

하천수질모의를 위한 GIS적용 연구 A Study on the Application of GIS for the Simulation of Stream Water Quality

최연웅* · 성동권* · 전형섭** · 조기성***

Choi, Yun-Woong · Sung, Dong-Gwon · Jeon, Hyeong-Seob · Cho, Gi-Sung

요 旨

현재 하천의 수질관리를 위하여 여러 수질모델이 개발되어 있으며, 이러한 수질예측모델에 각종 수질관리 에 따른 대안을 적용시킴으로써 그 효과를 사전에 모의 평가하고 있다. 그러나 이러한 수질모델을 적용하기 위해서는 복잡한 형식의 입력자료 구축단계가 요구되고 있으며 모델을 통한 타당한 분석결과를 산출하였음 에도 불구하고 모델 자체의 표현의 한계성으로 인하여 효과적인 의사결정 자료로서의 활용이 미약한 실정이다. 본 연구는 GIS를 이용한 하천수질모의에 관한 연구로서, 기존 수질모델의 이러한 제약을 극복하고자 GIS환경에서 유역별 오염부하량을 산정하고 입력자료를 생성하며 모의결과를 시각화하는 인터페이스를 개발함에 있어 모델의 전·후처리과정에 GIS를 적용하는 유연한 통합(Flexible coupling) 방법을 이용하여 수 질모델과 GIS를 통합하였다. 수질모델로는 기존의 하천수질모델 중 우리나라의 실정에 적합하여 비교적 정 확하고 또한 그 적용이 간단하여 많은 지역에서 실제 적용되어 그 적용성이 검증된 QUAL2E 모델을 사용하였다.

ABSTRACT

Nowadays, various water quality prediction models have been studied, then these models can support the method which evaluate the effect of various alternative water quality management by simulation without experimentation. But, It is necessary to create complex input data file for applying these water quality model and even though the appropriate result is extracted, it is impossible to use as decision making data effectively because of the limitation of expression of model itself. As this study is about the stream water quality modeling, for overcoming the model's above limitation, by developing an interface which can calculate the pollutant load of watershed, I could create a input data file and visualize the simulation result so that I was going to integrate water quality model and GIS using Flexible coupling applied to GIS in the pre-process and post-process on model. The QUAL2E model, used in this study, is verified by stream water quality model in previous various results of study and has many examples through previous study, because that is appropriate to water quality model, especially in Korea, and comparatively accurate and their usage is quite simple.

1. 서 론

급속한 도시화와 인구증가에 의한 무분별한 국토개발 과 토지이용형태의 다변화로 오·폐수를 비롯한 다양한 오염물질의 하천유입이 증가하여 하천의 수질은 날로 심각해지고 있다. 특히 상수원 보호의 필요성이 고조됨에 따라 오염원에 대한 체계적인 관리가 필요하게 되었으

며, 하천수질관리시 현재의 수질 뿐만 아니라 장래의 수 질을 정확하게 예측할 수 있는 하천 수질 모델에 의한 관리가 요구되고 있다.¹⁾

현재, 수질관리를 위한 여러 가지 수질 모델들이 개발 되어 있으며 이런 수질 예측모델들에 각종 수질관리 대 안에 따른 가정을 적용시킴으로써 실제 실험을 통하지 않고 각종 수질관리 대안의 효과를 사전에 평가하는 수 단으로 사용되고 있다. 또한, 관련정보를 효율적으로 관 리, 분석할 수 있는 지형공간정보시스템(GIS)의 개발과 적용에 관한 연구들이 국내·외 정부기관, 개인기업체, 관련학술분야에서 활발히 진행되고 있다.

*전북대학교 공과대학 토목공학과 박사과정

**전북대학교 공업기술연구소 연구원

***전북대학교 공과대학 토목환경공학부 부교수

전북대학교 공업기술연구소 연구원

GIS를 하천수질관리에 적용하는 경우 현실감 있는 시각적 표현이 가능하여 일반인들에게 수질현황을 신속하고 알기 쉽게 제공할 수 있으며 각 지역간의 오염현황을 원활하게 비교·파악할 수 있는 장점이 있어 수질관리 정책 수립의 의사결정 자료로 활용될 수 있다.¹⁾

본 연구는 하천수질관리에 있어 GIS와 수질모델을 통합하고자 하는 연구로서, 공간데이터를 효과적으로 처리 및 표현할 수 있고, 손쉬운 GUI를 구축할 수 있는 GIS와 QUAL2E모델을 통합하였다. QUAL2E모델은 기존의 하천수질모델 중 우리나라의 실정에 적합하여 비교적 정확하고 그 적용이 간단하여 많은 지역에서 실제 적용되어 그 효용성이 검증된 모델이다.

2. 수질모델과 GIS의 통합

수질모델과 GIS의 통합 방법으로는 GIS 소프트웨어가 가지는 기능의 사용범위에 따라 원시적 통합(loose coupling), 유기적 통합(tight coupling), 유연한 통합(flexible coupling)으로 구분될 수 있다. 원시적 통합은 두 시스템 사이를 구체적인 인터페이스를 통해 연결하는 것이 아니라, 기존의 수질모델에 필요한 여러 가지 매개변수들을 GIS기법을 통해 추출하여 이를 수질모델에 적용하는 것으로 가장 기본적이며 단순한 방법이다. 유기적 통합은 수질모델을 GIS 소프트웨어내에 내장시키는 방법으로서 각 GIS 소프트웨어가 제공하는 매크로 언어나 library, 혹은 GIS 소프트웨어와 호환이 가능한 언어를 이용하여 기존의 수질모델을 새로이 구성하는 것이다. 이 방법은 GIS의 모든 기능을 이용할 수 있다는 장점이 있으나 수질모델을 새로이 구성해야만 하고, 구성된 모델은 다른 GIS 소프트웨어와 호환성이 없다는 단점이 있다. 유연한 통합은 수질모델의 전·후처리에만 GIS 소프트웨어를 사용하는 것으로 원시적 통합과 다른점은 두 시스템간의 인터페이스만을 개발한다는 점이다. 즉, 모의에 필요한 매개변수들을 GIS 소프트웨어에서 추출하고 개발된 인터페이스를 통해 기존의 수질모델에 적용한 후, 그 결과를 GIS에서 표현하는 방법이다. 이 방법은 원시적 통합에 비해 GIS 소프트웨어의 기능을 훨씬 많이 이용하는 것이고, 유기적 통합에 비해 많은 시간을 절약할 수 있으며, 모의 수행결과를 자동으로 데이터 베이스화 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.^{2,3)} 그림 1은 GIS와 수질모델의 통합방법을 나타낸 모식도이다.

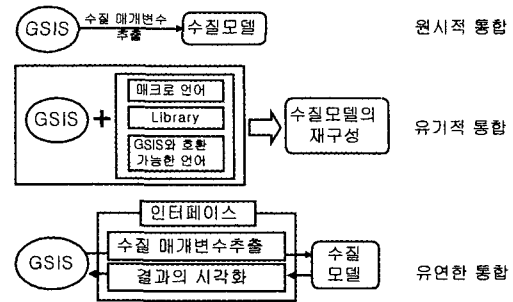


그림 1. GIS와 수질모델의 통합방법

수질모델에 GIS를 통합함으로써 얻어지는 장점으로 첫째, 대상이 되는 지형지물에 대해 실제계 좌표값을 사용한다는 점이다. 수치지도 상에서 구현된 실제계 좌표들은 수질모델에서 사용되는 하도형상을 정확히 묘사할 수가 있어 정확한 모의가 가능하다. 또한 다른 자료들과의 중첩이 가능하게 되어 기존의 모델만으로는 불가능했던 다른 분야 모델과의 연계도 가능하게 된다.

둘째, 전문가 시스템으로의 확장이 용이하다는 점이다. 현재까지의 수질모델들은 기본자료의 수집, 입력, 모의수행, 출력의 관리 등이 모델을 이해하고 있는 몇몇 사람들에게만 국한되어 있으나, GIS를 통합함으로써 모든 자료들이 데이터 베이스와 연결되어 수질모델에 대한 기본적인 지식만 있으면 누구나 이용할 수 있는 전문가 시스템의 구축이 가능하며, 이런 전문가 시스템은 수질, 수문, 재해 등 다양한 분야에서의 적용이 가능하다.

셋째, 기존의 수질모델에서는 모의수행의 결과가 일회성에 그치는 반면, GIS를 통합한 시스템 하에서는 다중성을 가지게 되므로써 다양한 활용이 가능하게 된다.

넷째, 모의수행결과에 대하여 다양하고 시각적인 출력이 가능하게 되어 기존 수질모델의 단조롭고 난해한 출력결과를 효과적으로 표현하므로써 좀더 직관적인 이해 환경이 구축된다.

따라서, 본 연구에서는 이와같은 장점들을 고려하여 수질모델에 GIS를 통합하였으며, 통합방법으로는 앞에서 제시한 3가지 방법 중 다른 두 가지 방법에 비하여 여러 장점을 갖는 유연한 통합 방법을 사용하였다.

3. 적용 및 고찰

3.1 대상지역 및 연구내용

본 연구는 전라북도 전주시의 삼천·전주천 유역을 대

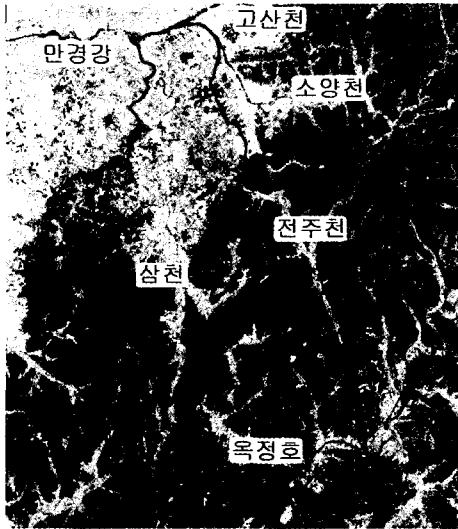


그림 2. 대상지역의 위성영상 현황도

상지역으로 하였으며 그림 2는 인공위성영상(LANDSAT)을 이용한 대상지역에 대한 유역현황도이다. 연구내용은 크게 모델에 입력될 인자들의 공간데이터의 취득 및 구축, 원단위를 이용한 오염부하량 산정방법과 도형데이터를 연계하여 소유역별 부하량을 산정하기 위한 내부루틴의 작성, GIS환경에서 QUAL2E 모델을 구동하기 위한 인터페이스의 개발, QUAL2E 모델을 이용한 대상지역에 대한 수질 모의, GIS 환경에서 QUAL2E 모델의 모의 결과의 시각화를 위한 인터페이스 개발로 나눌 수 있다.

위와 같은 연구를 위하여 사용된 GIS 도구는 ESRI사의 PC ArcView 3.1을 사용하였다. 또한, 소유역 오염부하량의 산정과 QUAL2E 모델의 적용 및 모의 결과를 시각화하기 위한 인터페이스 개발을 위하여 PC ArcView에서 지원하는 객체지향 프로그래밍 언어인 Avenue를 이용하였다.

QUAL2E에서 모의 가능한 수질항목으로는 3개의 보존성물질, 대장균류, 1개의 비보존성물질, BOD, 유기질소, 암모니아성 질소, 아질산성 질소, 질산성 질소의 4개의 질소순환 요소들, 유기인, 용존인의 2개의 인순환요소들, 조류, 용존산소, 수온등의 15가지의 항목이나,^{4),6)} 본 연구에서는 이들 항목 중에서 하천의 수질을 나타내는데 일반적으로 이용되고 있는 BOD와 부가적으로 용존산소, 총질소(TN) 및 총인(TP)을 고려하였다.

3.2 자료 입력

3.2.1 도형자료 입력

도형자료로서는 등고선도와 수계망도, 행정구역도, 유역도, 수리시설물 위치도, 실폭하천도 등을 입력하였고, 소유역별 오염물질의 최종 배출지점은 수계망도를 참고하여 입력하였다. 이들 자료는 도엽명 삼례, 읍내, 반월, 전주, 신정, 상두, 원천, 관촌의 총 8매의 1:25,000 수치지형도에서 Arc/Info를 이용하여 레이어 별로 직접 추출하였고, 행정구역도의 경우는 1:40,000의 전주시 행정지도와 1:123,000의 완주군 행정지도를 트래킹하여 스캐닝 후 벡터라이징하여 폴리곤으로 입력하였다.

대상지역에 대한 유역도는 속성자료의 구축단위인 행정구역과 수치지형도상의 등고선을 고려하고 유역의 강우 유출수가 하천으로 집수되는 경로 및 전주천 수계의 유역과 수역특성을 이용하여 총 10개의 소유역으로 구분하여 입력하였다. 특히, 도심지의 경우 시가지 지역에 대한 유역분할에 어려움이 있어 삼천과 전주천의 합류지점으로부터 전주시내를 포함하여 전주천 상류까지를 하나의 유역으로 분류하였다. 그림 3은 대상지역에 대하여 입력한 유역도에 수계망을 표시한 것이다.

QUAL2E 적용을 위하여 수질측정지점인 삼천취수장 상류보(세내보)를 수원으로 입력하여 삼천 상류로부터 직할하천 구간인 전주천 일부구간을 지나 만경강 합류지점까지를 수질모의구간으로 정하였다. 또한 구간을 구분하

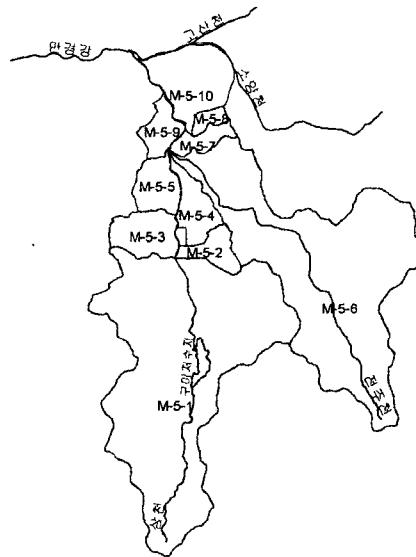


그림 3. 유역현황 및 수계망도

는데 있어서 수치지형도로부터 하천중심선을 추출하여 이를 하천의 수질 측정지점을 고려하여⁷⁾ 수리학적 특성이 유사한 구간별로 구분하여 입력하였고, 모의 결과를 시각화하기 위하여 Arc/Info의 Route-System 기능을 이용하여 수치지형도로부터 추출된 하천중심선을 500 m 길이의 계산요소로 분할하여 입력하였다.

또한, 분할한 각 소유역에서 배출되는 오염물질이 하천에 유출되는 유역의 최종 배출지점 위치를 수원과 점오염원으로 분류하여 입력하였고, 전주시 하수종말 처리장의 경우 분할한 소유역과는 별도로 하나의 점오염원으로서 고려하여 배출지점 및 처리장의 위치를 각각 입력하였으며, 농업용수 및 기타용수로 이용하기 위한 하천상의 취수지점을 점오염원으로 입력하였다. 또한, 각 지점간의 위치를 식별하기 위하여 수치지형도로부터 추출한 하천중심선을 이용하여 최종 오염물질 배출 지점별로 분할하여 입력하였으며, 하천의 수질 모의 결과를 시각화하기 위하여 소양천, 고산천, 만경강 등의 대상유역 주위의 하천들의 하천중심선 및 수리시설물을 수치지형도로부터 추출하여 입력하였다.

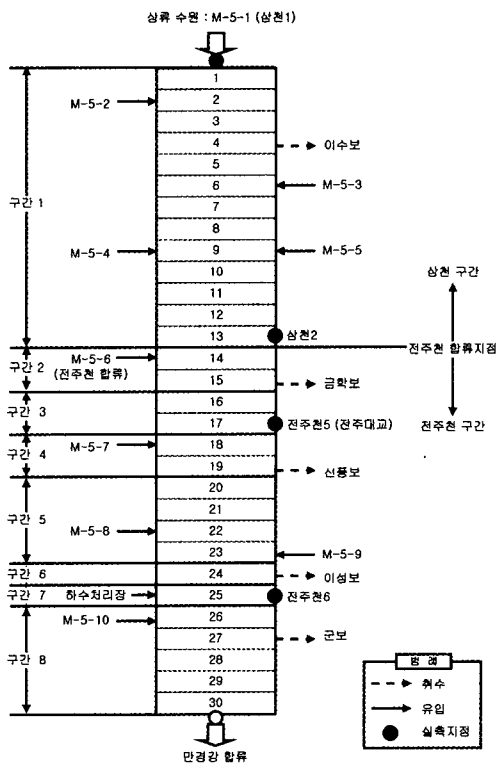


그림 4. 수질모의 구간에 대한 모식도

그림 4는 QUAL2E 적용을 위하여 수원인 삼천 상류로부터 만경강 합류지점까지의 각 구간과 계산요소, 그리고 점오염원들의 위치를 나타낸 모식도이다.

3.2.2 속성자료 입력

속성자료는 크게 소유역별 오염부하량 산정시에 사용되는 자료와 QUAL2E 입력파일 생성에서 사용되는 자료로 나누어 입력하였으며, 입력한 도형데이터와 연결하기 위하여 공유 필드를 포함하여 입력하였다.

1) 오염부하량 산정을 위한 오염원 자료 입력

본 연구에서는 소유역별 오염부하량을 산정하기 위해 오염원 자료의 기준년도를 1997년으로 하고, 오염원 중 점오염원으로는 인구에 의한 생활계 오염원과 기축사육에 의해 발생하는 축산계 오염원 및 공장 등 산업시설에서 배출되는 공장폐수를 고려하였으며, 비점오염원으로는 전, 답, 대지, 임야, 기타 지역 등 토지이용에 따라 강우시 발생하는 오염원을 고려하였다.

고려한 오염원으로는 크게 생활계, 축산계, 산업폐수, 토지이용으로 산업폐수를 제외한 각각에 대하여 행정구역별 오염원을 "*.dbf" 형태로 자료기반을 구축하였으며, 산업폐수의 경우는 표준산업분류별로 분류하여 표준코드를 부여하고 폐수배출시설 각각에 대한 폐수 발생량 및 방류량을 "*.dbf"의 형태로 입력하였다. 또한, 축산계 오염원의 경우는 축종별로 비교적 그 사육두수가 많은 한우, 젓소, 돼지, 가금류만을 고려하여 분류하였다.

생활계 오염원은 행정구역별로 하수 처리구역 및 미처리구역으로 분류하였고 이를 합류식 및 분류식으로 다시 분류하였으며, 다시 시가지지역 및 비시가지지역으로 분류하였다. 또한 각각에 대하여 가정 및 사업장으로 나누었고, 처리방법에 의해 수거식 및 수세식으로 분류하였으며, 특히 수세식의 경우 오수정화시설, 단독정화시설, 무처리로 세분화하여 분류하였다. 축산계 오염원의 경우에도 행정구역별, 축종별로 분류하고 각각의 축종에 대하여 허가, 신고, 미규제로 분류했으며, 또한 축산폐수 처리형태를 톱발발효, 퇴비화, 액비화, 퇴비+액비, 위탁처리, 미처리, 기타등의 축산분뇨자원화시설별로 세분화하여 분류하였다. 산업폐수에 관해서는 유역내에 위치하고 있는 폐수배출시설 중에서 전주천으로 배출하거나 전주시 하수처리장으로 배출하는 폐수배출시설에 대하여 표준산업분류별로 분류하여 표준코드를 부여하였고, 각 폐수 배출시설에 대하여 폐수배출량 및 방류량을 입력하였다. 마지막으로 토지이용에 대해서는 행정구역별 토지이

표 1. 오염원 데이터의 구축 현황 및 구성

구분	파일명	필드구성	비고
인구오염원	인구오염원.dbf	① 처리구역/미처리구역 ② 합류식/분류식 ③ 시가화지역/미시가화지역 ④ 가정/사업장 ⑤ 수거식/수세식(오수정화시설/단독정화시설/무처리)	※각 데이터는 모두 행정구역별로 입력되었으며 필드 구성에서의 각 번호는 선행번호의 각 항목에 대하여 각각 분류하여 입력하였다.
가축오염원	축산분뇨자원화시설.dbf	① 한우/젓소/돼지/가금 ② 허가/신고/미규제 ③ 톱밥발효/퇴비화/액비화/퇴비+액비/위탁/기타/미처리	
산업폐수	표준산업분류오염원.dbf	행정구역명/상호명/표준산업분류/방류지역/폐수발생량/폐수방류량/처리형태	
토지이용	토지이용.dbf	행정구역명/전/답/임야/대지/기타	

표 2. QUAL2E 입력파일 생성을 위한 속성자료의 현황 및 구성

구분	파일명	필드구성	비고
수리학적 변수	수리학적특성 자료 (DATA5)	수리학적계수.dbf	확산계수(K)/사면경사 I/사면경사 II/하상폭/수로경사/매널조도계수(n)
수질 관련 변수	BOD/DO/조류/질소인 관련계수 (DATA 6, 6A, 6B) 상류수원 자료 (DATA 10, 10A) 점오염원 입력자료 (DATA11, 11A)	수질반응계수_00.dbf Headwater.dbf 점오염원.dbf	K ₁ , K ₃ , K ₄ , K ₂ 음선, K ₂ , 입력오염물질별 분해속도/침전율/산화율/용출율/분해율/소멸율 유량/수온/DO/BOD/보존성물질 I, II, III/비보존성물질, Coli/Chl-a/Org-N/NH ₃ -N/NO ₂ -N/NO ₃ -N/Org-P/PO ₄ -P

용현황을 기준으로 전, 답, 임야, 대지, 기타로 구분하여 입력하였다.

표 1은 오염원 데이터의 구축현황 및 구성을 나타내고 있다.

2) QUAL2E 입력파일 생성을 위한 속성데이터 입력

QUAL2E 모델의 적용을 위하여 사용되는 입력파일은 데이터의 헤더부분이라고 할 수 있는 타이틀 데이터 그룹, 전체 프로그램을 제어하는 프로그램 컨트롤 부분 및 조류, 질소, 인, 빛, 온도보정에 대한 각종 계수들을 입력하는 부분, 하천의 구간식별 및 위치입력 부분, 희석유량 관련자료 입력부분, 계산요소유형 식별데이터 입력부분, 수리학적 특성 데이터 입력부분, BOD와 DO, 질소와 인, 조류 및 기타 반응계수 입력부분, 초기조건 입력부분, 중분유입량 입력부분, 하천의 합류점자료 입력부분, 상류수원 자료 입력부분, 점오염원 자료 입력부분, 수리시설물에 의한 재폭기 자료 입력부분, 하류경계조건 입력부분, 기상자료 입력부분, BOD와 DO의 플로팅구간에 대한 정보입력부분의 총 16가지 부분으로 나눌 수 있는데 이 중

속성자료로 입력하는 것들은 크게 수리학적 변수 및 수질 관련 변수와 기타 변수로 구분할 수 있다.

표 2는 본 연구에서 QUAL2E 입력파일 생성을 위하여 구축한 속성자료의 현황 및 구성을 나타낸 것이다.

특히, QUAL2E 모델에서는 대상지역 수계내의 구간을 모의의 기본단위로 보기 때문에 속성 데이터베이스는 구간을 대상으로 하여 구축하였다. 또한 본 연구에서는 수리학적 특성자료에서 대상하천의 단면을 사다리꼴로 고려하였고, 대상지역의 전체 유역에 대하여 소유역을 구분할 때 소유역에서 발생하는 모든 오염물질이 유역의 최종 배출지점에서 하천에 유입된다고 가정하였으며, 하천의 특성상 최하류의 조건이 상류지역에 미치는 영향이 없기 때문에 수질관련변수 중 초기조건, 중분유입, 하류 경계조건은 고려하지 않았다.

3.3 오염물질 부하량 산정을 위한 프로그램 개발

본 연구에서는 소유역별 오염물질의 부하량을 산정하기 위하여 행정구역별로 입력된 오염원 데이터와 1999

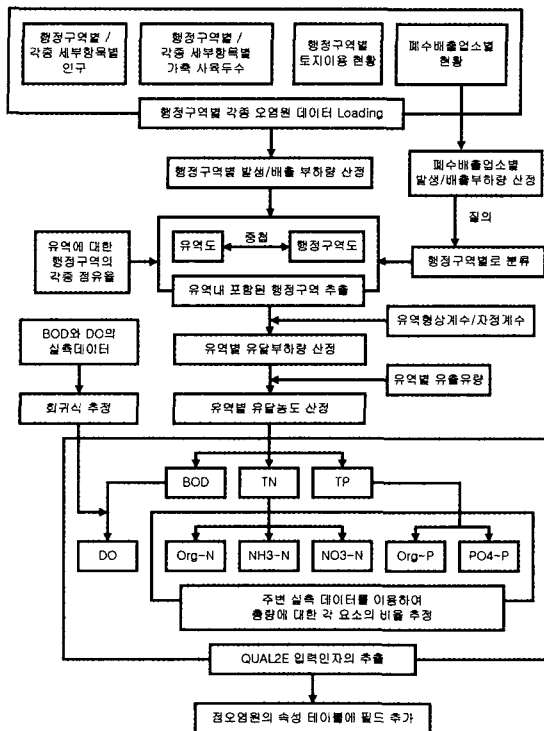


그림 5. 오염부하량 산정 프로그램의 흐름도

년 8월 환경부의 “오염총량관리계획의 수립지침(안)”에 첨부된 오염부하량 원단위와 산정방법⁸⁾을 이용하여 행정구역별 발생부하량을 산정하였다. 그림 5는 오염부하량 산정을 위한 프로그램의 전체적인 흐름도이다.

오염원 중 인구, 가축, 토지이용 데이터의 경우에는 도형데이터로 입력된 행정구역도와 유역도를 중첩하여 각 유역에 포함되는 행정구역들을 추출하고, 속성데이터로서 입력한 소유역에 포함된 행정구역들의 토지, 인구, 가축 점유율을 이용하여 각 유역별 오염원을 산정하여 부하량을 계산하였다. 그리고, 폐수배출업소별로 입력된 산업폐수 오염원의 경우에는 입력된 모든 폐수배출업소별로 발생 및 배출 부하량을 먼저 산정하고 질의기능을 이용하여 유역내 모든 폐수배출업소 중 전주시 하수종말처리장으로 방출하지 않고 하천으로 배출되는 오염부하량을 행정구역별로 합산하여 산정한 후 인구, 가축, 토지이용 데이터와 같은 방법으로 행정구역도와 유역도를 중첩하여 유역별 행정구역을 추출하고 점유율을 적용하여 유역별 부하량을 산정하였다.

각 유역별로 산정된 BOD, TN, TP의 배출부하량으로부터 환경부의 유달 부하량 산정방법⁸⁾에 의해 산정된 유

역의 최종 배출구에서의 유달부하량과 속성자료로 입력된 유역별 유출량으로부터 유역별 유달농도를 산정하였고, 이로부터 QUAL2E 수질 입력인자인 DO, BOD, 유기질소, 암모니아성 질소, 아질산성 질소, 질산성 질소, 유기인, 용존인을 추정하였다.

DO는 주변 수질관측소에서 1997년에 측정된 BOD와 DO의 실측데이터를 이용하여 회귀분석을 실시하여 BOD와 DO의 관계에 의한 회귀식을 추출하였으며, 추출된 회귀식을 이용하여 각 유역 최종 배출지점에서의 DO량을 추정하였다. 질소(N)와 인(P)계열 인자의 입력은 주변 수질관측소에서 측정된 실측데이터를 이용하여 1997년 월별로 총질소에 대한 유기질소, 암모니아성 질소, 아질산성 질소, 질산성 질소의 비율과 총인에 대한 유기인, 용존인의 비율을 산정하였고 이를 이용하여 유역 배출지점에서의 값을 추정하였다.

3.4 GIS를 이용한 QUAL2E 입력파일 생성

QUAL2E 모델은 FORTRAN으로 개발된 프로그램으로서 모델의 입력자료는 크게 총 16개의 항목으로 구분되어 있으며 각 항목에 관하여 일정한 입력형식을 갖는다. 예를 들어 그림 6은 QUAL2E 입력파일의 일례로서 Title Data 부분을 보여주고 있다. 표시한 부분(TITLE03~TITLE05)은 모의 하고자 하는 최대 3가지의 보전성 물질들에 대한 사항들을 기술하게 되는데 모의에 포함 여부에 따라 10~12열에 “YES” 또는 “NO”를 가장 우측인 12열을 기준으로 반드시 대문자로 입력해야만 한다.

본 연구에서는 타이틀 데이터 그룹, 프로그램 제어, 조류/질소/인/빛/온도보정계수 입력부분에 대해서는 대화상자에서 직접 입력하도록 하였고, 하천의 구간식별 및 위치입력 자료와 계산요소유형 식별자료의 경우는 입력한 데이터를 연산을 통해 가공하여 입력하도록 하였다. 또한 각 부분에 대하여 입력된 도형데이터 및 이와 연계된 속성데이터를 이용하여 필요한 인자를 추출하여 입력파

번호	명칭	단위	비고
TITLE01	전주천 유역 하천수질 모의		
TITLE02	질소 - 질산성 질소와 아질산성 질소		환경장 합류지점
TITLE03	CONSERVATIVE MINERAL I		
TITLE04	CONSERVATIVE MINERAL II		
TITLE05	CONSERVATIVE MINERAL III		
TITLE06	ALGAE AS CHL-A IN US/L		
TITLE07	CARBONACEOUS BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (TCBOD)		
TITLE08	PHOSPHORUS CYCLE AS P IN MG/L		
TITLE09	(ORGANIC-P; DISSOLVED-P)		
TITLE10	NITROGEN CYCLE AS N IN MG/L		
TITLE11			

그림 6. QUAL2E 입력파일의 일례

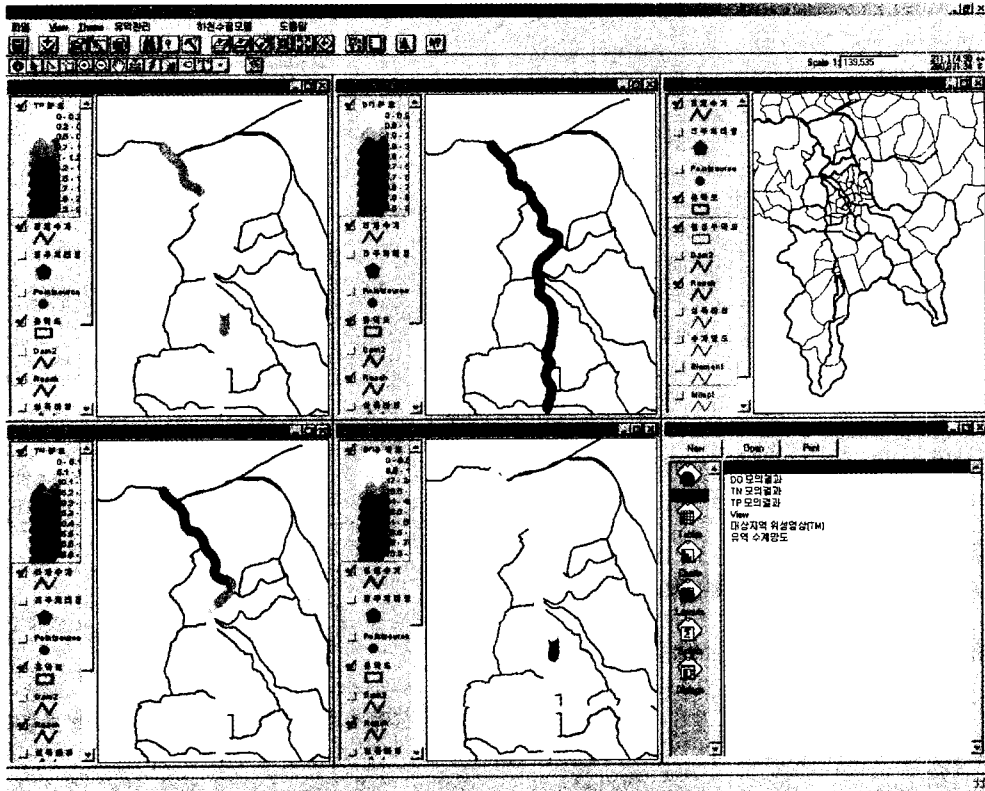


그림 10. 1997년 10월의 모의 결과

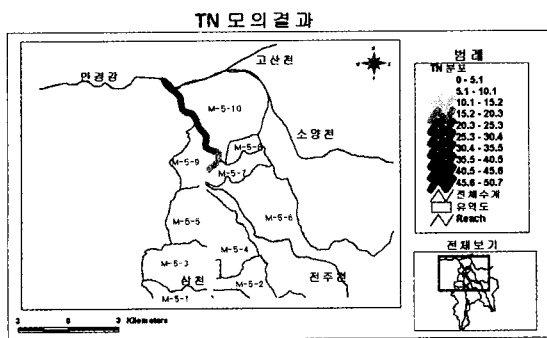


그림 11. 모의결과에의 도면출력의 일례

수질 모의를 가능하게 하여 유역환경 및 수질연구를 용이하게 하고, 유역 환경자료 관리에 용이함을 기할 수 있었다.

그러나, 원단위를 이용한 소유역별 오염부하량 산정방법은 해당 유역의 특성을 완전히 반영할 수 없으므로, 차후 비점오염원의 정량적 산정 등의 기능을 갖는 모델을 접목시키는 연구가 필요하며, 뿐만 아니라 일반인들

을 대상으로 한 하천 수질관리정책의 효과를 극대화시킬 수 있도록 인터넷과의 연계가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 전북대학교 공업기술연구소의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 성동권, "GIS를 이용한 환경데이터베이스 구축과 Simulation에 관한 연구", 전북대학교 대학원 석사학위논문, 1998, pp. 1-3.
2. Dennis L. Corwin and Peter J. Vaughan, "Modeling Nonpoint Source Pollutants in the Vadose Zone with GIS", Environmental Science & Technology, Vol. 31, No. 8, 1997, pp. 2157-2175.
3. 최현상, "GIS와 연계한 추계학적 하천 수질해석", 경북대학교 대학원 석사학위논문, 1997, pp. 48-54.

4. Linfield C. Brown and Thomas O. Barnwell, Jr. "The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS : Documentation and User Manual", 1987, pp. 1-10.
5. 이준희, "팔당호로 유입되는 비점오염원의 추정에 관한 연구", 성균관대학교 대학원 석사학위논문, 1998, pp. 16-21.
6. 문추연, "지리정보체계(GIS)와 수질관리모형에 의한 하천 수질 파악기법", 동아대학교 대학원 박사학위논문, 1997, pp. 16-20.
7. 환경부, "수질측정망 운영계획", 1999.
8. 환경부, "오염총량관리계획의 수립지침(안)", 1999.

(2001년 5월 16일 원고접수)