

(株) ケーエーケー技術研究所 正員 重光 世洋
(株) ケーエーケー技術研究所 田口 雅弘
近 畿 地 建 正員 山口 省三

1. まえがき

流域の開発、土地利用形態の変化に伴い、自然および地文環境が変化し、必然的に流出形態も変化する。とくに、治水、利水、環境の3側面の同定化が大きな問題となっている昨今、河川環境の最適管理計画もいかに策定するかが急務である。このためには流域の開発度合によって流出形態がどのように変化するかについても定量的予測が必要とひてくる。一般に流出現象の観点から流出の形態について着目すれば次の現象が考えられよう。高水流出は主に表面流出と流出の速い中間流出であり、低水流出および水資源の観点からは、流出の比較的遅い中間流出と地下水流出である。都市化に伴うこれらの流出を支配する要素としては、表面流出に対しては流出面要素、流路要素、合流要素、貯留要素、流域の浸透要素などが考えられる。また中間および地下水流出に対しては、浸透要素と地下水となり河川の表面水として還元する浸出要素などが考えられる。よって都市化に伴う流出現象の変化を量的にとらえるためには、これらの諸要素を解明しなければならない。いうまでもなく、流出解析においてネッフとは、そのものは有効雨量、基底流量と貯留効果などに対する定量的評価である。したがって流域の浸透と貯留現象の解明が先決であろう。本文はまず長期流出(低水)を対象として浸透能理論を応用した補給能モデル⁽¹⁾も、大流域に適用して検討を行った2・3の結果について報告する。このモデルはHortonの浸透能の概念を補給能のそれにおき換え、簡単なモデルを規定することによって、損失雨量(有効雨量)と地下水流出(基底流出)を同時に推算する方法である。

2. 現況流域における補給能モデル諸定数の検討

都市化に伴う長期流出量の変化の検討に先立ち、まず流域モデルの諸定数を以下の条件のもとに検討を行った。(1)人工排取水の影響の少ない上流域。(2)地下水流出と表面流出を対象し、中間流出は考慮しない。(3)日流量を対象とし、したがって河道時差は考慮しない。(4)表面流出率は1.0、なお検討に用いた流域面積は約235km²であり、これを2流域モデルに分割し、各モデル流域の流域平均時間雨量はテューセン法により求め、一連の試算により求められた諸定数も表-1に、また観測値(実測値)と計算値の比較も図-1に示す。次にこれら諸定数を下流域に適用して自然流況を求め、これを観測値と人工取排水量も考慮した水収支値と比較した結果(修正値)、良い一致性をみくに(図-2)。なお都市域は単純に相当する浸透面積の減少分として捉え、地下水の低減係数は非かんがい期における流量により推定した。

3. 都市化に伴う長期流出量の変化の予測

前記の検討結果により都市域は浸透面積の減少を考慮することによってモデルがそのまま再現しえるものと仮定できることから、ここでは、同流域に表-2に示す水文・地文条件であるモデル流域を選定して長期流出量の変化について検討を行った。なお、現況流域の都市化率は約12%である。

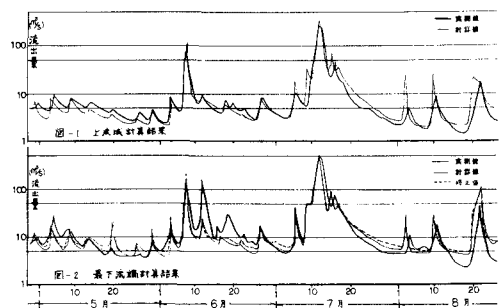


図-1, 2 現況流域計算結果

モデル定数	流域名	上流域	下流域
浸透補給能 f_c (mm/hr)		0.72	0.72
上層補給能 f_u (mm/hr)		5.80	5.80
下層補給能 f_b (mm/hr)		3.80	3.80
損失雨量 E_p (mm/day)	$1/1 \sim 5/31$	2.85	$1/1 \sim 5/31$ 2.85
	$6/1 \sim 9/30$	5.50	$6/1 \sim 9/30$ 5.50
	$10/1 \sim 12/31$	1.90	$10/1 \sim 12/31$ 1.90
飽和層物理定数 b (hr ⁻¹)		0.15	0.15
表層物理定数 C (day)		0.50	0.50
地層補給係数 M (day)	観測値 計算値	0.04 0.08 0.12 0.16	0.05 0.07 0.02 0.06
飽和率比 W_s (%)		1.0	1.0
飽和率比 W_c (%)		2.0	2.0
浸透係数 W_h (%)		3.5	3.5

表-1 補給能モデル諸定数

その結果の概要も示せば次のとおりである。

(a) 流況の変化について 流況の変化は概ね現況流域における量水流量を境に、都市化が進むにつれて直接流出量が大きくなり、これと逆に平水、低水および濁水量はほぼ都市化率に比例して減少する(図-3)。

流域面積 (km ²)	24.78
降雨パターン(年型)	S39,46,47,48
都市化率(%)	0,5,12
(非浸透域率)	25,50,75,90

(b) 年間流出率の変化について 現況流域を基準とした場合の各都市化率における各種の流出率の変化を図-4に示す。この図により各種流出率は都市化率に対してほぼ直線的な変化を示すようである。このことは、都市化率による補給能モデル諸定数の変化も非浸透域面積の変化のみにあらずに表わしたに因ると思われる。また年総降雨量の大小による変化率の影響は、総流出量および表面流出量に影響を与えるが、地下水流出量にはほとんど影響がなく、各年同様の変化率を示す。

表-2 水文・地文条件

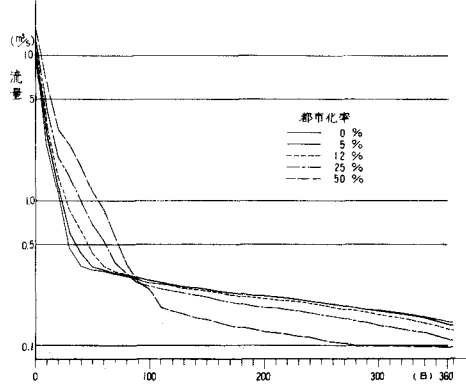


図-3 流況図

4. 保水容量の考察

都市化に伴う非浸透域の増大により流域地下水の貯留量と流出量が減少する。これらの減少は、地下水位の低下となって表われ、井戸の枯渇、地盤沈下、地下酸素不足などにより、水質の悪化、生態系对环境に対して好ましくない影響を与えることになる。ここでは、狭義的観点に立って、都市化による現況流域の低水流況を維持するための必要保水容量について検討する。この必要保水容量は都市化による地下水の流出の変化量として捉える。この場合、必要保水容量は、流域の降雨量、対象期間、初期流量などにより大幅に変化するもので、どの程度の容量が適切であるかについては定説がないが、ここでは単純に降雨の地下水流出に等しい期間を対象として検討する。その結果、概ね60日間程度であった。

表-3および図-5が都市化率(非浸透域率)と必要比保水容量との関係を示したものである。

5. あとがき

以上 都市化に伴う長期流出量の変化も浸透域と地下水流出の単純な関係により検討したが、都市化に伴う補給能モデル諸定数の変化、浸透域の評価等について不明な点が多く、今後これらの点について実証的な資料収集と検討を行う、ていように思っている。

最後に、本研究に当り終始懇切なる御指導を賜、に京都大学防災研究所教授 角屋 睦先生ならびに流域の特性について種々御討議を賜、に福井工事事務所 竹沢 孝氏(元猪名川工事事務所)に対して心より感謝の意を表わします。

参考文献 (1) 角屋 睦・豊岡永次・文彦俊夫; "山地小流域河川の低水解析(2)" 京大防災研究所 年報第10号B(昭和42.3)

(2) 角屋 睦; "都市化と流出" (3) "猪名川流出機構検討業務(第1)〜(第3)報告書" 近畿地建建設局(昭50.12〜昭51.10)

図-4 各種流出量変化率図

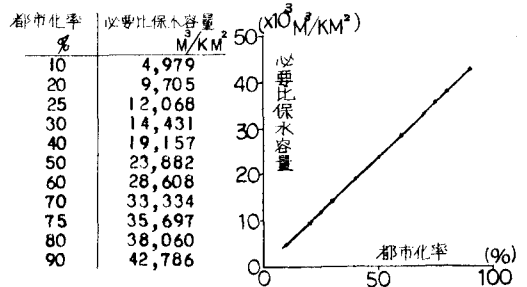


表-3, 図-5 都市化率・必要比保水容量

都市化率 %	必要比保水容量 M/KM ²	($\times 10^3$ M ³ /KM ²)
10	4,979	
20	9,705	
25	12,068	
30	14,431	
40	19,157	
50	23,882	
60	28,608	
70	33,334	
75	35,697	
80	38,060	
90	42,786	