

IV-217

人工衛星情報による河川流量算定
手法について関西電力(株) 正員 村上英博 正員 藤田勝己
㈱新日本技術コンサルタンツ 正員 杉木 清

1. 目 的

水力発電所やダム等、河川における開発計画の策定において流量資料は、規模の決定・経済性等の検討にはなくてはならない資料である。しかしながら、計画地点に測水所がなく、適切な流量資料が得られない場合が多い。このため、通常は、流域面積の大小や他の水系にもかかわらず、既存の測水所流量資料から、流域面積比により換算して、算定しているのが一般的である。

本研究は、既存の流量資料と、公表されているランドサット衛星データの相関性について分析し、人工衛星情報により、流量資料のない河川の流量を、適切に算定する手法について検討したものである。

2. 使用したデータ

木曾川水系の上流部をモデル河川とした。ランドサット情報は、1977年から1986年までの10ヶ年の中から豊水年(1979年)、渇水年(1986年)を選定し、画像解析に適した6シーンを抽出した。ランドサットのMSSデータは、4つの波長帯からなるが、本研究では土地被覆状態・気象条件等を比較的良好に反映するといわれる指標NVI (Normalized Vegetation Index: $[\text{Band7}-\text{Band5}]/[\text{Band7}+\text{Band5}]$)を使用した。

地上の水文情報は、既存の測水所および、人為的な影響がなく自然流量の算出が可能な地点から、5地点を選定し、10ヶ年の流量データを使用した。表-1に各地点の比流量を示す。

表-1 比流量一覧表 (1977-1986 10ヶ年平均)

地点名	流域面積 (Km ²)	比 流 量 (m ³ /s/100Km ²)							
		最 大	35日	豊 水	平 水	低 水	渇 水	最 小	年平均
A地点	63.5	61.04	8.82	4.94	3.49	2.71	2.19	2.12	5.10
B地点	73.0	57.86	12.45	6.62	3.89	2.72	1.87	1.62	6.11
C地点	114.2	151.32	21.73	10.06	5.81	3.36	1.83	0.89	10.37
D地点	553.7	102.69	16.32	7.87	4.74	3.09	1.96	1.54	7.96
E地点	578.9	102.96	15.92	8.19	5.02	3.39	2.20	1.57	8.14

表-2 流域平均のNVI

撮影日	1979年			1986年		
	05.23	10.23	11.01	05.08	10.31	12.02
A地点	0.622	0.677	0.530	0.562	0.620	0.543
B地点	0.623	0.684	0.529	0.572	0.630	0.544
C地点	0.648	0.693	0.607	0.637	0.679	0.621
D地点	0.640	0.689	0.561	0.594	0.645	0.566
E地点	0.642	0.689	0.561	0.594	0.645	0.563

*1979.10.28御嶽山噴火の影響有り

3. 衛星情報と水文情報の相関関係

衛星情報から得られた、各シーンの流域別の平均NVI(表-2)と、地上で得られた、10ヶ年平均の各流況における比流量(表-1)との相関関係を調査した結果、図-1、表-3に示すとおりどのシーンにおいても高い相関が得られた。

これは、NVIは、既存の流量資料から、流域面積比換算する場合に、補正係数としての適用が可能である事を、意味するものと考えられる。

渇水量の相関が低いのは、NVIにかかわらず各地点の比流量がほぼ一定であるためである。

4. 補正係数

流量の流域面積比換算および補正係数は、次式によるものとした。

$$Q(n) = Q(k) \times \frac{CA(n)}{CA(k)} \times \alpha$$

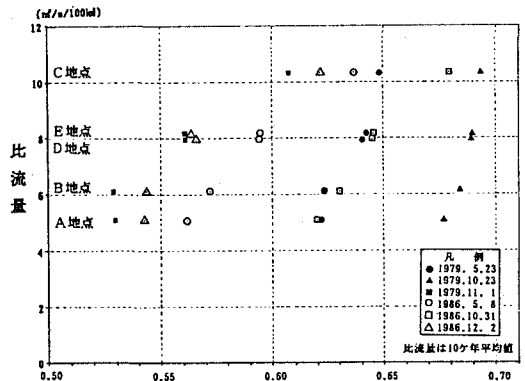


図-1 シーン別NVIと平均比流量散布図

ここに Q = 流量

CA = 流域面積

(n) = 求めようとする地点

(k) = 既存の地点

$$\alpha = \text{補正係数} = \frac{a + b \times NVI(n)}{a + b \times NVI(k)}$$

$a \cdot b$ = 回帰式から求めた定数

補正係数は、各シーンについて NVI と、

各流況の比流量との回帰式により求めた。

表-2に示したシーンの中の、1979年5月23

日の回帰式は、下記のとおりである。

(回帰式) (a) (b)

年平均比流量 = $-97.50 + 165.41 \times NVI$

35日比流量 = $-226.47 + 380.34 \times NVI$

豊水比流量 = $-88.17 + 150.72 \times NVI$

平水比流量 = $-43.71 + 76.11 \times NVI$

低水比流量 = $-14.06 + 26.96 \times NVI$

渇水比流量 = $4.20 + -3.45 \times NVI$

次に、 NVI から求めた補正係数により、

各地点の流出量を算定した結果、表-4の

とおり、実測値と算定値は比較的良好一致

した。

さらに、回帰式によって得ら

れた結果を用いて、流況曲線を

推定し、 NVI により算定した

流量資料がどの程度実測値に近

くなるか、単純に流域面積比換

算した場合と、補正係数を使用

した場合とについて比較した。

流況曲線の推定は、年平均流量の補正係数を年間を通して使用する方法と、回帰式の補正係数を基に得られた、35日流量、豊水量、平水量、低水量、渇水量の5つのデータを用い、指数曲線で近似する方法とについて検討した。

この結果、図-2のように推定した流況曲線は、いずれの方法とも実測による流況曲線とほとんど一致した。

5. 研究結果

人工衛星情報と水文情報の関連性の検討により次の事が判明した。

① NVI と比流量との間には、高い相関関係が認められる。

ただし、渇水量については、高いとはいえない。

② 流量の流域面積比換算補正に、 NVI を用いることは有効である。

③ 水力発電所の計画には、電力量に影響を及ぼす総流出量が問題であり、渇水量以下の影響は小さい。

④ 補正係数を求めるためには、同一水系または同一シーンに、2以上の既存流量資料が必要である。

⑤ ランドサット情報には、雨の情報がないことや、回帰周期・天候阻害等を考慮すれば、2ヶ月に1回程度の情報となり、衛星情報のみにより、日々の河川流量を算定することは難しい。

表-3 NVI と比流量の相関係数

撮影日 流況	1979年			1986年		
	05.23	10.23	11.01	05.08	10.31	12.02
平均	0.96	0.80	0.97	0.98	0.98	0.93
35日	0.93	0.97	0.95	0.98	0.98	0.93
豊水	0.93	0.80	0.93	0.96	0.97	0.90
平水	0.97	0.81	0.96	0.97	0.96	0.91
低水	0.96	0.62	0.84	0.83	0.81	0.74
渇水	-0.23	-0.20	-0.42	-0.52	-0.55	-0.52

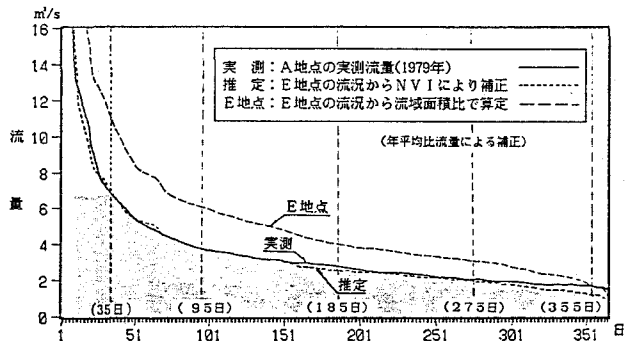


図-2 A地点流況の推定 (1979年)

(流域面積=63.5km²)

表-4 NVI による補正と実測値の比流量比較

() 内は実測値

れた結果を用いて、流況曲線を推定し、 NVI により算定した流量資料がどの程度実測値に近くなるか、単純に流域面積比換算した場合と、補正係数を使用した場合とについて比較した。

地点名	算定(実測)比流量 [m³/s/100km²]					
	35日流量	豊水量	平水量	低水量	渇水量	年平均
A地点	10.1(8.8)	5.6(4.9)	3.6(3.5)	2.7(2.7)	2.1(2.2)	5.4(5.1)
B地点	10.5(12.5)	5.7(6.6)	3.7(3.9)	2.7(2.7)	2.1(1.9)	5.6(6.1)
C地点	20.0(21.7)	9.5(10.1)	5.6(5.8)	3.4(3.4)	2.0(1.8)	9.7(10.4)
D地点	16.9(16.3)	8.3(7.9)	5.0(4.7)	3.2(3.1)	2.0(2.0)	8.4(8.0)
E地点	17.7(15.9)	8.6(8.2)	5.1(5.0)	3.2(3.4)	2.0(2.2)	8.7(8.1)