

거대홍수가 도시하천의 수생생태계 서식환경에 미치는 영향*

손 명 원**

Influences of An Extreme Flood on Habitual Environment of Aquatic Ecosystem of Urban Stream*

Son Myoung Won**

요약 : 본 논문에서는 대구광역시의 신천을 대상으로 거대홍수가 도시하천의 하천생태계에 미치는 영향을 분석하였다. 신천의 경우 외곽의 인공제방이 튼튼하여 거대홍수에도 범람하지 않았으므로, 거대홍수의 영향은 인공제방 내에서만 발생하였다.

신천의 하도 주변을 수변공원화 하기 위하여 하도 내에 콘크리트 보와 고무 보를 설치하고 물을 가두었으나, 거대홍수 시에는 이들 시설이 유수를 방해하는 저항으로 작용하여 주변 저수로의 제방이 붕괴되었다. 이러한 시설이 없는 구간에서는 하상의 기복이 사라져 하천생태계의 서식환경이 단순화 되면서 하천생태계의 다양성이 파괴되었고, 저수로를 범람한 유수는 고수부지의 약한 부분을 파괴하였다. 단순하게 변한 하상이 이후 소규모 홍수를 빈번하게 겪으면서 점차 원상태를 회복하면, 서식환경이 다양화됨으로써 하천생태계도 활기를 띠게 될 것이다.

주요어 : 거대홍수, 신천, 도시하천, 하천생태계

Abstract : The purpose of this paper is to analyze the influences of extreme flood on urban stream's habitat environment at Shincheon stream in Daegu. In case of Shincheon stream, as any extreme floods have not flowed over the artificial bank, an extreme flood have an effects on inner part of confined channel.

To make riparian park along Shincheon channel, Concrete and rubber weirs are constructed. These weirs interrupted flow of running water as obstacles during extreme flood, and running water moved aside into and destructed banks of lower-flow-channel. In reach of no weir, as all small-scale topographic bedforms were eliminated, habitat environment of river ecosystem was simplified, and biodiversity of river ecosystem was decreased. As simplified riverbed become irregular bedforms through frequent small-scale-floods, river ecosystem will become vigorous.

Key Words : extreme flood, Shincheon, urban stream, river ecology

1. 연구목적

우리나라의 평균기온은 1911년 이후 100년 동안 1.5°C 증가하였으며, 특히 겨울철 기온이 큰 폭으로 상승하여 봄꽃의 개화시기가 빨라지고 있다. 이상훈·장영기(1991)는 서울과 부산, 인천, 목포 등 4개 도시에서 1920~1949년과 1961~1990년의 연평균기온 자료를 비교 분석하였는데, 두 기간 동안 연평균기온은 0.3~0.8°C의 유의미한 차이를 보였다.

지구온난화의 결과로 예측되는 대기 순환 모형(general circulation model)을 이용하여 분석한 일확률강수량은 재현기간이 길수록 증가하는 양상을 보인다(유철상·정광식·강인주, 2002). 유철상·이

동률(2000)은 부강측후소의 강우기록을 이용하여 강수특성을 분석한 결과 강우강도의 변화로써 월 강수량 변화의 60% 정도를 설명할 수 있다고 주장하였다. 우리나라에서 1920~1999년 동안 강수량의 변화경향을 분석한 결과, 1990년에는 1920년에 비하여 강수량은 7% 증가한 반면 강수일수는 14% 감소하였고 일 강수강도도 18% 증가하였다(신경섭, 2003). 1970년대와 1990년대를 비교해 보면, 50mm 이하의 일강수량 출현빈도는 줄어들었으나 100mm 이상의 집중호우는 더 자주 발생하였으며, 특히 150mm 이상의 강수는 30년 전에 비하여 2배 이상 증가하여 홍수발생빈도도 늘어났다. 그리고 초속 60m 이상의 강풍과 일강수량 1,000mm 이상의 폭우

* 이 논문은 2005년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임.

** 대구대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Daegu University)(smw@daegu.ac.kr)

거대홍수가 도시하천의 수생생태계에 미치는 영향

를 동반한 슈퍼태풍(4등급 이상)이 향후 30년 이내에 우리나라로 상륙할 것이라는 가능성도 제기되었다(중앙일보 2007/3/21).

강우강도가 큰 집중호우로 유발되는 거대홍수는 도시하천의 수생생태계에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 도시하천은 농촌지역의 하천보다 직강화와 인공제방으로 인한 영향이 크기 때문에 홍수 시 수생생태계가 받는 영향도 크게 다를 것이다. 본 논문에서는 인공화가 집약적으로 이루어진 도시하천의 사례로 대구의 신천을 선정한 후, 거대홍수가 하천생태계의 서식환경을 어떻게 변모시키는지 분석하고자 한다.

2. 연구지역 및 연구방법

신천(新川)은 대구광역시 달성군 가창면 우록리의 밤티재에서 발원한 후 북서로 흐르다가 비슬산(毘瑟山, 1083.6m) 북사면에서 발원하여 북동으로 흐르는 용계천(龍溪川)을 합류한 후 대구광역시 북구 침산동에서 금호강(金湖江)으로 합류하는 지방1급 하천이다. 신천의 유역면적은 165.3km²이며, 유로 연장은 27.78km이다.

신천 유역은 남부의 산지와 북부의 저지로 이루어져 있다. 남부의 산지에는 대덕산(大德山, 599.5m), 병풍산(屏風山), 동학산(動鶴山), 상원산(上院山, 674.1

m), 팔조령(八助嶺), 삼성산(三聖山, 668.4m), 밤티재, 통점령(通店嶺), 비슬산, 청룡산(靑龍山, 794.1m), 산성산(山城山), 앞산(660.3m), 최정산(最頂山, 915m), 주암산(舟岩山, 846.1m) 등이 있다.

북부의 저지는 중생대 백악기에 퇴적된 신라통(新羅統)의 흑색세일로 이루어져 있으며, 남부의 산지는 중생대 백악기에 신라통 퇴적암을 관입한 안산암질각력암으로 이루어져 있다. 그리고 신천의 최상류에서 가창면 냉천리에 이르는 신천의 하곡과 비슬산 주변에는 중생대 백악기의 불국사관입암류에 속하는 화강반암류가 분포하며, 달성군 가창면 오리와 단산리에는 불국사관입암류에 속하는 석영 몬조나이트가 분포한다.

신천 유역은 대구분지 내에 위치하여 전형적인 대륙성 기후를 띤다. 연평균기온은 13.9℃이며, 기온의 연교차는 25.4℃(1월평균기온 0.7℃, 8월평균기온 26.1℃)이다(표 1). 연평균 최저기온은 9.2℃이며, 연평균 최고기온은 19.7℃이다.

신천 유역 내에서 강우량을 관측하는 곳은 용계천의 합류지점인 가창댐에 설치된 신천우량관측소와 신천 하류부에 설치된 대구관측소이다. 신천우량관측소의 연강수량은 1097.2mm이고 대구관측소의 연강수량은 977.8mm여서, 산지에서 강우량이 많은 편이다. 연평균 상대습도는 64%이며, 연간증발량은 1237.2mm이다.

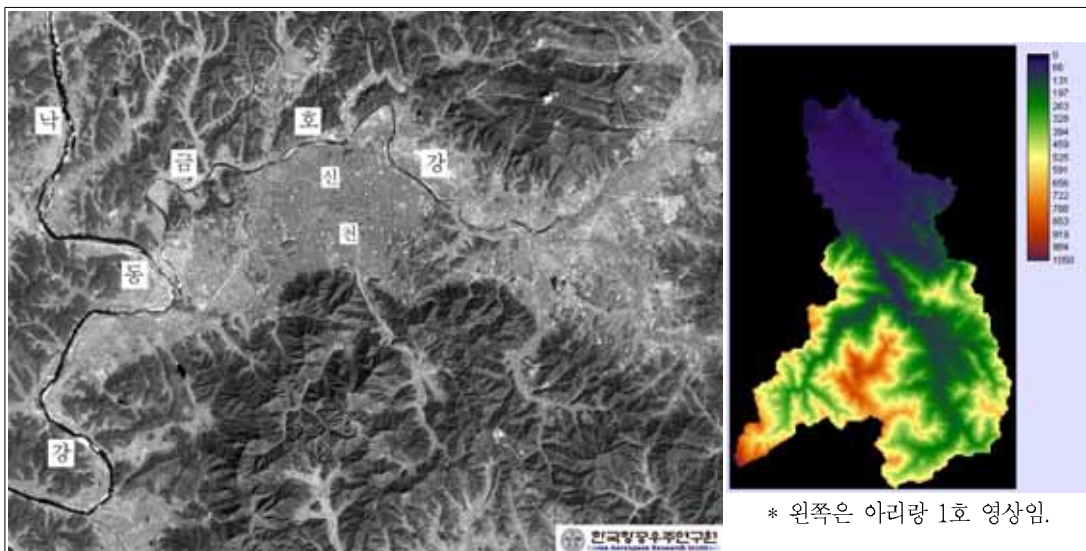


그림 1. 대구분지와 신천유역

표 1. 신천 유역의 기상 자료

월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온 (°C)	평균	0.7	2.8	7.3	14.2	18.6	22.6	25.8	26.1	21.3	15.5	8.9	3.3	13.9
	최저	-3.4	-1.6	2.5	8.0	12.7	17.7	22.1	22.3	16.9	10.1	3.9	-1.2	9.2
	최고	5.9	8.4	13.1	21.0	25.0	28.2	30.5	31.0	26.6	22.0	15.2	9.0	19.7
강수량 (mm)	대구	30.7	38.5	55.3	58.8	76.7	124.0	219.6	196.1	100.4	33.7	27.3	16.8	977.8
	신천	36.1	39.6	57.6	69.1	84.2	133.0	257.5	230.7	115.8	35.4	29.4	19.0	1097.2
상대습도(%)		58	59	60	55	61	68	75	75	72	66	62	61	64
증발량(mm)		46.0	52.6	92.8	142.7	165.5	151.4	129.0	142.3	102.7	99.0	63.2	50.1	1237.2

본 연구에서는 거대홍수의 발생에 따른 지형변화를 분석한 선행연구를 고찰하고, 이를 도시하천인 신천 유역에서 재해석하고자 한다. 그리고 거대홍수가 하천지형의 변화에 미치는 영향을 고찰하고자, 집중호우가 있는 후 비슬산 유가사 계곡과 제약산(載藥山, 949m) 사자평의 산지하천, 그리고 신천 등지를 답사하였다.

3. 도시하천의 특성

1) 수문학적 변화

도시화의 가장 두드러진 특징은 불규칙한 지표기복의 증가와 함께 나타나는 지표 불투수성의 증가이다(Paul and Meyer, 2001). 도시화가 진전될수록 도시지역의 지표는 불투수의 콘크리트나 아스

팔트로 피복된다. 삼림지대에서 불투수의 지표피복이 10~20% 증가하면 유출량은 2배로 증가하며, 불투수의 지표피복이 35~50% 증가하면 유출량은 3배로 증가하고, 불투수의 지표피복이 75~100% 증가하면 유출량은 5배 이상 증가한다(Arnold and Gibbons, 1996).

도시화가 진행되면 홍수위는 높아지고 지속기간은 짧아진다(그림 2). 홍수위에 대한 도시화의 영향은 대규모 홍수보다 재현주기가 짧은 홍수에서 크게 나타난다(그림 3, 손일 등, 2007, 232 그림 5.11의 (a)와 (c)). 그러나 유역분지 내에서 도시지역이 하류에 위치한 경우에는 유수가 빠르게 배수되므로 홍수위가 낮아지고 홍수기간도 길어진다(Hirsch *et al.*, 1990).

2) 지형적 변화

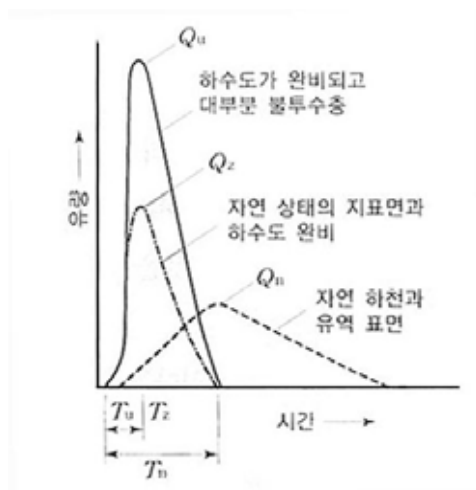


그림 2. 도시화에 따른 수문곡선 변화

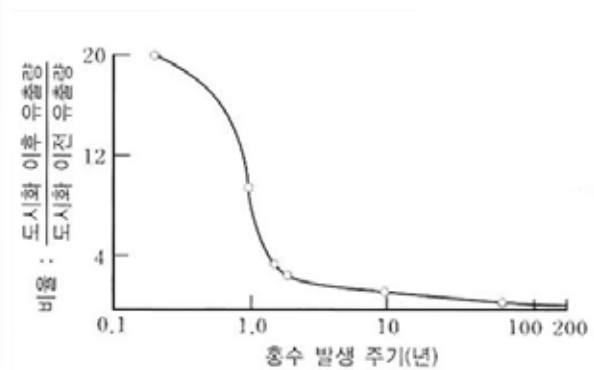


그림 3. 홍수 규모별 도시하천에의 영향

거대홍수가 도시하천의 수생생태계에 미치는 영향

하천은 우점유량(dominant discharge)과 퇴적물 공급량의 장기적인 변화에 따라 하도규모를 조정한다(Knighton, 1998, 162~167). 도시화 초기에는 주택부지나 도로를 건설하기 위해 지표를 절개함으로써 토양침식이 급증한다. 유실된 토양 물질이 하상에 쌓이면, 하천은 보다 자주 범람하여 넓은 범람원을 형성한다. 건설 시기가 지나면 토양 물질의 공급량이 감소하고, 불투수의 지표피복 증가에 따라 유출량이 증가함으로써 하상은 점차 넓고 깊게 침식된다. 하천의 폭이 넓어지는 만큼 '소-여울 체계'의 간격(spacing)도 증가한다.

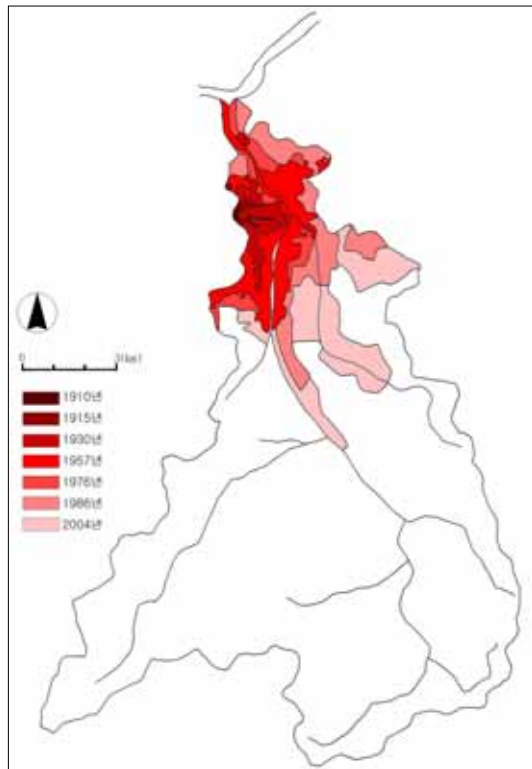
도시하천은 홍수방지를 위하여 유로를 직선화하고 인공제방을 높이 쌓는 경우가 많다. 유로를 직선화하면 전 하상이 여울처럼 변하게 된다. 하상은 경사가 증가하여 운반력이 커지므로, 세립물질은 거의 없고 자갈들로 덮이게 된다(손일 등, 2007, 227). 그리고 서식환경이 단순화 됨에 따라 서식종도 단순화 된다.

3) 신천의 특성

신천의 전체 유역면적 165.3km² 가운데 상동교 지점 상류의 산지하천 유역면적이 133.5km²로 80.7%를 차지하고, 대구분지를 흐르는 평지하천 유역면적은 31.8km²로 19.3%를 차지한다. 신천의 하상은 잦은 하도 정비 사업으로 하류 부분에서도 기반암이 드러난 구간이 많으며, 곳곳에 콘크리트 보 3개와 가동 고무보 13개가 설치되어 있다.

자연하천으로서 대구시민의 친숙한 여가공간이었던 신천은 1959년 상수원을 확보하기 위한 가창댐의 건설로 건천화 되었고(이관영·박상현, 1997), 신천 유역이 시가지로 변하면서 생활오수가 대량으로 흘러들어 심하게 오염되었다. 이후 신천은 1986~1994년에 시행된 신천종합개발사업에 따라 시민공원으로 거듭나게 되었다. 특히 1997년부터 신천하수처리장에서 배출하는 정화된 물을 유지수로 재활용하였고, 2001년부터는 금호강 하천수를 이용하고 있다.

신천종합개발사업은 대부분의 도시하천이 그러하듯이 한강종합개발사업을 모델로 하였다. 홍수방지를 위하여 하천 유로를 직선화하고 인공제방을 높이 축조하였으며, 제방 외측의 하상에 산재하는



자료: 1910~1957년 자료는 홍경희(1966) 139쪽 <그림 27>을 편집한 것임.

그림 4. 신천 유역의 시가지화

퇴적지형을 고수부지로 정리하여 주차장과 시민체육공원, 자연관찰공원을 조성하였다.

<그림 4>는 시기별 신천 유역 내 대구시가지의 확장과정을 지도화 한 것이다. 시가지 지역의 지표가 대체로 불투수의 물질로 피복되어 있다고 가정하면, 대구시가지의 확장이 신천의 유출량 변화에 약간 영향을 미쳤을 것이다. 그러나 신천에는 수위나 유량을 관측하는 시설이 전혀 없기 때문에 각 시기별 유출량 변화를 알 수 없으며, 또한 시가지가 신천 유역의 하류부에 위치하므로 홍수위가 더 낮아졌을 가능성도 있다.

4. 홍수와 하도지형

1) 거대홍수의 영향

거대홍수(extreme flood)의 규모를 정의함에 있

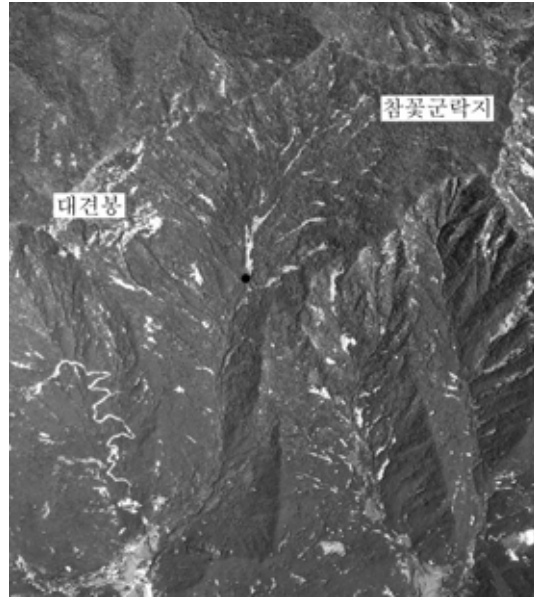
어서 다양한 의견들이 제시되었으나, 거대홍수란 재현기간(recurrence interval) 50년 이상의 유량을 말한다(Kochel, 1988). 거대홍수의 효율성은 홍수 시 침식하고 운반하는 일의 양이 아니라 하천경관을 변화시킨 능력으로 평가된다(Wolman and Gerson, 1978). 거대홍수의 효율성은 홍수의 규모에 따라 크게 다양하다. 홍수의 최대 유속과 수심이 하도의 변화를 일으키는데 필요한 임계치(threshold)를 초과하면, 하도에는 커다란 변화가 발생한다. Magilligan (1992)은 단위하천력(unit stream power) $300W/m^2$ 또는 전단력(shear stress) $100N/m^2$ 를 임계치로 제시한 바 있다.

홍수의 침식능력은 하류 방향으로 유량이 많아 질수록 증가하는 것이 아니라, 하상경사가 충분하고 적당한 수심이 형성될 수 있는 유역면적 10~100km²에서 최대가 된다(Knighton, 1998, 297). 그러나 침식능력이 크더라도 홍수의 지속시간이 짧으면 효율성이 떨어져 하도에 큰 변화를 가져오지 못한다. 기록이 큰 소규모 유역에서는 강우 시 급격하게 유량이 증가하는 돌발홍수가 발생하기 쉽다. 특히 기반암으로 이루어진 하곡에서는 수심이 깊고 하폭이 좁아 하도에 커다란 변화가 나타날 수도 있다. 산지에서는 대규모 거력들이 이동하여 하도의 형태를 결정짓기도 한다. 미국의 Piedmont 지역에서는 재현주기 200년 이상의 홍수 때문에 국지적으로 하폭이 매우 넓어졌는데, 1년이 못되어 홍수 이전단계로 거의 회복된 바 있다(Costa, 1974).

2) 비슬산 실신골

실신골은 비슬산 고위평탄면인 비슬산 진달래군락지에서 달성군 유가면 양리의 유가사(瑜伽寺) 쪽으로 향하여 형성된 골짜기이다. 진달래군락지에는 심층풍화작용을 받은 화강암층에서 saprolite가 탈거된 후 잔류한 핵석들로 이루어진 암괴원이 분포하며, 실신골에는 최종빙기의 주빙하환경에서 솔리플렉션 작용으로 운반되던 핵석과 saprolite 혼합물에서 후빙기에 세립물질이 제거되면서 형성된 암괴류가 길게 분포한다(그림 5).

암괴류는 직경 2m 이상에 이르는 거력들로 이루어져 있다. 암괴류는 솔리플렉션으로 운반되던 핵석과 saprolite 혼합물에서 세립물질이 제거되었



(국립지리원, 1996)

그림 5. 실신골의 암괴류

기 때문에 공극이 매우 넓어서, 대체로 현 기후체제에서는 이동이 제한된 화석지형으로 알려져 있다. 그러나 실신골의 암괴류는 2003년 8월 18~19일에 태풍 매미의 영향으로 쏟아진 집중호우로 상당 부분이 유실되었다.

표 2. 태풍 매미의 강우량 분포 (단위: mm)

측우소	연강우량	8. 18~19	비고
현풍	1171	118	평지
가창	1435	204	산지
화원	1298	181	평지
신천	1467.8	220.4	산지
동촌	1205	200	평지

태풍 매미의 영향을 받은 비슬산 주변지역에서 기록한 강우량은 산지보다 저지에서 비교적 적다. 태풍이 오는 통로에서 비슬산 전면의 현풍은 118mm, 비슬산 측면의 화원은 181mm, 비슬산지 내의 가창은 204mm, 가창담에 위치한 신천은 220.4mm, 비슬산 후면의 동촌은 200mm를 기록하였다(한국수문조사연보, 2004). 비슬산 암괴류 분포 지역의 강우량은 측정기록이 없다. 그러나 고도가 높아질수록 강



그림 6. 실신골의 암괴류 파괴



그림 7. Log-step

우량이 증가하는 추세를 감안하면, 고도 1000m 지점의 강우량은 100m 지점에 비하여 약 2배이므로 약 400mm에 육박할 것으로 예측된다(대구광역시, 2001, 156).

태풍 매미의 영향에 따른 엄청난 집중호우의 결과로, 실신골에서는 기존의 골짜기가 완전히 파괴되고 하폭은 약 7m에서 약 15m로 증가하였다. 암괴류를 구성하던 직경 4m에 이르는 거력들도 힘없이 쓸려나가 하상 곳곳에 흩어져 있다(그림 5). 골짜기 연변에서 자라던 나무가 하도 내로 쓰러지면, 물길을 가로막고 그 배후로 거력과 세립물질이 쌓여 log-step을 이루기도 하였다(그림 6). 이렇게 유수의 흐름이 방해되면, 유수는 곡벽을 침식하여 골짜기의 폭을 더욱 넓혔으며, 하상에 유수의 침식 입계치를 초과하는 거력이나 step이 있는 경우에는 물길이 양쪽으로 갈라져 골짜기의 측면을 침식하였다. 그러나 물길을 가로막는 통나무나 거력이 없는 경우에는 하상의 step-pool 체계가 사라졌다.

3) 신천의 지형변화

신천의 공원화된 하도는 2003년 8월 18~19일에

다가온 태풍 매미의 영향으로 크게 파괴되었다. 신천의 수위는 침산수위측정소에서 측정되었다(표 4). 신천의 갈수위는 0.001m이고 평수위는 0.02m이다. 태풍 매미의 영향을 받기 시작한 8월 18~19일의 수위는 8월 17일에 비하여 70~90배 증가하였다. 도시하천은 대체로 하도가 제방으로 제한되어 있다. 특히 신천은 하상의 대부분이 기반암이어서 수위가 유량변화에 민감하다.

신천의 하도에서 크게 파손된 부분은 저수로의 제방과 고수부지의 표면이다(그림 7, 8, 9). 신천에 설치한 고무 보나 콘크리트 보는 산지하천의 step에 해당한다. 비슬산 실신골에서 보았듯이, step이 만들어지는 곳에는 유수의 흐름이 방해되기 때문에, 유수가 step의 측면을 침식하여 유로를 확장한다. 신천에서는 콘크리트 보나 고무 보가 있는 부분의 측면이 심하게 파손되었다. 또한 유수가 고수부지 위로 범람하는 경우, 고수부지는 나지로 되어 있어 유수의 침식에 취약하다. 흙길로 되어있는 산책로는 특히 취약하여 군데군데 깊게 파였다.

하상에는 상류에서 운반된 원력들이 비교적 유속이 약한 지점에 side bar의 형태로 퇴적되어 있다. bar는 홍수 시 수위가 증가할 때 제거되었다가 수

표 3. 고도별 강우 증가비

고도(m)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
강우증가비	1.00	1.11	1.22	1.32	1.43	1.54	1.65	1.75	1.86	1.97

표 4. 태풍 매미의 영향에 따른 신천의 수위변화

(단위: m)

영점표고	평수위	갈수위	8월 17일	8월 18일	8월 19일
39.23	0.02	0.01	0.02	1.51	1.78



그림 8. 상동교 지점의 파괴된 고수부지



그림 9. 중동교 지점의 파괴된 고수부지



그림 10. 회망교 지점의 파괴된 고수부지



그림 11. 물에 잠긴 고수부지

위가 낮아지면서 다시 쌓인다. 그러므로 bar는 홍수 시 유속의 변화에 큰 영향을 미치지 못한다. 그리고 bar는 일부에서 제방을 보호하는 역할도 한다.

4) 제약산 사자평 소개곡

경상남도의 밀양시·청도군과 울산광역시에 걸쳐 밀집되어 있는 1000m 내외의 고봉들(제약산, 가지산, 운문산, 신불산, 취서산, 고현산, 간월산)을 영남알프스라고 일컫는다. 사자평(獅子坪)은 제약산 정상부에 펼쳐진 고위평탄면을 일컫는다. 사자평은 저기복의 고원을 이루고 있어 일찍부터 화전민들이 농토로 개간하였으나, 지금은 화전이 금지되어 주민들도 모두 흩어지고 논은 습지로 변화였다.

사자평은 북동-남서 방향으로 완만하게 기울어진 와지이다. 사자평의 남서쪽 입구에서 북동쪽 정상으로 오르는 옛 군사도로를 따라 북쪽으로 소규모 곡지가 형성되어 있다. 곡지의 폭은 5m 정도이며, 최대직경 1m 내외의 거력들이 곡지를 가득 메

우고 있다(그림 7). 이들 거력은 곡지를 흐르는 유수가 세립물질을 제거할 때 유수의 운반력이 부족하여 잔류한 것으로 사료된다.

2005년 7월 9~10일 경의 장마철에 밀양지역에는 230~350mm의 집중호우가 쏟아졌다(한국수문조사연보, 2006; 표 5). <표 3>에서 알 수 있듯이 산지에서는 평지보다 강우량이 증가하는 경향이 있으므로, 사자평 지역에 내린 강우량은 400mm 이상이었을 것이다. 이 집중호우로 소곡지는 폭 8m, 깊이 4.35m로 확장되었다. 그리고 곡지에 분포하던 거력들은 대부분 쓸려가고 극히 일부만이 남아 있다.

표 5. 사자평 주변의 강우량 분포 (단위 mm)

우량관측소	7월 9~10일	연강수량
산내	231	1475
밀양댐	352	1713
운문	288	1359

집중호우에 따른 유수의 침식능력이 거력들의



그림 12. 사자평 소계류의 파괴



그림 13. 소계류의 범람

임계치를 넘어서는 지점에서 거력들은 하류로 운반되었다. 그러나 하류로 갈수록 거력들의 양이 많아져 유수의 침식능력이 하중(거력)의 임계치에 미치지 못하는 지점에서 많은 거력들이 꼭지에 퇴적되었다. 이 때문에 소곡지의 하상이 높아지면서 유수는 소곡지를 벗어나게 되었고, 거력들도 소곡지를 벗어나 선상지처럼 부채꼴 모양으로 1m 이상의 두께로 퇴적되었다(그림 8).

5. 종합 논의

신천은 유역면적의 80.7%가 산지지역에 속하고, 하류 부분에서도 하상이 기반암이 드러나는 산지하천이다. 신천은 1986~1994년에 시행된 신천종합개발사업에 따라 시민공원으로 거듭나게 되었으나, 근래 도시화와 거대호우의 영향으로 불안정한 상태를 보이고 있다.

대구시의 도시화가 신천에 미치는 영향을 고찰하고자 시기별 신천 유역 내 대구시가지의 확장과정을 지도로 표현하였다. 그러나 신천 유역 내에서 도시화가 진행된 부분은 20% 정도이며, 그것도 대부분 하류부에 위치하므로, 신천의 홍수위 증가에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 사료된다.

거대홍수가 신천에 미치는 영향을 고찰하고자 2003년 8월 18~19일에 대구지역으로 접근한 태풍 매미의 영향을 분석하였다. 호우 시 신천의 수위는 평수위의 70~90배에 달하였다. 유수의 침식능력은 유량에 비례하므로($\omega = rQs/w$), 거대홍수 시에는 급증한다. 인위적으로 설치한 step(콘크리트 보, 고무 보)은 유수를 가로막는 장애물 역할을 하므로,

유수가 보 주변에 있는 저수로의 제방 쪽으로 향하여 제방을 파괴하였으며, 저수로를 범람하여 고수부지의 약한 지표층을 침식하였다.

유수의 흐름을 방해하는 저항이 없는 곳에서는 비교적 저수로의 제방이 안전한 상태로 남았으며, 하상에는 거력이나 bar와 같은 어떤 기복도 나타나지 않았다. 이러한 구간은 이후 소규모 홍수를 겪으면서 하상에는 자갈로 이루어진 bar가 형성되는 등 원래의 모습을 회복하기 시작하였다. 상대적으로 적은 양의 퇴적물을 운반하는 큰 홍수는 파괴적이지만, 많은 퇴적물을 운반하는 적절한 규모의 홍수는 건설적이기 때문이다(Burkham, 1972).

거대홍수는 하도 내에 분포하는 자갈 bar 등 소규모 기복을 파괴하여 하상을 단순한 형태로 변모시킴으로써 하천생태계에 심각한 영향을 미친다. 하도의 이러한 변화는 거대홍수 이후의 잦은 소규모 홍수를 겪으면서 조금씩 회복될 것이다. 그러나 도시하천에서는 유수의 흐름에 방해가 되는 보는 그대로 둔 채, 하천생태계에 필수적이고 유수의 흐름에 방해가 될 것으로 오도된 자갈 bar를 제거하는 일에만 몰두함으로써 많은 예산을 낭비하고 하천생태계를 악화시키는 잘못을 저지르고 있다.

6. 결론

본 논문에서는 유역분지의 대부분이 산지하천인 대구광역시의 신천을 대상으로 거대홍수가 도시하천의 하천생태계에 미치는 영향을 분석하였다. 신천의 경우에는 외곽의 인공제방이 튼튼하여 거대홍수에도 범람하지 않았으므로, 거대홍수의 영향은

인공제방 내에서만 발생하였다.

신천의 하도 주변을 수변공원화 하기 위하여 하도 내에 콘크리트 보와 고무 보를 설치하고 물을 가두었으나, 거대홍수 시에는 이들 시설이 유수를 방해하는 저항으로 작용하여 주변 저수로의 제방이 붕괴되었다. 이러한 시설이 없는 구간에서는 하상의 기복이 사라져 하천생태계의 서식환경을 단순화 하였고, 저수로를 범람한 유수가 고수부지의 약한 부분을 파괴하였다. 단순하게 변한 하상은 이후 소규모 홍수를 빈번하게 겪으면서 점차 원상태를 회복할 것이며, 서식환경이 다양화됨으로써 하천생태계도 활기를 띠게 될 것이다.

문헌

고정웅 · 이승호, 2003, 우리나라의 여름철 강수량 변동, 대한지리학회 춘계학술대회 발표요약집, 43~48.

대구광역시, 2001, 신천 하천정비기본계획(안).

손일 · 손명원 · 박경 · 장은미 · 서종철 · 박수진 · 김성환 · 박정재 번역, 2007, 휴먼 임팩트(Goudie, A., 2006, *The Human Impact on the Natural Environment*, 6th ed.), 푸른길, 서울.

신경섭, 2003, 물과 기후변화: 한국의 강수량 추이와 전망, 국토, 259, 14~23.

유철상 · 이동률, 2000, 기후변화에 따른 강수일수 및 강수강도의 변화연구, 大韓土木學會論文集, 20(4-B), 535~544.

유철상 · 정광식 · 강인주, 2002, 지구온난화에 따른 일 강수분포의 변화 평가, 大韓土木學會論文集, 33(3-B), 291~299.

이관영 · 박상현, 1997, 생태환경(Eco-environment)을 고려한 신천의 개발방향에 관한 연구, Journal of Science and Technology(대구대학교 과학기술연구소), 4(2), 147~162.

李相勳 · 張榮基, 1991, 우리나라 4개 도시의 강수량과 기온자료의 통계적 특성과 기후변화의 통계적 기준에 관한 연구, 韓國大氣保全學會誌, 7(3), 180~188.

홍경희, 1966, 대구시-도시지리학적 연구-, 문화출판사, 대구.

Arnold, C.L. and C.J. Gibbons, 1996, Impervious surface coverage: the emergence of a key

environmental indicator, *Am. Planners Assoc. Jour.*, 62, 243~258.

Bartley, R. and I. Rutherford, 2005, Measuring the reach-scale geomorphic diversity of streams: application to a stream disturbed by a sediment slug, *River Research and Applications*, 21, 39~59.

Burkham, D.E., 1972, Channel changes of Gila River in Safford valley, Arizona, 1846~1970, *United States Geological Survey Professional Paper* 655G.

Costa, J.E., 1974, Response and recovery of a Piedmont watershed from tropical storm Agnes June 1972, *Water Resource Research*, 10, 106~112.

Hirsch, R.M., Walker, J.F., Day, J.C. and R., Kallio, 1990, The influence of man on hydrologic systems. *Surface Water Hydrology* (Wolman M. G. and Riggs H. C., ed., Boulder). 329~359.

Knighton, D., 1998, *Fluvial Forms and Processes*, Arnold, London.

Kochel, R.C., 1988, Geomorphic impact of large floods: review and new perspectives on magnitude and frequency, *Flood Geomorphology* (Baker, V.R., Kochel, R.C., and P.C. Patton, eds, Wiley-Interscience, New York, 169~187.

Magilligan, F.J., 1992, Thresholds and the spatial variability of flood power during extreme floods, *Geomorphology*, 5, 373~390.

Novotny, V. and J.W. White, 1997, Ascertaining aquatic ecological risk of urban stormwater discharges, *Water Resources*, 31(10), 2573~2585.

Paul, M.J. and J.L. Meyer, 2001, Streams in the urban landscape, *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 32, 333~65.

Wolman, M.G. and R. Gerson, 1978, Relative scale of time and effectiveness of climate in watershed geomorphology, *Earth Surface Processes*, 3, 189~208.

http://www.hrfco.go.kr/ 한강홍수통제소 홈페이지 (한국수문조사연보 2004, 2006)

(접수 : 2008. 3. 17, 채택 : 2008. 4. 15)