HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	空知川上流域の DAD 解析 : 北海道の洪水比流量に関する研究 （II）
Author(s)	桜田, 純司; 秋野, 隆英
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 12(1), 14-22
Issue Date	1980-03-28
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11936
Type	bulletin (article)
File Information	12(1)_p14-22.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

空知川上流域のDAD解析

——北海道の洪水比流量に関する研究 (II)——

桜田純司*・秋野隆英**

*北海道大学農学部農業工学科土地改良学教室

**苫小牧工業高等専門学校土木工学科

(昭和54年9月8日受理)

DAD Analysis on the Upper Basin of the Sorachi River

Specific Discharge of Flood in Hokkaido (II)

Junji SAKURADA* and Takahide AKINO**

*Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan

**Depertment of Civil Engineering, Tomakomai Technical College, Tomakomai, Japan

1. まえがき

ダム，頭首工などの河川工作物の設計には特定地点の既往最大または地点確率洪水量が基準になっている。これらはあくまで点的発想にとどまっている。しかし，河川工作物の安全性を考えると流域を考慮した面的広がりについて考える必要があり，さらに特定流域のみならず，気象条件の類似した広範囲の流域に発生しうる洪水量について検討しておくことが望ましい。

ここでは洪水量を検討する資料として後志利別川流域と同様に，空知川上流域におけるDAD特性について検討した。

2. 流域の概要と降雨資料の選定

空知川上流域は石狩川支川，空知川の上流域で国鉄根室本線，島の下駅近くの地点より上流域を包含している。

この流域は地理的にみると十勝岳をはじめ芦別岳，夕張岳，佐幌岳等の山々に囲まれた流域であり，富良野市および上富良野町等の3町を含んでいて，富良野盆地を中心に主に畑作地帯として北海道中央地帯の要となっている。

また，流域中には金山ダム，日新ダム，東郷ダム等の既設または建設中のダム施設があり，特に金山ダムは流域面積約470 km² と道内でも有数の流域面積を有し，対象流域の約1/3を占めている。

流域面積は1,571.3 km² で，標高は150 mから2,000 mにわたっている。土地利用の点からは上記市街地，圃場を多く含んでいるがほとんど山地流域とみなせる。

Fig. 1. The upper basin of the Sorachi River and stations of rainfall.

Table 1. Area rainfall putted in order

Duration (hr)	Rank	Area (km²) 0	150	300	466.1	700	1000	1571.3	Duration (hr)	Rank	Area (km²) 0	150	300	466.1	700	1000	1571.3
	1	43.0	23.0	22.1	21.1	19.2	17.4	14.5		1	127.0	115.4	114.1	113.0	110.6	104.5	91.8
	2	30.0	22.7	21.0	19.6	18.8	16.6	13.8		2	109.5	97.6	96.1	92.3	83.5	77.6	67.5
	3	26.0	22.4	20.5	19.0	17.0	15.5	11.2		3	106.0	94.0	90.5	89.0	80.1	74.0	60.0
	4	26.0	18.8	18.2	17.5	16.5	14.5	10.5		4	85.5	83.3	82.5	82.1	77.5	65.9	49.7
	5	25.5	18.2	16.6	14.9	13.2	12.0	10.4		5	84.5	65.1	56.4	55.6	53.7	51.1	46.4
	6	24.0	17.7	14.6	13.1	12.4	11.7	8.4		6	79.5	58.0	55.9	51.2	50.5	49.4	44.5
	7	21.5	15.6	14.4	13.1	11.2	10.2	8.4		7	71.0	53.5	51.5	49.4	47.6	45.3	41.9
1	8	18.0	12.6	11.0	10.4	9.8	9.4	8.2	8	8	61.0	52.4	50.6	47.4	46.1	44.6	41.7
	9	16.5	12.0	10.8	10.2	9.7	8.9	7.4		9	60.5	52.4	49.4	44.4	42.4	38.3	34.6
	10	16.0	11.0	10.4	9.4	9.1	8.8	7.3		10	55.0	52.0	45.3	42.8	41.6	38.2	34.4
	11	16.0	10.9	10.3	9.3	8.6	8.4	7.1		11	55 0	47.1	43.7	42.4	39.1	37.3	33.1
	12	15.5	10.8	9.5	9.2	8.2	7.4	6.3		12	48 0	45.9	42.1	41.1	36.1	31.6	28.4
	13	15.5	10.5	9.4	8.6	7.5	6.4	4.5		13	45.0	40.6	38.9	38.0	34.4	29.8	24.4
	14	12.0	9.7	9.1	7.9	6.6	5.9	4.3		14	43.0	34.5	32.9	31.9	30.3	28.5	21.1
	15	12.0	9.7	7.7	6.7	6.1	5.1	4.2		15	35.5	30.3	27.6	26.0	24.9	23.3	20.3
	1	70.0	46.5	42.5	36.6	34.1	31.7	27.5		1	166.0	149.4	147.6	147.2	142.5	136.3	121.0
	2	57.0	36.8	35.6	34.4	33.0	31.1	26.2		2	159.0	132.3	124.9	121.2	116.9	112.6	101.9
	3	46.0	36.5	35.0	34.3	33.0	29.4	20.5		3	123.0	116.0	112.5	110.0	105.0	94.5	79.0
	4	43.0	35.2	33.0	31.0	29.0	25.5	19.8		4	115.0	105.6	103.1	98.4	83.2	70.8	60.3
	5	41.0	31.6	27.4	24.9	23.0	22.2	19.5		5	99.5	78.7	73.7	71.5	69.9	67.0	53.6
	6	36.0	28.0	26.1	24.7	22.6	20.9	14.2		6	85.0	76.5	68.0	62.1	60.8	59.3	52.3
	7	33.5	25.4	24.6	23.5	20.7	17.3	14.2		7	80.0	72.8	65.9	61.6	55.7	54.7	48.8
2	8	33.0	25.4	22.9	19.3	17.8	15.9	13.8	12	8	79.5	63.0	62.5	57.6	55.4	53.1	45.3
	9	27.5	22.8	20.4	17.1	16.4	15.6	13.6		9	71.0	62.0	58.1	57.1	55.4	50.8	43.4
	10	26.5	19.1	18.0	16.9	15.5	15.1	13.5		10	65.0	61.0	58.0	55.3	53.3	49.3	42.2
	11	23.5	18.2	17.6	16.5	15.4	14.6	12.3		11	65.0	58.8	56.6	52.1	52.3	48.9	40.7
	12	23.0	18.1	16.7	16.1	15.2	13.3	11.7		12	64.5	56.3	53.7	52.1	50.6	43.4	40.0
	13	22.5	17.5	16.2	15.9	14.0	12.1	8.5		13	63.0	56.0	51.5	46.4	45.5	37.3	31.0
	14	18.5	16.6	15.3	13.4	11.1	9.9	8.4		14	53.0	39.9	37.0	35.9	35.5	33.8	29.7
	15	18.5	14.7	11.9	10.9	10.4	9.8	7.9		15	47.0	38.9	36.4	35.8	34.4	32.6	26.6
	1	82.0	67.8	66.5	65.4	64.2	58.4	51.1		1	221.0	186.0	178.3	177.6	175.1	169.2	151.3
	2	73.0	63.1	60.5	57.0	54.4	52.4	43.6		2	188.5	180.7	175.7	171.0	166.6	160.8	143.6
	3	68.5	58.8	56.9	55.9	50.9	43.5	36.0		3	179.5	156.5	153.5	151.0	144.0	133.5	115.0
	4	64.0	55.0	52.5	52.0	49.5	42.9	32.6		4	127.0	115.5	111.2	115.4	84.3	80.3	73.2
	5	57.0	44.5	40.0	37.6	36.4	35.4	31.3		5	127.0	108.7	98.0	91.0	84.1	79.0	71.6
	6	55.0	41.9	38.9	37.4	35.1	31.4	26.9		6	124.0	96.9	88.2	86.6	79.3	76.8	70.4
	7	50.0	39.6	38.4	31.4	30.3	28.2	25.7		7	122.0	90.8	86.0	78.4	75.8	73.6	65.1
4	8	44.0	35.5	32.7	30.4	28.9	28.0	24.3	24	8	105.0	90.7	83.2	78.4	66.4	64.8	59.9
	9	42.5	34.6	31.0	29.9	28.6	26.9	24.2		9	102.5	90.5	81.8	75.1	66.0	64.0	59.8
	10	41.0	34.4	30.9	29.4	28.1	26.7	22.9		10	94.5	70.5	69.5	72.1	64.9	58.0	59.3
	11	36.0	30.9	30.4	29.4	26.6	26.4	22.8		11	82.0	69.9	67.2	65.7	62.3	57.1	53.3
	12	34.0	30.6	29.6	28.9	25.9	24.8	20.0		12	78.0	69.1	64.4	62.9	59.4	56.6	52.6
	13	31.0	29.4	27.6	26.9	24.5	20.8	15.0		13	73.0	66.1	64.0	61.6	59.2	55.0	51.1
	14	29.0	22.1	20.1	19.6	18.8	17.9	14.2		14	71.0	64.8	62.2	60.6	57.5	54.4	46.9
	15	26.5	22.0	19.8	18.5	17.6	15.9	12.9		15	69.5	63.7	61.0	59.6	57.2	52.8	44.3

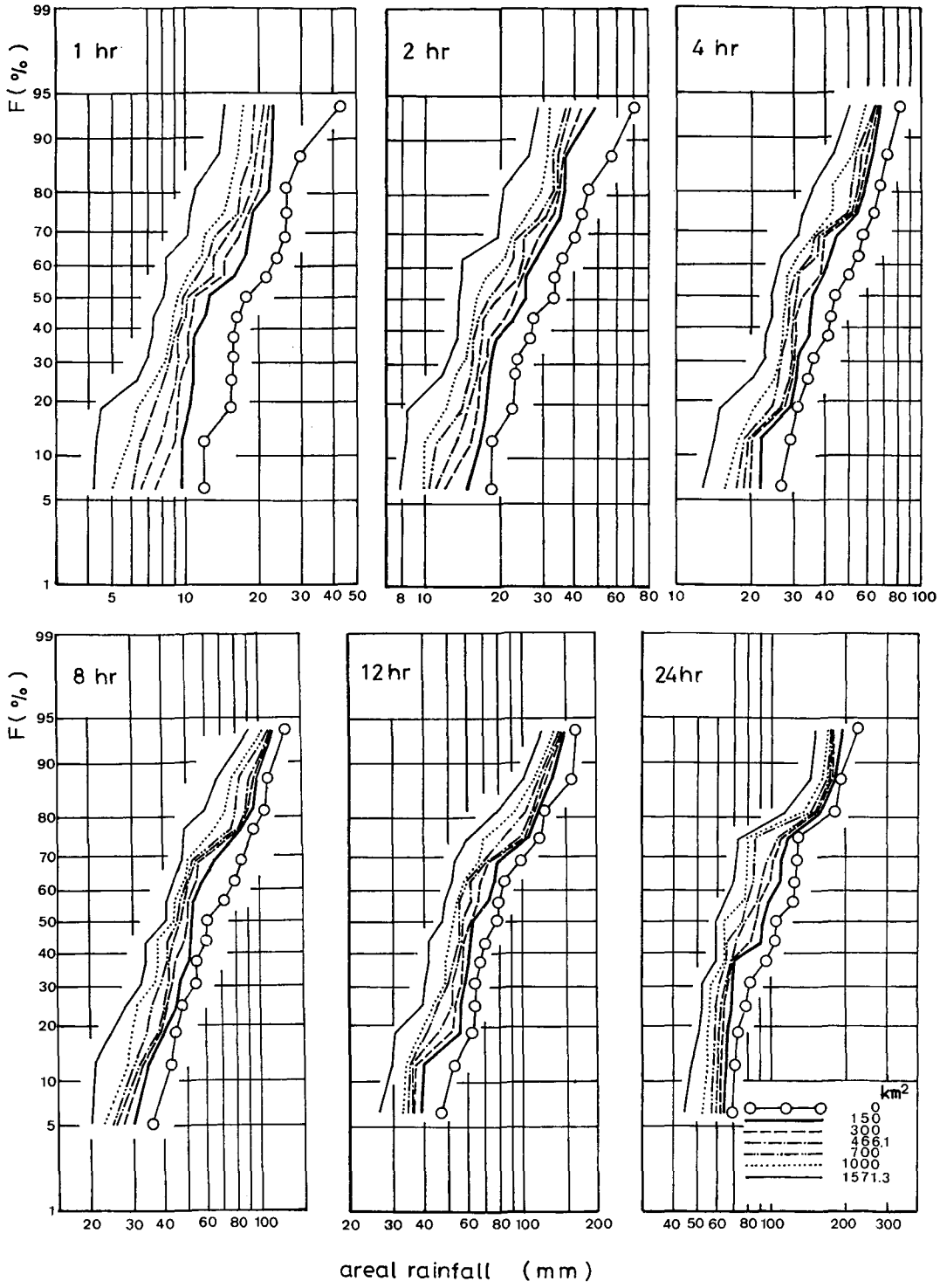

Fig. 2. Areal rainfall on probability paper by Thomas plot.

この流域における DAD 解析には，1961～1975 年までの 15 年間の年最大日降雨量が生じていると考えられる日を定め，これら一連降雨について，流域内 25 地点，流域外 15 地点の毎正時時間降雨資料を用いた。この流域ではかなりの雨量観測地点があることになるが，観測が途中で中断していたり，観測地が新たに設置されたり，あるいは欠測のため，各年の観測点はかなり減少している。この流域と雨量観測地点を Fig. 1 に示す。

3. DAD 解析

3-1 DA 解析

河川における降雨量と流出量との関係を調べる場合，対象流域全体に降った雨量を知る必要がある。しかし，実際に得られる降雨量は地点雨量である。この地点雨量から流域平均雨量を推定するには種々の方法があるが，ここではティーセン法と一部等雨量線法を用いて算出し，Horton 式への適合性[1),2)]について検討する。

はじめに，上記 15 年間についてティーセン法により流域平均雨量を求め，これらの結果から継続時間ごとに最大値に近いと考えられる年度を 2 カ年選び，これらについて等雨量線法を用いて流域平均雨量を求めた。

この流域平均雨量の算定に際し，選定面積として 150, 300, 466.1, 700, 1,000 および 1,571.3 km^2 を固定し，これらの面積雨量について DA 解析を行った。

3-1-1 ティーセン法による DA 解析

はじめに流域を 11 ブロックに分割し，それぞれのブロックの面積雨量を求め，これを大小順連結法[3)]により流域面積を拡大し，これら流域平均雨量を順次推定した。次に，年度および継続時間ごとに選定面積に対する流域平均雨量を内挿的に求めた。

さらに上記で求めた各選定面積の流域平均雨量を大きい順に並び替えると Table 1 のようになり，これを確率紙にトーマス法でプロットすると Fig. 2 になる。これは観測年が 15 年間と短く，また分布形状はあまりきれいではないが，選定面積ごとに一応確率的分布をなしていると認められる。

また各選定面積における地点雨量と流域平均雨量の比 P/P_0 の値を第 1 位と第 2 位について Table 2 に示す。

Table 2. Area rainfall (P/P_0 value)

Duration (hr)	Rank	Area (km^2)					
		150	300	466.1	700	1000	1571.3
1	1	0.53	0.51	0.49	0.45	0.40	0.34
	2	0.76	0.70	0.65	0.63	0.55	0.46
2	1	0.66	0.61	0.52	0.49	0.45	0.39
	2	0.65	0.62	0.60	0.58	0.55	0.46
4	1	0.83	0.81	0.80	0.78	0.71	0.62
	2	0.86	0.83	0.78	0.75	0.72	0.60
8	1	0.90	0.89	0.88	0.86	0.82	0.72
	2	0.89	0.88	0.84	0.76	0.71	0.62
12	1	0.93	0.92	0.91	0.89	0.85	0.75
	2	0.83	0.79	0.76	0.74	0.71	0.64
24	1	0.84	0.81	0.80	0.79	0.77	0.68
	2	0.96	0.93	0.91	0.88	0.85	0.76

この選定面積に対する流域平均雨量の第 1 位の値を用いて，継続時間 1 時間の地点最大雨量を 1 として，その比を継続時間および流域面積との関係で表したのが Fig. 3 である。これによると流域面積および継続時間の増加とともに流域平均雨量は急速に減少する，例えば，地点雨量に対しては継続時間では 4 時間，継続時間 1 時間に対して面積 400 km^2 で，それらの比は 0.5 を示しており，また継続時間 24 時間，面積が 1,500 km^2 のとき，流域平均雨量の継続時間 1 時間の地点最大雨量に対する比は 0.15 より小さくなっている。

つぎに継続時間ごとに地点雨量と流域平均雨量との関係をみると P/P_0 の値は，選定面積の増加に伴い指数関数的に減少している。いま一連降雨の大きい年度を 4 カ年選び P/P_0 の値を示すと Fig. 4 のごとくになり，一雨の降雨特性が現われ，流域最大の降雨特性とはならない。

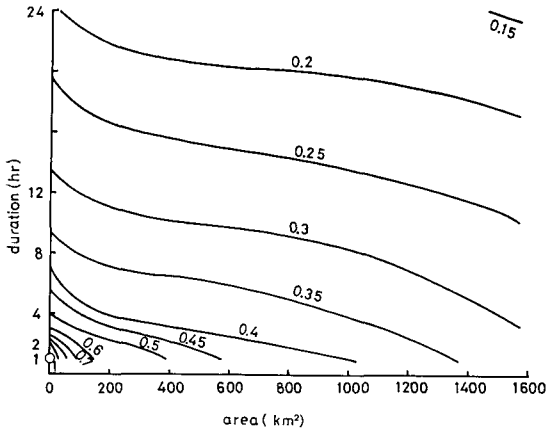

Fig. 3. Relation among areal rainfall, area and duration (the ratio of areal rainfall to maximum point rainfall in one hour).

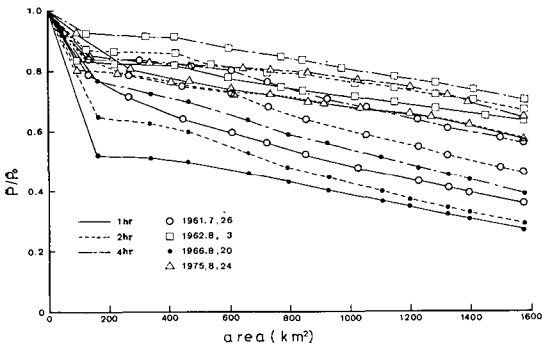

Fig. 4. Relation between area and P/P_0 value.

またこの解析は流域の洪水比流量の検討を目的としているため各選定面積の第1位あるいは第1位と第2位の平均等を考える必要がある。

ここでは，はじめに各選定面積の第1位の P/P_0 の値を Fig. 5 に示す。P/P_0 の値は継続時間1, 2時間に対しては，面積の増加にともない急速に減少しているのに対し，4, 8, 12時間についてはこの減少量は小さい。また継続時間24時間の P/P_0 値は他の継続時間のものとは異なる。

また各々の継続時間における1,571.3 km² の P/P_0 値は他の選定面積の P/P_0 値に比べその低下が大きい。これは流域面積が大きいのに対して降雨分布の広がりが小さいためと考えられる。

これらの P/P_0 値を Horton 式にあてはめて係数 α および β を推定した。

$$\text{Horton 式}\quad P/P_0 = \exp(-\alpha A^{\beta}) \qquad (1)$$

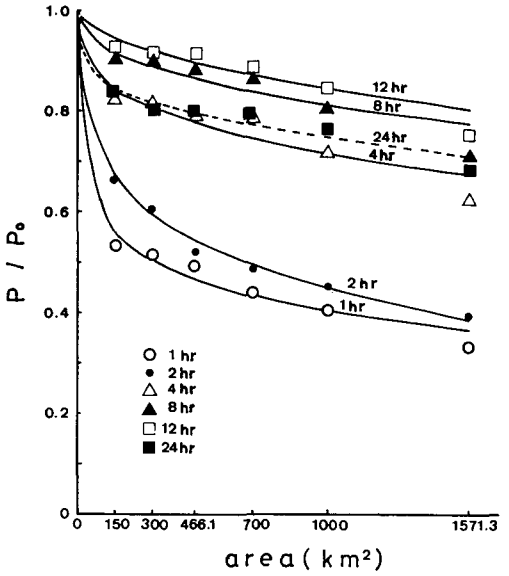

Fig. 5. Relation between area and P/P_0 value by Thiessen method.

ここに　P_0:　流域内の最大地点雨量
　　P:　面積 A の流域平均雨量
　　α, β:　係数

さらに第1位と第2位の P/P_0 値の平均したものについても試みた。この結果第1位および第1, 2位の平均のそれぞれの係数 α, β を Table 3 に示す。さらに各継続時間の実測値と推定値の差を誤差 F で評価した。ここで

$$F = \frac{1}{N}\sum\frac{|P_i'-P_i|}{P_i}\times 100 \qquad (2)$$

ここに　P_i:　実測値，P_i':　推定値，N:　データ数

また，継続時間ごとの α, β より流域平均雨量を推定してみると Fig. 5 における曲線で示すようになる。

以上より継続時間ごとの誤差は，いずれも4% 未満であり適合性が良い。またこれらの係数 α および β を時間との関係で両対数紙に描くと Fig. 6 となり，第1位については継続時間24時間を除いて(3)式のように係数 α および β は時間の関数とみなせるが，第1位と第2位の平均の場合はばらつきが大きい。

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= 0.193\,t^{-1.533}\\ \beta &= 0.253\,t^{0.310}\qquad (t:\ \text{hr})\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

この α, β を用いて全実測値と推定値との誤差 F は8.4% となる。しかし，β の時間に対する変化は小さく平均値 (0.397) を用いてもさしつかえないものと考え

Table 3. Coefficients of Horton formula by Thiessen method

Case	Cofficient	Duration (hr)					
		1	2	4	8	12	24
Rank 1	α	0.180	0.068	0.026	0.008	0.004	0.038
	β	0.235	0.357	0.372	0.470	0.549	0.292
	error (%)	3.76	1.59	3.10	2.62	2.21	2.16
Rank 1 & 2	α	0.043	0.038	0.012	0.005	0.003	0.020
	β	0.407	0.410	0.502	0.590	0.638	0.390
	error (%)	3.69	3.81	3.72	2.61	2.37	2.37

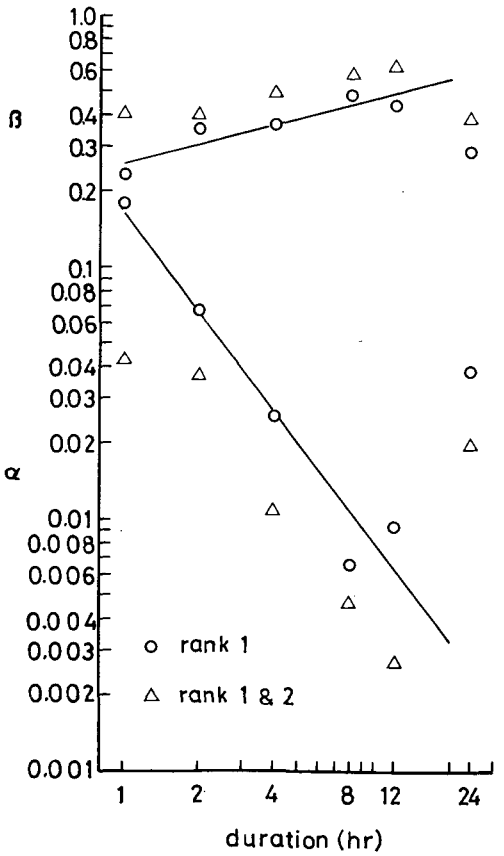

Fig. 6. Relation between duration and coefficients of Horton formula.

られる。

3-1-2 等雨量線法による DA 解析

ティーセン法により求めた各選定面積の流域平均雨量の大きいものをとり出してみると，継続時間 1, 2 時間では 1961 年および 1966 年であり，継続時間 4 時間以上では 1962 年および 1975 年となっている。

いま継続時間 1 時間では 1961 年と 1966 年を，継続時間 2 時間では 1966 年と 1975 年を，継続時間 4, 8 時間では 1962 年と 1966 年を，および継続時間 12, 24 時間では，1962 年と 1975 年を選び等雨量線法で流域平均雨量を算定した。各選定面積に対する流域平均雨量をティーセン法と同様にして求め Table 4 に示し，第 1 位の P/P_0 の値を Fig. 7 に示す。

ティーセン法による場合と同様面積の増加にともない P/P_0 値は指数関数的に減少しているが，ティーセン法に比べて流域平均雨量が小さく，したがって P/P_0 の値の低下が大きい。これは観測地点間の降雨量を連続的に変化させることができるためと考えられる。

ティーセン法の場合と同様に Horton 式にあてはめ，係数 α および β を算出すると Table 5 のようになり，これより P/P_0 の値を推定すると Fig. 7 における曲線となる。

各継続時間でみるとティーセン法による方が，誤差 F が小さく適合性が良いことになる。しかし α および β を時間の関係として定め各継続時間全部について誤差をみると等雨量線法の場合は 7.4% になり，ティーセン法に比べて適合が良いことになる。

3-2 DD 解析

はじめに対象流域内の大雨と考えられる一連降雨について継続時間ごとの降雨強度を Fig. 8 に示す。空知川上流域で大雨[5] があったのは 1961 年 7 月 25 日で，この大雨は低気圧による不連続線の活動の活発化によるものであり，1962 年 8 月 3 日は台風による豪雨である。1966 年 8 月 19 日は梅雨前線の北上によるもので，また 1975 年 8 月 24 日は台風と前線とによるものである。これらはいずれもこの流域にとって大雨で，1966 年以外は石狩川において大はんらんを生じている。

これらの雨をみると 1966 年のように継続時間 1, 2 時間の降雨強度は大きいが，8 時間以上になると小さく，

Table 4. Area rainfall by isohyetal method

Duration (hr)	Rank	Area (km²)						
		0	150	300	466.1	700	1000	1571.3
1	1	43.0	22.5	20.6	19.8	18.4	16.2	12.4
	2	30.0	21.0	19.8	18.0	16.0	13.8	10.3
2	1	70.0	46.5	41.3	38.5	34.5	30.2	26.5
	2	46.0	35.3	34.5	33.6	32.5	29.5	20.7
4	1	82.0	67.5	66.5	63.6	62.0	57.5	51.0
	2	73.0	65.0	61.5	59.5	55.8	47.0	34.4
8	1	127.0	110.0	110.0	109.6	107.0	100.5	88.0
	2	109.5	92.2	90.5	84.1	77.0	68.5	52.3
12	1	166.0	147.6	147.0	146.2	143.2	134.6	120.2
	2	161.0	128.5	116.5	111.5	108.5	105.5	100.3
24	1	221.0	182.0	181.0	180.5	178.5	169.5	151.8
	2	188.0	180.4	168.5	164.0	159.8	154.4	143.3

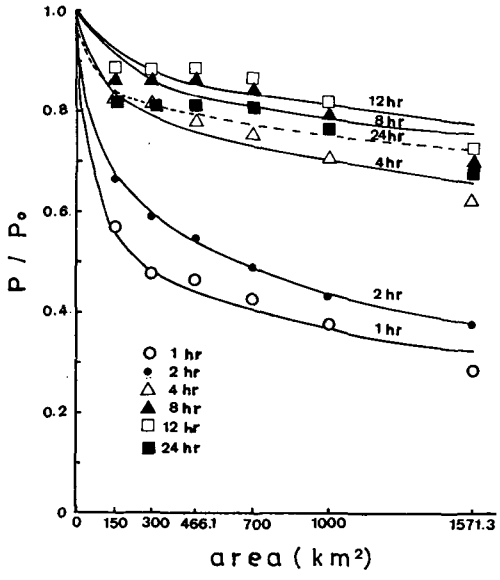

Fig. 7. Relation between area and P/P_0 value by isohyetal method.

逆に1962年および1975年のように継続時間1，2時間の降雨強度は小さいが8，12および24時間降雨強度は大きくなっている。

以上より継続時間の長いときの大雨は短時間の降雨強度は小さく，継続時間の短いときの降雨強度の大きい場合は豪雨と結びついていない。

従って対象流域の洪水量を求めるための降雨強度の算出には，一雨ごとの1地点におけるDDのみならず，観測年度内の対象流域および対象流域に近い周辺の流域において生じており，対象流域内に発生し得ると想定できる各継続時間降雨強度を用いてDD特性の検討を行った。これら降雨強度の最大値を継続時間ごとにTable 6に示す。

降雨強度式[4]として，一般にSherman式，久野式およびTalbot式がよく使用される。

これらの式について定数を決定し，誤差Fにより各式の適合性を検討した。

Sherman式

$$I = 332.0\,t^{-0.490}, \quad F = 4.7\%$$

Table 5. Coefficients of Horton formula by isohyetal method

Duration (hr)	1	2	4	8	12	24
α	0.165	0.063	0.026	0.017	0.012	0.048
β	0.261	0.372	0.379	0.379	0.414	0.254
error (%)	4.94	1.01	2.26	3.25	2.66	2.80

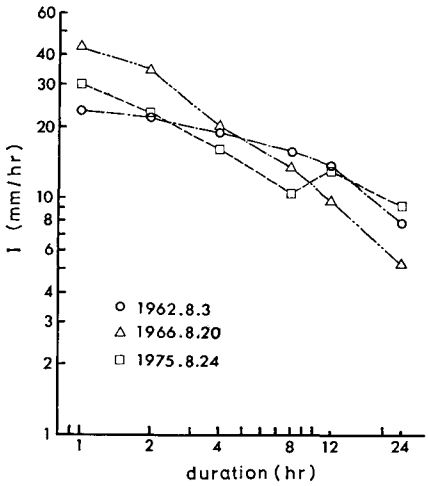

Fig. 8. Relation between duration and depth.

久野式

$I = 358.7\,(t^{1/2}+0.318)^{-1}$, $F = 4.6\%$

Talbot 式

$I = 16274\,(t+418.3)^{-1}$, $F = 13.1\%$

ここに I: mm/hr

t: min

Sherman 式，久野式共に誤差が小さく適合性が良い。Sherman 式による推定値と実測値の関係を Fig. 9 に示す。

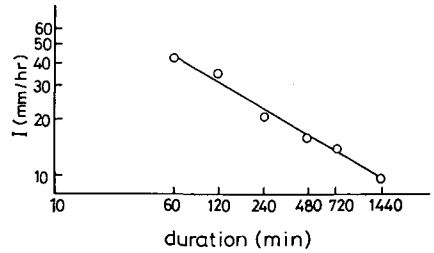

Fig. 9. Maximum rainfall intensity.

Table 6. Maximum point rainfall

Duration (hr)	Maximum rainfall (mm)	Date	Station
1	43.5	Aug. 20, 1966	NISHIBIE
2	70.0	Aug. 20, 1966	NISHIBIE
4	82.0	Aug. 20, 1966	NISHIBIE
8	128.0	Aug. 3, 1962	OCHIAI
12	166.0	Aug. 3, 1962	TOMAMU
24	224.0	Aug. 24, 1975	MAEFURANODAKE

4. まとめ

洪水比流量の検討のため空知川上流域の DAD 解析を行った結果を要約すると次のようになる。

1. 面積雨量の算出は 15 年間と短いが，確率紙に描くと分布形状はきれいでないが，確率的分布をなしている。

2. 対象流域における継続時間ごとの面積雨量の第 1 位についてみると，Fig. 3 に示すように流域面積および継続時間の増加に伴い流域平均雨量は著しい低下を示している。また，この図は地点最大雨量と継続時間および面積雨量の総合化で，DAD 特性をグラフ化したものである。

3. 継続時間ごとの地点雨量に対する流域平均雨量の比は指数関数的に減少しており，Horton 式によく適合している。

4. Horton 式における係数 α, β は継続時間 24 時間を除き共に時間の関数として表わされる。

5. 等雨量線法による流域平均雨量の推定は膨大な作業量を要すると同時に，等雨量線を描く際個人誤差が入る欠点があり，結果についてはティーセン法による場合と比べて流域平均雨量が幾分小さくなっているが著しい差は認められない。

6. 空知川上流域のように大きい流域で面積雨量を求めると，降雨分布がかたより全流域の流域平均雨量算定に際して極めて小さい値を示している場合が多い。

7. 流域内の各継続時間の最大降雨強度を用いて，Sherman 型および久野型の降雨強度式にあてはめるとその適合性はかなり良好である。

引用文献

1. 桜田純司・秋野隆英： 後志利別川流域のDAD解析—北海道の洪水比流量に関する研究 (I)—, 北大農邦文紀, **12**: 1–13. (1980).
2. 角屋 睦・永井明博： DA曲線式の議論, ダム, 頭首工の安全設計資料としての洪水比流量に関する研究, 昭和53年度科学研究費 (試験研究) 報告書, 1979.
3. 角屋 睦・永井明博： 小畑川・新宮川流域のDAD解析, 同上.
4. 農業土木学会： 農業土木ハンドブック, p. 965: 1979.
5. 日本気象協会北海道本部： 気象概況, 北海道の気象 Vol. 5 No. 10 p. 9 (1961) 等.

Summary

The present investigation is concerned with DAD analysis on specific discharge of flood on the upper basin of the Sorachi River.

1. Calculation period of areal rainfall is short as 15 years, but the distribution pattern on the probability paper shows probability distribution in each duration though it is not clear.

2. As to the first ranked areal rainfall in each duration in the study basin, average amount of areal rainfall in the basin shows a remarkable decrease according to the increase of the width and length of duration as shown in Fig. 3. This chart is also the synthesis of the maximum rainfall, duration and areal rainfall graphing DAD into a figure.

3. The proportion of the areal rainfall to the point rainfall in the basin in each duration shows exponential functional decrease to be well available to Horton's formula.

4. The coefficients, α and β by Horton's formula, are both shown as function of time excepting 24 hours duration.

5. In estimating the areal rainfall in the basin by isohyetal method it needs a great of work and moreover, there happens at the same time individual errors in drawing rainfall chart. Comparing this result with that by Thiessen's method no remarkable difference is found although this shows a little smaller areal rainfall.

6. In calculating areal rainfall in large basin such as the upper basin of the Sorachi River, unbalanced rainfall distribution is often seen and it shows small value in calculation of the areal rainfall in the basin.

7. Making use of the maximum rainfall intensity in each duration in the basin applied to each of Sherman's and Kuno's formula favorable adaptability can be seen.