

## 第3章 浸入水特性に関する調査

### 3-1 調査概要

#### (1) 調査目的

汚水処理区域の流量観測データをもとに浸入水特性について解析を行い、得られた結果と浸入水に関わる各要素との関連性について検討を行う。

#### (2) 調査概要

今回の調査では、N流域下水道、K市、U市を対象に以下の調査を行った。

##### ①基本事項の把握

調査対象区域について、認可申請書、下水道台帳、下水道計画図や聞き取り調査等をもとに区域の特性や下水道の敷設状況等のデータ収集を行った。

##### ②浸入水の定量

対象とする処理区域の晴天時及び雨天時の流量データを用いて、浸入水の定量化を行った。

##### ③雨天時浸入水特性についての検討

①、②の結果を元に、各要素との関連性を検討を行った。

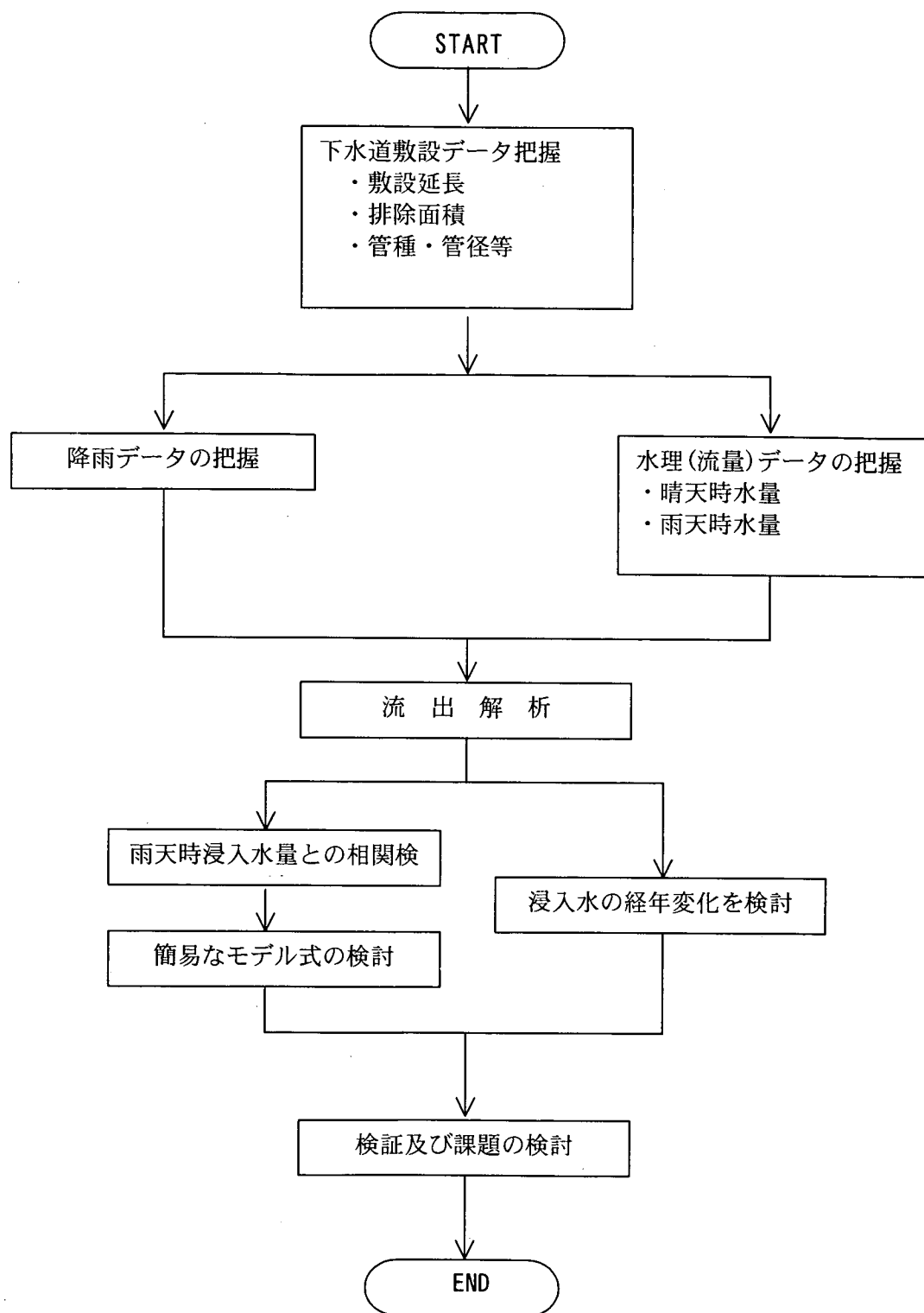


図 3-1-1 調査フロー

### 3-2 N流域下水道での検討

#### (1) 基本事項の把握

##### 1) 調査内容

調査区域の基本情報や浸入水の流入状況を把握するため、下記に示す資料収集を行った。

表 3-2-1 調査内容

| 調査対象地点 | 対象期間          | 調査内容                                       |
|--------|---------------|--------------------------------------------|
| N流域下水道 | 平成10年4/1～9/30 | 汚水流入量（時単位）、降雨量（時単位）<br>下水道整備状況（供用面積、供用人口等） |

##### 2) 調査区域の概要

本調査では、平成9年に行われた「下水道施設の浸入水観測及び硫化水素生成状況調査（（財）S県下水道公社、建設省土木研究所）」において、流量データが得られ易く、かつ下水道整備が進んでおり、浸入水が認められるN流域下水道区域内の14処理分区のうち、6処理分区を調査対象とした。

本調査流域は、S県の東南部に位置し、比較的平坦な地形となっている。

地質的には、ほとんど粘土と砂の互層からできた沖積層である。最上部に上部粘土層、次層に上部砂層、第3層に下部粘土層、最下層に下部砂層が分布している。

N流域下水道調査対象区域の概要を図3-2-1に示す。

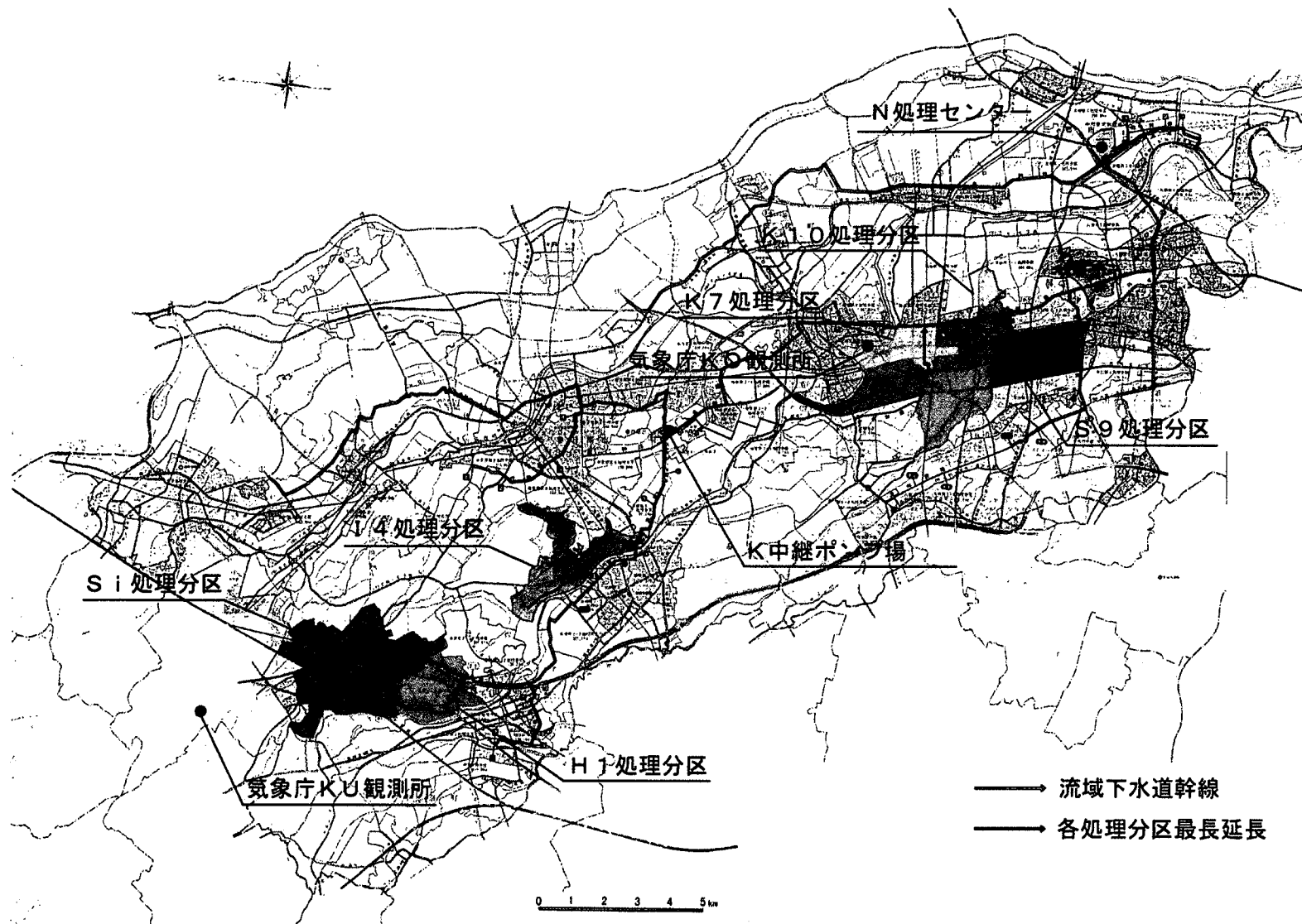


図 3-2-1 N流域下水道調査区域図

N流域下水道の調査対象区域についての基礎データは、認可申請書、下水道台帳、下水道計画図及びヒアリング調査により把握を行った。

N流域下水道の調査区域概要を表 3-2-2 に示す。

表3-2-2 N流域下水道の調査区域概要

| 処理分区名   | 計画面積<br>(ha) | 整備面積<br>(ha) | 計画人口<br>(人) | 整備人口<br>(人) | 日平均計画汚水量 (m <sup>3</sup> /日) |             |             |
|---------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|
|         |              |              |             |             | 家 庭                          | 工 場         | 計           |
| K7処理分区  | 639.1        | 585.2        | 49,960      | 61,879      | 22,982                       | 2,692       | 25,674      |
| K10処理分区 | 296.6        | 230.0        | 20,200      | 24,717      | 9,292                        | 1,398       | 10,690      |
| S9処理分区  | 404.0        | 250.3        | 22,030      | 14,060      | 10,134                       | 875         | 11,009      |
| I4処理分区  | 466.0        | 270.2        | 12,520      | 12,520      | 5,759                        | 6,580       | 12,339      |
| Si処理分区  | 338.0        | 213.0        | 22,306      | 14,024      | 7,760                        | 120         | 7,780       |
| H1処理分区  | 311.9        | 166.0        | 14,940      | 9,941       | 7,170                        | 3,010       | 10,180      |
| 処理分区名   | 流出係数         | 管渠延長<br>(m)  | 人孔数<br>(個)  | 汚水樹数<br>(個) | 塩ビ管*<br>使用率(%)               | 最長延長<br>(m) | 流下時間<br>(分) |
| K7処理分区  | 0.50         | 167,061      | 4,972       | 13,228      | 90.8                         | 6,660       | 139         |
| K10処理分区 | 0.50         | 69,996       | 2,190       | 5,290       | 90.0                         | 2,950       | 61          |
| S9処理分区  | 0.55         | 41,404       | —           | 2,223       | 73.6                         | 2,540       | 53          |
| I4処理分区  | 0.50         | 57,785       | 2,108       | 2,479       | 60.7                         | 4,170       | 87          |
| Si処理分区  | 0.50         | 52,439       | 1,531       | 4,965       | 92.0                         | 4,280       | 89          |
| H1処理分区  | 0.50         | 41,634       | 1,240       | 1,164       | 12.0                         | 2,850       | 78          |

- ・ 計画面積、整備人口、計画汚水量、流出係数は平成 10 年現在の認可申請書より把握した。
- ・ 整備面積、整備人口は平成 8 年度末現在の各市、町にて集計した数値である。
- ・ 管渠延長、人孔個数、ます個数、塩化ビニル管使用率については平成 8 年度末現在の数値を下水道台帳より把握した。
- ・ 最長延長は下水道計画図より最長路線を実測し、その延長を 0.80m/秒で流下するものと考え、流下時間を算出した。
- ・ 塩化ビニル管使用率 (%) = 塩化ビニル管総延長 (m) / 管渠総延長 (m)

### 3) 調査区域の降雨データ

今回の調査では、降雨量と浸入水量の関係を把握するため、調査地点の降雨量を正確につかむ必要がある。一般的に降雨データとしては以下に示すような2種類のデータがある。

#### ①気象庁雨量観測所

気象庁が設置、管理する雨量観測所で、およそ17km間隔に設置されている。10分、1時間間隔での降雨量データを入手可能である。

#### ②処理場、ポンプ場雨量計

終末処理場及びポンプ場に設置した雨量計であり、1時間間隔で降雨量を測定している。

以上より原則として、調査区域にもっとも近い観測地点の降雨データを用いることとした。ただし、気象庁KO観測所では平成10年9月のデータに欠測が多いため、雨天時浸入水解析では代わりにN処理センターのデータを用いた。

表3-2-3に調査対象区域と適用雨量データ一覧を示す。雨量観測地点はP83の図3-2-1に示した。

表 3-2-3 調査対象区域の適用雨量データ一覧

|                            | 調査対象区域   | 雨 量 デ ー タ     |
|----------------------------|----------|---------------|
| N<br>流<br>域<br>下<br>水<br>道 | K7 処理分区  | 気象庁 KO観測所データ※ |
|                            | K10 処理分区 | 気象庁 KO観測所データ※ |
|                            | S9 処理分区  | 気象庁 KO観測所データ※ |
|                            | I4 処理分区  | K中継ポンプ場雨量データ  |
|                            | Si 処理分区  | 気象庁 KU観測所データ  |
|                            | H1 処理分区  | 気象庁 KU観測所データ  |

※平成10年9月のデータに欠測が多いため、この月はN処理センターのデータを用いる。

### 4) 調査区域の流量データ

N流域下水道の各区域には、土木研究所が実施した同地域における流量観測結果「下水道施設の浸入水観測及び硫化水素生成状況調査(平成10年度・S県下水道公社)」のデータを用いた。

この流量データは、各処理分区の流末である流域下水道への接続点で、1時間単位で観測されている。

## (2) 浸入水の定量

浸入水は大きく「地下水浸入水」と「雨天時浸入水」とに分けられる。

地盤内に埋設された管路の継手等から浸入してくる「地下水浸入水」は取付管やますとの接合不良や管渠のクラック・破損、木根の侵入等の問題が浸入箇所として考えられる。

また、排水設備やマンホールの蓋など、地上に開放された部分や雨水排水の污水管への誤接続などから流入してくる「雨天時浸入水」は、降雨強度や継続時間、先行降雨の有無などによってその量は変動するものと考えられる。なお降雨時に雨水が地下浸透して管の継手、欠損部分から浸入してくる間接的な浸入水（浸透浸入水という）も雨天時浸入水量という。

浸入水はその原因が不明であるため、不明水とも言われているが、その量は流入下水量から有収水量を引くことによって算出される。しかしながら、一般に有収水量は、水道の使用実績より2ヶ月単位で把握することは可能であるが、日別、時間別の有収水量を把握することは困難であるため、雨天時流入水量から晴天時流入水量を差し引いたものを雨天時浸入水量として取り扱うものとし、晴天日の時間最低流入下水量を地下水浸入量としてみなすものとする。

浸入水量の解析として以下の3点について行った。

- 1) 晴天時汚水量の把握
- 2) 雨天時浸入水量の算出
- 3) 地下水浸入水量の算出

## 1) 晴天時汚水量の把握

晴天時汚水量の流入パターンは、以下の点に留意して算出を行った。

- ・ 季節による変動を測るため、調査期間である平成 10 年 4 月から 9 月について各月毎に流入パターンを算出した。
- ・ 生活パターンの違いによる影響を測るため平日と休日（土、日、祭日）に分けて流入パターンを算出した。
- ・ 雨天時浸入水の影響を避けるため、連続した無降雨日の 3 日め以降を晴天日として検討対象日とした。
- ・ 晴天、雨天の分類は採用している降雨観測所のデータによって各処理分区毎に整理を行った。
- ・ 気象庁越谷観測所では平成 10 年 9 月のデータに欠測が多いが、各観測所で晴天日が異なるため、ここでは N 処理センターのデータを用いない。

表 3-2-4 に晴天時流入水量の検討対象日を降雨観測所毎に示す。

図 3-2-2～図 3-2-4 に各処理分区毎の晴天時汚水量の流入パターンを示す。

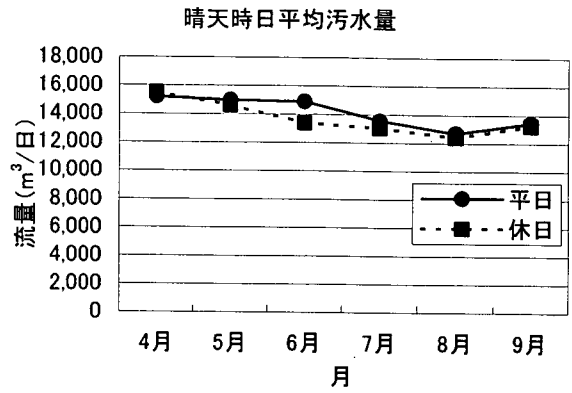
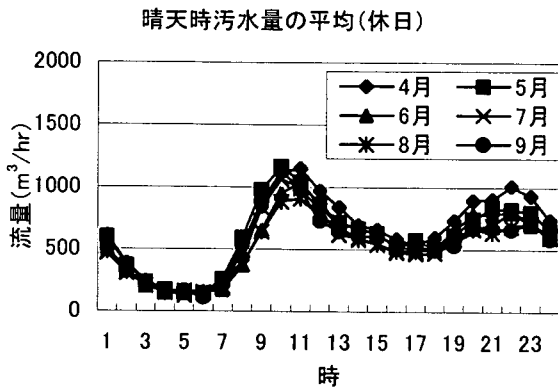
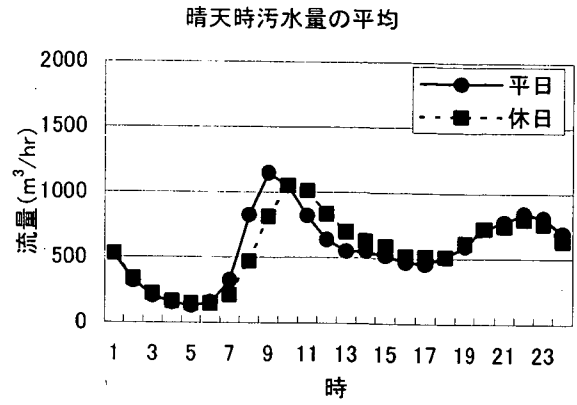
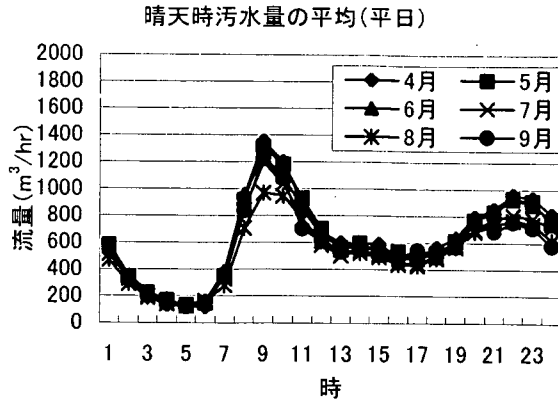
表 3-2-4 晴天時流入水量の検討対象日（平成 10 年）

| 月<br>日 | 4月 |   |   | 5月 |   |   | 6月 |   |   | 7月 |   |   | 8月 |    |    | 9月 |   |   |
|--------|----|---|---|----|---|---|----|---|---|----|---|---|----|----|----|----|---|---|
|        | A  | B | C | A  | B | C | A  | B | C | A  | B | C | A  | B  | C  | A  | B | C |
| 1      |    |   |   | ○  | ○ | ○ | ○  | ○ |   |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 2      |    |   |   | ○  | ○ | ○ | ○  | ○ |   | ○  | ○ | ○ |    |    |    |    |   |   |
| 3      |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |    |    |    | ○ |   |
| 4      |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ | ○  |    |    | ○  | ○ |   |
| 5      | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |    |    | ○  |   |   |
| 6      |    |   | ○ | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    | ○ | ○ |    |    |    | -  |   |   |
| 7      |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   |    |    |    | -  |   |   |
| 8      |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    | -  |   |   |
| 9      |    |   |   |    |   |   |    | ○ |   |    |   |   | ○  |    |    | -  |   |   |
| 10     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   | ○ |
| 11     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  | ○ | ○ |
| 12     | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  | ○ | ○ |
| 13     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    | ○  | ○  | -  | ○ | ○ |
| 14     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   | ○ |    |    |    | -  | ○ | ○ |
| 15     |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |    |    | -  |   |   |
| 16     |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    | ○ |   |    |    |    | -  |   |   |
| 17     |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ |   |    |   |   | ○  | ○  |    | -  |   |   |
| 18     |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |   |   | ○  | ○  |    | -  |   |   |
| 19     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 20     | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 21     | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 22     | ○  | ○ | ○ | ○  | ○ |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 23     | ○  | ○ | ○ | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 24     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 25     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 26     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   | ○  | ○  | ○  | -  |   |   |
| 27     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    | -  |   |   |
| 28     |    |   |   |    |   |   | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |    |    | -  |   |   |
| 29     |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 30     | ○  | ○ | ○ |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 31     | △  | △ | △ |    |   |   | △  | △ | △ |    |   |   |    |    |    | △  | △ | △ |
| 計      | 7  | 7 | 8 | 8  | 8 | 7 | 5  | 6 | 2 | 7  | 9 | 9 | 15 | 14 | 12 | 2  | 6 | 5 |

※「-」部分は欠測である。

| 観測地点名 |                   | 晴天日  |
|-------|-------------------|------|
| A     | 気象庁 KO観測所（9月欠測有り） | 44 日 |
| B     | Kポンプ場             | 50 日 |
| C     | 気象庁 KU観測所         | 43 日 |

# K 7 処理分区



# K 1 0 処理分区

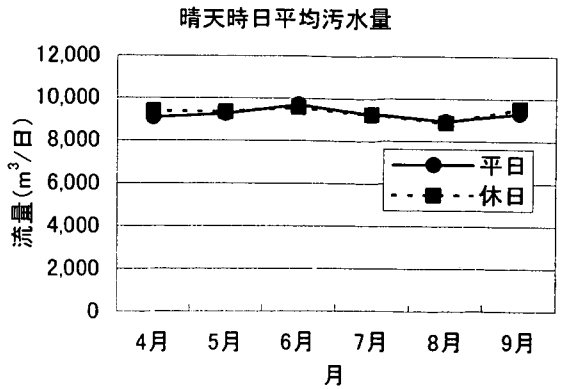
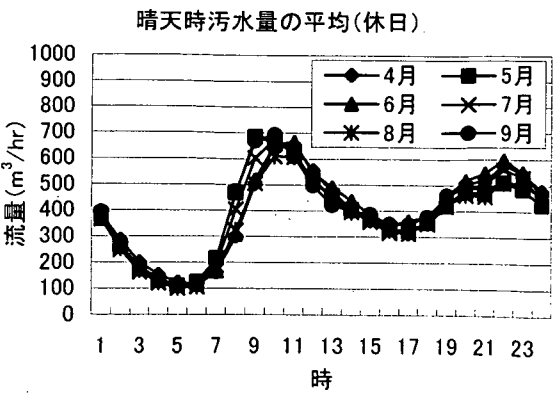
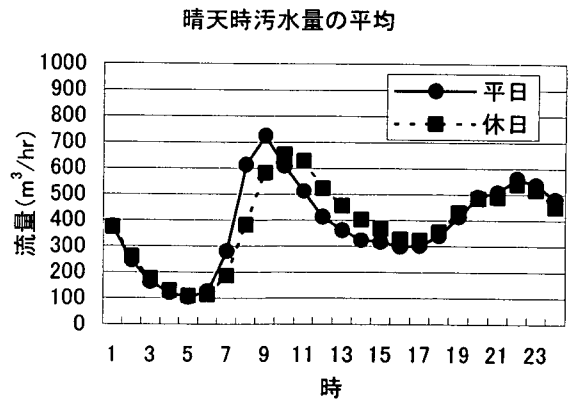
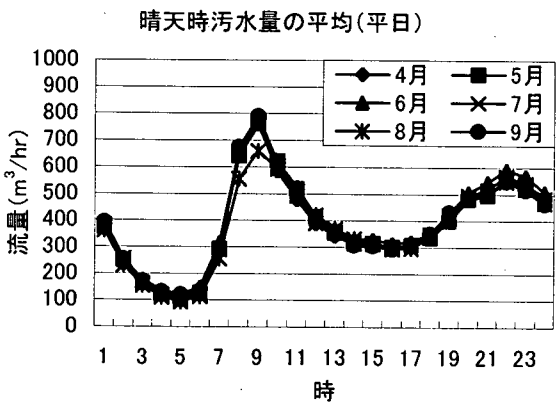
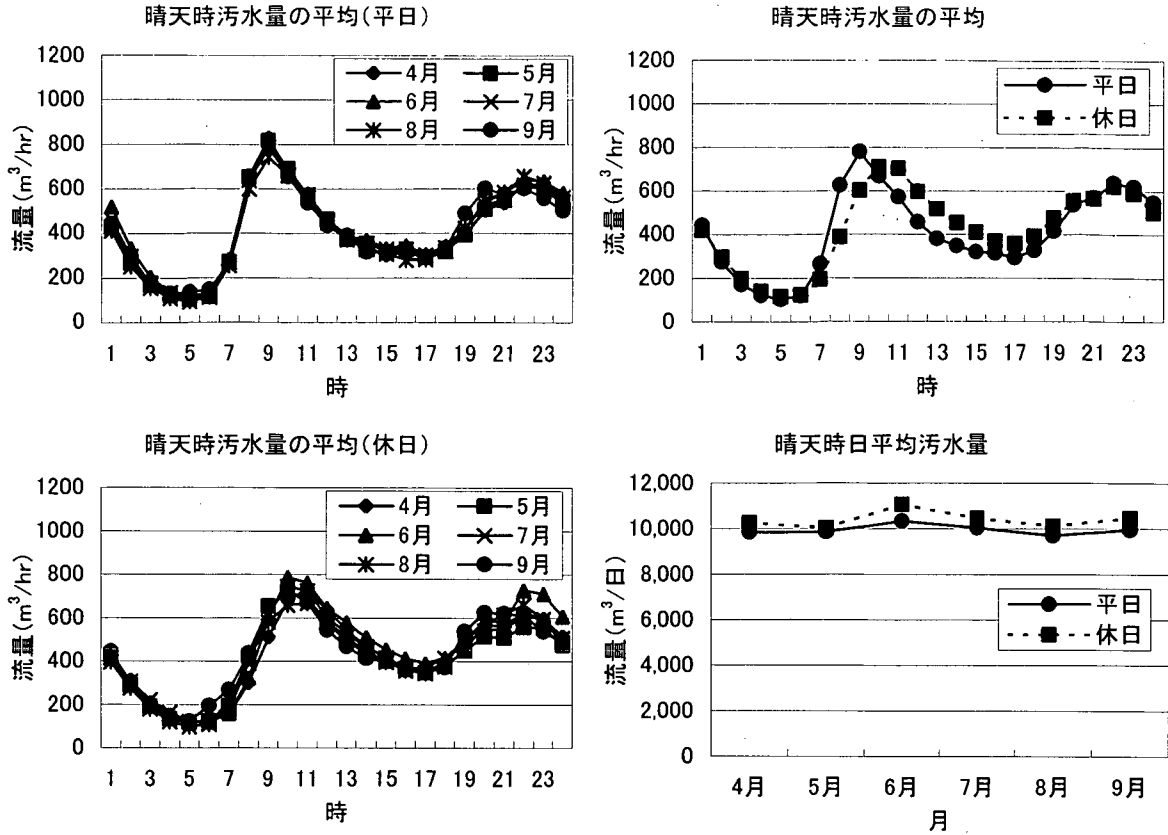


図 3-2-2 晴天時汚水量 (その1)

### S 9 処理分区



### I 4 処理分区

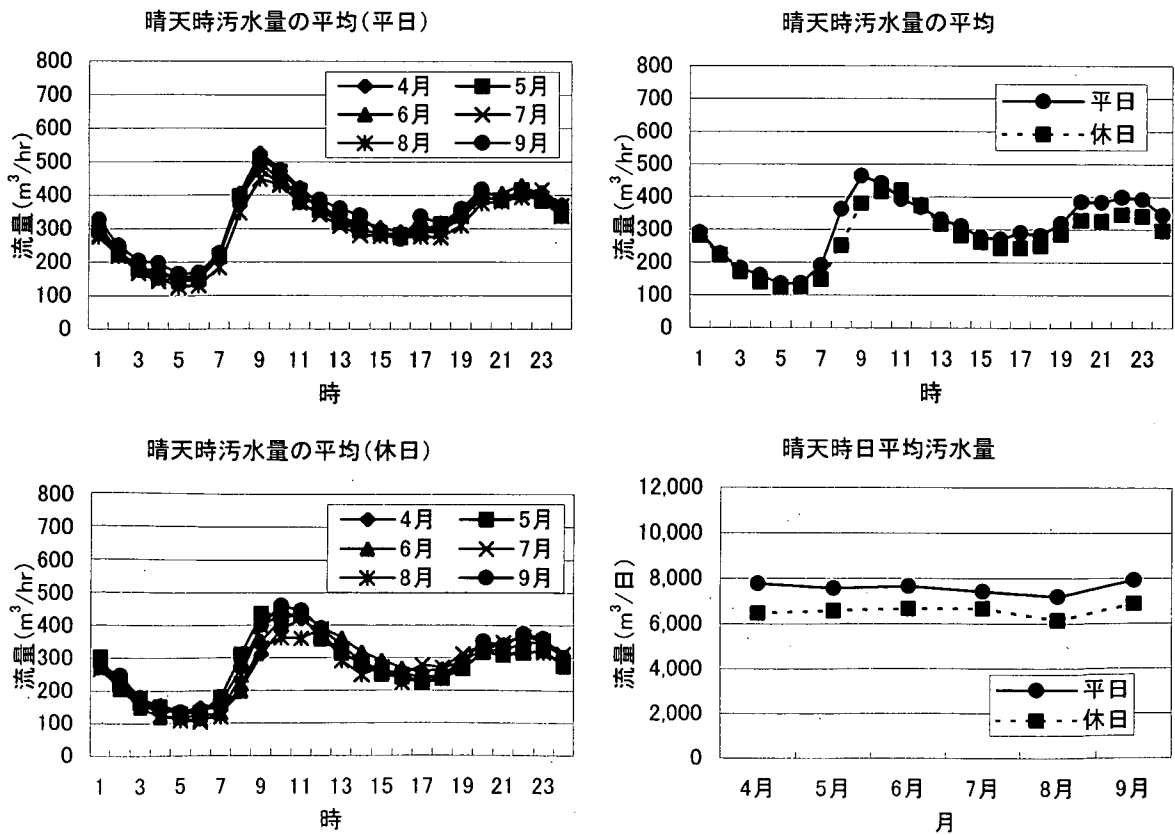
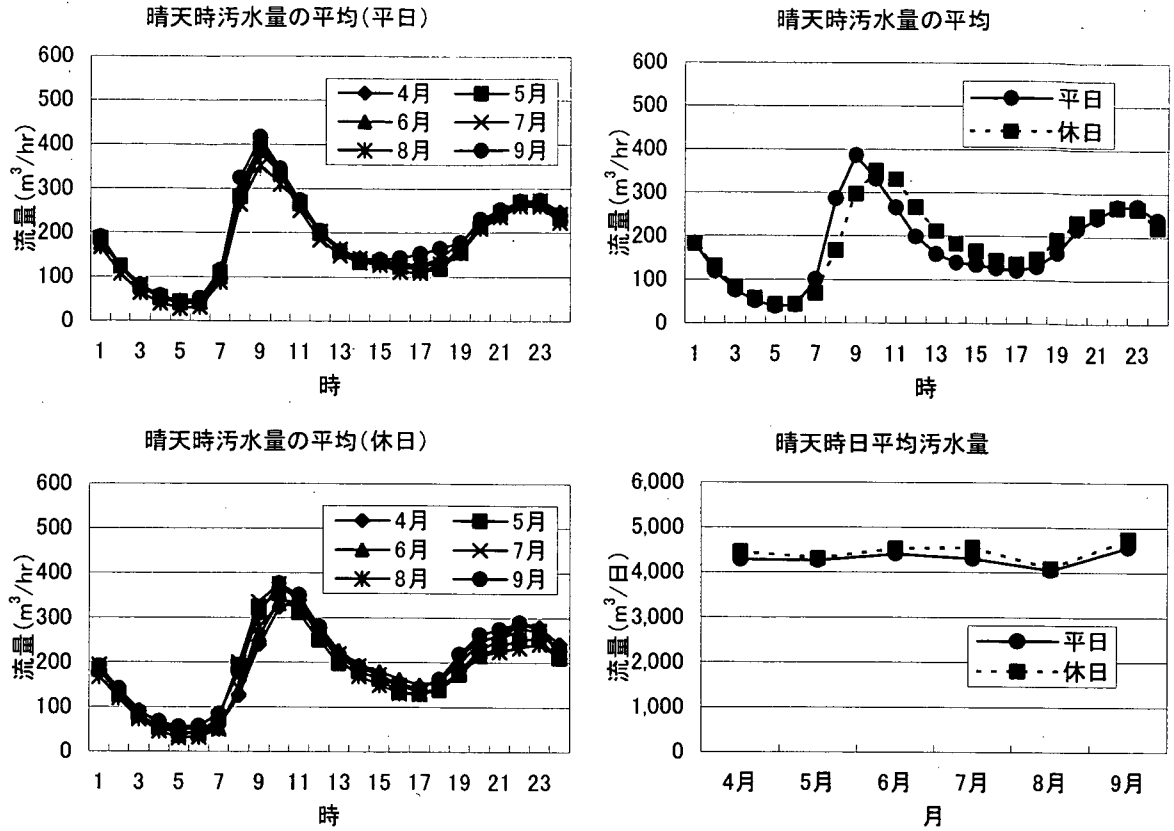


図 3-2-3 晴天時汚水量 (その 2)

# Si 処理分区



# H1 処理分区

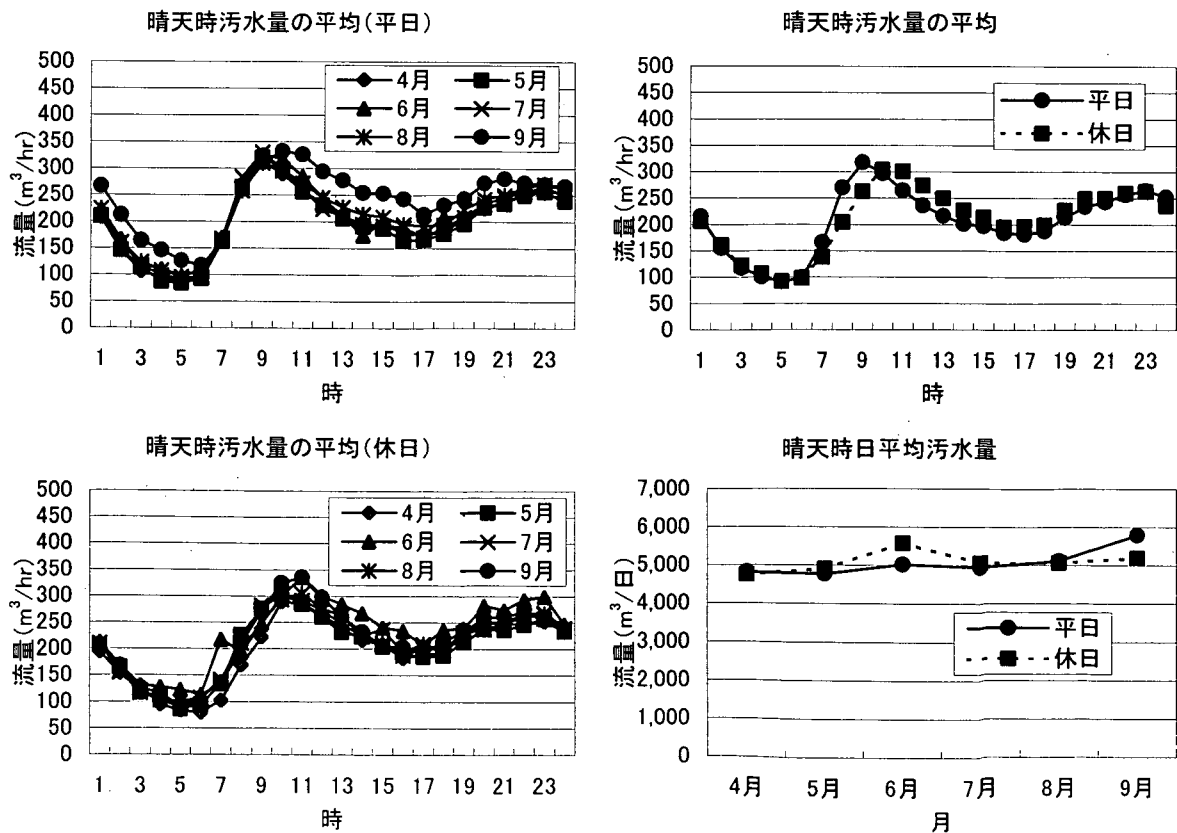


図 3-2-4 晴天時汚水量 (その 3)

図 3-2-2～図 3-2-4 より、晴天日汚水量について、次のことがいえる。

①. 季節変動について。

- ・ 流入パターンに変化はみられず、ピーク出現時間に変動は見られない。
- ・ 日平均汚水量の変動は、K7 処理分区で 20%程度の差が生じるが、その他の処理分区では少ない。

②. 平日と休日の流入パターンの差異について。

- ・ 平日は休日に比べピークが早い時刻に出現し、ピーク流入水量も大きい。
- ・ 夜間のピーク出現時間、ピーク流入水量に大きな差異は見られない。
- ・ I 4 処理分区は、平日、休日による日平均汚水量の差が大きい、他処理分区では日平均汚水量の差異はほとんど無い。

以上より、今回の調査区域の晴天時汚水量は、平日、休日の差異は認められるものの、季節による変動は少ないと考えられる。したがって今回の調査では、晴天日を平日、休日で分け、それぞれについて全調査期間の平均を算出し、晴天時汚水量とする。

## 2) 雨天時浸入水量の算出

解析にあたっての条件及び定義を以下に示す。

- ① 雨天時の浸入水量は、下記の式で算出した。

$$\text{浸入水量 (m}^3\text{)} = \{\text{雨天時流量 (m}^3\text{)} - \text{晴天時流量 (m}^3\text{)}\}$$

- ② 解析に用いる晴天時流量は平日と休日で分けて使用する。月による変動は見込まない。
- ③ 浸入水量算出の際に、雨天時水量を晴天時水量が越えてマイナスになった場合には、すべて浸入水量無しとして取り扱う。
- ④ 雨天時浸入水量の解析は、小さな降雨では影響を測りかねるので、今回は最大降雨強度 5mm/hr以上の降雨を対象とした。なお、降雨は前後4時間無降雨状態のものを1降雨として検討している。
- ⑤ 各処理分区に適用する降雨データの観測点は前述の表3-2-3のとおりとする。
- ⑥ 解析対象降雨には通し番号をつける。この際、降雨観測地点ごとに降雨状況が異なるため、地点によっては欠番が生じることがある。
- 降雨観測点毎の解析対象降雨を表3-2-5に示す。

- ⑦ 一般家庭では、雨天日には洗濯排水が減少し、雨天日の翌日の晴天日には洗濯排水が増加するといわれている。しかしながら、この洗濯排水の量を把握することは困難であることから、考慮しないものとする。
- ⑧ 解析は降雨終了後、浸入水量（雨天時流量－晴天時流量）が“0”になるまで行うものとするが、その後しばらく続く時は降雨終了後24時間で終了とした。これは前項の洗濯排水の影響など、雨水起源以外の流量変化によって、浸入水の過大評価をさけるためである。
- ⑨ 平均降雨強度とは、総降雨量を降雨継続時間で除した値である。
- ⑩ 浸入水率とは、降雨量に対する浸入水量の比のことで、下記の式で表示される。

$$\text{浸入水率 (\%)} = \text{浸入水量 (m}^3\text{)} / \{\text{降雨量 (mm)} \times \text{整備面積 (ha)}\} \times 10$$

- ⑪ 流入開始時間とは、降雨観測開始時点から浸入水の流入が確認されるまでの経過時間をいう。
- ⑫ 解析開始前の24時間以内に計6mm以上の降雨のあったケースは先行降雨有りとして分類した。これは解析開始前の降雨による浸透浸入水の影響を考慮したものである。

解析対象降雨を表 3-2-5 に、雨天時流出解析の結果を表 3-2-6～表 3-2-11 に示す。

また、解析結果の中から代表的な例を図 3-2-5～図 3-2-12 に示す。

表 3-2-5 解析対象降雨（平成 10 年）

| 月<br>日 | 4月 |   |   | 5月 |    |   | 6月 |    |    | 7月 |    |    | 8月 |     |     | 9月 |    |    |    |
|--------|----|---|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|
|        | A  | B | C | A  | B  | C | A  | B  | C  | A  | B  | C  | A  | B   | C   | A  | B  | C  | D  |
| 1      |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |
| 2      |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |
| 3      |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |
| 4      |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |
| 5      |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    | 23  | 23  |    |    |    |    |
| 6      |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | 24 | 24  |     | -  |    |    |    |
| 7      | 1  | 1 | 1 |    |    |   |    |    |    |    |    | 13 |    |     |     | -  |    |    |    |
| 8      |    |   |   | 7  |    | 7 |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 9      |    |   | 2 |    |    |   |    |    |    |    |    | 14 | 14 |     |     | -  |    |    |    |
| 10     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    | 15 | 15 | 15 |     |     | -  |    |    |    |
| 11     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 12     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    | 16 |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 13     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 14     |    |   |   |    |    |   | 11 | 11 | 11 |    |    |    | 25 |     |     | -  |    |    |    |
| 15     | 3  | 3 | 3 |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  | 29 | 30 | 30 |
| 16     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  | 30 |    |    |
| 17     | 4  |   |   | 8  | 8  | 8 |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 18     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 19     |    |   |   | 9  |    | 9 |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 20     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 21     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    | 31 | 32 |
| 22     |    |   |   |    |    |   | 12 |    | 12 |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 23     |    |   |   |    |    |   |    |    |    | 17 | 17 | 17 |    |     |     | -  |    |    |    |
| 24     |    |   | 5 | 10 | 10 |   |    |    |    | 18 |    |    |    |     |     | -  |    | 33 |    |
| 25     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    |    |    |
| 26     | 6  | 6 | 6 |    |    |   |    |    |    | 20 | 20 | 19 |    |     |     | -  |    |    |    |
| 27     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | -  |    | 34 | 34 |
| 28     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | 26 | 26  | 26, | -  |    |    |    |
| 29     |    |   |   |    |    |   |    |    |    | 21 | 21 | 21 | 27 | 27, | 27, |    |    |    |    |
| 30     |    |   |   |    |    |   |    |    |    | 22 |    | 22 | 28 | 28  | 28  |    |    |    |    |
| 31     |    |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |

※1;表中の数値は解析上用いている降雨 No である。

※2;「-」部分は欠測である。

観測点名

- A 気象庁 KO観測所（9月欠測有り）
- B Kポンプ場
- C 気象庁 KU観測所
- D N処理センター（気象庁KO観測所のデータに異常があるため、9月のみ代わりに使用）

表 3-2-6 K7 処理分区解析結果

| 降雨     | 月   | 日       | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m3 | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入率<br>% | 総降雨<br>水量<br>m3 | 先行降雨 |
|--------|-----|---------|------------|-----------------|------------------|---------------------|----------|-----------------|------|
| No. 1  | 4 月 | 6日～7日   | 41         | 10,307          | 25               | 1.6                 | 4        | 239,920         |      |
| No. 3  |     | 14日～15日 | 57         | 18,124          | 33               | 1.7                 | 5        | 333,547         |      |
| No. 4  |     | 17日     | 15         | 6,131           | 8                | 1.9                 | 7        | 87,776          |      |
| No. 6  | 5 月 | 26日     | 21         | 4,012           | 5                | 4.2                 | 3        | 122,886         |      |
| No. 7  |     | 8日～9日   | 19         | 2,180           | 7                | 2.7                 | 2        | 111,182         |      |
| No. 8  |     | 17日     | 25         | 3,418           | 5                | 5.0                 | 2        | 146,293         |      |
| No. 9  |     | 19日     | 23         | 7,463           | 11               | 2.1                 | 6        | 134,589         | 有り   |
| No. 10 | 6 月 | 24日～25日 | 64         | 14,970          | 12               | 5.3                 | 4        | 374,509         |      |
| No. 11 |     | 13日～14日 | 35         | 12,474          | 6                | 5.8                 | 6        | 204,810         |      |
| No. 12 |     | 21日～22日 | 44         | 9,304           | 19               | 2.3                 | 4        | 257,475         |      |
| No. 15 | 7 月 | 10日     | 35         | 4,494           | 5                | 7.0                 | 2        | 204,810         | 有り   |
| No. 16 |     | 12日     | 12         | 1,494           | 4                | 3.0                 | 2        | 70,220          |      |
| No. 17 |     | 22日～23日 | 36         | 5,431           | 10               | 3.6                 | 3        | 210,661         | 有り   |
| No. 18 |     | 24日     | 26         | 4,836           | 10               | 2.6                 | 3        | 152,144         |      |
| No. 20 |     | 26日     | 14         | 3,235           | 3                | 4.7                 | 4        | 81,924          |      |
| No. 21 |     | 29日     | 9          | 375             | 1                | 9.0                 | 1        | 52,665          |      |
| No. 22 |     | 30日     | 8          | 313             | 2                | 4.0                 | 1        | 46,814          | 有り   |
| No. 24 | 8 月 | 6日      | 16         | 2,139           | 6                | 2.7                 | 2        | 93,627          |      |
| No. 25 |     | 14日     | 12         | 163             | 4                | 3.0                 | 0        | 70,220          |      |
| No. 26 |     | 27～28日  | 65         | 6,624           | 22               | 3.0                 | 2        | 380,361         |      |
| No. 27 |     | 29日     | 22         | 3,931           | 14               | 1.6                 | 3        | 128,737         | 有り   |
| No. 28 |     | 30日     | 35         | 7,390           | 23               | 1.5                 | 4        | 204,810         | 有り   |

表 3-2-7 K10 処理分区解析結果

| 降雨     | 月   | 日       | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m3 | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入率<br>% | 総降雨<br>水量<br>m3 | 先行降雨 |
|--------|-----|---------|------------|-----------------|------------------|---------------------|----------|-----------------|------|
| No. 1  | 4 月 | 6日～7日   | 41         | 6,367           | 25               | 1.6                 | 7        | 94,300          |      |
| No. 3  |     | 14日～15日 | 57         | 9,675           | 33               | 1.7                 | 7        | 131,100         |      |
| No. 4  |     | 17日     | 15         | 2,862           | 8                | 1.9                 | 8        | 34,500          |      |
| No. 6  | 5 月 | 26日     | 21         | 2,285           | 5                | 4.2                 | 5        | 48,300          |      |
| No. 7  |     | 8日～9日   | 19         | 1,551           | 7                | 2.7                 | 4        | 43,700          |      |
| No. 8  |     | 17日     | 25         | 2,079           | 5                | 5.0                 | 4        | 57,500          |      |
| No. 9  |     | 19日     | 23         | 5,828           | 11               | 2.1                 | 11       | 52,900          | 有り   |
| No. 10 | 6 月 | 24日～25日 | 64         | 12,362          | 12               | 5.3                 | 8        | 147,200         |      |
| No. 11 |     | 13日～14日 | 35         | 9,653           | 6                | 5.8                 | 12       | 80,500          |      |
| No. 12 |     | 21日～22日 | 44         | 8,216           | 19               | 2.3                 | 8        | 101,200         |      |
| No. 15 | 7 月 | 10日     | 35         | 4,550           | 5                | 7.0                 | 6        | 80,500          | 有り   |
| No. 16 |     | 12日     | 12         | 2,230           | 4                | 3.0                 | 8        | 27,600          |      |
| No. 17 |     | 22日～23日 | 36         | 5,691           | 7                | 5.1                 | 7        | 82,800          | 有り   |
| No. 18 |     | 24日     | 26         | 6,183           | 10               | 2.6                 | 10       | 59,800          |      |
| No. 20 |     | 26日     | 14         | 3,658           | 3                | 4.7                 | 11       | 32,200          |      |
| No. 21 |     | 29日     | 9          | 117             | 1                | 9.0                 | 1        | 20,700          |      |
| No. 22 |     | 30日     | 8          | 456             | 2                | 4.0                 | 2        | 18,400          | 有り   |
| No. 24 | 8 月 | 6日      | 16         | 1,466           | 6                | 2.7                 | 4        | 36,800          |      |
| No. 25 |     | 14日     | 12         | 303             | 4                | 3.0                 | 1        | 27,600          |      |
| No. 26 |     | 27～28日  | 65         | 8,131           | 22               | 3.0                 | 5        | 149,500         |      |
| No. 27 |     | 29日     | 22         | 4,141           | 14               | 1.6                 | 8        | 50,600          | 有り   |
| No. 28 |     | 30日     | 36         | 11,900          | 23               | 1.6                 | 14       | 82,800          | 有り   |

表 3-2-8 S9 処理分区解析結果

| 降雨     | 月   | 日       | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m3 | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入率<br>% | 総降雨<br>水量<br>m3 | 先行降雨 |
|--------|-----|---------|------------|-----------------|------------------|---------------------|----------|-----------------|------|
| No. 1  | 4 月 | 6日～7日   | 41         | 5,791           | 25               | 1.6                 | 6        | 102,639         |      |
| No. 3  |     | 14日～15日 | 57         | 8,968           | 33               | 1.7                 | 6        | 142,694         |      |
| No. 4  |     | 17日     | 15         | 2,233           | 8                | 1.9                 | 6        | 37,551          |      |
| No. 6  |     | 26日     | 20         | 2,339           | 5                | 4.0                 | 5        | 50,068          |      |
| No. 7  | 5 月 | 8日～9日   | 19         | 1,041           | 7                | 2.7                 | 2        | 47,565          |      |
| No. 8  |     | 17日     | 25         | 2,224           | 5                | 5.0                 | 4        | 62,585          |      |
| No. 9  |     | 19日     | 22         | 2,150           | 11               | 2.0                 | 4        | 55,075          | 有り   |
| No. 10 |     | 24日～25日 | 64         | 15,099          | 12               | 5.3                 | 9        | 160,218         |      |
| No. 11 | 6 月 | 13日～14日 | 35         | 10,741          | 6                | 5.8                 | 12       | 87,619          |      |
| No. 12 |     | 21日～22日 | 44         | 9,422           | 19               | 2.3                 | 9        | 110,150         |      |
| No. 15 | 7 月 | 10日     | 36         | 7,743           | 5                | 7.2                 | 9        | 90,122          | 有り   |
| No. 16 |     | 12日     | 12         | 1,127           | 4                | 3.0                 | 4        | 30,041          |      |
| No. 17 |     | 22日～23日 | 36         | 7,275           | 10               | 3.6                 | 8        | 90,122          | 有り   |
| No. 18 |     | 24日     | 26         | 5,950           | 10               | 2.6                 | 9        | 65,088          |      |
| No. 20 |     | 26日     | 14         | 2,498           | 3                | 4.7                 | 7        | 35,048          |      |
| No. 21 |     | 29日     | 9          | 301             | 1                | 9.0                 | 1        | 22,531          |      |
| No. 22 |     | 30日     | 8          | 602             | 2                | 4.0                 | 3        | 20,027          | 有り   |
| No. 24 | 8 月 | 6日      | 16         | 4,300           | 6                | 2.7                 | 11       | 40,054          |      |
| No. 25 |     | 14日     | 12         | 1,690           | 4                | 3.0                 | 6        | 30,041          |      |
| No. 26 |     | 27～28日  | 65         | 10,451          | 22               | 3.0                 | 6        | 162,721         |      |
| No. 27 |     | 29日     | 22         | 4,353           | 14               | 1.6                 | 8        | 55,075          | 有り   |
| No. 28 |     | 30日     | 35         | 12,864          | 23               | 1.5                 | 15       | 87,619          | 有り※  |

表 3-2-9 I4 処理分区解析結果

| 降雨     | 月   | 日       | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m3 | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入率<br>% | 総降雨<br>水量<br>m3 | 先行降雨 |
|--------|-----|---------|------------|-----------------|------------------|---------------------|----------|-----------------|------|
| No. 1  | 4 月 | 6日～7日   | 38.5       | 6,191           | 25               | 1.5                 | 6        | 104,027         |      |
| No. 3  |     | 14日～15日 | 28.5       | 11,481          | 30               | 1.0                 | 15       | 77,007          |      |
| No. 6  |     | 26日     | 23.0       | 5,003           | 8                | 2.9                 | 8        | 62,146          |      |
| No. 8  | 5 月 | 17日     | 12.0       | 534             | 4                | 3.0                 | 2        | 32,424          |      |
| No. 10 |     | 24日～25日 | 48.0       | 10,433          | 13               | 3.7                 | 8        | 129,696         |      |
| No. 11 | 6 月 | 13日～14日 | 28.0       | 7,460           | 7                | 4.0                 | 10       | 75,656          |      |
| No. 14 | 7 月 | 9日      | 12.5       | 2,010           | 5                | 2.5                 | 6        | 33,775          |      |
| No. 15 |     | 10日     | 27.0       | 6,796           | 7                | 3.9                 | 9        | 72,954          | 有り   |
| No. 17 |     | 22日～23日 | 28.0       | 5,202           | 11               | 2.5                 | 7        | 75,656          |      |
| No. 20 |     | 26日     | 13.0       | 3,082           | 1                | 13.0                | 9        | 35,126          |      |
| No. 21 |     | 29日     | 43.0       | 7,250           | 3                | 14.3                | 6        | 116,186         |      |
| No. 23 | 8 月 | 5日      | 9.5        | 2,411           | 4                | 2.4                 | 9        | 25,669          |      |
| No. 24 |     | 6日      | 13.0       | 3,113           | 5                | 2.6                 | 9        | 35,126          | 有り   |
| No. 26 |     | 27～28日  | 62.5       | 12,787          | 18               | 3.5                 | 8        | 168,875         |      |
| No. 27 |     | 29日     | 73.0       | 18,392          | 45               | 1.6                 | 9.0      | 197,246         | 有り   |
| No. 28 |     | 30日     |            |                 |                  |                     |          |                 |      |
| No. 29 | 9 月 | 15日     | 9.0        | 117             | 1                | 9.0                 | 0        | 24,318          |      |

表 3-2-10 Si 処理分区解析結果

| 降雨     | 月  | 日       | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m3 | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入率<br>% | 総降雨<br>水量<br>m3 | 先行降雨 |
|--------|----|---------|------------|-----------------|------------------|---------------------|----------|-----------------|------|
| No. 1  | 4月 | 6日～7日   | 33         | 417             | 11               | 3.0                 | 1        | 70,323          |      |
| No. 2  |    | 8日～9日   | 35         | 794             | 21               | 1.7                 | 1        | 74,585          |      |
| No. 3  |    | 14日～15日 | 51         | 552             | 31               | 1.6                 | 1        | 108,681         |      |
| No. 5  |    | 24日     | 19         | 21              | 11               | 1.7                 | 0        | 40,489          |      |
| No. 6  |    | 26日     | 17         | 489             | 11               | 1.5                 | 1        | 36,227          |      |
| No. 7  | 5月 | 8日～9日   | 13         | 189             | 7                | 1.9                 | 1        | 27,703          |      |
| No. 8  |    | 17日     | 16         | 450             | 4                | 4.0                 | 1        | 34,096          |      |
| No. 9  |    | 19日     | 12         | 148             | 5                | 2.4                 | 1        | 25,572          | 有り   |
| No. 11 | 6月 | 13日～14日 | 16         | 711             | 9                | 1.8                 | 2        | 34,096          | 有り   |
| No. 12 |    | 21日～22日 | 68         | 579             | 17               | 4.0                 | 0        | 144,908         |      |
| No. 13 | 7月 | 7日      | 5          | 284             | 1                | 5.0                 | 3        | 10,655          |      |
| No. 26 | 8月 | 27～28日  |            |                 |                  |                     |          |                 |      |
| No. 27 |    | 29日     | 220        | 3,056           | 19               | 11.6                | 1        | 468,820         |      |
| No. 28 |    | 30日     |            |                 |                  |                     |          |                 |      |
| No. 30 | 9月 | 15日～16日 | 131        | 4,661           | 17               | 7.7                 | 2        | 279,161         |      |
| No. 31 |    | 21日     | 10         | 655             | 2                | 5.0                 | 3        | 21,310          |      |
| No. 33 |    | 24日     | 19         | 818             | 5                | 3.8                 | 2        | 40,489          |      |
| No. 34 |    | 26日～27日 | 62         | 1,606           | 26               | 2.4                 | 1        | 132,122         |      |

表 3-2-11 H1 処理分区解析結果

| 降雨     | 月  | 日       | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m3 | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入率<br>% | 総降雨<br>水量<br>m3 | 先行降雨 |
|--------|----|---------|------------|-----------------|------------------|---------------------|----------|-----------------|------|
| No. 1  | 4月 | 6日～7日   | 33         | 1,809           | 11               | 3.0                 | 3        | 54,744          |      |
| No. 2  |    | 8日～9日   | 35         | 1,823           | 21               | 1.7                 | 3        | 58,062          |      |
| No. 3  |    | 14日～15日 | 51         | 2,661           | 31               | 1.6                 | 3        | 84,604          |      |
| No. 5  |    | 24日     | 19         | 631             | 11               | 1.7                 | 2        | 31,519          |      |
| No. 6  |    | 26日     | 17         | 2,308           | 11               | 1.5                 | 8        | 28,201          |      |
| No. 7  | 5月 | 8日～9日   | 13         | 462             | 7                | 1.9                 | 2        | 21,566          |      |
| No. 8  |    | 17日     | 16         | 45              | 4                | 4.0                 | 0        | 26,542          |      |
| No. 9  |    | 19日     | 12         | 154             | 5                | 2.4                 | 1        | 19,907          | 有り   |
| No. 11 | 6月 | 13日～14日 | 18         | 2,216           | 9                | 2.0                 | 7        | 29,860          | 有り   |
| No. 12 |    | 21日～22日 | 68         | 4,676           | 17               | 4.0                 | 4        | 112,805         |      |
| No. 13 | 7月 | 7日      | 5          | 533             | 1                | 5.0                 | 6        | 8,295           |      |
| No. 14 |    | 9日      | 60         | 4,531           | 16               | 3.8                 | 5        | 99,534          |      |
| No. 17 |    | 22日～23日 | 39         | 1,713           | 8                | 4.9                 | 3        | 64,697          |      |
| No. 19 |    | 25日～26日 | 19         | 1,711           | 9                | 2.1                 | 5        | 31,519          |      |
| No. 21 |    | 29日     | 9          | 2,563           | 1                | 9.0                 | 17       | 14,930          |      |
| No. 22 |    | 30日     | 40         | 4,603           | 2                | 20.0                | 7        | 66,356          | 有り   |
| No. 23 | 8月 | 5日      | 27         | 2,584           | 2                | 13.5                | 6        | 44,790          |      |
| No. 26 |    | 27～28日  |            |                 |                  |                     |          |                 |      |
| No. 27 |    | 29日     | 220        | 12,753          | 19               | 11.6                | 3        | 364,958         |      |
| No. 28 |    | 30日     |            |                 |                  |                     |          |                 |      |
| No. 31 | 9月 | 21日     | 10         | 1,119           | 2                | 5.0                 | 7        | 16,589          |      |
| No. 33 |    | 24日     | 19         | 1,391           | 5                | 3.8                 | 4        | 31,519          |      |
| No. 34 |    | 26日～27日 | 62         | 3,861           | 26               | 2.4                 | 4        | 102,852         |      |

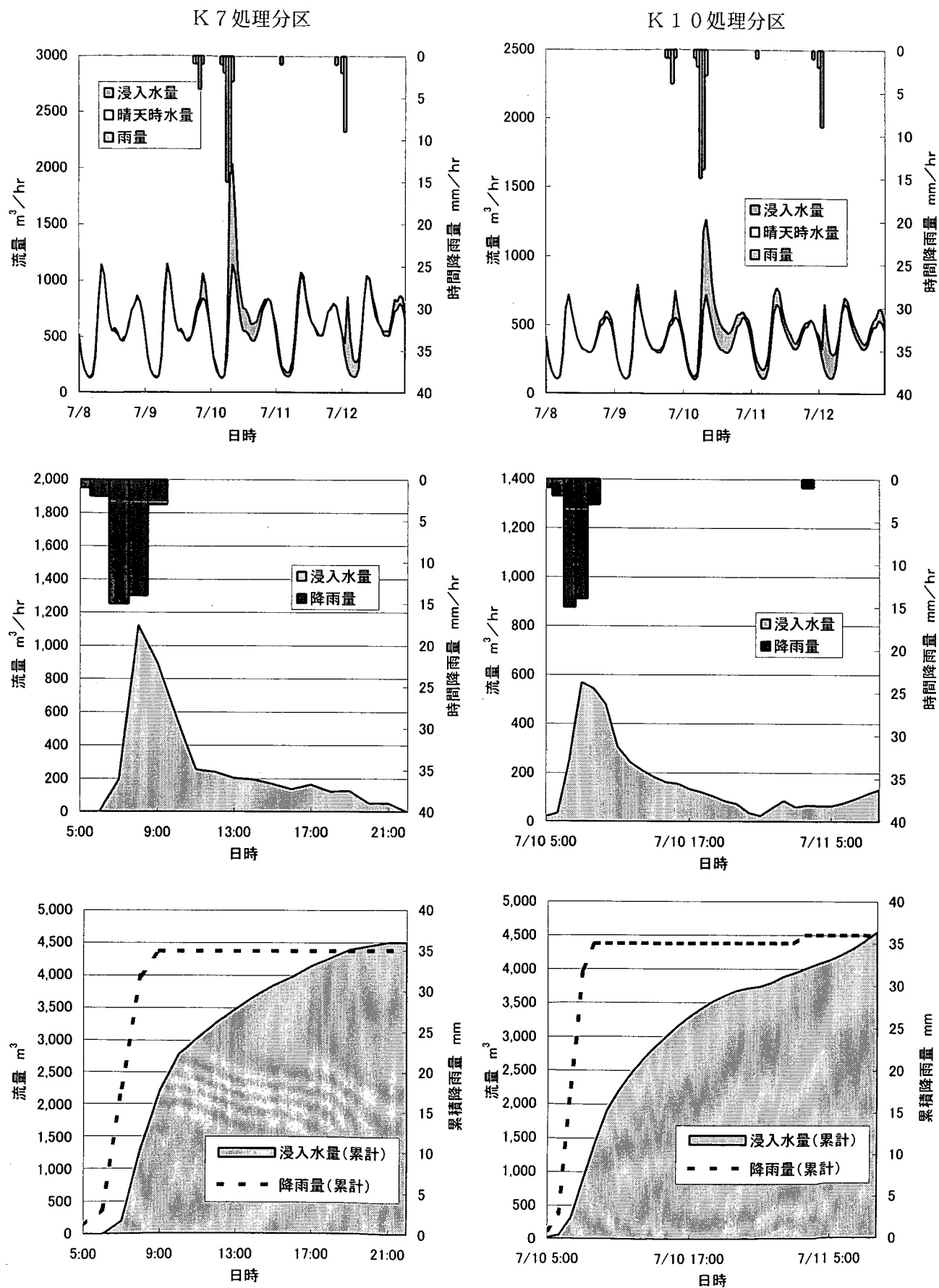


図 3-2-5 降雨 No15 (7/10) による雨天時浸入水 (その 1)

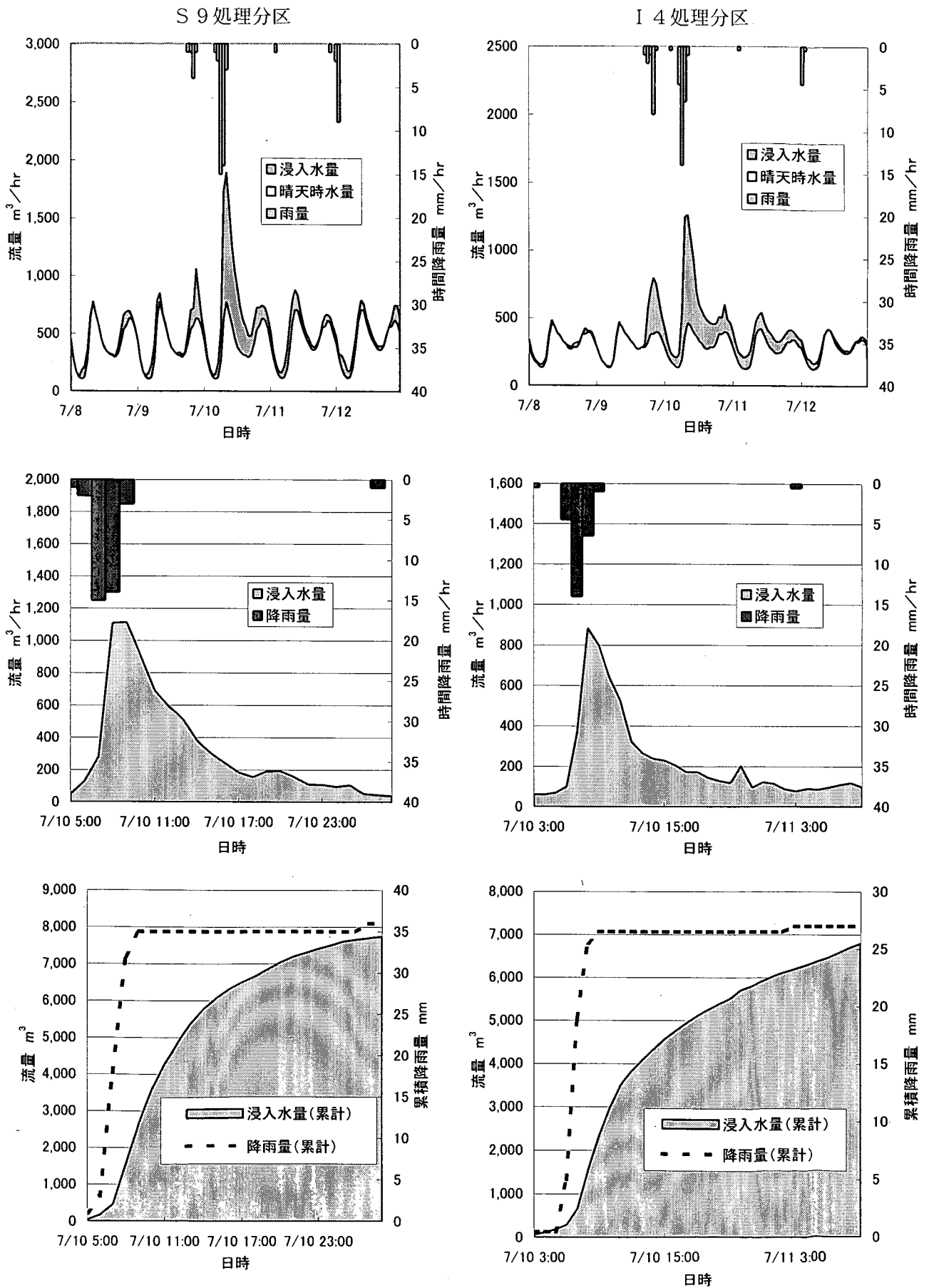
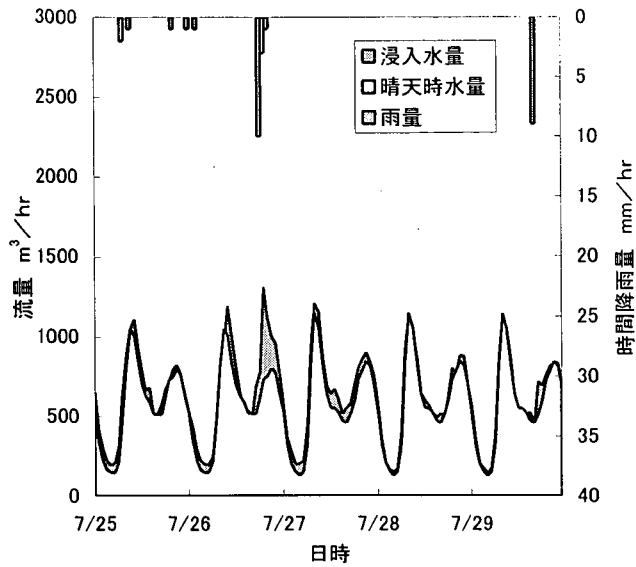


図 3-2-6 降雨 No15 (7/10) による雨天時浸入水 (その 2)

K 7 処理分区



K 1 0 処理分区

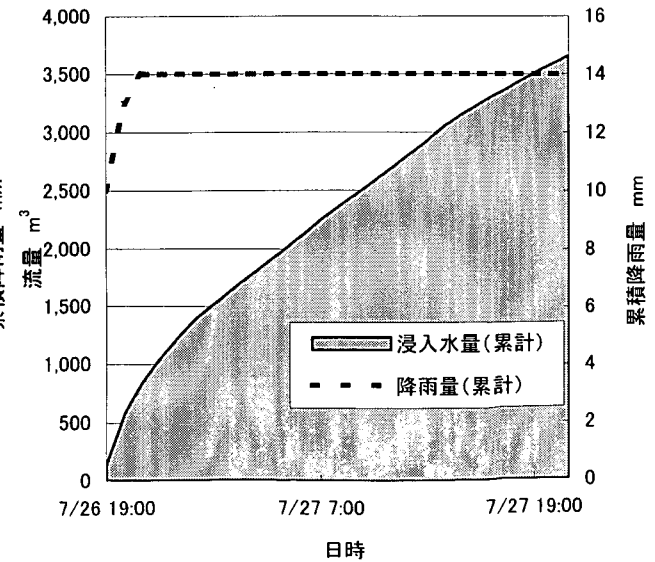
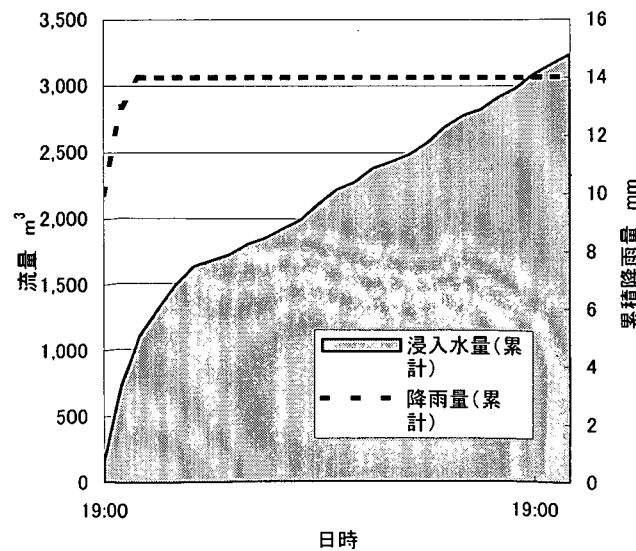
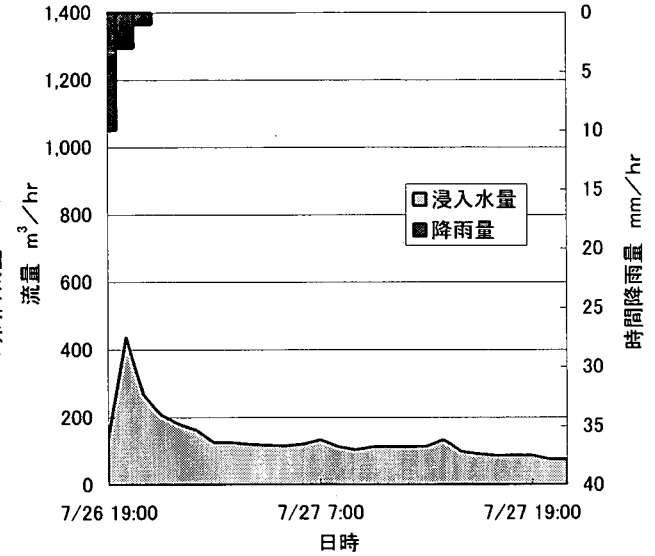
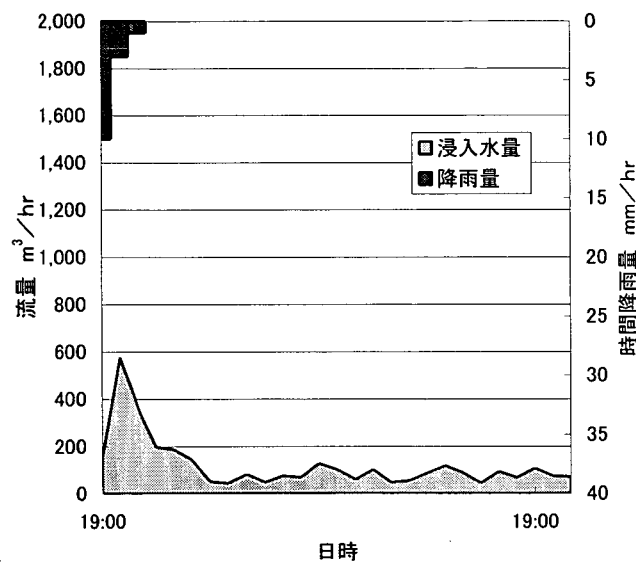
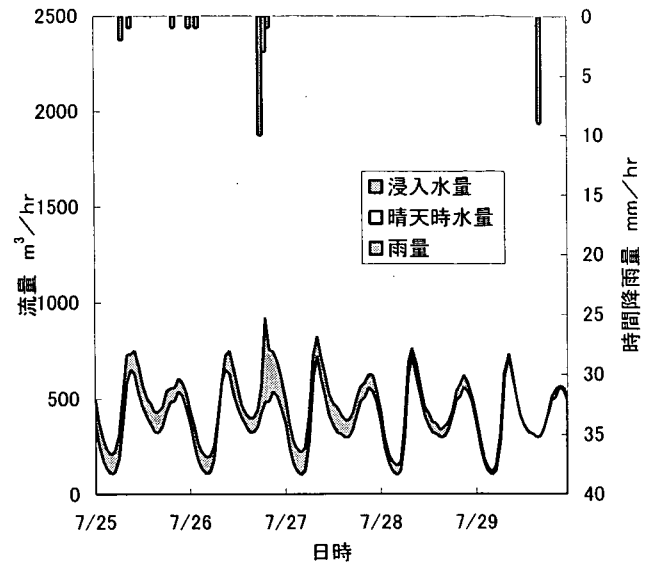


図 3-2-7 降雨 No20 (7/26) による雨天時浸入水 (その 1)

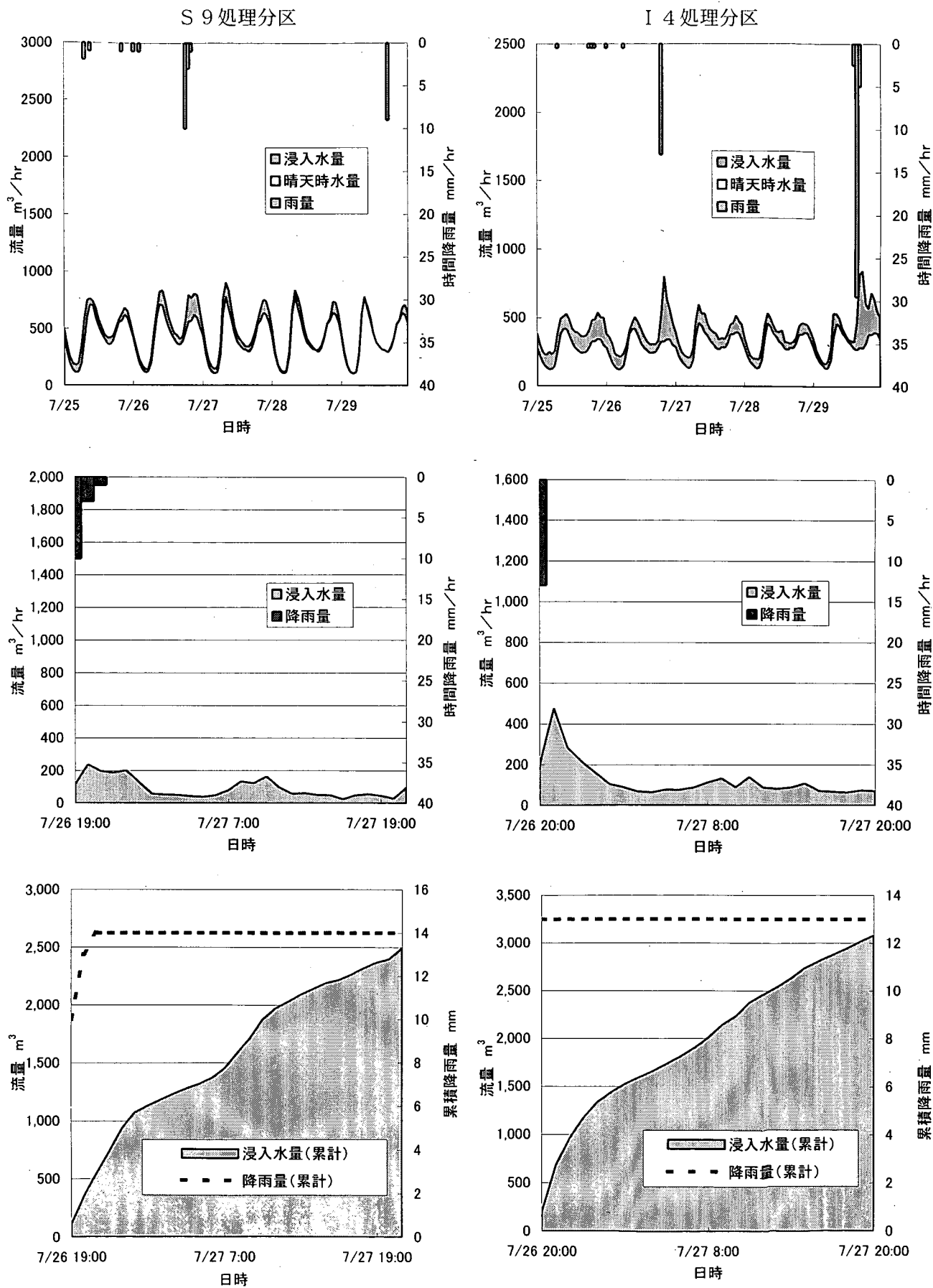


図 3-2-8 降雨 No20 (7/26) による雨天時浸入水 (その 2)

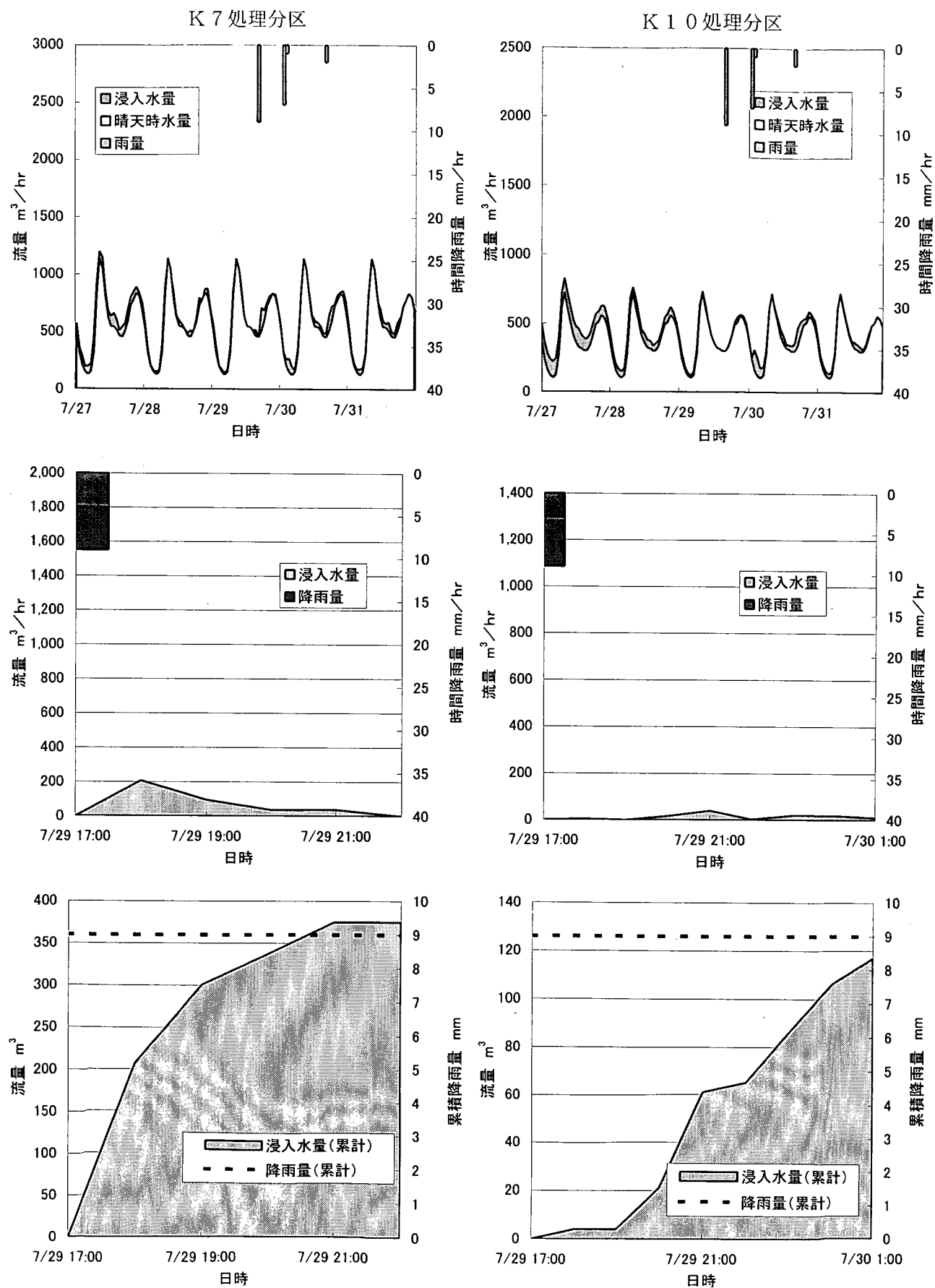


図 3-2-9 降雨 No21 (7/29) による雨天時浸入水 (その 1)

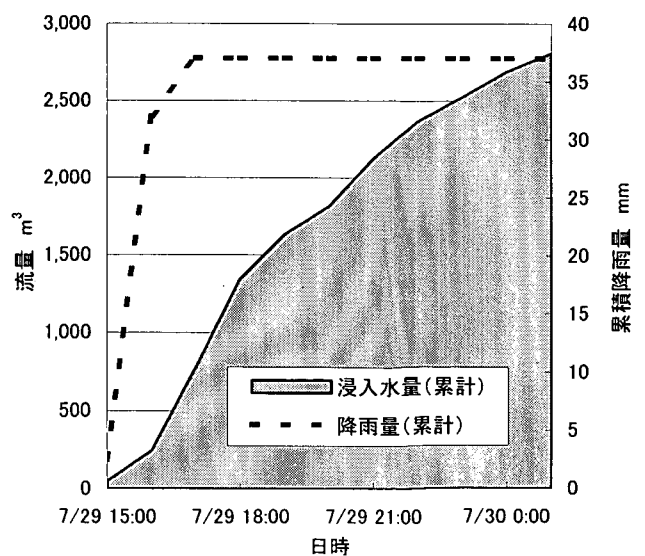
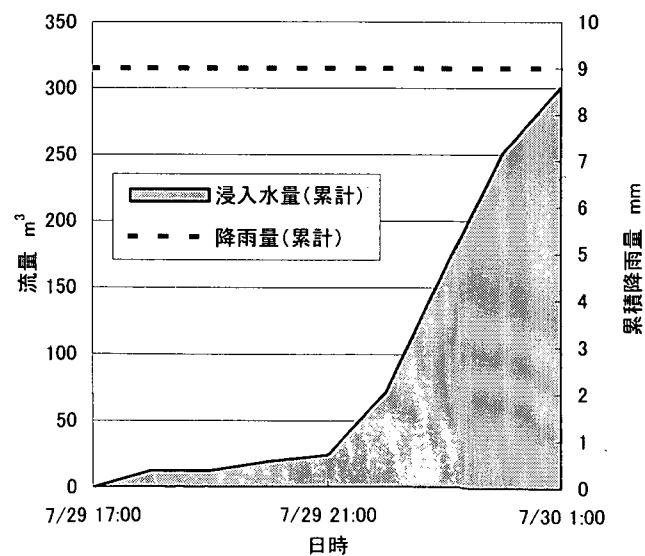
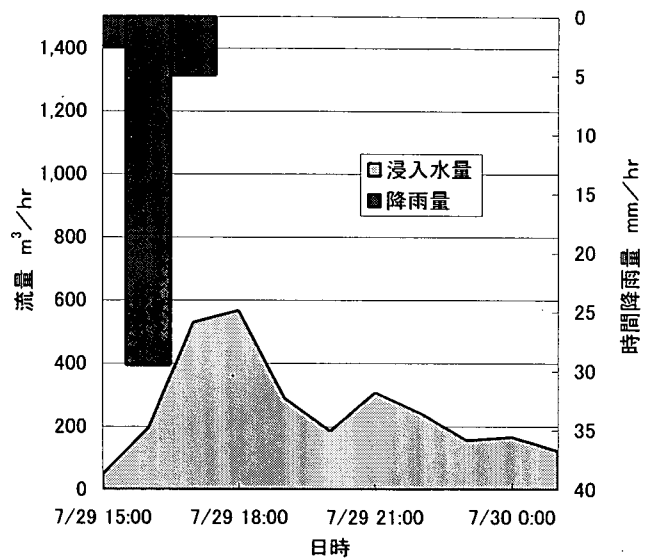
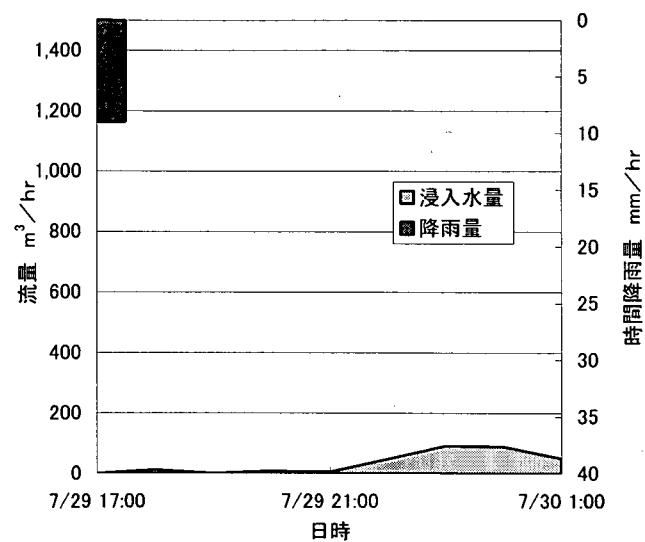
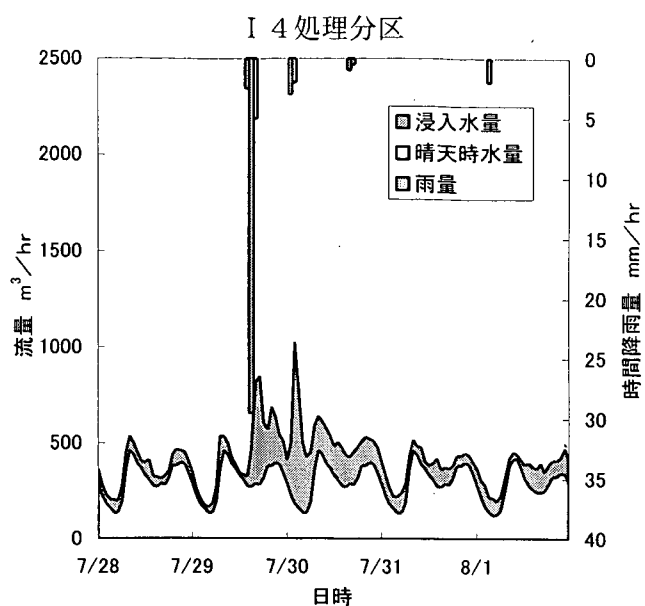
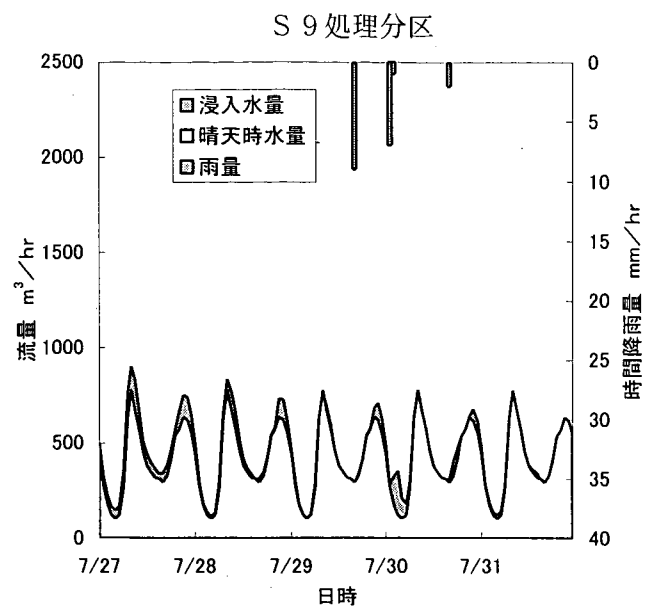


図 3-2-10 降雨 No21 (7/29) による雨天時浸入水 (その 2)

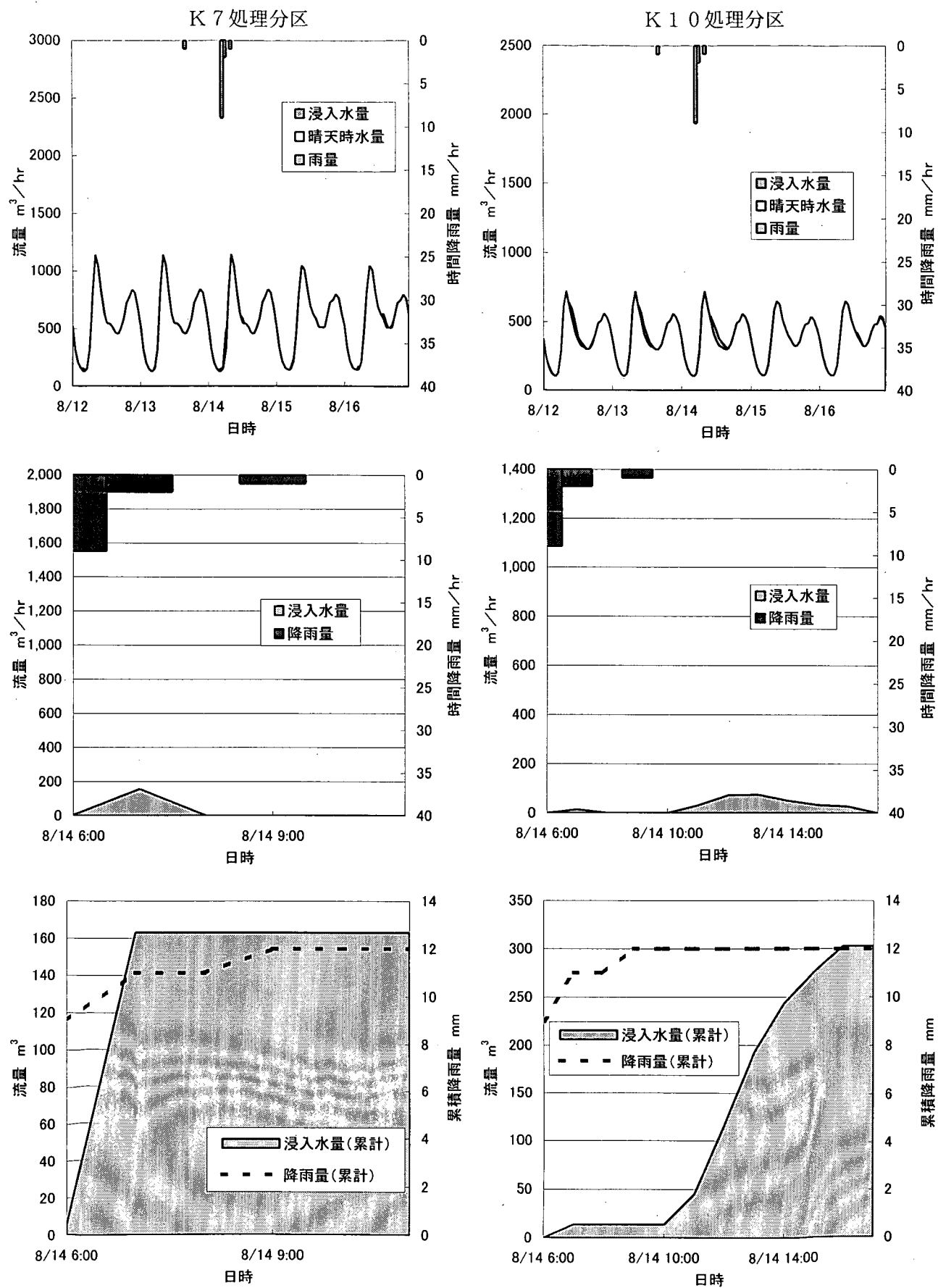


図 3-2-11 降雨 No25 (8/14) による雨天時浸入水 (その 1)

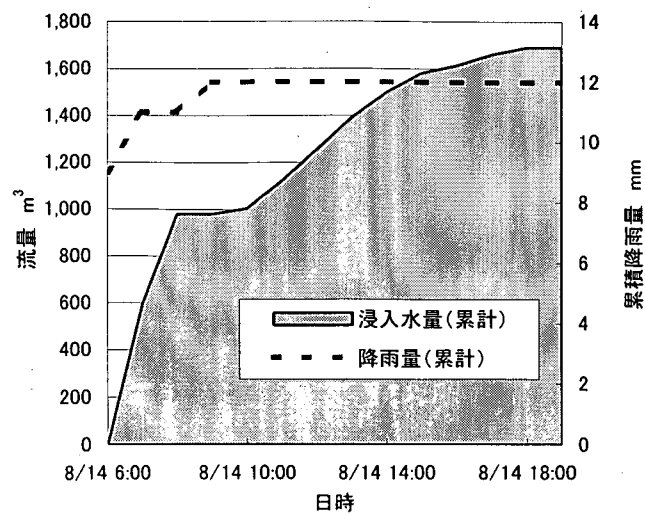
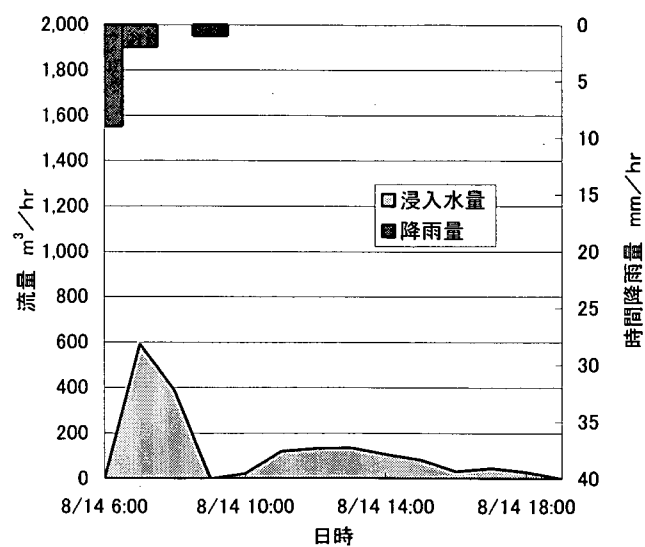
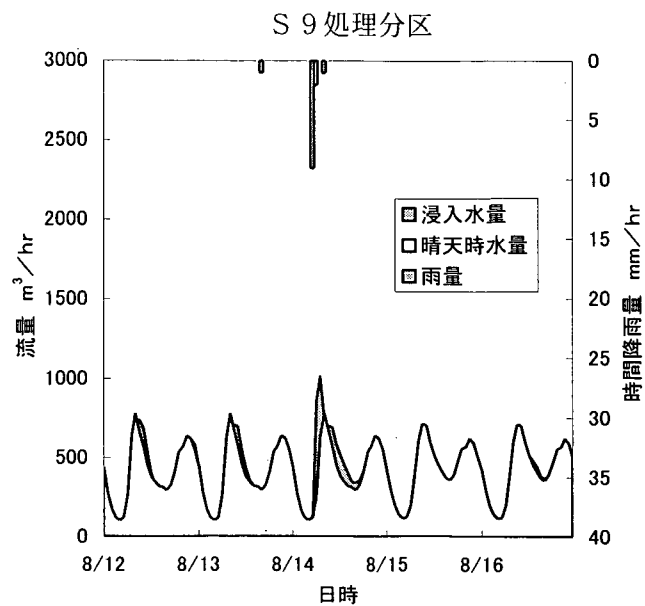


図 3-2-12 降雨 No25 (8/14) による雨天時浸入水 (その 2)

雨天時流出解析から以下のことがいえる。

- ・降雨 No. 15 (図 3-2-5~6) からわかるように、7 月 10 日の比較的強い雨で、降雨のピークと浸入量のピークの出現状況を比較すると、強い降雨強度にはほぼ同時期に急増し（浸入量のピークは、降雨のピークと同一か 1 時間後となっている。）、その後、降雨強度が弱くなると急激に低下した後、しばらく横ばい傾向を示す特性がある。この浸入量の急激な増加及び減少は、短時間の現象であることから、屋根排水の誤接などの直接的な流入（雨天時浸入水）が主な要因であると考えられる。

また、ますの取付部等への水道ができて<sup>みずみち</sup>いることにより非常に速く浸入する地下浸透水の存在も知られており、海外において quick infiltration と紹介されている。

この急激な浸入水の増減の後には、比較的安定した浸入水が数時間～数日続く傾向にある。これは、地下に浸透した水が取付部や管の亀裂等から浸入してくる間接浸入水であるが、その流入開始時期は直接浸入水と重なっており、正確な量を把握することは困難である。

一般に雨天日の翌日の晴天日には、洗濯等を行う人が多く、降雨の翌日午前 8 時～10 時頃にかけて、水の使用量が多くなる傾向があり、このことから間接浸入量がどこまであるかを判断することは困難となっている。

- ・降雨 No20 (図 3-2-7~8) 等に見られるように、前日に降雨があったもので、短時間に強い降雨があった場合は、まとまった流出量が発生するが、降雨 No21 (図 3-2-9~10) 等前日に降雨がない場合には 10mm/hr 程度の雨が降ってもほとんど流出してこない、これは地表面の状態により変化すると考えられるが、降雨開始から 2~5mm 程度までは地表への浸透や窪地貯留の影響により、浸入水量が観測されにくいものと考えられる。

- ・降雨 No. 25 (図 3-2-11~12) 等、朝方に降雨のあったケースでは、降雨量が同程度の他のケースに比べて浸入水量が少ない。これは朝の降雨のため洗濯排水が減少し、見掛け上浸入水量が少ないようにみえるためだと考えられる。

- ・気象庁 K〇観測所の 9 月分データの欠測により N 処理センターの降雨データを適用したケースについては、同程度の降雨量のあった他のケースに比べて、総降雨量に対する総浸入水量に大きな差があった。これは降雨観測地点と処理区域間の距離が離れているため、実際に処理区域に降った雨との間に違いが表れたためだと思われる。

- ・本調査で行った解析では、降雨量、流入量とも 1 時間毎の値を使用している。そのため、本来直接浸入量に大きく影響する降雨強度を明確につかむことができない。また、その降雨に対し、どの程度の時間差で雨水浸入が生じているのかもつかむことができないため、5~10 分ピッチ等のデータを収集し、解析する必要があると考えられる。

- ・流量計の故障や能力不足等の理由により流量データに不備があるため、以下の表 2-1-4 の降雨については今後の解析に用いない。

表 3-2-12 解析不能ケース

| 処 理 分 区 名     | 降 雨 N o .                         | 理 由        |
|---------------|-----------------------------------|------------|
| K 1 0 処 理 分 区 | 30                                | 流量計能力不足のため |
| I 4 処 理 分 区   | 30                                | 流量計能力不足のため |
| S i 処 理 分 区   | 13, 14, 15, 17,<br>19, 21, 22, 23 | 流量計故障のため   |
| H 1 処 理 分 区   | 30                                | 流量計能力不足のため |

### 3) 地下水浸入水量の算出

地下水浸入水量を把握するには、月単位あるいは年間の有収水量が把握できる場合は、有収水量を汚水量とみなして地下水浸入水量を算定することとされている。

しかし本調査では、月単位あるいは年間の有収水量を把握することはできなかったため、晴天日深夜の流入水量を調べ、その最低値を地下水浸入水量とみなすこととした。

算出した地下水浸入水量を表 3-2-13 に示す。

表 3-2-13 地下水浸入水量

| 処理分区名         | 地下水流入量<br>m <sup>3</sup> /hr | 地下水流入量<br>m <sup>3</sup> /日 | 整備面積あたり<br>地下水流入量<br>m <sup>3</sup> /日/ha | 整備人口あたり<br>地下水流入量<br>ℓ/人・日 |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|
| K 7 処 理 分 区   | 118                          | 2,832                       | 4.8                                       | 46                         |
| K 1 0 処 理 分 区 | 104                          | 2,496                       | 10.9                                      | 101                        |
| S 9 処 理 分 区   | 105                          | 2,520                       | 10.1                                      | 179                        |
| I 4 処 理 分 区   | 132                          | 3,168                       | 11.7                                      | 253                        |
| S i 処 理 分 区   | 38                           | 912                         | 4.3                                       | 65                         |
| H 1 処 理 分 区   | 90                           | 2,160                       | 13.0                                      | 217                        |

結果から、以下のことが言える。

- ・ K7、I4、Si、H1 処理分区では、月ごとに若干変動が見られる。これは区域内にあるポンプ場の稼働状況により影響が出たものと考えられるが、その差はあまり大きくないことから今回の調査では無視する。
- ・ 夜間の流入量に平日、休日で異なる傾向は見られない。
- ・ 季節による傾向の違いは認められない。

したがって今回の解析では、晴天日の時間当たり流入量の最低値を各々抽出し、平日、休日や月別の区別無く全期間において平均化したものを地下水汚水量として採用する。

### (3) 浸入水特性についての検討

浸入水の特性について、以下の項目について検討を行った。

なお、気象庁 K0 観測所のデータは 9 月が欠測となっていたため、近傍の N 処理センターの降雨データを適用して解析を行ったが、降雨と浸入水の表れ方にずれが生じてしまった。これは、N 処理センターの降雨観測地点と各処理区域の距離が離れていたため、区域の正確な降雨量を表していなかったものと考えられる。そこで、K7、K10、S9 処理分区については、9 月の降雨は浸入水特性についての検討において取り扱わないこととする。

#### 1) 総降雨量と総浸入水量の関係

総降雨量及び平均降雨強度と浸入水の関係について検討を行った。平均降雨強度は総降雨量を降雨継続時間で除して算出した値である。

①総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たり浸入水量

②総降雨量及び平均降雨強度と浸入水率

#### 2) 降雨強度と時間最大浸入水量の関係

雨水がどの程度の時間をかけて污水管に浸入してくるのかについて検討を行うため、各降雨で浸入水量が最大になる時間に着目し、そこから数時間前までの降雨との関係を表した。

③浸入水ピーク量が晴天日時間最大汚水量に占める割合と当該時刻から 2 時間前までの降雨強度の関係

④浸入水ピーク量が晴天日時間最大汚水量に占める割合と当該時刻から 2 時間前までの累積降雨量の関係

⑤浸入水ピーク量が晴天日時間最大汚水量に占める割合と当該時刻から 2 時間前までの平均降雨強度の関係

⑥降雨開始と浸入水開始時刻のタイムラグ

⑦浸入水ピーク時から 4 時間前までの降雨強度の各時間別平均値

#### 3) 処理分区施設特性と浸入水量の関係

雨天時浸入水は、排水設備やマンホールの蓋など地上に解放された部分や、雨水排水の污水管への誤接続などから流入してくるため、それらを因子として浸入水量との関係について検討を行った。

⑧ha 当たりの整備延長と ha 当たりの浸入水量及び浸入水率

⑨ha 当たりの污水ます設置数と ha 当たりの浸入水量及び浸入水率

⑩塩化ビニル管の布設率と ha 当たりの浸入水量及び浸入水率

⑪ha 当たりの管渠表面積と ha 当たり浸入水量及び浸入水率

#### 4) 汚水量と浸入水量の関係

浸入水量が管渠能力や計画汚水量、現況汚水量に対してどの程度の割合を占めているかにつ

いて検討を行った。

- ⑫計画汚水量とピーク時雨天時浸入水量
- ⑬晴天日の汚水量とピーク時雨天時浸入水量
- ⑭管渠能力とピーク時雨天時浸入水量
- ⑮計画汚水量と地下水浸入水量
- ⑯晴天日の汚水量と地下水浸入水量

#### 5) 直接浸入水と間接浸入水

降雨と同時に非常に短時間に浸入してくる直接浸入水と、その後しばらく続く間接浸入水についての検討を行った。

- ⑰直接浸入水と間接浸入水

#### 6) 簡易なモデル式についての検討

降雨量と浸入水量の関係を簡易なモデル式を用いて表すため検討を行う。

## 1) 降雨と総浸入水量の関係

総降雨量及び平均降雨強度と浸入水の関係について検討を行った。

### ①総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たり浸入水量

- ・総降雨量と ha あたりの浸入水量については、各処理分区毎に傾きは異なるものの、決定係数は 0.6397 から 0.9019 とほぼ相関があることがわかった。
- ・総降雨量と降雨継続時間から平均降雨強度を求めたが、相関を求めることはできなかった。

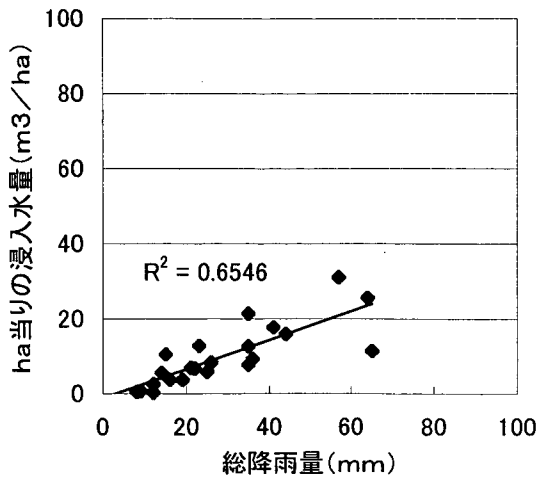
### ②総降雨量及び平均降雨強度と浸入水率

降雨特性によって浸入水率の変化は見られなかった。

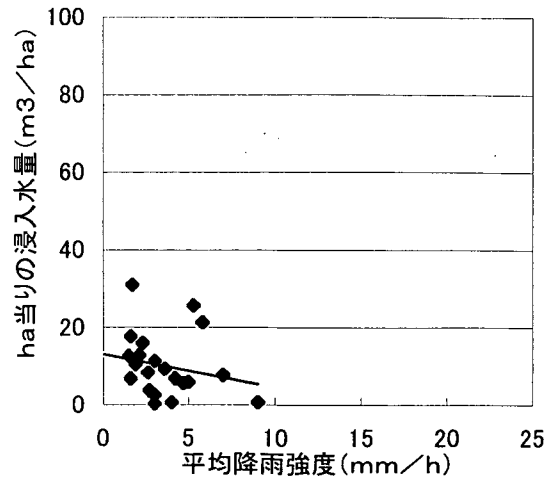
以上より浸入水量は降雨量に比例して増加することがわかった。

### K7処理分区

総降雨量とha当りの浸入水量

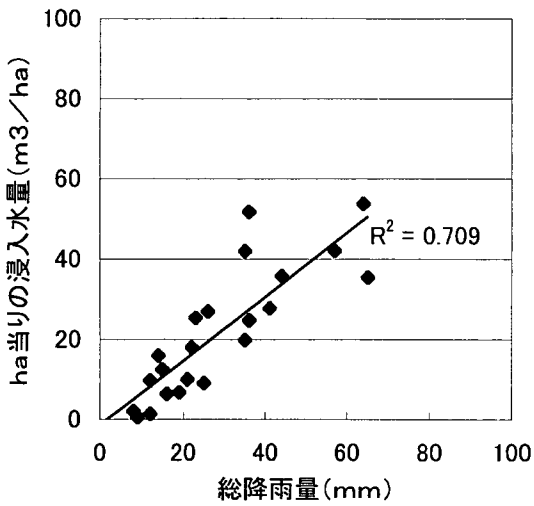


平均降雨強度とha当りの浸入水量

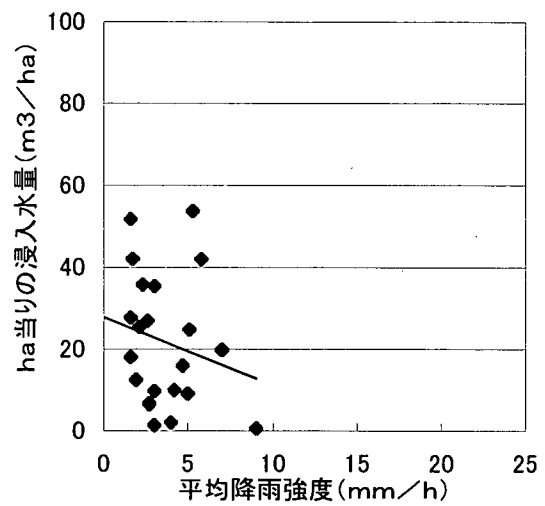


### K10処理分区

総降雨量とha当りの浸入水量

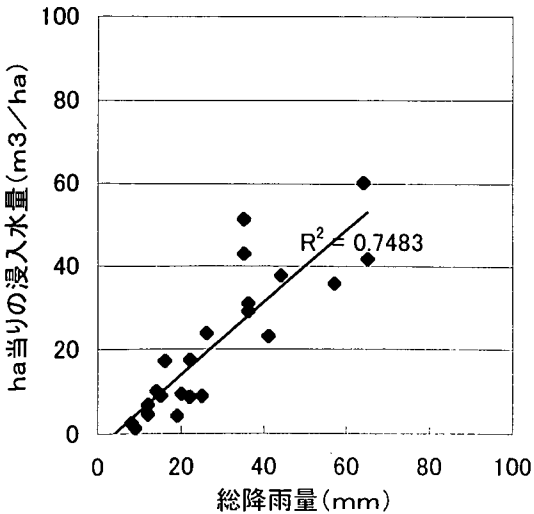


平均降雨強度とha当りの浸入水量



### S9処理分区

総降雨量とha当りの浸入水量



平均降雨強度とha当りの浸入水量

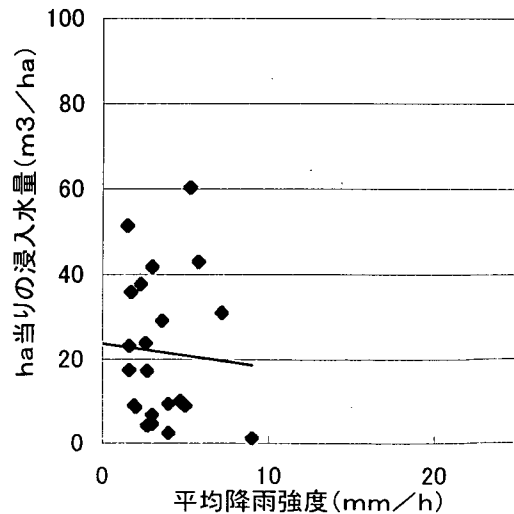
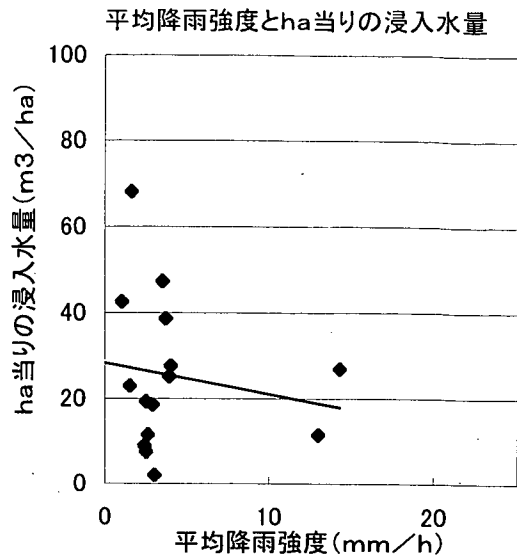
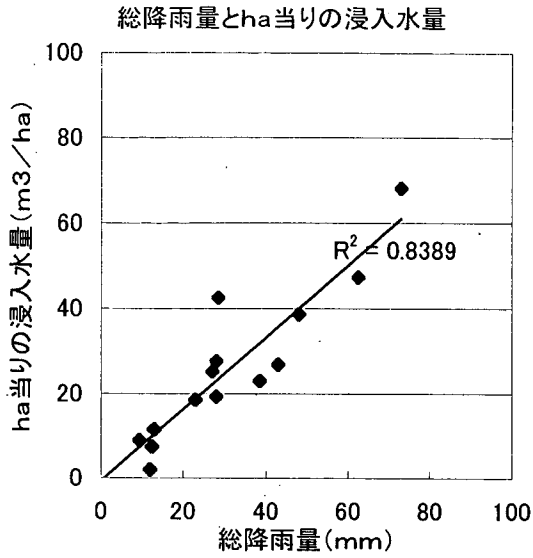
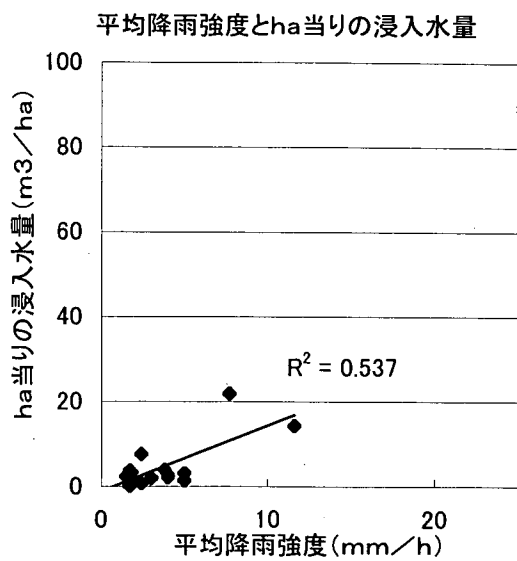
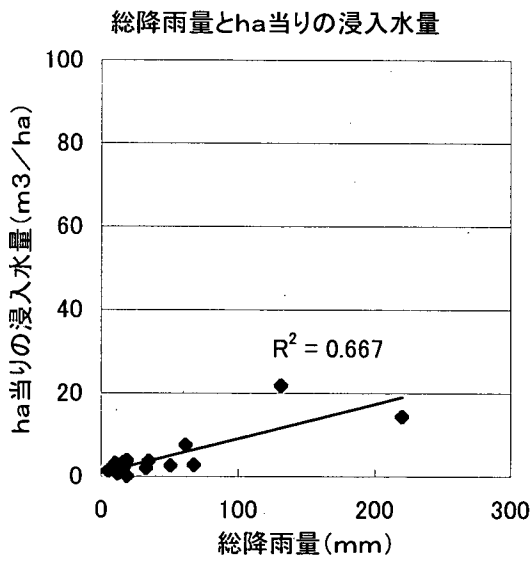


図 3-2-13 ①総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たりの浸入水量 (その 1)

### I4処理分区



### Si処理分区



### H1処理分区

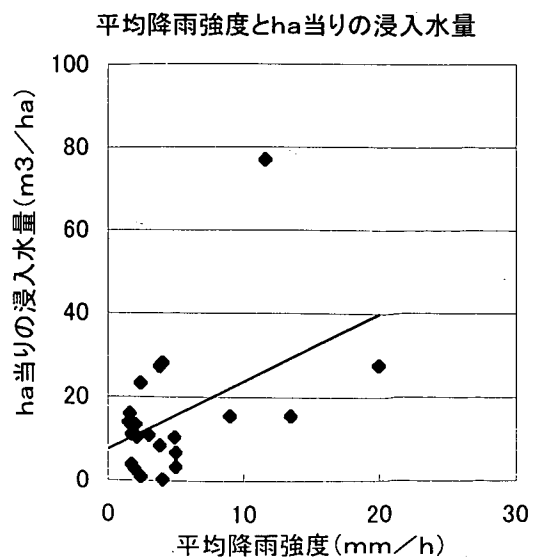
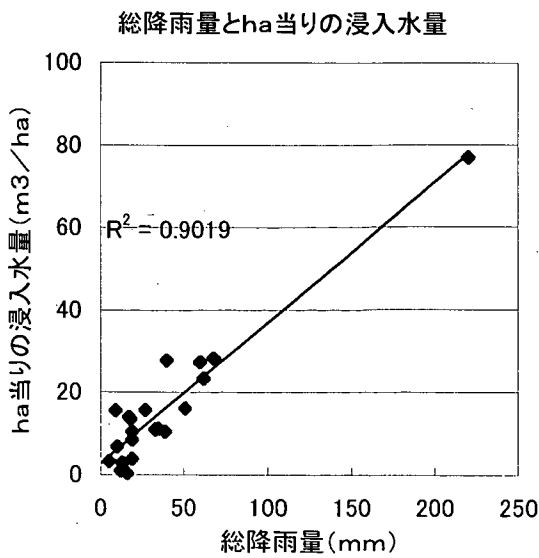
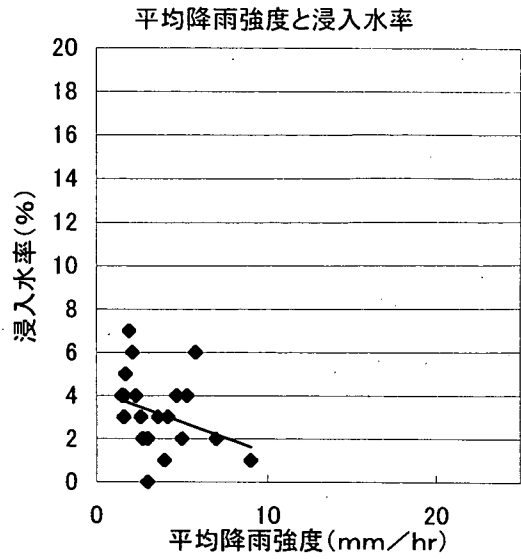
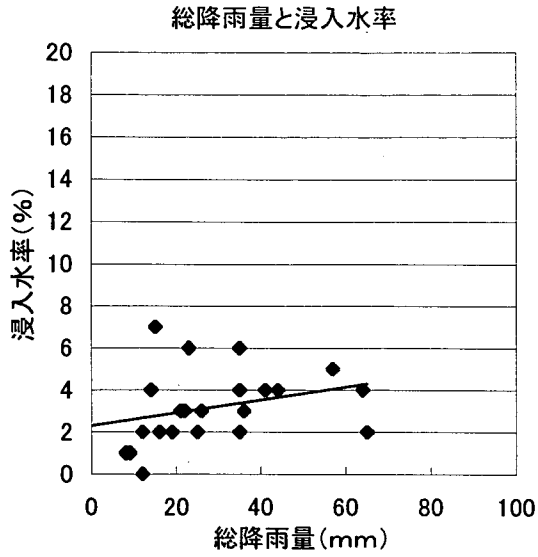
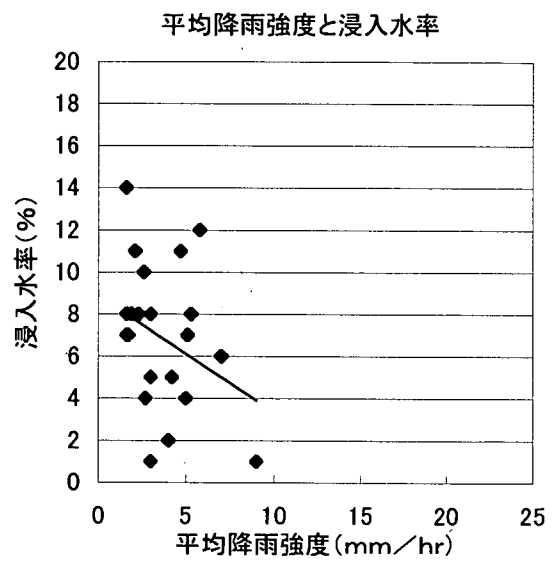
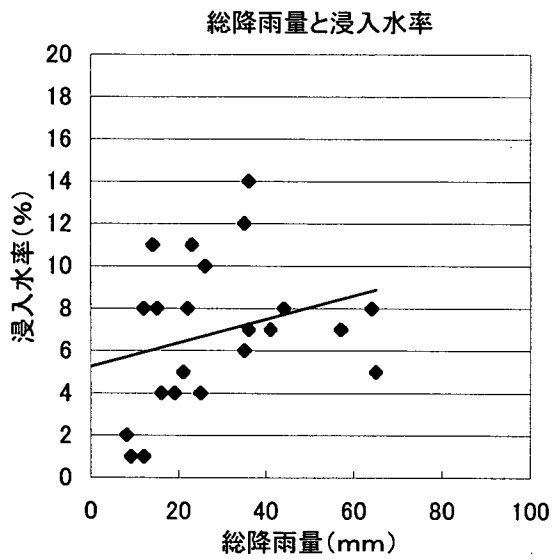


図 3-2-14 ①総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たりの浸入水量 (その 2)

K7処理分区



K10処理分区



S9処理分区

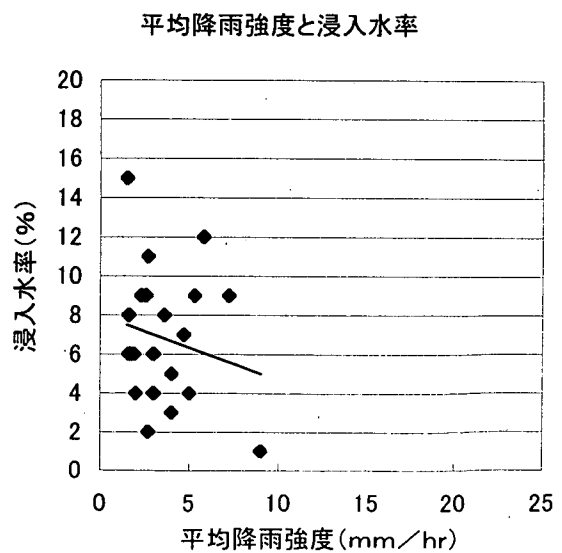
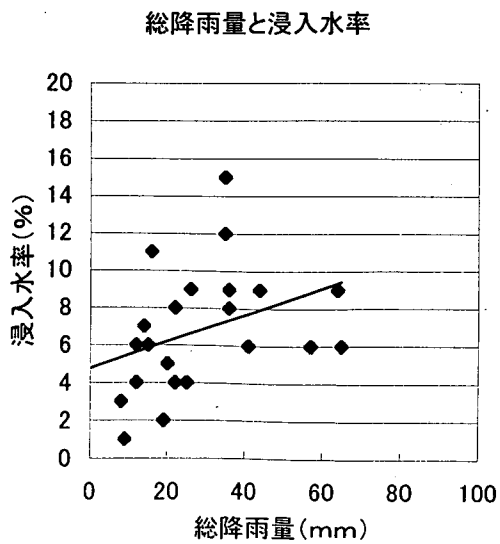


図 3-2-15 ②総降雨量及び平均降雨強度と浸入水率 (その1)



## 2) 降雨強度と時間最大浸入水量の関係

浸入水ピークの発生が当該時刻前後の降雨にどの程度影響を受けているかを調べた。

### ③浸入水ピーク量が晴天日の時間最大汚水量※に占める割合と当該時刻から2時間前までの降雨強度の関係

2時間前、1時間前、ピーク時のグラフを見比べると、1時間前のものは最も降雨強度が強く、直接浸入水として浸入水のピーク量に大きく影響しているものと考えられる。ただし、決定係数  $R^2$  が 0.0042~0.744 (平均 0.2421) と低いのは間接浸入水が多く含まれるケースが混在しているためと考えられる。

※晴天日の時間最大汚水量；調査対象期間である平成10年4~9月を対象として、晴天日の時間あたり流量のうち最大値を採用した。

### ④浸入水ピーク量が晴天日時間最大汚水量に占める割合と当該時刻から1時間前までの累積降雨量の関係

降雨開始時から浸入水ピーク発生時もしくはその1時間前までの累計降雨量と、浸入水量との相関を調べた。浸入水との相関は処理分区毎によって差が表れたが、決定係数  $R^2$  は 0.0044~0.6675 (平均 0.3684) と全体的に低めである。これは長時間の降雨では間接浸入水の割合が高く、逆に短時間降雨では直接浸入水の割合が高くなるため、ばらつきがでているものと考えられる。

### ⑤浸入水ピーク量が晴天日時間最大汚水量に占める割合と当該時刻から直前3時間の平均降雨強度の関係

浸入水ピーク時、1時間前、2時間前の3時間前の降雨強度を平均して直前の平均降雨強度とした。浸入水との相関は処理分区毎によって差が表れたが、決定係数  $R^2$  は 0.076~0.6966、(平均 0.4042) と③、④の解析に比べやや高い値を示した。

### ⑥降雨開始と浸入水開始時刻のタイムラグ

降雨開始時刻と浸入水の流入開始時刻の時間差を調べた。ほとんどの処理区について0から3時間以内に浸入水が表れたが、Si処理分区のみ7から8時間後に観測されたものがあった。これは、適用した降雨データと実際に現地に降った降雨が異なったものと考えられる。

また、全データのうち約8割が1時間以内に流入開始となっていることから、降雨と同時にすみやかに流入する直接浸入水等によりピークを形成しているものと考えられる。

### ⑦浸入水ピーク時から4時間前までの降雨強度の各時刻別平均値

浸入水ピーク時から4時間前までの降雨強度を各処理分区毎、各時刻毎に平均したところ、ほとんどの処理分区でピーク浸入水量発生時の降雨1時間前に降雨のピークが集中していることがわかった。Si処理分区のみ、浸入水ピーク発生時の2時間前に降雨のピークが表れたが、これは浸入水量が非常に少なく、直接浸入水が入りにくい環境になっていたためと考えられる。

以上から降雨強度との相関について、はっきりとした相関は表れなかったが、非常に速やかな雨水浸入により、ピーク浸入水量が発生しているものと考えられる。

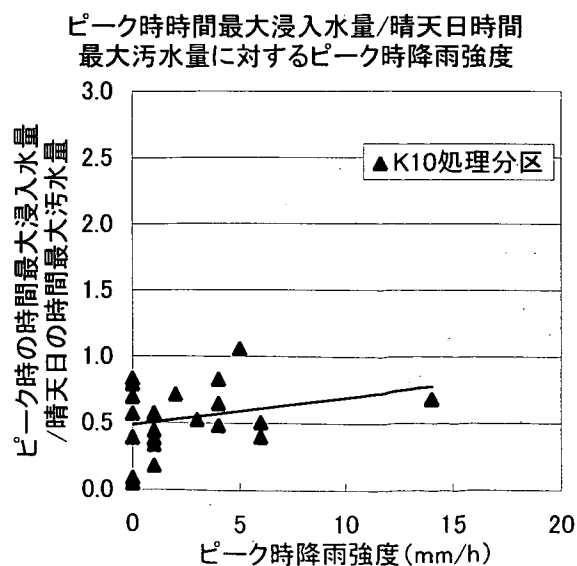
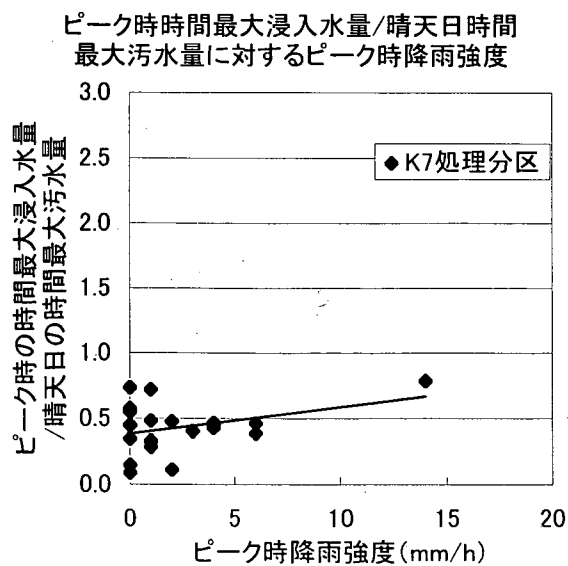
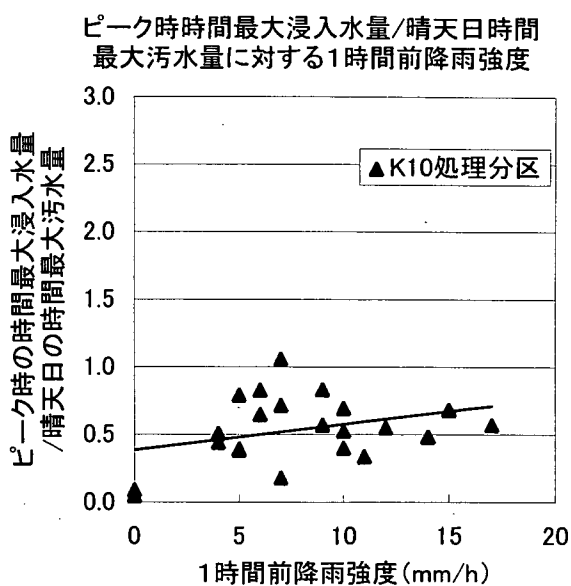
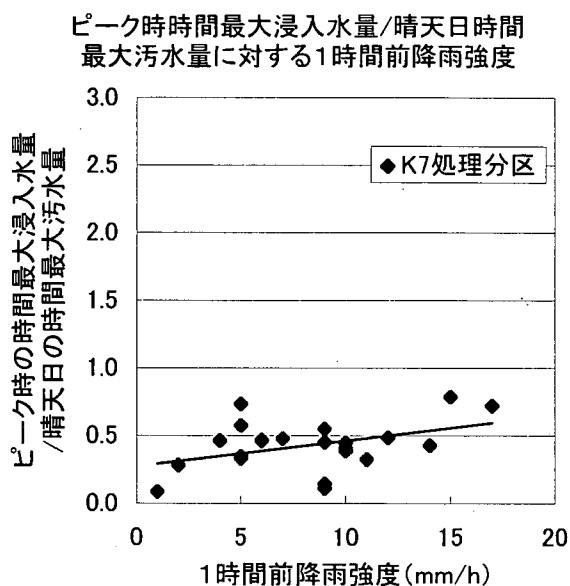
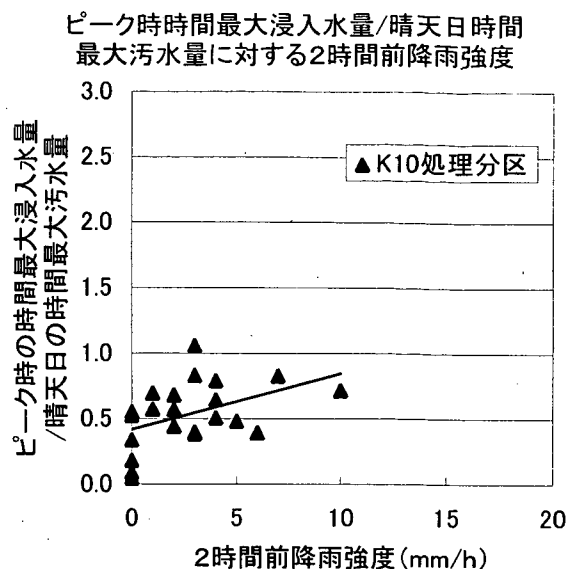
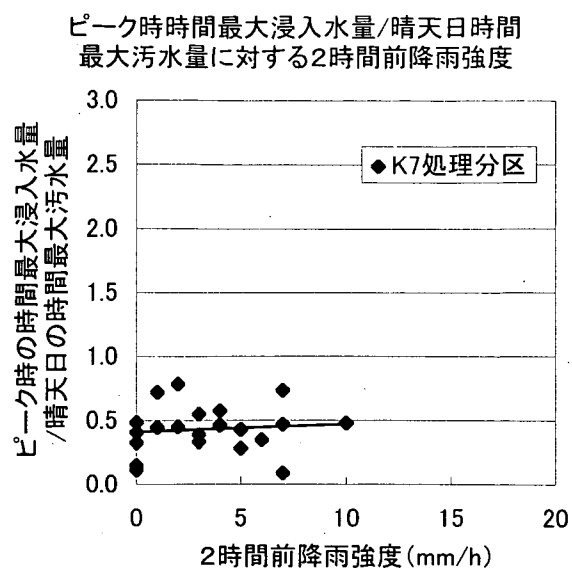


図 3-2-17 ③ピーク時時間最大浸入水量/晴天日時間最大汚水量と直前降雨強度 (その 1)

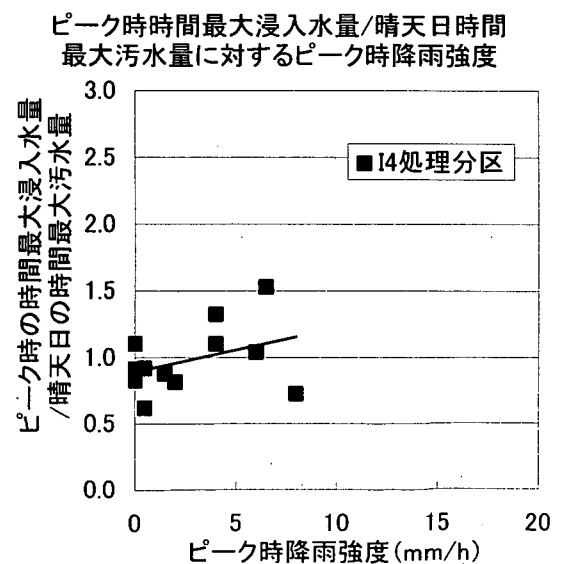
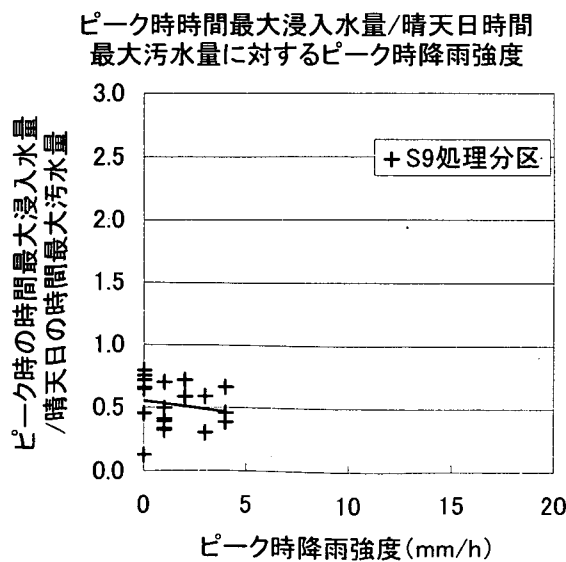
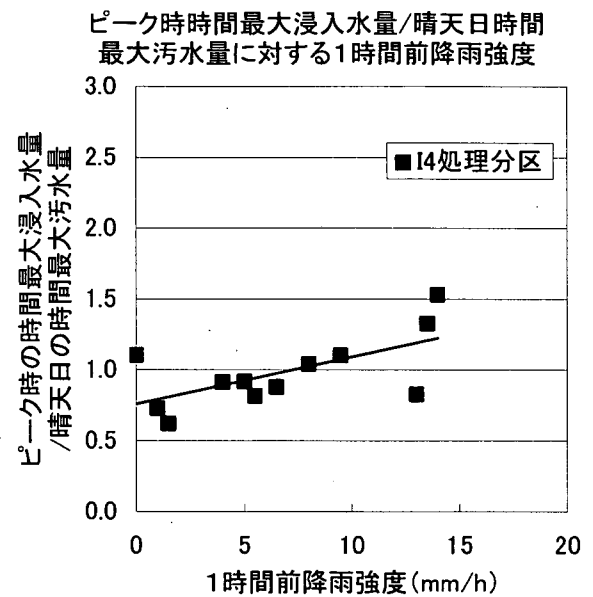
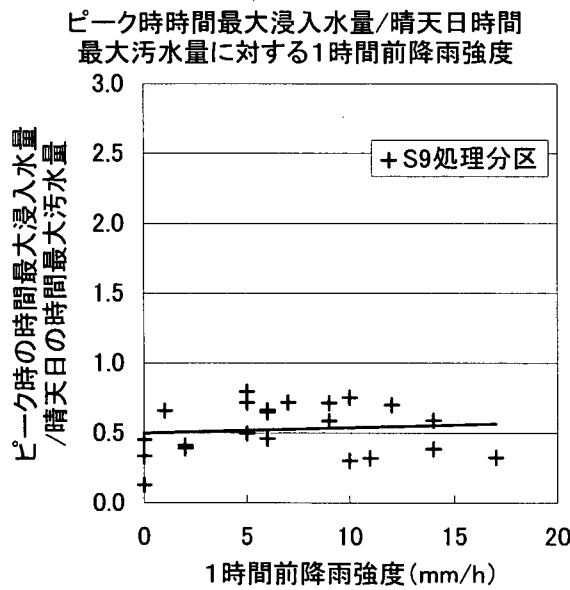
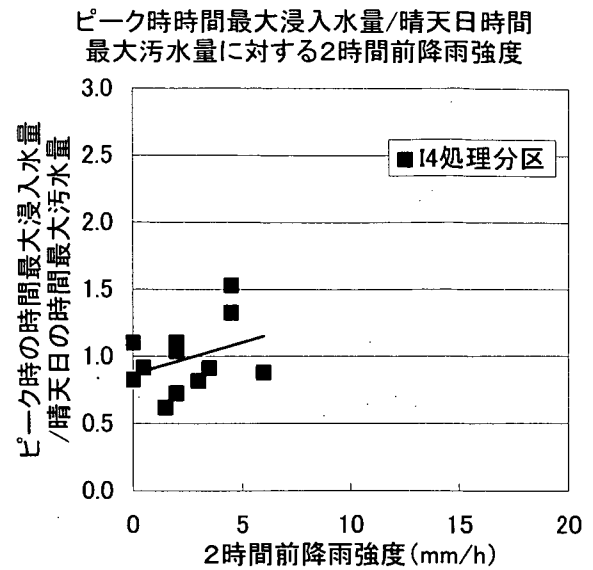
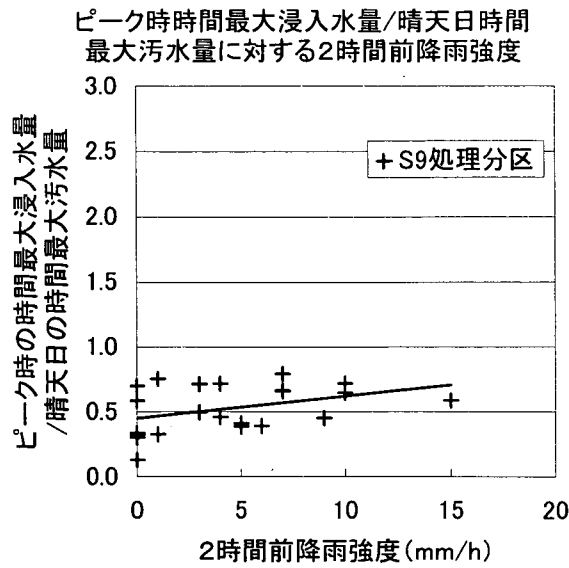


図 3-2-18 ③ピーク時時間最大浸入水量/晴天日時間最大汚水量と直前降雨強度 (その2)

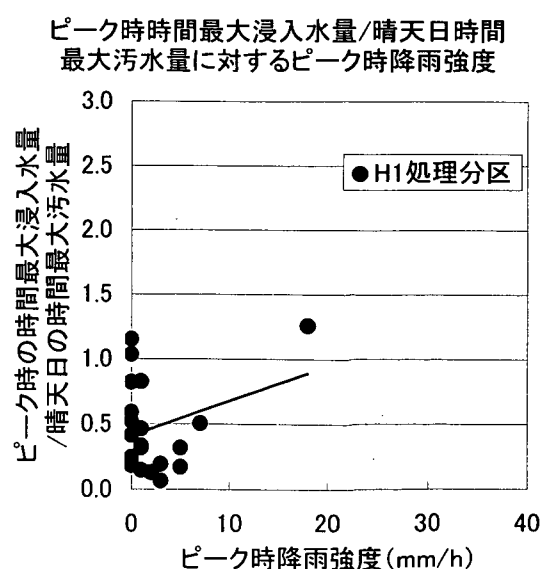
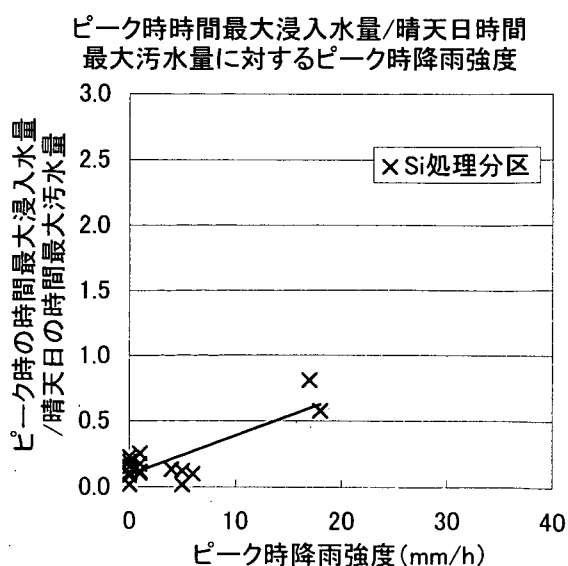
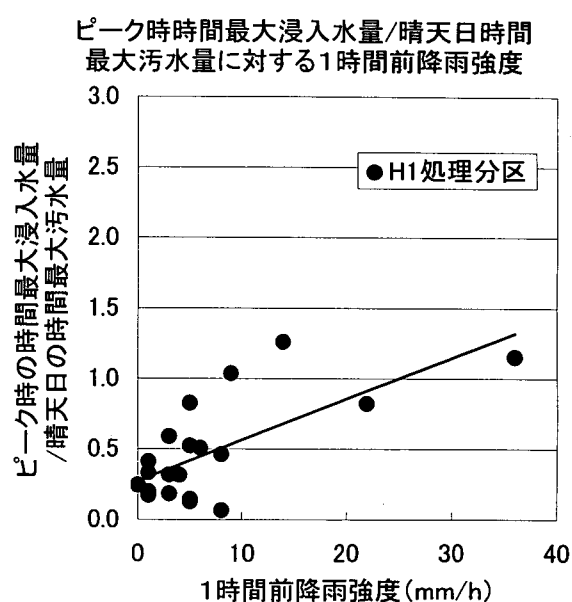
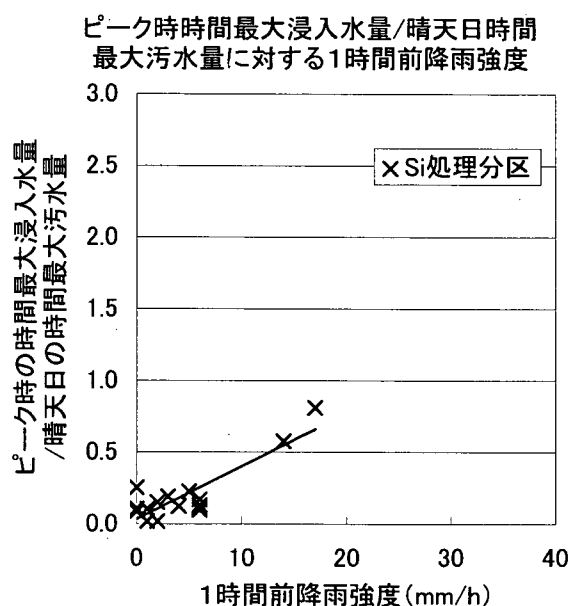
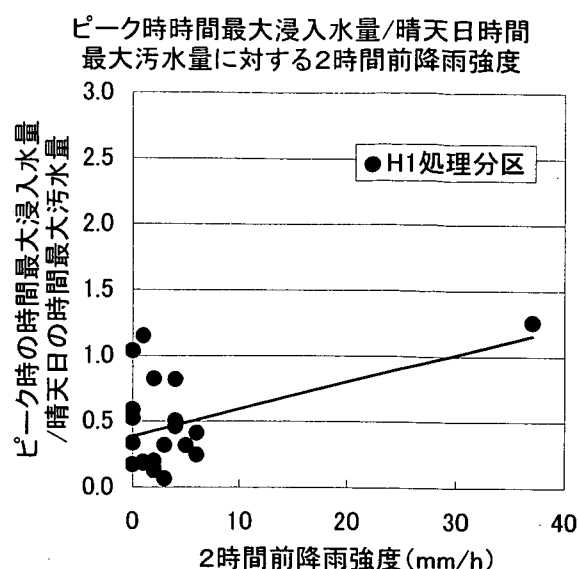
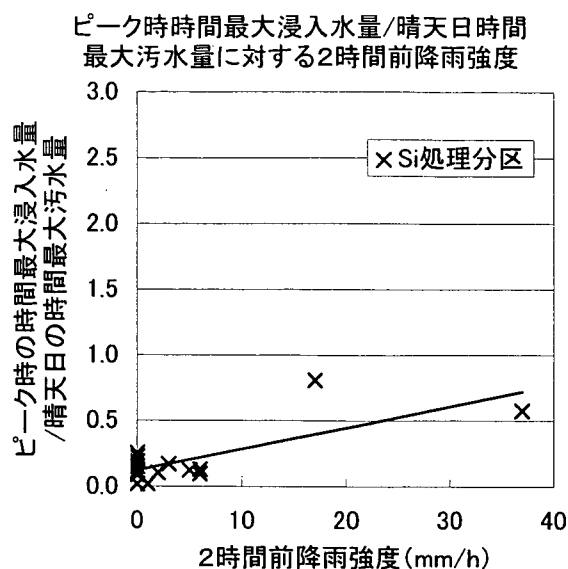
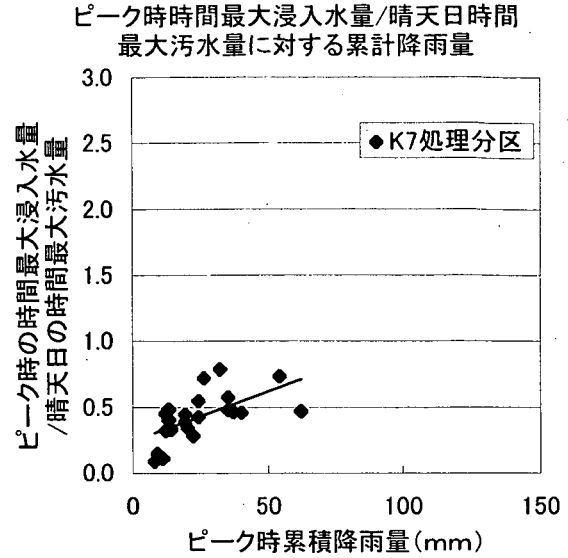
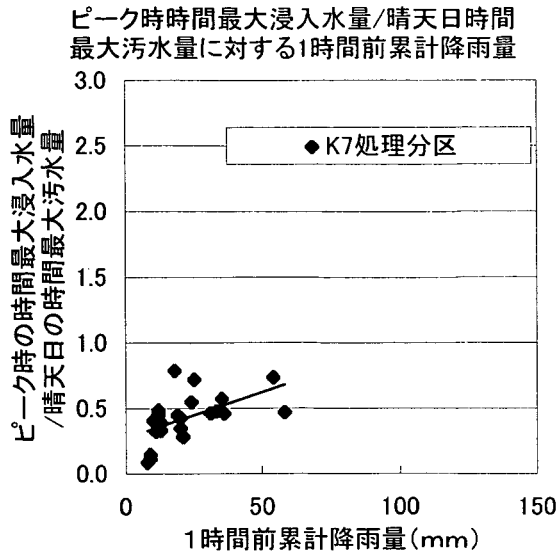
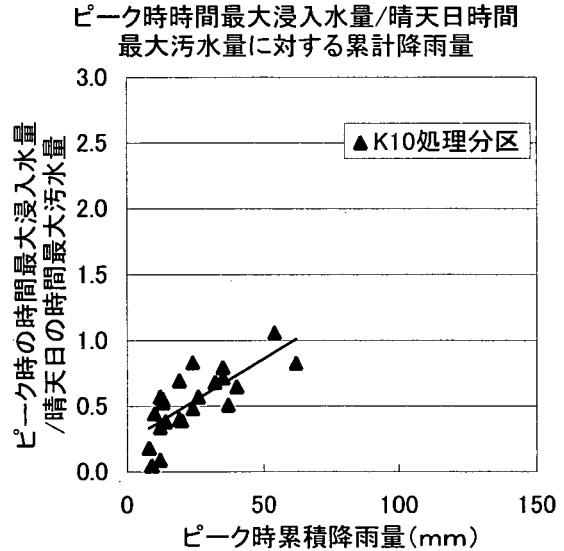
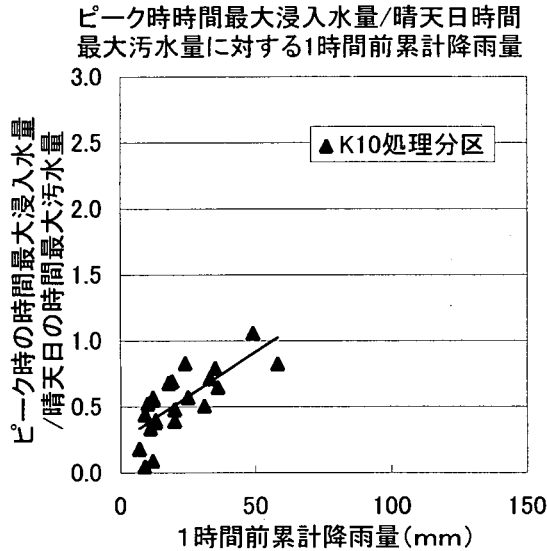


図 3-2-19 ③ピーク時時間最大浸入水量/晴天日時間最大汚水量と直前降雨強度 (その3)

### K7処理分区



### K10処理分区



### S9処理分区

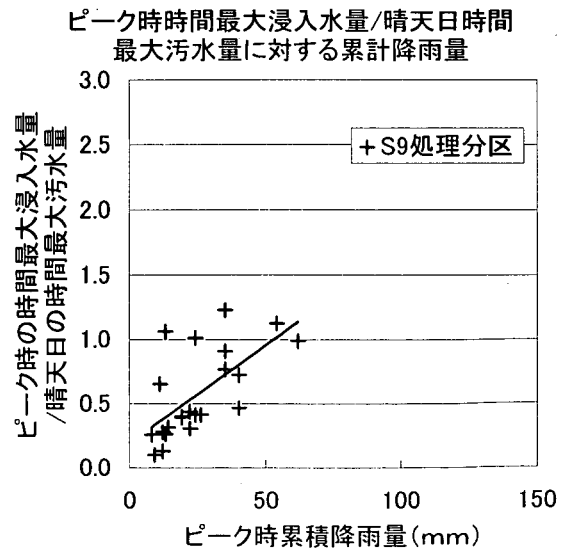
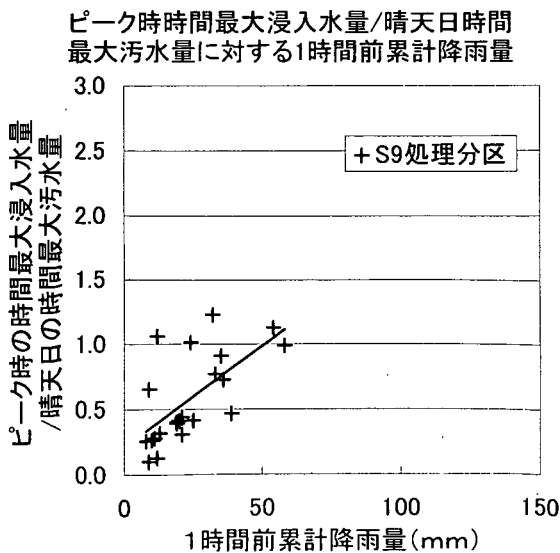
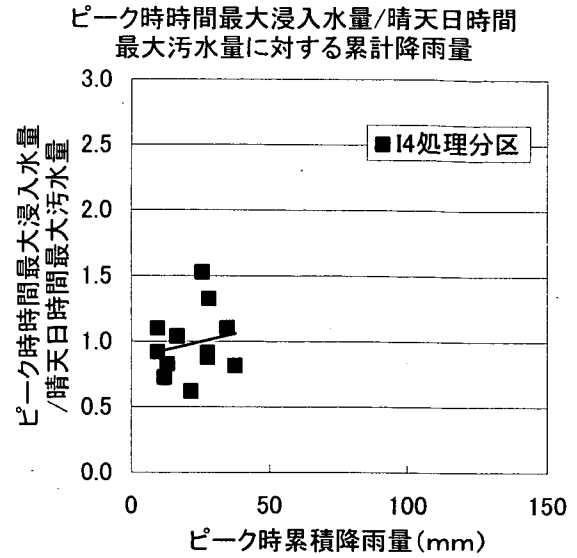
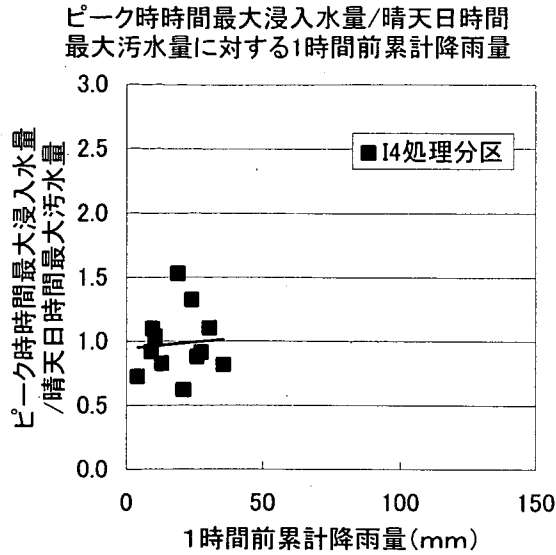
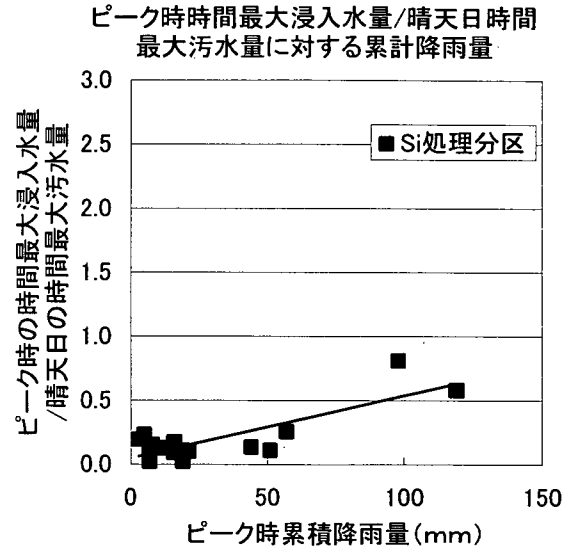
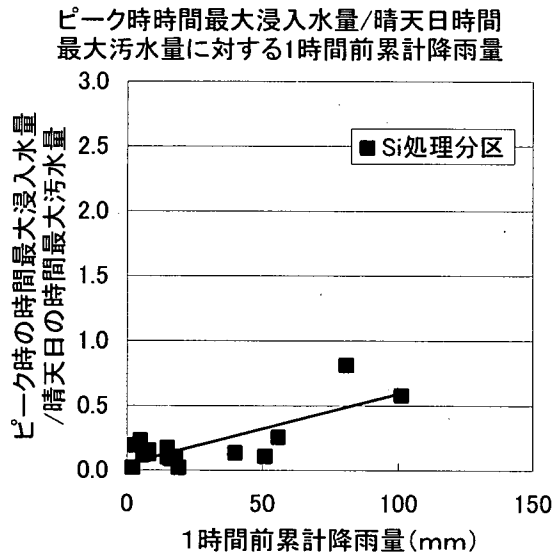


図 3-2-20 ④ピーク時の時間最大浸入水量/晴天日の時間最大汚水量と直前累計降雨量（その 1）

#### I4処理分区



#### Si処理分区



#### H1処理分区

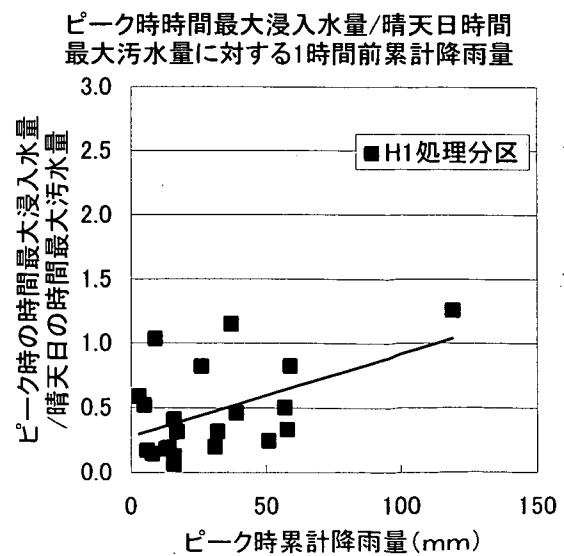
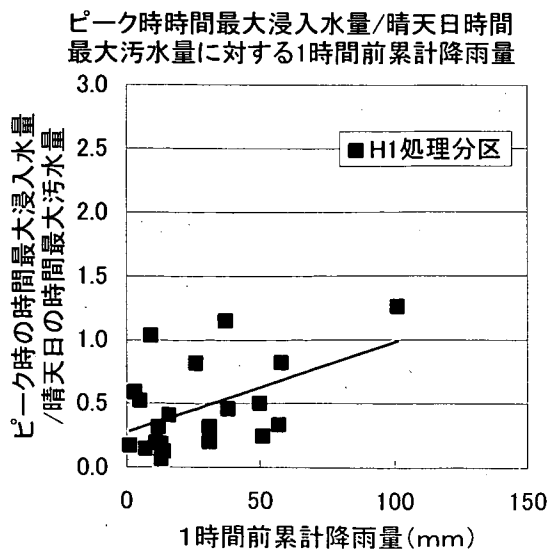


図 3-2-21 ④ピーク時の時間最大浸入水量/晴天日の時間最大汚水量と直前累計降雨量（その 2）

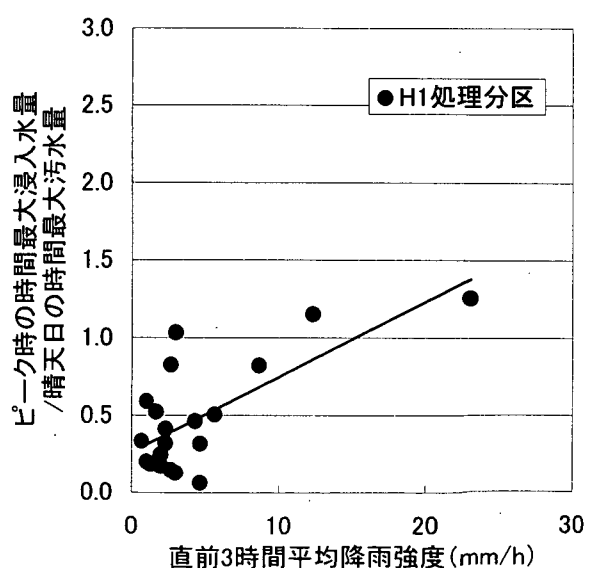
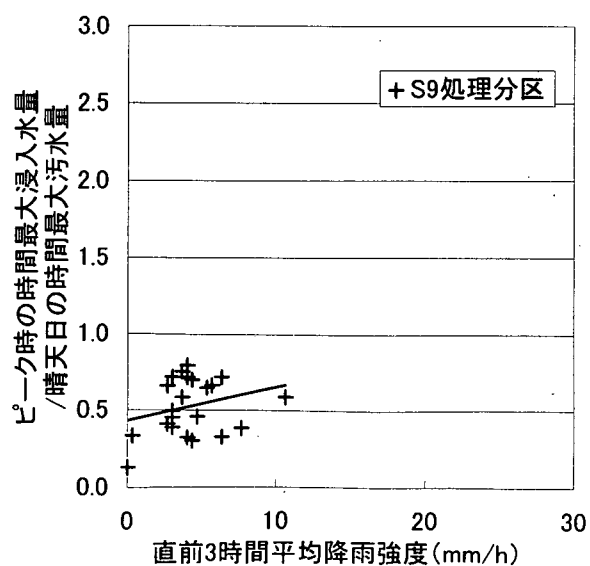
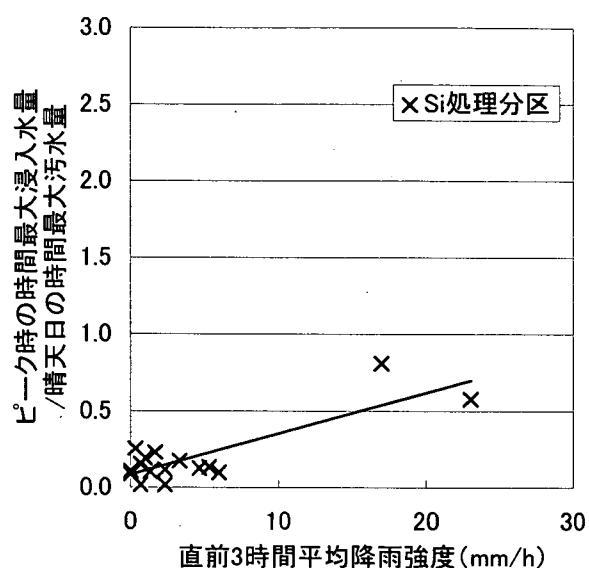
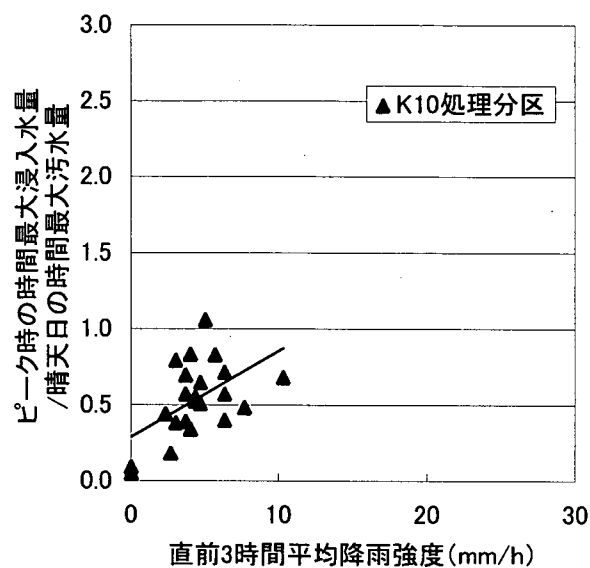
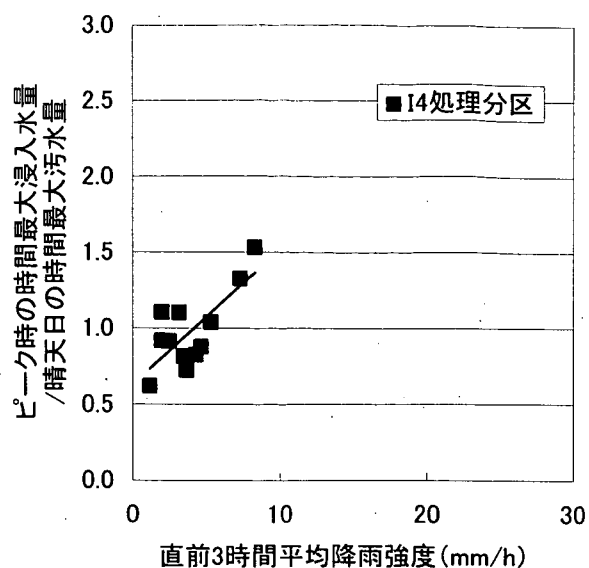
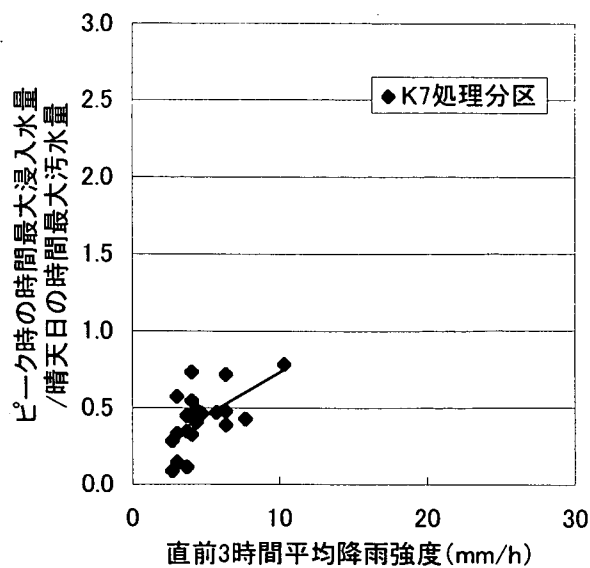


図 3-2-22 ⑤ピーク時の時間最大浸入水量/晴天日の時間最大汚水量に対する直前 3 時間平均降雨強度

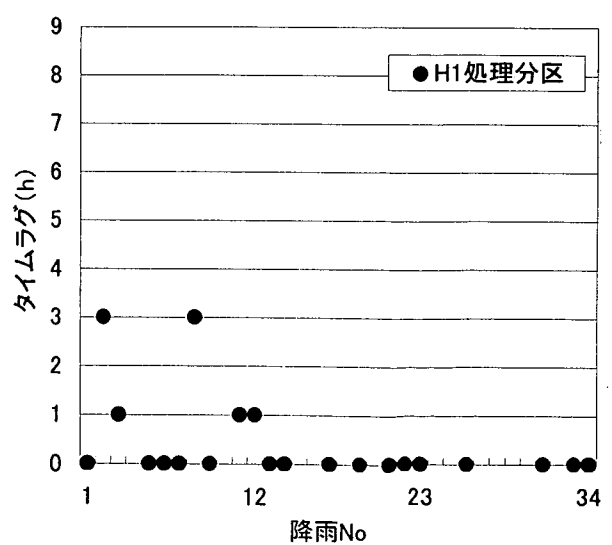
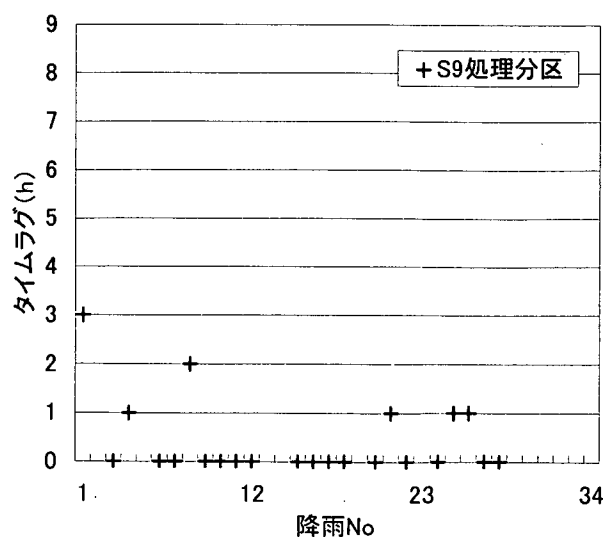
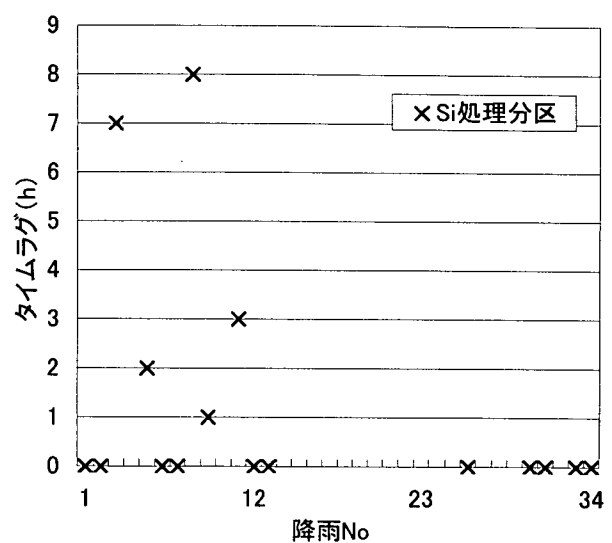
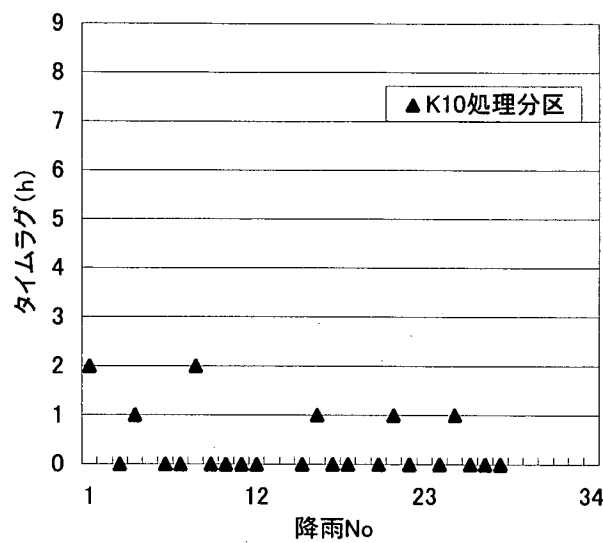
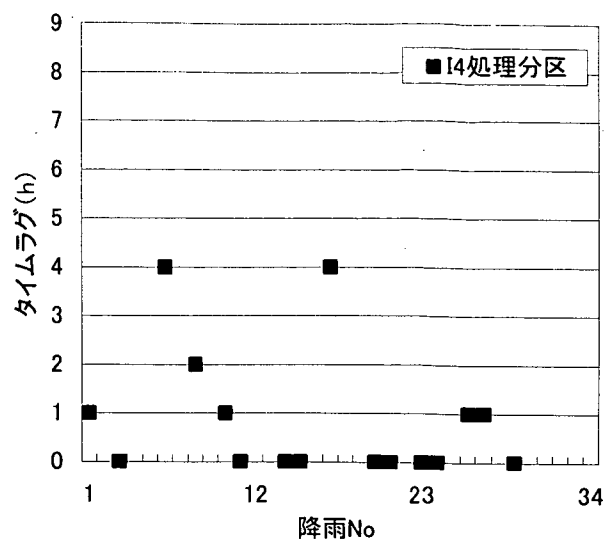
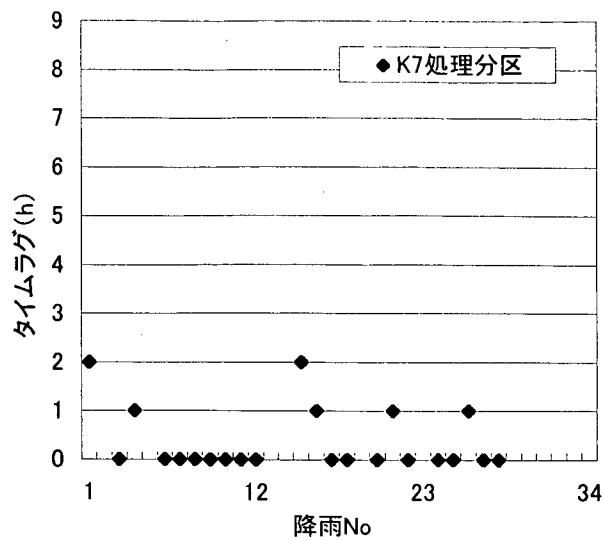


図 3-2-23 ⑥降雨開始から浸入水開始までのタイムラグ

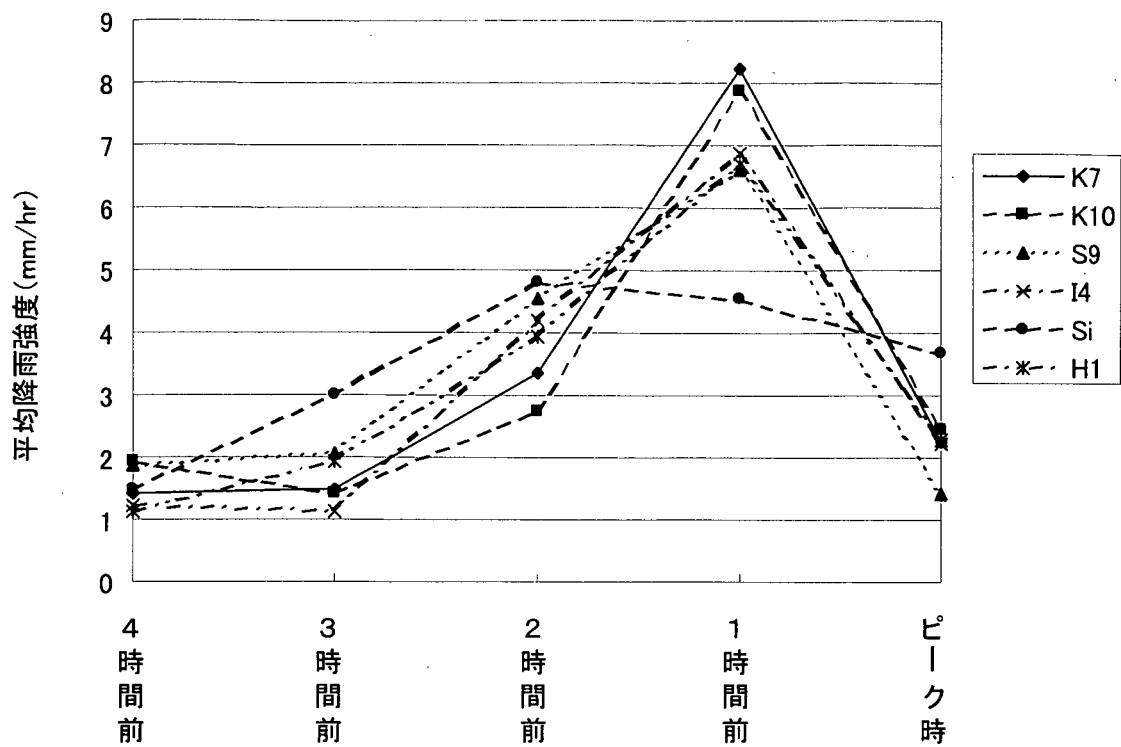


図 3-2-24 ⑦浸入水量ピーク時から 4 時間前までの降雨強度の各時別平均値

### 3) 処理分区施設特性と浸入水量の関係

管渠延長等の各処理分区の特性と、ha 当たり浸入水量及び浸入水率がの関係について検討を行った。

#### ⑧ha 当たりの整備延長と ha 当たりの浸入水量及び浸入水率

管渠の整備延長がどの程度浸入水量に相関するか検証を行った。各処理分区毎に土質条件、地下水位等が異なるため、明確な判断は困難であるが、今回のデータから判断すると、管渠整備延長と浸入水量の間に明確な関係は見られなかった。

#### ⑨ha 当たりの汚水ます設置数と ha 当たりの浸入水量及び浸入水率

前項と同じ様に、汚水ます設置数が浸入水量に大きな影響を及ぼすか検証を行った。

その結果、汚水ます設置数についても、浸入水量との間に明確な関係は見られなかった。

#### ⑩塩化ビニル管の布設率と ha 当たりの浸入水量及び浸入水率

塩化ビニル管の布設率が高い場合には、管の接合部やジョイント部の止水性が良く、浸入水率が小さくなる傾向があると考え、ha 当たりの塩化ビニル管布設率と浸入水量との相関を検証した。

検証の結果、塩化ビニル管の布設率についても浸入水量との間に明確な関係は見られなかった。

#### ⑪ha 当たりの管渠表面積と ha 当たり浸入水量及び浸入水率

大口径管渠の割合が高いと総目地延長が大きくなり、地下水浸入水流入の可能性が高くなるものと考え、ha 当たりの管渠表面積と浸入水量との相関を検証した。

検討の結果、管渠表面積についても、浸入水量との間に明確な関係は見られなかった。

以上から、浸入水と施設特性との間に明確な関係は見いだすことはできなかった。浸入水には様々な要因が関わっており、ある1つの要因との関係を見いだすことは困難だと考えられる。

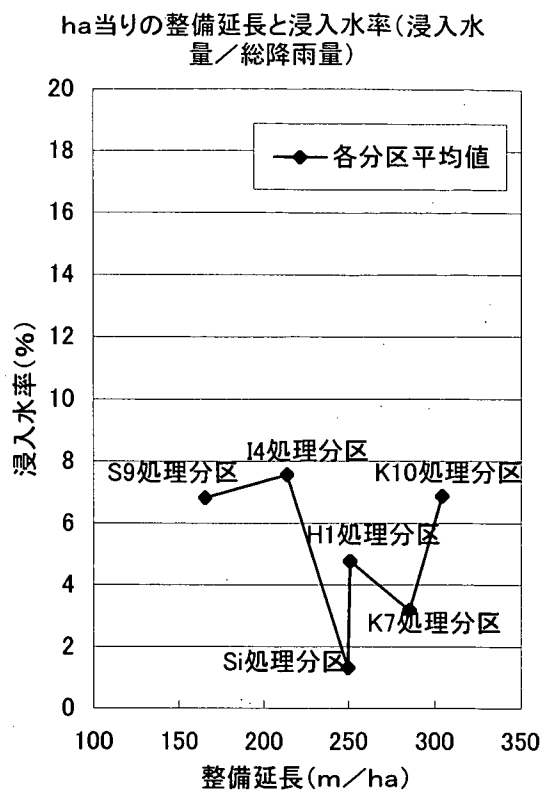
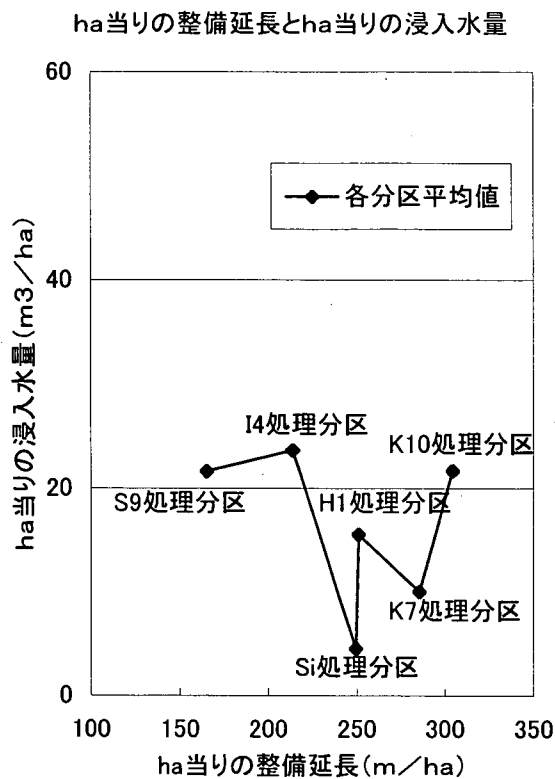


図 3-2-25 ⑧ha あたり整備延長と浸入水の関係

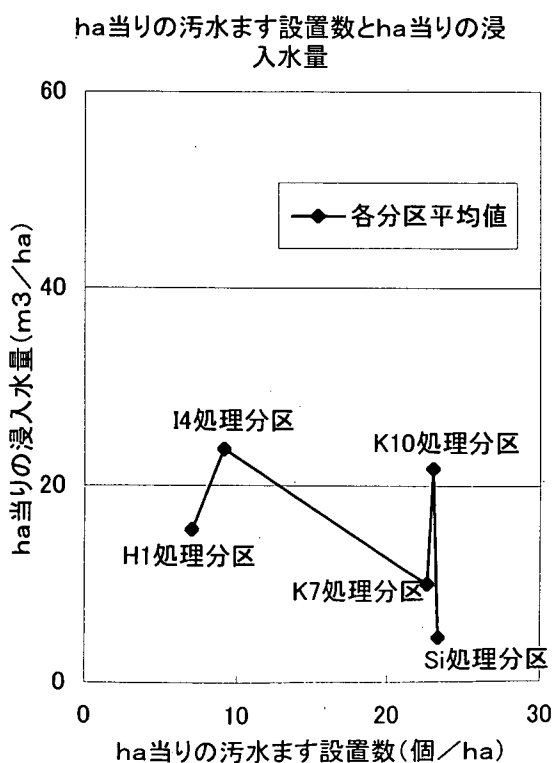
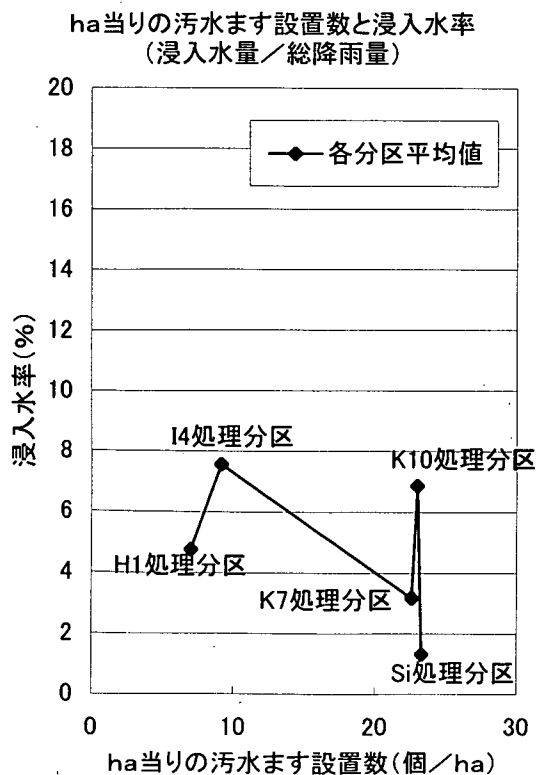


図 3-2-26 ⑨汚水ます設置個数と浸入水の関係

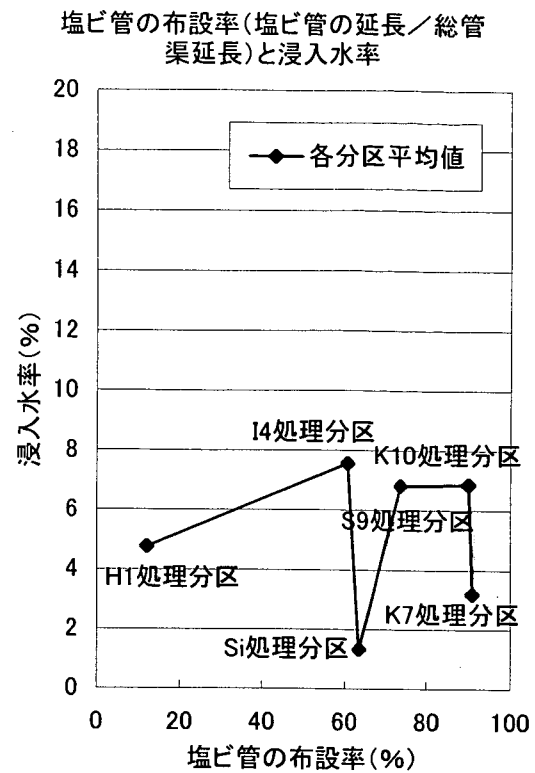
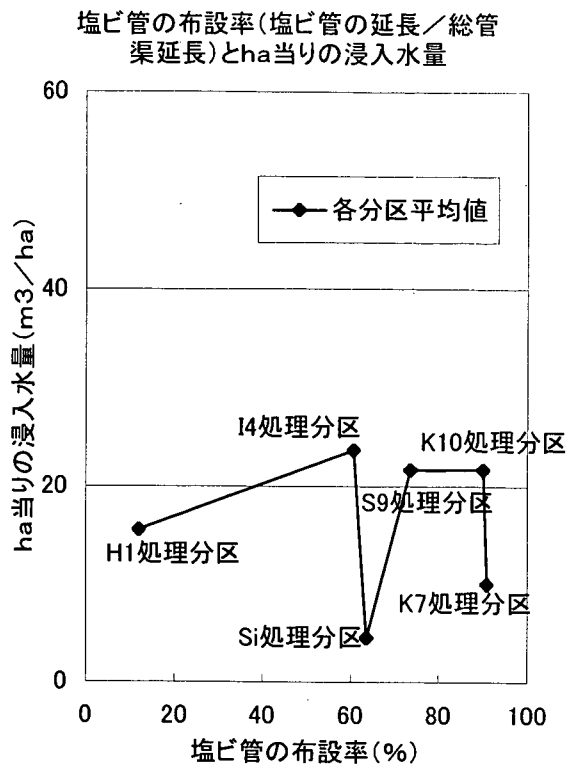


図 3-2-27 ⑩塩化ビニル管布設率と浸入水の関係

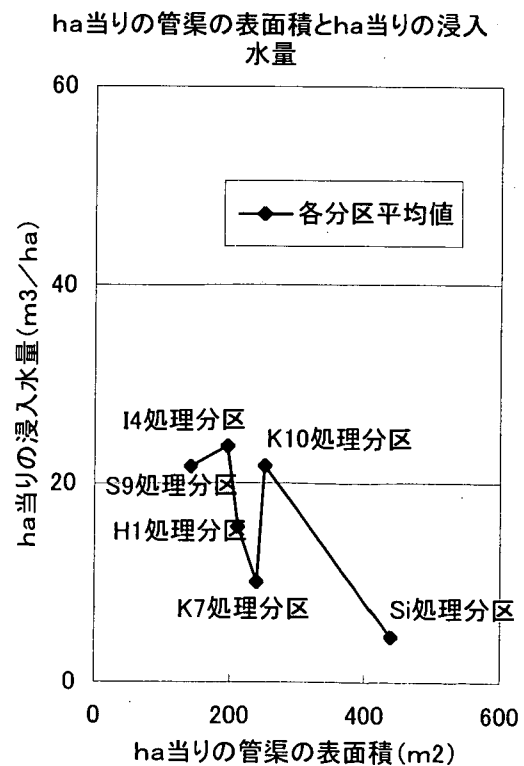
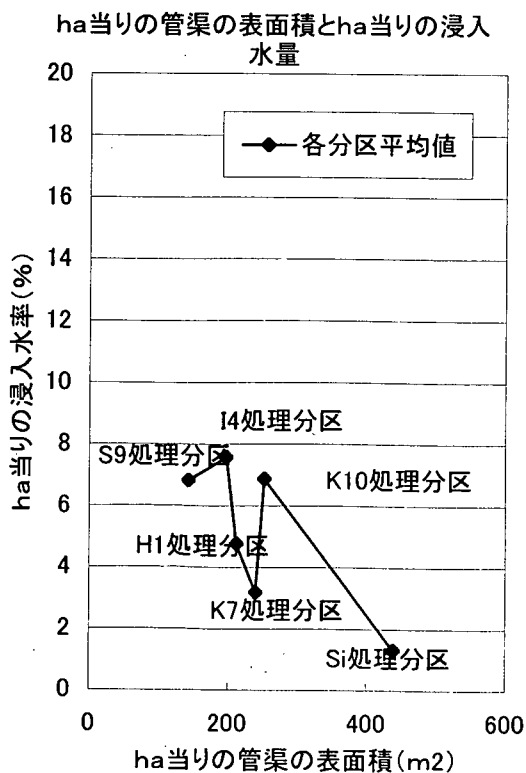


図 3-2-28 ⑪ha 当たり管渠表面積と浸入水の関係

#### 4) 流入水量と浸入水量の関係

流入水量、浸入水量のピーク流量に関わる各項目の比較を行った。

なお、ピーク流量に関しての定義は以下の通りである。

- ・ ピーク時の流入水量※；各処理分区、各降雨毎に発生する、時間あたり流入水量の最大値。
- ・ ピーク時の浸入水量※；各処理分区、各降雨毎に時間あたり流入水量から当該時刻の晴天時流入水量を差し引いて求めた浸入水量の最大値
- ・ 晴天日の時間最大流入水量；各処理分区の晴天日（連続した無降雨日の3日目以降）における時間あたり流入水量の最大値。

※ピーク時の流入水量と浸入水量に関しては、各処理分区について流入水量が最大となる日時と、浸入水量が最大となる日時をそれぞれ独立して抽出した。

#### ⑫計画汚水量とピーク時雨天時浸入水量

流入水量のピーク時では、認可申請書における計画時間最大汚水量を越える処理区が多く、そのほとんどについて浸入水が原因だといえる。

#### ⑬晴天日の流入水量とピーク時雨天時浸入水量

晴天日の時間最大流入水量に比べて降雨時の流入量は1.4から2.2倍と大きく上回っている。

#### ⑭管渠能力とピーク時雨天時浸入水量

全処理分区とも1時間単位の流入水量では管渠能力を超えることは無いものの、S9処理分区では「下水道施設計画・設計指針と解説」（1994年版、日本下水道協会）による中口径管渠（700～1,500mm）での余裕率50%を下回るなど、浸入水による影響は大きく、瞬間的には一部の管渠で満管状態になることも考えられる。

#### ⑮計画汚水量と地下水浸入水量

地下水浸入水量が計画日平均汚水量に占める割合はK7、Si処理分区を除き概ね20%程度である。しかし、計画人口に地下水量原単位を乗じて算出した計画地下水量と比較したところ、処理分区によって大きな差が表れた。特にI4処理分区とH1処理分区ではそれぞれ計画地下水量の2.8倍、2.4倍と高い値を示している。

これらの地区では工場排水が日平均汚水量に占める割合が高い。そのため、人口から算出する計画地下水量では地下水浸入水を過小評価してしまったためか、もしくは地下水浸入水量の算出根拠である深夜の最低流量に工場排水が含まれており地下水浸入水量を過大評価してしまったものと考えられる。

#### ⑯晴天日の汚水量と地下水浸入水量

I4処理分区、H1処理分区で地下水浸入水量が40%以上と高い値を示した。この2つの処理分区は前項⑮のとおり日平均汚水量に占める工場排水の割合が高い区域であり、地下水浸入水量の算出根拠である深夜の最低流量に工場排水が含まれているため、浸入水量割合が高くなったものと考えられる。

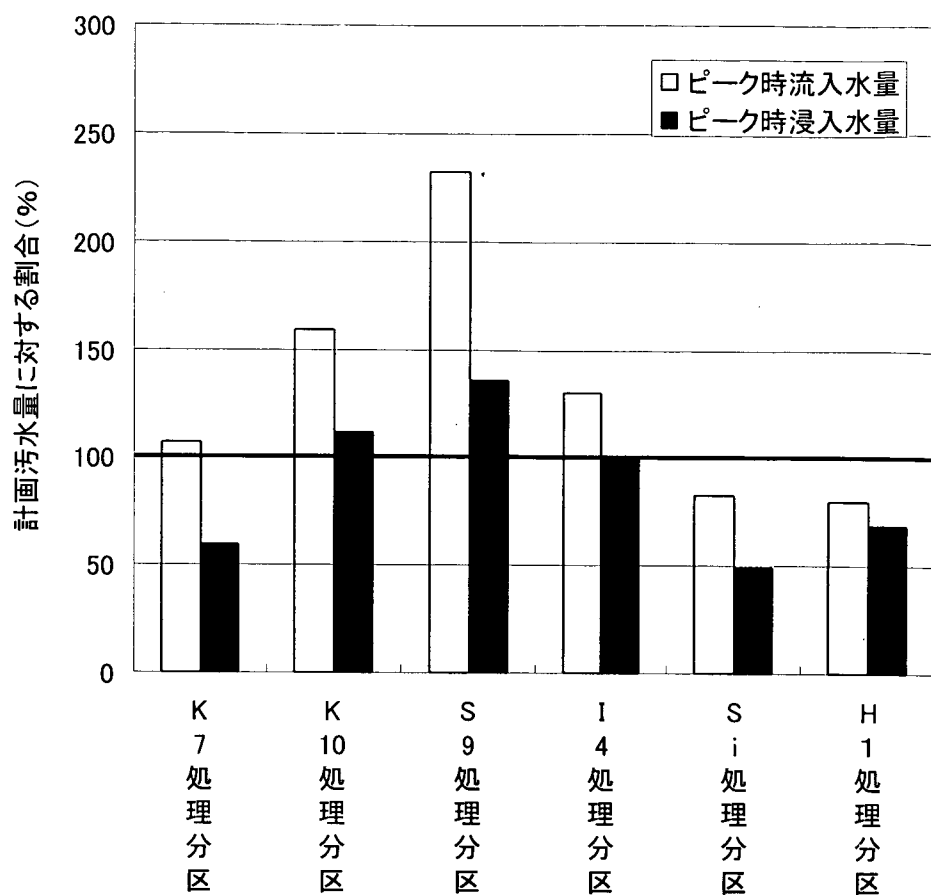


図 3-2-29 ⑫計画汚水量とピーク時の流入水量および浸入水量

表 3-2-14 ⑫計画汚水量とピーク時の流入水量および浸入水量

| 処理分区     | A           |             |            | B                     | C                     | B／A<br>% | C／A<br>% |
|----------|-------------|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|
|          | 計画時間最大汚水量   |             |            | 流入水量<br>ピーク時<br>m³/hr | 浸入水量<br>ピーク時<br>m³/hr |          |          |
|          | 家庭<br>m³/hr | 工場<br>m³/hr | 計<br>m³/hr |                       |                       |          |          |
| K7 処理分区  | 1,686       | 224         | 1,910      | 2,040                 | 1,124                 | 107      | 59       |
| K10 処理分区 | 682         | 117         | 798        | 1,268                 | 885                   | 159      | 111      |
| S9 処理分区  | 744         | 73          | 816        | 1,894                 | 1,114                 | 232      | 136      |
| I4 処理分区  | 423         | 548         | 971        | 1,261                 | 969                   | 130      | 100      |
| Si 処理分区  | 569         | 10          | 579        | 478                   | 286                   | 83       | 49       |
| H1 処理分区  | 535         | 251         | 786        | 630                   | 539                   | 80       | 69       |

※計画汚水量は平成 10 年現在の各処理分区認可計画の値を採用した。

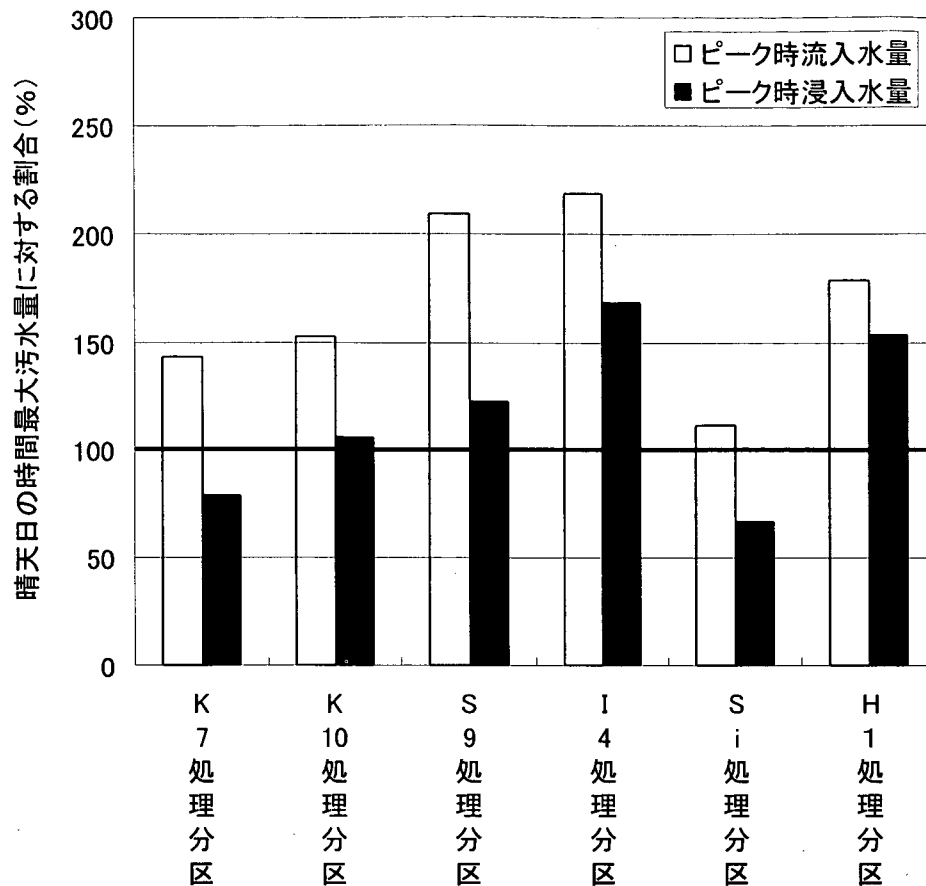


図 3-2-30 ⑬晴天日の時間最大汚水量とピーク時の流入水量および浸入水量

表 3-2-15 ⑬晴天日の汚水量とピーク時の流入水量および浸入水量

| 処理分区     | A                       | B                     | C                     | B/A<br>% | C/A<br>% |
|----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|
|          | 晴天日時間<br>最大汚水量<br>m³/hr | 流入水量<br>ピーク時<br>m³/hr | 浸入水量<br>ピーク時<br>m³/hr |          |          |
| K7 処理分区  | 1,431                   | 2,040                 | 1,124                 | 143      | 79       |
| K10 処理分区 | 836                     | 1,268                 | 885                   | 152      | 106      |
| S9 処理分区  | 908                     | 1,894                 | 1,114                 | 209      | 123      |
| I4 処理分区  | 578                     | 1,261                 | 969                   | 218      | 168      |
| Si 処理分区  | 429                     | 478                   | 286                   | 111      | 67       |
| H1 処理分区  | 353                     | 630                   | 539                   | 178      | 153      |

※ 晴天日の時間最大汚水量は平成 10 年 4 月から 9 月の晴天日汚水量から各処理分区毎に時間あたり流量の最大値を適用。

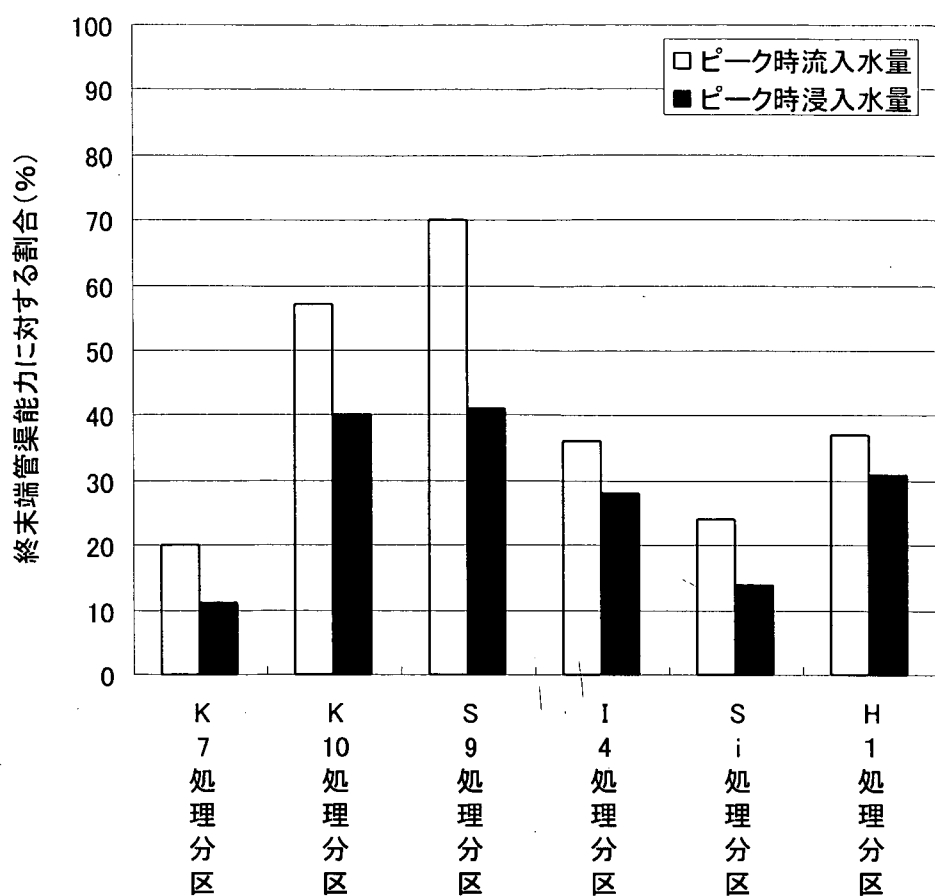


図 3-2-31 ⑭終末端管渠能力とピーク時の流入水量および浸入水量

表 3-2-16 ⑭終末端管渠能力とピーク時の流入水量および浸入水量

| 処理分区     | 管径<br>mm | 勾配<br>ℎ°-ミリ | A                    | B                     | C                     | B/A<br>% | C/A<br>% |
|----------|----------|-------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|
|          |          |             | 終末端<br>管渠能力<br>m³/hr | 流入水量<br>ピーク時<br>m³/hr | 浸入水量<br>ピーク時<br>m³/hr |          |          |
| K7 処理分区  | 1,650    | 1.0         | 10,377               | 2,040                 | 1,124                 | 20       | 11       |
| K10 処理分区 | 1,100    | 0.4         | 2,227                | 1,268                 | 885                   | 57       | 40       |
| S9 処理分区  | 1,350    | 0.2         | 2,715                | 1,894                 | 1,114                 | 70       | 41       |
| I4 処理分区  | 1,100    | 1.0         | 3,520                | 1,261                 | 969                   | 36       | 28       |
| Si 処理分区  | 1,200    | 0.2         | 1,987                | 478                   | 286                   | 24       | 14       |
| H1 処理分区  | 800      | 1.3         | 1,717                | 630                   | 539                   | 37       | 31       |

※ 粗度係数は全処理区域において 0.013 を適用した。

※ 終末端管渠能力は各処理分区の流域幹線に流入する最末端の管渠の管径・勾配・粗度係数からマンニングの式を用い満管流量で計算した。

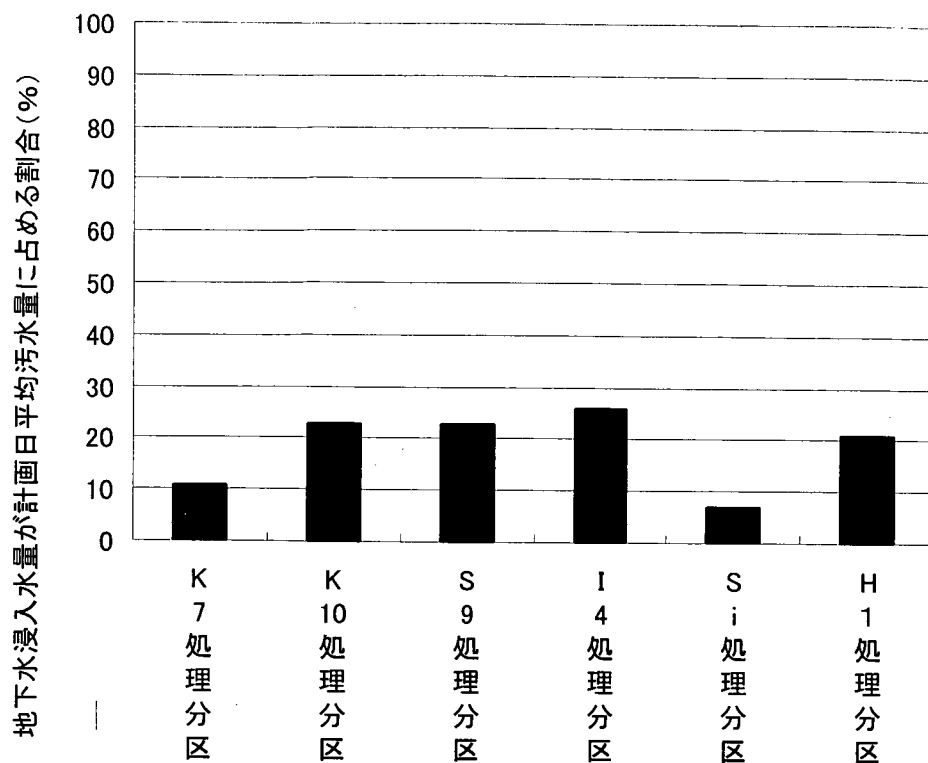


図 3-2-32 ⑮計画汚水量と地下水浸入水量（計画日平均汚水量との比較）

表 3-2-17 ⑮計画汚水量と地下水浸入水量（計画日平均汚水量との比較）

| 処理分区     | A          |            |           | B           | B / A |
|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------|
|          | 計画日平均汚水量   |            |           | 地下水<br>浸入水量 |       |
|          | 家庭<br>m³/日 | 工場<br>m³/日 | 計<br>m³/日 |             |       |
| K7 処理分区  | 22,982     | 2,692      | 25,674    | 2,832       | 11    |
| K10 処理分区 | 9,292      | 1,398      | 10,690    | 2,496       | 23    |
| S9 処理分区  | 10,134     | 875        | 11,009    | 2,520       | 23    |
| I4 処理分区  | 5,759      | 6,580      | 12,339    | 3,168       | 26    |
| Si 処理分区  | 5,759      | 6,580      | 12,339    | 912         | 7     |
| H1 処理分区  | 7,170      | 3,010      | 10,180    | 2,160       | 21    |

※計画汚水量は平成 10 年現在の各処理分区事業認可計画の値を採用した。

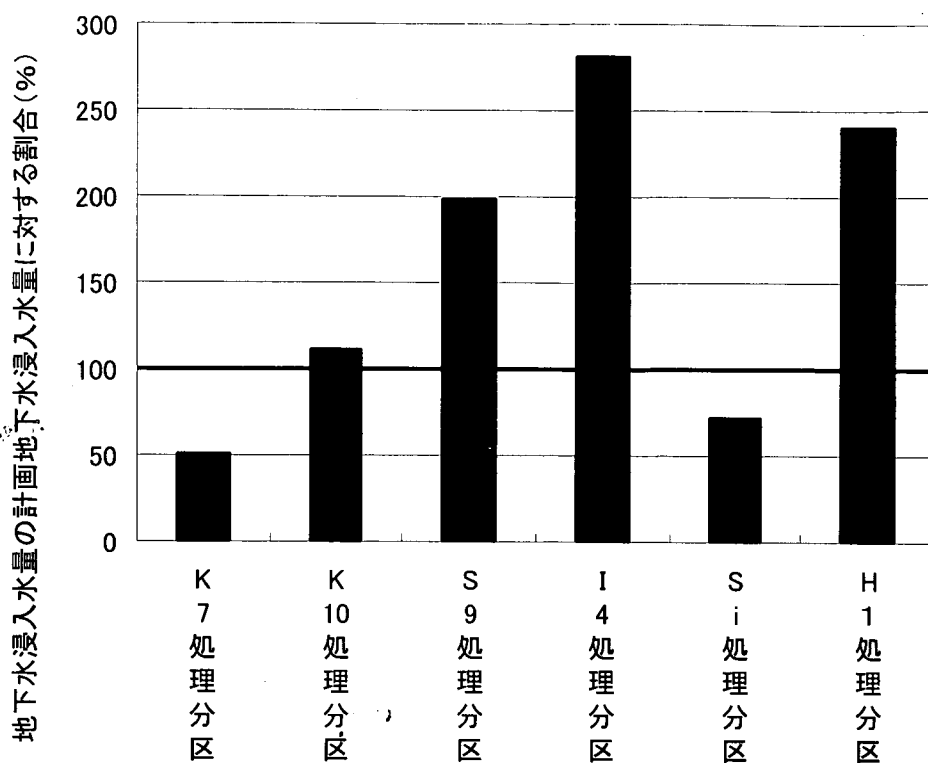


図 3-2-33 ⑮計画浸入水量と地下水浸入水量（計画地下水量との比較）

表 3-2-18 ⑮計画浸入水量と地下水浸入水量（計画地下水量との比較）

| 処理分区     | 計画人口<br>人 | 計画<br>地下水量<br>原単位<br>l/人・日 | A                  | B                   | B/A<br>% |
|----------|-----------|----------------------------|--------------------|---------------------|----------|
|          |           |                            | 計画<br>地下水量<br>m³/日 | 地下水<br>浸入水量<br>m³/日 |          |
| K7 処理分区  | 61,879    | 90                         | 5,569              | 2,832               | 51       |
| K10 処理分区 | 24,717    | 90                         | 2,225              | 2,496               | 112      |
| S9 処理分区  | 14,060    | 90                         | 1,265              | 2,520               | 199      |
| I4 処理分区  | 12,520    | 90                         | 1,127              | 3,168               | 281      |
| Si 処理分区  | 14,024    | 90                         | 1,262              | 912                 | 72       |
| H1 処理分区  | 9,941     | 90                         | 895                | 2,160               | 241      |

※地下水量原単位は平成 10 年現在の各処理分区事業認可計画の値を採用した。

※整備人口は平成 9 年度末の値を採用した。

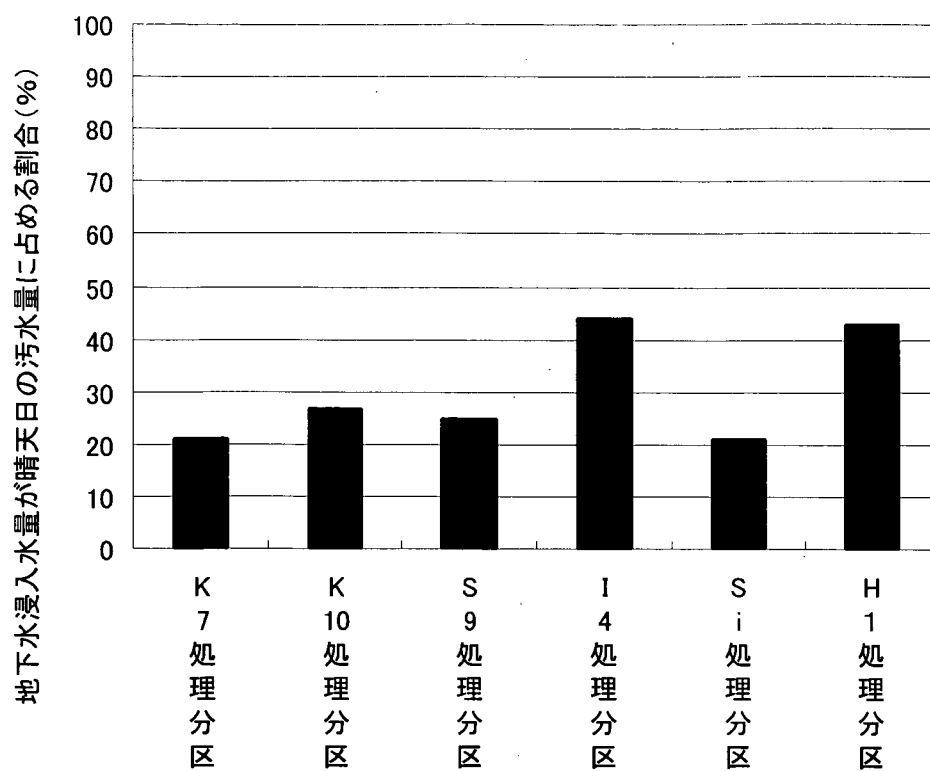


図 3-2-34 ⑯晴天時の汚水量と地下水浸入水量

表 3-2-19 ⑯晴天時の汚水量と地下水浸入水量

| 処理分区     | A                                 | B                                | B / A<br>% |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------|------------|
|          | 晴天日平均<br>汚水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 地下水<br>浸入水量<br>m <sup>3</sup> /日 |            |
| K7 処理分区  | 13,734                            | 2,832                            | 21         |
| K10 処理分区 | 9,216                             | 2,496                            | 27         |
| S9 処理分区  | 10,016                            | 2,520                            | 25         |
| I4 処理分区  | 7,226                             | 3,168                            | 44         |
| Si 処理分区  | 4,328                             | 912                              | 21         |
| H1 処理分区  | 4,978                             | 2,160                            | 43         |

5) 直接浸入水と間接浸入水

降雨のピークと浸入量のピークの出現状況を比較すると、強い降雨強度にはほぼ同時に急増し（浸入量のピークは、降雨のピークと同時刻か1時間後となっている）、その後降雨強度が弱くなると急激に低下した後、比較的安定した浸入水が数時間から数日続く傾向にある。

前者は屋根排水の誤接など直接的な流入による直接浸入水や、ますの取付部への水道<sup>みずみち</sup>ができることにより非常に早く浸入してくる間接浸入水の影響である。

後者は地下に浸透した水が取付部や管の亀裂等から浸入してくる間接浸入水である。直接浸入水と間接流入水の流入開始時期は重なっており、正確な量を把握することは困難である。

そこで、本検討では、降雨とともに急増した部分を直接浸入、急激に低下した後、比較的安定した部分を間接浸入水として仮定し検証を行った。

⑰直接浸入水と間接浸入水

降雨 No. 6, 20 の降雨を用いて図 2-3-58～61 に検証を行った。

直接浸入水が総浸入水量に占める割合は 40%～54% となった。この結果から、総浸入水量の概ね 50% 程度が直接浸入水と考えられる。

ここで直接浸入水と間接浸入水の影響について以下に簡単にまとめた。

表 3-2-20 直接浸入水と間接浸入水の影響

|       | 浸入速度※ | 浸入水継続時間 | 総浸入水量<br>への影響 | ピーク浸入水量<br>への影響 |
|-------|-------|---------|---------------|-----------------|
| 直接浸入水 | 大     | 小       | 大             | 大               |
| 間接浸入水 | 小     | 大       | 大             | 小               |

※時間当たりの浸入水量

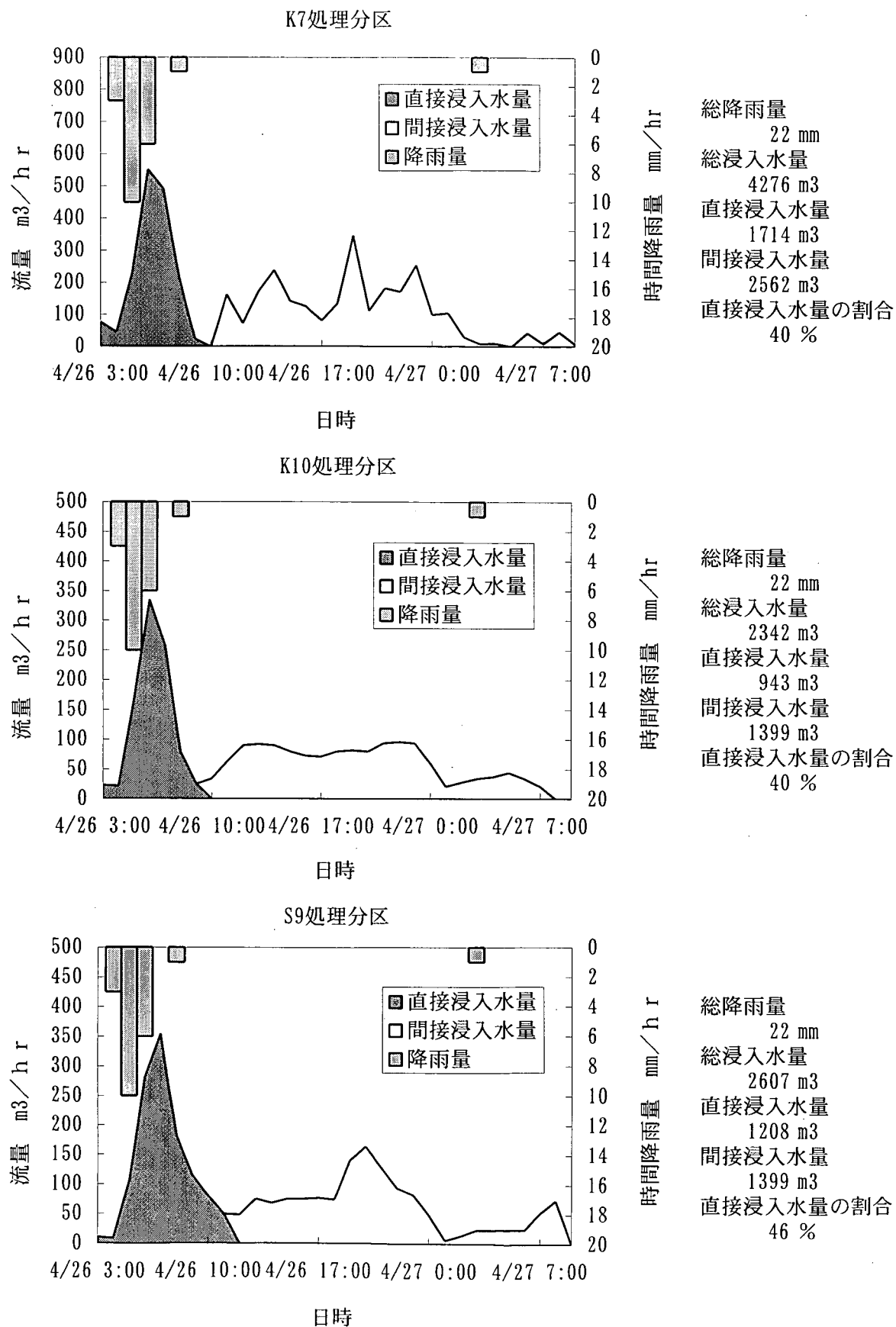


図 3-2-35 ⑰直接浸入水と間接浸入水（降雨 No.6 その1）

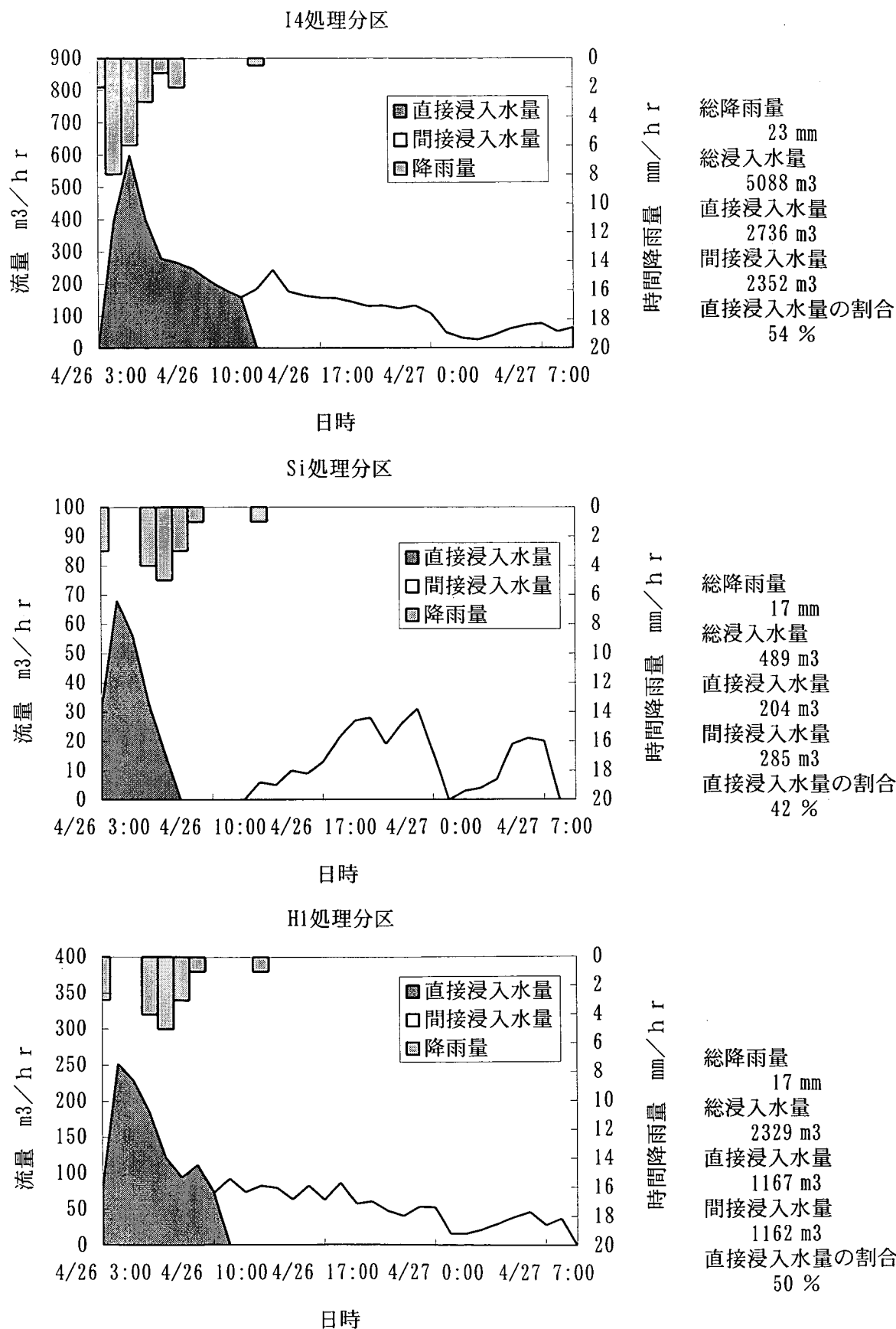


図 3-2-36 ⑰直接浸入水と間接浸入水（降雨 No.6 その2）

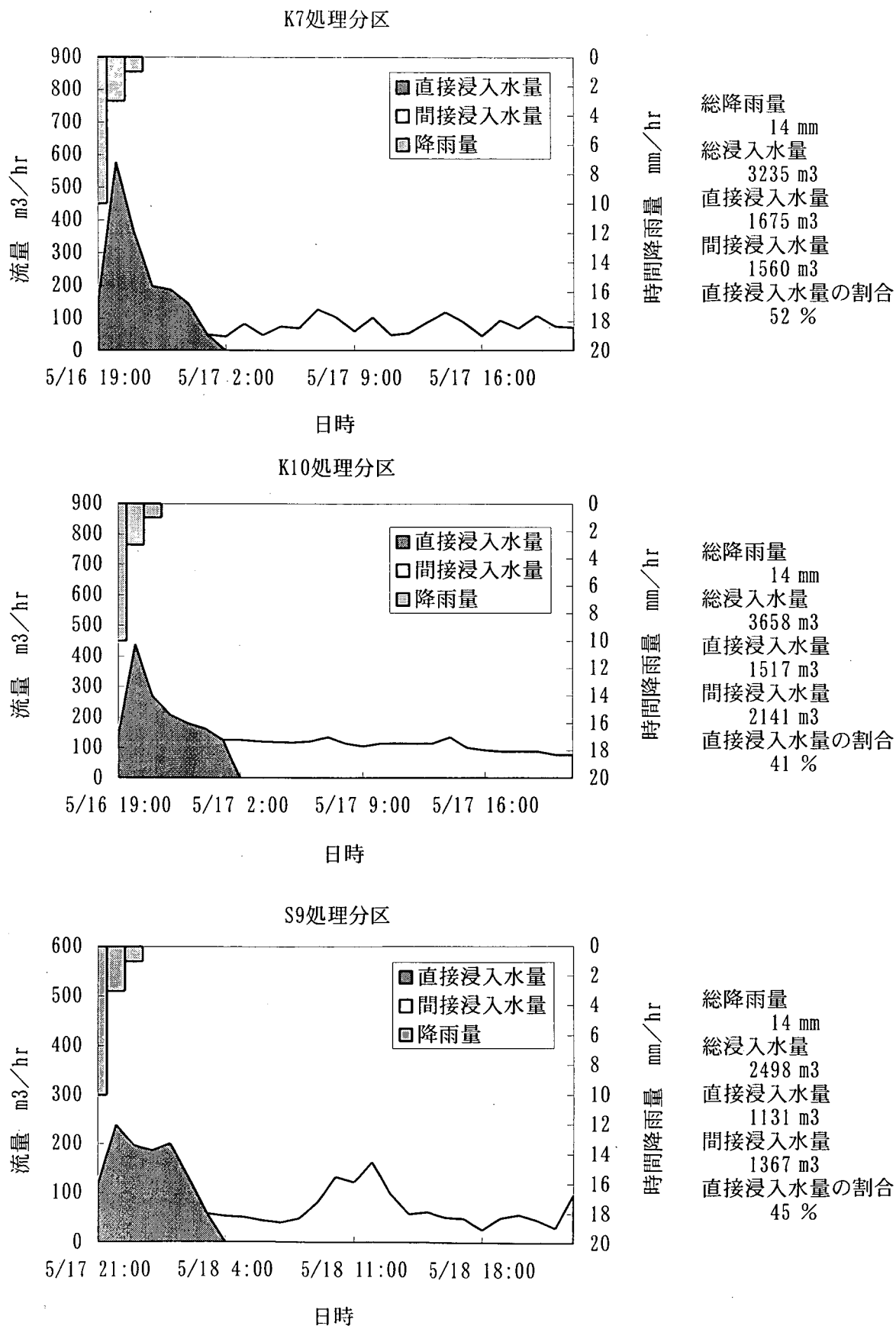


図 3-2-37 ⑰直接浸入水と間接浸入水（降雨 No. 20 その 1）

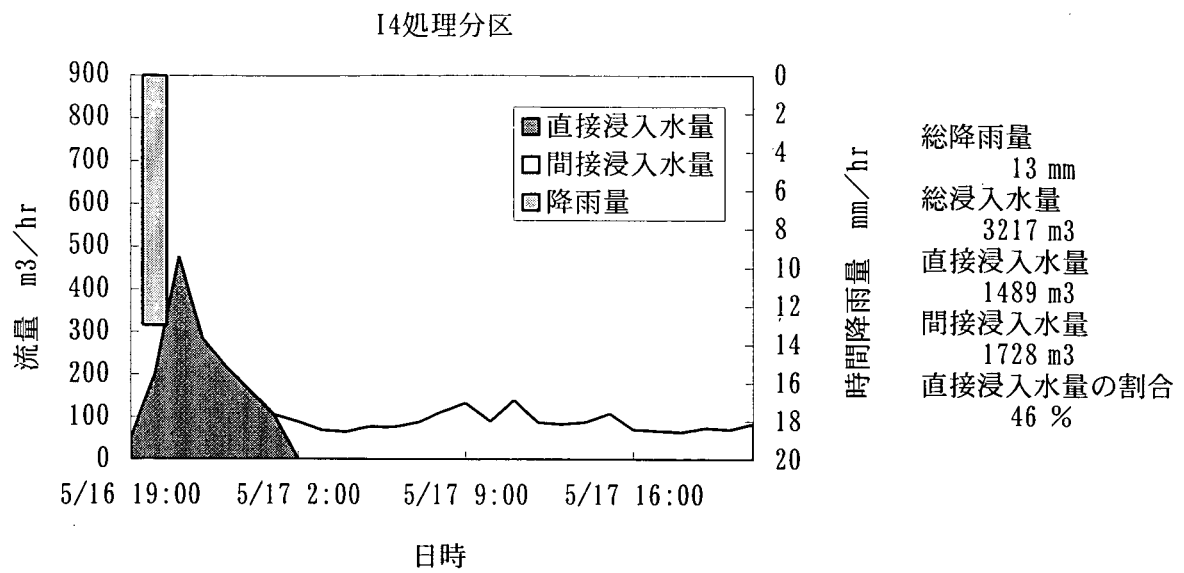


図 3-2-38 ⑰直接浸入水と間接浸入水（降雨 No, 20 その2）

6) 簡易なモデル式についての検討

降雨量と浸入水量の関係を簡易なモデル式を用いて表すため検討を行う。

⑬総降雨量と総浸入水量の関係

“1) ①”より総降雨量と総浸入水量は正の相関があると考えられる。そこで各処理分区データに次の一次式を適用した。

$$Y = aX + b \quad \text{..... 式 3-2-1}$$

Y ; 総浸入水量 (m<sup>3</sup>)                      b ; 初期損失 (m<sup>3</sup>)  
X ; 総降雨量 (mm)                      a ; 係数 (m<sup>3</sup>/mm)

ただし、先行降雨による間接浸入水が続いていると、対象とする降雨による浸入水量に加算されてしまい正しく評価できないことが考えられる。前節の解析からも、間接浸入水は時間当たりの流入量こそ少ないものの、継続時間が長いいため総浸入水量では影響が大きいことが分かっている。そこで、回帰分析は先行降雨無しのケース※を対象とする。

※解析開始前 24 時間の降雨が 6mm 以下のケース

以上より図 3-2-39 に総降雨水量と総浸入水量を、表 3-2-21 に結果の一覧を示す。

表 3-2-21 解析結果一覧

| 処理分区名   | a<br>係数<br>(m <sup>3</sup> /mm) | b<br>初期損失<br>(m <sup>3</sup> ) | R <sup>2</sup><br>決定係数 | サンプル<br>数 | 備考 |
|---------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|----|
| K7処理分区  | 230.69                          | -612.11                        | 0.67                   | 16        |    |
| K10処理分区 | 179.65                          | -512.10                        | 0.80                   | 16        |    |
| S9処理分区  | 208.43                          | -913.74                        | 0.81                   | 16        |    |
| I4処理分区  | 213.64                          | -152.88                        | 0.76                   | 13        |    |
| Si処理分区  | 17.67                           | 158.45                         | 0.66                   | 14        |    |
| H1処理分区  | 56.35                           | 360.33                         | 0.93                   | 18        |    |

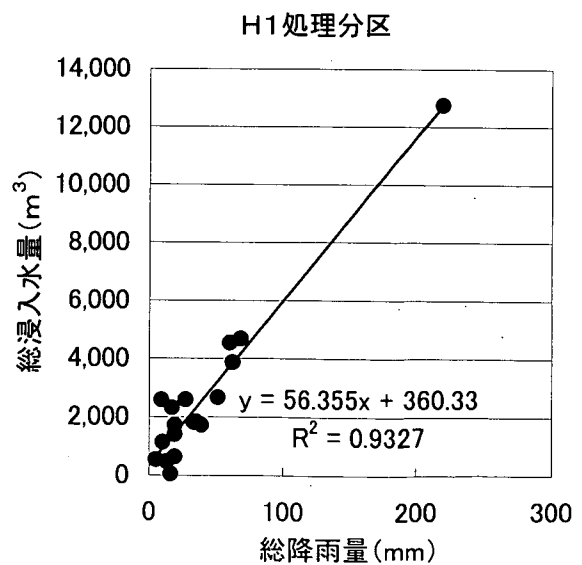
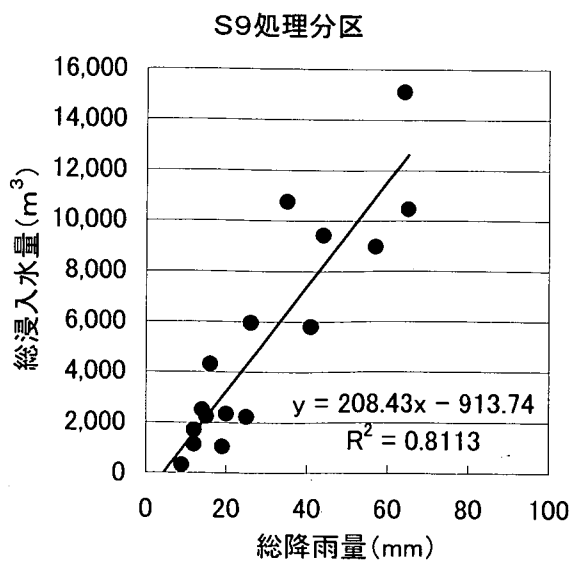
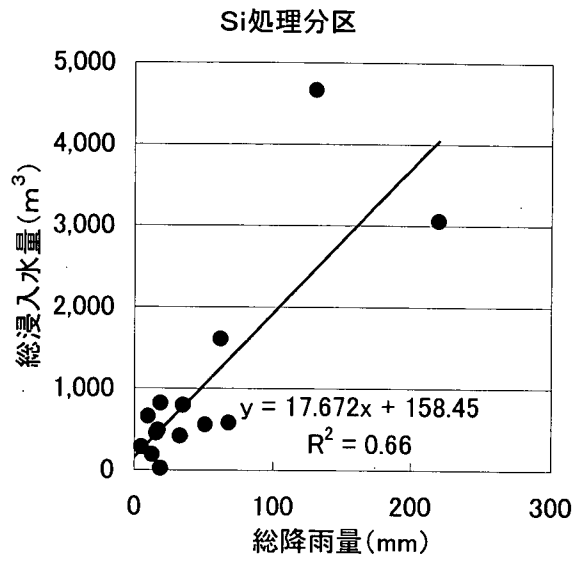
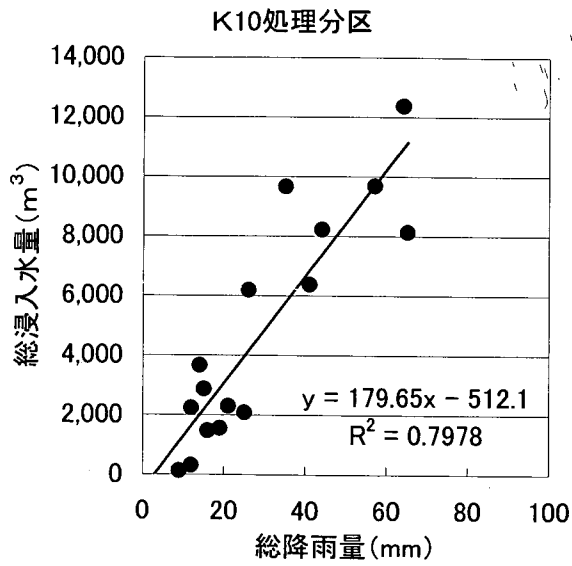
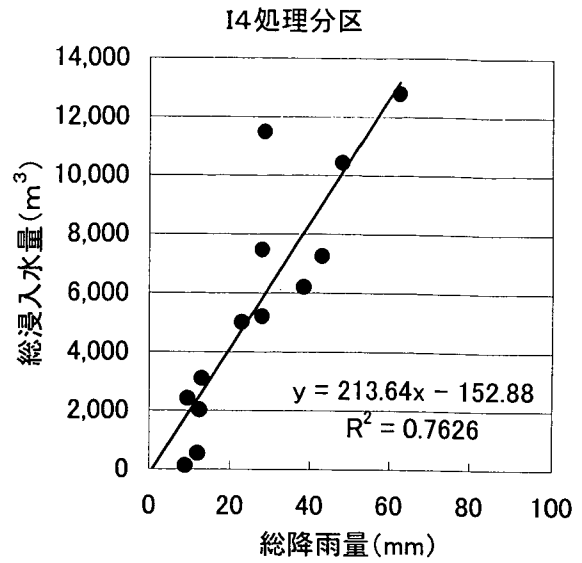
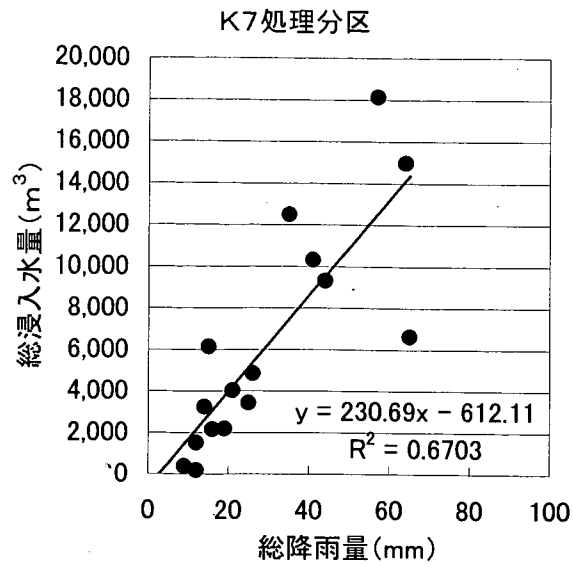


図 3-2-39 総降水量と総浸入水量の関係

解析結果から以下のことが言える。

- ・ 決定係数  $R^2$  は 0.66 から 0.93 と高い値を示し、このモデル式が、降雨に対する浸入水量を高い精度で表していると考えられる。
- ・ Si 処理区、H1 処理区は初期損失が正の値となった。これは 19 時間で 220mm の降雨があった降雨 No26, 27, 28 が大きな影響を及ぼしているためである。この降雨は他の降雨と違い、降雨終了 24 時間経過後も多量の間接浸入水が続いているため、降雨に対しての浸入水量を正しく把握できず、過小評価してしまったためであると考えられる。
- ・ 今回は間接浸入水の評価ができなかったため、先行降雨を見込まないモデル式を検討したが、総浸入水量としては先行降雨のあった場合の方が高く、実際にはこの場合の流入水量把握が求められるため、今後は先行降雨を見込んだモデル式の検討が考えられる。

⑭ピーク時浸入水量と当該時刻から 2 時間前降雨強度の関係

降雨強度と浸入水量の関係をみると、降雨強度がピークとなった直後に浸入水のピークが表れることが多い、これは直接浸入水によるものだと考えられる。そこで、ピーク時の浸入水量と当該時刻から 2 時間前までの降雨強度の関係を次のモデル式により表す。

$$Y = a_0X_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + b \quad \cdots \cdots \cdots \text{式 3-2-2}$$

- Y ; ピーク時浸入水量 (m³/hr)

X<sub>0</sub> ; 当該時刻降雨量 (mm/hr)

X<sub>1</sub> ; 1 時間前降雨量 (mm/hr)

X<sub>2</sub> ; 2 時間前降雨量 (mm/hr)
- b ; 初期損失 (m³/hr)

a<sub>0</sub> ; 係数 0 (m³/mm)

a<sub>1</sub> ; 係数 1 (m³/mm)

a<sub>2</sub> ; 係数 2 (m³/mm)

ただし、降雨が数日にわたり続く場合や、浸入水のピークが複数回現れる場合には、降雨のピーク直後に浸入水のピークが現れないことがある。これらのケースでは直前数時間前の降雨による直接浸入水だけでなく、それ以前の降雨による間接浸入水の影響も受けるためだと考えられる。しかし、現データではこの浸入水を直接浸入水と間接浸入水に分けることは難しいため、このようなケースは解析対象から外すものとする。

先行降雨（解析開始より 24 時間前までの間の降雨と定義）による間接浸入水は、降雨から時間がたっており、時間当たりの浸入水量という点での影響は少ない。しかし先行降雨が 20mm を越すケースでは解析開始前から無視できないほどの間接浸入水が認められるため、解析対象から外すこととする。

以上の条件で最小二乗法を用いて重回帰分析を行い、以下の結果を得た。

表 3-2-22 に結果の一覧を、図 3-2-40 にピーク時浸入水量と当該時刻から 2 時間前降雨強度の関係を示す。

表 3-2-22 解析結果一覧

| 処理分区名    | a <sub>0</sub><br>係数<br>(m³/mm) | a <sub>1</sub><br>係数<br>(m³/mm) | a <sub>2</sub><br>係数<br>(m³/mm) | b<br>初期損失<br>(m³) | R²<br>重決定<br>係数 | サンプ<br>ル<br>数 | 流下時間<br>(分) |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------|
| K7処理分区   | 22.19                           | 36.08                           | 26.68                           | 138.26            | 0.47            | 18            | 139         |
| K10処理分区  | -1.19                           | 18.57                           | 36.40                           | 170.05            | 0.51            | 18            | 61          |
| S 9 処理分区 | 23.69                           | 23.10                           | 23.72                           | 159.28            | 0.33            | 18            | 53          |
| I 4 処理分区 | 36.34                           | 25.35                           | 8.79                            | 181.40            | 0.48            | 13            | 87          |
| S i 処理分区 | 3.74                            | 9.13                            | -0.07                           | 15.57             | 0.76            | 16            | 89          |
| H 1 処理分区 | -5.35                           | 11.13                           | 9.22                            | 102.13            | 0.60            | 21            | 59          |

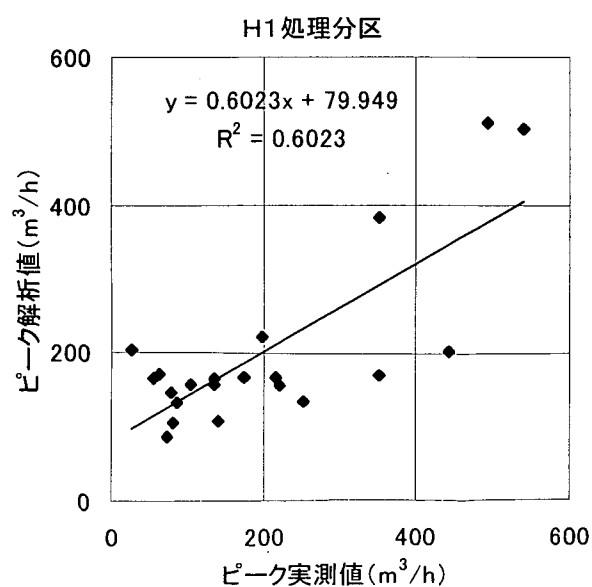
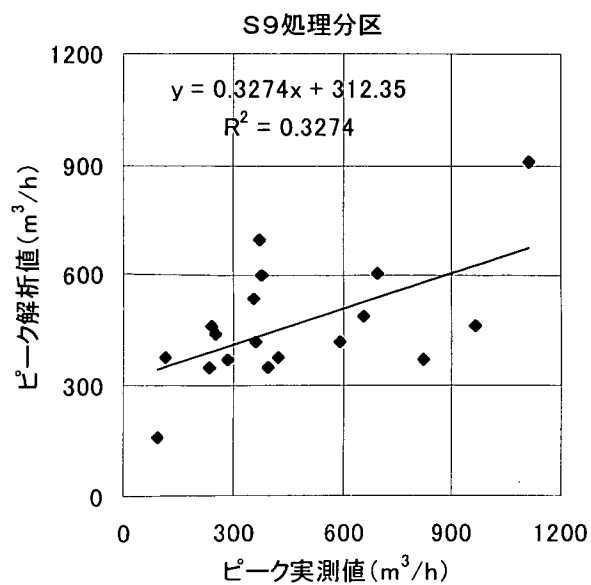
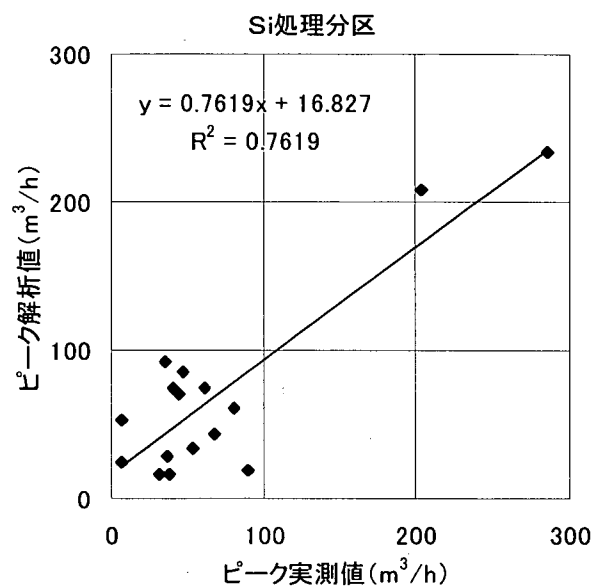
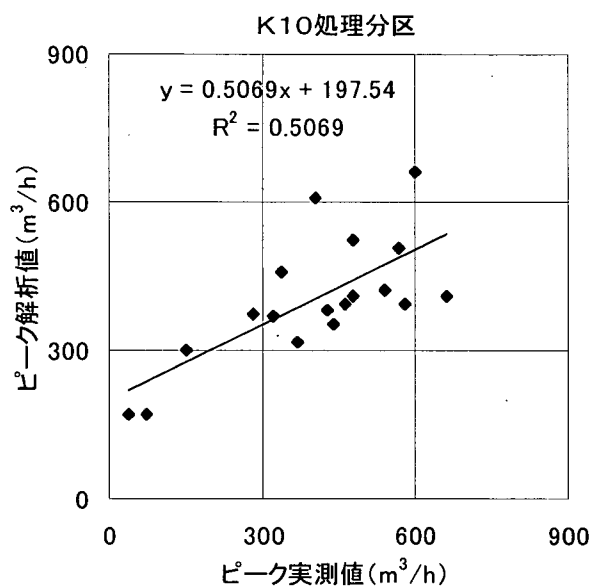
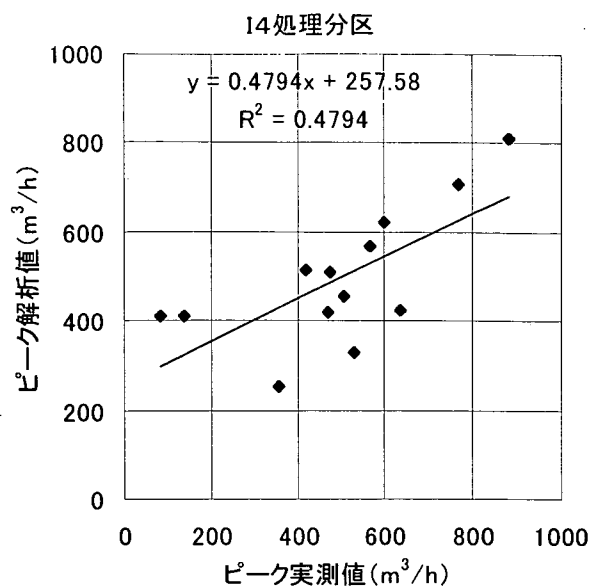
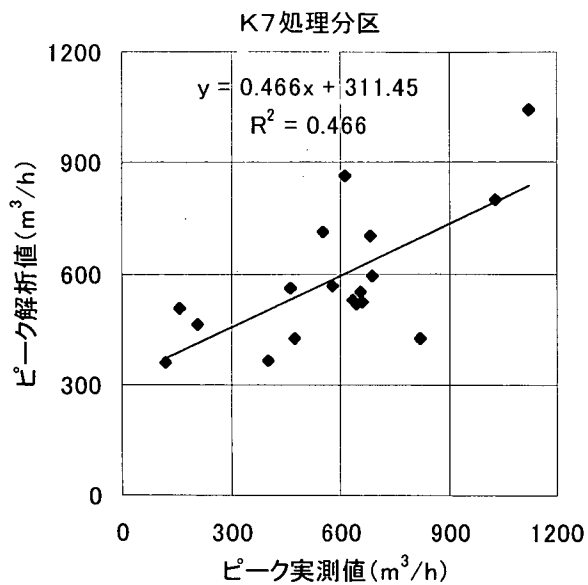


図 3-2-40 総降水量と総浸入水量の関係

解析結果から以下のことが言える。

なお、今回のモデル式の適用範囲は次の通りである。

◇先行降雨が 20mm 未満である。

◇浸入水のピークが複数回現れるような降雨が数日間継続しないこと。

- ・ K10 処理分区、S i 処理分区、H 1 処理分区では係数が負の値になっている。この結果は降雨が浸入水に対して影響しないということで不適切な結果となっている。
- ・ ピーク流量に対する当該時刻、1 時間前、2 時間前降雨の係数の重みと、最長延長における流下時間との間に関係は見られなかった。今後は時間を細分化して解析を行うことが必要だと考えられる。
- ・ 初期損失はすべての処理区で正の値となっている。今回の回帰式は浸入水のピーク時より 2 時間前までの降雨を見込んでいる式であるため、それ以前の降雨による浸入水の影響が現れたものと考えられる。
- ・ 重決定係数  $R^2$  は 0.33 から 0.76 の範囲であり高い結果を得ることができなかった。これはピーク浸入水量には直接浸入水と間接浸入水の両方の因子が働いていると考えられ、今回のように降雨量だけで算定することは困難であると考えられる。
- ・ ピーク時の浸入水量と直前の降雨の間には概ね正の相関があるといえるが、今回のような大流域において 1 時間ピッチの流量データからモデル式を導き出すことは困難であった。今後は小流域において詳細なデータを蓄積することにより特性やモデル式を導き出すことが可能であると考えられる。

## ⑳モデル式による予測

前項目 2) より求められたモデル式は浸入水のピークのみを対象とした式だが、これを実降雨に時系列的に適用し浸入水の予測値を求め、実際の浸入水と比較した。

図 3-2-41～44 にモデル式による予測値を示す。

- ・ 降雨 No1, 9 (図 3-2-41～42) から、ピーク時の浸入水量については近い値を予測できるが、ピークを越えた後の浸入水に対しての精度は悪い。
- ・ 降雨 No10 (図 3-2-43) の様に浸入水のピークが複数回表れる降雨では、前半部分に比べて、後半部分の精度が悪い。
- ・ 降雨 No11 (図 3-2-44) の様に降雨が数日間継続するケースでは精度が悪い。

上記の精度悪化の原因は、このモデル式は降雨と同時に急激に増加し、浸入水のピークを形成する直接浸入水を対象に求められた式であり、直接浸入水が見られなくなった後もしばらく続く間接浸入水については、この式で表すことができないためである。

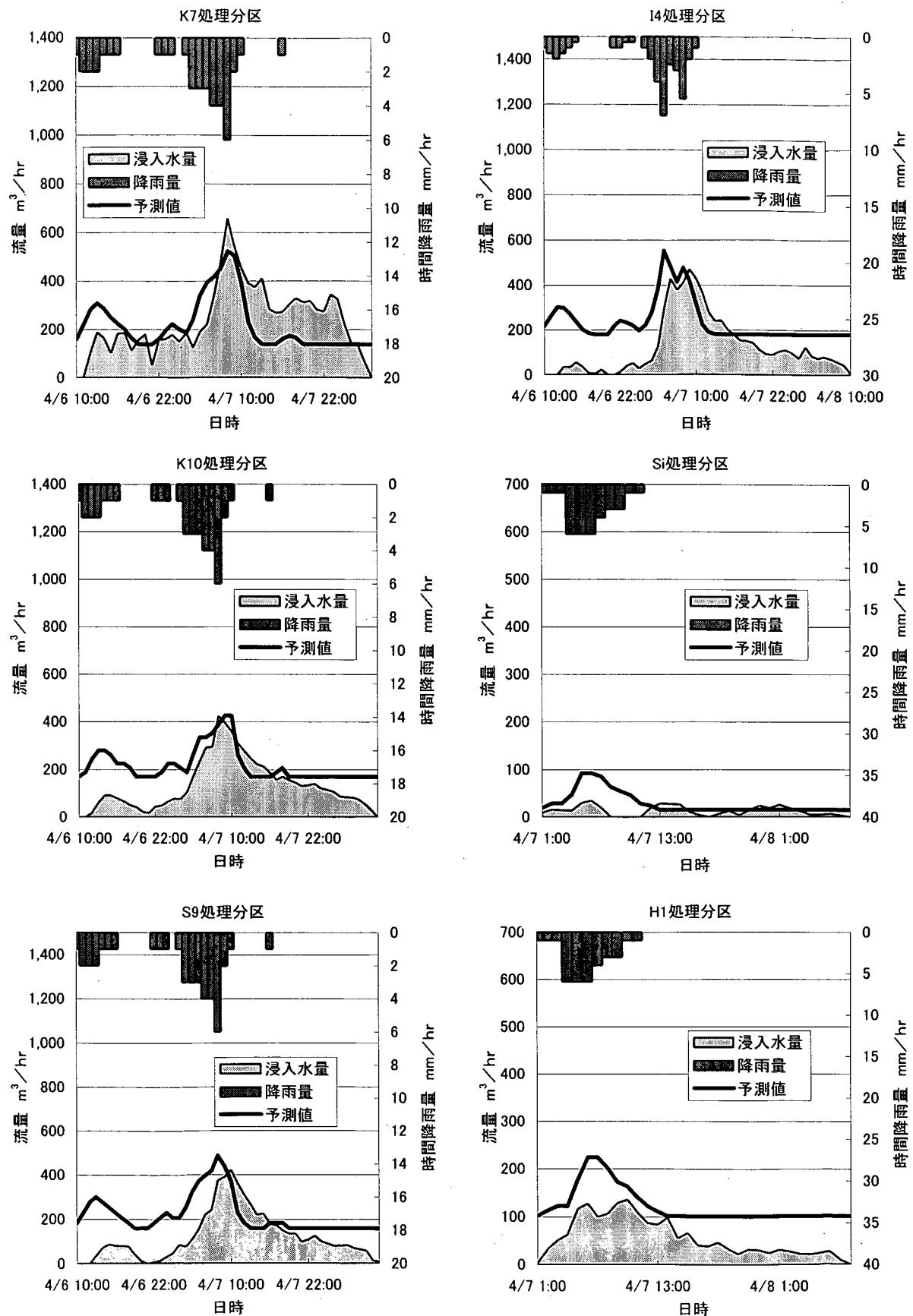


図 3-2-41 モデル式による予測値 (降雨 No. 1)

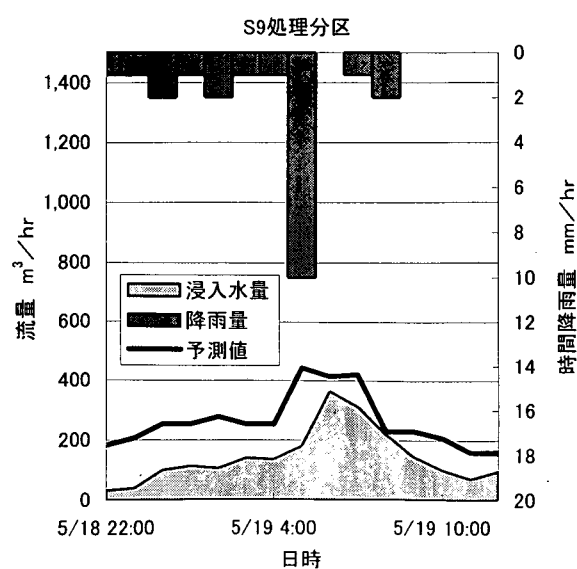
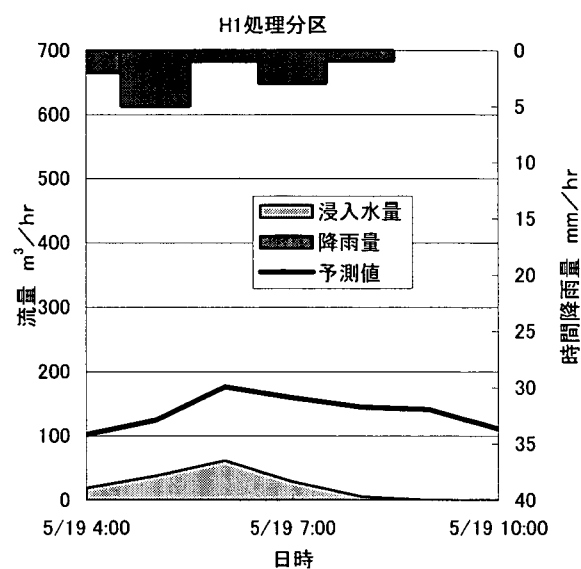
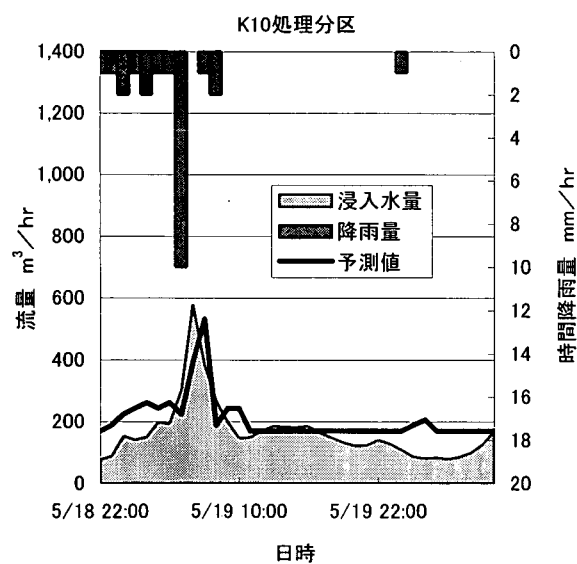
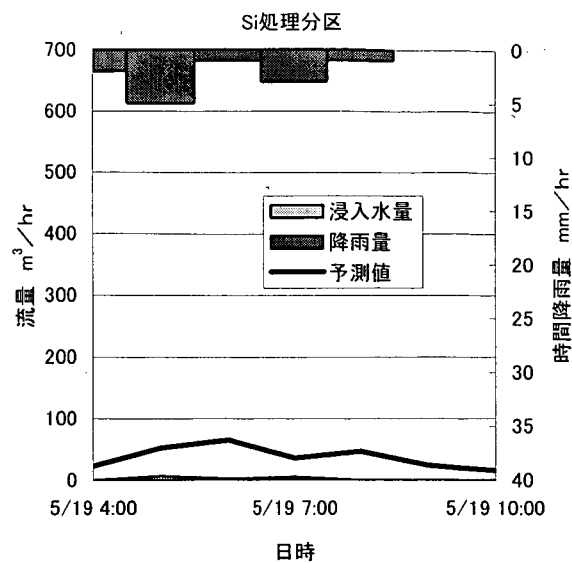
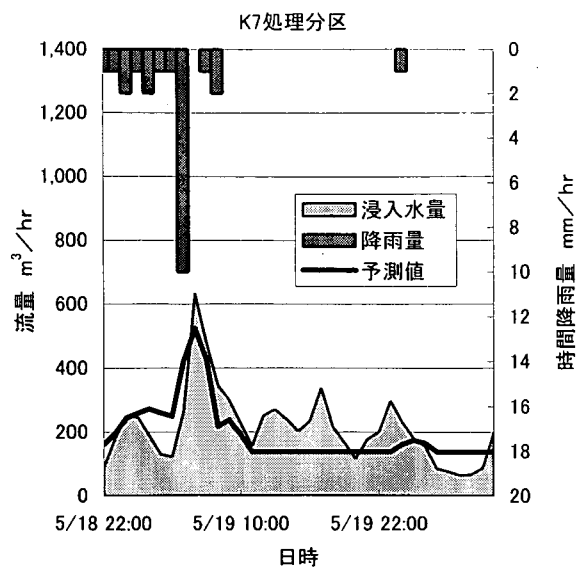


図 3-2-42 モデル式による予測値 (降雨 No. 9)

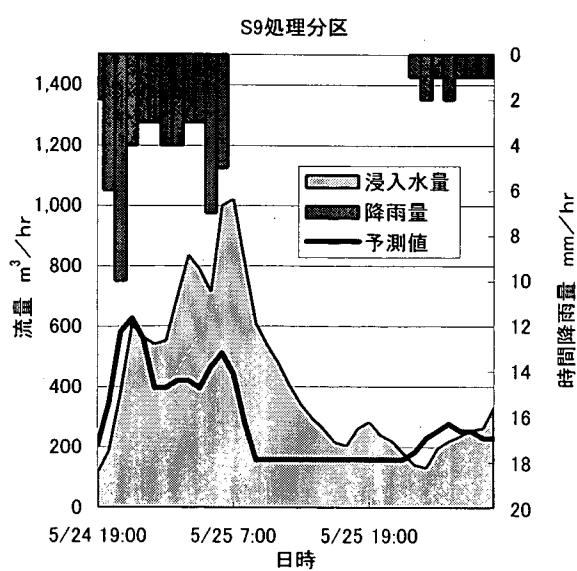
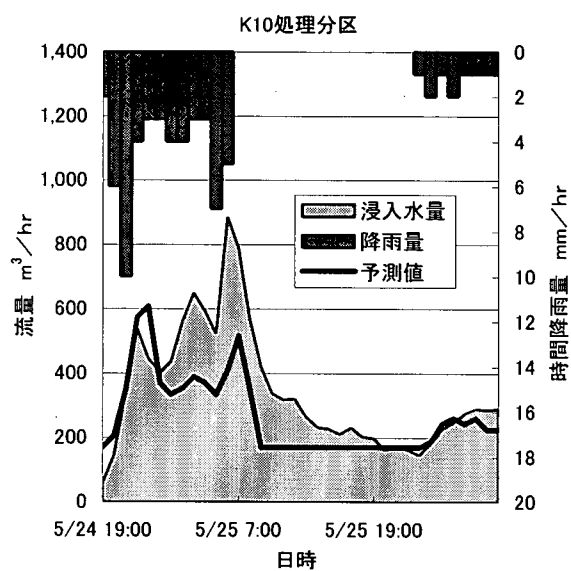
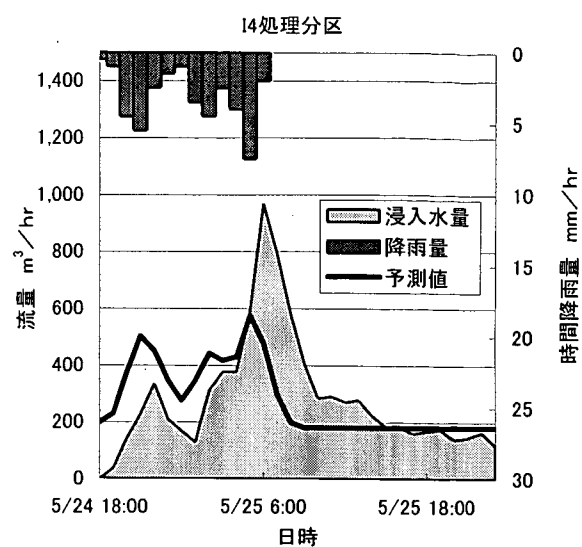
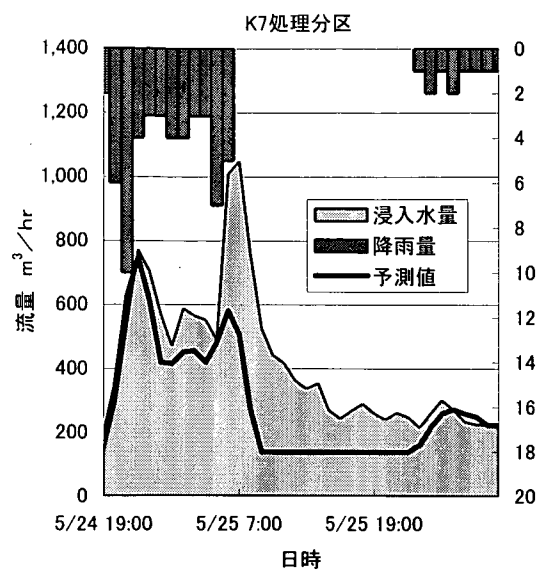


図 3-2-43 モデル式による予測値 (降雨 No.10)

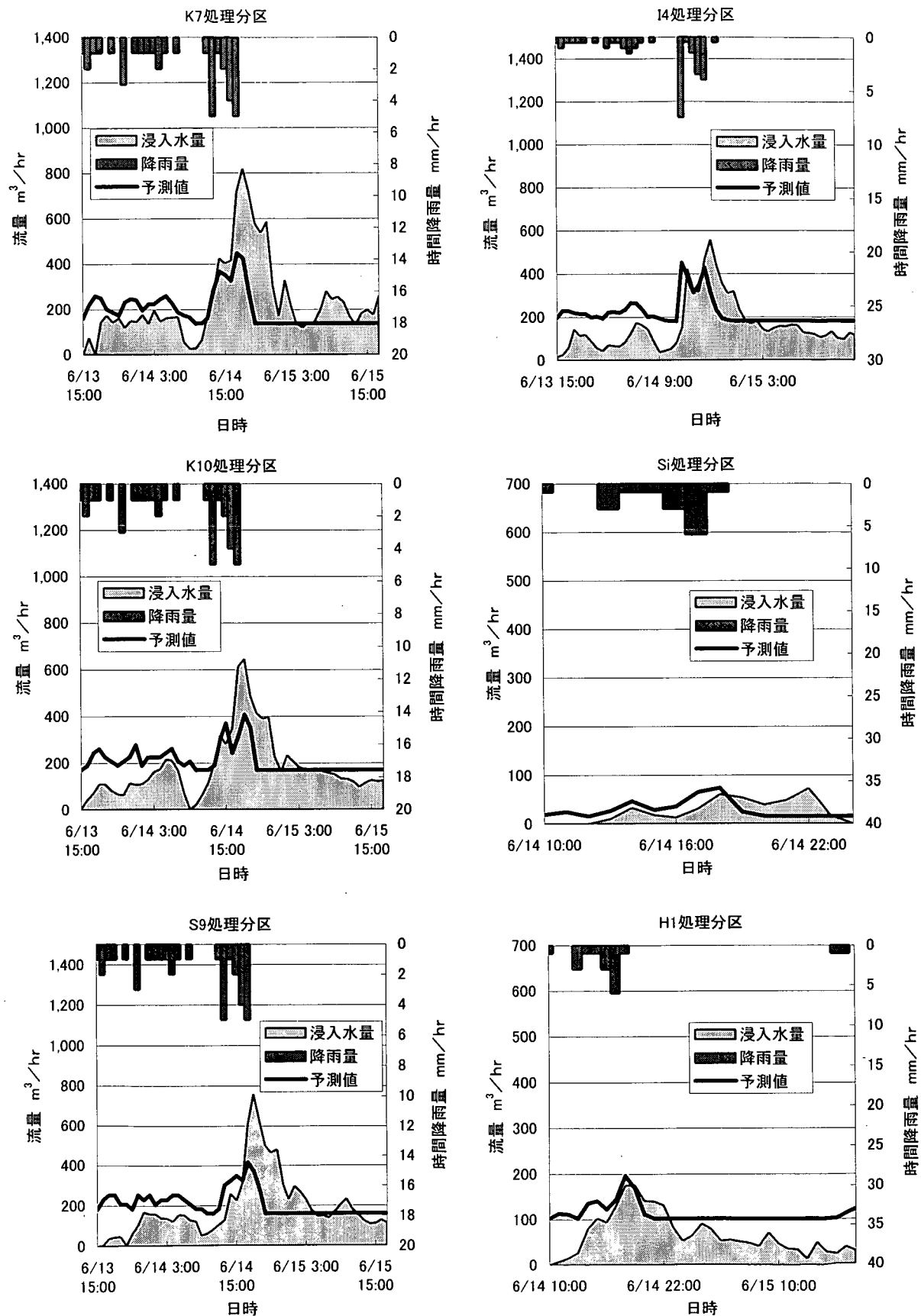


図 3-2-44 モデル式による予測値 (降雨 No.11)

3－3 K市での検討

(1) 基本事項の把握

1) 調査内容

本調査では、浸入水の流入状況を把握するため下記に示す資料収集を行った。

表 3-3-1 調査内容

| 調査対象地点 | 対象期間                | 調査内容                                          |
|--------|---------------------|-----------------------------------------------|
| K市     | 平成11年7月<br>～平成12年5月 | 汚水流入量（1分単位）、降雨量（5分単位）<br>汚水管渠データ（管径、管底高、地盤高等） |

2) 調査区域の概要

本調査では、平成11年度に行われた市の不明水調査での流量・雨量データを用いた。調査流域は昭和40年代頃からの住宅団地地域にあたり浸入水が多い地域である。

K市の調査区域の概要を図3-3-1に示す。

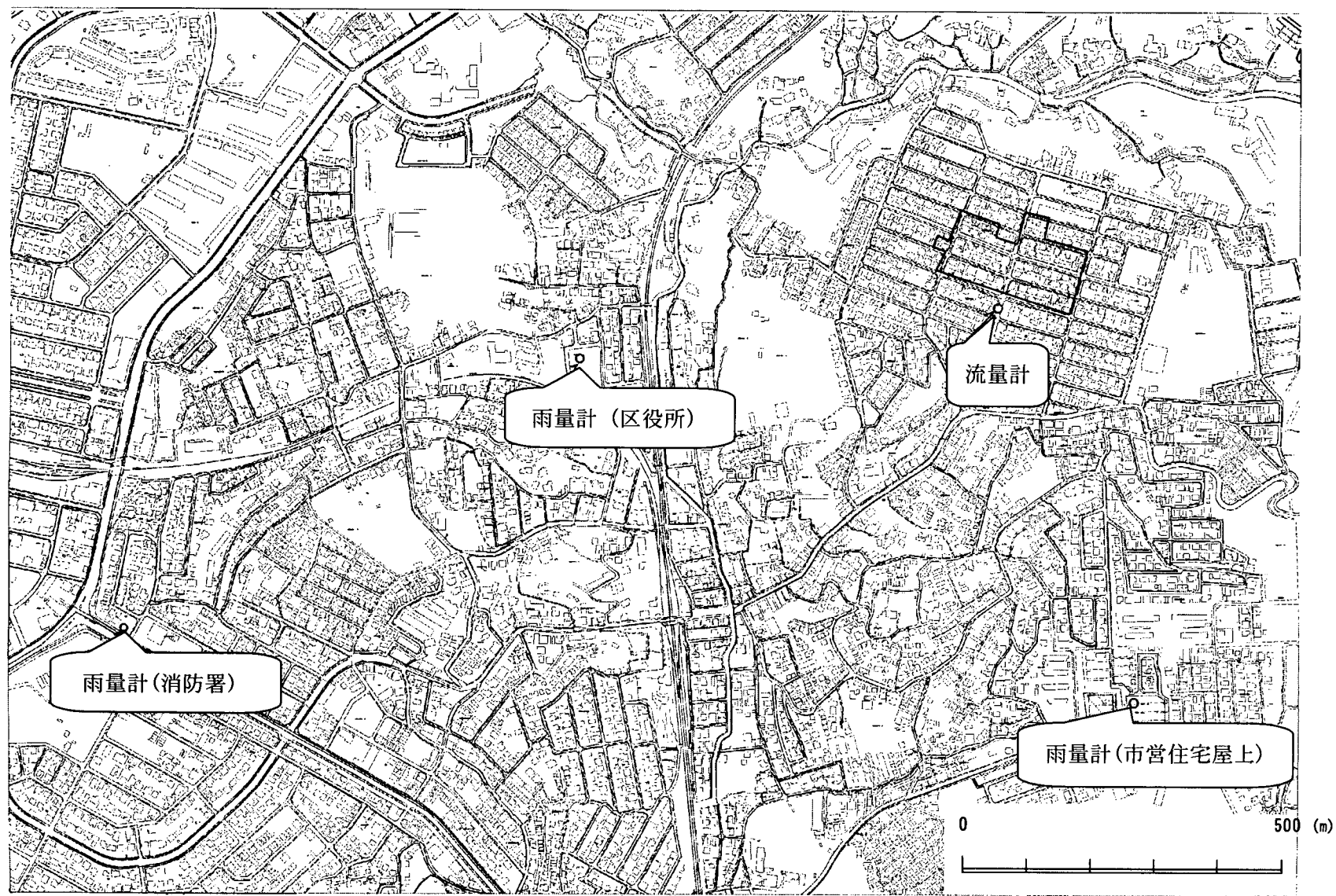


図 3-3-1 K市調査区域

K市の調査対象区域についての基礎データは、「平成 11 年度 S 地区不明水削減効果解析業務委託報告書」及びヒアリング調査により把握を行った。

K市の調査区域概要を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 K市の調査区域概要

|      | 面積     | 総管渠延長  | 管径       |
|------|--------|--------|----------|
| S 地区 | 23.2ha | 798.6m | HP ♂ 250 |

3) 調査区域の降雨データ

今回の調査では、降雨量と浸入水量の関係を把握するため、調査地点の降雨量を正確につかむ必要がある。K市については降雨計を設置し、5 分間隔での降雨量を測定している。

表 3-3-3 調査対象区域の適用雨量データ一覧

| 調査対象区域 |   | 観測地点   | データ期間                        | データ間隔 |
|--------|---|--------|------------------------------|-------|
| K 市    | S | 区役所屋上  | 平成 11 年 7 月<br>～平成 12 年 5 月  | 1 時間  |
|        |   | 消防署屋上  | 平成 11 年 9 月<br>～平成 11 年 10 月 | 5 分   |
|        |   | 市営住宅屋上 | 平成 12 年 3 月<br>～平成 12 年 5 月  | 5 分   |

4) 調査区域の流量データ

K市については、「平成 11 年度 S 地区不明水削減効果解析業務委託報告書」より、1 分単位の汚水量データを取得した。

## (2) 浸入水量の定量

本調査では、N流域下水道と同様に、以下の3点について算出を行った。

- 1) 晴天時汚水量の把握
- 2) 雨天時浸入水量の算出
- 3) 地下水浸入水量の算出

### 1) 晴天時汚水量の把握

晴天時汚水量の流入パターンは算出にあたっての条件及び定義はN流域下水道と同様である。

なお、K市データは99年10月前半を境に晴天日汚水量が減少しているため、前期と後期に分けて算出する。

表 3-3-4 晴天時流入水量の検討対象日

| 観測地点名 |        | 晴天日 |
|-------|--------|-----|
| K市    | K市内降雨計 | 100 |

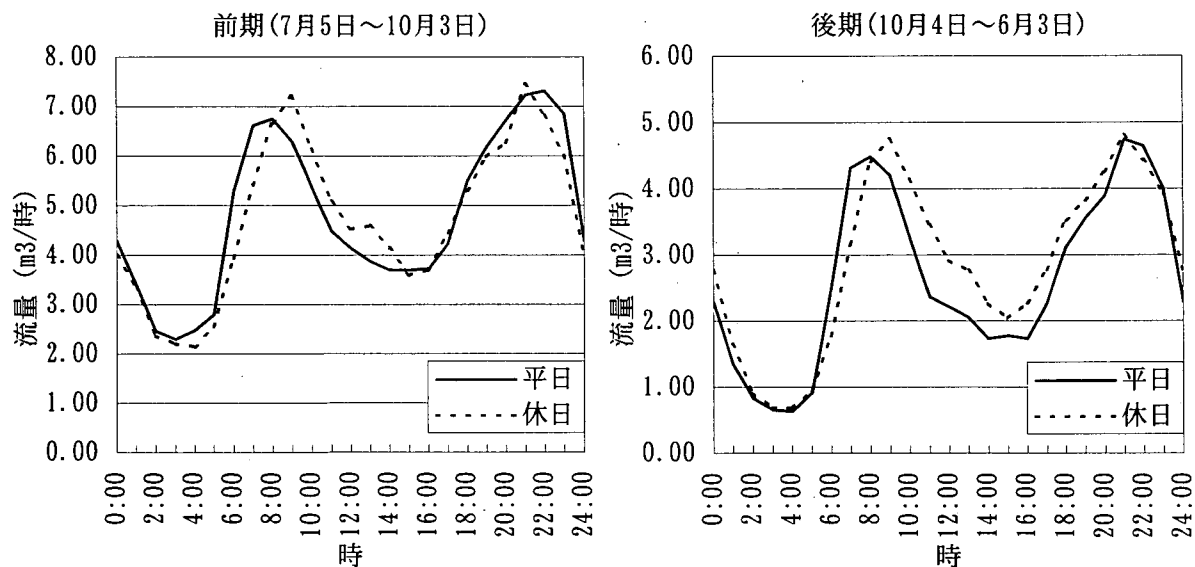


図 3-3-2 晴天時流量

## 2) 雨天時浸入水量の算出

雨天時浸入水量算出にあたっての条件及び定義は、N流域下水道と同様である。

なお、K市では、雨天時浸入水対策の改善効果把握のために、約1年間をかけて5段階で補修工事を行い、それぞれ改善効果把握のため実測調査を行っている。

表3-3-5 解析対象日数

| 観測地点名 |        | 対象降雨 |
|-------|--------|------|
| K市    | K市内降雨計 | 23   |

表3-3-6 K市雨天時浸入水量算出結果

| 補修<br>状況 | 日付         | A<br>調査対象<br>面積<br>ha | B<br>総降雨量<br>mm | C<br>総浸入<br>水量<br>m <sup>3</sup> | D<br>降雨<br>継続時間<br>hr | B/D<br>平均<br>降雨強度<br>mm/hr | C/(A・B)<br>浸入水率<br>% | C/A<br>ha当り<br>浸入水量<br>m <sup>3</sup> /ha |
|----------|------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------------|
| ①        | 1999/7/18  | 2.3                   | 21.5            | 31.6                             | 9                     | 2.4                        | 6.39                 | 13.74                                     |
|          | 1999/7/19  | 2.3                   | 15.1            | 18.6                             | 4                     | 3.8                        | 5.36                 | 8.09                                      |
|          | 1999/7/28  | 2.3                   | 46.3            | 70.9                             | 16                    | 2.9                        | 6.66                 | 30.83                                     |
|          | 1999/8/10  | 2.3                   | 18.5            | 34.8                             | 1                     | 18.5                       | 8.18                 | 15.13                                     |
|          | 1999/8/11  | 2.3                   | 39.0            | 77.2                             | 8                     | 4.9                        | 8.61                 | 33.57                                     |
|          | 1999/8/27  | 2.3                   | 6.8             | 8.5                              | 3                     | 2.3                        | 5.44                 | 3.70                                      |
|          | 1999/9/4   | 2.3                   | 37.5            | 46.1                             | 8                     | 4.7                        | 5.35                 | 20.04                                     |
|          | 1999/9/14  | 2.3                   | 61.0            | 123.5                            | 27                    | 2.3                        | 8.80                 | 53.70                                     |
|          | 1999/9/17  | 2.3                   | 15.3            | 15.3                             | 2                     | 7.7                        | 4.35                 | 6.65                                      |
|          | 1999/9/20  | 2.3                   | 66.4            | 183.4                            | 66                    | 1.0                        | 12.01                | 79.74                                     |
|          | 1999/10/6  | 2.3                   | 34.3            | 48.0                             | 8                     | 4.3                        | 6.08                 | 20.87                                     |
|          | 平均         |                       | 32.9            | 59.8                             | 14                    | 5.0                        | 7.02                 | 26.00                                     |
| ②        | 1999/10/27 | 2.3                   | 53.9            | 68.3                             | 24                    | 2.2                        | 5.51                 | 29.70                                     |
|          | 1999/11/1  | 2.3                   | 31.1            | 33.6                             | 9                     | 3.5                        | 4.70                 | 14.61                                     |
|          | 1999/11/11 | 2.3                   | 24.2            | 29.0                             | 23                    | 1.1                        | 5.21                 | 12.61                                     |
|          | 平均         |                       | 36.4            | 43.6                             | 19                    | 2.3                        | 5.14                 | 18.97                                     |
| ③        | 1999/11/24 | 2.3                   | 18.3            | 20.7                             | 19                    | 1.0                        | 4.92                 | 9.00                                      |
|          | 2000/1/6   | 2.3                   | 6.9             | 3.7                              | 6                     | 1.2                        | 2.33                 | 1.61                                      |
|          | 2000/1/9   | 2.3                   | 15.5            | 4.8                              | 12                    | 1.3                        | 1.35                 | 2.09                                      |
|          | 平均         |                       | 13.6            | 9.7                              | 12                    | 1.2                        | 2.87                 | 4.23                                      |
| ④        | 2000/3/4   | 2.3                   | 38.1            | 27.2                             | 19                    | 2.0                        | 3.10                 | 11.83                                     |
|          | 2000/3/16  | 2.3                   | 18.5            | 5.9                              | 10                    | 1.9                        | 1.39                 | 2.57                                      |
|          | 2000/3/23  | 2.3                   | 27.1            | 15.9                             | 10                    | 2.7                        | 2.55                 | 6.91                                      |
|          | 平均         |                       | 27.9            | 16.3                             | 13                    | 2.2                        | 2.35                 | 7.10                                      |
| ⑤        | 2000/5/20  | 2.3                   | 12.4            | 4.9                              | 1                     | 12.4                       | 1.72                 | 2.13                                      |
|          | 2000/5/27  | 2.3                   | 20.3            | 10.6                             | 19                    | 1.1                        | 2.27                 | 4.61                                      |
|          | 2000/5/31  | 2.3                   | 26.0            | 10.3                             | 14                    | 1.9                        | 1.72                 | 4.48                                      |
|          | 平均         |                       | 19.6            | 8.6                              | 11                    | 5.1                        | 1.90                 | 3.74                                      |

※補修状況内訳

- ①補修前
- ②接続柵更生後
- ③取付管更生後
- ④接続柵＋管開削交換、未使用管閉鎖後
- ⑤排水設備改良後

### 3) 地下水浸入水量の算出

地下水浸入水量を算出にあたっての条件及び定義は、N流域下水道と同様である。

表 2-11 に地下水浸入水量を示す。

表 3-3-7 地下水浸入水量

| 処理区   | 晴天日<br>時間最小<br>流入水量<br>m <sup>3</sup> /hr | 地下水<br>浸入水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 日平均<br>汚水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 地下水<br>浸入水率<br>% | 備考 |
|-------|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------|----|
| K市 前期 | 2                                         | 54                               | 115                             | 47               |    |
| K市 後期 | 1                                         | 16                               | 65                              | 24               |    |

※K市データは 99 年 10 月前半を境に晴天日汚水量が減少しているため、前期と後期に分けて算出する。

### (3) 浸入水特性についての検討

浸入水の特性について、以下の項目について検討を行った。

#### 1) 降雨と浸入水量の関係

降雨量と雨天時浸入水量の関係について検討を行った。

##### i. 総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たり浸入水量

平均降雨強度は総降雨量を降雨継続時間で除して算出した値である。

- ・総降雨量と ha あたりの浸入水量について、決定係数  $r^2$  は表 2-12 の範囲を取り、一部の区域を除きほとんどの調査区域について高い相関を示した。また、近似直線の傾きにより、各区域毎に浸入水の生じやすさについての傾向を見ることができる。
- ・平均降雨強度と ha 当たり浸入水量について、明確な関係は見られなかった。

表 3-3-8 総降雨量と ha 当たり浸入水量の関係

| 調査地区   |                  | 決定係数 $r^2$ | 近似式                   | 備 考 |
|--------|------------------|------------|-----------------------|-----|
| K<br>市 | 補修前              | 0.880      | $y = 1.104x - 10.304$ |     |
|        | 接続柵更生後           | 0.987      | $y = 0.597x - 2.759$  |     |
|        | 取付管更正後           | 0.534      | $y = 0.509x - 2.668$  |     |
|        | 接続柵+管開削交換、未使用管閉鎖 | 0.999      | $y = 0.471x - 6.046$  |     |
|        | 排水設備改良後          | 0.789      | $y = 0.182x + 0.188$  |     |

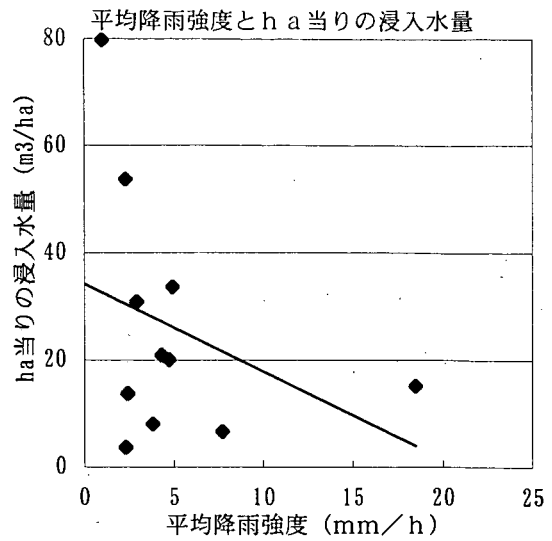
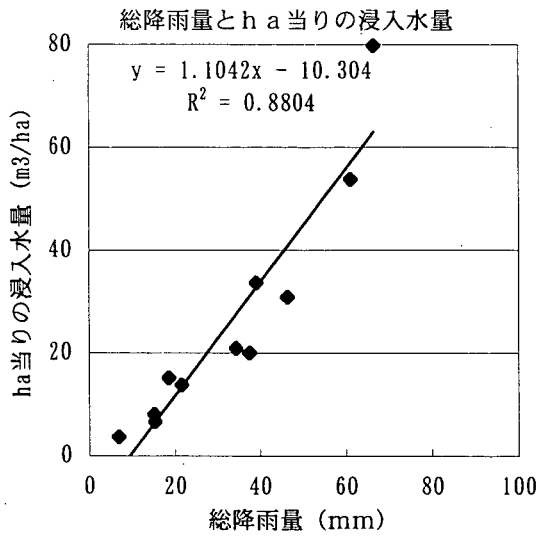
##### ii. 総降雨量及び平均降雨強度と浸入水率

浸入水率 = 浸入水量 ( $m^3$ ) / [総降雨量 (mm) × 区域面積 (ha)] × 10

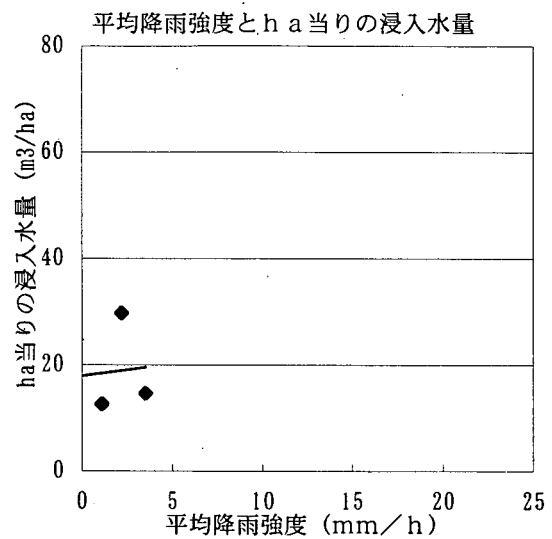
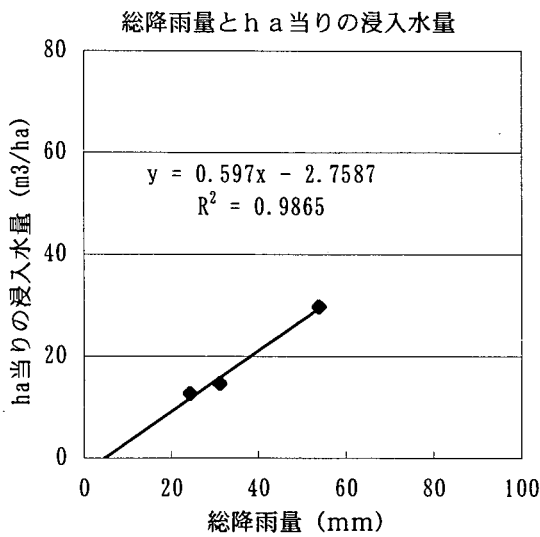
- ・降雨特性と浸入水率の間に明確な傾向を見いだすことはできなかった。

以上より、浸入水量について、降雨特性（強い雨が短時間に降る。弱い雨が長時間にわたって降る）の影響はほとんど見られず、総降雨量に比例して増加するといえる。

①補修前



②接続柵更生後



③取付管更生後

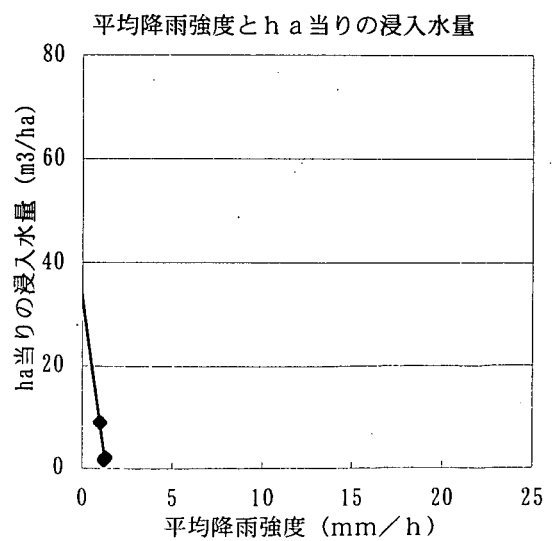
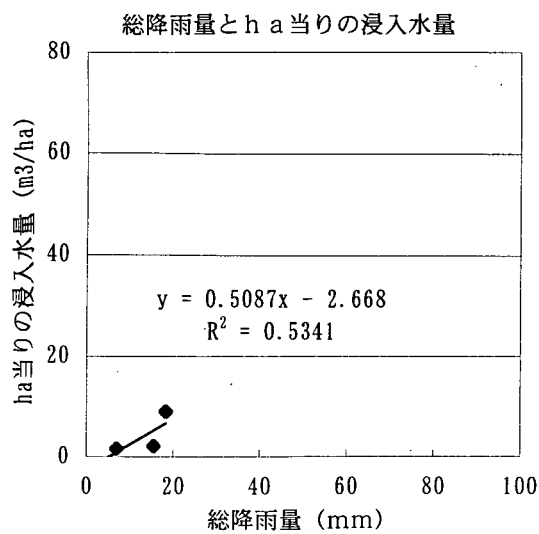
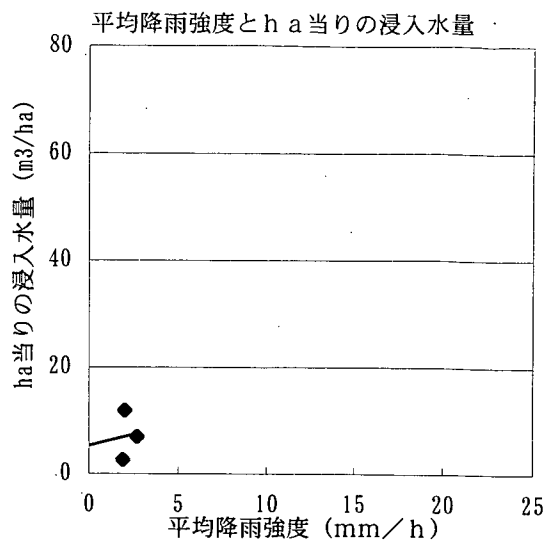
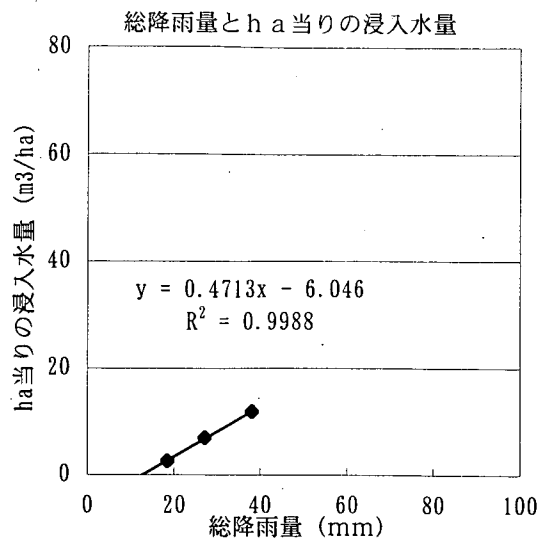


図 3-3-3 総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たり浸入水量 (その 1)

④接続柵+管開削交換、未使用管閉鎖後



⑤排水設備改良後

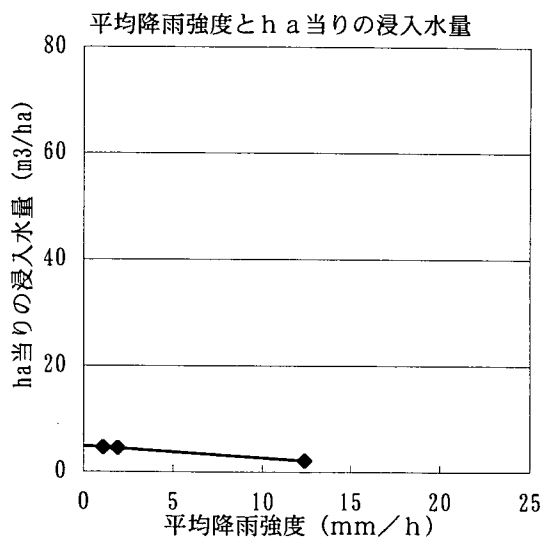
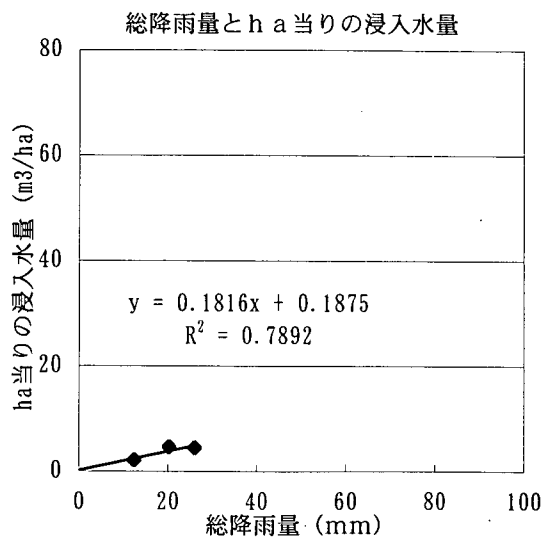
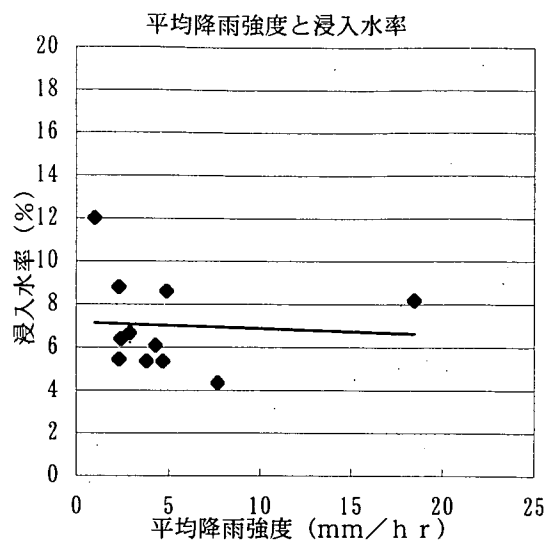
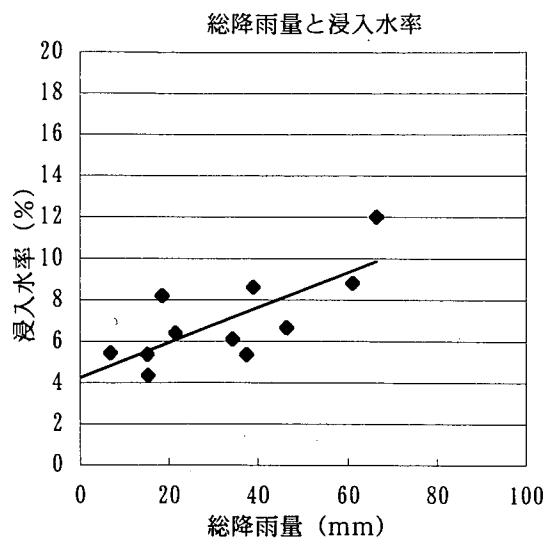
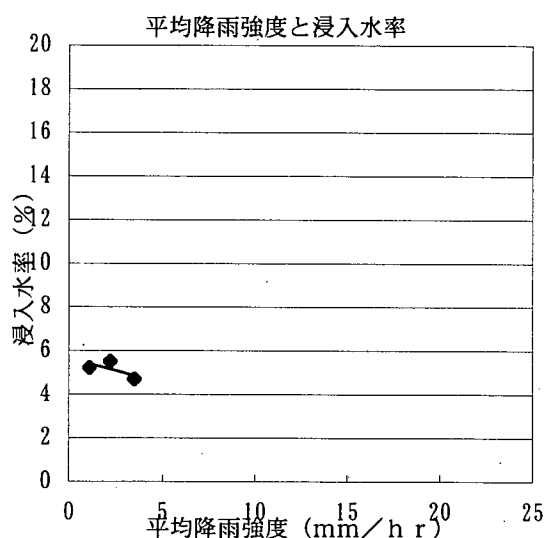
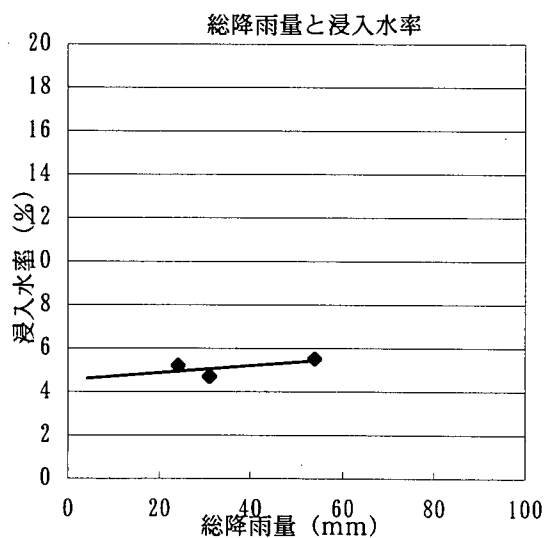


図 3-3-4 総降雨量及び平均降雨強度と ha 当たり浸入水量 (その 2)

①補修前



②接続柵更生後



③取付管更生後

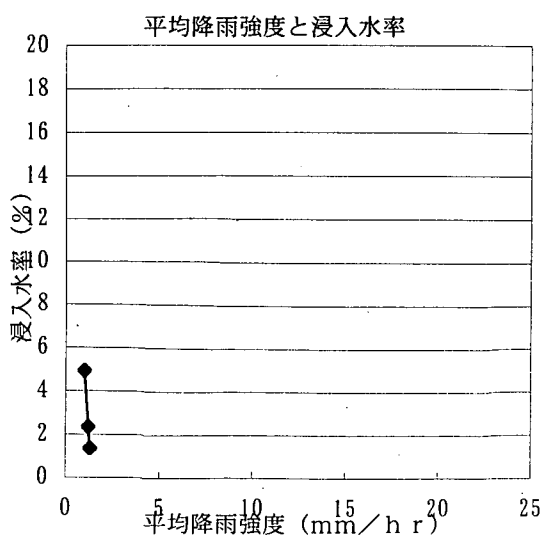
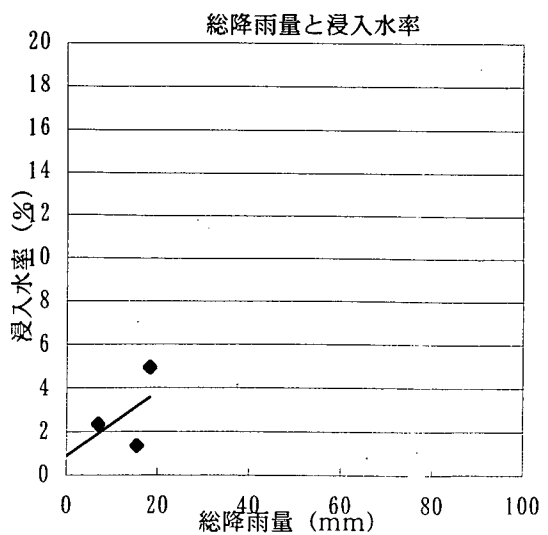
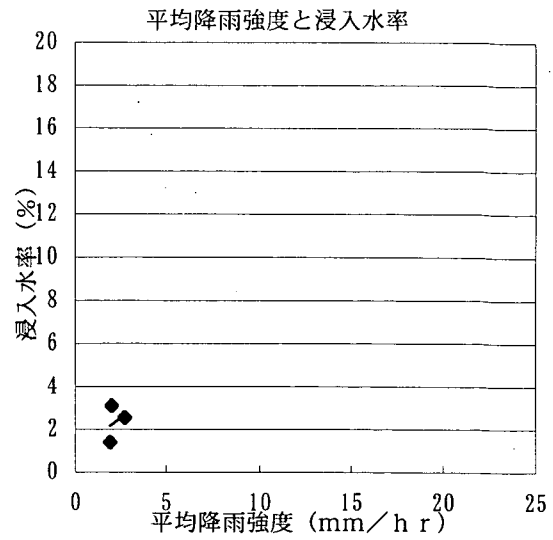
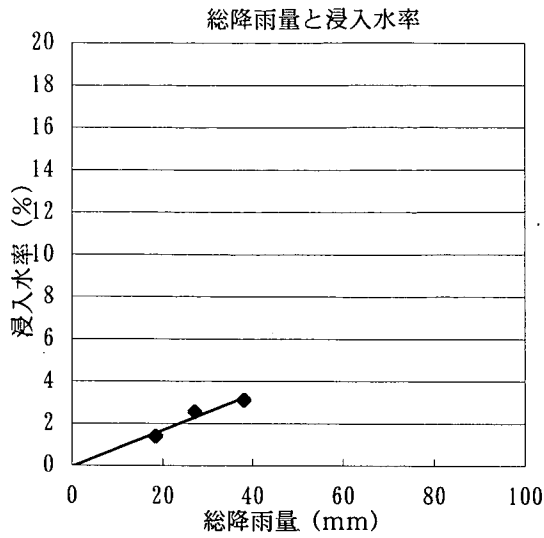


図 3-3-5 総降雨量及び平均降雨強度と浸入水率 (その1)

④接続柵＋管開削交換、未使用管閉鎖後



⑤排水設備改良後

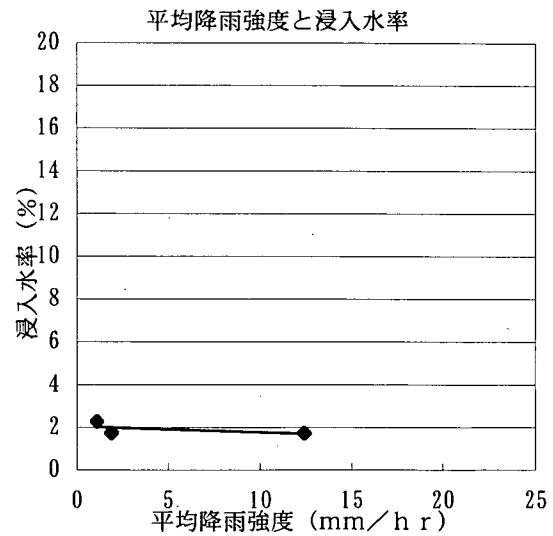
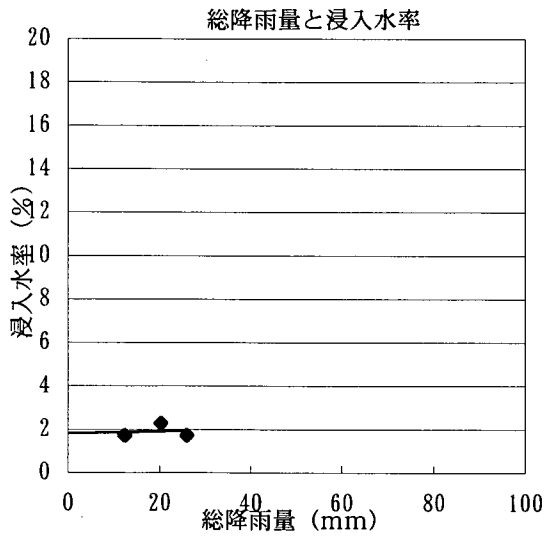


図 3-3-6 総降雨量及び平均降雨強度と浸入水率（その 2）

iii. 浸入水ピーク時の挙動

本調査区域は 2.3ha と流域が小さく、かつ汚水量、降雨量とも短いピッチで計測しているため、雨天時浸入水が管渠内に浸入してピークを形成するまで、精度良く見て取れる。

図 3-3-7 に示した雨天時浸入水ピーク時の挙動をみると、両降雨とも、降雨とほぼ同時に流量が増加し、降雨のピークから数分程度の時間差で流量のピークが生じていることが判る。この挙動から、雨天時浸入水は降雨とほぼ同時に管渠内に浸入し、ピークを形成すると考えられる。

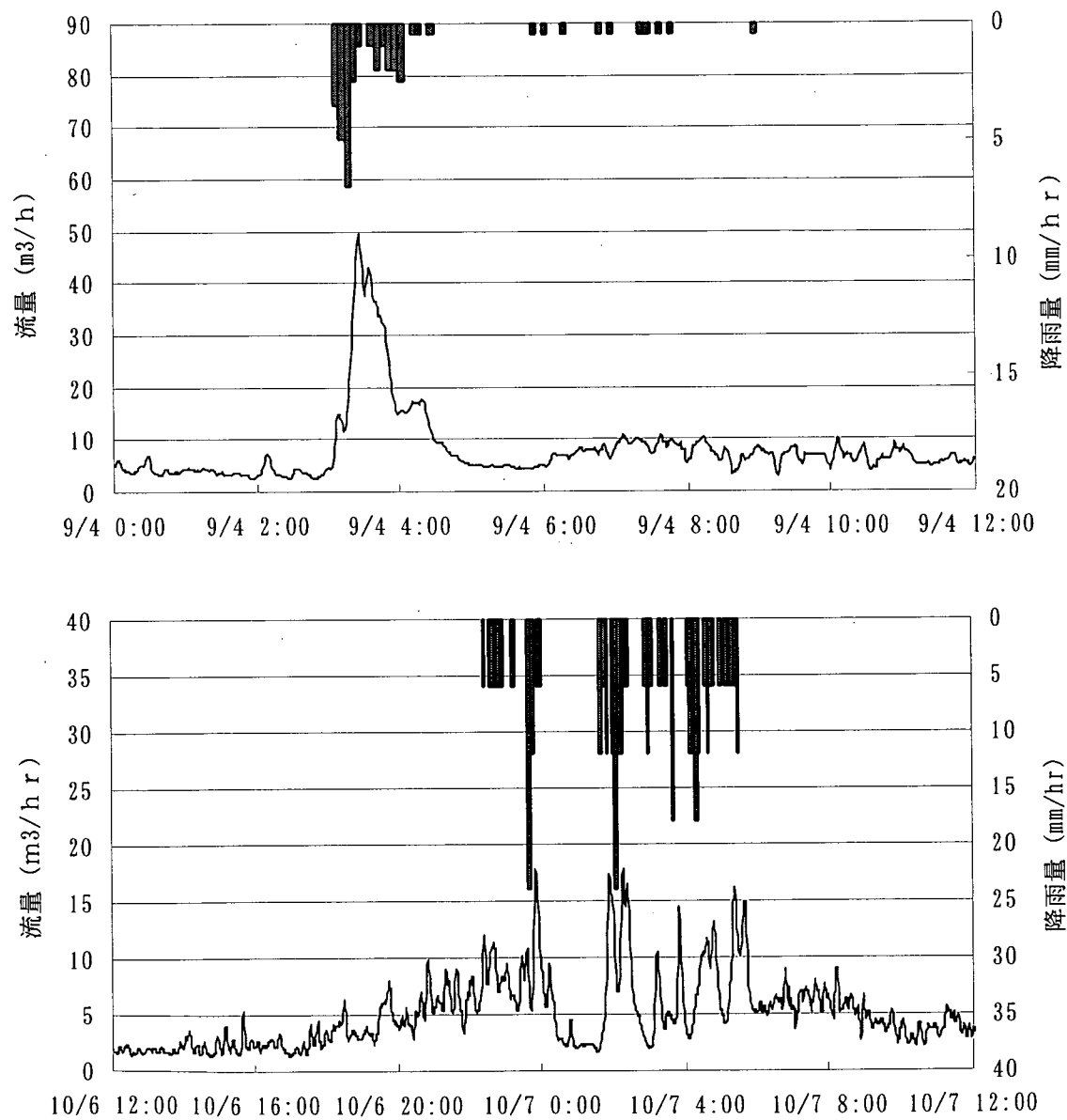


図 3-3-7 雨天時浸入水ピーク時の挙動

## 2) 浸入水削減対策の検証

### i. 対策の概要

K市では、対象流域の改善効果把握のために、約1年間をかけて5段階で補修工事を行い、それぞれ改善効果把握のため実測調査を行っている。そこで、浸入水削減に対する各補修の効果について検証を行う。

調査地区の施設概要を表3-3-9に示す。

表 3-3-9 対象区域概要

| 項目  | 数                 |                   |
|-----|-------------------|-------------------|
| 住 宅 | 住宅数<br>99 戸       |                   |
| 柵   | 公共汚水柵で接続<br>68 箇所 | 私設汚水柵で接続<br>28 箇所 |
|     | 99 箇所             |                   |
| 取付管 | 使用中<br>99 本       | 未使用<br>19 本       |
|     | 総数 118 本          |                   |

柵無しで本管へ接続  
3 箇所

各補修の内容を表3-3-10に示す。

表 3-3-10 補修状況

| 補修状況               | 期間              | 補修内容            | 工法                    | 改良数/全数          |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| ①補修前               | —               | —               |                       |                 |
| ②接続柵更生後            | 10/15～<br>10/22 | A 接続柵ライニング      | 公共汚水柵をライニングにて改良       | 65/68           |
| ③取付管更生後            | 11/16～<br>11/22 | B 取り付け管ライニング    | 使用中の取付管内面をFRP工法にて更正   | 51/99           |
| ④接続柵+管開削交換、未使用管閉鎖後 | 1/10～2/23       | C 接続柵+取り付け管開削交換 | 私設汚水柵と柵無し接続を開削交換      | 31/31<br>(28+3) |
|                    |                 | D 未使用取り付け管閉鎖    | 未使用管を閉鎖               | 19/19           |
| ⑤排水設備改良後           | 3/28～5/8        | E 誤接解消          | 誤接改善                  | 10/99           |
|                    |                 | F 排水設備水密性不良箇所   | 有孔汚水柵蓋改善排水設備破損箇所などを改善 | 25/99           |

ii. 補修段階毎の浸入水量

各補修段階毎の浸入水算出結果を表 3-3-11 に示す。

表 3-3-11 各補修段階毎の浸入水

| 補修状況               | 日付       | A<br>総降雨量<br>mm | B<br>総浸入水量<br>m <sup>3</sup> | C<br>降雨継続時間<br>hr | A/C<br>平均降雨強度<br>mm/hr | B/(A・面積)<br>浸入水率<br>% | B/A<br>降雨1mmあたりの浸入水量<br>m <sup>3</sup> /mm |
|--------------------|----------|-----------------|------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
| ①補修前               | 99/7/18  | 21.5            | 31.6                         | 9                 | 2.4                    | 6.390                 | 1.470                                      |
|                    | 99/7/19  | 15.1            | 18.6                         | 4                 | 3.8                    | 5.356                 | 1.232                                      |
|                    | 99/7/28  | 46.3            | 70.9                         | 16                | 2.9                    | 6.658                 | 1.531                                      |
|                    | 99/8/10  | 18.5            | 34.8                         | 1                 | 18.5                   | 8.179                 | 1.881                                      |
|                    | 99/8/11  | 39.0            | 77.2                         | 8                 | 4.9                    | 8.606                 | 1.979                                      |
|                    | 99/8/27  | 6.8             | 8.5                          | 3                 | 2.3                    | 5.435                 | 1.250                                      |
|                    | 99/9/4   | 37.5            | 46.1                         | 8                 | 4.7                    | 5.345                 | 1.229                                      |
|                    | 99/9/14  | 61.0            | 123.5                        | 27                | 2.3                    | 8.803                 | 2.025                                      |
|                    | 99/9/17  | 15.3            | 15.3                         | 2                 | 7.7                    | 4.348                 | 1.000                                      |
|                    | 99/9/20  | 66.4            | 183.4                        | 66                | 1.0                    | 12.009                | 2.762                                      |
|                    | 99/10/6  | 34.3            | 48.0                         | 8                 | 4.3                    | 6.084                 | 1.399                                      |
|                    | 平均       | 32.9            | 59.8                         | 14                | 5.0                    | 7.019                 | 1.614                                      |
| ②接続柵更生後            | 99/10/27 | 53.9            | 68.3                         | 24                | 2.2                    | 5.509                 | 1.267                                      |
|                    | 99/11/1  | 31.1            | 33.6                         | 9                 | 3.5                    | 4.697                 | 1.080                                      |
|                    | 99/11/11 | 24.2            | 29.0                         | 23                | 1.1                    | 5.210                 | 1.198                                      |
|                    | 平均       | 36.4            | 43.6                         | 19                | 2.3                    | 5.139                 | 1.182                                      |
| ③取付管更生後            | 99/11/24 | 18.3            | 20.7                         | 19                | 1.0                    | 4.918                 | 1.131                                      |
|                    | 00/1/6   | 6.9             | 3.7                          | 6                 | 1.2                    | 2.331                 | 0.536                                      |
|                    | 00/1/9   | 15.5            | 4.8                          | 12                | 1.3                    | 1.346                 | 0.310                                      |
|                    | 平均       | 13.6            | 9.7                          | 12                | 1.2                    | 2.865                 | 0.659                                      |
| ④接続柵＋管開削交換、未使用管閉鎖後 | 00/3/4   | 38.1            | 27.2                         | 19                | 2.0                    | 3.104                 | 0.714                                      |
|                    | 00/3/16  | 18.5            | 5.9                          | 10                | 1.9                    | 1.387                 | 0.319                                      |
|                    | 00/3/23  | 27.1            | 15.9                         | 10                | 2.7                    | 2.551                 | 0.587                                      |
|                    | 平均       | 27.9            | 16.3                         | 13                | 2.2                    | 2.347                 | 0.540                                      |
| ⑤排水設備改良後           | 00/5/20  | 12.4            | 4.9                          | 1                 | 12.4                   | 1.718                 | 0.395                                      |
|                    | 00/5/27  | 20.3            | 10.6                         | 19                | 1.1                    | 2.270                 | 0.522                                      |
|                    | 00/5/31  | 26.0            | 10.3                         | 14                | 1.9                    | 1.722                 | 0.396                                      |
|                    | 平均       | 19.6            | 8.6                          | 11                | 5.1                    | 1.903                 | 0.438                                      |

これまでの調査から、総降雨量と総浸入水量は比例するものと考えられる。そこで、図 3-3-8 に各補修段階における降雨量と雨天時浸入水量の相関を原点を通過する直線として表した。この直線は傾きが小さいほど浸入水量が少ないことを示す。

この結果から、雨天時浸入水は補修段階が進む毎に減少してゆくことが見て取れる。

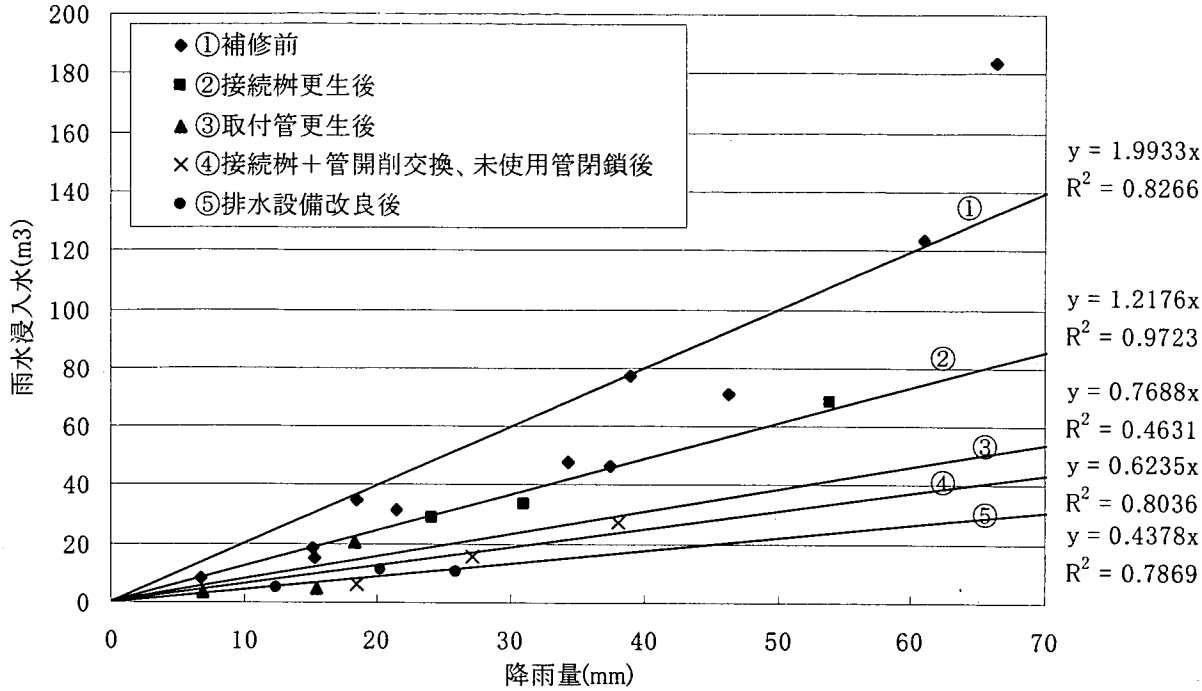


図 3-3-8 補修段階毎の降雨量と雨天時浸入水量の相関

各補修段階毎の雨天時浸入水率（総浸入水量／集水面積に降った総降水量）の平均からも、浸入水が減少していることがわかる。

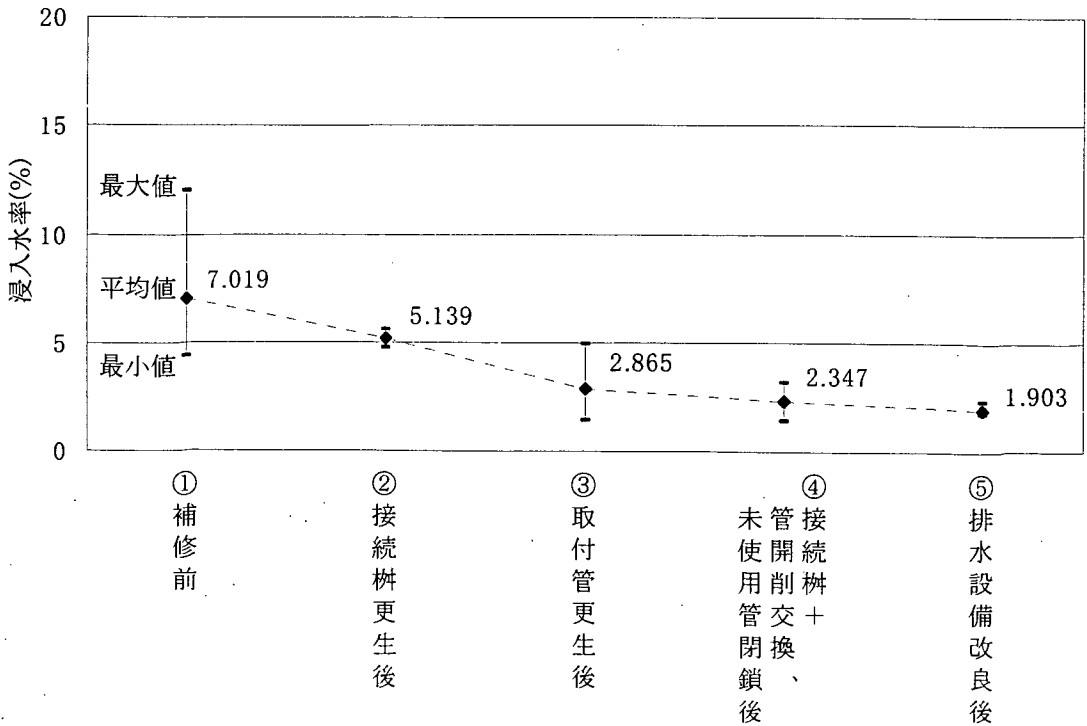


図 3-3-9 各補修段階での浸入水率の変化

iii. 浸入水削減効果

以上より、補修段階が進む毎に雨天時浸入水が確実に減少していることが示された。そこで、補修前の浸入水率を 100%にした場合の各種補修の寄与度を図 3-3-10 に示した。

この結果から、一連の補修により雨天時浸入水の 73%が削減されたことが示されており、雨天時浸入水対策は大きな成果がでていることがわかる。

なかでも接続枳と接続管の更正で合計 60%と大きな効果をあげているが、補修後の計測は季節的な問題で小規模かつ強雨強度の弱い降雨が多く（図 3-3-11）、雨の多い補修前の浸入水率に比べて小さな値がでてしまったことも考えられる。

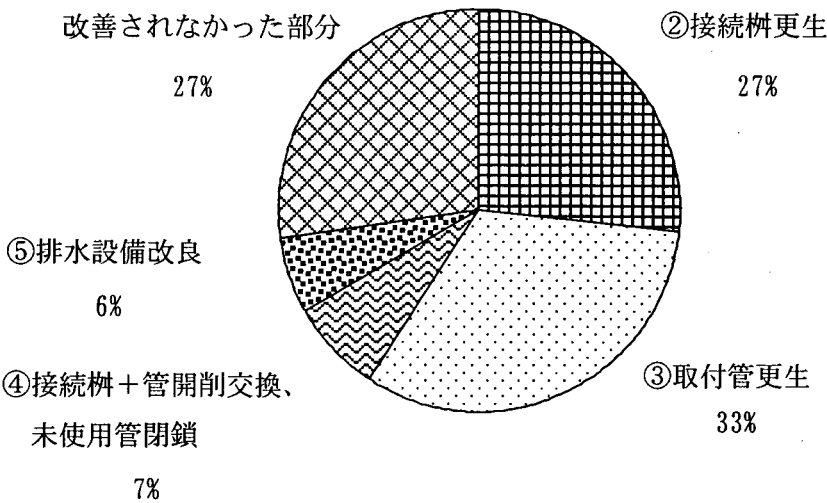


図 3-3-10 補修による浸入水削減効果

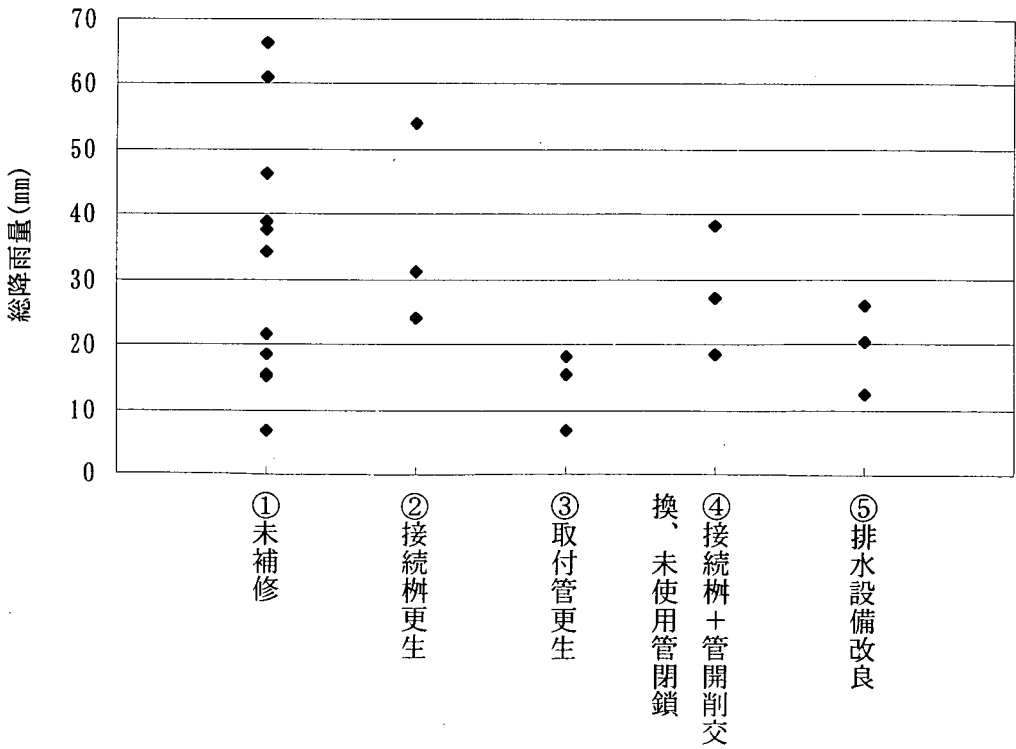


図 3-3-11 対策段階毎の調査降雨

補修1箇所当たりの浸入水削減効果を見ると、取付管ライニングが最も高い削減効果を上げており、2位の接続枡ライニングに比べ1.5倍、宅地内の補修（誤接解消、排水設備水密性不良箇所）に比べ3.5倍となっている。この結果から、取付管が雨天時浸入水の大きな原因となっていることが伺える。

表 3-3-12 補修段階ごとの改善効果

|                    | 補修内容          | 対策施設数量     |          | 降雨1mmあたりの浸入水量                               |                                            | 補修1箇所当たりの浸入水削減効果<br>( $\text{m}^3/\text{mm}$ )/箇所 |
|--------------------|---------------|------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                    |               | 改善箇所<br>箇所 | 全数<br>箇所 | 浸入水量<br>$\text{m}^3/\text{mm}$<br>( 100.0 ) | 改善効果<br>$\text{m}^3/\text{mm}$<br>( 26.8 ) |                                                   |
| ①補修前               | —             |            |          | 1.614<br>( 100.0 )                          |                                            |                                                   |
| ②接続枡更生後            | A 接続枡ライニング    | 65         | 68       | 1.182<br>( 73.2 )                           | 0.432<br>( 26.8 )                          | 0.00665                                           |
| ③取付管更生後            | B 取付管ライニング    | 51         | 118      | 0.659<br>( 40.8 )                           | 0.523<br>( 32.4 )                          | 0.01025                                           |
| ④接続枡+管開削交換、未使用管閉鎖後 | C 接続枡+取付管開削交換 | 31         | 118      | 0.540                                       | 0.119                                      | 0.00238                                           |
|                    | D 未使用枡取り付け管閉鎖 | 19         | 19       | ( 33.5 )                                    | ( 7.3 )                                    |                                                   |
| ⑤排水設備改良後           | E 誤接解消        | 10         | 10       | 0.438                                       | 0.102                                      | 0.00291                                           |
|                    | F 排水設備不良箇所改良  | 25         | 99       | ( 27.1 )                                    | ( 6.4 )                                    |                                                   |

※改善段階④、⑤は2種類の補修を同時施工しているが、1つの補修として見なす。

※ ( ) 内は補修前を100%としたときの割合(%)

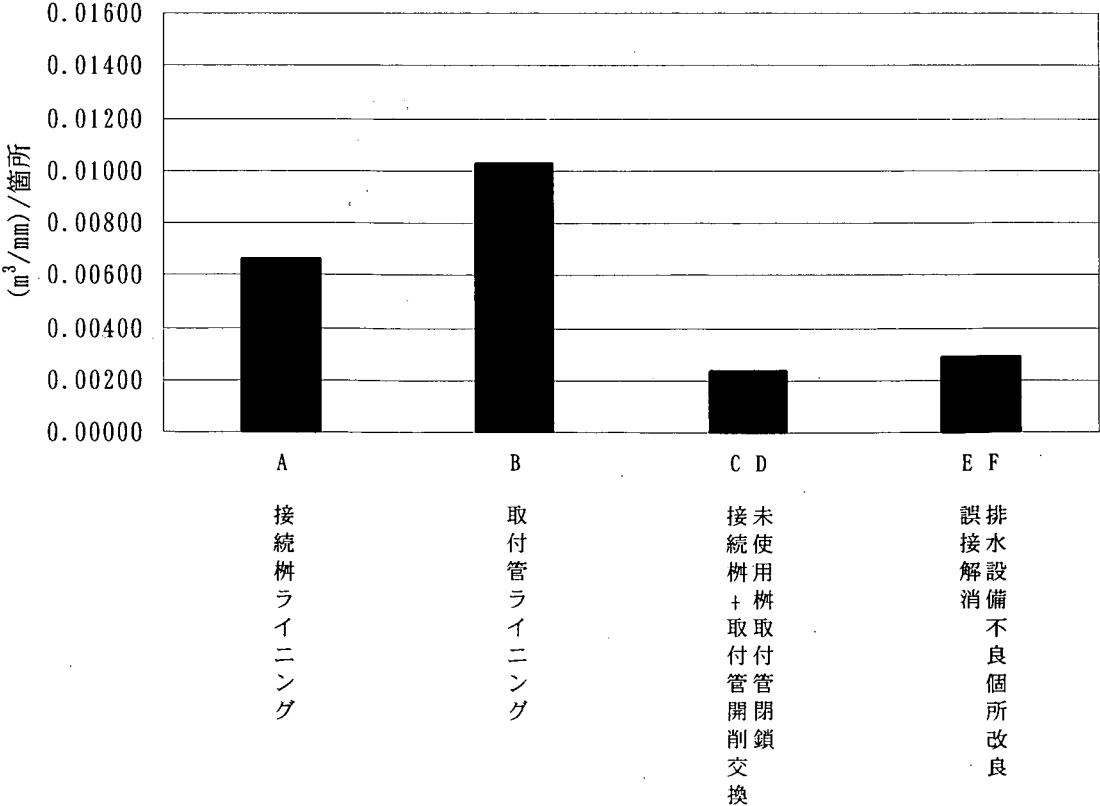


図 3-3-12 補修1箇所当たりの改善効果

iv. 改善効果あたりの費用

各補修段階毎の改善効果あたりの費用を表2-17に表す。

この結果から、浸入水削減効果あたりの対策費用を見ると、接続枅ライニングが最も少ない費用で効果を上げている。しかし、2位の取り付け管ライニングに比べ80%ほどであり、その差は小さい。

表 3-3-13 対策段階毎の改善効果あたり費用

|                    | 補修<br>内容        | 対策費用       |            |         | 改善効果<br>あたりの費用<br>万円/(m <sup>3</sup> /mm) |
|--------------------|-----------------|------------|------------|---------|-------------------------------------------|
|                    |                 | 調査費用<br>万円 | 補修費用<br>万円 | 計<br>万円 |                                           |
| ①補修前               | —               |            |            |         |                                           |
| ②接続枅更生後            | A 接続枅ライニング      | 31.6       | 273.0      | 304.6   | 705                                       |
| ③取付管更生後            | B 取り付け管ライニング    | 55.0       | 406.0      | 461.0   | 881                                       |
| ④接続枅+管開削交換、未使用管閉鎖後 | C 接続枅+取り付け管開削交換 | 55.0       | 800.0      | 1126.0  | 9,462                                     |
|                    | D 未使用枅取り付け管閉鎖   | 89.0       | 182.0      |         |                                           |
| ⑤排水設備改良後           | E 誤接解消          | 86.0       | 106.0      | 232.0   | 2,275                                     |
|                    | F 排水設備不良個所改良    |            | 40.0       |         |                                           |

※改善段階④、⑤は2種類の補修を同時施工しているが、1つの補修として見なす。

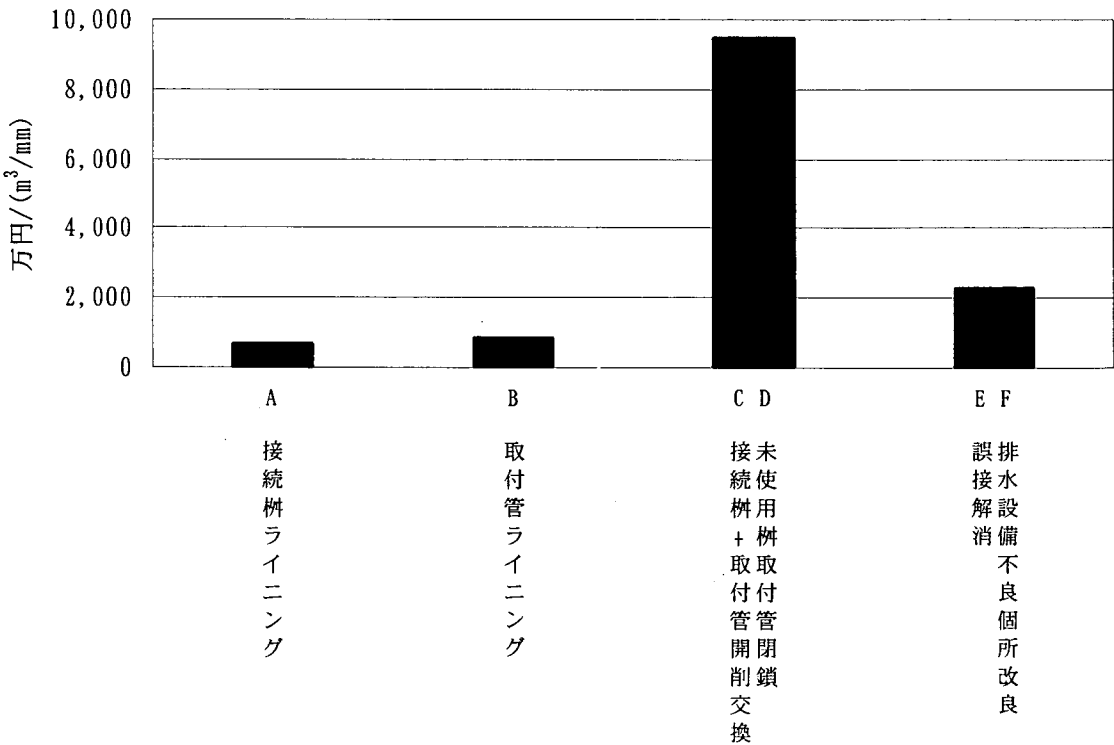


図 3-3-13 対策段階毎の改善効果あたり費用

3) 公私比率の算定

雨天時浸入水は、誤接続や宅内汚水桝の不良など、宅地内に原因があるものと、公共汚水桝・人孔部の不良、管渠の破損など、公共下水道部分に原因があるものに分けられる。

K市の調査では接続桝に流量計を設置し、宅内からの雨天時浸入水を計量することで公私比率の算定を行っているため、この調査結果の精査を行う。

i. 算定の手順

- ①事前に宅内桝の目視調査(雨天時)を行い、浸入水量に応じて3段階のランク付けを行う。
- ②3つのランクの中からそれぞれ調査地点を選出し、接続桝に流量計を設置する。得られた結果から、各ランク毎に1戸当たりの平均浸入水量を算出する。
- ③各ランク毎の1戸あたり平均浸入水量と各ランクの戸数から、調査地区全体の宅地内原因浸入水量を推定する。
- ④調査地区全体の浸入水量と宅地内原因浸入水量の比較を行い、公私比率を算定する。

ii. 公私比率の算定

① 目視調査による浸入水ランク付け

| 表 3-3-14 浸入水ランク付け |     |    |
|-------------------|-----|----|
| ランク               | 箇所数 | 備考 |
| 多                 | 17  |    |
| 少                 | 18  |    |
| 無                 | 64  |    |
| 計                 | 99  |    |

②宅内流量調査

調査地点 12 箇所 (多 ; 6 箇所、少 ; 5 箇所、無 ; 1 箇所)

調査期間 晴天日 9/25~10/1、10/4~5 (補修前)

雨天日 10/6~7 (総降雨量 34.3mm)

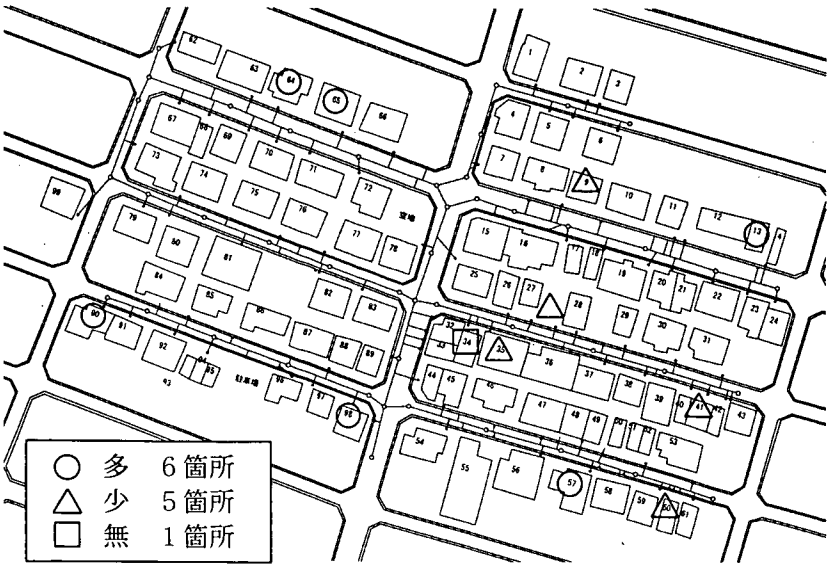


図 3-3-14 調査区域図

表 3-3-15 ランク別 1 戸あたりの浸入水量

| ランク | 番号 | a                         | b                              | b - 2 a                   | 備考 |
|-----|----|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|----|
|     |    | 晴天日平均水量<br>m <sup>3</sup> | 雨天日 2 日間合計水量<br>m <sup>3</sup> | 雨天時浸入水量<br>m <sup>3</sup> |    |
| 多   | 13 | 1.54                      | 3.80                           | 0.72                      |    |
|     | 57 | 0.38                      | 2.20                           | 1.44                      |    |
|     | 64 | 0.68                      | 2.60                           | 1.24                      |    |
|     | 65 | 0.89                      | 3.30                           | 1.52                      |    |
|     | 90 | 0.82                      | 2.80                           | 1.16                      |    |
|     | 98 | 0.74                      | 1.90                           | 0.42                      |    |
|     | 平均 | 1.08                      |                                |                           |    |
| 少   | 9  | 0.25                      | 0.70                           | 0.20                      |    |
|     | —  | 0.00                      | 0.10                           | 0.10                      |    |
|     | 35 | 0.83                      | 2.00                           | 0.34                      |    |
|     | 41 | 0.52                      | 1.20                           | 0.16                      |    |
|     | 60 | 0.41                      | 0.90                           | 0.08                      |    |
|     | 平均 | 0.18                      |                                |                           |    |
| 無   | 34 | 0.24                      | 0.50                           | 0.02                      |    |
|     | 平均 | 0.02                      |                                |                           |    |

## ③宅地内原因浸入水量の推定

表 3-3-16 ランク別 1 戸あたりの浸入水量

| ランク | 1 戸あたり平均浸入水量<br>m <sup>3</sup> | 箇所数 | 浸入水量<br>m <sup>3</sup> |
|-----|--------------------------------|-----|------------------------|
| 多   | 1.08                           | 17  | 18.36                  |
| 少   | 0.18                           | 18  | 3.24                   |
| 無   | 0.02                           | 64  | 1.28                   |
| 計   |                                | 99  | 22.88                  |

## ④公私比率の算定

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| 総浸入水量※       | 48.00 m <sup>3</sup> |
| ー) 宅地内原因浸入水量 | 22.88 m <sup>3</sup> |
| 公共下水道原因浸入水量  | 25.12 m <sup>3</sup> |

※浸入水量算出結果より

よって、公共下水道原因浸入水量：宅地内原因浸入水量 = 25.12 : 22.88 = 52 : 48  
 $\approx 50 : 50$

以上から、本調査区域における雨天時浸入水の公私比率は約 50% づつであると推定される。

この結果は補修段階毎の削減状況の結果と食い違いが生じているが、前述のとおり、補修後の計測は季節的な問題で小規模かつ強雨強度の弱い降雨が多く、雨の多い補修前の浸入水率に比べて小さな値がでてしまったことも考えられる。

### 3-4 U市での検討

#### (1) 基本事項の把握

##### 1) 調査内容

本調査では、浸入水の流入状況を把握するため下記に示す資料収集を行った。

表 3-4-1 調査内容

| 調査対象地点 | 対象期間                    | 調査内容                                          |
|--------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| U市     | 平成9年9月21日<br>～平成9年10月4日 | 汚水流入量（5分単位）、降雨量（5分単位）<br>污水管渠データ（管径、管底高、地盤高等） |

##### 2) 調査区域の概要

本調査では、平成9年度に行われた不明水調査での流量・雨量データを用いた。調査流域は山の斜面に沿って開発された住宅地域であり、区域内の下水道は分流式によりほぼ100%整備されている。調査区域では、雨天時浸入水により、たびたび溢水が生じている。

K市の調査区域の概要を図3-4-1に示す。

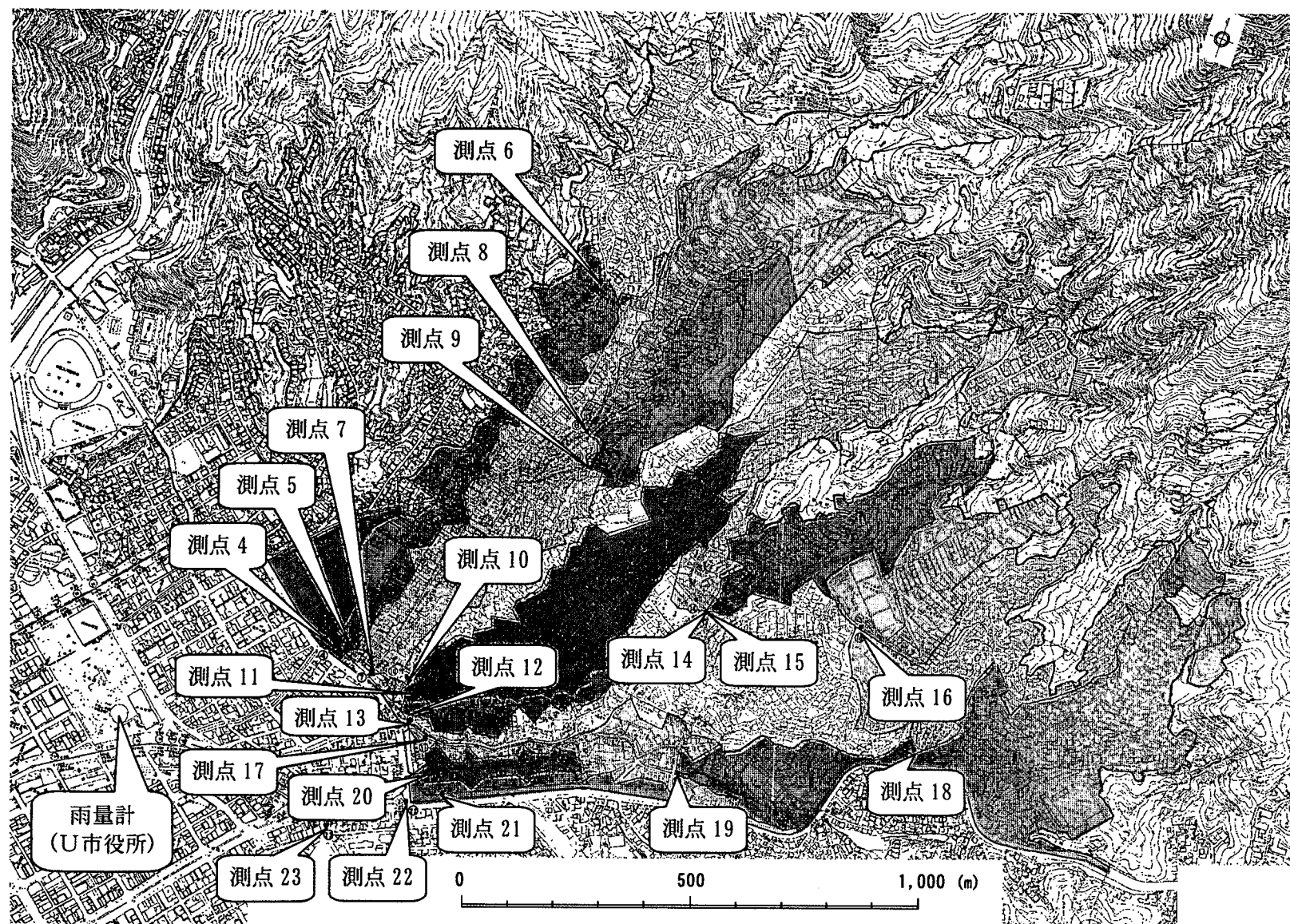


图 3-4-1 U市調査区域

U市の調査対象区域についての基礎データは、「平成11年度S地区不明水削減効果解析業務委託報告書」及びヒアリング調査により把握を行った。

U市の調査区域概要を表1-4-1に示す。

表 3-4-2 U市の調査区域概要

|      | 面積       | 備考        |
|------|----------|-----------|
| 調査区域 | 298.65ha | 19ブロックに分割 |

出典資料；平成11年度 下水道不明水対策業務委託(U市東中央2丁目地内外)報告書

### 3) 調査区域の降雨データ

今回の調査では、降雨量と浸入水量の関係を把握するため、調査地点の降雨量を正確に確かむ必要がある。K市については降雨計を設置し、5分間隔での降雨量を測定している。

表 3-4-3 調査対象区域の適用雨量データ一覧

| 調査対象区域 |     | 観測地点  | データ期間                   | データ間隔 |
|--------|-----|-------|-------------------------|-------|
| U市     | 全区域 | 市役所屋上 | 平成9年9月21日<br>～平成9年10月4日 | 5分    |

### 4) 調査区域の流量データ

K市については、「平成11年度S地区不明水削減効果解析業務委託報告書」より、5分単位の汚水量データを取得した。

(2) 浸入水量の定量

本調査では、N流域下水道と同様に、以下の3点について算出を行った。

- 1) 晴天時汚水量の把握
- 2) 雨天時浸入水量の算出
- 3) 地下水浸入水量の算出

1) 晴天時汚水量の把握

晴天時汚水量の流入パターンは算出にあたっての条件及び定義はN流域下水道と同様である。

表 3-4-4 晴天時流入水量の検討対象日

| 観測地点名 |        | 晴天日 |
|-------|--------|-----|
| U市    | U市内降雨計 | 4   |

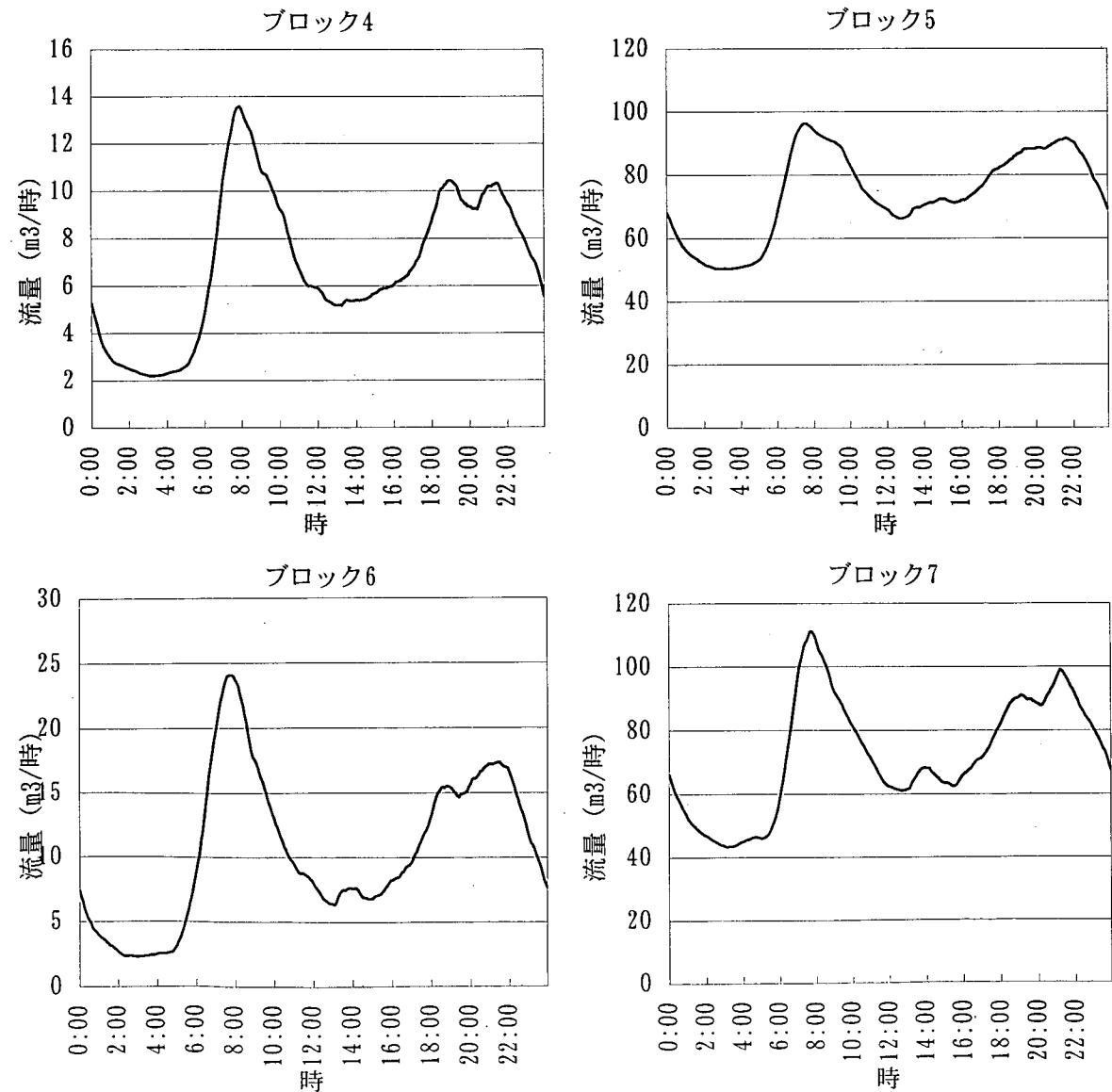


図 3-4-2 晴天時流量 (その1)

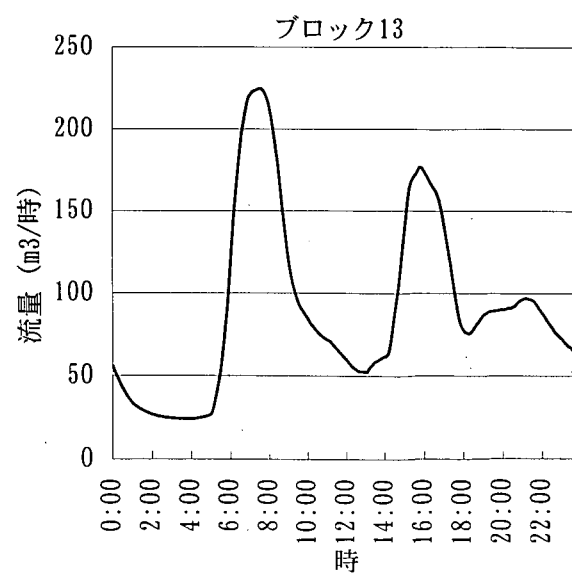
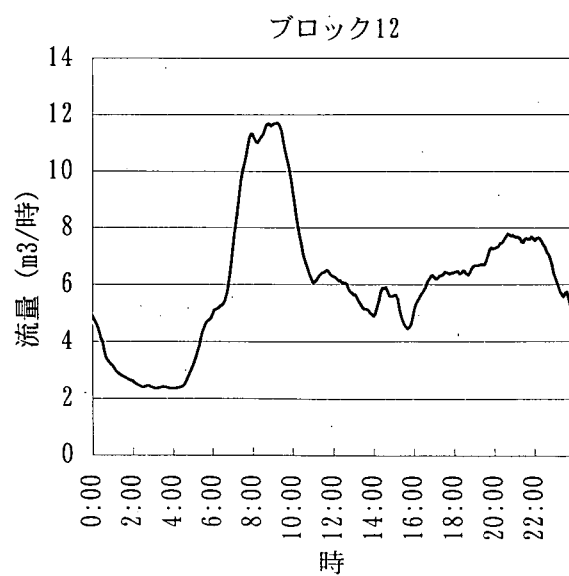
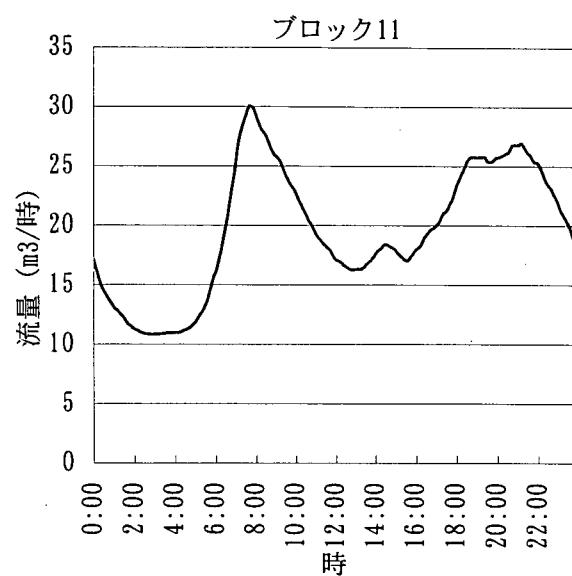
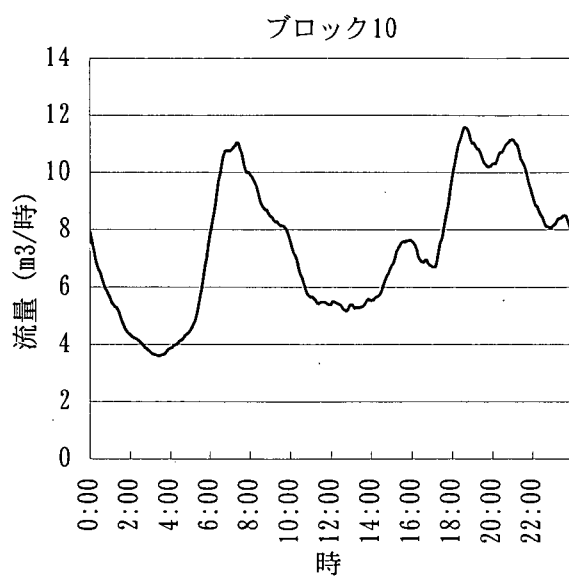
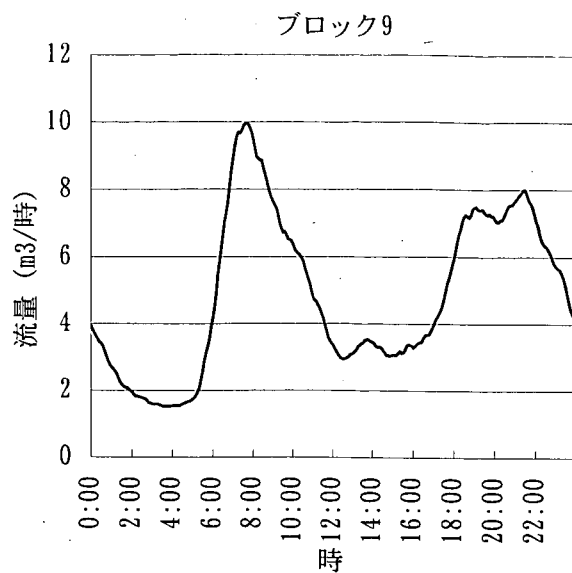
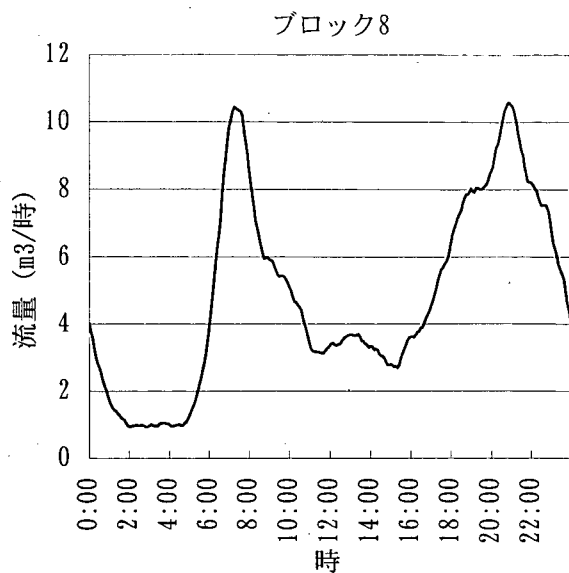


図 3-4-3 晴天時流量 (その2)

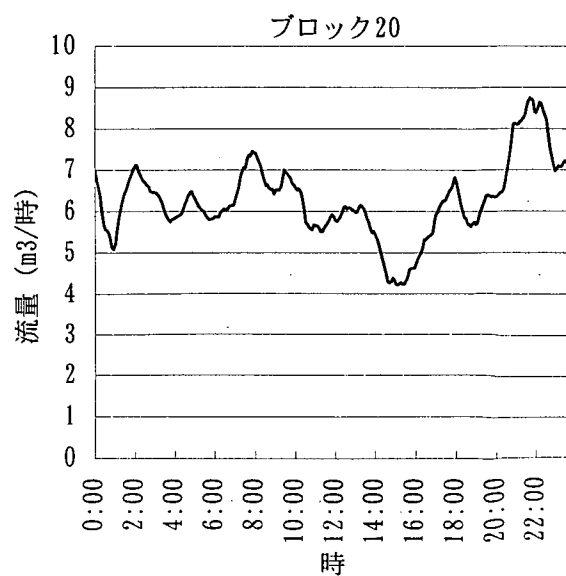
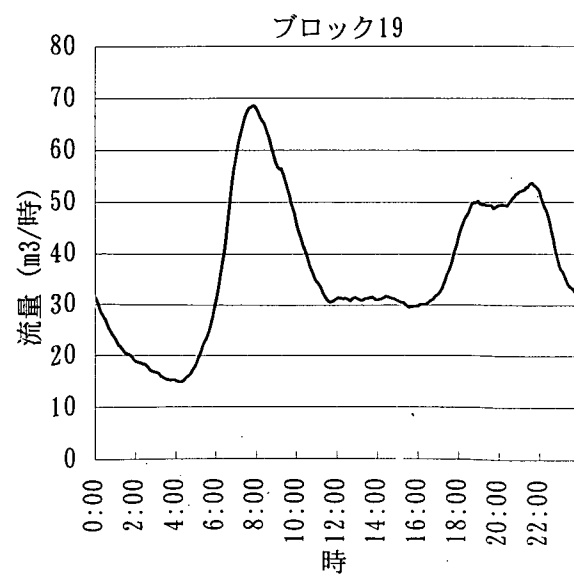
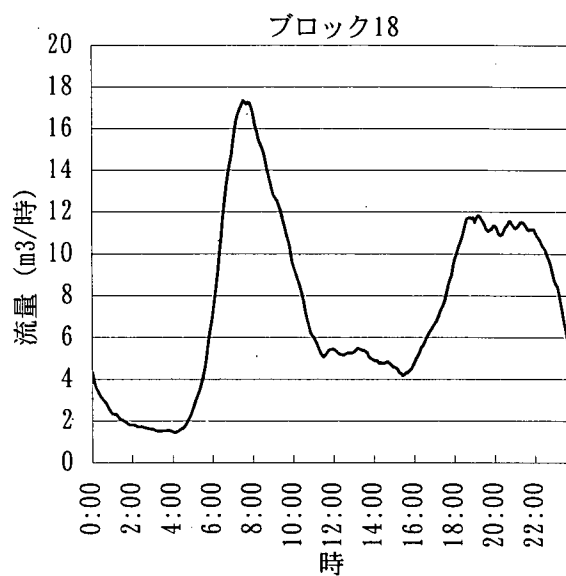
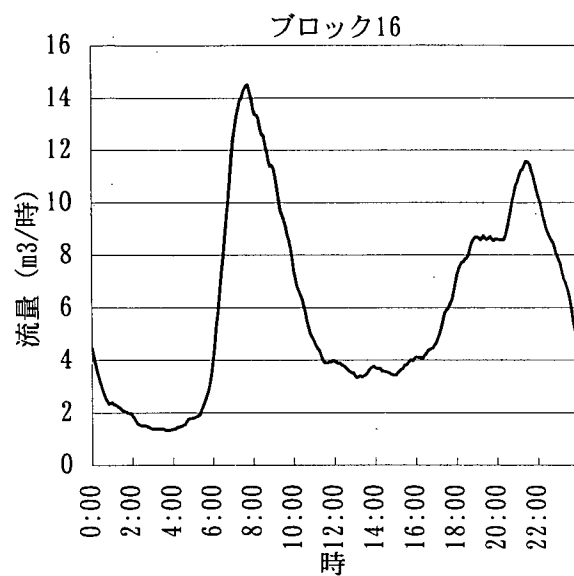
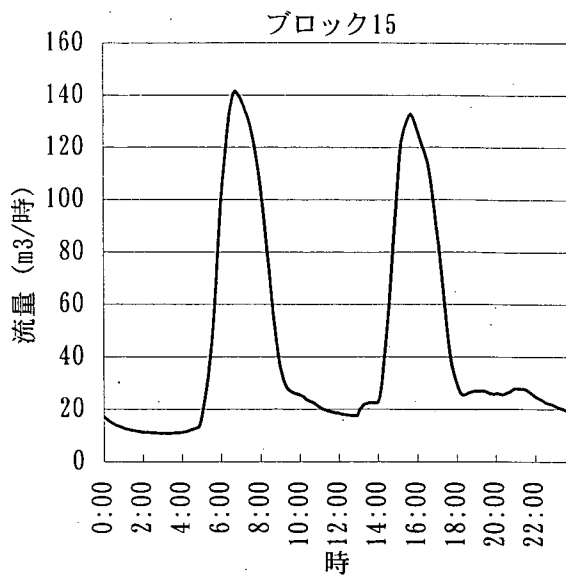
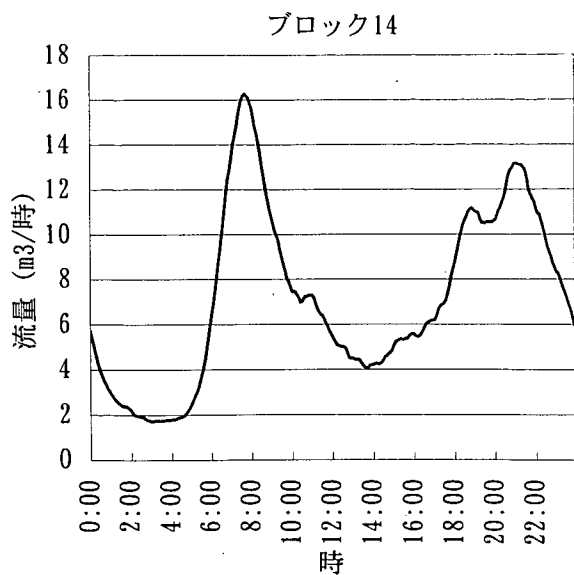


図 3-4-4 晴天時流量 (その3)

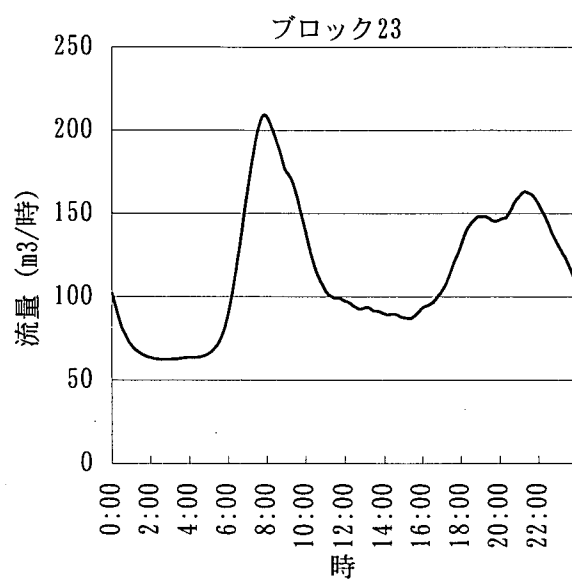
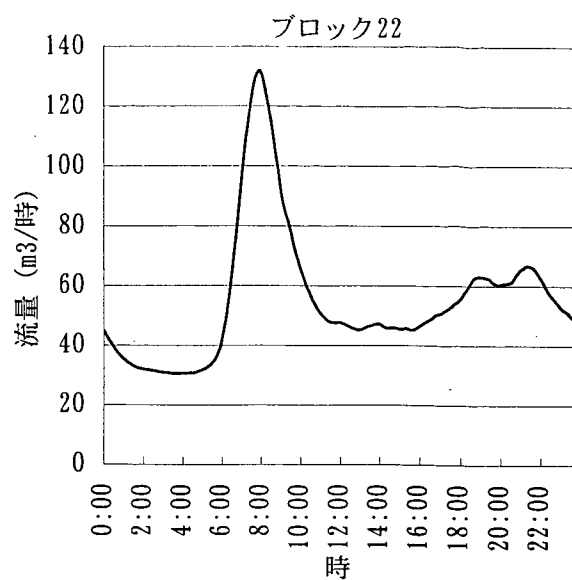
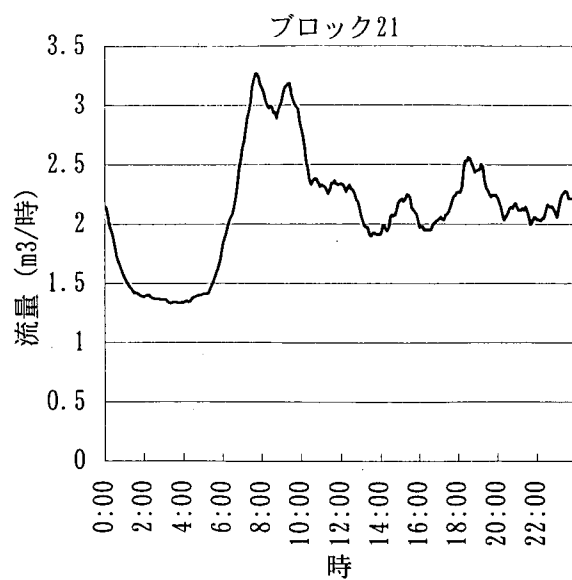


図 3-4-5 晴天時流量 (その4)

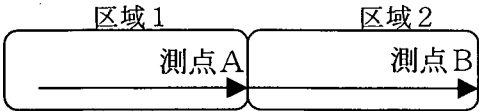
2) 雨天時浸入水量の算出

雨天時浸入水量算出にあたっての条件及び定義は、N流域下水道と同様である。

表3-4-5 解析対象日数

| 観測地点名 |        | 対象降雨 |
|-------|--------|------|
| U市    | U市内降雨計 | 2    |

なお、当該区域の上流に別の測点があるときは、差分の数値を用いるものとする。



左図のような場合、区域2の数値は  
測点B－測点Aとする。

表 3-4-6 雨天時浸入水量算出結果（U市、その1）

| 観測<br>区域 | 日付        | 上流<br>測点※ | A                | B          | C                           | D                | B/D                 | C/(A・B)   | C/A                                |
|----------|-----------|-----------|------------------|------------|-----------------------------|------------------|---------------------|-----------|------------------------------------|
|          |           |           | 調査対象<br>面積<br>ha | 総降雨量<br>mm | 総浸入<br>水量<br>m <sup>3</sup> | 降雨<br>継続時間<br>hr | 平均<br>降雨強度<br>mm/hr | 浸入水率<br>% | ha当り<br>浸入水量<br>m <sup>3</sup> /ha |
| No. 4    | 1997/9/25 |           | 3.67             | 46         | 111                         | 1045             | 2.6                 | 6.58      | 30.25                              |
|          | 1997/10/2 |           | 3.67             | 21         | 31                          | 1020             | 1.2                 | 4.02      | 8.45                               |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 71                          | 1033             | 1.9                 | 5.30      | 19.35                              |
| No. 5    | 1997/9/25 | No. 5     | 22.52            | 46         | 143                         | 1045             | 2.6                 | 1.38      | 6.35                               |
|          |           | -No. 6    | 13.00            | 46         | 95                          | 1045             | 2.6                 | 1.59      | 7.31                               |
|          |           | 差分        | 9.52             | 46         | 48                          |                  |                     | 1.10      | 5.04                               |
|          | 1997/10/2 | No. 5     | 22.52            | 21         | 162                         | 1020             | 1.2                 | 3.43      | 7.19                               |
|          |           | -No. 6    | 13.00            | 21         | 40                          | 1020             | 1.2                 | 1.47      | 3.08                               |
|          |           | 差分        | 9.52             | 21         | 122                         |                  |                     | 6.10      | 12.82                              |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 85                          | 1033             | 1.9                 | 3.60      | 8.93                               |
| No. 6    | 1997/9/25 |           | 13.00            | 46         | 95                          | 1045             | 2.6                 | 1.59      | 7.31                               |
|          | 1997/10/2 |           | 13.00            | 21         | 40                          | 1020             | 1.2                 | 1.47      | 3.08                               |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 68                          | 1033             | 1.9                 | 1.53      | 5.19                               |
| No. 7    | 1997/9/25 | No. 7     | 35.71            | 46         | 1437                        | 1045             | 2.6                 | 8.75      | 40.24                              |
|          |           | -No. 8    | 12.45            | 46         | 105                         | 1045             | 2.6                 | 1.83      | 8.43                               |
|          |           | -No. 9    | 8.83             | 46         | 50                          | 1045             | 2.6                 | 1.23      | 5.66                               |
|          |           | 差分        | 14.43            | 46         | 1282                        |                  |                     | 19.31     | 88.84                              |
|          | 1997/10/2 | No. 7     | 35.71            | 21         | 352                         | 1020             | 1.2                 | 4.69      | 9.86                               |
|          |           | -No. 8    | 12.45            | 21         | 40                          | 1020             | 1.2                 | 1.53      | 3.21                               |
|          |           | -No. 9    | 8.83             | 21         | 16                          | 1020             | 1.2                 | 0.86      | 1.81                               |
|          |           | 差分        | 14.43            | 21         | 296                         |                  |                     | 9.77      | 20.51                              |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 789                         | 1033             | 1.9                 | 14.54     | 54.68                              |
| No. 8    | 1997/9/25 |           | 12.45            | 46         | 105                         | 1045             | 2.6                 | 1.83      | 8.43                               |
|          | 1997/10/2 |           | 12.45            | 21         | 40                          | 1020             | 1.2                 | 1.53      | 3.21                               |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 73                          | 1033             | 1.9                 | 1.68      | 5.82                               |
| No. 9    | 1997/9/25 |           | 8.83             | 46         | 50                          | 1045             | 2.6                 | 1.23      | 5.66                               |
|          | 1997/10/2 |           | 8.83             | 21         | 16                          | 1020             | 1.2                 | 0.86      | 1.81                               |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 33                          | 1033             | 1.9                 | 1.05      | 3.74                               |
| No. 10   | 1997/9/25 |           | 9.08             | 46         | 70                          | 1045             | 2.6                 | 1.68      | 7.71                               |
|          | 1997/10/2 |           | 9.08             | 21         | 47                          | 1020             | 1.2                 | 2.46      | 5.18                               |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 59                          | 1033             | 1.9                 | 2.07      | 6.44                               |
| No. 11   | 1997/9/25 |           | 15.58            | 46         | 172                         | 1045             | 2.6                 | 2.40      | 11.04                              |
|          | 1997/10/2 |           | 15.58            | 21         | 109                         | 1020             | 1.2                 | 3.33      | 7.00                               |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 141                         | 1033             | 1.9                 | 2.87      | 9.02                               |
| No. 12   | 1997/9/25 |           | 2.36             | 46         | 117                         | 1045             | 2.6                 | 10.78     | 49.58                              |
|          | 1997/10/2 |           | 2.36             | 21         | 38                          | 1020             | 1.2                 | 7.67      | 16.10                              |
|          | 平均        |           |                  | 34         | 78                          | 1033             | 1.9                 | 9.23      | 32.84                              |

表 3-4-7 雨天時浸入水量算出結果 (U市、その2)

| 観測<br>区域 | 日付        | 上流<br>測点※ | A<br>調査対象<br>面積<br>ha | B<br>総降雨量<br>mm | C<br>総浸入<br>水量<br>m <sup>3</sup> | D<br>降雨<br>継続時間<br>hr | B/D<br>平均<br>降雨強度<br>mm/hr | C/(A・B)<br>浸入水率<br>% | C/A<br>ha当り<br>浸入水量<br>m <sup>3</sup> /ha |
|----------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------------|
| No. 13   | 1997/9/25 | No. 13    | 49.44                 | 46              | 708                              | 1045                  | 2.6                        | 3.11                 | 14.32                                     |
|          |           | -No. 14   | 14.87                 | 46              | 82                               | 1045                  | 2.6                        | 1.20                 | 5.51                                      |
|          |           | -No. 15   | 8.50                  | 46              | 229                              | 1045                  | 2.6                        | 5.86                 | 26.94                                     |
|          |           | -No. 16   | 8.11                  | 46              | 81                               | 1045                  | 2.6                        | 2.17                 | 9.99                                      |
|          |           | 差分        | 17.96                 | 46              | 316                              |                       |                            | 3.82                 | 17.59                                     |
|          | 1997/10/2 | No. 13    | 49.44                 | 21              | 395                              | 1020                  | 1.2                        | 3.80                 | 7.99                                      |
|          |           | -No. 14   | 14.87                 | 46              | 82                               | 1020                  | 1.2                        | 1.20                 | 5.51                                      |
|          |           | -No. 15   | 8.50                  | 21              | 122                              | 1020                  | 1.2                        | 6.83                 | 14.35                                     |
|          |           | -No. 16   | 8.11                  | 21              | 21                               | 1020                  | 1.2                        | 1.23                 | 2.59                                      |
|          |           | 差分        | 17.96                 | 21              | 170                              |                       |                            | 4.51                 | 9.47                                      |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 243                              | 1033                  | 1.9                        | 4.17                 | 13.53                                     |
| No. 14   | 1997/9/25 |           | 14.87                 | 46              | 82                               | 1045                  | 2.6                        | 1.20                 | 5.51                                      |
|          | 1997/10/2 |           | 14.87                 | 46              | 82                               | 1020                  | 1.2                        | 1.20                 | 5.51                                      |
|          | 平均        |           |                       | 46              | 82                               | 1033                  | 1.9                        | 1.20                 | 5.51                                      |
| No. 15   | 1997/9/25 |           | 8.50                  | 46              | 229                              | 1045                  | 2.6                        | 5.86                 | 26.94                                     |
|          | 1997/10/2 |           | 8.50                  | 21              | 122                              | 1020                  | 1.2                        | 6.83                 | 14.35                                     |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 176                              | 1033                  | 1.9                        | 6.35                 | 20.65                                     |
| No. 16   | 1997/9/25 |           | 8.11                  | 46              | 81                               | 1045                  | 2.6                        | 2.17                 | 9.99                                      |
|          | 1997/10/2 |           | 8.11                  | 21              | 21                               | 1020                  | 1.2                        | 1.23                 | 2.59                                      |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 51                               | 1033                  | 1.9                        | 1.70                 | 6.29                                      |
| No. 18   | 1997/9/25 |           | 13.07                 | 46              | 57                               | 1045                  | 2.6                        | 0.95                 | 4.36                                      |
|          | 1997/10/2 |           | 13.07                 | 21              | 18                               | 1020                  | 1.2                        | 0.66                 | 1.38                                      |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 38                               | 1033                  | 1.9                        | 0.81                 | 2.87                                      |
| No. 19   | 1997/9/25 | No. 19    | 37.20                 | 46              | 152                              | 1045                  | 2.6                        | 0.89                 | 4.09                                      |
|          |           | -No. 18   | 13.07                 | 46              | 57                               | 1045                  | 2.6                        | 0.95                 | 4.36                                      |
|          |           | 差分        | 24.13                 | 46              | 95                               |                       |                            | 0.86                 | 3.94                                      |
|          | 1997/10/2 | No. 19    | 37.20                 | 21              | 73                               | 1020                  | 1.2                        | 0.93                 | 1.96                                      |
|          |           | -No. 18   | 13.07                 | 21              | 18                               | 1020                  | 1.2                        | 0.66                 | 1.38                                      |
|          |           | 差分        | 24.13                 | 21              | 55                               |                       |                            | 1.09                 | 2.28                                      |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 75                               | 1033                  | 1.9                        | 0.97                 | 3.11                                      |
| No. 20   | 1997/9/25 |           | 1.92                  | 46              | 216                              | 1045                  | 2.6                        | 24.46                | 112.50                                    |
|          | 1997/10/2 |           | 1.92                  | 21              | 113                              | 1020                  | 1.2                        | 28.03                | 58.85                                     |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 165                              | 1033                  | 1.9                        | 26.25                | 85.68                                     |
| No. 21   | 1997/9/25 |           | 1.96                  | 46              | 66                               | 1045                  | 2.6                        | 7.32                 | 33.67                                     |
|          | 1997/10/2 |           | 1.96                  | 21              | 21                               | 1020                  | 1.2                        | 5.10                 | 10.71                                     |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 44                               | 1033                  | 1.9                        | 6.21                 | 22.19                                     |
| No. 22   | 1997/9/25 |           | 54.28                 | 46              | 1113                             | 1045                  | 2.6                        | 4.46                 | 20.50                                     |
|          | 1997/10/2 |           | 54.28                 | 21              | 328                              | 1020                  | 1.2                        | 2.88                 | 6.04                                      |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 721                              | 1033                  | 1.9                        | 3.67                 | 13.27                                     |
| No. 23   | 1997/9/25 |           | 60.93                 | 46              | 1880                             | 1045                  | 2.6                        | 6.71                 | 30.86                                     |
|          | 1997/10/2 |           | 60.93                 | 21              | 603                              | 1020                  | 1.2                        | 4.71                 | 9.90                                      |
|          | 平均        |           |                       | 34              | 1242                             | 1033                  | 1.9                        | 5.71                 | 20.38                                     |

### 3) 地下水浸入水量の算出

地下水浸入水量を算出にあたっての条件及び定義は、N流域下水道と同様である。

表 3-4-8 に地下水浸入水量を示す。

表 3-4-8 地下水浸入水量

| 処理区    | 晴天日<br>時間最小<br>流入水量<br>m <sup>3</sup> /hr | 地下水<br>浸入水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 日平均<br>汚水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 地下水<br>浸入水率<br>% | 備考 |
|--------|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------|----|
| U市 測点4 | 2.1                                       | 51                               | 164.5                           | 31               |    |
| U市 測点6 | 2.1                                       | 51                               | 251.1                           | 20               |    |
| U市 測点7 | 41.8                                      | 1,003                            | 1,732.7                         | 58               |    |
| U市 測点8 | 0.6                                       | 15                               | 116.2                           | 13               |    |

#### (3) 浸入水特性についての検討

U市の降雨データは2降雨しかないため、浸入水特性についての検討は行わない。

### 3-5 結果と考察

以上の検討から次の結果を得た。

- ・総降雨量と ha あたりの浸入水量の間に高い相関関係が見られた。浸入水量については降雨特性の影響はほとんど見られず、総降雨量に比例して増加するといえる。
- ・小流域の雨天時浸入水の挙動をみると、雨天時浸入水は降雨とほぼ同時に管渠内に浸入し、ピークを形成すると考えられる。
- ・今回調査区域のほとんどにおいて晴天日汚水量の 20% 程度が地下水浸入水量であると推測できる。
- ・K市の調査では、浸入原因の特定・補修により雨天時浸入水の 73% が削減されたことが示された。なかでも接続柵と接続管の更正で合計 60% と大きな効果をあげている結果となったが、補修後の計測は季節的な問題で小規模かつ強雨強度の弱い降雨が多く、雨の多い補修前の浸入水率に比べて小さな値がでてしまったことも考えられる。
- ・補修 1 箇所当たりの浸入水削減効果を見ると、取付管ライニングが最も高い削減効果を上げており、2 位の接続柵ライニングに比べ 1.5 倍、宅地内の補修（誤接解消、排水設備水密性不良箇所）に比べ 3.5 倍となっている。この結果から、取付管が雨天時浸入水の大きな原因となっていることが伺える。
- ・対策費あたりの浸入水削減効果を見ると、接続柵ライニングが最も高い費用対効果を上げているが、2 位の取り付け管ライニングに比べ 1.25 倍ほどであり、その差は小さい。
- ・雨天時浸入水の原因となる箇所の公私比率は約 50% ずつであると推定される。この結果は補修段階毎の削減状況の結果と食い違いが生じているが、前述のとおり、補修後の計測は季節的な問題で小規模かつ強雨強度の弱い降雨が多く、雨の多い補修前の浸入水率に比べて小さな値がでてしまったことも考えられる。