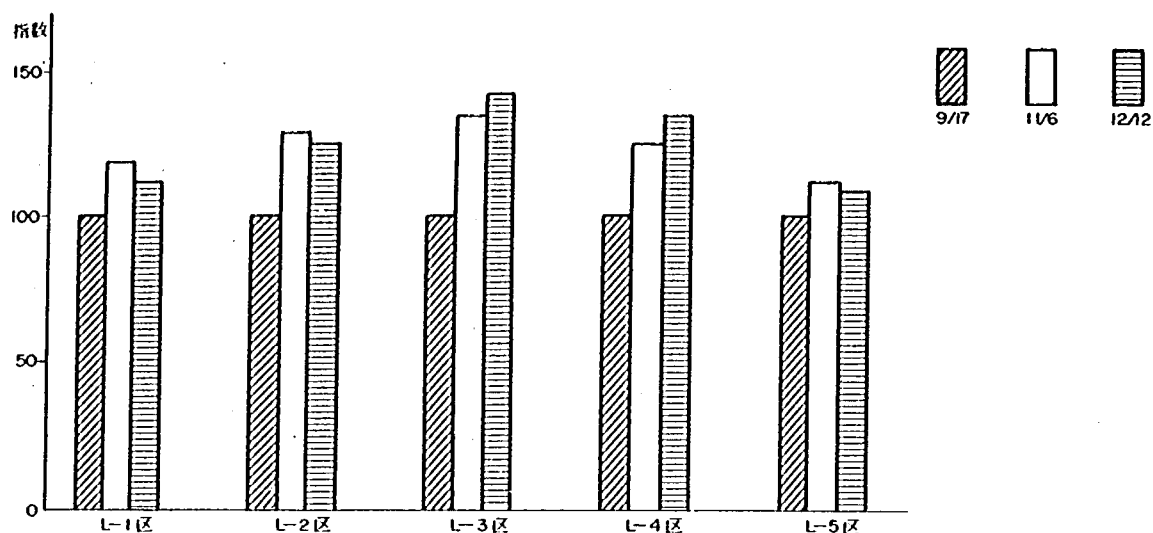


図 2.10 9月17日を100とした時の葉色の变化(トウネズミモチ)

次に、トウネズミモチ葉の成分の変化について述べる。

9月17日の含有を100とした時のN, P, K, C<sub>L</sub>の12月12日の値を表2.24に示した。

灌水量とは、全く関係が認められないが、これも実験時期が秋であり、植物の休眠期にあたるため、灌水量された処理水中の成分が根から吸収されて葉に蓄積された量がはなはだ少なかったことに原因があると思われる。

表 2.24 9月17日を100とした時のN, P, K, C<sub>L</sub>  
の12/12のトウネズミ葉中の含量

|                | L-1   | L-2   | L-3   | L-4   | L-5   |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 全-N            | 156.7 | 124.4 | 142.5 | 113.3 | 133.4 |
| 全-P            | 63.0  | 65.7  | 54.0  | 56.3  | 66.0  |
| 全-K            | 28.4  | 29.0  | 25.0  | 22.5  | 18.7  |
| C <sub>L</sub> | 107   | 153   | 175   | 183   | 186   |

トウネズミモチ土壌の分析値については、pH, EC, C<sub>L</sub>, Pは各区における値が非常にばらついている(図2.11~2.14)。KはL-1区の第3回の値が異常に高いのを除いて考えると、灌水量が多いほど含量が高くなる傾向が見られる。処理水中のK濃度が分析されていないが、処理水中にKが多く含まれている可能性がある(図2.15)。

全-Nについては、はっきりした傾向は得られなかったが、無処理のL-5区は、他区が第2回サンプルで増加している時にも値が減少しており、最終的な減少率も最も大きいことがわかる。また、無期-Nは図2.16に見られるように各区とも時間とともに減少しているが、灌水量が多い区ほど含有が多くなる傾向がある。しかし、灌水量との相関関係は認められなかった。なお、全体として、灌水量との間に傾向が認められた葉色、土壌中K、全-N、無機-Nの各々の間には統計的に相関関係は認められな

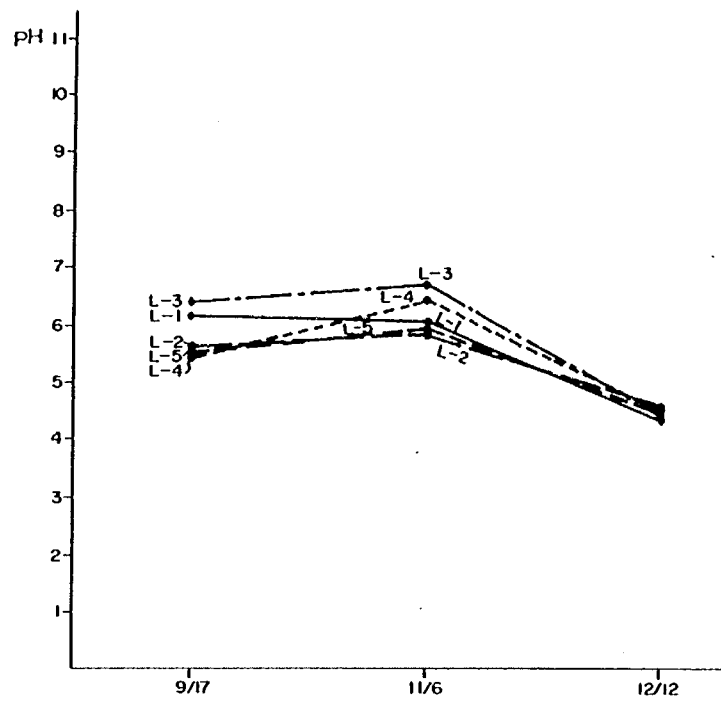


図 2.11 トウネズミモチ土壌の pH の変化

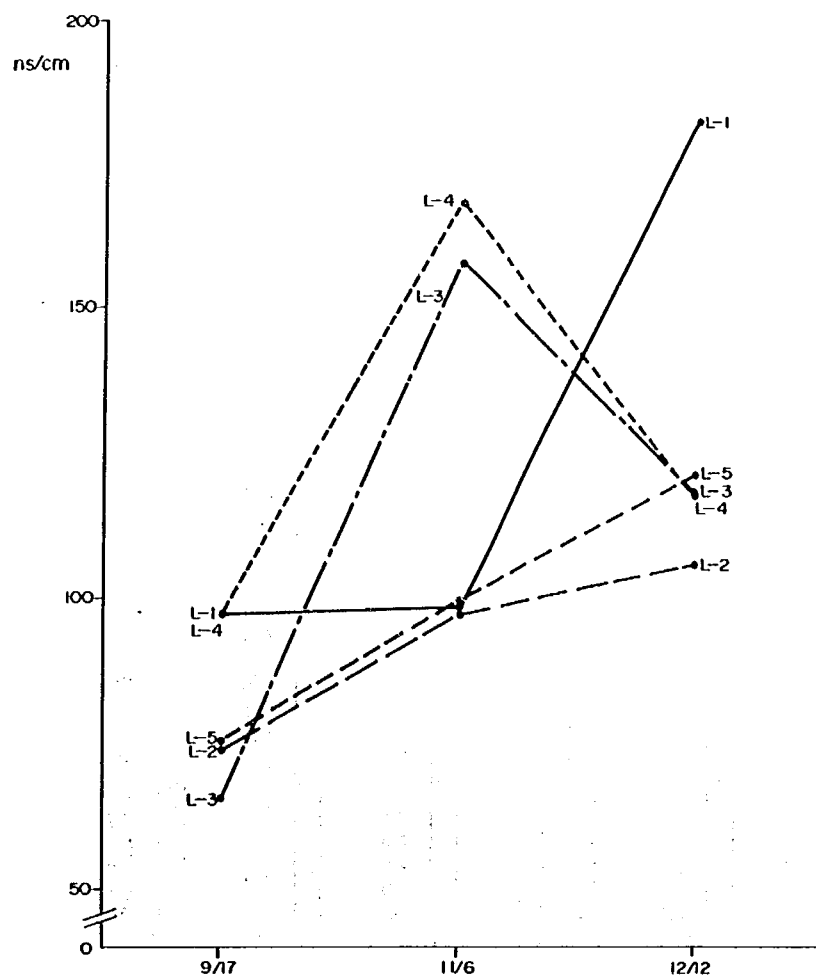


図 2.12 トウネズミモチ土壌の電気伝導度の変化

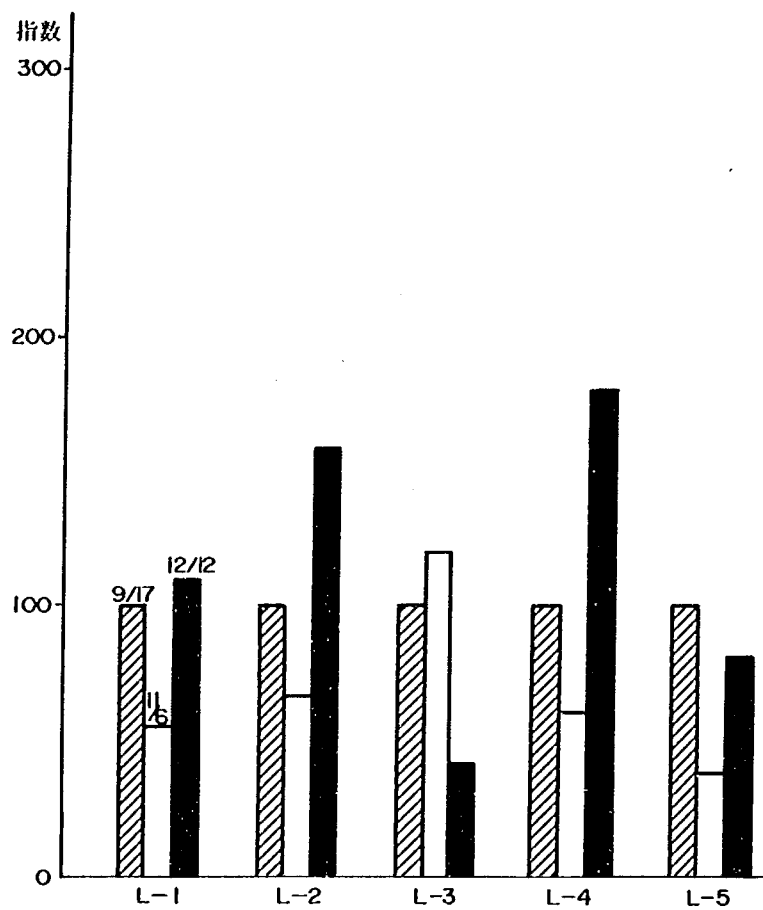


図 2.13 9月17日を100とした時のトゥネズミモチ土壤中の水溶性Cの変化

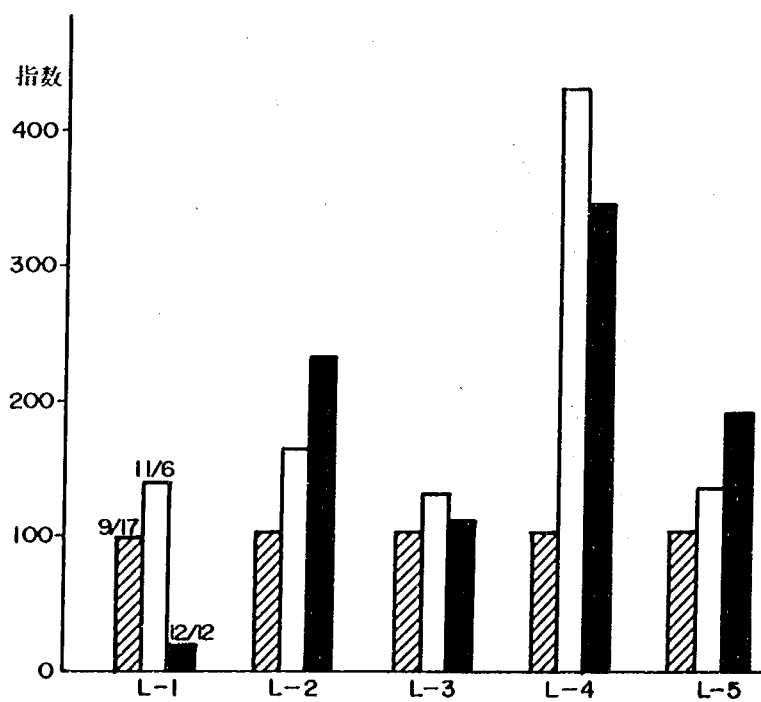


図 2.14 9月17日を100とした時のトゥネズミモチの土壤中の有効態Pの変化

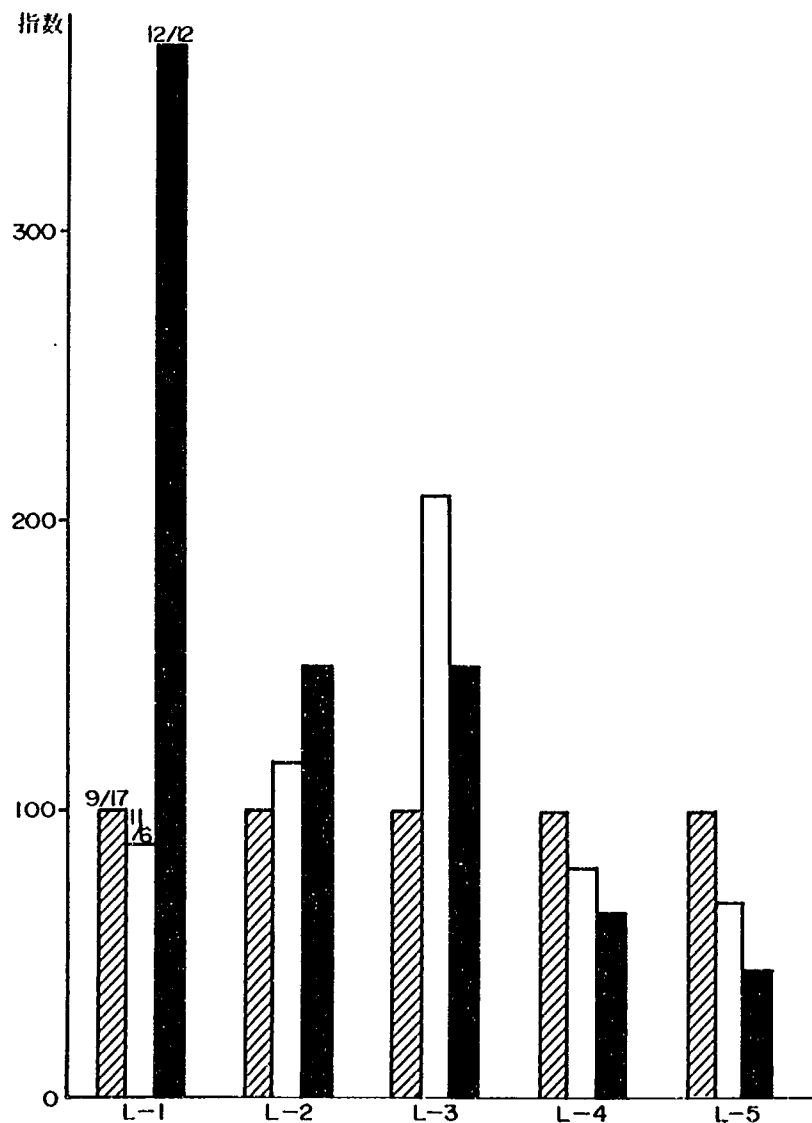


図 2.15 9月17日を100とした時のトゥネズミモチ土壌の可溶性Kの変化

かった。2次処理水の灌水量が増えれば、土壌中のK、Nの含量が増加し、葉色も濃くなる傾向があるが、明確なことはわからない。また植物の生育量と植物体成分との関係についても、今回の予備試験からははっきりした傾向をつかむことはできなかった。

コウライシバ試験区における葉色の変化は「標準葉色帖—農林省農業技術研究所監修」によるMunsell表色系を用いて表2.18(前掲)の結果を得ているが、これをJIS規格による一般色名でその変化を示すと、9月17日に全区「にふい緑=dull green」であったものが12月12日では「暗い葉緑=Olive green」になっている。

本来、コウライシバは冬期地上部が枯死し、葉色はYR.R系(黄赤—赤褐色系)のものに変化するはずであるが、当該コウライシバは、全区とも、その変化が遅くなっている。

その理由は、移植時期が遅かったためと考えられるが、各区の変化を詳細に見ると、11月6日、12月12日とも特に、Z-5区の明度が、他の区よりも数値が大きく、明るさを増している。これは葉色の濃

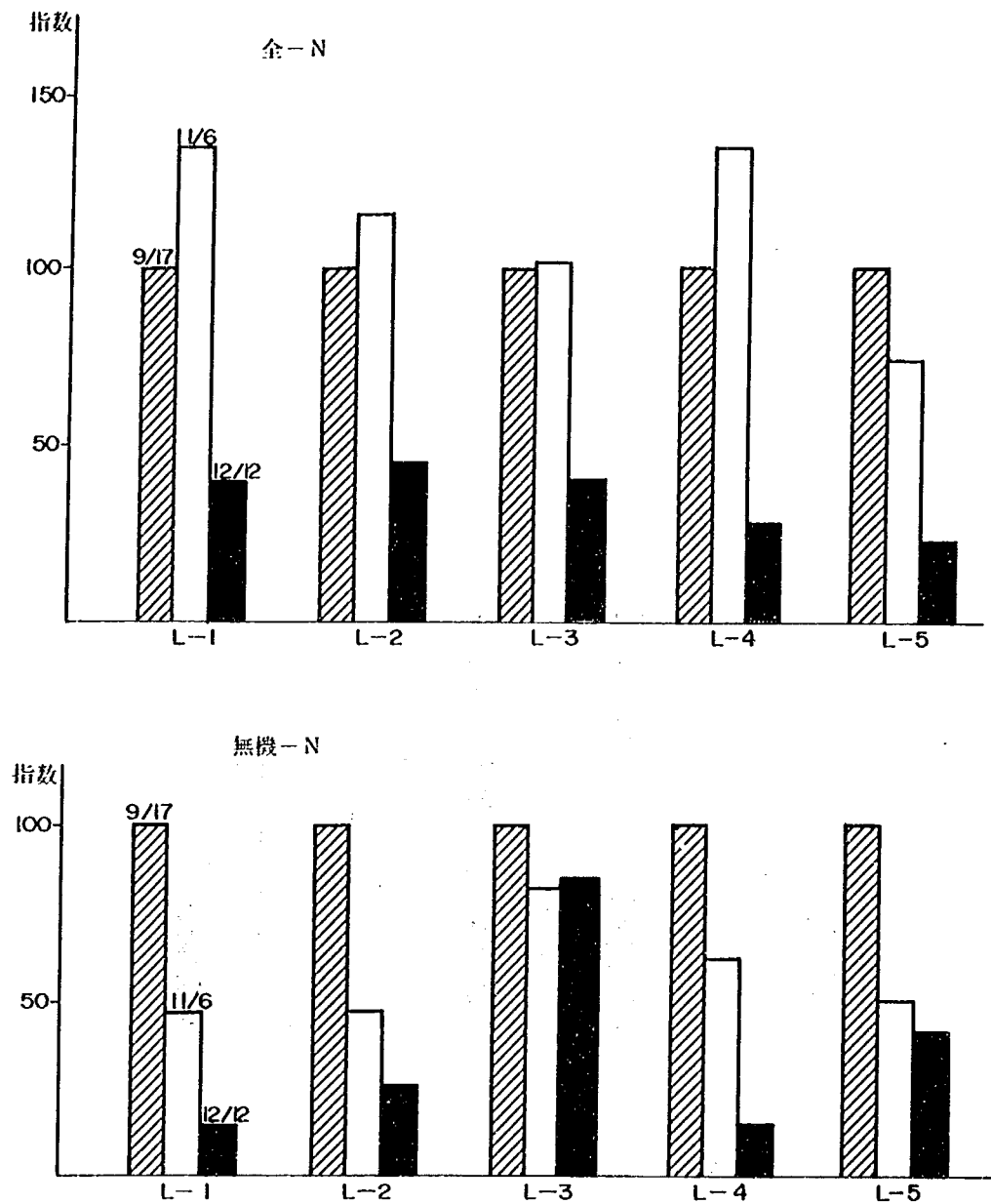


図 2.16 9月17日を100とした時のトウネズミモチ  
の土壤中Nの変化

さを反映しているものと考えられ、ネズミモチ区と同様、葉色に関しては、灌水による変化が見られたといえる。ただし、灌水区間での差異は明瞭でなかった。また、比色対象とした葉は各区ともドリップホースの灌水穴の近傍のもので、各区の平均的なものではない。サンプリング時の観察でも灌水穴周辺の葉が特に葉色の濃い傾向が見られた。

なお、コウライシバ区の葉中成分、土壌成分に関しては、いずれも、各区のバラツキが大きく、経時的変化及び、葉色との関連性をみいだすことはできなかった。

## 2-4 本試験

### (1) 試験場所、材料及び期間

- 試験場所は、予備試験と同じく海の中道浜公園の野鳥の森内とした。
- 供試植物は、バミューダグラス（ティフトン328）〔*Cynodon sp.*〕、マテバシイ〔*Pasaula edulis*〕、そして、トウネズミモチ〔*Ligustrum lucidum*〕の3種を用いた。バミューダグラスについては海浜公園内の大芝生広場より採取し各試験区に張芝して供試した。マテバシイについては、平均樹高2.5mの個体を各試験区に植栽した。また、トウネズミモチについては、予備試験に用いた既存の個体（平均樹高：2.0m）を各試験区とも供試した。
- 試験期間は1982年4月27日から同年11月12日までの約7ヶ月間である。供試体の試験地への植栽同年4月12日であり、植栽植物の生育量調査については、二次処理水の灌水開始前の同年4月27日を第1回として、11月12日まで6回の調査を実施した。なお、根系調査は11月の最終調査の時にのみ1回調査した。また、二次処理水の各試験区への灌水開始は5月15日である。

### (2) 試験区の設定

試験区は、二次処理水の灌水量によって4区の灌水試験区、そして、対照区として無灌水区をつくり、合計5試験区を設定した。各灌水試験区の実際の灌水量は、ポンプの故障や灌水ホースの破損等のため当初の計画灌水量とはかなり相違のあるものになったが、1日当たりの平均灌水量は、第1区が27.3ℓ、第2区が21.0ℓ、第3区が42.5ℓ、そして、第4区が3日間断で104.6ℓであった。また1回の灌水に要する時間は、第1区と第2区が1時間、第3区と第4区が2時間である。なお、灌水期間（1982年5月15日～9月25日：133日間）内の各試験区の灌水量と期間内の降水量の変動については表2.25に示す。

供試植物は、1試験区につきマテバシイ5個体、トウネズミモチ5個体、そして、バミューダグラスは約1.0m<sup>2</sup>（約0.25m×約2.0m×2枚）を供試した。試験区の概略（平面）を図2.17に示す。

表 2.25 試験期間日平均灌水量及び降雨量

| 灌水試験区           | 各 期 間 平 均 水 量 |                       |                        |                       |                        |           | 総灌水量                   | 平均灌水量                  |
|-----------------|---------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|
|                 | 4/27～         | 5/15～                 | 6/14～                  | 7/21～                 | 8/26～                  | 7/25～10/8 |                        |                        |
| 第 1 区           |               | ℓ/day<br>51.3         | ℓ/day<br>30.1          | ℓ/day<br>10.8         | ℓ/day<br>17.4          |           | ℓ<br>3,625.1           | ℓ/day<br>27.3          |
| 第 2 区           |               | ℓ/day<br>25.1         | ℓ/day<br>35.4          | ℓ/day<br>9.4          | ℓ/day<br>11.2          |           | ℓ<br>2,795.0           | ℓ/day<br>21.0          |
| 第 3 区           |               | ℓ/day<br>69.5         | ℓ/day<br>44.7          | ℓ/day<br>1.1          | ℓ/day<br>58.9          |           | ℓ<br>5,650.6           | ℓ/day<br>42.5          |
| 第 4 区<br>(3日間断) |               | ℓ/day<br>3日間断<br>92.2 | ℓ/day<br>3日間断<br>102.9 | ℓ/day<br>3日間断<br>40.6 | ℓ/day<br>3日間断<br>144.4 |           | ℓ<br>3,452.4           | ℓ/day<br>3日間断<br>104.6 |
| 降 水 量<br>[mm]   | 34.5          | 64.0                  | 409.5                  | 434.5                 | 208.0                  | 61.0      | 測定期間総降雨量<br>1,211.5 mm |                        |

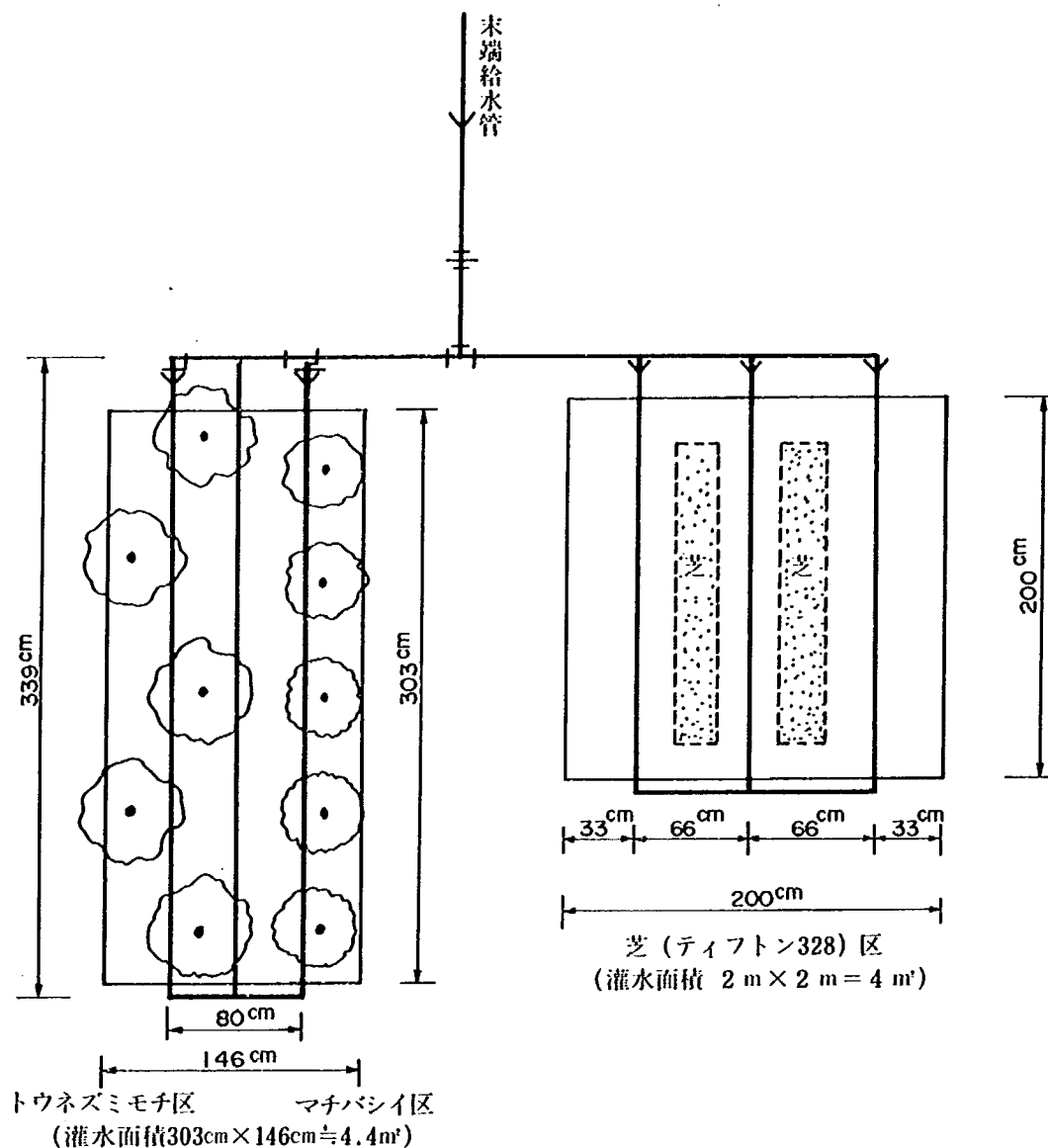


図 2.17 灌水試験区模式 (平面) 図

### (3) 測定項目及び方法

#### i) 生育量

バミューダグラスの生育量測定は、被度、茎密度、地上部・地下部乾重、そして、葉色票値の計 4 項目について経時的に測定した。

被度は、灌水前 (4 月 27 日) に張芝区全体の面積を各試験区毎に測定しておき、この張芝区の地表面を被覆する芝生の面積を三角形近似法で各試験区毎に経時的に 6 回の測定を行い、これらの値から各々の時期の被度を算出した。

茎密度は、試験開始当初の芝の被覆面積は小さいことから測定 1 回目と 2 回目については面積  $25\pi\text{ cm}^2$  のサンプルコアを 2 個、測定 3 回目と 4 回目については面積  $100\text{ cm}^2$  のサンプルコアを 2 回採取し、これらのサンプルコアの地上茎の本数を、単位面積  $100\text{ cm}^2$  当たりの地上茎数に換算し茎密度とした。

芝の地上部・地下部乾重は、茎密度測定用のサンプルコアをそのまま使い、芝を地上茎と地下茎に分

離した後、熱風乾燥させ各々の乾燥重量を秤量した。

葉色票値は、1試験区の芝生面につき4ヶ所の葉色について肉眼による葉色票値との照合から平均値を算出した。

マテバシイとトウネズミモチの生育量測定は、主幹または主枝の周囲長、枝長、葉数、葉内葉緑素含量の計4項目について各々種毎に経時測定をした。

主幹(マテバシイ)および主枝(トウネズミモチ)の周囲長は、予め測定部位をテープによってマーキングしておき、この部位の周囲長を経時的に測定した。また、参考としてマテバシイについては地上高50cmの部位の周囲長を第3回測定より合わせて測定した。測定箇所は、マテバシイでは1試験区3箇所(1個体の主幹につき1箇所)、トウネズミモチでは1試験区6箇所(1個体につき2本の主枝に各々1箇所)である。

枝長については、両樹種とも主枝の基部にテープでマーキングし、このマークから枝の先端部までを測定した。測定本数は、両樹種とも1試験区6本(1個体につき2本)である。

葉数は、両樹種とも枝長の測定に用いた主枝をそのまま利用して、マークした部分から枝の先端部にかけての着生葉数を経時的に測定した。従って、測定箇所も枝長と同様1試験区6箇所(1個体につき2箇所)である。

葉内葉緑素含量は、葉数の測定に用いた1試験区6箇所の内から1試験区3箇所(1個体1箇所)に着生する葉についてその葉色をグリーンメーター(富士写真フィルム対製:G.M.I型)を用いて経時的に測定した。具体的には、マークした部分から先端部の方向へ、マテバシイの場合は1箇所につき5枚(1試験区合計15枚)の葉について、トウネズミモチの場合は1箇所につき10枚(1試験区30枚)の葉について測定した。1枚の葉では葉脈間の部分を葉の大きさに合わせて2~6回の反復測定を行い、これらの値を平均してその葉のグリーンメーターの値とした。そして、各葉のグリーンメーターの値を各測定箇所毎に平均し、最終的には各試験区毎の平均値を求めた。この各試験区のグリーンメーターの平均値を、予め各樹種毎に求めておいた標準直線方程式にあてはめて単位葉面積(100 cm<sup>2</sup>)当たりの葉緑素含量を算出した。

マテバシイとトウネズミモチの根系調査は、1試験区につきマテバシイは2個体、トウネズミモチは1個体の根系について実施した。マテバシイの根系は、植栽後約7カ月であって活着後あまり期間を経っていないと考えられるので、根系を完全に掘り上げてしまい、その根系全体の根を直径2 mmを基準にして太根と細根に分け、各々についてその根数と乾燥重を測定した。トウネズミモチの根系調査については、簡易コドラート法を用い、主幹から5~10 cmの距離の位置で根系の最深部まで穴を掘り根系側の断面を露出させて深度10 cm毎にテープを張り、各深度毎の太根(直径2 mm以上)数と細根(直径2 mm未満)数をカウントして、その垂直分布をみた。

なお、本調査期間中、供試植物には施肥は全く行わず、月に1回の割合で人手による除草を行った。また、夏季間にコガネムシによる被害がトウネズミモチにみられたため、7月下旬に一度スミチオン乳剤の散布を実施した。

## ii) 土壌及び葉中成分

土壌の分析項目としては、植物生育に対して栄養元素としての働きのあるものとして窒素、リン酸、カリをとりあげ、植物に対する有効性を考慮して全-N、無機態-N（アンモニア態-N、硝酸態-N）、有効態リン、可溶性カリを測定した。また地力という観点から全炭素を測定した。一方有害性の点から考えて、水溶性塩素、亜硝酸態-Nを測定し、また、土壌の電気伝導度も測定した。その他重要な項目として土壌pHを測定した。

葉中成分の分析項目は、水溶性C/L、T-N、T-C、T-P、T-Kとした。

土壌及び葉中成分の分析方法は予備試験に準じた（前掲表2.13参照）。

### 採土及び植物試料採取

表 2.26 採土及び植物試料採取時期

取時期を表 2.26 に示す。

#### (4) 結果及び考察

##### i) 生育量

各種毎にその生育状況の変動についての全体的な傾向および顕著

| 採 取 時 期     | 採 取 試 料                 |
|-------------|-------------------------|
| 1982年 4月27日 | 土壌、植物（トウネズミモチ、マテバシイ、シバ） |
| 6月14日       | —、植物（シバ）                |
| 7月21日       | 土壌、植物（トウネズミモチ、マテバシイ、シバ） |
| 10月 5日      | 土壌、植物（トウネズミモチ、マテバシイ、シバ） |

な差異について述べ、灌水試験全般に対して考察を加える。

##### a. バミューダグラス

各測定項目の測定結果を表 2.27～表 2.28 に示す。

表 2.27 被度・葉色の測定結果

| 試験区<br>(面積)                     | 測定項目    | 経 時 測 定 値           |                     |                     |                     |                     |                     |
|---------------------------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                 |         | 4/27                | 6/14                | 7/21                | 8/26                | 10/5                | 11/9                |
| 第 1 区<br>(4.62 m <sup>2</sup> ) | 芝被覆面積   | 1.02 m <sup>2</sup> | 1.65 m <sup>2</sup> | 2.03 m <sup>2</sup> | 2.79 m <sup>2</sup> | 3.54 m <sup>2</sup> | 3.82 m <sup>2</sup> |
|                                 | 被 度     | 0.22                | 0.36                | 0.44                | 0.60                | 0.76                | 0.83                |
|                                 | 葉 色 票 値 | 6                   | 6                   | 4.9                 | 5.5                 | 6                   | 5.8                 |
| 第 2 区<br>(4.86 m <sup>2</sup> ) | 芝被覆面積   | 1.06                | 1.59                | 1.81                | 3.70                | 3.85                | 3.98                |
|                                 | 被 度     | 0.22                | 0.33                | 0.37                | 0.76                | 0.79                | 0.82                |
|                                 | 葉 色 票 値 | 5.3                 | 5.5                 | 5.4                 | 5.3                 | 6.3                 | 5.8                 |
| 第 3 区<br>(5.03 m <sup>2</sup> ) | 芝被覆面積   | 1.03                | 1.50                | 1.70                | 2.41                | 3.54                | 3.60                |
|                                 | 被 度     | 0.20                | 0.30                | 0.34                | 0.48                | 0.70                | 0.72                |
|                                 | 葉 色 票 値 | 6.3                 | 5                   | 4.9                 | 5.1                 | 6.1                 | 5.8                 |
| 第 4 区<br>(4.88 m <sup>2</sup> ) | 芝被覆面積   | 1.07                | 1.43                | 1.46                | 3.32                | 3.50                | 3.65                |
|                                 | 被 度     | 0.22                | 0.29                | 0.31                | 0.68                | 0.72                | 0.75                |
|                                 | 葉 色 票 値 | 5.5                 | 5.5                 | 5.6                 | 5.4                 | 5.6                 | 5.6                 |
| 第 5 区<br>(5.06 m <sup>2</sup> ) | 芝被覆面積   | 1.06                | 1.45                | 1.73                | 2.68                | 3.42                | 3.46                |
|                                 | 被 度     | 0.21                | 0.29                | 0.34                | 0.53                | 0.64                | 0.68                |
|                                 | 葉 色 票 値 | 5.8                 | 5.9                 | 5.8                 | 5                   | 6.3                 | 5.9                 |

表 2.28 茎密度・乾燥重量の測定結果

| 試験区   | 測定項目                    | 経 時 測 定 値      |                |                 |                 |
|-------|-------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|       |                         | 4/27           | 6/14           | 7/21            | 10/             |
| 第 1 区 | 茎 密 度<br>〔本/ $dm^2$ 〕   | 22 本           | 21 本           | 35 本            | 34 本            |
|       | 乾 燥 重 量<br>〔 $g/dm^2$ 〕 | 0.83 $g$       | 2.43 $g$       | 12.31 $g$       | 17.26 $g$       |
|       | { 地上部乾重<br>地下部乾重        | { 0.74<br>0.09 | { 2.16<br>0.27 | { 10.88<br>1.43 | { 15.54<br>1.72 |
| 第 2 区 | 茎 密 度<br>〔本/ $dm^2$ 〕   | 17 本           | 22 本           | 39 本            | 38 本            |
|       | 乾 燥 重 量<br>〔 $g/dm^2$ 〕 | 0.79 $g$       | 2.87 $g$       | 9.63 $g$        | 12.93 $g$       |
|       | { 地上部乾重<br>地下部乾重        | { 0.70<br>0.09 | { 2.28<br>0.59 | { 8.59<br>1.04  | { 11.49<br>1.44 |
| 第 3 区 | 茎 密 度<br>〔本/ $dm^2$ 〕   | 10 本           | 28 本           | 40 本            | 47 本            |
|       | 乾 燥 重 量<br>〔 $g/dm^2$ 〕 | 0.80 $g$       | 2.12 $g$       | 9.54 $g$        | 18.28 $g$       |
|       | { 地上部乾重<br>地下部乾重        | { 0.73<br>0.07 | { 1.95<br>0.17 | { 8.50<br>1.04  | { 16.41<br>1.87 |
| 第 4 区 | 茎 密 度<br>〔本/ $dm^2$ 〕   | 15 本           | 25 本           | 30 本            | 47 本            |
|       | 乾 燥 重 量<br>〔 $g/dm^2$ 〕 | 1.07 $g$       | 1.77 $g$       | 6.87 $g$        | 22.09 $g$       |
|       | { 地上部乾重<br>地下部乾重        | { 0.99<br>0.08 | { 1.54<br>0.23 | { 6.10<br>0.77  | { 19.89<br>2.20 |
| 第 5 区 | 茎 密 度<br>〔本/ $dm^2$ 〕   | 21 本           | 17 本           | 33 本            | 29 本            |
|       | 乾 燥 重 量<br>〔 $g/dm^2$ 〕 | 0.79 $g$       | 1.53 $g$       | 8.93 $g$        | 9.41 $g$        |
|       | { 地上部乾重<br>地下部乾重        | { 0.72<br>0.07 | { 1.40<br>0.13 | { 8.23<br>0.70  | { 8.34<br>1.07  |

被度の経時的変動をみると、生育速度がしだいに緩やかになってゆく 9 月から 10 月上旬にかけて灌水区と無灌水区の差異が現われ、11 月上旬の最終調査の測定結果では、各試験区の灌水開始以前（4 月 27 日）の各々の値を 100 とすると、第 1 区が 377、第 2 区が 373、第 3 区が 360、第 4 区が 341、そして、第 5 区が 324 となった。従って、最終的な被度は同じ灌水区でも総灌水量の少ない第 1 区、第 2 区、第 4 区の方が灌水量の多い第 3 区よりわずかに大きい傾向にあり、また、無灌水区が最も小さい傾向を示した（表 2.27、図 2.18 参照）。

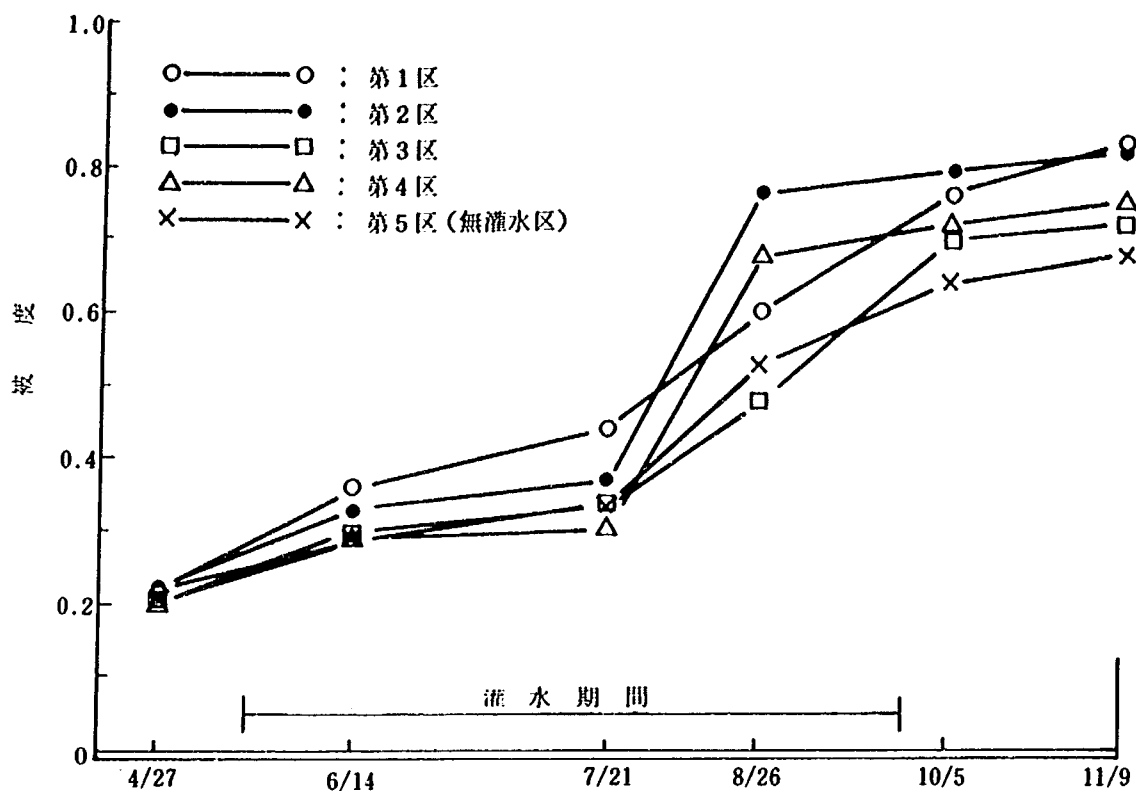


図 2.18 被度の経時的変化

茎密度の経時的変動をみると、全体的に6月中旬から8月下旬にかけて急速に増加し、それ以降は第3区と第4区以外は一定になる傾向を示した。また、被度の場合と同様に灌水開始以前（4月27日）の各々の茎密度を100とすると、10月5日の時点では第1区が154、第2区が224、第3区が470、第4区が313、そして第5区が138であり、灌水区のうちでは灌水量の多い第3区と第4区が他の区よりも茎密度の増加が多い傾向を示した（表 2.28、図 2.19参照）。

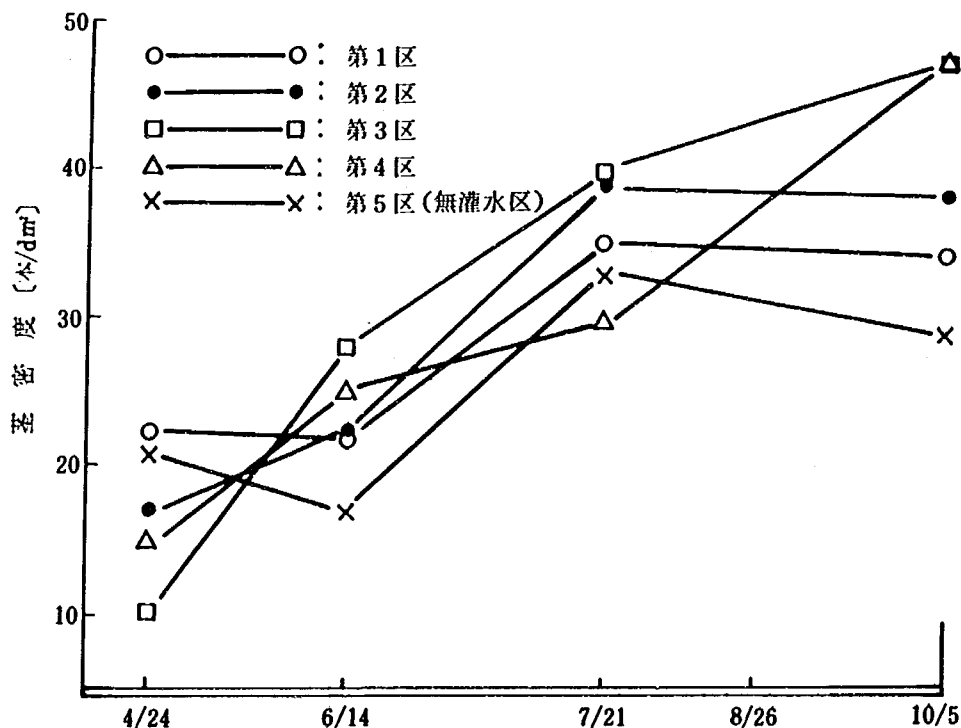


図 2.19 茎密度の経時的変化

単位面積あたりの乾燥重量の経時的変動をみると、茎密度の変動とほとんど同様であり、無灌水区の乾燥重量がほぼ一定になる傾向を示した7月下旬以降であっても灌水区は増加する傾向にあり、特に第3区と第4区は著しい上昇傾向を示した。なお、4月27日の時点での各々の単位面積あたりの乾燥重量を100とした場合、10月5日の時点では第1区が2,080、第2区が1,637、第3区が2,285、第4区が2,064、そして第5区が1,191となり、やはり無灌水区が最も低い値を示した（表2.28、図2.20参照）。

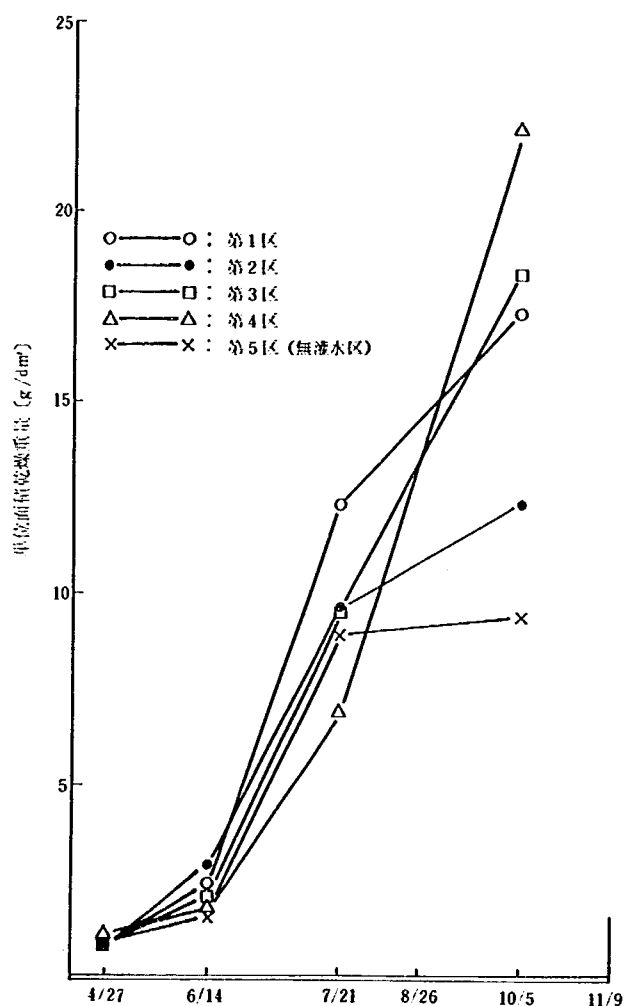


図 2.20 単位面積乾燥重量の経時変化

葉色の経時的測定値は各試験区ともほとんど変わらず有意な差はみられなかった（表2.29参照）。

上記の結果より、はふく茎の伸長以前に地上茎の生育が促進され、茎密度や乾燥重量が被度よりも先に増加していることがわかる。二次処理水の灌水利用による効果がみられるのは生育旺盛期から生育安定期にかけてであり、特に、茎密度と乾燥重量においては無灌水区よりも灌水区の方が明らかに高い傾向を示し二次処理水による効果がみられる。二次処理水の灌水量の差による顕著な差はあまりみられなかったが、茎密度と乾燥重量においては灌水量が多いほど最終的には高い値を示す傾向があり、逆に被度においては灌水量の少ない場合の方が高い値を示す傾向があった。これについては、芝の地上茎の生育及びはふく茎の伸長の各々の段階での要水量に差があることが考えられる。

今回の灌水試験期間中は並年よりも降水量が多く、しかも生育旺盛期の夏季間の気温が平年よりも低かった。したがって、生育適温が25℃～35℃と比較的高いバミューダグラスの生育には不利な条件下であった。また、今回の試験では乾燥重量の経時測定のため刈込を実施しなかったが、本来バミューダグラスは生育が速やかであり、管理上刈込頻度が多いため、窒素養分に対する要求度が高い。したがって本試験においても、実際の管理と同様に刈込を実施したならば、二次処理水の灌水による効果が基密度や被度に、より明確な形で現われたかと考えられる。

b. マテバシイ

各測定項目の測定結果を表 2.29～表 2.34に示す。

表 2.29 マテバシイ主幹周囲長測定結果 (マテバシイ)

| 試験区   | 個体 No | 経 時 測 定 値         |                   |                   |                   |                   |
|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|       |       | 4/27              | 6/14              | 7/21              | 8/26              | 10/5              |
| 第 1 区 | 1     | 5.9 <sup>cm</sup> | 6.1 <sup>cm</sup> | 6.2 <sup>cm</sup> | 6.2 <sup>cm</sup> | 6.2 <sup>cm</sup> |
|       | 2     | 5.7               | 5.7               | 6.1               | 6.1               | 6.1               |
|       | 3     | 6.0               | 6.0               | 6.2               | 6.4               | 6.4               |
|       | 平 均   | 5.9               | 5.9               | 6.2               | 6.2               | 6.2               |
| 第 2 区 | 1     | 8.9               | 9.0               | 9.2               | 10.0              | 10.0              |
|       | 2     | 8.3               | 8.3               | 8.5               | 8.5               | 9.0               |
|       | 3     | 6.7               | 6.9               | 7.1               | 7.1               | 7.3               |
|       | 平 均   | 8.0               | 8.1               | 8.3               | 8.5               | 8.8               |
| 第 3 区 | 1     | 6.2               | 6.2               | 6.4               | 6.9               | 6.9               |
|       | 2     | 6.4               | 6.5               | 6.8               | 7.1               | 7.3               |
|       | 3     | 6.5               | 6.6               | 6.6               | 7.0               | 7.3               |
|       | 平 均   | 6.4               | 6.4               | 6.6               | 7.0               | 7.2               |
| 第 4 区 | 1     | 6.1               | 6.2               | 6.5               | 6.5               | 6.5               |
|       | 2     | 6.0               | 6.1               | 6.3               | 6.4               | 6.8               |
|       | 3     | 6.1               | 6.3               | 6.5               | 6.8               | 6.9               |
|       | 平 均   | 6.1               | 6.2               | 6.4               | 6.6               | 6.8               |
| 第 5 区 | 1     | 8.0               | 8.1               | 8.1               | 8.5               | 8.5               |
|       | 2     | 6.6               | 6.6               | 7.0               | 7.0               | 7.0               |
|       | 3     | 5.7               | 5.8               | 6.2               | 6.2               | 6.2               |
|       | 平 均   | 6.8               | 6.8               | 7.1               | 7.2               | 7.2               |

表 2.30 マテバシイ地上高 50 cm 周囲長測定結果

| 試験区   | 個体 No | 経 時 測 定 値 |      |                   |                   |                   |
|-------|-------|-----------|------|-------------------|-------------------|-------------------|
|       |       | 4/27      | 6/14 | 7/21              | 8/26              | 10/5              |
| 第 1 区 | 1     |           |      | 8.8 <sup>cm</sup> | 9.0 <sup>cm</sup> | 9.0 <sup>cm</sup> |
|       | 2     |           |      | 10.1              | 10.2              | 10.3              |
|       | 3     |           |      | 10.5              | 11.0              | 11.0              |
|       | 平 均   |           |      | 9.8               | 10.1              | 10.1              |
| 第 2 区 | 1     |           |      | 12.6              | 13.1              | 13.1              |
|       | 2、    |           |      | 10.3              | 10.4              | 10.4              |
|       | 3     |           |      | 9.4               | 9.8               | 10.0              |
|       | 平 均   |           |      | 10.8              | 11.1              | 11.2              |
| 第 3 区 | 1     |           |      | 11.7              | 11.7              | 11.8              |
|       | 2     |           |      | 9.6               | 10.0              | 10.4              |
|       | 3     |           |      | 9.6               | 9.6               | 10.3              |
|       | 平 均   |           |      | 10.3              | 10.4              | 10.8              |
| 第 4 区 | 1     |           |      | 10.8              | 12.1              | 12.2              |
|       | 2     |           |      | 10.8              | 11.0              | 11.1              |
|       | 3     |           |      | 9.6               | 9.8               | 9.9               |
|       | 平 均   |           |      | 10.4              | 11.0              | 11.1              |
| 第 5 区 | 1     |           |      | 10.4              | 10.6              | 10.6              |
|       | 2     |           |      | 10.2              | 10.2              | 10.2              |
|       | 3     |           |      | 8.9               | 9.0               | 9.2               |
|       | 平 均   |           |      | 9.8               | 9.9               | 10.0              |

表 2.31 マテバシイ枝伸長量測定結果

| 試験区   | 個体 No | 経 時 測 定 値 |      |      |      |      |
|-------|-------|-----------|------|------|------|------|
|       |       | 4/27      | 6/14 | 7/21 | 8/26 | 10/5 |
| 第 1 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1 A   | 11.5      | 11.5 | 12.8 | 12.9 | 12.5 |
|       | B     | 30.5      | 30.5 | 31.5 | 31.2 | 32.5 |
|       | 2 A   | 21.0      | 21.0 | 22.3 | 22.3 | 23.0 |
|       | B     | 18.0      | 18.0 | 18.4 | 19.6 | 20.0 |
|       | 3 A   | 11.5      | 12.0 | 21.5 | 20.2 | 22.0 |
|       | B     | —         | —    | —    | —    | —    |
|       | 平均    | 18.5      | 18.6 | 21.3 | 21.2 | 22.0 |
| 第 2 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1 A   | 26.5      | 28.5 | 29.8 | 29.4 | 35.0 |
|       | B     | 17.0      | 17.0 | 17.8 | 17.2 | 17.5 |
|       | 2 A   | 10.5      | 10.5 | 10.8 | 12.9 | 13.3 |
|       | B     | 28.0      | 28.0 | 29.3 | 26.0 | 31.5 |
|       | 3 A   | 14.5      | 16.5 | 16.3 | 16.2 | 20.0 |
|       | B     | 36.0      | 36.5 | 36.9 | 37.7 | 40.5 |
|       | 平均    | 22.1      | 22.8 | 23.5 | 23.2 | 26.3 |
| 第 3 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1 A   | 19.0      | 20.0 | 20.8 | 19.5 | 20.5 |
|       | B     | 37.0      | 37.0 | 38.1 | 35.7 | 38.5 |
|       | 2 A   | 27.5      | 27.5 | 28.2 | 27.4 | 27.5 |
|       | B     | —         | —    | —    | —    | —    |
|       | 3 A   | 14.5      | 17.0 | 18.9 | 17.9 | 18.0 |
|       | B     | 12.0      | 15.0 | 14.8 | 14.5 | 14.5 |
|       | 平均    | 22.0      | 23.3 | 24.3 | 23.0 | 23.8 |
| 第 4 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1 A   | 6.3       | 6.3  | 6.5  | 6.8  | 7.5  |
|       | B     | 23.0      | 23.0 | 23.7 | 25.2 | 25.5 |
|       | 2 A   | 23.0      | 25.5 | 26.3 | 26.2 | 26.2 |
|       | B     | 23.0      | 23.5 | 24.1 | 25.7 | 25.7 |
|       | 3 A   | 19.5      | 23.0 | 23.7 | 23.2 | 24.0 |
|       | B     | 19.5      | 20.0 | 19.1 | 20.2 | 20.5 |
|       | 平均    | 19.1      | 20.2 | 20.5 | 21.2 | 21.6 |
| 第 5 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1     | 12.0      | 13.5 | 14.6 | 14.0 | 14.0 |
|       |       | 14.0      | 14.5 | 14.9 | 14.0 | 14.0 |
|       | 2     | 31.5      | 32.5 | 31.8 | 32.0 | 32.0 |
|       |       | —         | —    | —    | —    | —    |
|       | 3     | 15.0      | 16.0 | 17.3 | 17.0 | 17.0 |
|       |       | 16.5      | 17.5 | 17.7 | 17.7 | 18.5 |
|       | 平均    | 17.8      | 18.8 | 19.3 | 18.9 | 19.1 |

表 2.32 マテバシイ葉数測定結果

| 試験区   | 個体 No | 経 時 測 定 値 |      |      |      |      |
|-------|-------|-----------|------|------|------|------|
|       |       | 4/27      | 6/14 | 7/21 | 8/26 | 10/5 |
| 第 1 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚    |
|       | 1 A   | 8         | 8    | 12   | 11   | 11   |
|       | B     | 13        | 11   | 10   | 10   | 15   |
|       | 2 A   | 10        | 14   | 16   | 16   | 16   |
|       | B     | 11        | 12   | 12   | 16   | 16   |
|       | 3 A   | 10        | 27   | 43   | 36   | 38   |
|       | B     | —         | —    | —    | —    | —    |
|       | 平均    | 10        | 14   | 19   | 18   | 19   |
| 第 2 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚    |
|       | 1 A   | 10        | 18   | 18   | 17   | 23   |
|       | B     | 7         | 8    | 8    | 12   | 11   |
|       | 2 A   | 7         | 7    | 7    | 7    | 10   |
|       | B     | 9         | 9    | 9    | 13   | 13   |
|       | 3 A   | 7         | 12   | 13   | 13   | 19   |
|       | B     | 14        | 12   | 12   | 11   | 18   |
|       | 平均    | 9         | 11   | 11   | 12   | 16   |
| 第 3 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚    |
|       | 1 A   | 6         | 6    | 6    | 9    | 6    |
|       | B     | 6         | 8    | 9    | 7    | 6    |
|       | 2 A   | 8         | 7    | 7    | 7    | 7    |
|       | B     | —         | —    | —    | —    | —    |
|       | 3 A   | 7         | 18   | 18   | 18   | 17   |
|       | B     | 8         | 11   | 8    | 8    | 8    |
|       | 平均    | 7         | 10   | 10   | 10   | 9    |
| 第 4 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚    |
|       | 1 A   | 8         | 8    | 8    | 13   | 12   |
|       | B     | 7         | 7    | 7    | 14   | 14   |
|       | 2 A   | 9         | 13   | 13   | 12   | 12   |
|       | B     | 7         | 7    | 6    | 10   | 13   |
|       | 3 A   | 13        | 15   | 15   | 15   | 16   |
|       | B     | 12        | 17   | 8    | 24   | 22   |
|       | 平均    | 9         | 11   | 10   | 15   | 15   |
| 第 5 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚    |
|       | 1 A   | 5         | 7    | 11   | 11   | 15   |
|       | B     | 6         | 9    | 8    | 8    | 11   |
|       | 2 A   | 9         | 9    | 13   | 13   | 14   |
|       | B     | —         | —    | —    | —    | —    |
|       | 3 A   | 10        | 7    | 14   | 14   | 14   |
|       | B     | 10        | 15   | 16   | 14   | 16   |
|       | 平均    | 8         | 9    | 12   | 12   | 14   |

表 2.33 マテバシイ葉緑素含量測定結果

| 試験区   | 個体 No           | 経 時 測 定 値                |                          |                          |                          |                          |
|-------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|       |                 | 4/27                     | 6/14                     | 7/21                     | 8/26                     | 10/5                     |
| 第 1 区 | 1 - A           | 0.73                     | 0.71                     | 1.02                     | 1.20                     | 1.14                     |
|       | 2 - A           | 0.82                     | 0.79                     | 0.92                     | 0.92                     | 0.96                     |
|       | 3 - A           | 1.24                     | 1.39                     | 1.44                     | 1.48                     | 1.53                     |
|       | グリーンメーター<br>平均値 | 0.93                     | 0.96                     | 1.13                     | 1.20                     | 1.21                     |
|       | 葉緑素含量           | $\text{mg/dm}^2$<br>1.43 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.52 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.07 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.30 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.33 |
| 第 2 区 | 1 - A           | 0.87                     | 1.02                     | 1.04                     | 1.06                     | 1.23                     |
|       | 2 - A           | 1.18                     | 1.18                     | 1.18                     | 1.38                     | 1.20                     |
|       | 3 - A           | 0.99                     | 0.99                     | 1.04                     | 1.05                     | 1.18                     |
|       | グリーンメーター<br>平均値 | 1.01                     | 1.06                     | 1.09                     | 1.16                     | 1.20                     |
|       | 葉緑素含量           | $\text{mg/dm}^2$<br>1.68 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.85 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.94 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.17 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.30 |
| 第 3 区 | 1 - A           | 0.74                     | 0.62                     | 0.88                     | 1.20                     | 1.35                     |
|       | 2 - A           | 1.09                     | 1.06                     | 1.11                     | 1.30                     | 1.18                     |
|       | 3 - A           | 0.87                     | 0.81                     | 0.87                     | 1.09                     | 1.15                     |
|       | グリーンメーター<br>平均値 | 0.90                     | 0.83                     | 0.95                     | 1.20                     | 1.22                     |
|       | 葉緑素含量           | $\text{mg/dm}^2$<br>1.33 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.10 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.49 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.30 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.37 |
| 第 4 区 | 1 - A           | 0.77                     | 0.78                     | 0.91                     | 1.24                     | 1.33                     |
|       | 2 - A           | 1.18                     | 1.31                     | 1.43                     | 1.47                     | 1.31                     |
|       | 3 - A           | 1.05                     | 1.16                     | 1.17                     | 1.35                     | 1.34                     |
|       | グリーンメーター<br>平均値 | 1.00                     | 1.08                     | 1.17                     | 1.35                     | 1.33                     |
|       | 葉緑素含量           | $\text{mg/dm}^2$<br>1.65 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.91 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.20 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.79 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.72 |
| 第 5 区 | 1 - A           | 0.99                     | 0.87                     | 0.89                     | 1.01                     | 1.15                     |
|       | 2 - A           | 0.98                     | 0.95                     | 1.03                     | 1.27                     | 1.20                     |
|       | 3 - A           | 0.86                     | 0.86                     | 0.97                     | 1.01                     | 0.99                     |
|       | グリーンメーター<br>平均値 | 0.94                     | 0.89                     | 0.96                     | 1.10                     | 1.11                     |
|       | 葉緑素含量           | $\text{mg/dm}^2$<br>1.46 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.30 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.52 | $\text{mg/dm}^2$<br>1.98 | $\text{mg/dm}^2$<br>2.01 |

表 2.34 マテバシイ根系調査(根数・根乾燥重)結果

| 試験区   | 個体 No | 太 根              |                   | 細 根                |                   |
|-------|-------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|       |       | 根 数              | 乾 燥 重             | 根 数                | 乾 燥 重             |
| 第 1 区 | 1     | 547 <sup>本</sup> | 45.7 <sup>g</sup> | 2,173 <sup>本</sup> | 2.19 <sup>g</sup> |
|       | 2     | 391              | 34.6              | 2,069              | 2.83              |
|       | 計     | 938              | 80.3              | 4,242              | 5.02              |
|       | 平 均   | 469              | 40.2              | 2,121              | 2.51              |
| 第 2 区 | 1     | 428              | 21.2              | 1,420              | 1.18              |
|       | 2     | 512              | 25.2              | 3,391              | 1.47              |
|       | 計     | 940              | 46.4              | 4,811              | 2.65              |
|       | 平 均   | 470              | 23.2              | 2,406              | 1.33              |
| 第 3 区 | 1     | 394              | 56.4              | 1,360              | 4.41              |
|       | 2     | 421              | 50.0              | 2,750              | 4.92              |
|       | 計     | 815              | 106.4             | 4,110              | 9.33              |
|       | 平 均   | 408              | 53.2              | 2,055              | 4.67              |
| 第 4 区 | 1     | 538              | 49.0              | 1,098              | 2.00              |
|       | 2     | 475              | 30.2              | 919                | 1.38              |
|       | 計     | 1,013            | 79.2              | 2,017              | 3.38              |
|       | 平 均   | 507              | 39.6              | 1,009              | 1.69              |
| 第 5 区 | 1     | 651              | 56.9              | 2,367              | 3.46              |
|       | 2     | 224              | 15.6              | 686                | 1.22              |
|       | 計     | 875              | 72.5              | 3,053              | 4.68              |
|       | 平 均   | 438              | 36.3              | 1,527              | 2.34              |

マテバシイは植栽後間もなく灌水試験を開始し“植えいたみ”から回復しない状態が長く続いたため、二次処理水の灌水の多少よりも測定結果に個体差による生育の差異が現われた項目が多かった。しかし、枝伸長量では若干ではあるが灌水区の値の方が無灌水区よりも高い傾向を示し、また葉緑素含量の経時的变化においては、無灌水区よりも灌水区の方が高い値を最終的には示しており二次処理水の灌水による結果と考えられる。

c. トウネズミモチ

各測定項目の測定結果を表 2.37～41に示す。

表 2.35 トウネズミモチ主枝周囲長測定結果

| 試験区   | 主枝 No | 経 時 測 定 値 |      |      |      |      |
|-------|-------|-----------|------|------|------|------|
|       |       | 4/27      | 6/14 | 7/21 | 8/26 | 10/5 |
| 第 1 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1     | 2.9       | 3.1  | 3.4  | 3.8  | 4.1  |
|       | 2     | 3.1       | 3.7  | 4.6  | 5.4  | 5.5  |
|       | 3     | 2.9       | 3.1  | 3.5  | 3.5  | 3.6  |
|       | 4     | 3.0       | 3.6  | 4.5  | 5.0  | 5.1  |
|       | 5     | 4.0       | 4.5  | 5.3  | 5.5  | 5.7  |
|       | 6     | 3.2       | 3.8  | 4.6  | 4.6  | 4.9  |
|       | 平 均   | 3.2       | 3.6  | 4.3  | 4.6  | 4.8  |
| 第 2 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1     | 3.2       | 4.3  | 5.1  | 5.8  | 6.6  |
|       | 2     | 2.4       | 2.9  | 3.3  | 3.4  | 3.6  |
|       | 3     | 2.8       | 3.5  | 3.8  | 4.5  | 4.5  |
|       | 4     | 2.4       | 2.8  | 3.3  | 4.0  | 4.0  |
|       | 5     | 2.4       | 2.7  | 3.3  | 3.1  | 3.1  |
|       | 6     | 2.4       | 2.9  | 3.5  | 3.5  | 3.5  |
|       | 平 均   | 2.6       | 3.2  | 3.7  | 4.1  | 4.2  |
| 第 3 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1     | 3.6       | 4.3  | 4.6  | 4.6  | 4.7  |
|       | 2     | 3.1       | 3.4  | 4.0  | 4.0  | 4.0  |
|       | 3     | 3.0       | 3.6  | 4.0  | 4.4  | 4.4  |
|       | 4     | 4.0       | 5.3  | 6.9  | 6.9  | 7.5  |
|       | 5     | 3.1       | 4.1  | 5.0  | 5.0  | 5.0  |
|       | 6     | 2.8       | 3.7  | 4.4  | 4.4  | 4.5  |
|       | 平 均   | 3.2       | 4.0  | 4.9  | 4.9  | 5.0  |
| 第 4 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1     | 3.6       | 4.7  | 5.7  | 6.5  | 6.7  |
|       | 2     | 3.1       | 3.4  | 4.0  | 4.4  | 4.6  |
|       | 3     | 4.1       | 4.2  | 4.4  | 4.4  | 5.0  |
|       | 4     | 3.6       | 4.3  | 5.0  | 5.5  | 5.8  |
|       | 5     | 3.0       | 3.5  | 3.6  | 4.0  | 4.0  |
|       | 6     | 3.5       | 4.3  | 4.8  | 5.0  | 5.3  |
|       | 平 均   | 3.5       | 4.0  | 4.6  | 4.9  | 5.2  |
| 第 5 区 |       | cm        | cm   | cm   | cm   | cm   |
|       | 1     | 2.6       | 3.1  | 3.2  | 3.3  | 3.7  |
|       | 2     | 3.7       | 4.3  | 5.0  | 5.2  | 5.5  |
|       | 3     | 3.5       | 3.8  | 4.3  | 4.3  | 4.3  |
|       | 4     | 3.6       | 4.0  | 4.3  | 4.4  | 4.5  |
|       | 5     | 2.5       | 2.7  | 3.4  | 3.4  | 3.5  |
|       | 6     | 2.4       | 2.7  | 3.1  | 3.3  | 3.5  |
|       | 平 均   | 3.0       | 3.4  | 3.9  | 4.0  | 4.2  |

表 2.36 トウネズミモチ枝伸長量測定結果

| 試験区   | 主枝 No | 経 時 測 定 値 |      |       |       |       |
|-------|-------|-----------|------|-------|-------|-------|
|       |       | 4/27      | 6/14 | 7/21  | 8/26  | 10/5  |
| 第 1 区 |       | cm        | cm   | cm    | cm    | cm    |
|       | 1     | 39.5      | 55.0 | 56.4  | 73.5  | 75.0  |
|       | 2     | 44.5      | 64.0 | 66.5  | 69.5  | 70.0  |
|       | 3     | 61.5      | 75.0 | 81.0  | 95.0  | 95.0  |
|       | 4     | 65.0      | 87.0 | 111.9 | 123.0 | 126.0 |
|       | 5     | 38.0      | 75.0 | 129.8 | 139.0 | 140.0 |
|       | 6     | 43.0      | 70.0 | 92.5  | 86.0  | 90.0  |
|       | 平 均   | 48.6      | 71.0 | 89.7  | 97.7  | 99.3  |
| 第 2 区 |       | cm        | cm   | cm    | cm    | cm    |
|       | 1     | 44.0      | 79.0 | 91.4  | 107.5 | 111.0 |
|       | 2     | 59.5      | 82.0 | 84.9  | 104.0 | 108.0 |
|       | 3     | 45.5      | 87.0 | 91.2  | 106.5 | 113.0 |
|       | 4     | 32.0      | 60.0 | 62.7  | 67.5  | 72.0  |
|       | 5     | 42.0      | 66.0 | 69.9  | 84.0  | 86.0  |
|       | 6     | 31.0      | 65.0 | 69.0  | 68.5  | 69.0  |
|       | 平 均   | 42.3      | 73.2 | 78.2  | 89.7  | 93.2  |
| 第 3 区 |       | cm        | cm   | cm    | cm    | cm    |
|       | 1     | 74.0      | 90.0 | 97.0  | 110.0 | 114.0 |
|       | 2     | 46.0      | 81.0 | 85.1  | 85.0  | 86.0  |
|       | 3     | 32.5      | 75.0 | 81.5  | 86.5  | 102.0 |
|       | 4     | 83.0      | 89.0 | 112.8 | 114.0 | 114.0 |
|       | 5     | 55.0      | 93.0 | 98.4  | 100.5 | 109.0 |
|       | 6     | 36.0      | 71.0 | 77.3  | 75.8  | 80.0  |
|       | 平 均   | 54.4      | 83.2 | 92.0  | 95.3  | 100.8 |
| 第 4 区 |       | cm        | cm   | cm    | cm    | cm    |
|       | 1     | 33.0      | 85.0 | 102.5 | 126.5 | 127.5 |
|       | 2     | 64.0      | 92.0 | 99.0  | 120.0 | 125.0 |
|       | 3     | 57.5      | 84.0 | 99.9  | 121.1 | 125.5 |
|       | 4     | 61.5      | 83.0 | 84.2  | 86.2  | 88.5  |
|       | 5     | 36.5      | 64.0 | 67.5  | 72.2  | 74.0  |
|       | 6     | 58.5      | 91.0 | 96.5  | 107.5 | 109.0 |
|       | 平 均   | 51.8      | 83.2 | 91.6  | 105.5 | 108.3 |
| 第 5 区 |       | cm        | cm   | cm    | cm    | cm    |
|       | 1     | 52.5      | 62.0 | 55.3  | 55.0  | 58.5  |
|       | 2     | 64.0      | 68.5 | 79.5  | 99.0  | 101.0 |
|       | 3     | 61.0      | 61.5 | 46.7  | 64.0  | 66.5  |
|       | 4     | 67.0      | 68.5 | 46.0  | 72.0  | 74.5  |
|       | 5     | 47.0      | 47.5 | 49.7  | 49.0  | 55.0  |
|       | 6     | 50.5      | 61.5 | 63.9  | 63.0  | 72.5  |
|       | 平 均   | 57.0      | 61.6 | 56.9  | 67.0  | 71.3  |

表 2.37 トウネズミモチ葉数測定結果

| 試験区   | 主枝 No | 経 時 測 定 値 |      |      |      |          |
|-------|-------|-----------|------|------|------|----------|
|       |       | 4/27      | 6/14 | 7/21 | 8/26 | 10/5     |
| 第 1 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚        |
|       | 1     | 26        | 26   | 50   | 86   | 46 (6)   |
|       | 2     | 18        | 79   | 82   | 93   | 8 (5)    |
|       | 3     | 45        | 85   | 120  | 153  | 79 (2)   |
|       | 4     | 102       | 260  | 326  | 362  | 135 (82) |
|       | 5     | 63        | 170  | 219  | 447  | 59 (33)  |
|       | 6     | 41        | 76   | 100  | 111  | 72 (6)   |
|       | 平 均   | 50        | 116  | 150  | 209  | 67       |
| 第 2 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚        |
|       | 1     | 44        | 90   | 100  | 132  | 105 (24) |
|       | 2     | 53        | 217  | 190  | 258  | 89 (64)  |
|       | 3     | 40        | 116  | 108  | 149  | 64 (34)  |
|       | 4     | 35        | 64   | 73   | 94   | 82 (8)   |
|       | 5     | 90        | 124  | 110  | 130  | 82 (14)  |
|       | 6     | 43        | 70   | 73   | 73   | 34 (14)  |
|       | 平 均   | 51        | 114  | 109  | 139  | 76       |
| 第 3 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚        |
|       | 1     | 101       | 226  | 262  | 255  | 159 (1)  |
|       | 2     | 27        | 88   | 34   | 94   | 57 (19)  |
|       | 3     | 26        | 114  | 63   | 191  | 90 (22)  |
|       | 4     | 111       | 197  | 199  | 271  | 195 (23) |
|       | 5     | 101       | 231  | 107  | 199  | 111 (6)  |
|       | 6     | 21        | 61   | 49   | 94   | 41 (8)   |
|       | 平 均   | 65        | 153  | 119  | 184  | 109      |
| 第 4 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚        |
|       | 1     | 38        | 153  | 191  | 338  | 176 (71) |
|       | 2     | 45        | 136  | 123  | 216  | 94 (23)  |
|       | 3     | 24        | 153  | 112  | 194  | 119 (37) |
|       | 4     | 45        | 176  | 134  | 226  | 0        |
|       | 5     | 47        | 67   | 58   | 84   | 66 (12)  |
|       | 6     | 38        | 128  | 132  | 175  | 31 (21)  |
|       | 平 均   | 40        | 136  | 125  | 206  | 81       |
| 第 5 区 |       | 枚         | 枚    | 枚    | 枚    | 枚        |
|       | 1     | 66        | 68   | 65   | 50   | 5 (3)    |
|       | 2     | 62        | 58   | 71   | 175  | 128 (26) |
|       | 3     | 34        | 50   | 34   | 51   | 0        |
|       | 4     | 55        | 57   | 48   | 96   | 67 (8)   |
|       | 5     | 37        | 44   | 94   | 84   | 4 (4)    |
|       | 6     | 45        | 61   | 50   | 131  | 90 (12)  |
|       | 平 均   | 50        | 56   | 60   | 98   | 49       |

表 2.38 トウネズミモチ葉緑素含量測定結果

| 試験区   | 主 枝 No            | 経 時 測 定 値                |                          |                          |                          |                          |
|-------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|       |                   | 4/27                     | 6/14                     | 7/21                     | 8/26                     | 10/5                     |
| 第 1 区 | 1                 | 1.07                     | 2.13                     | 2.18                     | 2.37                     | 2.36                     |
|       | 2                 | 1.29                     | 2.08                     | 2.33                     | 2.48                     | 2.00                     |
|       | 3                 | 1.30                     | 2.04                     | 2.05                     | 2.39                     | 2.40                     |
|       | グリーンメーター<br>平 均 値 | 1.22                     | 2.08                     | 2.19                     | 2.41                     | 2.25                     |
|       | 葉緑素含量             | $\text{mg/dm}^2$<br>3.12 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.98 | $\text{mg/dm}^2$<br>6.34 | $\text{mg/dm}^2$<br>7.07 | $\text{mg/dm}^2$<br>6.54 |
| 第 2 区 | 1                 | 1.23                     | 1.92                     | 1.79                     | 1.92                     | 1.86                     |
|       | 2                 | 1.31                     | 1.82                     | 1.53                     | 1.85                     | 1.61                     |
|       | 3                 | 1.32                     | 1.87                     | 1.97                     | 1.87                     | 1.73                     |
|       | グリーンメーター<br>平 均 値 | 1.28                     | 1.87                     | 1.76                     | 1.88                     | 1.73                     |
|       | 葉緑素含量             | $\text{mg/dm}^2$<br>3.32 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.28 | $\text{mg/dm}^2$<br>4.91 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.31 | $\text{mg/dm}^2$<br>4.81 |
| 第 3 区 | 1                 | 1.37                     | 2.19                     | 2.05                     | 1.93                     | 1.83                     |
|       | 2                 | 1.34                     | 2.12                     | 2.25                     | 2.11                     | 2.02                     |
|       | 3                 | 1.41                     | 1.95                     | 2.33                     | 1.79                     | 1.95                     |
|       | グリーンメーター<br>平 均 値 | 1.37                     | 2.08                     | 2.21                     | 1.94                     | 1.93                     |
|       | 葉緑素含量             | $\text{mg/dm}^2$<br>3.62 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.98 | $\text{mg/dm}^2$<br>6.41 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.51 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.48 |
| 第 4 区 | 1                 | 1.33                     | 1.95                     | 2.00                     | 2.17                     | 1.98                     |
|       | 2                 | 1.47                     | 2.00                     | 2.34                     | 2.26                     | 2.01                     |
|       | 3                 | 1.35                     | 1.80                     | 2.15                     | 2.04                     | 2.03                     |
|       | グリーンメーター<br>平 均 値 | 1.38                     | 1.92                     | 2.16                     | 2.16                     | 2.01                     |
|       | 葉緑素含量             | $\text{mg/dm}^2$<br>3.65 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.44 | $\text{mg/dm}^2$<br>6.24 | $\text{mg/dm}^2$<br>6.24 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.74 |
| 第 5 区 | 1                 | 0.87                     | 1.18                     | 1.48                     | 1.67                     | 1.55                     |
|       | 2                 | 1.14                     | 2.00                     | 2.01                     | 2.20                     | 1.81                     |
|       | 3                 | 0.89                     | 1.80                     | 1.69                     | 1.97                     |                          |
|       | グリーンメーター          | 0.96                     | 1.92                     | 1.72                     | 1.95                     | 1.68                     |
|       | 葉緑素含量             | $\text{mg/dm}^2$<br>2.26 | $\text{mg/dm}^2$<br>3.72 | $\text{mg/dm}^2$<br>4.78 | $\text{mg/dm}^2$<br>5.54 | $\text{mg/dm}^2$<br>4.65 |

表 2.39 トウネズミモチ根系調査 (根系垂直分布) 結果

| 試 験 区 | 根系最深度              | 土 壌 深 度              | 根 数 |     |
|-------|--------------------|----------------------|-----|-----|
|       |                    |                      | 細 根 | 太 根 |
| 第 1 区 | 46.0 <sup>cm</sup> | 0 ~ 10 <sup>cm</sup> | 145 | 25  |
|       |                    | ~ 20                 | 63  | 20  |
|       |                    | ~ 30                 | 43  | 18  |
|       |                    | ~ 40                 | 25  | 3   |
|       |                    | ~ 50                 | 5   |     |
|       |                    | ~ 60                 |     |     |
|       |                    | 計                    | 281 | 66  |
| 第 2 区 | 63.0 <sup>cm</sup> | 0 ~ 10 <sup>cm</sup> | 31  | 6   |
|       |                    | ~ 20                 | 107 | 22  |
|       |                    | ~ 30                 | 38  | 9   |
|       |                    | ~ 40                 | 21  | 10  |
|       |                    | ~ 50                 | 3   | 1   |
|       |                    | ~ 60                 | 1   |     |
|       |                    | 計                    | 201 | 48  |
| 第 3 区 | 46.5 <sup>cm</sup> | 0 ~ 10 <sup>cm</sup> | 142 | 32  |
|       |                    | ~ 20                 | 84  | 26  |
|       |                    | ~ 30                 | 53  | 23  |
|       |                    | ~ 40                 | 15  | 7   |
|       |                    | ~ 50                 | 11  | 1   |
|       |                    | ~ 60                 |     |     |
|       |                    | 計                    | 305 | 89  |
| 第 4 区 | 46.0 <sup>cm</sup> | 0 ~ 10 <sup>cm</sup> | 21  | 8   |
|       |                    | ~ 20                 | 44  | 14  |
|       |                    | ~ 30                 | 22  | 7   |
|       |                    | ~ 40                 | 13  | 6   |
|       |                    | ~ 50                 | 5   | 2   |
|       |                    | ~ 60                 |     |     |
|       |                    | 計                    | 105 | 39  |
| 第 5 区 | 38.0 <sup>cm</sup> | 0 ~ 10 <sup>cm</sup> | 27  | 10  |
|       |                    | ~ 20                 | 37  | 11  |
|       |                    | ~ 30                 | 21  | 6   |
|       |                    | ~ 40                 | 3   |     |
|       |                    | ~ 50                 |     |     |
|       |                    | ~ 60                 |     |     |
|       |                    | 計                    | 88  | 27  |

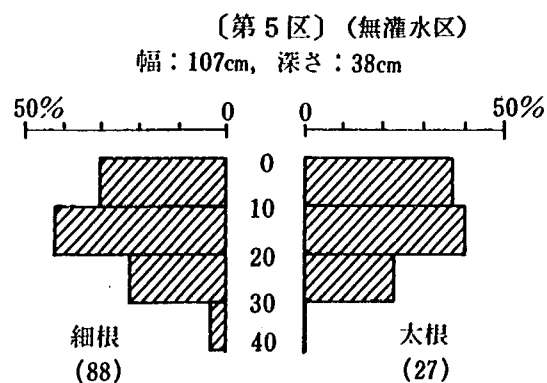
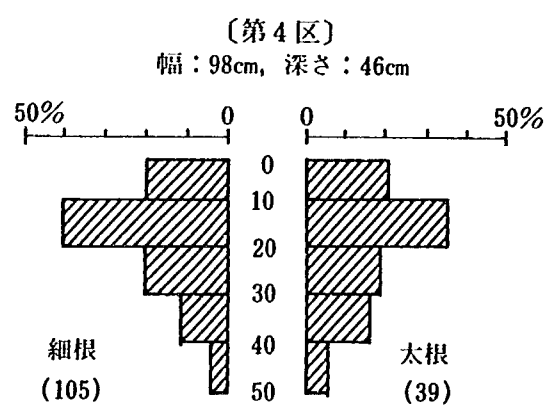
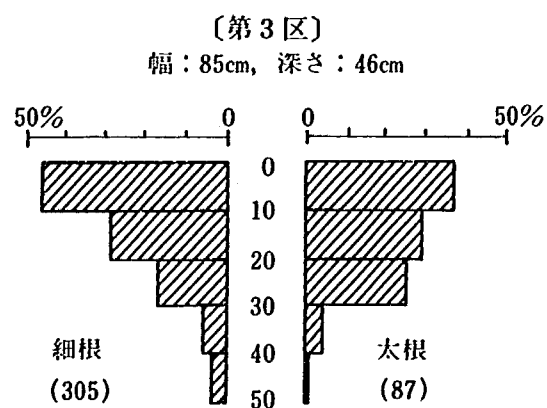
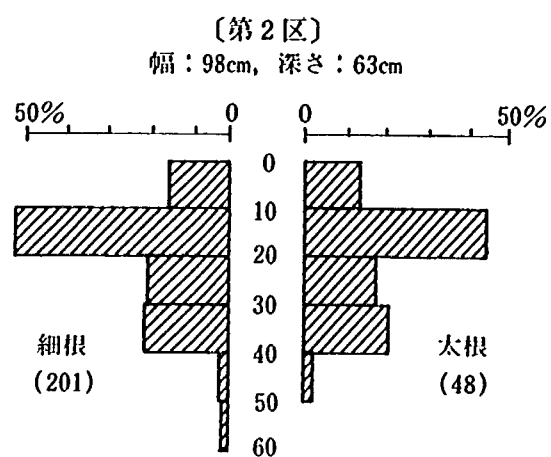
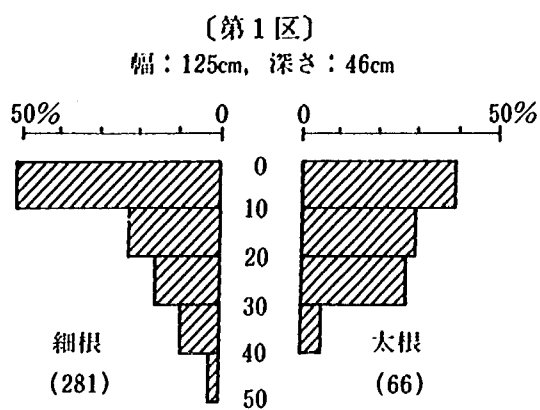
主枝周囲長の経時的変動についてみると、7月下旬までの段階では各試験区による差はほとんどみられないが、8月下旬以降になると無灌水区よりも明らかに灌水区の方が高い傾向を示した。灌水前（4月7日）の各処理区の周囲長を100とすると、10月5日の段階では無灌水区（第5区）が140なのに対して第1区では150、第2区では162、第3区では157、そして、第4区では149であり、無灌水区と灌水区の間に有意差が認められた（表2.35参照）。

枝伸長量の経時的変動においては、灌水前（4月27日）の各試験区の枝長を100とすると、生育安定期に入っと思われる10月5日の段階では無灌水区（第5区）が125なのに対して第1区が204、第2区が220、第3区が185、第4区が209であり、灌水区の値が無灌水区よりも高いものであった。灌水区のうち第3区の7月下旬以降の枝伸長量が低かったのは、夏季間のコガネムシによる被害が大きかったためであり、この駆除が完璧なものであったならば枝の伸長量もより大きい値を示し他の灌水区の値との大きな差はなかったと推察される（表2.36参照）。

着生葉数の変動についてみると、主枝周囲長や枝伸長量の測定結果とは異なり全試験区とも8月26日の測定で最高値を示し10月5日の時点ではかなり着生葉数が減少した。これは9月下旬頃から潮風による被害が現われたためである。そこで、8月26日の着生葉数の指数をみると、4月27日の着生葉数を100とした場合、第1区が418、第2区が272、第3区が283、第4区が515、そして、無灌水の第5区が196であり、明らかに灌水区の方が高い値を示し経時的にも全体的に高い傾向であった。また、灌水区のうちでは、灌水量の最も多かった第3区と最も少なかった第2区が低い値を示したが、これは枝の伸長量の場合と同じくコガネムシの被害による影響と考えられる（表2.37参照）。

葉緑素含量の変動についてみると、着生葉数の場合と同様に潮風害のため10月5日の時点では葉緑素含量が全試験区とも減少しており、7月下旬から8月下旬にかけて含量の最高値を示す形になった。灌水前の含量との比較による指数の経時変化では、灌水区と無灌水区との間に明確な差はなかったが、単位面積当たりの含量そのものは常に灌水区の方が無灌水区よりも値が大きく、肉眼による観察でも灌水区の方が葉色が濃かった（表2.38参照）。

根系について、各試験区の中で地上部の生育状態が最も良好と思われる個体を対象に比較したところ、その垂直分布の全体的な形態に大きな差異はないが、各試験区毎の太根数及び細根数にはかなりの差がみられた。樹体の機械的支持に大きな役割を果たす太根では、無灌水の第5区の太根数を1とすると、第1区で2.4、第2区で1.8、第3区で3.3、そして、第4区で1.4となった。また、養水分吸収という重要な機能をもつ細根においては、無灌水の第5区の細根数を1とすると、第1区で3.2、第2区で2.3、第3区で3.5、そして、第4区で1.2となった。従って、太根数及び細根数のいずれにおいても灌水区の方が高い値を示し根系の発達が良好であることがわかる。灌水区のうちでは特に第3区において細根及び太根が多く、第4区において細根、太根の両方とも少なかった。これは、現地の土壌条件の差異による影響と考えられる（表2.39、図2.21参照）。



※ 縦軸は深さ(cm)，横軸は総根数に対する割合(%)を示す。  
( )内の数値は総根数。

図 2.21 トウネズミモチ・根系垂直分布

トウネズミモチにとってもバミューダグラスと同様に今回の試験期間の気象条件は適当なものとは言えないが、二次処理水の灌水利用条件下での樹木の生育は天然降水のみの条件下での生育よりも明らかに良好なものであった。トウネズミモチは本来樹勢の強い樹木であり生長も速く、今回の試験でもほぼ期待どおりの生育が得られた。ただし、根系分布において特にその深度が地上高に対する割合から考えて浅く、千葉大学園芸部圃場（千葉県松戸市）に植栽されたほぼ同じ樹高のトウネズミモチと比べると50%~70%の根系深度であった。これは、今回の試験地の地下水位等を含めた土壌条件の影響によるものと考えられる。

#### d. 総 括

以上、バミューダグラス、マテバシイ、そして、トウネズミモチの各種の灌水試験結果について述べたが、全体的に二次処理水の灌水による生育促進効果が把握できたと考えられる。しかし、二次処理水の含有成分と各供試植物の生育との関連性については、今回の試験では施設上の問題から普通水による灌水区を設定できなかったこと、二次処理水の灌水量調節が不十分であったこと、そして二次処理水そのものの含有成分に変動があったこともあって明確な把握はできなかった。今後は、その点を考慮した灌水試験等を実施し、灌水量や、灌水方法を明確にしていくことが必要とされる。

#### ii) 土 壌

分析結果を表 2.40~表 2.42に示す。

本試験の土壌は、予備試験での土壌をそのまま使用したものであるため、予備試験での土壌分析結果と合せて考察する。

まず、灌水処理前である 1981 年 9 月 17 日のイニシャルデータ（前掲表 2.19）から説明することにする。L はトウネズミモチ植栽区であり、Z はシバ植栽地である。

pH は L 地点では平均 5.87 でやや低い、通常の植物の生育に対しては問題はない値である。Z 地点は平均 7.43 でやや高い値を示している。自然条件下ではこのようにアルカリ化することは稀であるが、著しく乾燥した時や人為的な何らかの影響によりアルカリに傾くこともある。pH が 8 に近いような状態は好ましい状態ではなく、リン酸の肥効の低下やマンガン、鉄など微量元素の欠乏など植物栄養上の問題を生じる可能性がある。

電気伝導度は L 地点の平均は  $82 \mu S/cm$  であり、まず通常値であろう。しかし隣接の Z 地点では平均値が  $108 \mu S/cm$  でやや高く、前述の pH と同様に何らかの人為的な影響が考えられる。

水溶性の塩素は平均 34~35 ppm で問題とすべき値ではない。海岸地帯の土壌としては、低い部類に属すると思われる。全-N は平均値としては 0.18~0.26% を示し、通常値であり、予想したよりも高い値であった。また無機態-N は 0.001~0.0025% でありやや高い値であろう。

次に植生にとって重要な要因の一つである有効態-P は 0.2~0.6 mg とかなりのバラツキはあるが、いずれも低い値である。そのためリン酸の施肥効果は大きく現われる土壌であろう。可給態-K は 0.015~0.025% であり通常値である。

以上述べたように今回灌水試験に使用した試験地の土壌は化学性からみてまず妥当な土壌であると言

表 2.40 土壤分析結果 (1982年4月27日採土)

| 試験区 | pH   | 電 導 度<br>( $\mu S/cm$ ) | 可溶性K<br>(%) | 水溶性CL<br>(mg/100g) | 有効態P<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 無機態 N<br>(%)          | アンモニア-N<br>(%)       | 亜硝酸-N<br>(%)         | 硝酸-N<br>(%)          | 全 C<br>(%) |
|-----|------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------|------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1   | 6.72 | 70.4                    | 0.0008      | 6.3                | 0.630             | 0.024      | $1.11 \times 10^{-3}$ | $5.2 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-4}$ | 1.05       |
| 2   | 6.67 | 52.6                    | 0.0007      | 7.2                | 0.574             | 0.035      | $1.14 \times 10^{-3}$ | $6.9 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-6}$ | $4.5 \times 10^{-4}$ | 1.13       |
| 3   | 7.12 | 99.6                    | 0.0011      | 9.1                | 1.184             | 0.034      | $0.89 \times 10^{-3}$ | $1.8 \times 10^{-3}$ | $3.8 \times 10^{-6}$ | $7.5 \times 10^{-4}$ | 1.05       |
| 4   | 6.94 | 90.8                    | 0.0008      | 8.5                | 0.758             | 0.046      | $0.57 \times 10^{-3}$ | tr                   | $3.0 \times 10^{-6}$ | $5.7 \times 10^{-4}$ | 0.20       |
| 5   | 6.32 | 48.1                    | 0.0010      | 6.7                | 0.464             | 0.100      | $0.42 \times 10^{-3}$ | $1.1 \times 10^{-3}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $3.1 \times 10^{-4}$ | 1.40       |

表 2.41 土壤分析結果 (1982年7月21日採土)

| 試験区 | pH   | 電 導 度<br>( $\mu S/cm$ ) | 可溶性K<br>(%) | 水溶性CL<br>(mg/100g) | 有効態P<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 無機態 N<br>(%)          | アンモニア-N<br>(%)       | 亜硝酸-N<br>(%)         | 硝酸-N<br>(%)          | 全 C<br>(%) |
|-----|------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------|------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1   | 7.25 | 136.0                   | 0.0016      | 3.4                | 0.51              | 0.0295     | $1.25 \times 10^{-3}$ | $4.3 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ | $8.2 \times 10^{-4}$ | 0.49       |
| 2   | 7.84 | 32.3                    | 0.0011      | 3.7                | 0.79              | 0.0189     | $1.31 \times 10^{-3}$ | $4.6 \times 10^{-4}$ | tr                   | $8.5 \times 10^{-4}$ | 0.24       |
| 3   | 7.81 | 25.5                    | 0.0010      | 4.9                | 0.88              | 0.0295     | $0.62 \times 10^{-3}$ | $4.5 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ | $1.7 \times 10^{-4}$ | 0.61       |
| 4   | 7.67 | 45.5                    | 0.0011      | 3.4                | 0.38              | 0.0413     | $0.73 \times 10^{-3}$ | $7.3 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-6}$ | tr                   | 0.20       |
| 5   | 7.94 | 54.2                    | 0.0015      | 8.3                | 0.37              | 0.0472     | $0.63 \times 10^{-3}$ | $4.7 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-6}$ | $1.6 \times 10^{-4}$ | 0.14       |

表 2.42 土壤分析結果 (1982年10月5日採土)

| 試験区 | pH   | 電 導 度<br>( $\mu S/cm$ ) | 可溶性K<br>(%) | 水溶性CL<br>(mg/100g) | 有効態P<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 無機態 N<br>(%)          | アンモニア-N<br>(%)        | 亜硝酸-N<br>(%)         | 硝酸-N<br>(%)          | 全 C<br>(%) |
|-----|------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1   | 7.68 | 45.50                   | 0.0018      | 2.1                | 1.11              | 0.0661     | $8.03 \times 10^{-4}$ | $2.90 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $5.1 \times 10^{-4}$ | 0.32       |
| 2   | 7.74 | 38.20                   | 0.0024      | 1.6                | 0.74              | 0.0543     | $6.32 \times 10^{-4}$ | $2.80 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-6}$ | $3.5 \times 10^{-4}$ | 0.21       |
| 3   | 7.53 | 57.70                   | 0.0042      | 1.5                | 0.88              | 0.0543     | $7.22 \times 10^{-4}$ | $1.30 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-4}$ | 0.25       |
| 4   | 7.66 | 31.25                   | 0.0028      | 1.2                | 0.60              | 0.0543     | $5.32 \times 10^{-4}$ | $1.20 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-6}$ | $4.1 \times 10^{-4}$ | 0.49       |
| 5   | 7.43 | 25.65                   | 0.0041      | 1.3                | 0.75              | 0.0543     | $6.71 \times 10^{-4}$ | $2.00 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | $4.7 \times 10^{-4}$ | 0.30       |

えよう。

前掲表 2.20 に示した 1981 年 11 月 6 日のデータによると、L 区で灌水量の多い第 3 区、第 4 区では、電導度が他区よりやや高まり、可給態-K、有効態-P が多くなり二次処理水灌水の効果が出ている。しかし Z 区では無灌水区の電導度が高く、また有効態-P も第 4 区よりも高いなど二次処理水灌水の効果は出ない。水溶性 C<sub>L</sub> は灌水によりわずかに増加したが、この程度では植物に対し悪影響を及ぼさない。

1981 年 12 月 16 日の試料の分析値（前掲表 2.21）によると、L 区では二次処理水灌水によって可給態-K の増加、全-N のわずかな増加がみられ、また水溶性 C<sub>L</sub> も若干増加し、灌水の影響が明らかに認められた。しかし Z 区では L 区に比べてデータのバラツキが多く、この結果から一つの結論を導びくことは困難である。この理由としては前にも述べたように、Z 区が造成時に何らかの人為的な影響を受けていたことが考えられ、試験土壌としては適当ではなかったのかも知れない。

1982 年 4 月 27 日に採取した土壌の化学分析の結果は表 2.40 に示したように多灌水区では pH が若干高く、電導度も上昇した。また有害性の元素である塩素も若干増加したが顕著ではなかった。一方有効態リン酸は無灌水区で明らかに少なく、無機態-N、硝酸態-N も少なかった。しかし全-N、全-C は無灌水区で必ずしも少ない傾向はなく、予想に反する結果となった。

1982 年 7 月 21 日の分析結果（表 2.41）によると、二次処理水灌水の影響はあまり顕著ではなかったが、第 1 区及び第 2 区では無機態-N と硝酸態-N がやや多かった。また無灌水区では亜硝酸態-N と全-C が少なかった。

1982 年 10 月 5 日採取の試料（表 2.42）では 7 月 21 日の試料と同様に全般に pH が高かった。灌水の影響はあまりみられない。無灌水区で亜硝酸態-N がやや少なく、電導度もやや低かった。第 1 区では有効態リン酸、全-N、無機態-N、亜硝酸態-N がやや多く、灌水の影響と思われたが、他の灌水区では顕著ではなかった。

### iii) 葉中成分

分析結果を表 2.43～表 2.46 に示す。

表 2.43 植物葉分析結果 (1982年4月27日採取)

| 試 験 区    |   | 水溶性Cl<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 全 C<br>(%) | 全 P<br>(%) | 全 K<br>(%) |
|----------|---|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| トウネズミモチ  | 1 | 62.6               | 1.40       | 18.65      | 0.13       | 0.38       |
|          | 2 | 72.0               | 1.81       | 18.63      | 0.21       | 0.30       |
|          | 3 | 90.6               | 0.87       | 17.78      | 0.28       | 0.44       |
|          | 4 | 84.4               | 0.87       | 17.50      | 0.12       | 0.37       |
|          | 5 | 67.2               | 0.99       | 17.73      | 0.19       | 0.37       |
| マテバシイ    | 1 | 27.2               | 0.47       | 17.23      | 0.11       | 0.44       |
|          | 2 | 36.2               | 0.61       | 16.55      | 0.08       | 0.42       |
|          | 3 | 43.4               | 0.87       | 19.75      | 0.13       | 0.54       |
|          | 4 | 14.4               | 0.87       | 18.00      | 0.10       | 0.46       |
|          | 5 | 35.8               | 0.99       | 19.80      | 0.11       | 0.77       |
| バミューダグラス | 1 | 10.8               | 0.55       | 13.50      | 0.22       | —          |
|          | 2 | 3.8                | 0.41       | 12.72      | 0.12       | —          |
|          | 3 | 10.6               | 0.53       | 10.22      | 0.45       | —          |
|          | 4 | 1.9                | 0.21       | 16.05      | 0.19       | —          |
|          | 5 | 4.2                | 0.67       | 14.16      | 0.21       | —          |

(乾物中%)

表 2.44 植物葉分析結果 (1982年6月14日採取)

| 試 験 区    | 水溶性Cl<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 全 C<br>(%) | 全 P<br>(%) | 全 K<br>(%) |      |
|----------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------|
| バミューダグラス | 1                  | 6.9        | 0.48       | 13.88      | 0.38       | 0.96 |
|          | 2                  | 10.8       | 0.51       | 14.44      | 0.34       | 0.90 |
|          | 3                  | 7.7        | 0.53       | 10.95      | 0.36       | 0.88 |
|          | 4                  | 7.7        | 0.66       | 13.90      | 0.31       | 0.98 |
|          | 5                  | 4.6        | 0.63       | 13.71      | 0.35       | 0.76 |

(乾物中%)

表 2.45 植物葉分析結果（1982年7月21日採取）

| 試 験 区    |   | 水溶性Cl<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 全 C<br>(%) | 全 P<br>(%) | 全 K<br>(%) |
|----------|---|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| トウネズミモチ  | 1 | 40.2               | 3.41       | 47.6       | 0.10       | 0.73       |
|          | 2 | 53.2               | 2.28       | 46.2       | 0.11       | 0.70       |
|          | 3 | 50.8               | 2.92       | 47.3       | 0.12       | 0.91       |
|          | 4 | 47.6               | 2.94       | 47.1       | 0.06       | 0.85       |
|          | 5 | 31.0               | 2.54       | 48.2       | 0.10       | 0.65       |
| マテバシイ    | 1 | 5.4                | 3.14       | 41.16      | 0.04       | 0.11       |
|          | 2 | 6.2                | 2.57       | 45.07      | 0.04       | 0.09       |
|          | 3 | 8.0                | 1.17       | 47.60      | 0.06       | 0.09       |
|          | 4 | 6.4                | 1.55       | 44.19      | 0.06       | 0.06       |
|          | 5 | 4.5                | 1.32       | 45.96      | 0.04       | 0.09       |
| バミューダグラス | 1 | 4.6                | 0.63       | 15.30      | 0.39       | 1.04       |
|          | 2 | 3.8                | 0.56       | 16.01      | 0.35       | 0.93       |
|          | 3 | 4.6                | 0.57       | 16.15      | 0.35       | 0.95       |
|          | 4 | 4.6                | 0.56       | 16.00      | 0.37       | 0.92       |
|          | 5 | 2.3                | 0.50       | 15.81      | 0.36       | 0.90       |

(乾物中%)

表 2.46 植物葉分析結果（1982年10月5日採取）

| 試 験 区    |   | 水溶性Cl<br>(mg/100g) | 全 N<br>(%) | 全 C<br>(%) | 全 P<br>(%) | 全 K<br>(%) |
|----------|---|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| トウネズミモチ  | 1 | 73.0               | 2.65       | 50.1       | 0.72       | 0.41       |
|          | 2 | 58.5               | 2.28       | 49.7       | 0.55       | 0.39       |
|          | 3 | 47.5               | 3.18       | 50.8       | 0.75       | 0.42       |
|          | 4 | 63.5               | 2.45       | 49.7       | 0.59       | 0.44       |
|          | 5 | 28.5               | 2.37       | 48.3       | 0.56       | 0.40       |
| マテバシイ    | 1 | 5.0                | 3.15       | 46.5       | 0.24       | 0.09       |
|          | 2 | 11.5               | 2.03       | 46.5       | 0.36       | 0.07       |
|          | 3 | 6.5                | 2.01       | 50.0       | 0.43       | 0.09       |
|          | 4 | 21.0               | 2.09       | 49.0       | 0.42       | 0.09       |
|          | 5 | 8.5                | 1.55       | 50.0       | 0.24       | 0.07       |
| バミューダグラス | 1 | 3.1                | 1.55       | 39.4       | 0.36       | 0.64       |
|          | 2 | 3.8                | 1.96       | 39.1       | 0.34       | 0.74       |
|          | 3 | 3.1                | 1.42       | 36.9       | 0.35       | 0.76       |
|          | 4 | 1.9                | 1.25       | 40.9       | 0.34       | 0.74       |
|          | 5 | 1.9                | 1.20       | 41.7       | 0.40       | 0.80       |

(乾物中%)

1982年4月27日採取の分析結果（表 2.43）についてみると、灌水試験区間での一定の関係は認められなかったが、個々の成分については試験区間で差がみられた。この時点では本試験の灌水処理を開始していないため、この差は予備試験での灌水処理の影響と考えられる。予備試験での材料をそのまま本試験で供試したトウネズミモチについてみると第1区、第2区、第3区の全-P、第3区の全-Kが多かった。

これを土壌の分析値（表 2.42）と対応させて見ると、無灌水区の全-Pは土壌中では少なかったが、植物中では必ずしも少ない。また N成分についても Pと同様に土壌中の含有率と植物中の含有率との間に一定の関係は見られなかった。

6月14日に採取したバミューダグラスの分析値（表 2.44）をみると、無灌水区で全-Kがやや少なく、また水溶性-Cは灌水區で多く灌水の影響が出ていた。

7月21日採取の植物葉の分析値（表 2.45）をみると、まずトウネズミモチでは第1区は明らかに全-Nが多かった。一方無灌水區では水溶性-Cが少なく、また全-Kも少ない結果を示した。これは明らかに二次処理水の灌水と無灌水の差であると思われる。

全-Nの上記の傾向はマテバシイ、バミューダグラスについても見られた。

10月5日採取の分析値（表 2.46）をみると、全-Nはマテバシイ、バミューダグラスでは灌水処理により増加の傾向がみられるが、トウネズミモチではバラツキが多く、はっきりした傾向はみられなかった。その他の成分についてははっきりした傾向は認められなかった。

以上のように植物葉中の成分濃度でみる場合は二次処理水灌水による影響は顕著には現われていない。しかし少なくとも無灌水區よりも成分濃度が低下するということとはなかった。ただし、“i) 生育量”で述べたように、二次処理水を灌水した場合、植物の生育は明らかに良好となり、乾物生産は増大した。それ故、葉中の成分濃度がかりに無灌水區と同じであったとしても生育量に差があるということは、それだけ吸収された養分量にも差があると言えるわけで、灌水による養分吸収の増加を示していることになるであろう。

#### — 参 考 文 献 —

- 1) 建設省九州地方建設局海の中道海浜公園工事事務所・㈱総合技術コンサルタント：地下水等の総合利用に関する調査委託業務報告書（1979）
- 2) 長 智男・山本太平：トリクル灌漑の研究 —砂丘地における実用化—，畑地農業振興会（1977）
- 3) 小谷佳人・山本太平・松本 聡：都市下水の再利用に関する研究，砂丘地におけるカンガイ利用，最終報告書（総括）（1981）

### 3. 灌水利用の可能性の検討

#### 3-1 水質の観点からの検討

下水処理放流水の水質基準として定められている大腸菌群数は3,000個/ml以下であり、また二次処理水の細菌の除去率は一般に98~99%といわれている。しかし、病原体の飛散の可能性は皆無とは言えず、しかも、公園内での二次処理水の利用は、不特定多数の人々により二次処理水が利用されることを意味し、不測の事態が発生した場合には、その影響範囲が小さくないと予想される。したがって、衛生に関しては十二分な配慮が必要であり、下水道の流域内はもちろんのこと、公園利用者の誘致圏内の衛生情報にも気を配り、万一流域内で伝染病等の発生があった場合には、塩素消毒の強化、あるいは使用の停止等の対応を考えておく必要がある。

さて、公園内における二次処理水の利用場所としては、水洗便所、芝生・樹木への灌水、池等の修景施設が考えられる。水洗便所での利用は人体に直接触れることはないので問題ないが、灌水、修景用水としての利用は、開放的なものとなるため十分な対処が必要である。たとえば、芝生への散水は公園利用者のいる開園時間中をさけて、開園前あるいは閉園後に行うべきであるが、水滴等が直接人体に触れることを防ぐこと、また臭気等の不快感を与えないことを配慮するならば、閉園後が望ましいと言える。

また、二次処理水の利用にあたっては配管等の設備を設置することとなるが、上水道管との接合は絶対に行ってはならない。この危険性を防止するには、配管にその種別を明示するか、あるいは管の種類を別なものとし両者を容易に識別できるようなものとしなければならない。給水栓についても地下式にし、しかも使用時以外は内圧をなくす等、公園利用者の誤用を完全に防止する方法を考慮しなければならない。

施設構造上の問題点は、上水道においても腐蝕、破損等があるので、下水処理水においては腐蝕に十分注意し、材質に配慮し、交換部品等予備品を常備し、いつでも対処できる維持管理体制をとっておく必要がある。維持管理には、設備・装置の点検、整備、及び上述した修理があり、この3者は相互に関連があり、ひとつをおろそかにしても機能維持を達成することはできない。

水質管理は前述したとおり水質基準を保持するほか、特に衛生面に対する配慮が重要である。水質管理の手段としては、水質検査を定められた検査方法によって定期的に行い、配慮をおこたらないようにしなければならない。

さらに、公園内随所において二次処理水が使用されていることを公園利用者にも周知させることが必要であり、これによって二次処理水は利用が可能であり、また水資源は有限であることの認識をも深かめてもらう必要があろう。

#### 3-2 植物生育の観点からの検討

海の中道海浜公園における灌水試験の結果から、二次処理水灌水の植物生育への効果が認められ、特に、土壤水分や養分の不足による下枝枯や植えいたみ等の生育障害のみられる植物に対して有効である

と判断される。

灌水利用上の主な留意事項としては、水質管理、灌水時期、灌水量などが挙げられる。

水質管理については前節において述べたが、植物生育上問題とされるのは可溶性塩類濃度である。灌水用水として望ましい塩類濃度は650ppm以下とされ、通常灌水用水として使用されている水は、100ppm～1,500ppmの範囲の水が多い<sup>1)</sup>。650ppm～2,000ppmの濃度の水を使用しなければならない場合は、土壌への塩類集積による植物への塩類濃度障害が発生する可能性があるため、定期的な水質分析、土壌分析により、溶脱の措置の必要性を検討しなければならない。

灌水時期については、普通の水の場合と同様に考えて問題はないと考えられる。

適確に灌水時期を知るには、植物の根群分布層に簡易土壌水分計（テンションメーター）等を挿入しておき、その検知により灌水を開始する方法がある。この場合植物に灌水が必要となる土壌水分をどの点にするかについて種々の議論があるが、一般に畑作物や露地野菜ではpF値2.5～3.0が灌水点とされ、果樹園地では大むねpF値2.7とされている<sup>3)</sup>。従って、緑化用植物の場合も、これらの値に準ずると考えられる。（図3.1参照）

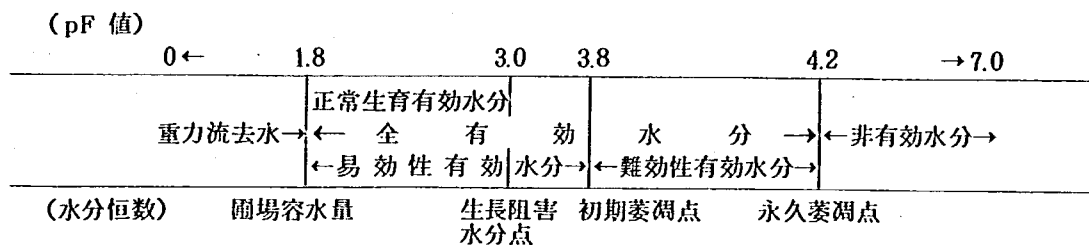
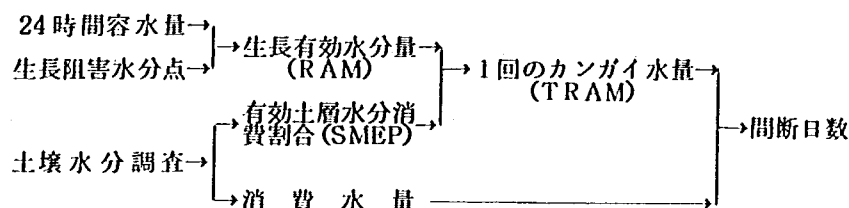


図 3.1 植物の吸水利用からみた土壌水の分類<sup>4)</sup>

灌水量についても普通の水の場合とほぼ同様と考えられるが、海の中道海浜公園のように砂質系土壌で水分・養分の流亡の著しい場所では、特に灌水量や灌水頻度に注意が必要とされる。また、大規模緑地では、植栽地の土壌条件が一樣であることは少なく、土壌条件に応じて灌水量を決定する必要がある。

一般に必要な灌水量は、土壌条件のほか、植物の種類、気象条件によって大きく左右されるため、一概に決めることはできないが、例えば畑地灌漑の場合、1回の灌水量と間断日数は、対象地域の土壌水分特性と作物の種類により次の順序で算定される。<sup>4)</sup>



一回の灌水量（TRAM）は制限土層内の平均土壌水分が24時間容水量から生長阻害水分点に達するまでに有効土層内で消費される全水分量であり、次式によって求められる。

$$\text{TRAM} = (f_e - M_L) D \times \frac{1}{C_p} \times 10 \dots\dots (mm)$$

$f_e$  : 24時間容水量 (%)

$M_L$  : 生長阻害水分点水分量 (%)

$D$  : 制限土層の厚さ (cm)

$C_p$  : 制限土層の水分消費割合 (%)

また間断日数は、一回の灌水量を計画日消費水量で除して得られるが、計画段階の間断日数は、計画日消費水量をピーク時の値としたものから求められる。<sup>4)</sup>

果樹園地の場合も、畑地の場合と根本的には同じ方法で算定しているが、多くの調査研究や現地での経験から、土壌がpF 2.7 (水分当量) 程度に乾燥した時点で蒸発散量の4～5日分に相当する15～20 mmの水量を1回に散水することで進められている。<sup>3)</sup>

緑化用樹木や芝生などについても上述した例を基にして便宜的ではあるが一応の灌水量は算定できると考えられる。

### 3-3 土壌肥活性の観点からの検討

前述したように、海の中道海浜公園の土壌は、ほぼ全域において、粗砂が99%近くを占める砂土であるため、土壌養分の溶脱が著しく、この種の土壌は植栽土壌としての化学性が極めて悪いのが特徴とされる。

このような土壌における二次処理水の灌水利用を考えた場合、その水質分析結果から示されたように、窒素やリンなどの栄養元素の効果が期待できるわけで、事実灌水によりこれら元素の土壌中への附加が見られた場合もあり、それが植物に好影響を与えたと考えられる。

一方、二次処理水中に含有される塩素は、過剰の場合明らかに有害性の元素が植物に対してどのような影響を示すかが心配されたわけでもあるが、この点については灌水試験において、土壌や植物中への塩素の蓄積は顕著ではなく、問題とすべき事ではないと判定できた。

したがって、海の中道海浜公園のような砂質土壌地の植物に対して二次処理水を灌水用水として利用することは、有害性の点では問題はなく、また植物栄養的にも二次処理水中に含有される窒素やリンなどの肥料としての効果が期待できるものと思われる。

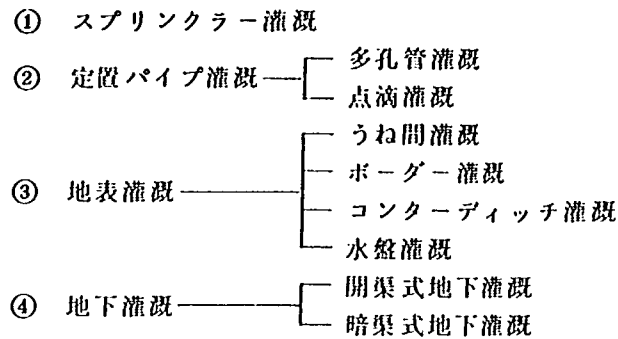
また、砂土では乾燥の害が出やすいことから公園植生の管理対策の一つとして、灌水は極めて効果的であり、このためには豊富に供給され得る二次処理水の利用はきわめて有効適切であると言えよう。

### 3-4 灌水方法の観点からの検討

#### (1) 砂質土壌地 (砂丘地) での灌水方法

農林水産省構造改善局土地改良計画設計基準、計画、畑地灌漑 (昭和57年8月制定)<sup>6)</sup> によれば、わが国の畑地灌漑方式は表3.1のように分類される。

表 3.1 灌漑方式の分類  
(農林水産省構造改善局昭和57年8月制定)



## ii) 点滴灌漑法

点滴灌漑法は、圧力水を特殊な方法で減圧し、水滴を作物の根元にゆるやかな灌漑強度で連続的に滴下させる方式である。水の効率的利用と作物の塩害軽減の利点を有するので、乾燥地域に適したすぐれた灌漑方式として最近急速に普及しつつある。

点滴灌漑組織は、バルブ装置部と末端給水組織により構成されており、末端給水管には特殊な減圧ノズルが連結されているか、末端給水管の一部が減圧チューブになっている場合が多い。

減圧ノズルとしては表 3.2 および図 3.2 に示すような点滴ノズルが一般に用いられる。点滴ノズルは、①図 3.3 に示すように使用水圧が高くなっても滴下流量が小さいので、圃場の起伏や傾斜に対して滴下流量の影響が少ない、②機械間隔の広い作物に利用した方が有利である。③組織容量は小さく滴下時間が長い、等の利点を有す。減圧チューブの場合は、二重チューブ方式が多く、前掲図 2.8 に示した点滴チューブが広く普及している。点滴チューブの利点は、①低水圧の場合にも滴下流量が大きく密間隔の滴下が可能であり、植栽間隔の密な作物に適用した方法が有利である。②使用水圧が小さいので圃場はできるだけ平坦である必要があるが緩傾斜の圃場では多断型の点滴チューブが利用される、等があげられる。

日本のような湿潤地域においても点滴灌漑法は地表および散水灌漑法に比べて次のような利点を有する。①作物の根元にゆるやかな灌漑強度で滴下させるので、根群域下方への深部浸透損失を少なくでき、高い効率を得られる。②作物の根群を部分的に集中し、また根群域内の水分を圃場容水量より高いレベルに保ち得るので、作物の生育をよくし、収量、品質を向上させることができる。③葉面に水がかからなく、空中湿度を低く保てるので、作物の病害虫の発生が少ない、④滴下流量が小さいので、摩擦損失水頭が小さくなり、給水管の始端と末端の滴下流量の差がほとんどなく、均一的な給水、施肥のできるシステムである。⑤移動可能な地表定置式であるので、耕・整地等の機械作業時にとりかたづけられる、⑥自動化がしやすいので、灌漑管理上の労力が少なくてすむ。

反面、点滴法の問題点として、①点滴ノズルや点滴チューブに目づまりが生ずる、②傾斜地へ適用する場合の圧力調整が比較的困難である。③灌漑組織配置中に中耕や除草がやりにくい。④根群の広がりが限定されるので作物に耐干性がなくなったり、倒伏しやすくなる、⑤薬剤散布ができない、等があげられる。

表 3.2 点滴ノズルのらせん状流路断面の寸法

| ノズル種類     | A ノズル     | B ノズル           | C ノズル               |
|-----------|-----------|-----------------|---------------------|
| 流 路 断 面   | 1 ㎜ × 1 ㎜ | 0.75 ㎜ × 0.45 ㎜ | 0.20 ㎜ <sup>2</sup> |
| 流 路 長     | 1.933 ㎜   | 1.380 ㎜         | 1.242 ㎜             |
| ら せ ん 直 径 | 14.8 φ    | 19.1 φ          | 19.1 φ              |

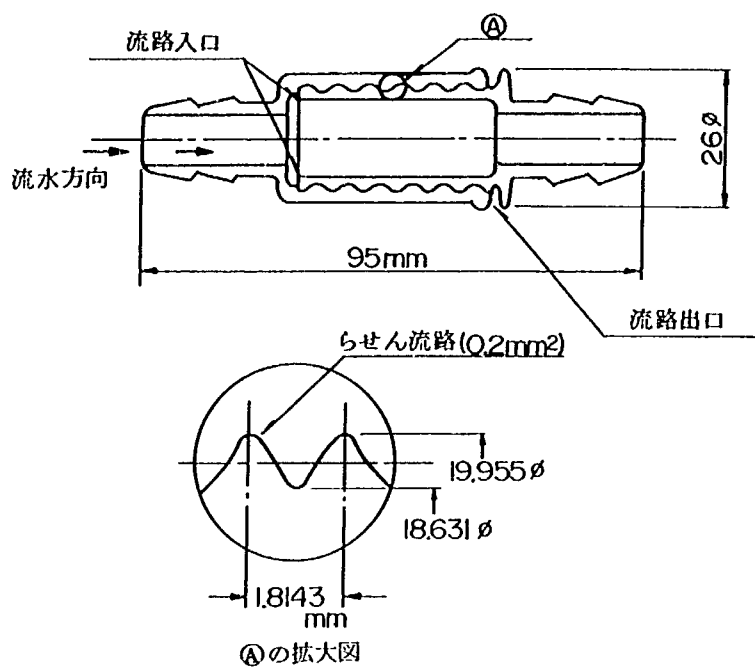


図 3.2 点滴Cノズルの構造

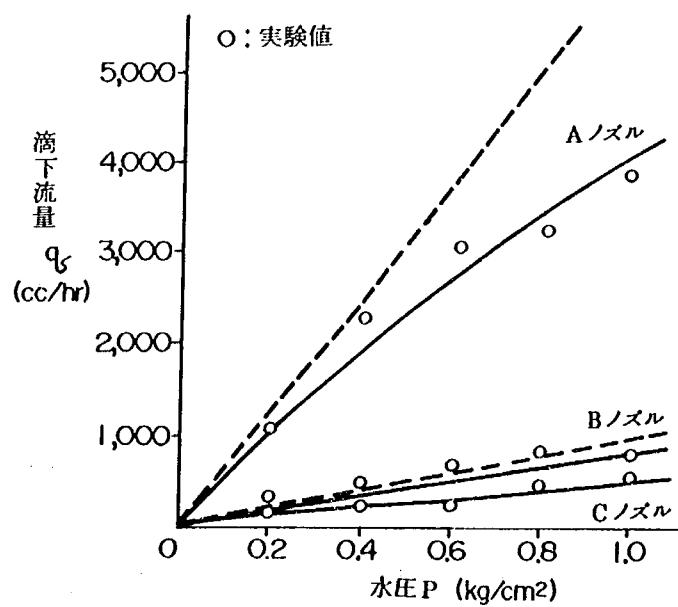


図 3.3 点滴ノズルの水圧一滴下流量曲線

### iii) 地下灌漑法

地下灌漑法は地表面下に灌漑水を供給し、土壌の毛管作用等によって根群域を湿潤して灌水効果をあげる灌水方式として定義される。給水方式によって本法は開渠式と暗渠式とに分けられる。開渠式は地中に水路を配置し暗渠式は地下にパイプを埋設し、これらによって給水するものである。地下灌漑は、灌漑施設の設計、施工や灌漑管理領域において高度のテクニックを要するのでわが国における実施例は比較的少ない。

本灌漑法に関する最近の研究報告<sup>7)~9)</sup>を要約すれば、次のような一般的利点があげられる。①土壌面蒸発による損失水量が少なく植物の必要水量を直接根群域へ給水できるので節水灌漑が可能である。②地表面が他の目的のため自由に利用できる。③本灌漑施設に自動化方式を適用し灌水作業の省力化を図ることができる。④施肥や防除等の多目的方式としても利用できる。反面本法の主な欠点として次の項目があげられる。①地中に埋設したパイプ中における漏水、目詰り等が発見しにくい。②植物根がパイプ等に巻きつき目詰り等の原因になる。③根群域下方への深部浸透損失量が過大になりやすい。④灌水用パイプが一旦埋設されたら地中より撤去することが困難になる。

#### (2) 二次処理水の灌水方法

二次処理の灌水にあたっては前述したように、衛生面への配慮が重要であり、公園利用者に二次処理水が直接触れることのないような灌水方法を行う必要がある。

ここでは、芝生地及び樹林地での二次処理水灌水について、具体的な方法を提案する。

##### i) 芝生地の灌水方法

芝生地のような植生条件に対しては点滴チューブ方式地下灌漑法を提案する。本法は点滴チューブを地下に埋設するので暗渠方式地下灌漑法としてみなされる。この場合灌水量、灌水時間、使用圧等の灌水諸元は点滴灌漑法に準じる。

一般に点滴チューブ方式地下灌漑法を計画する場合、点滴チューブの埋設深と配置間隔が重要なパラメーターになる。例えば風乾したマサ土の土壌槽中に点滴チューブを配置して10cm深の滴下点が圧力ゼロの給水源を示す場合、等浸潤線分布は図3.4のように形成され給水源を中心とした等浸潤線は灌水時間の増大に伴ってしだいに増大する。

ここでは点滴チューブの埋設深を上

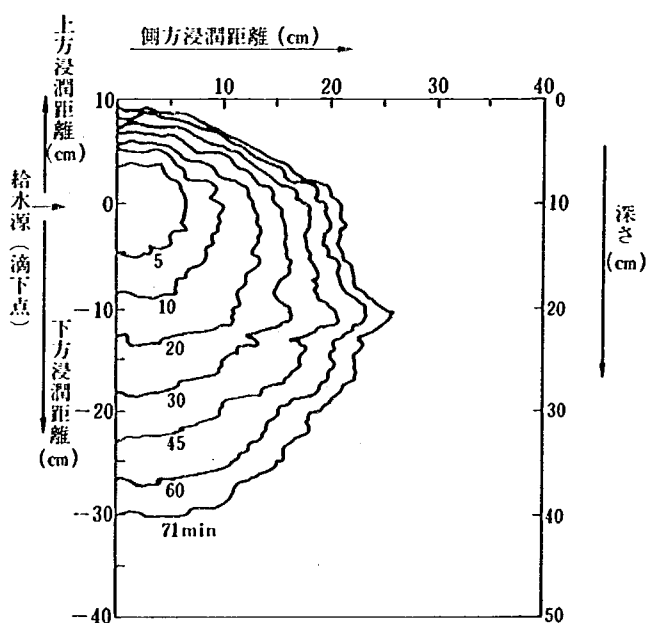


図3.4 マサ土(砂壤土)における地下給水源からの定圧浸潤<sup>10)</sup>

配置間隔を側方浸潤距離を用いて検討する。

風乾した砂丘砂およびマサ土の土壌槽中において、滴下時間と上方浸潤距離、側方浸潤距離および下方浸潤距離との関係がそれぞれ図 3.5 のように示される。<sup>10)</sup> 砂丘砂において給水源の大きさは一定の滴下流量  $q = 4.13 \text{ cc/cm} \cdot \text{min}$  の場合と一定の圧力水頭  $h = 0 \text{ cm}$  の場合とがある。マサ土についても同様に

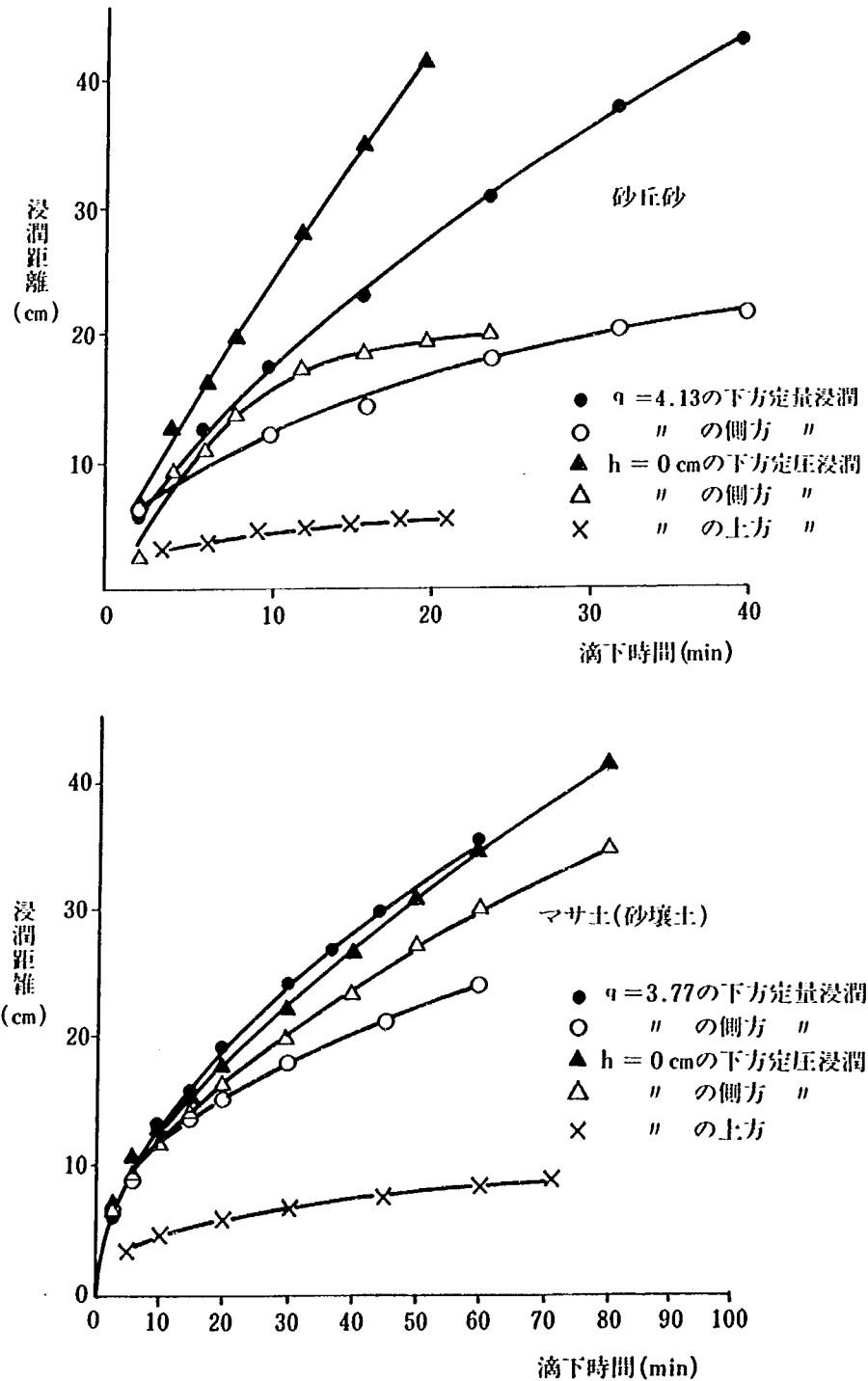


図 3.5 砂丘砂およびマサ土における滴下時間と上方浸潤距離、側方浸潤距離および下方浸潤距離との関係<sup>10)</sup> ( $q$ : 滴下流量,  $h$ : 圧力水頭)

$q=3.77\text{ cc/cm}\cdot\text{min}$  と  $h=0\text{ cm}$  との場合がある。砂丘砂の場合滴下時間が増加しても上方浸潤距離が7～8 cm, 側方浸潤距離が20～22 cmを示し, その後の滴下時間に伴う両浸潤距離の増加割合は小さい。マサ土の場合は滴下時間60minにおいて上方浸潤距離が約9 cm, 側方浸潤距離が25～30 cmを示すが, その後の滴下時間の増大に伴って両浸潤距離が微増している。

これらの結果は, 風乾した砂丘砂やマサ土を実験室内の土壌槽に詰めて測定したものである。実際の調査地区においては, ①土壌面蒸発や植物根による水消費, ②降雨の影響, ③砂丘砂の初期水分量, ④地形勾配, 等が考慮される必要がある。

## ii) 樹林地の灌水方法

樹林地は通常低木, 中木, 高木等が多種多様の密度で分布している。このような樹林に対して灌水計画を立案する場合, ①樹木の種類, ②群落密度, ③樹林の大きさ, ④地形状態等を考慮し, 灌漑対象地区を小灌水區に細分してそれぞれの灌水區に適した灌漑法を検討する必要がある。

ここでは, このような樹木の二次処理水灌水に対してスプリンクラー法と定置パイプ法とを提案する。

スプリンクラー法の場合はライザーに低角度の噴射ノズルを取付け樹下方式の散水灌漑を行う。この場合処理水の散水面積が小さく風等による飛散量が少ないので, 環境上の問題点をある程度回避できると考えられる。散水量, 散水面積, 散水時間, 散水角度等の灌水諸元は, ノズル口径, ライザー高, 使用水圧, ライザーの配置間隔等によってコントロールできる。

定置パイプ法には多孔管灌漑方式と点滴灌漑方式とがある。多孔管灌水の場合は多孔管を樹木の根元付近に配置する。多孔管はアルミニウム管, 塩化ビニール管, ポリエチレン管等が開孔され比較的低压で用いられる。スプリンクラー灌水に比較すれば散水距離が短かく長方形の散布図型を示す。多孔管を用いて二次処理水灌水を行う場合は, 噴射ノズルの場合と同じように飛散処理水量を少なくするような灌水計画をたてる必要がある。点滴灌漑方式は, 点滴チューブを樹木の根元付近に配置して灌水を行う方法であり, 本公園内における二次処理水灌水試験の灌水に用いたものである。点滴灌漑方式の具体的説明については前述したとおりである。灌水試験では点滴チューブを地表配置したが, 実際の灌水対象區の条件によっては芝灌漑の場合と同様に点滴チューブを地下に埋設する地下灌漑方式が考慮されよう。

## — 参 考 文 献 —

- 1) 日本芝草研究会編：総説芝生と芝草（1977）
- 2) 日本造園学会編：造園ハンドブック（1979）
- 3) 土壌物理研究会編：土壌の物理性と植物生育（1979）
- 4) 土壌物理性測定法委員会編：土壌物理性測定法（1978）
- 5) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準, 計画, 畑地灌漑（1982）
- 6) 石橋・内藤利貞・田 邦美・林 弘宣：農業水利演書2, 灌漑, コロナ社（1970）

- 7) 中山敬一・羽生寿郎・山中捷一郎・猪野 誠：地中に埋設した給水溝からの水分移動  
一 地下灌漑に関する研究(I) 一， 農業土木学会論文集，No.27， 43～47（1977）
- 8) 小谷佳人・山本太平・園田武文・大倉一夫：フィルムタイプ，点滴チューブの水理的特性，  
砂丘研究，26(2)， 17～23（1980）
- 9) 中国・四国農政局計画部：農村地域水質広域管理計画調査成績書（1980）
- 10) 筑柴二郎：土壤水分分布と滴下点配置，ドリップ・灌漑・システムとその利用方式に関する開発  
研究，昭和55， 56年度科学研究費補助金試験研究1（研究代表者 長 智男），（1982）

## 4. ま と め

灌水試験の結果より、二次処理水の灌水利用は、その有害性については問題はなく、植物の生育に対して有効であると判断された。しかしながら、公園という場での二次処理水の利用を考えた場合、衛生面その他でいくつかの問題が残されており、水質管理、灌水方法等に留意しなければならない。

以下に、前章での検討結果より、灌水利用上留意すべき点を提言する。

- 1) 定められた検査方法により定期的に水質検査をし、水質規準に適合する水質を維持する。
- 2) 周辺地域の衛生情報を日頃から正確に把握しておくとともに伝染病等が発生した場合の対策及び体制を整えておく。
- 3) 上水との誤用を防ぐため、上水道管との区別を明確にし、給水栓についても使用時以外は、内圧をなくす等配慮する。
- 4) 灌水施設の腐蝕に注意し、十分な維持管理体制を整える。
- 5) 二次処理水が使用されていることを公園利用者にも周知させる。
- 6) 灌水土壌への塩類集積による植物への塩類濃度障害に注意する。
- 7) 芝生地のような植生条件に対しては、点滴チューブ地下灌漑法が適する。
- 8) 樹林地の灌水法は、その植生条件より、樹林地を小灌水区に細分し、それぞれの灌水区に適した灌水法を採用する必要がある。方法としては、スプリンクラー法と定置パイプ法が適する。
- 9) 樹林地でスプリンクラー法による散水を行う場合は、噴射ノズルを低角度なものとし、散水面積を小さくする。

本報告は、海の中道海浜公園での灌水試験の結果を基に砂質土壌地での二次処理水利用について検討したものであるが、上記の留意点は、砂質土壌地に限られたものではなく、他の土壌条件下においても共通するものと考えられる。

砂質土壌地のように、栄養塩類の溶脱が著しく、乾燥しやすい土壌における二次処理水の利用は植物の生育にとって特に有効と判断されるが、植栽土壌としての条件の良い他の土壌においても、最近の水資源の逼迫状況から考えるならば、二次処理水の積極的利用が図られて然るべきである。

また、本報告では、灌漑用水としての二次処理水の利用について検討してきたが、灌漑用水以外にも修景用水としての利用の可能性があり、公園内の池や流水等の利用方法については、今後の検討を要するところである。

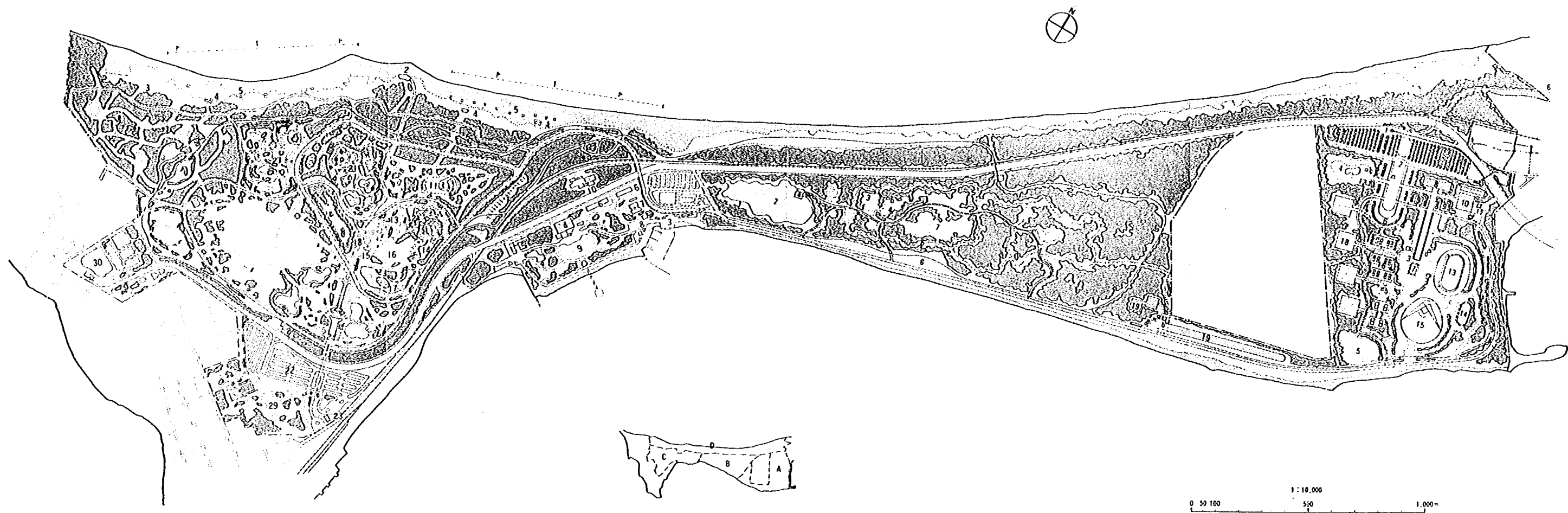


# 資 料

11

12

資料1 海の中道海浜公園基本計画図



施設計画

| 全 域 (539.3ha) |             |      | A 地 区 (96.4ha)<br>樹林とスポーツの広場 |              |         | B 地 区 (90.6ha)<br>樹林とピクニックの広場 |                 |       | C 地 区 (195.5ha)<br>樹木と文化・いこいの広場 |                           |         | D 地 区 (156.8ha)<br>海浜と憩いの広場 |                       |        |
|---------------|-------------|------|------------------------------|--------------|---------|-------------------------------|-----------------|-------|---------------------------------|---------------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|--------|
| 記号            | 主 要 施 設     | 規 模  | 記号                           | 主 要 施 設      | 規 模     | 記号                            | 主 要 施 設         | 規 模   | 記号                              | 主 要 施 設                   | 規 模     | 記号                          | 主 要 施 設               | 規 模    |
| +++           | 鉄 道         |      | 1                            | 東 駐 車 場      | 1,450台  | 1                             | 休 息 の 丘         | 0.5ha |                                 | (文化施設群エリア)                |         | 17                          | 冒 険 の 池               | 5,500㎡ |
| ====          | 都 市 計 画 街 路 |      | 2                            | 入 口 広 場      | 1.0ha   | 2                             | 池               | 4.7ha | 1                               | 中 央 駐 車 場                 | 700台    | 18                          | プ ロ ム ナ ー ド           | 220m   |
| ====          | 幹 線 街 路     | 8km  | 3                            | 中 央 広 場      | 2.5ha   | 3                             | ゲ ー ム 広 場       | 2.7ha | 2                               | サイクリングセンター                | 300台    |                             | (水あそび広場)              |        |
| ====          | 補 助 幹 線 街 路 | 12km | 4                            | 子 供 広 場      | 0.5ha   | 4                             | 憩 い の 広 場       | 1.0ha | 3                               | マリーナビレッジ                  | 11店舗    | 19                          | 北 管 理 棟               | 479㎡   |
| ====          | 自 転 車 街 路   | 15km | 5                            | 休 息 広 場      | 2.2ha   | 5                             | ク ロ ス カ ン ト リ ー | 4km   | 4                               | 多 目 的 ホ ー ル               | 2,300人  | 20                          | ロ ッ カ ー 棟             | 1,114㎡ |
| ----          | 遊 歩 道       |      | 6                            | 噴 水 池        | 0.6ha   | 6                             | 芝 生 広 場         | 2.6ha | 5                               | 海 浜 生 態 科 学 館             | 5,000㎡  | 21                          | 大規模プール群   (水面積)       | 7,400㎡ |
|               |             |      | 7                            | 沈 床 園        | 0.6ha   | 7                             | 家 族 広 場         | 2.7ha | 6                               | 宿 泊 セ ン タ ー               | 350人    |                             | (西口広場)                |        |
|               |             |      | 8                            | 屋 内 プ ー ル    | 50m     |                               |                 |       | 7                               | 管 理 セ ン タ ー               | 3,360㎡  | 22                          | 西 駐 車 場               | 1,500台 |
|               |             |      | 9                            | 柔 剣 道 場      | 2,500㎡  |                               |                 |       | 8                               | ビ ジ タ ー セ ン タ ー           | 300㎡    | 23                          | 西 戸 崎 口 レ ス ト ハ ウ ス   | 241㎡   |
|               |             |      | 10                           | 屋 内 競 技 場    | 5,800㎡  |                               |                 |       | 9                               | 催 し 広 場                   | 1.2ha   | 24                          | 西 口 管 理 所 ・ 西 口 使 所   | 811㎡   |
|               |             |      | 11                           | サイクリングセンター   | 300台    |                               |                 |       | 10                              | ユ ー テ ィ リ テ ィ 施 設         | 2,000㎡  | 25                          | カ ナ ー ル 壁 泉           | 100m   |
|               |             |      | 12                           | ク ラ ブ ハ ウ ス  | 300㎡    |                               |                 |       |                                 | (野外劇場エリア)                 |         |                             | (水辺の広場)               |        |
|               |             |      | 13                           | 陸 上 競 技 場    | 2種400m  |                               |                 |       | 11                              | シ ア タ ー 広 場               | 5,000人  | 26                          | 水 辺 の 広 場 レ ス ト ハ ウ ス | 381㎡   |
|               |             |      | 14                           | サ ブ ト ラ ッ ク  | 200m    |                               |                 |       |                                 | (子供の広場)                   |         |                             | (動物の森)                |        |
|               |             |      | 15                           | 野 球 場        | 12,000人 |                               |                 |       | 12                              | 子 供 の と り で               | 2,500㎡  | 27                          | 動 物 の 森               | 12ha   |
|               |             |      | 16                           | テ ニ ス コ ー ト  | 12面     |                               |                 |       | 13                              | フ ィ ー ル ド ア ス レ ッ ク コ ー ス | 1,000m  | 28                          | インフォメーションセンター         | 501㎡   |
|               |             |      | 17                           | バレー・バスケットコート | 4面      |                               |                 |       | 14                              | 大 観 覧 車                   | 60m     |                             | (近隣広場)                |        |
|               |             |      | 18                           | グ ラ ウ ン ド    | 2.6ha   |                               |                 |       | 15                              | 入 口 広 場                   | 3,000㎡  | 29                          | 近 隣 広 場               | 10ha   |
|               |             |      | 19                           | 馬 術 練 習 場    | 2.0ha   |                               |                 |       | 16                              | お ま つ り 広 場               | 10,500㎡ | 30                          | 運 動 広 場               | 7ha    |



## 資料 2 下水処理の方法

高級処理の代表的な処理方法である標準活性汚泥法による下水処理プロセスを示すと図1の様である。下水は、下水幹線より粗目スクリーンを通り、粗大な浮状物質が除去されて沈砂池に入る。ここで比較的重い粗粒固形物である土砂が沈殿除去される。スクリーンで除去された渣は埋立または焼却処分される。沈砂池底に沈殿した土砂は取り出され、洗浄後埋立等の処分がなされ、洗浄排水は沈砂池に返される。沈砂池からの下水は下水ポンプで最初沈殿池に揚水する。分流式下水は全量を最初沈殿池に導くが、降雨時に雨水を多量に含む合流式下水の場合には、晴天時日平均下水量の2~4倍量以上の雨水は雨水池に

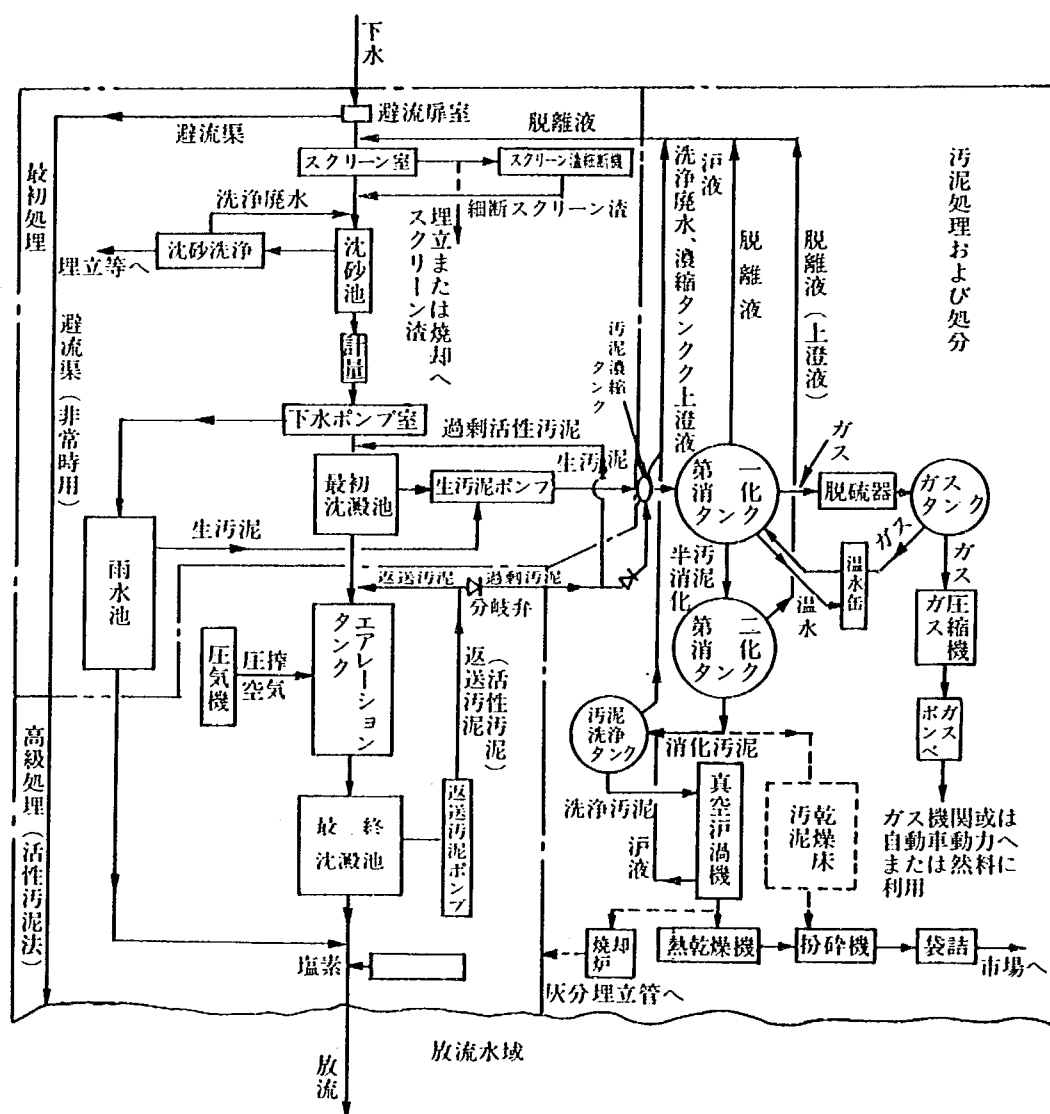


図1 下水完全処理行程の一例

排出するか、または直接河川などに放流する。最初沈殿池では、沈殿性固形物の大部分が沈殿除去されて液体処理の目的の半ばが達成されるが、なお下水中には非沈殿性固形物および溶解性物質が多量に含まれているので、さらに高級処理がなされる。最初沈殿池を出た下水は、活性汚泥法によって処理される。

すなわちエアレーションタンクにおいて空気の供給あるいは機械的攪拌の下で十分に活性汚泥の作用（好気性分解作用）を受け、下水中の溶解性物質の酸化あるいは微細固形物の凝集吸着が行われる。そして、最終沈殿池に送られ、再び沈殿作用を受ける。この段階では、ほとんどの浮遊物質は沈殿除去され、溶解性物質も十分酸化されているので、上澄水は高度に浄化されたものとなり固液分離処理の最終目的が達成される。この様にして処理された下水は公共用水域に放流される。

一方最初沈殿池、最終沈殿池において沈殿した汚泥は、池底から機械的操作により排出され、汚泥ポンプで汚泥処理施設に送られる。最初沈殿池で沈殿した汚泥は生汚泥といい、最終沈殿池からの汚泥は活性汚泥という。この活性汚泥は、エアレーションタンクに返送される返送汚泥と、残りの余剰汚泥に分けられる。生汚泥と余剰汚泥は濃縮タンクで濃縮後、第1消化タンクへ、次に第2消化タンクへ送られて嫌気性分解を受ける。消化タンクではこの分解作用により、メタンガスを主成分とするカロリーの高いガスが発生する。このガスはガスタンクに貯留され、消化タンクの加温設備の熱源とか、自家発電機の燃料などに利用されている。

ガス発生がほとんど終了した消化汚泥は天日乾燥を行うか、機械的脱水した後、加熱乾燥機で乾燥したものを埋立処分するか、あるいはリン、カリの様な肥料成分を補足して、肥料として利用されている。また汚泥の減少をはかるため、この脱水汚泥を焼却炉で焼却する場合もある。

なお消化タンク、濃縮タンクなどからの上澄水や機械脱水機からの排水はすべて流入下水に返送されるので生下水とともにまた処理プロセスに入って処理される。

以上が高級処理法の標準活性汚泥法のプロセスである。その他の下水処理法の主なものを以下に簡単に述べる。

#### (1) モディファイド・エアレーション法

放流水域の状態によっては標準活性汚泥法の処理による程、高い浄化度を必要としない場合もあり、そのような場合にモディファイド・エアレーション法がもちいられる。この方法ではエアレーション時間は2～3時間、返送汚泥率10%程度、空気量も2～3倍、最終沈殿池の水面負荷 $40\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 程度で操作され、建設費、維持費が少なく済む。また下水水質によっては最初沈殿池すなわち予備沈殿池を設けない場合もある。

標準活性汚泥法では汚泥の濃縮は2～3%しかないが、この方法だと予備沈殿池を有する場合で、

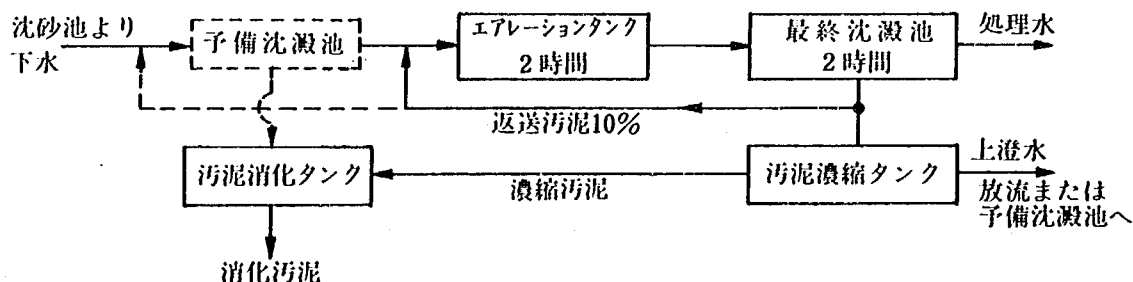


図2 モディファイド・エアレーション法

平均4%以上、有しない場合だと平均7%程度まで濃縮されるので、処分すべき汚泥量が少なくてすむ。しかし、この方法は、高度の浄化度を必要としない場合で、かつ下水が家庭污水を主体とするものに適する。

## (2) 標準散水汙床法

汙床に充填した碎石などの汙材に下水を散布すると、下水中の汚廃物とともに細菌、その他の微生物が汙材の表面に付着して、汙材の表面にゼラチン様の膜を形成する。この生物膜中の微生物は、下水中

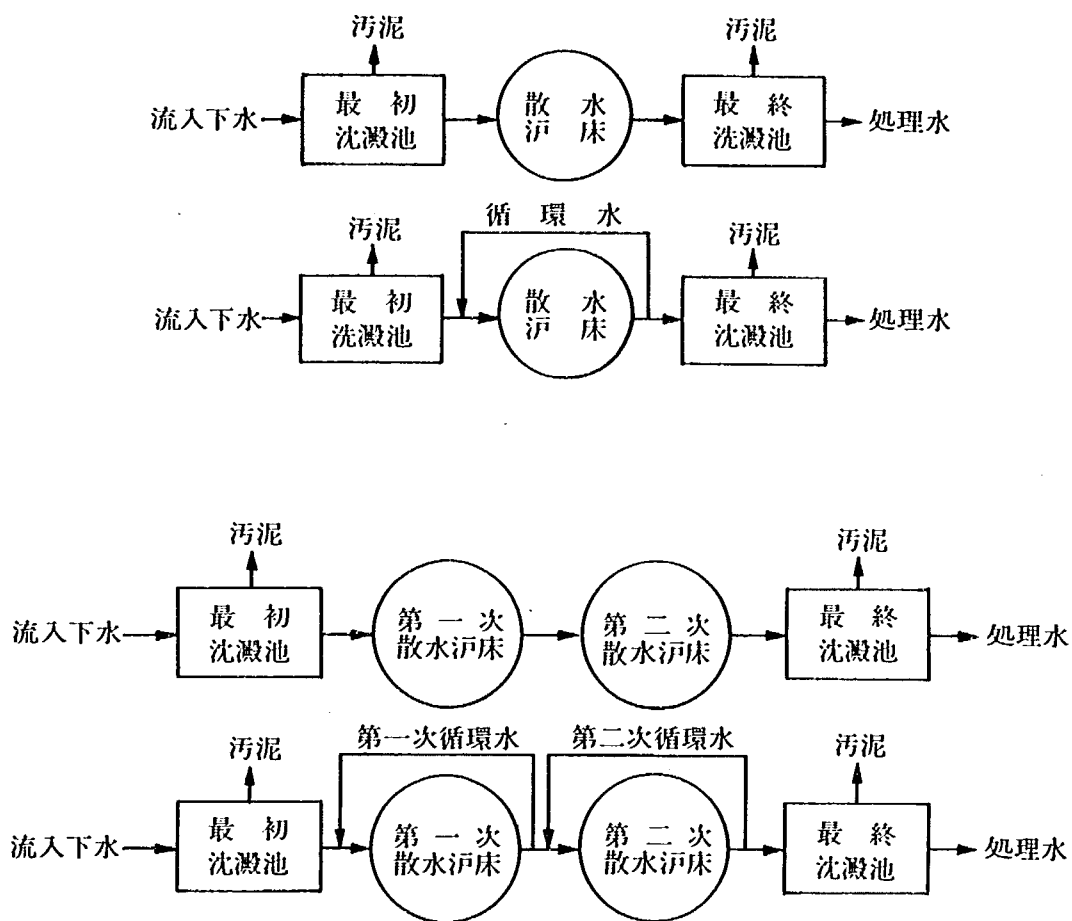


図3 二段汙床の処理フローシート散水汙床法

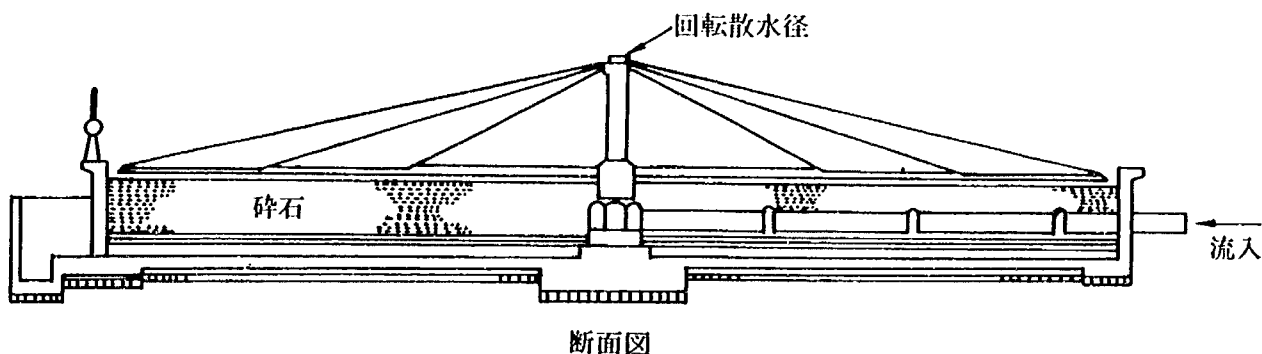


図4 散水汙床の構造の例

の汚廃物を食物として摂取して、汙材空隙の空気の存在のもとに、生物性吸着と凝集、好気性酸化作用によって汚廃物を炭酸ガス、水、窒素、アンモニア、その他の単純な化合物に還元して、腐食土質様の固形物に変化させる。これは汚泥として容易に汙床流出水中に入って最終沈殿池で分離される。

この標準散水汙床法では、水量負荷  $1 \sim 3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$  の範囲、BOD負荷  $0.15 \sim 0.30 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{日}$  の範囲として汙床内を通過させると、処理水質はBCDの70～85%、SSの70～80%を除去でき、窒素化合物が硝酸塩に変わる割合も大きい。

### (3) 高速散水汙床法

高速散水汙床法は標準散水汙床法と基本的な処理方法は同様である（散水汙床を2段とする場合もある）。水量負荷  $5 \sim 25 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、BOD負荷  $0.8 \sim 1.2 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{日}$  とし、流入下水に汙床流出水または最終沈殿流出水を返送循環（循環量は0.5～6.0倍）させて処理される。処理水質は標準法にくらべるとやや劣り、BODの60～75%、SSの65～75%が除去されるが硝化はほとんど起らないので、中級処理といわれる。

公園における二次処理水の利用  
—主として砂質土壌地について—

ISSN 0386-5878

土研資料第2033号

昭和58年12月(1983)

芹澤 誠・田代順孝・古関堅治・藤原宣夫

キーワード 二次処理水, 再利用, 灌水試験, 国営公園, 砂質土壌

要 旨

海の中道海浜公園における, 植栽樹木及び芝生への二次処理水の灌水試験の結果より, 公園における二次処理水の利用について, 水質・土壌・植栽生育・灌水方法の観点より検討を行ったものである。



郵便はがき

40円  
を切  
手  
は  
い  
っ  
て  
下  
さ  
い

3 0 5 - □ □

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地  
建設省土木研究所  
緑化研究室御中

No. 9

No. 9

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2033号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印