

Huff 시간분포방법에서 바라본 국내 수문·수리 해석기법



장수형 |

고려대학교 방재과학기술연구소 연구교수
angel425@hanmail.net

1. 서론

Huff(1967) 시간분포 방법에서는 무강우 지속기간이 6시간이상인 강우를 4등분하였을 때 지속시간별 우량의 최대치가 어느 구간에서 나타나는지에 따라 4개 분위로 구분하였다. 즉, 강우지속기간을 4등분하여 4개의 구간으로 나누었을 때 우량의 최대치가 강우초기에 해당하는 처음 1/4 시간구간에 있으면 제1분위 호우(first-quartile storm), 2/4 시간구간에 있으면 제2분위 호우(second-quartile storm), 3/4 시간구간에 있으면 제3분위 호우(third-quartile storm), 그리고 마지막 구간일 경우는 제4분위 호우(fourth-quartile storm)로 한 것이다.

이와 같은 방법으로 국내에는 기상청 관측소별로 분석한 건교부(2000)의 Huff 시간분포 방법이 있다.

Huff(1967) 방법이나 건교부(2000) 방법은 기본적인 작성방법이 같고 Huff(1967)에서 점우량 1inch(25.4mm) 이상, 면적우량 0.5inch(12.7mm) 이상인 강우를 대상으로 하였으며, 건교부(2000)에서는 모든 강우를 대상으로 한 점이 다르다.

물론, 건교부(2000)에서는 관측소별 평균 강우강도 이상을 중호우, 이하를 경호우로 구분하여 분석하였지만, 전 관측소에 대한 일관성 있는 적용을 하기에는 몇몇 관측소의 관측기록 년 수가 짧아 4구간 중 호우 수(철원, 춘양, 제주 등)의 경우 4구간의 중호우 수가 각각 12개, 15개, 17개)를 이용하지 않고 모든 강우를 대상으로 한 것으로 판단된다.

본 고에서는 Huff(1967) 방법이 개발된 당시의 연구배경과 지형 및 강우특성 비교, 강우총량에 따른 건교부(2000) Huff 방법의 한계점, 그리고 국내 강우가 갖는 지속기간별 시간분포특성을 검토한 내용이다. 맺음말에서는 Huff 방법에 대한 검토를 통해 기타 국내 수자원분야에 적용되고 있는 다양한 수문·수리 기법들에 대한 본인의 생각을 기술하고자 한다.

이후 본 고에 기술된 Huff 시간분포의 분석결과는 장수형 등(2006a)의 연구내용을 요약하여 기술한 것이다.

2. Huff(1967) 방법의 검토

2.1 Huff(1967)의 자료

Huff(1967)는 East-Central Illinois 유역에 관측소를 설치하여 분석하였으며 이를 요약하면 다음과 같다.

· 자료 기간 : 12년(1955년 ~ 1966년)

- 설치된 관측소 수 : 49개(개략 등 간격으로 21km²당 하나)
- Network의 고도차 : EL,198.12m ~ EL,277.37m의 평지구역(최대 표고차 : 79m)
- 독립된 호우의 정의 : 무강우 지속기간 6시간 이상
- 이용된 강우자료 : 평균 강우량 0.5inch(12.7mm) 이상 and/or 하나이상의 관측소 강우량 1inch(25.4mm) 이상
- 관측된 총 호우 수 : 261개
- 이용된 자료의 지속기간 범위 : 3 ~ 48시간
- 면적 : 1,036km²(면적 특성 분석 시 : 129.5km², 259km², 518km², 1036km²)
- 평균우량 선정 방법 : 등우선법
- 분위의 구분 : 4개 분위 중 총 강우량 대비 최대 분위 또는 burst
- 분위별 이용된 지속기간 : 지속기간별 구분 없음
- 최빈분위의 적용 : 호우수가 가장 많은 분위기를 추천(최빈분위)
- 생기확률구간의 적용 : 중앙값인 50% 추천(다른 구간의 적용도 가능)

2.2 Huff(1967)와 국내지역의 차이점

Huff(1967)의 연구에 적용된 자료들은 유사한 지형학적 특성과 기후특성을 가진 극도로 평지에 가까운 지역에서 추출한 것이다. Huff(1986, 1990)의 연구에서도 강우의 시간분포 특성은 지형학적 및 기후적 특징이 다른 지역에서는 다양한 결과를 초래할 수 있고 Huff(1967)방법은 미 일리노이 중부지역의 자료를 토대로 개발되었고 실측된 자료를 토대로 개발되었음을 강조하고 있다.

따라서 Huff(1967)의 연구결과를 국내에 적용하기 위해서는 국내의 지형학적 및 기후적인 특성에 맞게 적용되어야 하며 이를 위한 선행분석은 필수적이라 하겠다.

검토된 국내 대상구역 우량관측소의 강우특성은

Huff(1967)에서와는 달리 동일한 강우사상이라 할지라도 지역적으로 침두강우, 강우의 지속기간, 강우의 시간분포 형태가 상이하였으며, 면적평균 강우에 대한 점강우의 특성은 또한 다르게 분석되었다.

3. 강우총량에 따른 건교부(2000) Huff 방법 검토

3.1 Huff(1967)의 자료

총 우량에 관계없이 작성된 건교부(2000)의 무차원 누가우량곡선과 Huff(1967)에서와 같이 25.4mm 이상의 점우량을 대상으로 분석한 결과의 차이를 분석하고자 동일한 관측소에 대하여 지속기간 등급별 강우사상의 수와 최빈분위, 무차원 누가곡선을 검토하였다.

3.1.1 강우사상 검토

국내에서 Huff 방법 적용은 치수목적에서 이용되며, 방법은 실제지속기간의 최빈분위를 선정하여 이의 무차원 누가우량곡선을 이용한다는 점을 감안하면 최빈분위의 선정이 중요하다. 따라서 동일한 우량관측소에 대하여 25.4mm 이상과 모든 강우사상을 이용하였을 경우에 대하여 분석이 필요하며, 분위별 호우 수 및 최빈분위를 분석한 결과는 다음과 같다.

분위별 호우 수로 건교부는 1분위 183개(30%), 2분위 164개(27%), 3분위 142개(23%), 4분위 124개(20%)로 1분위 자료가 가장 많지만 분위별로 큰 차이를 보이지는 않았다. 그러나 25.4mm 이상인 강우를 대상으로 하였을 경우에는 1분위 76개(24%), 2분위 97개(31%), 3분위 86개(27%), 4분위 54개(17%)로 2분위가 가장 큰 가운데 분위별로 비슷하였다.

지속기간별 최빈분위로 건교부(2000)는 6시간 이하에서 1분위, 7~12시간 2분위, 13~18시간 1분위, 19~24시간 2분위, 25시간 이상 1, 3분위이며, 본 연구에서는 6시간 이하에서 2분위, 7~12시간 3분위, 13~18시간 1, 2, 3분위, 19~24시간 2, 3분위, 25시

표 1. 분위별 호우 수(보령)

지속 기간 등 급	1 분위				2 분위				3 분위				4 분위				합 계				최빈분위	
	개 수		%		개 수		%		개 수		%		개 수		%		개 수		%		M	T
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T				
3~6	71	4	39	5	45	12	27	12	38	7	27	8	41	4	33	7	195	27	32	9	1	2
7~12	49	15	27	20	39	19	24	20	40	20	28	23	41	13	33	24	169	67	28	21	1	3
13~18	27	24	15	32	33	24	20	25	30	24	21	28	19	12	15	22	109	84	18	27	2	1,2,3
19~24	13	14	7	18	24	16	15	16	17	16	12	19	15	14	12	26	69	60	11	19	2	2,3
25이상	23	19	13	25	23	26	14	27	17	19	12	22	8	11	6	20	71	75	12	24	1,2	2
합 계	183	76	30	24	164	97	27	31	142	86	23	27	124	54	20	17	613	313	100	100	1	2
중호우수	60		26		68		30		64		28		35		15		227				2	

(M : MOCT, T : 25.4mm 이상)

간 이상 2분위로 다른 관측소에서 최빈분위의 차이가 나타났다. 한편, 건교부(2000) 시간분포 방법에서 최빈분위 선정기준으로 권장하는 중호우의 수는 천안에서 2, 3분위이고 나머지 관측소는 모두 2분위로 나타났다.

따라서 모든 자료를 이용할 경우 최빈분위 선정요구에 의한 우려가 크며, 중호우를 기준으로 할 경우 지속기간별 최빈분위 선정이 곤란하다는 것이 파악되었다.

3.1.2 무차원 누가우량 검토

표 2는 생기확률구간 50%에 대하여 무차원 지속기간 동안 총 강우량이 100%라 가정하여 강우총량에 관계없이 적용한 건교부(2000) Huff와 25.4mm 이상을 대상으로 하였을 경우에 대한 분위별 최대 강우

강도의 차이를 비교한 것이다. 만약, 지속기간이 10시간이고 총 강우량이 100mm라고 가정할 경우 표 2의 값은 지속기간 10시간 동안 방법별 최대 강우강도(mm/hr) 차로 환산할 수 있다.

즉, 10시간 동안 100mm의 강우로 1분위 서산관측소 8.3mm/hr, 2분위 서산관측소 4.9mm/hr, 3분위 보령관측소 4.4mm/hr, 4분위 보령관측소 12.2mm/hr의 강우강도의 차이를 갖는 것으로 나타났다으며, 이는 무차원 누가우량곡선과 함께 도시된 그림 1에서 확인할 수 있다.

이러한 차이는 생기확률구간 10%와 90%에서는 보다 크게 나타났으며, 이는 강우총량의 크기에 관계없이 모든 자료를 이용하여 무차원 누가곡선을 작성할 경우 치수목적상에서 설계강우의 시간분포 특성을 고려하지 못할 우려가 있는 것으로 분석되었다.

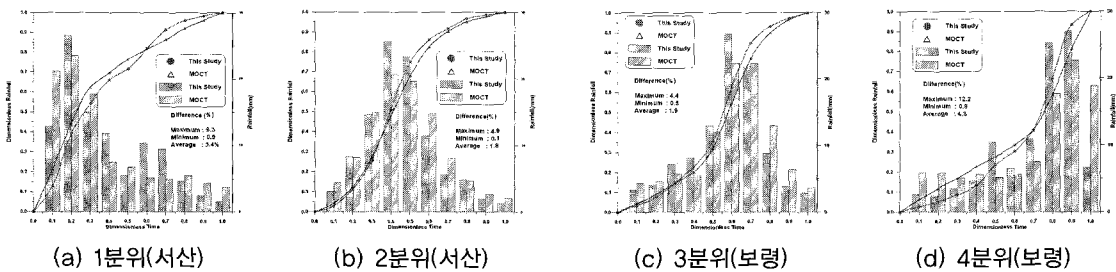


그림 1. 분위별 누가우량곡선 및 강우강도 최대차 비교(확률구간 50%)

표 2. 분위별 강우강도 비교(확률구간 50%)

관측소 명	강우강도 최대차(%)											
	1 분위			2 분위			3 분위			4 분위		
	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균
보령	5.6	0.6	2.3	4.8	0.1	1.4	4.4	0.5	1.9	12.2	0.8	4.3
부여	5.7	0.6	2.0	3.7	0.2	1.9	3.8	0.5	1.6	9.4	0.6	3.4
서산	8.3	0.9	3.4	4.9	0.1	1.8	3.9	0.1	1.4	10.7	0.4	4.1
천안	4.0	0.3	1.7	2.7	0.3	1.4	3.9	1.0	1.8	10.3	0.3	3.5
최대	8.3	0.9	3.4	4.9	0.3	1.9	4.4	1.0	1.9	12.2	0.8	4.3

4. 대상구역 강우의 지속기간별 시간분포특성 분석

4.1 점우량 검토

Huff 방법은 과거의 누가우량곡선의 평균값을 반영하여 소규모구역이나 도시구역의 경우 다른 방법에 비해 홍수유출량의 규모가 작게 산정된다는 지적이 많다(윤용남 등, 2004; 정중호와 윤용남, 2005; 오규창, 2005; 이상렬, 2005).

이는 Huff 방법이 지속기간별 강우의 시간분포 특성을 반영하지 않기 때문에 Huff(1967)에서는 지속기간별 강우의 시간분포 특성이 없는 것으로 분석되었지만 국내에서는 어떠한 특성을 갖는지에 대한 검토가 필요하다.

따라서 Huff(1967)에서와 같이 점우량 25.4mm, 면적평균우량 12.7mm 이상인 강우사상을 대상으로 지속기간별과 지속기간 등급별 시간분포 특성을 분석하였다.

그림 2는 동일한 분위에 대한 전 지속기간 자료를 하나로 사용하여 작성된 누가곡선과 3개 등급으로 구분할 경우 생기확률구간 10%, 50%, 90%에 대한 차이를 나타내고 있으며, 만약 10시간동안 100mm가 내린다고 가정하면, 생기확률구간 10%에서 5.3mm/hr, 50%에서 4.1mm/hr, 90%에서 5.1mm/hr의 차이 나는 것으로 분석되었다.

그림 3은 지속기간별 강우의 시간분포 특성을 나타내는 것으로 그림 2의 3개 등급으로 구분할 경우에 비해 지속기간별 시간분포특성에 차이가 큰 것이 확인되었다. 그리고 동일한 분위에 대한 지속기간별로 다양한 시간분포 특성을 갖는 무차원 누가곡선(그림 4(a))를 3개의 지속기간 등급(그림 4(b))로 통합하고 이들 다시 지속기간에 관계없이 하나(그림 4(c))로 하게 되면 무차원 누가우량곡선이 점차 곡선들의 평균

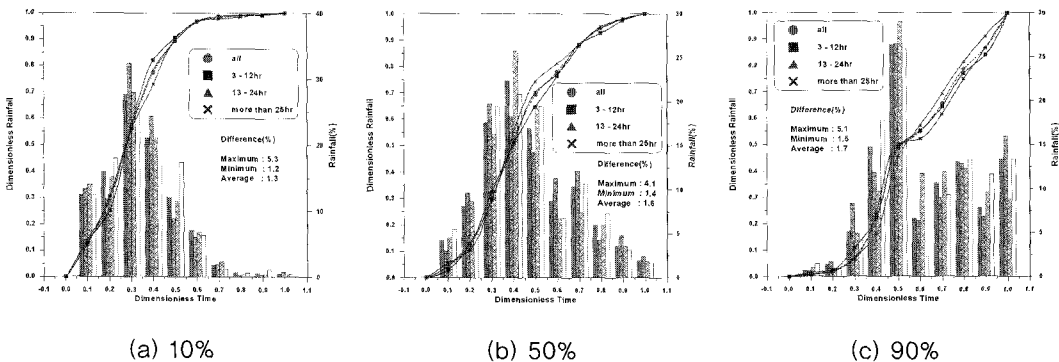


그림 2. 확률구간 10%, 50%, 90% 누가우량곡선 비교(2분위, 천안)

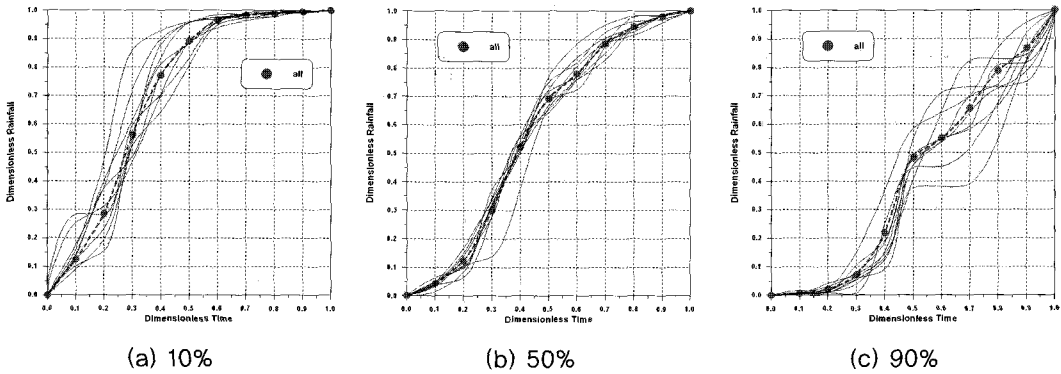


그림 3. 지속기간별 10%, 50%, 90% 누가우량곡선 비교(2분위, 천안)

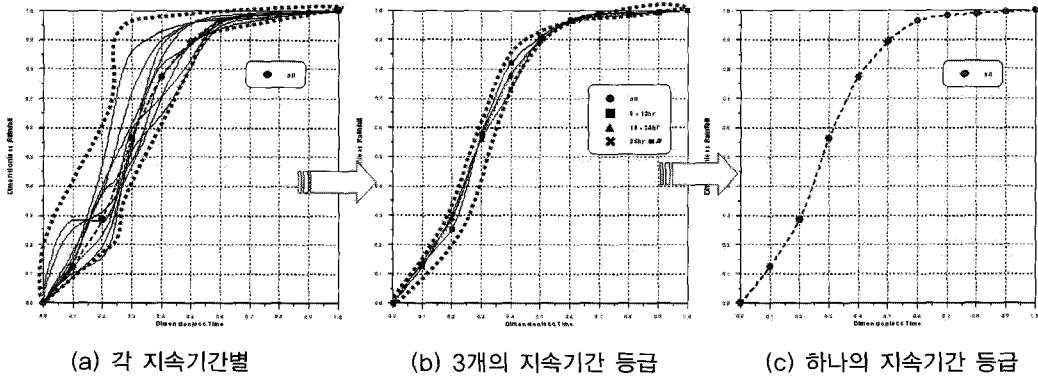


그림 4. 무차원 누가우량곡선의 평균화 과정

값에 근접하여 강우의 지속기간별 시간분포 특성이 평균화되는 현상을 파악할 수 있었다.

그리고 전 지속기간을 하나로 하여 작성한 무차원 누가곡선을 이론적인 분포형태로 가정하고 지속기간별로 다양한 무차원 누가곡선을 관측된 분포 형태라고 가정하여 이론적인 분포형태에 얼마나 유의한지에 대한 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.

이와 같은 강우특성은 면적강우에서도 비슷하게 나타났다. 따라서 동일한 분위라 할지라도 지속기간별 강우의 시간분포특성이 상이함에도 불구하고 전 지속기간을 하나로 하여 작성된 무차원 누가곡선을

적용하기에는 합리적이지 못한 것으로 판단된다.

5. 맺음말

본 고에서는 Huff(1967) 시간분포 방법을 국내 유역에 적용함에 있어서 고려되어야 할 기본연구로서 장수형 등(2006a)의 연구내용을 요약하여 기술하였다. 또한, 이러한 기초연구를 통해 Huff(1967) 방법의 개선방안은 장수형 등(2006b)에 제안되어 있다.

기초연구가 부족한 상태에서 국내유역에 적용되고 있는 수문·수리 해석기법들은 비단 강우의 시간분포 방법에서만 나타나는 문제는 아니다. 국내에서 적용되고 있는 각종 강우-유출모형, 합성단위도의 매개변수, 경험공식 등 다양한 분야에도 해당된다.

이러한 근본적인 원인은 수문·수리 해석기법들의 대부분이 외국에서 개발되었기 때문이다. 따라서 국내여건에 맞는 기준 및 기술의 개선이나 개발이 필요한 것이 현실이다. 그러나 그 동안 우리나라는 국민과 나라경제에 직접적으로 관련이 있는 도로 등의 사회기반시설에 대한 투자를 많았으나 직접적으로 피부에 와 닿지 않는 수자원 관련 사업은 외면해 왔다.

현재 국내유역특성에 맞는 설계기준과 기술력이 없어 외국에서 수입하는 등 기술력의 의존도가 높은 것은 이 때문이다. 최근 들어 국내 여건에 맞는 설계 기술을 개발하고 제도화하기 위한 각종 수자원 관련 R&D 사업이 활발하게 진행되는 점이 그나마 다행이다. 그리고 이러한 R&D 사업을 통해 좋은 결과를 얻기 위해서는 수문조사와 같은 기초사업의 중요성 또한 간과해서는 안 될 것이다.

참고문헌

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

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

이상렬 (2005) "유역종합치수계획의 바람직한 방향

설정." 한국수자원학회 학술발표회 기획세션Ⅱ, 한국수자원학회.

윤용남, 장수형, 강성규, 박민석 (2004). "설계홍수량 산정을 위한 적정 설계강우시간분포의 개발." 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 54-54.

장수형, 윤재영, 윤용남 (2006a). "Huff 강우시간분포방법의 개선방안 연구 : I. Huff방법의 국내유역 적용성 검토." 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제39권, 제9호, pp. 767-777.

장수형, 윤재영, 윤용남 (2006b). "Huff 강우시간분포방법의 개선방안 연구 : II. Huff방법의 개선방안." 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제39권, 제9호, pp. 779-786.

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, p. 19.