

千葉工業大学大学院 学生員 久保田雅朋  
千葉工業大学教授 正会員 高橋彌

### 1. はじめに

近年における都市の急激な人口の増加は、自然地の開発に見られる都市環境の変化に現れてきている。都市と密接な関係を持つ河川、および流域は、その影響を受け不浸透域の拡大、水質汚濁、都市水害と言った問題を生じるようになった。将来、さらに環境の変化が起こることが考えられ、それに伴う流域特性の変化を知ること、今後の都市環境の改善に大きく関わってくる。

本研究では、都市河川のモデルとして千葉県船橋市を貫流する2級河川海老川流域のうち、宅地化が進み都市生活の影響を強く受ける前原川流域について考察する。

### 2. 対象流域の概要

海老川流域は、その大部分を千葉県船橋市にあり、流域北部の一部が鎌ヶ谷市となっている。流域北部は標高20～30mの丘陵地帯、南部は標高10m以下の低地部が広がり、東京湾に面している。流域内の地形は比較的平坦であり、また、交通の便からも首都圏のベッドタウンとして近年、急激に宅地開発がおこなわれた地域である。海老川流域の概要を表1、図1に示す。

表1 海老川流域の概要

|       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 人口 (千人) |       |       |       |       |
|-------|----------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
|       |                            | 1992年   | 1993年 | 1994年 | 1995年 | 1996年 |
| 海老川流域 | 26.52                      | 203.5   | 202.1 | 204.6 | 205.4 | 206.5 |
| 前原川流域 | 3.25                       | 30.2    | 30.7  | 31.4  | 31.9  | 32.2  |

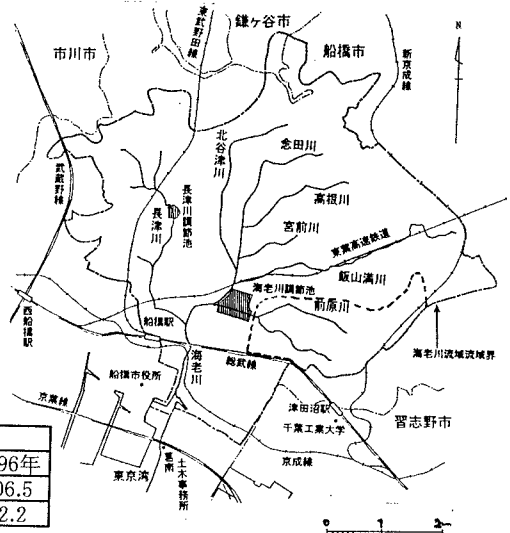


図1 海老川流域の概要図

### 3. 水収支の算定方法

流域での水循環構成要素を11個{(1)降水、(2)蒸発散、(3)表面流出、(4)浸透、(5)雨水浸透施設からの浸透、(6)上水道給水、(7)給水系からの漏水、(8)家庭排水、(9)農業揚水、(10)地下水流・流出、(11)河川流出)と考え、前原川水文気象観測施設での観測データ、及び行政資料をもとにそれぞれを定量化する。また、土地利用状況によってこれらの量が大きく変わってくることから、土地利用を13項目に分類し船橋市白地図、及び航空写真を基にデジタイザを用いて土地利用別面積を算出する。以下に各水循環構成要素の算定方法を示す。

- (1)前原川水文気象観測施設雨量計の観測データから年間降水量を算出する。
- (2)浸透域については、可能蒸発散能を算出するハモン式により水田(灌漑期、非灌漑期)、水田以外の土地に場合分けして算出する。不浸透域{蒸発散量=2mm(1日の蒸発散量)×降雨日数}。ただし、1日の降水量が2mm以下の場合は、蒸発散量=降水量とする。
- (3)水田の灌漑期{流出量=灌漑期降水量+灌漑期農業用揚水量-減水深量}。水田の非灌漑期{流出量=(非灌漑期降水量+非灌漑期農業用揚水量-非灌漑期蒸発散量)×流出率}。水田以外の土地{流出量=(降水量-蒸発散量)×流出率}。
- (4)水田の灌漑期{浸透量=減水深量-灌漑期蒸発散量}。水田の非灌漑期{浸透量=非灌漑期降水量-(非灌漑期蒸発散量+非灌漑期表面流出量)}。水田以外の土地{浸透量=降水量-(蒸発散量+表面流出量)}
- (5){施設浸透量=(降水量-オーバーフロー量×集水面積)÷流域面積}。

- (6) 千葉県水道事業年報から流域内上水道給水量を算出する。
- (7) 千葉県水道事業年報から流域内上水道給水量の漏水量を算出する。
- (8) 家庭のモデルとして前原団地を選び、団地での給排水比率を基に上水道給水量から算出する。
- (9) 流域内の水利組合から船橋市に届出のある農業揚水量から算出する。
- (10) {地下水流出・流去 = 浸透量 + 施設浸透量 + 給水系からの漏水 - 地下水揚水量(家庭用)}。
- (11) {河川流出量 = 表面流出量 + 家庭・工場などからの排水 + 地下水流出・流去}。

前原川流域の1992年から1996年について、上記のように水循環構成要素を算出した結果を表2に示す。

| 表2 前原川流域の水循環の経年変化 |      |     |     |      |      |          |      |      |    |      | 単位(mm) |
|-------------------|------|-----|-----|------|------|----------|------|------|----|------|--------|
| 年                 | 降水   | 蒸発散 | 浸透  |      | 表面流出 | 表面流出率(%) | 農業揚水 | 上水道  |    | 家庭   | 地下水    |
|                   |      |     | 浸透  | 施設浸透 |      | 降雨に対する割合 |      | 給水   | 漏水 | 家庭排水 | 流出・流去  |
| 1992              | 1472 | 444 | 447 | 8    | 714  | 48.5     | 140  | 1076 | 86 | 815  | 514    |
| 1993              | 1464 | 407 | 215 | 13   | 669  | 45.7     | 108  | 1092 | 55 | 859  | 550    |
| 1994              | 952  | 405 | 207 | 6    | 469  | 49.3     | 129  | 1119 | 50 | 861  | 266    |
| 1995              | 1113 | 391 | 215 | 13   | 611  | 54.9     | 103  | 1118 | 55 | 862  | 283    |
| 1996              | 1066 | 340 | 277 | 12   | 572  | 53.7     | 123  | 1134 | 47 | 835  | 336    |

4. 結果と考察

降水量は、1992年、1993年は1400mmに達するものの、1994年以降は1000mm前後とやや少ない年が続いている。降水量は各水循環構成要素に大きく影響を与えるため、その量と雨の降り方は流域での水循環にとって重要な指標である。

不浸透域の拡大に注目すると、表面流出量や浸透量の増減が考えられる。表面流出の1993年は、降水量に対する割合が45.7%であったものが、1996年には53.7%と大幅に増加している。この間の不浸透域面積は51.4%から54.1%に増加した程度にとどまっている。したがって、表面流出量の増加は不浸透域面積の増加の他に、雨の降り方による影響もあると考えられる。降雨が連続した1995年、290mmの日雨量があった1996年は表面流出量が多くなっている。

図2に1996年前原川流域の水循環図を示す。

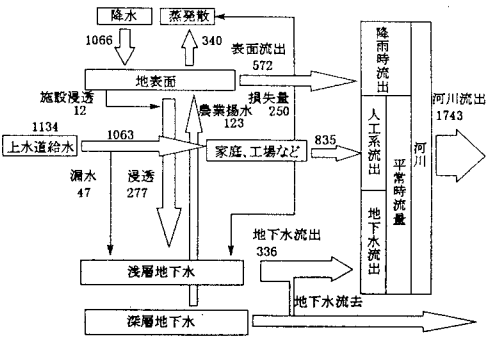


図2 1996年前原川流域の水循環図

5. おわりに

今回の水循環構成要素の算出方法は、水循環を定量化し把握することができるが、蒸発散量、表面流出、地下水流出・流去などには観測方法が確立されておらず、まだまだ考察の余地がある。現在は前原川水文気象観測施設での観測項目を増やし、異なった算出方法を研究中である。

6. 参考文献

(1) 高国慶 高橋彌:都市河川流域に関する水循環系の分析第24回関東支部技術研究発表会講演概要集Ⅱ-76 pp256-257 (2)久保田雅朋 高橋彌 虫明功臣:海老川流域における水循環の傾向と気象データの整理 千葉工業大学卒業論文