

講 座

세계의 시설원에 변천사 A history of the greenhouse management of worlds

박 권 우
(고려대학교 원예학과)

1. 서 언

우리나라 시설원의 역사가 비교적 짧은 데 비하여 서양의 시설원에는 우리보다 오랜 전통을 가지고 있다. 서양에서 시설원의 시작은 개인의 취미생활이나 미적 탐구 등에서 출발하였기 때문에 초기에는 식물재배의 한 방편으로 출발했다고 보아야겠다. 그 후 식물에 대해서 보다 심도있는 연구가 이루어지면서 시설을 이용한 재배가 서서히 시작되었다고 생각된다. 따라서 시설원의 상업적인 접근은 유럽의 경우에 19세기 초·중반부터 이루어졌는데 이 시기가 근세로 이어지면서 인구의 팽창과 산업의 발전이 급속히 이루어졌던 시기이기 때문이다.

시설원예가 작물재배의 수단과 함께 개개인의 호기심에서 시작하였으므로 유럽에서도 초기에는 충분한 기록이 없기 때문에 농업사에서 시설원예 분야만을 간추려서 살펴보기로 한다. 이들의 변천사를 알아보는 것은 학문적으로는 국내에서 지금까지 잘 알려져 있지 않은 중세기부터 근세기까지 서양의 시설원예 변천사를 이해하고 실제적으로는 후학들을 지도하는데 도움이 되리라 생각된다. 아울러 우리와 유사한 변천사를 가진 일본의 시설원예 발전 개요를 연구, 검토해 보면 동서양의 시설원예의 비교도 가능하리라 생각된다.

그러나 국내에서는 일본의 자료를 구하기 쉬우나 서양의 자료는 충분하게 구할 수 없어 내용이 부족한 점이 있다고 사료된다. 앞으로 보다 많은 자료를 수집하여 체계적인 내용을 소개할 기회가 있으리라 보며 우선 수집된 내용을 정리해 보기로 한다.

2. 유럽의 시설원에 역사

시설원에 역사를 살펴보는 데는 외부시설인 온상, 온실 등의 구조물 변천과 시설 내의 관수, 보온, 기타 재배적 방법 등의 변천을 살펴볼 필요가 있다고 보는데, 여기서는 시설구조물의 변천에 중점을 두며 시대에 따라 문헌적으로 나타난 재배기술이나 기타 내부시설에 대해 언급하기로 한다.

2.1. 고대부터 기원후 5세기까지 발달사(B.C. 2000~A.D. 500)

최초로 식물의 인공관수에 대한 기록은 B.C. 2000년, 지금으로부터 4000년 전에, Mesopotamia와 Egypt에서 나타나고 있다. B.C. 1000년 전에 Homerus는 담장울타리가 식물을 좀 더 잘 보호할 수 있다고 기록한 바 있다. 그 후 B.C. 600년 경에는 역사적으로 불가사의한 바빌론의 공중정원(Hanging garden)의 기록이 있는데, 이때가 Nebuchadnezzar 시대로 생각된다. 그 당시 시설에 대한 기록은 전해 내려오지 않으나 관수시설이 상당한 수준에 이르렀으리라 생각된다.

그리스의 Theophrastos(±B.C. 300)는 역사적으로 알려진 최초의 식물학자로서 환경에 대한 여러 식물의 반응을 언급하였다. 그는 동물 배설물이 섞을 때 나는 열에 대해 실험했는데 이것을 사용하면 보통 땅에서보다 발아가 더 촉진되는 것을 보고한 바 있다.

로마시대에는 부유한 로마인들이 로마형 건축물에서 나타나는 큰 기둥인 주열(柱列)로 둘러 쌓인 집 안으로 화분에 심은 식물을 추울 때에는 들여놓고 보호하면서 가꾸었다. Tiberius(±B.C. 40)는

오이류(수세미류)와 멜론을 바퀴가 달려 이동할 수 있는 상자같은 곳에 심고 가꾸다 추운 밤에는 굴속에 넣어서 보온하였다. 장미는 따뜻한 물을 땅에 계속 공급해서 일찍 자라도록 했는데 이것도 축성재배의 일종이라 생각할 수 있다. 로마시대에 유명한 Columella, Seneca, Plinius 등은 식물을 보호할 수 있는 형태 또는 장미나 아스파라거스를 축성재배할 수 있는 간단한 방법까지 언급했다. 이것은 아마도 석영종류(talc, mica)를 덮어주는 형태의 것이라 생각되며, 찬바람을 막아주고 햇빛이 들어갈 수 있게 했던 온상의 초보형태로 추측된다.

관유리는 3세기까지 알려지지 않았기 때문에 석영판을 초기 로마시대에 식물재배에 이용했으리라 생각된다. 로마인은 그들의 목욕탕을 온돌식으로 가온했는데 이들이 그 시설을 이용해 식물을 길렀는지는 알 길이 없다.

2.2. 중세기까지의 발달사(A.D. 500 ~ 1500)

중세기에 접어들면서 수도원 등에서 울타리나 담장에 둘러 쌓인 많은 식물들을 그림을 통해서 접하게 된다. 그러나 역시 이 시기에도 특별한 보호시설을 발견할 수 없다. 다만 많은 유럽 상인들이 아시아로 가서 새로운 식물을 가져 오고, 또한 이들을 유럽에서 가꾸려고 노력하였다.

1295년 Albert Magnus는 Holland의 William왕에게 정원에서 꽃과 과일을 인공열에 의해 보다 오래 유지시킬 수 있음을 이야기했다는 기록이 있다.

Sevilla에 있는 아라비안 정원에서는 일종의 온실 내에 많은 외래종 식물을 길렀다는 기록이 있다(1350). 이탈리아의 Pantano(1490)는 서리에 대처하는 오렌지나무의 보호방법을 언급하였다. 오렌지를 통속에 심고 가꾸다가 겨울에는 집이나 오두막집 속으로 가져다 놓았으며, 나무로 만든 창고에서는 겨울을 넘기기 위해 숯불을 피웠다는 기록이 있다. 이것은 후에 유럽의 정원에서 많이 나타나는 오렌지용 온실(Orangery)의 기본이 되는 시설이었다. 농업사적 측면에서 이탈리아인이 온실의 선구자라는 것은 의심할 여지가 없다고 생각한다.

2.3. 16~18세기까지의 발달사

산업혁명은 식물생산에 다소간 방법론적인 접근을 가져오는 계기가 되었다. 이 시기는 또한 새로운 신세계의 발견을 가져와 세계를 보다 넓게 볼 수 있는 동기를 유발시켰다.

남부유럽과 서부유럽의 각 국가들의 귀족들은 갤러리 또는 벽으로 보호된 거대한 정원을 만들어 온상에서는 멜론과 오리를 길렀고, 오렌지나무는 이동이 가능한 나무지붕을 이용하여 보호하면서 길렀다.

첫번째 식물원은 피사에 있었던 대학에서 1550년에 세워졌고 1591년 오렌지용 온실을 유리를 이용해 만들었으며 곧 이어 1599년 네덜란드의 Leiden 대학에서 식물-갤러리(Plant-Gallery : 일종의 식물원)를 작은 유리관을 연결해 만든 구조물을 이용해서 건축했다. 영국에서는 귀족들은 경쟁적으로 그들의 손님들에게 외국의 매혹적인 식물을 제공하는데 큰 재미를 느꼈다. 프랑스, 독일, 그리고 네덜란드에서도 큰 차이가 없었다. 첫번째의 오렌지용 온실은 두가지 목적으로 사용되었는데, 겨울에는 식물들을 저장해 두고, 여름에는 오렌지, 파인애플, 월계수, 협죽도, 그리고 무화과 등을 보면서 연회를 즐기는 곳으로 사용했다. 이들 대부분의 식물들은 근동 아시아인 시리아, 레바논, 이스라엘 등지의 동부 지중해지역에서 가져왔다.

이들 외국에서 유입된 각종 식물들은 북유럽의 경우 시설내에서 겨울동안 가꾸어야 했다. 그러나 1700년대에는 거대한 성이나 서유럽의 식물원 등에서 이들을 위한 완벽한 시설은 없었으며 더우기 오렌지용 온실마저 없었던 곳에서는 가꾸기가 다소 어려웠다. 오렌지용 온실은 17세기에는 오렌지나무를 추위에 스트레스를 많이 받지 않게 저장하는 장소에 불과했다. 기록상 1685년 Jules Mansard(또는 Mansant)는 루이 14세를 위하여 베르사이유에 훌륭한 Orangery를 만들었는데, 폭 12.6m, 높이 13.5m, 길이 152m였다. 지붕은 나무 등으로 마치 집같이 만들었으나 전면은 유리를 덮었기 때문에 햇빛이 들어갈 수 있으므로 종자나 구근을 저장했고 몇 종류는 격리시켜서 가온을 하였다. 초기에는 숯불이나 석탄화로를 넣어두었으나

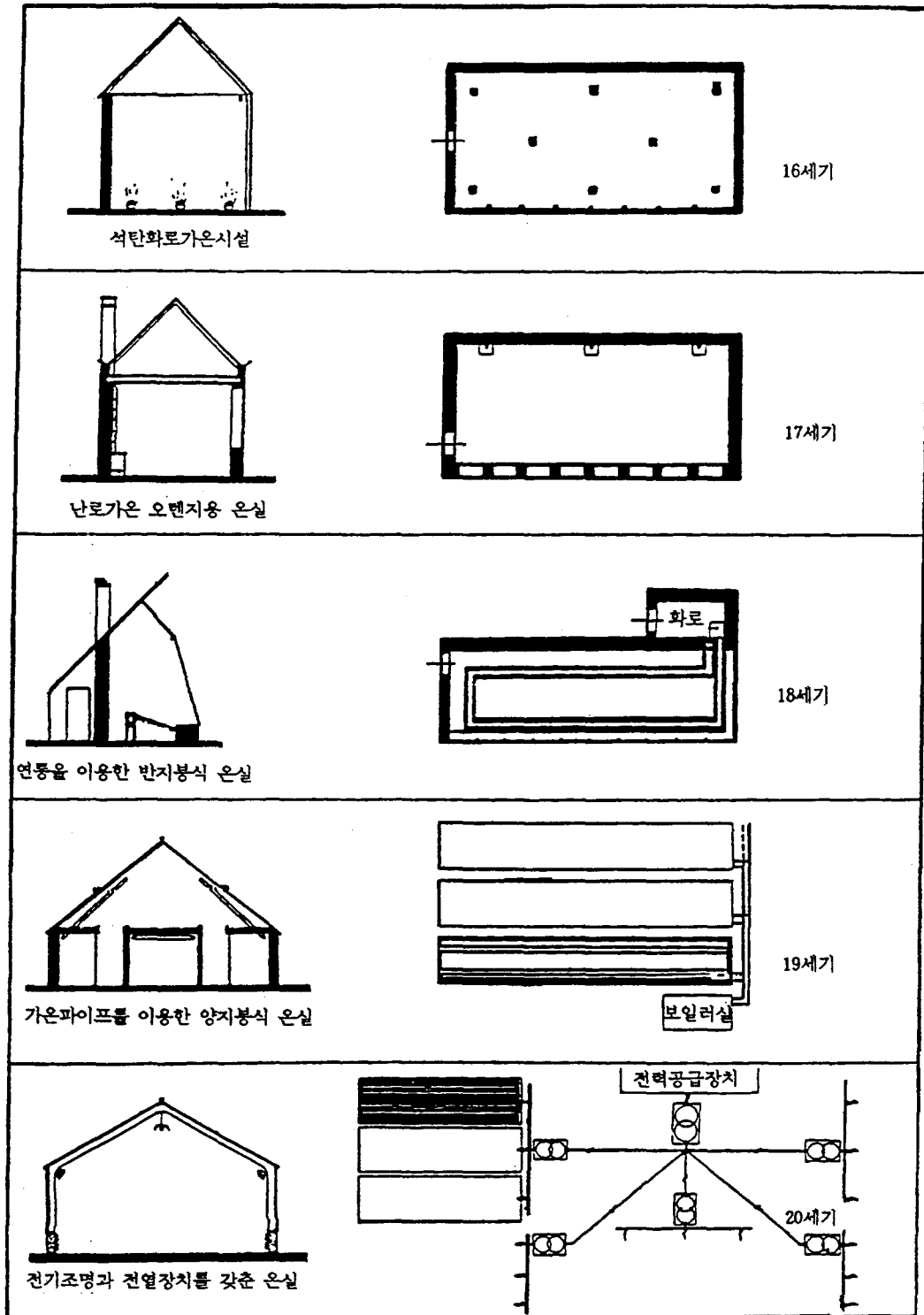


그림1. 온실의 발전⁷⁾

연기가 많이 나서 식물에 좋지 않았다(그림1). 그래서 결국 난로를 사용해서 연통을 만들어 재배환경을 개선하였다. 18세기에 접어들면서 식물의 환경에 대한 좀 더 과학적인 시도가 대학에 있는 식물원에서 수행되었다. 생장의 요인으로서 햇빛의 중요성이 대두되어 그때까지 천정이 나무로 덮혀져 있던 오렌지용 온실이 Boerhaave(1725) 등에 의해 유리로 대체시키게 되었다. 그는 남면을 향한 지붕의 경사도를 14°30'로 조정하였으며 이와 같이 경사진 창문에서 햇빛이 좀 더 많이 투과된다고 생각했다. 결국 이 시기에 유리온실이 가능한 많은 햇빛을 받기 위해 태양반사물체나 반대벽면의 흰 페인트 등의 효용성에 대해 언급되어졌다. 그 결과 축성용 시설의 다양성이 연구되어 난로를 이용한 난방이나 여닫이용 창문 등이 보급되었다. 이것이 현재의 반지붕식(lean-to-type) 온실로 발달되었는데 당시는 북쪽벽을 벽돌로 이용했다. 이 형식은 아마도 네덜란드에서 처음 시작된 것으로 추측된다. 그 시기에 중부유럽에서도 동시에 발전됐다.

약제상이나 왕실은 영국과 네덜란드에 있어서 중요한 스폰서였으며 Leiden대학이 유명한 중심지가 되었는데, 이는 해외에서 많은 매력적인 식물들을 가져왔던 동서인도 무역회사에 의해 자극되어서였다.

간이시설물의 여러 형태가 점점 발전되었다. 예컨대 양열온상, 겨울철에는 짚이나 갈대로 만든 피복물, 유지 등의 이용이 그것이다.

첫번째 종모양의 유리덮개(cloche)를 이용해서 식물을 기른 것은 1625년이다. 이것은 아마도 유리세공이 발달된 이탈리아에서 시작된 것으로 사료된다. 다른 것은 유지(oil-paper)덮개(일종의 hot cap)인데 다소 광투과가 낮았다. 이와 같은 종모양 유리덮개는 20세기까지 프랑스의 파리지역, 영국, 네덜란드에서 멜론, 유묘의 보호, 딸기와 오이 정식후 어린 식물의 보호를 위해 광범위하게 이용되었다.

다른 한 형태는 철사줄을 일정 높이에 치고 양편에서 유리판을 지붕을 만들듯이 비스듬하게 붙여서 길게 연결식 유리덮개를 발전시키기도 하였다. 이 방법은 현재는 아마추어 정원에서 볼 수 있는 형태이다.

다양한 온실에서 필요했던 가온방법은 18세기에 좀 더 발전의 양상을 가져왔다. 앞서 언급한 난로 이외에 온돌식으로 가온하는 방법, 외부에서 설치한 난로에서 뜨거운 공기를 넣어주는 방법 등이 발전되었다. 이때의 중요한 문제는 연통난방의 길이와 연기를 잘 뽑아내는 기술을 어떻게 발전시키느냐 하는 것이었다.

2.4. 19세기 전반기 발달사 : 전시용 온실시대

이 시기는 거대한 전시용 식물원을 건설하는 시대였다고 한마디로 말할 수 있겠다. 이때 들어 1798년 프랑스에서 반지붕식에서부터 한 단계 위인 양지붕식온실이 발전하게 되었다. 이는 철골을 이용해서 이와 같은 건축이 가능했기 때문이다. 그 후 많은 사람들이 수입식물에 대한 다양한 연구와 그에 맞는 온실의 구축에 관심을 갖고 발전을 가져 왔다. 그러나 이 시기에 가장 공헌을 한 사람들은 영국인이다. 왜냐하면 영국정부에서 강제성을 띠고 유리온실을 짓도록 했기 때문이다. 훌륭한 건축가와 산업계 주인들의 풍부한 지원 등이 환상적인 유리공전을 만들 수 있도록 했다. 대표적인 건축가로는 Loudon, Paxton, Mc. Intosh, 그리고 다른 많은 디자이너들이 같이 참여했다. Chatsworth에 있는 Victoria Regina House(Paxton 작품, 1836), Darby에 있는 Warehouse, Kew에 있는 열대온실(Turner 작품, 1852), 그리고 Hyde Park에 있는 Crystal Palace(Paxton 작품, 1850~51) 등이다.

알맞은 건축물로서 뿐만 아니라 추가적으로 해결해야 할 방안으로 그들은 이들 거대한 온실의 난방, 관수, 배수, 환기, 차광, 작은 유리관의 제조, 그리고 응결 등 많은 문제점에 봉착하게 되었다. 이들은 어떠한 당대의 훌륭한 발명가들이었다.

다른 유럽에서도 영국에 이어 대형온실이 지어졌는데 파리의 식물원과 부루엘의 Royal Park 등이다. Paxton은 아마도 연동형 온실의 창시자로서, 결국 이것이 발달되어 20세기에 대형 연동형 온실로 발전되었다고 생각된다.

환상적인 외래 식물들이 거대한 온실에서는 잘 자랄 수 없었는데 이것은 가온문제 때문이었다. 오래된 난로식 난방은 차츰 새로운 방식으로 변환

된다. 처음 수증기 가압시스템(1800~1830)이 들여왔는데 이것은 위험해서 곧 온수난방으로 바뀌어졌다. 이것은 맨 처음 프랑스에서 1777년 Bonnemain에 의해 발명됐는데 영국에서 1822년에 실제로 설치되었다.

초기에 온수난방은 매우 엉성했지만 이것은 차츰 발달되어, 1826년 폐쇄된 사이폰 순환난방(syphon-circulation)이 발견되었고 점점 발전되어 실린더모양, 시계모양, 주전자모양, 그리고 결국 1850년경 tubular boiler까지 발전했다. 그들은 모든 것이 보일러내의 물과 물사이의 열전도면적을 극대화시켜 효과를 개량하는데 목적을 두고 개발되었던 열교환시스템으로 2차대전 후까지 유리온실난방의 기본이 되었다.

유리관의 크기는 생산의 기술적인 가능성과 관계가 있었는데 특히 인장강도와 관계가 있었다. 초기의 유리두께는 2mm였다. 1845년 전에는 56×23cm 크기가 표준형이었는데 나중에는 몇 feet×30cm로 커졌다. 이와 같은 좁고 작은 유리창을 온실 위에 덮는 데는 많은 기술이 요구되었다. 1880년이 되어서야 유리의 두께가 4mm로 두꺼워졌고 계속해서 유리판이 넓어졌으며, 광투과력 등도 많은 진전이 있었다.

2.5. 상업적 온실의 발달시기(1850~1910)

이 시기는 영국, 미국 그리고 유럽으로 나누어서 살펴보기로 한다.

(1) 영국과 샤넬제도(Guensey)

지금까지 언급된 유리온실은 상업적인 원예와 큰 관계를 갖지 않았다. 대부분의 채소와 화훼류는 노지재배에서 충당되었기 때문에 그 생산량이 매우 한정적이었으며 생산시기도 짧았다. 단지 부유층만이 외국에서 수입된 외래식물을 기를 수 있었으며 필요에 따라서는 자신의 필요량만을 생산하는 체제였다.

대도시 근교에서는 종모양의 유리덮개, 냉상, 온상 등을 이용해서 채소류의 축적재배를 시작하였는데 그 대상작물은 오이, 멜론, 딸기 등이었다. 그렇지만 영국에서는 이런 것이 보편적인 방법이 아니었는데, 이는 해협을 건너 가까이 있는 프랑스와 그 외 저위도 나라에서 쉽게 가져올 수 있었

기 때문으로 생각된다.

산업혁명이 대륙보다 일찍 일어난 영국은 농촌으로부터 대도시로 많은 사람이 유입되게 되었다. 아울러 식민지 정책은 영국의 부를 가중시켰다. 원예작물의 요구는 도시 인구의 증가와 이들 거주자들의 요구에 의해 점점 증가하였다.

Paxton세대의 경험과 지식을 바탕으로 유리온실의 건축과 그들 시민들의 요구에 따라 환금작물의 재배가 증가하였다.

1860년부터 Worthing area, Kent지역, 북부 런던 Lea Valley 지역에 집중적으로 유리온실이 증가하였는데, 주로 묘목생산용으로 수 ha에 달했다. 그 당시의 유리온실은 10m폭에 5m높이였으며 길이는 긴 것은 120m까지 다양하였다. 그들은 조개탄과 무연탄을 써서 수평형 보일러를 이용하여 10cm 굵기의 파이프를 온수를 공급하였다. 유리관의 크기는 옛날 크기(40×60cm)보다 컸으며, 유리산업의 기술도 발달하였다.

주요 작물은 포도였지만 시간이 흐름에 따라 오이와 토마토로 대체되었다. 토마토는 1850년대 노지 작물로 소개되었으나, 1862년에 유리 온실에서 처음 재배되었다. 그들이 온실의 주작물이 된 최근까지 수 십년 동안 그와 같은 현상이 유지되었다. 1900년대 전후에 절화(장미, 카네이션, 백합)와 포트식물은 유리온실 작물로서 그렇게 중요하지 않았다.

Lea Valley 지역에 있어 주작물은 오이였으며, 이는 주로 런던시장을 염두에 둔 생산이었다. 그러나 20세기 초까지 유럽의 대륙으로도 상당량 수출되었다. 이 지역은 오이용인 특수한 온실이 발달되었는데 폭은 4m, 2.5m 그리고 온실지붕의 각도는 35°였다. 이 온실은 철사로 지주를 세우고 높은 습도를 유지하기에 적합하였다. 이 오이 온실은 나중에 오히려 런던의 시장에 오이를 역수출하게 되는 네덜란드가 흥내를 내는 시설물이 되었다. 샤넬제도에서는 포도를 가온온실에서 약 1850년에 재식했으며 그 후 10년이 지나 런던으로 포도를 수출하였다. 1900년 경에 배를 만드는데 나무 대신에 철이 이용되게 됨에 따라 배를 만들던 많은 나무재료가 원예시설물에 이용되게 되어 포도용 소형 온실이 만들어졌으며 또한 강낭콩, 멜론 그리고 토마토용 온실도 구축되었다. 그 후 수

십년간 Guensey의 샤넬군도가 영국시장의 주요 공급원이 되었다.

폭이 7m인 포도용 온실은 가장자리는 낮고 온실천정의 경사가 급하지만 영국과 비슷한 위도에 있었던 벨기에에서까지 가장 인기있는 포도재배용 온실이었다. 그들 두나라는 서로 특별한 관계는 없었으나 유사한 온실을 발전시켰다.

유리온실 산업에서만큼은 19세기에 있어 영국이 가장 선두였으며 20세기 들어 처음 10여년간은 유럽에서 가장 앞섰다. 오이온실과 포도온실(vinery)은 거의 사라졌으나 영국의 디자인과 발전을 기본 삼아 덴마크, 스웨덴, 독일 그리고 네덜란드의 화훼 재배가들에 의해 발전된 양지붕식(wide-span)으로 발전되었다.

(2) 미국의 시설원에 발달

미국의 시설원예의 시작은 매우 늦게 이루어졌다. 왜냐하면 유리온실 기술이 유럽에서 이민온 사람들에 의해 시작되었기 때문이다. 그래서 19세기에 들어서 비로소 발전의 기반을 잡기 시작하였다.

실제적으로 미국에 유리온실이 맨 처음 보고된 것은 1764년 James Beckmann에 의한 것으로 뉴욕시에 건축되었다.

온실산업은 처음 화훼 재배가들에 의해 인구가 많은 지역인 보스턴, 뉴욕, 필라델피아, 그리고 나중에는 시카고 등에서 처음 시작되었다. 당시는 교통수단이 매우 열악해서 대도시 부근에 인접해서 발전되었다.

이 시기는 19세기 후반으로 남북전쟁(1861-1865)이 끝난 후였다. 이들이 지은 온실구조는 앞서 언급했듯이 초기에는 유럽의 디자인을 그대로 가져왔으며 차츰 나름대로 발전시켰다. 구조는 햇빛과 공간을 크게 하면서 나무로 만들었으며 큰 유리를 사용하였다. 미국인은 연동형으로 지으면서 온실과 온실사이의 벽을 없애고 1ha 또는 그 이상의 다연동 wide-span을 최초로 지었다.

이 유리온실은 각각 환기창의 개폐를 동시에 할 수 있는 교묘하고 정교한 시스템을 사용하였고 온수난방 파이프, 증기난방, 포트 식물의 벤치에 특수 관수관을 이용한 관수 등 다양하게 발전시켰다.

1900년에 들어 유리온실은 890ha에 달했는데 84%가 유리온실이었고 16%가 냉상이었다. 이것은 당시 세계 유리온실 면적의 1/4에 해당되었다. 이 대단위 온실들은 주로 절화와 분화식물 생산에 이용되었다. 일차대전 후에 철도망에 의한 수송이 원활해지면서 여러 주(州)가 온실을 건설하여 수송원예의 기틀이 마련되었다.

표 1. 1910년대 시설재배면적⁷⁾

국가(조사년도)	면적
영국 (1910)	약 200ha(대부분 유리온실)
프랑스	수 백 ha(대부분 냉상, 유리종 모양덮개)
독일 (1924)	약 250ha
벨기에 (1910)	180ha(그 외 냉상 등)
네덜란드 (1904)	178ha 냉상, 28ha포도온실
(1912)	495ha냉상, 224ha 유리온실(83종류 과일류, 34종류 꽃)
미국 (1900)	750ha 유리온실, 140ha 냉상

(3) 유럽대륙의 시설원에 발달

섬나라인 영국에 비해 정치적으로 불안정했던 유럽대륙은 기술이나 경제적 효과가 불안정했으므로 영국과 같은 규모의 시설원예가 급속히 이루어지지 않았다. 모든 정치적 상황은 1870년까지는 괜찮았으나, 그 후 독일과 프랑스의 전쟁을 기점으로 그와 같은 최악의 상태가 계속되었다. 그래서 맨 처음 상업적인 온실은 1874년에 가서야 네덜란드에서 시작되는 이유가 됐다. 따라서 영국보다는 아주 소규모 원예업이 대도시 근처에서 유리덮개, 온상, 그리고 냉상을 이용해서 시작되었다. 이와 같은 시설은 도시인구의 급증에 따라 점차 광범위한 지역에 퍼져 갔으나 지역 시장만을 위해 공급되는 소규모체제의 범위를 넘어서 수 없었다.

네덜란드에 있어 산업화는 아주 제한적이었다. 그들 나라의 크기나 지리적 이유때문에 옛날부터 네덜란드는 무역과 농업의 발전에 직면하게 되었다. 원예산물의 요구도가 영국에 있어서는 자국생산량의 범위를 넘어서게 되었으며, 또한 1823년 이후 정기 증기기관선이 영국과 네덜란드를 왕래하고 있어 두 나라의 연결이 쉬운 이유로 네덜란드

는 영국으로 수출의 가능성이 높았다. 그 후 1850-1875년 사이에 생겼던 원예기반이 나중에 네덜란드를 원예산물 수출국으로 발전하게 하였다. 1880년대는 독일의 산업이 루르공업단지를 중심으로 출발하게 되어 더욱 많은 물량의 네덜란드 과일과 채소에 대한 요구가 독일로부터 추가되었다. 이렇게 되어 네덜란드의 원예산물은 차츰 주요한 수출작물이 되기 시작했다.

가장 많이 요구되는 작물 가운데 하나가 포도였으며 19세기의 식탁에서는 아주 중요한 역할을 한 것이 분명하다. 당시에 영국과 Channel군도, 그리고 벨기에에서는 포도재배가 상당한 수준에 있었으며 특히 벨기에 포도재배자의 기술은 최고의 경지에 달할 정도로 유명했다. 브루셀 부근의 Hoilaart와 Overijes지역이 전형적인 vinery온실이 수 천개 있는 중심지였다.

네덜란드의 Westland도 포도재배로서 잘 알려져 있었는데 대부분 북쪽에 바람막이용 특별한 벽을 쌓고 남쪽에는 햇빛이 잘 들도록 하여 여기에 포도를 재배하였다. 1878년에는 이 지역에 이와 같은 벽의 길이가 180km에 달했다.

유리온실에서 자란 벨기에와 영국산 포도의 보다 좋은 품질에 자극을 받아 기후의 피해를 줄일 수 있는 유리온실이 점점 나타나기 시작했다. 처음에는 간단한 냉상이었으나, 작은 유리를 맞대어, 나중에는 결국 반지붕식의 온실로 발전되었다. 결국(1888년) 이들 온실은 벨기에와 영국의 온실형태로 대처하게 되었다.

네덜란드에 있어 포도재배 최성기였던 1920년 경에는 900ha의 온실이 있었는데 이것이 벨기에(500ha)보다 많은 면적이었다. 2차대전 후에 보다 싸고 당도가 높은 포도가 남유럽으로부터 밀려오자 이들은 점점 사라졌다. 그래서 Westland는 다른 작목으로 바꾸었으나 브루셀의 포도산지는 인구의 증가로 재배지역이 도시가 되어 버렸다.

온실과 냉상을 덮는 유리시설은 평장히 무겁고 괴상한 형상이었다. 초기는 30cm 또는 그보다 다소 작은 유리를 나무대에 고정시키고 첩로 된 기둥이나 서까래 위에 걸쳐 놓았기 때문에 오늘날에 생각하기는 기둥을 세운 곳에 유리창을 올려놓은 형태였다. 1880년에 들어서야 차츰 가벼운 나무구조물에 150×76cm되는 유리판을 붙여서 온실다운

온실을 만들었다. 옛날 온실은 유리의 접착부위가 영성해서 비가오면 온실로 물이 많이 들어왔다. 이밖에 개량온실은 물이 온실내로 스며들지 않고 햇빛이 투과되도록 개량되었다.

Dutch light 온실은 여러 온실에 기본을 둔 창작물이다. 1910년대 이 온실은 오이, 멜론, 상추, 딸기, 꽃양배추 등의 축성작물의 시설재배로 많이 이용되었다.

한편 19세기 말에 토마토도 시장의 요구도가 증가되어 높은 온실이 필요했는데, 그것은 저렴하게 할 수 있었다. Dutch 냉상이 나무받침대(나중에 첩과 콘크리트 이용)위에 세워졌고 1910년에는 Westland warehouse 라는 형태로 발전되었다. 이 구조는 싸고, 만들기 쉽고, 겨울에는 나무로 된 천장을 제거하여 재배태양은 깨끗이 치울 수 있는 이점이 있었다. 그러나 단점은 영성하게 약하고 가온하기 어렵고 구조가 많아 햇빛의 투과가 어려운 것이었다. 그러나 앞서 언급한 포도용 온실과 이와 같은 영성한 냉상이 네덜란드의 채소 수출산업의 기초를 이루는데 큰 몫을 하였다.

그와 같은 형태가 다음 세대에 있어 대형연동온실의 기초가 되어 독일과 국경지대인 Venlo 지역에서 Venlo형 온실을 잉태시켰다. 나무프레임을 사용하는 대신에 양쪽나무창상 위에 흙을 파고 유리판을 밀어 넣었다. 이렇게 해서 저렴하고 덜 약하고, 햇빛이 많이 드는 구조물을 만들었다. 이들은 2차대전후 많은 개량을 통해 다연동으로 발전되었으며 오늘의 Venlo형 온실의 모체가 되었다.

2.6. 확산단계 (1910-1945)

1900년대 초까지 유리온실의 발전에 대하여 언급했는데 국가별로 다양한 유리온실이 나타났으며, 그들은 양지붕식, 포도분실, 오이온실, 그리고 다연동형이었다.

그러나 이와 같은 구조물의 발달과 함께 여전히 전통적인 냉상이나 종모양의 유리덮개(cloche)등은 큰 역할을 하고 있었다. 1910년에 있어 상업적인 온실은 전세계에 2,000-2,500ha에 달했으리라 추측되며 그 가운데 절반을 미국이 차지했다. 이 가운데 절반은 유리온실이었고 나머지 절반은 냉상이나 cloches 등으로 이루어졌다.

이 재배면적은 그후 계속 증가했다. 2차대전이

시작될 때는 전세계에 11,000ha의 온실이 있었는데 약 30%가 네덜란드에 20%가 미국에 그리고 40%는 냉상이었다. 이와 같이 계속적인 온실의 증가는 사회적으로 큰 변화, 즉 인구의 증가, 산업화, 도시화, 수입의 증가, 열량에 무관한 고품질식품의 요구도가 증가함에 따라 나타났다.

온실의 확산은 여러 나라에서 각각 다른 양상으로 발달되었다. 프랑스와 미국은 국토가 넓어서 노지에서 생산하여 발달된 수송수단을 이용하면 쉽게 원예산물을 공급할 수 있어서 시설원예의 발달이 극히 제한적이었다.

표 2 1940년대의 시설재배면적

국가(연도)	면적
영국 (1936)	약 900ha(대부분 온실)
Channel군도	약 500ha(대부분 온실)
프랑스(1945)	약 300ha 온실(200ha 남부해안, 전부 꽃) 2000~3000ha 냉상과 유리 덮개시설)
독일(1956)	800ha 채소+수백ha 화훼
벨기에(1950)	450ha 포도/복숭아 온실
덴마크(1929)	130ha 온실
(1940)	260ha 온실
스웨덴/노르웨이(1950)	700ha 온실
네덜란드(1927)	833ha 냉상, 1002ha 온실(2중 391ha 포도/복숭아)
(1937)	1024ha 냉상, 251ha 온실
미국(1939)	1900ha 온실

영국에서는 그 발달이 수요와 밀접한 관계가 있었는데, 직접적으로 산업도시(런던, Blackpool)와 관계가 있었다. 그래서 Channel제도로부터 수입했으며, 또한 네덜란드로부터도 수입했다.

덴마크는 이 시기에 자신의 제한된 산업에서 시설원예가 출발했으며, 네덜란드 이민들에 의해 자극을 받았다. 그들의 거대한 산업발전을 가진 독일은 네덜란드를 문앞에 두고 있었지만 나름대로 노력을 했고, 벨기에에는 그들 자신이 자급자족하였다. 이 시기에 네덜란드 시설원예 산업은 수출의

활용이 더욱 발달되었으며 산업이 발달된 주변국가들 가진 지리적인 장점을 가지고 있었다. 거기에 많은 상조적인 경매장, 품질 표준화와 소비자 건강을 위한 수출검사 서비스, 농업은행의 협조, 그리고 연구, 전문교육, 지도사업 서비스를 통한 정부의 적극적인 보조가 이들의 출발을 순조롭게 했다.

상조적인 경매자의 형태는 네덜란드 원예산업을 성공으로 이끈 바탕이 되었다. 이들 대부분은 19세기 말에서 20세기 초반의 10년 사이에 생겼다. 총체적 수요와 공급의 유도를 통해 그들은 건전한 기초를 바탕으로 장사를 했고, 공정한 가격형성을 자극시켰다. 그 외에 생산자가 직접 판매하지 않으므로 동료재배가는 더이상 경쟁의 대상자가 아니었다. 그들 각자가 양보하는 마음을 먹고 상조적으로 활동함으로써 더욱 발전을 가져 왔다. 특히 경매처는 상품의 품질을 조정하는 중요한 장소로 사용된다. 경매시스템(Auction-system)은 덴마크와 네덜란드의 국경지대와 가까운 독일, 벨기에에서 그대로 본을 따다. 상조적인 지방은행은 농민의 성향과 필요를 이해해서 그들을 잘 평가할 수 있는 협회를 통해 농민들이 그들 기업에 투자할 수 있는 수단을 제공해 주었다.

정부는 산업체를 전적으로 자극시킬 목적으로 농민이 사용하는 도구에 대한 책임을 갖도록 했다. 어쨌든 20세기초 첫 10년은 유리온실세계에 있었던 기술적인 진보는 매우 인상적이었다. 이미 언급한 바와 같이 각양각색의 온실이 각각의 특색을 가지고 있었다. 연구와 기술적인 과정이 1936년 광주기에 대해 완전히 이해가 될 때까지 일장, 광량, 광합성 작용 등에 대해 많은 토론을 부추겼다. 식물의 생장에 관련된 CO₂의 기능이 알려졌고, 전기에 의한 펌프, 환기 등이 소개됐다. 토양의 증기소독은 1920년대에 영국에서 처음 시도됐고 스프링클러관개는 같은 시기에 미국에서 연구됐다.

화학산업체는 비료와 농약을 생산했으며 그들을 어떻게 사용할 것인가를 연구하였다. 1930년의 견제공황에 의해 세계의 위기가 왔고, 그 뒤 이어지는 2차대전은 이와 같은 시설원예의 발전을 일시적으로 중단시켰다. 그러나 전쟁이 시작되기전 독일의 경우는 1938년 표준오이온실(DIN 11527)

과 표준 토마토온실(DIN 11528)을 만들어 보급하였다. 그렇지만 많은 묘목생산업체가 전쟁과 이들의 필요성의 악화로 문을 닫았다. 다른 것들은 명맥을 겨우 유지했다. 이와 같은 암흑기가 지나고 나서 시설원에는 새로운 시대를 맞게 됐다.

2.7. 유리온실의 혁명시대(1945~1990)

2차대전이 끝난 후 8~10년 동안은 전쟁때문에 큰 손상을 입었거나 일부 부서진 시설의 재건이 이루어졌다. 그래서 1950년 초기는 유리온실의 면적이 겨우 전쟁전의 수준에 가깝게 복구되었으나, 기술적인 진보는 별로 인상적인 것이 없었다. 여기서 시설원예를 서유럽과 미국으로 나누어서 살펴보기로 한다. 이 시기는 각 나라의 필요성에 의해 각각 서로 다른 시설원예의 양상이 발달되었다.

(1) 서북유럽

전후 경제는 도시근교지역의 인구를 급속히 증가시켰다. 그러나 농촌의 인구는 아주 작게 증가했다. 따라서 대도시의 소비구매율은 수배 증가했으며, 이는 지난 100년 전에 비해 40배가 증가했다고 한다.

신선한 건강식품과 간편식품의 대중화는 시설원예산업을 일년 열두달 가동하도록 요구했다. 가정에서 꽃과 화분식물의 요구는 자연상태와는 관계없이 높아져 재배자는 좋은 기회를 가졌다. 더욱이 교통수단의 발달은 또 다른 효과를 창출했다. 그래서 생산지에서 소비자에게까지 거리를 단축시켜 남유럽의 많은 지역의 노지산물이 물밀듯이 보급되었다. 그래서 북유럽의 시설원예 생산자는 남유럽의 큰 경쟁대상을 갖게 되었다.

1964년 유럽공동체시장(European Common Market)이 탄생하면서 더욱이 유럽내의 벽을 허물었다. 그것은 공동체 회원국에게 있어 그들 시설원예산업의 국가보조를 제한하였으며, 이것이 경제체제를 불안하게 하였다. 동시에 중요성은 농업생산물에 적용하였던 것같이 원예산물은 시장가격정책(market-price policy)을 엄격하게 적용하지는 않았다. 공급과 수요간의 균형만이 그들을 조정하는 요인으로 남아 있었을 뿐이다. 여러 나라들에 있어 정부는 훌륭한 연구기관과 교육을 통해 시설

원예산업의 육성을 자극시켰고, 그들의 정보시스템을 조직하여 그들 정보를 농민들에게 제공하고 새로운 지식과 경험의 교환을 제공하도록 도왔다.

이와같은 방법 때문에 시설원예 재배자들은 많은 새로운 기술로부터 이익을 얻고 또한 그들의 전문성의 범위 내에서 더욱 발전을 할 수 있었다. 또다른 중요한 정책과 경제적인 계기는 1974-75년에 있었던 오일쇼크였다. 에너지의 가격이 폭등하였으며, 1980년의 다음단계가 이어지면서 많은 재배자들은 그들의 직업을 바꾸게 되었다. 이것이 결국 에너지 절약에 대한 광범위한 연구 프로그램을 여러 나라에서 각각 발전시키도록 했다. 이 연구 프로그램은 네덜란드의 경우 에너지를 30%까지 절약하는 결과를 가져왔을 뿐만 아니라 유리온실내의 미기상과 식물생육과의 관계를 좀 더 잘 이해할 수 있도록 하였다. 이와 같은 것이 결국 시설원예산업의 안팎으로부터 많은 기술적인 발전과 소개를 가져와 지난 10여년간 대단한 발전을 가져왔다.

여기에서 많은 기술적인 발전을 가져왔는데 그들을 도표로 간단히 살펴보기로 한다(표 3). 이들의 연구목적은 주로 최고의 수량을 얻기 위해 식물에 최적환경을 제시하며 아울러 재배자의 측면에서는 항상 유익한 것만을 제시해 주었다.

표 3. 1945-1990년 사이의 시설원예기술발전 개략표⁷⁾

분야	중요 발전 기술과 온실 형태 변화
유리온실	<ul style="list-style-type: none"> • 1%많은 광투과는 1%의 수량증가를 가져온다는 이론 정립 • 시설구조물 : 나무→철→알루미늄으로 변천 • Venlo형 온실의 개량 : 온실 각도 27°, 온실높이는 1.8m에서 4m로 됨. 유리 폭은 73cm에서 1.2m, 환기창은 전자동화 • 양지붕형 : 덴마크는 단독 20m, 독일은 12m로 발전 • 포도온실과 오이온실 : 남유럽과 경쟁력부족으로 점차 사라짐

분 야	중요 발전 기술과 온실 형태 변화	분 야	중요 발전 기술과 온실 형태 변화
난 방	<ul style="list-style-type: none"> 재배형태 : 평지재배에서 탑과 같은 입체적인 재배시스템(Ruthner system)소개 온실베드 : 온실면적 최대이용을 목적으로 이동벤치로 발전 온실지붕 : 오일쇼크로 다양한 유리 제품생산, 이중유리, 이중플라스틱 판. 그러나 잘 환경제어가 된 경우는 복층유리가 아닌 보통유리를 이용한 온실이 가장 좋다고 결과가 나타남 	CO ₂ 공급	<ul style="list-style-type: none"> 최근에는 작물 최적 환경 프로그램에 의한 적용 CO₂의 중요성은 19세기에 제시됨 1960년대에 네덜란드에서 파라핀버너를 이용한 CO₂공급으로 상추의 수량이 증가되는 것을 최초로 실증 그 후 모든 작물에 이용이 증대 특수 CO₂공급기가 순수 파라핀, 프로탄 또는 천연가스를 연료로 이용하여 공급 순수 CO₂는 가장 좋으나 가격이 비쌘
	<ul style="list-style-type: none"> 가장 중요한 변화는 50년대 초 자연순환에서 강제순환에 의한 온수난방시스템으로 변화가 이루어짐. 그 후 지난 20년간 원예용 특수보일러가 개발되어 스팀생산, CO₂생산, 자동수온 조절 등의 자동화가 이루어짐 	인공조명	<ul style="list-style-type: none"> 1890년 이전에 인공광실험이 이루어짐
	<ul style="list-style-type: none"> 60년대초 난방연료가 조개탄이나 석탄에서 오일과 가스로 변화됨 60년대 온풍난방기가 발전되어 낮은 온도를 필요로 하는 상추재배 등에 이용됨. 이 시스템은 CO₂공급까지 가능하나 키 큰 작물에서는 시설내 온도를 균일하게 유지하는데 곤란. 일부 기능이 이용되나 다시 온수 난방으로 대체됨. 	인공조명	<ul style="list-style-type: none"> 2차대전후에도 경제적 조명이용이 어려웠음.
	<ul style="list-style-type: none"> 지열이용온실이 나타남(세계적으로 약 300ha) 산업체와 발전소의 폐열이용온실이 나타남 최근 20여년 사이에 태양열, 바람, 열펌프 등이 연구됨 	토양소독	<ul style="list-style-type: none"> 최근 1970년대 전후부터 인공조명이 국화 등에서 많이 이루어짐 현재 주로 번식, 화훼식물에서 번식시 사용 아직까지 경제적 이용은 다소 의심되는 점이 많음 증기소독은 20세기 초에 실용화됨 첫번째 단계는 땅을 파고 구멍난 파이프를 묻고 증기를 넣어서 살균-많은 노동력 필요 두번째 단계는 소독기를 땅속에 묻고 winch를 이용해서 반대쪽에서 끌어당김. 이 경우 땅속에 들어간 스팀을 뽑아내는 격자(grade)가 계속 땅속으로 끌려오면서 증기를 내뿜는다.
냉 방	<ul style="list-style-type: none"> 1960년대부터 시도, 현재 미국에서 개발한 Fan-and-pad 방식이 많이 사용됨 유럽에서는 여름철의 프리지아 재배, 그리고 중동의 사막농업에서 이용됨 		<ul style="list-style-type: none"> 1960년부터는 증기발생기를 이용해서 지면에 내열성이 강한 플라스틱 호일을 덮개로 덮고 그 속에 스팀을 불어넣어 살균
환경조절	<ul style="list-style-type: none"> 60년대 아날로그 시스템이 네덜란드에서 처음 소개됨 컴퓨터에 의해 환경조절이 가능해짐 		<ul style="list-style-type: none"> 화학제소독은 미국에서 주로 개발되었는데 2차대전 전에는 이용량이 적었다. 처음에는 CS₂를 사용했는데 그 후 chloropicrine을 쓰고 다음에 methylbromide를 이용했다. 지금은

講座：세계의 시설원예 변천사

분 야	중요 발전 기술과 온실 형태 변화
배 양 토	환경오염문제로 극히 제한적으로 사용된다.
	<ul style="list-style-type: none"> 영국의 Guernsey지역에서 토마토 재배농가가 토마토를 심을 구덩이를 다소 크게 파고 거기에 완전히 소독된 토양을 넣은 후 식물을 심어서 가꾸므로써 토마토의 토양전염병을 막았음. 다른 단계는 영국에서 개발되어 네덜란드에서 실용화된 'tomtops'이다. 이것은 linoleum으로 만들었는데 4-6ℓ의 peatmoss를 담고 아래 큰구멍을 3-4개 뚫어서 온실바닥에 놓고 각각 관수해서 토마토를 육묘 후에 뿌리부분만 땅속에 묻히게 한다. 그래서 점적관수를 함. 70년대는 peatbag이 소개되었다. 요즘 말하는 자루재배(bag culture)가 시작됨 그리고 70년대 말부터는 다양한 인공배지(압면 또는 유사한 배지)가 스웨덴에서 시작되어 광범위하게 이용됐다.
물과 양분공급	<ul style="list-style-type: none"> 1940년대-호스 관개가 보편적 1940년대 후반- 처음으로 노즐이 장착된 이동 관수라인 출현 다음관계-고압펌프이용 관수시작 1950년대-관수라인이 온실내 윗부분에 설치됨 1960년대-모든 관수시스템의 자동화 관비농법-약 25년전부터 실용화(1965년 이후) 1975년 전후 스웨덴에서 유래된 특수상토를 이용한 컴퓨터시스템을 사용한 관수법개발. 이 형식은 개개식물에 점적관수시설을 발전시킨 계기가 됨. 1970년대-NFTsystem 소개
육종분야	<ul style="list-style-type: none"> 1950년대-온실용 토마토 처음으로 F₁육종(단교잡토마토)

분 야	중요 발전 기술과 온실 형태 변화
기계화와 자동화	<ul style="list-style-type: none"> 그후-높은 수량, 고품질, 내병성을 품종 육성 화훼식물-색, 꽃의 크기 등 다양한 육종
	<ul style="list-style-type: none"> 기계화 자동화가 50년대 후부터 이루어짐 위에서 언급한 관수, 환경조절, 토양 소독 등이 급속히 발달 온실내에서는 수확물이나 기타 이용물의 수송을 용이하게 하는 시설발달(콘베이어, 난방시설에 부착해서 움직이는 수레, 또는 수확물 운반기 발달) 수확물의 이동, 수세, 분류, 포장의 자동화 1920년대 인력에 의한 토마토 분류기가 최근에는 자동색분류기로 발전 가장 자동화가 이루어지지 않은 부분은 과일수확과 절단 등이다. 1930년대에 비해 현재는 1,000m²에 필요한 노동력을 비교할 때 어떤 것은 30% 정도 수준까지 감소됨
요 약	<ul style="list-style-type: none"> 전후 서북유럽 시설원예의 기술적 경제적 진행을 요약하면 다음과 같다. ① 면적의 증가(네덜란드가 각각 유럽 면적의 거의 절반을 차지) <ul style="list-style-type: none"> 1950-9,500ha 1960-10,000ha 1970-16,000ha 1990-20,000ha ② 화훼식물생산(절화와 분재)의 면적 비율이 증가 <ul style="list-style-type: none"> 1960년대 10-15%였으나 현재는 50% 시장가격면에서는 채소의 2배임 ③ 평균재배면적이 확대됨. 아울러 자본금(m²당 60-80\$)의 확대로 1ha나 그 이상을 경영하는 것이 수지타산이 맞음 ④ 재배기술과 시설의 발달로 단위면

분	야	중요 발전 기술과 온실 형태 변화 적당 수량이 증가 토마토 수량이 1960년에 12kg/m ² , 1975년 25Kg/m ² , 1990년 50Kg/m ² ⑤ 모든 작물의 수량이 이처럼 많이 생산되지는 않으나 1m ² 당 다른 작물 도 60년대에 비하여 2배 가량 증수 됨
---	---	---

(2) 미국

20년대의 시설원예의 발전은 30년대 들어 차츰 사라졌다. 이는 앞서 언급했듯이 철도 수송시스템이 2차대전중 급속히 발달되었으며, 그후에는 캘리포니아와 플로리다같은 지역에서 냉장차에 의한 도로수송이 용이해져서 유리온실 생산은 차츰 경쟁력을 잃어갔다.

이것이 동부지역의 유리온실 발생지가 수요도 요구에 부응해서 더이상 증가하지 못한 이유이다. 현재 이 지역은 1,100ha의 시설이 있는데 700ha는 유리온실이고 나머지는 플라스틱이나 fiberglass이다. 많은 온실이 화훼용으로 전환되고 있으며, 주로 유모용 식물(bedding plant)이 주를 이룬다.

남부지역에서는 60년대 이후 플라스틱 이후 플라스틱 터널이나 대형 플라스틱 또는 섬유유리 온실이 많다. 캘리포니아와 플로리다는 약 2,500ha의 이들 시설이 있는데 주로 화훼용이다.

미국의 경우에 비행기에 의한 수송이 발달되어 플로리다나 남부 캘리포니아에서 발달하게 되었다. 그래서 육로와 항공로의 발달 등으로 미국의 생화중 57%가 캘리포니아에서 생산된다. 또한 전체 화훼류 생산으로 보면 캘리포니아는 1989년 현재 19%에 달한다. 캘리포니아가 이와 같이 많은 생산을 점유하는 까닭은 기후가 온화해 난방비가 저렴하고 남북이나 북서쪽에 거대한 시장이 있고, 재배조건이 최적이기 때문이다. 또한 동북로의 항공료가 싼데 이는 1950년대 많은 물자가 비행기에 실려 동부에서 서부로 오는데 가는 비행기는 빈채로 가므로 원예용 이용 항공료가 매우 싸기 때문이었다. 1990년 현재 60%의 절화가 캘리포니아에서 동부로 비행기로 운송된다.

(3) 동유럽

1920년대부터 냉상이 시작되었다. 오이와 피클 용오이 등이 여름재배시에 주로 보조적으로 이용되었다.

이와 같은 방법은 폴란드의 먼지가 많은 광산지대와 발틱국가에서 사용되었다. 소규모 유리온실 재배가 이때 생겼다. 이것은 1920-40년 사이에 네덜란드로부터 루르공업지대에 많은 오이를 수출한 것과 연관이 있다. 이 당시 루르의 광부들이 폴란드와 발틱에서 왔었기 때문에 이와 같은 관심을 가지고 돌아가서 시작한 것으로 본다.

대단위 유리온실은 1965-72년 사이에 중앙정부의 결정에 따라 건설되었다.

이들은 소련처럼 도시인구의 채소소비를 위해 건설했거나, 수출상품(오이, 토마토)의 생산기구로서, 또는 유럽의 달러를 벌어들이기 위해서였다(예 : 루마니아, 불가리아). 정부의 농장은 수십 ha에 달했고 큰 것은 단위 온실이 120ha로서 Venlo형 온실을 지었다. 이 농장은 수백 명의 미숙련 노동자들의 경영해서 경영과 현대화가 매우 어려웠다.

이와 같은 결과로 수천ha의 유리온실은 현재 방치되어 있거나 구시대 형이 되어 수량이 몹시 낮다. 그 외 많은 시설이 기후 등의 조건을 고려하지 않고 마구잡이로 지어서 더우기 문제가 되고 있는데 우리나라도 이런 점을 간과해서는 안되리라 본다.

동유럽에는 약 10,000ha의 온실이 있는데 그 절반이 소련에 있으며, 아주 적은 면적만이 현대적인 디자인과 적당한 시설을 가지고 있다.

2.8. 서양의 유리온실 발달 요약과 면적 현황

지금까지 언급한 주요 시설원예 시설 및 기술 발달의 역사를 15세기부터 20세기까지 간추려보면 표4와 같다. 발전의 중심이 된 나라들도 중요한 국가만을 간추렸는데 이는 Muijzenberg가 간추린 내용을 실었다.

세계에서 유리온실면적이 가장 많은 나라는 네덜란드로 9,500ha이며 채소온실이 4,500ha, 화훼온실이 5,000ha이다. 그 다음이 독일로서 총

표4. 세계 주요국가의 유리온실 면적

연도 작물 국가	1975 ^{z)}			1989 ^{y)}			증가율 (1975년 대비)
	채소	화훼	합계	채소	화훼	합계	
네덜란드	4680	2850	7530	4500	5000	9500	126
벨기에	1700	400	2100	1600	650	2250	107
독일(서독)	1200	2300	3496	1300	3500	4800	137
영국	1620	500	2120	2221	681	2902	137
샤넬군도	450	50	500	-	-	-	
아일랜드	180	20	200	200	45	245	123
스칸디아반도	600	900	1500	-	-	-	
프랑스	900	400	1300	1700	1000	2700	208
미국	230 ^{x)}	1851	2081	700	2500	3200 ^{w)}	154
일본	349 ^{x)}	243	592	862	화훼1062 과수208	2132	360

z) Hanan et al.(1978)

y) Benoit(1990)

x) 1973년 조사면적

w) 추정

4,800ha 중에 채소온실이 1,300ha이고 화훼온실이 3,500ha이다. 그 외 영국, 프랑스, 벨기에, 일본 등이 2,000ha 이상의 온실을 가지고 있다. 최근 1975년부터 1989년까지 15년간 온실면적이 가장 많이 늘어난 나라는 일본으로서 1975년 대비 360%이다. 그 다음이 프랑스로 208%이고 그 외의 나라는 20-30%로서 매년 2% 정도 증가한 셈이다(표4). 이와 같은 유리온실의 면적은 앞으로 나라에 따라 차이는 있으나 증가보다는 동일시설내에서 자동화를 통한 수량이나 품질을 높이는 방향으로 연구되고 있다.

3. 일본의 시설원예 발전 개요

원예식물의 보온재배가 일본의 역사에 처음 나타나는 시기는 天正時代(1571-91)로서 京都의 豊臣의 家臣이 양열온상을 만들어 가지묘를 길렀다는 기록이 있다. 그 후 寛政年間(1789-1801)에 江戸砂村에서 가지, 오이 완두 등의 온상재배기록

이 있다.

일본의 육묘재배는 1879년경에 나고야 부근에서 시작되었으며 1897년경에는 愛知縣이 축성재배의 기지가 되었다고 한다. 그래서 1901년 愛知縣에 시험장이 생겨 축성재배 시험을 통해 나온 기술을 전국에 보급하였다.

농가에서 영리재배를 위해 유리온실을 사용한 것은 1907년 이후라고 하며 1916년 静岡縣 三保에 개량형 양지봉식 온실이 생겨서 영리재배가 시작되었다고 한다. 1923년 관동대지진이 일어난 것이 계기가 되어 수송원예가 발달되게 되었으며 그에 따라 지역별로 유리온실 발전이 이루어졌다. 그래서 2차대전이 시작된 1941년에 유리온실 총면적은 147.6ha에 달했는데, 그 당시 静岡縣 三保에서 오이, 토마토가 그리고 袋井 주위의 멜론 그리고 岡山에 포도가 유명했다고 한다.

그러나 전쟁이 계속되었던 1941~45년 사이는 원예생산이 사실상 불가능했으며 2차대전이 끝나고 시설채소 생산이 회복되었다. 그래서 1951년

표 5. 유럽시설 원예 발전단계(Muizenberg, 1943. 1952)

세기 항목	15	16	17	18	19	20	
발전의 계기가 된 나라	북이탈리아	북이탈리아 중부유럽	네덜란드	네덜란드, 영국	영국, 미국	미국, 네덜란드 (일본)	
온실형태	벽이용 벗짚피복	지하저장 및 헛간, 광을 이용	오렌저리 (Orangery)	반지봉식	양지봉식	공조식은실	
광 제어	.	.	한면만 자연광이용	2/4 한면빛이용	모든면의 빛 이용	자연광+ 인공광이용	
크 기	.	.	0.10×0.15m	0.25×0.4m	0.45×0.50m, 0.72×1.42m	0.6×1.0, 2.0, 3.0m	
난방 시스템	난방 generation	동물분뇨	석탄	Orangery에 난로를 이용	유리온실밖에 난방기 설치	많은 온실에서 보일러실 설치	전기난방, 태양 난방, 폐열난방
	난방 수단	.	시설내의 석탄화로	난로 오븐	연기연통	난방시스템 파이프	전기
	연료	.	숯, 석탄, 초	나무피트, 토탄	석탄	석탄, 조개탄	유류, 천연가스, 원자에너지
	열전달	.	주로 복사열	주로 대류열 이용	연기연통 이용	파이프, 튜브로부터 방열	높고 낮은 전압선에서 변압
	열운반체	.	열선	대류	대류열	온수증기	전기, 온풍
환 기	.	덧문	빛장창문 (bar-window)	샤시창문	회전으로 지켜올리는 창문	전기환기	
재배가능성	보호물	피한재배	개량된 피한재배	축성	겨울재배	주년재배	
주요작물	.	.	오렌지	과인에플	열대식물, 난, 야자	토마토, 오이, 딸기, 장미 카네이션, 난	

에는 약 100ha수준에 달했으며 그후 꾸준한 발전을 기해 과수의 경우 유리온실이 1965년 131ha였는데 1989년은 214ha가 되었다.

채소에 있어 유리온실은 1989년 현재 1940ha인데 愛知縣(약 580ha)과 靜岡縣(약 650ha)이 가장 많은 면적을 차지하고 있다.

시설원예에 비닐의 응용은 한국전쟁에 의해 일

본의 경제가 부흥하던 1950년대 초부터 시작되어 1953년에 많이 보급되었으며, 1965년에는 완전 실용화되어 상당한 발전을 가져왔다. 1989년 현재 일본에는 약 33,000ha의 비닐하우스가 1991년 현재 45,033ha로 증가했다(표 6). 비닐하우스구조는 처음에 나무였으나, 1955년경에 골재가 철관으로 바뀌기 시작하면서 연동하우스로 만들어 졌다고

한다. 1961년 농업구조개선 사업이 시행되면서 지정채소 산지의 생산출하 근대화사업에 박차를 기해 제도용자가 이루어져 시설원에 발전의 계기가 되었다. 그래서 1962년에 강관을 이용하는 간편한 파이프 하우스가 만들어졌으며 근래 시설원예의 80%가 파이프 하우스로 구축되는 결과를 가져왔다. 1973년의 오일소크 이후에 피복재 개발, 태양열, 폐열 이용법 등이 소개되고 대체 에너지 개발에 관심을 가져 큰 성과를 보았다. 근래와서 보다 생력화되고 자동화 기기가 개발되었으며 컴퓨터에 의해 제어하는 유리온실 등이 생산되서 현재는 비가림법 등을 이용하는 간이형과 고도의 기술을 요

하는 고도(중)장비형의 두가지 형태로 나누어져 발전하는 경향이 뚜렷하다.

채소농가 79만호중 시설원에 농가는 약 25만호이며 시설 총면적은 42,715ha이다. 시설농가수는 1985년까지 증가하다가 1990년에는 다소 감소하는 경향을 보였으나 시설농가의 호당 면적은 20년동안 2.5배가 늘었다.

1991년의 통계를 보면 좀 더 증가해 총 51,184ha의 시설면적을 가지며 그 가운데 49,052ha(95.8%)가 플라스틱온실이며 2,132ha가 유리온실로서 재배면적으로는 세계 최대라고 이야기하고 있다.

표 6. 시설원예 농가수와 시설면적³⁾

년도	시설농가 (호)	시설총면적 (ha)	시설농가호당 시설면적 (a)	비닐하우스		유리온실	
				농가수(호)	면적(ha)	농가수(호)	면적(ha)
1970	130,020	9,056	7.0	121,260	8,459	14,430	597
1975	172,190	18,760	10.9	162,230	17,760	16,890	1,001
1980	203,310	27,091	13.3	194,710	25,687	17,050	1,405
1985	253,530	34,000	13.4	323,290	32,329	17,380	1,671
1990	243,820	42,715	17.5	408,150	40,815	15,810	1,900

시설원예에 있어 채소최대면적은 전체의 68.1%를 차지하고 과수는 19.3%, 그리고 화훼가 12.6%로서 시설채소가 약 70%를 차지한다.

표 7. 일본의 온실면적(1991)

(단위:1000m²)

온실종류		설치면적	재배면적
유리온실	채 소	8,615	19,262
	화 훼	10,621	14,582
	과 수	2,080	2,090
	계	21,316	35,934
플라스틱 온실	채 소	339,721	465,696
	화 훼	54,154	69,929
	과 수	56,463	56,615
	계	450,338	592,240

시설채소중에 작부면적은 가장 많이 재배하는 작물이 딸기이며 그 외 일반메론, 토마토 등의 순서이다. 딸기재배면적(1991)은 6,879ha, 일반메론 6,438ha, 오이 6,042ha, 그리고 토마토가 5,974ha이다. 그 외 주요작물은 시금치 3,978ha, 수박 3,506ha, 온실멜론 2,670ha이다. 화훼에는 국화가 2,228ha, 과수에는 포도가 3,412ha이다.

시설원예의 주종은 과채류이나 시금치가 유일하게 3,000ha를 넘고, 기타 채소중에는 부추 1,045ha, 아스파라거스 858ha, 숙곳 809ha, 파 697ha, 꼬투리용 강낭콩 644ha 등이다. 앞으로는 머위, 무, 산채류가 증가되리라 예상하고 있다.

또한 특징적인 것은 일본의 경우 여름에 우리나라 보다 습하여 비가림재배가 많이 이루어지는데 1991년 현재 일본의 비가림 재배시설은 11,413ha로서 가장 많은 작물은 채소의 경우는 시금치(1,928ha)와

토마토(1,579ha)이며 총 채소의 비가림면적은 6,561ha 이다. 화훼는 국화(187ha)를 포함해서 834ha 이며, 과수는 포도(2,828ha)와 버찌(830ha)가 주류를 이룬다.

에너지 절약형 설비의 보급현황을 보면 1991년 총 시설면적 51,184ha중에 커텐설비가 22,455(44%), 가온설비 18,697ha(36%), 가온 및 커텐설비가 14,132ha(27%), 변온관리시설이 9,108ha(17%)가 되어 있다.

현재는 석유가격이 안정되어 있으므로 대체에너지를 이용한 시설이 낮은 것이 특징인데 가온시설을 보면 석유가 주를 이루고 두번째가 지하수 이용이다.

양액재배의 현황을 보면 다음과 같다. 가장 많은 재배면적은 삼엽채(미쯔바)로서 전체의 40.9%를 차지하고 다음이 토마토 21.3%, 그리고 무쌈 12.8%순서이다. 최근 몇 년 사이에 무쌈은 감소하나 파와 반결구상추(butter head type)는 급증하는데 이는 대단위 온실을 이용한 공장적 대량생산에 따르는 것으로 판단된다.

양액재배방식을 보면 가장 많은 재배면적이 담액수경(47.8%)이며 다음이 암면경(25.4%), 그리고 NFT(18.1%)의 순서이며 그 외 재배방법은 큰 의미가 없다.

최근 일본은 식물공장에 대한 연구가 많이 이루어지고 있는데 대부분 자연광 이용형의 식물공장이 주를 이루고 인공광은 1-2개가 있다. 또한 인공광과 자연광을 이용하는 복합형도 있는데 1991년 현재 일본의 주요 식물공장을 보면 표 8과 같다.

표 8. 일본의 식물공장

설 치 장 소	이동여부	광이용형	재배작물
일본 교육대	입체형	복합 이용형	시금치, 기타
나라 농업시험장	입체형	자연광 이용	시금치
오사카 농림기술센터	이동형	자연광 이용	삼엽채
나고야시 농업센터	이동형	복합 이용형	일반 엽채류
농업기계화 연구센터	이동형	자연광 이용	가지
연초 시험장	이동형	자연광 이용	연초
일본 전자공업진흥협회	이동형	인공광 이용	엽채류,과채류
전력 중앙연구소	이동형	복합 이용형	일반 엽채류
Q.P. 식품	이동형	인공광 이용	반결구 상추

일본 시설원예가 당면한 기술적인면에서 가장 큰 과제는 에너지 절감형의 재배방법의 도입, 생산성 향상, 그리고 제반 비용의 절감을 극대화 시키는 것이다.

그를 위해 신기술을 개발하는데 적극적으로 노력하고 있는데 중요한 것을 몇가지 간추려 보면 시설내의 환경제어기술의 개발과 보급, 다양한 시설자재를 합리적으로 결합시켜서 최대의 성능을 발휘하도록 하며, 그 외 연작장해, 병충해 방제, 시설용 품종육성과 과잉생산에 따른 신작물 도입 등에 신경을 쓰고 있다. 아울러 새로운 소비창출을 위한 홍보를 시설농가 전체가 힘을 모아 노력하고 있다.

그러나 채소 생산지에 있어서는 농촌 생산자의 고령화와 후계자 부족 등의 문제가 생겨서 생산지 유지가 어려운 점까지 생겨 시설원예가 밝지만은 않다. 그 외 시장가격의 불안정, 수익성 저하, 생산기간 미정비 등이 대두되고 있다. 그러므로 컴퓨터를 이용한 자동화 연구와 실용화 및 이들 제반 문제점 해결을 위해서 원예시험장과 관련 기업체 등에서 많은 노력을 하고 있다.

일본이 세계적인 선진국으로 가기위해 가장 문제가 되는 것은 환경의 보전에 있는 바 세계 최고의 비닐하우스 재배 면적을 자랑하는 만큼 폐비닐의 처리에 대한 다각적인 연구가 환경관련 분야의 협조를 얻어 진행되고 있으며, 양액재배의 경우 양액이 흘러 지하수를 오염시키는 것을 방지하는 것에 대한 연구도 서두르고 있다.

4. 결 론

서양의 시설원예는 그 역사가 이미 100여년이 넘어서고 있으며 그 연구의 내용도 심화되고 있다. 그래서 유리는실등의 시설면적은 유럽주요국가들이 연평균 2-3%의 수준으로 증가하고 있는데 그 원인은 농촌노동력의 감소와 함께 온실구축이 환경이나 도시계획 또는 난방비 등의 원인으로 증가추세가 둔해졌기 때문으로 본다. 그러나 네덜란드에서 토마토의 예를 들어볼 때 단위면적당 수량은 15년 동안 100%증가해서 매년 10%의 증가폭을 나타낸 셈이다. 따라서 같은 기간에 재배기

술은 식물의 최적환경을 인위적으로 조절하므로써 단위면적당 수량이 최고 수준에 달하고 있는데 앞으로 시설내 원예작물생산은 고품질생산의 방향으로 나아가리라 보며 시설은 보다 생력화의 방향으로 발전하리라 본다.

앞으로 유럽의 경우는 동구권의 몰락과 함께 원예산업이 발전하지 못한다면 네덜란드 등 원예강국이 보다 발전할 수 있는 계기가 될 수도 있다고 생각된다.

5. 참고문헌

1. Benoit, F. 1990. Economic aspects of ecologically sound soilless growing methods. European vegetable R&D Centre.
2. Hanan et al. 1978. Greenhouse management. Springer Verlag.
3. 西貞夫. 1992. 施設園藝：過去 現狀と展望. 日本施設園藝協會. pp. 1-15.
4. Nelson, V.P. 1991. Greenhouse operation and management. Prentice-Hall Int.
5. 日本施設園藝協會. 1992. 野菜關係の基本データ. pp. 1-30.
6. 朴權瑛, 金永植. 1993. 水耕栽培의 理論과 實際. 高麗大學校出版部.
7. Von den Muijzenberg, E.W.B. 1980. A history of greenhouse. IMAG. Netherland.
8. Walls, I. G. 1973. The complete book of greenhouse gardening. The N. Y. Times Book Co.
9. Von Zabeltitz, C. 1978. Gewachsauser. Verlag Eugen. Ulmer.

학 회 광 고

한국생물생산시설환경학회에서는 본 학회의 취지에 찬동하는 개인 및 단체(구독, 찬조)회원을 아래와 같이 접수하고 있사오니 많은 참여를 바랍니다.

- 아 래 -

1. 회원가입접수 : 수시접수
2. 회원가입방법 : 학회지에 삽입된 입회원서에 기재
3. 회비(입회비) : 정회원 20,000원, 준회원 10,000원
구독회원 40,000원, 종신회원 200,000원
찬조회원 1구좌 이상 「1구좌 150,000원」
4. 접 수 처 : 본 학회 사무국