

일본의 식물공장 동향과 시사점*

김정호

다카츠지 박사가 주장하는 식물공장의 개념 정의의 핵심은 생산 프로세스의 정량화와 대량생산으로 대표되는 공장제 생산방식이다.

1. 식물공장의 정의와 의미

식물공장이란 용어는 일본에서 보편적으로 사용되지만, 영어로는 보통 Vegetable Factory라고 표현하고, 재배되는 주된 작물이 채소이기 때문에 일본식으로 ‘야채공장’(野菜工場)이라고도 부르고 있다.

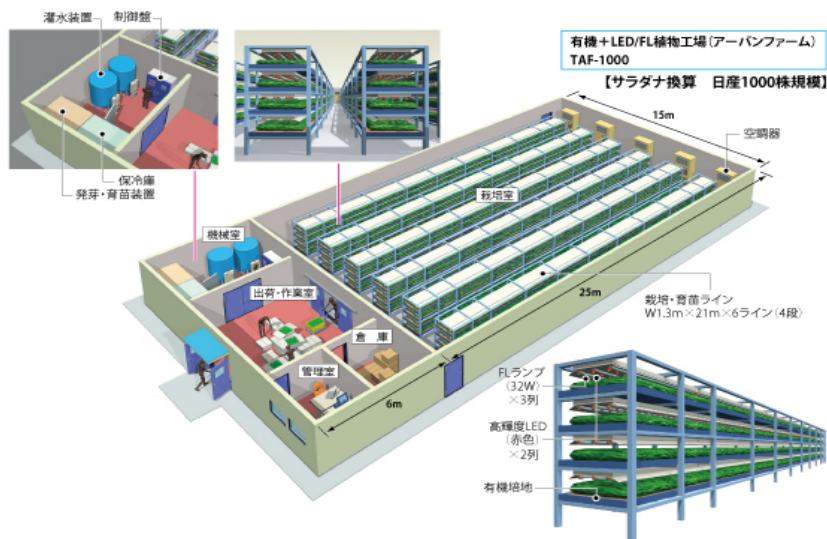
일본에서 식물공장 연구의 대부분 알려져 있는 다카츠지 마사모토 식물공장·농상공전문위원회 위원장(전 토카이대학 교수)은 식물공장의 정의를 ‘야채나 묘를 중심으로 한 작물을 시설 내에서 광, 온습도, 이산화탄소 농도, 배양액 등의 환경 조건을 인공적으로 제어하여 계절이나 장소에 구애받지 않고 자동적으로 연속 생산하는 시스템’이라고 규정하면서, 채소 작물의 공장제 생산이라고 특징짓고 있다.

다카츠지 박사가 주장하는 식물공장의 개념 정의의 핵심은 공장제 생산방식이라는 것이다. 즉 공장제 생산의 특징은 생산프로세스의 정량화와 대량생산이라는 두 가지 요소이므로, 식물공장에 대해서도 ①성장의 정량화 및 ②대폭적인 성장촉진이 실현되어야 한다고 강조한다. 다카츠지 박사는 1970년대에 식물공장 연구를 시작하면서 식물공장의 정밀 성장데이터를 축적하였으며, 이러한 분석 결과로 식물공장에서는 샐러드용 채소의 성장속도가 노지재배보다 5~6배 정도나 빠르다는 것을 확인하였다.

* 본 내용은 일본 농림수산성 홈페이지 등을 참고하여 한국농촌경제연구원 김정호 선임연구위원이 작성하였다(jhkim@krei.re.kr, 02-3299-4221).

식물공장은 전통적인 노지재배와 다른 생산 방식으로서, 다음과 같은 특성을 가지고 있다. 첫째, 기후와 풍토 등의 자연조건이나 지리적인 입지조건에 큰 영향을 받지 않는 시설형 농업이 가능하다. 둘째, 통제된 시설과 과학적인 장치를 이용하여 계절의 변화에 관계없이 연중 안정적인 농업 생산을 실현할 수 있다. 셋째, 고품질의 균일화·규격화된 농산물을 생산할 수 있어 시장에서 가격 결정을 용이하게 하고 농업소득의 예측도 가능하다. 넷째, 정밀농업을 통하여 무농약 재배가 가능하고, 토지와 노동력 및 농자재 등이 절감되는 저투입 농업을 실현할 수 있다. 다섯째, 청정 농산물과 기능성 식품의 생산이 가능하므로 농산물 소비패턴 및 소비자 기호에 능동적으로 대처할 수 있다.

그림 1 식물공장 이미지



자료: 식물공장 · 농상공전전문위원회(www.sdrc.jp)

일본 농림수산성은 식물공장의 보급·확산에 대한 기대효과를 다음과 같이 설명하고 있다. 첫째, 경험이나 감에 의존하지 않고 과학에 기초하는 농업을 구현함으로써, 환경이나 생육의 모니터링 및 생육예측을 토대로 계획적·안정적인 생산이 가능하다. 둘째, 생산품을 파는 것이 아니라 팔리는 상품을 생산하는, 이른바 마켓인 (Market-in) 방식의 농업생산이 가능하다. 셋째, 지역의 고용과 소득을 확보함으로써 노동력의 주년고용이 가능하고, 작업환경의 쾌적화를 통하여 3D농업에서 벗어날 수 있다. 넷째, 농지의 효율적 이용 측면에서 공업단지나 상업지구 등 새로운 입지를 농업용지로 활용할 수 있다. 다섯째, 식물공장을 통하여 의약품이나 기능성 식품을 생산함으로써, 새로운 시장을 창출할 수 있다.

2. 식물공장의 도입과 발전 과정

제 1기(1970~1985년): 식물공장의 도입과 실업

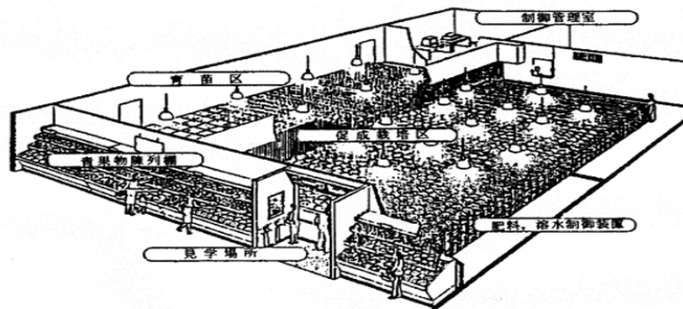
1) 1974년 히타치 중앙연구소에서 식물공장 연구 시작

일본에서 식물공장이 논의되기 시작한 것은 1970년대 초에 세계적인 오일쇼크를 맞게 되면서 에너지 대책이 모색되던 시기였다. 당시 농업 부문에서도 에너지 절감을 위한 작물재배 기술이 다양하게 검토되었다.

이즈음에 유럽과 미국에서는 식물공장이 실용화될 정도로 연구가 활발하게 진행되고 있었다. 이러한 여건을 배경으로 1974년에 히타치제작소 중앙연구소의 주임연구원으로 기획담당이었던 다카즈지(高辻正基, 도쿄대 공학부 졸업, 당시 34세) 씨가 회사의 신사업으로 식물공장을 제안하였다. 그로스 캐비닛(Growth Cabinet) 안에서 환경 조건을 완전제어하면서 샐러드 채소의 재배실험을 시작한 것이 일본식 식물공장의 효시라고 알려진다.

일본에서 식물공장이 논의되기 시작한 것은 1970년대 초 세계적인 오일쇼크를 맞게 되면서 에너지 대책이 모색되던 시기였다.

그림 2 히타치제작소 중앙연구소의 식물공장 모식도



미국보다 10년이나 늦게 출발하였지만, 히타치 중앙연구소는 식물공장의 표준을 마련하고자 샐러드채소를 선택하여 정밀한 성장데이터를 측정하였다. 이렇게 측정된 작물생육데이터는 실용화 연구의 기반이 되었으며, 세계적으로도 처음 식물공장 데이터가 축적되었다고 자랑하고 있다.

2) 1983년 미우라농원에서 완전제어형 식물공장을 상용화

1980년대 들어 태양광 식물공장이 실용화되기 시작하였으며, 완전제어형 식물공장의 실용화는 시즈오카현의 미우라(三浦)농원에서 처음 시도되었다. 미우라씨는 1983년에 고압나트륨램프를 이용한 평면식과 입체삼각형의 두 가지 재배시스템을 개발하였는데, 1일 400주 정도의 무농약 양상추를 생산하여 1주당 105엔을 받고

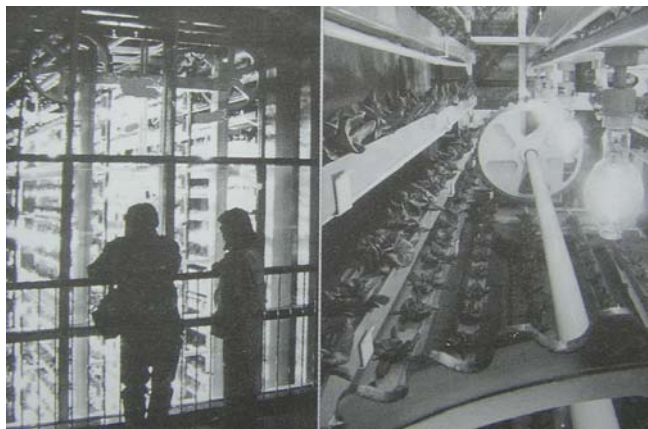
수퍼마켓 2개소에 판매하였다. 1주당 생산원가는 95엔 수준으로 채산성을 겨우 유지하는 정도였다고 한다.

3) 1985년 츠쿠바 과학엑스포에 식물공장 플랜트 전시

히타치 중앙연구소는 식물공장의 실용화를 위해 태양광 이용형과 인공광 이용 완전제어형이라는 두 가지 형태의 연구를 진행하였으며, 재배시설에 대해서는 당시 오스트리아 루스너(Ruthner)사의 식물공장에서 운영하고 있던 입체식 재배방식을 원용하여 회전재배 방식을 실험하였다. 이러한 성과를 바탕으로 1985년에 개최된 츠쿠바 과학엑스포에 ‘회전식 양상추 생산공장’을 전시하여 식물공장에 대한 세간의 관심을 모았다.

1985년에 개최된 츠쿠바 과학엑스포에 회전식 양상추 생산공장을 전시하여 식물공장에 대한 세간의 관심을 모았다.

그림 3 츠쿠바과학엑스포 전시된 회전식 양상추 생산공장



츠쿠바 과학엑스포를 계기로 지자체와 공공기관 등이 미래기술로 식물공장 모형을 설치하는 사례가 늘어났다. 히타치 중앙연구소는 국철 오오사키역, 후생성 약용식물시험장, 규슈전력 농업전환시험장, 간사이테크 등의 연구용 식물공장을 설치하는데 지원하였다.

제 2기(1985~2000년): 식물공장의 실용화 및 보급

1) 1985년 치바현에 점포형 식물공장 등장

1985년 유통그룹 다이에가 치바현의 ‘라라포트’(LaLaPort) 쇼핑센터 안에 고압나트륨램프를 이용한 완전제어형 식물공장 ‘바이오팜’을 설치하였는데, 이것이 ‘점포형 식물공장’의 효시라고 알려진다. 이 쇼핑센터는 채소 판매장 안쪽 20평 공간에 식물공장을 설치하여 매일 100주 정도의 무농약 신선 양상추를 생산·판매하였다.

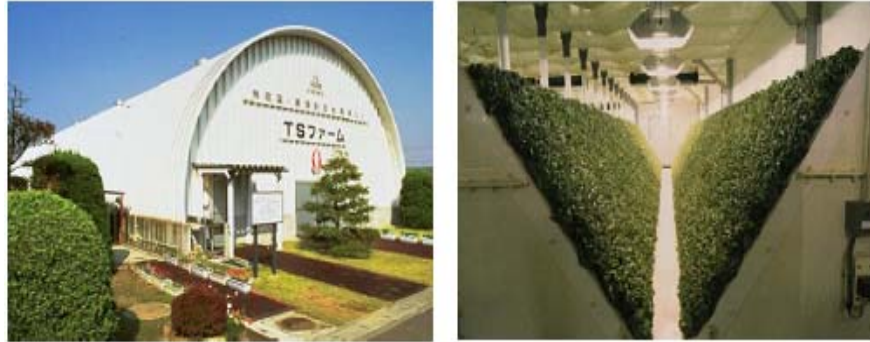
치바현의 라라포트 쇼핑센터 안에 설치된 완전제어형 식물공장 ‘바이오팜’이 점포형 식물공장의 효시라고 알려진다.

2) 1986년 식물공장 플랜트(큐피 TS팜) 상용화 시작

큐피(Kewpie)주식회사는 1919년에 창업한 마요네즈 제조업체로, 원료농산물을 친

환경농법으로 계약재배하여 가공하는 업체이다. 이 회사는 신선채소의 안정적인 확보 차원에서 1984년에 수경재배에 기초한 식물공장 연구에 착수하여 1986년에 독자적인 재배 방식을 개발하였다. 인공광원으로 고압나트륨램프를 사용하고 삼각 판넬(Triangle Panel)에 분무식으로 양액공급(Spray Culture)을 하는 재배방식이다. 이를 ‘TS Farm’이라는 명칭으로 식물공장플랜트 사업을 시작하게 되었다.

그림 4 큐피 TS Farm 1호기의 외형과 내부



큐피주식회사는 TS팜 식물공장의 상용화를 위하여 1일 양상추 1,500주 출하가 가능한 650㎡ 규모의 설비를 기본형(판매가 2억 2천만엔)으로 개발하여 1992년부터 플랜트 판매를 시작하였다. 이 식물공장은 1999년까지 전국에 12개소로 가장 많이 보급되어 현재도 가동중이다.

3) 1987년 도쿄에서 식물공장시스템전 개최

식물공장에 대한 관심이 높아지면서 1987년 5월에 일본공업신문사 주최로 도쿄 국제견본전시회장에서 ‘식물공장시스템전’이 개최되었다. 여기에 히타치중앙연구소와 M식수경연구소 등이 고압나트륨램프와 형광등을 이용한 식물공장을 전시하여 사회적 관심을 모았다고 한다.

M식수경연구소의 식물공장 방식도 많이 보급된 사례이다. 이 연구소는 1971년 무라이(村井智子)씨가 아이치현에 설립한 수경재배시설 제작회사로 수경재배의 선구자적 연구를 담당해 온 것으로 알려지며, 형광등 이용 다단재배시스템의 식물공장을 개발하여 보급하고 있다.

한편, 최초로 형광등 식물공장을 실용화한 것은 다카야나기(高柳榮夫)씨로, 가나가와현 아츠기시에 형광등을 이용한 10단 식물공장에서 양상추를 재배하였다. 형광등 식물공장은 채소의 근접 재배가 가능하고 투자비가 저렴하다는 장점 때문에 현재도 많이 채용되는 방식이다. 형광등 식물공장의 양상추 1주당 생산원가는 80엔 정도라고 한다.

최초로 형광등 식물공장을 실용화한 다카야나기씨는 가나가와현 아츠기시에 형광등을 이용한 10단 식물공장에서 양상추를 재배하였다.

그림 5 일본식물공장학회와 심포지움 전경(2009년)



4) 1989년에 일본식물공장학회 설립

1989년 4월에 ‘일본식물공장학회’가 설립되어 연구자들이 교류하고 있다. 또한 1991년부터 식물공장에 관한 강연회 ‘SHITA심포지움’(Science and High Technology in Agriculture)를 매년 개최해왔으며, 2010년 1월에는 제20회 대회를 개최하였다. 식물공장학회는 2007년에 일본생물환경공학회로 통합되어 ‘식물공장부회’(<http://shita.jp>)로 운영되고 있다.

5) 1990년대 들어 농림수산성 보조사업으로 식물공장 보급

1992년부터 농림수산성의 시설원에 보조사업을 받아 TS팜 식물공장이 전국적으로 보급되기 시작하였다. 사업의 중심이 된 후쿠시마현 TS팜은 건물면적 2,000㎡, 재배실면적 1,390㎡에서 샐러드채소를 1일 약 4,500주 생산하여 외식업체 등에 납품하였는데, 이 곳은 업계와 농업인들의 견학과 컨설팅을 담당하고 있다. 여기서 생산된 양상추 1주당 판매가격은 170엔 수준으로 일반 재배보다 1.5배 정도 높다.

농림수산성의 식물공장 시설설치 보조사업은 2000년 12월에 중단되었으나, 정부의 보조금 지원에 힘입어 2005년까지 전국 약 30개소의 식물공장이 보급되었다.

1992년부터 농림수산성의 시설원에 보조사업을 받아 TS팜 식물공장이 전국적으로 보급되기 시작하였다.

제 3기(2001~연계): 식물공장의 확산과 신기술 접목

1) 2000년대 들어 LED 및 HEFL 식물공장의 실용화

LED(light-emitting diode;발광 다이오드)를 식물공장에 실험한 것은 1994년 경이지만, 실용화는 2000년대 들어서이다. 소형에 수명이 길며 특수 파장이 이용 가능하다는 장점이 있으나 값이 비싼 것이 단점이다. LED 식물공장은 시즈오카현에 코스모플랜트사를 설립한 우치야마(内山久和)씨가 처음 시작한 것으로 알려지며, 값이 저렴한 적색LED 아래서 잘 자라는 채소(양상추, 엔다이브, 코리안더, 파슬리, 르트코라, 코마츠채 등)를 생산 판매하였다. 코스모플랜트사의 LED 식물공장은 전국에 7개소가 보급되었으나, 본사는 2007년 4월에 운영적자로 영업을 정지되었다.

LED는 소형에 수명이 길며 특수 파장을 이용 가능하나 값이 비싼 것이 단점이다. HEFL은 조도가 형광등만큼 밝은데다 열 발생이 적고 다양한 파장을 형성할 수 있다.

HEFL(Hybrid Electrode Fluorescent Lamp; 하이브리드전극형광등)은 액정TV의 백라이트로 쓰이는 조명인데, 최근에 식물공장에 활용되기 시작하였다. 시가현의 일본 어드밴스트에그리(www.adv-agri.co.jp)사는 2006년에 설립한 식물공장플랜트 제조회사로, 모기업에서 개발한 HEFL을 식물공장에 적용하는 기술을 개발하여 ‘마마즈팜’(Mama's Farm)을 시험적으로 운영하고 있다. HEFL은 조도가 형광등 수준으로 밝은데다 열 발생이 적고 다양한 파장을 형성할 수 있는 장점을 가지고 있다.

2) 2009년 신경계성장 전략으로 식물공장 지원시책 수립

농림수산성과 경제산업성은 지역경제 활성화를 위하여 농림수산업과 상업·공업 등의 연계를 위한 ‘농상공연계촉진법’을 2008년 5월에 제정하였으며, 9월에는 경제산업성이 경제위기 극복을 위한 ‘신경제성장전략’을 발표하였는데, 농상공연계사업의 일환으로 식물공장이 채택되었다.

2009년 1월에는 경제산업성과 농림수산성이 공동으로 ‘농상공연계연구회’를 설치하고 태스크포스로 ‘식물공장 워킹그룹’(좌장 高辻正基)을 4월까지 운영하였다. 이 워킹그룹에서 전문가의 발표와 토론 등으로 의견을 수렴하여 4월에 보고서를 작성하고 정부에 건의하였다.

2009년 6월에 농림수산성과 경제산업성이 공동으로 ‘식물공장 보급·확대를 향하여’라는 시책을 발표하였다. 이 시책에서 향후 3년 동안 전국적으로 식물공장 수를 3배(현재 50개 → 150개)로 확대하고 생산코스트를 3할 절감한다는 목표를 수립하였다. 그리고 식물공장의 확산을 위하여 경제산업성에서는 식물공장의 기반기술연구 거점을 지원하고, 농림수산성은 식물공장의 보급을 위한 실증·전시사업과 아울러 식물공장 설치비를 보조하는 리스지원사업 등을 추진하고 있다.

경제산업성은 소비자, 사업자, 지자체 관계자 등에게 식물공장을 홍보하기 위하여 2009년 5월부터 10월까지 경제산업성 별관 1층 로비에 완전인공광형 식물공장의 실험플랜트를 설치하여 전시하였다.

그림 6 경제산업성 별관 1층 로비에 설치된 식물공장



3. 식물공장의 보급 및 운영 실태

식물공장의 보급 현황

경제산업성은 2008년 12월에 미쓰비시종합연구소에 식물공장 실태조사를 위탁하였는데, 2009년 3월까지 가동되는 것으로 파악한 식물공장은 전국적으로 50개소였다. 다만, 이 조사는 공개 정보를 바탕으로 하였기 때문에, 실제로는 그 수가 더 많을 것으로 보인다.

농림수산성에서 발표한 ‘식물공장 사례집’(2009.11)에서 주요 내용을 요약하면 다음과 같으며, 업체별 자세한 사항은 홈페이지에서 볼 수 있다.

- ① 식물공장 유형: 완전인공광형 34개소(68%), 태양광겸용형 16개소(32%)
- ② 사용 광원: 고압나트륨램프 20개(40%), 형광등 16개(32%), 형광등+LED 4개(8%), HEFL 1개(2%), 혼합겸용 1개(2%), 무응답 8개
- ③ 사업자 유형: 기업체 25개(50%), 농가·농업생산법인 21개(42%), 기타 4개(8%)
- ④ 설치년도: 1995년 이전 10개(20%), 1996~2000년 15개(30%), 2001~05년 9개(18%), 2006년 이후 14개(28%), 무응답 2개
- ⑤ 재배실 면적: 500㎡미만 19개(38%), 500~1000㎡ 7개(14%), 1000~5000㎡ 12개(24%), 5000㎡이상 7개(14%), 무응답 5개
- ⑥ 종업원 규모: 10인 미만 18개(36%), 11~50인 15개(30%), 51인 이상 1개(2%), 무응답 16개
- ⑦ 재배 품목(복수응답): 양상추 38개소, 허브 7개소, 루코라 5개소, 미즈나 4개소, 육묘 5개소, 화훼 4개소 등

식물공장의 기술적인 내용에 대해서는 여기에서 상세히 다룰 수는 없으나, 최근의 기술 개발과 보급의 동향을 보면 몇 가지 특징이 발견되는데, 다음과 같이 요약할 수 있다.

식물공장 시설 설비는 설치비나 운영비가 저렴한 방향으로 이행하고 있다. 건물은 신축보다는 기존 시설로 폐공장이나 중고 냉방컨테이너를 이용하는 사례도 나타나고 있다. 인공광원은 작물에 따라 선택적으로 이용되는데, 고압나트륨램프는 조도가 높아(2만 5천~3만 룩스) 고품질 생산이 가능하다. 반면 형광등은 조도가 낮으나(1만 5천 룩스) 열 발생이 적어 다단계재배가 가능하고, LED는 조도가 낮고 다양한 파장으로 근접 재배에 유리하다. 최근에는 형광등과 LED 겸용 방식이 늘어나는 경향이다.

또한 재배 품목은 대체로 생육기간이 짧고 연간 회전율이 높은 작물이 주를 이

경제산업성의 조사 결과, 2009년 3월 현재 가동 중인 식물공장은 전국적으로 50개소로 나타났다.

루고 있다. 농림수산성은 양상추(레터스) 생산량의 약 0.6%가 식물공장에서도 생산되고 있는 것으로 추정하고 있다. 앞으로 후리라이스, 고마츠, 루코라 등의 고부가가치 채소가 증가할 것으로 전망하고 있다.

그림 7 식물공장 광원 형태



태양광+고압나트륨램프 식물공장



형광등 식물공장(Fairy Angel사)



고압나트륨램프 식물공장(큐피TS-팜)



HEFL 식물공장(Advanced Agri사)



LED식물공장(SENECOM사)



형광등+LED 식물공장(ESPEC사)

식물공장의 경영수지

식물공장의 경영수지에 대하여 ‘식물공장위킹그룹보고서’에서 정리한 비용과 수익의 내용을 요약하면 다음과 같다. 식물공장은 설치비(환경제어, 반송장치 등)와 운영비(재배자재, 전기료 등)가 일반 시설원예경영보다 많이 드는 것으로 알려져

있다. 또한 최근에 식물공장이 증가하면서 판로 확보와 시장경쟁이 심화되어 주력 품목인 샐러드 채소의 판매가격 상승을 기대하기 어려운 실정이다.

식물공장은 시설 장치의 수준에 따라 설치비용과 운영비가 다양하기 때문에 비용 구조를 비교하기가 어렵지만, 널리 보급되어 있는 TS팜 사례와 비닐하우스 채소재배를 비교하면 식물공장의 10a당 설치비용이 17배나 많고 운영비용은 47배나 높은 것으로 분석되었다.

표 1 식물공장과 일반 시설재배의 10a당 비용 비교(사례)

단위: 만 엔

	식물공장(A)	일반시설재배(B)	A/B
설치비용	31,000	1,800	17
운영비용(광열비)	1,860	40	47

주: 식물공장은 TS팜 형태(720㎡)의 원전인공형시설의 K사의 사례. 일반시설재배는 비닐하우스(858㎡)에 시금치 양액재배하는 M농원의 사례.

자료: 농림수산연구개발리포트 NO.14(2005).

식물공장에서 생산된 채소는 대체로 일반 채소보다 1.5배 정도 높게 판매되는 것으로 알려져 있다. 식물공장의 샐러드 채소는 밀폐된 청결한 환경에서 무농약으로 재배되기 때문에 안전농산물이라는 프리미엄이 존재하여 소비자 선호가 높다. 일반 양액재배 채소의 소매가격이 100g 당 148엔인 데 비해 식물공장 채소는 198엔 정도로 더 높다.

식물공장의 샐러드 채소는 밀폐된 청결한 환경에서 무농약으로 재배되기 때문에 안전농산물이라는 프리미엄이 존재하여 소비자 선호가 높다.

표 2 식물공장 양상추 판매가격과 목표 생산비

단위: 엔/100g

구분	현재가격		목표 생산비	
	판매가격	소매가격	현재	장래
완전제어형 식물공장	130	198	100	60~70
태양광 이용형 양액재배	80	148	50	45

자료: 농림수산성 생산유통진흥과(2009).

오늘날 식물공장의 사업성이나 경영수지는 점점 열악해지는 실정이기 때문에, 식물공장위킹그룹보고서에서는 신기술 도입을 통한 식물공장의 비용절감 방안으로 다음과 같은 몇 가지 전략을 제시하고 있다.

첫째, 생산성 향상: 양액재배 적응성 품종의 육성, 환경제어·생육예측프로그램 보급 등으로 수확량의 대폭 향상이 가능하다. 예를 들어 네덜란드의 시설원에 토마토는 10a당 수량 60톤인데 일본은 20톤에 불과하므로, 기술 개발의 가능성은 충

분하다고 판단하고 있다.

둘째, 설치비용 감축: 식물공장의 시설 상각비가 생산비의 3~4할이므로 시설자재 표준화 등을 통해 설치비를 점점 낮출 수 있다.

셋째, 운영비 절감: 공업 분야에서 개발되는 에너지 절약, 신재생에너지 활용, 자동화·생력화 기술 등을 지속적으로 적용함으로써 운영비(특히 전기료) 절감을 실현할 수 있다.

식물공장에 대한 기업 참여

식물공장은 농업과 산업기술과의 융합이라는 점에서 제조업체의 새로운 사업영역으로 인식되고 있으며, 특히 조명기기나 기계설비 업체가 진출하는 사례가 많다.

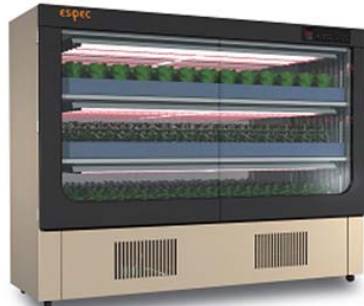
일본 정부가 농상공연계시책을 추진하고 있는 방향에 부응하여 식물공장이 신성장산업으로 부각되고 있다. 특히 식물공장은 농업과 IT, BT, ET 등 산업기술과의 융합이라는 점에서 기술력을 가진 제조업체의 새로운 사업영역으로 인식되고 있으며, 특히 조명기기나 기계설비 업체가 식물공장 사업에 진출하는 사례가 많다.

시시에스(CCS)사는 LED조명기기를 제조하는 기업으로, 자회사인 ‘페어리엔젤’(Fairy Angel; www.fairyangel.co.jp)을 설립하여 교토시에서 식물공장과 레스토랑을 함께 운영하고 있다. 또한 미쓰비시화학과 공동으로 태양전지를 이용한 에너지절감형 식물공장시스템을 2015년까지 실용화하기 위한 실증시험에 착수하였다.

그림 8 식물공장의 다양한 운영 형태



Fairy Angel 레스토랑 지하 식물공장



ESPEC 미니식물공장



PASONA그룹 1층 빌딩농장



마루베니 오사카지점 지하 식물공장

세네콤(SENECOM)사는 사이타마현에 소재한 광센서기기 제조업체로, 최근에 고효도 LED 채소재배시스템을 개발하여 경제산업성 로비에 전시된 식물공장 모듈을 공급하였다. 에스펙크(ESPEC)사는 오사카에 본사를 둔 환경제어와 계측기기를 기술을 가진 기업으로, 자회사인 'ESPECMIC'(www.especmic.co.jp)에서 미니식물공장과 레스토랑 병설 식물공장(재배실 면적 20㎡) 등을 제작하여 판매하고 있다.

PASONA그룹은 도쿄 본사의 1층에 식물공장을 비롯한 다양한 형태의 신기술이 활용되는 도심농원(Urban Farm)을 상설 전시하고 있다. 마루베니(丸糸)그룹은 양액 재배가 아닌 특수토양을 사용한 식물공장시스템을 개발하고(재배설비가격 8천만 엔/330㎡), 오사카지사 빌딩 지하에 형광등+LED 병용형 식물공장 쇼룸을 설치하여 운영하고 있다.

이 밖에도 여러 기업이 '농업의 공업화'라는 인식을 가지고 첨단과학기술을 식물공장에 접목시키기 위한 연구개발과 실용화를 추진하고 있으며, 자체 기술로 개발한 식물공장 플랜트를 아시아와 중동국가 등에 수출하는 방안도 모색하고 있다.

4. 식물공장에 대한 정부 시책과 시사점

일본의 식물공장 지원 시책

최근의 세계적인 경기침체 속에서 일본 정부는 경제위기 극복을 위한 대책을 강구해 왔으며, 특히 지역경제 활성화를 위한 대책을 모색하는 가운데 2008년 5월에 '농상공연계촉진법'을 제정하여 7월부터 시행하였다. 이 법에서는 농림수산업과 상공업이 연계하여 새로운 사업을 추진하도록 정부가 지원할 수 있는 근거를 마련하였으며, 특히 식물공장을 미래유망사업으로 선정하여 IT, LED, 로봇기술, 히트펌프, 태양전지 등 공업부문의 신기술을 농업에 활용하도록 하였다.

일본 정부는 2009년도(회계년도 2009.4.1~2010.3.31) 추경예산으로 식물공장에 대하여 150억 엔(경제산업성 50억 엔, 농림수산업성 100억 엔)을 편성하여 재정적인 지원을 뒷받침하도록 하였다. 이러한 지원을 통하여 향후 3년간 식물공장 수를 현재의 50개소에서 150개로 3배 이상 늘리고 생산비를 3할 절감하겠다는 야심찬 목표를 설정하였다.

경제산업성의 지원 시책은 '기반기술 연구거점 정비'사업과 '식물공장모델 설치사업'으로 나누어 주로 연구개발을 지원하도록 하였다. 연구개발 거점은 전국에 8개 법인(아오모리현 상업기술센터, 치바대학, 도쿄농공대학, 메이지대학, 신슈대학, 오사카부립대학, 시마네대학, 에히메대학)을 지원하고, 모델설치사업은 공공기관이나 상점가에 식물공장 모델을 설치하도록 하여 전국에 17개 사업자를 선정하여 운영하고 있다.

일본 정부는 식물공장을 미래유망사업으로 선정하여 공업부문의 신기술을 농업에 활용하도록 하는 한편, 2009년 총 150억 엔의 재정을 지원하였다.

경제산업성은 주로 연구개발을, 농림수산성은 현장기술개발 및 설치비 지원사업 위주로 지원하고 있다.

농림수산성은 식물공장의 보급·확대를 위하여 현장기술개발 및 설치비 지원사업을 추진하고 있는데, 2009년 6월에 수립한 ‘식물공장 보급·확대 종합대책’의 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 실수요자와 연계 강화: 식물공장과 유통·가공업자와의 공급체인을 구축하여 농산물의 안정공급과 부가가치 향상을 도모하는 사업을 지원한다(국산원재료공급력 강화대책비 56억 엔+ 경제위기대책 10억 엔).

둘째, 비용 절감기술의 개발·실용화: 식물공장 비용절감기술의 실용화를 지향하는 기술의 실증·전시나 인재육성을 위한 연수 활동의 거점을 정비하고, 민간기업과 연구자의 그룹에 의한 기술 실용화를 추진하며(식물공장보급·확대 종합대책비 추가 96억엔), 인공광원을 활용한 식물의 광반응메카니즘 해명과 고도이용기술 개발을 추진한다(위탁프로젝트연구비 4억 엔). 식물공장 실증거점을 3개 연구그룹(치바대학, 에히메대학+오사카부립대학, 농연기구+미에현 농업시험장)이 5개소에 설치하도록 하였다.

셋째, 의약품 등의 신수요 창출: 스키(杉)화분증 완화쌀 실용화시험연구를 담당하는 식물공장을 지원한다(스키화분증완화쌀 시험연구비 16억엔).

넷째, 식물공장의 설치 지원: 농업인단체 외에 민간기업의 비농지 입지에 대해서도 리스 방식으로 식물공장 도입을 지원한다(식물공장보급·확대 종합대책비 96억엔). 식물공장 리스사업은 식물공장 설비를 리스회사로부터 빌리는 방식으로 리스 금액의 50%를 보조하는 방식이다.

끝으로, 관련제도에 대하여 식물공장워킹그룹에서 식물공장 운영의 애로사항을 조사한 바에 의하면, 첫째, 식물공장이 ‘농업’임에도 불구하고 기업에 대해서는 농업인과 같은 정책 지원을 받기 어렵다는 점이다. 둘째, ‘공장’에서 농업경영하는 것이 때문에 지자체가 일반 제조업과 같이 기업유치나 건축확인 등을 망설이는 경우가 많다고 한다.

따라서 기존의 제조업과 동일하게 기업유치 차원의 지원받을 수 있도록 지자체에서 고정자산세 등의 세금우대, 토지·설비취득에 따른 초기비용 보조, 기타 규제 완화(기업입지 촉진제도, 건축기준법 관련, 소방법 관련 등) 등을 개선해야 하며, 나아가 식물공장용 전기료 우대, 식물공장 농산물의 규격제 인증 등도 필요하다고 건의하였다.

우리나라 식물공장과 정책의 시사점

우리나라에서도 식물공장에 대한 관심이 커지고 있다. 최근에 농촌진흥청이 한국형 식물공장시스템 연구를 토대로 작년에 세종기지에 컨테이너형 식물공장을 설치한데 이어, 금년 5월에는 빌딩농장 모형의 개발과 실용화계획을 발표하였다. 전주시 전주생물소재연구소는 지난 3월에 농수산물도매시장 지하에 LED 식물공장

을 설치하여 시금치와 양상추를 생산하고 있으며, 민간기업인 (주)인성테크는 4월에 용인시 죽전동에 LED 식물공장을 가동하여 샐러드 채소를 백화점에 공급하고 있다.

일본은 우리나라보다 20년 이상 앞서 식물공장의 실용화 연구를 시작하였는데, 작년부터는 정부 차원에서 ‘농업의 공업화’ 및 ‘농상공 연계’라는 선언과 아울러 신기술 접목을 통한 식물공장의 새로운 도약을 시도하고 있다. 농정 당국만이 아니라 우리나라 지식경제부에 해당하는 경제산업성에서도 식물공장의 확산을 위한 기반연구를 수행하고 대국민 홍보도 추진하고 있다. 식물공장이 농업기술과 기계·설비·화학·미생물·정보통신 등의 첨단과학기술이 융복합되는 실험장으로 전개되고 있는 것이다. 이제 식물공장 시스템이 미래기술로 입지를 굳혀가는 추세이다.

선진국들이 미래기술로 연구개발하고 있는 식물공장(plant factory)은 다음과 같은 의미와 기대효과를 가지는 것으로 정리할 수 있다.

첫째, 농업의 생산성을 비약적으로 향상시킬 수 있다는 점이다. 예를 들어 채소의 경우에는 노지재배보다 식물공장의 생산속도가 5배 정도 빠르며 여기에 다단식 입체재배가 가능하므로, 일반 농법에 비하여 최소한 30배 이상의 높은 생산성을 실현할 수 있다.

둘째는 안전성과 기능성이 확보되는 농산물을 생산할 수 있다는 점이다. 식물공장은 철저히 통제된 시설 장치를 통하여 정밀농업으로 재배하므로 반도체 공장 수준의 환경에서 청결한 농산물이 생산된다. 또한 노지재배에서는 불가능한 작물이라도 생육조건을 통제하면서 재배가 가능하고, 나아가 특수 기능을 함유하는 농작물의 생산도 가능하다.

셋째는 ‘도시형 농업’으로 육성할 수 있다는 점이다. 도시의 식물공장은 신선한 농산물을 소비자에게 신속하게 공급할 수 있으며, 도심 빌딩숲에 녹색공간을 제공하는 오아시스의 역할뿐만 아니라 농산물의 연중생산을 위한 고용창출 기능도 담당한다. 영농 현장을 체험하기 어려운 청소년들에게 미래 농업을 계몽하는 교육 기능도 빼놓을 수 없다.

넷째는 첨단농업기술 개발과 보급의 메카가 될 수 있다는 점이다. 오늘날 농업 기술은 빠르게 발전하고 있으며, 식물공장은 최첨단 산업기술이 활용되고 융합되는 현장이기도 하다. 식물공장에서 활용되는 과학기술은 시설원예농가에 이전되어 실용화될 수 있으며, 이러한 과정을 통하여 농업기술의 업그레이드와 혁신을 추구할 수 있다.

따라서 우리나라도 식물공장의 정책적인 위상을 정립하고 적극적인 지원 시책을 검토할 필요가 있다.

첫째, 식물공장시스템의 연구개발 투자를 확충해야 한다. 식물공장은 농학과 공학의 요소기술이 융합되는 시스템기술이므로, 국가과학기술정책으로 종합적인 추

우리나라에서도 식물공장에 대한 관심이 커지고 있으며, 식물공장의 정책적인 위상을 정립하고 적극적인 지원 시책을 검토할 필요가 있다.

진이 필요하다. 특히 빌딩형 수직농장(vertical farm)은 거액의 투자가 소요되므로 R&BD(사업연계 연구개발) 방식이 바람직하다.

둘째, 식물공장 플랜트에 대한 재정 지원을 긍정적으로 검토해야 한다. 유치산업 육성의 차원에서 식물공장의 개발 및 보급을 촉진하기 위한 재정 지원이 필요하다. 1990년대 초부터 추진된 유리온실 지원사업이 오늘날 수출농업의 견인차가 되었다는 점에 주목할 필요가 있다.

셋째, 식물공장의 농업정책적 위상을 정립해야 한다. 식물공장을 농업의 범위로 명확하게 규정하고 그 종사자에게 농업인의 지위를 부여하며, 식물공장이 광범위하게 도입될 수 있도록 토지이용 및 건축 관련 제도에 대해서도 규제완화 차원에서 배려해야 할 것이다.

참고문헌

www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/plant_factory/pdf/zirei.pdf