

<論文>

洛東江流域의 最大 DAD에 關하여

On the maximum Depth-Area-Duration for Storms in Nakdong River Basin

李 光 浩
Lee Kwang Ho

ABSTRACT

The DAD for Nakdong River Basin is studied on the basis of selected storms (1916~1970) by WMO Standard method. The maximum DAD Value for a storm period of 24hrs assuming that the basin area is estimated as about 2,500km² comes out to be 153mm. The investigation appears to be supporting a conclusion that the Horton's formula is also applicable to this basin.

1. 序 證

어떤 集水域에 주어진 期間동안 내리는 降水의 平均 길이로서 表示되는 DAD値는 水文設計에 重要な 資料가 된다.

DAD에 關한 研究는 Sherman, Paulhus, Hounam 等の 많은 사람들에 의해 연구되었으며 특히 美國의 氣象臺를 위시한 유럽에서도 各 호우에 대한 DAD分析을 하나의 日常 業務로서 활발하게 수행되고 있다. 우리나라에서도 그間 몇몇 사람들이 分析 發表된바 있으나 그中 曹喜九(1970)는 5年間(1964—1968)의 資料로서 最大DAD를 分析하고 과거 호우의 特性과 最近 豪雨의 特性이 같다는 假定下에 Horton의 式을 적용하여 우리나라의 期間別 最大降水量을 推定한 바 있다.

本論文에서는 對象地域을 洛東江유역으로 하여 1916년부터 1970년 사이에 記錄된 9個의 豪雨를 選定하여 DAD値를 各各 分析한 後 最大 DAD를 求하였다. 이 最大 DAD値에 Horton의 式을 적용하여 常數 k 와 n 를 決定하였다.

2. 資料 및 分析

資料는 1916년부터 1970년까지 流域內의 觀測所의 正會員·全北大學校 師範大學 科學敎育科

모든 雨量을 利用하였다. 即 流域內의 觀測所의 雨量 記錄中 日降雨量의 200mm以上되는 豪雨를 表—1에서와 같이 9個를 選定하였으며 降雨의 始終을 豪雨期間으로 삼았다.

選定된 豪雨中 1916年, 1920年の 것은 當時 朝鮮總督府에서 發行된 「朝鮮氣象月報」를, 其他의 것은 中央觀象臺에서 發刊된 氣象月報를 利用하였다.

<表 1> 選定된 豪雨

	豪雨期間	原因	豪雨中心
a	1916.9.3~10	低氣壓	慶南 金海
b	1920.7.18~21	"	慶北 星州
c	1965.8.10~12	"	慶北 釜山
d	1966.7.21~24	"	慶北 靑道
e	1966.8.23~25	颱風	喜南 矢川
f	1968.7.14~16	低氣壓	慶南 洽瀾
g	1968.8.14~17	颱風	慶南 山淸
h	1969.9.14~17	低氣壓	慶南 梁山
i	1970.7.16~18	"	慶南 金海

가. DAD 分析

DAD分析은 現在 WMO에서 권장하고있는 standard method(USWB)에 의거 mass curve method를 使用했으며 降雨의 面積은 Max.Station으로부터 25,000km²까지, 期間은 6시간, 12시간, 18시간, 24시간, 36시

간, 48시간, 72시간으로 하였다.

選定된 豪雨의 DAD는 먼저 各 豪雨期間에 對한 等 降雨量線圖를 作成하여 等降雨量線內에 雨量資料가 하나일 때는 Single station Calculation, 2~4個의 資料가 있을 때는 Weight method를 써서 平均 累積 降雨量을 求하였다. 그리고 期間別(6時間~72時間) 最大 累積 降水量을 橫軸에 降水量, 縱軸에 面積을 取한 半對數 方服紙에 面積別, 期間別로 記入하여 包絡曲線을 作圖한後 이로부터 面積別, 期間別로 最大 DAD值를 求하였다.

나. Horton의 k와 n 決定

앞에 求한 最大 DAD值를 使用하여 面積과 降水量의 關係를 表示하는 다음 Horton(1924)式에 代入하여 k와 n 값을 求했다.

$$P = P_0 e^{-kA^n} \dots\dots\dots(1)$$

여기서 P는 面積雨量, P₀는 地點雨量의 最大値, A는 集水面積이며 k와 n는 豪雨 및 地域에 따른 常數이다.

3. 結果 및 考察

各 豪雨別 DAD값은 表2와 같다. 이 表에서 알 수 있는 바와 같이 最大 降雨地域으로부터 集水面積이 넓어질수록 그 量이 減少하고 있다. 이것은 面積降水量에 대하여 當然한 事實이다. 다만 集水面積에 따라 감소되는 程度가 豪雨마다 다르다. 이 減少率은 豪雨 現象의 特性을 나타내는 것으로서 이 特性을 把握하기 위하여서는 그 豪雨의 綜觀氣象學的인 分析이 뒤따라야 할 것이다.

表-2 選定된 豪雨의 DAD值(mm) (mm)

面 積(km ²)	期 間(hr)						
	6	12	18	24	36	48	72
1916.9.3~10 (a)							
max. station	156	197	258	295	354	394	436
20	153	145	255	293	352	353	435
50	146	190	248	287	349	390	434
100	143	188	243	286	349	388	431
200	140	186	241	285	347	384	430
300	141	185	240	285	345	375	427
500	139	184	238	278	330	374	417
1000	133	183	226	255	276	294	320
2000	126	178	215	233	253	275	302
3000	65	168	200	212	231	250	280
5000	55	98	134	160	190	214	250
10000	35	61	87	107	130	158	202
15000	26	50	73	90	114	138	173
20000	20	43	61	76	100	123	149
25000	16	37	50	62	86	103	128
1920.7.18~21 (b)							
max. station	177	323	416	458	487	490	490
20	175	321	415	458	484	488	488
50	171	314	403	452	475	481	481
100	166	306	392	444	467	473	478
200	161	296	378	433	457	463	466
300	156	291	370	424	452	458	462
500	150	285	360	412	445	451	457
1000	143	287	346	392	425	436	439
2000	135	255	319	357	400	407	413
3000	126	240	300	336	368	385	390
5000	113	211	270	298	342	350	353
10000	83	165	208	235	265	278	283
15000	64	125	163	192	207	228	237
20000	52	98	130	158	185	195	199
25000	40	79	102	125	153	160	175

							1965. 8. 10~12 (c)	
Max. Station	222	259	265	272	272	295	295	
20	222	258	264	271	272	295	295	
50	220	252	258	265	267	290	292	
100	216	247	250	260	262	288	288	
200	212	238	244	250	252	276	276	
300	207	233	238	241	244	270	270	
500	200	226	229	235	236	260	260	
1000	184	210	212	220	222	242	242	
2000	161	190	192	202	202	230	230	
3000	146	174	176	189	190	218	218	
5000	114	146	156	164	174	194	194	
10000	76	104	110	113	114	134	134	
15000	64	76	78	88	83	111	111	
20000	53	57	61	64	63	98	98	
25000	41	46	52	57	60	85	85	
							1966. 7. 21~24 (d)	
Max. Station	86	127	154	169	182	192	207	
20	81	125	152	168	181	192	206	
50	82	123	150	165	180	192	205	
100	80	120	141	157	178	186	195	
200	76	116	137	156	175	180	194	
300	74	115	135	155	171	178	194	
500	69	110	134	151	170	178	194	
1000	63	108	129	147	168	178	192	
2000	57	100	123	141	163	177	190	
3000	55	95	118	136	158	173	186	
5000	48	85	107	123	150	165	182	
10000	40	70	86	99	130	140	155	
15000	30	55	65	80	99	110	130	
20000	23	42	51	65	80	86	100	
25000	15	33	43	55	73	78	90	
							1966. 8. 23~25 (e)	
Max. Station	113	166	206	228	288	319	338	
20	110	163	203	223	282	316	334	
50	107	160	199	219	277	313	323	
100	106	156	195	216	268	310	315	
200	100	150	188	210	260	294	298	
300	100	147	184	207	250	280	287	
500	97	140	181	204	240	264	269	
1000	80	112	157	187	215	233	237	
2000	55	84	118	150	177	190	105	
3000	43	73	100	128	151	160	165	
5000	32	56	83	108	118	125	130	
10000	23	40	55	688	81	90	91	
15000	19	32	43	52	63	70	70	
20000	15	24	32	42	50	56	56	
25000	9	16	25	34	40	45	45	
							1968. 8. 14~17 (f)	
Max. Station	87	145	186	225	252	269	269	
20	85	140	183	216	248	266	266	
50	70	124	167	205	243	262	262	

100	58	120	153	185	238	256	258
200	53	95	134	168	225	247	255
300	50	87	123	156	218	242	253
500	46	83	115	146	206	233	250
1000	40	74	101	133	186	220	242
2000	36	66	91	120	167	208	227
3000	35	63	86	113	159	195	219
5000	35	59	81	104	147	182	204
10000	32	55	73	94	130	162	182
15000	28	50	67	83	121	150	169
20000	25	43	62	76	107	138	155
25000	19	37	55	69	97	120	146
1968. 8. 14~17 (g)							
Max. Station	146	260	308	339	386	386	386
20	142	258	305	336	386	386	386
50	138	256	302	333	384	384	384
100	138	251	296	325	375	375	376
200	135	242	287	317	362	362	362
300	132	236	279	308	351	351	351
500	125	223	265	294	334	334	334
1000	116	205	241	267	306	306	306
2000	108	188	221	245	282	282	282
3000	103	181	213	239	272	272	272
5000	96	176	203	223	252	252	252
10000	85	146	179	203	230	230	230
15000	66	117	155	176	205	205	205
20000	53	98	136	160	187	187	187
25000	50	88	127	153	177	177	177
1969. 9. 14~17 (h)							
Max. Station	303	485	598	605	609	625	656
20	300	480	594	602	608	622	650
50	300	478	594	601	608	622	649
100	299	478	593	599	607	621	648
200	299	476	590	598	604	618	647
300	297	470	587	593	600	614	640
500	290	460	577	582	591	602	627
1000	271	431	518	528	540	552	586
2000	163	395	477	495	496	497	497
3000	145	296	425	410	415	420	420
5000	100	195	244	278	318	338	355
10000	65	125	155	184	216	248	270
15000	50	100	123	150	176	208	221
20000	40	82	105	124	154	183	186
25000	22	70	91	106	133	164	175
1970. 7. 16~18 (i)							
Max. Station	86	139	155	169	190	241	316
20	85	138	155	168	190	242	313
50	83	137	155	167	190	240	311
100	82	135	155	165	186	238	309
100	79	134	150	160	182	233	305
300	79	133	145	153	174	230	298
300	79	133	145	153	174	230	298
500	78	128	140	145	165	215	286

1000	60	100	116	128	153	190	271
2000	43	68	92	110	145	175	250
3000	37	58	80	100	135	165	235
5000	35	53	75	97	126	153	220
10000	33	50	69	94	115	145	207
15000	32	47	65	88	109	125	203
20000	20	43	51	60	85	111	199
25000	16	40	48	56	70	95	181

表-3 洛東江流域의 最大 DAD (1916~1970) mm

面 積(km ²)	期 間(hr.)						
	6	12	18	24	36	48	72
Max. Station(Po)	303h	485h	598h	605h	609h	625h	656h
20	300h	480h	594h	602h	608h	622h	650h
50	300h	478h	594h	601h	608h	622h	649h
100	299h	478h	593h	599h	607h	621h	648h
200	299h	476h	590h	598h	604h	618h	647h
300	297h	470h	587h	593h	600h	614h	640h
500	290h	460h	577h	582h	591h	602h	627h
1000	271h	431h	518h	528h	540h	552h	586h
2000	164c	395h	477h	495h	496h	497h	497h
3000	146c	296h	435h	410h	415h	420h	420h
5000	114c	211b	270b	298b	342b	350b	355h
10000	85g	165b	208b	235b	265b	278b	283b
15000	66g	125b	163b	192b	207b	228b	237b
20000	53c, g	986b	136g	160g	187g	195h	199bi
25000	50g	88g	127g	153h, g	177g		181i

※ b, c, g, h, i: Storm Symbol.

表-3은 洛東江流域의 最大 DAD를 나타낸다. 이 表에서 보던 最大 降雨地域으로부터 3000km²까지는 期間 最大가 1969年 9月 14일부터 17日 사이에 慶南 梁山地方에서 내린 豪雨에 대한 값이 차지하고 있으며 500km² 이상 되는 곳에서는 1920年과 1968年의 豪雨에 對한 값이 차지하고 있다. 이런 點으로 보아 낙동강유역에서 1970年까지 관측된 豪雨中에 1969年 9월에 내린 것이 量的으로 가장 많았다.

流域面積을 約 2,500km²로 봤을때 이 流域의 24時間 最大 DAD値는 153mm가 된다.

나. 常數 k, n

表-4는 앞에서 求한 暴雨別 DAD値를 Horton의 式에 적용하여 求한 常數 k와 n의 값이다.

이 表에서 k의 값은 暴雨別로 相當히 不規則한 것처럼 보인다. 그러나 大體로 보아 1916年의 豪雨中 36~72hr, 1968年, 1969年의 暴雨들을 除外하고는 0.0007~0.003의 分布를 나타내고 있다. 亦是 n의 값들도 k와 같이 몇몇 暴雨를 제외하는는 大體로 0.52~1.65의 값을 보인다.

물론 좀 더 많은 暴雨에 對해 原因別, 地域別로 k와

n를 求해 보면 좀 더 뚜렷한 k와 n의 값을 定할수 있을 것으로 思料된다.

Horton(1924)은 24時間의 경우 k의 값이 0.01~0.2라고 하였다. 本論文에서 구한 것은 1969, 1970年의 豪雨를 除外하고는 大體로 k의 값이 0.001~0.002로 되어 있다. 이렇게 k의 값이 서로 다르게 나타나는 것은 分析對象의 暴雨의 特性和 地域의 特性이 서로 다르기 때문이라고 생각된다.

또 表에서 相對誤差를 보면 大體 1968年以後의 것 중 일부가 10~15%의 比較的 높은 값을 보이나 다른 것들은 大體 2.0~5.0%의 誤差를 나타내고 있으며 또 面積에 따른 誤差는 最大降雨地域으로부터 500km까지는 0.5%內의 誤差가 있음을 알 수 있었다. 이러한 點으로 보아 우리나라에서 記錄되는 暴雨에도 Horton의 式을 적용해도 別 誤謬가 없음을 짐작할 수 있다.

即 各 暴雨에 對한 k, n의 값을 알수 있으면 相對的으로 求하고자 하는 期間에 또 求하고자 하는 集水面積에 對한 降水量을 쉽게 求할 수 있을 것이라고 生覺된다.

다. 最大 DAD와 常數 k, n

表-4 各豪雨의 DAD에 對한 常數 k 와 n 值(時間別)

	a			b			c			d			e		
	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)
6時間	0.0023	0.68	8.4	0.0066	0.52	2.8	0.00067	0.80	3.3	0.0034	0.61	2.1	0.0025	0.70	7.0
12 "	0.0013	0.69	10.2	0.0019	0.65	2.3	0.0012	0.73	2.8	0.0021	0.63	2.8	0.0027	0.69	6.0
18 "	0.0024	0.63	6.3	0.0054		2.7	0.0013	0.72	3.5	0.0024	0.61	3.8	0.0034	0.65	3.5
24 "	0.0014	0.69	2.8	0.0021	0.64	1.1	0.0013	0.72	3.3	0.0022	0.61	3.2	0.0017	0.70	2.8
36 "	0.00358	0.79	5.5	0.0046	0.35	3.2	0.0011	0.73	3.8	0.00093	0.66	3.6	0.0020	0.70	4.1
48 "	0.00671	0.77	6.2	0.0014	0.66	1.1	0.00084	0.75	4.4	0.0010	0.64	4.0	0.0016	0.73	5.6
72 "	0.00015	0.94	8.2	0.0013	0.65	0.9	0.00084	0.75	4.0	0.0026	0.53	4.5	0.0081	0.56	15.6

	f			g			h			i		
	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)	k	n	誤差(%)
6時間	0.11	0.27	12.4	0.018	0.39	4.0	0.00022	0.94	9.2	0.0025	0.65	6.4
12 "	0.044	0.36	12.1	0.026	0.36	4.2	0.00076	1.05	6.1	0.0078	0.79	6.5
18 "	0.036	0.37	10.4	0.030	0.34	3.8	0.00028	1.16	4.8	0.0048	0.82	12.0
24 "	0.023	0.41	10.0	0.052	0.28	3.6	0.00052	1.08	6.2	0.0013	0.68	8.6
36 "	0.011	0.48	4.9	0.0016	0.64	12.4	0.00012	0.96	5.2	0.11	0.69	5.7
48 "	0.001	0.54	3.8	0.0016	0.64	12.4	0.00036	1.09	7.2	0.0011	0.68	7.0
72 "	0.0001	0.53	2.0	0.0016	0.64	12.4	0.00052	1.05	7.0	0.0019	0.59	7.2

最大 DAD值에 의하여 求한 常數 k , n 로서 다음 Horton型의 式을 얻을 수 있다.

- (1) 6時間 : $P=303exp(-0.0003A^{0.91})$
- (2) 12時間 : $P=485exp(-0.00009A^{1.03})$
- (3) 18時間 : $P=598exp(-0.00003A^{1.1})$
- (4) 24時間 : $P=605exp(-0.00006A^{1.03})$
- (5) 36時間 : $P=609exp(-0.00014A^{0.93})$
- (6) 48時間 : $P=625exp(-0.0000A^{1.08})$
- (7) 72時間 : $P=656exp(-0.000053A^{1.05})$

(그림 1)을 알기 구한 最大 DAD와 上記 式으로 계산된 最大 DAD를 比較한 것이다.

이 그림에서 보면 대체로 最大降雨地域으로 부터 1000km까지는 그 誤差가 別로 나타나지 않고 있으나 2000km~5000km에서는 대략 계산된 강수량이 20~50mm 가량 최대 DAD보다 크게 나타나는 反面 25km에 이르러서는 오히려 계산된 降水量이 最大 DAD보다 40~80mm 가량 적게 나타나고 있다. 이런 點으로 미루어 보아 最大 DAD에 對한 Horton의 상수 k , n 의 값도 比較的 좁은 地域內에서는 그 誤差가 可能하다는 것을 暗示해 준다.

4. 結 論

가. 洛東江流域面積을 約 2,500km로 볼때 이 流域의 時間 最大 DAD值가 153mm였다.

나. Horton의 式이 우리나라 豪雨에도 적용可能함을

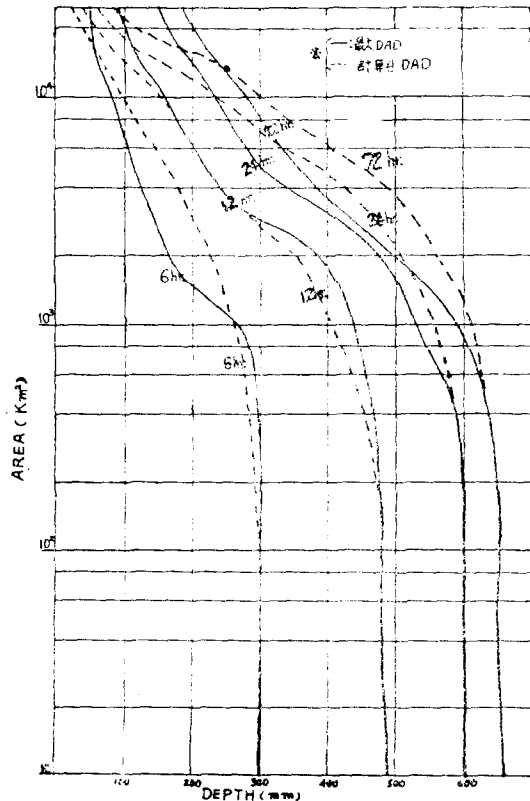


그림 1 最大 DAD와 計算된 最大 DAD의 比較

알았다. 常數 k 의 값은 24hr의 경우 約 0.001~0.002였다.

다. 앞으로 각 호우에 對한 지역별 DAD分析은 물론 分析된 豪雨의 DAD에 對한 Horton의 상수 k , n 를 지역별, 기간별로 求하고 同時에 綜觀氣象學的인 豪雨의 特性을 研究하여야 할 것이다.

References

曹喜九, 1970: 우리나라 豪雨의 最大 DAD分析, 韓國氣象學會誌, 第6卷, 2號
 川畑幸夫, 1961: 水文氣象學, 東京地人書館
 李光浩, 鄭昌熙, 1971: 洛東江流域의 PMP推定에 關하여, 韓國氣象學會誌, 第7卷, 2號

Raman, P.K. and Virgi, H., 1971: On the Estimation of Areal Precipitation by a Weighted Mean Method, WMO-No. 301, Sept..

WMO, 1969: Manual for Depth-Area-Duration analysis of Storm Precipitation, No. 237. Tp. 129

WMO, 1967: Assesment of the Magnitude and Frequency of Flood Flows, Water Resources Series, No. 30.

Wiesner, C.J., 1970: Hydrometeorology, Chapman and Hall Inc..

新規加入會員 (74. 7. 1 以後)

姓 名	勤 務 處
徐 聖 奎	産公調査部 計劃課
姜 聲 水	産公昭陽江댐 建設事務所
安 秉 春	建設部 水資源局 理水課 水文係長
金 泰 熙	亞細亞航業株式會社 研究開發室
金 成 淳	中央大學校 工科大學 助教授