

## 주민의식을 반영한 반건조지역의 산림농업 전략<sup>1a</sup>

- 몽골 엘센타사라이 지역을 중심으로 -

조현길<sup>2</sup> · 박혜미<sup>3\*</sup> · 김진영<sup>3</sup>

## Agroforestry Strategies Reflecting Residents' Attitudes in a Semi-arid Region<sup>1a</sup>

- Focusing on Elsentasarhai Region in Mongolia -

Hyun-Kil Jo<sup>2</sup>, Hye-Mi Park<sup>3\*</sup>, Jin-Young Kim<sup>3</sup>

### 요약

본 연구는 사막화가 진행 중인 몽골의 엘센타사라이 지역을 중심으로, 주민 설문조사, 조림지 현장답사, 관련 문헌고찰 등을 통해 환경생태적 및 경제적 효과를 동시에 달성할 산림농업의 전략을 모색하였다. 산림농업의 접근유형은 사막화 및 작물 풍해를 방지하기 위한 방풍조림, 소득자원 생산을 위한 농경, 대상지역의 주 산업인 축산 등을 함께 배합하는 농림축혼업을 제안하였다. 주민의견과 생육환경을 반영하여, 조림수종은 사막지대의 자생종인 시베리아포플러와 비술나무를, 경제작목은 짧은 성장기간에 재배 및 수확이 가능한 갈매보리수, 감자, 사료작물 등을 각각 선정하였다. 농림축혼업의 다목적 효과를 충족시킬 토지배분 전략으로서, 다열의 방풍용 수목과 소득용 작물을 교호 대상으로 배식하는 간작기법을 권장하였다. 아울러 강풍과 건조에 대응하여, 경제작목 생산 및 수목생장의 조건을 함께 개선하기 위한 간작 시스템 관련 바람직한 식재기법을 모색하였다. 본 결과는 관련 연구가 미흡한 몽골은 물론 유사한 환경의 반건조지역에서, 지속가능한 산림농업을 추진하기 위한 유용한 기반정보가 될 것으로 기대한다.

주요어: 사막화 방지, 방풍, 소득증진, 농림축혼업, 간작

### ABSTRACT

This study explored agroforestry strategies to achieve ecological and economic effects simultaneously for Elsentasarhai region in Mongolia under desertification, based on attitude survey with a questionnaire, field survey on planting sites, and literature review. The agrosilvopastoral approach was suggested as a type of agroforestry practices which combined tree planting for combatting desertification and wind damage to crops, agricultural crop production for income improvement, and livestock raising, a major industry in the study region. *Populus sibirica* and *Ulmus pumila* native to desert regions were selected for tree planting, and *Hippophae rhamnoides*, potato, and fodder appropriate for the short growing season were chosen for income crop production, reflecting residents' attitudes and growth environments. As a strategy of land allocation to satisfy multiple effects of the agrosilvopastoral approach, the alley cropping technique was recommended

1 접수 2014년 4월 14일, 수정(1차: 2014년 4월 24일), 게재확정 2014년 4월 25일

Received 14 April 2014; Revised (1st: 24 April 2014); Accepted 25 April 2014

2 강원대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

3 강원대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

a 본 연구는 산림청 '산림과학기술개발사업(과제번호: S211213L030130)'의 지원에 의하여 이루어진 것이며, 2013년 한국환경영향평가학회 춘계학술대회의 발표내용(Jo *et al.*, 2013a)을 발전시킨 것임.

\* 교신저자 Corresponding author: bhm63@kangwon.ac.kr

which arranged alternately strips of trees as windbreaks and income crops in multiple rows. The study also explored desirable planting techniques to improve conditions of income crop production and tree growth against drought and strong winds in the alley cropping. Study results will be useful as fundamental information to implement sustainable agroforestry in Mongolia and other semi-arid regions where knowledge concerned is lacking.

**KEY WORDS: COMBATTING DESERTIFICATION, WINDBREAK, INCOME IMPROVEMENT, AGROSILVOPASTORAL, ALLEY CROPPING**

## 서론

건조 및 반건조지역의 사막화는 근래 국제적으로 관심이 증가하고 있는 주요한 환경 이슈 중의 하나이다. 사막화는 황사의 발생에 의해 대기오염, 호흡기 질환, 농작물 피해 등을 유발할 뿐만 아니라, 생물다양성 감소, 생산성 저해에 따른 인구이동 등 자연생태계 및 사회경제적 시스템에 적지 않은 악영향을 초래할 수 있다(KFRI, 2004). 전 세계의 최근 사막화 면적은 아시아 16억 7,200만ha, 아프리카 12억 8,600만ha, 라틴아메리카 및 카리브해 5억 1,300만 ha로서, 육지면적의 약 40%에 해당하며 매년 600억km<sup>2</sup>의 면적이 사막화되고 있다(<http://www.unccd.int>). 아시아의 경우 주로 중국과 몽골에서 사막화가 진행되고 있으며, 이는 한국을 비롯하여 일본과 미국에도 황사피해를 주고 있는 상황이다(KEI, 2003). 사막화 방지를 포함하는 환경생태적 건전성 확보는 조림사업을 요구하며, 아울러 조림은 지역주민의 욕구를 충족시키고 소득창출에 기여할 지속가능한 접근을 필요로 한다. 이는 단순한 조림에 부가하여 주민의견을 반영한 경제작목을 배합하는 복합영림, 즉 산림농업(agroforestry)을 통해 달성 가능하다.

Bene *et al.*(1977)에 따르면, 산림농업은 농작, 목재생산, 축산을 동시에 배합하여 총생산을 증진하는 것으로서, 지역주민의 경작방법에 부합하는 경영을 적용하는 토지의 지속 가능한 이용시스템이다. Nair(1989)는 산림농업이란 기술과 자본이 부족한 지역과 한계지에서 동식물의 총생산을 증가시키기 위해, 수목, 농작물, 가축을 조화롭게 결합시키는 토지이용 시스템이라고 설명하였다. Garrett *et al.*(1994)의 해석도 유사하게 수목을 의도적으로 농작물이나 축산과 조합하여, 생태적, 경제적, 사회적 이익을 최적화하기 위한 집약적 토지이용 경영이라고 요약하였다. 이와 같이, 산림농업은 조림, 농작, 축산 등을 시공간적으로 배합하여, 지역의 환경생태적 및 경제적 효과와 주민의 사회적 및 문화적 요건을 함께 만족시키는 토지이용 기법이다.

국제적으로 시업되는 산림농업의 구조적 유형은 수목과 농작물의 간작(intercropping), 수목식재와 축산을 조합한

임축혼업(silvopastoral system), 수림 내에 특용작물을 재배하는 임간농업(forest farming), 농지나 목장에 식재하는 다용도 소득수목, 농작물 방풍림, 농경에 의한 수질오염을 제어하는 수변완충림 등 다양하게 분류할 수 있다(Garrett and Buck, 1997; Mosquera-Losada *et al.*, 2009). 이러한 혼업의 특성을 지니는 산림농업 구조의 기능에 관한 다양한 연구가 과거 80년대부터 본격적으로 수행되어 왔다. Finch(1988)는 산림농업의 방풍식재가 농작물의 풍해를 방지하여 수확량을 증가시키며, 그 범위는 수고의 15배 거리 내라고 보고하였다. MOST(2000)의 사막화 방지 및 방사기술 개발에 관한 연구에 따르면, 중국 사막화지역의 조림은 작물의 생육을 촉진하고 모래의 비산을 최대 약 99% 감소시키는 것으로 나타났다. Jain and Singh(2000)는 포플러와 농작물을 결합한 산림농업은 주민의 고용기회를 창출할 수 있고, 농작물만의 재배에 비해 초기 이윤은 낮으나 시간이 경과할수록 비용편익이 더 높아짐을 구명하였다. Shapo and Adam(2008)은 수단의 반사막지역에 적용한 간작 시스템의 경우, 수목식재가 사막화를 저지할 뿐만 아니라 강한 바람 및 일사에 의한 농작물의 증발산을 감소시켜 수확량을 증진한다고 보고하였다. Udawatta and Jose(2011)에 의하면, 미국의 산림농업은 매년 548.4Tg/yr의 탄소를 흡수하며, 이는 화석연료 소비에 따른 탄소배출량의 34%를 상쇄시키는 것으로 분석되었다.

아시아의 사막화를 방지하기 위한 노력의 일환으로, 중국에서는 오동나무/농작물 간작, 대추나무/농작물 간작, 포플러/농작물 간작 등의 산림농업을 시행하고 있다(KFRI, 2004). 그러나, 몽골은 산림농업과 조림에 관한 연구와 기반 정보가 부족하고 사막화 방지 관련 사업이 미진한 상황이다. 몽골의 면적은 약 156만km<sup>2</sup>로서 기후대는 고산지대, 침엽수림지대, 산림스텝지대, 스텝지대, 사막스텝지대, 사막지대 등으로 구분된다(KFS, 2000; MNET, 2009). 몽골은 과도한 방목, 불법 벌채, 극심한 가뭄 등으로 인하여 국토면적의 90%가 사막화의 위협에 처해 있다(KEI, 2003; Tsogtbaatar, 2004). 본 연구의 목적은 사막화가 진행 중인 몽골의 엘센타사라이(Elsentasarhai) 지역을 중심으로, 주민의식을 반영하

여 환경생태적 및 경제적 효과를 통합적으로 달성할 산림농업의 전략을 마련하여 현장 시업에 필요한 기반정보를 구축하는 것이다.

## 연구방법

### 1. 연구 대상지

본 연구의 대상지는 몽골의 엘센타사라이 지역으로서 북위 47°25', 동경 103°25'에 위치한다. 수도인 울란바타르(Ulaanbaatar)에서 서쪽으로 약 300km의 거리에 분포하며, 행정구역 상 볼강아이막(Bulgan Aimag) 라산트솜(Rashaant Soum)에 해당한다(Figure 1). 엘센타사라이는 현재 사막화가 진행 중인 스텝지대로서 몽골의 사막화방지연구센터가 소재하고, 연구공조 체결을 통해 산림농업의 현장시업이 가능한 지역이기 때문에 본 연구의 대상지로 선정하였다.

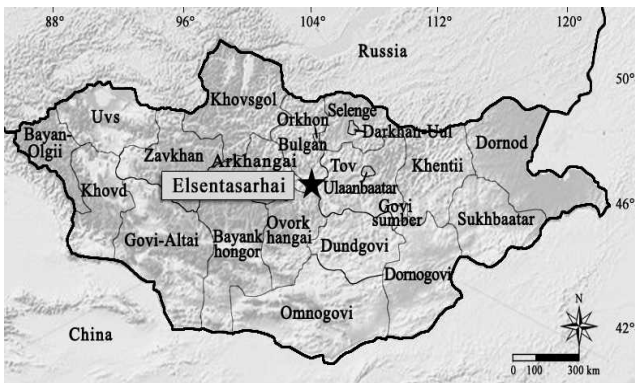


Figure 1. Location of Elsentasarhai region in Mongolia

### 2. 주민의식 설문조사

주민요구를 반영하는 산림농업의 시업전략을 강구하기 위하여, 현장방문을 통해 연구 대상지의 지역주민을 중심으로 설문조사를 실시하였다. 한편, 울란바타르에 거주하는 산림 및 농업 관련 연구자에게도 설문지를 배부하여 전문가의 의견을 반영하였다. 설문내용은 사회경제적 특성, 생활만족도 및 불만족 사유, 사막화 방지를 위한 추천 조림수종, 소득증진을 위한 추천 농작물, 산림농업 참여의식 등을 포함하였다. 2012 및 2013년의 2회에 걸쳐 8월 하순에 148부의 설문지를 배부 및 회수하고, 139부의 유효부수를 대상으로 문항별 답변내용을 통계 분석하였다. 이 분석은 Microsoft Office Excel 2010과 SPSS 19.0 for Windows 통계 프로그램을 이용하였다.

### 3. 산림농업 전략 모색

상기한 주민의식 설문조사에 부가하여, 몽골 조림지 현장답사, 국·내외 관련 문헌(Robinette, 1972; Nair, 1985; Grey and Deneke, 1986; Finch, 1988; Huke and Plecan, 1988; Kort, 1988; Miller, 1997; Shapo and Adam, 2008; UNCCD, 2010; Ulziijargal, 2011; Lee *et al.*, 2012; Tungalag *et al.*, 2012; Jo *et al.*, 2013b; KFS, 2014) 고찰 등을 통해 환경생태적 및 경제적 효과를 동시에 달성할 산림농업의 시업전략을 모색하였다. 2012년 8월 중순에 사막화방지연구센터 조림지와 룬솜(Lun Soum)에 위치하는 한·몽 그린벨트사업단을 방문하여 식재수종, 식재기법, 성장상태 등을 실사하였다. 이러한 조사와 문헌에 근거하여 산림농업 접근유형, 조림수종 및 경제작목 선정, 간작 및 식재기법 등을 포함하는 산림농업 시업전략을 마련하였다. 산림농업 접근유형이나 간작 및 식재기법은 전문적 내용인 만큼 설문 이외에 문헌고찰의 결과를 부분 반영하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 몽골의 기후 및 소득현황

몽골의 국토면적은 약 156만km<sup>2</sup>이고 전체 인구는 2,781천 명으로서, 수도인 울란바타르에 대부분인 약 41%의 인구가 분포하고(NSOM, 2010), 본 연구의 대상지인 엘센타사라이에는 약 200명이 거주하는 것으로 나타났다(Khaulenbek, 2013). 몽골의 연평균 기온은 -0.5℃로서 식물의 성장기간은 5월 하순~9월 초순까지 짧은 편이다(MOFA, 2011). 대부분의 국토가 강수량보다 증발량이 많은 반건조지역에 해당하며, 연구 대상지가 속하는 볼강아이막 역시 연강수량 220mm에 비해 증발량이 많고 그 양이 매년 2mm 이상씩 증가하는 추세이다(MOE, 2008). 주 풍향은 북풍과 서풍이며, 대상지가 분포하는 스텝지대는 봄에 15m/s 이상의 강풍이 빈번하게 발생하여 황사 피해를 초래한다(MNET, 2009). 따라서, 짧은 성장기간과 성장초기의 강풍을 반영한 산림농업의 전략을 모색할 필요가 있다. 몽골의 호당 월소득은 평균 약 95만투그릭으로서(100tugrik은 약 70원), 농촌지역의 경우는 더 낮게 나타났는데 주 소득원은 피혁, 우유, 밀, 감자 등의 농축산물 생산이었다(NSOM, 2013a; NSOM, 2013b; NSOM, 2013c; NSOM, 2014). 농촌지역의 소득이 낮은 이유는 생산 관련 열악한 기후조건, 소득작목의 단순, 영농기술 부족 등에 기인하는 것으로 분석된다.

### 2. 주민의식 분석

1) 응답자의 사회경제적 특성

응답자의 성별은 남성 56.5% 및 여성 43.5%이며, 연령은 29세 이하 44.9%, 30대 22.8%, 50세 이상 16.9%, 40대 15.4% 등의 순이었다. 거주지는 엘센타사라이 42.0%, 울란바타르 32.6%, 룬숨 15.2%, 기타 6.5% 등을 각각 점유하였다. 직업은 농축업 28.0%, 연구직 25.2%, 전문직 23.4%, 서비스업 12.1% 등으로 나타났고, 학력은 대학교 이상 42.3%, 중학교 30.0%, 고등학교 18.5%, 초등학교 9.2% 등의 순이었다. 월소득은 50만투그릭 미만의 중·저소득층이 78.8%로서 가장 많았다. 즉, 응답자는 연구 대상지인 엘센타사라이에 거주하는 20~30대로서, 농축업 및 전문직에 종사하는 중·저소득층으로 대변된다.

2) 생활 만족도 및 불만족 사유

생활 만족도는 만족(33.1%) 및 매우 만족(12.9%)이 46.0%를, 불만족(12.2%) 및 매우 불만족(0.8%)이 13.0%를 점유하였고, 나머지 41.0%는 보통이라고 응답하였다. 응답집단별(직업, 소득, 연령 및 학력별) 생활 만족도는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ). 생활에 대한 불만족 사유는 저임금 48.0%, 물가상승 및 종사조건 미흡 각각 17.4%, 일자리 부족 및 생활환경 불량 8.7% 등의 순이었다. 불만족을 표현한 세대는 20대가 50.0%, 40대 22.0%, 30대 17.0% 등의 순이었고, 중·저소득층에서 임금 대비 물가상승에 대한 불만 표현이 가장 높았다. 즉, 생활 불만족의 사유는 주로 낮은 소득수준인 것으로 요약된다.

3) 추천 조림수종 및 경제작목

산림농업을 위해 주민이 추천한 조림수종은 시베리아포플러(*Populus sibirica*, 22.5%)와 비술나무(*Ulmus pumila*, 21.7%)가 44.2%로서 가장 높았고, 다음으로 갈매보리수(*Hippophae rhamnoides*) 18.6%, 버드나무류(*Salix spp.*) 10.9%, 장자송(*Pinus sylvestris*) 및 시베리아낙엽송(*Larix sibirica*) 각각 8.5% 등의 순이었다(Figure 2). 추천 농작물의 순위는 채소 71.9%, 사료작물 14.7%, 과수 8.3%, 곡류 3.8% 등이었고, 이 중 가장 많은 비중을 차지한 채소의 경우 감자 56.8%, 당근 18.9%, 배추 8.1% 등의 순으로 나타났다(Figure 3). 추천 가축은 소 36.8%로서 가장 높았고, 이어서 양 30.1%, 말 16.2%, 낙타 및 염소 각각 8.1% 등의 순이었다(Figure 4). 응답집단 간 추천 조림수종이나 경제작목의 응답비는 전체 응답자의 경우와 유의한 차이를 보이지 않았는데( $p>0.05$ ), 이는 추천 종이 몽골의 주요 자생수종이거나 소득원에 해당하기 때문인 것으로 판단된다.

4) 산림농업 참여의식

응답자의 직업 중 연구직을 제외한 지역주민의 산림농업

참여여부에 대한 의식은 참여 93.0%, 비참여 7.0%로서, 대부분의 주민이 산림농업 참여에 긍정적인 반응을 나타냈다. 주민이 제안한 산림농업 활성화 방안은 주민 기술교육 제공 40.0%, 산림농업 전담기관 설립 30.0%, 식목행사 추진 20.0%, 산림농업 예산확보 10.0% 등의 순이었다.

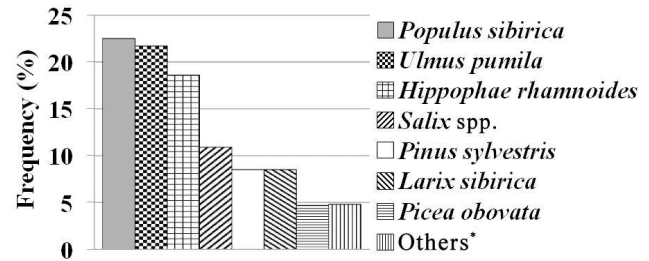


Figure 2. Frequency of tree species recommended by residents for agroforestry  
\**Betula platyphylla*, *Padus asiatica*, and *Ribes nigrum*

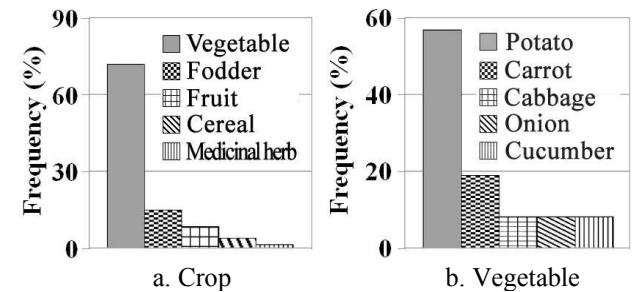


Figure 3. Frequency of crop species recommended by residents for agroforestry

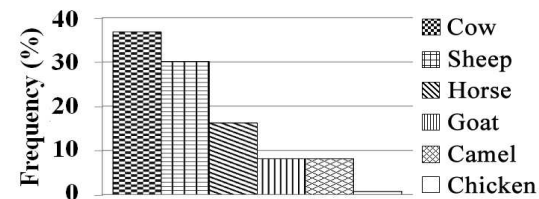


Figure 4. Frequency of livestock recommended by residents for agroforestry

3. 산림농업 전략

1) 산림농업 접근유형

산림농업의 접근유형은 임업과 농업을 결합한 농림혼업(agrosilvicultural), 임업과 축산을 결합한 임축혼업(silvopastoral), 임업, 농업 및 축산 모두를 결합한 농림축혼업(agrosilvopastoral)

등으로 구분할 수 있다(Nair, 1985). 주민의견과 현장여건에 근거하면, 몽골의 산림농업은 사막화 방지, 방풍, 탄소흡수 등의 환경생태적 효과와 주민 소득증진 관련 경제적 효과를 동시에 달성할 지속가능한 접근을 필요로 한다. 이를 고려하여 산림농업의 접근유형은 사막화 및 작물 피해를 방지하기 위한 방풍조림, 소득자원 생산을 위한 농경, 대상지의 주 산업인 축산 등을 함께 배합하는 농림축혼업이 적합하다. 다만, 축산은 몽골 사막화의 주범인 방목을(Tsogtbaatar, 2004) 가두리 사육으로 전환할 필요가 있으며 그 먹이원인 사료작물의 재배에 초점을 둔다.

## 2) 조림수종 및 경제작목 선정

조림수종과 경제작목의 선정은 산림농업의 환경생태적 및 경제적 효과를 확보하는데 중요한 사항이다. 설문조사 결과와 대상지 생육환경을 반영하여, 조림수종은 사막지대의 자생수종인 시베리아포플러와 비술나무를, 그리고 경제작목은 짧은 생장기간에 재배 및 수확이 가능한 갈매보리수, 감자, 사료작물 등을 선정함이 바람직하다. 대상지의 사막화방지연구센터와 인근의 한·몽 그린벨트사업지에 식재한 주요 수종 역시 시베리아포플러와 비술나무이었으며(Figure 5), 실사 결과 이들 수종의 활착 및 성장상태가 양호함을 확인할 수 있었다.



a: *Populus sibirica*

b: *Ulmus pumila*

Figure 5. Growth conditions of major tree species planted in study and adjacent areas

시베리아포플러는 수고 및 흉고직경 각각 최대 30m, 100cm까지 성장하는 낙엽활엽 교목으로서 몽골 북부 전역과 고비(Gobi) 사막에 자생하며, 내건성 및 내풍성이 강하여 몽골에서 조림은 물론 조경용, 연료 및 건축재 등으로 활용된다(Ulzijjargal, 2011; Tungalag *et al.*, 2012). 비술나무는 수고 및 흉고직경 각각 최대 12m, 50cm까지 성장하는 낙엽활엽 교목으로서 몽골의 동부 및 북부 전역과 고비 사막에서 자생하며, 내건성 및 내한성이 강하고 지엽밀도가 높아 방풍조림 및 조경용으로 이용된다(Tungalag *et al.*, 2012). 갈매보리수는 수고 최대 5m까지 성장하는 낙엽활엽 관목으로서 몽골 서북부 전역과 고비 사막에 자생한다(Tungalag *et al.*, 2012). 이 수종은 질소고정 식물로서 척박

한 토양을 개선하여 간작 시 타 작물의 양호한 성장을 도모할 수 있고, 열매에 비타민, 아미노산 등을 다량 함유하여 건강제, 화장품 등의 원료로 활용되는 고소득 작목이다(UNCCD, 2010; Lee *et al.*, 2012).

## 3) 간작 및 식재기법

농림축혼업을 통한 사막화 방지, 방풍, 소득창출 등 다목적 효과를 함께 달성하기 위한 토지배분 전략으로서, Figure 6과 같이 다열의 방풍용 수목과 소득용 작물을 교호 대상으로 배식하는 간작기법을 적용한다. 이러한 정형적인 교호 대상의 배식 대신에, 경제작목 사이에 수목을 군데군데 임의로 혼식하는 간작 시스템을 대안으로 채택할 수도 있다. 간작을 통해 대상지의 생장기간 초기에 발생하는 강풍의 제어는 사막화 방지는 물론, 작물의 증발산을 감소시켜 수분이용 효율성을 개선하므로써 작물의 수확량을 증진할 수 있다(Shapo and Adam, 2008).

방풍식재의 효과는 식재열 수, 식재밀도, 수고 등에 의해 좌우된다(Robinette, 1972; Grey and Deneke, 1986; Finch, 1988; Huke and Plecan, 1988; Kort, 1988; Miller, 1997). 따라서, 대상지 경제작목의 피해를 방지하기 위해 주풍향과 직각으로 최소 3열 이상의 수목을 식재하되, 식재열의 중앙에는 수고가 큰 시베리아포플러를, 그리고 그 좌우에 지하고가 더 낮은 비술나무를 지그재그로 배식한다. 식재밀도의 경우, 지나친 고밀식재는 방풍림의 인접 공간에서 난류를 유발하고 오히려 풍속을 증가시키므로 수관밀도 50~60%에 부합하는 밀도로 식재한다(Robinette, 1972; Huke and Plecan, 1988; Kort, 1988). 방풍효과는 수고의 10배 거리 내에서 가장 양호하므로 경제작목은 수고의 10배 거리 내에 배분한다(Grey and Deneke, 1986; Finch, 1988; Miller, 1997). 식재 수목이 성장하면서 수관의 음영이 작물의 성장을 저해할 경우, 전정이나 간벌을 실시하여 가축사료, 연료 등으로 활용한다.

대상지의 강풍과 건조는 수목의 성장에 불리한 주요 환경인자이므로, 식재 초기 강풍에 의한 묘목의 전도, 근원부 건조화 등을 방지하고 뿌리의 지하수분 이용을 효율화하는 식재기법이 필요하다. 관련 기법으로서 한·몽 그린벨트사업지의 경우 수목을 깊이 60cm 고랑에 식재하였는데, 이들 수목의 성장상태가 일반적 깊이의 식재보다 양호하나 조성비용이 높았다(Ulzijjargal, 2011; KFS, 2013). 따라서, 본 연구는 고랑조성에 요구되는 노력 및 비용을 절약하기 위해 근원부가 지표면으로부터 최소 30cm 깊이에 위치하도록 굴착한 구덩이 내 식재를 제안한다(Figure 7). 대상지에 실제 이 깊이의 구덩이에 시베리아포플러를 시험 식재한 결과, 연간 생장율이 일반적 깊이의 식재보다 양호한 것으로 나타났다(KFS, 2014). 두께 10cm의 멀칭은 토양 보습에 유리하고 식재 수목과 경합하는 초본 및 덩굴식물 유입을

제어하는데 효과적이다(Jo *et al.*, 2013b). 따라서, 대상지 도처에 분포하는 마른 초본을 수거하여 근원부 주위에 두께 10cm로 멀칭함이 식재 수목의 활착 및 성장에 바람직하다.

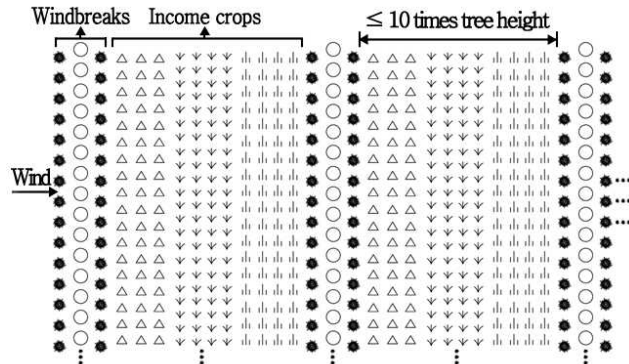


Figure 6. An agroforestry design example applicable to Elsentsarhai region in Mongolia

Legend: ○ *Populus sibirica*, ● *Ulmus pumila*,  
△ *Hippophae rhamnoides*, √ Potato, || Fodder

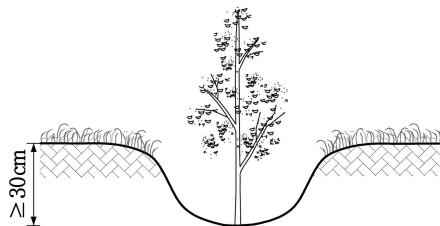


Figure 7. A section view of pit planting 30 cm or deeper to improve tree growth conditions against strong winds and drought

본 연구는 몽골의 엘센타사라이 지역을 중심으로, 주민 설문조사, 조림지 현장답사, 관련 문헌고찰 등을 통해 환경생태적 및 경제적 효과를 통합적으로 달성할 산림농업의 전략을 모색하였다. 산림농업의 시행은 현지 주민의 적극적 참여를 필요로 하며, 설문조사 결과 주민의 대부분은 산림농업 참여에 긍정적으로 반응하였다. 그 실효성을 확보하기 위해서는 주민의 제안과 같이 시행 주체인 주민에게 관련 기술교육을 제공하고, 이러한 교육을 포함한 정책 및 예산을 지원할 행정기관이 필요하다. 본 결과는 관련 정보 및 사업이 미진한 몽골은 물론 유사한 환경의 반건조지역에서, 지속가능한 산림농업을 추진하기 위한 기반자료로 유용할 것으로 기대한다. 향후, 제시한 산림농업 전략을 대상지에 현장 적용하고 모니터링을 통해 비교 검증할 추가 연구가 요구된다.

## REFERENCES

- Bene, J.G., H.W. Beall, and A. Cote(1977) *Trees, Food, and People: Land Management in the Tropics*. International Development Research Center, Ottawa, 52pp.
- Finch, S.J.(1988) Field windbreaks: design criteria. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22-23: 215-228.
- Garrett, H.E. and L. Buck(1997) *Agroforestry practice and policy in the United States of America*. *Forest Ecology and Management* 91: 5-15.
- Garrett, H.E., L. Buck, M.A. Gold, L.H. Hardesty, W.B. Kurtz, J.P. Lassoie, H.A. Pearson and J.P. Slusher(1994) *Agroforestry: an Integrated Land-use Management System for Production and Farmland Conservation*. USDA Soil Conservation Service, Washington, D.C., 58pp.
- Grey, G.W. and F.J. Deneke(1986) *Urban Forestry* (2nd ed.). John Wiley & Sons, New York, 299pp.
- Huke, S. and J. Plecan(1988) *Planning for Agroforestry*. Save the Children, Westport, 68pp.
- Jain, S.K. and P. Singh(2000) Economic analysis of industrial agroforestry: poplar (*Populus deltoides*) in Uttar Pradesh (India). *Agroforestry Systems* 49: 255-273.
- Jo, H.K., H.M. Park, J.Y. Kim and D. Ulzijjargal(2013a) Residents' preferences for sustainable agroforestry in Mongolia. *Proceedings of Korean Society of Environmental Impact Assessment Spring Conference*, Seoul, pp. 147-148. (in Korean)
- Jo, H.K., J.Y. Kim, and H.M. Park(2013b) Monitoring tree growth and propriety after riparian greenspace establishment-the case of an ecological planting site in Gapyeong County. *Proceedings of Korean Society of Environment and Ecology Conference*, Seoul, 23(1): 55. (in Korean)
- KEI(Korea Environment Institute)(2003) *Analyzing Northeast Asian Dust and Sandstorm Damages and Regional Cooperation Strategies I*. Res. Rep., 216pp. (in Korean with English abstract)
- KFRI(Korea Forest Research Institute)(2004) *Cause and Mitigation of Desertification in Northeast Asian Regions*. Res. Rep., 390pp. (in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)(2000) *A Study on Current Status and Cooperation Strategies of Forestry in Three Northeast Asian Countries*. Res. Rep., 145pp. (in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)(2013) *A Study on Combatting Desertification in Arid and Semi-arid Areas I*. Res. Rep., 203pp. (in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)(2014) *A Study on Combatting Desertification in Arid and Semi-arid Areas II*. Res. Rep., 334pp. (in Korean)
- Khaulenbek, A.(2013) *Research and Experimental Center for Combatting Desertification, Elsentsarhai, Mongolia* (personal

- communication).
- Kort, J.(1988) Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22-23: 165-190.
- Lee, K.G., M.H. Lee and H. Cho(2012) Development of sea buckthorn beer using Mongolian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) fruit. *Food Engineering Progress* 16(2): 129-133. (in Korean with English abstract)
- Miller, R.W.(1997) *Urban Forestry* (2nd ed.). Prentice Hall Inc., New Jersey, 480pp.
- MNET(Ministry of Nature, Environment and Tourism)(2009) *Mongolia: Assessment Report on Climate Change 2009*. Res. Rep., 228pp.
- MOE(Ministry of Environment)(2008) *A Study on Current Status and Mitigation Measures of Yellow Dust Outbreak in Mongolia*. Res. Rep., 189pp. (in Korean)
- MOFA(Ministry of Foreign Affairs)(2011) *Overview of Mongolia*. Res. Rep., 214pp. (in Korean)
- Mosquera-Losada, M.R., J. McAdam, R. Romero-Franco, J.J. Santiago-Freijanes, and A. Rigueiro-Rodríguez(2009) Definitions and components of agroforestry practice in Europe. In: A. Rigueiro-Rodríguez, J. McAdam, and M.R. Mosquera-Losada (eds.), *Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects*, Springer-Verlag, Dordrecht, pp. 3-19.
- MOST(Ministry of Science and Technology)(2000) *Desertification Control and Sand Industry Development*. Res. Rep., 222pp. (in Korean with English abstract)
- Nair, P.K.R.(1985) Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 97-128.
- Nair, P.K.R.(1989) *Agroforestry Systems in the Tropics*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 680pp.
- NSOM(National Statistical Office of Mongolia)(2010) *Mongolian Statistical Yearbook 2010*. Ulaanbaatar, 463pp.
- NSOM(National Statistical Office of Mongolia)(2013a) *Monthly Bulletin of Statistics 2013-May*. Ulaanbaatar, 114pp.
- NSOM(National Statistical Office of Mongolia)(2013b) *Monthly Bulletin of Statistics 2013-Aug*. Ulaanbaatar, 113pp.
- NSOM(National Statistical Office of Mongolia)(2013c) *Monthly Bulletin of Statistics 2013-Nov*. Ulaanbaatar, 111pp.
- NSOM(National Statistical Office of Mongolia)(2014) *Social and Economic Situation in Mongolia (4th Quarter of 2013)*. Ulaanbaatar, 5pp.
- Robinette, G.O.(1972) *Plants, People and Environmental Quality*. USDI National Park Service, Washington, D.C., 136pp.
- Shapo, H. and H. Adam(2008) Modification of microclimate and associated food crop productivity in an alley cropping system in Northern Sudan. In: S. Jose and A.M. Gordon (eds.), *Toward Agroforestry Design: an Ecological Approach*, Springer-Verlag, Dordrecht, pp. 97-109.
- Tsogtbaatar, J.(2004) Deforestation and reforestation needs in Mongolia. *Forest Ecology and Management* 201: 57-63.
- Tungalag, R., T. Jamsran, B. Boldgiv, and D. Lkhagvasuren(2012) *A Field Guide to the Trees and Shrubs of Mongolia*. Munkhiin Useg, Ulaanbaatar, 255pp.
- Udawatta, R.P. and S. Jose(2011) Carbon sequestration potential of agroforestry practices in temperate North America. In: B.M. Kumar and P.K.R. Nair (eds.), *Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems: Opportunities and Challenges*, Springer-Verlag, Dordrecht, pp. 17-42.
- Ulzijjargal, D.(2011) *Survival Rate and Growth Characteristics of Plantation Species by Planting Methods of Desertified-area in Mongolia*. Master's Thesis, Kyungpook National University, Daegu, 39pp.
- UNCCD(United Nations Convention to Combat Desertification) (2010) *Assessment of Plantations for Combatting Desertification and Preventing Yellow Dust and Sandstorms*. Res. Rep., 351pp. <http://www.unccd.int>