

# 수치지적도와 수치지형도를 이용한 지적불부합지 조사 방법

## A Method for Surveying Cadastral Non-coincidency Using Digital Cadastral Maps and Digital Topographic Maps

홍성언\*<sup>1)</sup>, 이동현<sup>2)</sup>, 박수홍<sup>3)</sup>

Hong Sung-Eon, Yi Dong-Heon, Park Soo-Hong

인하대학교 지리정보공학과 박사과정(hongsu2005@hanmail.net)<sup>1)</sup>

인하대학교 지리정보공학과 석사과정(ended77@yahoo.com)<sup>2)</sup>

인하대학교 지리정보공학과 조교수(shpark@inha.ac.kr)<sup>3)</sup>

### 요 약

정부에서는 사회·경제적으로 많은 문제를 발생시키고 있는 지적불부합지 문제를 해결하고자 지적재조사 사업을 계획하였으나 수 조원에 달할것으로 예상되는 막대한 사업비와 국민적인 이해부족으로 인하여 중단이 되었다. 이렇게 지적재조사 사업이 전면 중단된 상황에서 지적불부합을 효율적으로 해결하기 위해서는 현지 측량 방식에 기반하여 불부합지를 조사하고 정리하기보다는 현재 구축되어 있는 지적도 전산화 데이터와 GIS 관련 데이터 등을 최대한 활용하여 조사할 수 있는 새로운 방법론의 모색이 필요하다.

본 연구에서는 기 구축되어 있는 수치지적도와 수치지형도를 이용하여 지적불부합을 측정할 수 있는 방법론과 절차를 개발하였다. 그리고 모든 과정을 상용 GIS 소프트웨어를 이용하여 구현하였다. 방법론의 실험을 위해 실제 사례지역을 선정하여 적용하여본 결과 불부합을 정량적으로 조사하고 해석할 수 있는 가능성을 제시할 수 있었다.

### 1. 서론

지적제도는 창설 당시부터 현재까지 약 90년을 거치는 동안 창설 당시의 기술적 낙후와 1950년대의 6.25전란으로 많은 지적공부의 멸실 및 지적측량 기준점의 망실, 급격한 도시화로 인한 토지이동, 지적공부 관리의 부실 등으로 실지와 지적공부의 불부합은 물론 지적공부 상호간의 불부합 등이 발생하게 되었다. 이와 같은 지적불부합지의 발생은 사회적으로 토지분쟁을 야기시키고 토지거래 질서를 문란케 하였으며,

행정적으로는 토지행정에 대한 불신이 조장되고 토지이동사무가 정지되기도 하였다. 또한 경제적으로 토지과세에 불공정을 초래하는 등 토지와 관련된 제반 분야에 많은 문제점을 초래하게 되었다(이성화, 2001). 지적도면 전산화 사업 역시, 많은 예산을 들여 추진되고 있으나 현황과 지적도, 지적도 상호간(도엽간)의 불부합 문제로 인하여 많은 문제점이 발생하고 있다.

정부에서는 이러한 지적불부합지 발생의 문제를 해결하고자 지적재조사 사업을 계획하였으나 수 조원에 달할것으로 예상되는 막대한 사업비와 국민적인 이해부족으로 인하여 중단이 되었다. 이렇게 지적재조사 사업이 전면 중단된 상황에서 지적불부

합을 효율적으로 해결하기 위해서는 현지 측량 방식에 기반하여 지적불부합지를 조사하고 정리하기보다는 현재 구축되어 있는 지적도 전산화 데이터 등을 최대한 활용하여 조사할 수 있는 새로운 방법론의 모색이 필요하다.

본 연구에서는 도해 지적도면을 수치화한 수치지적도와 현황 중심으로 제작된 수치지형도를 이용하여 불부합 정도를 측정할 수 있는 방법론을 설계하고, 이를 실제 사례지역에 적용하여 봄으로써 통계적으로 불부합을 측정할 수 있는 가능성을 제시하고자 한다. 구체적으로, 연구에서 방법론의 설계는 수치지형도 도로 경계선에 일정 크기별로 버퍼(buffer)를 생성하고 버퍼내 매칭된 수치지적도 필지 경계선의 길이를 측정하는 방식에 기반을 두었다. 그리고, 정립된 방법론을 적용하여 불부합 정도를 측정하고자 사례지역으로 서울시 강동구 일부 지역을(수치지형도 1/1,000 8도엽) 선정하였다. 데이터는 1/1,000 수치지형도 8도엽과 1/1,200 수치지적도(연속지적도)를 이용하였다. 데이터의 처리와 분석 등 모든 과정은 범용 GIS(Geographic Information System) 소프트웨어인 Arc/GIS를 이용하였다.

현재까지 지적불부합 해결을 위한 많은 연구가 진행되어 왔다. 대표적인 연구로 도해지적도면의 수치화와 최신 측량 기법의 도입을 통한 지적불부합지 해결(김행중, 1997; 이성화, 2001; 대한지적공사, 2002), GPS(Global Positioning System), TS(Total Station) 등과 같은 측량방식을 이용하여 지적불부합지를 분석하고 이에 대한 중·장기 정리방안 제시(한국지적학회, 2003), 그리고 수치정사사진을 이용한 경계불부합과 도곽불부합 등의 해결가능성 제시(박병욱·김상수, 1999; 강태석·박기현, 2001) 등에 관한 연구가 있었다. 그러나 이러한 선행 연구들은 전산화나 실측을

기반으로 한 지적불부합지의 조사나 해결 방안을 제시하고 있으며, 수치정사사진을 이용한 연구의 경우도 자동화된 방법이 아닌 육안 판독을 통한 불부합 해결 방안을 제시하고 있다.

연구의 방법론 설계와 관련된 선행 연구들을 고찰해 보면, 국외에서는 수치지형도에서 도로와 같은 선형 사상(line feature)을 추출하고 상대적으로 정확도가 높은 대축척의 지형도에 일정 크기의 버퍼를 생성시키고 정확도를 측정하고자 하는 소축척의 지형도 선형 사상을 매칭(matching)시켜 버퍼내 포함되는 길이의 측정으로 정확도를 측정하는 연구가 진행되었으며(Goodchild and Hunter, 1997; Tveite and Langaas, 1999; Yoshiaki Kagawa and Yoshihide Sekimoto, 1999), 국내의 경우, Goodchild and Hunter의 방법을 개선·응용하여 1/1,000 수치지형도를 기반으로 1/5,000 수치지형도 도로 사상의 위치정확도 측정에 관한 연구가 있었다(박수홍·구자용, 1999; 박수홍·김현석, 2001). 이렇게 국내외 적으로 GIS 선형 데이터에 대하여 실측을 통하지 않고, 전산화된 선형 데이터를 이용하여 자동화된 방법으로 정확도를 분석함으로써 정확도 측정에 효율성을 기하고자 하는 연구가 되고 있다. 이 연구에서도 이러한 방법론에 기반을 하여 지적불부합지를 효율적으로 조사할 수 있는 방법론을 제안하고자 한다.

## 2. 지적불부합지 조사 방법론 설계

### 2.1 지적불부합지의 정의

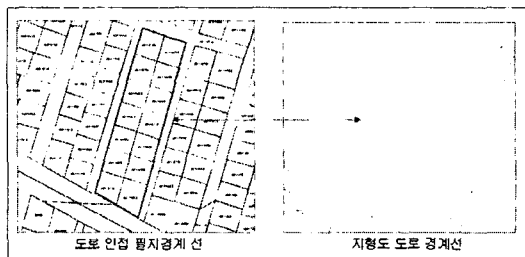
지적불부합지는 광의적으로 보면 실지와 지적공부상의 지번, 지목, 면적, 소유권, 경계, 위치 등의 내용이 서로 맞지 않는 것으로 표현할 수 있다. 즉, 토지대장과 등기부가 일치하지 않거나 토지대장 및 지적도에

등록된 내용과 현지의 지목이나 소유자가 다르다 해도 지적불부합지라고 할 수 있다. 협의적으로는 지적도에 등록된 경계와 실지의 경계가 서로 맞지 않는 것으로 정의할 수 있다(이성화, 2001). 연구에서는 지적불부합지의 협의적 개념이라고 할 수 있는 경계불부합을 대상으로 하였다.

## 2.2 방법론의 설계

### 1) 불부합 측정 대상

연구에서 불부합을 측정하기 위한 기본 구상은 한 필지 또는 다수 필지들에 의해서 형성되는 도로 경계와 이에 대응되는 수치지형도상의 도로 경계와의 부합정도를 측정하는 것이다. 따라서, 필지들의 블록 경계선을 불부합의 측정 대상으로 한다고 할 수 있다[그림 1]. 그러나 반드시 블록 단위로 도로와 경계가 형성된다고 정의하기는 어렵다. 즉, 독립된 하나의 필지도 도로와의 인접 경계가 형성될 수 있고, 전, 답과 같은 필지도 한 필지가 도로와 인접해 경계가 형성될 수 있다. 따라서, 연구에서는 도로와 인접해 있는 모든 필지들을 경계불부합의 측정 대상으로 하였다.



[그림 1] 경계 불부합 측정 대상 정의

<표 1> 축척별 지적불부합지의 기준 정의

(단위 : cm)

축척	1/500	1/600	1/1,000	1/1,200	1/3,000	1/6,000
불부합지 기준	15	20	40	50	120	240

### 2) 지적불부합지의 기준 설정

지적불부합지를 측정하고 판별하기 위해서는 어느 정도의 오차 수준을 불부합지의 대상으로 인정해야 하는지에 대한 검토가 요구된다. 연구에서는 이러한 기준을 설정하기 위해 선행연구와 지적법령 등을 검토하였다. 그러나 현행 지적법의 경우는 어느 정도의 위치오차가 지적불부합지의 대상이 된다고 하는 규정이 없다. 따라서, 연구에서는 선행 연구에서 정의하고 있는 지적불부합지의 기준을 참고하여 정의하고자 하였다. 2003년 한국지적학회에서는 지적측량의 이론적 오차 범위와 지적불부합의 이론적 정의 등을 검토하여 <표 1>과 같이 축척별 지적불부합지의 기준을 정의하였다. 연구 대상지역은 축척 1/1,200 시행지역이므로 50cm라는 기준을 이용하였다. 그러나 이 기준은 실측에 의한 지적불부합의 대상을 정의한 것이므로 본 연구의 방법론에 적절한 기준이 추가로 요구된다. 즉, 연구에서는 1/1,000 수치지형도를 기반으로 하여 수치지적도의 불부합을 측정하기 때문에 수치지형도의 위치정확도의 분석이 요구된다. 국립지리원(1998)에서는 1/1,000 수치지형도의 제작 단계별 수평위치오차를 규정하고 있는데 이를 종합해 보면  $\pm 1.0m$ 가 산출된다. 따라서, 두 도면의 위치오차(평균제곱근 오차)를 산출하게 되면  $\pm 1.1m$ 가 산출되므로 연구의 방법론 적용을 위한 지적불부합지의 오차 수준을  $\pm 1.1m$ 로 설정하였다.

### 3) 방법론 설계 과정

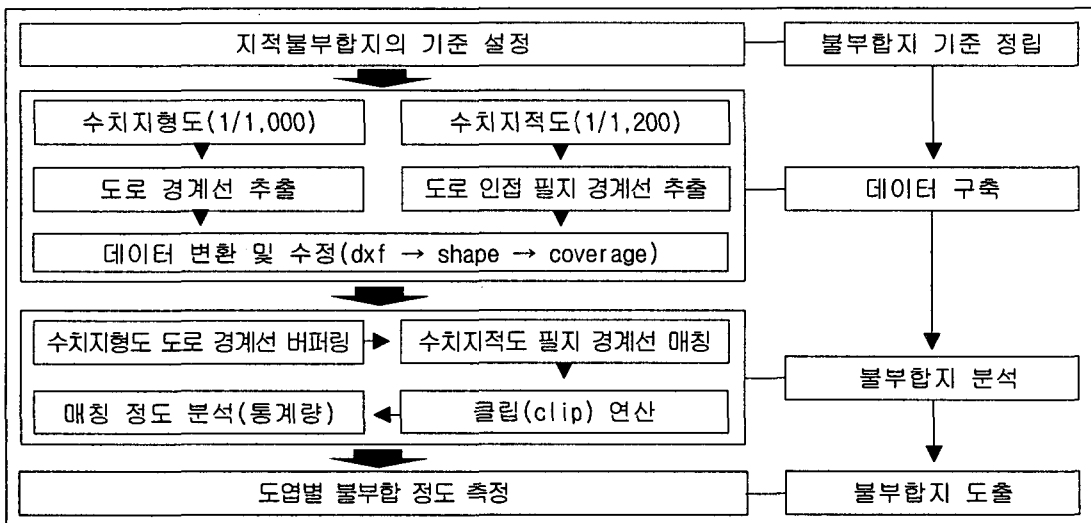
불부합지 조사 방법론 설계에 앞서 불부합지 측정 대상과 불부합지의 기준을 정의하였다. 이를 기반으로 해 [그림 2]와 같이 구체적인 방법론을 설계하였다. 방법론은 크게 4단계로 구분할 수 있다. 첫 번째 단계의 경우는 상기에서도 고찰했듯이 지적 불부합지의 기준을 정립하게 된다. 두 번째 단계에서는 정립된 기준을 적용하여 불부합지를 조사하고자 데이터를 구축하고 변환하는 단계이다. 연구의 방법론은 현황을 표현하는 수치지형도(1/1,000)의 도로 경계선에 크기별 버퍼를 생성한 후 각각의 버퍼 내부에 매칭되는 수치지적도(1/1,200) 필지 경계선의 길이를 측정/분석하는 것이다. 그러므로 이 단계에서는 수치지형도의 도로 경계선과 수치지적도의 도로 인접 필지 경계선을 추출/구축하게 된다. 세 번째 단계에서는 구축된 데이터를 가지고 실제 불부합지를 분석하게 되는데, 개략적인 과정은 구축된 수치지형도 도로 경계선에 일정 크기별로 버퍼를 생성하고, 여기에 수치지적도 도로 인접 필지 경계선을 매칭시킨다. 매칭 정도를 분석하기 위해 버퍼와 매칭된 필지 경계선을 중첩하여 클립연산(clip operation)을 수행하고 통계량을 산출

한다. 이러한 일련의 과정을 거친 후 최종 단계에서는 버퍼 크기별 통계량 분석을 통하여 도엽별 불부합 정도를 측정하게 된다.

## 3. 사례지역 적용 및 분석

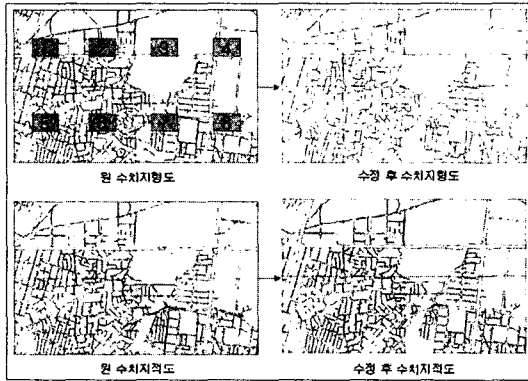
### 3.1 연구지역 선정 및 데이터 구축

본 연구에서는 방법론의 실험을 위해 사례지역으로 서울시 강동구의 일부지역(1/1,000 수치지형도 8도엽)을 선정하였다. 이용데이터는 국립지리원에서 제공하는 수치지형도(1/1,000) 8도엽과 지적도 전산화 사업의 일환으로 구축되어 있는 수치지적도(1/1,200 연속지적도, 서울시 제공)를 이용하였다. 수치지적도의 경우, 연속지적도로 구축되어 있고, 수치지형도와는 도곽이 정확하게 일치하지 않아 수치지형도 도곽을 기준으로 수치지적도를 클리핑하여 이용하였다. 그리고 분석의 편의를 위해 도엽별 고유번호를 부여하였다[그림 3]. 경계선의 추출은 수치지형도의 경우 도로 경계선 속성코드(ADA)를 이용하여 추출하였고, 수치지적도는 도로와 인접된 필지 경계만을 직접 추출하였다. 정확한 불부합지 분석이 이루어지기 위해서는 데이터에 오류가



[그림 2] 지적불부합지 조사 방법론 설계 과정

없어야 한다. 따라서, 연구에서는 데이터로 발생하는 오류를 최소화 하고자 구축된 데이터에 대해 수정작업을 거쳤다.[그림 2].



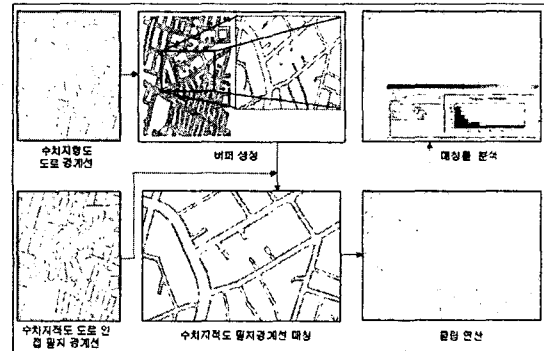
[그림 3] 데이터 구축 과정

### 3.2 데이터 처리 및 분석 과정

본 절에서는 실질적인 데이터의 처리 과정을 통하여 지적불부합지를 분석하는 과정을 기술한다. [그림 4]는 실제 5번 도엽을 예로하여 데이터를 처리하고 불부합을 분석하는 과정을 나타낸 것이다. 먼저, 구축된 수치지형도 도로 경계선에 일정 크기의 버퍼를 생성한다. 버퍼의 크기는 0.3m, 0.5m, 0.7m, 0.9m, 1.0m, 1.1m, 1.2m, 1.4m, 1.6m, 1.8m, 2.0m, 2.5m, 3.0m, 3.5m, 4.0m, 5.0m, 6.0m로 정의하였다. 이는 연구에서 설정한 불부합 기준(1.1m)을 기반으로 설정한 수치이다. 연구에서는 버퍼의 크기에 따라 매칭 되는 수치지적도 도로 인접 필지 경계선의 매칭률이 100%가 아닌 99.0% 이상 될 때까지 버퍼의 크기를 늘려가며 분석을 하고자하였는데, 이는 데이터 구축상의 오류 등을 고려한 것이다.

버퍼가 생성되면, 여기에 지적도 필지 경계선을 매칭시킨다. 그리고 이렇게 매칭이 이루어진 상태에서 버퍼내 포함된 필지 경계선의 매칭 정도를 분석하기 위해 클리핑 연산을 수행하였다. 클립 연산을 수행하게 되면 버퍼내 매칭된 필지 경계선만이 남게

된다. 클립된 필지 경계선의 길이 측정은 Arc/GIS의 통계기능을 이용하여 산출하였다. 이러한 방식으로 총 8도엽에 대하여 일정 버퍼 크기별로 분석을 하였다.



[그림 4] 데이터 처리 및 불부합지 분석 과정  
(예: 5번도엽, 버퍼: 1m)

### 3.3 결과 분석

대상지역 총 8도엽에 대하여 버퍼의 크기를 늘려가면서 수치지적도 필지 경계선의 매칭률을 분석하였다. <표 2>는 본 연구에서 정의한 지적불부합의 기준(1.1m)을 중심으로 도엽별 버퍼 크기에 따른 필지 경계선의 매칭 정확도를 나타낸 것이다. 이러한 매칭 정확도를 기반으로 지적불부합을 분석하여 보면, 8도엽 중에서 5번 도엽이 버퍼크기 1.1m를 기준으로 할 경우 96.4%가 매칭이 되어 현황과 부합 정도가 양호하다는 것을 알 수 있다. 그리고, 상대적으로 가장 불부합이 심한 도엽은 4번 도엽으로 1.1m를 기준으로 할 경우 75.0%의 매칭 정확도를 보이는 것으로 분석된다.

분석결과, 연구지역 8도엽에 관하여 도엽별 상대적인 불부합 정도의 측정이 가능하였다. 연구에서 정의한 불부합지의 기준 즉, 1.1m는 선행 연구와 수치지형도의 위치 정확도를 기반으로 정의한 것이다. 그러나, 이 기준에 따른 도엽별 매칭 정확도가 어느 정도의 수준일때 불부합의 대상으로 인

<표 2> 수치지적도 필지 경계선의 도엽별 매칭 정확도

(단위 : %)

버퍼 크기(m)	1번호엽	2번호엽	3번호엽	4번호엽	5번호엽	6번호엽	7번호엽	8번호엽
0.9	88.9	86.1	83.8	65.3	94.3	89.0	76.6	81.4
1.0	90.2	87.0	85.2	70.3	95.5	88.5	78.2	83.1
1.1	<b>91.6</b>	<b>87.8</b>	<b>86.1</b>	<b>75.0</b>	<b>96.4</b>	<b>89.7</b>	<b>80.1</b>	<b>85.3</b>
1.2	92.3	88.8	87.2	81.6	97.1	90.8	82.1	86.5
1.4	94.1	90.5	88.6	89.1	98.3	92.5	85.1	88.3

<표 3> 매칭 정도에 따른 표준편차별 버퍼 크기

(단위 : m)

버퍼 크기(m)	1번호엽	2번호엽	3번호엽	4번호엽	5번호엽	6번호엽	7번호엽	8번호엽
1.64σ(90%)	1.0	1.4	1.6	1.6	0.6	1.1	1.8	1.6
1.96σ(95%)	1.6	3.0	4.0	2.0	1.0	1.8	3.5	2.3
2.58σ(99%)	3.0	7.0	5.0	3.0	1.8	4.0	7.0	4.0

정해야 하는지에 대한 기준 마련이 요구된다. 이러한 기준 설정과 관련해서는 국내 연구가 다양하지 못하기 때문에 정의에 어려움이 있다.

따라서, 연구에서는 국외 연구에서 정의하고 있는 기준으로 이를 판단하여 보고자 한다(Goodchild and Hunter, 1997; Tveite and Langaas, 1999). 국외 연구에서는 기준 정확도를 90%에서 95% 정도로 설정하고 있다. 이러한 정확도는 비율의 정규분포로 가정할 경우, 1.64σ(90%), 1.96σ(95%)에 해당된다. <표 3>은 1.64σ(90%), 1.96σ(95%), 2.58σ(99%)에 해당하는 버퍼의 크기를 도엽별로 나타낸 것이다. 이러한 기준을 적용하여 불부합 대상 지역을 분석할 경우, 2번호엽, 3번호엽, 4번호엽, 7번호엽, 8번호엽은 불부합 정리 대상 지역으로 판단할 수 있다. 반면, 1번호엽, 5번호엽, 6번호엽의 경우는 현황과 지적의 경계 부합 정도가 양호한 지역으로 판단할 수 있다. 이러한 분석 결과는 국외의 기준을 적용하였을 경우이다. 그리고, 수치지적도와 수치지형도는 도로 경계선을 정의 하는 기준이 조금 상이하기 때문에 이에 파생되는 위치 오차가 발생할 수 있다(행정지치부·대한지적공사, 1996). 그러므로, 이 방법으로 지적불

부합지를 조사하기 위해서는 광범위하고 다양한 지역에 대한 실험과 분석으로 적정 기준이 정립되어야 한다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 1/1,200 수치지적도와 1/1,000 수치지형도를 이용하여 지적불부합지를 조사할 수 있는 방법론과 절차를 제시하였다. 그리고, 실제 사례지역에 적용하여 본 결과 연구지역 8도엽에 대한 도엽별 불부합 정도를 수치/통계적으로 제시할 수 있었다. 그리고, 외국의 정확도 기준을 참고하여 현황과 지적의 경계가 부합하는 지역과 불부합하는 지역을 구분하여 제시할 수 있었다.

본 연구의 방법론은 현행 실측 방법에 의존하고 있는 지적불부합 조사 방법을 개선할 수 있는 방법론으로 이용될 수 있을 것이다. 그리고, 연구에서는 소규모 지역에 대하여 실험을 하였으나 이를 광범위한 지역으로 가정할 경우는 실측에 의한 조사 방법에 비해 시간이나 경제적 측면에서 효율성이 기대된다. 또한, 도엽별로 불부합 정도를 수치적으로 나타낼 수 있어 향후

시행될 지적불부합지 정리사업시 사업의 우선 순위 결정에도 효율적으로 이용될 수 있을 것이다.

그러나 현재 국내의 경우, 실측을 통하지 않고 불부합을 조사할 수 방법론에 대한 연구가 다양하지 못한 관계로 국외 연구에서 제시하고 있는 정확도 기준을 참고하여 불부합 지역을 분류하였다. 따라서, 앞으로는 다양한 연구와 다양한 지역에 대한 실험/분석을 통하여 불부합 대상 지역으로 분류할 수 있는 수치적인 기준이 정립되어야 할 것이다. 그리고, 연구에서는 도로에 인접한 필지 경계선을 중심으로 불부합을 측정하였기 때문에 도로 인접 경계선은 현황과 정확하게 위치적으로 일치하나 그 밖의 경계선(불력 내부)에서 불부합이 발생할 경우에는 한계성이 있을 수 있어 이러한 부분에 대한 방법론의 보완이 요구된다.

### 참고문헌

- 국립지리원, 1998, “수치지도 위치 정확도에 관한 연구”.
- 강태석·박기현, 2001, “수치정사사진을 이용한 지적도 도곽접합에 관한 연구”, 한국지적학회지 제17권 제1호, pp.63-79.
- 김행중, “지적불부합지의 원인과 해소방안에 관한 연구”, 지역사회개발연구, 제23권 제1호, 1996, pp.317-344.
- 대한지적공사, 2002, “지적불부합지 현화 및 해결방안 연구”.
- 박병욱·김상수·최윤수·차영수, 1999, “지적분야에서의 수치정사사진 활용방안에 관한 연구”, 한국측지학회지 제17권 제3호, pp.233-243.
- 박수홍·구자용, 1999, “수치지도 도로사상의 위치정확도 측정방법”, 한국 GIS 학회지 제7권 제1호, pp.119-131.
- 이성화, 2001, “지적불부합지가 토지이용에 미치는 영향과 해소방안에 관한 연구”, 한국부동산분석학회, 부동산학 연구 제7집 2호, pp.53-72.
- 한국지적학회, 2003, “지적불부합지 정리를 위한 학술연구”.
- 행정자치부·대한지적공사, 필지중심토지정보시스템 구축사업추진, 1996
- Blackmore, M, 1984, Generalization and error in spatial database, Cartographica, Vol.21, pp.131-139.
- Goodchild, M. F. and G. J. Hunter, 1997, “A simple positional accuracy measure for linear features, International Journal of Geographical Information Science, Vol.11, No. 3, pp.299-306.
- Soo-Hong Park·Hyun-Suk Kim, 2001, Measuring the Positional Accuracy of Linear Feature in 1:5,000 Digital Topographic Maps, The Journal of GIS Association of Korea(In Korea), Vol.9 No.4, pp.617-628.
- Tveite, H. and S. Langaas, 1999, “An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering”, International Journal of Geographical Information Science, Vol.13, No. 1, pp.24-27.
- Yoshiaki Kagawa, Yoshihide Sekimoto and Ryosuke Shibaski, 1999, “Comparative Study of Positional Accuracy Evaluation of Line Data”, ACRS Processing(Poster Session 4).