

# 1:25,000 수치임상도 제작체계 표준화 연구

김경민<sup>1\*</sup> · 김철민<sup>2</sup> · 전은진<sup>3</sup>

## Study on the Standard for 1:25,000 Scale Digital Forest Type Map Production in Korea

Kyoung-Min KIM<sup>1\*</sup> · Cheol-Min KIM<sup>2</sup> · Eun-Jin JUN<sup>3</sup>

### 요 약

임상도는 산림자원이 어디에 어떻게 얼마나 분포하고 있는가를 보여주는 대표적인 산림지도로 전국 산림에 대해 임상, 영급, 경급, 소밀도 등 다양한 산림정보를 제공하여 산림정책 수립의 주요한 자료로 활용될 뿐만 아니라 토지적성평가, 생태자연도 제작 등 다양한 분야의 기초 자료로 활용되고 있다. 최초의 수치임상도는 1차 NGIS 사업을 통해 제작되었는데 당시 수치임상도제작 표준의 부재로 도엽 간 경계 및 속성 불일치 등 여러 가지 유형의 오류가 발생하였다. 또한 임상도의 제작시기, 항공사진 촬영시기, 속성 설명 등 임상도에 관한 보다 자세한 정보를 알기 어려웠다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 수치임상도 DB 설계부터 수치화, 메타데이터 입력, 품질관리 등의 수치임상도 전 제작과정을 3단계 33개 단위 공정으로 구조화하고 이를 최적화하여 표준화한 수치임상도 표준제작체계를 개발하였다. 본 수치임상도 표준제작체계를 토대로 전국 수치임상도를 일관된 품질로 제작하고 수치임상도에 대한 보다 상세한 정보를 표준메타데이터를 통해 제공할 수 있게 되었다.

주요어 : 수치임상도, GIS, DB 구조, 메타데이터, 품질관리

### ABSTRACT

Forest type map is a main forest thematic map which shows forest type, age class, diameter class and density. This map has been used as a base data in various fields such as forest policy decision-making, land suitability assessment and eco map production etc. But the existing map had many kinds of errors and no metadata because there was no standard for digital map production. On this study, we developed standard for digital forest type map production consisting of 33 unit processes including DB schema design, mapping process,

2009년 7월 26일 접수 Received on July 26, 2009 / 2009년 9월 10일 수정 Revised on September 10, 2009 / 2009년 9월 28일 심사완료 Accepted on September 28, 2009

1 국립산림과학원 산림자원정보과 Div. Forest Resources Information, Korea Forest Research Institute

2 국립산림과학원 난대산림연구소 Warm-Temperate Forest Research Center, Korea Forest Research Institute

3 (주)태은 TAEEUN Co., Ltd.

\* 연락처 E-mail : greenann@forest.go.kr

quality control and metadata input process. Based on this standard, country-wide digital forest type map can be produced with consistent quality and standard metadata.

**KEYWORDS:** Digital Forest Type Map, GIS, DB Schema, Metadata, Quality Control

## 서 론

수치임상도는 어떤 산림이 어디에 분포하고 있는가를 보여주는 대표적인 산림주체도로 1972년부터 국가산림자원조사와 연계하여 산림자원량 추정 등을 위해 제작되어왔다. 산림 분야 뿐만 아니라 환경, 국토이용, 국방 분야에서 폭넓게 활용되고 있으며 시기별 항공사진과 더불어 산림 변천과정을 해석하고 다양한 정보를 가공할 수 있는 주요 자료원이다 (김경민 등, 2008). 이러한 임상도에 대한 수치화 사업은 1995년부터 시작된 NGIS 구축 사업을 통해 수행되었으며 제 3차 전국산림자원조사(1986~1992)시 제작된 3차 임상도(1:25,000)가 수치화되었다. 그러나 NGIS 사업으로 구축된 기존의 수치임상도는 수치임상도 제작표준이 부재한 상태로 단기간에 여러 업체에 의해 분산 제작됨에 따라 품질의 일관성을 확보하기가 어려웠다. 도엽 간 경계 및 속성 불일치 등 여러 가지 유형의 오류가 발생하였고 메타데이터의 부재로 임상도의 제작시기, 항공사진 촬영시기, 속성정보 등에 관한 정보를 알기 어려웠다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 수치임상도 표준제작체계 구축의 필요성이 제기되었다.

수치지도 제작에 관한 연구는 1차 NGIS 사업이 시작되는 1990년대 중후반부터 본격화되었다. 주로 수치지도 품질관리에 관한 연구가 이루어졌는데 조우석 등(1997)은 품질요소별 평가기준을 마련하고 수치지도 작성 작업규칙에 대한 보완필요성을 제시하였으며 최재화 등(1998)은 수치지도 제작 개선 원칙을 설정하고 수치지도 작성작업규칙 통합안을 제시하였다. 김병국 등(1999)은 수치지도 제작 단계별

검사방법을 정립하고 이를 수치지도 작성작업규칙 통합안에 포함할 것을 제안하였으며 조윤숙 등(2000)은 수치지도 오류유형 별 품질검수 기준을 연구한 바 있다. 한선희와 김영표(2002)는 통계적 품질관리기법을 이용하여 지리정보 정확도 측정방법론을 표준화하였다.

수치지도 정확도 향상을 위한 다수의 연구가 이뤄졌으나 대부분은 품질관리에 관한 연구로 수치지도 제작 과정 개선을 구체적으로 다루는 연구는 미흡한 편이다. 수치임상도의 경우 제작체계에 관한 표준화 연구 및 품질관리 연구는 수행된 바가 없다. 따라서 본 연구는 수치임상도 제작 과정을 최적화하고 이를 표준화하여 일관된 품질의 수치임상도를 제작하고 품질관리공정을 정립하여 고품질 수치임상도를 제작할 수 있는 기반을 마련하는데 그 목적이 있다.

## 연구 방법

본 연구는 그림 1에서와 같이 수치임상도 DB 구조 표준화, 표준메타데이터 설계, 수치임상도 제작 공정 표준화의 순서로 진행되었다. 먼저 수치임상도 DB 구조 표준화 과정에서는 전국 750매의 수치임상도가 저장될 지오데이터베이스의 구조, 속성 도메인, 데이터 스키마, 토폴로지 규칙 등을 결정하였으며 이를 토대로 수치임상도 논리 데이터 모델을 구축하였다. 그리고 수치임상도 관리를 위한 목적과 추후 국가지리정보유통망을 통한 적극적인 유통 및 활용을 위한 상호호환성이 확보될 수 있도록 수치임상도 표준 메타데이터를 설계하였다. 수치임상도 제작 공정은 3단계 33개 단위공정으로 구조화하였다. 수치임상도 제작체계를 임상원도 준비단계, 수치임상도 구축단

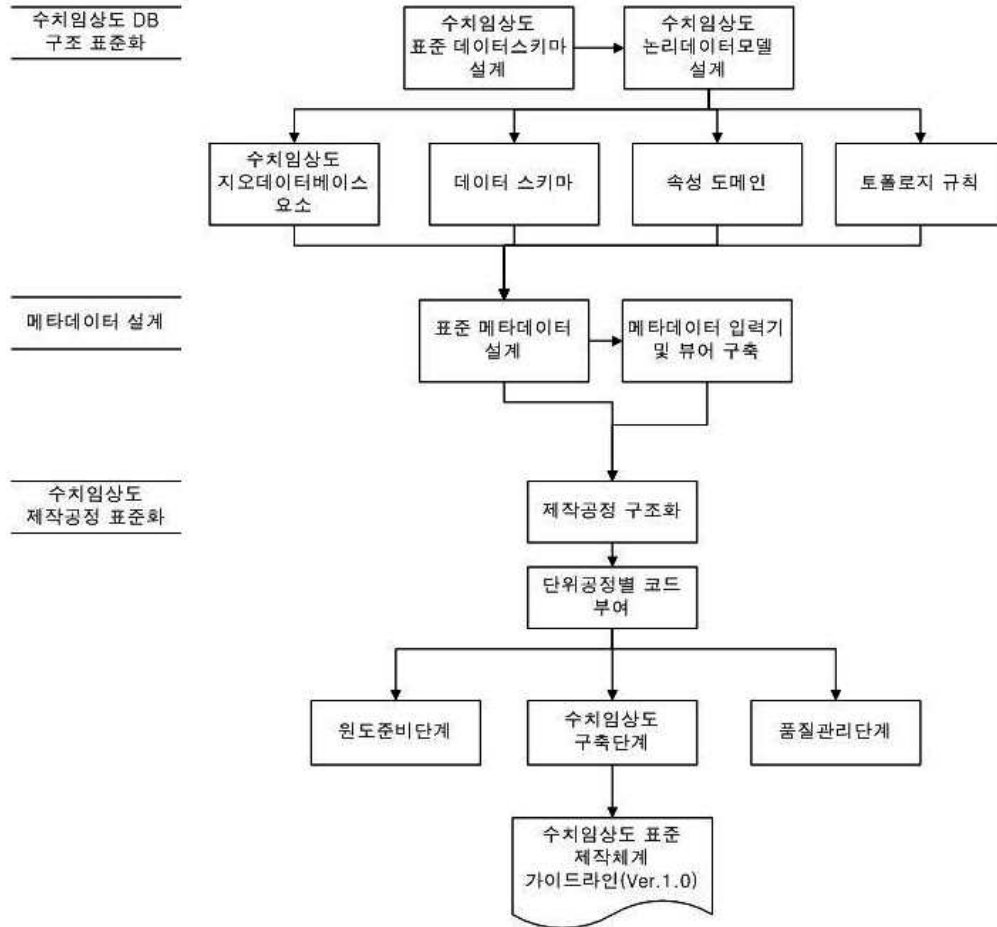


FIGURE 1. 수치임상도 제작체계 표준화 연구흐름도

계, 품질관리단계 등 크게 3가지로 구성하고 각 단계를 단위공정으로 세분화하고 단위공정별로 고유 코드를 부여하였다. 수치임상도 구축단계는 임상도 수치화의 가장 핵심적인 단계로 총 19개의 세부 단위 공정으로 이루어진다. 특히, 기존 수치임상도의 빈출 오류인 속성입력 오류, 내도곽 부재 오류, 인접도엽 불부합 오류 등의 발생을 최소화할 수 있도록 수치임상도 제작 공정을 최적화하였다. 마지막으로 품질관리의 표준화를 위해 표준 검수 항목을 정의하고 품질검수표를 설계하였다. 이상의 모든 수치임상도 표준 제작체계를 문서화

하고 이를 토대로 수치임상도 제작 가이드라인을 작성하여 작업자들이 일관된 품질의 수치임상도를 제작할 수 있도록 하였다.

## 결 과

### 1. 수치임상도 DB 구조 표준화

#### 1) 수치임상도 표준 데이터 구조 설계

제 4차 전국산림자원조사(1996~2005)시 제작된 4차 수치임상도는 임상(Sang 필드), 경급(Kung 필드), 영급(Yung 필드), 소밀도

TABLE 1. 수치임상도 DB 스키마

내 용	필드 명	데이터 형식	필드 속성		
			널(Null)값 허용	속성도메인	길이
도엽번호	Map_num	문자	예	-	6
임상	Sang	문자	예	Forest Type	2
경급	Kung	정수	예	Diameter Class	-
영급	Yung	정수	예	Age Class	-
밀도	Mildo	문자	예	Density	2
맵심볼	Symbol	문자	예	-	8

(Mildo 필드), 도엽번호(Map\_Num 필드), 맵심볼(Symbol 필드) 등의 주요 속성 필드를 가진다(표 1 참조). 기존의 3차 수치임상도와 비교하여 지도 검색 및 출력의 효율성을 위해 Map\_num 필드와 Symbol 필드가 추가되었다. Symbol에는 임분의 임상, 경급, 영급, 소밀도를 조합한 임상정보를 문자 형태로 입력하였는데 수치임상도 출력 시 라벨링의 효율을 높여준다. 주요 속성인 Sang은 임상정보로 필드유형이 문자형이며 Kung과 Yung은 각각 경급정보, 영급정보로 필드 유형이 모두 정수이다. Mildo는 소밀도 정보를 나타내며 문자유형으로 지정되어 있다. 4차 수치임상도는 기존 3차 수치임상도와 달리 모든 도엽에 대해 내도곽 경계선으로 폐합시킨다. 이로 인해 생성되는 임상 정보가 없는 비산림 폴리곤에 대해서는 Sang에 99값("해당없음")을 주고 Symbol 필드는 공백으로 유지시킨다. 이상의 임상도 속성에 대한 입력 오류를 방지하기 위해 유효한 속성값의 집합인 속성 도메인을 임상도 지오데이터베이스에서 미리 정의하고 이 도메인으로부터 속성을 입력하도록 설계하였다.

## 2) 수치임상도 논리데이터모델 설계

이상의 설계 내용을 중심으로 구축한 수치임상도 논리데이터모델(Logical Data Model)은 그림 2와 같다. 4차 수치임상도 제작에 활

용된 프로그램은 ArcGIS 9.2로 파일 포맷은 지오데이터베이스(Geodatabase : GDB)이며 상호호환성을 위해 shp으로도 함께 저장된다. 본 논리데이터모델은 수치임상도 제작에 필요한 GDB 구성 요소들 간의 논리적 관계를 나타낸 것으로 한 도엽 단위의 수치임상도를 제작하기 위해서는 피쳐 데이터셋(Feature Dataset) 1개, 피쳐 클래스(Feature Class) 4개, 라인 토폴로지 규칙 8개와 폴리곤 토폴로지 규칙 2개, 그리고 유효한 속성 값의 집합인 4종의 속성 도메인이 필요하다.

본 모델은 임의의 도엽을 대상으로 수치임상도 제작에 필요한 GDB 구성요소를 시각적으로 정의함으로써 수치임상도 GIS DB 구조를 명확하게 표현할 수 있는 장점이 있다. 총 750개의 도엽에 대해 750개의 피쳐 데이터셋이 제작되고 각 피쳐 데이터셋에는 4개의 피쳐 클래스 및 기타 위에서 언급한 요소들이 저장된다. 제작 중 발생 가능한 자료망실 등에 대비하여 이전 편집단계로 손쉽게 되돌아갈 수 있도록 750개의 피쳐 데이터셋을 포함한 원도 이미지, 각각의 피쳐 클래스 등 모든 중간 산물을 저장해 두었다가 구축 완료되는 시점에서는 폴리곤 피쳐 클래스만 최종 수치임상도 DB에 저장되도록 구성하였다.

## 2. 수치임상도 메타데이터 표준화

수치임상도 관리를 위한 목적과 추후 올라

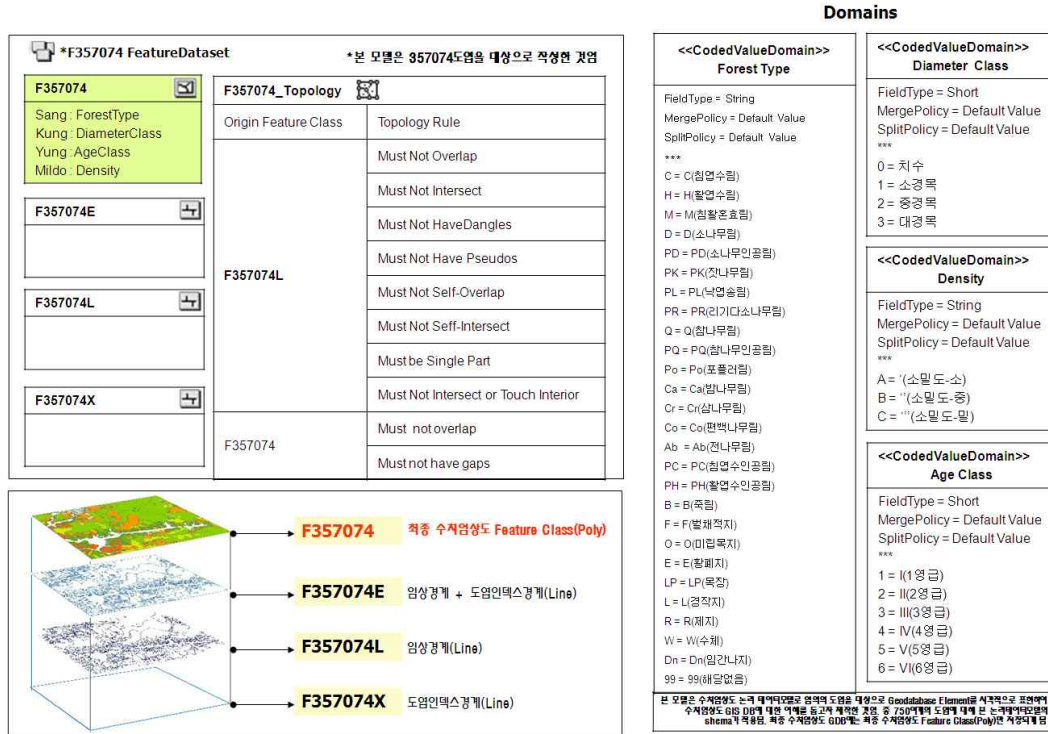


FIGURE 2. 4차 수치임상도 논리데이터모델

TABLE 2. 수치임상도 표준 메타데이터 구성

패키지(개수)	요소	비고
메타데이터 개체셋 정보(7)	메타데이터 파일 식별자, 표준명, 표준버전명, 언어, 문자셋, 연락처, 생성일자	
식별정보(12)	데이터셋 제목, 참조일자, 책임담당자(기관명), 언어, 문자셋, 주제분류, 공간해상도, 공간표현방식, 요약설명, 도엽번호, 도엽명, 지역범위	
속성정보(4)	필드명, 속성정의, 데이터유형, 필드크기	확장
지리범위정보(4)	서쪽경계경도, 동쪽경계경도, 남쪽경계위도, 북쪽경계위도	
참조체계정보(9)	참조체계식별자, 투영, 타원체, 기준원점, 중앙자오선경도, 투영원점위도, 가상이스팅, 가상노딩, 중앙선축척계수	
연혁정보(4)	수치임상도 제작시기, 수치임상도 차수, 항공사진 촬영시기, 현지조사시기	확장
갱신정보(5)	갱신일자, 갱신차수, 갱신사유, 갱신프로세스, 갱신작업자	확장
품질정보(2)	품질적용범위, 품질보고	
배포정보(2)	배포포맷, 온라인자원	
제약정보(1)	보안제약분류	

인 서비스를 통한 적극적인 유통 및 활용을 위한 상호호환성이 확보될 수 있도록 수치임상도 표준 메타데이터를 설계하였다. 수치임상도 메타데이터는 NGIS 표준인 지리정보관리용 메타데이터 표준(TTAS.IS-19115)을 기반으로 메타데이터 개체셋 정보 등 총 10개 패키지의 50개 항목으로 구성하였으며(표 1), 이를 UML을 사용하여 추상적 객체 모형으로 정의하고 데이터 사전과 연계되도록 하였다(김경민 등, 2008).

**3. 수치임상도 제작 공정 표준화**

수치임상도 제작 공정은 데이터베이스구축 방법론 Ver. 2.0(한국전산원, 2004)의 방법론 구조를 참조하여 GIS 기반의 수치임상도 DB 구축 환경에 맞게 커스터마이징하여 설계하였다. 상기의 방법론은 지식정보자원관리사업을 위한 데이터베이스 구축 방법론으로 체계적이고 일관성있는 DB 구축을 위한 방법론 제시 필요에 의해 개발되었으며 사업 별 특성 및 환경에 맞게 커스터마이징하여 사용하도록 권장하고 있다. 지식정보자원관리사업은 종이문서의 디지털화라는 DB 구축의 특성을 가지고 있다. 이러한 점에서 종이임상도를 수치화하는 수치임상도 제작과 공통점을 가지기 때문에 방법론 Ver. 2.0을 채택하였으며 GIS 환경에

맞게 이를 커스터마이징하여 수치임상도 표준 제작 공정 구조를 설계하였다.

수치임상도 제작 공정은 3단계 33개 단위공정으로 구성된다. 각 단계는 고유 코드를 지닌 단위 공정으로 이루어져 있다(그림 4). 단위 공정은 「단계 - 세그먼트 - 태스크」의 위계적 코드가 부여된다. 「단계」는 DB 구축을 위해 반드시 수행되어야 할 기본 단계로 원도 준비단계, 수치임상도구축단계, 품질관리단계로 구성된다. 「세그먼트」는 단계 별로 자료 유형에 따라 수행되어야 할 표준적인 작업절차를 의미한다. 마지막으로 「태스크」는 각 세그먼트 별로 수행되어야 할 세부 작업내용으로 구성되어 있다. 단위 공정 코드는 NNNX 형태로 설계하였다(그림 3 참조). NNN은 각각 단위공정별 단계, 세그먼트, 태스크를 순서대로 표시한 것이며 X는 단위공정의 자료형태구분을 표시하게 된다.

수치임상도 구축단계는 임상도를 수치화하기 위한 가장 핵심적인 과정으로 1) 스캐너 셋팅 2) 임상원도 스캔 3) 이미지 편집 4) 임상경계 추출 5) GDB 생성 6) 벡터라이징 준비 7) 이미지정제 8) 벡터라이징 9) 좌표변환 10) 육안검수(1차검수) 11) 벡터편집 12) 라인 토폴로지 유효화검사(2차검수) 13) 구조화 준비 14) 구조화 15) 폴리곤 토폴로지 유효화검사(3차검수) 16) 속성자료 입력 17) 속성확인

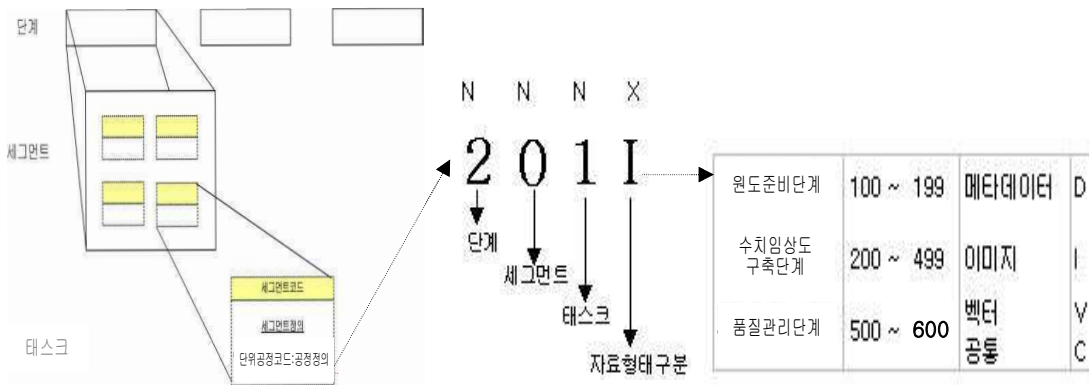


FIGURE 3. 단위공정코드 구조

(4차검수) 18) 경계부합확인 19) 메타데이터 입력 등의 19개 세부 공정으로 이루어져 있다.

이러한 단위 공정 운영의 장점은 첫째, 팀원 간의 정확하고 간결한 의사소통 가능 둘째, 공정의 추가, 축소 등 전체 공정에 변경 발생 시 유연성 확보 셋째, 자료구축 진행 사항의 효율적인 관리 여건 조성 등을 들 수 있다. 본 수치임상도 표준제작체계를 토대로 GIS 숙련도의 편차에 따른 품질 저하를 방지하고자 각 단위 공정 별로 예시화면과 작업 순서를 상세히 기술한 수치임상도 표준제작 메뉴얼을 제작하여 일관된 제작체계에 따른 고품질의 수치임상도가 생산될 수 있도록 하였다. 특히, 수치화 프로그램 운용 시 최적의 설정 값을

미리 매뉴얼에 정의해 둬으로써 작업자가 임의로 설정 값을 입력하여 수치임상도의 최종 품질이 저하되는 것을 방지하였다.

#### 4. 수치임상도 품질관리 표준화

건교부 수치지도 작성작업 규칙(2004.12)에 명시된 품질요소를 기초로 하고 국립지리원(2001), 김철민 등(2003), 한선희와 김영표(2002)를 참조하여 수치임상도의 품질관리를 위한 검수항목을 규정하였다. 검수항목은 총 12가지로 데이터 포맷, 도곽선 완전성, 기하구조 완전성, 위치 정확성, 속성 정확성, 논리적 일관성, 경계 정합성, 메타데이터 입력 등으로 구성되어 있다.

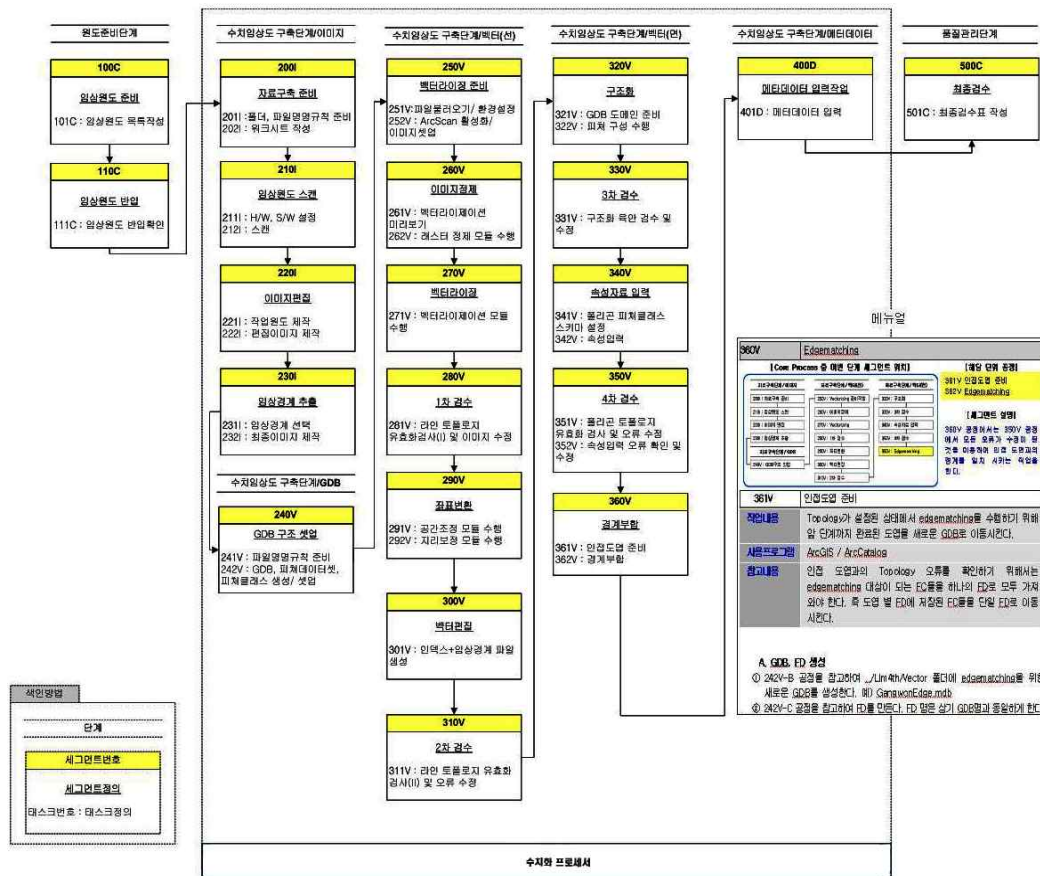


FIGURE 4. 수치임상도 표준 제작공정

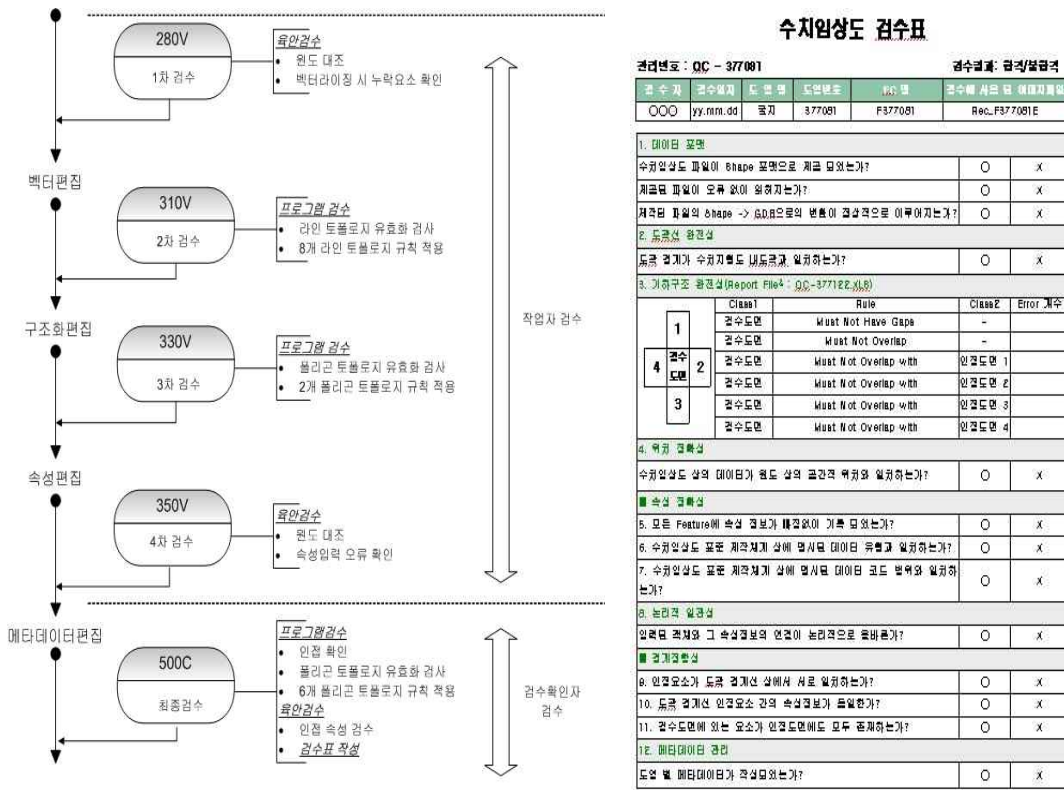


FIGURE 5. 수치입상도 품질관리 단계 및 검수표

수치입상도 전 제작 과정에 걸쳐 총 5회의 검수가 이뤄지게 된다(그림 5 참조). 즉, 작업자에 의해 총 4회의 검수가 이뤄지며 육안 검수 2회, 토폴로지 규칙 기반의 프로그램 검수 2회가 각각 수행된다. 최종 검수인 5차 검수에서 검수 확인자가 프로그램 검수와 육안 검수를 통해 경계 정합성을 검토하고 최종 검수표를 작성하여 품질관리를 완료하도록 품질관리 체계를 정립하였다.

### 결론

1차 NGIS 사업으로 구축된 기존 3차 수치입상도는 수치입상도 제작 표준이 부재한 상태로 단기간에 여러 업체에 의해 분산 제작됨에 따라 품질의 일관성을 확보하기가 어려웠

다. 속성입력 오류, 내도곽 부재 오류, 인접도엽 불부합 등 다수의 오류가 발생하였고 메타데이터의 부재로 입상도의 제작시기, 항공사진 촬영시기, 속성정보 등에 관해 알기 어려웠다. 이러한 문제점 및 오류 발생을 최소화할 수 있도록 4차 수치입상도의 DB 설계부터 수치화, 메타데이터 입력, 품질관리 등의 수치입상도 제작 전반에 걸친 제작 체계를 구조화하고 이를 표준화하였다.

수치입상도 제작 공정은 데이터베이스구축 방법론 Ver 2.0(한국전산원, 2004)의 방법론 구조를 참조하여 GIS 기반인 수치입상도 DB 구축 환경에 맞게 커스터마이징하여 설계하였다. 원도준비단계, 수치입상도구축단계, 품질관리단계 등 크게 3단계 33개 공정으로 구성되어 있으며 각 단계별 단위 공정은 고유 코드를 가지



고 있어 작업자간 의사소통 및 공정 변경 등에 유연하게 대처할 수 있는 장점이 있다. 본 수치임상도 표준제작체계를 토대로 GIS 숙련도의 편차에 따른 품질 저하를 방지하고자 각 단위 공정 별로 예시화면과 작업 순서를 상세히 기술한 수치임상도 표준제작 메뉴얼을 제작하여 일관된 제작체계에 따른 고품질의 수치임상도가 생산될 수 있도록 그 기반을 마련하였다. 특히, 수치화 프로그램 운용 시 최적의 설정 값을 미리 메뉴얼에 정의해 둬으로써 작업자간의 임의로 설정 값을 입력하여 수치임상도의 최종 품질이 저하되는 것을 방지하였다. 수치임상도 표준제작체계를 기반으로 4차 수치임상도가 전국 규모로 제작 완료되었으며 현재 750 도엽이 배포 중에 있다.

본 수치임상도 표준제작체계를 토대로 아직 수치화되지 않은 1차 임상도(1972~1974)와 2차 임상도(1978~1980)를 수치화하게 된다면 한국의 산림 변화를 보다 효율적으로 분석할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 단위공정 기반의 수치임상도 표준제작체계의 활용성을 더욱 높이기 위해 추후 33개 단위공정을 토대로 한 수치화 시스템에 대한 구현이 필요할 것으로 판단된다. **KAGIS**

## 참고 문헌

- 건설교통부. 2004. 수치지도 작성작업 규칙. 4쪽.
- 국립지리원. 2001. 기본지리정보구축연구 및 시범사업. 260쪽.
- 김경민, 김철민, 전은진, 공지수. 2008. 수치임상도(1:25,000) 표준제작체계. 국립산림과학원 연구자료 제 18호. 259쪽.
- 김병국, 최재화, 윤홍식, 허민, 윤종성, 최정민, 서현덕, 박충식, 김민수, 최경재, 조재명. 1999. 수치지도 품질관리 연구. 국립지리원. 266쪽.
- 김철민, 김경민, 노대균. 2003. 산림지리정보의 질적 개선을 통한 FGIS 고도활용 기반 구축. 국립산림과학원 2003년도 연구사업 보고서. 327-366.
- 조우석, 최병길, 이창경. 1997. 수치지도의 정확도 향상방안에 관한 연구. 국토개발연구원. 112쪽.
- 조윤숙, 이종용, 김명진, 최현욱. 2000. 수치지도 검수방안에 관한 연구. 한국GIS학회지 8(1): 31-50.
- 최재화, 윤홍식, 최경재, 김민수, 위광재, 권용훈, 조재명, 박상훈, 황진상, 권용대, 조정호, 정명훈, 이석배, 서용운. 1998. 수치지도 작업지침 개선연구. 국립지리원. 192쪽.
- 한국전산원. 2004. 지식정보자원관리사업을 위한 데이터베이스구축 방법론(Ver.2). 218쪽.
- 한선희, 김영표. 2002. 지리정보의 정확도 측정방법에 관한 연구. 국토연구원. 120쪽. **KAGIS**