

스마트하게
토닥 토닥
土, Doc. 土, Doc.

토닥토닥(土, Doc. 土, Doc.)이란?

국민 모두가 흙 살리는 의사가 되어
건강한 흙을 보전하자는 뜻

대한민국 **농**의 날

제8회 기념식 및 심포지엄

심포지엄 주제

식량안보시대
디지털 토양관리가 답이다



2023년 3월 10일 금요일 10:40 ~ 17:00

장소 : 농협중앙회 대강당

서울특별시 중구 새문안로16

스마트하게
토닥
토닥
土, Doc. 土, Doc.

토닥토닥(土, Doc. 土, Doc.)이란?

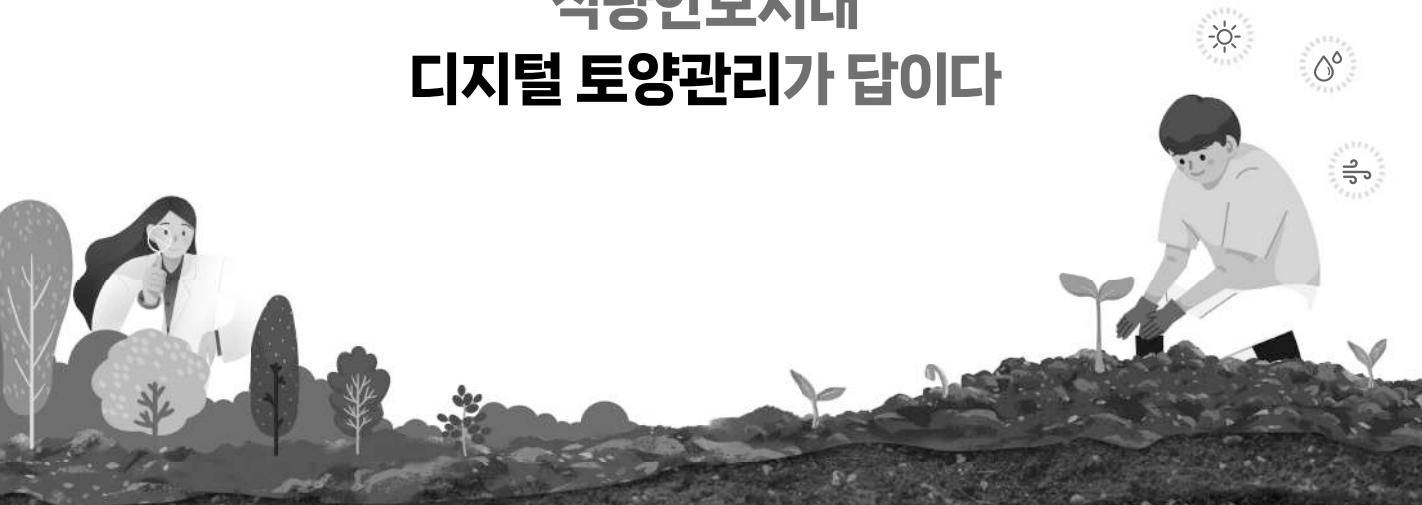
국민 모두가 흙 살리는 의사가 되어
건강한 흙을 보전하자는 뜻

대한민국 농부의 날

제8회 기념식 및 심포지엄

심포지엄 주제

식량안보시대
디지털 토양관리가 답이다



2023년 3월 10일 금요일 10:40 ~ 17:00

장소 : 농협중앙회 대강당

☞ 서울특별시 중구 새문안로16

■ 흙의 날 행사계획 ■

■ 배 경

흙의 소중함과 보전 필요성을 알리기 위해 ‘흙의 날’(매년 3.11일)을 법정기념일로
지정한 이후 매년 개최

* 「친환경농어업법」을 개정, 흙의 날 제정(15.3.27) 이후 올해는 8회째 행사

■ 행사 개요

○ 주 제 : 스마트하게 토닥토닥(土.Doc, 土.Doc.)

* 스마트 토양진단·적정시비를 통해 국민 모두가 흙 살리는 의사가 되어 건강한 흙을 보전하자는 뜻

○ 일시·장소 : '23. 3. 10.(금), 농협중앙회 대강당

○ 참 석 자 : 장관님, 국회의원, 농업인, 학계, 업계 등 약 500여명

○ 주최·주관 : 농식품부/농협, 농진청, 농민신문, 토양비료학회, 산림청

○ 주요 내용 : ①기념식(10:40~12:00), ②심포지엄(14:00~17:00)

① 기념식 : 전문사회자가 진행하고 기념사, 주요 내빈 축사, 유공자 표창(20점),
선언문 선포 등 대면 행사 영상녹화 후 유튜브 송출

② 심포지엄 : 주제(5개 부문)에 대해 전문가 발표 후 종합 토론(10명)

* 학술행사 주제 : 식량안보시대, 디지털 토양관리가 답이다

■ 기념식 일정

구 분		추진 내용
* 기념식		
11:00~11:05	5'	• 개회 및 내빈 소개
11:05~11:15	10'	• 시 상
11:15~11:35	20'	• 기념사 및 축사
11:35~11:40	5'	• 주제 영상 시청
11:40~11:55	15'	• 퍼포먼스·선언문 선포
11:55~12:00	5'	• 기념 촬영
* 심포지엄		
14:00~17:00	180'	• 심포지엄 주제발표 및 토론

기념사



농림축산식품부 장관 정황근

여러분 반갑습니다.

농림축산식품부 장관 정황근입니다.

매년 3월 11일은 ‘흙의 날’입니다. 농업의 근간이자 우리 삶의 터전인 흙의 소중함과 가치를 되새기는 뜻깊은 날입니다.

올해 8주년을 맞이한 ‘흙의 날’ 주제는 ‘스마트하게 토닥토닥(土.doc. 土.doc.)’입니다. 한자로 흙 토(土)자에 영어로 의사라는 뜻의 ‘doctor’를 합성해서 토닥토닥, 우리 모두, 흙을 살리는 의사가 되자는 의미입니다.

그런 의미에서 누구보다도, 흙을 살리기 위해 애쓰신 공로로 오늘 수상의 영예를 안으신 모든 분들께 큰 축하의 말씀을 전합니다.

뜻깊은 자리를 마련하신 이성희 농협중앙회 회장님을 비롯한 관계자 여러분, 수고 많으셨습니다. 그리고 귀한 시간을 내어 함께 해주신 농어업농어촌특별위원회 장태평 위원장님과 여러 농업인단체 대표님을 비롯한 내빈 여러분께도 깊이 감사드립니다.

존경하는 농업인 여러분, 내빈 여러분!

전통적으로 건강한 흙은 작물의 생산성을 유지시켜 주고, 물과 양분의 순환, 탄소 저장과 기후조절은 물론 오염물질을 정화하는 역할을 담당합니다.

또한, 모든 생명체에 삶의 터전을 제공해 생태계를 유지해 주고, 농업을 지속가능하게 합니다.

최근에는 흙의 새로운 가치와 역할이 주목받고 있습니다.

탄소중립 달성이라는 시대적 요구에 부응하기 위해서는 토양관리가 매우 중요한 수단으로 인식되고 있습니다.

최근 스마트농업에서는 AI, 빅데이터 등을 농업기술과 결합해 화학비료를 적절하게 사용하면서 다양한 작물을 건강하게 생산할 수 있습니다. 한발 더 나아가 토양관리도 계측 센서를 땅에 묻고 데이터를 받아 집에서 스마트폰으로 작동하고 관리 할 수 있습니다.

이렇게 급변하는 환경에 맞게 정부도 데이터 기반의 스마트한 토양관리에 최선을 다하겠습니다.

먼저, 디지털 기술을 이용해 토양을 분석하거나 시비처방서 발급 등 토양을 진단·관리하게 하고, 적정 비료사용과 토양개량자재에 대한 연구개발을 뒷받침하겠습니다.

토양 성분을 빠르게 분석하여 비료사용처방 발급 시간을 단축시켜줄 수 있는 ‘신속 토양분석’ 기술이 개발되었습니다.

이를 통해 농업인들이 간편하게 비료 사용과 토양관리를 할 수 있도록 돕겠습니다.

친환경농업 확산으로 환경보전 등 농업의 공익적 기능을 높이기 위한 공익직불금을 지원하고, 작물별 적정 시비량과 친환경적인 토양관리 방법을 농가에 지도하는 서비스도 추진해 나가겠습니다. 이를 위해서는 무엇보다 국민적인 관심과 협력이 필요합니다.

관련 기관의 흙 관리기술에 대한 꾸준한 연구 외에도 건강한 흙을 지키기 위한 농업인들의 노력을 응원하고, 친환경 농산물을 적극 소비 한다면 지속가능한 농업 확산에 큰 힘이 될 것입니다.

이번 ‘흙의 날’이 흙의 소중한 가치를 되새기는 중요한 계기가 되길 기대합니다.
감사합니다.

2023년 3월 10일

농림축산식품부 장관 **정황근**

축 사



대통령소속 농어업·농어촌특별위원회 위원장 장태평

‘스마트하게 토닥토닥(土.Doc. 土.Doc.)’이라는 주제로 펼쳐지는 제8회 흙의 날 기념 행사를 진심으로 축하드립니다. 이번 행사를 준비해주신 농림축산식품부 정황근 장관님을 비롯하여 농촌진흥청 조재호 청장님, 농협중앙회 이성희 회장님, 한국토양비료학회 등 모든 관계자 여러분 노고에 진심으로 감사드립니다.

「친환경농어업법」을 개정하면서 농업의 근간이 되는 흙의 소중함을 국민에게 알리기 위해 흙의 날을 3월 11일로 제정하였습니다. 흙은 지구 생태계의 중요한 요소로서 흙의 다원적 기능과 공익가치를 위해 지속 가능한 방식으로 보호해야 합니다.

전 세계적으로 지구 온난화와 기상이변으로 그 어느 때보다 농업 생산에 큰 위기를 맞고 있습니다. 2050 탄소중립 선언으로 농업의 새로운 변화가 있습니다. 이제는 농업이 근본으로 돌아가 땅의 회복력을 높이고 탄소 배출을 줄임으로써 미래 지속 가능한 농업과 쾌적한 환경 조성에 노력해야 할 시기입니다.

농어업농어촌특별위원회도 탄소중립 사회로 전환하는 시대적 요구에 선도적으로 대응하겠습니다. 정부는 지금까지 탄소중립 시대의 농업환경 구축을 위해 농업의 토양 환경 보전과 지속적인 식량 생산 방안을 검토했습니다.

농업에서 흙은 농작물의 생산성, 생물 다양성 등에 직접적인 영향을 주는 매우 중요한 자원입니다. 건강한 흙을 보전하고, 활용하기 위해서 국가적 실천방안을 마련하고, 국민 개개인이 토양 보전활동에 참여할 수 있도록 지속적인 공감대를 만들어가야 할 것입니다.

오늘 학술 심포지엄에서는 토양·비료 관련 산·학·연 관계자들이 함께 흙을 통한 농업의 지속가능성에 대해 논의될 예정입니다. 최근 디지털기술의 발달로 디지털 토양은 센서, 드론, 인공지능, 빅데이터 분석 등 첨단 기술을 이용하여 농업 생산성을 향상시키고, 디지털 토양 데이터를 통해 토양의 건강 상태를 예측하여 탄소중립에 기여할 수 있습니다. 우리나라는 50여년 이상 축적된 토양정보는 물론 기상정보 데이터를 디지털로 전환하여 농업인들에게 농장 맞춤형의 정보를 실시간으로 제공하고 있습니다.

끊임없는 농업기술의 혁신이 지금의 한국농업을 발전시킨 원동력임을 잊지 않고, 빅데이터, 인공지능(AI) 등 첨단 디지털 기술을 활용하여 토양을 유지하고, 보전하여 건강한 먹거리 생산과 농가소득 증대 방안으로 제안할 수 있어야 합니다. 또한, 이러한 노력들이 농업인들이 현장에서 활용할 수 있는 기술 개발로 보급되며, 탄소중립이 촉진될 수 있도록 해 주시기를 부탁드립니다.

농업은 기후위기 시대에 가장 민감한 산업으로 탄소중립 실현에 앞장서야 합니다. 농업의 근간이자 삶의 터전인 흙의 소중함을 다시 생각하며, 토양 탄소시대 구현을 위해 많은 분들이 이번 행사에 참여했으면 하는 바램입니다. 흙의 날 행사에 참여해 주신 모든 분께 감사 인사를 드리며, 특히 흙의 날 기념 행사 개최를 준비해 주신 관계자분들께 감사드립니다.

2023년 3월 10일

대통령소속 농어업·농어촌특별위원회 위원장 **장태평**

축 사



농협중앙회 회장 이성희

흙의 날 기념식에 함께 자리해 주신 내빈 여러분!

대단히 반갑습니다.

2015년도에 처음 제정된 흙의 날이 올해로 8회째를 맞이하였습니다.

코로나 이후 3년 만에 기념식이 대면행사로 열리게 되어 오늘 이 자리가 더욱 뜻깊게 느껴집니다.

제8회 흙의 날 기념식을 진심으로 축하드리며, 뜻깊은 행사를 마련해 주신 농림축산식품부 정황근 장관님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

바쁘신 가운데 기념식을 축하해 주시기 위하여 농협중앙회를 찾아주신 국회의원 여러분과 내빈 여러분께도 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.

특히, 이 땅의 흙을 지키기 위해 애쓰시는 220만 농업인과 관계자 여러분들께 감사와 존경의 말씀을 올립니다.

흙은 인류를 포함한 모든 생명체에게 생존의 필수 요소인 식량과 삶의 터전을 제공해 주고 동시에 거대한 탄소 저장원으로서 매우 중요한 가치를 지니고 있습니다.

하지만, 국제연합 식량농업기구(FAO)의 조사에 따르면 전 세계 토양의 약 33%는 이미 심각하게 훼손된 상태이며, 지구 온난화로 매년 서울 면적의 100배 이상의 땅이 사막화 되고 있다고 합니다.

우리 농업 농촌과 식량안보의 근간인 흙을 보전하기 위하여 우리 농업인과 국민 모두가 함께 중지와 힘을 모아 나가야 할 때라고 생각합니다.

우리 농협은 농업의 근간인 흙의 소중함을 널리 알리기 위하여 지난 1996년부터 흙살리기 운동을 전개하고 있습니다.

작년에는 자체 토양진단센터 운영을 통해 약 10만 건의 토양 분석결과를 농업인에게 제공하였으며, 시비처방 전문 교육을 실시하고 스마트 비료처방 시스템을 도입하는 등 건강한 흙을 지키기 위한 다양한 노력을 기울이고 있습니다.

또한 지난 2월에 오픈한 NH오늘농사는 빅데이터를 기반으로 토양성분과 영농환경을 분석하고 이에 적합한 품목 재배를 유인하여 화학비료와 농약의 적절한 사용을 유도하고 있습니다.

앞으로도 농협은 우리 농업과 농촌이 100년을 지속해 나아갈 수 있도록 농업 농촌의 근원이자 터전인 흙을 보전하는 데 마중물이 되도록 하겠습니다.

더불어 우리 국민들이 흙의 중요한 가치를 인식하고 우리 땅을 지키는 데 함께할 수 있도록 공감대 형성에도 앞장서겠습니다.

흙의 날을 맞이하여 모든 국민들이 흙의 소중함을 되새기는 계기가 되길 바라며, 다시 한 번 제8회 흙의 날 기념식을 축하드립니다.

감사합니다.

2023년 3월 10일

농협중앙회 회장 **이성희**

■ 심포지엄 일정 ■

I 개요

- **주 제**: 식량안보시대, 디지털 토양관리가 답이다
- **일시·장소**: 2023년 3월 10일(금) 14:00~17:00, 농협중앙회 대강당
- **참 석 자**: 발표·토론자(20여명), 농업인, 학계, 산업계 등 200여명
- **기대효과**: 디지털 토양관리를 통한 식량안보 실현 및 토양 가치에 대한 정보교환

Ⅱ 세부일정 및 내용

시 간	행사내용 및 발표자	사회·좌장
14:00~14:10	등 록	
14:10~14:30	※ 개회식 - 개회사(농촌진흥청장) - 환영사(한국토양비료학회장)	이승헌 (한국농어촌공사)
※ 주제발표		
14:30~14:50 (20분)	식량정책의 현황과 쟁점 (김종인, 한국농촌경제연구원 박사)	김필주 (경상국립대학교)
14:50~15:10 (20분)	디지털 토양도와 토양 관리: 토양 안보를 위한 토양 지리 정보 구축 및 활용 (정관용, 전남대학교 교수)	
15:10~15:30 (20분)	식량안보, 무토양 스마트온실이 정답일까? (이철성, 한국농어촌공사 농어촌연구원 박사)	
15:30~15:50 (20분)	스마트 토양관리, 지속가능한 농업의 시작 (이예진, 국립농업과학원 박사)	
15:50~16:10 (20분)	한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동 (이동성, 농협경제제주 박사)	
16:10~16:20	휴 식	
※ 종합토론		
16:20~17:00	양재의(강원대학교 교수), 김계훈(서울시립대학교 교수), 허승오(국립농업과학원 농업연구관), 조규용(한국비료협회 이사)	고병구 (한국토양비료학회장)

개회사



농촌진흥청장 조재호

제8회 흙의 날을 맞이하여 식량안보와 토양을 주제로 학술 심포지엄을 갖게 된 것을 매우 기쁘게 생각합니다.

뜻깊은 자리를 마련해 주신 한국토양비료학회와 국립농업과학원 관계자 여러분께 깊이 감사드립니다.

오늘 심포지엄의 주제는 ‘식량안보시대, 디지털 토양관리가 답이다.’입니다. 글로벌 식량 공급망 위기 등 식량안보의 중요성이 날로 커지는 가운데, 생명의 원천인 토양의 효율적인 관리는 아무리 강조해도 지나치지 않습니다.

토양은 생명체가 필요로 하는 영양분을 공급하고 생물다양성을 유지해 줄 뿐 아니라, 수자원을 함양하여 홍수를 조절하고 오염물질을 정화합니다. 토양은 대기 중의 탄소를 저장하여 탄소중립에도 중요한 역할을 하고 있습니다.

그러므로, 토양이 물리적, 화학적, 생물학적으로 퇴화하게 되면, 생산성 감소로 이어져 식량안보가 심각한 위협을 받을 수밖에 없습니다.

이에 세계식량농업기구(FAO)에서도 ‘Soils: Where food begins’라는 캠페인을 통해서 식량안보를 위한 토양관리의 중요성을 강조하고 있습니다.

지난 수십 년간 우리나라 토양은 지력의 고갈과 토양유실이 빠르게 진행되고 있고, 비료의 과다 사용으로 인한 양분 불균형도 심해지고 있습니다. 흙이 제 기능을 회복할 수 있도록, 흙의 소중함을 일깨우고 건강한 토양으로 가꾸는 일에 함께 힘써야 하겠습니다.

농진청의 연구 결과 우리나라 국토는 405개의 ‘토양통’으로 분류할 수 있습니다. 지역마다 물 빠짐, 경사, 토성이 다르고, 비옥도도 다릅니다. 그렇기 때문에, 제대로 농사를 짓기 위해서는 자기 토양의 특성을 잘 파악하여 이에 맞는 관리를 해야 합니다. 다행히도 최근에는 급속히 발전하는 디지털 기술 덕분에 전보다 훨씬 쉽게 토양정보에 접근하고 이용할 수 있게 되었습니다.

농촌진흥청은 이미 20여 년 전부터 토양지도를 전산화하여 세계 최초의 정밀토양정보 시스템인 ‘흙토람’을 구축하였습니다. 흙토람 서비스에서는 전국 농경지의 토양 검정 정보, 맞춤형 비료 사용 및 물관리 처방, 농업환경 변동정보와 같이 다양한 토양정보를 제공하고 있습니다.

작년에는 세계은행과 공동으로 디지털 토양관리 기술을 우즈베키스탄에 전수하였고, 이 기술을 세계은행의 동영상 플랫폼에 탑재하여 서비스하고 있습니다.

세계식량농업기구(FAO)와도 아시아 13개국의 디지털 토양지도 작성 사업에 협력하고 있습니다.

앞으로는 최신 디지털 기술을 적용하여 그동안 축적해 온 토양정보를 농가 현장과 정책에 다양하게 활용하는 방안을 모색해야 할 것입니다.

농경지 토양 환경 정보를 공익직불제 이행점검이나 맞춤형 비료 추천에 확대 활용하고, 토양적성등급에 따라 재배작물을 선택하는 등에 효과적으로 활용할 수 있을 것입니다. 또한, 전국 농경지 토양환경 변동 추이를 체계적으로 관리하는 데도 지리정보시스템은 매우 유용할 것입니다. 오늘 심포지엄에서 전문가들의 심도 있는 논의가 이루어지기를 기대합니다.

제안해 주실 아이디어와 고견을 폭넓게 수렴하여 토양 연구와 기술 보급에 최선을 다하겠습니다.

감사합니다.

2023년 3월 10일

농촌진흥청장 **조재호**

환영사



한국토양비료학회 회장 고병구

여러분 반갑습니다.

한국토양비료학회 회장 고병구입니다

코로나 팬데믹 이후 국제사회에서 식량안보의 중요성이 더욱 커지는 시점에서 제8회 대한민국 흙의 날 심포지엄을 ‘식량안보시대, 디지털 토양관리가 답이다’라는 주제로 열게 된 것을 매우 뜻깊게 생각합니다.

먼저, ‘흙의 소중함’ 알리는 이 자리에 참석 해주신 농촌진흥청 조재호 청장님, 심포지엄 좌장을 맡아주실 경상국립대학교 김필주 교수님 고맙다는 말씀을 드립니다.

더불어 주제발표를 해주실 한국농촌경제연구원에 김종인 박사님, 전남대학교 정관용 교수님, 농어촌공사 이철성 박사님, 국립농업과학원 이예진 박사님, 농협경제지주 이동성 박사님께도 진심으로 감사드리며, 이 시간을 함께 하며 흙을 사랑하는 모든 분들께도 깊은 감사의 말씀을 전합니다.

최근 들어 국가 간 분쟁과, 기후변화, 코로나 19와 같은 질병이 복합적으로 작용하여 식량보호주의 경향이 심화되면서 식량안보에 대한 관심과 우려가 고조되고 있습니다.

이럴 때 일수록 다양한 외부 충격으로부터 국가의 굳건한 식량안보를 이끌어내기 위해서는 건강한 토양관리가 더욱 중요한 시기입니다.

흙은 농식품 생산의 원천이며 토양이 건강해야 우리 농업·농촌의 지속가능한 농업

시스템이 유지되고, 건강한 먹거리 생산기반 조성이 가능해 집니다. 그럼 어떻게 건강한
흙을 만들 수 있을까요?

오늘은 디지털토양관리 즉, 데이터를 통한 정확한 토양관리에 대해 이야기를 나눌
계획입니다.

농업의 생산성 증대만을 목표로 하는 것이 아니라, 토양의 효율적 관리를 통해 작물
재배를 최적화하고, 환경관리 까지 이끌어 내는 것이 중요하다고 생각합니다.

데이터, 디지털, IoT, 센서, ICT융복합 등과 만난 토양은 어떻게 관리해가고 있을까요?

식량안보 정책현황부터 스마트 토양관리 등 5개의 주제발표와 종합토론을 통해 알아
보도록 하겠습니다.

다시 한 번 오늘 이 같은 자리가 마련된 것을 뜻깊게 생각하며, 심포지엄 행사를 함께
준비해 주신 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청, 농협, 농민신문사의 관계자 분들과
전문가 여러분께 감사말씀 드리며, 참석하신 모든 분도 유익한 시간되시길 바랍니다.

여러분 모두의 건승과 행복을 기원합니다.

감사합니다.

2023년 3월 10일

한국토양비료학회장 **고병구**

CONTENTS



주제발표

1. 식량정책의 현황과 쟁점 21
한국농촌경제연구원 박사 김종인
2. 디지털 토양도와 토양 관리: 토양 안보를 위한 토양 지리 정보 구축 및 활용 ... 41
전남대학교 교수 정관용
3. 식량안보, 무토양 스마트온실이 정답일까? 61
한국농어촌공사 농어촌연구원 박사 이철성
4. 스마트 토양관리, 지속가능한 농업의 시작 75
국립농업과학원 박사 이예진
5. 한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동 93
농협경제지주 박사 이동성

종합토론

1. 토론 - 01 119
강원대학교 교수 양재의
2. 토론 - 02 123
서울시립대학교 교수 김계훈
3. 토론 - 03 127
국립농업과학원 농업연구관 허승오
4. 토론 - 04 135
한국비료협회 이사 조규용

주제발표

1. 식량정책의 현황과 쟁점
한국농촌경제연구원 박사 김종인
2. 디지털 토양도와 토양 관리:
토양 안보를 위한 토양 지리 정보 구축 및 활용
전남대학교 교수 정관용
3. 식량안보, 무토양 스마트온실이 정답일까?
한국농어촌공사 농어촌연구원 박사 이철성
4. 스마트 토양관리, 지속가능한 농업의 시작
국립농업과학원 박사 이예진
5. 한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동
농협경제지주 박사 이동성



식량정책의 현황과 쟁점

한국농촌경제연구원 박사 **김종인**

연락처 : 061-820-2360

E-mail : jongin@krei.re.kr



KREI
한국농촌경제연구원
Korea Rural Economic Institute

식량정책의 현황과 쟁점

한국농촌경제연구원 연구위원 김종인



KREI
목 차
Contents

- Ⅰ. 식량 자급 현황 및 향후 전망
- Ⅱ. 국제곡물 현황 및 대응체계 개선 방향
- Ⅲ. 식량 관련 국내외 정책 현황
- Ⅳ. 식량 정책 방향
- Ⅴ. 요약 및 결론



I. 식량 자급 현황 및 향후 전망

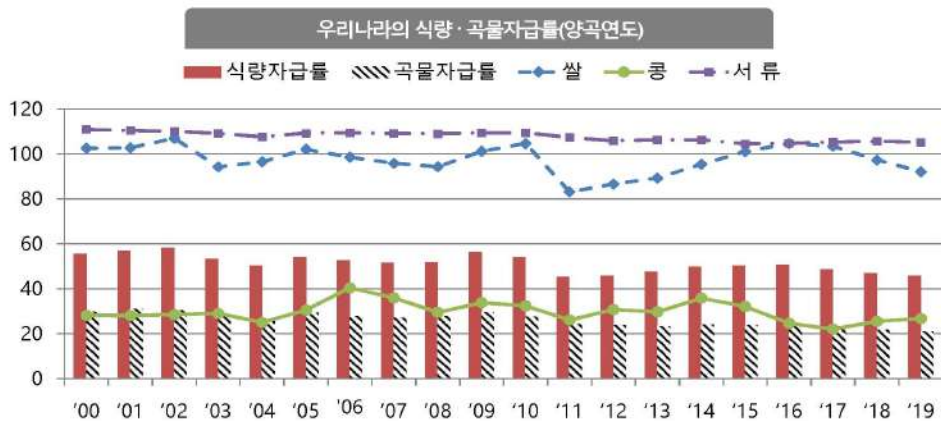
1. 우리나라 식량 자급 현황

2. 기후 변화 영향

① 우리나라 식량 자급 현황

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **농산물 시장개방 등으로 장기적으로 하락하는 추세**
 - (식량자급률) 1980년대초 70% 후반 수준, 1990년대 중반 이후 60%대로 하락, 2010년대 들어 40% 중반대로 하락
 - (곡물자급률) 지속적인 하락 추세, 2010년대 이후 20% 중반 이하

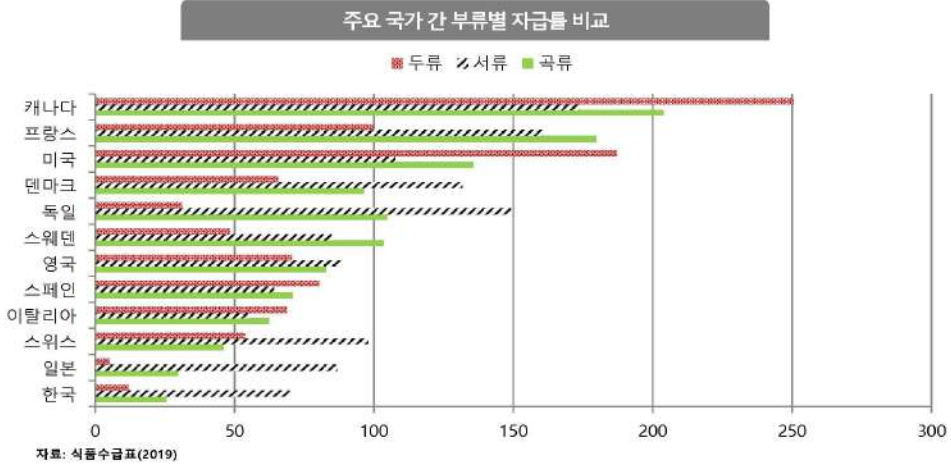


자료: 양정자료

① 우리나라 식량 자급 현황 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

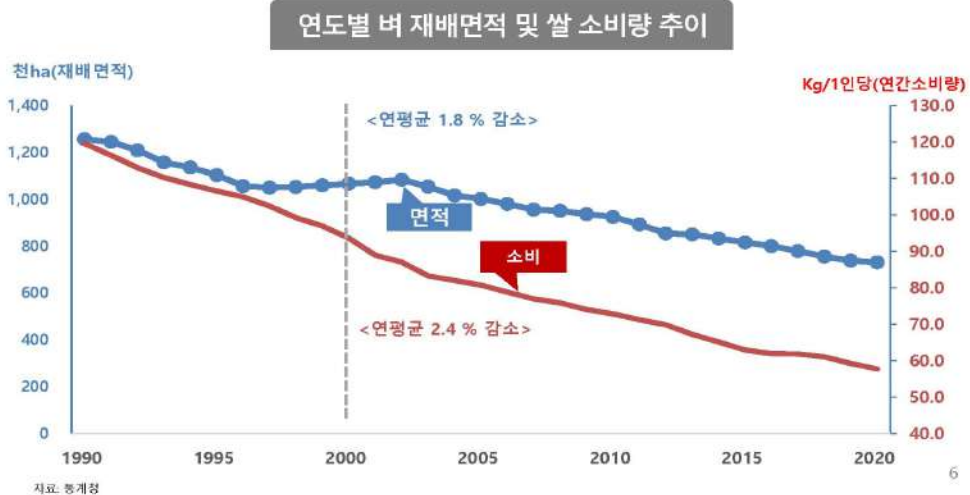
- **우리나라 자급률은 주요 국가 및 식량 순수입국과 비교해도 낮은 수준**
 - 식량 수출국 뿐만 아니라, 인구밀도가 높아 식량 순수입국인 일본, 스위스 등과 비교해도 낮은 수준



① 우리나라 식량 자급 현황

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **재배면적 감소 추세이나, 쌀 소비 감소 추세 더 큰 상황**
 - (1990년~현재) 벼 재배면적 연평균 1.8% 감소 < 쌀 소비량 연평균 2.4% 감소



1 우리나라 식량 자급 현황 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **쌀 소비량** (식문화 유사한 일본, 대만) **외국 대비 급격한 감소 추세**
 - 연평균 감소율(2011~2020년) 기준, 한국(2.3%) > 일본(1.4%) > 대만(0.2%)

국가별 연평균 쌀 소비량 추이

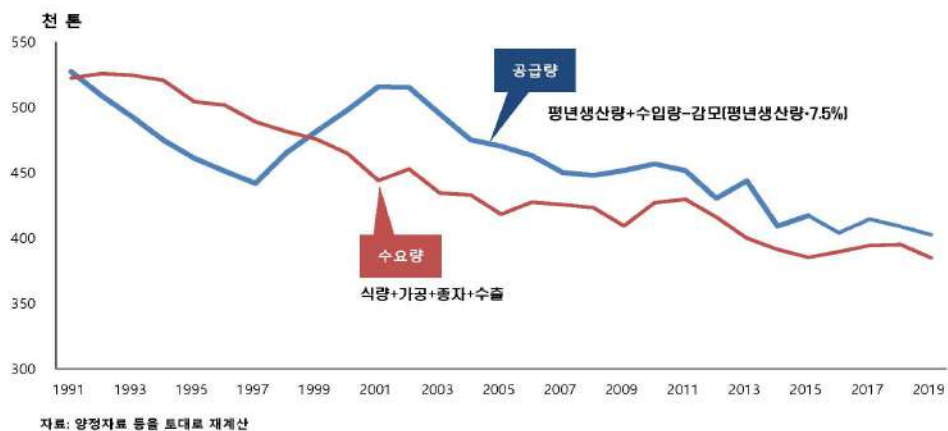


1 우리나라 식량 자급 현황 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **쌀 구조적 공급과잉 지속(=쌀 수급불균형)**
 - 최근 10년간(2010~2019양곡연도) 연평균 과잉물량은 23~25만 톤 수준

연도별 쌀 공급량과 수요량 변화(양곡연도)



② 기후 변화 영향

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- 기후 변화에 따라 쌀 생산량 소폭 감소, 품질 저하로 조수입 감소 우려 (김용준, 2019)
 - IPCC 제5차 평가보고서(AR5, 2014년)가 제시한 시나리오 중 중도적 시나리오(RCP 4.5) 가정
 - 2100년까지 생산성은 0.67~7.11% 감소, 품질 저하 등으로 조수입은 0.58~7.23% 감소
 - 일본도 기후 변화로 쌀 생산량에 미치는 영향은 제한적이나 품질 저하 현상은 뚜렷할 것으로 예측(품질 저하에 따른 조수입 감소 효과가 약 8% 내외, Kawasaki 2016(AJAE))
- **기후 변화에 따른 공급량 충격 크지 않으나, 품질 저하에 따른 상품성 약화가 예상되므로 농가소득 증대 위해서는 이에 대한 연구개발 측면에서의 대응책 마련 필요**
 - 2000년대 이후 쌀 공급과잉에 따른 시장격리 시행 등을 고려 시 공급 충격 제한적

II. 국제곡물 현황 및 대응체계 개선 방향

1. 국제곡물 시장 동향

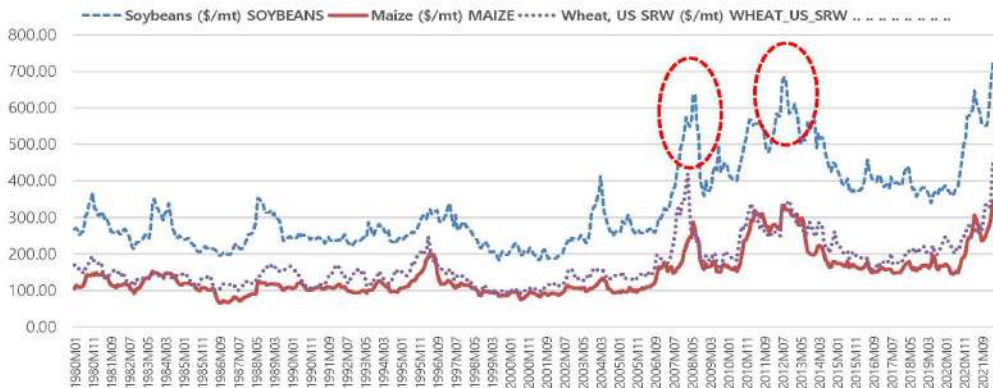
2. 대응체계 개선 방향

1 국제곡물 시장 동향

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **최근 국제곡물 가격 상승세, 변동성 확대**
 - 주요 곡물 생산국 기상악화, 중국의 수입 수요 확대 등의 요인
 - 코로나19로 인한 물류 장애, 달러 유동성 증가, 우크라이나 사태 등도 원인

국제 곡물가격 추이(달러/톤)



자료: World Bank Commodity Price Data, <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets/>, 검색일: 2022.7.6.)

1 국제곡물 시장 동향 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **농산물 가격급등(Agflation) 이후, 식량의 안정적 확보 중요성 증대**
 - 세계식량가격 급등(2007~2008년, 2011년)
 - FAO 세계식량가격지수, 2014~2016 평균가격(=100) 기준, 2008년 117.5, 2011년 131.9
 - 곡물 수출 규제 사례
 - 러시아(밀, 보리 등 수출세 부과), 아르헨티나(밀, 옥수수, 대두 수출세 부과), 중국 (곡물, 제분 등 수출할당), 인도(밀, 밀 가공제품 수출금지) 등
 - **Agflation 계기, 주요 국가들 중장기적인 식량자급률 목표치를 설정**
 - 중국: 2020년까지 95%
 - 러시아: 2020년까지 95%
 - 일본: 2030년까지 45%
 - 싱가포르: 2030년까지 30%

1 국제곡물 시장 동향 (계속)

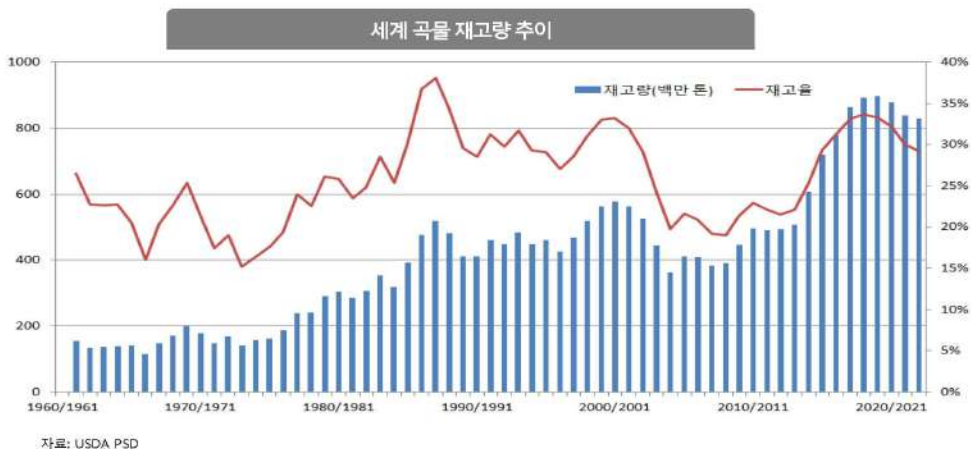
KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- 코로나19 계기, FAO, WTO 등 식량공급의 불안정성 증대 지적
 - FAO, WHO, WTO 사무총장 공동성명, **물류 경색 등으로 인한 불확실성 증대**, 글로벌 식량난 야기 가능성(20.3), **빈곤층과 취약계층에 더 큰 타격**(FAO)
 - 코로나19 직후, 주요 수출국이 일시적 수출 중단 조치
 - 2022년 상반기 식량과 비료 등에 부과된 수출제한조치 총 57건(우크라이나 전쟁 이후 45건)
- 비교우위 이론에 근거한 국가간 교역 활성화를 통한 효율 증대, 교역 리스크 간과 지적(Stiglitz)
- **반면, 우리나라 주식인 쌀 가격은 안정적으로 유지**
 - 2002~2004 평균가격(=100), 2007~2008년 기간 중 평균가격(=98.7)

1 국제곡물 시장 동향 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

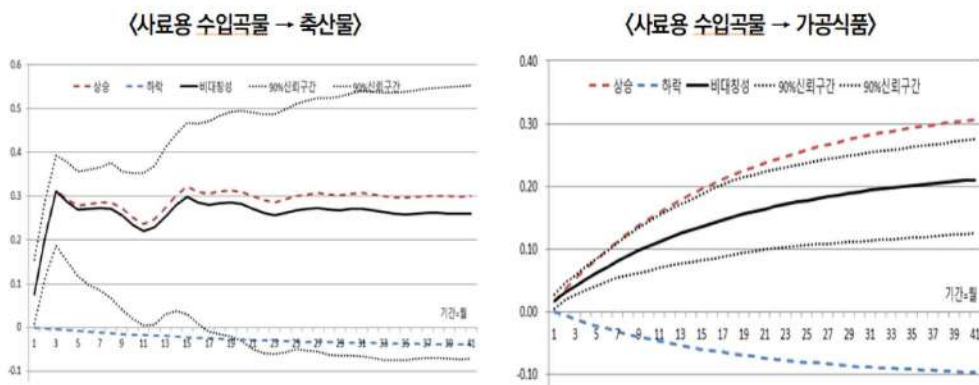
- 재고 감소 추세이나, 절대량 **충분한 상황**
 - 과거 곡물가격 급등 시 재고율(20% 내외) 대비 높은 30% 내외 예상(2021/22)
 - 최근 3년 연속 감소 추세이나, 절대 수준 높아 **단기간 내 큰 위기 발생 확률 저조**



1 국제곡물 시장 동향 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economic Institute

- **수입곡물 가격 상승, 소비자물가 상승 요인**
 - 수입 가격 10% 상승(산업연관표 분석) → 사료(2.1%), 제분(40.2%), 전분·당류(2.2%), 전체 소비자물가(CPI) 0.39% 상승 (김종진 외, 2020)
- **국제곡물 수급 및 가격 안정, 국내 물가안정 측면에서 중요**



자료: 김종진 외(2020) p.56-58

2 대응체계 개선 방향 (현재의 대응 체계)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economic Institute

- **조기경보시스템, 해외농업개발 등 위기대응 체계 구축**
 - 국제곡물 수급동향 상시 모니터링(조기경보시스템)
 - 민간 기업의 해외농업개발 통한 국내 도입 지원
 - 공공 주도의 국가곡물조달시스템 추진했으나 도중에 중단 → 하림, 포스코 등 민간 업체 국제곡물 유통부문 진입



자료: 박성진 외(2019).

- 일정 물량 곡물 수입 불가피
 - 높은 인구밀도로 **수요량 모두 충당할 농지 부족**
 - 2020년 사료용 옥수수 수입량(9,617천 톤) 자급에 약 30만 ha(2기작 가정) 추가 농지 필요
 - 일본의 경우 주요 농산물 모두 국내 생산 가정 시 현재 대비 농지 약 3.5배 필요
 - 국산과 수입산 가격 격차 등으로 생산 확대 위해서는 **대규모 재정 지원 필요**
- 기존 전략(해외농업개발, 국제곡물 유통분야 진입) 중장기적 수행
 - 해외농업개발: 단기적으로 국내 반입량에 집착하지 않고, 진출기업의 현지 적응 및 수익성 확보를 우선적 지원, **중장기적으로 국내 도입 유도**
 - 국제곡물 유통분야 진입: **민간기업 지원 방식**으로 추진하되, 기존 수출업체와의 경쟁체제 유지하여 효율성 확보, 위기 시 국내 반입 우선할 수 있는 제도적 장치 마련 필요
- 단기적으로는 실수요업체 선도계약 기간 확대, 정책적 지원 필요
 - 위기 우려될 경우 선도구매 기간(평상 시 3~6개월) 연장, 조기에 곡물 확보

Ⅲ. 식량 관련 국내외 정책 현황

1. 식량 관련 국내 주요 정책

2. 일본의 식량 정책

1 식량 관련 국내 주요 정책: 기존 정책

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **생산조정 및 논 타작물 재배 확대 지원**
 - 휴경 중심의 **생산조정제**(2003~2005)
 - 면적 감소 효과(연평균 24,805ha), 생산성 낮은 토지 참여 등으로 **감축 효과 제한적**
 - 타작물 재배 지원하는 '**논소득기반다양화사업**(2011~2013년)'
 - 벼 단순 감축 아닌 타작물 재배 지원으로 **자급률 제고 지향**
 - 사업규모(연평균 4만 ha) 이듬해부터 크게 감소(1만 ha), 사업종료 후 벼 회귀 농가 다수
 - 쌀과의 소득 차 지원, 식량작물 재배 촉진 '**논타작물재배지원사업**(2018~2020년)'
 - 두류, 조사료 등 품목별 소득 고려한 차등단가 적용
 - 지원사업 지속 여부 불확실, 활발한 참여에 제약 요인
- **특정 품목 재배와 무관한 방식으로 쌀직불제 등 개편(=공익직불제)**
 - 공익 기능 제고 유도, 단, 높은 벼 가격·소농 자원 확대 등으로 벼 재배면적 일시적 증가
- **쌀 가격 급락 등에 대비해 양곡관리법 개정**(2020.7월 시행령 개정)
 - 시장격리 조건 등을 명문화 → 시장 불확실성 해소에 기여
 - 반면, **수급과 가격 추세 불일치 시** 정책 결정, 작황 판단 시기, 매입가격 기준 등 이견

1 식량 관련 국내 주요 정책: 향후 계획

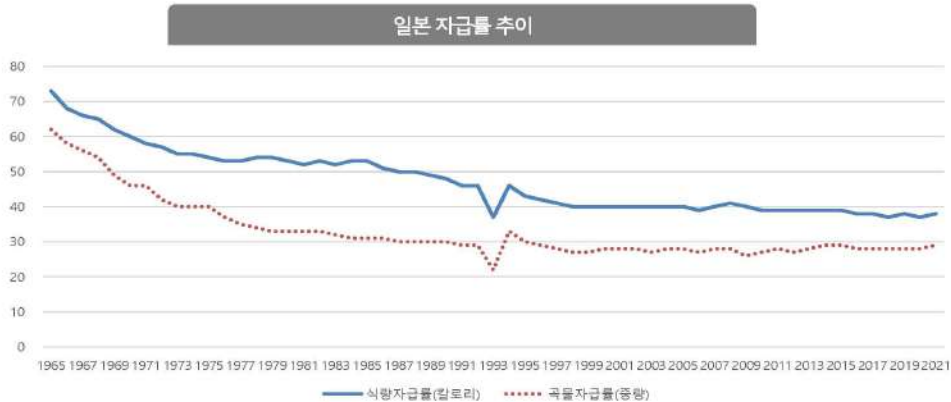
KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- **국내 생산: 수입 의존도 높은 전략작물 확대**
 - 「2023~2027 농발계획」, 식량자급률 목표치를 **2027년 기준 55.5%로 설정**
 - 주요 곡물(전략작물: 밀,콩,가루쌀 등) 생산 확대를 위한 **전략작물직불제** 신설
 - 생산 확대에 대응하기 위한 비축 확대: 가루쌀·밀 공공비축량(23년: 10/20천 톤)
 - 밀 전용비축시설 신규 설치
 - 전략작물 전문생산단지를 확대하여 대규모 집중생산체계 구축
 - 전략작물의 소비기반 구축을 위해 기업의 신제품 개발 지원
- **해외 공급망 확충을 통한 국내 반입 확대**
 - 민간기업의 해외 곡물 유통망 확보 지원(~27년: 5개소, 23년 500억 원)
 - 국내 반입 실효성 제고
 - 비상 시 반입명령 이행으로 인한 사업자 손실 보상 근거 마련(해외농업산림법 개정, 23년)
 - 남미 등 곡물시장 성장 가능성 높은 국가와의 협정 체결

2 일본의 식량 정책 (식량 자급 현황)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- 일본의 식량자급률(칼로리 기준)은 **하락 추세를 보인다 38% 내외에서 정체**
 - 1990년대 후반부터 40% 이하로 하락
 - **곡물자급률(중량) 기준으로는 28% 내외에서 정체**
 - 품목별로는 쌀이 100%에 가까운 반면, 밀 10%대 초반, 보리 8% 내외, 잡곡 0%



자료: 일본 농림수산성, 식량수급표

2 일본의 식량 정책 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- 정책방향: ① **국내생산 증대를 기본**으로 하고, 수입과 비축을 적절히 조합
 - [식료·농업·농촌기본법] 2조2항
- 정책방향: ② 유사 시 식량안전보장 조치(식량 증산, 유통 제한 등의 긴급사태식량안전보장지침) 마련하고 있으나, **평상시에는 농가소득 증대 위한 고소득작물 전환 지원 등 농업의 지속 가능성 제고를 지원**



2 일본의 식량 정책 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

• 일본의 생산조정 및 타작물 재배 지원 정책의 성과

- 수입밀과 국산 밀과의 생산비 격차를 지원(발작물 직불)하는 등 노력, 1970년대 중반 4%까지 하락했던 자급률, 2010년대 들어 10% 초반대 유지
- 국산 밀과 수입산 밀 가격은 국산 밀이 대체로 높으나, 일부 품종의 경우 수입산 밀 이하, 2019년 수입산 밀 평균가격은 톤당 50천 엔, 국산 밀은 48~73천 엔 수준
- 우동용 면의 경우 시장점유율이 90% 이상, 특정 부분에서는 수입밀을 압도
- 경영체당 평균 밀 경작면적은 1990년 1.31ha에서 2018년 7.83ha로 크게 증가
- 논활용 다양화: (전체 논 중 벼 면적 비율) 1974년) 88.8% → 2020년) 60.8%(주식용)
- _____: (전체 논 중 맥류 면적 비율) 1974년) 5.4% → 2020년) 12.3%



2 일본의 식량 정책 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

• 정책목표: 자급률 & 자급력

- 자급률 목표: 1차 기본계획부터 45% 수준(종합자급률, 칼로리 기준)으로 설정, 3차에서 50%로 상향조정하였으나 4차 기본계획에서 현실 가능성 고려하여 45%로 회귀

자급력(自給力)

- 자급률은 위기상황에서의 국내농업의 식량공급 가능 수준을 정확히 보여주지 못하는 한계
- 식량안보는 유사 시 대처 위한 개념이므로 잠재생산능력을 최대한 활용했을 때 공급가능한 식량(=열량) 수준을 지표화
 - 유사 시 농지를 최대한 활용하여 식량공급 능력을 최대화했을 때, 1일 국민 개개인에게 공급 가능한 열량 수준
 - 주요 식량작물(쌀, 밀, 콩, 서류) 재배 패턴에 따라 4가지 유형으로 구분

2 일본의 식량 정책 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- 유사 시 농지를 최대한 활용, 재배 작물 전환 통해 **식량공급 능력을 최대화**
 - 비식용작물 재배 농지, 황폐한 농지 중 재생이용 가능 농지에 식량작물 식재
 - 기존 농지 중 이모작 가능한 농지에 이모작 통해 식량공급 증대

식료자급력 개념도

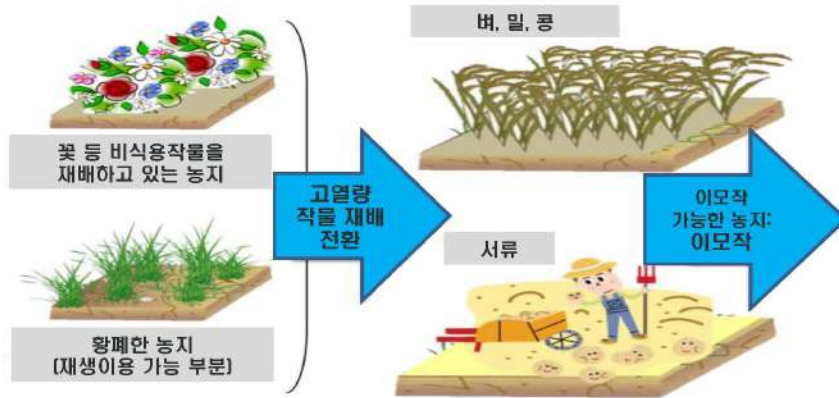


그림 자료: 일본 농림수산성 재인용

2 일본의 식량 정책 (계속)

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

유형별 식료자급력



주: '에너지 필요량'은 1인/일 기준 성인이 자신의 체중을 유지할 수 있을 정도의 적정 에너지 추정치를 의미함.
자료: 일본 농림수산성, 2021년도 식량자급력지표에 관하여(令和3年度食料自給力指標について)

IV. 식량 정책 방향

1 쌀 품질 제고

KREI 한국농촌경제연구원
Korea Rural Economics Institute

- 단일 품종 쌀 확대 등으로 품질 제고
 - 단일 품종미 비율 상승 추세이나 38%로 여전히 혼합미 위주 판매 관행(농관원, 2020) → 계약재배 확대 및 단일 품종 확대 등으로 쌀 품질 상향 평준화
 - 쌀 등급 표시 의무화(18년) 이후 등급표시 비율 급상승(17년, 52.4% → 20년, 95.1%)
 - 반면, 젊은 층일수록 양곡표시제도 미확인 → 등급제 인지도 제고 필요
 - 쌀 구입 시 양곡표시제도 확인 여부(소비자시민모임, 2020년): 60대(76.9%), 20대(41.1%)

❖ 일본, 단일 품종 위주 시장

- ✓ 단일 품종미, 혼합미 대비 높은 선호도(단일 품종미 가격, 혼합 대비 45% 프리미엄)
- ✓ 일본 3대 쌀 품종 재배면적 전체 면적 대비 51.1%(2020년), 상품명에 대부분 품종명 기재
 - 10대 쌀 품종 재배면적 전체의 71.7%, 일본 국민, 쌀 주요 품종 인지도 高

2 쌀 수요 개발

• 가공용 수요 등 주식용 이외 수요 확대

- 사업체 쌀 소비량 감소 추세(18년: 756천 톤 → 21년: 680천 톤)
 - 주정용 감소 추세 불가피, 떡류 정체
 - 도시락 및 식사용 조리식품 지속적 증가 추세
 - 쌀 가격 상승 등으로 최근 상승세 둔화
 - 기타 곡물 가공품 증가 추세
 - 누룽지 크게 성장, 그 외 시리얼, 병행기, 선식, 미숫가루 등
- 가공 적성 적합, 생산성 높은 품종 개발 지원 등 필요

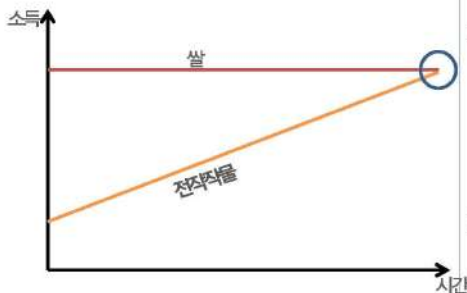
❖ 일본, 정책 지원 통해 주식용 이외의 쌀 수요 확대

- ✓ 2008년 이후 사료용·쌀가루용 쌀 등 지원, **주식용 쌀 이외의 재배면적 점차 증가**
 - 주식용 쌀 이외 재배면적 비율 크게 상승(08년: 약 2% → 21년: 약 17%)
 - 이 중 사료용 쌀이 절반 가까이 차지(2021년 11만 6천 ha)
- ✓ 쌀가루 소비 확대 등을 위해 제도적 지원
 - Non-Gluten 쌀가루 제3자 인증제도, 쌀가루 용도별(과자·요리, 빵, 면) 기준 제정

3 논 활용 다양화

• 타작물 재배 확대로 쌀 수급불균형 완화, 타작물 자급률 향상

- 쌀과의 소득차 지원(노동 투입시간 고려), 가격 경쟁력·품질·가공적성 개선 필요
 - 타작물 수익성이 생산성 향상 등으로 정책지원 없이 쌀을 추월하는 시점까지 지원
 - 타작물 생산 위한 **생산기반 부족**하므로 이를 **함께 지원**할 필요
 - 국산 밀·콩은 수입산 대비 4배 내외 높은 가격(가격 변동성도 큼), **가공적성** 등 열위
 - **수입산 원료 구매 이유**: 가격 요인 최근 비중 하락, 대량 납품이 가능하거나 가공적성이 국산 대비 우수하기 때문이라는 응답 비중 상승(식품산업 원료소비 실태조사)



❖ 일본의 밀 관련 정책 사례

□ 수입밀과 국산 밀과의 생산비 차 지원(밭작물 직불)

- 1970년대 중반 4%까지 하락했던 자급률, 2010년대 들어 10% 초반대 유지
- 우동용 면의 경우 시장점유율이 90% 이상
- 경영체당 평균 밀 경작면적은 1990년 1.31ha에서 2018년 7.83ha로 크게 증가

□ 국산 밀과 수입산 밀 가격은 국산 밀이 대체로 높으나, 일부 품종 수입산 밀 이하

- 2019년 수입산 밀 평균가격은 톤당 50천 엔, 국산 밀은 48~73천 엔 수준

IV. 요약 및 결론

■ 곡물 자급 현황 및 기후 영향

- 우리나라 식량자급률은 주요 국가 및 식량 순수입국과 비교해도 낮은 수준
- 쌀은 구조적 공급과잉이나, 콩·밀 등은 낮은 자급 수준 지속
- **기후 변화에 따른 공급량 충격 작으나 품질 저하에 따른 상품성 약화 우려**, 연구개발 등으로 대응하여 농가소득 증대 방안 마련 필요

■ 국제곡물

- 국제곡물 시장 점차 안정화될 전망
- 일정 물량 곡물 수입 불가피하므로, 기존 전략(해외농업개발, 곡물 유통분야 진입) 중장기적 지원으로 실효성 제고

■ 식량정책 개선 방향

- 이상 기상 등에 대비하기 위해 비축규모 및 비축물량 확보 방안 개선 필요
- **농지 유지**하되, 논활용 다양화로 쌀의 구조적 과잉 완화 및 식량자급률 제고 노력 필요
 - 농업의 지속 가능성 제고 위해서도 농업소득 증대 방안 마련 필요
 - **공익직불제**로 기틀 마련, 일본 사례처럼 **타작물 전환 실효성 제고** 위해 **중장기적 시행** 필요

감사합니다.

수업의 날

수업의 날

MEMO

수업일지

디지털 토양도와 토양 관리: 토양 안보를 위한 토양 지리 정보 구축 및 활용

전남대학교 교수 정관용

연락처 : 062-530-2683

E-mail : gyjeong@jnu.ac.kr



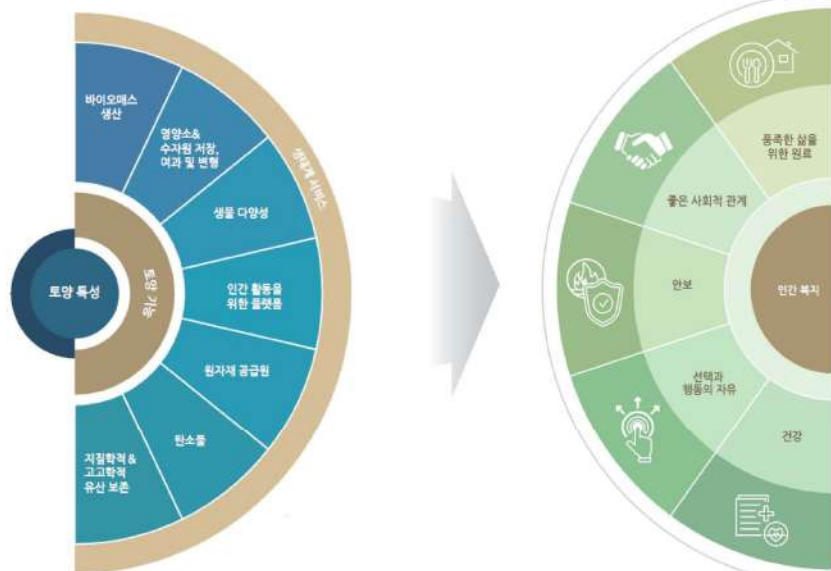
디지털 토양도와 토양 관리: 토양 안보를 위한 토양 지리 정보 구축 및 활용

전남대학교 사회과학대학 지리학과
정관용

■ 들어가며

■ 토양 생태계 서비스

Source: 대한민국 국가지도집(2020)



■ 들어가며

■ 국내 토양 생태계 서비스 가치 평가

Source: 대한민국 국가지도집(2020)

표토 기능	경제적 평가 방법	가치 평가액(억 원)
바이오매스 생산	시장 가격 (market method)	157,335
양분 함량	시장 가격	11,224,000
수자원 함량	대체 비용법 (replacement cost method)	229,616
탄소 저장	대체 비용법	184,608
오염 물질 정화	대체 비용법	81,525
생물 다양성 제공	지불 의사 금액 (willing to pay)	24,249
합계		11,901,333

표토환경연구단(2020)

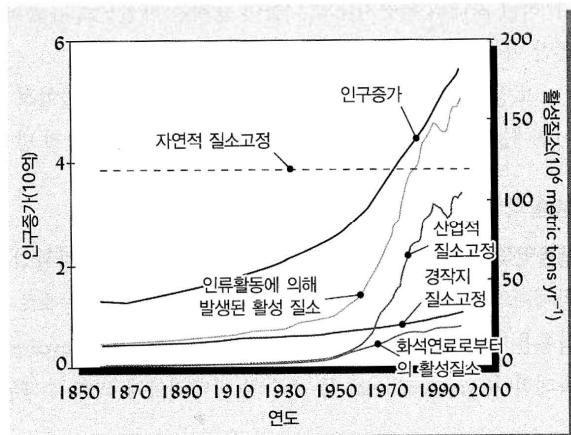
- 토양에서 공급된 다양한 무기 영양소와 수분으로 식량 작물이 생산

- 3 -

■ 들어가며

■ 식량 생산과 토양 생태계 서비스 감소

- 지난 100년 동안 전 세계 인구를 부양하기 위한 식량 생산은 비료 사용의 급격한 증가 없이는 불가능 (Patel and Moore, 2018)
- 화학 비료 통해 필요한 영양분을 공급하고 토양 생산성을 증가
 - 과다한 비료 사용은 토양 산성화와 수질 악화라는 부정적인 결과를 초래
 - 장기적으로 토양의 질 저하, 생물 다양성 감소, 기후변화에 영향



Source: Weil and Brady (2010)

- 4 -

■ 들어가며

■ 토양 안보(Soil Security)

Source: McBratney et al. (2014, Geoderma)



- 토양이 제공하는 생태계 서비스 혜택을 극대화하고 이를 위협하는 요인을 최소화하는 '토양안보'가 강조(McBratney et al., 2014)

- 5 -

■ 들어가며

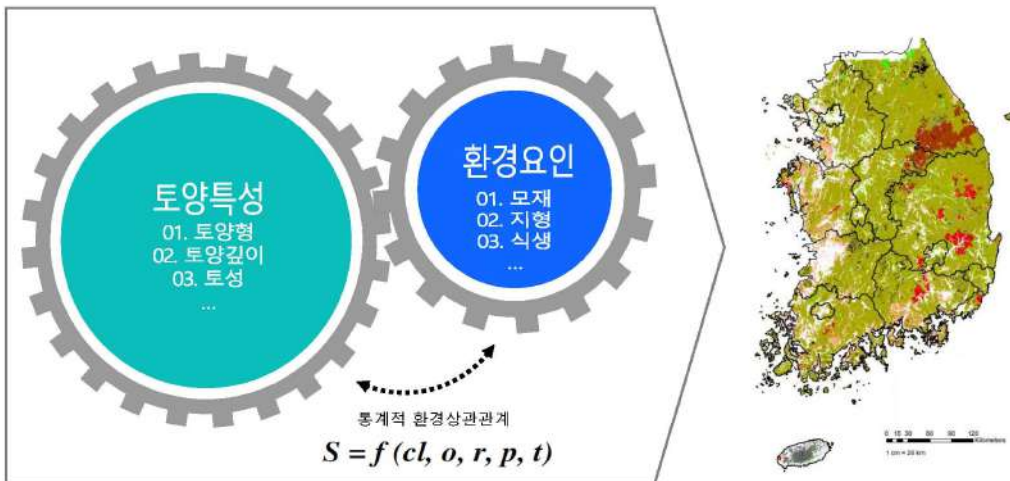
■ 토양 안보와 토양 지리 정보의 중요성

- 토양 안보와 관련하여 토양의 생태계 서비스를 강화하고 토양을 보전하기 위해서는 토양의 공간적 이질성에 대한 이해 필요(Arrouays et al., 2021)
 - 광역 단위, 토양 특성에 대한 지리 정보를 바탕으로 적합한 토양 관리 필요
- 이러한 토양 지리 정보는 주로 현행 토양도를 통해 얻고 있음
- 하지만 전 세계적으로 국가 단위 정밀 토양도 보유 사례 거의 없음
 - 벨기에, 네덜란드, 미국, 대한민국
- 더불어 현행 토양도는 토지별 혹은 필지별 토양 특성에 대한 양적인 정보를 제공하는 데 한계가 있음
- 따라서 이를 보완할 수 있는 접근법으로 제시된 것이 디지털 토양도 작성(Digital Soil Mapping: DSM)

- 6 -

- 디지털 토양도 작성

■ 디지털 토양도 작성(Digital Soil Mapping)이란?

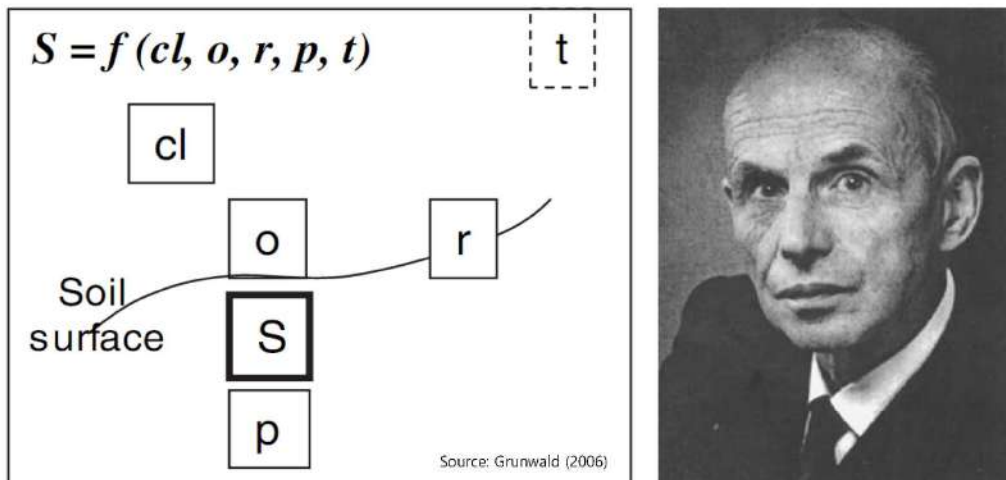


- 토양형성인자(기후, 지질, 지형, 생물, 시간 등)와 토양 특성의 양적인 환경상관관계를 이용하여 토양의 지리적 분포를 추론하고, 토양 특성에 대한 지도화

- 7 -

- 디지털 토양도 작성

■ Jenny(1941)의 토양형성인자

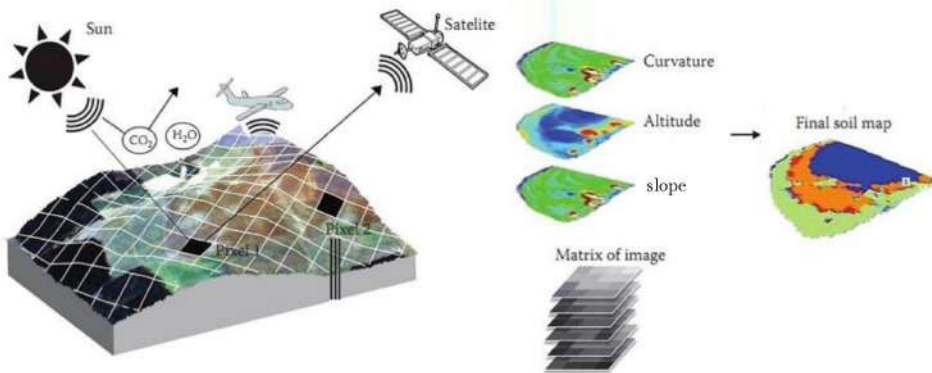


S= 토양; cl= 기후; o= 유기체(생물); r= 기복(지형); p= 모암; t= 시간

- 8 -

디지털 토양도 작성

공간 정보 및 인공지능 기술의 발달과 디지털 토양도

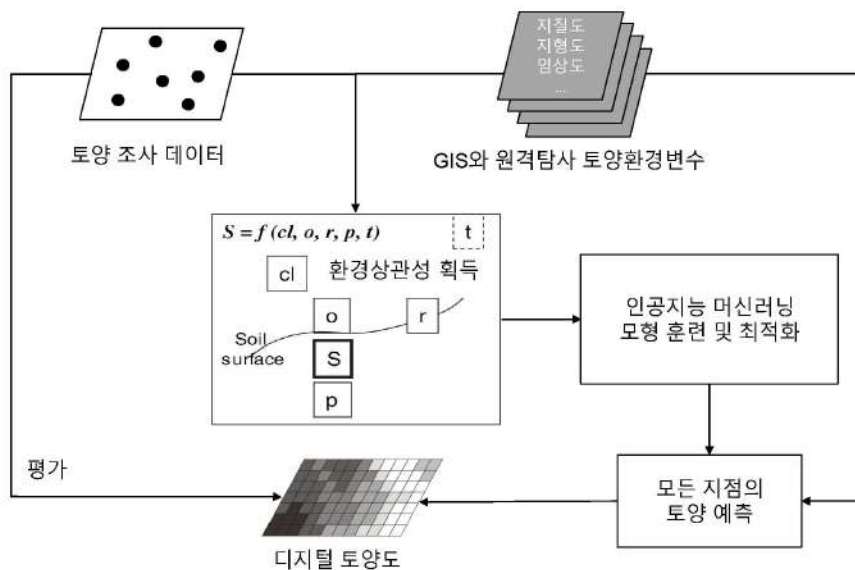


- ① GIS와 원격탐사 기술의 발달(1990-): 디지털 환경 데이터 이용 가능
 - ② 기계학습 기법의 발달(2010-): 토양과 토양형성인자의 복잡한 관계 분석 가능
 - ③ 컴퓨팅 파워의 발달(2010-): 토양 빅데이터를 사용하여 광역(국가) 단위 분석 가능
- 디지털 토양도 작성

- 9 -

디지털 토양도 작성

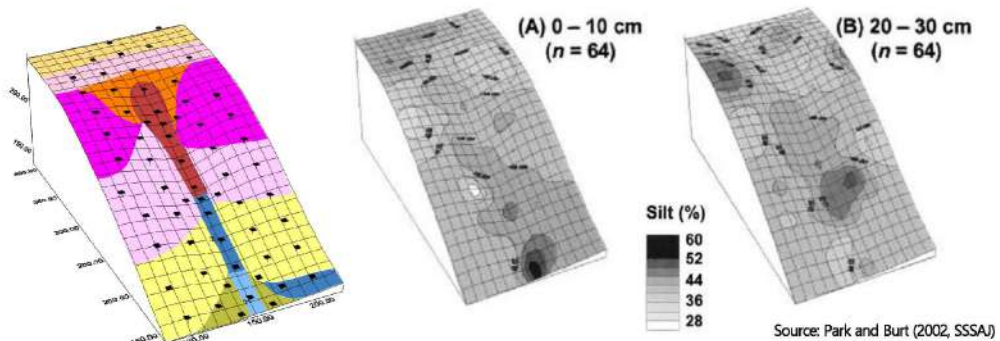
디지털 토양도 작성 과정



- 10 -

■ 디지털 토양도 작성

■ 디지털 토양도 작성 예시



토양 특성 = $f(\text{토양환경변수}_1, \text{토양환경변수}_2, \text{토양환경변수}_3, \dots)$

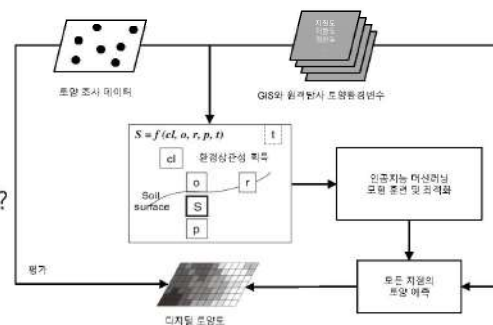
미사 함량 = $0.22 * (\text{향}) - 0.46 * (\text{고도}) + 0.28 * (\text{습윤지수}) + 1.61e-16$ ($R^2=0.38$)

- 11 -

■ 디지털 토양도 작성

■ 디지털 토양도 작성 과정에서 질문들

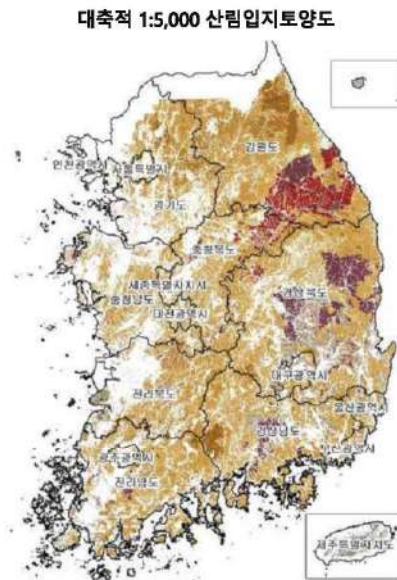
- 토양 조사의 공간적 범위는?
- 어떤 지점에서, 어떤 깊이(간격)까지, 몇 개의 토양 시료를 채취할 것인가?
- 어떤 토양 특성 항목이 필요한가?
- 어떤 토양 환경변수를 사용할 것인가?
- 어떤 예측 모형을 사용할 것인가?
- 토양 예측의 공간적 범위와 해상도는?
- 어떻게 모형 훈련과 평가를 실시할 것인가?



- 12 -

디지털 토양도 사례 연구: 산림 토양 분야

- '국가공간정보 구축사업'의 하나로 1:5,000 산림 입지 토양도 구축을 위한 토양조사 사업(2009-2021)이 완료되었고 이를 통해 보다 정확한 산림 토양 정보를 제공 가능
- 산림 토양 공간 데이터를 이용하여 인공지능 기계학습 기반 토양 예측 알고리즘을 개발하고, 이를 바탕으로 산림 토양 특성의 지리적 분포에 대한 정보를 제공할 수 있는 국가 단위 고해상도(30m) 디지털 산림 토양도를 구축
 - 디지털 산림 토양도를 바탕으로 토양 특성의 공간적 분포와 분포 요인 해석



- 13 -

디지털 토양도 사례 연구

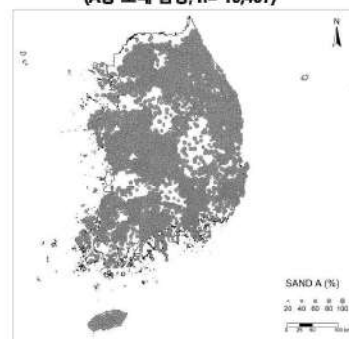
■ 산림 토양 공간 데이터 구축

- 산림 입지 토양도(1:5,000): 표준지조사 자료와 토양시료 분석 자료(2009~2021)
- 국가산림자원조사 및 산림의 건강·활력도 현지조사 자료(NFI 자료): 산림 생태계 건강성 평가를 위해 전국에 고르게 배치한 표본점(4 × 4km)을 대상으로 조사한 자료(2016~2020)

산림 토양 공간 데이터 목록 및 건수

토양속성	산림 입지 토양도 현장조사 자료(건)		NFI 자료(건)	입지+NFI(건)
	표준지조사	토양시료분석		
토양형(26개)	116,388			116,388
토양깊이(낙엽층, A&B층)	116,388		1,830	118,218
토성 (모래, 미사, 점토)		8,580(A층) 14,252(B층)	1,827(A층) 1,822(B층)	10,407(A층) 16,074(B층)
pH		13,766(A층) 26,279(B층)	968(10cm) -	14,734(A층) 26,279(B층)
총질소		5,457(A층) 6,072(B층)	968(10cm) -	6,425(A층) 6,072(B층)
유기물 (탄소 저장량)		3,749(A층) 6,078(B층)	1,792(A층) 1,795(B층)	5,541(A층) 7,873(B층)

입지+NFI 지점 분포도
(A층 모래 함량, n= 10,407)

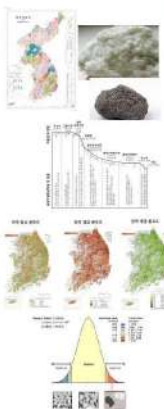


- 14 -

■ 디지털 토양도 사례 연구

■ 산림 토양 환경변수 구축

- 토양형성요인인 기후와 지질은 거시적인 규모에서 중요한 형성인자이며, 국지적인 규모에서 지형과 식생은 토양의 공간적 분포에 영향을 미치는 것으로 알려짐

토양형성 요인	데이터	환경변수	설명
	지질(p)	한국지질자원연구원 1:50,000 수치지질도	모암(암석 중분류)
	지형(r)	국토지리정보원 수치표고모형 (10m)	고도, 경사도, 곡면률 (단면, 곡면), TPI, 습윤지수, 계곡깊이, 지형개방도, 지형단위
	식생(o)	한국임업진흥원 1:5,000임상도	임상, 경급, 영급, 수관 밀도
	지리(n)	산림토양데이터의 위치정보	XY좌표, 참조점(5개)에서 거리 지표

- 15 -

■ 디지털 토양도 사례 연구

■ 인공지능 기계학습 모형 적용

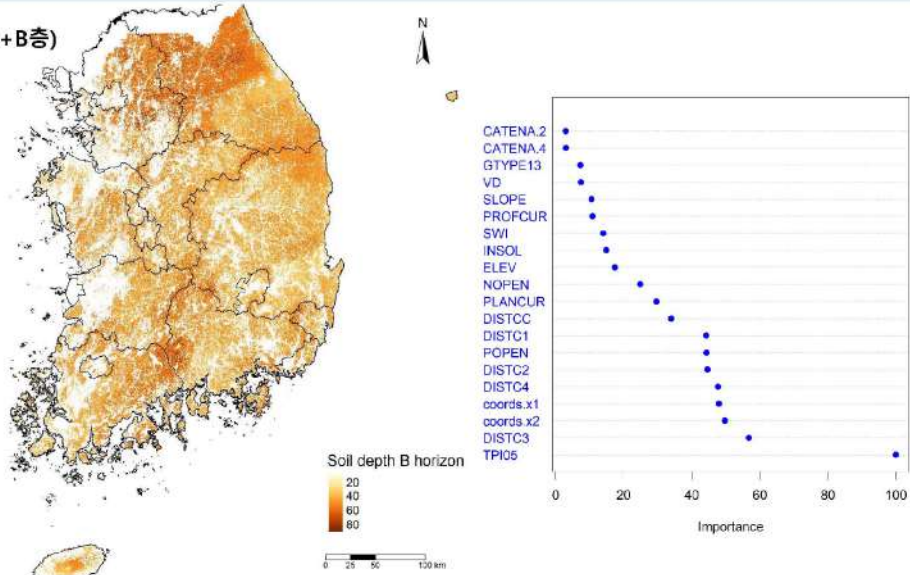
- 다양한 인공지능 기계학습 기법 중 토양예측 분야에서 많이 활용하는 랜덤 포레스트, XGBoost, 심층 신경망 기법을 적용하였음

방법	특징 요약	R 패키지
예측 모형	- 여러 개의 회귀(분류)나무 모형에서 산출된 결과를 종합하여 정확도를 높이는 대표적인 앙상블 모형 중 하나임 - 토양 분포 예측에 적용 시 환경요인과 산림토양특성의 복잡한 관계를 잘 표현할 수 있으며 변수중요도를 바탕으로 결과 해석이 용이함	caret, ranger
	- 순차적으로 알은 회귀나무(학습기)를 훈련하는 방식이며, 예측값과 실제값의 오차를 줄일 수 있는 방향으로 약한 학습기를 보완하여 다음 학습기를 구축하는 boosting 방식의 앙상블 모형 - 대규모 데이터를 빠르게 처리할 수 있으며, 변수 중요도를 제공하는 강점이 있음	caret, xgboost
	- 인공신경망을 고도화, 입력층과 출력층 사이의 다양한 은닉층을 만든 모형으로 다중입-출력이 가능하고 변수 사이의 관계를 보다 정교하게 학습할 수 있게 한 모형 - 여러 토양 특성을 동시에 고려하여 모형을 구축할 수 있다는 강점이 있음	keras, tftrons

- 16 -

디지털 토양도 사례 연구 결과

토심(A+B층)

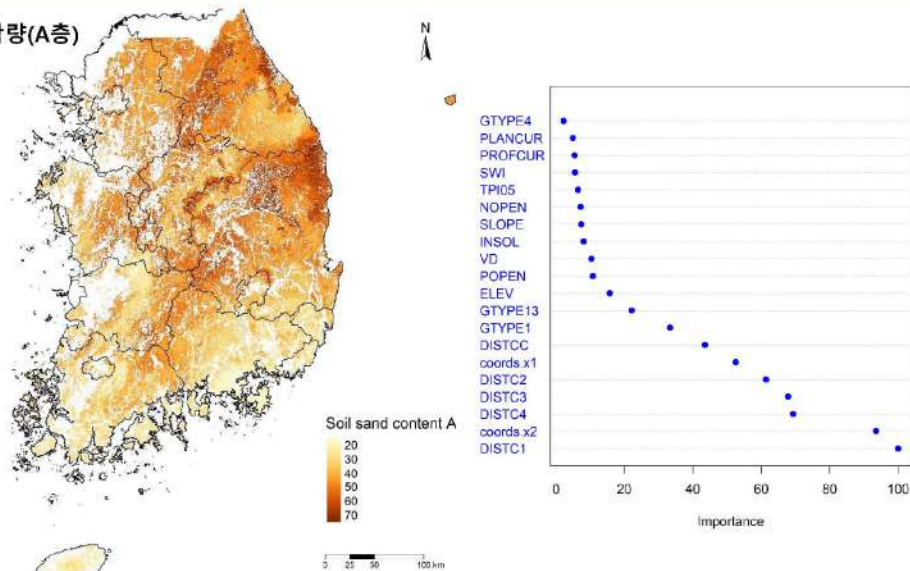


- 하부 사면에서 토심이 깊어짐(TPI05, POPEN), 토양 공간적 자기상관성의 중요성 확인
- 기복량이 큰 지역에서 토심이 깊게 나타나며, 편마암(GTYPE13)과 관련성 높음

- 17 -

디지털 토양도 사례 연구 결과

모래 함량(A층)

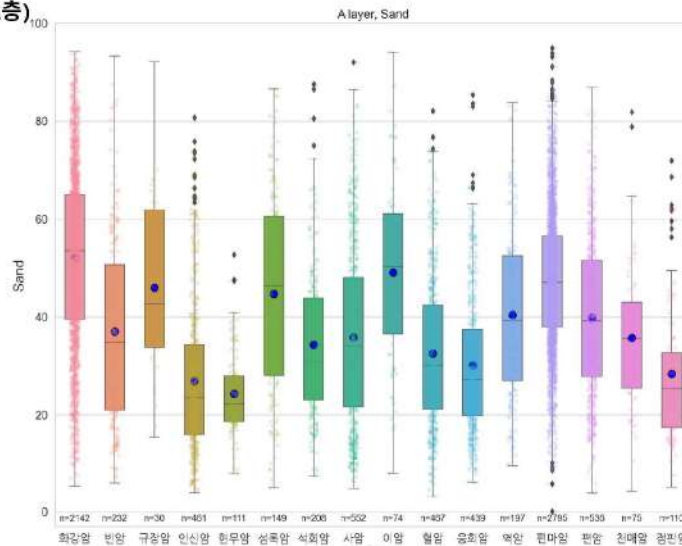


- 화강암(GTYPE1)과 편마암(GTYPE13) 등 조립질 모재가 분포 지역에서 높게 나타남
- 기복이 크고 고도가 높은 지역(ELEV)에서 대체적으로 모래 함량이 높음

- 18 -

디지털 토양도 사례 연구 결과

모래 함량(A층)

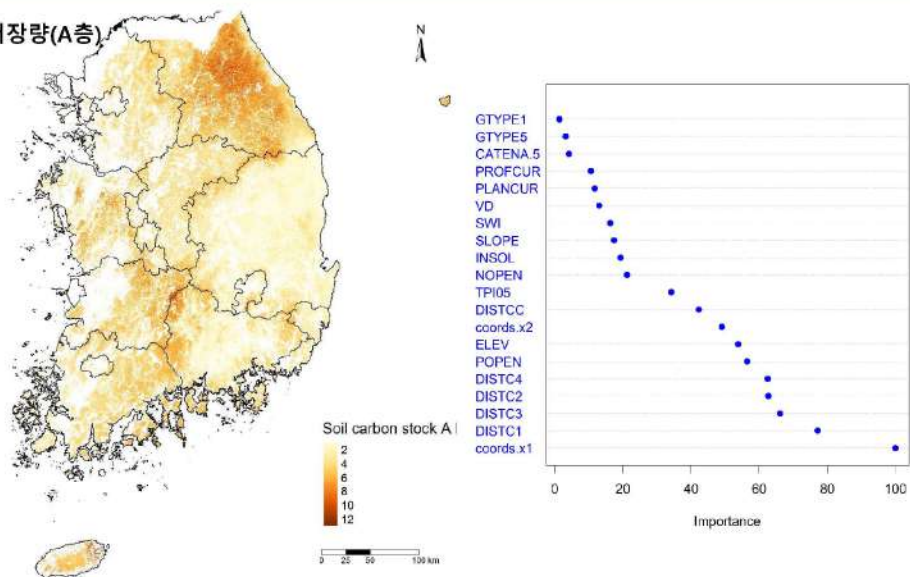


- 화강암과 섬록암, 편마암 등 조립질 모재에서 모래 함량이 높게 나타남
- 반면 세립질 모재인 안산암, 현무암, 응회암에서 모래 함량이 낮게 나타남

- 19 -

디지털 토양도 사례 연구 결과

탄소 저장량(A층)

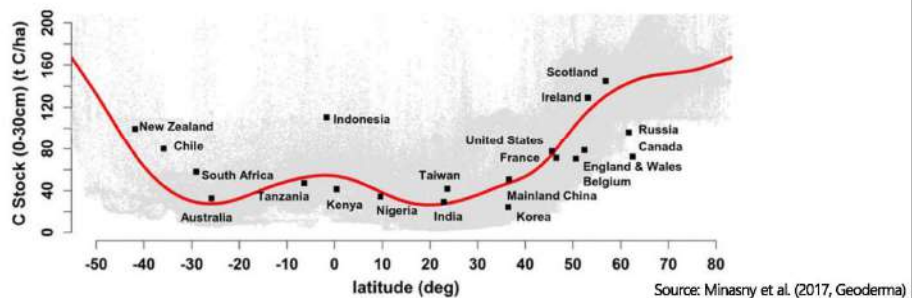


- 고도(ELEV)가 높고 기복량이 큰 지역, 하부 사면(POPEN)을 중심으로 저장량이 많음
- 대체적으로 토양 탄소 저장량이 많은 지역은 활엽수림이 주로 분포하는 지역

- 20 -

디지털 토양도 사례 연구 결과

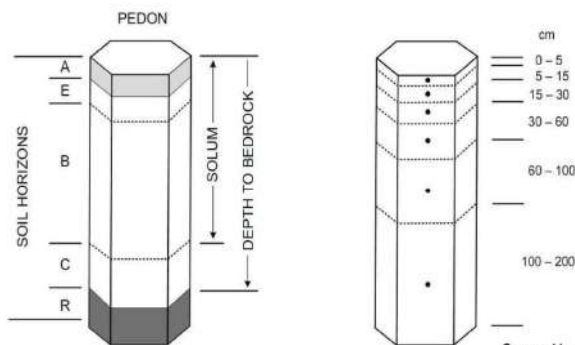
- 예측된 토양 탄소의 단위 저장량은 A층 3.89kg/m^2 , B층(-50cm) 5.34kg/m^2
- Lee *et al.*(2020)의 국내 연구에서 NFI 자료 기반 예측된 산림 토양 탄소의 단위 저장량(0-30cm)은 3.81kg/m^2
- Park *et al.*(2021)의 연구에서 예측된 토양 탄소 저장량(농경지와 산림 포함)
 - 단위 저장량의 경우 0-30cm에서 3.5kg/m^2 , 0-100cm에서 8.7kg/m^2
- 산림 토양 탄소의 단위 저장량(0-30cm)은 비슷한 기후대 결과와 비교했을 때 낮음
 - 독일에서 5.56kg/m^2 (Wellbrock *et al.*, 2017), 유럽에서 7.13kg/m^2 (de Vos *et al.*, 2015)



- 21 -

디지털 토양도 구축 및 활용

- 토양의 공간적 변동성을 디지털 토양도를 활용하여 예측 가능. 하지만 여전히 토양의 수직적 변동성을 충분히 확인하기에는 토양 데이터의 한계가 존재함
- 산사태, 홍수 등 재해 평가, 토양의 물 저장 기능과 기후조절 기능, 토양 보유 기능 등 생태계 서비스 혹은 근지표환경 임계영역 서비스 평가에서 전토층의 정보 필요
- 향후에서는 기존 토양 층위 조사 데이터와 더불어 양적 깊이별 토양조사 및 토양 시료 분석 필요



Source: Hengl and MacMillan (2019)

- 22 -

■ 디지털 토양도 구축 및 활용

■ 토양 공간 데이터 구축



NIX Color Sensor



ASD FieldSpec



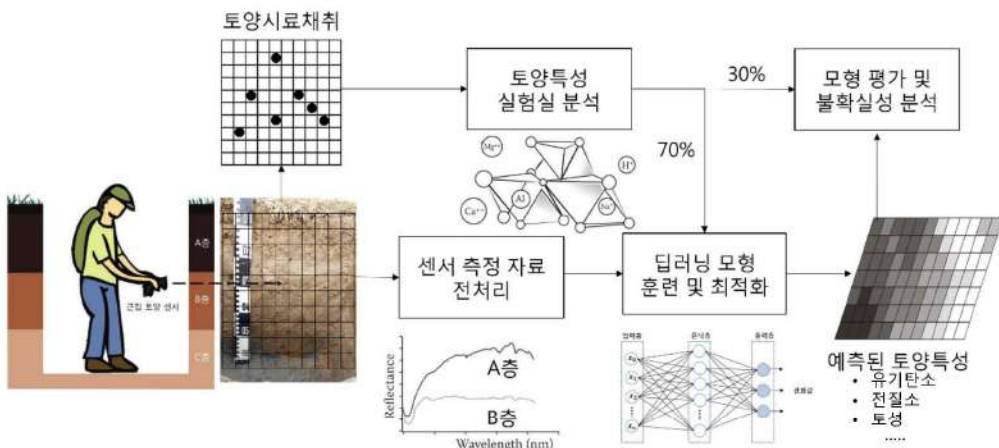
Olympus 휴대용 XRF

- 토양 데이터 구축을 위해 현실적인 비용, 인력, 시간 문제를 어떻게 해결?
 - 컬러 센서, 토양 분광계(spectrometer)와 휴대용 XRF를 활용하여 일부 실험실 토양 분석 대체 가능(Soriano-Disla *et al.*, 2014)

- 23 -

■ 디지털 토양도 구축 및 활용

■ 토양 공간 데이터 구축



- 현장에서 토양 분광계와 휴대용 XRF를 활용하여 토양 분광 데이터를 구축하고 이를 바탕으로 토양 특성 예측 가능 → 토양 분석 비용 절감과 토양 조사 고도화

- 24 -

■ 디지털 토양도 구축 및 활용

■ 토양 공간 데이터 구축

Geoderma 259-260 (2015) 71-80



Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma



Can citizen science assist digital soil mapping?



David G. Rossiter^{a,b,*}, Jing Liu^c, Steve Carlisle^d, A.-Xing Zhu^{e,c}

^a Department of Crop & Soil Sciences, Cornell University, Ithaca, NY 14850, USA

^b Chinese Academy of Sciences, Nanjing Soil Science Institute, 71 E. Beijing Road, Nanjing 210008, China

^c Department of Geography, University of Wisconsin-Madison, 550 North Park Street, Madison, WI 53706, USA

^d Aurora, NY 13026, USA

^e School of Geography, Nanjing Normal University, No. 1 Wenyuan Road, Xianlin University District, Nanjing 210023, China

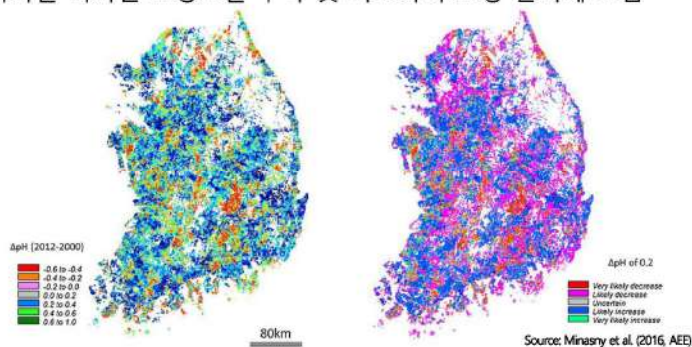
- 시민 과학: 전문적인 훈련을 받지 않은 사람들이 자발적으로 과학 연구의 일부, 혹은 모든 과정에 참여하는 과학 활동

- 25 -

■ 디지털 토양도 구축 및 활용

■ 토양 시공간 데이터 구축

- 디지털 토양도 기반 토양의 시공간적 변동성에 대한 연구 많지 않음(Gasch *et al.*, 2015)
- 국내 사례 연구로 Minasny *et al.*(2012)와 Minasny *et al.*(2016)의 연구가 있음
 - 논토양의 평균 pH가 5.6(2000)에서 5.9(2009)로 증가
 - 반면 산림 토양 pH는 5.9(2010)에서 4.30(2019)으로 감소(구남인 등, 2021)
- 토양의 시공간 변동성을 이해하기 위해 주기적인 모니터링 토양 데이터 구축이 필요. 시기별 디지털 토양도를 구축 및 비교하여 토양 관리에 도움



- 26 -

■ 디지털 토양도 구축 및 활용

■ 다양한 분야에서 디지털 토양도의 활용 가능성

- 식량 생산과 식량안보: 토양 비옥도(Cordell *et al.*, 2009; Amundson *et al.*, 2015; Rossel and Bui, 2015)
 - 작물별 심기에 적합한 적지에 대한 정보 제공, 비료 혹은 석회의 효율적 사용
- 기후변화: 다양한 환경 조건에서 토양 탄소 저장량(Lal, 2004; Minasny *et al.*, 2013)
 - 조절 서비스와 관련된 토양 탄소 저장량을 지도화하고 경제적 가치 평가 가능
- 환경 모델: 고해상도·양적 토양특성(Scull *et al.*, 2003; McBratney *et al.*, 2003; Hengl *et al.*, 2017)
 - 환경 모델에서 필요한 입력자료로 사용, 보다 현실에 가까운 모의 가능
 - 환경 모델과 연계하여 생태계 서비스 평가 및 시계열 변화에 대한 예측 가능
- 토양 생물 자원: 토양 생물의 다양성과 군집의 공간적 이질성에 대한 양적 정보 제공
- 농업 공적개발원조(ODA): 디지털 토양도 기법을 활용하여 개도국의 토양 지리 정보 구축에 도움

- 27 -

■ 디지털 토양도 구축 및 활용

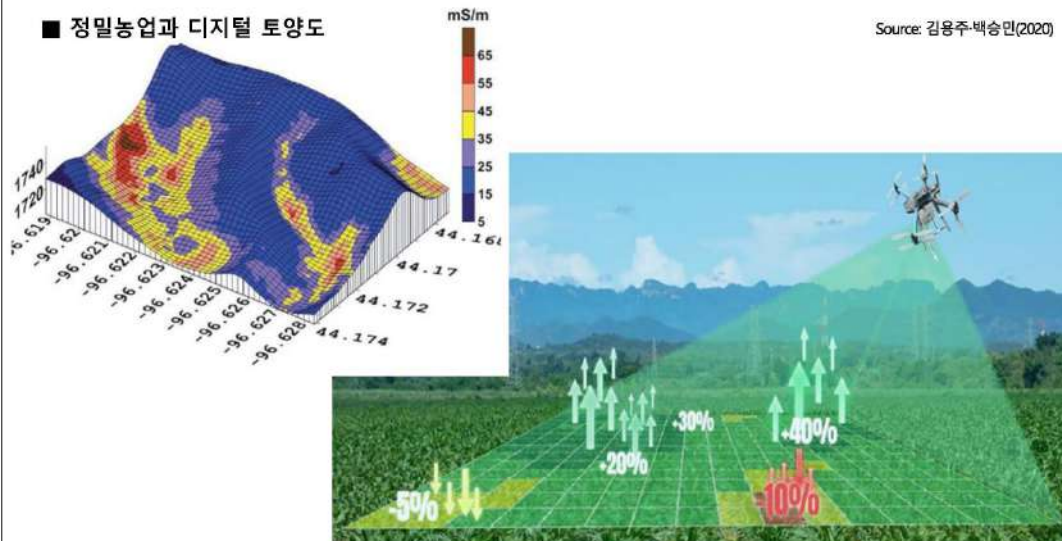
■ 정밀농업과 디지털 토양도

- 최근 지속 가능한 농업에 대한 관심이 높아지면서 스마트 농업이 주목을 받고 있음(Saiz-Rubio and Rovira-Mas, 2020)
- 정밀농업은 농작물의 생장을 관찰하고 토양환경(수분과 영양분 조건)을 측정하여 이를 기반으로 공간적 농경지 관리 및 통제하는 농법을 의미(Oliver, 2010)
- 이를 통해 비료의 투입량을 최소화하면서 동시에 농작물의 생산량을 최대 가능
- 토양에 저장된 영양분의 양을 파악한 뒤 필요한 시점, 필요한 곳에, 필요한 양만을 투입하여 생산량을 높이면서 토양에 남아 있는 비료의 잔존량이나 하천으로 유입되는 양을 줄일 수 있는 친환경적인 방식

- 28 -

디지털 토양도 구축 및 활용

정밀농업과 디지털 토양도



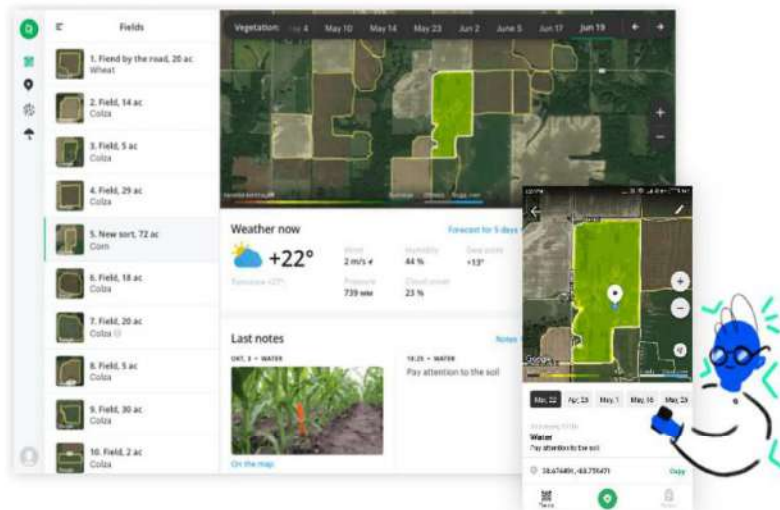
- 데이터 수집은 기초 단계로 토양 환경 데이터를 구축하기 위해 센서, 무인항공기, GPS 등 기기 활용과 매핑(지도화) 기술 필요

- 29 -

디지털 토양도 구축 및 활용

정밀농업과 디지털 토양도

Source: OneSoil



- OneSoil사의 스마트 농장관리로 작물의 생육상태, 비료농약의 필요량 등에 대한 정보를 인공위성영상과 AI 기법을 이용하여 제공(손학기 등, 2018)

- 30 -

디지털 토양도 구축 및 활용

지구 시스템(환경) 모델과 디지털 토양도

Source: Dai et al. (2019) revised

토양 특성	HWSD	GSDE	WISE30sec	SoilGrids	지구 시스템 모델 입력자료
AWC	○	○			JSBACH4
Depth to bedrock				○	
Gravel	○	○	○	○	
Sand, silt, clay	○	○	○	○	BATS1e, CTEM, HTESSSEL, CoLM2014, CLM, SURFEX8.1, SiB (총 20개)
Bulk density	○	○	○	○	CoLM2014
Organic carbon	○	○	○	○	CoLM2014, SURFEX8.1, CLM
pH	○	○	○	○	
CEC	○	○	○		
Base Saturation	○	○	○		
Sodicity(ESP)	○		○		
Total nitrogen		○	○		
Salinity(EC)	○	○	○		

HWSD: Harmonized World Soil Database, GSDE: Global Soil Dataset for Earth system model, WISE30sec: World Inventory of Soil Emission Potentials database

- 현재 이용 가능한 전 세계 디지털 토양도: HWSD, GSDE, WISE30sec, SoilGrids
- 토양 공간 데이터 구축 필요: 토성과 용적밀도, 나트륨도(Na^+), CEC, 중금속 등

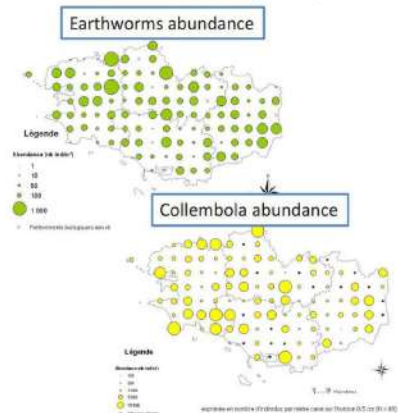
- 31 -

디지털 토양도 구축 및 활용

프랑스 토양 생물 데이터 구축 및 지도화



Source: Bispo et al. (2021, 발표 자료)



- 미래에는 토양 생물군이 토양에 대한 중요하고 광범위한 지표(McBratney *et al.*, 2014)
- 토양 생물군 지도화를 위해 가장 중요한 것 중 하나는 데이터 이용가능성(Arrouays *et al.*, 2021)

- 32 -

■ 결론

■ 디지털 토양도와 토양 관리

- 토양 안보 확보를 위해 신뢰할 수 있는 토양 지리 정보가 필요
 - 토양 역량과 상태의 공간적 이질성 → 토양의 가치 차이 → 디지털 토양 관리
- 디지털 토양도 작성을 통해 토양 특성에 대한 공간적 평가 및 의사결정 가능
- 향후 깊이별 토양 공간 데이터 필요, 나아가 토양 시공간 데이터 구축 필요
 - 토양 생태계 서비스 평가를 위해 다양한 토양 특성에 대해 깊이별 데이터
 - 토양의 시공간 변화에 대한 양적인 토양 정보
- 디지털 토양도는 다양한 분야에서 활용 가능하며 이를 통해 사회·경제적 가치 창출
 - 식량생산과 식량안보, 기후변화 완화, 생태계 서비스 평가, 환경 변화 모의, 토양 생물 자원 등

- 33 -

감사합니다.

수업의 날

수업의 날

MEMO

수업일지

식량안보, 무토양 스마트온실이 정답일까?

한국농어촌공사 농어촌연구원 박사 **이철성**

연락처 : 061-338-5250

E-mail : csleekor@ekr.or.kr



식량안보, 무토양 스마트온실이 정답일까?



2023. 03. 10.

이철성 선임연구원



발표순서

1. 스마트팜 확산 배경
2. 스마트온실 현황 및 문제점
3. 스마트노지 현황 및 전망
4. 결론

0. 용어정의

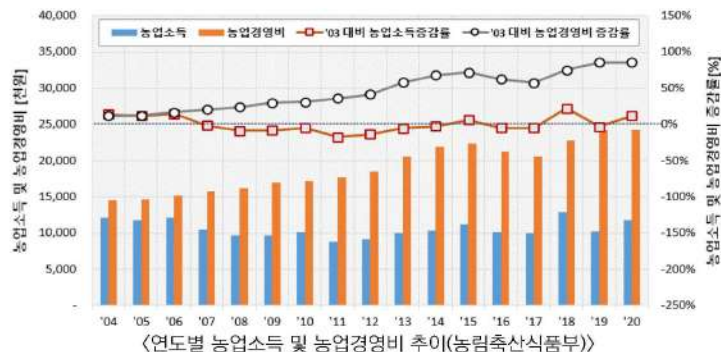
- (식량) 사람이 주식으로 먹는 쌀·보리·콩 등의 곡물
 - **광의**로 해석하면 곡물뿐만 아니라 **모든 음식물의 재료**를 뜻하나 ...
 - * 출처 : 한국민족문화대백과사전
- (스마트팜) 비닐·유리온실 등 시설원에 및 축사 등에 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇 등 ICT기술을 접목하여 작물·가축의 **생육환경을 원격·자동으로 관리**할 수 있는 농장



3

1. 스마트팜 확산 배경 | 국내 농업·농촌 현황

- **농업경영비의 지속적인 증가**에 따라 **농업소득은 지속적으로 감소**하고 있음
 - 지난 15년간 농업소득*은 매년 1.4% 증가한 반면 농업경영비는 연평균 3.8% 증가
 - 농업소득의 증가율이 크게 감소하였음
 - * 농업소득은 순수하게 농사만 저서 얻는 수익
 - '03년 대비 '20년 농업소득은 12% 증가한 반면 농업경영비는 86%나 증가
 - **에너지비용 상승 시 농업경영비 증가 및 농업소득 감소가 예상됨**



4

1. 스마트팜 확산 배경 | 국내 농업·농촌 현황

- 지난 15년간 일반 소비자 물가상승율은 2.1% 쉼 증가하였으나 농업소득 증가율이 물가상승율에 비해 매년 평균 1% 이상 낮게 나타나 농업생산력 저하 및 신규 농업인력유입을 가로막는 원인이 되고 있음
- 농촌인구 또한 **연간 2.5% 이상씩 지속적으로 감소**하고 있으며, 특히 20대~50대 가용노동인구가 매년 크게 감소하고 있음. 반면 60대 이상 고령농의 비율은 지속적으로 증가하고 있으며, **'19년에는 20대 이상 농민의 60%를 넘어섰음**



5

1. 스마트팜 확산 배경 | 스마트팜의 기대효과

시설원예		• 환경·생육 복합 데이터 자동 수집 및 빅데이터화 • 빅데이터 인공지능 기반 작물별 생육환경 제어 • 병충해 관리, 생육 예측 등 최적 의사결정 지원			
		생산성 증가	노동력 절감	투입비용 저감	소득증가
		37.6 ↑	11.1% ↓	3.9% ↓	46.3%
과수·노지채소		• 빅데이터 인공지능 기반 관수·관비, 병충해 관리, 수량 예측 • 유통·소비·경영 데이터 분석을 통한 소득 증대			
		생산성 증가	노동력 절감	투입비용 저감	소득증가
		2.0% ↑	21.3% ↓	7.5% ↓	13.9%
축산		• 영상 분석, 바이오센서 등을 통한 가축의 생체 특성, 건강상태 등 모니터링 • 빅데이터 인공지능에 기반한 최적 사양관리, 질병·성장 예측 등으로 경영비 절감			
		생산성 증가	노동력 절감	투입비용 저감	소득증가
		8.1% ↑	11.7% ↓	4.1% ↓	10.2%

6

1. 스마트팜 확산 배경 | 정부정책 변화

● 스마트농업 육성을 위한 정부정책의 변화

	ICT 융복합 스마트팜 확산대책 (2013)	⇒	스마트팜 확산방안 (2018)	⇒	빅데이터·인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책 (2021)
추진 배경	FTA 대비 농식품 경쟁력 제고 필요		4차 산업혁명 기술을 접목한 스마트팜 확산으로 농업경쟁력 제고와 청년 유입 촉진 필요		고령화·기후변화 등 농업문제 대응 강화를 위해 빅데이터·인공지능 활용기술 농업 전 분야로 확산 필요
비전	창조적 ICT 융복합 농업 확산으로 농촌활력 및 농식품산업의 미래성장산업화		스마트팜에서 커가는 혁신농업 미래		스마트농업 확산 및 고도화를 통한 농업 혁신 가속화
목표	- ICT 융복합 활용 7,000농가 - 유통 경영체 100개소 보급 6차산업화 주체 50개 마을 육성		22년까지 스마트온실 7,000ha, 스마트축사 5,750호 22년까지 스마트팜 혁신밸리 4개소		2025년까지 스마트온실 8,000ha, 스마트축사 9,000호 보급 - 스마트농업 경쟁력 강화(기술격차 축소) - 스마트농업 전문인력 양성
추진 전략	- ICT 융복합 성과모델 개발·확산 - ICT 산업 생태계 조성 - 기초 인프라 확충		- 스마트팜 청년 창업생태계 조성 - 스마트팜 산업인프라 구축 - 확산 거점인 스마트팜 혁신밸리 조성		- 농업 빅데이터·인공지능 인프라 구축 - 스마트농업 거점(혁신밸리) 육성 - 한국형 스마트팜 수출 활성화

7

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 해외 스마트농업

● (네덜란드) 좁은 면적의 효율적 활용을 통해 생산성 극대화를 위한 **첨단유리온실** 중심



● (미국) 영농규모가 큰 **노지의 정밀농업*** 중심으로 스마트농업 활성화

* 정밀농업: 토양 및 작물 생육특성에 맞게 비료, 물, 노동력을 최소투입하면서 생산량은 최대화 시키는 생산방식



8

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 보급현황

• 농촌위기 극복 방안으로써의 스마트온실

- 생산성이 높은 스마트온실의 확산을 통해 농촌의 경쟁력 향상 및 지속가능한 발전 기여
- 청년유입 및 농업경쟁력 확보를 위해 스마트팜 도입정책을 추진 → 스마트팜혁신밸리



〈전남 고흥〉



〈경남 밀양〉



〈경북 상주〉



〈전북 김제〉



〈김제 스마트팜혁신밸리〉

9

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 보급현황



〈교육센터〉



〈관리센터〉



〈임대농장〉



〈정주공간〉



〈데이터센터〉



〈연구개발〉

10

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 보급현황

- 한국농어촌공사는 스마트온실 사업을 정부 및 각 지자체로부터 위탁받아 수행 중
 - 추진실적 : 8개 사업, 83개 지구, 793ha, 8247억원
 - 22년 정부보급목표 7,000ha 달성된 것으로 사료됨

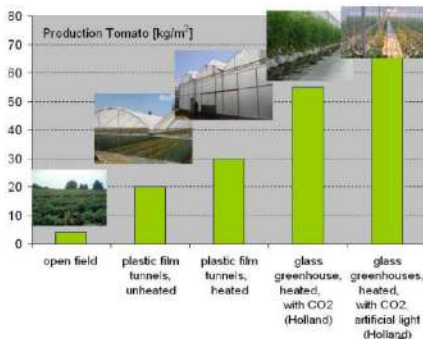
사업명	주요추진내용
스마트혁신밸리	첨·중공업 기술혁신등스마트팜 거점단지 조성 (4지구, 120ha, 4154억)
스마트팜온실가죽	ICT 등 융복합시설을 포함한 온실산업특구 (27지구, 332ha, 862억)
스마트원예단지	스마트팜전용단지기반조성 (11지구, 210ha, 514억)
경정살충제대응장	첨·중농업기술습득을 위한 양대응장 (54지구, 14ha, 428억)
지역특화양대형팜	기반조성 및 양대형스마트팜조성 (9지구, 60ha, 1868억)
바이오항온단지	첨단온실특화 모델 생산단지 조성 (1지구, 18ha, 322억)
비축농자스마트팜	비축농자양대형스마트팜조성 (12지구, 6ha, 45억)
첨단스타트업단지	첨단스타트업단지기반조성 (2지구, 6ha, 54억)



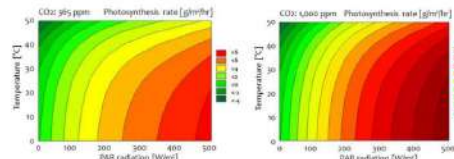
2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 문제점

- 스마트온실의 장점
 - 온실 내 CO2 농도를 높이면 작물의 생산성 및 품질이 크게 향상
 - 일반 노지 대비 생산성이 크게 높음 : 고품질의 작물 생산량 10배 이상

온도조절을 위한 냉난방 및 일조량 부족 시 보광등을 활용한 생산성 증대
→ **에너지소비량 증가**



〈토마토의 재배방식별 생산량〉



〈CO2 농도에 따른 광합성률 차이〉

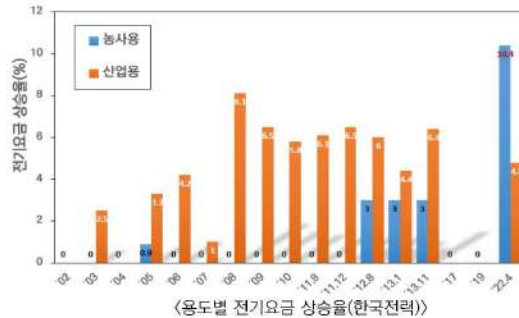


〈보광등의 사용〉

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 문제점

● 국제유가 상승의 영향 - 전기요금 상승

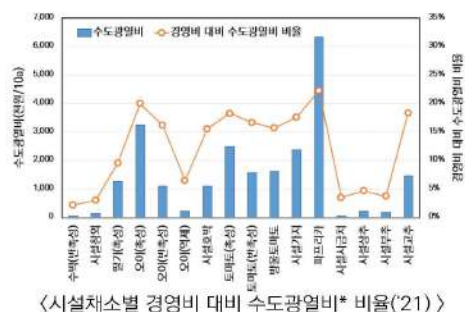
- 농사용 전력소비량은 매년 지속적으로 증가('07년 대비 2.5배)
- (한국전력) '22년 30조원 적자 → 고유가에 따른 연료비 인상분 반영
- 연료비 원가변동분이 전기요금에 반영 됨에 따라 농가 경영비 ↑, 농업소득 ↓



13

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 문제점

- 시설채소 46,419ha 중 무가온 온실이 64%, **가온온실이 36%**로 조사되었음. 가온온실의 사용연료는 대부분 유류로 나타났으며, **등유 및 경유를 가장 많이 소비**하고 있음
- 난방비(수도광열비)는 작물에 따라 경영비의 15~20%를 차지 → 일반적으로 **전체 경영비의 30%~40%(최고 60%)**로 비중이 매우 높음
- 유가에 취약해 에너지 비용 상승시 농가소득도 감소



* 수도광열비 : 작물 생산과 관련하여 물사용에 소요되는 비용 및 사용한 유류, 가스, 전기, 석탄 등의 비용

14

2. 스마트온실 현황 및 문제점 | 문제점

최저시급 안 나오는 농업 현실

〈2023.02.17일자 옥천신문〉

365일 법정근로시간 넘어
일하는 농민들

지난해 순수익 계산해보니 임금노동자
최저 월급 200만원 못미치는 50만원꼴

물가상승속 상관없이 등락하는
농산물 가격·오르기만 하는 생산비

깻잎 생산 농민 A씨 부부		딸기 생산 농민 B씨 부부	
연수입		연수입	
농민수당	+50만원	농민수당	+50만원
직불금	+120만원	직불금	+120만원
판매수입	+6천29만원	판매수입	+1억2천693만원
수입합계	+6천199만원	수입합계	+1억2천863만원
연지출		연지출	
토지 임차료	-250만원	시설 투자 대출금 상환	-250만원
토지 매수 대출금 이자 상환	-56만원	난방용 등유비(100%↑)	-1천250만원
난방용 전기료(30%↑)	-300만원	난방용 전기료(30%↑)	-2천만원
인건비	-420만원	하우스 보수비(20%↑)	-750만원
농작업 대행비	-120만원	인건비	-5천600만원
방제 및 퇴비 구입 비용(최고 200%↑)	-500만원	방제 및 퇴비 구입 비용(최고 200%↑)	-1천만원
봉지값(80%↑)	-500만원	박스 및 스티로폼 포장비(20%↑)	-490만원
박스값(20%↑)	-180만원	운송비	-300만원
작목반 연회비	-150만원	지출총계	-1억1천640만원
지출총계	-2천476만원	연순수익	+1천223만원
연순수익	+3천723만원		
=3인 가족 생활비 = 1인당 연봉 1천861만원꼴 "365일 연중수확하므로 월급 155만원꼴" (2023년 최저월급 약 200원) =2021년 기준 연평균생활비 2천185만원의 85% 수준		=2인 가족 생활비 =1인당 연봉 611만원꼴 "365일 영농활동하므로 월급 50만원꼴" (2023년 최저월급 약 200만원) =2021년 기준 연평균생활비 2천185만원의 27% 수준	

15

3. 스마트노지 현황 및 전망 | 스마트노지 농업 현황

- (미국) 영농규모가 큰 **노지의 정밀농업*** 중심으로 스마트농업 활성화



- 민간중심의 ICT 기술 융복합 및 첨단 농기자재 활용사업 진행



〈'23년 CES 기조연설〉



〈일본 빅데이터플랫폼 와그리(WAGRI)〉

16

3. 스마트노지 현황 및 전망 | 스마트노지 농업 현황

- (국내동향) 정부 중심의 ICT 기술 융복합 및 첨단 농기자재 활용사업 진행
- 농림축산식품부의 「노지 스마트농업 모델 개발 실증사업」(‘18)
 - 59 농가(5개 지역) 선정하여 스마트 관수장치 보급 및 기술 실증
 - 관수장치, 원격제어 등 성과를 거두었으나 관련 기술은 개발단계
 - 토양 수분 센서의 신뢰성이 없어 작물별 관개제어 모델 미확립
- 現 노지스마트농업의 한계점(농림축산식품부)
 - 대부분 자동관수모델에 집중되고 관련기술은 개발단계에 머물러 있음
 - 실용화 단계의 노지스마트농업 장비 및 현장 전문가 부족
 - 농지의 형상/경사도가 다양, 농업인이 영세·고령으로 신기술 수용에 보수적
- 국산 농기자재의 경쟁력이 낮고 기술 수준 차이가 커 외산 의존도가 높음
 - 국산 농기자재 기술수준은 해외 최고기술 보유국 대비 약 70%(5년 격차)

17

3. 스마트노지 현황 및 전망 | 스마트노지 농업 현황

- (‘21.12) 빅데이터·인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책(안) 발표
- 농업인구 감소 및 고령화에 대비 첨단 무인·자동화 기술을 적용한 노지 농업 디지털 전환 시범단지 조성
 - IoT 기술이 적용된 첨단 농기계 및 자동 관·배수 시스템 등에 대한 통합 관제모델 구축
 - 무인·자동 농업생산을 위한 빅데이터·인공지능시스템 구축
- 노지작물 주산지에 지역·품목별 문제 해결형 스마트 서비스·장비 현장적용 확대
 - 기존 농가를 대상으로 ICT 관수·관비, 스마트 농기계(드론, 무인트랙터 등), 유통시설 스마트화(APC 등) 종합지원
 - 환경·생육·병충해 등 데이터 수집·분석 및 활용서비스 제공으로 노지 농가의 빅데이터·인공지능 활용을 지원
 - 안동 사과, 과산 콩, 나주 첨단 무인·자동화 농업생산 시범단지

18

위치: 경상북도 안동시 사업기간: 2020년~2022년(3년) 면적: 65.6ha 농가수: 56농가 90구역 총사업비: 총 245억원



데이터로 일궈가는 알콩달콩[®] 괴산
괴산 노지스마트농업 시범사업 종합계획도



3. 스마트노지 현황 및 전망 | 스마트노지 거점(나주)



21

3. 스마트노지 현황 및 전망 | 스마트노지 구축현황

	첨단 무인자동차와 농업생산 시범단지		노지스마트농업 시범사업(안동)		노지스마트농업 시범사업(과산)		
위치 (면적)	전라남도 나주시(53.2ha)		경상북도 안동시(65.6ha)		충청북도 과천시(52.0ha)		
기간 (사업)	2020.01~2023.12(4년, 400억원)		2020.01~2022.12(3년, 245억원)		2020.01~2022.12(3년, 252.6억원)		
비전	지속가능한 첨단 무인자동차와 농업 단지 조성		국내 사과 재배지 여건 맞춤형 스마트농업 모델 구축		데이터를 통한 전환과 혁신의 스마트농업 구축		
목표	·지능형 첨단플랫폼 구축 ·무인자동차와 농기자재 실증 ·데이터기반 정보화시스템 구축		·스마트 솔루션 적용 ·빅데이터 플랫폼화 ·미래과원 모델 제시 ·스마트업능 표준화		·작물별 맞춤형 농업 ·데이터 기반 서비스 제공 ·스마트 혁신(신기술 실증) ·스마트 농업인 육성		
추진 내용	단계	노지스마트 1.0 (~2023)	노지스마트 2.0 (~2028)	기술	세부내용	기술	세부내용
	목 표	파종/육묘 자동화 원격 모니터링/제어 최적 육묘/환경기준	AI기반 병충해 관리 육묘 이송 자동주행 AI기반 최적육묘/환경	관수·관 비	토양상태 및 기상정보 모니터링 관수·관비 원격/자동제어	통합플랫폼 빅데이터	생산·유통 통합플랫폼 구축
	경 운·정 지	자동주행 트랙터(LV2) 원격모니터링, 제어 최적 경운시기 정보	자율작업 트랙터(LV3) 자동주행 및 자율작업 AI기반 경운시기 예측	생육·병 충·모 니터 링	무인 드론 및 시가메라로 정보수집 T파로몬트랩+영상분석시스템 드론 활용 식생지수 산출 및 분석	자동 관수	지중점적, 스프링클러, 지표점적관수
	이 양	자동주행 이앙기(LV2) 영역·트랙링 제어 진단 최적이앙시기 정보	자율작업 이앙기(LV3) 자동주행 및 자율작업 AI기반 이앙시기 예측	병해 및 유해조류 방지	원격제어 무인방제시스템 AI유해조류인지 시스템 드론 활용 인공수분, 방제, 시비등	스마트 농작업	스마트 농기계(자동주행 트랙터)
	생 육	IoT센서기반 자동관수 원격 시비/방제(LV1) 관수/시비/방제 정보	AI기반 자동관수시스템 자율 시비/방제(LV2) 잡초 제거 로봇 AI기반 관수/시비/방제	자양·영 양 방 지	기상정보연계 처리/일소파해 방지 ※사과·미사살수/영양분상관, 일소·자양막	병충해 예찰	트랩 + 모니터링시스템 연계
	수 확	자동조향 콤바인(LV1) 원격모·트랙링 제어 진단 최적수확시기 정보	자율주행 콤바인(LV2) 단차내 자동주행 AI기반 수확시기 예측	미래 과 원	미래과원 조성 AI의사결정시스템 웨어러블 슈트, 무인제초기 등 도입	유해조수	유해조수 인식/퇴치시스템
				통합 솔 류 안	농가 및 사업단의 데이터관리를 위한 통합플랫폼 구축	생육진단	생육진단 및 수확량 예측 시스템
						사과·배	광역살포기
						자양·영양	세균, 예찰병해충 오염원제거
						SPC 스마트	선별 품질 제고, 선별데이터, 이력 관리

22

3. 스마트노지 현황 및 전망 | 스마트노지 구축현황

첨단 무인자동차와 농업생산 시범단지(나주)		노지스마트농업 시범사업(안동)		노지스마트농업 시범사업(과산)	
■ 미래형농경지 시범단지 조성(7,066백만원)		■ 자동차와 장비·기계 지원(9,500백만원)		■ 자동차와 장비·기계 지원(9,500백만원)	
구분	세부내용	구분	세부내용	구분	세부내용
토목	(수령장) 농경지 인계로 방파제 지반수 양자상 설치 (영양제) 철근콘크리트 축조물 고관한 철근형의 구축제 (7미터) 관수관 구축 철근콘크리트 방파제 7천여 도랑지 등	관수·관리	자동 유량제어 장비	스마트농기계	자동방제 장비 및 자동 농기계 스마트화
		생물 병해충 모니터링	식, 해충, 생물병해충 모니터링 등	병충해 예방	병충해 예방 및 방제용 운영
		무인방제 유닛류 설치	무인방제 시스템, 유닛류 설치 등	생물다양성 예측	생물다양성 예측 장비 및 분석 프로그램 구축
		자동방제 장비	자동방제 장비, 일일방제 장비 등	유량수 인식 및 제어	유량수 인식 및 제어 시스템
		영상촬영	대안방제용 CCTV	방파제 자동제어	방파제 자동제어 장비 구축
		이동통신	제외통신망으로 이동통신망 도입 등	환경관리	환경 관리, 토양관리 등
				영상 촬영	CCTV 및 영상관리 구축
				통신망	지정된 구역(영남권) LoRa망, VHF망
				부속품	공용방제, 자동방제, 자동방제
■ 무인 자동차와 관제시스템 및 관제센터(21,383백만원)		■ 기초시설 스마트화(7,000백만원)		■ 유량의 스마트화(7,760백만원)	
구분	세부내용	구분	세부내용	구분	세부내용
통신망	데이터 센터, 무인 자동차와 농작업, 실시간 모니터링 등 시범단지의 무인자동차를 위한 시스템 구축	관수·관리	자동방제용 구축	SPC 스마트화	생물다양성 및 자동방제 및 장비 스마트화
건축	단지 관리·운영 위한 관제센터, 농기계, 무인자동차 등	생물 병해충 모니터링	식, 해충, 생물병해충 모니터링 등	스마트농기계 스마트화	유량 스마트화 운영 시스템 개발
		무인방제 유닛류 설치	무인방제 시스템, 유닛류 설치 등	스마트농기계 스마트화	농기계 스마트화, 자동방제 스마트화 등
		영상촬영	CCTV 및 영상관리	부속품	공용방제, 자동방제, 자동방제
		이동통신	제외통신망으로 이동통신망 도입 등		
		자동방제 장비	자동방제 장비, 일일방제 장비 등		
		영상촬영	대안방제용 CCTV		
		이동통신	제외통신망으로 이동통신망 도입 등		
■ 첨단 무인 자동차와 농기계 도입(5,226백만원)		■ 기초기반조성(5,000백만원)		■ 기초기반조성(5,000백만원)	
구분	세부내용	구분	세부내용	구분	세부내용
농기계	트랙터, 이앙기, 콤바인, 드론 등 첨단농기계 도입	관수·관리	데이터수집 등	지정된 구역	지정된 구역, 자동방제, 스마트화 등
		생물 병해충 모니터링	식, 해충, 생물병해충 모니터링 등	통신망	신규 LoRa망 및 자동방제 구축
		무인방제 유닛류 설치	병충해 예방 및 방제용 장비	부속품	공용방제, 자동방제, 자동방제
		영상촬영	관제, 영상관리 구축	부속품	공용방제, 자동방제, 자동방제
		이동통신	제외통신망으로 이동통신망 도입 등		
■ 부대경비(6,325백만원)		■ 사업단운영(3,000백만원)		■ 사업단운영(3,000백만원)	
					

4. 결론 | 요약

- 지금까지 국내 스마트 농업은 좁은 면적의 효율적 활용을 통해 생산성 극대화를 위한 스마트온실 중심으로 수행
 - 최첨단 설비 도입을 위한 높은 초기 투자비(유리온실 40억/ha, 비닐온실 36억/ha)
 - 에너지비용 상승 시 농업경쟁비 증가로 농업소득이 감소
 - 딸기, 토마토, 파프리카 등 일부 품목에 편중
- 스마트온실과 함께 스마트노지 확대 보급으로 식량안보 확보
 - 노지작물 위주의 다품종 농업경영이 수행되고 있음
 - 스마트노지 보급으로 농촌지역 인구감소 및 고령화 문제 해결
 - 기술도입수준에 따라 스마트온실 대비 적은 초기투자비용으로 노동력 저감

MEMO

수업일지

스마트 토양관리, 지속가능한 농업의 시작

국립농업과학원 박사 **이예진**

연락처 : 061-238-2446

E-mail : leeyj418@korea.kr





스마트 토양관리 지속가능한 농업의 시작

2023. 3. 10.

이 예 진

1



CONTENTS

발표순서

- 1 토양의 위기와 농업여건 변화
- 2 스마트 토양관리 시스템, 휴토람
- 3 스마트 토양관리 발전방안

2

1 토양의 위기와 농업여건 변화



3

토양의 가치



출처 : FAO

4

농업여건 변화...토양의 위기



위기 요인

- 기후변화
- 무분별한 개발
- 집약농업(고투입 농업)
- 환경오염
- 원자재 가격 상승
- 노령인구 증가
- ...

출처 : FAO

5

농업여건 변화...토양의 위기

기후변화와 물 부족



토양오염



농경지 감소



양분불균형



식량수급 문제 심화



농업여건 변화...토양의 위기=식량생산의 위기

UN은 토양이 60년 이내에 심각하게 손실될 것을 예측...
유엔사막화방지협약에 따르면 토양 황폐화의 영향으로
2050년까지 전 세계적으로 식량, 생태계 서비스 및 소득 손실이 총 23조 달러에 달할 수 있어...



7

지속농업을 위한 농업환경 보전정책 수립

EU	미국	영국	대한민국
- 지속농업을 위한 '농장에서 식탁까지' 정책 시행 - 토양 비옥도 유지와 양분과잉 해소를 위한 비료 적정사용 유도 (통합적 양분관리 계획)	- 환경을 보전하며 영농활동을 하도록 금융, 기술 지원 (환경질개선지원 프로그램) - 농경지 보전활동에 인센티브 제공 (보전책무 프로그램)	- 환경보전 활동을 실천하는 농업인, 토지 관리자 등을 대상으로 인센티브 지급 (농촌관리 정책) - 의무적으로 활동에 대한 기록, 점검 필요 (비료관리, 토양침식 위험 평가, 토양검정 등)	'19년 농업환경보전 프로그램 사업 시행 '20 공익직불제 시행 (농업환경보전활동에 대한 준수 의무, 이행점검 및 직불금 지급)

출처 : KREI (2020)

8

2 스마트 토양관리 시스템



9

스마트 토양관리를 위한 기반 기술 개발

◆ 농촌진흥청 토양비료과의 역할

토양정보의 구축 및 서비스

토양 물리성 관리기술, 물관리 기준 설정

농경지 토양 비옥도 진단 및 관리기술

비료사용기준 설정 및 양분수지 평가

비료자원 활용을 통한 토양탄소 증진 기술



농업인

지속적 작물생산을 위한 토양관리
물, 비료자원 절약



소비자
국민

농산물 공급안정, 깨끗한 농촌환경
토양의 중요성 인식



산업체

비료생산, 센서개발, 컨설팅 등



정책반영

농업환경보전 정책 시행
(공익직불제, 친환경농업 등)



연구자
지도자

토양관리 기술 개발,
토양전문가 양성, 국내외 현안대응

10

스마트 토양관리 시스템 휴토람 (<http://soil.rda.go.kr>)



11

■ 하루하루 연혁

토양조사 및 토양환경지도 구축

연도	조사내용	비고
1964~1979	● 개략토양조사(1:250,000, 1:50,000) - 전국토 9,577천 ha, 우리나라 토양종류 378개 확인 ● 시군별 토양도 발간 - 농경지의 토양적성등급 설정	정밀토양조사사업
1980~1989	● 정밀토양조사(1:25,000) - 토양의 형태적 특성, 토양 화학성 검정(논 1,217천 ha, 650천) - 적정시비 및 토양개량방법 제시	농토배양 10개년 사업
1995~1999	● 밭 세부정밀토양조사(1:5,000) - 토양의 형태적 특성, 토양 화학성 검정(밭 704천 ha, 1,166천) - 모전농법 적성등급도 재검	밭 세부정밀토양조사 사업
1998~현재	● 토양검정 DB - 농경지 6,760천 필지의 토양 화학성 분석자료 DB구축	농경지 토양 조사 성적 DB와 구축사업 (토양 비옥도 DB)
1998~2005	● 전국 수지토양도 구축 - 1:5,000(16,620도엽), 1:25,000(780도엽) 1:250,000 - 토양도 매타데이터, 전국 토지 이용도 구축(1:5,000, 16,620도엽)	토양도 전산화 사업 (수지토양도 DB)
2002~2006	● 한국의 토양정보 - 토양 GIS주제도 50종, 작물 재배적지 61작물, 토양관리처방 104작물, 행정단위별 통계 82종 - 토양도, 지적, 농지원부 전국 연계	농업도양정보시스템
2007~2011	● GIS기반 농업환경정보시스템 구축	
2012~현재	● 토양환경정보시스템 고도화 - 토양환경지도 50종, 작물별 토양적성도 66작물, 비료사용처방 227작물	토양환경정보시스템

12

| 휴토람 연혁

비료사용처방 시스템 변천사



13

| 휴토람 시스템 구성



14

| 휴토람 제공 정보

| 디지털 토양환경지도

토양조사를 통해 구축한 토양특성 정보를 기반으로 작물재배에 적합한 토양에 해당하는지 알려주는 지도 서비스

* 농지은행(농어촌공사)과 연계로 농지매입, 작물선택 의사결정 지원

농지은행 임대·매매 건수 : ('20 상반기) 37천건 → ('21 상반기) 51천건

해당 지역의 토양특성 정보를 이용하여 종합적인 영농의사결정 지원

* 토양 적성도 : 67작물, 토양환경지도(GIS 주제도) : 50종

15

| 휴토람 제공 정보

| 토양검정 · 비료사용처방 처방

농업기술센터 토양검정 휴토람 등록

→ 토양검정 결과 및 비료사용처방 서비스(227작물)

* 농업기술센터(153개소) 비료관리 시스템 활용

* 공익직불제, 농산물인증, 퇴액비 처방, 토양개량제 공급 등

비료 적정량 사용으로 토양 건강성 제고, 온실가스 감축

* 비료처방 활용 시 온실가스 26.7만톤 감축, 토양 양분집적 개선 효과

16

I 흙토람 제공 정보

농업환경정보 DB 구축

- 농경지 토양 물리, 화학성 등 농업환경자원 DB 구축
- * 농업자원과 농업환경의 실태조사(친환경농어업법)
- * 국가 농경지 환경자원 데이터센터 지정('21.12)



국가 농경지 현황 데이터 구축으로 농업환경 보전 정책 수립 등 활용

19

I 국제협력 기술지원

FAO, 아시아 토양정보 시스템 구축



<베트남 유기탄소지도> <네팔 토양정보시스템> <국제 컨퍼런스>

- 농진청, FAO GSP(국제토양파트너십) 공동 아시아 디지털 토양특성 지도 제작
- 국제토양표준분류에 따른 아시아 토양분류 표준화
- ICT 기반 디지털 토양특성 지도(86종) 제작
- Soil Atlas of Asia 발간(48국, 12개 토양특성 지도)
- FAO 토양정보포털(GLOSIS)에 토양정보 제공

세계은행, 농경지 비옥도관리 지식공유



- 농진청, 세계은행 지식공유플랫폼에 「농경지비옥도관리 학습과정」 지원
- * 개도국의 기술교육 활용, 월평균 이용자 20만명
- 농진청-세계은행 공동 우즈베크 기술연수 지원('22)
- * 우즈베크 농업현대화 사업 추진을 위한 디지털 토양 관리 기술 컨설팅

국제 협력을 통한 토양관리 기술지원으로 국가 위상 제고에 기여

20

3. 스마트 토양관리 시스템 발전방안



21

지속농업을 위한 토양 관리의 원칙

1. 토양 침식 방지(토양 피복)
2. 토양 복원(표토 관리, 토양구조, 탄소증진 등)
3. 토양 생태계 기능, 물 공급, 수질 유지
4. 토양 생산성 증진(비옥도, 양분관리)
5. 지식 등 확장된 서비스 개발(정보제공)
6. 토양의 중요성을 소통(경제-사회-환경-정책)

출처 : UN global compact (2016)

22

스마트 양분관리 시스템

농업환경 보전을 위한 양분 투입 관리 정책

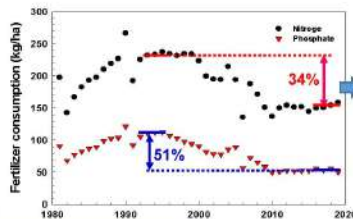
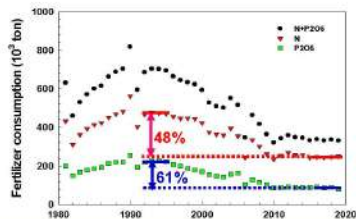
국가	정책 및 프로그램	내용
캐나다	4R (Right Source, Right Rate, Right Time, Right Place)	• 양분을 적정량, 적정 시기, 적정 장소에 사용하도록 관리 지침 제시 • 양분 요구량에 근거한 양분 투입 (양분 균형 방정식 사용)
미국	Comprehensive Nutrient Management Plan (CNMP)	• Manure Management Plan(MMP) • Nutrient Management Plan (NMP) • Animal Waste Management (AWM) • 분뇨의 총량, 토양, 작물의 양분요구량 등을 예측하는 프로그램 • 생산자가 작물 양분요구량에 따라 가축분뇨 처리를 위한 토지를 확보하도록 도움 • 농지의 양분 관리 가이드라인으로 양분관리 표준을 수립하고 관리 • NRCS에 기초한 양분을 적용할 수 있는 충분한 토지자원 확보 • 분뇨 발생량을 예측하여 처리하는 관리 시스템
EU	질산염 지침	• 질소지침을 통해 농경지 양분투입 상한선 설정 및 관리 • 토양에 사용 가능한 가축분뇨량 제한(N:170 kg/ha)
스웨덴	인기준 시스템 STANK(computer program)	• 농가에서 양분 투입 관리를 하고, 분뇨 투입에 따른 양분함량, 암모니아 손실 등을 산정하여 양분수지를 관리하는 농장 입출력 회계 시스템 • 최대 22 kg의 분뇨 내 인 적용
영국	Professional Nutrient Management (PNMG)	• Tried and tested, PLANET • 양분 관련 의사 결정 및 기록을 위한 소프트웨어로서 농경지 세부사항, 농가 조치 사항 등 기록

23

스마트 양분관리 시스템

우리나라 농업현황 (양분투입 : 비료 사용, 가축분뇨 발생)

'90년대 이후 무기질비료 사용량 감소 추세



단위면적당 무기질비료 사용량은 유지되는 상태

연도	비료 소비량(10 ³ ton)			단위면적당 비료 소비량 (kg/ha)		
	질소(N)	인산(P ₂ O ₅)	계	질소(N)	인산(P ₂ O ₅)	계
'80년대	430.3	197.9	628.3	200.5	92.2	292.8
'90년대	451.0	203.2	654.2	228.0	102.5	330.5
'00년대	322.3	129.7	452.1	178.1	71.6	249.7
'10년대	252.1	88.1	340.2	136.6	47.7	184.4

'16~'19년 평균 비료필요량(표준시비, kg/ha) : 질소 120, 인산 62.5

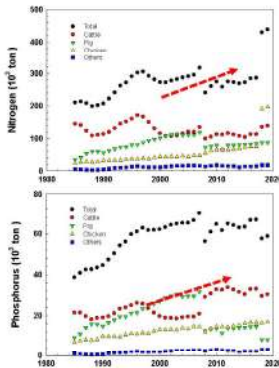
표준시비량을 준수하여 비료 사용

24

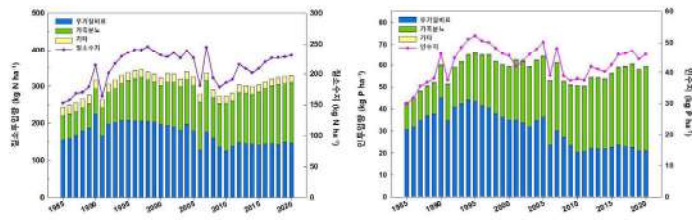
스마트 양분관리 시스템

우리나라 농업현황 (양분투입 : 비료 사용, 가축분뇨 발생)

가축분뇨에 의한 질소, 인 배출량은 증가 추세



<가축분뇨에 의한 양분발생량>



<비료, 가축분뇨의 질소, 인 투입량과 양분수지>

➢ 가축분뇨 발생량의 감축과 비료와 가축분뇨 퇴액비의 균형 공급이 필요

25

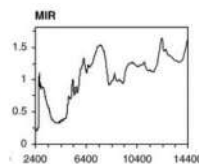
스마트 양분관리 시스템

비료 처방부터 농경지 양분투입 관리까지, 양분 통합관리 시스템

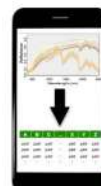
1. 토양검정 비료처방 확대 : 근접토양 센싱 활용 비료사용처방 시스템



MIR 근접 토양센싱
(토양이화학성 동시 측정, 시료당 1분)



Library로
분석값 확인



현장에서 토양양분상태와
비료추천량을 확인

26

스마트 양분관리 시스템

비료 처방부터 농경지 양분투입 관리까지, 양분 통합관리 시스템

2. 비료 처방 - 사용 정보의 연계



- (정책부서) 공익직불제 화학비료 사용기준 준수 이행점검, 비료절감 정책의 효과 분석
- (지도부서) 맞춤형 양분관리를 위한 비료 과다 사용 농경지 현황 파악
- (연구부서) 지역단위 양분수지 평가, 비료사용기준 보완 등

27

스마트 양분관리 시스템

비료 처방부터 농경지 양분투입 관리까지, 양분 통합관리 시스템

3. 위치 기반 농경지 양분관리 시스템 구축

농장단위 작물 재배현황, 양분필요량, 양분투입(비료, 퇴액비 사용 등), 생산량 등 통합관리

→ 농업환경 보전활동의 실질적 이행점검 가능, 지역별 양분현황 분석을 통한 양분관리 정책수립

(예시) EU : 농경지 양분관리 툴 (Farm Sustainability Tool for Nutrients, FaST)



28

농업환경 보전활동 의사결정 시스템

토양-(요소기술)-에너지-식량생산 연계 해석 플랫폼

토양정보 기반 요소기술(물관리, 양분투입, 탄소저장 등) 적용에 따른 경제성 평가 모델로 확장



토양은 우리의 소중한 자원입니다.



수업의 날

수업의 날

MEMO

수업일지

한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동

농협경제지주 박사 이동성

연락처 : 02-2080-6410

E-mail : oieomo@nonghyup.com



한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동

자재사업부
이 동 성

제8회 흙의날 심포지엄 2023.3.10.

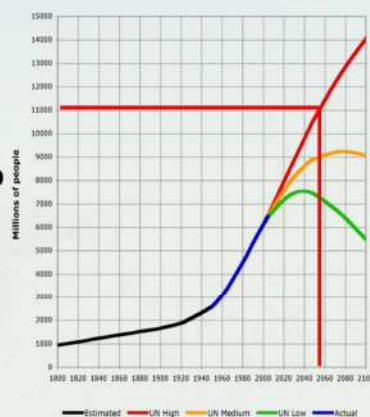


I. 한국의 비료산업



I. 한국의 비료산업

< 서 언 >



❖ 인구증가

- 2050년 세계인구 최대 110억명 예상(UN)

❖ 농업 생산 환경 변화

- 기후변화, 자연재해 등으로 농경지 감소

❖ 식량안보

- 2050년까지 2010년 대비

최소 60%이상 추가 식량 필요



I. 한국의 비료산업

1. 비료의 정의

<비료관리법 제2조(정의)>

식물에 영양을 주거나 **식물의 재배를 돕기** 위하여 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질, **식물에 영양을 주는 물질**, 그 밖에 농림축산식품부령으로 정하는 **토양개량용 자재** 등

비료는 현대 농업의 필수 투입재로
세계 총 작물생산량의 **50%**는 비료 살포효과



I. 한국의 비료산업

<비료 정책 및 주요비료의 변화>

□ 조선비료 취체령('27)->비료단속법('61) -> 비료관리법 제정('77)->전부개정('95)

구 분	'61~'76	'77~'96	'97 ~ 현재
정책 목표	- 비료의품질보전,공정거래 확보 - 농업생산력의 유지 증진	- 비료의품질향상,수급안정 - 농업생산성 유지.증진	- 비료의품질보전,수급안정, - 농업생산성유지.증진, - 농업환경 보호
주요 비료	◦ N,P,K 3요소비료위주 -유산암모니아, 요소 등 * 비중수:31종(62)→41('76)	◦ 퇴비등 부산물비료추가 - 퇴비, 구비, 특수비료 등 * 비중수:51종(77)→79('96)	◦ 환경친화형 비료 확대 -상토, 가축분퇴비, 질산고토, 부산고토 등 * 비중수:97종('10)→110('20)→112('22)



I. 한국의 비료산업

함께하는
100년농협

2. 농업에서 비료의 비중 <통계청 국가통계포털 '21>

❖ 농가 및 농업소득 통계

인구(천명)	농업인(천명)	농가수(천호)	농가평균 소득(천원)
51,781	2,215(4.3%)	1,031	47,759

❖ 농업경영비 중 비료비 비중 및 소비량

농업경영비(천원)	재료비(천원)	비료비(천원)	비료소비량(천톤)
24,229	10,130(41.8%)	1,441(5.9%)	435



I. 한국의 비료산업

함께하는
100년농협

3. 국내 비료 시장

❖ 시장규모 : 약 1조 6천억원 수준('22년 기준)

- 보통비료 약 7천억원 + 부산물비료 약 9천억원 + 기타
- 보통비료는 대규모 장치산업으로 상위 8개 업체가 전체의 90% 차지
 - 시설가동율은 2000년대 약 80%에서 2010년대는 약 60%로 하락
- 계절상품으로 3~6월중 연간 수요량의 약 60% 공급

❖ 비료 국내사용량은 지속적으로 감소하다 2010년 이후 정체

- ('95) 438kg/ha → ('00) 381 → ('10) 232 → ('17) 270 → ('18) 268 → ('19) 262 → ('20) 277

II. 비료 수출입 현황



II. 비료의 수출입 현황

1. 비료의 원자재 현황

❖ 글로벌 공급 안정으로 고점('21.12월)대비 하락, 美 금리인상으로 환율 상승

○ 요소, 염화칼륨은 고점 대비 안정세이나 DAP, 암모니아 강세 지속

구 분 (\$/톤)	'21.8월 (A)	'21.12월 (B)	'22.10월	'22.12월	'23.1월 (C)	변동률(%)	
						(B/A-1)	(C/A-1)
요 소	451	933	624	475	418	106.9	<u>△7.3</u>
D A P	622	905	713	703	662	45.5	6.4
염화칼륨	478	609	645	507	482	27.4	0.8
암모니아	630	1,008	1,168	1,013	921	60.0	<u>46.2</u>
환율(원/\$)	1,162	1,184	1,425	1,311	1,248	1.9	<u>7.4</u>



II. 비료의 수출입 현황

2. 비료의 수출입 실적

<통계청 국가통계포털 '21>

❖ 무기질 비료 산업규모 : 약 1조 4천억원 수준('22년 기준)

○ 내수시장 : 6.6천억원 / 수출 : 7.4천억원

* 내수시장규모(억원):('20) 5,678→('21) 5,779 (전년비 1.8% ↑)→('22) 6,576 (13.8% ↑)

* 생산량(천톤): ('20) 2,014→('21) 2,187 (전년비 8.5% ↑)→('22) 1,950 (10.8% ↓)

❖ 수출 물량 감소 / 수출액 증가

○ 수출량/수출액: ('21년) 152만톤/4.5억불 →('22년) 100/5.8 (전년비 34.0% ↓ / 28.4% ↑)

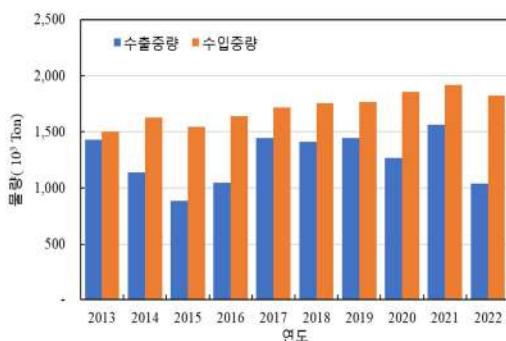
구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년
수출량(천톤)	875	1,037	1,437	1,405	1,437	1,254	1,518	1,002
수출액(백만\$)	300	277	331	362	346	302	452	580
증가율(%)	-13.8	-7.7	19.5	9.4	-4.4	-12.7	49.7	28.3



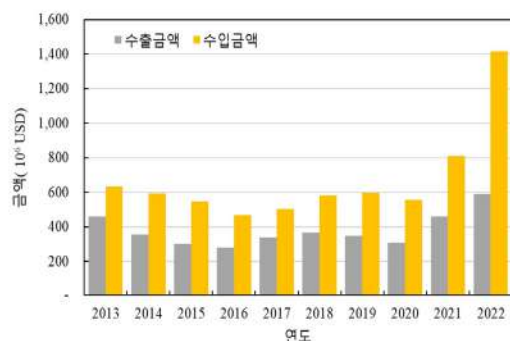
II. 비료의 수출입 현황

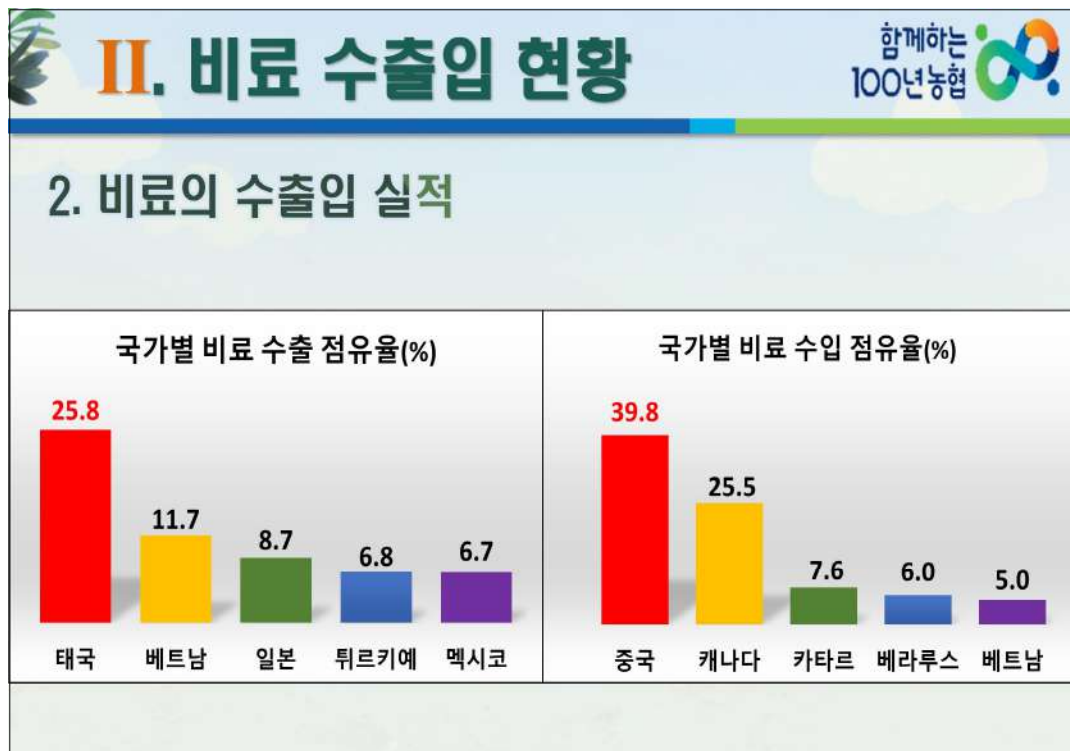
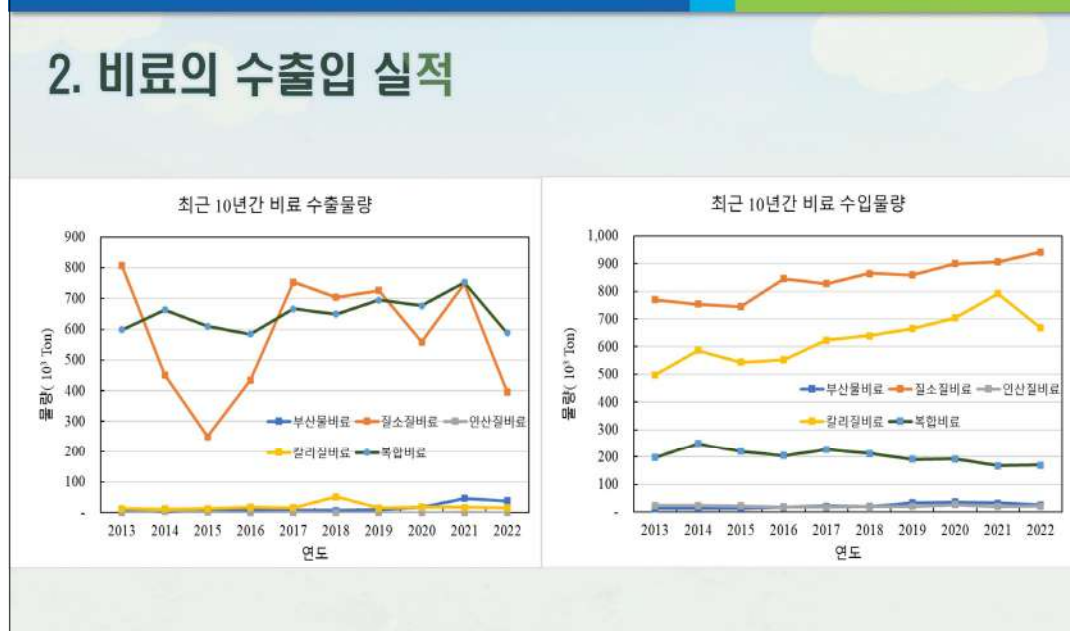
2. 비료의 수출입 실적

최근 10년간 비료 수출입 물량(단위: 천톤)



최근 10년간 비료 수출입 금액(단위: 백만불)





III. 정부 비료지원사업



III. 정부 비료지원사업

1. 친환경 농자재 지원 : 약 1,900억원

- 목적 : 농업생산의 근간인 토양환경을 보전하고 친환경 농업 추진
- 주요 지원사업
 - 유기질비료 지원사업 : 1,130억원(226만톤) 지원
 - 토양개량제 지원사업 : 716억원(427천톤) 지원
 - 교육 및 홍보 : 2억원
 - 비료 품질관리시스템 운영 및 기타



III. 정부 비료지원사업

함께하는
100년농협

2. 토양개량제 지원사업

- 국내 토양은 화강암이 풍화된 산성토양으로 토양 개량 필요
- 농업경영체의 농업경영정보에 등록된 농지대상 신청 및 공급
 - 규산질(규산 25%, 알카리분 40, 고토2) : 논, 화산회토 발
 - 석회고토 입상(알카리분 51%, 고토 14) : 밭, 밭 작물 재배 논
 - * 패화석(석회질비료) : 석회고토 대용으로 신청을 받아 공급 가능
- 한번 살포하면 효과가 3년간 지속되므로 3년 1주기 공급
 - * 시군구는 읍면동별로 3년 1회 공급계획 마련



III. 정부 비료지원사업

함께하는
100년농협

3. 유기질비료 지원사업

- 농축산부산물 자원화, 토양환경보전, 지속가능한 친환경농업 육성
- 농업경영체의 농업경영정보에 등록된 농지대상 신청 및 공급
 - 지원품목 : 유기질비료 3종, 부숙 유기질비료 2종
 - 지원조건 : 정액지원(유기질 1,300원/20kg, 부숙유기질 1,100~800)
- 불량 부적합 비료 공급 차단을 위한 비료품질검사 및 유통단속
 - 시군구에서는 농협과 공급단계 합동점검을 통한 품질제고



III. 정부 비료지원사업

4. 정부 무기질비료 지원사업 경과

연도	계약가격	세부내용	비고
'62~'87	정부보조 농협 공급	농협 구매가격보다 낮은 가격으로 농가판매 (차액 정부보조)	농산물 농가 경영비 부담 완화
'88~'90	비료판매 자유화	정부보조를 중단하고 농협에서 공급전담	비료가격 현실화
'91~'05	비료판매가격 차손보전	농협 비료 판매가격 일부 보조	걸프전 사태로 원자재 가격 상승
'08~'09	비료판매가격 일부보조	농협 비료 판매가격 일부 보조	국제 금융위기에 따른 원자재 가격 상승
'22~'23	무기질비료 인상 차액보조	무기질비료 인상 차액의 80% 지원 (정부 · 지자체50, 농협 등30)	국제 원자재가격 상승



IV. 농협 휴살리기운동





IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

1. 농협과 비료산업

❖ 국내 유통 비료의 95% 이상 농협을 통해 공급

○ 사업목적

- 생산업체로부터 값싸고 질 좋은 비료를 직접 공동구매하여 적기에 안정적으로 공급하여 고품질 안전 농산물 생산지원

사전 비축을 통한
비료 수급 및
가격안정 도모

도소매상의
과도한 유통이윤
건제

품질 보장 및
불량비료 유통
근절 등 비료 구입
편의 제공

농민을 대신한
농정활동으로
정부보조 건의 등
농가부담 경감
도모



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

1. 농협과 비료산업

무기질비료 수급 안정화 및 농업인 영농비 절감

추진방향

- ◆ 무기질비료 가격 및 수급관리로 안정적 비료 공급 도모
- ◆ 전문인력 양성 및 시비처방 기술력 제고로 비료 적정사용 확대



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

2. 비료 구매공급방식



- 주요 비료는 농업인 신청에 의한 물량 취합 후 입찰을 통한 구매
- 원예용 비료, 유기질비료 등은 원가조사를 통한 단가계약 실시



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

(참고) 무기질비료(일반) 계통구매 업무절차





I. 한국의 비료산업

함께하는
100년농협



(참고) 비료가격 결정요인

1. 국제 원재료가격

- 비료의 주원료인 N(요소), P(인광석), K(염화칼륨)은 100% 수입함
 - 주요 수입국 : 중동, 중국, 모로코, 캐나다 등
- 비료 생산원가에서 원재료 구성비는 약 70% 수준임

2. 환율 : 원재료 가격과 별도로 환율의 영향을 약 53% 정도 받음

- * 환율 10% 상승시 비료가격은 약 5% 인상요인 발생

3. 국제유가 : 유가변동에 큰 영향 없음

- * 요소는 가스·석탄으로 제조, 인산·칼륨은 천연광물자원으로 유가변동에 둔감



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협



4. 농협 휴살리기 운동 배경

❖ 우수농산물 생산을 위한 흙의 역할 및 중요성 홍보

- 농업인의 인식전환을 통해 흙의 보전의 필요성 홍보.

❖ 지속가능한 농업을 위한 지력 확보

- 친환경 농자재 공급 및 토양개량사업 추진 필요

❖ 과학영농을 위한 농협 비료사업의 대응마련 필요

- 농업인의 합리적 비료 사용을 위한 농협의 역할 강조



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

4. 농협 휴살리기 운동 배경

❖ 농업·농촌공익증진직불제(공익직불제) 시행('20.5.1.)

- 지급대상 농업인의 의무사항에 **무기질(화학)비료 사용기준 준수 의무사항** 부여
 - 현재 농가별 무작위 추출 후 일부 농경지만 점검중으로 확대 진행중
- 영농활동과 관련된 **영농기록 작성 및 보관의 의무** 부여
 - 자재구입, 사용, 필지별 경운일자, 수확, 판매 등 매월 1회 이상 기록(2년 이상 보관)



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

4. 농협 휴살리기 운동 배경

❖ 농식품분야 2050 탄소중립 추진에 따른 비료사용량 감축 필요

- 토양검정 및 시비처방에 확대 **질소질비료 사용량 감축 추진**
- 토양검정 및 **시비처방에 따른 비료 구매 의무화** 추진

❖ 농협 ESG추진에 따른 합리적 시비처방 지도 확대

- 농협 비료판매 전산연계로 시비처방에 대한 농업인 접근성 강화
- 비료 구매와 직접적 연계 추진으로 지속가능한 친환경 생산기반 구축 마련 기여



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 휴살리기 경과

휴살리기 운동



범국민운동	농자재 보급 및 품질향상	토양검정센터	농정활동
- 대법국민 대상 홍보 - 산학연 공동 심포지움 - 정부기관과의 협업 - 범국민적 공감대 형성 - 국가기념일 제정 "흙의 날" (3월 11일)	- 토양개량제 공급 - 토양개량제 개선(임상화) - 고품질 퇴비 공급 - 맞춤형 비료 공급 - 발 토양 산도 개선 - 발 토양 유기물 함량 개선 - 논 토양 규산 함량 개선	- 신속한 토양 검정 - 시비처방서 발급 - 편리한 접근성 - 적정 비료 사용 - 과학영농 실현	- 영농자재 판매 - 정부정책 사업 - 비료 가격 안정화 - 농자재 적기 공급



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 휴살리기 경과

❖ 농업인 비료 선택기준

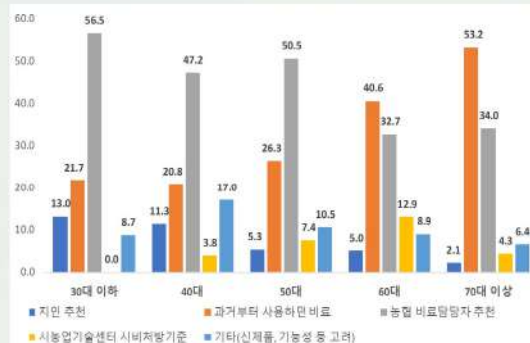
○ 농협 비료담당자의 추천이 42.5% 가장 선호하며, 30대이하 청년농 중 56.5%가 농협 의존

❖ 【농업인 시비량 결정】

① 농협담당자 추천

② 관행시비

③ 기타





IV. 농협 흙살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 흙살리기 경과

❖ 농업인 비료 사용현황

○ 농업인의 46.9%가 비료사용기준 보다 과도하게 살포 / 30대 이하가 시비기준 준수 우수



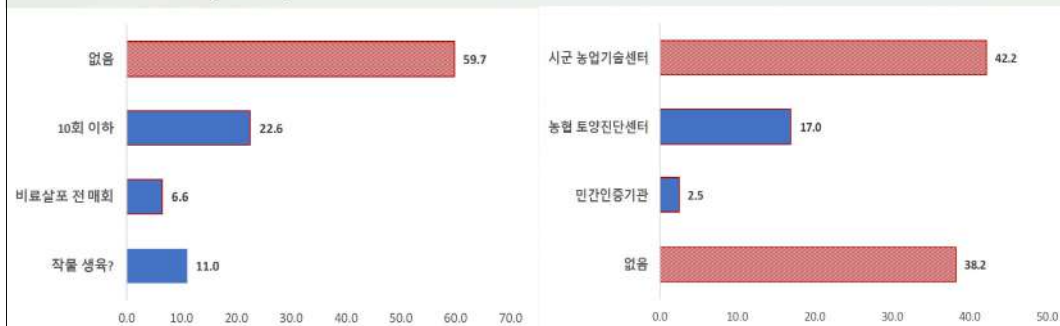
IV. 농협 흙살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 흙살리기 경과

❖ 농업인 시비처방 현황

○ 농업인의 60%가 시비처방 경험 전부하며, 시비처방 경험이 있는 농업인은 농업기술센터
를 가장 선호(42.2%)





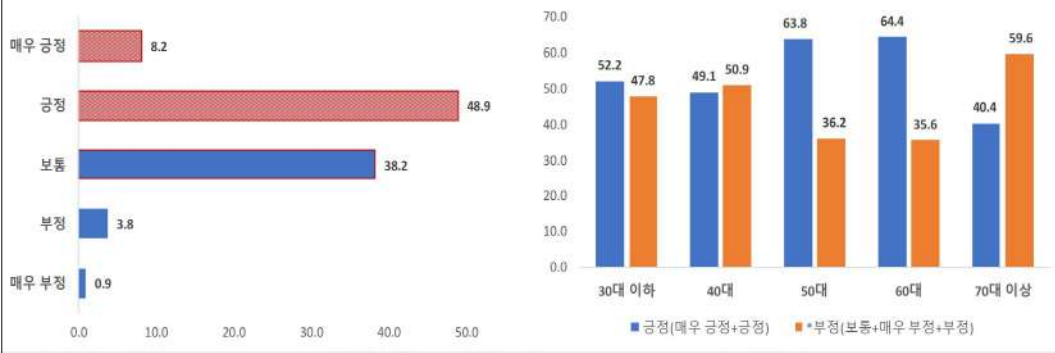
IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 휴살리기 경과

❖ 농업인 시비처방 만족도

○ 농업인의 57%가 시비처방에 대한 긍정적 인식(50대, 60대 필요성 인지)



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

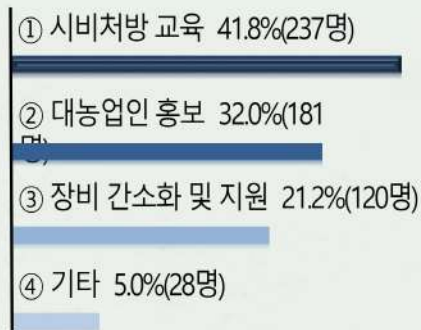
4. 농협 휴살리기 운동

❖ 농협 비료 담당자 시비처방 의견 조사

【비료담당자 시비처방 효과】



【비료담당자 시비처방 의무화시 요구】





IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

6. 농협 휴살리기 운동 활성화

❖ 사업환경 감소요인 및 변화요인에 따른 다변화 필요



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

6. 농협 휴살리기 운동 활성화

목 표

- ❖ 농업인별 비료 주요 성분량(N, P, K) 공급 정보 구축
- ❖ 농업인별 재배작물 및 면적에 따른 시비기준(표준시비량) 정보 구축
- ❖ 농협 비료판매장에서 시비처방에 의한 지도 및 비료판매 체계 구축



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

6. 농협 휴살리기 운동 활성화

❖ 농업인별 비료 성분량 공급 정보 구현

- 현재 사업장별 성분량 이월·매입·재고·공급 정보 조회 가능
- 농협 사업장별 매출처(농업인)별 성분량(N, P, K) 공급 조회 가능 요청
 - 사업장별/매출처(농업인)별/분류(대중소 및 상품)별 / N, P, K 성분량



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

6. 농협 휴살리기 운동 활성화

❖ 농협별 농업인별 표준시비량 정보 구현

- 재배작물과 재배면적에 따른 표준시비량은 농촌진흥청에서 고시한 기준 적용
 - 휴토람 시스템의 토양검정 정보 활용을 통한 맞춤형 시비처방 검토
 - 읍면단위 농경지별(논, 밭, 과수, 시설) 토양검정자료 활용으로 농협별 고도화된 시비처방서 발급 및 지도
- 농업인별 재배작물과 재배면적 정보에 따라 표준시비량 산출
 - 농업인별 재배작물 및 재배면적 정보는 정부의 Agrix 시스템을 통해 연계 (또는 직접 입력 가능)



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 휴살리기 운동 활성화

❖ 농가별 표준시비량 대비 성분량 공급 등 종합 현황 안내

○ 농업인별 비료 매출처리시 성분량이 표준시비량 준수여부 알림

- 표준시비량 미달 또는 초과시 농협 전산으로 즉시 확인 가능
- 미달시 추가 구매 지도 및 초과시 토양검정 추가 확인 안내

❖ 비료 시비처방사 운영 및 시비진단센터 운영

○ 시비처방 전문가 육성을 통한 농업인 합리적 비료사용 지도

- 기존 비료마켓리더를 시비처방사로 목적 변경하여 전문교육 추진
- 농협 토양진단센터 활성화 및 미운영 농협의 시비처방전문가 육성 교육 추진



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 휴살리기 운동 활성화

❖ 농협 오늘농사 어플 활용 작물별 시비처방 안내

○ 2023년 농협 영농비서 어플 출시

○ 농업인 관심작물의 가격동향과 전망, 영농보고서 등 영농정보를 한눈에제공

○ 농업보조금과 정부, 농협 지원사업 통합 안내 및 농업인 소통공간 마련

○ 공익직불금과 자동연계를 통한 농업인 편의 향상

○ 현재 농진청의 병해충 예보와 세부내용, 방제방법까지 연결하여 안내

-> 향후 작물별 비료사용기준 업데이트를 통한 합리적 시비처방 안내 추진



IV. 농협 휴살리기운동

함께하는
100년농협

5. 농협 휴살리기 운동 활성화

❖ 농협 농작업대행과 연계한 시비처방 활성화

- 농촌 고령화, 노동력감소에 따른 영농활동 어려움발생
- 농협 농작업대행 사업을 통한 토양검정, 시비처방, 경운, 방제 등 일관 농작업 대행 추진



감사합니다.

함께하는
100년농협



수업의 날

수업의 날

MEMO

수업일지

종합토론

1. 토론 - 01
강원대학교 교수 양재의
2. 토론 - 02
서울시립대학교 교수 김계훈
3. 토론 - 03
국립농업과학원 농업연구관 허승오
4. 토론 - 04
한국비료협회 이사 조규용



토론 - 01

강원대학교 교수 양재의

연락처 : 010-5374-6449

E-mail : yangjay@kangwon.ac.kr



‘흙의 날’을 축하하며 이 행사를 통해 토양의 중요성이 널리 전파되길 바랍니다. 오늘 심포지엄에서 발표될 5건의 주제에 대한 자료를 잘 보았습니다. 좋은 자료를 다양하게 준비해 주신 연사 분들께 감사를 드립니다. 저는 오늘 심포지엄 주제발표에 관한 개별적인 토론보다는 큰 틀에서의 의견을 제시해 보고자 합니다.

Q: 식량안보시대에 어떻게 디지털 토양관리가 이행되어야 할까?

A: 디지털 토양관리는 21세기 식량안보 도전과제를 설명하는데 핵심 역할을 할 수 있다. 이행되어야 할 과제로는, (1) 토양검정 및 모니터링, (2) 정밀농업 이행 및 디지털 토양지도 작성, (3) 데이터 분석 및 해석, (4) 토양보전, 그리고 (5) 다양한 이해당사자 간의 협업 및 지식 공유를 해야 함.

Q: Digital soil management의 방향은 무엇일까?

A: Digital soil management는 최근 급속도로 대두되는 분야로서 지속적으로 개발, 변화되고 있는 실정이다. 이 분야의 핵심 방향을 제시하면, (1) 데이터 통합, (2) 실시간 모니터링, (3) 인공지능 및 Machine Learning, (4) Cloud computing, (5) 협업 및 지식공유 이다.

Q: 식량안보시대에 디지털 토양관리의 핵심 역할은?

A: 디지털 토양관리가 식량안보에 기여하는 핵심 방향은, (1) 정밀농업, (2) 토양건강성 향상, (3) 기후변화 적응, (4) 효율적인 자원관리, (5) 지식 공유이다.

Q: 디지털 토양관리를 통한 식량안보를 확보하기 위해 토양학자들이 해야 할 일은?

A: 이 답을 위해 토양학자들이 해야 할 일을 제시하면, (1) Soil D/B를 개발, (2) soil models을 개발, (3) 연구수행, (4) 농민들 포함한 다양한 이해당사자들에게 훈련과 교육을 제공, (5) 디지털 토양관리에 관한 표준과 최적 관리방안을 제시, (6) 농민, 정책입안자 등 다른 이해 당사자들과의 협력을 해야 함.

위에 열거한 질문과 답은 제가 작성한 것이 아니고 ‘챗GPT’에 질문을 했더니 알려준 답변이다. 제가 이러한 질문을 받았을 때 제공할 수 있는 답변보다 더 구체적인 듯하다. 오늘 심포지엄 주제에 관하여 ‘챗GPT’가 제시한 답변들의 공통점은 데이터의 관리와 이에 관한 지식의 공유를 통해 토양이 제공해 줄 수 있는 혜택 (식량안보도 한 가지 예)을 극대화시키고 동시에 토양의 기능을 위협하는 요인 (기후변화 포함)을 최소화하는 방향으로 관리하는 것으로 귀결된다고 생각된다.

토양 연구에도 디지털 시대가 성큼 다가왔다. 미래의 토양분야는 연구 예산, 인력, 시간 등의 제한요인들 때문에 어려움에 직면하게 될 듯하여 우려스럽기도 하다. 우리나라만의 문제가 아니고 선진 외국의 경우도 공통적으로 겪고 있는 실정이다. 그래서 토양학 연구도 데이터 기반의 연구 (Data-driven soil research: Ontology)로의 패러다임 전환이 되었다고 본다.

토양 생태계는 생물적인 요인과 비생물적 요인으로 구성되어 복잡-다양한 상호작용을 통해 인류에게 다양한 형태의 혜택을 제공해 주는데 이를 생태계 서비스 (ecosystem services)라 부른다. 생태계 서비스는 지지 (supporting), 제공 (provisioning), 조절 (regulating) 및 문화 (cultural) 서비스로 구성된다. 토양연구의 최종 산물은 통합적인 개념의 생태계서비스의 극대화이고 이를 위협하는 요인들의 영향의 최소화이다.

토양생태계에서 일어나는 상호작용과 생태계서비스를 평가하는 과정은 매우 복잡하

고, 변화가 심하며, 시간과 공간에 의해 영향을 받는다. 토양학자들은 식량안보를 포함하여 궁극적으로 생태계서비스를 평가하기 위해 가설을 세우고 이를 검증하기 위해 토양 검정, 토양조사, 실험 등의 연구를 통해 데이터를 생산한다. 이러한 빅 데이터를 기반으로 인공지능, Machine Learning algorithm을 통해 다양한 디지털 토양관리 방안을 제시할 수 있고, 디지털 토양지도 (digital soil maps)가 대표적인 사례다. 디지털 토양관리 기술을 통해 토양의 다양한 기능, 토양 건강성, 토양탄소격리 및 생태계서비스 등을 정성적, 정량적으로 평가하게 된다. 동시에 토양의 건강성과 생태계서비스에 부정적인 위협요인들의 영향도 평가할 수 있다.

토양의 특성을 기반으로 토양의 기능을 평가하고, 이 기능들이 인간복지, 삶의 질, 좋은 사회적 관계 등에 미치는 통합적인 혜택으로서의 생태계 서비스를 평가하게 된다. 우리나라의 경우 토양의 특성 분석에 관한 연구가 주를 이뤄 왔고 지난 수십년 동안 큰 변화가 없는 실정이다. 앞서 언급한 바와 같이 토양연구에 투자되는 예산확보도 어려워 질 것이고 연구를 수행할 인력도 모자라는 시기가 올 것으로 예측된다. 그동안 구축해 놓은 데이터를 스마트하게 활용할 시기가 왔고, 이를 위한 준비가 속히 이뤄져야 할 것이다.

식량안보는 토양이 보여주는 생태계서비스의 한 부분이다. 식량안보시대에 디지털 토양관리는 필수적인 요소이다. 식량안보 뿐 아니라 환경과 인간의 건강을 위한 토양의 역할이 더 중요한 시대가 왔다. 그동안 구축해 놓은 토양 빅데이터를 활용한 토양관리 기술개발, 즉 디지털 토양관리가 답이 되는 시대가 온 것이다. 이는 chatGPT가 예측하는 솔루션이기도 하다.

MEMO

수업일지

토론 - 02

서울시립대학교 교수 **김계훈**

연락처 : 02-6490-2689

E-mail : johnkim@uos.ac.kr



제8회 흙의 날 기념 심포지엄에 토론자로 참여하게 된 것을 영광으로 생각합니다. 저는 오늘 다섯 분의 발표를 들으면서 많이 배웠습니다. 발표 내용 중 어떤 부분에는 공감을 하였지만 다른 부분에 대해서는 저와 의견이 다르다는 것을 느낄 수 있었습니다. 아마 여러분도 마찬가지였을 것으로 생각합니다.

각 발표를 들으면서 몇 가지 질문하고 싶은 것을 다음과 같이 정리하였습니다.

1. 식량정책의 현황과 쟁점

- 우리나라 식량문제 해결을 위하여 해외농업 개발을 통한 국내 도입 지원이 필요하다고 하였는데 해외농업 개발을 통한 국내 도입의 현황은 무엇이고, 이의 실현 가능성을 어떻게 생각하십니까?
- 우리나라 식량 자급률 목표치를 2027년에 55.5%로 설정했다고 하였는데 55.5%라는 목표치의 설정 근거는 무엇입니까? 2027년이 되면 실제로 이 목표치를 이룰 수 있을 것이라 생각하십니까?
- 2020년 사료용 옥수수 수입량(9,617천 톤) 자급에 약 30만 ha(2기작 가정) 추가 농지 필요하다고 하였는데 현실적으로 불가능한 추가 농지 확보를 고려할 때, 축산 정책의 변화 가능성은 없습니까? 예를 들어 증가하는 축산물 수요를 우리나라에서 생산하기

보다 수입을 늘려서 해결하는 방법말입니다. 이렇게 되면 축산폐기물의 발생을 줄일 수 있어 토양환경 개선에도 도움이 될 것입니다.

3. 식량안보, 무토양 스마트 온실이 정답일까?

요즈음 농업의 대세인 것처럼 들리는 스마트팜이 스마트온실과 동의어인 것으로 알고 있는 일반인들에게 스마트팜이란 스마트온실에 스마트축사, 스마트노지까지 포함된 개념이라고 명확하게 알려주셨습니다. 고맙습니다.

- 일부에서는 비용을 많이 들인 스마트온실이 과거 전국 방방곡곡, 심지어 산속에까지 퍼져있던 최신 유리온실의 재탕이 되지 않을까 하는 우려를 하고 있습니다. 이 점에 대해서 어떻게 생각하십니까?
- 스마트온실 운영을 위한 soft ware의 수준은 어떻다고 보십니까?

4. 스마트 토양관리

- 스마트 토양관리를 기존의 토양관리방법과 비교할 때 정확도는 어떻다고 생각하십니까?
- 현 단계의 스마트 토양관리에는 경제성이 있습니까?

5. 한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동

발표 내용 중 ‘III. 정부 비료지원사업’에서 유기질비료 지원사업과 무기질비료 지원사업에 대한 상세한 설명을 들었습니다. 질문은 아니고 유기질비료와 무기질비료에 대한 제 의견입니다.

- 유기질비료와 무기질비료는 상호보완적이지 하나가 다른 것을 완전히 대체하는 것이 아닙니다. 따라서 정부의 역할은 ‘식물의 밥’인 유기질비료와 무기질비료의 역할과 장단점을 정확하게 설명하고 농민(국민)이 판단/선택하도록 하는 것이지, ‘하나는 좋고 다른 하나는 좋지 않다’는 식으로 농민(국민)의 편을 갈라서는 안 된다고 생각합니다.

마지막으로 하고 싶은 말은 흙의 날 행사가 온 국민이 한 마음으로 참여하는 행사가

되어야 한다는 점입니다. 아시는 바와 같이 오늘 우리가 흙의 날 행사에 참석하고 있지만 이는 반쪽짜리 행사입니다. 우리나라에는 흙의 날이 두 개 있습니다. 그래서 3월 11일에는 농림축산식품부 주관의 흙의 날 행사가 있고, 12월 5일에는 환경부 주관 토양의 날 행사가 있습니다. 어떤 이는 “365일 중 흙의 날이 이틀이나 되니 우리나라 같이 흙의 중요성을 이해하고 흙을 중시하는 나라가 어디 있겠는가?” 할지 모르지만, 한 나라에서 같은 의미인 흙의 날과 토양의 날을 따로 기념한다는 것에는 행정적/재정적 낭비 요소가 있고, 국제적으로 웃음거리가 될 수 있습니다. 이제부터라도 양쪽의 책임있는 분들이 자리를 함께하여 흙의 날이든, 토양의 날이든(명칭이 문제라면 Soil Day로) 하나로 통합하는 논의를 시작하면 좋겠습니다.

MEMO

수업일지

토론 - 03

국립농업과학원 농업연구관 **허승오**

연락처 : 063-238-2431

E-mail : soilssohur@korea.kr



1. 들어가며

OECD에 따르면 식량자급률은 국가전체 생산량과 수입 농산물을 더한 양에서 수출 농산물을 빼고 남은 양을 국가전체 생산량으로 나눈 비율이다. 우리나라는 2020년 기준 20.2%로 OECD 37개 국가 중 32위이다. 그러나 우리나라는 일본과 같이 낮은 식량자급률에 사료와 같이 사람이 먹지 않는 수입농산물의 영향이 너무 크다고 보아 곡물자급률이라는 개념을 도입해 구분해서 사용하고 있다. 따라서, 곡물자급률이 OECD 기준의 식량자급률이 되고, 식량자급률은 사료용 곡물을 제외한 사람이 소비하는 주식용 농산물의 비율이 되어서 농식품부 발표에 따르면 45.8%(2020년)라고 보고되고 있다. 농식품부는 우리 분류 기준으로 이 식량자급률을 2027년까지 55.5%를 달성하겠다고 밝히고 있다. 그러나, 이러한 목표에도 불구하고 전망이 밝지 않은 것은 홍수·가뭄 등 기후변화의 전 지구적 발생, 농지의 지속적 감소, 농촌의 소멸, 농업인의 고령화 및 감소, 쌀 소비의 지속적 하락, 육류소비 증가에 따른 사료 수입 증대, 밀·콩의 자급률 하락, 우크라이나와 러시아 간의 전쟁 등으로 인한 국제정세의 불안, 정세 불안으로 인한 농자재 수입비용의 상승 등 다양한 요인들 때문이다.

그렇다면, 이런 난제 속에서도 목표로 하고 있는 식량자급률 향상을 위한 가장 적극적 수단은 무엇일까? 한국농촌경제연구원의 김종인 연구위원은 국제곡물 유통, 해외농업개

밭에 대한 중장기적 지원, 논 활용의 다양성을 기반으로 하는 식량정책의 변화 등을 조언하고 있다. 쌀농업 위주의 정책이 우선인 우리나라에서 이러한 정책적 수단의 변화는 필요할 것이다. 그렇지만 여기에 덧붙일 것은 농업의 사회적 변화 즉, 코로나로 인한 인력수급의 어려움에 따른 인건비의 상승, 농업인의 고령화로 인한 농촌의 소멸 및 농업인의 지속적 감소 등을 반영할 기술적 수단이 추가되어야 한다는 것이다. 정책적 수단을 수행할 사람이 없이는 아무리 좋은 정책이라도 실행될 기회를 보장받지 못하므로, 기술적 수단은 실행력이 있도록 다양한 방향에서 발현이 되어야 한다. 현재의 기술발전 방향에서 인력감소나 농자재 비용 상승을 대체할만한 가장 합리적 수단은 디지털농업이다. 이것은 현재 스마트팜과 혼용되고 있으나, 디지털농업이 상위의 개념이고, 스마트 팜이 하위의 개념이다. 디지털농업기술이 현재보다 더욱 발달한다면 사람이 농사를 짓지 않고 로봇이나 기계가 농사를 대신 지어줄 수 있기 때문이다. 따라서, 기후변화 시대 식량안보에 대한 논의는 디지털농업의 틀 위에서 이루어져야 하며, 이것은 본 심포지엄의 목적과도 부합하다.

2. 디지털농업과 디지털 토양관리

농촌진흥청에 따르면 디지털농업은 빅데이터 기반의 자동화와 지능화 기술로 농산물 생산의 효율성과 편의성을 증진시키고, 생산단계의 정보가 소비자에게까지 전달되어 모든 국민이 고품질의 안심 농산물을 맘껏 소비할 수 있도록 해주는 첨단 농업기술이다. KISTEP은 스마트농업 시장이 2020년에는 약 123억불이었고, 2021년부터 2026년까지 매년 10.1%씩 성장할 것으로 전망하고 있으며, 실제 농업인의 데이터를 기반으로 생산관리 등을 서비스하는 스타트업들도 생겨나고 있다. 세계 3대 IT전시회 중 하나로 최신 기술 트렌드를 파악하는데 중요한 행사인 CES(Consumer Electronics Show) 2023의 기조연설을 미국의 거대 농기계 회사인 존디어의 CEO가 했다는 것은 전자산업분야에서 디지털농업을 어떤 시각으로 보고 있는지 상징성을 보여주는 것이다.

현재 또는 앞으로 개발되는 농업기술들은 모든 데이터가 연결되어 농업인을 포함한 사용자에게 솔루션을 제공해주는 디지털 플랫폼 위에서 구현되어야 한다. ‘지구에 식량과 생명 에너지를’이라는 주제로 열린 2015년의 밀라노 엑스포에서 이탈리아 유명 슈퍼

체인의 하나인 쿵(Coop)은 고객이 농산품이나 식품에 손을 대면 3차원 스캐너가 움직임을 감지해 그 상품의 원산지, 제조과정, 탄소발자국, 유통경로 등의 다양한 정보를 스크린에서 소비자가 확인할 수 있도록 하는 기술을 이미 선보인 바 있다. 이것은 농산품이나 식품 안전성에 대한 소비자의 신뢰를 유도하고, 다소 고가라 하더라도 소비자가 선택할 수 있어 생산자 입장에서는 지속 생산의 가능성을 확보할 수 있는 중요한 수단이 될 수 있다. 이렇듯 디지털농업은 생산 이전 단계의 정보가 생산단계의 정보와 연계되고, 이것이 다시 유통·소비과정에서까지 연계되어 최종 소비자 선택시 이 모든 정보들이 제공될 수 있도록 하는 것이라고 볼 수 있다. 이것은 앞에서 얘기한 것처럼 농산물이나 식품 생산의 안정성을 담보하므로 지속가능한 식량생산을 가능하게 하고, 이는 바로 식량안보와 연계가 된다.

여기서 짚고 넘어갈 점은 이러한 다양한 정보 생산이 이루어지는 공간에 대한 이해이다. 생산단계까지는 작물생육·수확과 관련된 정보가 주가 되는데, 이 작물 생산의 토대가 되는 공간은 토양이라는 것이다. 토양 종류나 특성을 미리 알면 그 토양에 적합한 작물을 선택할 수 있고, 종자 파종 시기나 비료투입량, 관개량, 농약사용량, 수확예측량, 생산량 등 생산단계까지 대부분의 정보는 토양과 토양 위에서 생산된다. 그러므로, 디지털농업을 위해서는 토양의 정보를 수집·저장·분석·공유하는 디지털 토양관리 플랫폼이 반드시 필요하다.

국립농업과학원은 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>)이라고 하는 토양정보시스템을 운영 중에 있다. 흙토람에서는 농지은행과의 협력을 통해 새로이 농사를 지으려는 사람들에게 그 토양에 적합한 작물을 추천해줄 수 있고, 작물재배를 위한 액비·퇴비·관비 등을 포함하는 비료사용량과 관개량 및 작물 생육장애 극복을 위한 토양현장진단, 발작물의 가뭄을 알려주는 발가뭄정보 등 다양한 정보를 생산·제공하고 있다. 비료사용 처방은 농업인 소득보전을 위한 공익직불제를 지원하고 있고, 각 시군농업기술센터와 협력하는 토양검정 자료는 토양 개량제 지원사업, 유기질비료 지원사업 등에 활용되고 있다. 현재진행형인 흙토람은 앞에서 얘기했던 생산이전 단계에서부터 소비·유통단계까지의 정보연계는 아직 충분하지 못한 것은 분명하다. 그러나 이는 각 분야별 협력의 부재인 것이지, 디지털토양관리 정보의 부족은 아니라는 점은 이해할 필요가 있다. 현재까지 농업분야에서

가장 많은 정보를 갖추고 있는 시스템이 흙토람이라는 것은 앞으로도 변하지 않을 것이다. 데이터 연계와 관련해서는 토양비료분야 뿐만 아니라 다른 분야에서도 지금까지 구축된 토양정보를 시장이나 국제정세, 사회적 변화 등의 정보와 어떻게 연계·협력할 것인지에 대한 고민이 필요하고, R&D 측면에서도 관련 사업의 발굴도 필요하다. 물론 현재 스마트팜과 관련한 대규모 R&D 사업이 추진되고 있지만, 생산되었거나 생성이 필요한 정보들의 연계·해석보다는 무인기계나 로봇 등의 공학에 치중되어 있어 실용성이나 활용성 측면에서는 디지털농업의 정의를 달성하기에는 벽차 보이는 것이 작금의 현실이다.

3. 디지털 토양관리와 탄소중립

열핏보면 식량안보 및 디지털 토양관리와 탄소중립은 꽤나 멀어보이는 것이 사실이다. 현재 농진청에서 추진 중인 탄소중립과 관련한 R&D 사업에 식량안보와 연관성을 가지는 디지털 농업이나 디지털 토양관리는 전혀 반영되어 있지 않은 것이 그 증거이다. 탄소중립의 정의가 대기 중 이산화탄소 농도 증가를 막기 위해 인간 활동에 의한 배출량은 최대한 감소시키고, 흡수량은 증대하여 순 배출량이 '0'이 된 상태를 만드는 것을 말하므로 식량안보를 위해 생산량을 증대시키거나 자급률 향상을 위한 정책이 온실가스 발생을 부추긴다면 탄소중립의 길과는 다른 길을 가게 되는 것일 수 있다. 농업분야에서 온실가스 배출량은 농경지와 축산 부분에서 발생하고, 흡수량은 과수와 농경지 토양에서 발생하는 것으로 IPCC는 인정하고 있기에, 농업분야 탄소중립에서 토양이 차지하는 비중은 아주 높을 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고, 탄소중립 R&D에 토양관리는 흡수량에 관한 일부만 관여가 되어 있고, 식량안보와 디지털 토양관리와는 연결지점을 찾기가 어려운 상황이다. 축산부문에서 발생하는 온실가스 발생도 가축분뇨를 농경지 토양에 투입해야 하므로 탄소중립에서 토양의 중요성을 간과해서는 안 되고, 이것이 식량안보에서 가지는 의미도 살펴보는 것이 마땅하다.

현재 탄소중립과 관련한 우리나라의 기술은 Tier 2 수준의 온실가스 발생계수 산정(48종), 토양종류별 탄소저장 계수 산정(4종) 및 바이오차를 활용한 토양 내 탄소저장에 대한 연구가 대다수이다. 흙토람에서 제공하는 작물 적성등급, 비료사용처방이나 관개량 등은 온실가스 발생과 직·간접적으로 영향을 주고 있음에도 이에 대한 연구가 뒷받침

되고 있지 않은 것은 의지를 가지고 해결해야 할 부분이며, 지속가능한 농업의 바탕 위에서 식량안보도 살펴보는 것이 필요하다.

농진청 자료에 따르면 오미자 주산지의 농자재 투입비는 재배적지에 재배하는 경우와 재배 부적지라고 해석이 가능한 저위생산지를 비교하였을 때 약 3배까지 차이가 난다고 하였다. 이는 다른 말로 저위생산지의 경우에는 생산량 보전을 위하여 농자재(비료 등) 투입이 약 3배가 이루어졌다는 말이며, 마찬가지로 온실가스 발생량 측면에서도 3배 이상 발생하고 있다고 판단할 수 있는 것이다. 이것은 토양특성에 따라 재배적지에서 작물을 키우는 것이 온실가스 발생이나 탄소중립에 어떤 영향을 주는지를 유출해볼 수 있는 결과이나 실제 연구로 뒷받침 된다면 더욱 의미 있는 결과가 될 것이다. 더욱이 식량안보까지 연계분석이 된다면 흙토람의 재배적지와 비료사용처방과 탄소중립과 식량안보가 연결되어 있음을 보여주는 중요한 전기가 마련될 것이다.

4. 마치며

농진청은 최근 세계은행(World Bank)과 ‘디지털 토양관리’ 관련 교육과정 동영상 만들어 세계은행의 글로벌 온라인동영상 플랫폼(Open Learning Campus)에 탑재하였고, 유엔 식량농업기구(FAO)와의 협력을 바탕으로 ‘아시아 디지털 토양지도’를 작성하고 있다. 우리는 이를 통해 토양에 관한 국제기구의 인식이 디지털 토양관리로 전환되어 가고 있으며, 그 효용성을 인정하고 데이터와 디지털 정보 안에서 통합을 이루어가려 한다는 것을 파악할 수 있었다. UN 지속 가능한 개발목표(SDG's)의 2번째 주제는 기아 종식, 식량안보 달성, 영양개선, 지속가능한 농업촉진 이지만 요약하면 지속 가능한 농업을 바탕으로 하는 식량·영양 안보로 귀결된다. 현대와 같이 기후변화, 코로나, 전쟁 등 다양한 위협 속에서 지속가능한 농업과 식량안보를 달성하는 것은 관련된 전 세계 모든 이의 노력을 통해서만이 가능하다. 전 세계에 산재하는 그러한 노력들과 정보를 연계·통합·분석 하고, 그를 통해 해결방안을 만들어 내는 것은 디지털농업 플랫폼 안에서 가능하며, 디지털 토양관리는 그 기반으로서 핵심적인 역할을 할 수 있다.

국립농업과학원은 토양-물-에너지-식량 넥서스 연구를 통해서 농업자원들의 정보를 연계·통합·분석해 농업인이나 정책담당자의 의사결정을 지원하는 플랫폼을 연구하고

있다. 이것은 관계가 없거나 약한 것처럼 보이는 식량안보와 디지털토양관리와 탄소중립을 연결하는 수단으로서 가능성을 보여주고 있다. 다만, 그를 위해서는 식량안보, 디지털 토양관리 등이 개별적 농업자원이 아닌 연계된 농업자원이라는 인식으로의 전환을 필요로 하며, 그렇게 전환된 인식은 식량정책이나 스마트팜 등 정책이나 기술에 새로운 방향성을 제시해 줄 수 있을 것이다. 산·학·관·연·민의 인식전환을 촉구해본다.

□ 발표자에 대한 질의

○ 한국농촌경제연구원 김종인 박사

- ① 타작물 전환을 하는 정책이 자급률 향상에 필요한 정책이 될 수 있지만, 동계작물과 쌀을 연속으로 재배하는 2모작은 탄소중립의 시대에 온실가스 발생을 더하게 될 텐데 이에 대한 대안은 무엇인가요?
- ② 타작물 재배에 대한 생산기반이 부족한데 이에 대한 재정문제 해결이나 재정 담당부처의 저항을 극복할 방안은 무엇인가요?
- ③ 자원낭비를 줄이고, 온실가스 발생을 최소화 하면서 농산물 생산을 하려고 한다면 이들을 더욱 정교하게 관리해야 할 텐데 이에 대한 방법은 무엇인가요?
- ④ 단일품종의 시장은 기후변화 시대에 예상하지 못하는 병해충이 발생되었을 때는 큰 문제가 발생할 수도 있는데, 이에 대한 대책은 무엇인가요?
- ⑤ 식량안보를 위해 현재 필요한 종합적 디지털기술은 무엇이며 이를 수행하기 위해 우리가 해야 할 일은 무엇이라고 생각하시는지요?

○ 전남대학교 정관용 교수

- ① 토양단면 정보 생산을 위해 DSM기술을 활용하면서 의미 있는 연구결과를 만들고 있음은 바람직하지만, DSM이 우리가 토양학적으로 알고 있는 실제 토양층위와는 다른데, 디지털농업에의 활용을 위해 이러한 간극을 극복할 방법이 있는 것인지요?
- ② 식량안보는 농업분야에서는 매우 중요한 정책방향인데, 발표해주신 디지털 토양지도와 연결성은 어떤 방향으로 생각하고 계신지요?

○ 한국농어촌공사 농어촌연구원 이철성 박사

- ① 제언 : 토양은 자연체로서 작물체를 지지하고 물과 양분을 공급하는 역할을 합니다. 스마트 팜으로 대변되는 양액재배는 배지를 통해 토양과 같은 역할을 하고 있으므로 여기에서 활용되는 배지는 모두 토양의 기능을 가진 것이라고 볼 수 있으며, 우리는 이것을 인공토양이라고 부릅니다. 그러므로, 스마트 온실과 노지 모두 (인공)토양을 기반으로 하고 있어 이에 대한 해결방안은 토양학자들을 통해 해결하는 것이 바람직하다고 말씀드리고 싶습니다.
- ② 질문 : 스마트팜 기술의 보급으로 농촌지역 인구감소 및 고령화 문제를 해결할 수 있다는 결론을 보면서 드는 생각은 디지털농업 기술이 발달하면 발달 할수록 교육·보건 등이 확보된 도시에서도 충분히 농사를 지을 수 있으므로 농촌지역의 인구감소는 더 빨라질 수도 있다고 생각하는데 여기에 대한 의견이 어떠신지요?

○ 국립농업과학원 이예진 박사

- ① 발표해주신 지속농업을 위한 토양관리의 원칙이 매우 중요하다고 생각합니다. 발표 자료에서 조금 언급을 하셨습니다만, 경제-사회-환경-정책을 아우를 수 있는 다른 수단이나 사례는 무엇인가요?

○ 농협중앙회 이동성 박사

- ① 토양 환경변동평가 결과를 보면 산림토양의 pH는 4.3이고, 농경지 토양은 pH가 5.5~7.0으로 pH만 보면 농경지 토양이 산림토양보다 더 좋은 흙으로 평가할 수 있는데, 농협은 왜 아직까지 슬로건을 흙 살리기 운동으로 삼고 있는지 궁금하며, 혹시 슬로건을 바꿀 의향은 없으신지요?

MEMO

수업일지

토론 - 04

한국비료협회 이사 **조규용**

연락처 : 02-552-2812

E-mail : fertyong@hanmail.net



제8회 흙의 날을 축하합니다! 흙은 생물의 터전이자 생태계의 필수 물질로 만물의 기반인 흙의 소중함과 보전의 필요성을 널리 알리기 위해 ‘흙의 날’이 제정된 것으로 알고 있습니다.

오늘 심포지엄 주제로 다섯 연사분의 발표를 잘 경청하였습니다. 식량안보 정책의 현황과 쟁점, 디지털 토양도와 토양관리, 식량안보 무토양 스마트온실이 정답일까?, 스마트 토양관리 지속농업의 시작, 한국의 비료산업과 농협 흙살리기 운동이 식량안보시대의 토양관리를 통해 우리 농업이 나가야 할 방향을 제시한 것으로 보입니다.

식량안보를 지키기 위한 농업의 가치를 되집어 보고 국내 식량자급률 확보가 식량안보를 강화하는 최선의 방안이므로 국내 생산기반 유지를 위한 다양한 정책적 방안이 고려되고 실천되어야 할 것으로 생각합니다.

식량 생산의 필수자재인 무기질비료를 생산하는 업계 입장에서는 무기질비료의 안전성과 경제성, 효과성 제고를 통해 국내 식량자급률을 높이는 필수적인 농자재임을 재인식해야 한다고 보고 있습니다.

무기질비료는 폭발적으로 증가되는 인구 부양능력을 향상시키는 농자재로 ‘전 세계에서 생산되는 곡물의 50% 정도가 무기질비료에 의존하여 증산’되고 있고 무기질비료의 생산 원료는 이미 자연계에 존재하는 물질로 농업의 생산성 유지라는 농업의 본질을 훼손

손하지 않으면서 지속농업으로 가는 방법이기 때문입니다.

무기질비료를 생산하기 위한 주요 3대 성분인 NPK(질소, 인산, 칼리)의 원료 대부분을 수입·조달하고 있고 생산원가의 약 70% 이상을 원자재가 차지하는 산업의 구조적상 안정적인 원자재 확보와 조달이 무기질비료 생산에 있어 매우 중요합니다.

무기질비료 생산업계는 이상기후 변화 등으로 인해 발생할 수 있는 식량위기 대처와 농가의 영농기 적기 안정적 비료공급을 위해 비료원자재 확보의 다각적 방안 마련을 위해 부단히 노력하고 있습니다.

국내 식량안보를 유지하기 위해 앞서 언급한 무기질비료의 안전성, 효과성, 경제성과 식량자급률 제고 등을 고려한 무기질비료에 대한 정책적 지원 확대 필요성과 과학적인 근거 없는 무기질비료의 인위적 감축은 지양하고 토양검정과 비료사용 처방서에 근거한 비료 시비기준 준수로 스마트한 양분의 토양관리가 이루어질 수 있도록 농업인에 대한 시비 지도와 함께 과다시비 방지를 위한 신제품 개발·공급을 위한 비료가격 현실화도 필요할 것으로 보입니다.

주제발표 내용에서도 무기질비료 양분 공급을 통해 토양생산성이 증가하였으나 과다 비료 사용으로 토양산성화와 수질악화를 초래하였다고 하나 이는 원자재 가격을 반영하지 않은 낮은 가격으로 비료공급이 그동안 유지되었기 때문으로 2021년 농업경영비 중 비료비가 차지하는 비중이 5.95%로 매우 낮고 이중 무기질비료 비중을 별도 추산해 보면 2.5% 수준으로 보여, 비료 시비기준을 준수하고 과다시비를 방지하기 위한 홍보 등이 더욱 필요한 것으로 보여지고 있습니다.

스마트농업에서 무기질비료의 역할을 말씀드리면 스마트농업은 작물생육 환경을 인위적으로 제어하여 최적의 생육환경을 만들어서 효율을 높이고, 관리비용을 절감하고, 생산성을 높이는 것이 핵심이라고 보고 있으며, 이중 양분관리 측면에서는 무기질비료의 적정사용이 필수라고 봅니다.

무기질비료는 NPK 등 영양성분의 함량을 조절하여 제조할 수 있고 필요한 시기에 시비하여 빠른 효과를 볼 수 있는 속효성 기능이 있고 밑거름과 웃거름을 적절히 나누어 시비하면 작물생육에 최적의 효과를 볼 수 있습니다.

1997년 공급하였던 BB비료가 토양분석에 의한 시비처방으로 스마트농업 시초라고 할

수 있었으나, 국내토양이 다양하고, 비료 요구량이 달라 규모의 경제가 되기 어려운 점이 있어 BB비료는 2010년 이후 급감했으나, 스마트 농업시대에 다시 한 번 생각해 볼 수 있습니다.

농진청의 흙토람 사이트도 점점 이용이 쉬워지고 있는데, 시비처방서에 완효성비료의 사용량 절감 부분 등을 고려하여 보완할 필요가 있다고 보여집니다. 현재는 시비처방서에 완효성비료나 일반 속효성비료가 같은 기준으로 시비량을 추천하고 있는데, 완효성비료는 그 속성을 파악하여 기존 비료의 50~80%로 적게 추천되어야 효율적인 비료사용이 가능할 것이라 생각돼 국립농업과학원의 연구가 필요할 것으로 보입니다.

무기질비료 생산업계에서 생산하고 있는 완효성비료는 각 작물별 시비요구량에 맞게 질소, 인산, 칼리의 용출율을 조절하고 기계 사용에 불편함이 없도록 가루발생과 흡습문제 등을 해결하는 신제품들이 시장을 확대해 나가면서 비료사용량 절감과 시비 편리성을 동시에 이뤄내고 있으며, 드론용으로도 다양한 전용 무기질비료가 등장하여 스마트 농업에 기여하고 있습니다.

온실재배 시설에서도 상대적으로 투자비가 저렴한 토경 재배에서 무기질비료인 완효성 비료와 관주용 비료를 적절히 사용하면 효율을 높일 수 있습니다.

완효성비료를 밑거름으로 투입하게 되면 비료성분 용출을 조절하여 작물이 효율적으로 양분을 흡수하여 토양 염류집적을 줄일 수 있고 작물들도 웃자람을 막아 균형있고 고르게 성장하게 할 수 있습니다. 이런 완효성비료를 사용하여 뿌리조직을 확보하고 작물성체를 튼튼하게 하면서 NPK 성분량의 조절이 가능하고 물에 잘 녹는 관주용비료를 사용하여 물과 양분관리를 동시에 한다면 효율적인 작물영양 관리가 가능할 것으로 보입니다.

끝으로 우리 무기질비료 생산업계에서도 스마트농업에 맞는 비료 개발에 좀 더 연구력을 집중하고자 하며, 정부에서도 친환경적인 광분해 완효성비료 개발 및 보급 지원과 드론 전용비료의 개발 보급 지원, 스마트농업에 적합한 비료의 개발 보급 지원 등 연구예산의 지원이 필요하다는 말씀을 드리고자 합니다.

감사합니다.

MEMO

수업일지

2023 제8회 대한민국 흙의 날 기념식 및 학술 심포지엄

발 행 일 2023년 3월

발 행 인 국립농업과학원장 이승돈
한국토양비료학회 회장 고병구

발 행 처 국립농업과학원

편 집 위 원 장 국립농업과학원 농업환경부장 홍성진
토양비료과장 현병근
한국토양비료학회 편집위원장 최우정

편 집 위 원 고우리, 권순익, 김명숙, 김성현, 김진아, 나상일, 박혜진, 서병환, 손연규, 손정우,
심재홍, 오부영, 옥정훈, 이예진, 이윤희, 이은진, 이찬욱, 이태구, 전상호, 정하일,
조송래, 허승오, 황선아 (가나다 순)

연 락 처 국립농업과학원 (TEL 063-238-2422, FAX 063-238-3822)
한국토양비료학회 (TEL 063-226-7335, FAX 063-226-7335)

이 메 일 ksssf249@naver.com

홈 페이지 <http://www.ksssf.org>

발간등록번호 11-1390802-001683-01

I S B N 978-89-480-7825-1 93520

인 쇄 (주)에이퍼브

연 락 처 02-2274-3666

