

한국의 식량·영양안보 전략을 위한 제언

Korea's Food and Nutrition
Security



Scientist's Opinion for a Better World

국제한림원연합회의 '아시아의 식량영양안보 및 농업 연구' 보고서 요약

발행처	한국과학기술한림원 031)726-7900
발행인	이명철
발행일	2018년 8월
홈페이지	www.kast.or.kr
기획·편집	정윤하 한림원 정책연구팀장 이동원 한림원 정책연구팀 행정원
디자인·인쇄	(주)아미고디자인 02)517-5043

오피니언 리포트는 과학기술진흥기금 및 복권기금의 지원으로 만들어졌으며,
저작권은 한국과학기술한림원에 있습니다.

발간사

충분한 식량과 균형 잡힌 영양의 공급은 생존의 기본조건이자 인류의 지속가능한 발전을 위해 반드시 충족되어야 할 필수요건이다. 식량 생산방법이 산업화·과학화됨에 따라 현재 인류는 역사상 가장 풍족한 식량 공급을 받고 있다. 하지만 여전히 지구촌 한 쪽은 빈곤과 기아의 고통에서 벗어나지 못하고 식량의 부익부빈익빈 현상이 지속되는 양상이다. 세계적으로 물, 에너지, 토지와 같은 생산자원에 대한 경쟁이 심화되고 있으며, 기후변화 같은 예상치 못한 제약 조건들이 '식량·영양안보'를 위협하고 있다. 전지구적인 '식량·영양안보' 해법 마련에 과학과 기술의 참여가 어느 때보다 절실한 상황이다.

국제한림원연합회(IAP for Science)는 이러한 인식을 기반으로 2015년 '식량·영양안보와 농업(Food and Nutrition Security and Agriculture, 이하 FNSA)' 프로젝트를 발족했다. 한국과학기술한림원이 사무국을 맡고 있는 아시아과학한림원연합회(AASSA)를 비롯하여 유럽한림원연합회(EASAC), 아메리카한림원연합회(IANAS), 아프리카한림원연합회(NASAC) 등 4개의 권역별 한림원연합회가 뜻을 같이했다.

한국과학기술한림원은 과학기술 지식이 학문에만 머무르지 않고, 사회와 삶에 폭넓게 스며들 수 있도록 '오피니언 리포트(Opinion Report)'를 발간하고 있다. '리스크 거버넌스(Risk Governance)'를 주제로 첫 번째 보고서를 펴낸 데 이어 두 번째 보고서에서는 '식량·영양안보와 농업'을 주제로 한국의 식량안보 전략을 위한 제언을 담았다. 이 보고서를 통해 국가와 지역사회에 산재한 현안문제를 풀어갈 수 있는 과학기술적 실마리를 제공하고, 나아가 과학기술계, 정책관계자, 언론, 국민들과 함께하는 지식공동체 구축의 기반을 조성하는 게 목표다. 모쪼록 이번 보고서가 한국의 식량안보 전략을 마련함에 있어 정책결정자들이 객관적 사실에 기초해 의사결정을 내리는 데 조금이나마 기여할 수 있길 기대한다.

이번에 발간하는 오피니언 리포트는 FNSA의 아시아지역 보고서와(Opportunities and Challenges for research on food and nutrition security and agriculture in Asia, 2018, AASSA) 'IAP 식량영양안보와 농업 - 한국의 전망(2016, 한국과학기술한림원)'을 발채 및 요약한 것임을 밝힌다.

2018년 8월

한국과학기술한림원
원장 이명철

실무연구진 및 감수진

김유향 AASSA 회장, 한국과학기술한림원 전 총괄부원장(인하대학교 명예교수)

이무하 AASSA 사무총장, 한국과학기술한림원 회원담당 부원장(서울대학교 명예교수)

윤정환 한국과학기술한림원 농수산학부장(한림대학교 명예교수)

이철호 한국과학기술한림원 농수산학부 종신회원(한국식량영양안보재단 이사장)

하종규 한국과학기술한림원 농수산학부 종신회원(서울대학교 명예교수)

CONTENTS

PART I

식량·영양안보의 주요요인과 세계의 현황

06

들어가며

09

1. 식량·영양안보를 위해 고려해야 할 주요요인

- 전제 조건: 국가에서 식량·영양안보 전략을 세울 때 고려해야 할 사항
- 인구규모와 연령분포, 예상변화 등 사회적 환경
- 식품안전과 건강한 식사
- 지속가능한 식량 생산과 확보 시스템

15

2. 세계의 식량생태계와 최근 이슈

- 세계의 식량사정
- 세계적 자원경쟁이 식량영양안보에 미치는 영향

PART II

우리나라의 식량안보 전략

19

1. 고령화에 대비한 식품·영양 생산시스템 구축

- 한국 고령인에 맞는 건강한 식단 개발
- 농촌인구의 고령화 대비
- 식품낭비를 막기 위한 기술과 제도

23

2. 과학기술의 활용과 규제

- 유전자변형물질과 유전자가위 등 신기술 도입의 전제조건
- 장기적 투자와 국제협력 강화
- 정밀농업과 로봇공학의 도입, 대체 식량자원 개발 등

29

3. 통일을 대비한 식량안보 정책 방안

들어가며

식량·영양안보와 농업, 그리고 국제한림원연합회

국제연합(UN)이 2015년 9월 총회에서 채택한 '2030년까지 달성해야 할 17개의 지속가능 개발목표(SDGs)' 중 첫 번째와 두 번째 목표는 '가난 퇴치'와 '기아 근절'이다. 21세기 인류가 당면한 최대의 도전은 급속히 증가하는 전 세계 인구에게 경제적, 문화적, 사회적, 환경적으로 지속가능한 방법에 따라 영양적으로 균형 잡힌 건강한 식량공급을 보장하는 것이다. 현재 세계 인구는 약 76억 명으로 이중 10억 명은 영양 부족 상태이다. 전문가들은 2050년 세계 인구가 90억 명에 도달할 것으로 예측하고 있다. 하지만 농지와 물을 비롯해 기타 에너지 자원은 꾸준한 감소가 예상되고, 기후변화 등이 초래할 예측 불가능한 제약 조건들도 있어 '모든 사람이 굶지 않는 지구'는 인류에게 쉽지 않은 도전이다.

UN이 채택한 지속가능 개발목표들은 식량·영양안보와 농업을 위한 정책이 추구해야 할 방향을 제시했지만, 실제로 복잡한 문제들을 해결하기 위해서는 과학기술의 역할이 절실하다. 국제한림원연합회(IAP for Science)는 가난과 기아 문제의 심각성을 인식하고 과학기술적 해결방안을 연구하고자, 독일 정부의 재정지원을 받아 2015년 6월에 '식량·영양안보와 농업(Food and Nutrition Security and Agriculture, FNSA)'이라는 야심찬 프로젝트를 발족했다.

국제한림원연합회는 보다 체계적인 분석과 과학적인 대안 마련을 위해 아시아과학한림원 연합회(AASSA), 유럽한림원연합회(EASAC), 아메리카한림원연합회(IANAS), 아프리카한림원 연합회(NASAC) 등 4개 권역별 네트워크를 바탕으로 연구진을 구성했다. 이들 네 곳의 대륙별 연합회들은 공통 기준을 따르면서도 각 지역의 고유한 경험, 전통, 정책 우선순위 등에 따라 해석하고 종합하도록 프로젝트를 설계했다. 또한 이 프로젝트 전체 및 각 대륙별 부분은 전문가들이 질적 평가와 관리를 맡았다.

이들이 과학에 기반을 두고 검토한 주요 주제들은 ▲지속가능한 식량생산방안과 식단 수립 ▲농업 발전 방안을 통한 지속가능한 지역사회 확립 ▲식단의 질과 영양 정보에 바탕을 둔 건강한 식품시스템 확립과 이를 통한 사람들의 영양 증진 ▲기후변화 등 환경·사회적 변화에 대한 대책 마련 등이다.

한국과학기술한림원이 사무국을 맡고 있는 아시아과학한림원연합회(회장 김유항, 이학부 종신 회원)는 회원 한림원들이 추천한 전문가들 중에서 이철호 고려대학교 교수(농수산학부 종신회원)를 비롯해 뉴질랜드, 이스라엘, 중국, 말레이시아, 태국, 인도, 이란 등 8개국의 전문가들로 연구진을 구성했다. 연구진은 뉴델리에서 2회, 서울에서 2회 등 총 6회에 걸친 대면회의와 전자 미디어를 통한



수많은 소통을 거쳐 2017년 9월에 아시아과학한림원연합회 FNSA 보고서 초안을 완성했다. 초안은 다시 풍부한 경험과 국제적 신망을 갖춘 아시아 내의 전문가들의 평가를 통해 2017년 10월에 최종 보고서로 완성되어 각 회원 한림원의 인준 절차를 밟았다.

FNSA 아시아지역 보고서는, 식량영양안보가 ‘고위험’으로 분류된 나라일수록 연구개발과 교육에 많은 투자를 해야 한다고 권고한다. 특히 ‘산탄충’ 식의 보급 계획보다는 예상 장애들을 세심하게 분석하고 장기적인 청사진을 작성하는 방식으로 해결책을 마련해야 한다고 강조한다. 또한 인구증가는 정체되지만 노령인구가 많아지는 한국, 일본과 같은 국가는 신체근육 손실을 예방하기 위해 에너지밀도가 높은 고품질 식이단백질 식품에 대한 수요가 많아지므로 이러한 추세를 면밀히 살피고, 과학기술을 바탕으로 ‘지속가능한 농업 생산 집약화’를 이루어야 한다고 권고하고 있다.

연구진은 특히 식량·영양안보정책에서 국제협력의 필요성을 강조했다. 공통적으로 적용할 수 있는 핵심 과학기술분야들로 ▲게놈(genome)에 기반을 둔 동식물번식 ▲빅데이터 수집과 분석·정밀 농업, 로보틱스 ▲추수·가공 및 저장과정에서 식량 낭비를 방지하기 위한 식품 기술 혁신 ▲생물 다양성과 기후 등 광범위한 문제들에 대처할 지속가능한 농사법으로서의 토지와 물 이용 ▲양식 시스템 및 통합 농장 생산 시스템 등을 제시하였으며, 미래의 식량·영양안보를 확립하기 위해 기초과학에 기반을 둔 대형 학제 간 글로벌 프로젝트가 필요함을 피력한다.

‘식량·영양안보와 농업(FNSA) 프로젝트가 갖는 의의 중 하나는 과학적 방법을 사용해 식량·영양안보와 농업 문제를 지역적 관점으로 분석한 데 있다. 나아가 학제 간 연구가 과학과 정책의 접점에서 문제를 해결하는데 어떻게 기여할 수 있는지를 확인했다.

아시아과학한림원연합회 김유항 회장은 “식량·영양안보를 위한 계획수립에는 정치가들과 정책결정자들의 강력한 의지가 필요하지만 동시에 과학자들에게도 객관적 사실에 기반을 둔 의사결정이 이루어질 수 있도록 올바른 과학지식을 제공해야 할 책임이 있다”며 “전 세계적인 공조와 노력, 국가별 정책을 만들어내는데 이번 보고서가 큰 도움이 될 것”이라고 설명했다.

따라서 한국과학기술한림원은 FNSA의 아시아지역 보고서를 한글로 번역하고, 이중 한국의 식량안보 전략을 위한 제언을 오피니언리포트로 발췌·요약하여 정책결정자들과 과학기술계, 교육계 등에 폭넓게 공유하고자 한다. 한국의 식량안보 전략 부분에서는 ‘IAP 식량영양안보와 농업 - 한국의 전망(2016, 한국과학기술한림원)’의 연구결과도 상당수 포함됐다.

PART

I

식량·영양안보의 주요요인과 세계의 현황

-
- 01. 식량·영양안보를 위해 고려해야 할 주요요인
 - 02. 세계의 식량생태계와 최근 이슈



식량·영양안보를 위해 고려해야 할 주요요인

01

1 전제조건: 국가에서 식량·영양안보 전략을 세울 때 고려해야 할 사항

■ 국가에서 하향식으로 식량의 수요와 공급을 예상하는 것은 식량·영양안보 확립의 효과적인 시작이 될 수 있지만 일률적인 적용은 한계가 있기에 지역(region)과 계층(section)별 상향식 접근방법을 사용해야 함

- 일반적으로는 국가의 식품조달목표는 국민의 필요열량 예상치를 바탕으로 만들어지지만, 필요한 열량을 공급하는 것을 달성했다라도 건강한 식단이 보장되지 않으면 영양부족을 해소하지 못함

※ 사례1 : 인도네시아는 칼로리면에서 식품조달이 상당히 증가했음에도 불구하고, 5살 미만의 발육부진아 발생률은 37.2%에 달함.(식량농업기구, 국제농업개발기금, 세계식량계획 등, 2014)

※ 사례2 : 한국의 1인 1일당 에너지 섭취량은 2,075kcal(2014년 기준, 보건복지부)로 충분히 공급되고 있지만, '소득분위에 따른 비만율 추이(국민건강보험, 2017 비만백서)'를 보면, 저소득·농촌일수록 고도 비만율이 높음. 열량은 높고 영양은 낮은 음식일수록 가격이 저렴하기 때문임

■ 식량·영양안보에 영향을 미치는 불안요소를 함께 다루는 총체적, 시스템적 접근이 필요함

- 빈곤은 식량불안을 야기하는 근본 원인이므로 지속가능한 식량·영양안보를 위해서는 사업기회를 개발하고 농촌빈곤층을 위한 고용 촉진 등을 고려해야 함
- 또한 실업, 자연자원 파괴, 건강취약, 교육수준과 사회기반시설 및 시장 부족, 취약한 제도, 다양한 정책과 각급 정부 차원의 종합적인 조정력 결핍 등도 식량불안의 요인으로 작용함

■ 식품안전은 식량·영양안보에서 중요하게 고려해야 할 측면임

- 안전한 식량공급은 유해한 미생물과 독소들이 없고, 변조 및 오염이 없는 식품을 공급함을 의미함
- 식량·영양안보는 모든 사람들이 활동적이고 건강한 생활에 필요한 영양적 요구와 음식의 기초를 만족시키는 충분하고 안전한 식품이 물리적, 경제적으로 항상 접근 가능할 때 달성됨(FAO, 1996)

■ 즉 식량·영양안보를 위해서는 4가지 구성요소인 ▲식량생산과 입수가능성(availability), ▲접근성(accessibility), ▲활용성(utilization), ▲안정성(stability) 등을 모두 고려해서 환경적·사회적으로 지속가능한 식량생산 시스템을 구축해야 함

2 인구규모와 연령 분포 등 사회적 환경의 예상변화

■ 2050년 아시아 인구는 현재보다 10억 명 가량이 증가할 것으로 예상됨

(단위, 백만)

	2015	2050(예상치)
아시아	4,393	5,267
오세아니아	39	57
호주	24	34
중국	1,377	1,348
인도	1,311	1,705
인도네시아	258	322
이스라엘	8.1	12.6
일본	127	107
한국	50	50
태국	68	63

표1

유엔 중간 변이 값에 근거한 아시아, 오세아니아 주요국의 총인구 규모 예상치

자료: 유엔 경제사회문제과 인구계(2015). 또한 Lutz & Samir(2010) 참조

- 아시아는 인도와 인도네시아를 중심으로 높은 인구증가가 예상되지만 아프가니스탄, 시리아 그리고 예멘 등의 국내외적 갈등사태는 정확한 예상을 어렵게 하며 호주와 뉴질랜드를 제외한 오세아니아 총인구는 2050년 현재의 두 배로 증가할 것으로 예상됨
- 기후변화에 따른 최악의 시나리오는 태평양 수위가 높아지면서 키리바시와 투발루 같은 국가들의 국토 중 상당부분이 물에 잠기는 것으로 이들 섬 주민들은 향후 50년 동안 멜라네시아에서 태평양 연안국, 특히 호주와 뉴질랜드로의 인구 이동을 촉발할 수 있음(뉴질랜드 노동부, 2012; Bedford 등, 2014; 유엔 아시아태평양 경제사회위원회, 2014)

■ 대부분의 국가들은 급속한 고령화가 예상되므로 이에 대비한 식량·영양안보 전략이 필요함

(단위, %)

표2
선별된
연령집단에서의
인구분포 예상비율

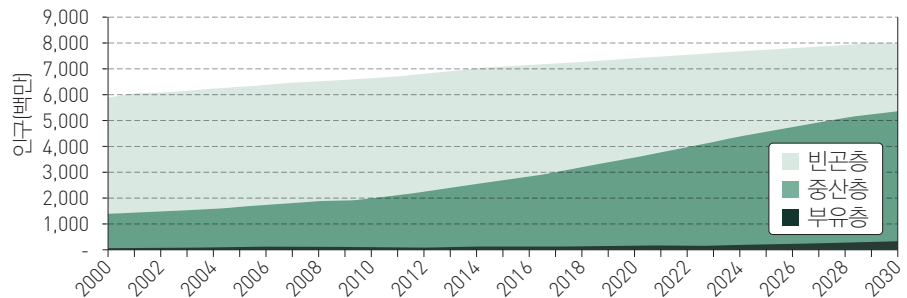
	2015		2050(예상치)	
	0-60	60+	0-60	60+
호주	79.60	20.40	71.70	28.30
중국	84.80	15.20	63.50	36.50
인도	91.10	8.90	80.60	19.40
인도네시아	91.80	8.20	80.80	19.20
이스라엘	84.10	15.80	78.10	21.90
일본	66.90	33.10	57.50	42.50
한국	81.50	18.50	58.50	41.50
태국	84.20	15.80	62.90	37.10

자료: 유엔 경제사회문제과 인구계(2015). 또한 Lutz & Samir(2010) 참조

- 아시아 국가 중 인도와 인도네시아는 젊은 층의 비율이 높지만, 대부분의 국가들은 급속한 고령화로 2050년 경 60세 이상 고령인구 비율이 20-40%에 달할 전망이다
- 고령인구는 건강을 유지하고 신체기능 저하를 예방하기 위해 에너지밀도가 높은 식사와 고품질의 식이단백질이 요구됨

■ 향후 20년간 중산층(2005년 기준, 일당 소득 US10-100\$)의 폭발적 증가가 예상됨

그림1
세계 중산층 증가의
예상치



자료: Kharas & Gertz(2010)

(단위, 백만)

표3
아시아/태평양 영역의
중산층 증가

	2009	2020(예상치)	2030(예상치)
아시아/태평양	525	1,740	3,228

자료: Kharas & Gertz(2010)

- 2022년은 역사상 처음으로 세계 인구 중 빈곤층보다 중산층이 더 많아지는 해이며 2030년 무렵에는 지구 인구의 2/3에 해당하는 50억 명이 중산층일 것으로 예측됨
- 중산층의 증가는 육류, 낙농제품, 견과류 및 과일 등 고급 식품의 수요 증가로 이어져 2050년까지 육류와 유제품 생산이 증가할 전망이다(FAO, 2010, 2013; Alexandratos & Bruinsma, 2012)

3 식품안전과 건강한 식사

■ 도시화가 증가함에 따라 식품이 가공되어 유통·보관되는 경우도 확대될 것이므로, 이러한 변화에서 식품안전을 강화하는 것은 매우 중요한 이슈임

- 식품에는 해로운 미생물과 독소가 없어야 하고, 식품 알레르기 유발 항원은 적절한 식품가공을 통해 처리되어야 하며, 식품공급 체인의 이력추적성과 무결성(오염 및 변조 없음)을 갖춰야 함
- 전통적인 식품가공방법은 영양분의 손실을 가져오고, 본래의 식품 구조를 파괴한다거나 높은 자당·전분·지방·염분 등으로 비만의 급증에 기여했다는 비난을 받아왔으나, 최근 개발된 식품가공기술들은 매우 참신하고 기발하며 효과가 높아 상당한 잠재력을 인정받고 있음
- 식품 가공 및 저장 과정에서 식품의 건강 요소를 유지할 수 있는 연구는 큰 가치가 있을 것이며, 식품가공 산업은 적응력이 매우 높으므로 개발된 기술과 식품이 비교적 쉽게 도입될 수 있음

■ 미래 영양연구는 영양소나 칼로리가 아닌 식품을 중심으로 전개되어야 하며, ‘건강한 식사’를 보장하는 방안을 강구해야 함

- 식품에는 식품화학물질, 생리활성 단백질과 펩티드, 섬유소 등 인간의 건강에 중요한 다양한 물질들이 포함되어 있기 때문에 최근에는 영양소(아미노산, 포도당, 지방산 등)가 아닌 식품을 영양의 기본단위로 간주해야 한다는 주장이 힘을 얻고 있음(Jacobs and Tapsell, 2007; Kongerslev Thorning et al., 2017)

■ 최근 몇 년 사이 건강에 좋은 식이와 해로운 식이에 대한 견해가 변화할 정도로 ‘건강한 식이’의 정의가 충분한 만큼 식량·영양안보 모니터링과 향후 계획 도출을 위해서는 ‘건강한 식이’의 정의가 중요함

- 일례로 달걀에 함유된 콜레스테롤은 건강에 해롭다고 여겨졌지만, 그 정도는 미미한 것으로 밝혀졌고 오히려 포화지방이 심혈관 질환의 발병에 영향을 준다는 반대 의견이 제시됨(Shin et al., 2013; 미국 보건복지부 및 미국 농무부, 2015)
- 이에 따라 개별 식품들과 혼합식의 통합적인 영양 및 건강특성을 밝히려는 연구노력이 필요하며, 사회적·문화적으로 수용될 수 있는 각 국가의 건강한 식이를 정의하고, 연령층이나 특성(영유아, 아동·청소년, 임산부, 수유모 등)에 따라 알맞는 식품을 선택할 수 있도록 하는 교육이 필요함
- 이를 위해서는 의사 및 건강전문가들을 위한 특별훈련이 선행되어야 하며, 지역사회에서 영양사들의 역할은 확대되어야 함

식품안전 및 건강한 식사와 관련해서 권장하는 R&D 및 정책

- ① 식품의 정제 및 효능 저하의 수준을 최소화하고 본래의 식품특성의 보존을 허용하면서도 유통수명을 연장시키는 기술
- ② 플라스틱을 사용하지 않는 스마트한 분해성 재료의 생산과 사용을 위한 연구
- ③ 식료품의 유통기간을 연장하고 '사용 가능' 일자에 대한 보다 정확한 데이터를 제공하여 식품 활용을 증가시킬 수 있는 저장 및 가공기술
- ④ 동일한 맛, 편의성, 가격 매력을 제공하지만 건강에 해로울 수 있는 식품성분(예: 트랜스 지방산 등)의 함유를 최소화하고 건강한 특성을 갖도록 생산된 제2 식품에 대해서는 인센티브를 주는 정책

4 지속가능한 식량 생산과 확보 시스템

- 식이는 인류를 건강하게 해야 할 뿐 아니라 경제적, 사회적, 문화적, 환경적으로 지속가능해야 함

'지속가능한 식이'에 대한 식량농업기구(FAO)의 정의(2012)

'현재와 미래 세대를 위한 식량영양안보와 건강한 삶에 기여하며 환경적으로 영향이 작은 식이. 지속 가능한 식이는 생물종 다양성과 생태계를 보호하고 존중하며, 문화적으로 수용 가능하고, 접근이 가능하며, 경제적으로 공정하고 가격이 적당하며, 영양학적으로 적절하고 안전하면서도 건강에 좋아야 하며, 한편으로는 천연자원과 인적자원을 최적화하여야 한다.'

- 미래의 식단은 동물복지, 토지이용, 윤리, 적정 식이양식, 그리고 신기술과 관련한 위험 등 다양한 요인에 따른 사회적 신념과 선호를 고려하여 사회적으로 지속가능해야 함

- 인구 증가, 기후변화, 사회적·경제적 불평등, 다양한 생태시스템의 훼손 방지를 위한 요구, 그리고 토지와 물, 확보 가능한 에너지와 같은 한정된 자원에 대한 요구가 점증하는 시기이므로 식량·영양안보는 매우 신중히 이루어져야 함

- 미래 농업 생산은 기존의 집약 농업 생산에 따른 영양소 유실과 물의 부영양화, 온실가스 배출, 토양부식 및 토질저하, 물과 비료와 같은 자원 비용 등에 따라 발생하는 환경적 비용과 부정적 환경영향을 감소시켜야 함

- 동식물 식량자원 생산량은 곡물 kg당, 혹은 고기 kg당 메탄과 같은 부산물의 발생을 줄여야 함에 따라 과학과 기술에서의 큰 변화가 요구됨

- 농업 및 식량생산은 다기능적 경관이나 농생태 시스템의 일부(Pretty, 2008; Garnett 등, 2013; Godfray&Garnett, 2014; German 등, 2017)이기에, 지속가능성을 위해 시스템에 미치는 환경적, 경제적, 사회적 변화 등 더욱 폭 넓은 변화를 세심하게 분석해야 함

세계의 식량생태계와 최근 이슈



1 세계의 식량사정

■ 세계의 식량 생산량은 수요량에 맞춰 꾸준히 증가했으나 2000년대 들어와 세계 곡물 재고량은 급격히 감소하여 FAO가 권장하는 최소 안전재고수준인 18%에 접근하고 있음

- 세계 전체 곡물 생산량은 약 25억 톤(2007-2010년 평균)으로 추산되며, 1인이 1일 약 1kg의 곡물을 소비한다고 가정할 때 이 양은 70억 인구를 먹이기에 충분한 양이지만 이 중 상당 부분이 가축사료용과 바이오연료 생산원료로 사용되고 있음

■ WTO 경쟁체제의 무역자유화에 따라 저개발국에서 생산된 농산물이 선진국의 무절제한 식량소비를 충족하는 데 소진되며 부익부 빈익빈 현상이 더욱 심화됨

- 미국, 캐나다, 호주 등의 농업국가에서 대규모 영농으로 값싸게 생산된 농산물이 무역장벽 없이 식량 약소국에 쏟아져 들어가면서 해당 국가의 농업 인프라가 붕괴되어 위기시 절대 식량부족 국가로 전락할 수 있는 현상이 심화됨
- 세계 곡물시장의 변화에 그대로 노출된 저개발국들에서는 2007-2008년 세계곡물파동 발생 당시 30여개 국에서 기아와 사회불안이 조성되었으며 심하게는 식량폭동과 정권붕괴가 일어남

■ 신흥공업국의 경제 성장에 의한 동물성식품의 수요 폭등과 남반구에 위치한 저개발국의 지구온난화에 따른 식량생산 능력의 감소현상이 발생 가능해 세계 식량 사정의 미래를 불투명하게 함

- 세계 인구의 1/3을 차지하는 중국과 인도인들이 선진국 수준으로 우유와 육류를 소비하게 됨에 따라 중국은 2015년 세계 최대 콩 수입국이 되었으며, 수입량이 전 세계 전체 거래물량(8000만 톤)의 64%를 차지했음
- 이에 따라 한국과 같은 작은 시장에서는 구매력이 있어도 식량을 구하지 못하는 상황이 야기될 것이란 우려가 높아지고 있음

- 지구온난화가 식량생산에 미치는 영향을 예측한 자료에 의하면, 향후 북반구에 위치한 러시아와 캐나다 등 선진국의 식량생산량은 지구온난화로 2.7~9.0% 가량 증가하겠지만, 남반구에 위치한 대부분의 저개발국과 개발도상국은 식량생산이 감소할 것으로 예측되어 지구 전체적으로 식량생산은 크게 증가하지 않아 세계 식량위기가 유발될 수도 있다는 우려가 있음(Tubiello and Fischer, 2007)

2 세계적 자원경쟁이 식량영양안보에 미치는 영향

- 세계 인구는 2050년까지 계속 증가할 것으로 예상되며(Dimick, 2014) 국가 간 식량 생산의 필수요소인 토지와 물을 둘러싼 경쟁이 격화될 것으로 전망됨

- 아시아 인구 약 10억 명이 향후 35년 내에 물 부족을 겪게 될 것으로 우려되며(Kramer, 2016), 유엔은 식량안보와 직결되는 농업 필수자원인 물 부족 문제를 21세기의 가장 중요한 이슈로 삼고 있음(UN, 2017)

- 특히 아시아·오세아니아에서 토지 및 물과 관련한 경쟁의 발생원인은 사회적 요인·환경적 요인·경제적 요인 등 세 가지 분야로 나뉨

사회적 이슈	경제적 이슈	환경적 이슈
● 패스트 패션 ● 인구증가와 도시화	● 유전자변형과 산업화 ● 저렴한 임금과 생산비	● 기후변화 ● 산업 활동과 폐기물 ● 바이오 연료 ● 농약 오염

표4

아시아/오세아니아에서 토지와 물에 대한 경쟁의 발생원인

- **사회적 이슈1. 패스트 패션** 패션산업의 새로운 운영모델인 '패스트 패션'은 매년 전 세계에서 약 800억 벌의 새 옷이 판매되는 폭발적인 수요증가에 기인함. 특히 서방국가에 본사를 둔 자라, 마크앤스펜서 등 관련 회사들이 상품생산기지를 중국, 인도, 태국 등 아시아 국가에 배치함에 따라 과거 이들 국가가 식량생산에 이용하던 토지와 물이 목화 생산에 이용돼 농업자원 확보에 큰 부담요인이 됨

- **사회적 이슈 2. 인구증가와 도시화** 인도의 도시인구는 4억 4000만 명, 중국은 2억 9200만 명(2014~2050년)이 증가할 것으로 예상됨(UN, 2015)에 따라 이들 국가들은 식량수요를 충족시키기 위해 농업용 토지와 물 수요량 증가도 불가피함. 또한 이들 국가의 도시화도 가속화되며 식량생산에 사용되던 토지가 도시민을 위한 도서관, 공원, 여가시설 등 사회인프라 구축에 전용되는 상황임
- **경제적 이슈 1. 유전자 변형과 산업화** 중국과 인도에서 유전자 변형기술의 이용이 날로 증가하고 있으며, 특히 BT목화 생산량의 경우 이들 두 국가가 전 세계에서 가장 많아(SAAA, 2015a, 2015b) 식량작물 재배 농지가 서방국가에 수출하기 위한 BT목화 재배에 이용되고 있는 실정임
- **경제적 이슈 2. 저렴한 임금과 생산비** 중국, 인도, 인도네시아 등의 개발도상국은 노동자 권리 보호가 열악하고 노동자의 임금이 매우 낮으므로(Ethical Fashion Forum, 2016) 각국의 제조사들이 이들 국가로 생산시설을 이전하고 있으며 토지와 물 자원이 다국적 생산시설 건설과 운용에 사용됨에 따라 이들 국가가 국내적으로 사용할 수 있는 토지와 물 자원이 제한됨
- **환경적 이슈 1. 기후변화** 지구온도의 지속적인 상승에 따라 지표면의 물 증발속도가 더욱 빨라지는 추세임(Grace Communication Foundation, 2017). 중국은 식량생산이 가능한 토지가 7%에 불과할 만큼 토지 훼손 문제가 심각한 상태(Geocase, 2017)로 남부 아시아 국가들과 함께 기후변화의 심각한 영향을 받게 될 것으로 예측됨. 그러나 중국·인도·인도네시아·태국·일본·한국 등은 세계 10대 온실가스 배출국으로 이들 국가는 향후 더 많은 온실가스 배출로 자연자원과 국민복지에 지속적인 악영향을 미치게 될 것으로 우려됨(Friedrich 등, 2017)
- **환경적 이슈 2. 산업활동과 폐기물** 산업혁명 이후 세계의 산업활동이 계속 증가(York University, 2016)하는 가운데 환경관리 관련 법규가 강력하지 않은 중국·인도·한국·일본 등에서는 수은·납·유황 등 인체에 유해한 물질들이 제조업에 사용되면서 이들 산업폐기물의 쓰레기 매립지 반입 증가로 토지와 수자원이 오염되고 있음
- **환경적 이슈 3. 바이오 연료** 중국과 인도는 지속적인 산업화 및 도시화에 많은 에너지를 필요로 함(Biofuel.org.uk, 2010). 중국, 인도 및 인도네시아는 지속적인 인구증가와 경작지 감소에도 불구하고 증가하는 에너지 수요를 충족하기 위해 바이오 연료 전환과 증산을 위한 인센티브 정책을 유지하고 있으며, 바이오 연료 생산에는 토지뿐만 아니라 많은 물이 소모됨(Grid Arendal, 2017)에 따라 수량 감소와 수질 악화에 대한 우려가 높아지고 있음
- **환경적 이슈 4. 농약과 비료** 농약은 염소, 산소, 유황, 인, 질소, 브롬뿐만 아니라 비소, 황산구리, 납 및 수은 등의 중금속도 포함하는 유해 화학물질(NSW EPA, 2016: US National Library of Medicine, 2017)로서 무분별한 농약 살포 시 바람과 빗물을 통해 살포지역 외 다른 지역까지 공기, 물, 토양을 오염시킴. 중국은 전 세계 비료의 1/3을 사용(Patton, 2015)하고 헥타르 당 비료사용량이 647.6kg에 달하지만 이중 30%만 실제 식물이 흡수하고 나머지는 유실되어 토양과 수질 오염의 원인이 되고 있음(Meng, 2012). 과다한 농약과 화학비료 사용으로 수질오염이 악화되고 있으며(Patton, 2015), 토양 역시 중금속으로 오염되어 사용에 부적합한 상태가 되었음

PART

II

우리나라의 식량안보 전략

-
- 01. 고령화에 대비한 식품·영양 생산시스템 구축
 - 02. 과학기술의 활용과 규제
 - 03. 통일을 대비한 식량안보 정책 방안



고령화에 대비한 식품·영양 생산시스템 구축



1 한국 고령인에 맞는 건강한 식단 개발

■ 인구의 고령화는 미래 식이와 영양 수요에 중요한 의미를 가짐

- 나이가 들어가면서 발생하는 건강 문제나 신체근육 손실 등의 영향을 최소화하기 위해 에너지 밀도가 높은 식사와 더 많은 고품질의 식이단백질이 요구됨
- 현재 ‘한국인의 에너지 및 지방 과잉섭취자 비율 조사(보건복지부, 2015)’에서 65세 이상은 2.6%로 나타나 다른 연령층보다 현저히 낮고, 77.6%가 전통식 패턴(흰쌀밥, 콩류, 채소류, 김치, 해조류 등)의 식단을 유지하고 있어 다른 연령층보다 건강한 식습관을 갖고 있지만 현재 40~50대가 고령인이 되었을 경우 불균형적인 식이를 하는 고령인이 늘어날 수 있음
- 고령인에 맞는 ‘건강한 식단’에 대한 과학적 연구가 시급하며, 식품섭취 및 식생활 가이드라인도 함께 제시해야함

■ 한국 고령인에서 높은 유병률을 보이는 질환에 대비한 식단이 필요함

- 우리나라는 가족구조의 다양화 및 여성의 사회활동 증가로 외식 비중이 높아지는 한편 식생활의 서구화가 급속히 진행되면서 암, 당뇨병, 고혈압, 대사증후군 등의 만성질환이 크게 늘어나고 있어 이에 따른 사회경제적 부담 역시 증가함
- 한국인의 건강을 위협하는 만성질환은 식이섬유 섭취량 부족, 지방 과잉 섭취, 당류 및 나트륨 과잉 섭취 등으로 인한 부적절한 식습관이 중요한 원인으로 작용함(WHO, 2013; Freeman & Junge, 2005; 김유진 & 오상우, 2012)
- 특히 50세 이상 여성의 골다공증 유병률은 34.9%로 매우 높게 나타났으며 남성과 여성 모두 연령이 증가할수록 골다공증 유병률이 급격하게 증가하였고, 70세 이상 여성의 65.2%가 골다공증을 갖고 있는 것으로 나타나 특히 폐경기 여성 및 노인의 골다공증 예방을 위해 칼슘과 비타민 D 영양상태 개선 등 집중적인 영양관리가 필요할 것으로 보임(Freeman & Junge, 2005; 김유진 & 오상우, 2012)

2 농촌인구의 고령화 대비

- 한국의 식량안보지수는 비교적 높은 편인 74.8로 세계 26위이며(EIU, 2015), 이는 한국이 높은 경제력을 이용해 모자라는 식량을 수입할 수 있기 때문이고 식량자급률을 보면 안보상의 취약성이 있음을 확인할 수 있음(이철호, 2017)

- 1980년대 50%를 상회하던 한국의 곡물자급률은 급격히 하락하여 세계무역기구(WTO)가 창설된 1995년에는 30%로 낮아졌고 이후에도 계속 떨어져 2015년에는 24%를 기록하고 있음
- 일본 역시 식량자급률은 낮지만(39%), 일본은 식량자주율(food sovereignty rate)이 100%가 넘음. 일본은 오래전부터 많은 노력을 기울여 충분한 해외 곡물유통라인을 소유하고 있고, 일본 정부는 해외농장 개발에도 장기적인 지원 육성 계획을 시행해 브라질의 콩 재배농장을 비롯한 많은 해외 농장을 성공적으로 운영하고 있음
- 우리나라는 식량자급률과 식량자주율이 같으며, 해외 곡물유통라인 확보도 안정적이지 못해 일정 부분은 일본 곡물상을 통해 수입하고 있어 세계 관련 시장 가격 충격에 매우 취약한 상태에 있음

- 우리나라의 농업인구는 2010년 306만 명에서 2017년 253만 명으로 꾸준히 감소하여 전체 인구의 5.46%에 머물고 있으며, 농업가구수도 2010년 117만 호에서 2014년 112만호로 같은 감소세를 보임(김유향, 2017)

- 농촌인구의 고령화 비율은 2010년 31.8%, 2013년 37.3%에서 2021년에는 45.6%로 급격하게 증가할 것으로 예측됨

- 우리나라의 농업은 일부 특수작물을 제외하고는 그 규모로 볼 때 세계시장에서 경쟁력을 갖추기 어려운 것이 부정할 수 없는 사실이나 식량안보 측면에서 경제성만을 따질 수 없으므로 농업인구 감소와 고령화에 대한 대책이 필요함(김유향, 2017)

- 농촌의 의료, 가족의료, 교육, 취업, 교통, 에너지 접근성 등의 생활여건을 개선해 이농현상을 방지하고 귀농을 촉진해야 하며, 기업농 도입과 농업기계화를 추진해야 함
- 또한 실용적 농업기술 평생교육 체제를 구축하고, ▲신품종, 신기술, 노하우 ▲농기계 정비 ▲농사용 에너지 절약과 토양 보존 ▲농가 폐기물 처리 ▲성장 촉진제, 항생제 오남용 자제 ▲위생관리 및 방역 ▲재무, 보험, 마케팅 등에 대해 현장 혹은 온라인 교육을 실시해야 함

3 식품낭비를 막기 위한 기술과 제도

- 농산물은 수확, 운송, 가공, 저장 등 생산과정에서 소비시점까지 여러 단계에서 손실과 낭비가 일어나기 때문에 식품의 낭비를 최소화하는 것은 매우 중요함

그림2
식량사슬(food chain)
에서 일어나는 식량의
낭비



출처: IAP 식량영양안보와 농업-한국의 전망, 한국과학기술한림원, 2016

- 유엔 식량농업기구(FAO)의 발표에 의하면 2009년도에 발생한 세계 식량낭비 규모는 전체 생산량의 32%에 달하며, 열량(calories)으로 환산하면 전체 생산된 식량에너지의 24%가 낭비됨(Lipinski et al., 2013)
 - 북미, 호주, 유럽, 러시아, 한국, 중국, 일본 등 선진국들은 식량손실의 대부분이 소비단계 (10.3~12.6%)에서 일어나며, 한국과 일본, 중국은 소비단계에서 1인당 연간 73kg의 식품 폐기량을 배출하고 있음(HLPE, 2014)
 - 전국폐기물통계조사에 의하면, 우리나라의 음식폐기물 발생량은 2012년 기준 1일 13,209톤으로 연간 약 500만 톤 규모이며 음식폐기물의 구성을 보면 유통·조리과정에서 발생하는 폐기물이 57%, 먹고 남은 음식물이 30%, 보관폐기 식재료가 9%, 먹지 않은 음식물이 4%로 구성됨(환경부, 2013)
- 음식물 쓰레기의 발생량을 줄이고 신선식품의 유통을 원활히 하기 위해서는 식량낭비가 식량생산시스템 및 사회경제적 부문에서 얼마나 다양하게 일어나고 있는지에 대한 신뢰할 수 있는 통계와 식량낭비를 최소화하기 위한 전략이 필요함

- 먼저 식량낭비 저감화기술에 대한 연구개발이 도움이 될 수 있음

- 수확 후 손실을 줄이기 위해서는 수확물의 종류에 따른 저장생리를 이해하는 것이 중요하며, 속도 조절에 의한 과숙과 부패 변질을 막는 기술이 필요함. 수분함량에 의한 미생물 증식과 이로 인한 부패 변질을 막기 위해 수분활성도의 이해와 적절한 건조방법의 선택이 필수적임

- 음식물 쓰레기의 발생량을 줄이고 신선식품의 유통을 원활히 하기 위해 수확 현장에서 행해지는 최소가공방식(minimal processing)이 활용되고 있으며, 이 외에도 보존제를 이용한 화학적 저장방법, 가열살균에 의한 저장성 향상 기술, 저온저장에 의한 콜드체인¹⁾의 이용, 이온화 조사기술의 활용, 식품포장기술, 사물인터넷(IoT)을 이용한 식량낭비 저감화 기술, 음식물 쓰레기의 퇴비화, 사료화 및 에너지자원화를 통한 음식물 쓰레기 저감화방법 등이 있음(채희정 외, 2016)
- 전기에너지에 대한 부담이 큰 냉각·냉장방식 대신에 최근 차세대 식품저장기술로 대두되는 것이 방사선을 이용한 이온화조사(irradiation) 기술이며, 고압 가공, 진동 전자기장 가공, 초음파 가공(Fryer and Versteeg, 2008) 등도 흔히 쓰이지는 않지만 상당한 잠재력이 있음

■ 식량낭비를 줄이기 위해서는 농업생산자, 식품가공업자, 사료 및 비료 생산업자, 유통업자, 단체급식업자, 소비자, 운송업자 등 모든 식품공급사슬에 참여하는 이해당사자 뿐만 아니라 농림축산식품부, 식품의약품안전처, 환경부 등 식량생산, 유통, 폐기처리에 관여하는 정부 당국자와 정책입안자들의 노력이 필요함(IAP 식량영양안보와 농업-한국의 전망, 한국과학기술한림원, 2016)

- 식품안전관리제도의 개선을 통해 국민들이 안전하게 음식을 소비할 수 있도록 해야 하며, 유통기한(sell-by date)^{*} 대신에 소비기한(use by date)으로 변경해서 식량손실을 줄일 수 있어야 함

* 유통기한은 최적품질 유지기간의 70%에서 설정됨. 한국소비자원의 발표에 따르면 유통기한이 제조일 이후 5-7일인 우유의 경우 집의 냉장고에서 제대로 보관하면 제조 후 30일까지도 먹을 수 있음. 미국, 일본, EU, 호주 등 대부분의 국가들은 유통기한 대신 소비기한을 표시하고 있으며, 대부분 품질유지기한표시를 병용함
- 유통기한 표시제도에 대한 홍보를 강화하여 '유통기한 경과'의 의미는 '팔지 말아야한다'는 의미이지 '먹지 말아야한다'는 의미가 아님을 홍보해야 하며, 저위험식품에 대해서는 유통기한과 소비기한을 병행 표시하고 유통기한은 경과하였지만 소비기한 이전의 제품에 대해서는 저가판매 또는 푸드뱅크 기부 등이 가능하도록 법제화할 필요가 있음
- 아울러 생애 전 연령층을 대상으로 적절한 식품·영양·낭비 방지 관련 교육을 통해 ▲파종에서 식탁에 이르기까지 인력, 물, 에너지, 비료, 농약 등 투입 자원 ▲식품 낭비 방지 ▲적정량 구입, 적절한 식단구성으로 음식물 쓰레기 감량 등에 대한 인식을 높여야 함

과학기술의 활용과 규제

02

1 유전자변형물질과 유전자가위 등 신기술 도입의 전제조건

- 지난 1만 년 동안 농업 발전을 이끈 핵심적 요소는 종자개량이었으며, 장기적인 측면에서 볼 때 식량·영양안보는 우량종자를 개발해야 가능하고, 작물 생산량 증가 역시 우량 유전자형 작물을 재배할 때 가능함
 - 전통적인 식물 육종은 야생종이나 재래종을 상업적 품종에 교배한 다음 이를 다시 상업적 품종과 지속적으로 역교배하면서 질병 내성, 다수확성 등과 같은 원하는 형질은 남기고 바람직하지 못한 형질은 제거하는 방식으로 진행함. 이 과정은 여러 세대를 거쳐야 하는 과정인 데다 유전자 연계(linkage) 현상에 의해 원하는 유전자와 해로운 유전자를 완벽하게 분리할 수 없는 문제점이 존재함
 - 반면 분자육종이나 크리스퍼 유전자가위(CRISPR/Cas9) 등과 같은 새로운 육종기술을 이용하면 DNA 발현 조절, 또는 DNA 편집 등을 통해 원하는 유전자를 얻을 수 있음. 147개의 기존 연구결과를 분석한 결과, 유전자변형 종자 재배로 작물 생산량은 22% 증가하고 제초제 사용량은 39% 감소한 것으로 나타나(Klümper와 Qaim, 2014) 이러한 생산량 증가는 향후 식량·영양안보 문제 해결에서 중심적인 역할을 할 것으로 전망됨
- FNSA 연구진은 생명공학과 유전자 변형기술은 그 대상이 식물이든 동물이든 앞으로 식량·영양안보 문제 해결에 중심이 될 것으로 판단하지만, 유전공학 반대론자들을 설득하고 대중들의 불안감을 해소하기 위해서는 과학자들이 생명공학기술을 통해 개발한 작물의 이점과 위험성에 대해 명확한 의견을 개진해야 하고 더 많은 의사소통과 일반 대중의 이해도를 높이기 위해 노력해야 함
- 유전자변형 작물에 관한 연구 및 관련 규제 시행은 국가별로 큰 차이를 보이고 있어 향후 세계 농업 발전을 위해서는 새로운 정책이 필요하며, 한국 역시 농업생명공학기술에서 뒤처지지 않도록 세계적인 조류에 맞춰 움직여야 함

- 유럽연합(EU)에서 유전자변형 작물을 허가받기 위해서는 매우 광범위한 과학적 환경안전검사를 거쳐야 하는데, 이 검사는 21명의 과학 분야 전문가로 구성된 유럽식품안전처(EFSA)에서 주관함. 또한 성분 표시 문제를 거론하기 위해서는 생산된 작물이 포함된 식품과 사료가 매우 광범위한 위해성 분석을 거쳐 소비자안전에 문제가 없다고 판정을 받아야 함. 그 후 유럽연합의 '유전자변형 식품표시법'의 요구 사항을 충족시켜야 하는데, 이 법은 과학적 근거에 기반을 둔 것이 아니라 무역과 관련이 있어 논란의 대상이 되고 있음
- 미국에서는 유전공학을 이용한 작물로 제조한 식품에 대한 표시의무가 없는 데 반해 유럽연합에서는 유전자변형물질이 0.9% 이상이면 이를 표시하도록 규정하고 있는데, 이러한 자의적 한계 수준은 식품의 안전성보다(안전성 검사는 100% 유전자변형 식물을 대상으로 실시) 규제 목적으로 이용되고 있으며, 비유럽연합 지역에서의 한계 수준은 한국 3%, 일본·태국·인도네시아 5%, 호주 1% 등 국가별로 차이를 보임

국가	식량농업 관련 생명공학기술 허가 현황
호 주	다양한 유전자변형(GM) 작물의 포장시험이 유전공학 감독관청(OGTR)에 의해 허가된 바 있다. GM 목화(곤충, 제초제 저항성)와 GM 캐놀라(제초제 저항성)가 감독관청의 허가를 받아 여러 주에서 재배되고 있음. 남부 호주와 타즈마니아 지역에서는 무역상황에 따른 유예제도를 도입하고 있다. GM생산물을 함유하고 있는 식품의 표시(labeling)는 호주/뉴질랜드 식품표준에 따른다.
중 국	중국은 7개의 작물에 대해 안전허가서를 발부하였다. GM목화와 GM파파야의 경우 국내 재배를 허용했지만 다른 GM 주곡 작물의 상품화는 금지하였다. 그러나 다른 5개 작물(대두, 옥수수, 목화, 캐놀라, 사탕무)의 경우 원료상태로 수입이 가능하다. GM표시 정책은 제품중심의무제를 따르고 있다. 앞으로 GM기술의 연구와 안전관리를 강화할 예정이며, 일반 대중의 인식제고 노력도 강화할 계획이다. GM기술 연구는 독자 혁신단계에 접어들어서 주요 기능성유전자 발견과 새로운 품종 개발에 있어 괄목할 만한 성과를 이룩한 바 있다.
일 본	일본의 유전공학(GE) 규제는 과학적 사실에 입각해서 매우 투명하게 이루어진다. 새로운 품목의 검토와 허가에 소요되는 기간은 대개 산업계가 기대하는 범위 내에서 이루어진다. 현재까지 160개 이상의 새로운 품목이 식품용으로 허가되었다. 1인당 GE 작물 세계 최대 수입국으로서 일본의 GE 규제제도는 생명공학분야의 장기발전 추세에 보조를 맞추면서 모든 이해당사자들에게 유익한 방향으로 개선시키고 있다. 현재까지 8개 작물에서 120개 이상의 품목이 사용허가 되었는데 이 중 실제 재배도 포함된다. 그러나 현재까지 GE 식량작물의 상업적 재배가 이루어진 적은 없다. 2009년 산토리사가 허가받은 GE 장미가 현재까지 일본에서 상업적으로 재배되는 유일한 GE 작목이다.
한 국	한국에서 재배 허가를 받은 작물은 현재 없지만 식약청의 안전검사와 농림축산식품부의 환경 평가를 받은 경우 식품 및 사료용으로 GM 작물도 수입할 수 있다. 한정된 지역에서 포장시험이 가능하지만 GM반대 그룹들이 생명공학 연구를 반대하고 있다. GM 대두, 옥수수, 캐놀라, 사탕무, 알팔파 그리고 이들의 가공품에 대한 GM 표시는 의무사항이며, 변형된 DNA나 이것에서 유래한 단백질이 포함되지 않은 제품의 표시는 면제된다.
인 도	학문적 연구는 장려한다. Bt 목화 외에는 허가받은 GM작물이 없다.
인도네시아	GM 작물에 대한 연구가 계속되고 있으며, 포장시험은 농업부의 규제를 받는다. 아직 상업적으로 GM작물이 재배되지는 않는다.
이스라엘	학문적 연구는 권장되고, 포장시험은 농업농촌개발부에 의해 규제되고 있다. 유럽이 주 농산물 시장이기 때문에 경제, 통상관계상 상업적으로 재배되는 GM작물은 없다. GM 생산물 함유식품의 표시의 무장책도 없다.
태 국	GM 작물의 생태안전시험은 각 지역의 환경과 인간의 건강에 미치는 영향에 대한 연구가 있어야 하고, 공청회를 거친 후 내각의 허가를 받아야 한다. 따라서 아직 태국에서 포장시험을 거친 GM 작물은 없다. 태국정부는 GM작물의 재배는 금지하고 있으나 사료 및 식품가공 산업에서 다양한 용도로 이용할 수 있도록 GM 대두와 옥수수의 수입은 허가하고 있다.

표5

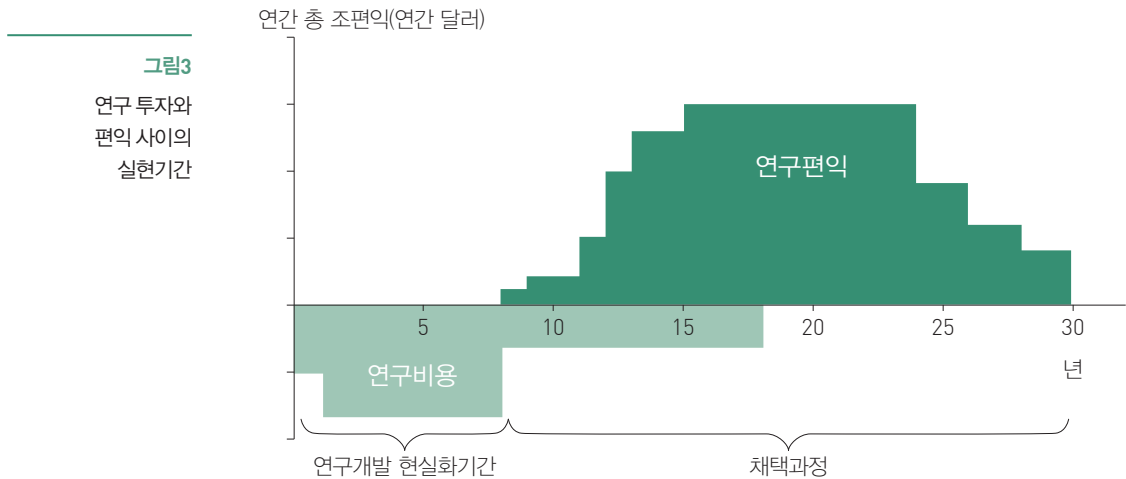
아시아/대양주 지역의
식량농업 관련
생명공학기술 허가 현황

2 장기적 투자확보 및 국제협력 강화

■ 식량영양안보에서의 장기적 개선은 과학기술의 진보와 직접적으로 연결되어 있고, 따라서 연구개발과 직결됨

- 지난 반세기 동안 식량영양안보에서 개선이 이뤄진데는 오랜 기간 동안 기초 및 응용 연구를 수행하고 그 결과물인 종자와 작물 개발, 관개, 기계화 및 자료분석에서의 선진 기술을 도입했기 때문임
- 대부분의 아시아 지역에서 지난 50년 동안 식량영양안보에서 이룬 광범위한 발전은 주로 북미와 서유럽에 있는 실험실에서 이룩한 발견에 기초한 기술들의 채택에서 기인하였으나, 최근 뉴질랜드의 초지종자 개발, 호주의 토양보존 방법, 중국의 식물·수산양식 시스템 등의 사례에서 보듯 아시아·오세아니아에서 개발한 기술들이 성과를 내고 있음

■ 그러나 교잡종 옥수수가 산업계에 자리 잡기까지 25년 이상이 걸렸듯이 과학기술 연구에 대한 투자의 편익은 초기 연구 투자 후 수년에서 수십 년 후에야 실현되므로, 신속한 결과를 보기 위해 투자하는 정치적 욕구를 충족시킬 수는 없음



자료: Alston 등(2008)

- 한국은 성숙한과학기술 문화를 가진 것으로 평가되고 있으나, 연구비 지원의 상승률이 정체되고 있음
- 투자에서 편익획득까지의 연구 실현기간을 고려하면 농업 관련 연구비 투자의 후퇴는 혁신과 농업 발전을 위한 기회를 잃게 함으로써 21세기 후반부에 지대한 부정적 영향을 끼칠 수 있음
- 투자와 농업 및 식품연구 결과의 채택 및 투자회수 사이의 지체기간을 고려할 때 정부는 기초 연구개발에 대한 지원을 지속해야 할뿐만 아니라 식량영양안보를 위한 전반적인 연구비 지원 수준(GDP대비 백분율)을 증가시켜야 함

■ 미래 식량·영양안보 정책 역시 연구개발 투자와 더불어 반드시 이루어져야 하며, 우리나라 식량·영양안보 정책에 반드시 포함되어야 할 사항은 다음과 같음

- 전체 식품시스템의 기술적인 측면을 포함한 혁신을 다루는 정책(예: 농업 분야의 생명공학과 신식품 관련 기술, 동물복지, 식품에 포함되어 있는 영양소 종류와 영양가의 표시)
- 인적자원개발 정책(예: 교육·훈련, 식품시스템 및 농업식량 분야 청년층 유치 방안)
- 농업경제, 특히 토지이용 및 환경, 농촌 개발 등과 관련된 시스템 재설계에 도움이 되는 정책(예: 식량에 대한 접근성을 포함하는 사회정책, 지속가능한 방법으로 생산하고 건강식품 섭취를 권장하는 정책, 기후·에너지 이용·수자원 및 수질 확보·서식지 보전과 생물종다양성에 관한 정책, 역내 국가 간 또는 다른 지역과의 관계를 중재하는 정책)

■ 식량·영양안보 문제는 환경, 오염, 질병, 종자 관련 정책 등과 같이 국경에 의해 제약받지 않는 문제인 만큼 아시아·오세아니아에서도 지역 전체를 아우르는 국제협력 체계를 구축해 이 문제를 다루어야 함

- 이를 위해서는 유럽으로부터 지역을 총괄하는 통일된 정책방향을, 아프리카로부터 여러 국가가 관여하는 초국가, 또는 역내 수준에서의 정책방향 수립 노력을 벤치마킹할 필요가 있음. 유럽과 아프리카는, 유럽과학재단(European Science Foundation)이나 아프리카 생명과학(Biosciences Africa)처럼 과학기술에서 초국가적 협력과 공동작업의 조직을 시도하는 다양한 체제를 보유하고 있지만 아시아/오세아니아 영역(region) 내에서는 이런 토대가 없으므로 농업 분야에서 아시아 국제협력을 주도하는 것이 필요함
- 이 분야에서는 중국과 인도가 다소 앞서가고 있음. 중국은 수출 대상국으로서의 역할을 확대하고 있으며 기반시설 투자 규모도 점차 커지고 ‘일대일로(신 실크로드)’, 아시아 인프라투자은행(AIIB) 등과 같은 정책도 도입함. 인도의 경우 식량안보미션(Food Security Mission), 기후스마트마을(Climate Smart Village), 작물보험제도(Prime Minister’s Crop Insurance Plan) 등의 프로그램을 시행하고 있는데, 효율성을 높이기 위해서는 상호보완적인 연계가 필요함

■ 국제협력은 연구자 개개인의 네트워크를 이용할 수도 있지만, 목표가 뚜렷한 연구프로젝트가 만들어지면 국제협력이 훨씬 쉽게 이루어질 수 있으므로 국가별, 지역별 연구 협력 프로그램 개발을 권장함

3 정밀농업의 활성화 및 대체 식량자원 개발

■ 정밀농업과 첨단 로봇기술은 농가에 큰 도움을 줄 수 있으며, 원격으로 자료를 수집하고 분석해 수확 시기 등의 결정사항을 스마트폰에 그래픽 형태로 전송도 가능함

- 정밀농업이란 최근 새롭게 부상하고 있는 개념으로, 지리정보를 이용해 경작지의 변수를 파악하고 최소 투입으로 최대 수확을 달성하는 것이 목표(ESRI, 2008)이며 1990년대 초 GPS(Global Positioning System)를 이용해 트랙터를 유도한 사례는 정밀농업의 시초이자 대표적인 예로 전 세계적으로 널리 활용되고 있음
- GPS를 적용하면 트랙터 운전자의 실수를 줄여주고 경작지에서 같은 곳을 반복적으로 경작하는 것을 방지해 종자, 비료, 연료의 사용량과 작업 시간을 단축함
- 데이터과학의 한 분야로서 각광받고 있는 차세대 정밀농업시스템은 기후, 토양 변수(수분 함량, 질소·인·마그네슘 및 칼륨 등 광물질 함량, 살충제 및 제초제 등 유기화합물 함량), 대기의 질, 작물 변수(크기, 광합성, 색, 온도) 등에 관한 자료를 취합하여 얻는 예측 가능한 분석 자료와 생산량 등을 종합, 수많은 복잡한 자료를 수집·가공해서 농장주가 파종, 관개, 수확 등에 관해 최선의 결정을 내리도록 지원함
- 각종 데이터는 경작지 곳곳에 설치한 센서로부터 받거나 위성사진과 드론을 이용한 원격 감지를 통해 확보 가능하며, 빅데이터를 이용해 예측 모델을 작성하면 앞으로의 상황 변화를 예측해 예방적 조치를 할 수 있고 수확량 감소 등을 사전에 방지함
- 필리핀 소재 국제미작연구소(IRRI)에서는 벼 잎의 영양소를 분석해 적절한 거름량을 계산하고, 태국 소재 국립전자컴퓨터기술센터(NECTEC)에서는 식물 잎의 색을 측정해 질소, 인산, 가리 등의 거름량을 결정하는 스마트폰 앱을 개발하는 등(Intaravanne과 Sumriddetchkajorn, 2012) 아세안 국가들도 이제 정밀기법을 농업에 광범위하게 사용함

■ 정밀농업을 활성화하기 위해서는 엔지니어, 지리학자, 생물학자, 그리고 데이터과학자 간의 학제 간 융합 연구를 적극적으로 권장해야 하며, 소규모 농민이 정밀농업 시스템을 도입할 때의 장애요소를 확인하고 극복하기 위한 파급효과를 분석 해야 함

■ **가축에 공급하는 단백질을 마련하려면 사람이 직접 섭취할 수 있는 단백질이 아닌 대체사료
자원이 개발되어야 하며, 장기적으로는 인간이 섭취할 새로운 대체 단백질원도 필요함**

- 곤충이나 해조류는 곡류와 콩류 같은 전통적인 식물성 원료보다 단위면적당 생산량이나 온실가스 배출량 등의 측면에서 여러 장점을 보유하고 있으며, 돼지나 닭과 같은 동물에게도 합성 아미노산이나 단순 탄수화물(설탕, 정제 전분 등)을 기초로 배합해 사료로 제공 가능
- 조사결과에 따르면 약 1900종의 곤충이 개발도상국에서 식용으로 사용되고 있는데(Van Huis, 2013), 곤충은 훌륭한 식품이자 사료 원료로 생산 효율이 높고 온실가스 배출량도 낮음. 어떤 곤충은 유기농업으로 생산할 수 있어 환경오염도 줄일 수 있고 가격이 올라가는 배합사료 원료를 대체할 수 있는 고단백질 원료도 생산할 수 있는데, 이를 위해서는 비용 효율이 높고 자동화된 곤충사육시설에서 신뢰할 만한 제품을 안정적으로 공급하는 시스템이 필요함. 이와 함께 인간도 섭취 가능한 식품 가공의 연구와 기술 혁신도 수반되어야 하고 이러한 연구를 위해서는 전체 식량 생산체계의 효율도 주목할 필요가 있음
- 해조류를 인공배양해서 얻는 바이오매스도 훌륭한 단백질 자원임. 해조류는 단백질, 광물질, 비타민 함량이 높고 아미노산 균형도 양호할 뿐 아니라 미세조류의 경우 DHA와 EPA를 포함한 오메가3 불포화지방산과 같은 생리활성물질의 공급원인 만큼 새로운 개념의 가축 사료로 활용 가능
- 수산양식은 전 세계적으로 가장 빠르게 성장하고 있는 식량 생산 분야로, 양식업이 발전하고 확산하는 것은 그 지역의 식량안보와 여러 복지지수가 개선되었다는 것을 나타내는 중요한 지표로, 양식업을 통해 식량 공급과 상품 거래가 가능하기 때문에 양식업은 많은 사람의 식량 및 영양 상태 개선에 크게 기여할 뿐 아니라 귀중한 단백질 공급원의 역할을 수행할 수 있음(Ahmed와 Loricca, 2002)

■ **식품산업과 대체 축산시스템에서 이용할 수 있을 정도로 규모화가 가능한 곤충과 조류
종류를 파악해야 하고, 해조류의 수확 전과 후의 이용을 위한 새로운 화학기술 연구를
촉진 해야 함**

통일을 대비한 식량안보 정책 방안



■ 수 천 년 간 통일된 국민으로 살았던 한국인들은 남과 북으로 나뉘어 70여 년 동안 교류 없이 살게 됨에 따라 오늘날 서로 다른 특성을 가지게 됨

표7
인구구성, 국민소득,
농업 인구의 남북한
비교

	남한 ¹	북한 ²
인구(명)	47,990,761	24,187,000
인구증가율(%)	0.26	0.41
인구밀도(명/km ²)	485.6	196.4
1인당GDP(미달러\$)	20,562	980
농업인구(명)	3,062,956	8,573,000(2008)
농업인구 비율(%)	6.4	36.8(2008)

출처: 통계청 (KOSTAT) (2011).

1. 대한민국 농림수산물부 통계 (2011).

2. WFP/FAO/UNICEF, 조선민주주의인민공화국에 대한 식량안보 평가단 (2011).

- 한국인의 1일 식품섭취량은 평균 1.3kg으로 그중 약 20%는 고기, 우유, 생선, 달걀과 같은 동물성 식품들로 구성되어 있으며, 1일 평균 식이 에너지 섭취량은 1인당 2,000Kcal(탄수화물 65%, 단백질 15%, 지방 20%)임
- 비만, 특히 소아비만의 증가가 사회적 문제로 대두되면서 대사증후군과 그에 따르는 암, 당뇨병, 고혈압과 심장병을 포함한 퇴행성 질환이 만연
- 또한 식품의 무제한 수입에 따라 식량자급률은 50% 이하로 떨어짐
- 반면 북한 주민들은 주로 옥수수로 구성된 1일 500g의 식량배급에 의존하고 있으며 동물성 단백질을 거의 섭취하지 못해 1일 평균 칼로리 섭취량이 1인당 1,600kcal의 만성적 영양부족에 시달리고 있는 것으로 평가됨
- 2004년 한국농촌경제연구원이 실시한 가구당 식량소비 조사에 근거해 작성된 북한 주민 영양상태 보고서에 의하면, 심각하게 취약한 사람들은 영양실조 아동 7만 명, 임신 또는 수유기 여성 98만 명, 5세 미만의 어린이 230만 명 등 총 350만 명에 달함

■ 2002년 10월 UNICEF와 북한 정부는 북한 전역의 10개 도시에서 무작위로 선정한 6,000가구 7세 미만 어린이와 그 모친의 영양상태를 공동으로 조사함

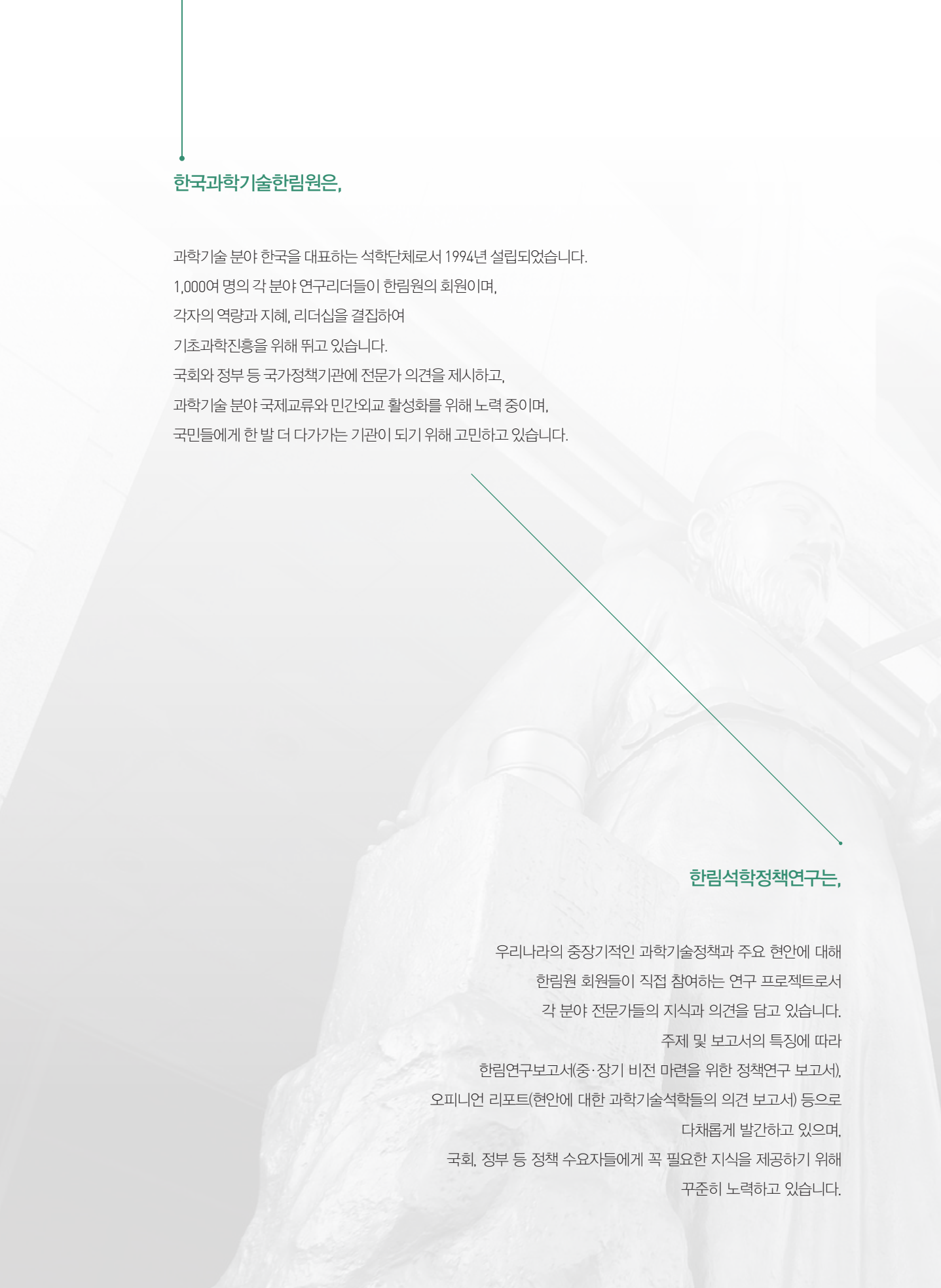
- 그에 따르면 어린이 영양상태는 1998년 16%로 조사된 영양실조가 2002년 2.7%로 크게 감소되었으며, 동일 연령대의 어린이와 비교했을 때 조사대상 아동 중 저체중인 아동은 21%, 두드러지게 키가 작은 어린이는 42%를 차지함
- 저체중 아동의 비율은 10개 조사대상 도시인 평양과 남포에서 15%였으나 함경북도와 함경남도, 양강도에서는 25%에 달하였으며, 키가 작은 아동의 비율은 평양과 남포가 30% 미만이었으나 함경남도는 48%, 다른 지역에서도 40% 이상으로 조사됨
- 소모성질환의 비율 역시 평양과 남포는 4%에 불과했으나 함경남도는 12%로 나타나 일반적으로 산악 지역 어린이가 도시 지역 어린이보다 열악한 상태에 있는 것으로 보고됨

■ 한국의 경우 남한의 잉여와 북한의 부족 문제를 동시에 해결할 수 있도록 식량안보 문제가 다뤄져야 함

■ 한국식량안보연구재단은 한반도 통일을 위한 식량안보 정책 개발을 위해 ‘한반도 통일과 식량안보(식안연, 2012)’와 ‘선진국의 조건 식량자급(식안연, 2014)’을 출판하였는데, 다음과 같은 정책방안을 제시함

- **① 남한의 쌀 생산 목표량 상향 조정** 북한은 산지가 많아 논 면적이 적기 때문에 통일이 되면 한반도 7천만 인구를 먹이기 위한 쌀의 공급은 주로 남한에서 생산되어야 함. 현재 남한의 쌀이 남아돈다고 쌀 생산을 줄이면 통일 이후의 쌀 자급이 어려워짐. 따라서 현재의 연간 400만톤 수준의 쌀 생산 능력을 상향 조정하여 480만톤 수준으로 올리고 이를 위한 논 면적 확보에 최선의 노력을 경주해야 하며, 연간 과잉생산되는 80만톤의 쌀은 통일미 비축 제도와 저소득 영세민 쌀 무상지원제도에 사용될 수 있음
- **② 통일을 대비한 쌀 120만톤 비축제도 법제화** 급격한 통일이 발생할 경우 한반도에 부족한 쌀의 양은 150만톤 수준으로 예측되므로 매년 60만톤의 쌀을 2년간 보관하였다가 쌀가공산업으로 방출하는 제도를 법제화하여 통일에 대비하여야 함. 이것은 북한주민에게 보여줄 수 있는 가장 강력한 통일메시지가 될 것이며 한반도 신뢰프로세스의 기초가 됨. 이를 위한 예산은 연 4,844억원으로 추산(2013년 기준)되며, 외교통일 예산의 11.8%에 해당함

- **③ 남한의 저소득 영세민 복지향상을 위한 쌀 무상지원제도 실시** 통일 후 북한주민에게 비축양곡을 즉시 지원하기 위한 법적 근거를 만들기 위해 남한에서 먼저 저소득 영세민 (기초생활수급자와 차상위계층, 전체국민의 7%)에게 매월 1인당 10kg의 쌀 또는 그 가공품을 구매할 수 있는 쿠폰을 무상 지원하는 제도를 실시하면, 이 법에 의해 통일 후 남한의 저소득층에 해당되는 북한주민은 이 혜택을 자동적으로 받을 수 있음. 이 법으로 현재 남한에서 추가로 발생할 수 있는 쌀 소비량은 17만5천톤으로 추산되며, 여기에 필요한 예산은 연 8,106억원(2013년)으로 보건복지예산의 0.8%에 해당하는 금액임
- **④ 유럽식 축산업 허가제 도입** 남한의 사료곡물 자급률은 2% 수준으로 거의 전량 수입에 의존하고 있으며 이것이 남한의 곡물자급률을 25% 수준으로 낮추는 주요인임. 반면 유럽은 농지 면적에 따라 가축 사육두수를 정해주는 축산업 허가제를 시행하고 자기 농토에서 사료작물을 재배하여 자급하고 가축 분뇨를 전량 자기 농지에 환원하는 축산시스템을 유지하고 있음. 우리도 식량자급률을 높이고 쾌적한 농촌 환경을 만들기 위해 자기 농토에서 최소한 10~20%의 사료 생산을 의무화하는 축산업 허가제를 실시해야 하며, 통일 후 북한의 산지를 이용한 계획 목축으로 아름다운 한반도를 조성해야 함
- **⑤ 남북한 공동어로 합작 및 주변국들과의 어업협정 조율** 수산물은 우리 국민의 단백질 급원의 약 20%를 차지하는 중요한 식량자원이며 생산량 확대를 위한 노력이 필요한 분야이므로 공해상에서의 남북한 공동 어로조업의 활성화가 필요함. 통일 이후 북한의 어로기술과 양식기술의 협력 방안이 마련되어야 하며, 특히 북한이 주변국들과 맺은 각종 어업협정을 미리 파악하고 통일 후 조율할 수 있는 계획 수립이 필요함
- **⑥ 비상시 식량 확보를 위한 식품산업의 육성** 현재 남한의 가공식품 생산능력은 평균 가동률 40% 수준에서 국내 수요를 충족하고 있으며 통일 후 북한의 가공식품 수요를 감당하기에 충분한 생산능력을 가지고 있음. 통일 후 식품산업의 발전전략과 물류 공급 계획 등이 사전에 마련되어야 함



한국과학기술한림원은,

과학기술 분야 한국을 대표하는 석학단체로서 1994년 설립되었습니다.

1,000여 명의 각 분야 연구리더들이 한림원의 회원이며,

각자의 역량과 지혜, 리더십을 결집하여

기초과학진흥을 위해 뛰고 있습니다.

국회와 정부 등 국가정책기관에 전문가 의견을 제시하고,

과학기술 분야 국제교류와 민간외교 활성화를 위해 노력 중이며,

국민들에게 한 발 더 다가가는 기관이 되기 위해 고민하고 있습니다.

한림석학정책연구는,

우리나라의 중장기적인 과학기술정책과 주요 현안에 대해

한림원 회원들이 직접 참여하는 연구 프로젝트로서

각 분야 전문가들의 지식과 의견을 담고 있습니다.

주제 및 보고서의 특징에 따라

한림연구보고서(중·장기 비전 마련을 위한 정책연구 보고서),

오피니언 리포트(현안에 대한 과학기술석학들의 의견 보고서) 등으로

다채롭게 발간하고 있으며,

국회, 정부 등 정책 수요자들에게 꼭 필요한 지식을 제공하기 위해

꾸준히 노력하고 있습니다.



한림원에 대해 더 자세한 내용보기

홈페이지 www.kast.or.kr

블로그 kast.tistory.com

포스트 post.naver.com/kast1994

페이스북 www.facebook.com/kastnews

한국의 식량·영양안보 전략을 위한 제언

국제한림원연합회의
'아시아의 식량영양안보 및 농업 연구' 보고서 요약

발 행 처 : 한국과학기술한림원

발 행 일 : 2018년 8월

문 의 처 : 한국과학기술한림원 정책연구팀

TEL. (031)710-4606

FAX. (031)726-7909

디자인·인쇄 : (주)아미고디자인

TEL. (02)517-5043
