

2변수 혼합감마분포를 이용한 면적감소계수의 산정

Estimation of Areal Reduction Factor using a two Parameter Mixed Gamma Distribution

유철상*, 김경준**
Yoo, Chulsang, Kim, Kyoungjun

요 지

본 연구에서는 혼합 확률밀도함수를 이용한 면적감소계수의 추정법을 제안한다. 기존 면적감소계수의 추정에는 동시간 강우자료가 필요하나 그런 자료를 충분히 구하기는 쉽지 않다. 본 연구에서 제안하는 방법은 보다 가용한 일 강우자료를 이용하는 방법으로 강우의 간헐성을 고려하기 위해 연속분포가 아닌 혼합분포를 이용한다. 본 연구에서는 혼합감마분포를 이용하여 금강유역의 면적감소계수를 추정하였으며, 그 결과 보다 쉽게 아울러 기존의 방법에 의한 결과와 잘 대비되는 결과를 얻을 수 있었다.

핵심용어 : 혼합 확률밀도함수, 면적감소계수

1. 서론

국내외에서 활발한 연구가 수행되어 온 면적감소계수는(이원환, 이길춘(1987) ; 허경희, 허준행(2001); 정중호등(2001); Rodriguez-Iturbe and Mejia(1974) ; Carlo De Michele *et al.*(2001)) 대부분의 연구가 동시간 강우자료를 획득하여 면적감소계수를 구해야 한다는 단점이 있다. 또한 우리나라의 실정상 각 지속시간별 동시간 호우사상을 얻어내어 면적감소계수를 산정하는 것은 실제로 매우 힘든 일이고 번거로운 일이다. 따라서 본 연구에서는 강우의 특성을 비교적 잘 나타낸다고 밝혀진 2변수 혼합 감마분포(2-parameter mixed gamma distribution)를 우기(6월-9월)의 강우자료에 적용하여 면적감소계수를 구하는 방법을 제시해 보고자 한다.

2. 2변수 혼합 감마분포를 이용한 면적 감소 계수의 산정

본 연구에서는 확률 강우량의 산정시 2변수 혼합감마분포를 이용하였다. 감마분포는 지수분포나 대수정규분포와 더불어 강수의 분포를 표현하기 위해 많이 사용되며 보다 유연성있는 확률분포형의 하나이다(Wilks, 1998). 또한 혼합분포를 이용하면 강우의 간헐성을 고려할 수가 있다.

면적평균의 일 강우량 계열을 작성할 때에는 대상 관측소의 자료를 산술평균하여 구성한다. 유철상과 정광식(2001)의 연구에 의하면 면적강우량의 산정시 티센가중평균법과 산술평균법이 비슷한 추정오차를 내포하고 있음을 밝힌 바 있다. 따라서, 티센면적 평균강우량 대신 산술평균하여

* 정회원 · 고려대학교 사회환경시스템공학과 부교수 · e-mail: envchul@korea.ac.kr

** 정회원 · 고려대학교 사회환경시스템공학과 석사과정 · e-mail: guitar77@korea.ac.kr

강우량 계열을 구성해도 무난함을 알 수 있다. 그러나, 대상관측소가 포괄하는 면적을 티센면적으로 가정하였다. 면적을 누가하는 순서는 임의의 초기 지점강우지점에서 인접강우관측소의 거리를 고려하여 결정하였다. 마지막으로, 초기 지점에 따른 결과의 변동성을 배제하기 위해 대상구역의 모든 관측소를 초기관측소로 하여 관측소의 수만큼 SET을 구성하고 이렇게 구성된 SET에 대해 점강우량과 면적평균강우량을 이용하여 확률강우량을 구하면, 그 비가 면적감소계수가 된다.

위와 같은 방법으로 산정된 면적감소계수를 다음과 같은 지수형태의 적합방정식을 적용하여 재현기간별 면적감소계수의 회귀식을 구한다(이길준, 1987).

$$ARF_{(T,A)} = 1.0 - Me^{-[aA^b]^{-1}} \dots\dots\dots$$

여기서, M, a, 그리고 b는 매개변수이고, A는 유역면적(km²)이다.

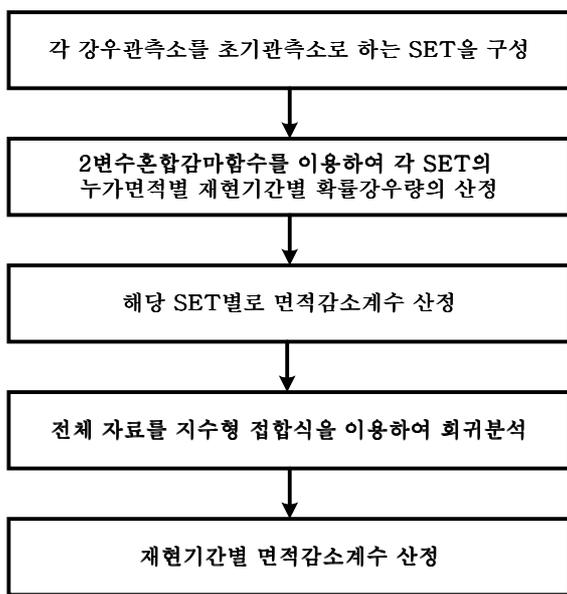


그림 1 본 연구에 이용된 면적감소계수 산정절차



그림 2 대상 강우관측소 위치 및 티센망

3. 실제 대상구역의 적용

3.1 대상자료

본 연구에서는 금강유역을 대상구역으로 선정하였다. 현재 금강유역 내의 30년 이상 일강수 기록이 있는 25개 지점(강경, 고산대, 공주, 모서, 무주, 반포, 병천, 부강, 안내, 안성장, 연산, 예산, 옥천, 용담, 입피, 장수, 정산, 정안, 진안, 진천, 청산, 청양, 추풍령, 함열, 홍산)의 일강우자료중 우기(6월-9월)의 자료를 이용하였다.

3.2 각 SET의 누가면적별, 재현기간별 확률 강수량의 산정

2변수혼합감마함수를 이용하여 각각의 SET에 대한 누가 면적별, 빈도별 확률 강수량을 산정하였다. 점강우량에 대한 2변수 감마분포의 매개변수는 다음 표 1과 같다. 그리고 각각의 SET에 대

하여 누가면적별 확률강우량을 산정하였다. 그림 4 - 6은 SET 6에 대하여 초기관측소의 확률 밀도함수, 누가면적별 매개변수의 변화, 재현기간별-누가면적별 확률강우량의 변화를 나타낸 것이다.

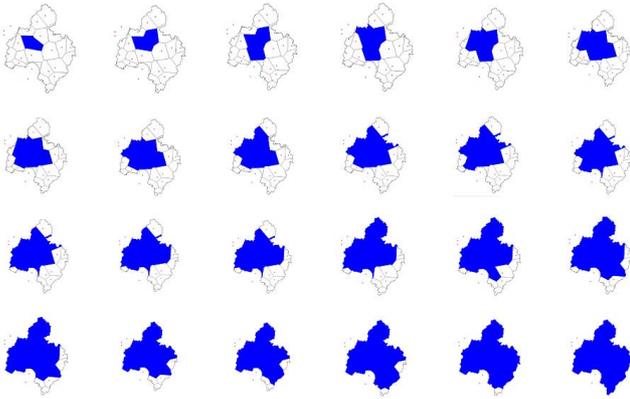


그림 3 SET 6의 누가면적 변화

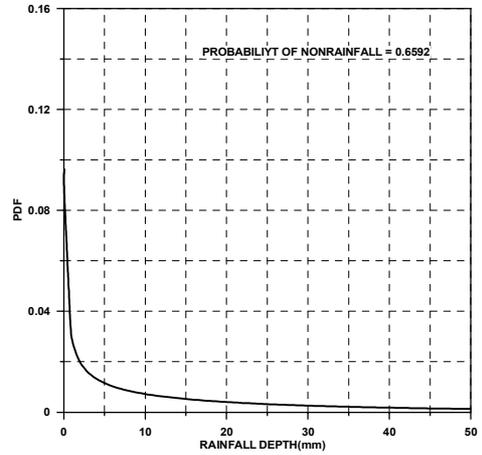


그림 4 반포 지점의 확률밀도함수 (SET 6의 초기관측소)

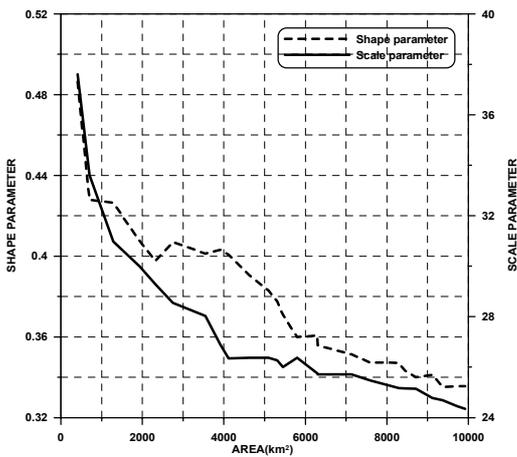


그림 5 누가면적별 매개변수의 변화(SET 6)

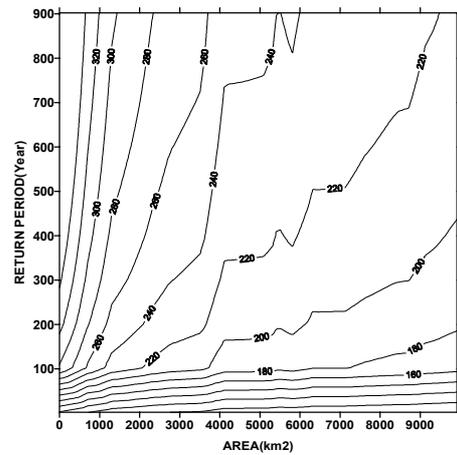


그림 6 재현기간, 누가면적별 확률 강우량 (SET 6, mm)

3.3 면적감소계수의 산정

각각의 SET에서 구한 누가면적별 확률강우량과 초기관측소의 지점확률강우량의 비를 구하여 금강 유역의 모든 SET에 대하여 재현기간(T)별로 면적감소계수를 구하여 보았다. 그림 7 - 8은 재현기간이 100년, 200년 일때의 면적감소계수이다. 그림 9는 재현기간-유역면적-면적감소계수와 의 관계를 나타낸 그림이다.

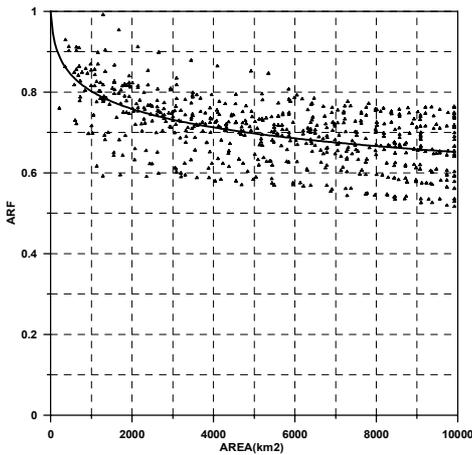


그림 7 ARF의 분포와 회귀식 (T=100년)

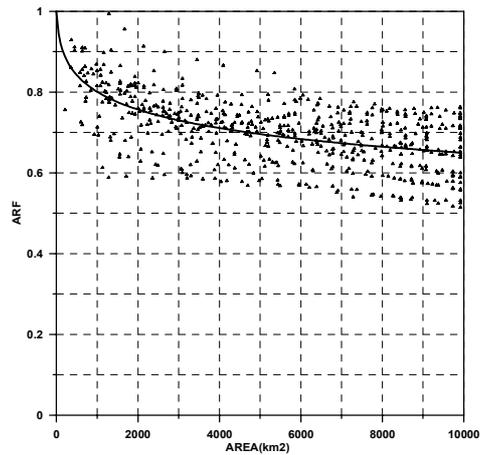


그림 8 ARF의 분포와 회귀식 (T=200년)

표 2 재현기간별로 추정된 회귀식의 계수

$$ARF = 1.0 - M \exp^{-[aA^b]^{-1}}$$

재현기간(년)	M	A	B	R-squared	재현기간(년)	M	A	B	R-squared
2	0.7378	0.1351	0.2375	0.5815	100	0.7506	0.1370	0.2447	0.5562
5	0.7411	0.1355	0.2412	0.5752	200	0.7522	0.1373	0.2448	0.5526
10	0.7437	0.1359	0.2428	0.5703	500	0.7539	0.1377	0.2449	0.5484
50	0.7488	0.1366	0.2444	0.5600	1000	0.7530	0.1377	0.2454	0.5453

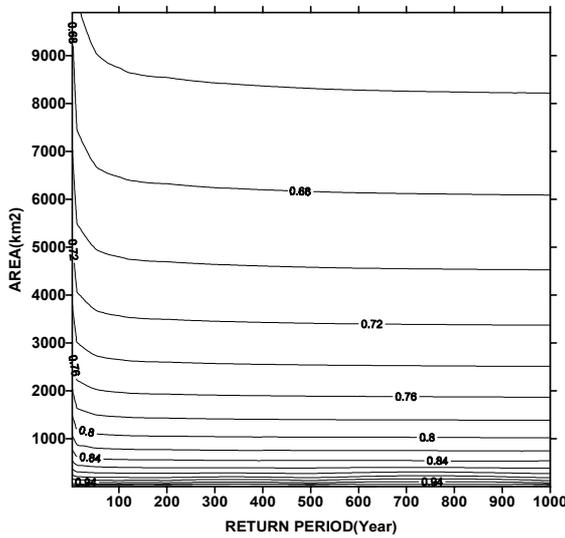


그림 9 재현기간-유역면적-면적감소계수와의 관계

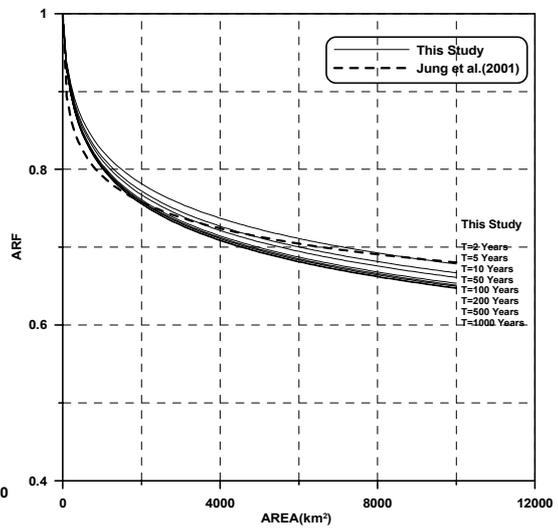


그림 10 정종호등(2002)의 결과와의 비교

4. 기존 연구와 비교

본 연구결과와 정종호(2002)등 24시간 지속기간으로 추정된 면적감소계수와 비교하여 보았다. 정종호등의 결과와 본 연구에서 제시한 방법으로 산정된 면적감소계수는 그림 10에 나타난 바와

같이 매우 유사한 결과를 나타냄을 알 수 있다. 정중호등의 연구에서 빈도에 고려가 이루어지지 않았음을 감안할 때는 그 유사성이 매우 크다고 할 수 있다. 초기 1000 km^2 까지 발생하는 차이는 초기 관측소의 면적에 해당하는 확률강우량이 지정되지 않아 발생한 것이라 판단된다. 다시 말하면 하나의 SET에서 첫 번째 면적이 누가될때까지 그 면적 이하의 면적에 대해서는 면적감소계수가 산정되지 않았기 때문이다.

5. 결론

일강우 자료를 이용하여 2변수 혼합감마분포에 의하여 산정된 면적감소계수는 기존 연구결과와 매우 유사한 결과를 나타냄을 알 수 있다. 특히 정중호 등(2002)이 제안한 식과는 그 차이가 거의 없는 것으로 나타난다. 특히 동시강우량 자료를 이용하여 산정하는 방법에 비해 빠르고 용이하게 추정이 가능하다는 점에서 큰 장점이 있다. 물론 1차로 누가되는 면적 이하의 면적감소계수의 추정을 불가능하지만 관심대상유역에 대하여 관측망의 밀도를 높힘으로써 그 정도를 높일 수 있을 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

1. 유철상, 정광식(2002). 면적평균강우량의 추정 및 추정오차, 한국수자원학회 학술발표회 논문집 (I), pp. 471-476.
2. 이원환, 이길춘(1987). 한강유역 동시강우량 자료를 이용한 강우량-거리비의 산정, 한국수문학회 지, 제20권 제1호, pp. 55-61.
3. 정중호, 나창진, 윤용남(2001) 한강유역의 면적감소계수 산정. 2001년 한국수자원학회 학술발표회 논문집(I), pp. 371-376.
4. 허경희, 허준행(2001) 우량비를 이용한 한강유역의 면적우량환산계수의 산정, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp. 1-4.
5. Carlo, D.M., Nathabandu, T.K., and Renzo R.(2001). The derivation of areal reduction factor of storm rainfall from its scaling properties. Water Resour. Res., 37(12), pp.3247-3252.
6. Rodriguez-Iturbe, I., and Mejia J. M.(1974). On the Transformation of Point Rainfall to Areal Rainfall, Water Resour. Res., 10(4), pp.729-735.
7. Rodriguez-Iturbe, I., and Mejia J. M.(1974). The Design of Rainfall Networks in Time and Space Water. Water Resour. Res., 10(4), pp.713-728.
8. Wilks, D. S.(1998). Multisite generalization of a daily stochastic precipitation generation model, J. of Hydrology, Vol. 210, pp. 178-191.