

시강우량을 이용한 30분 최대 강우강도 추정방법에 관한 연구

Estimation of Maximum 30-min Intensity using Hourly-based Data in Daegu station

이 준 학*, 오 경 두**, 허 준 행***
Joon-hak Lee, Juyoung Shin, Jun-Haeng Heo

요 지

강우침식인자를 구하기 위해서는 개별 호우사상의 30분 최대 강우강도를 산정해야 한다. 이를 위해서는 연속된 분단위 강우자료가 필요하지만, 자료 획득이 제한되어 지점별로 보다 얻기 쉬운 시간 단위 강우량을 이용하여 30분 최대 강우강도를 추정하려는 노력이 있어왔다. 본 연구는 시강우량을 이용하여 개별 호우사상의 30분 최대 강우강도를 추정하기 위한 것으로서 대구 지점의 1960년~1999년 기간의 818개 호우사상을 이용하였다. 분류된 호우사상별 30분 최대 강우강도를 기상청으로부터 획득한 분단위 강우자료를 이용하여 산출한 뒤, 이를 참값으로 하여 60분 최대 강우강도와의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 대구 지점의 60분 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정할 수 있는 변환계수는 1.228로 나타났으며, 고정시간 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정할 수 있는 변환계수는 1.3778로 나타났다.

핵심용어 : 강우침식인자, 시강우량, 분단위 강우자료, 30분 최대 강우강도

1. 서론

범용토양유실공식(Universal Soil Loss Equation, USLE) 및 개정범용토양유실공식(Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE)의 강우침식인자는 강우에너지에 30분 최대 강우강도를 곱한 값으로 정의된다(Wischmeier and Smith, 1978; Renard et al. 1997). 강우에너지는 강우 운동에너지식에 따라 값이 달라질 수 있지만, 30분 최대 강우강도는 개별 호우사상에 유일한 값으로 분석자료가 동일하다면 같은 값을 얻을 수 있다. 임의시간의 30분 최대 강우강도를 구하기 위해서는 30분 보다 작은 단위의 강우 관측자료가 필요하다. 예를 들면, 5분 단위, 10분 단위, 15분 단위 강우자료를 들 수 있다. 그러나 우리나라 기상청에서 기본적으로 제공하고 있는 강우자료의 관측주기는 1시간이며, 관측자료 수집주기가 1분인 무인 자동기상관측소(Automatic Weather Station, AWS) 자료가 있기는 하지만, 기기의 오작동으로 인한 자료의 신뢰성 문제가 있으며, 특히 0.5mm 미만의 강우는 관측하지 못하는 단점이 있다.

이와 같이 개별 호우사상의 30분 최대 강우강도를 산정하기 위해서는 연속된 분단위 강우자료가 필요하지만 자료 획득이 제한되어 이를 보다 구하기 쉬운 60분 최대 강우강도로 대체하려는 시도가 있었다. 그러나 현장 시험결과에서 30분 최대 강우강도가 60분 최대 강우강도보다 토양유실과 좀 더 유효한 관계가 있는 것으로 보고되었기 때문에(정필균 등, 1983), 시강우량으로부터 좀

* 정회원 · 연세대학교 토목환경공학과 박사과정 수료 · E-mail : cetera@yonsei.ac.kr

** 정회원 · 육군사관학교 건설환경학과 교수 · E-mail : okd0629@kma.ac.kr

*** 정회원 · 연세대학교 공과대학 토목환경공학과 교수 · E-mail : jhheo@yonsei.ac.kr

더 획득이 용이한 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정하려는 노력이 있어왔다(강문성 등, 2003). 본 연구는 시간 단위 강우자료를 이용하여 개별 호우사상의 30분 최대 강우강도를 추정하기 위한 방법에 관한 연구로서, 대구지점을 대상으로 하였다.

2. 데이터 및 연구방법

본 연구에서는 기상청으로부터 획득한 대구지점의 1960~1999년(40년) 기간의 1분 단위 강우자료(Minutely data using the Magnetic Recording, MMR)를 5분 단위로 합산하여 사용하였다. 본 연구를 위하여 먼저 Wischmeier and Smith(1978)의 호우 분류기준에 따라 12.7mm 이상 내리거나 15분 동안 6.35mm 이상 내린 호우사상을 대상으로 6시간 동안 무강우시 2회, 미만일 경우 1회의 호우사상으로 분류하여 연간 개별 호우사상을 추출하였다. 그리고 연간 추출된 호우사상으로부터 개별 호우사상에 대한 30분 최대 강우강도를 구하고, 60분 최대 강우강도를 별도로 구한 뒤 두 값 간의 회귀식을 유도하였다. 그리고 이러한 결과를 선행연구 결과와 비교하였다.

3. 모의결과

1960~1999년(40년) 기간 동안 Wischmeier and Smith(1978)의 분류기준에 의해 분류한 대구지점의 총 호우사상 개수는 총 818개로 나타났으며 연간 최소 13개, 최대 30개로서 연평균 약 20회인 것으로 나타났다. 이것은 토양유실이 시작되는 12.7mm 이상의 강우량이 지역에 따라 차이가 있으나 대체적으로 연간 20회 전후라고 했던 선행 연구결과(고문환과 신제성, 1979; 정필균 등, 1983)와 일치하는 것이다. 표 1은 대구지점의 호우사상을 분석한 결과를 종합한 것이다.

표 1. 대구지점의 호우사상 분석결과(1960~1999)

구 분	연간 호우사상수 (개수)			30분 최대 강우강도 (mm/h)			60분 최대 강우강도 (mm/h)		
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균
1960~1969	17	29	22.0	2.0	79.8	20.1	1.7	56.3	13.1
1970~1979	13	26	20.7	2.0	107.0	20.4	1.4	60.2	12.8
1980~1989	14	30	20.9	2.8	75.2	17.6	2.0	60.4	12.2
1990~1999	13	26	18.2	2.6	73.8	18.0	2.2	45.7	12.3
40년 평균	-	-	20.5	-	-	19.1		-	12.6

표 1에서 알 수 있듯이 30분 최대 강우강도는 호우사상에 따라 최소 2mm/h에서 최대 107.0mm/h로 나타났으며, 평균값은 19.1mm/h로 나타났다. 60분 최대 강우강도는 최소 1.4mm/h에서 최대 60.4mm/h로 나타났으며, 평균값은 12.6mm/h으로 나타났다. 동일 호우사상의 30분 최대 강우강도와 60분 최대 강우강도의 차이는 30분 최대 강우강도가 60분 최대 강우강도보다 평균 22.7% 큰 것으로 나타났다. 이것은 30분 최대 강우강도가 60분 최대 강우강도보다 약 20% 정도 높다고 했던 정필균 등(1983)의 연구결과와 일치하는 것이다. 분석결과 경우에 따라서는 30분 최대 강우강도가 3% 작게 산정되는 경우도 있었고 최대 43% 크게 나타나기도 하였다. 호우 지속기간의 강우량과, 60분 최대 강우강도와 30분 최대 강우강도 간의 환산계수(conversion factor)에 대

한 상관분석을 해 본 결과, 상관계수(r)는 -0.16 으로 나타났으며, 결과적으로 강우량과 변환계수의 크기는 상관이 없는 것으로 나타났다.

상기 내용을 바탕으로 임의시간 60분 최대 강우강도와 30분 최대 강우강도간의 회귀식을 유도한 결과는 아래식과 같다.

$$I_{30} = 1.505I_{60} + 0.088 \quad (1)$$

여기서, I_{30} 은 30분 최대 강우강도(mm/h), I_{60} 은 60분 최대 강우강도(mm/h)를 의미한다. 이 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.909 였다. 그림 1은 대구지점의 818개 호우사상으로부터 추출한 60분 최대 강우강도와 30분 최대 강우강도의 산포도를 나타낸 것이고, 그림 2는 오름차순으로 정리한 변환계수(60분 최대 강우강도 \rightarrow 30분 최대 강우강도)를 그래프로 나타낸 것이다.

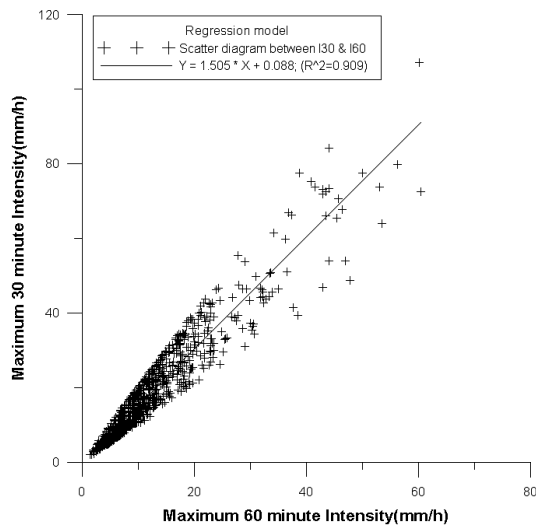


그림 1. 60분 최대강우강도와 30분 최대 강우강도의 산포도(대구지점, 1960~1999년)

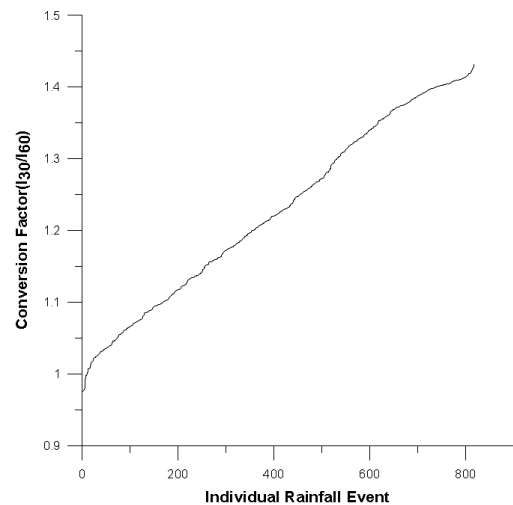


그림 2. 개별 호우사상의 환산계수(60분 최대 강우강도 \rightarrow 30분 최대 강우강도)

그림 2에서 알 수 있듯이 변환계수는 $0.976 \sim 1.432$ 의 분포를 보였으며, 중앙값은 1.223 , 평균값은 1.228 로 나타났다. 선행연구에서 조재필(1998)은 실측된 30분 최대 강우강도 및 1시간 최대 강우강도를 이용하여 강우침식인자간의 상관관계를 분석한 바 있는데, 이때 환산계수값은 1.5834 였다. 또한 강문성은 1973~1987년 기간의 55개 호우사상을 분석하여 1시간 최대 강우강도로 30분 최대 강우강도를 추정할 수 있는 환산계수를 제시하였는데, 그 값은 1.4885 ($R^2 = 0.9596$)였다. 또한 이준학 등(2010)은 강우의 스케일 성질을 이용하여 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정하는 방법을 제안한 바 있는데, 정영훈 등(2008)이 분석한 대구지점의 스케일 지수(n) 0.364 를 적용하게 되면 $0.5^{0.364}$ 에 2를 곱한 값인 1.554 라는 환산계수 값을 얻을 수 있다.

선행연구의 환산계수와 본 연구결과의 차이가 많이 나는 이유는, 조재필(1998)과 강문성 등(2003)의 계수는 고정시간 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정하는 환산계수를 의미하는 것으로서, 임의시간 30분 최대 강우강도와 임의시간 60분 최대 강우강도의 비를 계산한 본 연구과 그 의미가 다르기 때문이다.

이를 비교하기 위해서는 고정시간 1시간 최대 강우자료와 임의시간 60분 최대 강우자료의 환산

계수에 대한 연구를 참조할 수 있는데, 오태석과 문영일(2008)은 우리나라 연최대 강우량의 고정시간(1시간)과 임의시간(60분)의 환산계수를 1.122($R^2 = 0.985$)로 제시한 바 있다. 이 값을 적용하게 되면, 고정시간 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정할 수 있는 변환계수는 1.228에 1.122을 곱한 값인 1.3778로 나타낼 수 있다.

4. 결론

본 연구는 시강우량으로부터 산정된 개별 호우사상의 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정하기 위한 것으로서 대구 지점의 1960~1999년(40년) 기간의 818개 호우사상을 분석하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 대구 지점의 임의시간 60분 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정할 수 있는 변환계수는 1.228로 나타났으며, 대구 지점의 고정시간 1시간 최대 강우강도로부터 30분 최대 강우강도를 추정할 수 있는 변환계수는 1.3778로 나타났다.

둘째, 임의시간 60분 최대 강우강도는 30분 최대 강우강도와 높은 상관관계를 보였으며, 본 연구에서는 818개 데이터를 분석하여 60분 최대 강우강도로 30분 최대 강우강도를 구할 수 있는 회귀식을 제안하였다.

셋째, 본 연구에서 제안한 대구 지점의 환산계수는 선행연구보다 약 7~12% 작은 값을 갖는 것으로 나타났다. 향후 강우침식인자 계산을 위한 고정시간 1시간 최대 강우강도와 임의시간 60분 최대 강우강도와의 환산계수에 대한 추가적인 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 한국건설교통기술평가원의 2009 건설기술혁신사업인 ‘기후변화에 의한 수문 영향분석과 전망’ 과제에 의해 지원되었습니다. 또한 기상자료를 제공해준 기상청에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 강문성, 박승우, 임상준, 김학관 (2003). "RUSLE을 위한 반월 주기 강우가식성인자 산정." **한국농공학회지**, 한국농공학회, 제45권, 제3호, pp. 29-40.
2. 고문환, 신제성 (1979). *강우특성 분석*, 1979년 시험연구보고서(토비편), 농촌진흥청 농업기술연구소, pp. 265-270.
3. 오태석, 문영일 (2008), "고정시간과 임의시간에 따른 우리나라 연최대강우량의 환산계수 산정." **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제28권, 제5B호, pp. 515-524.
4. 이준학, 정영훈, 오경두, 허준행 (2010), "스케일 성질을 이용한 강우침식인자 추정." **한국수자원학회 학술발표회 논문집**, 한국수자원학회, pp. 169-173.
5. 조재필 (1998). 복합 토지이용 특성의 농촌유역에 대한 농업비점원 오염모형의 적용, 석사학위 논문, 서울대학교.
6. 정필균 고문환, 임정남, 윤기대, 최대웅 (1983). "토양유실량 예측을 위한 강우인자의 분석." **한국토양비료학회지**, 한국토양비료학회, 제16권, 제2호, pp. 112-118.
7. Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., and Yoder, D. C. (1997). *Predicting Soil Erosion by Water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*, U.S. Department of Agricultural Research Service, Washington, D.C.
8. Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses : A guide to conservation planning*. USDA Agric. Handbook, No. 537., Washington, D.C.