

# 이수안전도를 고려한 한강유역의 지역별 가뭄빈도 결정

## Determination of Regional Drought Frequency Considering Safety Standards for the Design of Impounding Facilities for Han River Basin

김재형\*                      윤용남\*\*                      신현석\*\*\*  
Kim, Jae Hyung      Yoon, Yong Nam      Shin, Hyun Suk

### 1. 서론

유역면적이 큰 유역일수록 유역의 지리·지형학적 특성 및 기후학적 특성 분포가 다양할 가능성이 크며, 이로 인한 수문학적 동질성이 결여될 가능성이 크다. 이로 인해 한강과 같은 대유역에서 임의 빈도의 가뭄이 발생할 경우 유역 전역에서 동일한 정도의 가뭄이 동시에 발생할 가능성은 작아지며, 소유역의 특성에 따라 심도가 다른 빈도의 가뭄이 발생하게 될 것이다. 그러므로 대유역에서 이수안전도를 고려한 물수지분석 등을 실시할 경우 이수안전도에 대응하는 각 소유역의 특성을 고려한 가뭄빈도를 설정·반영해주어야 한다.

본 연구에서는 비교적 신뢰도가 높은 월강우량을 기준으로 지속기간 12개월의 경우에 대하여 한강 유역 전체의 이수안전도에 대응하는 각 소유역의 가뭄빈도를 결정하고자 하였다. 한강유역을 수문학적 동질성이 유지될 수 있도록 26개 소유역으로 분할한 후 한강유역 전체 및 각 소유역내의 가뭄 우량계열을 작성하고 이를 L-Moment법에 의해 지역빈도해석을 실시하여 가뭄 지속기간 12개월에 대한 재현기간별 가뭄우량을 추정하였다. 물수지년(water year)을 기준으로한 한강유역의 주요 가뭄연도의 소유역별 강수량을 해당 소유역의 재현기간별 가뭄우량과 비교하여 그 연도의 가뭄빈도를 내삽·추정하였으며, 해당 년들의 한강유역 전체 가뭄빈도와 임의 소유역의 빈도를 상관시켜 선형회귀분석을 실시하여 각 소유역의 가뭄빈도 = 한강유역의 가뭄빈도 × 기울기의 관계를 도출하였으며, 대유역에서의 이수안전도를 고려한 물수지분석 등에 적용 가능함을 알 수 있었다.

한편, 한강유역의 가뭄빈도와 각 소유역에서의 가뭄빈도를 상관시키기 위해 한강유역에서의 주요 가뭄기간의 설정이 필요하였다. 이를 위해 우선 분할된 소유역별로 물수지년을 기준으로 한 12개월 우량계열을 작성하여 작은 값부터 순위를 정한 다음, 연도별로 소유역별 12개월 우량의 순위를 평균한 결과로부터 상위 10개 기간을 선정하였다. 이와같이 선정된 10개 주요 가뭄기간의 한강유역 전체 가뭄빈도와 각 소유역의 가뭄빈도를 상관시켜 회귀분석한 결과를 통해서 한강유역의 대략적인 수문학적 동질성을 평가할 수 있었으며, 회귀식의 기울기 분포를 통하여 북한강 수계, 남한강 수계 및 한강 하류부의 가뭄빈도 특성이 뚜렷하게 구분됨을 알 수 있었다.

### 2. 월강우량 자료의 지역빈도해석

한강유역의 이수안전도에 대응하는 각 소유역의 가뭄빈도 결정을 위하여 주요 가뭄 연도들에서의 한강유역 가뭄빈도와 동기간에서의 소유역별 가뭄빈도간에 상관분석을 실시하고자 하였으며, 이를 위해서는 주요 가뭄연도에서의 한강유역 전체 및 각 소유역의 가뭄빈도를 추정해야하며 사전 작업으로써 다음의 지역빈도해석을 실시하였다.

\* 고려대학교 대학원 토목환경공학과 박사과정

\*\* 고려대학교 공과대학 토목환경공학과 교수

\*\*\* 부산대학교 공과대학 토목공학과 조교수

## 2.1 소유역의 분할 및 우량관측소

가뭄우량의 지역빈도분석을 위해 그림 1에서와 같이 한강유역을 26개 소유역으로 분할하였으며, 각 소유역의 유역면적은 2,351km<sup>2</sup> 이하로 수문학적 동질성의 인정이 가능할 것으로 생각된다. 한강유역에서 운영되고 있는 우량관측소는 총 145개소이며, 이중 자료의 신뢰도가 높은 지점과 지역빈도분석을 위한 인근의 관측점을 포함하여 총 82개 우량관측소를 분석 대상 관측소로 선정하였다.

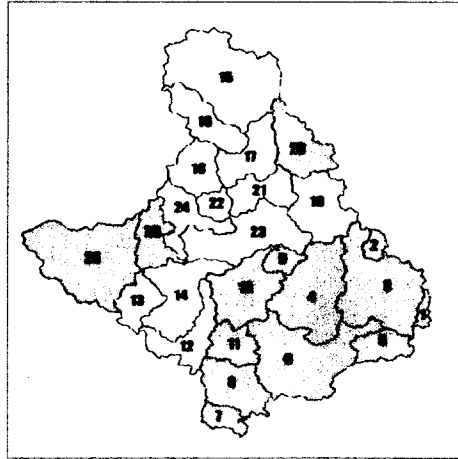


그림 1. 한강유역의 소유역 분할

## 2.2 빈도분석 방법의 선정 및 분석 절차

Hann(1977), Matalas 등(1975), Hosking과 Wallis(1993), WMO(1989) 등은 종래의 모멘트법으로 결정한 확률분포형으로 모의된 자료계열과 관측자료 계열간에는 큰 편차가 항상 존재하며, 빈도해석의 유연성(robustness)에 큰 문제가 있음을 지적한 바 있다. 반면에 L-Moment는 확률가중모멘트(probability weighted moment, PWM; Greenwood 등, 1979; Hosking, 1989)에 근거한 확률분포의 통계 특성치의 선형조합으로 표시되며, 종래의 방법에 비해 매개변수 추정에서 편의를 최소화할 수 있고, 표본 추출에 따른 편차를 줄일 뿐만 아니라 이상자료(outlier)의 처리에 있어서도 융통성이 있는 등 여러 가지 장점이 있는 것으로 평가되고 있다.(Hosking, 1990) 따라서 본 연구에서는 L-Moment법을 사용하여 매개변수를 추정하면서 지역빈도분석을 실시함으로써 관측치와의 편의를 최소화하고자 하였다.(Hosking과 Wallis, 1993; Vogel과 Fennessey, 1993; Vogel 등, 1993)

한편, 수문량의 지역빈도분석은 통상 4가지 단계를 거쳐 이루어지며, 각 단계에서는 L-Moment로부터 계산되는 각종 통계치를 기준으로하여 자료군 중의 이상치 검정, 소유역 단위의 수문학적 동질성 검사, 적정 확률분포형의 선정, 그리고 지역빈도분석에 사용될 적정확률분포형의 지역평균 매개변수 산정 등의 절차를 밟게된다. (Guttman, 1993; Guttman 등, 1993)

## 2.3 가뭄우량 자료계열의 작성

지역빈도분석을 위한 우량자료는 전술한 82개 지점의 1966-1995년 기간의 월강우량 자료를 사용하였다. 가뭄의 경우는 지속기간이 대단히 중요하나 본 연구에서는 일반적인 물수지분석에 적용되고 있는 지속기간 12개월에 대한 관측소별 부분기간치계열(Partial duration series)을 작성하였다. 즉, 관측소별 월우량 자료계열로부터 지속기간 12개월의 이동누가 우량계열을 얻은 후, 가장 작은 값을 제 1순위로 선정하고, 이 값에 영향을 주는 전·후 각각 11개월씩의 기간을 삭제시킨 후 두 번째로 작은 값을 제 2순위로 선정하고, 이와 동일한 방법으로 반복 선택해나감으로써 관측소별 가뭄우량 자료계열을

작성하였다.(Stall, 1964; 윤용남, 1972) 이와같은 절차에 의한 갈수우량자료 계열은 비연최소치계열 혹은 부분기간치 계열이며 자료계열의 하한치(threshold)로는 지속기간별 평균 월우량을 채택하고, 자료의 개수는 자료연수와 동일하게 취하는 것이 보통이다.

#### 2.4 가뭄 우량계열의 지역빈도분석 결과

본 연구에서 지역빈도분석을 위해 선정된 확률분포형은 Hosking(1991)이 추천한 바 있는 Generalized Extreme Value (GEV), Generalized Logistic (GLO), Generalized Normal (GNO), Pearson Type-III (PE3) 및 5변수 Wakeby (WKB5) 분포형이며, 이들 분포의 누가확률분포식 혹은 역함수는 다음 표 1에 나타낸 바와 같다

표 1. 검토대상 확률분포의 누가확률분포함수 및 역함수

확률분포형	F(X) 혹은 X(F)	매개변수
GEV	$F(X)=\exp\{1-k(x-\xi)/\alpha\}^{1/k}$ $X(F)=\xi+\alpha(1-(\ln F)^k)/k$	$\xi, \alpha, k$
GLO	$F(X)=1/[1+(1-k(x-\xi)/\alpha)^k]$ $X(F)=\xi+\alpha[1-((1-F)/F)^k]/k$	$\xi, \alpha, k$
GNO	$F(X)=\Phi[-K^{-1}\ln(1-k(x-\xi)/\alpha)]$ $X(F)=$ not explicitly defined	$\xi, \alpha, k$
PE3	$F(X)=G[(x-\mu+2\sigma/\gamma)/ 0.5\delta\gamma , 4/\gamma^2], \gamma < 0$ $F(X)=1-G[-(x-\mu+2\sigma/\gamma)/ 0.5\delta\gamma , 4/\gamma^2], \gamma > 0$ $X(F)=$ not explicitly defined	$\mu, \sigma, \gamma$
WKB5	$F(X)=$ not explicitly defined $X(F)=\xi+(\alpha/\beta)\{1-(1-F)^\beta\}-(\gamma/\delta)\{1-(1-F)^\delta\}$	$\xi, \alpha, \beta, \gamma, \delta$

분할된 26개 소유역별로 작성된 가뭄 우량계열(지속기간 : 12개월)에 대한 지역빈도해석은 전술한 4가지 빈도분석 절차에 따라 개발된 Hosking의 Fortran Program(1991)을 그대로 이용하여 수행하였으며, 소유역별로 3가지 검정을 통과한 분포형 중 가장 적합한 분포형을 최적분포형으로 채택하였으며, 그 결과는 표 2에 수록하였다.

표 2. 소유역별 적정 확률분포형 및 재현기간별 가뭄우량 (지속기간 : 12개월)

소유역	적정 분포형	재현기간(년)						소유역	적정 분포형	재현기간(년)					
		2	5	10	20	30	50			2	5	10	20	30	50
한강	GLO	911	761	672	590	544	486	13	GLO	909	740	640	547	495	429
								14	GLO	975	829	746	670	628	577
1	GLO	891	741	648	560	508	442	15	GLO	818	682	603	529	487	435
2	GLO	1008	847	746	649	592	520	16	GLO	816	679	599	528	485	433
3	GLO	912	750	651	558	504	436	17	GLO	780	661	595	535	503	463
4	GLO	951	816	740	672	633	587	18	GNO	865	712	632	566	532	492
5	GLO	849	725	653	586	548	502	19	GLO	903	748	657	574	526	468
6	GLO	901	762	680	605	562	509	20	GLO	783	661	593	532	498	458
7	GLO	887	738	639	540	480	401	21	GLO	841	709	636	570	535	491
8	GLO	888	760	678	597	549	486	22	GLO	875	754	687	627	594	553
9	GLO	996	846	760	681	637	583	23	GLO	854	674	577	493	448	393
10	GLO	995	866	792	724	686	640	24	GLO	825	609	486	375	313	237
11	GLO	901	778	711	653	622	584	25	GLO	989	820	710	600	533	447
12	GLO	881	750	679	618	585	545	26	GLO	938	787	695	609	560	498

또한, 주요 가뭄연도의 강우량의 빈도를 추정할 수 있도록 각 소유역별 재현기간-가뭄우량의 관계를 반대수지에 나타내었으며, 그림 2는 1번 소유역에서의 재현기간-가뭄우량의 관계를 나타내주고 있는데 거의 직선적인 관계를 보여 내삽 추정에 활용이 가능하다.

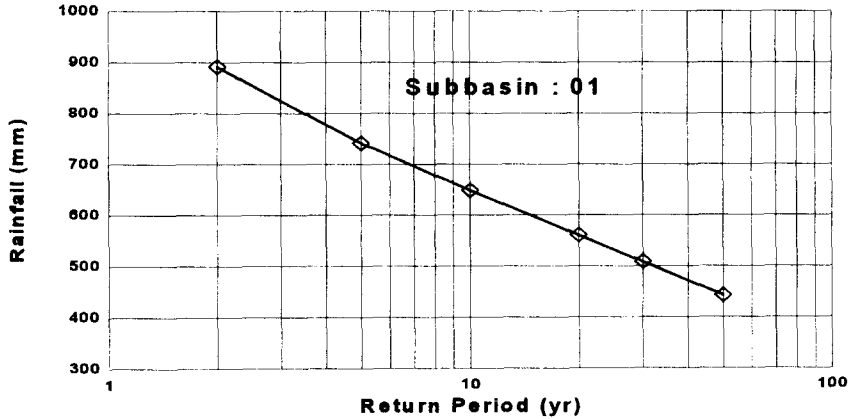


그림 2. 1번 소유역의 재현기간-가뭄우량 관계의 도시

### 3. 기왕의 주요 가뭄기간의 선정 및 소유역별 가뭄빈도 설정

#### 3.1 주요 가뭄기간의 선정

한강유역 전반에 걸친 주요 가뭄기간을 선정하기 위하여 우선 소유역별로 해당 우량관측소의 기록 기간 동안의 월 우량자료를 산술평균하여 소유역 평균, 월 강우량계열을 작성하였다. 다음으로, 국내 용수수요와 공급 측면에서 기준 월로 사용되고 있는 10월 기준의 물수지년(water year)별로 12개월 누가우량을 계산하여 소유역별로 가장 작은 값부터 순위를 부여한 후, 다시 연도별로 소유역별 12개월 누가우량의 순위를 산술평균하여 연도별 순위평균치를 계산하였으며(윤용남 등, 1997) 그 결과는 표 3과 같다. 즉, 표 3은 물수지년 기준 12개월 우량의 연도별 한강유역 평균 순위를 나타내며, 한강유역에서는 '81-'82가뭄의 심도가 가장 심각하였음을 알 수 있으며, '67-'68가뭄의 경우에는 6번째의 순위를 보이고 있으나 순위 9위에 해당하는 '66-'67가뭄이 선행되어 있어 체감 빈도는 더 심각한 가뭄이었을 것으로 생각된다.

표 3. 소유역별 12개월 우량의 평균순위 및 연도(물수지년 기준)

순위	연도	평균순위	순위	연도	평균순위
1	81-82	2.00	15	79-80	15.15
2	93-94	4.54	16	85-86	15.50
3	76-77	5.04	17	70-71	15.85
4	87-88	5.54	18	90-91	16.04
5	72-73	7.96	19	92-93	17.08
6	67-68	8.73	20	77-78	19.12
7	91-92	9.08	21	78-79	19.58
8	75-76	9.50	22	83-84	19.65
9	66-67	10.54	23	69-70	20.65
10	84-85	11.35	24	80-81	21.50
11	73-74	11.96	25	71-72	21.73
12	82-83	12.92	26	94-95	24.58
13	74-75	13.73	27	86-87	25.96
14	88-89	14.96	28	68-69	26.08

### 3.2 주요 가뭄기간의 소유역별 가뭄빈도 설정

주요 가뭄기간 연도들에서의 한강유역 가뭄빈도와 동기간의 소유역별 가뭄빈도간에 상관분석을 하기 위한 주요 가뭄기간으로는 표 3에서의 10위까지의 물수지년 기준 가뭄연도를 선정하였다. 이들 10위까지의 각 연도의 소유역별 강수량의 가뭄빈도는 그림 2와 같이 작도된 소유역별 재현기간-가뭄수량의 관계로부터 해당 강수량을 내삽하여 추정하였으며, 주요 가뭄기간동안의 강수량 및 해당 가뭄빈도는 표 4에 나타내었다.

표 4. 주요 가뭄기간의 한강유역 및 각 소유역의 강수량 및 가뭄빈도

순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
연도	1981	1993	1976	1987	1972	1967	1991	1975	1966	1984	연도	1981	1993	1976	1987	1972	1967	1991	1975	1966	1984
한강 빈도	3.75	2.22	1.95	1.95	1.56	1.40	1.38	1.33	1.38	1.16											
유역 우량	799	905	931	931	986	1012	1024	1038	1028	1087											
01 빈도	9.80	9.50	1.40	1.39	1.04	1.70	1.34	1.20	1.01	1.06	14 빈도	3.50	2.00	1.22	2.15	1.45	1.00	1.12	1.07	1.32	1.13
유역 우량	651	656	967	969	1128	921	974	1014	1160	1074	유역 우량	890	975	1099	967	1048	1331	1136	1165	1070	1129
02 빈도	2.74	3.06	7.85	1.03	3.65	1.85	1.01	1.01	1.63	1.07	15 빈도	3.00	1.99	1.80	2.73	1.06	1.03	1.50	1.03	1.01	1.99
유역 우량	943	931	785	1242	902	1021	1322	1303	1060	1206	유역 우량	753	818	837	767	997	1047	874	1034	1089	822
03 빈도	6.50	3.50	6.00	1.88	4.00	6.70	1.40	1.03	1.45	1.03	16 빈도	3.00	2.00	1.80	2.75	1.05	1.02	1.46	1.02	1.01	1.88
유역 우량	720	823	730	943	793	715	1001	1158	995	1151	유역 우량	753	816	837	767	997	1047	877	1034	1086	822
04 빈도	13.40	1.68	4.50	1.78	4.50	1.26	1.78	2.20	1.08	1.01	17 빈도	1.88	3.80	1.80	2.10	3.90	1.00	1.85	1.05	1.00	1.06
유역 우량	708	986	829	978	830	1056	983	938	1106	1193	유역 우량	791	698	804	775	693	1054	807	942	1038	940
05 빈도	22.00	1.17	1.75	1.01	1.21	2.15	1.78	1.80	2.15	1.09	18 빈도	2.55	1.70	2.15	3.40	1.00	1.18	1.13	1.32	0.98	
유역 우량	571	968	865	1149	948	844	879	875	843	1002	유역 우량	821	900	854	773	1376	998	1022	959	1086	
06 빈도	10.00	1.95	3.00	1.09	1.65	2.65	1.75	1.22	2.20	1.75	19 빈도	2.90	4.20	1.80	1.46	1.46	1.11	1.12	1.40	1.09	1.28
유역 우량	680	910	834	1085	944	856	928	990	883	928	유역 우량	835	774	916	967	967	1057	1051	981	1069	1004
07 빈도	6.30	2.65	5.20	2.20	1.13	4.70	1.35	1.50	2.20	1.01	20 빈도	4.25	3.10	1.50	2.23	1.41	1.01	1.04	1.01	1.00	1.26
유역 우량	693	835	728	873	1047	745	979	954	877	1250	유역 우량	682	726	830	770	841	1002	954	995	1084	872
08 빈도	7.60	1.65	4.90	1.39	1.20	3.60	1.42	1.09	1.09	1.01	21 빈도	2.15	6.50	1.70	3.30	1.90	1.14	1.14	1.14	1.00	2.20
유역 우량	698	934	762	954	977	801	951	1040	1038	1155	유역 우량	831	681	870	766	850	968	971	968	1135	830
09 빈도	3.70	3.20	2.90	1.70	1.01	1.38	1.17	1.48	1.75	1.06	22 빈도	2.17	2.80	1.75	1.42	1.00	1.15	1.15	1.35	0.98	1.00
유역 우량	896	916	927	1035	1240	1084	1135	1061	1023	1126	유역 우량	866	830	898	931	1182	991	992	944	1245	1117
10 빈도	4.20	1.46	3.80	2.72	2.05	1.08	1.40	1.39	1.72	1.35	23 빈도	1.65	1.95	1.41	1.70	2.51	1.99	1.07	1.11	1.18	1.03
유역 우량	889	1054	898	948	992	1152	1064	1068	1033	1076	유역 우량	983	866	944	902	802	978	1088	1050	1008	1131
11 빈도	5.60	1.01	2.50	1.19	3.05	3.85	1.65	1.60	2.20	1.03	24 빈도	1.60	1.60	1.40	1.27	2.00	2.10	1.18	1.36	1.18	1.04
유역 우량	767	1164	878	1026	844	811	940	946	894	1104	유역 우량	894	892	928	971	824	809	1024	934	1024	1152
12 빈도	3.20	1.01	1.07	2.50	1.90	1.18	2.23	1.14	1.95	1.01	25 빈도	3.85	4.05	3.30	2.70	1.04	1.36	1.80	4.50	1.06	1.36
유역 우량	810	1139	1051	851	891	996	866	1012	885	1212	유역 우량	866	848	890	932	1240	1094	1017	837	1220	1096
13 빈도	3.00	1.36	1.01	2.50	1.70	1.05	1.03	1.01	1.33	1.15	26 빈도	3.30	4.15	1.40	3.30	1.15	1.06	1.10	1.80	1.34	1.30
유역 우량	831	1009	1214	860	945	1144	1170	1280	1015	1078	유역 우량	857	815	1018	859	1080	1135	1100	958	1033	1140

### 4. 한강유역 이수안전도 대응 각 소유역의 가뭄빈도 결정

표 4에서 나타낸 바 있는 한강유역에서의 주요 가뭄기간인 10개 물수지년들에 있어서의 한강유역 전체의 강우 가뭄빈도와 임의 소유역 동일연도의 강우 가뭄빈도를 상관시켜 선형회귀분석을 실시하여 각 소유역의 가뭄빈도( $T$ ) = 가뭄빈도 기울기( $C$ ) × 한강유역 이수안전도(가뭄빈도,  $T_H$ ) 관계를 도출하였다. 예를들어 10번 소유역의 경우 표 4에서 음영처리된 한강유역과 10번 소유역의 각 주요 가뭄연도의 빈도들을 상관시킨 것이며, 각 소유역별 선형회귀분석 결과는 표 5에 나타내었다. 한편, 그림 3에는 회귀분석 결과중 26번 소유역의 경우를 그림으로 나타내었다.

표 5에서 한강전체의 강우 가뭄빈도와 각 소유역의 동일기간 가뭄빈도간 선형회귀분석 결과 결정 계수( $R^2$ )는 소유역별로 0.57~0.98의 분포를 보이며, 평균 0.84로서 전반적으로 상당한 상관성이 있는

결과를 나타내었다. 결정계수( $R^2$ )가 0.80 미만인 소유역은 1, 2, 5, 17, 21번 소유역이며 유역경계인 태백산맥 부근에 위치하거나 상대적으로 강우량 관측점의 보유개소수가 상대적으로 작은 소유역들이다. 따라서 한강유역의 각 소유역들은 전반적으로 수문학적 동질성을 가지고 있는 것으로 간접적인 판단이 가능하며, 2.4절에서 L-Moment 방법에 의한 지역빈도분석시 이미 검정한 바 있는 한강유역 전체의 수문학적 동질성 검사의 결과를 반영하고 있다고 할 수 있겠다. 또한 대유역에서의 이수안전도를 고려한 물수지분석 등에 상기한 바의 방법 및 절차를 적용하여 유역 전체 이수안전도 대응 각 소유역의 가뭄빈도를 설정할 수 있을 것으로 판단된다.

표 5. 각 소유역의 가뭄빈도 회귀분석 결과

소유역	기울기(C)	결정계수( $R^2$ )	소유역	기울기(C)	결정계수( $R^2$ )	소유역	기울기(C)	결정계수( $R^2$ )
01	1.93474	0.71	10	1.16413	0.92	19	0.97023	0.87
02	1.28969	0.62	11	1.29828	0.85	20	1.03729	0.96
03	1.83655	0.80	12	0.90407	0.89	21	1.15591	0.68
04	2.18077	0.80	13	0.82214	0.94	22	0.78146	0.92
05	2.75524	0.57	14	0.89415	0.98	23	0.76646	0.84
06	1.71953	0.82	15	0.91629	0.93	24	0.71579	0.87
07	1.59172	0.86	16	0.91195	0.94	25	1.32315	0.84
08	1.51468	0.82	17	0.97946	0.75	26	1.08935	0.88
09	1.07310	0.95	18	0.87691	0.88	평균		0.84

한편, 표 5의 회귀식의 기울기가 클수록 가뭄빈도가 심각한 지역으로, 기울기가 작을수록 가뭄빈도가 완만한 지역으로 구분이 가능하며, 회귀식의 기울기 C값 1.0 이상의 소유역과 이하의 소유역으로 유역을 구분하여 도시한 것이 그림 4이며, 전반적으로 남한강 수계 및 한강하류부의 가뭄빈도 기울기가 크며, 남한강 중하류부 및 북한강 수계의 가뭄빈도 기울기가 완만한 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.

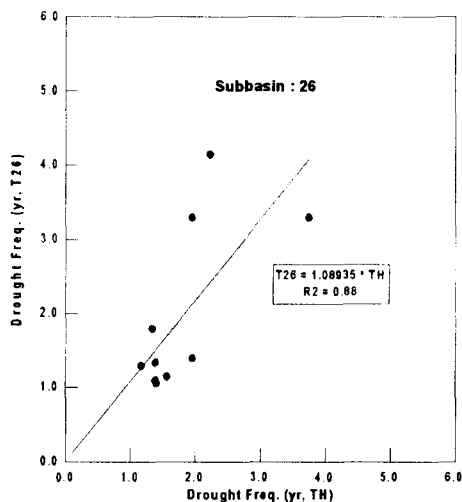


그림3. 선형회귀분석 결과(26번 소유역)

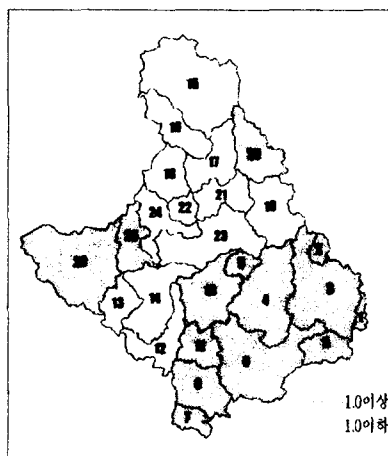


그림 4. 각 소유역별 가뭄기울기 분포 (C=1.0 기준)

## 5. 결론

한강유역의 이수안전도에 대응하는 각 소유역의 가뭄빈도를 결정하기 위하여 유역을 26개의 소유역으로 분할하고, 수문관측자료의 신뢰도가 비교적 높은 82개 강우량 관측소의 1966-1995년 월별 강

우량 자료를 이용하여 지속기간 12개월에 대한 지역빈도해석을 L-Moment법을 적용하여 실시하였다. 또한 동일 자료를 이용하여 한강유역에서의 주요 가뭄기간을 설정하였으며, 그 결과 한강유역에서는 '81-'82년의 가뭄심도가 가장 심각했으며 '67-'68 가뭄은 '66-'67가뭄이 선행되어 체감 정도가 심각했던 것으로 판단된다.

L-Moment법에 의한 각 소유역별 지속기간 12개월의 지역빈도분석 결과와 주요 가뭄기간의 12개월 강우량을 비교하여 그 기간의 가뭄빈도를 설정하였으며 동일 가뭄기간에서의 한강유역 전체의 가뭄빈도와 각 소유역의 가뭄빈도간의 선형회귀분석을 실시하여 각 소유역의 가뭄빈도(T) = 한강유역의 가뭄빈도(T<sub>H</sub>) × 가뭄빈도 기울기(C)의 관계를 도출하였다. 회귀분석 결과 한강유역 전체의 가뭄빈도와 각 소유역의 가뭄빈도간에는 상당한 상관관계를 갖는 것으로 나타났으며, 따라서 대유역에서의 이수안전도를 고려한 물수지분석 등에 본 연구에서 제시한 방법 및 절차를 적용 가능할 것으로 사료된다. 한편, 회귀분석 결과 상관성이 낮게 나타나는 소유역들은 주로 유역경계에 위치하거나 상대적으로 수문관측소의 보유 개소수가 작은 소유역들로 나타났으며, 따라서 지역빈도해석을 위한 인근의 관측점 선정시 세심한 고려가 필요할 것으로 사료되며, 가능한 많은 관측지점수도 필수적이라고 하겠다.

각 소유역별 가뭄빈도기울기를 비교한 결과, 전반적으로 남한강 수계 및 한강하류부의 가뭄빈도 기울기가 크며, 남한강 중하류부 및 북한강 수계의 가뭄빈도 기울기가 완만한 결과를 보이고 있는 등 북한강 수계와 남한강 수계 및 한강하류부의 특성이 뚜렷하게 구분되는 바, 대유역에서의 이수안전도를 고려한 물수지분석 등에 지역적인 특성 분포를 반드시 고려해주어야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 우리나라의 유출자료의 한계성 때문에 월강수량 자료를 이용하여 빈도분석하고 가뭄빈도를 평가·설정하였으나 강우자료에는 각 소유역의 수문학적 특성에 따른 증발산 등의 제반 손실량이 고려되지 않은 점을 감안한다면 유출량 자료에 의한 분석이 더 바람직할 것으로 사료되며, 이를 위해서는 정확한 유출량자료의 확충이 중요하다고 하겠다.

## 참고문헌

- 건설교통부(1995). 가뭄기록 조사보고서
- 윤용남(1972). "급수용 저수지 설계를 위한 저 유하량의 통계학적 해석에 관한 연구." 대한토목학회지, 제20권, 제1호, pp. 37-46.
- 윤용남, 박무종(1997). "L-Moment법을 이용한 월강수량 자료의 지역가뭄빈도 해석." 한국수자원학회지논문집, 제30권, 제1호, pp. 55-62.
- Greenwood, J.A., Landwehr, J.M., Matalas, N.C., and Wallis, J.R.(1979). "Probability weighted moments : Definition and relation to parameters of distributions expressible in inverse form." *Water Resour. Res.*, Vol. 15, No. 5, pp. 1049-1054.
- Guttman, N.B.(1993). "The use of L-Moments in the determination of regional precipitation climates." *J. of Climate*, American Meteorological Society, Vol. 6, pp.2309-2325.
- Guttman, N.B., Hosking, J.R.M., and Wallis, J.R.(1993). "Regional precipitation quantile values for the Continental United States computed from L-Moments." *J. of Climate*, American Meteorological Society, Vol. 6, pp.2326-2340.
- Haan, C.T.(1977). *Statistical methods in hydrology*. Iowa State University Press, Ames.
- Hosking, J.R.M.(1989). "The theory of probability weighted moments." *Research Report*, RC 12210, IBM Research Division, R.J. Watson Research Center, New York.
- Hosking, J.R.M.(1990). "L-moments: Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics." *J. Royal Statistical Society*, Vol. 52, No. 1, pp 105-124.
- Hosking, J.R.M., and Wallis, J.R.(1993). "Some statistics useful in regional frequency analysis." *Water Resour. Res.*, Vol. 29, No. 2, pp.271-281.

- Matalas, N.C., Wallis, J.R., and Slack, J.R.(1975). "Regiona skew in search of a parent." *Water Resour. Res.*, Vol. 11, No. 6, pp.815-826.
- Stall, J.B.(1964). "Low flows of Illinois streams for impounding reservoir design." *Bulletin 51*, Illinois State Water Survey, Urbana, Illinois.
- Vogel, R.M., and Fennessey, N.M.(1993). "L-moment diagrams should replace product moment diagrams." *Water Resour. Res.*, Vol 29, No. 6, pp.1745-1752.
- Vogel, R.M., McMahon, T.T., and Chiew, F.H.S.(1993). "Flood frequency model selection in Australia" *J. of Hydrology*, Vol. 146, pp.421-449.
- World Meteorological Organization (1989). "Statistical distributions for flood frequency analysis." *Operational Hydrology Report No. 33*, WMO.