

(II-28) スペクトル解析を用いた都市河川と山地河川の流出機構の比較

宇都宮大学工学部 学正会員 竹高 麗子
宇都宮大学工学研究科 正会員 長谷部 正彦

1.はじめに

一般に、山地河川の河川流量の流出形態は、主に降水量を入力として早い流出成分である直接流出と遅い流出成分である地下水流出成分（間接流出）とからなる。一方、都市河川においては、入力として降水量以外に家庭からでる生活排水等の他の入力が存在する可能性があるために、山地河川と異なる流出機構であると考えられる。このように、都市河川においては水循環の素過程、水量、水質の水収支について明らかでない部分が多い。そこで、本研究では、都市河川の大和川水系石川の流出機構と山地河川の十勝川水系札内川の流出分離を洪水の流量の通減部及びコヒーレンスなどを用いて比較をする。

2.解析流域の概況

解析流域は、大和川水系の石川流域で流域面積(A)=220km²、流路延長(L)=34km、平均 1.7m³/s の流量であり、一方、十勝川水系の札内川流域は、流域面積(A)=725km²、流路延長(L)=82km、平均 38.8m³/s の流量である。石川の流域図を図-1 に、札内川の流域図を図-2 に示す。

3.流出分離

流出分離は以下のように行う。

- ① 一雨ごとの流量ハイドログラフの通減部による流出分離特性である分離時定数は、流量の通減部を用いて以下の式で表現できる。

$$Q = Q_0 \exp(-\alpha t) \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $\alpha = 1/T_c$ であり、 Q は、通減部の流量であり（降雨停止後の）、 Q_0 は、降雨停止直後の流量で、 T_c は、時定数である。(1)式から、縦軸に $\ln(Q_0/Q)$ 、横軸に時間 t をプロットして、勾配 α を決定することができる。この勾配の折れ曲がる時点から流出成分が変わることが分かる。

- ② 流出分離特性および流出分離を行うためのコヒーレンスとを次式で示す。



図-1 石川流域図

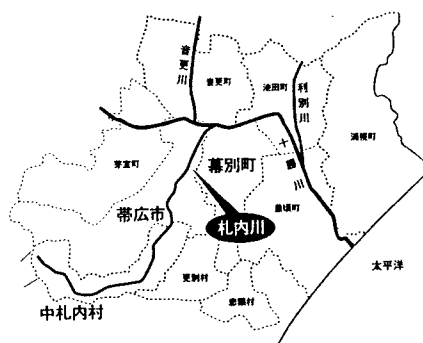


図-2 札内川流域図

key word:都市河川 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

$$Coh^2(f) = \frac{|P_{xy}(f)|^2}{P_{xx}(f)P_{yy}(f)} = \frac{K_{xy}^2(f) + Q_{xy}^2(f)}{P_{xx}(f)P_{yy}(f)} \dots\dots (2)$$

ここに、 $P_{xx}(f)$ 、 $P_{yy}(f)$ は、降水量 $x(t)$ と河川流出量 $y(t)$ のパワースペクトルを表わし、 $P_{xy}(f)$ はクロススペクトルである。なお、 $K_{xy}(f)$ と $Q_{xy}(f)$ は、それぞれコスペクトルとクオドスペクトルである。図-3 に平成7年の1年を通した石川の流量のコヒーレンスを示す。

H7年のコヒーレンスでは、 $f=0.45$ であるが、解析年を平均すると $f=0.3$ 程度であったので、石川の時定数は、3.0日を用いた。同様にして、札内川の時定数は、2.7日を用いた。

③ 次に、数値フィルターを通し次式から地下水流出成分を求める。

$$y^{(1)}(t) = \alpha \sum w(k)y(t-k) \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 α ：重み係数、 $w(k)$ ：数値フィルターである。成分離の結果(平成7年のみ)を図-4、図-5に示す。また、年毎の地下水流出量と全流出量の比 Q_g/Q を図-6、図-7のグラフに示す。 Q_g ：地下水流出量、 Q ：全流出量である。

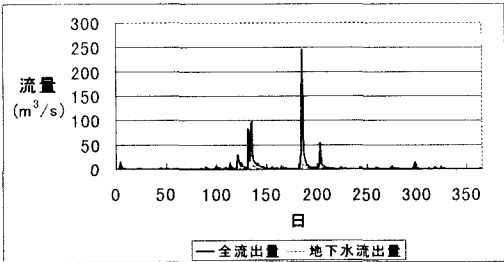


図-4 H7 石川流出分離

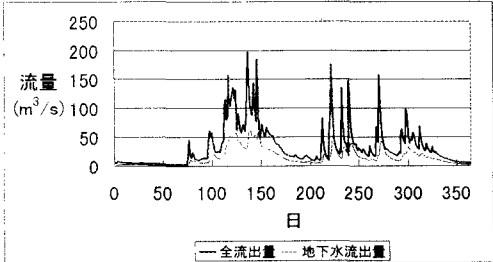


図-5 H7 札内川流出分離

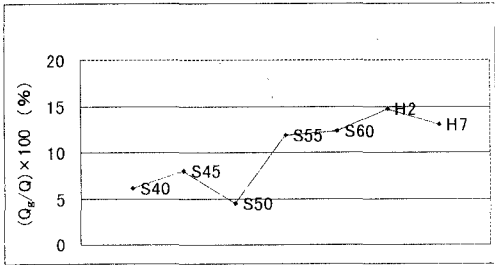


図-6 石川流出分離比

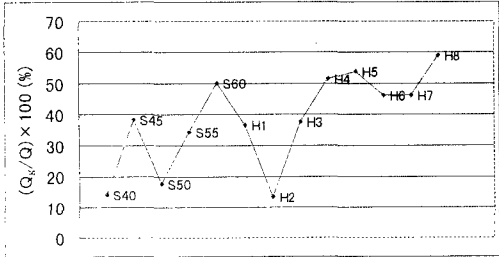


図-7 札内川流出分離比

4. 考察

流出分離比の結果から札内川は石川に比べて地下水流出量が多い。この原因としては、山地河川の方が浸透効果が効いて、地下水流出量が多いと考えられる。また、石川も札内川も近年、地下水流出量が増加している。

【参考文献】 日野幹雄、長谷部正彦：水文流出解析、森北出版
 日野幹雄：スペクトル解析、朝倉書店
 日野幹雄、長谷部正彦：流量時系列のみによめる流出解析について、土木学会論文集 No300