

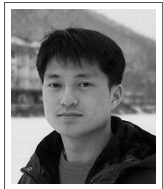


HyGIS의 개발 현황과 전망



김 경 탁

한국건설기술연구원 수자원·환경연구본부
수자원연구실 책임연구원
ktkim1@kict.re.kr



최 윤 석

한국건설기술연구원 수자원·환경연구본부
수자원연구실 연구원
yschoi51@kict.re.kr

크샵이 개최되고 있으며, 현재까지 총 6회에 걸친 워크샵이 개최되었다. HyGIS 워크샵에서는 최신의 연구성과가 반영된 HyGIS를 이용해서 이론 교육과 함께 사용자가 직접 실습할 수 있도록 진행되었으며, 현재까지 약 600명의 관련분야 기술자가 참석한 것으로 집계 되었다. 또한 2007년 11월에는 HyGIS에 대한 기술지원 및 의견의 교류를 위해서 사용자 포럼을 위주로 운영되는 HyGIS 홈페이지(<http://hygis.kict.re.kr/>)를 개설하였으며, 이를 통해서 최신 소프트웨어, 데이터, 기술문서, 사용자 지침서, HyGIS 관련 학술자료 및 홍보자료 등을 제공하고, 사용자 포럼과 버그 리포트 등을 통해서 사용자와의 의견교류와 기술지원의 창으로 이용하고 있다.

1. 서론

HyGIS(Hydro Geographic Information System)는 21세기 프린터 연구개발사업의 수자원의 지속적확보기술개발 사업단의 연구비 지원 하에 지난 2004년부터 본격적으로 개발이 시작된 이래 벌써 5년의 시간이 흘렀다. HyGIS 개발팀은 수자원 GIS에 대한 국내 기술이 거의 없는 상태에서 어두운 밤길에 첫발을 내딛는 기분으로 HyGIS의 개발을 시작하였으며, 3년 후인 지난 2007년 3월 16일에는 최초의 배포용 패키지를 제작하여 제1회 HyGIS 워크샵을 개최하기에 이르렀다. 또한 2007년 7월에는 “HyGIS에 대한 소개”라는 주제로 본 학회지에 학술 기사를 수록한 바 있으며, 이를 통해서 그간의 연구성과와 HyGIS 시스템에 대해서 간략히 소개하기도 하였다.

제1회 HyGIS 워크샵 이후 지속적으로 HyGIS 위

2007년 이후의 HyGIS는 기존에 개발된 기술을 개선하는 것과 함께 사용하기 편리하고, 실용적인 기능을 추가하기 위한 노력을 지속하고 있다. 이를 위해서 많은 시험 적용과 검증의 과정으로 부터 도출된 결과와 사용자들로 부터 접수된 요구사항을 반영하여 시스템의 개선과 기능 개발을 진행하고 있다. 또한 GIS 기능을 절대적으로 필요로 하는 분포형 모형의 개발과 SWAT, HEC-RAS, HEC-HMS 모형의 최신 버전과의 연계운영이 가능하도록 기존의 HyGIS-Model을 확장하는 등 최근에 발생되고 있는 기술적 요구를 반영하고자 많은 노력을 기울이고 있다.

이와 같은 수자원 분야에서의 기술적 요구와 함께 2000년대 중반 이후로 S/W 개발 기술이 급변하고 있으며, HyGIS 개발이 장기적으로 지속되기 위해서는 이러한 최신 S/W 기술을 적용할 필요성이 대두되었다. 따라서 HyGIS 개발 팀에서는 Microsoft의 .NET framework를 기반으로 하는 개발 도구와

Microsoft TFS(Team Foundation Server)를 이용한 S/W 개발 과정에 대한 체계적인 관리를 채용하여 효율적이고도 장기적인 S/W 개발을 위한 기반을 조성하였다.

이에 본 원고에서는 2007년 이후에 진행된 연구 내용을 중심으로 HyGIS의 개발 현황을 소개하고, 향후 HyGIS의 발전 방향에 대해서 전망해 보기로 한다.

2. HyGIS 및 HyGIS-Model의 개요

HyGIS는 수자원의 다양한 분야에서 GIS를 손쉽게 사용하기 위해서 개발된 수자원 지리정보시스템이다. HyGIS에서는 DEM을 이용하여 다양한 수문학적 지형정보를 생성할 수 있으며, 하천 네트워크를 기반으로 하는 유역의 공간 데이터베이스를 구축하고(김경탁 등, 2004), 시계열 및 비공간 데이터베이스와 통합 운영할 수 있는 환경을 제공하고 있다(한국건설기술연구원, 2007).

HyGIS는 COM(Component Object Model)을 기반으로 개발된 시스템으로 다른 소스로부터 개발된 컴포넌트를 연계하여 시스템의 기능을 손쉽게 확장할 수 있을 뿐만 아니라, HyGIS 또한 다른 응용프로그램을 개발할 때 기반 시스템으로 활용할 수 있다. 이와 같은 HyGIS의 확장성을 토대로 개발된 응용프로그램이 HyGIS-Model이다.

HyGIS-Model은 수자원 분야에서 빈번히 활용되고 있는 모형과 HyGIS를 연계 운영하기 위해 개발된 S/W를 총칭하고 있으며, 현재 HyGIS-SWAT, HyGIS-TOPMODEL, HyGIS-HMS, HyGIS-RAS, HyGIS-QUAL2E 및 HyGIS-GRM이 개발된 상태이다. HyGIS 및 HyGIS-Model에서는 각 모형에서 필요로 하는 지형학적 매개변수를 계산하고, 이를 모형의 입력자료로 자동으로 설정하고 있으며, 모형의 구동을 위한 편리한 사용자 인터페이스를 제공하고 있다. 따라서 사용자는 다양한 시공간 자료와 모형의 매개변수 및 모의결과를 동일한 환경에서 분

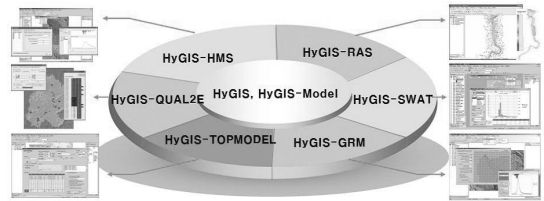


그림 1. HyGIS 및 HyGIS-Model

석 할 수 있으며, HyGIS-Model에 포함되어 있는 각 모형의 모의결과를 효과적으로 비교분석 할 수 있게 된다. 그림 1은 현재까지 개발되어 사용자에게 배포된 HyGIS 및 HyGIS-Model을 나타낸 것이다.

3. HyGIS의 신뢰성 검토

HyGIS의 개발과정과 대외에 배포된 이후에 많은 전문가 및 사용자들은 ‘HyGIS가 신뢰할 만한가?’라는 의문을 제기하여 왔다. 이러한 의문은 두 가지로 받아들여 질 수 있을 것이다. 첫 번째는 ‘HyGIS에서 계산된 지형인자의 값이 실무에 적용할 수 있을 만큼 신뢰성이 있는가?’이며, 두 번째는 ‘HyGIS를 사용하기 시작했을 때 향후 장기적으로 프로그램이 개발됨으로써 지속적으로 기술지원을 받을 수 있는가?’라는 문제이다.

우선 첫 번째 사항에 대해서는 HyGIS 개발과정에서 하나의 기능을 추가할 때 마다 개발팀 내의 연구진에 의해서 항상 검증의 과정을 거치고 있는 문제이므로 신뢰성이 있다고 말할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 신뢰성을 대외에 인식시키기 위해서는 좀 더 객관적인 연구결과가 필요할 것이다. 이를 위해서 HyGIS 팀에서는 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 ArcHydro 및 WMS를 이용해서 산정된 지형인자와 HyGIS를 이용해서 산정된 지형인자를 비교 검토한 바 있다. 우선 하천망의 생성 및 이에 대한 세부적인 검토는 김경탁과 최윤석(2005)에 의해서 수행되었다. 이 연구에서는 ArcHydro를 이용해서 추출된 하천망에 비해서 HyGIS를 이용해서 생성한 하천망

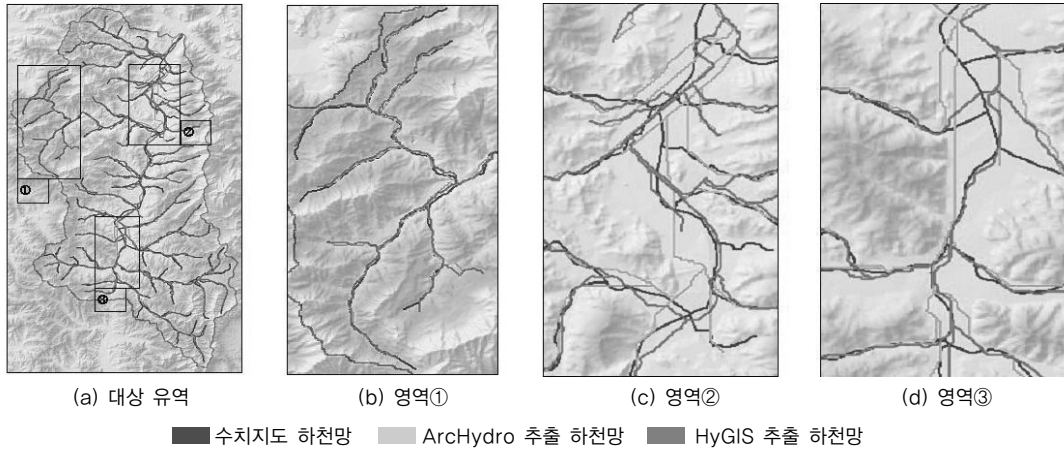


그림 2. 하천망의 비교(김경탁과 최윤석, 2005)

이 수치지도의 하천망과 비교했을 때 하천차수별 특성을 더 잘 재현하고 있음을 제시하고 있다.

또한 최근에는 유역 경계, 유역 면적, 유역 경사, 유역 평균고도, 최대유하거리, 최대유하거리경사, 주하천 길이 및 주하천 경사의 8개 항목의 지형인자를 보청천, 위천, 평창강, 경안천, 내린천 및 임진강 유역의 6개 유역에 대해서 ArcHydro, WMS 및 HyGIS를 이용하여 산정하고, 그 결과를 비교검토한 바 있다. 이 연구 결과에서는 전체 지형인자의 평균 상대오차가 모든 프로그램에서 각각 5% 내외의 값을 나타내고 결정계수 또한 0.95-1.00의 범위를 가지는 것으로 나타났으며, 이에 따라서 각 프로그램은 모두 매우 유사한 계산결과를 제시하는 것으로 검토되었다(본 연구는 향후 논문의 형식으로 객관적으로 제시할 예정임).

이러한 연구결과에서는 HyGIS에서 계산된 지형인자가 기존에 국내에서 충분히 적용성이 입증된 ArcHydro 및 WMS의 계산결과와 매우 유사한 값을 가지는 것을 의미하고 있으며, 따라서 HyGIS에서 산정된 수문학적 지형인자는 실무에 적용할 수 있다고 할 수 있을 것이다.

두 번째 문제에 대해서는 HyGIS의 상용화 여부와 관련이 있을 것이다. 물론 HyGIS가 국가연구개발사업을 통해서 개발된 S/W이며, 개발팀에서는 이의 지

속적인 개발을 위해서 최대한의 노력을 기울일 것이다. 그러나 이러한 개발팀에서의 노력보다는 사용자에 의한 요구가 HyGIS의 생명을 연장시키는 더 중요한 요인이 될 것이다. 사용자의 요구가 있을 경우 HyGIS는 상용화가 될 수 있을 것이고, HyGIS의 상용화는 지속적인 개발 및 기술지원을 의미하고 있기 때문이다. 따라서 HyGIS 팀에서는 기술개발과 더불어 상용화를 실현하기 위해서 많은 노력을 기울이고 있으며, 이를 위해서 지속적으로 사용자 요구분석과 기술지원 및 교육을 수행하고 있다.

4. HyGIS의 실용성 재고

수자원 GIS에서 실용적이라는 것은 지형인자 추출의 편의성, 다른 S/W와의 호환성, 다양한 분석 기능, 모형 구동을 위한 프로세스 및 기능의 실무적 적용성 및 시스템 운영의 편의성 등의 의미로 해석할 수 있을 것이다. 이러한 많은 요건들은 결국 기능의 다양성과 각 기능을 필요시 손쉽게 사용할 수 있는 시스템의 유연성으로부터 충족될 수 있게 된다.

최근 들어 HyGIS에서는 기존에 문제시 되었던 대용량 그리드 자료의 처리 문제를 해결하였으며, 따라서 대유역 단위의 정밀한 분석이 가능하게 되었다.

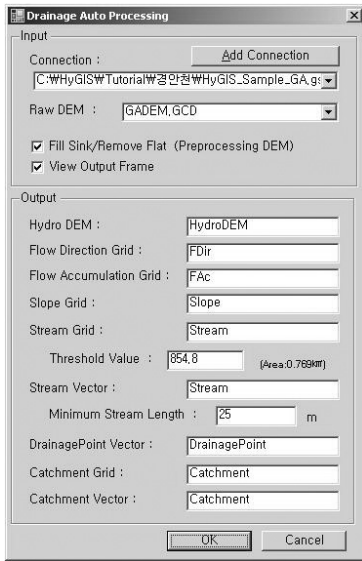


그림 3. Drainage 모듈 일괄 수행 기능

또한 DEM 전처리 과정의 속도를 개선하고, Drainage 모듈을 일괄 수행할 수 있는 메뉴를 추가함으로써 사용자로 하여금 손쉽게 유역의 framework 공간데이터베이스를 구축할 수 있도록 하였다. 또한 각 단계에서 생성된 자료는 각각의 공간 데이터 테이블 혹은 그리드 레이어로 생성되며, ArcGIS, CAD, suffer 등 국내에서 많이 활용되고 S/W와의 자료호환이 가능하다.

HyGIS에서는 GMTTools라는 사용자 지원도구를 제공하고 있다. GMTTools에서는 벡터 및 그리드 자료의 변환과 정밀한 분석을 위한 도구들을 제공하고 있으며, 공간 데이터베이스 관리 및 지도 자료의 처리, 외부 데이터와의 연계분석 등과 같이 범용 GIS를

응용하여 수자원 분야에서 편리하게 활용할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 이와 같은 노력에도 불구하고, HyGIS의 개발 기간을 고려할 때 아직까지는 수자원에서 필요로 하는 모든 기능을 포함하고 있다고 할 수 없을 것이다. 그러나 자체 분석 및 사용자 요구에 의해서 필요한 기술이 제기되고 있으며, 향후 이를 지속적으로 반영할 경우 좀 더 실용적인 S/W로 거듭날 수 있을 것이다.

HyGIS-HMS에서는 수공 구조물 설계에서 가장 중요한 과정 중 하나인 설계 홍수량의 산정을 위한 확률 강우의 적용과 임계지속시간의 결정을 지원하기 위한 기능이 포함되었으며, 이를 통해서 많은 강우사상에 대한 유출모의를 일괄 수행함으로써 설계유량을 손쉽게 산정할 수 있는 프로세스를 추가하였다. 또한 HEC-HMS, HEC-RAS 및 SWAT 모형의 최신 버전을 지속적으로 확인하고, 각 버전에서 필요로 하는 매개변수 산정 모듈을 추가하며, 이를 활용가능하게 시스템을 업데이트함으로써 실무에서의 활용 범위를 확장시켰다. HyGIS-QUAL2E에서는 모형 구동의 프로세스를 단순화 하였으며, reach 자동구분 기능 및 오염원 자료의 import 기능 등을 추가함으로써 사용자 편의성을 증대시킬 수 있었다.

이와 같은 기술적 실용화의 성과와 함께 현재 하도 주변 및 도시 지역의 정밀한 지형 분석과 이를 효과적으로 모형에 반영하기 위한 연구를 진행하고 있으며, 이와 더불어 지속적인 워크샵 개최 및 교육을 통해서 HyGIS의 기술보급과 저변확대에 노력을 기울이고 있다.



그림 4. HyGIS-HMS의 임계지속시간 산정 과정

5. HyGIS 기반의 분포형 모형의 개발

최근 들어 국내에서는 수치모형과 기상레이더, 기상위성 등의 자료를 활용한 단기 강우의 예측을 위한 많은 연구가 수행되고 있다. 이와 같은 단기 예측 강우는 대부분 그리드 형태로 제공되고 있으며, 강우의 시공간 분포가 유출에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 분포형 모형과 GIS 기술이 필수적으로 필요하다고 할 수 있다. 이와 같은 기술적 요구에 대응하고자 HyGIS 개발 팀에서는 GIS를 기반으로 구동될 수 있는 1차원 분포형 강우-유출 모형과 2차원 홍수범람 모형을 개발 중에 있다.

GRM(Grid based Rainfall-runoff Model)은 단기간의 강우-유출 현상을 모의하기 위해 국내 기술에 의해 독자적으로 개발된 물리적 기반의 분포형 강우-유출 모형이다(최윤석 등, 2008). 강우에 의한 지표면 유출, 하도 유출, 침투, 지표하 유출을 모의하고 있으며, 유역에서의 저수지 효과, 댐 운영에 의한 유량 조절 및 유역내 임의 지점에 대해서 유량의 추가 혹은 배제 등을 모의할 수 있다. 이와 같은 GRM 모형을 HyGIS 환경에서 구동하기 위한 S/W를 HyGIS-GRM이라고 한다. HyGIS-GRM은 기존의 인터페이스 기반의 HyGIS-Model과는 달리 GIS와 모형이 통합(integrated)된 모의 시스템으로, GRM과 HyGIS가 완전 연계되어 운영된다(최윤석 등, 2009). HyGIS-GRM은 지난 2009년 2월에 개최된 제5회 HyGIS 워크샵을 통해서 일반 사용자들에게 공개되었으며, 자연 유역, 도시 유역, 댐 하류 등에 대해서 지점강우와 레이더 강우 등을 이용하여 유출 모의를 수행함으로써 그 적용성을 입증하고 있다.

이와 같은 분포형 강우-유출 모형의 개발과 더불어 2차원 홍수범람 모형의 개발이 진행되고 있다(Lee 등, 2009). GIS와 통합된 홍수범람 모형은 다양한 범람원의 영향을 반영한 모의를 위한 효과적인 환경을 제공할 수 있으며, 분포형 강우-유출 모형과의 연계 운영을 통해서 하천 유출과 유역 범람을 동적으로 모의함으로써 효과적인 유역관리 및 범람모의

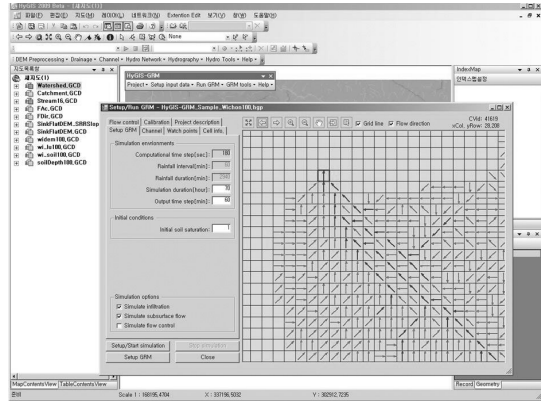


그림 5. HyGIS-GRM의 구동화면

가 가능할 것으로 기대된다.

6. 최신 S/W 개발 기술의 적용

.NET Framework는 XML Web Services 및 모든 종류의 응용 프로그램을 개발, 구축 및 실행할 수 있게 해주는 새로운 Microsoft 프로그래밍 모델로서, 개발자의 생산성, 응용 프로그램 및 시스템의 보안, 안정성 및 언어간 통합성을 크게 향상시키면서 XML Web Services를 손쉽게 구현하고 사용할 수 있게 할 수 있는 장점을 제공한다(<http://www.microsoft.com/Korea/MSDN/netframework/using/understanding/netframework/default.aspx>). 또한 MS Visual Studio 6.0은 이미 단종 및 공식 기술지원이 중단되었으며(<http://support.microsoft.com/lifecycle/>), Windows VISTA OS부터 적용된 UAC(User Access Control), DEP(Data Execution Prevention) 등에 대응하기 위한 근본 대안을 제시하지 못하였다. 이에 생산성과 성능 측면에서 현 소프트웨어 시장은 .NET framework를 적용한 S/W 개발이 요구되고 있는 실정이며, 따라서 기존의 Visual C++로 개발된 HyGIS를 .NET framework로 전환할 필요성이 제기 되었다.

또한 HyGIS와 HyGIS-Model 및 이와 연계되어 있는 GMTTools 등과 같은 S/W의 종류가 다양해지고,

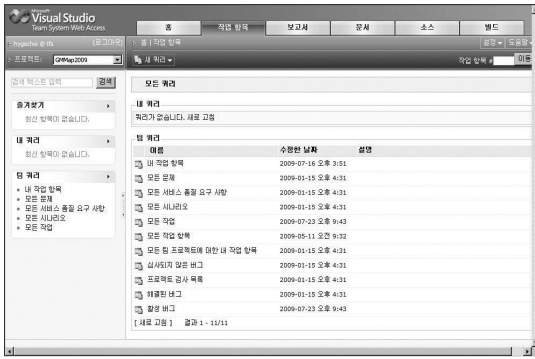


그림 6. Microsoft TFS 수행 화면

코드의 양이 방대해 짐에 따라서 S/W 개발과정의 효과적인 관리가 필요하게 되었다. 이에 Microsoft TFS(Team Foundation Server)를 적용함으로써 workitem tracking, source control, build automation 기능 등을 활용하고, 개발과정의 체계적이고 효율적인 관리를 위한 기반을 조성하였다.

이와 같은 최신 S/W 개발 기술의 적용과 체계적인 개발 과정의 관리를 위한 기반을 마련함으로써 효율적인 S/W 개발과 향후 장기적으로 HyGIS를 개발 및 유지관리 할 수 있는 환경을 조성할 수 있었다.

7. 홈페이지 운영

HyGIS 전용 홈페이지(http://hygis.kict.re.kr/)를 개설하고 프로그램 및 매뉴얼, 샘플데이터의 배포와 사용자 포럼 및 오류 신고 등을 통해서 사용자가 쉽고 편리하게 HyGIS 시스템을 접할 수 있게 하였다. 또한 연구성과를 공유하기 위해서 HyGIS 및 HyGIS-Model을 소개하고, HyGIS와 관련된 학술자료와 홍보자료 등을 제공하고 있다.

HyGIS 홈페이지는 회원가입을 할 경우 사용자포럼과 버그리포트 페이지에 글을 등록할 수 있으며, 회원가입 여부와 상관없이 게시된 모든 자료를 다운로드 할 수 있다. 본 홈페이지를 통해서 HyGIS 사용자와 기술지원팀 간의 상시 원활한 의견교환이 가능해졌으며, 사용자들 사이에서도 다양한 토론이 진행

될 수 있는 환경을 제공할 수 있게 되었다.

HyGIS 홈페이지의 중요한 역할 중 하나는 최신 시스템과 샘플 데이터의 배포이다. HyGIS는 향후 지속적으로 개선 될 것이며, 다양한 사용자에 의한 평가를 최대한 빠르게 반영하고자 한다. 이를 통해서 최신 프로그램을 배포하고, 최종 사용자들이 가장 최근에 개발된 프로그램을 이용할 수 있도록 하였다. 또한 본 홈페이지를 통해서 배포되는 샘플 데이터는 HyGIS Static 데이터베이스로서 HyGIS에서 직접 활용이 가능하다. 따라서 사용자는 HyGIS 구동시 홈페이지에서 제공되는 Static 데이터베이스를 분석의 기초자료로 활용 할 수 있으며, 이를 통해서 수자원 관련 분석 작업의 선행단계에서 요구되는 자료의 구축과 변환 과정을 크게 줄일 수 있을 것이다.

HyGIS 홈페이지에서는 회원가입 여부와 상관없이 누구나 게시된 모든 자료를 공람 및 다운로드 할 수 있으며, 이를 통해서 최종사용자가 손쉽게 필요한 프로그램과 자료를 얻을 수 있게 하였다. 또한 프로그램 구동 및 자료의 적용 과정에서 논의되고 있는 다양한 글들을 통해서 필요한 정보를 쉽게 얻을 수 있게 하고, 사용자들이 손쉽게 HyGIS 시스템에 접근할 수 있게 함으로써 개발된 시스템의 저변 확대에 크게 기여할 것으로 기대된다.



그림 7. HyGIS 사용자 포럼 홈페이지 화면

4. 맺음말

2007년 3월 예상외로 양재동 aT 센터의 회의장을 가득 매운(당시 140명이면 충분할 것으로 예상하여 좌석 예약을 하였으나, 당일 230명이 참석함) 제1회 HyGIS 워크샵이 개최된 이래 현재까지 워크샵 참여 인원은 약 600명에 이르게 되었으며, 워크샵 이외의 온라인 및 오프라인으로 수행된 기술지원과 교육 등을 통해서 등록된 사용자까지 합하면 280개 기관의 약 900명이 사용자 그룹으로 등록되어 있다. 물론 900명의 사용자가 모두 활발히 HyGIS를 활용하고 있지는 않을 것이나, 지금도 HyGIS 워크샵 공지가 있으면 항상 공지 당일에 신청인원 초과로 조기마감을 하고 있으며, 이는 정말 놀라운 관심이 아닐 수 없다. 이는 지금까지 외국의 기술을 이용하고 있던 기술자들의 국내 기술에 대한 바람이 반영된 현상이라고 이해된다.

이러한 뜨거운 관심은 HyGIS 개발팀의 어깨를 더욱 무겁게 하고 있지만, 다른 한편으로는 지금도 어두운 밤을 밝히는 참여 연구진의 뒤를 받쳐 주는 든든한 버팀목임에 틀림없다. HyGIS는 향후뿐만 아니

라 현시점에서도 해결해야할 과제가 많이 남아 있지만 다른 모든 S/W가 그러하듯이 결국 사용자들의 관심과 아낌없는 조언이 HyGIS를 좀 더 발전시킬 수 있는 원동력이 될 것이다. HyGIS는 끊임없이 진화할 것이며, 앞으로도 연구개발이 지속될 것이다. 한편, HyGIS의 상용화와 더불어 HyGIS-Model 및 GRM의 소스코드 공개를 검토 중에 있으며, 공개된 소스코드를 활용하여 보다 많은 연구자들이 HyGIS를 기반으로 한 자신의 독자적인 시스템을 개발하여 연구에 활용할 수 있도록 할 예정이다. 이에 수자원 기술자들이 편리하게 활용할 수 있는 수자원 지리정보시스템으로서의 발전이 계속되기를 기대하며 본 원고를 줄이고자 한다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프린티어 연구개발 사업인 『수자원의 지속적확보기술개발 사업』(과제번호 : 1-2-3)의 연구비 지원에 의해서 수행되었습니다. ☺

참고문헌

1. 김경탁, 최윤석(2005). "DEM에서의 sink와 flat area 처리 알고리즘에 대한 비교 검토." 한국지리정보학회지. Vol.8, No.4, pp.91-101.
2. 김경탁, 최윤석(2007). "HyGIS에 대한 소개." 한국수자원학회지:물과 미래, Vol.40, No.7, pp.39-46.
3. 김경탁, 최윤석, 김주훈(2004). "하천 네트워크 기반의 유역관리시스템 개발을 위한 프레임워크 공간 DB 구축에 관한 연구." 한국지리정보학회지, Vol.7, No.2, pp.87-97.
4. 최윤석, 김경탁, 이진희(2008). "유한체적법을 이용한 격자기반의 분포형 강우-유출 모형 개발." 한국수자원학회논문집, Vol.41, No.9, pp.895-905.
5. 최윤석, 김경탁, 심명필(2009). "지리정보시스템과 통합된 분포형 강우-유출 모의 시스템 개발." 한국지리정보학회지. Vol.12, No.3, pp.76-87.
6. 한국건설기술연구원(2007). HyGIS 개발. 과학기술부.
7. Lee, J.H., Yi C.S., Choi Y.S., and Kim, K.T.(2009). "Two dimensional modeling of flood propagation over initially dry bed." Proceedings of World City Water Forum 2009. Aug., Incheon, Republic of Korea, pp.1022-1029.
8. <http://www.microsoft.com/Korea/MSDN/netframework/using/understanding/netframework/default.aspx>
9. <http://support.microsoft.com/lifecycle/>