

(Ⅱ-58) 大和川の上流域から下流域までの応答特性

宇都宮大学工学部 学生会員 宮田 秀一
宇都宮大学工学研究科 正会員 長谷部 正彦

1、はじめに

河川流域における水管理上重要なことの一つに、河川水に影響を与えている要因を調べ、水循環系を明らかにすることができる。河川水は主に降雨から土壌系を経て、河川水となって流下する。降雨から河川への流出は、システム的に1入力-1出力系という非常に単純な系であると考えられるが、実際には流出の内部機構は非常に複雑なものである。一般に河川流量の流出形態は、主に降水量を入力として比較的早い流出の直接流出(表面・中間流出成分)と、遅い流出である基底流出(地下水流出成分)とからなる。また都市内では入力として降水量以外に、家庭から出る生活排水等その他の入力もあると考えられる。本研究では大和川の上流域から下流域における流出機構を明らかにすることを目的として、応答特性について検討する。

2、大和川流域の概況

大和川は、その源を笹置山地に発し、佐保川、曾我川、竜田川等の奈良盆地の水を集め、奈良県と大阪府の境あたる溪谷部を経て大阪平野に入り、石川、西除川等を合わせ大阪湾に注ぐ。奈良県、大阪府にまたがる流域面積(A)は1,070km²に及び、流域内人口は約200万人、流域の山地率は約44%である。幹川流路延長(L)は68km、年間平均降水量は約1,400mmとなっており、流域図を図-1に示す。また流域の土地利用割合を表-1に示す。

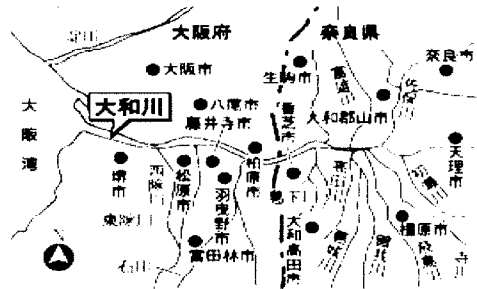


図-1 大和川流域図

3、流出解析

降雨停止後の流量を自己回帰式(AR式)で表すと、

$$y_i^{(l)} = a_1^{(l)} y_{i-1}^{(l)} + a_2^{(l)} y_{i-2}^{(l)} + \cdots + a_p^{(l)} y_{i-p}^{(l)} + \varepsilon_{i-l}^{(l)}$$

となり、上付き添え字 l は成分系の番号で、 ε_l は雑音項である。数値フィルターによって各成分に分離された各観測地点での流量データ(2~4年分)をもとに、前式よりAR係数 a_i を求める。系の応答特性を理解するため、次式により応答関数に変換し単位図を作成する。

表-1 大和川流域の土地利用割合

$$h_0 = 0$$

$$h_1 = b$$

⋮

$$h_m = \sum_{j=1}^m h_{m-j} a_j \quad (m \geq 2)$$

	大和川全流域	大阪府下流域	奈良盆地流域
水田(%)	24.8	19.6	29.0
畑地・果樹園(%)	4.9	6.5	4.4
森林(%)	42.6	4.1	41.2
住宅・建築物・道路(%)	24.5	57.8	22.8
その他(%)	3.2	11.8	2.6
面積(km ²)	1069	106	743
人口(万人)	214	44	123

Key word : 大和川 流出解析 応答特性 表面・中間流出成分 地下水流出成分

連絡先 : 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設棟水工学研究室

Tel : 028-689-6214

Fax : 028-689-6230

表-2 解析結果

表面・中間流出成分	香ヶ丘	柏原	道明寺	藤井	張井	王寺	新竜田	保田	坂東	番条
ピーク日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日
ピーク値	0.624	0.640	0.617	0.627	0.542	0.649	0.326	0.505	0.624	0.641
流出終了(日)	10~15	7~10	10	7~12	10~12	7~12	13~15	10~15	7~13	10~15
ピーク値80%以上(日)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ピーク値50%以上(日)	1	1	1	1~2	1~2	1	1~2	1~2	1~2	1~2
地下水流出成分										
ピーク日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日	1日
ピーク値	0.119	0.161	0.145	0.133	0.163	0.160	0.088	0.078	0.153	0.155
流出終了(日)	30~90	20~50	30~80	25~60	20~	20~50	40~	35~	20~60	20~60
ピーク値80%以上(日)	1~4	1~3	1~2	1~3	1~3	1~2	2	1~4	1~3	1~3
ピーク値50%以上(日)	2~10	2~5	4~8	3~5	3~4	2~5	5	4~11	2~6	2~8
ピーク比	0.18	0.24	0.24	0.21	0.29	0.24	0.25	0.15	0.22	0.24

4、結果

応答 関数を求めることにより得られた結果を2~4年分まとめたものを表-2 に示す。ここでピーク値とは各流出成分のピークを示す日での応答関数の値、ピーク比は地下水流出成分ピーク値の表面・中間流出成分ピーク値に対する割合で、それぞれ平均値で示した。また、ピーク値の80%・50%以上の日数を示した。観測地点は、左から順に下流から上流へと並べられており、黄色に塗り分けられた地点は大和川本川での観測、その他は支川の大和川合流部直前での観測である。例として1998年香ヶ丘・坂東地点での表面・中間流出成分の応答関数を図-2 に示す。

5、考察

本川の観測地点を上流から順に見ていくと、坂東から柏原までの地点では、藤井の地下流出成分のピーク値が他の地点に比べて0.133 とやや小さいものの、ほぼ同じ応答特性を示すことが分かる。また、大和川最下流に位置する香ヶ丘地点ではピーク比が0.18 と小さく、流出が終了するまでの期間もやや長くなっている。この原因として、香ヶ丘地点は人口の集中する都市部に位置することや、海に近い潮の影響を受けていることが考えられる。また本川全体として、表面流出成分は下流に行くに連れて流出にかかる期間がやや短くなっているといえるが、これは山地や森林の方が流出率が大きいと考えられる。地下水流出成分では、その傾向は明らかではない。さらに、全体的に年がたつにつれてピーク比が小さくなる傾向があり、宅地開発などの都市化により地盤の浸透効果が低減しているのではないだろうか。

支川での観測地点でのデータをみると、支川で二番目の流域面積で坂東の少し上流で合流する佐保川の観測地点である番条では、本川とほぼ同じ流出特性を示すが、その他の地点では本川とは異なる。特に王寺周辺に合流地点がある保田・新竜田・張井地点では、ある年のデータで地下水流出成分が(100 日以上)流出し終わらなかった。王寺周辺は亀の瀬と呼ばれ著名な地すべり地帯であり、水を含みやすい地質であるといえる。そのため、常に地下水が供給される状況にあり、流出終了までに時間がかかるのではないかと考えられる。

[参考文献]

日野幹雄・長谷部正彦共著 「水文流出解析」 森北出版株式会社
 応用地質株式会社 大和川流域水質保全検討(その2) 業務報告書

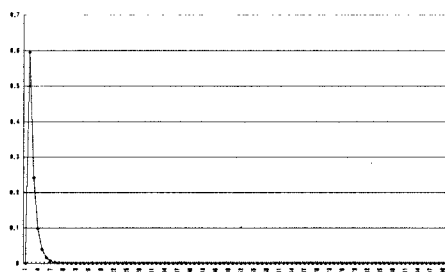


図-2.1 応答関数 (香ヶ丘)

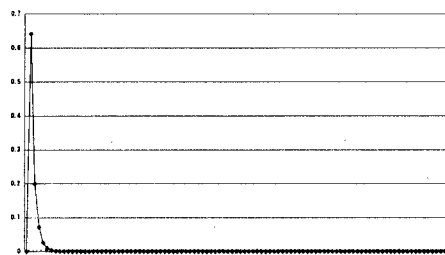


図-2.2 応答関数 (坂東)