

日本大学理工学部 正会員 三浦 裕二

○日本大学大学院 学生員 宮東 英二

日本大学大学院 学生員 宮崎 重成

## 1 はじめに

人間がつくり出した新たな水循環システムは、自然の水の流れを変化させ、河川の維持流量の減少という問題を引き起こしている。そこで現在の行政界ごとに仕切られた水管理システムをできるだけ自然に近い水の流れに戻すために流域を一つの単位として扱い、水資源の需給による自給自足を可能とする流域システムの提案が必要である。本研究では流域内を一つの水循環とし、人間活動の結果水圏に及ぼす変化をとらえ、流域における水自立度の向上を環境水文学と位置づける。その研究対象として、千葉県を流れる印旛沼水系である鹿島川を取り上げ、特に印旛沼への流入口に位置する佐倉市・四街道市を主体とする。

## 2 環境水文学とは

環境水文学とは自然の水循環において人間活動が及ぼす水循環と水環境の変化およびその相互関係を取り扱う学問と定義する。すなわち、水を媒体として、人間が自然環境に与える影響を探索し、動植物も含めた循環型の持続可能な環境空間の創造を目指すものである。

## 3 流域概要

鹿島川は千葉県の北部に位置し、印旛沼水系で最も大きな流域面積 ( $251.9\text{km}^2$ ) を持ち、流路延長  $18.9\text{km}$  の一級河川である (図-1)。流域には 5 市 3 町が含まれる。水量は印旛沼河口で  $3.3\text{m}^3/\text{s}$  と豊富で、水質も年間を通して BOD が約  $2.0\text{mg/l}$  と非常に良い。研究対象とした佐倉市・四街道市は都心から  $40\text{km}$  圏内に位置し、ベットタウンとして急速に発展してきた。両市は印旛沼及びその周辺河川がもたらす利水の良さと、比較的温暖な気候に恵まれ、肥沃な農地と豊かな水と緑に恵まれた都市である。鹿島川流域に属する面積は佐倉市で  $59.7\text{km}^2$  (58%)、四街道市で  $24.3\text{km}^2$  (70%) で全流域面積の約 10% であるのに対し、全流域人口の約 50% がこの流域に属している。

## 4 対象地域における問題点

対象地域は人口の増加とともに都市化され、土地利用が変化した。都市化進展に伴う不透透域の増大は、地下水涵養の減少を引き起こす。昭和 60 年度に  $5.59 \times 10^7 \text{m}^3$  あった浸透量は平成 7 年度には  $5.07 \times 10^7 \text{m}^3$  と推定され、地下水への供給が減少している。これは洪水流出の増大をもたらすことを意味する (図-2)。

平成 7 年度に対象地域内で使用された総水量は  $4.29 \times 10^7 \text{m}^3$  である。農業用水は対象地域全体水利用の約 56%、 $2.40 \times 10^7 \text{m}^3$  を占める。灌漑は水循環と水辺空間を創造し、水環境に重要な役割を果たす。商工業用水は全水量の約 8% と水循環に及ぼす影響は

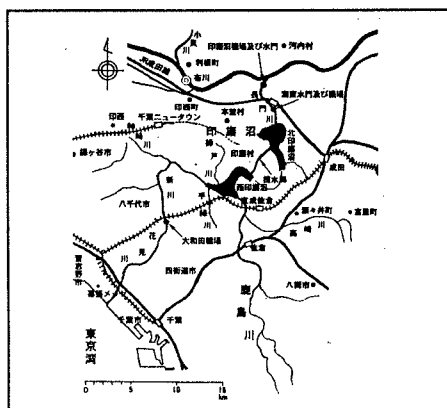


図-1 鹿島川流域の概要

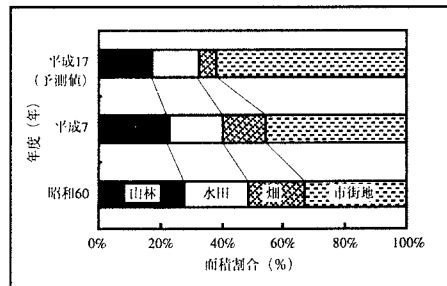


図-2 両市における土地利用形態

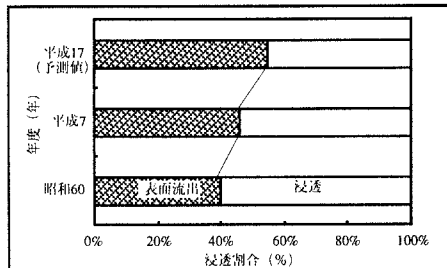


図-3 両市における浸透面積割合

少ない。上水道の使用量は地下水28%、印旛沼および利根川からの表流水6%と水循環に対して大きな影響を与えている。平成7年度における全上水道財政に占める利根川などからの受水費の割合は30%、5.7億円に達している。上水道の需要が近年と同様な増加傾向を示したとすると10年後には流域内の総水量における上水道の占める割合が48%まで達し、受水量も2.8倍と水需給の自立度はより低くなる。

使用された上水道の水は公共下水道（普及率約90%）により流域外（東京湾）へ放流され、その年間放水量 $1.5 \times 10^7 \text{m}^3$ で13億円が消費される。

## 5 水循環再生の対策

本研究では水循環再生の方法としてオンサイトの資源である降雨に注目し、屋根水の有効利用を提案する。気象庁佐倉観測所での10年間平均（S61～H7）の年間降水量は1,402mmである。屋根に降った雨は、若干の蒸発散はあるものの、対象地域における年間の屋根への降水総水量は $1.22 \times 10^7 \text{m}^3$ もある。しかしそのほとんどの雨水が雨水管あるいは開渠を通じて放流されている。この際、雨水を各戸に対して集配水し易いようにDID（人口集中地域）を対象に設置を行ない、また貯留施設は公園や学校などの公

用地の地下への設置とする。さらに災害時には人口が密集するこの地域にとってライフラインや防災活動に対して有効な水資源を提供することにもなる。雨水貯留量計算は佐倉市の住宅の屋根面積を200件抽出し1件あたりの屋根面積（ $76.2 \text{m}^2$ ）を求めた。DIDで100%の家屋に導入し、上水道へ環流させた場合、流域の受水量は全体の3%まで減少が可能となる（図－5）。

また、流域全ての住宅に屋根水再利用システムを導入した場合、現在の取水量と屋根水から、対象地域における許容人口を求めた。その結果対象地域の許容人口は約 $1.6 \times 10^6$ 人となった。またこの場合、対象地域における市街地面積の人口密度は約 $4.2 \times 10^3 \text{人}/\text{km}^2$ となり、市街地全てがDID地区になる。結果現在の市街地内を整備することにより、地域内で上水道による需給の水自立は可能となる。

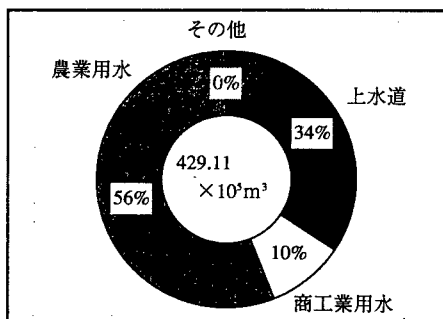
さらにこの雨水の屋根水貯留は洪水流出の抑制効果もある。そこで洪水流出の抑制量を調整池に常に貯める。これにより既存の調整池の自然環境空間としての創出が可能となる。この結果、調整池は動植物の生息空間が創出され、また近隣の住民に対しても環境整備をすることにより水辺空間を提供することが可能となる。

## 6 水自立度向上のための緑地保全計画

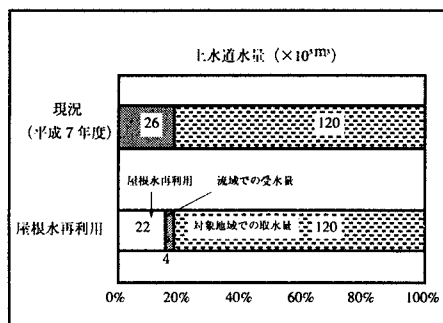
水自立度の向上には、施設面の計画だけでなく、本来流域が持つ自然環境の保全と創出が必要である。緑地は降雨時に雨水を蓄えるダムの機能があり、流出抑制が高い。その結果地下水の涵養につながる。また、生物の生息空間としての役割も高い。しかし、近年緑地は減少傾向にあるため、抑制するには厳しい土地利用計画の早期策定が必要である。そのため流域におけるまちづくりは河川を中心として河川兩岸400m範囲を河川緑地や農業地域とし、調整池1km圏を保全緑地、鉄道の駅から1.5km圏を生活行動圏としたゾーニングが必要である。その結果、都市－農地－緑地という環境ごとの棲分けを行うことにより、都市部の拡大を抑制する。

## 7 おわりに

今後、この環境水文学的研究において流域内における自然要因と人間要因との関係をより詳しく調査し、環境条件によって人間活動が自然に与える影響を評価する。また、それぞれの空間相互が及ぼし合う影響の検証を行なう。



図－4 平成7年度流域内の水利用



図－5 現況とDID屋根水再利用による効果