

## 항공사진측량을 이용한 채소주산단지 재배면적 추정 연구\*

배경호<sup>1\*</sup>·함건우<sup>1</sup>·이정민<sup>1</sup>

### A Study on Estimating the Vegetable Cultivation Complex Area using Aerial Photogrammetry\*

Kyoung-Ho BAE<sup>1\*</sup>·Geon-Woo HAM<sup>1</sup>·Jeong-Min LEE<sup>1</sup>

#### 요 약

최근 4차산업혁명으로 대두되는 기술혁명 변화에 농업분야도 환경변화에 효율적으로 대응하기 위해 ICT 기술을 적용한 스마트팜 구현 등의 혁신을 추구하고 있다. 하지만 이러한 혁신을 위한 변화기술은 다양한 공간정보에 기반한 농작물 현황에 대한 분석과 예측 기법이 필요하다. 이러한 분석기법은 주기적이고 과학적인 공간정보에 기반할 때 보다 과학적인 결과를 도출할 수 있다. 본 연구에서는 기상변화에 따라 민감하게 반응하는 배추, 무, 마늘, 양파, 고추를 선정하여 항공사진 측량을 이용한 재배면적 추정, 채소 작황 현황 및 연도별 변화를 분석하였다. 본 연구 결과로 농업 분야의 원격탐사를 활용한 재배면적 산정 및 작황현황 분석 가능성을 제시하였으며, 공간정보 기반의 채소주산단지 시계열 정보는 효율적인 농업환경 관측 자료로 활용될 것으로 예측된다.

주요어 : 항공사진측량, 공간정보, 채소, 주산단지, 농업, 스마트팜

#### ABSTRACT

Recently, agricultural sector apply ICT technology such as Smart Farm to pursue innovation in the changing situation that is emerging as the fourth industrial revolution. However, this innovation requires techniques for forecasting and analyzing in various data bases and spatial information provides such infrastructure data. In this study, the cultivation area of Chinese cabbage, radish, garlic, onion, and red pepper were calculated and analyzed by year. The purpose of this analysis is to cope with sudden changes in vegetable crops and changes in cultivated area caused by weather changes to supply and demand of major vegetables and price instability. As a result of this study, spatial

2018년 10월 12일 접수 Received on October 12, 2018 / 2018년 12월 12일 수정 Revised on December 12, 2018 / 2018년 12월 12일 심사완료 Accepted on December 12, 2018

\* 이 논문은 농촌진흥청 국립농업과학원의 농업부문 생산성 변동예측 및 평가기술 개발(과제번호:PJ0108972018) 의해 연구되었습니다.

1 (주)신한항공업 기업부설연구소 Research Institute, Shinhan Aerial Survey CO.,LTD

\* Corresponding Author E-mail : qpandora@hanmail.net

information based on time series information of vegetable complex will be used as efficient agricultural environment observation data, as well as interpretation of various spatial ranges such as the estimation of cultivation area using remote sensing.

*KEYWORDS : Aerial Photogrammetry, Spatial Information, Vegetable, Cultivation Complex, Agriculture, Smart Farm*

## 서 론

최근 농업 분야는 4차산업혁명에 발맞추어 ICT (Information Communication Technology) 기술과 접목하여 스마트팜 등의 새로운 농업 혁신을 추진하고 있다. 이러한 혁신은 다양하고 정확한 데이터 기반에서 활용되며 공간정보 기반의 통계분석이 중요한 척도가 되고 있다. 공간정보에 기반한 다양한 통계 및 현황 파악은 새로운 농업혁명의 성공 요인으로 인식되고 있다. 특히, 5대 채소는 주로 노지에서 재배되고 있으며 기상 변화에 많은 영향을 받기 때문에 생산면적과 작황의 변화가 심하다. 하지만 수요는 고정적이기 때문에 수급 및 가격변동이 심한 작물이다. 이런 문제로 인해 통계청에서는 5대 채소를 통계자료로 산정하여 농업면적을 조사하고 있다. 농업면적 조사는 채소주산지의 시군 재배면적('06~'13)을 조사하고 있으며, 배추 작황은 7개시군, 무 작황은 6개 시군, 고추 작황은 42개 시군, 마늘 작황은 18개 시군, 양파 작황은 15개 시군이다. 농작물 생산 조사('80~'13)는 광역사도별 면적(ha), 10a당 수량(kg), 생산량(톤)에 대하여 표본조사 방식으로 조사를 실시하고 있어 급격한 생산지 변동 등에 대한 신속한 정보 파악이 미흡한 실정이다.

주요 채소인 배추, 무, 마늘, 양파, 고추의 안정적인 수급 정책 수립 및 합리적 영농계획 수립 지원을 위해서는 경제적이고 광역 지역을 대상으로 시급성을 고려하여 재배면적 산정이 중요하다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 최신 기술로는 항공사진측량 방식을 이용한 원격탐사를 활용한 재배면적 산정 및 작황 현황 분석이 가능하다. 또한 구축된 공간정보를 이용하여 경작

지, 입지선정, 식생지수 산정 등 다양한 분석이 가능하며 이러한 정보를 시계열화하여 스마트팜 등의 농업 혁명에 사용될 수 있다.

## 공간정보 기반 최신 농업 관리 동향

도시산업화 및 근대화로 인해 농업 분야의 인구감소는 지속적으로 감소하고 있으며 이에 따른 농업 분야의 경쟁력은 계속 떨어지고 있는 상황이다. 최근에는 노령화 및 인건비 향상으로 인해 농업 노동력의 급격한 감소가 심화되고 있다. 또한 사료비, 자재비, 유통비 등의 다양한 부분의 생산원가 및 부대비용이 상승하여 농가 경영이 점차 악화되고 있는 추세이다. 특히 농업현장에서는 전문화된 노동력을 확보하기가 매우 어려운 것이 현실이며 그 결과 농업 생산물의 실질적인 부가가치는 정체 또는 하락하고 있다.

이러한 농업 분야의 문제를 해결하기 위해 정부는 다양한 정책과 기술지원을 나서고 있다. 이러한 변화의 핵심으로 농업분야에 IT-BT-NT를 융합한 신성장산업으로 육성하기 위해 노력하고 있으며 그중 ICT 기술과 접목한 스마트팜(Smart Farm)을 지원하고 있다. 스마트 팜이란 ICT를 비닐하우스, 축사, 과수원 등에 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장을 의미한다. 스마트 팜의 효과는 농업 생산성 향상, 품질 향상, 노동력 절감 효과에 많은 기여를 할 것으로 예상된다(Kim, 2016).

성공적인 스마트팜 사업 추진을 위해서는 다양한 데이터 기반에 대상작물의 공간적 현황과 외부 환경영향 등을 분석하여야 한다. 다양한 데이터는 공간정보에 기반한 통계자료 형태로 제공되어야 더욱 효율적인 사업 추진이 가능하

TABLE 1. Smart Farm Area in year

Total	Before 2013 year	2014 year	2015 year	2016 year	2017 year
Smart Farm Area(ha)	345	405	769	1,912	4,010
House	-	23	177	411	790



자료: <http://www.kamis.co.kr>

FIGURE 1. Change of Agriculture Area and Output for High Land Vegetable

다. 이를 위해 스마트팜맵 구축사업 등을 실시하여 현장과 일치하는 농경지 정보를 제공할 수 있는 고품질 스마트팜 맵 구축을 통해 미래지향적 통계기반 현황 분석을 실시하였다(농림수산식품교육문화정보원, 2015),

농림축산식품부는 식품·외식산업을 미래산업으로 도약시키기 위해 「2018~2022 식품산업진흥기본계획」(이하 “기본계획”)을 발표하였으며, 농업과 식품산업의 연계를 강화하는 정책으로 추진하고자 한다. 또한 스마트팜 보급사업

지원 확대와 일자리 창출 등에도 많은 역량을 투입하고자 밝히고 있다. '17년에 시설원예 스마트팜 보급면적(누계)은 4,010ha로 '16년 1,912ha 대비 2배 이상 증가하였으며, 축산 스마트팜도 '17년 790호로 '16년 411호 대비 크게 증가하였다. 스마트팜 보급 확산으로 생산성은 약 30% 증가한 반면, 고용노동비는 8.6% 감소한 효과('17, 한국농산업조사연구소, 시설원예 기준)가 있어 농업 현장의 체감도는 높은 것으로 평가된다.

TABLE 2. Agriculture Area for Vegetable Complex

Division	Pyeongchang	Jungsun	Samchuk	TaekBaek
Area	1,055ha	1,060ha	1,255ha	990ha
Vegetable Complex	Daegwallyeong, Jinbu, Banglim, Daewha, Bongpyeong	Lingyeo, Nammyoun, Younmi	Hajang	Sanghasami, Wondong, guinemi, Maebongsan

고랭지 배추 면적은 2014년에는 5,140ha로 주산지 4개 시군에 주로 이루고 있다. 아래 4개 시군의 면적은 강원도 전체 면적은 83%를 차지하는 것으로 고랭지 채소를 가장 많이 경작하는 곳은 삼척의 하장이다. 또한 평창, 정선, 태백에서 고랭지 배추 경작을 많이 하고 있다(Eom, 2015).

### 항공사진 촬영 및 공간정보 구축

#### 1. 대상지 선정 및 작물 선정

채소류는 기상상황, 작황 정도, 경제상황 등 많은 요인에 의해 생산량 변화가 많이 발생하고 이에 따라 경작지 면적 변화가 많이 발생한다. 하지만 일반 국민들의 채소 수요에 대한 변화는 거의 없어 채소 가격 변화는 생산지 공급 현황에 따라 매우 민감하다. 이에 채소주산단지 면

적 등의 공간정보 현황 파악은 공급과 수요를 위한 현황 파악 데이터로 필수적이다.

특히, 배추의 경우는 주로 노지재배에 의한 방식으로 기후, 기상, 환경 등의 영향으로 생산량에 직접적으로 영향을 받고 저장성이 낮기 때문에 가격 변화폭이 많은 채소이다.

#### 2. 작업절차

채소주산단지 면적산출을 위한 항공사진촬영 및 DB 구축은 아래 그림과 같은 절차로 진행하였다. 촬영계획수립에서부터 항공사진측량용 디지털카메라를 이용하여 촬영을 실시하였으며, 이 때 GPS/IMU 자료처리를 수행하여 원시영상을 생성하였다. 또한 정확도 향상을 위하여 지상기준점측량 및 사진기준점측량을 실시하여 DB 구축을 하였으며 정확도를 평가하였다.

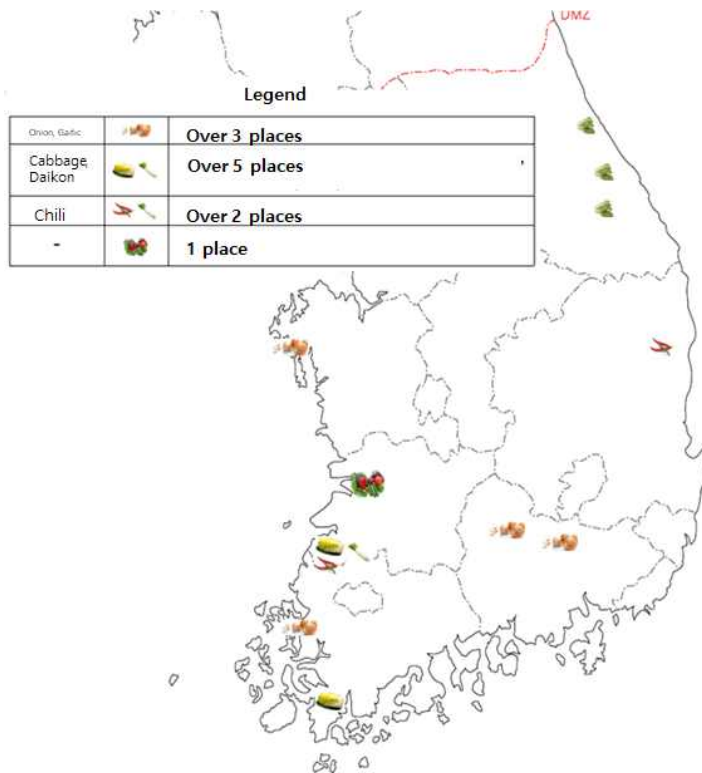


FIGURE 2. Area for Aerial Photogrammetry

TABLE 3. Aerial Image for study area

Division	Province	Area	Aerial Image
1	Ghungchung	① Taeon	Taken
		② Mooan	
		③ Changrung	
2	Gangwon	① Anbandegi	Taken
		② Guinemi (Taekbaek)	
		③ Maebong (Taekbaek)	
3	Junnam	① Haenam	Taken
		② Jindo	
4	Gyungsang	① Yungyang	Taken
5	Junju	① Junju	Taken

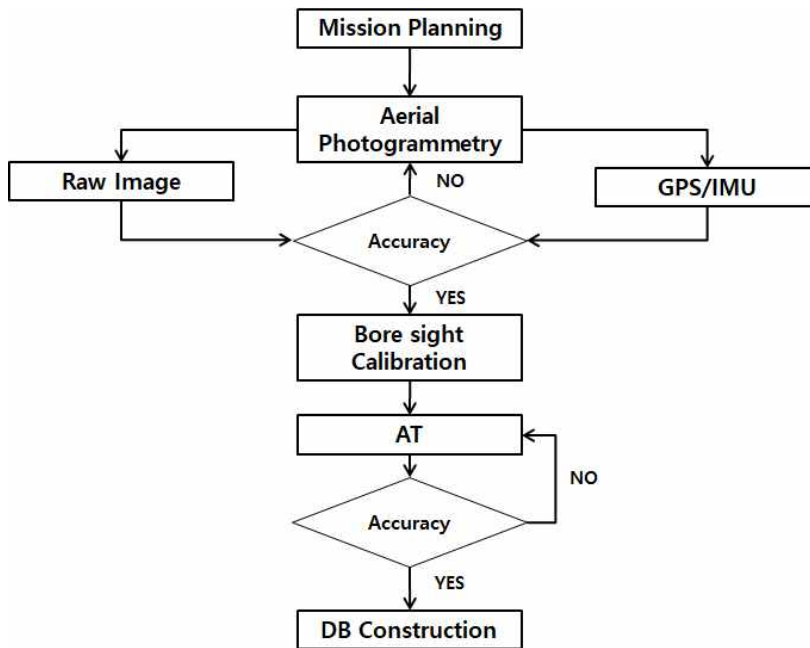


FIGURE 3. Process of Aerial Photogrammetry

### 3. 촬영 및 데이터 구축

촬영된 영상은 영상 SW를 이용하여 영상매칭과 보정 과정이 필요하다. 매칭된 영상을 대상으로 영상의 명암 및 왜곡보정처리를 실시한다. 또한 영상의 색상보정을 실시하여 영상의 품질을 향상시키고 정상영상의 품질향상을 위하여 위치보정을 실시하여 영상의 기하학적 왜곡을 최소화하여 영상을 제작한다.

영상의 품질향상을 위하여 방사보정, 색상보정, 기하보정 등의 단계별 보정작업 이후에는 본 연구의 목적인 채소주산단지 재배면적 산출을 위한 공간정보 DB를 제작하였다. 촬영 대상 지역별 GSD 25cm의 고품질 항공사진측량 결과를 바탕으로 RGB 및 NIR 영상을 제작하였으며 대상지역에 대한 DSM을 제작하였다.

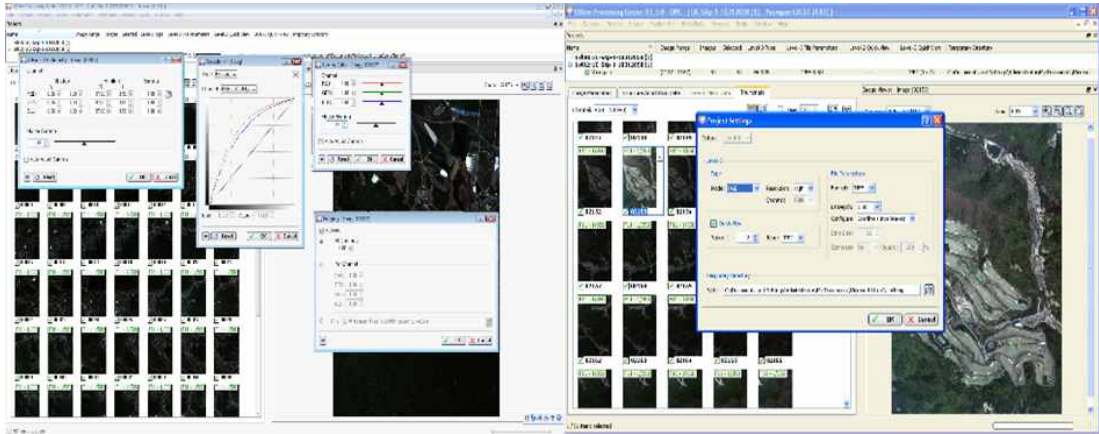


FIGURE 4. Image Processing

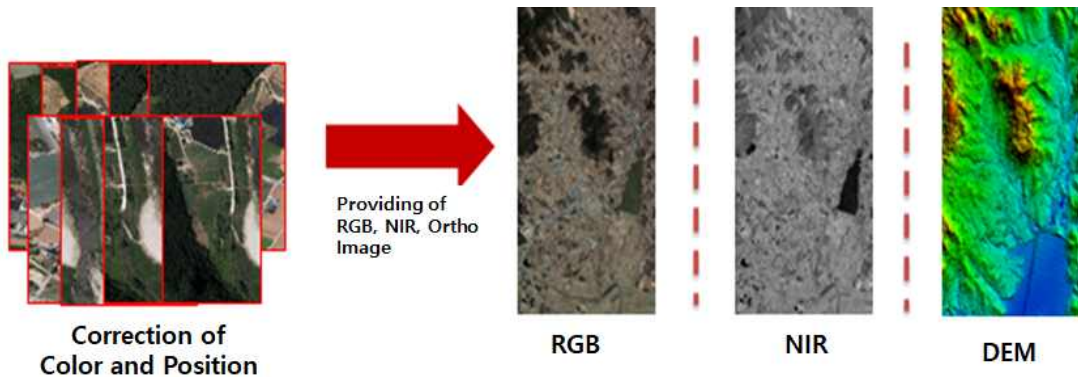


FIGURE 5. RGB, NIR and DEM

지상현황측량성과와의 비교검증 실시

항공사진촬영으로 생성한 정사영상에서의 채소주산단지 면적의 정확도를 비교분석하기 위하여 대상지를 선정하여 지상라이다측량을 실시하였다. 대상지는 배추 주산단지인 강원도 태백 귀네미골을 선정하였으며, 비교 대상 성과물은 지적도, 지상라이다 측량성과, 항공사진촬영의 정사영상, 1/5,000 수치지도를 활용하여 경사면적 산출에 대해 비교 분석하였다.

지적공부상의 면적과 연속지적도의 면적차이는 최대 99.791㎡, 최소 0.036㎡ 였으며, 지적공부상의 면적과 비교하여 최대 1.64% 차이가 나는 것을 확인한다. 계산과정에서 소수점 셋째자

리 반올림을 감안하면 최소 0%가 아님을 파악할 수 있었으며 전체면적의 합계에 대한 차이는 90.487㎡, 지적공부상의 비교는 0.040% 차이를 확인하였다.

광범위한 지역에 대한 면적 산정을 위해서는 항공사진측량에 의한 면적산정과 지상라이다를 이용한 면적산정에서 큰 차이가 없었다. 따라서 광범위한 지역에 대해서는 항공사진측량의 성과를 이용하여 평면 면적과 경사 면적 산정이 효과적일 것이다.

채소주산단지 공간정보 구축 및 DB 분석

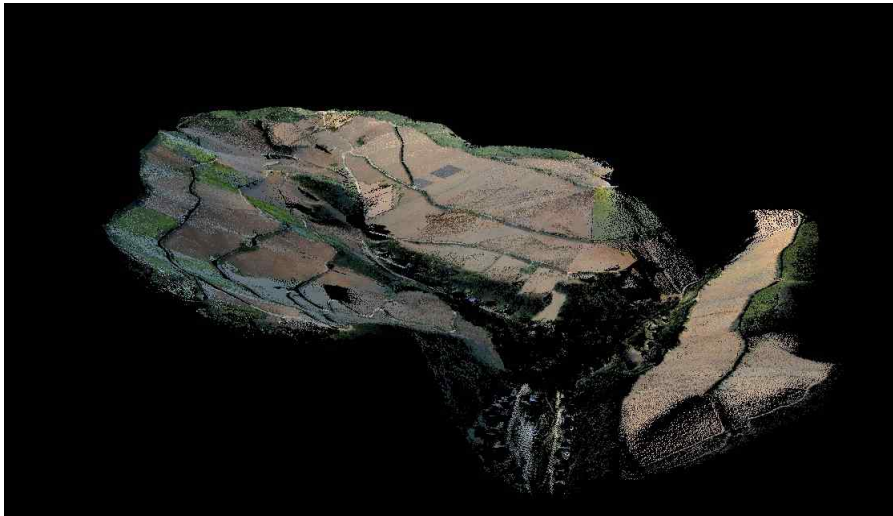


FIGURE 6. Real Image taken by LiDAR

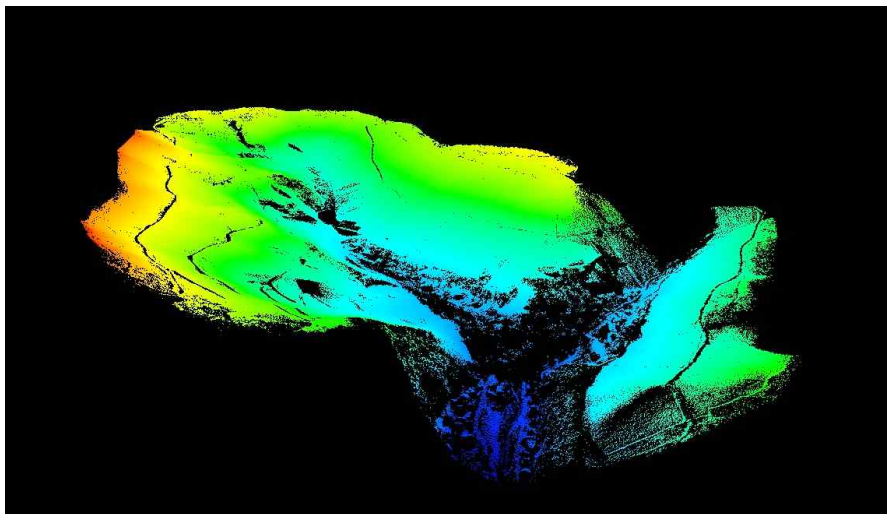


FIGURE 7. DSM by Terrain LiDAR Equipment

TABLE 4. Area Result Analysis (unit: m<sup>2</sup>)

Devision	Terrain LiDAR	Aerial Photogrammetry	1/5,000 Digital Map	Seemless Cadastral Map	Cadastral Area
Plane Area	126513.213	124635.000	124605.000	126740.513	126831.000
Slope Area	136118.667	136718.573	131976.112	-	-
Plane Area Difference (Ref : Terrain LiDAR)		-1878.213	-1908.213	227.3	317.787
Slope Area Difference (Ref : Terrain LiDAR)		599.906	-4742.46		

TABLE 5. Vegetable Cultivation Area at Anbandegi in Gang-won Province (unit:km<sup>2</sup>)

Division	Napa Cabbage	Potato	Cabbage	Grass Land	Total Area
☐2016 year	121.63	11.12	6.48	11.39	150.62
☐2017 year	107.42	15.60	21.24	12.58	156.84
☐2018 year	113.64	7.79	19.68	16.21	157.32

TABLE 6. Cultivation Area for Onion and Garlic



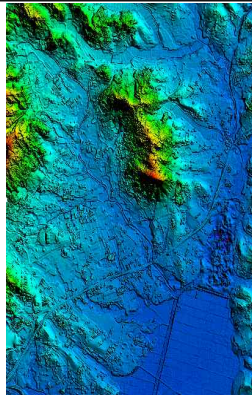


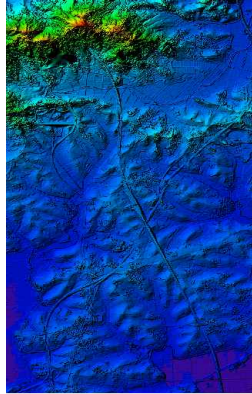
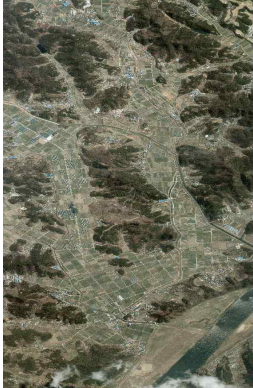

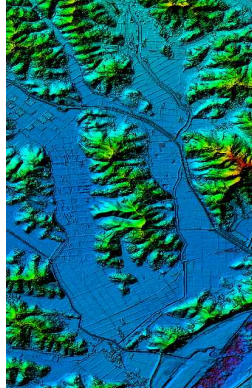
	RGB	NIR	DSM
Taeon in Chung-cheong Province			
Mooan in Jeol-la in Province			
Changrung in Gyoung-sang Province			



TABLE 6. (Continued)



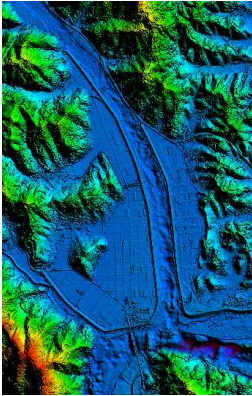

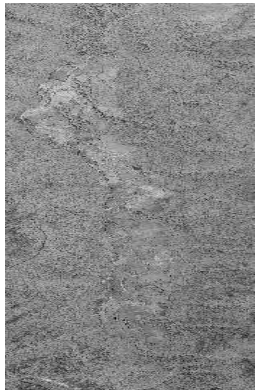
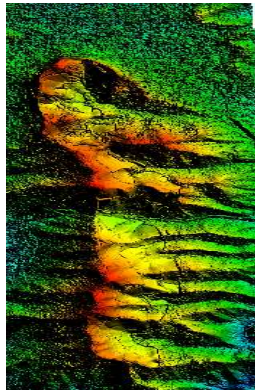


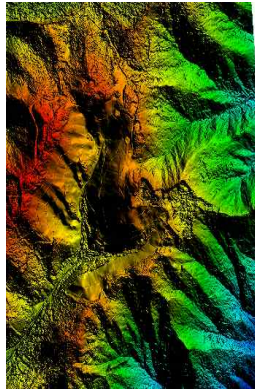
	RGB	NIR	DSM
Habchun in Gyoung-sang Province			

TABLE 7. Cultivation Area for Cabbage in summer

	RGB	NIR	DSM
Abbandegi in Gang-won Province			
Guinemi in Gang-won Province			

항공사진촬영은 Pen Sharpening 기법을 이용한 Large-format을 적용한 디지털 항공카메라(Microsoft의 Ultracam Xp)를 사용하여 GSD 25cm급의 고해상도의 영상을 획득하였다. 획득된 RGB 영상을 이용하여 지역별로 정사영상, NIR 영상 그리고 DSM 자료를 제작하였다. 구축된 개별적인 영상에 기반하여 재배지역 면적을 분석하고 작황 현황을 판단하였다. 채소주산단지의 면적 추정을 위해 대상지역의 NIR 영상을 분석하였으며, 경작지의 특성 파악을 위해 3차원 지형모형을 제작하여 채소별 특성을 고려하여 면적을 추정하였다.

표 5는 연도별 채소주산단지 면적의 변화를 나타낸 것이다. 대상지역은 강원도 지역의 안반데기이며 연도별 채소 재배 면적을 추정한 것이다. 대상지역의 채소 재배 면적 변화는 작으나, 연도별로 감자와 양배추는 서로 반비례하여 증감을 보이고 있다.

## 결 론

본 연구에서는 채소주산단에 대한 항공사진측량을 실시하여 채소주산지별로 25cm급의 정사영상, NIR, DSM의 공간정보를 구축하였다. 구축된 공간정보에 기반한 대상 채소의 재배면적을 산출하였으며, 이는 농작물 생산 현황자료로 활용되었다. 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 항공사진측량에서 구축된 지형공간정보와 결합하여 채소주산단지 입지 선정에 필요한 경사지 및 지형 특성 파악에 유용하며, 대상 작물별 작황 현황파악에 효과적이었다. 이는 농업분야에서 원격탐사를 이용한 입지 선정 및 작황 현황 파악의 가능성을 확인하였다. 매년 채소주산단지 면적산정과 작황 현황 파악은 농산물의 생산량 예측과 안정적인 시장 공급에 중요한 자료로 활용되기 때문에 공간정보에 기반한 채소주산단지 면적 추정을 중요한 자료로 활용될 것이다. 이를 위해 주기적인 항공사진측량에 의한 채소 작황 현황 파악이 필요하다.

둘째, 정확한 경작지의 면적 산정을 위해 지상라이다 측량성과를 이용하여 항공사진측량 성

과를 비교분석하였다. 광범위한 지역의 면적산정에서 평면면적과 경사지 면적의 차이가 그렇게 크지 않아 채소 생산량을 예측하기에는 큰 문제가 없음을 확인하였다. 이에 항공사진측량을 이용한 채소주산단지 면적산정과 생산량 예측은 유효할 것으로 사료된다.

셋째, 동일한 지역을 대상으로 채소주산단에 대한 시계열자료를 구축하였다. 감자와 양배추의 경우에서 알 수 있듯이 시계열자료를 이용하여 재배 작물간의 상관 관계를 파악할 수 있었다. 이는 선호하는 채소 및 작물 현황을 파악할 수 있는 자료로 활용될 것이다.

본 연구에서는 RGB 영상과 NIR 영상을 이용하여 공간정보를 구축하였으며 이를 바탕으로 지형 특성 파악과 채소주산단지 면적을 추정하였다. 추정된 채소 작황 현황과 단지 면적은 농산물의 생산 예측과 가격 파동 등의 시장 변화에 효율적으로 대응할 수 있는 중요한 정보로 활용될 것이다. 이와 더불어 최근에는 초분광센서 등의 최신기술이 발전하여 다양한 식생과 대상물의 분광특성을 분석할 수 있다. 따라서 농업분야에서 공간정보기술을 적용한다면 농업 생산력 향상에 기여할 것으로 판단된다. **KAGIS**

## REFERENCES

- Park, M.J., Y.S. Choi, H.J. Shin, Y.J. Lee and S.J. Yu.. 2017. Applying Terra MODIS Satellite Image to Analysis of Current State of Upland Field. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 20(3):1-11 (박민지, 최영순, 신형진, 이영준, 유순주. 2017. 고령지발 현황 파악을 위한 Terra MODIS 위성 영상 적용. 한국지리정보학회지 20(3):1-11).
- Shin, S.C. and T.Y. An. 2007. Development of estimating method for areal evapotranspiration using satellite data. Journal of the Korean Association of

- Geographic Information Studies 10(2):70-80 (신사철, 안태용. 2007. 인공위성 자료를 활용한 광역 증발산량의 산정방법 개발. 한국지리정보학회지 10(2):70-80).
- MOON, H.G., S.M. Lee and J.G. ChaHA. 2017. Land Cover Classification Using UAV Imagery and Object-Based Image Analysis. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 20(1):1-14 (문호경, 이선미, 차계규. 2017. UAV와 객체기반 영상분석 기법을 활용한 토지피복 분류. 한국지리정보학회지 20(1):1-14).
- Yoo, Y.H. 2016. Effect analysis of overlap and GCPs for generating orthoimage and DSM based on fixed wing UAV. Master's Thesis. Chungbuk University, Cheongju, Korea (유용호. 2016. 고정익 UAV 기반 정사영상 및 DSM 제작을 위한 중복도와 지상기준점의 영향 분석. 충북대학교 대학원 석사논문).
- Eom, T.J. 2015. Analysis of Determinants on Open Field Vegetable Cultivation Area. Master's Thesis. Kangwon University, Korea (엄태진. 2015. 노지채소 재배면적 결정요인분석. 강원대학교 대학원 석사논문).
- Na S.I., C.W. Park, K.H. So, J.M. Park and K.D. Lee. 2017. Development of Garlic & Onion Yield Prediction Model on Major Cultivation Regions Considering MODIS NDVI and Meteorological Elements. Korean Journal of Remote Sensing 33(5-2):647-659 (나상일, 박찬원, 소규호, 박재문, 이경도. 2017. MODIS NDVI와 기상요인을 고려한 마늘·양파 주산단지 단수예측 모형 개발. 대한원격탐사학회지 33(5-2):647-659).
- Yoo, H.Y., K.D. Lee, S.I. Na and N.W. Park. 2017. Field Crop Classification Using Multi-Temporal High-Resolution Satellite Imagery. Korean Journal of Remote Sensing 33(5-2):647-659 (유희영, 이경도, 나상일, 박노욱. 2017. 고해상도 다중시기 위성영상을 이용한 밭작물 분류. 대한원격탐사학회지 33(5-2):621-630).
- Kim, Y.J., J.Y. Park and Y.G. Park. 2106. An Analysis of the Current Status and Success Factors of Smart Farms. Korea Rural Economic Institute (김연중, 박지연, 박영구. 2016. 스마트 팜 실태 및 성공요인 분석. 한국농촌경제연구원).
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2018. The 3rd Master Plan for Food Industry Promoting. (농림축산식품부. 2018. 제3차 식품산업진흥기본계획).
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (<http://www.mafra.go.kr/sites/mafra/index.do>).
- Korea Agency of Education, Promotion and Information Service in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (<https://www.epis.or.kr/index.do>). **KAGIS**