韓國地形空間情報學會誌 第14卷 第3號 2006年 9月 pp. 23-30

연구논문

임야지역 지적재조사를 위한 KLIS 데이터의 활용 가능성 연구

Study in the Applicability of KLIS Data for the Cadastral Re-Surveying in the Forest Area

최한영* · 홍성언**

Choi, Han Young · Hong, Sung Eon

要 旨

임야지역은 지역적 특성상 토탈스테이션, RTK-GPS 측량 등의 지상측량 방법으로는 지적재조사 측량에 한계성이 있다. 그렇기 때문에 기존 지적재조사 측량 방법들로 제안되고 있는 방식과는 다른 새로운 방법들이 모색되어야 할 필요성이 있다. 본 연구에서는 임야지역을 효율적으로 재조사할 수 있는 방법으로서 현재 KLIS에서 이용되고 있는 임야도 전산파일의 이용가능성을 제시하고자 하였다. 연구결과 가장 중요한 면적오차는 대체적으로 오차범위 이내의 성과를 보였다. 따라서 위치경계선 조정을 위한 현황 참조 데이터와 KLIS 데이터를 연계하여 이용한다면 향후 지적재조사시에 충분한 활용가능성이 있는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 지적불부합, 지적재조사, KLIS, 지적도면 전산파일

Abstract

The case of a forest area has some limitations of adopting a ground surveying like as TS (Total Station) and RTK-GPS (Real Time Kinematic-GPS) due to the specificity of the forest area. Therefore, the new method, is different from exist the cadastral re-surveying method in a metro area and a cropland, is applicably considered in the forest area. In this paper, we suggest the applicability of the digital cadastral map of forest which is used at KLIS. According to the result of study, the most important area error value for adopted in the cadastral re-surveying is almost contained the error tolerance. Therefore, KLIS data, if it is related with the actual reference data for adjusting the location boundary, is suitable to be adopted in the cadastral re-surveying.

Keywords : Cadastral non-coincidency, Cadastral re-surveying, KLIS, Digital cadastral map

1. 서 론

우리나라는 현재 전 국토에 산재한 지적불부합의 문제로 인하여 국가 토지행정에 많은 문제점이 발생하고 있다. 이러한 지적불부합지 문제를 해결하고자 정부차원에서 지적불부합지 정리 사업 또는 보다 발전적으로 지적재조사 사업 추진 등이 활발히 논의 되고 있다.

현재 논의되고 있는 지적재조사 사업의 계획들은 주로 새로운 지상측량 방식에 의해 다시 일필지 경계점을 측량하여 등록하는 것이다. 그리고 상대적으로 도심지나 농경지보다 재조사에 따른 문제점을 최소화할 수 있는 임야지역을 우선 재조사하는 방안들이 연구되고 있다(강태석, 2005). 그런데 도심지 또는 농경지는 지상측량 방식인 토탈스테이션(Total Station), GPS(Global Positioning System), RTK-GPS(Real Time Kinematic-GPS) 측량 등 새로운 측량기법을 이용하여 일필지의 경계점 좌표를 정확하게 등록할 수 있다. 그러나 임야지역의 경우는 측량지역의 특성 즉, 지역의 공간적인 광범위성, 시준의 어려움 등을 고려할 경우, 토탈스테이션, RTK-GPS 측량 등의 지상측량 방법으로는 재조사 측량에 한계성이 있다. 항공사진측량 방법 역시 불명확한 경계, 주변 산림의 영향 등으로 인하여 항공사진 이미지 상에서 일필지 경계선을 정확하게 구획하여 등록하기에는 어려움이 있다. 그렇기 때문에 임야지역에 대해서는 기존 지적재조사 측량 방법들로 제안되고 있는 방식과는 다른 새로운 방법들이 모색되어야 할 필요성이 있다.

2006년 7월 14일 접수, 2006년 8월 21일 채택

* 정회원·대한지적공사 지적연수원 교수 (hychoi@kcsc.co.kr)

** 교신저자·청주대학교 복지토지정보학부 지적학과 전임강사 (hongsu2005@cju.ac.kr)

임야지역의 지적재조사 방법 중의 하나로 현재 한국토지정보시스템(KLIS : Korea Land Information System) 데이터로 이용되고 있는 임야도 전산파일을 이용하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 즉, 현황을 참조할 수 있는 항공사진 이미지와 정확도가 검증된 임야도 전산파일을 연계 이용한다면 일필지의 경계 및 면적을 효율적으로 조사·등록할 수 있을 것이다. 물론 요구 정확도가 검증되어야 한다는 문제를 안고 있다. 임야도 전산파일을 이용한 지적재조사 사업의 또 다른 측면에서의 중요성은 현재 우리나라의 경우 엄청난 국가 예산을 들여 지적도 전산화 사업을 완료하였으나 지적업무외에 다른 다양한 활용방안을 강구하지 못하고 있어 투입된 비용 대비 비효율성이 초래되고 있다. 그렇기 때문에 지적재조사 사업시 이러한 지적도 전산화 데이터를 최대한 활용한다면 사업기간의 단축이나 사업비용 절감 등을 기대할 수 있을 것이다.

현재 이러한 전산화 데이터를 이용하여 지적불부합지 조사나 지적재조사 사업을 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 이중 대표적인 연구성과를 고찰해 보면 다음과 같다. 정근택(2002)은 도심지역과 농경지를 대상으로 필지중심 토지정보시스템(Parcel Based Land Information System)에 저장되어 있는 데이터의 정확도 분석을 통하여 저장 데이터의 정확도를 확인하였고, 행정자치부(2003)의 연구에서는 수치정사영상과 지적도전산파일을 중첩함으로써 지적불부합지 조사 및 경계선 조정가능성을 제안하였다. 최한영(2004)은 새로운 측량 기법(GPS, 토탈스테이션)을 이용한 불부합지 조사 및 정리의 가능성, 지적도 전산화 데이터와 수치정사영상을 이용한 불부합지 조사 방법 등을 소개하였고, 홍성언(2005)은 지적도 전산파일과 수치정사영상, 대축척 수치지형도 등을 이용하여 불부합지를 자동으로 조사할 수 있는 가능성을 제시하였다.

이외에도 지적불부합지 정리와 지적재조사 사업을 위한 많은 방법들이 연구되고 있다. 그러나 기존 연구들의 경우 대체적으로 임야지역보다는 도심지나 농경지역에 편중된 경향을 보인다. 임야지역의 경우 상대적으로 농경지나 도심지역에 비해 중요성이 덜 할 수 있지만 멀지 않은 장래에 지적재조사 사업이 추진될 가능성을 고려한다면, 아직까지 특별한 지적재조사 측량 모델이나 방법 등이 연구되지 않고 있다는 것은 향후 지적재조사 사업에 있어 문제점으로 작용할 충분한 요인이 될 것이다.

본 연구에서는 임야지역을 효율적으로 재조사할 수 있는 방법으로서 현재 KLIS에서 이용되고 있는 임야도 전산파일의 이용가능성을 제시하고자 하였다. 이를 위해 KLIS에서 이용하고 있는 임야도 전산파일의 면적 및 위치 정확도를 분석하여 보았다. 그리고 이러한 분석을 토대로 향후 지적재조사시 KLIS 전산파일을 이용할 수 있는 가능성과 이에 따른 활용방안을 제시하고자 하였다.

2. 지적불부합과 지적재조사 사업

지적제도가 창설될 당시에는 지적불부합지라는 용어가 없었지만 최근 들어 여러 가지 원인으로 지적불부합지에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 이러한 지적불부합지에 대하여 다양한 정의가 이루어지고 있는데 대표적으로 지적공도(cadastral map)와 실지와의 불부합, 지적공부와 등기부 그리고 실제가 서로 부합되지 않는 것으로 토지등록상의 요소가 어느 하나라도 다른 경우는 모두 광의의 지적불부합지이며 이중 지적공부의 등록사항과 등기부의 기록이 실제와 다른 경우는 협의의 지적불부합, 넓은 의미에서 지적공부와 실제상황이나 현지의 토지경계가 일치하지 않는 모든 토지 등으로 정의가 이루어지고 있다. 결국, 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 다른 경우도 지적불부합지라고 할 수 있다. 협의적으로는 지적도에 등록된 경계와 실지의 경계가 서로 맞지 않는 것으로 정의할 수 있다(이성화, 2001). 지적불부합지의 내용 중에서 가장 중요한 것은 경계와 면적 부분의 불부합이다. 즉, 경계와 면적이외의 사항들은 불부합이 발생한다 하여도 토지소유자의 신청 또는 소관청의 직권에 의해 비교적 손쉽게 정리가 가능하다(김행종, 1996).

지적불부합지의 발생원인은 제도적 모순이나 운영상의 문제는 물론 측량기술상 어려움 등 여러 가지 측면에서 분석될 수 있다. 토지조사사업 이후 경제발전에 따라 토지가 세분화되고 토지개방 및 이용이 다양화됨에 따라 많은 이동지 정리를 수행하면서 누적되는 오류도 적지 않았다. 최근에는 오류의 악순환이 진행되어 더욱 사회문제화 되고 있다. 토지조사사업 당시에 매설해 놓은 측량기준점들은 통일성이 결여되었을 뿐 아니라 시간의 흐름에 따라 유지보수가 어려워지고 있으며, 더욱이 6.25동란과 토지효용의 증대에 따른 급속한 개발 등으로 더욱 많은 측량표가 망실 내지 이동되어 그를 기초로 하여 시행하는 지적측량의 성과는 날이 갈수록 저하될 수밖에 없게 되었다. 이렇듯 불부합지를 발생시키는 여러 이유가 있으나 궁극적으로는 우리나라의 지적이 도해 지적도면을 기반으로 하고 있기 때문에 많은 불부합지가 발생된다고 볼 수 있다(대한지적공사, 2002). 이와 같은 여러 원인에 의하여 발생된 지적불부합지는 다양한 형태로 나타나고 있다. 대표적인 유형으로 중복형, 공백형, 편위형,

불규칙형, 위치오류형, 지형변동형 등을 들 수 있다(홍성언 등, 2004).

지적재조사는 지적공부 등록사항과 현지상의 토지표시 사항이 부합하지 아니한 토지를 정리하고 토지행정을 위하여 필요한 토지정보를 추가 등록하기 위하여 새로이 실시하는 토지조사사업이라고 할 수 있다. 그 대상지역을 전국적으로 실시하는 방법 이외에도 지역적으로 국한하여 실시하거나 지적불부합지가 많은 소규모의 지구를 단위로 하여 추진할 수 있다. 시행 방법은 대상 필지별로 토지소유자가 입회하여 확인한 토지 경계의 위치를 기본으로 토지의 물리적 현황, 이용 상황, 권리관계를 조사한 후 경계와 면적을 정확히 관측하여 새로이 확정·등록하게 된다. 이러한 지적재조사는 현재와 같이 토지만을 대상으로 하는 것이 아니라 건축물이나 지하시설물 또는 토지의 속성으로서 토양이나 토질에 대해서도 조사 등록할 수 있으며 일정한 범위 내에서 지적을 기반으로하는 관련 토지정보를 추가할 수 있을 것이다. 결국, 지적불부합지 정리는 현행 토지경계의 오류가 산재하는 지역을 대상으로 하여 해당 오류만을 등록하는 것을 의미한다고 할 수 있으나 지적재조사는 토지 경계의 오류 정리 이외에도 새로운 토지 등록사항을 추가하여 토지정보시스템을 완성하는 것을 의미한다. 그러나 지적불부합지 정리 시에도 건축물이나 다른 토지정보를 추가조사 등록할 수 있기 때문에 궁극적으로는 지적재조사도 넓은 의미의 지적불부합지 정리라고 할 수 있다(강태석, 2005).

3. KLIS 데이터의 특성 및 활용의 필요성

3.1 KLIS 데이터의 특성

지적분야에서는 지적의 선진화를 위해 대장 및 지적도면 전산화 사업을 완료하고 이러한 전산화 데이터를 이용하여 지적업무를 처리하기 위해 필지중심 토지정보시스템을 구축하였다. 필지중심 토지정보시스템을 구축한 후 폐쇄 임야도(원시 임야도) 전산화 데이터를 바로 탑재한 것이 아니라 도해지적도 변형에 따른 신축량을 보정하기 위해 보정작업을 거친 지적도 전산화 데이터를 탑재하여 운영하고 있다. 이러한 필지중심 토지정보시스템은 토지정보의 공동 활용을 위해 2006년부터 토지관리정보체계(Land Management Information System)와 통합한 한국토지정보시스템을 운영하고 있다.

신축오차를 보정할 수 있는 방법에는 2차원 비선형 좌표변환방법인 사영투영(projective transformation)과 부등각사상변환(affine transformation)방법 및 다항식변환(n-degree polynominal transformation)방법이 있으나 임야도 보정에는 부등각사상변환과 거리제곱 반비례 가중법이 사용되고 있다(최한영, 2004).

과거에는 신축오차가 발견되면 일률적으로 동일한 좌표변환방식을 적용하여 왔으나 최근에는 보다 정확도를 높이기 위해 변형된 도곽선의 형태에 따라 여러 가지 서로 다른 좌표변환공식을 적용하고 있다. 가중치(weight) 부여는 미지점의 보정거리를 주위 기준점과의 거리를 이용하여 거리의 역수로서 가중치를 부여하는 방법을 활용한다.

2차원 부등각 사상변환은 2차원 등각사상변환에 대한 축척에서 X, Y방향에 대해 축척인자가 다른 미소한 차이를 갖는 변환으로 비록 실제모양은 변하지만 평행선은 부등각 사상변환 후에도 평행을 유지한다. 이 변환에서는 6개의 변환요소를 갖기 위해 2개의 미지변환요소를 추가적으로 포함하며 2차원 부등각사상변환은 x, y의 축척변환, 비직교성의 수정, 회전과 평행이동 등의 4개의 기본적인 변환요소로 구성된다(그림 1).

거리제곱 반비례 가중법은 기준점과 기준점의 사이에

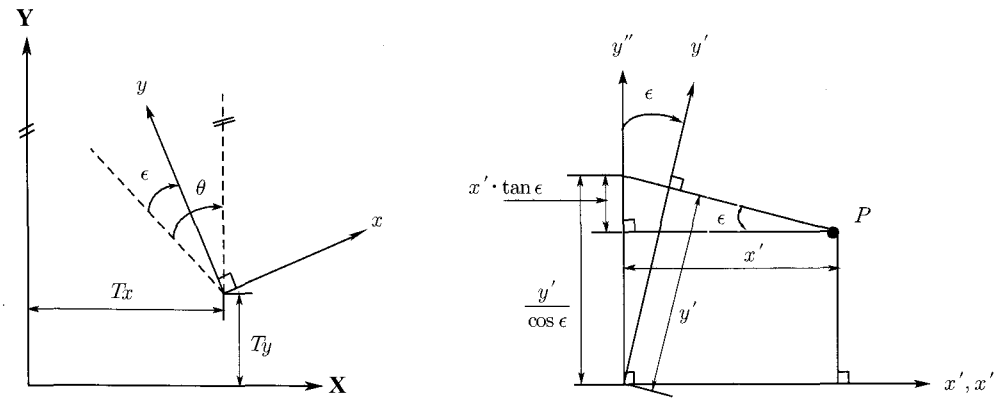

그림 1. 2차원 부등각 사상변환 관계

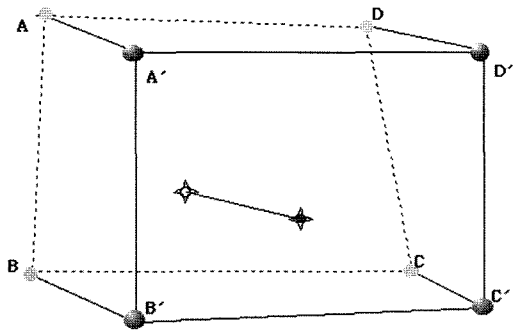

그림 2. 거리제곱 반비례 가중법

있는 임의의 미지점에 대해 가중치를 부여하여 좌표를 결정하는 방법이며 전제조건은 보정할 영역내의 모든 미지점을 동시에 사용하여야 한다는 것과 가중치의 합은 1이 되어야 한다는 것이다. 그리고 가중치는 미지점에서 기준점까지의 거리에 반비례 또는 거리의 제곱에 반비례한다는 것이다. 이 이론이 가지는 가장 큰 장점은 일단 알고리즘이 세워지고 프로그램하면 기준점의 수가 많고 적음에 관계없이 바로 사용할 수 있다는 것이다. 가중치는 기준점의 개수만큼이 필요하다(그림 2).

이 이론에서 가중치를 $\frac{1}{di^2}$로 수정하면 거리제곱 반비례 가중법을 전개할 수 있다.

$$wi = \frac{\frac{1}{di^2}}{\frac{1}{d1^2}+\frac{1}{d2^2}+\frac{1}{d3^2}} \quad \text{for} \quad i=1,2,3,\cdots \tag{1}$$

d_i: 보간될 점으로부터 i번째 있는 점까지 거리

$$F(x,y) = \sum_{i=1}^{n} wif(\xi, yi) = \sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{f(\xi, yi)}{di^2}}{\sum_{j=1}^{n} \frac{1}{dj^2}} \tag{2}$$

3.2 KLIS 데이터 활용의 필요성

현재까지 제안되고 있는 지적재조사 측량 방법들은 주로 토탈스테이션, GPS(RTK-GPS), 항공사진측량(수치정사영상) 등이다. 도심지역의 경우 수신의 제약이 있는 GPS 측량이나 중심투영 방식으로 원천적인 문제(ill-pose problem)를 가지고 있는 항공사진측량은 적용이 어려워 주로 토탈스테이션 측량 방법이 제안되고 있다. 농경지역의 경우 토탈스테이션, GPS, 항공사진측량으로 세부측량이 가능하지만 이중에서 정확도와 효율성이 입증된 토탈스테이션이나 RTK-GPS 측량 방법이 검토되고 있다(최한영, 2004). 이렇게 도심지와 농경지역에 대해서는 적용할 수 있는 측량 방법들이 정립되고 있다. 그러나 임야지역의 경우 아직까지 특별한 측량 방법이 정립되지 않고 있다. 임야지역은 상대적으로 도심지와 농경지역보다는 정확도 면에서 중요성이 덜 할 수 있지만 어쨌든 지적재조사 사업이 필요한 지역임은 사실이다.

현재 임야지역의 재조사 방법으로 가장 많이 제안되고 있는 것은 항공사진측량 후 수치정사영상을 제작하고 이를 이용하여 일필지의 경계 및 면적을 조사 등록하는 방법이다. 그러나 수치정사영상의 경우 원 영상만을 보고 직접적으로 지적경계선을 추출하기에는 무리가 있다. 즉, 일필지 경계선의 경우 건물 경계선 등과 같이 구분이 명확하지 않을뿐더러 산림이 울창하다든지, 자연적인 영향에 의해 지형의 변화가 있을 경우는 더더욱 일필지 경계선을 정확하게 추출하기에는 한계가 있다.

물론 수치정사영상과 지적전산파일을 중첩 이용할 경우는 가능성이 있다. 즉, 기존 지적전산 파일을 수치정사영상에 중첩을 통하여 경계선을 조정하는 방법을 취한다면 가능성이 있다. 그러나 아직까지 임야지역에서 지적전산 파일에 대한 정확도에 대한 많은 연구의 부재로 이에 대한 정확도가 검증되지 않고 있기 때문에 이에 대한 검증작업이 우선 필요하다.

또 다른 이유로서는 현재 국가적으로 많은 예산을 들여 지적도면 전산화 사업을 완료 하였으나 현황과 지적도, 지적도 상호간(도엽간)의 불부합 문제로 인하여 지적업무 외에 일반 도시계획 업무 등에서 지적도가 다양하게 활용되지 못하고 있다(국토연구원, 1996). 이로 인하여 1:1,000 수치지형도를 기준으로 지적도를 편집한 편집지적도를 추가로 제작·활용하고 있으나 지적도와 연계되지 못하고 막대한 국가 예산을 낭비하고 있는 실정이다(서울시정개발연구원, 1997).

따라서 향후 지적재조사 사업에서는 위와 같은 불부합 문제의 원인 규명을 통하여 어떤 방식으로든 활용 방안에 관한 모색이 필요하다. 즉, 전산파일이 위치적인 불부합 문제를 가지고 있는지 아니면 면적 부분의 불부합 문제를 가지고 있는 지의 원인 규명이 필요하다. 임야지역을 예로 든다면 면적 부분의 불부합이 최소로 발생하고 있다면 이러한 부분을 제외한 나머지 부분에 대해서는 정확도가 검증된 수치정사영상과 연계 이용함으로써 별도의 실측을 통하지 않고 임야지역의 지적재조사 사업이 가능할 것이다.

이렇게 다양한 방법을 모색함으로써 지역특성을 고려하지 않은 일률적인 지적재조사의 시행보다는 지역적 특성에 맞게 최적의 방법을 모색하여 가장 효율적인 지적재

조사사업이 되어야 할 것이다. 그리고 지적도 전산파일의 이용은 기 구축데이터에 대한 활용성을 극대화 할 수 있고 이는 지적재조사 사업기간의 단축이나 예산절감의 효과를 기대할 수 있을 것이다. 따라서 기존 전산파일의 정확도 분석을 통하여 정확도가 검증되면, 이와 연계·이용 가능한 현황참조 데이터를 중첩분석 하여 위치정보, 면적 정보 등을 실측 없이 조사 등록함으로써 기간단축과 예산절감의 효과가 있을 것으로 판단된다.

4. 실험 및 분석

4.1 연구대상지 선정 및 실험방법

연구에서는 현재 운용되고 있는 KLIS의 데이터를 이용하여 임야지역에서의 지적재조사 가능성을 제시하고자 실험지역으로서 충청북도 청주시 용정동 일대를 선정하였다. 임야지역은 지역적 특성상 광범위한 지역적 범위를 갖기 때문에 실험지역을 선정함에 있어 가급적 공간적인 범위를 넓게 선정하였다. 연구에서는 총 13도엽, 347필지를 실험지역으로 선정하였다. 임야도의 축척은 1:3,000 이다.

실험방법은 선정된 연구지역의 임야도(KLIS 데이터, 보정임야도)의 각 필지별로 토지대장에 등록된 면적을 기준하여 보정지적도의 좌표면적 비교 분석하였다. 또한 이들 대상지역은 도면의 축척이 1:3,000지역인 도해지역이므로 면적의 단위는 지적법 시행령 제7조 1항 1호의 규정과 같이 필지면적의 최소단위인 $1m^2$단위로 면적을 결정하였다. 본 연구에서 기준한 토지대장에 등록된 면적은 토지조사사업당시에 등록된 면적과 토지이동으로 등록된 면적 즉, 공적장부의 기준이 되는 토지대장 면적으로 하였다.

면적오차의 분석과 함께 위치정확도의 평가 역시 중요한 부분이다. 그러나 지적재조사가 청산문제로 인하여 사업추진에 어려움을 겪고 있는 것을 고려한다면 위치정확도 보다는 오히려 면적정확도가 더 중요한 요인이 될 것이다. 따라서 임야지역의 경우 광범위한 공간적인 범위와 도심지 및 농경지에 비해 상대적인 정확도가 낮다는 것을 고려한다면, 면적 부문에 이상이 없을 경우 위치오류 부분의 조정 및 조사 등록은 현황을 참고할 수 있는 데이터 예를 들면, 높은 정확도가 검증된 수치정사영상과 같은 자료를 이용하여 중첩분석과 같은 작업을 통한다면 가능할 것이다. 실제 이러한 것은 기존 연구에서 많이 제시되어 있는 내용들이다(강태석·박기헌, 2001; 홍성언, 2005). 따라서 본 연구에서는 보정임야도의 면적오차에 대해 모든 필지를 대상으로 분석하고 위치정확도에 대해서는 200-300점 정도의 경계점을 표본으로 추출하여 폐쇄 임야도 데이터와 KLIS 임야도 데이터를 비교하였다. 그림 3은 연구대상지역의 보정임야도를 나타내고 있다.

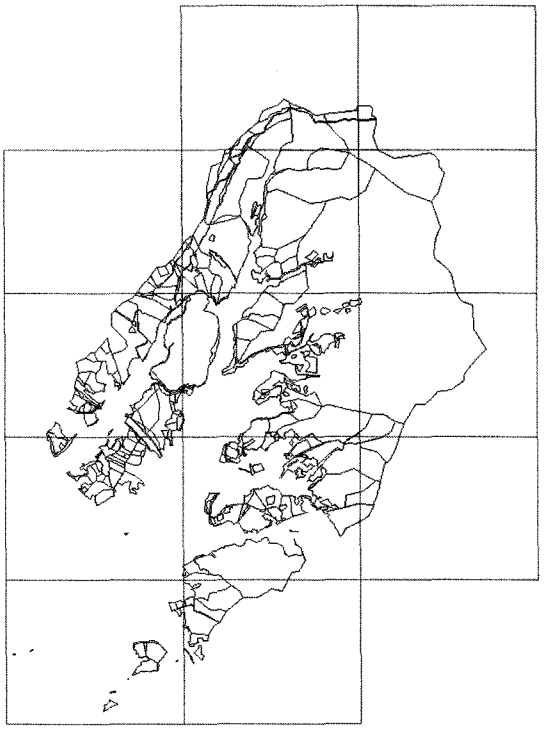

그림 3. 연구대상지역의 임야도

4.2 결과분석

4.2.1 면적정확도 분석

대장면적과 지적도를 보정한 좌표로 측정한 면적을 비교 분석한 필지는 총 347필지이며 이들 전체의 필지를 지적법시행규칙 제56조 1항의 규정에 의한 면적오차허용공식으로 면적공차를 계산하였다. 식은 다음과 같다.

$$\sigma = 0.026^2 \; M\sqrt{F} \tag{3}$$

여기서, σ는 오차허용면적
M은 도면의 축척분모
F는 대장면적

필지별 면적오차 분석은 지적법에 규정된 면적허용오차 공식에 의하여 필지별 면적 허용오차를 결정하고 이 오차범위를 기준으로 필지별로 토지대장에 등록된 면적과 임야도를 보정하여 결정한 필지별 면적오차를 비교분석하였다. 분석결과 대상지역의 총 347필지 중에서 면

표 1. 대장면적과 임야도 보정면적 비교(일부) (단위 : m^2)

ID	본번	부번	대장면적	KLIS 좌표면적	차이	공차	구분	ID	본번	부번	대장면적	KLIS 좌표면적	차이	공차	구분
1	1	1	1038779	873499	-165280	4133.896	외	68	32	3	2281	2102	-179	193.714	내
2	1	2	1289	1356	67	145.621	내	69	32	8	50	47	-3	28.680	내
3	1	3	2974	2972	-2	221.192	내	70	33	2	10011	1325	-8686	405.823	외
4	1	28	99	102	3	40.357	내	71	33	3	298	311	13	70.017	내
5	1	29	1719	1685	-34	168.165	내	72	33	4	496	608	112	90.331	외
6	1	30	496	452	-44	90.331	내	73	33	10	397	92	-305	80.815	외
7	1	31	99	122	23	40.357	내	74	33	13	17270	16909	-361	533.021	내
8	1	32	298	344	46	70.017	내	75	33	14	298	350	52	70.017	내
9	1	33	4585	4595	10	274.642	내	76	33	15	198	117	-81	57.073	외
10	1	34	3548	3549	1	241.596	내	77	33	16	1387	1438	51	151.055	내
11	2	0	21223	21754	531	590.883	내	78	33	17	601	629	28	99.434	내
12	3	0	23107	36496	13389	616.552	외	79	33	18	198	210	12	57.073	내
13	4	1	64463	78612	14149	1029.801	외	80	33	19	101	138	37	40.762	내
14	5	1	10413	2904	-7509	413.891	외	81	33	20	185	242	57	55.168	외
15	5	4	99	79	-20	40.357	내	82	34	1	120595	119814	-781	1408.519	내
16	6	1	5058	5098	40	288.461	내	83	34	2	496	517	21	90.331	내
17	7	1	2083	1872	-211	185.115	외	84	35	1	6149	6158	9	318.054	내
18	8	1	14281	13608	-673	484.705	외	85	37	1	23107	23045	-62	616.552	내
19	8	2	1701	1808	107	167.282	내	86	38	0	19934	19923	-11	572.658	내
20	8	3	9917	10324	407	403.913	외	87	39	0	9917	9916	-1	403.913	내
21	8	4	1155	1168	13	137.844	내	88	40	0	1519	1482	-37	158.080	내
22	8	5	417	447	30	82.826	내	89	40	1	2235	2129	-106	191.751	내
23	8	6	1257	1339	82	143.802	내	90	40	2	1641	1602	-39	164.306	내
24	9	0	893	810	-83	121.206	내	91	40	3	357	348	-9	76.636	내
25	10	0	992	973	-19	127.748	내	92	42	1	19835	19629	-206	571.234	내
26	11	0	4364	4208	-156	267.942	내	93	42	4	793	793	0	114.218	내
27	12	0	99	128	29	40.357	내	94	43	1	595	407	-188	98.936	외
28	14	0	1091	1121	30	133.971	내	95	44	1	4165	4149	-16	261.761	내
29	15	1	198	182	-16	57.073	내	96	45	1	2012	1999	-13	181.933	내
30	15	2	18645	18876	231	553.833	내	97	45	8	413	342	-71	82.428	내
31	15	3	397	290	-107	80.815	외	98	45	9	298	274	-24	70.017	내
32	15	4	298	163	-135	70.017	외	99	46	6	99	67	-32	40.357	내
33	15	5	4959	4900	-59	285.624	내	100	46	7	31	31	0	22.583	내
34	16	1	2777	3487	710	213.740	외	101	47	1	9525	9359	-166	395.850	내
35	16	2	397	388	-9	80.815	내	102	47	3	540	561	21	94.253	내
36	16	3	496	630	134	90.331	외	103	47	6	492	470	-22	89.966	내
37	17	1	298	347	49	70.017	내	104	47	7	55	62	7	30.080	내
38	17	2	198	197	-1	57.073	내	105	48	1	495	502	7	90.240	내
39	17	3	2182	1206	-976	189.463	외	106	48	3	51	40	-11	28.966	내
40	18	4	2777	2076	-701	213.740	외	107	48	6	4213	4139	-74	263.265	내
41	18	5	496	973	477	90.331	외	108	51	2	298	235	-63	70.017	내
42	19	1	7391	7551	160	348.698	내	109	51	4	5851	6231	380	310.251	외
43	19	4	397	541	144	80.815	외	110	52	8	7	9	2	10.731	내
44	19	5	264	275	11	65.902	내	111	53	0	2182	1854	-328	189.463	외
45	19	6	231	283	52	61.646	내	112	53	1	230	161	-69	61.512	외
46	20	1	14281	14273	-8	484.705	내	113	54	2	99	40	-59	40.357	외
47	21	1	8132	6958	-1174	365.760	외	114	56	8	99	40	-59	40.357	외
48	22	0	1587	1617	30	161.580	내	115	70	8	81	111	30	36.504	내
49	23	1	2777	2999	222	213.740	외	116	74	1	4364	4326	-38	267.942	내
50	23	3	893	814	-79	121.206	내	117	74	2	8430	8520	90	372.402	내
51	24	0	36595	70307	33712	775.906	외	118	75	0	5554	5484	-70	302.274	내
52	24	1	1819	1749	-70	172.987	내	119	75	1	87	105	18	37.832	내
53	25	1	45620	25720	-19900	866.315	외	120	76	0	7649	7700	51	354.732	내
54	26	0	15372	15521	149	502.877	내	121	77	1	15	16	1	15.709	내
55	27	1	6815	6719	-96	334.835	내	122	80	6	1524	487	-1037	158.340	외
56	27	15	99	76	-23	40.357	내	123	80	7	95	96	1	39.533	내
57	27	16	595	397	-198	98.936	외	124	81	2	3355	3575	220	234.933	내
58	27	17	313	309	-4	71.758	내	125	81	6	5972	6116	144	313.443	내

적오차이내에 해당하는 필지는 287필지(83%), 초과한 필지는 60필지(17%)로 나타났다(표 1). 그런데 이러한 분석에는 데이터 자체가 가지고 있는 오류 부분까지 포함되어 있다. 즉, 도곽부분의 접합이 제대로 이루어지지 않아 발생하는 오차, 결선처리가 제대로 되지 않은 홀필지, 그리고 결선자체에 오류가 있는 필지 등이다. 따라서 연구에서는 이러한 데이터자체에 오차가 있는 부분을 제외하고 분석을 하여 보았다.

먼저 도곽차이로 인하여 접합이 제대로 이루어지지 않아 오차를 초과한 필지는 ID 1, 12, 13, 20, 51, 53, 94, 170, 214필지로 분석되었다. 그리고 홀필지의 경우도 대체적으로 결선이 제대로 이루어지지 않아 오차를 초과하는 경우가 많이 발생하였다. 홀필지로 인하여 오차를 초과한 필지는 ID 14, 47, 65, 70, 122, 165, 334필지로 분석되었다. 도곽접합이나 홀필지의 원인외에 데이터 자체가 결선상태가 좋지 못하여 오차를 초과한 경우도 발생하였는데 이러한 경우는 ID 34, 39, 72, 73필지로 나타났다.

따라서 이러한 것을 제외하고 분석을 하여 본다면 287(88%)필지가 면적오차 이내인 것으로 분석된다. 그리고 39필지(12%)가 오차를 초과하는 것으로 분석할 수 있다. 결국 데이터 자체가 가지고 있는 오류 부분을 제외한다면 대략 90% 이상은 면적에 이상이 없는 것으로 분석되어 지적재조사 사업 시에 충분한 활용가능성이 있는 것으로 분석된다.

토지대장의 필지별 면적과 지적도보정에 의한 필지별 면적의 오차를 구간별 허용오차 이내를 $\pm\sigma$, 2배를 $\pm2\sigma$, 3배를 $\pm3\sigma$로 오차구간을 설정하여 분석하여보았다. 이러한 분석에 있어 위에서 언급한 데이터 자체에 문제가 있는 필지(21필지)는 제외하고 분석이 이루어졌다.

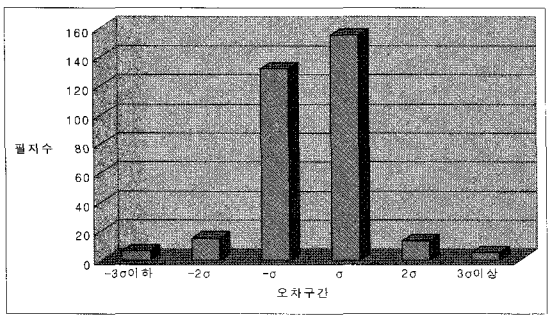

그림 4. 대장면적과 임야도 보정면적 오차구간 비교

분석결과, 허용오차 이내인 $\pm\sigma$는 287필지에 88.0%, $\pm2\sigma$는 28필지에 8.6%, $\pm3\sigma$이상은 11필지에 3.3%로 거의 대부분의 필지가 $\pm\sigma$, $\pm2\sigma$ 이내인 것으로 분석되었다(표 2, 그림 4). 또한 면적이 증가된 필지는 173필지에 53.1%, 감소된 필지는 153필지에 46.9%로 면적의 증감에 대한 부분은 증가하는 면적과 감소하는 면적의 차이가 비슷하게 나타나고 있다.

4.2.2 위치정확도 분석

연구에서는 대상지역의 보정임야도와 기존 폐쇄 임야도와의 오차차이를 분석하기 위해 대상지역에서 무작위로 필지경계점 284점을 추출하여 비교분석하였다. 위치정확도 분석방법은 지적법시행규칙 제54조에 의한 축척 1:3,000지역에서의 성과인정 범위(3M/10mm, M은 축척분모)를 기준으로 하였다. 그리고 추출된 경계점좌표를 이용하여 변위량이 오차범위이내일 경우 σ, 2배일 경우 $\pm\sigma$, 3배일경우는 $\pm3\sigma$로 오차구간을 설정하여 분석하였다.

분석결과 보정지적도의 위치오차의 경우 대상지역 총 284점 중에서 허용오차 ±0.9m이내인 경계점은 불과 7점뿐인 것으로 분석되었다. 결과적으로 대상지역 보정지적도의 경계점은 기존 폐쇄 임야도와 비교할 경우 대부분의 경계점이 허용오차를 초과하는 것으로 분석된다. 이를 오차 구간을 설정하여 분석할 경우, σ 범위내가 7점, $\pm2\sigma$ 범위내가 50점, $\pm3\sigma$ 범위내가 64점으로 분석되었고, $\pm3\sigma$ 초과하는 경계점은 모두 220점인 것으로 나타났다(표 3, 그림 5).

이와 같은 결과는 기존 지적도를 보정함에 있어 발생하는 오차이다. 즉, 기존 종이도면이 가지고 있는 신축오차를 보정하여 정도곽으로 생성함에 있어 발생한 위치의 이동량이다. 연구지역의 경우 X좌표는 총 284점 중에서 248점이 남쪽방향으로, 36점이 북쪽 방향으로 편위가 나타나고 있는 것으로 나타났다. Y좌표의 경우는 서쪽방향으로 105점, 동쪽방향으로 179점이 편위가 나타나고 있다. 따라서 연구지역의 필지는 대체적으로 남동방향으로 편위가 이루어지거나 남서방향으로 편위가 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

면적오차와 위치오차의 분석내용을 종합적으로 고찰한다면, 연구지역 대부분의 필지는 면적에 문제가 없고, 위치에 오류가 있는 것으로 분석할 수 있다. 즉, 이러한 것은 불부합지 유형 중에서 편위형으로 분석할 수 있다.

따라서 임야지역은 특정 지상측량 방법으로 정확하게 재

표 2. 대장면적과 임야도 보정면적 오차구간 비교

구 간 별	-3σ이하	-2σ	-σ	σ	2σ	3σ이상	계
필 지 수	6	15	132	155	13	5	326

* 0 값은 + σ로 처리

표 3. 보정지적도과 폐쇄 임야도 경계점 오차구간 비교

구 간 별	σ범위내	±2σ범위내	±3σ범위내	±3σ 초과
경계점 수	7	50	64	220

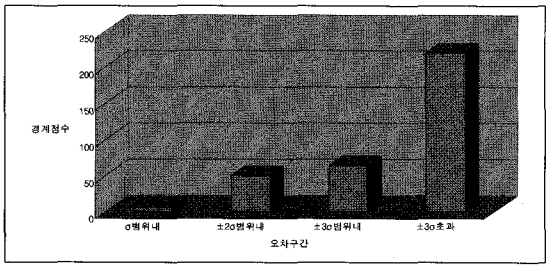

그림 5. 보정지적도과 폐쇄 임야도 경계점 오차구간 비교

조사 측량이 어려우므로 KLIS 데이터를 이용하여 면적에 이상이 없는 필지에 대해서는 우선적으로 수치정사영상과 같은 현황참조 데이터를 이용하여 정확하게 정위치로 이동 및 보정하여 등록하고, 면적오차를 초과하는 필지에 대해서는 오차발생 원인을 정확하게 규명한 후 이에 따른 보정방법을 취하여 재조사하는 방안이 효율적일 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 임야지역에 있어서 향후 효율적인 지적불부합지 정리 사업이나 지적재조사 사업을 위해 현재 운용되고 있는 KLIS 데이터의 이용가능성을 제시하고자 하였다. 연구결과로는 다음과 같다.

지적법에 규정된 면적허용오차 공식에 의하여 필지별로 토지대장에 등록된 면적과 임야도를 보정하여 결정한 필지별 면적오차를 비교 분석한 결과 대상지역의 총 347필지 중에서 287(88%)필지가 면적오차 이내인 것으로 나타났다. 그러나 위치정확도를 분석하여본 결과, 대부분의 필지가 지적법에서 규정하는 오차범위를 초과하는 것으로 나타났다. 결과적으로 연구대상지역의 경우 대체적으로 면적정확도는 높지만 위치정확도가 낮은 것으로 나타났다. 즉, 대부분의 필지가 기존 폐쇄 임야도와 비교하였을 경우 면적에는 오류가 없고 위치에 오류가 발생하고 있는 편위형 불부합지가 많이 나타나고 있는 것으로 분석되었다.

따라서 연구지역과 같은 임야지역에서의 지적재조사는 면적에 오류가 없는 필지에 대해 우선적으로 수치정사영상과 같이 높은 정확도가 입증된 현황 참조용 데이터를 이용하여 KLIS 데이터의 불부합(편위)하는 경계선을 조정하는 방법으로 재조사하는 것이 바람직하다고 본다. 그리고 면적오차가 허용오차를 벗어나는 필지의 경우는 신축 보정에 따른 오류인지 아니면 현황과의 불부합 문제인지 또는 과거 등록에 따른 오류인지 등에 대한 원인을 명확히 규명한 후, 이에 대한 정밀한 보정작업을 거친 후 지적재조사 사업에 이용하여야 할 것이다.

현재까지 임야지역은 도심지나 농경지에 비하여 상대적으로 중요성이 덜하기 때문에 지적재조사 방법 등의 연구가 미흡한 편이다. 그러나 광범위한 면적과 대지로의 등록전환 증가 추이를 고려한다면 앞으로는 지적재조사 방법뿐만 아니라 불부합지 부분에 대해서도 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다. 끝으로 연구에서는 특정 지역만을 대상으로 KLIS 데이터의 활용가능성을 제시하였으나 앞으로는 보다 광범위한 지역 및 다양한 지역(농촌지역, 도시지역, 도농복합지역 등)에 대해서도 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 강태석, 2005, "지적재조사의 실행전략", *한국지적학회지*, 한국지적학회, 제21권, 2호, pp. 1-20.
2. 강태석, 박기헌, 2001, "수치정사사진을 이용한 지적도 도곽접합에 관한 연구", *한국지적학회지*, 한국지적학회, 제17권, 1호, pp. 63-79.
3. 국토연구원, 1996, *공간계획을 위한 공통주제도 수치지도화 방안 연구*.
4. 김행종, 1996, "지적불부합지의 원인과 해소방안에 관한 연구", *지역사회개발연구*, 한국지역사회개발학회, 제23권, 1호, pp. 317-344.
5. 대한지적공사, 2002, 지적불부합지 현황 및 해결방안 연구.
6. 서울시정개발연구원, 1997, *서울시 지적 및 도시계획자료의 GIS 활용 방안*.
7. 이성화, 2001, "지적불부합지가 토지이용에 미치는 영향과 해소방안에 관한 연구", *부동산학연구*, 한국부동산분석학회, 제7집, 2호, pp. 53-72.
8. 정근택, 2002, *전산화된 지적도면의 정확도 비교*, 석사학위논문, 명지대학교.
9. 최한영, 2004, *지적불부합지정리의 효율성 제고를 위한 지적측량기법에 관한 연구*, 박사학위논문, 조선대학교.
10. 행정자치부, 2003, 항공사진측량기법을 이용한 지적불부합지 정리방안 연구.
11. 홍성언, 2005, *지적재조사 사업을 위한 GIS 기반의 지적불부합지 자동 조사 방법 연구*, 박사학위논문, 인하대학교.
12. 홍성언, 이동헌, 박수홍, 2004, "수치지적도와 수치지형도를 이용한 지적불부합지 조사 방법", *한국지적학회지*, 한국지적학회, 제20권, 1호, pp. 125-137.