

II-13

雪ダム、森林ダム、人工ダムの水涵養機能の比較研究

北海学園大学工学部 正員 山口 甲
 北海学園大学大学院 ○学生員 見延 聡
 北海学園大学工学部 中澤 利昭
 北海学園大学工学部 谷上 桂介

まえがき

我が国における水資源は長期的、短期的に変動が特に大きいものの、河川流域には元々水を貯留するダムの働きのある。この自然的なダム(自然涵養機能)として、森林には降雨時に水を貯留し、渇水時には徐々に水を流出させる働きがある。更に寒冷地では降雪量が冬期間雪として滞溜し春の温度変化と共に徐々に流出させる働きがある。一方、人工的なダム(貯水涵養機能)では降雨の多い時期、融雪時期に水を貯留し、下流の利水目的に沿った補給を行っている。本研究はこの自然的ダム(森林ダム、雪ダム)と人工ダムを①量的涵養機能、②涵養する期間、③流入量に対する下流への補給の緩和、平滑化機能の3つの面から比較することを目的としている。

1. 分析方法

自然的なダムは降雨、降雪を前提条件とし、地形、地質、森林、気温差等により涵養機能が左右されている。そこで12月1日から6月30日までの降雪量及びそれが全て流出されるまでの期間を雪ダムと呼び、7月1日から11月30日までの降雨流出の期間を森林ダムと呼ぶことにする。人工ダムによる貯留を多目的ダムと呼ぶことにし、それぞれ検討し比較する。

量的確保機能¹⁾としてダムに貯留する働きを流出高として次式で表す。

・雪ダム、森林ダム

・多目的ダム

$$S = R - I$$

(1)

$$S = I - O$$

(2)

R: 有効雨量 (mm)

I: 河川流量 (mm)

I: 河川流量 (mm)

O: ダム放流量 (mm)

S > 0: 貯留量 (mm)

S > 0: 貯留量 (mm)

S < 0: 補給量 (mm)

S < 0: 補給量 (mm)

次に涵養期間は貯留量と補給量の時間差で表されるので次式で表す。

$$t_g = (\sum S_- t / \sum S_-) - (\sum S_+ t / \sum S_+) \quad (3)$$

t_g: 涵養期間 (日)

($\sum S_- t / \sum S_-$): 補給量の重心 (日)

($\sum S_+ t / \sum S_+$): 貯留量の重心 (日)

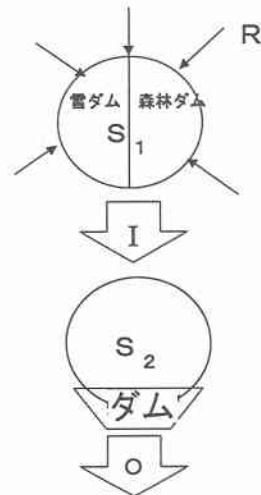


図-1 本研究の概念²⁾

The Water Cultivation of the Snow Dam, Forest Dam and Reservoir.

by Hajime YAMAGUCHI, Satoshi MINOBE, Toshiaki NAKAZAWA and Keisuke TANIGAMI

平滑度は次式で表す。

・雪ダム、森林ダム

$$m_0 = m_I / m_R \quad (4)$$

m_0 : 平滑度

m_I : 日平均河川流量 (mm)

m_R : 日平均有効雨量 (mm)

・多目的ダム

$$m_0 = m_{su} / m_{st} \quad (5)$$

m_0 : 平滑度

m_{su} : 日平均補給量 (mm)

m_{st} : 日平均貯留量 (mm)

平均値 m を求めるのにポアソンの確率分布を用いると便利である。その理由は本研究の自然現象はいかなる時刻、場所でランダムに発生し、その事象は独立であるからである。

2.分析事例

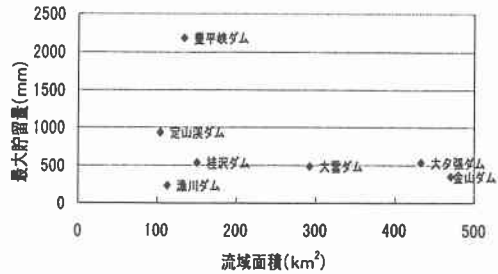
今回調査対象とした流域は石狩川水系に建設されている7つのダム流域である(図-2参照)。いずれの流域も山地河川流域で森林に覆われた流域である。自然涵養機能と貯水涵養機能が比較し易いように対象流域を選んだ。対象期間は豊水年、渇水年の含まれる昭和61年から平成7年の10年間とした。



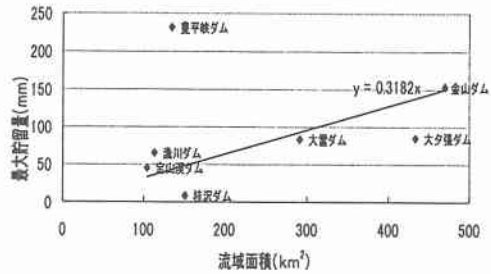
図-2 流域位置図

(1) 量的涵養機能

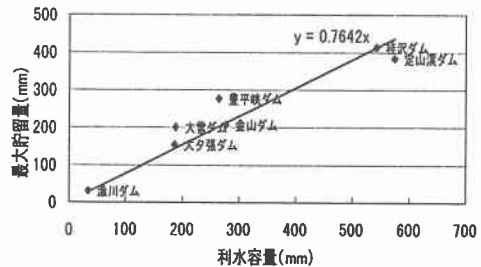
雪ダム、森林ダム、多目的ダムにおいて流域内または貯水池内の最大貯留量を図-3に示す。雪ダム、森林ダムは流域全体で水を涵養しており、多目的ダムは利水容量に沿って貯留が行われている。雪ダムは豊平峡ダム流域を除いて最大貯留量は 231.2~938.9mm の範囲にあり流域面積とは関係が見られず



流域面積と最大貯留量の関係(雪ダム)



流域面積と最大貯留量の関係(森林ダム)



利水容量と最大貯留量の関係(多目的ダム)

図-3 量的涵養機能

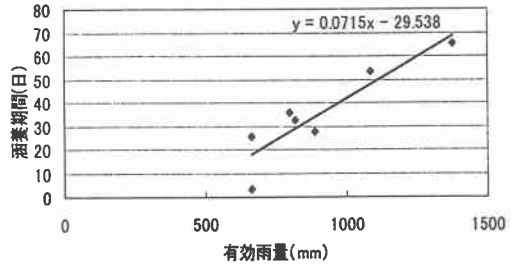
他の要因によりその値が定まるものとする。一方森林ダムは流域面積が大きいほど単位貯留量が大きくなる傾向があり、また多目的ダムは利水容量と関係し最大貯留量は 29.6~413.1mmにある。3つのダムを比較すると最大貯留量は雪ダムが最も大きく寒冷地における融雪出水の効果は大きく、これが水不足を解消する大きな要因でもある。また多目的ダムは森林ダムよりも涵養量が大きく、流域全体の量的涵養機能の人工的附加量として大きいものがあるといえよう。

(2) 涵養期間

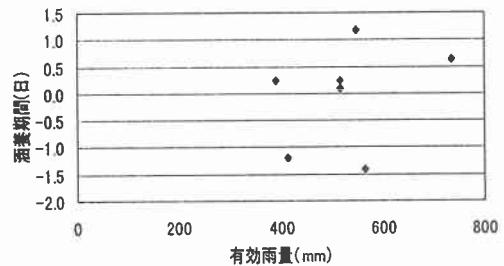
涵養期間とはダムに貯留してから下流に補給されるまでに貯水池に滞留する日数を示すものであり、図-4に示す。2つの自然的ダムにおける涵養期間を比較すると雪ダムははるかに長く、その理由として寒冷地の河川流域では降雪量を滞留させる働きがあるが、森林ダム期間は降雨に支配されているため滞留せずすぐに流出するからである。ここで森林ダムの0より小さい日数は、式(3)で示した重心を求める際に融雪出水が実際には森林ダムの期間(7月から11月)にも河川に流出しており、それによりグラフの重心がずれたものと考えられる。また雪ダムは有効雨量と比例の関係があるが、森林ダムにはそれが見られない。一方多目的ダムにおいては、春水は53日間(7ダム平均)、夏水は79日(7ダム平均)と差はあるものの、年平均では65日間(7ダム平均)となり雪ダム、森林ダムに比べはるかに長い。その理由として雪ダム、森林ダムは自然現象により流出させているが、多目的ダムは人工的に下流の利水目的に沿って貯留、補給が行われており、自然現象と人的水資源利用時期の差を任意に調整することを可能とするからである。

表-1 涵養期間総括表 単位：日

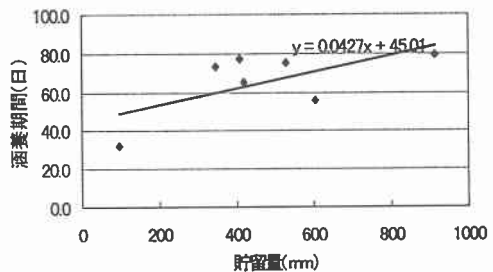
流域名	雪ダム	森林ダム	多目的ダム		
			春水	夏水	平均
大雪ダム	32.39	-1.42	52	95	73
金山ダム	25.34	0.24	59	71	65
桂沢ダム	35.77	0.24	71	87	79
大夕張ダム	27.54	1.18	66	90	77
漁川ダム	3.48	0.08	25	40	32
豊平峡ダム	53.38	-1.19	50	103	75
定山溪ダム	65.39	0.64	47	66	56
平均	34.76	-0.03	52.86	78.86	65.29



雪ダム 涵養期間



森林ダム 涵養期間



多目的ダム 涵養期間

図-4 涵養期間

(3) 平滑度

表-2 平滑度総括表 単位mm

流域名	雪ダム			森林ダム			多目的ダム		
	有効雨量	流出量	平滑度	有効雨量	流出量	平滑度	貯留量	補給量	平滑度
大雪ダム	15.5	3.9	0.25	9.6	3.8	0.40	4.0	3.7	0.93
金山ダム	6.1	3.2	0.52	7.1	3.3	0.46	4.5	4.4	0.97
桂沢ダム	6.5	3.8	0.58	4.6	2.7	0.59	6.4	8.4	1.31
大夕張ダム	8.7	4.2	0.48	7.7	3.5	0.45	4.1	4.3	1.05
漁川ダム	8.5	3.5	0.41	9.0	4.1	0.46	3.4	3.3	0.97
豊平峡ダム	8.9	5.2	0.58	5.4	2.7	0.50	4.7	4.6	0.98
定山溪ダム	9.6	4.6	0.48	9.3	4.0	0.43	4.4	5.2	1.18
平均	9.1	4.5	0.41	7.5	3.7	0.45	4.5	4.8	1.10

流出量の大きさを比で表しそれをダム流域、ダム貯水池において流入量に対する平滑度と呼び図-5に示す。雪ダム、森林ダムにおいては有効雨量をその40%の水量に緩和させて流出させており洪水災害を軽減させていることがいえる。多目的ダムにおいては春水、夏水において差はあるものの平均すると貯留量を1.1倍とわずかながら大きい補給量として下流の利水目的を果たしている。しかし、これは7mm/日以下の量に対する平滑度と考えなければならない。

3. むすび

今回は雪ダム、森林ダム、多目的ダムにおいて量的、期間的、平滑度の3つの面から涵養機能の比較を行って、各々のダムの涵養機能を量的に表すことを試みまたその涵養機能の発生条件を2、3の因子で検討したものである。この方法による機能分析の有効性が見られ更に支配因子等について分析を行う予定である。

参考文献

- 1) 山口、見延、北青、荒貝：ダムの水資源涵養機能調査、土木学会北海道支部論文報告集第54号、1998.2。
- 2) 山口、見延、北青、荒貝：ダムの水資源涵養機能について、土木学会第53回年次学術講演会講演要集、平成10.10。

参考資料

北海道開発局：ダム流量資料
北海道広域水圏調査会：北海道のダム

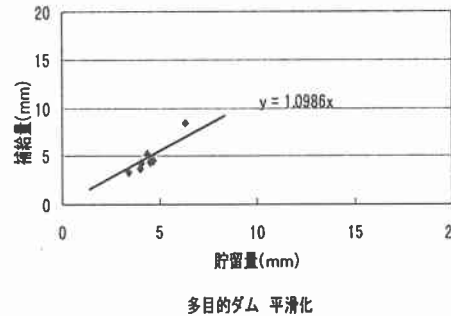
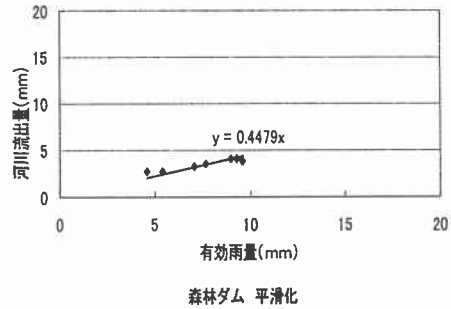
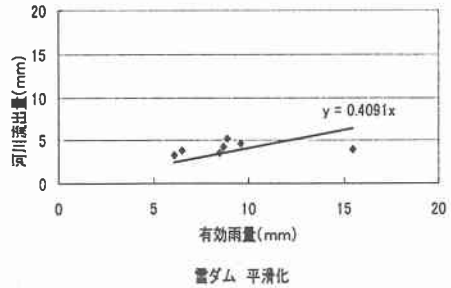


図-5 平滑化