

유역오염원 수질거동해석을 위한 GIS기반 정보시스템 개발*

박대희¹ · 하성룡^{2*}

Development of Information System based on GIS for Analyzing Basin-Wide Pollutant Washoff*

Dae-Hee PARK¹ · Sung-Ryong HA^{2*}

요 약

환경모델링 기법은 비선형 오염유출현상을 구조화하여 배출특성 규명 및 정책대안의 영향예측 도구로서 활용도가 증가하고 있다. 반면 복잡한 입력 매개변수의 구성은 모형운영에 있어 비정량적 수치의 적용가능성을 내포하고 있다. 이러한 한계성을 극복하기 위해 최근 들어 GIS와 정보기술의 연계를 통한 자료관리 및 모형 매개변수 산출을 위한 연구들이 활발히 진행 중에 있다.

이에 본 연구의 목적은 NGIS사업을 통해 축적된 지형공간 자료와 GIS의 공간분석기능을 연계하여 유역 오염유출모형인 HSPF의 운영정보 생성을 지원하는 정보시스템을 개발하는데 있다. 주 연구내용은 시스템 분석 및 설계, 기초 데이터 수집과 DB 구축, 지형 매개변수 산정을 위한 GIS-HSPF의 통합 인터페이스 구축이다. 개발된 KBASIN-HSPF는 EPA에 의해 개발된 BASIN의 유역분할, 하천망생성, 지형특성계수 산정 기능과 함께 우리나라의 지형·오염원·기상정보의 저장 구조를 고려한 데이터 모델링, Thiessen망에 준한 강우자료 보정 그리고 HSPF 모형운영정보 생성 및 전환기능을 포함하고 있다.

KBASIN-HSPF는 기존의 오염유출모델링을 위해 자료준비부터 정보연계, 모형운영까지 분산된 환경에서 수행되었던 것을 통합환경하에서 진행함으로써 정보의 질적보장과 정보전환의 표준화방안을 제시하는 정보분석시스템이다.

주요어 : 지리정보시스템, 유역오염원, HSPF, 환경모델링, 정보관리시스템

ABSTRACT

Simulation models allow researchers to model large hydrological catchment for comprehensive management of the water resources and explication of the diffuse pollution processes, such as land-use changes by development plan of the region.

* 본 연구는 건설기술연구원의 수자원 확보 및 최적관리기술 사업 중 통합수자원관리 세부과제인 시공간자료활용기술개발 사업의 지원으로 이루어졌습니다. (1-2-2)

2006년 6월 30일 접수 Received on June 30, 2006 / 2006년 12월 15일 심사완료 Accepted on December 15, 2006

1 충북개발연구원 연구원 Chungbuk Development Institute

2 충북대학교 도시공학과 교수 Chungbuk National University

* 연락처 E-mail : expert@expertgis.net

Recently, there have been reported many researches that examine water body quality using Geographic Information System (GIS) and dynamic watershed models such as AGNPS, HSPF, SWAT that necessitate handling large amounts of data.

The aim of this study is to develop a watershed based water quality estimation system for the impact assessment on stream water quality. KBASIN-HSPF, proposed in this study, provides easy data compiling for HSPF by facilitating the setup and simulation process. It also assists the spatial interpretation of point and non-point pollutant information and thiesen rainfall creation and pre and post processing for large environmental data. An integration methodology of GIS and water quality model for the preprocessing geo-morphologic data was designed by coupling the data model.

KBASIN-HSPF interface comprises four modules: registration and modification of basic environmental information, watershed delineation generator, watershed geo-morphologic index calculator and model input file processor. KBASIN-HSPF was applied to simulate the water quality impact by variation of subbasin pollution discharge structure.

KEYWORDS : GIS, Watershed Pollution, HSPF, Environmental Modelling, Information Management System

서 론

환경모델링 기법은 비선형 오염유출현상을 구조화하여 배출특성 규명 및 정책대안의 영향예측 도구로서 활용도가 증가하고 있다. 반면 복잡한 입력 파라미터의 구성은 모형운영에 있어 비정량적 수치를 적용할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

이러한 한계성을 극복하기 위해 최근 들어 GIS와 정보기술의 연계를 통한 자료관리 및 모형 매개변수 산출을 위한 연구들이 활발히 진행 중에 있다(Leon 등, 2000).

미국 EPA(Environmental Protection Agency)는 수질오염총량관리(Total Maximum Daily Load: TMDL)를 효율적으로 수행하기 위하여 표준화된 공간정보 기반 하에 분석모형의 전처리과정을 지원하는 BASINS(Better Assessment Science Integrating Point and Non-point Source)을 개발하여 제공하고 있으며, Basso 등(2000)은 지리정보체계와 원격탐사자료를 사용하여 농경구역의 환경민감도를 평가하였고,

Besio 등(1998)은 오염영향도의 개별과 분석기술을 GIS 기술과 연계하여 제시한 바 있다.

우리나라의 연구결과로는 김정탁 등(2000, 2003)이 수행한 국산 GIS 엔진을 활용한 하천 네트워크 분석 및 지표추출시스템의 개발과 하성룡 등(1996)의 최적 상수관망노선선정을 위한 GIS 연계기술 개발 등 다수의 연구가 진행 중이다.

그 외에 최철관 등(2001)은 GIS와 연계하여 모형의 입력자료 작성 및 해석결과의 가시적인 출력이 가능하도록 하며 결과자료의 변환, 합성 및 가공을 모델링의 입력자료 생성에 중점을 두어 연구를 수행하였다.

이처럼 GIS-모델링 분야의 기술적 성장은 오염거동 해석분야에 직접적인 영향을 미치며 해석결과에 대한 시공간적 신뢰도를 향상시키고 있다. 우리나라 역시 NGIS사업을 통해 구축한 전 국토의 디지털 정보화는 오염의 이동과정을 모의하는 수리·수질모형의 복잡한 입력정보의 구축을 가능하게 하고 있다.

그러나 기 구축된 공간정보를 직접 오염해

석모형에 적용하는 것은 입력정보의 저장구조의 비표준화로 인해 아직은 그 한계성을 보이고 있다. 따라서 막대한 자원투자로 구축된 공간정보를 원활히 활용하기 위해서는 기본정보의 고급정보로의 전환을 위한 전문가 지식기반의 표준화된 인터페이스를 필요로 한다.

이에 본 연구에서는 준분포형 유역모형인 HSPF의 사용을 위해 시스템 분석 및 설계, 기초 데이터 수집과 DB 구축, 지형 매개변수 산정을 위한 GIS-HSPF의 통합 인터페이스 개발을 통해 HSPF 모형의 운영환경을 지원하는 정보시스템을 개발하고자 한다.

KBASIN-HSPF 설계

1. 설계방향

BASINS은 환경정보의 과거추이를 확인하는 정보조회 기능뿐만 아니라 소유역 생성과 같은 공간정보 분석기능과 QUAL2E나 HSPF와 같은 분석모형의 운영정보로의 전환기능을 목적으로 설계되어 있다. 이러한 복합기능의 원활한 수행을 위해 EPA는 BASINS을 운영하기 위한 유역단위 공간·오염원·모니터링 정보를 EPA 웹사이트(<http://www.epa.gov/>

waterscience/ftp/basins/gis_data/huc/)를 통해 제공한다.

또한 BASINS은 모형운동을 위한 기초 모형정보를 생성시켜 주는 기능과 더불어 모형과의 자동연동을 가능하게 해준다. 그러나 각 유역마다 상이하게 적용되는 모형 매개변수 정보는 BASINS내에 포함하고 있지 않다. 이러한 매개변수 정보는 HSPFparm이라는 프로그램을 통해 각 단위유역을 모형화 할 경우 적용해야 하는 매개변수를 DB화하여 제공하므로 변수정의에 있어서 발생 할 수 있는 분석가의 임의성을 최소화 하고 있다.

우리의 여건에 맞추어 BASINS을 사용하기 위해서는 단위유역도나 토지피복도와 같은 공간정보는 환경지리정보를 통해 수집하고, 하천망 및 하천·유역특성 정보는 WAMIS 그리고 기상정보는 기상청에서 개별적으로 취합해야 한다. 취합을 한 후에도 각 정보간의 연계성을 갖추기 위해 추가적인 전처리 과정을 수행해야 하기 때문에 기초정보 구축과정에 과도한 시간을 소요할 수밖에 없다.

본 시스템은 누적된 기초정보를 유역 모형인 HSPF에서 인식할 수 있도록 전환해 주는 인터페이스의 개발과 이를 이용한 모형의 기

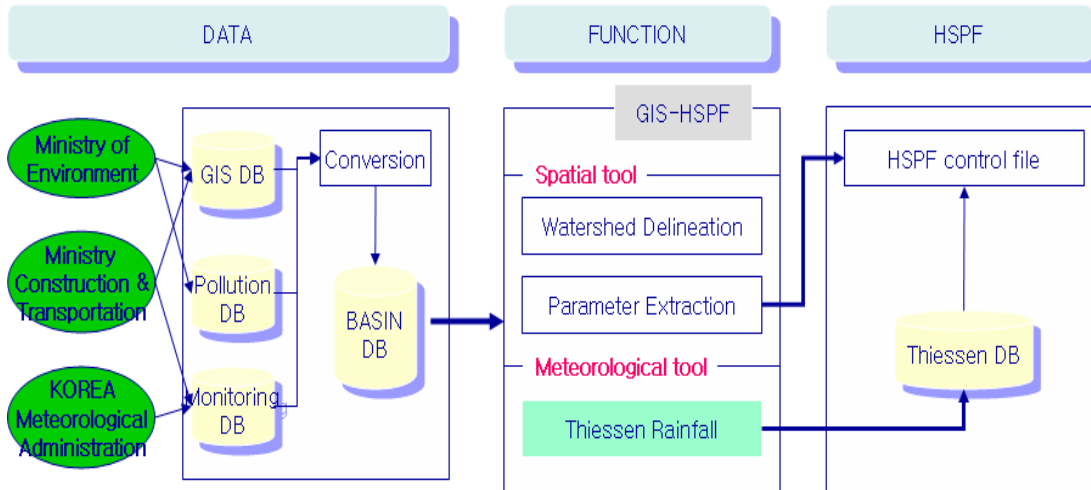


FIGURE 1. KBASIN-HSPF의 정보흐름

본 운영정보 생성과정을 개발하는 것을 설계 범위로 한다.

정보의 조회기능은 타 정보시스템에서 개발되어 운영되고 있으며, 그 기술 구현에 있어 필요한 정보기술이 어느 정도 범용화 되어 있으므로 본 시스템의 설계에서는 제외하였다.

본 시스템의 개발 언어는 ArcView 프로그램에 내장되어 있어 자체 GIS 엔진이 지니고 있고 공간분석 함수의 적용이 용이하며 객체 지향 프로그램 언어로 타 프로그램과의 원활한 연계성을 지니고 있는 AVENUE를 사용하였다. 기능구현을 위한 정보흐름은 기초자료의 전처리과정과 2차데이터 생성 그리고 모형운 영정보로의 전환으로 구분되게 설계·개발되었다(그림 1).

2 데이터 모델링

KBASIN-HSPF는 환경자료를 사용하여 오염원의 영향을 해석하는 분석모형을 운영하기 위한 모형 운영정보를 생성하는 기능을 수행한다. 이를 위해서는 유역 특성을 분석하기 위한 지형공간정보와 오염원의 위치 및 오염배출 특성을 제공하는 오염원 정보, 수질의 상태 변화 확인 및 모형 검·보정의 비교자료로 사용되는 측정망 정보 그리고 강우 및 온도 등을 제공하는 기상정보를 필요로 한다(표 1).

이상의 복합적인 기본정보들은 관계형 데이터베이스 구조로 전환하여 테이블 형태의 저장 구조로 전환하였으며 이들 정보간의 상호 연결

성은 그림 2의 테이블 구조도로 요약하였다. 모든 정보는 공간정보와 속성정보를 동시에 지니고 있는 Geo-DB형태로 구조화 되었으며 소유역, 하천, 유역분기점, 유량수질측정지점 및 기상 및 오염테이블로 분류되었다(표 2).

토지피복도, 수치고도모형, 하폐수배출시설, 행정구역도1, 행정구역도2 등은 제공받은 정보를 가공하지 않고 단지, 정보형태만을 전환하여 사용하였다.

그 외 테이블들은 본 시스템내에서 정의되어 정보를 생성한 결과들을 저장하는 자료저장소로서의 역할을 수행한다. 기초자료의 확보는 자료별로 상이하어 표준유역도, 하천망도는 수자원공사, 수치고도모형은 국립지리원 그 외 정보는 환경지리정보에서 제공하는 자료를 사용하였다.

환경오염정보는 유량, 수위, 수질, 오염원자료로 구분되며 국가수자원관리 종합정보(WAMIS)와 물환경정보시스템(water.nier.go.kr)을 활용하여 기초자료를 구축하였다.

강우, 증발산, 온도, 풍속, 일사량과 같은 기상자료는 계측간격에 따라 시간단위자료와 일 단위 자료로 구분되며 시간단위는 WEATHER_TBL 테이블에 저장하고 일단위는 WEATHERD_TBL 테이블에 저장하였다. 위의 기상테이블은 기상청으로부터 제공받은 기상자료를 HSPF 모형에서 인식할 수 있도록 관계형데이터베이스 형태로 전환하여 저장하는 역할을 수행하며, 이는 HSPF 모형이 인지할 수 있는 WDM 자료 구조로 전환시키기 위한 중간저장소로서

TABLE 1. KBASIN 운영을 위한 기본정보 분류

대 분류	소 분류	내 용
환경지리정보	환경 지리 정보	환경관련 공간지리정보(벡터, 래스터)
환경오염정보	환경 측정 정보	수위, 유량, 수질, 측정정보
	오염원 정보	점오염원 및 오염부하자료
환경기상정보	기상 정보	강우, 온도, 풍속, 이슬점 증발산 자료

TABLE 2. KBASIN 기초데이터 목록 및 자료공급원

자료 구분	연계테이블	자료 형태	자료공급원	고려 사항
환경지리정보				
표준유역도	BASINS_PRT	면(Vector)	수자원공사	하천망을 완전히 포함하는 경계
토지피복도	LANDUSE_PRT	격자(Raster)	환경지리정보	토지이용의 속성정보 포함
수치고도모형	DEM.VAT	DEM(Raster)	국립지리원	유역의 공간적 범위 포함
하천망도	REACHV1_PRT	선(Vector)	수자원공사	하천명 포함
기상관측소		점(Vector)	환경지리정보	기상속성정보와 연계
수위관측소	MEASURE_MST	점(Vector)	환경지리정보	수위관측정보와 연계
수질측정망		점(Vector)	환경지리정보	수질관측정보와 연계
하·폐수배출시설	PSOURCE_PRT	점(Vector)	환경지리정보	오염배출정보와 연계
행정구역도1	ADMINL	면(Vector)	환경지리정보	시군단위 행정구역도
행정구역도2	ADMINS	면(Vector)	환경지리정보	동리단위 행정구역도
환경오염정보				
유량측정자료	SENSOR_DATA	DBASE	수자원공사/건교부	WAMIS 자료 취합
수위측정자료		DBASE	수자원공사/건교부	WAMIS 자료 취합
수질측정자료	PSOURCE_DATA	DBASE	환경부	물환경정보시스템 자료취합
오염원자료		DBASE	환경부	환경 통계 자료 취합
환경기상정보				
자료 구분	연계테이블	단위	자료시간단위	
			시간단위	일단위
강우	WEATHERT_TE	in/hr	필수	선택
증발(산)량		in	필수	필수
최고·최저온도	WEATHERD_TE	deg.F	선택	필수
대기·이슬점온도	WEATHERT_TE	deg.F	필수	필수
운량		tenth	필수	필수
풍속	WEATHERD_TE	mph	필수	필수
일사량		ly/hr	필수	필수

의 기능을 지닌다.

위 표에서 연계테이블 항목은 그림 2의 테이블명과 일치한다. 벡터정보는 shape 파일 포맷을 기준으로 하므로 각 정보마다 독립적인 DBASE를 지니게 되고 이때 사용된 테이블명을 해당 shpae 파일의 명칭과 일치한다.

분석의 기준이 되는 공간정보는 표준유역도가 적용되었으며 이의 명명은 TBL_BASINS_PRT로써 고유한 유역번호(BASIN_NM)와 이름(WATERSHED-NM)을 속성정보로 저장하

고 있다. 표준유역도를 기준으로 소유역(TBL_SUBBASINS_PRT), 분석하천망(TBL_STREAMS_PRT) 그리고 유역분기점(TBL_OUTLETS_PRT)이 생성되며 이때 소유역의 생성은 임계면적 즉 흐름 누적값의 한계를 적용하여 각 소유역의 면적차가 심하지 않게 구성하였다. 이상의 중요한 공간정보 테이블은 유량, 수위, 수질관측망 지점도(TBL_MEASURE_MST)의 위치 정보와 관측된 결과값을 저장하는 TML_MEASURE_RAWDATA와 공간적 위치정보

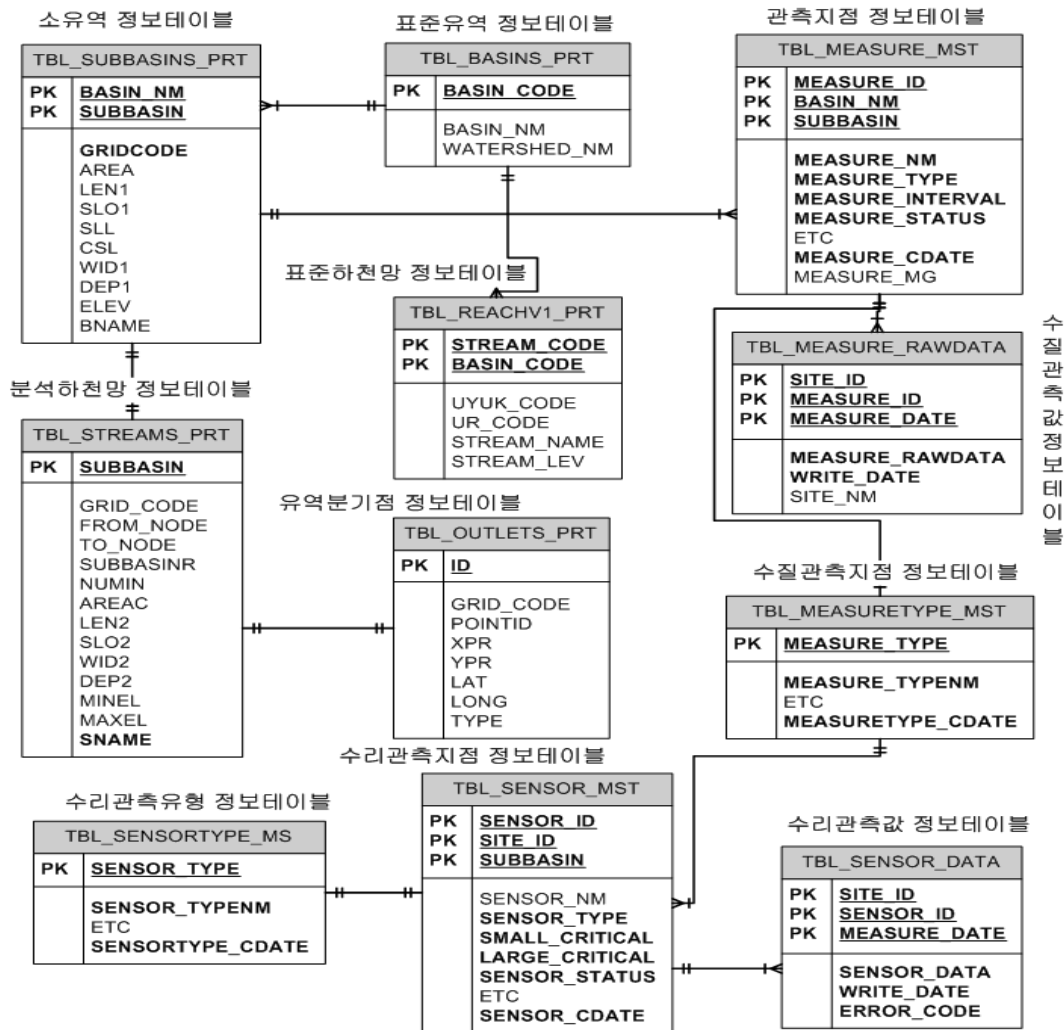


FIGURE 2. KBASIN-HSPF 데이터간의 상호연계성

가 연계되도록 구성하였다.

유역테이블의 단위유역 고유 명칭을 의미하는 BASIN_NM은 타 테이블 내에 동일하게 사용되어 단위유역별 정보를 추출하고자 할 때 기준 코드로 적용되었다. 분석 목표에 따라 소유역의 분할은 변동될 수 있으며 이때 테이블 내에 소유역의 고유번호를 저장하는 필드는 SUBBASIN 이다. 해당 소유역에 포함되어 있는 공간정보는 GIS 프로그램의 공간 조회기능을 통해 자동으로 동일한 SUBBASIN 번호를 부여하게 된다.

이러한 테이블간의 공통 필드 값은 각 배수구역 자료와 연관성이 있는 하천망, 오염원의 정보를 검색할 수 있는 기준정보로 사용된다. 그림 2는 유역정보테이블과 하천망 테이블, 소유역 분기점 테이블, 관측지점 및 관측정보 테이블간의 연계성을 요약한 다이어그램이다.

소유역의 정보를 지니고 있는 TBL-SUBBASINS-PRT 테이블은 소유역면적(AREA), 길이(LEN1), 경사(SLO1), 경사길이

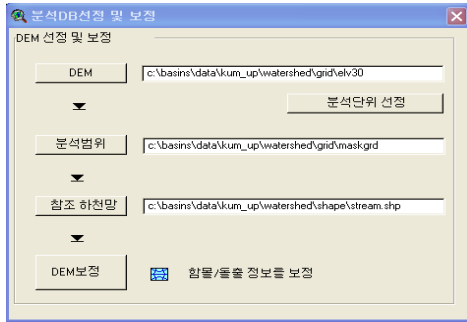
(SLL), 유하길이(CSL), 폭(WID1), 고도차(DEP1), 평균고도(ELEV) 필드로 구성된다. 하천망의 정보를 지니고 있는 TBL-STREAMS-PRT는 유역인식번호(GRID_CODE), 유입지점번호(FROM-NODE), 유출지점번호(TO-NODE), 소유역명(SUBBASIN), 소역면적(AREAC), 하천길이(LEN2), 하천평균경사(SLO2), 하천폭(WID2), 하천고도차(DEP2), 하천최저고도((MINEL), 하천최고고도(MAXEL), 하천명(SNAME)으로 구성된다.

유역말단의 하천유출지점에 대한 정보를 지니고 있는 TBL_OUTLETS-PRT 테이블은 소유역번호(GRID_CODE), 유출지점번호(POINTID), 유출지점의 X 좌표(XPR), Y좌표(YPR), 위도(LAT), 경도(LONG), 유출되는 곳의 형태 - 하천 또는 저수지 -를 나타내는 "TYPE" 필드로 구성된다.

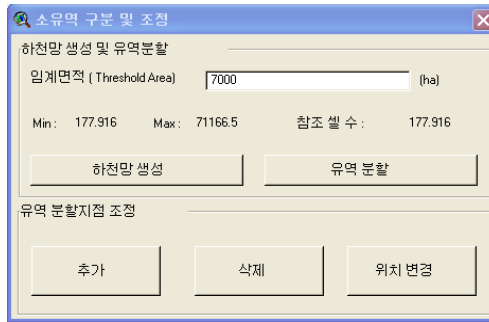
관측지점 정보는 TBL_MEASURE_MST에서 관리하게 되며 관측지점명(MEASURE_NM), 수위, 유량, 수질, 기상과 같은 관측정

TABLE 3. KBASIN-HSPF 세부기능

주요기능	세부기능	세부기능 설명
분석DB선정 및 보정기능	DEM 선정	유역의 수치고도정보를 포함하는 공간DB
	Mask Grid 선정	유역분할의 공간적 한계를 정의
	Burn-in Network 선정	하천망 생성의 기준 네트워크 정의
소유역 구분기능	도출/함몰 보정	DEM의 fill-sink 정보 보정
	유역분기점 생성	입계치 지정 후 유역분기점 자동 생성기능
	유역분기점 조정	유역분기점의 추가, 삭제
유역특성분석 및 모형지원기능	소유역 분할	유역분기점을 기준으로 한 소유역 분할
	소유역 특성분석	소유역의 면적, 폭, 경사 등 분석
	하천망 특성분석	하천망의 길이, 경사, 연결구조 분석
	Thiessen 강우생성	소유역별 적용되어야할 Thiessen 강우 생성
	HSPF모형정보생성	HSPF 매개변수 생성 및 전환



(a) DEM정보 보정 보정 모듈



(b) 소유역 분할 및 하천망 생성 모듈



(c) 유역특성치 산정 및 HSPF모형전환모듈



(d) 벡터 및 래스터 데이터 등록 모듈

FIGURE 3. 시스템 개발 인터페이스

보형태(MEASURE_TYPE), 관측간격(MEASURE_INTERVAL), 운영상태(MEASURE_STATUS) 등으로 구성되며, 관측된 결과는 TBL_SENSOR_MST 테이블에 저장되어 관측지점정보테이블과 연동되어 운영되도록 설계되었다.

3. 주요기능 및 인터페이스 설계

본 시스템의 주요 기능은 분석DB선정 및 보정기능, 소유역 구분기능, 유역특성분석 및 모형지원기능으로 구분되며 세부기능은 표 3과 같다.

분석DB선정 및 보정기능은 해당 유역의 DEM 정보를 선정하고 도출 또는 함몰된 정보를 보정하는 기능들을 수행하며 소유역 구분기능은 유역분기점에 따른 소유역을 분할하

는 기능을 지니고 있다. 유역모형지원기능은 지형정보로부터 추출된 모형입력정보를 활용하여 분석하고자 하는 지역의 HSPF 모형을 생성시키는 기능을 수행한다.

시스템 적용

KBASIN-HSPF의 기본 Geo-DB는 벡터정보와 래스터 정보로 구분하여 등록한다. 벡터정보는 하천망, 배수구역도, 수질관측망도, 수위관측망도를 기본도로 사용하며, 래스터 정보는 수치표고모형(DEM), 토지이용도를 적용하였다.

그림 3 (d)의 등록 버튼은 각 레이어의 저장위치 정보와 ArcView 환경에서의 주제도 명명을 위해 사용되며, 초기화는 모든 정보를

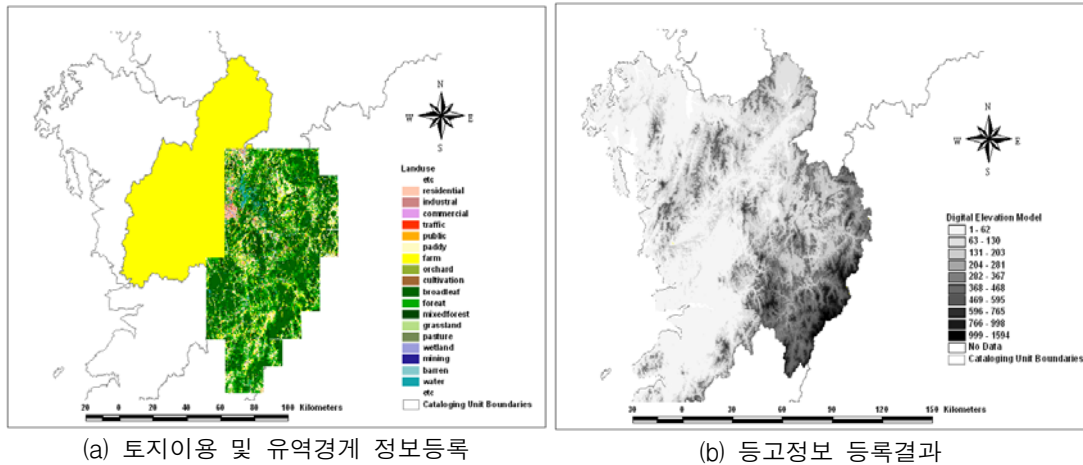


FIGURE 4. 표준 기초정보 등록결과

재선정 할 경우 사용된다.

유역분할 및 유역특성정보 분석을 위해 필요한 공간정보는 수치고도 정보를 나타내는 DEM과 유역분할의 공간적 한계를 지정해 주는 MASK Grid 정보 그리고 하천망 생성 시 Burn DEM의 기준선 역할을 수행하는 하천 레이어를 필요로 한다. 이러한 분석에 필요한 기초 공간정보를 선정해 주는 인터페이스는 다음 그림과 같이 구현되었다.

본 연구에서 개발된 KBASIN-HSPF 시스템은 금강상류 대청댐 유역에 적용되어 유역으로부터 유출된 유량 및 수질정보의 변화를 모의하는데 적용되었다. 모형에 적용할 소유역의 분할기준은 하천합류부와 상시관측소의 위치, 군행정구역 경계, 전국 배수구역도(환경부, 1997) 그리고 오염총량 수질목표지점을 준하였다.

소유역의 토지이용 변화가 하천에 미치는 영향을 평가하기 위해 금강상류를 20개 배수구역으로 분할하였으며, 이중 보청천 배수구역은 5개(항건천, 삼가천, 보청상류, 보청중류, 보청하류)로 세분할 하여 상류 소유역이 하류 소유역에 미치는 영향을 평가하는데 사용하였다.

본 연구는 2000년 1월부터 2003년 12월까지 보청천 유역 내 설치되어 있는 수위관측소의

일평균 유량 및 수위자료와 수질측정망의 수질자료 그리고 2003년 8월부터 2004년 2월까지 실시한 5개 지점에서의 유량 및 수질조사 자료를 이용하여 시행착오 방법에 의해 보정을 실시하였다.

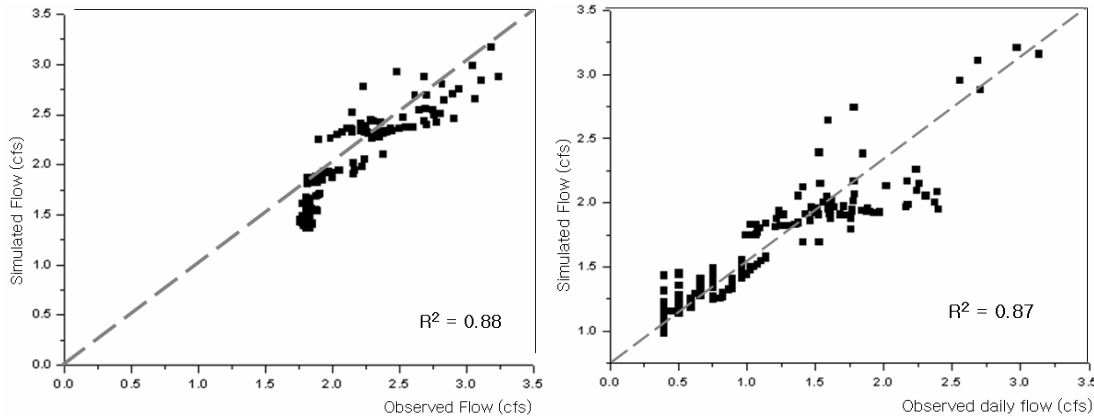
HSPF 모형은 각 소유역에 적용할 기상정보를 WDM 파일의 DB로부터 할당해 주어야 한다.

WDM 파일은 표 2의 환경기상정보를 MDB 정보로 저장하여 HSPF 모형 운영시 필요한 기상자료를 저장해주는 파일이다. 그 외에 HSPF로부터 생성된 모의결과를 저장하는 역할을 수행한다.

KBASIN-HSPF내에 기상관측소를 중심으로 한 Thiessen 망 생성기능을 추가하였다. 형성된 Thiessen 망과 소유역도는 Intersect geo-processing 함수를 사용하여 합성되었으며, 이를 통해 각 소유역에 영향을 미치는 기상관측소의 기여율을 소유역내 각 Thiessen망 면적비를 통해 산출하였다.

모델의 보정과정은 유량관련 매개변수를 실측자료와 비교하여 보정한 후, 토사유출과 관련된 매개변수와 BOD, N, P 관련 매개변수의 순으로 보정하였다.

그림 5의 (a), (b)는 모의치와 관측치간의



(a) 보정기간중 모의치와 실측치간의 상관성 (2001) (b) 검증기간 중 모의치와 실측치간의 상관성 (2002)

FIGURE 5. KBASIN-HSPF 를 통한 금강유역 유출모의

상관성을 확인하고자 한 상관그래프이다. 모의 결과는 기저유량 92%, 강우시 85% 상위유량 97%의 유의수준을 만족하였다.

결론

유역과 하천·저수지의 수리·수문·수질을 모의하는 모형을 운영하기 위해서는 지형, 기상, 관측, 오염원조사 등과 같은 여러 가지 정보의 종합적인 관리를 필요로 한다. 이러한 정보관리의 세부적인 내용으로는 기초자료의 저장과 모형운영을 위한 2차 정보의 생성 그리고 모형정보로의 변환과정을 포함한다. 또한 과학적 모형을 통해 분석된 결과와 오염원의 시공간적 변화를 확인할 수 있는 사용자 그래픽 환경을 필요로 한다.

KBASIN-HSPF는 유역과 수체의 수질변화를 모의함에 있어 발생했던 이상의 단점을 해결하기 위해 최근 소프트웨어 기술과 자료 관리기술 그리고 컴퓨터 활용기술을 적극 수용하여, 정보의 질적 보장과 정보전환의 표준화 방안을 제시하는 정보 분석시스템이다. 본 연구의 시스템 개발결과는 다음과 같이 요약된다.

1) 우리나라에 산재 되어 있는 유역 오염유출

해석을 위한 공간·속성정보들의 저장구조를 분석하여 GIS기반의 KBASIN-HSPF모형의 데이터모형을 설계하였다. 설계된 데이터 모델에 준하여 표준유역도, 하천망도, 기상·수위·수질관측지점도, 점오염원위치도 그리고 행정구역도는 Shape파일 형태로 전환하고 토지피복도와 수치고도모형은 Raster 저장구조로, 오염정보와 기상정보 그리고 측정정보들은 DBASE 형태의 데이터베이스로 전환하였다.

- 2) 표준화된 데이터 모델을 이용하여 KBASIN-HSPF의 DB 구조를 설계하고, GIS 정보 전환기능과 공간분석기능을 활용하여 소유역 분할, 하천망 생성, 소유역 지형특성정보 연산, 하천망 하도 특성정보 생성, Thiessen 강우 분석기능을 수행할 수 있는 AVENUE 기반 인터페이스를 개발하였다.
- 3) KBASIN-HSPF의 인터페이스는 유역 장기 오염유출모형인 HSPF의 물리적인 구조를 형성하고, 나아가 모형 운영정보를 자동 생성하도록 설계하였다. KBASIN-HSPF로부터 생성된 HSPF 운영정보는 소유역별 토지이용, 지형특성지표, 하천특성지표, 유역분기점-소유역-하천망의 연계정보를 포함한다.

본 연구를 통해 개발된 KBASIN-HSPF는 HSPF모형을 구축하고자 하는 모형 분석가에게 유역이 지니는 특성정보를 자동 연산되도록 지원하는 기능을 수행한다. 이는 기존의 장기간의 시간과 노력을 필요로 했던 모형구축시간을 단축하는 효과와 함께 모형 분석가의 임의성이 배제된 모형 운영정보의 산출을 가능하게 하였다. **KAGIS**

참 고 문 헌

- 국립지리원, 1999. 수치지도 Data Model 연구(II).
- 김경탁, 이홍래, 김동구. 2000. 하천정보의 관리와 활용을 위한 지리정보시스템 개발. 한국수자원학회논문집. 33(1):961-966.
- 김경탁, 최윤석, 박동선, 이정일. 2003., Network 컴포넌트 구현을 통한 수자원시스템 개발에 관한 연구, 한국수자원학회 2003 학술발표회 논문집(2). 951-954쪽
- 박진. 2004. 환경정보화 발전 방향, 환경기술정보, 제 25호, 7쪽
- 신사철, 김성준, 채효석, 권기량, 이윤아. 2002. 공간정보를 이용한 유역 관리시스템 개발. 한국지리정보학회지 5(3):33-44.
- 최철관, 이을래, 배덕효, 한건연. 2001. 수량 및 수질통합모형의 GUI 시스템 구축, 2001년 한국수자원학회 학술발표회 논문집(II). 1032-1037쪽
- 하성룡, 김주환(1996). 광역상수도 관로노선 및 수도시설의 적지선정 시스템 구축, 한국수자원학회 학술발표회 논문집. 605-610쪽
- 황의호, 김계현, 박진혁, 이근상. 2004. GIS기반의 유역물수지 분석모형 개발. 한국지리정보학회지 7(4):34-45.
- Basso, F., E. Bove., S. Dumontet., A. Ferrara., M. Pisante., G. Quaranta and M. Taberner, 2000. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). CATENA. 40(1):19-35.
- Engelmann, C. J. K., A. D. Ward., A. D. Christy and E. S. Bair. 2002. Application of the BASINS Database and NPSM model on a small Ohil Watershed. Journal of the American Water Resources Association. 38(1):289-300.
- Im, S. J., K. M. Brannan and S. Mostaghimi. 2003. Calibration and Validation of the HSPF Model on an Urbanizing Watershed in Viginia. USA. Water Engineering Research. 4(3):141-154.
- León, L. F., E.D. Soulis, N. Kouwen, G.J. Farquhar. 2001. Nonpoint source pollution: a distributed water quality modeling approach. Water research 35:997-1007. **KAGIS**