

항공라이다 데이터를 이용한 미등록 섬 추출 연구 Study on the Method of Extracting Unregistered Islands using LiDAR Data

위광재* · 윤홍식** · 강상구*** · 강인구****

Wie, Gwang Jae · Yun, Hong Sik · Kang, Sang gu · Kang, In Gu

要 旨

섬은 생태·환경보전가치가 뛰어나고 후세를 위한 생태학습장 및 해상·해저개발 등에 있어 국가영역으로서 중요한 영토임에도 불구하고 체계적인 조사 미비로 인하여 관리 자체가 이루어 지지 않고 있다. 지적공부의 경우 1910년대 측량기술의 한계로 인해 접근이 불가능한 섬들은 현재의 지적공부에 등록되어 있지 않아 미등록 섬에 대한 과학적인 조사와 체계적인 관리가 시급한 실정이다. 반면, 항공라이다측량은 최신 측량기법으로 접근이 불가능한 무인도서에 대해 정확한 위치정보와 함께 영상정보의 획득이 가능해 졌기 때문에 미등록 섬의 탐지를 과학적으로 접근이 가능하게 되었다. 이에 본 연구에서는 항공라이다측량 데이터를 이용하여 흑산도 주변 섬의 해안선을 추출하고 지적도 및 정사영상과 비교하여 미등록 섬을 탐지하였다. 또한 위치 및 면적 산출하여 미등록 섬을 추출하는 방안을 제시하였다. 그 결과 흑산도 주변에 대해 총 16개의 미등록 섬을 효과적으로 추출하였다.

핵심용어 : 미등록 섬, 라이다, 항공라이다측량, 해안선 추출

Abstract

Although island is great worth in ecology, environmental conservation and important territory as a national land for developing the marine, the bottom of the sea and also ecological studying field for the ages to come, it has not been managed because of lack of a scientific surveying. In the case of a cadastral record, inaccessible islands have not been registered in current cadastral record because of the limit of surveying technology in 1910. Therefore, a scientific investigation and systematic management about unregistered islands are necessary. But, a airborne laser scanning system is possible to acquire an accurate positions with digital images about inaccessible islands. Therefore, scientific detection of unregistered islands became possible. This paper presented the results of the shoreline extraction around the Heuksan island using Lidar data and the detection of unregistered islands comparing the cadastral map to the ortho-image. Also, we presented the extraction technique of unregistered islands by calculating their positions and areas. As a result, we extracted effectively 16 unregistered islands around the Heuksan island.

Keywords : Unregistered island, LiDAR, Airborne Laser Scanning System, Shoreline extraction

1. 서 론

우리나라는 지리적으로 3면이 바다로 둘러싸여 있는 반도 국가로 현재 개략적으로 파악하고 있는 자료에 의하면 우리나라의 무인도서는 전국 78개 시·군·구의 3,170개 섬 중, 57개 시·군·구에 총 2,679개가 분포하고 있으며, 전체 섬의 85%를 차지하고 총면적 85.28

km²로 추정하고 있다. 하지만 전국에 분포되어 있는 무인도서는 체계적인 조사 미비로 인하여 관리 자체가 이루어지지 않고 있다. 무인도서의 대부분은 지적공부에 등록되지 않고 있으며, 1910년대의 당시 측량기술로 등록된 현재 지적공부와 비교하여 체계적인 조사가 이루어 지지 않고 있는 실정이다. 특히 도서지역은 생태·환경보전가치가 뛰어나고 후세를 위한 생태학습장

2009년 8월 18일 접수, 2009년 9월 19일 채택

* 교신저자 · 정희원 · 성균관대학교 사회환경시스템공학과 박사과정 · 한진정보통신(주) GIS기술연구소(gjwe@hist.co.kr)

** 성균관대학교 사회환경시스템공학과 교수(yhs@geo.skku.ac.kr)

*** 정희원 · 공학박사 · 대한지적공사 사업처 지적정보사업단 차장(gps8829@empal.com)

**** 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정 · 국토지리정보원 지리정보과 사무관(kig777@korea.kr)

및 해상·해저개발 등에 있어 국가영역으로서 중요한 영토임에도 불구하고 국가와 행정당국의 관리 소홀로 인한 각종 난개발이 우려되고 있다. 대한지적공사(2008)에서는 위성영상을 이용하여 미등록 섬 및 비정위치 섬에 대한 현황조사를 수행하였으며 그 결과 전국적으로 1,419개의 미등록 섬과 2,991개의 비정위치 섬을 확인하였다. 따라서 도서지역에 대한 국토 자원 관리차원의 전략적 접근이 요구 되고 있으며, 육상·수중 생태계에 대한 전반적인 환경조사와 함께 관광자원화 검토 및 주관부처를 지정하여 통합적 관리체계 구축이 시급한 실정이다.

이와 더불어 최근 측량 기술의 발달로 인하여 고해상도 위성영상, LiDAR(Light Detection And Ranging) 및 SHOALS(Scanning Hydrographic Operational Airborne Lidar Surveying) 등의 다양한 센서들이 개발되어 과거에 접근이 불가능한 무인도서에 대해 정확한 위치정보와 함께 영상정보를 획득이 가능해 졌으며 해안선 추출 및 3D 영상정보, 지적 등 각종 행정정보에 대한 과학적인 접근이 가능해 졌다. 특히 항공라이다측량은 레이저 펄스를 지표면에 주사하고 반사된 레이저 펄스의 도달시간을 측정함으로써 반사 지점의 3차원 공간 위치 좌표를 계산해 내는 기법으로 육지에서 멀리 떨어진 무인도서에 대한 정확하고 객관적인 자료의 취득이 가능한 최신 측량 기법이다.

이 분야의 기존 연구를 살펴보면 강준목 등(2007)은 지적측량에 라이다 측량기술을 이용하는 방법에 대해 연구하여 지적측량부분에 항공라이다측량의 접목 가능성을 확인하였으며, 위광재 등(2006)과 김성준 등(2006)은 항공라이다 데이터를 이용하여 해안선을 추출 하여 항공라이다 데이터를 이용한 해안선추출 가능성을 보여주었다. 또한 위광재 등(2006)은 현지측량점을 기준으로 항공 LiDAR 데이터의 정확도를 검증하였다.

따라서 본 연구에서는 전국단위의 미등록 섬 및 비정위치 섬을 조사하고 그 결과를 바탕으로 첨단 측량 기술인 항공라이다측량방법을 이용하여 흑산도 지역의 섬들의 해안선을 추출하며 지적도와 비교하여 미등록 섬을 탐지하고 면적을 산출하여 미등록 섬을 추출하는 방법론을 제시하고자 한다.

2. 미등록 섬 및 비정위치 섬 조사

2.1 조사방법

본 연구에서는 전국단위의 미등록섬 및 비정위치 섬의 현황조사를 위하여 국내 관련기관이 보유한 자료 조사를 실시하였으며 이중 미등록 섬 및 비정위치 섬의

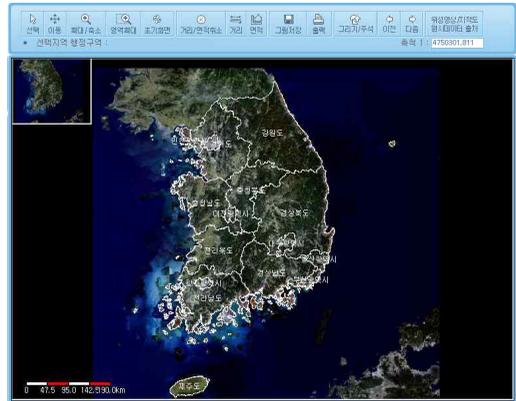


그림 1. 국토해양부 연안포탈

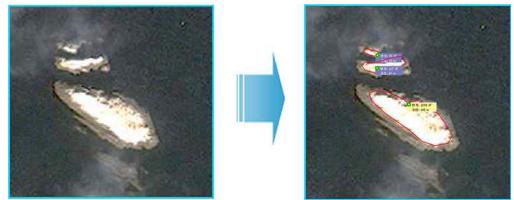


그림 2. 미등록 섬 조사

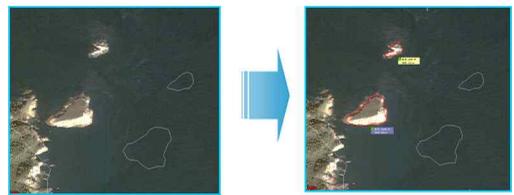


그림 3. 비정위치 섬 조사

조사가 가능한 국토해양부 연안포탈에서 위성영상과 지적자료 중첩하여 섬지역에 대해 육안검사를 실시하였다. 조사 대상은 지적법 기준으로 1m²이상의 섬지역을 대상으로 하였으나 고해상도 위성영상의 해상도가 1m임을 감안하면 1m²이상의 섬지역의 판독이 부분적으로 불가능하였다.

조사방법은 미등록 섬의 경우, 지적도면에 표시되어 있지 않은 섬들의 면적을 표시하여 산출하였으며 비정위치 섬은 지적도면에 표시되어 있으나 위치가 맞지 않는 경우 해당하는 면적을 표시하여 산출하였다(그림 2. 참조, 그림 3. 참조).

2.2 조사결과

미등록 섬 및 비정위치 섬 조사는 국토지리정보원의 1/5만 수치지도의 도엽을 기준으로 조사하였으며 강원

1/50,000 도엽명	태축산		
미등록 도서 No.	면적	비정위치 도서 No.	면적
53	26126 m ²	35	56937550 m ²
위성영상		위성영상	
			

그림 4. 미등록 및 비정위치 섬 조사

표 1. 미등록 및 비정위치 섬 조사결과

행정구역	미등록 섬		비정위치 섬	
	개수	면적(m ²)	개수	면적(m ²)
경기·인천	283	5,099,584	297	1,114,699,335
강원도	10	44,978	25	379,902
충청남도	261	3,169,910	243	220,178,831
전라북도	121	262,584	153	77,502,307
전라남도	399	6,192,023	1,754	3,224,829,881
경상북도	23	159,090	14	102,359
경상남도	278	1,540,517	490	1,073,977,347
제주도	44	36,972	15	10,660,970
합계	1,419	16,505,658	2,991	5,722,330,932

도, 경기도, 경상남도, 경상북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 제주도의 8개의 도로 구분하여 정리하였다. 조사 결과 1,419개의 미등록 섬과 2,991개의 비정위치 섬을 추출하였으며 그림 4는 미등록 및 비정위치 섬 조사 예를 보여주며 표 1은 각 도별 조사결과를 나타내고 있다.

3. 항공라이다측량

본 연구에서는 미등록 및 비정위치 섬 조사결과를 기반으로 전남 신안군 흑산도 지역에 대해 항공라이다측량을 실시하였으며 효율적으로 미등록 섬을 탐지하여 미등록 섬을 추출하고 면적 및 위치 산출을 위하여 그림 5와 같이 연구를 수행하였다.

3.1 실험지역

본 연구에서 미등록 섬 등록을 위한 실험지역은 전라남도 신안군에 위치한 흑산도 주변의 미등록 섬들을 대상으로 하였다. 데이터 취득은 항공라이다측량 시스템

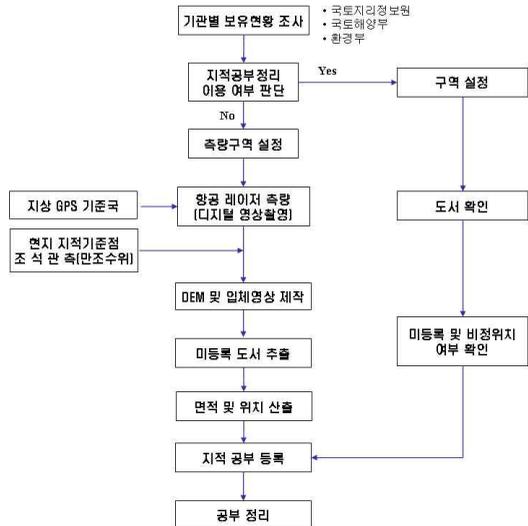


그림 5. 항공라이다측량을 이용한 미등록 섬 등록 작업 절차



그림 6. 실험 대상 지역

ALTM 30/70(by Optech사)을 이용하였으며 영상은 Rollei-AIC 카메라를 이용하여 데이터를 취득하였다. 그림 6은 실험지역인 흑산도의 정사영상이다.

3.2 항공라이다 자료 처리

항공라이다 자료 처리 단계에서는 미등록 섬 추출을 위한 기본 데이터를 제작하는 단계로 전처리 단계와 후처리 단계로 나누어진다. 그림 7은 항공라이다자료 처리과정을 나타내고 있다.

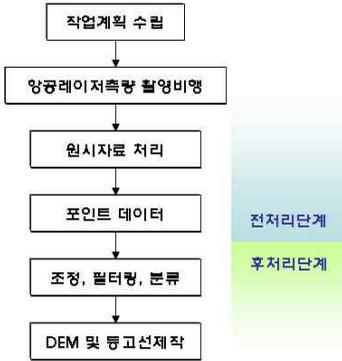


그림 7. 항공라이다 자료처리

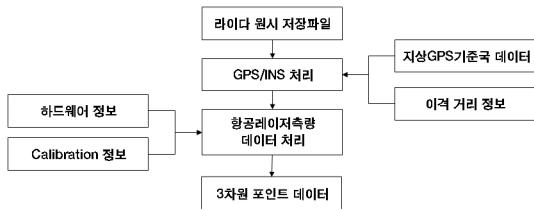


그림 8. 항공라이다측량의 전처리 과정

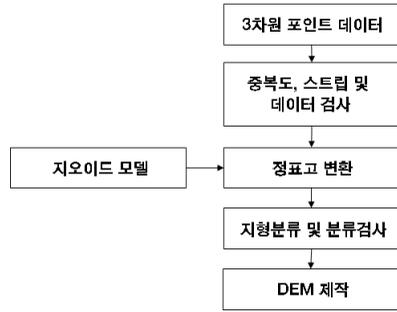


그림 9. 데이터의 후처리 공정

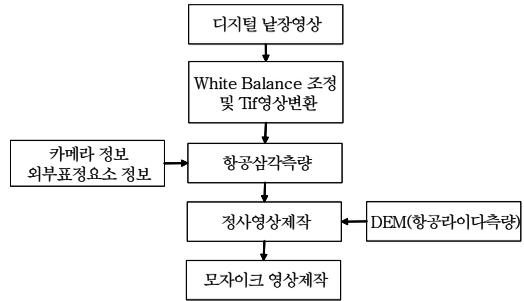


그림 10. 항공디지털영상의 처리

3.2.1 데이터 전처리

데이터 전처리 단계는 비행으로부터 취득된 원시 자료와 함께 항공라이다측량 시스템의 하드웨어적인 특성정보, 캘리브레이션 정보, 지상GPS기준국 정보를 동시에 이용하여 지형에 대한 3차원 항공라이다 포인트를 구해내는 단계이다. 본 연구에서는 그림 8과 같은 처리 과정을 통하여 대상지역의 항공라이다 데이터 전처리를 수행하였다.

3.2.2 데이터 후처리

데이터의 후처리란 전처리 단계에서 생성된 불규칙한 포인트 데이터를 이용하여 미등록 섬을 추출할 수 있도록 데이터를 가공하는 것으로 데이터의 정확도를 확보하기 위해서 중복도, 스트립 및 데이터 검사를 수행하였으며, 지오이드 보정을 통한 정표고 변환, 데이터의 분류, DEM, DSM 제작 등의 처리 과정을 수행하였다. 그림 9는 데이터 후처리 공정을 나타내고 있다.

특히 미등록 섬을 탐지, 위치 및 면적을 추출하기 위해서는 항공라이다 데이터의 지면 및 비지면 데이터 중 지면에 해당하는 점의 정확한 추출이 필요하다. 이를 위해 Terra-Scan(by Terraolid사)을 이용하여 자동 및 수동으로 분류를 시행하였으며 분류된 지면점을 이용하여 표면(Surface)를 제작하고 DEM을 제작함으로써 미등록 섬 추출에 가장 적합한 형태로 데이터를 제작하였다.

3.3 디지털 영상 처리

항공라이다측량을 통해 얻어진 데이터는 무수히 많은 점들이 모여 지상의 대상물을 나타내고 있지만 항공라이다 데이터만을 이용한 대상물 식별이 어려운 곳이나 정성적 특성 파악을 위해서는 영상의 활용이 필요하다. 영상은 그 자체만으로도 지형지물의 표현을 직관적으로 알 수 있는 장점이 있다. 그림 10은 본 연구에서 디지털 영상정보 제작하는 전체 흐름도를 나타내고 있다.

본 연구에서는 디지털 영상정보 제작을 위해서 항공기의 항공라이다측량과 동시에 촬영된 디지털 영상을 처리 가능한 원시 영상으로 제작된 이후, GPS/INS를 처리를 통하여 획득된 각 사진의 초기 외부표정요소값을 이용하여 항공삼각측량(AT)을 수행하여 외부표정요소를 산출하였다. 또한 항공라이다측량을 통해 얻어진 지형의 표고에 대한 자료를 입력받아 외부표정요소 및 높이 정보를 바탕으로 날장영상에 대한 정사영상을 제작하고 사진간 중복 부분에 대한 접합선(Seam line)을 설정하여 모자이크 영상을 제작하였다.

4. 조석보정 및 미등록섬 추출

4.1 조석보정

항공라이다 데이터를 이용하여 해안선을 추출하기

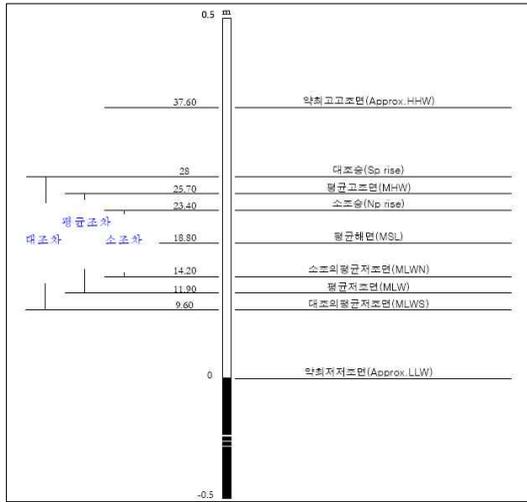


그림 11. 해안선 높이 표현 방법

지명 대흑산도	기본수준점성과표				고유번호	
	TM No.2	TM No.3	TM No.4	TM No.5	886	846
표고	M.S.L 상 381.5 m	337.5 m	251.5 m	270.9 m		
	D.L 상 546.9 m	522.9 m	436.9 m	456.2 m		
위차 (WGS-84)	위도					
	경도					
지상표지						
설표일자						
최종조사일자	2007. 04. 10.	2007. 04. 10.	2007. 04. 10.	2007. 04. 10.		
관리자	국립해양조사원	국립해양조사원	국립해양조사원	국립해양조사원		
장소	장유동, 임구, 무곡, 10m지점	장유동, 임구, 무곡, 20m지점	장유동, 임구, 무곡, 30m지점	장유동, 임구, 무곡, 40m지점		
표지명	TM No.6	TM No.7	구분점	수측기점		
표고	M.S.L 상 388.9 m	338.9 m	329.0 m	452.3 m		
	D.L 상 574.1 m	522.2 m	514.3 m	637.6 m		
위차 (WGS-84)	위도					
	경도					
지상표지						
설표일자						
최종조사일자	2007. 04. 10.	2007. 04. 10.	2007. 04. 10.	2007. 04. 10.		
관리자	국립해양조사원	국립해양조사원	국립해양조사원	국립해양조사원		
장소	조유동, 임구, 무곡, 장유동, 임구, 무곡, 10m지점	수향가래동, 임구, 무곡, 10m지점	조유동, 임구, 무곡, 내부	조유동, 임구, 무곡, 내부		
M.S.L과의 관계	- 평균해면					
조화상수		비조화상수				
분조	분조점(하) 지력(K)	평균고조리력	0.0 m 88 m	장소	장유동, 임구, 무곡, 내부	
M ₂	108.2 cm 28.0°	대조	327.6 cm	위차	Tokyo Datum 94-40-55.0 N 125-28-58.0 E WGS-84 94-41-28.2 N 125-28-29.1 E	
M ₄	99.0 cm 84.1°	소조	255.9 cm	기거	Fuses type 1/20(정기용)	
M ₆	24.2 cm 246.7°	평균해면	185.3 cm	기거	1979.1-1980.1, 1982.1-1983.1(2년정기)	
M ₈	18.9 cm 223.4°	약최고조면	370.6 cm	관측지	수표, 임구, 무곡, 장유동, 임구, 무곡, 내부	

그림 12. 대흑산도 기본수준점 성과표

위해서는 높이 기준을 산출해야 한다. 해수의 수위를 표현하는 방법 중 최고만조위는 추상적인 개념의 정의로 국제적으로 표준화된 용어로 표현하면 약최고조면(A.H.H.W)을 말한다. 그림 11은 해수면의 높이별 명칭을 표현한 것으로 여기서 약최고조면은 해안선의 기준이 되며, 평균해수면(MSL)은 육지의 높이를 결정

하는 기준이 된다. 우리나라의 경우 육상의 기준면은 인천만의 평균해수면을 0으로 잡아 수준측량을 실시한 후 전국적으로 1, 2등 수준점(BM:Bench Mark)을 매설하였으며, 그 점에 대한 위치와 표고를 관리하여 사용하고 있다. 또한 해상의 기본수준면(TBM: Tidal Bench Mark)과 육상의 수준점(BM)의 성과를 비교하기 위해서는 TBM의 평균해면상 높이와 BM의 높이를 수준측량하여 비교한다.

본 연구에서는 높이 기준을 산출하기 위하여 대상지역인 대흑산도에 설치되어있는 기본수준점에서 조석관측을 통해 얻어진 기본수준점 성과표에 제시된 1.85m를 사용하였다. 그림 12는 본 연구에서 사용한 대흑산도 기본수준점 성과표를 나타내고 있다.

4.2 해안선 추출

처리된 항공라이다 데이터 중 지면으로 분류된 지면 점에 대하여 연구지역의 약최고조면의 높이값 1.85m를 적용하여 해안선을 자동으로 추출하였다. 또한 자동으로 추출된 해안선에 대하여 편집 및 수정을 거쳐 최종 해안선을 제작하였다. 그림 13은 추출된 해안선을 나타내고 있다.

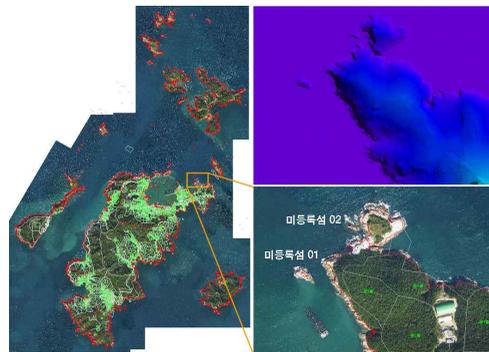


그림 13. 해안선 추출

4.3 미등록 섬 추출

추출된 해안선, 지적도 및 정사영상을 중첩하여 해안선으로 추출되었지만 지적도 상에 등록되어 있는 많은 부분을 정사영상과 비교하여 미등록 섬을 탐지하였다. 또한 탐지된 미등록 섬에 대해 면적을 산출하여 지적공부에 등록할 수 있는 섬의 면적을 추출하였다. 그 결과 대상지역인 흑산도 주변에 총 16개의 미등록 섬을 탐지하였으며 탐지된 미등록 섬의 총 면적은 24,941㎡이었다. 그림 14는 미등록 섬의 분포를 보여주고 있으며 표 2는 미등록 섬으로 분류된 16개의 섬에 대한 면적을 나타내고 있다.

4.4 고찰

연구지역인 흑산도와 같은 경우에는 흑산도 주변에 미등록 섬이 존재하면, 대부분 면적이 100m² 이상의 경우에만 추출이 되었다. 이는 항공라이다 데이터의 밀도에 따라서 추출되는 섬의 면적이 상이할 수 있다. 물론 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 고해상도 영상을 이용하여 보완을 하였다. 향후 항공라이다 밀도에 따라서 추출되는 섬의 면적을 통계적으로 산출할 필요가 있으며, 정사영상을 이용하여 이를 보완할 수 있는 방법을 정립할 필요가 있다.



그림 14. 추출된 미등록섬

표 2. 흑산도 미등록 섬 면적

No.	면적(m ²)	No.	면적(m ²)
01	953	09	1,128
02	470	10	2,435
03	4,113	11	4,069
04	1,567	12	1,738
05	1,704	13	2,869
06	833	14	653
07	302	15	320
08	609	16	1,178
		합계	24,941

5. 결 론

본 연구는 최신측량 기법인 항공라이다측량에 의해 미등록 섬을 탐지하고 위치 및 면적을 추출하여 다음과

같은 결론을 얻었다.

첫째, 항공라이다 측량을 이용하여 미등록 섬 및 비정위치 섬 추출하는 작업방법을 제시하고 이를 검증하기 위하여 흑산도 지역을 연구지역으로 선정하여 16개의 미등록 섬을 추출됨을 알 수 있었다.

둘째, 추출된 16개의 미등록 섬에 대하여 면적을 산출하기 위하여 흑산도 검조소 자료에서 약최고고조면 1.85m를 산출하였으며 전체면적은 24,941m²임을 알 수 있었다.

셋째, 항공라이다 측량 데이터의 밀도에 따라서 추출되는 섬의 면적과 정확도 상이함을 알 수 있었다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 디지털 영상을 효과적으로 활용하였으며, 좀 더 보완하게 되면 보다 향상된 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 또한 항공라이다 측량 점밀도에 따라서 추출되는 해안선 정확도가 상이함으로 이에 대한 정확한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 국토지리정보원, 전국 미등록섬 일제조사 및 등록 종합 계획, 2009.
2. 강준목, 민관식, 위광재, 김재명, 2007년, 지적측량에 라이다 측량기술의 활용방안, 한국측량학회 2007년도 춘계 학술발표회 논문집, pp.443-446
3. 강준목, 윤희천, 이창복, 박준규, 2006년, GPS에 의한 LiDAR DEM의 정확도 평가, 한국측량학회지 제24권, 제5호, pp.443-451.
4. 김성준, 이임평, 김용철, 정현, 2006년, 항공라이다데이터를 이용한 해안선 추출, 한국측량학회 2006년도 춘계 학술발표회 논문집, pp.457-462.
5. 위광재, 정재욱, 2006년, LiDAR 데이터를 이용한 해안선 추출 알고리즘 개발, 한국측량학회지 제24권 제2호, pp.209-215.
6. I-Chieh Lee, Bo Wu, and Ron Li, Shoreline extraction from the integration of LiDAR point cloud data and aerial orthophototds using mean shift segmentation, ASPRS 2009 Annual Conference.
7. Robertson, W.V., D. Whitman, K.Q. Zhang, and S. P. Leatherman, 2004. Mapping shoreline position using airborne laser altimetry. *Journal of Coastal Research*, 20:884-892.
9. Stockdon, H.F., A.H. Sallenger, J.H. List, and R.A. Holman, 2002. Estimation of shoreline position and change using airborne topographic LiDAR data, *Journal of Coastal Research*, 18:502-513.