JESK J Ergon Soc Korea 2022; 41(6): 467-480
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2022.41.6.467
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

A Study on Designing Standards for Safety Reflector Installation to Prevent Agricultural Machine's Traffic Accidents

Insoo Kim, Sooin Park, Hye-Seon Chae, Seoung-Yeon Kim, Kyungsu Kim

National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeonju-si, 54875

농업기계 교통사고 예방을 위한 안전반사장치 설치 기준 설계 연구

김인수, 박수인, 채혜선, 김승연, 김경수

농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Corresponding Author
Insoo Kim
National Institute of Agricultural Sciences,
Rural Development Administration,
Jeonju-si, 54875
Email : ergonomist@korea.kr

Received : October 05, 2022
Revised : October 24, 2022
Accepted : November 23, 2022

Copyright@2022 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: In recent years, the risk of traffic accidents related to the agricultural machine is increasing along with the spread of urban complex districts. Therefore, this study was conducted to design standards for installing safety reflectors as part of preventing agricultural machine traffic accidents.

Background: The damage to life resulting from traffic accidents related to the agricultural machine is more serious than that of other types of vehicles, so it is urgent to prepare safety measures for it. Although night reflectors are used for the traffic safety of agricultural machine, there are limitations in securing its safety due to the problems associated with their visibility or attachment as the installation standards are ambiguous. Accordingly, to utilize safety reflectors efficiently, it is required to present standardized criteria for the installation of safety reflectors equipped with visibility.

Method: This study has examined the systems and specifications related to safety reflectors in Korea and overseas, analyzed the types of traffic accidents resulting from agricultural machine and investigated the status of attaching safety reflectors to agricultural machine, and derived implications for designing safety reflectors suitably for agricultural machine. Based on that, this study has presented the standards for installing safety reflectors and investigated their applicability to agricultural machine.

Results: According to the findings, in foreign countries, the installation standards applied to the safety reflectors of agricultural machine are equivalent to those for automobiles, but in Korea, as no adequate standards are set yet, it is hard to apply them in reality. Therefore, this study suggests a draft of standards for three safety reflectors (the safety reflector plate sheet, rear mark of low-speed vehicles, & safety reflector band) and standards for installation. Also, according to the results of investigating the suitability of the installation criteria proposed, they have been found to be applicable.

Conclusion: This researcher performed fundamental research for the efficient use of safety reflectors suitable for agricultural machine. In follow-up research that takes the characteristics of various agricultural machines into consideration, this author will conduct additional experiments to secure more detailed installation standards and visibility.

Application: It is expected that the results of this study will be used as basic data to standardize safety reflectors and provide institutional support for the traffic safety of agricultural machines afterward.

Keywords: Agricultural machinery, Reflector, Traffic accidents, Safety, Rural area

1. Introduction

최근 5년간(2016~2020년) 농업기계 관련 교통사고는 연평균 420건이 발생하였고, 치사율이 약 14.4%로 전체 교통사고의 치사율 1.7% 대비 약 8배 이상 높아 안전에 매우 취약한 것으로 조사되었다(KNPA, 2016~2021). 농업기계 교통사고의 피해는 다른 차종에 비해 매우 심각한 수준이고(Jaarsma and de Vries, 2012), 일부지역 교통사고 특성 분석결과에서도 도시 지역보다는 농촌 지역일수록 농업기계 사고의 위험도가 높게 나타났다(Cho et al., 2015). 최근 농촌의 도시복합지역(Urban-rural complex area)의 확산에 따른 농업기계와 일반 차량과의 교통사고 증가는 농업인 뿐만 아니라 자동차 탑승자에게도 매우 위험한 것으로 주의 및 예방이 요구된다(Kim et al., 2018; Kim and Hwang, 2017). 2020년말 기준으로 국내 농가의 승용형 농업기계 보유대수는 동력경운기(539,241대)가 가장 많고, 트랙터(302,570대), 동력이앙기(180,940대), 콤바인(74,346) 순으로 조사되었으며(MAFRA, 2021), 대부분 저속으로 주행하는 농업기계와 일반 자동차와 추돌 및 충돌사고 상황이 발생할 여지가 크다(Oh et al., 2021). 이는 농촌의 지형적 특성상 시야 확보가 어려운 곡선 및 언덕구간 등의 교통안전 사각지대가 존재하고, 열악한 조명시설, 농업기계 등화장치 불량, 야간 반사판 등의 안전장치 미장착으로 야간에 주행 중이거나 정차 중인 농업기계를 미처 발견하지 못해 사고가 발생하는 것으로 분석되었다(Choi and Choi, 2001; Lee et al., 2003; Dimitrovski, 2013; Lee et al., 2015; Kim and Hwang, 2017; Oh et al., 2021). 이와 같이 농업기계 야간 시인성 확보는 교통사고 예방에 중요한 역할을 하므로 시인성(Visibility)을 향상시켜 안전기준에 적합한 등화장치 부착과 의무화하는 것이 중요하다(Myers, 2002).

기존의 농업기계 교통안전을 위한 연구를 살펴보면, 경운기에 반사등 부착 시 사고율 감소 영향 연구(Lee et al., 2003), 농업용 트랙터 제동등 광도 안전기준 마련 연구(Kim et al., 2011), 농업기계의 등화장치 장착 시 운전자의 야간 시인성 향상 및 농업기계 사고 예방에 미치는 영향 등의 연구가 수행되었다(Choi et al., 2017). 최근에는 농업기계 교통사고 예방을 위한 관련 법제도 개선의 일환으로 시인성 확보를 위한 농업기계 안전장치 규격 제언에 관한 연구 등이 수행되었다(Oh et al., 2021). 기존의 연구에서 농업기계 교통안전을 위한 등화장치 부착의 효과, 성능 안전기준, 안전장치 제도 개선 등 시인성 확보의 중요성을 언급하였으나 실제적으로 국내 농업기계의 특성에 적합하고, 일괄적으로 쉽게 적용이 가능한 안전반사장치에 대한 효율적인 설치 기준을 제시하지는 못하였다. 2016년도 농업기계(경운기, 트랙터 등) 안전장치 부착 현황조사에 따르면, 야간 통행 안전에 필요한 반사판 부착률은 60%가 약간 넘는 수준에 그치고 있었으며(RDA, 2019), 야간 반사판 부착사업을 진행 중인 경우에도 정확한 규격이 정해져 있지 않아 각기 다른 모양의 반사판과 상이한 부착 위치로 반사성능 확보 및 설치 표준화에 문제가 있는 것으로 조사되었다(Kim et al., 2021; Oh et al., 2021; KoROAD, 2020). 그리고 농업기계 교통사고 예방을 위한 일환으로 등화장치 부착 및 안전관리의 필요성이 제기되었다(Oh et al., 2021). 제8차 국가 교통안전기본계획(2017~2021년)에서 도로 주행형 농업기계(경운기, 트랙터) 도로운행 시에 교통안전상 위험성에 대한 인식장치(후부 반사판) 설치 문제를 해결하기 위해 농업기계 안전기준 강화 및 안전등화장치 부착용 활성화를 위한 안전표지 마련 등의 개선 방향을 제시하였다(MOLIT, 2016). 최근 제9차 농업기계화 기본계획(2022~2026년)에는 주야간 추돌사고 예방 및 2차 안전사고 예방을 위해 경운기, 트랙터 등 농업기계에 안전 반사판 및 반사띠 부착 지원사업을 추진되고 있다(MAFRA, 2022). 또한 NH농협손해보험과 농촌진흥청이 공동 주관하여 농업기계 사고 예방 캠페인 지원사업(2017~현재)에서 야간안전 반사판 부착 프로그램이 진행 중에 있다. 그러나 이와 같이 정부 및 지자체, 공공기관을 중심으로 농업기계 교통사고 예방 프로그램이 진행되고 있으나 여전히 설치 기준의 부재로 효율적인 안전반사장치 활용에 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 후미등, 제동등, 안전반사기 등의 기본적 등화장치 이외의 보조적 수단으로 설치되는 안전반사장치(반사판·반사지, 저속 차량 표지판, 반사띠)에 대한 설치 기준 설계안을 제시하고자 한다. 이를 위해 국내외 안전반사장치 관련 제도 및 규격을 검토하고, 농업기계 교통사고 유형 분석, 농업기계 안전반사장치 부착 실태 조사를 통해 국내 농업기계에 적합한 안전반사장치 개발의 시사점을 도출하였다. 이를 기반으로 안전반사장치의 설치 기준을 제시하고, 실제 농업기계 적용 적합성을 검토하였다. 이는 농업기계의 안전반사장치의 표준화된 설치 규격을 제시하는 데 의미가 있으며, 농업기계의 야간 시인성 확보를 통해 농업인과 일반 운전자 교통안전에 기여할 것으로 기대된다.

2. Preliminary Research

2.1 Review of safety reflector standards for agricultural machinery

국내 농업기계에 적용이 가능한 안전반사장치의 종류와 규격을 파악하기 위해 국내외 안전반사장치의 설치 규격에 대한 검토를 수행하였다.

국내 농업기계의 경우 건설기계와 같이 '자동차 관리법' 및 '도로교통법' 등에서 정의하는 일반 자동차와는 별도로 '농업기계화촉진법'에 의해 안전장치의 장착 여부 등 안전관리 사항 의무가 명기되어 있다. 2022년 현재 농업기계촉진법 시행규칙의 농업기계 검정기준(농림축산식품부 고시 제 2019-72호)에 의거하여 등화 장치를 포함한 야간 반사판에 대한 설치 기준이 제시되어 있다. 농업기계 검정기준에 따르면 야간 반사판은 반사광색은 적색이고, 반사부의 유효면적은 35cm^2 이상, 부착 높이는 지상으로부터 35cm 이상 150cm 이하, 야간 반사판 부착 방법은 기체 중심선을 기준으로 좌·우 대칭이 되고 기체 너비의 50% 이상 간격을 두고 부착하고, 그리고 야간 식별 거리는 150m 후방에서 식별이 가능하도록 기준이 제시되었다. 농업기계촉진법 및 시행규칙은 국립농업과학원 고시(제2012-1호)에도 동일하게 규정되어 있다. 그러나 성능 규격과 형상이 제시되어 있지 않아 야간 반사성능에 대한 시인성 등의 문제가 있는 것으로 나타났고(MOTIE, 2016), 야간 반사판에 대한 면적 기준만을 제시하여 농업기계 구조물 특성에 적합한 형상이 없어 일괄적 부착에 어려움이 있을 수 있다. 이와 별도로 농업용 차량 표지판 관련 규정은 산업자원부 기술표준원 KS B 7749:2007에 저속 승용 농업기계 야간주행 안전사고 방지를 위한 표준으로 안전 표지판과 저속 차량 표지판을 제시하고 있다(KATS, 2007). KS B 7749:2007은 국제반사시트 ECE-69 기준에 준거하여 국내 농업기계 실정에 적합한 형상 기준을 제공하고 있다. KS B 7749:2007의 경우 농업기계촉진법 시행규칙과 달리 야간 안전 표지판에 대한 반사면의 성능과 형상 규격을 제시하고 있어 보다 효율적인 활용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 제도적으로 의무조항이 아니고 안전 표지판에 국한되어 최근 사용이 증가하고 있는 트랙터 등의 농업기계와 다양한 농작업기 등에 적용하는 데에는 한계가 있다. 반면에 일반 자동차의 경우 '자동차 및 자동차의 성능과 기준에 관한 규칙(자동차 규칙)'에 따라 후부 반사판 및 후부 반사지, 저속 차량용 후부 표지판, 반사띠 설치 규격을 제시하여 차량의 뒷면뿐만 아니라 측면 등에 자동차의 교통안전을 위해 다양한 종류의 안전반사장치를 제도적으로 설치 규격화 하고 있다. Table 1는 국내 안내반사장치 관련 제도와 설치 기준을 보여주고 있다.

Table 1. Safety reflector standard in Korea

Category	「Agricultural mechanization promotion act」 Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Notice No. 2019-72	Agricultural Slow-moving Vehicle Identification Emblem (KS B 7749:2007), Ministry of Trade, Industry and Energy	「Regulations for Motor Vehicle Safety Standards」 Ministry of Land, Infrastructure and Transport
Safety reflector plate · sheet	Night reflector [Article 4 (3), Attached Table 2-8] - Trailers and 8 types of agricultural machinery - Installation of a symmetrical night reflector based on the outer part center line (reflected light red) - Install at least 50% of the width of the aircraft - Can be identified by car headlights from 150m behind at night - More than 35cm^2 of effective area of reflectors	Rear reflective traffic sign plate - Attached around the rear door of the trailer of agricultural machinery to prevent safety accidents during night driving (Fluorescent plate: yellow, Reflector: Red) - Signage dimensions, materials (KS A3505), reflective performance (KS A 3507), and shape - Attach the rear of the vehicle	Rear reflective traffic sign plate and rear reflective traffic sheet [Article 4, Paragraph 6, Attached Table 6-28] - Installed on the rear side of trucks and special vehicles with a total vehicle weight of 7.5 tons or more - Installation standards, reflection performance (brightness), shape and attachment method

Table 1. Safety reflector standard in Korea (Continued)

Category	「Agricultural mechanization promotion act」 Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Notice No. 2019-72	Agricultural Slow-moving Vehicle Identification Emblem (KS B 7749:2007), Ministry of Trade, Industry and Energy	「Regulations for Motor Vehicle Safety Standards」 Ministry of Land, Infrastructure and Transport
Rear mark of low-speed vehicles	N/A	Indicates that the passenger agricultural machine is a low-speed vehicle (fluorescent plate: yellow, reflector: red) - Low-speed vehicle signs I, II class - Signage dimensions, material (KS A3505), reflective performance (KS A 3507), shape presentation - Attached to the rear of the vehicle	Slow moving vehicle identification emblem [Article 4, Paragraph 7, Attached Table 30-8] - For vehicles with a maximum speed of 40km/h or less - The rear of a special vehicle for a freight vehicle with more than the total weight of the vehicle - Installation standards, reflective performance (brightness) presentation
Safety reflector band	N/A	N/A	Standards for reflective bands and special indications [Article 49 (8), Article 112-12, and Article 114 (11)] - Cargo and special vehicles with a gross vehicle weight exceeding 7.5 tons - Suggestion of reflective strip type, installation standard, arrangement and location

국외의 경우를 살펴보면, 국제적 반사시트 규격 ECE-69는 유럽, 미국, 호주 등 전세계적으로 70여 국가에서 시행되고 있으며 40km/h 미만의 모든 차량(농업기계, 건설기계, 전기차 등 포함)에 일괄 적용되고 있다. 미국의 경우 후면과 측면 안전 확보를 위해 FMVSS 108 (램프, 반사장치) 기준을 규정하고, ANSI (American Society of Agricultural and Biological Engineers)에서 저속 주행 농업기계 후부 표지판 규격(ANSI, 2016) 및 재귀반사시트(반사판, 반사띠)에 대한 부착 기준(ANSI, 2017a)과 반사판, 농업기계와 효율적으로 결합시킬 수 있는 브라켓 및 소켓 규격을 제시하고 있다(ANSI, 2017b). 캐나다(Ontario Ministry of Transportation, 2008)와 일본(日本農業機械工業會, 2019)의 사례를 보면 저속 주행 농업기계 주의 표지에 대한 정확한 형상과 규격, 부착 위치를 안내하고 있으며, 도로주행 농업기계를 자동차의 일종으로 분류하여 자동차와 동일한 등화장치 안전기준을 적용하여 부착하도록 하고 있다(Kim et al., 2011).

이와 같이 국내외 안전반사장치를 살펴보면, 국내의 경우 일반 차량에 대한 안전반사장치는 제도적으로 개선 발전해 왔지만 농업기계의 경우 기존의 KS B 7749 (KATS, 2007) 규격 이후 규격 표준화 관한 연구는 전무하여 현장에 적용하는데 한계가 있는 실정이다. 국외의 경우 농업기계 안전반사장치 적용 및 정확한 표지의 규격과 부착 위치를 안내하고, 통일된 제공으로 일반 운전자에게 주의의 의미를 전달하고 있다. 특히 유럽, 미국 등 선진 사례의 경우 농업기계도 자동차의 안전반사장치 기준에 준하는 규정 및 적용이 제도화되어 있고, 안전반사장치를 농업기계에 쉽게 설치가 가능하도록 부착 기준을 제시하고 있다. 따라서 국내 농업기계 안전반사장치의 효율적 활용을 위해서는 현실에 적합한 설치 기준에 대한 제고와 제도적인 개선이 필요할 것으로 판단된다.

2.2 Analysis of types of agricultural machine traffic accidents

농업기계 교통사고 유형을 파악하기 위해 최근 5년간(2014년~2018년) 전남 지역 농업기계 교통사고 접수 현황 분석자료(RDA, 2020)를 살펴본 결과, 주요 사고 발생 유형은 추돌(26.6%), 측면충돌(25.1%), 전도/전복(12.2%) 순으로 나타났고(Table 2), 사고 발생 시에 농

업기계측의 주요 운행 상황은 직진 중(61.9%), 좌·우 회전 중(25.4%)이 대부분이었다. 교통사고 대상 농업기계로는 경운기 61.6%로 가장 높은 비율을 보였고, 다음으로 트랙터 사고가 11.3%로 나타나 전체 농업기계 교통사고의 70% 이상을 차지하였다. 특히 경운기 사고의 경우 사고 발생 시에 운전자의 중증도가 트랙터 사고에 비해 큰 것으로 나타나 교통사고의 위험도가 높았다. 농업기계측이 피해자인 차대차 사고는 시야 확보가 어려운 야간에 발생하는 비율이 높았고(50.2%), 주요 사고 유형은 주로 추돌사고가 48.0%를 보였다. 추돌사고의 거의 대부분이 상대방 차량이 농업기계 후방을 추돌한 경우였으며, 추돌사고의 66.3%가 야간(18~24시, 01~07시)에 주로 집중적으로 발생하였다. 이와 같은 통계자료는 농업기계 교통사고의 높은 치사율을 고려할 때 저속 주행 차량인 승용형 경운기와 트랙터에 야간 교통안전에 대한 주의가 요구된다(Choi et al., 2017). 농업기계 교통사고 사고 발생 유형에서 추돌사고의 경우 경운기 48.5%, 트랙터 21.5%, 측면 충돌사고는 경운기 66.0%, 트랙터 7.3%로 저속 주행형 농업기계인 경운기와 트랙터 사고가 높은 비율을 보여 후방 추돌사고 뿐만 아니라 측면충돌에 대한 안전 대책이 필요한 것으로 나타났다.

Table 2. Accident time by type of agricultural machinery traffic accident (RDA, 2020)

Category	Daytime				Nighttime				Total	
	Morning (08:00~12:00)		Afternoon (13:00~17:00)		Evening (18:00~24:00)		Dawn (01:00~07:00)			
	N	Ratio (%)	N	Ratio (%)	N	Ratio (%)	N	Ratio (%)	N	Ratio (%)
Rear-end collision	31	15.4	37	18.3	94	46.5	40	19.8	202	26.6
Side collision	87	46.5	49	25.7	37	19.4	18	9.4	191	25.1
Reversal / capsize	33	35.5	37	39.8	15	16.1	8	8.6	93	12.2
Road departure	7	21.9	14	43.8	9	28.1	2	6.3	32	4.2
Frontal crash	10	31.3	11	34.4	6	18.8	5	15.6	32	4.2
Object collision	4	33.3	1	41.7	2	16.9	1	8.3	12	1.6
Collision during reverse	1	33.3	1	33.3	1	33.3	0	0	3	0.4
Etc.	66	33.8	79	40.5	32	16.4	18	9.2	195	25.7
Total	239	31.4	233	30.7	196	25.8	92	12.1	760	100.0

본 연구에서는 농업기계와 차량과의 추돌 및 충돌사고 발생시 농업기계 접촉 부위에 대한 특성을 분석하기 위해 전라남도 경찰청에 신고 또는 접수되어 교통사고 데이터베이스(DB)에 축적된 사고 건수(760건)를 추가 분석하였다. 농업기계의 사고 특성 분석결과, 경운기 추돌의 경우 적재함 후면이 66.3%로 가장 높았고, 측면 11.2%, 본체(앞부분)가 4.1% 순으로 나타났으며, 측면 충돌의 경우에는 본체(앞부분)이 44.1%, 적재함 측면이 38.1%로 나타났다. 트랙터의 경우 후미 부착된 작업기(예. 로터리, 파종기 등)에 추돌하거나 전방 작업기(예. 로우더 등)에 측면 충돌하는 경우가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 후부 안전 반사판과 더불어 농업기계 측면 충돌사고 예방을 위한 안전반사장치 부착이 필요한 것으로 판단되며, Table 3는 농업기계 교통사고 발생 시 농업기계의 추돌 및 충돌 접촉부위 분석한 결과를 보여준다.

Table 3. Agricultural machinery contact area in the event of a traffic accident (Unit: number of accidents, %)

Accident types	Agricultural machinery	Agricultural machinery contact area					Total (%)
Rear-end Collision	Cultivator	Loading box (rear)	Loading box (side)	Engine	Etc.	–	98 (100)
		65 (66.3)	11 (11.2)	4 (4.1)	18 (18.4)	–	

Table 3. Agricultural machinery contact area in the event of a traffic accident (Unit: number of accidents, %) (Continued)

Accident types	Agricultural machinery	Agricultural machinery contact area					Total (%)
Rear-end Collision	Tractor	Rotary, seeding dates	Baler	Loading box	Engine	Rear	44 (100)
		5 (11.4)	1 (2.3)	3 (6.8)	4 (9.1)	31 (70.5)	
Side Collision	Cultivator	Engine	Front wheel	Frontal	Handle	Side of loading box	126 (100)
		55 (44.4)	10 (7.9)	8 (6.3)	4 (3.2)	48 (38.1)	
	Tractor	Loader	Rotary	Rear wheel	Side	–	14 (100)
		2 (35.7)	1 (7.1)	2 (14.3)	6 (42.9)	–	

2.3 On-site inspection of safety reflector installation in agricultural machinery

농업기계 안전 반사판 부착 실태 조사를 위해 안전반사장치 부착 지원사업이 수행되었던 전북 남원 5개 마을, 전남 장흥 3개 마을과 고흥 2개 마을을 대상으로 현장 실태 조사를 수행하였다. 또한 농업기계 안전반사장치 지원사업 시에 현장에서의 문제점과 요구사항을 수렴하기 위하여 농업기술센터 2개소(남원시 농업기술센터, 고흥군 농업기술센터)의 사업수행 담당자 인터뷰를 수행하였다.

농업기계 안전 반사판 부착 실태 조사결과, 다양한 종류의 반사판 소재와 반사띠 형태로 부착되었고, 일반 자동차 안전반사장치 성능기준에 미치지 못하는 안전반사장치 부착으로 인해 성능이 저하된 사례가 다수 발견되었다((Figure 1의 (a)). 경운기에 부착된 안전 반사판의 경우 기존의 농업기계화촉진법 시행규칙의 적색 형태를 적용하기 보다 KS B 7749 또는 자동차 및 자동차의 성능과 기준에 관한 규칙의 후부 반사판 형상을 적용하는 사례가 대부분인 것으로 조사되었다(Figure 1의 (b), (c), (d)). 또한 경운기의 안전반사장치 설치 위치는 지역마다 모두 상이하고, 대부분 적재함 후면에 있는 뒷문에 부착하여 뒷문을 제거하거나 아래로 젖히고 주행할 경우 반사장치 기능을 제대로 할 수 없는 사례가 있었다(Figure 1(b), (c)). 저속 차량 후부 표시판의 경우 경운기와 트랙터 모두 KS B 7749에서 제시한 규격을 활용하는 것으로 나타났으며, 경운기 운전자 뒤에 있는 적재함에 부착하더라도 적재함에 적재된 비료 살포기, 농약살포

(a) (b) (c) (d)

(e) (f) (g) (h)

Figure 1. Example of safety reflector installation on agricultural machinery

용 저장물 등이 있는 경우 저속 차량 후부 표시판을 가리는 등의 문제점이 있었다. Figure 1의 (d)의 경우는 적재함 본체 후면의 좌·우측에 부착되어 뒷문을 제거하거나 물품을 적재하더라도 야간 시인성 확보될 수 있는 좋은 사례라 볼 수 있다. 트랙터의 경우에는 구조물 특성상 기존의 야간 반사판 규격(농업기계화촉진법 시행규칙, KS B 7749:2007)을 그대로 적용하는데 한계가 있었고, 대부분 안전반사띠를 작업기에 부착하거나 형상 및 색상이 상이하였다(Figure 1(e), (f), (g)). 저속 차량 후부 표지는 트랙터 구조적 특성상 작업기와의 결합이 어려워 반사지 형태의 저속 차량 후부 표지를 트랙터 본체 후면에 부착하였으나, 본체에 부착하더라도 주행 중에는 후미 작업기에 가려지는 경우가 있었다(Figure 1의 (g)). Figure 1의 (h)의 사례의 경우 안전반사지를 본체와 후방 작업기의 좌·우측에 부착하여 트랙터의 폭을 쉽게 인지할 수 있고, 저속 차량 후부 표지가 가려지지 않는 위치에 설치되었다. 농업기계 안전 반사판 부착 실태 조사결과, 경운기와 트랙터 모두 안전반사장치를 측면에 부착한 사례를 찾아볼 수 없어 측면 충돌에 대한 안전대책은 전혀 이루어 지고 있는 않은 것으로 조사되어 농업기계 사고 유형을 고려한 적합한 안전반사장치와 부착 위치 등의 기준 제시가 요구되었으며, Figure 1은 농업기계 안전 반사판 부착의 예를 보여준다.

농업기술센터 담당자와의 인터뷰 조사결과, 경운기의 경우 야간 표지판 부착 위치에 대한 가이드라인 부재로 임의로 적재함 뒷문에 부착하는 것으로 나타났고, 시인성을 높이기 위한 방안으로 저속 차량 표지판을 추가로 부착하고 있었다. 인터뷰에서 "트랙터의 경우에는 구조적 특성상 농업기계화촉진법 시행규칙에 따른 야간 반사판을 본체, 작업기 및 트레일러에 실제적으로 부착이 어렵고, 규격화된 설치 기준이 없어 임의로 부착"하는 것으로 조사되었다. 또한, "후미등이 본체에 설치되어 있어도 주행 시 주로 작업기를 부착하고 운행하는 경우가 대부분으로 후미등이 작업기에 가려져 후방 차량 운전자가 볼 수 없는 문제"가 있는 것으로 나타나 트랙터 작업기에 안전반사장치를 결합할 수 있는 보조적 수단이 요구되는 것으로 나타났다. "트랙터 본체의 폭 대비 전조등 폭은 좁은 반면에 작업기의 폭, 바퀴의 폭은 이보다 넓어 후방 차량 운전자가 작업기의 폭을 인지하기 어려워 야간주행 시 농업기계 전체 폭을 인지할 수 있는 안전반사기 설치 및 부착이 필요"하였다. 또한 "도로 진입로 출입 시 주위를 주해 중인 차량이 인지할 수 없어 주의가 요구" 등 경운기와 트랙터 모두 공통적으로 안전반사장치를 활용한 측면 충돌사고에 대한 예방을 이루어 지지 않은 것으로 조사되었다. 트랙터의 경우 실제 대부분 앞부분에 작업기(예. 트랙터 버킷 로더 등)을 상시 부착하여 운행하는 경우가 많아 도로 진입 시 측면 충돌사고 위험이 높아 작업기 측면에 안전 반사띠 부착을 위한 가이드라인 제공을 요구되었고, 경운기의 경우 도로 진입 시에 본체와의 충돌사고 위험 부담이 있는 것으로 조사되었다. 도로 주행형 경운기와 트랙터 등의 농업기계에 적합한 안전반사장치 부착 위치 및 기준을 검토하기 위하여 구조물의 특성을 조사한 결과, 경운기의 경우에는 엔진 본체와 핸들 부위, 적재함 측면 안전 반사띠 부착이 가능하였고, 트랙터의 경우 본체와 작업기, 트레일러의 측면·후면에 안전반사지 부착이 가능한 것으로 나타났다. 저속 차량 표지 부착의 경우 일부 반사지 형태로 부착이 가능하였으나 다양한 형태의 농업기계 공통적으로 적용하기 위해서는 결합 구조물 등을 활용한 방안이 필요한 것으로 조사되었다.

2.4 Implications for the development of safety reflector

본 연구에서는 사전 검토를 통해 국내 농업기계 안전반사장치 적용을 위한 주요 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 국내 농업기계촉친법 시행규칙에 야간 반사판 설치 기준을 명시하고 있으나 현장 설치 시에 반사판의 성능, 다양한 반사판 형식과 부착 위치 등 문제점이 존재하고 있었다. 이는 효율적 야간 시인성 확보와 표준화된 안전 반사판의 성능 및 형상, 설치 방법 등이 보완이 필요한 것으로 사료된다.

둘째, 농업기계 교통사고 유형 분석결과, 추돌사고와 더불어 측면 충돌사고 비율이 높게 나타났으나 측면 안전반사장치 부착 기준이 부재하여 농업기계 교통안전 확보에 한계가 있는 것으로 판단된다. 일반 자동차의 경우 후면과 측면 안전 확보를 위한 기준이 제시되었고, 또한 차량과 동일하게 반사판과 반사띠 기준을 농업기계에 적용하고 있다. 따라서 농업기계 교통사고 예방을 위해서는 농업기계 구조적 특성을 반영한 반사띠의 설치 기준을 제시는 효율적인 방안이 될 것으로 판단된다.

셋째, 저속 차량 후부 표지판은 국외 농업기계 부착 의무화 사례로 볼 때 추돌사고 안전 확보에 효과적인 장치이다. 우리나라의 경우에는 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙에 40km/h 이하 자동차에 저속 차량 후부 표지 부착이 의무화되었으나 농업기계는 제외 대상이다. 농업기계 관련 KS B 7749:2007 규격에 저속 차량 반사판 기준이 제시되어 있으므로 농업기계의 특성에 적합한 표지판 규격 및 설치 기준을 활용이 가능할 것이다.

넷째, 기존의 안전반사장치 부착 기준의 개선이 필요할 것으로 보인다. 최근 트랙터 등의 다양한 작업기가 활용되고 있어 농업기계 검정기준에 제시된 야간반사판 부착 기준을 그대로 적용하는 데에는 현실적인 어려움이 있다. 따라서 농업기계 안전반사장치의 효율적 활용을 위해서는 적재함, 작업기, 보호 구조물(ROPS), 트레일러 등 다양한 부위에 설치가 요구되므로 농업기계에 쉽게 적용 가능한 설치 가이드 제공이 요구된다.

다섯째, 농업기계 안전표시장치는 농업인 뿐만 아니라 차량 운전자의 안전을 위한 것으로 시인성 확보와 정보전달의 일관성 있는 표준화가 요구된다. 이를 위해서는 자동차 안전반사장치 부착 기준을 고려한 설치 규격 표준안 개발과 규정, 그리고 제도적 지원이 필요할 것으로 판단된다.

3. Suggestion of Installation Standards for Safety Reflectors

3.1 Standard design of safety reflector

본 연구에서는 기존의 농업기계 안전반사장치 관련 규격과 자동차 및 자동차의 성능과 기준과 비교 검토하여 안전반사장치의 종류 및 형상, 설치 기준, 성능 등을 농업기계 특성에 적합한 규격 설계를 제안하였다. 농업기계 안전반사장치 설치 기준과 달리 자동차 규칙에 따르면 후부 반사판 및 후부 반사지 설치 의무(제49조 6항, 제112조), 저속 차량용 후부 표지판 설치 의무(제49조 7항), 적합한 반사띠 설치 의무(제49조 8항) 등의 다양한 안전반사장치 규격 및 설치 기준을 제시되어 있다.

야간 반사판의 경우 농업기계촉진화법 시행규칙의 설치 기준을 기반으로 농업용 차량 표지판(KS A 3507)의 성능 규격과 형상을 적용하여 시인성 및 일관성을 문제 해결이 가능하였다. 농업기계촉진화법 시행규칙에서 제시한 야간 반사판의 색상(적색)의 경우 후미등에 대한 보조적 수단으로 적용되고 있으나 일반 자동차의 경우 주의 수단으로 후부 반사판 및 후부 반사지를 설치하고 있다. 농업기계 안전반사장치 부착 실태 조사결과에서 자동차 및 자동차의 성능과 기준에 관한 규칙의 후부 반사판 '형식 1'을 적용이 일반화된 사례로 볼 때 후미등에 대한 보조적 수단과 더불어 주의 시인성을 확보할 수 있는 자동차 규칙의 후부 반사판 및 후부 반사지 농업기계 구조적 특성에 적합하도록 설치 규격안을 설계하였다. 이는 기존의 야간 반사판 설치 기준과 더불어 추가적으로 후부 반사판 및 후부 반사지를 자동 규칙에서 제시한 형식 1을 동등한 성능 기준 적용하여 보다 효율적인 추돌사고 예방이 가능할 것이다. 저속 차량 후부 표지는 농업용 차량 표지판(KS A 3507)의 설치 규격을 기반으로 표지판과 반사지 적용이 가능하도록 하였다. 안전 반사띠 설계 규격은 새롭게 적용되는 기준으로 자동차 규칙의 설치 기준을 적용하여 기존 차량 운전자에게 일관성 있는 정보전달과 시인성 확보를 고려하였고, 농업기계 특성에 적합하도록 형상 및 부착 위치를 고려하여 측면과 후면 등 충돌 및 추돌사고 안전을 확보하도록 설계하였다(Table 4).

Table 4. Standard design of agricultural machinery safety reflector

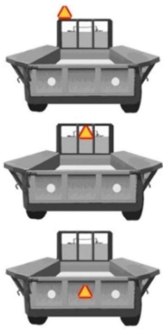
Category		Type	Installation standard			Form and shape	Performance
			Number	Color	Arrangement		
Safety reflector plate · sheet	Night reflective traffic sign plate	Safety reflector**	2	Red*	Left-right symmetric		KS A 3507**
	Rear reflective traffic sign plate · sheet	Example of format 1 (d)***	2	Reflector: Amber** Highlighter: Amber**	Left-right symmetric		Reflective performance*** Reflector luminance coefficient***

Table 4. Standard design of agricultural machinery safety reflector (Continued)

Category	Type	Installation standard			Form and shape	Performance
		Number	Color	Arrangement		
Rear mark of low-speed vehicles	Slow moving vehicle identification board (type of II)**	1	Reflector: Red** Highlighter: Amber**	Center or left		KS A 3507**
	Slow moving vehicle identification sticker (type of II)**	1				Reflective performance***
Safety reflector band	Type of C***	–	Front: white*** Side: yellow or white*** Back: yellow or red***	Outer part of agricultural machinery		Reflective performance***

Note: *Agricultural mechanization promotion act, **Agricultural Slow-moving Vehicle Identification Emblem (KS B 7749), ***Regulations for motor vehicle safety standards

본 연구에서 제안한 농업기계 안전반사장치 규격안 3종(안전 반사판, 저속 차량 후부 표지, 안전 반사띠)에 대한 농업기계 안전반사장치 설치 방법은 Figure 2와 같다. 안전 반사판 부착은 농업기계 후면의 기체 중심선 기준 좌·우 대칭이 되도록 부착할 수 있고, 후미등이 없거나 결함이 있는 경우 보조 수단으로 야간 반사판(적색)을 부착하고, 후미등 또는 야간 반사판이 부착된 경우에는 후부 반사판·반사지(형식 1) 부착을 권고할 수 있다. 저속 차량 후부 표지는 가능하면 적재된 물체 또는 작업기 등에 가려지지 않도록 부착하는 것이 중요하다. 경운기의 경우 적재함 상단 앞측면에 저속 차량 후부 표지판·반사지를 부착할 수 있다. 적재함에 농업용 기자재(예. 비료 살포기 등)를 적재하여 표지가 가려질 수 있으므로 적재된 농업용 기자재가 있을 경우 기자재에 저속 차량 후부 반사지를 부착하거나, 적재함 앞측면 상단 좌측에 일정한 높이 또는 운전자 후면의 적재함 프레임 상단에 가운데에 저속 차량 후부 반사판을 부착한다. 단, 적재함 뒷문을 탈착하지 않을 경우 저속 차량 후부 반사판을 뒷문 가운데에 부착할 수 있다. 트랙터의 경우 저속 차량 후부 반사지를 본체 후방에 부착할 수 있으며, 작업기를 부착하고 주행할 경우 작업기의 좌측 또는 보호 구조물(ROPS)의 적정 높이에 저속 차량 후부 표지판을 부착한다. 안전 반사띠(형식C)는 자동차 규칙에 따라 농업기계의 측면과 후면에 부착할 수 있고, 기체의 외곽을 충분히 인식할 수 있도록 충분한 폭과 길이로 시인성을 확보하여야 한다. 경운기의 경우 엔진(본체)와 핸들 측면, 적재함의 세로측과 가로측에 부착할 수 있고, 추가적으로 적재함 후면의 외곽에 부착이 가능하다. 트랙터의 경우 본체 프레임, 전후방 작업기, 보호 구조물(ROPS), 트레일러 측면 또는 후면에 부착한다.

Cultivator			

Tractor			
	Safety reflector plate · sheet	Rear mark of low-speed vehicles	Safety reflector band

Figure 2. Example of installation standards for agricultural machinery safety reflector

3.2 Review of suitability for application of safety reflectors in agricultural machinery

본 연구에서 구현된 안전반사장치의 부착 적합성을 조사하기 위하여 경운기와 트랙터를 대상으로 설치 가능 여부를 확인하였다. Figure 3은 실제 농업기계에 설치한 장면의 예를 보여준다. 경운기 부착 적합성 검토결과, 적재함 후부에 야간 반사판과 안전 반사판 부착의 경우 적재함 마다 구조물 형상에는 차이가 있었으나 면적 35m^2 이상의 반사판 부착이 가능하였다. 다양한 형상의 적재함을 고려하여 가로 또는 세로 형태 등의 형식을 적용할 수 있으며, 저속 차량 후부 표지의 경우 적재함 뒷문 중심과 운전자 후면의 적재함 프레임 상단에 중심에 부착할 수 있었다. 적재함 앞측면 상단 좌측의 경우 효율적으로 결합시킬 수 있는 구조물이 요구되었다. 안전 반사띠의 경우에는 자동차 규칙에 따르면 '50mm ≤ 폭 ≤ 60mm'로 제시하고 있으나 농업기계의 경우 구조물의 폭이 이보다 작은 최소 30mm 이상이 적합한 것으로 판단되며, 본체와 적재함 측면에 부착하였다. 트랙터의 경우, 야간 반사판과 안전 반사판 부착 위치의 재질(예. 플라스틱) 및 형상이 상이하여 반사판 형태 보다 반사지 형태의 부착이 용이하였다. 저속 차량 후부 표지는 본체 후방 상단의 경우 저속 차량 후부 표지반사지 부착이 가능하였으나 작업기와 보호 구조물에 설치를 위한 구조물이 요구되었으며, 안전 반사띠는 작업기 및 보호 구조물 부착이 가능하였다. 전반적으로 경운기와 트랙터 부착 적합성 검토결과 제시된 설치 기준 적용 시에 문제가 없음을 확인할 수 있었고, 저속 차량 후부 표지의 경우 보다 다양한 농업기계 구조물 특성에 맞는 결합 기구물 개발은 효율적 적용이 가능할 것으로 판단된다.

Cultivator			

Cultivator			
Tractor			
	Safety reflector plate · sheet	Rear mark of low-speed vehicles	Safety reflector band

Figure 3. Example of field application of safety reflector for agricultural machinery

4. Conclusion

본 연구에서는 우리나라 농업기계 안전반사장치 설치 기준 제고를 위해 국내외 관련 규정, 농업기계 교통사고 유형, 농업기계 안전반사장치 부착 현장 실태 조사를 통해 안전반사장치 설치를 위한 시사점을 도출하였으며, 분석결과를 토대로 안전반사장치에 대한 설치 기준 제안과 현장 적합성을 검토하였다. 국내외 안전 반사판 관련 규정 검토결과, 자동차의 안전반사장치 기준에 준하는 설치 기준을 확인할 수 있었고, 국내 농업기계 교통사고 유형 분석 및 안전 반사판 부착 실태 조사에서 사고 유형에 따른 설치 기준과 시인성 확보와 정보전달의 일관성 향상을 위한 방안이 요구되었다. 본 연구에서 우리나라 농업기계에 적합한 안전 반사판, 저속 차량 후부 표지, 안전 반사띠에 대한 설치 기준을 제시하였고, 제안된 안전반사장치에 대한 설치 적합성 조사결과에서 농업기계에 설치가 가능함을 확인하였다.

농업기계의 구조적 특성에 따른 유연한 설치 기준 적용과 저속 차량 후부 표지판의 보다 효율적 활용을 위한 결합 구조물 개발의 필요성을 확인할 수 있었고, 경운기 및 트랙터 이외의 다양한 도로주행 농업기계의 특성을 고려하지 못하였다. 또한 안전반사장치 규격 안에 대한 권장 치수 기준을 제시하지 못한 한계가 있다. 이에 향후 다양한 농업기계와 구조적 특성에 적합한 설치도구 개발과 본 연구에서 제시한 안전반사장치에 대한 휘도 측정 및 시인성 평가 실험을 통해 보다 농기계 교통안전에 효과적인 규격 제공을 위한 추가적인 연구를 수행할 것이다.

본 연구의 결과가 농업기계 교통안전을 위한 안전반사장치의 표준화와 제도적 지원을 위한 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development

(Project No. PJ01599102)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

ANSI (Approved American National Standard), Lighting and Marking of Agricultural Equipment on Highways, American Society of Agricultural and Biological Engineers, ANSI/ASAE S279.18 OCT2019, 2017a, https://elibrary.asabe.org/pdfviewer.aspx?GUID=280021B1-8ED5-4094-8209-120D3B23B138 (retrieved September 27, 2022).

ANSI (Approved American National Standard), Mounting Brackets and Socket for Warning Lamp and Slow-Moving Vehicle (SMV) Identification Emblem, American Society of Agricultural and Biological Engineers, ANSI/ASAE S277.2 FEB1972 (R2017), 2017b, https://elibrary.asabe.org/pdfviewer.aspx?GUID=752DE11F-4723-4A52-BD8A-E9910C2027AD (retrieved September 27, 2022).

ANSI (Approved American National Standard), Slow Moving Vehicle Identification Emblem (SMV Emblem). American Society of Agricultural and Biological Engineers, ANSI/ASAE S276.8 APR2016 (R2020) Cor 1, 2016, https://elibrary.asabe.org/pdfviewer.aspx?GUID=5E587BDD-CB4C-4A28-A3DA-A9C5833F3805 (retrieved September 27, 2022).

Cho, C.Y., Kim, YS., Lee, Y.J. and Lee, M.J., Traffic Safety Technology Proposal for Chungcheong Region, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 16(2), 1524-1532, 2015.

Choi, K.J. and Choi, B.W., A Study on the Visibility Distance of Road Traffic Signs, *Journal of Korean Society of Transportation*, 19(4), 123-137, 2001.

Choi, S.H., Lee, S.Y., Jang, T.Y. and Do, M.S., Effect of Agricultural Machine Lighting systems on Drivers Night Visibility, *Journal of The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, 16(4), 25-35, 2017.

Dimitrovski, Z., Fatal Consequences in Traffic Accidents with Tractors in the Agriculture of Republic of Macedonia, *Scientific Proceedings XXI International Scientific Technical Conference, Trans & Motauto '13'*, 3, 60-63, 2013.

Jaarsma, C.F. and de Vries, J.R., "Agricultural Vehicles and Rural Road Traffic Safety: An Engineering Challenge! Paper C0726", communications-on line, *International conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng 2012*, Valencia, Spain, 2012.

KATS (Korea Agency for Technology and Standards), Agricultural Slow-moving Vehicle Identification Emblem, 2007, https://e-ks.kr/streamdocs/view/sd;streamdocsId=72059261231476230 (retrieved September 27, 2022).

Kim, H.K., Kim, Y.Y., Shin Y.S., Kim, B. and Lee, H.S., Evaluation of the Luminous Intensity Distribution of Stop Lamp for Agricultural Tractors, *Journal of Biosystems Engineering*, 36(6), 416-421, 2011.

Kim, I., Kim, K., Kim, H.C., Seo, M.T., Lee, M., Park, S. and Ko, M., A Study of an IoT-based Safety System for Agricultural Machine-related Traffic Accidents in Rural Area, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 37(5), 575-589, 2018.

Kim, K.B. and Hwang, K.S., A Comparative Study on the Accident Characteristics of the Elderly According to the Urban-Rural Complex Area and Regional Types, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 18(7), 224-236, 2017.

Kim, I., Park, S.I., Go, M.S. and Jung, Y.J., A Study on the Review of the Standards and Application Cases of the Safety Reflector for Agricultural Machinery, *Proceedings of 2021 Spring Conference of ESK*, P.8, 2021.

KNPA (Korean National Police Agency), Police Reception Traffic Accident Status, 2016~2021, https://www.police.go.kr/www/open/publice/publice2020_0401.jsp (retrieved September 27, 2022).

KoROAD (Korea Road Traffic Authority), Analysis of the causes of traffic accidents in agricultural machinery and preventive measures, 2020.

Lee, D.M., Youn, C.J. and Kim, Y.B., An Analysis of Driver Perception of Nighttime Visibility Using Fuzzy Set Theory, *International Journal of Highway Engineering*, 17(5), 57-66, 2015.

Lee, K.E., Lee, H.J., Gwak, W.G., Ji, M.G., Song, H.S., Hong, S.Y., Kang, M.J., Ju, S., Lee, K., Cheong, K.H. and Lim, H.S., Relationship Between Reflective Light and Traffic Accidents Involving Power - Tillers, *Korean Society for Rural Medicine and Community Health*, 28(2), 61-70, 2003.

MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), Current status of the Possession of Agricultural Machinery 2020, 2021.

MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), The 9th Agricultural Mechanization Master Plan (2022~2026), 2022, https://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/67/330173/artclView.do (retrieved September 27, 2022).

Myers, M.L., Tractor Risk Abatement and Control as a Coherent Strategy, *Journal of Agricultural Safety and Health*, 8(2), 185-198, 2002.

MOTIE (Ministry of Trade, Industry and Energy), Development of ultra-high-brightness (KS A 3507 #5) retroreflective sheet for transport vehicles in response to traffic safety regulations (ECE-70, DOT-C2) to ensure nighttime driving stability, 2016, https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201800039677 (retrieved September 27, 2022).

MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport), The 8th National Traffic Safety Master Plan (2017~2021), 2016, https://library.krihs.re.kr/search/detail/CATTOT000000236325 (retrieved September 27, 2022).

Oh, J.S., Jeong, M.K. and Jean, J.H., Agricultural Machinery Traffic Safety Measures and Policy Suggestions based on Accidents' Characteristics, *Journal of Transport Research*, 28(2), 33-49, 2021.

Ontario Ministry of Transportation, Farm Guide: Farm Equipment on The Highway, 2008, https://ckpolice.com/wp-content/uploads/2015/10/farm-guide.pdf (retrieved September 27, 2022).

RDA (Rural Development Administration), Agricultural machinery traffic accident statistics in Jeollanam-do, 2020, http://farmer.rda.go.kr/portal/menu1/contentMain_B.do?menuId=PS03443&m_id=9004_3911&contentsNo=225272 (retrieved September 27, 2022).

RDA (Rural Development Administration), Damage to Farmers Related to Agricultural Machine, 2019, http://farmer.rda.go.kr/portal/menu1/contentMain_B.do?menuId=PS03443&m_id=9004_3911# (retrieved September 27, 2022).

日本農業機械工業會, "作業機付き農耕トラクタの公道走　行ガイドブック", 2019, http://www.jfmma.or.jp/data/koudousoukou-gb.pdf (retrieved September 27, 2022).

Author listings

Insoo Kim: ergonomist@korea.kr
Highest degree: Ph.D., Department of Industrial Systems and Information Engineering, Korea University
Position title: Researcher, Department of Agricultural Engineering, RDA
Areas of interest: Ergonomics, HCI

Sooin Park: sooinpark@korea.kr
Highest degree: B.S., Department of Electronic Engineering, Konkuk University
Position title: Researcher, Department of Agricultural Engineering, RDA
Areas of interest: Electronic Engineering, Ergonomic Tools Design

Hye-Seon Chae: hyeseon@korea.kr
Highest degree: M.S., Department of Clothing and Fashion, Yeungnam University
Position title: Senior researcher, Department of Agricultural Engineering, RDA
Areas of interest: Occupational Safety and Health Management, National Statistics

Seoung-Yeon Kim: kimsy9035@korea.kr
Highest degree: M.S., Department of Industrial Engineering, Sungkyunkwan University
Position title: Researcher, Department of Agricultural Engineering, RDA
Areas of interest: Physical ergonomics, Hand prosthesis, Ergonomics design

Kyungsu Kim: kks1@korea.kr
Highest degree: Ph.D., Department of Public Health Sciences, University of Alberta
Position title: Senior researcher, Department of Agricultural Engineering, RDA
Areas of interest: Injury Epidemiology, Agricultural Safety and Health