

1/5,000 지형도제작을 위한 수치지도 Ver.2.0 자료변환 시스템 개발 Development of Digital map Ver.2.0 representation conversion system for 1/5,000 Topographic mapping

황창섭¹⁾ · 이재기⁴⁾

Hwang, Chang Sup · Lee, Jae Kee

¹⁾ 충북대학교 대학원 토목공학과 박사수료(E-mail:picassoh@hanmail.net)

²⁾ 충북대학교 토목공학과 교수(E-mail:leejk@chungbuk.ac.kr)

Abstract

Since National Geographic Information System was started, topographic maps have been made with computer aided editing of digital map, instead of etching map-size negative film. topographic mapping system's necessity is growing more and more, because digital map has changed into Ver.2.0 which include attributes of feature.

On the basis of the previous study for analyzing correlation between the digital map feature code and the 1/5,000 topographic map specifications and trying to develop fundamental modules which will play a core role in topographic mapping system, in this study, we apply some 1/5,000 digital maps Ver.2.0 to topographic mapping system have implemented and try to analyze the result.

1. 서 론

지도는 국가 SOC 건설 및 국토계획 수립 등에 필요한 기초자료가 될 뿐만 아니라 지리정보시스템의 핵심 요소로서 그 활용성이 매우 높다. 우리나라에서는 지형정보의 효율적인 활용을 위해 1995년부터 기존의 종이지도와 함께 수치지도를 제작하고 있다. 1995년 국가지리정보체계 구축 이후, 종이지도는 지도 이미지가 인화된 코팅된 필름을 조각기기로 직접 음각하는 제도(Scribing)에 의한 방법에서 컴퓨터를 이용하여 수치지도 Ver.1.0을 전산편집 방식으로 제작하고 있으나 대부분 수작업에 의해 전산편집 작업이 이루어짐으로써 그 효율성이 매우 떨어지고 있다.(김감래 등, 2000 ; 최윤수 등, 2002)

더욱이, 수치지도가 기존의 Ver.1.0에서 기본지리정보를 포함하는 Ver.2.0 체계로 변화되고 지형도제작 지침이 전산편집·인쇄방식에서 수치지도의 출력·공급방식으로 전환됨에 따라 도면제작편집의 범위와 수작업에 따른 비효율성은 더욱 커질 수밖에 없는 실정이다.(정완수, 2003)

따라서, 본 연구에서는 최신 정보를 신속하게 사용자에게 제공하며 지형도제작에 소요되는 시간과 경비를 절감하고자, 수치지도 Ver.2.0에서의 지형·지물 묘화 사양을 1/5,000 지형도 도식적용 규정에 따르도록 지형도제작시스템을 개발하고자 한다. 또한 지형도제작시스템을 수치지도 Ver.2.0에 적용하고 결과를 비교·분석함으로써 본 연구에서 개발한 시스템의 변환 정확성, 효율성 및 문제점을 분석하고자 한다. 선행 연구로 먼저 1/5,000 지형도와 수치지도 Ver.2.0 지형·지물코드 간의 상관성 분석 및 표현방법 분석이 수행되었으며 이를 토대로 지형도제작시스템의 기초 모듈인 편집, 입력 및 출력모듈들을 개발되었다.(이재기 등, 2003)

선행 연구를 기초로 본 연구에서는 첫째, 지형도제작시스템의 자동화율을 높이고자 행정경계정리모듈, 축척조정기호입력모듈 및 패턴입력모듈을 개발하였다. 둘째, 개발된 지형도제작시스템의 변환 정확성을 분석하기 위해 수치지도 Ver.2.0 몇 도엽을 적용대상지로 선정하고 지형도제작시스템을 이용하여 지형도로 제작한 결과를 국토지리정보원에서 발행한 동일 지역의 1/5,000 지형도와 비교·분석하였다. 이때 비교·분석은 1/5,000 지형도의 도로, 철도, 경계 등 12개 대분류로 구분하여 수행하였다.

2. 지형도제작시스템 기본모듈 설계

본 연구에서는 선행연구로 수행된 지형도제작시스템의 편집, 입력 및 출력컴포넌트에 시스템의 자동화율을 높이기 위해 그림 1과 같이 편집컴포넌트에 행정경계정리모듈을 그리고 입력컴포넌트에 축척조정기호입력 및 패턴입력모듈들을 추가하였다.

행정경계정리모듈은 특별시, 도, 시, 군, 구, 읍 및 면 등의 행정경계가 독립적인 면객체로 생성되며 경계선이 실선으로 중복 생성되는 수치지도 Ver.2.0의 표현 사양을 차상급 행정경계만을 도식에 맞는 선종류로 표현하는 1/5,000 지형도 도식적용규정에 부합시키기 위한 모듈로 흐름도는 그림 2와 같다.

축척조정기호입력모듈은 1/5,000 지형도의 육교, 교량, 수문, 댐 등과 같이 그 실형에 따라 기호의 크기를 변경하고 또는 기호를 회전시켜 묘화해야 하는 소수의 기호입력을 수행하기 위한 모듈이다. 먼저 기호들을 단위크기로 생성한 후 수치지도 Ver.2.0에서 지물의 도형정보를 추출하여 X방향 축척계수, Y방향 축척계수, 그리고 회전각을 계산하여 단위크기의 기호에 적용함으로써 자동으로 1/5,000 지형도 도식적용규정에 부합되도록 설계하였다. 그림 3은 축척조정기호입력모듈의 흐름도이다.

수치지도 Ver.2.0에서 모래, 습지, 모래자갈, 염전 등은 면객체인 지류계의 속성으로 입력된다. 그러나 1/5,000 지형도 도식적용규정은 각각의 도식에 맞는 기호로 배열하도록 규정하고 있다. 패턴입력모듈은 면객체인 지류계의 속성을 탐색하여 지류계 내부에 기호를 자동으로 배열할 수 있도록 설계하였다.

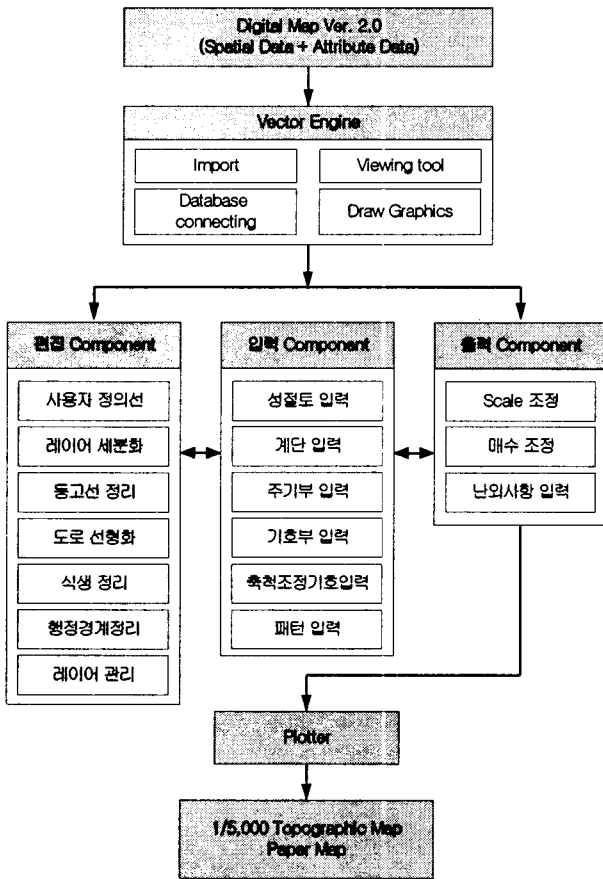


그림 1. 지형도제작시스템 구성도

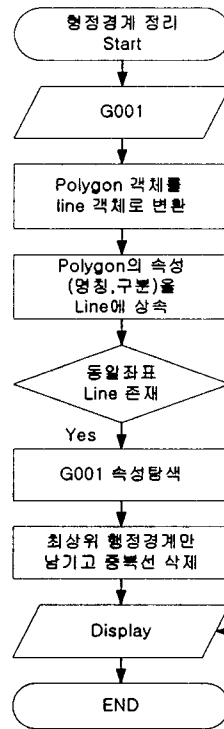


그림 2. 행정경계정리모듈 흐름도

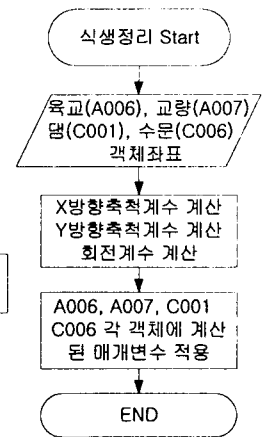


그림 3. 축척조정기호입력모듈흐름도

3. 지형도시스템에 의한 수치지도 Ver.2.0의 1/5,000 지형도 변환

3.1 적용 대상지 선정

지형도제작시스템을 수치지도 Ver.2.0에 적용하고 그 결과를 국토지리정보원에서 제작한 동일지역의 1/5,000 지형도와 비교·분석하기 위하여 도로, 경계, 철도, 지류, 등고선 등이 다양하게 분포한 청주시 36706046 도엽과 36706047 도엽, 하천을 포함하는 도심지인 청주시 36706048 도엽을 실험 대상지로 선정하였다. 그림 4와 그림 5는 각각 도엽번호 36706046의 수치지도 Ver.2.0과 1/5,000 지형도이다. 본 연구에서 사용한 수치지도 Ver.2.0은 2003년부터 적용하고 있는 세계측지계를 이용하여 제작하였기 때문에 1/5,000 지형도 도곽의 위치와 차이를 보인다.

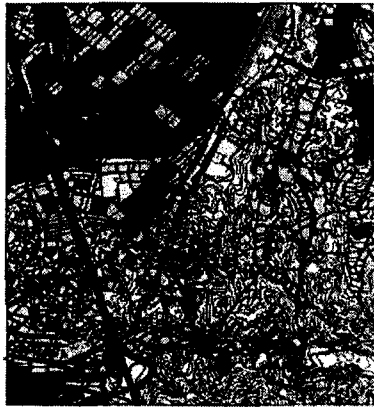


그림 4. 1/5,000 수치지도 Ver.2.0

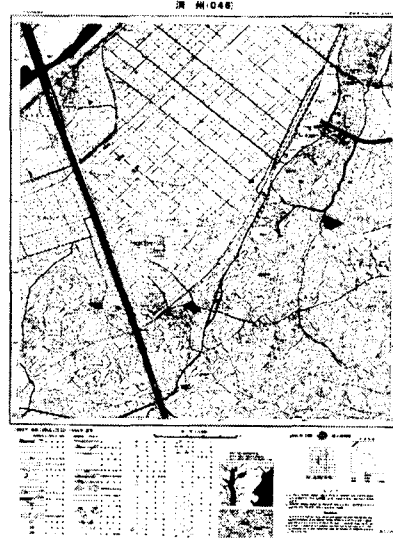


그림 5. 1/5,000 지형도

3.2 도로 항목의 적용

그림 6은 수치지도 Ver.2.0을 1/5,000 지형도의 도로항목에 부합하도록 표현하기 위해서 등고선정리모듈, 도로선형화모듈, 성절도입력모듈, 레이어관리모듈, 주기입력모듈 및 기호입력모듈을 적용한 결과이다. (a)는 수치지도 Ver.2.0이며 (b)는 등고선정리모듈을 이용하여 도로를 교차하는 등고선을 삭제하고 도로선형화모듈을 이용하여 시종점간의 중복선을 삭제하고 도로경계를 합쳐(join) 하나의 면객체로 생성하였다. 또한 레이어관리모듈을 이용하여 미리 라이브러리로 생성한 사용자정의선들을 참조하여 그림과 같이 인도와 도로분리대는 자동으로 파선으로 표현하였다. 그러나 도로 번호는 기호를 라이브러리에서 지정하고 배치 위치는 반자동으로 배치하였다. 지형도제작프로그램을 이용하여 제작한 결과는 국토지리정보원에서 1995년 제작한 지형도(c)와 약간의 지형·지물 변화를 제외하고 도로부분과 동일하게 표현됨을 알 수 있었다. (c) 지형도에서는 수작업에 의해 지도편집이 이루어졌기 때문에 인도를 표현하지 않았으며 또한 도로분리대가 교차로를 가로질러 표현하는 오류가 있으나 본 연구에서 개발한 프로그램을 이용하여 제작한 지형도는 수치지도 Ver.2.0에 오류가 없다면 지도편집사의 개인오차를 최대한 방지할 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구의 결과 (b)는 (c)에 비해 미적 품질이 미흡하였다. 인도의 경우에 (b)는 수치지도 Ver.2.0의 위치 그대로를 1/5,000 지형도 표현규정으로 변환하는 것이기 때문에 위치정확도가 저하되더라도 수동으로 미려하게 편집하는 지형도와 비교해 인도의 폭이 불규칙하여 미적품질은 저하됨을 알 수 있다.

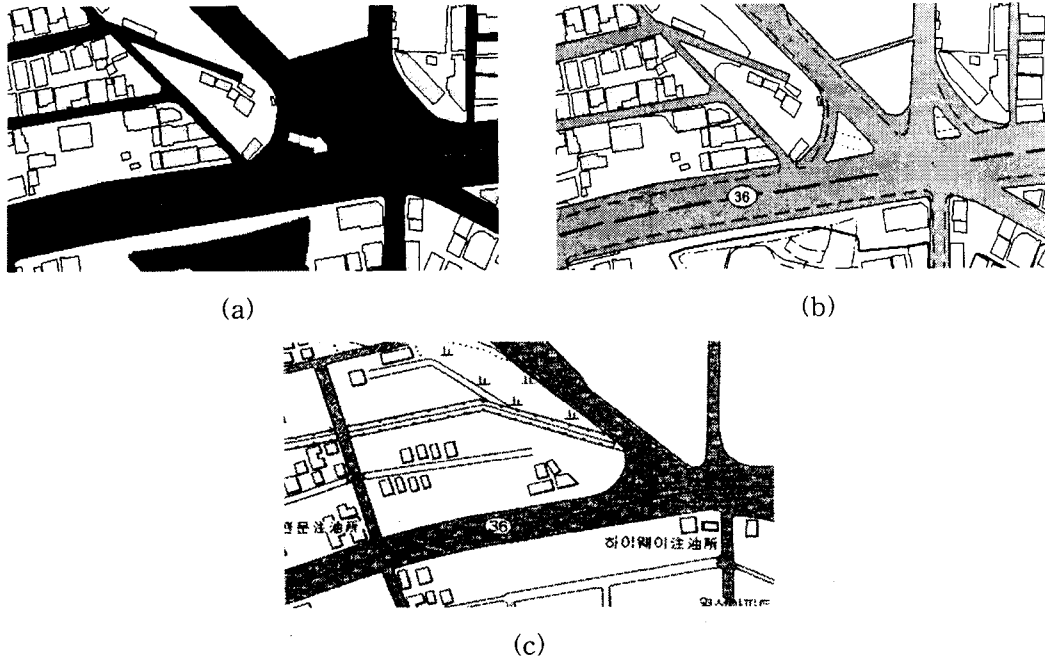


그림 6. 실폭도로, 인도, 도로분리대 및 도로기호 적용결과

3.3 철도 항목의 적용

그림 7은 청주 역 일대로 (a)는 지형도제작시스템의 수행 결과이고 (b)는 동일 지역의 1/5,000 지형도이다. 수치지도 Ver.2.0은 하나의 철도중심선에 정보들이 속성으로 입력되기 때문에 (b)의 지형도와 같이 보조 레일에 대한 표현을 할 수 없었다. 보조 레일에 대해 표현하려면 현지조사 후 수동으로 기호를 배치해야 한다는 제약이 발생한다. 역명은 주기입력모듈로 반자동입력을 하였다. 지형도와의 뚜렷한 차이점은 지형도는 청주역 일대를 구역계로 설정하여 구역계 내의 지물들을 삭제하여 시각적으로 깔끔한 반면 본 연구에서는 지형·지물을 임의 삭제를 하지 않았기 때문에 복잡한 느낌을 주고 있다. 그리고 수치지도에는 플랫폼이 표현되었으나 지형도에서는 플랫폼을 표현하지 않은 오류가 발생하였다. 마찬가지로 지도제작프로그램을 이용하면 지도편집가의 제작 상 오류를 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

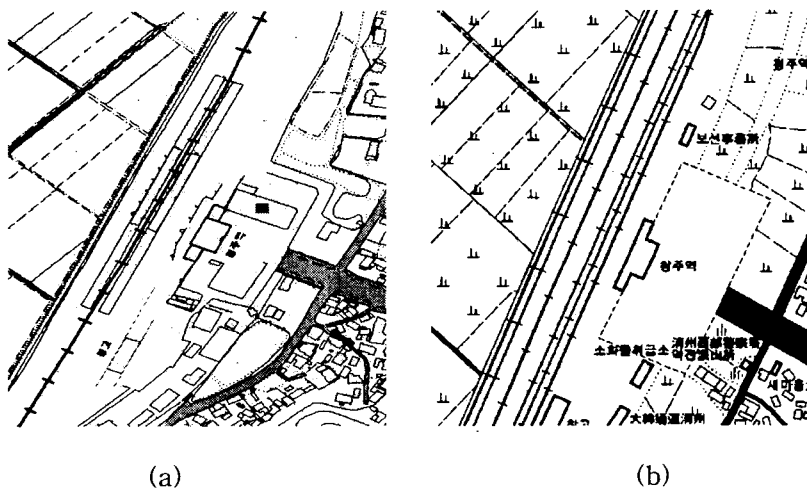


그림 7. 철도, 역사 및 주기 적용결과

3.4 경계 항목의 적용

그림 8은 36706046 도엽의 일부로 수치지도 Ver.2.0(a)에서는 행정경계가 면으로 표현된다. 이 지역은 좌측으론 청원군 강내면이 우측으론 청주시 흥덕구 강서동이 접하는 구역으로 총 5개의 면객체가 동일 경계선에 중첩되어 있다. 따라서 행정경계정리모듈을 이용하여 면을 선형화하고 중복선들 중 차상급 경계선만 남겨두고 나머지는 삭제하였으며 레이어관리모듈을 이용하여 (b)와 같이 시·군 경계기호를 자동으로 배치하였다. 그 결과 1/5,000 지형도(c)와는 지형·지물의 변형이 존재하지만 행정경계의 표현은 동일함을 알 수 있다. 단 행정경계가 다른 기호, 주기 및 지형지물과 겹치는 경우 지형도제작프로그램이 자동으로 전위규정에 맞출 수 없어 수동편집은 불가피하였다.

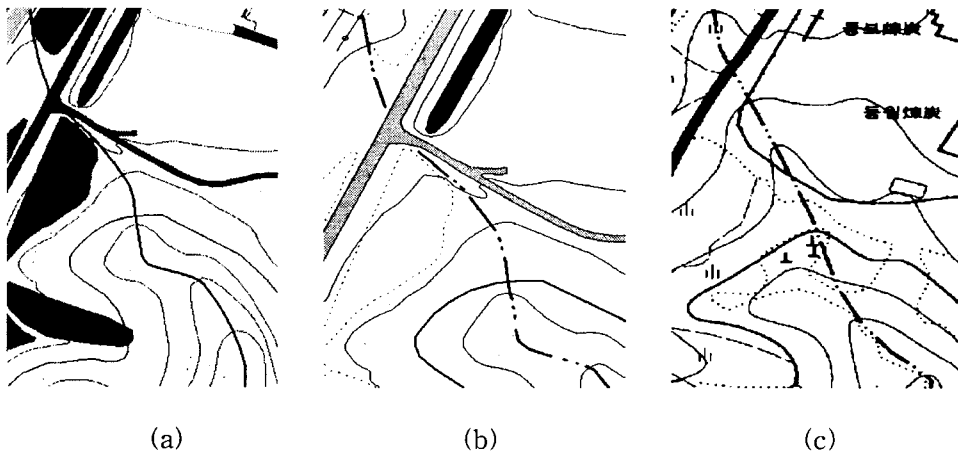


그림 8. 행정경계 적용결과

3.5 건물 항목의 적용

1/5,000 지형도에서 건물은 독립건물과 밀집건물로 표현하고 특정용도 또는 기능을 구별하기 위하여 건물기호를 중앙에 표현하도록 한다. 또한 건물의 부속시설로 담 및 울타리를 표현한다. 그림 9는 36706047 도엽의 일부로 (a)는 수치지도 Ver.2.0으로 건물 주기가 없고 울타리는 기호없이 직선으로 표현되었다. 주기입력모듈을 이용하여 특정 건물의 주기를 반자동으로 표현하였으며 주기 표시가 되는 건물의 선두께를 0.2mm로 자동변경되었다. 담은 레이어관리모듈을 이용하여 담기호로 자동으로 (b)와 같이 표현되었다. 그 결과는 1/5,000 지형도(c)와 동일한 표현이 가능함을 알 수 있다. (c)의 경우 지형도의 미적품질을 위하여 건물의 단변들을 삭제하여 표현하였다. 지형도제작시스템에도 지형도의 미적품질을 향상시키기 위해서는 단순화, 완만화, 단선처리와 같은 일반화 모듈의 적용이 필요할 것으로 판단된다.

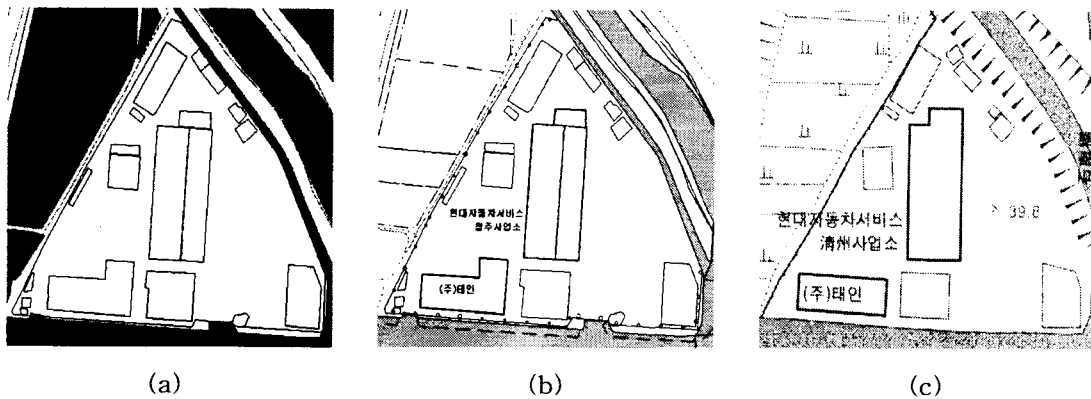


그림 9. 건물, 담 및 건물주기 적용결과

3.6 각종목표물과 특정지구 항목의 적용

본 연구에서는 기호입력모듈을 이용하여 자동으로 삼각점, 표고점 등의 각종목표물과 산성의 특정지구 기호를 배치하였다. 그림 10 (a)는 수치지도 Ver.2.0으로 삼각점과 표고점의 기호 표현없이 점으로 표현되고 속성으로 표고수치와 기준점의 용도 및 등급이 입력되어 있고 산성은 실선으로 표현되었다. (b)는 기호입력모듈을 이용하여 자동으로 삼각점, 표고기호, 표고수치 및 산성기호를 배치한 결과이다. 1/5,000 지형도(c)와 동일하게 표현되었음을 알 수 있다. 각종 목표물과 특정지구 항목들은 지형도제작시스템을 이용하여 자동으로 표현이 가능하였다.

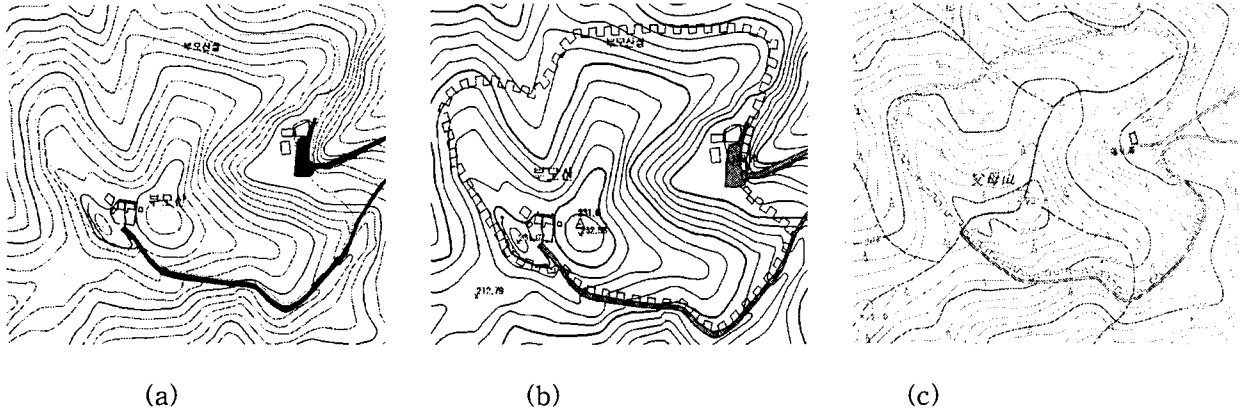


그림 10. 각종목표물과 특정지구 적용결과

3.7 수부 항목의 적용

그림 11 (a)는 수치지도 Ver.2.0으로 하천과 건천은 면객체로 생성되어있으며 호안과 보는 선객체로 생성되어 있다. 따라서 호안 내부에 기호를 배치하기 위하여 먼저 선객체를 면객체로 변환하고 그 내부에 패턴입력모듈을 이용하여 자동으로 호안 기호를 배치하였다. 또한 건천 영역에도 패턴입력모듈을 이용하여 미리 라이브러리에 정의해놓은 패턴을 자동으로 입력하였으며 보는 레이어관리모듈에 의해 자동으로 기호로 표현한 결과 그림 (b) 와 같다. 1/5,000 지형도(c)와 비교해보면 흙제방이 없어지고 도로가 신설되고 대신 콘크리트 호안 시공되는 등 지형·지물의 변화가 발생하였다. 수부의 표현 중 용수로, 호안, 보, 수문, 댐, 나루, 폭포, 방과제, 잔교, 부두 등 대부분의 도식을 자동화 할 수 있었으나 미적품질은 수동편집에 의한 제작방법에 비해 저하되는 것으로 나타났다.

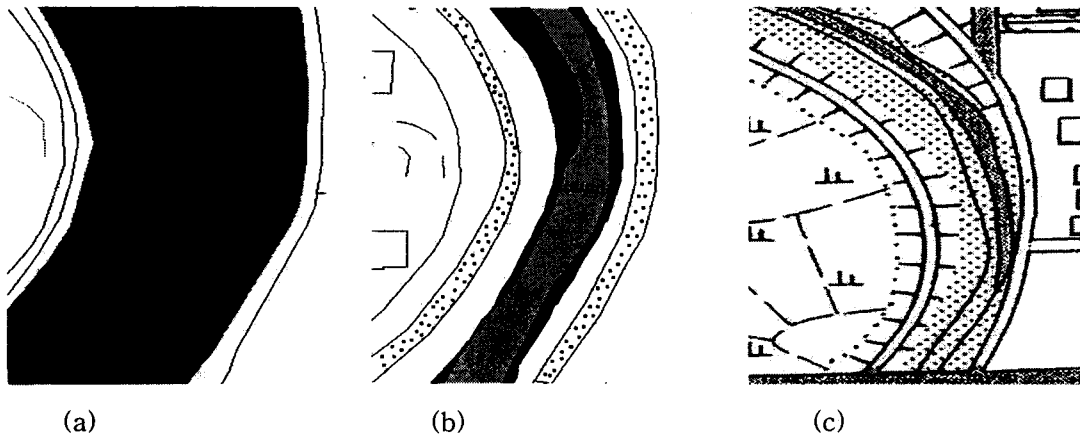


그림 11. 하천과 하천시설물의 적용결과

3.8 지류계 항목의 적용

지형도제작시스템에서는 기호입력모듈, 식생정리모듈, 패턴입력모듈 및 레이어관리모듈을 이용하여 논, 밭, 과수원, 모래 및 자갈, 진흙, 습지, 염전 등의 지류계와 경지계를 자동으로 표현이 가능하였다. 그림 12 (a)는 수치지도 Ver.2.0으로 지류계와 경지계는 면객체로 생성되며 지류 기호도 표현하지 않는다. 기호입력모듈을 이용하여 논, 밭, 묘지 기호를 그림 (b)와 같이 자동으로 입력하였다. 기호입력모듈은 무게 중심에 하나씩만 넣기 때문에 1/5,000 지형도(c)와 같이 한 필지 내에 여러 기호를 넣기 위해서는 주기를 반자동으로 배치해야하는 번거로운 점이 있었다. 또한 산림기호는 산림구역이 면으로 구축되는 것이 아니기 때문에 반자동으로 적당한 위치에 수동으로 배치하였다.

또한 식생정리모듈을 이용하여 경지계에 중복되는 지류계를 삭제하고 레이어관리모듈에 의해 자동으로 파선과 점선으로 그림 (b)와 같이 표현하였다.

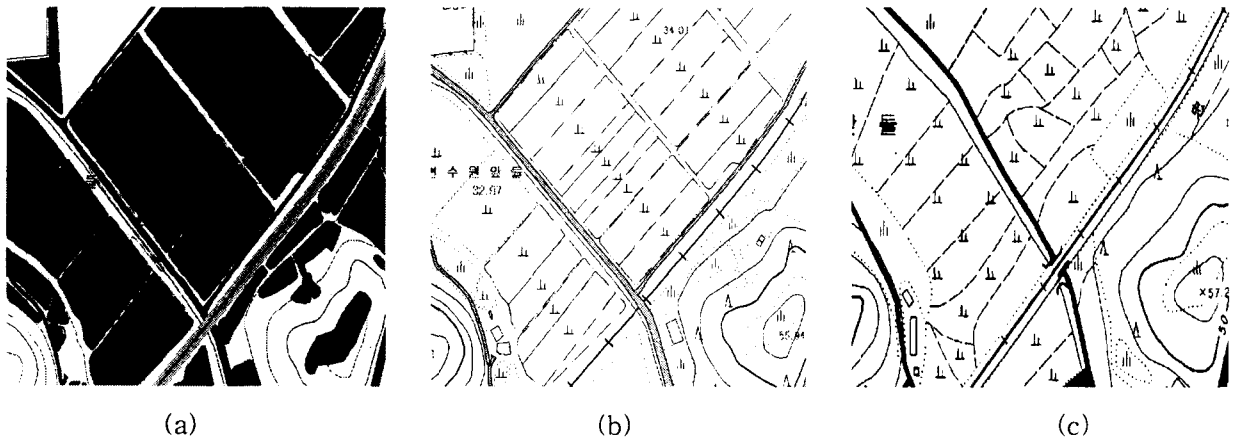


그림 12. 지류계와 경지계 적용결과

3.9 지형과 주기 항목의 적용

1/5,000 지형도에서 지형은 등고선으로 표현하며 등고선은 계곡선, 주곡선, 간곡선 및 조곡선으로 구분하여 표현하며 지형 중 오목지형, 봉토투, 벼랑바위, 사태지역 및 너덜바위 등의 특수 지형에 대해 표현한다. 그림 13 (a)는 수치지도 Ver.2.0으로 주곡선과 계곡선은 동일한 굵기의 실선으로 표현되고 속성으로 등고선 종류가 입력되기 때문에 구별할 수 없지만 레이어세분화와 레이어모듈을 이용하여 자동으로 그림 (b)와 같이 계곡선을 0.2mm로 두껍게 표현하였다.

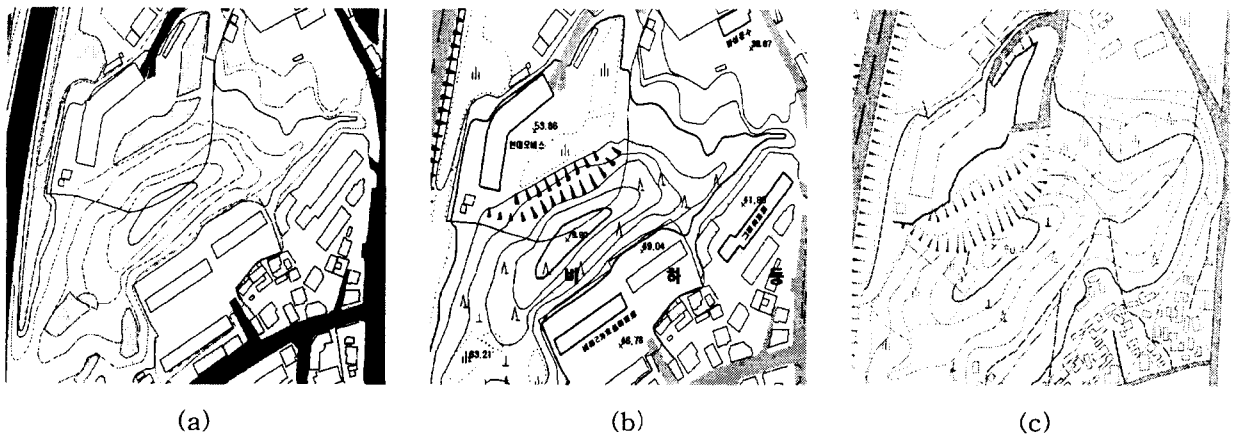


그림 13. 등고선과 주기 적용결과

본 연구에서 주기는 주기입력모듈을 이용하여 주기 표현 대상 지형·지물을 클릭하고 배치 위치를 사용자가 결정하여 반자동으로 수행하였다. 또한 주기 중에는 한자도 있지만 본 연구에서는 한글로만 표현하였다.

3.10 난외사항의 적용

수치지도 Ver.2.0와는 달리 1/5,000 지형도는 의도밖 주위에 독도에 필요한 정보인 난외사항을 표현한다. 이런 사항에는 도엽명칭, 도엽번호, 색인도표, 범례, 편집년도, 저작소유, 발행년월일 및 축척 등이 있다. 본 연구에서는 미리 난외사항 파일과 도엽번호 및 도엽명 테이블 파일을 제작해 놓고 출력컴포넌트에서 불러들임으로써 최종 편집된 지형도의 주위에 난외사항이 자동으로 표현될 수 있도록 하였다.

4. 결 론

1. 구현된 지형도제작자동화모듈을 1/5,000 수치지도 Ver.2.0에 적용해본 결과 국토지리정보원에서 인쇄·발행한 1/5,000 지형도의 도로, 철도, 경계, 건물, 각종목표물, 특정지구, 수부, 지류, 지형, 주기, 난외사항 등의 12개 항목의 표현방법을 만족하였다.
2. 기존의 수작업에 의해 지형도를 제작하던 기존의 방법에 지형도제작자동화기법에 의한 전산화 작업을 도입함으로써 수동편집 시 발생되었던 작업자의 오류를 최소화하여 지형·지물 표현의 일관성을 확보할 수 있었다.
3. 지형도제작자동화모듈을 이용하여 수치지도 Ver.2.0을 1/5,000 지형도로 제작하는데 소요되는 작업시간과 소요비용을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 개발한 1/5,000 수치지도 Ver.2.0을 1/5,000 지형도로 자동 제작하기 위한 기법들은 향후 1/25,000 지형도 제작자동화시스템의 토대가 될 것으로 사료되며 1/25,000 지형도 제작에 소요되는 시간과 경비를 절감함으로써 지형도제작 전체적으로 예산절감이라는 시너지효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 수요자가 원하는 지역을 즉석에서 출력할 수 있는 최신 지형정보를 신속하게 취득할 수 있는 웹매핑의 기초자료로 활용가치가 높을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김감래, 황원순, 김학준, 현민호 (2000), 수치지도를 이용한 고품질 종이지도 제작, 대한토목학회 학술발표 논문집, pp.805-808
- 정완수 (2003), “체계적인 지도 수정·갱신 방안”, 대한토목학회지, 제 51권, 제 3호, pp. 86~89.
- 최윤수 외 (2002), “지도제작 자동화”, 국립지리원, pp. 26~42.
- 이재기, 황창섭 (2003), “1/5,000 수치지도 Ver.2.0을 이용한 지도제작자동화시스템 개발”, 대한토목학회 논문집, 제 23권, 제 5D호, pp. 735~743.