# 공간정보 기반의 농업 연구사례와 정책적 활용가치

– 나 상 일 박사 –

(국립농업과학원 기후변화생태과)

농촌진흥청
국립농업과학원

# 공간정보 기반 농업연구 사례 및 정책적 활용 가치

2017. 4. 26

국립농업과학원 농업환경부

나상일, 이경도, 박찬원, 소규호, 박재문, 홍석영

## 목차

# 농촌진흥청의 임무

## 주요 임무

□ 원격탐사 기반 농업환경 및 작황예측 체계 구축
- ○ 국내외 주요 작물 작황평가 및 예측기술 개발
- ○ RS/GIS 이용 농업환경계측 및 농업생산환경 시스템 구축

## 중점 연구 방향

- ○ 원격탐사를 이용한 국내외 작황평가 및 예측기술 개발
  - ☞ 국가단위 : 주요곡물 – 국내(벼), 국외(콩, 옥수수, 밀)
  - ☞ 시군단위 : 동계작물 – 맥류(군산, 김제), 조사료(논산, 김제)
  - ☞ 주산단지 : 기간채소 – 배추, 무, 양파, 마늘, 고추
- ○ RS/GIS 이용 농업환경 계측 기술 개발
  - ☞ 물수지, 증발산량, 토양수분 등
- ○ 공간정보를 이용한 농업재해 평가 기술 개발
  - ☞ 풍수해, 병해충 예찰, 생육이상 판별 등
- ○ 농림업 차세대 중형위성 탑재체 개발 추진(미래부 협업)

# 농업분야에서의 원격탐사

- 작황 : 농작물의 생육 상황, 수량
- 범위 : 면적, 수량, 생산량, 생육, 품질, 토양수분, 강수 등
- 작황을 결정하는 요인 광합성(빛,$CO_2$,$H_2O$) 작물의 특성

수량 = $f$ (기후[온도,강수,일사], 물·토양[수분 등], 양분[질소 등], 병충해, 재해 등)

잠재수량 / 획득가능수량 / 실제수량

## 원격탐사 모형을 이용한 작황예측 장·단점

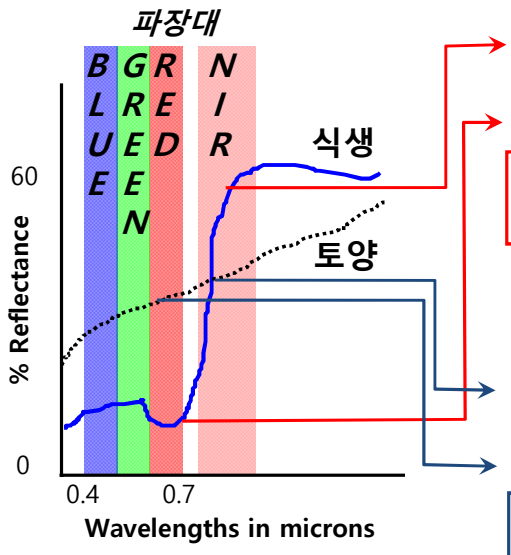
| 장점 | 단점 |
|---|---|
| - 광지역성: 동시에 상대적 비교 가능<br>- 주기적이고 객관적 자료 수집 수단<br>- 접근불능 지역 정보 획득 가능 | - 위성영상 취득 당시의 현황 파악이 가능하나, 원인을 직접 알 수 없음<br>- 날씨등의 영향으로 영상취득 적시성 취약함 |

⇒ 추출 가능 농업정보 : 경지/재배면적, 생육 상황, 수량, 토지이용, 증발산량, 토양수분 등

# 농업분야에서의 원격탐사

## 식생지수

• 식생 분광특성 이용 : 파장대간의 반사율을 조합하여 식생 상태를 파악




생육 양호

근적외선 반사율: 높음

적색 반사율: 낮음

근적외선 반사율/적색 반사율
= HIGH VALUE

토양, 생육 불량

근적외선 반사율 : 중간 수준

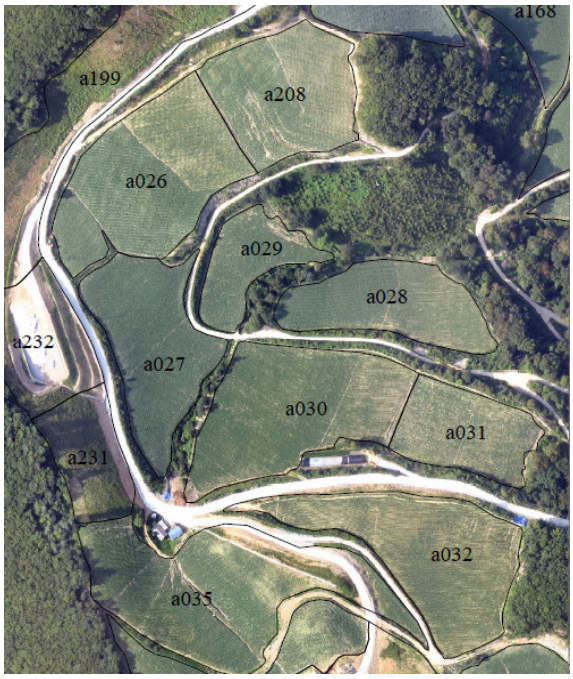
적색 반사율: 중간 수준

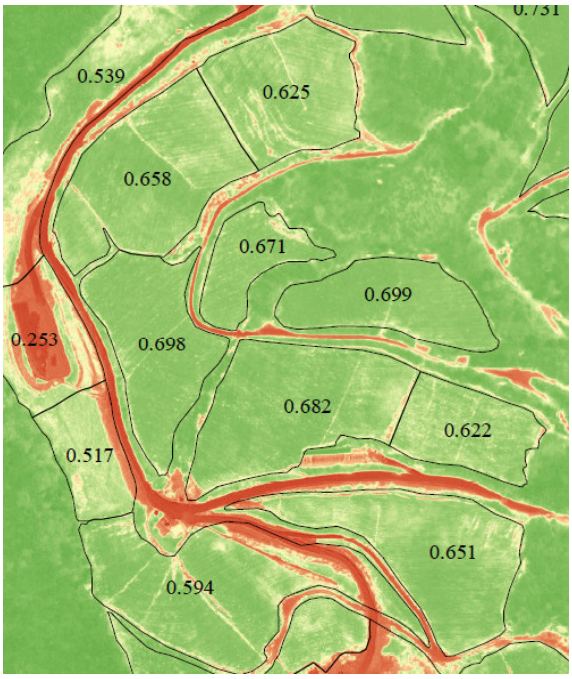
근적외선 반사율/적색 반사율
= LOW VALUE

# 농업분야에서의 원격탐사

## 식생지수를 이용한 필지별 작황비교

• RGB 칼라 영상 vs 식생지수 영상



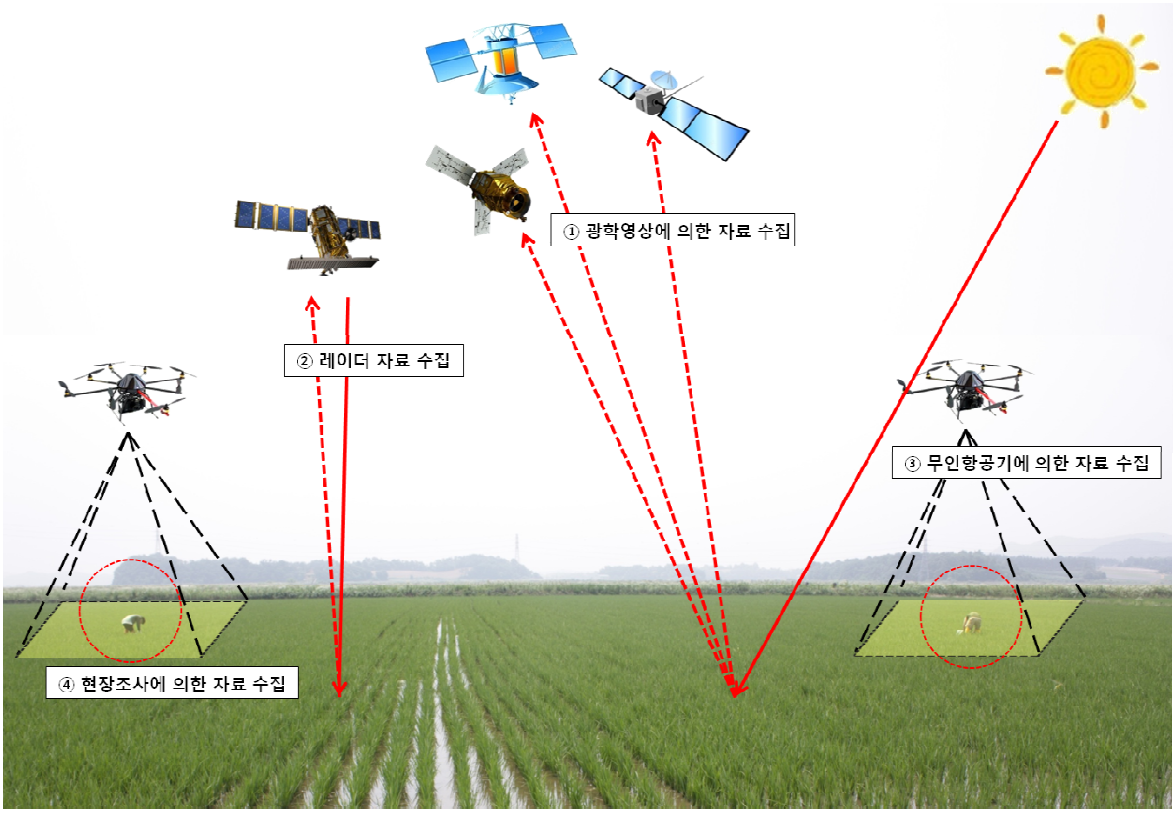
# 원격탐사 기반 국내외 작황분석 현황

## 농업 활용분야에 따라 필요한 정보의 공간·시간해상도, 모니터주기, 촬영 범위

| 응용 분야 | | 탑재체 | 공간해상도(m) | 시간해상도 | 모니터주기 | 촬영폭(km) | 촬영면적(km2) | 촬영범위 | 파장영역 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 작물구분 | 채소 | 무인비행체, 항공영상 | < 1 | 1일~1주 | 3개월 | < 0.1 | < 1 | 포장 | Narrow-visible-NIR |
| | 맥류 | 항공, 위성영상 | 10~30 | 1주~1개월 | 6개월 | 15~185 | 225~30,000 | 포장~마을 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| | 벼 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 1년 | 77~1650 | > 6000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| | 국외곡물 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 1년 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| 바이오매스(NPP) | 벼 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 1년 | 77~1650 | > 6000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| | 국외곡물 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 1년 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| 생육단계, 생장모니터링 | 채소 | 무인비행체, 항공영상 | < 1 | 1일~1주 | 1주 | < 0.1 | < 1 | 포장 | Narrow-visible-NIR |
| | 맥류 | 항공, 위성영상 | 10~30 | 1주~1개월 | 1개월 | 15~185 | 225~30,000 | 포장~마을 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| | 벼 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 7일 | 77~1650 | > 6000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| | 국외곡물 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 7일 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| 생육이상, 병충해(예정) | 채소 | 무인비행체, 항공영상 | < 1 | 1일~1주 | 1주 | < 0.1 | < 1 | 포장 | Narrow-visible-NIR |
| | 맥류 | 항공, 위성영상 | 10~30 | 1주~1개월 | 1개월 | 15~185 | 225~30,000 | 포장~마을 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| | 벼 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 2~3개월 | 77~1650 | > 6000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| | 국외곡물 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 7일 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| 수량 매핑 | 채소 | 무인비행체, 항공영상 | < 1 | 1일~1주 | 3개월 | < 0.1 | < 1 | 포장 | Narrow-visible-NIR |
| | 맥류 | 항공, 위성영상 | 10~30 | 1주~1개월 | 6개월 | 15~185 | 225~30,000 | 포장~마을 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| | 벼 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 1년 | 77~1650 | > 6000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| | 국외곡물 | 위성영상 | 250 | 1일~1주 | 1년 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR, TIR |
| 지역단위 기상자료 매핑 | 미국 | 위성영상 | > 1000 | 1일 | 1일 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, TIR 등 |
| | 중국 | 위성영상 | > 1000 | 1일 | 1일 | 1,650 | 2,700,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, TIR 등 |
| | 북한 | 위성영상 | 90 | 1일 | 1일 | 1,650 | 2,700,000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, TIR 등 |
| | 남한 | 위성영상 | 30 | 1일 | 1일 | 1,650 | 2,700,000 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, TIR 등 |
| 토양수분 | 전지구 | 위성영상 | 10000 | 1일 | 1일 | 1,450 | 전지구 | 지역 | SAR |
| | 남한 | 위성영상 | 30 | 1일 | 1일 | 1,450 | 225~30,000 | 지역 | Multi-visible-NIR, TIR, SAR |
| 토양검정자료 매핑 | 남한 | - | 1~30 | - | 1년 | - | - | 포장~마을 | - |
| 홍수탐지 | 남한 | 항공, 위성영상 | 10~30 | 1주~1개월 | 1개월(특정기간) | 15~185 | 225~30,000 | 포장~마을 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| 증발산량 추정 | 남한 | 항공, 위성영상 | 10~30 | 1주~1개월 | 1개월 | 15~185 | 225~30,000 | 포장~마을 | Multi-visible-NIR, Narrow-visible-NIR |
| 수치표고모델(DEM) 작성 | 남한 | 위성, 항공영상, 무인비행체 | 1~30 | 1주~1개월 | 5~10년 | < 15 | 1~225 | 마을~지역 | Multi-visible-NIR, TIR, Panchromatic |
| 야외 측정 센서 기반 공간변이 | 채소, 벼 | 지상 관측 센서 | 1~10 | 즉시~1일 | 3일(특정기간) | - | - | 포장 | Multi-visible-NIR, TIR, Narrow-visible-NIR, Hyperspectral 등 |
| 작물, 토양특성의 점 샘플을 공간자료로 전개 | 남한 | 현장 조사 | 1~30 | 1일~1주 | 3개월(특정기간) | - | - | 포장~마을 | Panchromatic, Multi-visible-NIR, TIR, SAR |

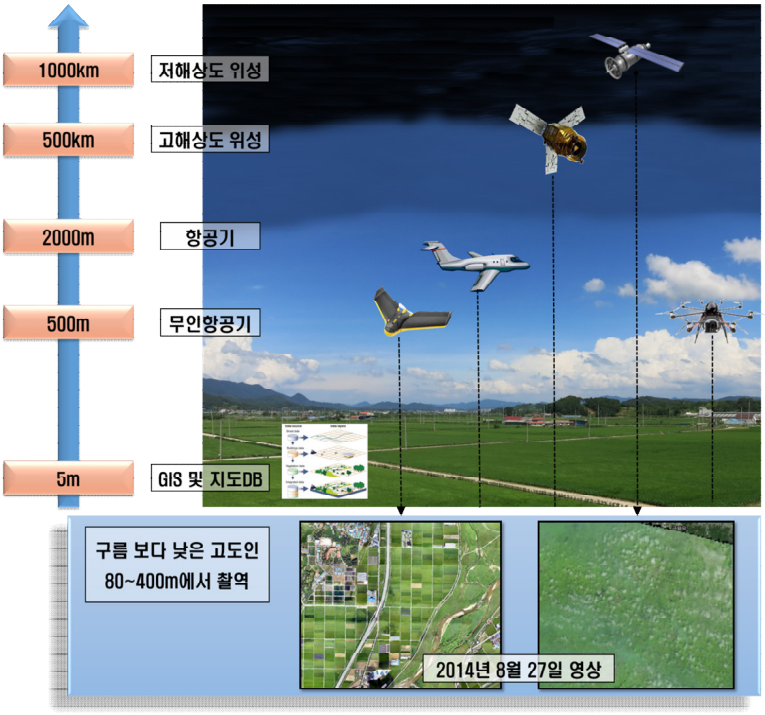
(농촌진흥청, 2015)

# 원격탐사 플랫폼



# 원격탐사 플랫폼

## 촬영고도에 따른 영상 비교



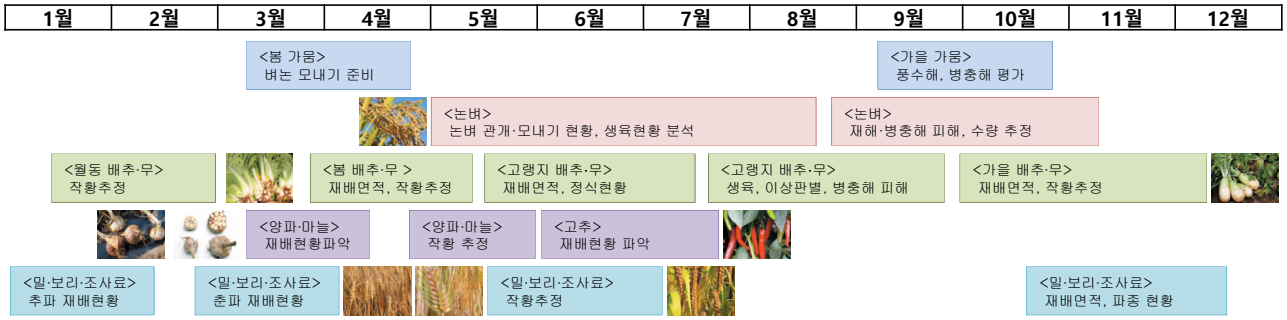



# 원격탐사 플랫폼 및 농업 모니터링 현황

## 플랫폼별 특성

| 플랫폼 | 촬영면적 (ha) | 공간해상도 (m) | 촬영가능 주기(일) | 촬영 후 영상 획득 시간(일) | 제약 조건 | 운용방법 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 위성 | 1,000 이상 | 1~6 | 15~30 | 15~30 | 기상 상황 | 영상 구매 |
| 항공기 | 300~800 | 0.25~0.50 | 주산지별 연3회 | 10 | 기상, 관제 상황 | 영상 구매 |
| 무인기 | 100~300 | 0.03~0.10 | 1~7 | 즉시 | 기상 상황 | 기기 구매 |

## 위성·항공기·무인기 기반 농경지 및 작황 모니터링 현황



1 원격탐사 기반 작황분석 현황

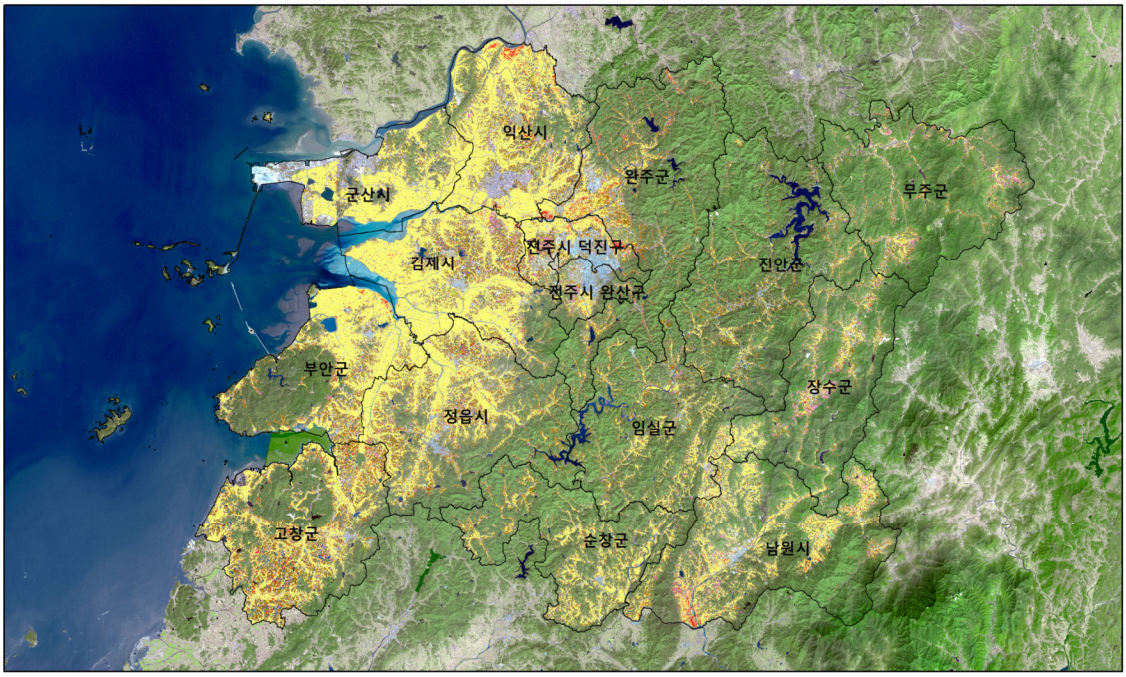
2 농업분야 공간정보 구축 및 활용

3 작황분석 사례 : 충청남도 대상

4 토양환경 공간정보(흙토람)

5 금후계획

# 스마트 팜 맵 (Smart Farm Map)




(농식품부, 2014)

# 마스크 맵 (Mask Map)

## 마스크 맵이란?

**실제 경작이 이루어지는 지역으로 작황분석의 공간적 범위를 의미**

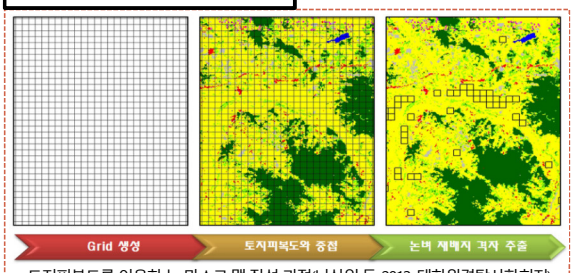
정확한 작황분석을 위해서는

작물 재배지 이외의 토지피복 지역을 배제할 필요가 있으며,

이를 위해서 정확한 작물 재배지의 추출 과정이 선행되어야 함

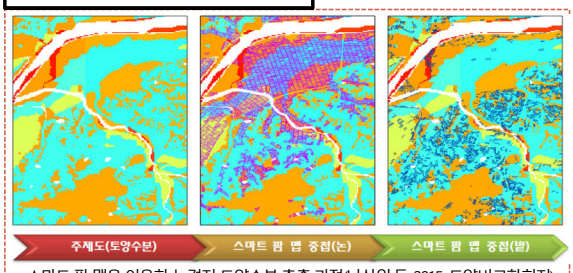
## 마스크 맵 작성 과정의 변화

**기존 : 토지피복도 이용**




토지피복도를 이용한 논 마스크 맵 작성 과정(나상일 등, 2013. 대한원격탐사학회지)

**현재 : 스마트 팜맵 이용**



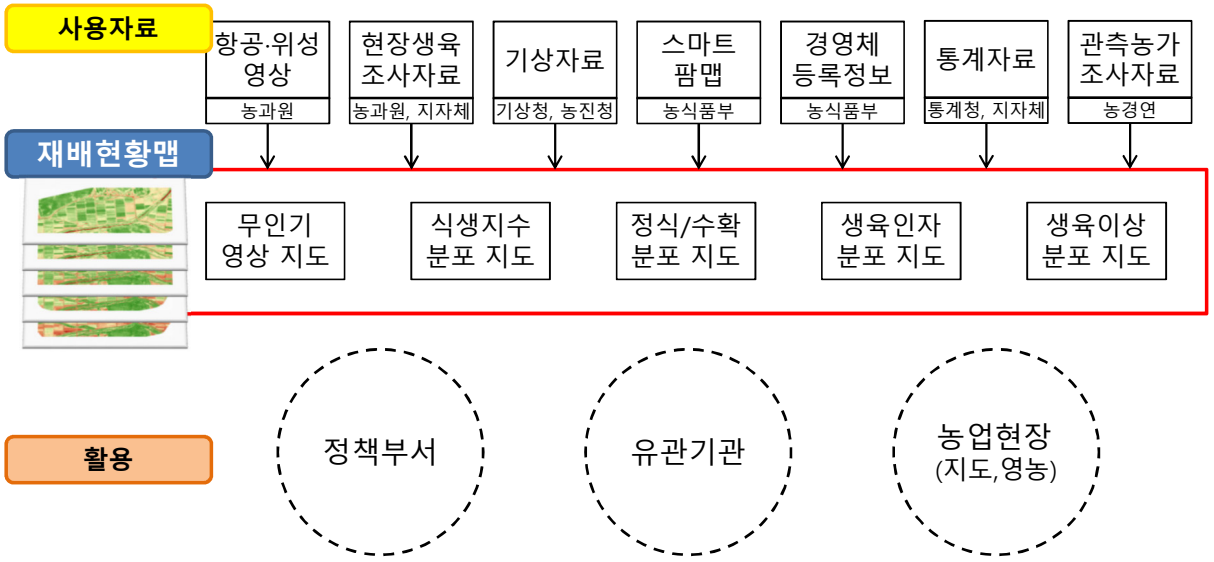

스마트 팜 맵을 이용한 농경지 토양수분 추출 과정(나상일 등, 2015. 토양비료학회지)

⇒ 항공·위성영상 기반의 팜 맵을 이용하여 최신 현장상황이 반영된 필지 경계를 기준으로 정확한 데이터(생육, 기상, 물, 토양 등) 추출 가능

# 재배현황 맵 (Crop Growth Map)

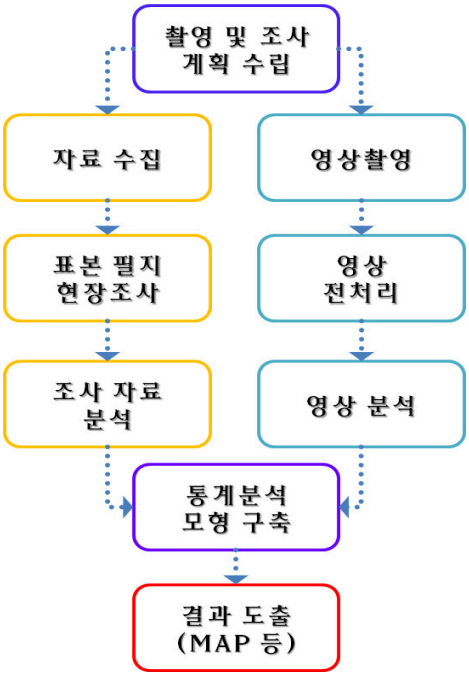
## 재배현황 맵

- 채소 작황 진단을 위해 생산하는 정식/수확, 면적, 생육, 수량 등의 전자지도
- 농식품부, 농경연 등 제공, 수급에 선제적 대응



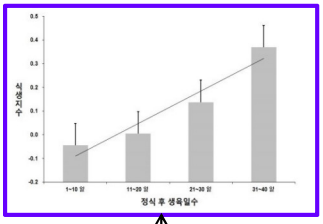
# 재배현황 맵 (Crop Growth Map)

## 재배현황 맵 제작과정

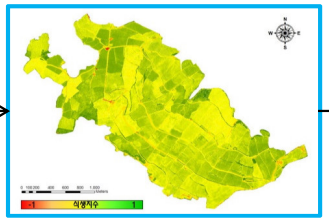



<정식기> → <생육기> → <수확기>

<영상촬영>



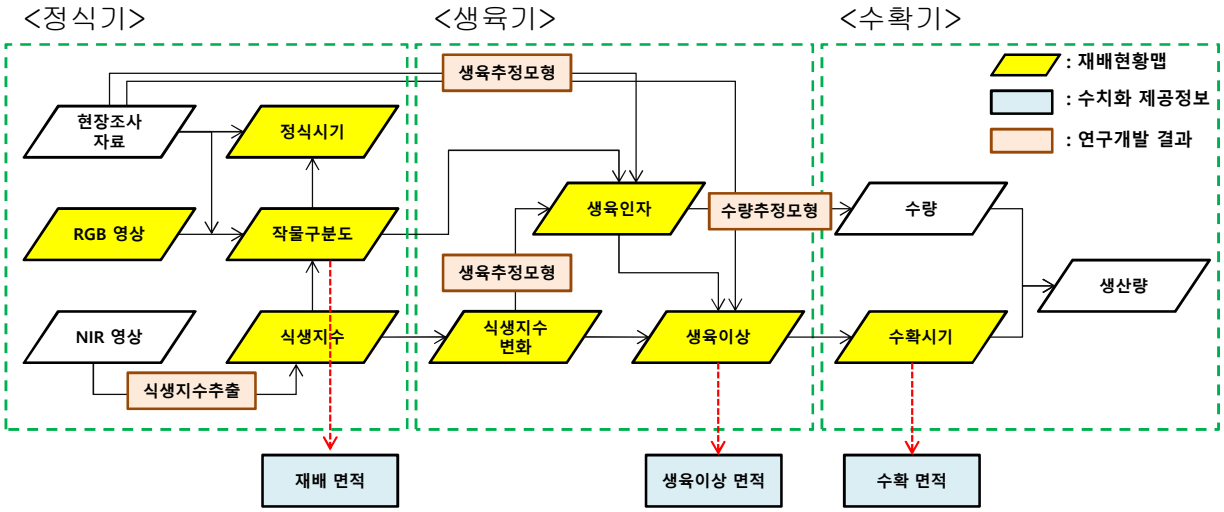
<생육추정>



<식생지수분석>

# 재배현황 맵 (Crop Growth Map)

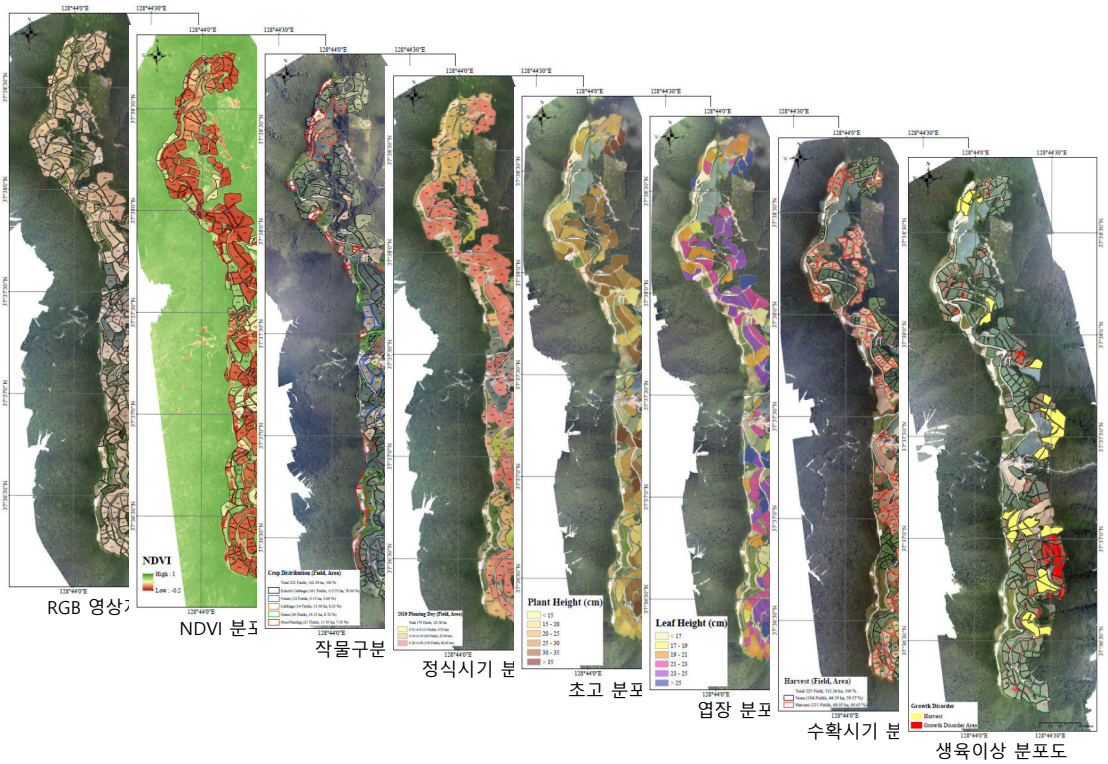
## 고랭지배추 재배현황 정보 생산 프레임




☞ 정보 사용자 및 작목 담당자들의 의견 수렴을 통한 작물별 재배현황 정보 생산 프레임 구축

# 재배현황 맵 (Crop Growth Map)

## 고랭지 배추 주산단지 : 강릉 안반덕

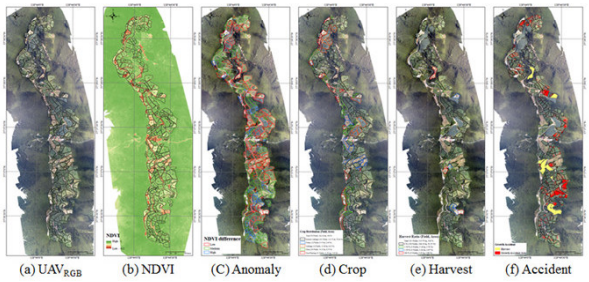



# 재배현황 맵 서비스 프로토타입


① 지역 및 작물 선택

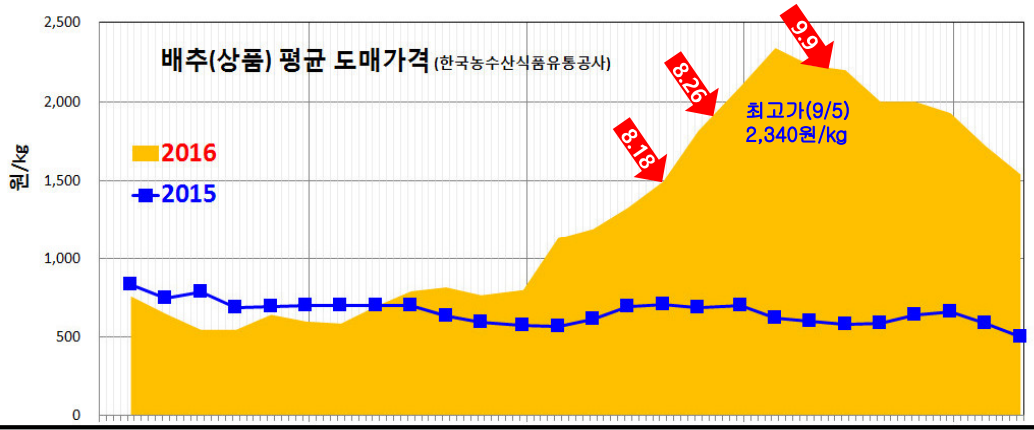
② 생육시기 선택

③ 지도 선택 및 다운로드




# 추진실적

## 2016년 작황정보 제공현황




| 구분 | 6월 | | | 7월 | | | 8월 | | | 9월 | | | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 상 | 중 | 하 | 상 | 중 | 하 | 상 | 중 | 하 | 상 | 중 | 하 | |
| | 정 식 기 | | | 생 육 기 | | | | | | 수 확 기 | | | |
| 안반덕 (110ha) | 5 | 2 | 7 | - | 10 | 2 | 6 | 6 | 5 | 5 | - | 3 | 51 |
| 매봉산 (97ha) | 5 | 2 | 6 | - | - | 3 | 5 | 11 | 5 | 5 | - | 3 | 45 |
| 귀네미 (48ha) | 4 | 2 | 5 | - | 3 | 4 | 5 | 11 | 5 | 5 | - | 3 | 47 |
| 계 | 14 | 6 | 18 | 0 | 13 | 9 | 16 | 28 | 15 | 15 | 0 | 9 | 143 |

# 추진실적

## 2016년 분석정보 제공현황

### 고랭지 배추 주산지 재배현황 무인기 영상기반 분석 결과

(국립농업과학원 기후변화생태과, 2016. 8. 22)

□ **고랭지 배추 출하 상황 및 전망** * 농경연 농업관측센터(8.18)

○ 최근 고온 및 가뭄지속으로 8월 하순 출하 증가폭 크지 않을 전망

○ 저지대(600~800m)[1] 출하 후 고지대(1,100~1,200m)로 출하 산지 이동 중

* 무름병, 바이러스 등으로 **저지대의 경우 상품성 저하**로 정상 출하 어려운 상황이었음

□ **무인기 영상기반 재배현황 분석 결과**

| 구 분 | 강릉 안반덕 | 태백 매봉산 | 태백 귀네미 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 재배면적(ha) | 110 ha | 97 ha | 48 ha | 분석대상 총 면적 255 ha |
| 수확진행도(%) | (8.10) 5.2%<br>(8.17) - | (8.10) 10.9%<br>(8.17) 54.9 % | (8.10) 1.1%<br>(8.18) 13.8% | 수확 추정면적 65.7ha (25.8 %) |
| 생육이상 (ha) | (8.10) 13.2 ha<br>(8.17) - | (8.10) 7.5 ha<br>(8.17) 4.0 ha | (8.10) 2.8 ha<br>(8.18) 2.4 ha | |
| 2015년 대비 생육상황 | 다소 부진 | 다소 부진 | 다소 부진 | |

* 고지대 주산지를 대상으로 8.10~18 취득 무인기 영상을 활용한 추정치 임
* 강릉 왕산면 안반덕의 경우 기상영향으로 8.17일 영상 미취득

○ **(생육상황)** 고온 및 가뭄 지속으로 **생육이상 면적이 작년보다 증가**

* 정식시기가 빠른 필지의 경우 생육이상 정도 심함

○ **(수확현황)** 주산지별 **정식시기**에 따라 배추 수확 진행 중

* **매봉산(55%, 8.17일자) > 귀네미(14%, 8.18일자) > 안반덕(5.2%, 8.10일자)**

○ **(정상생육 면적)**[2] 향후 약 **170ha(66.6%)가 정상 수확가능 면적**으로 추정

* **안반덕(91ha, 8.10일자), 매봉산(40ha, 8.17일자), 귀네미(39ha, 8.18일자)**

**8.10 일자 영상분석 결과**

(단위 : ha)

| 지역 | 정식일자 | 재배면적 | 생육이상 추정[3] | 수확면적 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 안반덕 | 5.31 ~ 6.09 | 9.1 | 0.9 | 5.7 | |
| | 6.10 ~ 6.19 | 17.9 | 3.3 | - | |
| | 6.20 ~ 6.29 | **82.8** | 9.1 | - | |
| 소 계 | | 109.8 | 13.2 | 5.7 | |
| 매봉산 | 5.31 ~ 6.09 | **70.0** | 5.6 | 10.6 | |
| | 6.10 ~ 6.19 | 24.3 | 1.7 | - | |
| | 6.20 ~ 6.29 | 3.0 | 0.3 | - | |
| 소 계 | | 97.3 | 7.5 | 10.6 | |
| 귀네미 | 5.31 ~ 6.09 | 1.4 | 0.5 | - | |
| | 6.10 ~ 6.19 | **23.6** | 1.6 | 0.5 | |
| | 6.20 ~ 6.29 | **23.1** | 0.7 | - | |
| 소 계 | | 48.1 | 2.8 | 0.5 | |
| **합 계** | | **255.1** | **23.5** | **16.8** | |

**8.17~8.18 일자 영상분석 결과**

(단위 : ha)

| 지역 | 정식일자 | 재배면적 | 생육이상 추정 | 수확면적 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 안반덕 | 5.31 ~ 6.09 | 9.1 | 기상영향으로 영상 취득 불가능<br>* 8.10 분석치 적용 | | |
| | 6.10 ~ 6.19 | 17.9 | | | |
| | 6.20 ~ 6.29 | 82.8 | | | |
| 소 계 | | 109.8 | | | |
| 매봉산 | 5.31 ~ 6.09 | 70.0 | 1.3 | 53.2 | |
| | 6.10 ~ 6.19 | 24.3 | 2.5 | 0.2 | |
| | 6.20 ~ 6.29 | 3.0 | 0.2 | - | |
| 소 계 | | 97.3 | 4.0 | 53.4 | |
| 귀네미 | 5.31 ~ 6.09 | 1.4 | - | 1.4 | |
| | 6.10 ~ 6.19 | 23.6 | 1.1 | 5.3 | |
| | 6.20 ~ 6.29 | 23.1 | 1.3 | - | |
| 소 계 | | 48.1 | 2.4 | 6.6 | |
| **합 계** | | **255.1** | **19.5** | **65.7** | |

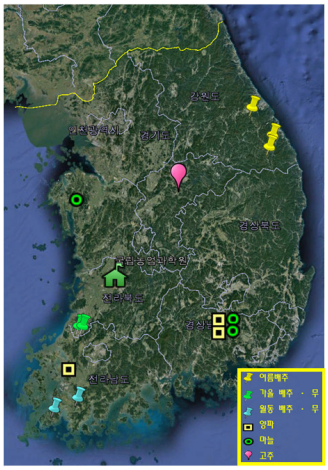
* 촬영일시 : 매봉산(8.17), 귀네미(8.18)

3) 생육이상 면적의 경우 무름병, 바이러스 등으로 **상품성 저하 및 토양유실 피해 면적 포함**

# 대상 작물 확대

## 채소주산지 재배현황맵 대상 작물 확대

| 시기 | 작물 | 지역 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2016 | 고랭지배추 | 안반덕 외 2 | | | | | | ← | — | — | → | | | |
| | 가을배추/무 | 고창 | | | | | | | | | ← | — | → | |
| | 겨울배추 | 진도, 해남 | → | → | | | | | | | | | ← | |
| 2017 | 양파/마늘 | 창녕, 합천, 무안/태안 | | ← | — | — | — | → | | | | | | |
| 2018 | 고추 | 괴산 | | | | | | ← | — | — | → | | | |



**배추/무**

- ○ **연구개발('14~'15)**
- ○ **맵서비스('16)**
- ○ **정식시기, 면적, 생육 생육이상, 수확**

**양파/마늘**

- ○ **연구개발('16~'17)**
- ○ 맵서비스('17)
- ○ 면적, 생육, 생육이상, 수확

**고추**

- ○ 연구개발('18)
- ○ 맵서비스('18)
- ○ 면적, 생육이상

1 원격탐사 기반 작황분석 현황

2 농업분야 공간정보 구축 및 활용

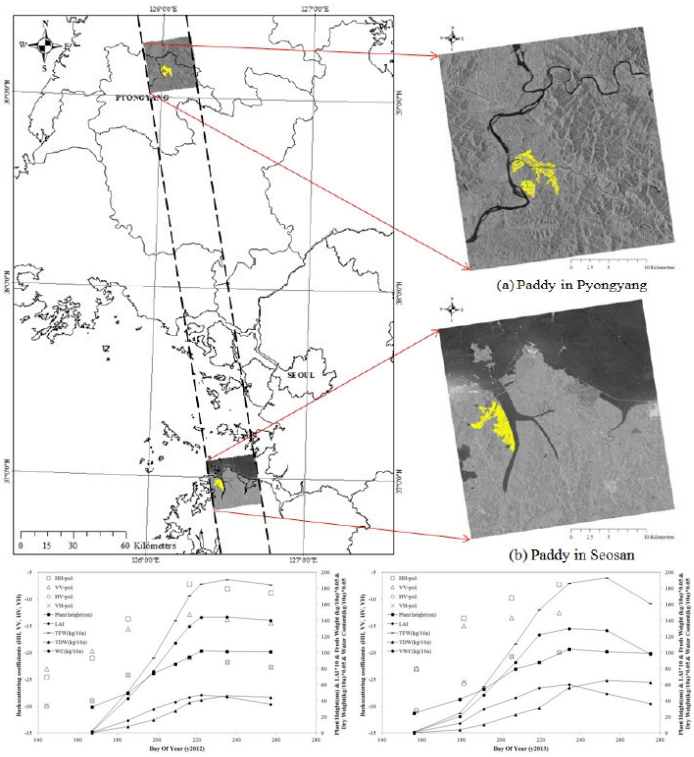
3 **작황분석 사례 : 충청남도 대상**

4 토양환경 공간정보(흙토람)

5 금후계획

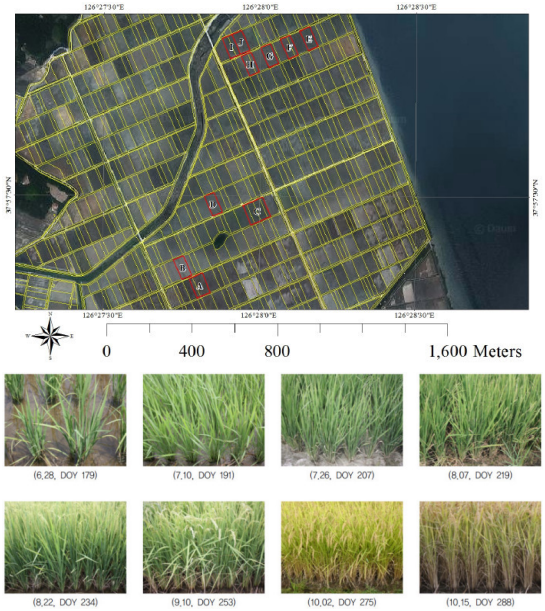
# Radarsat 이용 벼 생육 모니터링 (서산시, 벼)

- 대상지역 및 현장 생육 조사




대상지역 및 Radarsat-2 SAR 후방산란계수 변화

| | |
|---|---|
| y2012 | 5/23, 6/16, 7/4, 8/3, 8/22, 9/13 |
| y2013 | 5/6, 6/6, 6/30, 7/24, 8/17 |

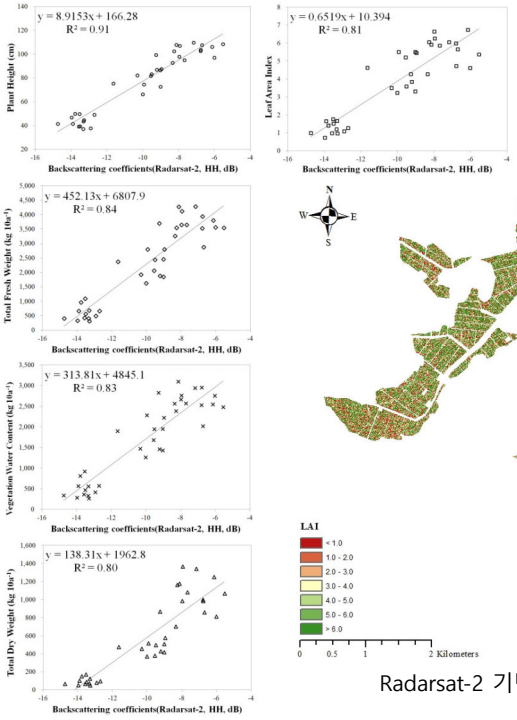



현장 생육조사 지점 (10개 필지)

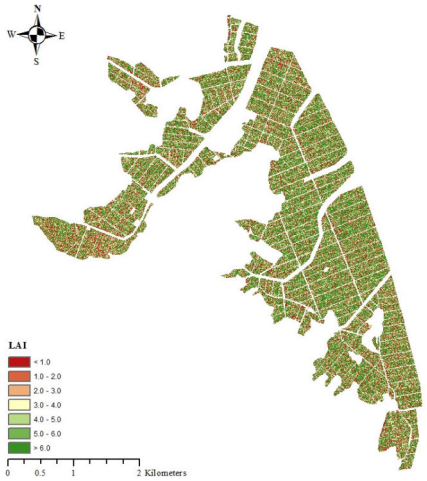
(나상일 등, 2014. 한국농공학회지)

# Radarsat 이용 벼 생육 모니터링 (서산시, 벼)

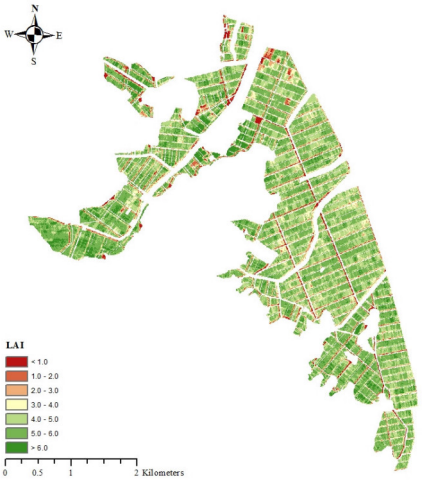
- 후방산란계수를 이용한 벼 생육 추정




| LAI \ Satellite | RADARSAT-2 | RapidEye |
|---|---|---|
| Range | 0 ~ 20,259 | 0 ~ 7,594 |
| Mean | 4,698 | 4,747 |
| Std. Dev. | 2,982 | 1,227 |




Radarsat-2 기반 LAI 분포도

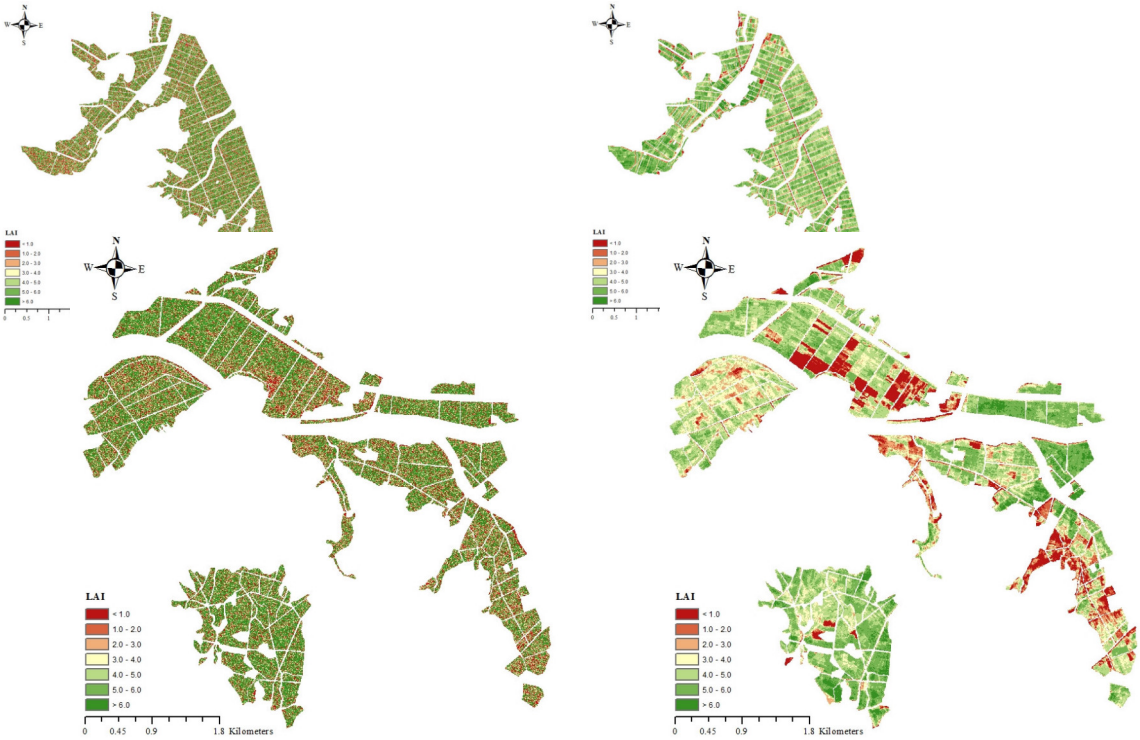



RapidEye 기반 LAI 분포도

(나상일 등, 2014. 한국농공학회지)

# Radarsat 이용 벼 생육 모니터링 (서산시, 벼)

- 북한(평양) 벼 생육 모니터링 적용



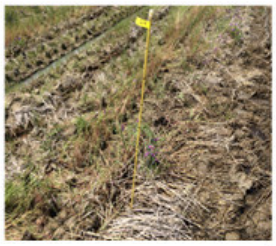

(나상일 등, 2014. 한국농공학회지)

# 풋거름 질소량 추정 (서천군, 헤어리베치)

- 표본 시료 채취 및 분석


헤어리베치

둑새풀



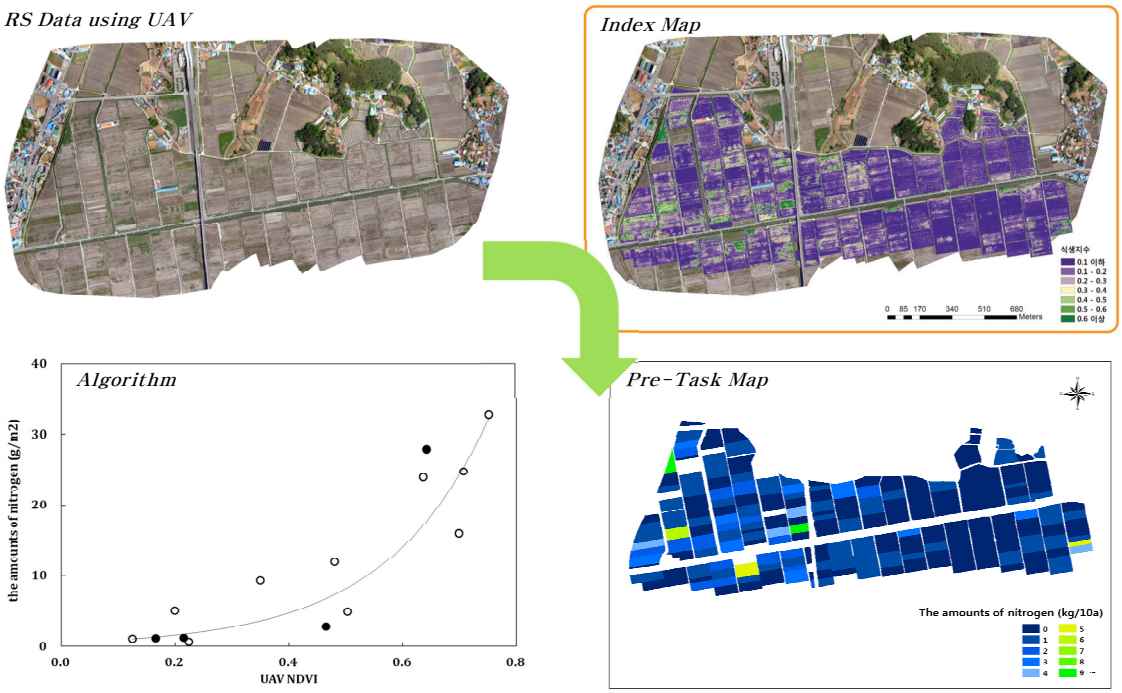
헤어리베치와
둑새풀 혼합

볏짚 피복
(나지)

(이경도 등, 2015. 한국토양비료학회지)

# 풋거름 질소량 추정 (서천군, 헤어리베치)

- 필지별 풋거름 작물 질소량 분포 지도 작성



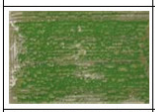
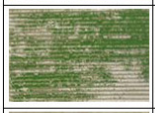
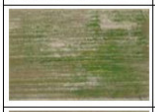

(이경도 등, 2015. 한국토양비료학회지)

# 풋거름 질소량 추정 (서천군, 헤어리베치)

- 양분관리 방안 및 비료량 추천

**헤어리베치 생육수준별 양분관리 방안**

(두왕/화금단지 231필지 94.6ha)

| 무인기 영상 | 필지 생육정도 | 헤어리베치 질소생산량 | 양분관리 방안 (4,000㎡ 기준) |
|---|---|---|---|
|  |  | 9kg/10a 이상 (1%) - 231필지중 2필지 | - 기비 : 혼합유박 무시용<br>- 추비 : 무시용이 원칙이나 생육에 따라 기비시 용량의 10-20% 시용 |
|  |  | 4~8kg/10a (3%) - 231필지중 11필지 | - 기비 : 혼합유박 100-600kg<br>- 추비 : 벼 생육상황에 따라 기비시 용량의 20-30% 시용 |
|  |  | 1~4kg/10a (21%) - 231필지중 48필지 | - 기비 : 혼합유박 500-800kg<br>- 추비 : 벼 생육상황에 따라 기비시 용량의 20-30% 시용 |
|  |  | 1kg/10a 이하 (75%) - 231필지중 169필지 | - 기비 : 혼합유박 800kg<br>- 추비 : 벼 생육상황에 따라 기비시 용량의 20-30% 시용 |

- 헤어리베치 질소생산량 기준일 : 5월 14일
  * 5월 14일 이후의 생육증대에 대한 검토 필요
- 기준단지 : 서래야 친환경무농약 두왕/화금단지 일원
  * 영상자료를 참고하여 타 단지의 생육상황을 고려하여 적용
- 기비는 혼합유박(4-2-1), 추비는 NK복비 시용 기준

※ 매년 볏짚을 환원하여 유효규산의 함량이 높아 질소시비기준량 증대(11kg/10a)

※ 서래야 친환경 단지별로 농작업이 진행되므로 조사단지를 참고하여 타 단지에 적용할 것을 추천(총 27개 단지)

**비료사용처방**

**입력 현황**

| 작물명 | 벼(일반답) | 면 적 | 4,906㎡ |
|---|---|---|---|

지번 : 서천읍 군사리 51-7

**토양검정 결과**

| | 산도 | 유기물 | 유효인산 | 칼륨 | 칼슘 | 마그네슘 | 유효규산 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 많음 / 적정 / 적음 | 6.3 | 30 | 149 | 0.9 | 6.8 | 2.9 | 298 |
| 단위 | pH(1.5) | g/kg | mg/kg | cmol+/kg | cmol+/kg | cmol+/kg | mg/kg |
| 적정범위 | 5.5-6.5 | 25-30 | 80-120 | 0.25-0.3 | 5.0-6.0 | 1.5-2.0 | 157-180 |
| 분석치 | 6.3 | 30.1 | 149 | 0.9 | 6.8 | 2.9 | 298 |

**비료 추천량** (kg/㎡)비료와 퇴비는 각각 한 종류만 선택하여 사용하십시오.

| 구분 | 질소질비료 | | 인산질비료 | | 칼리질비료 | | 퇴비 종류 | | | | 규산질비료 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 요소 | 유안 | 용성인비 | 용과린 | 염화칼리 | 황산칼리 | 냉질퇴비 | 우분퇴비 | 돈분퇴비 | 계분퇴비 | |
| 밑거름 | 71 | 155 | 74 | 74 | 17 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 웃거름 | 56 | 122 | 0 | 0 | 7 | 9 | - | - | - | - | - |

< 참고 >10a 당 화학비료 성분량(밑거름/웃거름): 질소(6.6/5.2), 인산(3.0/0.0), 칼리(2.1/0.9)kg

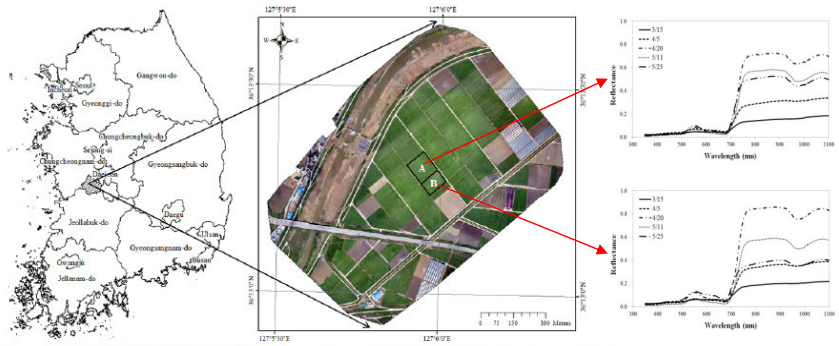
**밑거름 복합비료 처방(kg/실면적)**

| 구분 | 질소 | 인산 | 칼리 | 복비추천량 | 구분 | 요소 | 용성인비 | 염화칼리 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 복비종류(%) | 10 | 7 | 25 | 41.2 | 추가단비량 | 61.5 | 59.2 | 0 |

# 무인기 활용 작황 모니터링 (논산시, IRG)

- 대상지역 및 자료 수집

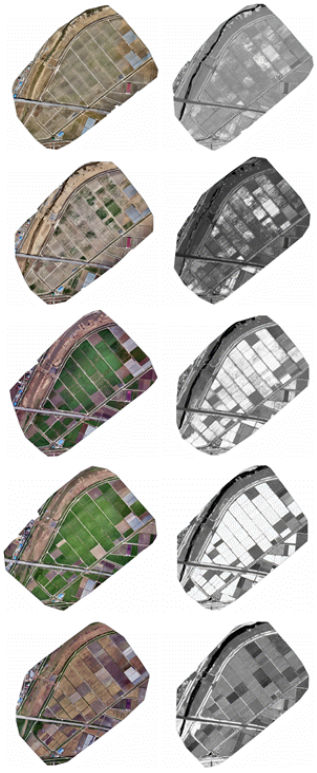
| 횟수 | 생육조사시기(월/일) | 무인비행체 촬영일시(월/일) | 비고 |
|---|---|---|---|
| 1 | 2/25 | 3/15 | 샘플링 및 현장 분광반사율 측정 |
| 2 | 3/21 | 4/5 | 샘플링 및 현장 분광반사율 측정 |
| 3 | 4/11 | 4/20 | 샘플링 및 현장 분광반사율 측정 |
| 4 | 4/29 | 5/11 | 샘플링 및 현장 분광반사율 측정 |
| 5 | 5/20 | 5/25 | 수확 |





Field A: Growth retardation

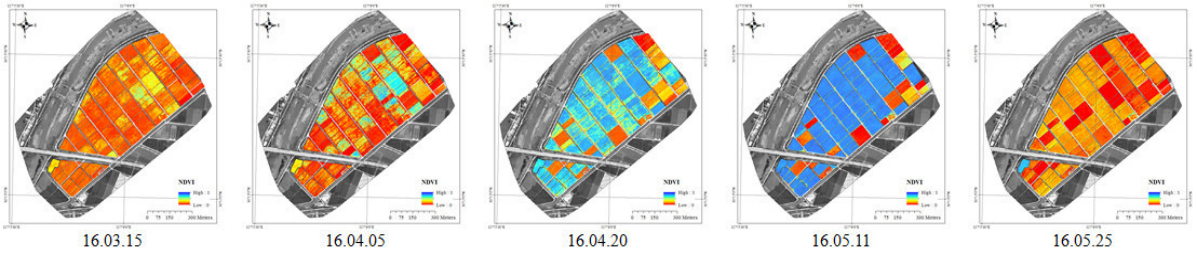

Field B: Normal condition

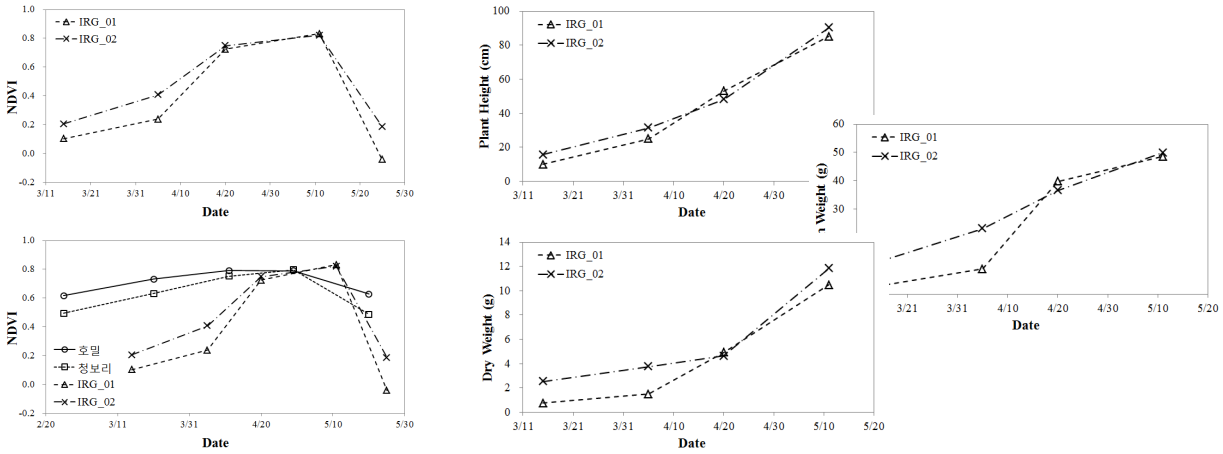


(나상일 등, 2016. 한국토양비료학회지)

# 무인기 활용 작황 모니터링 (논산시, IRG)

- 무인기 기반 식생지수 추출 및 생육조사

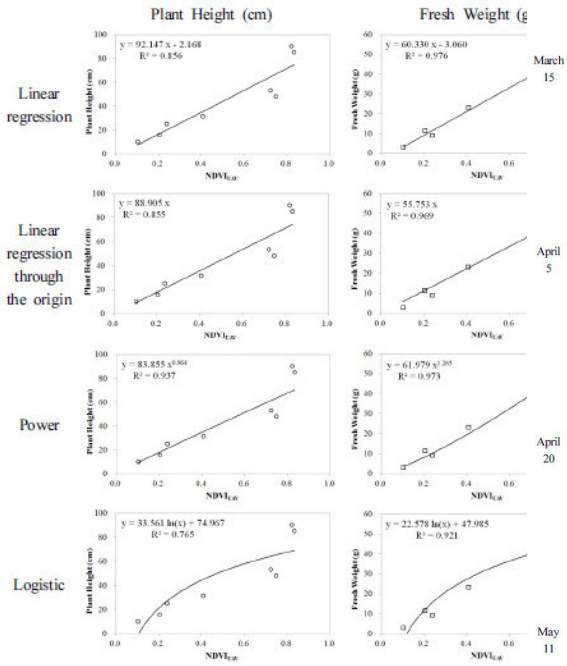


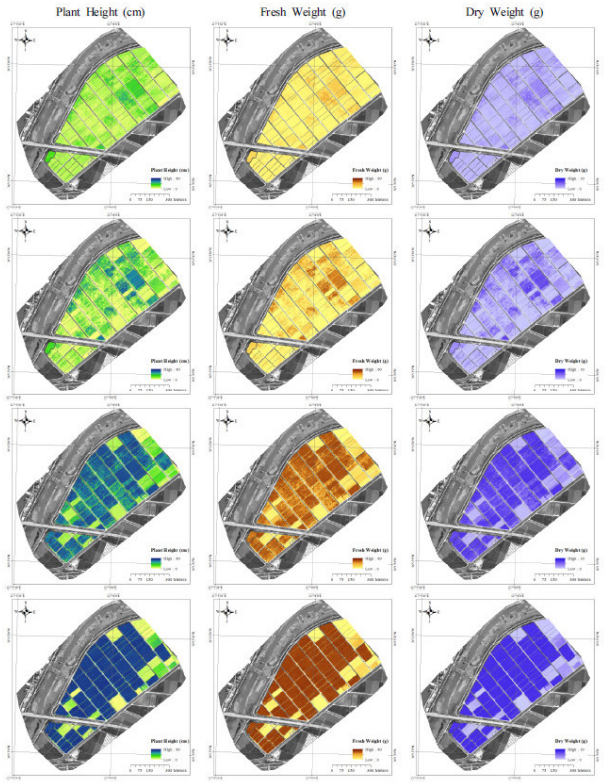




(나상일 등, 2016. 한국토양비료학회지)

# 무인기 활용 작황 모니터링 (논산시, IRG)

- 작황 모델링 및 분포도 작성

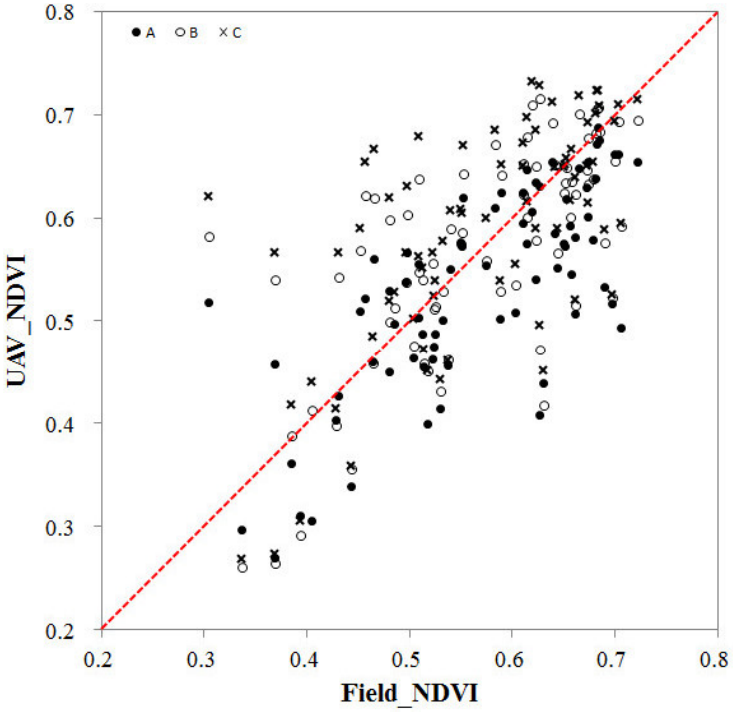


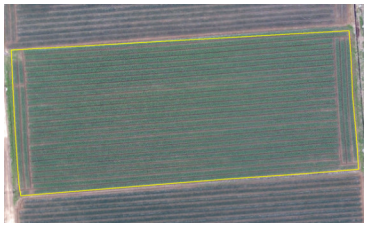

(나상일 등, 2016. 한국토양비료학회지)

# 무인기 활용 재배현황 맵 서비스 (태안군, 마늘)

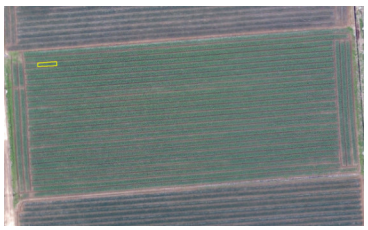
- 현장 NDVI와 무인기 NDVI 비교



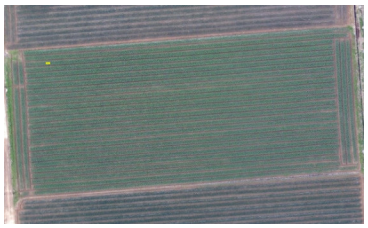

창녕, 합천 양파/마늘 20개 필지 대상(n=75)



A : 필지 전체(R=0.734)



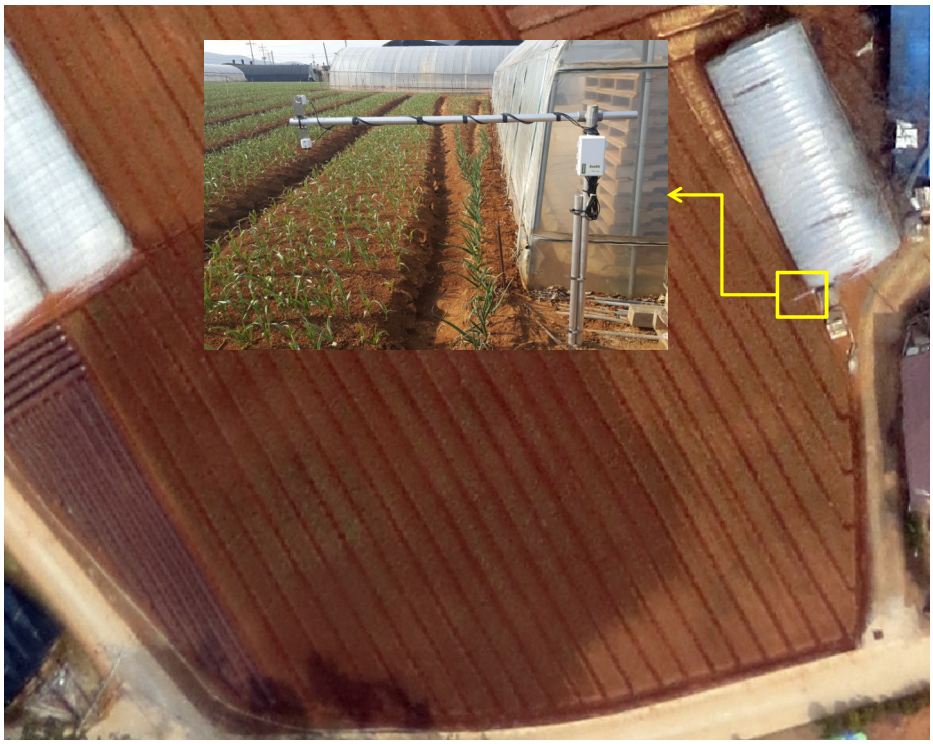
B : CropCircle 스캔 영역(R=0.677)



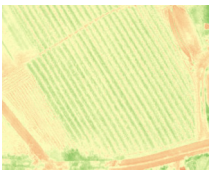
C : 생육조사 지점(R=0.642)

# 무인기 활용 재배현황 맵 서비스 (태안군, 마늘)

- 시계열 영상 수집 및 작황추정 모형 구축 중(~'17)

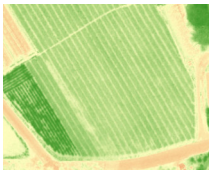


태안군 태안읍 인평리 일대 RGB 영상(해상도 5cm)

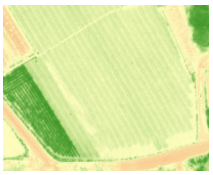


2015.04.01 NDVI

2015.04.15 NDVI



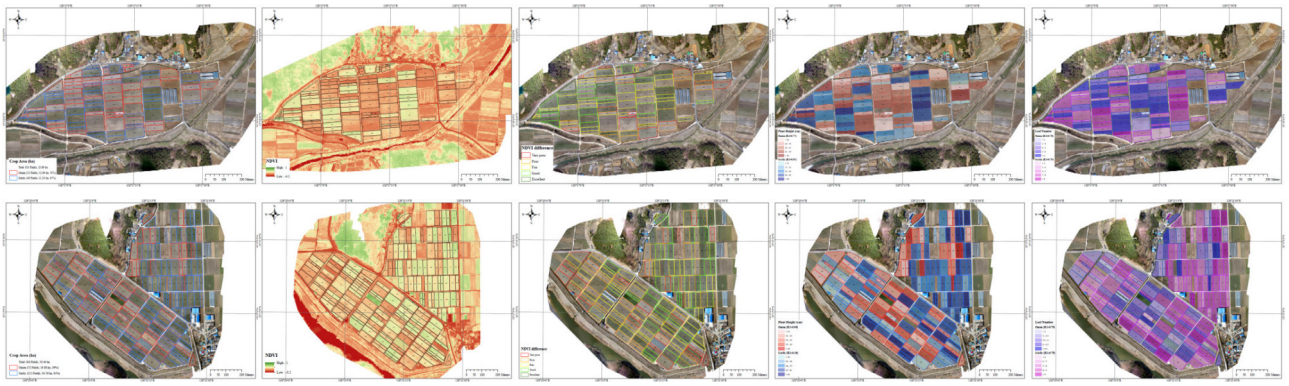
2015.05.29 NDVI



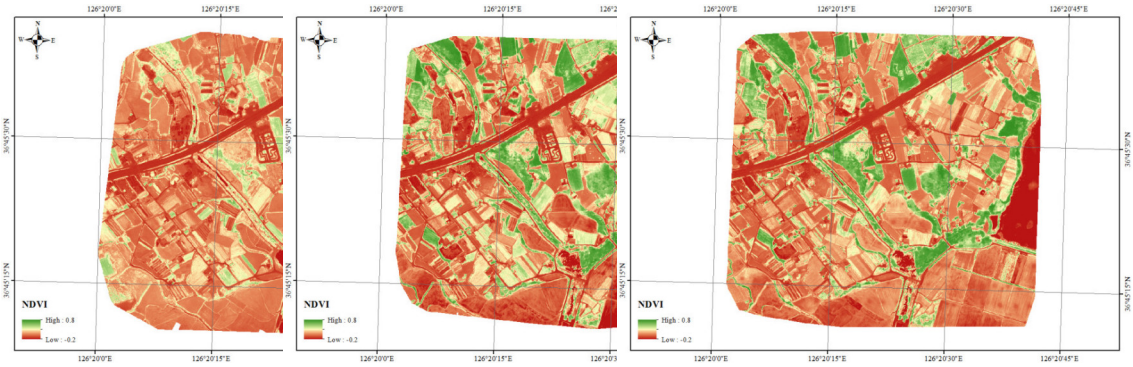
2015.06.10 NDVI

# 무인기 활용 재배현황 맵 서비스 (태안군, 마늘)

- 양파/마늘 재배현황맵 작성 (창녕군, 합천군 예시)

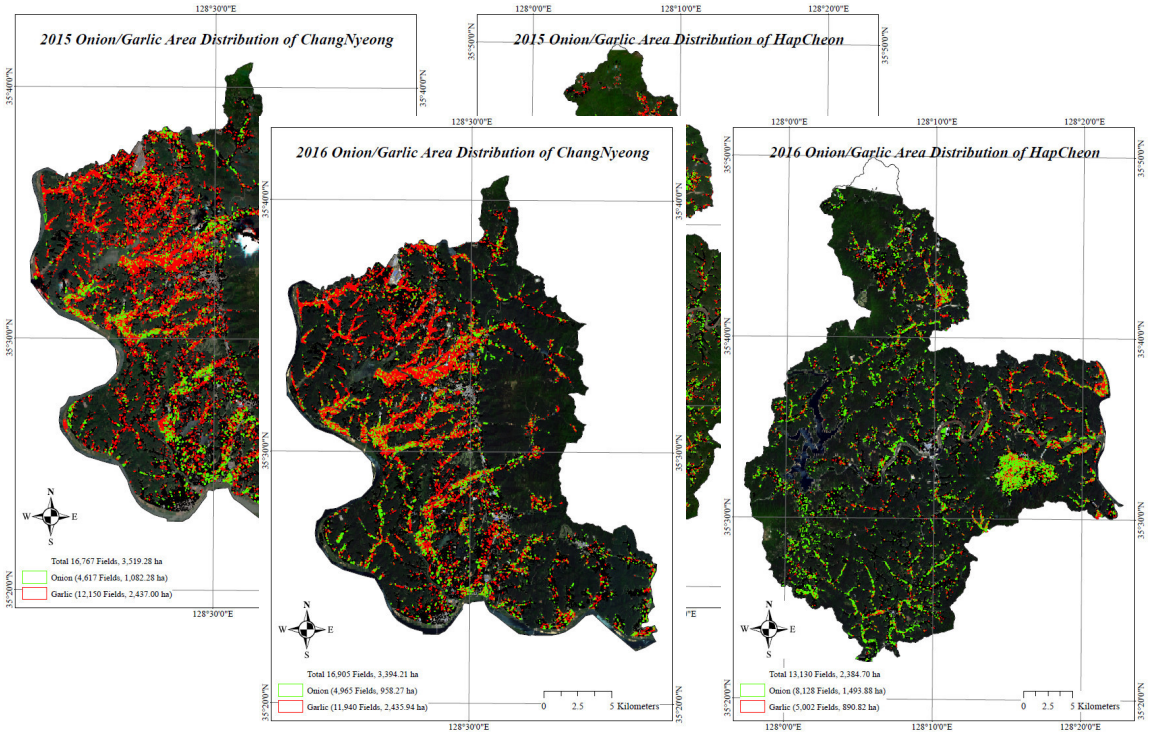


작물구분도 식생지수 분포도 작황 분포도 초고 분포도 엽수 분포도



# 시군단위 작물구분도 작성

- 양파/마늘 작물구분도 작성 (창녕군, 합천군 예시)




1 원격탐사 기반 작황분석 현황

2 농업분야 공간정보 구축 및 활용

3 작황분석 사례 : 충청남도 대상

4 토양환경 공간정보(흙토람)

5 금후계획

# 토양환경 공간정보 (흙토람)

http://soil.rda.go.kr

## 토양조사의 역사

개략토양도: 1/250,000, 1/50,000
정밀토양도: 1/25,000
세부정밀토양도: 1/5,000

- 개략토양조사
  → 250,000, 50,000
- 전 국토 9,577천 ha
- 우리나라 토양종류 378개 확인
  → 시군별 토양도 발간
- 농경지의 토양적성등급 설정

정밀토양조사사업 (`64~`79)

- 정밀토양조사(25,000)
- 토양의 형태적 특성
- 토양 화학성 검정
  → 논 1,217천 ha(650천)
- 적정비료사용 및 토양개량방법 제시

농토배양 10개년 사업 (`80~`89)

- 정밀토양조사(5,000)
- 토양의 형태적 특성
- 토양 화학성 검정
  → 밭 704천 ha(1,166천)
- 비료사용추천, 보전농법 적성등급도 등 제공

밭토양 세부정밀 조사 사업 (`95~`99)

농경지 토양 조사 성적 DB화 구축사업 (`98~현재)

토양비옥도 DB('16)

- 토양검정 DB
  → 농경지 11,380천 필지의 토양 화학성 분석자료 DB 구축
- 논, 밭, 과수원, 시설재배지

토양도 전산화 사업 (`98~`05)

수치토양도 DB('16)

- 전국 수치토양도 구축
  -1:5,000(18,506도엽)
  -1:25,000(780도엽)
  -1:250,000
- 토양도 메타데이터
- 전국 토지이용도('99기준)
  -1:5,000(16,620도엽)

농업토양정보시스템 (`02~`06)

토양환경정보시스템('1

- 한국의 토양정보(5,000)
- 토양GIS주제도: 50종
- 작물 재배적지: 64작물
- 비료사용처방: 133작물
- 행정단위별 통계: 94종
- 토양도, 지적, 농지원부 전국 연

토양조사에 따른 농업토양환경정보 DB화 추진

GIS 기반 농업환경정보시스템 (`07~`11)

# 토양환경 공간정보 (흙토람)

## 적지적작으로 과학영농 실현 기반 구축!

**우리나라 논밭의 토양특성 정보와**
**알맞은 비료 추천량을 알아볼 수 있는 인터넷 시스템**

*농촌진흥청이 60여년간 국책사업으로 조사한 토양정보 전산화
: 토양전자지도(1:5,000) 기반 토양특성 지도와 비료사용처방 정보 제공

"흙토람"의 의미 : 토양의 정보를 열람함

## 전국 토양정보 한곳에!

**개요**

- 토양특성 · 농작물 재배적지 등 토양전자지도 제공
- 비료사용처방 프로그램 이용 작물에 따라 알맞은 비료량 추천

# 토양환경 공간정보 (흙토람)

## 흙토람 – 토양환경정보시스템 구성도

<주요 기능>

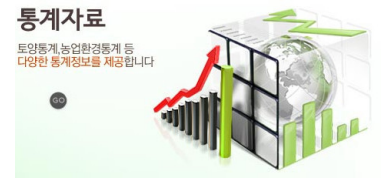

토양과 농업환경


토양환경지도



비료사용처방

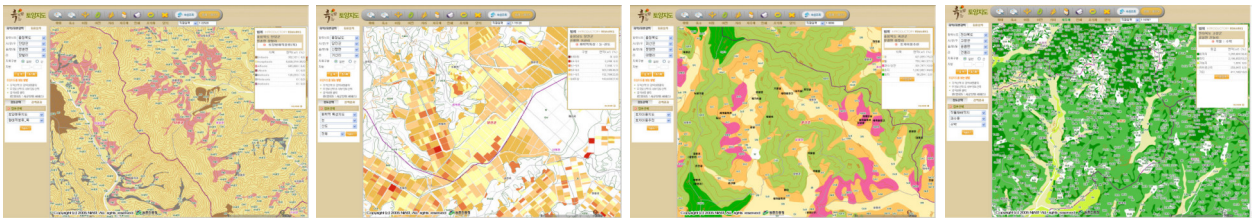

통계자료




# 토양환경 공간정보 (흙토람)

## 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

- 내 논. 밭의 주소를 입력하고 알고 싶은 토양특성을 선택하면 전국 토양의 pH, 물빠짐, 유기물 함량 등 **다양한 토양정보 열람 가능**



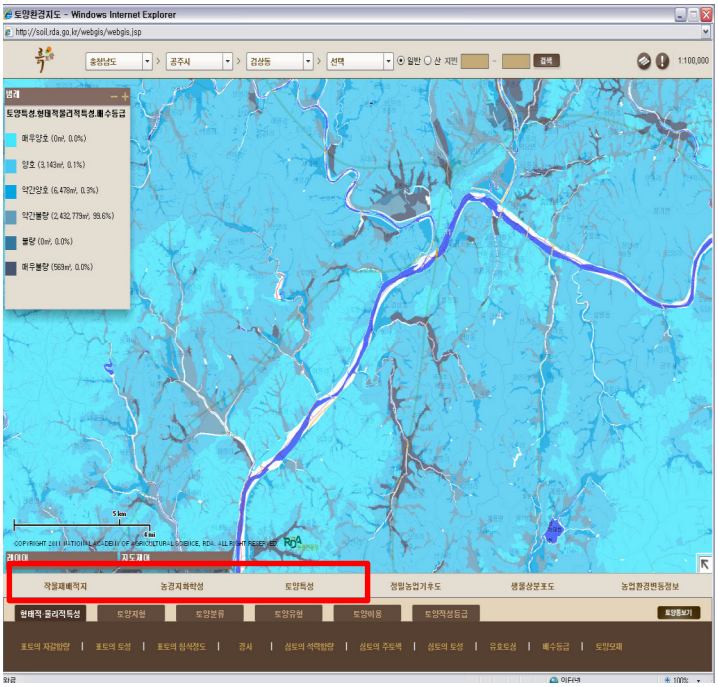
| 구 분 | 개수 | 주요 내용 |
|---|---|---|
| 물리적 특성 | 9 | 토성, 물빠짐, 유효토심, 경사, 자갈함량, 토양색, 토양침식정도 등 |
| 화학적 특성 | 25 | 농경지 이용별 - pH, 유기물 함량, 유효인산, 칼륨, 유효규산 등 |
| 토지이용 | 6 | 토지이용, 토지이용추천(논, 밭, 과수원 등), 토양유형(논, 밭, 산림) 등 |
| 토양분류 | 5 | 목, 아목, 지형, 모암, 퇴적양식 |
| 토양적성등급 | 5 | 논, 밭, 과수원, 초지, 산림 토양 |
| **계** | **50** | |

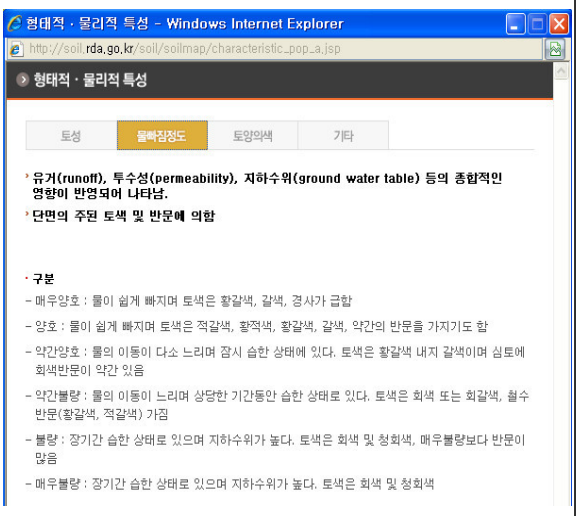
# 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

- 메인화면


# 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

- 물빠짐정도

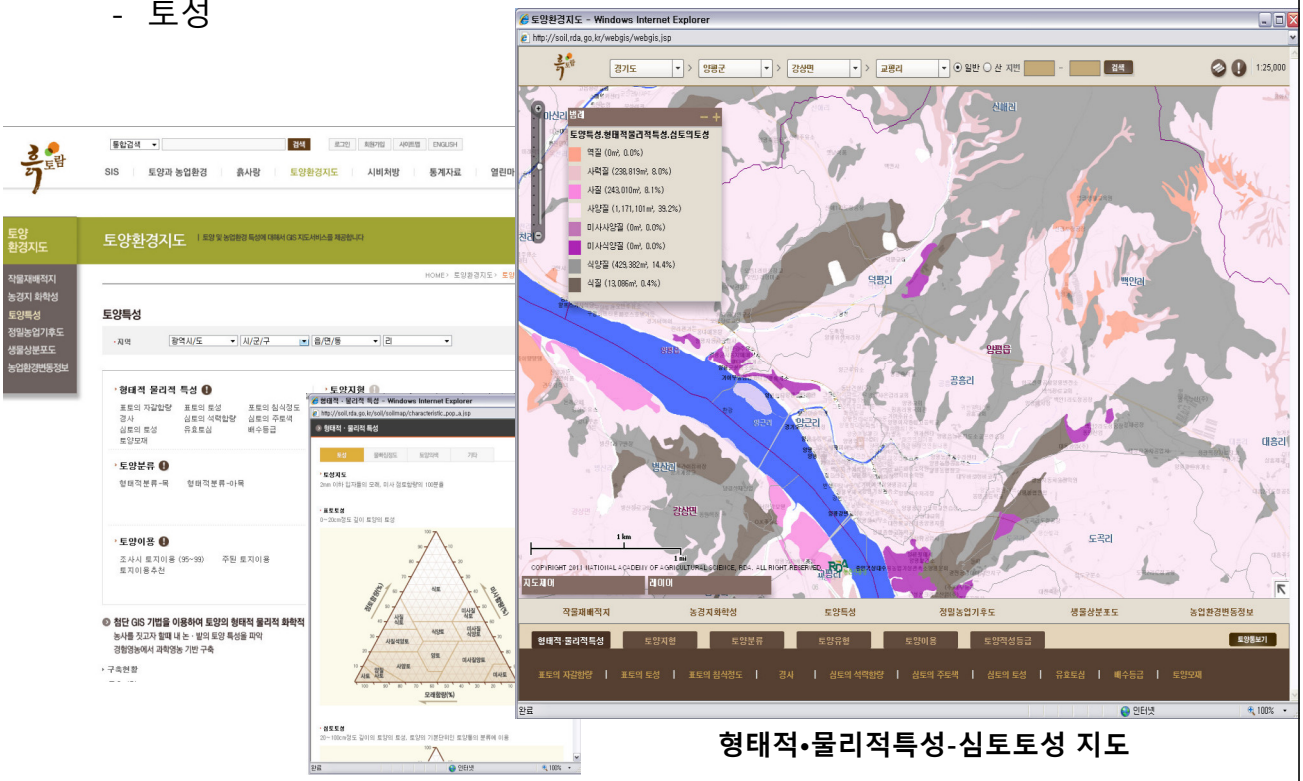



**형태적•물리적 특성-배수등급 지도**

# 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

- 토성

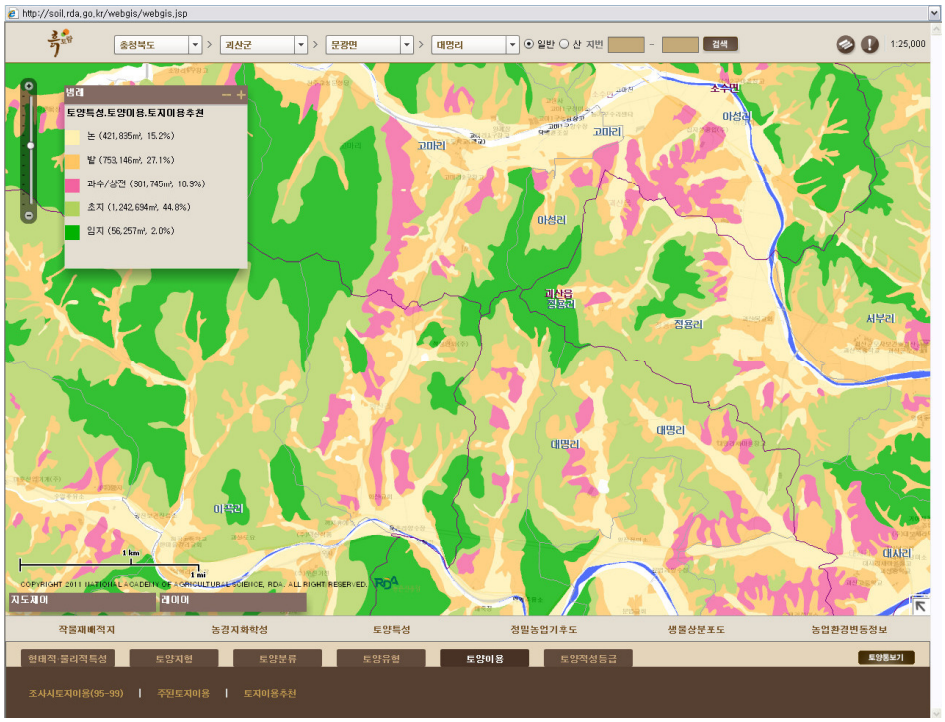



토양환경지도- 토양특성 메인화면

형태적•물리적특성-심토토성 지도

# 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

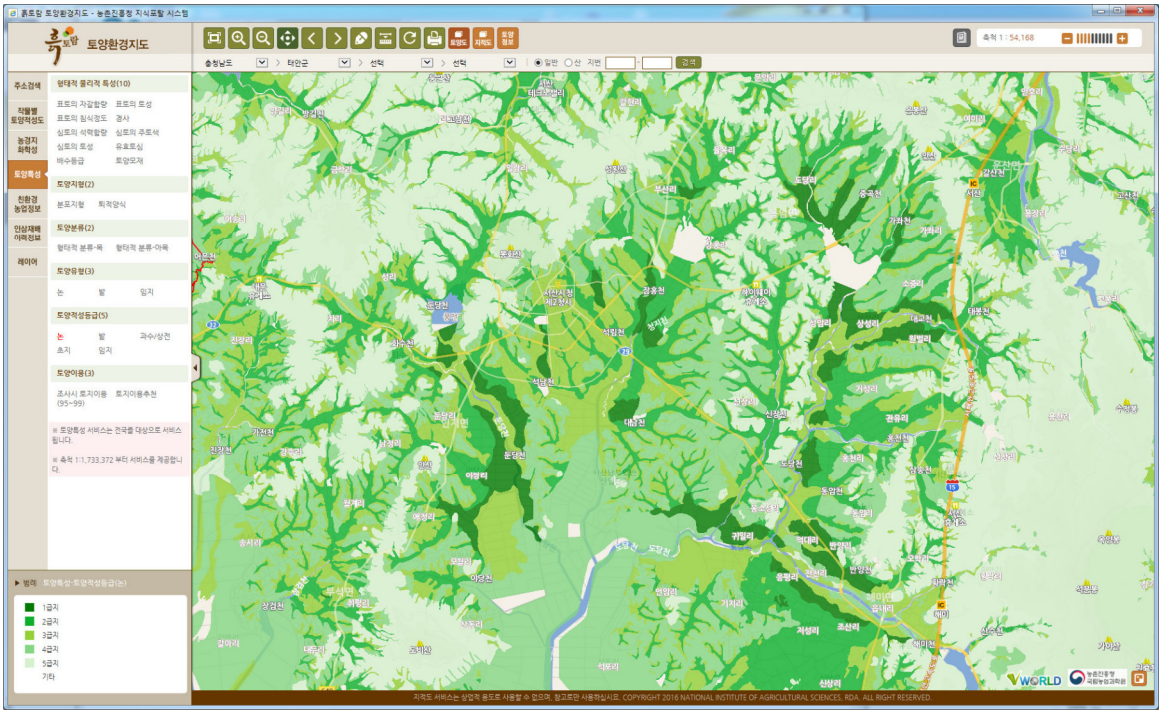
- 토지이용추천




토지이용-토지이용추천 지도

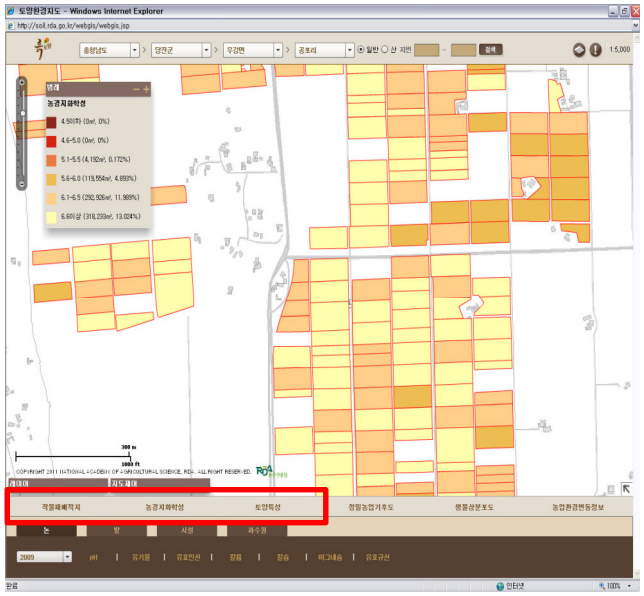
# 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

- 논 적성등급

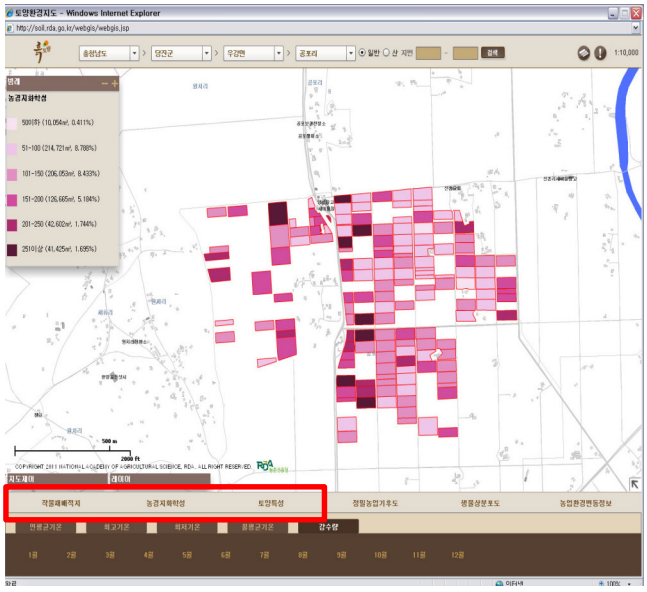



# 토양환경지도 – 토양 GIS 주제도

- 농경지 화학성: 토양 pH, 유효규산 등



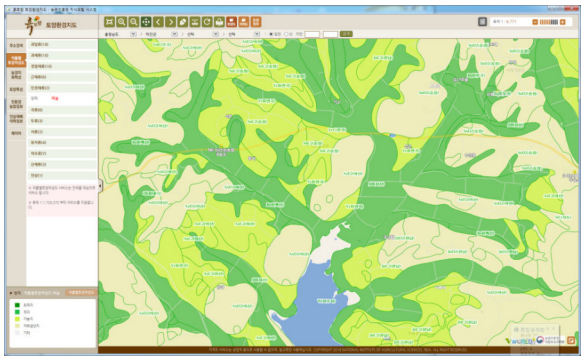
농경지화학성-논 pH(2009)



농경지화학성-논 유효규산(2010)

# 토양환경지도 – 작물별 토양적성도

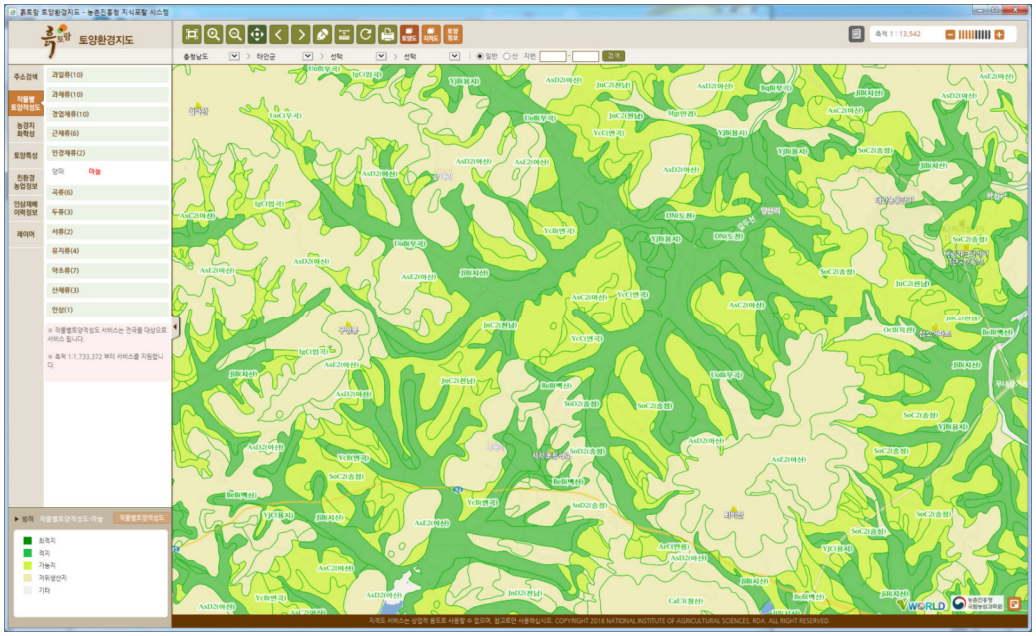
- 토양특성, 작물생산성을 고려한 **작물별 토양적지 기준을 설정**하여 적지적작에 활용할 수 있도록 지도형태로 제공



| 년도 | 개수 | 대 상 작 물 |
|---|---|---|
| ~'06년 | 19 | 옥수수, 감귤, 단감, 유자, 참다래, 매실, 배, 복숭아, 사과, 포도, 콩, 논콩, 참깨, 양파, 감자, 고추, 당근, 무, 배추 |
| '07년 | 10 | 수수, 조, 양배추, 고구마, 들깨, 메론, 오이, 수박, 구기자 , 호박 |
| '08년 | 10 | 토마토, 딸기, 참외, 마늘, 상추, 메밀, 오미자, 쑥갓, 유채, 곰취 |
| '09년 | 10 | 부추, 케일, 땅콩, 참취, 가지, 피망, 산수유, 곤달비, 우엉, 생강 |
| '10년 | 12 | 양상추, 시금치, 신선초, 셀러리, 강할, 당귀, 천궁, 황기, 사삼, 도라지, 마, 인삼(원예원) |
| '13~'15 | 3 | 맥문동, 복분자, 팥 |
| **계** | **64** | |

# 토양환경지도 - 작물별 토양적성도

- 마늘(태안)



**작물별 토양적성도 - 마늘**

# 토양환경 공간정보 (흙토람)

**농업인•지도자**: 작물별 시비처방, 농작물 재배적지, 필지별 토양특성

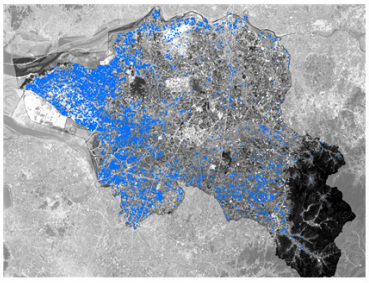
**정책입안자**: 통계자료, 친환경농업지구 토양정보, 국가주요기반시설 조성

**유관기관**: 환경·재해영향평가, 기후변화, 농업생태계, 토양관리, 수자원 관리

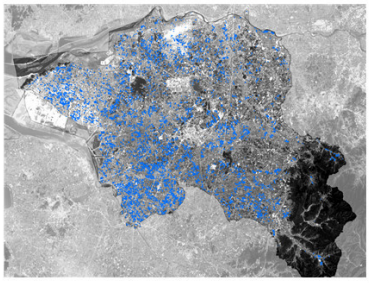
**일반인**: 우리나라 토양 이해, 토양생성, 토양의 중요성

# 동계작물 재배현황 및 배수등급 특성 분석

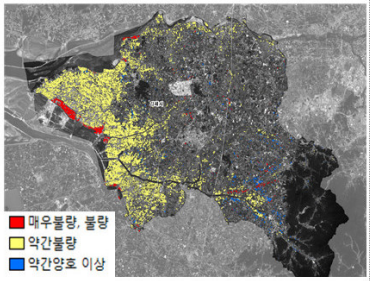
- **Landsat-8 위성영상과 팜 맵을 활용한 연차별 동계작물 재배 현황도 제작**
  - **동계작물 재배면적 10% 감소 : (13/14)30%→(14/15)20%**
- **흙토람 정보와 연계하여 재배현황에 따른 필지별 배수등급 특성 검토**
  - **배수 '약간불량'지에서 재배면적 10% 감소 : (13/14)26%→(14/15)16%**



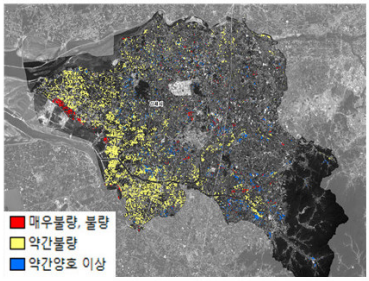
<동계작물 재배현황(13/14년)>



<동계작물 재배현황(14/15년)>




<동계작물 재배지 배수등급 분포(13/14년)>




<동계작물 재배지 배수등급 분포(14/15년)>

**동계작물 관련**
**재배면적 변동 원인 분석 및**
**추파/춘파 파종시기 설정**
**관련 정보 제공**

1 원격탐사 기반 작황분석 현황

2 농업분야 공간정보 구축 및 활용

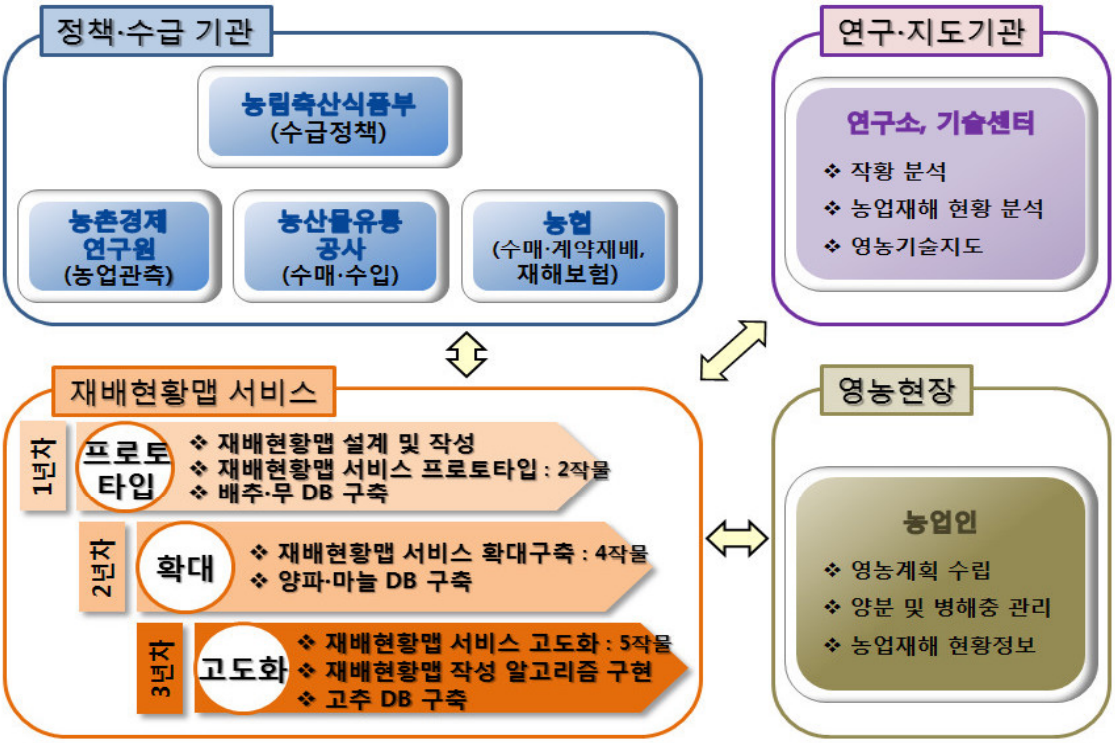
3 작황분석 사례 : 충청남도 대상

4 토양환경 공간정보(흙토람)

5 **금후계획**

# 금후계획

## 정책적 활용 방안



# 금후계획


경청해 주셔서 감사합니다.