발간등록번호
11-1541000-001585-01

신가치 창출을 위한

농업 5.0시대

농업·농촌의 미래전망

미래농업포럼

집필자

제1장 박영숙 (사)유엔미래포럼 대표
제2장 최진용 서울대학교 지역시스템공학부 교수
제3장 김정인 중앙대학교 경제학부 교수
제4장 신종수 前 몬산토 임원(現 내몸愛푸드 대표)
제5장 이주량 과학기술정책연구원(STEPI) 연구위원
제6장 송미령 한국농촌경제연구원(KREI) 연구위원
제7장 김정호 한국농촌경제연구원(KREI) 선임연구원

편집자

농림수산식품부 박기도, 김남웅

신가치 창출을 위한

농업 5.0시대

농업·농촌의 미래전망

미래농업포럼

머 리 말

1세대 미래학자 짐 데이토는 미래를 전망하는 가장 큰 이유는 미래예측을 통하여 새로운 가치를 발굴하는 것이라고 하였다. 현존하는 직업의 80%가 10년 내에 사라지거나 진화할 것이라고 미국정부는 전망하고 있을 정도로 다가올 우리 사회는 급변할 것이다. 이러한 시기에 우리 농업·농촌이 새로운 가치를 발굴하고 이를 위해 힘을 모아야 할 때라고 생각된다.

농산업의 경제적 입지 축소, FTA 진전, 농촌인구의 고령화 등 현재 우리 농업·농촌이 안고 있는 문제만 바라보면 암담하다. 그러나 농업 농촌에 창조적 계층이 지속적으로 유입되고 R&D 지원이 확대되어 농업의 생산성이 향상되고 생명자원의 가치가 높아질 것이다. 도농의 격차가 없어지고 국민들이 삶의 여유와 가치를 농촌에서 찾고 누리게 될 것이며, 농업·농촌은 성장과 희망과 새로운 가치의 대상이 될 수 있을 것이다. 2030년경에는 이런 모습들이 우리 농업·농촌에서 현실화되기를 기대해 본다.

이를 위해 농업분야는 물론 인문사회, 과학기술, 경제, 미래예측분야 등 다양한 전문가들로 미래농업포럼을 구성하여 메가트렌드에 직면한 우리 농업·농촌이 안고 있는 문제점을 짚어보고 다양한 미래모습들을 그려보았다.

농업·농촌에서 새롭고 경쟁력 있는 미래가치를 발굴하고 첨단 융복합 농업이 실용화되어 농업·농촌의 가치와 역할이 더욱 부각되는 시대를 농업 5.0시대로 정의하고, 이러한 미래를 준비하기 위해 우리 농업·농촌을 좀더 희망적으로 바라보고 이를 위한 대응방안과 제언을 담아 보았다.

미래를 바라보는 주제에 대한 발제와 자유로운 토론의 장을 마련해준 농림수산식품부 관계자들에게 감사드리며, 이 책자가 우리 농업·농촌의 먼 미래를 준비하는데 유익하게 활용되기를 기대한다.

미래농업포럼 위원장 이정환

요 약

우리 농업·농촌을 둘러싼 여건이 빠르게 변화하고 있다. 이러한 여건을 토대로 미래를 전망하기 위해서는 변화의 커다란 흐름, 즉 메가트렌드를 분석하는 것이 효과적이다.

21세기의 메가트렌드로 일컬어지는 인구 증가와 고령화, 에너지 믹스 변화, 글로벌 경제화 등 여러 가지 요소 가운데 기후변화는 미래 사회에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 예측된다.

특히 슬로우 산업인 농업분야는 현재의 흐름이 곧바로 미래에 연결되어 나타나는 분야이므로 미래의 모습을 미리 그려보면서 대처하는 것이 매우 중요하다.

우리나라 농업·농촌은 국민 먹거리의 안정적 공급, 사회적 토대 및 삶의 기반 유지, 바이오산업의 발달로 새로운 일자리 창출의 역할뿐 아니라 인간의 삶의 질과 가치에 대한 욕구가 커져감에 따라 그 역할과 가치가 더욱 중요해질 것이다.

미래의 우리 농업·농촌에 커다란 영향을 미칠 또 다른 요인으로 극단적 사건(X-event)도 고려해야 한다. 예를 들어 심각하고 갑작스런 기상이변, 유전자변형 농산물의 획기적 전환, 치명적 병충해와 질병 만연, 중국경제의 경착륙, 통일시대 극단적 상황을 가정해 볼 수 있으며, 이러한 위기요인을 극복하고 새로운 기회로 삼기 위해서는 농업체계의 복원력을 미리 확보하는 노력이 필요하다.

그러나 무엇보다도 눈에 보이는 미래는 과학기술 진보에 의한 전망이며, 2030년경에는 우리 농업이 첨단융복합기술을 바탕으로 신농업 영역이 확대될 것이라는 점이다. 수직농장(Vertical farm)은 고부가·고기능성 원료작물 재배, 종합플랜트 시스템화로 차세대 수출산업으로 육성되는 등 부분적으로 상용화되고, 기존 축산의 에너지 효율 및 환경보전 문제 등의 개선을 위해 새로운 축산패러다임인 배양육(Cultured meat)이 보편화될 것이다. 또한 제3세대 에너지인 미세조류(Micro-algae)를 이용한 바이오 에너지가 개발되어 농업에너지 믹스 변화가 일어날 것이다.

미국의 테크캐스트(Techcast)사는 과학기술의 미래 전망으로 명성이 있는데, 최근의 예측에 의하면, 농산업 기술이 새로운 시장을 대량 창출할 것으로 내다보고 있다. 예를 들어 전 세계적으로 유기농업이 2025년 1조 6천억 달러, 정밀농업이 2020년 1조 7천억 달러 시장으로 커지고, 기후조절 관련 산업은 2022년 2조 3천억 달러 시장으로 크게 성장할 것이라는 전망이다.

또한 백신작물, 디톡스식품 등 개인별 맞춤형 농식품과 생물소재를 활용한 식·의약소재들이 농업분야의 고부가가치를 선도해 나가고, 환경친화적인 바이오자원의 특성을 이용한 바이오 플라스틱, 바이오 리파이너리 등의 신산업 영역이 활성화 될 것이다.

그리고 기후변화, 환경오염 등에 대응하여 식량생산과 환경생태계를 유지하는 지속가능 농업이 더욱 강조되면서 농업재해보험 등 안정적 농업경영을 위한 제도와 정책이 일반화 될 것이다.

미래 사회는 건강과 행복 등 삶의 질에 대한 국민적 요구가 점점 증가하여 농촌공간이 범국민적 휴양 공간화되면서 더욱 경쟁력있는 가치를 만들어 나갈 것이다.

농촌의 사회적 서비스가 강화되고 창조적 계층의 유입으로 새로운 일자리들이 만들어지며 치유농업, 교육, 훈련 등의 사회적 농업으로서 역할도 증가할 것으로 전망된다.

이렇게 변화하게 될 미래 농업·농촌사회를 준비하기 위해서는 장기적인 패러다임 전환이 필요하다. 우선 농업·농식품·농촌에 한정되었던 농정의 범위를 생명자원의 가치를 확대하는 방향으로 넓혀야 하고, 나아가 농업생산 위주의 식량안보 개념에서 식품안전 및 지속성 유지 등 관리의 개념이 도입되어야 하며, 정책의 대상도 농업인과 소비자에서 한 단계 나아가 미래를 이끌어 갈 미래 세대와 국외 영역까지 확대될 필요가 있다.

미래의 농업·농촌은 농산물 생산기능이란 전통적인 의미를 벗어나 사회적 기반이 되고 삶의 의미를 찾는 경쟁력 있는 생명가치를 실현하는 중요한 산업으로 그 외연이 확대되어 갈 것이다. FTA 진전, 기상이변, 농업 GDP 축소 등으로 인하여 수세적이고 의존적이며 축소지향적인 농업·농촌에서 벗어나 미래를 향해 능동적이고 자립적이며 확대지향적인 농산업과 농촌사회를 이루기 위한 인식과 정책 전환이 필요하다. 또 우리나라의 국제적 위상이 향상된 만큼 농업과 농촌도 글로벌 시대에 부응하는 방향으로 국제 농업협력에 적극 나서야 하며, 다문화 시대에 걸맞게 농촌사회의 공동체가 활성화되도록 우리 모두가 노력해야 할 것이다.

목 차

Ⅰ. 메가트렌드와 농업 분야의 영향 ····· 07

Ⅱ. 미래 농업 · 농촌의 역할과 새로운 패러다임 ····· 17

Ⅲ. 미래 농업 · 농촌의 변화 전망 및 대응 ····· 25

Ⅳ. 결 어 ····· 32

미래농업포럼

Ⅰ. 포럼 활동 개요 ····· 37

Ⅱ. 포럼 발제 ····· 38

1. 메가트렌드와 미래농업 전망 ····· 43

2. 농업분야 물발자국 인증제 도입 전망 ····· 69

3. 기후변화와 농업의 미래전망 ····· 85

4. 유전자조작농산물의 글로벌 유통에 대한 대응전략 ····· 111

5. 미래농업 R&D의 이해와 우리의 선택 ····· 129

6. 농촌공간과 지역사회의 미래 ····· 153

7. KREI-KASMO 2012모형을 이용한 농업부문 2030 전망 · 179

Ⅰ. 메가트렌드와 농업 분야의 영향

1. 메가트렌드 전망

1-1. 기후변화 가속화

■ 기후변화 피해를 우려한 스턴보고서(Stern Review, 2006)의 현실화

❍ 2006년 현재 기후변화 대응 비용은 전세계 국내총생산(GDP)의 1%에 불과하지만, 이를 방치할 경우 GDP의 20%까지 증가할 전망

- 한반도 기후변화 분석에 의하면, 2012~2100년간 누적 피해액은 약 2,800조원에 달하며, 이는 2011년 GDP의 2배가 넘는 규모(KDI, 2011)

❍ 세계적으로 자연재해 발생과 피해규모는 지속적으로 증가하고 있으며, 최근 10년 동안 증가 추세가 더욱 빨라짐(Munrich Re, 2010)

- 21세기 후반에는 이상기후의 빈도와 피해액이 더욱 증가하고, 20년 빈도의 폭염은 2~5년 주기로 짧아질 전망(IPCC, 2010)

■ 기후변화는 지구촌의 수자원 희소지역 및 농업지역 등을 중심으로 곡물 파동, 물부족 문제를 야기

❍ 수자원에 대한 통제가 증가할 경우(예: 물의 무기화), 공통 수원(水源)을 가진 국가들 간에 물전쟁 발생의 가능성

■ 기후변화 영향으로 미래 농산물시장은 양적 수급이 불확실하여 안전성이 보장받지 못하는 시대가 도래할 전망(2011, SERI)

❍ 농산물의 수요는 지속적으로 증대되지만, 신흥국의 경제성장, 바이오연료 사용 확대, 경작지 축소로 공급 여력은 한계에 직면

■ 기후변화 극복을 위한 전지구적인 대응 노력이 필요

❍ 탄소세·배출권거래제, 산업효율성 제고, 열병합발전소 개발 등 필요

❍ 미래 각 국가의 부처는 내무부, 외무부, 국방부 및 기후부 등 4개로 재편될 것임 (노르웨이 2030 보고서)

* 영국은 에너지기후변화부, 호주는 기후변화&에너지효율부, 덴마크는 기후에너지부가 이미 신설

1-2. 인구 증가 및 구조 변화

▣ 세계인구는 2011년 70억 명에서 2050년에는 93억 명으로 증가할 것으로 예상 (유엔미래보고서, 2010)

❍ 향후 20년간 전세계 인구 증가의 대부분이 아프리카, 아시아, 라틴 아메리카 등에서 발생

❍ 2050년까지 93억 명으로 증가하는 세계인구를 부양하기 위해서는 식량생산이 70% 증가될 필요(FAO, 2050 인류생존 보고서)

* 곡물 : ('10) 21.8억 톤 → ('50) 30.0 / 육류 : ('10) 2.7억 톤 → ('50) 4.7

▣ 선진국에서는 인구의 동태적 구조가 저출산·고령화로 변화하면서 생산가능 인구가 격감할 전망

❍ 인구 고령화 추세에 따른 노동력 부족 및 성장률 둔화 우려

- 선진국들이 인구 고령화로 경제활력이 쇠퇴함에 따라 젊은 노동력을 기반으로 고성장하는 개도국으로 세계경제 축 이동
- 선진국은 생산가능인구 비중이 감소하여 복지비용이 증가, 노후대비 저축 증대로 성장 및 소비 패턴의 변화 초래

❍ 고령화로 인한 노인 부양에 대한 세대 간 갈등을 피하기 위해 퇴직과 사회 구조에 대한 개념이 변화

▣ 지구생태계 보존을 위해 2020년까지 이산화탄소 배출량을 80% 절감, 2050년까지 세계인구를 80억 명 이하 유지, 자연생태계 회복, 빈곤 극복 등이 필요 (L. Brown, Plan B 4.0, 2011)

▣ 우리나라 총인구는 2030년대 초반부터 감소하고 생산가능 인구는 2010년대 후반부터 감소할 전망

❍ 한국의 인구 고령화 속도는 세계 최고 수준으로 빠르게 진행

* 65세 이상 인구는 11%(2010) → 24.3%(2030) → 38.2%(2050)로 급증

* 2045년 평균연령 50세로 세계 최고, 2050년 노동인구 1명이 1.65명 고령자 부양

1-3. 글로벌 경제화

▣ FTA 체결 확산, 무역·투자 자유화 등으로 세계 모든 국가가 단일시장으로 통합되어 가는 추세

❍ 정부-기업-개인까지 무한경쟁에 노출되며, 세계화 추세의 적응 여부에 따라 국가간의 발전 격차는 더욱 심화

❍ 세계경제의 동조화로 국지적 위기가 세계적 위기로 증폭

▣ 국제정세는 글로벌 다극체제(Global Multi-polar System)가 예상되고 세계경제에서 신흥경제권이 차지하는 비중이 지속적으로 상승

❍ 세계경제의 대미(對美) 의존도가 감소하고 중국, 인도 등이 신흥강자(rising heavy weight)로 부상함으로써 세계경제 중심축이 재편성

* 2025년 GDP는 미국(1위), 중국(2위), 인도(3위) 순으로 전망(美 NIC)

* 2030년에는 아시아 경제 비중이 G7을 추월 전망(IMF)

▣ 세계 100대 경제주체의 절반 가량이 국가가 아닌 기업이며, 녹색경제로 전환하기 위한 기업의 역할 강조(유엔미래보고서, 2011)

❍ 다국적 기업이 작은 국가의 경제규모보다 커지며 국제사회에서 기업의 책임과 윤리성 강조

- 2030년 다국적 기업의 영향력이 14.3%(2010년)에서 85.7%로 확대

❍ 녹색산업의 미래성장 가능성 확대

- 미래의 최대 산업은 기후에너지산업이며 유전공학, 바이오공학, 신소재분야 등에 인력이 집중

▣ 글로벌 경제의 리스크 요인으로는 불균형에 의한 빈부격차 심화와 개별국가의 이익추구에 따른 글로벌 거버넌스의 소멸 우려

❍ 향후 20년 내 기후변화 등에 의한 물, 식량, 에너지 수요가 세계경제의 불균형 성장요인으로 지적(WEF, 2011)

1-4. 에너지 믹스 변화

■ 2035년에는 화석연료를 대체하는 에너지원에 대한 수요가 40~50% 증가 전망(유엔미래보고서, 2011)

❍ 기술과 생활습관의 획기적인 변화가 없으면 2050년 세계에너지 공급의 절반 이상이 여전히 화석연료에 의존

❍ 온실가스 규제로 석유·석탄 비중 감소, 가스·신재생 등 저탄소 에너지 비중 증가(기획재정부, 2012)

* 1차 에너지원별 비중('10→'35, IEA) : (석유) 32%→27%, (석탄) 28%→24%, (가스) 21%→25%, (신재생) 11%→15%, (원자력) 6%→7%, (수력) 2%→3%

■ 2035년까지 에너지 수요가 지속적으로 증가하는 가운데 에너지 믹스, 국가별 수급구조, 연관산업 등의 재편 전망

❍ 석유는 2035년에도 제1의 에너지원이나 비중이 축소되고, 고유가 지속, OPEC 비중 증가('10년 42% → '35년 50%) 등 수급여건 악화

❍ 셰일(shale)가스 개발,가격안정 등으로 가스가 석탄을 제치고 제2 에너지원으로 부상하고 신 재생에너지는 가장 빠르게 증가(연 2.5%) 전망

■ 에너지 부존량은 한정된 반면에 중국과 인도 등 신흥경제권의 에너지 수요는 계속 증가하여 불균형 심화와 가격 급등의 가능성

❍ 2020년경 에너지자원 감소로 인해 기본 필수품 가격이 상승하는 'Ecoflation' 발생 전망(WRI, 2010)

❍ 중국, 인도 등 신흥경제권의 고성장으로 세계 에너지 수요는 계속 증가하여 2030년에는 2010년의 1.4배에 도달

■ 앞으로 화석에너지와 신재생에너지가 공존하고, 미세조류(Micro-algae)를 이용한 바이오연료가 각광 받을 것임(유엔미래보고서, 2011)

❍ 2025년 석유고갈 이후 비행기나 배 등의 수송용 연료는 많은 부분이 미세조류유로 대체 전망

❍ 미세조류는 에너지, 식음료, 의료보건, 사료와 비료 등의 용도로 활용

1-5. 융복합 기술 확대

■ INBEC 기술의 발달로 융복합화가 가속화되며, 농업분야도 유비쿼터스(Ubiquitous) 시대로 빠르게 이행

- ❍ 로봇의 상용화로 2025년 노동시장의 50%를 대체
- ❍ RFID, 바이오센서, 네트워크시스템 등으로 U-Farm 확산

■ IT 기반의 전력·교통·환경·의료·교육 등 사회 인프라가 스마트하게 진화하며, 융복합기술 분야가 급성장할 전망

- ❍ 녹색, 바이오, 지식서비스 등 다양한 신성장동력산업 발전을 촉진하는 기반 인프라 확대
- ❍ 2026년에 대체에너지 시장은 2조 7천억$, 2027년에 스마트로봇 시장은 1조 8천 7백억 $에 달할 전망(Techcast, 2012)

■ 2030년경에는 IT혁명을 넘어서는 바이오경제시대가 도래하며, 향후 바이오 기술은 농업과 신산업분야로 이동할 전망(OECD, 2009)

- ❍ 2030년에 그린바이오와 화이트바이오 분야의 총 부가가치 추정치는 신약분야의 25%를 추월하여 26%와 39%로 급성장

■ 과거 100년은 MBA(Master of Business Administration) 시대였으나, 미래 100년은 PSM(Professional Science Master) 시대로 전망

- ❍ 미래는 과학기술을 바탕으로 한 미래예측 및 경영이 가치를 창출하게 되며, 미국에서는 1990년대 중반부터 103개 대학에서 200개 과정 개설

■ 미래에는 에너지 수송 생태계, IT 생태계, 바이오의료 생태계 등 이종 생태계간에도 상호 융복합화 기술로 발전

- ❍ 스마트카, 모바일 헬스케어, 바이오 연료 등 융복합기술의 연계성 증대
- ❍ 신기술이 서로 융복합된 '기술집단'을 형성하여 새로운 가치 창출

1-6. 삶의 가치와 휴머니즘이 새로운 경쟁력으로 등장

▣ 급속한 경제성장 과정에서 소외되어 온 휴머니즘의 중요성이 인식되고, 인간 중심의 가치가 기술로 진화

❍ 과학기술과 사회의 발달에 따른 인간성 회복에 대한 필요성과 삶의 가치 추구에 대한 중요성 증대

❍ 경제성, 효율성, 편의성 중심에서 인간과 가치와 감성, 삶의 질을 추구하고 인간화된 기술이 새로운 경쟁력을 형성

- 휴대폰, 자동차 등 각종 첨단산업제품들이 인간친화적이고 감성적 요소를 첨가하여 경쟁력을 강화

▣ 자연친화적 생명자본의 가치가 첨단산업기술과 결합함으로써 지속 가능한 사회 형성 및 차별화 실현

❍ 자연의 지속적인 보전과 순환이 미래사회의 경쟁력이라는 자연자본주의와 생명자본의 가치를 기반으로 지속적인 순환경제체제를 구축하자는 생명자본주의 등 자연과 생명자본의 가치가 강조되는 추세

❍ 기후변화, 인구 증가, 에너지 고갈 등에 따른 자연의 중요성이 재조명되며, 환경 및 삶의 터전을 보전하는 것이 중요한 가치로 부각

❍ 자연의 생태계를 모방하여 첨단기술과 융합된 생체모방기술(Biomimetics)이 기존 산업기술과 차별화된 가치를 실현

▣ 정보통신 기술의 발달과 다양한 사회문제 해결을 위해 집단지성(Collective Intelligence) 등 인간과 기술이 조화를 이룬 융복합적 시도가 사회 전반으로 확대

❍ 집단지성은 한 분야에서 다루기 힘든 문제를 여러 분야의 전문가들로부터 즉각적인 피드백과 시너지를 통하여 창조적으로 해결

❍ ICT 기술은 쌍방향성, 실시간성, 네트워크화 등의 특성을 통해 사회 전반의 현안에 접근하기 위한 필수요소로 자리잡음

2. 메가트렌드에 따른 한국 농업의 영향 전망

▣ 세계인구 증가와 신흥경제권 성장에 따른 농식품 수요의 증가가 이상기상에 따른 공급 애로와 맞물려 수급 불균형 우려

❍ 가뭄의 상시화, 농산물 재배적지의 변화, 동·식물 병충해 확산, 품질 저하 및 수량 감소 등으로 농업생산 활동의 위축

❍ 사료곡물 등 벌크형 곡물확보 애로와 함께 고품질 맞춤형 식품에 대한 수요 증대를 충족시키지 못하는 이중 장애의 발생 가능성

* 2030년 세계 식량수요는 50% 이상 증가 예상(OECD-FAO, 2009)

❍ 저출산과 고령화에 따라 농업생산구조가 빠르게 변화

- 고령친화적인 실버농업 부상, 젊은 인력의 유입을 통한 청장년 전업농 주력화 가능성, 고부가가치 농업 발전 등 농업생산 구조의 전환 예상

* 농가인구 중 65세 이상 비율이 35%를 넘어 이미 초 고령화 사회로 진입

▣ FTA 가속화로 농축산물 관세 장벽이 대부분 소멸됨에 따라 범세계적인 단일 시장화의 영향 심화

❍ FTA 이행에 따라 2027년경에는 쇠고기 등 주요 농축산물 수입관세가 미국과 EU 등에 대해 무세화로 전환되고, ASEAN과 호주·중남미 등으로부터 다양한 농수산물의 유입 증가 예상

❍ 지리적으로 가까운 중국의 위협이 증가하는 동시에 중국 내 농식품 수요 증가로 수입 원료곡 등의 안정적 확보에 애로 예상

❍ 중국·일본 등 동아시아 경제권의 통합으로 한국 농업은 고부가가치형으로 구조 조정 및 새로운 수출시장 개척 등의 필요성 증대

▣ IT 발전에 따른 급속한 사회 변화가 농업생산 및 농식품 소비 행태의 변화 촉진 요인으로 작용

❍ 지식정보 사회로의 이행으로 IT, BT, NT, CT 및 로봇 등 첨단 기술이 농어업 분야에 빠르게 확산 예상

❍ 여성·노년층이 새로운 소비 파워를 형성하고 감성, 여성, 가상의 3F(Feeling, Female, Fiction) 시대에 상응토록 농식품 생산, 유통 체계 개편 요구 증대

- 고칼로리 기능성 식품 등 첨단기술융합 농식품의 공급 체인 확산

■ 화석연료 의존형 농업생산 방식에 대한 반성과 온실가스 감축 논의 진전이 전통농업 발전의 부담으로 작용

❍ 기후변화, 식량·에너지 부족에 대응하여 농업분야 저탄소 패러다임을 실천해 가는 농업 경영체의 증가 예상

- 온실가스 배출권 거래제에 따른 저탄소 농법의 도입 확대와 탄소 상쇄 보편화, 축산분야 메탄 감축 논의 진전 등

❍ 태양열, 지열 등 신재생에너지의 농업분야 적용 확대 및 셰일가스 등 새로운 에너지원의 농업분야 활용 진전

■ 경제성장과 삶의 질 향상에 따라 농업·농촌의 새로운 가치에 대한 국민적인 관심 증대

❍ 농업의 다원적 기능, 농촌의 어메니티 자원 등에 대한 국민의식 고양

- 농촌정주 여건 개선, 전원·휴식공간 제공, 농촌관광 활성화, 향토산업 일자리 창출 등으로 농업·농촌에 대한 인식 개선

❍ 도시민의 귀농·귀촌 수요가 꾸준히 증가

- 도농교류 증가, 베이비붐 세대의 귀촌, 젊은 인력의 귀농 등을 통해 농촌 사회가 새로운 활력을 얻을 것으로 기대

3. 한국 농업의 변혁을 초래할 수 있는 미래사건 전망

◈ 미래농업포럼 위원들이 브레인 스토밍(Brain storming)을 통해 우리나라 농업의 미래발전 방향을 근본적으로 바꿀 수 있는 여러 분야에서 50여 가지 미래 사건을 도출하고, 그 중에서 7가지 사건을 선정

* 논의 분야 : 정치/제도, 환경, 경제, 기술, 사회, 가치

** 7개 선정 사건 : 복잡계 이론(complexity theory)에서는 극단적 사건으로 지칭하는데, 발생 가능성은 작으나 파급 효과가 큰 사건으로 부정적이거나 긍정적일 수 있음

(예) 일본 동북부 쓰나미와 원전사고, 월가 금융시스템 붕괴, 신종플루(A(H1N1))등으로 이중 우리가 '알지 못하는 알려지지 않은 것(unknown unknowns)'일 경우 대응에 가장 애로

◈ 이러한 외부 충격을 우리 농업이 극복하고, 더 나아가 새로운 기회로 만들기 위해서는 농업 체계의 본원력(resilence)을 미리 확보하는 방향으로 정책이 수행되어야 함

▣ 일반적인 기상이변을 초월한 극단적 이상기후 심화

❍ 가뭄, 홍수, 혹서, 한파, 태풍 등의 이상기후 발생시기가 급변하고 식량 생산에 큰 피해가 우려될 정도의 심각한 기상이변 발생

* IPCC의 新시나리오(RCP)에 따라 기상청이 기후변화 新시나리오 발표('11.12)

* 당초 전망('07)/새로운 전망('11): ('20년까지) 0.8/1.1℃↑→ ('50년까지) 2.0/3.2℃↑ → (2100년까지) 4.3/ 6.7℃↑

* 열대 해역의 해수온도 상승(+3℃)으로 태풍 발생지역이 북쪽으로 확장하여 강력한 태풍 발생 가능성 증가

▣ 첨단 융복합 신기술의 개발로 획기적인 식품대체 기술 생산 및 맞춤형 농식품 시대

❍ 기존 농식품의 개념을 벗어난 1일 1알약형 식단 등 농식품 생산체계 급변

❍ 질병예방용 백신작물, 성인병 치료용 농작물, 비만제로식품 등 유전적 특성 및 개인 맞춤형 농식품 생산 일반화

■ GM 농산물의 전 지구적 재배 확산 또는 급감 등 획기적 전환 직면

❍ GM에 대한 안전성 규명과 함께 획기적인 광합성 능력을 지닌 작물 개발로 식량 생산의 급격한 증대 및 바이오에너지 생산 확대

* 단위면적당 작물 생산량의 획기적 확대, 기상재해에 무관한 농작물 재배 등

❍ GM의 인체에 대한 위해성 규명으로 수요 급감 및 재배 중단에 의한 식량생산 위기 및 곡물파동 유발

■ 치명적 병충해, 가축질병 만연 및 슈퍼박테리아 발생

❍ 고온, 다습 등 이상기후에 의한 치명적 돌발 병해충의 출현 증가

* 꽃매미(7,463ha′11), 갈색날개매미충(320ha,′11)등 외래 유입해충 확산

* 보툴리즘(소) : 세균성 식중독으로 오염 음식물을 사료와 함께 섭취하거나 부패 건초 섭취시 발생·호우로 인한 농가침수 후 다수 발생(′11.9 포천, ′12.8 나주)

❍ 구제역, 광우병 등 치료불가 가축질병의 만연

❍ 슈퍼박테리아의 증가로 인체 위험 증가

* 신종 슈퍼박테리아 NDM-1은 대다수 항생제에 내성을 가진 세균을 생산

■ 중국 정치·경제의 급변으로 농수산물 교역의 심각한 장애

❍ 중국 내수시장의 확대로 인해 농산물 수입국가로 전환되면서 중국농산물의 대외수출 급감

■ 농촌노동력의 상당부분을 차지하는 외국인 노동자의 농촌 이탈

❍ 2030년 농촌노동력의 10% 이상을 외국인 노동력이 담당할 것으로 예상되며 높은 이직률, 임금 등으로 사회적 갈등으로 농촌노동력 위기 초래

■ 북한의 급변에 따른 통일시대 도래

❍ 북한의 급작스런 정치·경제적 붕괴로 인해 충분한 준비 없이 한반도 통일시대가 도래할 가능성

* 미국 국가정보위원회(NIC)는 한반도 통일을 2025년경으로 예측

* 북한 농림어업산업 비중 : GDP 대비 20.8%(′10)

Ⅱ. 미래 농업·농촌의 역할과 새로운 패러다임

1. 미래 농업·농촌의 역할과 가치

▣ 국민의 먹거리를 안정적으로 공급하는 안전한 식품산업의 주체

❍ 농업·농촌의 본원적 기능으로 기후변화나 각종 위협 요인으로부터 안전한 농산물을 안정적이고 지속적으로 생산, 공급하며 국민 건강을 지키는 산업

❍ 농산물의 생산 기능에서 식품가공뿐 아니라 각종 산업화의 원료작물을 생산하는 산업자본화의 밑거름

▣ 국토환경과 자연생태계의 보전·유지로 사회적 토대 및 삶의 기반 유지

❍ 국토의 균형적 관리기능을 수행하고 홍수 방지, 수자원 함양, 토양유실 방지, 대기·수질 정화 등의 공익적 기능의 확대

❍ 자연생태계의 유지·보전을 통해 국민의 정서 함양 효과, 문화적 기능뿐 아니라 기후조절, 생물다양성의 서식지, 자연적 순환기능을 수행하는 장으로 지속적인 삶의 기반 유지

▣ 지구온난화, 에너지, 물 부족 문제에 대한 근본적인 해결의 장

❍ 농업분야의 온실가스 배출량은 3.3%에 불과하며, 농경지는 ha당 0.4 ~ 5.5CO_2 톤의 저장능력이 있어 온난화 대응에 효율적인 산업

❍ 화석연료의 대체원인 바이오 에너지작물의 생산뿐 아니라 지열, 가축분뇨 바이오매스 등 대체에너지 생산 및 활용 현장

❍ 국민 수도물 사용량의 2.7배에 해당하는 논, 밭 지하수 함양 및 가상수(Vertual water)의 80%이상을 차지하는 농업분야 수자원 절감기술로 물 부족의 근원적 해소 가능

▣ 바이오산업을 기반으로 하는 경쟁력 있는 신성장동력으로서 새로운 일자리 창출의 핵심산업으로 부상

❍ 생명자원을 기반으로 식품 및 첨단 융복합산업의 장으로서 고부가가치를 실현할 수 있는 산업적 잠재성 높음

❍ 농업·농촌 일자리는 현재도 경제 전체의 약 20%를 차지하며, 미래에는 정주인구 증가와 휴양·문화의 공간으로 자리잡으면서 향토문화산업과 농촌관광 등에서 새로운 일자리가 확대될 전망

▣ 농촌공간의 가치 개발로 삶의 질 향상과 휴(休), 건강, 행복 등을 실현하는 새로운 가치의 신문화 창출

❍ 농업·농촌이 단순히 국가 GDP에 기여하는 산업적 의미보다는 국민이 건강하고 행복한 삶을 영위하기 위한 중요한 터전으로서의 비시장적 가치가 상대적으로 커질 것임

❍ 농업·농촌이 가진 자연과 생명의 가치를 친환경적으로 개발하여 국민의 휴양과 재충전 및 취미 활동의 터전 제공

2. 중장기 농정의 패러다임

농정 패러다임 전환

『미래농업은 생명자원의 중요성 증대와 가치의 확대로 창의적 노력을 통해 융복합산업의 중심이 되고, 안전성과 지속가능한 사회시스템의 기반이 되는 방향으로 패러다임을 전환』

❖ **(범위·영역)** 농업·농식품·농촌 ⇒ 생명자원 가치 확대

❖ **(목표·지향점)** 식량 안보(생산) ⇒ 식품 안전, 지속 가능성(관리)

❖ **(정책 대상)** 농어업인, 소비자 ⇒ 미래세대 포함, 국외

❖ **(정부 역할)** 농어업인, 후견자 ⇒ 위험 관리자, 정보 제공자

❖ **(지원 방식)** 정부 보조·융자 ⇒ 민간 투자 활성화

▣ 메가트렌드에 상응한 정책 화두와 새로운 패러다임의 제시

❍ 기후변화, 고령화, 에너지 고갈 등 메가트렌드에 대응하기 위한 미래농정의 범위 영역, 지향점, 정부의 역할 등의 변화

- 농정의 영역을 농업·농식품·농촌에서 생명자원의 가치 확대로 확장

❍ 농업정책의 수혜 대상을 조정하고 농정의 외연을 확대

- 농업인과 소비자에 국한되었던 정책 대상을 미래세대 및 국외까지 확장

* 식량안보 및 기후변화 등에 대응하여 국제적인 공조가 강화되는 경향

■ 패러다임 전환과 기술 진보에 상응한 신성장동력의 지속적 발굴

❍ 융복합적 기술의 농업분야 적용 확대를 위한 R&D 지원 확대

❍ 고부가가치 작목과 기술집약형 식재료·식품 소재 개발

- IT, BT, NT 등을 적용한 기술집약형 신 재료산업의 성장 전망

❍ 중국 등 인접 시장을 겨냥한 신선 농식품의 생산 및 수출 확대

- 국내 농산업의 경쟁력을 기반으로 전 세계인이 보편적으로 소비하는 작목이나 농식품을 전략적으로 육성

(예) 글로벌 경영 가능 농축산물 : 닭고기, 고기능성 식품 등

* Glocalization (Global + Localization), “Think Global, Act Local" 실천

❍ 사회 트렌드 및 소비자 니즈를 농식품 생산·가공·유통 및 소비의 각 단계별로 적절히 반영

- 소비자 수용성 고려, 스토리텔링 마케팅, 혁신적 디자인, 기능성 탑재, 고품질 브랜드 인지도 향상 등을 추구

■ 식량안보를 바탕으로 식품안전과 지속가능성 추구

❍ 모든 농정 수단을 환경 영향을 최소화하는 지속농업 방향으로 조정

- 친환경농업을 국내 농업 유지의 기본 방향으로 정립

- 농촌공간 정비에 대해서도 환경친화적 방식으로 지속적 추진

❍ 품목별 가격·품질·칼로리, 탄소 발자국(Carbon footprint) 및 물 발자국(Water footprint) 등 고급 유통정보 제공을 통해 소비자 선택 폭 확대

❍ 로컬푸드·슬로우푸드 운동, 다양한 식품 인증제 및 식단 가이드 라인 등을 통해 건전한 식문화 습관 유도

❍ GM식품, 맞춤형 기능식품, 도심 식물공장, 빌딩양식 및 배양육 등 미래형 농식품의 생산·유통기반을 확대

❍ 농식품의 안전성을 최우선으로 농업생산·유통 시스템을 혁신

- 국내외 소비자와 시장의 질적 수요 변화에 적극 대응

■ 고령화·다문화사회 시대에 대응하여 농업 다양성 강화

❍ 영농 능력이 있는 고령 농업인에 대해서는 소규모 영농을 통해 일자리와 소득을 얻을 수 있도록 하는 '생산적 복지정책' 추진

- 경량채소나 특용작물 소과류 등 노동집약 작목, 전통식품 가공, 은퇴농장 등 고령 친화농업의 발굴과 육성

❍ 농촌 다문화가족의 안정적 정착을 위해 사회·문화적 융합을 도모

- 다문화가족의 증가를 세계화로 이해하면서 문화적 다양성의 공감대 형성
- 다문화가족이나 외국인 노동자의 증가에 따른 농촌사회의 복합민족사회 구성 및 사회적 인정

▣ 가족농을 기본으로 다양한 민간투자 활성화 유도

❍ 가족농이 건실하게 성장·발전할 수 있도록 유형별·단계별 맞춤형 지원 체계를 확립

- 정부 의존적인 보조 방식에서 책임성을 강화하는 융자 방식으로 전환

❍ 기업가적 발상과 경영마인드로 무장된 농식품기업 육성

- 전후방 연관 효과가 큰 분야를 선택하여'70년대 중화학공업 육성과 같은 국책사업으로 추진'검토

❍ 수출농업 육성을 위해 글로벌 마케팅이 가능한 초대형 기업농과 농식품 종합무역상사 등을 추진

▣ 행복주의 시대에 대비한 농업·농촌의 새로운 가치 발굴

❍ 어메니티 등 삶의 질을 추구하는 가치관 변화에 부응하여 농업·농촌의 생태, 문화적 경관가치 개발

- 미래 농촌이 모든 국민들에게 살기 좋고 가보고 싶은 신정주공간, 문화적 경관지, 녹색 관광지로 인식되고 정착할 수 있도록 공간 정비와 지역사회 활성화를 꾸준히 추진

❍ 도시민을 위한 생명 체험, 여가 생활, 문화 활동 등의 공간 제공

- 도농교류의 커뮤니케이션 장, 다양한 문화 콘텐츠 활성화 추진 등

3. 미래 비전 및 핵심 전략의 방향

▣ 미래 비전의 방향

❍ 농업·농촌의 비전에 국민적 기대와 본연의 역할에 충실하고 지속가능한 새로운 가치를 반영

❍ 농업·농촌의 수혜 대상을 확대하고 사회 및 국가발전에 기여

❍ 미래 농업·농촌의 비전에 담아야 할 주요 키워드

- 국민, 행복, 지속성, 가치, 안정, 성장 등

▣ 핵심 전략의 방향

❍ 급변하는 기후변화에 안정적으로 대응하고 지속가능한 생명산업으로 정착

❍ 농업의 근본인 식(食)과 새로운 경쟁력인 휴(休)를 겸하고, 이를 통해 국민 건강의 안전보장 및 국민행복에 기여

❍ 농생명산업으로서 글로벌 경쟁력을 강화하고, 농업·농촌이 가진 미래 자원의 가치 확대

▣ 2030 농업·농촌 주요 희망지표

❍ 농림어업 GDP 비율 : 2.2%(2010) → 10%(2030)

❍ 도시가구 대비 농가소득 비율 : 66.8%(2010) → 90%(2030)

❍ 농가인구 비율 : 6.8%(2010) → 10%(2030)

❍ 전업농 1인당 소득 : 1만 달러(2010) → 4만 달러(2030)

❍ GAP, HACCP 등 안전농축산물 생산비율 : 11%(2010) → 70%(2030)

4. 2030 농업·농촌 주요지표 전망

4-1. 농업부문 주요지표 전망

◈ 한국농촌경제연구원의 농업부문 전망모형인 KREI-KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)을 이용하여 2030년까지를 예측함

- KREI-KASMO는 한국 농업에 제한된 동태적 수급균형 모형으로 국제시장과 비농업부문은 외생적으로 취급하며, 주요 외생변수로 경제성장률, 인구 추계, 환율, 국제유가, 국제곡물가격 등을 사용
- 기준(추세) 전망과 성장 시나리오(연평균 명목 2% 성장 : 수출증대 연 평균 10%, 비용절감 연평균 4%)에 의한 추계

▣ 거시경제 전망

❍ 거시경제 전망을 위해 통계청 추계인구, GDP, 소비자물가지수, 환율, 이자율은 Global Insight 전망치를 사용하였으며, 이를 토대로 KASMO를 이용하여 1인당 가처분소득과 생산자물가지수 전망치를 추정

❍ 우리나라 인구는 2012년 5,000만 명에서 2020년에 5,144만 명, 2030년에 5,216만 명으로 증가하며, 국민 1인당 가처분소득은 2012년 2,275만 원에서 2020년에 3,555만 원, 2030년에 5,371만 원으로 증가 전망

- 총인구는 2030년을 피크로 감소세로 전환 전망

[거시경제 전망]

구분	단위	2012	2020	2030	연평균 변화율(%)	
					20/12	30/20
추계인구	천 명	50,004	51,435	52,160	0.4	0.1
GDP(명목, 원화)	10억 원	1,302,936	2,083,020	3,223,587	6.0	4.5
1인당 가처분소득	천 원	22,748	35,553	53,714	5.7	4.2
생산자물가지수	2005=100	124.7	144.0	175.1	1.8	2.0
소비자물가지수	2010=100	107.3	133.0	173.9	2.7	2.7
원/달러 평균환율	원/달러	1,109	990	985	-1.4	0.0
이자율	%	3.9	4.1	3.6	0.4	-1.2

자료: 통계청, Grobal Insight,
한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

■ 농업생산액과 부가가치

❍ 농업총생산액은 2012년 42조 6,860억 원에서 2020년 44조 9,080억 원, 2030년 46조 2,640억 원으로 연평균 0.45% 증가 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우 전략 품목들의 수출량 증가 및 생산비 절감으로 2030년까지 농업총생산액은 연평균 1.0% 성장 전망: 2020년 46조 6,200억 → 2030년 50조 7,310억 원

❍ 농업부가가치는 2012년 24조 9,140억 원에서 2020년 25조 1,850억 원으로 연평균 0.1% 증가하다가 이후 연평균 -0.2% 감소세로 전환되어 2030년 24조 7,460억 원으로 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우 농업부가가치는 2030년까지 연평균 2.0% 성장 전망: 2020년 29조 820억 → 2030년 34조 140억 원

■ 재배면적 및 사육두수

❍ 경지면적은 2012년 168.9만ha에서 지속적으로 감소하여 2020년 160.1만ha, 2030년 150.8만ha로 전망

- 농가 호당 경지면적은 2012년 1.47ha에서 2030년 1.61ha로 증가
- 작물별 재배면적은 화훼를 제외한 모든 작물에서 2012년 이후 지속적으로 감소할 것으로 예상
- 논, 벼 재배면적은 쌀 소비 감소에 따라 지속적으로 감소하여 2030년에는 725~733천ha 전망

* 국민 1인당 쌀 소비량 : 2012년 68.3kg → 2020년 59.8kg → 2030년 50.9kg

❍ 한육우와 젖소 등 대가축은 2012년 이후 지속적으로 감소할 것으로 전망되나 돼지, 육계, 오리는 증가할 것으로 전망

- 2030년 한우 사육두수는 255만두 내외, 젖소는 35만두 내외, 돼지는 1,020만두 내외 등으로 전망

* 국민 1인당 쇠고기 소비량 : 2012년 11.0kg → 2020년 12.2kg → 2030년 12.8kg

■ 농업총소득과 농가소득

❍ 농가의 교역조건을 나타내는 패리티지수는 2012년 89.8로 추정되며, 장기적으로는 투입재 등의 경영비 증가로 인해 2020년 78.7, 2030년 70.4로 계속 악화될 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우 2020년 80.7에서 2030년 75.0 전망

❍ 농업총소득은 2012년 10조 2,060억 원으로 추정되며, 향후 경영비의 지속적인 증가로 인해 2020년 10조 140억 원, 2030년 9조 4,300억 원으로 하락세 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우 농업총소득은 부가가치 증대에 따라 2020년 11조 5,130억, 2030년 13조 770억 원으로 증가 전망

❍ 2012년 농가소득은 3,139만 원으로 추정되며, 중장기적으로 농가호수 감소에 따른 영농 규모 확대와 농외소득과 이전수입 증가로 2020년 3,535만 원, 2030년 3,931만 원으로 증가 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우 농업소득은 2020년 1,096만 원 → 2030년 1,399만 원, 농가 소득은 2020년 3,674만 → 2030년 4,309만 원

■ 농가인구와 농가호수 및 농업취업자

❍ 농가인구는 2012년 290만 명에서 2030년 196만 명으로, 농가호수는 115만 호에서 94만 호로 지속적인 감소를 나타낼 것으로 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우에 농가인구는 기준 전망치보다 다소 완만하게 감소하여 2030년 197만명, 농가호수는 약간 빠르게 감소하여 2030년 93만 호로 전망

❍ 농업취업자 수는 2012년 150만명에서 2020년 127만명(2%성장 시나리오 128만명), 2030년 103만명(2%성장 시나리오 105만명)으로 연평균 마이너스 2% 감소세로 전망

4-2. 농식품부문 주요 지표 전망

◈ 한국농촌경제연구원이 개발하여 운영하고 있는 식품산업시뮬레이션 모형인 FISMO(Food Industry Simulation Model)를 이용

- FISMO는 식품제조업 부문의 품목별 수급모형 구축을 통해 수급 및 가격을 전망한 후 이를 이용하여 전체 식품제조업 부문의 산출액, 부가 가치 등에 관한 전망치를 도출하는 방법
- 분석 대상은 표준산업분류상의 음식료품에 해당하는 품목 중 대표성과 자료 가용성 등을 고려하여 43개 품목을 선정

▣ 식품제조업 산출액

❍ 식품제조업 부문의 산출액은 2010년 93조원, 2020년 108조원, 2030년 127조원으로 연평균 1.6% 증가 전망

- 2007년 이후 원자재가격 급등으로 인한 생산비 증가로 가격이 크게 오른 품목 중 수산물 통조림, 빵, 과자 및 국수류 등의 산출액 증가가 두드러짐
- 소비 증가에 따른 생산과 가격이 완만하지만 육가공품과 주류의 산출액도 크게 증가할 것으로 예상

▣ 식품제조업 부가가치

❍ 식품제조업의 부가가치는 2010년 23조원, 2020년 28조원, 2030년 34조원으로 연평균 2.0% 증가 전망

- 부가가치의 2010~2030년 연평균 증가율은 육류 및 육가공품 2.02%, 낙농품 4.65%, 수산가공품 2.86%, 제분 0.66%, 제당 0.69%, 전분 및 당류 1.29%, 빵, 과자 및 국수류 0.28%, 조미료 0.08%, 유지 및 식용유 0.86%, 과실 및 채소 가공품 2.76%, 기타 식료품 2.43% 등으로 전망

Ⅲ. 미래 농업·농촌의 변화 전망 및 대응

1. 첨단 융복합기술로 신농업 영역 확대

▣ 기후변화 대응과 안정적 농산물 생산을 위한 수직농장(Vertical farm)의 부분적 상용화

❍ 식물공장 활성화를 위한 법적, 제도적 장치 마련 및 지원 강화

- 첨단과학기술의 융복합의 산실과 새로운 창조적 고용창출의 계기로 활용

❍ 광효율이 우수한 엽채류작물 재배에서 인삼 등 고부가가치 작물과 고기능성 식의약품 원료작물 재배 확대

❍ 복합 첨단기술의 종합플랜트 시스템화로 차세대 수출산업으로 육성

* 중동, 러시아 등 이상기후지역과 기후변화 극심지역 대상

❍ 경제성이 높은 수산물 양식을 위한 빌딩양식(Aquaculture farm) 시스템 개발

* 양식, 가공, 쇼핑, 체험 등 원스톱-시스템의 6차 산업화

* 국내 수산물 소비의 50% 이상 점유 및 개발시스템 해외 대도시 수출

❍ 외부 영향이 최소화된 환경 내에서 친환경 축산빌딩시스템 개발

▣ 새로운 축산 패러다임인 배양육(In-vitro meat) 상용화

❍ 동물 줄기세포의 조직배양으로 배양육 생산 및 유통확대

* 색, 맛, 영양, 마블링 등 실제고기와 유사한 배양육 생산 가능

* 미국 NASA에서는 우주선에서 칠면조고기를 배양해 우주비행사들에게 공급(2001)

* 2012년 네덜란드에서 배양육 햄거버 출시 예정(마스트리히트대)

* 2010년대 중반 이후부터 미국, 아시아, 남미에서 배양육 판매승인 전망 (미래연구소, 2011)

❍ 자원 및 에너지 활용 효율화, 환경보전 등의 측면에서 배양육에 의한 기존 축산 시스템의 전면적 개편

- 기존 축산업을 배양육으로 대체시 사료작물 등 투입에너지 35~60%, 온실가스 80~85%, 물 사용 96%, 토지 사용 98% 등 절감 가능(옥스퍼드대, 2011)
- 기존 축산업과 배양육 생산의 적정관리, 기존 축산업자의 배양육 생산허가권 우선 부여, 사료작물 생산, 수입 대체방안 등 대응정책 수립
- 공장형 가축사육, 도축, 구제역 등에 의한 매몰 등 동물복지적 측면에서 배양육 시장 지속적 확대

■ 수자원의 새로운 영역개발을 위한 해수농업 확대

❍ 다양한 용도의 작물재배, 친환경방제기술 등 고부가 농업 개발

- 사료작물, 바이오에너지작물, 기능성작물, 병충해방제, 생물학적 다양성 확대 등에 활용

* 세계적으로 약 1만여종의 해수재배 가능 작물이 선발되었으며, 그 중 주곡작물도 200여 종

❍ 물 부족을 해결할 수 있는 해수농업을 통하여 새로운 경작지를 확대하고, 신기능성 작물 재배로 소득증대에 기여

* 전세계 수자원 중 담수는 2.5%에 불과하며, 이중 70%는 농업용수로 사용

* 2025년에는 30억 명의 인구가 물 부족을 겪고, 우리나라도 물 부족 국가에 해당 (UN, 2009)

■ 미세조류를 이용한 농업용 제3에너지 개발 및 활용 확대

❍ 2030년 농업분야에 신 재생에너지를 미세조류가 이용률을 50%까지 대체하며, 그 중 미세조류가 주요 에너지원으로 부상

* 미래를 바꿀 수 있는 5가지 기술에 차세대 미세조류연료 선정(WSJ, 2009)

❍ 미세조류 에너지화에 의한 비경작지 활용, 환경보전, 새로운 고용효과 등 부가적 효과 창출

■ 농업인력 대체를 위한 메카트로닉스 기반의 농업용 로봇 상용화

❍ 농업인구 고령화·감소에 따른 노동력 부족과 농업인력 대체 및 농업생산성 향상을 위해 농업용 로봇의 농가 보급 확대

- 정밀농업과 연계한 농작업 전 과정(파종, 시비, 제초, 수확, 선별 등)의 자동 로봇 시스템 확산
- 안전·쾌적·효율적인 농작업을 위한 기계+전자+인공지능형 로봇의 보급 확산

* 국민소득 4만불 시대를 선도할 미래핵심 성장동력으로 지능형 로봇을 선정하고, 기본계획을 수립 추진(지식경제부 '09)

* IT와 연계된 첨단기술로 로봇경제 패러다임 등장 전망(KAIST, 2012)

❍ 기상이변 및 환경보전형 농업용 로봇의 활용 확대

- 기상이변으로 인한 화분매개 곤충의 대안으로 화분매개 로봇벌 실용화

* 화분매개 곤충의 소멸 시 전 세계식량 및 농산물의 70~80% 감소 예상

■ IT강국의 이점과 농기계 등과 연계된 스마트 정밀농업기술의 상용화 및 수출 전략 산업으로 육성

❍ 유비쿼터스시스템 농작업관리기술 상용화

- Mobile 기반 농산물 생산관리 모니터링 시스템으로 원격지 농장관리 현실화
- RFID, USN 시스템을 이용한 작물과 축산의 이력관리체계 실용화
- 친환경 정밀농업시스템인 인공위성, 리모트 센싱, 경운로봇, 무인헬기, 원격 방제 제어 등의 첨단기술 활용

* 2010년 현재 연간 200조원 이상의 농기계 시장을 선진국이 독점

■ 이상기후에 대비하여 안정적 농업생산을 위한 인공기상 조절시스템 실용화

❍ 가뭄, 집중호우, 일조부족 등 빈번한 이상기후를 인공기상 조절기술로 극복

* 환경분야의 미래유망직종으로 '날씨조절 관리자'선정(유엔미래보고서, 2011)

■ 미래 첨단산업 분야별 유망기술 및 산업시장 전망

❍ 미래 유망기술과 첨단산업의 발전가능성을 예측하는 미국의 미래산업전망기관인 Techcast'사는 유기농업, 정밀농업, GMO, 그린 비즈니스, 기후조절, 수산양식, 대체에너지 등을 농수산분야와 연관된 주요 유망산업으로 분류하며, 미래 시장의 규모가 크게 확대될 것을 전망

〈미래유망산업에 대한 세계시장 전망〉

(Techcast, 2012.10.23)

분야	유망기술	해당년도	세계 시장규모 (10억 달러)	전문가 신뢰도(%)
에너지·환경	수질정화	2026	2,088	66
”	스마트 그리드	2026	2,196	66
”	재생산업	2024	1,692	65
”	유기농업	2025	1,620	63
”	정밀농업	2020	1,764	70
”	그린 비즈니스	2019	2,124	70
”	GMO	2022	1,980	66
”	기후조절	2022	2,304	66
”	수산양식	2018	1,728	70
”	대체에너지	2026	2,700	69
의약·유전자공학	인공장기	2024	1,872	70
”	유전자치료	2028	1,836	63
제조업·로봇공학	스마트 센서	2017	1,476	69
”	스마트 로봇	2027	1,872	66
”	나노테크	2022	2,196	66
운송	하이브리드 차	2018	2,124	73
”	전기차	2025	2,268	72

2. 바이오 생명산업의 활성화로 고부가농업 실현

▣ 다양한 개인별 맞춤형 기능성 농식품 및 생물소재의 상용화

❍ 삶의 질 향상, 건강에 대한 관심 고조, 고령화에 따른 만성질환 증가와 질병 개념의 도입 등으로 자기관리(Self care)를 위한 건강기능 식품의 사회적 필요성과 수요의 지속적 증가

* 건강기능식품의 키워드로는 실버세대, 자연친화, 식물화학물질(Phyto-chemical), 멘탈 케어(mental care), 대체요법 등(美 IFT, ′2011)

❍ 소비자 맞춤형 기능성 농작물(비만, 당뇨, 고혈압, 디톡스, 백신작물 등) 보급 증대

- 미래에는 유전자공학의 혜택을 가장 많이 받을 분야가 농업으로 B형간염 치료용 바나나, 신종플루 백신용 토마토 등 식의약 농산물 생산

❍ 곤충, 동물 및 식물자원에서 유래한 다양한 식·의약소재 생산 및 형질전환 동물, 바이오 장기의 실용화

* 사료는 적게 먹고 분뇨 배출이 적지만 성장속도는 빠른 유전자변형동물 사육 등

▣ 환경친화적이며 지속가능한 바이오 자원의 특성을 활용한 신 개척분야발굴 및 산업화 확대

❍ 바이오플라스틱(Bioplastic), 바이오센서(Biosensor), 바이오복원(Bioremedi-ation), 바이오리파이너리(Biorefinery) 등 바이오자원의 활용영역 개발 및 산업화 확대

* 2030년경에 IT혁명을 넘어서는 바이오(BT)경제시대 도래(OECD, 2009)

❍ 바이오자원을 바탕으로 하는 농업이 타 산업과의 연결고리 역할을 하여 융복합 사회의 기반산업으로 정착

- 자연과 생태계의 특성을 모방하여 자연친화적으로 융복합한 생체모방기술(Biomimetics) 산업의 확산

* 행성탐사로봇(회전초), 친환경건물(나무), 고속열차(물총새), 방탄소재(거미줄), 방수 페인트(연꽃잎) 등

❍ 농업의 반도체로 불리는 농업유전자원의 산업적 유용성을 개발하여 바이오 자원의 활용 확대

3. 기후변화에 대응한 농업의 중요성과 지속성 부각

■ 기후변화 대응이 정부의 중요한 임무로 부상하며, 먹거리의 안정적 생산과 삶의 기반인 농업의 중요성은 더욱 증대

❍ 기후변화에 효율적인 대응을 위해 정부부처의 통합 및 확대 개편 전망

* 기후변화, 인구증가, 환경오염, 식량 생산성 감소 등에 따라 삶의 기반과 먹거리를 담당하는 농림수산식품부의 중요성 증대로 국정의 핵심부서로 대두

❍ 저탄소 농업의 보편화로 농업분야 온실가스 발생 감축과 이를 활용한 새로운 소득원 창출

- 저탄소 농축산물 인증제, 배출권 거래제, 저탄소 직불제 등의 정착과 농업경영체의 신소득원

■ 기후변화의 영향으로 부족한 수자원의 효율적 관리를 위한 농업분야 물발자국[1] 인증제 도입 및 국제적 대응

❍ 물 부족 시대에 대비하여 수자원의 체계적인 관리를 위한 물발자국 제도 도입

- 'Water Footprint Protocol' 제정 및 국제적 인증제 도입으로 농업분야 뿐만 아니라 전 산업분야의 국제교역에 새로운 기준으로 자리잡음

* '09년 세계경제포럼에서 향후 20년 이내에 물 부도(Water bankrupt)를 경고, 2030년까지 세계 물 수요는 현재 대비 40% 증가하여 농업용수 부족 예상

❍ 농업분야는 물발자국 전체의 82.5%를 차지하므로 농축산물의 수입의존도가 높은 우리나라는 농산물 교역에 중요한 요인으로 작용

* 국내 농축산물, 산업제품별 물발자국 DB 및 인벤토리 작성, 작물별 물 절약형 품종 및 재배기술 개발 등 기반기술 확립

* 수자원 투명성 확보, 보존·관리, 가상수 거래 및 교역에 대한 국제적 대응

❍ 물발자국 인증제도의 조기 정착을 위한 국민의 인식 전환과 홍보

- 해당기업 인센티브제도 시행, 물 소비 경각심, 물 절약 유도 등

■ 2030년까지 농업분야 에너지의 50%를 신재생 에너지로 대체

❍ 에너지 믹스 변화에 의한 신재생 대체에너지의 농업분야 활용 보편화

* 태양광, 지열, 발전폐열, 소수력, 바이오연료(거대억새, 미세조류), 바이오매스(가축 분뇨, 목재 펠릿, 해조류) 등

❍ 가축분뇨, 하수오니, 음식물쓰레기 등 유기성 바이오매스를 이용한 한국형 바이오가스 플랜트 상용화

❍ 경제성있는 셰일(Shale)가스의 시설농가 등 농업적 활용 증대

* 셰일가스는 전 세계가 60년간 사용할 수 있는 1,687억 TOE 매장

1) 물발자국(Water Footprint, WFP) : 제품생산과 서비스 전 과정에서 직·간접적으로 사용되는 물의 총량을 의미하며, 물 부족에 효율적으로 대비하기 위해 최근 도입된 지표

4. 식량안보 및 식품안전시스템 안정화

■ 인체에 무해한 GM농산물의 보편화로 농업생산성의 안정적 유지

❍ 가뭄, 한발, 홍수, 병해충, 고온 등숙 등 이상기후에 저항성 있는 농작물의 재배 확대

- 물 절감 벼, 침수 피해 없는 보리, 농약 및 비료 획기적 절감 등
- 2010년 세계 종자시장의 43.4%(160억 달러)가 GM농산물 종자

* 세계 29개국의 1,670만명이 1.60억 ha에서 GM작물 재배(2010)

* 해충저항성 GM 옥수수가 32%, 제초제저항성 GM콩이 75% 차지(2010)

❍ 기후변화 시나리오별 적극적인 재배적지 재편 및 신 작물 도입

■ 해외 식량생산기지의 상시 운영 및 해외곡물 유통망 안정화로 곡물 자주율 80% 이상 확보

❍ 필리핀, 캄보디아, 우크라이나, 인도네시아 등에 해외농장 100만ha 이상 운영

■ 농식품 안정·안전성 확보를 위한 국가식품시스템의 상시적 운영 및 체계적 위험관리를 위한 컨트롤타워 역할의 '농식품위험관리청' 설립

❍ 정부기관에 산재한 식품 안전성, 동식물 질병 조사·연구, 농식품 위험평가·관리, 수입농산물 안전성 등을 통합하여 운영

■ 이상기후와 인위적 재해 등으로부터 안정적 농업활동을 보장하는 농업재해보험과 농업노동재해보험의 다양화 및 보편화

❍ 전 농작물에 대한 종합위험방식 적용과 농작업 노동재해보험 도입

5. 국민행복에 기여하는 농촌공간 개발 및 신가치 발굴

■ 농·도 통합의 러바니제이션(Rurbanization)[2]보편화에 따른 대 농촌정책의 관점 변화

❍ 미래 농촌은 정주·산업·휴양공간화되어 일상생활의 중심지로 부각

❍ 1일 교통망, 유비쿼터스 시스템 등으로 도시와 농촌이 공간적으로 통합되어 일터와 쉼터 공간의 구분이 사라짐

2) 러바니제이션(Rurbanization)은 농촌(Rural)과 도시(Urban)의 합성어로 도시적 환경과 농촌적 환경의 혼재화로 농도통합적 문화적 양상을 말함

- 도농통합적 도시화율이 2020년에 95%에 이를 전망(국토연구원, 2009)

❍ 지역산업구조 다각화, 일자리 창출, 깨끗하고 아름다운 경관 조성, 주민대상의 사회교육과 역량 강화를 위한 정책 수립

❍ 도농통합, 다문화, 귀농·귀촌 등 새로운 지역사회 개편에 따른 사회적 서비스 강화 등 체계적인 갈등 관리

■ 농촌의 정주체계 개편 및 체계적 공간개발로 농업인뿐만 아니라 도시민의 미래형 삶터로 전환

❍ 유지보전형(역사, 경관, 문화), 개조발전형(집합형, 분산형-은퇴자마을, 슬로우푸드마을, 예술인마을 등) 등 특성화된 마을로 정비

❍ 다기능 복합형 커뮤니티 시설 조성과 유연한 기초생활 서비스 제공

❍ 물리적 환경개선과 경제·사회·문화의 활성화가 통합적으로 진행되는 재생(Regeneration)전략 도입

■ 농업·농촌 생명가치의 새로운 발견을 통해 휴양과 쉼터로서의 기능 강화 및 사회적 농업(Social agriculture)의 역할 담당

❍ 환경, 경관, 문화, 역사와 연계된 농촌어메니티 가치에 대한 중요성 증대로 도시민들의 휴양공간화

❍ 농촌주민들에 의해 보전·유지되며 농업·농촌의 정체성 회복 및 자연생태와 주거환경을 연계한 '전원박물관'(Eco museum) 형태로 발전

❍ 도농교류나 농촌관광의 차원을 넘어 치료, 재활, 사회참여 훈련, 교육 및 사회적 서비스의 기능을 담당하는 사회적 농업의 역할 수행

* 치유농업(Care farm), 힐링타운(Healing town), 대안문화 활동, 그린케어(Green Care), 직업훈련 등. 예) 프랑스 명상공동체'Plum village'사례 참조

■ 활기찬 일터로서 산업의 다양화와 농촌 커뮤니티의 사회적 자본 증가 및 다양화로 새로운 창조적 일자리 창출

❍ 생산·제조·서비스·관광 등 6차 산업 확대와 문화 컨텐츠 강화로 다양한 일자리 생성

- 직업의 개념이 생계수단뿐 아니라 사회에서 자신의 역할과 가치실현의 수단으로 인식되어 일터, 삶터, 쉼터를 어우르는 신개념 일자리 생성

* 푸드 큐레이터(Food Curator), 어메니티 디자이너(Amenity designer), 환경병 컨설턴트(Environment pollution desease consultant) 등

Ⅳ. 결어

■ 농업·농촌의 외연 확장 : 미래의 농업·농촌은 농산물 생산기능의 단순한 경제적 의미를 벗어나 사회적 기반이 되고 삶의 의미를 찾는 경쟁력 있는 생명가치를 실현하는 중요한 산업으로 그 외연이 확대되어야 함

❍ 농업생산을 통해 자연환경과 생태계가 보전되는 것을 기본으로 인간과 자연의 교감이 강화되고 인간과 인간의 관계 회복, 상생적인 사회환경 조성에 농업·농촌의 역할이 증대되어야 함

❍ 농업·농촌의 유형·무형 자원을 최대한 적극적으로 활용하여 생명중심 기술의 사회적·경제적 가치가 확대됨으로써 다양하고 창조적인 일자리가 지속적으로 창출되어야 함

❍ 이러한 기능과 역할을 담당하는 농업분야는 미래 사회의 중추적이며 핵심적인 산업으로 부상하게 되어 농업의 입지가 강화되어야 함

■ 농업·농촌의 사회적 책임 강화 : 기존의 수세적이면서 의존적이고 축소지향적인 농업·농촌이 아니라 미래를 향해 능동적이고 자립적이며 확대지향적인 농산업과 농촌사회로 발전하면서 국가와 국민에게 책임을 다하는 모습으로 변모해야 함

❍ FTA 진전, 기상이변, 농업 GDP 축소 등의 소극적·수세적 입장에서 벗어나 세계시장으로 진출, 선진국형 농산업으로 발전, 국가식품시스템 구축, 첨단산업 기술의 융복합, 친환경 농업·농촌 실현, 미래 생명자원 보전 등의 관점에서 농업계의 인식과 정책의 전환이 필요함

❍ 기업의 사회적 책임(CSR)과 같은 맥락으로 지속가능한 농업·농촌에 대한 사회적 공감대 형성 및 사회적 책임(ASR)이 강화되어야 함

❍ 우리나라 농업·농촌이 공익적 기능과 다원적 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 국민적인 관심과 배려가 필요하며, 정책적으로도 지원시스템이 지속되어야 함

■ 농업·농촌의 글로벌화 대응 : 대한민국의 국제적 위상이 향상된 만큼 농업과 농촌도 글로벌 시대에 부응하는 방향으로 국제농업협력에 적극 나서야 하며, 다문화 시대에 걸맞게 농촌사회의 공동체가 활성화되도록 농촌주민 모두가 노력해야 함

❍ 농업인과 농촌주민의 의식이 선진국 수준으로 개선되어야 하고, 농정 수단이나 추진체계도 국제규범에 적합하게 발전해야 함

❍ 우리나라의 국력에 부응하는 농림수산분야의 국제협력사업이 추진되어야 하며, 사업의 시행이나 관리에서도 전문성이 제고되어야 하고, 관련기관과 부처와의 연계를 도모하면서 효율성을 높여 나가야 함

❍ 귀농·귀촌자와 다문화가족이 기존 주민들과 갈등을 조장하지 않는 방향으로 농촌공동체의 기능이 재설정되어야 하며, 마을의 조직적인 활동에서도 외국인 노동자나 결혼이민자 등 다양한 구성원이 공동체의 일원으로 참여할 수 있도록 서로 노력해야 함

미래농업포럼

Ⅰ. 포럼 활동 개요

1. 포럼의 목적과 구성

1) 추진 배경 및 목적

향후 20년의 변화는 지난 100년의 변화에 버금갈 정도로 빠를 것으로 전망되어 첨단기술의 발전과 메가트렌드의 변화에 대응하여 농식품 산업과 농촌분야에 대한 사전 예측과 대비가 필요하여 중장기 농업·농촌 발전대책보다 더 멀리 시계(視界)를 확장하고 메가트렌드를 감안한 농업·농촌의 미래상을 전망하고 발전 방향 제시와 공감대 확산을 위해 포럼을 추진하였다.

2) 구성

농림수산식품부 녹색미래전략과 주관으로 농업분야는 물론 인문사회, 미래전망, 과학기술, 언론분야 등 다양한 분야의 전문가들로 포럼을 구성하였다.

성 명	경 력 사 항	전문분야
이정환	GS&J 인스티튜트 이사장(포럼위원장)	농업경제
박은우	서울대학교 응용생물화학부 교수	농업생명공학
박영숙	(사)유엔미래포럼 대표	미래예측
송준상	농림수산식품부 녹색성장정책관	농업정책
김정호	한국농촌경제연구원 선임연구위원	농업정책
임영재	한국개발연구원(KDI) 선임연구위원	거시경제
박길성	고려대학교 문과대학 학장	사회발전론
박환일	삼성경제연구소 수석연구원	농업경제
정회성	(사)환경과 문명 대표	환경정책
박병원	과학기술정책연구원(STEPI) 미래연구센터장	과학기술
안현실	한국경제신문 논설위원	과학
이병서	농촌진흥청 녹색미래전략팀장	농업기술
류정곤	한국해양수산개발원 연구위원	해양수산

Ⅱ. 포럼 발제

1. 포럼의 활동 경과

1) 제1차 포럼('12. 5. 23)

❍ 발제(김정호 KREI 선임연구원) : '농업·농촌 2030 미래상과 장기비전'('10.8)요약

- 위원들은 기후 변화, 국제 곡물시장 동향, 농업관련 위험 증가, 소비측면에서 라이프 스타일(Life Style) 변화 추세 등을 감안할 때 미래농업 전략과 고민이 시의적절하다는 데 공감
- 세부 검토과제에 대한 포럼 위원들의 역할 및 최종 보고서 방향 등에 대해 폭넓은 의견 교환

2) 제2차 포럼('12. 6. 21)

❍ 발제(박병원 STEPI 미래연구센터장)

: 브레인스토밍으로 '농식품분야 7대 돌발상황 '(X-events) 선정'

- 전지구적 기상이변 심화(가뭄, 홍수, 한파 등 극단적 기상변화)
- 맞춤형 농식품 기술 개발(비만 제로식품, 의료식품, 알약형 식단 등)
- GM 농산물의 유용성(또는 위해성) 발견
- 치명적 병충해, 가축질병 만연이나 슈퍼박테리아 발생
- 중국경제의 경착륙에 따른 농수산물 교역 장애
- 외국인 노동자 갈등 발생에 따른 농촌노동력 쇼크
- 북한의 변화에 의한 통일시대 도래

3) 제3차 포럼('12. 7. 16)

❍ 발제 1 (박영숙 (사)유엔미래포럼 대표)

: '미래 메가트렌드와 미래농업 전망, 신농업혁명이 오고 있다'

- 미래를 '기후대체 에너지산업시대'로 규정하고 에너지농업(Agrofuel), 배양육(meat without animal), 미세조류(micro-algae), 식물공장, 해수농업 등을 미래 신농업 과제로 소개
- 포럼위원들은 식물공장, 배양육 등이 기존농업을 대체하기에는 경제성·안전성 문제 등 극복할 과제가 많음을 지적

❍ 발제 2 (최진용 서울대 교수): '농업분야 물발자국 인증제 도입 전망'

- 수자원 보전과 효율적 사용이 강조되는 상황에서 물발자국의 평가와 검증을 위한 인증제 도입과 물발자국 사이즈가 가장 큰 농산물(82.5%)의 사전 준비 필요성 제기

4) 제4차 포럼('12. 8. 13)

❍ 발제(김정인 중앙대 교수)

: '기후변화, 식량, 에너지 부족에 대응한 저탄소 농업 패러다임'

- 기상이변에 따른 자연재해의 증가, 곡물공급의 변동성 확대 상황 대응 유기성 폐자원을 활용한 바이오 에너지 생산의 필요성과 방안 제시
- 우리나라의 경우 저탄소 패러다임 하에서 유기성 자원을 재활용한 바이오가스 생산이 최적의 대안으로 민간참여를 위한 정책적 지원의 필요성 강조

❍ 발제(신종수 전 몬산토 임원) : '유전자 조작 농산물의 글로벌 유통에 대한 대응전략'

- 글로벌 종자기업들은 환경재해에 내성을 가진(Climate-Ready) 유전자 특허 획득에 집중하고 있어 향후 국내 신품종 개발 시 특허침해 제소 우려
- 쌀을 중심으로 최소한의 식량주권을 지킬 수 있는 품종기술 확보 등 R&D 강화와 GMO 관련 전략적 대응 필요

5) 제5차 포럼('12. 9. 17)

❍ 발제(이주량 STEPI 연구위원) : '미래농업 R&D의 이해와 우리의 선택'

- 미래의 농업 R&D는 보건의료, 농업생산, 산업바이오가 유기적인 통합적 구조로 발전하고, 농업은 고부가의 생명산업화를 기반으로 디지털경제에서 바이오 경제로 전환하게 되고 복지와 일자리 창출의 새로운 대안
- 미래 R&D의 바람직한 구조는 국가주도적 연구기반 위에 연구성과와 실용화가 조화를 이루는 덤벨(Dumbell)형태를 구축해야 함

❍ 발제(송미령 KREI 연구위원) : '농촌공간과 지역사회의 미래'

- 미래 농촌을 'Rubanization(농촌(rural)+도시(urban))'으로 규정하고 농촌 공간의 역할을 일터(산업), 삶터(정주), 쉼터(휴양)의 관점에서 제시
- 미래 농촌사회 모습으로 전통마을 소멸 특화마을 부상, 대도시 직결형 정주체계, 다문화 사회, 창조적 계층의 농촌유입 증가, 농촌중심의 문화 컨텐츠 성장 및 새로운 직업의 등장 등을 전망

6) 제6차 포럼('12. 10. 15)

❍ 발제(박기도 농촌진흥청 연구관) : '미래농업포럼 보고서 요약보고 및 토론'

- 기후변화 가속화, 인구증가·구조 변화, 에너지 믹스 변화 등을 메가트렌드로 제시하고 미래 농업·농촌의 모습을 전망하였으며, 생명자원의 가치 확대, 생산 중점에서 관리 중점으로 농정 패러다임의 전환이 필요함을 제기
- 정책제시보다는 농업의 이미지와 가치에 대한 통찰(Insight)이 중요

2. 포럼 발제자료

요 약

우리 농업·농촌의 어려운 현실을 극복하고 미래에 변화하는 농업·농촌의 미래에 대해 함께 논의하고자 여러 분야의 전문가들로 미래농업포럼을 구성하였다. 이 포럼에서는 미래농업의 주요 현안별 전문가의 견해를 듣고 발전방안을 모색하였으며, 포럼에서 발제한 전문가의 원고를 아래와 같이 요약하였다.

제1장은 (사)유엔미래포럼의 박영숙 대표가 집필한 ´메가트렌드와 미래농업 전망´이란 주제로 미래농업의 세계적인 트렌드에 대한 내용이다.

신농업혁명을 이끌어갈 새로운 미래농업으로 수직농장, 미세조류, 배양육, 해수농업 등 4가지를 근본적 문제점이 있어 이를 해결하기 위해 설명하고 있다. 도시에 설치가 가능하여 채소 등 식량의 공급뿐 아니라 도시농업, 자원의 재활용 및 절약, 새로운 일자리 창출 등 고용의 기회도 제공할 수 있는 수직농장은 식물공장뿐 아니라 수산양식, 축산빌딩시스템까지도 발전 가능하다. 기존의 축산업은 사료, 토지, 물 등 많은 에너지가 투입되고 온실가스 발생, 환경오염, 동물복지 등의 근본적 문제점을 해결하기 위해 인공적으로 생산되는 배양육이 새로운 축산시스템으로 정착하게 될 것이다. 화석연료의 고갈로 인해 가장 유망한 바이오에너지로 미세조류가 대두되고 있는데, 식량작물 및 경작지와 경합하지 않고 생산량이 많으며 바이오디젤의 생산효율이 높은 미세조류는 제3에너지로 각광 받고 있다. 기후변화에 의해 수자원의 부족이 가장 우려되는데, 바닷물을 이용한 해수농업은 기존 수자원 보완농법으로 농경지 확대 및 새로운 식량작물 개발에도 이용할 수 있다. 기후변화는 농업에 가장 큰 영향을 미치고 미래산업 예측전문기관인 Techcast社가 전망하는 미래시장 중 기후조절 관련사업은 2022년 2조 3천억 달러에 이를 정도로 커질 것으로 예상되므로 농업분야의 적극적인 대응이 필요하다.

제2장은 서울대학교 최진용 교수가 집필한 '농업분야 물발자국 인증제 도입 전망'이란 주제로 미래에 부족한 수자원의 효율적 관리를 위한 물발자국의 소개 및 도입방안에 대한 내용이다. 2030년이 되면 농업분야의 물부족이 지금보다 40% 이상 증가할 것으로 전망되므로, 수자원의 효율적 활용을 위해 물발자국(Water Footprint)에 대한 국제적 관심이 증가하고 있다.

농업분야는 물발자국 전체의 82.5%를 차지하며 농축산물의 수입 의존도가 높은 우리나라는 향후 농산물을 비롯한 국제적 교역에 물자국이 중요한 요인으로 작용할 것이므로, 이에 대한 연구기반 구축 및 정책적 대응이 필요하다.

제3장은 중앙대학교 김정인 교수가 집필한 '기후변화와 농업의 미래전망'이란 주제로 기후변화의 심각성과 이에 대처하기 위한 농업방향에 대한 내용이다. 기후변화로 인한 자연재해와 극한현상의 발생과 피해규모는 지속적으로 증가하고 있으며, 농업분야는 특히 기후변화와 밀접한 관계가 있다. 이러한 의미에서 신개념 농업으로 식물공장은 일본을 비롯한 여러 나라에서 도시농업의 개념과 함께 실용적으로 활용되고 있어 좋은 대안이 될 수 있다.

미국, 일본, 독일 등 기후변화에 대응한 각국의 농업부문 대응 프로그램을 소개하고, 우리나라도 Food safety network 구축, 자투리땅을 이용한 도시농업 활성화, 바이오매스를 이용한 바이오가스 플랜트시스템 확대, 로컬푸드 활성화 등의 대안이 필요하다.

제4장은 전 몬산토 임원이었던 신종수 박사가 집필한 '유전자조작농산물의 글로벌 유통에 관한 대응전략' 이란 주제로 유전자조작농산물의 세계적 현황과 미래 대응방안에 대한 내용이다. 세계종자시장은 지속적으로 성장하고 있으며 미국, 중국 등 특정국가와 몬산토, 듀퐁, 신젠타 등 세계 3대 종자기업 등의 점유율이 증가하여 독과점 체제가 고착화되고 있다. 또한 기후변화의 심각성 증대, 노동력 부족, 병해충 발생 확대 등 농업여건의 악화로 유전자조작농산물은 2010년 종자시장의 43% 이상을 차지할 만큼 폭발적인 증가로 이어지고 있으며, 식량작물과 사료작물뿐 아니라 바이오에너지작물, 의약품 생산 등으로 더욱 확대될 것이다. 이러한 유전자조작농산물의 국제적 흐름에 대응하기 위해 국가적 차원의 R&D 강화와 전문연구 인프라를 구축하고 유용유전자에 대한 틈새특허기술을 확보해야 하며 글로벌 유통 확대에 대비하여 우리나라에 미칠 영향을 분석하고 구체적인 전략을 수립하여 체계적으로 대응하여야 할 것이다.

제5장은 과학기술정책연구원의 이주량 박사가 집필한 '미래농업 R&D의 이해와 우리의 선택' 이란 주제로 농업 R&D의 현황과 미래유망기술 및 향후추진방향에 대한 내용이다.

'Water Footprint Protocol'이 제정되면 2014년경 국제적 인증제 도입이 예상되며 호주, 뉴질랜드 등에서는 2005년부터 제품의 물소비효율을 표기해오고 있다.

미래 농업경쟁력의 핵심은 농업 R&D이지만 농업 R&D현장과 정책결정자 그리고 R&D효과의 대상자인 농민간의 괴리가 아직도 큰 것이 현실이다.

농업 R&D는 공공성, 불확실성, 비독점성, 장기성, 지역성, 귀소성 등의 특성이 있으며 민간참여가 제한적이거나 다른 분야와 획일적으로 비교하기가 어려운 특성이 있다. 우리나라의 농업 R&D 경쟁력은 네덜란드 대비 80% 농업경쟁력 65% 수준이다. 바이오분야 중 2003년 농업 R&D의 지출규모는 4%이지만 2030년 부가가치는 26%로 확대될 것으로 추정되며, 미래 R&D의 바람직한 구조는 국가주도적 연구기반 위에 연구성과와 실용화가 조화를 이루는 덤벨(Dumbell)형태를 구축해야 할 것이다.

제6장은 한국농촌경제연구원의 송미령 박사가 집필한 '농촌공간과 지역사회의 미래'라는 주제로 삶터, 쉼터, 일터, 공동체의 터로써 미래에 펼쳐질 농촌 공간과 지역사회의 변화와 그에 따른 정책 방향을 구상하는 내용이다. 미래엔 도시와 농촌의 구분자체가 모호해지는 러바니제이션(도농혼재)이 보편화됨에 따른 대농촌정책의 관점 변화가 필요하며, 교통통신의 획기적 발달로 계층별 정주체계에서 직결형 정주체계로 변화할 것이다. 또한 미래형 삶터로 전환될 농촌은 특성화마을, 다기능 복합 커뮤니티, 다양한 재생전략 등의 체계적 공간개발이 필요하다. 농촌은 다문화사회로 성숙되면서 복합민주사회로 변화하고 창조적 계층의 유입과 산업의 다양화로 새로운 일자리들이 창출될 것이다. 삶의 질 향상과 생명가치의 새로운 발견을 통해 쉼터로서의 아름다운 농촌만들기 전략 수립을 통해 환경, 경관, 문화, 역사와 연계된 농촌 어메니티 개발이 확대되고 치유, 교육 등의 사회적 농업으로서의 역할도 수행하게 될 것이다.

제7장은 한국농촌경제연구원 김정호 박사가 집필한 'KREI-KASMO 2012 모형을 이용한 농업부문 2020/2030 전망'이라는 주제로 농업 각 분야별로 2020/2030 주요 지표에 대한 전망을 KREI-KASMO 모형을 이용하여 제시하고 있다. 2% 성장 전망치에 의하면, 농업부문 부가가치는 2012년 24조 9,140억 원에서 2030년 34억 140억 원으로, 농업총생산은 2012년 42억 6860억 원에서 2030년 50조 7,310억 원으로 증가할 것이라 전망하고 있다. 농가인구는 2012년 2,898천명에서 2030년 매년 2.2% 감소한 1,967명으로 전망되고, 호당 농가소득은 2012년 3,139만원에서 2030년 매년 1.6% 증가한 4,309만원으로 전망하였다. 식품제조업의 부가가치는 2010년 23조원, 2020년 28조원, 2030년 34조원으로 연평균 2.0% 증가를 전망하고 있다.

- 제 1 장 -

메가트렌드와 농업분야의 영향

1. 메가트렌드의 변화
2. 미래 신 농업혁명을 이끄는 기후산업
3. 신 농업혁명으로 유입되는 미래농업들
4. 결론

1. 메가트렌드의 변화

현재 약 70억인 세계인구는 2050년이 되면 93억으로 증가할 것이라고 'UN미래보고서 2025'에서는 말하고 있다. 세계인구가 93억이 되면 식량 수요는 두 배로 늘어나야 하고, 이를 위해 밀림까지 소멸할 것이라고 한다. 동토인 툰드라가 녹으며 그 밑에 숨어 있던 CO_2가 굉장히 많이 노출되어 지구의 온도는 급속하게 올라갈 것이다. 전 세계 40개지부 각 분야별 3,000여명의 전문가들이 참여한 밀레니엄 프로젝트(Millenium Project)에서 예측한 미래를 보면, 빈부격차는 갈수록 심화될 것이며 2035년에는 화석연료를 대체하는 에너지 수요가 40~50% 증가할 것이며 최대규모의 산업은 기후에너지산업이고 다음으로 식음료, 즉 식량산업이라고 전망하고 있다.

엘지, 즉 미세조류가 나와서 미국이 중동으로부터 2030년 석유독립을 선언하게 만드는 가하면, 축산농가가 필요없는 배양육 생산이 보편화되고, 또 해수농업이 부상하면서 지구의 70% 이상인 바닷물로부터 농산물을 생산하는 단계까지 끝없는 신농업혁명이 일어날 것을 예측하고 있다.

현재 미래학자나 각국 정부는 2030년까지의 미래를 전망하고 있는데, 2040년이 되면 컴퓨터나 인공지능이 인간의 지능을 따라잡고, 컴퓨터 인공지능이 스스로 발전하기 때문에 그 이후의 미래예측이 힘들다고 한다. 하지만 2050 예측을 하는 민간단체와 학계에서는 지금 우리가 상상하는 미래와는 판이하게 다른 세계를 예측하기도 한다.

미래에 많은 메가트렌드에 대한 예측이 있지만, 여기서는 새로운 농업혁명의 의의를 살펴보고 기후변화에 가장 큰 영향을 받을 농업분야 중 수직농장, 배양육, 미세조류 및 해수농업 등에 대한 미래농업의 모습들을 전망하고자 한다.

2. 미래 신 농업혁명을 이끄는 기후산업

'신 농업혁명'이라는 말은 미국의 존 이커드 교수에 이어 유엔미래포럼 제롬 글렌 등이 사용하면서 관심이 더해지고 있다. 식량 생산에만 국한되었던 농업이 첨단과학기술을 기반으로 대체에너지 개발, 식량생산문제 극복, 환경오염 및 온실가스 감축, 신성장동력산업 육성 등이 농업을 바탕으로 일어난다는 것이다. 미래에는 인류 최대의

도전이자 과제인 ´기후변화´를 해결할 수 있는 곳이 도시가 아니고 농업 터전을 바탕으로 이루어질 것이라고 예상하고 있다.

기후변화산업은 2020년만 되어도 IT 산업을 제치고 세계 최고의 산업이 될 것이며 기후산업에 포함되는 분야가 물 부족, 환경오염, 식량, 에너지 등으로 많다.

기후변화산업은 2020년만 되어도 IT 산업을 제치고 세계최고의 산업이 될 것이다. 기후산업에 포함되는 분야가 물 부족, 환경오염, 식량, 에너지 등으로 많다. 호주는 2008년에 환경부장관 외에 별도로 기후변화장관을 만들었고 영국도 마찬가지로 기후변화 최고수장들이 장관급이다. 몇 년 후에는 녹색성장이 아닌 기후산업으로 지칭하게 될 것이며, 이는 녹색성장보다 기후산업이 더 크기 때문이다.

기후변화는 고통과 인내로 시작된다. 비누도 샴푸도 덜 쓰고, 난방도 덜하고 옷도 더 끼워 입거나 더 벗어서 난방용 연료를 절감하는 일, 쓰레기를 적게 버려서 이산화탄소를 적게 배출하고, 여행이나 자동차 몰기도 줄여서 저탄소경제로 가야 하는 일 등 대부분의 일자리는 국민의식변화를 시도하는 교육프로그램이다. 많은 교육프로그램이 신설되고 있는데, 영국이 앞장서서 청소년 기후변화관련 교육프로그램 개발에 선두로 나서고 있다. 특히 옥스퍼드대학교에서 기후변화세미나 기후관련 교육프로그램이 지속적으로 진행 중이다.

기후변화를 일으키는 곳은 온실가스를 배출하는 공장이나 도시 난방, 교통 등 전 분야이다. 하지만 이 기후변화를 치유하는 곳은 농촌에서, 임야에서, 어촌에서 하게 된다. 이를 위해 다양한 기술들이 개발되고 있는데, 이러한 신기술들이 기후산업으로 조성되는 곳이 농촌이며 농업의 소멸로 버려지는 논, 밭, 임야에서 태양광 전지, 지열발전소, 엘지타운, 해수농업, 담수화 등이 일어나게 된다. 이러한 산업의 부상을 신 농업혁명이라고 부른다.

피에르 알렝 쉬브 OECD 미래기획실장은 유럽기후변화 문제의 심각성을 알렸다. ´2030 OECD국으로의 인구이동´, ´2030 세계 인프라 SOC 구축´,´21세기의 지구촌 위험들´을 위한 OECD 미래프로젝트가 진행 중인데, 여기서 기후변화 대안을 찾고자 한다. 제롬 글렌이 쓴 ´유엔미래보고서´는 지구 온난화로 남북극 빙하가 지난 2년간 2배 이상 빠른 속도로 녹으며 앞으로 빙하가 5~32년 내에 다 녹아 내릴 수 있다고 하였다. 지구 역사상 2005년이 가장 더운 해였고 2007년은 2005년보다 더 더워 신기록을 깼다. IPCC 보고에 따르면, 지난 100년간 지구의 평균기온은 약 0.74℃ 상승했으며 대기 중 이산화탄소 농도는 약 1.4배가 늘었다고 한다. 그러나

앞으로 이산화탄소의 농도와 기온 상승은 과거보다 훨씬 빠른 속도로 진행될 것이다. 지난 1980년 이후 기온 상승은 과거 100년 동안에 비해 2배 이상 빠르게 진행되었다.

스페인 Politecnica대학의 아나 이글레시아스(Ana Iglesias) 교수는 2012년 6월 옥스퍼드 저널에 발표한 '기후변화에 따른 미래농업 전망'이라는 논문에서 지구온도가 2℃ 상승할 때와 4℃ 상승할 때 식량의 감소량을 지역별로 분석하였다.

지구온도가 상승하게 되면 전반적으로 남반구는 식량생산이 감소하고 북반구는 대체적으로 증가하였으며, 동남아시아와 아프리카의 생산량이 가장 크게 감소하였다. (그림 1, 2)

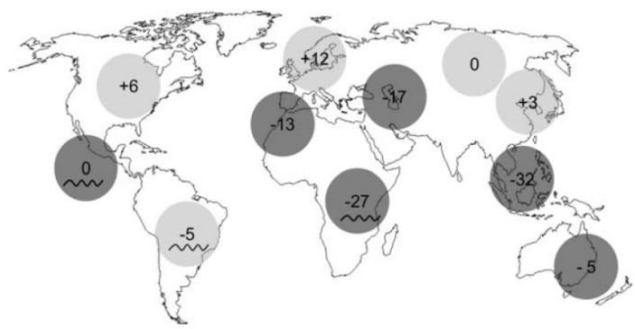


그림 1. 지구온도 4℃ 증가 시 식량생산 감소율

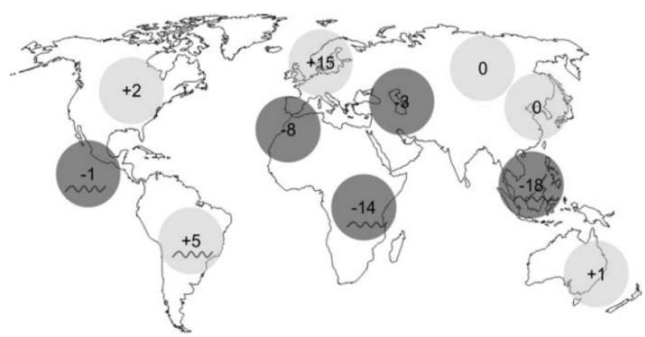


그림 2. 지구온도 2℃ 증가 시 식량생산 감소율

'유엔미래보고서'에 의하면, 지구온난화는 이제 돌아올 수 없는 다리를 건넜다고 한다. 탄소 배출을 줄여도 지구촌의 에너지를 사용하는 인류의 존재만으로도 지구는 더워지고 있다. 그러므로 태양열에너지 개발, 동물단백질, 즉 고기는 공장에서 생산하고 축산농가를 줄이고, 지열발전 등 대체에너지 개발에 모두가 나서지 않으면 지구촌 공멸이 온다고 한다. 가장 중요한 것은 기후변화 집단지성을

이용하여 지구촌에서 개발되는 최고 에너지기술을 재빨리 보급하는 것이라고 한다.

매일, 매월 아니면 매년 더욱 더 효율적인 에너지 생산기술이 나오고 있다. 또 탄소세금, 탄소배출 거래 등이 시행 중이며 이러한 거래기술이 큰 산업이 되고 있다.

재보험회사들은 10년 후 기후 변화로 오는 손해가 150조~300조 원으로 늘어나고 재 보험회사들의 파산이 우려된다고 밝혔다.

국제법률단체들이 기후변화로 인한 손해배상 청구소송을 모든 산업체들에게 내기 위해 함께 모였다. 이제는 굴뚝산업은 하고 싶어도 못할 상황이다. 공장뿐만 아니라 지구에서 숨쉬는 데도 세금을 내야 할 판이다. 모든 것에 환경오염 세금을 매겨 그 돈으로 지구온난화를 치유하지 않으면 공멸하기 때문이다. 이런 일에 유엔 미래포럼이 앞장을 선다. 최대 과제는 기후변화에 대한 재앙으로 태풍이나 쓰나미 등이 일어나 대규모 재해로 나타나고, 이러한 고단위 위험을 보험해 주는 기업에서는 이런 재앙을 미리 파악해야 한다.

바이오기술이 어떤 재앙을 불러올지 알 수 없는데, 이러한 상황을 미리 예측하거나 파악하는 기술이나 테러 대안정책이 필요하며 공동노력이 절실하다. 미래의 테러는 자연재해로 포장된다고 한다. 테러인 줄도 모르고 자연재해를 맞게 된다는 것이다. 미래예측결과가 나오면 각국 정부정책제안(policy recommendation)을 반드시 도출하여 각국 정부가 정책으로 연결시키도록 하고 있다. 종래의 예상 가능한 위험은 정부가 준비를 하지만, 전혀 예상이 불가능한 미래의 사고, 위험, 재앙에 대해서는 준비를 못하는 경우가 대부분이다. 새로운 위험에 새로운 대응이 필요하고, 이러한 대안이나 예측은 전문가 리뷰, 즉 전문가들의 재검토 상황을 거치면서 최고 첨단기술 전문가들의 의견을 반영하는 등 위험점검 미래예측이 반드시 필요하다. 선진국에서의 온실가스 배출로 제3국이 겪는 기후재앙 피해는 제3국 선진국의 국가 빚보다 높은 1,800조 원이라고 한다. 1991년부터 지금까지 제3국과 환경재앙으로 글로벌 환경기구들이 쏟아 넣은 돈이 7,400조 원이며 원조가 2만 8천조 원이다. 월드뱅크가 5,500조 원을 조성하고, 일본이 1만조 원을 5년간 조성하였다.

아시아개발은행은 1,200조 원을 조성하였지만, 유엔예측으로는 2030년까지 기후변화로 인한 재난비용이 2만 8천조에서 6만 7천조 원이 들 것이라고 한다. 이러한 분담금은 각국에서 차출될 것이므로 한국의 분담금도 엄청나게 늘어날 전망이다.

탄소배출세, 탄소거래권, 환경보존과 리사이클링, 밀림보호, 기업에너지 효율성 강화, 화석연료에서 대체에너지로 각국의 정책변화 등 종래에 제안된 사항을

재천명해야 하고, 에너지효율성에 각국이 GDP의 5%를 강제로 투입하는 방안이 고려되고 있다. 지구 환경사용세금(an environmental footprint tax)으로 지구촌에서의 호흡권, 즉 1인당 1.8 ha에서 나오는 산소 분량만 소비 가능하여 더 이상의 산소 소비는 세금을 부과 방안이 있다. 또 매년 1,500조~2,000조원의 금융거래에 1% 세금 부과 방안도 마련 중이다.

매년 자동차연비 1마일씩 강제로 높이는 방안도 있고, 모든 산업체에서의 온실가스 배출량을 매월 점검하거나 매년 점검하여 국제법률기구에서 온실가스를 많이 배출하는 업체에 더 많은 세금 부과 방안도 마련 중이다. 과학자들이 우주에 태양 커텐을 만들어 지구로 오는 태양열을 줄이는 방안을 지원하려는 노력도 있고, CO_2를 흡수하는 철분을 대양에 뿌리는 방안, 공기 중의 CO_2를 흡수하는 기술 개발도 있고, 국제여행 세금 등 다양한 인간의 삶, 활동에 세금부과 방안도 있다.

3. 신 농업혁명으로 유입되는 미래농업들

1) 수직농장(Vertical farm)

(1) 개요

수직농장(식물공장)은 부족한 농경지를 대신하여 고층건물내에 조절된 환경 내에서 작물을 안정적으로 재배할 수 있는 농장을 말한다. 1999년 미국 컬럼비아대학 공중·환경보건학과의 딕슨 데스포미어교수가 수직농장의 개념을 처음으로 제안하였으며 땅이 부족한 도시에 첨단기술을 바탕으로 한 인공시설에 각종 작물들을 외부환경 조건에 영향을 받지 않고 재배할 수 있는 식물공장을 설립하면 약 10배 정도의 토지 활용도가 증가된다고 하였다.

도시 중앙에서의 수직농장은 식량이나 채소를 공급하는 이유뿐만 아니라 도시의 온실화, 즉 지구변화의 대안으로 부상하고 있다. 도시 부활이 가능하면서 안전하고, 연중 작물 재배가 가능하며, 지속 가능한 생산, 현재의 농업으로 희생되고 파괴된 생태계의 최종 복원의 대안이 되기도 한다. 수직농장 1에이커의 딸기 생산량은 30에이커 농지의 생산량과 맞먹는다. 대부분의 작물은 수직농장의 생산성이 일반 농업에 비해 4~6배가 되며 가뭄이나 홍수 등 기상 관련 피해가 없으며 병해충에 의한 피해도 크게 줄일 수 있어 연중 안정적인 생산이 가능하다.

또한 도시의 수직농장에서 생산된 농산물은 대부분 그 지역 내에서 소비되므로 농산물의 장거리 이동이나 수송이 필요 없어 유통비용 절감과 함께 운송에 들어가는 에너지 감소로 온난화 가스 절감에도 기여하게 된다.

그림 3. 수직농장

수직농장은 거의 오폐수를 재활용하여 농업용수 부족이 일어나지 않고, 오폐수를 적절하게 사용하여 도시의 수자원 절약이 가능하다. 수직농장은 생태계 기능과 서비스를 복원시켜주며 자연에 농지를 반환하는 방법이며 농업을 산업으로 성장하게 할 수 있다. 수직농장은 많은 퇴비를 사용하지 않기 때문에 퇴비생산이 절감되고, 또 메탄가스 등의 생산이 가능하여 스마트 그리드로 채소 생산에서 나오는 열에너지로 주택을 덥히는데 활용이 가능해진다. 수직농장은 온실가스의 주범인 화석연료 사용을 크게 줄여주는데, 그 이유는 농사를 짓는데 활용하는 트랙터, 농기계, 농작물을 선적하는 컨테이너 수송과 해상운송비용 등이 감소하게 된다. 또한 수직농장은 대도시가 식량을 소비하는 곳에서 식량을 생산하는 장소로 바꿔주면서 도시 내의 산소 공급을 해주고 물 절약과 에너지 절약을 실천하게 해준다. 또 도시의 지속가능한 환경을 만들어 주며 새로운 고용 기회를 창출해 줄 수 있다.

2) 국내외 현황

인공조명 없이도 창 가까운 곳에서 광합성 하는 식물이 햇빛에 노출되도록 하며, 이에 필요한 기술은 이미 존재한다. 유리하우스(glasshouse) 업계가 대량으로 실내 식물재배 하우스를 생산하고 있으며, 모든 식물을 연중 재배하고, 최고의 생산성을 제공하는 조명이나 공기흐름기술을 이용하며 영양분 조건을 맞춰주고

온도, 습도 제어를 해준다. 수경재배기술은 모든 식물에 가능하며 옥수수, 참외, 무, 감자 등의 뿌리작물도 영양이 풍부한 물로 재배할 수 있다.

애리조나대학의 지아코멜리 교수와 동료는 2004년부터 수직농장을 운영하고 있다. 특히 남극식품 재배연구소를 만들었는데, 남극까지 식량을 수송하기 힘들어서 겨울 동안 신선한 샐러드를 제공하고 있다. 수직농장은 22평방미터의 면적에 물, 영양소를 주면서 과일과 야채를 생산 중에 있다. 겨울은 대부분 자연광이 없기 때문에 인공조명이 필요하지만 여름은 인공조명을 쓰지 않는다.

수직농업은 유리빌딩에서 다양한 자연광을 활용하지만 충분치 않을 수가 있다. 인공조명 없이 설치를 하자면 햇빛의 필요도에 따라 식물을 달리 배치할 수가 있다. 피터 헤드 아룹(Arup) 영국의 엔지니어링회사 사장은 조명은 아주 균일하고 정확하게 제공해야 하는 기술이며 좋은 기술이 많이 개발되었으며 영국의 수직농장에서 15시간 키운 샐러드를 제공하는 기술도 보유하고 있다. 하지만 정부 지원을 받는 분야가 수직농업은 에너지절약농업이며 탄소배출을 줄여서 탄소거래권 등 탄소거래 비용으로 돈을 벌 수가 있다. 2006~2009년 사이에 환경엔지니어인 Caplow박사는 동료들과 맨해튼에서 수직농장을 지어서 온실을 운영하였는데 "수직농장이야말로 인간이 자원소비를 최소화하고 자원효율성을 최대화하며 식량생산 증대를 할 수 있는 유일한 방안이다"라고 하며 "일반 전통적인 농사보다 물을 1/10만 사용하고 합성농약을 전혀 사용하지 않으면서 천연 포자 살충기법을 이용하여 일년 내내 야채를 생산하여 종래 생산성을 20배 이상 끌어올렸다"고 말한다.

텍사스, 밴쿠버와 콘월에 본사를 둔 수직농업회사는 발센트(Valcent)에 의해 개발된 것으로 모든 식물이 햇빛을 받을 수 있도록 레일 위에 설치하여 자연광이 들어오는 쪽으로 움직여서 생산을 시도하였더니 생산성이 2~3배 증가했다고 말한다.

버티크롭(Vertic Crop)사의 시스템은 빛과 공기 흐름의 과학을 이용하여 양상추를 생산하는데, 여기에 드는 에너지는 데스크톱 컴퓨터에 들어가는 에너지와 동일하다. 농촌에서 일반농지에 이렇게 양상추를 생산하려면 7배의 에너지와 최대 20배 이상의 토지와 물을 필요로 한다고 말한다.

버티크롭(Vertic Crop)는 또 수직농장과 사무실을 병행하는 시스템을 개발하여 수직온실이라는 개념을 홍보하는데, 건물의 가장자리 주위에서 잘 자라는 식물을 심고 건물과 사무실을 수직농장으로 통합하고, 기후변화문제를 해결하는 다양한 체험교실을 만들어서 가능한 건물의 면적을 최대한 활용하는 시스템을 개발하였다.

그 외에도 브라이트팜(BrightFarms)시스템은 뉴욕의 브루클린에 세워진 세계 최초의 대도시 수직농장으로 과학자들의 방문이 줄을 잇고 있다. 2011년 개장된 이 건물은 15,000 평방피트에 옥상시설, 그린 브랜드 이름으로 연간 채소를 30톤 판매한다.

스위스, 독일에서는 신축건물의 11%를 옥상녹화를 해야 준공검사 허가가 나며, 미국에서는 현재 Window farm, Kitchen farm이 유행을 하고 있으며 밀레니엄 프로젝트에서 이런 사업들을 추진하고 있습니다. 개개의 가정에서 배출되는 이산화탄소를 생활 속의 도시농업으로 흡수하고 있습니다.

그림 4. 도시농업을 통한 체험교실, 창문농업 및 부엌농업

3) 미래전망

UN은 2050년에 전 세계인구는 93억명으로 현재보다 23억명이 늘고 지구촌 인구의 거의 70%가 도시에 거주할 것이라고 한다. 이러한 인구들이 전통적인 농업형태를 유지하고 아프리카 인구나 식량 부족국에서 충분한 식량을 제공받는다고 가정한다면, 적어도 현재보다는 약 20% 이상 토지가 더 필요하다. 현재 전 세계적으로 작물재배에 적합한 토지의 80%가 이미 사용되고 있으므로, 이를 위해서는 지구를 더 만들거나 땅을 더 늘릴 수밖에 없다.

사실 인구가 20억 명이 늘어나면 더 많은 농작물이나 식량을 필요로 하며 여기에 대한 대안마련은 아주 긴급하다. 실내농업의 첫 아이디어는 BC600년에 지어진 바빌론의 공중정원에서 처음 나왔을 정도로 아주 역사가 오래되었다. 하지만 이제는 완전히 새로운 접근방식이 필요하며, 이에 대한 대안으로 갈수록 발달하는 첨단 융복합 기술을 바탕으로 하여 지구 온난화에 따른 기후의 변화를 받지 않는 안정한 농업의 형태인 수직농장, 즉 식물공장이 새로운 대안으로 각광받고 있다.

과학기술이 발달하면 건조한 사막에 초록빛 자연 에코존이 들어설 수도 있고 현재 우리가 사용하는 토지의 대부분을 되살리는 기술도 나올 것이다. 현재 인구의 60%가 지금 도시에서 수직농장을 가지고 있게 된다면, 농촌의 현존하는 땅은 에너지 생산시설로 바뀔 수 있다.

급변하는 기후변화나 탄소거래법 탄소관련 법규가 정해지고, 화석연료 고갈이 오게 되면 대체에너지로 정부 정책들이 급선회하게 되는데, 이 시점을 계기로 현존하는 농사들은 도시로 들어오고 농촌 대부분의 땅에는 에너지를 생산하는 태양광 농장, 풍력농장, 지열농장, 미세조류 바이오연료농장 등이 탄생하게 된다고 본다.

대규모 홍수, 가뭄, 태풍, 지진, 산사태, 급격한 기후변화, 지구기온 상승 등이 매년 수백만 톤의 농작물을 파손하고 피해를 주지만 도시농장, 수직농장은 이런 기후변화로 인한 피해를 받지 않게 된다. 그러나 에너지는 더 많이 사용하게 되면서 농업은 에너지농업으로 변하게 된다고 본다. 안전한 지역의 도시 중앙에 환경적으로 제어되는 고층건물 내부에서 수직농장을 만들어 안전하고 농약이 필요 없는 유기농 채소들을 즐길 수 있는 방법이다. 2050년까지 늘어나는 인구 20억 명을 먹이며 수요가 증대되는 식량을 공급하기 위해서는 수직농장이 대안이며, 환경오염을 줄이고 특히 농산물 수송비용이 줄면서 온실가스 배출이 줄어들어 쾌적한 도시생활이 될 수 있다.

값싼 신재생에너지를 미세조류 함께 생산하는 수직농장을 만들고 있으며, 이러한 미세조류 등을 이용하여 바이오연료, 신재생에너지를 동시에 생산하여 생산성을 높일 수 있다고 한다. 이러한 식물공장은 앞으로 대도시 등에 건설될 것이며 수산양식, 동물사육 등으로 확대가 가능하며 이상기후의 지속에 의한 식량의 안정적 생산과 앞으로 미래에 추진될 달 유인기지 등에도 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

이를 위해서 수직농장의 경제성이 확보될 수 있도록 첨단기술의 융합으로 자동화 시스템을 마련하고 저에너지 투입 농업체계를 갖추어야 하고 인공광 이용기술, 품질향상 기술 등 기술적인 부분이 뒷받침되어야 하며 미래사회를 대비한 안정적 농산물 생산유지를 위해 정책적인 지원이 대폭 확대되어야 한다.

그림 5. 미래의 수직농장

4) 배양육(In – vitromeat)

(1) 개요

배양육(Cultured Meat, meat without animals, In-vitro meat)은 세포공학 기술로 고기의 세포를 배양해서 축산농가 없이 고기를 배양하는 기술이다. 배양육은 값싸고 건강하며 동물애호가들의 염원이면서 환경오염을 줄이는 미래의 최적의 식량 계획의 하나이다. 온실가스 배출, 대면적의 가축사육, 환경오염, 사료량의 증대, 물 부족 등 전 세계가 직면한 문제들을 근본적으로 해결하기 위한 대안으로 배양육에 대한 연구가 상당부분 진행되고 있다.

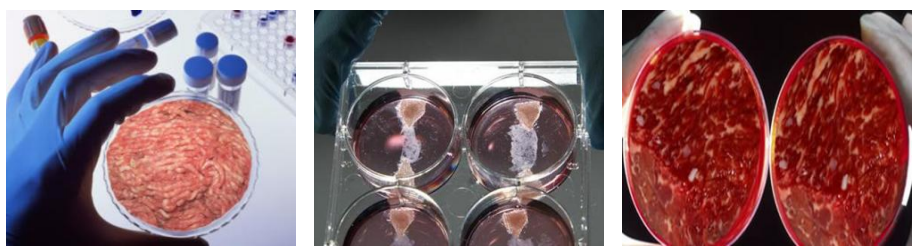


그림 6. 배양육 생산

돼지나 소 등 가축의 근육에서 줄기세포를 얻은 뒤 적절한 조건에서 배양해 고깃덩어리를 얻는다는 것이다. 줄기세포는 왕성한 세포분열 능력을 지녔으니 이론적으로 불가능할 게 없다. 돼지에서 얻은 근위성세포(근육 성장과 재생에 관여하는 성체줄기세포)를 배양해 증식시킨 후, 세포 덩어리를 틀에 고정시켜 전기충격을 줘 실제 근육 같은 조직을 만들면 실제 고기와 유사한 배양육을 만들 수 있다고 한다.

Tissue engineering, 즉 세포공학을 이용, 세포는 살아 있는 동물로부터 가지고 오지만 전혀 고통 없이 떼어 내오는데, 줄기세포를 배양하는 방법은 동물 없이 적절한 환경 속에서 배양되고 신속히 자란다. 이론적으로 이 과정은 에너지만 있으면 지구촌 인구를 다 먹일 수 있을 정도로 배양이 가능하며, 이러한 과정은 유전자변형 없이도 진행되는데, 세포의 유전자지도를 전혀 손대지 않고도 배양할 수 있다고 한다.

(2) 해외 현황

네덜란드, 노르웨이, 미국 등이 배양육 연구 및 생산에 집중하고 있다. 2001년 이후 미국의 NASA는 우주선에서 칠면조 고기를 배양해 우주비행사들에게 공급하고 있다. 햄버거고기는 앞으로 가장 먼저 배양육으로 사용될 듯하다. 동물의 줄기세포를 토대로 당분, 아미노산, 지질, 미네랄 및 기타 요소를 공급해 근육질로 키워낸 배양육은 영국 가디언지에 따르면 네덜란드 마스트리히트대학 마크 포스트교수가 이끄는 연구팀이 올해 10월 배양육으로 만든 햄버거를 만들어 낼 것이라고 한다.

우리가 흔히 먹는 햄버거도 세상에 처음 나올 때 6년이란 기간 동안 사람들이 거부하였다. 물론 배양육은 그 안전성이나 실용화에 다소 시간이 걸릴 수도 있지만 현재 상당한 연구가 진행되고 있다.

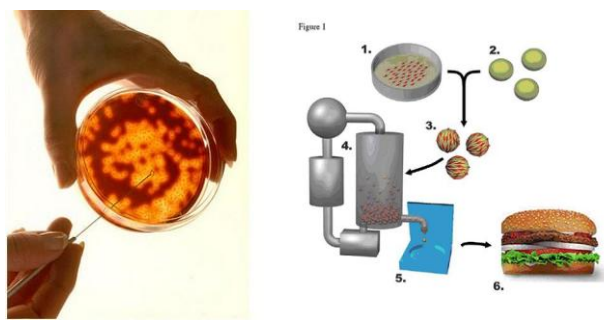


그림 7. 배양육으로 만들어지는 햄버거

실제 시험관 고기는 색이 옅으며 별로 맛이 없다고 하는데, 색이 옅은 이유는 혈관이 없는데다 근육에 있는 미오글로빈 단백질의 양도 적기 때문이다. 포스트 교수는 현재 근육 내 미오글로빈의 양을 늘리는 방법을 연구하고 있다.

영국 옥스퍼드대와 네덜란드 암스테르담대에서는 해조류의 일종인 남조류를 영양소로 이용하여 골격근을 키워냈다는 결과가 환경기술분야 최고 권위를 지닌 '환경과학기술'지 최근호에 게재되기도 하였다.

대량 생산은 단백질을 고기로 얼마나 전환시킬 수 있는 효율향상에 달려 있다. 실제 동물을 사육하여 단백질이 고기로 전환하는 효율은 15% 정도에 불과하지만, 배양육은 50%까지 향상시킬 수 있다.

네덜란드에서는 기존의 축산업자들이 축산을 대신하여 배양육 생산에 관여할 수 있도록 실질적인 정책적인 지원도 하고 있다고 한다.

(3) 미래 전망

배양육은 구제역 같은 가축질병에 대한 공포로부터 벗어날 수 있고 기후변화에 따른 사료 절감, 메탄 발생, 물 부족 등을 해결하는데 우선적으로 도움을 줄 수 있다.

동물복지적인 측면에서도 배양육은 신경세포가 없어 고통을 느끼지 못하고 구제역이나 광우병 등 질병에 의한 가축의 집단 매몰 등이 필요 없고, 동물을 도축하지 않고 인간에게 육류를 제공한다는 것은 하나의 장점이며, 실제로 'PETA' (People for the Ethical Treatment of Animals, 동물의 윤리적 처우를 지지하는 사람들)라는 단체는 지난 2008년에 2012년 6월까지 상용화 수준으로 시험관 닭고기를 만드는 연구자들에게 100만 달러를 준다고 선언하기도 했다. PETA는 올 4월 정례모임에서 기한을 연장할 계획이라고 할 정도로 배양육 연구 및 생산에 대해서는 많은 이들의 관심을 받고 있다.

이미 국제배양육컨소시움(International In Vitro Meat Consortium)이 탄생하였고, 배양육재단(InVitroMeat Foundation), 세계 배양육협력기관(In vitro meat-collaboration worldwide), NGO단체인 뉴하비스트라는 배양육재단 등이 있다.

콩 등 식물단백질 1kg을 생산하기 위해서는 물 1,800리터가 소요되지만 소고기 1kg을 생산하기 위해서는 곡물 12kg, 물 16,000리터가 필요할 만큼 축산엔 많은 에너지가 투입된다. 옥스포트대학 터미스토 교수는 시험관 배양육 생산기술은 전통적인 육류 생산방식에 비해 에너지의 35~60%, 온실가스 80~85%, 물 사용 96%, 토지 사용의 98%를 줄일 수 있는 기술이라고 하였다. 이렇듯 육류생산을 위한 에너지나 토지 사용은 농업 전체의 절반 이상을 차지할 만큼 많은 부분을 차지하고 있는데, 이를 대체할 수 있는 배양육 생산기술은 미래의 또 다른 농업의 한 부분이 될 것이다. 유엔에 따르면, 2050년의 세계인구는 90억이 넘고 2083년에는 100억이 넘는다고 한다. 육류 수요는 앞으로 40년 안에 2배로 늘 것으로 전망되고 있어 환경을 보전하며 인간의 육류 수요를 충족하기 위해서는 배양육의 연구 활성화와 상용화는 그리 멀지 않아 보인다. 이를 위해 배양육 맛의 향상 및 생산을 위한 충분한 기술 축적, 안전성에 대한 확신, 기존 축산관련 시스템과의 관계, 대량생산시스템 구축 등에 대해 지속적인 노력이 필요하다.

5) 엘지(미세조류, Micro algae)

(1) 개요

엘지(Algae)는 물, 이산화탄소, 햇빛을 이용해 광합성 성장이 가능한 단세포성 광합성 미생물을 말한다. 가장 유력한 석유대체 에너지원으로 주목받고 있는 미세조류, 엘지(algae)는 원시시대 바닷가에서 원시인들이 말린 엘지를 불쏘시개 혹은 동굴 속에서 횃불로 사용하던 것이다. 엘지 바이오 연료산업은 바이오에너지 3세대로서 향후 10년 이내에 세계 에너지 무대에서 중요한 역할을 할 것으로 예측된다.

이러한 미세조류는 광합성만 가능하다면 황무지, 해안, 바다 등 어디에서든 배양이 가능하다. 광합성은 엘지(Algae)에 있어서 중요한 생화학 과정이며, 이를 통해 햇빛에너지를 화학에너지로 변환시킨다. 현재 엘지(Algae)가 자연적으로 대규모로 자라고 있는 곳은 습지, 늪, 소택지, 염분이 있는 습지, 염호이다. 마이크로 엘지(Algae)에는 피막성분, 저장생성물, 대사산물과 에너지 원천으로 지방과 지방산을 포함하고 있으며, 일반적으로 2~40% 정도의 지방질과 유성물질을 보유하고 있다.

그림 8. 3세대 바이오에너지로 각광받는 미세조류

친환경적 3세대 바이오에너지 생산시설 지원으로 녹색 성장이 가능하고, 간척지와 같은 경작이 불가능한 국토의 효율적인 개발이 가능하며, 자체적인 바이오에너지 생산으로 세계적 에너지 위기에 대비하며, 분자생물학적 개량균주 개발로 지속적인 에너지 생산, 농어촌의 토지의 효율적인 개발과 새로운 고용창출 효과, 농어촌 토지의 효과적인 개발로 국토의 균형적인 발전을 추구하는 동시에 각 지역사회에 새로운 고용창출이 가능하다. 엘지는 현재 옥수수 등 곡물연료, 즉 옥수수, 콩, 야자 등 바이오연료용 작물보다 단위면적당 300배 더 많은 연료를 생산가능하다. 육지 농작물보다 훨씬 빠른 성장률을 보인다. 단위면적당 엘지 오일 추출량은 1에이커당 연간 약 5,000~20,000갤런이다. 이는 야자유보다(635갤런 정도) 7~31배 더 많은 양이다. 20~23℃의 최적 조건에서 빠른 수확기간(10일 이내의 재배)을 보이는

엘지는 유기성 축산폐수와 이산화탄소를 이용하고 기존 경작지나 식량 작물재배와 경쟁하지 않는다. 미세조류를 이용한 축산폐수 중의 질소, 인 고차처리를 통해 수질을 개선해주고, 바이오매스로부터 바이오디젤, 에탄올, 메탄 등 다양한 청정에너지 생산도 가능하다. 엘지오일에서 추출한 바이오디젤은 많은 장점을 가진다. 엘지에서 추출한 원료로 바이오디젤을 생산하는 것은 바이오디젤 원료를 만드는 가장 효율적인 방법으로 알려져 있다. 엘지 오일에서 추출한 바이오디젤의 주요 장점은 빠른 성장률, 에이커당 높은 수확률, 일부 엘지 품종은 매일 수확이 가능, 황 성분이 없다는 것이다.

엘지 바이오연료는 독성이 없으며 높은 생물분해성을 지니고 있으며 성장하기 위해 이산화탄소를 소비하기 때문에 발전소 또는 다른 산업 공장에서 CO_2를 감축시킬 수 있다.

(2) 해외 현황

최근 미국 루이지애나주 매리 랜드루 상원의원은 홍수예방과 지구온난화의 대안으로 미세조류로 바이오연료를 만들기 위해 12억 6천만달러의 연방예산을 확보했으며 미국 국무부와 에너지부, 해군은 바이오연료에 대한 공동투자계획도 발표했다. 미국정부는 앞으로 3년내에 에너지 안보를 위해 바이오연료 생산에 5억 1천만달러를 투자할 방침이라고 한다. 민간 투자를 합친다면 약 10억 달러를 넘는 막대한 투자가 되는 것이다.

조류에는 선택할 수 있는 수 천 종이 있으며, 각 종은 세포 내에 각기 다른 비율의 지방, 단백질 및 탄수화물을 포함하고 있기 때문에, 이런 미생물을 이용한 에너지 활용 가능성에 대해 전문가들은 폭넓게 연구하고 있다.

예를 들어, 조류는 자연상태 그대로의 것일 수도 있고 유전자 조작을 통해 만들어졌을 수도 있다. 기업체들은 원하는 생산물을 조류로부터 얻기 위해 저렴한 개방된 호수에서부터 정밀하게 통제되는 폐쇄 탱크에 이르기까지 다양한 배양 기술을 선택할 수 있다.

일부 회사에서는 원하는 물질을 얻기 위해 특정 조류 종에 유전자 조작을 가하는 실험을 하고 있다. 그러나 대부분의 회사에서는 조류로부터 오일을 수확하는 것에 집중하고 있는 반면, 바이오연료 신생기업인 Algenol Biofuels사는 에탄올에 사활을 걸고 있다. 많은 조류가 에탄올을 생산할 수 있지만, 산업적으로 충분한 양은 아니다. 세포를 터트려 오일을 추출하는 통상적인 방법 대신에 Algenol사는 자연적인 확산 과정을 통해 세포로부터 에탄올을 배출할 수 있는 몇 개 종을 선택하였다.

바이오디젤을 추출하기 위한 엘지의 재배는 아직 상업적 단계에 이르지 못하고 있다.

그러나 상기의 산출량에 도달하기 위한 전반적인 연구가 진행되고 있다. 더욱이 엘지 농업에서 생산되는 높은 산출량은 콩이나 옥수수 등 다른 바이오연료와는 달리 농장이나 담수를 필요로 하지 않기 때문에 식품생산의 감소를 수반하지 않는다. 많은 기업들이 바이오디젤 생산과 이산화탄소 감축 등 여러 가지 목적으로 엘지 바이오리액터 개발을 추진하고 있다. 이스라엘의 심바이오틱스사가 발전소의 이산화탄소를 미세조류에게 먹여 바이오연료를 생산하는 공장을 최초로 설립하였고, 이를 바탕으로 말레이시아 엘지테크사에서 인도네시아 바탐에 두 번째 공장을 건설하였다.

미국 등 각국에서 연구와 개발노력이 집중되고 있다. 미국에너지성에 따르면, 현재 효과적인 엘지 오일 생산을 위한 대부분의 연구는 민간기업에서 이루어지고 있지만, 소규모 생산실험을 통해 예측이 입증되면 바이오디젤을 생산하기 위한 엘지 농업은 현재 세계 가솔린 사용을 대체할 수 있는 유일한 실용적인 방법이 될 것으로 보인다. 단기적으로 엘지 사업에 착수한 소수의 초기 단계의 기업들은 바이오디젤 생산을 위해 엘지 오일을 생산하여 현재 미국 내에서 수송에 사용되는 디젤의 1/3을 대체할 수 있게 되기를 희망하고 있다. 대량생산을 위한 엘지 연구는 주로 마이크로 엘지에 초점이 맞추어져 있다. 마이크로 엘지를 선호하는 이유는 상대적으로 덜 복잡한 구조와 빠른 성장률, 50%에 육박하는 높은 기름 함유량이다.

그림 9. 세계 각국의 미세조류 생산 현장

미국의 경제일간지 WSJ(2009. 10. 19.)은 미래를 바꿀 수 있는 5가지 기술로서 1) 우주 태양에너지 발전 2) 고성능 차량용 전지 3) 유틸리티 저장 4) 탄소 포집 및 저장 5) 차세대 조류연료를 선정하였다. 전 세계에 걸쳐 다양한 벤처기업이 바이오연료 생산 연구 진행 중이지만 아직까지 상업적 수준의 생산성을 갖추지는 못하고 있다.

하지만 이미 다우케미칼의 엘지농장은 대규모로 투자되어 최대 예산을 투입 중이다.

미국의 Solix Biofuel사는 콜로라도 남서부지역에다가 건설한 데모 공장(demonstration plant)을 가동하기 시작하였으며, 이곳에서는 메탄 생산공장으로부터 끌어올린 이산화탄소와 물을 이용해 조류 배양에 사용하고 있다. 이 공장에서는 현재 1,500 gal/ac/yr의 속도로 오일을 생산하고 있으며, 목표는 4,000~5,000 gal/ac/yr이다.

세계 각국은 엘지 배양을 통한 화석연료 대체 연구에 박차를 가하고 있는데 특히 미국 엘지오일 생산기업인 Sapphire Energy사에 2008년 5월 MS의 빌게이츠가 1억 달러를 투자하였다. 2009년 9월 도요타 프리우스 플러그인 하이브리드자동차는 엘지오일 50갤런을 주입하여 미국횡단에 성공하였다. 다우케미칼이 급속하게 엘지 에너지 생산자로 전환 중이다. 엘지는 유엔미래포럼 제롬 글렌 회장 등 기후변화 지구온난화 대안으로 20년 전부터 보급이 주장된 기술이다.

지속가능한 녹색 성장을 위해 온실가스를 대량 감축하면서 에너지, 대체식량을 생산할 수 있는 기술의 조속한 실용화 개발이 필요하다. 중국 등 신흥개발국가의 화석연료 수요 증가와 2030년 화석연료 고갈 예정으로 신재생 에너지 확보 중요성이 강화되고 있다. 농업대기업 듀폰, 다운존스 등이 이미 엘지농장 건설을 도모하고 있다.

(3) 국내 엘지연구 현황

우리 정부의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 기술개발이 필요한데, 정부는 이산화탄소를 2020년 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축으로 확정 발표(2009. 11. 17.)하였다. 이러한 목표 달성을 위하여 정부 주도의 적극적 기술개발이 필요하다.

한국의 연구는 1998년 과학기술부의 환경기반기술 개발 중점사업으로부터 시작되어 진행되다가 최근 미세조류를 이용한 생물연료 생산연구에 대한 관심이 높아지면서 지식경제부의 신재생에너지기술개발사업('07~'10)과 전력산업연구개발사업('07~'10) 그리고 국토해양부의 미래해양기술개발사업('08~'10) 등에서 관련 기초연구가 시작된 단계이다.

국내에서 엘지를 생산하면 이산화탄소 저감으로 기후변화에 대응하고, 지구온난화의 경감, 탄소배출권의 확보를 통한 경제적 우위를 선점할 수 있다. 또한 축산폐수의 고차처리를 통한 수질개선 효과, 미세조류 배양으로 축산폐수의 질소, 인 저감효과, 환경정화와 유용물질 생산 동시 달성, 다양한 바이오에너지 생산으로 에너지 위기 대응, 바이오디젤, 에탄올, 메탄 등 다양한 바이오에너지 생산, 에너지의 자체 생산으로 경제적 가치 창출 및 에너지안보 차원에서도 중요하다.

하절기 한국의 수계에서 녹조현상을 일으키는 자연적 생장속도가 우수한 토착 미세조류 자원 확보가 중요하며, 생물학적 개량을 통한 균주 개발, 유전적 개량을 통해 한국형 미세조류 생산에 최적의 형질을 보이는 균주 개발, 미세조류 바이오매스 생산으로부터 바이오에너지 추출과정까지 최적화된 체계적인 생산체계 개발이 시급하다. 가장 경제적인 형태인 개방형 연못 배양 시스템은 전 세계 상업적 미세조류 배양시설의 90% 이상을 차지하고 있다. 따라서 환경에서의 유전자 조작 균주의 위해성 평가가 필요하며 배양시설의 살균 및 정화시설 개발도 요구된다.

바이오에너지 생산 최적 균주의 개발과 동시에 항시적인 주변 환경 모니터링 체계가 필요하다.

(4) 미세조류 상용화를 위해 극복해야 할 사항

곡물이 아닌 조류(algae)에서 생산되는 바이오연료가 최근 각광을 받고 있으며, 몇몇 회사들은 상업규모로써 조류 기반의 바이오연료가 경쟁력을 갖도록 하기 위한 기술적 문제를 거의 극복하였다고 밝히고 있다. 그러나 전문가들은 화석연료로부터 얻는 에너지에 대해 경쟁력을 갖기 위해서는 극복해야 할 중요한 문제가 남아 있다고 주의를 환기시키고 있다.

엘지농업이 극복해야 할 점이 아직 많다. 2007년 5월 네이처(Nature)지에 기재된 기사에 따르면, 엘지(Algae)는 다음과 같은 문제점을 지니고 있다. 1. 과도한 직사광선은 엘지를 죽일 수도 있다. 2. 일정한 온도 필요. 3. 과밀은 성장을 억제함. 4. 엘지가 만들어내는 산소 "폐기물"은 물에서 꾸준히 없애줘야 함. 5. 개방된 엘지 호수는 염분과 pH의 불균형을 야기하는 증발과 강우에 영향을 받기 쉬움. 6. 토종 엘지는 때로 희망했던 품종보다 웃자라 이를 뒤덮어버리기도 함. 7. CO_2 거품이 엘지의 세포를 파괴하기도 한다.

1기가와트의 석탄발전소는 연간 6백만 톤의 CO_2를 배출하며 배출되는 CO_2의 90%를 흡수하기 위해서는 16,500헥타르의 엘지 온실이 필요하다. 엘지의 성공여부는 생산비용을 낮추는 것이라는데 모두들 동의하고 있다.

개방된 호수에서 조류를 배양할 때의 한 가지 문제점은 호수가 쉽게 오염될 수 있으며 침입종에 의해 잠식당할 수 있다는 것이다. 그러나 광생물 반응기(photobioreactor)라 불리는 폐쇄배양시스템은 경쟁력을 갖기에는 비용이 너무 높다는 약점이 있다. 생산원가뿐만 아니라 에너지밸런스와 폐쇄시스템 건설도 중요한 고려 사항이다.

조류연료 생산의 핵심주체인 미세조류주의 획기적 균주 개량이 필요하며, 바이오믹스 기술, 합성생물학 기술을 이용한 우량 미세조류주 개발, 미세조류로부터 바이오에너지 생산의 종합적 시스템 구축, 미세조류 biomass로부터 바이오디젤, 바이오에탄올, 메탄 등 다양한 바이오에너지 생산시설이 필요하다.

(5) 미래 전망

우리나라와 같이 재배면적과 바이오매스 자원이 부족한 나라에서는 바이오에너지 원료의 다변화가 절실한 실정이다. 풍부한 해양자원인 석유 다음 차세대 대체 에너지원으로 부상하는 '바이오에탄올' 상용화를 이뤄낸다면 비산유국으로 에너지주권 확보를 하루 빨리 앞당길 수 있다. 연간 막대한 석유 가스수입량을 줄이고 에너지대체 미세조류생산단지를 습지가 많은 곳에 엘지재배단지로 만들어야 한다.

특히 김천과 같은 입지조건(시내와 하천, 저수지, 습지가 많은 곳)에 엘지타운을 건설하여 엘지를 이용한 바이오연료산업, 식품, 사료 산업, 비료, 약제사업 추진은 김천에 위치하고 있는 국제기구인 세계기후변화종합상황실과 맞물려 국제적인 한국의 녹색성장사업 취지에 적합하다. 또한 토착 미세조류 확보, 조류 분류 및 동정, 생리생태적 특성 연구, 바이오에너지 전환 등의 분야에서 선진기술 확보를 서둘러야 한다.

현재 세계 바이오연료 시장은 1세대인 곡물계에서 2세대인 목질계로 전환 중이다. 우리나라에서도 바이오에너지와 관련하여 투자를 확대하겠다는 의지를 밝힌 바 있지만, 이는 2세대인 고체 바이오매스를 이용하는 것이다. 3세대 바이오에너지인 미세조류계(algae)를 이용하여 세계적인 에너지경쟁에서 앞설 수 있다는 점에서 2세대 바이오에너지에 제한될 것이 아니라 앞서가는 에너지원을 확보할 필요가 있다.

6) 해수농업

(1) 개요

2008년 이미 해수농업으로 만든 쌀밥을 먹어보았다. 우리나라 쌀처럼 차진 쌀이 아니고 안남미였지만 짠 느낌이 전혀 없고 구별을 할 수 없을 정도다. 아직은 실험실에서 만든 쌀이긴 하지만, 많은 사람들이 해수농업에 투자하고 있다.

지구의 가장 시급한 문제들 중 하나는 늘어나는 인구에 비례해 걸맞는 식량을 재배할 담수를 확보하는 것이다. FAO는 향후 30년 동안 열대와 아열대 지방의 증가하는 인구를 부양하기 위해 약 2억 헥타르 (약 4억 9,420만 에이커)의 새로운 경작지가 필요할 것이라고 내다 봤다. (이는 대략적으로 미국의 애리조나, 뉴멕시코, 유타, 콜로라도, 아이다호, 와이오밍과 몬태나 주를 합친 크기의 땅이다) 그럼에도 불구하고 이 나라들에게 확장될 수 있는 공간은 9천3백만 헥타르에 불과하며, 그마저도 대부분 보존해야 하는 우림 지역이다. 명백히 다른 대체의 담수와 경작지가 필요한 것이다.

해수농업이란 소금에 내성이 있는 작물들을 바다에서 끌어온 물을 통해 경작하는 것을 말한다. 미래는 기후변화 등으로 심각한 물 부족에 시달리겠지만, 이에 대한 대안으로 지구상의 97%의 물이 존재하는 해수를 이용한 농업이 주목받고 있다. 지구 지면의 약 43%는 건조하거나 반건조한 땅으로 이루어져 있지만, 그 중 적은 부분만이 바다와 충분히 가까워 해수농업을 가능케 한다. 우리는 약 15%의 개발되지 않은 연안과 내륙 소금사막지역이 그러한 해수 농업에 가능한 땅으로 예상하고 있다. 이 땅의 면적은 그 합이 1억 3천만 ha에 이르며, 숲을 파괴하거나 이미 희소한 담수의 사용 없이 인간과 동물을 위한 식량을 확보할 수 있다는 것이다.

그림 10. 해수농업 재배작물

해수농업으로 열대지역 해안 수백 마일에 걸쳐 다양한 식물을 재배함으로써 미래 인류를 먹여 살릴 식량은 물론 동물 사료로 쓰일 곡물을 재배할 수 있으며,이외에도 바이오연료용 작물을 확보하거나 제지용 펄프작물을 기를 수 있는 데다, 식물 생장과정에서 이산화탄소를 흡수하는 등 온실가스 감축에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

(2) 국내외 현황

해수농업 연구 전문기관인 시워터 재단(The Seawater Foundation)의 창립자 칼 호지스(Carl Hodges)는 "해수농업이야말로 지구촌 인구가 살 길"이라고 주장한다. 해수농업이야말로 물부족 지구촌의 저탄소 녹색성장의 기본이자 해수를 농업에 이용하는 기술이 확보되면 미래 식량생산의 한 방편이 될 것으로 내다본 것이다. 전 세계가 심각한 물부족에 시달리는 오늘날 지구 전체 표면의 70% 이상을 차지하는 해수를 사용할 수 있는 기술은 그만큼 시장성이 있을 것이라는 전망이다.

제롬 글렌 유엔미래포럼회장은 기후변화 대안으로 해수농업을 20년 전부터 주장한 사람이다. 제롬 글렌의 주장에 의해 전세계 수많은 과학자들이 해수농업 연구를 시작했다. 현재 수백 개의 연구기관이 생겼으며 10~20여 년의 역사를 가진 유수한 연구기관으로는 The Seawater Foundation, CGIAR: Consultative Group on International Agricultural Research, ICBA: International Center for Biosaline Agriculture, USDA's Salinity Laboratory, AFRICA RICE CENTER, 스탠퍼드대학 솔라센터 등에서 많은 연구가 이뤄지고 있다. 현재 1만 종 이상의 식물이 염수(鹽水)에서 자랄 수 있는 것으로 확인됐으며 해수이용 농업기술 개발은 이미 100여건 이상 시도되고 있고 해수에서 자랄 수 있는 쌀, 보리, 밀, 감자, 토마토 등 200여종이 시제품으로 생산되고 있는 수준이다.

미국 스탠퍼드대학 솔라센터 또한 에너지, 기후온난화, 토지, 깨끗한 물, 식품과 광물질을 위하여 해수를 이용한 농업에 대한 연구에 집중하고 있다. 해수농업으로 재배한 식물들이 가축들의 사료로 사용 가능한지에 대한 연구도 수행되었다. 소, 양, 그리고 염소 목축은 지구의 농업에 커다란 문제점이 되고 있다. 국제연합의 환경계획에 의하면, 지구의 건조지역중 약 46%는 과도한 목축으로 인한 것이기 때문이다. 몇몇 염기에 강한 식물들은 높은 정도의 단백질과 소화될 수 있는 탄수화물을 가졌으나, 안타깝게도 많은 양의 소금 역시 함유하고 있었다. 그래서 염기에 강한 식물을 30~50%로 기존의 작물들과 혼합하여 가축에게 먹여본 결과 Salicornia, Suaelda, Atriplex와 같은 염기에 강한 식물을 혼합적으로 먹은 동물들의 무게는 건초만을 섭취한 동물들과 동일하였다. 더 나아가 염기에 강한 식물을 먹는 것은 실험 대상이 된 동물들의 육질에 영향을 주지 않았다.

하지만, 염기에 강한 식물을 먹은 동물들은 건초만을 먹은 동물들보다 더 많은 물을

섭취했다. 또한 전통적인 식단보다 염기에 강한 식물을 혼합한 식단의 경우에 실험 대상의 동물이 사료대비 약 10% 고기를 적게 생산한 것으로 드러났다. 이러한 점들은 앞으로 해수농업의 확대를 위해 개선되어야 할 부분이다.

에너지원 기름을 얻기 위한 작물 재배도 시작되었다. 가장 성공적인 염기에 강한 식물은 Salicornia bigelovii이다. 그것은 잎이 없고 다육이며 매년 해수 소택지에서 자라며 새로운 지역의 진흙지대에 많은 씨를 통해 퍼져나간다.

그 씨앗은 아주 높은 양의 기름(30%)과 단백질(35%)를 함유하며, 그것은 대두와 같은 다른 지방 종자 작물들과 비슷한 수준이며 이 작물의 소금 함유량은 3% 미만이다. 그것의 기름은 굉장히 다가 불포화 지방이며 씨앗으로부터 추출되고 정제하는 방법은 전통적인 작물들과 마찬가지의 장비들을 사용함으로써 가능하며, 올리브 오일과 흡사한 구성을 띄며 괜찮은 맛과 함께 식용으로도 사용이 가능하다.

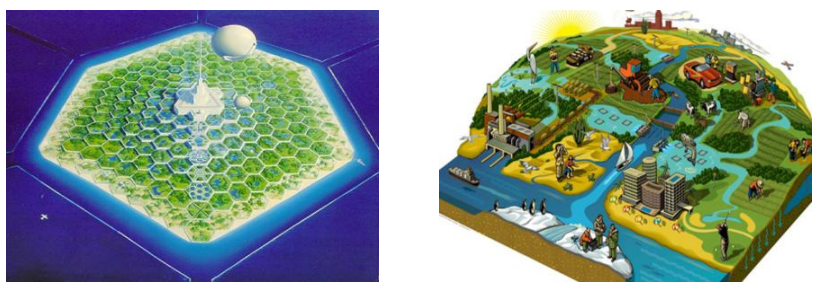


그림 9. 미래의 해수농업 모델

우리나라는 간척지 등에서 염해에 강한 함초 등 염생생물을 선발 재배하고 있으며, 해수를 이용한 병해충 방제나 친환경 재배차원에서 해수농업에 대한 연구를 수행하고 있다.

해수농업은 장점이 많다. 인간, 동물이 사용할 수 있는 작물과 해양 동물을 키워 신선한 물을 구할 수 없는 세계의 불모지에 농업 생산의 기회를 증가시킬 수 있으며, 다량의 이산화탄소를 흡수하여 온실가스로 인한 지구온난화를 감소시킬 수 있다. 또한 바이오연료로 사용할 수 있는 작물을 재배하여 화석연료 의존도를 줄일 수 있으며, 일자리가 점점 줄어들고 있는 지역의 고용 창출에 이바지할 수 있다. 해수농장은 불모지까지 확장하여 생물학적 다양성을 높이고 환경을 재창조하고 생태학적으로 건전한 발전을 이룰 수 있다.

(3) 미래 전망

과연 해수농업이 미래에 큰 규모로 시행될 수 있을까? 1970년대 후반에 해수농업의 가능성을 검토한 이후 약 10년 내에 상업적인 농장들이 들어설 것으로 기대했지만 현재까지도 상업적 초기 단계에 머무르고 있다. 여러 기업들이 Salicornia나 Atriplex를 실험적으로 캘리포니아, 멕시코, 사우디아라비아, 이집트, 파키스탄 그리고 인도에서 재배하고 있으나 대규모로 생산에는 돌입하지 못하고 있다.

그러나 해수농업의 가능성은 충분하다. 세계가 결국 이 대체적인 식량생산농업에 주목하고 실천할지 여부는 미래의 식량 부족, 경제학 그리고 생태계가 담수 사용 농업의 더 큰 발전으로부터 얼마나 더 버틸지에 달려 있다.

지구의 물 중 97%는 해수이며 지구상에서 유일하게 무한한 자원이다. 담수에만 농업을 의존하는 것은 예전부터 가뭄, 사막화 등 물 부족을 겪게 될 위험이 항상 있었다.

해수를 농업에 직접 이용하게 되면 가뭄과 사막화를 완화시킬 수 있으며 새로운 농업, 새로운 식량자원, 새로운 부를 창출하는 도구가 될 수 있을 것이다. 해수를 사용하는 농업은 태양에 의한 광합성과 인간의 지성을 결합하여 새로운 푸른 해안선을 만들며 새로운 기업, 일자리, 생산품을 만들어 지구의 건강과 미래에 기여하게 될 것이다.

4. 결론

기후산업이 2020년에는 최대 산업으로 부상한다고 예측하고 있다. 기후산업에는 기후에 관련된 모든 것이 포함되는데, 앞으로 기후에 관련된 농업은 특히 신 농업혁명이라고 불릴 정도로 기후변화에 민감하게 된다. 기후에 관련된 산업이 대부분 농촌에서 일어날 전망이기 때문에, 현재는 지식경제부, 환경부 등 모든 부처가 관련하고 있는 이 기후변화문제가 앞으로 다른 나라들처럼 기후부가 생겨서 관리를 하거나 농수산부에서 기후를 맡는 나라도 생긴다. 환경부, 농수산부, 지식경제부 등의 기후관련 산업을 모두 기후부로 가지고 오는 방안도 있다. 각국이 부처를 통합하는 상황이기 때문에 향후 농수산기후부가 생길 수도 있다. 서로 기후산업을 가져 가려는 경쟁도 이미 시작되었다. 기후산업에는 물 부족, 환경오염, 재생에너지, 식량자원, 빈곤 복지까지 포함될 전망이다. 모든 것을 기후로 풀지 않으면 국제사회에서 생존이 불가능해지기 때문이다.

2030년에는 지구촌 인구 절반이 기후관련 산업에 종사하거나 기후관련 교육을 시키는데 종사한다고 한다. 기후산업이라는 말은 녹색산업보다 큰데, 지금부터 10년간은 국민교육과 인식전환, 법제정이 가장 큰 과제다. 국민들에게 절약사회(conserver society)를 가르쳐야 하는 것이다.

짐 데이토 박사는 종래 "꿈의 사회"가 온다는 주장에서 꿈의 사회가 오지 못한다면 "절약사회" 또는 "신농업혁명시대"가 온다고 한다. 우리는 이렇게 순식간에 다가올 신농업혁명 시대를 위해 준비를 해야 한다. TF팀을 구성하거나 기후산업관련 다양한 연구를 통해, 내부적으로는 신농업혁명이 오지만 그 관련 산업은 환경부나 다른 부처가 가지고 가서 여러 곳에 흩어져 제 역할을 못할 경우가 있어서는 안 되며, 농림수산식품부에서의 발 빠른 대처가 필요한 시점에 와 있다.

노력도 하지 않고 큰 산업을 다른 곳에 빼앗길 수가 있으며, 또 글로벌사회에서는 어떤 신농업혁명 프로젝트가 연구되고 있는지, 기후산업은 어떤 부(富)를 창출해 주는지, 기후변화 교육은 어떻게 시킬 것인지 이니셔티브를 취해 노력하면 미래예측처럼 마지막까지 살아 남는 부서가 될 수 있다.

특정기술의 현실화와 미래시장 규모를 예측하는 Techcast에서는 대체에너지 시장이 2026년 2조 7천억 달러로 가장 크고, 기후조절관련사업이 2022년 2조 3천억 달러, 수산양식은 1조 7천억 달러에 이를 전망이라고 한다. 미래엔 대체에너지나 기후관련산업의 중요성이 그만큼 커진다는 의미이다.

미래에는 행안부, 외교통상부, 국방부만 남고 모두가 통합되어 '미래부'가 만들어진다고 한다. 미래부가 내무, 외무, 국방을 뺀 모든 업무를 담당할 것이라고 전망하는 것이다. 실제로 노르웨이는 정부 15개 부처가 참여한 프로젝트를 통해 보고한 '2030국가미래보고서'에서는 2030년에는 내무부, 외무부, 국방부와 기후부 등 4개 부서로 통합된다고 전망하고 있다. 제조업이 소멸하고 서비스산업에 창조산업 등은 미래전략이 가장 중요하며 교육도 미래부상과목이나 미래산업에 집중하게 되며 국가경계가 허물어지면서 교육은 어느 나라든지 돌아다니면서 하여 경쟁력을 높이려 하거나 교육포탈에 들어가기 때문이다. 예산 또한 미래부가 쥐고 미래산업에만 투자를 할 수 밖에 없게 되는데, 그 이유는 소멸산업이 급속하게 늘고, 인구감소로 복지부 등도 미래부 속으로 들어올 수밖에 없다고 본다. 농림수산식품부는 끝까지 살아남는 부서이지만 농업, 수산업, 임업만 가지고서는 그 분야 인구 감소로 힘이 부족하므로 신농업혁명처럼 물, 에너지, 식량자원 등에 대해 과감하게 부처업무로 혹은 연구과제로 시작하는 것이 중요하다.

참고문헌

1. 박영숙, 제롬 글렌, 테드 고든 등. 2012. '유엔미래보고서 2025'
2. 박영숙. 2012.'미래예측보고서'
3. Colin Mason. 2011. Short history of the future-surviving the 2030 spike
4. Edelman, P. D, D. C. McFarland, V. A. Mironov, and J. G. Matheny. 2005. In vitro-cultured meat production. Tissue Engineering 11(5-6): 659-662.
5. McFarland, D. C., Doumit, M. E., & Minshall, R. D. (1988). The turkey myogenic satellite cell: Optimization of in vitro proliferation and differentiation. Tissue and Cell, 20(6), 899–908.
6. Datar, M. Betti, Possibilities for an in vitro meat production system, Innovative Food Science and Emerging Technologies 11 (2010) at 17.
7. www.techcast.org
8. www.careeronestop.org
9. www.2100.org
10. Ana Iglesias, Sonia Quiroga, and Agustin Diz. 2012. Looking into the future of agriculture in a changing climate. Europeon Review of Agricultural Economics Vol 38(3).
11. www.verticalfarm.com
12. Dickson Despommier. 2010. The vertical farm-feeding the world in the 21st century.
13. http://www.greendiary.com/entry/proposed-algae-farm-to-capture-CO-for -fuel-and-plastic/#ixzz0mvRaW0Pf
14. Yusuf Chisti. 2007. Biodisel from microalgae. Biotechnology Advances 25

- 제 2 장 -

농업분야 물발자국 인증제 도입 전망

1. 서론

2. 물발자국의 개념 및 산정 방법

3. 해외 물발자국 연구 동향

4. 우리나라의 물발자국 연구 동향

5. 물발자국의 활용과 산업

6. 물발자국 인증 도입과 전망

7. 결언 및 제언

1. 서론

우리나라의 식량자급률은 27% 정도에 불과하다. 이는 높은 인구밀도에 비하여 경지면적이 작고 경제 발전에 따라 식생활이 변화함과 동시에 식량 소비가 증가한 결과로 판단된다. 낮은 식량자급률로 인하여 우리나라는 매년 옥수수와 콩을 비롯한 곡물을 포함하여 소고기와 돼지고기, 과일과 같은 다양한 농산물을 수입하고 있다. 농산물의 생산을 위해서는 기본적으로 작물을 재배하기 위한 물이 사용되게 되는데, 2004년에 나온 UNESCO-IHE 보고서에 의하면, 우리나라는 1ha당 약 6,700 kg의 쌀을 생산하였고, 쌀 1톤을 생산하기 위해서는 약 1,301 ㎥ 정도의 물이 사용되는 것으로 조사되었다(Chapagain and Hoekstra, 2004). 이와 같이 어떠한 농작물, 가공식품 또는 제품을 만들기 위해서 사용된 물의 총량을 '가상수'라고 하며, 이 이론은 Allan (1997)에 의해 처음 제안된 것으로 알려져 있다. 농산물의 생산에 사용된 물의 양을 산정하고, 이를 농산물 거래에 적용하면 농산물 또는 공산품을 수입 또는 수출하는 것은 실질적으로 물을 교역하는 것과 같은 효과가 있다고 할 수 있고, 우리가 수출입하는 많은 농산물은 사실상 그 농산물을 생산하기 위하여 소비된 물을 수출입한 효과로 평가할 수 있을 것이다.

지금까지 우리나라에서 물 사용량을 평가하는 것은 어떤 재화를 생산하는데 국내에서 얼마나 물이 사용되는가를 계상하고, 이에 따라 산업별로 용수 사용량을 산정한 후, 이에 따라 산업별로 얼마나 물이 필요한가를 산정하여, 이를 공급하기 위한 수자원 계획을 수립하고 관리하기 위한 것에 초점이 맞춰져 있었다. 하지만 모든 재화와 용역은 최종 소비자에게 전달되기까지 여러 단계를 거쳐서 생산되고 각 단계별 생산품에는 물이 사용되므로 각 단계별로 물 사용량을 계산하여 적용하면 물이 언제 어디서 얼마나 사용되는가를 평가할 수 있고 이와 같은 물 사용 과정을 추적하면, 최종적으로 각종 재화와 용역에 얼마만큼의 물이 사용되었는가를 알 수 있는데, 이를 물발자국(Water Footprint)이라고 한다. 각종 생산품과 서비스에 대한 물발자국을 산정하면 지금까지 단지 산업별 물수요량을 추정하고 이에 따라 수자원을 개발하던 정책에서 물을 자원과 교역, 개인의 소비패턴과 재화를 따라 흐르는 개념으로 재조명할 수 있는데, 이는 물 사용과 관리에 새로운 시각을 제시할 뿐만 아니라 물을 경제적인 관점에서 볼 수 있게 하고 새로운 산업을 창출할 수 있는 기회를 제공할 수도 있다.

이와 같은 배경에서 가상수와 물발자국의 개념을 소개하고 우리나라 농업분야의

물발자국 연구 동향, 해외 연구동향, 활용사례 그리고 이를 바탕으로 농업분야 물발자국 인증제도 도입 전망을 살펴보고자 한다.

2. 물발자국의 개념 및 산정 방법

한 국가에서 사용되는 물의 이력, 즉 물이 어떻게 사용되고, 어디로 이동하는지에 대하여 수자원 관리 측면에서 살펴볼 필요가 있는 데, 이러한 개념을 나타낸 것이 물발자국(water footprint)이다. 물발자국 개념은 Allan(1997, 1998)이 제시한 농산물 거래에 있어서 도입된 가상수 거래 개념과 1996년 Wackernagel와 Rees가 개발한 생태발자국 (Ecological footprint) 개념을 통합하여 발전되었다. 가상수란 Allan (1997)에 의해 제안된 이론으로써 어떤 제품이나 서비스를 공급하기 위해 사용되는 물의 양을 의미한다. 생태발자국이란 인간이 지구에서 삶을 영위하는 데 필요한 의식주 등을 제공하기 위한 자원의 생산과 폐기에 드는 비용을 토지로 환산한 지수를 말하는 것으로써, 인간이 자연에 남긴 영향을 발자국으로 표현하였다. 생태발자국에서는 인간의 삶을 유지하기 위하여 필요한 재화를 토지 개념으로 나타내었다면, 물발자국은 한 국가에서 재화를 생산하는데 필요한 물 사용량을 가상수로 표현한 것이다.

Hoekstra와 Hung(2002)는 각 국가별 물발자국을 가장 먼저 산정하였는데, 이 연구에서는 1995~1999년의 국가별 작물 생산량 및 수출입량을 이용한 국가별 물발자국을 산정하였다. 이후 Chapagain과 Hoekstra(2003)는 각 국가별 축산 및 축산가공품에 대한 가상수 산정을 하였는데, 가공품에 대해서는 생산비율(product fraction)이라는 개념을 도입하여 가상수를 산정하였다. 이들 연구에 의하면 미국, 캐나다, 태국, 아르헨티나 등이 가장 많은 가상수를 수출하고, 스리랑카, 일본, 네덜란드 및 대한민국 등이 가장 많은 가상수를 수입하는 것으로 나타났다. Chapagain과 Hoekstra(2004)는 위 두 연구를 종합하여 1997~2001년의 통계자료를 바탕으로 농축산물, 그 가공품 및 공산품에 대하여 가상수를 산정하였고, 그 결과를 이용하여 국가별 물발자국을 추정하였다.

한편, 물발자국은 사람들의 소비와 관련된 물이용을 나타내기 위한 지표로도

사용되었다(Hoekstra, 2002). 한 나라의 물발자국은 한 국가에 거주하는 사람들이 소비하는 상품과 서비스를 생산하는 데 필요한 물의 양으로 정의된다(MCT & KWRC, 2006). 즉, 어떤 나라에서 생산품이 생산되기 위해서는 물이 사용되는데, 이 생산품이 다른 나라로 수출 또는 수입되면서 실질적으로 물이 이동되는 것이다. 따라서 한 국가의 물발자국은 국내 수자원의 이용량에서 다른 나라로 이동하는 가상수를 제외하고 국내로 유입되는 가상수를 합하여 산정한다.

일반적으로 한 국가의 물 이용경로 산정식은 식(1),(2) 그리고 (3)과 같다. Fig. 1은 농산물의 산정 과정을 그림으로 나타낸 것이다(Chapagain and Hoekstra, 2004).

$$WFP = IWFP + EWFP \qquad (1)$$

여기서, IWFP(Internal water footprint)는 한 국가의 내부적인 물발자국인데, 그 나라의 거주자에 의해 소비되는 상품과 서비스를 생산하기 위해 사용되는 국내 수자원의 양을 의미한다. EWFP(External water footprint)는 한 국가의 외부적인 물발자국으로 그 나라의 거주자들이 소비를 위해서 수입되는 상품과 서비스를 생산하기 위해서 다른 나라에서 사용된 물의 양이다. IWFP와EWFP는 식(2), (3)과 같이 산정된다.

$$IWFP = AWU + IWW + DWW - VWE_{dom} \qquad (2)$$

여기서, AWU(Agricultural water use)는 농업분야에서의 가상수 사용량으로 작물소비수량을 의미한다. AWU에는 유효우량을 포함하지만, 관개 또는 재배를 위한 관리수량은 거시적인 측면에서 회귀수량으로 간주한다. IWW(Industrial water withdrawals)와 DWW(Domestic water withdrawals)는 공업용수와 생활용수를 각각 의미한다. VWE(Virtual water export)는 국내에서 생산되어 다른 나라로 수출된 재화의 가상수의 사용량을 의미한다.

$$EWFP = VWI - VWE_{re-export} \qquad (3)$$

여기서, VWI(Virtual water import)는 국외에서 생산되어 국내로 수입된 재화의 가상수를 의미하고, VWE(Virtual water export)는 수입된 재화 중 최종적으로 다시 수출된 재화의 가상수량을 의미한다.

그림 2는 한 국가의 물발자국을 생산과 소비, 그리고 수출입을 고려하여 가상수 개념을 적용하여 표현한 것으로서, 일반적인 물 소비 통계는 한 국가내에서 소비되는 수량을 산정할 뿐 국내외로 수출입되거나 다시 수입 후 수출되고, 생산한 후 수출되는 가상수를 고려할 수 없음을 보여주고 있다.

한편 Hoekstra et al.(2011)은 한 단계 더 나아가 한 국가 내에서의 가상수 사용량을 나타내는 물발자국과 용수의 종류에 따라 녹색수(Green Water), 청색수(Blue Water), 회색수(Grey Water)로 구분하였다. 녹색수는 강수에 의하여 공급되는 용수를 나타내며, 주로 농업에서 작물의 재배에 이용된다.

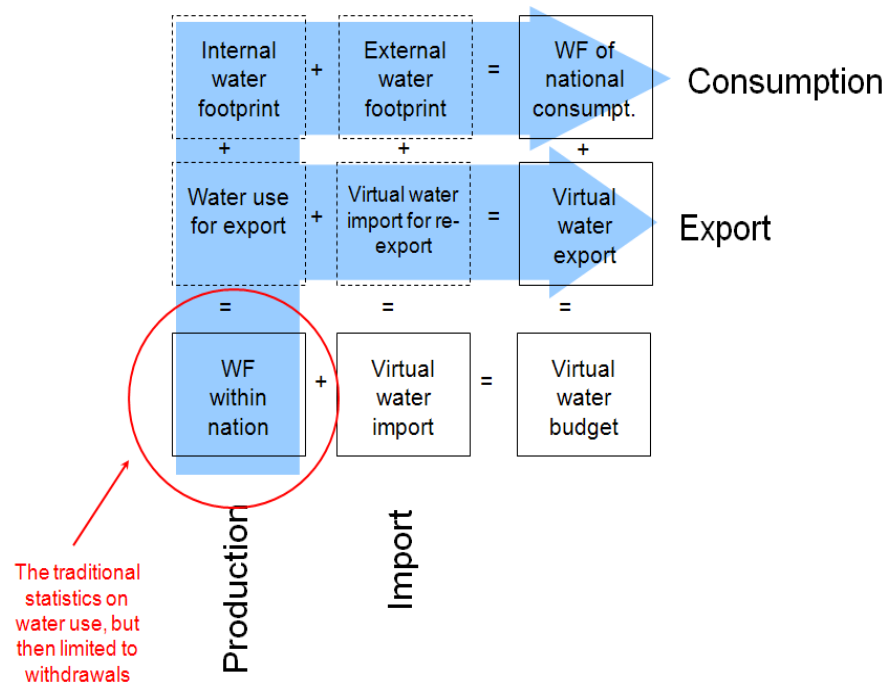


그림 1. 물발자국 산정에 있어서 생산과 소비, 수입과 수출 측면에서의 산정 요소와 개념

청색수는 관개나 용수시설에 의하여 공급되어 이용되는 지표수나 지하수 수량을 의미하며, 회색수는 생산과정에서 수질이 저하된 경우 활용 가능한 수체로 환원하기 위하여 필요로 하는 수량으로서, 이 또한 추가로 필요한 수량으로 판단하여 산정하게 된다. 이와 같은 구분은 용수원별로 용수 사용량을 판단하게 되므로 향후 용수 절약을 위하여 강수의 활용도를 증가시켜야 할지, 수질 저하를 줄여야 할지 등과 같은 판단을 내릴 수 있도록 한다.

3. 해외 물발자국 연구 동향

Allan(1997)이 가상수 개념을 제시한 이후, 한동안 물부족이 심각한 MENA (Mid -East and North Africa) 지역의 농산물 수입이 경제적인 측면과 물 공급 및 수자원 개발 측면으로 살펴보았을 때 어떤 의미로 해석될 수 있는지 연구가 진행되었다. 이후 Chapagain과 Hoekstra가 물발자국 개념을 도입하여 발전시키면서 탄소발자국같이 다양한 분석과 평가가 진행되고 있으며, 현재는 Water Footprint Network(www.waterfootprint.org)를 통하여 연구진행 상황을 살펴볼 수 있다.

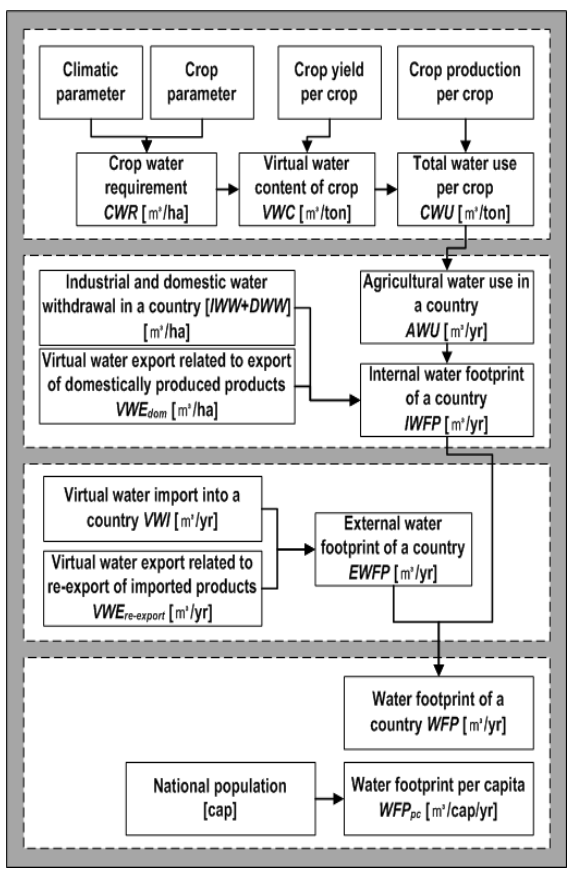


그림 2. 한 국가의 농산물 물발자국 산정
(Chapagain and Hoekstra, 2004)

연구 내용은 주로 국가별, 품목별 물발자국 산정, 수자원 취약성 평가, 가상수 거래량, 기업의 물발자국 평가 등으로 이루어지고 있다. 그 중 대표적인 것은 다음과 같다.

Chapagain 과 Hoekstra (2004)는 국가별 물발자국 추정 결과, 국가별 물발자국, 수자원 부존량을 비교하여 물 희소성, 국가 물 자급률 및 물 수입 의존도를 산정하였다.

이 연구에 의하면 우리나라는 스리랑카, 일본, 네덜란드에 이어 세계에서 네번째로 많은 물을 수입하는 국가로 보고하였다.

또한 우리나라는 물 희소성이 79%, 국가 물 자급률이 38%, 물 수입 의존도가

62%로써, 물 수입 의존도가 전 세계 나라 중 16위로 나타나 물 수입 의존도가 비교적 높은 것으로 나타났다.

물 수입 의존도가 높은 우리나라의 경우, 만약 전 세계적인 가뭄·홍수 등과 같은 재해로 인하여 국제적인 무역에 문제가 발생하여 농축산물을 적절한 시기에 수입하지 못할 경우가 발생할 수 있다. 이 경우 농작물 생산에 필요한 농경지나 기술의 여력이 충분하더라도 수자원 부족으로 필요한 양의 농작물 생산에 어려움을 겪을 수도 있다. 이는 한정된 수자원에 대하여 농업, 생활 및 공업용수 등의 이용에 대한 갈등으로 이어져 극심한 사회혼란이 야기될 수 있으므로, 국가적 차원에서 본다면 가상수는 각 국가별로 물과 관련된 정책을 세우는 데 중요한 고려 사항이 될 수 있다.

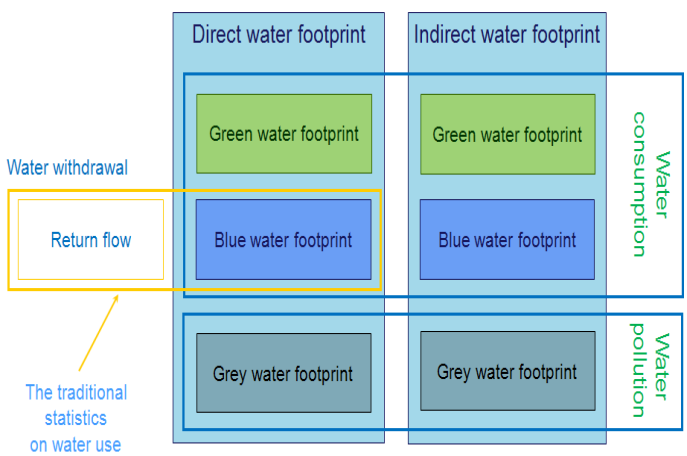


그림 3. 녹색수, 청색수, 회색수 그리고 회귀수를 물의 소비와 오염으로 구분하고 일반적인 물 사용량 산정 (노란색 상자)과 비교한 물발자국 산정 내용

농업 가상수는 작물 재배 조건인 기상 조건, 영농 방식 등의 조건에 따라 달라질 수 있으며, 이에 따라 각 국가는 국가별 농업생산물에 대한 가상수를 산정하여 농업분야의 용수 사용에 대한 물발자국 추적이나 국가적인 농업용수 정책에 활용하여야 할 것으로 판단된다.

물발자국 인증에 있어서 활용 가능성이 높은 두 개의 저서가 출판되어 있는데, 이는 향후 물발자국 산정의 프로토콜로 활용될 가능성이 높은 저서로 판단된다.

이는 Hoekstra와 Chapagain(2008)이 저술한 'Globalization of water :

Sharing the planet's freshwater resources'와 2011년 Hoekstra 등이 발간한 'The water footprint assessment manual : Setting the global standard' 이다. 두 책은 물발자국 네트워크 웹사이트에서 볼 수 있다.

4. 우리나라의 물발자국 연구 동향

우리나라에서의 가상수와 물발자국 연구는 유승환(2009)등이 한국의 농산물 44개 품목에 대하여 대한 가상수를 산정하고 제시하였으며 이는 표 1과 같다. 또한 이상현(2010)등은 우리나라에서 사용이 폭발적으로 증가한 커피에 대하여 가상수 흐름을 분석하였다. 또한 Yoo et al.(2011)은 우리나라의 곡물 수출입에 따른 가상수 수출입을 산정하고 어떤 국가와 가장 많은 곡물 가상수가 교역되는지를 제시하였다 (그림 4, 5).

Crop			VWC (㎥/ton)		Crop			VWC (㎥/ton)	
			Korea	Global[1] Average				Korea	Global[1] Average
Cereals	Rice	Rice, Paddy	1600.1	2290.6	Vegetables	Leaf Vegetables	Chinese Cabbage	43.1	211.3
	Barley & Wheat	Barley	823.0	1387.7			Cabbage&Brassica	64.2	
		Wheat	1071.6	1333.5			Spinach	92.9	144.3
		Rye	2869.4	901.4			Lettuce	108.5	132.6
	Pulses	Soybean	3308.5	1788.8		Root Vegetables	Radish	70.0	131.0
		Red Bean	3069.0	4252.9			Carrot	105.1	
		Mung Bean	3889.5	-		Seasoning Vegetables	Hot Pepper	1368.0	322.8
		Pulses, n.e.s.	2503.7	3929.3			Garlic	222.5	518.3
	Miscella-neous Grain Crop	Millet	3023.3	4596.3			Spring Onion	256.8	214.3
		Sorghum	2546.7	2852.8			Onions	93.9	346.2
		Maize	1021.8	909.2			Ginger	481.2	1792.3
		Buckwheat	2639.6	2360.0		Fruits	Apple	527.5	697.5
		Miscellaneous Cereals, n.e.s.	1912.6	-			Pear	383.9	727.5
							Peach	519.5	1193.8
							Grape	278.9	654.5
	Tuber Crop	Sweet potato	364.3	302.8			Mandarin	229.3	577.8
		Potato	134.8	255.0			Persimmon	640.2	-
Vegetables	Fruits Vegetables	Watermelon	109.9	159.9			Plum & Sloe	646.6	1612.4
		Other Melons	103.5	183.4			Fruit Fresh, n.e.s.	1188.2	-
		Strawberry	104.6	275.8		Oil Crops	Rapeseed	3817.7	1610.6
		Cucumber	52.0	242.2			Sesame Seed	7633.4	8888.6
		Pumpkin	130.4	234.5			Perilla Seed	4941.5	-
		Tomato	56.0	183.8			Ground Nut	2444.8	3145.0

1) Chapagain and Hoekstra, 2004

표 1. 우리나라 농산물의 가상수 사용량 (유승환, 최진용 등 2009)

또한 현재에는 농촌진흥청, 한국농어촌공사 그리고 서울대학교에서 농산물과 축산물에 대한 물발자국 산정 연구를 진행하고 있다.

5. 물발자국의 활용과 산업

이와 같이 물발자국은 한 국가에서 사용되는 물의 이력, 즉 물이 어떻게 사용되고, 어디로 이동하는지에 대하여 정량적으로 제시해주는 역할을 해주지만 이를 통하여 여러 가지 다른 측면으로 살펴볼 수 있는 함의를 가지고 있다.

국가적으로는 산업별 용수사용량을 알 수 있으며, 이를 국내에서 충당하는 용수와 해외에서 수입에 의존하여 가상수의 형태로 국내로 반입되는 양을 평가할 수 있다.

그림 4. 우리나라 쌀에 대한 가상수 흐름 (Yoo et al. 2011)

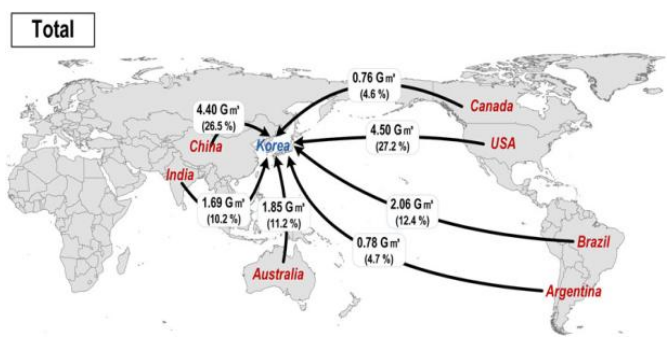


그림 5. 우리나라 곡물의 수입에 따른 가상수 수입량 (Yoo et al., 2011)

이를 통하여 국내 용수의 부존량과 비교하여 국가의 용수 의존도를 산정하고 취약성을 평가할 수 있다. 특히 물발자국의 82.5 % 전후를 차지하는 1차 생산물인 농축산물의 물발자국에 대한 수입의존도가 높은 우리나라의 경우에는 식량자급률이 낮기 때문에 해외 주요 수입국가에 대한 수자원 상황을 면밀히 모니터링해야 하는 이유가 된다.

국민 1인당 물 사용량을 생활용수 뿐만 아니라 각종 재화나 서비스를 포함하여 산정할 수 있고, 이것을 국내용수와 수입용수로 구분하여 계산해 볼 수 있다. 이는 곧 국민에게 용수의 중요성과 개인이 일상생활에서 얼마나 많은 물을 잠재적으로 사용하고 있는지 일깨워 줄 수 있다. 육류 위주의 식사와 채식 위주의 식사가 얼마나 가상수 사용에 있어 차이가 있는지를 계산하여 국가적으로 다이어트와 채식의 중요성에도 활용될 수 있다.

Hoekstra(2012)는 육류와 낙농에 사용되는 물발자국을 평가한 후 이를 바탕으로 육류 위주의 식사가 하루에 1,300 liter의 물을 더 사용할 수 있음으로 보고하였다. 즉, 채식 위주의 식사가 건강에 좋을 뿐만 아니라 환경적 측면에서 물 절약에도 기여할 수 있음을 알려주고 있다. (표 2)

Item	Meat diet			Vegetarian diet		
	kcal/day[1]	L/kcal[2]	L/day	kcal/day[3]	L/kcal[2]	L/day
Animal origin	950	2.5	2,375	300	2.5	750
Vegetable origin	2,450	0.5	1,225	3,100	0.5	1,550
Total	3,400		3,600	3,400		2,300

[1]The numbers are taken equal to the actual daily caloric intake of people in the period from 1997 to 1999 (FAO, 2011).
[2]For each food category, a rough estimate has been made by taking the weighted average of the water footprints (L/kg) of the various products in the food category (from Hoekstra and Chapagain, 2008) divided by their respective caloric values (kcal/kg). The estimate for food of vegetable origin coincides with the estimate made by Falkenmark and Rockström (2004); for food of animal origin, Falkenmark and Rockström (2004) use a greater value of 4 L/kcal.
[3]This example assumes that the vegetarian diet still contains dairy products.

표 2. 3,400 Kcal 기준 육류와 채식 위주 식단에 따른 1인당 1일 가상수 소비량 비교(Hoekstra, 2012)

산업 측면에서는 용수의 확보가 어려워지고 산업간 물 사용에 있어 갈등이 있는 가운데 원료와 생산 그리고 유통에 이르는 과정에서의 물 사용량을 평가하여 단계별로 용수의 낭비요소를 없애고 원가를 절감하며 환경 친화적인 재화를 생산할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

최근에는 코카콜라회사에서 그 회사의 주력 상품인 콜라와 오렌지 쥬스에 대한 물발자국 평가를 실시하고 보고서를 공개하여 물발자국을 활용한 기업의 물 절약에 대한 노력을 인정받은 바가 있으며, 다국적 종이회사인 UPM이 제지과정에서의 물발자국 산정의 사례를 제시하여 기업의 물발자국 평가에 대한 유의성을 제시한 바 있다. (그림 6)

그림 6. 다국적 기업인 코카콜라와 제지회사UPM의 상품에 대한 물 발자국 평가보고서

6. 물발자국 인증 도입과 전망

우리나라 물 사용량 평가는 산업별로 용수사용량을 산정한 후, 이에 따라 산업별로 얼마나 물이 필요한가를 계산하여, 이를 공급하기 위한 수자원 계획을 수립하고 관리하기 위한 것이었다. 하지만 모든 재화와 용역은 최종 소비자에게 전달되기까지 여러 단계를 거쳐서 생산되고 각 단계별 생산품에 물이 사용되므로 각 단계별로 물 사용량을 계산하여 적용하면 물이 언제 어디서 얼마나 사용되는가를 평가할 수 있고, 이와 같은 물 사용 과정을 추적하면 최종적으로 각종 재화와 용역에 사용된 물의 양을 물발자국(Water Footprint) 산정을 통해 알 수 있다.

이는 단지 산업별 물수요량을 추정하고 이에 따라 수자원을 개발하던 정책에서 물을 자원과 교역, 개인의 소비패턴과 재화를 따라 흐르는 개념으로 살펴볼 수 있으며 물발자국 인증 제도와 같은 새로운 산업을 창출할 수 있는 기회를 만들 수 있다.

1) 인증제의 필요성

물발자국 인증제도는 기본적으로 유한한 자연재로서 인식되고 있는 물의 사용에 있어서 경각심을 갖고 효율적인 사용을 하기 위한 제도로서 평가되어야 할 것이다.

또한 물의 궁극적인 소비 주체인 소비자와 제품을 생산하는 소비자 그리고 각각의 국가와 세계 여러 나라의 수자원 보전과 활용에 긍정적인 제도가 되어야 할 것이다.

물발자국 인증제도는 물 사용에 있어서

- 소비자에게는 생산품을 사용하는데 있어서 물을 얼마나 사용했고 수질을 얼마나 훼손했는가에 대한 정보를 제공할 수 있을 것이며
- 생산자에게는 물발자국을 통하여 생산과정별 물사용량을 평가하여 절약을 유도하고 수질인증(그레이 워터)을 통해 수질 개선에 기여하고 환경친화적인 제품 생산과정 도입을 유도하며
- 국가는 내부적으로 제품에 사용되는 산업별 물의 양을 평가할 수 있고, 조절가능하며 물발자국 양이 가장 큰 국제간의 농산물 교역을 물 교역으로 평가하여 각 국가의 수자원 계획 수립에 활용하고 가상수 수입/수출이 많은 국가와 교역에 있어서 대비할 수 있는 정책 마련에 도움이 될 수 있을 것이다.

2) 물발자국 인증 추세

물발자국 인증을 위한 국제적인 표준은 아직 마련되어 있지 않은 실정이다. 하지만 현재 다국적 컨설팅회사에서는 탄소인증제와 같이 water footprint certification 또는 verification이란 단어를 사용하면서 다국적 기업이나 대기업 중심으로 물발자국 검증 사업을 이미 시작하였다. 물발자국 인증을 회사의 사업영역으로 진행하고 있는 회사는

- Water footprint Certification Consultancy(www.waterfootprint.co.za),
- TÜVRheinland(www.tuv.com),
- PE International(www.pe-international.com/international)
- CICS(www.cicsglobal.com/eu/verification/water-footprinting/)

등이 있으며, PE International은 GaBi Software를 이용하여 LCA 기반 Water

Footprint service를 제공하고 있으며 이 회사는 우리나라 POSCO의 탄소발자국 평가 용역을 수행한 것으로 되어있다. CICS는 Sustainability Assurance and Management Systems Certification이라는 제목으로 아직 물발자국에 대한 국제표준이 마련되어 있지 않기 때문에 현재는 탄소발자국 제도인(ISO 14064 - 1; WRI-WBCSD)를 준용하여 물발자국 평가를 제공하는 것으로 되어 있다.

그림 7. TÜVRheinland회사의 DA AI 기업에 대한 물발자국 검증서

3) 물발자국 인증 전망

기후변화와 더불어 수자원의 보호와 효율적 사용이 보다 강조되고 있는 상황에서 수자원에 대한 사용에 있어서 산업에서 물발자국의 평가와 검증은 향후 보다 그 필요성이 대두될 것으로 판단된다. 이는 국제표준기구 ISO(International Organization for Standardization)에 의해 표준으로 제정되고, 향후 'The Greenhouse Gas Protocol'과 같은 형태의 'Water Footprint Protocol'이 제정되면 인증제가 보다 가속화될 것으로 예상된다. ISO 14064-1에 의한 탄소발자국 인증은 인벤토리 작성 위주의 검증인데, 이를 감안한다면 물발자국

검증에 있어서도 기업의 물 사용에 대한 생산단계별 모니터링과 인벤토리 작성이 기본적으로 이루어져야 할 것이다. 기업이나 농축산물 생산에 사용되는 수량에 대하여 표준 프로토콜을 따르고 있고 정량을 사용하는가? 배출 수질이 평균적인 값에 해당하는가? 가 평가의 주요 요소가 될 가능성이 높다.

이를 위하여 국제적으로는 물발자국에 대한 프로토콜 셋업이 진행될 것이며, 기업은 이를 위하여 물사용에 대한 정성적 평가로서 생산자 가상수 산정/물사용량 지수와 정량적 평가 현장 평가 및 인벤토리 작성이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

7. 결언 및 제언

재화에 사용된 물의 양을 평가하는데 있어서 가상수 개념으로 출발하여 이제는 물사용 이력을 통합하여 물발자국 개념으로 발전하였다. 이는 한편으로는 국제 식량안보와 가상수 거래를 통해 물 부족 국가에 대한 물 풍족 국가가 자원의 우위를 점하는 개념으로도 발전하고 있다.

농축산물 물발자국이 전체 물발자국의 82.5% 정도를 차지할 정도로 중요한 위치를 차지하고 있어 농업분야의 물발자국 인증제 도입에 따른 준비가 이제 시작되어야 할 것으로 판단된다. 물론 초기에는 인벤토리 작성이 주를 이루는 형태가 되겠지만, 발전하면 가상수 거래 및 물 사용량 규제가 뒤를 이을 수 있다. 물발자국 인증제가 도입되면 수자원 사용량이 투명해지면서 국가 수자원 관리에 도움이 될 수도 있다. 이는 인증을 위한 인벤토리 작성은 사용량의 투명한 관리 측정과 관리를 통해서 이루어질 수 있기 때문이다. 하지만 기업에겐 탄소발자국과 같이 또 다른 비용으로 부담이 될 수 있는 점을 감안한다면 조기 정착을 위하여 인증을 실시한 기업에게는 환경적 측면에서의 인센티브를 고려할 수 있을 것이다. 우리나라가 녹색성장을 다음 산업으로 방향을 설정했다면 물발자국 인증을 위한 준비를 게을리할 수 없을 것으로 판단되며, 이를 지원하기 위한 제반 여건 마련에 힘을 모아야 할 것이다.

참고문헌

1. 유승환, 최진용, 김태곤, 임정빈, 전창후, 2009, 한국의 농산물 가상수 산정, 한국수자원학회지 제42권 제11호, pp. 911-920
2. 이상현, 최진용, 유승환, 2010, 커피무역을 통한 한국의 가상수 흐름 분석, 한국관개배수논문집, 제17권 제1호, pp. 62-73
3. Allan, J.A. 1997. ´Virtual Water´: A Long Term Solution for Water Short Middle Eastern Economies. British Association Festival of Science. University of Leeds. 9 September 1997.
4. Allan, J.A., 1998, Virtual Water: A Strategic Resource. Global Solutions to Regional Deficits. In Ground Water, Vol. 36, No. 4 ;545-546
5. Chapagain, A.K. and A.Y. Hoekstra, 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products, Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE.
6. Chapagain, A.K. and A.Y. Hoekstra, 2003. Water footprints of nations, Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE.
7. Hoekstra, A.Y. and P.Q. Hung, 2002. Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE Institute for Water Education.
8. Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K., 2008, Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources, Blackwell Publishing, Oxford, UK.
9. Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M., 2011, The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK.
10. Hoekstra, A.Y., 2012, The hidden water resource use behind meat and dairy, Animal Frontiers, 2(2): 3-8.
11. Yoo S. H., Taegon Kim, Jeong-Bin Im, Jin-Yong Choi, 2011, Estimation of the international virtual water flow of grain crop products in Korea, Paddy and Water Environment, Vol. 10(2), pp. 83-93

- 제 3 장 -

기후변화와 농업의 미래전망

1. 기후변화 현황
2. 기후변화와 농업
3. 신개념 농업 사례
4. 각국의 농업부문 대응 현황

1. 기후변화 현황

1) 세계 기후변화 현황

(1) 세계 기후변화 현황과 전망

○ 정부간기후변화협의체(IPCC)는 4차 평가보고서에서 지난 100년(1906~2005)간 지구 평균기온은 0.74도 상승, 해수면은 17cm 상승, 북반구 적설면적은 매 10년마다 2.7%씩 감소하고 있다고 보고

- 해양은 최근 50년간 기후시스템에 의해 축적된 열의 80% 이상을 차지하고 있으며, 3000m 깊이까지 온도가 상승하고 있는데, 특히 상층 700m에서 광범위한 온난화가 진행되었고, 해양은 이산화탄소 배출량의 반 정도를 흡수하여 해양 표층이 산성화되고 있으며, 해수면에서 증발량이 증가한 지역에서 염분도 상승
- 지역에 따라 기온과 강수량 패턴이 변화하여, 특히 20세기 후반의 폭염, 집중호우 등 극한현상이 증가
- 추위와 관련된 현상은 감소하고 더위와 관련된 현상은 증가하며, 겨울이 짧아지는 한편 식물 생장기간은 길어지는 추세
- 동식물의 서식지가 고위도 또는 고산으로 이동하는 변화가 나타났으며, 물리 및 생태계에 나타나는 변화의 89% 이상이 온난화와 관련이 있다고 보고됨
- 2100년까지 온실가스로 인한 기온 상승폭이 평균 1.8~4.0도[1.1~6.4도] 상승할 것으로 전망, 20세기의 변화폭보다 3배 이상으로 가속화될 것으로 예상

○ 기후변화의 주요 원인으로는 화석연료 사용 급증 등으로 인한 온실가스의 대기 중농도가 증가하여 20세기 후반의 온난화를 발생시켰을 가능성이 매우 높다고 평가

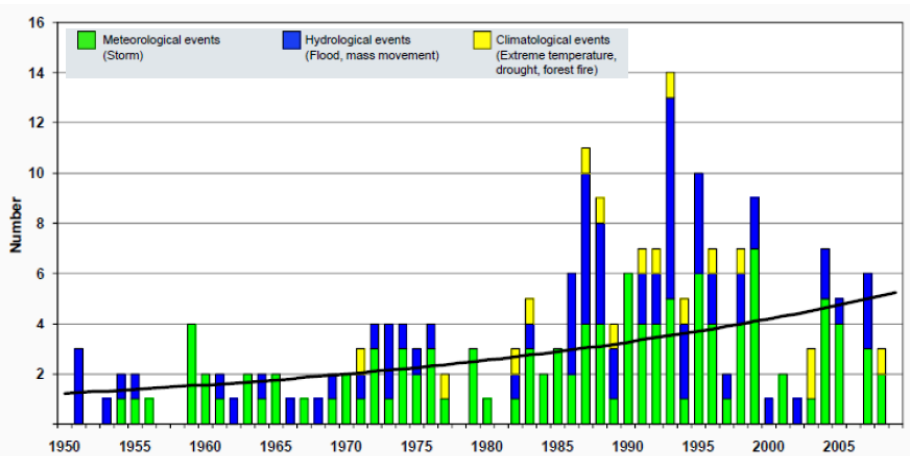
- 이산화탄소 농도는 산업혁명 전 280ppm에서 2010년 389ppm으로 39% 증가하여 가장 큰 영향

(2) 자연재해와 극한현상

○ 최근 60년 동안 세계적으로 자연재해 발생과 피해 규모가 지속적으로 증가하는 추세

- 1994년과 2005년의 경우 총 피해액이 2000억 달러를 초과하였으며, 2008년에도 1500억 달러 정도의 피해 발생
- 자연재해로 인한 피해 중 32%가 지진 등 지구물리현상으로 인한 피해이며, 나머지는 기상현상(기상, 수문, 기후)으로 인한 피해가 대부분을 차지

- 기상현상으로 인한 재산피해(가뭄 제외)는 태풍(열대성 폭풍)과 홍수로 인한 피해가 80% 이상을 차지하는 것으로 분석



출처 : Munich Re, 2010
(http://www.munichre.com/app_pages/www/@res/pdf/NatCatService/great_natural_catastrop hes/1950-2009 Great weather catastrophes Number en.pdf)

그림 1. 1950~2010년 세계 기상재난 발생빈도

○ 최근 정부간기후변화위원회(IPCC) '기후변화 적응을 위한 극한현상과 재해의 위험관리 특별보고서'에서 20세기 후반에 폭염과 집중호우가 증가하며 해수면 상승 추세가 나타나고 있으며, 21세기 후반에는 이러한 추세가 더욱 빨라질 것이라고 평가

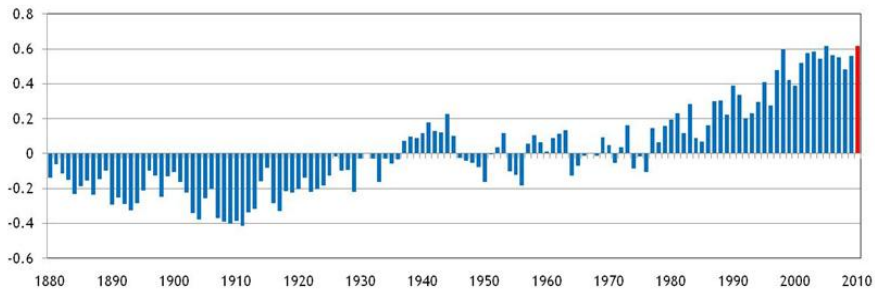
- 20년 빈도의 폭염은 2~5년, 집중호우는 5~15년으로 짧아져 더 자주 나타날 것으로 예상

(3) 2010~2011년 이상기후

○ 지구평균기온은 1901~2000년 평균값과의 편차를 표시

- 1940년 이전에는 지구 평균기온의 편차가 음으로 2010년보다 약 0.8도 낮은 상태
- 1940년대에서 1970년대에는 기온의 추세가 없이 평균값과 유사한 상태가 유지

- 1980년 이후 지구 평균기온의 편차는 지속적으로 양의 값을 나타내고 이는 온난화가 지속되고 있음을 나타냄
- 1998년을 제외하고 지난 10년 동안 가장 높은 양의 값의 편차를 나타냄



출처 : 미국 NOAA 국가기후자료센터

그림 2. 1880~2010년 지구평균기온 시계열

표 1. 2010년 주요 이상기후 발생 및 피해상황

종류	발생일	지역	피해상황
한파 폭설	2009.12.1	영국, 독일, 프랑스, 폴란드, 스위스	- 폭설을 동반한 이상 한파로 공항이 폐쇄 - 폴란드 등 유럽에서 모두 28명 동사 - 영국의 수천개 학교가 휴교
	2010.1.2~6	중국 베이징	- 59년만의 폭설(33cm)로 항공대란 발생
	1.3~4	미국	- 아이오와에서 최저기온 -29℃로 최악의 한파 발생
	1.1~3	인도 북부	- 한파로 60여명 사망
	1.6	영국 런던	- 25cm 폭설과 50년만의 한파 발생
집중호우 홍수	7.26~30	파키스탄	- 집중호우로 2,000만 명의 이재민 발생 - 홍수로 국토 20%침수, 150억 달러 피해 발생
	6.13~26	중국	- 폭우로 인해 381명 사망 - 838억 위안(약15조원) 피해 발생
	11.14	프랑스	- 50년만의 최악의 호우 발생
	1.1~7	케냐	- 3만 명의 이재민 발생
가뭄, 폭염, 산불	7월초~ 8월 중순	서부 러시아	- 폭염으로 인해 1만 5천여 명 사망 - 7월 29일 모스크바 38.2℃ 최고기록 - 3만 여건의 화재 발생
	7.17~9.5	일본	- 기상관측 이래 최악의 폭염 발생, 503명 사망

출처 : 2010년 이상기후 특별보고서(녹색성장위원회, 기상청)

○ 2010년에는 세계 각지에서 이상기후로 인한 피해가 발생

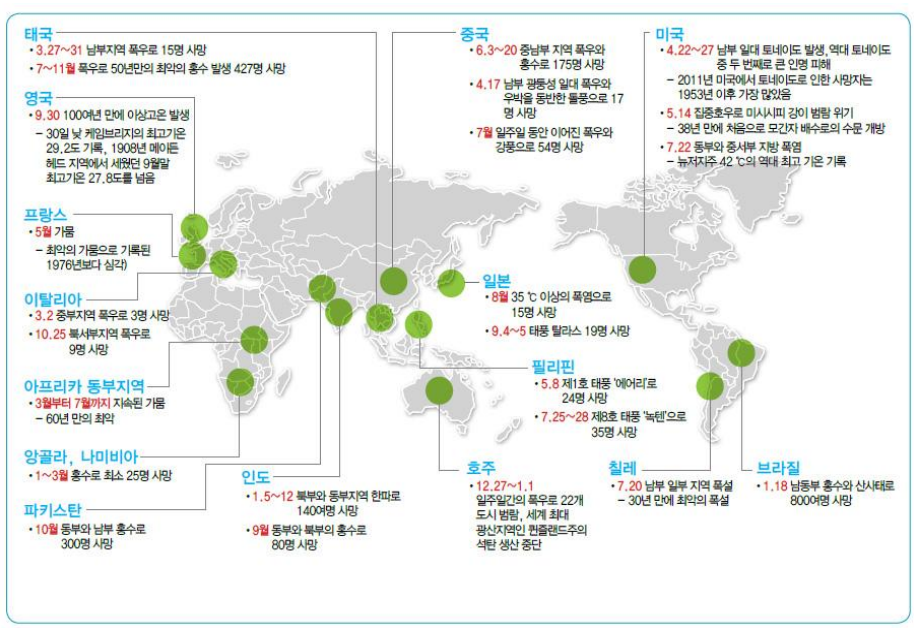
- 폭우, 홍수, 태풍으로 인하여 중국, 파키스탄, 인도, 필리핀 등 아시아 지역과 미국 중서부 지역에서 3천여 명 사망, 20만 명 이상의 이재민 발생
- 러시아는 7월에 130년 만의 기록적인 폭염
- 북반구에서 한파와 폭설이 나타나는 동안에도 브라질이나 오스트레일리아에서는 홍수가 발생하였고, 북반구에서 폭염과 가뭄이 나타난 시기에 한파 발생

2) 국내 기후의 현황

(1) 기후변화 현황

○ 우리나라의 기후변화는 세계 기후변화와 비슷한 추세를 보임

- 기온은 겨울과 봄에 가장 크게 상승하고 여름에는 기온이 상대적으로 적게 상승



출처 : 2011년 이상기후보고서,(녹색성장위원회)

그림 3. 2011년 세계 이상기후 발생분포도

○ 2011년 북극지역의 이상고온으로 북반구 대부분에서 한파와 폭설 발생

○ 미국은 토네이도, 홍수, 가뭄, 폭염, 허리케인 등으로 막대한 피해 발생

○ 중국과 호주는 홍수, 일본은 태풍과 폭염, 유럽에서는 가뭄, 홍수, 폭염 발생

- 기온 상승에 따라, 열대야 증가 등 고온현상이 증가하고 영하일, 서리일, 결빙일과 같은 저온일이 감소하였으며, 겨울은 짧아지고 여름은 길어지는 현상 발생
- 냉방일수는 증가하고 난방일수는 감소하여 에너지 수요에 영향을 미쳤을 것

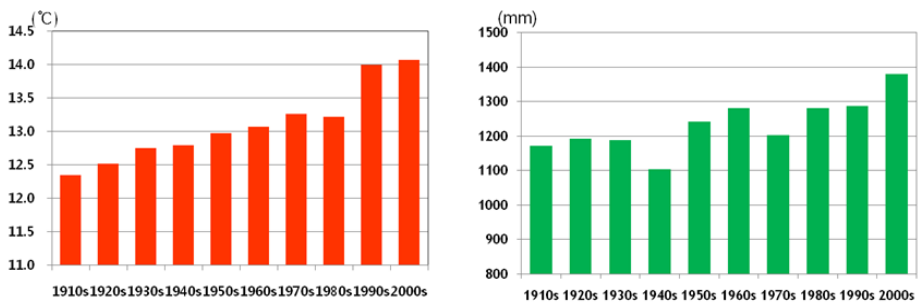


그림 4. 우리나라 10년 평균기온과 강수량 변화

표 2. 도시별 기후변화 추세

도시	강릉	서울	인천	대구	부산	목포	평균
기온변화율 (℃/10년)	0.16	0.24	0.18	0.24	0.17	0.09	0.28
강수량 변화율 (mm/10년)	29.7	25.1	23.3	16.5	20.2	13.3	21.7

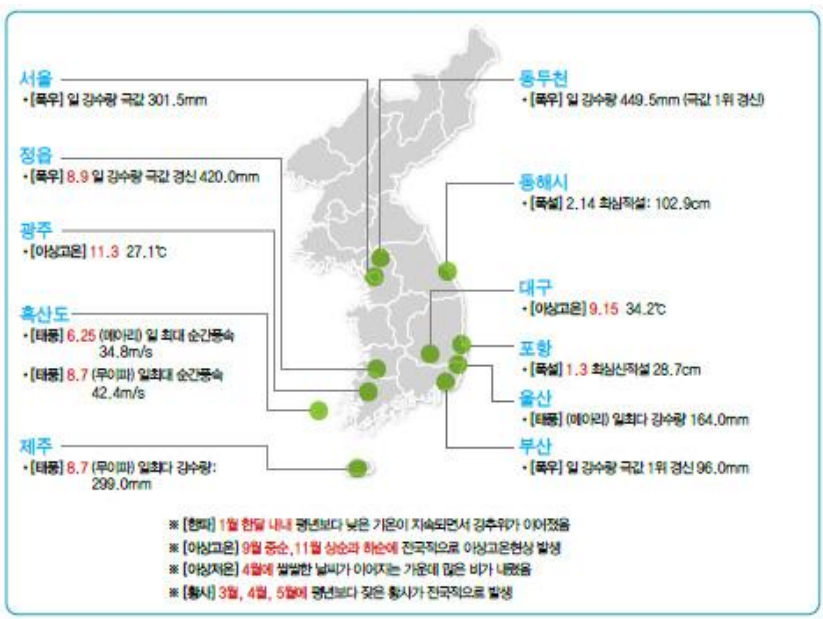
출처 : 2011년 기후변화 시나리오와 농업적 활용(농업관측센터)

(2) 2010~2011년 이상기후

○ 2010년 우리나라의 평균기온은 평년보다 0.4도 높고, 강수량은 110% 정도로

평년과 비슷하였으나 봄철 이후 농작물 작황 악화로 농작물 가격의 변동폭이 매우 컸으며, 기후영향으로 에너지 소비가 증가하는 등 다양한 이상기후 발생

- 폭설, 폭우의 경우에는 일부 지역에서 기상관측 이래 최고치 갱신
- 겨울에는 한파와 폭설, 봄에는 이상저온으로 농작물 피해가 발생하고, 여름은 평년보다 7일이나 많은 열대야, 가을에는 태풍 곤파스에 이어 추석명절기간 서울에 짧은 시간에 259.5mm라는 집중호우가 발생



출처 : 2011년 이상기후보고서,(녹색성장위원회)

그림 5. 2011년 이상기후 발생 분포도

2. 기후변화와 농업

1) 기후변화가 농업부문에 미치는 영향

○ 기후변화가 농업부문에 미치는 영향은 기온, 강수량, 일사량 등 기후자원 변화에 따라 큰 차이가 있음

- 기후가 변화하는 경우 작물의 재배적지가 변화하여 주산지가 변동하게 되나, 지역별 위치에 따라 위기로 작용하기도 하고 기회로 작용할 수도 있어 긍정적, 부정적 영향으로 구분하기 어려움

긍정적인 영향	부정적인 영향
• 작물의 생육 및 재배가능기간의 확대, 새로운 품종 재배 • 가능성의 확대, 시설재배 농작물의 난방비 절감	• 고온으로 인한 작물 수량감소 및 품질 저하 • 토양유기물의 분해촉진으로 인한 지력 저하 • 병해충과 잡초 발생의 증가

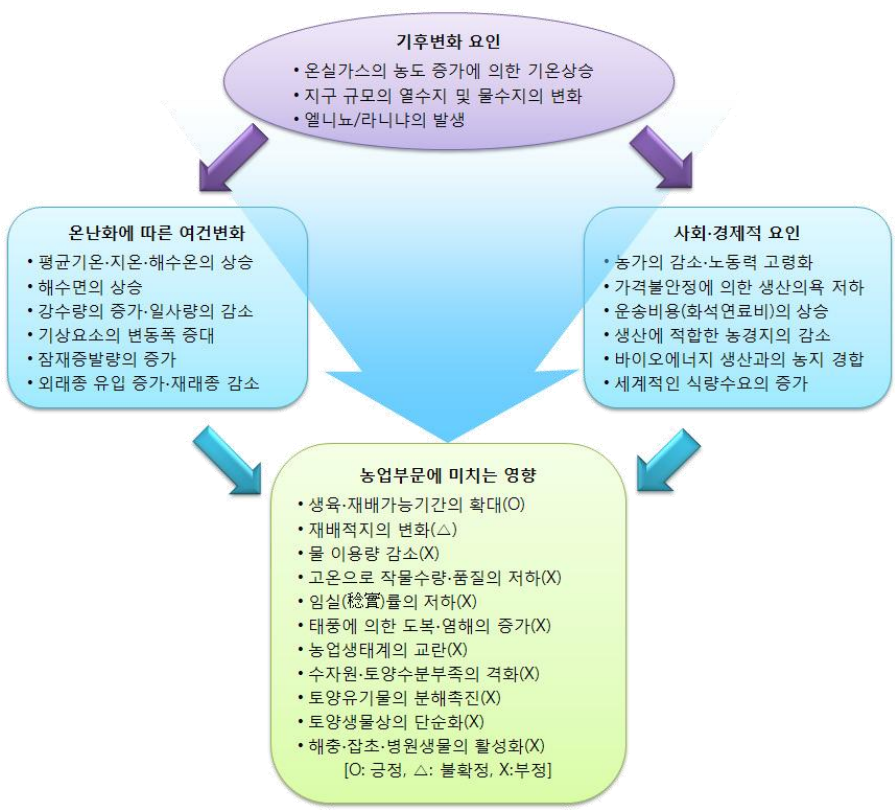


그림 6. 기후변화가 농업부문에 미치는 영향

○ 기후변화에 따른 이상기상이 빈발함에 따라 세계 주요 곡창지대의 수확량 감소로 국제곡물가격의 변동성이 확대되고 식량안보의 중요성이 부각되고 있음

- 2008년 세계 주요 곡창지대의 흉년으로 대두의 가격은 2008년 6월 기준 톤당 가격은 553달러로 평년대비 약 50% 급등세를 나타냄
- 소맥은 2008년 3월 톤당 403달러로 평년대비 약 100% 이상의 급등세를 나타냄

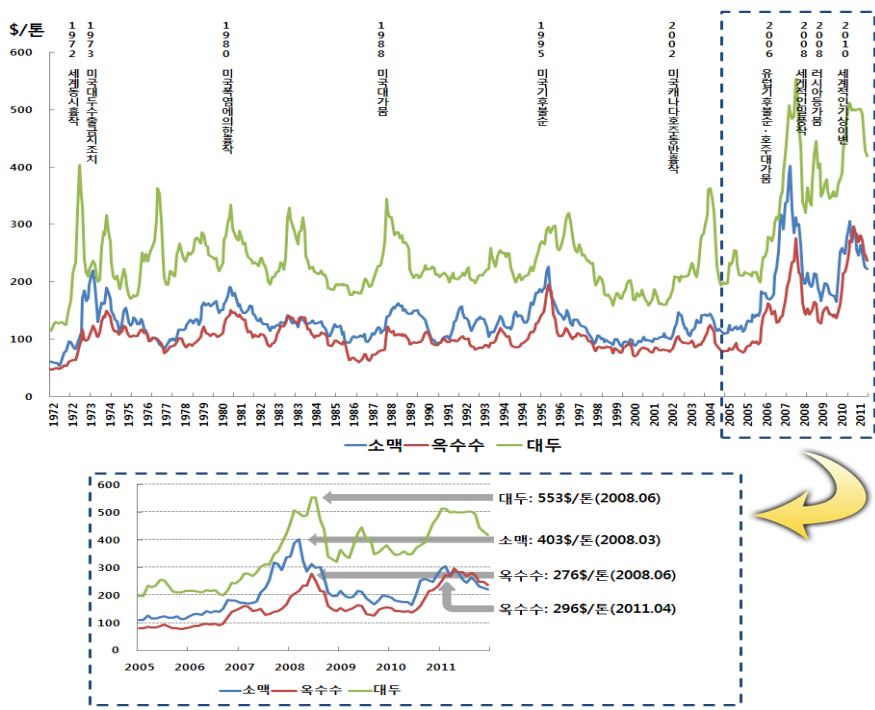


그림 7. 기후변화와 주요 곡물의 국제가격 변동 추이

주1) 영향은 온도변화 속도, 적응역량, 사회경제적 반응 경로에 따라 달라질 수 있음

주2) 연도()는 IPCC 제4차 보고서에서 제시한 온실가스 배출 시나리오의 종류

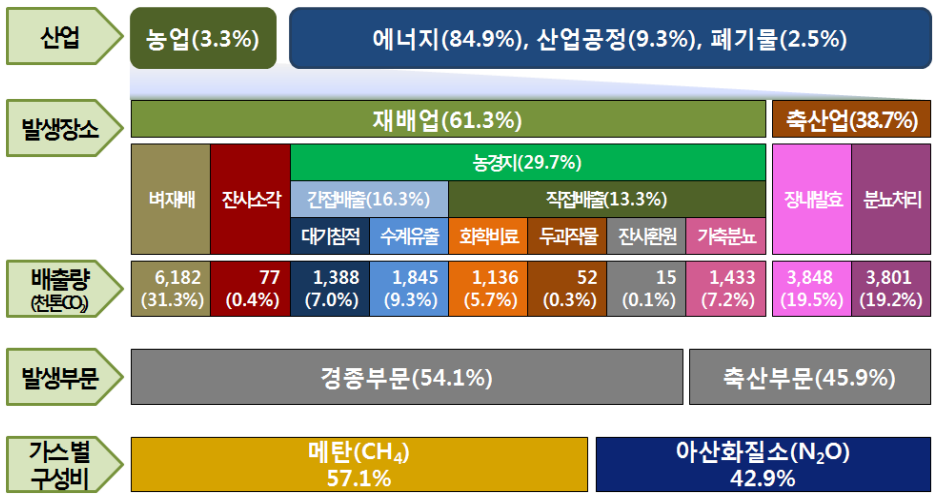
A1B는 ′모든 자원이 균형을 이루는 상태′, A2는 ′인구증가가 크고 저성장·저기술 상태′, A1F1는 ′화석연료의 지속적 및 집약적 이용의 경우′를 의미

출처 : 2011년 기후변화와 우리농업 (농촌진흥청)

그림 8. 지구온난화에 따른 농업부문별 영향 전망

2) 온실가스 배출원으로 작용

○ 우리나라의 온실가스 배출 구조를 보면(2009년 기준) 농업부문은 국가 전체 온실가스 배출량의 3.3%를 차지하고, 온실가스 발생부문은 경종부분에서 54.1%, 축산부문에서 45.9%를 배출하며, 가스별로는 논벼와 축우에서 주로 배출되는 메탄이 57.1%, 질소비료와 가축분뇨 등에서 주로 배출되는 아산화질소가 42.9%를 차지



출처 : 온실가스종합정보센터(2011, 농촌진흥청)

그림 9. 농업부문의 온실가스 배출구조(2009년 기준)

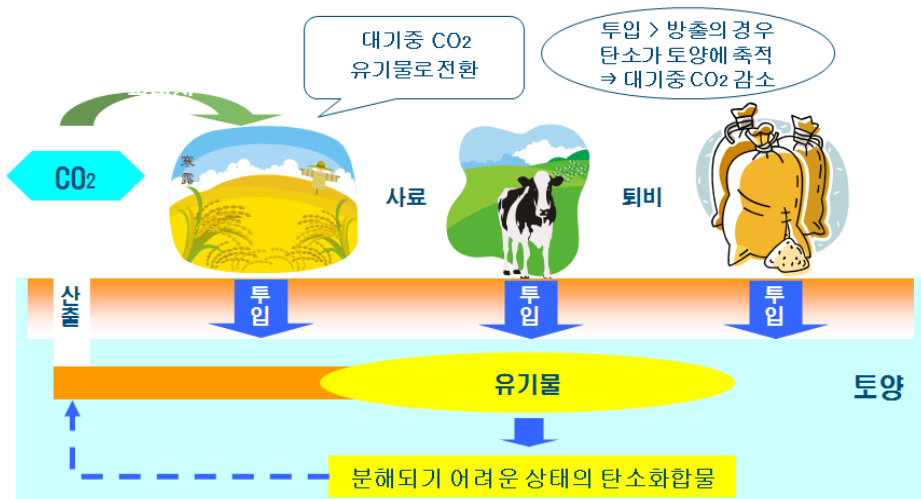
3) 온실가스 흡수원으로 작용

○ 토양의 유기탄소는 토양 내에서 느린 속도로 분해되면서 장기간 토양 속에 존재하며 지표면의 토양탄소 저장과 대기 중 이산화탄소와의 관계를 조절하는 탄소 저장고의 역할을 수행

○ 농경지 토양은 작물 생산기능 외에도 탄소의 저장기능, 유기물의 분해를 통한 물질 순환기능, 생물다양성 보존기능 등 환경보전 측면에서 매우 중요한 역할을 수행

○ 토양의 탄소고정 능력은 토양형태, 기후와 작물종 등에 따라 차이가 있으나, ha당 연간 0.1(온대지역)~1.5 탄소톤(건조지역) 정도로 이를 이산화탄소 단위로 환산하면 0.4~5.5 CO_2톤의 저장 능력을 가진 것으로 추정

- 퇴비와 녹비작물 등 유기물의 투입량 증가와 무경운과 보전경운 등의 적절한 농지 관리와 시비관리 등으로 토양 속 탄소를 늘리면 온난화의 완화 가능
- 농지토양관리를 온실가스 흡수원으로 채택하고 있는 국가는 캐나다, 미국, 포르투갈, 일본 등을 들 수 있고, 미국 기후변화거래소에서는 무경운 농경지의 탄소 흡수기능을 인정받아 새로운 소득원으로 활용



출처 : 일본 농림수산성(2009)

그림 10. 농경지 토양유기탄소의 온실가스 흡수 구조

3. 신개념 농업 사례

1) 식물공장

(1) 태양광 이용형

○ 환경에서 태양광을 기본으로 이용하면서 우천시 보조 조명으로 보충

○ 현재 거의 상용화에 도달한 상태

(2)완전 인공광형

○ 폐쇄 환경에서 태양광을 사용하지 않고 환경을 제어하면서 생산주기와 생산을 계획하는 형태

○ 아직 실용화 단계는 아님

○ 식물공장의 내용

- 농업기술과 IT, NT 등 차세대 산업기술을 융합한 형태로 차세대 농업혁명 기반임

- 온실가스 저감의 대표적 기술인 LED를 활용해 에너지를 저감
- 외부의 이산화탄소를 포집·재활용하여 식물공장에 공급
- 식물공장에 사용되는 물을 도시 중수로 이용하고, 식물공장에서 발생하는 수증기를 포집하여 깨끗한 식수로 이용 가능

(3) 식물공장의 해외사례

① Subway 채소연구소

- 일본에서는 밀폐 공간에서 광원으로 무농약 수경재배를 하는 형태를 '식물공장 (植物工場)'이라고 함
- 최근 몇 년간 이상기온으로 농작물 피해가 자주 발생했고, 이 때문에 채소 가격이 급등하자 미라이 하타케 같은 식물공장이 주목받고 있음
- 2010년 7월 샌드위치 체인점 '서브웨이(subway)'는 식물공장을 점포 안에 도입
- '채소연구소'란 뜻의 '야사이라보(野菜ラボ)'라 명명된 해당 점포는 도심 오피스 타운인 도쿄 마루노우치에 위치
- 점포 내 식물공장 시설에 직접 재배한 야채류를 판매
- 식물공장에 바로 수확한 채소를 바로 소비자에게 제공할 수 있어 생산과 판매가 일체화된 독자적인 농업생산 시스템을 실현
- 1층 매장 한쪽에 식물공장을 만들고, 여기서 키운 채소를 매장에서 판매
- 규모는 60 ㎡(6×12 m, 다단식 7단)로서 이곳에서는 상추, 쑥갓, 로메인, 바질 등의 엽채류를 생산하는데, 생산량은 상추를 기준으로 한 주에 80,100g 정도의 수확물을 하루에 약 300주, 수확

그림 11. 채소연구소

그림 12. 채소연구소 내부

② 파소나 도시농장

- 일본 도쿄시에 있는 신마루노우치 빌딩에 약 1,000 ㎡의 식물공장을 운용
- 이전에는 지하 2층에 설치하여 운영하였으나 2010년에 지상 1층과 2층으로 확대하여 발광다이오드(LED)와 고압나트륨등 등 다양한 광원을 이용하여 수경재배를 진행
- 1년에 2톤의 이산화탄소를 감소
- 작물은 벼를 비롯하여 엽채류인 상추, 양상추 그리고 화훼류인 장미, 과수 등에 이르기까지 280여 종의 식물을 재배
- 벼의 경우에는 연 3기작(각 50kg수확)으로 이뤄지고 있으며, 고압나트륨 조명 아래 초장이 1m 정도 자라며 출수하여 결실도 정상적으로 이루어짐
- 파소나는 다양한 최첨단 농업기술을 접목하고 있으며 도시민에게 농업을 알리는 등 다양한 용도로 활용

그림 13. 파소나 본사 건물 외벽

그림 14. 파소나 본사 건물 내부

(4) 식물공장의 효과

- 대부분 수경재배 기반이어서 토양관리가 필요없고, 연작을 통한 지력 약화의 문제점 해결 가능
- 통제된 시설에서 첨단 녹색기술 적용으로 생육기간 단축, 단위면적당 높은 토지 생산성, 연중 안정적 영농이 가능
- 무농약 재배 등 친환경 농업생산이 가능하고 해충방제, 생장촉진 등 농업 생산물의 효능 향상이 가능

- 다양한 농산물을 한 곳에서 생산할 수 있어 소비자 기호 변화에 신속한 대응 가능
- 도심 혹은 근교에 식물공장 건설 시 운송시간과 운송비 절감이 가능
- 관련 전후방 산업 발달에 긍정적 효과 발생

(5) 식물공장의 문제점

- 초기 설비투자 비용이 높아 시장 진입이 어려움
- 식물공장의 평균 건설비는 비닐하우스의 약 17배에 달함
- 완전 인공광형 중 LED를 조명설비로 사용할 경우, LED 조명설비가 초기 설비투자 비용의 절반을 차지
- 현재 일본의 경우 식물공장 생산물의 원가는 기존 재배방식보다 최대 2배 정도 높음

(6) 국내 식물공장의 동향

- 1996년 농촌진흥청 농업공학연구소에 양액 재배시험을 착수
- 2001~2004년 사이오 한국형 식물공장 모델 개발 연구를 진행하여 환경제어 기술과 자동화의 가능성을 실험
- 2005년 식물공장시스템을 확립하여 시험장을 운영 중이고, 생산자동화와 적용품목 확대를 진행
- 정부는 2009년 7월 신성장동력 스마트 프로젝트사업에 'IT-LED 기반 식물공장을 위한 핵심부품 개발 과제'를 선정
- 전라북도, 광주시, 남양주시, 부천시가 선도적으로 추진 중
- 전북은 LED기술을 농업·생물·식품·부품소재 분야와 융·복합해 부가가치를 높이는 차원에서 식물공장 사업을 추진 중
- 광주시는 光산업을 농업에 접목한 그린산업육성을 추진 중
- 농촌진흥청은 2014년까지 '도시농업 활성화를 위한 3단계 중장기 로드맵'의 일환으로 2010년 10월 경기도 수원에 위치한 국립농업과학원에 연면적 396m의 빌딩농장 건설
- 설비 전문업체 (주)인성테크는 4년간 연구를 통해 LED를 이용한 다단식

식물공장을 개발하여 현재 경기도 용인에 165 ㎡(50 평) 규모의 식물공장을 운영, 최대 월 1만 5천 포기의 채소(상추, 치커리, 케일 등) 생산이 가능

- 롯데마트는 서울역점 1층에 다단식 식물공장을 설치하여 100% LED 광원으로 엽채류인 롤로와 롤로로사를 재배하여 현장에서 판매
- 대형 마트에서 직접 소비자가 재배장면을 볼 수 있고 현장에서 구매할 수 있어 소비자들로부터 신뢰감이 높아 사업화의 좋은 예라고 할 수 있음

4. 각국의 농업부문 대응 현황

1) 해외사례

(1) 미국

○ 미국 농무부(USDA)는 기후변화에 대응하여 농업부문 온실가스를 줄이기 위해 다양한 농업토지관련 보전 프로그램을 운영

○ 경작지 대상 프로그램

- 환경보전관리프로그램(Conservation Stewardship Program, CSP) 최소 5년의 계약기간을 설정하여 토양과 물, 공기, 에너지, 동식물 생활 등을 보전·개선하려고 노력하는 농가에 재정적·금융적 지원을 하는 프로그램
- 환경개선장려프로그램(Environmental Quality Incentives Program, EQIP) 농장 및 목장의 보전농법에 대하여 재정적·기술적 지원을 제공하는 자발적인 프로그램으로 최대 10년 동안 참가가 가능

○ 휴경지 대상 프로그램

- 농지보전프로그램(Conservation Reserve Program, CRP)
- 농민들이 환경적으로 민감한 작물을 생산하는 농가에 일정 비용을 지불하고, 통상 10~15년의 의무계약 기간동안 피복작물을 재배하도록 장려하는 정책
- 습지보전프로그램(Wetlands Reserve Program, WRP)
- 토지소유자들이 자신의 소유지에 있는 습지를 보호, 복원, 개선할 수 있도록 관련 기술지원과 재정적 지원을 하는 프로그램
- 초지 보전프로그램(Grassland Reserve Program, GRP)

- 초지 보전프로그램(Grassland Reserve Program, GRP)
- 방목지 작업과 동식물의 다양성 확대, 초지 보호를 위한 지원을 하며, 토지의 미래 개발 및 이용을 위해 자발적으로 이용제한을 설정하는 농민들에게 보조금 지급

(2) 일본

○ 일본 농림수산성은 2008년 3월 농업분야의 기후변화 대응 연구 성과를 종합하여 「농림수산성 지구온난화 대책 종합전략」을 발표

○ 농림수산 분야에 'CO_2 표시하기' 추진

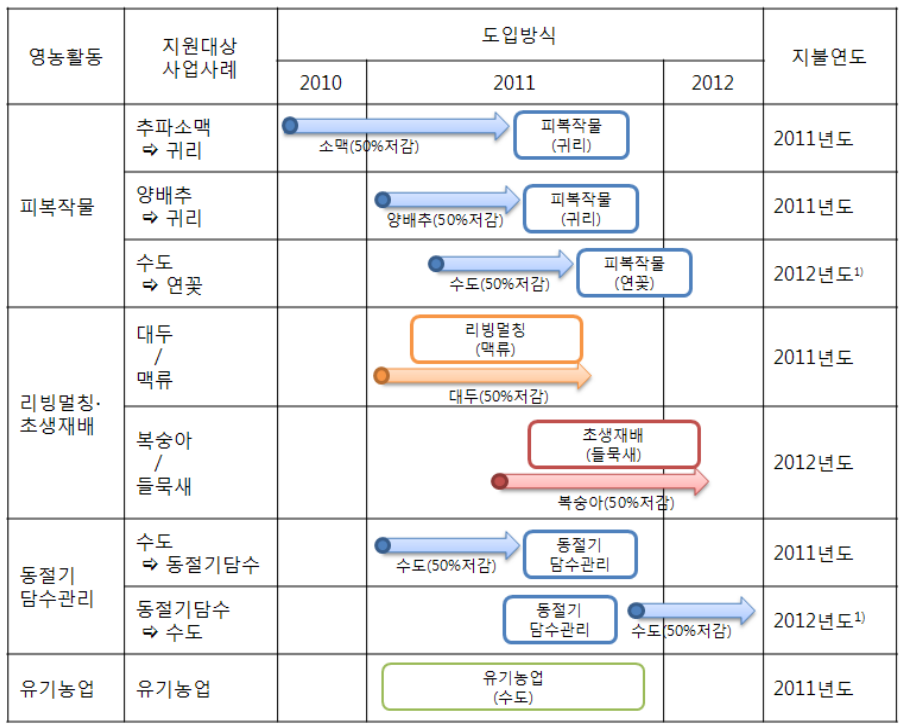
- 농림수산업에서 사용하는 생산자원과 수입원자재 등과 관련된 온실가스 배출원 단위 등에 필요한 기초 데이터베이스 구축을 위하여 관련기술을 연구·개발 중
- CO_2 표시를 통한 저탄소제품의 촉진을 목적으로 한다.

○ 교토의정서에 따른 배출권거래제를 추진

- 농업부문에서 온실가스 배출권 거래제에 참여하기 위해 새로운 배출저감 방법론의 검토·채택을 지원하고 크레딧을 창출하는 농업인과 기업을 연결하여 농민들에게 탄소저감 인센티브를 부여
- 2011년 기준 농림분야의 크레딧으로 승인된 프로젝트는 168건, 총 인증 크레딧은 93,556 CO_2톤이며, 승인건당 평균 크레딧은 약 557 CO_2톤으로 나타남

○ 2011년 지구온난화 방지나 생물다양성 보전 등 환경보전 효과가 높은 영농활동에 대한 메뉴방식의 저탄소 직접지불제도(환경보전형농업 직접지원 교부금)를 추진

- 2011년 환경보전형농업 직불금 신청건수는 7,919건이며, 신청면적은 20,957ha
- 신청면적을 기준으로 프로그램별 구성 내용을 보면 피복작물이 18%, 동절기 담수관리 24%, 유기농업 58%를 차지
- 작물별 구성비중은 벼 50%, 보리·콩 12%, 감자·야채류 14%, 과수·차 4%, 화초·기타 19%를 차지



출처 : 日本 農林水産省(2011). http://www.maff.go.jp/

주 : 피복작물(동절기담수관리) 또는 화학비료, 화학농약의 50% 저감사업 중 하나가 2011년 이전에 종료되기 때문에 2011년에 실시계획서 겸 확인의뢰서를 제출할 필요가 있음.

그림 15. 일본의 저탄소직불제 프로그램

(3) 영국

○ 농촌기후변화포럼(Rural Climate Change Forum, RCCF)을 조직하여 농촌부문의 기후 변화 대응에 관한 핵심적인 역할을 수행

- 농촌기후변화포럼(RCCF)은 2005년에 농업, 산림, 토지관리 부문과 관련된 주요 기관들을 연합하여 구성하였으며, 농업계, 환경계, 정부기관과 NGO가 참여

○ 2012년 환경식품농촌부(Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra 농장자문서비스(Farming Advice Service) 프로그램을 신설

(4) 호주

○ 2011년 9월 저탄소농업과 배출권거래제를 촉진시키기 위하여 탄소농업계획(Carbon Farming Initiative, CFI) 발표

- CFI는 탄소크레딧 메커니즘과 상쇄 프로젝트 방법론 개발을 조기에 달성하기 위한 투자지원과 탄소시장에서 수익을 낼 수 있도록 농민들에게 정보를 제공

○ 배출권거래제 상쇄프로그램의 참여대상은 재식림 및 재녹화, 축산부문의 메탄 배출량 완화, 화학비료의 감축, 부산물 관리, 농업토양에서의 온실가스 배출량 완화 및 탄소고정 증대, 사바나 소각 관리, 삼림 벌채의 방지, 그루터기와 작물 부산물 소각, 벼 재배에서의 온실가스 배출량 저감 등

○ 농업미래계획 (Farming Future initiative)

- 적응력과 복원력을 높여 생산자와 산업이 기후변화로 인한 위험에 대응토록 지원
- 기후변화 연구프로그램, 농장준비, 지역사회 네트워크 및 역량 구축, 기후변화 조정프로그램 등으로 구성
- 특히 기후변화 연구프로그램은 농업인과 산업계에 실질적인 관리방안이 제시될 수 있도록 연구 및 농장 시범 사업에 활용

(5) 독일

○ 농업투자지원 프로그램(Agricultural Investment Support Programme, AFP)을 통해 농가에게 재정 지원

- 바이오가스 시스템이나 유기퇴비 저장·적용과 같은 자연적 과정의 온실가스 감축에 대한 투자확대사업을 지원하며, 냉난방 절연체를 포함한 열방출 시스템 보존과 같이 방출에너지를 활용하는 사업 등에 투자

○ 바이오연료와 관련하여 연방대기보존법규와 에너지법규 외에 바이오연료의 혼합과 관련한 최대 허용비중, 이에 대한 세제혜택 규정들을 마련

- 바이오에너지 작물의 재배과정에서 경작지의 지속가능한 이용과 관련한 기준 바이오 연료, 생태생활공간의 보호와 관련한 기준 바이오연료, 온실가스 저감 잠재력이 입증된 바이오연료의 대상사업이 세제 혜택을 받음

○ 바이오연료와 관련하여 연방대기보존법규와 에너지법규 외에 바이오연료의 혼합과 관련한 최대허용비중, 이에 대한 세제혜택 규정들을 마련, 농업구조의 개편 및 해안보호(GAK)

- 에너지작물의 재배와 관련하여 대표적인 지원정책으로 이 프로그램의 사업들은 연방정부와 주정부가 공동으로 재정 지원

○ 2008년 9월 독일 연방정부와 농민, 여러 기관에서 기후변화 적응을 위한 조치내용

- 효과적인 작물다양성보호법을 통해 농민이 다양한 작물을 유지하여 적응력을 개선
- '농업구조의 개편 및 해안보호' 공동과업을 통해 가뭄에 취약한 농경지와 산림경관에 물 저장 촉진, 관개시설 확충
- 토양비옥도, 자연통제체계의 향상 및 환경조치체계 개선을 위한 매뉴얼 개발
- 농법, 가축사육, 가축영양 및 건강과 관련된 정보 공유
- 가축사육 및 관리 방법과 관련된 조치 개발

(6) 네덜란드

○ 전체 산업에서 원예부문이 차지하는 비중이 높아 에너지효율성을 높이는 것을 목표로 시설원예정책을 추진

- 에너지 절약과 지속 가능한 전기 및 열병합 등의 지속 가능한 소비를 통한 온실가스 감축과 이를 위한 규제 및 재정정책, 자발적 협약 등을 포함

○ 기후변화 피해와 위협을 줄이기 위하여 기후 완충지대(Climate Buffers) 조성

- 취약한 지역에 특별계획을 수립하고 완충지대를 조성하여 위험을 줄이고 상쇄 가능
- 완충지대는 홍수의 위험을 줄임과 동시에 가뭄의 예방과 경관, 문화, 역사, 휴양 등의 이차적인 긍정적인 영향을 유도
- 산림지역의 취약성 방지, 특히 모래지역, 언덕지대, 상류지역에 완충지대를 조성하여 집중호우로 인한 피해를 감소시킴
- 35개 도시에 기후완충지대가 조성

표 3. 주요국의 기후변화 대응책 사례

구분	주요국 기후변화 대응책
완화정책	미) AgSTAR 프로그램: 퇴비관리를 통한 CH4 저감 미, 일, 호) 배출권거래제: 상쇄 크레딧 제공 일) 'CO_2 표시하기', '지역소비를 위한 지역생산' 일) '저탄소 직불제 '(환경보전형농업 직접지원 교부금) 영) 기후변화와 환경문제 대응 농장자문서비스 프로그램 - 온실가스 완화와 양분관리를 연계한 농장자문서비스 적극 권장
적응정책	일) 생산지역의 특성을 고려한 적응기술의 개발 - 재배품종 및 기술의 다양화 파종법 개선 재난대비 기술 적용 네) 기후 완충지대 설치 호) Farming with water - 물 저장, 물 보전 지표 및 지하수의 수질개선에 대하여 직불금 제공
탄소저장	미, 일) 농경지 토양의 온실가스 흡수원 기능 활용 - 보전경운, 정밀농법, 윤작, 피복작물, 관개시설정비
바이오에너지	영) 바이오매스 전략 - 혐기성 소화 촉진, 바이오에너지 교부금 지원
정책수립 및 지원	영) 농촌 기후변화 포럼 - 기후변화정책에 대한 관련 주체의 공감대 형성 독) 전문가들과의 대화 및 지식 교환 호) 기후변화연구프로그램 - 농업인과 관련업계에 도움이 되는 실질적인 연구수행 및 시범사업 개발

출처 : 기후변화와 농업부문 대응과제(농촌경제연구원)

2) 국내현황

(1) 농업부문의 정책추진 실적

○ 기후변화협약 관계장관회의(위원장 국무총리) 등 범정부 대책기구를 설립하고 제1차 종합대책(1999~'01)을 수립하여 추진

○ 기후변화협약 제1차 종합대책, 제2차 종합대책(2002~'04)

- 기후변화협약 관련 국가보고서 작성에 대비하여 농촌진흥청과 산림청을 중심으로 경종부문과 축산부문의 온실가스 추정과 기술적 대응방안 등 연구과제를 수행

○ 기후변화협약 제3차 종합대책(2005~'07)

- 영농 및 가축사육 방식 개선을 통한 온실가스 감축기술 개발, 자연순환형 친환경농업 확산을 통한 온실가스 배출 감축 등으로 정책목표를 설정
- 기후변화협약 대응 농업부문의 대책은 주로 온실가스 감축을 위한 경종과 축산부문의 연구과제 수행과 친환경농업정책을 통한 화학비료 감축이 핵심

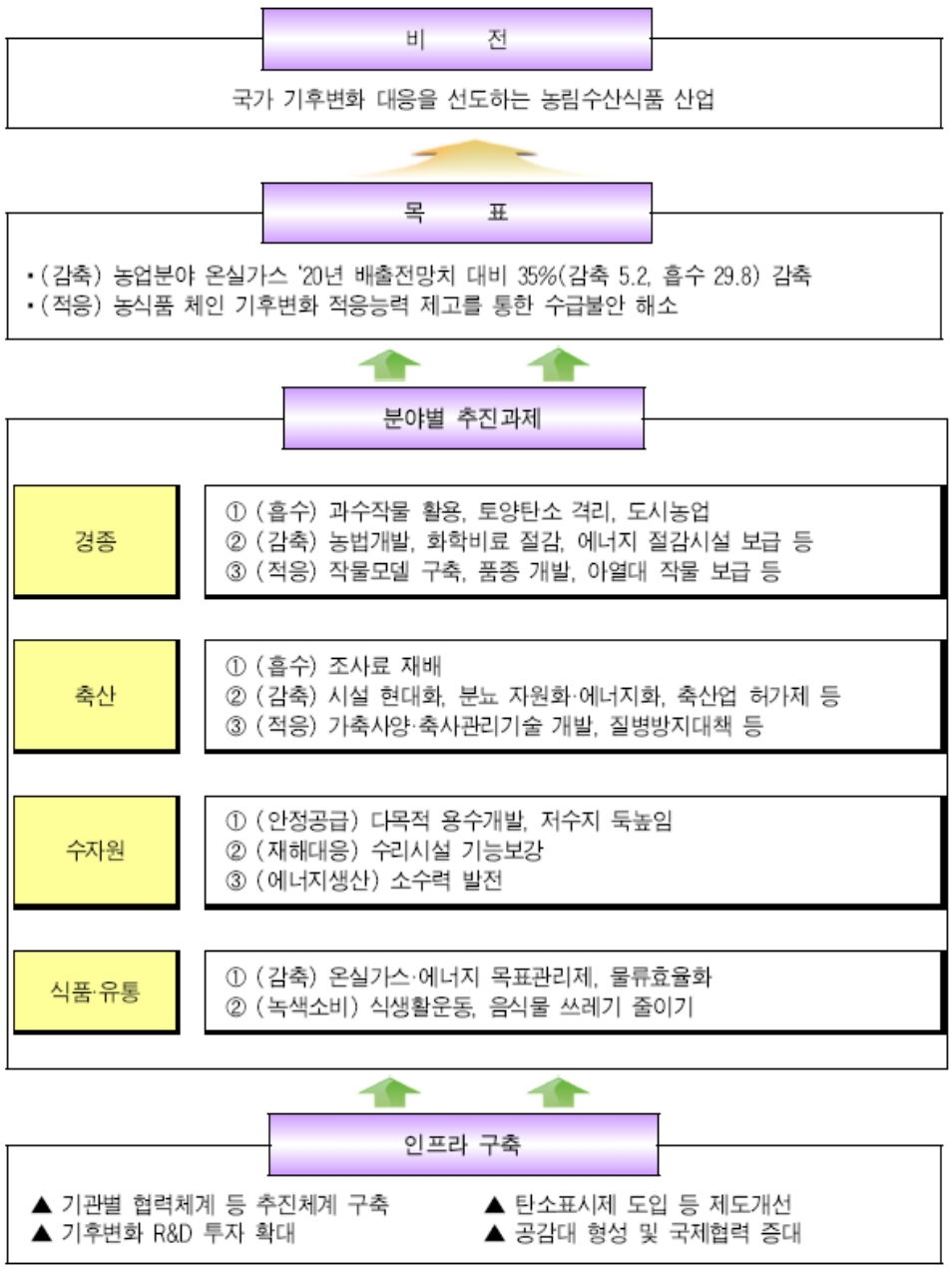
○ 기후변화협약 제4차 종합대책(2008~'12)

- 농식품분야의 녹색성장 추진을 위해 3대 전략(저투입·고효율 녹색산업화, 자연자원의 지속가능 이용·관리, 국민건강 증진과 국격 제고)과 9대 추진과제, 50개 실천과제를 수립하여 추진

(2) 농업부문 기후변화 대응 세부실천계획

○ 2011년 12월 '농림수산식품 기후변화 대응 세부실천계획(2011~2020)' 발표

- 기후변화 대응을 농업경쟁력 강화의 기회로 활용하기 위한 완화분야와 적응분야의 160여개 과제 제시



출처 : 농림수산식품 기후변화 대응 세부추진계획(2011～ ' 20),(농림수산식품부)

그림 16. 농업부문의 기후변화 대응 세부추진계획 기본 틀

참고문헌

1. 권원태(2011) 「기후변화 시나리오와 농업적 활용」 (농촌경제연구원)
2. 김정호(2009) 「일본의 식물공장 동향과 시사점」 (KREI 농정연구속보.61:1-19.)
3. 김창길(2011) 「기후변화와 농업부문 대응 과제」 (농촌경제연구원)
4. 두홍수(2010) 「식물공장의 연구 및 사업화 현황과 전망」 (전주소재생물연구소)
5. 조선일보(2009). LED 조명 받고 인삼이 '무럭무럭'. 조선일보. 1월 22일
6. 동아일보(2011). Window Farming이 온다, 삶이 파릇해진다. 동아일보. 5월 14일

- 제 4 장 -

유전자 조작 농산물의 글로벌 유통에 대한 대응전략

1. 유전자조작의 시작
2. 유전자 조작 농산물의 치열한 전쟁터
3. 유전자 조작 농산물의 글로벌 유통시대
4. 우리의 대응 전략

1. 유전자 조작의 시작

유전자(DNA)조작은 기본적으로 다른 유기체의 DNA를 재조합하여 나타내기 때문에 그 태생은 유전자(DNA)의 발견과 조합으로부터 시작된다. 이는 1953년 J.Watson과 F.Crick이 DNA 구조를 규명하고, 1971년 DNA의 특정 염기 부분을 자유자재로 절단 가능하게 되었으며, 1973년 처음 DNA의 잘라진 부분을 다른 DNA 부분에 재결합시키면서 탄생한 유전자 재조합 박테리아인 살모넬라에서부터 기인한다.

이러한 유전자 조작기술을 사용한 유전자조작 농산물의 상업화는 1994년 미국의 칼진사가 잘 물러지지 않은 토마토를 개발한 이후 빠르게 진행되었다. 일반인들이 관심을 가지기 시작한 것은 1996년 몬산토사가 개발한 제초제에 내성이 있는 콩인 Round-up Ready Soybean(RRS)과 노바티스사의 해충저항성 옥수수인 Bt-Corn이 본격적으로 상품화되면서부터이다.

2. 유전자 조작 농산물의 치열한 전쟁터 - 종자산업

전통적인 1차산업으로 인식되던 종자산업을 2000년대에 들어서면서 단순한 투입재 산업이 아닌 복합산업으로 인식한 글로벌 종자기업들이 새로운 패러다임으로 경쟁에 임하면서 종자산업을 대하는 시각이 달라지고 있다. 생명공학 기술을 활용한 다양한 특성을 지닌 새로운 품종들이 시장에 등장을 하여 막대한 부가가치를 창출하고 있으며, 농산물을 생산하기 위한 목적이 아닌 에너지, 산업 소재, 의약품 등 첨단소재 산업으로써 종자산업의 가치가 새롭게 부각되고 있다.

1) 글로벌 종자시장의 규모

세계 종자시장의 규모에 대해서는 다양한 추정치가 존재하지만, 세계종자협회(ISF)에서 매년 발표하고 있는 수치를 대부분의 연구에서 활용하고 있다. 그러나 글로벌 기업들은 자신들의 글로벌 정보력을 바탕으로 좀더 세분화되고 실질적인 시장규모를

별도로 데이터베이스화하여 관리하고 있으며 이는 기업의 영업비밀로 분류되어 공개되고 있지는 않은 실정이다. 세계 종자협회에서 발표한 바에 따르면, 세계 종자산업의 규모는 2010년 기준으로 약 430억불이고 정부 보급종 부분을 제외한 순수 상업용 종자시장은 약 400억불로 추정된다.

표 1. 국가별 종자시장규모(상위 20개국)

2008		2010	
국가	시장 규모 (백만$)	국가	시장 규모 (백만$)
미국	8,500	미국	12.000
중국	4,000	중국	9,500
프랑스	2,150	프랑스	2,400
브라질	2,000	브라질	2,000
인도	1,500	인도	2,000
일본	1,500	일본	1,400
독일	1,500	독일	1,261
이탈리아	1,000	이탈리아	780
아르헨티나	950	아르헨티나	600
캐나다	550	캐나다	550
러시아	500	러시아	500
스페인	450	스페인	450
호주	400	호주	400
대한민국	400	대한민국	400
영국	400	터키	400
멕시코	350	영국	400
폴란드	350	남아프리카 공화국	370
터키	350	멕시코	350
타이완	300	네덜란드	317
남아프리카 공화국	300	체코	300
세계시장 규모 32,002		세계시장 규모 40,650	

자료: ISF, Estimated Value of the Domestic Seed Market in Selected Countries 2009, 2011.

전 세계 종자시장의 규모는 2008년 320억달러에서 2010년에는 400억달러로 늘어 났으며 상위 20개국의 시장규모는 2008년 274억 달러(85.8%)에서 363억 달러(89.5%)로 비중이 높아진 것을 볼 수 있다. 이러한 쏠림현상은 상위 5개국으로 대상을 좁히면 더욱 더 분명하게 나타나는데, 2008년 미국, 중국, 프랑스, 브라질, 인도의 종자시장 규모는 18억달러로 전체의 약 56.7% 였으나, 2010년에는 28억달러로 전 세계 시장의 68.6%를 차지하고 있다.

이러한 상위국 위주의 종자시장 성장의 배경에는 GMO 품종 확산이 가장 큰 역할을 했다고 판단된다. 고가의 해충저항성 옥수수 및 면화 품종(미국, 인도)과 제조체 저항성 콩품종(브라질)의 재배면적이 늘어나면서 종자시장의 규모도 비례 성장을 하였다.

2008년과 2010년의 국가별 시장규모를 비교하여 보면, 미국과 중국의 종자시장 규모가 가장 크게 증가한 것을 볼 수 있다. 이러한 성장의 배경에는 서로 다른 동력이 존재한다. 미국 종자시장의 확대의 가장 큰 요인은 앞서 언급했듯이, GMO (Genetically Modified Organism) 종자의 확산이다. 국제유가가 100달러를 넘어서면서 바이오에탄올 산업이 급속하게 성장하면서 원료로 사용되는 옥수수의 품귀현상이 발생하여 미국의 옥수수 재배면적이 빠르게 증가하였는데, 식용이나 사료용이 아닌 산업용 원료로 사용되는 옥수수의 경우 가격이 높은 몬산토의 해충저항성 옥수수 품종(Bt corn)이 주로 재배되었기 때문에 미국의 종자시장은 양적으로나 질적으로 성장을 하게 되었다.

이에 반해서 중국은 경제성장으로 소득수준이 올라가면서 고품질 농산물의 수요가 폭발적으로 증가하면서 기존의 고정종 품종에서 가격이 2배에서 5배 높은 교배종 품종으로의 전이가 빠르게 일어나면서 종자시장의 양적 성장과 함께 질적 성장이 더욱 촉진된 결과로 해석할 수 있다. 이러한 중국 종자시장의 성장은 점점 가속화되어 2017년에는 미국을 제치고 세계 최대의 종자시장으로 부상할 것이라는 전망이 설득력을 얻고 있다. 이러한 전망에 기초하여 세계적인 종자기업들이 앞을 다투어 중국 종자산업에 대한 투자를 확대하고 있다. 초기에는 북미, 유럽, 일본 등의 품종을 직수입하여 판매하던 전략에서 중국내에 육종연구소를 신설하고, 중국의 국영 종자기업과의 협력을 통해 중국시장에 맞는 자체 품종 개발을 통해 중국시장에서 점유율을 높이는 전략으로 수정하였으며, 이미 우리나라에 진출해 있는 다국적 종자기업들도 아시아 거점을 중국으로 이동하고 있는 실정이다.

2) 세계 10대 종자기업

세계 주요 종자기업은 2009년 매출을 기준으로 몬산토, 듀폰, 신젠타 등이다. 이들의 국적은 살펴보면 미국이 4개사, 독일이 2개사, 일본, 스위스, 프랑스 및 덴마크가 각 1개사로 구성되어 있다. 2007년의 상황과 비교하여 보면, 일본기업인 다끼이가 10위권에서 밀려나고 새롭게 미국기업인 다우 아그로사이언스가 진입한 것을 볼 수 있다.

표 2. 세계 10대 종자기업

기업명 (국적)		2007		기업명 (국적)		2009	
		종자 매출 (백만$)	점유율 (%)			종자 매출 (백만 $)	점유 율 (%)
1	Monsanto (미국)	4,964	23	1	Monsanto (미국)	7,297	27
2	DuPont (미국)	3,300	15	2	DuPont (미국)	4,641	17
3	Syngenta (스위스)	2,018	9	3	Syngenta (스위스)	2,564	9
4	Groupe imagrain (프랑스)	1,226	6	4	Groupe Limagrain (프랑스)	1,252	5
5	Land O′ Lakes (미국)	917	4	5	Land O′ Lakes (미국)	1,100	4
6	KWS AG (독일)	702	3	6	KWS AG (독일)	997	4
7	Bayer Crop Science (독일)	524	2	7	Bayer Crop Science (독일)	700	3
8	Sakata (일본)	396	2	8	Dow AgroScience (미국)	635	2
9	DLF-Trifolium (덴마크)	391	2	9	Sakata (일본)	491	2
10	Takii (일본)	347	2	10	DLF-Trifolium (덴마크)	385	1
세계 10대 기업 합계		14,785	67	세계 10대 기업 합계		20,062	73

10대 종자기업의 점유율은 2007년 67%에서 2009년 73%로 높아지고 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 주로 상위기업들이 경쟁력을 강화하기 위하여 소규모 종자기업들의 무차별 사냥에 나서 인수합병을 진행한 것이 가장 큰 원인이다.

특히, 생명공학 기술을 활용한 GM종자 시장이 커지면서 전통적인 종자기업 뿐 아니라 특정한 특성(Trait)이나 기술을 보유한 기업의 인수합병이 활발하게 진행된 결과이다.

여기서 가장 주목해야 할 점은 국가별 집중도 및 상위기업 집중도의 심화현상이다. 종자라는 제품의 특성상 독과점은 전체 식량 및 식품산업에 커다란 영향을 주는 분야이기 때문에 특정 국가나 기업들이 독과점화되는 것은 세계 식량 안보에 상당히 위협적인 요인으로 작용할 가능성이 있기 때문이다. 2007년 기준으로 상위 3개의 종자기업의 시장점유율은 47%로 이미 상당히 높은 편이었으나, 2009년에는 53%로 절반이 넘는 상업용 종자를 상위 3개사가 공급하고 있는 실정이다.

이러한 상황은 다른 산업분야와 마찬가지로 연구개발 경쟁의 감소로 인한 품종의 다양성이 줄고 가격상승이 일어날 수 있다. 종자산업도 독과점 방지를 위한 다양한 국제적 규제장치가 작동되고 있으나, 서로간의 협력과 파트너십을 통한 그들만의 리그가 점차 강화되고 있는 것은 부인할 수 없는 현실이다.

또한 특정국가에 기반을 둔 기업들의 시장점유율이 높아지면서 전 종자를 통한 다양한 국익추구도 늘어나고 있다. 특히 2009년 미국기업의 전 세계 상업용 종자시장의 점유율을 분석해 보면 몬산토 등 4개사가 50%를 점유하고 있다.

이 의미는 전 세계 종자시장의 절반을 특정국가에 기반을 둔 회사들이 움직이고 있다는 것이다. 이러한 집중현상으로 곡물유통 및 비료 등의 미국기업들과 함께 전 세계 식량안보를 위협할 수 있는 위험성이 높아지고 있다는 경고가 국제기구 등에서 나오고 있는 실정이지만, 미국기업들의 점유율 향상 추세는 향후에도 계속될 것으로 전망되고 있다.

이러한 미국 주도의 종자산업에 대한 대항마로서의 역할을 해오던 유럽기반의 회사들은 최근 급속도로 늘어나고 있는 GM종자 개발에 상대적으로 소극적이었던 정책으로 인하여 점유율이 정체 또는 감소하고 있는 추세이다. 스위스 기반의 신젠타의 경우에는 GM종자 개발을 위한 집중적인 투자를 진행하는 동시에 여러 생명공학 기업, 화학 기업 등과의 협력을 통하여 GM 종자시장에서의 영향력 확대를 꾀하고 있으나 아직은 미국기업의 독주를 막아내고 있지는 못하고 있다.

게다가 몬산토 역시 다양한 의약, 화학, 생명공학 기업과의 파트너십을 통해 격차를 벌리기 위한 노력을 하고 있어서 당분간은 그 격차가 좁혀지기 어렵다는 전망이 지배적이다.

3. 유전자 조작 농산물의 글로벌 유통시대

1) 유전자 조작 농산물의 폭발적 증가

2010년 기준으로 세계 종자시장의 43.4%(160억 달러)가 GM종자시장으로 추정되고 있으며 그 비중은 매년 증가하는 추세이다. 재배면적 역시 옥수수, 콩, 면화 그리고 유채를 중심으로 지속적으로 확대되고 있다. 2011년 기준으로 GM 작물을

재배하는 농민은 세계 29개국 1,670만명이며 재배면적은 1.60억ha이다. 가장 재배면적이 큰 나라는 미국이며 재배면적은 6천9백만ha이고 콩, 옥수수, 면화, 카놀라, 호박, 파파야, 알팔파 및 사탕무가 재배되고 있다.

표 3. 주요 GM농산물 재배 국가 (2011)

순위	국 가	재배 면적 (백만ha)	재 배 작 물
1	미 국	69.0	콩, 옥수수, 면화, 카놀라, 호박, 파파야, 알팔파, 사탕무
2	브라질	30.3	콩, 옥수수, 면화
3	아르헨티나	23.7	콩, 옥수수, 면화
4	인 도	10.6	면화
5	캐나다	10.4	카놀라, 옥수수, 콩, 사탕무
6	중 국	3.9	면화, 토마토, 포플라. 페투니아, 파파야, 단고추
7	파라과이	2.8	콩
8	파키스탄	2.6	면화
9	남아프리카 공화국	2.3	콩, 옥수수, 면화
10	우루과이	1.3	콩, 옥수수

자료: ISAAA, Global status of Biotech/GM crops, 2011

표 4. 주요 GM농산물 재배면적 (2011)

작물	재배면적(백만ha)	비중(%)
옥수수	159	32
콩	100	75
면화	30	82
유채	31	26

자료: ISAAA, Global status of Biotech/GM crops, 2011

GM 종자의 재배면적이 증가하는 원인은 전 세계적인 도시화 및 산업화로 경작지가 감소하고 농업분야의 노동력 부족이 심화되고 있기 때문이다. 또한 농약과 비료 등 투입재의 가격 상승으로 생산비가 증가되고 있는 상황을 극복하기 위한 대안으로 인식되고 있다. 개발도상국들의 경제성장에 따라 식량 및 사료로서의 수요가 증가하는 것과 국제유가 상승 및 대체에너지에 대한 관심이 증가함에 따라 바이오 에탄올 및 바이오 디젤의 수요(바이오에너지 등)의 상승추세도 GM 종자의 확대를 지원하는 동력으로 작용하고 있다.

※ GM 농산물의 발전과정은 다음과 같이 3단계로 구분할 수 있다.

(1) 1세대는 식용/사료작물의 생산성 증대

(2) 2세대부터는 바이오연료용 에너지작물의 효율 증대

(3) 3세대는 의약품, 경구 백신 등의 특화된 원료로의 개발 등으로 발전

2) 기후변화와 유전자조작 농산물 - Climate ready

지난 30년간의 지구의 기후변화는 지구가 수세기 동안 겪었던 기후변화보다 더욱 폭이 확대되는 경향을 보이고 있으며, 지구온난화 및 환경오염으로 지구의 환경은 빠르게 변화되고 있다. 식량농업기구(FAO)에서 발표한 자료에 따르면, 지구의 온도가 섭씨 3 ~ 4℃가 올라가면 아프리카와 서남아시아의 작물생산이 15~35% 감소하고, 중동지역은 25% ~ 35%가 감소할 것이라고 한다.

또한 국제 미작연구소(IRRI)는 지구의 온도가 섭씨 1도 올라갈 때만다 아시아의 쌀 수확량은 10%씩 감소할 것이라는 연구결과를 발표하였다. 이러한 수확량 감소의 원인을 야간온도의 상승으로 지적하였는데, 야간온도의 상승 하에서는 수분 및 수정이 저해되고, 광합성의 속도와 양이 감소하며 탈수현상 등이 나타날 수 있기 때문이다.

세계적인 물부족도 그 심각성을 더해가고 있다. 호주의 경우에는 계속되는 가뭄으로 농업생산을 포기하는 지역이 속출하고 있으며, 중국과 인도도 가뭄으로 농업생산에 커다란 지장을 초래하고 있다. 여기서 주목해야 할 점은 전체적인 강수량은 오히려 증가하고 있는 추세를 보이는 지역이 있으나, 농업에서의 물부족 현상은 아무리 강수량이 많아도 정작 물이 필요한 시기에 부족하면 농업생산이 어렵다는 것이다.

더욱 심각한 문제는 이러한 물부족 추세는 향후에는 더욱 심화될 것으로 기상 학자들이 예측하고 있다는 점이다.

이러한 상황에서 세계적인 글로벌 농약 및 종자기업들은 기후변화를 오히려 기회로 인식하고 생명공학 기술을 활용하여 '내재해성', 즉 'Climate ready'라고 정의된 환경재해에 내성을 가지는 유전자 탐색에 몰두하고 있다. 특히 내재해성 유전자 탐색분야에서 글로벌 기업 간의 협력 및 공동대응이 증가하고 있다.

글로벌 종자 기업들은 가뭄, 침수, 고온, 저온, 염도가 높은 토양에 견디는 능력을 지닌 유전자를 서로 협력하여 탐색하고 그 유전자들을 경쟁적으로 특허출원하고 있으며, 2008년 기준으로 이미 532건의 특허가 출원되거나 등록되었다. 글로벌 기업의 이러한 적극적인 행보의 이면에는 몇 가지 의도가 내포되어 있다고 할 수 있다.

첫째, 이미지 전환 전략이다. 유전자변형 작물을 통해 막대한 부를 축적하고 있는 글로벌 기업들은 그동안 유전자 변형 식품과 농산물의 유해성 논란에 시달려 왔다. 그린피스 등 환경관련 NGO들과 소비자단체를 중심으로 제2의 고엽제가 될 것이라는 반GMO운동이 진행됨에 따라 일반 소비자의 GMO에 대해 부정적인 이미지가 고착되는 것을 타개하기 위한 전략의 일환으로 지구의 환경재배에 대응하는 대안을 제시하고 미래 인류의 식량을 안정적으로 생산하여 공급할 수 있는 기술을 개발하는 지구의 구원자로서의 이미지로 전환을 꾀하고 있는 것이다.

둘째, 향후 다가올 지구의 환경변화에 대하여 적극적으로 대응을 하지 못한 국가의 경우에는 글로벌 기업의 제품이 아니면 농업생산이 불가능한 상황이 될 수 있기 때문에 결국에는 해당 회사의 제품을 구매할 수밖에 없게 함으로써 현재 GM 작물의 재배를 허용하지 않는 국가가 자연스럽게 재배를 허용하게 하여 전 세계가 GM 작물을 재배하게 하려는 의도이다. 우리나라의 경우에도 주식인 쌀의 생산체계가 무너지게 되면 기후변화에 적응할 수 있는 종자를 수입하거나 쌀을 직접 수입해야 하는 상황이 되면 어쩔 수 없이 GM 품종의 재배를 허용할 수밖에 없을 것이기 때문이다.

셋째, 점차 농업분야에서 민간의 역할이 증대되면서 국가의 R&D 기능이 줄어들고 공공기관의 품종개발이 줄어드는 상황에서 장기적으로 환경변화에 대한 선제적 대응을 하지 못한 국가의 경우에는 국가가 나서서 GM 작물을 보급하게 되는 상황이 올 수 있으므로 재배 허용에서 그치는 것이 아니라 국가가 나서서 농민 교육 및 보급 사업을 할 수 밖에 없는 상황으로 만들려는 전략이다.

이런 상황에서 최근 NGO단체들과 국제기구를 중심으로 글로벌 기업의 'Climate gene'의 특허 경쟁을 좌시할 수 없다는 주장이 조심스럽게 제기되고 있다. 이러한 유전자들은 이미 존재하고 있는 것이고 인류 모두의 공공의 재산이므로 특정 기업이 특허등록을 통해 독점할 수 없다는 것이다. 그러나 실제는 지금도 이러한 유용 유전자들의 특허가 매일 출원되고 등록되고 있다. 따라서 그에 대한 대안으로 국가의 공공 R&D부문이 국제적인 연대를 통해 이에 대응하여야 한다는 주장 역시 힘을 얻고 있다. 그 예로 국제미작연구소는 이러한 유용유전자의 발굴 및 활용과 관련하여 관련예산을 증액하고 그에 대한 연구를 강화하려는 움직임을 보이고 있다.

표 5. Climate-Ready(내재해성) 유전자 특허 현황(2008)

기 업	특허출원/ 등록 건수	특허대상 내재해성 특성	특허출원 / 등록 국가
BASF (독일)	21	내한(旱), 내염(鹽), 내한(寒), 내환경스트레스, 내열	미국, 아르헨티나, 호주, 오스트리아, 중국, 독일, 노르웨이, 스페인
Bayer (독일)	5	내한(旱), 내염(鹽), 내한(寒), 내환경스트레스	미국, 아르헨티나, 캐나다, 오스트리아, 중국, 독일, 대한민국
Ceres, Inc. (미국) -몬산토와 협력	4	내한(旱), 내염(鹽), 내한(寒), 내침수, 내환경스트레스	미국, 호주, 브라질, 캐나다, 중국
Dow (미국)	2	내한(旱), 내열	미국
Dupont Pioneer (미국)	1	내한(旱), 내한(寒), 내환경 스트레스	미국, 아르헨티나
Evogene Ltd. (이스라엘) - 몬산토 및 듀폰과 협력	2	내한(旱), 내염(鹽), 내한(寒), 내환경스트레스, 내자외선	미국, 브라질, 캐나다, 중국, 멕시코, 러시아
Mendel Biotechnology (미국) - 몬산토와 협력	3	내한(旱), 내환경스트레스	미국, 호주, 브라질, 캐나다, 중국, 일본, 멕시코
Monsanto (미국)	6	내한(旱), 내한(寒), 내환경 스트레스, 질소이용효율증대	미국, 아르헨티나, 호주, 브라질, 캐나다, 중국, 독일, 일본, 대한민국,멕시코, 남아프리카 공화국
Syngenta(스위스)	7	내한(旱), 내한(寒), 내염(鹽) 내환경스트레스,	미국, 호주, 브라질, 캐나다, 중국

자료: ETC Group, Gene Giants Grab "Climate Genes", 2008. 5

3) 사다리 걷어차기 전략 - 대형화 및 집중화

2000년대에 들어와서 종자회사의 대형화 경쟁이 가열되어 종자회사간의 인수합병이 활발하게 진행되고 있는데, 이러한 대형화의 배경에는 몇 가지 이유가 있다. 그 중에서 가장 주된 이유는 서로간의 경쟁이 치열해지면서 중복투자와 R&D비용이 눈덩이처럼 불어나서 수익성이 악화될 것으로 전망이 되자 경쟁에서 이기는 가장 확실한 방법인 경쟁회사 인수합병 전략을 취하고 있다는 것이다.

경쟁사를 인수합병하면 시장지배력이 강화되고 가격결정력이 높아지며 경쟁에 따른 비용을 줄일 수 있는 다양한 장점이 부각되게 된다. 이러한 대형화 현상은 상위 종자기업의 집중화를 더욱 심화시켜 자칫 시장원리에 반하는 방향으로 글로벌 종자산업이 나아갈 우려를 낳고 있기도 하다.

시장에 존재하는 다양한 독과점 금지 규제들로 인하여 더 이상의 몸집 불리기가 불가능해지자 글로벌 기업들은 서로 파트너십을 통한 진입장벽 구축으로 전략을 수정하여 최근에는 종자기업과 화학기업, 종자기업과 제약기업 등 다른 산업 간의 파트너십도 다양한 형태로 이루어지고 있다.

표 6. 상위 4대 종자기업의 대형화 현황

매출액(백만 달러), 시장점유율(%)

기업	매출 ('10)	시장 점유율	인수합병 및 파트너십
몬산토	7,297	27	* Mondsanto(옥수수, 면화, 콩, 카놀라) + Seminis(채소) + Delta&Pineland(면화) * BASF와 내재해성유전자 특허등록 및 품종개발
듀폰	4,641	17	* Dupont(종자) + Pioneer(옥수수) + GreenLeaf Genetics (조인트벤처) * Syngenta와 생명공학 관련 특허 협약 체결
신젠타	2,564	9	* Astrazeneca(종자) + Novatis(종자) + Zeraim Gedera(채소) * Dupont/Pioneer와 협력을 통한 투자효율 및 점유율 강화 도모
리마 그레인	1,252	5	* Nickerson(곡류) + Advanta Europe (해바라기, 잔디) + Vilmorin & Cie (곡물 및 채소) * Yuan Longping(하이브리드벼 전문가)과 전략적 파트너십 체결

자료 : ETC Group, Who owns whom, 2009, Who will control green economy, 2011. 12

4) 수직계열화(Vertical Integration)

2000년대 후반부터 글로벌 종자기업들은 종자 뿐 아니라 농약, 제약, 농식품 유통 및 가공, 레스토랑 체인 등 전체 가치사슬에 모두 직간접적으로 참여하려는 움직임을 보이고 있다. 전통적으로 종자기업은 종자에 집중하는 경향을 보여왔고 타 산업과는 협력관계를 유지하는 전략을 구사하였는데, 종자산업의 외연확대 추세에 따라 종자기업들이 직접 연관 산업의 기업을 인수하여 직접 참여하거나 지분 공유를 통한 간접참여를 시도하고 있다.

신젠타의 경우에는 농약과 종자사업 분야를 하나의 관리체계로 통합하는 전략으로 수정하였으며, 몬산토의 경우에는 농식품 유통 및 레스토랑 체인사업 참여를 검토하고 있다. 몬산토의 경우 세계적으로 소비가 증가하고 있는 채소분야에 대한 지배력을 높이기 위해서 채소종자 사업부문을 강화하기 위한 전략의 일환으로 물밑작업을 하고 있다. 몬산토 채소품종만을 사용하는 레스토랑 체인이 생길 경우 그 체인에 납품을 하는 유통 및 가공회사는 몬산토 품종을 재배하는 농업인의 생산물만을 구매할 것이고 안정적인 수요처가 확보된 장점을 통해 몬산토 종자사업도 함께 성장을 할 수 있기 때문이다. 이미 몬산토의 경우에는 제초제 저항성 품종을 통해 농약과 종자의 패키지 전략을 성공적으로 수행한 경험이 있기 때문에 이러한 전략을 적극적으로 검토하고 있다고 할 수 있다. 따라서 세계적인 식품 프랜차이즈를 통한 유전자조작 농산물의 독점적인 유통망을 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

5) 글로벌 제약기업과 동의보감

신종플루의 치료제인 타미플루의 경우에 중국에서 자생하던 팔각회향의 종자에서 추출한 물질에서 개발되었다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 최근 식물유래 천연물질을 통한 신약개발 시장이 성장함에 따라 종자기업과 제약기업 간의 제휴가 늘어나고 있다. 화학합성에 의한 신약개발에 비하여 개발기간도 단축할 수 있고 무엇보다 천연성분이라 부작용이 적어 임상시험에 유리하기 때문이다.

가장 두드러진 사례가 미국의 제약기업인 화이자와 종자기업 몬산토의 협력관계인데, 서로간의 연구인력 및 시설을 공유하면서 유용물질의 개발과

대량생산 체계와 관련된 연구를 진행하고 있다. 이러한 연구의 기반에 동의보감이 활용되고 있다는 점은 무척 놀라운 점이다. 세계적으로 신약개발 소재를 탐색함에 있어서 우리나라 조상들이 몸소 임상실험(?)을 통해 확인한 약용 성분을 지닌 식물을 중심으로 접근하고 있다는 것이다.

새로운 신약성분이 식물에서 발견이 되면 그 물질을 대량생산할 수 있는 품종을 개발한다는 개념인데, 예를 들어 약초에서 항암물질이 발견되어 신약으로 개발할 가치가 있다고 판단되면 생명공학 기술을 활용하여 약초가 아닌 콩으로 그 유전자를 이동한다. 그 이유는 콩의 경우에는 이미 기계화 등 대량생산 체계가 갖추어져 있어 가장 낮은 비용으로 신약의 소재를 공급할 수 있기 때문이다. 현재의 생명공학 기술은 어떠한 유전자이던 콩으로 전이시켜 원하는 물질을 대량으로 생산할 수 있는 체계가 이미 확립되어 있다. 오메가3를 생산하는 심해어의 유전자를 콩에 전이시켜 기존의 농업생산 체계를 이용하여 낮은 수준의 생산비로 오메가-3를 대량생산하는 품종이 이미 개발이 되어 있다. 또한 신약개발 뿐 아니라 식물유래 기능성 물질을 이용한 화장품, 친환경적인 산업소재 등의 개발을 위한 화학기업과 종자기업 간의 제휴나 협력도 시도되고 있다.

그림 1. 식물종자 유래 신약

4. 우리의 대응 전략

종자는 비료 및 농약 등 다른 농자재와는 다른 특징을 가지고 있다. 사실상 비료나

농약은 종자가 가지고 있는 유전적 특징을 발현하도록 촉진하는 것이 중요한 역할의 하나이다. 즉, 종자는 최종적으로 생산된 농산물의 특징을 결정하는 핵심 요소이기 때문에 생산 이후의 유통, 가공, 저장의 방향을 결정하는 독특한 위치를 가지고 있다.

노벨평화상을 수상한 노만 볼로그 박사는 노벨상 수상 강연에서 "사회정의를 위해 가장 중요한 구성요소는 모든 인간을 위한 충분한 식량입니다. 식량은 이 세상에 태어난 모든 사람의 도덕적인 권리입니다. 그러나 아직도 오늘날까지 많은 이들이 굶주리고 있습니다. 식량이 없이는 인간은 고작해야 몇 주 밖에 살지 못하며, 식량이 없이는 사회정의를 위한 모든 다른 요소들은 무의미한 것입니다."라고 하였다. 인간을 인간답게 하는 가장 기본이 식량이고, 그 식량을 만드는 기본이 종자라는 점에서 종자의 중요성을 다시 한 번 느낄 수 있는 말이라 할 수 있다.

최근 에너지가격의 상승에 따른 대체연료의 수요 증대로 선진국을 중심으로 한 바이오에탄올 등의 생산 및 사용량 증가로 인한 식량의 비식량 용도로의 사용이 증가하여 풍부한 농업생산 기반, 부존자원 및 경제력을 지닌 국가들의 부는 지속적으로 증가하고 있지만, 경제적 상황이 열악하고 농업생산 기반 및 자원이 빈약한 국가들의 경우에 식량 부족에 대한 압박은 상대적으로 증가하고 있다. 따라서 식량부국과 식량빈국 간의 양극화 현상이 심화될 것으로 판단된다.

우리나라 종자시장은 규모면에서 총 5,810억원으로 추정되어 전 세계 종자시장의 약 1.1%를 차지하고 있으며 등록된 종자업체는 대부분 소규모 생산·판매업체이며 신품종 육성, 종자품질관리 측면에서 규모화 전문화된 업체는 소수에 지나지 않고 있다. 글로벌 기업의 독과점체제가 고착되어 있고 사다리 걷어차기 전략으로 유전자조작 종자개발을 치열하게 경쟁하고 있는 세계 종자시장에서 살아남기 위해서는 그들과 경쟁할 수 있는 전략이 시급히 마련되어야 할 시기이다.

이를 위하여 유전자조작 농산물의 유해성 논란과는 별도로 하루하루 늘어가는 다국적 종자기업의 유용유전자 특허화에 대응하기 위해 다음과 같은 대응전략을 마련할 필요가 있다.

1) 알박기 전략

현재 다국적 제약기업과 종자기업이 막대한 연구비를 투입하면서 개발하고 있는

유용유전자 탐색 분야에 있어서 산발적으로 대응하기 보다는 특허현황을 면밀히 검토하여 틈새 기술특허를 통한 협상력 증대를 고려해 볼 필요가 있다. 틈새특허는 단독적으로는 상업화가 불가능하지만, 유전자조작 농산물 종자로 무장한 다국적 기업의 글로벌 유통 공격에서는 최소한의 권리를 지킬 수 있기 때문이다.

2) 눈에는 눈, 이에는 이

우리도 향후 기후변화에 대비하여 원천기술 개발에 더욱 매진하고 국제적 연대를 통하여 글로벌 기업의 특허경쟁에 대응할 필요성이 있다. 또한 민간부문에서 막대한 투자와 낮은 성공 가능성을 이유로 참여하지 않는 경우에는 국가 R&D 기능을 강화하여 대응하는 방안도 고려해야 할 것으로 판단된다.

특히, 우리의 주곡인 쌀부터 한반도의 기후변화에 대응할 수 있는 품종개발을 통한 식량주권 사수가 절실히 필요하다.

3) 애국적 재능 기부 - 싱크탱크

유전자 조작 농산물의 글로벌 유통에 대한 대응은 단순한 기술적 대응 뿐 아니라 정책적, 외교적, 사회적인 종합적 대응이 필요한 분야이므로 일회성이 아닌 지속적이고 장기적인 전략을 작성하고 리드하는 전문가 집단이 필요하다. 특히, 법률, 특허, 외교, 농산물 가공, 식품, 환경, 소비자 권리 등 각 분야에서 글로벌 경험을 지니고 있는 최고의 전문가들이 참여하는 싱크탱크를 통해 유전자 조작 농산물의 글로벌 트렌드를 파악하고 우리나라에 미치는 영향을 예측하여 시나리오를 만들고, 그 시나리오에 따른 구체적인 전략을 작성하여 각 주체들이 그 전략을 조직적으로 수행할 수 있게 가이드를 해주어야 할 것이다.

참고문헌

1. 신종수. 2010.「종자강국 세계시장에서 답을 찾다」. 농촌진흥청.
2. Monsanto news release, “Monsanto Company and Sapphire Energy Enter Collaboration to Advance Yield and Stress Research,” 8 March (2011)
3. http://www.monsanto.mediaroom.com/index.php?s=43&item=934
   Supplemental Comments of DuPont/Pioneer Hi-Bred International Regarding The Real State Of Competition In The U.S. Seed Industry (n.d.)
4. http://www.pioneer.com/CMRoot/Pioneer/media_room/DuPont_DOJ_USDA_Comments.pdf
5. ETC Group, Who owns whom, 2009
6. ETC Group, Who will control green economy, 2011.12
7. ETC Group, Who Will Feed Us? Questions for the Food and Climate Crises, 2009. 12
8. ETC Group, Who owns nature? Corporate Power and the Final Frontier in the Commodification of Life, ETC Communiqué#100, November 2008.
9. Helena Paul, Almuth Ernsting, Stella Semino, Susanne Gura & Antje Lorch, Agriculture and climate change: Real problems, false solutions, A Preliminary report by Econexus, Biofuelwatch, Grupo de Reflexion Rural and NOAH – Friends of the Earth Denmark,
10. September 2009. www.econexus.info
11. Monsanto. www.monsanto.com
12. Dupont pioneer www.pioneer.com
13. Syngenta www.syngenta.com
14. FAO. FAOSTAT www.fao.org
15. ISF. www.isf.org
16. ETC Group. www.etcgroup.org

- 제 5 장 -

미래농업 R&D의 이해와 우리의 선택

1. 과학과 미래, 그리고 농업 R&D
2. 농업 R&D의 이해
3. 농업 R&D 투자와 경쟁력
4. 농업 R&D와 미래 환경 변화
5. 미래 농업과 유망기술
6. 정리 및 제언

1. 과학과 미래, 그리고 농업 R&D

1) 농업 가치의 재발견과 농업 R&D

1971년 노벨경제학상을 수상한 하버드대학의 사이먼 쿠즈네츠(S. Kuznets)는 "후진국이 공업화를 통해 중진국까지는 될 수 있지만, 농업·농촌의 발전 없이는 선진국에 진입할 수 없다"고 주장하였다.

그의 주장은 한국의 경제발전사에 시사하는 바가 크다. 농업중심 국가였던 한국 역시 1970년대 이후 공업화를 통하여 경공업, 중화학공업, 자동차·조선·IT산업으로 국민경제의 중심축이 이동하였고, 중진국을 커져 선진국의 문턱까지 왔기 때문이다.

그러나 압축성장 시기가 끝나가고, 저성장 기조의 고착과 고령화, 복지수요 증가와 일자리 감소 등 우리의 환경이 빠르고 변화하고 있다. 또한 우리 국민들은 쿠즈네츠의 주장처럼 일부 주요 산업의 경제적 성공이 선진국 진입과 행복한 생활을 보장하지 않는다는 것을 경험적으로 체득하게 되었다. 농업은 이에 대한 확실한 대안이 될 수 있다. 경제적 가치와 생태환경적 가치, 사회문화적 가치, 안보적 가치 등의 비경제적 가치가 복합되어 있는 농업은 우리 시대의 다양한 현안을 동시에 해결할 수 있는 가장 확실한 대안이자 다기능의 열쇠이다.

다른 산업과 마찬가지로 농업의 발전을 견인하고 산업으로서의 잠재력을 실현하는 것은 R&D에 기반한 혁신이다. 빌 게이츠는 "농업은 최상의 과학에 기초하여야 한다"라고 했고, 사르코지 대통령은 "농업은 나노과학, 우주산업처럼 미래를 여느 열쇠"라고 했다. 짐 로저스가 "농업은 향후 가장 유망하고 잠재력이 뛰어난 산업 중의 하나"라고 한 것도 이러한 맥락을 반영한 것이다.

이처럼 미래 농업경쟁력의 핵심이 농업 R&D에 있음에도 현실적으로는 농업 R&D에 대한 편견과 오류가 많은 것이 현실이다. 농업 R&D는 현상유지와 미래대응, 단순기능과 첨단기술까지 시공간적 범위가 매우 다양하다. 시간적으로도 초장기적의 은근한 발전이 필수이다. 그렇기 때문에 제조업 기반의 빠른 혁신 패러다임에 익숙한 우리에게 농업 R&D는 매우 낯설고 어색할 수 있다. 이로 인해 농업 R&D 현장(performer)과 농업 R&D 정책결정자(patron) 그리고 농업 R&D 효과의 대상이 되는 농민(farmer)간의 괴리와 오류가 크다. 미래 농업 경쟁력을 확보하기 위해서는 농업과 농업 R&D에 대한 올바른 이해가 필요한 이유이다.

2) 관리자 수행자 이슈 (Patron Performer Issue)

농업 R&D의 효과가 일차적으로 귀속되는 것은 농민(farmer)이고, 농민을 거쳐 궁긍적으로는 국민(citizen)에게 귀속된다.[3] 따라서 농업 R&D는 기본적으로 농민을 위한 R&D를 수행하는 것이 필요하다.

그러나 현실은 농업 R&D를 수행하는 R&D 현장(performer)과 농업 R&D 정책결정자(patron)의 상호작용이 농민의 이해를 대변하지 못하는 경우가 빈번하다. 정치권과 이익집단의 요구에 민감하고 R&D 수행자(performer)보다 전문성이 떨어지는 R&D 정책결정자(patron)는 현안 위주의 가시성과 도출 및 입증을 요구하는 경향이 있다. 이같은 압력은 R&D 수행자가 농민에게 당장 필요한 연구(must do research)에 집중하기보다 성과산출이 가능한 연구(can do research) 연구에 집중하게 한다. 반면에 R&D 수행자들은 상대우위에 있는 R&D 전문성을 토대로 기회주의적 행동을 할 여지도 있다. 결국 이 과정에서 농민의 혜익은 소외될 가능성이 커지는 것이다. 특히 농업분야 국가 對 민간 R&D 비중이 95:5에 이르고, 공공 R&D 수행자의 신분이 공무원인 한국의 경우에는 공공 R&D의 특성상 수요자인 농민의 R&D 요구를 적시에 반영하지 못할 여지가 크기 때문에 관리자-수행자 이슈 (Patron Performer Issue)는 더욱 심각할 수 있다.[4]

R&D 정책관리자(patron)의 합리성 및 전문성 증진, 그리고 R&D 수행자(performer)의 투명성 확보가 중요한 이유이다.

여기서 추가적으로 고려해야 할 사항이 있다. 바로 미래 농업 R&D는 농민과 분리해서 접근할 필요가 점차 커진다는 것이다. 전술했듯이, 농업 생명공학 연구는 농민과 직접적인 연관이 적다. 농업 생명공학 연구의 결과물이 현장 접목과정을 커쳐서 농업 현장에 적용되기까지는 그렇다.

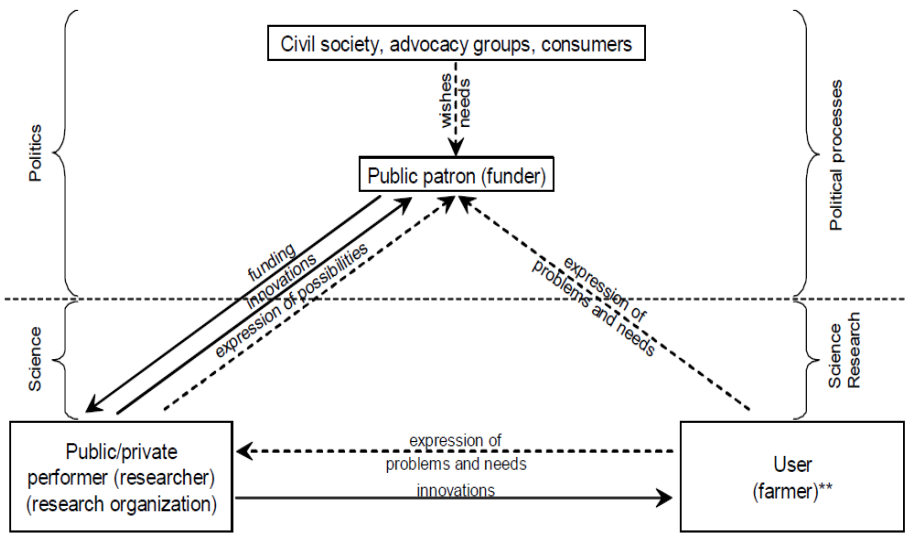
따라서 이제는 농업 R&D와 농산업 R&D, 그리고 농민을 위한 R&D와 비농민을 위한 R&D의 간의 구별이 필요하다.

현실적으로는 '차세대 BG21 사업', '골든씨드 사업' 등은 농민의 혜익과는 직접적인 연관이 없는 농산업 R&D의 범주에 속한다.

⑶ 그러나 농업생명공학 R&D는 농민이 일차 대상이 아닐 수 있다. 유전체 등 생명체와 대사의 기본원리를 연구하는 농업생명공학연구는 다른 과학 분야와 비농업 유관 산업이 주요 대상이 되기 때문이다.

⑷ Alston(2004)은 Patron-Performer Issue를 포함한 농업분야 규제 및 조정 비용이 R&D 총 비용의 대략 10분의 1을 차지한다고 하였다.

그렇지만 이들 사업은 농업 R&D와 뿌리를 같이 하기 때문에, 농업기초기반연구와 농업공동연구 등 계속 진행 중인 농업 R&D와의 일부 중복(또는 중첩)의 발생이 불가피하다. 이는 농업 R&D와 농산업 R&D가 분리되는 시기의 과도기적 상황으로도 이해할 수 있다. 이런 관점에서 보면, 일부에서 이들 R&D 사업간의 관계를 중복으로만 이해하고 이들 사업의 효과성에 대해 예산낭비 등으로 과도하게 몰아가는 것은 지나친 반응이다.



Dalrymple, Dana G.(2006), "Setting the Agenda for Science and Technology in the Public Sector: the Case of International Agricultural Research," Science and Public Policy, Vol. 33 No. 4 (May), pp.277-290

그림1. 농업 R&D의 흐름

2. 농업 R&D의 이해

1) 농업 R&D의 개념과 농산업 규모

농업 R&D는 "농업 문제를 해결하거나 농업에 유용한 수단을 발견하기 위해 과학의 원리를 적용하는 것 (Arnon, 1989)" 또는 "새로운 사실을 발견하고, 그러한 사실을 이전의 지식의 관점에서 평가 해석하는 실험실 및 농장에서 수행되는 독창적이며 창의적인 지적 활동(Klopsteg, 1945)" 으로 정의된다. 농업 R&D의 주안점으로 농업을 위한 견인력과 현장 활용성을 강조한 것이다.

농업의 개념이 농업의 일차적인 생산기능(primary production)을 강조한다면, 농산업(Agro-industry, Agribusines)은 일차적인 생산기능(primary production)의 전(pre-primary)과 후(secondary)를 포괄하는 개념이다.

따라서 농산업 R&D는 일차적인 생산기능을 포함하여 생물자원, 식의약소재 등으로 확대되고, 대상자도 농민 이외에 농산업 종사자 전체로 확대된다. 농산업은 1955년 하버드대학의 Davis와 Goldberg가 처음 사용한 용어이지만, 한국에는 비교적 늦은 1990년대에야 본격적으로 회자되기 시작하였다.

표1. 농산업의 개념

② 전방활동	① 농업생산	③ 후방활동
• 생물자원의 유지관리 • (동식물 종자, 유전자원) • 토양비료, 농약 등 자재 • 동물사료, 의약품 • 농기계 • 농업정보	• 식량, 원예, 축산, 농업기초기반 • (임업, 수산업)	• 식의약품 소재 • 저장 가공 • 유통 마케팅

한국의 농산업 시장규모는 농업생산(Primary Production)이 42조원이고, 식품가공유통(Secondary Production)이 75조원이며, 외식·서비스가 67조원으로 약 184조원 수준이다. 한편 세계 농산업 시장규모는 2010년 5.1조 달러로 자동차 1.6조 달러, IT 3.5조 달러보다 크다. 데이터 모니터('11)는 2020년 세계 농산업 시장규모를 6.4조로 추정하였다.

2) 농업 R&D의 범위와 분류

농업 R&D는 크게 농업기초기반연구, 식량연구, 원예연구, 축산연구, 기타·정책연구의 5 가지 영역으로 구분할 수 있다(그림 2 참조).

농업기초기반은 농업생산을 위한 토양과 물을 포함한 환경, 유전자원, 농산물 안전성, 농업공학 등을 연구하는 분야이다. 식량연구는 주곡 등의 작물을 연구하고 축산은 가축과 조사료 등의 연구가 주업무이다. 비전문가들에게 가장 잘못 알려진 분야는

원예연구이다. 일반적으로 원예연구는 화훼와 비슷한 의미로 통용되는데, 원예는 식량과 축산을 제외한 과수, 채소, 화훼를 포괄하고 특용작물도 대범주에서 원예에 포함된다.

가치사슬 관점에서 농업 R&D의 시작은 품종 육성 및 개량이다. 동일한 품종이라도 기후, 토질, 강우량, 강우패턴에 따라 요구되는 형질이 다양하기 때문에 해당지역과 요구형질에 가장 적합한 품종을 지속적으로 개발하는 것은 대단히 중요하다. 특히 기후변화에 대응하여 이상기상 대응품종, 특이적 기능성 품종, 열대·아열대 품종 등 이전과는 전혀 다른 품종의 육성이 점차 중요해지고 있다. 품종 육성은 작물 다양성 확보, 로열티 절감, 수입 협상력 측면에서도 필요하다.[5]

품종육성 R&D 이후에는 생산기술 R&D가 있다. 생산기술 R&D의 주목적은 노동력 절감과 생산비 감소, 병해충 예방, 자연재해 피해 감소 등이다. 요즈음 주목받고 있는 식물공장, 도시농업을 위한 R&D도 넓은 의미에서는 생산기술 R&D에 포함할 수 있다. 생산기술 이후에는 수확 후 관리 R&D로써 저장성과 상품성을 증진시키기 위한 R&D를 수행한다.

농업 R&D는 국공립연구기관을 중심으로 진행되는 것이 일반적이다. 그러나 이런 큰 틀 안에서 산업적 잠재력과 신성장동력의 가능성이 크며 집중적인 R&D가 필요한 부분, 예를 들어 종자 개발, 농업생명 공학기술 개발 등은 대형 연구사업으로 진행된다. '차세대 BG21 사업'과 '골든씨드 사업'이 좋은 예이다.

⑸ 예를 들어, 한미 FTA 협상 이후 체리수입이 증가하고 있는데 국내에서 소량이라도 재배하면 가격협상에서 유리해지는 식이다. 현재 국내 체리 소비의 3.6% 정도가 국내산이다.

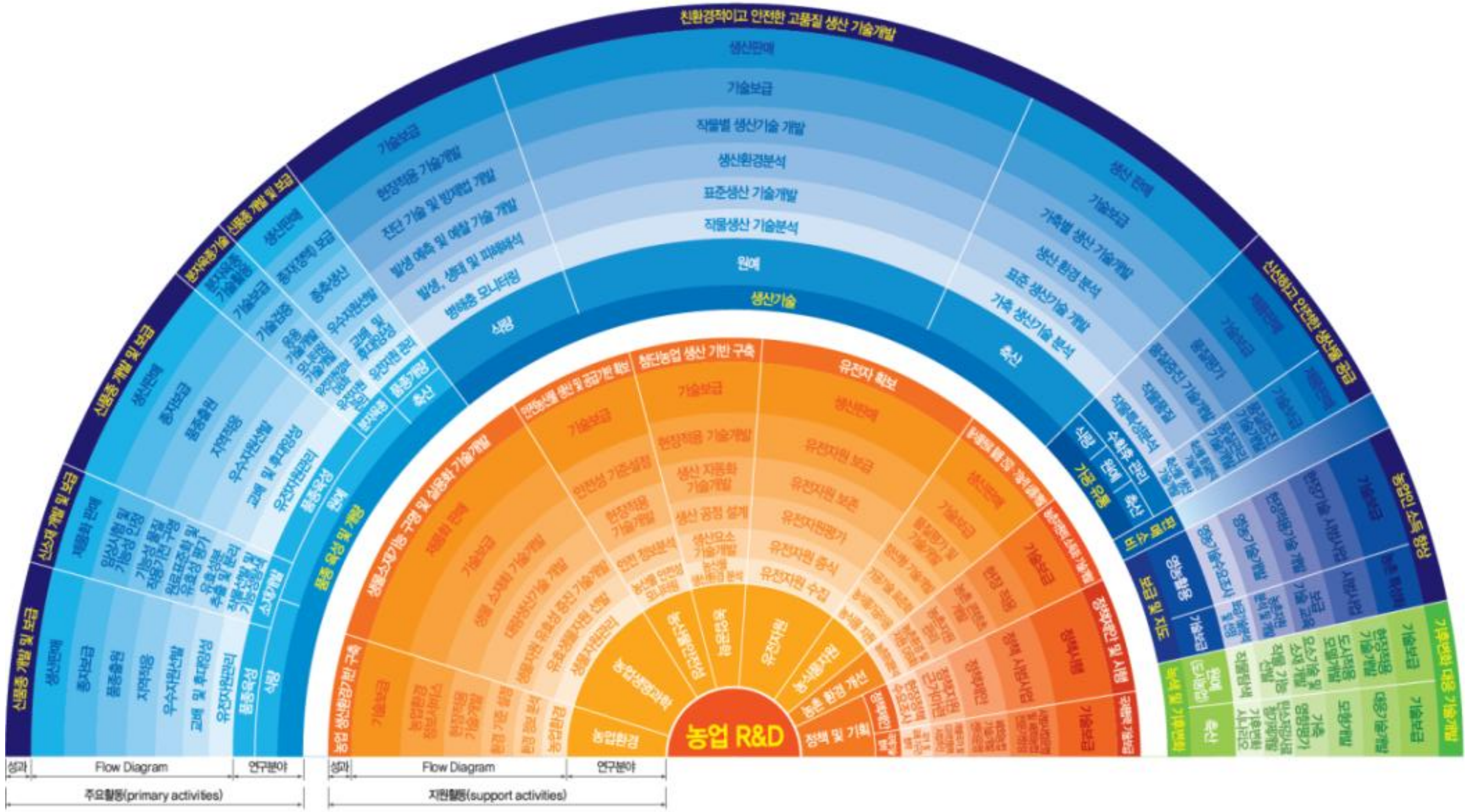
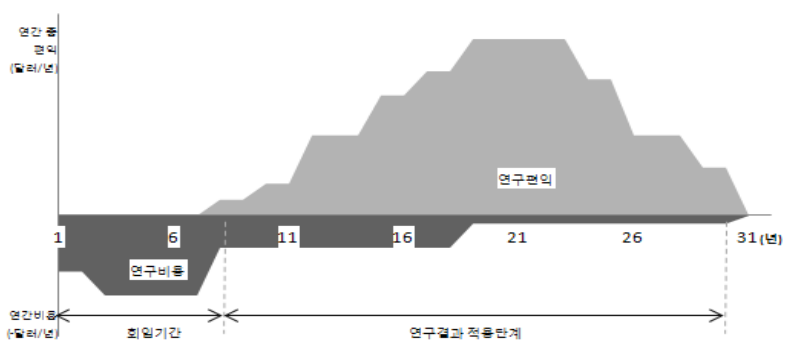


그림 2. 바이오 경제시대 과학기술정책의제 연구사업(이주량, 2012 forthcoming, STEPI)

3) 농업 R&D의 주요특징

농업 R&D는 타 분야 R&D와 차별되는 몇 가지 특징이 있다. 농업 선진국은 농업의 특징을 인정하는 공감대가 정책결정자와 연구자그룹 그리고 일반 국민에 이르기까지 사회 전반에 잘 형성되어 있고, 이런 특수성에 부합하는 R&D 관리제도가 발전해 있다는 공통점이 있다. 반면에 한국은 국가 R&D 관리체계에서 농업 R&D의 차별적 특성을 거의 인정하지 않고 있으며, 농업 R&D 관리수준 역시 그에 미치지 못하는 실정이다.

농업 및 농업 R&D가 다른 분야의 산업과 구별되는 가장 큰 특징은 공공성이다. 농업은 주요 식량자원을 생산해내는 분야로 인간의 생존과 건강에 직접적인 영향을 미치는 국가의 핵심 기간산업이다. 1862년 링컨이 농무부를 만들면서 국민의 부처(People's Department)로 명명한 것도 농업의 공공성을 강조하기 위함이다. 두 번째 특징은 불확실성이다. 농업은 기본적으로 생명을 가진 유기체를 다루는 분야로 생장 위해요소나 기후변화, 토양변화 등으로 인해 R&D의 불확실성과 위험성이 높다. 세 번째는 비독점성이다. 농업 분야에서는 핵심기술이 개발되더라도 모방 가능성이 높아 독점적 활용이 거의 불가능하거나 제한적이다. 대체로 시설, 설비 등의 생산기술은 모방이 용이한 편이고 생명공학 기반기술과 종자 등은 제한적 독점성을 갖는다. 네 번째 특징은 장기성이다. 대개의 R&D분야에서는 편익이 발생하기 전 순수하게 지출만이 발생하는 '회임기간(gestation period)'을 3년에서 5년 정도로 추정하고 있으나, 농업 R&D의 경우 회임기간이 5년에서 10년 정도로 길다.



자료 : Alston, Norton, and Pardey(1995), Science under Scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Ithaca, N.Y., U.S.A.: Cornell University Press. Reprinted in 1998, Wallingford, U.K.: CAB International.

그림 3. 농업 R&D의 회임기간 및 적용단계

다섯 번째는 지역성(Regionality) 또는 국지성(Locality)이다. 지역성이란 지역별로 토질, 강수량, 강수패턴, 자연재해, 온도 등 자연환경이 상이하고 이에 대한 적응이 필요하다는 의미이다. 지역성은 국가간은 물론이고, 같은 국가라도 지역에 따라 크게 달라진다. 여섯 번째는 귀속성이다. 농업 생산은 생산성과 품질의 향상(또는 하락)이 발생하더라도 그 원인이 R&D, 농정, 유통체계, 시장수급, 수출입, 보조금, 전달체계 중에 어디에 귀속하는지 불분명한 경우가 많다. 일곱 번째는 동일한 품질과 생산성 유지를 위해서도 많은 비용이 필요하다는 것이다.

농업과 농업 R&D는 기본적으로 자연환경에 대응하는 것인데, 온도, 풍질, 강수량 등 자연환경은 끝없이 변화한다. 자연환경 변화에 대응하여야 품질과 생산성이 유지되며, 자연스레 농업 R&D 투입의 상당부분은 품질과 생산성의 향상이 아니라 유지에 사용될 수 밖에 없다. 예를 들어 자동차 R&D는 시장환경의 변화에 대응하면 되지만, 농업 R&D는 시장환경 변화에 더하여 자연환경의 변화에도 대응해야 하는 것이다. 미국에서는 농업 R&D 투입의 35~70%가 생산성 유지에 사용된다고 주장하는 연구결과가 있으며(Alston & Pardey, 2000), 한국에서는 농업 R&D 투입의 20~25%는 생산성 유지에 사용된다는 연구결과가 있다(이주량 외, 2012). 마지막 특성은 다채로운 영역에 대한 포괄적인 R&D가 필요하다는 것이다. 식량, 원예, 축산 등 품목별 R&D를 위해서는 토양, 물, 기후 등 주변요인에 대한 R&D도 필수라는 것이다.

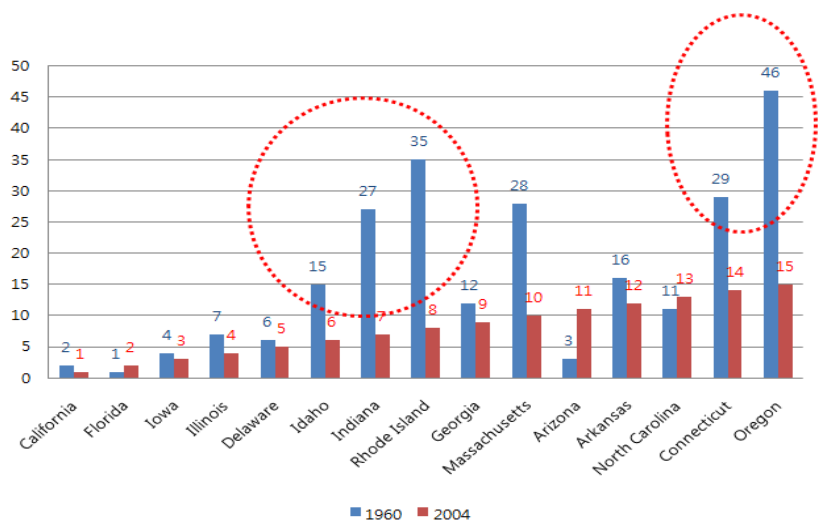
농업 특성을 감안한 농업 R&D의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 민간의 참여가 제한적이고, 일정부분 국가의 역할이 불가피하다는 것이다. 오늘날 농업 R&D에서 공공과 민간의 비중은 미국이 70:30, 네덜란드가 60:30 정도이다. 그러나 한국은 95:5로 공공의존도가 과도하다. 이는 한국에 R&D를 수행할 수 있을 정도의 규모를 갖춘 농산업 기업이 많이 부족하기 때문이다. 둘째, 특정 기술이나 제품의 성공으로 큰 돈을 벌 수 있는 확률이 매우 낮다. 반도체, 조선 등과 달리 농업 R&D의 성과는 단기간 대규모의 금전적 성과를 보증하지 않는다. 오히려 오랜 시간에 걸쳐 조금씩의 경제적 성과가 가능한 구조이다. 그러나 다른 산업과 비교하여 동일한 생산액에 대한 고용 유발효과는 훨씬 높다. 예를 들어 원예특작 품종육성 R&D의 취업 유발효과는 48.7~104.8로 반도체 5.6명, 선박 7.3명의 6~20배 가량이다(이주량 외, 2011). 마지막으로 농업 R&D의 경제성을 다른 분야와 획일적으로 비교하는 것은 불합리하다.

농업과 농업 R&D는 직접적인 경제적 산출 이외에 농업을 통한 다원적 기능의 경제효과가 더 크다. 농업의 경제적 가치(교역가치), 즉 농업의 직접생산 (primary production)은 약 42조원이다. 그러나 농업의 비경제적 가치(비교역가치)는 24~56조원으로 추산된다. 예를 들어 지하수 함양, 수질 정화, 대기 정화, 토양 유실 경감, 야생동물 보호, 농촌경관, 정서 함양, 전통문화 보존, 휴양 및 여가, 식량안보 및 협상력 증진 등은 농업생산에 수반되어 자연스럽게 산출되는 가치이다. 만약 농업이 축소된다면 그만큼 돈을 들여서 유지해야 하는 부담이 발생한다. 따라서 농업 R&D에 대하여 경제성이나 상업성의 잣대를 다른 산업과 동일하게 제시하는 것은 불합리하다.

3. 농업 R&D의 투자와 경쟁력

1) 농업 R&D의 개념과 농산업 규모

농업 R&D의 특성을 고려할 때 R&D 투자를 통해 농업의 성과를 획기적으로 증가시킬 수 있을까? 이에 대한 답은 가능하지만 오랜 시간이 필요하고 포괄적인 접근이 수반되어야 한다는 것이다. 실제로 미국에서 1960~2004년까지의 44년 동안 미국 48개주의 농업 생산성 변화추이를 살펴보면 매우 흥미로운 결과를 찾아 볼 수 있다.



출처 : http://ers.usda.gov/

그림 4. 농산업 R&D 투자생산성 국제비교 및 포트폴리오 분석 (이주량, 2010, STEPI)

그림에서처럼 캘리포니아나 플로리다, 일리노이처럼 농업을 위한 자연환경이 월등히 뛰어난 지역은 44년간 생산성 순위에 변화가 없었지만, 인디애나와 오레건 등의 지역은 농업생산성 순위가 대폭 상승한 것을 알 수 있다. 다시 말해 지속적인 정책과 투자 노력에 따라 농업생산성은 완만하게 개선될 수 있고, 오랜 시간이 지나면 확연하게 차이가 난다는 것이다.

그렇다면 한국의 농업 R&D 투자수준은 어느 정도나 될까?

ARI(Agricultural Research Intensity Ratio, 농업연구집중도) 개념을 활용한 농업 R&D 투자수준을 분석해 보면, 한국의 농업 R&D 투자수준은 1998년 후진국 수준(0.86)에서 2005년 개도국 수준(0.92)을 거쳐 2009년 선진국 수준(1.76)에 도달한 것으로 나타난다. 즉, 이전에는 많은 투자가 없다가 최근 들어 상승하는 모습을 보이고 있는데, 이는 농업생명공학 분야에 대한 국가 R&D 투자 증가가 가장 큰 요인이다.

$$ARI = \frac{ARE}{AgGDP} = \frac{ARE}{AE} \times \frac{AE}{Bud} \times \frac{Bud}{GDP} \times \frac{GDP}{AgGDP}$$

표 2. 한국의 ARI 구성요소별 비교

구분	ARE/ AE(%)	AE/ Bud(%)	Bud/ GDP(%)	GDP/ AgGDP	ARI(%)
개발도상국	11.5	6.8	21.0	4.35	0.71
중진국	11.0	4.9	25.0	8.77	1.18
선진국	9.7	4.0	24.0	18.38	1.71
한국('98)	1.7	14.4	16.4	17.82	0.86
한국('05)	3.3	5.9	21.2	22.6	0.92
한국('09)	4.3	5.9	25.8	25.8	1.76

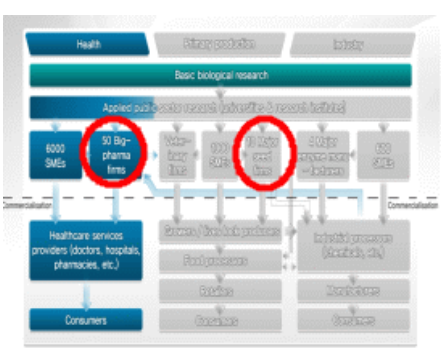
자료: International Food Policy Research Institute(2004), 2020 Africa Conference
주: ARE: 농업연구예산, AE: 농업예산, Bud: 국가 총예산, AgGDP: 농업 총생산액, ARE/AE: 농업에 있어서 농업연구의 중요성, AE/Bud: 국가재정에 있어 농업의 중요도, Bud/GDP: 국가 재정지원 능력 GDP/AgGDP: 국내총생산액이 농업부문에 미치는 영향

4. 농업 R&D와 미래 환경 변화

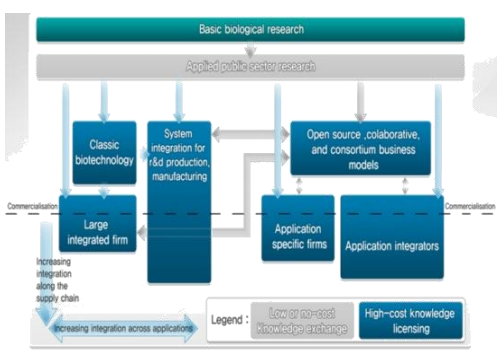
1) 분절적 구조에서 통합적 구조로의 진화

OECD(2009)는 'he Bioeconomy 2030' 보고서에서 농업 R&D의 가장 주요한 환경 변화로 보건의료(Red Bio), 농업생산(Green Bio), 산업바이오(White Bio)의 통합을 지목했다. 현재 이들 3가지 바이오 영역은 기초연구, 응용연구, 실용화연구, 기업화, 산업화 등 거의 전 단계에서 독립적으로 수행되고, 필요한 경우에만 제한적으로 협업하는 협력자 모델의 형태이다. 그러나 점차 이들 간의 칸막이가 사라지고 하나의 통합된 유기체로 움직일 것으로 예상된다.

이 같은 예상은 이미 조금씩 현실이 되어가고 있다. Dupont, Dow, BASF 등은 세계 10대 종자기업(그린바이오)인 동시에 세계 10대 효소기업(화이트바이오)이다. Bayer은 세계 유수의 제약기업(레드바이오)이지만, Bayer CropScience는 종자기업(그린바이오)이며, Novozymes은 세계 최대의 효소기업(화이트바이오)이지만 Novo Nordisk는 세계적인 제약기업(레드바이오)이다. 또 다른 예로써, 바이오에너지 가치사슬을 살펴보면, Feedstock(농업생산) → Deconstruction (전처리) → Fermentation (당화 및 발효) 단계마다 그린바이오 기술과 화이트 바이오 기술이 복잡하게 얽히게 된다.



〈협력자 모델, 2010〉



〈통합자 모델, 2030〉

그림 5. 협력자 모델과 통합자 모델

표 3. 분야별 세계 주요 바이오기업의 R&D 투자액

Estimated 2006 R&D expenditures of relevance to biotechnology by leading companies in each application (단위: USD million)

Primary production		Health		Industry	
Company(country)	Biotech R&D	Company(country)	Biotech R&D	Company(country)	Biotech R&D
Syngenta(스위스)	510	Pfizer (미국)	7,770	Novozymes (덴마크)	95
Monsanto(미국)	470	GlaxoSmithKline(영국)	4,350	BASF (독일)	55
Bayer CropScience(독일)	310	Sanofi-Aventis(프랑스)	3,750	DuPont(미국)	45
Du Pont Pioneer(미국)	190	Roche(스위스)	3,450	AKZO Nobel(네덜란드)	40
BASF(독일)	170	Novartis(스위스)	3,450	Dow(미국)	40
LimaGrain(프랑스)	85	Merck(미국)	3,100	DSM(네덜란드)	15
KWS SAAT(독일)	65	Genentech(미국)	2,600	Kyowa Hakko Kogyo(일본)	9
Dow Agrosciences(미국)	55	Amgen(미국)	2,150	Ciba(스위스)	6
		Novo Nordisk(덴마크)	715	Wacker Chemie(독일)	6
		Biogen Idec(미국)	460	BHP Billiton(영국)	2
합계	1,855		31,795		313

Source: The Bioeconomy to 2030

2) 농업 R&D의 생명산업화

농업 R&D를 둘러싼 주요한 미래 환경변화의 하나는 농업과 농업R&D가 생명산업으로 확장된다는 것이다. 일반적으로 농업은 1차산업 부문으로 인식되었으나, 점차 생명체와 유전정보에 기반한 신성장 동력산업으로 주목받고 있다. 농업이 먹거리 생산의 전통적 역할 이외에 에너지 절감 및 신재생에너지원 개발, 고부가 형질전환 동물·식품 개발 및 유전자 변형생물의 안정성 확보, 보건·의약 생명자원 개발 등 새로운 역할로 확장되는 것이다. 농업에서 이용하는 자원의 범위 역시 동식물 및 미생물 등의 생물자원, DNA 등을 포함하는 생명정보 및 광석 등의 천연물질, 자연경관, 생태 등에 이르러 서비스화되고 공공재적인 것까지 광범위해지고 있다. 나아가 향후 농업기술은 IT, NT 등의 차세대 산업기술과 융합된 형태로의 발전 잠재력이 점차 높아지고 있다.

그림 6. 생명과학분야와 융합

3) 농업 R&D의 생명산업화

글로벌 기술 혁신이 Physical Science 중심에서 Life Science 중심으로 전환하는 바이오 경제시대가 도래하면서 농업의 부가가치가 새롭게 주목받고 있다. 바이오 경제시대에 그린바이오 영역의 농업은 가치사슬의 출발점이자 핵심이며 다른 바이오 영역과 비교하여 가장 높은 부가가치가 기대된다.

실제로 OECD 분석에 따르면, 2003년 기준 바이오기술 R&D 지출 규모에서 그린바이오의 비중은 고작 4%이지만 2030년 바이오기술 총부가가치 추정치 비중은 26%나 된다. 2003년 지출 비중 87%인 레드바이오의 2030년 총부가가치 추정치 비중이 25%에 불과한 것과는 매우 대조적이다. 그린바이오(농업)의 높은 부가가치가 기대되는 주된 이유는 그린바이오의 생산물이 이전에는 식량(Feed)에만 국한되었으나, 이제는 식량을 포함하여 원료와 연료로까지 확장(Feedstock)될 것이기 때문이다. 많은 미래학자들이 석유화학 공정의 30% 정도가 생화학공정으로 대체될 것으로 전망하고 있는데, 이 과정에서 농업의 생산물은 우리 주변의 다양한 물질과 에너지 소재의 원료로 확장될 전망이다.

표 4. 바이오 분야별 R&D 지출/부가가치 및 주요 기업의 R&D 투자

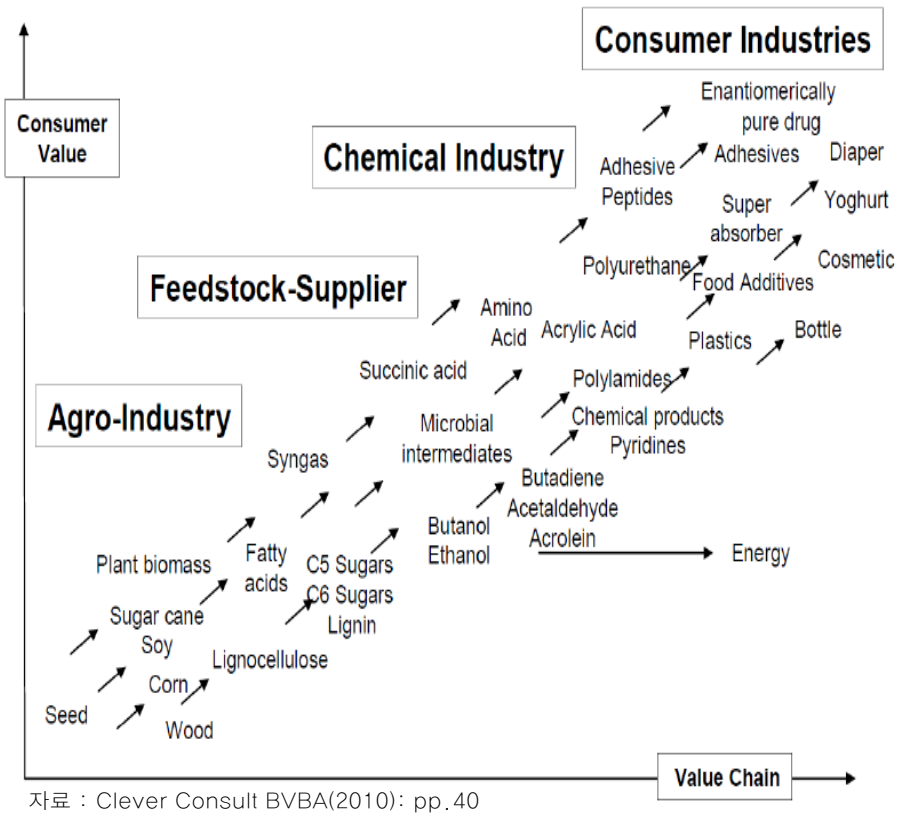
구분	2003년 바이오 기술 R&D 지출 규모	2030년 바이오 기술 총 부가가치 추정치
레드 바이오 (신약)	87%	25%
그린 바이오 (농업)	4%	26%
화이트 바이오 (산업)	2%	39%
기타	7%	-
총 합	100%	100%

자료: OECD(2009)

표 5. 디지털경제와 바이오경제

구분	디지털 경제	바이오 경제
중심 최소단위	전자(electron)	세포(cell)
중심기술	IT	BT
경제 지향점	Fast &Fat	Slow &Flat
자원	화석자원	바이오자원
공정	화학적 공정	생물학적 공정
자연계 순환	배출과 폐기	완전한 재활용
중심과학	물리, 지구과학	화학, 생물
에너지 공급방식	중앙 집중형	지역 분산형
거주형태	Urban	Sub-urban
경제학적 목적	경제성장	생명복지, 삶의 질
중심자본	산업자본	생명자본
중심산업	전기전자, 기계, 중공업	농산업, 보건의료, 화학
부가가치	17%	Up to 8%
순환	디지털 경제	바이오 경제
자원	화석연료(석탄/석유)	재생 가능한 바이오 자원
공정	화학적 공정	생물학적 공정
폐기물	대량 배출	완전한 재활용

자료: 바이오 경제시대 과학기술 정책의제와 대응전략(이주량 외, 2011, STEPI)



자료 : Clever Consult BVBA(2010): pp.40

그림 7. 바이오 경제시대 가치사슬의 흐름

5. 미래 농업과 유망기술

미래 농업에서 어떤 기술이 유망할지는 보는 관점과 주장에 따라 많이 다를 수 있다. 상황에 따라서는 공상과학적인 요소가 개입될 소지도 매우 크다. 따라서 본고에서는 바텔사의 미래 유망기술 전망과 국내의 두 가지 선행연구를 살펴보는 것으로 대신하고자 한다.

1) 바텔사(社)의 미래 농업 유망기술

바텔사(2009)는 기술경제 효과와 개발 소요시간의 두 가지 축으로 농업분야의 미래 유망기술을 제시하였다. 기술경제 효과가 크고 개발 소요시간이 짧아 가장 유망한 것으로 분류되는 2사분면에는 바이오고분자 활용 소재, 식품안정성, 바이오센서, 병해충 진단예방 기술, 식품저장기술 등이 위치해 있다. 개발 소요시간은 길지만 기술경제효과는 작은 3사분면에는 토양관리, 물관리, 지속가능농업, 도시토지관리 등 공공재적 성격이 강한 연구가 포함되어 있다. 한편 개발소요시간과 기술경제효과가 모두 큰 4분면에는 셀룰로오스 및 해조류 계열 바이오에너지, 고수율 작물과 축산물 등이 위치해 있다.

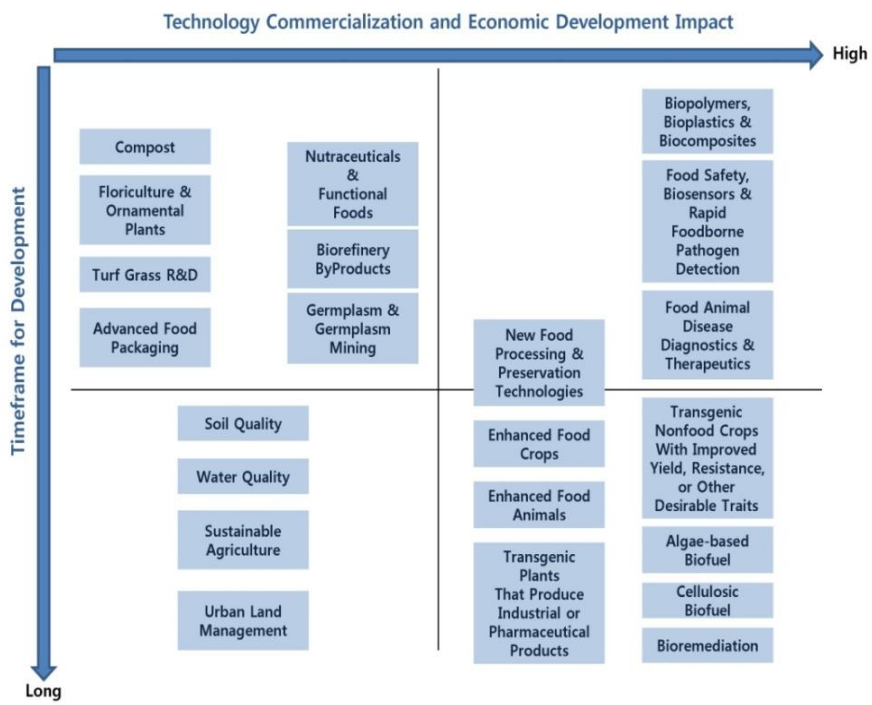


그림 8. 바텔社의 미래농업 유망기술

2) 한국 농산업 10대 미래 유망기술

공학한림원에서 제시한 '한국 농산업 10대 미래 유망기술'(이주량 외, 2010)은 2,770개 기술 Pool을 설정한 후 전문가 델파이 조사를 통하여 4대 영역 109개 후보기술[(6)] 을 도출한 후, 다시 기술확보 가능성, 파급효과, 전략적 중요도의 3가지 기준에 대한 등급점수로 한국 농산업의 10대 미래 유망기술을 선정하였다. 미래 유망기술로는 BT 기술을 활용한 수출품종 개발, 바이오신약 개발, 바이오 에너지 생산기술 순으로 나타났고, 바이오센서 개발, 스마트식품포장 등도 포함되었다. 흥미로운 것은 바이오센서, 스마트식품 포장 등이 바텔사의 유망기술가 일치했다는 것이다.

No	기술명	기술확보 가능성	파급효과	전략적 중요도
1	BT 기술 활용 수출품종 개발	4.2	4.1	4.5
2	바이오 신약 개발	3.8	4.2	4.4
3	바이오에너지 생산기술 및 시스템 개발	3.7	4.1	4.3
4	농업유전자원 종합정보시스템 구축기술	3.8	4.1	3.9
5	저투입 정밀농업용 리모트 센싱기술	3.9	4.0	4.0
6	농식품용 바이오 센서 개발 기술	3.8	4.1	3.9
7	유비쿼터스 식품 유통 시스템 기술	4.0	4.1	4.3
8	스마트 식품 포장	4.0	4.1	4.0
9	식품 안전성 신속 판정용 바이오센서 개발	4.0	4.2	4.3
10	식품부산물 고부가가치화	4.0	4.1	4.1

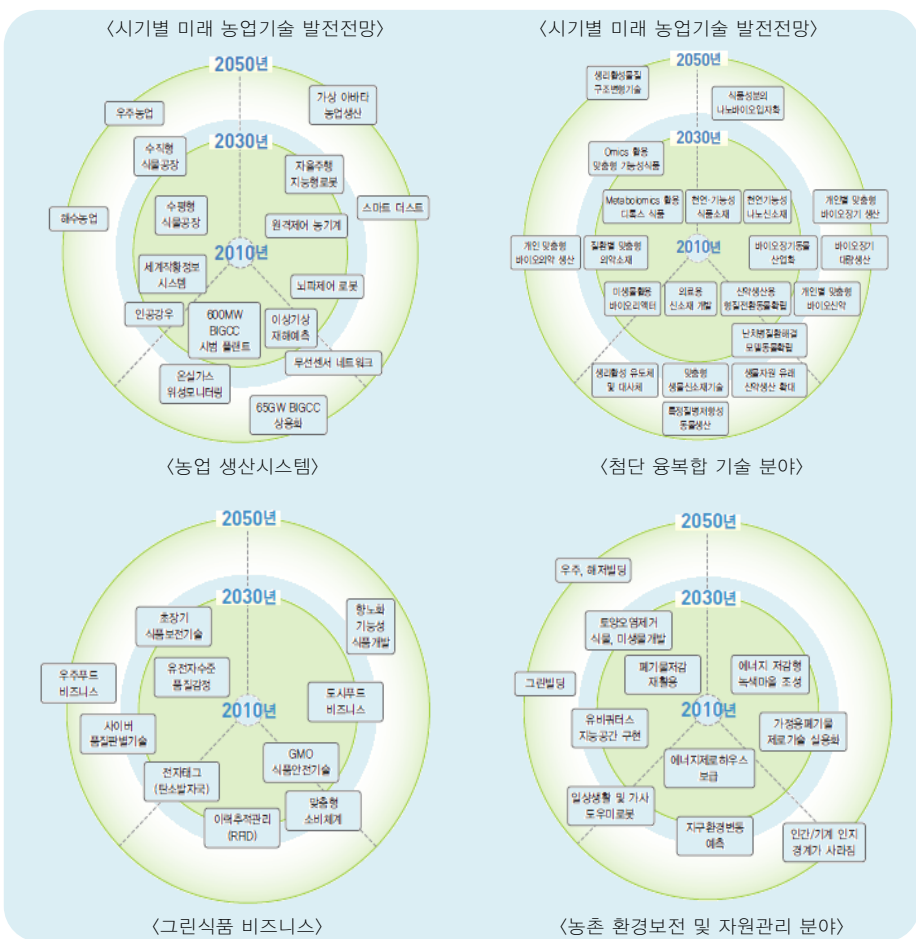
자료 : 농산업 환경 변화와 10대 미래유망 농산업 기술(이주량 외, 2010, 공학한림원)

그림 9. 한국 농산업 10대 미래 유망기술

(6) 4대 영역 109개 후보기술은 첨단 농업자원분야 25개, 순환형 에너지분야 13개, 지능형 융복합분야 39개, 고부가 식품분야 32개로 구성되어 있다.

3) 한국 미래 농업기술 발전전망 - 미래학자가 보는 2050 농업전망

농촌진흥청의 '미래학자가 보는 2050 농업전망'(이철희 외, 2010)은 농업생산시스템, 첨단 융복합기술, 그린식품 비즈니스, 농촌 환경보전 및 자원관리의 4가지 영역에 대하여 2010년, 2030년, 2050년의 시간 축에 매핑하여 미래학의 상상력을 포함한 미래 농업기술을 제시하였다. 유망 기술로는 천연소재, GMO 식품안전기술 등 현재진행형 기술에서부터 인공강우, 해수농업, 우주농업 등 도전적인 기술까지 폭넓은 기술들도 포함되어 있다.



출처 : 미래학자가 보는 2050 농업전망, 농진청 (2010, 이철희 외)

그림 10. 한국 미래 농업기술 발전전망

4) 식물공장과 도시농업

미래 농업과 관련하여 트렌디하게 다루어지는 이슈로는 식물공장과 도시농업이 있다. 여기에서는 식물공장과 도시농업 이슈에 대하여 간략히 살펴보도록 한다.

식물공장은 일본식 용어이며, 영어로는 수직농장(Vertical Farming)으로 불리운다. 식물공장은 노지재배('70) → 시설재배('90) → 수평형 식물공장('00) → 수직형 식물공장('12) → 빌딩농장('15)을 거치면서 발전하고 있다. 식물공장은 광원에 따라 태양광이용형, 완전인공광형, 하이브리드형으로 분류된다. 식물공장은 기상 상황에 관계없이 적은 비료와 노동력으로도 안정적 생산이 가능하고, 온실가스 발생이 적은 장점이 있다. 또한 소비처 근처에서 생산하기 때문에 운송비도 절감할 수 있고 병해충으로부터 보다 안전하며 표준화에도 용이하다. 그러나 설비투자비가 비닐하우스의 20배에 달하기 때문에 경제성이 취약하다. 곡물생산 등 식량의 본격적인 생산에는 구조적인 한계가 존재한다. 이에 경작의 대체수단이라기보다는 특수작물이나 특수지역에 한정될 수밖에 없고, 보조수단으로의 역할이 기대된다. 기술적으로도 새로운 기술이 필요한 것이 아니고, 개발된 기술들의 통합(Integraion)으로 충분하다. 식물공장의 기대효과 역시 현재로서는 작물의 생산보다는 전후방 산업육성(소재, 제어, 에너지)과 다른 나라로의 플랜트 수출효과가 더 크다.

도시농업(Urban Agriculture)은 1970년대 쿠바에서 시작되었다. 미국의 對 쿠바 경제봉쇄정책으로 미국산 농산물의 수출이 금지되자, 쿠바정부는 도시내에 자투리땅을 이용한 식량증산정책을 시행한 것이 도시농업의 시작이다. 도시농업은 크게 점형 분산농업과 수직형 도시농업으로 나눌 수 있다. 점형 도시농업은 도시내 텃밭, 주말농장, 옥상농장 등 자투리땅에서 이루어지는 소규모 분산적 농업이고, 수직형 도시농업은 도시내 빌딩 등 수직형 플랜트를 활용하여 농산물을 대량 생산하는 것이다. 수직형 도시농업은 유통업체, 식품업체, 지자체를 중심으로 보급 및 운영이 확산되고 있다. 이와는 별도로 도시민이 도시근교로 나가서 농업생활을 영위하는 아웃바운드형의 도시농업도 있다. 아웃바운드형 도시농업은 독일, 폴란드, 영국 등 선진국에서는 도시의 라이프 스타일로 빠르게 정착하고 있다. 특히 독일에는 클라인가르텐으로 불리는 도시농업 사이트가 100만개 이상 운영되고 있다.

표 6. 유럽 국가별 도시농업 사이트 수

국가명	도시농업 사이트	국가명	도시농업 사이트
벨기에	42.000	네덜란드	22.000
덴마크	40.000	노르웨이	2.000
독일	1.000.000	오스트리아	38.000
핀란드	4.700	폴란드	850.000
프랑스	26.000	슬로바키아	130.000
영국	80.000	스웨덴	26.000
룩셈부르크	33.500	스위스	27.000

자료 : 위키피디아 (as of 2012)

도시농업의 장점은 농산물의 이동거리를 획기적으로 감소시키고 안전하고 신선한 농산물을 공급할 수 있다는 직접효과 이외에도 청소년 정서교육, 고령화 대응, 도시환경 개선 등 농업의 다원적 기능을 도시 내에서 향유할 수 있다는 것이다.

6. 정리 및 제언

미래 대응을 위한 한국농업 R&D의 바람직한 구조는 덤벨(Dumbbell) 형태를 구축하는 것이다. 덤벨형이란 아래 그림에서 보는 것처럼 축과 두 개의 무게추로 구성되어 있다. 축은 안정적 식량공급을 위한 원예연구, 축산연구, 식량연구, 농업기초기반 연구는 계속사업형태로서 국가에서 주도적으로 운영하는 것을 의미한다. 아울러 축의 또 다른 역할은 우측 무게추의 연구성과를 활용하여 좌측 무게추의 실용화로 연결해 주는 것이다.

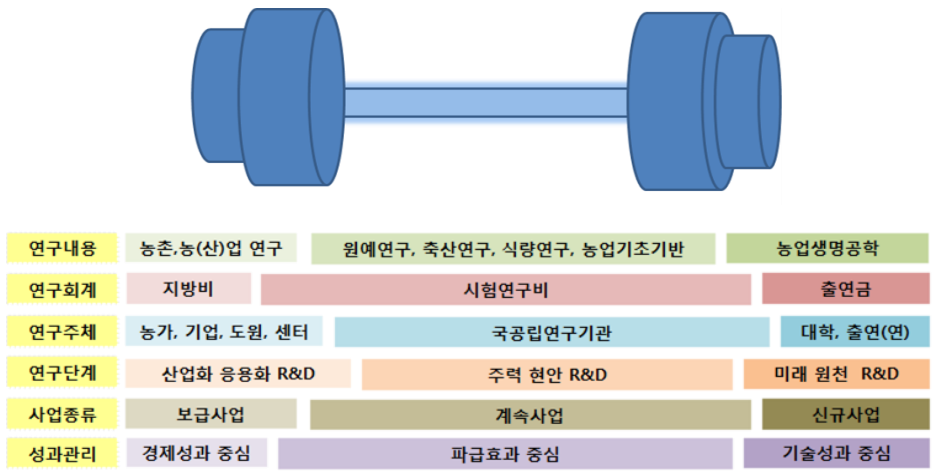


그림 11. 농업 R&D와 덤벨형 구조

우측의 무게추는 농업생명공학 등 농업과 농민과는 연관성이 떨어지지만 신성장동력의 가능성이 높은 영역으로 대학과 출연(연)의 역량을 활용하여 신규의 대규모 사업형태로 운영하고, 좌측의 무게추는 농업과 농민을 위한 사업으로 산업화·응용화 R&D를 위한 보급사업 위주로 구성하여 운영한다.

저성장 기조의 고착과 고령화로 인하여 우리의 최대 이슈는 “복지”와 “일자리”이다. 이에 대한 최적의 가능성 있는 대안으로써 농업의 역할이 기대된다.

참고문헌

1. 교육과학기술부 외(2011a),「2011년도 생명공학육성시행계획」.
2. 이주량 외(2012),「국립원예특작과학원 원예특작분야 품종 육성 파급효과 분석」, 과학기술정책연구원.
3. 이주량 외(2010),「농산업 환경 변화와 10대 미래유망 농산업 기술」, 공학한림원.
4. 이주량 외(2011),「바이오 경제시대 과학기술 정책의제와 대응전략」, 과학기술정책연구원.
5. 이주량 외(2012 forthcoming),「바이오 경제시대 과학기술 정책의제와 대응전략」, 과학기술정책연구원.
6. 이주량 외(2010),「농산업 R&D 투자생산성 국제비교 및 포트폴리오 분석」, 과학기술정책연구원.
7. 이철희 외 (2010),「한국 미래 농업기술 발전전망 - 미래학자가 보는 2050 농업전망」, 농촌진흥청.
8. Alston, Julian M.(2004), "Horticultural Biotechnology Faces Significant Economic and Market Barriers," California Agriculture, Vol. 58 No. 2, pp.80-88
9. Alston, Julian M., and Philip G. Pardey(1993), "Market Distortions and Technological Progress in Agriculture," Technological Forecasting and Social Change, Vol. 43,pp.301-319
10. Alston, Julian M., and Philip G. Pardey(2011), "For Want of A Nail: The Case for Increased Agricultural R&D Spending", AEI.
11. Alston, Julian M., Philip G. Pardey, and Vermon W. Ruttan(2008), "Research Lags Revisited : Concepts and Evidence from US Agriculture," prepared for 2008 Economic History Association meetings
12. Dalrymple, Dana G.(2006), "Setting the Agenda for Science and Technology in the Public Sector: the Case of International Agricultural Research," Science and Public Policy, Vol. 33 No. 4 (May), pp.277-290
13. Guston, David. H.(2000), Between Politics and Science: Assuring the Integrity and Productivity of Research (Cambridge: Cambridge University Press)
14. Harvey, D. R.(1988), "Research Priorities in Agriculture," Journal of Agricultural Economics, Vol. 39, pp.81-97
15. Price, Don K.(1965), The Scientific Estate (Cambridge : Harvard University Press)
16. http://de.wikipedia.org/wiki/Kleingarten

- 제 6 장 -

농촌 공간과 지역사회의 미래

1. 논의 개요
2. 삶터, 쉼터로서 농촌의 미래
3. 공동체의 터로서 농촌의 미래
4. 일터로서 농촌의 미래
5. 미래에 대응하는 농촌정책의 방향

1. 논의 개요

○ 이 글은 삶터, 쉼터, 일터, 공동체의 터로서 미래에 펼쳐질 농촌 공간과 지역사회의 변화를 그려보고, 그에 따른 정책 방향을 구상하는 것이 주요 목적이다.

- 미래의 시점을 정확하게 설정하지는 못했다.

○ 현재 농촌은 인구 과소화와 고령화, 도시와 대비하여 상대적으로 낙후한 정주 여건, 산업 편재와 일자리 부족 등이 당면한 과제라고 할 수 있다. 이러한 가운데 최근 농촌을 둘러싼 대내외 여건 변화는 농촌의 미래에 긍정적 영향과 부정적 영향을 동시에 미칠 것이다.

○ 저출산 고령화 추세는 농촌인구 과소화와 고령화를 더욱 심화시킬 가능성을 내포한다. 그러나 창조적 계층(creative class)의 전원적 삶에 대한 동경이나 다문화가족 증가 등은 농촌인구 과소화나 고령화를 완화시킬 수 있는 새로운 기회를 나타낸다.

○ 또한 농촌의 정주 여건이 현재는 도시와 비교하여 낙후하지만 교통통신 혁신, 첨단기술 발달은 사람들의 이동성을 제고시키는 한편으로 온라인 서비스, 찾아가는 서비스 등을 충족시키도록 추동할 가능성이 높다. 유비쿼터스 환경의 구현은 전국 어디에서나 균등하고 편리한 서비스를 제공받도록 할 것이다.

○ 한편 농업 중심의 산업구조와 일자리 부족 등이 지금까지는 농촌의 인구 과소화와 고령화를 촉진시키는 요인이기도 한 바, 이러한 추세가 이어질 가능성이 있는 반면에 생태적 가치, 로컬푸드(local food) 등을 중시하는 새로운 삶의 지향은 농촌에 존재하는 유무형 자원을 새롭게 주목하는 계기를 형성함으로써 농촌의 산업구조 변화와 경제적 다각화를 촉진하는 계기가 될 가능성이 있다.

○ 이처럼 농촌 공간과 지역사회의 모습은 미래에 다양한 모습으로 변화할 가능성을 가지고 있다. 과거부터 현재까지 추세를 단순 연장하기보다는 미래 트렌드 변화를 고려하되 당면한 구조 속에서 발견할 수 있는 희망의 징후들을 부각하고, 이것들의 가능성을 다소 과장되게 평가함으로써 정책이 지향할 비전을 설정하는 데 무게를 두고자 한다.

○ 미래에 대한 다양한 시나리오를 그려볼 수 있겠지만, 농촌 공간과 지역사회 측면에서 8개 이슈들을 선택적으로 논의하고 그에 따른 정책적 대응 방향을 모색하고자 한다.

- 러바니제이션과 도농통합형 농촌 발전전략에 보다 무게를 둔다.

○ 삶터이자 쉼터를 포괄하는 공간적 이슈로서 농촌을 규정하는 핵심 요소로 마을과 커뮤니티 시설, 그리고 중심지와 정주체계를 살펴본다. 마을의 존재양식이 어떻게 변화할 것인지 공동체 공간인 커뮤니티 시설은 어떤 기능을 수행하게 될 것인지, 중심지와 마을을 포함하는 정주체계는 어떤 모습으로 변화할 것인지를 가장 기초적인 공간 이슈라고 보았다.

○ 사회적 이슈로서는 다문화사회, 창조적 계층 유입 확대에 따른 농촌의 변화 양상을 논의한다. 다문화가족, 귀농·귀촌의 확대는 2030년과 같은 먼 미래에는 이미 완전히 정착된 이슈일 가능성이 높지만, 현재 농촌 지역사회에 큰 영향을 미치는 요소인데다 이로 인해 농촌 지역사회의 위상이나 문화적 가치가 달라질 수 있을 것이라는 데 주목하였다.

○ 공간이나 사회적 이슈로 양분할 수 있는 것은 아니나 이에 못지않게 중요할 뿐만 아니라 농촌 공간과 지역사회에 큰 영향을 미치는 경제적 이슈로서 농촌의 지역산업구조 변화와 6차 산업화, 농촌형 일자리와 각광 받는 직업에 대해 생각해보고자 하였다.

2. 삶터, 쉼터로서 농촌의 미래

1) 러바니제이션 보편화

○ ´러반(Rurban)´이란 말은 ´농촌(rural)´과 ´도시(urban)´의 합성어이다. 러바니제이션(Rurbanization)은 도시적 환경과 농촌적 환경의 혼재, 도시생활인과 농촌생활인의 뒤섞임, 농·도 통합적 문화적 양상 등을 상징한다. 1915년 미국의 농촌사회학자 갈핀(C.J.Galpin)이 작은 농촌 마을과 그 주변에 거주하는 농업인의 사회적 관계에 주목해 만든 용어이나, 근래에는 도시성과 농촌성이 공존하는 새로운 형태의 대안적 공간 개념으로서 주목받고 있다.

○ 우리나라의 농촌·도시의 구분은 통상 행정구역에 기초하였다. 행정구역상 읍·면이 농촌이고 동이 도시인데, 이 기준에 의한 농촌은 면적으로 전 국토의 90%를 차지하고 인구구성에서는 2010년 인구 및 주택 총 조사 기준으로 전 국민의 18.0%가 거주하는 공간이다. 농촌과 도시는 대체로 여러 측면에서 대조를 이룬다. 주요 산업, 인구 집중도, 주민들의 생활 스타일, 환경과 경관 등 확연하게 농촌과 도시를 구분할 수가 있다.

표 1. 연도별 농촌 인구 추이

단위: 천 명

구분	1995년	2000년	2005년	2010년	연평균 증감율(%)
전국	44,553	45,985	47,041	47,991	0.5
동부	34,992	36,642	38,338	39,363	0.8
읍·면부 계	9,562	9,343	8,704	8,627	-0.7
- 읍부	3,481	3,742	3,923	4,149	1.2
- 면부	6,081	5,601	4,781	4,478	-2.0
읍·면 비중(%)	21.5	20.3	18.5	18.0	

자료: 통계청, 인구주택 총조사, 각 연도.

○ 그런데 최근 농촌·도시로 양분하기 어려운 지역들이 등장하고 있다. 행정구역상 농촌으로 분류되는 지역에 도시민의 귀농·귀촌이 대폭 증가하거나 실질적으로 도시적 주거 및 산업공간으로 변모하는 곳이 증가하는 것이다.

앞으로 인구고령화와 저성장, 교통통신 발달, 국민들의 가치관 변화로 거주지 교외화현상 가속화, 귀농·귀촌에 의한 역도시화 등이 촉진됨으로써 농촌과 도시로 뚜렷하게 구분할 수 있는 지역은 그리 많지 않게 될 것이다.

- 그런 의미에서 읍 지역 인구의 성장 추세에 주목할 필요가 있다.

○ 국토연구원(2009)은 2020년 도시화율을 95%로 보고 전 국토가 '도시지역화'될 것이라고 전망하였다. 이때 도시화는 특정 몇몇 도시로의 인구 집중보다는 도시의 외연이 확장됨으로써 도농 통합적 성격의 지역이 많아진다는 의미이다.

그것은 다른 각도로 국토 전체에 현재와 같이 확연한 모습의 도시는 점차 감소할 것이라는 전망과도 그 맥을 같이한다.

○ 러바니제이션은 도시의 사람, 산업, 문화 등과 농촌의 사람, 산업, 문화 등의 혼재, 융합을 의미한다. 미래에는 농촌과 도시의 구분 자체가 무의미해질 만큼 산업, 건축양식, 생활양식, 무형의 문화적 관습, 환경과 경관 등에서 광범위한 융합과 혼재가 나타날 것이다. 이로 인해 도시민과 농촌 주민이 어우러진 새로운 커뮤니티 탄생, 즉 농·도통합의 러바니제이션이 보편화될 것이다.

○ 도시도 아니고 농촌도 아닌 곳, 도시적이면서 농촌적인 곳으로서 새로운 공간이 등장하고 초고속 교통수단으로 이동이 자유롭고 유·무선 인터넷 등이 네트워크로 연결되어 그야말로 국토 전체가 '반나절 생활권'이 될 것이다. 농촌은 새로운 정주공간, 산업공간, 휴양공간으로 일상생활 중심지로 새롭게 부각될 가능성이 높다.

2) 전통마을 소멸과 특화마을 부상

○ 농촌을 도시와 구분 짓는 특징 중 하나는 바로 '마을'의 존재 유무이다.

농촌마을에는 행정리, 법정리, 자연부락 등 다양한 종류가 있다. 특히 최소 단위 마을은 '반'을 기준으로 할 수 있는데, 농촌마을 수는 1960년 131,936개에서 2007년 105,377개로 동기간 20% 감소했다. 농촌마을 당 평균 거주 인구는 1960년 136명에서 2007년 74명으로 동기간 절반 수준으로 감소했다. 1~3명을 한 가구원 수로 보면 농촌마을당 평균 호수는 약 30~35호 정도로 추정된다.

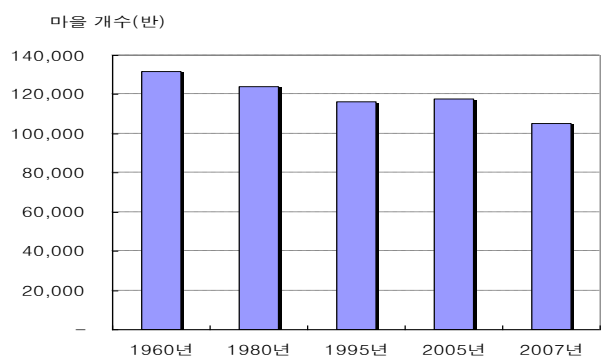


그림 1. 농촌마을 개수 변화 추이

표 2. 농촌의 마을 및 인구 변화 추이

단위: 개, 명

구 분	마을(A)	인구(B)	마을별 인구(B/A)
1960년	131,936	17,992,495	136.4
1980년	124,028	15,997,362	129.0
1995년	116,373	9,561,746	82.2
2005년	117,773	8,703,735	73.9
2007년	105,377	-	-

주:여기서 마을은 읍.면에 속한 ′ 반 ′ 을 말함. 인구는 해당년도 인구 및 주택 총조사 읍.면 인구 자료 기준임.

자료:해당년도 한국통계연감 및 행정자치통계연보, 인구 및 주택 총조사.

○ 행정리 기준으로 살펴보아도 농촌 마을의 소규모 축소 추세를 읽을 수 있다. 2010년 기준으로 20호 미만의 과소화 마을의 수는 총 3,091개로 전체 농어촌 마을(36,496개)의 8.5%를 차지한다. 과소화 마을은 2005년에 2,048개(5.7%)로 집계되었는데 5년간 1,000개 이상이 증가했다.

○ 과소화 마을이 주로 분포하는 읍·면은 대도시 주변을 제외한 도시로부터 원격지의 농촌지역이다. 2005년에는 과소화 마을이 1개 이상 분포하는 읍·면이 전체 읍·면 중 약 47%인 661개였는데, 2010년에는 전체의 63%인 884개 읍·면에 과소화 마을이 있는 것으로 집계되었다.

○ 지금까지 추세와 최근의 공간 선호를 감안하여 평균적으로 접근하면 미래 농촌마을은 양극화의 길을 걷게 될 것으로 전망된다. 도시 주변에 위치한 농촌마을은 전원생활을 동경하는 도시로의 통근 인구 및 입지자유업 내지 재택근무 등을 하는 거주인구를 대거 흡수하면서 인구가 유지 내지는 다소 증가하고 경관적으로는 전원주택 단지형으로 발달하게 될 것이다.

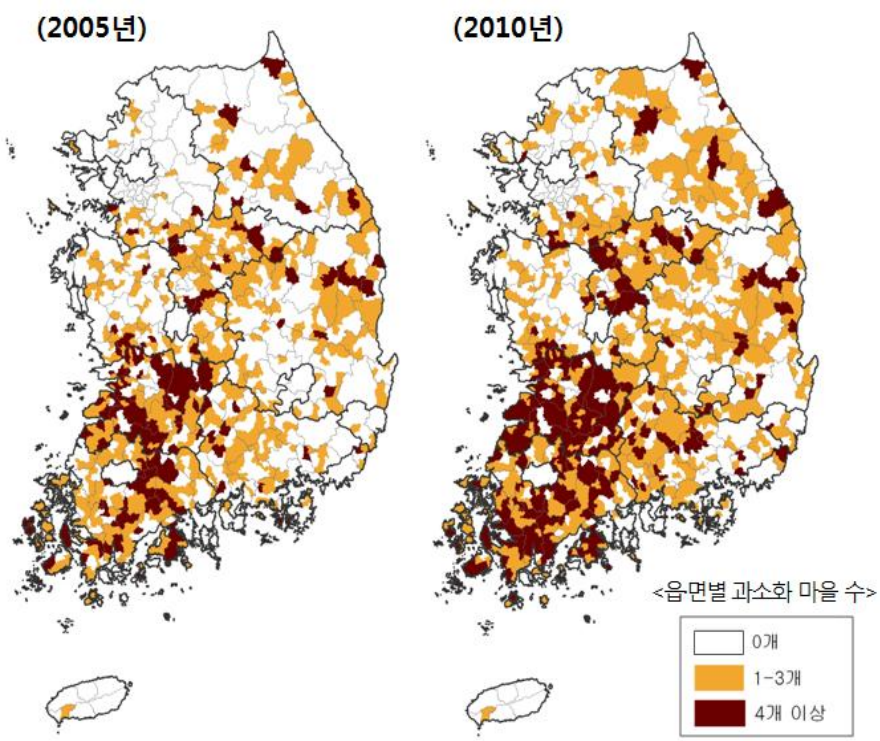
표 3. 농촌마을의 규모별 구성 비율 변화

구분	20호 미만	20-59호	60-99호	100-149호	150호 이상	합계
2005년	2,048	17,780	8,174	3,253	4,786	36,041
	(5.7)	(49.3)	(22.7)	(9.0)	(13.3)	(100.0)
2010년	3,091	19,281	7,291	2,525	4,308	36,496
	(8.5)	(52.8)	(20.0)	(6.9)	(11.8)	(100.0)

자료: 통계청, 인구주택 총조사, 각 연도

○ 그러나 보다 많은 수의 농촌마을은 현재보다 인구가 대폭 축소될 것이다. 다만, 해체·소멸되는 마을은 그리 많지 않고, 5~10호 정도가 연접해 있으나 전통적 의미의 마을로 보기는 어려운 형태의 동호인 주택단지, 별장 주택단지 등 신 마을들이 오히려 증가할 것이다. 더불어 전업적 농업마을, 문화예술 창작촌, 은퇴자마을, 생태마을, 여행목적지, 캠핑촌 등 매우 다양한 마을의 특화된 형태가 구체화될 것이다.

○ 특히 농촌마을의 축소와 일상생활 서비스 전달비용 절감 및 새로운 전원공간 수요 등에 대응하기 위해 다양한 형태의 농촌형 뉴타운(new town)이 등장할 가능성도 매우 높다.



자료 : 성주인 외(2012).

그림 2. 읍·면별 과소화 마을의 변화 추이

3) 전통마을 소멸과 특화마을 부상

○ 농촌을 대표하는 커뮤니티 시설은 마을 단위로 마을회관, 경로당이 있고 읍·면 단위로는 문화복지회관이 대표적이다. 우리나라 전국에 산재하는 경로당은 2007년 기준 5만 7천 여 개에 달한다. 마을회관까지 고려하면 전국의 행정리 기준으로 2개 이상의 커뮤니티 시설이 분포한다. 읍·면 단위 문화복지회관과 같은 커뮤니티 시설도 읍·면에 1개소 이상 존재함으로 최소한 1천 5백여 개에 달한다.

○ 시설이 낙후해지고 프로그램은 충분치 못해 효율적, 효과적으로 운영되는 곳이 그리 많지 않은 형편이다. 농촌인구 과소화와 고령화에 더하여 시·군청 소재지나 이웃한 도시지역에 양질의 서비스를 제공하는 좋은 커뮤니티 시설이 많이 생긴 탓이기도 하다.

○ 마을 단위의 대표적 커뮤니티 시설인 마을회관, 경로당 등은 농촌마을의 성장, 소멸, 축소 및 다양화, 특화 등에 맞추어 그 외관과 기능이 변화할 것이다. 성장하는 농촌마을의 마을회관, 경로당 등은 소공원, 운동공간, 모임공간, 도농교류공간 등으로 변모한다. 축소되는 농촌마을의 마을회관, 경로당 등은 시설 기능이 통합, 주차장 혹은 노인 공동체홈 등으로 변화하여 본연의 기능을 상실하는 경우가 많다.

○ 읍·면 단위 문화복지회관 등 특정 목적 기능을 수행하던 크고 작은 커뮤니티 시설들은 새로운 기능을 수행하는 복합공간으로 리모델링 될 것이다. 여러 커뮤니티 시설의 기능 통합이 이루어지면서 다양한 복지, 문화 프로그램을 한꺼번에 수용하는 장소로 변모하게 될 것이다. 일종의 복합공간(multiplex)으로 보다 규모도 크고 복합적 기능을 제공하는 첨단 시설로 리모델링 될 것이다. 이러한 공간에서 최소한 1주일에 1회 이상의 문화 컨텐츠 제공, 복지 프로그램 등이 이루어지거나 자생적 클럽활동이 이루어지고 상시적인 전시회 등이 빈번히 이루어질 것이다.

○ 전통적인 마을이나 읍·면 단위의 유휴화된 커뮤니티 시설을 리모델링하여 지역의 문화자산으로 활용하는 추세가 확산될 것이다. 이미 유휴화된 커뮤니티 시설을 문화공간이나 도농교류공간으로 활용하는 사례를 많이 찾아볼 수 있다. 이러한 시설을 활용한 예술가 레지던스 프로그램 등도 더욱 성행할 것으로 보인다.

▶ 저온저장고를 개조한 마을카페(독일)

▶ 정미소를 개조한 사진박물관(진안군)

그림 3. 새로운 커뮤니티 시설의 활용 사례

4) 신 중심지와 직결형 정주체계

○ 농촌의 정주체계는 '마을-읍·면, 소재지-이웃, 거점도시-대도시' 등으로 구성되어 있다. 이를 계층별 정주체계라고 말할 수 있다.

○ 이러한 계층별 정주체계상에서 농촌 중심지에서는 배후 마을 주민들의 일상생활에 필요한 기초 생활서비스 기능을 제공한다. 물론 농촌지역의 유형에 따라 그 기능의 강약에는 다소 차이가 있다. 도시와 근접한 농촌 중심지 기능이 도시와 원격지에 있는 농촌 중심지 기능보다 약한 경우가 많다. 도시와 근접한 농촌 중심지에서 조금만 이동하면 보다 고차 서비스가 제공되지만, 도시와 원격지에 이격해 있는 농촌 중심지는 서비스 구득 비용 대비 이동 비용이 크기 때문에 자체 중심지 기능이 더욱 발달하기 때문이다.

○ 그간 농촌인구가 감소함에 따라 농촌 중심지에 주로 입지해 있는 상점, 금융기관, 음식점, 주점, 이·미용실, 찻집 등 주로 상업적 거래를 통한 서비스 제공 사업체 수가 크게 줄었으며, 공공서비스에서도 초·중학교, 보건소 등의 기능이 약화되었다.

○ 현재 추세가 그대로 이어질 경우, 2008년 기준으로 농촌 중심지[(7)]에 입지해 있는 생활서비스 제공 사업체 수는 7만 8천 개에서 2020년에는 5만 5천 개 정도로 감소할 전망이다. 2020년경에는 거의 모든 분야에서 서비스 공급 업체가 하나도 없는 읍·면이 지금보다 더 많아질 것이다. 슈퍼마켓이나 편의점이 없는 읍·면은 2008년 29.7%에서 2020년 48%까지 증가하고, 음식점이 하나도 없는 읍·면 비율도 2008년 현재 3.7%에서 18%로 증가할 전망이다.

(7) 여기서 농촌 중심지는 읍·면사무소가 소재한 행정리를 말한다.

같은 기간 동안에 공공서비스 부문에서는 읍·면 중심지 중 초등학교 없는 곳의 비율이 24.0%에서 41%로 높아질 전망이고, 보건진료소나 보건지소를 포함한 병·의원이 없는 읍·면 중심지 비율은 30.4%에서 38%로 증가할 전망이다. 또한 약국이 없는 지역의 비율도 50.2%에서 60%로 증가할 것으로 전망된다.

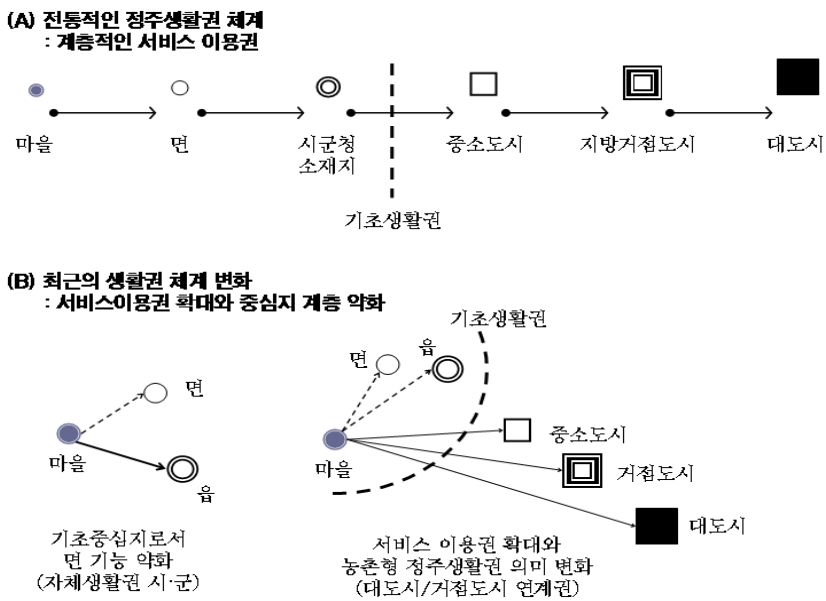


그림 4. 농촌 정주체계의 변화 양상

○ 이와 같은 읍·면 소재지 기능 약화는 당분간 계속 진행될 것이다. 또한, 농촌의 '계층형 정주체계'를 무너뜨리고 '직결형 정주체계'를 발달시킬 것으로 전망할 수 있다. 교통통신의 획기적 발달로 인해 거의 모든 서비스를 차상위 중심도시에서 취할 가능성이 높음으로 '마을-도시 중심지'로의 직결형 정주체계가 보편화될 것이다. 더욱이 교통통신 발달과 더불어 많은 서비스가 '찾아가는 서비스', '온라인 서비스' 등으로 대체되어 전통적인 농촌의 중심지는 의미를 읽게 될 가능성이 높다.

○ 전통적 읍·면 소재지 기능이 약화되는 반면에 기차역, 터미널, 주유소 등이 새로운 중심 기능을 수행하는 장소로 부각될 것이다. 더불어 대형쇼핑센터와 함께 특정 상점, 전통 시장 등이 여가와 만남을 촉진하는 새로운 중심지로 부각될 것이다.

전통적 농촌 중심지의 역할을 대신할 최소한의 대면접촉 공간이 필요하기 때문이다. 미래의 중심지는 서비스 기능의 구득보다는 여가시간을 즐겁게 보내고 사람들과 만날 수 있는 장소로서의 의미를 가지게 된다.

표 4. 읍·면 중심지의 서비스 공급 기능 현황과 변화 전망

사업체 종류		전국 추정/전망치						증감율
		1998년 (N=1,419)		2008년 (N=1,420)		2020년 (N=1,420)		
		읍·면 평균	합계	읍·면 평균	합계	읍·면 평균	합계	'98~'08
공공 서비스	초등학교	1.2	1,711	0.8	1,116	0.5	689	-34.8%
	중학교	0.6	858	0.8	643	0.3	466	-25.1%
	고등학교	0.4	517	0.2	313	0.1	177	-39.5%
	치안행정기관	1.1	1,565	1.1	1,616	1.2	1,674	3.3%
	소방서	0.6	809	0.6	821	0.6	834	1.5%
	우체국	0.7	1,001	0.8	1,195	1.0	1,450	19.4%
	보건소	0.6	899	0.6	803	0.5	709	-10.7%
	유치원	0.4	584	0.5	690	0.6	828	18.2%
상업적 서비스	버스터미널	0.4	549	0.2	318	0.1	171	-42.1%
	상점	6.6	9,332	4.1	5,768	2.4	3,345	-38.2%
	금융기관 (우체국 제외)	2.6	3,653	1.7	2,448	1.1	1,560	-33.0%
	세탁소	1.3	1,874	1.2	1,630	1.0	1,397	-13.0%
	음식점	26.4	37,525	23.1	32,829	19.9	28,310	-12.5%
	주점	5.2	7,387	3.4	4,836	2.1	2,999	-34.5%
	이·미용실	5.1	7,256	4.1	5,776	3.2	4,480	-20.4%
	목욕탕	0.5	698	0.5	645	0.4	591	-7.6%
	찻집	6.4	9,075	3.6	5,066	1.8	2,604	-44.2%
	치과의원	0.4	584	0.4	570	0.4	555	-2.4%
	약국	1.6	2,234	1.3	1,847	1.1	1,495	-17.3%
	병의원	2.3	3,273	2.6	3,699	3.0	4,229	13.0%
	유아교육기관 (유치원 제외)	2.3	1,498	2.3	1,198	0.7	934	-20.0%
	학원	3.1	4,450	2.7	3,807	2.3	3,202	-14.4%
	문화여가시설	0.1	161	0.1	114	0.1	77	-29.2%
총계		67.3	95,523	52.0	73,827	39.0	55,382	-22.7%

주 1) 음영 처리된 부분은 총량 면에서 전국 읍·면 중심지에서 해당 서비스 공급이 감소할 것으로 예상되는 서비스 기능을 뜻함.

2) 읍·면사무소가 소재한 행정리를 중심지라고 잠정 정의함.

3) 서비스 공급량은 사업체 수를 기준으로 한 것임.

자료: 전국 전화번호부 사업체 편, 각 연도.

3. 공동체로서 농촌의 미래

1) 성숙한 다문화사회 진입

○ 국내 외국인 체류자는 2007년 이미 100만 명을 넘어섰다. 2030년경 우리나라는 다문화사회로 성숙하면서 유럽과 같은 복합민족사회로 진입할 가능성이 있다. 외국인 체류자 수는 1995년 26.9만 명, 2007년 100만 명으로 증가하였으며, 2020년에는 254만 명, 2050년에는 409만 명까지 증가할 것으로 전망된다. 국내 체류 외국인 수는 1990년 인구 구성비의 0.11%에서 2006년 1.88%로 17배 상승하였으며, 2020년에는 점유율 5%, 2050년 9.8%에 이를 것으로 예상된다.

○ 국경을 넘는 이주노동의 증가가 세계적 추세이며, 국제결혼 이주여성이 대거 유입할 것으로 보인다. 국내 거주 결혼 이주자는 전체 외국인의 14.4%를 차지하며, 특히 농촌 남성의 국제결혼 추세가 증가하면서 아시아계 혼혈(Kosian)이 급속히 증가할 전망이다. 아시아계 혼혈의 경우, 1995년 26.9만 명에서 2006년 68만 명으로 증가했고, 2030년에는 170만 명으로 증가할 것으로 전망되고 있다.

○ 농촌의 경우 다문화가정이라 불리는 외국인 여성과 결혼한 가구의 비율이 도시보다 압도적으로 높다. 2006년 국내 외국인 여성과 결혼한 비율이 9.1%인데, 외국인 여성과 결혼한 농림어업 종사자의 비율은 41%였다. 농림어업인이 외국인 여성과 결혼하는 비중은 매년 증가 추세에 있다.

○ 2010년 현재, 전국의 다문화 가구 38만 6,977호 가운데 농촌에 거주하는 가구는 7만 1,908호로 18.6%를 차지한다. 도시 및 농촌 지역 모두에서 거주 가구 가운데 다문화 가구의 비율은 2.2%인 것으로 나타났다(표 1-13).

- 읍 지역과 면 지역 거주 가구 가운데 다문화 가구의 비율은 다소 차이가 난다. 읍 지역의 다문화 가구 비율은 2.1%, 면 지역의 다문화 가구 비율은 2.3%로 면 지역에서 약간 높다.

○ 농촌의 국제결혼은 당분간 증가될 것이고 그 자녀들이 성년기로 접어들면서 농촌 사회의 문화는 여러 가지 측면에서 급변하게 될 것이다. 다문화가정에 속한 외국인 여성들이 농촌지역에서 차지하는 비중이나 역할이 중요해지는 한편, 다문화가정 자녀들의 역할도 확대될 것으로 보인다. 또한 이국적 문화와 한국적 문화의 결합을 통한 문화적 다양성이 강조되는 사회적 분위기가 확대되고 농촌은 한국 사회에서의 문화적 다양성을 미리 실험하고 흡수하는 중요한 역할을 하는 공간으로 위상을 갖게 될 것이다.

표 5. 농어촌의 다문화 가구 수

단위: 가구

구분	다문화 가구	1인 가구	내국인 (귀화 등)	외국인	2인 이상 친족 가구	내국인 (출생) + 내국인 (귀화 등)	내국인 (출생) + 외국인	외국인 + 외국인	기타	비친족 가구
전국	386,977 (100.0%)	118,102 (30.5%)	6,551 (1.7%)	111,551 (28.8%)	231,039 (59.7%)	47,412 (12.3%)	98,683 (25.5%)	70,014 (18.1%)	14,930 (3.9%)	37,836 (9.8%)
도시	315,069 (100.0%)	102,980 (32.7%)	6,080 (1.9%)	96,900 (30.8%)	188,869 (59.9%)	34,140 (10.8%)	76,514 (24.3%)	64,626 (20.5%)	13,589 (4.3%)	23,220 (7.4%)
농어촌	71,908 (100.0%)	15,122 (21.0%)	471 (0.7%)	14,651 (20.4%)	42,170 (58.6%)	13,272 (18.5%)	22,169 (30.8%)	5,388 (7.5%)	1,341 (1.9%)	14,616 (20.3%)
- 읍부	30,779 (100.0%)	7,145 (23.2%)	282 (0.9%)	6,863 (22.3%)	18,193 (59.1%)	5,209 (16.9%)	9,318 (30.3%)	2,917 (9.5%)	749 (2.4%)	5,441 (17.7%)
- 면부	41,129 (100.0%)	7,977 (19.4%)	189 (0.5%)	7,788 (18.9%)	23,977 (58.3%)	8,063 (19.6%)	12,851 (31.2%)	2,471 (6.0%)	592 (1.4%)	9,175 (22.3%)

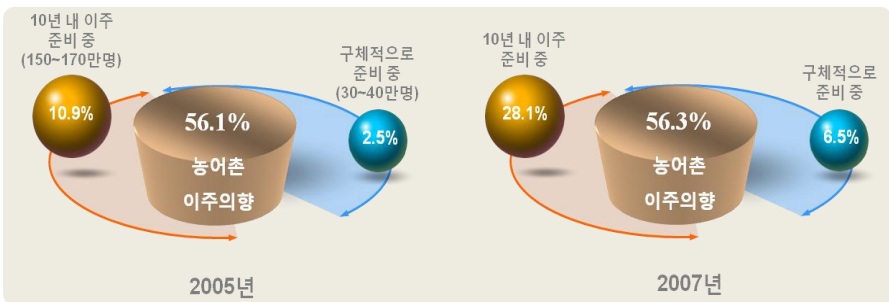
주 : 1) 내국인(출생)은 국적법상 출생에 의한 국적취득자로 현재 대한민국 국민인 자를 뜻한다.
2) 내국인(귀화 등)은 국적법상 출생 이외의 방법(귀화, 인지 등)에 의한 국적취득자로 현재 대한민국 국민인 자를 뜻한다.
3) 이 자료에서 ' 다문화 가구 ' 의 개념은 다문화가족 지원법에 규정된 ' 다문화 가정 ' 과 일치하지 않는다.

자료 : 통계청, 인구주택 총조사, 2010년.

○ 미래 우리나라 농촌은 문화적 다양성을 갖춘 열린 지역사회이자 국가 전체에서 중요한 기능을 담당하는 공간으로 기능하게 될 것이다. 다양한 국적의 사람들이 어울려 살고, 다양한 문화가 혼재하는 지역사회가 될 것이다. 현재 다문화가정의 자녀들 대다수가 성년이 되는 2030년경부터는 다문화가정의 외국인 여성이나 그 자녀들이 지역사회에서 상당한 지위를 가지고 역할을 담당하게 될 것이다. 전통적인 한국 문화와 다양한 이국적 문화가 결합하여 문화적 다양성을 창출하게 될 것이다.

2) 창조적 계층의 유입 확대

○ 기존에 이루어졌던 도시민의 농촌정주 수요 조사 결과에 따르면 귀농 및 귀촌 수요는 상당히 높다. 2005년, 2007년 각각 56.1%, 56.3%로 조사된 바 있다. 중앙정부나 지방자치단체에서 농촌인구 유치를 위해 여러 가지 홍보와 정책 수단을 동원하여 이러한 잠재 수요를 더욱 자극하고 있다. 지역별 차이가 있겠지만 전체 국민 대비 농촌정주 인구는 지금보다 증가할 가능성이 높다.



자료 : 송미령(2008).

그림 5. 도시민의 농촌이주 의향

○ 2010년에 도시에서 농촌으로 거주지를 옮긴 '향촌형 인구 이동' 총량은 약 93만 명이었고, 그 반대 방향의 인구 이동 총량은 약 83만 명이었다. 2011년에는 농촌으로 이주하여 농어업에 종사하는 귀농 가구 수가 6,541호로 집계되었는데, 이는 농림수산식품부가 귀농 인구를 집계한 1990년대 중반 이후 가장 높은 수치를 기록했다. 그리고 매년 새롭게 농업을 시작하는 신규 취농자 중 30% 이상이 귀농자로 추정된다.

○ 특히 최근의 귀농·귀촌은 도시에서의 경제적 어려움 때문에 어쩔 수 없이 내리는 개인적 선택이 아니다. 도시적 삶이나 경쟁적 사회에 대한 자기성찰과 다른 방식의 사회경제적 삶에 대한 욕구가 발견되고 있다. 그래서 젊고 경쟁력 있는 계층, 이른바 창조적 계층의 농촌 이주가 활발해지는 추세이다.[8] 이러한 문화적 변화는 사회적 트렌드로서 대안문화의 등장이라는 맥락에서 이해될 수 있을 것이다. 그렇기 때문에 구체적이고 현실적인 새로운 삶의 선택으로서 귀농·귀촌은 앞으로 더욱 증가할 전망이다.

[8] 원래 창조적 계층(creative class)은 리처드 플로리다(Richard Florida) 교수가 능동적으로 새로운 아이디어, 정보, 기술을 적용하는 사람들을 지칭하는 말로 사용했다. 현재의 직업군으로 보면 엔지니어, 컴퓨터 과학자, 연구원, 교수, 변호사, 의사, 금융업 종사자 등이다. 이들이 경제를 이끌며, 이들이 모여드는 곳이 경쟁력 있는 곳이라는 것이다.

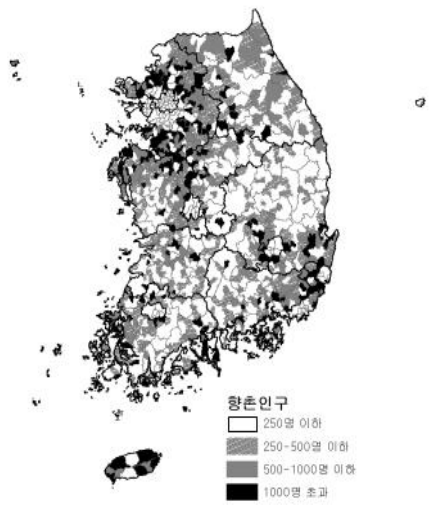
표 6. 향촌 및 향도 인구 이동의 연령 분포

연령대	2005년		2010년	
	동→읍·면	읍·면→동	동→읍·면	읍·면→동
0~9세	124,751 (13.5%)	129,887 (14.1%)	100,973 (10.9%)	92,899 (11.2%)
10~19세	89,970 (9.7%)	92,072 (10.0%)	98,451 (10.6%)	88,387 (10.7%)
20~29세	209,131 (22.6%)	244,862 (26.5%)	177,352 (19.1%)	185,503 (22.4%)
30~39세	202,359 (21.9%)	198,366 (21.5%)	197,968 (21.4%)	176,223 (21.2%)
40~49세	133,354 (14.4%)	113,410 (12.3%)	147,078 (15.9%)	121,050 (14.6%)
50~59세	74,582 (8.1%)	56,931 (6.2%)	104,134 (11.2%)	78,582 (9.5%)
60세 이상	90,043 (9.7%)	88,773 (9.6%)	100,169 (10.8%)	87,170 (10.5%)
전체	924,190 (100.0%)	924,301 (100.0%)	926,125 (100.0%)	829,814 (100.0%)

자료 : 통계청, 주민등록 전입신고 자료, 각 연도

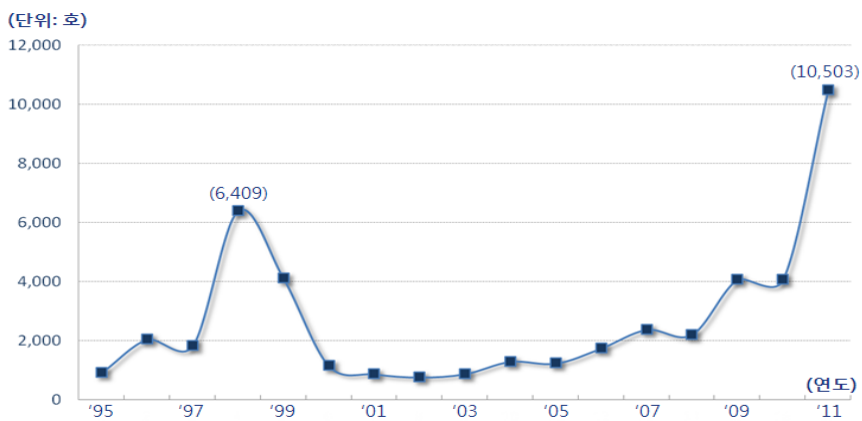
○ 농촌에 새롭게 정주하게 되는 도시민들은 원래 다니던 직장으로 통근하거나, 통근이 필요 없는 직업에 종사하거나, 혹은 일종의 자원봉사나 취미활동에 가까운 일을 하면서 살아가게 될 것이다. 이에 따라 농촌에는 다양한 클럽활동, 동아리활동 등이 증가하게 될 것이며, 새로운 사회적 자본 (social capital)이 형성되는 계기를 맡게 될 것이다. 생태농업, 로컬푸드, 지역화폐 등이 통용되는 농촌 지역사회가 보다 많아질 것이다. 이는 자연스럽게 기존 국내총생산(GDP) 등의 경제적 개념의 지표에서 삶의 질을 측정하는 '국민행복지수' 등을 개발하여 정책 수립 시 반영할 전망이다

○ 앞으로도 도시로부터 귀농·귀촌이 늘어날 것이며, 단지 노동력 보충이 아니라 농업을 사업으로 시도하려는 인재들이 속속 농촌 지역에 자리를 잡을 것으로 전망된다. 이런 인력과 인재들이 점점 축적되어 2030년경에는 농촌의 새로운 문화를 창출할 것이다. 특히 젊고 유능한 귀농·귀촌 인구의 비중이 늘어나면서 농촌 커뮤니티의 사회적 자본이 증가하는 한편 생태, 로컬, 여유, 가치 등을 중시하는 대안 문화가 형성될 것이다.



자료 : 김정섭 외(2012).

그림 6. 읍·면별 향촌 인구 분포(2010년)



자료 : 김정섭 외(2012).

그림 7. 연도별 귀농·귀촌 가구 추이

4. 일터로서 농촌의 미래

1) 지역산업구조 변화와 6차 산업화

○ 2005년 기준으로 우리나라 전체 일자리의 18.3%가 농촌지역에 분포하며,농촌지역의 GRDP는 도시지역의 1/6 수준에 불과하다. 아직까지 농촌지역은 1차 산업인 농림어업이 지배적인 산업구조를 지니기 때문에 도시 대비 일자리나 소득의 증가를 크게 기대하기 어려웠다.

○ 그러나 비록 도시지역과 가까운 농촌지역에 한정되기는 하지만 최근 농촌지역에 2·3차 산업 부문 고용이 증가 추세이다. 최근 10년간 제조업(농림수산가공), 음식숙박운수(관광), 교육·보건·복지 분야와 같은 2·3차 산업 부문 고용이 증가하였다. 이러한 고용 대부분은 도농복합시 지역에서 발생했는데, 1995~2005년의 10년 사이 도농복합시 지역에서 발생한 2·3차 산업 부문 순 고용 증가량은 약 147만 명으로 군 지역(약 25만 명)보다 5.9배 정도 더 많았다.

○ 통계청 조사에 의하면 최근 농촌지역에서 크게 성장하고 있는 부문은 자동차부품 제조업, 전자부품 제조업 등의 제조업 분야, 복지시설 운영업, 기타 식품 제조업 분야 등으로 집계되었다. 앞으로도 성장하는 산업 부문의 후방에 연계된 제조업체가 농촌에 입지하고 전방 산업체와 연계되는 구조를 형성할 것으로 전망된다. 그 밖에 농촌의 내수 서비스를 책임지는 보건, 의료, 복지 등의 사회서비스 분야가 그간은 소폭으로 증가해 왔지만 앞으로는 더욱 증가할 것이라 예측해 볼 수 있다.

○ 앞으로 소득 수준의 향상, 국민의 가치관과 소비구조 변화, 인벡(INBEC)[9] 기술의 초 융합 통합체계 실현 등으로 농촌지역의 산업구조는 엄청난 변화를 겪을 것이다. 전통적인 농업은 첨단 기술과 결합하여 다양한 가공품을 만들어내고 건강과 웰빙을 중시하는 소비자들의 입맛에 맞추어 직거래 방식으로 거래가 활발히 이루어질 것이다. 이에 따라 농업 소득은 획기적으로 높아질 것이다. 농촌지역 주민 스스로의 보건, 복지, 문화 서비스를 사회적 기업 등을 창설하여 해결함으로써 다양한 직업 창출도 이루어질 것이다.

○ 한편 농촌관광 수요는 2001년에 9.4%에서 연평균 10% 정도씩 지속적으로 증가하여 2007년에 16.8%를 차지하였다. 이런 추세이면 2030년경에는 40% 수준에 달할 것으로 전망된다.

⑨ 인벡(INBEC) 기술은 정보기술(IT: Information Technology), 나노(NT: Nano Technology), 바이오(BT: Bio Technology), 에너지와 환경(ET: Energy and Environmental Technology), 컨텐츠와 문화(Culture Technology) 등의 머리글자를 조합한 말이다.

○ 개별 및 특수목적 관광과 자아개발 및 실현을 위한 참여형 체험관광에 대한 수요가 대폭 증가하고, 기후변화의 영향으로 환경을 중시한 자연친화형 관광형태가 확산될 것으로 전망이다. 초고속 교통수단 등장 및 연계교통 발달로 접근성이 개선되면서 농촌으로의 접근성이 용이해져 여가문화공간으로 농촌의 위상이 더욱 강화될 것으로 전망이다. 한국의 1인당 GDP는 2030년에 4만 5천 달러에 이르고 2050년에는 8만 달러 수준의 G10 국가가 될 것으로 전망된다. 이는 어메니티 등 삶의 질을 추구하는 가치관 변화를 동반하면서 농촌의 문화적 경관 체험에 대한 수요로 직결될 것이다.

그림 8. 포도 특산지를 사례로 본 6차 산업화 모형

○ 대부분의 농촌지역에서 농업은 수위산업의 지위를 잃을 것이다. 미래 농업은 점차 기계화·첨단화·대규모화되면서 농업인들이 출퇴근하는 대규모 회사형 농장으로 재편될 것이다. 그러나 소규모 복합영농 형태의 가족농, 취미농, 직거래형, 체험형 영농활동은 최고로 각광받는 직업으로 부상할 것이다. 농업은 지산지소(地產地消), 지역사회지원농업(CSA), 경관을 제공하는 서비스산업으로서 재구조화될 것이다.

○ 2·3차 산업, 6차 산업화의 진전이 명백히 일어날 것이다. 저마다 ´○○의 본고장´, ´○○의 수도´ 등으로 불리우는 지역들로 지역 브랜딩이 매우 촉진될 것이고 농촌관광은 전체 관광의 대부분을 차지하는 방식으로 재편될 것이다. 특히 농촌관광은 글로벌화가 진행되어 내국인과 외국인 모두를 수요자로 삼게 될 것이다. 전원박물관, 전원갤러리, 테마파크 등이 농촌지역을 중심으로 발달하고 문화 컨텐츠 산업의 주 무대로서 농촌이 성장하게 될 것이다.

2) 농촌형 일자리와 각광받는 직업 '전원관리인'

○ 농촌의 일자리는 농업 관련직, 영업 및 판매 관련직, 경영·회계·사무 관련직, 음식 서비스 관련직의 순서로 분포하고 있다. 농촌의 직업 전망 결과 2020년까지 증가하는 직업과 감소하는 직업이 구분될 수 있겠는데, 이는 순전히 그간에 추세에 바탕을 둘 때 증가하는 직업은 정보통신 관련직, 문화·예술·디자인 관련직, 보건·의료 관련직으로 전망된다. 반면에 축소되는 직업은 농업 관련직, 섬유 및 의복 관련직, 영업 및 판매 관련직일 것이라 전망되고 있다.

○ 2020년 이후 초고속 정보망의 구축 및 활용으로 정보접근성의 공간적·시간적 제약이 해소되는 유비쿼터스 시대가 도래한다. 2030년을 넘어서면서 인간과 인간 간 물리적 최적 소통망, 인간과 사물, 사물과 사물 간 지능적 소통망이 구축된다. 인간-공간-사물의 공명화가 이루어지는 TTT네트워크(Things To Think, Thing To Thing, Terabit To Thing)사회가 형성됨으로써 일상생활에서 필요한 거의 모든 서비스를 안전하고 편리하게 지원해주는 완벽한 유비쿼터스 단말 환경이 제공될 전망이다.

○ 이러한 환경은 농촌과 도시의 물리적 거리를 축소시켜 농촌에 새로운 직업을 창출하는 계기가 된다. 특히 농업이 아닌 다른 직종에 종사하는 사람들, 특히 유비쿼터스 환경을 활용하는 창조적 계층이 다수 농촌에 거주하면서, 과소화·고령화된 농촌 지역사회에 활력을 불어 넣게 될 것이다. 농촌에는 농업인뿐 아니라 다양한 직종의 사람들이 함께 살게 될 것이다.

○ 특히 지식기반산업, 실버산업, 고령자, 여성 등에게 적합한 사회적 일자리가 다수 창출될 것이다.

지역의 내수 서비스 시장을 겨냥한 의료·복지·환경 분야에서의 사회적 일자리가 상당수가 될 것이다. 의료·복지·환경 분야에서 사회적 일자리 창출은 재가 및 방문 서비스 형태가 다수를 이룰 것이다. 나아가 지역 주민보다는 계절형 방문객이나 주말 내방객을 대상으로 하는 음식, 숙박, 유흥업이 매우 발달할 것이다. 귀농·귀촌 컨설턴트, 도시농업 컨설턴트, 농촌유학 프로그램 매니저, 지역문화 해설사, 푸드큐레이터, 바이럴 마케터, 소셜 네트워크 비즈니스 등 각광받는 독특한 직업들이 더욱 발달할 것이다.

○ 무엇보다 농촌의 여유로운 환경 속에서 자연과 조화되는 소득활동을 하면서 도시민과 유무형의 교류와 직거래를 하는 '전원관리인'은 미래의 가장 각광받는 직업 중 하나가 될 것이다. 전원관리인은 스스로의 품격높은 전원생활을 즐길 뿐만 아니라 유기농산물로 구성된 로컬푸드를 다양한 방식으로 패키지화하여 도시민에게 높은 가격에 팔기도 하고, 전원에서 제공하는 유무형의 생태자원과 문화자원을 패키지 프로그램으로 제공하여 부가가치를 높이는 등 새로운 비즈니스를 꾸려나가게 될 것이다.

5. 미래에 대응하는 농촌정책의 방향

○ 미래 농촌은 새로운 정주공간, 산업공간, 휴양공간으로 일상생활 중심지로 새롭게 부각될 것이다. 이러한 변화는 농촌정책의 관점을 변화시킬 것을 요구하고 있다. 지역산업구조 다각화와 일자리 창출, 깨끗한 환경과 아름다운 경관 창출, 주민 대상의 사회교육과 역량 강화 등이 지금에 비해 대폭 강화되고 그 차지하는 비중도 증가되어야 한다.

○ 첫째, 미래형 삶터로서 농촌을 변화의 방향에 적합하게 정비하기 위한 체계적 공간개발전략이 필요하다. 인구감소와 고령화 심화, 도시민의 전원지향 주거수요 증가 등에 대응해 안전하고 편리한, 그리고 다양한 유형의 주택 및 주거단지 조성이 필요하다. 특히 노인들을 고려한 유니버설 디자인이 적용되는 주거복지 대책이 긴요하다. 또한 마을은 그 특성에 따라 선택적으로 정비할 필요가 있다. 유지 보전형(역사, 문화, 경관, 생태적 가치가 있는 마을), 개조 발전형(집합형, 분산형) 등으로 정비하되, 소멸이 예상되거나 조건이

불리한 마을은 이전·통합하는 방안도 검토해야 한다. 그래서 농촌형 뉴타운 개발을 위한 다양한 모델이 마련되어야 한다. 전원마을, 은퇴자마을, 슬로우푸드마을, 예술인마을 등 특화마을의 특색있는 마을가꾸기를 장려하고, 선택적 집중 방식에 의한 정책적 지원을 해야 한다.

○ 둘째, 주거단지, 마을정비에 맞추어 교통, 교육, 사회·복지, 보건·의료, 문화·여가 등 기초 생활서비스에 대한 공급도 유연한 방식으로 확대되어야 한다. 특히 스마트(Smart)한 농촌 커뮤니티 시설 확충 및 리모델링 사업을 추진해야 한다. 가급적 일정 공간 위에 여러 기능이 상호 연계·보완되도록 하는 다기능 복합형 공동이용공간·시설을 조성하되, 하나의 공간·시설도 필요에 따라 다른 용도로 가변적으로 변화시켜 이용 가능하도록 해야 한다. 커뮤니티 시설의 컨텐츠를 풍요롭게 할 서비스기준(services standard)의 달성 수단에 대해 철저하고 유연한 대응책을 마련해야 한다.

○ 셋째, 농촌 중심지의 컴팩트화와 복합·연계방식에 의한 사업 추진이 필요하다. 인구가 감소할수록 농촌 중심지에 대한 수요 밀도가 저하되어 각종 상업·서비스 기능은 존립하기 어렵게 되고, 농촌 중심지 자체의 인구와 기능도 축소될 것이다. 농촌 중심지를 압축적으로 개발하기 위해 주요 관련 기능들이 하나의 지구를 형성할 경우 지구단위계획을 수립하여 제도적으로 뒷받침되도록 하며, 농촌 중심지에 적합한 환경개선형 지구단위 계획수법을 개발하고 제도화함으로써 신개발이 아닌 부분적 환경정비사업을 복합적으로 추진하는 경우에도 적용되도록 한다. 또한, 물리적 환경개선과 경제·사회·문화 부문의 활성화를 통합적으로 추구하는 재생(regeneration) 전략을 추진하되, 반드시 배후 농촌지역을 포함하도록 한다. 농촌 중심지의 전통시장·정기시장과 중심상점가를 포괄하는 중심시가지 활성화 사업을 추진하고, 향토산업의 재생과 전문화, 주변 농촌·도시와 연관된 커뮤니티 비즈니스 등의 신사업 육성을 추진하도록 한다.

  - 모든 기능의 마을별, 읍·면별, 시·군별 분포 지향에서 공간 특성별 기능 특화와 공간 통합적 네트워크화를 추구해야 한다.

○ 넷째, 미래 농촌의 부가가치를 높이기 위해 아름다운 농촌 만들기의 가치를 높이기 위한 핵심적 대책이 추가되어야 한다. 농촌의 환경, 경관, 문화 등의 어메니티 자원, 문화유산 발굴을 위한 지속적인 자원 조사와 목록화 작업과

함께 이를 보전하기 위해 민간의 활동을 장려하고 촉진하는 각종의 꼼페, 토지이용 규제까지를 포함하는 합리적 제도 마련 등이 절실하다.

○ 다섯째, 러바니제이션, 다문화가정 및 귀농·귀촌의 증대 등은 새로운 농촌 지역사회의 재편을 가져올 것이다. 그러나 그 자체로서 긍정적 영향을 저절로 가져오지는 않는다. 오히려 지역사회의 많은 갈등을 유발할 수 있는 측면도 있다. 따라서 농촌정책 차원에서 체계적인 갈등관리, 역량강화, 지역사회 기여 등을 위한 실질적인 사회교육이 계획되고 인적자원의 조직화와 활용 방안이 강구되어야 한다.

- 농촌 지역사회 내의 인적 자원을 적절한 방식으로 조직하여 그들 취약계층이 필요로 하는 사회서비스를 제공하도록 하는 방안을 검토한다. 그런 측면에서 사회적 기업 육성과 같은 최근의 시도들은 주목할 필요가 있는 정책 실험이다.

○ 끝으로, 농촌정책의 비중을 일자리 창출로 집중해야 할 필요성이 높다. 일자리 창출이라는 관점에서 지역특화산업을 육성하는 것은 앞으로도 유효한 전략이다. 더불어 농촌에서 고용이 증가한 산업 부문은 보건, 의료, 복지 등과 관계된 사회서비스업 부문이다. 앞으로는 더욱 주민의 일상생활 욕구를 충족시키는 지역사회의 자족적 기능을 확보하려는 노력 자체가 일자리 창출의 중요한 계기가 될 수 있음을 주목해야 한다.

- 농촌에서 2000년에서 2009년 사이에 사회서비스업 부문 취업자 수는 80.1% 증가했다. 인구 고령화로 인한 사회서비스 수요 증가, 2000년대 중반부터 진행된 복지정책의 확대 등으로 인한 결과이다.

표 11. 사회서비스분야 농촌지역 고용 현황(2000~2009)

단위: 명, %

구분	2000	2009	증감량	증감률
사회서비스 분야	104,268	187,757	83,489	80.1
사회서비스 이외 산업분야	2,436,223	2,891,613	455,390	18.7
합계	2,540,491	3,079,370	182,586	21.2

자료 : 통계청, 사업체기초통계, 각 연도.

- 유럽의 농촌 지역사회에서 최근에 주목 받고 있는 새로운 고용기회는 농촌관광, 재생에너지, 농촌의 문화 및 자연 유산과 관련된 문화 활동, 경관보존 관련 활동, 유기농업, 지식기반 산업, 보건 및 사회 서비스 등의 분야이다.

〈참고〉 2028년 농업시대 도래, 취업 1순위 농부!

◆ **자동차를 타지 않고 농장에서 일한다**

… 운혁은 옥상 텃밭에서 싱싱하게 자라고 있는 채소들을 대바구니에 가득 담았다. **매일 아침 옥상 텃밭을 이용해 채소를 대부분 충당**할 수 있었다.

…처음 석유 가격 때문에 자동차를 타지 못했던 사람들은 자전거를 타면서도 한때 자동차를 그리워했다. 하지만 **수소자동차가 일반화된 지금**도 자동차를 구입하는 사람은 별로 없었다. … 자전거면 충분하다는 사실은 이젠 일반 상식이 되었다.

운혁은 인근 **도시농장**에서 일을 하고 있다. 자동차 산업과 대량 폐기물을 만드는 석유화학 산업은 높은 원유 가격으로 대부분 문을 닫았다. 한국의 중화학공업 단지 중 지금 남아 있는 곳은 없다. 석유에 기반한 산업이 대부분 종말을 고했기 때문이다. 의류·창문·창호·자동차·범퍼·식기 등 모든 제품이 플라스틱에서 과거의 천연 제품으로 교체되었다.

… 당시 중화학공업에 종사하던 사람들은 대부분 **농촌 농업이나 도시 농업에 종사**하고 있다.

… 국가의 대부분 토지는 토지공개념이라는 인식이 확대되면서 토지에 대한 개인 소유 개념은 점점 희박해졌고 **토지를 국가에서 관리하는 것이 더 효율적**이라는 것을 알게 되었다. 누구나 농사를 짓고자 하는 의지만 있다면 저렴한 임대료를 지불하고 농사를 지을 수 있었다. 이미 **일반 기업에 종사했던 사람들 중 50% 이상이 귀농**했다.

정부 산하 귀농센터는 귀농을 희망하는 사람들에게 3천평의 땅을 1년에 10만원에 장기 임대해 줬다. 땅은 보통 논과 밭 그리고 산으로 구분되었는데, 4인 가족이 살 수 있는 황토집 역시 저렴한 가격에 평생 임대되었다.

◆ **마을공동체가 활성화되고 지역화폐가 보편화된다.**

… 대부분 의식주를 **마을공동체**를 통해 해결한다. 지역 화폐는 일반화되고 일반 화폐는 많이 쓰지 않는다.

사람들은 돈이 아닌 노동을 교환하며 살 수 있다는 사실을 깨달은 것이다. 예를 들면, 운혁이 마을공동체 노동에 참여하면 공동체 사람들은 운혁의 농사를 함께 한다. 공동의 노동을 통해 마을공동체는 더욱 가까워졌다. … 지역 화폐는 일종의 품앗이를 좀 더 체계화하는 식이다. 이때도 노인들은 과거의 품앗이 경험을 통해 현명한 방법들을 제안하곤 한다. 지역 화폐가 일반화되면서 과거의 돈 중심 사회는 점점 변해가고 있었다.

◆ **자동차가 떠난 도로는 다시 농토로, 한해 농사 마치고는 생태여행**

… 요즘 **대학생 취업 1순위는 '농부'**다. 석유시대가 종말을 고한 이후 농업이 지속 가능한 사회를 위한 기초임을 알았기 때문이다. 2018년 당시 농업 인구는 2006년 300만명에서 30만명으로 줄었다. 하지만 요즘 농업 인구는 1천만명에 이른다.

석유시대가 끝나면서 대규모 화학공장들이 문을 닫았다. 화학비료와 화학농약 역시 가격이 너무 높아 사용이 불가능했다. 결국 모든 농장은 **유기농이 일반화**되었다. 더구나 트랙터 같은 농기계들이 고유가 때문에 고철로 변해 버려 농사 규모는 3천평을 넘지 않았다. 농지가 부족한 도시의 경우엔 자동차가 떠난 도로 1차선을 도시 마을 농토로 만드는 사업이 진행 중이다.

대학생들이 대부분 **농업을 선택하는 이유는, 자유와 한 차원 높은 삶의 질**이었다. 토지는 정부에서 장기 임대를 해줬고 농사는 힘이 들기는 했지만 자급자족하는 자유로운 삶이 보장되었다. 농부들은 대부분 하루 6시간만 노동을 했다. 나머지 시간은 대부분 아이들과 함께 보냈다. 지역공동체에서 운영하는 마을 탁아소에서 자원봉사를 하거나 지역도서관에서 책을 읽고 토론하며 시간을 보냈다.

… 여행 경비는 사실 거의 들지 않았다. 대부분 자전거를 이용하거나 걷기 여행을 하기 때문이다. 과거 여행이 멀리 가서 보는 것이었다면 요즘 여행은 **가까운 곳을 관찰하며 자연과 호흡하는 것**으로 변했다. 대부분 **마을공동체는 이런 여행객들을 위한 숙박 시설**까지 갖추었다. 숙박 요금은 마을 공동체의 지역 화폐가 사용되었다.

…또한 지역 화폐를 다른 지역 화폐로 교환해 주는 센터도 있어 편리하게 이용할 수 있었다.

◆ **지산지소의 보편화**

거리가 먼 곳에서 생산되는 농산물을 구입하는 경우는 거의 없다. 공정 거래를 위해 시민단체에서 열대 농산물이나 특정 지역의 농산물을 수입했지만 많이 소비되지는 않았다. 지역에서 생산된 것은 지역에서 소비한다는 지산지소(地産地消)운동이 활성화되었고 그것이 가장 좋은 시스템이라는 것을 알았기 때문이다. … 요즘 가장 많은 농산물 거래 방식 중 하나가 **무인가판대**다. 무인가판대는 농장에서 직접 설치해서 운영할 수 있다.

… **자전거 도로변**에 설치된 무인가판대는 또다른 문화를 만들어 내고 있다.

(자료: 오마이뉴스 2006.5.16 미래 가상 시나리오)

참고문헌

1. 김정섭·성주인·마상진, 2012, 최근의 귀농·귀촌 실태와 정책 과제, 농정포커스 제13호, 한국농촌경제연구원.
2. 김정호 외, 2010, 농업·농촌 2030/2050 비전과 과제, 한국농촌경제연구원.
3. 박시현 외, 2007, 농촌공간 2020 연구, 한국농촌경제연구원.
4. 성주인·채종현, 2012, 농어촌의 과소화마을 실태와 정책 과제, 농정포커스 제21호, 한국농촌경제연구원.
5. 송미령, 2011, 농촌 공간과 지역사회의 미래, 농업전망2011, 한국농촌경제연구원.

- 제 7 장 -

KREI-KASMO 2012 모형을 이용한 농업부문 2030 전망

1. 분석 방법

2. 분석 시나리오

3. 분석 결과

1. 분석 방법

1) KREI-KASMO 2012

○ 한국농촌경제연구원이 개발하여 운영하고 있는 농업부문 전망 및 정책 시뮬레이션 모형인 KREI-KASMO 2012(Korea Agricultural Simulation Model)를 이용

- 한국 농업에 제한된 동태적 수급균형모형(Dynamic Simultaneous Equation Model)으로 국제시장과 비농업부문은 모형에서 외생적으로 취급
- 데이터는「KREI 농업경제전망 2012 상반기 전망」에 이용한 데이터를 바탕으로 무역 및 품목별 전망치를 업데이트하여 구축

○ KASMO는 거시변수 부문, 투입재가격 부문, 재배업 부문, 축산 부문, 농가인구 부문, 총량 부문 등 6개 부문으로 구성, 각 부문은 상호 연계

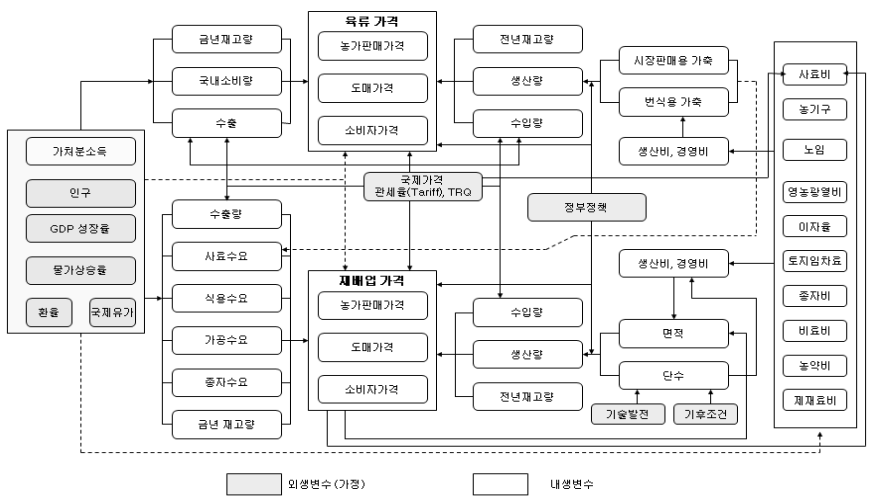


그림 1. KREI-KASMO 모형흐름도

○ 거시변수 부문은 실질 GDP와 1인당 가처분소득을 전망하도록 구성되어 있으며, 기타 거시경제변수는 외부기관의 전망치를 외생변수로 사용함

- 경제성장률, 소비자물가상승률, 이자율, 환율, 소비자가격지수, 생산자가격지수 등은 한국은행, 통계청, OECD, Global Insight Inc 등의 자료 이용

- 실질 GDP와 1인당 가처분소득은 모형에서 전망
- 국제유가는 미국의 EIA(Energy Information Administration)의 Annual Energy Outlook 전망치, 국내 총 인구수는 통계청 추계 인구전망치 이용
- 국제곡물가격 및 축산물 가격은 미국 식품농업정책연구소(FAPRI)의 전망치와 한국농촌경제연구원의 전망치 이용

○ 투입재가격 부문은 농기구가격, 사료비, 영농광열비, 종자비, 비료비, 농약비, 제 재료비, 농업노임, 농지임차료 등을 전망하도록 설정
- 이 중 농기구, 사료비, 영농광열비, 종자비, 비료비, 농약비, 제 재료비는 앞서 전망된 거시변수를 이용하여 전망할 수 있도록 구성되고, 농업노임과 농지임차료는 거시변수 부문과 함께 재배업 부문과 연계되어 전망되도록 구성

○ 재배업 부문은 곡물, 채소, 과채, 과일, 특용작물로 구분하고 각 품목은 재배면적함수, 단수함수, 수요함수, 수입수요함수, 수급균형 항등식 등으로 구성되어 품목별 수급전망 및 균형가격을 도출하도록 구성
- 재배업 부문은 크게 하계 재배 작목, 과수작목, 동계 재배 작목으로 구분되는데 하계 재배 작목과 동계 재배 작목은 생산자의 재배 작목 선택의 상충(trade-off)관계가 반영되도록 연립방정식 체계로 각각 구성

○ 축산 부문의 작목은 한육우, 젖소, 낙농, 돼지, 육계, 산란계, 오리로 구분되어 있으며, 낙농은 치즈, 버터, 분유, 발효유, 연유로 세분류
- 사육두수 등과 같은 공급 측 함수는 연령별 생존율 등을 적용한 생물학적 모형으로, 수요 및 수입수요함수 등의 수요부문 함수는 계량경제모형으로 추정하여 축종별 수급전망 및 균형가격을 도출하도록 구성

○ 총량 부문은 농업요소부문 전망치와 품목별 생산량과 가격 전망치를 이용하여 농업생산액, 농업소득, 농업부가가치 등을 계산하도록 설정
- 호당 쌀 직불제, 밭 직불제가 포함된 농업소득, 농외소득, 이전소득 등 농가경제의 전망치가 산출되며, 경지면적, 경지이용면적, 경지이용률 등 전체 경지면적의 전망과 무역수지(수출, 수입), 자급률 등이 세부품목으로부터 전망치를 합산하여 계산되도록 구성

2. 분석 시나리오

1) 수출전략품목 선정

○ 농림수산식품부 지정 29개 수출전략품목 중 모형에 포함된 12개 품목
- 딸기, 사과, 버섯류, 토마토, 김치, 인삼, 단감, 배, 화훼류, 닭고기, 오리고기, 조제분유

2) 기준 목표 설정

○ 향후 10년간(2013~′22) 농업부가가치를 2012년 대비 연평균 2.0% 성장(명목)

3) 기준 전망치 및 시나리오 설정

○ 기준 전망치(BASE)
- 수출 증대 및 생산비(중간 투입재비) 절감 가정이 없는 기준 전망치 (2012~′22)

○ 2.0% 성장 시나리오 (S2.0)
- 향후 10년간(2013~′22) 수출전략품목의 수출량 증대(연평균 10%) 및 생산비 절감(연평균 4%)을 통하여 농업부가가치를 2012년 대비 2022년까지 연평균 성장률(명목) 2.0% 달성

3. 분석 결과

1) 장기전망 가정

○ 모형에서 전망할 수 있는 최장 전망연도는 2022년도까지이며 이후 전망치(2023~′30)는 항목별로 2013~′22 연평균 증가율을 적용하여 추세로 전망

2) 거시경제 전망

○ 인구 전망은 통계청의 추계인구 자료, GDP, 소비자물가지수, 환율, 이자율은 Global Insight 전망치를 사용하였으며, 이 자료를 토대로 KASMO를 이용하여 1인당 가처분 소득과 생산자물가지수 전망치를 추정

표 1. 거시경제 전망

구분	단위	2012	2020	2030	연평균 변화율(%)	
					20/12	30/20
추계인구	천 명	50,004	51,435	52,160	0.4	0.1
GDP(명목, 원화)	10억 원	1,302,936	2,083,020	3,223,587	6.0	4.5
1인당 가처분소득	천 원	22,748	35,553	53,714	5.7	4.2
생산자물가지수	2005=100	124.7	144.0	175.1	1.8	2.0
소비자물가지수	2010=100	107.3	133.0	173.9	2.7	2.7
원/달러 평균환율	원/달러	1,109	990	985	-1.4	0.0
이자율	%	3.9	4.1	3.6	0.4	-1.2

자료 : 통계청, Grobal Insight,
한국농촌경제연구원 KASMO (Korea Agricultural Simulation Model)

3)농업 부가가치

○ 농업 부가가치는 2012년 24조 9,140억 원으로 추정되며, 2020년 25조 1,850억 원, 2030년 24조 7,460억 원으로 전망

- 2.0% 성장 시나리오의 경우 전략 품목들의 수출량 증가 및 생산비 절감으로 2012년 대비 2020년까지 연평균 2.0%의 성장(명목)을 보일 것으로 전망
- 2.0% 성장 시나리오의 경우 2020년 29조 820억 원 → 2030년 34조 140억 원

표 2. 농업부문 부가가치 전망

(10억 원-경상)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
농업	24,914	25,185	29,082	24,746	34,014	0.1	2.0	-0.2	1.6
재배업	20,905	20,807	23,393	20,682	27,223	-0.1	1.4	-0.1	1.5
축산업	4,009	4,378	5,688	4,085	6,792	1.1	4.5	-0.7	1.8

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

4) 농업총생산액

○ 농업총생산액은 2012년 42조 6,860억 원으로 추정되며, 향후 지속적으로 증가하여 2020년 44조 9,080억 원, 2030년 46조 2,640억 원으로 전망

- 2% 성장 시나리오의 경우 전략 품목들의 수출량 증가 및 생산비 절감으로 2012년 대비 2030년까지 연평균 1.0%의 성장(명목)을 보일 것으로 전망

표 3. 농업부문 생산액 전망

(10억 원-경상)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
농업	42,686	44,908	46,620	46,264	50,731	0.6	1.1	0.3	0.8
재배업	27,720	28,540	30,090	29,517	33,653	0.4	1.0	0.3	1.1
축산업	14,966	16,368	16,530	16,750	17,131	1.1	1.3	0.2	0.4

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

5) 재배면적 및 사육두수

○ 경지면적은 2012년 168.9만ha로 추정되며, 향후 지속적으로 감소하여 2020년 160.1만ha, 2030년 150.8만ha로 전망되며 작물별 재배면적도 화훼를 제외한 모든 작물에서 2012년 이후 지속적으로 감소할 것으로 예상

- 성장 시나리오의 경우에도 기본 전망치와 유사한 추세를 보일 것으로 전망

표 4. 경지면적 전망

(천 ha)

	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
경지면적	1,689	1,601	1,604	1,508	1,514	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

표 5. 작물별 재배면적 전망

(천 ha)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
쌀	849	792	788	733	725	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8
채소류	295	272	272	251	251	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8
과실류	152	135	135	122	122	-1.5	-1.5	-1.0	-1.0
특용약용작물	77	72	72	69	68	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5
화훼	6.2	7.1	7.3	8.3	8.9	1.8	2.1	1.5	1.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

○ 한육우와 젖소 등 대가축은 2012년 이후 지속적으로 감소할 것으로 전망되나 돼지, 육계, 오리는 증가할 것으로 전망

- 성장 시나리오의 경우에도 기본 전망치와 유사한 추세를 보일 것으로 전망

표 6. 축종별 사육두수 전망

(천 두, 천 수)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
한육우	2,913	2,599	2,604	2,249	2,259	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
젖소	409	380	380	347	347	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
돼지	9,397	9,818	9,827	10,174	10,199	0.5	0.6	0.4	0.4
육계	87,965	98,042	99,249	109,701	112,974	1.4	1.5	1.1	1.3
오리	13,159	15,522	15,509	18,757	18,734	2.1	2.1	1.9	1.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

6) 농가판매 가격지수 및 패리티지수

○ 전체 농산물의 농가판매가격지수는 2012년 116.5로 추정되며, 향후 지속적으로 하락하여 2020년 108.5, 2030년 104.3으로 전망되나 축산물 판매가격 지수는 소득 향상에 따른 소비 증가로 2012년 추정치인 97.8에서 지속적으로 상승하여 2020년 106.8, 2030년 112.8로 전망

- 성장 시나리오의 경우 수출에 의한 수요증대에 따라 농산물 전체에서 기본 전망치에 비해 높은 농가판매가격지수를 보일 것으로 전망

표 7. 농가판매가격지수 전망(2005=100)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
전체농산물	116.5	108.5	111.4	104.3	111.1	-0.9	-0.6	-0.4	0.0
곡물류	115.1	102.0	102.8	92.5	94.4	-1.5	-1.4	-1.0	-0.8
채소류	139.6	115.4	116.2	106.6	108.5	-2.4	-2.3	-0.8	-0.7
과실류	102.4	98.8	108.8	95.7	120.9	-0.4	0.8	-0.3	1.1
축산물	97.8	106.8	107.0	112.8	113.4	1.1	1.1	0.6	0.6

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

○ 농가의 교역조건을 나타내는 패리티지수는 2012년 89.8로 추정되며, 장기적으로 투입재 등의 경영비 증가로 2020년 78.7, 2030년 70.4로 악화 전망

- 2.0% 성장 시나리오의 경우, 2020년 80.7% → 2030년 75.0%

표 8. 패리티지수 전망(2005=100)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
패리티지수	89.8	78.7	80.7	70.4	75.0	-1.6	-1.3	-1.1	-0.7

자료: 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

7) 농업총소득

○ 농업총소득은 2012년 10조 2,060억 원으로 추정되며, 향후 경영비의 지속적인 증가로 인해 2020년 10조 140억 원, 2030년 9조 4,300억 원으로 하락세 전망

- 2.0% 성장 시나리오의 경우 농업총소득은 부가가치 증대에 따라 2020년 11조 5,130억, 2030년 13조 770억 원으로 향후 지속적으로 증가할 전망

표 9. 농업부문 총소득 전망

(10억 원-경상)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
농업	10,206	10,014	11,513	9,430	13,077	-0.2	1.5	-0.6	1.3
재배업	8,504	8,150	9,612	7,739	11,390	-0.5	1.5	-0.5	1.7
축산업	1,702	1,864	1,902	1,697	1,775	1.1	1.4	-0.9	-0.7

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

8) 농가소득

○ 2012년 농가소득은 3,139만 원으로 추정되며, 중장기적으로 농가호수 감소에 따른 영농규모 확대와 농외소득과 이전수입 증가로 2020년 3,535만 원, 2030년 3,931만 원으로 지속적으로 증가할 전망

- 2.0% 성장 시나리오의 경우, 2020년 3,674만 원 → 2030년 4,309만 원

표 10. 농가소득 전망

(만 원-경상)

구분	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
						20/12		30/20	
		BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
호당 농가소득	3,139	3,535	3,674	3,931	4,309	1.5	2.0	1.1	1.6
호당 농업소득	887	952	1,096	1,006	1,399	0.9	2.7	0.6	2.5
농외소득	1,381	1,630	1,630	1,879	1,877	2.1	2.1	1.4	1.4
이전소득	871	952	948	1,051	1,039	1.1	1.1	1.0	0.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

9) 농가인구 및 농가호수

○ 농가인구 및 농가호수는 지속적으로 감소할 것으로 전망

- 농가인구: 2012년 290만 → 2020년 244만 → 2030년 196만 명
- 농가호수: 2012년 115만 → 2020년 105만 → 2030년 94만 호
- 2.0% 성장 시나리오의 경우에도 농가인구, 농가호수는 지속적으로 감소할 전망

표 11. 농가인구, 농가호수 전망

구분	단위	2012	2020		2030		연평균 변화율(%)			
							20/12		30/20	
			BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장	BASE	2.0% 성장
농가 인구	천 명	2,898	2,442	2,446	1,957	1,967	-2.1	-2.1	-2.2	-2.2
농가 호수	천 호	1,151	1,051	1,050	937	934	-1.1	-1.1	-1.1	-1.2

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

※ 각 시나리오별 세부 전망은 별첨

별첨 1. 기준 전망치(BASE)

※ 모형에서 전망할 수 있는 최장 전망 연도는 2022년도까지며 이후 전망치 (2023~'30)는 항목별로 2013~'22 연평균 증가율을 적용하여 추세로 전망

표 12. 경지면적과 경지이용률 전망

기준 전망치	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
경지면적	천 ha	1,824	1,698	1,689	1,601	1,508	-0.5	-0.7	-0.6
농가호당 경지면적	ha	1.43	1.46	1.47	1.52	1.61	0.5	0.5	0.6
농가인구당 경지면적	a	53.1	57.3	58.3	65.6	77.0	1.6	1.5	1.6
국민 1인당 경지면적	a	3.8	3.4	3.4	3.1	2.8	-1.0	-1.0	-0.9
재배면적	천 ha	1,921	1,797	1,806	1,755	1,726	0.5	-0.4	-0.2
경지이용률	%	104.7	108.8	109.9	112.8	118.1	1.1	0.3	0.5

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

표 13. 물별 재배면적 전망

(천 ha)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
곡물류	1,232	1,054	1,040	983	931	-1.3	-0.7	-0.5
쌀	980	854	849	792	733	-0.5	-0.9	-0.8
곡물류(쌀 제외)	252	200	191	191	199	-4.7	0.0	0.4
채소류	307	281	295	272	251	5.1	-1.0	-0.8
과실류	150	154	152	135	122	-1.3	-1.5	-1.0
특용 약용 작물	77	79	77	72	69	-3.2	-0.8	-0.5
화훼	8.0	6.3	6.2	7.1	8.3	-1.2	1.8	1.5

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 14. 축종별 사육두수 전망

(천 두, 천 수)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
한육우	1,819	2,950	2,913	2,599	2,249	-1.2	-1.4	-1.4
젖소	479	404	409	380	347	1.3	-0.9	-0.9
돼지	8,895	7,580	9,397	9,818	10,174	24.0	0.5	0.4
육계	64,283	81,882	87,965	98,042	109,701	7.4	1.4	1.1
산란계	53,543	61,343	65,000	65,784	66,829	6.0	0.1	0.2
오리	8,389	12,240	13,159	15,522	18,757	7.5	2.1	1.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 15. 농가구입가격지수 전망(2005=100)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
투입재 1)	114.0	157.8	160.9	177.2	201.2	2.0	1.2	1.3
(경상재)	119.0	174.8	177.8	191.0	211.0	1.7	0.9	1.0
(농기구)	100.0	123.9	126.9	145.6	173.3	2.4	1.7	1.8
농업노임	100.0	138.0	147.8	170.1	191.8	7.1	1.8	1.2

주 : 투입재는 경상재와 농기구의 가중평균이고, 경상재는 종자류, 비료류, 농약류, 영농광열, 영농 자재 가격지수를 가중 평균함.

표 16. 농가판매가격지수 전망(2005=100)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
전체 농산물	100.0	120.2	116.5	108.5	104.3	-3.1	-0.9	-0.4
곡물류	100.0	112.1	115.1	102.0	92.5	2.7	-1.5	-1.0
채소류	100.0	150.6	139.6	115.4	106.6	-7.3	-2.4	-0.8
과실류	100.0	102.0	102.4	98.8	95.7	0.4	-0.4	-0.3
축산물	100.0	108.9	97.8	106.8	112.8	-10.2	1.1	0.6

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

표 17. 패리티지수 전망(2005=100)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농가구입가격지수(A)	100.0	127.4	129.7	137.9	148.2	1.8	0.8	0.7
농가판매가격지수(B)	100.0	120.2	116.5	108.5	104.3	-3.1	-0.9	-0.4
패리티지수(B/A)	100.0	94.3	89.8	78.7	70.4	-4.8	-1.6	-1.1

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

표 18. 농업부문 생산액 전망

(10억 원-경상, %)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농업	35,089	41,358	42,686	44,908	46,264	3.2	0.6	0.3
재배업	23,322	26,367	27,720	28,540	29,517	5.1	0.4	0.3
쌀	8,537	8,009	8,286	6,859	5,618	3.5	-2.3	-2.0
비중	(24.3)	(19.4)	(19.4)	(15.3)	(12.1)			
곡물류	1,202	1,455	1,389	1,519	1,896	-4.5	1.1	2.2
비중	(3.4)	(3.5)	(3.3)	(3.4)	(4.1)			
채소류	6,919	8,534	9,249	9,259	9,884	8.4	0.0	0.7
비중	(19.7)	(20.6)	(21.7)	(20.6)	(21.4)			
과실류	3,082	3,675	3,722	3,782	3,805	1.3	0.2	0.1
비중	(8.8)	(8.9)	(8.7)	(8.4)	(8.2)			
특용·약용	869	2,219	2,378	2,830	3,569	7.1	2.2	2.3
비중	(2.5)	(5.4)	(5.6)	(6.3)	(7.7)			
화훼	995	1,539	1,873	2,330	3,029	21.7	2.8	2.7
비중	(2.8)	(3.7)	(4.4)	(5.2)	(6.5)			
축산업	11,767	14,991	14,966	16,368	16,750	-0.2	1.1	0.2
한육우	3,148	3,053	3,482	3,556	3,458	14.1	0.3	-0.3
비중	(9.0)	(7.4)	(8.2)	(7.9)	(7.5)			
양돈	3,759	4,545	4,521	4,937	4,789	-0.5	1.1	-0.3
비중	(10.7)	(11.0)	(10.6)	(11.0)	(10.4)			
육계	1,113	2,186	2,152	2,862	3,479	-1.6	3.6	2.0
비중	(3.2)	(5.3)	(5.0)	(6.4)	(7.5)			
낙농	1,551	1,652	1,878	1,655	1,451	13.7	-1.6	-1.3
비중	(4.4)	(4.0)	(4.4)	(3.7)	(3.1)			
산란계	1,085	1,560	1,136	1,321	1,492	-27.2	1.9	1.2
비중	(3.1)	(3.8)	(2.7)	(2.9)	(3.2)			
오리	649	1,397	1,075	1,334	1,651	-23.0	2.7	2.2
비중	(1.8)	(3.4)	(2.5)	(3.0)	(3.6)			

주 : 곡물류는 맥류, 잡곡, 두류, 서류로 구성되며 사료작물은 제외됨.

자료:농림수산식품부, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 19. 농업부문 부가가치 전망

(10억 원-경상, %)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농업 부가가치 부가가치율	22,259 (63.4)	24,656 (59.6)	24,914 (58.4)	25,185 (56.1)	24,746 (53.5)	1.0	0.1	-0.2
농업 중간투입	12,830	16,702	17,772	19,723	21,621	6.4	1.3	0.9
재배업 부가가치 부가가치율	16,791 (72.0)	19,764 (75.0)	20,905 (75.4)	20,807 (72.9)	20,682 (70.1)	5.8	-0.1	-0.1
재배업 중간투입	6,530	6,604	6,815	7,733	8,926	3.2	1.6	1.4
축산업 부가가치 부가가치율	5,468 (46.5)	4,892 (32.6)	4,009 (26.8)	4,378 (26.7)	4,085 (24.4)	-18.1	1.1	-0.7
축산업 중간투입	6,299	10,099	10,957	11,990	12,721	8.5	1.1	0.6

자료 : 한국은행, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 20. 농업부문 총소득 전망

(10억 원, 경상)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농업	15,041	10,182	10,206	10,014	9,430	0.2	-0.2	-0.6
경영비	20,048	31,177	32,480	34,894	36,912	4.2	0.9	0.6
재배업	12,424	8,001	8,504	8,150	7,739	6.3	-0.5	-0.5
경영비	10,898	18,366	19,216	20,390	21,836	4.6	0.7	0.7
축산업	2,617	2,180	1,702	1,864	1,697	-21.9	1.1	-0.9
경영비	9,150	12,810	13,264	14,504	15,083	3.5	1.1	0.4

주 : 농업경영비 = 중간투입 + 노임비 + 기타비

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 21. 주요 농산물 1인당 소비량 전망

(kg)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
곡물류	135.5	126.0	121.8	115.8	108.0	-3.3	-0.6	-0.7
쌀	78.8	69.8	68.3	59.8	50.9	-2.1	-1.7	-1.6
콩	9.1	8.8	8.9	9.5	10.0	1.0	0.8	0.5
채소류	145.5	154.4	137.1	139.6	137.5	-11.2	0.2	-0.2
배추	48.3	60.2	47.0	43.4	38.5	-21.9	-1.0	-1.2
무	26.5	25.1	21.0	20.4	17.0	-16.4	-0.4	-1.8
고추	4.6	3.5	3.9	3.9	3.8	12.1	-0.2	-0.3
마늘	8.7	7.7	8.0	7.1	6.4	3.3	-1.5	-1.1
양파	21.8	30.9	24.7	30.7	33.9	-20.1	2.8	1.0
과실류	62.6	56.8	57.3	60.6	63.2	0.8	0.7	0.4
사과	7.6	7.5	8.1	8.8	8.9	7.6	1.1	0.2
배	8.8	5.4	5.4	5.6	6.0	-0.1	0.4	0.8
포도	8.2	6.1	6.3	6.6	6.7	3.2	0.6	0.1
감귤	12.7	13.6	13.0	13.8	14.6	-4.4	0.8	0.6
육류	31.9	41.3	43.9	46.9	50.1	6.2	0.8	0.7
쇠고기	6.6	10.6	11.0	12.2	12.8	3.6	1.3	0.5
돼지고기	17.8	19.2	20.3	21.3	23.1	5.9	0.6	0.9
닭고기	7.5	11.5	12.6	13.5	14.2	9.2	0.9	0.5

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 22. 농가소득 전망

(만 원, 경상)

기준 전망치	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농가소득(A)	3,050	3,015	3,139	3,535	3,931	4.1	1.5	1.1
농업소득(B)	1,182	875	887	952	1,006	1.3	0.9	0.6
B/A, %	(38.7)	(29.0)	(28.3)	(26.9)	(25.6)	-2.7	-0.6	-0.5
농외소득(C)	988	1,295	1,381	1,630	1,879	6.6	2.1	1.4
C/A, %	(32.4)	(43.0)	(44.0)	(46.1)	(47.8)	2.4	0.6	0.4
이전소득	880	845	871	952	1,051	3.1	1.1	1.0

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 23. 농가인구 전망

기준 전망치	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
농가인구	천 명	3,434	2,962	2,898	2,442	1,957	-2.2	-2.1	-2.2
65세 이상 농가인구 비율	%	29.1	33.7	34.7	41.9	51.7	2.9	2.4	2.1
총인구 중 농가인구 비율	%	7.1	6.0	5.8	4.7	3.7	-2.6	-2.5	-2.5

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

표 24. 농가호수 전망

기준 전망치	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
농가호수	천 호	1,273	1,163	1,151	1,051	937	-1.1	-1.1	-1.1
농가호수당 농가인구	명	2.70	2.55	2.52	2.32	2.09	-1.1	-1.0	-1.1

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO & KAP(Korea Agricultural Population model)

표 25. 농림어업 취업자 전망

기준 전망치	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
농림어업 취업자	천 명	1,813	1,542	1,497	1,272	1,031	-2.9	-2.0	-2.1

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO & KAP(Korea Agricultural Population model)

별첨 2. 2.0% 성장 시나리오 (S2.0)

※ 모형에서 전망할 수 있는 최장 전망 연도는 2022년도까지이며 이후 전망치 (2023~'30)는 항목별로 2013~'22 연평균 증가율을 적용하여 추세로 전망

표 26. 경지면적과 경지이용률 전망

2.0% 성장 시나리오	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
경지면적	천 ha	1,824	1,698	1,689	1,604	1,514	-0.5	-0.6	-0.6
농가호당 경지면적	ha	1.43	1.46	1.47	1.53	1.62	0.5	0.5	0.6
농가인구당 경지면적	a	53.1	57.3	58.3	65.6	77.0	1.6	1.5	1.6
국민 1인당 경지면적	a	3.8	3.4	3.4	3.1	2.9	-1.0	-1.0	-0.9
재배면적	천 ha	1,921	1,797	1,806	1,751	1,718	0.5	-0.4	-0.2
경지이용률	%	104.7	108.8	109.9	112.4	116.9	1.1	0.3	0.4

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 27. 작물별 재배면적 전망

(천 ha)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
곡물류	1,232	1,054	1,040	980	923	-1.3	-0.7	-0.6
쌀	980	854	849	788	725	-0.5	-0.9	-0.8
곡물류(쌀 제외)	252	200	191	191	199	-4.7	0.0	0.4
채소류	307	281	295	272	251	5.1	-1.0	-0.8
과실류	150	154	152	135	122	-1.3	-1.5	-1.0
특용 약용 작물	77	79	77	72	68	-3.2	-0.8	-0.5
화훼	8.0	6.3	6.2	7.3	8.9	-1.2	2.1	1.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 28. 축종별 사육두수 전망

(천 두, 천 수)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
한육우	1,819	2,950	2,913	2,604	2,259	-1.2	-1.4	-1.4
젖소	479	404	409	380	347	1.3	-0.9	-0.9
돼지	8,895	7,580	9,397	9,827	10,199	24.0	0.6	0.4
육계	64,283	81,882	87,965	99,249	112,974	7.4	1.5	1.3
산란계	53,543	61,343	65,000	65,784	66,829	6.0	0.1	0.2
오리	8,389	12,240	13,159	15,509	18,734	7.5	2.1	1.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 29. 농가구입가격지수 전망(2005=100)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
투입재 1)	114.0	157.8	160.9	177.2	201.2	2.0	1.2	1.3
(경상재)	119.0	174.8	177.8	191.0	211.0	1.7	0.9	1.0
(농기구)	100.0	123.9	126.9	145.6	173.3	2.4	1.7	1.8
농업노임	100.0	138.0	147.8	170.1	191.8	7.1	1.8	1.2

주 : 투입재는 경상재와 농기구의 가중평균이고, 경상재는 종자류, 비료류, 농약류, 영농광열, 영농자재 가격지수를 가중평균 함.

표 30. 농가판매가격지수 전망(2005=100)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
전체농산물	100.0	120.2	116.5	111.4	111.1	-3.1	-0.6	0.0
곡물류	100.0	112.1	115.1	102.8	94.4	2.7	-1.4	-0.8
채소류	100.0	150.6	139.6	116.2	108.5	-7.3	-2.3	-0.7
과실류	100.0	102.0	102.4	108.8	120.9	0.4	0.8	1.1
축산물	100.0	108.9	97.8	107.0	113.4	-10.2	1.1	0.6

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 31. 패리티지수 전망(2005=100)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농가구입가격지수(A)	100.0	127.4	129.7	137.9	148.2	1.8	0.8	0.7
농가판매가격지수(B)	100.0	120.2	116.5	111.4	111.1	-3.1	-0.6	0.0
패리티지수(B/A)	100.0	94.3	89.8	80.7	75.0	-4.8	-1.3	-0.7

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 32. 농업부문 생산액 전망

(10억 원-경상, %)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농업	35,089	41,358	42,686	46,620	50,731	3.2	1.1	0.8
재배업	23,322	26,367	27,720	30,090	33,653	5.1	1.0	1.1
쌀	8,537	8,009	8,286	6,908	5,715	3.5	-2.2	-1.9
비중	(24.3)	(19.4)	(19.4)	(14.8)	(11.3)			
곡물류	1,202	1,455	1,389	1,518	1,892	-4.5	1.1	2.2
비중	(3.4)	(3.5)	(3.3)	(3.3)	(3.7)			
채소류	6,919	8,534	9,249	9,381	10,227	8.4	0.2	0.9
비중	(19.7)	(20.6)	(21.7)	(20.1)	(20.2)			
과실류	3,082	3,675	3,722	4,108	4,673	1.3	1.2	1.3
비중	(8.8)	(8.9)	(8.7)	(8.8)	(9.2)			
특용.약용	869	2,219	2,378	2,830	3,569	7.1	2.2	2.3
비중	(2.5)	(5.4)	(5.6)	(6.1)	(7.0)			
화훼	995	1,539	1,873	2,815	4,724	21.7	5.2	5.3
비중	(2.8)	(3.7)	(4.4)	(6.0)	(9.3)			
축산업	11,767	14,991	14,966	16,530	17,131	-0.2	1.3	0.4
한육우	3,148	3,053	3,482	3,570	3,490	14.1	0.3	-0.2
비중	(9.0)	(7.4)	(8.2)	(7.7)	(6.9)			
양돈	3,759	4,545	4,521	4,956	4,827	-0.5	1.2	-0.3
비중	(10.7)	(11.0)	(10.6)	(10.6)	(9.5)			
육계	1,113	2,186	2,152	2,987	3,816	-1.6	4.2	2.5
비중	(3.2)	(5.3)	(5.0)	(6.4)	(7.5)			
낙농	1,551	1,652	1,878	1,658	1,457	13.7	-1.5	-1.3
비중	(4.4)	(4.0)	(4.4)	(3.6)	(2.9)			
산란계	1,085	1,560	1,136	1,321	1,492	-27.2	1.9	1.2
비중	(3.1)	(3.8)	(2.7)	(2.8)	(2.9)			
오리	649	1,397	1,075	1,344	1,683	-23.0	2.8	2.3
비중	(1.8)	(3.4)	(2.5)	(2.9)	(3.3)			

주 : 곡물류는 맥류, 잡곡, 두류, 서류로 구성되며 사료작물은 제외됨.

자료 : 농림수산식품부, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 33. 농업부문 부가가치 전망

(10억 원-경상, %)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농업 부가가치 부가가치율	22,259 (63.4)	24,656 (59.6)	24,914 (58.4)	29,082 (62.4)	34,014 (67.0)	1.0	2.0	1.6
농업 중간투입	12,830	16,702	17,772	17,539	16,985	6.4	-0.2	-0.3
재배업 부가가치 부가가치율	16,791 (72.0)	19,764 (75.0)	20,905 (75.4)	23,393 (77.7)	27,223 (80.9)	5.8	1.4	1.5
재배업 중간투입	6,530	6,604	6,815	6,697	6,545	3.2	-0.2	-0.2
축산업 부가가치 부가가치율	5,468 (46.5)	4,892 (32.6)	4,009 (26.8)	5,688 (34.4)	6,792 (39.6)	-18.1	4.5	1.8
축산업 중간투입	6,299	10,099	10,957	10,842	10,441	8.5	-0.1	-0.4

자료 : 한국은행, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)

표 34. 농업부문 총소득 전망

(10억 원, 경상)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농업	15,041	10,182	10,206	11,513	13,077	0.2	1.5	1.3
경영비	20,048	31,177	32,480	35,107	37,670	4.2	1.0	0.7
재배업	12,424	8,001	8,504	9,612	11,390	6.3	1.5	1.7
경영비	10,898	18,366	19,216	20,478	22,296	4.6	0.8	0.9
축산업	2,617	2,180	1,702	1,902	1,775	-21.9	1.4	-0.7
경영비	9,150	12,810	13,264	14,629	15,382	3.5	1.2	0.5

주 : 농업경영비 = 중간투입 + 노임비 + 기타비.

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 35. 주요 농산물 1인당 소비량 전망

(kg)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
곡물류	135.5	126.0	121.8	115.7	107.7	-3.3	-0.6	-0.7
쌀	78.8	69.8	68.3	59.7	50.7	-2.1	-1.7	-1.6
콩	9.1	8.8	8.9	9.5	10.0	1.0	0.8	0.5
채소류	145.5	154.4	137.1	139.3	136.8	-11.2	0.2	-0.2
배추	48.3	60.2	47.0	43.4	38.5	-21.9	-1.0	-1.2
무	26.5	25.1	21.0	20.4	17.0	-16.4	-0.4	-1.8
고추	4.6	3.5	3.9	3.9	3.8	12.1	-0.2	-0.3
마늘	8.7	7.7	8.0	7.1	6.4	3.3	-1.5	-1.1
양파	21.8	30.9	24.7	30.7	33.9	-20.1	2.8	1.0
과실류	62.6	56.8	57.3	59.7	61.0	0.8	0.5	0.2
사과	7.6	7.5	8.1	8.6	8.5	7.6	0.9	-0.1
배	8.8	5.4	5.4	5.2	5.1	-0.1	-0.5	-0.1
포도	8.2	6.1	6.3	6.6	6.7	3.2	0.6	0.1
감귤	12.7	13.6	13.0	13.8	14.7	-4.4	0.8	0.6
육류	31.9	41.3	43.9	46.9	50.1	6.2	0.8	0.7
쇠고기	6.6	10.6	11.0	12.2	12.8	3.6	1.3	0.5
돼지고기	17.8	19.2	20.3	21.3	23.2	5.9	0.6	0.9
닭고기	7.5	11.5	12.6	13.4	14.1	9.2	0.8	0.5

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 36. 농가소득 전망

(만 원, 경상)

2.0% 성장 시나리오	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
						12/11	20/12	30/20
농가소득(A)	3,050	3,015	3,139	3,674	4,309	4.1	2.0	1.6
농업소득(B)	1,182	875	887	1,096	1,399	1.3	2.7	2.5
B/A, %	(38.7)	(29.0)	(28.3)	(29.8)	(32.5)	-2.7	0.7	0.9
농외소득(C)	988	1,295	1,381	1,630	1,877	6.6	2.1	1.4
C/A, %	(32.4)	(43.0)	(44.0)	(44.4)	(43.6)	2.4	0.1	-0.2
이전소득	880	845	871	948	1,039	3.1	1.1	0.9

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 37. 농가인구 전망

2.0% 성장 시나리오	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
농가인구	천 명	3,434	2,962	2,898	2,446	1,967	-2.2	-2.1	-2.2
65세 이상 농가인구 비율	%	29.1	33.7	34.7	41.8	51.5	2.9	2.3	2.1
총인구 중 농가인구 비율	%	7.1	6.0	5.8	4.8	3.7	-2.6	-2.4	-2.5

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model).

표 38. 농가호수 전망

2.0% 성장 시나리오	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
농가호수	천 호	1,273	1,163	1,151	1,050	934	-1.1	-1.1	-1.2
농가호수당 농가인구	명	2.70	2.55	2.52	2.33	2.11	-1.1	-1.0	-1.0

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO & KAP(Korea Agricultural Population model).

표 39. 농림어업 취업자 전망

2.0% 성장 시나리오	단위	2005	2011	2012 (추정)	2020	2030	연평균 변화율(%)		
							12/11	20/12	30/20
농림어업 취업자	천 명	1,813	1,542	1,497	1,278	1,045	-2.9	-2.0	-2.0

자료 : 통계청, 한국농촌경제연구원 KASMO &KAP(Korea Agricultural Population model).

신가치 창출을 위한

농업 5.0시대

농업·농촌의 미래전망

발간등록번호 : 11-1541000-001585-01

발행처 미래농업포럼

발행일 2012년 11월

기 획 농림수산식품부 녹색미래전략과
경기도 과천시 관문로 88(중앙로 1번지), 02)500-2436

제 작 농림수산식품교육문화정보원

인 쇄 데스틸크리에이션 02)548-2646

* 이 책자에 수록된 내용은 미래농업포럼 위원들의 의견으로 농림수산식품부의 공식적인 견해와는 무관함을 양지하여 주시기 바랍니다.

미래농업포럼

본 보고서는 마사회특별적립금으로 제작되었습니다.