

# 수문지역별 최적확률강우강도추정모형의 재정립

- 영·호남 지역을 중심으로 -

## Estimation Model for Optimum Probabilistic Rainfall Intensity on Hydrological Area

- With Special Reference to Chonnam, Buk and Kyoungnam, Buk Area -

엄 병 현\* · 박 종 화\*\* · 한 국 현\*  
Um, Byong Hyun · Park Jong Hwa · Han, Kuk Hon

### Summary

This study was to introduced estimation model for optimum probabilistic rainfall intensity on hydrological area. Originally, probabilistic rainfall intensity formula have been characterized different coefficient of formula and model following watersheds.

But recently in korea rainfall intensity formula does not use unionize applyment standard between administration and district. And mingle use planning formula with not assumption model. Following the number of year hydrological duration adjust areal index. But, with adjusting formula applyment was without systematic conduct.

This study perceive the point as following :

- 1) Use method of excess probability of Iwai to calculate survey rainfall intensity value.
- 2) And, use method of least squares to calculate areal coefficient for a unit of 157 rain gauge station. And, use areal coefficient was introduced new probabilistic rainfall intensity formula for each rain gauge station.
- 3) And, use new probabilistic rainfall intensity formula to adjust a unit of fourteen duration-a unit of fifteen year probabilistic rainfall intensity.
- 4) The above survey value compared with adjustment value. And use three theory of error(absolute mean error, squares mean error, relative error ratio) to choice optimum probabilistic rainfall intensity formula for a unit of 157 rain gauge station.

\* 전남대학교 농과대학

\*\* 일본 수산청 수산공학연구소

키워드 : 최적확률강우강도추정모형, 비대칭분포형 초과확률법, 최소자승법, Thiessen법, 임의 지속시간강우강도, 무차원지역계수, 추정정도, 오차론법

The result of this study are following :

- 1) Optimum basic model occupation of hydrological area was Talbot type 31 stations, and Sherman type 41 stations, and Japanese type 85 stations.
- 2) Mean error-ratio of three type was that Talbot type 6.5%, Sherman type 4%, Jap3anese type 2%.
- 3) Use Thiessen polygon method to design applyment efficient watersheds for a unit of 157 rain gauge station.

The distribution of the basin of strem was as following :

- Hanam district was distributed from that the basin of River Young-San : 9 station and River Sum-jin : 14 station, that the basin of River Man kyoung : 6 station and River Dong-Jin : 4 station, and northern the basin of River Km and eastern Hwang River and Nam River of a tributary NakDong : 18 station, the seashore and island area : 7 station.
- Youngnam district was distributed from that the basin of River Nak-Dong : 41 station and Tyu-hwa : 5 station, that the basin of River Hyoung-San : 4 station and Su-Young 3 station, the seashore and island area : 3 station.
- Neiborhood three district was distributed from the basin of River Han and River Km : 21 station.

## I. 서 론

### 1. 연구의 목적

본 연구는 수문지역의 최적확률강우강도추정모형을 도출하는 연구로서, 제수공시설물의 수리단면결정 및 설계홍수량·방수량·배수량 계산 등에서 필수적으로 사용되는 강우강도식은 지역에 따라 식의 계수와 모형이 각각 상이한 것이 특성이다.

그러나 현재 우리나라에서 사용되고 있는 강우강도식은 적용기준이 통일되지 않고 있으며 수문지역계수의 미확정으로 중앙부처는 물론 각 시·도·군의 실무기술진에 이르기까지 공식의 계수를 무시한채 사용해야 할 설계공식과 적용해서는 안 될 추정모형을 알게 모르게 혼용하는 사례가 많으며 특히 일본식인 물부공식의 난용은 심각한 문제가 되고 있다. 한편 수문경과년수에 따라 모형의 계수를 수정하고 수정된 공식을 바르게 적용할 수 있는 제도적인 조치가 미비한 것도 문제의 하나로

지적되고 있다.

본 연구는 이러한 점에 착안하여 수문·기상이 비슷한 영·호남지역을 대상으로 기설우량 관측 157개소에서 최근 32년간(1962~1993)의 우량기록치를 년도별~14개 지속시간별로 최대치를 수집정리하고 이 Data를 3개 모형의 강우강도식(Talbot, Sherman, Japanese)에 전산입력하여 (1) Slade의 비대칭분포형을 기본으로 한 암정의 초과확률법에 의거 157개소의 실측확률강우강도값을 도출하고, (2) 최소자승법에 의하여 3개 기본 Model의 각 지역계수(a, b, c, n, d, e)를 15개 확률년별로 157개소에 대하여 산출하므로써 매관측소당 3개의 신확률강우강도공식을 도출하였다. 다음 3가지 오차법(절대오차·자승오차·상대오차)으로 실측치와 추정치를 비교 검정하여 상기 3개 신공식 중 추정정도가 제일 높은 공식을 그 관측소의 최적확률강우강도식으로 결정하였다. 따라서 157개의 최적신확률강우강도공식의 적용유효수문구역을 Thiessen법에

의하여 설정하여 현행 실무기술진에 제안 명시하므로써 제수리·치수시설물의 실제설계에 있어 현재와 같이 계수의 혼용과 물부식의 일반도난용을 사전에 방지하여 수문유효지역을 명확히 인식시켜 올바른 설계가 수행가능토록 기술적 측면에서 협조하는 것이 본 연구의 주된 목적이다.

2. 연구의 범위

가. 연구대상지역 : 영·호남 4개도(전남·북, 경남·북), 3개 광역시

나. 시험기간 : 1962~1993년(32개년간)

다. 수문관측소 : 전남(20개소), 전북(25개소), 경남(33개소), 경북(44개소), 인접 3개도(35개소) 계 157개소

라. 수문자료수집범위 :

- (1) 보통강수기록치 : 32개년 각 도별 일

최대강우량

- (2) 자기강수기록치 : 32개년 각 도별 14개 지속시간별 최대강우량

마. 연구분석범위 :

- (1) 년도별 지속시간별 실측강우강도환산
- (2) 실측확률강우강도산정
- (3) 강우강도 3개 기본 Model의 무차원지역계수 도출
- (4) 추정확률강우강도 계산
- (5) 수문지역별 최적확률강우강도추정공식 정립
- (6) 157개 신품식 적용유효구역(수문지역별 경계선명시) 설정

II. 자료 및 방법

1. 기상관측소

Table-1. General Young·Honam districts rainauge station condition

도 명	관할부구분	관 측 계 기	관 측 소 명	개소수	적 요 금회수집기간
전 남	광주지방기상청	자 기	광주, 목포, 여수, 순천, 나주	4	1962~1993 (32개년간)
	건설교통부	보 통	고흥, 완도, 해남, 장흥, 보성, 송주, 북내, 도암, 함평, 영산포, 능주, 석곡, 삼서, 장성	16	
전 북	광주지방기상청	자 기	전주, 군산, 임실, 김제, 이리	5	1962~1993 (32개년간)
	건설교통부	보 통	순창, 남원, 운봉, 번암, 강진, 쌍치, 정읍, 고부, 부안, 금구, 성수, 장수, 청천, 진안, 안성장, 무주, 용담, 고산, 임피, 함열	20	
경 남	부산지방기상청	자 기	부산, 진주, 충무, 밀양, 김해	5	1962~1993 (32개년간)
	건설교통부	보 통	울산, 호계, 척과, 상북, 금곡, 산내, 창녕, 연산, 신반, 합천, 야로, 웅양, 거창, 서상, 안의, 함양, 마천, 차황, 산청, 지리산, 삼가, 함안, 궁근정, 명곡, 거제, 수곡, 하동, 남해	28	
경 북	대구지방기상청	자 기	대구, 김천, 포항, 영천, 안동, 경주	6	1962~1993 (32개년간)
	건설교통부	보 통	울진, 현동, 부석, 영주, 도천, 재산, 수비, 영양, 예안, 동노, 농암, 문경, 지보, 임동, 진보, 도덕, 청송, 길안, 일직, 안계, 상주, 외서, 선산, 군위, 의성, 현서, 부남, 죽장, 기계, 외동, 신녕, 장천, 부항, 지례, 왜관, 자인, 교령, 운문	38	
인 접 3개도 강원 충북 충남	해당각지방기상청	자 기	춘천, 영월, 청주, 충주, 대전, 공주, 추풍령	7	1962~1993 (32개년간)
	건설교통부	보 통	금산, 연산, 강경, 부여, 홍산, 보령, 청양, 정산, 반포, 정안, 영동, 옥천, 청산, 안내, 보은, 부강, 연풍, 진천, 상모, 청풍, 단양, 영춘, 제천, 삼척, 정선, 수주, 상동, 황지	28	
계		보통	130개소, 자기 27개소	157	32개년간

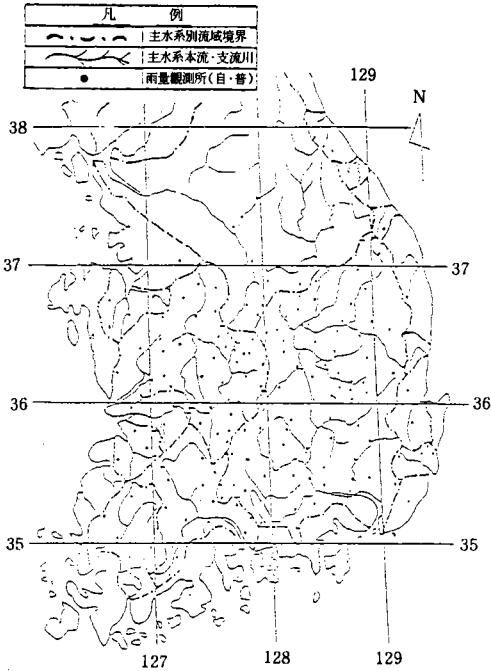


Fig. 1. Hydrological raingauging station and watercourses hydrological map (Young-Honam district)

2. 수문자료수집 및 정리방법

가. 보통강수관측기록(일 단위기록)수집 : 4개도 및 인접 3개도 일부에 설치된 보통강수관측소는 주로 건설교통부소관에서 관리·운영하고 있는 130개소로서 자기자동화관측이 아니기 때문에 최대 일 우량치를 수집하였다.

나. 자기강수기록 수집 : 4개도내 27개로서 지방기상청에서 관할하고 있으며 이 27개소에서 수집된 자동자기지를 최대한으로 이용하여 가능한 14개 지속시간별 최대강우량을 32개년별로 수집하였다.

다. 연도별 실측 일 최대강우량을 14개 지속시간별로 분배계산방법

○ 사용공식 : Sherman Model :

$$R_t = R_T \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^k \dots\dots\dots (1)$$

여기서,  $R_t$  : 임의지속시간별 실측최대강우량  
 $R_T$  : 24시간 실측최대우량  
 $t$  : 임의지속시간  
 $k$  : Sherman 계수 :  $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$   
 $T$  : 1440min

라. 실측 14개 지속시간별 최대강우강도 환산방법

○ 사용공식 :  $I = R_t \times \left(\frac{60}{t}\right)$  ..... (2)

여기서,  $I$  : 임의지속시간별 최대강우강도  
 $R_t$  : 임의지속시간별 실측강우량  
 $t$  : 임의지속시간

3. 확률강우강도 산정방법

가. 사용공식 : 암정의 초과확률법 기본공식

○  $W(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-\zeta^2} d\zeta$  ..... (3)

○  $\zeta = a \log \frac{x+b}{x_0+b}$  ..... (4)

여기서,  $\zeta$  : 정규변수  $x$  : 확률변수  
 $a, b, x_0$  : 정수

○  $x_0$ 의 제1근사치 추정

$\log x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \log x_i$  ..... (5)

○  $b$ 의 추정

$b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m b_i \cdot m \approx \frac{n}{10}$  ..... (6)

$b_i = (x_i \cdot x_s - x_0^2) / \{2x_0 - (x_i + x_s)\} \dots (7)$

○  $X_0$ 의 추정

$X_0 = \log(x_0 + b) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(x + b) \dots (8)$

○  $a$ 의 추정

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \log \frac{x_i + b}{x_0 + b} \right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{2n}{n-1}} \cdot \sqrt{\bar{X}^2 - X_o^2} \dots\dots\dots (9)$$

○  $\bar{X}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{ \log(x_i + b) \}^2 \dots\dots (10)$

○  $\log(x+b) = \log(x_0+b) + \left(\frac{1}{a}\right) \cdot \zeta \dots(11)$

여기서, 상기 (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11)식에서

- $x_i$ : 관측치에서 큰 순위로부터  $i$ 번째의 값
- $x_s$ : 관측치에서 작은 순위로부터  $i$ 번째의 값
- $n$ : 자료수  $m \approx n/10$ : 정수(사사오입)

#### 4. 강우강도 3개모형과 지역계수 산정방법

가. 강우강도 3개 기본모형

(1) *Talbot Type*:  $I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (12)$

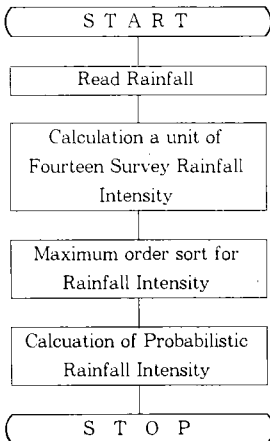


Fig. 2. Flow chart for calculation of survey probabilistic rainfall intensity

(2) *Sherman Type*:  $I = \frac{c}{t^n} \dots\dots\dots (13)$

(3) *Japanese Type*:  $I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}} \dots (14)$

상기 (12), (13), (14)에서

$I$ : 강우강도(mm/hr)

$t$ : 강우의 임의지속시간(min)

$a, b, c, n, d, e$ : 각 모형의 무차원지역계수

#### 나. 3개 기본모형에 대한 지역계수의 산출방법

(1) 사용공식: 최소사승법(Least Square Method)

(2) 최소사승법의 기본수식

○ *Talbot Type*

$$a = \frac{[It] [I^2] - [I_t^2] [I]}{N[I^2] - [I] [I]} \dots\dots\dots(15)$$

$$b = \frac{[I] [It] - n[I^2t]}{N[I^2] - [I] [I]} \dots\dots\dots(16)$$

○ *Sherman Type*

$$\log C = \frac{[\log I] [(\log t)^2] - [\log t \cdot \log I] [\log t]}{N[(\log t)^2] - [\log t] [\log t]} \dots\dots\dots (17)$$

$$n = \frac{[\log I] [\log t] - N[\log t \cdot \log I]}{N[(\log t)^2] - [\log t] [\log t]} \dots(18)$$

○ *Japanese Type*

$$d = \frac{[I \cdot \sqrt{t}] [I^2] - [I^2 \sqrt{t}] [I]}{N[I^2] - [I] [I]} \dots (19)$$

$$e = \frac{[I] [I\sqrt{t}] - N[I^2 \sqrt{t}]}{N[I^2] - [I] [I]} \dots\dots (20)$$

상기 (15), (16), (17), (18), (19),  
(20)식에서

$a, b, c, n, d, e$ : 각 식의 지역계수  
(무차원수)

$I$ : 임의지속시간의 강우강도(mm/h)

$N$ : 자료수

$t$ : 임의지속시간(min) [ ]: 누계

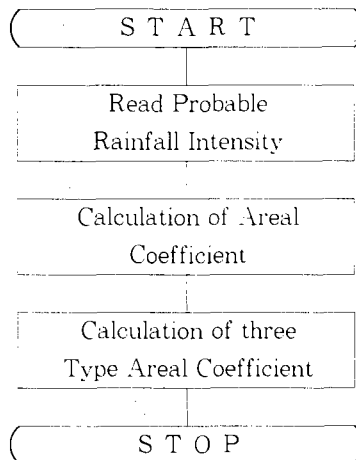


Fig. 3. Flow chart for calculation of areal coefficient

### III. 결과 및 고찰

Table-2. Generalization of optimum probabilistic rainfall intensity for assumption model of hydrological area

도	수문 지역	TYPE 명	강우강도 공식	오차 (%)	계수 기호	빈도년수별 지역계수(무차원)														
						2년	3년	5년	10년	15년	20년	30년	40년	50년	75년	100년	200년	300년	500년	1000년
여수	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	1.25	D	199.2	230.1	264.2	306.4	329.9	346.3	369.2	385.3	397.6	420.2	436.1	474.6	497.1	525.7	565.0	
				E	-0.012	-0.010	-0.009	-0.007	-0.007	-0.007	-0.006	-0.006	-0.006	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004		
고흥	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	1.45	D	305	354	410	379	461	543	5680	626	627	663	690	755	810	8396	926	
				E	0.560	0.385	0.212	0.030	-0.045	-0.120	-0.198	-0.247	-0.286	-0.350	-0.396	-0.485	-0.506	-0.605	-0.705	
완도	Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.40	C	239.0	294.4	362.4	456.4	513.5	555.2	615.8	660.2	695.4	761.6	810.1	932.8	1008.4	1108.1	1251.8	
				n	0.505	0.504	0.503	0.503	0.502	0.502	0.502	0.502	0.502	0.502	0.502	0.501	0.501	0.501	0.501	
해남	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.87	D	191.8	236.3	297.6	392.8	455.9	504.2	577.8	634.2	680.0	769.6	837.8	1019.0	1136.7	1298.4	1543.8	
				E	-0.328	-0.260	-0.202	-0.149	-0.127	-0.114	-0.098	-0.089	-0.083	-0.072	-0.066	-0.054	-0.048	-0.042	-0.035	
장흥	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.96	D	216.4	255.1	303.1	370.2	411.2	441.2	485.1	517.4	543.0	591.4	627.0	717.3	773.3	847.3	954.4	
				E	-0.275	-0.229	-0.189	-0.152	-0.036	-0.126	-0.114	-0.106	-0.101	-0.092	-0.086	-0.075	-0.069	-0.063	-0.055	
보성	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.36	D	225.8	276.8	334.7	408.6	450.9	480.6	522.6	552.5	575.7	618.3	648.7	723.1	767.3	824.0	902.8	
				E	0.077	0.064	0.054	0.045	0.041	0.038	0.035	0.034	0.032	0.030	0.029	0.026	0.024	0.023	0.021	
순천	Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.58	C	255.5	299.1	350.1	416.9	455.9	483.7	523.4	552.0	574.2	615.5	645.3	719.0	763.3	820.7	901.4	
				n	0.506	0.505	0.505	0.504	0.504	0.503	0.503	0.503	0.503	0.503	0.502	0.502	0.502	0.502	0.502	
승주	Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.24	C	211.8	247.0	285.5	332.9	359.2	377.5	402.9	420.8	434.5	459.4	477.0	519.4	544.2	575.5	618.3	
				n	0.498	0.498	0.498	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
북내	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	1.41	D	195.9	227.8	261.5	301.3	322.8	337.5	357.5	371.5	382.0	401.0	414.3	445.7	463.7	486.2	516.5	
				E	0.173	0.161	0.148	0.134	0.128	0.124	0.118	0.115	0.112	0.108	0.105	0.099	0.096	0.092	0.087	
도암	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm c}}$	0.99	D	189.5	229.5	275.9	336.4	371.5	396.4	431.9	457.4	477.2	513.9	540.3	605.4	644.5	694.9	765.6	
				E	-0.022	-0.018	-0.015	-0.012	-0.011	-0.010	-0.009	-0.009	-0.008	-0.008	-0.007	-0.007	-0.006	-0.006	-0.005	
목포	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.24	D	169.0	201.0	236.0	283.0	309.0	328.0	355.0	374.0	388.0	415.0	435.0	483.0	511.0	548.0	599.0	
				E	-0.051	-0.043	-0.036	-0.030	-0.028	-0.026	-0.024	-0.023	-0.022	-0.020	-0.019	-0.017	-0.016	-0.015	-0.014	
함평	Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.91	C	184.9	214.6	250.3	298.7	327.6	348.6	378.8	400.8	418.1	450.5	474.1	533.3	569.5	616.8	684.4	
				n	0.510	0.509	0.507	0.506	0.506	0.505	0.505	0.505	0.504	0.504	0.504	0.504	0.503	0.503	0.503	0.503
영산포	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.72	D	191.7	230.9	280.8	352.3	396.9	430.0	478.8	515.1	544.0	599.2	640.1	745.2	811.1	899.0	1027.8	
				E	0.510	0.508	0.507	0.505	0.505	0.504	0.504	0.504	0.503	0.503	0.503	0.503	0.502	0.502	0.502	
능주	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.64	D	185.9	222.0	261.6	310.5	337.7	356.6	382.9	401.4	415.6	441.5	459.7	503.7	529.5	562.1	606.8	
				E	0.115	0.099	0.086	0.074	0.069	0.065	0.061	0.059	0.057	0.054	0.052	0.048	0.045	0.043	0.040	



Table-5. Generalization of optimum probabilistic rainfall intensity for assumption model of hydrological area

도	수문 지역	TYPE 명	강우강도 공식 (%)	오차 (%)	계수 기호	빈 도 년 수 별 지 역 계 수 ( 무 차 원 )														
						2년	3년	5년	10년	15년	20년	30년	40년	50년	75년	100년	200년	300년	500년	1000년
						경라북도	함열 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.64	C	165.9	188.5	213.6	244.8	262.2	274.4	291.4	303.5	312.7	329.6
	호계 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.54	D	183.9	227.6	281.7	357.1	403.2	436.9	486.2	522.5	551.2	605.4	645.3	746.5	809.1	891.8	1011.5	
	울산 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.53	D	182.3	225.5	279.6	356.2	403.5	438.4	489.5	527.3	557.4	614.4	656.5	764.1	831.0	919.9	1049.5	
	척마 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.22	D	165.9	192.7	223.6	263.4	286.7	303.0	326.2	342.9	355.8	379.7	396.8	438.9	464.1	496.6	541.9	
	상북 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.53	D	200.9	246.0	302.1	380.6	428.7	464.1	515.7	553.8	583.9	641.0	683.1	789.9	856.3	944.1	1071.2	
경상	금곡 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.46	C	219.7	260.4	308.2	371.2	408.0	434.4	472.0	499.2	520.4	559.8	588.2	658.7	701.2	756.2	833.9	
	산내 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.95	C	188.8	223.7	263.4	313.9	342.8	363.1	391.7	412.1	427.9	456.9	502.7	528.2	558.2	596.7	650.2	
	밀양 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.46	C	197.7	234.2	276.9	333.1	366.0	389.5	423.0	447.2	466.1	501.1	526.4	589.9	626.7	675.6	744.5	
남	창녕 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.40	C	173.5	204.8	241.1	288.2	315.6	335.0	362.7	382.5	397.9	426.5	447.0	497.6	527.9	567.1	622.1	
	영산 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	2.12	C	172.6	205.5	241.5	287.2	314.8	335.2	362.5	380.3	397.8	425.9	446.5	498.5	526.8	566.2	621.2	
도	신안 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.62	D	189.1	227.2	269.2	321.2	350.3	370.6	398.9	418.8	434.1	462.0	481.8	529.5	557.5	593.1	640.8	
	함천 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.21	A	4387.4	5228.2	6174.0	7370.1	8048.4	8525.0	9194.4	9669.9	10336.8	10701.2	11189.8	12357.6	13048.9	13931.3	15153.7	
	야로 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.27	D	160.6	194.0	233.3	285.1	315.5	337.3	368.3	390.7	408.2	440.7	464.2	522.4	557.5	603.1	667.4	
	웅양 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.28	D	155.4	180.6	208.8	244.5	264.7	278.8	298.7	312.8	323.7	343.7	357.9	392.4	412.9	438.9	475.0	
	거창 Talbot	$I = \frac{a}{t + b}$	1.45	A	4228.5	4742.7	5280.4	5911.8	6250.1	6480.5	6794.9	7012.2	7176.7	7471.9	7677.3	8161.9	8439.5	8784.6	9247.2	
				B	93.8	93.6	93.3	93.1	93.0	92.9	92.9	92.8	92.8	92.7	92.6	92.5	92.5	92.4		

Table-6. Generalization of optimum probabilistic rainfall intensity for assumption model of hydrological area

도	수문 지역	TYPE 명	강우강도 공식 (%)	오차 (%)	계수 기호	빈 도 년 수 별 지 역 계 수 ( 무 차 원 )														
						2년	3년	5년	10년	15년	20년	30년	40년	50년	75년	100년	200년	300년	500년	1000년
						경상	서상 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	1.35	D	170.2	191.1	212.7	237.7	251.1	260.1	272.3	280.8	287.1	298.5
	안의 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	9.59	D	160.3	188.2	215.6	245.7	261.1	271.3	284.9	294.1	301.0	310.3	321.3	340.3	350.9	363.9	380.9	
	함양 Talbot	$I = \frac{a}{t + b}$	0.32	A	4069.3	4888.6	5807.8	6966.8	7622.6	8082.9	8728.8	9187.0	9540.3	10188.3	10649.4	11770.7	12433.7	13279.3	14449.0	
	마천 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	1.28	D	233.2	275.0	319.5	372.7	401.7	421.5	448.8	467.9	482.3	508.4	526.7	570.2	595.3	626.8	669.4	
	차황 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.65	D	208.6	249.1	293.7	348.9	379.8	401.2	431.1	452.2	468.3	497.8	518.6	568.9	598.5	635.9	687.2	
	산청 Talbot	$I = \frac{a}{t + b}$	2.87	A	5684.8	6923.6	8327.9	10117.9	11138.9	11858.9	12873.3	13595.9	14154.5	15182.3	15916.2	17709.2	18774.5	20138.1	22033.6	
	지리산 Talbot	$I = \frac{a}{t + b}$	5.80	A	5852.6	6929.7	8084.6	9476.6	10237.7	10761.9	11484.7	11989.2	12373.8	13069.6	13657.9	14723.3	15398.7	16246.7	17397.1	
	삼가 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	2.21	D	199.4	234.5	270.9	313.6	336.3	351.8	372.9	387.4	398.5	418.2	431.9	464.4	482.9	505.9	536.8	
남	함안 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	8.13	D	199.3	232.9	269.1	313.2	337.4	354.1	377.3	393.5	405.9	428.3	444.1	481.9	503.8	531.5	569.1	
	김해 Sherman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.70	C	209.5	249.9	294.0	348.2	378.2	398.9	427.9	448.2	463.7	492.0	511.9	559.9	587.9	623.4	671.8	
도	공근정 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.41	D	207.6	249.9	300.1	366.9	406.3	434.6	475.3	504.7	527.7	570.6	601.6	679.0	725.9	786.9	873.4	
	명곡 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.41	D	206.6	275.1	369.9	517.7	615.9	691.3	806.2	894.5	966.3	1106.8	1213.8	1498.9	1684.2	1939.2	2327.0	
	부산 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.13	D	222	269	323	392	432	460	500	528	550	590	619	689	731	785	860	
	충무 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.52	D	198.5	237.8	284.6	347.0	383.9	410.4	448.5	476.1	497.7	537.9	567.1	639.9	684.0	741.5	823.0	
	거제 Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.65	D	248.7	295.9	352.6	429.0	474.6	507.5	554.9	589.3	616.4	667.0	703.9	796.0	852.2	925.6	1030.3	
				E	-0.175	-0.145	-0.120	-0.097	-0.087	-0.081	-0.074	-0.069	-0.066	-0.061	-0.058	-0.051	-0.047	-0.043	-0.039	



Table-7. Generalization of optimum probabilistic rainfall intensity for assumption model of hydrological area

도	수문 지역	TYPE 명	강우강도 공식	오차 (%)	계수 기호	빈도년수별지역계수(무차원)														
						빈도년수별지역계수(무차원)														
						2년	3년	5년	10년	15년	20년	30년	40년	50년	75년	100년	200년	300년	500년	1000년
경상남도	진주	Serman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.87	C	207	243	286	345	380	405	442	468	489	529	558	630	674	732	815
					n	0.509	0.508	0.507	0.505	0.505	0.505	0.504	0.504	0.504	0.504	0.503	0.503	0.503	0.503	0.503
	수곡	Serman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.41	C	212.3	251.5	294.5	347.7	377.4	398.1	426.8	447.1	462.6	490.9	510.9	559.3	587.6	623.5	672.7
					n	0.496	0.496	0.497	0.497	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498
	하동	Serman	$I = \frac{c}{t^n}$	0.78	C	237.5	305.1	388.1	503.0	572.8	623.7	697.9	752.3	795.3	876.3	935.7	1086.1	1178.7	1300.9	1477.0
n					0.501	0.501	0.501	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500

Table-8. Generalization of optimum probabilistic rainfall intensity for assumption model of hydrological area

도	수문 지역	TYPE 명	강우강도 공식	오차 (%)	계수 기호	빈도년수별지역계수(무차원)														
						빈도년수별지역계수(무차원)														
						2년	3년	5년	10년	15년	20년	30년	40년	50년	75년	100년	200년	300년	500년	1000년
경상북도	문경	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	2.74	D	149.5	181.2	220.6	275.7	309.6	334.5	370.8	397.6	418.8	458.5	488.4	563.5	609.8	671.6	760.9
					E	-0.200	-0.162	-0.131	-0.103	-0.091	-0.084	-0.075	-0.070	-0.066	-0.060	-0.057	-0.049	-0.045	-0.041	-0.036
	지보	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.66	D	148.4	180.1	219.5	274.8	308.6	333.4	369.7	396.5	417.7	457.8	487.3	562.4	608.9	670.5	759.8
					E	-0.199	-0.161	-0.130	-0.102	-0.090	-0.083	-0.074	-0.069	-0.065	-0.059	-0.056	-0.048	-0.044	-0.040	-0.035
	안동	Japanese	$I = \frac{d}{\sqrt{t \pm e}}$	0.87	D	136.0	150.5	166.2	185.2	195.7	203.0	213.1	220.1	225.5	235.3	242.1	258.6	268.2	280.2	296.7
E					-0.145	-0.130	-0.113	-0.104	-0.098	-0.094	-0.089	-0.086	-0.084	-0.080	-0.078	-0.073	-0.070	-0.067	-0.063	-0.063





## 2. 157개소 신공식 적용유�효구역설정

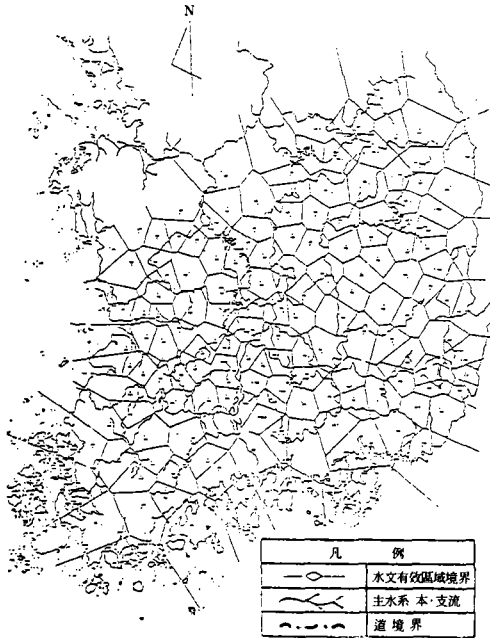


Fig. 4. Optimum probabilistic rainfall intensity type for management of bloc map of hydrological area(young-ho nam and neiborhood three district)

## 3. 고찰

### 가. 확률강우강도추정과 추정정도에 대한 고찰

#### (1) 추정정도의 평가기준

보통 실측치와 추정치와의 비교에서 얼마만큼 추정이 잘 되었느냐 하는 것은 추정값이 본래의 실측값에 얼마만큼 접근했느냐는 것과 같다. 즉 통계학적으로 추정의 정도지수 또는 추정도를 표현하는 기준으로서 본 연구에서는 지금까지 수문통계학에서 많이 사용하는 3가지 오차론법(① 절대평균오차, ② 자승평균오차, ③ 상대오차율)을 그대로 도입하였다. 그러나 사실은 위의 방법을 사용할 경우는 실측치가 하나이고 그 하나에 대하여 관측

또는 추정했을 때의 매회 발생된 오차와의 관계를 취급할 경우가 주가 된다. 그런데 본 연구에서는 추정코자 하는 강우강도 값이 하나가 아니고 무려 15개의 확률년에 14개의 지속시간별로 즉 210개나 되며 각각의 실측치대 추정치와의 비교를 하나로 합산표현(오차)해야 하기 때문에 결론적으로는 210개의 평균치(하나)를 추정정도의 평가기준으로 하지 않을 수 없었다.

따라서 상기 3가지 오차론법 중 ①, ②는 210개의 오차평균값에 차원(mm/hr)이 개입되기 때문에 실측치의 수가 210개나 되고 차원(mm/hr)의 숫자적 진폭이 클 때는 차원표시의 지표는 이해가 곤란할 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 3가지 방법을 사용했어도 각 수문지역의 최적모형의 결정은 주로 ③법의 상대오차율(%)을 사용하여 선정했었다.

#### (2) 추정정도

157개소 수문지역에서 3개 모형의 최적합 지역에 대한 추정정도를 살펴보면 Talbot Type의 평균상대오차율(%)은 8~5% 평균 6.5%, Sherman Type : 5~3% 평균 4%, Japanese Type : 4~1%, 평균 2%로서 이 중 Japanese Type이 가장 추정정도가 높고 Talbot가 다소 뒤떨어지나 수리설계허용범위에는 수납되며 양호한 편이다. 그리고 3개 모형의 교차도 6.5~2%로서 전체적으로 별 차이가 없음을 보여주고 있다.

#### 나. 수문지역별 최적모형정립에 대한 고찰

157개소 수문지역의 최적기본모형의 점유 상황을 고찰하면 Talbot Type : 31개소, Sherman Type : 41개소, Japanese Type : 85개소로서 그 중 Japanese Type이 전체 157개소의 54%에 해당될 만큼 제일 많이 차지하고 있음을 알 수 있다. 그리고 이것을 157개 관측소의 지형적 특성(해안지·평야지·산간지)과 3개 모형의 최적합경향과의 상관성을 살펴보면, Talbot Type은 경북 9개소(영주, 도천,

영덕, 청송, 길안, 일직, 안계, 상주, 선산), 경남 5개소(합천, 거창, 함양, 산청, 지리산), 전남 3개소(구례, 장성, 북이), 전북 5개소(운봉, 임실, 쌍치, 정읍, 전주), 인접도(강원도, 충청남·북도) 9개소(보령, 대전, 추풍령, 청주, 충주, 단양, 정선, 영월, 황지)로서 주로 내륙산간지에 많이 분포되어 있고, Sherman Type은 경북 6개소(경주, 김천, 왜관, 대구, 포항, 울진), 경남 10개소(금곡, 밀양, 산내, 창녕, 영산, 김해, 수곡, 하동, 남해, 진주), 전남 5개소(완도, 순천, 승주, 영산포, 함평), 전북 9개소(남원, 함열, 강진, 번암, 김제, 금구, 임피, 성수, 순창), 인접도 11개소(금산, 연산, 강경, 부여, 옥천, 청산, 안내, 보은, 춘천, 제천, 삼척)로서 그의 대부분이 내륙평야지에 분포되고 있다. 한편 Japanese Type은 경북 29개소(현동, 부석, 재산, 수비, 영양, 예안, 동노, 농암, 문경, 지보, 안동, 임동, 진보, 의서, 군위, 의성, 현서, 부남, 죽장, 기계, 외동, 영천, 신녕, 장천, 부항, 지례, 자인, 고령, 운문), 경남 18개소(호계, 울산, 척과, 상북, 신반, 야로, 웅양, 서상, 안의, 마천, 차황, 삼가, 부산, 충무, 함안, 거제, 궁근정, 명곡), 전남 12개소(여수, 고흥, 장흥, 보성, 복내, 도암, 능주, 석곡, 광주, 삼서, 해남, 목포), 전북 11개소(고부, 장수, 천천, 진안, 안성장, 무주, 용담, 고산, 이리, 부안, 군산), 인접도 15개소(홍산, 청양, 정산, 공주, 반포, 정안, 영동, 부강, 영풍, 진천, 상모, 청풍, 수주, 영춘, 상동)로서 상기 Talbot Type 및 Sherman Type과는 상이하게 내륙산간지 및 평야지는 물론 해안지대까지 두루 분포되고 있음을 알 수 있다.

**다. 157개소 신공식 적용유효구역에 대한 고찰**

신공식의 적용구역을 설정하는 목적은 금후 영·호남지역에서 설계구역의 확률강우강도를 산출할 때 보다 합리적인 모형을 선정하고, 그 모형에 알맞은 지역계수를 구하는데 있다.

따라서 본 연구에서 얻은 157개소 신공식을 Thiessen Polygon Method에 의하여 157개 Bloc(구역)으로 분할한 결과를 주요 수계별로 고찰하면

(1) 호남지역에서는 영산강유역 : 9개 Bloc, 섬진강유역 : 14개 Bloc, 만경강유역 : 6개 Bloc, 동진강유역 : 4개 Bloc, 그리고 북으로는 금강수계와 동으로는 낙동강지류인 황강수계 등을 점유하는 18개 Bloc 등이 있고, 기타 해안·섬유역 : 7개 Bloc으로 분포되고 있음을 볼 수 있다.

(2) 영남지역에서는 낙동강유역 : 41개 Bloc, 황강 및 남강유역 : 19개 Bloc, 태화강유역 : 5개 Bloc, 형산강유역 : 4개 Bloc, 수영강유역 : 3개 Bloc, 남대천유역 : 3개 Bloc, 기타 해안·섬유역 : 3개 Bloc으로 형성되어 있다.

(3) 인접도에서는 한강수계 : 21개 Bloc으로 형성되어 있다.

(4) 상기 각 Bloc은 유역의 분포조건보다 Thiessen의 다각형성격 즉 평면적 기하학적 성격을 지니고 있다. 이것은 곧 대기권의 강우분포면적을 평면적으로 봤기 때문이다. 따라서 1개 Bloc에 2개이상의 수계가 공유면적으로 형성되었을 때도 실지유역단위의 강우강도지역계수를 산출할 때 그 Bloc내의 해당수계유역면적만큼 고려하면 될 것이다.

**IV. 결 론**

본 연구는 수문지역(우량관측소 지배구역)의 최적확률강우강도추정모형을 도출하는 연구로서 제수공시설물의 수리단면결정 및 설계홍수량, 방수·배수량계산에 필수적으로 사용되는 본 확률강우강도식은 본래 지역에 따라식의 계수와 모형이 상이한 것이 특성이다.

본 연구는 우선 우리나라에서는 수문기상이 비슷한 영·호남지역을 대상으로 기설우량관측 157개소의 과거 32년간(1962~1993)의 우

량기록치를 년도별~14개 지속시간별로 최대치를 수집정리하고 3개 기본형의 강우강도식 (Talbot, Sherman, Japanese)에 상기강우자료를 전산입력하여

1) 암정의 초과확률법에 의거 157개소의 14개 지속시간별~15개 확률년별 실측강우강도치를 산출하고

2) 최소사승법으로 3개 모형의 각 지역계수를 15개 확률년별로 157개소에 대하여 산출하므로써 매관측소 단위의 정확률강우강도공식을 도출하며

3) 이 신공식에 의거 157개소의 14개 지속시간별~15개년 확률강우강도를 추정하고

4) 상기실측치와 추정치를 3가지 오차론법(절대평균오차, 자승평균오차, 상대오차율)으로 비교검정하여 추정정도가 제일 높은 공식을 그 관측소의 최적확률강우강도식으로 선정하였다.

이상과 같이 본 연구를 4단계로 전산처리한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 157개소 수문지역의 최적기본모형의 점유상황은 Talbot Type : 31 개소, Sherman Type : 41 개소, Japanese Type : 85 개소로 각각 분포되고 있음을 보여주었다.

2) 3개 모형의 최적합지역에 대한 평균상대오차율(%)은 Talbot 공식은 8~5%, Sherman 공식은 5~3%, Japanese 공식은 4~1%로서 3개 공식 중 Japanese 공식이 평균적으로 제일 적합도가 높은 것으로 밝혀졌다.

3) 그리고 이것을 관측소의 지형적 특성(해안지·평야지·산간지)과 3개 모형의 최적합경향과의 상관성을 살펴보면 Talbot Type은 주로 내륙산간지에 많이 분포되어 있고, Sherman Type은 그의 대부분이 내륙평야지에 분포되고 있다. 한편 Japanese Type은 상기 Talbot Type 및 Sherman Type과는 상이하게 내륙산간지 및 평야지는 물론 해안지대까지 두루 분포되고 있음을 알 수 있다.

4) 다음에는 본 연구결과를 기술실무진에서 용이하게 조건하고 점검할 수 있도록 Thiessen Polygon Method를 이용하여 157개소 신공식의 적용유효구역을 한국하천도와 영·호남일반지도에 각각 Plot하여 작성하고 장차 수자원개발계획 및 제수공시설물의 설계에 수문지표로 참고이용 가능토록 하였다. 해당 주요수계와 관할 Bloc수는 다음과 같다.

○ 호남지역에서는 영산강유역 : 9개 Bloc, 섬진강유역 : 14개 Bloc, 만경강유역 : 6개 Bloc, 동진강유역 : 4개 Bloc, 그리고 북으로는 금강수계와 동으로는 낙동강지류인 황강 및 남강수계 등을 점유하는 18개 Bloc 등이 있고, 기타 해안·섬유역 : 7개 Bloc으로 분포되고 있음을 볼 수 있다.

○ 영남지역에서는 낙동강유역 : 41개 Bloc, 황강 및 남강유역 : 19개 Bloc, 태화강유역 : 5개 Bloc, 형산강유역 : 4개 Bloc, 수영강유역 : 3개 Bloc, 남대천유역 : 3개 Bloc, 기타 해안·섬유역 : 3개 Bloc으로 형성되어 있다.

○ 인접도에서는 한강수계 : 21개 Bloc으로 형성되어 있다.

그러나 이상의 본 연구결과는 어디까지나 영·호남지역에 국한하여 실시한 것으로서 앞으로 전국을 대상으로 계속적인 연구가 시도되어야 함은 물론이고, 전산 Program개발에서도 추가강우량자료가 임의로 입력될 때 항상 그에 합당한 결과를 수시로 도출될 수 있는 System으로 재구성개발되어야 할 것으로 사료된다.

이 논문은 1994년도 전남대학교 학술연구비에 의해 연구된 것을 결집한 것임.

참 고 문 헌

1. Chow, V. T : Ed. Handbook of Applied Hydrology, Mc Graw-Hill, New York. N. Y., 1964
2. Eddy, H. P : American Sewerage Practice, Vol. 1. N. Y. Mc Graw-Hill Book Co., 1914
3. Horton, R. E : Discussion on Distribution of Intense Rainfall, Trans, ASCE. Vol. 85, 1922
4. Linsley, R. K , M. A Kohler and J. L. H. Paulhus : Applied Hydrology, Mc Graw-Hill Co. Inc, N. Y., 1954
5. Mead, D. W : Hydrology, Mc Graw-Hill Book Co., N. Y., 1919
6. Meyer, A. F : Computing Runoff from Rainfall and Other Physical Data, Trans, ASCE. Vol. 79, 1915
7. Sherman, C. W : Maximum Rates of Rainfall at Boston, Trans, ASCE. Vol. 54, 1905
8. Slade, J. T : An Asymmetrical Probability Functions, Trans, ASCE. Vol. 62, 1936
9. Talbot, A. N : Rate of Maximum Rainfall, Technograph No. S, Univ. of Illinois, 1891
10. Thiessen, A. H : Precipitation Average for Large, Monthly Weather Review. 39, pp.1082-1084, 1918
11. 物部長穂 : 降雨の 出水時間と強度算定について, 物部水理學, 1918, 1933
12. 朴成宇 : 韓國에 있어서 諸水文構造物の 設計의 基準을 주기 위한 水文學術研究 (降水·旱魃編), 農工學會誌 第3卷 第1號, pp.75-105
13. 嚴柄鉉 : 韓國河川의 基底流量의 季節的變動에 關한 研究, 日本農業土木學會誌(京都支論誌 S55 pp.80-86), 1980
14. 尹龍男 : 水文學 基礎와 應用, 淸文閣, 1974
15. 岩井重久 : 應用水文統計學 第2章 誤差論, 最小自乘法의 概說, p.15-26
16. 建設部 水文調査書, 雨量編, 1917-1961, 建設部 水文年報 1962-1993
17. 韓國氣象年報, 月報, 1962-1993
18. 全國統計便覽, 1994

(접수일자 : 1996년 1월 26일)