

태풍으로 인한 강수량의 변동성·경향성 분석

Analysis of Precipitation Change and Trend by Typhoon Events

오 태 석*, 문 영 일**, 김 은 철***, 전 시 영****
Tae Suk Oh, Young-II Moon, Eun Cheol Kim, Si Young Jun

요 지

태풍은 주기적으로 우리나라를 내습하여 막대한 피해를 유발시키고 있다. 이러한 태풍사상은 적도지방에서 발생하여 북진하면서 우리나라에 호우와 강풍으로 인한 인명 및 재산의 많은 손실을 유발시킨다. 1961년부터 2005년까지 우리나라를 내습한 태풍의 개수는 143개로 연평균 3.09회 내습하며, 각 태풍이 우리나라에 영향을 끼치는 기간은 평균적으로 109시간에 이르고 있다. 따라서 본 연구에서는 태풍 사상이 우리나라를 통과하는 동안에 발생한 강수량에 대하여 변동성 및 경향성 분석을 수행하였다. 분석 결과에서 태풍사상으로 인해 발생하는 강수량은 많은 지점에서 변동이 발생한 것으로 나타났으며 그 크기가 과거에 비해 증가한 것으로 나타났다. 그러나 경향성 분석에서는 뚜렷한 결과를 나타내지 못하였다. 따라서 우리나라에 내습하는 태풍의 세기는 증대되었으며, 그 변동폭도 증가하였다. 그러므로 앞으로의 태풍에 의한 극한강수를 대비할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

핵심용어 : 태풍, 변동성, 경향성, 강수량

1. 서 론

최근 들어, 태풍이나 집중호우 등의 기상이변에 따른 홍수 피해가 빈번하게 발생하고 있다. 이 중에서 태풍은 북태평양 서부에서 발생하는 열대저기압 중에서 중심 부근의 최대풍속이 17m/s 이상의 강한 폭풍우를 동반하고 있는 것을 말하는데, 폭풍우는 반드시 태풍에만 동반되는 것이 아니고 온대저기압에서도 발생하는 경우가 많다. 그러나 그 발생 원인과 양상이 다르기 때문에 열대저기압과 온대저기압은 구별되고 있다. 열대 저기압은 지구상 여러 곳에서 연간 평균 80개 정도가 발생하고 있으며, 그 발생 장소에 따라 명칭을 각각 달리하고 있다. 북태평양 서부에서 발생하는 것을 태풍(Typhoon), 북대서양·카리브해·멕시코만 및 북태평양 동부에서 발생하는 것을 허리케인(Hurricane), 인도양·아리비아해 그리고 벥골만에서 발생하는 것을 사이클론(Cyclone)이라고 부른다.

우리나라에 영향을 주는 태풍은 태평양 적도 지방에서 연평균 27개 정도가 발생하며, 우리나라에 영향을 많이 주는 6월부터 9월 사이에 16개 정도가 발생하게 된다. 6월의 태풍은 계속 서진하여 남지나해상 쪽으로 향하는 경우가 많고, 7월의 태풍은 대만 부근에서 중국 연안을 따라 북상하여 서해를 거쳐 우리나라 쪽으로 진행한다. 8월의 태풍은 동지나해로부터 우리나라를 가로질러 동해로 진행하며, 9월의 태풍은 남쪽 해상으로부터 오기나와 동쪽 해상을 지나 일본 열도 쪽으로 진행한다. 10월의 태풍은 일본 남쪽 해상 멀리 지나간다. 따라서 8월 중순부터 9월 초까지의 태풍 경로에는 북태평양고기압의 확장 상태와 깊은 관계가 있다. 이 고기압이 확장하고 있으면 태풍은 중국대륙 쪽으로 진행하지만, 8월 중순 이후부터 9월초가 되면

* 정회원·서울시립대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 수료 · E-mail : waterboy@uos.ac.kr
** 정회원·서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr
*** 정회원·서울시립대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 · E-mail : kec1803@nate.com
**** 정회원·원광대학교 공과대학 토목환경·도시공학부 교수 · E-mail : chunsi@wonkwang.ac.kr

북태평양 고기압의 세력이 조금씩 약화되어 일본 열도 부근까지 움츠러 들게 되므로 우리나라 쪽으로 진행해 오는 일이 많다(기상청, 1996).

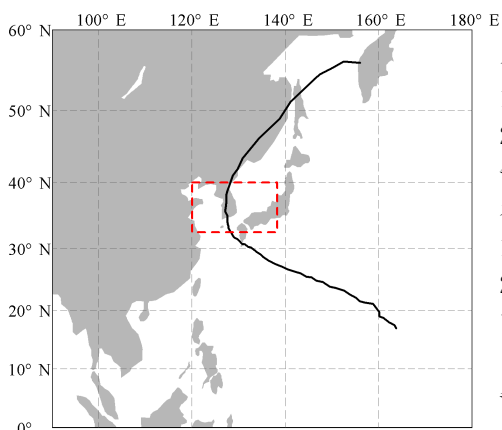
본 연구에서는 태풍에 의해 발생하는 시간강수량을 대상으로 변동성 분석을 수행하였다. 즉, 기상청에서 관측한 강우 관측자료와 1961년부터 2005년까지 우리나라에 영향을 준 143개 태풍을 분석 대상으로 선정하여 태풍에 의해 발생한 강수량 계열을 구성하여 변동성 및 경향성 분석을 수행하였다. 태풍 사상에 의한 시계열 자료의 평균에 대한 변동성을 검정하는 기법으로 Mann-Whitney U 검정, T 검정, Modified T 검정, Sign 검정을 이용하였다. 분산의 변동성 검정을 위해서는 F 검정과 Modified F 검정을 이용하였다. 또한, 경향성 분석을 위해 T 검정, Hotelling-Pabst 검정, Mann-Kendall 검정, Sen 검정을 수행하였다.

2. 대상 자료의 선정

태풍으로 인한 극한강우 특성분석을 위한 기초자료로는 첫 번째로 우리나라의 기상청에서 관할하는 강우 관측소에서 관측된 시간강수량 자료를 이용하였다. 기상청에서 관측하고 있는 강수량 자료는 우리나라에 총 76개의 지상관측지점이 존재하고 있다. 이 중에서 관측연수가 관측개시일부터 2005년 12월 31일까지 30년 이내인 15개 지점(철원, 동두천, 문산, 백령도, 동해, 영월, 안동, 상주, 마산, 흑산도, 진도, 제주고산, 태백, 장수, 봉화 지점)을 분석 대상에서 제외하고, 30년 이상의 관측 자료가 존재하는 61개 지점을 대상으로 분석을 수행하였다.

두 번째는 우리나라를 내습한 태풍자료이다. 우리나라에 영향을 준 태풍의 정의는 기상청(1996)에서 제시하고 있는 기준인 북위 32°~40°, 동경 120°~138°의 범위 내에 든 태풍을 의미하며, 북위 40°, 동경 110°~150°밖으로 벗어난 경우에는 사멸한 것으로 간주하였다. 선정된 대상 지점의 시간 강수량은 1961년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지의 자료를 활용하였다.

1961년부터 2005년 사이에 태평양 적도 지방에서 발생한 태풍은 총 1222개로 연평균 27.16개가 발생하였으며, 이 가운데 우리나라를 내습하여 강우량을 발생시킨 총 143개로 연평균 3.18개이다. 또한, 적도 지방에서 발생하는 태풍의 표준편차는 4.90개이며, 우리나라에 영향을 주는 태풍의 발생 개수의 표준편차는 1.45개이고, 적도지방에서 발생하는 태풍의 변동계수는 0.181로 그리 크지 않지만, 우리나라를 내습한 태풍 개수에 대한 변동계수는 0.456으로 상대적으로 크게 나타났다. 또한, 45년 동안 적도지방에서 발생한 태풍개수의 최소값은 16개이며, 최대값은 45개이다. 그러나 우리나라에 영향을 준 태풍의 최소값은 0개이며, 최대값은 6개인 것으로 조사되었다. 그리고 특이할 점으로는 2개의 태풍이 동시에 우리나라에 영향을 끼치는 사례도 발견되었다. 예로, 1976년에는 태풍 WILDA와 ANITA가 7월 24일부터 26일까지 동일한 기간 동안에 우리나라에 영향을 준 것으로 관측되었다.



태풍으로 인한 강수량의 추출방법은 다음과 같이 2002년에 발생한 태풍 루사를 예로 설명하였다. 태풍 루사(rusa)는 2002년에 15번째 발생한 태풍으로 고유번호는 “0215”이다. 태풍 루사는 2002년 8월 22일 오전 6시부터 2002년 9월 3일 오후 6시까지 관측을 수행하였다. 이 중에서 태풍 사상이 우리나라에 영향을 끼치는 것으로 기상청에서 발표한 기준인 북위 32°~40°, 동경 120°~138°내에 태풍의 중심이 머무는 시간은 2002년 8월 30일 22시부터 2002년 9월 1일 9시까지 총 36시간 동안 우리나라에 태풍의 영향을 준 것으로 나타났다. 이는 그림 1과 같다.

태풍 루사의 경로 중에서 태풍의 중심이 우리나라의 영향을 주는 범위 내에 들어온 시간 동안에 우리나라의 각각의 강우관측소에서 관측된 시간강수량을 추출하였다. 즉, 태풍의 중심이 우

그림 1. 태풍 루사(rusa, 0215)의 경로 우리나라에 영향을 주는 동안에 우리나라의 기상 관측소 61개 지점에서 관측된 시간 강수량 자료를 조사하여 동일한 시간대에 발생한 시간 강수량 자료를 구축하였다. 이를 통하여 하나의 태풍이 우리나라를 지나갈 때에 발생한 강수량을 추출하였다.

이와 같은 과정을 1961년부터 2005년까지 관측된 태풍 사상을 대상으로 각 태풍사상에 따른 지속시간별 강수량과 태풍이 우리나라를 지나가면서 발생한 총강수량 자료를 추출하였다.

3. 태풍으로 인한 강수량의 변동성 및 경향성 분석

대상 지점에 따라 관측 시작 연수부터 2005년까지 우리나라를 내습한 태풍에 의해 발생한 강수 사상을 발생 순서대로 시계열 자료를 구축하였다. 구축된 자료는 태풍으로 내린 총강수량이다. 태풍의 영향 기간 동안에 발생한 강수량에 대해 변동성과 경향성을 파악하였다.

강수량의 평균에 대한 변동성을 분석한 결과는 그림 2과 그림 3에서 제시하였다. 그림 2는 통계적으로 유의한 수준에서 평균에 대해 변동이 발생한 지점들을 대상으로 변동점 이후의 강수량의 평균에서 변동점 이전의 강수량의 평균을 빼서 도시한 결과이며, 그림 3은 그림 2의 결과를 비율(%)로 나타낸 결과이다.

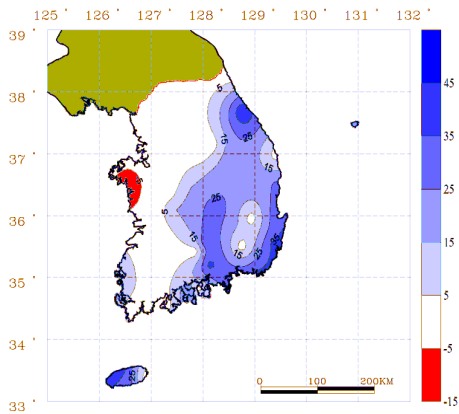


그림 2. 태풍사상별 지속시간 24시간의 변동점 전·후 평균의 차이

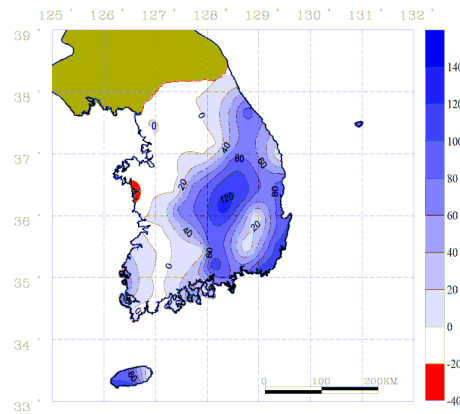


그림 3. 태풍사상별 지속시간 24시간의 변동점 전·후 평균의 변동량(%)

그림 2와 그림 3은 변동점을 기준으로 평균의 차이와 변동량을 도시하였다. 분석 결과는 우리나라의 중동부 및 남부 지역에서 총강수량의 평균이 증가하는 것으로 분석되었다. 변동성이 존재하는 23개 지점 중에서 평균이 변동점 전후로 감소하는 지점은 없는 것으로 나타났으며, 태풍 사상에 의해 발생한 총강수량은 변동 전에 37.9mm에서 변동 후에 70.0mm로 약 85.0%의 증가율은 갖는 것으로 나타났다. 또한, 변동연도는 1976년에서 1981년 사이에 존재하며, 평균값은 1979년인 것으로 나타났다.

태풍 사상별로 총강수량의 표준편차에 대한 변동성을 분석한 결과는 아래의 그림 4 및 그림 5와 같다.

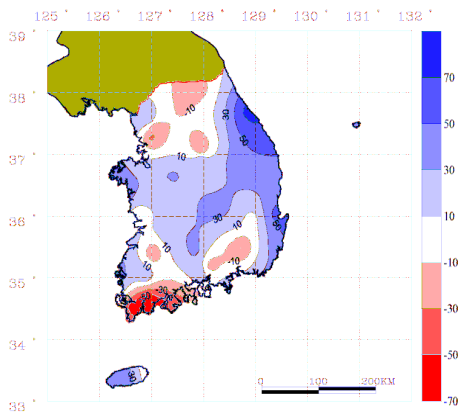


그림 4 태풍사상별 총강수량의 변동점 전·후 표준편차의 차이

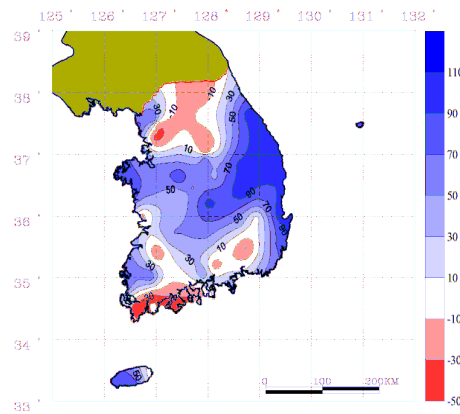


그림 5 태풍사상별 총강수량의 24시간의 변동점 전·후 표준편차의 변동량

태풍 사상별 총강수량의 표준편차의 변동성은 총 61개 지점 중에서 52개 관측 지점에서 변화가 있으며, 38개 지점에서는 표준편차가 증가하는 것으로 나타났으며 12개 지점에서는 감소하는 것으로 분석 되었다. 변동점은 평균적으로 1985년에 존재하는 것으로 계산되었으며, 양의 변화를 보인 지점들의 표준편차는 변동전에 51.1mm에서 83.5mm로 평균 32.3%의 증가를 보이며, 음의 변화를 보인 지점은 변동 전의 95.6mm에서 61.3mm로 34.3%의 감소를 보였다. 전체적으로는 63.1mm에서 77.5mm로 14.4mm인 22.8%가 증가하였다.

경향성 분석 결과에서 통계적으로 유의한 수준에서 경향성이 있다고 나타난 지점은 강릉(105), 울릉도(115), 추풍령(135), 포항(138), 울산(152), 부산(159), 제주(184), 서귀포(189), 영주(272), 영덕(277), 구미(279) 지점이다. 경향성 분석 결과에서는 유의 수준 내에서 경향성이 있다고 분석된 지점의 개수가 적어 뚜렷한 결론을 내리기 어려운 것으로 판단되며 다음 그림 6은 부산 지점에 대한 태풍으로 인한 강수량의 도시적 분석 결과이다. 도시적 분석은 태풍 사상에 의해 발생한 강우량을 도시하고, 연속된 5개 사상에 의해 발생한 강우량을 이동 평균 하였다. 이동 평균된 자료를 바탕으로 1차식을 이용한 선형 회귀식을 작성하여 결정계수(R^2)를 계산하였다.

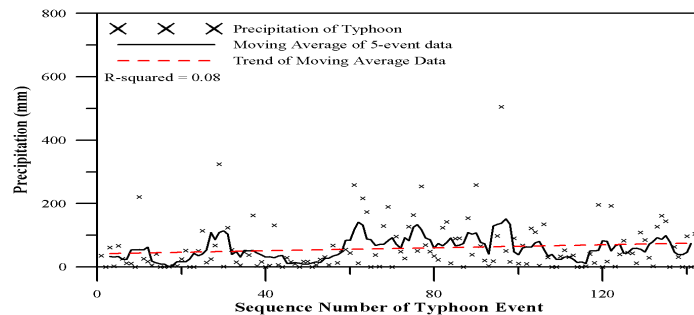


그림 6. 부산 지점의 태풍 사상별 총강우량의 도시적 분석

4. 결 론

본 연구에서는 1961년부터 2005년까지 우리나라를 내습한 143개 태풍에 의해 발생한 강수량을 시간순으로 정렬하여 평균 및 표준편차에 대한 변동성 분석과 경향성 분석을 수행하였다. 분석 결과에서 태풍으로 인한 강수량의 평균은 23개 지점에서 변동하는 것으로 나타났으며, 변동 전에 37.9mm에서 변동 후에 70.0mm로 약 85.0%의 증가율은 갖는 것으로 나타났다. 표준편차의 변동성은 총 61개 지점 중에서 52개 관측 지점에서 변화가 있으며, 38개 지점에서는 표준편차가 증가하는 것으로 나타났으며 12개 지점에서는 감소하는 것으로 분석 되었다. 양의 변화를 보인 지점들의 표준편차는 변동전에 51.1mm에서 83.5mm로 평균 32.3%의 증가를 보이며, 음의 변화를 보인 지점은 변동 전의 95.6mm에서 61.3mm로 34.3%의 감소를 보였다. 전체적으로는 63.1mm에서 77.5mm로 14.4mm인 22.8%가 증가하였다. 반면 경향성 분석 결과는 뚜렷한 결과를 나타내기 어려운 것으로 분석되었다.

따라서 이같은 태풍에 의한 강수량의 크기와 변동이 점차 증가하는 지점이 많은 것으로 분석된 결과에 따라 앞으로의 태풍에 대한 치수안전에 대한 대책을 강구해야 할 필요성이 있다.

감 사 의 글

본 연구는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

참 고 문 헌

1. 기상청, (1996), 태풍백서.
2. 기상청, (1997-2004), 기상연보.
3. 오탈석, 최병화, 문영일, 안재현, (2006), “태풍에 의한 연최대 시간 강수량의 특성 분석”, 대한토목학회 2006년도 정기 학술대회 논문집, 대한 토목학회, pp. 1169-1172.
4. 오탈석, 문영일, 안재현, (2007), “우리나라에 발생한 태풍의 시간 강수량 특성에 관한 연구”, 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제40권, 제9호, pp. 709-722.