

몽골 채소재배온실 설치사업 사례

이 현 우 · 손 정 익*

경북대학교 농업생명과학대학

*서울대학교 농업생명과학대학



1. 서 론

필자는 한국국제협력단(KOICA)에서 지원하는 몽골 채소재배온실 설치사업의 현장조사단으로 2007년 8월 20일부터 8월 24일까지와 2008년 4월 6일부터 4월 12일까지 2회에 걸쳐 파견되어 현장조사 및 사업의 추진계획 수립에 참여할 기회를 갖게 되었다. 이 사업은 몽골의 식량농업부 산하 정책시행 및 조정팀(Policy Implementation and Coordination Department, Ministry of Food and Agriculture)에서 원조를 요청하여 시작되었다.

몽골은 6월부터 9월까지의 짧은 여름을 제외하면 혹한의 대륙성기후를 갖고 있기 때문에, 온실을 이용하여 재배시기를 연장함으로써 신선한 고품질의 채소를 공급할 필요가 있다. 1972년 구소련과 불가리아로부터 자금과 기술을 지원받아 건설한 6 ha 규모의 온실을 현재까지 사용하고 있으며, 1998년부터 2003년까지의 1차 녹색혁명 프로그램에 따라 230여개의 플라스틱 온실을 건설하여 229.6톤의 시설채소를 수확하는 성과를 거둔 바 있다. 하지만, 몽골은 현재 전체 채소 소비량의 30% 정도만 자급자족하고 있으며, 시설채소재배는 전체 채소수확량의 0.5%에 머물고 있는 실정이다. 따라서 몽골정부는 보다 다양한 채소종류 및 채소생산 가능시기를 연장하기 위해 2005년부터 2012년까지 2차 녹색혁명의 일환으로 온실을 이용한 시설 채소재배 전략을 추진 중에 있다. 몽골 측은 국내 채소생산을 증

가시키고 동시에 다양한 작물의 재배를 위하여 시설원예기술 보급과 시설작물재배를 위한 온실설치 사업을 요청하게 되었다.

원조신청서상의 사업기간과 총사업비는 2년(2008-2009년)과 1,380천 달러이다. 원조신청서에 기술된 사업의 목표는, 시설 채소생산을 위한 자영농민들의 참여를 유도/지원하고, 2009년 말까지 시설원에 종사자의 수를 2배로 증가시키고, 향후 5년간 채소공급을 30-35% 증가와 함께 총 채소생산 중 시설채소를 20-25%까지 확대하기 위하여, 몽골 현지여건에 적합하고 에너지 효율성이 뛰어난 온실을 설치하고, 시설원에 종사자들에게 최신 정보제공 및 경험을 전수하며, 현재의 시설재배기술을 개선함으로써, 우수한 상업 영농체계를 촉진시키는 것 등이다. 이를 위한 구체적인 원조사업신청내용은, 몽골에 적합한 온실 설치, 한국 전문가의 몽골 파견, 한국에서 몽골 연수생 훈련, 기타 운영/관리 비용 지원 등이다.

필자를 포함한 현장조사단은 이러한 원조신청서상의 내용을 토대로 현장조사를 실시하였으며, 본고에서는 현장조사와 사업협의 및 사업추진계획 수립과정에서 얻어진 결과를 소개하여 향후 KOICA에서 이루어지는 농업시설설치 지원사업의 추진계획 수립시 참고자료로 활용될 수 있도록 하고자 한다.

2. 사업개요

가. 사업명 : (국문) 몽골 채소재배 온실 설치 지원사업
(영문) The Project for the Establishment of Greenhouse for Vegetable Cultivation

나. 사업규모 및 기간 : 1,330백만원 /2년
(2008 ~ 2009)

다. 사업목적 :

- ① 온실단지를 설치하고 체계적인 재배기술을 보급하여 몽골의 채소공급 능력을 향상시킴
- ② 관련 인력의 기술수준 및 지식을 향상시켜 농가의 소득을 증대시킴
- ③ 채소생산을 다양화 하여 몽골 정부에서 추진 중인 “녹색혁명 프로그램(2005-2012)”에 기여함
- ④ 사업을 성공적으로 수행하여 양국가간의 우호 관계를 다짐

라. 사업목표 :

- ① 울란바타르에 상업용 플라스틱온실 단지 설치
- ② 다르항에 상업용 플라스틱온실 단지 설치
- ③ 다르항에 연구용 유리온실 및 플라스틱온실 설치
- ④ 국내초청 연수 및 전문가 파견

마. 사업지역 :

- ① 울란바타르(Ulaanbaatar) 주변 기업형 온실단지

(Tumen Suikh)내 부지

② 다르항(Darkhan-Uul) 식물과학농업훈련연구소(PSARTI, Plant Science and Agricultural Training Institute) 인근 부지

③ 다르항 식물과학농업훈련연구소(PSARTI) 내 부지
바. 수혜그룹 : ① 식물과학농업훈련연구소(PSARTI)
② 몽골 채소재배 전문가 및 농가

사. 주요 사업내용

- ① 울란바타르 지역 온실설치 :
상업용 2중피복 플라스틱온실 12개동 (4,200m²) 설치
- ② 다르항 지역 온실설치 :
연구용 유리온실 1개동(450m²) 설치
연구용 2중피복 플라스틱온실 3개동(1,166m²) 설치
상업용 2중피복 플라스틱온실 9개동(3,498m²) 설치
- ③ 연수생 초청(2개 과정 10명) :
온실작물 재배분야 (8명 x 4주)
온실환경 및 시설 관리분야(2명 x 4주)
- ④ 전문가 파견(2개 분야 2명) :
온실작물 재배분야(1명x8개월)
온실환경 및 시설 관리분야(1명x1개월)

아. 몽골측 사업 수행기관

식량농업부(Ministry of Food and Agriculture)



그림 1 사업지역(울란바타르 및 다르항) 위치도

3. 조사활동 내용 및 타당성검토

2007년 8월 20일부터 8월 24일까지 현장 사전조사를 실시하였고 2008년 4월 6일부터 4월 12일까지의 실시협 의 조사를 실시하였으며 활동내용은 다음과 같다.

가. 사전조사 활동내용

1) 주재국 관계자 회의

4차례에 걸쳐 주재국 관계자들과 회의를 가지면서 현재 몽골 시설원예의 전반적인 내용에 관하여 설명을 듣고, 본 사업의 타당성, 실시여건 및 지원태세 등에 대해 기술적인 협의의 하였으며, 연구 및 교육용 유리온실 설치와 관련하여 사업 타당성, 실시여건 및 지원태세 등에 대해 협의하였다. 연구 및 교육용 첨단온실이 절실히 필요하고 가능한 내구성이 큰 유리를 사용하는 것을 희망하였다. 화력발전소의 폐열을 이용하는 중앙난방배관의 설치 공사가 시작되므로 추후 유리온실에 사계절 난방에 이용할 수 있음을 확인하였다. 본 사업의 효과를 극대화하기 위하여 PSARTI에 유리온실 1동 이외에 각 아이막에 설치하는 온실과 동일한 플라스틱 온실 1동을 설치하는 것으로 결정하였다. 특히, 사업기간이 종료된 이후 사업의 효과가 지속적으로 나타날 수 있도록 각 온실의 유지 관리 및 기술훈련 체계에 대하여 설명을 들었으며, 사후의 지속적인 관리에 대한 확고한 의지가 있음을 최종 확인하였다.

2) 관계기관 및 현장 실태 파악

① 관계기관

○식량농업부 농업기술팀(Crop production, Agricultural Machinery & Technology Division): 몽골 내 작물, 기술, 농업기계, 시설원예 분야의 정책 및 제도 개발을 총괄하고 있는 기술 실무 부서임. 녹색혁명 프로그램을 관장하며, 온실 설치에 관한 본 프로젝트를 기술적으로 지원하는 부서이다.

○식량농업부 정책시행 및 조정국(Policy Implementation & Coordination Department): 농업기술팀의 상위 부서로 몽골 내 사업 조정 및 정책시행을 담당하며, 본 사업을 관장하고 있는 부서이다.

○식량농업부 국립농업기술보급센터(National Agricultural Extension Center): 본 사업이 시행될 경우,

각 아이막의 온실 관리 및 기술 보급에 관련된 업무를 수행할 예정이다

○식물과학농업훈련연구소(PSARTI): 몽골국립농업대학교와 연계된 국립농업연구소이며, 산하에 Darkahn 농업대학(학생 1,200명)을 두고 있으며, 작물의 품종개선과 종자개발, 작물재배기술개발, 토양개선 및 식물보호 분야 등에 관하여 중점적으로 연구하고 있는 기관이다.

② 온실작물재배 현장

○울란바타르 주변 기업형 온실단지 (Tumen Suikh) 사업부지로 결정되어 실시협의 조사활동에서 조사한 내용이기 때문에 사업부지 설명회에서 기술한다.

○울란바타르 주변 개인 농가

은퇴한 몽골인 부부가 1998년부터 운영하고 있는 6개동의 낙후된 목재플라스틱 온실 (총 약 3,000 m² 규모)에서 오이, 토마토, 파프리카를 재배하고 있고, 품질은 중-하 수준이었다. 재배기간은 1작기로 5월 중순부터 9월말까지 약 4개월 반 정도이지만, 농가에 의하면 연간 순수익이 약 3,000만 투그릭 정도로 몽골에서는 매우 높은 소득 수준이었다. 재배와 관련된 체계적인 기술교육을 받은 적은 거의 없고 이웃과 경험을 나누면서 재배하고 있었다. 추후 온실의 규모를 확대하고 시설을 현대화하기를 원하고, 온실운영 및 재배관련 기술교육을 받기를 희망하고 있었다.

○준모트시 시설원예 단지(강원도 타운)

강원도에서 자체적으로 준모트시의 시설원예단지를 조성하는 사업으로 노지와 온실재배를 병행하여, 현지 실정에 적합한 환경관리 및 재배기술을 보급하고 있었다. 온실 설치 및 운영과정에서 발생한 여러 가지 문제점과 개선방법에 관하여 의견을 교환하였다. 실제로 지속적인 유지 관리체계가 미흡하고, 상호간 기술교류 체계가 원활하지 않기 때문에 다소 문제 발생 소지가 있는 것으로 확인되었다. 우리나라의 발전된 온실관련 기술의 체계적인 보급이 절실히 필요하다는 의견을 같이 하였다.

○울란바타르 주변 기업형 온실단지 (Devshil-Trade)

1972년에 구 소련 연방하에 있던 불가리아로부터 지원을 받아서 설치된 유리온실단지이다. 1.5 ha 유리온실 4개동으로 총 6 ha로 시작하였지만, 1990년대 초기의 사유화 과정에서 Devshil-Trade와 Agro-Amagalan의 2개 회사로 각각 3 ha로 분리되었다. 브랜드화된 토마토(독일



개인농가 온실



준모트시 강원도농업타운

그림 2 울란바타르 주변 온실

품종)와 오이(이스라엘 품종)를 생산하며 울란바타르에 필요한 물량의 30%를 공급하는 최선두 주자이다. 1996년에 기술적인 혁신을 시도하여 이스라엘에서 지원된 점적 관수 시스템을 사용하고 있다. 화력발전소의 폐열을 이용한 중앙난방시스템을 도입하여 사계절 난방을 사용하고 있으나, 보온시설이 충분하지 않아 열손실이 많은 것으로 판단된다. 현재 독일 단체(NMCP)와 협력관계에 있다. 현재 500-600톤의 오이와 200-250톤의 토마토를 생산하고 있으며, 1년 수익이 100만 달러(USD)이며 수입의 30%가 난방, 20-25%가 각종 자재와 인건비에 사용되고 있다. 재배기간은 12월 중순부터 육묘를 시작하여 11월 초에 수확이 끝나며, 약 11개월 정도 재배한다. 난방비용이 많이 들어가지만, 현재 수익을 올리고 있으며, 종자, 비료 등을 포함한 각종 자재는 몽골에서 생산하지 않기 때문에 전부 외국에서 수입하는 상황이다.

3) 현장여건

① 기상조건

대상지역의 입지조건, 온도, 강수량, 일조, 풍속, 주풍향, 적설, 우박, 경작면적, 토양조건, 수량, 수질 등을 조사하였다.

② 온실 에너지공급원

석탄은 몽골 지역에 매장되어 있는 풍부한 에너지 자원이며, 기존의 온실에도 석탄보일러가 사용되고 있다. 설치 예정인 플라스틱 온실에 에너지 공급원으로 적용이 가능할 것이다. 화력발전소로부터 공급되고 있는 일반 주거용 난방에너지를 상업용 온실에 사용할 수 있을 것이다.

③ 시설작물 종류 및 재배 수준

현재의 시설재배 작물은 토마토, 오이, 감자묘, 과수묘, 화훼류 등이며, 추후 전략 시설재배 작물은 토마토, 오이, 화훼류 등이다.

④ 기타 시설재배상 문제점

몽골 기후에 적합한 피복재 (수명이 오래가는 피복재)가 필요하였으며, 본 사업이 시행될 경우, 설치된 온실의 피복재 교체, 유지관리 및 농자재 조달은 식량농업부에서 정책적으로 보장하는 것으로 하였다. 우량 종자, 비료, 농약 등의 적기 조달이 필요하였다. 하절기 고온 극복을 위하여 환기 및 냉방 문제 해결, 효율적인 환기방식과 간단한 냉방 방법의 도입이 필요하였다.

나. 실시협의 조사 활동내용

1) 협의 의사록(R/D) 내용 협의

협의 의사록에는 사업명, 사업비, 사업기간, 주요 사업내용, 사업대상지 등이 기재되고 우리 측 부담사항으로 온실 설치, 전문가파견, 국내초청연수, 기자재지원 등이, 그리고 몽골 측 부담사항으로는 온실설치에 필요한 부지제공을 포함한 제반사항, 각종 행정편의, 파견인력 안전 확보, 연수 대상자 선발, 기타경비 등이 기재되며 이들에 대한 상세한 협의를 하였다.

2) 사업추진 방안 실무 협의

① 식량농업부와의 협의

○한국측 의견

온실의 유지관리 문제, 건축비 절감, 전문가 자문의 효율

성 등을 고려할 때 사업을 성공적으로 수행하기 위해서는 온실의 설치 지역을 2개 지역 정도로 줄여 기술지원 및 관리를 집중시키는 것이 바람직하다고 판단하였으며, 2개 지역에서의 온실사업을 성공시켜 축적된 기술을 다른 지역으로 보급하고, 장기적으로 양 국가가 지원하여 몽골의 기상 에 적합한 온실형태를 개발하고 재배기술을 개발하는 연구를 수행해 나갈 필요가 있다는 의견을 피력하였다. 특히 이 사업은 대상이 작물이기 때문에 실패할 확률이 높아 유지관리가 무엇보다도 중요하다고 강조하였다. 이를 위해서는 본 사업의 지속적인 유지관리를 위한 운영위원회(몽골정부, 한국정부, 한국전문가, 몽골전문가 등으로 구성)의 구성이 필요함을 제안하였다.

○몽골측 의견

울란바타르, 다르항, 에르테넛, 세레게 등 4곳에 온실을 설치해 줄 것을 요구하였으나 설치지역을 두 곳으로 줄이는 한국측 전문가들의 의견에 동의하여 울란바타르와 다르항 두 곳에 온실을 설치하기로 결정하였다. 본 사업의 궁극적인 목적은 한국의 최첨단 온실관련 농업기술을 도입하여 몽골기후에 적합한 기술로 개발하여 상업화 하고 경제성 있는 몽골형 온실을 개발하는 것이므로 이 점을 고려하여 사업을 추진할 필요가 있음을 강조하였다. 이를 위해서 다르항 연구소에 연구온실을 설치하여 온실의 유지관리, 재배, 환경조절 등에 관한 연구를 실시하고 결과를 상업용 온실 개발에 적용해 나갈 필요가 있으며, 기술개발과 함께 인력양성이 중요함을 강조하였다.

○양측이 합의한 내용

울란바타르 지역에 상업용 2중피복 플라스틱온실을 설치하고 다르항 지역에 연구용 유리온실, 연구용 2중피복 플라스틱온실, 상업용 2중피복 플라스틱온실을 설치하기로 합의하였다. 온실작물 재배분야(8명 x 4주)와 온실환경 및 시설 관리분야(2명 x 4주)에 연수생을 초청하기로 합의하였고, 온실작물 재배분야(1명x8개월) 및 온실환경 및 시설 관리분야(1명x1개월)에 전문가를 파견하기로 합의하였다.

○특기사항

추위로 인하여 공사가 가능한 기간이 6개월 정도(4월 중순 - 10월 중순)밖에 되지 않기 때문에 수위계약을 실시하여 조속히 공사를 시작할 필요가 있었다. 본 사업의 성공적인 유지관리를 위하여 몽골정부, 한국정부, 한국전문가, 몽

골전문가 등으로 구성된 운영위원회의 발족이 요구되었다.

② 식량농업청과의 협의

○한국측 의견

다르항 지역의 기상조건에 안전한 온실형태를 결정하기 위해서는 이 지역의 정확한 기상자료(최대적설심 및 순간 최대풍속)가 필요하고 온실의 설치 장소는 차량의 접근성이 좋고, 물과 전기의 공급이 가능한 곳으로 추천되어야 하며 체크리스트에 대한 몽골측의 답변이 불충분함을 지적하였다.

○몽골측 의견 :

작물의 온실재배 가능 시기는 난방을 하지 않을 경우 4월 말~10월 중순이고, 난방을 할 경우 3월 중순 ~ 11월 중순이며, 상업용으로 보급할 형태의 온실이기 때문에 난방 방식은 개별난방이 바람직하다는 의견을 제시하였다. 또한, 온실에 재배할 작물은 토마토, 오이 등 고온성 작물로 재배를 시작하여 기술을 전수하는 것이 바람직하다는 의견을 제시하였다.

○특기사항

온실을 운영하고 관리할 수 있는 재배농가를 신중하게 결정할 필요가 있었고, 설하중에 대한 온실구조의 안전성 검토가 우선적으로 이루어질 필요가 있었다.

③ 식물과학농업훈련연구소(PSARTI)와의 협의

연구소내에 연구용 유리온실과 연구용 2중피복 플라스틱 온실을 설치하기로 합의하였고, 지역난방관에서부터 연구용 유리온실까지의 온수배관은 연구소에서 경비를 부담하여 설치하기로 하였다.

3) 사업대상지 현장 실사

① 울란바타르 상업용 온실 설치대상 부지 방문

부지는 울란바타르 주변의 기업형 온실단지(Tumen Suikh)의 내부이며 온실설치 예정부지를 소개 받고 온실 배치 방안에 대하여 협의를 하였다. 기존의 시설 현황 및 입지조건은 다음과 같다.

○기존시설 현황

1998년에 플라스틱 온실로 시작하여 2000년도에 네덜란드에서 자재를 지원받아 자체적으로 2,000 m² 규모의 유리온실을 시공하여 오이를 재배하고 있었다. 점적 관수 시스템을 도입하고 있으며, 석탄보일러를 사용한 개별 온수난방시스템을 이용하여 재배기간을 약 4개월 정도 연장



유리온실 외부



석탄보일러



기존의 연동플라스틱온실



유리온실 설치 모습

그림 3 기존온실 관련 사진

하고 있으나, 1중 유리이외의 보온시설이 갖춰져 있지 않아 열손실이 많았고, 환기가 매우 불량한 형태이다. 2007년부터 화력발전소의 폐열을 이용한 중앙난방시스템을 도입하여 Devshil-Trade 회사와 동일한 사계절 난방을 이용한 작물생산을 계획하고 있고, 담당자에 의하면 흑자수익을 예상하고 있다고 한다. 조사단에 의하면 지역에 적합한 온실형태를 개발하여 대체할 필요가 있다고 판단되었다. 자재 구입은 성공적인 온실 운영을 위해서 필요한 부분이며, 온실재배기술 부족으로 실패한 경험이 있으며, 재배 관련 기술교육을 희망하고 있었다. 다른 지역에 설치되어 사용되던 온실 자재를 재사용하여 유리온실을 시공하고 있었다. 시공은 온실전문가가 아닌 일반 기술자가 골조를 조립하고 있었다. 온실은 연동형태이며 남북동으로 설치되었다.

○입지조건 분석

대상지는 사유지로서 개인이 다년간 온실재배를 실시한

경험이 있기 때문에 설치될 온실을 효율적으로 관리할 수 있을 것으로 기대되며 이 지역 환경에서의 풍부한 재배경험이 있기 때문에 예기치 못한 문제점이 발생하더라도 대처할 수 있는 능력이 충분할 것으로 판단되었다. 사유지기 때문에 설치될 온실의 소유권은 식량농업부가 갖고 운영권은 이곳 책임자가 갖는 것으로 계약을 체결하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 개인 농가에서 온실을 운영할 경우 축적된 기술이 다른 농가로 전수되지 못하는 문제점이 발생할 가능성이 있기 때문에 본 사업은 정부의 책임 하에 식량농업부에서 직접 교육을 추진하여야 할 것으로 판단되었다. 이 지역의 재배경험으로 판단했을 때 온실을 연동형태로 설치할 경우 적설하중과 풍하중에 대해서 구조적으로 큰 문제가 없을 것으로 판단되었다. 이 지역에서는 지역온수난방시스템을 활용할 수 있으나 장래에 온실을 다른 지역으로 보급하는 차원에서 개별난방인



부지 인근의 석탄 화력발전소



온실 설치대상 부지 및 관정

그림 4 온실 설치 입지조건 사진(울란바타르 지역)

석탄온풍난방시스템을 도입하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 이 지역에서 온실재배가 가능한 시기는 난방을 하지 않을 경우에는 4월 중순 ~ 10월 중순(6개월)이며, 난방을 하는 경우에는 1월 ~ 10월(10개월)이었다. 온실의 시공이 가능한 시기는 4월 ~ 11월이었고, 주풍향은 북서풍이었으며, 물은 기존의 관정을 이용하여 공급이 가능하였다. 온실의 설치가 가능한 부지면적은 6,000 m²(100 m x 60 m)이며 계획된 상업용 2중피복 플라스틱온실 12개동(4,200 m²)을 설치하기에 적당한 면적인 것으로 판단되었다.

② 다르항 상업용 온실 설치대상 부지 방문

토지관리청에서 제시한 부지는 3곳이며 현황을 요약하면 다음과 같다.

○1지역(연구소 및 아동보호센터 주변지역)

토지관리청장의 견해는 이곳이 청정환경보호구역이기 때문에 매연을 발생시킬 우려가 있는 석탄난방온실의 설치

불가하다고 하였다. 그러나 방문단은 온실의 관리 측면에서 볼 때 가장 적절한 지역으로 판단하였다.

○2지역

도로에서 접근성이 좋고 석탄의 사용이 가능하며 전기의 공급이 가능하나 우물의 설치가 요구되는 지역이며, 사람들의 접근이 많아 유지관리에 문제가 있을 것으로 판단되었다.

○3지역(연구소 인근에 위치한 마을의 주변 지역)

전기의 공급이 가능하고 우물이 가까운 곳에 있으나 도로에서 접근성이 좋지 않았으며, 마을에 너무 가까이 위치해 있기 때문에 많은 사람들에게 노출되어 유지관리에 어려움이 있을 것으로 판단되었고, 도로에서 접근성이 좋지 않아 운영이 비효율적이 될 가능성이 많은 지역으로 판단되었다.

○검토결과

방문단에서는 상기 현황을 검토한 결과 유지관리를 포함



1지역



2지역



3지역

그림 5 온실설치 대상부지(다르항 지역)



그림 6 온실설치 대상 부지(다르항 연구소 뒤편)

한 여러 가지 측면에서 1지역이 상업용 2중피복 플라스틱 온실 9개동(3,050 m²)을 설치하기에 가장 적당한 부지로 판단하고 이 지역의 부지를 제공하여 줄 것을 건의하였다.

③ 다르항 연구용 온실 설치대상 부지 방문

연구소 건물 뒤편에 위치한 부지로 면적은 연구용 유리 온실 1개동(450 m²)과 연구용 2중피복 플라스틱온실 3개동(1,050 m²)을 설치하기에 충분한 것으로 판단되었으며 지역난방시스템을 도입하는데도 큰 문제점이 없어 적절한 부지로 판단되었다.

4) 사업대상지 기상자료 수집 및 분석

① 울란바타르 지역 (1969년- 2007년 울란바타르 기상청 자료)

최고 온도는 가장 높을 때 38℃, 가장 낮을 때 -10℃ 전후이었으며, 최저온도는 가장 낮을 때 -40℃, 가장 높을 때 10℃ 전후이었다. 월별최고온도는 7월에 연도에 따라 38℃에서 24℃까지 분포하였으며, 월별최저온도는 1, 2, 3, 11, 12월에 -40℃에서 -15℃까지 분포하였다. 통상적으로 온실 재배 가능한 4월과 9월의 최저온도가 -8℃에서 -20℃까지 분포하였다. 최대풍속은 가장 강할 때 28 m/s이었으며, 주 풍향은 강풍이 부는 3월-7월 사이에서 북풍 또는 북서풍이었으며, 월별최대풍속은 3월부터 7월 사이에서 28 m/s에서 4 m/s까지 형성되었으며, 6월에 최대풍속의 분포가 가장 컸다. 적설은 주로 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12월에 내리며, 최대적설심은 1969년 4월의 47 cm 과 1978년 4월의 38 cm 이외에는 36년간 평균 15 cm 내외이었다.

② 다르항 지역 (1984년 - 2007년 울란바타르 기상청 자료)

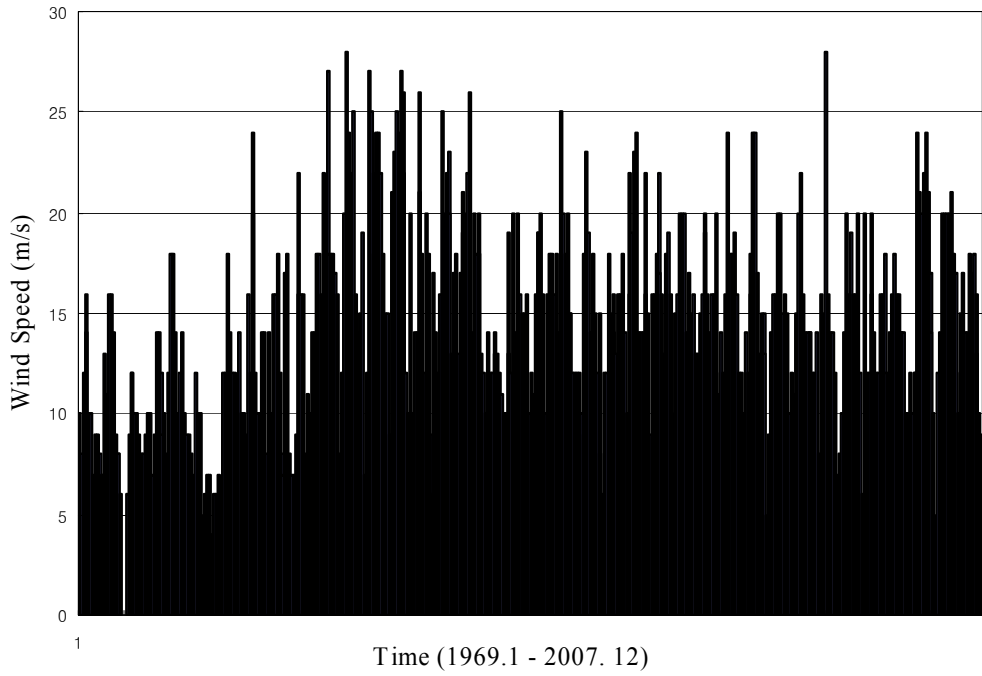
최고 온도는 가장 높을 때 42℃, 가장 낮을 때 -16℃ 전후이었으며, 최저온도는 가장 낮을 때 -42℃, 가장 높을 때 12℃ 전후이었다. 월별최고온도는 7월에 연도에 따라 42℃에서 28℃까지 분포하였으며, 월별최저온도는 1, 2, 3, 11, 12월에 -42℃에서 -19℃까지 분포하였다. 통상적으로 온실재배가 가능한 4월과 9월의 최저온도가 -8℃에서 -22℃까지 분포되었다. 최대풍속은 가장 강할 때 1994년 45 m/s이었으며, 주풍향은 전체적으로 강풍이 부는 3월-7월 사이에서 북서풍이었고, 겨울철에는 남에서 북으로 바람이 불었다. 1995년 2월, 1995년 11월은 45 m/s와 33 m/s 강풍이 불었다. 울란바타르의 적설은 주로 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12월에 내리며, 최대 적설심은 1984년 12월의 47 cm과 2004년 2월의 38 cm 이외에는 22년간 평균 20 cm 내외이었다. 다르항 지역에서 10일 간격으로 일정하게 측정된 최대적설심은 2002년 40 cm, 2003년 48 cm, 2004년 45 cm 이었으나, 특정한 폭설에 대하여 누적 측정된 최대 적설심은 2002년 60 cm, 2003년 60 cm, 2004년 57 cm로서 최대 적설심은 60 cm로 추정되었다.

나. 타당성 검토

1) 몽골 국가정책과의 관계

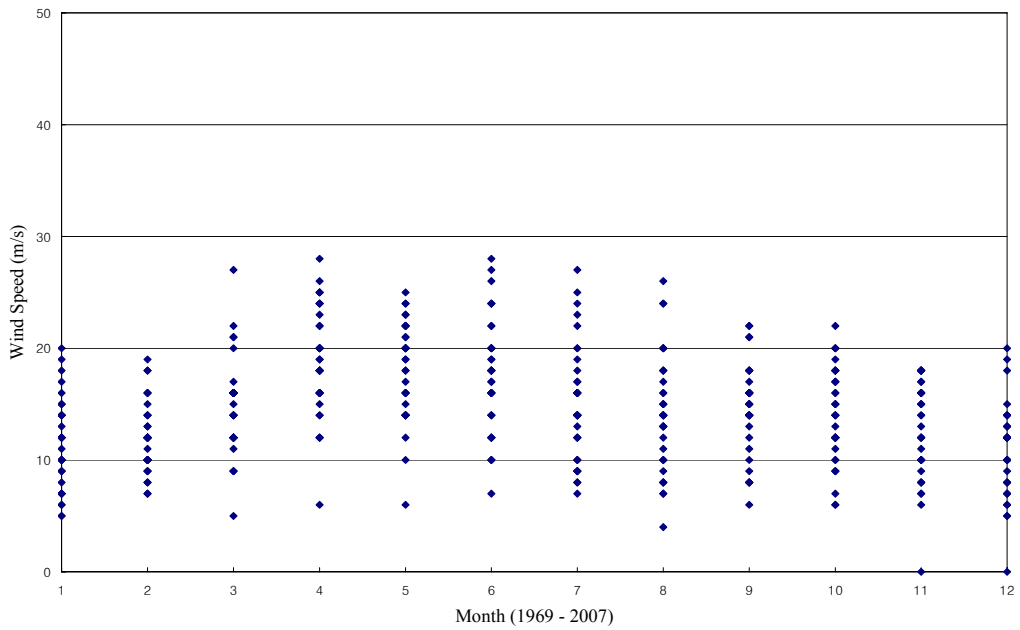
본 사업은 몽골 정부가 Green Revolution National Program(녹색혁명, 2005-2012)의 일환으로 적극적으로 추진 중인 온실 설치 보급 및 시설재배기술 확립과 연계하여 우리정부에 요청한 사업으로 채소 자급률 30% (시설

Maximum Wind Speed in Ulaanbaatar



최대풍속 분포도

Monthly Distribution of Maximum Wind Speed in Ulaanbaatar



월별 최대풍속 분포도

그림 7 울란바타르 지역 풍속 분포도

채소 자급률 0.5%)인 몽골의 현재 상황을 획기적으로 개선하기 위해 정부차원에서 정책적으로 시설원예를 위한 시설과 재배 기술의 확보가 필요한 현실이다. 본 사업의 지원에 의한 온실설치 및 재배기술 보급을 통하여 시설원예 기술 정착, 신선채소 공급체계 확립, 생산성 증대가 가능하게 되어 농업 발전, 국민 건강 증진, 농가 소득 및 삶의 질 향상에 크게 기여할 것으로 판단되기 때문에 몽골 국가 정책과 일치된다.

2) 몽골의 사업추진 의지

이 사업은 몽골 정부가 정책적으로 추진 중인 녹색혁명과 연계되며 정부 차원에서 매우 적극적이며 구체적인 의지를 표명하고 있기 때문에 효율적인 목적 달성이 기대되며, 부가적으로 농업에 관련된 양국간 경제협력 증진에 크게 기여할 것으로 판단되므로 사업에 대한 지원이 타당하다고 판단된다. 특히 실무 부서에서의 구체적인 계획이 의지가 확인되었다.

3) 사업내용 및 기간의 타당성

이번 조사는 당초 몽골 정부가 요청한 내용과 KOICA의 기본계획에 기술된 내용을 기초하여 타당성 조사를 수행하였으며, 사업주관기관 및 온실현장 방문을 통하여 사업의 타당성을 조사하였다. 표제사업은 몽골 정부가 녹색혁명(2005-2012)의 일환으로 적극적으로 추진 중인 온실 설치 보급, 시설재배기술 확립과 연계하여 채소 자급률 30% (시설채소 자급률 0.5%)를 개선하기 위해 3가지 내용을 KOICA에 요청한 바 있다.

세부적으로는, 보급용 에너지 절약형 온실 (2중구조, 석탄난방) 단지를 울란바토르(12동) 및 다르항(9동)에 설치하고, 유리온실 1동(지역난방 이용)과 상기의 에너지 절약형 온실 3동을 교육, 연구 및 보급용으로 다르항의 PSARTI에 설치하고, 온실작물재배 분야와 온실환경조절 및 온실관리 분야의 전문가 파견 및 연수생 훈련을 실시하는 것이다.

결론적으로, 현재 몽골 측의 현재 상황 및 필요성, 사업 내용, 우리나라의 시설원예의 기술적 수준을 고려할 때 표제사업 내용은 타당한 것으로 판단된다.

기본계획에 포함된 사업들은 2년 정도의 사업기간이면 적절할 것으로 판단되며, 온실 생산 기술의 파급효과를 감

안하여 가능한 빠른 시간 내에 사업을 시행할 수 있도록 추진할 필요가 있다. 또한 세부적으로는 2개 지역에 온실을 설치하면서 작물재배 가능기간과 시공 가능기간을 고려하여 온실을 완성해야 한다. 혹한기를 제외한 시공 기간을 감안하고, 가능한 시공한 후에 재배가 가능하도록 사업추진 계획을 작성할 필요가 있다.

4) 기대효과

몽골 측에서는 몽골에 적합한 시설원예 기술의 전수로 몽골 정부가 추진 중인 빈곤감소 및 일자리 창출에 기여할 것이며, 몽골에 적합한 에너지 절약형 온실과 재배 기술 및 지침개발에 기여할 것이다. 또한, 농업을 발전시키고 농민의 소득을 향상시키며, 국민 건강을 증진시키며, 신선한 채소 공급체계를 확립하고 온실 재배를 통해 토지 이용률을 높이게 될 것이다.

우리 측에서는 우수한 시설원예 기술을 전수하고, 몽골의 대륙성 기후에 적합한 온실구조, 환경조절, 재배작물의 연구 기회를 확보하고, 우리 온실 관련자재 및 설비의 수출 기회 확대로 국내 온실 설비 업체의 진출 기회를 확보하게 될 것이다. 또한, 몽골의 시설원예 기술을 발전시키고 소득을 증대시킴으로서, 몽골 국민들의 한국에 대한 우호도를 높이게 될 것이다.

4. 사업의 추진계획

가. 사업수행 체계

몽골 사업 총괄기관은 식량농업부(정책 시행 및 조정국)이며 기술적으로 작물생산 및 농업기술팀이 지원하고, 울란바타르 지역 온실은 식량농업부에서 관리하며, 다르항 지역 온실은 다르항 식량농업청이 관리하고, PSARTI에서 기술 지원한다. KOICA에서 선정한 사업시행자는 KOICA를 창구로 하여 몽골 식량농업부, 다르항 식량농업청, PSARTI와 협의하여야 한다. 원활한 사후 운영 관리를 위해서 다르항 지역은 몽골농업대학 소속인 PSARTI의 전문가들이, 울란바타르 지역은 몽골농업대학 전문가들이 운영 및 기술지원에 참여한다.

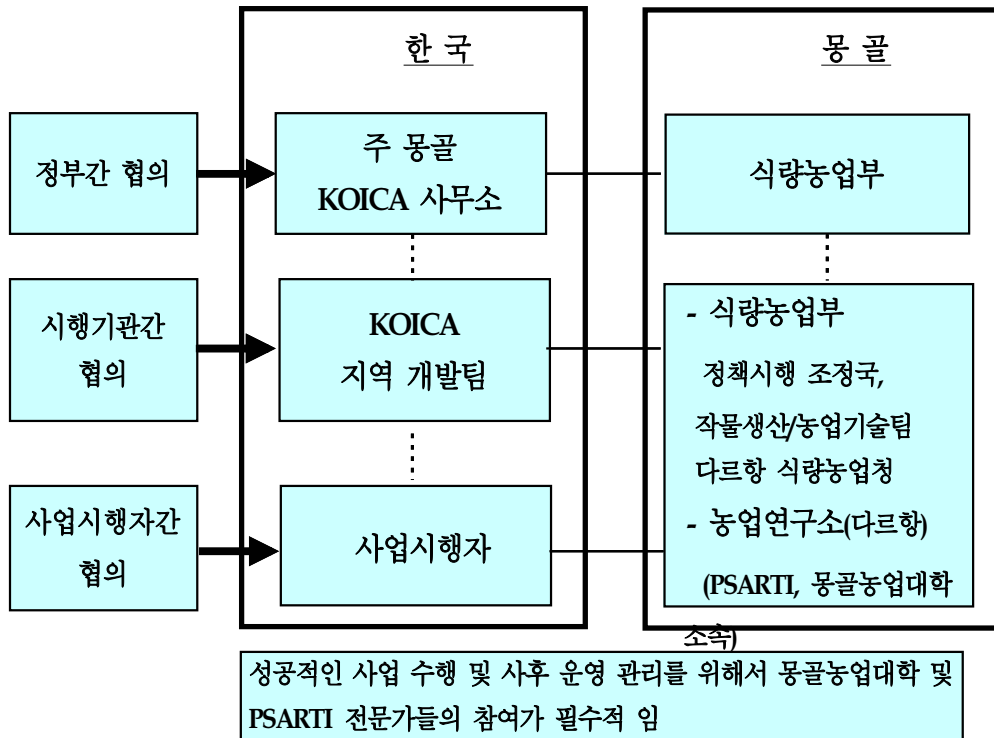
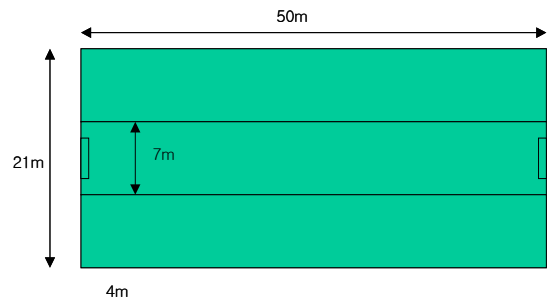


그림 8 사업수행 체계도

나. 온실의 형태 및 규모

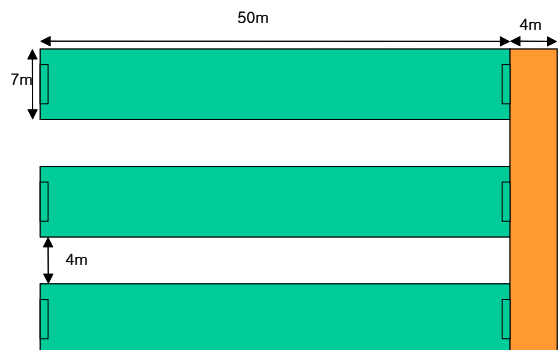
1) 온실 형태의 결정

온실 형태는 설치지역의 설계 풍속과 적설심에 따라 다르지만, 유리온실은 크게 영향을 받지 않는다. 특히, 적설심이 클 경우는 곡부 누적 적설 때문에 가급적 연동을 피하고 단동으로 설치하는 것이 좋다. 울란바타르는 최대 적설심이 48 cm이고, 다르항 지역은 60 cm이기 때문에 울란바타르는 연동도 가능하지만, 다르항 지역은 단동으로 하는 것이 바람직하다. 몽골의 기상조건에 적합한 경제적 온실의 형태(단동 및 연동)가 연구된 바 없기 때문에 3연동을 기본 모듈로 하고, 추후 연구 결과에 따라 다연동으로 확장 가능하다. 시공조건에 따라 온실 길이는 조정 가능하다. 플라스틱온실은 07-자동화-1형을 그리고 유리온실은 3-1S형을 기본모델로 하였다.



② 다르항 온실단지

최대 적설심을 고려하여 3개의 단동과 연결 작업동 1동을 1개 모듈로 하고, 이러한 모듈을 4 m 간격으로 3개 설치한다.



2) 단지별 온실규모

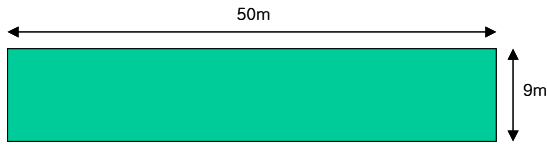
① 울란바타르 온실단지

온실 유지 관리 및 보급 형태 결정을 위하여 3연동을 1개 모듈로 하여 설치하고, 약 4 m 간격으로 이러한 모듈을 4개 설치한다.

③ 다르항 PSARTI 연구온실

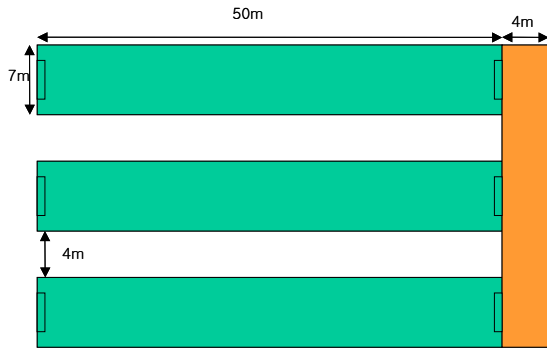
○ 유리온실:

지역 난방을 이용한 연구용 유리온실 1동을 설치한다.



○ 플라스틱 연구온실:

온실의 기본 형태는 다르항 온실단지와 동일하다.



다. 온실의 부대 기능 및 수준

1) 플라스틱 온실

○ 기본 관리 단위

- 기본적으로 3연동 (울란바타르 지역) 또는 3개 단동 모듈 (다르항 지역)을 1개의 관리 기본 모듈로 한다.

○ 구조 형태

- 보온형 2중 피복 구조로 한다.
- 내부에 별도의 수평 보온 커튼을 설치한다.

○ 난방 방식

- 석탄을 이용한 온풍난방기를 사용하며 지역의 최저 기온 분포에 따라서 8개월 - 10개월 재배를 목표로 한다.
- 관리 기본 모듈당 대용량 난방기 1대를 사용하나, 단동일 경우는 난방부하와 시공상 문제에 따라서 난방기를 각각 배치할 수 있다.

○ 열분배방식

효율적인 열분배 및 분포를 위해서 내부에 플라스틱 덕트를 사용한다.

○ 환기시설

- 3연동 온실

천창 개폐장치 (권취식-자동)

측면 개폐장치 (권취식-자동)

수평커튼 장치(1-2중) (예인식 자동)

- 단동 온실

측면 개폐장치 (권취식-자동)

수평커튼 장치(1-2중) (예인식 자동)

○ 피복재 수준

- 외피는 외부 환경변화가 심한 것을 고려하여 2중 구조에서 수명이 긴 PO 필름을 사용한다.

- 내피는 통상적인 연질필름을 사용한다.

○ 환기장치

- 하절기 환기를 위하여 강제 환기팬을 설치한다.

- 내부의 공기 순환을 위해서 내부 공기유동팬을 설치한다.

○ 관수장치

- 점적관수 방식을 사용한다.

- 기본 관리 모듈당 1대의 관수(양수분 공급) 장치를 설치한다.

○ 제어장치(콘트롤 장치)

- 온도와 관수제어를 위하여 난방기, 측창/천창/실내 커튼, 환기팬/순환팬, 관수장치 제어를 위한 콘트롤(판넬) 장치를 설치한다.

- 기본 관리 모듈당 1대의 콘트롤 장치를 설치한다.

2) 유리온실

○ 구조 형태

내부에 별도의 수평 보온 커튼을 설치한다.

○ 난방 방식

- 지역난방열을 이용한 온수난방 방식을 사용한다.

- 열교환기(라디에이터)를 이용하여 열 분배를 한다
- 사용하지 않을 경우는 열교환기의 동파에 주의해야 한다.

○ 환기시설

- 측창(유리)은 수동으로 개폐한다.

- 천창은 모터를 이용하여 자동 개폐한다

- 수평커튼 장치 (예인식 자동)

- 수직커튼 장치 (권취식 자동)

○ 환기장치

- 하절기 환기를 위하여 강제 환기팬을 설치한다.
- 내부의 공기 순환을 위해서 내부 공기유동팬을 설치한다.

○관수장치

- 점적관수 방식을 사용한다.
- 관수(양수분 공급) 장치를 설치한다.

○제어장치(콘트롤 장치)

온도와 관수제어를 위하여 난방기, 천창/실내커튼, 환기팬/순환팬 관수장치 제어를 위한 콘트롤 (판넬) 장치를 설치한다.

3) 기타 공통 사항

- 온실 내부 온도, 온실 외부 광 및 온도 측정 장치 (1개월간 자료 기록장치)를 설치한다.
- 동절기 밀폐도가 높은 플라스틱/유리 온실에서 재배할 경우, 이산화탄소의 공급(발생) 장치가 필요하다.
- 울란바타르와 다르항의 온실 단지의 경우는 관정시설이 필요하다.
- 다르항의 온실 단지의 경우는 관리동과 방풍벽을 겸한 관리용 펜스가 필요하다.

라. 지역별 난방용량 추정

1) 울란바타르 온실단지

○난방용량 추정을 위한 적용 조건

- 고정 조건: 실내 온도 10℃, 열관류율 2.0 kcal/m²/h, 온실표면적 1,570 m², 안전율 1.3적용
- 변동 조건: 작물 재배기간 (4단계)

○재배 기간별 난방용량 추정 (3연동 1모듈)

- 4월 - 10월 (7개월)
난방용량 = 2.0 x 1,570 x (10 - (-20)) x 1.3
= 122,000 (kcal/h)
- 3월 - 11월 (9개월)
난방용량 = 2.0 x 1,570 x (10 - (-30)) x 1.3
= 163,000 (kcal/h)
- 2월 - 12월 (11개월)
난방용량 = 2.0 x 1,570 x (10 - (-38)) x 1.3
= 196,000 (kcal/h)
- 1월 - 12월 (12개월)
난방용량 = 2.0 x 1,570 x (10 - (-40)) x 1.3

$$= 204,000 \text{ (kcal/h)}$$

* 주년재배를 위해서는 11-12개월의 난방량이 필요하다.

2) 다르항 온실단지

○난방용량 추정을 위한 적용 조건

- 고정 조건: 실내 온도 10℃, 열관류율 2.0 kcal/m²/h, 온실표면적 2,340 m², 안전율1.3 적용
- 변동 조건: 작물 재배기간 (4단계)

○재배 기간별 난방용량 추정

- 4월 - 10월 (7개월)
난방용량 = 2.0 x 2,340 x (10 - (-20)) x 1.3
= 183,000 (kcal/h)
- 3월 - 11월 (9개월)
난방용량 = 2.0 x 2,340 x (10 - (-32)) x 1.3
= 256,000 (kcal/h)
- 2월 - 12월 (11개월)
난방용량 = 2.0 x 2,340 x (10 - (-40)) x 1.3
= 304,000 (kcal/h)
- 1월 - 12월 (12개월)
난방용량 = 2.0 x 2,340 x (10 - (-42)) x 1.3
= 316,000 (kcal/h)

* 주년재배를 위해서는 11-12개월의 난방량이 필요하다.

3) PSARTI 유리온실

○난방용량 추정을 위한 적용 조건

- 고정 조건: 실내 온도 10℃, 열관류율 2.8 kcal/m²/h, 온실표면적 820 m², 안전율 1.3 적용
- 변동 조건: 작물 재배기간 (4단계)

○재배 기간별 난방용량 추정

- 4월 - 10월 (7개월)
난방용량 = 2.8 x 820 x (10 - (-20)) x 1.3
= 90,000 (kcal/h)
- 3월 - 11월 (9개월)
난방용량 = 2.8 x 820 x (10 - (-32)) x 1.3
= 125,000 (kcal/h)
- 2월 - 12월 (11개월)
난방용량 = 2.8 x 820 x (10 - (-40)) x 1.3
= 149,000 (kcal/h)
- 1월 - 12월 (12개월)

$$\begin{aligned} \text{난방용량} &= 2.8 \times 820 \times (10 - (-42)) \times 1.3 \\ &= 155,000 \text{ (kcal/h)} \end{aligned}$$

* 주년재배를 위해서는 11-12개월의 난방량이 필요하다.

다. 온실단지의 사후관리 체계

온실 사업은 설치 이후의 운영 관리가 사업의 성패를 좌우한다고 해도 과언이 아닐 정도로 매우 중요하며, 행정적으로는 모든 사업 대상 온실은 몽골 식량농업부 중심으로 관리되지만, 실질적으로는 울란바타르 온실단지는 식량농업부가 직접 관리하고, 다르항 온실 단지는 거리관계로 식량농업부의 감독하에 다르항 식량농업청에서 관리한다. PSARTI 내부의 연구온실은 PSARTI 자체에서 관리한다. 그러나, 시설원에 전문가가 없는 몽골의 실정을 감안할 때, 계속적인 운영 모니터링과 함께 계속적인 기술 지원이 필요하다. 특히 몽골농업대학의 전문가들이 각 대상 온실의 운영 및 재배 상황을 모니터링 하여 국내 전문가와 기술적인 문제에 대하여 연락이 할 수 있도록 한다. 이미 국내 전문가와 몽골농업대학 전문가와는 이러한 내용에 대해서 합의한 바 있다. 또한, KOICA 협력단을 파견하여 운영에 관한 기술적인 내용에 대하여 모니터링하고 이러한 내용을 KOICA와 국내 전문가와 연락할 수 있는 체계를 갖추어야 한다.

바. 연수생 초청

초청될 연수생은 2개 분야에 10명으로서 향후 온실재배에 직접 종사하여 온실재배, 환경조절 및 관리를 담당하게 될 실무 운영진을 선발하여 한국에 초청하여 연수를 실시할 예정이다. 울란바타르와 다르항의 2개지역에서 각 5명씩 총 10명을 선발하여 4주 동안 연수를 받는다. 각 지역별 5명은 온실작물 재배분야 4명, 온실환경조절 및 시설관리 분야 1명으로 구성된다. 추후 원활한 온실 운영관리를 위해서 몽골농업대학과 다르항 연구소의 전문가 각 1명씩이 포함되어야 한다. 연수의 구체적인 세부 일정은 실제 사업자가 선정된 후 사업자가 국내유관 기관의 협조를 받아 계획하도록 하며, 구체적인 사항은 사업자가 수혜 기관과의 협의에서 최종 확정한다.

사. 전문가 파견

전문가 파견 교육은 사업을 효율적으로 진행하기 위하여

실시하며, 온실재배, 환경조절 및 관리분야에서 전문가를 각 분야별로 1명씩 파견하여 관련 분야를 교육하도록 지원한다. 파견된 전문가들은 울란바타르와 다르항에 설치된 온실을 순회하면서 기술을 지원하고 실무자들을 교육하며, 온실재배 전문가는 8개월 동안, 온실환경조절 및 시설관리 전문가는 1개월 동안 파견한다. 전문가 파견의 구체적인 일정은 사업 시행자 선정 이후 해당 기관들과의 협의 후 확정한다.

5. 결 론

농공분야는 지난 50년 동안 농업생산기반 구축에 크게 기여하였으며 국가발전과정에서 중요한 한 축을 담당하였던 정체성이 뚜렷한 학문분야이었다. 경제발전 단계가 식량의 자급단계를 넘어서 세계 12위권의 교역량을 자랑하면서 경제구조가 변화하여 농업과 농촌의 역할이 축소되었고 농공학의 역할도 위축되고 있는 것이 사실이다. 이와 같은 국내 경제 환경의 변화와 급속한 국제화는 기존의 농공학 패러다임의 변화를 필요로 하고 있다. 국내에서는 안정적인 농업생산기반 조성뿐만 아니라 쾌적한 초일류 선진농촌 정비라는 새로운 학문적 목표설정이 요구되며, 해외에서는 그 동안의 농촌개발경험을 후발개도국에 전수해 주어야 하는 역할이 기다리고 있다. 현재 개도국의 농촌문제는 과거 우리나라의 문제와 매우 유사하다. KOICA는 우리의 경험을 토대로 개도국이 겪고 있는 농촌문제의 해소를 위해 협력사업을 다양하게 추진하고 있다. 여기에 농공기술인들이 참여할 수 있는 분야가 주로 농업인프라 구축과 농촌지역 개발 등이다. 이를 위해서는 개도국이 처한 특수 환경에 대한 심도 있는 조사와 분석을 통해 개도국 사정에 맞는 농촌 개발프로그램 프로젝트를 적극적으로 제안하여 추진하는 노력이 있어야 한다. KOICA 등을 통한 국제협력사업에 적극적으로 참여하여 지난 50년간 국내에서 유례없이 성공적으로 이룩하였던 한국의 농촌개발 경험을 후발개도국에 전수해야 하는 역할이 앞으로 50년 동안에 활발하게 지속될 수 있도록 노력하여야 할 것이다. 몽골 채소재배온실 설치사업 사례가 앞으로 후발개도국에 온실설치 기술을 전수하는데 좋은 참고자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청, 2007, 원예특작시설 내재해형 규격 설계도시방서
2. 농촌진흥청 홈페이지, 유리온실 도면
3. 몽골정부 홈페이지
4. 한국국제협력단, 2007, 몽골 그린하우스설치 지원사업 사전 조사 결과보고서
5. 한국국제협력단, 2008, 몽골 채소재배온실 설치 사업협의 결과보고서
6. 한국국제협력단 홈페이지
7. 한국농공학회, 2006, 농공비전 2020 - 생명의 물과 흙, 쾌적한 농촌 만들기