

ArcViewGIS-AnnAGNPS모형의 인터페이스 개량에 관한 연구

The Interface Improvement of ArcViewGIS-AnnAGNPS Model

성동권* · 최연웅** · 박성규*** · 조기성****

1. 서론

지표유출 및 유사 등과 함께 유출되는 비점오염원은 점오염원보다 그 오염의 정도는 낮지만 그 절대량에 있어서는 매우 커서 대규모의 유량을 갖는 강, 호수 등의 주요 오염원으로 간주되고 있다(김진택, 1995). 장래의 수질관리 성공여부는 비점오염원의 효율적인 관리가 큰 변수로 작용할 것이 분명하다. 그러므로 경제적이고, 효율적인 비점오염원 관리방안 모색을 위한 가장 근본적인 선결 과제는 비점오염물질의 정량적인 분석에 있다.

비점오염원의 정량적인 분석을 위해 주로 사용되고 있는 방법은 원단위를 이용하는 방법과 비점오염원모형을 사용하는 방법으로 크게 구분할 수 있다. 원단위를 이용한 방법은 그 적용방법 및 과정이 비점오염원모형을 사용하는 방법에 비하여 상대적으로 용이하지만, 수문학적 순환 및 지형 등의 영향을 받는 비점오염원의 이동과정을 정확하게 해석할 수 없는 한계가 있다. 이러한 이유 때문에 현재에는 비점오염원의 정량적인 분석에는 비점오염원모형을 이용한 방법이 주로 사용되고 있다. 비점오염원모형은 크게 유역 내에서 모형 구동에 필요한 매개변수의 공간적인 변화를 고려하지 않는 집중형모형과 유역 내에서 모형의 매개변수의 공간적인 변화를 고려하는 분포형모형으로 구분할 수 있다. 일반적으로 분포형모형이 집중형모형보다 상세한 결과를 제공한다고 알려져 있지만, 매개변수의 품질이 매우 높고 그 정도가 동일해야 한다.

이러한 맥락에서 GIS의 발전은 기존 전통적인 종이지도 형태의 공간자료에 기초하여 발전하여 왔던 분포형비점오염원의 이용에 많은 변화를 가져왔다. 특히, AGNPS모형의 경우는 입력자료의 작성과 결과의 분석에 많은 시간과 비용을 요하는 단점이 있다.

그러나 이러한 단점이 GIS-AGNPS의 호환모형이 개발되어 해결되면서 그 활용이 더욱더 용이 해졌다. 호환모형은 GRASS, IDRISI 및 ARC/INFO프로그램을 중심으로 개발되었다(Mitchael et al : 1993, Vieux and Needham : 1993, Yoon : 1996). AGNPS모델은 버전5.0을 . 끝으로 개발이 중단된 상태이며 USDA에서 이를 개량한 AnnAGNPS (ANNualized AGricultural Non-Point Source Pollution Model)모델이 개발되어 PC 기반의 GIS프로그램인 ArcView3.2와의 인터페이스가 개발되어 현재 버전2.2가 사용 중 이

* 전북대학교대학원 토목공학과 박사수료

** 전북대학교대학원 토목공학과 박사과정

*** 조선대학교 토목공학과 겸임교수

**** 전북대학교 토목·환경공학부 부교수, 공업기술연구소 연구원

다. 그러나 현재 개발되어 사용되고 있는 인터페이스는 과정 중에 포트란으로 작성된 새로운 프로그램의 운용 등을 포함하여 그 과정이 매우 복잡하여 AnnAGNPS모형의 활용에 많은 문제점으로 작용한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 AnnAGNPS2.2 - ArcViewGIS3.2 인터페이스를 개량하여 기존 방법의 사용상 문제점의 해결방안을 제시하는데 본 연구의 궁극적인 목적이 있으며, Visual Basic6.0을 이용하여 인터페이스의 개선 방안을 제시하였다.

2. AnnAGNPS모형

2.1 AnnAGNPS모형 및 인터페이스

AnnAGNPS은 대규모의 유역에 대한 위험과 비용/효용분석을 목적으로 개발된 비점 오염부하량 모형이다. AnnAGNPS 모형은 싱글 이벤트 버전인 AGNPS모형의 간략함을 유지하고 있지만, 연속적인 모의에 필요한 특성들을 강화하였으며, 미계측 농경유역으로부터 장기간의 유사량 및 오염물질의 이송을 모의하기 위하여 개발되었으며, 기본적인 모의 요소는 유사량, 질소, 인 및 농약성분의 이송에 관한 것이다. 유역을 표현하는 격자 형태의 토지[Land area(cell)]는 지형의 변이성을 나타내는 데에 사용되며, 각각의 격자는 지형에 관련된 모든 정보의 표현에서 동질의 특성을 갖는다. 오염부하량은 유역내의 발생지점으로부터 유출되어 수계내에 퇴적되거나 유역 밖으로 완전히 유출된다(Bingner 등, 2001)

AnnAGNPS는 일별 유출량을 산정하기 위하여 사용되는 SCS 곡선식(USDA, 1972)과 지표로부터 일별 침식량을 산정하기 위하여 사용되는 RUSLE(Geter 와 Theurer, 1998) 식이 결합되어 사용되는 것이 중요한 특징이다(Renard 등, 1997). RUSLE 식에 사용되는 인자 또한 AnnAGNPS모형에서도 사용되었으며, AnnAGNPS모형에서 각 격자는 작부형태와 관련된 다양한 RUSLE 인자를 가지고 있다. AnnAGNPS모형은 격자를 기본단위로 하여 유역 관리정책의 시·공간적인 변이성을 반영할 수 있다.

현재 사용되고 있는 AnnAGNPS2.2은 ArcViewGIS를 기반으로 모형의 효율적 사용을 위하여 인터페이스가 개발되어 있다. 인터페이스는 ArcView의 스크립트 언어인 Avenue를 이용하여 작성되어 있으며 주요기능은 AnnAGNPS모형의 입력파일 작성을 위하여 필요한 항목을 지형공간정보로부터 추출하고, 추출된 정보를 입력파일의 형식에 맞춰서 작성하는 기능으로 구성되어 있다. 입력인자 중 지형공간정보로부터 사용하는 인자들은 "TOPAZ"와 "AGFLOW" 프로그램을 이용하여 추출되며, ArcView는 이들 두개의 프로그램을 구동하기 위하여 필요로 하는 DEM, 토양 및 토지이용자료의 추출에 주로 사용되고 있다.

AGNPS-ArcView3.2 Interface (version2.0a)는 인터넷을 통하여 (<http://www.sedlab.olemiss.edu/AGNPS.html>) 다운로드 받을 수 있다. 메뉴 항목은 주로 AnnAGNPS모델의 입력파일 작성을 위한 기능에 집중되어 있으며 모델결과의 해석을 위한 기능이 ArcView 메뉴에 포함되어 있으나 표 3.1에서와 같이 그 기능을 실행할 수 없다.

3. 적용 및 고찰

3.1 연구대상 지역

본 연구의 대상지역은 전라북도 만경강유역 중류부의 남쪽인 전주천 하류로 유입되는 삼천유역을 대상으로 하였다. 삼천유역은 만경강의 제2지류로서 동경 127° 03' 09" ~ 127° 11' 44", 북위 35° 36' 43" ~ 35° 50' 32"에 위치하고 유역면적은 약 152.3km²에 달한다. 유역내 행정구역은 전주시와 완주군의 일부로서, 삼천의 상류유역은 완주군에 포함되며 토지이용형태는 대체로 모악산 도립공원을 포함한 산악지대와 하천 인근의 농업지대가 주를 이루고 있고, 중류 및 하류는 전주시에 포함되며 대규모 아파트 단지를 포함한 도심지역으로 이루어져 있다. 그림 3.1은 본 연구에서 토지이용도를 작성하기 위하여 사용한 LANDSAT TM영상을 이용하여 작성한 대상지역의 유역현황이다.

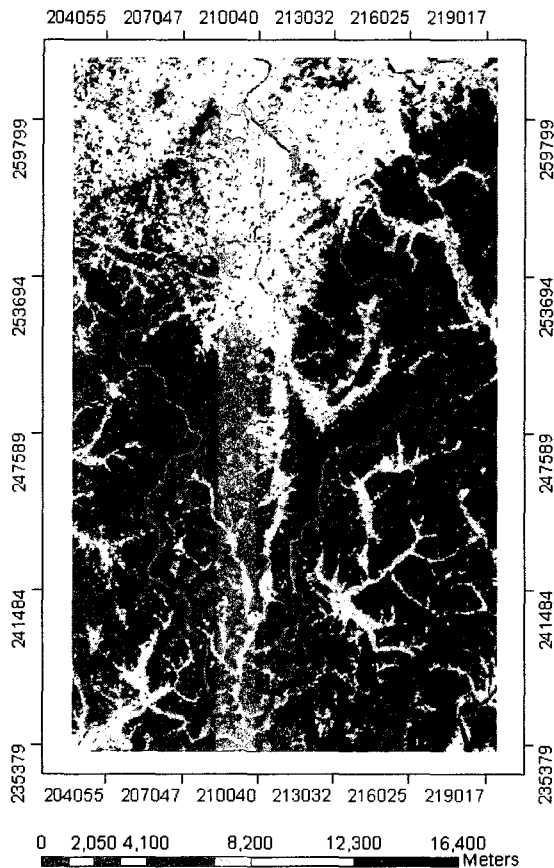


그림 3.1 유역대상지역 현황

3.2 기존 AGNPS-ArcView3.2 인터페이스를 이용한 모델 입력파일의 작성 및 구동 과정

현재 AGNPS-ArcView3.2 인터페이스는 버전 2.0a 까지가 개발되었으며, 본 연구에서는 이를 대상으로 사용과정을 분석하였다. 주 메뉴는 크게 DEM데이터 처리, 모델 입력 데이터 처리 및 작성, 모형구동, 모형의 결과처리 및 해석 등 크게 5개의 구성되어 있으며 모형의 구동을 위해서는 총 11단계로 구성되어 있다. 5개로 구성된 메뉴와 그 대표적인 기능은 표3.1과 같다.

표 3.1 추가 메뉴의 항목과 그 기능

메뉴		기능	비고
1	DEM pre-processing Utilities	그리드 합성, 유역추출을 위한 전처리 및 유역추출	○
2	Data prep	TOPAZ, AGFLOW의 실행. 각 소유역의 대표토양 및 토지이용 형태추출. Field data, Operation data 생성. Cell 및 Reach data 생성. AnnAGNPS 입력파일 생성.	○
3	PLModel	AnnAGNPS모형 실행	○
4	Outprocess	Event file & Source file display.	×
5	AnnAGNPS Analysis	결과의 시각적 표현을 위한 소유역도면과의 조인.	×

위 항목 중 첫 번째의 DEM자료 전처리 부분은 기존의 ArcViewGIS에서 지원되는 기능을 사용하기 편리하도록 Avenue를 이용하여 최적화한 것으로 기존 GIS에서 지원하는 기능들을 목적에 맞게 정리한 것이다. 두 번째 항목은 AnnAGNPS모형 입력파일을 작성하기 위한 메뉴로서 그림3.2와 같이 총 10단계로 구성되어 있다. 1-5단계까지는 TOPAZ와 AGFLOW프로그램을 사용하여 유역을 동질의 소유역으로 구분하고 구분된 소유역에 대한 물리적인 특성인자를 추출하는 단계이다. 이부분에서 사용자는 ArcViewGIS 뿐 만 아니라 GIS 프로그램의 일종인 TOPAZ 및 AGFLOW의 활용방법을 숙지하여야만 원활한 작업이 가능하다.

6단계는 CSA(Critical Source Area)의 개념으로 TOPAZ프로그램을 사용하여 분할된 각 소유역 현황도를 ArcView프로그램의 shapefile형태로 불러오는 단계이다.

7-8단계는 분할된 각 소유역에 대한 대표토양 및 토지이용형태를 추출하는 단계이다. 8단계까지를 비취볼 때 기존에 분포형모형으로 분류되던 AGNPS모형과는 다르게 AGNPS-ArcView Interface에서는 AnnAGNPS모형을 유역을 동질의 소유역으로 구분하는 집체형 모형으로서 구동되도록 구성되어 있음을 알 수 있다. 9단계는 “ann_reach.dbf”파일을 작성하고 reach의 특성을 소유역파일(subwta.shp)의 속성테이블에 추가하는 단계이며, 10단계는 MicroSoft Access프로그램을 사용하여 모형의 입력파일을 작성하는 기능을 하지만 (<http://www.sedlab.olemiss.edu>) 에서는 다운로드 받을 수 없어 사용할 수 없고 단지 Visual Basic으로 작성된 그림3.3과 같은 Input Editor를 이용하여

작성할 수 있다. 그러나 Input Editor를 이용한 과정에서 Cell Data와 Reach Data 블록은 AGFLOW를 이용하여 작성된 "AnnAGNPS_Cell.dat", "AnnAGNPS_Reach.dat"와 ArcView프로그램을 이용하여 작성된 "Predominant_land.dbf" 및 "Predominant_soil.dbf" 파일을 import하여 비교적 수월하게 작성하고 편집할 수 있지만, 그 이외의 많은 인자들을 수동 입력해야 하는 어려움이 있다.

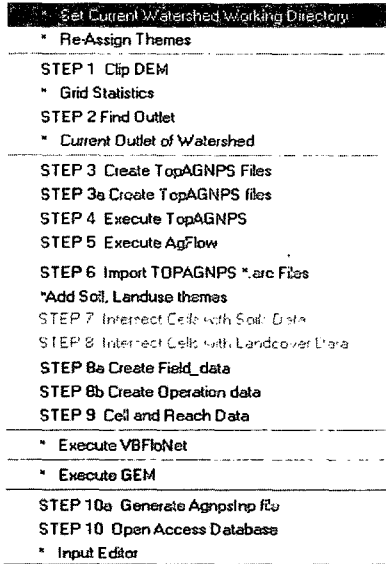


그림 3.2 자료 전처리메뉴

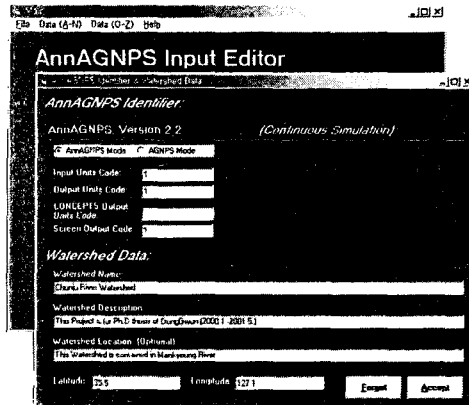


그림 3.3 Input Editor를 이용한 입력파일작성

3.3 모형 인자의 초기값 결정

모형구동을 위한 기준년도는 2000년도를 기준으로 하였다. 공간자료에 대한 기준 격자크기는 LANDSAT TM 영상의 픽셀 크기, 정밀토양도의 축척 (1/25,000), AnnAGNPS2.2모형의 1회 구동 시간을 고려하여 200m을 기준 격자크기로 하였다. 유량의 보정을 위한 값은 건설교통부 영산강홍수통제소에서 제시한 전주천의 미산교에 대한 수위유량곡선식을 사용하여 전주천과 삼천의 면적비유량으로 삼천에 대한 유량을 계산하여 보정하였다. 수질인자의 보정을 위한 자료는 전북보건환경연구원에 측정된 수질자료를 활용하였으며, 수질자료가 월 1회씩 측정된 관계로 적기 때문에 실측값과 모형의 결과값을 98%정도의 수준으로 보정하였다.

3.4 AnnAGNPS모형 입력파일 작성

본 연구에서는 GIS의 범용프로그램인 PC ArcView3.2a와 Visual Basic6.0을 이용하여 새로운 AnnAGNPS모형을 구동하기 위한 인터페이스를 구축하였다. 본 연구에서 구축한 ArcViewGIS와 AnnAGNPS모형의 인터페이스의 개념도는 그림 3.4와 같다. AnnAGNPS모형의 구동을 위해 필요한 DEM, 토양자료, 토지이용자료, 경사자료, 향자료, 흐름방향 및 LS자료 등의 처리는 ArcViewGIS를 이용하여 처리하였고 그 결과파일을 ASCII파일형태로 저장하였다. 저장된 ASCII파일로부터 AnnAGNPS모형의 입력파일 구조로의 변경은 본 연구에서 Visual Basic6.0을 이용하여 작성한 입력파일 작성기를 이

용하였다. 본 연구에서 제시한 GIS와 AnnAGNPS모형 인터페이스구축의 특성은 공간 자료의 처리에 가장 많이 사용되고 있는 ArcViewGIS를 사용함으로써 그 범용성을 높일 수가 있으며, 추가적인 작업 없이 입력파일 작성기만을 이용하여 AnnAGNPS모형의 최종 입력파일을 작성함으로써 모형구동을 위한 준비작업은 기존의 방법보다 단순화시킬 수 있었다. AnnAGNPS모형에서 제공되는 입력파일 편집기를 이용하여 수작업으로 작성할 경우 기준격자 크기에서 대상지역에서 약 6시간이 소요되었지만, 본 연구에서 개발한 입력파일 작성기를 사용할 경우에는 약 2분이 소요되었다. 그림 3.5와 그림 3.6은 본 연구에서 작성한 입력파일 작성기의 화면이다. 그림 3.5는 입력파일 작성기의 초기화면으로서 AnnAGNPS모형구동을 위한 기초적인 선택사항과 대상지역에 대한 간단한 설명을 추가하고, 작성된 입력파일의 이름을 설정하는 화면이다. 선택사항으로는 AnnAGNPS모형을 기존의 USLE를 사용하는 AGNPS방식과 RUSLE를 사용하는 AnnAGNPS방식이 있으며, 대상지역의 개략적인 설명에 대한 내용으로는 대상지역의 이름, 특성, 위치 및 경·위도 등의 항목을 입력한다. 그러나 경위도를 제외한 나머지 항목은 입력을 하지 않아도 모형의 구동에는 이상이 없다.

기초적인 입력사항의 입력이 완료되면, ArcViewGIS에서 ASCII형태로 작성된 공간자료에 대한 파일 즉, DEM 자료, 흐름방향자료, 토지이용자료, 토양자료 및 LS자료를 그림 3.6과 같은 메뉴를 이용하여 입력하면 입력파일 작성을 위한 과정이 완료되며 AnnAGNPS 입력파일의 작성이 완료된다. AGNPS2001에서 제시된 입력파일 작성과정에 비교하여 매우 간단한 과정을 거쳐 입력파일이 작성되고 있음을 알 수 있다.

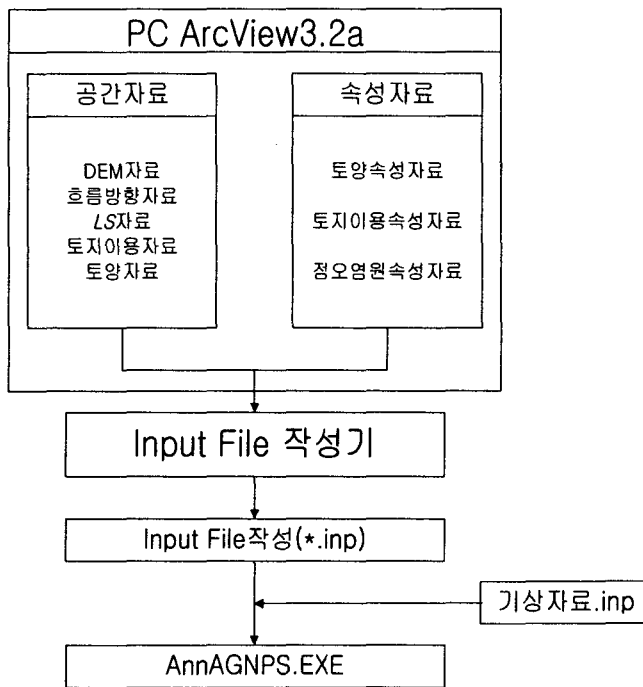


그림 3.4 ArcViewGIS와 AnnAGNPS모형 인터페이스의 개념도

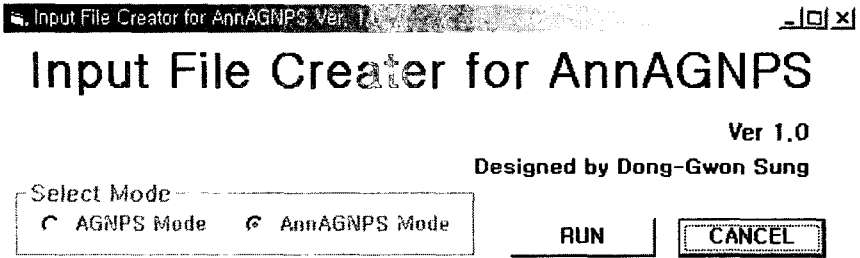


그림 3.5 입력파일 작성기의 초기화면

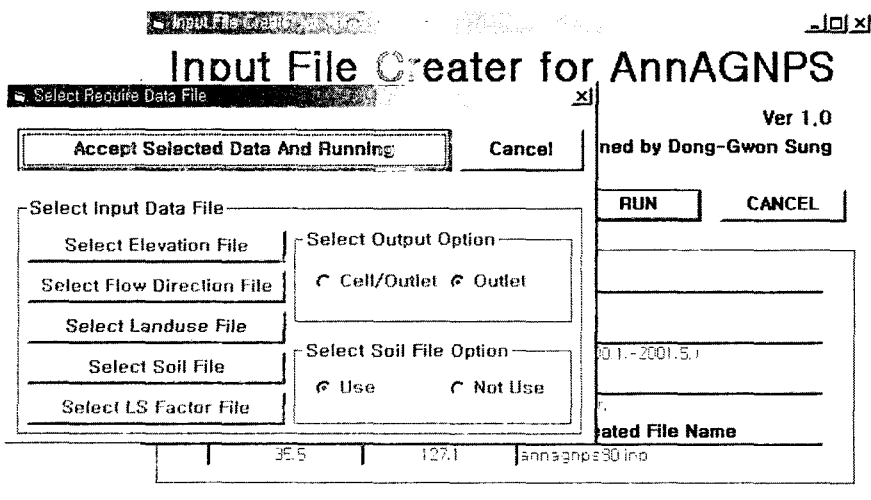


그림 3.6 입력파일작성기의 공간자료 선택화면

3.5 AnnAGNPS모형의 결과값 처리

AnnAGNPS모형의 결과값은 그림 3.7과 같이 텍스트형식의 이벤트(event)파일로서 제공된다. 그러나 이러한 결과는 단지 수치의 나열로서 각 격자별 오염물질 배출량의 파악, 비교 및 분석이 용이하지 않으며, 결과값의 원활한 비교 및 분석을 위해서는 많은 시간을 필요한 추가적인 작업이 요구된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 그림 3.8과 같은 후처리 프로그램을 개발하여 결과값을 격자형태의 지도로서 출력할 수

있도록 하였다.

```

AnnAGNPS: v1.05      Event File                               10/30/2002  11:43
ReachShed Number is 000.
Simulation Period    1 12000 12 312000

Outlet      Y Y Y Y Y Y Y Y

Outlet      6 82000      N
Water              1.07      0.0      .0067
Bed & Bank         0.0      .378E-09 .354E-07 .204E-08 .626E-07
Gully              0.0      0.0      0.0      0.0      0.0
Sheet&Rill         .094      .341      .157      .534      .589
Size Total         .094      .341      .157      .534      .589
Source Tot        .100E-06      0.0      1.716      1.716
Nitrogen           .424E-03      .054
Org Carbon         .005      0.0
Phosphorus         .304E-04 .427E-07
Pesticide Pest reference_      1 .593E-03 .108E-06
  
```

그림 3.7 AnnAGNPS모형 결과값의 예

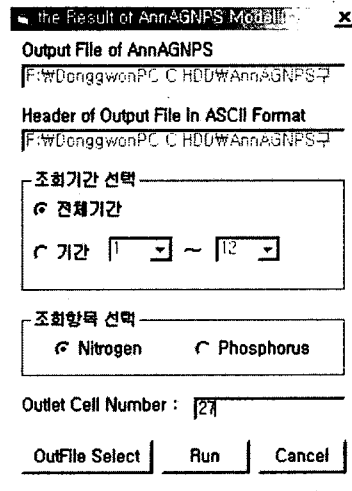


그림 3.8 AnnAGNPS모형 결과값의 후처리프로그램

후처리 프로그램은 AnnAGNPS모형의 구동 결과 생성되는 이벤트파일을 이용하여 격자자료 형태로 변환하여, 결과값의 용이한 비교를 위해서 TN 및 TP에 대하여 월별로 결과값을 나타낼 수 있도록 하였다. 표 3.2는 본 연구에서 개발한 후처리프로그램을 이용

하여 작성한 각 분기별 유출량 격자자료를 이용하여 작성한 TN 및 TP의 최대 유출량을 나타내고 있다. 각 오염원에 대한 유출량은 7, 8월의 우기에 년 간 총 유출량의 50% 이상이 유출되고 있음을 알 수 있다.

표 3.2 200m 격자크기의 최대유출량(단위 : ton)

항목	년	1월 - 6월	7 - 8월	9 - 12월
TN	19.599	6.501(33%)	11.097(57%)	2.011(10%)
TP	0.939	0.360(38%)	0.508(54%)	0.071(8%)

그림 3.9 - 그림 3.16은 그림 3.8과 같은 후처리 프로그램을 이용하여 200m 크기 격자를 대상으로 작성한 대상지역의 TN 및 TP의 유출량 현황을 나타내고 있다. 표 3.2에서와 같이 7, 8월에 TN 및 TP가 집중적으로 유출이 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한, 각 격자를 기준으로 TN 및 TP의 유출 현황을 나타냄으로서 오염원의 유출경로를 용이하게 파악할 수 있게 하였다. 이와 같은 오염물질의 유출경로의 파악은 비점오염원 유출의 저감을 위한 각종 시설물 및 대책의 수립에 매우 중요한 자료로 활용될 수 있다.

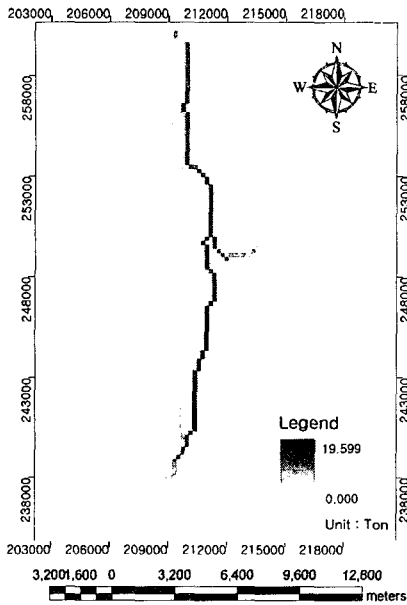


그림 3.9 대상지역의 TN 유출량(1년)

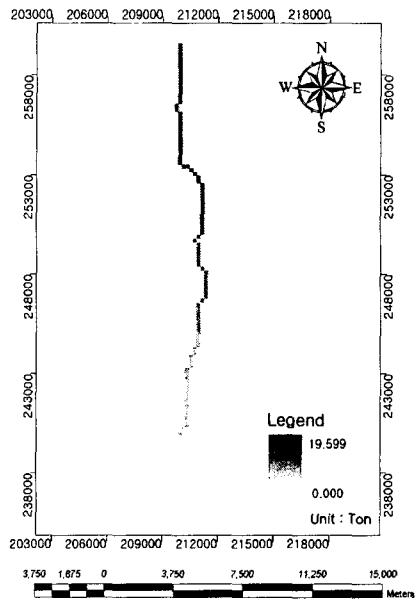
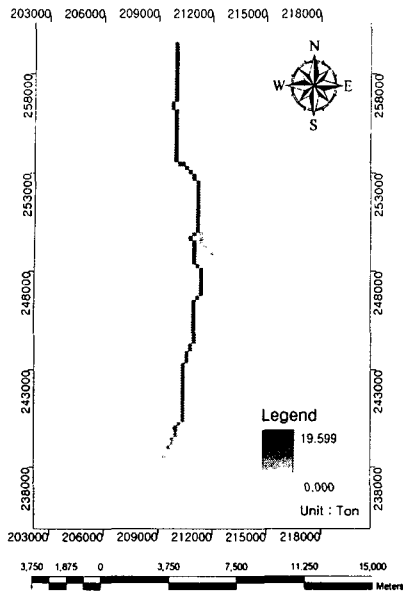
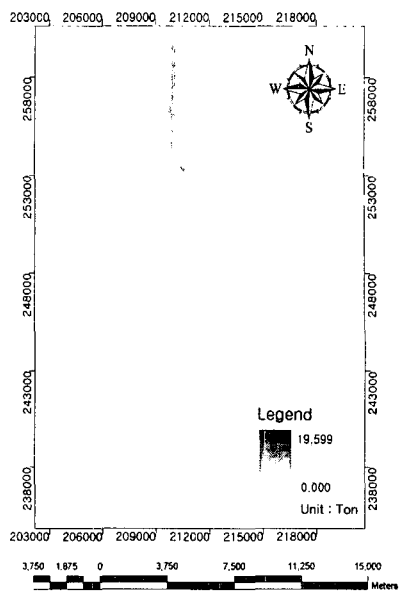


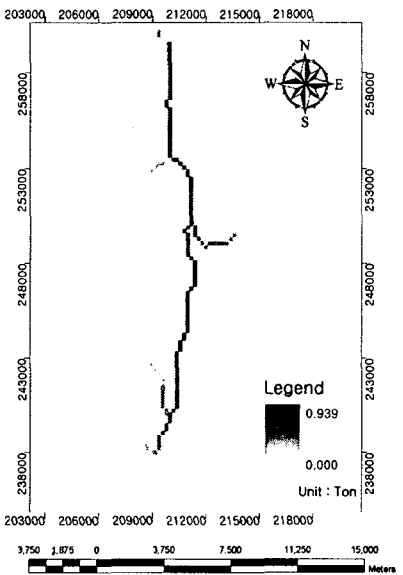
그림 3.10 대상지역의 TN 유출량(1-6월)



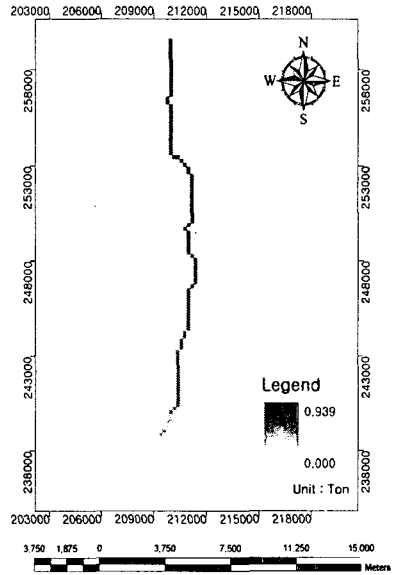
**그림 3.11 대상지역의 TN
유출량(7-8월)**



**그림 3.12 대상지역의 TN
유출량(9-12월)**



**그림 3.13 대상지역의 TP
유출량(1년)**



**그림 3.14 대상지역의 TP
유출량(1-6월)**

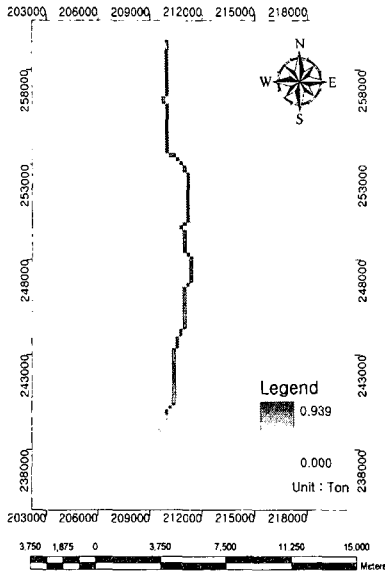


그림 3.15 대상지역의 TP 유출량(7-8월)

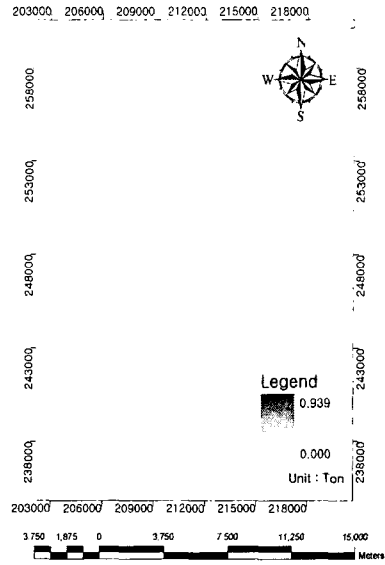


그림 3.16 대상지역의 TP 유출량(9-12월)

4. 결론

본 연구는 비점오염원모의를 손쉽게 수행할 수 있도록 ArcViewGIS와 AnnAGNPS모형의 인터페이스 개량에 관한 연구로서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 범용으로 사용되고 있는 GIS 프로그램을 이용하여 AnnAGNPS모형의 입력과 일을 손쉽게 작성하게 함으로서 기존 방법의 복잡성과 난해성을 해결하여 모형 사용의 용이성을 제고하였다.

둘째, 공간적인 차원을 갖지 못하고 수치로만 제공되는 모형의 결과값을 공간상에 표현할 수 있도록 함으로서 비점오염원의 유출량의 원활한 비교 및 경로의 파악을 가능하게 하였다.

셋째, 월별 비점오염원의 유출량의 비교결과 삼천유역의 비점오염원은 7 - 8월에 년 유출량의 50% 이상이 집중적으로 유출되고 있음을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1. Geter, W. F. and F. D. Theurer. (1998). AnnAGNPS-RUSLE Sheet and Rill Erosion. In Proceedings First Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, 19-23 April 1998, Las Vegas, NV, pp.1-24
2. Mitchell J. K., B. A. Engel, R. Srinivasan, and S. S. Y. Wang, 1993. Validation of

- AGNPS for small watersheds using an integrated AGNPS/ GIS system, Water resources Bulletin, 29(5) : 833- 842.
3. Ronald L. Bingner and Fred D. Theurer, 2001, AnnAGNPS Technical Processes, <http://www.sedlab.olemiss.edu/AGNPS.html>
 4. Renard, K. G., G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. McCool, and D. C. Yoder, coordinators. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation(RUSLE). U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 703, p.404
 5. USDA, Soil Conservation Service. (1972), "National Engineering HandBook. Hydrology Section4, Chapters4-10, 16, 19. Washington, DC.
 6. Vieux, B. E. (1993), DEM aggregation and smoothing effects on surface runoff modelling, American society of Civil Engineering, Journal of Computing in Civil Engineering, Special Issue on Geographic Information Anaysis 7, 310-338.
 7. Yoon, Jaewan and G. Padmanabhan, 1994. A decision support system for nonpoint source pollution management using a distributed model - GIS linkage, the First Congress on Computing in Civil Engineering, June 20- 22, 1994, Washington, D. C., American Society of Civil Engineer s (ASCE), New York, NY, 9 p.
 8. 김진택(1995), 농업 비점원 오염모형을 위한 지리자원정보시스템 호환모형의 개발 및 적용, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp.1-45