

한국년평균 강수량의 추정 (Mean Annual Precipitation Estimatis of Korea)

김 승*
김 규 호**

Abstract

This Study estimates the mean annual precipitation of Korea. Precipitation data observed at the 60 Korea Meteorological Service stations during 84-year period (1905-1988) are used. Missing or unobserved values are estimated using regression analysis with principal components, and the annual precipitation means obtatined by arithmetic, Thiessen and isohyetal methods are compared.

요 약

본 연구에서는 중앙기상대 산하 60개 지점의 84년간(1985-1988) 자료에 의한 전국 년평균 강수량을 추정하였다. 미계측 부분에 대하여는 Principal Component를 사용한 회귀식으로써 보완하였으며, 산술평균값, Thiessen 계수에 의한 평균값, 그리고 등우선법에 의한 평균값을 또한 비교하였다.

1. 서 론

일반적으로 우리나라 전역에 내리는 강수로 얻어진 총수자원량의 일부는 증발산의 과정을 통해 손실되며 일부는 하천을 통해 바다로 직접 유출되기 때문에 우리가 실제로 사용할 수 있는 가용 수자원량은 이와 같은 손실량을 제외한 양이 된다. 따라서,

* 수석연구원, 한국건설기술연구원, 수자원연구실
** 연구원, 한국건설기술연구원, 수자원연구실

우리가 궁극적으로 얻고자 하는 이러한 가용 수자원량을 구하기 위해서는 토양침투량이나 증발산량, 유출량 등을 알아야 하지만 무엇보다도 총수자원량을 추정하기 위해 년평균강수량을 산정하는 것이 필요 불가결하다.

현재, 우리나라의 년평균강수량은 1,159mm(건설부, 1963)가 널리 사용되고 있으며 김광식(1976)은 1,190mm를 발표한 바 있고, 이병설과 홍성길(1982)은 산술평균법에 의해 1,189.7mm를 발표한 바 있으며, 정귀원 등(1986)은 1,232mm를 년평균강수량으로 산정한 바 있다. 그러나 앞서의 연구결과들은 상대적으로 짧은 기록년수와 적은 지점수의 자료를 이용하여 산정한 것으로서 년평균강수량의 산정치로서는 미흡한 점이 많은 상태이다.

본 연구에서는 짧은 기록년수 또는 적은 지점수로 인한 년평균강수량의 산정시 문제점을 보완하기 위하여 중앙기상대 산하 60개 지점에서 관측된 전기간 자료(1905-1988, 84년)를 사용하되 그 기간동안 미관측된 자료에 대하여는 기관측된 자료를 이용하여 추정한 후 산정하고자 한다. 또한, 산술평균법, Thiessen 가중법, 그리고 등우선법에 의한 면적강수량 값도 비교하고자 한다.

2. 자료 및 산정방법

2.1 자료

본 연구에서 사용된 강수자료는 중앙기상대 산하 측후소 25개소, 기상관측소 35개소로서 총 60개의 관측지점의 자료를 기본으로 하였다. 표 1은 이러한 60개 지점의 기록년수와 기록년수별로 산술평균한 지점별 년평균 강수량과 기타 통계치를 나타낸 것이다. 여기에서 지적할 것은 반이상 지점의 기록기간은 최근 17년이며, 기록기간이 70년 이상이 되는 지점은 7개 지점에 불과하다는 것이다.

2.2 산정방법

년평균 강수량을 산정하기 위해서는 관측지점마다 기록년수가 많고(최소 40년 이상) 동일한 관측기간의 강수자료를 이용하는 것이 바람직하다. 즉, 각각의

관측지점마다 산정한 년평균강수량은 관측기간이 서로 다른 지점자료를 이용함으로써 통계적으로 불합리한 결과가 얻어지게 된다는 것이다. 특히 표 1에 제시한 바와같이 우리나라의 강수량자료는 최근 17년 동안 집중적으로 관측되었기 때문에 각각의 관측지점별로 관측기간에 따라 산술평균할 경우 최근 17년 동안의 강수량 값이 크게 영향을 미치게 된다. 또한, 최근 17년 동안의 강수량은 70년 이상 관측기록이 있는 지점의 자료로써 분석해 볼 때 평균값에서 상당히 높은 것으로 판단된다.(만일, 최근 17년동안의 자료만으로 우리나라 년평균 강수량을 산정한다면 약 1300mm가 될 것이다.

그러므로, 본 연구에서는 강우관측기록이 있는 1905년 부터 1988년 까지의 84년 기간동안 적어도 70년 이상의 관측기록이 있는 7개 지점(강릉, 서울, 인천, 대구, 전주, 부산, 목포)을 우선 선정하고, 이 지점들 자료로 부터 나머지 지점을 보완하였다. 앞에서 나열한 7개 지점중에서도 84년의 완전한 기록이 있는 지점은 부산과 목포뿐이며 기타 5개 지점에서는 1년 부터 14년 까지의 미계측 기간이 있다. 이 6개 지점의 미계측부분의 보완은 각 지점마다 해당년도별로 다른 지점의 관측기록을 최대한 활용하여 다중회귀식으로써 추정하였다. 그러나, 서울지점에서의 보완은 서울과 인천에서의 년평균강수량은 상관관계가 충분히 높다고 생각되어 인천지점의 자료만을 사용하여 회귀식으로써 보완하였다.

위와 같이 7개 지점의 84년간 강수량 자료를 얻은 후 이 자료에 대하여 Principal Component 분석을 하였다. 분석결과 4개의 Component를 사용할 경우 92%의 Variance를 설명할 수 있는 것으로 나타났으며, 여기에서 Component의 수를 늘린다고 해도 설명할 수 있는 Variance의 증가는 미소한 것으로 나타났다. 따라서 4개의 Component를 사용하는 것이 타당한 것으로 판단되며, 각 Component별 Pattern은 표 2와 같다.

표 2에 나타난 바와 같이 7개 지점 년평균강수량 Variance의 약 64%를 설명하고 있는 제 1 Component는 지점간 가중계수가 비슷하므로 이것은 평균값을 대표하는 것이라고 할 수 있으며, 제 2 Component는 강릉지점을 제외한 서울, 인천과 그의 지점간의 대비라고 할 수 있고, 제 3 Component는 강릉지점과 그의 지점의 대비이며,

제 4 Component는 강릉, 부산, 목포와 그외 지점간의 대비라고 생각된다.

위에서 선정한 4개의 Principal Component의 계수를 7개 지점의 각 년도별 강수량 값에 가중하여 각 년도별, Component별 값을 산정하였다. 이와같이 구한 84년 동안 4개의 Principal Component와 각 지점별 년강수량을 이용하여 다중회귀분석을 시행하고 여기서 얻은 회귀식으로써 미계측 기간을 보완하였다. 회귀분석한 결과 대부분의 지점에서 4개의 Component로써 50-90%의 Variance를 선형 회귀식으로 설명할 수 있는 것으로 나타났으며, 그림 1은 그 중에서 년평균 강수량이 가장 적은 영천지점에서, 그림 2는 그중에서 년평균 강수량이 가장 많은 거제지점에서 측정한 값과 회귀식으로 추정된 값을 비교한 것이다.

표 3에서는 위에서 설명한 방법으로 구한 추정치와 관측치로서 각 지점별 년평균 강수량을 산정하여 나타내었다. 또한, 위에서 구한 추정치를 산술평균한 값과 Thiessen 계수를 산정하여 각 지점별, 년도별로 가중하여 구한 평균강수량 값도 나타내었다.

3. 면적강수량의 산정 및 비교 고찰

지점강수량으로 부터 면적강수량을 구하는 방법은 산술평균법, Thiessen 가중법 그리고, 등우선법이 주로 쓰이고 있다. 앞에서 기술한 바와 같이 1905년 부터 1988년 까지 84년에 걸쳐 60개 강우관측지점에서 미계측된 기간을 보완하여 년평균강수량을 강수량을 산정한 결과, 산술평균법으로써 1246mm와 Thiessen 가중법으로써 1225mm를 각각 얻었다.

본 연구에서 선정한 중앙기상대 산하 60개 관측지점을 이용하여 우리나라 년평균 면적강수량을 산정할 경우, 대체적으로 산술평균값은 Thiessen 가중법에 의한 평균값 보다 약 20mm 정도 크게 나타났다. 이것은 남해안 다우지역에 여러개의 강우관측 지점이 있어 산술평균을 할 경우 이 지점들의 영향이 Thiessen 지배면적에 비하여 상대적으로 크게 작용하기 때문이다. 그림 3에 나타낸 것과 같이 기록년도에 따라

산술평균에 의한 면적강수량과 Thiessen 가중법에 의한 값의 차이는 상당히 심하며 (표준편차=19.4mm) 전자가 후자보다 적은 경우도 있음을 알 수 있다.

그림 4에서 Thiessen 가중법으로 구한 년도별 년평균 강수량과 smoothing된 값, 그리고 1905-1988년 까지 Thiessen 가중법에 의한 평균값(1225mm)을 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 것과 같이 우리나라의 년평균 강수량은 상당히 큰 폭(표준편차 약 215mm)을 가지고 변화한다고 할 수 있으며, 기록기간에 따라 차이가 상당히 심한 것을 알 수 있다. 그러므로, 우리나라 년평균 강수량은 가능한 오랜 기록기간의 자료를 토대로 산정하는 것이 타당하다고 할 수 있으며, 각각의 지점별로 동일기간의 자료를 사용할 것이 요구된다고 할 수 있다.

본 연구에서 산정한 바, 앞에서 언급한 동일한 60개 지점에서 미계측기간을 보완하지 않고 오직 1987년 까지 관측된 기록만을 사용하여 각 지점별로 산술평균하여 각 지점의 평균값을 구할 경우, 우리나라의 면적강수량은 산술평균법으로 1285.2mm, Thiessen 가중법으로 1266.6mm, 등우선법으로 1263.5mm 이다. 이 값들은 앞에서 구한 값들 보다 훨씬 큰 값들로서 그 이유는 상당수(60개 중에서 35개)의 관측지점은 관측기간이 1972-1987년에 국한되어 있기 때문에 다우기간이라고 할 수 있는 1972-1987년의 영향이 상대적으로 크게 작용하였기 때문이다. 또한, 1987년 까지의 자료로써 산정을 하는 것과 1988년 가지의 자료로써 산정을 하는 것도 큰 차이를 가져온다. 1987년은 상당한 다우년도로서 Thiessen에 의한 면적강수량이 1506mm이었으며, 반면에 1988년은 극심한 가뭄이 있었던 해로서 886mm에 불과하였다. 따라서, 1년의 기록기간 차이로 부터도 큰 차이를 가져올 수 있음을 알 수 있다.

그림 5는 Thiessen 가중치에 의한 년평균 강수량과 년도에 따른 강수량의 변화를 직선회귀식으로 나타낸 것이다. 이것은 1940년대 말기를 전환점으로 하여 우리나라 강수량이 증가하고 있음을 보여주고 있다. 이것은 년도별 변화가 매우 크기 때문에 증가하고 있음을 확정적으로 판단하기는 곤란하며, 일본의 수자원협회(1989)에서 제시한 일본의 경우와는 정반대의 경향을 나타내고 있는 것이다.

표 4는 그동안 제안된 우리나라 년평균 강수량을 비교한 것이다. 먼저, 가장 널리 쓰이고 있는 건설부(1963)에서 제안한 1159mm는 1961년 이전의 강수자료를 통합하여 산정한 것으로서, 그림 4와 5에 나타난 것과 같이 상대적으로 가뭃기간이 많이 포함되었기 때문에 본 연구에서 산정한 1225mm와 큰 차이를 보인다고 생각된다.

기타 제안된 값이 서로 다른 것은 자료기간과 지점수가 다르기 때문이며 산정방법은 아니라고 생각된다. 다만, 정문교 등(1981)은 빈도해석법으로 지점 평균강수량을 산정하였으므로 다른 것과는 산정방법이 다르다고 할 수 있다.

4. 결 론

우리나라 년평균 강수량을 산정하기 위하여 적어도 10년 이상의 강우관측기간이 있는 중앙기상대 산하 60개 지점을 선정하여 84년동안(1905-1988년) 미계측기간을 보완하여 면적강수량을 산정하였으며, 추출된 결론은 다음과 같다.

- 1) 우리나라의 년평균 강수량은 1225mm 정도이다.
- 2) 우리나라의 년평균 강수량은 년도에 따라 큰 폭으로 변화하고 있으므로 가능한 장기간의 기록으로부터 산정하는 것이 타당하다.
- 3) 기록기간에 따라 강수량의 변화가 상당히 심하므로 년평균강수량을 산정할 경우, 각 지점별로 동일기간의 자료를 사용하여 수문학적 동질성을 유지하는 것이 필요하다.

5. 참고문헌

- 1) 김광식(1976), 한국의 기후, 일지사, 446pp.
- 2) 건설부(1963), 한국수문조사서.
- 3) 이병설, 홍성길(1982), 면적강수량 산정을 위한 기존 강수량 자료의 검토, 한국기상학회지, Vol.18, pp.1-10.
- 4) 조희구(1978), 남한의 지역간, 계절간 강수량의 특성,

한국기상학회지, Vol.11, pp.79-82.

- 5) 정문교, 심재설, 송재우, 윤세의(1981), 한국 면적강수량 산정에 관한 연구, 한국수문학회지, Vol.14, No.4, pp.35-52.
- 6) 정귀원, 조하만, 유근배, 박종탁(1986), 면적강수량 산정 및 비교조사, 기상연구소, Research Paper of MRI 1986, pp.51-57.
- 7) 중앙기상대(1985), 한국강수자료, 1-3권, 중앙기상대 기후국 자료과.
- 8) 중앙기상대(1986,1987,1988), 기상월보, 기상년보, 중앙기상대 기후국 자료과.
- 9) 水資源協會(1989), '89 水資源便覽, 山海堂, 日本, p.8.

Table 2. Coefficients for principal components

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
105 KANGNUNG	0.63	-0.03	0.76	0.15
108 SEOUL	0.80	0.56	-0.03	-0.03
112 INCHON	0.77	0.59	-0.13	0.02
143 TAEGU	0.87	-0.26	-0.09	-0.15
146 CHONJU	0.85	-0.24	0.03	-0.41
159 PUSAN	0.81	-0.25	-0.30	0.34
Variance	4.50	0.93	0.69	0.35
Cumulative portion of total variance	0.64	0.78	0.87	0.92

표 4. 우리나라 년평균강수량의 비교

(단위 : mm)

연구 자료 년도	결실부 (1963)	김광식 (1976)	정문교등 (1981)	이병 등 (1982)	정귀원등 (1986)	본연구 (1988)
지점수	-1961년	-1975년	-1979년	-1980년	-1982년	-1987년
방법	-	-	61개소	23개소	61개소	60개소
산술평균법	-	-	-	1189.7	1249.9	1246.4
Thiessen 가중법	-	-	1192.2	-	1226.9	1225.0
등우선법	-	-	1180.9	-	1219.1	-
제안값	1159	1190	1180	1189.7	1232.0	1225

Table 1. Statistics for observed precipitation
(Period: 1905 - 1988)

Station No.	Name	Observed Years	Min. (mm)	Max. (mm)	Mean (mm)	STD Dev. (mm)	CV (%)
90	SOK CHO	21	927.9	1741.7	1285.7	189.9	15
100	TAE GWAL LYONG	16	1145.3	1968.1	1493.8	250.3	17
101	CHUN CHON	23	927.6	1932.0	1266.1	258.3	20
105	KAN GNUNG	75	741.1	2416.9	1298.0	289.1	22
108	SEOUL	77	632.8	2135.1	1288.4	317.5	25
112	IN CHON	82	601.3	1885.9	1089.9	265.5	24
114	WONJU	17	899.6	1662.6	1257.6	208.7	17
119	SUWON	25	849.8	1869.9	1280.8	252.6	20
129	SOSAN	21	685.6	1527.8	1183.6	229.7	19
130	UL CHIN	18	684.4	1536.9	1058.1	196.1	19
131	CHUNG JU	22	850.2	1676.2	1201.2	244.4	20
133	TAE JON	20	920.9	1880.7	1341.2	268.5	20
135	CHU PUNG NYONG	49	517.0	1635.4	1141.9	253.3	22
138	PO HANG	44	647.4	1481.0	1050.0	212.0	20
140	KUN SAN	21	708.9	1769.1	1182.2	302.7	26
143	TAEGU	82	512.5	1564.6	980.9	241.5	25
146	CHON JU	70	673.4	2074.4	1261.3	293.9	23
152	ULSAN	55	761.8	1936.5	1242.9	296.7	24
156	KWANG JU	49	779.0	1995.6	1283.1	293.0	23
159	PUSAN	84	772.7	2200.5	1424.2	350.3	25
162	CHUNG MU	21	845.0	2079.0	1401.0	341.4	24
165	MOKPO	84	665.3	1751.1	1095.4	265.0	24
168	YOSU	44	787.2	2451.5	1375.8	333.8	24
170	WANDO	17	898.8	2193.3	1486.3	417.3	28
192	CHIN JU	19	931.1	2110.6	1484.2	358.7	24
201	KANG HWA	17	953.0	1738.0	1265.0	202.7	16
202	YANG PYONG	17	758.9	1785.4	1243.0	236.3	19
203	ICHON	15	949.0	1870.1	1248.8	240.6	19
211	INJE	17	666.9	1510.9	1068.0	241.5	23
212	HONG CHON	17	864.2	1635.1	1203.6	217.0	18
214	SAM CHOK	17	894.8	1714.2	1190.9	213.1	18
221	CHE CHON	17	750.7	1873.3	1239.1	288.0	23
223	CHUNG JU	17	844.4	1471.2	1116.2	209.5	19
226	POUN	17	841.7	1881.5	1230.1	291.5	24
232	ON YANG	17	711.5	1785.8	1213.0	268.1	22
235	TAE CHON	17	725.0	1897.5	1207.1	334.9	28
236	PUYO	17	828.8	2137.5	1277.2	315.9	25
238	KUM SAN	17	749.8	1827.3	1239.6	266.2	21
240	IRI	16	804.5	1712.5	1297.9	258.3	20
243	PUAN	17	705.6	1671.4	1273.6	290.2	23
244	IM SHIL	17	765.8	1912.1	1330.2	302.7	23
245	CHONG JU	17	767.8	1792.1	1305.9	282.1	22
247	NAM WON	17	800.4	1903.9	1321.3	312.8	24
255	HAM PYONG	17	807.2	1904.5	1333.9	337.8	25
256	SUNG JU	17	786.8	2340.7	1505.4	399.5	27
260	CHANG HUNG	17	829.6	2357.4	1507.3	412.3	27
261	HAE NAM	17	782.5	2213.5	1401.8	429.8	31
262	KO HUNG	17	919.9	2484.7	1560.0	400.0	26
272	YONG JU	17	667.6	1435.7	1145.2	228.1	20
273	CHOM CHON	17	743.9	1642.1	1145.1	230.2	20
277	YONG DOK	16	791.1	1363.5	1022.0	144.3	14
278	UI SONG	17	697.6	1296.3	990.2	187.4	19
279	SON SAN	17	663.1	1413.3	981.0	199.8	20
281	YONG CHON	17	695.5	1319.7	982.4	198.4	19
284	KO CHANG	17	688.3	1957.5	1244.0	319.1	26
285	HAP CHON	17	759.8	1853.9	1261.4	295.3	23
288	MIR YANG	17	624.8	1812.2	1243.4	316.8	25
289	SAN CHONG	17	756.7	2493.4	1443.9	407.8	28
294	KOJE	17	1217.1	3045.9	1750.4	475.8	27
295	NAM HAE	17	1098.1	2651.6	1691.1	401.4	24
Total					1266.0		

Table 3. Statistics for annual precipitation including estimated.
(Period: 1905 - 1988)

Station No. Name	Recorded (years)	Estimated (years)	Min. (mm)	Max. (mm)	Mean (mm)
90 SOK CHO	21	63	927.9	1741.7	1280.1
100 TAE GWAL LYONG	16	66	935.9	2475.5	1457.4
101 CHUN CHON	23	61	690.8	1932.0	1224.5
105 KAN GNUNG	75	9	741.1	2416.9	1290.8
108 SEOUL	77	7	632.8	2135.1	1279.5
112 IN CHON	82	2	601.3	1885.9	1087.5
114 WONJU	17	67	786.9	1799.2	1272.7
119 SUWON	25	59	777.4	1897.0	1237.7
129 SOSAN	21	63	685.6	1539.0	1175.7
130 UL CHIN	18	66	684.4	1820.9	1019.7
131 CHUNG JU	22	62	738.5	1685.6	1192.3
133 TAE JON	20	64	757.0	1917.4	1315.4
135 CHU PUNG NYONG	49	35	517.0	1705.7	1125.2
138 PO HANG	44	40	647.4	1481.0	1034.8
140 KUN SAN	21	63	631.0	1886.6	1164.9
143 TAEJU	82	2	512.5	1564.6	981.7
146 CHON JU	70	14	673.4	2074.4	1251.9
152 ULSAN	55	29	761.8	1936.5	1229.2
156 KWANG JU	49	35	743.8	1995.6	1263.5
159 PUSAN	84	0	772.7	2200.5	1424.2
162 CHUNG MU	21	63	845.0	2079.0	1367.4
165 MOKPO	84	0	665.3	1751.1	1095.4
168 YOSU	44	40	787.2	2451.5	1337.7
170 WANDO	17	67	858.8	2193.3	1452.2
192 CHIN JU	19	65	931.1	2110.6	1430.3
201 KANG HWA	17	67	874.2	1738.0	1288.9
202 YANG PYONG	17	67	758.9	1785.4	1250.8
203 ICHON	15	69	674.6	1954.9	1271.6
211 INJE	17	67	616.7	1530.0	1074.2
212 HONG CHON	17	67	727.8	1705.1	1201.5
214 SAM CHOK	17	67	704.8	2131.8	1150.8
221 CHE CHON	17	67	664.1	1873.3	1242.1
223 CHUNG JU	17	67	612.9	1571.3	1104.2
226 POUN	17	67	705.8	1881.5	1232.3
232 ON YANG	17	67	711.5	1785.8	1253.5
235 TAE CHON	17	67	638.0	2059.7	1225.2
236 PUYO	17	67	676.0	2137.5	1304.6
238 KUM SAN	17	67	667.8	1871.1	1220.3
240 TRI	16	68	711.6	1925.6	1239.8
243 PUAN	17	67	705.6	1933.2	1240.4
244 IM SHIL	17	67	739.2	2070.5	1320.4
245 CHONG JU	17	67	767.8	1863.4	1279.2
247 NAM WON	17	67	718.5	2055.0	1270.3
255 HAM PYONG	17	67	807.2	1934.4	1300.2
256 SUNG JU	17	67	786.8	2340.7	1473.8
260 CHANG HUNG	17	67	823.6	2357.4	1482.5
261 HAE NAM	17	67	782.5	2213.5	1382.0
262 KO HUNG	17	67	913.9	2484.7	1520.5
272 YONG JU	17	67	667.6	1583.7	1128.3
273 CHOM CHON	17	67	711.7	1642.1	1146.5
277 YONG DOK	16	68	752.7	1399.4	1006.5
278 UI SONG	17	67	656.1	1315.5	955.4
279 SON SAN	17	67	581.6	1417.4	952.4
281 YONG CHON	17	67	669.1	1319.7	941.0
284 KO CHANG	17	67	688.3	1957.5	1190.0
285 HAP CHON	17	67	759.8	2006.7	1235.3
288 MIR YANG	17	67	621.8	1816.8	1199.5
289 SAN CHONG	17	67	755.7	2493.4	1399.9
294 KOJE	17	67	1033.5	3045.9	1670.6
295 NAM HAE	17	67	1098.1	2651.6	1637.0
(A) ARITHMETIC MEAN			773.3	1760.3	1246.4
(T) THIESSEN MEAN			753.8	1714.4	1225.0
(A) - (T)			21.4	81.8	21.4

Estimated vs. Observed Annual Precipitation

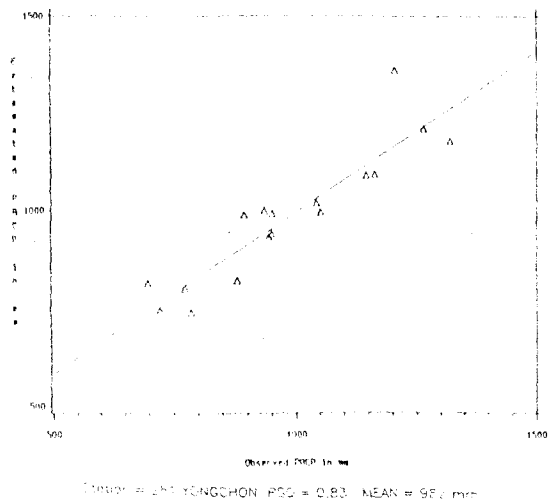


Figure 1. Estimated vs. observed annual precipitation at Yongchon.

Estimated vs. Observed Annual Precipitation

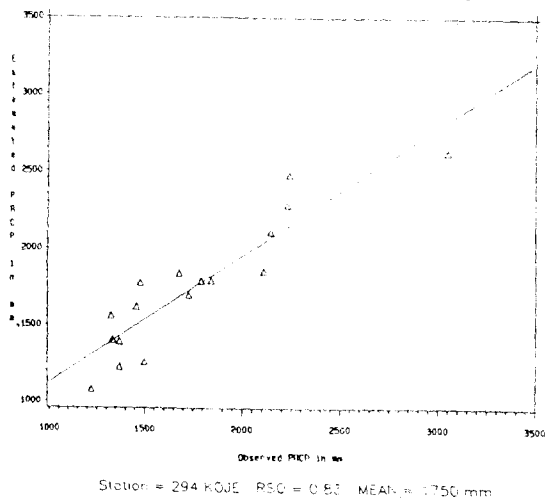


Figure 2. Estimated vs. observed annual precipitation at Koje.

DIFFERENCE = ARITHMETIC MEAN - THIESSEN MEAN

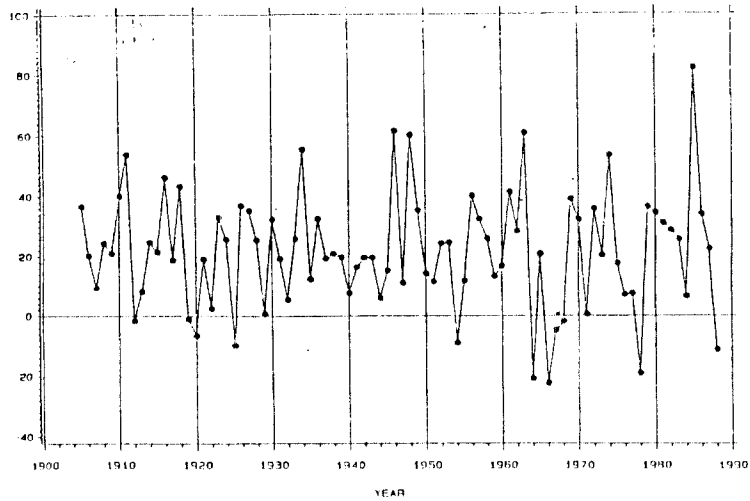


Figure 3. Annual differences between arithmetic mean and Thiessen mean in mm.

Mean Annual Precipitation

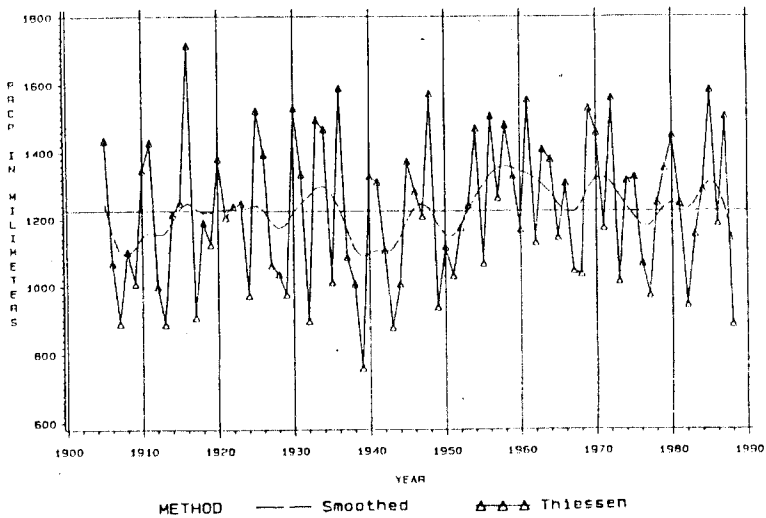


Figure 4. Mean annual precipitation computed by arithmetic and Thiessen methods.

Mean Annual Precipitation

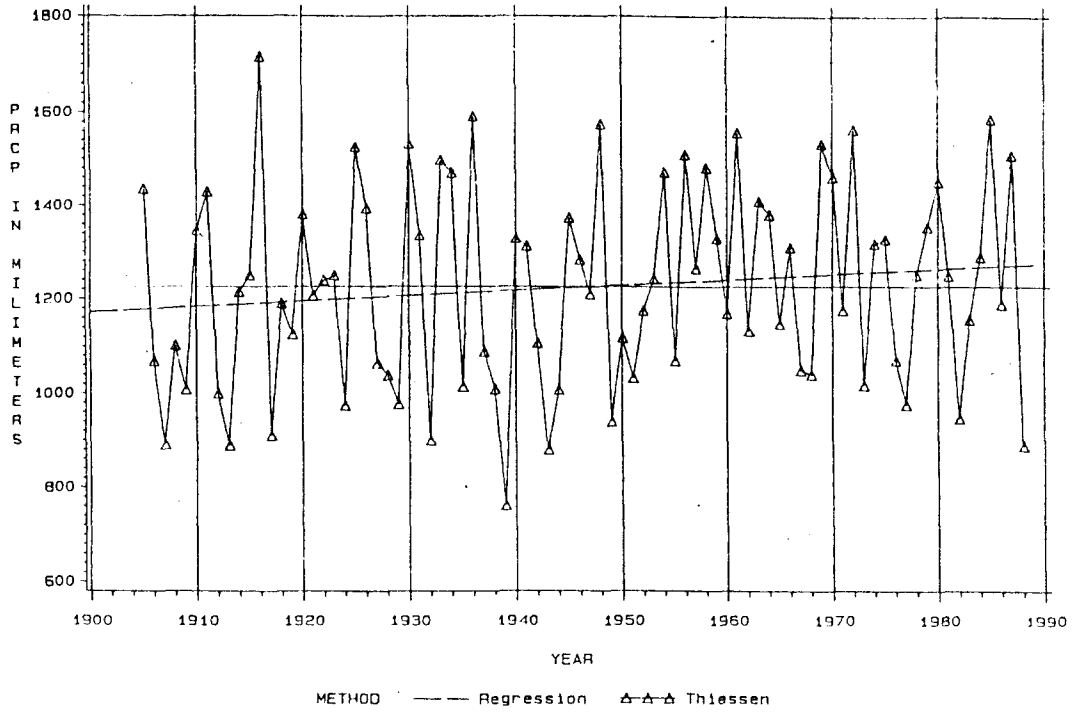


Figure 5. Mean annual precipitation with linear regression line.