

## 남한강 여주~이포 구간에서의 수해지형 고찰

남옥현<sup>1)</sup>, 김진관<sup>1)</sup>, 양동윤<sup>1)</sup>, 김주용<sup>1)</sup>, 김종욱<sup>2)</sup>

하천 주변은 이미 선사시대부터 거주지나 농경지 등으로서 인간활동의 중요한 무대가 되었다. 그러나 하천은 끊임없이 변화하고 있으며, 그 변화는 특히 홍수의 형태로 인간에게 큰 피해를 주어왔다. 인간은 이러한 하천의 변화에 적응하거나 조절하고자 노력하면서 하천이 어떻게 변화하는가에 관심을 갖게 되었다. 자연적 또는 인위적인 변화가 하천과 홍수에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 과학적 연구는 이미 수백년 전에 시작되었다.

하지만, 하천 특성에 영향을 미치는 요인이 매우 다양하고 복잡하여 각 요인을 정량적으로 평가하는데에는 어려움이 많다. 최근 연구결과를 보면, 홍수는 수리·수문학적 또는 기상학적 요인으로만 발생하는 것이 아니라, 산사면에서의 토사 침식과 하천에서의 퇴적과 같은 지질학적 현상, 크고 작은 지형 변화 등도 홍수 발생의 주요한 요인이 된다는 점이 인식되고 있다 (Abam & Omuso, 2000; Stover & Montgomery, 2001; Yin & Li, 2001). 홍수의 근본적인 대책을 위해서는 산사면의 침식억제 및 하상 퇴적물 관리, 하천변 저류공간 확보 등 홍수 퇴적평야의 토지이용 관리, 습지보존 및 복원 등을 고려한 국토관리와 치수대책이 절실하다.

본 연구에서는 남한강 중류를 대상으로 수해지형도 작성과 하상단면 변화 분석을 실시하여 이 지역에서 발생할 수 있는 홍수의 형태와 범위를 예측하였으며, 이 결과를 본 연구지역에서 2002년 8월 6일과 7일 사이에 강수량 478 mm의 집중호우로 인하여 실제로 침수된 지역과 비교하여 검증하였다.

연구지역은 건설부 (1977)에서 설정한 한강 하천정비기본계획의 한강 본류 횡단측선 116 (상류측)~ 76번 (하류측) 사이의 41개 측선, 약 16 km에 걸치는 구간으로서 남한강 중류에 해당하며, 행정구역상으로는 경기도 여주군 여주읍 상리 여주대교 (위도 37°17' 46", 경도 127°38' 52") ~ 경기도 여주군 금사면 이포리 이포대교 (위도 37°24' 06", 경도 127°32' 22") 사이를 포함한다. 측선은 상류측에서 하류측으로 바라볼 때를 기준으로 우안과 좌안을 구분한다.

한강은 한반도 중앙부에 위치하며, 유역면적이 34,473.2 km<sup>2</sup>, 본류의 유로연장은 481.7 km에 달한다. 매년 180억 ton의 담수를 서해로 흘려보내는 남한 최대의 강이다 (한국수자원공사, 1993). 한강의 연평균 유량은 538 cm<sup>3</sup>/sec로 현재 우리 나라에서 개발되고 있는 한강, 낙동강 (476), 금강 (216), 영산강 (52) 등 4대강 중에서 가장 많다. 또한 연간 총유출량은

**주요어:** 수해지형 분류, 하상단면 변화, 침수형태, 침수범위

1) 한국지질자원연구원 지질연구부 (남옥현 017-214-3241, nahmwh@kebi.com)

2) 서울대학교 지리교육학과

17,000×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>이며 이 중에서 64.7%가 홍수시에 유출된다. 남한강 상류 및 평창강 일대의 지질은 주로 고생대의 석회암, 사암, 역암, 셰일 등의 퇴적암층으로 구성된다. 이러한 퇴적암 지역에서 유로는 주로 곡류 형태로 발달하고 있다. 남한강 중류 지역인 충주 동쪽에는 옥천층군의 천매암, 함역 천매암, 석회암 등이 분포하며, 충주에서 여주를 지나 이천에 이르는 지역에는 선캠브리아기의 편마암류와 이들을 관입한 주라기의 화강암류가 분포하고 있다. (홍승호 외, 1982).

먼저 주변 지형과 시대에 따른 유로의 변화를 알아보기 위하여 1:50,000 지형도 (조선총독부, 1917), 1:5,000 수치지형도 (국립지리원, 1998), 그리고 1:25,000 수치지형도 (국립지리원, 1999)를 이용하였으며, 또한 지질을 파악하기 위하여 1:250,000 서울-남천점 지질도폭 설명서 (이병주 외, 1999)를 참고하였다.

수해지형도 작성을 위하여 수계 주변에서 수해위험 지형을 기재하고 등급화하였다. 수해지형 등급은 상습침수 위험지역, 수해위험 1급 지형, 수해위험 2급 지형, 수해위험 3급 지형 등 모두 4단계로 구분하였으며, 이를 연구지역에 적용하여 수해지형도를 작성하였다. 야외조사에서는 수해 가능성이 높은 범람원 (floodplains)과 저위 하안단구 (lower river terraces) 등의 지형을 대상으로 지형의 기하학적인 형태와 퇴적물 특성을 조사하는 한편, 하도의 수문 및 하천 지형학적인 특성, 그리고 이들 지형에 대한 인위적인 변형 상태를 세밀히 조사하였다.

① 상습침수 위험지형 : 수해위험 1급 지형에서 상습적으로 침수가 발생한 지역은 다시 상습침수 위험지역으로 세분하였다. ② 수해위험 1급 지형 : 수해위험 1급 지형은 연평균 홍수 유량에도 쉽게 침수되는 지역이다. 이에 속하는 전형적인 지형은 인공제방 축조 후에 제방 바깥 측, 하도 변에 새로이 생겨난 고수부지이다. 이곳은 원래 만수 유량 (bankfull discharge) 시의 하상이었던 곳에 인공제방이 원인이 되어 하천 퇴적물이 쌓이면서 지면 고도가 높아진 곳인데, 거의 해마다 침수되거나 침수될 위험에 직면한다. ③ 수해위험 2급 지형 : 수해위험 2급 지형은 인공제방이 없으면, 쉽게 침수되는 지역이다. 이에 속하는 전형적인 지형은 자연제방 (natural levee)과 배후습지 또는 배후저지대를 포함한 범람원 (floodplain)이다. 수해위험 2급 지형은 수해위험 1급 지형에 비하여 평균적으로 약 2 m 이상 높은 것으로 관찰된다. 한편, 수해위험은 지면고도가 다소 높은 자연제방 보다는 고도가 상대적으로 낮은 배후습지 또는 배후저지대에서 더 크다. 특히 배후습지 내지 배후저지대는 본류 하천의 수위 상승시에 배수가 잘 되지 않아 침수 피해의 위험성이 크다. ④ 수해위험 3급 지형 : 수해위험 3급 지형은 대홍수시에만 침수 가능성이 있는 지역이다. 고도로 보면 수해위험 2급 지형보다 약 2~3 m 더 높게 분포한다. 이 지역은 지형적으로는 저위 하안단구 (lower river terrace) 형태를 이루거나 하안단구화 되는 자연제방이다. 따라서 때로는 수 m 내외의 단구애 (terrace scarp)가 관찰되기도 한다. 물론 하안단구는 하천의 퇴적 및 침식 작용으로 생겨난 구범람원 지형이므로 저위의 하안단구는 범람원과 구분하기 어려운 경우가 많다. 그러므로 본 연구에서는 하상비고가 큰 완전한 하안단구는 수해위험 지형 분류에서 제외하였다. 그러나 단구애가 있더라도 하상비고 4~5 m 이내로 고도가 낮거나, 고도가 다소 높더라도 지형적으로 완전한 자연제방의 특징을 지닌 지형을 수해위험 3급 지형으로 분

류하였다.

본 연구지역에서 침수에 가장 취약한 상습침수 위험지역은 개군면 석장리 일대, 개군면 하자포리 일대, 홍천면 계신리 일대, 부발읍 대관리 일대, 대신면 천남리 일대, 그리고 여주읍 신진리와 연양리 일대라고 사료된다. 그러나 수해위험 1급 지형에 속하는 지역 또한 제방효과 (levee effect)로 말미암아 잠재된 위험은 큰 것으로 여겨진다.

하상단면의 변화양상을 파악하기 위하여 2002년에 횡단측선 116~76번 등 모두 41개 측선에서 광파 측량과 echosound 측량을 실시하였으며, 그 결과를 1982년과 1992년에 건설부에서 조사한 자료 (건설부, 1992)와 비교·분석하였다.

하상단면 116번 측선에서는 1992~2002년 사이에 우안이 4~5 m 침식되었다. 이러한 침식으로 최심선도 좌안에서 중앙부, 우안으로 이동하는 양상을 보여준다. 좌안이 공격사면이지만 약 1992~2002년 사이에 1~2 m 퇴적이 이루어졌다. 하상단면 111번 측선에서는 1992~2002년 사이에 우안에서 약 6~7 m 침식이 된 것으로 나타났다. 특히 강 중앙부에 위치한 사주가 거의 침식되어 하상 형태가 대체로 평탄하게 변화한 것도 특징이다. 하상단면 97번 측선에서는 전체적으로 퇴적이 우세하게 나타났다. 1982~1992년 사이에 우안에서 약 1 m, 1992~2002년 사이에는 우안에서 4~5 m 정도 사주가 발달한 양상을 보여준다. 하상단면 83번 측선에서는 전반적으로 침식이 일어났다. 특히 1982~1992년 사이에 약 3 m, 그리고 1992~2002년 사이에 약 4~5 m 하상이 침식되어 하상저 현상을 보이기도 한다. 하상단면 81번 측선에서는 좌안의 침식 (4~5 m), 우안의 퇴적 (2~3 m)이 두드러지며, 이에 따라 하상 형태가 평탄한 모습으로 바뀐 양상을 관찰할 수 있다.

하상단면 97번에서 81번 측선 사이에서는 대체로 사주 발달이 우세하게 나타난다. 사주의 발달과 침식, 이동이 빈번하게 관찰되는 지역으로서, 하상단면 83번 측선에서 관찰할 수 있는 하상저 현상도 사주의 발달 및 이동 과정의 일부분으로 이해할 수 있다. 한국자원연구소 (1995)에 의하면 여주 및 금사 일대에서 1993~1995년 사이에 하천골재 개발량이 각각 2,472,000 m<sup>3</sup>, 1,046,000 m<sup>3</sup>에 이르고 있는데, 특히 하상단면 97~81번 측선 사이에서 관찰되는 일부 침식 양상은 이러한 골재채취의 영향을 크게 받은 것으로 사료된다.

수해가 발생하는 원인이나 그 양태는 국지적인 지형 조건에 따라 달라지기 때문에, 수해 예방대책을 세우기 위해서는 이에 대한 자세한 조사가 수행되어야 한다. 본 연구지역은 주로 남한강 본류의 영향을 받는 지류의 범람에 의한 침수형태가 예상되며, 이와 같은 형태의 침수는 “합류지 내수 범람형”에 해당한다. 지류의 범람 여부는 남한강 수위의 영향을 받게 되므로, 남한강 수위를 조절하는 팔당댐의 역할이 중요하게 된다. 또한 남한강 본류는 망상하천의 특성을 보이고 있어 하도의 갈래가 많은 편이나, 하도 정비로 인하여 제방내에 구하도가 형성되어 있는 경우도 관찰된다. 이러한 구하도는 주변 지역보다 고도가 낮아 침수에 취약한 것으로 보인다.

사사

이 연구는 과학기술부에서 시행하는 중점국가연구개발사업의 하나인 자연재해방재기술 개발사업으로 수행된 것입니다.

참고문헌

- 건설부 (1992) 한강수계치수기본계획 (하천정비기본계획) p. 460.
- 이병주, 김유봉, 이승렬, 김정찬, 강필중, 최현일, 진명식 (1999) 한국 250,000 지질도 서울-남천점 지질도폭 설명서, 한국자원연구소, p. 66.
- 조선총독부 (1917) 한국근세지도. 조선총독부.
- 홍승호, 이병주, 황상기 (1982) 한국지질도 서울도폭, 한국동력자원연구소, p. 19.
- Abam, T.K.S. and Omuso, W.O. (2000) On river cross-sectional change in the Niger Delta. *Geomorphology*, 34:111-126.
- Lee, K.W. and Chi, K.H. (1995) Spatial integration of multiple data sets regarding geological lineaments using fuzzy set operation. *Journal of Korean Society of Remote Sensing*, 11:49-60.
- Oya, M. (1993) *Fluvial geography*. Kokon press, Japan. 253 p.
- Savenije, H.H.G. (1995) Recent extreme floods in Europe and the USA; Challenges for the future. *Physics and Chemistry of The Earth*, 20:433-437.
- Simon, D.B. and Li, R. (1982) Bank erosion on regulated rivers. In: Hey, R.D., Bathurst, J.C. and Thorn e, C.R. (eds.) *Gravel-bed rivers*. Wiley, Chichester. 717-747 p.
- Sneed, E.D. and Folk, R.L. (1958) Pebbles in the lower Colorado River, Texas- a study in particle morphogenesis. *Journal of Geology*, 66:114-150.
- Stover, S.C. and Montgomery, D.R. (2001) Channel change and flooding, Skokomish River, Washington. *Journal of Hydrology*, 243:272-286.
- Yanai, S., Park, B.S. and Otoh, S. (1985) The Honam shear zone (South Korea): Deformation and tectonic implication in the Far East. *Scientific papers College Arts and Science, University of Tokyo*, 35:180-210.
- Yin, H. and Li, C. (2001) Human impact on floods and flood disasters on the Yangtze River. *Geomorphology*, 41:105-109.