

관계형 데이터베이스를 이용한 농업비점 자료 관리 시스템 개발

박지훈 · 강문성* · 송인홍** · 황순호 · 송정현 · 전상민

서울대학교 생태조경·지역시스템공학부

*서울대학교 조경·지역시스템공학부, 서울대학교 농업생명과학연구원

**서울대학교 농업생명과학연구원

Development of Relational Database Management System for Agricultural Non-point Source Pollution Control

Park, Jihoon · Kang, Moon Seong* · Song, Inhong** · Hwang, Soon Ho

Song, Jung-Hun · Jun, Sang Min

Department of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University

**Department of Rural Systems Engineering, Seoul National University, Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Seoul National University*

***Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University*

ABSTRACT : The objective of this research was to develop a relational database management system(RDBMS) to collect, manage and analyze data on agricultural non-point source(NPS) pollution. The system consists of the relational database for agricultural NPS data and data process modules. The data process modules were composed of four sub-modules for data input, management, analysis, and output. The data collected from the watershed of the upper Cheongmi stream and Geunsam-Ri were used in this study. The database was constructed using Apache Derby with meteorological, hydrological, water quality, and soil characteristics. Agricultural NPS-Data Management System(ANPS-DMS) was developed using Oracle Java. The system developed in this study can deal with a variety of agricultural NPS data and is expected to provide an appropriate data management tool for agricultural NPS studies.

Key words : Agricultural Non-Point Source Pollution, Data Management System, Database, Data Processing

1. 서 론

최근 들어 이상기후에 따른 강우강도의 증가로 비점 오염물질의 유출이 증가하면서 강우유출수의 관리필요성이 제기되고 있다. 기존의 점오염원 위주의 수질개선은 하천목표수질을 달성하는데 한계를 나타내고 있어 상대적으로 비점오염관리의 비중이 높아지고 있으며 이를 저감하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다(관계부처합동, 2012).

이러한 연구의 기본이 되는 것이 비점오염 모니터링

이며 현재 우리나라에서도 지속적으로 비점오염에 관련된 방대한 모니터링이 이루어지고 있다. 비점오염원의 종류는 대지, 농경지, 산림 등의 토지이용에 기초하는 오염원이 대부분이며 이러한 토지계 비점오염원이 4대강 유입 오염부하에서 차지하는 비중이 수계별로 22~37%에 달한다. 전체 비점오염원이 총 오염부하에 기여하는 기여율은 2003년 기준 수계별로 42~69%범위에 있으며, 비점오염원에 대한 관리대책을 마련하지 않고 현재 상황을 유지한다면 2015년에는 비중이 수계별로 65~70%까지 증가할 것으로 예측된다(환경부, 2006).

총 오염부하의 많은 양을 차지하는 농업비점오염의 저감 방안을 개발하기 위해서는 주요인자들에 대한 모니터링을 실시하여 전반적인 자료를 수집하는 작업이 우선

Corresponding author : Kang, Moon-Seong

Tel. : 02-880-4582

E-mail : mskang@snu.ac.kr

적으로 이루어져야 한다. 비점오염원이 다양한 인자와 조건에 영향을 받기 때문에 이에 대한 광범위한 모니터링을 통한 자료 수집이 반드시 수반되어야 하며, 수집한 방대한 자료를 체계적으로 관리하고 효율적으로 이용하기 위한 자료 관리 시스템을 개발하여 운영하는 것이 필요하다.

국외의 경우 미국지질조사국(United States Geological Survey, USGS)은 실시간 자료를 제공하는 국가수자원정보시스템(National Water Information System, NWISWeb)을 운영하고 있으며, 이를 기반으로 하여 NWIS Water-Quality Web Services를 제공하고 있다(김학관 등, 2006). 영국 생태수문연구소(Centre for Ecology & Hydrology, CEH)는 수문자료 분석시스템(Hydrological Database and Analysis Software, HYDATA)을 개발하여 수자원 연구에 폭넓게 사용하고 있다.

국내의 경우에는 전국의 물 관련 기관에 산재되어 있는 수량 정보 자료를 과학적으로 정리하고 자료를 생성, 가공 분석하여 물 관련 정보를 제공하는 국가수자원관리 종합정보시스템(Water Management Information System, WAMIS)(국토교통부, 2013a), 하천기본계획, 한국하천일람, 홍수위험지도 등 하천에 대한 다양한 정보를 제공하는 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)(국토교통부, 2013b), 농촌용수 물관리정보 활용을 위한 농촌용수종합정보시스템(Rural Agricultural Water Resource Information System, RAWRIS)(농림축산식품부, 2013), 하천수, 호수수 등의 수질 자료를 제공하는 물환경정보시스템(Water Information System)(환경부, 2013) 등이 운영되고 있다.

조명희 등(2013)은 하천지형 자료의 효과적인 관리 및 활용을 위해 데이터베이스를 구축하고 이를 이용하여 하상변동 자료 관리 프로그램을 개발하였다. 하상변동 자료 관리 프로그램은 하천 유지관리업무에 활용할 수 있도록 현황조회, 하상변동 자료관리, 하상변동 모니터링 분석의 기능을 제공한다. 김학관 등(2006)은 유역 수문자료를 효과적으로 관리하기 위해 수문 자료 관리 시스템(Hydrologic Data Management System, HDMS)을 개발하여 경기도 발안시험유역에 적용한 바 있다. HDMS는 자료의 검색 및 관리 기본 통계정보를 제공하여 수문자료의 정확성과 품질을 분석하는 기능을 제공한다. 이길성 등(2004)은 실시간 수문 모니터링 시스템을 개발하여 안양천 유역에 적용한 바 있다. 강문성 등(2001a, 2001b)은 건전한 수계환경 보전 방안을 제시하기 위해 소유역의 수계환경 관리 및 평가시스템(Watershed Environment Management and Evaluation Systems, WEMES)을 구축하였다. WEMES는 자료관리시스템, 예측모델시스템, 수환경평가 및 관리시스템, 의사결정지원시스템으로 구성되

어 있으며 수계환경을 계량화하여 평가함으로써 사용자의 의사결정을 지원한다.

Kang et al.(2008)은 계분관리를 위한 GIS 기반 PLDSS(Poultry Litter Decision Support System)를 개발하여 미국 앨라배마 주에 적용한 바 있다. PLDSS는 경제적이고 환경적인 계분관리를 위한 영양물질 관리 계획 수립, 이송 분석, 자료 관리 등의 기능을 제공한다. Carleton et al.(2005)은 방대한 수문 및 수질 자료 관리에 대한 중요성을 강조하고 이를 실현하기 위해 유역의 모니터링 및 분석을 위한 데이터베이스를 구축하였다. 테이블 구조 및 데이터베이스 구축에 대한 내용을 자세히 기술하여 수문 및 수질 자료 관리의 적용성을 보여주었다. Nemes et al.(2001)은 불포화된 토양의 수리학적 특성에 관한 정보를 제공하기 위해 UNSODA(The UNsaturated SOil hydraulic DAtabase)를 구축하였다. UNSODA는 자료의 용이한 검색 및 출력기능을 제공하고, 다른 프로그램에서 제공하는 자료와의 호환이 가능하도록 구축되었다.

대규모 단위의 프로젝트를 위한 자료는 국가 기관에서 수집하여 데이터베이스로 구축하여 운영하고 있지만, 포장 단위의 소규모 유역이나 농업비점오염 저감과 같은 특정목적에 대한 자료에 대해서는 아직 데이터베이스 구축이 미흡한 실정이다. 일반적으로 이러한 모니터링 자료는 Microsoft Excel 등의 스프레드시트(Spread Sheet) 프로그램을 이용하여 관리하는 경우가 대부분이다. 스프레드시트 프로그램은 간편하게 자료를 보관 및 이용할 수 있지만 대규모의 자료를 처리하는 데는 적합하지 않다. 스프레드시트 프로그램을 이용하여 자료를 관리할 경우 자료 종류에 따라 여러 개의 파일을 생성하기 쉬우며, 자료를 추가하는 경우에 작업해야 할 파일의 수가 늘어나거나 계산을 새로 해야 하는 상황이 발생하므로 일관적인 자료 관리 및 보안 유지에 어려움이 있다(Carleton et al., 2005). 이러한 문제점을 해결하고 소규모 유역에서 얻은 모니터링 자료를 체계적이고 안정적으로 관리하기 위해서는 해당 지역에 적합한 데이터베이스 시스템을 구축하고 이를 기반으로 자료 관리 시스템을 개발하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 농업비점오염을 저감하기 위해 소 유역 단위의 규모로 운영하는 대상유역에서 수집한 모니터링 자료를 체계적이고 효율적으로 활용할 수 있도록 데이터베이스를 구축하고, 이를 기반으로 자료를 관리하고 효과적으로 도시화하는 농업비점 자료 관리 시스템(Agricultural NPS-Data Management System, ANPS-DMS)을 개발하는데 있다.

II. 농업비점 자료 관리 시스템 개발

1. 자료 관리 시스템 개요

데이터베이스 관리 시스템(DataBase Management System, DBMS)은 데이터를 효과적으로 이용할 수 있도록 정리, 저장하기 위한 프로그램의 집합을 뜻한다. DBMS는 데이터베이스를 관리하기 위해 필요한 수행과정인 데이터의 추가, 변경, 삭제, 검색 등의 기능을 포함하고 있다. DBMS를 사용할 경우 데이터를 중복 없이 통합하여 저장할 수 있으며, 보안, 회복, 동시성 제어 등의 데이터 관리기능을 사용할 수 있다. 이러한 DBMS의 기능은 스프레드시트를 이용하여 농업비점오염 데이터를 관리하는 시스템보다 데이터를 효과적으로 관리할 수 있으며 데이터가 중복, 변형, 손실되는 단점들을 보완해 줄 수 있다. 또한 DBMS는 자료의 검색기능을 제공함으로써 자료의 이용성을 극대화해준다.

데이터베이스 관리시스템의 종류는 계층형(Hierarchical DBMS), 관계형(Relational DBMS), 객체지향형(Object-Oriented DBMS), 네트워크형(Network DBMS) 등이 있으며 최근에는 이 중에서 계층구조로 데이터를 보존 유지하여 확장이 용이한 관계형 데이터베이스 시스템을 많이 사용한다. 관계형 데이터베이스 시스템의 종류로는 Oracle, Microsoft SQL Server, MySQL, Microsoft Access, Sybase, Apache Derby 등이 있으며, 본 연구에서는 오픈 소스로 제공하는 파일 기반의 관계형 데이터베이스 시스템인 Apache Derby를 사용하여 데이터베이스를 구축하였다. Apache Derby는 별도의 프로그램 설치 없이 자료 관리 시스템 내에서 데이터베이스를 구성할 수 있는 기능을 제공한다. 데이터베이스 설계는 데이터 개체들 사이의 관계를 표현하기 위한 데이터 모델링 프로그램인 ERwin Data Modeler(CA ERwin Data Modeler, Version r7.1, USA)를 이용하여 수행하였다.

본 대상구역의 데이터베이스는 기상, 수문, 수질, 토양 특성 등으로 구성되어 있다. 각각의 농업비점오염 자료를 총 8개의 테이블로 구성하였고, 테이블마다 자료코드를 할당하여 구분할 수 있도록 설계하였다. Table 1은 본 대상구역에서 모니터링 하는 자료에 대한 테이블 이름, 내용, 항목을 정리하여 나타내고 있다. Station information 테이블은 대상구역 내에 선정한 모니터링 지점에 대한 정보를, Data code information 테이블은 각각의 세부항목에 대한 자료코드를 저장한다. Livestock production facility 테이블은 대상구역 내의 위치하는 축사시설에 대한 정보를, Stream information 테이블은 대상구역내의 하천에 대한 정보를 저장한다. Weather data 테이블은 대상구역의 지역별, 지점별 기상 관측 자료를, Water depth data 테이블은 유량측정을 위한 각 지점별

2. 개체관계도 설계

가. 농업비점오염 자료 구성

본 대상구역의 데이터베이스는 기상, 수문, 수질, 토양 특성 등으로 구성되어 있다. 각각의 농업비점오염 자료를 총 8개의 테이블로 구성하였고, 테이블마다 자료코드를 할당하여 구분할 수 있도록 설계하였다. Table 1은 본 대상구역에서 모니터링 하는 자료에 대한 테이블 이름, 내용, 항목을 정리하여 나타내고 있다. Station information 테이블은 대상구역 내에 선정한 모니터링 지점에 대한 정보를, Data code information 테이블은 각각의 세부항목에 대한 자료코드를 저장한다. Livestock production facility 테이블은 대상구역 내의 위치하는 축사시설에 대한 정보를, Stream information 테이블은 대상구역내의 하천에 대한 정보를 저장한다. Weather data 테이블은 대상구역의 지역별, 지점별 기상 관측 자료를, Water depth data 테이블은 유량측정을 위한 각 지점별

Table 1 Description of the ANPS-DMS data tables

Table name	Description	Item
Station information	Information about monitoring stations	
Data code information	Data code types	
Weather data	Meteorological data of the study area obtained from KWA and AWS	Precipitation, Temperature, Wind speed, Relative humidity, Sunshine duration etc.
Water depth data	Stage height to determine the discharge	Water depth, Ponding depth
Soil data	Soil characteristics data	Soil characteristics (once a year), TN, TP, NO3-N, EC etc.
Water quality data	Water quality data for each station	pH, EC, DO, Salinity, TN, TP, NO3-N, EC etc.
Livestock production facility	Information of livestock production around the study area	
Stream information	Stream information of the study area	

* KMA: Korea meteorological administration

** AWS: Automatic weather station

수위 모니터링 자료를, Soil data 테이블은 대상구역 내 선정된 시험포장의 토양 특성 정보를, Water quality data 테이블은 비점오염원을 정량적으로 산정하기 위한 지점별 수질 모니터링 자료를 저장한다. 모니터링 대상 항목은 기상, 수문, 수질, 토양 등이며 구역의 특성을 온전히 반영하기 위해 정밀하게 측정하였다.

나. 개체관계도 설계

총 8개의 종류로 정리한 자료를 개체관계도(Entity Relationship Diagram, ERD)로 도시화하였다. 대상구역의 기본적인 자료를 입력하는 테이블을 구성하였고, 각각의 테이블에 코드를 할당하여 이를 주키로 삼아 자료를 구분할 수 있도록 하였다. Figure 1은 본 연구에서 설계한 개체관계도를 보여주고 있다.

3. 농업비점 자료 관리 시스템 개발

농업비점 자료 관리 시스템은 자료 입력, 자료 관리, 자료 분석, 자료 출력 모듈로 구성되어있다. 자료 입력 모듈은 현장에서 다운로드받은 각기 다른 파일 형식의 모니터링 자료를 선택적으로 읽은 다음, 기존의 개체관계도에 의해 구축한 데이터베이스에 입력하며, 자료 관리 모듈은 자료의 오류 등을 수정하여 자료의 품질을 관리한다. 자료 분석 모듈은 데이터베이스에 구축한 자료를 지점별, 시간별로 검색하는 기능과 그래프로 도시화

하는 기능을 가지며, 자료 출력 모듈은 구축한 자료를 지점별로 기술통계분석을 실시하여 보고서 형태로 출력한다. Figure 2는 농업비점 자료 관리 시스템의 구성을 보여주고 있다. 농업비점 자료 관리 시스템 개발을 위한 소프트웨어는 객체 지향 프로그래밍 언어인 Java(Oracle Java Standard Edition, Version 7, USA)를 사용하였다.

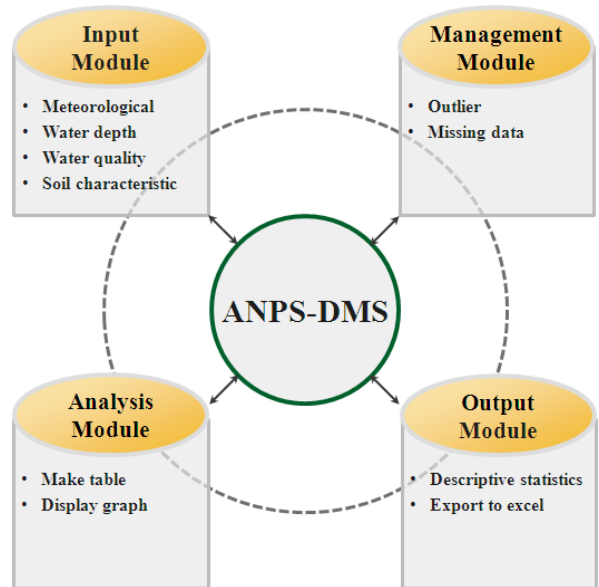


Figure 2 Structure of the ANPS-DMS

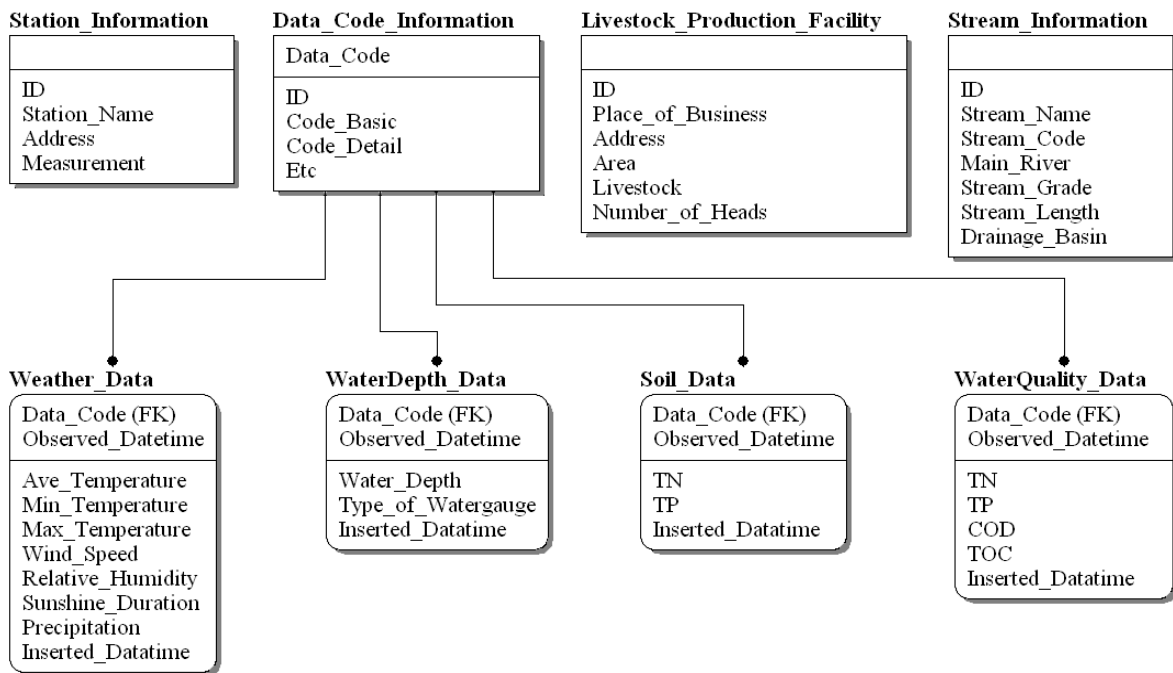


Figure 1 Entity Relationship Diagram (ERD) of the ANPS-DMS

가. 자료 입력 모듈

모니터링 한 자료는 Text, Microsoft Excel 등의 파일 형식으로 정리가 되어있기 때문에 이를 편집하여 데이터베이스에 입력하기 위해서는 자료를 변환 및 전송해주는 프로그램이 필요하다. 본 연구에서는 자료 입력 모듈을 개발하여 대상유역에서 모니터링 한 자료를 데이터베이스에 입력하였다.

자료 입력 과정은 모니터링 자료를 읽은 다음, 테이블에 정의한 자료의 형태로 변환 후 SQL(Structured Query Language)문을 이용하여 데이터베이스에 입력하는 순서로 이루어진다. 모니터링 자료에 대해 중복검사 등의 오류 확인을 한 다음 데이터베이스에 입력한다. Figure 3은 자료 입력 과정을 보여주고 있다.

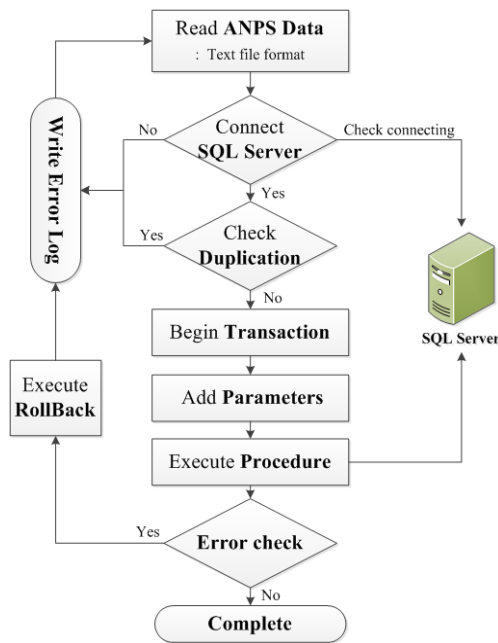


Figure 3 Schematics of the data input module

나. 자료 관리 모듈

모니터링 자료 중에는 이상치(Outlier), 결측치(Missing data) 등의 수정이 필요한 값들이 존재하며 이러한 값들을 정확하게 확인하여 처리하는 것이 자료 품질 관리에 중요하다. 자료 관리 모듈은 모니터링 한 자료의 이상치, 결측치 관리 기준을 설정하여 자동 또는 수동으로 품질 관리를 수행하도록 설계되었다. Table 2는 모니터링 자료 관리 기준을 강수량, 수위, 수질로 구분하여 보여주고 있다.

강수량 자료는 갑자기 0mm으로 기록된 경우, 시간당 100mm 이상의 강우가 내린 경우, 주변 관측소와 비교하여 10%이상의 차이가 발생할 경우 이상치로 판단하여 처리하도록 설계하였다(한국건설기술연구원, 2004). 갑자기 0mm로 기록된 경우에는 기계 오차의 가능성이 높다 판단하여 이상치로 기록하고 이전 시간대의 값을 자동으로 기록하도록 하였다. 시간당 100mm 이상의 강우가 내린 경우와 주변 관측소와 10%이상 차이가 나는 경우에는 자료 확인을 위해 이상치로 기록하고 수동으로 수정하도록 하였다.

수위 자료는 갑자기 0cm으로 기록된 경우(한국건설기술연구원, 2004), 지난 한 해 동안의 10분 단위 모니터링 값들 간의 최대 차이 값보다 큰 경우, 기왕 최댓값보다 크거나 기왕최솟값보다 작은 경우 이상치로 판단하여 처리하도록 설계하였다. 강수량과 마찬가지로 갑자기 0cm으로 기록된 경우에는 이상치로 기록하고 이전 시간대의 값을 자동으로 기록하도록 하였으며, 나머지 경우에 대해서는 자료 확인을 위해 이상치로 기록하고 수동으로 수정하도록 하였다. 수위자료의 경우에는 대상유역 내 포장에 위치한 용·배수로의 수위 값이므로 수로의 최댓값을 설정하여 이보다 큰 값들은 이상치로 기록하여 자동으로 처리하도록 하였으며, 수풀이나 다른 작물들로 인해 이상치가 발생하는 경우 작물의 높이를 입력하여 그보다 큰 값에 대해서는 이전 값들과 비교하여 수정하도록 설계하였다.

Table 2 Management criteria for monitoring data outliers

Data type	Criteria	Reference
Precipitation	Suddenly 0mm was recorded	(KICT, 2004)
	Over 100mm per 1hour	
	Over 10% of the difference compared with the station around the site	
Water level	Suddenly 0cm was recorded	(KICT, 2004)
	Over the maximum difference per 10minute during the previous year	
	Over the previous maximum	
Water Quality	Below the previous minimum or 0cm	
	Suddenly 0mg/L was recorded	
	Over the normal range	

수질 자료는 갑자기 0mg/L으로 기록된 경우, 일반적인 범위 값을 벗어나는 경우 이상치로 판단하여 처리하도록 설계하였다.

였다. 각 유역에 정기 및 정밀조사 지점을 지정하여 모니터링 장비를 광역 및 포장단위로 구분하여 설치한 다음 자료를 수집하였다. Figure 4는 대상유역에 설치한 모니터링 시스템을 보여주고 있다.

III. 농업비점 자료 관리 시스템 적용

1. 대상유역 선정 및 현황

본 연구의 대상유역으로는 소유역 단위의 정기 모니터링과 집중 모니터링을 실시하기 위해 남한강 하류유역 내에 위치하는 청미천 상류유역과 근삼리 유역을 선정하

2. 시스템의 적용

Figure 5는 농업비점 자료 관리 시스템의 메인 메뉴 화면을 나타내고 있다. 왼쪽 상단 화면 (a)는 모니터링 지점을 관리하는 화면을 보여주고 있고, 왼쪽 하단 화면 (b)은 지점별 자료 검색, 그래프 등의 기능을 실행할 수

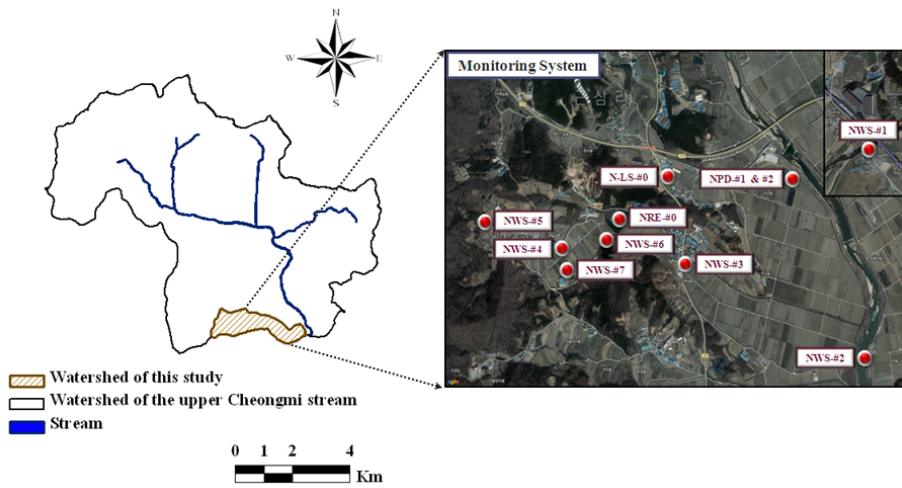


Figure 4 Watershed and monitoring system of this study

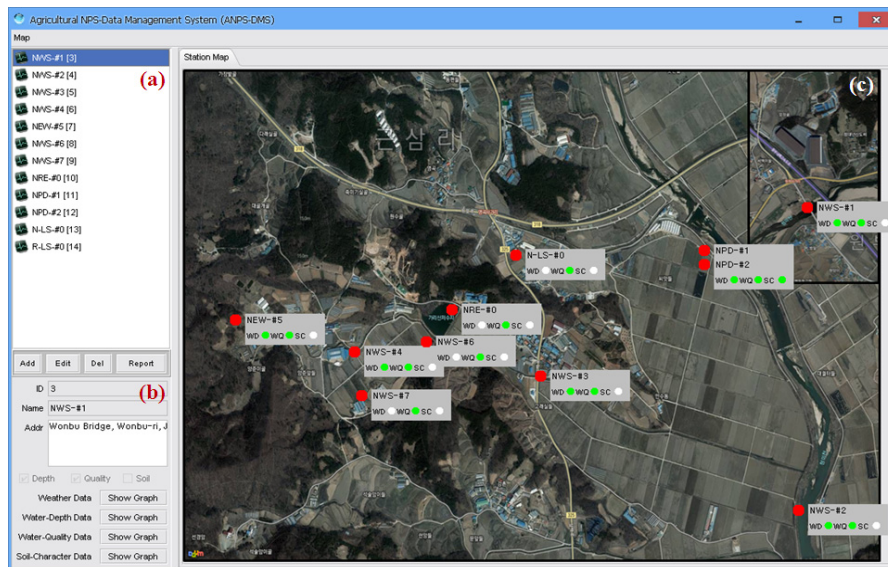


Figure 5 Main menu of the ANPS-DMS
(a)station list; (b)station attribute; (c)study area map

있는 기능을 나타내고 있다. 오른쪽 화면 (c)은 대상유역 지도 위에 모니터링 지점 위치와 모니터링 항목에 대한 정보를 표시하고 있다. 모니터링 지점은 사용자 편의에 따라 추가, 삭제 및 편집을 할 수 있으며 선택한 지점에 대한 자료 검색, 그래프 등의 기능을 수행할 수 있다. 대상유역 지도위에는 사용자가 추가한 모니터링 지점이 표시되며 각 지점에서 모니터링하고 있는 자료의 종류를 확인할 수 있다.

Figure 6은 선택한 모니터링 지점에 대한 세부정보를

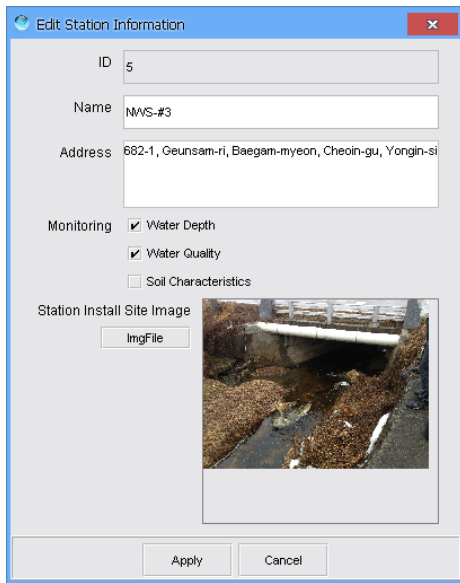


Figure 6 Station information of the ANPS-DMS.

나타내는 화면을 보여주고 있다. 지점의 명칭, 위치, 모니터링 항목, 사진 등의 정보를 제공한다.

가. 자료 입력 모듈

Figure 7은 자료를 입력하는 과정을 나타내고 있다. 모니터링 한 자료를 입력하는 과정은 지점별로 따로 이루어진다. 자료를 입력하고자 하는 지점을 선정하고 Import 버튼을 눌러 파일을 추가한다. 파일은 모니터링 종류별로 Text 파일 형식으로 정리가 되어있어야 하며, 추가한 파일은 프로그램 내부 데이터베이스에 자동으로 저장된다.

나. 자료 분석 모듈

Figure 8은 데이터베이스로 구축된 모니터링 자료를 분석하는 화면을 보여주고 있다. 강우, 수위, 수질, 토양특성으로 나누어 각각 테이블과 그래프로 나타내고 있다. 그래프는 특정기간을 선택하여 도시화할 수 있으며 자료 특성에 맞는 그래프 종류로 보여주도록 설계하였다.

다. 자료 출력 모듈

Figure 9는 데이터베이스로 구축된 모니터링 자료를 보고서를 출력하는 화면을 보여주고 있다. 보고서는 월별 평균값이 성분별로 기술되며, 자료 전체에 대한 통계통계분석을 실시하여 기본적인 통계량을 나타낸다. 기술된 보고서는 연단위로 정리되어 Microsoft Excel 파일 형식으로 저장할 수 있다.

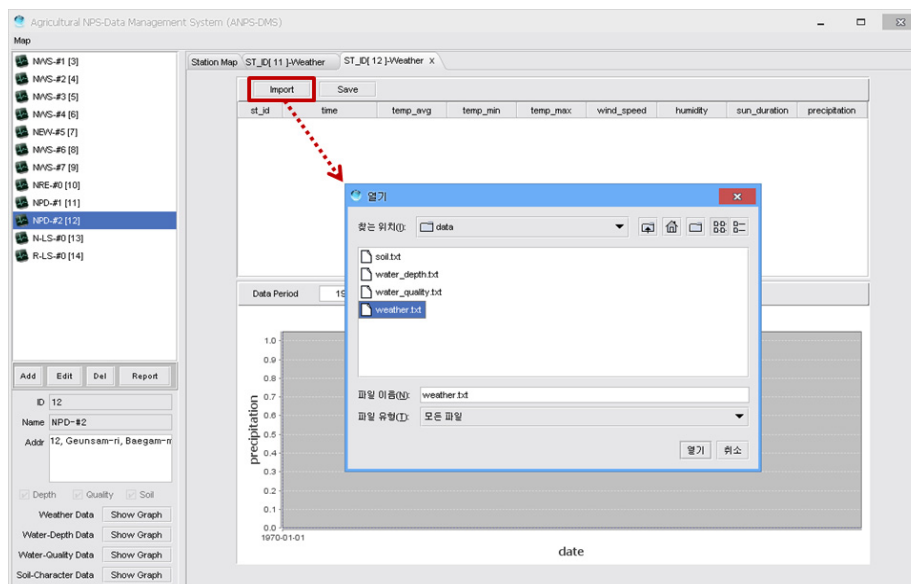
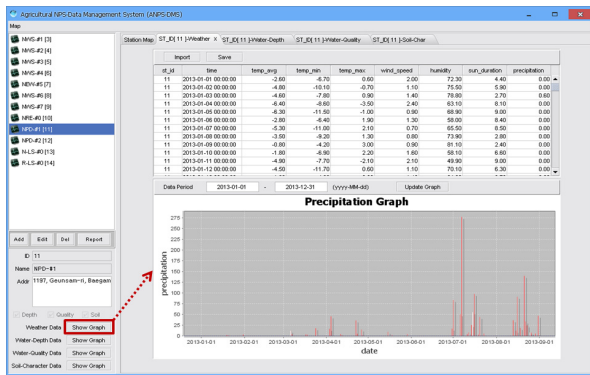
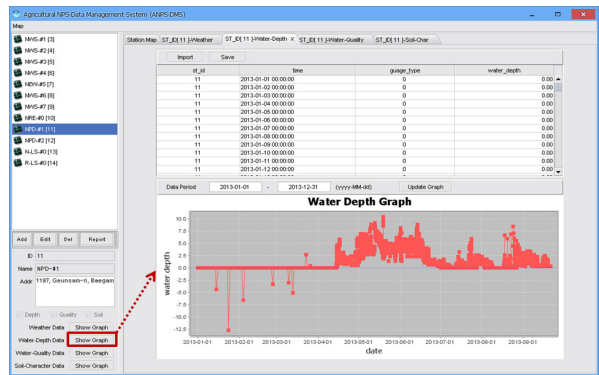


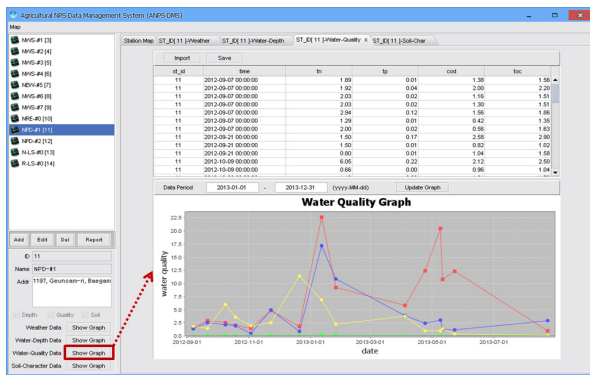
Figure 7 Data input module of the ANPS-DMS



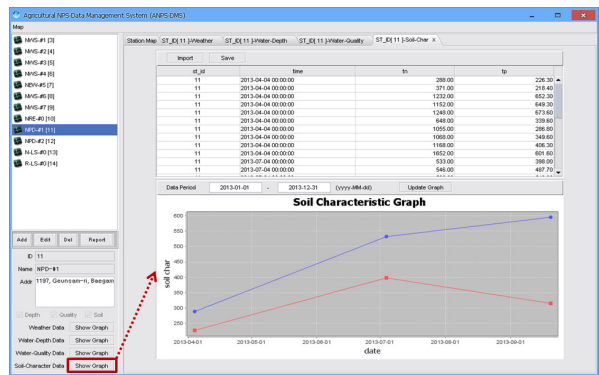
(a) Precipitation



(b) Water depth



(c) Water quality



(d) Soil characteristic

Figure 8 Data analysis module of the ANPS-DMS.

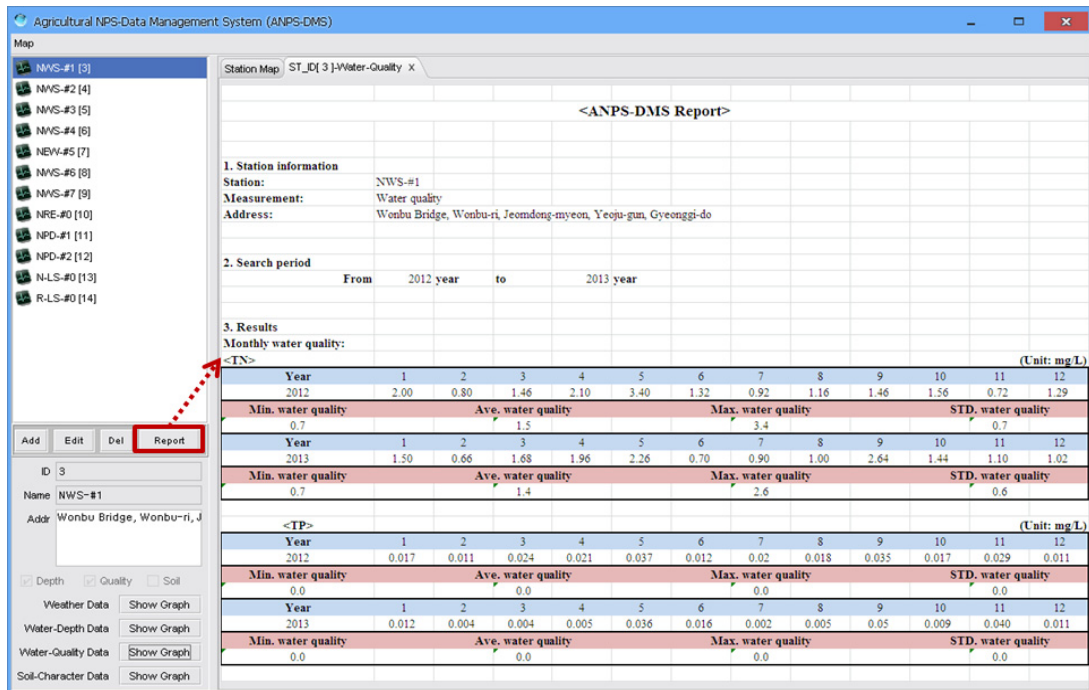


Figure 9 Data output module of the ANPS-DMS

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 소유역 단위의 관계형 농업비점 자료 관리 시스템(ANPS-DMS)을 개발하고, 남한강 하류 청미천 상류유역과 근삼리 유역에 대해 적용성을 검토하였다.

대상유역의 모니터링 자료는 기상, 수문, 수질, 토양특성 등으로 분류하였고, Apache Derby를 사용하여 총 8개의 테이블로 구성된 관계형 데이터베이스를 구축하였다. ANPS-DMS는 자료 입력, 자료 관리, 자료 분석, 자료 출력 모듈로 구성하였고 객체 지향 프로그래밍 언어인 Oracle Java를 이용하여 개발하였다.

ANPS-DMS의 자료 입력 모듈은 수집한 모니터링 자료를 데이터베이스로 구축하는 기능을 가지며, 자료 관리 모듈은 모니터링 자료의 관리기준을 설정하여 자료의 품질관리를 수행한다. 자료 분석 모듈은 데이터베이스로 구축된 모니터링 자료를 테이블과 그래프로 나타내어 자료를 효율적으로 관리하고 사용할 수 있는 기능을 제공하며, 자료 출력 모듈을 지점별로 기술통계분석을 실시하여 보고서 형태의 파일로 출력한다.

본 연구에서 개발한 ANPS-DMS는 비점오염원 저감을 위한 효율적인 자료 관리를 할 수 있을 뿐만 아니라, 추후 수문 및 수질 모형을 모의함에 있어 필요한 자료를 각각 맞춤형으로 구성하여 편의를 제공할 수 있어 모니터링 자료의 다각적인 분석을 할 수 있는 토대를 제공할 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 “농업(경종·축산) 비점오염원 특성 모니터링 및 축산 비점오염원의 영향 분석·관리정책 개발” 과제의 일부 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 강문성, 박승우, 임상준, 2001, 소유역에서의 수계환경관리 및 평가시스템의 개발(I) -시스템의 개발 및 구성-, 한국농촌계획학회논문집 7(1), 3-13.
2. 강문성, 박승우, 허용구, 2001, 소유역에서의 수계환경관리 및 평가시스템의 개발(II) -시스템의 운용과 적용-, 한국농촌계획학회논문집 7(1), 15-25.
3. 관계부처합동, 2012, 제2차 비점오염원관리 종합대책.

4. 국토교통부, 2013a, 국가수자원관리종합정보시스템, <http://www.wamis.go.kr>.
5. 국토교통부, 2013b, 하천관리지리정보시스템, <http://www.river.go.kr>.
6. 김학관, 김상민, 박승우, 2006, 관계형 데이터베이스를 이용한 수문자료 관리시스템 개발, 한국수자원학회논문집 39(10), 855-866.
7. 농림축산식품부, 2013, 농촌용수종합정보시스템, <https://rawris.ekr.or.kr>.
8. 이길성, 김영오, 양정석, 정은성, 과학기술부, 서울대학교, 웹솔루스, 부경대학교, 한국건설기술연구원, 2004, 이길성안양천 유역의 물순화 건전화 기술적용. 교육부.
9. 조명희, 김경준, 김현정, 2013, 선진화된 하천측량자료 활용 및 관리를 위한 하상변동 자료관리 프로그램 기반의 하도유지관리체계 개선에 관한 연구, 한국지리정보학회논문집 16(3), 115-125.
10. 한국건설기술연구원(KICT), 2004, 지표수 조사기술 개발.
11. 환경부, 2006, 물환경관리 기본계획.
12. 환경부, 2013, 물환경정보시스템, <http://water.nier.go.kr>.
13. Carleton, C.J., Dahlgren, R.A., and Tate, K.W., 2005, A relational database for the monitoring and analysis of watershed hydrologic functions: I. Database design and pertinent queries, Computers & Geosciences 31, 393 - 402.
14. Kang, M.S., Srivastava, P., Tyson, T., Fulton, J.P., Owsley, W.F., and Yoo, K.H., 2008, A comprehensive GIS-based poultry litter management system for nutrient management planning and litter transportation, Journal of Computers and Electronics in Agriculture 64(2), 212-224.
15. Nemes, A., Schaap, M.G., Leij, F.J., and Wosten, J.H.M., 2001, Description of the unsaturated soil hydraulic database UNSODA version 2.0, Journal of Hydrology 251, 151-162.

접 수 일: (2013년 11월 25일)
 수 정 일: (1차: 2013년 12월 5일)
 게재확정일: (2013년 12월 5일)
 ■ 3인 익명 심사필