

GIS를 이용한 천미천 유역의 형상특성 및 수질환경 조사 분석

고병련, 김창영¹, 박용이¹

제주산업정보대학 토목과, ¹환경공학과

1. 서론

천미천은 한라산 상부지점인 표고 1400m 일대의 흙붉은오름과 사라오름에서 발원하여 표선면 하천리 해안가까지 형성되어 있으며, 제주도에서 하천연장이 길고 지류가 많은 하천으로서 행정구역상 제주시, 북제주군 조천읍, 구좌읍, 남제주군 표선면의 4개시군에 걸쳐 유역을 형성하고 있으며, 제주도의 대부분의 하천들이 남북사면에 유로를 형성하고 있지만 천미천은 동사면에 위치한 유일한 하천으로써 강우시에만 하천 흐름이 형성되며 평상시에는 하천유출이 없는 건천을 형성하고 있다. 천미천은 한라산을 정점으로 동사면에 산재된 오름으로 유역이 형성되고 있지만 상류부에서는 지형특성상 부분적으로 유역경계가 불명확하고 비탈면(법선) 설정 등 하천 정비가 안된 자연 그대로의 원형을 유지하고 있으며, 하부에는 성읍교 등 일부지역에 침수피해를 예방하기 위해서 일부 구간에서 부분적으로 하천이 정비되어 있다. 천미천의 중류부에 해당하는 교래지역은 넓은 초원지대를 형성하는 구릉지대로써 제주도에서는 중산간지역으로 호칭되고 있는데 대단위 목장들이 산재되어 있고 최근에는 일부지역에서 골프장 등 관광시설들이 개발되고 있다.

본 연구에서는 천미천 유역의 입체적 형상 특성을 조사·분석하여 강우에 의한 하천 흐름 형성시 하류부의 침수피해 예방차원에서 하천용수의 이용 가능성에 대한 검토를 목적으로 하고 있으며, 이에 대한 기초조사·연구로써 천미천 상류유역에 대한 지형특성을 파악하고, 유역의 수질환경을 조사·분석하는데 있다.

2. GIS를 이용한 입체적 형상특성 분석

연구대상 하천인 천미천은 하천 및 유역내의 투수성지질구조로 인하여 하천 유출이 발생되어도 지하침투에 의한 유출손실로 홍수추적과 홍수량 산정에 어려움이 많으므로 강우에 의한 하천유출시 홍수량산정에 정확성을 기하기 위하여 Workstation Arc-Info GIS시스템을 이용하였다.

국립지리원에서 발행한 1:5,000지형도와 1:25,000 지형도를 기본도로 하여 Workstation Arc-Info GIS시스템을 이용하여 천미천 유역의 하천 형상특성 및 홍수발생시 유출경로를 추적하였다. 그 결과를 동(E)·서(W)·남(S)·북(N) 방향에서 유역의 입체적 특성으로 제시하였다.

2.1 지형특성분석

천미천은 한라산국립공원내에 있는 흙붉은오름과 사라오름을 경계로하여 한라산국립공원내 하천 상류지역은 10° 이상의 급경사를 이루며 하천이 유하하다가 국립공원

하부 하천의 중류지역에 해당하는 거문오름을 지나 중산간지역의 넓은 초원지대가 형성된 교래리지역에 들어서면서 하천은 5° 정도의 완만한 경사를 이루면서 하류지역으로 유하하고 있는데, 천미천이 합류하고 있는 성읍지역에서는 5° 이하의 매우 완만한 하도를 형성하면서 하천리 해안에 접하고 있다. 천미천은 한라산을 정점으로 장축으로 길게 뻗어 나온 기생화산축을 따라 다수의 기생화산으로 유역경계를 형성하는 특수한 지형조건을 갖고 있지만 중산간지역에서는 부분적으로 하도의 명확한 구분이 힘든 특수한 지형형상을 형성하고 있다.

2.2 수계특성 분석

천미천은 한라산 흙붉은오름(표고 1,391m)에서 발원하여 조천읍, 구좌읍을 거쳐 우회하여 표선면과 성산읍을 경계로 남류하는 총연장 37.5km, 유역면적 9,614ha를 갖는 도내 최대의 건천하천으로 유하방향은 중상류 유역에서는 EEN방향이고 중하류 유역에서는 EES방향이며, 하계망은 수지상 수계를 이루고 있다. 천미천은 유로장이 길고폭이 좁은 찌그러진형의 유역을 형성하고 있으며, 한라산 동측사면의 흙붉은오름에서부터 시작하여 어후오름, 돛배오름, 거문오름 등에서 형성된 지류와 합류하는 형태로 하천이 형성되어 있다. 천미천 합류부인 성읍지역까지의 천미천의 하천 길이는 약 23.0km이며 고도는 150.0m~1,391m의 범위에 있다. 천미천의 유역형상계수는 좁고 긴 유역의 특징으로 0.112, 평균경사는 0.025, 기복량은 0.042 정도로 나타나고 있으며, 하천의 차수는 6차까지 나타나고 있으며, 분지율은 2.5정도로 나타나고 있다.

2.3 산지특성 분석

천미천 유역은 기생화산의 분출로 형성된 오름의 군락을 이루고 있는 지역으로 지형의 유형 및 유동측면에서의 지형특성은 지형경사가 한라산국립공원지역에서는 매우 급하게 나타나지만 중산간지역인 교래리에서 부터는 완만한 평탄지로 넓은 초원을 형성하고 있는 유역 특성을 갖고 있는 있으며, 천미천 유역의 지형의 유형은 동남방향으로 형성되어 표선면 하천리 해안으로 유하하고 있다. 지형은 서고동저의 형태로써 표고 400m이하 지역은 완만한 용암대지가 넓은 범위에 걸쳐 분포하며 표고가 높아짐에 따라 산악지대 및 고산지대로 지형형태가 점이적인 변화로 나타나고 있다.

천미천 유역의 산지면적은 전체면적의 약 32%로써 표고 500m를 경계로 상부에는 한라산 국립공원 등 천연림을 형성하고 있으며, 하부에는 대부분 초지로 목장지대가 형성되어 있다. 천미천은 산지의 특성이 강한 오름들로 경계를 형성하고 있는데, 천미천 유역에 위치한 오름의 총수는 약 60여개로 표고 1,391~326.4m의 다양한 높이의 오름이 형성되어 있다. 이들 오름은 이 지역의 지형을 형성하는 동시에 천미천의 유역경계로써 집중호우시 홍수발생이 단시간에 발생할 수 있는 지형인자가 되고 있다.

3. 수질환경 조사분석

천미천 유역의 수질환경을 파악하기 위하여 '98. 6에서부터 '98. 9까지 매월1회 일정기간을 선정하여 현장조사와 함께 채수하여 수질분석을 실시하였다.

수질분석항목으로는 생활환경측면에서 현장조사에 의한 pH와 수질공정시험법에 의한 BOD, COD, T-N, T-P, SS에 대한 총 6개 항목에 대하여 조사하였으며, 천미천 중상류지역이 제동목장 등 목장지대로써 계절에 따라서 우마 등을 방목하는 것을 고려하여 NO₃-N을 분석에 포함하여 조사하였다.

3.1 하천환경에 대한 고찰

환경부(1988)에서 정한 하천수질 기준에 의하여 수질 분석결과 강우시 수질등급은 생물학적산소요구량(BOD)이 농업용수 수질기준을 다소 초과하는 것으로 나타나고 있지만 이 값들은 과거에 관측된 값들이 없으므로 금번 조사로 단정하기는 어렵다. 특히 하천 유출시 다량이 토사가 유출되고 있는데, 유출된 토사가 하천환경에 어느 정도 영향을 미칠 것인지에 대해서는 장기간의 정밀한 관측이 필요하다.

Table 3.1 채수지점의 수질 농도

구 분 등 급	급 수	pH (-)	BOD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)
생활환경Ⅳ	농업용수	6.0~8.5	8 이하	100 이하
채수지점	대천교	6.64~6.65	3.6~6.7	23.5~80.0
	성읍교	6.15~6.63	3.4~8.9	13.0~93.0

3.2 오염부하 정도

천미천의 인위적인 오염정도를 파악하기 위하여 질산성질소(NO₃-N)를 분석한 결과 하천환경 수질 기준치이하로 나타나고 있는데, 이런 결과는 대천교와 성읍교의 오염부하는 상부에는 취락구조가 큰 자연부락이 없으며, 목장지대를 제외하고는 오염원으로 단정할만한 시설이 없는데 있다고 사려된다. 특히 조사기간이 우마들의 방목기간이지만 방목에 의한 영향은 나타나지 않고 있다.

Table 3.2 채수지점의 질산성질소(NO₃-N)의 농도

항 목	대 천 교	성 읍 교
NO ₃ -N (mg/ℓ)	0.176~0.249	0.092~0.340

4. 결 론

천미천 유역의 입체적 형상 특성을 조사·분석과 함께 천미천 상류유역에 대한 지형 특성을 도출하였으며, 천미천 유역의 수질환경을 조사·분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 국립지리원에서 발행한 1:5,000지형도와 1:25,000 지형도를 기본도로 하여 Workstation Arc-Info GIS시스템을 이용하여 천미천 유역의 유역특성을 분석하였는데, 그 결과를 동

(E)·서(W)·남(S) 및 북(N)방향에서 유역의 입체적 특성으로 제시하였다.

2) 천미천 유역에 위치한 오름의 총수는 약 60여개로 표고 1,391m~326.4m의 다양한 높이의 오름이 형성되어 있으며, 이들 오름은 이 지역의 지형을 형성하는 동시에 천미천의 유역경계로써 집중호우시 홍수발생이 단시간에 발생할 수 있는 지형인자가 되고 있다.

3) 하천수질 기준에 의한 수질항목의 수질등급은 생물학적산소요구량(BOD)이 농업용수 수질기준을 다소 초과하는 것으로 나타나고 있으며, 특히 SS값이 변화의 폭이 대단히 크게 나타나고 있는데, 그 원인은 강우에 의한 하천 유출시 다량이 토사 유입이 발생에 있으며, 다량이 토사 유입이 발생시에 COD값도 함께 높게 나타나는 경향을 보이고 있다.

4) 인위적인 오염정도를 파악하기 위하여 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)를 분석한 결과 기준치 이하로 나타나고 있는데, 이런 결과는 대천교와 성읍교의 오염부하는 상부에는 취락구조가 큰 자연부락이 없고 목장지대를 제외하고는 오염원으로 단정할만한 시설이 없는데 있다.

참고문헌

- 1) Burrough, P. A., 1986, Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford.
- 2) Cline, T. J., Molinas, A. and Julien, P. Y., 1989, An Auto-CAD-Based Watershed Information System for the Hydrologic Model HEC-1, Water Resources Bulletin, 25(3), pp.641~652
- 3) Robert V. Thomann, John A. Mueller, 1987, Principle of Surface Water Quality Modeling and Control, Harper & Row, New York
- 4) Ross, M. A. and Ross, B. E., 1989, Development of An Integrated GIS/Hydrologic Model on a 386 Microcomputers for Reclamation Design, Proc., 7th Nat. Conf. on Microcomputers in Civ. Eng., and D.S.Leftwich, eds., ASCE, New York, N.Y., pp.68~72
- 5) 강성수, 장용구, 강인준, 1995, GIS를 이용한 유출해석에 관한 연구, 대한토목학회, 1995년도 학술발표회논문집(III), pp.109~112
- 6) 고병련, 조현경, 정광욱, 1997, 도시하천에서 수질개선을 위한 희석유량의 산정, 한국환경관리학회지, 제3집, pp.127~153
- 7) 김식유의 6인, 1989, 제주도내 하천수 수질에 대한 연구, 제주도보건환경연구원보, 제1권, pp. 147~156
- 8) 안상진, 함창학, 1995, 지형정보시스템을 이용한 하천유역의 형태학적 특성인자의 유출, 한국수자원학회지, Vol. 28, No. 2, pp.115~124
- 9) 이증석, 조명희, 안승섭, 1995, 하천유역의 유역특성인자 분석을 위한 위성영상과 GIS의 응용, 대한토목학회, 1995년도 학술발표회논문집(III), pp.149~152
- 10) 제주도, 1997, 제주도중산간지역종합조사보고서
- 11) 한국환경영향평가학회, 1997, 제주도 친환경개발을 위한 환경지표설정