

電源開発株式会社 正員 ○ 伊藤 孝
 東京大学工学部土木工学科 正員 高橋 裕
 東京大学工学部土木工学科 正員 安藤 義久

1. はじめに

前報¹⁾では、日本全国の45の山地流域を対象にして、地下水流出の被圧・不圧逓減式の適合性、逓減係数に対する季節・流域面積・流域地質の効果について検討した。本稿では、対象流域を92に増やすとともに、地質区分として第四紀火山岩類・第三紀火山岩類・花崗岩類・中生層・古生層の外、第三紀堆積岩を追加した。そして、標準逓減曲線との対応、同一水系内における流域面積の効果についても言及する。

2. 逓減式および解析方法

地下水流出の逓減式として、被圧逓減式(①式)・不圧逓減式(②式)が Werner・Sundquist, Roche, 高木により理論的に導かれている。

$$\text{被圧逓減式 } Q = Q_0 \exp(-AcT) \quad (1)$$

$$\text{不圧逓減式 } Q = Q_0 / (1 + Au\sqrt{Q_0}T)^2 \quad (2)$$

ここで、 Q_0 (mm/day) は初期流出高、 Q (mm/day) はT日後の流出高、 Ac ・ Au は被圧・不圧逓減係数である。解析に際しては、次のように変形し、最小自乗法により被圧・不圧逓減係数 Ac ・ Au と定数 C 、相関係数を求めた。

$$\text{被圧逓減式 } \ln(Q_0/Q) = AcT + C \quad (3)$$

$$\text{不圧逓減式 } (\sqrt{Q_0/Q} - 1)/\sqrt{Q_0} = AuT + Cu \quad (4)$$

3. 解析結果と考察

3-1 逓減式の適合性と逓減係数の季節的変動

逓減率と理論式との一致については、被圧・不圧逓減式の両方とも、各流域で相関係数が平均値で0.90以上と高い相関を示し、大差なくあてはまることがわかった。

次に、Fig. 1の古生層流域・礫田川・両郡橋を例として、逓減式の適合性と季節的変動について述べる。Fig. 1の上図は、夏・冬の各逓減率を重ね合わせた標準逓減曲線で、それぞれ一つの曲線にのることがわかる。下図は縦軸に被圧・不圧逓減係数を、横軸に初期流出高をとったもので、△は春季(3~5月)、○は夏季(6~9月)、▲は秋季(10~11月)、●は冬季(12~2月)である。これより被圧逓減係数は初期流出高との間に右上り、即

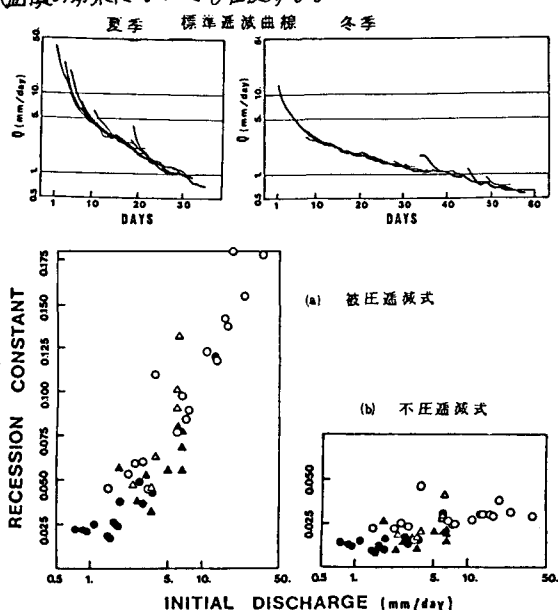


Fig. 1 季節別標準逓減曲線と逓減係数と初期流出高との相関図
 古生層流域 礫田川 両郡橋

Table 1

季節別標準逓減曲線と逓減特性における流域面積の効果

		不圧逓減係数	
		冬季	夏季
(a) 神流川 古生層流域			
新水所	流域面積		
堀 民	12.6	0.014	-----
下久保ダム	322.9	0.016	0.035
渡 瀬	373.6	0.014	-----
(b) 大淀川 第四紀火山岩類流域			
新水所	流域面積		
乙 房	359.	0.005	0.016
磯 渡	860.6	0.005	0.015
(c) 川内川 第四紀火山岩類流域			
新水所	流域面積		
宮 松	284.	0.004	0.015
下手橋	571.	0.003	0.010
磯 田ダム	905.	0.005	0.015

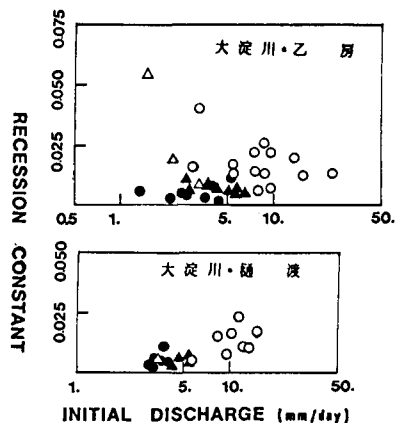


Fig. 2 不圧逓減係数と初期流出高との相関図

ち、初期流出高が大きくなると逓減係数も大きくなるのに対し、不圧逓減係数は全体的に見て、また夏・冬季別にみるとより一層、一定として考えることができ、標準逓減曲線が示す傾向を一つのパラメーターで表示でき、適合性に勝る。季節的に逓減係数をみると、冬季は値が小さくバラツキも小さく、夏季は値が大きくバラツキも大きい。春秋は両者の中間的分布を示すことがわかる。今回対象とした92流域のほとんどで季節的変動はみられ、おおむね不圧逓減式が適合性に勝れることが明らかにされた。

3-2 逓減特性に対する流域面積・流域地質の効果

先の結果から、不圧逓減係数を中心に、流域面積・流域地質の効果について述べる。Fig. 2は、大淀川流域内の同一地質の乙房(354km²)と穂妻(860km²)の不圧逓減係数と初期流出高の関係を示したもので、冬季●・夏季○とも同じ分布で、流域面積による差はみられない。Table 1に神奈川・大淀川・川内川の3流域内で同一地質の流域の流域面積・平均的夏季・冬季不圧逓減係数を示したが顕著な差はみられない。

次に、Fig. 3(a)~(f)には、地質別に流域面積を横軸に、不圧逓減係数(夏季○、冬季●)を縦軸にと、たものを示す。冬季不圧逓減係数は各地質毎にほとんど一定であり、流域面積による差はみられない。夏季についても一定と考えられるものもある。そこでTable 2に、地質別の冬季・夏季不圧逓減係数のサンプル数・平均値・標準偏差を示す。地質別に不圧逓減係数についてまとめると、第四紀火山岩類は冬季0.01以下、夏季0.02以下、第三紀火山岩類は冬季不明、夏季0.02以下、花崗岩類・第三紀堆積岩は冬季0.01前後、夏季0.02前後、中・古生層は冬季0.02前後、夏季0.02以上である。

4. まとめ

- (1) 不圧逓減式は被圧逓減式に比べ、適合性に勝る。
- (2) 逓減係数は季節的に変動しており、冬季は小さく、夏季は大きく、春秋は中間的である。(標準逓減曲線は季節的に異なる)
- (3) 逓減特性に対する流域面積の効果はみられない。
- (4) 地質別には、第四紀火山岩類が逓減係数が最も小さく、次に第三紀火山岩類・花崗岩類・第三紀堆積岩、そして中・古生層が最も大きい。

参考文献：1)

安藤・高橋・伊藤：
山地河川の地下水
流出の逓減特性と
それに対する流域
地質の効果，第25
回水理講演会，1981。

Table 2 不圧逓減係数の地質別、季節別の値

	冬季 不圧逓減係数			夏季 不圧逓減係数		
	N	平均	標準偏差	N	平均	標準偏差
第四紀火山岩類	21	0.008	0.005	23	0.018	0.011
第三紀火山岩類	—	—	—	5	0.018	0.008
花崗岩類	12	0.011	0.006	20	0.030	0.022
中生層	8	0.019	0.007	14	0.043	0.023
古生層	21	0.018	0.006	25	0.038	0.027
第三紀堆積岩	3	0.012	0.001	5	0.024	0.004

N : The Number of Samples 平均 : Average 標準偏差 : Standard Deviation

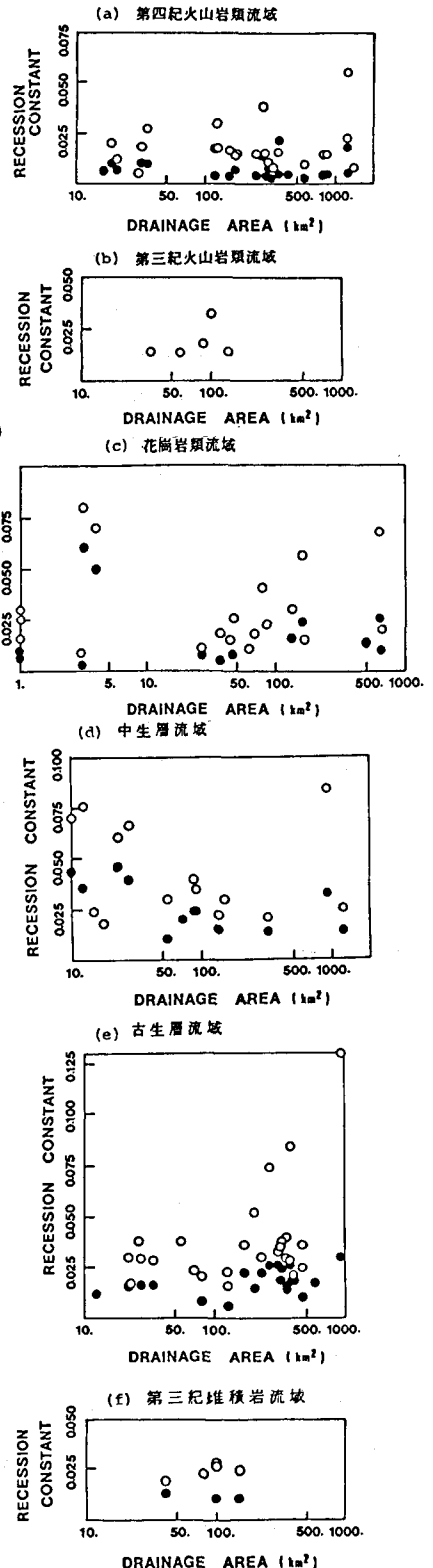


Fig.3 地質別の夏季・冬季不圧逓減係数と流域面積