*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 30, No. 4 pp.459-464, August 2011 DOI:10.5143/JESK.2011.30.4.459

# Controls Location and Controls Bound of Korea Agriculture Tractor

**Keun Sang Park[1], Kwan Woo Kim[2], Hyuk Joo Kim[3]**

[1]Department of Industrial Engineering, Konkuk University, Seoul, 143-701
[2]Analysis & Certification Division, Foundation of Agri. Tech. Commercialization and Transfer, Suwon, 135-222
[3]National Institute of Agricultural Engineering, Suwon-city, Gyeonggi-do, 441-100

**ABSTRACT**

It is prescribed for the controls layout of agricultural tractors to offer a comfortable workspace in ISO 4253 as international standard. To export other country to the Korea agricultural tractor, it needs to come up to the nation standard. The objective of the study is to investigate for location of control operation of the Korea agricultural tractor after applying the ISO 4253, to know whether it suits or not the nation standards with the tractor of product and supply within the country. As the research result of Korea agricultural tractor, Controls position of them are few in zone of comfort which defined in ISO 4253 and escapes lots in the zone of reach.

Keywords: Tractors, Controls layout, Dimension, Zone of comfort, Zone of reach

## 1. Introduction

최근에 국내 트랙터 운전자들을 대상으로 트랙터를 사용할 때 느끼는 불편한 점에 대한 설문 조사 결과에서 트랙터 운전자들은 트랙터 페달 위치에 대해 67%, 트랙터 변속레버에 대해 79%, 핸들 높이에 대해 84%, 핸들 거리에 대해 52%만이 적당하다고 응답하고 있다. 또한, Kang(1998)은 트랙터 조작장치의 조작빈도, 운전자의 작업자세 및 노동부담 등을 종합적으로 분석하여 조작장치의 종류, 조작장치 위치, 조작방법 및 조작공간 등에 대한 인간공학적 측면에서 문제점을 제시하였다. 그 결과에 의하면 주 · 부변속 및 PTO 변속레버 등의 경우 조작방향별 변속단수, 가속 및 전륜구동레버 등은 조작방향별 기능의 형식간에 차이가 있었는데 이는 오조작을 유발시킬 수 있으므로 개선이 요구된다고 하였다. 그리고 핸들의 형상 및 조작공간은 이론적 설계치와 차이가 있는 것으로 나타나 작업자세 등과의 검정을 통한 적정치의 구명이 필요하다고 제시하였다.

Kumar(2009)은 인도에서 사용되는 트랙터를 대상으로 ISO 표준을 기준으로 하여 조작장치에 대해 비교 평가를 하였다. 연구 결과에 의하면 인도의 트랙터들은 조작 가능한 범위 또는 최적의 작업범위 안에 있는 조작장치들이 적었다고 보고하고 있다. 또한 조향핸들, 클러치 페달, 브레이크 페달, 가속 페달과 같은 조작장치들이 IS12343 표준에 부합되게 설계되어 조작 가능한 범위 또는 최적의 작업범위 안에 있는 트랙터는 적은 수에 불과한 것으로 보고하고 있다. 이처럼 트랙터의 조작장치들이 조작 가능한 범위에 있지 않을 경우 오조작 발생률을 높일 수 있다.

Mehta(2007)는 인도 트랙터 운전자의 트랙터 페달을 밟는데 들어가는 답압력을 측정하였는데 인도 트랙터에서 최대의 답압력으로 밟을 수 있는 최적의 클러치와 브레이크 페달의 위치는 운전자에게 편안한 자세에서 SRP(seat reference point)로 부터 앞으로 40%와 아래로 19% 거리에 위치하는 것으로 보고하였다. 그때의 클러치와 브레이크 페달의 최대 압력은 330N와 280N로 추천하였다.

이와 같이 농용 트랙터에서도 운전자의 안전과 피로는 각

Corresponding Author: Kwan Woo Kim. Foundation of Agri. Tech. Commercialization and Transfer, Suwon, 135-222.
E-mail: kwkim@efact.or.kr
Copyright@2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

종 조작장치의 위치에 많은 영향을 받는다. 특히 험한 지형에서 트랙터를 운전할 때에는 신속하고 정확한 조작이 요구되기 때문에 각종 조작장치의 적정 위치 및 효율성은 직접적으로 안전 운전과 관계된다(Ryu, 2004). 최적의 작업범위 안에 있는 조작장치는 운전자의 피로를 경감시킬 수 있으며 안전한 조작기능을 수행할 수 있도록 한다. 따라서 운전석에 앉은 상태에서 상체를 움직이지 않고 편안하게 팔, 손, 발을 움직일 수 있는 최적의 범위와 회전할 수 있는 최적 범위 안에서 트랙터의 운적석 설계가 이루어져야 할 필요가 있다. 한편, 국제표준화기구에서는 트랙터 운전자들에게 쾌적한 작업공간을 제공하기 위해 농업용 트랙터의 운전조작장치 위치에 관하여 ISO 4253에 규정하고 있다.

이 논문에서는 국내 농용 트랙터의 조작장치 위치 및 조작범위를 비교 분석하여 농용 트랙터 설계의 지침으로 활용할 수 있는 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

## 2. Control Location survey of Agriculture Tractor

### 2.1 Control device location based on ISO 4253

트랙터 운전석의 조정범위는 ISO 4253에서 규정하고 있는 전후 조정범위는 최소 ±75mm와 적정 ±100mm이고, 상하 조정범위는 최소 ±30mm, 적정 ±50mm로 제시하고 있다. 상체와 대퇴의 연결점인 SIP(Seat index point)는 각 상체와 대퇴의 회전중심으로서, 조작장치의 위치를 결정하는 기준점이 된다. 트랙터 운전자들에게 쾌적한 작업공간을 제공하기 위해 ISO 4253은 농업용 트랙터의 운전조작장치 위치 및 조절가능 범위에 관하여 SIP를 기준으로 하여 규정하고 있다(Figure1와 Figure 2).

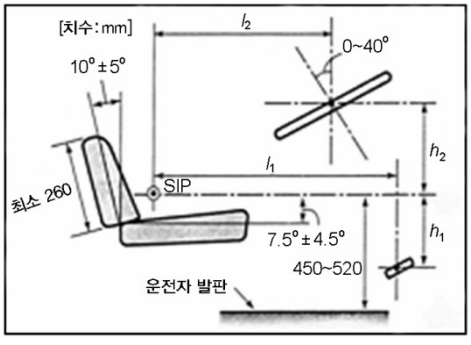


**Figure 1.** Adjustable range in seat and handle of the SIP

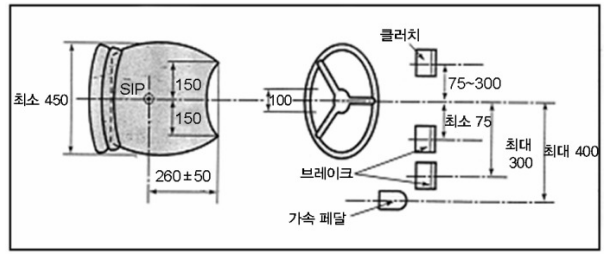


**Figure 2.** Adjustable range in handle and pedals of the SIP

### 2.2 Agriculture tractor of three types

이 연구에서는 형식별로 소형 4대, 중형 5대, 대형 5대의 트랙터를 가지고 ISO 4253에서 제시하는 조작장치들의 최적의 위치와 조작 가능한 범위를 비교하고자 한다(Table 1).

**Table 1.** 14 Agriculture-tractors of each type

| 형식 | A | B | C | D | E | 합계 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 소형: 39ps(28kW 이하) | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 중형: 40~59ps(29~43kW) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 대형: 60ps(44kW) 이상 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

## 3. Survey Result of Drive Control Devices of Agriculture Tractor

### 3.1 Pedal position in SIP reference point

Figure 3은 농용 트랙터 별 SIP에서 클러치 페달까지의 앞쪽 거리와 아래쪽 높이를 나타낸 것이다. 그래프 안의 사각형이 ISO 4253에서 제시하는 클러치 페달의 최적 위치가 된다. 대부분의 한국 농용 트랙터의 클러치 페달의 위치는 최적의 위치보다는 안쪽에 위치한 것으로 나타났다. 형식별로는 클러치 페달이 소형, 중형, 대형의 순으로 최적의 위치에서 안쪽에 배치되어 있어, 소형 트랙터가 신체에 가장 근접해 있다고 볼 수가 있다. 브레이크 페달의 위치를 SIP에서 앞쪽 거리와 아래쪽 높이를 보면, 클러치 페달의 위치와 동일한 현상을 보여 주고 있다(Figure 4). 클러치와 브레이크 페달은 다소 규정면적 안쪽 범위에 있는 것으로 판단된다(Figure 5와 Figure 6). 클러치 페달은 SIP에서 좌측 폭으로 −75~−350mm 범위에서 1개 농용 트랙터를 제외하고, 대부분의 트랙터가 규정면적에 위치한다. 클러치 페달은 ISO 표준에서 제시한 범위에서 좌측 −175mm 이상에 위치한 것으로 나타났다. 브레이크 페달은 6개의 트랙터만이 규정면적에서 폭이 3~32mm 멀리 위치하는 것으로 나타났다.

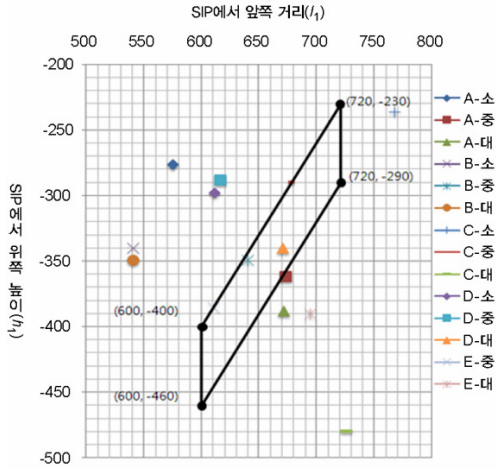


**Figure 3.** Distance and height from SIP to clutch-pedal

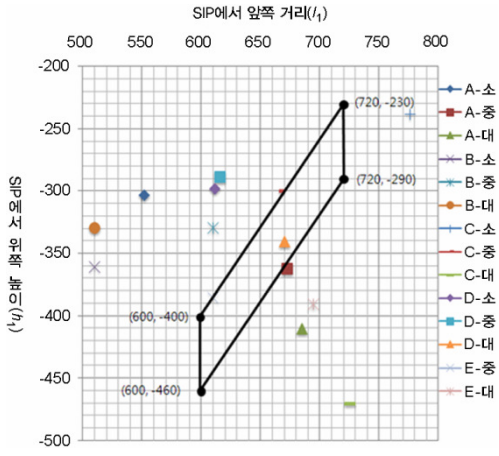


**Figure 4.** Distance and height from SIP to brake-pedal

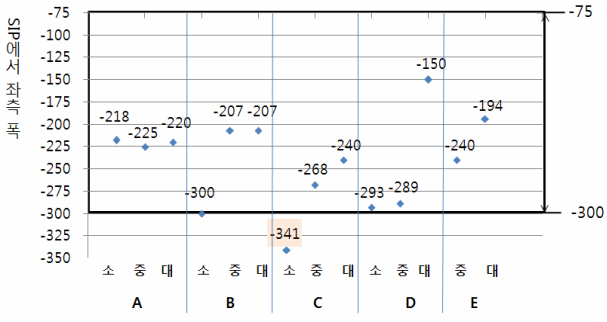


**Figure 5.** Width from the SIP to clutch pedal

### 3.2 Position from SIP reference point to steering handle

Figure 7은 조향핸들에 대한 앞쪽 거리와 위쪽 높이의 위치를 보여준다. 국내 트랙터의 조향핸들은 ISO 표준에서 제

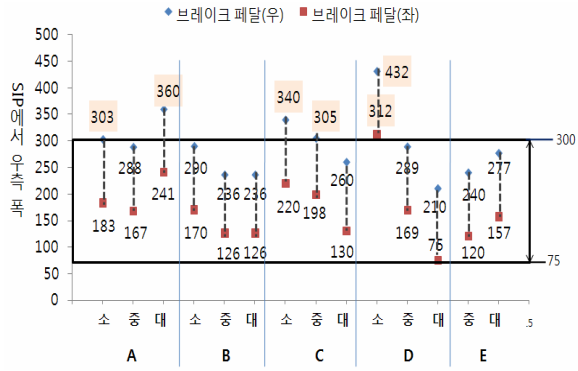


**Figure 6.** Width from the SIP to brake pedal

시한 규정면적에서 만족하는 것은 1대인 것으로 조사되었다. 조향핸들에 대해 규정면적에서 다수의 트랙터가 SIP 기준점에서 앞쪽으로 최대 91mm 멀리 있고, 아래쪽으로 최대 115mm 가까이 있는 것으로 분석되었다.

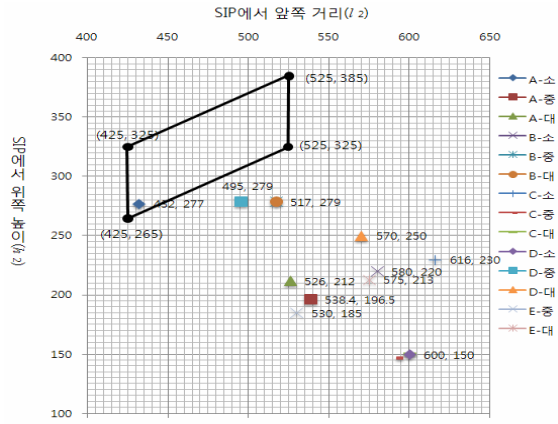


**Figure 7.** Distance and height from SIP to steering handle

### 3.3 Position to control devices from SIP reference point

한국농용 트랙터의 조작장치들에 대한 거리와 높이의 위치, 조작장치들에 대한 폭과 높이의 위치를 보여준다(Figure 8과 Figure 9). 손으로 조작하는 장치인 주·부변속 레버와 조향핸들의 조작장치에 대해 거리와 높이의 위치를 보면, 주변속 레버는 최적의 작업범위에 놓여 있지만, 부변속 레버는 4대의 트랙터가 최적의 작업범위보다 뒤쪽에 장착되어 있다. 또한 조향핸들은 최적의 작업범위보다 앞쪽으로 8대의 트랙터가 멀리 위치하는 것으로 보여진다. 발로 조작하는 클러치, 브레이크, 가속 페달을 보면, 다소 조작 가능한 범위보다 안쪽에 위치하는 것으로 나타났다.

조작장치들에 대해 폭과 높이를 보면, 대부분의 트랙터 조

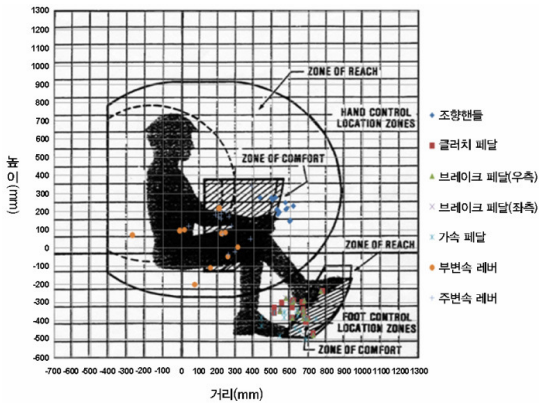


**Figure 8.** Position of height and distance for control devices

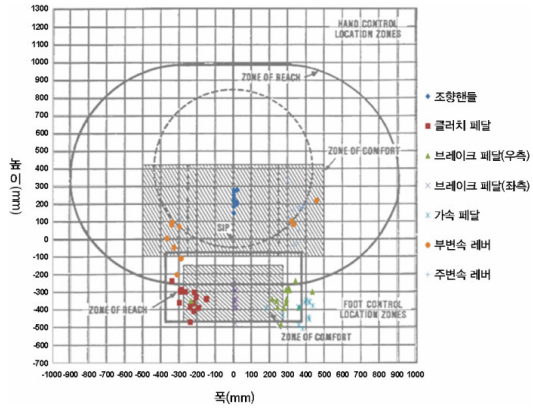


**Figure 9.** Position of width and height for control devices

작장치들이 최적의 조작범위에 위치하는 것으로 나타났지만, 약간의 트랙터들의 조작장치인 브레이크 우측과 가속 페달들이 조작 가능한 범위보다 오른쪽으로 멀리에 위치하는 것으로 보여진다. 한국트랙터의 조작장치 중에 조향핸들, 주부변속 레버들은 거리와 높이 및 폭이 조작 가능한 범위 안에 있지만, 클러치와 브레이크 및 가속 페달은 범위에서 벗어나는 경우가 매우 많은 것으로 나타났다. 따라서 클러치, 브레이크, 가속 페달은 조작 위치를 개선할 필요가 있다. 또한 조작장치들의 거리, 높이, 폭에 대한 조작 가능한 범위 안에 있는 장치들의 수를 보면, 소형이 평균 3.75로 가장 적고, 대형이 평균 4.4로 가장 많다. 이와 같이 소형은 조작 가능한 범위에 있는 장치들이 적기 때문에 오조작 확률이 높으므로 개선할 필요가 있으며 이를 위한 인간공학적인 설계기준의 마련도 필요하다고 할 수 있다(Table 2).

**Table 2.** Position of the tractor control devices

| 트랙터 | | 조향핸들 | 클러치 | 브레이크 페달 | 가속 페달 | 부변속 레버 | 주변속 레버 | 조작 가능 범위 안에 있는 장치 수 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 소-A | 거리 | ZC | # | # | # | ZR | ZC | 3 |
| | 높이 | ZC | # | # | # | ZR | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZR | # | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | X | X | O | O | |
| 소-B | 거리 | ZR | # | # | # | ZR | ZR | 3 |
| | 높이 | ZR | # | # | # | ZR | ZR | |
| | 폭 | ZC | ZR | ZR | ZC | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | X | X | O | O | |
| 소-C | 거리 | ZR | ZC | ZR | ZC | ZC | ZC | 6 |
| | 높이 | ZR | ZR | ZR | ZC | ZC | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZR | ZR | ZC | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | O | O | O | O | O | |
| 소-D | 거리 | ZC | # | # | # | ZC | ZC | 3 |
| | 높이 | ZC | # | # | # | ZC | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZR | # | # | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | X | X | O | O | |
| 중-A | 거리 | ZR | ZR | ZC | ZR | ZC | ZC | 5 |
| | 높이 | ZR | ZR | ZR | # | ZC | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZR | # | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | O | O | X | O | O | |

**Table 2.** Position of the tractor control devices (Continued)

| 트랙터 | | 조향핸들 | 클러치 | 브레이크 페달 | 가속페달 | 부변속 레버 | 주변속 레버 | 조작 가능 범위 안에 있는 장치 수 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 중-B | 거리 | ZC | # | ZR | # | ZC | ZC | 4 |
| | 높이 | ZC | # | ZR | # | ZC | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZC | # | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | O | X | O | O | |
| 중-C | 거리 | ZR | ZR | ZR | ZC | ZR | ZC | 5 |
| | 높이 | ZR | ZR | ZR | # | ZR | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZR | # | ZR | ZC | |
| | 위치 | O | O | O | X | O | O | |
| 중-D | 거리 | ZC | # | # | # | ZC | ZC | 3 |
| | 높이 | ZC | # | # | # | ZC | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZR | ZR | # | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | X | X | O | O | |
| 중-E | 거리 | ZC | # | ZR | # | ZR | ZC | 4 |
| | 높이 | ZC | # | ZR | # | ZR | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZC | ZR | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | O | X | O | O | |
| 대-A | 거리 | ZC | ZC | ZC | ZC | ZR | ZC | 5 |
| | 높이 | ZC | ZC | ZR | # | ZR | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZR | # | ZR | ZC | |
| | 위치 | O | O | O | X | O | O | |
| 대-B | 거리 | ZC | # | # | # | ZC | ZC | 3 |
| | 높이 | ZC | # | # | # | ZC | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZC | ZR | ZC | ZC | |
| | 위치 | O | X | X | X | O | O | |
| 대-C | 거리 | ZR | ZC | ZC | # | ZR | ZC | 4 |
| | 높이 | ZR | ZC | # | # | ZR | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | # | # | ZR | ZC | |
| | 위치 | O | O | X | X | O | O | |
| 대-D | 거리 | ZR | ZR | ZR | ZC | ZR | ZC | 6 |
| | 높이 | ZR | ZR | ZR | ZR | ZR | ZR | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZC | ZR | ZR | ZR | |
| | 위치 | O | O | O | O | O | O | |
| 대-E | 거리 | ZC | ZC | ZC | ZC | ZC | ZC | 4 |
| | 높이 | ZC | ZC | ZC | # | # | ZC | |
| | 폭 | ZC | ZC | ZC | # | # | ZC | |
| | 위치 | O | O | O | X | X | O | |

ZC: 최적의 작업범위(Zone of Comfort)에 있을 경우.
ZR: 조작 가능한 범위(Zone of Reach)에 있을 경우
# : 조작 가능한 범위에서 벗어났을 경우.
O : 수직과 수평이 조작 가능한 범위 안에 있을 경우.
X : 수직과 수평이 한 개 이상 조작 가능한 범위에 벗어났을 경우.

## 4. Conclusion

한국 농용 트랙터의 조작장치들에 대한 인간공학적 설계를 위한 기초자료를 얻기 위하여 국내에서 생산하고 공급되는 트랙터를 중심으로 소형, 중형, 대형의 14대의 트랙터를 대상으로, 국제표준화기구에서 제시한 ISO4253에 적용하여 국내 트랙터의 조작장치 위치 및 조작범위를 비교 분석하였다.

연구 결과로서 클러치와 브레이크 페달은 ISO 4253의 최적 위치(Zone of comfort)의 규정면적보다 안쪽 범위에 있고, 조향핸들은 규정면적보다 앞쪽으로 멀리 있고, 보다 아래쪽으로 위치하고 있는 것으로 조사되었다. 전체적으로 조작장치들에 대한 거리, 높이, 폭에 대해, 조작 가능한 범위 안에 있는 장치들은 조향핸들, 주 · 부변속 레버장치이고, 벗어나는 장치들은 클러치 페달, 브레이크 페달, 가속 페달로 나타났다. 또한 소형이 조작 가능한 범위에서 벗어나는 조작장치들이 중 · 대형보다 많은 것으로 조사되었다. 국내 농촌에서 가장 많이 사용되어지는 농기구의 하나인 트래터의 안전사용을 위해서는 조작장치의 설계를 위한 지침의 마련과 조작장치의 설계 개선이 시급히 요구되는 것으로 나타났다.

## References

Kang, C. H., Park, S. H., Ju, K. N. and Sung, D. M., Ergonomic design of tractor control: issue raising for attached position and control method, *Korea Society for Agricultural Machinery Winter-conference*, 108-113, 1998.

Kumar, A., Bhaskar, G. and Singh, J., Assessment of Controls Layout of Indian Tractors, *Applied Ergonomics*, 40, 91-102, 2009.

ISO4253, Agricultural tractors-operator's seating accommodation-dimensions, *International Organization of Standardization*, Switzerland, 1993.

Mehta, C., et al. Leg Strength of Indian Operators in the Operation of Tractor Pedals, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, 283-289, 2007.

Ryu, K. H., et al. Tractor engineering, *Munundang* 2004.

## Author listings

**Keun Sang Park:** ergpark@konkuk.ac.kr

**Highest degree:** Dr. of Eng., Department of Industrial & Management Engineering, Nihon University
**Position title:** Professor, Department of Industrial Engineering, Konkuk University
**Areas of interest:** Agricultural Ergonomics, Work Stress, Products Design

**Kwan Woo Kim:** kwkim@efact.or.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, Tokyo Metropolitan Institute of Technology
**Position title:** Researcher, Foundation of Agri. Tech. Commercialization and Transfer
**Areas of interest:** HCI, Agricultural Work Safety

**Hyuk Joo Kim:** hjkim@rda.or.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Bio-system, Kyungbuk University
**Position title:** Researcher, 2National Institute of Agricultural Engineering
**Areas of interest:** Agricultural Machine Safety

Date Received : 2011-07-14
Date Revised : 2011-07-26
Date Accepted : 2011-07-28