

접근불능지역 공간정보 구축방안에 관한 연구

A Study on the Acquisition Scheme of North Korea Geospatial Information

박홍기¹⁾
Park, Hong Gi

Abstract

For the economic cooperation and exchange between south and north korea, the reference information of natural and environment resources is indispensable. It will require to collect the comprehensive geospatial information of whole country of the north korea for the unification as well as important areas in commercial purposes. The geospatial information of the south and north korea are based on korean peninsula geospatial information infrastructure linking the NSDI. In this study, through the research of the digital map coordinate systems and map grid systems in our and other countries, I suggested the coordinates system and presented the map grid and index system on behalf of the integration of south and north ones as the reference information for korean peninsula geospatial information infrastructure.

Keywords : Geospatial Information, NSDI, Map Index System

초 록

대북관련 사업을 위해 천연자원과 환경자원에 대한 기반정보는 절대적으로 필요한 것이다. 경제적인 목적을 위해 추진되고 있는 북한의 주요지역 정보는 물론이고 앞으로 다가올 통일을 대비하여 북한 전역에 대한 체계적이고 종합적인 공간정보의 구축이 필요한 실정이다. 북한과 남한의 공간정보는 국가공간정보기반과 연계되어 활용될 수 있는 한반도 공간정보기반에 그 뿌리를 두어야 한다. 본 연구에서는 국내외 국가들의 수치지도 좌표계와 도곽체계를 분석하여, 한반도 공간정보기반을 형성하기 위한 기초정보로서 좌표계와 도엽체계에서의 남북한 통합방안을 제시하였다.

핵심어 : 공간정보, 국가공간정보기반, 도엽체계

1. 서 론

국토조사는 녹색국토 및 환경보전을 감안하여 국토이용 및 관리에 체계적이고 효율적으로 활용될 수 있어야 하며, 국토정책 및 계획수립을 지원하는데 필요한 정책 기초자료 및 계획지표를 효과적으로 수집 및 축적할 수 있어야 한다. 따라서, 국토조사는 핵심적인 국토지표 및 조사항목을 설정하여 국토관련 데이터베이스를 구축함으로써 다양한 국토계획 및 정책을 지원하는 핵심적인

역할을 할 수 있다. 또한 국토조사는 시계열적 국토지표 데이터베이스가 구축되어 국토의 변화상을 파악할 수 있다.

GIS는 지형공간정보를 전산화하고 정보화함으로써, 지식정보화사회의 기반을 제공하고 행정업무 전산화 및 대민서비스 개선은 물론 국토개발 및 환경보전 등 각종 공간정책 결정의 합리성을 제고하는 수단으로 활용될 수 있다.

북한지역에 대한 GIS와 국토조사 관련 연구로는 산림

1) 정희원 · 경원대학교 공과대학 토목환경공학과 교수(E-mail: hgpark@kyungwon.ac.kr)

황폐화 변화에 대한 조사(김상욱, 2003), 산업단지 적지 분석(이근수, 2003), 환경변화와 자연재해 분석(이민부, 2005), 평양 토지이용실태조사(사공호상과 서기환, 2007) 등이 있다.

이들 각각의 연구는 위성영상자료와 수치고도모형을 이용하여 북한의 자원과 환경을 분석한 것으로, 북한의 자연과 환경파괴 결과는 자연재해 및 식량부족의 원인이 되고 있음을 보여주고 있다.

또한 북한지역의 공간정보를 구축활용하는 방안에 대한 연구로는 고해상도와 SPOT-5 위성영상 등을 이용한 북한지리정보 구축(사공호상 등, 2004; 사공호상과 박진형, 2005)과 남북한 지리정보 통합방안(최운수 등, 2006) 등이 있다.

본 연구에서 접근불능지역의 공간적 범위는 우리가 직접 측량할 수 없는 남의 나라를 의미하며, 넓은 의미로는 남한을 제외한 모든 지역을 뜻한다. 따라서 본 연구의 공간적 범위는 북한 전역 및 더 나아가 동북아지역을 공간적 범위가 될 수 있으나, 실제적인 공간정보 구축을 위한 좁은 의미에서 북한지역으로 한정한다.

북한지역에 대한 기 구축된 공간정보의 활용상 문제점으로는 첫째, 구축된 자료가 중·소축척이므로 구체적인 계획수립 활용에는 어려우며, 둘째, 제작기관과 제작시기가 불명확하여 정확도 및 신뢰도에 문제가 있고, 셋째, 자료의 유통 및 공유가 원활하지 않으며, 넷째, 정보의 노후화로 수정갱신이 절실히 요구되고 있다. 즉 북한지역 공간정보를 활용하기에 앞서 우려되는 문제점들은 북한지역에 대한 현지조사 및 정보의 제공이 없기 때문이다. 하지만 위성영상을 활용한다면 이러한 문제점들을 어느 정도 극복할 것으로 생각되어, 현재 상황에서는 위성영상을 적극적으로 사용하여 북한지역에 대한 공간정보를 구축하고 활용하기 위한 기반을 조성해야 할 것이다.

독일의 경우를 보면, 통일이전부터 오랜 기간동안 상호 교류와 제도의 통합을 위한 사전준비가 이루어져왔다. 우리도 통일을 대비하여, 남북한이 서로 다른 체제에서 구축되어 온 국토관련 정보를 하나로 통합하기 위한 한반도 공간정보체계의 기반을 미리 수립하고 단계적으로 데이터를 구축하여야 할 것이다.

세계화로 인해 동북아시아 지역에 관한 지형공간정보의 수요는 증가하는데 비해, 북한을 포함한 한반도 지형공간정보의 구축 및 제공은 미흡한 실정이며 일부 기관에서 독립적으로 구축하여 사용하고 있다. 이와 같이 표

준화되지 않은 자료의 제작은 향후 중복투자의 원인이 된다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해, 접근불능지역 즉 북한지역을 포함한 공간정보기반에 대한 표준화된 구축방안을 연구하여 한반도 공간정보기반의 기초를 제공하고자 하며, 이를 위해 국내외 국가들의 수치지도 좌표계와 도곽체계를 분석하여, 한반도 공간정보기반을 형성하기 위한 기초정보로서 좌표계와 도엽체계에서의 남북한 통합방안을 제시하고자 한다.

2. 한반도 공간정보 자료기반

2.1 구축대상

한반도 공간정보 자료기반으로 구축할 다양한 공간정보의 수요는 남북교류협력과 공단조성, 관광지 개발, 도로·철도 인프라 구축, 환경조사 등 실제적인 사업 진행 과정에서 발생한다. 기본적으로는 토지피복 상태와 토지이용현황 파악을 위해서 위성영상을 사용한 수치정사영상의 제작이 필요하며, 수치정사영상 제작을 위해서나 또는 도로와 철도 설계 및 공사를 위한 지형고도와 경사도 등의 지형분석을 위해서 다차원 지형고도자료(DEM)의 제작이 선행되어야 한다. 지형고도자료 및 수치정사영상은 북한전역의 경우 축척 1:25,000, 도시지역의 경우 축척 1:5,000의 단위를 기본으로 하여 구축한다. 또한 다양한 남북협력 사업을 위해서 수문정보, 교통시설정보, 유물유적 분포도 등이 요구된다.

한반도 공간정보 자료기반은 현재 우리나라의 기본공간정보의 형태로 구축되는 것이 바람직하다. 또한 웹서비스를 실시하기 위해서는 북한전역을 대상으로 래스터 형태의 축척 1:25,000 도엽단위 이미지 지도를 구축하는 것이 효율적이며, 이 때 웹서비스 지명검색의 기본이 되는 지명목록자료의 구축이 병행되어야 할 것이다.

환경부에서는 80, 90년대 남북한지역 대분류 토지피복도 제작하여 환경지리정보서비스(egis.me.go.kr)에서 제공하고 있다. 그러나 토지이용정보(토지피복도)는 현지조사가 불가능하여 정확도를 보장하기 어려운 실정이다.

북한에서는 LANDSAT ETM+영상을 이용하여 1:20만 축척으로 국토자원과 환경정보체계의 기초데이터베이스를 설계하였다. 데이터 항목은 행정구역경계선, 행정구역 중심, 도로, 철도, 주요 산정점, 호수, 강하천 등 8가지 항목을 대상으로 하고 있다.(최태성과 장세범, 2001)

다음 표 1. 은 구축대상인 한반도 공간정보의 종류를 나타냈다.

표 1. 한반도 공간정보의 종류

구축대상	구분	작업단위 및 해당축척	비고	구축포맷
지형고도자료 (DEM)	전역 : 10m 도시지역 : 5m	전역 : 1:25,000 도시지역 : 1:5,000	전역 : 2.5m급 위성영상 도시지역 : 1m급 위성영상	ASCII 또는 Binary
수치정사영상	전역 : 2.5m 도시지역 : 1m			Geotiff
기본공간정보	행정구역	전역 : 1:25,000, 1:50,000	철도(명), 도로(명), 철도역명 강, 저수지, 호수, 항구명, 만이름 삼각점 산이름, 등고, 지류	SHP DXF
	교통			
	해양 및 수자원			
	측량기준점			
	지형			
시설물	도시지역 : 1:5,000	명승지, 유물유적 등, 주요건물(명)		
기본지리정보 이미지	-	1:25,000 도엽단위	- 도면제작 편집파일 - 웹서비스를 위한 기본공간정보 이미지 제작	PNG
지명목록	-	전역	웹서비스를 위한 기본자료	Gazetteer
토지이용정보 (토지피복도)		전역 : 1:50,000		Geotiff

지형고도자료(DEM), 수치정사영상 및 기본공간정보의 경우, 중해상도 위성영상으로는 축척 1:25,000, 1:50,000으로 구축가능하고, 고해상도 위성영상으로는 축척 1:5,000, 1:10,000 정도로 구축가능하다. 비용적인 측면에서 북한전역을 고해상도 위성영상으로 구축하기는 어렵기 때문에 중해상도 위성영상을 활용하여 구축하여야 하는 것이 바람직하며, 도시지역의 시설물과 같은 기본공간정보에 한정적으로 고해상도 위성영상을 사용하여 구축하여야 할 것이다. 또한 기본공간정보 이미지는 차후 공간데이터 유통을 위한 웹서비스에서 도시 지역 영상과의 중첩을 고려할 때 1:25,000 정도의 축척으로 구축하는 것이 바람직하다.

기본공간정보의 경우, 북한전역은 1:25,000 축척으로 구축하는 것이 타당하지만 각종 계획 수립시 1:50,000 축척의 지도가 많이 사용되므로, 축척레벨 1:25,000 외에도 1:50,000의 기본공간정보 구축도 필요하며, 축척레벨 1:50,000 정보는 1:25,000 구축 후 일반화작업을 통해서 축소편집하는 것이 바람직하다. 그러나 도시지역의 경우는 보다 대축척인 1:5,000 축척레벨로 지리정보를 구축해야 할 것이다.

현재 남한은 국토조사의 지역분류 코드체계를 한국행정구역분류를 기반으로 하여 구축하고 있다. 또한 통계청에서 사용하는 대(시도)·중(시군구)·소(읍면동)분류

체계에서 대분류(시도)와 중분류(시군)의 2단계로 분류하여 코드를 부여한다. 국토조사에서 사용할 지역분류 코드체계는 한국행정구역분류를 기반으로 한 지역분류 체계로서 다음과 같다.

- 대분류(시도) : 특별시는 11, 광역시는 21-26, 도는 3-39를 사용
- 중분류(시군구) : 시구는 010-290, 군은 310-990의 코드를 사용

2.2 위성영상 활용도 분석

북한지역 공간정보 구축에 적합한 위성영상은 다음과 같은 몇가지 조건이 충족되어야 한다. 첫째, 현지조사가 불가능한 북한지역 지리정보를 구축하기 위해서는 지상 기준점 없이 3차원위치정보를 획득할 수 있어야 한다. 둘째, 지형지물을 판독하고 묘사할 수 있을 정도로 공간 해상도가 좋아야 하며, 입체시가 가능해야 한다. 일반적으로 도로, 철도, 하천, 건물 등 시설물의 속성과 형태를 파악하고 묘사하기 위해서는 고해상도 위성영상이 필요하다.

북한지역의 공간정보구축에 활용 가능한 고해상 위성 은 SPOT-5, IKONOS-2, QuickBird-2, OrbView-3, KOMPSAT-2(아리랑2호) 등이 있다. SPOT-5와 같은 2.5m급 중 해상도 위성영상은 한 장의 영상에 넓은 지역이 포함되

표 2. 위성영상별 획득정보 비교

판독항목		Landsat MSS	Landsat TM	SPOT XS	SPOT PAN	IKONOS
시가화 지역	포장도로 4차선 이상	△	●	●	●	●
	포장도로(2차선), 철도, 저층주거지, 산업지역	X	△	△	○	●
	포장도로(1차선)	X	X	X	○	●
	교량	○	○	●	●	●
	상업지역	X	X	X	□	●
	학교	X	○	○	○	●
	운동장	X	○	●	●	●
수계	하천, 해안선 묘사, 섬, 갯벌	●	●	●	●	●
	지류	△	○	○	●	●
	호수, 저수지, 댐	○	●	●	●	●
	제방	○	○	○	●	●
농업 지역	논	○	●	●	●	●
	밭	○	○	○	△	●
	과수원	△	△	△	X	●
	비닐하우스	X	X	□	□	●
식생	초지	○	○	○	○	○
	관목	X	X	X	X	●
	개별수목	X	X	X	X	○
산림	활엽수림, 상록수림, 혼합지역	●	●	●	X	X

● 완벽판독 ○ 대부분판독 △ 경우에 따라 □ 검출만 가능 X 판독불가

기 때문에 분석의 일관성을 확보할 수 있으며, 다중분광 영상과 합성하여 지형지물을 판독하는데 용이한 장점이 있다.

시가화지역의 경우에는 IKONOS와 같은 1m급 고해상도 위성영상이 판독이 용이하지만, 수계나 산림 등이 표현되는 넓은 범위에서는 2.5m급 중해상도 위성영상이 좋은 판독결과를 보인다.

기 발표된 연구에서 영상별 판독가능 정도는 다음 표2와 같다.(사공호상 등, 2006)

2.3 기준점 현황

북한지역에 대해 위성영상을 이용하여 공간정보를 구축하기 위해서 현재 활용 가능한 기준점 자료로는 일제시대 삼각점자료가 있다. 이 삼각점은 일제시대(1910~1918)에 삼각측량에 의해 실시되었으며, 해방까지 일본에 의

해 수정/갱신되었다. 다음 그림은 북한지역 북위 38°~42°까지의 삼각점 자료의 분포이며, 총 17,200여점이 존재한다. 일제시대 삼각점과 1:25,000 수치지도의 삼각점을 비교한 연구의 결과는 수평정확도가 91cm, 수직정확도가 13cm 수준으로 북한지역 지리정보 구축 시 충분히 사용가능한 것으로 분석되었다.(국토지리정보원, 2007)

북한지역내의 삼각점 자료가 존재하지 않을 경우, 이에 대한 기준점 확보는 일제시대에 제작한 축척 1:50,000 지형도를 활용하여 기준점 자료를 획득할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 이런 기준점 자료의 활용하지 않을 경우 주변지역의 기준점 자료를 활용하여 모델링하는 방식인 영상연결방식으로 접근불능지역 지리정보를 구축할 수 있다.

위성영상을 이용하여 한반도 공간정보를 구축하기 위해서는 국가기준점 정비사업이 통일독일의 사례에서 보

듯이 남북한 통일이전에 검토되고 지원되어야 한다. 국가기준망 정비의 기본 핵심은 남한의 GPS상시관측소망을 이용하여 북한과의 연계망을 형성하는 것이며 이때 기준되는 좌표계는 세계좌표계이다. 아래 내용은 연구 보고서의 내용을 요약하였다.(국토지리정보원, 2007)

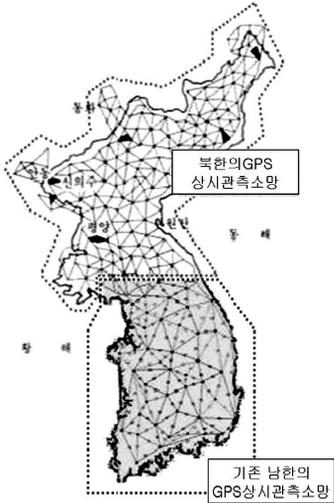


그림 1. 한반도 GPS상시관측망

- ① 한반도 국가기준망
 - 북한과 남한이 연계된 GPS상시관측소망의 형성으로 남한의 44개의 GPS상시관측소와 연계할 수 있도록 50km~70km간격으로 총 50개의 상시관측소를 북한지역에 개설한다.
- ② GPS 상시관측소 설치
 - 조선토지조사시 검기선으로 설치한 지역(총 7개 지역), 검조장이 설치된 지역(총 3개 지역)에 GPS상시관측소를 설치함으로써 망의 확장성 및 기선해석의 정확도를 기한다.
 - 대한민국 GPS 관측망과 연결될 수 있도록 구성하여야 하며, 세계측지계도 고려한다.
- ③ 북한지역 측량기준점
 - 북한의 기준점은 타원체 및 좌표체계가 우리와 다르므로, 세계측지계로의 전환을 위해서 GPS에 의한 기준점 측량이 필수적으로 수반되어야 한다.

3. 좌표체계

3.1 단일좌표계

외국 국가별 직각좌표계의 현황과 위치기준으로 사용

표 3. 외국의 직각좌표계 사용현황

국가	좌표계	비고
영국	UTM/단일원점	- 대축척지도에 UTM을 사용 - 건설공사, 시공측량시 거리보정
호주	UTM/단일원점	- 축척 1:50,000 이하의 지도에 UTM사용
미국	SPCS/ PLSS	- 축척 1:24,500 이하의 중축척 지도 : UTM - 지자체의 대축척지도는 SPCS/PLSS를 사용
일본	MTM/ UTM	- 축척 1:25,000 이하의 중축척 지도에 UTM사용 - 대축척지도에는 MTM(19개 좌표계)을 사용
독일	MTM/ UTM	- 현재는 대축척 지도제작에 MTM(Modified TM) 사용 - 측량/지적분야에 UTM사용 결정(축척 1:5,000 제작 중)

하고 있는 좌표계의 현황을 비교·분석하면 다음과 같다.

대축척 지도 제작이나 건설공사 등에서 단일직각좌표계를 사용하거나 사용예정인 국가는 영국과 독일이며, 복수좌표계를 사용하고 있는 국가는 일본 등이다. 미국의 경우에는 USGS 등 연방정부의 지도제작은 UTM을 채택하고 있으나 지방도시에서 실시하고 있는 건설측량, 지도제작 및 지적측량에는 SPCS(State Plane Coordinate System)와 PLSS(Public Land Survey System)를 사용하고 있다.

각국에서는 GPS/GIS의 확산에 따라 국가차원에서 지도좌표계를 변경하였거나 변경을 신중하게 검토하고 있다. LBS의 실용화에 따라서 좌표계변경에 대한 압력이 높아지고 있으며 데이터를 변환하는데 기술적인 어려움은 크지 않으나, 사용자 혼란과 기존 지도성과의 변환에 따르는 막대한 비용 때문이다.

단일좌표계를 사용하고 있는 영국은 전국토를 포괄할 수 있도록 UTM 기반의 평면직각좌표를 사용하고 있으며, 각국에서는 국토의 규모와 형태, 측량 정확도 등을 고려하여 각 국가 고유의 투영원점을 설정하고 있다. 이는 경위도좌표를 평면직각좌표로 투영할 시에 발생하는 오차를 최소화하기 위한 방안이다. 또한, 좌표계 적용 지역(zone)의 관점에서 보면 정보화 사회에서 적용범위를 가능한 한 넓게 활용하려는 경향을 보이고 있는데 이는 컴퓨터 등의 이용으로 과거보다 축척계수 보정이 쉽기 때문이다.

우리나라에서도 GPS 등 위성측위시스템의 보급과 위치기준의 세계화에 따라 법률을 개정하여 2010년부터 세계측지계로의 전환이 결정되었으며, 최근 GIS산업을 기반으로 하는 LBS, 텔레메틱스 등 첨단산업이 활성화됨에 따라 GPS, GIS, LBS, 텔레메틱스의 활용에 적합한 좌표계의 도입에 대한 검토가 필요하였다. 특히, 파일기반이 아닌 데이터베이스기반인 기본지리정보의 효율적 구축과 유지관리에는 좌표계 설정이 중요한 고려사항이다.

우리나라에서는 오랫동안 TM투영과 평면직각좌표계를 투영법 및 좌표계로 사용하여 왔다. 이 좌표계는 현재 4개의 투영원점(동부, 중부, 서부, 동해원점)을 기준으로 측량, 수치지도 및 국가기본도 제작 등 여러 분야에 사용되고 있다. 그러나 컴퓨터와 인터넷, IT기술 등의 발달로 전국을 하나의 좌표계로 표현하는 단일좌표계의 필요성이 요구되어, 기본공간정보의 경우 구축 및 운용의 효율성과 사용자의 편의성 등을 고려하여 UTM 단일좌표계로 사용하게 되었다.

한국단일평면좌표계는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 투영법 : UTM투영법(TM투영법을 채택하고 원점측척계수는 0.9996)을 따른다. 다만 중앙자오선으로부터 경도 $\pm 3^\circ$ 를 벗어나는 신의주, 선봉, 울릉도의 일부지역도 모두 포함하도록 한다.
- ② 투영원점 : 경도 $127^\circ 30' 00''$ 을 중앙자오선으로 하며, 위도 $38^\circ 00' 00''$ 와 만나는 점을 투영정점(N=2,000,000m, E=1,000,000m)으로 하는 단일 투영좌표계로 한다.

그러나 환경지리정보의 공간좌표계는 TM도법(Bessel 타원체)를 기준으로 하며, 기준점은 국립지리원의 중부원점 변형좌표계를 따른다.

한국단일평면좌표계를 사용했을 때의 장점으로는 단일좌표계를 사용하면 전국이 하나로 연결된 자료를 활용할

수 있다는 점이다. 축척별 수치지도가 단일좌표계로 통일 이 되면 정사영상, 수치지도 갱신이 용이하고, 국가기본 공간정보 구축에 있어서 데이터베이스 유지관리 및 편집 이 편리하며, 다른 좌표로의 상호변환이 가능하기 때문에 기존의 측지기준좌표계와의 연속성을 가질 수 있으며 측량법령에 근거한 자료의 생산, 관리, 유통의 일관성을 유지할 수가 있다.

그러나 한국단일평면좌표계를 기본공간정보가 아닌 측량분야 및 1:5,000 이상의 대축척 지도제작에 적용하면 원점측척계수가 0.9996이기 때문에 기존의 측량방식과는 달리 현장에서 측정한 거리와 지도상의 거리를 직접 비교 할 수 없다. 이것은 TM좌표계에서는 평면거리와 구면거리의 차이를 무시할 수 있었지만 UTM에서는 평면거리와 구면거리를 같다고 볼 수 없기 때문에 기존의 건설현장 및 공공사업 분야에서 많은 혼란을 가져올 수 있다. 즉, 평면거리를 기반으로 제작된 설계도를 사용하고 있는 건설현장에서 관측한 구면거리에 축척계수 보정을 해야 하므로 측량에 대한 전문적인 지식과 경험을 가진 측량기술자가 건설측량(설계, 시공, 준공, 유지관리 측량 등)을 해야 한다.

3.2 도곽체계

3.2.1 동북아 지역의 도곽 구성 및 도엽체계

1) 중국

중국은 1991년 <국가기본측척지형도의 도곽 및 일련번호>의 국가 표준을 제정하였다.

중국의 기본측척지형도는 1:100만 지형도를 기초로 하며 규정된 경도범위, 위도범위에 따라 도곽을 구획한다. 1:100만 지형도의 도곽은 국제 1:100만 지도 도곽의 표준에 따라 정한다.

지도의 일련번호는 다음의 방식을 따르고 있다. 우선,

표 4. 중국 지형도의 축척별 경위도 범위

축 척		1:100만	1:50만	1:25만	1:10만	1:5만	1:2.5만	1:1만	1:5천
지도폭 경위도차	경도범위	6°	3°	1° 30'	30'	15'	7'30"	3'45"	1'52.5"
	위도범위	4°	2°	1°	20'	10'	5'	2'30"	1'15"
행렬수량 관계	행 수	1	2	4	12	24	48	96	192
	열 수	1	2	4	12	24	48	96	192

표 5. 중국 지형도의 축척별 부호

축 척	1:50만	1:25만	1:10만	1:5만	1:2.5만	1:1만	1:5천
부 호	B	C	D	E	F	G	H

1:100만 지형도의 지도 번호는 그 지도가 있는 행번호(문자)와 열 번호(숫자)를 조합하여 만든다. 그리고 축척 1:50만에서 1:5,000까지의 지형도 일련번호는 모두 1:100만 지형도의 일련번호를 기초로 하며 행렬방식을 이용한다. 행렬은 위에서 아래로, 종렬은 왼쪽에서 오른쪽으로 아라비아 숫자를 이용한다. 지도폭 일련번호의 행, 열 번호는 모두 3자리 숫자로 서, 행번호는 앞에, 열 번호는 뒤에 배열하는 형식으로 표기한다. 또한 각종 축척이 혼동되지 않도록 다음 표와 같이 서로 다른 문자로 각종 축척의 부호를 사용한다.

따라서 중국 지형도의 지도번호는 모두 5개 요소, 10자리 숫자로 구성된다.

1) 러시아

구 소련에서 1:100만 지도에 대한 경도에서 6° 폭의 지역의 번호체계는 그리니치자오선으로부터 동쪽으로 전개하며, 각 지역에 대한 직각좌표의 원점은 적도와 중앙자오선이 교차하는 점이다. 도엽의 크기는 표 6과 같다.

축척 1:50만은 러시아 알파벳 A, B, V, G의 처음 네 문자를 이용하여 지도에 기입하며, 축척 1:100만을 2×2=4분할한 것이다. 축척 1:20만은 6×6=36으로 분할하여 로

마숫자I에서 X X X VI를 기입하며, 축척 1:10만은 숫자 1에서 144이며, 12×12=144로 분할한다.

축척 1:10만 지도는 그 이상 축척의 지도분할과 목록에 기초가 된다. 축척 1:10만에서 각각 지도의 도곽에는 로마글자 A, B, C, D로 기입하고, 축척 1:50,000 지도는 2×2=4로 분할한다. 축척 1:50,000 지도도곽은 러시아어의 a, b, v, g로 기입하고 축척 1:25,000 지도는 2×2=4분할한다. 1:25,000 지도도곽은 1, 2, 3, 4를 이용하여 1:10,000 지도 상에 기입한다.

축척 1:5,000은 축척 1:100,000을 16×16=256으로 분할한 것이며, 괄호 안에 (1)에서 (256)숫자로 기입한 것이다. 축척 1:2,000은 축척 1:5,000을 9개로 분할한 것으로, 1:5,000도엽번호를 기입하는 동일한 괄호 안에 러시아 알파벳 a에서 I까지 기입하여 나타낸다.

3) 남북한 도곽구성 및 도엽명칭

(1) 제작기준

남한은 국토지리정보원에서 황메르카토르도법을 사용하여 지도를 제작 발행하고 있으며 축척별로 도식규정을 법령화하여 지도 제작 체계를 유지하고 있다. 북한은 국가측회국에서 지도제작 업무를 담당하고 있으며 크라스

표 6. 러시아 지형도의 축척별 경위도 범위

축척		1:100만	1:50만	1:20만	1:10만	1:5만	1:2.5만	1:1만	1:5천	1:1천
지도폭 경위도차	경도범위	6°	3°	1°	30'	15'	7'30"	3'45"	1'52.5"	37.5"
	위도범위	4°	2°	40'	20'	10'	5'	2'30"	1'15"	25"

표 7. 남북한 지도제작 기준 비교

구분		남한	북한	
제작기관		국토지리정보원	국가측회국	
투영방법		TM(가우스-크뤼게투영법)	TM(가우스-크뤼게투영법)	
도면규격		축척 1:50,000 기준 15' × 15' (동서×남북)	축척 1:50,000 기준 10' × 15' (동서×남북)	
지도도식규정		법에 따라 1:5,000(172), 10,000(105), 25,000(183), 50,000(183) 지형도 및 지세도 도식규정을 적용 *)는 도식규정에 따른 기호갯수	러시아지형도 1:25,000, 50,000, 100,000 도식규정을 적용함 총 239개의 항목으로 구성	
축척	대	1:5,000 이상	세부축척계열	1:500, 1:1,000
			대축척~5000계열	1:5,000
			대축척~10000계열	1:2,000, 1:10,000
	중	1:10,000~1:100,000	1:25,000, 1:50,000, 1:100,000, 1:200,000	
소	1:100,000 이하	1:500,000, 1:1,000,000		

프스키타원체와 가우스-크뤼게투영법을 사용하여 수치 지도를 제작하고 있다.(오령호와 조일광 2006)

(2) 도엽체계

① 남북한의 지도의 도엽코드 및 도곽

남한과 북한에서 제작되고 있는 지형도와 수치지도에 대한 도곽 규격과 도엽코드를 정리하면 다음 표 8와 같다.

② 북한 수치지도의 도엽코드 및 기준점식별자 부호체계

- 1:100만 지도목록번호의 부호화

우리나라 영역을 포괄하는 축척 1:100만 지도 목록번호를 한자리 숫자기호를 부호화한다.

I-51 → 2, I-52 → 3, J-51 → 4, J-52 → 5, K-51 → 6, K-52 → 7

0, 1, 8, 9는 확장예비숫자로 한다.

- 1:10만 지도목록번호의 부호화

축척 1:10만 지도목록번호는 축척 1:100만 목록번호

를 표시하는 부호뒤에 001~144의 3자리 숫자기호로 부호화한다.

- 1:50,000 지도목록번호의 부호화

축척 1:50,000 지형도 목록번호를 표시하는 <ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ>기호를 다음과 같이 숫자기호로 부호화한다.

ㄱ → 1, ㄴ → 2, ㄷ → 3, ㄹ → 4

- 기준점 선정번호의 부호화

축척 1:50,000 목록번호를 표시하는 부호 뒤에 기준점 선정차례와 1:25,000 지도목록체계를 고려하여 놓이는 위치에 따라 다음과 같이 부호화한다.

ㄱ → 1, 5 ㄴ → 2, 6 ㄷ → 3, 7 ㄹ → 4, 8

이렇게 부호화한 여섯숫자문자의 식별자로서 축척 1:50,000 도엽당 10개까지의 지상기준점을 데이터베이스화할 수 있다.

표 8. 남북한 지도의 도엽체계 및 도곽크기

축척	남한 지도			북한 지도		
	지형도 도엽번호 예 (자리수)	수치지도 도엽번호 예 (자리수)	도곽의 크기 (경도×위도)	지형도 도엽번호 예 (자리수)	수치지도 도엽번호 예 (자리수)	도곽의 크기 (경도×위도)
1:1,000,000	NJ52 (4자리)		6° × 4°	J-52 (3자리)	3 (1자리)	6° × 4°
1:500,000				J-52-ㄱ (4자리)		3° × 2°
1:250,000	NJ52-13 (6자리)		1°45′ × 1°			
1:200,000				J-52-Ⅱ (4~8자리)		1° × 40′
1:100,000				J-52-2 (4~7자리)	3002 (4자리)	30′ × 20′
1:50,000	NJ52-13-17 (8자리)	36715 (5자리)	15′ × 15′	J-52-2-㉠ (5자리)	30021 (5자리)	15′ × 10′
1:25,000	NJ52-13-17-3 (9자리)	367154 (6자리)	7′ 30″ × 7′ 30″	J-52-2-㉠-ㄱ (6자리)		7′ 30″ × 5′
1:10,000	NJ52-13-17-Ⅱ (9~11자리)	3671523 (7자리)	3′ × 3′	J-52-2-㉠-ㄱ-(1) (7자리)		3′ 45″ × 2′ 30″
1:5,000	NJ52-13-17-(001) (11자리)	36715098 (8자리)	1′ 30″ × 1′ 30″			
1:2,500		3671549H (8자리)	45″ × 45″			
1:2,000				J-52-2-㉠-ㄱ-1 (7~11자리)		45″ × 30″
1:1,000		367152398 (9자리)	18″ × 18″			
1:500		3671523984 (10자리)	9″ × 9″			

③ 한반도 공간정보기반 도곽구성 방안

우리나라의 수치지도는 경위도 도곽으로 구성되어 있으므로 영상과의 중첩활용이나 이미지(래스터) 지도로의 구축활용에 문제를 안고 있으며, 수치지도 코드부여 방법에서도 문제점을 갖고 있다.(박흥기, 2001) 또한 경위도 도곽의 크기도 외국과는 달리 우리나라만 독특하게 같은 크기의 경위도 규격을 채택하여 종이지도의 경우 55cm × 44cm의 도곽 크기로 인쇄하고 있다.

앞에서 분석한 바와 같이 남북한 지도의 축척별 도곽구성과 도엽명명 규칙은 각각 많은 차이점이 있으므로 통합적인 관리차원에서 개별적으로 유지·관리 하기는 힘든 실정이다. 그렇기 때문에 하나의 규격화된 도곽구성체계 및 도엽명칭 부여 방안이 필요하다.

첫 번째 방안은 우리가 더 많은 공간정보를 갖고 있으므로 남한의 기준을 따르는 방안이다.

두 번째 방안은 전 세계에서 보편적으로 사용하고 있는 세계표준을 따르는 것이다.

<1안> 남한의 기준을 따르는 방안

기존 국내자료와의 호환과 효율적인 동북아 및 북한지역 지리정보 통합관리를 위해서 남한을 기준으로 확장하여 통일된 도곽체계를 구성하는 방안으로, 국토지리정보원 도식규정을 준수하여야 한다.

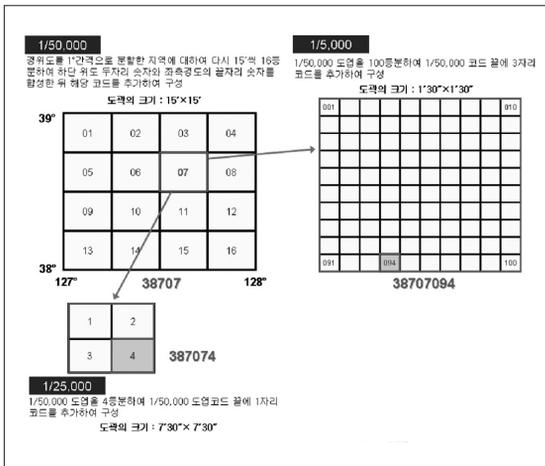


그림 2. 국토지리정보원 도식규정

<2안> 세계 표준을 따르는 방안

물리적인 데이터 저장구조는 구축되는 지리정보의 포맷과 관련성이 높다. 특히 특정 포맷의 경우는 구축포맷의 도곽 범위나 파일형식 및 구성파일 명칭 등이 규격화되어 있다. 규격과 관련성이 있는 포맷과 규격과 무관한

표 9. 물리적인 데이터 저장구조

구분	포맷
규격과 관련	CADRG, CIB, DTED, VPF, VITD, FDB 등
규격과 무관	Shp, Dxf, Geotiff, Ascii DEM, Gazetteer 등

포맷들을 분류하였으며, 그 결과는 표 9와 같다.

규격과 관련된 포맷의 경우, 지리정보 구축과정에서 도곽의 구성이 도엽명명 규칙이 결정되어 있으며 구축 작업단위에게까지 영향을 줄 수 있다. 규격과 관련된 포맷과 관련된 투영계로는 ARC System(Arc-second Raster Chart/map (ARC) projection system)과 GEOREF(World Geographic Reference System) 등이 있다. ARC System은 CIB, CADRG, ADRG 등에 사용되고 있으며, GEOREF는 VMAP level 1/2, DTED level 1/2 등에 사용되고 있다.

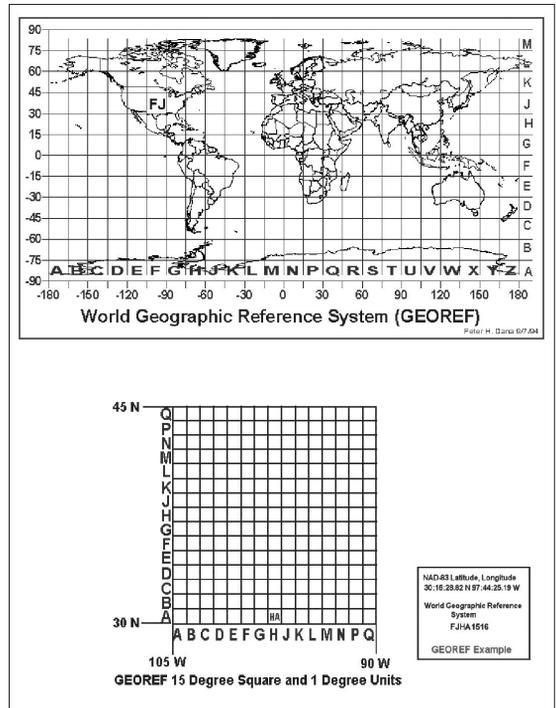


그림 3. GEOREF

남한과 북한의 기구축된 자료들을 통합하고 신규 정보를 구축하기 위해 한반도 공간정보기반을 구성하고자 한다면, 국제표준이 아닌 이상 어느 한 쪽의 기준을 강요하기는 힘들 것이다. 현재 우리가 사용하고 있는 도엽체계는 국제표준도 아니며, 또한 나름대로의 규칙성이 있지도 못해 빠른 시일 내에 수정되어야 할 상태이므로 이를 강

요한다는 것은 문제가 있다고 본다.

과거의 연구에서는 UTM 그리드를 보다 쉽게 표현하기 위해 개발된 군사그리드기준계나 영국그리드와 유사하게 개발된 Korean Grid에 대한 연구(국립지리원, 2001)도 있었으나, 현재 북한과의 관계를 고려한다면 우선적으로 UTM 방식을 적용한 직각그리드체계가 검토되어야 할 것이다.

향후 모든 시스템이 연속지도를 바탕으로 하는 통DB로 구축될 것이므로, 이 기회에 우리의 잘못된 도엽체계를 국제표준에 맞도록 수정하여야 할 것이다.

4. 데이터 품질규정

우선은 우리가 데이터베이스를 구축한다고 하더라도, 결국은 남북한의 자료가 통합되어야 할 것이므로 남한과 북한의 정확도 기준의 차이점에 대한 검토가 필요하다.

4.1 남한의 데이터 품질규정

○ 수치표고모델의 정확도 기준

국토지리정보원의 “수치표고모델구축에 관한 작업규정”에 의하면, 수치표고의 정확도는 격자간격 5m×5m인 경우 표준편차 ±1.0m이내, 최대 ±1.5m 이내로 하고, 격자간격 10m×10m인 경우 표준편차 ±2.0m, 최대 ±3.0m 이내로 하여야 한다. 또한, 격자간격 5m×5m 및 10m×10m 이외의 규격에 대해서는 별도로 정확도를 정할 수 있다.

○ 정사영상의 정확도 기준

정사영상의 평면위치오차는 출력시 도상 1.0mm 이내여야 하며, 인접지역 및 음영지역의 색상 변화로 인한 불연속성이 없어야 한다.

○ 축척별 지도의 정확도

우리나라에서의 항공사진측량 세부도화시 묘사오차의 허용범위와 지형도 축척별 정확도 기준은 다음 표와 같다.

표 10. 세부도화 묘사오차의 허용범위

도화 축척	표준편차			최대오차		
	평면위치	등고선	표고점	평면위치	등고선	표고점
1:500	0.1m	0.2m	0.1m	0.2m	0.4m	0.2m
1:1,000	0.2m	0.3m	0.15m	0.4m	0.6m	0.3m
1:5,000	1.0m	1.0m	0.5m	2.0m	2.0m	1.0m
1:10,000	2.0m	2.0m	1.0m	4.0m	3.0m	1.5m
1:25,000	5.0m	3.0m	1.5m	10.0m	5.0m	2.5m

표 11. 지형도의 정확도

항목		축척		비고
		1:500 이상	1:1,000 이상	
표준 편차	평면위치	0.5mm 이내	0.7mm 이내	△h는 주곡선의 간격
	표고점	△h/4 이내	△h/3 이내	
		등고선	△h/2 이내	

4.2 북한의 데이터 품질규정

○ 지상기준점 정확도

북한에서는 지상기준점좌표의 관측정확도를 GPS측량 방법에 의한 기준점 좌표의 정확도와 위성영상자료의 공간분해능에 따르는 기준지도 축척을 고려하여 다음 표와 같이 4등급으로 표준화하고 있다.(오령호와 차현주, 2004)

표 12. 정확도 등급별 오차 및 측정방법

정확도 등급	절대오차	좌표측정방법
0급	<±1cm	측지용 GPS수신기 이용
1급	±4m	축척 1:10,000 지형도 이용 일반용 GPS수신기 이용 (간접상대측위)
2급	±10m	축척 1:25,000 지형도 이용
3급	±20m	축척 1:50,000 지형도 이용 일반용 GPS수신기 이용 (단독측위)

○ 축척별 지도의 정확도

북한의 경우, 지형지물의 위치에 대한 평균제공근오차는 지도상에서 0.4mm를 넘지않도록 규정하고 있다. 북한 지도의 축척별 정확도 기준은 다음과 같다.(오령호와 차현주, 2004)

표 13. 축척별 지도좌표 측정정확도

축척	지도좌표 측정정확도	
	두제공평균오차(m)	한계오차(m)
1:100,000	40	80
1:50,000	20	40
1:25,000	10	20
1:10,000	4	8

4.3 데이터 품질규정 통합방안

한반도중단철도(TKR: 경의선, 동해선)와 대륙철도(TCR, TSR, TMR, TMGR)와의 연결을 위한 사업이나 아시아 하이웨이(Asian Highway) 등은 동북아 경제협력의 일환으로 진행되고 있는 사업들이다. 동북아 지역의 통합 교통·물류체계 구축을 위한 국제협력 사업은 향후에도 지속적으로 발생할 가능성이 농후하며, 이런 경제협력 사업들은 필수적으로 해당지역과 주변지역의 공간정보를 필요로 한다.

본 연구에서와 같은 접근불능지역에 대한 공간정보 구축방안 연구를 통하여, 신뢰성 있는 공간정보 획득과 통합국토정보의 활용을 위한 기반표준으로 적용가능할 것이다.

북한과 남한의 품질규정을 살펴보면, 거의 유사하게 적용하고 있음을 알 수 있다. 따라서 우리의 작업규정을 적용하여 북한을 포함한 비접근지역 공간정보를 구축하면 활용상 전혀 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 우리가 북한지역 수치표고를 구축하고자 하는 경우, 수치표고의 정확도 기준은 현지측량에 의한 기준점 자료를 활용할 수 없기 때문에 별도의 기준을 마련하여야 할 것이며, 따라서 공간정보의 정확도에 등급을 부여하는 방안도 검토되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구는 한반도 공간정보기반을 형성하기 위한 기초 정보로서 좌표계와 도엽체계에서의 남북한 통합방안을 제시하고자 하는 데 있다. 동북아시아 국가들의 수치지도 좌표계와 도엽체계에 대한 분석을 통해서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

국토공간정보기반은 국가기본좌표계를 기준으로 위치 정보와 다양한 속성정보를 결합한 공간정보를 대상으로 하고 있으며, 국가정보기반과 연계하여 활용된다. 마찬가지로 한반도 공간정보기반도 북한이 인정할 만한 수준의 기본좌표계와 도엽체계를 바탕으로 구축되어야 한다. 현재의 기술수준과 활용도를 감안하면 모든 공간정보를 연속지도로 DB화하는 것이 타당하며, 필요시 표준도곽체계 또는 사용자 맞춤형체계에 따라 서비스할 수 있도록 준비되어야 할 것이다.

한반도 공간정보기반에서의 기본좌표계는 세계좌표계로, 도엽체계는 UTM체계를 적용하는 직각그리드체계로 전환하여 국제표준화에 따르는 것이 타당할 것이다.

현재 구축되어 있는 공간정보들은 이러한 기준계의 변경에 따라 좌표를 변경해야 하는 부담이 따르지만 일단 변경하고 나면 국제표준에 기준한 고품질의 자료가 될 것이다. 본 연구에서 검토한 한반도 공간정보기반을 위한 기본좌표계와 도엽체계는 한반도 공간정보기반의 구축 기초가 되며, 구축된 공간정보의 품질 향상과 활용 증대에 기여할 수 있을 것이다. 따라서 이에 대한 더 깊고 세밀한 연구가 시급히 이루어져 한반도 공간정보기반을 위한 국가표준이 정립되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 경원대학교 연구년 연구과제로 연구되었기에 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 국립지리원 (2001), 수치지도 좌표계전환 연구(I), 연구보고서.
- 국토지리정보원 (2007), 접근불능지역 지리정보구축 중 장기 기본계획 수립. 연구보고서.
- 김상욱 (2003), 지형조건을 고려한 북한지역 산림황폐화 변화조사, 북한과학기술연구, pp. 267-282.
- 박흥기 (2001), 우리나라 수치지도 도엽체계의 개선방안, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 19권, 제 4호, pp. 343-355.
- 사공호상, 박진형 (2005), SPOT-5 위성영상을 이용한 북한지역 지리정보 구축에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 8권, 4호, pp. 134-142.
- 사공호상, 서기환 (2007), 위성영상을 이용한 북한지역 토지이용실태 조사 : 평양시를 사례로, 국토연구, 제 54권, pp. 175-189.
- 사공호상, 한선희, 박진형, 서기환 (2004), 고해상도 위성영상을 이용한 북한지역 지리정보 구축 실험연구, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 7권, 4호, pp. 46-56.
- 사공호상, 이상준, 김미정, 서기환 (2006), 남북교류증진을 위한 북한지리정보 구축방안 연구, 국토연구원 보고서.
- 오영호, 조일광 (2006), 공간정보체계구축에서 표준도곽자료기지 구성에 대한 연구, 지질 및 지리과학, no 2, pp. 19-21.

오령호, 차현주 (2004), 지상기준점자료의 표준화, 규범화에 대한 연구, 지질 및 지리과학, no 2, pp. 35-37.
이근수 (2003), GIS를 이용한 북한지역 산업단지 적지분석, 북한과학기술연구, pp. 283-305.
이민부 (2005), GIS와 원격탐사를 이용한 북한의 환경변화와 자연재해 분석, 북한과학기술연구, pp. 123-144.
최윤수, 박흥기, 이호남 (2006), 남북한 측량제도 및 지리정보 통합방안 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 24권, 제 2호, pp. 193-200.

최태성, 장세범 (2001), 1:20만 국토자원 및 환경정보체계의 기초자료기지 건립방법에 대한 연구, 지질 및 지리과학, no 4, pp. 20-23.
환경지리정보서비스, egis.me.go.kr, 환경부.

(접수일 2009. 12. 01, 심사일 2009. 12. 16, 심사완료일 2009. 12. 21)