

세계 농업관련 주요 연구 동향

송 주 호 *

1. 농업정책 개선을 위한 디지털 기회(OECD)¹⁾

2016년에 OECD 농업장관들은 생산적이고 지속가능하며 복원력이 있는 세계 식품시스템을 달성하기 위한 정책개선에 관한 선언을 발표하였다. 최근에 진행되고 있는 디지털 기술의 발전은 이러한 정책개선을 달성하는데 도움이 될 수 있다. 데이터의 수집 기술, 특히, 제자리(in situ)와 원거리 감지기(sensors) 기술의 발전은 농업 데이터의 장소적, 시간적 데이터 해상도를 크게 향상시키고 있고, 이러한 정보를 취득하는 비용을 감소시키고 있다. 농업부문에서 정밀 농업기계의 채택은 정책에 유용한 새로운 데이터 정보출처를 제공한다. 데이터 처리, 인공지능, 연산능력 분야의 진전은 다양한 출처의 많은 데이터를 분석할 수 있게 하고, 정책결정자와 집행자들뿐만 아니라 농식품분야의 생산자와 다른 참여자들에게도 유용한 새로운 통찰을 제공한다. 컴퓨터 암호화(encryption)와 데이터 보호기술의 발전은 데이터 공유제도의 발전과 함께 농업부문의 마이크로(micro) 데이터에의 광범위한 접근을 가능케 하고, 거래비용도 감소시키면서 필요한 곳에서는 기밀도 보호해 준다. 이러한 발전은 정보격차와 불균형을 극복하게 하고 정책관련 비용을 낮추며, 취향이 다른 사람들을 융합시키고 같이 일을 더 잘할 수 있도록 함으로써 정책을 개선할 수 있는 기회를 제공한다.

OECD의 질문서를 통해 얻은 결과는 정책집행자들은 이미 농업-환경정책을 집행하는 방식을 개선하기 위해 디지털 기술과 데이터를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 일부 기술과 관련 데이터의 사용은 비록 종종 정부 조직 내에서 특별한 기준(ad-hoc basis)에 의하는

* GS&J 인스티튜트 senior economist (jhsong@gsnj.re.kr). 이 글은 주요국과 국제기구의 농업 관련 연구보고서 중에서 우리나라에 의미 있는 보고서들을 선별하여 주요내용을 요약하였음.

1) (https://read.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/digital-opportunities-for-better-agricultural-policies_571a0812-en#page1) (검색일 2019. 10. 23.)

경우에도 다른 것 보다 더 빠르게 발전하고 있다. 현재 정책집행자들이 가장 보편적으로 사용하는 디지털 기술과 데이터 출처는 원거리 감지, GIS 기준 분석 도구와 디지털 소통 도구(tool)에서 얻는 데이터이다. 설문조사에 응한 거의 모든 기관들은 디지털 기술이 다른 정부 기관이나 농가와의 소통을 증진시키고, 새로운 프로그램과 서비스를 촉진시키며, 조직 비용을 감소시킨다는 점에서 이익을 제공하는 것으로 평가하였다. 더 나아가 이러한 이익을 이해하거나 이익을 관련자들과 소통하는 것이 디지털 기술과 빅데이터의 사용에 장애가 되는 도전이라고 생각하는 기관은 소수에 불과하였다.

아직도 더 많은 기회가 분명하게 있다. 집행자들은 디지털 기술을 현행 정책을 개선하거나 새로운 정책을 수립하는데 사용할 수 있는데, 예컨대 실적에 더욱 기반을 두거나 규제를 적게 요구하는 정책이 가능하다. 특히, 이 보고서는 3가지 주요 기회를 규명하고 있다. 첫째, 정부는 더 많은 데이터를 필요로 하는 정책을 기안하고 실행하며 정책성과를 더욱 확실하게 평가할 기회를 갖는다. 둘째, 정부는 디지털 기술을 활용하여 감독과 준수의무를 재검토하고, 생산자의 의무사항에 대한 부담을 경감시키며, 프로그램의 감독과 준수의무를 집행하는 공적 비용을 감소시킬 수 있다. 디지털 기술은 또한 준수의무를 장려하기 위해 무거운 벌칙에 의존하는 것 보다 준수의무 이상으로 이행할 때 보상(금융적으로 혹은 명예적으로)해주는 새로운 접근을 가능케 할 수 있다. 마지막으로, 정부는 집행기능을 개선하고 비용을 경감시키며, 직원의 시간을 절약하고, 인간 실수의 가능성을 줄여주는 알고리즘을 사용할 수 있다. 또한 알고리즘은 정부와 연구자들이 새로운 지식을 더 빨리 생산할 수 있도록 돕기 위해 더욱 복잡하고 세밀한 분석을 시도할 수 있게 해 준다.

하지만 그동안 얻은 증거를 통해 볼 때, 일부 사례에서 제도적, 그리고 규제적 제약요인들이 정책집행자들이 디지털 기술을 활용하지 못하도록 방해할 수 있다. 파악된 실질적 도전에는 금융자원의 부족, 현재의 일자리 흐름, 디지털 기술과 빅 데이터를 더 많이 사용하기 위해 요구되는 정책과 프로그램의 커다란 변화가 포함된다. 사생활이나 비밀 규제도 일부 사례에서는 제약요인이 될 수 있다. 표준화의 부재와 서로 다른 규제 체제는 정책관련 지표에서 대표성이나 비교가능성을 달성하려는 노력을 방해한다.

기존의 제약 이외에도 검토할 필요가 있는 많은 새로운 이슈들이 있다. 정부는 품질, 시간적·장소적 규모, 민감성이 서로 다른 데이터를 어떻게 통합해서 유용한 지식을 생산할 것인지를 검토해야 한다. 정부는 우수한 데이터 관리 관행을 장려하는데 더 많이 노력해야

하며, 감지기(sensor) 기술이 인정(validated)되고 조정(calibrated)되어 정책과 규제 맥락(context)에서 사용된다는 것을 보장해야 한다. 또한 정책 사이클 내에서 의사 결정이 컴퓨터로 이전된다는 것은 투명성, 감독, 책임 등에 대한 많은 중요한 문제를 야기한다. 중요한 이슈는 정부와 산업계가 이들에 대한 의존이 커질수록 데이터, 모델 그리고 알고리즘의 한계가 더욱 더 명확해져야 한다는 것이다. 마지막으로, 정책을 개선하기 위해 새로운 디지털 기술을 채택하는 것은 이러한 디지털 기술에 접근하여 사용하는 사람과 그렇지 못한 사람들 간에 새로운 정보 비대칭, 혹은 디지털 격차(divide)를 초래할 위험이 있다. 만약 이러한 문제들이 만족스럽게 검토되지 않는다면 잠재적인 함정이 기다릴 것이다.

더 넓은 의미에서, 농업에서 디지털 기술을 사용할 수 있는 능력은 기초 연결 기반시설(브로드밴드, 통신시설 서비스 등)에 대한 접근에 달려 있다. 아울러 데이터 수집의 범위와 분석 서비스, 그리고 규제환경(상호 사용 규칙, 데이터 품질 기준, 데이터 소유권과 데이터 사생활에 대한 규범이나 규제, 기술, 모델링 틀의 공유, 디지털 플랫폼, 클라우드에 기반을 둔 저장과 가공 등)의 발전에 달려 있다. 이러한 요인들은 농업에서의 디지털화를 위한 효과적인 시스템을 형성하는데 모두 함께 사용되며, 데이터 기반시설을 가능케 하는 환경을 제공한다.

정부는 농업에서의 데이터 기반시설을 수립하는데 적극적인 역할을 할 수 있다. 그 과정에서 이러한 디지털 기술의 사용은, 농업정책이나 농업-환경정책을 개선하는 것을 포함하여, 농업 부문 전체를 디지털화하는 일관된 접근의 한 부분이 되는 것이 중요하다.

더 자세히 말한다면, 정부는 첫째로, 농업 관련 기존 데이터를 더 많은 사람들이 활용하도록 하여 새로운 서비스의 발전이 정부와 농민 모두의 의사결정을 지원하도록 하여야 한다. 정부는 또한 정부 서비스 제공과 생산자와의 상호작용을 위해 ‘온라인 우선’ 접근방식을 추진할 수 있다. 이는 정부와 생산자 모두의 행정비용을 감소시킬 수 있고, 새로운 종류의 서비스를 가능케 한다. 둘째로, 정부는 공공재(public good)가 있거나 공적인 이해의 합리적 근거가 있다면 데이터 수집 기술 분야에 직접 투자하는 것을 포함하여 연결성(connectivity)을 지원하고, 데이터 수집 기반시설(센서 네트워크, 원거리 감지 등)의 발전을 위해 역할을 할 수 있다.

2. 바이오-경제와 농식품체계의 지속가능성(OECD)²⁾

바이오-경제(bio-economy)는 화석 자원 대신에 생물을 기원으로 하는 자원에 주로 기반을 두는 경제 부문이며, 전 세계적으로 정책결정에서 점차 널리 퍼지고 있다. 대부분의 OECD 국가들을 포함하여 대략 49개 국가들은 바이오-경제 관련 전략이 시행되고 있거나 도입할 목표를 갖고 있다. 이들 국가들은 바이오-경제가 사회 전체를 지배하는(overarching) 도전, 예컨대 식량안보, 기후 변화, 제한된 자연 자원, 경제 성장, 원료물질에 대한 수요 등에 대처하기 위해 제공할 수 있는 역할을 인식하고 있다.

농식품 체계는 오늘날 바이오-경제 정책 아젠다에서 중요한 역할을 하고 있고, 과거 경험에서 몇 가지 중요한 교훈을 얻을 수 있다.

- 농식품체계의 지속가능한 발전을 위해 바이오-경제가 중요한 기여를 할 것이라는 높은 기대가 있다. 이는 새로운 사업과 혁신 기회를 창출하고, 자연 자원사용의 고효율과 생산적인 사용, 기후변화에 농업부문의 적응을 촉진하는 것 등에 의해 전반적으로 달성될 수 있다. 바이오-경제는 바이오메스에서 얻는 가치를 증가시키고, 바이오메스의 '단계적인(cascading) 사용'의 적극적인(diligent) 적용과, 쓰다 남은 물질의 재사용을 통해 가치사슬을 촉진할 수 있다.
- 국가 바이오-경제 전략은 식량안보(식량 우선 원칙)와 환경적 지속가능성을 주요 목표로 강조하는 경향이 있다.
- 바이오-경제의 발전은 본질적으로 지속가능한 것은 아니다. 경제적, 사회적 그리고 환경적 상쇄(trade-offs)와 위험은 피할 수 없다. 음식, 사료, 연료 그리고 섬유 수요를 충족시키기 위해 가장 비용-효율적인 생물적 자원과 다른 자원 사용을 결정하는 것은 민간과 공공 정책결정자에게는 중요한 도전이다.
- 온실가스 배출을 감소하는 것이 바이오-경제의 발전에 중요한 동인(driver)이지만, 공급 원료(feedstock) 생산, 토지 사용 변화, 그리고 바이오에너지 전환으로 야기되는 종합적인 온실가스 감축효과에 대해서는 우려가 존재한다.
- 바이오 경제가 농식품체계에 미치는 종합적인 경제적, 환경적, 사회적 영향에 대한

2) (<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/d0ad045d-en.pdf?expires=1569987529&id=id&accname=guest&checksum=401E84900BEBA6CC1D60F220A5950D35>) (검색일 2019. 10. 22.)

- 구체적인 실증적 증거는 부족한 실정이다. 더 개선된 감독과 평가가 요구된다.
- 정부가 채택한 가장 흔한 정책 이니셔티브는 연구, 지식 개발, 투자자와의 약속의 실질적인 형태(practical forms)에 집중되어 있다.
 - 바이오-경제 생산품에 대한 수요를 증가시키기 위해 기술이 밀고 시장이 견인하는 정책 수단이 사용된다. 여기에는 새로운 바이오 기반 제품에 대한 라벨, 표준, 인증 개발과 녹색(green) 공공구매의 사용이 포함된다. 일반적으로 바이오-경제 제품에 대한 소비자의 인식제고는 국가 아젠다의 최우선에 있다.
 - 바이오-경제와 관련된 산업 클러스터(cluster)와 파트너십을 통해 지식을 공유하기 위한 이니셔티브는 확산되고 있다. 대부분의 바이오-경제 전략은 데이터베이스센터 건립, 네트워크 개발(혁신 클러스터를 통한), 공공과 민간 파트너십을 통한 새로운 사업모델 촉진, 훈련과 교육, 바이오-정제(refining)를 위한 실험과 전시 공장 건립, 국제 공조의 강화를 포함한다.
 - 비록 대부분의 국가 전략은 여러 관련 기관에 걸친 목적들이 일관성을 갖고 합쳐질 필요성을 강조하지만 실제로는 이것이 어떻게 달성될지는 대체로 막연하다. 하지만 일관성이 있는 정책 세트는 필요하며, 특히, 농업, 식품, 농촌개발, 환경, 산림, 에너지, 연구와 혁신, 쓰레기, 기후 변화를 대상으로 하는 정책들 간에 필요하며, 이것들은 농업과 식품체계의 바이오-경제 발전을 조성한다고 여겨지고 있기 때문이다.
 - 바이오-경제 체제(framework)가 실행될 때 규제에 대한 검토와 조화의 중요성을 강조하는 국가는 별로 없다. 하지만 바이오-경제 전략의 성공적인 실행을 위해서는 시장 개발의 촉진뿐만 아니라 소비자 신뢰도 구축하는 전체적인(holistic) 접근이 필요하다.
 - 토지 사용에서의 경합 이외에도 다른 도전과 장애들이 있다: 국민이 수용할 수 있도록 공공 인식을 높이는 것; 관련된 금융 수요와 위험성 이해; 규제적 제한의 극복; 훈련과 기술 요구에 대한 대처; 운송과 관련된 물류 세부계획(logistics) 대처; 시장 기회의 촉진; 실적을 검토하고 평가하는데 필요한 프레임워크와 지표의 개발

3. EU의 소득 지지: 농민에 대한 직접지불 개요(EU)³⁾

□ 소득 지지의 목표

EU는 농민에게 소득지지 혹은 ‘직접지불’을 제공하는데, 그 이유는

- 농가소득 안전망으로 작동하고 영농 이윤을 높이고
- 유럽의 식량안보를 보장하고
- 안전하고 건강하면서도 적절한 가격의 농산물을 생산할 수 있게 도우며
- 시장에서 정상적으로 보상받지 못하는, 예컨대 농촌과 환경을 돌보는 것 같은 공공재를 공급하는 농민을 보상하기 위함이다.

농업인들은 일반적으로 농장 규모(ha)에 근거하여 소득 지지를 받는다. 모든 EU 국가들은 기본 직불을 제공해야 하는데, 지속가능한 영농방법(greening)에 대한 직불과 젊은 영농인을 위한 직불이 그것이다. 이들은 EU 국가들이 의무적으로 지불해야 하므로 의무직불이라고도 불린다.

추가적으로, EU 국가들은 특정한 분야나 영농 형태 등에 중점을 둔 다른 직불을 선택하여 지급할 수 있다. 여기에는 중소 규모 농장, 젊은 농업인, 자연적으로 제약이 있는 지역에서 영농하는 농업인, 어려움을 겪고 있는 분야를 돕기 위한 특정한 계획들이 있다.

□ 지지와 규칙 준중과의 연계

EU는 농업인에 대한 소득 지지의 대부분을 다음에 연계시키고 있다.

- 생산된 물량이 아니라 재배면적. 농업인은 이윤을 증대시키기 위해서는 시장의 수요에 반응해야 한다. 생산 물량과 비연계(디커플링)된 직불은 EU가 1970년대와 1980년대에 직면했던 식량재고 누적(공급과잉)을 피할 수 있다.
- 환경과 식물 위생, 동물 위생과 복지를 존중하게 되면 지속가능한 농업에 기여하게 된다. 이는 ‘교차 준수’로 불린다. EU 규칙을 따르지 않는 농업인은 직불금이 줄거나 완전 정지되는 것을 볼 수 있다.

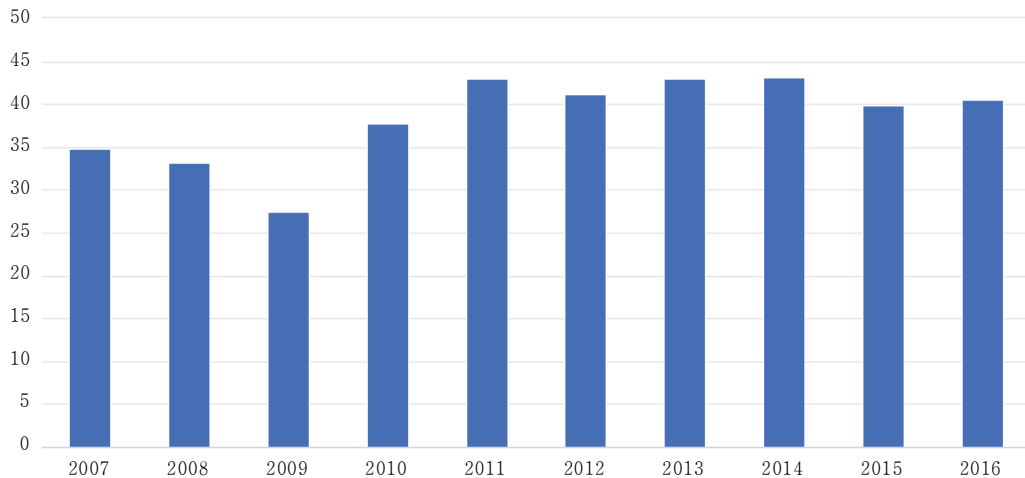
□ 왜 농업인에 대한 지원이 필요한가?

3) (<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/income-support-explained>) (검색일 2019. 10. 24.)

농가 평균 소득은 EU 경제의 다른 부문과 비교하여 45% 이하의 상당히 낮은 수준에 머물러 있다.

<그림 1> 농업인 소득과 다른 부문 임금과의 비교(EU, 2007-2016)

단위: %



자료: European Commission.

영농활동은 위험이 많고 가끔은 손실이 발생하는 사업이다. 농업은 다른 부문과 비교하여 날씨와 기후에 더 많이 의존한다. 소비자의 수요와 농업인이 생산을 늘리는 기간 사이에는 피할 수 없는 시차가 존재한다. EU 농업인들은 세계적으로 식료품 무역이 증가하는 가운데 무역자유화로 인해 압력을 받고 있다. 세계시장의 발달은 경쟁을 촉진하지만 한편으로는 EU 농식품 분야에 새로운 기회도 창출한다. 또한 공급과 수요에서의 세계화와 파동은 농산물 시장 가격을 더욱 변동스럽게 하였고 농업인들에게 새로운 우려가 되고 있다. 농업에서의 이러한 불확실성은 농업인 소득의 안전망을 보장하는데 정부의 역할이 중요하다는 것을 정당화시켜주고 있다.

□ 지원의 전제 조건

소득지지를 받기 위해서는 농업인은 몇 가지 자격조건을 갖추어야 한다.

- 농장이 EU내에 위치해야 한다.
- 소득지지는 EU 회원국별로 ha당 100유로~500유로 이하이고/또는 대상면적이 0.3ha

~5ha 미만이면 받을 수 없다.

- 농지(경작 가능지, 다년 작물, 영구 초지 등을 포함)에 일정한 영농활동(생산, 사육 혹은 농산물 등의 재배 등, 혹은 농지를 양호한 상태로 유지)을 수행해야 한다.
- ‘능동적 농업인(active farmer)’의 정의를 충족시켜야 한다. 능동적 농업인 조항의 핵심 요인은 활동범위의 금지 목록(negative list)이다, 예컨대, 공항, 급수시설, 부동산 서비스, 철도 서비스, 항구 스포츠와 위락 용지 등이다. 2017년까지 모든 EU의 경영체(entities)는 그들의 금지 목록에서의 영농활동이 한계적(marginal)이라는 것을 증명할 수 없으면 ‘능동적 농업인’으로 간주하지 않았다. 2018년 이후로는 이 조항은 선택사항이고 9개 EU국가에서만 적용되고 있다.
- EU 국가들이 지급하는 기본직불은 자격 체계로 실행하고 있어서 농업인은 비연계소득 직불을 받기 위해서는 자격조건을 갖추어야 한다.

□ 지지 수준

소득지지는 EU 전체적으로 약 630만 농장에 혜택을 주며, 농업소득의 중요한 비중을 차지한다. 평균적으로 지난 10년간 소득지지는 농업인 소득의 약 절반을 차지하였다. 소득지지의 수준은 농가별로, EU 국가별로, 혹은 지역별로 상당히 다를 수 있다.

EU는 ‘외부 수렴(external convergence)’이라고 불리는 메커니즘을 도입하였는데, 그 목적은 각 회원국의 ha 당 소득지지 지불액을 누진적으로 조정하는 것인데 EU 평균 수준에 근접하게 인상하거나 인하하는 방식이다. 외부수렴에 따라 EU 국가들의 평균 직불(ha 당 유로)이 평균의 90% 이하이면 평균 직불은 현행수준과 평균의 90% 수준차이의 1/3까지 점차 인상된다.

2018년 6월에 EU 집행위원회는 격차의 1/3을 1/2까지 확대하는 공동농업정책(CAP)의 새로운 틀을 제안하였다. 이는 소득직불의 더 공정한 분배를 보장한 집행위원회의 약속에 대한 이행이다. 2018년에 EU는 CAP 예산에서 417.4억 유로를 소득지지에 사용하였다.

4. 미국에서의 유전자 변형 작물의 채택(USDA/ERS)⁴⁾

이 자료는 제초제와 살충제에 내성을 가진 옥수수, 면화, 대두의 재배 현황에 대해 미국 농무성의 국립농업통계청(NASS)이 2000-2019년 기간 실시한 6월 농업조사에서 획득한 자료를 요약하여 제공한다.

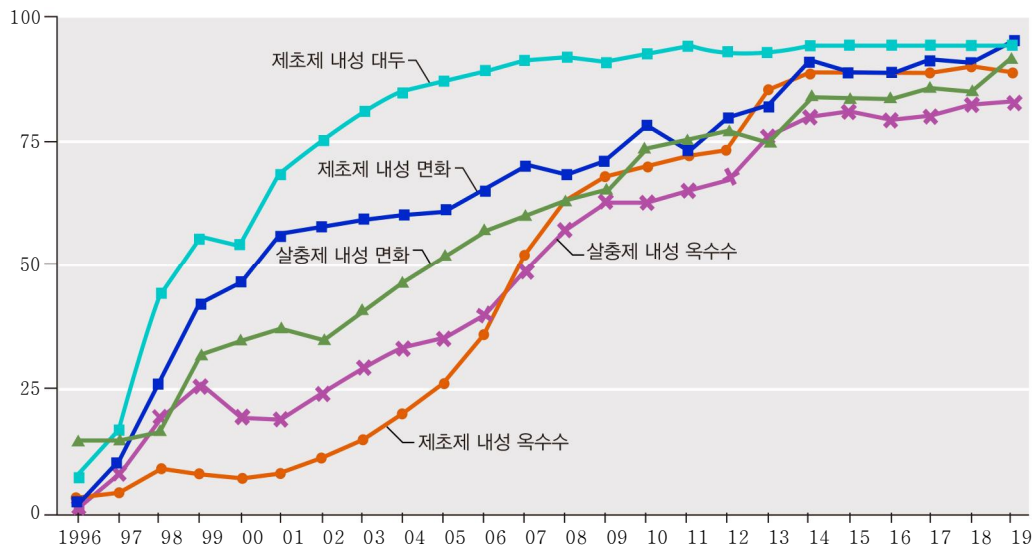
□ 최근의 유전자 조작(GE, Genetically Engineered) 적용 추세

제초제 -내성(Herbicide-tolerant, HT) 작물은 효과적으로 잡초를 통제하는 다양한 방법의 옵션을 농업인에게 제공한다. 미농무성의 조사에 의하면 제초제 내성 종자를 재배한 국내 대두 면적은 1997년의 17%에서 2001년엔 68%로 늘었고, 2014년에 정점을 이루어 94%에 달하였다. 제초제 내성 면화 면적은 1997년의 10%에서 2001년에 56%, 2019년에 98%로 확대 되었다. 옥수수의 경우에는 유전자 조작 종자가 상업화 된 직후에는 제초제 내성 종자 채택비율이 상대적으로 낮았으나, 2000년대 들어와 급격히 늘기 시작하여 최근에는 약 90%의 면적에 GE 종자가 재배되었다.

살충제 내성 작물의 경우 토양 박테리아 Bt(*Bacillus thuringiensis*)의 유전자를 보유하여 살충 단백질을 생산해 내는데, 1996년 이래 옥수수와 면화에 사용되기 시작하였다. 국내 살충제 내성 옥수수 면적은 1997년의 약 8%에서 2000년에 19%, 그리고 2019년에는 83%까지 확대되었다. 살충제 내성 면화는 1997년 15%에서 2001년 37%, 현재는 92%에 달하고 있다.

4) (<https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us/recent-trends-in-ge-adoption/>, <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/default.asp>) (검색일 2019. 10. 18.)

<그림 2> 미국에서의 유전자조작 농산물 재배 면적 비율, 1996-2019



자료: USDA/ERS (2019)에서 재인용.

살충제 내성 옥수수 채택비율이 증가한 것은 아마 옥수수 뿌리충(rootworm)과 이삭충(earworm)⁵⁾을 박멸하는 새로운 품종이 상업적으로 도입된 데서 연유한 것일 수 있다. 살충제 내성 옥수수 채택비율은 년도에 따라 변동하는데, 유럽 옥수수 borer와 옥수수 rootworm가 얼마나 만연하는지의 심각성에 좌우되었다. 마찬가지로 살충제 내성 면화의 채택비율도 담배 해충(budworm, bollworm, pink bollworm aisdus)의 심각성에 달려 있다.

2007년까지는 제초제 내성과 살충제 내성을 별도로 갖는 품종이 많이 재배되었으나 그 이후부터는 두 가지 특성을 동시에 갖는 품종의 선택비율이 급증하여 2019년에는 면화면적의 89%, 옥수수 면적의 80%는 두 가지 효과를 동시에 갖는 종자를 재배하고 있다.

□ 전 세계의 유전자 조작 작물 재배 추세

미 농무성은 세계의 유전자 조작(GE) 종자 사용에 대한 정보를 수집하거나 발표하지 않는다. 하지만 농업생명공학 적용 국제서비스(ISAAA)는 세계 유전자조작 재배면적을 작성하고, '상업적 생명공학/유전자조작 작물의 세계 상황: 2018' 보고서에서 제시한다.

이 보고서에 의하면 생명공학 작물이 처음 재배된 이래 23년이 지난 2018년 현재

5) 2003년 이전에는 살충제 내성 옥수수 종자는 유럽 옥수수 borer(천공충)만을 대상으로 함.

전 세계 70여 개 국가에서 생명공학 작물을 재배하거나 수입하고 있다. 26개 국가가 1억 9,100만 헥타에 생명공학 작물을 재배하고 있는데, 2017년에 비해서는 170만 헥타가 증가하였다. 이렇게 전 세계적으로 생명공학 작물의 재배 면적이 증가하는 것은 굶주림, 영양부족과 기후변화라는 세계적 도전 과제에 대처하는데 생명공학 작물이 도움이 된다는 것을 의미한다.

2018년에 UN 세계 식량안보 및 영양 상황 보고서에서는 굶주림이 3년간 연속 증가하고 있으며, 10년 전의 최고 수준과 유사한 수준이라고 보고되고 있다. 더욱이 2017년 식량위기 세계보고서에서는 굶주림과 영양부족이 계속 증가하여 48개국의 약 1억 8백만 명이 위협하거나 심각한 식량 불안정 상태라고 밝히고 있다. 예컨대 단수를 증대하고, 해충에 더 강한 내성을 갖고, 영양을 개선하는 등의 특징을 갖는 생명공학 작물은 전 세계 수많은 가족의 삶에 영향을 미치는 세계적 도전과제에 대처하는데 필요하다는 사실은 부정할 수 없다.

생명공학(Biotech) 작물 재배는 1996년 이래 113배 증가하여 생명공학 기술이 세계적으로 가장 빠르게 채택되는 작물 기술이라고 할 수 있다. 오래 전부터 GE작물재배를 시작한 국가들, 특히 미국, 브라질, 아르헨티나, 캐나다, 인도에서는 주요 작물의 채택비율은 거의 100%에 달해서 농민들이 다른 전통적인 종자보다 생명공학 작물을 선호하는 것을 알 수 있다. 더 많은 농민, 소비자의 수요에 따라 더욱 다양한 특징을 갖는 생명공학 작물들이 개발되고 있다. 2018년에는 감자, 사탕수수, 사과, 카놀라, 홍화 등에서 새 생명공학 품종들이 시장에 선 보였다.

5. 농업용수 정책 개혁을 위한 방향 탐색(OECD)⁶⁾

농업부문은 주로 기후변화와 다른 경제 분야의 물에 대한 수요 증가로 인해 물 관련 위험이 증가하고 있다. 많은 지역에서 농업생산은 물의 주요 사용자와 오염유발자로서 이러한 위험을 악화시키면서 다른 사용자와 담수(freshwater) 생태계에 영향을 미치고 있다. 눈에 보이는 진전에도 불구하고, 이러한 증가하는 도전에 대처하기 위해서는 OECD국가들은 농업과 물 정책에 대한 노력이 더욱 필요하다. 정부는 가능한 정책 대안들을 파악하고는

6) (<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/906cea2b-en.pdf?expires=1571187026&id=id&accname=guest&checksum=AECD63BD6FBBF5FF09849F2D70B715C5>) (검색일 2019. 10. 14.)

있겠지만 어떻게 성공적으로 도입하고 이러한 대안들을 실행할 지에 대해 항상 알고 있지는 않다.

이 보고서는 농업에서의 지속가능한 물 사용을 위한 잠재적인 개혁 방향에 대한 지침서이다. 이 분석은 OECD 국가들의 과거 물과 농업정책 개혁에 대해 심층 검토하고, 2018년에 개최된 2개의 국제 워크숍을 통해 다양한 범위의 여러 나라 전문가들과의 광범위한 협의를 통해 이루어졌다.

물과 농업개혁을 성공적으로 실행하기 위해서는 3가지 요인이 중요한 것으로 나타났다. (i) 개혁을 위한 기회의 창으로서의 기대를 위해 지식기반을 개발하는 것, (ii) 어떠한 새로운 정책이라도 필요한 바에 따라 조정된다는 것을 보장하면서 증거에 기반을 둔 목표 설정의 필요성, (iii) 정책변화를 촉진하기 위해 이해관계자와 정부 관리가 함께 작업하는 것의 중요성이다.

이러한 세 가지 요인에 의해 정의된 변화 이론(theory of change)은 실제적이고 효과적인 정책변화를 달성하기 위한 개혁과정의 타이밍과 디자인에 융통성이 중요함을 강조하고 있다. 농업에서의 물이라는 관점에서 볼 때, 물 상황이 바뀌고 불확실해질 수 있으며 위기는 종종 변화의 방아쇠로 작동하기 때문에 융통성이 필요하다. 변화 이론은 정책변화에서의 시의성을 강조한다: 문제가 발생하고, 가능한 해법이 알려지고, 경제적·정치적 상황이 우호적일 때 적절한 순간이 나타날 수 있다.

이러한 요인들과 수집된 정보들은 개혁을 성공적으로 실행하기 위한 두 가지 세트의 권고를 제시하는데 도움이 된다.

첫째로, 개혁을 도입하는 적당한 기회를 기다리는 동안, 정부는

- 관련 기관의 역할과 책임을 분명히 하고, 정부 기구간 일관성과 협조가 가능하도록 계속 물 관리 시스템을 개선하고,
- 농업에서의 지속가능한 물 사용을 위한 관련 과학과 정책연구를 계속 지원하고,
- 일반국민에게 농업과 물의 도전과 위협에 대해 지속적으로 교육하고,
- 개혁 집행을 개선하기 위해 계속 역량을 강화하고 정부 기구를 훈련해야 한다.

둘째로, 개혁에 착수할 때, 개혁 과정이 효과적이도록 보장하기 위해서는 다섯 가지 조건이 필요하다.

- (1) 증거에 기반을 둔 문제 정의, 개혁 목표 설계와 영향 평가: 현 상황과 변화의 방향을 분석
- (2) 관리(governance)와 제도가 정책변화에 정렬되도록 보장: 정책변화를 관리할 수 있도록 보장하는 관리체제와 제도를 채택
- (3) 이해관계자들을 전략적으로 참여시키고, 지방 정책 조직과 농업인간에 신뢰를 조성하고, 개혁 과정의 중요 단계에서 대화분위기 조성
- (4) 정책변화가 가능하도록 경제적 인센티브를 재조정. 이는 정책 변화로 인한 단기적 경제적 손실에 대처하기 위해 효율성과 분배적 우려 간에 균형을 유지하면서 가능한 보상 메커니즘을 포함한다.
- (5) 조정 가능한 스마트 개혁(smart reform) 연속(sequencing)을 분명히 하는 것. 여기에는 예를 들어, 장기 실적 목표, 지방 수준에서의 개혁을 위한 융통성 있는 실행 대안, 그리고 확실한 제재(credible sanctions)가 결합될 수 있다.

이러한 다섯 가지 조건은 물과 농업정책 변화에 대한 4가지 도전을 실행하기 위해 필요한 것으로 보인다 ; 1) 농업에서의 물 사용에 대한 요금 청구, 2) 물 자원에 나쁜 영향을 미치는 보조 철폐, 3) 지표수 사용 규제, 4) 비점(non-point) 오염원에 대한 대처이다.

한편, 정부가 5가지 조건을 각각 충족하기 위해 할애할 필요가 있는 상대적 노력은 실행된 정책변화의 형태에 따라 달라질 수 있다. 예를 들면, 물사용 요금과 보조 철폐에 초점을 맞춘 개혁은 지표수와 오염 규제를 겨냥하는 개혁(건설한 정보를 수집(조건 1)하고, 관련 이해관계자와 적극적으로 관여하기 위해 많은 노력이 필요(조건 3)한) 보다는 경제적 인센티브(조건 4)를 재조정하고, 개혁 연속을 조정(조건 5)하는데 더 큰 노력을 필요로 할 것이다.

이러한 권고들은 농업분야의 물 위험에 대처하거나 농업이 담수(freshwater) 체계에 미치는 영향을 줄이려는 의욕적인 정책변화에도 적용될 수 있다. 이러한 권고들은 장소적 이질성과 정보 비대칭성을 특징으로 하는 다른 농업 정책이나 물 정책 개혁에도 본보기가 될 수 있다. 제시된 두 가지 권고 세트는 정부가 의미 있는 개혁과정에 관여하는 능력을 감독하는데 기준으로 적용할 수 있다.

6. 항균제의 농업분야로부터 환경으로의 이동(FAO)⁷⁾

항균제(AM: Antimicrobials)는 인간과 동물(수생과 육상의) 질병 치료에서 중요한 역할을 하며 광범위하게 사용되고 있다. 항균제 내성(AMR: Antimicrobials resistance)은 미생물(박테리아, 바이러스와 일부 기생충)이 항균제, 항바이러스, 말라리아예방약 등과 같은 항생제가 기능하지 못하게 하는 능력을 말한다. 전 세계적으로 연간 약 70만 명(유럽에서 3만 3천 명)의 사망은 내성 감염으로 인해 발생하는데, 항균제 약이 저항성이 있는 병원균을 죽이는 효과가 점차 낮아지는 결과이다. 환경 분야에 존재하는 항균 화학물질은 AMR의 발달을 촉발시킬 수 있다. 이러한 화학물질은 항생제 내성 박테리아(ARB)가 다른 내성이 없는 박테리아보다 진화적으로 우월하기 때문에 항생제 내성 유전자(ARG)의 추가적인 확대를 야기할 수도 있다.

지금은 AMR은 주로 인간이나 동물의 건강이라는 시각에서 접근되어 왔는데, 환경에 있는 AMR이 건강에 미치는 영향에 대해서는 별로 알려진 바 없다. FAO, WHO, OIE 는 인간과 동물 간 상호작용에 의한 건강 위협에 대처하기 위해 오랫동안 제휴를 맺어왔다. 최근의 양해록에서 이 세 기관 동맹은 AMR 문제 대처에 초점을 맞춰 공동노력을 강화하기로 합의하였다.

AMR에 대한 전 세계적인 노력은 항생제와 박테리아 내성제가 제조과정에서의 누출과 인간과 동물의 쓰레기를 통해 얼마나 퍼져 있는지 범위를 깨달아야 한다. ‘UN 환경’을 초청하여 FAO, WHO, OIE와 함께 AMR의 환경적인 측면에 대해 공조하도록 한 것은 2017년에 UN 환경총회가 채택한 결의안 E.A.3/Res.4의 지침과 전적으로 부합하는 것이다. 이 결의안은 인간과 동물, 식물 건강과 환경은 서로 연결되어 있다고 강조하고 ‘UN 환경’이 2021년의 5차 UN 환경 총회 때까지 AMR의 환경영향에 대한 보고서를 준비할 것을 요구하였다. 아울러 OIE와 협조하여 FAO/WHO 전문가 공동회의의 ‘식품에 기인한 항균제 내성: 환경, 작물, 살충제(biocides)의 역할’에 관한 예비보고서(2018년 11월)에서는 당면한 식물 생산 환경에서의 AMR과 항생제 내성 유전자의 중요성을 강조하고 있다. 이 보고서는 재래식으로 그리고 유기적으로 재배된 채소는 AMR 박테리아의 확산과 그리고 만일 날것(raw)으로 소비되면 내성 유전자가 인간에의 확산에 매개체가 될 수 있으며, 토양, 유기 비료, 관개수는 미생물의

7) (<http://www.fao.org/3/ca5386en/ca5386en.pdf>) (검색일 2019. 10. 25.)

잔류와 오염의 원천이 된다고 밝히고 있다. 이렇게 AMR 박테리아는 농지 토양에 잔류하며 식품으로 확산될 수 있다.

잠재적으로(potentially) 높은 수준의 항생제와 그에 상응한 높은 수준의 ARB와 ARG가 폐수처리시설의 배출물에서 발견될 수 있다. 항생제를 생산하는 산업공장의 하수는 병원의 하수나 도시지역의 하수보다 더 많은 ARB와 ARG를 포함할 것이다. 일반적으로 폐수는 잠재적인 저수지로서 활동할 수 있다. 환경에서의 AMR의 만연은 일반적으로 국가나 국제법적 규제에 의해 통제되지 않는다. EU의 물 프레임워크 지침(directive)은 합의된 표준에 따라 높은 품질의 담수(fresh water)를 보장하는 규정을 포함하고 있다. 하지만 AMR 현상(phenomenon)은 고려되지 않고 있다. ARG와 ARB의 서로 다른 전달경로 - 분뇨가 지표수나 지하수로 연결되는 토양으로 - 는 통제하기에 더욱 복잡하다. 한 가지 장애는 환경적인 맥락에서 ARG와 ARB에 대한 보고나 개념정의가 부족하다는 것이다. 그와 대조적으로 임상적인 변종(strains)은 훨씬 더 잘 기술되어 있다.

이 보고서는 환경 샘플에 유용한 다른 심사(screening) 방법과 이러한 심사 노력을 기획하는 감시 접근법을 제공할 것이다. 우리는 환경적으로 수평적인(horizontal) 유전자 전이를 연구하는 다양한 방법을 고려한다. 항균제 내성이 농업분야로부터 어떻게 토양과 물을 통해 환경으로 이동하는지를 더 잘 이해하는 것은 우리가 비용 효과적으로 항균제 내성을 관리하는 지침을 개발할 때 중요하다. 사례연구를 기반으로 하여, 이 보고서는 환경에서의 ARG의 발생과 항균제가 농업분야에서 환경으로 이동하는 것에 대한 지금까지의 이해를 요약하는 것을 목표로 한다.

항생제를 분석하고 범유전체학(metagenomics)으로 ARB를 연구하는데 사용하는 현재의 전통적인 화학방법은 환경에서의 높은 오염 집중도에 대해 종합적인 조사(surveys)를 제공할 수 있지만, 출처(sources)와 흡수원(sinks)을 설명하거나 어떻게 두 가지 파라미터가 서로 영향을 미치는지 밝혀내지 못하고 있다. 원자핵(nuclear) 기술은 항생제의 출처를 결정하고, 출처의 동위원소 지문을 통해 항생제가 어디에서 제거되는지를 결정하는데 도움이 될 수 있고, 변형으로 인한(transformation induced) 동위원소 효과에 의한 항생제의 분해(degradation)를 감지할 수 있다.

분석의 비용-편익과 비용-효과는 이 기술적인 보고서에서는 논의되지 않았다. 또한 이 보고서는 위해 규명(hazard identification), 노출 평가, 독소 평가, 그리고 전반적인 위험평가

등과 같은 위험관리 접근법은 다루지 않는다. 대신, 초점은 항생제의 출처와 토양과 물을 통한 운반(transport)을 감지하고 추적하는데 사용되는 방법론에 맞춰져 있으며, 더욱 중요한 것은 CSIA(Compound-Specific Stable Isotope Analysis)를 사용하여 원천(origin)과 AM의 생산과정과 운반을 결정할 수 있는 원자핵 기술이다. 우리는 샘플링 전략과 실험계획안(protocol), 샘플의 운반과 보존, 그리고 샘플을 분석하는 방법 등을 포함하여 야생(field)에서 수집한 샘플을 어떻게 취급할 것인지에 대한 권고를 제공한다. 이 보고서는 향후의 방향에 대한 우리의 의견을 결론으로 제시하는데, AMR에 대한 지식 격차로 인해 원자핵 기술과 미생물학 방법을 이용하여 연구할 당위성이 있다는 내용이 포함된다.

7. 농업전망 2019-2028(OECD/FAO)⁸⁾

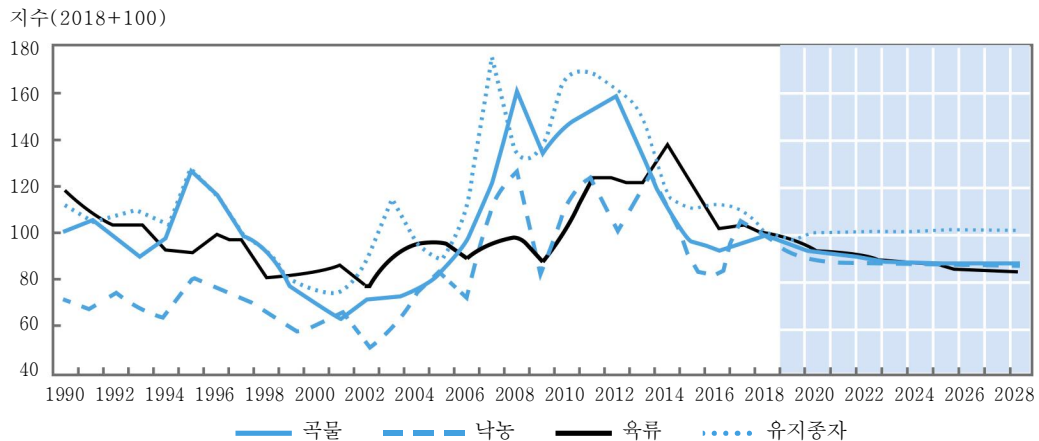
농업전망 2019-2028은 OECD와 FAO의 공동작업 결과이며 회원국 정부의 전문가와 품목별 조직 전문가들의 의견을 반영하여 작성되었다. 여기에서는 국가와 지역, 그리고 세계 전체 농식품 시장의 10년간 전망에 대해 합의된 평가를 제공한다. 금년 보고서의 집중 분석에는 라틴아메리카와 카리브해 국가들이 포함되어 있다.

□ 가격

수년간의 과잉공급으로 대부분의 농산물의 국제가격은 하락 추세를 보이고 있지만 곡물, 쇠고기와 양고기는 단기간의 반등을 보인다. 농업전망에 포함된 품목들은 대부분 생산성 향상이 수요 증가를 지속 상회하여 실질가격은 향후 10년간 현재 수준, 혹은 그보다 낮은 수준을 보일 것으로 전망된다.

8) (https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2019-en.pdf?expires=1569986928&id=id&accname=guest&checksum=0F1421D9C8FEF354EDDA04E686BCA7B3) (검색일 2019. 10. 22.)

<그림 3> 품목군별 실질가격 중기 전망



주: 상품군에 대한 가격지수는 품목군별로 2016-18 생산액을 비중으로 가중평균 하여 산출되었음.

자료: OECD/FAO(2019) 2019-2028 농업전망.

□ 소비

세계 인구가 계속 증가하여 식량, 사료, 산업용 목적으로 농산물을 더 많이 사용하게 된다. 향후 10년간 현재보다 더 늘어나는 추가적인 식량수요는 인구 증가가 빠른, 특히 사하라 이남 아프리카, 인도, 중동 지역과 북아프리카에서 발생할 것이다. 주요 식품의 1인당 소비는 세계 인구의 대부분이 수요 포화 상태이기 때문에 정체될 것으로 예상된다. 육류 수요는 아메리카 지역에서 상대적으로 높을 것으로 전망되며, 사하라 이남 지역에서는 소득이 낮아 지속적으로 육류 수요가 제한된다. 남아시아(인도와 파키스탄)에서는 단백질에 대한 추가 수요의 대부분은 신선 낙농품으로 충족될 것이다. 1인당 설탕과 식용유 소비는 도시화와 가공식품 및 편의식품으로의 전환에 따라 증가할 것으로 예상된다.

칼로리 과잉소비와 불균형 식단에 운동 수준의 감소가 겹쳐 세계 많은 국가에서 과체중과 비만에 대한 우려가 증가하고 있다. 많은 저소득 국가와 중위 소득국가에게 이러한 문제는 영양부족과 미량 영양소 결핍과 공존하며 3중고를 초래한다.

동물성 제품에 대한 견실한 수요는 사육두수를 늘려 축산물 생산을 확대할 인센티브를 제공한다. 사료용 수요는 촉진되어 국제 곡물시장에서 옥수수와 콩의 비중은 늘어날 것이다. 따라서 다음 10년에도 곡물의 사료용 수요 증가는 식량용 수요확대를 초과할 것이다.

□ 생산

농업생산은 세계 농지면적은 별로 늘어나지 않는 가운데 향후 10년간 15% 정도 증가할 것이다. 작물생산 증대는 주로 기술 혁신에 의한 단수 증대와 생산 고밀도화에 기인한다. 예상되는 축산물 생산 증대는 사육두수 증가, 사료 사용 증가, 사료의 효율성 증대에 기인한다.

농업은 지속적으로 세계 온실가스의 중요한 배출원이다. 대부분 가축, 그리고 쌀과 합성비료에서 발생하는 농업분야의 직접배출은 향후 10년간 매년 0.5% 씩 늘어날 것으로 전망된다. 지난 10년간 연평균 증가율 0.7% 뿐만 아니라 농업생산 성장률보다 낮다. 생산성이 제고되면서 탄소집약도가 낮아지기 때문이다.

□ 무역

국제무역은 늘어나고 있는 식량수입국들에게 식량안보를 위해 여전히 필수적이다. 무역은 앞으로 국제무역에서 비중이 점차 높아질 것으로 전망되는 라틴아메리카와 카리브해 국가들과 같은 수출국들에게도 소득과 생계유지에 여전히 중요하다. 흑해 지역은 밀과 조곡의 선두 수출국으로서의 입지를 공고히 할 것인데, 대부분 중동과 북부아프리카 지역으로 수출된다.

세계 농산물 시장은 전통적으로 위협에 취약한 농업부분에 추가적으로 새로운 불확실성을 확산하고 있다. 공급측면에서는 아프리카돼지열병과 같은 질병의 만연, 항생제에 대한 내성의 증가, 새로운 식물 육종 기술에 대한 규제적 대응, 극단적인 기후 변화 개연성 증가 등이 위협이다. 수요측면에서는 식단의 변화, 건강과 지속가능 이슈에 대한 인식, 비만에 대한 경고 증가에 대한 정책 대응 등이 영향을 미친다. 그 외에도 세계 농산물 시장에서 중요한 국가들 간에 미래의 무역협정과 관련하여서도 불확실성이 높아지고 있다. 지금 진행되고 있는 무역긴장이 확대되면 국제시장과 국내 시장에 반향을 일으켜 무역이 축소되고 방향이 뒤바뀔 것이다.

□ 라틴아메리카 농업: 전망과 도전

금년의 특별 챗터는 라틴아메리카와 카리브해 국가(LAC)에 초점을 두고 있는데, 이 지역은 농지와 물이 풍부하여 전 세계 생산의 14%와 농수산물 수출의 23%를 차지한다. 향후

10년간 곡물생산량은 22%, 축산물 생산량은 16% 늘어날 것으로 전망되는데, 이는 세계 평균보다 각각 7%와 2% 더 높다. 2028년까지 이 지역은 전 세계 농수산물 수출의 25% 이상을 차지할 것이다.

농업생산성을 지속적으로 제고하려면 농업에 우호적인 환경을 조성하도록 전략적인 투자를 요구한다. 하지만 이 지역의 농촌 기반시설과 R&D의 주도권이 다양하고 서로 다르기 때문에 이러한 전략적 투자에 대한 공적 지출 요구는 지역별로 다르다. 이 지역의 일부 국가는 농업의 환경에 대한 영향을 개선(토양 침식, 산림 황폐, 농업생산으로 인한 배출의 감소 등)하는데 투자할 필요성에 직면하고 있다.

가격이 높은 과일과 채소에 대한 강한 성장 기회는 소농에게 기회를 제공하는데, 이에 대한 정책은 부존자원과 시장 잠재력에 따라 달라질 필요가 있다. 이 지역에서 농업에 종사하는 여성의 비중이 높아지고 있으므로 여성의 교육, 신용, 자문서비스에 대한 접근을 개선하는데 목표를 둔 정책 개입이 필요하다.

식량안보는 여전히 우려가 되며, 많은 가구들이 필요한 만큼의 식량을 구입할 수 없다. 2015년 이후 극단적인 빈곤이 증가하고 있기 때문에 극빈층의 소득 증가를 보장할 필요성도 높아지고 있고, 이 도전에는 농업 발전이 중요한 역할을 할 수 있다. 비만 인구가 증가하고 있는 상황에서 이러한 추세에 대응하기 위한 여러 조치들이 취해지고 있는데, 공공 정보의 제공에서부터 산업과 금융 조치에 대한 규제 등이 있다. 이러한 정책에 대한 평가는 중요하며, 평가에 따라 성공적인 조치는 더 확대되고 다른 지역으로 확산시켜야 한다.

참고문헌

- EU Commission. Income Support Explained. Overview of direct payments for farmers.
(<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/income-support-explained#howitworks>)(검색일: 2019.10.11.)
- FAO, 2019. Antimicrobial movement from agricultural areas to the environment: The missing link. A role for nuclear techniques. 2019 FAO Rome.
- OECD/FAO 2019. Agricultural Outlook 2019–2028. OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- OECD 2019 a. Digital Opportunities for Better Agricultural Policies. OECD Publishing, Paris.
(<https://doi.org/10.1787/571a0812-en>.)
- OECD 2019 b. Navigating pathways to reform water policies in agriculture, OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. No. 128. (March 2019)
- OECD 2019 c. Bio-economy and the sustainability of the agriculture and food system. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 136 (12 sep. 2019)
- USDA/ERS. 2019. Adoption of Genetically Engineered Crops in the U.S. Economic Research Service. September 2019.