

소하천의 지형인자가 수자원에 미치는 영향

(The Influence on the Water Resources by Geomorphological Factors for Small River)

1) ○최예환, 2) 최중대

I. 서론

인간의 문화가 고도로 발달할수록 물의 수요가 증대되고, 이 수요량을 충족시키기 위하여 수자원의 개발과 이용이 날로 증대되고 있다. 특히 수요량을 만족시키기 위한 공급량은 여러 종류의 수원으로부터 공급하고는 있지만 여러 가지 수원의 종류에 따라 양과 질이 만족할 만큼 적정수준에서 유지한다는 것이 쉽지 않다. 2002년을 비롯해서 최근 몇 년간은 (즉, 1996, 1998, 1999, 2002년) 이상 강우와 집중호우가 과거의 기록치를 능가하여 최고 기록치를 해마다 갱신하고 있다.

특히 2002년 8월 31일~9월 2일 사이의 태풍 루사(Rusa)는 한반도를 중심으로 상륙하여 동해로 빠져나감으로서 많은 인명과 재산의 피해를 가져왔으며 그 액수가 무려 6조원이 넘고 이를 복구하는데도 1.5배 이상의 비용이 든다고 보고 있다.

이와 같이 이상 기후가 왜 일어나고 있는가는 쉽게 답을 할 수 없으나 날로 늘어나는 CO₂와 지구온난화 즉 El Niño와 La Niña 와 같은 현상에 기인하지 않나 보고 있다.

이러한 상황에서 우리 나라의 직할 하천은 많은 정비와 다목적 댐이 설치는 되어 있지만, 2급 하천인 지방하천과 소하천은 아직 정비가 되어 있지 않아 홍수와 가뭄에 대비한 홍수의 조절과 용수공급 및 홍수 시에 홍수에 대비한 하천의 기능과 역할이 잘 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서는 대상유역을 강원도 영서지방의 두 소유역 양구군의 수입천 유역, 정성군의 임계천 유역과 영동지방의 소유역인 삼척시의 마음천 유역, 낙동강 유역의 2급 하천인 황지천의 지류인 태백시 서학천 유역을 중심으로 유역인자가 홍수량에 미치는 영향을 분석하고, 소하천을 정비했을 경우 홍수량, 평시유하량, 갈수량 및 치수기능에 역기능은 없는지를 또 소하천 정비를 획일적으로 시행하고 있는 소하천 정비공사에 대한 연구검토가 충분히 필요하므로 유역의 인자들을 통한 수자원 개발 및 홍수에 대비한 기능과 역할 등을 분석하고 수원함양에 기인하는 지형인자의 변화로 어떤 영향을 끼치는지 그 관계를 규명하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다.

II. 연구대상 유역

1. 유역의 상황

수입천은 강원도 양구군 방산면을 관류하여 양구 서천에 유입되는 북한강 제3지천으로 유역면적은 320.49km² 이고, 유로연장은 50.26km이고 법정 지방 2급 하천이다.

수입천의 수원은 방산면 휴전선 부근에서부터 발원하여 사행유로를 형성하면서 남류하여 양구 서천과 합류한다. 본 유역의 총인구는 23,824명이고, 가구 수는 7,519호이며, 토지이용상황은 전 유역면적 320.49km² 중 경지면적이 35.66km²(전: 23.43km², 답: 12.22km²)로 11.1%를 차지하고, 임야가 230.68km²로 72%, 대지가 1.33km²로 0.4%, 기타 52.83km²로 16.5%를 각각 차지하고 있어 2/3가 산림지역임을 알 수 있다. 주요구간의

1) 강원대학교 농업공학부 교수
2) 강원대학교 농업공학부 부교수

하상경사는 평균 1/167~1/210이다.

2. 제방의 사면처리

소하천의 정비는 1990년대 초까지는 치수중심에서 이루어지다가 최근 몇 년에는 치수와 하천의 환경적기능을 고려한 하천정비를 해야한다고 하나 제대로 이루어지지 않고 있어 하천이 환경적 역기능을 초래하는 경우가 많다.

특히 하천의 제방 축제에 사용할 재료를 하상에서 채취하므로 하상에 친환경적 기능과 소류력을 제어할 수 있는 기능이 취약하게 되고 있다. 또한 제방의 사면처리도 돌망태, 콘크리트 블록, 석축, 옹벽과 자연석 및 자연형 식생 호안 등으로 할 경우 자연형 식생호안이 장점은 있으나 안정성 있게 축조만 하면 소하천 제방으로서의 기능면에서 양호한 것으로 보고 있다. 따라서 자연형 하천으로 소하천을 정비할 경우 콘크리트 기슭은 자연석으로 대체하고 인위적인 직강화는 구불구불하게 사행화 하며, 자갈과 갈대 등을 살려서 정비하고, 빗물과 하수가 모두 유입하는 경우는 빗물관과 하수관을 분리하고 물고기 이동이 차단된 소하천은 어도를 설치하여 생태계를 복원하는 등 하천을 자연적 기능에 부합하도록 정비하는 것이 바람직하다.

III. 분석 및 고찰

1. 지표상황

표 1. 4개 하천의 지표상황

(단위: km²)

지명	유역면적	농경지			대지	임야			기타
		계	전	답		계	임목지	무임목지	
수입천	320.49 (100)	13.78 (4.2)	8.16 (2.5)	5.61 (1.7)	0.53 (0.2)	237.61 (72.4)	236.3 (72)	1.31 (0.4)	68.57 (20.9)
임계천	167.40 (100)	9.64 (5.8)	8.31 (5.0)	1.33 (0.8)	0.92 (0.5)	152.34 (91.0)	151.09 (90.3)	1.25 (0.7)	4.50 (2.7)
마음천	151.31 (100)	10.48 (6.9)	6.22 (4.1)	4.26 (2.8)		131.38 (86.8)	130.16 (86.0)	1.22 (0.8)	9.45 (6.2)
서학천	7.44 (100)	0.58 (7.8)	0.58 (7.8)		0.29 (3.9)	6.57 (88.3)	6.57 (88.3)	0	

표 13.에서 보는 바와 같이 4개 하천의 지표상황을 보면 농경지가 4.2~7.8, 임야가 72.4~91.0%이며 임야 중에서 임목지는 72.0~90.3%로 임상이 양호하여 수원함량이 우수한 편으로 평상시 유하량에 영향을 끼치고 있다. 특히, 무임목지는 0.0~0.8%로서 나무가 없는 임야는 거의 없는 것으로 조사되었다. 또한 비교적 농경지는 적은 편이나 밭이 논보다 많고, 그 비율은 전체 유역면적의 2.5~7.8%정도의 구성비를 차지하고 있음을 알 수 있다.

2. 강수량과 유출량 분석

강수량은 표1.에서 보는 바와 같이 4개 하천인 수입천(양구군), 임계천(정선군), 마음천(삼척시), 서학천(태백시)의 연평균 강수량은 비교적 우리 나라의 연평균 강수량 1,283mm 보다 적은 1,047.8mm, 1,069.7mm, 1,222.4mm 및 1,029.9mm로 각각 나타났다.

수입천 유역의 경우 7, 8, 9월에 유출량이 연유출량 191.1*10⁶m³ 중 65.3%인 124.8*10⁶m³가 흘러가서 우리나라의 전형적인 하절기 유출양상과 유사하게 나타났다. 손실량은 표3.에서와 같이 44.5%인 153.3*10⁶m³이었다. 따라서 유출율은 55.5%이었다. 또한 홍수시의 유출이 연유출량의 36.2%인 124.80*10⁶m³이고, 평상시 유출

량이 19.3%인 $66.30 \times 10^6 \text{m}^3$ 이었다.

임계천 유역의 경우 6, 7, 8, 9월의 유출량이 연유출량 $96.66 \times 10^6 \text{m}^3$ 중 62%인 $67.0 \times 10^6 \text{m}^3$ 가 흘러가고 손실량은 41.5%인 $68.53 \times 10^6 \text{m}^3$ 이며 유출율은 58.5%로서 홍수기 유출량이 연유출량 중 40.5%인 $67.0 \times 10^6 \text{m}^3$ 가 흘러가고 평시유출은 18%인 $29.66 \times 10^6 \text{m}^3$ 가 흘러가고 있다.

마읍천 유역의 경우는 7, 8, 9월에 연유출량 $99.06 \times 10^6 \text{m}^3$ 중 60%인 $59.31 \times 10^6 \text{m}^3$ 가 흘러가고 손실율은 46.6%인 $86.43 \times 10^6 \text{m}^3$ 이며 유출율은 53.4%이고 홍수 시 유출은 연유출량의 32.0%인 $59.31 \times 10^6 \text{m}^3$ 가 흘러가고 평상시 유출량은 21.4%인 $39.75 \times 10^6 \text{m}^3$ 이다.

서학천 유역의 경우는 7, 8, 9월에 연유출량 $4.39 \times 10^6 \text{m}^3$ 중 69%인 $3.03 \times 10^6 \text{m}^3$ 흘러가고 손실율은 42.7%인 $3.27 \times 10^6 \text{m}^3$ 이고, 유출율은 57.3%로 홍수 시 유출량이 연유출량의 39.5%인 $3.03 \times 10^6 \text{m}^3$, 평상시 유출량이 17.8%인 $1.36 \times 10^6 \text{m}^3$ 를 나타내고 있다.

표 2. 4개 하천의 월평균 강수량 및 유출량

단위: mm, 10^6m^3

월별 하천명		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	연강수량
		수입천	강수량 유출량	18.73 3.4	24.6 4.0	34.1 5.3	44.58 8.1	90.35 12.9	132.56 15.4	283.61 60.6	197.77 39.6	120.31 24.6	33.27 6.8	
임계천	강수량 유출량	28.99 2.62	21.69 1.96	33.31 3.01	78.80 7.12	55.56 5.02	76.81 6.94	245.93 22.22	258.99 23.40	159.82 14.44	57.88 5.23	30.44 2.75	21.47 1.94	1,069.7 96.66
마읍천	강수량 유출량	51.1 3.91	56.8 3.73	67.5 4.23	66.5 5.34	59.4 3.51	100.2 4.07	168.1 14.28	241.4 23.36	180.3 17.60	107.4 9.48	84.0 6.32	39.7 3.21	1,222.4 99.06
서학천	강수량 유출량	34.85 0.16	23.98 0.11	33.13 0.13	70.84 0.29	70.94 0.21	108.63 0.24	219.33 0.99	251.61 1.23	118.73 0.56	54.34 0.24	31.10 0.13	12.47 0.08	1,029.95 4.39

표 3. 4개 하천의 수자원 부존량 및 유출량

(단위: $10^6 \text{m}^3/\text{yr}$)

하천명	유역면적 (km^2)	연평균 강수량 (mm)	수자원 부존량 ($10^6 \text{m}^3/\text{yr}$)	손실량 ($10^6 \text{m}^3/\text{yr}$)	유출량		
					계	홍수시 유출	평상시 유출
수입천	320.49	1,047.8	344.4 (100)	153.3 (44.5)	191.10 (55.5)	124.80 (36.2)	66.30 (19.3)
임계천	167.40	1,069.7	165.19 (100)	68.53 (41.5)	96.66 (58.5)	67.00 (40.5)	29.66 (18.0)
마읍천	151.31	1,222.4	185.49 (100)	86.43 (46.6)	99.06 (53.4)	59.31 (32.0)	39.75 (21.4)
서학천	7.44	1,029.95	7.66 (100)	3.27 (42.7)	4.39 (57.3)	3.03 (39.5)	1.36 (17.8)

3. 월별 강수량과 유출량 관계

수입천 유역과 서학천 유역의 경우를 보면 홍수기인 7, 8, 9월이 유출량은 강수량에 비해 급격한 상승세를 보여 물수지방정식에서 손실율이 강수량에 비해 작음으로서 유출량이 상승하는 급경사를 나타내고 있으며 마읍천 유역과 임계천 유역의 경우는 1~12월 사이 강수량에 비례하는 유출도를 나타내고 있다. 따라서 이 두 양상은 전자의 경우가 하절기에 홍수가 발생할 확률이 높고 후자의 경우는 강수량에 비례해서 유출량이 나타나고 있음을 알 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 소하천 정비로 대두되는 소유역으로 강원도의 영서지방에 두 소유역인 양구군의 수입천 유역, 정선군의 임계천 유역, 영동지방의 삼척시의 마음천 유역과 낙동강 유역의 2급 하천인 황지천의 지류인 태백시의 서학천 유역을 중심으로 유역인자와 홍수량에 미치는 영향을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유출에 영향을 주는 지형인자는 유역의 형상계수(A/L^2), 하상경사, 지표피복상황과 그 외 강우빈도가 큰 영향을 주는 관계됨을 알 수 있었다.
2. 따라서 유출량은 하상경사가 급하면 급할수록 에너지 차가 심하여 유속을 증가시키며, 유역의 형상계수는 상류에서 하류로 내려올수록 작아지는 경향이 있다.
3. 지표의 피복상태는 임목지와 임상이 양호할수록 농경지가 적을수록 수원함량에 크게 영향을 주며 홍수량의 급증을 완화하는 기능을 하고 있음을 알 수 있다.
4. 빈도별 홍수량에서 유역면적이 적은 유역이 빈도별 비홍수량비가 작고 큰 유역일수록 빈도별 비홍수량비가 커지고 상류에서 하류로 갈수록 동시유량보다 그 유역의 평균유출량은 값이 작아짐을 알 수 있다.
5. 소하천의 정비는 자연연형 하천공법을 이용함이 바람직하고 특별한 경우 이외에는 사형된 소하천은 직강하천을 시행 않는 것이 유역의 홍수에 기여가 예상된다.

참고문헌

1. 장석환, 배종원, 한건연, 2002, 바람직한 자연형 소하천 정비방향연구 2002년 분과위원회 연구 과업 보고서, 한국수자원학회, pp 101-157, 2002. 12. 13.
2. 최지용, 2003, 유역의 수질 환경생태관리 방안, 제 11회 세계 물의 날 기념 심포지움-우리 나라의 유역 물 관리 개선방안- 한국수자원학회, 한국수자원공사. pp 49-62, 2003.3.20
3. 정선군, 2001, 임계천하천정비기본계획보고서, 2001. 6. pp 1-240
4. 전병호, 2002, 유역종합치수 계획수립의 문제점과 개선방안, 한국물학술단체연합회 제5회 물포럼, pp 1-22.
5. 이삼희, 2003, 물의 관리. ① 하천에 생명을 불어넣자. 동아일보 2003. 1. 7. pp A15.
6. 김창완, 2003, 하천진화모형을 이용한 안정하천의 설계, 建設技術情報. 통권230호, 2003. 1. 한국건설기술연구원, 수자원환경연구부, pp 11-18.
7. 삼척시, 2001, 마음천 하천정비 기본계획서, 2001, 8, pp 1-456.
8. 태백시, 2001, 서학천(외 9개) 소하천정비종합계획보고서, 2001. 1. pp 1-271.
9. 양구군 2000, 수입천 하천정비 기본계획서. 2000. 4. pp 1-150.
10. 우효섭, 이삼희외 14명, 2000, 자연형 하천공법의 개발, 양재천 시험적용, G-7 연구과제, 환경부, 국립환경연구원, 한국건설기술연구원, 서울대환경계획연구소, 2000. 10.
11. 유동훈, 소유역 및 대유역 홍수유출모형의 적용, 한국수자원학회, 한국수자원학회논문집, Vol. 36. No. 1. pp 87-104. 2003. 2.
12. 元泰常, 1964, 河川工學, 文運堂, pp 1-232.
13. 윤태훈, 생태환경수리학, 淸文閣, 6-107, 2003.
14. 유양수, 2003년 다목적 물관리 전망 및 시스템 개선계획, 水資源情報, Vol, 8, NO. 1. 통권 25호, pp 2-11. 2003. 3.