

## 하천공간정보의 상호운용성을 위한 표준벡터데이터 모델 개발\*

신형진<sup>1</sup> · 채효석<sup>1\*</sup> · 이을래<sup>1</sup>

## Development of a Standard Vector Data Model for Interoperability of River-Geospatial Information\*

Hyung-Jin SHIN<sup>1</sup> · Hyo-Sok CHAE<sup>1\*</sup> · Eul-Rae LEE<sup>1</sup>

### 요 약

본 연구에서는 하천공간정보의 상호운용성을 위해 표준벡터데이터 모델을 개발하고 이를 검증하기 위해 강정고령보 및 창녕합천보유역의 RIMGIS 벡터자료를 대상으로 모형에 적용하여 표준벡터데이터 모델의 적용성을 평가하였다. 국제표준화기구(ISO)와 공간자료 표준화 단체(OGC)의 표준을 조사 분석하고 표준을 준용하여 하천공간 데이터모델의 규격을 정립하였다. 데이터 속성 및 관계등에 대한 분석 정보를 바탕으로 ERD를 설계하였다. 개발된 GDM에 RIMGIS의 벡터자료인 점, 선, 면 자료에 대한 검증을 레이어 별 자료에 대해 비교하고 각 자료에 대한 기본공간정보와 속성 정보를 정밀 전수 비교하였다. 변환시 오류는 0%로 모델의 문제점은 없는 것으로 판단되었다. 하천공간정보 표준데이터모델은 여러 연구자와 기관들에 의해 수집된 대량의 데이터 세트의 통합 분석이 용이하도록 설계된 관계형 데이터베이스에 저장 및 하천공간자료의 검색을 위해 일관성 있는 형식을 제공하고자 한다.

주요어 : 하천공간정보, 공간데이터모델, 표준화, 벡터데이터, RIMGIS

### ABSTRACT

In this study, a standard vector data model was developed for interoperability of river-geospatial information and for verification purpose the applicability of the standard vector model was evaluated using a model to RIMGIS vector data at Changnyeong-Hapcheon & Gangjung-Goryeong irrigation watershed. The standards from ISO and OGC were analyzed and the river geospatial data model standard was established by applying the standards. The ERD was designed based on the analysis

2014년 2월 23일 접수 Received on February 23, 2014 / 2014년 5월 14일 수정 Revised on May 14, 2014 / 2014년 6월 1일 심사완료 Accepted on June 1, 2014

\* 본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(11기술혁신C06)에 의해 수행되었음.

1 한국수자원공사 K-water연구원 수자원연구소 Water Resources Research Center, K-water Institute, Korea Water Resources Corporation

※ Corresponding Author E-mail : hyosok.chae@kwater.or.kr

information on data characteristics and relationship. The verification of RIMGIS vector data included points, lines and polygon to develop GDM was carried out by comparing with the data by layer. This conducting comparison of basic spatial data and attribute data to each record and spatial information vertex. The error in the process of conversion was 0 %, indicating no problem with model. Our Geospatial Data Model presented in this study provides a new and consistent format for the storage and retrieval of river geospatial data from connected database. It is designed to facilitate integrated analysis of large data sets collected by multiple institutes.

**KEYWORDS** : River Geospatial Information, Geospatial Data Model, Standardization, Vector Data, RIMGIS

## 서론

하천공간정보는 관리기관이 다양하고 정보의 표현, 분석단위가 관리 주체에 따라 상이하다. 따라서 하천공간정보의 체계적이고 종합적인 정책자료 분석 및 제공이 미흡하여 이수, 치수, 하천환경 등의 국가수자원종합계획 수립의 어려움이 있다. 하천관련 공적 또는 상업적 이익에 대해 하천공간정보는 공유되고 재활용될 필요가 있으며 그동안 다양한 하천정보화 사업의 추진으로 인하여 광범위하게 하천공간정보가 수집되고 있으나 하천공간정보 이용자가 적시에 활용하기 용이한 광범위하고 통합적인 정보를 제공할 수 있는 국가 차원의 체계 구축이 필요하다는 관점에서 본 데이터모델을 정립하며 본 데이터모델은 기존 하천공간 정보의 활용을 극대화하는데 초점이 있다.

상호운용성이란 서로 다른 시스템 간 서비스를 자유롭게 공유함으로써 통합된 시스템의 능력을 제공하는 것으로 정의되며, 조직 내외부에 산재된 정보시스템들이 수평·수직적 관계에 따라 정보를 원활히 공유할 수 있는 환경을 말한다. 상호운용성 확보를 위해 가장 간단한 방법으로 표준이라는 기준을 가지고 이를 준수하게 하는 것으로, 이는 정보가 유통될 수 있도록 하는 최소한의 통제 수단이 된다. 데이터 표준은 데이터 구축에 활용하는 용어, 도메인, 코드 등을 지정한 것으로, 이를 조합하여 데이터 항목

을 설계하게 된다. 표준형식이 여러 데이터 형식의 호환을 보장하는 것과 동일한 방식으로, 많은 지리정보 데이터베이스들과의 호환통합을 보장하기 위해서 하천공간정보 데이터모델 표준이 필요하다.

국내 주요 물 관련 시스템은 한강홍수통제소에서 운영하고 있는 WAMIS와 RIMGIS가 있다. WAMIS는 국내에 산재된 수자원정보를 수집, 분석하여 대국민 제공 서비스를 시행하고 있으며, RIMGIS는 하천정보의 표준화 및 선진화를 통한 정보제공 및 업무를 지원한다. Shin *et al.*(2013)은 하천관련 환경 변화 및 향후 정보환경에 대처할 수 있도록 하천관련 기본정보를 제공하고 있는 RIMGIS의 문제점을 분석하고 개선하고자 하였다. 하천정보표준화에 관한 연구에서는 하천정보 표준 메타데이터를 수립하였으며(Korea Water Resources Corporation, 2001) 지리정보 유통용 메타데이터 표준을 기반으로 홍수지도 메타데이터(안)를 제시하였다(Yang, 2003; Kim *et al.*, 2008). 수자원분야의 지리정보데이터모델에 대한 연구로는 RIMGIS를 기준으로 역공학 방식으로 표준하천데이터모델에 대한 연구가 수행된 바 있으며(Korea Water Resources Corporation, 2001), Kim *et al.*(2003)은 하천주제도의 효율적인 구축을 위한 데이터모델 설계에 대한 연구를 수행하였고 Kim *et al.*(2003)은 국내 실정에 맞는 하천망 네트워크를 기반으로 하는 수자원 지리정보 데이터 모

델을 제안하고 활용성을 검토하였다.

미국 연방공간정보위원회(Federal Geographic Data Committee; FGDC)는 공간정보관리 기구를 설치하여 공간정보의 표준화와 공간정보의 유통 및 중복 투자 방지, 미국의 정부와 비정부단체 사이의 공간데이터의 수집 및 보급을 위한 조정업무를 수행하고 있다. FGDC는 8개의 Working Group과 12개의 소위원회들로 이루어져 있다. 지형공간 데이터의 이용, 검색, 공유를 위한 메타데이터 표준을 정의하고 있으며, 또한 데이터 교환을 위한 기본 포맷과 응용 프로그램들의 기능에 대한 내용들을 정의하고 있다. CUAHSI(Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science)에서는 수계 및 하천유역 등 하천을 포함한 모든 공간에 대한 대단위 수문정보시스템(Hydrologic Information System; HIS)을 효율적으로 구축하기 위한 다양한 연구를 추진 중이다(Maidment, 2008). CUAHSI HIS는 이용자가 데이터를 요청할 경우 연계구동 시스템을 통해 데이터를 보유하고 있는 서버를 찾아 제공하는 형태로 운영되고 있으며, 온라인으로 데이터를 제공하는 연결 시스템에는 미국지질조사국(US Geological Survey; USGS) NWIS(National Water Information System) 등 다양한 기관의 데이터 서비스에서 제공하는 정보를 표준화된 자료를 통해 제공받을 수 있다(Maidment, 2005; Goodall *et al.*, 2008; Horsburgh *et al.*, 2008; Huang *et al.*, 2011). 시계열 자료 저장의 표준화를 위해 ODM(Observation Data Model; Horsburgh *et al.*, 2009)를 제시하였다. ODM은 다양한 수공 및 환경 관련 시계열 계측자료 및 계측 관련 정보를 DB에 저장할 수 있도록 설계되었다. INSPIRE(Infrastructure for Spatial Information in Europe)는 유럽연합의 환경정책 및 활동을 지원하기 위하여 유럽의 공간정보의 기반을 수립하다. 현재 24개국이 참여하고 있으며 34개의 공간 자료주체의 기준이 수립되어 있다. EU 회원국의 공간데이터에 대해 Geo-Portal을 수립하고 운영하고 있다. 환경데

이터와 정보를 공유하는 공공정보 제공을 위한 웹기반 시스템인 SEIS(European Share Environmental Information System)는 INSPIRE 지침, 환경 및 보안을 위한 글로벌 모니터링(Global Monitoring for Environment and Security; GMES) 및 GEOSS 등 기존의 리포팅 시스템 및 도구를 이용하여 구축된다. 유럽의 물 문제에 대한 정보의 게이트웨이인 WISE(Water Information Service for Europe)는 여러 이해 관계자들에게 서비스를 제공하기 위해 EU의 기관에 의해 수집된 다양한 데이터 정보를 포함하고 있다.

본 연구에서는 하천공간정보 자료를 구축할 때 서로 다른 서비스를 이용하더라도 구축된 하천정보시스템들간의 공간 데이터모델, 논리적 구조, 의미 구조 등을 통일할 수 있도록 하기 위한 하천공간정보 벡터데이터모델(Geospatial Data Model; GDM)을 개발하고, 하천공간정보 표준벡터데이터모델 검증을 위해 낙동강유역의 강정고령보유역과 창녕합천보유역의 RIMGIS 벡터공간정보를 대상으로 표준벡터데이터모델을 적용하여 검증하고자 한다.

## 1. 하천공간정보 표준 벡터데이터모델의 준용 표준

모든 정보기술 분야에서 상호운용성의 확보는 필수적인 사항이 되었다. 하천공간정보간의 효율적 연계 및 통합을 통한 시너지 확보를 위해 하천공간정보는 정보 자체가 가지는 공유의 어려움과 정보 자체의 특이성을 해결해야 할 것이고, 하천공간정보가 타 기본공간정보와 상호운용이 가능하도록 관련 국내의 표준을 준용하여 데이터모델을 개발해야 한다.

지리정보 관련 표준화는 국제적 기관인 국제표준화기구 ISO(International Organization for Standardization)와 개방형 공간정보 컨소시엄 OGC(Open Geospatial Consortium Inc.)에서 주도하고 있다. 첫 번째 기관은 ISO의 지리정보 표준화 기술위원회(Technical Committee)인 TC211이다. 이 기관은 주로 각

국가를 대표하는 정부의 기관이 중심이 되어 참여하고 있다. 두 번째 기관은 주로 지리정보 시스템을 개발하는 오라클, Intergraph, ESRI 등과 같은 기업을 중심으로 구성된 OGC이다. OGC에는 기업 외에도 영국의 Ordnance Survey 등과 같은 정부 기관도 참여하고 있다.

GDM은 ISO 19100 표준시리즈에 따라 구축되었다. 즉 응용 스키마 규칙(ISO19109), 공간스키마(ISO19107),

공간정보서비스(ISO19115), 공간정보서비스(ISO19119) 그리고 GML (Geography Markup Language, ISO19136)을 포함하는 지리정보표준에 100% 순응하면서 개발되었다(표 1). ISO의 공간정보 메타데이터 내용구성 요소 표준인 ISO 19115는 메타데이터의 구성, 패키지, 데이터유형, 핵심메타데이터, 데이터사전, 확장, 프로파일 원칙 및 적용을 위한 메타데이터 스키마를 제시하고 있다. 또한 ISO 19119는 공간정보

TABLE 1. GDM application standard

Standard		Application	
GML3		Spatial information Encoding	
GeoAPI 3.0		Programming service	
OpenGIS catalogue service		Geospatial data, service & resource display and search	
OpenGIS Styled layer descriptor profile of the WEB map service implementation		WMS expansion for symbolization & color	
OGC Gography markup language-Extended schemas and encoding rules		GIS storage following ISO 19100 series concept framework and XML encoding according to ISO 1918 for transmission	
OpenGIS Web Map Service (WMS) implementation specification		Web-map service	
OpenGIS Web Feature Serivec (WFS) implementation specification		Interface describing the request for searching geographic information pitcher	
WCS 2.0 interface standard-Core		Provision of multi-dimensional coverage data through WCC	
ISO Committee	Standard No	Title	Description
WG2 Geospatial data model	ISO 19107	Spatial schema	Space object schema
	ISO 19123	Schema for coverage geometry and functions	Coverage topographic info Y function schema
WG3 Geospatial data management	ISO 19110	Methodology for feature cataloging	Geographic feature cataloguing
	ISO 19113	Quality principles	Quality principle
	ISO 19115	Metadata	Meter data
WG5 Profile & function standard	ISO 19117	Portrayal	Geographic info description
	ISO 19118	Encoding	Encoding
	ISO 19119	Geo-spatial services	Geo-spatial service
WG4 Geospatial service	ISO 19125	Simple feature access-part1:common Architectures	Simple feature access common structure
	ISO 19128	Web map server interfaces	Web map service
	ISO 19136	Geography Markup Language	GML
	ISO 19129	Web feature servies	Web feature service
WG7 Information community	ISO 19144-1	Classification systems-Part1: Classificationssystem structure	Classification systems, Classification system structure
WG9 Information management	ISO 19131	Data product	Data production
	ISO 19138	Data quality measures	Data quality

서비스의 구조, 상호운용성을 위한 참조 모델 및 설계 양식 그리고 서비스의 인터페이스와 연산 및 범위 등에 대하여 정의되어 있다 (Kresse and Fasaie, 2004; Han and Lee, 2010).

지도 서비스의 설계 및 연계에 대해 공간정보 부문의 국제표준기구인 OGC에서는 이 일련의 처리를 OGC Web Service(OWS)로 정의하고 있으며, 여기에는 Web Map Service (WMS), Web Feature Service(WFS), Web Coverage Service(WCS), Catalogue Service on Web(CSW) 등이 있다. 데이터 포맷과 인코딩 표준은 OGC의 GML, XML(Extensible Markup Language) 기반의 OGC KML (Keyhole Markup Language) 등을 이용한다. GML은 OGC에서 지리정보의 표현 및 저장을 위해 제안된 XML 기반의 인코딩 표현방식이다. GML의 특징은 다양한 지리정보(공간 및 비공간 속성)의 저장 및 전송이 용이하고 서로 다른 지리정보의 공유가 가능하다는 것이다. 또한 XML 기반의 언어이기 때문에 GML 데이터에 대한 표현방식에 따라 다양한 시각화가 가

능하다. GML을 적용하는 경우에 주요 이점은 XML 기반의 언어이기 때문에 자기 설명적 엘리먼트들의 사용이 가능하다. 이는 데이터 포맷의 이해가 쉽고, 웹브라우저 상에서 작동하기 때문에 별도의 소프트웨어가 필요로 하지 않는다. 또한 데이터의 내용과 표현이 분리되어 있어 동일 데이터에 대한 다양한 표현이 가능하며, 데이터에 대한 수정과 갱신이 용이하여 확장 가능성 또한 뛰어나다(Lee and Kim, 2006)

### 2. Geometry

OGC에서는 상호운용성과 재사용성 등에 입각하여 개방형 컴포넌트 지리정보시스템의 구축을 위한 여러 구현 및 설계 사양을 제시하고 있으며 지리정보시스템은 기본적으로 공간데이터 모델을 포함하고 있다. OGC에서도 이러한 공간데이터 모델로 OGC Simple Feature Geometry 모델을 제시하고 있다. OGC의 구현 명세는 기하 객체 모델을 기반으로 하고 있다. 이 기하 객체 모델은 2차원 평면상의 공간 모델로서 단순하면서도, 효율적이고, 표현력이 풍부

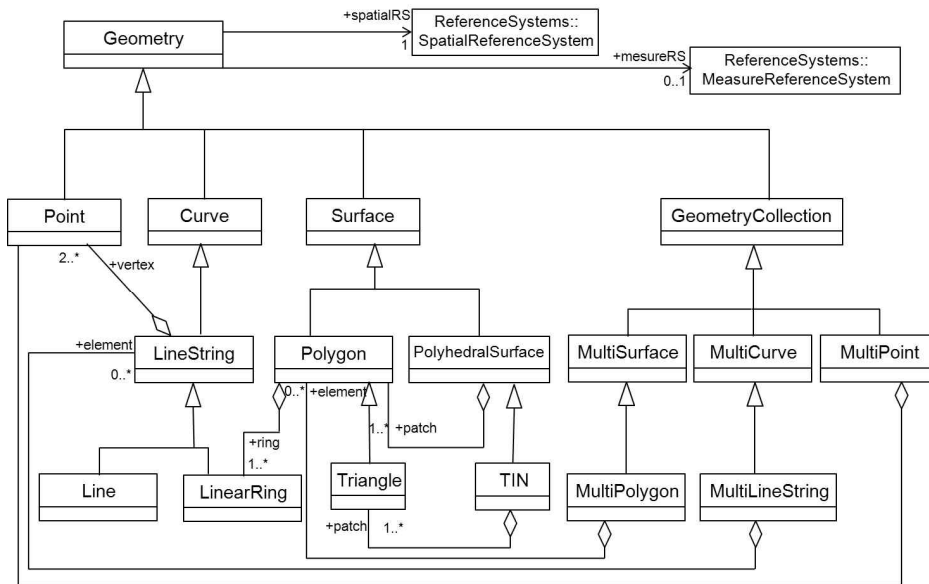


FIGURE 1. Geometry class hierarchy

TABLE 2. Vector data of river-spatial information

Data type	Example
Point	topographic facility, Milestone location, cross-sectional leveling control point, stream starting point, stream ending point, project section starting point, project section ending point, drainage pumping plant, drainage gate, lighters wharf, dock, lock gate, water stage station, rainfall station, discharge site, rain radar, culvert, pumping station, drainage facility, river-related facility, and etc.
LineString	index contour, intermediate contour, river border (left), river border (right), horizontal cross section, bank design, shore protection block, gabion, natural form, bank revetment design, bank revetment, superdike, water tunnel, stream facility leader line, stream centerline, and etc.
Polygon	morphographic map boundary, land registration map boundary, basin location, subbasin location, standard watershed, cadastral, numerical altitude data, dam, flood retention basin, detention basin, estuary barrage, canal, existing weir, design weir, river experiment Station, existing bridge, design elevation, river section, stream destination, flood control area, existing riverside, new water front site, conservation area, restoration area, amenity oriented area, restricted area, existing river environment, design river environment, licensing area, and etc.

하다. 그림 1은 클래스 계층도를 나타내고 있다. Point, LineString과 Polygon으로 분류한 하천공간정보의 벡터자료는 표 2와 같다.

### GDM Logical Data Model 개발

#### 1. GDM 개요

데이터모델은 클래스 정의(Feature Class), 각 클래스에 포함되는 피쳐들의 의미론적 정의, 기하학적 정의, 속성정의, 관계정의 등 피쳐 중심의 데이터모델로 구성된다(National Geographic Information Institute, 2003). 데이터모델 표준은 공간정보관련 국제표준 및 기타 해외에서 개발된 표준을 참조하여 설계할 수 있다. 공간정보 관련 국제표준인 ISO/TC211 19000시리즈와 OGC의 기본피쳐모델(Basic Feature Model)을 참조하여 설계할 수 있다. 기본공간정보 데이터모델 설계지침에서는 데이터모델 개발 시 반드시 포함해야 하는 ‘기본모델’을 제시하고 있으며, 국내 기본공간정보의 대부분은 이를 기반으로 하고 있다.

하천공간 벡터데이터는 다른 부가적인 고려사항을 제외하고 3가지 기본적인 특성인 자료의 위치(Space; Where), 자료의 생성 날짜와 시간(Time; What), 수위관측소, 하천망 등 자료

의 변수 타입(Variable; When)의 세 개 변수로 특징지을 수 있다(그림 2). 이 세 개의 색인은 데이터 큐브의 축으로 나타낼 수 있고 공간정보(GeoData)는 세 개 변수의 함수로 볼 수 있다. 공간데이터 항목은 GeoVariable에 대응하고 모두 지형지물(Feature) 특성을 가진다.

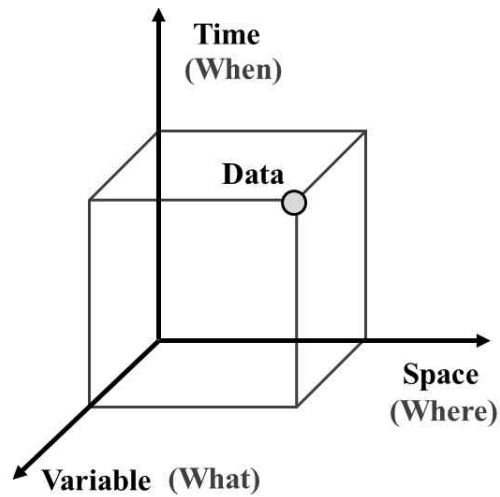


FIGURE 2. Space-time-variable data cube

논리적인 데이터모델(LDC; Logical Data

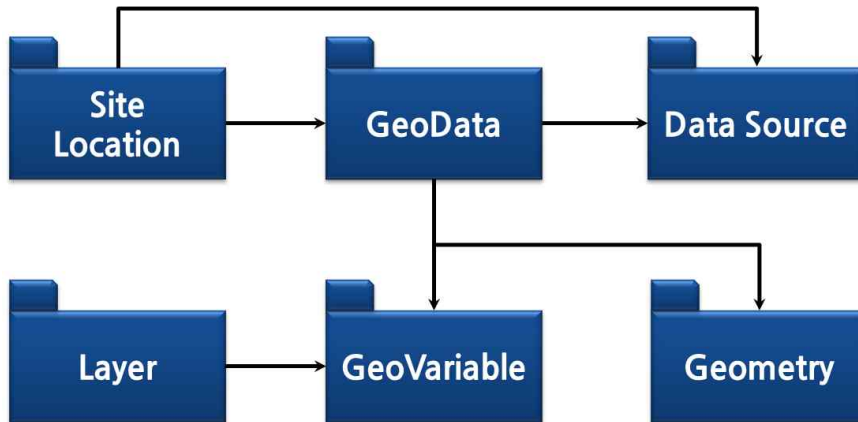


FIGURE 3. Configuration of geospatial data model(GDM)

Model)은 개념적 설계의 결과물인 개념적 데이터모델을 이용하여 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있는 구조로 변환하는 단계이다. 이는 실제 구현 가능한 데이터베이스(DBMS; DataBase Management System)를 고려한다. 모델의 내용적 구성도 DBMS를 고려하여 설계된다.

하천공간정보 벡터데이터모델은 원자료를 기술하는 DataSources part, 공간데이터 항목을 기술하는 GeoVariable part, 공간정보를 나타내는 GeoData part, 표출속성을 나타내는 Layer part, 위치참조를 나타내는 SiteLocation part 및 공간속성을 나타내는 Geometry part 로 구성된다(그림 3).

## 2. DataSources part

GeoDataSource part는 공간자료를 생산하는 활동 및 데이터의 생산과 관리 주체를 기술하는 데 목적이 있으며, GeoData의 원천 정보를 담고 있다. 현재 RIMGIS의 하천공간자료는 하천정기기본계획 및 홍수지도 사업이 대부분의 원천이므로 GeoDataSource는 RIMGIS의 RM\_PROJECT에 대응하고 ISOMetaData는 데이터소스에 대한 분류 및 설명으로 ISO 19115 및 ISO 8601 표준을 준수하는 Metadata로 GeoDataSource 수준에서 기술한다. Organization은 공간 자료의 생산 또는 관리

활동의 주체를 나타내는 것으로 구성하였다. TopicCategoryCV는 공간자료 원천과 관련된 분야 내지는 분류에 대한 검사어휘(CV; Controlled Vocabulary)를 기술한다.

## 3. GeoData part

GeoData part는 공간자료 원천에서 생산된 공간자료 산출물을 기술한다. GeoData는 공간 변수(GeoVariable)라는 틀에서 나온 실체이다. 즉 GeoVariable을 하천횡단측량이라 하면 각 기본계획사업에 의하여 나온 측량자료는 GeoData가 된다. GeoData는 자체의 Metadata, 자료생성방법(DataGenerationMethod), 품질(Quality) 및 체원(DimSpec) 등으로 구성된다. GeoDataMeta는 GeoData의 Metadata 기술로 공간자료를 검색하는 수단을 제공하기 위한 목적이며 그 수단은 위치, 시간 및 명칭으로 할 수 있다. QualityControl은 GeoData의 품질과 관련된 품질관리명, 품질관리내용 및 정확성 등의 사항을 기술한다. DataGenerationMethod은 GeoData의 자료생성 방법을 기술하고 DimSpec은 공간자료의 체원정보 및 유통형식을 기술한다. GeometryType은 Point, Multipoint, LineString, MultiLineString, Ring, Multiring 등의 속성을 가진다.

TABLE 3. Quality control levels in GDM

Level	Definition	Description
0	Source data	It's defined as unprocessed data or data without quality control. Source data is obtainable on a real time base depending on data type and data delivery system. It includes rainfall, flow and water quality monitoring data
1	Quality control data	It refers to the data after finishing usual evaluation such as time evaluation or sensor adjustment or quality check such as visual inspection or elimination of obvious error. Flow data from USGS after quality control process is one of the examples
2	Derivation product	The product requiring scientific or technical analysis. Mean rainfall derived by the rainfall observatory using interpolation is one of the examples
3	Analysis data	Those produced by model-based data analysis using other data. Mean rainfall derived from combination of radar rainfall and observed rainfall is one of the examples.
4	Knowledge data	Data from model-based analysis using other data or strong assumption which is derived from multi data integration. Ratio between new flow from rain chart analysis-based hydrological curve and old flow is one of the examples

1) 품질제어 수준(Quality Control Level)

품질제어 수준은 GDM에서 Value 테이블의 QualityControlLevel로 0에서 4까지의 값을 가지는 earth observatory projects and communities(Ahern, 2004; NASA, Committee on the Data Management, Archiving, and Computing(CODMAC) data level definitions) 기준을 준용하였다(표 3).

4. GeoVariable part

GeoVariable part는 GeoData의 틀을 정의하고 표출과 관련된 레이어 정보 등을 기술한다. MiddleCategoryCV는 대분류를, SubCategoryCV는 중분류를 나타내고 Layer에 관련된 테이블은 표출에 대비한다. GeoVariableMeta는 검색을 위하여 검색항목, 자료 생성방법, 형식 및 처리절차를 기술한다. GeoVariable은 공간변수 기술로 공간자료의 항목을 나타낸다. MiddleCategoryCV는 GeoVariable와 관련된 일반분야, SubCategoryCV는 GeoVariable와 관련된 세부분야를 기술한다. Layer는 공간 자료의 표출을 위한 일반적인 표현을 기술하고 표현의 정도에 따라 점, 선, 면에 따라 세부적으로 정의할 수 있으며 주요 3검색 요소인 Where,

When, What의 정보를 모두 보유하고 있는 핵심 항목이다. 또한, 매우 다양한 속성 정보로 구성된 공간정보의 모든 속성 정보를 누락 없이 저장함에 있어 각 필드의 목록 및 DataType 정보는 각각의 데이터 Layer 항목에서 효율적으로 저장 및 관리한다. LayerNameCV는 레이어명에 대한 검사어휘를 기술하고 GeoVariableMeta 검색을 위하여 검색항목, 자료 생성방법, 형식 및 처리절차를 기술한다.

5. SiteLocation part

SiteLocation part는 GeoData가 존재하는 지역을 나타내고 현재는 유역을 기준으로 하였으나 하천이 기준으로 될 수 있으며, 이것은 추후 하천망을 추가 시 변경될 수 있다. 유역은 RIMGIS를 참조하였으며 기준투영좌표계는 GeoSpatialReference로 기술된다. Basin은 대권역, 중권역, 표준유역 등의 수문단위로 구분될 수 있으며 이는 검사어휘와 마찬가지로 관리대상으로 보는 것이 타당하다. 따라서 GeoData의 지역기준은 Basin이 되며 입력 시 Basin을 선택하여 입력한다. Basin은 GDM 검색의 3요소인 When, Where, What 중 Where인 유역정보를 기술한다.



## 6. 메타데이터 및 속성정보

메타데이터는 검색이 주 목적이고 본 데이터모델에서는 메타데이터 구축의 용이성 및 자료변환의 편의성을 감안하여 최대한 간단하게 설계하였다(표 4). 메타데이터 테이블은 ISOMetadata, GeoDataMeta, GeoVariableMeta로 구성된다. GDM의 메타데이터는 ISO19115 지리정보 메타데이터를 준용하여 개발하였으며, 하천관리지

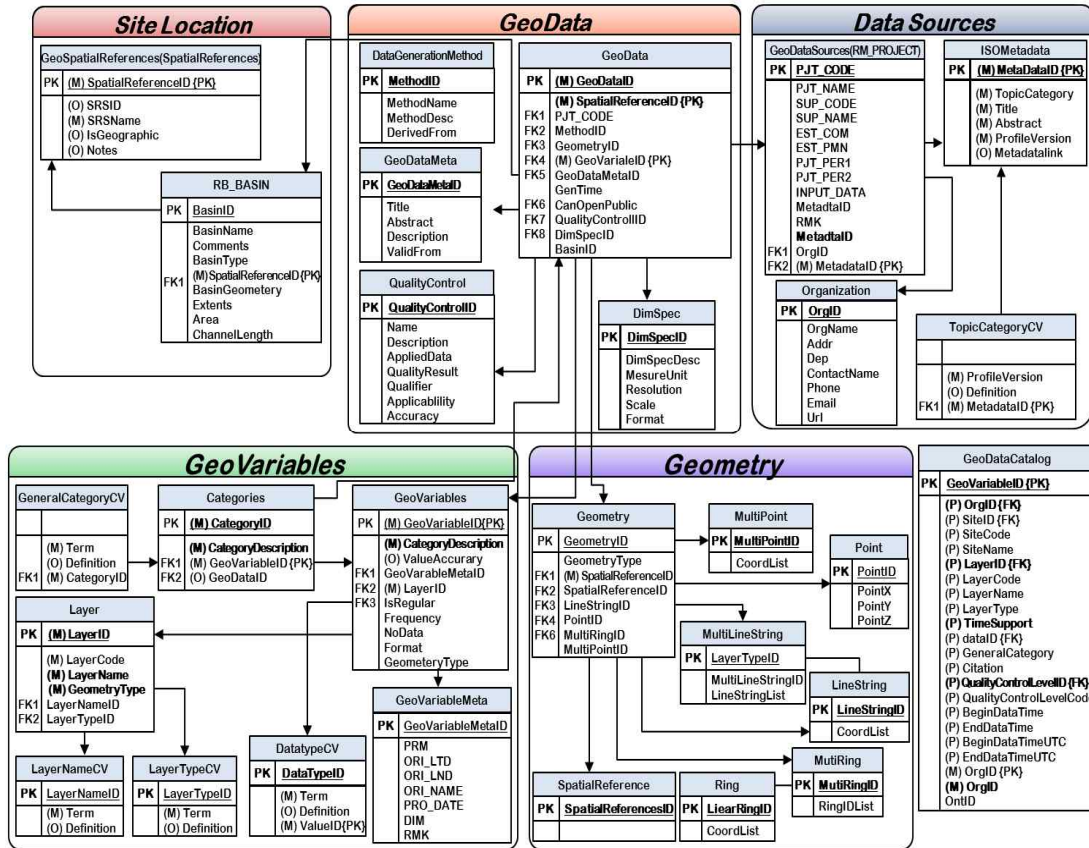
리정보시스템(RIMGIS) 구축 하천시설에 대한 관리대장 전산화 작업지침(Ministry of Land Infrastructure and Transport, Han River Flood Control Office, 2009)에서는 공간정보에 있어서 본 표준을 준용하도록 하고 있다. GDM에서는 본 표준에서 제시하는 식별정보(주제, 레이어, 해상도, 축척), 품질정보, 유지관리(갱신주기), 참조체계, 배포, 범위정보(시공간정

TABLE 4. GDM Metadata

Table	Column	Definition	Example
GeoDataMeta	Abstract	Meta data summary	Cross leveling ref point ....
	Title	Title of meta data relating to spatial data	Nakdong River survey data
	Description	Meta data technology relating to spatial data	
	ValidFrom	Production date	
ISOMetadata	Abstract	Data source summary	
	MetadataLink	Metadata for additional reference data	
	ProfileVersion	ISO Metadata Profile name applied to data source	ISO19115
	Title	Data source title	
GeoVariableMeta	TopicCategory	Definition of business relating to data source	basin map
	Abstract	Data description	
	Formats	Product type	shp, geotiff, ...
	Guideline	standard to comply with	register computerization
	Process	general process of GeoVariable	
	Title	Data description	

TABLE 5. Attribute data of GDM

Attribute data	Definition
GeoDataSource	Project identifier, client code & name, implementer, responsible engineer, start & finish date, computerization date which spatial data source
Organization	Organization identifier & name, address, contact information, phone number, e-mail, web site
GeoData	Spatial data project identifier, data generation date, confidentiality
QualityControl	QC identifier, implemented QC title, QC description, finish date, result, assessment organization or assessor, user manual availability, accuracy.
DataGeneration Method	Generation identifier & title, method and procedure, indirect derivative data
DimSpec	Dimension identifier, description, unit, resolution, scale, distribution type
GeoVariable	Spatial data identifier & title, type, regular generation, cycle, classification, NoData type of lattice data, geometric type
Layer	Layer identifier, Spatial variables-related layer, display
Basin	Spatial data identifier, resin name, large/middle/standard resin, data type, flow distance, bounding box at basin
GeoSpatialReference	Geographic information spatial reference system, EPSG reference system, tile, coordinate, memo



PK: primary key; FK: foreign key; M: main data; O: option data  
 FIGURE 4. GDM logical data model

보), 담당자 등 주요 개념을 포함하고 있다. 속성정보는 표 5과 같이 구성하였다.

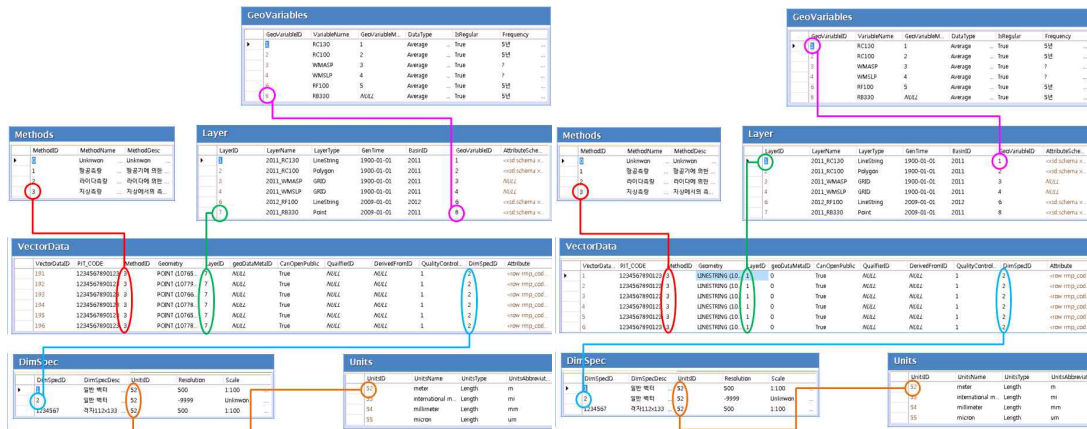
### 7. ERD (Entity Relationship Diagram)

개발한 데이터모델을 ERD 형식으로 정리하였다(그림 4). GeoDataSource는 GeoData와 기본계획 코드인 PJT\_CODE로 연결되며, GeoData의 공간정보를 나타내는 Geometry 테이블과는 GeometryID로 연결된다.

### GDM 구현

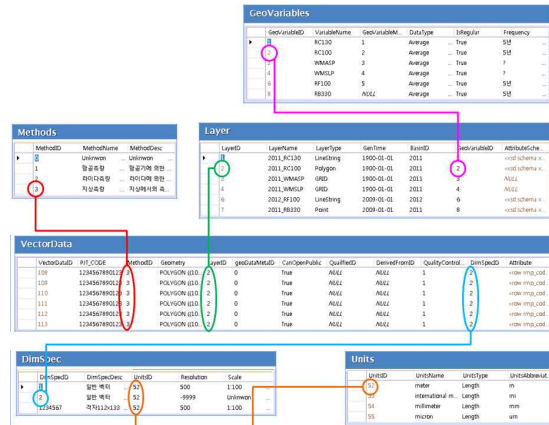
그림 5는 GDM의 다양한 유형에 대한 벡터

공간정보를 저장한 예시이다. 실제 GDM에 적재하려는 대상 정보가 GDM의 주요 Table에 어떻게 분리되어 저장되고 상호 연관되는지를 설명한다. VectorData에 저장된 공간정보의 해상도, 단위 및 확보수단은 Dimspec Table, Units Table 및 Methods Table에서 보충 설명될 수 있으며, VectorData는 Layer Table을 통하여 그룹핑된다. Layer는 공간정보의 시간(When), 공간(Where), 대상(What) 요소를 각각 GenTime, BasinID, GeovvariableID로서 규정한다. 또는 공간정보와 동반되는 속성정보는 Layer Table에서 Schema가 규정되며 VectorData Table에서 실제 정보를 저장한다.



(a) Example of Point data storage

(b) Example of LineString data storage



(c) Example of Polygon data storage

FIGURE 5. Example of (a) Point, (b) LineString, (c) Polygon data model storage

적재된 자료는 XML 기반 언어인 ISO와 OGC 표준인 GML로 저장된다. GML은 공간정보의 저장 및 전송이 용이하고 서로 다른 지리정보의 공유가 가능하며 웹브라우저 상에서 작동하기 때문에 별도의 소프트웨어가 필요하지 않다.

개발된 GDM에 RIMGIS의 벡터자료인 점, 선, 면 데이터에 대한 검증은 Layer 별로 데이터(record)에 대하여 비교, 각 record에 대한 기본공간정보와 속성정보, 공간정보 정밀(Vertex) 전수 비교하였다. 확인 검증을 위해 기존 RIMGIS 정보는 상용 GIS Tool을 이용하였으며, GDM 정보 추출은 Microsoft SQL

Server Management Studio 11.0.2100.60을 이용하였다. Point자료는 창녕합천보 구역의 횡단측량기준점 자료, LineString자료는 하천시설 지시선 자료, Polygon자료는 강정교령보 구역의 하천구역자료를 이용하여 비교하였다(표 6). RIMGIS 벡터 정보의 GDM 변환과정에서 Geometry의 핵심요소 정보인 Vertex 정보는 실용적으로 정보의 손실이 없음을 확인하였다(표 8). 또한 GDM 변환 후 Shp 형식 파일의 동반 속성 정보가 모두 손실없이 유지됨을 확인하였다(표 7).

TABLE 6. Application of GDM

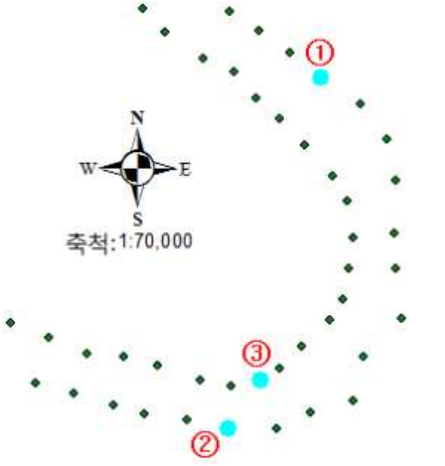

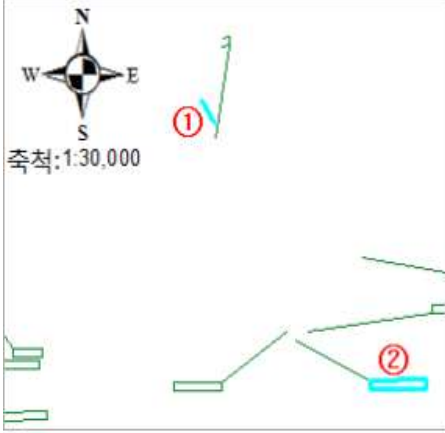
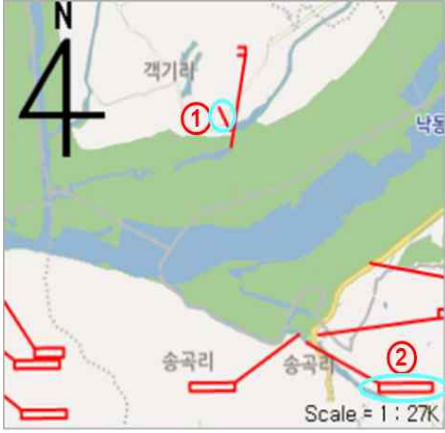


Vector data	RIMGIS data	Application of standard vector data model	Error
Point (cross leveling reference point)			0%
Line (River facilities leader line)			0%
Polygon (river area)			0%

TABLE 7. Comparison of point data basic information

Category	Details	SHP(DBF)	GDM	Conformity
Spatial	Geometry Type	Point	Point	O
	rmp_code	2000010200912	2000010200912	O
Attribute	seg_code	B330	B330	O
	sta_num	321000	321000	O

TABLE 8. Precise comparison of point data spatial information

Coordinate at SHP		Coordinate at GDM		Difference	
X	Y	X	Y	dX	dY
1083775.35259894	1748830.93391817	1083775.35259894	1748830.93391817	0	0

## 요약 및 결론

본 연구에서는 하천공간정보의 상호운용성을 위해 표준벡터데이터 모델을 개발하고 이를 검증하기 위해 강정고령보와 창녕합천보유역의 RIMGIS 벡터자료를 대상으로 모형을 적용하여 표준벡터데이터 모델의 적용성을 평가하였다.

첫째, 하천공간정보 자료를 구축할 때 서로 다른 서비스를 이용하더라도, 구축된 정보 시스템들 간의 공간 데이터 모델, 논리적 구조, 의미 구조 등을 통일할 수 있는 하천공간정보 벡터데이터모델은 3가지 기본적인 특성인 자료의 위치(Space; Where), 자료의 생성 날짜와 시간(Time; What), 수위관측소, 하천망 등 자료의 변수 타입(Variable; When)의 세 개 변수로 특징지을 수 있으며, 이 세 개의 색인은 데이터 큐브의 축으로 나타낼 수 있고 공간정보는 세 개 변수의 함수로 구성된다.

둘째, 국제표준화기구 ISO 19100 표준시리즈에 따라 구축되었다. 즉 응용 스키마 규칙(ISO19109), 공간스키마(ISO19107), 공간정보메타데이터(ISO19115), 공간정보서비스(ISO19119) 그리고 GML(ISO19136)을 포함하는 지리정보표준에 100% 준용, 공간자료 표준화 단체인 OGC 등의 표준을 조사 분석하고 그 표준을 준용하여 하천공간 데이터 모델의 규격을 정립하였다.

셋째, 데이터모델의 속성정보는 원자료를 기술하는 DataSources part, 공간데이터 항목을

기술하는 GeoVariable part, 공간정보를 나타내는 GeoData part, 표출속성을 나타내는 Layer part, 위치참조를 나타내는 SiteLocation part 및 공간속성을 나타내는 Geometry part로 구성되며, 자료 검색의 효율성 및 편의성을 향상시키기 위하여 메타데이터를 정의하고, 데이터 속성 및 관계 등에 대한 분석 정보를 바탕으로 ERD를 설계하였다.

넷째, 하천공간정보 표준벡터데이터 모델 검증을 위해 낙동강유역의 강정고령보유역과 창녕합천보유역의 RIMGIS 벡터공간정보를 대상으로 표준벡터데이터모델을 적용하여 확인 검증을 위해 기존 RIMGIS 정보는 상용 GIS Tool을 이용하였으며, GDM 정보 추출은 Microsoft SQL Server Management Studio 11.0.2100.60을 이용하였다. Point자료는 창녕합천보 유역의 횡단측량기준점 자료, Line String자료는 하천시설지시선 자료, Polygon자료는 강정고령보 유역의 하천구역자료를 이용하여 비교하였으며 변환시 오류는 0%로 모델의 문제점은 없는 것으로 판단되었다. **KAGIS**

## REFERENCES

- Goodall, J.L., J.S. Horsburgh, T.L. Whiteaker, D.R. Maidment and I. Zaslavsky. 2008. A first approach to web services for the national water information system. Environmental

- Modelling & Software 23:404-411.
- Han, S.M. and K.W. Lee. 2010. Prototyping of basic components in catalog services of geo-spatial information linked to PostgreSQL. Korean Journal of Remote Sensing 26(2):133-142 (한선목, 이기원. 2010. 지형공간정보 카탈로그 서비스 기본요소의 PostgreSQL 연동 시험모델 구현. 대한원격탐사학회지 26(2):133-142).
- Horsburgh, J.S., D.G. Tarboton, D.R. Maidment and I. Zaslavsky. 2008. A relational model for environmental and water resources data. Water Resources Research 44:1-12.
- Horsburgh, J.S., D.G. Tarboton, M. Piasecki, D.R. Maidment, I. Zaslavsky, D. Valentine and T. Whitenack. 2009. An integrated system for publishing environmental observations data. Environmental Modelling & Software 24:879-888.
- Huang, M., D.R. Maidment and Y. Tian. 2011. Using SOA and RIAs for water data discovery and retrieval. Environmental Modelling & Software 26:1309-1324.
- Kim G.T., J.H. Kim, Y.S. Choi and D.S. Park. 2003. A Study on the water resources geographical information system based on network component. The Korean Association of Geographic Information Studies 6(4):122-134 (김경탁, 김주훈, 최윤석, 박동선. 2003. Network 컴포넌트 기반의 수자원지리정보 시스템에 관한 연구. 한국지리정보학회지 6(4):122-134).
- Kim, K.H., H.G. Kim and S.M. Yang. 2003. Building a data model for efficient generation of river thematic maps. Proceeding of Joint Spring Conference Korea GIS Society. pp.623-628 (김계현, 김한국, 양수명. 2003. 하천주제도의 효율적인 구축을 위한 데이터모델 설계에 관한 연구. 한국GIS학회 2003 공동 춘계학술대회는 문집. 623-628쪽).
- Kim, K.M., C.M. Kim and T.K. Kim. 2008. Design and implementation of standard metadata for digital forest cover type map. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 11(4):51-63 (김경민, 김철민, 김태균. 2008. 수치임상도 표준 메타데이터 설계 및 구현. 한국지리정보학회지 11(4):51-63).
- Korea Water Resources Corporation. 2001. Study of river information standardization. 436pp (한국수자원공사. 2001. 하천정보 표준화에 관한연구. 436쪽).
- Kresse, W. and K. Fadaie. 2004. ISO Standards for Geographic Information. Springer. 322pp.
- Lee, K.W. and H.H. Kim. 2006. Design and implementation of GML transformation system based on standard transportation framework model of TTA. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 9(3):25-35 (이기원, 김학훈. 2006. TTA 표준 교통 프레임워크 데이터 모델 기반 GML 변환 시스템 설계 및 구현. 한국지리정보학회지 9(3):25-35).
- Maidment, D.R. 2005. Consortium of universities for the advancement of hydrologic science Inc. Hydrologic Information System Status Report.
- Maidment, D.R. 2008. CUAHSI hydrologic

- information system: overview of version 1.1. Consortium of Universities for the Advancement of hydrologic Science, Inc., Washington, DC, 96pp.
- Ministry of Land Infrastructure and Transport, Han River Flood Control Office. 2009. (RIMGIS) River register computerization details operation guidelines. 216pp (국토교통부 한강홍수통제소. 2009. (하천관리지리정보시스템 (RIMGIS)구축)하천대장 전산화 세부 작업 지침. 216쪽).
- National Geographic Information Institute. 2003. Study on the development of design guideline and the application of geographic data model standards for framework data (국토지리정보원. 2003. 기본지리정보 데이터모델 설계지침 개발 및 표준적용 연구).
- Shin, H.J., H.S. Chae, E.H. Hwang and K.S. Lim. 2013. A study on the improvement of RIMGIS for an efficient river information service. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(1):1-14 (신형진, 채효석, 황의호, 임광섭. 2013. 효율적인 하천정보 서비스를 위한 RIMGIS 개선방안 연구. 한국지리정보학회지 16(1):1-14).
- Yang, S.M. 2003. A study on the design standard metadata for efficient flood map construction. Master Thesis, Univ. of Inha, Incheon, Korea. 63pp (양수명. 2003. 홍수지도의 효율적 구축을 위한 표준 메타데이터 설계에 관한 연구. 인하대 대학원 석사학위논문. 63쪽). **KAGIS**