*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 30, No. 4 pp.503-507, August 2011 DOI:10.5143/JESK.2011.30.4.503

# Factors Influencing the Effectiveness of Materials Handling Equipments Supplied in Agriculture

**Sung Ha Park**

Department of Industrial and Management Engineering, Hannam University, Daejeon, 306-791

## ABSTRACT

**Objective:** This paper presents the factors influencing the effectiveness of materials handling equipments in agriculture. **Background:** Agriculture is one of the job categories where work-related musculoskeletal disorders(MSDs) are the most common. Statistics shows that majority of farm workers is exposed to repetitive and forceful body movements, lifting, lowering, pushing, pulling, or carrying heavy materials. In such a working environment, materials handling equipments are required and introduced to assist in the prevention of MSDs and other farm injuries. **Method:** Examples of materials handling equipments are rail carts, portable lifts, and bale handlers. Contributing factors influencing the effectiveness of materials handling equipments supplied in agriculture were identified based on the lessons learned from previous government-funded ergonomic projects. **Results:** Contributing factors identified include: (1) forward-looking attitude for the standardization of farming, its environments, and handling equipments, (2) participation of farm members in the process and evaluation of project, (3) leadership of project manager, (4) reinforcement of safety education and training, and (5) project selection and priority of handling equipment. **Conclusion:** Government-funded research planners, farmers, ergonomists, and farm machine experts are recommended to consider the factors identified when implementing materials handling equipments in agriculture. **Application:** Actual or potential application of this research includes recommendation for the effective implementation of material materials handling equipments in agricultural sectors.

Keywords: MSDs, Materials handling equipment, Resistance to change, Agricultural work

## 1. Introduction

농업은 안전과 보건의 측면에서 타업종에 비해 많은 직업적인 위험을 내포하고 있다. 가족 구성원이 모든 농작업을 직접 수행하는 가족 단위의 농가, 소농가 또는 고령 작업자가 주축을 이루는 농가의 경우에 이러한 위험은 배가된다.

미국의 경우, 임업과 어업을 포함한 농업분야에서 1년 이내에 사망에 이르게 되는 중대재해(fatal injuries) 발생율은 100,000명당 29.4명이며(CFOI, 2009), 일반재해(nonfatal injuries) 및 질병의 발생율은 전일 작업자 100명당 5.3명이라고 보고되어 있다(BLS, 2009). 이러한 수치는 미국 내 전 업종 작업자의 평균 중대재해 발생율 3.6명(100,000명당)과 평균 일반재해 및 질병 발생율 4.2명(전업 작업자 100명당)보다 높은 수치이다(BLS, 2009).

한국의 노동부 산업재해조사 자료에 따르면 농업분야의 2009년도 도수율과 천인율이 각각 7.27과 14.61로 집계되었으며, 이것은 전체 산업의 평균 3.36과 7.05에 비교하여 현저하게 높은 수치이다. 재해의 심각성을 나타내는 강도율 또한 농업분야가 2.92로 나타나 전체 산업의 평균 강도율 1.8을 상회하고 있다(Ministry of Employment and Labor, 2010).

한국의 농업분야 천인율 14.61은 연평균 작업자 1,000명당 약 15명의 재해자가 발생했다는 의미이며, 이는 미국의

Corresponding Author: Sung Ha Park. Department of Industrial and Management Engineering, Hannam University, Daejeon, 306-791.
Mobile: 010-3527-8477, E-mail: shpark@hnu.kr
Copyright@2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

일반재해 및 질병의 발생율을 이용해 환산한 1,000명당 약 53명에 비해서는 낮은 수준이다. 그러나 한국과 미국의 관련 통계자료를 단순 비교하기에는 무리가 있다. 미국의 자료는 농업뿐만 아니라 어업과 임업을 포함한 것이며, 한국 노동부의 산업재해조사 자료 역시 모든 재해를 분석한 결과가 아니라, 산재요양이 승인된 자료만을 근거로 한다는 한계가 있기 때문이다. 자료의 한계에도 불구하고 이러한 통계자료들은 농업분야의 재해발생 빈도와 재해 강도가 타 산업분야에 비해 현저하게 높아져 있음을 경고해 주고 있다.

노동집약적인 농작업은 그 특성상 계절적인 주기가 있으며 장기간에 걸쳐 단조롭고 반복적인 노동이 집중되는 성격이 강하다. 결과적으로 농작업은 재해유형 중 근골격계질환의 발생율이 높은 작업으로 분류되고 있으며, 다수의 연구와 통계자료가 이러한 위험성을 보여주고 있다. 미국의 통계자료는 2003~2007년 기간 중 임업, 어업을 포함한 농업분야에서 하루 이상의 근로손실을 초래한 근골격계질환의 발생율이 전일 작업자 10,000명당 28.1~43.4명 수준임을 보여주고 있다(BLS, 2009).

한국에서는 농업분야의 위험요소에 대한 광범위한 통계분석 결과가 많지 않으나, Kim and Choi(2005)는 국민 건강조사 결과를 활용하여 근골격계질환의 발생율을 검토한 논문에서 농업, 임업 및 어업 종사자의 근골격계질환 유병률이 타업종 종사자에 비교하여 약 2.4배 정도 높다고 보고하였다.

Kim 등(2009)은 과수작목을 주작목으로 하는 농작업자를 대상으로 근골격계질환의 증상과 요인들을 분석한 연구에서, 일반적으로 남성 작업자에 비해 여성 작업자의 작업에 따른 피로가 높으며 모든 과수작목 농작업에서 육체적 피로가 정신적 피로와 같거나 더 높은 것으로 분석하였다. 또한 과수작목을 재배하는 농업인들 중 근골격계 자각증상이 있는 유소견자는 전체 조사대상자의 대부분을 차지하는 91.0% 수준이었으며, 자각증상 신체 부위는 허리, 어깨, 무릎의 순이라고 보고하였다.

최근 들어 농진청에 의해 비교적 많은 표본을 활용한 체계적인 조사가 시도되고 있다. 2009년 농가 방문 면접을 통한 표본조사 결과, 근골격계질환이 농작업 관련 질환의 대부분을 차지하고 있으며, 질환 발생 부위는 허리 32.8%, 손·팔·어깨·목 26%, 발·무릎·허벅지 24.4% 순이라고 보고하고 있다(RDA, 2011).

농작업은 매우 강한 육체적 노동을 필요로 하며, 결과적으로 농업인들은 요통, 목과 상지 부위의 불편, 손과 팔 부위의 진동 관련 증후군, 무릎의 골관절염 등 다양한 형태의 근골격계질환 위험에 노출되어 있다. 이러한 근골격계질환 위험을 초래하는 농작업의 범위는 다양하다. 수확물 또는 퇴비 등의 물자를 취급하는 과정에서 발생하는 들기, 내리기, 밀기, 당기기 또는 나르기 등의 인력물자 취급은 작업자들을 근골격계질환 위험에 노출시키는 대표적인 작업형태이다. 근골격계질환 발생의 작업요인으로는 반복동작, 무리한 힘, 불편한 자세, 정적인 작업, 진동, 저온 등이 있으며, 작업 외적인 요인으로 성별, 연령, 체격, 체력, 류마티스 관절염, 당뇨병 등 또한 근골격계질환 발생에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

최근 한국의 농작업 환경은 농업인구의 부녀화와 고령화가 급격히 진행됨에 따라 근골격계질환을 포함한 재해의 위험성이 증대되고 있다. 또한 고령자와 여성 농업인의 특성을 고려한 농업용 물자취급장비의 개발과 보급이 부족하여 근골격계질환의 발생에 효과적으로 대비하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 농업인의 육체적 부담을 줄여주기 위한 다양한 방안들을 모색해야 할 것으로 판단된다. 이러한 배경하에 농촌진흥청에서는 2008년부터 지속적으로 "농작업 환경개선 편이장비 지원사업"을 수행하고 있다. 이 사업에서 농작업 편이장비란 "농작업과 관련된 작업자세의 개선, 중량물 운반작업의 개선, 작업능률 향상, 특정 신체 부위에 의한 반복 및 과도한 힘이 필요한 작업의 개선, 생물학·화학적 문제점의 개선 등을 위한 농작업용 장비로서 소형 엔진 및 전동식(충전식 밧데리) 장비 등을 포함한다"라고 정의되어 있다(RDA, 2008).

본 논문은 "농작업 환경개선 편이장비 지원사업"의 초기에 중점 보급장비로 선정한 수확운반차, 운반보조구, 천정수레 운반장치, 이동식 리프트 등 중량물 운반 편이장비의 보급효과를 증대하기 위해 사업의 기획자, 사업 참여농가, 자문위원 및 장비업체들이 고려해야 할 요인들을 분석할 목적으로 작성하였다. 그러나 여기에서 분석된 요인들은 농작업 환경개선 편이장비 지원사업에만 국한하지는 않으며, 향후 농업인의 작업환경을 개선해 주기 위한 유사한 장비지원사업에 의한 장비도입이나 개별적인 장비도입 시에도 적용이 가능할 것으로 기대한다. 본 논문에서 분석하고자 하는 중량물 운반 편이장비는 Figure 1의 예에서와 같이 농작업에서 물자를 취급하기 위해 발생하는 다양한 형태의 들기, 내리기, 나르기, 밀기 또는 당기기 작업을 보조해 주기 위해 인간공학적으로 설계된 기계식 또는 전동식 물자취급장비(material handling equipment)를 의미하며, 대형 농기계를 제외한 중소형 장비로 그 범위를 국한하여 기술한다.

## 2. Factors for Improving the Effectiveness of Handling Equipments in Agriculture

농촌지역의 마을 또는 작목반, 연구회 등의 단체를 단위로

**Figure 1.** Examples of material handling equipments (Left: Rail cart, Right: Movable working table)

한 중량물 운반 편이장비의 보급 시에 그 보급효과를 향상시키기 위해 검토해야 할 요인들은 기술하면 다음과 같다.

### 2.1 Forward-looking attitude for the standardization of farming, its environments, and handling equipments

농작업 환경은 타 산업분야에 비해 표준화가 미비한 실정이다. 각 지역의 농업기술센터 등 농업 관련기관 주도의 표준화 노력에도 불구하고 농업분야 표준화가 잘 이루어지지 않는 원인에 대한 분석은 추후 세부적인 연구가 이루어져야 할 분야이다. 그러나 표준화를 방해하는 다양한 원인 중, 기본적으로 생각할 수 있는 원인은 농업인들이 타업종의 작업자에 비해 변화에 대한 저항(resistance to change)이 강하다는 것이다. 실제로 많은 농업인들이 다년간 유지해온 농작업 환경을 그대로 유지하기 원하며, 이들 중에는 무상으로 지원되는 편이장비조차 사용을 기피하는 경우도 빈번하다. 이러한 변화에 대한 저항은 고령화에 접어든 농업인들이 상대적으로 매우 보수적인 성향을 보이는 것과도 밀접한 관계가 있다고 판단된다. 그 밖에 표준화에 따라, 예를 들어, 고랑의 폭이 넓어지면 재배면적이 줄어드는 등 경제성이 저하된다는 부정적인 인식 또한 표준화를 저해하는 요인이다.

표준화되지 않은 농작업 환경에 일률적인 물자취급장비 도입의 효과는 반감될 수 있으며, 오히려 역효과가 발생할 수도 있다. 편이장비 지원사업을 계기로 장기적인 안목에서 농작업 표준화를 위한 노력이 필요하다. 표준화는 농작업 자체뿐만 아니라 시설, 농기계, 농기구 등을 포함한 모든 농작업 환경에 대해 이루어져야 한다.

중량물 운반 편이장비와 같은 물자취급장비의 수행도는 농작업의 효율과 품질에 중요한 역할을 한다. 따라서 농작업 표준화를 기반으로 물자취급장비 또한 표준화가 이루어져야 한다. 물자취급장비의 표준화에 따른 장점을 나열하면 다음과 같다(Amjad 등, 2000):

(1) 구성부품 수의 감소
(2) 공학적인 제조용이성 향상 및 제조비용 감소
(3) 유사한 물자취급장비 간의 호환성
(4) 사용자 훈련 최소화
(5) 효율적인 사용자 안전교육
(6) 운용 및 정비 비용 최소화
(7) 물자취급장비 유형별 안전규정, 법규 제정의 효율성

### 2.2 Participation of farm members in the process and evaluation of project

편이장비 보급사업은 일반적으로 특정 작목을 공통적으로 재배하는 마을단위 또는 작목반을 대상으로 중량물 운반을 위한 물자취급장비를 보급하는 사업의 형태를 취하고 있다. 이러한 사업에서 인간공학적인 측면에서 장비 보완 등의 자문을 수행하는 자문위원은 인간공학 또는 농기계 전문가이지만 농작업 자체에 대한 경험과 전문성은 마을회원이 월등히 높다고 볼 수 있다. 따라서 장비의 선정뿐만 아니라 수정보완 및 보급 과정에서 농작업을 직접 수행하는 마을회원의 의견이 적극적으로 개진되고 존중되어야 하며, 전문가들은 이들의 의견을 장비의 인간공학적 개선에 효과적으로 반영하여야 한다.

세부적으로는 단계별로 추진되는 농작업 현황 조사, 장비 선정/개선 및 평가단계에서 가능하면 다수 회원들이 장비에 반영할 요구사항을 적극적으로 제시하도록 유도해야 한다. 인간공학적인 측면에서 장비 손잡이의 크기, 높이 등 교과서적인 개선 내용 외에 획기적이고 창의적인 개선 아이디어는 농작업에 숙련된 마을회원으로부터 나오는 경우가 많다.

장비의 보완이 이루어진 경우에는, 마을회원이 개선된 시제품을 현장에서 반드시 시운전 또는 운용해 보도록 해야 한다. 장비의 보급단계 이후 추가적 개선은 실질적으로 불가능하기 때문이다.

회원 전체의 의견수렴이 부족한 경우의 예상되는 문제점과 원인 및 결과는 다음과 같다:

(1) 동일작목의 경우에도 농가별 작업 환경이 다르다. 예를 들어, 밭의 고랑폭, 고랑간격, 경사지/평지, 노지재배/시설재배, 시설하우스 규격(넓이, 높이 등)의 차이가 있다.
(2) 작업자 요인(나이, 성별, 육체적 능력, 감지/인지 능력, 농작업 경력 등)의 차이가 있다.
(3) 수동식 기계장비 또는 동력장비 사용에 대한 회원 별 숙련도에 차이가 있다.
(4) 결과적으로, 장비 보급 후 사용 곤란을 호소하게 된다.

### 2.3 Leadership of project manager

중량물 운반 편이장비를 단체로 보급하는 사업에서, 사업추진위원장은 사업조직 내에서 공통적으로 필요한 장비를 선정하고 장비 보급 후 이견 노출을 최소화하기 위해 노력해야 한다. 이를 위해 필요 장비에 대한 회원들의 공통적인 의견을 수렴하고 주요 사안에 대한 최종 결정을 내릴 수 있어야 한다.

장비의 인간공학적인 개선을 위해 전문가의 자문이 이루어질 때에는 자문 받을 내용을 구체화하여 실질적인 자문이 이루어질 수 있도록 한다. 회원 참여를 적극적으로 유도하고, 단계별 자문 결과와 주요 결정 내용을 자문위원으로부터 보고받고 확인할 수 있도록 조치하여야 한다. 주요 결정 사안에 대해서는 가능하면 회의록을 작성하여 사업추진 과정에서 주요 결정 사항에 대한 혼란이 없도록 한다.

### 2.4 Reinforcement of safety education and training

중량물 운반 편이장비 보급에 따른 안전사고에 대비하여야 한다. 전동 운반차, 베일러 집게(bale handler), 전동식 이동형 리프트 등 동력을 이용한 편이장비를 보급할 경우에는 사용자 교육과 안전교육이 충분히 이루어질 수 있도록 하여야 한다. 특히 전동 운반차의 경우, 후진 시 전동차와 함께 전도되는 사고의 위험이 매우 높다. 후진 기능이 있는 전동 운반차는 후진 시 경고음 발생과 속도제어가 가능하도록 설계하고, 이에 대한 사용자 훈련을 강화하여야 한다.

일반적으로 고령자의 경우 근력 및 감각체계가 저하되어 위급상황에 대한 반응속도가 느리며, 대부분의 여성회원은 새로운 동력장비에 대한 경험이 부족하여 장비 조작 시 예상치 못하는 안전사고 위험에 노출되어 있다. 보급장비의 개선단계에서 사용자 집단에 따른 안전성을 보장할 수 있는 철저한 검증이 요구된다. 최종적으로 장비 보급 업체와의 납품계약 시에는 장비의 사용법에 대한 교육을 반드시 포함하도록 조치하여야 한다.

### 2.5 Project selection and priority of handling equipment

편이장비지원사업의 취지에 부합되지 않은 사업자 선정은 제한하여야 한다. 사업자는 사업 및 농작업 편이장비에 대한 명확한 이해를 갖추고 있어야 한다. 서론에서 기술한 바 있는 편이장비에 대한 정의와 각 사업연도에서 추진하는 중점 보급장비를 기초로 한 사업자 선정이 바람직하다. 사업에 참여하는 단체의 회원들은 편이장비 사업에 대한 인식을 제고할 필요가 있으며, 중대형 농기계(예, 스키드로더, 대형 SS기 등)는 농작업 환경에서 분명히 필요한 장비이나 사업목적에 맞지 않으므로 제외됨을 이해해야 한다.

중량물 운반 편이장비의 우선순위 또한 신중하게 결정되어야 한다. 각 사업 단위에서 자문위원 선정 이전에 필요장비 및 우선순위가 결정되어 있는 경우, 사업추진 과정에서 선정된 장비와 우선순위를 변경하는 일은 현실적으로 불가능하다. 결과적으로 사업단체의 농작업 환경에 맞지 않는 유형의 장비가 보급될 수도 있다. 따라서 가능하면 사업자 선정단계에서 자문위원의 의견을 반영하여 농작업 환경에 맞는 장비가 선정될 수 있도록 노력할 필요가 있다.

## 3. Discussion and Conclusion

본 논문에서는 농작업 환경에서 물자취급장비로 유용하게 사용하는 중량물 운반 편이장비의 보급효과에 영향을 주는 요인들을 분석하였다. 편이장비의 설계/제작, 개선 및 보완에 직접적 영향을 주는 인간공학적 또는 기술적인 직접요인들은 분석대상에 포함하지 않았으며, 직접적이지는 않으나 장기간에 걸쳐 편이장비의 보급효과에 중대한 영향을 줄 수 있다고 판단되는 간접요인들을 주요 분석대상으로 기술하였다. 이러한 요인들을 요약하여 나열하면 다음과 같다:

(1) 농작업, 농작업 환경 및 물자취급장비의 표준화를 위한 전향적인 자세
(2) 사업 참여회원들의 적극적인 참여
(3) 사업추진위원장의 지도력
(4) 장비 보급에 따른 안전교육 및 훈련의 강화
(5) 사업자 선정 및 보급 편이장비의 우선순위 결정

서론에서 언급한 바와 같이 농업인들은 근골격계질환을 포함한 재해의 위험성이 매우 높은 작업 환경에 직면해 있으며, 이러한 재해 위험을 완화해 주기 위한 다양한 형태의 농업용 물자취급장비의 필요성이 증대되고 있다. 향후 "편이장비 지원사업"과 유사한 유형의 새로운 농업용 물자취급장비 지원사업이 다양하게 추진될 것으로 기대한다. 이러한 배경에서 정부지원사업의 기획자, 사업 참여농가, 사업 자문위원 등 사업추진 관련자들은 사업의 효과에 영향을 주는 직간접적인 요인들에 대한 인식을 제고하여야 한다.

끝으로 인간공학적 물자취급장비 사용의 필요성과 보급효과에 대한 농업인들의 이해를 돕기 위해 인간공학 관련 연구자들의 더 많은 노력이 요구된다. 전술한 바와 같이, 새로운 장비의 도입, 농작업 환경의 표준화 등에 수반되는 농작업 방식의 변화에 대하여 많은 농업인들이 단순한 저항감(변화에 대한 저항)을 갖고 있다. 이러한 측면에서, 물자취급장비 도입을 위한 계획 초기 단계부터 해당 농가 농업인

들의 이해와 적극적인 참여를 유도하는 다양한 유형의 참여적 인간공학(Participatory ergonomics) 프로그램 개발을 기대한다(Wilson, 1995).

## Acknowledgements

This paper has been supported by 2011 Hannam University Research Fund.

## References

Amjad, N., Ahmad, S. A. and Ahmad, S. I., Farm Machinery Standardization, *Agricultural Mechanization in Asia, Africa & Latin America: AMA*, 31(2), 67-72, 2000.

Bureau of Labor Statistics(BLS), U.S. Department of Labor, *Workplace Injuries and Illnesses - 2008*, http://www.bls.gov/news.release/pdf/osh.pdf (retrieved October 25, 2009).

Census of Fatal Occupational Injuries(CFOI), United State Department of Labor, *National Census of Fatal Occupational Injuries in 2008*, http://www.bls.gov/news.release/pdf/cfoi.pdf(retrieved October 25, 2009).

Kim, Kyung Ran, et al., Health Condition and Musculoskeletal Disorders (MSDs) in Fruit-growers, *Korean J. Community Living Science*, 20(1), 5-17, 2009.

Kim, K. R. and Choi, J. W., Disease, Accident and Health Behavior of in Farmers and Fishermen, *Korean J of Rural Med*, 30(3), 279-292, 2005.

Ministry of Employment and Labor, *Industrial Accident Statistics*, 2010.

RDA, *Project for the Improvement of Agricultural Work Environment: administrative action plan of supplying materials handling equipments*, 2008.

RDA, *2009 Survey on work-related disease and impairment of farmers*, 2011.

Wilson, J. R., Ergonomics and Participation. In J. R. Wilson & E. N. Cortlett(Eds.), *Evaluation of Human Work: A practical ergonomics methodology*, 2nd ed., Taylor & Francis, London, 1071-1096, 1995.

## Author listings

**Sung Ha Park:** shpark@hnu.kr

**Highest degree:** Ph.D., Department of Industrial Engineering, Texas Tech University

**Position title:** Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Hannam University

**Areas of interest:** Ergonomics, work design, safety engineering

Date Received : 2011-06-20

Date Revised : 2011-07-18

Date Accepted : 2011-07-18