

暴雨의 時間的 分布에 關한 考察

A Study on Temporal Pattern of Storms

徐 承 德

1. 緒 言

폭우라고하면 水文學에 흥미를 가지고있는 사람은 勿論이거니와 흙과 물을 同時에 다뤄야 할 使命을 가진 사람은 누구나 다 소홀히 할수 없는 관심사의 하나이다. 短時間에 강력한 강우강도로써 내리는 폭우가 얼마나 많은 人命과 財産에 被害를 주고 물을 가지고 滿足한 웃음으로써 本然의 使命을 지켜야할 사람들의 가슴을 늘 불안케 하곤하는것이 바로 이 폭우라는 것임은 注目할 事實이다. 그러기에 비를 다뤄야 할 사람들은 먼저 폭우가 어느지방에 어떠한 時間적인 分布狀態로 내리는가를 살펴볼 必要가 있으며 더욱이 폭우의 時間적변화의 크기가 강도상으로 보아 그 어느 平均線을 上廻하느냐 또는 下廻하느냐 하는 問題와 頂點強度(Peak in intensity)의 時間 등에 關한 考察은 流出量을 計算할 때에 유량의 形態와 크기가 폭우기간中 降雨의 時間的 分布狀態에 크게 영향을 받기 때문에 洪水量計算을 다루는 技術者에게는 꼭 必要한 일이라 生覺한다.

이제부터 엮어가려는 이 拙考는 過去 “씨드니”(호주의 한도시) 地方에 내린 폭우를 標本으로 폭우강도에 重點을 두어 이 地方의 폭우가 時間에 따라 어떠한 分布를 보이고 있는가를 “씨드

니” 기상국에 기록돼 있는 78개의 폭우를 가지고 살펴보고져 하며 한편 이 자료가 부득이 우리나라의 것이 아님을 유감으로 생각하는 바이다.

2. 使用資料의 解説

이 考察에 使用한 폭우량資料는 1947년부터 1952년까지 六年間에 亘하여 “씨드니” 기상국에서 自記雨量計를 通하여 記錄한 기록치中 폭우의 連續時間이 15分에서 15시간까지의것, 平均강우강도는 0.06 in/hr(1.52 mm/hr)에서부터 0.92 in/hr(23.37 mm/hr)까지의 폭우 78개를 추려서 사용하였다. 한편 이 기록치中에는 강우강도 6in/hr(152.40 mm/hr)까지 나타낼수 있는 5分間の 최고강우강도를 가지는 폭우를 발견할 수도 있었다 그리고 여기에 사용한 모든 폭우는 강우강도를 0으로부터 시작해서 끊임없이 계속한 하나의 完成된 폭우를 말하며 잠시 끊어졌다가 다시 시작한 폭우일 경우 이때의 폭우는 別個의 폭우로써 分析했으며 강우가 처음부터 오랜시간을 낮은 강우강도로 내렸거나 또는 급격한 폭우가 있다가 낮은강도로 변하여 끊어지지 않고 내린 강우도 이 分析에 포함 시켰다.

(표 1) 사용된 폭우(씨드니 기상국 자기우량계 기록치)

폭우 番 號	폭우 日 時	강우 시작 時間	총 강우량 (in)	연속 時間 (分)	平均강우강도 in/hr
1	52.9.16	2055	0.29	160	0.11
2	52.9.26	0000	0.15	50	0.18
3	52.8.24	1815	0.18	23	0.66
4	52.8.13	0610	2.20	200	0.27
5	52.8.5	0000	1.99	440	0.16
6	52.8.5	0730	2.16	700	

7	52. 7.26	1230	0.71	260	0.16
8	52. 7.25	1545	0.38	120	0.19
9	52. 7.25	0600	0.64	160	0.22
10	52. 6.14	1600	1.99	450	0.30
11	52. 6.13	2240	1.19	320	0.22
12	52. 6.16	0015	1.04	675	0.09
13	52. 5.13	1440	0.79	380	0.13
14	52. 4.26	0015	2.08	705	0.18
15	52. 3.23	0410	1.80	200	0.54
16	52. 3.22	1445	0.09	465	0.09
17	52. 1.7	1340	0.44	35	0.75
18	51. 6.27	1540	1.73	500	0.21
19	51. 5.2	1835	0.71	75	0.57
20	51. 5.22	0415	1.27	210	0.36
21	52. 5.20	0340	0.97	270	0.22
22	51. 5.4	0005	0.69	140	0.30
23	51. 3.4	1300	0.77	150	0.31
24	51. 2.21	1350	0.26	245	0.06
25	51. 2.22	1535	0.56	150	0.23
26	52. 1.23	1835	1.03	555	0.11
27	51. 1.20	1915	0.51	230	0.13
28	51. 1.18	2245	0.68	305	0.13
29	51. 1.19	0425	0.36	210	0.10
30	51. 1.19	1850	0.30	110	0.16
31	51. 1.19	2130	0.32	120	0.16
33	51. 1.17	1540	0.40	135	0.18
34	50.12.30	1355	0.25	140	0.11
35	50.12.8	1650	0.14	25	0.34
36	50.12.8	1750	0.28	55	0.31
38	50. 7.19	2100	0.62	285	0.13
39	50. 5.6	1420	0.57	60	0.38
40	50. 4.6	1710	0.53	45	0.71
41	50. 4.6	2120	0.26	100	0.16
42	50. 4.7	0115	0.52	255	0.12
43	50. 4.3	1255	0.27	180	0.06
44	50. 4.3	0205	0.70	485	0.09
45	50. 2.7	1655	0.32	65	0.30
46	50. 1.18	1700	4.21	900	0.28
47	50. 1.1	1735	0.70	155	0.27
48	49.11.27	1750	0.68	125	0.33
49	49.11.21	1920	0.31	115	0.16
50	49.11.21	0940	0.79	280	0.17
51	49.11.17	1420	0.78	100	0.47
52	49. 9.11	2040	0.58	70	0.50
53	49. 8.2	1650	0.22	65	0.20
54	49. 8.3	1810	0.28	180	0.09
55	49. 8.12	1150	0.42	115	1.22
56	49. 6.4	1435	0.77	185	0.25
57	52.10.26	2330	1.13	260	0.26
58	48. 1.1	1525	1.39	210	0.40
59	48. 2.23	2200	0.30	35	0.52

60	48. 2. 16	0150	0. 29	145	0. 12
61	48. 2. 6	1725	0. 45	65	0. 42
62	48. 3. 5	2245	0. 38	140	0. 16
63	48. 3. 25	0430	0. 98	270	0. 22
64	48. 3. 14	1355	0. 66	90	0. 44
65	48. 4. 12	0130	0. 63	200	0. 19
66	48. 5. 2	1640	1. 28	420	0. 19
67	48. 6. 22	0145	1. 75	530	0. 20
68	48. 9. 22	2310	0. 20	30	0. 41
69	48. 12. 22	1400	0. 53	115	0. 28
70	48. 12. 12	1825	0. 23	15	0. 92
71	48. 12. 3	1250	0. 66	90	0. 44
72	47. 2. 25	1610	0. 66	110	0. 36
73	47. 4. 22	1645	0. 37	60	0. 37
74	47. 4. 22	0620	2. 97	490	0. 36
75	47. 4. 3	1130	0. 34	45	0. 45
76	47. 8. 18	2035	0. 17	50	0. 20
77	47. 10. 14	1905	0. 19	120	0. 10
78	47. 11. 22	1430	0. 59	145	0. 24
79	47. 11. 1	2110	0. 27	145	0. 11
80	47. 12. 20	2235	0. 58	65	0. 54

3. 記錄値의 分析

먼저 모든 폭우의 연속 누적곡선을 自記紙에서 이끌어 그렸으며 이 폭우를 時間的分布와 比較 고찰코져 누적강우량을 그 총강우량의比 (누적강우량/총강우량)로 해서 이를 종좌표로 하고 그때의 강우시간을 폭우의 연속시간의比 (시간/연속시간)로 해서 이를 橫좌표로 하는 無次元누적곡선(Dimensionless mass curves)을 작성하였다.

이 무차원누적곡선의 作成過程에서 폭우연속시간을 1의 단위로하고 다시 이것을 十分之一의 間隔으로 나누어 누적曲線에 그려지는 點을 연결하여 하나의 曲線을 만들었으며 때때로 그 폭우시간의 10% 未滿의 강우강도를 나타내는 特異한 극소수의 點은 無視해 버리고 이 曲線上에는 比較的一般性을 나타내는 강우강도의 변화상태를 추적해 놓았다. 이 實際的으로 추적된 曲線은 강우의 시간적分布상태가 어디선가 一致하는 모양을 엿볼수 있는點에서 다소 분석의 가치가 있음을 찾을수있다. 그리고 이따금 一般的인 曲線上을 벗어나는 微少한 突變강우강도는 우리가 어느 流域의 流去量을 計算한다거나 河川의 貯溜狀態를 圓滑하게 추적해 가자는 어느 水文學的인 考察에 있어서 큰 영향이 없기 때문에 無

視한 것이다.

이 無次元累積曲線의 추적은 한 폭우기간中 最短 그 폭우시간의 5%에 해당하는 시간에 發生한 頂點 강우강도로부터 最長 90%에 該當하는 時間에 發生한 頂點강우강도 까지의 넓은 範圍로 分析했으며 이 分析의 結果에서 나타난것을 보면 이들 폭우는 3개의 代表的인 團을 形成해서 폭우의 시간적 분포를 나타낼을 엿볼 수가 있는데 即 一群은 폭우연속中 頂點部가 폭우가 시작한 直後에 發生하는 상태 二群은 폭우연속 中間部直前에서 그리고 三群은 폭우연속 中間部直後에서 各各 發生하는 상태가, 그 代表的인 一般的 폭우의 分布狀態이고 여기에서 흥미있는 것으로는 여러개의 폭우가 이들 3個群의 어느 것과도 一致하지 않는 특이한 모습을 엿볼수 있는 것이며 이들의 群別 分布狀態의 무차원누적곡선을 圖 1, 2, 3, 4로 區分圖示하였다.

勿論 圖示에서 보는바와 같이 이들 三個群도 폭우의 시간적分布間에는 相當한 間격이 있음을 볼수 있기는 하지만 그 分布의 間격을 좁혀가는 모습이 현저하고 各群을 살펴볼때 頂點部 강우강도가 발생한 시간의 범위가 강우시간의 대략 15~20%에 해당하였다는 點을 살필수가 있다. 한편 3개의 一般性을 나타내는 代表的인 폭우의 分

布표와 3개의 어느것과도 一致하지 않는 불균형 분포표는 표 2와 같다.

(표 2) 폭우의 群別分布表

群 別	頂點강우강도의 발생시기	폭우의 수比率(%)	
1	폭우초기	22	28
2	폭우연속中間部 直前	16	20
3	" 直後	20	26
4	不均衡	20	26

그리고 다시 3개의 一般的인 分布狀態를 代表하는 平均曲線을 圖 1, 2, 3, 4에 同時에 點線으로 추적했으며 이 曲線은 종좌표의 어느 값에 대해서도 횡좌표상의 平均曲線이 그 橫坐標上의 각 개곡선의 平均값과 同一하도록 유도하였으며 이 유도의 目的은 平均曲線上에서의 폭우 頂點平均 시간과 폭우 頂點平均강도가 分布狀態를 個別的으로 그린 一般曲線과 同一함을 是認하기 위함이었다.

그리고 여기에 그려진 平均曲線에서 다음과 같은 두가지의 見解가 해석되는데 첫째 平均曲線을 만들기 위해서 그 曲線을 圓滑하게 한것은 作圖上 不可避한 것이었고 실제폭우의 강도가 이 平均폭우 강도처럼 圓滑하다고 生覺해서는 안된다는 것과 둘째 어떤 實際폭우강도의 頂點은 이 平均폭우강도의 약 2배가 된것도 있었다는 事實이 그것이다.

또 究明된 폭우의 시간적분포상태를 使用上 便利하게 하기 위하여 다시 이 무차원 平均누적곡선을 無次元강도 시간곡선(Dimensionless intensity-time curves)으로 다시 작성한다. (圖5) 이의 換算方法은 폭우의 실제강도를 平均강도로 나누어 이 값을 종좌표(표3)로 한다. 작성된 제 5圖에서 보면 폭우 제 3群의 分布曲線은 폭우 제 2群의 分布의 反對方向으로 거의 비슷함을 볼 수가 있다.

(표3) 씨드니 地方폭우의 一般的인 시간적 分布表

강 우 시 간	실제강우강도/평균강우강도		
	一 群	二 群	三 群
폭우연속시간			
0.00-0.05	1.00	0.45	0.14
0.05-0.10	1.76	0.60	0.18
0.10-0.15	3.48	0.80	0.23
0.15-0.20	3.62	1.07	0.31
0.20-0.25	2.35	1.50	0.40
0.25-0.30	1.60	2.10	0.47

0.30-0.35	1.05	2.50	0.72
0.35-0.40	0.78	2.53	0.72
0.40-0.45	0.65	1.87	0.92
0.45-0.50	0.58	1.30	1.28
0.50-0.55	0.52	0.97	1.75
0.55-0.60	0.50	0.83	2.23
0.60-0.65	0.49	0.73	2.53
0.65-0.70	0.43	0.70	2.41
0.70-0.75	0.36	0.62	2.00
0.75-0.80	0.28	0.50	1.50
0.80-0.85	0.21	0.37	0.98
0.85-0.90	0.13	0.26	0.65
0.90-0.95	0.11	0.17	0.45
0.95-1.00	0.10	0.13	0.28

다시 20개의 폭우로 구성된 제4群(不均衡型)은 一般的인 分布를 보이는 前述 三群과 하등의 一致點을 보이지 않는다는 事實은 前述한 바 있거니와 이中 하나의 폭우는 始終 거의 均一한 강우강도를 나타내는가 하면 또 다른 두개의 폭우는 第一群의 平均曲線과 相反되는 方向으로 아주 相似하고 폭우의 진행이 극히 완만하다가 급격한 폭우강도를 나타내는 모습을 볼 수 있으며 다른 17개의 폭우는 폭우 頂點이 중복되는 狀態를 이루는 것을 볼 수가 있다.

4. 폭우간의 相關關係考察

다시 이 여러개의 시간적 분포상태가 그폭우들의 特性間에 어떠한 相關關係를 가지고 있는지를 究明하기 위해서 各群別 폭우를 다음과같이 정리해 보았다.

- ㉠ 연속 시간別 폭우분포
- ㉡ 평균강우강도別 폭우분포
- ㉢ 총강우량別 폭우분포

그러나 제4表에서 第一群의 폭우가 短期間의 폭우 또는 강도가 높은 폭우라고 볼수있기는 하지만 사실상 폭우의 시간적 분포상태가 이 章에서 관찰한 폭우의 연속시간 평균강도 및 총강우량의 어느것과도 特記할만한 相關關係는 발견할 수가 없었다.

(표 4) 연속시간別 폭우 분포표

폭우연속 시간(분)	폭우의 수			
	一 群	二 群	三 群	四 群
15-30	0	1	1	1
31-60	3	1	3	1

폭우연속 (분시간)	폭우의 수			
	一 群	二 群	三 群	四 群
61-120	11	2	5	2
121-240	6	4	5	8
241-480	1	3	4	7
481-960	1	5	2	1

(표 5) 평균강우강도별 폭우분포표

강우강도 in/hr	폭우의 수			
	一 群	二 群	三 群	四 群
0.0-0.1	0	3	1	2
0.0-0.2	5	5	8	8
0.2-0.3	5	4	2	6
0.3-0.4	5	3	4	0
0.4-0.5	5	0	2	1
0.5-0.6	2	0	2	1
0.6-0.7	0	0	0	1
0.7-0.8	0	0	1	1
0.8-0.9	0	0	0	0
0.9-1.0	0	1	0	0

(표 6) 총강우량별 폭우분포표

강우량별 (in)	폭우의 수			
	一 群	二 群	三 群	四 群
0-0.40	8	6	9	5
0.40-0.80	13	3	4	11
0.80-1.20	0	3	0	3
1.20-1.60	0	1	2	0
1.60-2.00	1	1	3	0
2.00-2.40	0	1	1	1
2.97	-	-	1	-
4.28	-	1	-	-

5. 結 論

세드니地方을 相對로해서 폭우의 連續時間을 觀범위하게 잡고 또 平均강도와 총 강우량을 分析 相對로 해서 考察해 본 結果 이 地方에 對한 代 表的인 單一폭우의 分布狀態는 決定지을 수가 없 었으나 一般的으로 3개의 平均分布狀態를 이 考 察을 通해서 樹立할 수가 있는데 하나의 型은 頂 點강우강도가 폭우의 초기에 나타난 平均강우강 도보다 약 4배가 됨을 볼 수 있으며 다른 두型은 頂點강우강도가 그폭우의 連續中間部의 直前과 直後에서 各各 發生한 平均폭우강도보다 2.5배 가량이 컸다는 사실을 볼 수가 있다.

각개의 폭우의 分布가 平均폭우分布상태와는 若 干씩의 距離感이 있기는 하지만 폭우의 分布狀態 를 合成分析코져 할때에 充分히 密接한 一致性 을 나타냄을 발견할 수가 있다고 본다.

그리고 分析한 폭우中 25%가 上述한 3개群의 폭우상태와는 하등의 유사點을 발견할 수가 없었 으며 이中 2개의 폭우는 特히 폭우의 退去部에 서 높은강우강도를 나타냄을 엿볼 수 있다. 結論 的으로 平均폭우 分析상태의 考察은 洪水量 計算 又は 도시의 배수설계등을 할때에 계산해야할 유 거량손실 적절한 단위유량도산정 및 時間對面積 圖(Time-AreaDiagram)사용등과 병행하여 설계 시에는 重要한 자리를 차지하므로 유의할 必要 가 있다고 본다.

(筆者 土聯 農業土木研究所)

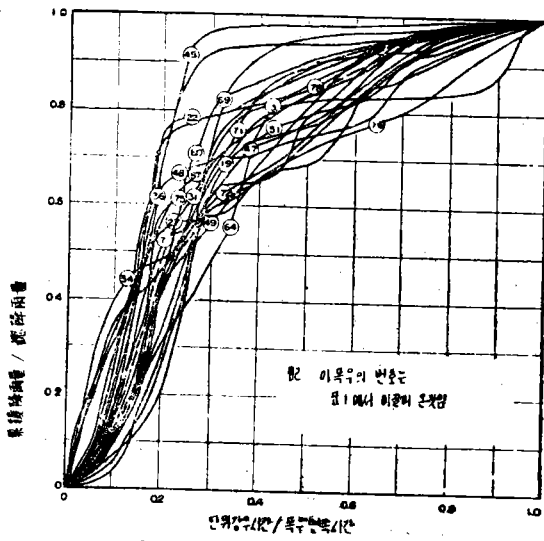


圖 1 - 第一次元累積曲線 (第一群)

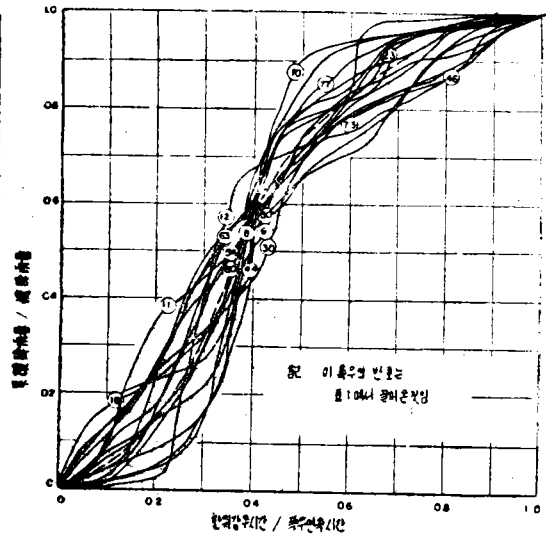


圖 2 - 第二次元累積曲線 (第二群)

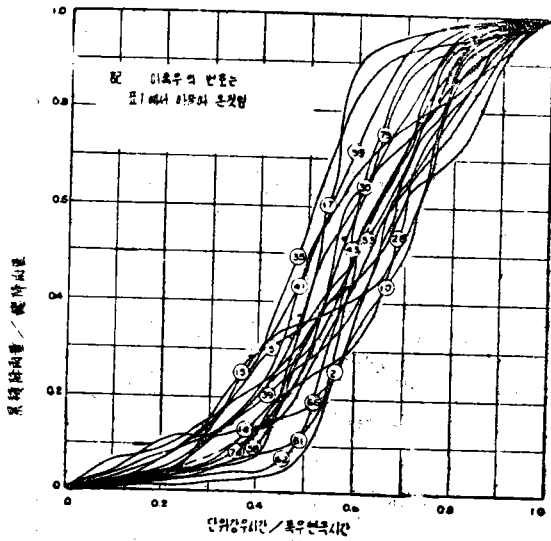


圖 3 - 第三次元累積曲線 (第三群)

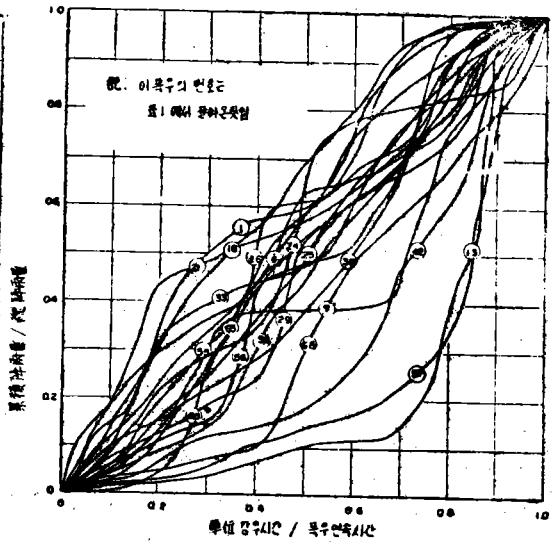


圖 4 - 第四次元累積曲線 (第四群)

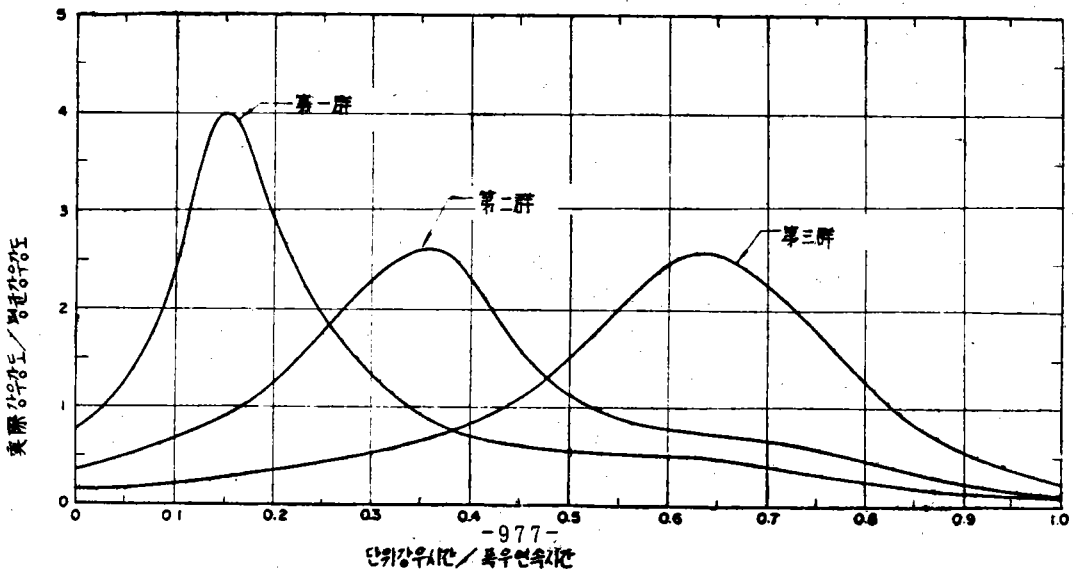


圖 5 - 代表的인 폭우의 時間의 分布