

캐빈형 콤바인의 시계성 평가에 관한 연구

최창현 김종덕 김태형 문정환 김용주

A Study on Visibility Evaluation for Cabin Type Combine

C. H. Choi J. D. Kim T. H. Kim J. H. Mun Y. J. Kim

Abstract

The purpose of this study was to develop a visibility evaluation system for cabin type combine. Human's field of view was classified into five levels (perceptive, effective, stable gaze, induced, and auxiliary) depending on rotation of human's head and eye. Divider, reaper lever, gearshift, dashboard, and conveying part were considered as major viewpoints of combine. Visibilities of combine was evaluated quantitatively using the viewpoints and the human's field of view levels. The visibility evaluation system for cabin type combine was consisted of a laser pointer, stepping motors to control the direction of view, gyro sensors to measure horizontal and vertical angle, and I/O interface to acquire the signals.

Tests were conducted with different postures ('sitting straight', 'sitting with 15° tilt', 'standing straight', and 'standing with 15° tilt'). The LSD (least significant difference) multiple comparison tests showed that the visibilities of viewpoints were different significantly as the operator's postures were changed. The results showed that the posture at standing with 15° tilt provided the best visibility for operators. The divider of the combine was invisible due to blocking with the cabin frame at many postures. The reaper lever showed good visibilities at the postures of sitting or standing with 15° tilt. The gearshift, the dashboard, and the conveying part had reasonable visibilities at the posture of sitting with 15° tilt. However, most viewpoints of the combine were out of the stable gaze field of view level. Modifications of the combine design will be required to enhance the visibility during harvesting operation for farmers' safety and convenience.

Keywords : Visibility evaluation, Cabin type combine, Quantitative evaluation

1. 서론

인간공학적 설계란 인체의 구조 및 심리적 특징을 반영하여 제품을 설계하는 것으로 최근 다양한 분야에서 인간공학 중심의 안전하고 편리한 제품 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 작업 환경이 열악한 농업 분야에서는 인간공학 중심의 농업기계 개발이 요구되고 있다.

콤바인은 수확 작업 시 먼지, 소음, 진동 등에 노출되어 있는 대표적인 농업기계로서 최근에는 쾌적하고 편리한 작업 환경을 제공하는 캐빈형 콤바인(cabin type combine)의 수요

가 증가하고 있는 추세이다. 그러나 국내의 캐빈형 콤바인은 대부분 조작부와 캐빈을 별도로 제작하여 결합하는 방법을 사용하고 있어 대부분의 캐빈이 운전자를 위한 시계성, 승강성, 공간성, 조작성 등의 인간공학적 요소가 결여되어 있다. 특히, 시계성은 콤바인 수확 작업 시 작업자의 자세뿐만 아니라 편의성과 안전성을 결정하는 중요한 요소로 국내 대부분의 콤바인 운전자는 시계 확보를 위해 기울인 상태나 일어선 상태 등으로 수확 작업을 수행하고 있어 이를 개선하기 위한 연구가 시급한 실정이다(Kim et al., 2008).

시계성에 관한 연구는 주로 자동차 관련 분야에서 활발히

This Study was supported by Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry for Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea. The article was submitted for publication on 2009-02-10, reviewed on 2009-03-10, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2009-03-23. The authors are Chang Hyun Choi, Professor, KSAM member, Jong Deok Kim, Researcher, Tae Hyeong Kim, Researcher, Joung Hwan Mun, Professor, Faculty of Life Science and Technology, SungKyunKwan University, Suwon, Gyeonggi, Korea, and Yong Joo Kim, Senior Research Engineer, KSAM member, LS Mtron LTD., Anyang, Gyeonggi, Korea. Corresponding author: C. H. Choi, Professor, Faculty of Life Science and Technology, SungKyunKwan University, Suwon, Gyeonggi, 440-746 Korea; E-mail: <chchoi@skku.ac.kr>.

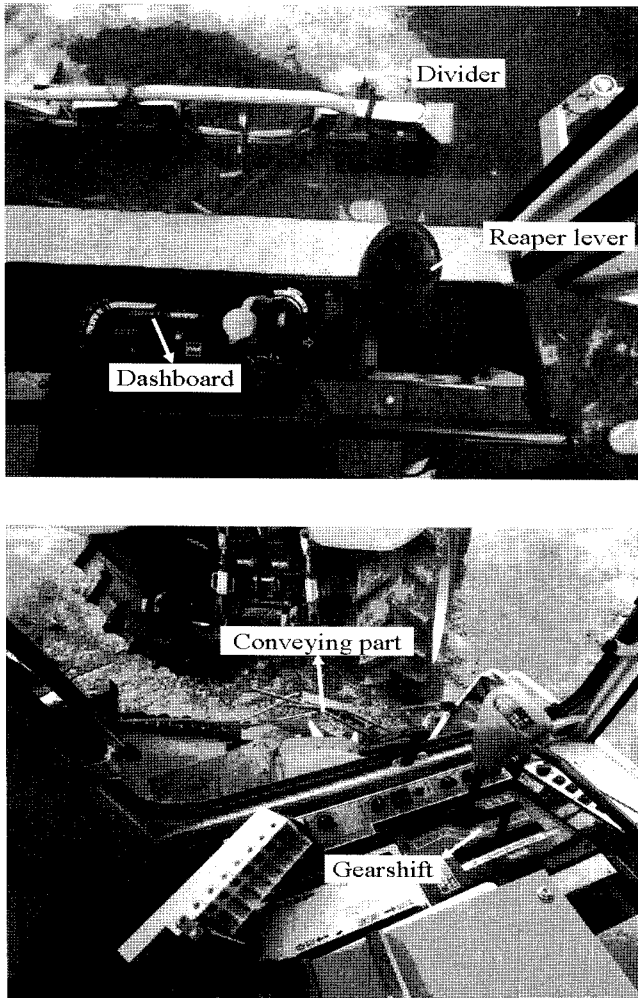


Fig. 1 Major viewpoints of cabin type combine.

진행되어 왔으며, 미국의 FMVSS (Federal Motor-Vehicle Safety Standard), 유럽의 EEC (European Economy Community), 국내의 한국산업규격(Korean Industrial Standards, KS)에서 시계성과 관련하여 시계 영역, 차폐 등에 대한 기준을 정하고 있으며, 주로 뷰포인트(viewpoint)에 대한 시계성을 평가요소로 선정하고 있다(Korean Agency for Technology and Standards, 2002). 뷰포인트는 승용차 내부에서 운전자가 바라보는 지점을 의미하는 것으로 주행 시 운전가 자주 보는 조작부, 후사경, 계기판 등은 운전자의 안전성 및 편의성을 위한 중요한 뷰포인트라고 할 수 있다. 현재 뷰포인트를 이용한 승용차의 시계성은 인체 시야의 직진성을 고려하여 눈의 중심을 레이저 포인터로 대신하는 방법으로(Korean Agency for Technology and Standards, 2002) 중요한 뷰포인트에 대한 시야 확보 유무를 수작업으로 평가하고 있으며, 아직까지 시계성 평가 시스템 개발에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 캐빈형 콤바인의 시계성 개선을 위한 기초연구로써 캐빈형 콤바인의 시계성 평가 시스템을 개발하여 콤바인 작업 자세에 따른 분초간, 예취 레버, 변속

레버, 계기판, 반송부 등의 콤바인 주요 뷰포인트에 대한 시계성을 평가하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 캐빈형 콤바인의 뷰포인트

캐빈형 콤바인의 시계성 평가를 위해서는 수확 작업 시 작업자의 시야 확보에 필요한 영역을 뷰포인트로 선정해야 한다. 뷰포인트는 크게 거울 없이 운전자가 볼 수 있는 직접 시계(Direct field of view)와 거울에 의한 간접 시계(Mirror field of view)로 나뉘며(Choi, 1999), 본 연구에서는 콤바인 수확 작업 시 후사경 등의 거울을 사용하는 경우가 드물다고 판단하여 직접 시계만을 이용하여 시계성을 평가하였다. 캐빈형 콤바인의 뷰포인트는 그림 1과 같이 수확작업 시 시야 확보가 필수적인 분초간(divider), 예취 레버(reaper lever), 변속 레버(gearshift), 계기판(dashboard), 반송부(conveying part)의 한 지점을 뷰포인트로 선정하였다. 분초간은 수확하려는 벼의 경계를 구분함으로써 콤바인의 주행 방향, 예취 레버는 벼의 수확 상태에 따른 예취 높이, 변속 레버는 콤바인의 작업 속도를 결정하는 역할을 하며, 작업자는 계기판과 반송부를 이용하여 콤바인의 작업 상태와 벼의 수확 상태를 확인해야 한다.

나. 시계성 평가 기준

인체의 시야는 눈의 방향과 사물이 일직선상에 일치할 때, 가장 우수한 시계성을 확보할 수 있으며, 사물이 눈의 중심에서 멀어짐에 따라 시각 기능의 저하를 가져온다. 그러므로 작업자는 안구 및 머리를 회전시켜 넓은 시야에서 많은 정보를 수용하게 되며, 세분화된 안구와 머리의 회전범위를 고려하여 시계 영역을 구분함으로써 뷰포인트에 대한 시계성을 정량적으로 평가할 수 있다(Ryu et al., 2004). 인체의 시계 영역은 머리와 안구의 회전에 따라 표 1과 같이 판별시야(perceptive field of view), 유효시야(effective field of view), 주시안정시야(stable gaze field of view), 유도시야(induced

Table 1 Range of human's field of view

Field of view	(unit : degree)	
	Horizontal Angle	Vertical Angle
Perceptive	0	0
Effective	-15 ~ 15	-12 ~ 8
Stable gaze	-30 ~ -45	-25 ~ -40
	-30 ~ -45	-20 ~ -30
Induced	-15 ~ -50	-12 ~ -50
	-15 ~ -50	- 8 ~ -35
Auxiliary	-50 ~ -100	-50 ~ -75
	-50 ~ -100	-35 ~ -50

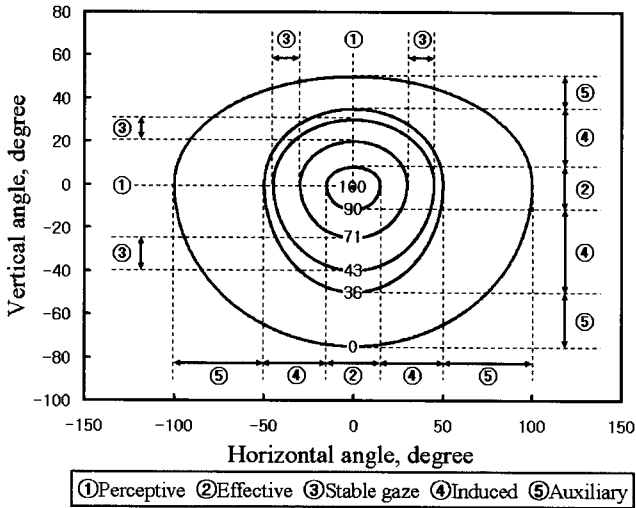


Fig. 2 Quantitative visibility evaluation by human's field of view.

field of view), 보조시야(auxiliary field of view)로 구분할 수 있다(Jang, 2001; Nakaji et al., 2003). 판별시야는 시야의 초점이 사물에 일치하여 사물에 대한 정보를 가장 높은 정밀도로 수용하는 범위, 유효시야는 안구운동만으로 무리 없이 사물의 정보를 수용할 수 있는 범위, 주시안정시야는 머리와 안구의 운동으로 시야를 확보할 수 있는 범위, 유도시야는 단지 사물의 존재 유무만을 판단할 수 있는 범위, 보조시야는 정보수용이 어려워 인체의 전체적인 움직임을 통해 시야의 확보가 가능한 범위를 의미한다.

본 연구에서는 캐빈형 콤바인의 뷰포인트에 대한 시계성을 정량적으로 평가하기 위해 인체의 시계 영역에 따라 평가점수를 부여하였다. 수직 및 수평 각도의 범위로 표시된 시계 영역은 그림 2와 같이 타원의 형태로 표시할 수 있으며, 평가점수는 인체의 시야 중심에서의 거리가 멀어질수록 낮은 평가점수를 갖도록 설정하였다. 판별시야를 100점, 보조시야의 외부 영역을 0점으로 설정하고, 각 시야 영역의 타원 면적을 산출하여 보조시야 영역의 경계선까지의 총면적으로 나눈 비율을 이용하여 평가점수를 결정하였다. 뷰포인트에 대한 평가점수는 작업자 눈의 위치와 뷰포인트까지의 거리에 따라 타원의 면적이 다르게 나타나므로 각 뷰포인트별로 측정되는 수직 및 수평 각도에 따라 뷰포인트가 포함된 타원의 면적을 구하여 각 뷰포인트에 대한 평가점수를 다음과 같이 계산하였다.

(Evaluation score of viewpoint)

$$= \left(1 - \frac{\text{Elliptic area of measured viewpoint}}{\text{Total area of auxiliary field of view}} \right) \times 100$$

다. 시계성 평가시스템

콤바인의 시계성 평가시스템은 그림 3과 같이 눈의 위치를

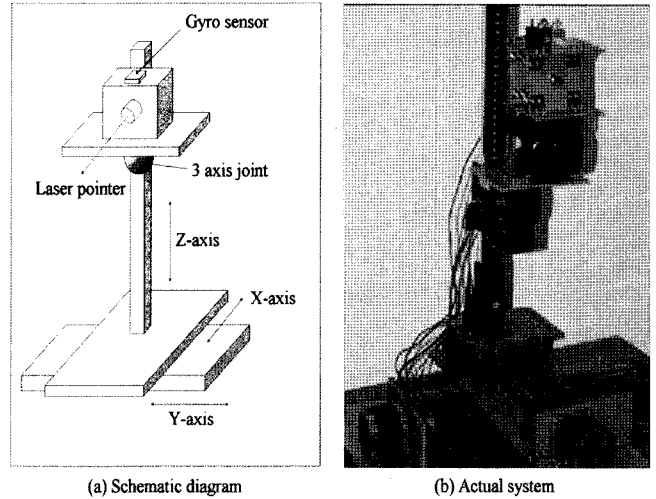


Fig. 3 Visibility evaluation system for cabin type combine.

Table 2 Specifications of visibility evaluation system for cabin type combine

Item	Model	Specifications
Step Motor	NK266-02AT	• 3.6 input voltage • 1.8 degree/step resolution
Gyro Sensor	ENV-05G	• ±180 degree measuring range • 0.1 degree resolution
Analog Input Module	NI 9205	• 16/32 analog inputs • 16-bit resolution, 50 kS/s sampling rate • ±10 V programmable input ranges

대신하는 레이저 포인터, 작업자의 시야 위치에 따라 XYZ축 방향으로 이동이 가능하도록 3개의 스텝 모터, 안구 및 머리의 회전을 대신하는 3축 방향 조인트, 변경된 시야의 회전각 측정을 위한 3축 방향 자이로 센서를 이용하여 개발하였다. 시스템에 사용된 스텝 모터, 자이로 센서, 자료수집장치의 제원은 표 2와 같다.

커플링과 연결이 용이한 스텝 모터(AK-24, Autonics, Korea)를 이용하여 스크류를 따라 시계성 평가 시스템의 이동이 가능하도록 개발하였다. 캐빈형 콤바인 운전석의 조정 정도에 따라 인체 시야의 위치가 변경되는 것을 고려하여 스텝 모터의 이동 거리는 XY축 방향으로 각각 30 cm로 선정하였다. Z축 방향의 이동 거리는 콤바인 수확 작업 시 작업자가 일어선 상태로 작업하는 경우도 있으므로 앉은 상태에서 캐빈의 최고 높이까지의 시야 이동이 가능하도록 100 cm로 선정하였다. 인체의 머리 및 안구의 회전은 3축 방향 조인트를 이용하여 조정하였으며, 이때 인체 시야의 중심이 변경되는 것을 측정하기 위해 ±180°의 범위에서 3축 방향 회전각 측정이 가능한 자이로 센서(ENV-05G, Murata, Japan)를 사용하였다. 특정 위치에서 인체의 시야는 머리와 안구의 움직임에 따라 수직 및 수평 방향의 변화가 있으므로 자이로 센서의 상하(pitch) 및 좌우(yaw) 회전각을 측정하였다. 자료수집장치는 자이로 센서를

이용하여 시야의 회전각 측정이 가능하도록 아날로그 입력모듈(NI-9205, National Instrument, USA)을 사용하였으며, 신호 수집 및 보정을 위한 프로그램은 LabVIEW (version 8.5, National Instrument, USA)를 이용하여 개발하였다.

라. 실험방법

캐빈형 콤바인의 시계성 평가시스템을 이용하여 콤바인 작업 자세에 따른 분초간, 예취 레버, 변속 레버, 계기판, 반송부의 콤바인 뷰포인트에 대한 시계성을 평가하였다. 운전자가 운전석에 앉아서 콤바인을 작동하는 것이 바람직하나, 수확 작업을 할 때 주요 부분의 작동 상태를 확인하기 위하여 일어서거나 상체를 기울인 상태로 작업하는 경우가 발생한다. 콤바인 수확작업 시 운전자가 주로 취하는 자세인 앉은 자세, 앉아서 15° 기울인 자세, 일어서는 자세, 일어서서 15° 기울인 자세에서 시계성을 평가하였다.

캐빈형 콤바인의 시계성 평가를 위해서는 농업인의 신체적 특징을 반영하여 운전자 눈의 위치를 선정해야 하며, 본 연구에서는 표 3과 같이 농업인에 대한 한국인 인체치수조사(Korean

Agency for Technology and Standards, 2005)의 결과를 이용하여 운전자 눈의 위치를 선정하였다. 농업인의 평균 눈높이는 앉은 자세와 일어서는 자세에서 각각 78 cm와 154 cm, 머리의 평균 길이는 17 cm로 조사되었다. 사람의 눈이 머리의 가장 앞부분에 있으며, 운전석에 앉은 상태 및 일어서는 상태에서 기울인 자세의 회전축은 엉덩이로 동일하다고 가정하고, 그림 4와 같이 운전자의 작업 자세에 따른 눈의 위치를 설정하였으며, 레이저 포인터를 이용하여 시계성을 평가하였다.

시계성 평가는 현재 국내에서 판매중인 5조식 캐빈형 콤바인(C805G, Tong Yang Co., Korea)을 이용하였으며, 각각의 작업 자세에 따라 5회 반복 실험을 수행하였다. 시계성 평가시스템의 3축 방향 링크를 회전하여 레이저 포인터와 뷰포인트를 일치시킨 후, 이때 레이저 포인터의 수직, 수평 회전각 변화를 자이로 센서로 측정하여 인체 시야에 따른 평가 점수를 결정하였다. 콤바인 작업자세가 뷰포인트의 시계성에 미치는 영향을 분석하기 위해 통계분석 프로그램인 SAS (version 9.1, SAS Institute, Cary, USA)를 이용하여 작업 자세를 인자로 하는 일원분산분석(One-way ANOVA)과 최소유의차(least significant difference, LSD) 검정을 수행하였다.

Table 3 Head lengths and eye positions of farmers (unit : cm)

Item	No. subject	Avg.	S.D.	Min.	Max.	
Head Length	541	17	2.25	14	22	
Eye Height	Standing	916	154	5.45	136	171
	Sitting	916	78	3.15	67	87

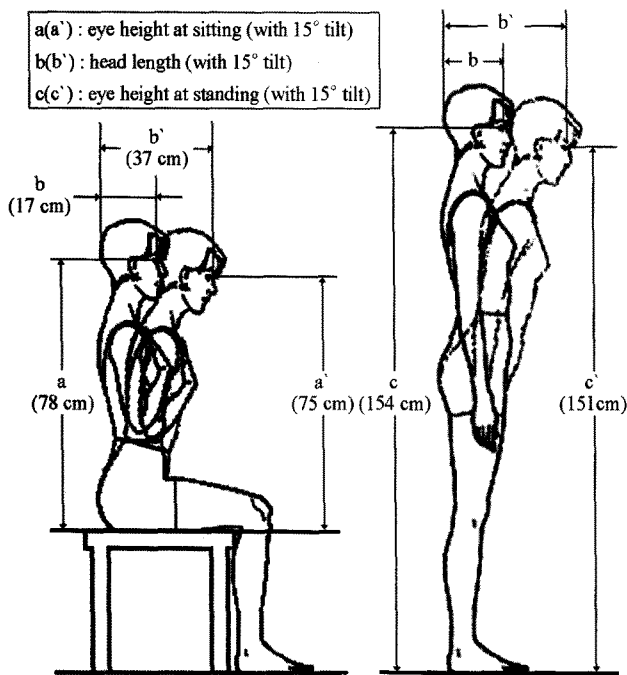


Fig. 4 Positions of driver's eye with different postures.

3. 결과 및 고찰

가. 작업 자세에 따른 뷰포인트의 시계성

앉은 자세와 앉아서 15° 기울인 자세에서 콤바인 뷰포인트의 시계 영역은 그림 5와 같이 나타났다. 앉은 상태에서 예취 레버는 유도시야의 영역으로 가장 좋은 시계성을 보여주고 있으나, 변속 레버, 계기판, 반송부는 모두 보조시야의 영역에 위치하여 시야의 확보를 위해서는 몸 전체의 움직임이 필요함을 알 수 있다. 분초간은 실제 보조시야의 영역에 있으나 차폐의 영향으로 콤바인 작업 시 앉은 자세에서는 분초간의 시야 확보가 어려움을 알 수 있다.

앉아서 15° 기울인 자세에서 뷰포인트의 시계 영역은 전체적으로 판별시야 영역에 가까워져 앉은 자세보다 양호한 시계성을 보여주고 있다. 예취 레버는 주시안정시야의 영역에 위치하여 앉은 상태에서 15° 기울이면 머리와 안구의 운동만으로 예취 레버의 시계성 확보가 가능하였다. 분초간은 앉은 자세에서는 볼 수 없으나, 유도 시야의 영역에 위치하여 캐빈 내부에서의 차폐를 제거하거나 프레임의 변형한다면 시계성이 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

그림 6은 일어서는 자세와 일어서서 15° 기울인 자세에서 뷰포인트의 시계 영역을 나타내고 있다. 일어서는 자세에서 뷰포인트의 시계 영역은 전체적으로 앉은 자세와 유사한 시계성을 보이고 있어 일어서는 상태에서 콤바인 수확 작업을 수행하

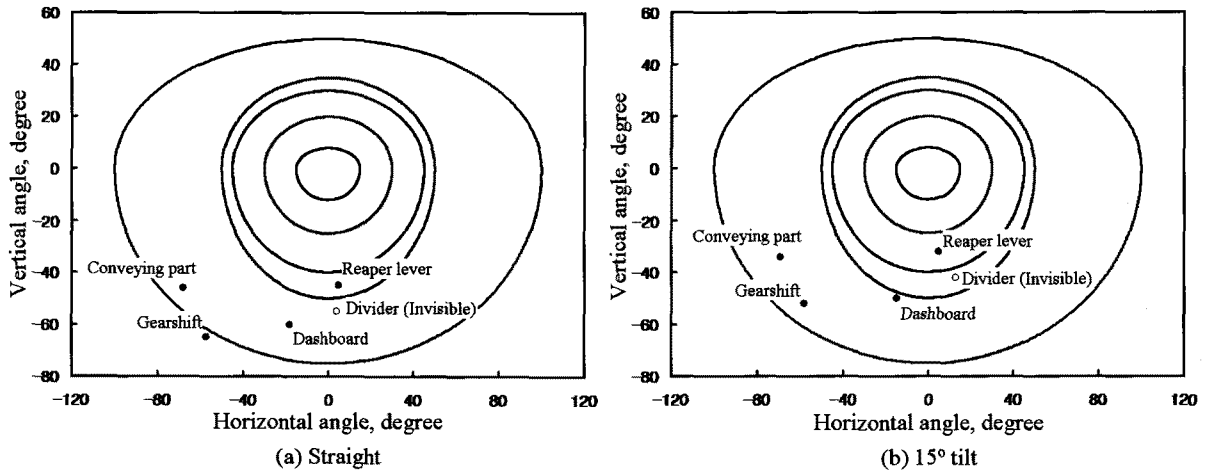


Fig. 5 Results of visibility evaluation by human's field of view at sitting postures.

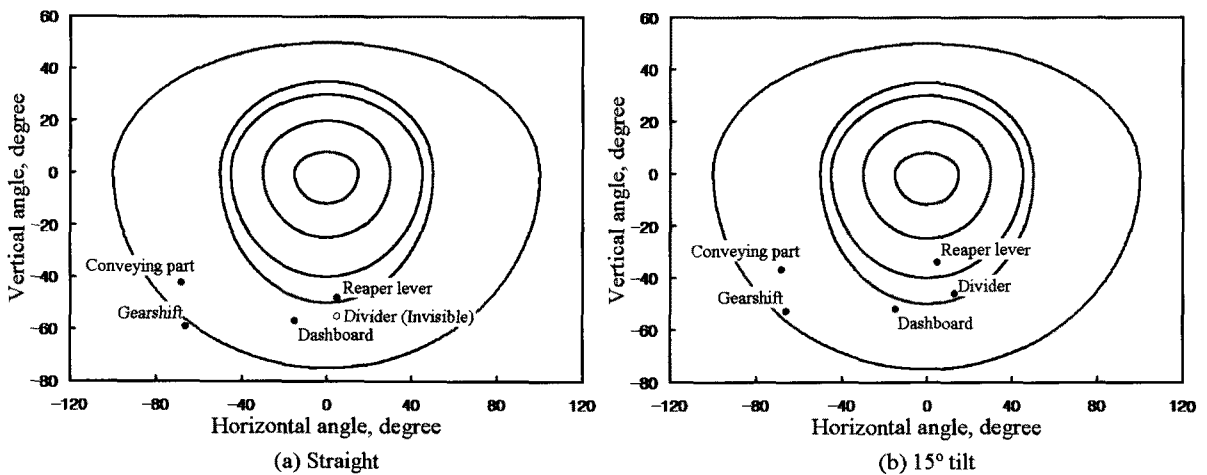


Fig. 6 Result of visibility evaluation by human's field of view at standing postures.

여도 분초간의 시야 확보가 어려움을 알 수 있다. 일어서서 15° 기울인 자세에서 뷰포인트의 시계 영역은 일어난 자세보다 판별시야 영역에 근접하여 양호한 시계성을 보여주고 있다. 전반적으로 앉아서 15° 기울인 자세와 유사한 시계성을 나타내고 있으나, 분초간은 유도 시야의 영역에 위치하여 시야 확보가 가능하므로 시계성이 향상되었음을 알 수 있다.

나. 작업 자세에 따른 뷰포인트의 정량적 평가

콤바인 작업 자세에 따른 뷰포인트의 정량적 평가 결과는 표 4와 같이 나타났다. 콤바인 분초간, 예취 레버, 변속 레버, 계기판, 반송부의 평균 평가점수는 각각 9.6점, 46.9점, 3.1점, 26.7점, 13.4점으로 나타났다. 변속 레버는 시계성이 비교적 양호한 것으로 나타났으나, 분초간과 변속 레버의 시계성은 대부분의 자세에서 매우 저조한 수준으로 평가되었다. 각 뷰포인트별로 작업 자세에 따른 평균 평가점수를 최소유의차

(LSD) 방법으로 비교한 결과를 영문자로 표기하였다.

분초간은 대부분 차폐에 의해 가려져 0점의 평가점수를 보이고 있으며, 일어서서 15° 기울인 자세의 평균 평가점수는 38.4점으로 나타나 다른 자세보다 시계성이 향상된 것을 알

Table 4 Results of visibility evaluation for viewpoints at operating postures

View point	Sitting		Standing		Average
	Straight	15° tilt	Straight	15° tilt	
Divider	(0.0 ^B)	(0.0 ^B)	(0.0 ^B)	38.4 ^A	9.6
Reaper lever	40.5 ^C	52.9 ^B	38.3 ^D	55.7 ^A	46.9
Gearshift	0.0 ^C	8.1 ^B	0.0 ^C	4.3 ^A	3.1
Dashboard	18.1 ^D	34.3 ^A	24.2 ^C	30.4 ^B	26.7
Conveying part	10.2 ^B	16.8 ^A	12.4 ^B	14.2 ^A	13.4

¹⁾ Means with different superscript (A, B, C, D) in each row are significantly different at p < 0.05 by LSD's multiple range test.

수 있다. 예취 레버의 평균 평가점수는 앉은 자세, 앉아서 15° 기울인 자세, 일어난 자세, 일어서서 15° 기울인 자세에서 각각 40.5점, 52.9점, 38.3점, 55.7점으로 매우 우수하게 나타났으며, 자세에 따라 유의한 차이를 보이고 있다. 일어서서 15° 기울인 자세에서 매우 높은 평가점수를 얻어 예취 레버의 시계성이 매우 양호한 것을 알 수 있다.

변속 레버의 평균 평가점수는 앉은 자세와 일어난 자세에서 모두 0점의 평가점수를 보이고 있으나, 앉아서 15° 기울인 자세에서 8.1점, 일어서서 15° 기울인 자세에서 4.3점으로 나타나 앉아서 15° 기울인 자세에서 시계성이 확보되었음을 알 수 있다. 계기판의 평균 평가점수는 각각 18.1점, 34.3점, 24.2점, 30.4점으로 나타나 자세에 따라 유의한 차이를 보이고 있으며, 앉아서 기울인 자세에서 가장 좋은 평가점수를 나타내고 있어 계기판의 시계성이 비교적 양호함을 알 수 있다. 반송부의 평균 평가점수는 각각 10.2점, 16.8점, 12.4점, 14.2점으로 나타나 계기판보다 시계성이 저조함을 알 수 있다. 앉아서 기울인 자세가 가장 좋은 평가점수를 보이고 있으나, 일어서서 기울인 자세와의 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서 사용된 콤바인의 예취 레버를 제외한 대부분 뷰포인트의 평균 평가점수가 주시안정시야 영역(43점)보다 낮은 수준으로 평가되어 운전자가 안정된 작업 자세에서 주요 장치의 작동 상태를 확인하기 어려운 것을 알 수 있다. 콤바인 수확작업 시 농업인의 안전성 및 편의성 향상을 위하여 주요 부분의 시계성을 주시안정시야 수준으로 향상할 필요가 있으며, 작업 환경을 고려한 운전석의 위치 조정, 캐빈 프레임의 구조 변경 등으로 운전자의 시계성이 개선될 수 있을 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 농업인의 편의성을 위한 인간공학적 콤바인 캐빈 개발의 기초 연구로써 농업인의 인체 치수 및 인체의 시야 영역에 따른 시계성 평가점수를 결정하고, 콤바인의 정량적 시계성 평가시스템을 개발하여 콤바인의 작업 자세에 따른 시계성을 평가하였으며 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 캐빈형 콤바인의 시계성 수준을 정량적으로 평가하기 위해 인체의 시야 영역에 따른 면적을 이용하여 평가점수를 결정하였다. 캐빈형 콤바인의 시계성 평가시스템은 눈의 위치를 대신하는 레이저 포인터, 작업자의 시야 위치에 따라 이동이 가능한 스텝 모터, 시야의 회전 각 측정을 위한 자이로 센서, 신호 측정을 위한 자료수집장치로 구성되었다.
- (2) 캐빈형 콤바인의 운전자가 앉은 자세와 일어난 자세에

서 뷰포인트의 시계 영역은 전체적으로 유사한 시계성을 보이고 있었으며, 앉은 상태와 일어난 상태에서 콤바인 수확작업 수행 시 분초간의 시야 확보가 어려움을 알 수 있었다. 앉아서 15° 기울인 자세와 일어서서 15° 기울인 자세에서 뷰포인트의 시계 영역은 전체적으로 유사한 시계성을 보여 주었으나, 일어서서 15° 기울인 자세에서 분초간의 시야 확보가 가능하여 시계성이 향상된 것을 알 수 있었다.

- (3) 콤바인 작업 자세가 뷰포인트의 시계성에 미치는 영향은 분초간의 경우 일어서서 15° 기울인 자세에서 평균 38.4점으로 나타났으나, 다른 자세에서는 차폐에 의해 가려져 볼 수 없는 것으로 나타났다. 예취 레버의 평균 평가점수는 자세에 따라 유의한 차이를 보였으며, 일어난 상태로 15° 기울인 자세에서 55.7점으로 가장 좋은 평가점수를 나타내고 있었다. 변속 레버, 계기판, 반송부는 앉아서 15° 기울인 자세에서 평균 평가점수는 각각 8.1점, 34.3점, 16.8점으로 시계성이 가장 양호한 것으로 나타났다. 실험결과 주요 뷰포인트의 시계성이 주시안정시야 영역보다 저조하므로 콤바인으로 수확작업을 하는 농업인의 편의성을 위해 전체적인 시계성 개선이 필요한 것으로 판단되었다.
- (4) 개발된 시계성 평가시스템에 의한 캐빈형 콤바인 시계성의 정량적 평가가 가능하였으나 수확작업 시 확인 빈도에 따른 뷰포인트별 가중치에 대한 연구가 필요하며, 여러 콤바인 기종에 대한 추가적인 실험이 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. Choi, J. H. 1999. A study on the visibility factors for seating packaging. Journal of the Research Institute of Production Technology 2:19-29. (In Korean)
2. Jang, S. R. 2001. Human Engineering. Dasom, Seoul, Republic of Korea.
3. Kim, Y. J., D. S. Lim, S. S. Lee and J. H. Mun. 2008. Ergonomic analysis of combine task. Proceedings of the KSAM 2008 Winter Conference 13(1):60-64. Korean Society for Agricultural Machinery, Suwon, Republic of Korea. (In Korean)
4. Korean Agency for Technology and Standards. 2002. KS R ISO 7397:Passenger Cars-Verification of Driver's Direct Field of View. Korean Industrial Standards, Gwacheon, Republic of Korea. (In Korean)
5. Korean Agency for Technology and Standards. 2005. The 5th Korean Critical Anthropometric Measurement Report. Size Korea, Gwacheon, Republic of Korea. (In Korean)

6. Nakaji, Y., S. Kitazaki, K. Kato, S. Hijikata and A. Hirao. 2003. Display Apparatus and Method for Automotive Vehicle. US patent No:6,556,134.
7. Ryu, T. B., S. W. Shin and H. C. Yoo. 2004. Development of a quantitative visibility evaluation system for the design of an occupant packaging layout. Proceedings of the KIIE/KORMS 2004 Spring Conference, pp. 659-662. Korean Institute of Industrial Engineers, Seoul, Republic of Korea. (In Korean)