

UAV를 이용한 현황 중심의 지적불부합지 정비방안 연구*

Arrangement Methods of Cadastral Non-coincidence Oriented Present Condition Using UAV

박 효 원** · 홍 성 언***

Park, Hyo Won · Hong, Sung Eon

요 약

본 연구에서는 UAV 정사영상과 지적도면의 중첩분석을 이용하여 지적불부합지의 유형을 분석하고, 이를 기초로 현황 중심의 정비방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 UAV 정사영상을 제작하고 지상기준점 및 검사점을 이용하여 정확도를 검증한 결과 RMSE가 $X=0.032m$, $Y=0.024m$, 연결교차= $0.039m$ 로 나타나 적용가능성을 입증하였다. 이 영상과 지적도면을 중첩분석 한 결과, 실험지역 총 123필지 중 지적불부합지는 총 64필지(편위형, 위치오류형, 불규칙형 등)로 나타났다. 지적불부합지를 대상으로 기존 현황측량 도면과 UAV 영상을 참조하여 블록 단위로 지적도면의 경계선을 분할 후 이동시키는 방법을 적용해 지적불부합지의 감소량을 분석하였다. 분석결과, 이동이 이루어진 총 52필지의 불부합지가 29필지로 감소하는 것으로 나타났다. 특히, 편위형이 정비효과가 큰 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 방법과 지적재조사사업을 연계한다면 사업의 효율을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : UAV, 지적불부합지, 지적재조사, 지적도면

ABSTRACT

This study utilized UAV orthophotos and overlay analysis of cadastral maps to analyze the class of cadastral non-coincidence, and tries to suggest arrangement methods based on the present conditions. For this, UAV orthophotos were produced and ground control points(GCP) and test points were used to verify its accuracy. Results of RMSE showed $X=0.032m$, $Y=0.024m$ and connection error= $0.039m$, verifying its applicability. Overlay analysis of the orthophotos and the cadastral maps showed that 64 parcels out of a total of 123 were cadastral non-coincidences, showing biased non-coincidences, position error non-coincidences and irregular non-coincidences. The reduction rate of cadastral non-coincidences were analyzed by dividing the cadastral maps into blocks and methodically moving them while referring to the current present condition layout and the UAV photos. The results showed that 52 non-coincidences that were moved were reduced down to 29 parcels, while biased non-coincidences showed an especially high effective result from maintenance. Thus, an increase in

* 이 논문은 2018년도 청주대학교 연구 장학 지원에 의한 것임.

** 정희원·청주대학교 지적학과 석사과정(E-mail: praeterita95@naver.com)

*** 교신저자, 정희원·청주대학교 지적학과 부교수(E-mail: hongsu2005@cju.ac.kr)

business efficiency may be anticipated by connecting methods of this study with cadastral resurvey projects.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle, Cadastral Non-coincidence, Cadastral Resurvey, Cadastral Map

1. 서 론

지적불부합지는 사회적으로 빈발한 토지분쟁, 토지거래질서의 문란, 주민의 권리행사에 지장을 주는 등 많은 토지행정의 문제를 발생시키고 있다. 이를 해결하기 위하여 정부는 토지의 실제 현황과 일치하지 않는 지적공부의 등록사항을 바로 잡고 종이에 구현된 지적을 디지털지적으로 전환함으로써 국토의 효율적 관리 및 국민재산권 보호에 기여하고자 지적재조사 사업을 추진하고 있다.¹⁾ 지적재조사사업은 전 국토의 약 14.8%(550만 필지)를 집단불부합지로 선정하여 직접측량 방식을 적용하고, 나머지는 세계측지계 변환 방식을 적용하고 있다. 하지만, 당초 계획했던 것보다 진행이 더딘 상황이다. 이로 인하여 정부에서는 다각도로

도해지역의 수치화 방안을 모색하고 있다. 대표적으로 현재 추진되고 있는 도해지역의 수치화 사업과 지적확정측량 종목의 확대이다.²⁾ 그러나 지적불부합지를 정비하기 위한 다양한 제도적인 노력에도 불구하고 여전히 도해지역의 수치화 전환은 활발히 이루어지지 못하고 있다.

최근 지적정보를 정확하고 효율적으로 취득하고자 토탈스테이션(Total Station), GNSS(Global Navigation Satellite System)을 기본으로 한 사진

측량(Photogrammetry), UAV(Unmanned Aerial Vehicle System), RS(Remote Sensing), 지상 LiDAR(Terrestrial Light Detection and Ranging), MMS(Mobile Mapping System) 등의 디지털화된 다양한 기법들이 연구되고 있다.³⁾ 이 기법들 중에서 특히 UAV는 신속성뿐만 아니라 높은 정확도가 입증되어 현재 지적 분야에서 많이 활용되고 있다. 따라서 정확성과 효율성이 입증된 UAV와 같은 기술을 적용하여 지적불부합지 정비 방안을 모색한다면, 지적재조사사업이나 도해지역수치화 사업을 효율적으로 지원할 수 있을 것으로 판단된다.

UAV 및 지적불부합지와 관련된 주요 선행연구를 살펴보면, 이시욱(2015)⁴⁾은 UAV를 이용한 국공유지 실태조사 방안을 제시하였다. 박정환(2011)⁵⁾은 항공사진을 이용한 국내외 지적분야의 활용 사례를 분석하고, 지적불부합지 조사에 활용방안을 제시하였다. 조성환(2015)⁶⁾은 지적불부합지 탐색 방법이 지적경계의 현행화 과정 없이 이루어지는 것을 보완하기 위해 지적경계 현행화 기반의 탐색 기법인 MMAS(Map Matching using Additional Surveying)기법을 제안하였다. 홍성언(2011)⁷⁾은 지적불부합 문제를 보다 광의적으로 해석하여 현행 대장 및 도면상에 나타나고 있는 지

1) 「지적재조사에 관한 특별법」 제1조.

2) 국토교통부, 「제2차 지적재조사 기본계획」, 2016.

3) 박진평·박기현·홍성언, “UAV를 이용한 접근난해지역에서 필지경계정보 취득 연구”, 「한국지적학회지」, 제32권 제1호, 2016, pp.92-102.

4) 이시욱, “국공유지 실태조사 활용을 위한 UAV 정사영상의 생성 및 정확도 분석”, 석사학위논문, 금오공과대학교, 2016.

5) 박정환, “항공사진을 이용한 지적불부합지의 분석에 관한 연구”, 석사학위논문, 경일대학교 대학원, 2012.

6) 조성환·허용, “MMAS 기법에 의한 지적불부합지 탐색기법”, 「지적과 국토정보」, 제45권 제2호, 한국국토정보공사, 2015, pp.149-160.

적불부합지 유형을 조사·파악하여 이를 정리할 수 있는 방안을 제시하였다. 주요 선행연구를 고찰한 결과, 대부분 현황과 비교를 통한 지적불부합지 조사 방안에 주안점을 두고 있어 정비 방안의 제시가 구체적이지 못한 한계성이 있다.

본 연구에서는 현황측량 자료와 UAV 정사영상을 이용하여 지적불부합지의 유형별 실태를 조사한다. 그리고 블록 단위로 지적도면을 분할 후 현황에 부합하도록 이동시키는 방법에 기초해 지적불부합지 정비 방안을 제시하고자 한다.

2. UAV 및 지적불부합

2.1 UAV

무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)는 기본적으로 사람이 타지 않고 비행하는 항공기를 말하는 것으로 지상에서 원격조정, 사전 프로그램된 경로에 따라 자동 또는 반자동 형식으로 자율 비행하거나 인공지능을 탑재해 자체 환경 판단에 따라 임무를 수행하는 비행체와 지상통제장비 및 통신장비 등의 전체 시스템을 통칭한다.⁸⁾ 과거에는 군사 분야에서 표적, 정찰 등의 목적으로 제작·사용되었다. 그러나 최근에는 위성측위, 통신, 카메라 기술의 발전으로 목적에 따라 다양하게 활용되어 단순한 이미지 활용부터 좌표를 갖는 정사영상 제작은 물론 열화상, 분광, 라이더 등의 각종 센서를 장착하여 사용자가 원하는 형태의 다양한 자료를 UAV로 취득할 수 있게 되었다.⁹⁾

UAV는 크게 고정익과 회전익으로 구분된다. 고정익은 동체 옆 양쪽에 날개(Plane)가 고정되어

있는 형태로 회전익에 비해 속도가 빠르고 오래 비행할 수 있다는 장점이 있어 넓은 지역을 촬영할 때 유리하다. 회전익은 뜨는 힘을 발생 시키는 날개가 회전한다고 해서 붙여진 명칭으로 회전익을 로터라고 한다. 회전익에는 헬리콥터와 멀티(로터)콥터가 있으며 조정과 정비가 쉽고 좁은 지역에서 수직이착륙이 가능하며 정지비행도 가능하다.¹⁰⁾

2.2 지적불부합

지적불부합이란 지적공부 즉, 토지의 등록사항인 소재, 지번, 경계, 좌표, 면적, 소유권자 등이 실제상황이나 토지경계가 지적공부와 일치하지 않는 모든 경우를 말한다. 지적불부합은 도해적으로 관리되는 지적도면의 한계성, 측량 기준점의 통일성 결여, 토지의 극단적인 세분화에 충족되는 대축척 지적도의 미비, 지적도 축척의 다양성, 지적도면 관리 부실로 인한 도면 신축 및 마모, 지상 경계관리의 불합리에 따른 오류, 도면재작성에 따른 오류, 도시설계 없이 진행된 자연발생적 시가지조성 후 지적측량 실시에 따른 오류¹¹⁾ 등 여러 가지 원인으로 나타난다.

지적불부합의 발생유형으로는 중복형, 공백형, 편위형, 위치오류형, 지형변동형, 불규칙형, 도곽 접합 불일치의 토지 등이 있다. 중복형은 일필지 경계의 일부가 인접된 다른 필지에 중복으로 등록된 지역, 공백형은 토지의 경계선이 벌어지는 지역, 편위형은 경계의 위치가 집단적으로 밀리는 지역, 위치오류형은 지적공부에 등록된 위치와 현지 위치가 서로 다른 지역, 지형변동형은 등록 당시와 현재의 토지 이용 상황이 다른 지역, 불규칙

7) 홍성언, “지적불부합지의 유형별 조사와 정리 방법 연구”, 『국토지리학회지』, 제45권 제3호, 2011, pp.397-407.

8) 성상민, “초경량 무인항공영상의 품질검증 및 필지경계 설정 방안”, 석사학위논문, 동아대학교 대학원, 2016, p.10.

9) 박종현·박연수·박기현·홍성언, “무인항공사진측량을 위한 대공표지 제작 표준 연구”, 『한국지적학회지』, 제32권 제3호, 2016, pp.191-204.

10) 이봉주·고준환, “드론 기반 국공유지 관리모형 구축방안에 관한 연구”, 『한국지적학회지』, 제32권 제3호, 2016, pp.85-102.

11) 박정환, “항공사진을 이용한 지적불부합지의 분석에 관한 연구”, 석사학위논문, 경일대학교 대학원, 2012, p.22.

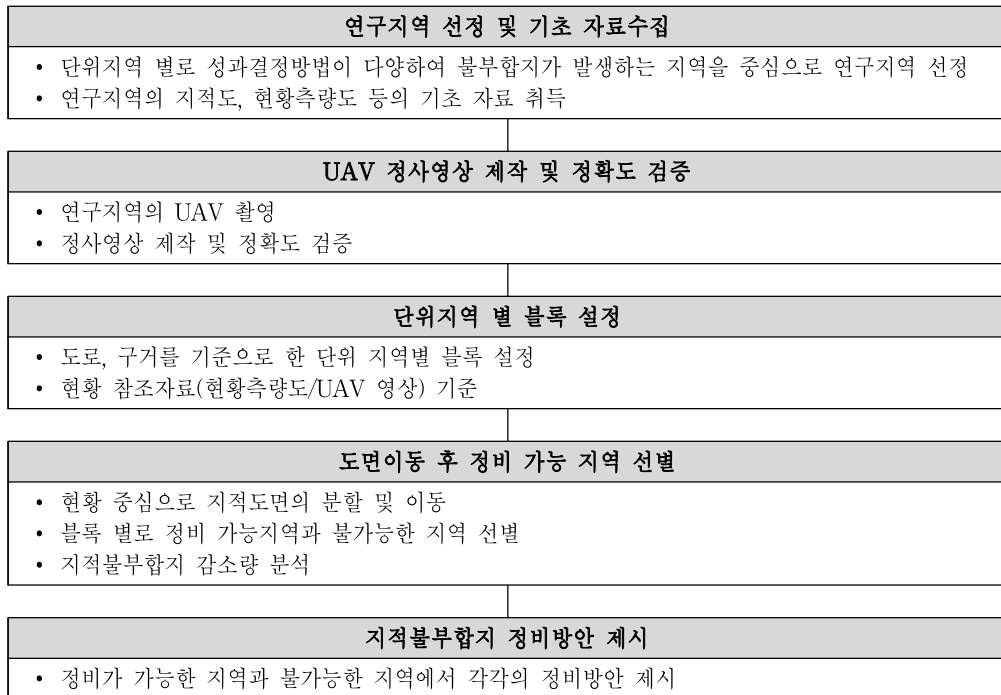
형은 경계선이 일정한 방향이 아닌 불규칙하게 밀리거나 틀어지는 지역, 도곽 접합 불일치 토지는 도곽, 축척, 행정구역 간 지적경계가 일치하지 않는 지역을 말한다.¹²⁾

3. 실험 및 분석

3.1 실험 개요

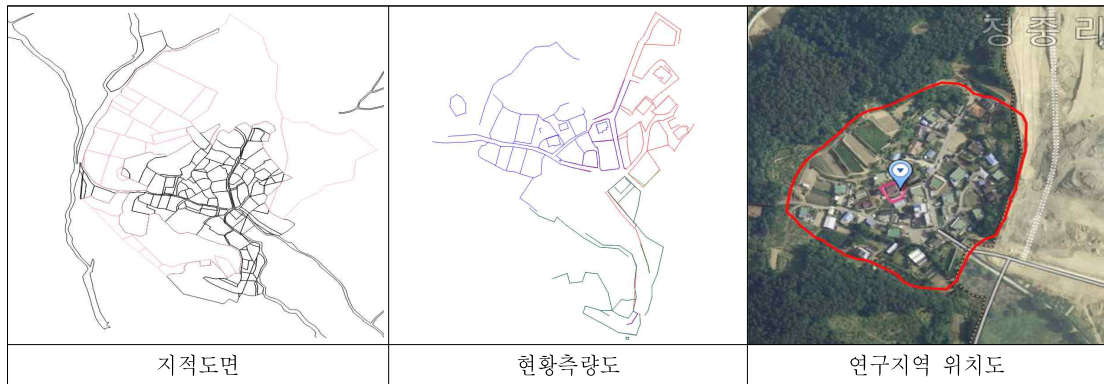
본 연구는 UAV 정사영상과 지적도면을 중첩분석하여 지적불부합지 현황을 분석하고, 현황을 중심으로 지적도면을 이동시킨 후 지적불부합의 해소 정도를 분석하여 이에 따른 정비 방안을 제시하고자 한다. 이를 위한 실험은 연구지역 선정 및 기초 자료수집, UAV 정사영상 제작 및 정확도 검증, 단위지역 별 블록 설정, 도면이동 후 정비 가

능 지역 선별, 지적불부합지 정비방안 제시 단계로 설계하였다. 연구지역 선정 및 기초 자료수집은 단위지역 별로 성과결정 방법이 다양하여 불부합지가 발생하는 지역을 중심으로 연구지역을 선정하고, 지적도면과 현황을 참고할 수 있는 기초 자료를 취득한다. UAV 정사영상 제작 및 정확도 검증은 연구지역을 대상으로 UAV 촬영을 시행하고, 정사영상을 제작한 후 지적분야에 활용하기 위한 정확도를 검증한다. 단위지역 별 블록 설정은 현황 참조자료를 이용해 도로, 구거를 기준으로 한 단위 지역별 블록을 설정한다. 도면이동 후 정비 가능 지역 선별은 현황을 중심으로 지적도면을 분할 및 이동시킨 후 블록 별로 정비 가능지역과 불가능 지역을 선별하고, 이에 따른 지적불부합지 감소량을 분석한다. 이러한 과정을 거쳐 도출된 실험결과를 기초로 지적불부합지 정비방안을 제시한다. 실험 과정은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 실험 과정

12) 박종현, “무인항공측량시스템을 이용한 지적재조사 추진방법의 개선 연구”, 박사학위논문, 청주대학교 대학원, 2018, p.76.



(그림 2) 연구지역 위치도 및 취득 자료

3.2 연구지역 선정 및 자료취득

실험을 위한 연구지역의 선정은 지적재조사 대상지이면서 성과결정 방법들이 다양해 지적불부합지가 발생하고 있는 지역을 고려하여 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 정중리 일부지역을 선정하였다. 자료는 대상지역의 지적도면(1/1,200)과 현황을 참조하기 위한 현황측량도면을 수집하였다. 자료는 한국국토정보공사의 협조를 얻어 수집하였다. [그림 2]는 연구지역의 위치도와 취득된 자료를 나타낸 것이다.

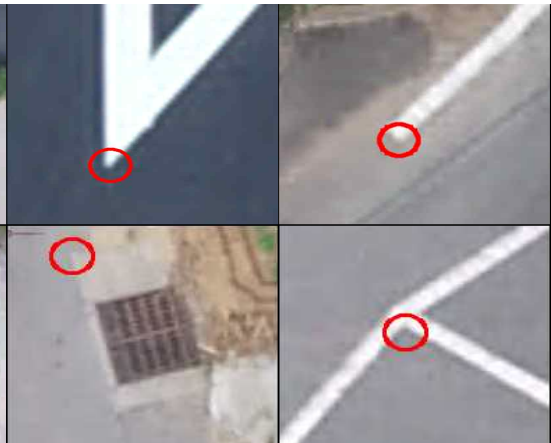
3.3 촬영 및 정사영상 제작

3.3.1 촬영

UAV 촬영에 앞서 영상의 좌표변환 및 정확도 검증에 위해 지상기준점과 검사점을 설치하여 관측하였다. 지상기준점은 [그림 3]과 같이 주변의 장애물 및 음영폐색의 영향을 받지 않는 위치에 대공표지를 설치하였다. 검사점 역시 [그림 4]와 같이 지상기준점과 동일한 환경을 적용하였고, 도로 표시선, 하수구 가장자리 등의 시설물로 선정하였다. 지상기준점은 총 6점, 검사점은 9점을 설치하였다. 관측은 GPS(Network RTK) 장비를 사용하였다.



(그림 3) 대공표지 설치



(그림 4) 검사점 설정

지상기준점 및 검사점 설치이후 연구지역에 대하여 Inspire2의 UAV 장비를 이용하여 촬영하였다. 대상지역이 소규모 지역으로 선정되었기 때문에 상대적으로 공간적인 범위가 작을 때 고정익보다 효율적인 회전익 장비를 사용하였다. 정확한 현황의 관측을 위해 비행고도는 80m의 저고도로 설정하였으며, 중복도는 종중복도 80%, 횡중복도 70%를 기준으로 하였다. 비행경로는 중복도를 높이기 위해 종선방향, 횡선방향으로 두 차례에 걸쳐 촬영하였으며, 일정한 중복도와 고도 유지를 위해


여 자동비행을 실시하였다. <표 1>은 사용한 UAV 기기의 제원과 비행에 관한 사항들을 나타내었다.

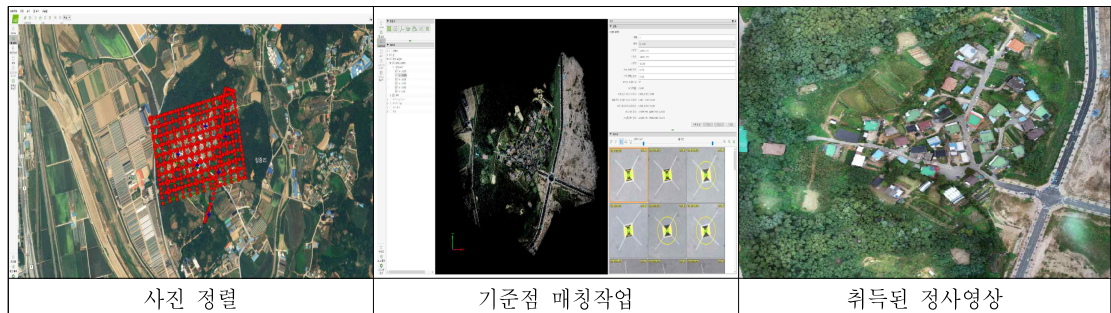
3.3.2 정사영상의 제작 및 정확도 검증

UAV를 이용한 대상지역의 촬영을 통하여 정사영상을 제작하였다. 정사영상은 PIX 4D Mapper 소프트웨어를 사용하여 제작하였다. 영상제작의 개략적인 과정은 영상에 사용할 좌표계입력, 포인트 생성 후 GCP점에 대한 좌표 값의 입력 및 매칭, 포인트 클라우드 생성 및 수치표면모델 제작, 정사영상 제작 순으로 진행하였다[그림 5].

제작된 정사영상의 정확도 검증은 동일 지점에 대해 획득한 영상에서의 지상기준점 및 검사점의 성과와 실제 GPS측량을 이용하여 취득한 성과를 비교분석 하였다. 오차분석은 RMSE를 산출하여 분석하였다. 분석결과, <표 2>와 같이 X좌표의 RMSE가 0.032m, Y좌표의 RMSE가 0.024m, 연결오차의 RMSE는 0.039m로 양호하게 산출되었다. 이는 현행「지적재조사에 관한 특별법 시행규칙」 제7조에서 규정하고 있는 경계점 연결오차의 허용범위인 $\pm 7\text{cm}$ 이내의 기준을 충족하는 것으로 본 연구의 실험에 적용하여도 무리가 없는 것으로 나타났다.

<표 1> UAV 제원 및 촬영 개요

항 목	규 격
사 진	
장비명	DJI Inspire2 (회전익)
무 게	3440g
촬영일	2018년 9월 12일
비행시간	25분 42초
비행속도	7.7m/s~8.0m/s
비행방식	자동비행
비행고도	80m
촬영면적	301m * 431m (0.129731km ²)
사진매수	567매
카메라	DJI Zenmuse X4S
사용 어플리케이션	DJI go4, PIX 4D Capture
중복도	종중복 80% 횡중복 70%
비행경로	종선방향 횡선방향 두 번 촬영



[그림 5] 정사영상 제작자료

〈표 2〉 정사영상의 정확도 분석

(단위 : m)

점명	UAV 정사영상 추출값		Network RTK 측량값		오 차		
	X	Y	X	Y	ΔX	ΔY	연결오차
GCP1	346838.86	226710.68	346838.83	226710.69	0.03	-0.01	0.03
GCP2	346802.08	226805.72	346802.07	226805.75	0.01	-0.03	0.03
GCP3	346934.22	226848.64	346934.21	226848.64	0.01	0.00	0.01
GCP4	346899.34	226945.37	346899.33	226945.39	0.01	-0.02	0.02
GCP5	346778.87	226912.29	346778.87	226912.31	0.00	-0.02	0.02
GCP6	346635.40	226864.30	346635.39	226864.33	0.01	-0.03	0.03
검사점1	346696.01	226880.95	346695.96	226880.99	0.05	-0.04	0.06
검사점2	346778.20	226881.73	346778.14	226881.73	0.06	0.00	0.06
검사점3	346848.03	226924.37	346848.04	226924.37	-0.01	0.00	0.01
검사점4	346860.12	226867.98	346860.19	226867.94	-0.07	0.04	0.08
검사점5	346827.83	226848.54	346827.86	226848.53	-0.03	0.01	0.03
검사점6	346841.56	226823.78	346841.57	226823.78	-0.01	0.00	0.01
검사점7	346924.20	226844.25	346924.17	226844.24	0.03	0.01	0.03
검사점8	346832.90	226741.57	346832.90	226741.59	0.00	-0.02	0.02
검사점9	346803.07	226816.22	346803.06	226816.18	0.01	0.04	0.04
RMSE					±0.032	±0.024	±0.039

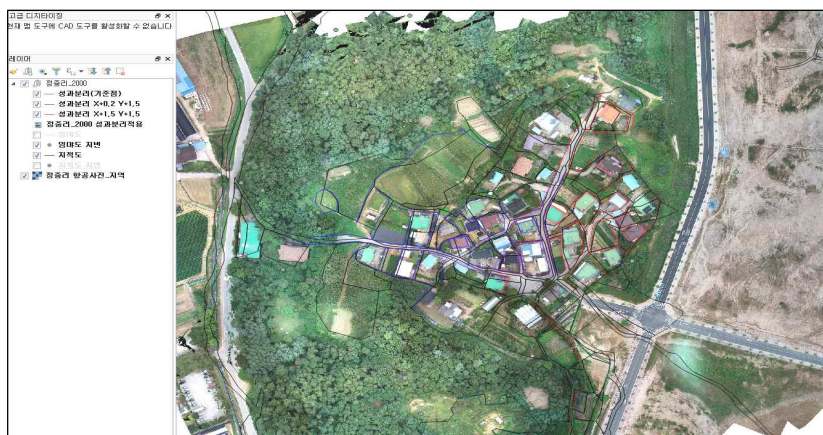
3.4 정사영상을 이용한 지적불부합지 현황분석 및 정비방안

3.4.1 지적불부합 현황 분석

지적불부합지 정비 방안의 제시를 위해 사전 연구지역의 유형별 지적불부합지 현황을 분석하였다. 분석 방법은 제작된 정사영상, 지적도, 현황측

량도면의 중첩분석 방법을 이용하였다. 중첩분석은 QGIS 프로그램을 사용하였다[그림 6].

연구지역의 전체 필지 수는 도로와 구거를 포함한 총 123필지이다. 이중 지적불부합이 발생하는 필지는 유형별로 편위형이 20필지, 지형변동형이 13필지, 불규칙형이 12필지, 위치오류형이 18필지, 공백형이 1필지로 총 64필지가 존재하는 것으로 분석되었다. <표 3>은 연구지역의 유형별 지적불



(그림 6) UAV영상과 지적도, 측량성과파일 중첩

〈표 3〉 연구지역의 유형별 지적불부합지 현황

유형	필지수	사 례	유형	필지수	사 례
편위형	20		위치 오류형	18	
지형 변동형	13		공백형	1	
불규칙형	12		계	64	

부합지 필지 수와 사례를 나타낸 것이다.

3.4.2 지적불부합지 정리를 위한 단위지역 설정

지적불부합지 현황을 파악한 후, 이의 정비를

위해 단위지역을 설정하였다. 단위 지역의 설정은 연구지역의 지적측량 성과결정의 특성을 고려해 설정하였다. 즉, 연구지역의 경우 도로 또는 구거를 기준으로 블록단위로 현황과 일치시켰을 경우 가장 부합률이 높은 것으로 나타났다. 물론 연구



(그림 7) 지적불부합지 분석을 위한 단위지역의 설정

지역에 한정된 성과결정의 특성이나 이는 대부분의 지역도 유사하다고 볼 수 있다. 연구에서는 이러한 방법으로 Auto CAD를 이용하여 도로 내 경계를 하나의 객체로 묶어 [그림 7]과 같이 총 7개의 블록으로 구분하였다. 구체적으로 ① 블록의 필지는 36필지, ② 블록은 17필지, ③ 블록은 15필지, ④ 블록은 6필지, ⑤ 블록은 17필지, ⑥ 블록은 21필지, ⑦ 블록은 4필지로 구분 설정하였다.

3.4.3 현황 중심의 지적불부합지 정비 방안

단위지역을 설정한 후 단위지역별 지적도면의 분할 및 이동을 통하여 지적불부합지 정비 가능성

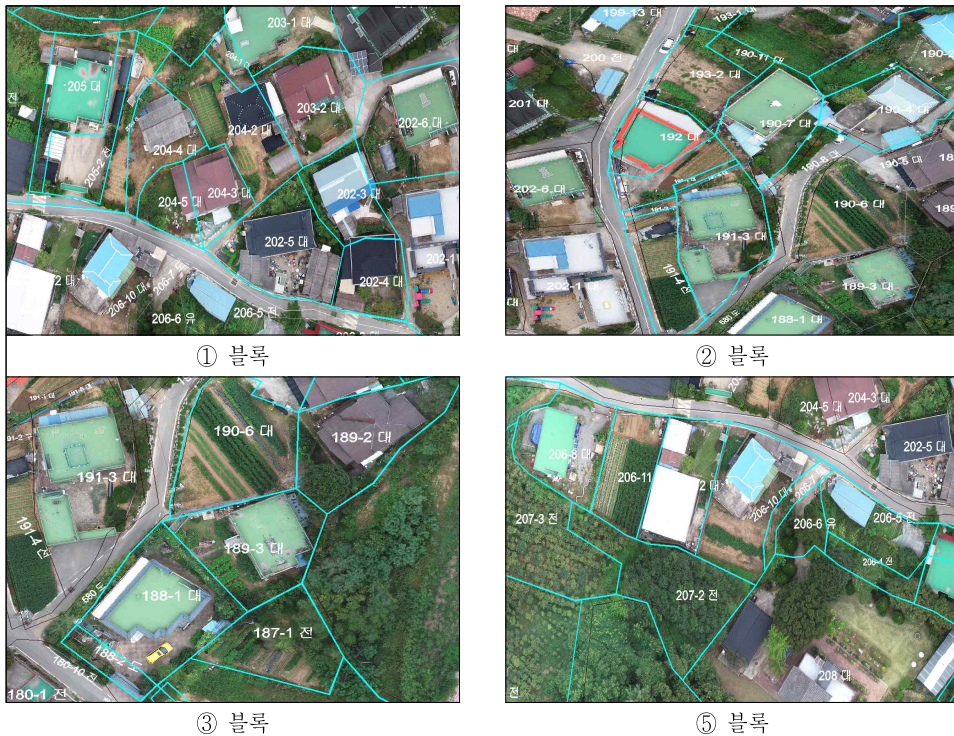
을 분석하였다. 방법은 지적도면의 이동을 통해 정비가 가능한 지역과 불가능한 지역을 사전 선별하고, 정비 가능지역에 대해서는 이동 전·후의 지적불부합지 감소량을 분석해 보았다. 지적불부합지의 유형 중 지형변동형과 불규칙형의 경우 도면을 이동하여도 정비에 많은 효과가 없기 때문에 이에 해당하는 ④, ⑥, ⑦ 블록은 이동 정비를 하지 않고, 정비가능 지역에서 배제하였다.

정비가 가능하다고 판단된 ①, ②, ③, ⑤ 블록의 단위지역에 대해 UAV 정사영상과 현황측량도면을 기준으로 지적도를 분할·이동하여 지적불부합지 정비 가능 정도를 분석해 보았다. 분석결과, ① 블록의 경우 지적불부합지 전체 21필지 중 편

〈표 4〉 단위지역 별 지적불부합지 감소 현황

(단위 : m)

블록	지적불부합지 감소량(필)			ΔX	ΔY	이동거리
	유형	이동 전	이동 후			
①	총	21	14	-0.3737	1.3771	1.4269
	편위형	7	2			
	위치오류형	5	9			
	지형변동형	1	1			
	불규칙형	8	2			
②	총	9	6	-0.0499	2.1299	2.1303
	편위형	5	1			
	위치오류형	4	4			
	중복형	0	1			
	불규칙형	0	0			
③	총	10	5	-1.2047	-0.6693	1.3782
	편위형	4	1			
	위치오류형	3	1			
	지형변동형	3	3			
	불규칙형	0	0			
⑤	총	12	4	-1.1239	1.6303	1.9801
	편위형	4	0			
	위치오류형	6	2			
	지형변동형	0	0			
	불규칙형	2	2			
계	총	52	29	-	-	-
	편위형	20	4			
	위치오류형	18	16			
	지형변동형	4	4			
	불규칙형	10	4			
	중복형	0	1			



(그림 8) 도면 이동 후 정비사례

위형 7필지가 2필지로, 불규칙형 8필지가 2필지로 감소하였다. 그러나 상대적으로 위치오류형이 5필지에서 9필지로 증가하였다. 전체적으로 본다면 총 지적불부합지가 14필지로 감소하는 것으로 나타났다. ② 블록은 지적불부합지 전체 9필지 중 편위형이 5필지에서 1필지로 총 6필지가 감소하였다. 다만, 하단 경계에 중점을 맞춰 도면을 이동한 결과 상단 경계에서 중복형이 발생하는 문제가 발생되었다. ③ 블록은 지적불부합지 총 10필지 중 편위형이 4필지에서 1필지로, 위치오류형이 3필지에서 1필지로 감소해 지적불부합지가 총 5필지 감소하는 것으로 나타났다. 마지막으로 ⑤ 블록의 경우 지적불부합지 총 12필지 중 편위형이 4필지에서 0필지로, 위치오류형이 6필지에서 2필지로 감소하여 총 4필지의 지적불부합지 정비가 가능한 것으로 나타났다. 이 블록의 경우 도면이 전체적으로 우측으로 밀려있는 대표적인 편위형 블록으로써 도면을 이동하였을 때 대부분의 지적불부합

지가 해소 되는 것을 알 수 있다<표 4>. 지적도면 이동 후의 정비사례는 [그림 8]과 같다.

4. 결 론

본 연구에서는 UAV를 이용하여 현황 중심의 지적불부합지 정비방안을 제시하고자 하였다. 연구성과는 다음과 같다. 연구지역을 선정하고, UAV 촬영을 통해 영상 취득 후 정사영상을 제작하였다. 제작 영상의 정확도를 검증하기 위해 설치된 영상과 지상 검사점의 관측 좌표를 비교한 결과, RMSE가 $X=0.032m$, $Y=0.024m$, 연결오차 $=0.039m$ 로 산출되었다. 이는 현행 법률에서 규정하고 있는 경계점의 위치오차 허용범위 이내를 보여 본 연구의 실험에 적용하여도 문제가 없는 것으로 나타났다.

제작된 정사영상, 현황측량도, 지적도면을 중첩

분석하여 연구지역의 지적불부합지 유형을 분석한 결과 연구지역 총 123필지 중 지적불부합지는 편위형 20필지, 지형변동형 13필지, 불규칙형 12필지, 위치오류형 18필지, 공백형 1필지로 총 64필지가 존재하는 것으로 분석되었다. 연구지역에 대해 지적불부합지를 정비하고자 단위지역을 설정한 후 단위지역별 지적도면의 분할 및 이동을 통하여 지적불부합지 정비 가능성을 분석하였다. 단위지역은 7개의 블록으로 설정하였다. 분석결과, 정비가 가능한 블록의 경우, 전체 지적불부합지 총 52필지 중 29필지(약 44%) 정도 지적불부합지가 감소하여 정비가 가능한 것으로 나타났다. 특히, 편위형이 가장 큰 정비효과가 있었는데, 이동 전 20필지에서 이동 후 4필지로 약 80%의 지적불부합지가 감소하는 것으로 나타났다.

다만, 현황 중심의 블록 단위 이동을 하는 과정에서 전반적으로 지적불부합지가 감소하나 특정 유형의 불부합지가 새로이 증가하는 문제가 발생하였다. 이에 대해서는 별도의 정비 대책이 필요할 것으로 판단된다. 또한 블록과 블록이 인접하는 도로 주변에서 발생하는 불부합지에 대해서도 지적재조사사업과의 연계 등 별도의 정비대책이 마련될 필요가 있어야 할 것으로 보인다.

본 연구에서 제안하는 지적불부합지 정비 방법을 향후 좀 더 보완해 이용한다면 도해지역의 수치화를 촉진시킬 수 있다고 판단된다. 또한 도해지역 수치화 사업이나 지적재조사사업과 연계한다면 효율적인 사업 추진이 가능할 것으로 판단된다.

〈참고문헌〉

1. 국토교통부, 「제2차 지적재조사 기본계획」, 2016.
2. 박정환, “항공사진을 이용한 지적불부합지의 분석에 관한 연구”, 석사학위논문, 경일대학교 대학원, 2012.
3. 박종현, “무인항공측량시스템을 이용한 지적재조사 추진방법의 개선 연구”, 박사학위논문, 청주대학교 대학원, 2018.
4. 박종현·박연수·박기현·홍성언, “무인항공사진 측량을 위한 대공표지 제작 표준 연구”, 「한국지적학회지」, 제32권 제3호, 2016.
5. 박진평·박기현·홍성언, “UAV를 이용한 접근한해지역에서 필지경계정보 취득 연구”, 「한국지적학회지」, 제32권 제1호, 2016.
6. 성상민, “초경량 무인항공영상의 품질검증 및 필지경계 설정 방안”, 석사학위논문, 동아대학교 대학원, 2016.
7. 이봉주·고준환, “드론 기반 국공유지 관리모형 구축방안에 관한 연구”, 「한국지적학회지」, 제32권 제3호, 2016.
8. 이시욱, “국공유지 실태조사 활용을 위한 UAV 정사영상의 생성 및 정확도 분석”, 석사학위논문, 금오공과대학교, 2016.
9. 조성환·허용, “MMAS 기법에 의한 지적불부합지 탐색기법”, 「지적과 국토정보」, 한국국토정보공사, 제45권 제2호, 2015.
10. 홍성언, “지적불부합지의 유형별 조사와 정리 방법 연구”, 「국토지리학회지」, 제45권 제3호, 2011.

(접수일 2019.03.10., 심사일 2019.03.18., 심사완료일 2019.03.25.)