

무인도서 정밀 위치조사 방안에 관한 연구

A Study on a surveying method for accurate position of uninhabitable islands

최윤수¹⁾ · 신상철²⁾ · 임영태³⁾ · 박병문⁴⁾

Choi, Yunsoo · Shin, Sang-Cheal · Lim, Young-Tae, Park, Byung-Moon

¹⁾ 서울시립대학교 도시과학대학 지적정보학과 교수(E-mail:choiys@uos.ac.kr)

²⁾ 새한항업(주) 지오매틱스 연구소장(E-mail:nikoshin@paran.com)

³⁾ 해양수산부 국립해양조사원 측량과(E-mail:lims5787@naver.com)

⁴⁾ 해양수산부 국립해양조사원 측량과(E-mail:bmpark@momaf.go.kr)

Abstract

Although the uninhabitable islands are part of national property, those are not systematically managed and controlled in Korea. In this study, the positioning standards for uninhabitable islands are suggested with proper surveying methods.

To establish the standards, the current status on managing the uninhabitable islands in foreign countries are investigated and analyzed. It was found that it is necessary to establish the ocean geodetic network based on a sound and systematic plan. In Korea, the ocean geodetic network can be established by combining the National control point and territorial sea control points. We suggested that one or two third or fourth control points are required to be established in total of 2,679 islands with connection to the 47 and 249 first and second-order control points. It is expected that this network will provide ground control points for aerial and satellite images for large scale ocean mapping. In addition, close cooperation among the related departments such as Ministry of Construction & Transportation, National Geographic Information Institute, Ministry of Government Administration and Home Affairs, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, and Ministry of Environment is necessary for successful management on uninhabitable islands.

1. 서 론

우리나라는 전국 78개 시·군·구의 3,170개 도서 중, 57개 시·군·구에 대략 2,679개의 무인도서가 분포되어 있으며, 전체 도서의 85%를 차지하고 총면적 85.28km²로 추정되고 있다. 그러나 전국에 분포되어 있는 무인도서는 체계적인 조사 미비로 인하여 관리가 이루어지지 않고 있다. 무인도서는 생태·환경보전 가치가 뛰어나고 국가영역으로서 중요한 영토임에도 불구하고 국가와 행정당국의 관리 소홀로 인한 각종 난개발이 우려되고 있다. 따라서 무인도서의 국토자원 관리차원의 전략적 접근이 요구되고 있으며, 통합적 관리체계 구축이 시급한 실정이다.

최근 GPS, 갈리레오 등 최신 위성측위기술의 발달로 인하여 무인도서의 정확한 위치정보 취득이 가능해짐에 따라 기 수행한 영해기점 사업과 연계한 사업 추진의 필요성이 제기되고 있다. 또한 무인도서의 정확한 해안선 추출 및 3D 영상정보, 지적 등 각종 행정정보에 대한 과학적인 구축이 필요한데 대부분의 무인도서가 자연절벽으로 이루어져 있어서 접근자체가 불가능하기 때문에 고해상도 위성영상, LiDAR(Light And Detection And Ranging) 및 SHOALS(Scanning Hydrographic Operational Airborne Laser System) 등 다양한 멀티 센서를 이용하고 있다.

본 연구는 무인도서의 체계적인 조사방안을 마련하는 것으로서 무인도서 정밀 위치 조사시에 필요한 항목을 선정하였으며, 선정된 항목에 따라서 선행 사업과 적절히 연계하여 효율적으로 사업을 추진할 수

있는 기반을 제시하였다. 또한 무인도서 현황 및 문제점을 분석하여 우리 실정과 환경에 적합한 무인도서 정밀 위치조사 방안을 제시하고자 하였다. 무인도서 정밀 위치조사 항목을 취득방법에 따라 위치정보, 해안선 및 3D 영상정보 등의 정보를 제작하는 방안을 제시하였다.

2. 무인도서 관련 현황 및 문제점

2.1 무인도서 관련 현황

2.1.1 섬의 정의

1982년 UN해양법협약 제121조 제3항의 「암석」에 관한 정의에 있어서 가장 필수적인 것은 “인간 거주나 독자적 경제생활을 지속할 수 없는(Rocks which cannot sustain human habitation or economic life of its own...)”이라는 문구에 대한 정확한 분석이다. 그 문구에서 ‘지속할 수 없는(cannot sustain)’이라는 것은 ‘현재 상황(do not sustain)’을 문제 삼는 것이 아니라 그 가능성을 묻고 있는 것이라는 주장이 있다. 즉, 그 정의는 인간이 ‘거주하지 않는(uninhabited)’ 섬이 아니라 인간이 ‘거주할 수 없는(uninhabitable)’ 섬을 의미한다. 이러한 해석을 따르게 되면 현재는 인간이 거주하지 않지만 한때 인간이 거주했었고 앞으로도 인간거주 가능성이 있다면 그 도서지형물은 현재 「섬」으로 분류되어 배타적 경제수역을 가질 수 있다는 것이다.

2.1.2 무인도서 현황

국내의 자원, 환경, 공간의 보전·이용·개발에 관한 법률에서 「무인도서」를 관리내용으로 지칭하고 있는 법령은 ‘연안관리법’, ‘독도등도서지역의생태계보전에관한특별법’, ‘영해및접속수역법’ 등이 있다. 해양수산부, 환경부, 재정경제부, 건설교통부, 행정자치부, 외교통상부 등 각 부처에서는 그 성격에 맞게 도서 지역에 관한 법령이 있으나 구체적인 무인도서에 관해서는 명시된 바가 없다.

또한 무인도서 표현과 관하여 건설교통부 국토지리정보원에서 제작하는 국가기본도(1/50,000)는 도곽으로 구성되는 지형지물에 대해서만 항공촬영을 실시하기 때문에 도곽에 편입되지 않은 무인도서에 대해서는 국가기본도상 관리가 되지 않고 있다. 무인도서의 표현과 관련하여 「1/50,000지형도 도식적용규정」의 제101조(바위, 암초)에서는 다음과 같이 규정하고 있다.

- 바위, 암초는 만조시에 있어서의 형태에 따라 기호로 표시한다. 이런 경우 바위의 기호로 표시한 부분에 해안선은 생략한다.
- 수면에 고립해 있는 암초 또는 간조시에만 수면에 노출되는 암초 등은 각각 그 때의 위치 형태에 따라 표시하되 도상 크기 1.5mm× 1.5mm 이하는 생략한다.

현재 무인도서의 현황은 도서등록현황 일제조사 이후 해안매립 및 연육교 건설 등으로 육지와 연결되어 도서수가 점차 줄어드는 실정이며, 도서 수와 관련된 공식적인 최종자료인 행정자치부통계연보(2000)에 기재된 유·무인도서는 총 3,170개소이며 이 가운데 유인도서는 491개소, 무인도서는 2,679개소로 집계되어 있다. 491개 유인도서의 총 면적은 3,701.1790km²이며 무인도서의 면적은 유인도서 면적의 2.3%인 85.2806km²이다.

2.2 문제점 및 시사점

2.2.1 법·제도적 측면

무인도서와 관련된 법·제도적 측면에서의 문제점은 첫째, 현행법상 무인도서에 대한 정확한 분류가 없어 혼선을 초래하고 있다는 점이다. 무인도서 현황자료의 경우 행정자치부에서 발간하는 2001년 행정통계연보에 명시된 내용이 공식적인 최종자료였으며, 특별한 조사방법이 없이 지방자치단체 자료를 활용하여 작성되었기 때문에 정확한 조사·통계에 어려움이 있다. 해양수산부에서는 해양개발위원회(위원장: 국무총리)에서 「해양개발기본계획」을 수립하여 동 계획에 의한 세부과제를 추진 중에 있으며, 무인도서에 대한 통합적 관리근거인 「무인도서의보전및이용에관한법률」의 제정을 추진 중에 있으나, 전라

남도 등과 의견차이로 현재 관계부처 협의단계에서 계류 중에 있다. 본 법안은 무인도서의 체계적 관리, 정기적 실태조사 등을 주요 골자로 하고 있기 때문에 본 법안의 시행으로 무인도서와 관련된 조사·통계의 작성이 보다 용이해 질 것으로 보인다.

둘째, ‘섬’의 정의에 대한 국제적인 의식변화에 대처하지 못하고 있다는 것이다. UN 해양협약 제 121조 3항 “암석”의 정의에 의해 과거 무선전신국, 관측소의 존재만으로 섬으로서의 자격을 인정치 않았으나, 현재 등대 혹은 해양구조시설물의 존재만으로 해양운송 및 해양스포츠의 가치로써 경제생활 영위로 인정해야 한다는 주장이 설득력을 얻고 있는 등 사회·경제적 조건의 해석이 광범위해지고 있는 현실이며, 도서 지형지물에 200해리 배타적 경제수역을 자국 법규정으로 규정하는 등의 움직임이 보이고 있다.

2.2.2 관리적 측면

무인도서의 관리적 측면에서는 현행법상 관리주체의 다원화로 통합관리주체 부재의 문제를 들 수 있다. 국유재산관리 측면에서의 국유재산법, 연안관리측면에서의 연안관리법, 국토개발사업 차원의 국토이용관리법, 천연기념물 등의 문화재 관리 측면의 문화재보호법, 습지 및 자연환경보호관리 측면의 자연환경보전법 등으로 관리주체가 다원화 되어 있고, 환경부에서는 최근 독도등도서지역의생태계보전에관한특별법에 의거 자연경관이 우수한 155개 무인도서를 “특정도서”로 선정하여 관리할 계획에 있다.

이러한 관리주체의 다원화는 관련 법률의 실효성 있는 집행에 한계를 드러내고 있으며, 무인도서 관리를 위한 조직, 인력, 장비의 부족 및 효율적 관리수단의 부재로 관련법규정이 유명무실한 경우가 많으며, 대부분 환경보전에 치중되어 있어 무인도서의 기본 자료의 확보가 어려운 실정이다.

3. 무인도서 정밀 위치조사 항목선정 및 활용기술

3.1 항목 선정

무인도서 정밀위치조사는 무인도서의 각종 지리정보와 공간정보를 파악하여 개발 및 계획 수립시 활용하고자 하며, 더 나아가 국토의 영역을 확정짓는 중대한 일이다. 따라서 무인도서 정밀 위치조사 항목을 사업의 목적과 향후 활용성을 고려하여 선정하여야 한다.

무인도서의 정밀위치를 파악하기 위하여 다양한 지리정보를 취득하여야 하나 향후 활용분야, 작업효율성, 경제성 등을 고려하여야 한다. 본 연구에서는 해양 기본지리정보와 해안선, 3차원 동영상 등에 대하여 다음과 같이 항목선정을 하였다.

아래의 <표 3-1>에서 보듯이 조사 항목 선정시에 유사 항목을 통합하여 크게 위치정보, 해안선 및 3D 영상정보, 행정정보를 분류하였다. 이는 실제 무인도서 정밀 위치조사시에 활용되는 기술의 유사성을 고려하였으며, 나아가 사업의 효율성 확보와 기 추진된 영해기점 측량 및 해안선조사측량 등 선행 사업과 연계 추진하여 공동 활용의 기반을 마련하기 위해서이다.

<표 3-1> 무인도서 정밀 위치조사 항목 선정

대분류	항목	비고
위치정보	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 무인도서 중앙위치 ▪ 무인도서 동서남북단 위치 ▪ 최고점 및 평균표고 	정확한 수평 및 수직 위치정보 제공
해안선 및 3D 영상정보	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해안선 및 조석정보 ▪ 3D 수치표고자료(DEM) ▪ 영상정보 ▪ 3차원 입체 동영상 	해안선 및 조석, 3D 정보 제공
행정정보	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지명(해양지명) ▪ 면적·지적공부상에 등록된 면적 ▪ 행위제한·인허가 ▪ 자연환경 	지명 및 지적 등 각종 행정정보 제공

3.2 무인도서 정밀 위치조사 활용기술

무인도서의 정밀 위치조사시에 최신 측량기술을 활용함으로써 무인도서의 수평 및 수직 위치정보, 해안선 및 3D 영상정보, 각종 행정정보를 효율적으로 성과를 취득할 수 있다.

무인도서의 수평 및 수직위치정보는 육지에서의 직접적인 접근이 어려운 점을 감안하여 국토지리정보원, 행정자치부, 해양수산부 등에서 제공하는 GPS상시점과 기 구축된 기준점 데이터를 연결한 GPS측량을 실시하여 해양기준점 확립과 관련지역의 수치지형도 제작에 이용하도록 한다. 또한 지형 및 해저의 기복과 해안선 추출 등의 구축을 위해 기준점에서 수십 km 떨어진 곳에서도 우수한 3차원 공간정보취득이 가능한 항공레이저측량 및 항공레이저수심측량을 통해 데이터를 수집하도록 해야 할 것이다. 이와 함께 영상자료는 사용자로 하여금 시각적으로 공간을 판단할 수 있는 데이터이므로, 기존의 해양수산부의 고해상도 위성영상 자료 및 GPS/INS기반의 항공사진을 이용하는 것이 바람직할 것이다. 아울러 정성적 자료인 행정정보 등의 구축은 중앙정부 및 관련 지자체가 합의하여 일관된 데이터를 상호제공할 수 있도록 협의체 구성이 필요할 것으로 보이며, 구축될 공간정보를 바탕으로 한 새로운 자료의 재정립 및 제공환경이 마련되어야 할 것이다. 따라서 최신 측지기술의 개념과 특성을 검토하여 GPS등의 위성측지기술을 활용 국가측지망과 연계하여 무인도서 등에 해양기준점을 구축할 수 있다.

4. 무인도서 정밀 위치조사 방안

4.1 해양기준점 체계 구축

무인도서의 정밀 위치조사 항목에서 위치정보의 항목에 해당하는 무인도서의 중앙위치, 동서남북단위치, 최고점 및 평균 표고 정보 등 정확한 수평 및 수직 위치정보를 구축하여야 한다. 이러한 무인도서 위치정보 체계 구축은 무인도서 관리에 필요한 기초자료의 정비 및 제공, 해상경계의 확정, 영해 및 EEZ 등의 획정, 국가공간정보기반에 필요한 기초자료 구축 등을 목적으로 국가측지망과 연계하여 해상부분의 무인도서 등에 설치하여야 한다.

무인도서의 위치정보는 무인도서 파악하고 활용하는데 있어서 기본이 되며, 각종 지리정보나 해안선, 3D 영상정보, 지적 등 행정정보의 기준이 되는 정보이다. 따라서 무인도서의 단순한 위치를 조사하기 위한 위치정보 체계 구축이 아닌 국가 기준점 체계와 영해기점 체계와 연계하여 순차적으로 단계별로 추진하여야 한다. 이를 위해서는 1급기준점측량, 2급기준점측량, 3급·4급기준점측량으로 구분하여 순차적으로 단계적으로 추진하여야 한다. 즉 기준이 되는 골격인 1급 기준점을 전국 해안지역을 따라 육상의 국가 기준점과 국토지리정보원의 GPS 상시관측소와 연결하여 등분포와 등간격으로 배치하여 먼저 수행하여야 한다.

4.2 해안선 및 3D 영상정보 구축

4.2.1 LIDAR 데이터를 이용한 해안선 구축

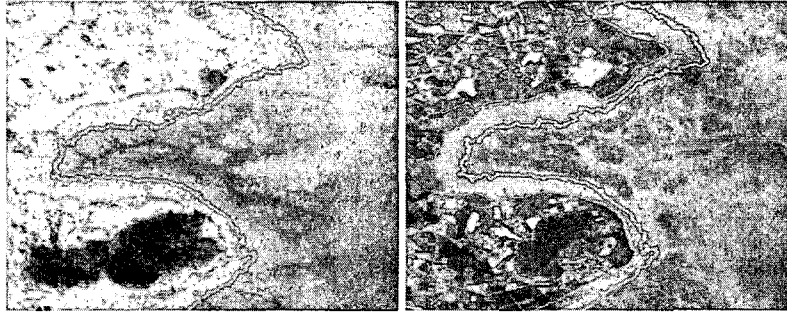
지금까지의 해안선 추출은 지상측량을 통해 지형의 데이터를 측정하고 검조위 데이터를 적용하여 보간 방법을 통해 해안선 데이터를 추출하였다. 이에 반해 항공레이저측량을 통한 해안선 데이터의 추출은 넓고 광범위한 지역의 데이터를 일정한 정확도의 확보아래 지형 데이터를 취득함으로써 조간의 시간대 적용이 편리하고 조밀한 데이터의 획득으로 보다 과학적이며 조밀한 해안선 추출이 가능하다.

구축된 무인도서에 대한 지형 데이터는 정표고 변환과정, 검조위의 조석관측을 통해 해안선 설정에 필요한 약최고고조면을 산출하고, 이의 높이를 해당지역 적용하여 추출할 수 있다. 구체적으로는 라이다 데이터를 통한 후보점 추출, 경향점 추출, 해안선 추출의 3단계 처리를 통해 자동으로 해안선을 추출한 후 항공 디지털 영상으로 제작된 모자이크 영상과 비교하여 수동으로 편집을 수행하여 불필요한 노드를 제거하고 오차가 발생한 부분을 수정하였다. 이러한 방법은 많은 해양 선진국에서 실제로 해안선 추출

에 적용하고 있는 방식이며, 실측데이터와의 비교에서도 충분한 정확도를 나타내었다.

해양조사원에서는 LiDAR 데이터를 이용한 해안선 추출의 가능성과 정확도 등을 규명하기 위하여 '05년 함평만 지역을 대상으로 시범사업을 실시하였다. 현행 GPS, 토탈스테이션 등 지상측량방법으로 추출한 해안선과 정량적인 비교, 분석을 통하여 활용가능성을 제시하였다.

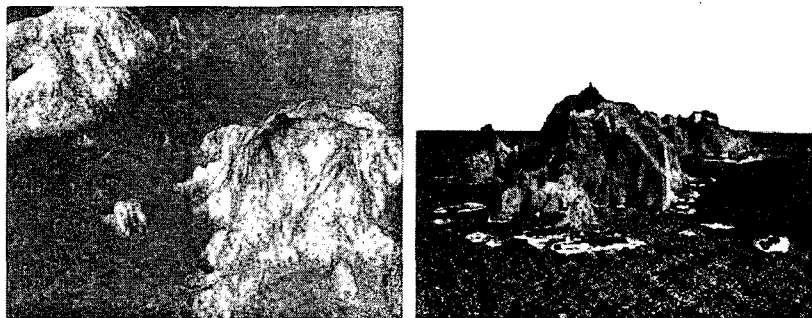
또한 육상용 LiDAR 데이터의 단점이라고 할 수 있는 연안지역의 수심측량 데이터 획득 부재로 인한 각종 해양 지리정보로 이용하는데 있어서 한계가 있었다. 따라서 해양용(Bathymetry) LiDAR의 대표장비인 SHOALS(Scanning Hydrographic Operational Airborne Laser System)를 국내에 도입하여 '06년에 울릉도와 독도지역을 대상으로 시범사업을 실시할 계획이다.



<그림 4-1> 항공라이다 데이터를 이용한 해안선 추출

4.2.2 3D 영상정보 구축

항공레이저측량시에 LiDAR 데이터와 동시에 해상도 20cm급의 고해상도 디지털 영상을 획득할 수 있으므로 1차적으로는 해양수산부에 확보하고 운영중에 있는 연안관리시스템의 기본 영상정보인 IKONOS를 이용할 수 있다. 즉, 1m급의 고해상도 영상의 장점을 이용하여 대상이 되는 도서의 현황을 일차적으로 탐색할 수 있다. 이후 항공레이저측량 및 지상측량을 통해 획득된 무인도서에 대한 3차원 영상정보와 LiDAR DEM 자료를 융합하여 입체동영상 자료를 구축할 수 있으며, 이는 지리정보 및 관련 지식이 없는 일반인도 이해하기 쉬운 형태의 정보로 제공될 수 있다.



<그림 4-2> 항공라이다를 이용한 DSM 및 3차원 지형 추출

5. 결 론

본 연구는 도서개발 및 해상경계 획정분야에서 필요성이 높아지고 있는 무인도서 위치결정의 기준 및 조사측량의 추진방향을 정립하는 것을 목적으로 한다.

기술적 측면에서 실증연구 결과 무인도서 정밀위치의 활용성을 제고하기 위하여 무인도서에 대한 정밀 수평 및 수직의 위치정보제공이 필수적이며, 이와 함께 해안선 추출 및 3차원의 공간정보제공(수치표고 모델, 입체동영상)을 위해서 항공라이다, 항공레이저수심측량과 같은 최신 측지기술이 검토되었다. 또한 영상을 활용하기 위해 해양수산부에서 보유하고 있는 고해상도 IKONOS, 위성영상 및 GPS/INS에 의한

항공촬영 영상의 활용에 대해서도 조사하였다. 또한 도서지역에 대한 국가기본도인 1/5,000 축척의 수치지형도 제작과 정밀위치조사를 위한 해양기준점 체계 구축을 검토하였다. 무인도서의 정밀위치측량을 위해 국가기준점 및 영해기점 등을 활용하여 GPS측량을 위한 1급 기준점 47점, 2급 기준점 249점을 설치하고, 각 무인도서에 평균 2개의 3-4급 기준점을 배치하여 해양기준점 망을 구축한다면 향후 항공촬영이나 위성영상의 지상기준점으로 활용할 수 있으며, 대축척 해양측지의 세계측지계 전환을 위한 해양변환계수 산출 등에 활용할 수 있다. 아울러 무인도서 정밀위치조사 관련 사업이 수행되기 위해서는 건설교통부 국토지리정보원, 행정자치부, 해양수산부, 환경부 등의 타 부처 정보공유 및 무인도서 관련 부처간 협의체 구성, 유지관리 측면에서의 유통·공급 방안 및 국민의 관심과 이해 제고를 위한 교육·홍보 방안 등의 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 건설교통부(2005) Post GPS 시대에 대비한 국가 위치 정보 관리전략 연구
 국립 해양조사원(2004) 영해기점 측량 사업결과보고서
 국립 해양조사원(2005) 함평만 부근 해안선 항공레이저(LiDAR)측량 시범사업 결과보고서,
 국토지리정보원(2005) 다차원공간정보구축 사업결과보고서
 대한민국 법률, 제정(97.12.13) 법률 제5447호, 일부개정(99. 5.24) 법률 제5982호(정부조직법), 독도등
 도서지역의생태계보전에관한특별법
 박민호·곽성남(2000) GSIS를 이용한 도서(섬)정보관리시스템 구축방안, 한국측량학회지, Vol.18 No.2,
 pp. 211~219
 이임평·최윤수·박지혜·김경옥(2004) 자연지형을 이용한 항공 LiDAR 데이터의 보정, 한국측량학회 추계학
 술발표회, pp. 473~478
 최병호·이한수(2004) 한반도 해안선 매핑을 위한 해안선 데이터베이스의 작성 전략, 한국해양-해안공학
 회, 한국의 해안선 정립을 위한 워크숍 자료집,
 최윤수·황세열·서병덕·위광재(2004) LiDAR&SHOALS 기술을 이용한 해안선 측량 및 모니터링에 관한 연
 구, 한국 해안-해양공학회, 한국의 해안선 정립을 위한 workshop 논문집, 2004, pp. 137~144
 한국해양연구원(2002) 해양기본지리정보 구축을 위한 기반연구
 해양수산부(2000) 해양개발 기본계획
 해양수산부(2002) 해양수산정보화촉진시행계획
 해양수산부(2002) 한국해양수산개발원, 우리나라 무인도서의 통합적 관리대책 마련을 위한 Working
 Group 운영 보고서
 해양수산부(2005) 무인도서에 대한 종합적 관리방안 마련, 2005
 행정자치부(2001) 도서현황
 환경부(2001) 전국무인도서 자연환경조사