

# 국가기본도 수치지도 오류발생빈도의 분석연구

## A Study on the Frequency of Errors for National Digital Basemap

유복모\*                      신동빈\*\*  
Yeu, Bock Mo              Shin, Dong Bin

### 要 旨

국가의 지형공간정보체계 구축을 위해 국가기본도의 수치지도제작사업이 활발히 추진되고 있다. 국가기본도의 수치지도제작은 많은 공정을 거쳐 제작되는 자료로서 다양한 오류가 내재되어 있다. 수치지도 자료가 향후 여러 응용분야에 다양하게 활용되려면 자료에 대한 신뢰성이 우선 확보되어야 하고, 이를 위해서는 그 자료가 가지고 있는 오류와 오류의 빈도에 대한 기본적인 연구가 이루어져야 한다. 일반적으로 대규모 자료기반의 품질을 확보하기 위해서는 완성된 자료에 대한 표준화된 검사 단계에 의해 자료검사가 수행되어야 한다. 또한 검사된 자료의 내용을 파악하여 자료내부에 포함되어 있는 도형요소들의 오류에 대해 오류를 발생시키는 요인들과의 상관관계를 파악하여 향후의 응용이나 제작시 판단자료로 활용하는 것이 중요하게 된다.

따라서 본 연구에서는 기존에 제작된 수치지도의 내용을 검사하는 과정에서 발생된 오류를 판별방법별로 구분하여 빈도를 파악하였다. 또한 빈도수가 높은 오류와 수치지도제작시 작업량의 산정기준이 되는 물량과의 상관관계를 분석하였다. 이렇게 분석된 자료를 활용하여 수치지도 제작시 주의해야 할 도형요소들에 대한 일정한 기준을 제시하였다.

### ABSTRACT

For the National Geo-Spatial Information System, the development of the National Digital Basemap database is actively underway in Korea. For the National Digital Basemap database to be truly useful for various applications development, it is essential to maintain its reliability. To maintain the reliability of the database it is necessary to understand the nature and the frequency of the errors in it. In general, a data inspection under the standardized quality control process is required to maintain the quality of a large database. In addition, it is important to maintain complete and detailed records of the inspection results so as to understand the relationship between the errors and other factors causing errors. These records can be used as a reference for map updates and future application development.

The goal of this study is to count the frequency of errors based on the typology of errors found in the digitized map inspection process and to analyze the correlation between errors and topographic composite quotient. This study also provides guidelines for the inspection process regarding the error-prone cartographic elements in the digital map generation process.

\*정회원·연세대학교 공과대학 토목공학과 교수

\*\*정회원·연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정

## 1. 서론

수치지도는 종이지도와 달리 지형이 갖는 점, 선, 그리고 면 등의 좌표와 방향을 수치로 나타낸 지도로 컴퓨터로 조작할 수 있다는 특징이 있고, 다양한 매체를 이용하여 저장하고 유통할 수 있기 때문에 지도의 이용도를 높일 수 있으며, 정보 이용비용이 저렴해지는 장점이 있다. 그러나 수치지도의 제작관리가 원활하게 이루어지지 않을 경우 질적인 저하를 가져올 수 있다.<sup>(1,48,9)</sup>

수치지도가 효과적으로 사용되기 위해서는 표준화된 작업규정에 의해 자료의 품질이 확보되어야 향후 응용분야에 효율적으로 사용될 수 있다.<sup>(5)</sup> 현재까지 제작되고 있는 수치지도 자료는 관련법규나 규정에 근거하여 제작되고 있으나, 자료들이 갖고 있는 오류의 형태나 빈도수에 대한 연구는 진행되지 않았다. 실제로 수치지도는 제작자와 관리자 및 사용자가 서로 다른 경우가 많기 때문에 자료에 대한 관점이 다르게 존재하게 된다. 자료들에 대한 서로 다른 관점을 동일하게 할 수 있는 방법은 자료가 가지고 있는 모든 특성을 표시하는 것이 중요하다. 이에 대한 연구는 수치지도의 메타데이터(Metadata) 관리 측면에서 많이 다루어지고 있다. 또한, 각종 원도들을 스캐닝할때 발생하는 문제점이나 래스터화일을 벡터화하는 과정에서 발생하는 정확도의 문제에 대한 연구는 계속 진행 중이다.<sup>(7)</sup> 그러나 최종 성과물에 대한 도형요소의 누락 및 부호오류 등에 대한 발생빈도에 대한 연구는 활발하지 않다.

따라서 본 연구에서는 부가가치가 큰 대규모 공공자료기반인 국가기본도 수치지도 자료기반의 높은 품질을 확보하기 위해 오류의 판별방법별로 오류의 발생빈도를 파악하고, 오류의 발생빈도와 수치지도제작시 작업량 산정의 기준이 되는 물량표와의 상관관계를 분석하고, 오류의 유형별로 발생빈도가 높은 도형요소에 대한 검사의 기준을 제시하는데 그 목적이 있다.

## 2. 수치지도제작 오차 및 오류 요인

### 2.1 수치지도 기본요소

지형공간정보체계는 수치자료를 이용하기 때문에 수치지형도 자료 표준(standards) 개발과 관련된 작업을 포함하는 것이 적절하다.<sup>(16,18,19)</sup> 미국의 수치지형도 자료 표준 국가위원회(National Committee for Digital Cartographic Data Standards, NCDCCDS)에 따르면 수치지형도 자료에는 6가지의 기본 요소가 있다.

- 자료의 이력(lineage)
- 위치정확도(positional accuracy)
- 속성정확도(attribute accuracy)
- 논리적 일관성(logical consistency)
- 완결성(completeness)
- 시기적 정확도(temporal accuracy)

자료의 이력(Lineage)은 자료가 획득된 원자료(source material)와 최종 수치자료를 얻기 위하여 관련된 모든 변환과정(transformation)에 대해 설명한다. 또한 이력은 사용된 특정 기준점에 대한 언급이 있어야 한다. 기준점은 복구될 수 있도록 충분히 설명이 되어야 한다. 더욱이 계통은 계산과정에서 오차를 고려하고 올림오차(round-off)를 피하기 위하여 사용된 변환 알고리즘을 제공하여야 한다.

위치정확도는 공간 자료를 더욱 정확한 독립적인 자료와 비교함으로써 얻을 수 있다. 속성정확도 시험은 연역적추론방법 또는 다각형 중첩으로부터 얻은 독립표본을 기초로 수행된다. 논리적 일관성의 유지는 다음과 같은 방법(NCDCCDS, 1988)에 의해 시험된다.

- 유용한 값에 대한 시험(tests of valid values)
- 도형자료에 대한 일반적인 시험(general tests for graphics data)
- 고유한 위상시험(specific topological tests)

자료 품질의 완결성은 최소너비, 최소면적 등의 기하학적 임계값(threshold) 외에 선택기준, 정의 및 관련 지도제작규칙과 같은 정보를 포함한다.

시기적 정확도는 자료의 현재성을 의미한다. 예를 들면 1991년의 국가간의 경계선은(특히 유럽지역에서는) 1990년의 경계와 같지 않다. 독일은 통일되었고 라트비아, 에스토니아와 리투아니아는 독립하였다.

시기적 정확도는 공간자료의 정확도에서 중요한 요소이다. NCD/CDS(1987)에서 자료 수집과 시험단계에서 날짜의 포함을 강조하지만 공간자료의 정확도에서 시기적 요소는 현재까지 무시되어 왔다.

## 2.2 수치지도제작 오차

오차는 장비의 불완전성, 환경적요인 혹은 관측자의 실수에 의해 발생하는 참값과 관측값 간의 차이이다. 오차는 일반적으로 3가지 형태로 분류된다. 첫째, 과대오차(gross errors and blunders), 둘째, 정오차(systematic errors), 셋째, 우연오차(random errors)이다. 과대오차는 장비사용, 눈금의 독취 및 관측값 기록시에 관측자의 부주의와 무관심에 의해서 발생할 수 있다. 또한 항공사진에서 기준점을 잘못 인식하여 발생할 수도 있으며, 사용하는 장비의 고장에 의해 발생하는 경우도 존재한다. 과대오차가 포함된 관측값들은 쓸모가 없으므로, 과대오차를 제거하기 위하여 주의할 해야한다. 일반적인 관측과정은 관측이 행해지고 있는 동안이나, 관측이 행해지고 난 직후 즉시 과대오차를 발견할 수 있도록 설계된다. 과대오차를 발견하고 제거하는 방법에는 관측을 수회 반복하거나 간단한 가하학적 수치 검사를 통해 연속성을 검사하고, 관측과 연속성검사의 반복 등이 있다. 통계학적인 측면에서 과대오차를 갖는 관측값은 나머지 관측값들과 동일한 것으로 간주될 수 없다. 그러므로 과대오차 또는 실수로 발생한 관측오류값의 제거는 매우 중요하게 된다.

정오차는 함수관계로 표현되는 체계에 따라 발생한다. 예를들어 관측된 경사거리가 타원체를 기준으로 조정되지 않으면 정오차를 발생시킬 것이다. 관측거리, 지오이드-타원체고도, 거리관측지점의 고도사이에는 함수관계가 있다.

측량과 측지학 및 사진측량학에서, 정오차는 환경영향, 장비의 결함, 인간의 한계에 의해 발생한다. 환경영향에는 습도, 온도, 압력변화 등이 있다. 이러한 요인들은 거리측정, 각측정, GPS 위성관측 등에 영향을 끼친다. 장비의 영향에는 장비의 구조적 결함, 장비의 적절한 조정미비, 즉 직선 및 원형눈금의 값들이

가지는 오차까지도 포함한다. 정오차는 수학적인 모델화에 의해 보정되어진다.

통계적 측면에서 정오차는 관측값들의 편의(bias)를 유발하게 된다. 과대오차와는 다르게 반복관측에 의해 제거되지는 않는다. 따라서 정오차가 존재하면 정밀도는 높아지나 정확도는 낮아지게 된다.

모든 과대오차와 정오차를 제거했다라도 아직 관측값에는 어떤 변이량(variations)이 존재하게 되는데, 이를 우연오차(random errors)라 한다. 그 특징은 오차의 크기가 크지 않다는 것이며, 이들 오차는 결정모형의 함수관계로 표현할 수 없다. 우연오차는 장비와 사람의 불완전성에 의해 발생되므로 그 오차의 크기를 정확하게 관측할 수 없다. 충분한 관측이 행해질 경우 우연오차는 다음과 같은 성질을 가지게 된다. 첫째, 양과 음의 오차가 같은 빈도로 발생하게 된다. 둘째, 작은 양의 오차가 큰양의 오차보다 더 많이 발생한다. 셋째, 큰 양의 오차는 거의 발생하지 않는다. 대개 우연오차는 통계학적 모형을 사용하여 체계적으로 처리된다.

## 2.3 수치지도제작 오류 요인

수치지도 자료기반이 새로운 응용분야에서 활용되기 위해서는 소요목적에 따른 완결성과 정확성을 갖추어야 한다. 여기서, 완결성은 실제계의 모든 요소들이 수치지도자료에 포함되어 있는 정도를 나타내는 것이며, 정확성은 실제계의 모든 요소들이 올바른 자료층부호(layer code)를 가지고 표현되었는가를 나타내는 것이다.<sup>(14,15,17,20)</sup>

지도 제작과정에서 포함될 수 있는 다양한 오류들의 함수관계는 매우 복잡하므로 일반화시켜 표현하기가 곤란하여 총오류를 추정하는 것이 용이하지 않다. 그러나 오류의 총량과 각 단계에서 발생하는 오류들 간에 선형관계가 있다고 가정하면 오차전파법칙을 따라 지도 제작시 발생하는 오류를 일반적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.<sup>(11,13,15)</sup>

$$\sigma_{\text{map}} = (\sigma_{\text{control}}^2 + \sigma_{\text{photography}}^2 + \sigma_{\text{triangulation}}^2 + \sigma_{\text{orientation}}^2 + \sigma_{\text{plotting}}^2 + \sigma_{\text{compilation}}^2 + \sigma_{\text{drafting}}^2 + \sigma_{\text{printing}}^2 + \sigma_{\text{automation}}^2)^{1/2} \quad (2.1)$$

여기서  $\sigma_{control}$ 은 지상기준점 오류,  $\sigma_{photography}$ 는 사진 오류,  $\sigma_{triangulation}$ 은 항공삼각측량 오류,  $\sigma_{orientation}$ 은 사진 표정 오류,  $\sigma_{plotting}$ 은 입체도화 오류,  $\sigma_{compilation}$ 은 지상 기준점 오류,  $\sigma_{drafting}$ 은 제도 오류,  $\sigma_{printing}$ 은 인쇄 오류,  $\sigma_{automation}$ 은 자동화과정 오류이다.

항공사진 또는 위성사진으로부터 해석적 사진측정 (Analytical Stereoplotter)방식이나 수치사진측량 (Digital Photogrammetric System)으로 수치지도를 제작할 경우 발생하는 오류요인은 식(2.1)에서  $\sigma_{control}$ ,  $\sigma_{photography}$ ,  $\sigma_{triangulation}$ ,  $\sigma_{orientation}$ ,  $\sigma_{plotting}$ 이다. 기계식 도화기(Analogue Stereoplotter)를 이용하여 종이지도 를 제작할 경우 상기의 오차와 더불어 추가적으로 발생 하는 오류요인은  $\sigma_{compilation}$ ,  $\sigma_{drafting}$ ,  $\sigma_{printing}$ 이고, 제 작된 종이지도로부터 수치지도를 제작할 경우에는  $\sigma_{automation}$  오류요인이 추가적으로 발생하게 된다.

수정도화원도로부터 수동독취에 의해 수치지도를 제작하는 국내의 수치지도제작 체계에 있어서는 단계 별 오류요인 중에서  $\sigma_{automation}$  오류요인이 제작과정에 서 중요한 요소로 작용한다. 그러나 어떤 방법을 활용 하면 이 과정을 효율적으로 수행할 수 있는가에 대한 구체적인 논의가 없었다.  $\sigma_{automation}$ 의 발생요인으로는 사람, 제작지침의 모호함, 제작지침의 부재 등을 들 수 있으며, 현재 수치지도검사에서 오류의 탐색 및 수정 이 이루어지고 있으나, 이 과정에 대한 뚜렷한 학술 적 검증이 이루어지지 못했다. 따라서 오류의 최소화 가 효과적으로 수행되기 위해서는 자동화된 방법으로 오류를 탐색, 수정하는 과정에 대해 실증적인 자료에 기초한 분석이 선행되어야 한다.

이러한 체계적 분석이 이루어지기 위해서는 먼저 어떤 종류의 오류들이 발생하는가에 대한 이해가 필 요하고 이 오류들간에 패턴이 존재하는 가를 규명할 필요가 있다. 만일 그러한 패턴을 발견할 수 있다면, 오류요인을 유형화하여 오류를 효과적으로 탐색하기 위한 방법이 모색될 수 있을 것이다. 이러한 방법이 수치지도 제작과정에 도입된다면  $\sigma_{automation}$ 오류에 관한 제작된 수치지도의 완결성(completeness)과 정확성 (correctness)을 확보할 수 있는 좋은 토대가 될 것이 다.

또한 본 연구에서는 오류의 발생과 관계가 있는 요

소를 구하기 위해서 상관분석을 수행하였다. 이론적으 로 상관분석에 사용되는 두 변수는 모두 확률변수이고, 상관분석은 이러한 두 확률변수의 직선적인 관련 성을 상관계수를 통하여 나타낸다.

두 확률변수 X, Y의 상관계수는

$$\rho = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}} \quad (2.2)$$

로 정의되고 이는 X, Y간의 선형관계의 강도를 나타 내는 척도이다.

### 3. 수치지도 제작과정 및 주요 세부작업 지침

국내에서 제작되고 있는 수치지도는 수치지도작성 작업규칙(건설교통부령 제17호 '95. 5. 29) 및 수치지 도작성작업내규(국립지리원내규 제71호 '95. 6. 15)에 따라 제작되고 있다. 수치지도제작은 그림3.1과 같은 과정으로 수행된다.<sup>(2,3,6)</sup>

그림3.1에서 나타난 바와 같이 수치지도 제작과정은 기존 지도입력과 수정도화 및 현지지리조사의 3단계 의 과정과 이들 성과를 편집하는 정위치 및 구조화편집으로 분류된다.

일반적으로 지도자료의 입력은 신축이 없는 원판을 이용하여야 하며, 표준코드 및 표준도식에 의거하여야 한다. 수동독취기에 의한 입력은 4점 이상의 기준점을 이용하여야 하며, 표정오차는 도상 0.2mm 이내여야 한 다. 또한, 자동입력작업은 표준자료층코드에 따라 자료층별로 입력하는 것을 원칙으로 하며 벡터자료로 변환하여야 하고 수정된 벡터자료는 표준지형코드를 부여하여야 한다.

본 연구에서는 이와같은 수치지도 제작과정중 축척 1:5,000의 국가기본도를 대상으로 기존 지형도의 입력 과 지형 및 지물정보의 최근화를 위해 수정도화를 수 행한 수정도화원도와 지리조사정보를 정위치편집하는 수치지도제작과정을 분석하여 작업형태별 세부지침을 파악함으로써 제작과정에서 발생할 수 있는 오류를 파악해내는 기준으로 설정하였다.

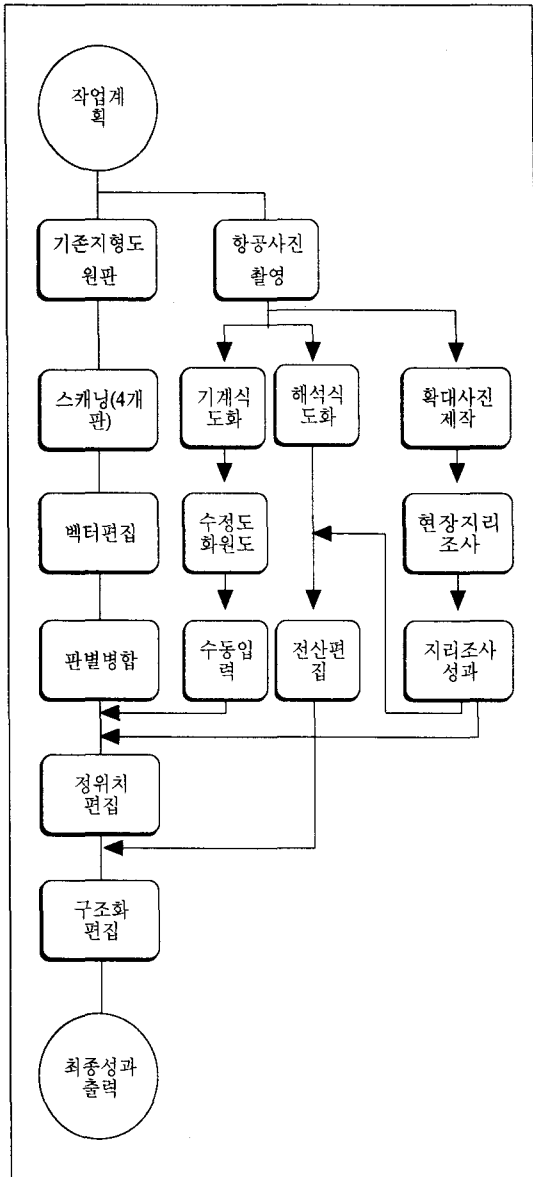


그림3.1 수치지도 제작 작업공정

수치지도제작의 세부 공정은 최근에 촬영된 항공사진을 도화한 수정도화자료를 선행 입력하고, 기존 지형도의 원판을 자동독취한 등고판, 인공판, 하천판, 주기판의 벡터화작업을 수행한후, 이를 입력된 수정도화자료와 정위치 편집을 하여야 하며, 각 판별 입력 내용을 하나의 파일로 결합하여 현지지리조사 사항을 수정·보완하는 과정으로 수행된다.

표 3.1 독취, 편집, 지리조사 작업기준

검사범위 및 대상	검사항목 및 기준	검사방법												
자동독취	가. 독취선과의 해상도 - 해상도 400PI 이상 나. 독취선과의 잡음(Noise) 여부 다. 래스터 파일과 도곽선파일의 차이 - 도상 0.2mm 이내	독취파일 확인 모니터 및 출력물 확인 출력도면과 원도확인												
수동독취	가. 표장오차 도상 0.2mm이내 나. 확인용 출력도면과 지도원판 비교차 - 최대최대오차 도상 0.7mm - 표준편차 도상 0.4mm 이내	출력도면과 원도확인 출력도면과 원도확인												
벡터편집	가. 곡선자료의 장간 최소간격	출력도면 및 영상인물 이용 육안감사												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>축척</th> <th>간격</th> <th>상위각도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/1,000</td> <td>1m</td> <td>6°</td> </tr> <tr> <td>1/5,000</td> <td>5m</td> <td>6°</td> </tr> <tr> <td>1/25,000</td> <td>10m</td> <td>10°</td> </tr> </tbody> </table>	축척	간격	상위각도	1/1,000	1m	6°	1/5,000	5m	6°	1/25,000	10m	10°	
축척	간격	상위각도												
1/1,000	1m	6°												
1/5,000	5m	6°												
1/25,000	10m	10°												
	나. 지형부호 - 수치지도작성 작업규칙 적용 여부 다. 등고 표고 삼각 수준점 - 3원 자료 입력여부 라. 등고선 수치 - 등고선 입력여부 마. 주기판물 - 해당기호 입력 여부 바. 래스터와 벡터 자료의 비교차 0.2mm 이내 사. 표현내용의 누락 및 오기 여부 - 중심선 생성하천 도곽 여부 - 지물의 분기점 일치 여부 - 선형자료의 연결 여부 아. 확인용 출력도면과 지도원판의 비교차 - 최대 최대오차 도상 0.7mm 이내 - 표준편차 도상 0.4mm 이내													
정위치 편집	가. 편집 : 벡터편집 적용 나. 도로하천폭의 실폭 표현여부													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>축척</th> <th>간격</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/1,000</td> <td>0.6m 이상</td> </tr> <tr> <td>1/5,000</td> <td>3.0m 이상</td> </tr> <tr> <td>1/25,000</td> <td>6.0m 이상</td> </tr> </tbody> </table>	축척	간격	1/1,000	0.6m 이상	1/5,000	3.0m 이상	1/25,000	6.0m 이상					
축척	간격													
1/1,000	0.6m 이상													
1/5,000	3.0m 이상													
1/25,000	6.0m 이상													
지리조사	가. 조사항목 조사여부	현지확인감사												

수치지도제작의 공정보별 세부작업 지침은 작업자와 검사자에게 가장 기본적이고 중요한 사항으로 주로 벡터편집과 정위치 편집과정에 대해 규정하고 있다.

본 연구에서는 이와같은 과정에 대한 주요세부지침을 파악하여 수치지도 제작과정에 발생하는 주요 오류(error)의 유형을 분석하는데 이용하였다.

자동독취자료를 활용한 벡터편집은 기존 지형도 원판을 자동독취(scanning)하여 제공되는 래스터자료를 독취된 래스터범위내에서 생성하는 과정으로, 수치지도제작 공정의 대부분을 차지하는 과정이다.

벡터편집시 이용되는 좌표변환은 국립지리원에서 제공한 도곽좌표값을 사용하여야 하며, 도곽의 네 모서리점은 작업이 수행된 후에도 삭제해서는 안되고 지도원판별로 작업된 벡터자료는 하나의 파일로 병합하여야 한다. 파일의 병합에 이용되는 좌표기준계는 우리나라 지도투영의 기준인 횡단메르카토르(Transverse Mercator:TM)좌표로 하여야 하며, 단위는 m로 소수이하 2자리까지 기록하여야 한다.

일반적으로 벡터편집의 정확도는 래스터자료와 최종 작성된 벡터자료를 화면에서 비교하여 도상 0.2mm이내 이어야 하며, 확인용 출력도면의 정확도는 지도원판과

비교하여 상대최대오차가 도상 0.7mm, 표준편차가 도상 0.4mm이내이어야 한다. 자동독취자료를 활용한 벡터편집 과정에서 준수하여야 할 주요세부 지침은 표 3.1과 같다.<sup>(2,3)</sup>

수정도화원도의 수동입력(digitizing)은 대상지역의 수정도화원도를 수동독취기를 통해 벡터자료로 만드는 과정으로 기존 자료의 정확도와 신뢰도를 향상시키기 위해 수행된다. 수동입력을 위한 표정에는 최소 네점의 기준점이 이용되어야 하며, 기준점간의 거리는 가능한한 먼 것이 좋고 표정오차는 도상에서 0.2mm이내이어야 한다.

표 3.2 수치지도자료로유의 탐색방법별 오류구분

자료종류구분	자동유형탐색프로그램	육안탐색	
		전산부호입력프로그램	순수육안탐색
철도		○ 철도부호입력오류	○ 철도선누락오류
하천	○ 수부호입력오류	○ 하천부호입력오류	○ 유수방향오류 ○ 수계선누락오류 ○ 자수지경계선오류 ○ 모래표시오류 ○ 하천누락오류 ○ 재방누락오류 ○ 교량누락오류
도로		○ 도로부호입력오류	○ 도로선폐합오류 ○ 도로선연결오류 ○ 도로선분통오류 ○ 도로선변환누락오류 ○ 도로중산선누락오류 ○ 도로선누락오류 ○ 도로선간물통과오류 ○ 도로폭오류
건물	○ 건물폐합오류 ○ 건물기호위치오류	○ 건물부호입력오류	○ 건물형태오류 ○ 건물크기오류 ○ 건물유우오류 ○ 심볼표기오류 ○ 심볼크기오류
지류		○ 지류부호입력오류	○ 지류개수오류 ○ 경지대누락오류 ○ 성질도표시오류 ○ 경지계정합오류 ○ 묘자오류 ○ 묘자위치오류
시설물		○ 시설물부호입력오류	○ 임가누락오류 ○ 울타리위치오류
지형	○ 고도오류 ○ 등고선명칭오류 ○ 등고선교차오류 ○ 등고선격자오류 ○ 등고선의중복점오류 ○ 등고선교도라기오류 ○ 등고선간물통과오류 ○ 등고선작성선형위치오류 ○ 등고선수부호오류		○ 등고선분통오류 ○ 등고선누락오류 ○ 표고수치누락오류 ○ 삼각점누락오류 ○ 표고점위치오류 ○ 표고점수치오류
행정경계		○ 행정경계부호입력오류	○ 행정경계선위치오류
주기	○ 문자기호오류		○ 주기누락오류 ○ 주기내용오류 ○ 주기위치오류 ○ 주기간격오류 ○ 주기부호오류
기타	○ 자료중요오류 ○ 불확실요소사용오류 ○ 요소중복오류 ○ 기호선조각미달오류 ○ 인접자료중요오류 ○ 인접고도오류 ○ 인접요소누락오류		

일반적으로 각종 지형지물에 대한 수동입력 및 주기의 입력과정은 표 3.1에서 기술한 세부기준을 준용하며, 입력시의 정확도는 도상 0.2mm 이내로 이를 만족하기 위해 수동독취기의 해상도는 20선/mm 이상이어야 하고 독취범위는 900mm×600mm 이상이어야 한다. 또한, 수동입력자료의 확인용 출력면의 정확도는 지도원판과 비교하여 상대 최대오차가 도상 0.7mm, 표준편차가 도상 0.4mm 이내이어야 한다.

#### 4. 수치지도 자료기반의 오류구분

수치지도제작에서 발생하는 오류를 수정하려면 우선 어떤 오류가 있는가를 찾아내야 한다. 따라서 연구의 핵심은 오류를 효율적으로 찾아낼 수 있는 방안을 마련하는 것이다.<sup>(10,12)</sup>

표 4.1 자동오류탐색 프로그램의 오류번호

no	오류명	no	오류명	no	오류명	no	오류명
1	도곽선초과미달오류	6	건물폐합오류	11	등고선격입오류	16	건물기호위치오류
2	인접지문층오류	7	등고선수부구드통고오류	12	등고선의 중복점 오류	17	문자기준점오류
3	인접고도값오류	8	등고선도르간도오류	13	등고선작성형미치기오류	18	자료층오류
4	인접요소부재오류	9	등고선인물통과오류	14	등고선명감오류	19	요소중복오류
5	수부구드폐합오류	10	등고선교차오류	15	고도값오류	20	불확실요소사용오류

이와같은 정위치편집된 자료는 자료간의 지리적 상관관계를 파악하기 위해 정위치편집된 지형지물을 기하학적 형태로 구성하는 구조화편집 및 지도형식의 도면으로 출력하기 위해 지도도식규격 및 표준도식에 의해 편집하는 도면제작편집을 수행한다.

수치지도제작에서 발생하는 오류를 찾아내기 위한 방법으로 다음과 같은 세가지 판별방법으로 크게 구분하여 연구하였다 수치지도 전산화일을 검색해서 오류를 찾아내는 자동오류탐색 프로그램에 의한 오류발견, 전산파일과 출력도면을 동시에 검색해서 자료층의

표 5.1 연구대상 도엽(1/5,000 지형도)

물량구분	도엽명	도엽번호	개수
사미지	대구	32, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 76, 80, 100	50
	기계	34, 47, 90	
	선산	44, 54, 55, 66, 74	
	영천	18, 25, 33, 61, 73, 74	
	청도	45, 48, 49, 50, 71	
	외관	32, 88, 90	
교외지	영천	04, 07, 09, 10, 13, 14, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 33, 34, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 71, 72, 73, 74, 76, 82, 83, 84, 85, 86, 91, 94, 97	50
농경지	외관	01, 06, 07, 11, 12, 13, 16, 18, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 31, 32, 38, 39, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 78, 80, 81, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 100	50
구릉지	김천	01, 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 50, 52, 53, 57, 60, 61, 63, 66, 71, 80, 84, 86, 89, 93, 95, 100	50
산악지	김천	02, 03, 04, 05, 06, 08, 13, 21, 22, 23, 24, 28, 31, 33, 34, 35, 41, 51, 61, 62, 63, 67, 71, 72, 73, 80, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 97, 98, 99	50
	기아	07, 08, 09, 10, 16, 17, 18, 26, 27, 28, 37, 38, 46, 49	

입력오류를 찾아내는 전산부호 검사 프로그램, 그 이외의 각종 오류를 찾아내는 시각적 검사이다. 이러한 판별방법별로 오류유형을 세분화하면 표 3.2와 같이 구분할 수 있다.

자동오류탐색 프로그램의 오류번호는 수치지도자료의 오류 빈도를 파악하는데 있어서 편의를 도모하기 위해 오류에 표 4.1과 같은 고유번호를 부여하였다.

### 5. 수치지도 자료기반의 오류 발생빈도

수치지도를 제작하는데 있어서는 제작단계별로 상당히 많은 오류가 발생될 가능성이 존재한다.<sup>(8,9,14,18)</sup>

오류를 유형화하기 위해서는 실제로 수치지도를 제

작하는 과정에서 발생하는 오류에 어떤 것들이 있는가에 대한 검토가 필요하기 때문에 1/5,000 수치지도 중 국립지리원에서 제작된 물량표에 근거하여 연구대상도엽을 선정하였다.

여기서 물량표는 개별 도엽내의 시가지, 교외지, 농경지, 구릉지, 산악지 구성비율을 면적으로 표현하여 각종 지도제작사업을 수행하는데 있어 작업량 산정의 기준이 되는 표이다. 표준품셈에 나타나 있는 물량의 개념을 정리하면 다음과 같다. 시가지는 가로망이 형성되어 있고 취락, 공장, 주택, 아파트 등이 밀집되어 시가지 형태를 이룬 지역을 말한다. 교외지는 공장, 주택, 아파트 등의 분포상태가 비교적 치밀한 지역을 말하며, 농경지는 농작물 재배지역으로 식생군

표 5.2 순수육안탐색에 의한 오류유형 및 빈도

대분류	오류내용	외관	영천	대구	기계	선산	청도	김천	기아	소 계	합 계	비 율
1.철도	철도선 확인	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2.하천	유수방향	14	2	5	1	0	0	6	3	31	463	3.72
	수계	16	17	3	1	6	3	20	6	72		
	저수지	7	7	6	0	1	0	15	7	43		
	모래톱	14	11	0	0	0	0	1	0	26		
	하천	74	5	0	0	0	0	7	2	88		
	저방	37	28	14	0	2	2	57	14	154		
	교량	9	15	5	1	1	6	9	3	49		
3.도로	도로	415	242	77	24	16	14	341	87	1216	1216	9.76
4.건물	산별	411	672	315	18	41	47	525	224	2253	3393	27.24
	간물	264	271	251	19	23	31	239	42	1140		
5.지류	지류계	186	143	23	4	8	16	122	39	541	3924	31.50
	경지계	183	175	17	9	19	32	144	55	634		
	묘지	207	203	40	1	5	3	126	157	742		
	상징토	56	40	7	0	0	1	68	3	175		
	과수원	9	0	11	3	0	1	1	0	25		
	산물오류	445	399	121	18	40	54	333	107	1517		
6.산물	논밭	74	90	6	2	6	11	88	13	290	467	3.75
	임거	137	80	23	9	2	10	92	7	360		
	울대리	9	4	7	1	2	2	6	1	32		
	용역	7	2	2	0	0	0	3	0	14		
	철탑	6	2	0	0	0	0	0	0	8		
	담장	5	12	9	3	2	4	6	2	43		
	기타콘크리트	1	3	1	0	0	0	4	1	10		
7.지형	등고선	239	455	80	2	32	30	394	169	1401	2261	18.15
	수준점	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	삼각점	32	11	7	0	1	0	20	9	80		
	표고점	227	179	76	1	20	23	183	71	780		
8.행정	행정경계	11	2	2	0	0	0	4	0	19	19	0.15
9.주기	주기	129	285	88	5	23	6	137	41	714	714	5.73
합 계		3224	3355	1196	122	250	296	2951	1063	12457	12457	100.00



(논, 밭, 과수원 등)이 분포되어 있는 지역을 말한다. 또한 구릉지는 농작물 미개배지역인 산림의 분포상태가 없는 경사 5° 이내의 미개배지역을 말한다. 산악지는 산림(침엽수, 활엽수)이 형성된 지역을 말한다. 본 연구에서는 국립지리원에서 산정한 대상도엽의 물량표를 기준으로 하였다.

본 연구에서 오류발생빈도를 분석하기 위해 사용한 도엽은 총 223도엽(250도엽 중 27도엽중복)을 사용하여 오류유형을 분석하였다. 사용된 연구대상도엽과 물량구분별 분포는 표 5.1와 같다. 대상지역의 면적분포는 시가지 및 교외지가 11%, 농경지 및 구릉지가 33%, 산악지역이 56%로 대상면적은 약 1340.05km(수계제외)이다.

### 5.1 오류탐색방법별 오류발생빈도

오류탐색방법별로 발생한 오류의 빈도는 다음의 표 5.2 및 표 5.3과 같다. 표 5.2는 순수육안탐색에 의한 오류빈도를 나타내며, 표 5.3은 자동오류탐색 프로그램에

의해 탐색된 오류빈도를 나타낸다. 전산부호검사 프로그램에 의해 탐색되는 오류는 빈도수로 계량화하기에는 힘든 작업자의 환경적 요인에 의한 오류경향(trend)을 나타내므로 오류빈도 분석대상에서는 제외한다.

표 5.2에 나타난 바와 같이 순수육안탐색에 의해 대상지역 수치지도자료의 오류를 검사한 결과 총 12,457개의 오류가 검색되었으며, 자료층별로 오류발생빈도를 보면 지류계 관련 자료층의 오류가 31.50%를 차지했으며, 건물자료층의 오류가 27.24%를 차지하였다. 또한 지형관련 자료층의 오류가 18.15%가 차지하였다. 그 이외의 자료층에서는 비슷한 빈도수준의 오류가 발생하였다.

표 5.3은 자동오류탐색 프로그램을 수행하여 대상지역의 자료를 검사한 결과를 나타낸다. 오류의 내용을 정리하기 위해서 표 4.1에서 나타낸바와 같은 오류번호로 표시하였다.

본 연구에서 개발한 자동오류탐색 프로그램에 의해 설정한 20개 오류유형별 분석에서는 총 오류의

표 5.3 자동오류탐색 프로그램의 유형별 오류빈도

오류분류	오류번호	오류소계	오류비율	1.철도	2.하천	3.도로	4.건물	5.지류	6.시설물	7.지형	8.경계	9.주기
I	1	23498	24.97	6	629	11450	652	4288	34	6276	104	59
	2	1388	1.48	12	175	526	76	463	7	94	35	0
	3	830	0.88	2	35	76	10	125	0	580	2	0
	4	14580	15.49	21	1887	2812	709	4177	66	4806	102	0
III	5	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1164	1.24	0	0	0	1163	0	0	1	0	0
I	7	347	0.37	0	0	0	0	0	0	347	0	0
	8	1744	1.85	0	0	0	0	0	0	1744	0	0
	9	8950	9.51	0	0	0	0	0	0	8950	0	0
II	10	10	0.01	0	0	0	0	0	0	10	0	0
	11	685	0.73	0	0	0	0	0	0	685	0	0
	12	523	0.56	0	0	0	0	0	0	523	0	0
	13	7039	7.48	0	0	0	0	0	0	7039	0	0
	14	2404	2.55	0	0	0	0	0	0	2404	0	0
15	5690	6.05	0	0	0	22	0	0	5668	0	0	
III	16	12	0.01	0	0	0	12	0	0	0	0	0
	17	16261	17.28	0	0	7	0	1	0	12798	0	3455
	18	7027	7.47	128	924	481	1517	870	2047	973	37	50
	19	112	0.12	0	10	0	8	14	0	73	0	7
	20	1834	1.95	0	3	27	1281	499	16	8	0	0
	합계	94098	100.00	169	3663	15379	5450	10437	2170	52979	280	3571
	비율	94098	100.00	0.18	3.89	16.34	5.79	11.09	2.31	56.30	0.31	3.79

24.97%의 오류가 도곽선초과미달오류로 나타났으며, 다음으로는 문자기준점오류가 17.28%를 나타내며, 인점요소부재오류가 15.49%를 나타내었다. 특히 도곽선초과미달오류에서도 도로와 지형 및 지류에 관련된 오류가 많이 발생되어, 수치지도 제작시에 주의해야 할 도형요소가 파악되었다. 특히 오류를 표 5.3과 같이 I, II, III군으로 분류하면, I군은 도엽간의 오류이며, II군은 도엽내부의 오류이며(지형관련 한정), III군은 도엽내부의 오류이다. 여기서 특징적인 내용은 지형에 관련된 오류 중 오류번호 10, 11, 12, 13, 14, 15 즉 II군에 해당되는 오류는 등고판의 벡터편집이 이루어지면서 발생하는 오류이므로, 이에 대한 오류는 등고판의 벡터편집 공정 후 즉시 자동오류탐색 프로그램검사를 수행하면 자료의 오류를 감소시킬 수 있다.

이상과 같은 자동오류탐색 프로그램의 오류검색을 통해 자료층별로는 도로, 지형(등고선 관련), 지류의 오류가 많음을 알 수 있었으며, 오류유형별로는 순수육안탐색을 통해서는 파악하기 힘든 기준선초과미달 오류와 등고선 관련 오류 및 인접화일과의 관계에서 발생하는 오류가 주종을 이룬다. 본 연구를 통해 얻어진 오류의 유형 및 오류발생빈도 자료를 잘 활용하게 되면 검사를 위한 자료의 샘플링기법을 도입할 수 있게 되어 향후 제작될 수치지도자료의 품질 확보에 기여할 수 있을 것이다.

## 5.2 물량과 오류발생 빈도의 상관관계 분석

수치지도 제작 작업량의 산정기준이 되는 지형물량과 본 연구에서 분류한 오류탐색방법별 오류발생빈도의 상관관계를 분석해 보면 다음과 같다.

### ■ CASE 1 (순수육안탐색 오류빈도와 물량의 관계)

위의 표 5.4에서 나타난 바와 같이 순수육안탐색에 의한 오류유형과 각 도엽별 물량과의 상관관계를 구한 결과 농경지와 도로, 농경지와 지류, 농경지와 시설물간에 상관관계가 있음을 볼 수 있다. 산악지는 도로와 시설물에서 아주 약하나마 음의 상관관을 보이고 있다.

표 5.4 순수육안탐색 총오류빈도와 물량의 상관관계

\*\* 상관계수는 0.01 수준에서 유의

	하천	도로	건물	지류	시설물	지형	주기
시간지	-.02	-.077	.120	-.207	-.02	-.15	.166
교외지	.038	.0768	.140	.102	.129	.159	.155
농경지	.169	.423**	.200	.324**	.384**	.11	.088
구릉지	.000	-.054	-.047	.050	-.05	.058	-.026
산악지	-.148	-.296**	-.259**	-.152	-.31**	-.03	-.19

▶ 도로는 농경지비율과 양의 상관(상관계수 0.423)이 있음을 보인다. 이는 농경지물량이 많은곳에 농로로 이용되는 면리간 도로와 소로 등이 많아 이를 중심으로 오류가 많이 나타나기 때문으로 판단된다. (그림5.1 참조)

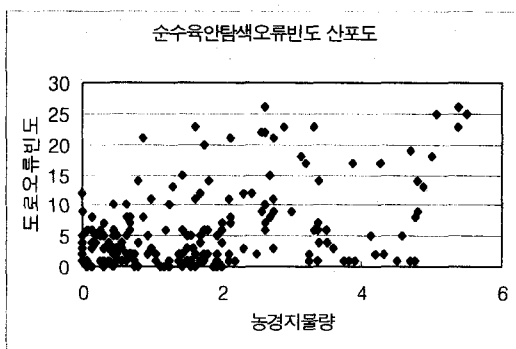


그림 5.1 육안탐색 도로오류빈도와 농경지 산포도

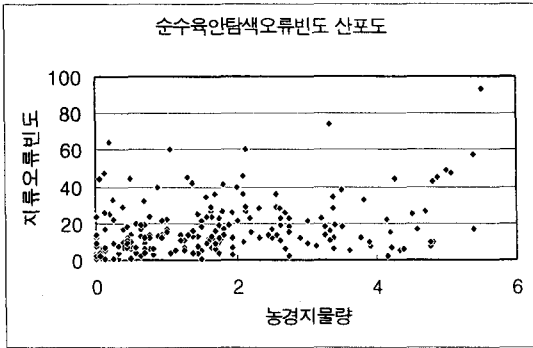


그림 5.2 육안탐색 지류오류빈도와 농경지 산포도

▶ 지류와 농경지의 상관관계(상관계수 0.324)가 나타나는데 이는 농경지에 주로 차지하는 논과 밭의 지·경지계와 그에 따르는 심볼등의 오류가 많기 때문에 농경지 물량과 상관관계가 높다.(그림5.2 참조)

▶ 시설물도 농경지의 비율과 상관관계(상관계수 0.384)가 있음을 보이는데 이는 농경지가 많은곳에서 시설물에 포함되는 암거의 누락에 의한 것이다.(그림 5.3 참조)

▶ 그 외에서는 상관관계가 명확치 않으나 산악지와 도로, 시설물 등에서 약한 음의 상관성이 나타나고 있다.

사대지	교외지	농경지	구릉지	산악지
-0.123	0.168	<u>0.379</u>	0.017	-0.25

표 5.5 순수육안탐색 총오류빈도와 물량의 상관관계

▶ 표 5.5에서와 같이 순수육안탐색 총오류빈도와 농경지 사이에 상관관계(상관계수 0.379)가 있음을 보인다. 분석된 상관계수를 볼때 다른 물량에 비해 농경지물량에서 높게 나타나므로 오류검사 대상도역을 선택하는 기준으로 농경지물량을 선택하는 것도 타당한 방법이다.( 전체 농경지 물량이 0일 경우 특이 지역이므로 적용 대상에서 제외)

▶ 그림 5.4는 순수육안탐색 총오류빈도와 농경지 물량과의 산포도를 나타낸다. 총오류빈도와 농경지물량과의 산포도는 그림5.2의 지류오류빈도와 농경지물

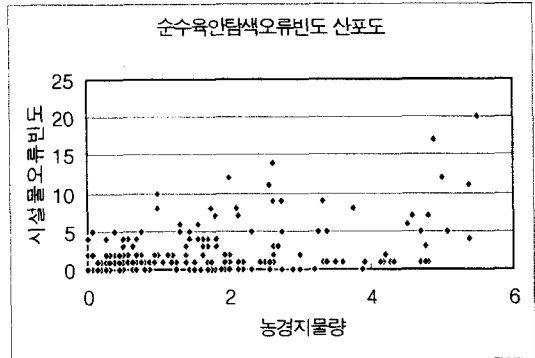


그림 5.3 육안탐색 시설오류빈도와 농경지 산포도

량과의 산포도에서 나타난 바와 같은 경향(trend)을 나타낸다.

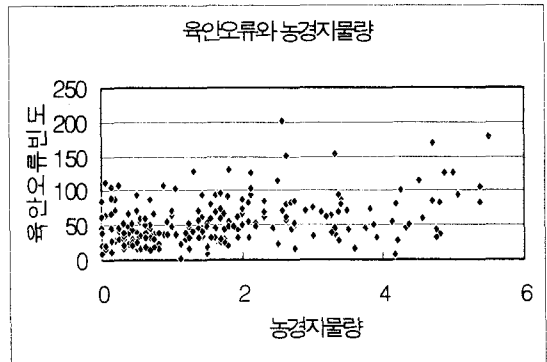


그림 5.4 육안탐색 총오류빈도와 농경지 산포도

그림 5.5은 순수육안탐색에 의한 오류빈도를 대분류자료층별로 구분하여 막대그래프로 표현한 것이다. 그림 5.5의 오류의 빈도분포 경향을 보면 지류와 건물, 지형의 순으로 오류빈도가 나타나게 된다.

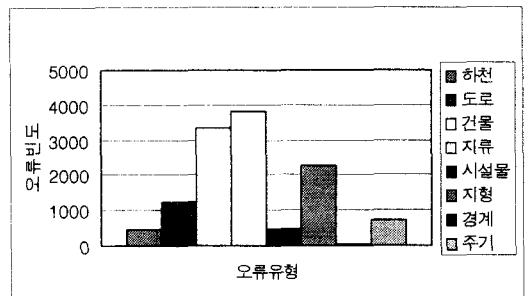


그림 5.5 육안탐색 오류빈도의 오류유형별 막대그래프

그림 5.6은 각각의 물량에 대해 평균을 구하여 그 이상인 물량에 해당되는 도엽을 선택하고, 오류빈도를 대분류 자료층별로 구분하여 막대그래프로 나타낸 것이다. 그림 5.6의 물량별 분포에서 그림 5.5와 가장 유사한 자료오류의 분포형태를 이루는 것은 농경지와 산악지임을 알 수 있었다.

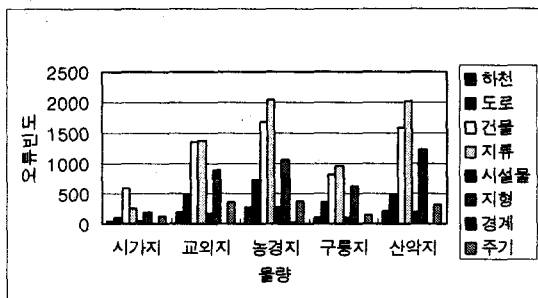


그림 5.6 육안탐색 오류빈도의 오류유형별 물량구분 막대그래프

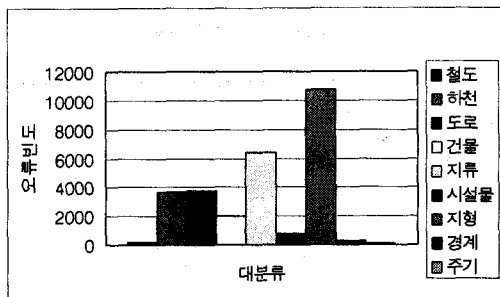


그림 5.7 자동오류탐색 프로그램 오류빈도의 오류유형별 막대그래프

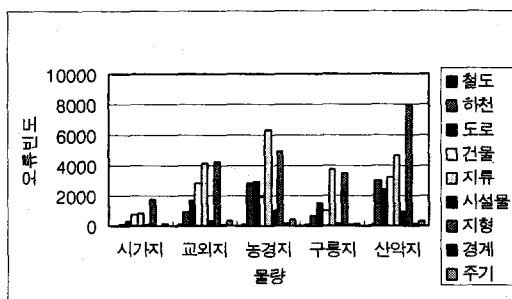


그림 5.8 자동오류탐색 프로그램 오류빈도의 오류유형별 물량구분 막대그래프

■ CASE 2 (자동오류탐색 프로그램 오류빈도와 물량의 관계)

표 5.6 자동오류탐색 프로그램의 자료층 총오류빈도와 물량의 상관관계

	철도	하천	도로	건물	지류	시설물	지형	주기
시가지	-0.059	-0.053	-0.156	-0.015	-0.083	-0.028	0.011	0.022
교외지	0.101	-0.039	-0.003	0.038	-0.004	-0.023	-0.129	-0.037
농경지	0.17	0.027	0.28	-0.024	0.115	0.017	-0.119	-0.051
구릉지	0.025	-0.032	0.066	0.002	0.142	-0.044	0.013	-0.028
산악지	-0.118	0.033	-0.144	0.013	-0.129	0.026	0.111	0.025

위의 표 9에서 나타난 바와 같이 자동오류탐색 프로그램검사에 의한 오류유형과 각 도엽별 물량과의 상관관계를 구한 결과 농경지와 도로의 관계에서만 약한 양의 상관(상관계수 0.28)을 보이고 있다. 이는 프로그램으로 검사하는 오류빈도는 작업물량과의 상관 관계가 약하다는 것을 보여준다.

위의 그림 5.7은 자동오류탐색 프로그램에 의한 오류 빈도를 대분류 자료층별로 구분하여 막대그래프로 표현한 것이다. 그림 5.7의 오류의 빈도분포 경향을 보면 지형과 지류, 도로 및 하천의 순으로 오류빈도가 나타나게 된다. 그림 5.8은 각각의 물량에 대해 평균을 구하여 그 이상인 물량에 해당되는 도엽을 선택하여 오류 빈도를 대분류 자료층별로 구분하여 막대그래프로

나타낸 것이다. 그림 5.8에서는 산악지 몰량에 대한 오류발생빈도의 분포 경향이 그림 5.7의 오류분포 경향과 유사함을 파악할 수 있으며, 또한 자동오류탐색 프로그램에서 파악되는 오류는 지형관련오류가 많은 부분을 차지하는 것도 파악할 수 있다.

도그래프를 분석해 본결과 산악지와 농경지가 유사한 경향을 나타내었으나, 상관계수값이 높은 농경지몰량을 토대로 검사도업을 결정해도 타당함을 알 수 있다. 또한 자동오류탐색 프로그램에 의해 발생하는 오류빈도는 지형관련 자료층의 오류에 편중되는 경향이 발견되었으며, 표 5.3의 II군에 해당되는 지형관련 오류는

■ CASE 3 (순수육안탐색+자동오류검색 프로그램 오류빈도와 몰량의 관계)

표 5.7 개별 자료층 총오류빈도와 몰량의 상관관계

	철도	하천	도로	건물	지류	시설물	지형	경계	주기
산악지	-0.059	-0.056	-0.167	0.003	-0.120	-0.035	-0.032	-0.091	0.120
교외지	0.1013	-0.039	0.002	0.057	0.014	-0.019	-0.094	0.024	0.106
농경지	0.1713	0.032	<u>0.347</u>	0.004	0.166	0.044	-0.090	0.089	0.050
구릉지	0.025	-0.031	0.054	-0.005	0.148	-0.048	0.028	0.056	-0.005
산악지	-0.12	0.030	-0.189	-0.025	-0.146	0.009	0.107	-0.026	-0.138

▶ 표 5.7은 대분류별 오류총계와 몰량과의 상관 분석결과 농경지몰량과 도로관련 오류빈도가 상관계수 0.347로 양의 상관을 보임으로써 상호 상관관계가 있음을 나타낸다.

표 5.8 총오류빈도와 몰량의 상관관계

산악지	교외지	농경지	구릉지	산악지
-0.021	-0.046	-0.005	0.014	0.014

▶ 표 5.8은 총오류빈도와 몰량사이에 높은 상관 관계를 보이지 않음을 나타낸다.

5.3 결과 고찰

본 연구에서 몰량과 오류발생빈도와의 관계를 파악하기 위해 앞에서 세가지의 CASE로 분류하여 분석을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 5.9의 결과를 보게되면 순수육안탐색에 의한 오류탐색방법을 적용할 경우에는 오류의 발생빈도가 높은 개별자료층들이 농경지와 상관계수가 높게되며, 빈

표 5.9 오류빈도와 몰량의 상관관계 분석결과

유형	CASE 1	CASE 2	CASE 3
조건	순수육안탐색 오류빈도와 몰량의 관계	자동오류탐색 프로그램 오류빈도와 몰량의 관계	순수육안탐색+자동오류검색 프로그램 오류빈도와 몰량의 관계
오류 상관	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 도로는 농경지와 양의 상관관계(상관계수 0.423)</li> <li>▶ 지류는 농경지와 양의 상관관계(상관계수 0.324)</li> <li>▶ 시설물은 농경지와 양의 상관관계(상관계수 0.384)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 농경지와 도로의 관계에서만 약한 양의 상관관계(상관계수 0.28)</li> <li>▶ 자동오류탐색 프로그램으로 검사하는 오류빈도는 작음몰량의 상관관계가 약함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 농경지몰량과 도로관련 오류빈도가 양의 상관관계(상관계수 0.347)</li> </ul>
빈도 그래프	▶ 농경지와 산악지에서 총오류빈도가 같은 경향의 분포를 보임	▶ 산악지에서 총오류빈도와 같은 경향의 분포를 보임	

그 오류의 성격상 수치지도 제작과정 중 등고판 래스터 파일에 대한 벡터편집 후에 자동오류탐색 프로

그램을 수행하고, 정위치편집 이후에 다시 수행하게 되면 오류를 제거하는데 효율적임을 파악할 수 있다.

## 6. 결 론

본 연구의 목적은 국가기본도 수치지도 자료기반의 품질을 확보하기 위해 수치지도 자료기반 제작시에 발생하는 제반 오류 등의 유형별 발생빈도를 파악하여 물량과의 관계를 분석하는 것이었다. 본 연구의 수행 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 수치지도제작 과정에서 발생하는 오류를 점검하기 위해서는 순수육안탐색과 전산후호검사 및 자동오류탐색프로그램에 의한 검사가 상호보완적인 관계로 이루어져야만 수치지도 자료기반에 포함되어 있는 제반 오류들을 파악해 낼 수 있다.
2. 순수육안탐색 방법을 통한 오류검사를 위한 대상도엽을 정할때는 농경지물량을 선택의 기준으로 하여 결정하는 것이 무작위로 샘플링하는 것 보다는 타당할 것이다.
3. 수치지도제작 공정상 자동오류탐색 프로그램은 등고판 래스터 파일의 벡터편집 후에 수행하여 오류를 제거하고, 정위치편집 이후에 다시 수행하면 오류의 감소에 효율적이다.

본 연구를 통해 제시된 수치지도 자료기반의 발생 오류에 대한 수량화는 향후 제작될 각종 자료기반의 오류검사에 참고가 될 것으로 보여지며, 향후 좀 더 많은 항목의 오류를 발견해낼 수 있는 자동검사 프로그램이 개발된다면 고효율의 품질확보방안이 마련될 수 있을 것으로 기대되며, 이에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 신동빈, 김재영, 정문섭(1995), 국가지리정보체계 구축방안 연구, 국토개발연구원, pp. 15-57.

2. 국립지리원(1995), 수치지도작성작업내규
3. 국립지리원(1992, 1995), 수치지도작성작업규칙
4. 신동빈, 김재영, 정문섭(1996), 국가기본도 수치지도화 방안 연구, 국토개발연구원, pp. 55-72.
5. 신동빈, 김재영(1996), 지하매설물 관리체계 개발계획, 국토개발연구원, pp. 39-55.
6. 유복모(1994), 지형공간정보론, 동명사, pp. 538-542.
7. 한국통신(1996), 수치지도 정밀도 검증용 도구개발, 한국통신, pp. 70-158.
8. 신동빈, 유복모, 손덕재(1995), "수치지도 제작에 관한 연구", '95 대한토목학회 학술발표회지.
9. 신동빈, 유복모, 김갑진, 김의명(1996), "국가기본도 수치지도화 방안 연구", '96 대한토목학회 학술발표회지, pp. 153-156.
10. 신동빈, 손덕재, 주현승, 최중현(1997), "수치지도 제작에서의 자료오류 유형", '97 대한토목학회 학술발표회지, pp. 51-54.
11. 최선용, 이용웅, 조봉환(1997), "지도 위치정확도 평가방안 연구", 한국지형공간정보학회 학술발표회 개요집, pp. 25-44.
12. 신동빈(1997), "수치지도제작에서의 자료오류 유형", 한국지형공간정보학회 학술발표회 개요집, pp. 45-79.
13. 신동빈(1997), "국가기본도 수치지도 자료베이스의 오류발생 빈도에 관한 연구", 한국지형공간정보학회 학술발표회 개요집, pp. 1-16
14. DMA(1991), "DCW Error Analysis", DMA600-89-C-0023, CDRL C002.
15. Gupta, S.C. & Morrison, J.L.(1995), Elements of Spatial Data Quality, PERGAMON, pp. 81-107.
16. The American Society of Photogrammetry, "Accuracy Specification for Large-Scale Line Maps", PE & RS, Vol. 51, No. 2, pp. 195-199.
17. Robin Flowerdew(1991), "SPATIAL DATA INTEGRATION", Longman Scientific & Technical, Vol. 1, pp. 375-387.
18. Khagendra Thapa, John Bossler(1992), "Accuracy of Spatial Data Used in Geographic Information Systems", PE & RS, Vol. 58, No. 6, pp. 835-841.

19. N R CHRISMAN(1991), "THE ERROR COMPONENT IN SPATIAL DATA ", Longman Scientific & Technical, Vol. 1, pp. 165-174.
20. Robinson A H, Sale R D, Morrison J L(1978), ELEMENTS OF CARTOGRAPHY, John Wiley & Sons, Fourth Edition, pp. 1-31.