

총 설

국내 위성영상정보 수요 분석

김광은*† · 김윤수**

*한국지질자원연구원, **한국항공우주연구원

Analysis of Satellite Imagery Information Needs in Korea

Kwang-Eun Kim*† and Yoon-Soo Kim**

*Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, **Korea Aerospace Research Institute

Abstract : Satellite imagery information have not been fully utilized due to the low R&D investment in remote sensing application though Korea had succeeded in developing series of earth observing satellites during the last decades. However, another series of earth observing satellites such as KOMPSAT 3, 3-A, 5 are going to be launched in the near future. And recent global warming issues stimulate both private and public sectors to make the most of satellite imagery information. Therefore, it is inevitable to promote the utilization of Korean satellite imagery information. In this study, we analyzed the demand and restrictions in exploitation of satellite imagery information in Korea through the online survey and interview. The results showed that the standardization of pre-processing, service of detailed technical information, fast and reliable image data delivery system are mostly required.

Key Words : Satellite Imagery, Remote Sensing Application, Information Demand

요약 : 다목적 실용위성 3호, 5호, 3-A호 등 다양한 고해상도 센서를 탑재한 국산 위성이 곧 발사될 예정에 있을 뿐 아니라, 기후변화에 의한 재난재해 빈발 등 각종 범지구적 문제 발생에 따른 세계 각국의 지구 관측 활동이 활성화되면서 우리나라도 침체되어 있는 위성영상정보 활용의 범위와 깊이를 확대하기 위한 노력을 시작하고 있다. 본 연구에서는 이를 위한 첫 번째 단계로 국외의 위성영상정보 활용 관련 기술개발 현황 및 시장전망에 대한 분석과 함께 국내 위성영상정보 활용자들을 대상으로 위성영상정보 수요 및 활용 제약 요인들에 대한 온라인 설문조사와 인터뷰를 수행하였다. 조사결과, 전처리과정의 표준화와 함께 각종 관련 기술 자료들의 공개, 신속하고 체계화된 자료 배급체계의 구축이 매우 시급한 것으로 나타났으며, 이러한 분석 결과는 향후 수립될 예정으로 있는 위성영상정보 활용 확대 방안의 기초 정보로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

우리나라는 지난 15년간의 집중적인 우주개발 투자

로 다목적 실용위성 1호, 2호의 성공적 발사 및 운영에 이어 합성개구레이더를 탑재한 다목적 실용위성 5호 및 공간해상도 70cm의 고해상도 위성영상을 촬영 할 수

접수일(2010년 9월 28일), 수정일(1차 : 2010년 11월 14일), 게재확정일(2010년 11월 17일).

† 교신저자: 김광은(kimke@kigam.re.kr)

있는 3호, 열적외 관측능력을 보유한 3-A호를 곧 발사할 예정에 있다.

그러나 지금까지의 우주개발투자는 위성체와 탑재체 개발 등 위성관련 하드웨어의 개발에 집중되어 왔으며 위성영상정보 활용 관련 기술 개발과 활용 체계의 구축에 대한 투자는 거의 이루어지지 못했다. 이로 인해 위성정보를 체계적이고 종합적으로 관리하는 중심점이 없어 위성정보 활용을 위한 인프라가 매우 열악함은 물론 영상자료의 유통 경로 체계도 전혀 구축되어 있지 못하며, 수요 중심의 위성영상정보 활용기술 개발은 전혀 이루어지지 못하고 있다(사공호상 등, 2008). 또한 위성영상정보 활용관련 산업 육성이 매우 미흡하여 위성영상정보 활용 관련 상용 시장의 침체가 지속되고 있다(조명희 등, 2006). 결국 고해상도 위성 보유국임에도 불구하고 최근의 공간정보 서비스 관련 민간 시장의 폭발적 확대와 급증하는 공공부문의 위성영상정보 활용수요를 충족하지 못해 우주개발분야의 막대한 투자대비 국가적 활용 효과에 대해 의문이 제기되고 있는 실정이다(이기원 등, 2009).

최근에는 특히 지구온난화에 따른 기후변화와 이로 인한 재해 빈발, 탄소 배출 규제, 자원 및 식량의 무기화, 친환경적 개발에 대한 범국가적 압박 등 다양한 이슈에 대한 접근 방법으로 위성영상정보를 활용하고자 하는 수요가 급증하고 있어, 우리나라의 위성영상정보 활용 체계 구축은 그 어느 때보다도 시급하다고 하겠다. 본 논문에서는 원격탐사 관련 국외의 시장 및 기술개발 현황에 대한 간단한 분석과 함께 국내 위성영상정보 수요에 대한 설문조사를 통해 위성영상정보의 활용확대를 위한 제언을 하고자 한다.

2. 원격탐사분야 세계 시장 전망 및 미국, EU의 기술개발 현황

미국의 기술시장 분석 전문회사인 BCC Research는 2009년에 발간한 보고서 「Remote Sensing Technologies and Global Market」를 통해, 2007년 촉발된 경제 위기에 불구하고, 2014년까지 원격탐사 관련 전체 시장규모는 110억달러가 넘을 것으로 예상하고 있다. 이는 순수 상업시장에 대한 예측치로서, 엄청나게 큰 시장인 것으로 판단되는 국방정보 분야의 시장

규모를 포함하지 않은 것이다. 원격탐사 분야 중 항공사진 시장 등을 제외한 순수 인공위성 원격탐사 분야의 2014년 시장규모는 약 44억달러로 전망되고 있다. 특히, 공공보건 분야와 농업 분야의 시장규모는 2009년부터 2014년까지 약 12%에 가까운 년평균 성장률을 보일 것으로 전망하고 있는데, 이들 분야의 시장이 확대되는 주요한 요인 중의 하나는 UN 등 국제 기구가 식량, 재난관리, 공공보건 등의 목적으로 위성영상정보를 매우 적극적으로 활용하기 시작하기 때문인 것으로 분석되고 있다. 또한, 2008년말 까지 위성영상정보 시장은 단순한 영상과 자료가 주된 생산물이었으나, 현재는 발달된 GIS기술에 힘입어 지식정보(Knowledge)를 주된 생산물로 하는 산업으로 전환 중에 있는 것으로 분석되고 있다. 이러한 정보기술의 발전과 함께 수십 cm급 고해상도 위성영상의 보편화에 따라 전세계 국토계획 분야의 원격탐사 시장은 2014년까지 연평균 15%가 넘는 높은 성장률을 보일 것으로 전망하고 있다.

한편, 미국 NASA는 (1)Carbon Cycle and Ecosystems, (2)Water and Energy Cycle, (3)Climate Variability and Change, (4)Atmospheric Composition, (5)Weather, (6)Earth Surface and Interior 등 6개의 세부 프로그램으로 구성된 Earth Science Research Program(2007년 ~ 2016년)을 통해 인공위성에 의한 지구관측분야의 연구개발에 막대한 예산을 투자하고 있다. Earth Science Research Program의 2011년도 예산은 18억달러로, 국제우주정거장 관련 예산(27억달러) 및 NASA 센터 운영예산(22억달러)에 이어 NASA 전체의 프로그램들 중 3번째로 큰 규모의 예산이 계획되어 있다. 6개의 Earth Science Research Program 중 하나인 CCE(Carbon Cycle & Ecosystem) 프로그램은 LCLUC(Land Cover Land Use Change), Terrestrial Ecology 등 4개의 세부 프로그램으로 구성되어 있는데, 식물의 분포, 바이오매스 등 탄소 배출, 저장 등 탄소 수지와 관련된 관측과 분석을 주된 임무로 하고 있다. CCE를 통해 수행되고 있는 과제들의 책임자와 제목이 홈페이지를 통해 제공되고 있는데, 300여개 이상의 프로젝트들이 CCE 프로그램을 통해 각 대학이나 연구기관에 지원되고 있다.

한편, 유럽에서는 지구관측 프로그램 GMES(Global Monitoring for Environment and Security)가 1998

년 시작되어 현재까지 진행되고 있다. GMES는 정책결정자와 공공기관을 주된 사용자로 설정하여 환경 정책의 입안이나 재난재해 등 긴급상황 발생시 신속한 의사결정을 위한 고급 공간정보를 제공함을 주된 목적으로 하나, 최종적으로는 민간 수요까지 충족시킬 수 있는 다운스트림(Downstream) 서비스로 확장함으로써 EU 2020 Strategy의 달성에 기여하는 것으로 목표로 설정하고 있다. European Commission에 의해 주관되는 GMES는 지난 10여 년간 진행된 프로젝트들을 통해 각종 서비스를 위한 기반을 구축하여 왔다. 2008년 9월 프랑스 릴리에서 개최된 Forum GMES 2008에서 pre-operational 모드의 서비스가 공식적으로 개시되었음을 선언하였고, EU의 7th Research & Development Framework로부터 지속적으로 예산을 지원받아 GMES 서비스를 완성해나갈 것으로 계획하고 있다. 프로젝트의 실무적진행은 ESA(European Space Agency) 및 EEA(European Environmental Agency)의 두 기관을 주축으로 진행된다.

GMES는 Land Monitoring Service, Marine Monitoring Service, Atmospheric Monitoring Service, Emergency Response Service, Security Service의 5개 세부 프로그램으로 진행되고 있다. GMES의 프로젝트 데이터베이스를 통해서 현재까지 GMES 프로그램으로 지원된 200여개 이상의 프로젝트들의 책임자, 자원, 기간, 요약문 및 각 프로젝트의 홈페이지에 대한 정보가 제공되고 있다. GMES의 2011년 예산은 약 2천2백만 유로이며, 2015년까지 약 2억3천만 유로의 예산이 계획되어 있다. 이는 인공위성 개발 등 ESA(European Space Agency)나 EEA(European Environmental Agency)에서 별도의 계획으로 집행되어야 하는 예산은 포함되어 있지 않다.

3. 국내 위성영상정보 수요 분석

본 연구에서는 온라인 설문조사를 통하여 국내의 위성영상정보 활용자들의 종사분야별, 활용분야별 위성영상자료에 대한 수요의 특징을 분석하고, 서면 인터뷰를 통해 활용의 제약 요인 및 영상정보 수요를 파악하고자 하였다.

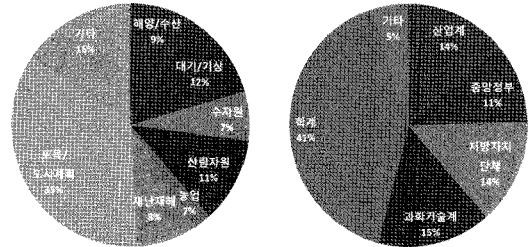


Fig. 1. number of respondents grouped by employed sectors, and application field.

온라인 설문조사는 2010년 7월 19일부터 8월 6일에 걸쳐 관련분야 학회와 산업협회 회원들을 대상으로 진행되었고, 설문조사 응답자는 총 122명이었다. 활용분야는 해양/수산, 대기/기상, 수자원, 산림자원, 농업, 재난재해, 토목/도시계획의 7개 분야로 구분하였으며, 종사분야는 중앙정부, 지자체, 산업계, 학계, 과학기술계의 5개 분야로 구분하였다. 총 응답자 122명 가운데 토목/도시계획분야 종사자가 43명으로 전체의 35%를 차지했으며, 농업 분야(3명)를 제외하고 활용분야별 응답자는 10여명 정도였다(Fig. 1).

1) 공간해상도 수요

향후 가장 필요로 하는 위성영상자료의 공간해상도에 대한 질문에 대해 재난재해 분야에서 전체의 76.9%가 1m 이하의 해상도로 응답하여, 고해상도 영상자료에 대한 수요가 매우 높은 것으로 나타났다(Fig. 2). 반면, 대기/기상분야의 경우 30m~10m의 해상도에 대한 수요가 38.9%로서 가장 높았으며, 해양/수산분야는 10m~4m와 1m이하에 대한 응답이 25%로서 동일하게 나타났다. 이외에 수자원, 산림자원, 농업분야, 토목/도시계획분야에서도 1m이하의 고해상도 위성영상자료에 대한 수요가 가장 높았다. 종사분야별로 구분해보면 산업계, 지자체, 중앙정부의 순으로 1m이하의 고해상도 영상에 대한 수요가 높은 것으로 나타났다(Fig. 3). 중앙정부의 경우 30m~10m 해상도의 영상자료에 대한 수요도 비교적 크게 나타나고 있는데, 이는 중앙정부의 업무 특성상 전국토를 관심영역으로 하며, 북한지역에 대한 공간정보 수요에 의한 것으로 보여진다.

결론적으로 높은 공간해상도의 위성영상에 대한 수요는 계속 증가할 것으로 예상되나, 활용분야 및 목적에 따라 중·저해상도 영상에 대한 수요가 아직 상존하고

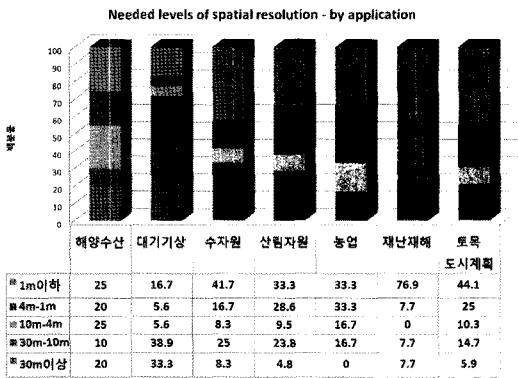


Fig. 2. Needed levels of spatial resolution of satellite imagery information grouped by application field.

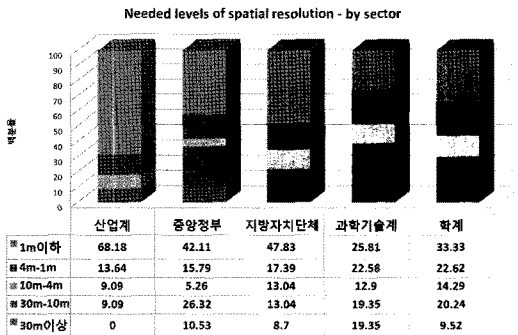


Fig. 3. Needed levels of spatial resolution of satellite imagery information grouped by employed sector.

있는 것으로 분석되며, 이는 미국 ASPRS의 조사분석 결과(Mondello, 2006) 및 NOAA의 조사분석 결과와 매우 유사한 양상을 보여준다(Johnson, 2007).

2) 자료공급 형태 수요

한편, 위성영상자료의 공급형태에 대한 질문에 대해서는 해양/수산 분야는 방사보정된 단위 영상자료에 대한 수요가, 재난재해분야는 관심영역 전체를 커버하는 영상에 대한 수요가 가장 높게 나타나고 있어 타 활용분야에서 대부분 정사보정된 단위 영상자료에 대한 수요가 높은 것과 차이를 보이고 있다(Fig. 4). 종사분야를 기준으로 구분해보면(Fig. 5), 중앙정부의 활용자들이 정사보정된 단위 영상자료와 방사보정된 단위 영상자료에 대한 수요가 높은 반면, 지자체의 경우 단위 영상자료가 아닌 관심영역 전체에 대한 영상자료가 공급되기를 희망하고 있는 것으로 분석된다. 산업계의 경우 정사보정된 단위 영상자료와 원시 영상자료에 대한 수요가 높은 것으로 나타나고 있다. 과학기술계는 방사보정된

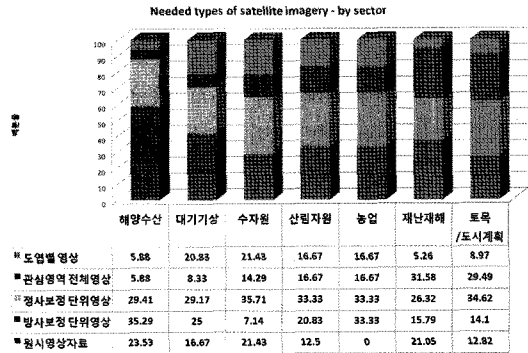


Fig. 4. Needed types of satellite imagery grouped by application field.

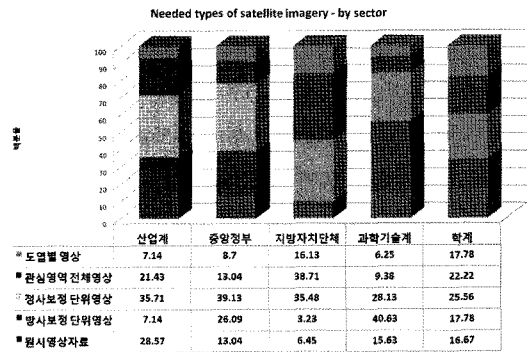


Fig. 5. Needed types of satellite imagery grouped by employed sector.

단위 영상자료에 대한 수요가 압도적으로 높은 것으로 나타났다(40.6%).

지자체의 경우 아직은 위성영상이 공간정보 시스템의 배경 영상지도 등 단순한 목적으로 사용되고 있으며, 각종 보정 및 모자이크 등 고급 기술의 확보가 어려워 보정 완료된 모자이크 영상에 대한 수요가 높은 것으로 보인다. 반면, 방사보정된 단위 영상자료에 대한 수요도 비교적 높게 나타나고 있는 것은 현재 위성영상 공급기관에서 이루어지고 있는 각종 보정처리에 대한 알고리즘 표준이나 품질에 대한 정량적 정보 등 활용에 반드시 필요한 메타 정보들이 제공되고 있지 않기 때문인 것으로 분석된다.

이러한 결과는 주요 활용기관에 대한 서면 인터뷰 조사에서도 나타나고 있는데, 각종 보정처리 방법과 절차의 표준화 및 공개, 오차 수준 등 처리 결과에 대한 정량적 결과치 제시가 이루어지고 있지 못한 점이 국내 위성영상자료의 활용에 심각한 제약 요인으로 작용하고 있는 것으로 나타났다. 이에 따라, 대부분의 활용기관이

각종 보정, 색합성, 모자이크 처리 등을 각자 수행하고 있는데, 비용 및 시간의 중복 투자 측면에서 뿐만 아니라 처리 결과의 품질에 대한 책임 소재 등 여러 가지 문제의 소지가 있는 것으로 파악되었다.

3) 영상자료 공급시간 수요

영상수신 후 공급까지 소요되는 시간을 묻는 질문에 대한 활용분야별 응답을 보면, 해양/수산 분야가 실시간 공급에 대한 수요가 매우 높으며, 수자원 분야에서도 실시간 자료에 대한 수요가 높게 나타났다. 대기/기상분야와 농업분야에서는 1일~3일이라는 응답이 가장 많았으며, 산림자원분야는 4일~7일이라는 응답이, 그리고 토목/도시계획분야는 1주~3주라는 응답이 가장 높게 나타났다. 재난재해분야에서는 의외로 실시간 자료에 대한 수요가 낮게 나타나고 오히려 4일~7일이라는 응답이 가장 많았다. 전체적으로는 1일~3일 이내라는 응답이 전체응답의 23.4%로서 가장 높았고, 그 다음이 4일

~7일 이내로 19.6%로 나타났다. 또한, 실시간 내지 24시간 이내에 공급되기를 희망하는 응답이 30.8%를 차지하고 있어, 전체 응답의 54.2%는 위성영상 수신 후 3일 이내, 그리고 73.9%가 7일 이내에 공급되기를 희망하고 있는 것으로 나타났다.

종사분야별로 보면, 산업계, 과학기술계, 학계는 3일 이내라는 응답이 가장 높은 반면, 중앙정부는 7일 이내, 지자체는 3주 이내 라는 응답이 가장 높게 나타났다. 지자체의 영상자료 공급시간에 대한 특징적인 수요는 앞서의 자료공급 형태에 대한 수요와 함께 분석해보면, 공급까지의 시간이 다소 소요되더라도 각종 보정, 색합성 및 모자이크 처리 등 사전 영상처리가 완료되어, 별도의 처리과정 없이 즉시 현업에서 활용할 수 있는 형태의 자료가 공급되기를 희망하고 있는 것으로 분석된다.

국내 위성에 의한 영상자료의 공급에 소요되는 기간이 많이 단축되었음에도 불구하고, 공급체계의 부재와 함께 공급까지 소요되는 과도한 시간은 현업에서의 위성영상 활용에 매우 심각한 제약 요인으로 제기되고 있다. 수신 후 7일 이내에 사용자에게 공급될 수 있는 위성영상 공급체계의 구축이 매우 시급한 것으로 판단된다.

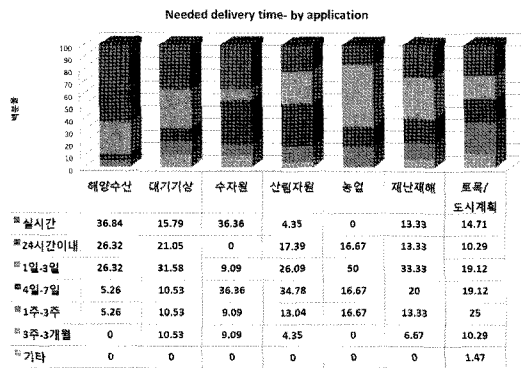


Fig. 6. Needed delivery time of satellite imagery grouped by application field.

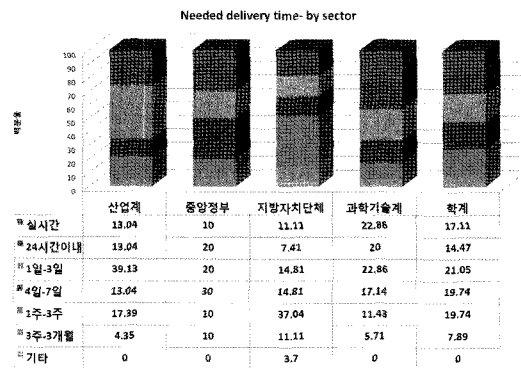


Fig. 7. Needed delivery time of satellite imagery grouped by employed sector.

4) 위성영상자료의 중요 요소

위성영상자료에서 가장 중요하게 생각하는 요소에 대한 질문에는 대체적으로 공간해상도라는 응답이 주를 이루나, 활용 및 종사 분야별로 특징적인 응답을 보여주고 있다. 해양/수산 분야와 대기/기상 분야, 수자원 분야의 경우 영상품질을 가장 중요하게 생각한다는 응답이 각각 32%, 33.3%, 30.4%로서 매우 높았다. 반면, 산림자원 분야와 농업 분야의 경우 영상자료의 시의성을 공간해상도 못지않게 중요하게 생각하고 있는 것으로 나타나고 있다. 재난재해 분야와 토목/도시계획 분야는 특히 공간해상도라고 응답한 비율이 각각 33.3%와 29.2%로 다른 요소들에 비해 더욱 중요하게 여기고 있으며, 공간해상도 다음으로는 위치정확도(각각 25%, 20.8%)를 중요하게 여기고 있어 다른 활용분야와는 매우 특징적인 차이를 보이고 있다.

종사분야별로도 학계와 과학기술계를 포함한 거의 모든 분야에서 공간해상도를 가장 중요한 요소로 응답하였으나, 산업계의 응답에서만 영상품질이 가장 중요한 요소로 나타나고 있는 점이 매우 특이하다. 이는 위

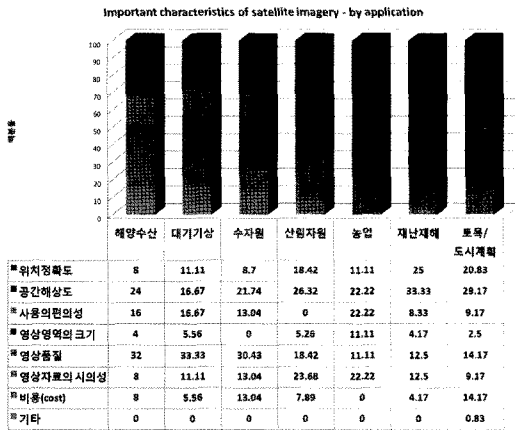


Fig. 8. Most important characteristics of satellite imagery data grouped by application field.

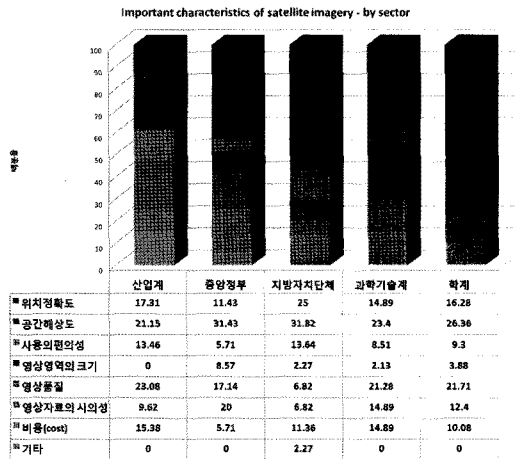


Fig. 9. Most important characteristics of satellite imagery data grouped by employed sector.

성 영상자료와 영상정보를 제품 혹은 서비스로서 판매해야 하는 산업계의 입장이 반영된 것으로 해석된다. 중앙정부는 공간해상도(31.4%) 다음으로 영상자료의 시의성(20%), 영상품질(17.1%)을 중요한 요소로 인식하고 있는 반면, 지자체의 경우 공간해상도(31.8%) 다음으로 위치정확도(25%), 사용의 편의성(13.6%) 순으로 응답하고 있으며, 다른 분야와는 달리 영상품질을 중요하게 생각한다는 응답비율이 6.8%로 매우 낮아 지자체의 특징적인 위성영상정보 수요를 보여주고 있다.

4. 위성영상정보의 경제적 가치에 대한 설문 분석

본 연구에서는 위성영상정보의 수요와 함께 분야별로 위성영상정보에 대해 그 경제적 가치를 어느 정도로 생각하는지를 알아보고자, 연간 기준 10억이하, 100억이하, 1,000억이하, 1,000억 이상 4개 범위로 구분하여 답을 묻는 설문을 실시하였다. 활용분야별로는 농업(50%)과 대기/기상(42.8%)분야에서 1,000억원 이상이라는 응답이 가장 많이 나와, 최근의 기후변화와 관련된 위성영상정보 수요 증가 경향과 일치하는 것으로 분석된다. 이외에 해양/수산(72.7%), 수자원(37.5%), 산림자원(42.8%), 토목/도시계획(35.7%)분야에서 100억원~1,000억원이라는 응답이 가장 많았는데, 의외로 재난재해 분야는 10억원~100억원이라는 응답이 44.4%로 가장 많았다. 이는, 실제 재난재해에 의한 과거 10여년간의 평균 연간 피해액이 2조원 규모이고, 복원을 위한 비용만 연간 3조원 수준임을 감안할 때, 매우 낮은 경제

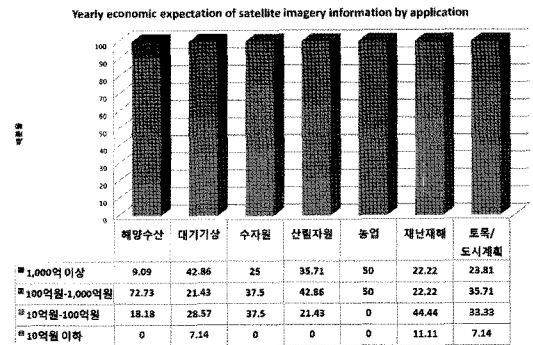


Fig. 10. Yearly economic expectation of satellite imagery information grouped by application field.

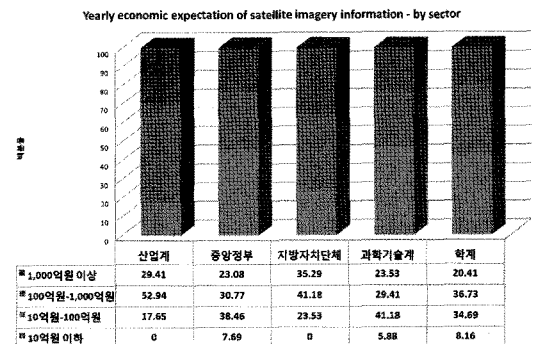


Fig. 11. Yearly economic expectation of satellite imagery information grouped by employed sector.

적 기대치로서, 재난재해 분야에서 위성영상정보의 현업 활용에 심각한 문제가 있음을 드러내고 있는 것으로 분석된다.

종사분야별로 구분해보면, 산업계와 지자체, 학계는 100억원~1,000억원이라는 응답비율이 각각 52.9%, 41.2% 및 36.7%로서 가장 높은 반면, 중앙정부와 과학기술계는 10억원~100억원이라는 응답비율이 각각 38.4%와 41.2%로 가장 높게 나타나고 있다. 지자체의 경우에는 1,000억원 이상이라는 응답도 35.3%로 매우 높아서 지자체의 위성영상정보에 대한 기대가 매우 높음을 알 수 있다.

10억원 이하를 5억원, 10억원~100억원을 50억원, 100억원~1,000억원을 500억원, 1,000억원 이상을 1,000억원의 대표값을 취해서 경제적 기대가치를 정량적으로 계산해보면, 해양/수산분야의 경우 463억원, 대기/기상분야는 550억원, 수자원분야 456억원, 산림자원분야 582억원, 농업분야 750억원, 재난재해분야 356억원, 토목/도시계획분야 433억원으로 위성영상정보 활용의 연간 경제적 기대효과는 총 3,592억원으로 계산된다.

5. 결론

본 연구에서는 위성영상정보의 활용 확대 방안 수립을 위한 기초 정보를 확보하고자, 국외의 위성영상정보 활용관련 기술개발 현황 및 시장 전망에 대한 분석과 함께 국내 위성영상정보 활용자들을 대상으로 한 설문 및 인터뷰를 통하여 위성영상정보 수요를 파악하였다.

원격탐사관련 전세계 시장규모는 110억달러가 넘는 것으로 예상되며, 항공사진 시장 등을 제외한 순수 인공 위성 원격탐사 분야의 2014년 시장규모는 약 44억달러로 전망되고 있다. 특히, 공공보건의분야와 농업분야는 기후변화와 관련된 국제 기구들의 활동으로 2009년부터 2014년까지 약 12%의 높은 연평균 성장률을 보일 것으로 전망된다. 우리나라에서의 위성영상정보의 활용은 연간 약 3,600억원 규모의 경제적 가치를 가지는 것으로 조사되었다.

위성영상정보의 활용 확대를 위해서는, 다양한 형태

의 자료가 공급될 필요가 있다. 예컨대, 지자체 등 위성영상정보를 비교적 단순한 수준에서 활용하는 활용처를 위해서는 공급까지의 시간이 다소 소요되더라도 별도의 영상처리과정이 불필요하도록 각종 보정 및 모자이크 처리 완료된, 현업에서 즉시 활용이 가능한 형태의 자료가 제공될 필요가 있다.

현재 위성영상정보를 활용하는데 있어 가장 큰 장애요인은 품질관리 미흡 및 영상자료 배급체계 부재에 있는 것으로 분석된다. 전처리과정의 표준화와 관련 기술 정보 공개, 전처리결과에 대한 정량적 품질 정보 제공이 반드시 필요하며, 최종 활용자에게 수신 후 7일 이내에 자료가 공급될 수 있는 영상자료 배급체계 구축이 시급한 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국항공우주연구원의 연구비지원에 의한 과제인 「위성정보 수요발굴을 통한 활용촉진 방안 연구」의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 사공호상, 이영주, 유정미, 김걸, 서기환, 2008. 우주개발 혁신체제 정립 및 국제협력 효율화 방안, 국토연구원.
- 조명희, 조윤원, 유성욱, 최경환, 정운재, 조광현, 2006. 고해상 위성영상의 상용화 전략 연구, 과학기술부.
- 이기원, 류희영, 박용재, 2009. 고부가 위성영상 통합관리 시스템 구축 및 활용을 위한 기본전략 수립연구, 한국항공우주연구원.
- Mondello, C., 2006. 10-Years Remote Sensing Industry Forecast: Phase IV - Study Documentation, PE&RS, 72(9): 985-1000.
- Johnson, S. P., 2007. NOAA Sponsored: 2006-2016 Asian Remote Sensing Market Study. Global Marketing Insights, Inc.