

자원순환형 네트워크 첨단농업시스템 조성 사례 및 시사점



서 동 옥
한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원
duseo@ekr.or.kr



정 남 수
공주대학교 / 부교수
ruralplan@kongju.ac.kr

1. 머리말

그동안 농업은 생산을 위주로 하는 경종농업에서 부가가치를 지향하는 복합산업화로 확장되고 있으며, 그 과정에서 힘들고 위험한 단순반복업무에 대한 기계화, 창의적인 인력수요의 활성화 및 노동에 대한 정당한 대우, 에너지 투입 절감과 자연환경 보전, 농촌공간이 주는 휴식과 경관 기능의 복원 등 농업시스템의 혁신을 이뤄내고 있다.

또한 세계적으로는 기후변화에 대한 대응과 설계인구의 도시집중에 따른 문제를 완화하고 집적된 네트워크 기술을 활용하기 위한 공조가 활성화되고 있다. 사람들은 보다 많은 편익을 누릴 수 있는 경제적 부를 늘리기 위하여, 자녀들의 보다 많은 교육을 통한 기회비용의 획득을 위하여, 더 많은 가치를 창출할 수 있는 일자리를 원하고 있다.

이러한 욕구는 농업생산시스템이 전통적인 장소적 한

계를 벗어나 원자재 공급과 1차생산, 가공산업과 유통이 연결하는 글로벌네트워크의 구축을 가속화시키고 있으며, 유리온실과 집약적 축사 등 공간의 집중화가 가능한 부분의 경우 이미 가장 높은 형태의 생산성에 도달해 있다. 이미 농업의 가장 생산성이 높은 형태의 공간 집중화가 이뤄지고 있다. 게다가, 식량안보의 문제에도 불구하고 FTA 등 무역의 국제화에서 농업부분만 예외가 될 수 없으므로 국내 농업시스템의 국제적 경쟁력을 확보하기 위해서는 혁신이 필요하다.

지금까지의 수십 년의 시행착오에서 알 수 있듯이 이는 단순히 경지규모 증대와 생산성 향상과 같은 면적이거나 생산량에 국한되는 문제가 아니다. 소비자의 식품에 대한 요구 수준은 꾸준히 높아지고 있으며, 농산물을 생산하는 농민과 생산면적은 줄고 있다. 그리고 농촌용수와 에너지, 비료 등 농업생산과 경영, 수익성에 영향을 주는 인자는 풍족하지 않거나 부족하다. 따라서 농업의 문제를 풀기 위해서는 관련분야와 사회적 문제 등 다양

한 분야를 포괄적으로 고민해야 한다.

농업기능과 관련된 경제 활동들을 묶은 공간적인 클러스터를 자원순환형 첨단농업파크로 정의하였으며, 농업은 첨단 지식과 기술을 활용하여 관련 산업들을 결합 시킴에 따라 식품 생산과 가공을 통한 농축산물의 생산성 증가 뿐만 아니라 관련문제의 경감이라는 효용을 창출할 수 있다. 특히, 물, 바이오 성분, 가스 순환은 쓰레기와 부산물의 다양한 처리 경로를 통하여 기술적으로 폐합시킬 수 있으며, 이에 따라 화석 에너지와 화학비료의 사용은 줄어들 것이다.

첨단농업파크는 농업분야에 산업생태를 융합시키는 것으로 볼 수 있는데, 한 지역의 농가가 글로벌네트워크에서 농업의 효용을 창출하면서도 지역의 주변 산업과 연계됨으로써 그 지역은 새로운 형태의 자원순환 균형이 맞추게 된다. 이는 농업 자체의 생산 활동 뿐만 아니라 관련 산업들의 관계까지 바꾸어 놓게 된다. 결과적으로 환경오염을 저감시키고 경제적 이익을 증가시키며 더 나은 근무조건과 주거환경을 제공할 수 있어 지속가능한 개발의 개념이 실현될 수 있다.

농업시스템의 혁신은 농업생산기반, 농업 및 농가경영, 농축수산물, 유통 등 다양한 분야들에서 논할 수 있지만, 여기서는 농업생산인프라를 중심으로 한 네트워크형 첨단농업파크의 새로운 모델을 조성하기 위해 시도를 하고 있는 내용을 소개하고자 한다.

2. 첨단농업파크의 개요

가. 네트워크사회와 첨단농업파크

첨단농업파크는 네트워크를 기반으로 한 정보사회를 지향한다. 여기서 정보란 정보의 원천인 자료, 이를 가

공한 유용한 정보, 개인의 특수성을 반영한 지식을 포괄하는 광의의 개념을 일컫는다. 이것은 농업과 산업사회 이후 세 번째 인류 발전 단계로 볼 수 있다. 인류가 소비하는 편익을 창출하는 사회적 생산성에서 지식은 이를 증대시키는 필수원천중의 하나이며, 정보기술의 발달은 지식의 창출과 축적에 기여하여 혁명적인 편익창출에 기여할 수 있다. 30% 내외의 인류가 정보기술을 공유하는 네트워크 사회 속에서 급증한 편익을 공유하고 있다.

농업분야도 예외는 아니다. 정보기술을 이용하여 농업생산에 필요한 에너지, 물질 등 투입요소를 정밀하게 조정할 수 있고, 생산과정을 실시간으로 모니터링 하여 소비자의 신뢰를 획득하거나 생산이후 불필요하게 수반되는 제품 확인 등의 절차를 간소화할 수 있으며, 가공공정을 단순화하여 포장 등의 비용을 유발하는 다양한 요인을 제거할 수 있어 사회적, 경제적, 환경적 편익을 증대시킬 수 있다.

첨단농업파크는 이러한 비전을 달성하는데 기여할 것이다. 네트워크 사회에서 'Flow Space(흐름의 공간)'은 사회 현실의 물리적 조직을 형성하고, 이 조직은 시간을 나누고 흐름 속에서 일을 한다. '흐름의 공간'에서 공간적(Spatial) 거리라는 차원이 존재하지 않으므로 정보, 기술 및 조직의 상호 작용에서 시간소모가 일어나지 않고 무한한 시간 속에서 가치를 창출할 수 있다.

이렇게 창출된 가치의 실현은 흐름의 공간상에 존재하는 객체와 연결된 물리적 장소에서 발생하므로 현실 세계의 장소는 네트워크에서 흐름의 공간과 상호보완적인 관계에 있다. 따라서 글로벌 사회는 단순히 지구적으로 존재하는 다양한 공간들의 합을 일컫기 보다는 이러한 장소와 연결된 네트워크의 공간에서 형성되며 글로벌화가 진전되면서 현재까지 교육, 문화, 사회에 대한

다양한 성찰과 경험이 공유되고 있으며, 빈곤과 기아의 극복, 토지수탈과 환경복원 등 농업에 관한 동시대적인 철학의 공유도 이루어지고 있다.

따라서 농업생산은 기존의 장소적인 한정에서 글로벌 공간의 한 요소로 변해가고 있다. 그러나 아직까지 이러한 변화과정에 대한 명확한 인식이나 대응은 불명확한 상황이다. 소비자들은 매일 농장에서 생산된 농수축산물을 소비하면서도 비료, 농약, 냄새 등 다양한 문제로 인하여 농장 옆에 사는 것을 기피하고 불편해 하면서도, 농업생산을 기반으로 한 기존의 농촌을 기억하고 있기 때문에 이러한 요소들이 완벽하게 제어된 산업화된 현대농업에 대한 거부감이 있다.

1970년대 이후 화석 에너지의 사용과 산업화 및 광범위한 응용프로그램을 비롯한 정보 기술의 발달로 인해 토지와 노동력의 생산성은 계속적으로 향상 되어 왔다. 유럽의 경우 농업생산은 현재 잘 조율된 체인에서 일어나고 있다. 이런 체인의 집합체가 네트워크를 형성하고 이것이 첨단농업파크 개발의 핵심이다. 농업 영역은 전통적인 음식 뿐만 아니라 꽃, 아로마 및 향신료 및 산업 원료, 에너지, 의약 약물 같은 고급 생산품까지 많은 것을 포함 하고 있다. 네트워크 사회에서 농업생산시스템은 생산자, 섹터, 원자재, 에너지 흐름 및 폐기물 흐름, 이해관계자 및 가치사슬 사이의 새롭고 지능적 연결을 추구한다. 이 시스템은 지속가능한 기준 아래 도시화된 인류들의 변화하는 수요를 충족시킬 수 있다.

따라서 생산성을 높이기 위해 인위적으로 집적도를 높이는 공장형 생산보다는 생산, 가공, 유통에 필요한 다양한 요소의 연결성을 높여 네트워크 기반의 자동적 의사소통을 통한 환경적 부담을 최소화하고 가치의 최적화를 달성하는 것이 첨단농업파크 설계나 실행과정에

서 구현해야할 내용이다. 이러한 진보의 과정이 그동안 농업분야에 침투한 산업사회의 요소들로 인한 토지나 환경에 대한 수탈요소를 경감하고 다양한 세대 속에서 지속가능한 농업생산과 건강한 사회를 구현할 수 있는 방식이다. 이러한 범지구적 변화와 환경적 특성에 대한 이해는 첨단농업파크의 계획에 기본이 되어야 하며 동시에 장소적 특성을 구현하는 설계에는 대상이 되는 지역의 실정을 충분히 반영하여야 하고 지역주민의 의식 수준이나 특성에 반하지 않아야 한다.

나. 첨단농업파크의 설계

첨단농업파크에 관해 다양한 개념을 분석하기 위하여 지금까지 진행된 설계 또는 공동 설계를 분석하였다. 연구 방법으로는 사회과학적 행동연구와 지역조사와 함께 최종 설계안이 포함하는 공학적 유용성을 분석하였다. 이 최종 설계안의 분석에서는 적합성 연구 뿐 아니라 일반적인 지식을 적용하는 과정에 대한 평가도 고려된다. 따라서 본 분석에서는 자연과 사회과학을 포함하면서 미적, 문화적, 역사적 요소를 고려한 학제 간 연구를 지향하였다.

공동 설계에서 설계는 중재적 참여를 만들어 내는 것을 목표로 하고 여기서 중재는 농업이 세계화 및 네트워크 사회와의 연결고리를 만듦으로 해서 도시와 지역의 문제를 동시에 해결하는 시스템 혁신을 만들어낸다. 이 설계는 과학적 지식이 참가자들의 노하우와 함께 반복 학습과정에 있는 현실적 공간 계획을 모두 포함하기 때문에 현실적 초학제성을 갖는다.

다양한 설계에 기반을 둔 세가지 이론이 설계 연구에 열쇠가 된다. 첫 번째는 자원 사용 효율 이론이다. 첨단농업파크는 주로 생산, 채소 처리 및 축산 제품에 주로 관련하고 있다. 자원 사용 효율 이론에 의하면 체인의

농업 생산 과정의 효율성은 증대된다.

두번째 이론은 3차원적 경관에 관한 것이다. 사람들과 그룹 사이 힘의 균형에 관해서 3차원적 경관은 토양, 물 및 사회 과학 등의 물리적인 측면을 설명한다.

세번째로는 미학, 역사 및 인문의 일부를 형성하는 의사소통과 같은 주관적인 측면을 들 수 있다. 3차원적 경관에 관해서 첨단농업파크는 매트스케이프, 파워스케이프 및 마인드스케이프로서의 경관으로 간주되며 각자 중요한 역할을 한다.

다. 첨단농업파크의 논쟁

네덜란드의 첨단농업파크라고 할 수 있는 아그로파크(Agropark)의 아이디어는 처음 1998년에 언급되었는데 이 때 농업 연구 국가위원회(NRLO)가 농업의 클러스터화가 농업과 산업에 발생하는 수많은 문제들을 풀 수 있다고 제안하였으며, 와그닝헨대학연구소(WUR)와 응용과학연구 네덜란드 조직(TNO) 연구자들이 가상으로 4개를 설계하였다. 2000년 10월 3일에 혁신네트워크는 그 리포트를 농업 장관에게 제출하였으며, 장관은 지대한 관심을 가지고 적극 지지하게 되었다. 이 설계안에 대한 반대가 있었지만, “혁신은 언제나 논쟁”이라며, “네덜란드가 식품생산에서 선두를 유지하려 한다면, 어떤 어려움도 극복해야 한다.”라고 말하였다.

델타파크는 대규모 집약적 돼지 사육과 전통적인 축사와는 다른 스타일로, 이를 두고 영국 가디언지와 독일 비타세트(Vitacert)라는 인증기관은 대규모 생태 농업의 가능성이 열렸다고 했으며, 디스커버리 채널은 자립식 농업의 최종 형태로 해석하였다. 그러나, 반대 여론과 입장도 만만치 않았는데, 다음과 같은 신문기사 제목이 반증한다.

- 실현불가능, 잘못된 개념, 희망만 담긴 생각, 꿈일 뿐, 웃기는 일
- 소비자들은 동물들을 공장, 아파트같은 빌딩 안에 가두는 것을 싫어하고, 기존의 혐오스러운 축산 방식과 다를 바 없다.
- 아그로파크에서 동물이 고통받는 것이 여전할 것이고, 대규모로 모아놓으면 바이러스 감염 위험이 너무 크다.
- 농민들은 친숙한 농촌공간에서 독립적인 가족단위의 농업을 유지하고 싶어하지, 아그로파크로 떠나고 싶어 하지 않는다.
- 아그로파크는 실현 불가능하다. 법률적으로 안 되는 것들이 너무 많고 더욱이 농민들과 대중들은 실제로 반대를 하고 있다.
- 아그로파크는 좋으나, 아파트식의 형태는 아니다. 생물학적이고 생태적 농업이 적당하다.

대부분의 부정적인 반응들은 네덜란드 농업원예조직(Dutch Organisation for Agriculture and Horticulture, LTO)이나 바이오산업의 동물 권리 단체(Wakker Dier Foundation), 네덜란드 자연과 환경협회, 국립동물학대방지협회 등과 같이 특별히 관심을 가지고 있는 단체들로부터 나왔다.

반대로, 대부분의 긍정적인 의견들은 혁신네트워크와 와그닝헨대학교(Wageningen university), 정부의 환경공간계획부(VROM), 네덜란드 소비자 연합, 돼지농가, 자연환경협회 등의 단체들로부터 나왔다. 이 아그로파크에 가장 자주 논의되는 장점들은 다음과 같다.

- 현재의 축산방식과 비교하여, 아그로파크는 동물복지, 환경 관리, 식품 안전, 품질 향상과 더불어 적절한 가격을 충족시킬 수 있다.
- 아그로파크는 폐쇄형 생태계가 장점으로 환경영향에 긍정적이다.
- 동물 운송이 더 이상 필요치 않게 되어 동물 고통이 상당히 줄어든다.
- 아그로파크는 동물질병 위험을 최소화한다. 농촌지역 전 반에 걸친 농장들이 질병확산의 위험이 더 크다.
- 아그로파크는 공간을 절약하여 더 나은 경관을 제공한다.
- 개념은 좋으나 공간을 줄이고 규모나 기술보다는 동물복지에 더 신경을 써야 한다.

무수한 찬반 논쟁을 통해 사업의 성공을 위해서는 무엇보다 협력이 중요하고, 이 부분에 대해 연구를 수행하여야 하며, 사업을 혁신적으로 만들어줄 정책이 필요하다는 중도적인 입장으로 결론이 났다.

3. 첨단농업파크의 국내외 사례

가. 델타파크(Delta Park)

델타파크는 물류 및 운송이 쉬운 대도시인 로테르담(Rotterdam) 인근 항구지역에 위치하게 하여 농업생산과 다양한 산업들을 결합시킨 형태이다. 여기에는 유리온실과 고기류(돼지, 조류, 어류, 곤충) 생산단지, 도축장 뿐만 아니라 육류 가공, 쓰레기 재생, 바이오 추출, 유기비료 생산 시설, 그리고 저장과 포장 등의 지원 시설들을 모두 갖추고 있다.

항구는 에너지 공급과 유통을 용이하게 하며, 도시는 첨단농업파크로부터 신속하게 신선한 상품을 공급받을 수 있는데, 델타파크에서는 이처럼 유기비료와 가스,

열, 축분 등의 폐기물들이 축사나 유리온실, 화학공장 등과 같은 단위시설끼리 필요에 따라 주고받는 자원순환체계를 갖추고 있다. 이러한 단위 시설들 간의 상호연결은 고도 기술을 기반으로 하는 정보통신기술(ICT, Information & Communication Technology)과 바이오기술로 이루어진다.

그러나, 델타파크는 이론적으로만 설계된 것으로 실제 존재하지는 않으며, 자원순환 개념을 처음으로 도입한 첨단농업파크에 대한 구상안으로 논의만 되었었고, 향후 아그로센트럼 베스트포르트(Agrocentrum Westpoort)와 바이오파크 테르뉴젠(Biopark Terneuzen)과 같은 사례에 참고가 되었다.

나. 바이오파크 테르뉴젠(Biopark Terneuzen)

테르뉴젠(Terneuzen) 항만지역에 200ha 규모로 기존 비료 처리회사와 시설원예단지가 있는 바이오파크 테르뉴젠은 바이오매스 처리, 바이오에탄올 생산 그리고 다양한 수질등급의 정화 및 생산과 같은 새 산업의 기능들이 추가된 형태이다. 각각의 기업체들끼리 폐기물과 부산물을 교환함으로써, 생산 비용 감축과 환경오염 물질 배출 감소, 그리고 좁은 공간에서도 생산이 가능한 장점들을 가지고 있다. 각각의 시설들은 다음 표 1과 같은 역할을 담당한다.

그림 2는 산업생태학적으로 어떻게 바이오파크 테르뉴젠의 단위 요소들 사이에서 자원순환이 이루어지는지를 보여준다. 이 모델은 바이오매스 플랜트가 중심에 있으면서 각각의 다양한 요소들로부터의 폐기물과 부산물의 처리가 효율적으로 이루어지도록 최적화된 형태이다. 처음에 이러한 순환연결은 기존 산업지역에서 시작되었는데, 주요 농업 생산품이 결합되면서 수익이 증가

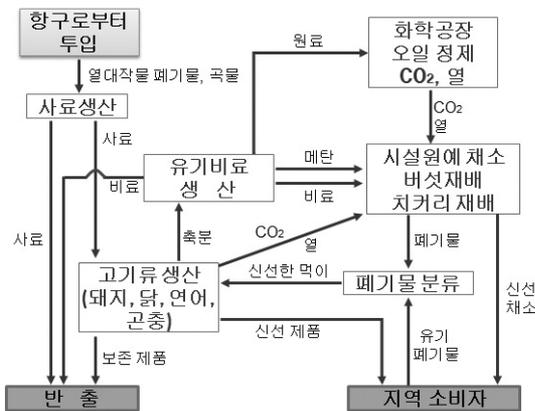


그림 1. 델타파크 자원순환 모식도(Peter Smeets, 2011)

이오매스 소화장치는 연간 2만5천MWh의 그린에너지를 시설원예단지에서 공급한다.

다. 신 프린스란드(Nieuw Prinsenland)

2011년에 조성된 신 프린스란드(Nieuw Prinsenland)는 네덜란드의 남서부에 있으며, 설탕 공장의 중심에 위치하고 있는 첨단농업파크이다. 기존의 설탕공장은 사탕수수를 수확하는 9월부터 11월까지 3개월 동안에만 운영이 되었지만, 대형 저장탱크를 세운 후 연 중 운영이 가능해짐에 따라 산업생태 파크로 조성되었다. 현재 20ha의 유리온실이 운영 중이며, 복합 가공처리 시설을 통해 설탕 공장에서 발생하는 부산물과 인근 지역에서 발생하는 축분 및 쓰레기를 활용하고 있다.

라. 아그로파크 베르거덴(Agropark Bergerden)

아그로파크 베르거덴(Agropark Bergerden)은 네덜란드의 오래된 시설원에 클러스터 중의 하나이며 2002년부터 개발되고 있다. 제1단계는 2008년에 순면적 60ha의 유리온실이 가동되었으며 피망, 관상식물, 딸기, 토마토, 화분식물과 화훼를 생산하는 기업들이 있다. 농업인들이 소유한 협동조합은 열병합 발전소를 운

영하며 아그로파크에 전기를 공급하며 남은 전기는 고압 송전망으로 보내고, 빗물 저장시스템도 이 협동조합이 관리하고 있다.

아그로파크 베르거덴의 입구에 여러 농업 관련 기업들이 정착을 한 작은 산업단지가 있는데, 2008년 이후에 120ha의 제2단계 부지를 분양하려 했으나 개발이 지연되고 있음. 개발 부지가 채소 재배업자와 원예업자에게는 너무 작게 설정되었으며 다른 시설원에 클러스터의 투자자들과의 경쟁이 치열하다. 토지를 소유한 시와 아그로파크 협동조합은 현재 다른 투자자를 찾고 있으며, 3명의 참여농가 및 인근 농민들로부터의 폐기물과 인근 시에서 발생하는 바이오폐기물을 처리하는 대규모 공동 소화설비공장에서 첫 번째 투자자가 나왔다.

아그로파크 베르거덴에 있는 재배업자들 중 한 사람은 최초로 연중 내내 가동되는 열 및 냉각 저장시스템을 개발하고자 하였다. 완전히 밀폐된 온실에서 여름 기간에는 잉여 열이 대수층에 있는 열교환기를 통해서 저장되고 같은 방법으로 겨울에는 잉여 냉기도 저장하였다. 잉여 열은 겨울철에 온실의 난방을 위해 사용할 수 있으며 잉여 냉기는 여름철에 냉방을 위해 사용할 수 있다.



그림 3. 신 프린스란드(New Prinsenland) 첨단농업파크

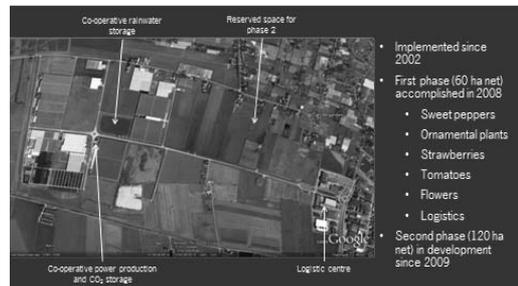


그림 4. 아그로파크 베르거덴

이렇게 함으로써 여름철에 온실의 환기를 최소화하여 식물성장 자극과 생물학적 해충 관리를 위한 이산화탄소 사용 효율을 매우 높일 수 있다. 게다가 독일 기후의 경우 온실은 연중 잉여 열을 만들어 내며 그 열을 온실의 다른 부분을 위해 사용할 뿐만 아니라 인근의 주택과 건물에도 사용할 수 있다. 현재 대수층에 열과 냉각수를 저장하는 이 개념은 네덜란드의 많은 재배업자들이 성공적으로 사용하고 있다.

마. 드 싱엘로즈(De Singel Roses)

드 싱엘로즈(De Singel Roses)는 베르켈 앤 로덴레이스(Berkel en Rodenrijs)에 위치한 장미 절화를 생산하는 유리온실단지로서 총 6ha의 규모이며, 연간 1천만 송이의 장미를 생산하고 있다. 이 유리온실에는 첨단 이동식 베드, 자동 운송 및 선별 시스템, 그리고 열병합발전기(CHP)가 설치되어 있다.

자동 이동식 베드는 온실의 재배공간을 최대한 활용



그림 6. 이동식 베드 및 자동 운송시스템



그림 7. 열병합발전기(CHP)

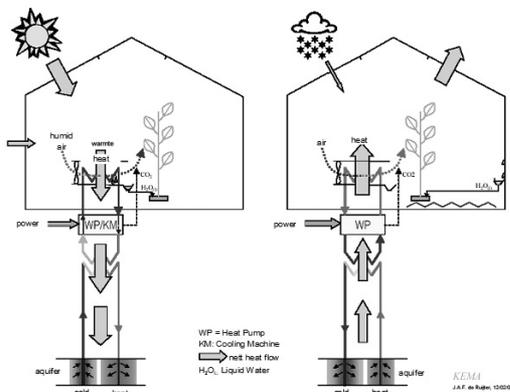


그림 5. 대수층에서 열 및 냉기 저장

하면서 통로 등 작업공간을 최소화하여 에너지 효율을 높이면서 단위면적당 생산성을 높게 된다. 이 온실은 운영경비의 25~30%가 에너지 비용이며, 30%는 인건비, 나머지는 시설 및 R&D 투자비용으로 쓰고 있다. 두 대의 2.5MWh짜리 열병합발전기(CHP)를 사용하여 유리온실의 이산화탄소, 열 및 전기의 에너지원으로 사용하고 있으며, 주간에 발생된 열은 야간의 온실의 온도조절을 위해 공급된다. 용수공급은 주로 빗물을 정화하여 사용하고, 남거나 부족한 에너지는 주변의 다른 온실들과 공유를 통하여 관리된다.

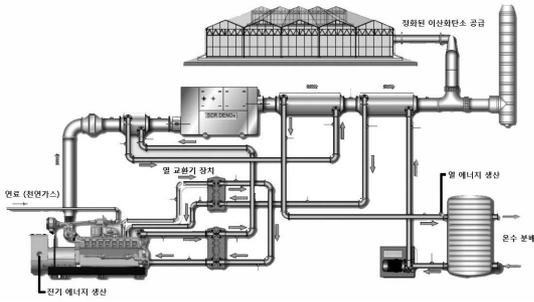


그림 8. 열병합발전의 열, 전기 및 이산화탄소 흐름도 (박세중, 2012)



그림 10. 괴산 가축분뇨 공동자원센터 그림

바. 괴산 친환경 농업단지

괴산군에 위치한 공동자원화센터는 공동자원을 활용한 자연순환농업 추진하기 위하여 2012년에 설치되었으며 55호의 농가, 90,094두에서 발생하는 분뇨량이 하루 459톤에 다다른다. 연간 처리량은 35,000톤으로 하루 99톤을 처리한다.

자원화센터에서 생산된 액비는 전액 농경지 400ha에 면적에 살포가 되며, 비료대체 효과 연간 232백만원에 이른다. 액비 저장조가 부족하여 지역별로 39개(8,600톤)을 64개(12,800톤)로 확대 추진하고 있으며, 생산된 액비는 비료로 등록을 추진하여 일반 가정에도 보급되어 화분용, 관상용 액비로도 손쉽게 사용할 수 있게 할 예정이다.

공동자원화센터 조성은 영농조합법인에서 출자하고 지자체로부터 일부 지원을 받았으며, 양돈농가로부터 분뇨를 구입하여 경종농가에게 액배를 무상 공급하고 있으나, 정부에서 일부 지원을 받고 있다.

가축분뇨 생산 ⇒ 분뇨 수거 ⇒ 분뇨발효 액비생산
⇒ 액비살포 ⇒ 친환경농산물 생산

그림 9. 가축분뇨액비 순환 체계



11. 악취제거 및 액비저장시설

사. 대전 만나첨단농장

만나첨단농장은 기존의 식물공장에 양어수경재배 기술을 접목한 이쿠아포닉스로 LED와 형광등 또는 형광등의 인공광과 자연광의 조합으로 온실형 식물공장이다. 형광등은 저렴하고 기술도 많이 발전하여 LED와 비교해도 작물생육에 큰 차이가 없으며, 일반식물공장보다 30% 생산성 증가하는 것으로 나타났다. 주로 엽채류와 화장품 천연원료, 식품원료, 제약원료를 재배하고 있다. 귀농인이나 농업인은 국비 지원을 활용하여 이 농장

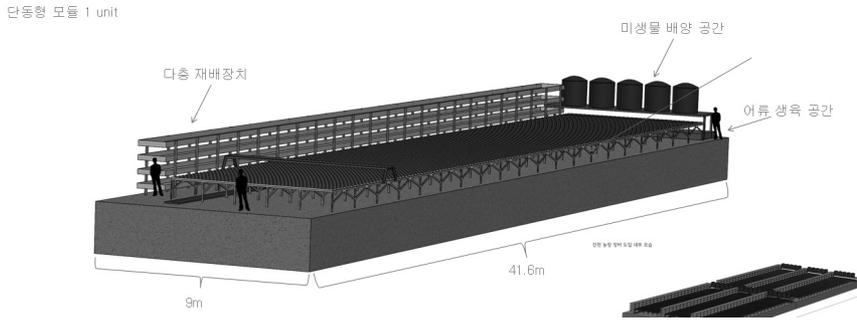


그림 12. 만나농장 개념도

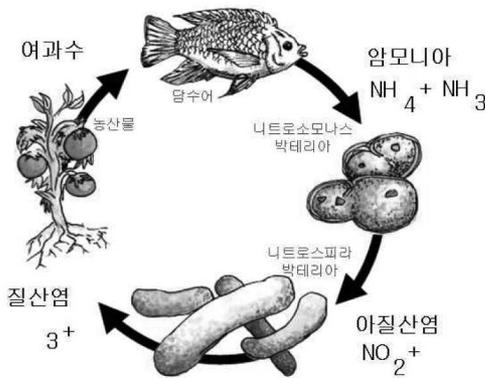


그림 13. 양어기술을 접목한 식물공장

의 일부를 구매하여 영농조합원이 되고, 농장 장비, 모종, 농업자재, 교육, 농장 운영 서비스 및 판로지원을 농업인에게 제공하는 방식으로, 생산 작물을 판매하여 수익을 조합원에게 배분하는 개념이다.

아. 김제 중촌 자원순환형 녹색마을

김제 중촌마을에 농촌진흥청에서 개발한 녹색기술을 투입하여 축산과 원예작물을 연계한 자원순환 및 에너

지자립형 녹색마을을 구현하기 위하여 2013년에 조성되었다. 기존 종돈장을 개선한 친환경 축산단지, 가축분뇨자원화 시설과 열병합발전 시설, 첨단유리온실, 조사료 경종포장 등이 서로 유기적으로 연결되어 운영되고 있다.

가구수 31호, 인구 105명인 중촌마을은 자원순환형 녹색마을 구축을 위해 1단계로 기존의 축사를 친환경 축사로 개보수하였고, 2단계로 가축분뇨자원화 및 바이오가스시설, 바이오가스발전시설을 설치하였다. 돼지분뇨

를 혐기소화시켜 발생하는 바이오가스를 정제하고, 이 가스로 전소형 발전기를 가동하여 전기를 생산한다. 바이오가스 발전기는 월 26,000kw를 생산하여 전력회사에 판매를 하고 있다. 발전과정에서 발생하는 폐열을 혐기소화조의 보온, 유리온실 등에 활용하고, 분뇨자원화 시 최종적으로 발생하는 양질의 액비와 퇴비를 농지에 투입하여 경축순환이 이루어지게 하였다.

뿐만 아니라, 친환경 돈사 구축은 수세식 분뇨제거장치, LED 음이온 발생 램프 부착, 분진 및 악취포집장치 등 친환경축산모델에 기준한 동물복지형 돈사로 보수하여 돼지 사육환경이 크게 개선되었으며, SCB-M(Slurry Compost Biofiltration with Methane) 시설을 구축하여 양질의 유기질 액비를 생산하여 마을 농지에 공급하고 있으며, 액비 발생시기와 사용시기의 불균형을 해소하여 지속적으로 액비를 공급하기 위해서 대량의 액비저장 시설을 구축하여 액비 수급을 조절하고 있다. 첨단 유리온실은 600평 규모로 방울토마토 등을 재배하면서 주민들을 대상으로 시설과채류 재배 교육을 추진 중이다. 그밖에 농산물가공공간, 냉장창고, 사무공간 등을 설치하여 절임배추 등 공동 수익사업과 농가공

사업을 추진 중이다.

이 사업이 추진된 후 마을에는 전에 실시하지 않았던 2모작을 실시하여 가공용 쌀을 대기업과 계약재배를 하고 청보리를 농협과 계약재배하는 등 농업생산 방식 개선과 농가소득에도 기여를 하고 있으며, 온실가스를 5년간 1,800톤 감축하는 효과도 있다. 향후 바이오가스를 고순도 가스로 정제하여 연료전지로 활용가능하고 액비를 미세조류 배양용 첨가제로도 활용할 예정이다.

자. 구례 자연드림파크

구례 용방농공단지에 위치한 자연드림파크는 친환경유기식품 제조, 지원, 소비자체험 등의 복합적인 산업단지로 149,336㎡(45,000평)의 면적에 식품 제조업, 물류 서비스

표 2. 자원순환형 녹색기술 실증사업에 따른 중촌마을의 변화

구 분	사업 전	사업 후
농업특성	논농사(일모작)	논, 밭, 온실(2모작 90필지)
친환경농업	-	쌀, 찹쌀, 고추, 배추, 토마토
마을공동체 수익사업	-	3개

※ 농지 : 170필지(논 52ha, 밭 2ha)



그림 14. 바이오가스 플랜트



그림 15. 폐열을 활용하는 유리온실



그림 16. 구례 자연드림파크 조감도

업 등 15개 업체가 입주해 있다. 자연드림파크의 조합원인 소비자에게는 안전한 식품을 제공하고, 생산자에게는 안정된 생산여건과 소득을 보장하는 방식을 택하였는데, 이 단지를 통해 낙후된 농촌 지역경제가 활성화되고 자연생태와 경관을 고려하였으며, 지속가능한 생산을 위해 폐기물 재활용과 신재생에너지(지열, 태양열)를 사용하고 있다. 제조 공정별 공동시설 이용하고 협력관계를 통하여 투자비를 절감하고, 상품의 원가를 절감하며, '자연드림'이라는 브랜드의 차별화를 위한 연구개발, 품질관리, 식품위생 등 종합적 관리시스템을 운영하고 있다.

자연드림파크를 조성하게 된 배경으로, 각종 생산단지가 분산되어 있어 물류비가 많이 발생하고 중간에 다른 검증되지 않은 원료들이 혼입되면 품질관리가 어렵기 때문에 가공, 물류를 한곳에 집적할 필요가 있었다. 또한, 친환경 농산물이 일반적으로 비싸지만, 생산자와 소비자가 비싸지 않은 가격에 안전 농산물을 계속 공급받을 수 있다는 점 때문에 지속가능한 생산이 가능하다.

아이쿱생산자회에서 생산자가 51%의 지분을 갖게 되고 생협사업연합회에서는 소비자가 51%의 지분을 갖고 출자를 하여 공장을 설치하고, 정부지원금 일부 지원이



그림 17. 자연드림파크 종합물류센터



그림 18. 지열에너지 시스템

외에 소비자 단체와 생산자단체들로부터 출자금을 단기 간에 조달이 가능한 장점이 있다.

파. 이지팜(EzFarm)의 정보시스템

이지팜에서는 국내에서는 처음으로 농업분야에 정보 시스템(ICT)을 접목하여 축사 자동관리, 돼지 수요 예측, 사료 및 도축 정보관리 등이 가능토록 하고 있다. 양돈생산경영관리 프로그램을 개발하여 국내 양돈농협과 사료업체가 900여농가, 어미돼지 30만두(전국 30% 규모)를 전산관리를 하고 있다. 전국적인 양돈 통계자료를 산출하여 양돈산업의 표준 지표를 설정하고 및 정부의 정책 자료로도 활용이 된다.

통계청의 모든 두수와 전산농가의 번식데이터 및 구역역 발생 이전의 이유 후 육성율을 추정하여 6개월 이후의 출하두수를 예측할 수 있고, 전국 양돈농장의 사양 기록정보에 대한 예측을 시뮬레이션하는 등 유관기관과 협회, 사료, 종돈, 약품 등 관련기업, 양돈장, 조합 등에 데이터 서비스를 제공하는 등 정보시스템과 지식정보가

융합이 된 사례라고 볼 수 있다.

그 밖에 사육 환경 통합관리 모델, 사료 관리 및 급여, 음수 관리, 동물 복지를 고려한 분만사 시스템, 어미돼지 관리, 출하돼지 자동선별기, 기자재 통합관리 시스템 등을 구축하고 있다.

4. 시사점

이상과 같이 네덜란드와 우리나라에서 농업과 다양한 산업을 결합하여 새로운 형태를 만들어내는 시도를 하고 있는데, 크게 몇 가지로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 농업시설이 기존 인근 공장들과 결합한 형태이다. 농업시설과 공장과의 폐기물과 부산물을 교환함으로써 수익이 증가하게 되었다. 이 경우 각 공장들의 투입원료와 부산물들의 균형과 이해관계가 일치되고, 연결 시설이나 운반 등의 별도 시설이 필요할 것이다.

둘째, 농업 생산물의 가공, 유통 기능이 주가 되는 경우이다. 네덜란드의 후레쉬파크 벤로(Freshpark

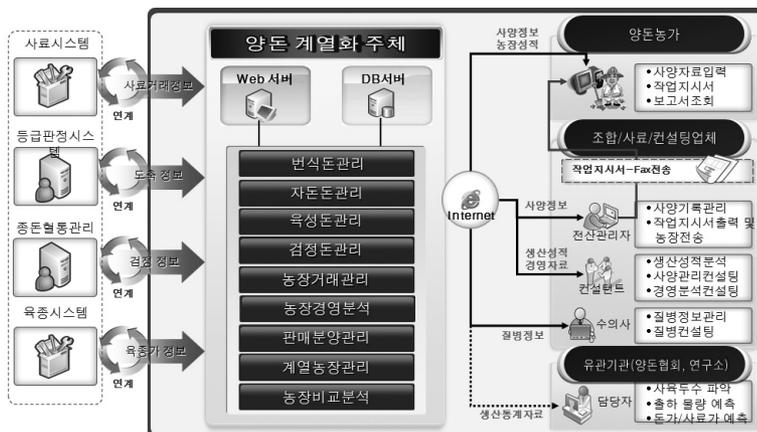


그림 19. 이지팜의 양돈생산경영관리 프로그램 개요

Venlo)는 종합물류센터기능을 담당하는 농업파크이며, 생산, 가공, 유통을 일원화하여 도시 소비자에게 좀 더 저렴하고 신선한 농산물을 제공하면서 농업주체의 부가 가치를 올리는 형태이다.

셋째, 농업부산물과 산업폐기물들의 자원순환을 통한 경제적 이익과 환경, 사회적 이익을 달성하는 경우이다. 우리나라에서는 가축분뇨 자원화를 통한 경축 자원순환이 대표적인 형태이고, 열병합발전, 지열에너지, 하수 재이용 등을 통하여 에너지 절약, 이산화탄소 감축, 바이오 에너지 생산, 용수 절감, 폐열 활용, 그리고 폐기물 배출 감소 등과 같은 경제적, 환경적인 이익을 실현하는 형태이다.

넷째, 자연드림파크와 같은 소비자조합의 형태이다. 이는 강력한 소비유통 구조를 갖추고 있어 소비자가 요구하는 수준대로 생산을 하고 합리적인 가격으로 소비를 하는 형태로 소비자와 생산자가 직접 생산, 유통에 관여한다는 점이 특징이다. 이는 정부 주도형이 아닌 소비자 주도형이며 생산자가 곧 소비자가 되는 유통, 판매 시스템이 갖추어졌고, 소비자가 필요로 하는 양만큼 생산이 이루어지는 안전 유통망을 갖추고 있기 때문에 가능한 구조이다.

다섯째, 농업분야에 첨단기술과 정보통신기술(ICT)이 접목된 경우이다. 이미 축산분야에서는 정보시스템(ICT)의 개발, 활용이 어느 일정 수준에 도달해 있으며, 현재 과수나 화훼, 시설원예분야에서도 영상판독, 무인수확, 재해예측 대응 등과 관련 기술이 개발되고 있다.

현재까지는 이러한 형태들이 활성화되기에는 기술수준과 제도적 장치 등이 초기 단계라 볼 수 있는데 여러 가지 문제점들이 여전히 존재하고 있기 때문이다. 우선, 연구개발 투자나 사업비를 확보하기에 경제적 타당성 등이 깊이 분석되지 않았다. 그리고 정부 투자 관련해서도 관련 제도 등이 미비하거나 법적으로 추진하기 어려

운 부분들이 있다. 또한 전액 국고사업으로 개발한다고 해도 투자 후 운영에 대해서도 계획이 세워져 있지 않으면 투자가 쉽지 않을 것이다. 그리고 바이오매스 처리를 통한 바이오에너지나 폐자원을 활용하고자 해도 아직 기술적으로 해결해야 할 부분들과 관련부처 협력과 및 관련 법령의 정비가 필요하다. 음식물 쓰레기를 바이오 가스 발전에 투입 할 수 있지만, 아직까지 농업 부산물 전체를 투입하는 것은 기술적으로 어려운 점이 있다. 따라서, 농업파크 안에서 완전한 자원순환이 이루어지기가 현실적으로 어려워질 수 있다.

정부 각 부처의 별도 사업 추진과 관련 제도의 정비는 예산 중복 및 사업의 비효율성을 야기한다. 예를 들면 지자체에서는 가축분뇨자원화를 통한 액비를 최고의 비료로 여기지만, 비료공정규격에 맞지 않아 상표등록 등 법적요건을 갖추기 어렵고 이는 대규모 생산이나 판매 등 산업적 활용을 제한하고 있으며, 바이오가스 발전으로 생산한 전기를 지역주민들에게 공급하려해도 생산과 소비가 이원화되어 있어 어려운 실정이다.

현재는 첨단농업파크를 조성하는데 초기 투자비가 높지만, 관련 기술이 개발되어 양산체계를 갖춘다면 시설비를 많이 낮출 수 있다. 또한 생산, 가공, 유통에 필요한 토지, 에너지, 인프라시설 등 기초투자에 대한 어느 정도 기반이 구축되면 인력 및 인구 유입, 태양열과 지열을 활용한 친환경 에너지를 활용하고 지역주민을 위한 최신시설의 영화관, 직원을 위한 사택 및 결혼한 직원의 주택 제공, 지역민 채용 등은 지역주민, 직원과 조합이 소비자와 연결되는 지속가능한 선순환 구조를 기대할 수도 있다.

또한, 현재 기술의 처리가능한 바이오매스의 범위를 앞으로 일반 농작물까지 확대하여 경축순환 뿐만 아니

라, 기능성 식물, 바이오 공업원료, 바이오 연료 등으로 확대시킬 수 있는 방안이 더 필요로 하다. 새만금에 첨단농업파크를 적용할 경우 배후도시에서 폐기물(음식물 쓰레기, 축분)을 라인으로 연결하면 운송비를 절감할 수 있고, 지표수 재활용시스템, 생활쓰레기 처리(열병합, 바이오가스플랜트 투입), 염분함유 지하수 활용 시스템 등을 갖출 수 있다.

농업분야와 산업, 환경, 과학기술분야 등이 융합되어야 성공할 수 있는 모델이므로 부처간 협력 및 종합관리가 필요하며, 정부의 제도적, 정책적인 지원이 이루어진다면 새만금에 시범적용하는 것뿐만 아니라 전국의 지역 클러스터들에도 적용이 가능할 것이다.

5. 결론

지금까지 첨단농업파크에 대하여 설명하고, 이론적인 설계 사례 및 현장 사례들을 소개하였다. 첨단농업파크는 지속가능한 지구와 농산업을 가능케 하고, 미래에 필요한 가치를 실현하는 이상적인 융복합 농업생산 시스템으로 볼 수 있지만, 그만큼 기술적으로나 경제적, 사회적으로 해결하고 풀어야 할 문제들이 많다.

농업분야와 산업, 환경, 과학기술분야 등이 성공적으로 융합되기 위해서는 우선 종합적인 계획과 관련 부처 간 협력이 필요하고, 이 사업의 관련 주체들의 참여와 이해관계 형성이 중요하다. 또한 참여주체 및 지역농민들의 적극적이고 자발적인 참여의식이 필요하다.

따라서 이러한 첨단농산업 혁신 모델을 우리나라 농업 및 관련 산업 등 국내에 적용하기 위해서는 지속적인 연구 개발을 통해서 구체적인 설계기술 개발과 운영방안, 문제점 개선방안에 대해 깊이 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김병률 외, 2009, 농업전망 2009 한국 농업·농촌 도전과 새로운 희망, 한국농촌경제연구원, pp.137~150
2. 서동욱, 2012, 농업혁신 네트워크 아그로파크(Agropark)와 새만금, 농어촌과 환경 No.116, 한국농어촌공사 농어촌연구원, pp.87~101
3. Gohar Isakhanyan, 2010, Stakeholder Analysis of Agroparks, Department of Social Sciences, Wageningen University, pp.14~16
4. Jan de Wilt & Tanny Dobbelaar, 2005, Agroparks the concept, the responses, the practice, Drukkerij Rosbeek BV, Utrecht, pp.1~32
5. Marieke de Ruyter de Wildt & Bram Huijsman, 2011, Wageningen UR in Global Agri-food Chains, Wageningen UR, pp.14~21
6. Peter Smeets, 2011, Historical background of metropolitan agriculture, Alterra, Wageningen UR, pp.1~7
7. Peter Smeets, 2011, Expedition agroparks, Alterra, Wageningen UR, pp.151~236
8. <http://www.agriporta7.nl> (Agriport A7)
9. <http://bioparkterneuzen.nl> (Biopark Terneuzen)
10. <http://www.cogeneration.org/111011Conf/Presentations/Snyder.pdf>
11. <http://www.freshparkvenlo.nl> (Freshpark Venlo)
12. <http://www.greenportshanghai.com> (Green Port in China)
13. <http://www.ifco.nic.in/applications/IKSEZweb.nsf> (IFFCO Kisan SEZ)
14. <http://www.nieuwprinsenland.nl> (Nieuw Prinsenland)
15. <http://www.symbiosis.dk> (Kalundborg)
16. <http://www.tenkate.nl/index.php/en> (Ten Kate)
17. <http://www.wur.nl> (Wageningen UR)