

Arc-View를 이용한 수문학적 지형분석방법(Ⅱ)



이 만 석 |
(주)평화엔지니어링 기술연구원 선임연구원
msasa@korea.com



김 이 현 |
경북대학 건설환경정보과 부교수
yhkim@kyungbok.ac.kr

표 1. 게재 순서

1. 서 론
2. Arc-View 모형의 소개
3. 수문학적 지형 특성 분석
 3. 1 지형 특성 분석
 - 가. DEM 및 TIN 자료 구축
 - 나. 유역도 작성
 - 다. 수문지형학적 유역특성 분석
 3. 2 평탄지 및 하도 버퍼 분석
 - 가. 수치토지이용도 구축 현황
 - 나. 하도 버퍼 분석(Elevation Buffering)
4. 요약 및 결론

다. 수문지형학적 유역특성 분석

전절에서 살펴본 유역도 작성은 Arc-View에서 작성된 유역도로 실제의 자연하천에서 작성된 유역

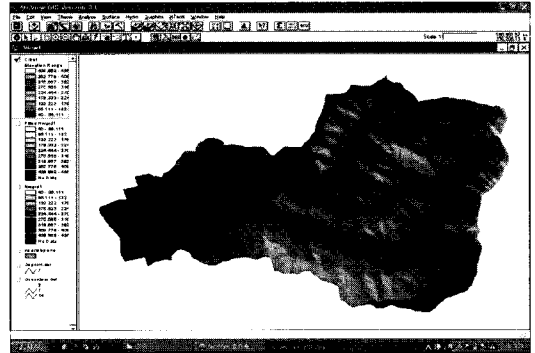


그림 31. 기 산정된 유역도를 이용하여 작성한 TIN

도와 일부 상이할 수 있다(하류부 평탄지 부분, 하천망도의 정확도 부족 등). 이를 극복하기 위해 관심 유역의 유역도를 CAD에서 먼저 작성한 후 이를 통해 특정유역의 TIN을 작성하고 DEM을 산정하여 수문지형학적 유역특성을 분석하였다(그림 31 참조).

1) 유역면적 확인

유역면적을 확인하기 위해서는 CAD에서 작성된 유역도와 *.shp 파일을 이용하여 유역면적을 산정한다. 이를 위해서는 유역도를 표시한 *.shp 파일을 활성화시킨 후 메뉴바 Analysis의 Summarize Zones를 선택한다(그림 32 참조). Summarize Zones를 선택하면 그림 33과 같은 창이 나타나며, ID를 선택한 후 OK버튼을 클릭한다.



그림 32. 유역면적 산정을 위한 Summarize Zone 선택1

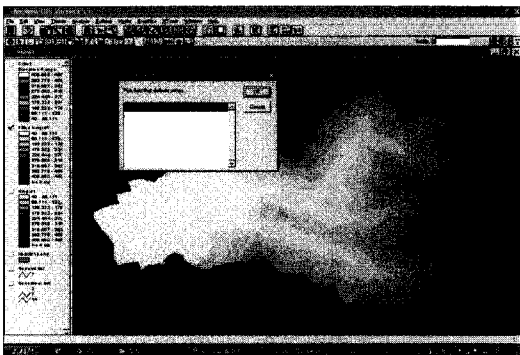


그림 33. 유역면적 산정을 위한 Summarize Zone 선택2

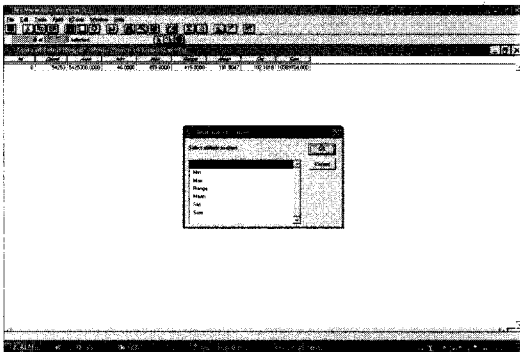


그림 34. 유역면적 산정결과

2) 유역의 평균고도 산정

유역의 평균고도 및 각 표고별 면적은 TIN파일 및 GRD파일 등 표고값이 있는 파일을 이용하여 산정할 수 있으며, 여기에서 유역 평균고도는 GRD파일을, 각 표고별 면적은 TIN파일을 이용하여 산정하는 방법을 알아볼 것이다.

- Fill된 GRD파일을 활성화시킨 후 메뉴바 Theme의 Edit Legend를 선택하거나, 좌측의 각 파일 중 GRD파일을 선택한 후 활성화된 GRD파일을 더블 클릭하면 그림 36과 같은 창이 나타난다.
- 활성화된 창중 하단의 Statistics를 클릭한다.
- 그림 37과 같은 창이 나타나며, 최저표고, 최

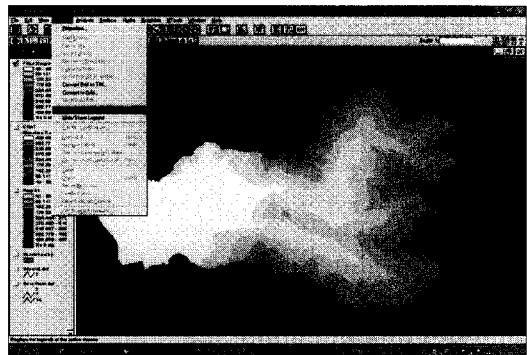


그림 35. 유역의 평균고도 산정을 위한 메뉴바 선택

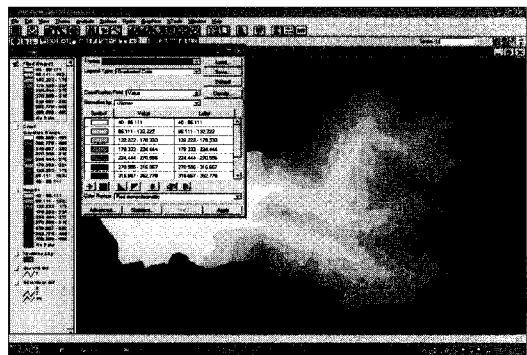


그림 36. 유역의 평균고도 산정을 위한 Statistics 선택

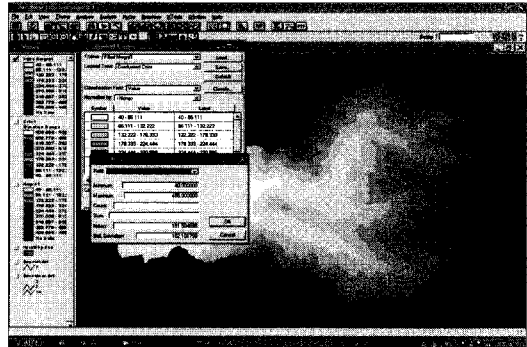


그림 37. 산정된 유역의 평균고도 및 최저, 최고표고

고표고, 평균, 분산 등의 값이 산정된다.

3) 각 표고별 면적산정

각 표고별 면적은 수문학적 유역특성에 있어서 중요한 항목으로 이미 생성된 TIN자료를 이용하여 산정할 수 있다. 각 표고별 Interval은 사용자가 입력한 후 산정하며, 여기서 산정된 표고별 면적 및 체적값은 누적된 값으로 표시되고 각 표고별 체적은 누적값에서 산정할 수 있으며, 산정하는 순서는 아래와 같다.

- 메뉴바의 Surface중 Area and Volume Statistics를 선택하여 클릭한다(그림 38 참조).
- 위의 항목을 클릭하면 그림 39와 같이 구하고자 하는 표고값을 입력하는 창이 생성되며, 구하고자 하는 표고값을 입력한다.

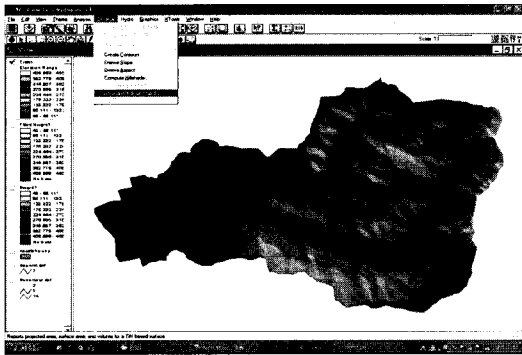


그림 38. 각 표고별 면적산정을 위한 메뉴바 선택

- 구하고자 하는 표고값을 입력한 후 OK버튼을 클릭하면, 입력된 표고값 보다 높거나 낮은 값을 선택하는 창이 나타나며, Above와 Below 중 Below를 선택한 후 OK버튼을 클릭한다(그림 40 참조). 이후 표고값을 입력한 후 반복해서 산정한다.

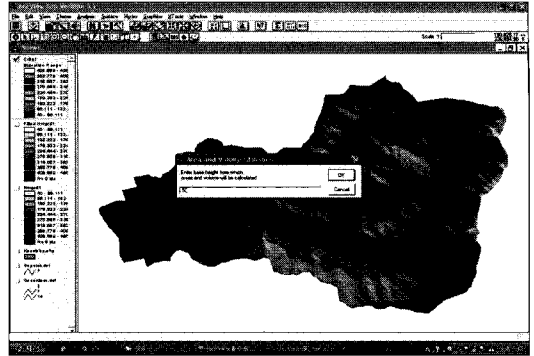


그림 39. 관심 표고 입력

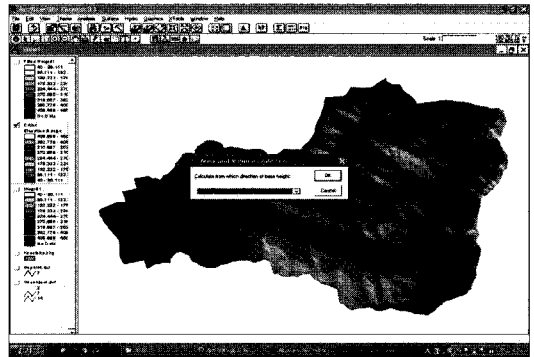


그림 40. 관심 표고의 상·하위 선택

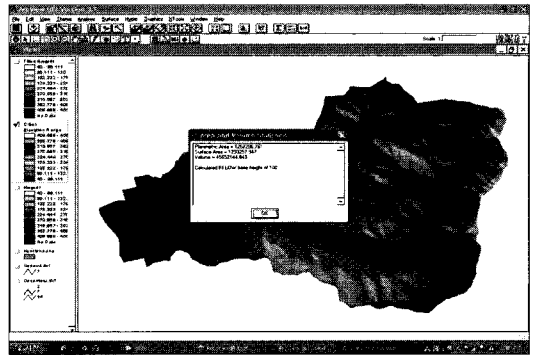


그림 41. 관심 표고의 면적산정 결과

4) 유역의 평균경사 및 방향성 산정

지표면의 경사는 지표면 유출과정에 있어 직접적으로 영향을 미치는 지형인자로, 지표면 경사가 급하면 도달시간이 감소하고 침투홍수량이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 지표면 유출시 유속의 증가에 따른 토양침식도 우려된다.

지표면의 경사는 수평면에 접하는 면(A Plane Tangent)으로 정의할 수 있으며, 고도의 변화인 기울기와 최대 고도변화율이 발생하는 사면방향(aspect)의 두가지 요소를 가지고 있다. 고도의 변화면(Altitude Surface)이나 측고선(Hypometric Cuver)을 미분하여 얻는 1차도함수는 기울기나 사면의 방향을 나타낸다. 기울기는 일반적으로 퍼센트 혹은 각도로 표시되고 사면방향은 방위각으로 표시된다. 기울기 계산은 다음과 같은 격자망을 중심으로 계산하며 기울기를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\text{TanG} = [(\delta Z/\delta X)^2 + (\delta Z/\delta Y)^2]^{1/2} \quad (1)$$

여기서 Z는 고도, X와 Y는 평면좌표 값이다.

표 3. 경사도 계산 격자망

Y	Z	Z	Z
	i-1, j+1	I, j+1	i+1, j+1
	Z	Z	Z
	i-1, j	I, j	i+1, j
	Z	Z	Z
	i-1, j-1	I, j-1	i+1, j-1
0,0			
	X		

경사의 방향은 다음과 같다.

$$\text{TanA} = \frac{(-\delta Z/\delta Y)}{(\delta Z/\delta X)} \quad (-\pi < A < \pi) \quad (2)$$

위의 식에서 산정한 경사방향은 보통 8개(N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)로 주방향을 구별하여 색깔 또는 연속적인 농도로서 표현한다

① 경사도 작성

유역의 평균경사를 확인하기 위해서는 먼저 경사

도를 작성하여야 하는데, 경사도 작성방법은 다음과 같다.

- 메뉴바 Surface의 Derive Slope를 선택(그림 42 참조).
- 유역 내 경사도 산정결과는 그림 43과 같다.

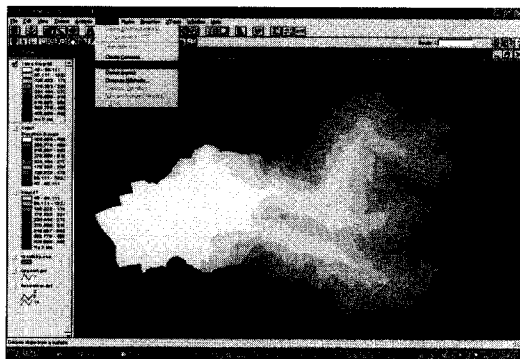


그림 42. 경사도 작성을 위한 메뉴바 선택

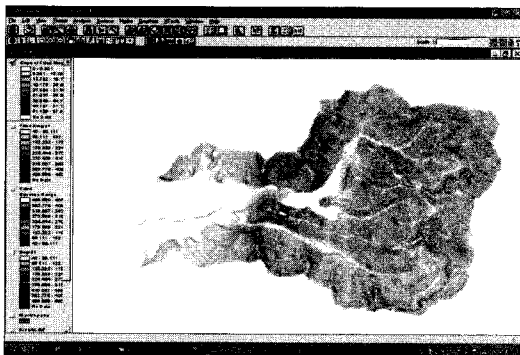


그림 43. 관산천 유역의 경사도 작성 모습

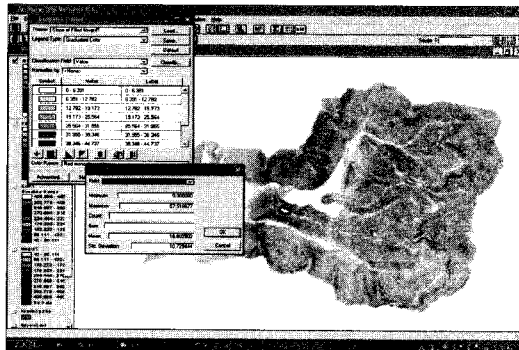


그림 44. 평균경사 산정 현황

◆ 평균경사 및 경사별 면적산정

평균경사 및 경사별 면적산정은 앞절에서 살펴본 평균표고 및 표고별 면적산정방법과 동일하며, 이때 경사도를 활성화시킨 후 작업을 진행한다(그림 42 참조).

② 유역의 방향성 산정

유역사면의 방향성은 홍수시 강우의 이동방향과의 관계에 따라 하류부 유출특성 및 홍수피해에 영향을 주는 인자로서, 유역이 놓여 있는 주 방향과 호우전선의 이동방향에 따라 홍수수문곡선에 영향을 줄 수 있다. 즉, 호우전선이 유역 상류에서 하류로 이동하면서 강우를 발생시킬 경우 상류에서 발생한 홍수량이 하류에서 발생하는 홍수량과 중첩되면서 첨두홍수량이 증가하게 되며, 반대로 유역 하류에서 상류로 이동하면서 강우가 발생하는 경우 상류에서 발생한 호우가 하류에 도달할 시점에는 하류부에서 발생한 홍수는 이미 유역을 빠져나가 첨두홍수량이 줄어들 수도 있으나, 하류부에 홍수지체시간을 증가시켜 침수피해를 가중시킬 수 있다.

Arc-View를 이용한 유역의 방향성 산정방법은 다음과 같다.

유역의 방향성을 산정하기 위해서는 Fill된 DEM자료를 이용하여 분석하여야 하며, 필요한 Extension은 Hydrologic Modeling이다. 유역의 방향성을 산정하는 순서는 아래와 같다.

- 메뉴바 Hydro의 Flow Direction 선택(그림 45 참조).
- 방향성도 작성 후 나타난 결과는 그림 46과 같다.
- 각 방향성은 8개의 방향으로 나타나며, 2의 배수를 통한 숫자로 표현된다.

표 4. 유역의 방향성 구분

구분	1	2	4	8	16	32	64	128
방향성	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE

- 평균경사 및 경사별 면적은 유역평균표고 산정방법과 동일하다.

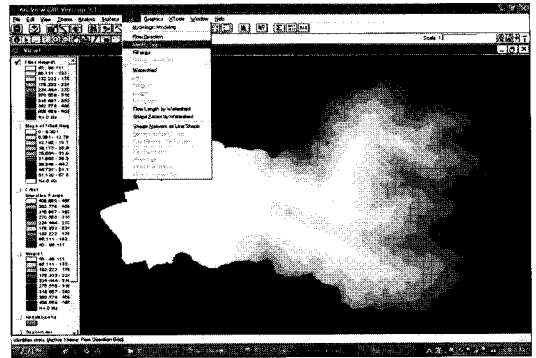


그림 45. 방향성도 작성을 위한 메뉴바 선택



그림 46. 관산천 유역 방향성도 작성결과

3.2 평탄지 및 하도 버퍼링 분석

가. 평탄지 분석

평탄지는 지표면의 경사나 방향성이 거의 나타나지 않아 홍수시 지표면 유출이 잘 발생하지 않는 지역으로 내수배제가 원활치 못하며, 침수피해 발생 시 침수시간이 장기화됨으로 침수피해의 위험이 증가할 수 있는 지역이다. 이들 지역은 수면, 또는 개발로 평탄화된 도시지역 및 지형자체가 평지인 농

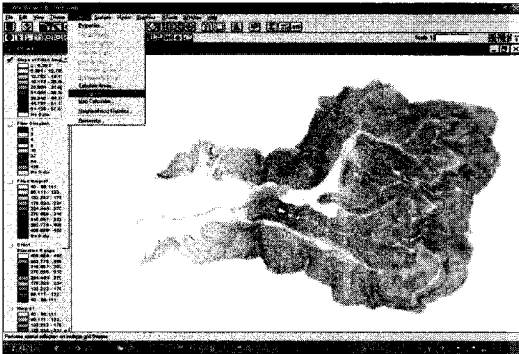


그림 47. 평탄지 분석을 위한 메뉴바 선택(Map Query)

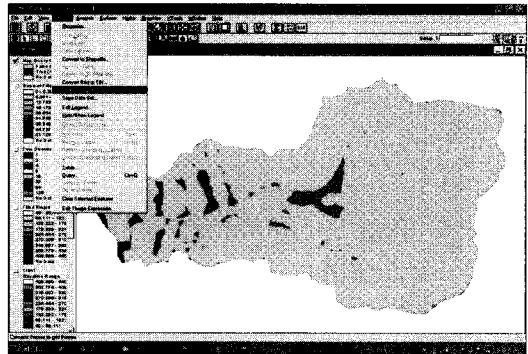


그림 49. 평탄지 분석 결과(Grid파일이 아님)

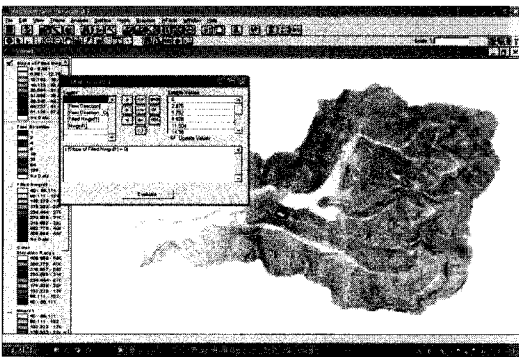


그림 48. Map Query를 이용한 평탄지 분석

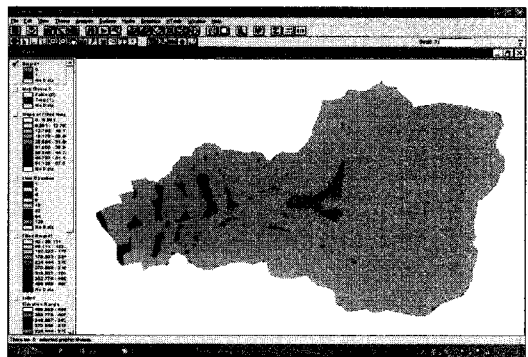


그림 50. 평탄지 분석 결과

경지 등이 이에 해당되며, 금회 분석에서의 평탄지는 유역의 방향성이 없는 지역으로 지표면 경사가 0인 지역을 대상으로 하여 산정하였으며, 산정방법은 다음과 같다.

◆ 평탄지 분석

- 평탄지 분석은 앞에서 분석한 유역의 경사도를 활성화시킨 후 메뉴바 Analysis의 Map Query를 선택한다(그림 47 참조). 여기에서 Map Query는 사칙연산 및 <, = 등의 조건문을 처리한다.
- 그림 48과 같이 Map Query를 이용하여 평탄지 분석을 시행하며, Map Query 화면 창 내에서 경사도를 선택한 후 클릭하고, 산정조건에 따라 연산기호를 선택한 후 OK버튼을 클릭한다(여기서는 '=0'을 기준으로 산정).
- Map Query를 통해 산정된 평탄지 분석결과

는 Grid파일이 아니므로 Grid파일로 변환을 하여야 하며, Grid 파일로의 변환은 그림 49와 같이 메뉴바의 Theme중 Convert To Grid를 선택하여 변환한다.

- 최종적으로 산정된 평탄지 분석결과는 그림 50과 같다.

나. 하도 Buffering 분석

하도 버퍼링(Elevation Buffering)기법은 미국의 텍사스 A&M 대학의 Damon Holzer교수가 개발한 "Elevation Bufferise" 프로그램을 이용하여 분석하였다.

일반적인 GIS 분석에서의 버퍼링은 특정한 점, 선 또는 면으로부터 일정 거리 내에 포함된 목표물을 식별하는 방법으로 특정 목적물에서의 등거리 및 최단 목표물 찾기 등에 이용되나, 여기에서 분석한 하도 버퍼링은 하도상의 표고와 제내측의 표고

를 비교하여 일정 표고 이내의 지역을 식별하는 방법으로, 개략적인 침수위험지역이나 배수펌프장 설치 필요지역 등을 산정하는데 유용하게 사용할 수 있다.


◆ 하도 Buffering 분석에 필요한 자료

하도 Buffering을 분석하기 위해서는 수치고도 자료가 포함된 Grid 자료와 하천망이 있어야 한다. 수치고도자료가 포함된 Grid 자료는 Filling 된 자료가 비교적 정확하게 분석되며, 하천망은 Arc-View에서 분석한 하천망도를 이용해도 되지만, 전 절에서 언급한 것과 같이 하루부 평탄지 등에서는 하천망이 정확하지 않아 수치지도에서 추출된 하천망을 이용하여 분석하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 수치지도에서 추출된 하천망은 CAD에서 하천 레이어 만을 추출한 다음 DXF파일로 변환 후 Arc-View에서 Shape 파일의 형태로 변환시켜야 한다.

하도 Buffering분석을 하는데 필요한 자료 및 Extension은 다음과 같다.

- DEM자료를 포함한 Filling 된 Grid 파일
- *.shp 형태로 구성된 하천망도
- 필요한 Extension : Elevation Change

◆ 하도 Buffering 분석 순서

- 메뉴바의 File에서 Extension 클릭 후 Elevation Change 선택, OK버튼 클릭.
- 메뉴툴바에  버튼 생성.

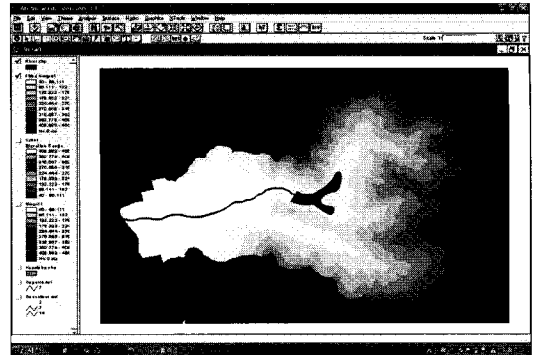


그림 51. 하도 Buffer를 위한 메뉴바 선택

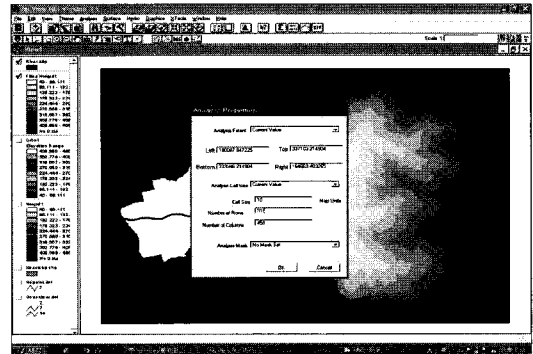


그림 52. 하도 Buffer를 위한 Cell Size 등 특성입력



-  버튼 클릭(그림 51 참조).
-  버튼을 클릭하면 그림 52와 같이 하도 Buffer후 생성되는 Grid의 특성을 입력하는 창이 생성되며, 그림 53과 같이 생성된 창에 입력한다.
- Analysis Extent는 생성되는 Grid의 좌표를 입력하는 항목으로 Grid 파일을 선택하여도 무방하나 Current Value가 적당하다.

표 5. 하도 버퍼링 분석 입력 자료

구 분	선택 항목	비 고
Analysis Extent	Current Value	
Analysis Cell Size	As Specified Below	
Cell Size	10	임의의 Size를 선택해도 무방하나 10을 선택하면 향후 면적 산정 등에서 유리함
Number of Row	자동 생성	
Number of Column	자동 생성	
Analysis Mask	No Mask Set	

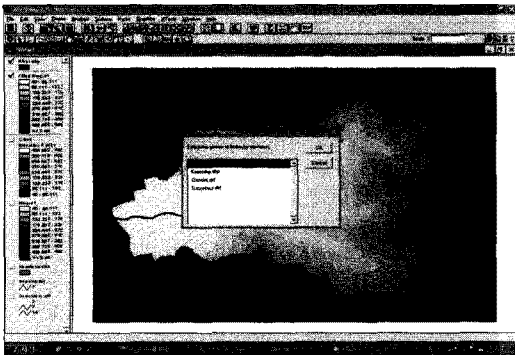


그림 53. 하도 Buffer를 위한 하천망 선택

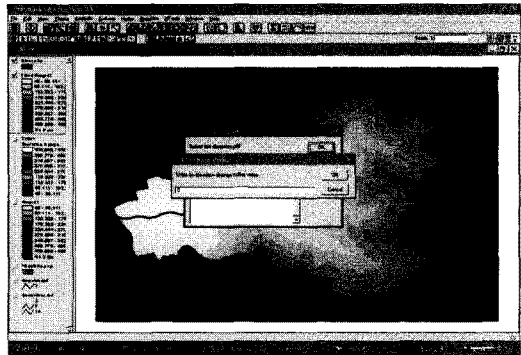


그림 55. 하도 Buffer를 위한 표고입력(하도와 제내측 표고차)

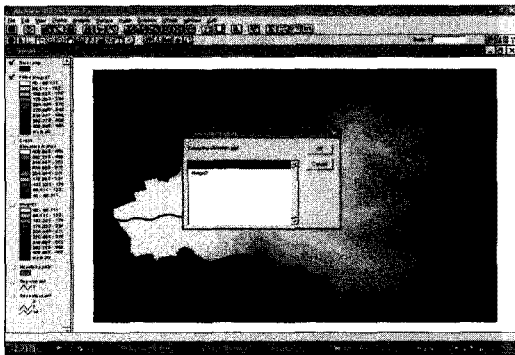


그림 54. 하도 Buffer를 위한 Gid파일 선택(Filling된 파일)

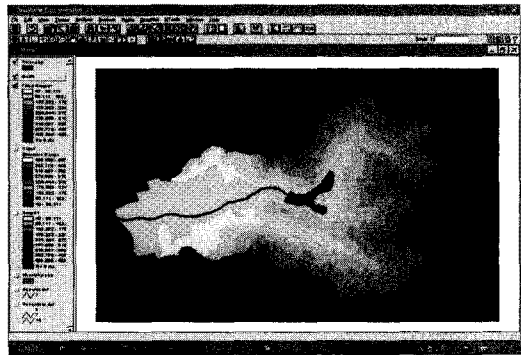


그림 56. 하도 Buffer산정 결과(Grid파일이 아님)

- Cell Size는 임의의 숫자를 입력해도 무방하나 유역도에서 산정된 Cell Size와 동일한 것이 합리적이며, 향후 면적산정 등에서 10으로 선택하는 것이 타당하고, 유역면적이 넓을 경우 10의 배수로 입력하는 것이 편리하다.

- Cell Size 등을 입력한 후 OK버튼을 클릭하면 그림 53과 같이 하천망도를 선택하는 창이 생성되며, 하천망이 구성된 파일 선택 후 OK버튼을 클릭한다.

- 이후 하도 Buffer를 실행할 수치고도가 입력된 파일을 선택하는 창이 생성되며, 이때 Filling 된 파일을 선택하는 것이 오차를 줄일 수 있다(그림 54 참조).

- 수치고도가 입력된 Grid 파일을 선택한 후

OK버튼을 누르면 그림 55와 같이 하도 Buffering 할 표고를 입력하는 창이 생성되며, 하도 Buffering 할 표고를 입력한다.

- 하도 Buffering은 하도와 제내측의 표고차를 이용하여 일정 면적을 산정하는 것으로서, 각 하천의 지형적 특성을 고려하여 표고차를 입력하여야 한다.

- 입력될 표고는 내수침수지역, 외수범람지역, 최악의 상황시 침수될 지역 등으로 구별하여 표고차를 입력하는 것이 타당하다.

- 하도 Buffering 의 표고차를 입력한 후 OK 버튼을 클릭하며 그림 56과 같이 하도 Buffering 분석된 영역이 표시된다. 이때 생성된 파일은 Grid 파일이 아니므로 Grid파일로 변환하여야 한다.

- 하도 Buffering된 파일을 Grid파일로 변환하기 위해서는 메뉴창의 Theme의 Convert To Grid 파일을 선택한 후 전절에서 분석한 방법과 같이 Grid 파일을 생성한다.

지형특성에 대한 정보들을 DEM과 TIN의 형태의 자료로 변환하여 유역도를 정확하게 작성하고, 작성된 유역도로부터 유역특성을 분석하는 방법을 살펴보았다. 또한 최근 호우의 국지적 특성에 대비하기 위한 홍수범람도 작성 등에 유용한 평탄지 및 하도 Buffer 분석 기능에 대해서도 심도 깊게 고찰하였다.

4. 요약 및 결론

지금까지 Arc-View Software의 많은 기능들 중 다양한 수문정보들을 분류 및 분석하여 사용자가 원하는 자료를 도출하는 방법을 알아보았다.

앞으로는 Arc-View Software의 기능을 더욱 향상 및 개선시켜 수자원 계획 및 설계 전반에 있어 선도적인 도구로 사용되기를 바란다. ☞

참고문헌

이기원 (2001). Arc-View/Spatial Analyst GIS 확장 프로그램을 이용한 수리지형특성인자 분석. Jour. Korean Earth Science Society, V.22, no 6.

김준현, 최윤정, 한영한 (1998). Arc-View를 이용한 GIS와 FEMWASP 모형의 통합 모델링. 대한환경공학회 춘계학술발표회.

김규범, 손영철, 김종욱, 이장룡 (2005). Arc-View의 GIS Avenue™ Language를 활용한 수문지질도 작성 알고리즘 개발 및 적용 사례 연구. 한국지리정보학회지, 8권 3호.