

# 灌溉期間中 畚流域에서의 降雨流出量 推定에 관한 研究

## A study on the rainfall runoff from paddy fields in the small watershed during Irrigation period

— 湛 水 深 法 —

金 采 洙\*  
Chae Soo Kim

### Summary

This thesis aims to estimate the rainfall runoff from paddy field in a small watershed during irrigation period.

When the data observed at the proposed site are not available, the Monthly Runoff Equation of Korean Rivers which was derived from data observed under the following assumptions is used to study the water balance.

- Monthly base flow was assumed as 10.2mm even if there is no monthly rainfall.
- Monthly consumption of rainfall was ranged from 100 to 200mm without relation to the rainfall depth.

However, the small watershed which consists mainly of paddy fields encounters severe droughts and accordingly the baseflow is negligible.

Under the circumstances the author has developed the following equation called "Flood Irrigation Method for Rainfall Runoff" taking account of the evapotranspiration, precipitation, seepage, loss of transportation, etc.

$$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-5n(n+1) + (n+1)(Pr - S - E_T)]$$

where:

R: runoff (ha-m)

A: catchment area (ha)

F: coefficient of loss (0.0-0.20)

$P_r$ : rainfall (mm)

S: seepage

$E_T$ : evapotranspiration (mm)

To verify the above equation, the annual runoff ratio for 28 years was estimated using the Monthly Runoff Equation of Korean Rivers the Flood Irrigation Method and the Complex Hydrograph Method based on meteorological data observed in the Dae Byeog project area, and comparison was made with data observed in the Han River basin.

Consequently, the author has concluded that the Flood Irrigation Method is more consistent with the Complex Hydrograph Method and data observed than the Monthly Runoff Equation of Korean Rivers.

\* 農業振興公社 設計一部

# I. 序 論

繼續的인 人口 增加, 文明的 急進的 發展으로 效率的인 水資源利用이 提高되고 있으며 古代로부터 많은 利水施設이 築造되어 왔고 現在도 數 많은 計劃이 進行되고 있다.

利水施設은 工產品과 같이 劃一的인 規模로 築造될 수 없을 뿐 아니라 永久施設이면서 費用面에서도 高價이므로 經濟的 妥當性을 具備한 適正規模가 되어야 한다.

利水施設의 計劃時 重要한 事項은 計劃 流域內의 降雨流出量을 正確하게 推定하는 것이지만 河川 流量觀測記錄이 없는 小流域의 降雨流出量의 推定은 大流域 河川流出量으로부터 誘導된 韓國河川月別流出量公式으로 하고 있으나 畚流域이 支配的인 小流域에서는 前記 公式이 不適當 境遇가 많으므로 畚流域으로부터의 降雨流出量 推定을 爲해 畚의 灌溉 및 貯溜의 特性을 考慮하여 灌溉期間中 畚流域으로부터 降雨流出量 推定法(湛水深法)을 誘導하였다.

湛水深法의 論證을 爲해 仁川地方 氣象資料 28個年分(1953—1980)을 使用하여 京畿道 金浦郡所在 大碧地區<sup>2)</sup> (流域面積: 畚 420ha)에 對해 湛水深法과 韓國河川 月別流出量公式으로 各各 降雨流出量을 推定하고 前記 流出量公式의 補完을 爲해 漢江水系 支流河川인 清美川<sup>3)</sup> (流域面積 448km<sup>2</sup>)에서 觀測한 實測值와 比較分析하고저 한다.

# II. 灌溉期間中 畚流域에서의 降雨 流出量

## 1. 畚에서의 물收支(water balance)

畚에서의 물收支圖는 fig. 1과 같으며 流入量과 流出量에 對해서 關係式을 樹立하면 式 1과 같다.

<sup>\*)</sup> 12) 14) 15) 14) 14)

$$P_r + h_i - H + S_i + C = r_o + S + S_r + E_T \dots\dots\dots (1)$$

여기서

$P_r$ : 降雨量 (mm)

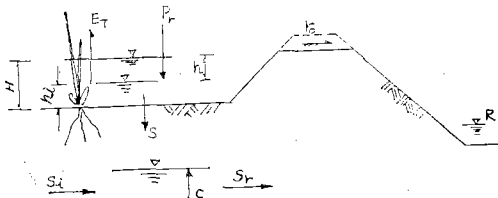


Fig. 1. Water balance in paddy field

$h_i$ : 初期湛水深 (mm)

$H$ : 許容湛水深 (mm)

$S$ : 滲透量 (mm)

$S_i$ : 地中流入量 (mm)

$C$ : 毛細管上昇量(capillary rise) (mm)

$r_o$ : 地表流出量 (mm)

$S_r$ : 地中流出量 (mm)

$E_T$ : 葉水面 蒸發量 (mm)

어느 時刻에서 橫方向 흐름인 地中流入量과 地中流出量은 같다고 假定되며<sup>15)</sup> 毛管上昇量은 無視할<sup>16)</sup> 수 있으므로 式 1은 다음과 같이 된다.

$$P_r + h_i - H = r_o + S + E_T \dots\dots\dots (2)$$

式 2의 各 因子를 決定하는 要素는 다음과 같다.

### (1) 初期 湛水位 및 許容湛水深

畚의 湛水位는 作物의 生育과 密接한 關係를 가지며 許容湛水位는 50~60mm,<sup>2)</sup> 60mm<sup>3)</sup>이므로 現在 農業基盤造成事業에 使用하는 基準值 60mm를 採擇하였다.

流域內 各 畚의 灌溉用水 補給方法이 一時一括로 補給되지 못하며 許容湛水深이 60mm이므로 初期 湛水位는 0~10mm, 10~20, 20~30, 30~40, 40~50, 50~60 領域內에 分布하며 等深面積이 實際的으로 均等할 수는 없지만 畚內에 貯溜되므로 算術平均으로 等 分布라고 假定한다.

## 2. 灌溉期間中 畚에서의 降雨流出量

式 2를 流出量  $r_o$ 에 對해 展開하면 式 3과 같다.

$$r_o = P_r + h_i - H - S - E_T \dots\dots\dots (3)$$

初期 湛水深  $h_i$ 의 分布 領域別 模型은 Fig. 2와 같다.

Fig. 2의 各 模型에 對해 Fig. 3을 適用하면 Table-1과 같다.

理論的으로는 畚內 許容湛水深까지만 貯溜하여야 하나 實際的으로 관계용수 補給狀態의 圓滑 與否,

Table-1. Runoff according to initial flooding depth

Model No.	Initial flooding depth	Runoff	Remark
1	0 m	$r_{o1} = P_r + 0 - 60 - S - E_T$	
2	10	$r_{o2} = P_r + 10 - 60 - S - E_T$	
3	20	$r_{o3} = P_r + 20 - 60 - S - E_T$	
4	30	$r_{o4} = P_r + 30 - 60 - S - E_T$	
5	40	$r_{o5} = P_r + 40 - 60 - S - E_T$	
6	50	$r_{o6} = P_r + 50 - 60 - S - E_T$	
7	60	$r_{o7} = P_r + 60 - 60 - S - E_T$	

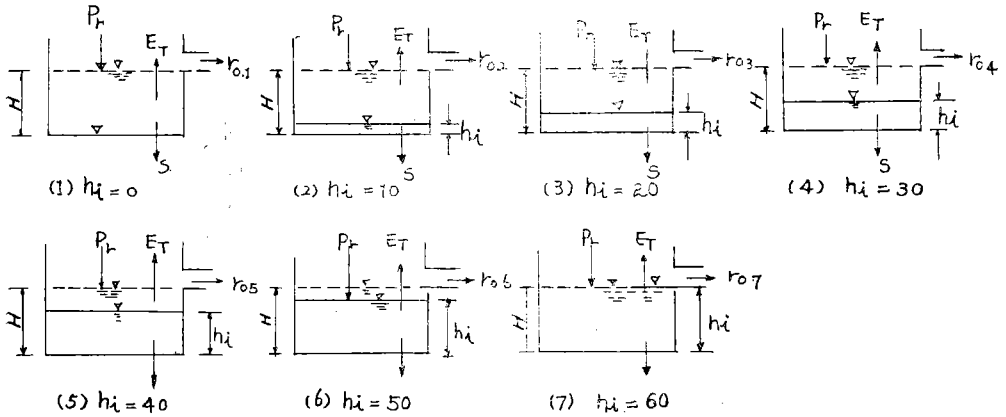


Fig. 2. Runoff model according to initial flooding depth

地區內 排水狀態에 따라 貯溜程度에 差異가 있으며 流路內 滲透, 貯溜等으로 流出量이 減少되며 流出

Table-2. coefficient of loss. F

Surface drain-age in paddy field	flooding depth than allowable	Reuse	Loss of transportation	F	Remark
Much	same	None	None	0.0	
Medium	slightly same	Little	Little	0.05	
Little	slightly Large	Medium	Medium	0.10	
—	Large	much	Large	0.15	
—	Very Large	Very much	Very Large	0.20	

中 다시 反復 利用되는 때도 있으므로 損失係數, F 를 導入하고 流域面積, A, 降雨量, Pr 일 때 Table-1을 組合하면 式-4와 같다.

$$R = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{1+F} r_{oi} \quad A_i = \frac{A}{1+F} \sum_{i=1}^{n-1} (P_r + h_i - 60 - S - E_T) \frac{1}{1000} \dots\dots\dots(4)$$

여기서

R = 流域의 降雨流出量 (ha·m)

A =  $\sum A_i$ , 流域面積 (ha)

$A_i$  = 初期 湛水深이 等深인 面積 (ha)

F = 流出中 損失率 (Table-2)

初期 湛水深은 許容湛水深內에서 0~60mm까지 分布하며 等深面積이 均等하지는 않지만 灌溉形態에 따라 一般的으로 同一하다고 假定하여 等深面積 群으로 區分하면 式-4는 式-5와 같이된다.

$$R = \frac{A}{7 \times 1000(1+F)} \sum_{i=1}^{n-1} (P_r + h_i - 60 - S - E_T) \dots\dots\dots(5)$$

降雨量을 0~10, 10~20, 20~30, 30~40, 40~

Table-3. Rcnoff accrding to rainfall

Rainfall	Runoff
$0 \leq P_r - S - E_T < 10$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [0 + 1(P_r - S - E_T)]$
$10 \leq P_r - S - E_T < 20$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-10 + 2(P_r - S - E_T)]$
$20 \leq P_r - S - E_T < 30$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-30 + 3(P_r - S - E_T)]$
$30 \leq P_r - S - E_T < 40$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-60 + 4(P_r - S - E_T)]$
$40 \leq P_r - S - E_T < 50$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-100 + 5(P_r - S - E_T)]$
$50 \leq P_r - S - E_T < 60$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-150 + 6(P_r - S - E_T)]$
$60 \leq P_r - S - E_T$	$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-210 + 7(P_r - S - E_T)]$

50, 50~60, 60mm 以上の 境遇로 分類式—5에 代  
入하면 降雨量別 流出量은 Table—3과 같이 된다.

Table—3을 組合하면 Table—6과 같다.

$$R = \frac{A}{7000(1+F)} [-5m(n+1) + (n+1)(P_r - S - E_T)] \dots\dots\dots(6)$$

但  $n = \frac{P_r - S - E_T}{10}$  이며 陽의 整數(integer), 式—6을 湛水深法에 依한 降雨流出量 推定公式이라(以下 湛水深法으로 稱함)하며 單位는 ha·m이다.

### III. 資料 및 方法

#### 1. 氣象資料

仁川測候所의 28個年(1953—1980年)分 日別 降雨量 및 日別 平均氣溫을 使用하였다.

#### 2. 對象流域<sup>7)</sup>

京畿道 金浦郡 大車面 所在 大碧地區流域(畝 420 ha)이며 流路延長 5.3km이고 流域內 滲透量은 現

場測定 加重平均値로서 3.0mm이다.

#### 3. 實測資料

韓國河川 月別 流出量公式의 補充을 爲해 漢江水系 支流河川인 淸美川에서 4個年間(1972—1975年)에 觀測한 降雨量과 流出量을 利用하였다.

#### 4. 降雨流出量 推定方法

大碧地區<sup>7)</sup>의 流域에 對해 仁川測候所 氣象資料를 使用하여 관계기간중(4—9日)의 강우유출량을 28個 年間に 걸쳐 湛水深法 및 韓國河川 月別 流出量公式<sup>9)</sup>으로 推定하였고 合成流量圖法(complex Hydrograph Method)으로 <sup>4) 5) 11) 14) 17)</sup> 10~25mm 降雨에 對해 時間別 降雨分布率을 (Table—4) 곱하여 시간별 강우량을 산출하고 강우량별 유출량 및 유출율을 구한 후 강우량에 對한 유출율 關係式 (Table—11)을 유도하여 이 식에 日別 降雨量을 代入 流出率 및 流出量을 推定後 日別 流出量을 旬別로 累加하여 3個年間(1973—1975)의 降雨流出量 (4~9月)을 추정하였다.

Table-4. Wearly distribution of rainfall.

Hour	0~0.5	0.5~1.0	1~1.5	1.5~2	2~2.5	2.5~3	3~4	4~5	5~6	6~12	12~24
%	13	22	30	36	41	45	53	59	63	79	100

### IV. 流出量 및 流出率 分析 및 考察

大碧地區에 對한 28個年間(1953—1980年)의 降雨資料 (4~9月)를 使用하여 湛水深法과 韓國河川 月別 流出量公式에 依해 推定한 流出量 및 流出率은 Table—5와 같고 合成流量圖法으로 3個年(1973—1975)에 걸쳐 推定한 流出量 및 流出率은 Table—6과 같다.

韓國河川 月別 流出量公式의 補充을 爲해 漢江水系 支流河川인 淸美川에서 4個年間(1972—1975)에 걸쳐 實측한 月別 流出高는 Table—7과 같으며 年度別 各 觀測所의 平均流出率은 Table—8과 같다.

#### 1. 平均 流出率

流出量公式과 湛水深法으로 推定한 28個年 平均 流出率과 漢江水系 淸美川에서 觀測한 4個年 平均 流出率은 Table—9와 같다.

Table—9에 나타난 바와 같이 流出量公式의 境遇

流域內 消費가 가장 많아 流出이 가장 적은 경우( $F=1.4$ )의 流出率(0.501)이 湛水深法의 境遇 流出이 가장 많은 때( $F=0.00$ )의 流出率(0.457)보다도 크며 湛水深法의 流出이 가장 적은 때( $F=0.20$ )의 流出率(0.381)과는 差異가 크다.

#### (1) 湛水深法과 流出量公式의 比較

(가) 流出量 公式의 流域流出이 가장 적은 경우( $f=1.4$ )의 流出率이 湛水深法보다 9.6~31.5% 크다.

(나) 流出量公式의 流域流出이 比較的 적은 境遇( $f=1.2$ )의 流出率도 湛水深法 보다 18.8~42.5% 크다.

#### (2) 實測值와 流出量公式의 比較

(가) 流出量公式의 流域流出이 가장 적은 境遇( $f=1.2$ )의 流出率은 實測值보다 11.0~20.4% 크며

(나) 流出量公式의 流域流出이 比較的 적은 境遇( $f=1.2$ )의 流出率은 實測值보다 20.4~30.5%나 크다.

Table-5. Annual mean coefficient of runoff

year	Rainfall		Monthly Runoff Eq. of Korean Rivers						Flood Irrigation Method												Remenk
	mm	ha.m	f=1.4		f=1.2		F=0.0		F=0.05		F=0.10		F=0.15		F=0.20						
			R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C					
1953	809.6	339.99	161	0.473	174.4	0.513	133.31	0.392	126.93	0.373	121.08	0.356	115.91	0.341	111.09	0.32	R=Runoff C=coefficient of runoff				
1954	1,032.2	433.5	225.9	0.52	241.4	0.556	161.99	0.374	154.31	0.356	147.34	0.340	140.84	0.325	134.99	0.311					
1955	920.2	386.48	181.1	0.468	196.4	0.508	189.09	0.489	180.37	0.465	172	0.445	164.41	0.425	157.67	0.40					
1956	1,120.3	470.68	263.7	0.56	279.1	0.593	243.22	0.517	231.68	0.492	221.39	0.470	211.46	0.449	202.67	0.43					
1957	707.6	279.18	151.9	0.511	163	0.548	72.75	0.261	69.3	0.248	66.37	0.237	63.28	0.227	60.67	0.20					
1958	851.6	357.67	174.4	0.487	188.8	0.528	203.29	0.568	193.61	0.541	184.81	0.517	176.78	0.494	169.41	0.473					
1959	897.9	377.25	179.6	0.476	193.9	0.514	191.41	0.508	183.28	0.486	174.84	0.464	167.31	0.444	160.36	0.425					
1960	768.2	322.64	145.5	0.45	158.9	0.492	138.34	0.429	131.6	0.408	125.78	0.390	123.68	0.383	115.26	0.373					
1961	1,296.3	544.46	295.4	0.54	316.6	0.501	297.29	0.546	283.7	0.521	270.34	0.496	258.51	0.475	244.74	0.449					
1962	850.3	357.13	181.8	0.509	197.7	0.553	178.88	0.499	169.79	0.475	162.15	0.454	155.09	0.434	148.65	0.416					
1963	1,120.4	470.67	232.4	0.493	251.1	0.534	203.49	0.432	193.78	0.412	185.03	0.393	176.92	0.376	169.6	0.36					
1964	1,196	502.39	255.4	0.508	275.4	0.548	273.74	0.545	260.49	0.519	243.84	0.495	238	0.474	228.09	0.454					
1965	850.6	357.25	237	0.66	249.6	0.698	136.76	0.383	130.24	0.365	124.37	0.348	118.98	0.333	113.95	0.319					
1966	985.7	413.00	246.4	0.595	264.3	0.638	197.30	0.477	187.68	0.454	179.36	0.433	171.55	0.414	164.0	0.396					
1967	683.7	287.16	112.1	0.39	122.6	0.426	106.34	0.370	101.2	0.353	96.88	0.337	92.47	0.322	88.62	0.30					
1968	866.9	364.10	199.20	0.547	212.7	0.584	180.75	0.496	172.43	0.474	164.32	0.451	157.19	0.432	156.03	0.43					
1969	1,312.5	551.25	311.6	0.565	333.1	0.604	315.43	0.572	300.4	0.545	286.74	0.520	274.39	0.498	262.85	0.476					
1970	1,267.3	532.27	243.5	0.457	313.7	0.589	306.2	0.575	291.74	0.548	278.44	0.523	266.38	0.500	255.25	0.479					
1971	1,025.4	430.66	204.9	0.475	221	0.513	188.88	0.437	179.43	0.417	171.27	0.398	163.52	0.380	156.99	0.364					
1972	1,198.1	503.20	319.7	0.635	334.4	0.664	296.1	0.588	281.69	0.56	269.16	0.535	256.82	0.510	246.75	0.49					
1973	621.9	261.20	90.4	0.346	99.1	0.379	63.08	0.24	60.08	0.23	57.32	0.219	54.88	0.210	52.65	0.20					
1974	1,022.7	429.53	210.9	0.49	227.4	0.529	169.60	0.395	161.46	0.376	150.41	0.350	143.66	0.335	141.20	0.329					
1975	1,061.5	445.83	209.4	0.47	226.2	0.507	233.10	0.523	222.01	0.498	211.96	0.475	201.88	0.453	194.3	0.435					
1976	833.1	352.0	197.5	0.561	208.8	0.591	146.14	0.417	139.71	0.397	133.45	0.379	127.67	0.363	122.84	0.347					
1977	895.1	375.94	194.7	0.518	207.2	0.551	210.69	0.561	200.82	0.534	191.75	0.510	183.45	0.488	175.79	0.467					
1978	786.8	330.46	158.3	0.479	171.8	0.520	133.08	0.405	133.82	0.403	127.22	0.385	121.78	0.368	116.64	0.353					
1979	920.9	386.77	176.4	0.456	192	0.496	136.87	0.353	130.65	0.336	124.37	0.321	118.76	0.307	113.81	0.294					
1980	901.7	378.71	156.9	0.414	171.6	0.453	172.47	0.455	164.26	0.434	156.76	0.414	149.97	0.396	143.74	0.380					
Total	26,809.4	11,241.9	5,716.4	0.1	6,191.7	0.528	5,280.13	0.457	4,935.9	0.436	4,803.10	0.416	4,595.76	0.398	4,408.66	0.381					
Mean	957.41	401.59	204.13	0.501	217.13	0.543	188.67	0.457	176.28	0.436	171.67	0.416	164.13	0.398	157.45	0.381					
$\sigma_n$	132.17	77.80	54.24	0.0564	58.72	0.0061	65.38	0.090	69.089	0.086	59.33	0.082	56.597	0.078	54.14	0.077					

Table-6. Runoff estimation by Complex Hydrograph Method

year	'73				'74				'75			
Durati- on	Rainf- all	Gross rainfall	Runo- ff	coeff	Rainfall	Gross rainfall	Runo- ff	coeff of runoff	Rainfall	Gross rainfall	Runoff	coeff of runoff
4. Ear.	31.4	13.18	1.8	0.13	52.5	22.05	4.5	0.20	37.9	15.92	1.8	0.11
Mid.	38.8	16.29	0.5	1.03	45.5	19.11	2.0	0.10	7.5	3.15	0	0
Lat.	59.0	24.78	8.2	0.33	40.4	16.97	1.8	0.11	61.8	25.96	8.5	0.33
5. Ear.	52.4	22.0	3.0	0.14	60.4	25.36	8.5	0.33	20.0	8.4	0.5	0.06
Mid.	3.7	1.55	0	0	143.4	60.22	18.0	0.30	13.2	5.54	0	0
Lat.	0.6	0.25	0	0	39.3	16.50	1.0	0.06	0.0	0	0	0
6. Ear.	3.1	1.30	0	0	51.0	21.4	2.0	0.09	318.9	133.94	90.0	0.67
Mid.	32.3	13.56	1.8	0.13	1.0	0.4	0	0	7.2	3.02	0	0
Lat.	75.5	31.71	5.7	0.18	0.2	0.08	0	0	11.9	5.0	0	0
7. Ear.	1.9	7.98	0	0	115.6	48.55	26.0	0.54	61.5	25.83	3.6	0.14
Mid.	64.8	27.21	3.6	0.13	6.4	2.69	0	0	53.3	22.39	5.7	0.25
Lat.	70.8	29.73	10.5	0.35	78.9	33.4	3.6	0.11	117.1	49.18	9.5	0.19
8. Ear.	1.7	7.85	0.3	0.04	103.8	43.60	21.0	0.48	109.9	46.16	22.9	0.50
Mid.	57.1	23.98	4.0	0.17	53.3	22.39	5.7	0.25	4.1	1.72	0	0
Lat.	53.8	22.59	1.8	0.08	170.5	71.61	36.0	0.50	5.1	2.14	0	0
9. Ear.	32.5	13.65	0.5	0.05	5.6	2.35	0	0	1.1	46.62	22.0	0.47
Mid.	5.9	2.47	0	0	46.5	19.53	4.5	0.23	71.1	29.86	3.0	0.10
Lat.	19.6	8.23	0.5	0.06	8.4	3.53	0	0	0	0	0	0
Total	621.9	261,198	42.2	0.16	1022.7	429.53	161.3	0.376	1061.5	445.62	167.5	0.376

Table-7. Monthly runoff depth and coefficient of runoff

year	observa- tion ite	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	coeffi- cient of runoff	Rema- rk
1972	Jang- howan	rainfall	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46.3	107.2	15.1	168.6	—	—
		runoff depth	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42.2	46.2	20.1	108.5	64.35%
1973	Jang- howan	rainfall	52.4	5.9	7.0	110.2	89.3	193.4	62.3	227.9	128.6	25.4	36.7	22.1	961.2	—	—
		runoff depth	42.0	21.9	4.9	21.0	20.9	20.0	28.5	54.1	62.1	13.0	9.7	6.1	304.8	31.71%	—
1974	Jang- howan	rainfall	11.7	19.1	61.0	144.7	273.8	74.0	278.2	162.2	72.0	43.5	10.1	6.7	1157.0	—	—
		runoff depth	14.2	23.2	50.0	98.2	146.8	30.4	116.6	36.9	22.8	13.0	7.6	8.3	568.0	49.09	—
	Bonweol seong	rainfall	19.3	9.0	63.5	134.5	331.7	94.5	424.8	114.5	81.5	65.1	3.3	3.9	1345.6	—	—
		runoff depth	14.0	21.7	35.7	73.5	124.1	92.7	163.7	41.4	31.5	19.9	15.4	16.5	650.1	48.31	—
	Maesan	rainfall	36.7	18.5	47.0	129.2	232.4	67.8	335.9	92.1	93.5	46.3	9.5	8.2	1117.1	—	—
		runoff depth	17.7	29.0	44.6	68.5	111.1	36.4	163.2	27.9	16.6	12.6	6.4	6.8	534.0	47.81	—
1975	Jang ho- won	rainfall	13.2	11.2	85.2	103.3	71.9	40.5	450.1	169.9	291.5	—	—	—	1236.8	—	—
		runoff depth	7.0	5.4	20.8	17.4	25.5	11.0	178.3	76.6	106.7	—	—	—	448.7	36.28	—
	Ban we- ol seong	rainfall	11.4	9.1	86.5	89.4	82.5	38.1	455.0	179.3	361.1	—	—	—	1312.4	—	—

灌溉期間中 畚流域에서의 降雨流出量 推定에 관한 研究

Maesan	runoff depth	10.8	11.1	32.7	19.4	18.4	13.2	179.2	92.3	124.4	—	—	—	501.5	38.21
	rainfall	9.5	7.7	85.1	90.7	57.0	45.3	440.5	171.1	298.0	—	—	—	1204.9	—
	runoff depth	16.0	14.0	32.5	24.6	21.6	16.0	176.4	53.0	64.3	—	—	—	418.4	34.72

Table-8. Annual coefficient of runoff

year	'72		'73		'74		'75		Remark
observation site	runoff depth	coefficient of rainfall runoff	runoff depth	coefficient of rainfall runoff	runoff depth	coefficient of rainfall runoff	runoff depth	coefficient of rainfall runoff	
Janghown	108.5 168.6	0.6435	304.8 961.2	0.3171	568.0 1157.0	0.4909	448.7 1236.8	0.3628	
Ban weol-seong					650.1 1345.6	0.4831	501.5 1312.4	0.3821	Σrainfall = 8503.6
Maesan					534.0 1117.1	0.4781	418.4 1204.9	0.3472	Σrunoff depth = 3534.0
Total	108.5 168.6	0.6435	304.8 961.2	0.3171	1752.1 3619.7	0.48	1368.6 3754.1	0.364	coefficient obrunoff = 0.4156

Table-9. Mean coefficient of runoff

Method	Condition	Mean coefficient of runoff	standard deviation	Remark
Monthly Runoff Eq. of Korean Rivers	$f=1.4$	0.501	0.066	
	$f=1.2$	0.543	0.066	
Flood Irrigation Method	$F=0.00$	0.457	0.090	
	$F=0.05$	0.436	0.086	
	$F=0.10$	0.416	0.082	
	$F=0.15$	0.398	0.078	
	$F=0.20$	0.381	0.077	
observation value		0.416		weight mean Arrithmetic mean
		0.451	0.12	

(3) 實則値와 湛水深法の 比較

- (가) 實測値의 加重平均 流出率과 湛水深法の 平均流出率과의 差는 -9.0~+9.8%이며
- (나) 實測値의 平均流出率과 湛水深法の 平均 流出率과의 差는 -8.4~+1.3%이다.
- (다) 實測値의 加重平均 및 算術平均 流出率은 湛水深法으로 推定한 各 境通의 平均流出率에 비하여 -9.1~+1.3% 範圍內에 內包되고 있다.

流出量公式으로 推定한 流出率이 實際에 近似하

지 않는 原因은 基底流出이 發生되는 大流域 河川의 流出量으로부터 誘導되었으며, 無降雨月에도 基底流出量(月 10.2mm)이 補正計上되며 降雨量中 畚內 消費되는 消費水量이 計上되지 않고 流出되며, 降雨가 發生되지 않는 旬의 境遇에도 降雨 發生되는 旬의 流出量으로 借入 流出되고 旬別 流出量을 計算하지 않고 月別 流出量을 計算한 後에 降雨量의 比로 月別流出量을 比例 計算하므로 實際 流出量과 差異가 있다. 또한 降雨持續時間, 降雨量 등의 降雨形態와 回數 등이 考慮되지 않고 月總雨量

Table-10. Coefficient runoff by estimation method

Method	Monthly Runoff Eq. of. Korean Rivers		Flood Irrigation Method			Complex Hydro graph Method	observation nvalue	Remark
	f=1.4	f=1.2	F=0.00	F=0.10	F=0.20	法	0.25	
'73	0.34	0.38	0.22	0.21	0.19	0.16	0.25	
'74	0.49	0.53	0.40	0.35	0.32	0.37	0.44	
'75	0.47	0.51	0.52	0.47	0.43	0.37	0.35	
mean	0.45	0.48	0.40	0.37	0.34	0.33	0.38	

으로 計算하므로 月 降雨量과 同量의 降雨가 月一回 發生할 때나 數回로 分散되어 降雨發生할 때에 流出量이 같다는 矛盾點이 있으며 先行降雨가 發生된 後의 連續降雨時나 單一降雨時를 不拘하고 量的인 概念만을 導入하므로써 流出量이 같다는 不合理한 點等이 介在되기 때문이다.

2. 流出量 推定方法別 流出率

韓國河川 月別流出量公式, 合成流量圖法, 湛水深法, 實測值로 3個年間(1973—1975)에 對해 流出率을 求하였으며 流出率 對比表는 Table—10과 같다.

- (1) 流出量公式에 依한 流出率은 實測值보다 +18 ~ +26% 크다.
- (2) 湛水深法에 依한 流出率과 實測值와의 差는 +5.2 ~ -15% 범위이다.
- (3) 流出量公式에 依한 流出率은 合成流出量圖法과 比較할 때 36~45% 크다.
- (4) 湛水深法에 依한 流出率은 合成流量圖法과 比較할 때 +3~21% 크다.

(5) 流出率公式의 流域內 流出이 가장 적은 境通 (f=1.4)의 流出率은 湛水深法의 流出이 가장 큰 境通(F=0.00)의 流出率보다도 12.5% 크다. 上記와 같은 點으로 流出量公式보다 湛水深法이 實測值에 近似하다.

3. 降雨量別 流出率 分析

單一降雨時 降雨量 10~250mm에 對해 流出量公式(f=1.4), 湛水深法(F=0.0, 0.10, 0.20), 合成流量圖法으로 各 流出率을 推定한 結果를 圖式化하면 Fig. 3, Table—11과 같으며 合成流出圖法으로 推定한 流出率에 對한 流出量公式(f=1.4), 湛水深法(F=0.0, 0.10, 0.20)으로 推定한 流出率의 降雨量別 相關關係는 Table—12와 같다.

Fig. 3을 考察하면

(1) 流出量公式(HH<sub>1</sub>)

降雨量 10.00mm 때 流出이 降雨量보다 크며 이는 公式의 前題 條件으로서 無降雨月에도 月 10.2 mm의 降雨流出量이 發生되도록 公式을 誘導한 때

Table-11. Equation for coefficient of runoff according to rainfall

Method	Equation	Corelation(R)	Remark
Monthly Runoff Eq. of Korean Rivers (f=1.4)	$y = -3.625641 \times 10^{-6}x^5 + 2.6606831 \times 10^{-6}x^4 - 7.3392654 \times 10^{-4}x^3 + 9.415586 \times 10^{-2}x^2 - 5.4461269x + 142.22241$	R=0.970	y=coefficient (%)
Complex Hydro. Method	$y = 3.6797637 \times 10^{-6}x^3 - 3.0613458 \times 10^{-3}x^2 + 0.89286447x - 9.685403$	R=0.997	
Flood Irr. Method (F=0.0)	$y = 4.3116652 \times 10^{-6}x^3 - 3.5635061 \times 10^{-3}x^2 + 0.99804688x - 11.694168$	R=0.999	x : rainfatt (mm)
ditto (F=0.10)	$y = 3.9213692 \times 10^{-6}x^3 - 3.2401672 \times 10^{-3}x^2 + 0.90739810x - 10.638865$	R=0.999	
ditto (F=0.20)	$y = 3.5926564 \times 10^{-6}x^3 - 2.9696655 \times 10^{-3}x^2 + 0.8317523x - 9.7492599$	R=0.999	



Table-12. Corelation of coefficient of runoff between each estimation method versus rainfall

Rainfall	Complex Hydrograph method CR <sub>1</sub>	Flood Irrigation Method						Monthly Runoff Eq. of Korean Rivers (f=1.4)			Remark
		F=0.0		F=0.10		F=0.20		CR	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	
		CR <sub>1</sub>	R	CR <sup>+</sup>	R <sub>1</sub>	CR	R <sub>1</sub>				
10	0%	0	—	0	—	0	—	104	—	—	CR : coefficient of runoff $R_1 = \frac{CR}{CR^+}$ $R_2 = \frac{CR}{CR^+}$
20	5.95	7	1,176	6.35	1,067	5.83	0.980	55.60	9,378	8.787	
30	14.28	14	0.98	12.72	0.890	11.66	0.816	41.80	2,892	3.247	
40	21.43	21.25	0.992	19.31	0.901	17.70	0.825	35.15	1,640	1.820	
50	27.10	28.56	1,054	25.96	0.958	23.80	0.878	32.42	1,196	1.249	
60	33.70	35.70	1,059	32.45	0.963	29.76	0.883	31.38	0.930	0.966	
70	38.70	42.0	1,085	38.18	0.987	35.0	0.904	31.20	0.805	0.817	
80	44.64	47.5	1,064	43.18	0.967	39.58	0.887	31.60	0.709	0.732	
90	50.60	53.8	1,053	48.45	0.957	44.42	0.878	32.88	0.640	0.668	
100	54.52	58	1,064	52.72	0.967	48.88	0.886	33.84	0.611	0.632	
110	58.0	61.8	1,065	56.18	0.969	51.5	0.888	34.87	0.592	0.613	
120	61.11	65.0	1,064	59.09	0.967	54.17	0.886	35.68	0.584	0.604	
130	63.92	67.70	1,059	61.54	0.963	56.42	0.883	36.95	0.578	0.600	
140	66.15	70.0	1,058	63.63	0.962	58.33	0.882	38.25	0.578	0.601	
150	68.09	72.0	1,057	65.45	0.961	60.0	0.881	39.56	0.581	0.604	
175	72.24	76	1,052	69.09	0.956	63.33	0.877	42.60	0.590	0.616	
200	75.47	79	1,047	71.82	0.952	65.83	0.872	45.90	0.608	0.639	
225	77.88	81.3	1,044	73.90	0.949	67.75	0.870	48.80	0.627	0.660	
250	80.0	83.20	1.04	75.64	2,946	69.33	0.867	51.50	0.644	0.680	
Σ	—	—	19.013	—	17.282	—	15.843	—	24.183	24.535	
n	—	—	18	—	18	—	18	—	18	18	
$\bar{X}$	—	—	1.056	—	0.960	—	0.880	—	1.343	1.363	
$\sigma_n$	—	—	0.0379	—	0.0343	—	0.0318	—	2.027	1.910	

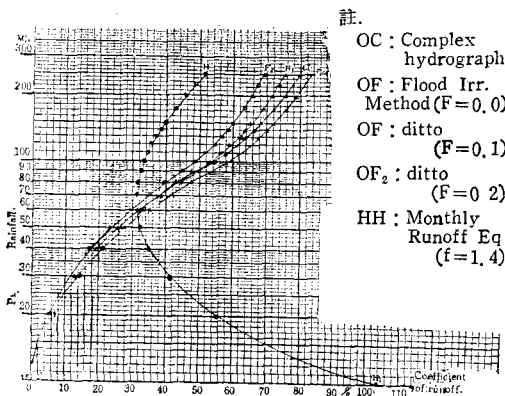


Fig. 3. coefficient of runoff versus rainfall.

原因이 있고 降雨量 10.0mm에서 부터 60mm까지는 流出率이 漸減되며 70mm以上부터는 漸增加하고 있다. 이는 流域內 消費量이 降雨量의 多少에 關係없이 月 100~200mm가 發生한다고 假定하였기 때문이다.

(2) 湛水深法과 合成流量圖法

降雨量 20mm까지는 無視할 만큼 流出이 微小하며 降雨量이 增加하면서 流出率이 增加하고 60mm까지는 流出率이 서로 近似하며 合成流量圖에 依한 流出率이 湛水深法의 流出率에 內包되며 F=0.10 때의 曲線과 거의 一致한다.

또한 Table-12와 같이 合成流量圖法으로 推定한 流出率과 湛水深法으로 推定한 流出率과는 거의 同一한 有意性을 나타내고 있지만 流出量公式은 合成流量圖法 또는 湛水深法과 比較할 때 全然 有意性이 없으며 湛水深法은 合成流量圖法에 比해 流域內 損失率이 더 細分되어 流域狀態에 따라 適宜推定할 수 있으므로 湛水深法이 流出量公式 및 合成流量圖法

보다 더 신뢰성이 있다.

또한 降雨量의 增加에 따라 流出率이 增加하는 것은<sup>10)</sup> 明白한 事實이므로 降雨量의 增加에 관계없이 消費量이 一定하다는 點은 分明 矛盾이 있다고 思料되므로 湛水深法이 流出量公式에 比해 더 適合하 다고 思料된다.

## V. 結 論

1. 流出量公式의 28個年平均流出率은 湛水深보다 9.6~42.5% 크며 實測值보다는 11~30.5% 크며 湛水深法은 實測值와 -9.1~1.3% 범위내에 내포되므로 實測值에 더근사하다.

2. 流出量公式, 湛水深法, 合成流量圖法 實測值의 3個年 平均流出率을 分析한 바 湛水深法이 實測值와 -15.0~5.2%, 合成流量圖法과 3~21% 범위의 差이고 流出量公式는 實測值와 18~26% 合成流量圖法과 36~45% 나 크므로 湛水深法이 더 合理的이다.

3. 單一降雨時 降雨量 10~250mm에 對해 湛水深法, 流出量公式, 合成流量圖法으로 推定한 流出率의 相關關係를 分析한 結果 流出量公式는 合成流量圖法 및 湛水深法과 全然 有意性이 없으며 湛水深法과 合成流量圖法은 有意性이 크며 特히 湛水深法(F=0.10)과 合成流量圖法의 流出率은 거의 同一하다.

그러므로 湛水深法에 依한 流出量公式( $R = \frac{A}{7000} \cdot \frac{1}{(1+F)} [-5n(n+1) + (n+1)(P_r - S - E_T)]$ )

但  $n = \frac{1}{10}(P_r - S - E_T)$ 의 陽의 整數(integer)은 小流域인 畝地帶에서 妥當하다고 思料된다.

## 參 考 文 獻

1. 金哲基: 벼 用水量 計劃上의 葉面蒸發量 및 株間水面 蒸發量에 關한 基礎的인 研究 農工學會誌 11卷 2號 p. 27 1969

2. 閔丙燮: 新制 農業水利學 p. 73 鄉文社 1980  
 3. 閔丙燮: 벼 生育期中의 논에서의 水文消費에 關한 研究 農工學會誌 11卷 3號 p. 5-15 1969  
 4. 尹龍男: 水文學 p. 185-222 淸文閣 1980  
 5. 崔榮博: 河川工學 (I) p. 266-323 螢雪出版社 1975.  
 6. 農業振興公社·農水産部: 農業用水 開發必要水量 基準 p.17 1981  
 7. 農業振興公社: 大碧地區 事業計劃書 2卷 p. 7-263 1982.  
 8. 農業振興公社·農水産部: 受水量公式補完示範 事業報告書 p.9-255 1975.  
 9. 朝鮮總督府: 河川調查書 p. 257~p.292 1939.  
 10. 金子良: 農業水文學 p. 129-131 共立出版(株) 1975  
 11. Arved J, Randkivi: Hydrology p. 290-293 pergamonpress 1979  
 12. F.A.O.: Crop water requirement; FAO Irrigation and drainage paper pub. 24. p.3-20, 1977  
 13. F.A.O: Effective rainfall, FAO Irrigation and drainage paper pub. 25 p.16-23 1978  
 14. ILRI (International Institute for Land Reclamation and Improvement); Therories of field drainage and water shed runoff ILRI pub. 16-2 p.272-294. 1979  
 15. ILRI: ground water survey, ILRI pub. 16-3 p. 155-165, 210-216, 1979  
 16. M.J. Kirkby: Hillslope hydrology p.58-59 John wiley-sons 1978  
 17. Richard Lee; Forest hydrology p. 182-205 columbia univ press 1980.  
 18. walton; ground water Rosource evaluation p.3-5 Mcgrow-hill(LTD) 1970  
 19. W.C. visser; The ainaof modern hydrology, I.C.W. (Institute for Land and water management Research) Technical Bulpetin 90, p. 16-20 1974