

평양 지역의 강우침식인자에 대한 연구

Rainfall Erosivity for Pyongyang in North Korea

이준학* 허준행**
Joon-Hak Lee, Jun-Haeng Heo

요 지

연구는 북한지역의 표토침식량 산정을 위하여 토양침식을 유발하는 강우침식인자를 산정하고 장기간에 걸친 경향성을 분석하기 위한 연구로서, 대상지역은 평양 관측소 지점의 1981~2014년의 강우자료를 이용하였다. 가용한 북한지역의 강수량은 월강수량이기 때문에, 강우침식인자의 산정은 수정 IAS 지수를 이용한 추정방법과 연강수량을 이용한 추정방법을 적용하였다. 연강우침식인자에 대한 경향성 분석결과 평양지점의 장기간에 걸친 연강우침식인자 값에 대한 뚜렷한 경향성은 발견되지 않는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 강우침식인자, 경향성, 북한, 토양유실, 평양

1. 서 론

최근 들어 북한의 수자원 및 농업 분야에 관한 학계의 관심이 고조되고 있는데, 북한의 표토침식량 산정을 위한 기초 연구는 제한적으로 이루어져 왔다. 이민부 등(2003)은 RUSLE 모형으로 회령군 일대의 토양침식량을 추정하는 바 있다. 북한 지역의 강우침식인자 관련 연구로는 정영상 등(2002)과 이준학과 허준행(2011), Lee(2012)의 연구가 있다. 본 연구는 평양 지점의 강우침식인자에 관한 연구로서 선행연구에서 제안한 강우침식인자 추정방법으로 1981년~2014년 동안의 평양지점의 연강우침식인자를 산정하고 이에 대한 경향성 분석을 수행하였다.

2. 데이터 및 연구방법

북한 지역의 강우자료는 세계기상통신망(Global Telecommunication System, GTS)에서 북한의 27개 지점에 대한 강우자료를 제공하고 있는데, 본 연구는 평양 지점의 1981년~2014년 기간의 월강수량을 연구에 활용하였다. 강우침식인자 추정방법은 월강수량을 이용하여 강우침식인자를 산정하는 정영상 등(2002)과 Lee(2012)의 방법과 연강수량을 이용하여 산정하는 정필균 등(1983)과 Lee(2012)의 방법을 각각 적용하였다.

정영상 등(2002)은 정필균 등(1983)이 유도한 식 (1)을 월강수량에 적용하여 각각 월강우침식인자를 산정한 후, 추가적으로 12월 ~ 3월까지의 월강우침식인자에는 겨울철 적설의 영향을 고려하여 1.5배의 가중치를 부여한 뒤 12개월의 값을 모두 합하여 연강우침식인자를 산정하는 방법을 따랐다. 정영상 등(2002)은 식 (1)이 수원지점에서 유도된 회귀식($r^2 = 0.780$)을 적용한 것이기 때문에 이를 타지역에 적용하기 위한 지역인자 보정계수의 개념을 도입하였는데, 이때 평

* 정회원 · 육군사관학교 토목환경학과 부교수 · E-mail : cetera@kma.ac.kr

** 정회원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 교수 · E-mail : jheo@yonsei.ac.kr

양지점의 보정계수는 1.097로 제안하였다. 정영상 등(2002)의 추정방법은 다음과 같다.

$$R_m = 0.0378(P_m)^{1.419} \quad (1)$$

$$R = U_{adj} \sum R_m \quad (2)$$

여기서, R_m 는 해당지역의 월강우침식인자(10MJmm/ha/hr), P_m 은 월강수량, R 은 연강우침식인자(MJmm/ha/hr, U_{adj} 는 지역보정계수를 의미한다. Lee(2012)가 제안한 월강수량을 이용한 강우침식인자 추정식은 다음과 같다($r^2 = 0.808$).

$$R = 8.121MIAS \quad (3)$$

여기서, R 은 강우침식인자(MJmm/ha/hr), $MIAS$ 는 수정농업과학지수(mm)를 의미한다. 수정농업과학지수(Modified Institute of Agricultural Science, MIAS)는 연중 강수량이 많은 월강수량의 합을 의미하는데, 이준학과 허준행(2011)은 평양 지점의 경우 연중 강수량이 많은 석 달간의 강수량의 합을 이용하는 것이 합리적이라고 제시한 바 있다. Lee(2012)가 37개 지점의 1,343개 데이터를 분석하여 유도한 연강수량을 이용한 강우침식인자 추정식은 다음과 같다($r^2 = 0.357$).

$$R = 6.352P - 2,479 \quad (4)$$

여기서, R 은 강우침식인자(MJmm/ha/hr/yr), P 는 연강수량(mm)를 의미한다.

3. 연구결과

1981~2014년 기간의 평양 지점의 연평균 강수량은 904.1mm로 나타났으며, 34개년에 걸친 연강수량과 수정농업과학지수와 Pearson 상관계수는 0.965로 나타났다.

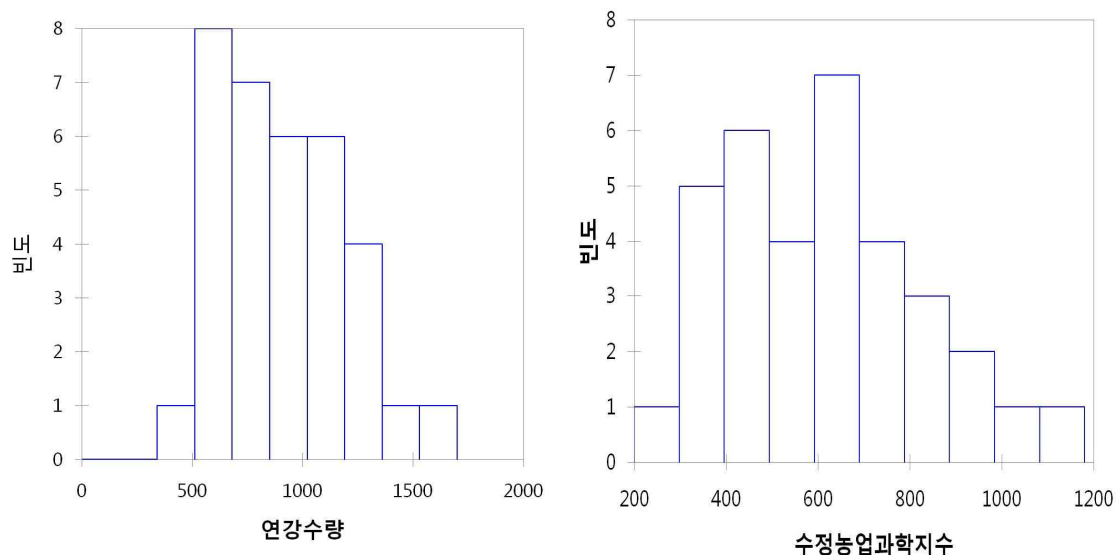


그림 1. 평양 지점의 34개년 연강수량 및 수정농업과학지수(MIAS)의 히스토그램

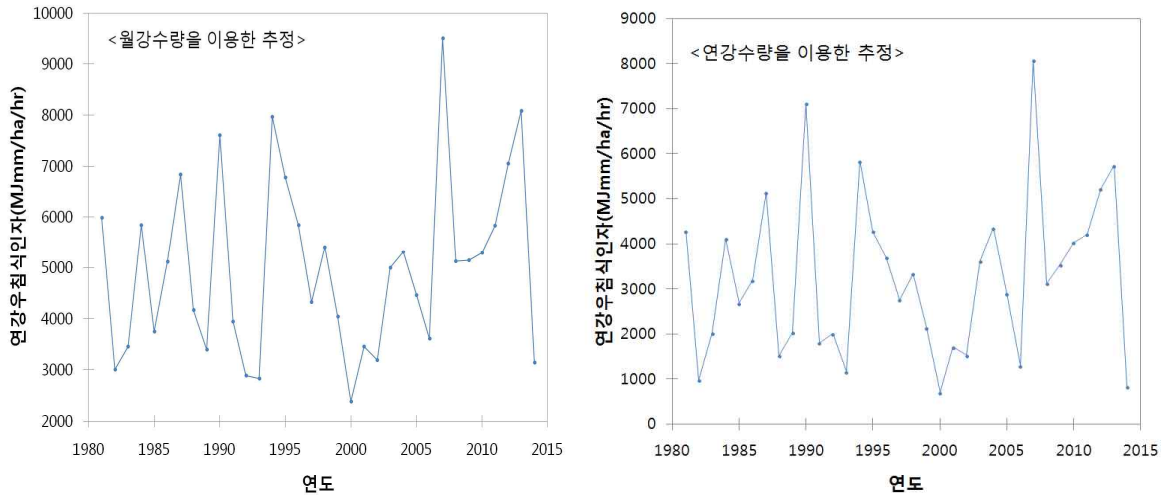


그림 2. Lee(2012) 방법으로 산정한 평양 지점의 연도별 연강우침식인자

평양지점의 강우침식인자는 정영상 등(2002)의 방법으로 계산시, 연평균 값은 3,301.8 MJmm/ha/hr로 나타났으며, 최소 1,272.7MJmm/ha/hr, 최고 7,705.7 MJmm/ha/hr/yr, 표준편차는 1,545.7MJmm/ha/hr로 나타났다. Lee(2012)의 월강수량을 이용한 추정방법은, 산정결과, 연평균 강우침식인자는 4,992MJmm/ha/hr/yr로 나타났으며, 최소 2,382.7MJmm/ha/hr, 최고 9,503.1MJmm/ha/hr, 표준편차는 1,745.8MJmm/ha/hr로 나타났다.

정필균 등(1983)의 식(1)을 연강수량에 적용한 추정방법으로 연강우침식인자를 산정한 결과, 연평균 강우침식인자는 6,084.9MJmm/ha/hr/yr로 나타났으며, 최소 2,561.2MJmm/ha/hr, 최고 14,040.5MJmm/ha/hr, 표준편차는 2,737.9MJmm/ha/hr로 나타났다. Lee(2012)의 추정방법을 적용한 결과, 연평균 강우침식인자는 3,264.0MJmm/ha/hr/yr로 나타났으며, 최소 702.7MJmm/ha/hr, 최고 8,074.8MJmm/ha/hr, 표준편차는 1,802.0MJmm/ha/hr로 나타났다.

4가지 방법으로 각각 산정한 34개년의 연강우침식인자에 대한 Mann-Kendall test 결과, 95% 및 99%의 신뢰도의 양측 검정에서 모두 경향성을 보이지 않는 것으로 나타났다.

표 1. 연강우침식인자 추정결과(단위: MJmm/ha/hr/yr)

구 분	월강수량 이용한 추정결과		연강수량 이용한 추정결과	
	정영상 등(2002)	Lee(2012)	정필균 등(1983)	Lee(2012)
연평균 강우침식인자	3,301.8	4,992.0	3,264.0	6,084.9
표준편차	1,545.7	1,745.8	2,737.9	1,802.0

4. 결 론

북한지역에 대한 연강우침식인자는 5분 단위 강수량자료가 제한되기 때문에 월강수량 또는 연강수량을 이용한 추정방법을 적용해야 한다. 본 연구에서는 평양지점의 1981~2014년 기간 동안의 월강수량과 연강수량을 이용한 총 4가지 방법으로 연강우침식인자를 각각 산정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 월강수량을 이용한 연평균 강우침식인자는 3,301.8~4,992MJmm/ha/hr/yr로 나타났으며, 연강수량을 이용한 연평균 강우침식인자는 3,264.0~6,084.9MJmm/ha/hr/yr로서, 연구자의 산정방법에 따라 편차가 큰 것으로 나타났다. 산정방법은 연강수량을 이용한 정필균 등(1983)의 식을 이용한 값이 가장 큰 것으로 나타났고, 그 다음 월강수량을 이용한 Lee(2012)의 방법, 연강수량을 이용한 Lee(2012)의 방법, 정영상 등(2002)의 방법 순으로 나타났다.

둘째, 평양지점의 34개년의 연강우침식인자에 대한 경향성을 분석한 결과 95% 및 99%의 신뢰도의 양측 검정에서 모두 경향성을 보이지 않는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 이민부, 김남신, 金石株, 김향덕, (2008) 임진강 유역의 토지이용에 따른 지표침식에 관한 연구, 대한지리학회지 제43권 제3호, pp.263-275.
2. 이준학, 허준행 (2011). 수정 IAS 지수를 이용한 북한지역의 강우침식인자 추정, **한국토양비료학회지**, 한국토양비료학회지, 제44권 제6호, pp.1004-1009
3. 정영상, 박철수, 정필균, 임정남, 신제성 (2002). 북한지역의 월강수량으로부터 토양유실예측공식 적용을 위한 강수인자 산출, 한국토양비료학회지, 제35권 제 2호, pp.87-92.
4. 정필균, 고문환, 임정남, 엄기태, 최대웅 (1983). 토양유실량 예측을 위한 강우인자의 분석, 한국토양비료학회지, 한국토양비료학회, 제16권 제2호, pp.23~29.
5. Lee Joon-hak (2012). Estimation of annual rainfall erosivity and development of iso-erodent map for the Korean peninsula, Doctor of Philosophy Thesis, Graduate School, Yonsei University.