

지도제작 관련 기술의 발달이 지도학에 미치는 영향

김두일

육군사관학교 환경학과 교수

1. 서론

디지털 기술은 지도학에도 많은 영향을 미치고 있다. 지도제작에 관련된 여러 분야는 급속히 디지털화되면서 각 분야가 서로 연계되어 혁신적인 변화를 겪고 있다. 컴퓨터 기술과 더불어 GIS 분야는 지도 사용의 기계화로 지도의 사용영역을 급속히 확장하고 있다. GPS를 이용한 위치자료의 수집이나 인공위성 영상을 이용한 현상자료의 수집 역시 급속하게 발전하고 있다. 특히 GPS의 사용은 독도법에서 자기 위치의 확인이라는 어려운 문제를 해결하면서 GIS와 결합되어 지도의 사용 영역을 크게 확장하고 있다.

본 연구의 목적은 지도제작 관련 과학기술이 지도와 지도학에 어떠한 영향을 미치는가를 GPS 및 WGS84 타원체를 중심으로 고찰하려는 것이다. 지도제작과정에서 타원체가 차지하는 위치를 기술하고, WGS84 타원체로의 변환을 위해 Bessel 타원체와 WGS84 타원체를 비교·분석하며, WGS84로의 변환이 이루어질 경우 지도에 미치는 변화를 고찰하고 마지막으로 이러한 지리학교육과 지리학계에 미치는 영향에 대해서 생각해보고자 한다.

2. GPS와 WGS84 타원체

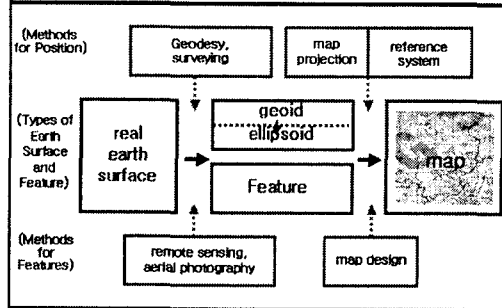
지도의 제작과정과 그에 관련된 분야를 지구표면의 형태를 중심으로 하여 나타내면 그림 1과 같이 표현할 수 있다. 위치 자료에 관련된 분야나 기법으로는 측지학, 측량학, 지도 투영법, 좌표체계 등을 들 수 있고 현상 자료의 수집이나 표현에 관련된 분야는 항공사진, 인공위성 영상, 지도 디자인 등의 분야를 들 수 있다. 이들은 지구 표면의 형태를 실제의 지표면, 지오이드, 타원체, 그리고 지도로 전환하는 각각의 과정에서 단계별로 사용되고 있다.

GPS는 지표상의 위치 측정을 위해 사용된다. GPS를 사용함으로써 자기 위치 확인이 어느 곳에서나 쉽게 가능하기 때문에 독도법의 어려움이 해결되었을 뿐만 아니라 GIS와 연결되면서 차량항법장치, 물류배송 시스템, 긴급구조 시스템 등 위치확인이 필요한 각종 시스템에 응용되고 있다.

GPS는 NAVSTAR라는 위성시스템에 의해서 지표상의 위치를 확인하기 때문에 지구의 질량 중심을 타원체의 중심과 일치시킬 필요가 있다. 이를 위해서 WGS84라는 지구중심 타원체를 채택하고 있기 때문에 WGS84 타원체를 채택하고 있지 않은 지역에서 GPS를 사용하기 위해서는 WGS84 좌표체계를 해당 지역의 좌표체계로 전환하여야 한다. 우리나라의 지도는 동경 원점의 Bessel 타원체를 사용하고 있기 때문에 GPS의 사용시에는 양 타원체간의 좌표체계 전환이 필요하게 된다.

인공위성의 운용이나 GPS의 사용이 증가함에 따라 많은 국가들이 지구의 질량 중심을 타원체의 중심과 일치시키는 지구중심 타원체로 전환하고 있는 실정이다. 지구중심 타원체와 좌표체계의 필요성이 대두되면서 우리나라에서도 WGS84를 중심으로 한 지구중심 타원체에 대한 연구가 일찍부터 있어왔다. 초기에는 GPS의 사용을 위한 WGS84로의 좌표체계 변환에 관한 연구가 주를 이루었지만(박필호 외, 1992; 박필호 외, 1993; 권대원 외, 1995), 최근에는 국가 기본도의 작성을 위해서 타원체를 변환하려고 하면서 지구중심 좌표체계에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(박흥기, 2001; 이영진, 1998; 이영진 외, 1996). 우리나라에서도 측지좌표계를 지구중심좌표계로 전환하려는 계획을 수립하고 있다(국립지리원, 1996).

지도 제작 과정



<그림 1> 지도제작과정과 관련 분야

국방부에서는 이미 1995년에 WGS84 타원체에 기초한 좌표체계로 변환시킨 지도를 사용하고 있다. 국립해양조사원에서 간행하는 해도는 1996년부터 동경 원점의 Bessel 좌표체계와 WGS84 좌표체계를 함께 인쇄하여 사용중이며 2004까지 매년 단계적으로 전환하기로 계획하고 있다.

3. WGS84 타원체 변환이 지도에 미치는 영향

지도학에 있어서 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 것은 타원체의 변환이다. 현재의 대안으로 검토되고 있는 지구중심좌표계에서 가장 가능성 있는 타원체는 지구중심 타원체의 일종인 ITRF와 WGS84 타원체이다. 여기서는 우리나라에서 현재 지도제작에서 채택되고 있는 Bessel과 GPS 사용시 기준 타원체가 되는 WGS84 타원체를 비교하고 WGS84로의 타원체 변환이 지도학에 미칠 영향을 분석하고자 한다.

1) Bessel과 WGS84 타원체의 비교

Bessel 타원체와 WGS84 타원체간의 차이점은 타원체 크기의 차이, 편평도의 차이 그리고 타원체 중심 좌표의 차이의 3가지로 요약될 수 있다 (DMA, 1991).

① 타원체 크기의 차이: Bessel 타원체와 WGS84 타원체는 크기에서 차이가 난다. WGS84는 Bessel 보다 장반경에서 740m, 단반경에서 673m 더 길게 정의되는 데, 이는 WGS84 타원체로 표현되는 지구가 Bessel 타원체로 표현되는 지구보다 훨씬 큼을 의미한다.

② 편평도의 차이: 양 타원체는 편평도에서 차이가 있다. Bessel의 편평도는 1/299.1528128이고 WGS84의 편평도는 1/298.257223563로서, WGS84의 편평도가 더 크며 이는 WGS84 타원체가 더 납작함을 의미한다.

③ 타원체 중심 좌표의 차이: WGS84는 다른 지구중심좌표계와 마찬가지로 지구 질량 중심을 타원체의 중심과 일치시킨 타원체이다. 반면 일부 타원체들은 국지적인 지역의 좌표를 나타내기 위해 타원체의 중심이 지구질량중심과 일치하지 않은 경우가 많으며 Bessel도 그러한 타원체의 하나이다. 동경 원점을 기준으로 한 Bessel과 WGS84는 타원체의 중심좌표에서 $\Delta X = -147 \pm 2m$, $\Delta Y = +506 \pm 2m$, $\Delta Z = +687 \pm 2m$ 의 차이가 난다 (NIMA, 1997).

2) 타원체의 변환이 지도에 미치는 영향

Bessel 타원체로부터 WGS84 타원체로의 변환이 이루어질 경우 지도에도 여러 가지 변화가 오게 된다. 타원체 변환이 지도에 미치는 영향은 위치 좌표의 변화, 경위도 1도의 거리 증가, 그리고 각 거리 감소의 세 가지로 정리할 수 있다.

① 위치 좌표의 변화: Bessel로부터 WGS84로의 변환이 이루어질 경우 각 지점의 좌표가 변경된다. 예를 들면, 어느 지점의 위치가 Bessel 타원체에 근거한 경위도 좌표체계에서는 $38^{\circ}0'0''N$, $127^{\circ}0'0''E$ 이었다면, WGS84 타원체에 근거한 경위도 좌표체계에서는 $38^{\circ}0'9.8''N$, $126^{\circ}59'52.3''E$ 이 된다 (국립해양조사원, 2002). 따라서 이 지점은 경위도 좌표를 기준으로 할 경우 WGS84 타원체로 변환되면서 북쪽으로 9.8'', 서쪽으로 7.7'' 만큼 이동한 것처럼 보인다. 위치좌표의 변화량은 위도와 경도에 따라서 다른데, 위도의 변화량은 남쪽으로 갈수록 그리고 동쪽으로 갈수록 커지고 경도의 변화량은 북쪽으로 갈수록 그리고 동쪽으로 갈수록 커지는 경향을 보인다.

② 경위도 1도의 거리 증가: 타원체 변환이 이루어질 경우 경위도 1도의 물리적 거리(physical distance)가 늘어나게 된다. WGS84로 변환될 경우 우리나라가 속한 위도 $33^{\circ}N \sim 43^{\circ}N$ 구간에서는 위도 1도간의 거리가 11.7m ~ 12.2m 만큼 길어지며, 경도 1도간의 거리도 이 구간에서 11.1m ~ 10.0m만큼 길어진다. 위도 1도 거리의 변화량은 고위도로 갈수록 점점 커지는 반면 경도 1도 거리의 변화량은 점점 작아진다.

③ 각거리 변화: 타원체의 변환은 지표상의 두 지점 사이의 각 거리(angular distance)에도 영향을 미친다. 우리나라 일대에서 각 지점의 위도 값은 증가하고 경도 값은 감소하였지만 경위도에 따라 그 양이 다르기 때문에 두 지점 사이의 각 거리는 달라지게 되는 것이다. 예를 들면, 경도 $127^{\circ}E$ 상에 있는 어느 두 지점이 변환 전에는 위도상으로 9.0° 의 차이였지만 변환 후에는 $8^{\circ}59'56.0''$ 의 차이를 보여서 $4.0''$ 만큼 줄어들게 된다. 반면 위도 $38.0^{\circ}N$ 에서 경도상으로 4.0° 만큼 떨어졌던 두 지점은 $4^{\circ}0'0.2''$ 가 되어 $0.2''$ 만큼 증가할 수도 있다. 각거리의 변화량은 위도와 경도에 따라서 다르게 나타난다.

3) 지리학 교육과 지리학계에 미치는 영향

① 지도학 교육: GPS의 사용은 독도법의 필요성을 줄여 준다. 대학 수준의 지도학 교육에서 독도법은 중요한 위치를 차지하지는 않지만 야외에서 지도를 사용하기 위해서는 필수적인 기법이다. GPS를 이용함으로써 자기 위치 확인이 쉽게 해결되기 때문에 가장 어려운 단계가 없어지는 것이다.

② 타원체의 역할 이해: 지도제작과정에서 타원체가 차지하는 역할에 대한 이해를 증진시킬 수 있다. 타원체는 평면 위치좌표의 기준면이기 때문에 타원체의 변환으로 인해서 위치좌표의 변화를 가져오게 되는 것이다.

③ 지도제작 사업에의 참여: 지리학계가 좌표체계 변환이라는 지도제작의 국가적 사업에 기여할 수 있는 기회이다. 지도와 위치 확인에 미칠 영향을 분석하거나 좌표체계 변환프로그램 개발 등에 참여할 수 있다.

④ 사회경제적 경향 최소화: 좌표체계의 변환이 가져올 사회·경제적 영향을 분석함으로써 부정적인 파급효과를 줄이는데 지리학계가 기여할 수 있다. 좌표체계의 변환은 소축척의 지도에서부터 대축척의 수치지도와 지적도에 이르기까지 모든 지도에서 이루어져야 한다. GIS의 확산과 함께 지도는 여러 분야에서 다양하게 분산되어 사용되고 있기 때문에 이들의 좌표체계 변환에는 오랜 시간과 많은 비용이 들며 그 사이에 혼란도 예상된다. 이러한 문제점에 대한 분석과 대책의 수립에 지리학계가 지도 사용의 경험을 바탕으로 참여할 수 있을 것이다.

4. 결론

과학기술의 발달은 지도학에도 영향을 미친다. 자기 위치를 확인하기 위해서 사용되는 GPS는 GIS와 결부되면서 급속히 응용범위를 확장하고 있으며, 보다 효율적인 사용을 위해서 우리나라의 좌표체계의 변환을 요구하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 동경 원점의 Bessel과 WGS84 타원체를 비교하고 타원체 변환시에 지도에 미치는 영향을 분석하였으며, 이러한 변환이 지리교육에 미치는 영향을 고찰하였다.

기술의 발달이 지도와 지리학에 미치는 영향을 분석하고 대응함은 지리학의 사회적 공헌에 기여하며 응용 범위의 확대에도 기여할 것이다. 특히 타원체의 변환은 GIS 분야에 파급효과가 크기 때문에 학문적 역량을 투입하여 그에 대비할 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- 국립해양조사원, 2002, 홈페이지, <http://www.nori.go.kr/kr/index.html>.
- 국립지리원, 1996, 한국측지좌표계와 지구중심좌표계의 재정립에 관한 연구(I), 국립지리원.
- 권대원·윤홍식·최재화, 1995, 7-매개변수 좌표변환에 의한 우리나라 측지계와 WGS-84의 좌표변환, 한국측지학회지, 제13권 제2호, 117-124.
- 박흥기, 2001, 국가 기본도의 좌표계 전환을 위한 단계별 홍보방안, 한국지형공간정보학회 논문집, 9(2), 63-71.
- 박필호·박종욱·강준목, 1993, GPS 실용화를 위한 우리나라 측지계와 WGS 84의 좌표변환(II), 한국측지학회지, 제11권 제1호, 37-45.
- 박필호·한인우·이용창·강준목, 1992, GPS 실용화를 위한 우리나라 측지계와 WGS 84의 좌표변환(I), 한국측지학회지, 제10권 제1호, 41-50.
- 이영진, 1998, 국가좌표계 변환요소의 개선, 한국측지학회지, 제16권 제1호, 95-101.
- 이영진·조규전·김원익, 1996, 한국 측지좌표계의 재정립에 대한 연구, 한국측지학회지, 제14권 제2호, 141-150.
- DMA, 1991, Department of Defense World Geodetic System 84: Its definition and relationships with local geodetic systems(2nd. ed.), DMA, Fairfax, VA., USA.
- NIMA, 1997, Department of Defense World Geodetic System 1984: Its definition and relationships with local geodetic systems (3rd ed.), NIMA, Fairfax, VA., USA.