

# A Development of Standard for Safety Enhancement for the Convenience Equipment

Kilsu Han<sup>1</sup>, Byungchang Son<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Technology Services team, National Academy of Agriculture Science RDA, Jeonbuk, 565-851

<sup>2</sup> Department of Rehabilitation Engineering, Korea Nazarene University, Cheonan, 331-718

## ABSTRACT

**Objective:** This study is to development of standard for safety enhancement for the convenience equipment. **Background:** The aging population has already increased in farm villages. But due to the usage of the farm working equipment that did not reflect the characteristics and functional changes of aging, accidents and patients with disease are increasing. **Method:** The study investigated the functional changes and physical, cognitive, and sensuous characteristics of the aged. By determining the criteria for design of the convenient equipment by physical, cognitive, sensuous ability of the elderly. **Results:** It is obvious that the physical, cognitive and sensuous functions change as the aging process continues. Therefore, for the design and evaluation of Control Panel, Control Lever, Frame Size, Shape, and Equipment Weight that are the necessary items for the ergonomic approach for the farm working equipment, such characteristics have to be reflected. **Conclusion:** Through this study, a guide to the design and evaluation of convenient equipment for the farm works that reflected the aging characteristics and functional changes has been proposed. **Application:** The result of this study is to expect not only designers but also related specialists to make the best use of it.

Keywords: Aging, Farm Working Convenient Equipment, Design Guide, Evaluation Guide

## 1. Introduction

국립농업과학원은 농업인의 노동 부담 경감 및 작업능률 향상을 위해 2008년부터 현재까지 농작업 환경개선 및 인간공학적인 편이화 장비 보급 사업을 수행하고 있으며, 2012년도에는 17개 유형 191종의 장비(수정 및 개선된 장비)가 보급되었다. 현재까지 보급된 편이장비는 관련 전문가들에 의해 개선되거나 개발되어 보급되는 절차를 통하여 농민들에게 높은 만족도를 얻고 있으나, 보급된 편이장비의 설계, 검정, 평가, 변경 등 안전성 확보를 위한 기준이 마련되어 있지 않아 개선이 필요하다.

편이장비의 사용자가 장비의 사용에 있어 안전성을 확보하기 위해서는 편이장비의 인간공학적인 편이성, 안전성, 성능 등을 평가할 수 있는 항목들에 대한 안전기준의 마련과 이를 시행하기 위한 다양한 변수들을 고려한 시행모형의 개발이 필요하다.

본 연구는 농작업자의 육체적, 감각적, 인지적 기능 및,

안전공학에 기반한 편이장비 안전기준 마련 및 시행 모형 개발을 통한 편이장비의 안전성 확보를 목적으로 한다.

## 2. Method

본 연구를 위하여 연령증가에 따른 신체적, 감각적, 인지적 기능의 변화를 관련 문헌들의 조사를 통하여 수집하고, 각종 표준 및 규격을 참고하여 편이장비의 설계, 개발, 개선 등에 활용할 수 있는 기준을 제시하였다. 또한 안전공학적인 기법을 적용하여 편이장비의 안전기준을 수립하였다. 본 연구를 위하여 다음과 같은 내용을 검토하였다.

### 1) 신체적 기능

- 근력(동작방향에 따른 잡는 힘, 미는 힘, 당기는 힘 등의 설정을 통한 조작력 기준마련)
- 동작범위(각 조작기의 작동범위 설정을 위한)

- 동작공간(각 조작기의 위치설정을 위함 : 작업공간포락면)

- 진동(떨림)기준
- 각 조작기의 위치

2) 감각적 기능

- 시각적 기능(시각 능력 및 기능에 따른 시각적 표시장치 기준마련)

- ▶ 시각적으로 인지하여야 하는 장비의 각 구조부
- ▶ 조작기의 크기 및 위치, 각종 경고 및 안내표시의 크기

▶ 색각(색약 및 색맹)이상자를 위한 장비설계기준

- 청각적 기능(청각 능력 및 기능에 따른 청각적 표시장치 기준마련)

▶ 편이장비의 각종 소음 및 경고음의 크기에 대한 기준

▶ 주변 소음과 구별되는 경고음의 설계기준

▶ 청각기능 이상자를 위한 장비설계기준

- 촉각적 기능

▶ 조작기가 여러 개인 경우 촉각적으로 구별될 수 있도록 하는 안전 기준

- 인지적 기능에 대한 설계기준

▶ 쉽게 인지하고 판단할 수 있는 장비의 정보에 대한 검정 기준

▶ 시각 및 청각 정보의 유형, 종류 등

3) 안전공학 기반 검정기준

- 안전장치의 종류
- 안전장치의 작동방법
- 안전장치의 견고도
- 안전장치의 신뢰도

4) 편이장비 개발에 따른 평가기준

- 적합도 평가요소
- 사용성 평가요소
- 성능 평가요소

5) 편이장비 개량에 따른 변경기준

- 외형(크기)
- 동력부
- 주행부
- 기타

3. Results

2012년 “농작업환경개선편이장비시범사업”으로 보급된 편이장비에 대하여 신체적, 감각적, 인지적 접근이 필요한 부분을 도출하기 위하여 UI구조 분석을 수행하였다.

[그림 3]에서 기타를 제외한 16가지 유형의 장비를 대상으로 하였다. <표 1 ~ 16>은 편이장비의 주요 UI구조부와 설계, 개발, 개선에 필요한 작업자의 기능을 연결한 표이다. 분류한 각 장비의 종류는 매우 다양하지만 설계에 필요한 UI측면에서의 구조는 < Table1 ~ 16>에 제시한 항목에 모두 포함되도록 하였으며 각 구조와 작업자의 기능을 ●표시로 연결하였다. Table 1은 분석표의 예이다. 전동운반차는 UI구조부를 1) 컨트롤패널 2)조향부 3)전자제어부 4)적재함 5)배터리부 6)차체로 분류할 수 있으며 각 구조부의 설계에 필요한 작업자의 신체, 감각, 인지적 기능과 안전조치가 필요한 부분은 기호 ●로 표시된 부분이다.

Table 1. UI structure analysis of small electric buggy(예)

장비유형	장비 예	구조	육체적 기능	감각적 기능	인지적 기능	안전 조치
전동운반차		컨트롤 패널	전원ON/OFF스위치	●	●	
			전원 및 배터리 상태확인 표시등		●	
			일시 작동부	●		
		조향부	속도조절 다이얼	●		●
			원후진 레버	●	●	
			상승하강 레버	●	●	●
		전자 제어부	작동 레버	●		●
			손잡이	●		
			조향레버	●		
		적재함	적재기능보완장치 (기타)	●		
			업트 레버	●		
		배터리부	리프트 레버	●		
			충전단자		●	
		차체	배터리단자			●
			야간 환사관			●
				외관		

3.1 신체적 기능에 대한 기준

- 1) 레버
- 2) 버튼 [손병창, 2011: KS A 5561-2:2009]
- 3) 스위치 [디자인인간공학, 2004; KSA ISO TR22411:2011]
- 4) 노브
- 5) 손잡이 [Sizekorea, 2013; 디자인인간공학, 2013]
- 6) 작업대의 높이 [Sizekorea, 2013]
- 7) 들거나, 몸에 부착하여 사용하는 장비의 무게 [(Larsson, 1978; Danneskiold - Samson et al., 1984; Vandervoort,1992).
- 8) 의자 등받이 [디자인인간공학, 2013]
- 9) 장비의 동작 [서승록, 1992]
- 10) 진동 [(2002/44/EC) 손-팔-진동]

3.2 감각적 기능에 대한 기준

- 1) 라벨(숫자, 문자) [KS A ISO TR 22411:2011; KS B ISO 11684]
- 2) 게이지, 표시등
- 3) 안내음, 경고음 [KS A ISO TR 22411:2011; KS A 5561-4:2009]

4) 촉각기능에 대한 기준 [KS A ISO TR 22411:2011]

### 3.3 인지적 기능에 대한 기준

- 1) 제어장치(레버, 버튼, 스위치 등)
- 2) 표시장치, 설명문, 안내문

### 3.4 안전공학 기반 설계기준

- 1) 장비의 표면
- 2) 가동부
- 3) 방호장치
- 4) 기타의 커버
- 5) 제동장치

### 3.5 편이장비 설계를 위한 기준 색인표

편이장비 설계를 위한 기준 색인표는 다음과 같다. 신체적, 감각적, 인지적, 안전공학 기반 설계를 위한 색인표를 각각 정리하였다.

Table 1. Index for design (physical function)

편이장비	필요기능	근력						동작범위 (온, 플) 4.3.3	레버, 손잡이 등 조작기, 경베의 일대일치 4.3.3	비고 4.3.3
		쥐는 힘 (온) 4.3.3	바는 힘 (온) 4.3.3	당기는 힘 (온) 4.3.3	압착 및 견고 유지에 필요한 힘 4.3.3	버튼 누르는 힘 4.3.3	중량물 취급 힘 (리퍼) 4.3.3			
전동운반차		2.1	2.1	2.1	2.3	2.2		2.1	2.1/2.4 2.5/2.9	2.10(전통)
양재기							2.7		2.7	
제모형운반차		2.1	2.1	2.1		2.2		2.1	2.1/2.4 2.5/2.9	2.10(전통)
비료살포기							2.7		2.7	
원리기	2.1	2.1	2.1					2.1	2.1/2.4 2.5/2.9	2.10(전통)
수동수평 (대관로발)						2.7			2.1/2.4 2.5	
축전력 전기가위	2.1					2.2	2.7		2.1	
파쇄기	2.1	2.1	2.1		2.2			2.1	2.1/2.4 2.5/2.9	2.10(전통)
농후비대어					2.2				2.1	
곡물기							2.7		2.1	
배달운반차								2.1	2.4	
생인형운반차	2.1	2.1	2.1	2.3	2.2			2.1	2.1/2.4 2.5/2.9	2.10(전통)
작업대								2.1	2.7	
작업대									2.7	

### 3.6 편이장비 적합성 평가 기준

1) 작목 및 재배환경 적합도 평가 기준

- ① 장비의 크기
- ② 정격출력
- ③ 주행능력
- ④ 작동시간
- ⑤ 유해가스의 배출
- ⑥ 등관능력
- ⑦ 작물의 보호
- ⑧ 온도 및 날씨의 변화에 대한 대응

2) 사용 적합도 평가 기준

- ① 주 사용자의 연령 및 성별
- ② 사용자의 신체적 기능
- ③ 사용자의 감각적 기능
- ④ 사용자의 인지적 기능

### 3.7 편이장비 사용성 평가 기준

Table 1. Evaluation standard of usability (example)

대분류	중분류	소분류	비고
신체적 기능	레버(lever)	레버 손잡이 길이	
		레버 손잡이 두께	
		레버 손잡이의 형태	
		레버가 여러 개인 경우 각 레버의 식별	
		레버의 조작범위	
		레버의 조작력	
	레버의 위치		
	버튼(button)	버튼의 크기	
		버튼이 여러 개인 경우 각 버튼의 식별	
		버튼의 작동범위	
		버튼의 조작력	
		버튼의 위치	
		트글스위치 (toggle switch)	트글스위치의 크기
	노브(knob)	트글스위치의 작동범위	
		트글스위치의 조작력	
		기 사용 스위치의 위치	
		노브의 구분(A형, B형)	
	노브(knob)	노브의 크기(지름)	
		노브의 크기(높이)	
		노브의 조작력	
		노브의 위치	
	손잡이(handle)	손잡이의 크기(지름)	
		손잡이의 크기(길이)	
		손잡이의 재료 및 형태	
작업대(table)	서서 작업하는 작업대의 높이		
	앉아서 작업하는 작업대의 높이		
		작업대의 구조	

### 3.7 편이장비 성능 평가 기준

- 1) 장비의 표면
- 2) 가동부 및 고온부 방호장치
- 3) 전기시동장치
- 4) 동력차단장치
- 5) 제동장치
- 6) 운전. 조작장치
- 7) 계기장치
- 8) 경보장치
- 9) 안전표시
- 10) 기타

## 4. Conclusion

본 연구에서는 인간공학적 측면에서 편이장비의 개선 및 개발에 참고할 수 있는 근거자료를 마련하였다. 이를 위하여 각종 규격, 표준, 참고문헌 등을 참조하여 다음의 각각에 대한 편이장비의 설계, 개발, 변경을 위한 평가기준을 제시하였으며, 편이장비 검정 시행을 위한 모형을 개발하였다. 그러나 편이장비 개량에 따른 평가 기준의 마련을 위해서는 편이장비로 보급되는 장비의 일부분이 농기계로 분류되어 있고, 농업기계화촉진법과 시행규칙, 고시 등을 준수하여야 함으로 독자적인 기준을 마련하기에는 한계가 있

었다. 현재 농업기술실용화재단에서 시행중인 농기계 검정 항목을 보면, 농기계의 기계적 성능과 안전장치 위주의 검정항목으로 구성되어 있으나 일부 선진국에서는 농업기계의 사용 편의성을 위하여 이미 농업기계를 사용하는 여성과 고령자를 배려하기 위한 연구와 조치들이 시행되고 있다. 그러므로 본 연구에서 제시하는 기준들이 농업기계로 분류되어 있는 장비들의 검정항목에 포함되어야 농업기계 사용시 발생하는 어려움들이 감소되고, 안전성이 더욱 향상될 수 있을 것이다.

## Acknowledgements

This work was funded by National Academy of Agriculture Science RDA

## References

- KS A 5561-2:2009.  
 KS A ISO/IEC Guide 71:2007.  
 KS A ISO TR 22411:2011.  
 KS A 5561 - 4:2009.  
 KOSHA CODE M-49-2001.  
 KS B 7202:2002.  
 KS I ISO 7029.  
 Amrhein, P. C., Stelmach, G. E. and Goggin, N. L., Age differences in the maintenance and restructuring of movement preparation, *Psychology and aging*, 6, 451-466, 1993.  
 Brown, S. H., Control of simple arm movement in the elderly, *Changes in sensory motor behavior in aging*, 27-52, 1996.  
 Cho, H. Y. and Kim, G. B., A study on slowing in movement of the elderly, *The Korean Journal of Physical Education*, 39(3), 325-337, 2000.  
 Coren, S. and Girgus, J., Density of human lens pigmentation: In vivo measure over an extended age range, *Vision Research*, 12, 343-346, 1972.  
 Corso, J. F., *Aging sensory systems and perception*, Praeger Publishers, New York, 1981.  
 Craik, F. I. M. and Tulving, E., Depth of processing and retention of words in episodic memory, *Journal of Experimental Psychology*, 104, 268-294, 1975.  
 Craik, F. I. M., Memory functions in normal aging. In T. Yanagihara and R. C. Petersen (Eds), *Memory disorders: Research and Clinical Practice*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.  
 Danneskiold-Samson, et al., Muscle strength and functional capacity in 78-81 year old men and women, *European Journal of Applied Physiology*, 52(3), 310-314, 1984.  
 Gates, G., et al. Hearing in the elderly: the Framingham Cohort, Part I. Basic audiometric test results, *Ear and Hearing*, 11, 247-256, 1990.  
 Goldstein, E. B., *Sensation and perception*, Wadsworth, California, 1984.  
 Gyeongsangnam-do Inhabitants Daily Report, Old person safety accident, <http://www.idomin.com/news/articleView.html> (retrieved June 14, 2011).  
 Im Y. W., *Design Ergonomics*, Mijinsa, 1992.  
 Korea Consumer Agency, *Agricultural machine safety condition survey*, 2009.  
 Lassel, L., Morphological and functional characteristics of the ageing skeletal muscle in man. A cross sectional study, *Acta physiologica Scandinavica*, 457, 1-36, 1978.  
 Lee, N. H. and Kim, G. H., The somatotype characteristic and clothing life of the elderly, *Proceedings of the 2007 fall conference on Korea fashion and custom design association*, 36-39, 2007.  
 Lee, Y. J. and Lee, H. S., Characteristics of color perception about yellow and blue with human lens coloration, *Info Design Issue*, 73-83, 2006.  
 McDowd, J. M. and Shaw, R. J., Attention and aging: A functional perspective. In F.I.M. Craik and T.A. Salthouse (Eds), *Handbook of Aging and Cognition II*. Erlbaum, New Jersey, 2000.  
 Park, H. J., Cho, S. H. and Cho, S. J., A Study on hearing status of the elderly population in Jeonnam, *Audiology*, 2, 58-61, 2006.  
 Popelka, M. M., et al. Low prevalence of hearing aid use among older adult with hearing loss: the epidemiology of hearing loss study, *Journal of the American Geriatrics Society*, 46, 1075-1087, 1998.  
 Park, T. J., Cognitive Neural Mechanisms of Aging, *Proceedings of the 2004 winter conference on Korea Experimental Psychological Society*, 33-39, 2004.  
 Reading, W. M., Visual resolution as measured by dynamic and static tests, *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 333, 17-26, 1972.  
 Rural Development Administration, *Handbook of farm working convenient equipment and Individual protection I*, 2008.  
 Schneider, B. A. and Pichora-Fuller, M. K., Implications of perceptual deterioration for cognitive aging research. In F.I.M. Craik and T.A. Salthouse (Eds), *Handbook of Aging and Cognition II*. Erlbaum, New Jersey, 2000.  
 Seo, S. R. and Lee, S. D., Evaluation of labor adaptation of middle and old aged by finger reaction, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 11(1), 31-38, 1992.  
 Size Korea, <http://sizekorea.kats.go.kr> (retrieved June 14, 2013).  
 Son, B. C. and Shin, S. H., A Study on Wrist-Twisting Torque for Korean Females, 21(4), 67-84, 2002.  
 Son, B. C., Lee, K. S. and Shin, S. H., "Improvement of assistive equipment using Ergonomics for agricultural works", *Proceedings of the 9th Pan-Pacific Conference on Ergonomics*, SS3-146, Kaohsiung, Taiwan, 2010.  
 Song, H. Y., et al. "The influence study of upper arm postural Tremor of hand tool weight on static posture", *Proceedings of the Spring Conference on Associate of Korea Industrial Engineering*, 1(pp. 151-157), Seoul, Korea, 1996.  
 Statistics Korea, 2007 *Agriculture and fishing industry person basic statistical survey*, 2008.  
 Statistics Korea, 2010 *Old person statistics*, 2010.

- Stelmach, G. E., Amrhein, P. C. and Garcia-Colera, A., Age difference in bimanual coordination, *Journal of Gerontology*, 43, 18-23, 1988.
- Stelmach, G. E., Goggin, N. L. and Garcia-Colera, A., Movement specification time with age, *Experimental Aging Research*, 13, 39-46, 1987.
- Vandervoort, D., Quality of social support in mental and physical health, *Current Psychology*, 18(2), 205-221, 1992.
- Voie, D. L. and Light, L. L., Adult age differences in repetition priming: A meta analysis, *Psychology and Aging*, 9, 539-553, 1994.
- Weale, R., Aging and vision, *Vision Research*, 26, 1507-1512, 1986.
- Wechsler, D., Wechsler Memory Scale-Revised manual San Antonio, The Psychology Corporation, Texas, 1987.
- Winfield, A. and Kahana, M. J., The dynamics of memory retrieval in order adulthood, *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56, 187-199, 2002.
- Yonelinas, A. P., The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research, *Journal of Memory and Language*, 46, 441-517, 2002.
- Zacks, R. T., Hasher, L. and Li, K. Z. H., Human memory, In F.I.M. Craik and T.A. Salthouse(Eds), *Handbook of Aging and Cognition II*. Erlbaum, New Jersey, 2000.

## Author listings

**Kilsu Han:** han3188@korea.kr

**Highest degree:** PhD, Department of agricultural Engineering,  
SungKyunKwan University

**Position title:** Researcher, Technology Services team, National Academy  
of Agriculture Science RDA

**Areas of interest:** Agricultural robot, Plant production factory, Safety  
Management

**Byungchang Son:** bcson@kornu.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering,  
Keimyung University

**Position title:** Associate Professor, Department of Rehabilitation  
Engineering, Korea Nazarene University

**Areas of interest:** Rehabilitation, Senior citizens, Disabled