Huff방법의 개선방안

Improvement of Huff's Method

장수형*, 윤재영, 윤용남*****

Su Hyung Jang, Jae Young Yoon, Yong Nam Yoon

요 지

본 연구에서는 Huff(1967) 방법의 국내유역 적용을 위한 개선방안으로서 유역내·외 관측소의 호우사상별로 점우량 25.4mm이상과 면적우량 12.7mm이상의 자료를 사용하는 방법을 제시하였다. 본 연구의 분석결과 강우지속기간 등급별 최빈분위의 대부분이 면적우량과 같은 분위가 선택되어 유역의 대표성을 갖는 것으로 분석되었다. 건교부(2000) Huff 방법과 본 연구의 방법으로 시간분포 시킨 결과 지속기간별 첨두강우강도의 크기는 본 연구의 방법으로 산정된 값이 컸으나, 지속기간에 따라 일관된 경향을 나타내지는 않았다. 전술한 두 방법에 의해 시간분포 시킨 지속기간별 확률강우량을 입력으로 하여 유입수문곡선을 모의하였다. 첨두강우강도의 경우와는 달리 지속기간별 첨두홍수량의 값은 지속기간 12시간을 기준으로 지속기간이 증가됨에 따라 두 방법에 의한 값의 차이가 커졌다. 특히, 임계지속기간을 고려한 첨두홍수량에서 큰 차이를 보였으며, 이는 지속기간별 첨두홍수량 차이에서도 유사한 특성으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 제시한 방법은 지속기간에 관계없이 하나의 누가곡선을 이용해왔던 기존방법에서 탈피해 지속기간별로 누가곡선을 구분함으로써 지속기간별 강우의 시간분포 특성과 유역의 대표성을 갖는 무차원 누가곡선 작성방법으로 효과적일 것으로 기대되었다.

핵심용어 : Huff 방법, 유역의 대표성, 강우의 시간분포특성, 누가곡선, 첨두홍수

1. 서론

Huff(1967)와 같이 단독강우사상의 시간적 분포특성을 규명하여 누가곡선을 작성하기 위해서는 충분히 축적된 우량자료가 있어야 하나 이 조건에 부합한 관측소는 기상청 72개소로 개소 당 1,381km²으로 하천설계기준(2005, 한국수자원학회)의 요구조건인 일반 농경지는 50㎢당 1개 관측소, 도시지역은 50㎢당 2개 관측소에는 턱없이 부족한 게 사실이다. 이러한 여건 하에서는 더욱이 동일한 호우라 할지라도 지역적으로 첨두강우, 강우의 지속시간, 우량주상도의 형태가 상이하게 나타날 수밖에 없다. 그리고 관측소를 유역별로 면적 가중하여 평균하게 되면 우량주상도의 형상이 평활화되어 지속기간별 강우의 시간분포특성이 사라지게 된다.

국내에서는 지역적, 기후적 편차가 커 강우의 burst 특성이 크기 때문에 무차원 누가곡선에는 이러한 특성이 반영되어야 하나 다른 한편으로 유역별의 평균적 특성이 반영되어야 한다. 전병호와 오경두(2005)가 강우의 시간적 분포특성은 각각 우량관측소에서 전형적으로 나타나는 분포형이어야 하므로 우량관측소들의 강우 시간분포유형을 평균하는 과정에서 우량관측소별 지역적 특성이 평활화 되어 소멸하기 때문에 각 우량관측소별 Huff 분포를 평균하여 유역 대표 Huff 분포형을 구하여 전 유역에 적용하는 것은 지역적 특성이 소멸하므로 이러한 방법을 적용해서는 안된다고 지적하고 있으나 별다른 해결책은 없다. 그리고 각각 우량관측소에서 전형적으로 나타나는 분포형이어야 한다지만 건교부(2000) Huff 방법은 동일 분위에 강우지속시간에 관계없이 모든 자료를 이용하여 무차원 누가곡선은 평활화된 곡선이 작성될 수밖에 없다(Huff, 1990).

차라리 관측소별 동시간 시우량 자료를 면적가중 평균하여 이 평균 강우를 이용한 대표누가우량곡선을 작성하는 것이 현재 국내에서 적용하고 있는 점우량 자료만을 사용하는 것에 비하면 훨씬 합리적이라 할 수 있다. 또한 평균우량을 사용하게 되면 보다 많은 지속기간별 호우수를 확보하게 되어 분위별로 몇 개의 지속기간 등급을 구분할 수 있어 지속시간별 강우특성을 어느 정도 반영할 수 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 강우의 지속기간별 시간분포특성과 유역별 평균적 강우특성을 반영할 수 있는 Huff 방법의 개선방안을 제시하고자 하였다.

* 정회원·고려대학교 공과대학 사회환경시스템공학과 공학박사 · E-mai : angel452@korea.ac.kr

** 정회원·고려대학교 과학기술대학 환경시스템공학과 교수 · E-mai : jyyoon@korea.ac.kr

*** 정회원·고려대학교 공과대학 사회환경시스템공학과 교수 · E-mai : ynyoon@korea.ac.kr

2. 국내유역에의 적용방안 검토

본 연구에서는 Huff(1967) 방법을 국내유역에 적용하기 위한 방안으로 각 관측소의 지속시간별 평균강우 12.7mm과 점우량 25.4mm이상인 자료를 지속시간별로 모두 수집하여 이들 통합자료를 이용하여 누가우량곡선을 작성하는 방안을 제시하고자 하였으며, 확률강우량 산정에 관한 연구 결과이기는 하지만 자료의 거동특성이 안정되는 측면에서 안재현 등(2000)이 30년(자료의 개수로 30개)을 제시하고 Huff(1967)에서도 점강우 및 평균강우의 정확한 개수는 제시하지 않고 있지만 최소의 개수인 4분위의 경우 26개~36개로 평균적으로 약 30개 정도이며, 기상청에서 기후자료에 대한 통계적인 분석에서도 30년을 적용하고 있다는 점에서 30개 이상의 자료를 본 연구에서는 최소의 개수로 선정하였다.

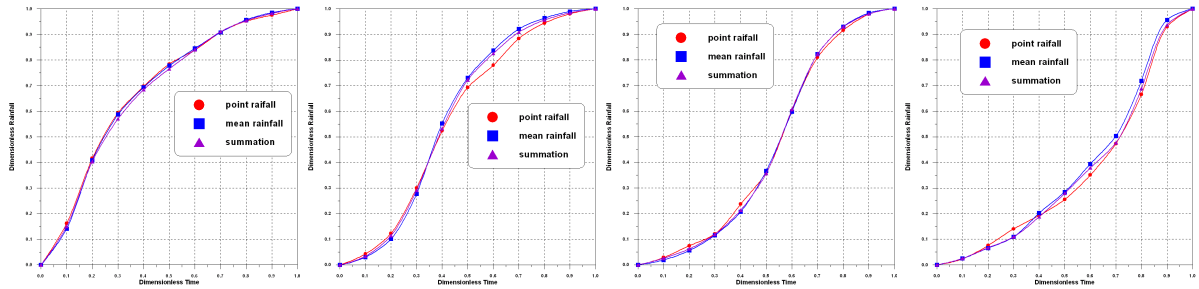
2.1 강우의 지속기간별 시간분포특성 검토

점우량과 면적우량에서 지속시간별 시간분포특성이 있는 것으로 분석된 바 이들 점우량과 면적우량을 모두 사용한 본 연구의 결과에서도 지속시간별 시간분포특성을 갖는지에 대해 검토하였다.

Fig. 1은 강우지속기간에 관계없이 하나의 무차원 누가우량곡선을 작성하여 점우량과 면적우량의 곡선을 함께 도시한 결과이다. 본 연구의 통합자료로 적용한 곡선이 점강우와 면적강우의 중간에 위치하여 점강우적인 특성을 지님과 동시에 면적강우적인 특성도 함께 지니고 있음을 파악할 수 있었다. Fig. 2는 지속기간 등급별, Fig. 3은 지속기간별로 작성한 결과로서 지속기간별 강우의 시간분포특성이 있는 것으로 분석되었다.

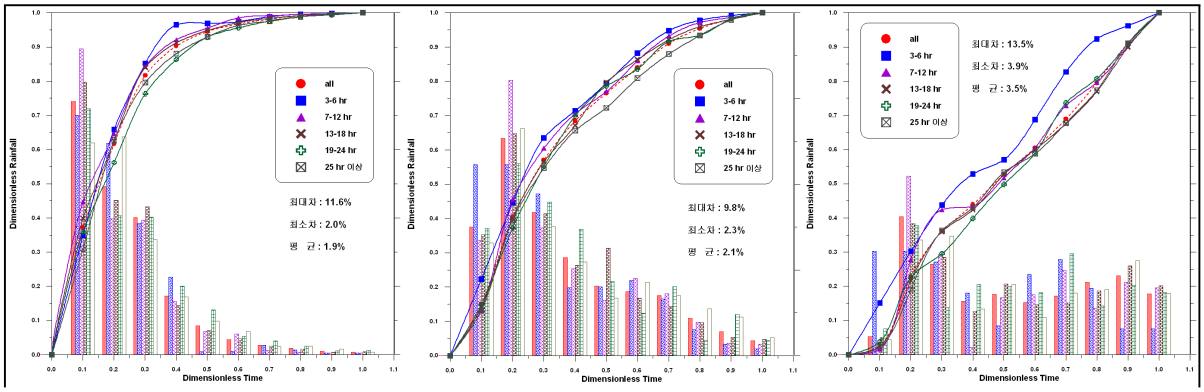
또한, K-S 검정결과 5% 유의수준에서 지속기간별로 작성된 일부 무차원 누가곡선이 전 지속기간을 하나로 작성된 무차원 누가곡선과 유의하지 않는 것으로 분석되어 지속기간별 시간분포 특성이 통계학적으로 있는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서와 같이 통합자료를 적용하더라도 강우의 지속시간별 특성을 잘 대변하는 것으로 확인되었다.

이러한 특성은Fig. 4의 최빈분위별 분석에도 유사하게 나타났다.



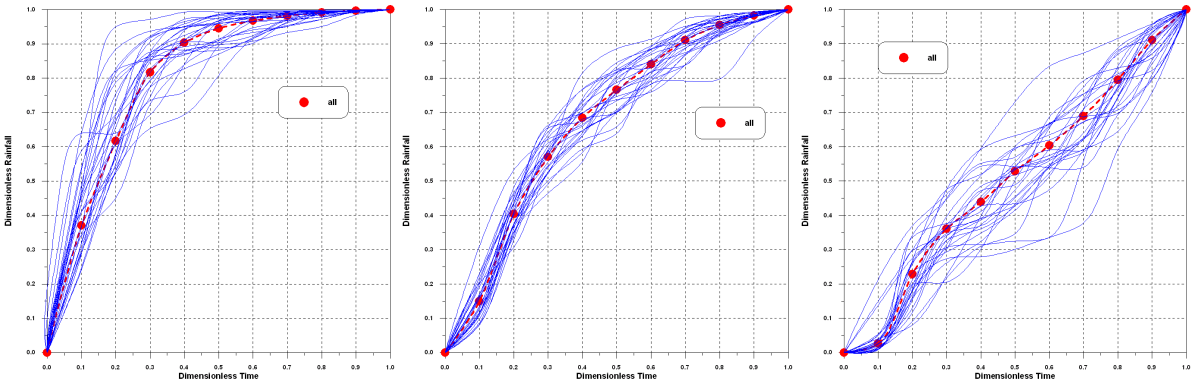
(a) 1st Quartile (b) 2nd Quartile (c) 3rd Quartile (h) 4th Quartile

Fig. 1. Comparison of cumulative rainfall curves by point rainfall, areal mean rainfall, and the rainfall by this study for each quartile storms(50% occurrence probability)



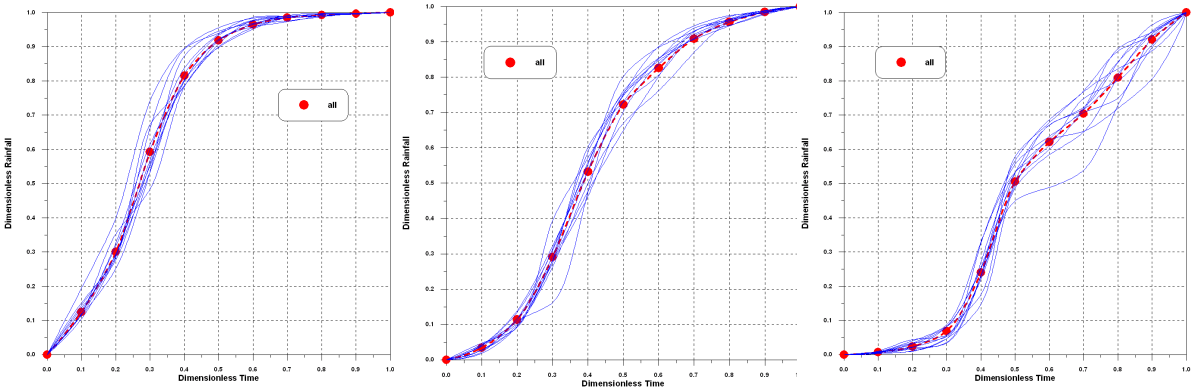
(a) 10% (b) 50% (c) 90%

Fig. 2. Comparison of cumulative rainfall curves for 10%, 50%, and 90% occurrence probabilities by this study(First-quartile storms)



(a) 10% (b) 50% (c) 90%

Fig. 3. Comparison of cumulative rainfall curves for each rainfall duration(First-quartile storms)



(a) 10% (b) 50% (c) 90%

Fig. 4. Comparison of cumulative rainfall curves of most frequent quartile(second-quartile) storms for various rainfall duration classes

3. 시간분포 방법별 유출특성 분석

건교부(2000)의 Huff 시간분포방법과 본 연구 방법의 차이점 분석을 위해 본 연구 대상유역인 예당저수지의 지속기간별 홍수유입량을 시간분포 방법별로 산정하여 비교하였다. 이를 위한 건교부(2000)의 Huff 시간분포 방법의 적용대상은 유역의 Thiessen 가중면적이 가장 큰 천안관측소를 선정하였으며, 본 연구에서는 지속기간별 최빈분위를 대상으로 하였다. 천안관측소의 지속기간별 적용분위는 본 연구에서 선정된 최빈분위와 동일한 분위로 결정하였다.

검토방법은 본 연구의 대상유역에 대한 지속기간별로 확률강우량을 산정하고 이를 지속기간별로 건교부(2000) Huff 방법과 본 연구의 방법으로 확률강우량을 시간분포 시킨 후 예당저수지로 유입되는 확률홍수수문곡선을 비교하였다. 비교를 위한 유출모형의 구성은 예당저수지유역을 10개의 소유역으로 구분하고 소유역별 홍수추적은 Clark 방법으로 산정하고 하도의 홍수추적은 Muskingum 방법을 적용하였다.

3.1 지속기간별 첨두강우강도 및 홍수량 비교

Fig. 5에 도시된 바와 같이 지속기간별 첨두강우강도의 크기는 생기확률구간 50%일 때 15.86mm/hr(지속기간 18시간)로서 본 연구의 방법으로 산정된 값이 전반적으로 컸으며, 지속기간에 따라 일관된 경향을 나타내지는 않았다. 반면, Fig. 5에서 나타났듯이 지속기간별 첨두홍수량의 값은 지속기간 12시간을 기준으로 지속기간이 증가됨에 따라 차이가 크게 나타났다. Table 1 and Fig. 6과 같이 동일한 지속기간의 첨두홍수량에 대한 최대 차는 지속기간 21시간에서 생기확률구간 50% 일 때 333.70m³/sec의 차이로 첨두홍수량 대비 17.4%나 차이를 갖는 것으로 분석되었다.

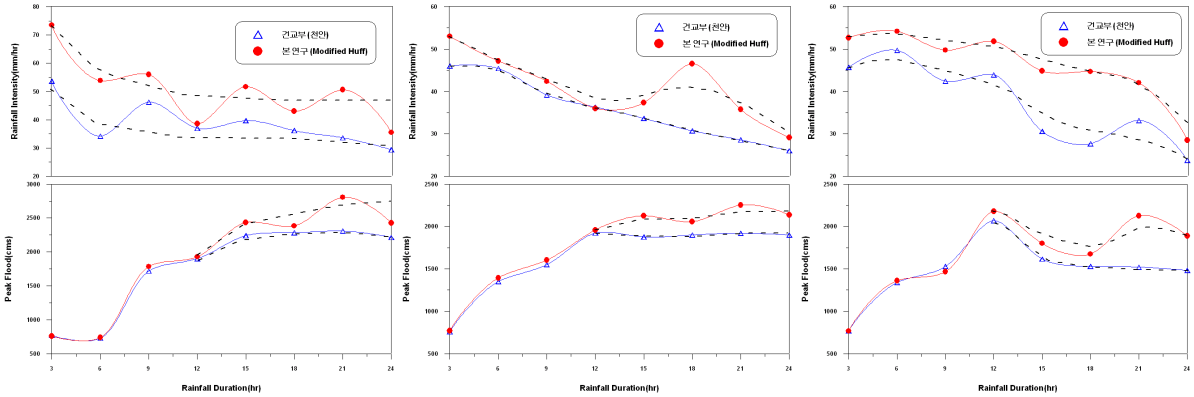
특히, 본 연구의 대상유역은 유역면적이 368.86km²인 중규모 유역으로서 첨두강우강도가 첨두홍수량에 영향을

미치는 강우의 지속기간이 12시간정도 파악되었으며, 이는 유역의 규모가 커짐에 따라 단순히 첨두강우량의 크기보다는 우량주상도의 형상 및 유역의 유출특성의 영향이 큰 것으로 분석되었다. 만약, 첨두강우강도에 직접적인 영향을 받는 소규모 유역 및 도시유역의 경우 첨두홍수량의 차이는 점차 지속기간이 짧아 질 것으로 판단된다.

따라서 지속기간별 강우의 시간분포 특성이 반영되지 못한 건교부(2000) Huff 방법은 과거 호우사상들의 평균값이 반영하여 유역의 유출량이 작게 산정되었으나, 본 연구의 방법을 적용하게 될 경우 지속기간별 강우의 시간분포 특성을 반영하여 유역의 유출량이 크게 산정되는 것으로 분석되었다.

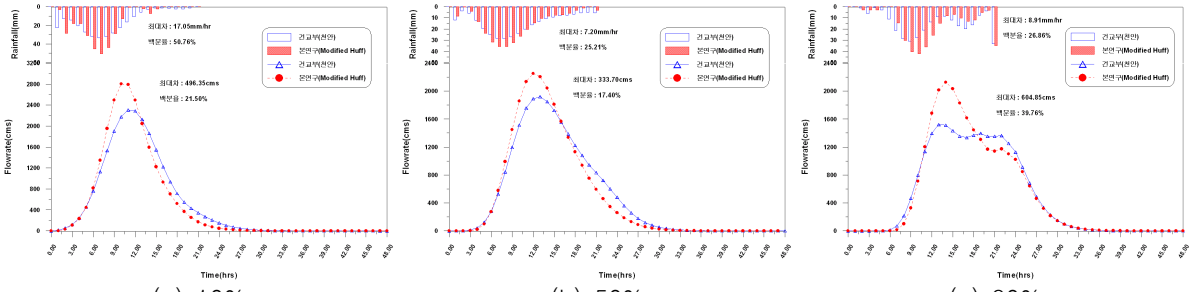
Table 1. Maximum peak flood difference of all rainfall durations by Moct' Huff method and this study for each occurrence probabilities

구 분	생기확률구간					
	10%		50%		90%	
	건교부	본연구	건교부	본연구	건교부	본연구
지속시간(hr)	21	21	21	21	21	21
첨두홍수량(㎥/sec)	2308.76	2805.11	1918.12	2251.82	1521.27	2126.12
차이(㎥/sec)	496.35		333.70		604.85	
차이(%)	21.50		17.40		39.76	



(a) 10% (b) 50% (c) 90%

Fig. 5. Comparison of maximum rainfall intensity and peak flood by Moct version of Huff's method and this study for each rainfall duration



(a) 10% (b) 50% (c) 90%

Fig. 6. Comparison of rainfall hyetographs and resulting flood hydrographs by the Moct version of Huff' method and this study for the rainfall duration of 21 hours

4. 결 론

본 연구에서는 Huff(1967) 방법의 국내유역 적용을 위한 개선방안으로서 유역내·외 관측소의 호우사상별로 점우량 25.4mm이상과 이들 관측소의 동시간 강우량을 면적가중 평균한 면적우량 12.7mm이상의 자료를 사용하여 대상

유역의 최빈분위 결정과 함께 강우지속시간에 따른 시간분포 특성을 고려하여 설계우량주상도를 작성할 수 있는 개선된 Huff 방법을 제시하였다.

본 연구의 분석결과 시간구간별 최빈분위의 대부분이 면적우량과 같은 분위가 선택되어 유역의 대표성을 갖는 것으로 분석되었으며, 수집된 지속시간별 호우 수가 충분하여 지속시간별 시간구간을 구분할 수 있었다. 그리고 지속시간별 무차원 누가곡선에는 시간분포특성이 잘 반영된 것으로 파악되어 지속시간에 관계없이 하나의 무차원 누가곡선을 이용해왔던 기존방법에서 탈피하여 지속시간별로 구분함으로써 강우의 시간분포특성이 보다 더 적절하게 반영할 수 있음이 밝혀졌다.

특히, 본 연구의 대상유역에 대한 지속기간별로 확률강우량을 산정하고 이를 지속기간별로 건교부(2000) Huff 방법과 본 연구의 방법으로 확률강우량을 시간분포 시킨 결과 지속기간별 첨두강우강도의 크기는 본 연구의 방법으로 산정된 값이 컸으나, 지속기간에 따라 일관된 경향을 나타내지는 않았다.

전술한 두 방법에 의해 시간분포 시킨 지속기간별 확률강우량을 입력으로 하여 유입수문곡선을 모의한 결과 첨두강우강도의 경우와는 달리 지속기간별 첨두홍수량의 값은 지속기간 12시간을 기준으로 지속기간이 증가됨에 따라 두 방법에 의한 값의 차이가 커졌다. 특히, 임계지속기간을 고려한 첨두홍수량에서 큰 차이를 보였으며, 이는 지속기간별 첨두홍수량 차이에서도 유사한 특성으로 나타났다.

따라서 본 연구에서 제시한 방법은 지속기간에 관계없이 하나의 누가곡선을 이용해왔던 기존방법에서 탈피해 지속기간별로 누가곡선을 구분함으로써 지속기간별 강우의 시간분포 특성과 유역의 대표성을 갖는 무차원 누가곡선 작성방법으로 효과적일 것으로 기대되었다.

감사의 글

본 연구(보고서)는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업 (03산학연C01-01)에 의한 도시홍수재해관리기술연구사업단의 연구성과입니다.

참 고 문 헌

건설교통부 (2000). **1999년도 수자원 관리기법개발연구조사 보고서 : 지역적 설계 강우의 시간적 분포.**

건교부 (2002). **하천정비 기본계획수립 및 하천정비대장 작성 지침.**

건설교통부 (2005). **하천설계기준·해설**. pp. 203-203.

안재현, 김태웅, 유철상, 윤용남 (2000). “자료기간 증가에 따른 확률강우량의 거동특성 분석.” **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제33권, 제5호, pp. 569-580.

오규창 (2005). "유역종합치수계획 수립 현황 및 문제점." **한국수자원학회 학술발표회 기획세션Ⅱ**, 한국수자원학회.

이상렬 (2005) "유역종합치수계획의 바람직한 방향설정." **한국수자원학회 학술발표회 기획세션Ⅱ**, 한국수자원학회.

윤용남, 장수형, 강성규, 박민석 (2004). “설계홍수량 산정을 위한 적정 설계강우시간분포의 개발.” **한국수자원학회 학술발표회논문집**, 한국수자원학회, pp. 54-54.

장수형, 윤재영, 윤용남 (2005). “Huff 강우시간분포방법의 개선방안 연구 : Ⅰ. Huff방법의 국내 적용실태와 문제점 검토.” **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제00권, 제00호.

전병호, 오경두 (2005). “유역종합치수계획의 수리·수문분석.” **한국수자원학회지,** 한국수자원학회, 제39권, 제4호, pp. 25-36.

정종호, 윤용남 (2005). **수자원설계실무**. 도서출판 구미서관.

Huff F. A. (1967). “Time distribution of rainfall in heavy Storm.” *Water Resources Research*, Vol. 3, No. 4, pp. 1007-1019.

Huff F. A. (1986). *Urban hydrology review.* Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 67(6), pp. 703-712.

Huff F. A. (1990). *Time distribution of heavy rainstorms in illinois.* Illinois State Water Survey, Circular 173, 19 p.

Knapp, H. V., and M. L. Terstriep. (1981). *Effects of basin rainfall estimates on dam safety design in illinois.* Illinois State Water Survey Contract Report 253, 57 p.

Ward, A. B., T. Bridges, and B. Barfield. (1980). "An evaluation of hydrologic modeling techniques for determining a design storm hydrograph." *Proc., International Symposium on Urban Storm Runoff*, pp. 59-69.