ArcHydro를 이용한 GIS기반의 관개시스템 네트워크 모델링

Network Modeling of Paddy Irrigation System using ArcHydro GIS

박근애* · 박민지** · 장중석*** · 김성준****

Park, Geun Ae · Park, Min Ji · Jang, Jung Seok · Kim, Seong Joon

* 건국대학교 일반대학원 지역건설환경공학과 박사과정, dolpin2000@konkuk.ac.kr

** 건국대학교 일반대학원 사회환경시스템공학과 박사과정, iamg@konkuk.ac.kr

*** 한국농촌공사 사업계획처 기술협력팀 과장, jjs@karico.co.kr

**** 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학과 부교수, kimsj@konkuk.ac.kr

현재, 많은 분야에서 데이터 모델링을 지원하는 GIS관련 프로그램으로 ArcObject 컴포넌트를 제안하고 있다. 특히 수자원분야에서 유역과 하천네트워크의 정확하고 효과적인 표현을 위해 ArcHydro Model이 개발되었으며 다양한 분야에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 안성군 고삼면의 안고용수구역을 대상으로 ArcHydro Model을 이용하여 관개 네트워크를 구성하기 위해 유역경계, 하천망, 수리시설물의 위치도, 수혜구역도 등의 기본 공간자료들을 구축하고, 이 자료들을 이용하여 수리시설물에 따른 수혜구역을 가시적으로 확인가능하도록 하기 위해 하천의 위상관계를 정립하고 공간자료간의 연계성을 구성하였다. 또한 수리시설물의 농업용수 수요공급량의 정량적인 정보를 획득하기 위하여 ArcHydro Model에 한국농촌공사에서 개발한 AWDS (Agricultural Water Demand and Supply Estimation System: 농촌용수 수요공급량 시스템)와 연계하고, 시설물정보, 수요량분석, 공급량분석을 할 수 있는 메뉴를 구성하여 그 정보를 획득하였다.

핵심용어 : ArcHydro Model, 관개 네트워크, 농촌용수 수요공급량

농촌지역의 농업생산구조의 변화 등으로 농촌지역의 용수 수요가 늘어나며, 다양화되고 있는 상황에서 농업용수의 효율적 관리는 수자원의 효율적 관리와도 직결된다. 용수지구에서의 다양한 물이용 형태와 관리체계의 복잡성 때문에 용수 수요량 및 공급량의 산정, 용수 관리체계의 개념정립이 매우 어려운 실정이다. 따라서, 정확한 용수의 수요 및 공급량 산정과정이 선행되어야 하며, 이와 더불어 대상지구에서의 복잡한 물관리 체계를 정립하고 효율적인 용수관리를 위해서 하천과 농업용 수리시설물의 연계성에 대한 관개시스템 네트워크 모델링이 필요한 실정이다. 이를 위해 GIS의 효율적인 활용은 필수적이다.

현재, 수자원분야와 관련된 GIS 프로그램으로 ArcHydro Model이 개발되었으며, ArcHydro Model은 ESRI (the Environmental Systems Research Institute)와 CRWR (Center for Research in Water Resource)에 의해 개발된 것으로 수자원에 관한 시·공간자료를 저장하기 위한 데이터모델이다. 이 모델은 ESRI의 응용프로그램에 의해 지형공간 DB로

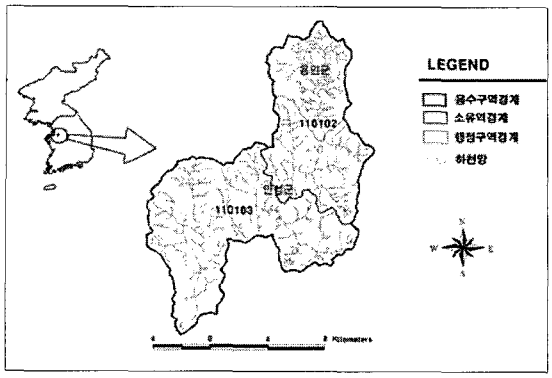
제공되고 이러한 지형공간 DB는 하천망을 통해 선형참조 (linear referencing)가 될 수 있다. 또한, 수리·수문에 관련된 동적인 모델링이 가능하도록 개발되었다 (한국수자원공사, 2003).

본 연구에서는 한국농촌공사에서 구성한 농촌용수수요공급량 산정 시스템 (AWDS: Agricultural Water Demand & Supply Estimation System)을 기반으로 대상지역인 안고용수구역에 대한 정보를 추출하였다. 또한 이를 ArcHydro Model을 이용하여 하천과 농업용 수리시설물의 연계성에 대한 관개시스템 네트워크를 모델링하였으며, 이로 상·하류간의 물이용 형태를 가시적으로 파악하고, 용수구역 및 시설물간의 정보를 시설물정보, 수요량분석, 공급량분석을 할 수 있는 메뉴를 구성하여 획득하였다.

2. 대상지역 및 자료구축

2.1 연구대상지역

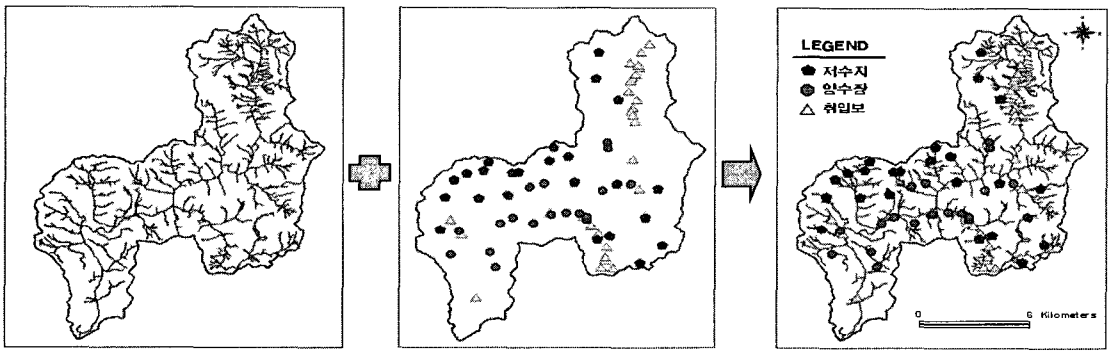
본 연구의 대상지역은 안고용수구역으로 안성천 유역에 속해 있는 9개의 용수구역 중 하나이다. 면적은 157.52㎢이며 용인군 29.95㎢, 안성군 127.57㎢로 약 81%가 안성군에 속해 있으며 안성천유역의 표준유역 중 110102, 110103으로 구성되어 있다. 또한 한천을 주 하천으로 하며 고삼저수지를 포함하고 있다 (그림 1).



<그림 1> 대상용수구역

2.2 기본공간자료구축

본 연구에서는 안고용수구역을 중심으로 1:5,000 NGIS 자료를 이용하여 하천망을 추출하였으며, 유역경계 및 수리시설물의 위치도는 한국농촌공사의 자료를 이용하였다. 또한 이 자료들을 ArcHydro Model에서 수자원관련 요소로 인식하기 위해서는 그에 맞는 데이터 형식인 Geodatabase로 변환해 주어야한다. 그림 2는 Geodatabase로 변환하여 구축된 기본공간자료들을 보여주고 있다.



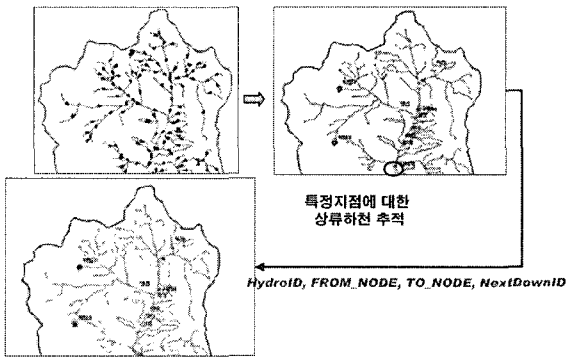
(a) 하천망도 (b) 수리시설물 (c) base map

<그림 2> 기본공간자료

3. 하천의 위상관계 정립

ArcHydro Model은 구축된 벡터정보를 이용하여 공간 DB를 구축하기 위해 「Network Tools」을 제공하고 있다. 「Network Tools」에서는 벡터하천망의 상류에서 하류방향으로 자동으로 방향성을 부여하는 기능을 포함하여, 공간자료의 Node, Reach를 형성하는 기능을 제공한다 (김경탁 등, 2004).

따라서, 본 연구에서는 정확한 위상관계가 형성된 하천네트워크를 구성하기 위하여 기본공간자료를 이용하여 연계성 구축의 기준점인 HydroJunction을 생성하였다. 또한 「Network Tools」의 기능을 이용하여 모든 공간객체에 고유한 HydroID를 부여하였고 이와 더불어 From_node, To_node, NextDownID를 설정하여 벡터하천망으로부터 생성된 하천 네트워크의 위상관계를 구축하였다. 그림 3은 특정지점에 대한 상류 하천에 해당하는 네트워크가 다른색으로 하이라이트는 되는 것을 보여주고 있다.



〈그림 3〉 하천 네트워크

4. 관개네트워크모델링

용수구역내의 용수공급량을 산정하기 위해서는 유역 물수지를 통하여 수리시설물(저수지, 양수장, 취입보)의 유입량과 유출량을 산출하여 전체구역에 걸쳐 순차적으로 물수지를 수행하여야 한다. 유역 물수지를 수행하는데 있어 가장 핵심적인 내용은 각 수리시설물별로 산정한 물수지 내역을 유기적으로 연결시키는데 있다.

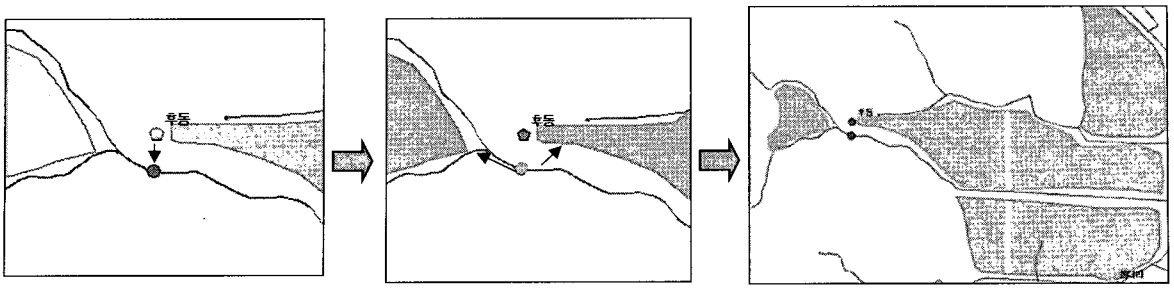
수리시설물의 네트워크 구성은 수리시설물의 위치와 연결된 수계 및 지형학적 조건에 의하여 구성되며 본 연구에서는 안고 용수구역의 수계도를 이용하여 24개의 저수지, 18개의 양수장, 28개의 취입보 등 총 70개의 수리시설물의 네트워크를 구성하였다.

4.1 공간자료의 연계성 구축

본 연구에서는 유기적인 수리시설물별 물수지 상황을 파악하기 위하여 수리시설물에 따른 수혜구역을 가시적으로 추적할 필요가 있다. 이를 위해 변환된 수리시설물과 하천네트워크의 HydroJunction, 수혜구역도 간의 연관성(Relationship)을 구성하였다. 「Network Tools」의 기능을 이용하여 고유한 HydroID를 각 공간객체에 부여하고 수리시설물, 수혜구역 공간객체와 하천 네트워크의 연계성을 구축하기위해 하천네트워크의 HydroJunction에 부여된 HydroID를 중심으로 이와 관련있는 수리시설물과 수혜면적 객체에 같은 Ref_HydroID (JunctionID)를 저장한다. 이에 Ref_HydroID는 하천네트워크를 중심으로 수리시설물, 수혜면적의 연계성을 구축하여 수리시설에 따른 수혜구역 추적이 가능하도록 한다.

4.2 수리시설별 수혜구역 추적

연관성(Relationship) 관계를 이용하여 수혜구역도의 위치를 알고자하는 수리시설물을 선택하게 되면 거기에 해당하는 하천네트워크 HydroJunction이 추적되고 그에 이어 수혜구역을 추적하게 된다. 그림 4는 이러한 추적과정을 보여주고 있다.



〈그림 4〉 수리시설물에 따른 수혜구역 추적

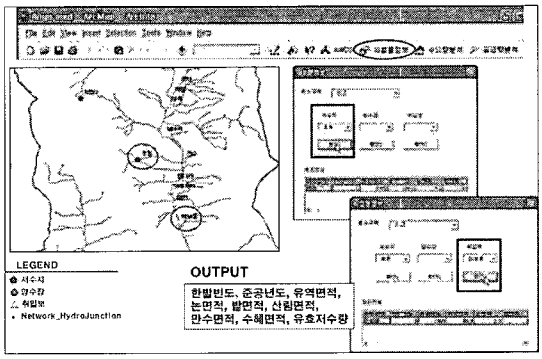
5. 농촌용수 수요공급량 시스템과의 연계

본 연구에서는 ArcHydro Model을 이용하여 수리시설물에 따른 수혜구역을 가시적으로 표현하였고, 이와 더불어 수리시설물의 실제적인 시설물정보 및 용수 수요공급량의 정량적인 정보를 획득하기 위하여 농촌용수 수요공급량 시스템(AWDS)과 연계 하였다.

AWDS는 21세기의 농촌용수 수요량 증가 및 한정된 수자원을 효율적으로 활용하기 위한 농업·농촌용수 종합이용계획의 일환으로 계획되었으며, 농촌용수의 합리적인 개발·보전·관리를 위해서는 먼저 농촌용수의 분석기법을 정립하여 현재의 전국적인 농촌용수 수요량을 체계적으로 분석하고, 농촌용수를 공급하는 수리시설물의 공급량을 산정하므로서 농촌용수의 계획 및 국가 수자원정책의 기본자료로 사용할 수 있도록 개발되었다.

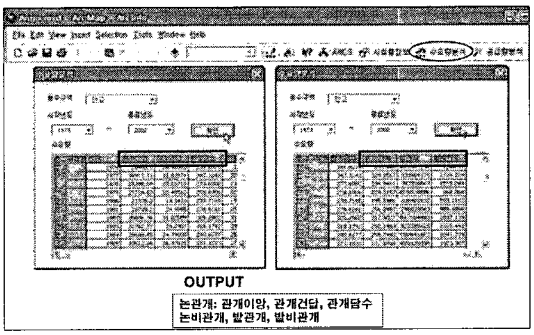
본 연구에서는 ArcHydro Model과 AWDS의 연계하여 정량적인 시설물정보 및 수요량, 공급량 분석결과를 보여주기 위해 ArcGIS 프로그램내의 UIControls모듈을 이용하였으며, 이로 시설물정보, 수요량분석, 공급량분석이라는 메뉴를 생성하였다.

시설물정보라는 메뉴를 이용하여 연구대상지역의 저수지, 양수장, 취입보에 따른 한발빈도, 준공년도, 유역면적 등의 제원정보를 확인할 수 있다 (그림 5).



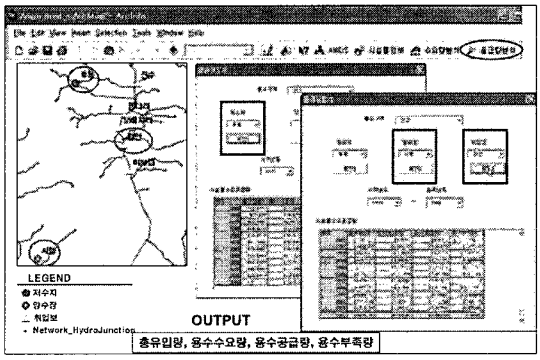
〈그림 5〉 시설물정보 메뉴

수요량 분석이라는 메뉴를 이용하여 대상지구의 연도별 논관개, 밭관개 수요량 정보를 확인할 수 있다 (그림 6).



〈그림 6〉 수요량분석 메뉴

공급량 분석이라는 메뉴를 이용하여 대상지구의 저수지, 양수장, 취입보에 따른 연도별 총유입량, 용수수요량, 용수공급량, 용수부족량 정보를 확인할 수 있다 (그림 7).



<그림 7> 공급량분석 메뉴

6. 결 론

한국농촌공사에서 구성한 AWDS (농촌용수 수요·공급량 산정 시스템)는 모든 입출력 매체를 데이터베이스화함으로서 통계자료의 변경 등으로 발생하는 입력자료의 갱신 및 수정뿐만 아니라 출력자료의 분석, 가공 등을 손쉽게 할 수 있도록 하고 있으며 사용자의 요구에 쉽게 부응할 수 있도록 시각적(Visual)특성과 이벤트 구동(Event-driven)방식을 도입하고 있는 시스템으로 앞으로 활용성이 높을 것으로 판단된다.

또한 다양한 데이터 모델을 지원하는 ArcObject 컴포넌트로 구성된 ArcHydro Model은 GIS 공간자료를 이용하여 수자원 분야에서 활용되는 유역과 하천네트워크의 정확하고 효과적인 표현을 위해 개발되었으며 여러 분야의 부족한 욕구를 충족시킬 수 있을 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 대상지역인 안고용수구역에 대한 정보를 추출하기 위하여 AWDS (농촌용수 수요공급량 산정 시스템)를 이용하였고 이를 ArcHydro Model로 구성하여 하천과 농업용 수리시설물의 연계성에 대한 관개 시스템 네트워크를 모델링하여 상·하류간의 물이용 형태를 가시적으로 파악하기 위해 설계하고 메뉴로서 구성하여 도식화하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 「밭의 적정 물관리에 의한 농업용수 절감 기술 개발」 사업의 연구비지원에 의해 수행되었으며, 한국농촌공사에서 구축한 AWDS를 이용하였습니다. 이에 감사드립니다.

<참 고 문 헌>

김경탁, 최윤석, 김주훈 (2004). "하천 네트워크 기반의 유역관리시스템 개발을 위한 프레임워크 공간 DB 구축에 관한 연구", 한국지리정보학회지, Vol. 7(2), pp. 87-96.

한국수자원공사 (2003). 하천주제도 사업계획 수립 보고서.