

고정시간과 임의시간에 따른 우리나라 연최대강우량의 환산계수 산정

Conversion Factor Calculation of Annual Maximum Precipitation in Korea Between Fixed and Sliding Durations

오태석* · 문영일**

Oh, Tae Suk · Moon, Young-Il

Abstract

An estimation of reliable probability precipitation is one of the most important processes for reasonable hydrologic structure design. A probability precipitation has been calculated by frequency analysis using annual maximum rainfall series on the each duration among the observed rainfall data. Annual maximum rainfall series have abstracted on hourly rainfall data or daily rainfall data. So, there is necessary to proper conversion factor between the fixed and sliding durations. Therefore, in this study, conversion factors on the each duration between fixed and sliding durations have calculated using minutely data compared to hourly and daily data of 37 stations observed by Meteorological Administration in Korea. Also, regression equations were computed by regression analysis of conversion factors on the each duration. Consequently, conversion factors were used basis data for calculations of stable probability precipitation.

Keywords : fixed durations, sliding durations, annual maximum precipitation, conversion factor

요 지

합리적인 수공구조물의 설계를 위해서는 안정적인 확률강우량을 산정하는 것은 가장 중요한 과정 중의 하나이다. 확률강우량은 강우관측소에서 관측된 강우자료로부터 각 지속기간에 해당하는 연최대치 강우계열을 구성한 자료의 빈도해석을 통해 산정하게 된다. 연최대치 강우 계열은 대부분 시간강우량 또는 일강우량 자료를 통해 추출하므로, 적절한 고정시간-임의시간 환산계수를 연최대치 강우 계열에 반영할 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서는 기상청에서 관측한 37개 지점의 분단위 강우자료와 시간 및 일 단위 강우자료를 활용하여 지속기간별로 고정시간-임의시간 환산계수를 추정하였다. 또한, 추정된 환산계수를 회귀분석하여 지속기간에 따른 고정시간-임의시간 환산계수의 회귀식을 유도하였다. 추정된 환산계수를 연최대치 강우 자료에 반영함으로써 보다 안정적인 확률강우량을 산정하는 기초자료로 활용할 수 있다.

핵심용어 : 고정시간, 임의시간, 연최대강우량, 환산계수

1. 서 론

안정적인 수공구조물의 설계를 위해서는 합리적인 방안으로 설계홍수량을 결정하여야 한다. 이러한 설계홍수량은 수공구조물의 목적에 맞는 지점에서 관측한 홍수량 자료를 빈도해석하여 결정하는 것이 가장 바람직한 것으로 알려져 있으나, 우리나라는 관측자료 부족 등의 이유로 인해 관측된 홍수량 자료를 활용한 빈도해석의 적용에 많은 어려움이 따르고 있다. 그러므로 홍수량 자료에 비해 상대적으로 많은 자료가 관측되어 있는 강우량 자료를 활용하여 확률강우량을 산정하고, 강우-유출모형에 적용하여 설계홍수량을 추정하고 있다. 따라서 강우자료는 합리적인 수공구조물의 설계 기준을 결정하는데 있어 매우 중요한 요소 중의 하나이다.

강우자료는 측정하는 단위시간에 따라 1일 단위로 측정하는 일강우량과 1시간 간격으로 측정하는 시간강우량, 1분 내지는 10분 단위로 측정하는 분강우량 등이 존재하고 있다. 과거에는 일강우량과 시간강우량의 측정이 대부분이었으나, 최근에 들어 관측계기의 발달에 따라 분강우량의 관측 또한 많은 지점에서 이루어지고 있는 실정이지만 적절한 수문분석에 적용하기에는 분강우량의 관측연수는 현재까지 다소 부족한 것으로 알려져 있다.

따라서 수공구조물의 설계를 위한 확률강우량의 산정은 시간강우량 또는 일강우량 자료를 분석한 연최대치 자료를 빈도해석하여 산정하는 것이 일반적인 방법이다. 그러나 일강우량과 시간강우량 자료는 추출된 연최대치 자료는 관측시간 간격이 고정되어 있으므로 1440분 또는 60분 강우량에

*서울시립대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 (E-mail : waterboy@uos.ac.kr)

**정회원 · 교신저자 · 서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 (E-mail : ymoon@uos.ac.kr)

비하여 호우사상의 중심이 관측시간에 따라 나뉘게 되는 원인 등에 의하여 강우량의 크기가 다소 작게 측정되므로 이를 통해 산정된 확률강우량은 편차가 발생 할 수 있다. 기상청에서 발표하는 강우자료를 예로 들면, 기상청에서 제공하는 강우자료는 00시 00분부터 01시 00분까지 누적된 강우량을 01시 강우량으로 제공하고 있다. 이는 한 호우 사상에서 총강우량은 동일할 수도 있으나, 강우분포별 시점과 종점에 따른 누가강우량은 관측간격에 따라 다르게 산정됨을 의미한다. 그러나 일반적인 수공구조물 설계시의 이러한 호우의 특성을 반영하기 위하여 분단위로 관측된 강우량 자료를 활용하여 지속시간별 연최대 강우량을 추출하기에는 체계적으로 관리된 분단위 관측자료의 부족 등에 기인하여 시간 또는 일단위로 관측된 강우량 자료를 활용하여 확률강우량을 산정하는 것이 일반적인 추세이며 한국수자원학회(2005)에서도 추천하고 있는 실정이다.

그러므로 시간 또는 일단위로 관측된 연최대 강우량에 고정시간-임의시간 환산계수를 이용하여 관측시간의 간격에 따르는 오차를 줄이는데 노력하고 있다. 따라서 이러한 오차를 줄이기 위하여 건설교통부(2000), 김규호 등(1988), 조한성 등(2006), Frederick 등(1977), Hershfield(1961), Huff and Angel(1992), Institute of Hydrology(1999), Weiss(1964), Young and McEnroe(2003) 등이 고정시간-임의시간 환산계수를 제시한 바 있다.

고정시간-임의시간 환산계수는 한국수자원학회(2002)의 [하천설계기준]에서도 이를 이용할 것을 명시하고 있다. 김규호 등(1988)에서 제시하고 있는 환산계수는 우리나라의 23개 측후소에서 관측된 강우량 자료를 Gumbel 분포형을 통해 빈도해석하여 산정한 2년빈도의 확률강우량을 비교함으로써 환산계수를 산정하였다. 따라서 최근의 강우분석은 부족한 강우관측연수를 보완하기 위하여 지역빈도해석을 이용하거나, 빈도해석시 최적분포형이 Gumbel 분포형이 아닌 경우에는 산정한 환산계수가 어느 정도의 편차를 내포할 수 있는 가능성이 있는 것으로 판단된다. 또한, 선행연구에서는 대부분 분-일단위 강우량의 환산계수를 1440분-1일의 환산계수만을 제시하고 있다. 따라서 2880분-2일 이상의 환산계수가 필요한 경우에는 이를 고정시간-임의시간 환산계수를 활용하는데 어려움이 따른다. 그러므로 본 연구에서는 최적분포형이 다르거나 지역빈도해석 등에도 활용할 수 있는 환산계수를 추정하기 위해서 연최대치 시간강우량 및 일강우량을 추출하여 분단위로 관측된 강우량 자료와 비교하여 연최대치 강우량 자료간의 직접적인 관계인 고정시간-임의시간 환산계수를 산정하였다. 즉, 본 연구에서 산정한 환산계수를 최근의 강우분석에 주로 활용되는 연최대치 자료에 주안점을 두고 환산계수를 산정하여 수공구조물 설계시에 이용되는 강우분석

의 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다. 따라서 우리나라의 기상청에서 제공하는 37개 지점의 1분단위의 강우량 자료와 1시간 및 일단위로 관측된 강우량 자료를 활용하여 고정시간-임의시간 환산계수를 산정하여 비교·분석을 수행하였다.

2. 분석 대상 자료의 선정

우리나라에서 강우량 측정을 위한 우량관측소는 676개소로 기상청, 건설교통부, 한국수자원공사 및 한국농촌공사 등에서 운영하고 있으며, 지자체에서도 우량관측소를 운영하고 있으나 현재까지는 공식적인 자료로는 인정받지 못한 실정이다(윤용남, 2007). 기상청에서는 현재에 전국에 걸쳐 76개의 강우관측소를 운영하고 있다. 따라서 본 연구에서는 기상청에서 관할하는 76개 강우관측소에서 관측개시일부터 1999년까지의 분단위 강우 자료를 확보하였다. 이 자료는 서애숙(2001)과 기상연구소(1999)에 따르면, 강우강도계를 이용한 1분 강우강도자료로써 자기지 기록지에 아날로그 방식으로 기록되어 있는 것을 디지털화하여 제공하고 있는 자료이다. 2000년부터 관측된 분단위 강우자료는 자동관측시스템(AWS)에 의한 전도형 자기 우량계를 통해 관측이 이루어졌으나, 현재까지 관측자료의 확보가 용이하지 못하여 본 연구에서는 1999년까지 관측된 자료를 활용하여 분석을 수행하였다.

따라서 분석대상지점의 선정을 위해 기상청에서 관측하는 76개 강우관측소에서 기록된 강우 자료 중에서 1999년까지 관측연수가 20년 이하인 15개 지점을 제외하였으며, 분단위 강우자료의 결측구간이 많은 것으로 나타난 24개 지점을 제외하고, 총 37개 지점에서 관측된 분단위 강우량과 시간 및 일강우량을 활용하여 고정시간-임의시간 환산계수를 산정하였다. 표 1은 본 연구에서 선정한 분석 대상지점에서 사용한 자료의 관측연수이다.

또한, 그림 1은 수문학적 의미의 고정시간과 임의시간에 따른 연최대치 강우량의 관계를 도시한 것이다.

분단위로 관측된 강우량을 시간 및 일강우량으로 누적하여 환산한 결과는 기상청에서 제공하는 시간 및 일강우량과 그 크기에서 약간의 차이를 갖는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 정량적인 차이를 보이므로 이 차이를 보정한 후에 분석을 수행할 필요성이 있는 것으로 나타났다. 서애숙(2001)에 따르면 이와 같은 강우량의 차이를 보정하기 위해서 시간강우량을 분단위 관측의 경향에 따라 1분별로 분배하는 방법으로 경향을 유지하면서 총량을 맞추는 방법을 추천하고 있으며, 이와 같은 보정 방법은 몇몇 관측 한계점 부근에서 극값이 둔화되고 주위의 값들이 약간 늘어가는 경우가 있지만 대부분의 경우에 정확한 강우량을 보정할 수 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 시간강우량 자료를 활용하여 분강우

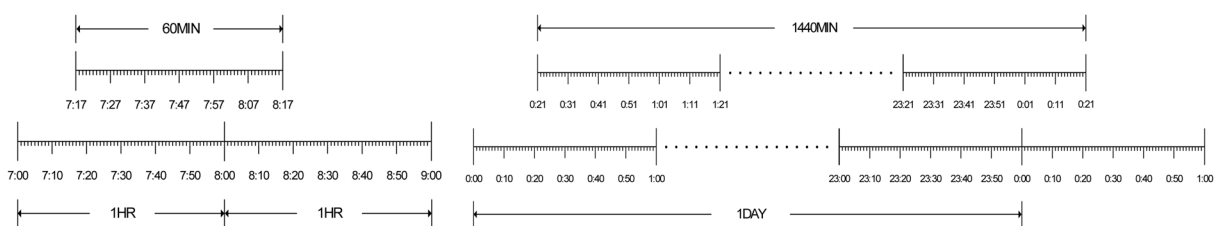


그림 1. 강우 자료 추출에 있어 고정시간과 임의시간과의 관계

표 1. 분석대상 지점 및 관측연수

Station Number	Observatory	Lat. (N)	Long. (E)	Starting observed year	Length of data
1	Sokcho	38° 15'	128° 34'	1968	32
2	Chuncheon	37° 54'	127° 44'	1966	34
3	Gangneung	37° 45'	128° 54'	1961	39
4	Seoul	37° 34'	126° 58'	1961	39
5	Incheon	37° 28'	126° 38'	1961	39
6	Wonju	37° 20'	127° 57'	1973	27
7	Chungju	36° 58'	127° 57'	1973	27
8	Seosan	36° 46'	126° 30'	1968	32
9	Cheongju	36° 38'	127° 27'	1967	33
10	Daejeon	36° 22'	127° 22'	1969	31
11	Chupungnyeong	36° 13'	128° 00'	1961	39
12	Pohang	36° 02'	129° 23'	1961	39
13	Gunsan	36° 00'	126° 45'	1968	32
14	Daegu	35° 53'	128° 37'	1961	39
15	Gwangju	35° 10'	126° 54'	1961	39
16	Busan	35° 06'	129° 02'	1961	39
17	Tongyeong	34° 51'	128° 26'	1968	32
18	Mokpo	34° 49'	126° 23'	1961	39
19	Yeosu	34° 44'	127° 45'	1961	39
20	Wando	34° 24'	126° 42'	1973	27
21	Jinju	35° 12'	128° 07'	1969	31
22	Ganghwa	37° 42'	126° 27'	1973	27
23	Yangpyeong	37° 29'	127° 30'	1973	27
24	Icheon	37° 16'	127° 29'	1973	27
25	Inje	38° 03'	128° 10'	1973	27
26	Hongcheon	37° 41'	127° 53'	1973	27
27	Jecheon	37° 09'	128° 12'	1973	27
28	Boeun	36° 29'	127° 44'	1973	27
29	Boryeong	36° 19'	126° 34'	1973	27
30	Buyeo	36° 16'	126° 55'	1973	27
31	Buan	35° 44'	126° 43'	1973	27
32	Imsil	35° 37'	127° 17'	1973	27
33	Jeongeup	35° 34'	126° 52'	1973	27
34	Suncheon	35° 04'	127° 14'	1973	27
35	Miryang	35° 29'	128° 45'	1973	27
36	Sancheong	35° 25'	127° 53'	1973	27
37	Namhae	34° 49'	127° 56'	1973	27

량을 보정한 후에 다음 그림 1와 같이 고정시간과 임의시간에 대한 연최대강우량 자료를 추출하였다.

그림 2는 인천 지점에서 추출한 고정시간과 임의시간에 따른 연최대 강우량을 연도별로 도시한 결과이다. 추출된 강우량은 분단위 연최대 강우량은 60, 180, 360, 540, 720, 900, 1080, 1440, 2160, 2880, 4320분이며, 시간강우량은 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 36, 48, 72시간, 일강우량은 1, 2, 3일 연최대 강우량 자료를 추출하였다. 이 중에서 지속시간 60, 1440, 2160, 2880분에 해당되는 시간에 대해

아래와 같이 나타내었다.

그림 2에서 나타난 것과 같이 분단위와 시간단위 및 일단위 강우자료로 각각 연최대치 지속시간별 강우량을 추출하여 임의시간 환산계수를 산정하였다.

3. 임의시간환산계수의 산정

고정시간-임의시간 환산계수의 산정은 다음과 같은 세 가지 방법에 의해 추정하였다. 첫 번째는 각각 37개 대상 지점의 지속시간별로 환산계수를 산정하였다. 두 번째는 37개 지점의 지속시간별로 고정시간과 임의시간의 연최대치 강우량을 평균하여 환산계수를 추정하였다. 세 번째는 37개 대상 지점의 동일한 지속시간의 고정시간과 임의시간 연최대치 강우 자료를 모두 반영하여 환산계수를 추정하였다.

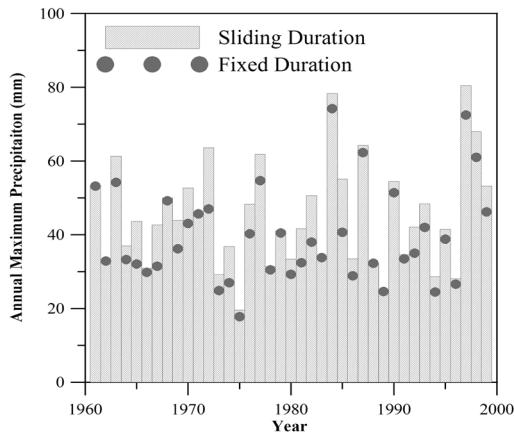
3.1 강우관측 지점별 환산계수의 산정

고정시간-임의시간 환산계수의 산정을 위해서 37개 대상 지점에서 각각의 지속시간별로 1차 회귀식을 이용하여 환산계수를 산정하였다. 아래의 그림 3은 인천 지점에서 지속시간 60, 1440분과 1, 24시간 사이의 환산계수를 산정한 결과를 도시한 것이다. 또한 그림 4는 지속시간 1440, 2880분과 1, 2일 사이의 환산계수를 산정한 결과이다.

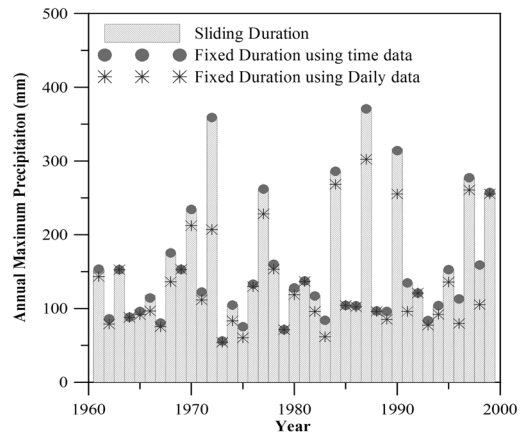
위의 그림 3 및 그림 4에서 나타난 것과 같은 방법으로 우리나라의 37개 지점의 지속시간별로 고정시간-임의시간 환산계수를 산정하였다. 아래 그림은 산정된 환산계수와 1차 회귀식의 결정계수를 나타낸 결과로써 분 시간단위와 분 일 단위별로 지속시간에 따라 나타난 것이다.

그림 5는 지속시간별 분단위 및 시간단위 연최대강우량을 활용하여 산정한 환산계수를 Box-Whisker plot으로 나타냈다. 지속시간이 커질수록 환산계수는 작아지는 것으로 나타났으며, 환산계수의 산정을 위한 1차 회귀식의 결정계수도 그림 6과 같이 모두 0.97이상의 값을 갖는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 그림 7 및 그림 8에서 도시한 분단위와 일 단위 강우자료를 활용하여 산정한 환산계수도 비슷한 결과를 갖는 것으로 나타났다. 그림 6과 그림 8에서 도시한 결정계수는 지속시간이 길어질수록 1.0에 가까워지는 결과를 보여주었다. 이는 강우의 지속시간이 길어질수록 호우의 중심 사상이 관측 단위 기간 내에 포함될 가능성이 커지기 때문인 것으로 판단된다.

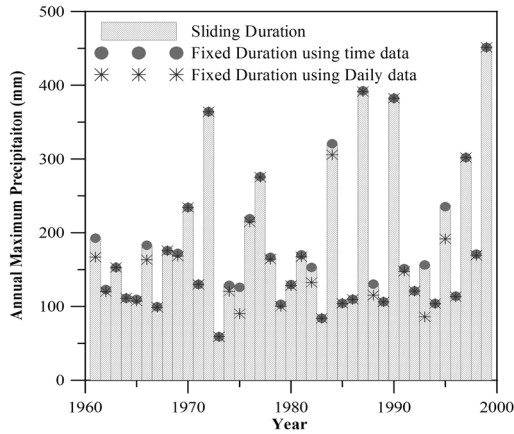
산정된 고정시간-임의시간 환산계수는 지속시간 60분-1시간 관계에서 지점별로 편차가 큰 것으로 나타났다. 따라서 산정된 각 대상 지점의 지속시간별 고정시간-임의시간 환산계수가 지역별로 차이가 있는지에 대한 검토를 위해 군집분석을 수행하였다. 군집분석(clustering analysis)은 모집단에 소속된 많은 개체들의 특성인자를 통한 분류를 수행하기 위해서 사용되는 다변량분석 기법이다. 군집 분석을 통해 개체를 분류하기 위해서는 Euclidean 거리를 계산하고 거리가 가까운(유사성이 높은) 개체끼리 묶어야 한다. Euclidean 거리는 두 개체 사이의 유사 정도를 거리로 표현할 수 있으며 거리가 멀면 유사성(similarity)이 떨어진다는 권세혁(2004)에 따르면, 군집과 군집의 유사성을 측정하는 방법으로 Nearest neighbor, Furthest neighbor, Centroid neighbor, Average



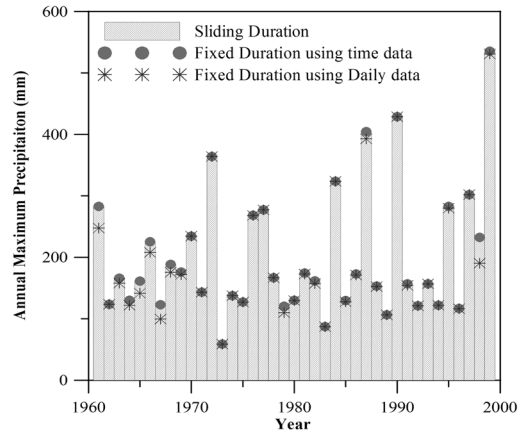
(a) 60분과 1시간



(b) 1440분과 24시간 및 1일

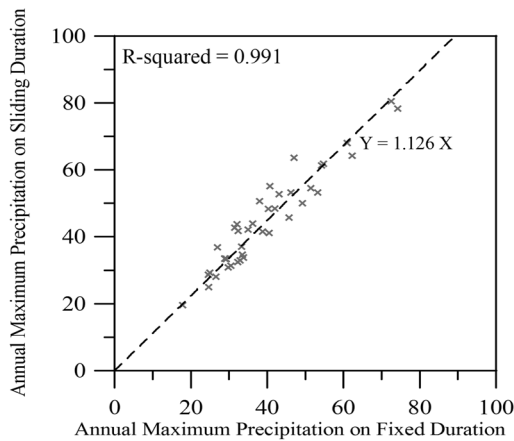


(c) 2880분과 48시간 및 2일

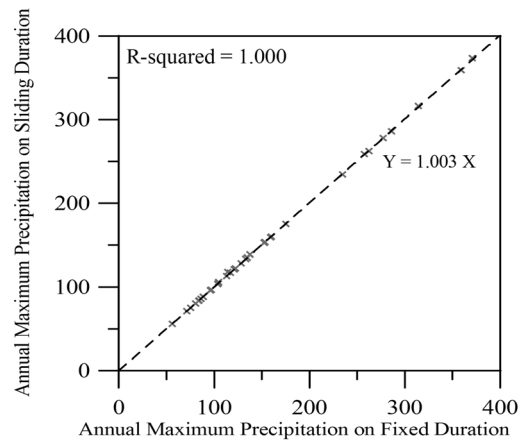


(d) 4320분과 72시간 및 3일

그림 2. 분단위와 시간단위 및 일단위 강우자료를 통해 추출한 연최대 강우량의 비교



(a) 60분과 1시간의 환산계수 산정



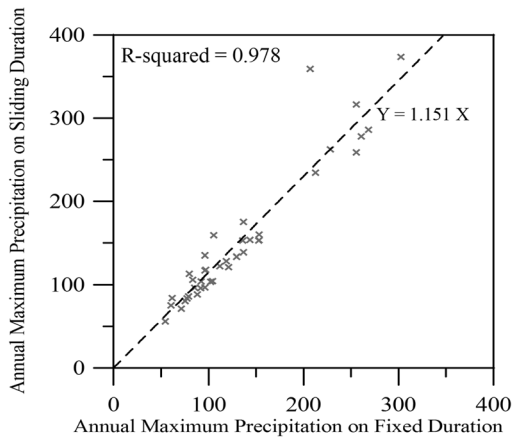
(b) 1440분과 24시간의 환산계수 산정

그림 3. 인천지점에서 분단위 강우량과 시간단위 강우량의 연최대치에 대한 환산계수 산정결과

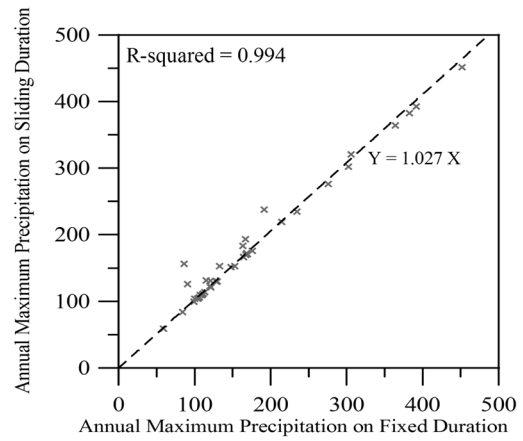
neighbor, Ward's minimum variance 등의 기법이 있다. 이 중에서 Nearest neighbor 방법은 개체간의 거리가 가까워 개체를 묶는 경향이 있어 군집의 수가 줄어들고 furthest는 군집간 거리가 최소화 하는 경향이 있어 개체수가 적은 군집을 얻게 된다.

따라서 37개 대상 지점의 분단위-시간단위 연최대치 강우량 자료의 환산계수와 분단위-일단위 연최대치 강우량 자료의 환산계수를 이용하여 각각 군집분석을 수행하였다. 적용한 군집분석 방법은 Average neighbor와 Ward's minimum

variance를 이용하였다. 37개 대상 지점에서 지속기간별로 추정된 환산계수를 이용하여 군집분석을 이용한 결과에서 지역별로 군집이 형성되지 않는 것으로 나타났다. 이는 Sarle(1983)가 제시한 CCC(Cubic Clustering Criterion)의 군집 분류 기준에 따라 값이 3.0 이상일 때, 군집을 형성하는 것으로 판단하는 기준에 의한 것이다. 아래의 그림은 Ward's minimum variance에 의해 분단위-시간단위 연최대치 강우량과 분단위-일단위 연최대치 강우량의 환산계수에 대하여 군집분석을 통해 산정된 CCC 계수를 도시한 것이다. 산



(a) 1440분과 1일의 환산계수 산정



(b) 2880분과 2일의 환산계수 산정

그림 4. 인천지점에서 분단위 강우량과 일단위 강우량의 연최대치에 대한 환산계수 산정 결과

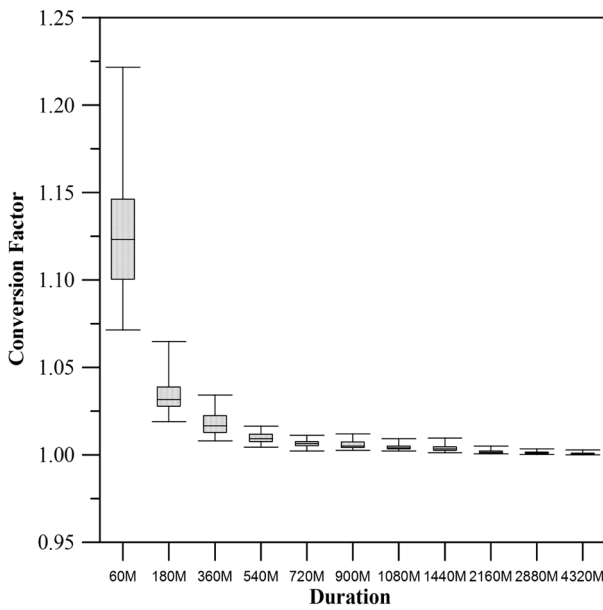


그림 5. 분-시간 강우량의 환산계수

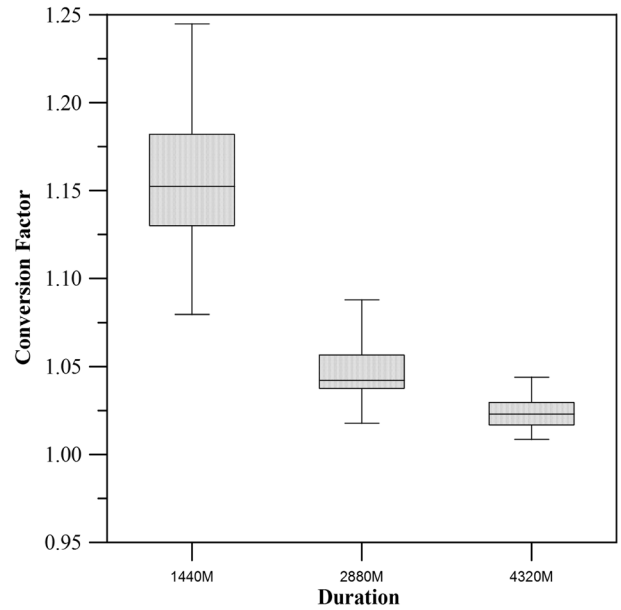


그림 7. 분-일 강우량의 환산계수

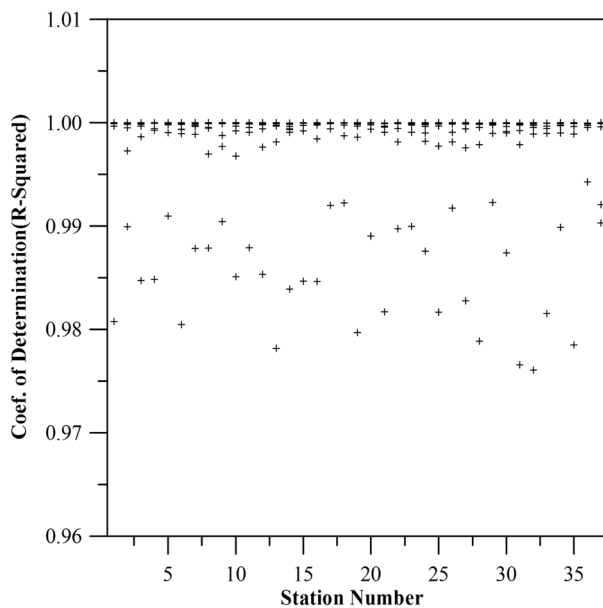


그림 6. 분-시간 강우량의 결정계수

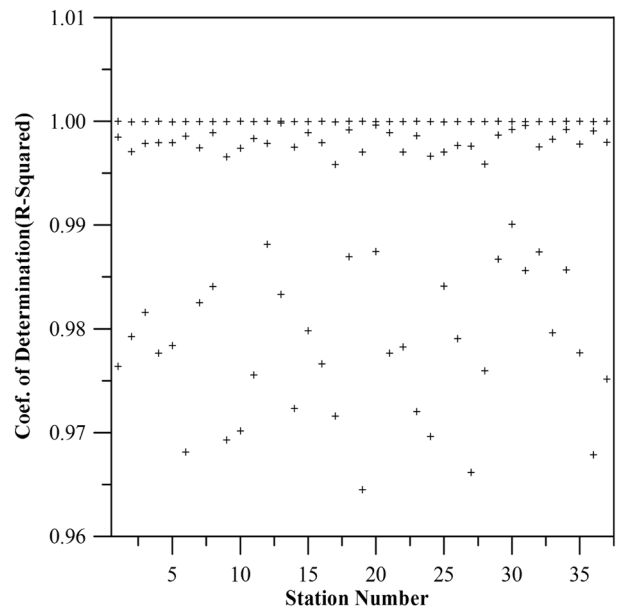


그림 8. 분-일 강우량의 결정계수

정된 CCC 계수에 의하여 고정시간-임의시간 환산계수는 지역적으로 균집을 형성하지 못하는 것으로 나타났다.

3.2 연최대치 강우량의 평균을 이용한 환산계수의 산정
고정시간-임의시간 환산계수의 산정을 위해 각 대상 지점

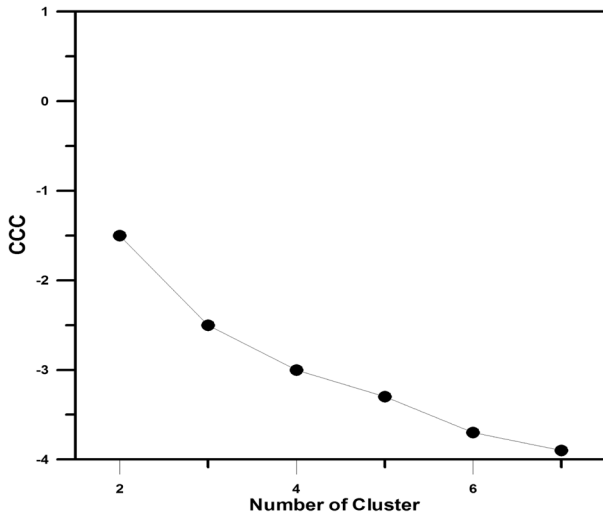


그림 9. 분-시간 단위 강우자료를 이용한 군집분석의 CCC 계수

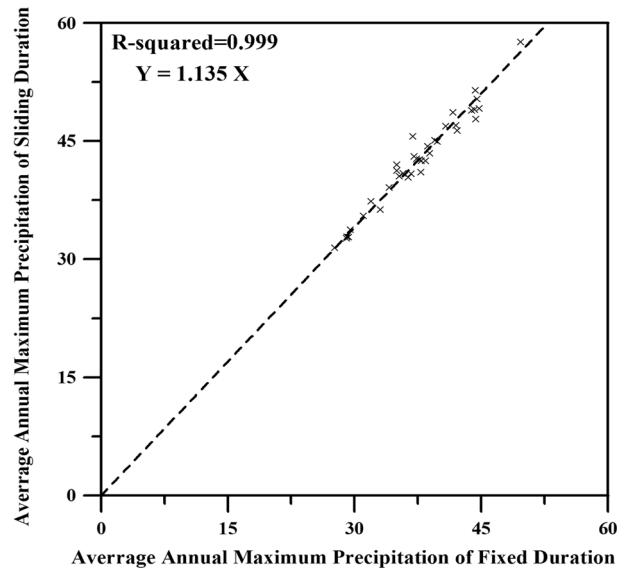


그림 11. 60분-1시간의 환산계수 산정

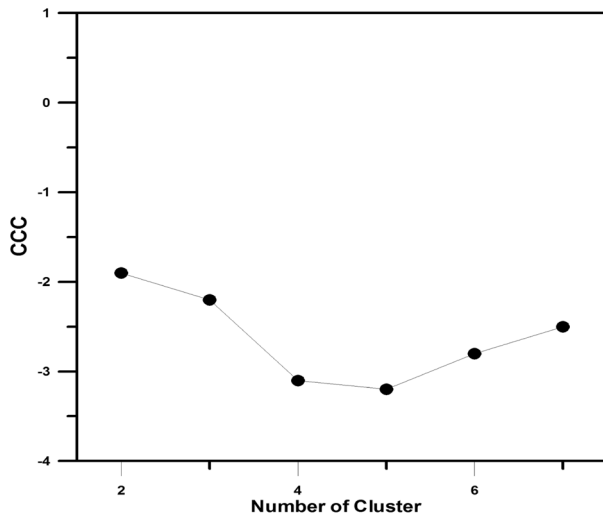


그림 10. 분-일 단위 강우자료를 이용한 군집분석의 CCC 계수

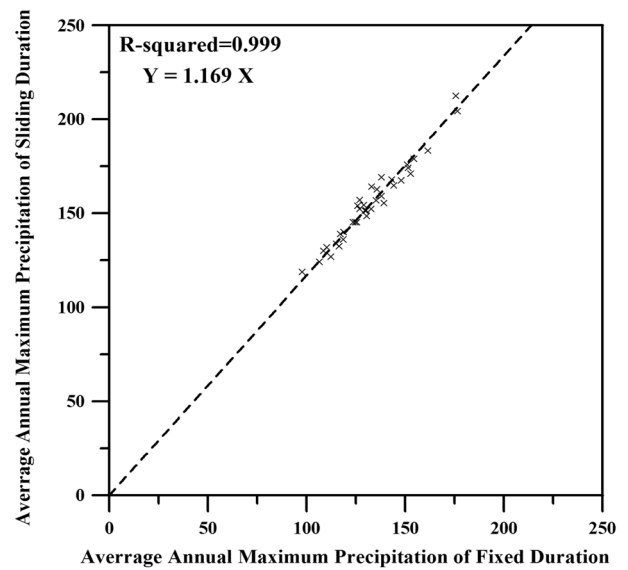


그림 12. 1440분-1일의 환산계수 산정

별로 관측된 지속기간에서 고정시간과 임의시간에 의한 연최대치 강우량 자료를 이용하여 환산계수를 산정하였다. 아래의 그림은 지속시간 60분과 1시간 및 1440분과 1일의 환산계수를 산정한 결과이며, 표는 각 지속기간별로 산정한 환산계수와 결정계수를 정리한 결과이다. 환산계수는 소수점 네자리에서 반올림하여 소수점 세자리까지 제시하였으며, 지속시간이 증가할수록 환산계수의 크기는 작아지는 것으로 나타났다으나 몇몇 지속시간에서는 정리한 소수점 이하에서 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

3.3 전지점의 연최대치 강우량을 이용한 환산계수의 산정
 앞의 3.2에서는 37개 대상 지점의 지속기간별로 고정시간과 임의시간에 의한 연최대치 강우량 자료의 평균을 이용하여 환산계수를 추정하였다. 본 절에서는 37개 지점에서 관측된 연최대치 강우량 자료를 모두 활용하여 환산계수를 추정하여 다음 그림과 표에 나타내었다.

표 2. 임의시간-고정시간 연최대 강우량 자료의 평균을 이용한 환산계수의 산정 결과

지속기간	환산계수	결정계수	지속기간	환산계수	결정계수
60분-1시간	1.135	0.999	1440분-24시간	1.004	1.000
180분-3시간	1.036	1.000	2160분-36시간	1.002	1.000
360분-6시간	1.017	1.000	2880분-48시간	1.001	1.000
540분-9시간	1.009	1.000	4320분-72시간	1.001	1.000
720분-12시간	1.006	1.000	1440분-1일	1.169	0.999
900분-15시간	1.006	1.000	2880분-2일	1.049	1.000
1080분-18시간	1.004	1.000	4320분-3일	1.028	1.000

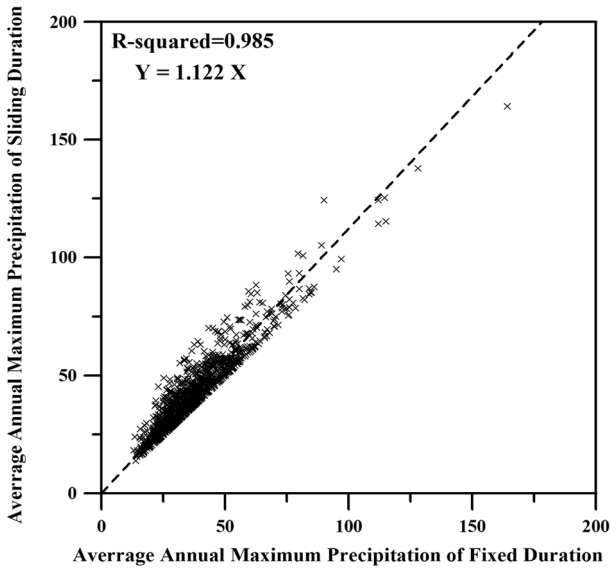


그림 13. 60분-1시간의 환산계수 산정

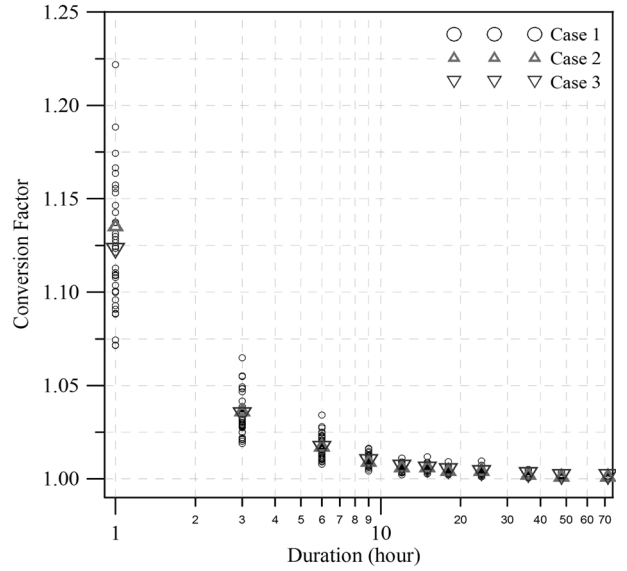


그림 15. 분-시간 단위 환산계수의 비교

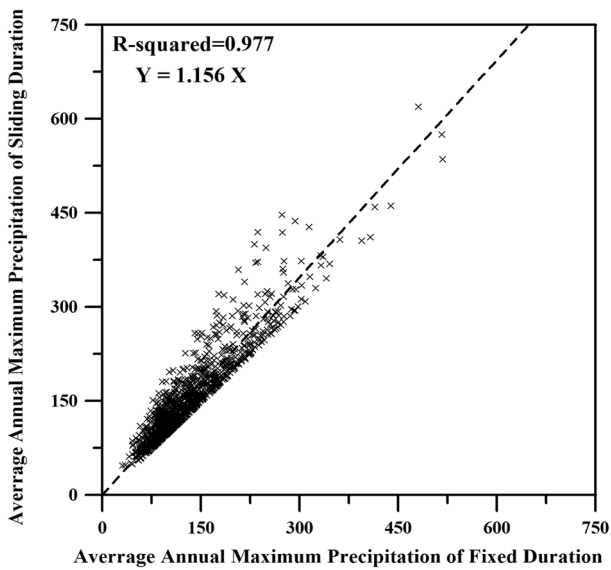


그림 14. 1440분-1일의 환산계수 산정

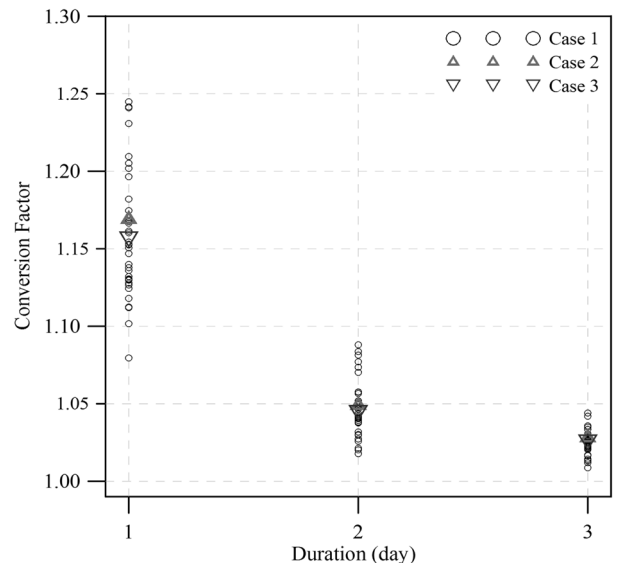


그림 16. 분-일 단위 환산계수의 비교

4. 산정된 임의시간환산계수의 분석

세가지 방법으로 산정한 고정시간-임의시간 환산계수를 다음과 같이 도시하였다. 첫 번째 방법은 각 강우 관측소의 지속기간별로 산정한 환산계수(case 1)이며, 두 번째 방법은 연최대 자료의 평균을 이용한 경우(case 2)이고, 세 번째 방법은 모든 지점의 연최대치를 이용한 경우(case 3)이다.

각 대상 지점별로 지속시간이 짧을수록 고정시간-임의시간

환산계수의 차이가 큰 것으로 나타났다. 그러나 각 대상지점의 환산계수를 이용하여 군집분석을 수행한 결과에서는 대상 지점에 따라서 군집을 형성할 만큼의 차이는 없으므로 나타났다. 따라서 산정된 환산계수를 이용하여 첫 번째 Case에 대한 회귀분석을 수행하여 지속시간에 따른 고정시간-임의시간 환산계수의 대푯값을 추정하였다. 추정된 대푯값은 표 5에 나타났으며, 대푯값을 추정하기 위한 회귀식은 표 4에 나타내었다.

다음 그림 17 및 그림 18은 Case 1에 의해 추정된 고정

표 3. 임의시간-고정시간 연최대 강우량 자료를 모두 이용한 환산계수의 산정 결과

지속기간	환산계수	결정계수	지속기간	환산계수	결정계수
60분-1시간	1.122	0.985	1440분-24시간	1.003	1.000
180분-3시간	1.034	0.998	2160분-36시간	1.002	1.000
360분-6시간	1.016	1.000	2880분-48시간	1.001	1.000
540분-9시간	1.009	1.000	4320분-72시간	1.001	1.000
720분-12시간	1.006	1.000	1440분-1일	1.156	0.977
900분-15시간	1.005	1.000	2880분-2일	1.044	0.995
1080분-18시간	1.004	1.000	4320분-3일	1.025	0.998

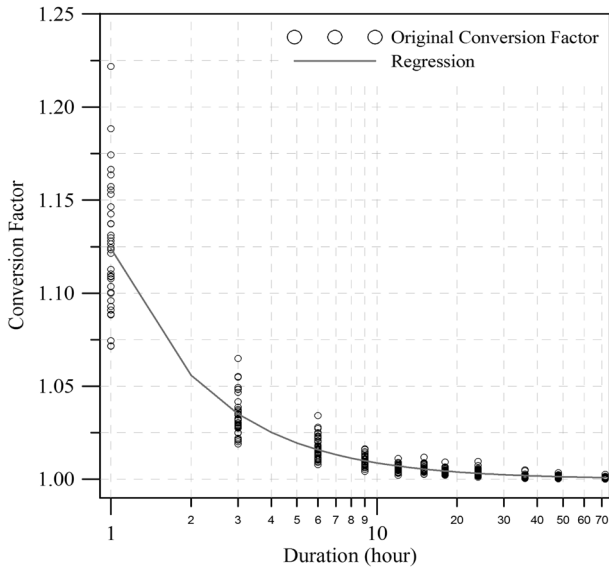


그림 17. 분-시간 환산계수의 회귀분석

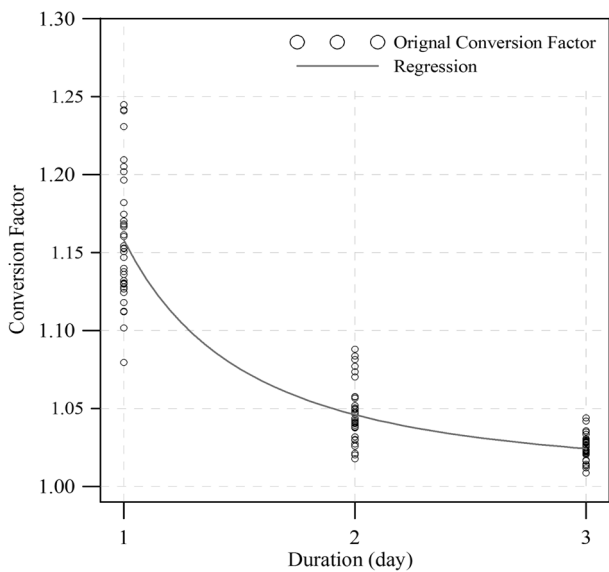


그림 18. 분-일 환산계수의 회귀분석

표 4. 고정시간-임의시간 환산계수의 회귀식 추정

구분	강우자료의 환산계수	회귀식
Case 1	분-시간	$y = 0.1241 \times x^{-1.1516} + 1.0000$
	분-일	$y = 0.1522 \times x^{-1.9214} + 1.0058$
Case 2	분-시간	$y = 0.1349 \times x^{-1.1988} + 1.0001$
	분-일	$y = 0.1567 \times x^{-2.0941} + 1.0123$
Case 3	분-시간	$y = 0.1222 \times x^{-1.1568} + 0.9998$
	분-일	$y = 0.1447 \times x^{-2.1457} + 1.0113$

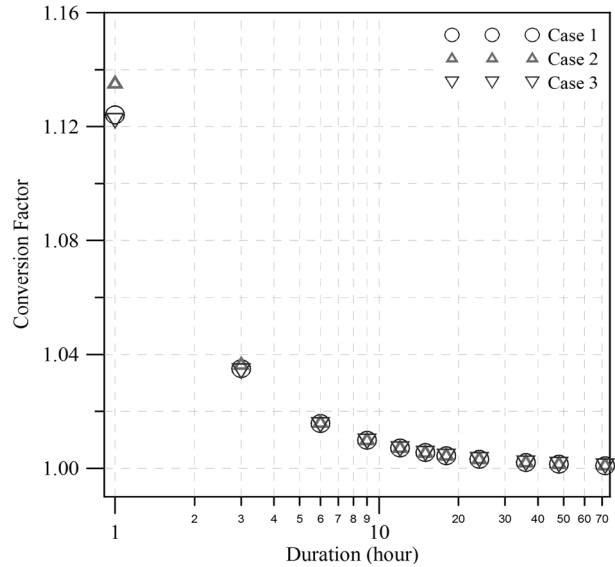


그림 19. 회귀식에 의한 분-시간 강우자료의 환산계수 비교

시간-임의시간의 환산계수를 이용하여 추정된 회귀식을 도시한 결과이다. 그림 17은 분-시간단위 강우량을 통해 추정된 결과이며 그림 18은 분-일단위 강우량을 통해 산정한 결과를 나타낸 것이다.

표 4는 각각의 Case별로 추정된 회귀식을 나타낸 것이며, 표 5는 회귀식을 통해 추정된 고정시간-임의시간 환산계수와 원자료의 분석을 통해 산정한 환산계수를 비교한 결과이며 김

표 5. 원자료와 회귀식에 의한 고정시간-임의시간 환산계수의 비교

지속시간	김규호 등 (1988)	Case 1		Case 2		Case 3	
		원자료	회귀식	원자료	회귀식	원자료	회귀식
60분-1시간	1.129	1.124	1.124	1.135	1.135	1.122	1.122
180분-3시간	1.033	1.034	1.035	1.036	1.036	1.034	1.034
360분-6시간	1.013	1.017	1.016	1.017	1.016	1.016	1.015
540분-9시간	-	1.010	1.010	1.009	1.010	1.009	1.009
720분-12시간	-	1.006	1.007	1.006	1.007	1.006	1.007
900분-15시간	-	1.006	1.005	1.006	1.005	1.005	1.005
1080분-18시간	-	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
1440분-24시간	1.005	1.004	1.003	1.004	1.003	1.003	1.003
2160분-36시간	-	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002
2880분-48시간	-	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001
4320분-72시간	-	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001
1440분-1일	1.161	1.158	1.158	1.169	1.169	1.156	1.156
2880분-2일	-	1.046	1.046	1.049	1.049	1.044	1.044
4320분-3일	-	1.024	1.024	1.028	1.028	1.025	1.025

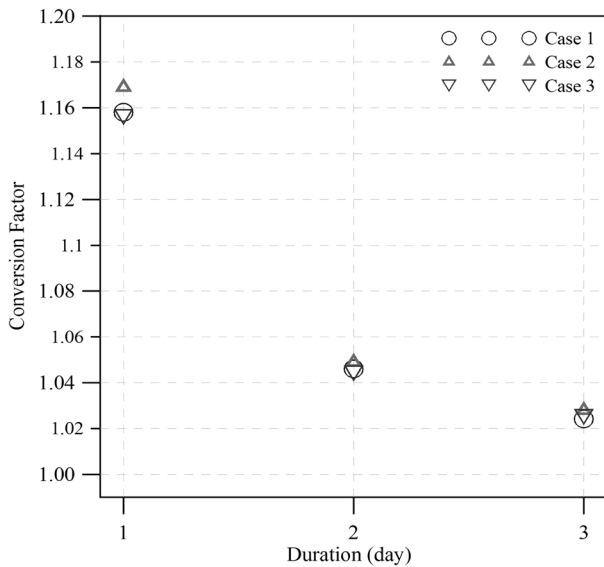


그림 20. 회귀식에 의한 분-일 강우자료의 환산계수 비교

규호 등(1988)에서 제시된 지속시간별 환산계수도 함께 비교하였다. 원자료의 환산계수 중에서 Case 1의 경우는 각각의 대상 지점별 분석 결과를 평균하여 나타낸 결과이다.

각 Case별로 산정된 환산계수 중에서 두 번째 방법으로 산정한 환산계수가 짧은 지속기간에서 약간 크게 나타났으며, 첫 번째와 세 번째 방법으로 산정한 환산계수는 비슷한 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는 대푯값을 비교한 그림 19와 그림 20에서 알 수 있다. 따라서 약간 크게 추정된 두 번째 방법을 제외하고, 각 지점별로 분석하여 대푯값을 추출한 첫 번째 방법을 통해 산정한 환산계수를 이용하는 것이 보다 합리적인 고정시간-임의시간 환산계수의 추정방법으로 판단된다. 이는 환산계수의 산정을 위해 분석한 자료가 군집 분석에서 특별한 지역적 군집을 형성하지 못하였지만, 대상 지점별로 발생하는 강우의 특성이 상이할 것이기 때문이다.

5. 결 론

본 연구에서는 우리나라의 37개 기상청 관할 강우관측소에서 관측된 분강우량과 시간 및 일강우량 자료를 활용하여 우리나라의 연최대치 강우량 자료를 대상으로 고정시간-임의시간 환산계수를 추정하였다. 분석대상자료는 대상지점별로 지속기간 60, 180, 360, 540, 720, 900, 1080, 1440, 2160, 2880, 4320분에 해당하는 연최대치 분강우량 자료를 추출하여 시간강우량인 지속시간 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 36, 48, 72시간 및 일강우량 1, 2, 3일에 해당하는 고정시간의 연최대치 강우량을 추출해 비교·분석하였다.

고정시간-임의시간 환산계수의 산정은 추출된 대상 자료를 각 지점별 지속시간별로 환산계수를 산정하는 방법(Case 1)과 각 대상 지점의 임의시간과 고정시간에 따른 연최대 강우량을 평균하여 환산계수를 산정하는 방법(Case 2) 및 모든 대상 지점에서 관측된 동일한 지속시간의 고정시간과 임의시간에 따른 연최대 강우량을 모두 활용하여 환산계수를 산정(Case 3)하였다.

첫 번째 방법(Case 1)으로 산정된 환산계수는 짧은 지속기간에서 대상지점에 따른 편차가 긴 지속기간에 비해 큰

것으로 나타났다. 그러나 군집분석을 통해 지역적으로 환산계수의 차이를 분석한 결과에서는 지역적인 군집은 형성되지 않는 것으로 나타났다. 각각의 방법으로 산정된 환산계수는 지속시간이 길어질수록 거의 같은 값을 갖는 것으로 나타났다. 지속시간 60분과 120분에서는 Case 2에 의해 계산된 환산계수가 약간 더 큰 값을 갖는 것으로 나타났다. Case 1과 Case 3에 의해 산정된 환산계수는 대체로 비슷한 값을 산정하고 있으나 기존의 환산계수 산정 방법과 비교하였을 때에 각 지점별로 분석한 Case 1의 방법으로 산정된 환산계수가 보다 합리적인 방안으로 판단된다. 이는 각 강우 관측소별로 발생하는 강우의 특성이 대상 지점의 위치와 고도 등에 따라 약간씩 상이한 특성을 갖고 있기 때문이다.

마지막으로 각각의 방법으로 산정된 환산계수를 이용하여 회귀분석을 통해 환산계수의 회귀식을 추정하였다. 추정된 회귀식으로 산정된 값은 각 지속기간의 환산계수를 잘 반영하고 있는 것으로 나타났으며, 본 연구에서 분석하지 않은 지속기간에 활용할 수 있다.

또한, 분단위 강우량과 일단위 강우량 자료를 활용하여 1440분과 1일의 환산계수 이외에도 선행연구에서 제시하고 있지 않은 2880분과 2일 및 4320분과 3일 강우량의 환산계수를 산정함으로써 일강우자료를 활용한 수문분석에서 보다 정확성을 높일 수 있다.

따라서 본 연구에서 산정한 고정시간-임의시간 환산계수를 활용함으로써 보다 정확한 연최대치 강우 자료를 이용한 확률강우량을 추정할 수 있을 것으로 판단되며, 앞으로는 분단위 자료를 직접 활용한 연최대치 강우 자료를 이용하여 수문분석을 수행하여야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 기상청에서 제공하는 107개 지점 분단위 강우자료(1931-1999)를 이용하여 산정하였으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 건설교통부(2000) 1999년도 수자원관리기법개발연구조사, 보고서 제1권 한국확률강우량도 작성, 한국건설기술연구원.
- 권세혁(2004) 다변량분석, 자유아카데미.
- 기상연구소(1999) 전국 지역별 분 강우강도 DB 구축에 관한 연구, 정보통신 연구개발사업 위탁 연구 보고서.
- 김규호, 김양수, 이진원, 김승(1988) 고정시간 간격과 임의의 지속시간 최대강우량간의 환산계수, 대한토목학회 1988년 정기 학술발표회 개요집, 대한토목학회, pp. 216-219.
- 서애숙, 송병현, 김미자(2001) 전국 분 단위 강우강도 DB 구축, 한국수자원학회 2001년 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 134-139.
- 윤용남(2007) 수문학, 청문각.
- 조한성, 엄명진, 조원철, 조주영(2006) 서울지방 1분 자료를 이용한 강우자료의 환산계수 산정, 한국수자원학회 2006년 정기 학술대회 논문집, 한국수자원학회, pp. 1506-1510.
- 한국수자원학회(2002) 하천설계기준.
- 한국수자원학회(2005) 하천설계기준령 · 해설.
- Frederick, R.H., Mayers, V.A., and Auciello (1977) Five to 60-minute precipitation frequency for the eastern and central United States, NOAA Technical Memorandum NWS HYDRO-35, National Weather Service, U.S. Dept. of Commerce, Washington, D.C.

- Hershfield, D.M. (1961) Rainfall frequency atlas of the united states, U.S. Dept. of Commerce, Weather Bureau, Tech. No. 40, pp. 115.
- Huff, F.A. and Angel, J.R. (1992) Rainfall frequency atlas of the midwest. Illinois State Water Survey Bulletin 71, Research Rep. 92-03, Midwestern Climate Center, pp. 1-141.
- Institute of Hydrology (1999) Flood Estimation Handbook.
- Sarle, W.S. (1983) The cubic clustering criterion, SAS Technical Report A-108, SAS Institute Inc.
- Weiss, L.L. (1964) Ratio of true to fixed interval maximum rainfall. J. Hydraul. Div., Am. Soc. Civ. Eng., Vol. 90, No. 1, pp. 77-82.
- Young, C. Bryan, and McEnroe, Bruce M. (2003) Sampling Adjustment Factors for Rainfall Recorded at Fixed Time Intervals, Journal of Hydrologic Engineering, Vol. 8, pp. 294-296.

(접수일: 2008.6.4/심사일: 2008.7.19/심사완료일: 2008.7.19)