

## 시설화훼용 견인형 방제기의 작업자세 및 성능 분석

이승기 김 웅

### Ergonomic and Performance Analyses of a Pull-type Prayer for Floriculture in Greenhouse

S. K. Lee W. Kim

#### Abstract

This study was conducted to develop a pull-type sprayer which performs the safe spraying with improved ergonomic postures while pesticide spraying of roses in floricultural facilities. The performance of the ergonomically designed sprayer was analyzed with a comparison of a conventional spray method. The pull-type sprayer, consisting of power pump, hose and nozzle parts was designed to manually pull and spray to upward and horizontal directions.

From the analysis of postures with the RULA method, the labor load to arm and wrist using the pull-type sprayer was less than that with conventional power sprayer, so that the intensity of labor reduces.

Working capacity with pull-type sprayer was two-fold greater than the conventional power sprayer. After performing pesticide spraying with the pull-type sprayer, the operating cost was reduced to ₩585,000/yr, which is 79% less than that of cost (₩2,197,500/yr) for using conventional power sprayer.

**Keywords :** RULA, Pesticide spraying, Pull-type sprayer, Floricultural facility, Field capacity

#### 1. 서론

3대 위험산업으로 분류되고 있는 농업의 농업인구는 고령화, 농업노동의 주년화로 인해 꾸준히 감소하고 있으며, 1990년에 약 666만 명이었으나 2007년에는 약 330만 여명으로 약 50%가 감소되었다. 연령별 농업인구는 1990년에는 10~20세, 50~60세가 가장 많은 분포를 나타내었으나 2005년에는 50세 이후부터 증가하여 65~70세 사이에 정점을 이루는 것으로 나타나 급속하게 노령화가 진행되고 있는 것으로 나타났다(The Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, 2008).

농업인구의 노령화, 부녀화에 따른 농업노동력의 질적 저하는 농작업성 질환이나 사고를 증가시키고 있어 이에 대한 개선이 시급한 실정이다. 특히, 농작업의 인간공학적 유해요

인 개선을 통하여 고령 및 여성 농업 인력도 안전하고 효율적으로 작업할 수 있는 농작업 환경조성이 필요하다(Rural Development Administration, 2009(a)).

시설 농업의 경우 일반 노지 밭농사에 비해 생력화가 많이 이루어졌다고 할 수 있으나 아직까지 인력에 의존하는 작업이 많은 것이 현실이다. 화훼시설의 경우도 대부분 양액체배 등 시설의 생력화가 진행되고 있으나 수확, 방제 등의 작업은 대부분 인력으로 이루어지고 있다.

방제작업의 경우 고품질의 농산물 품질을 위하여 연중 수시로 작업하고 있으며, 소독대를 들고 직접 이동하면서 작업하는 고된 작업으로 농약에 항상 작업자가 노출되어 피해를 겪는 경우가 발생하고 있다(Yiem and Cho, 1999; Rural Development Administration, 2009(b)). 이에 따라 선진국에서는 농업인의 건강관리를 위해 농약의 노출량에 관한 연구

This work was supported by the research grant of the Kongju National University in 2009. The article was submitted for publication on 2010-10-27, reviewed on 2010-11-18, and approved for publication by the editorial board of KSAM on 2010-11-30. The authors are Seung Ki Lee, Professor, KSAM member and Woong Kim, Assistant Professor, KSAM member, Dept. of Bio-Industrial Mechanic Engineering, Kong-Ju National University, Chungnam, Korea. Corresponding author: W. Kim, Assistant Professor, Dept. of Bio-Industrial Mechanic Engineering, Kong-Ju National University, Chungnam, Korea; Fax: +82-41-330-1289; E-mail: <kimw017@kongju.ac.kr>.

가 진행되고 있으며(Cattani et al., 2000; De Vreede et al., 1998; Fenske et al., 1987; Hatzilazarou et al., 2004), 방제작업 시 작업자의 직접적인 노출을 배제할 수 있는 안전하면서도 효과적인 방제작업을 할 수 있는 방제기의 개발이 시급한 실정이다.

농업용 방제기는 동력분무기를 사용하는 형태가 가장 많고 성능개선에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 작업자세 등에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 대부분 다목적 방제기로 개발되어 보급되고 있는 방제기는 방제작업의 효율 극대화를 저해하는 요인으로 작용되고 있으며, 작목종류나 작업환경 특성에 맞지 않아 작업자의 안전을 위협하고 있다.

본 연구는 시설화훼 중 장미를 대상으로 작업공정 중 방제작업 시 자세개선을 통해 안전한 방제작업이 가능하도록 견인형 방제기를 개발하고 관행 방제작업과 비교분석하여 작업 성능 분석 및 인간공학적 작업자세(유해요인) 평가에 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 농가의 시설내 방제작업 조사

시설화훼용 견인형 방제기 개발을 위한 설계방향을 설정하고자 농가의 방제작업방법을 조사하기 위하여 충남 태안군 상옥리에 위치한 총 20농가로 구성된 장미연구회에 방문하여 방제작업형태 및 작업여건 등을 조사하였다. 조사농가는 0.33 ha 크기의 연동형 비닐하우스 장미 재배시설로 45 m 길이의 양액재배용 베드가 40골이 설치되었으며, 연중재배를 하고 있다.

### 나. 견인형방제기 개발

농가 작업분석을 통해 설정된 방향을 토대로 설계된 견인형 시설화훼용 방제기는 그림 1, 그림 2와 같이 동력분무기, 분무호스, 견인형 분무대로 구성하였으며, 기존 봉형 소독대

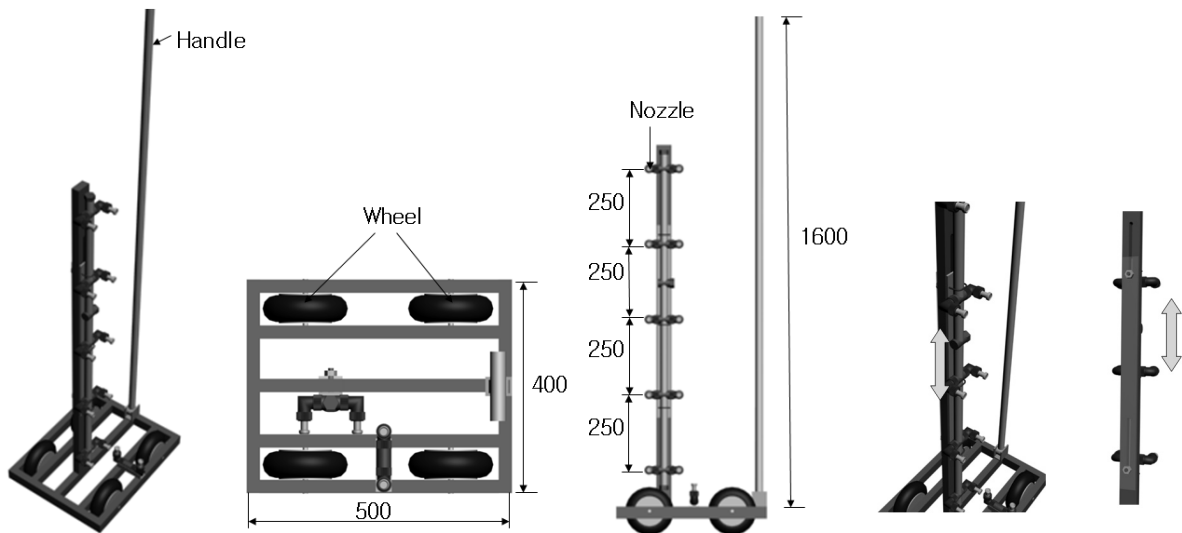


Fig. 1 Design of the pull-type sprayer for floricultural facility.

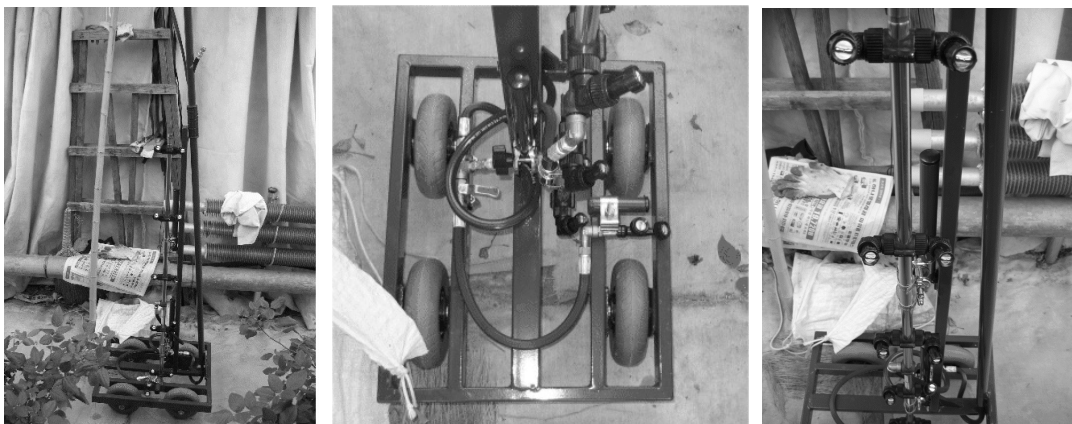


Fig. 2 The pull-type sprayer for Floricultural facility (Rose).

**Table 1** Specification of pump used for sprayers

Model	Speed (rpm)	Discharge Rate (L/min)	Pressure (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Rated Power (Kw)
WPS-70A	750~1,200	61.49	0.98~2.45	2

**Table 2** Specification of nozzles used for the pull-type sprayer

Model	Spray type	Spray angle (°)	Output Rate (L/min, 1.5 Mpa)	Spray Direction
SU-10100	Flat	100	1.01	Side
NN-D-8	DB-Flat	100	3	Upward

를 대신한 견인형 분무기는 무게 약 17 Kg이며, 가로 500 mm, 세로 400 mm, 전체 높이 1600 mm 크기로 프레임은 철제(40×25 mm, □-type steel)를 이용하여 용접접합과 방청처리를 하고 주행바퀴는 지름 200 mm 4륜형으로 시설 내 구동시 진동을 어느 정도 억제할 수 있도록 시설바닥에 적합한 우레탄 재질의 바퀴를 사용하였다.

실험에 사용된 동력펌프는 표 1과 같이 3련 플린저형 펌프(WPS-70A, Wondaeh Tech, Korea)와 2.2 kW 단상 유도 전동기(SSH-0224, Eulji Electronic, Korea)를 사용하였다. 분무호스는 시설농업에 적합한 수동형 분무기용 호스로 내경 10 mm, 길이 100 m 호스를 이용하여 동력 3련펌프와 견인형 분무기를 연결하였으며, 사용된 농약통은 1000 L 플라스틱 재질의 원통형을 사용하였다.

견인형 분무기의 노즐은 표 1과 같이 약액을 수평분사와 상향분사가 가능하도록 구성하였다. 각도조절이 가능한 수평분사 노즐(SU-10100, YAMAHO, Japan)은 총 1,000 mm의 노즐관에 위쪽부터 90 mm 간격, 2개씩 쌍으로 위치하여 250 mm 간격으로 5쌍, 총 10개를 설치하여 측면에 충분한 분사가 될 수 있도록 하였다.

절곡작업에 의해 베드 밑바닥으로 절곡된 가지들에 충분한 분무가 가능하도록 사용된 상향분사 노즐(NN-D-8, YAMAHO, Japan)은 3 L/min의 토출량과 분무형태가 Flat-type인 이구 노즐로 프레임의 바퀴 사이에 위치하도록 설치하였다.

또한, 양액재배 시설의 높이, 베드 간격 등 서로 다른 시설 크기에 알맞게 분사위치를 조절할 수 있도록 수평분사노즐은 상하방향으로 150 mm 높이 조절이 가능하도록 하였으며, 상향분사노즐도 진행방향과 좌우수평방향으로 70 mm 위치를 조정할 수 있도록 하였다.

분무되는 소독약재로부터 작업자를 보호하기 위하여 작업자가 앞에서 충분한 거리를 유지하면서 작업할 수 있도록 설치된 손잡이부는 외경 30 mm, 길이 1,600 mm 스틸재질 파이프를 이용하여 프레임에 힌지로 연결하여 앞쪽에서 견인할 수 있도록 하였다.

#### 다. 실험방법

##### 1) 작업자세 분석



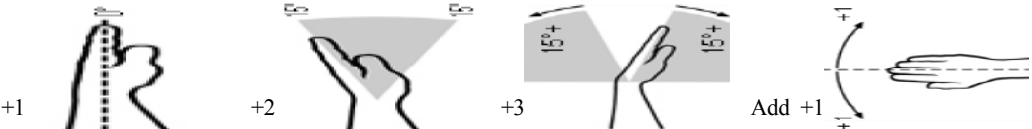
본 연구에서는 분무봉을 이용하여 방제하는 관행 방제작업과 개발된 견인형 분무기를 이용하여 방제작업 시 자세평가를 위하여 실제 방제작업을 수행하면서 RULA(Rapid Upper Limb Assessment)를 이용하여 자세분석을 수행하였다(Korea Occupational Safety and Health Agency, 2003).

RULA분석법은 한국산업안전공단에서 근골격계질환 위험인자를 조사하기 위한 도구로 권고하고 있는 분석법인 OWAS(Karhu et al., 1977), REBA(Hignett and McAtamney, 2000), RULA(McAtamney and Corlett, 1993) 중 어깨, 팔목, 손목, 목 등 상지(Upper Limb)에 초점을 맞춰 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위해 만들어진 기법으로 위 세 가지 방법 중 작업 자세부하를 좀 더 정확히 평가할 수 있는 방법이다(Kee and Park, 2005).

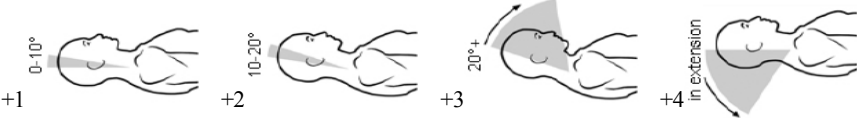
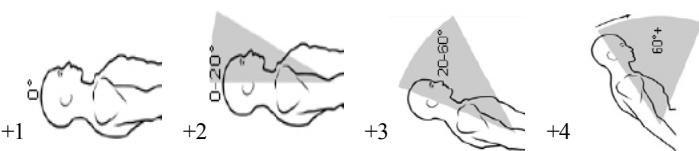
RULA 분석법은 표 3, 표 4와 같이 크게 각 신체부위별 작업자세를 나타내는 그림과 3개의 점수표로 구성되며, 평가되는 주요요소는 반복수, 정적작업, 힘, 작업자세, 연속작업시간 등을 고려하여야 한다. 그림 3과 같은 점수표를 이용하여 신체부위를 크게 상완과 하완, 손목부분인 A그룹과 목, 허리와 다리부분인 B그룹으로 나누어 각 그룹별 작업자세, 근육과 힘에 대한 평가를 수행하며, 평가 결과는 1~7점 사이의 총점으로 표현할 수 있다. 작업자세는 위험요인이 가장 적고 안전한 운동범위인 작업자세라면 1점을 부여하고 자세가 부적합하거나 부하가 많이 걸리는 작업일수록 점수가 가산된다. 근육사용에 대한 평가는 정적인 자세가 1분 이상 유지되거나 1분에 4회 이상 반복작업을 할 경우 1점씩 추가하도록 되어있다. 힘에 대한 평가는 무게에 따라 0 점에서 3점까지 주어진다. 각 범주별로 평가한 점수는 점수표를 이용하여 계산하고 총 위험도를 얻으며 각 점수에 알맞은 사후관리지침을 얻을 수 있다.

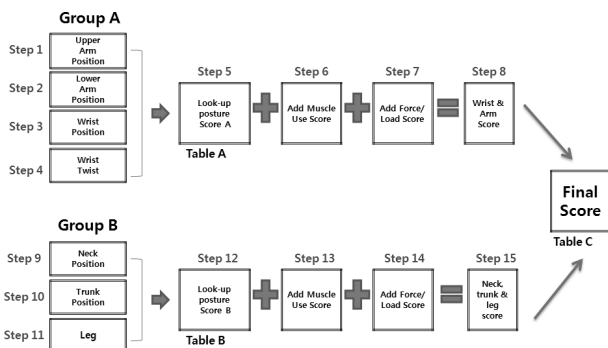
농가에 상부 분가지와 균일한 영양 공급을 위해 줄기를 45° 이하가 되도록 해주는 절곡작업 후 절곡된 하부가지에

**Table 3** Workload index of group A

Analysis	Arm and Wrist Analysis
Locate Upper Arm Position	If shoulder is raised: +1 If upper arm is abducted: +1 If arm is supported or person is leaning: -1 
Locate Lower Arm Position	If either arm is working across midline or out to side of body : Add +1 
Locate Wrist Position	If wrist is bent from midline : Add+1 
Wrist Twist	If wrist is twisted in mid-range : +1 If wrist is at or near end of range : +2

**Table 4** Workload index of group B

Analysis	Neck, Trunk and Leg Analysis
Locate Neck Position	If neck is twisted : +1 If neck is side bending : +1 
Locate Trunk Position	If trunk is twisted : +1 If trunk is side bending : +1 
Leg	If legs and feet are supported : +1 If not : +2



**Fig. 3** RULA Scoring chart.

모두 약재가 골고루 분사될 수 있도록 상부와 하부 장미가지 및 잎에 방제작업을 관행방법인 분무봉을 들고 하는 작업과 견인형 분무기의 작업자세를 비교분석하였다. 평가를 위한 작업모습을 디지털 영상장치를 이용하여 정지영상과 동영상으로 기록하였으며, 이를 토대로 작업환경 및 작업자 면담내용 등을 복합적으로 고려하여 분석하였다.

**2) 작업시간과 경제성 분석**

작업시간 분석을 위하여 장비 도입 전·후의 시간은 공통으로 들어가는 작업 준비, 약제혼합 및 정리시간을 제외한 약

액이 분무되는 시점부터 끝나는 시간에 대하여 초시계를 사용하여 소요시간을 측정하였으며, 방제작업은 모든 엽면에 약제가 충분히 살포가 되도록 하였다.

관행 방제작업의 경우 1회 소독동작에 대해 목표물 탐색을 위한 분무전 대기, 분무 시 원활한 작업공간확보를 위한 호스 풀기, 분무, 다음지점으로 이동을 위한 호스 끌기, 분무 후 작업완료확인을 위한 분무 후 대기로 나누어 측정하였고, 분무 시 호스길이에 따른 작업공간확보가 필요 없는 견인형 분무기의 방제작업은 분무전 대기, 분무 동작으로 측정하였다. 동작별 평균작업시간(Average time)의 지체비율(Rating)을 120%로 설정하였고 작업 중 발생하는 여유시간(Allowance)을 고려한 해당동작에 대한 표준작업시간(Standard time) 측정하였다(Lim, 1999)

방제작업을 위한 이동방법은 관행방법과 견인형 소독기방법 모두 소독 호스의 엉킴을 고려하여 베드사이를 출발하여 진행할 때 왼쪽 베드부분을 방제하고 돌아올 때 오른쪽 베드를 방제하는 것으로 하였다.

또한, 경제성 비교를 위하여 단위 면적은 농가당 평균면적인 0.33 ha을 기준으로 하였고 인건비의 경우 농가를 통해 조사된 평균금액인 7,500 won/hr 로 하여 비용을 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 농가 작업분석

농가에서 사용되는 방제작업은 작업자 2인으로 이뤄지며 작업자 1인은 동력분무기에 연결된 소독대를 들고 이동하면서 해당 작목에 직접 살포하고 다른 작업자는 분무봉에 연결된 호스를 끌어주며 보조역할을 하는 것으로 파악되었다.

동력 분무기에 연결된 분무봉을 직접 들고 시설 내 비좁은 베드사이의 상부와 하부 장미가지 및 잎에 직접분사를 하고 있어 방제효과는 높을 수 있으나 작업시간이 오래 걸리고 필요 이상의 농약이 사용되고 있어 매우 효율성이 떨어지는 작업을 하고 있는 것으로 나타났다.

작업자들의 평균연령이 56세로 높고 연중 방제작업을 약 50회 이상 수행하여 팔, 어깨 등의 신체일부의 반복사용으로 많은 어려움을 겪고 있으며, 분무호스를 직접 끌고 다니고 있어 무리한 힘을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 작업자의 방제 복장상태도 불량으로 약제에 의한 작업자의 오염 피해가 있는 것으로 조사되었다.

작업분석에 따른 방제기 개발목표 설정을 위하여 작업에 영향을 미치는 요소를 선정하여 설계방향을 정하였다. 시설 장미 베드에서 절곡된 가지의 균일한 영양 공급을 위해 연중 해주는 절곡작업 후 절곡된 하부 가지 모두 약제가 골고루 분사될 수 있도록 측면 및 상향분사가 가능해야 하며, 이동성과 작업 편이성을 위하여 방제기 자체의 무게가 경량이며, 형

태가 소형, 단순해야 하며, 부너져, 고령자가 작업하기에 편리하고 수리가 편리해야 한다.

#### 나. 작업자세분석

관행작업 자세와 개발된 견인형 분무기를 이용하여 작업하는 자세를 RULA분석법으로 평가한 결과는 다음과 같이 나타났다.

##### 1) 분무봉형 소독대를 이용한 작업 자세분석

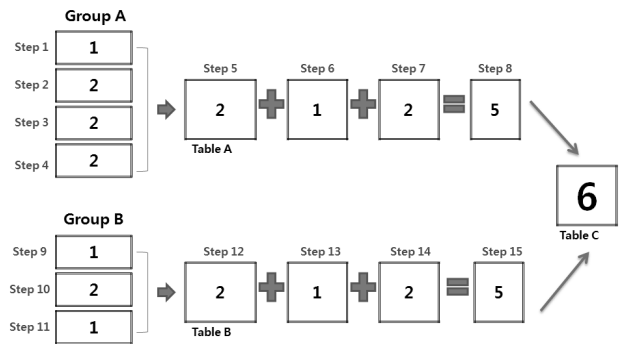
그림 4에서와 같이 그룹 A의 경우, 방제작업 시 분무봉형 소독대를 들어야 하므로 하완의 팔굽힘 정도가 100° 이상이므로 2점, 손목의 경우 상하 굽힘이 없어 1점과 손목이 중심선에서 위로 굽혀진 경우라 1점이 더해져 2점이며, 손목이 최대 또는 최대에 근접하게 비틀려 2점으로 나타났다.

소독대를 들고 하는 작업으로 인해 2 kg 이상, 10 kg 이하의 부하가 간헐적으로 생기는 것으로 나타났으며, 기존의 방제작업 시에는 작물에 골고루 분사를 하기 위하여 손목 사용이 많은 것으로 나타났다.

그룹 B의 경우, 소독대를 들어야 하는 작업으로 인해 몸통을 -10~0° 정도로 곧게 편 상태 1점과 몸통이 옆으로 굽혀진 상태 1점이 더해져 2점으로 분석되었다.



(a) A conventional power sprayer



(b) The score of RULA

Fig. 4 The score of RULA when a conventional power sprayer was used.

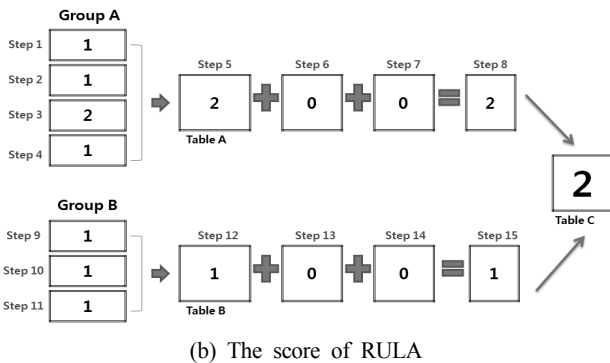
2) 견인형 방제기를 이용한 작업 자세분석

그림 5에서와 같이 그룹 A의 경우, 개발된 견인형 분무기는 견인만하면 되므로 하완이 자세점수에서 1점이며, 손목의 비틀림도 없는 것으로 나타났다. 이는 개발된 견인형 방제기가 기존의 방제작업보다 신체 중 팔에 걸리는 부하가 작다는 것을 의미한다.

그룹 B의 경우, 개발된 견인형 소독기는 기존 방제작업과 달리 소독대 작업이 없어 기본점수인 1점씩만 해당되었다.



(a) A Pull-type sprayer



(b) The score of RULA

Fig. 5 The score of RULA when the pull-type sprayer was used.

3) 봉형 및 견인형 방제기의 결과분석

인체의 기구학적 분석을 통하여 RULA의 전체 평균 점수는 관행 분무기 이용 시 6점, 견인형 분무기 이용 시 2점으로 나타났으며, 견인형 분무기를 이용한 방제자세가 관행 분무기를 이용한 방제자세보다 팔 및 손목에 걸리는 작업부하가 작아졌다고 판단되었다.

개발된 견인형소독기는 RULA 조치수준에 의하여 장시간 사용하여도 인체의 근골격계질환으로부터 보호될 수 있는 것으로 나타났다.

나. 작업시간과 경제성 비교

1) 작업시간분석

관행방법인 분무봉형 분무기를 이용하여 작업하는 경우 동작별 작업시간은 표 5와 같이 나타났다. 분무전 대기 동작의 경우 평균작업시간(Average time)의 지체비율(Rating)과 여유시간(Allowance)을 고려한 표준작업시간(Standard time)은 2.2 sec가 소요되는 것으로 나타났으며, 호스 풀기 2.2 sec, 분무 4.6 sec, 호스 끌기 2.2 sec, 분무 후 대기 2.2 sec가 소요되어 한 구간 총 작업시간은 13.4 sec가 소요되었다.

분무봉형 분무기를 이용하여 작업하는 경우 베드의 위아래 부분을 골고루 분사하기 위하여 팔을 전방향으로 지속적으로 움직이며 작업하여 소요시간이 긴 것으로 나타났다. 또한, 소독대와 약액 호스를 끌고 계속 움직여 많은 노동력이 필요하였다.

견인형 분무기의 방제작업의 경우 동작별 작업시간은 표 6과 같이 나타났다. 분무 전 대기 동작의 경우 2.2 초가 소요되는 것으로 나타났으며, 분무 및 호스 끌기 동작의 경우 3.4 sec가 소요되어 한 구간의 총 작업시간은 5.6 sec가 소요되는 것으로 분석되었다. 이는 분무봉형 분무기보다 약 7.8 sec이

Table 5 The working hours of conventional power sprayer

(Unit: sec.)

No.	Elements	Average time	Rating(%)	Normal time	Allowance	Standard time
1	Stand by	1	120	1.2	1	2.2
2	Unpack a hose	1	120	1.2	1	2.2
3	Spraying	3	120	3.6	1	4.6
4	Drag a hose	1	120	1.2	1	2.2
5	Stand by	1	120	1.2	1	2.2

Total Standard Time : 13.4

Table 6 The working hours of pull-type sprayer

(Unit: sec.)

No.	Elements	Average time	Rating(%)	Normal time	Allowance	Standard time
1	Stand by	1	120	1.2	1	2.2
2	Drag a hose & spraying	2	120	2.4	1	3.4

Total Standard Time : 5.6

**Table 7** The work capacity of conventional power sprayer and pull-type sprayer.

Type	Standard time (sec/3.3m <sup>2</sup> )	Work capacity (ha/hr)	Working area (ha/day)	Working hours		
				hr/day	Workable days (day/yr)	Total (hr/yr)
Conventional power	13.4	0.089	0.33	3.71	50	185.5
Pull-type	5.6	0.212	0.33	1.56		78

단축되는 것으로 나타났으며, 봉형 분무기 작업 시 필요한 작업도중 쉬는 시간을 생략할 수 있어 전체 작업시간은 2.4 배 이상 빨라질 것으로 판단되었다.

**2) 경제성 비교**

분무봉형 분무기와 견인형 분무기를 이용한 방제작업의 생산성을 분석한 결과는 표 7과 같이 나타났다. 견인형 분무기를 도입하여 방제작업을 한 결과, 포장 작업효율은 봉형 분무기의 경우 0.089 ha/hr 로 나타났으며, 견인형 분무기를 이용할 경우 0.212 ha/hr로 나타났다.

하루 작업면적이 평균 0.33 ha 일 때 작업소요시간은 분무봉형의 경우 3.71 hr, 견인형인 경우 1.56 hr이 소요되며, 연중 약 50회 작업을 수행하므로 연간 작업시간은 분무봉형이 185.5 hr, 견인형이 78 hr이 소요되었다.

견인형 분무기를 이용할 때 인건비 절감액은 봉형 분무기의 경우 2인 작업으로 총 2,782,500 won/yr 이 소요되며, 견인형의 경우 585,000 won/yr 이 소요되어 본 연구에서 개발된 견인형 분무기를 사용할 경우 연간 2,197,500 won/yr, 약 79%의 인건비 절감효과가 있었다.

**4. 요약 및 결론**

본 연구는 시설화훼 중 장미를 대상으로 작업공정 중 방제작업 시 자세개선을 통해 안전한 방제작업이 가능하도록 견인형 방제기를 개발하고 관행 방제작업과 비교분석하여 작업성능을 평가하였으며 작업자의 농약 노출을 줄일 수 있을 것으로 생각되었다.

견인형 방제기는 동력분무기, 분무호스, 분무장치로 구성하였으며, 분무장치는 수평, 상향분무가 가능하도록 설계 제작하였다.

RULA분석법을 이용한 자세분석에서 견인형 분무기를 이용한 방제자세가 봉형 분무기를 이용한 방제자세보다 팔 및 손목에 걸리는 작업부하가 작아졌다고 판단되었으며, 견인형 방제기는 RULA 조치수준에 의하여 장시간 사용하여도 인체의 근골격계질환으로부터 보호될 수 있는 것으로 나타났다.

견인형 방제기를 도입함으로써 방제하는데 필요한 소요시간은 견인형 분무기를 사용한 경우 작업시간은 봉형 분무기보다 약 7.6 sec/3.3m<sup>2</sup> 빠른 것으로 나타났으며, 작업도중 쉬

는 시간을 생략할 수 있어 전체 작업시간은 2.4 배 이상 빨라져 분무기의 포장능력이 향상된 것으로 판단되었다.

견인형 분무기를 이용할 때 인건비 절감액은 봉형 분무기의 경우 2인 작업으로 총 2,782,500 won/yr 이 소요되며, 견인형의 경우 585,000 won/yr 이 소요되어 본 연구에서 개발된 견인형 분무기를 사용할 경우 연간 2,197,500 won/yr, 약 79%의 인건비 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

**참 고 문 헌**

1. Cattani, Marcus, Cena Krzysztof, Edwards John and Pisaniello Dino. 2000. Potential dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos in Australian pesticide workers. *Ann. Occup. Hyg.* 45(4):299-308.
2. De Vreede, J.A.F., D. H. Brouwer, H. Stevenson and J. J. Van Hemmen. 1998. Exposure and risk estimation for pesticides in high volume spraying. *Ann. Occup. Hyg.* 42(3):151-157.
3. Fenske, A. Richard, Hamburger J. Suzanne, Guyton L. Charles. 1987. Occupational exposure to fosetyl-al fungicide during spraying of ornamentals in greenhouses. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 16(5):615-621.
4. Hatzilazarou, P Stefanos, Charizopoulos T Emmanouel, Papadopoulou Euphemia and Economou S Athanasios. 2004. Dissipation of three organochlorine and four pyrethroid pesticides sprayed in a greenhouse environment during hydroponic cultivation of gerbera. *Pest Manage Sci.* 60(12):1197-1204.
5. Hignett, S. and L. McAtamney. 2000. Rapid entire body assessment(REBA). *Journal of Applied Ergonomics.* 31(2): 201-205.
6. Karhu, O., P. Kansi and I. Kurinka. 1977. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Journal of Applied Ergonomics.* 8(4):199-201.
7. Kee, D. H. and K. H. Park. 2005. Comparison of Posture Classification Schemes of OWAS, RULA and REBA. *Journal of the KOSOS.* 20(2):127-132. (In Korean)
8. Korea Occupational Safety and Health Agency. 2003. An Investigation of Musculoskeletal Disorders Risk Factors, Korea

- Occupational Safety and Health Agency. Republic of Korea.
9. Lim, M. J.. 1999. Job Management, Hyungseul publishing company. Seoul.
  10. McAtamney,L. and E. N. Corlett. 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Journal of Applied Ergonomics*. 24(2):91-99.
  11. The Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2008. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon, Republic of Korea.
  12. Rural Development Administration. 2009(a). A Study of Farm Accidents in Korea, Rural Development Administration. Republic of Korea.
  13. Rural Development Administration. 2009(b). The Characteristics of Farmer's Exposure during Pesticide Spraying, Rural Development Administration. Republic of Korea.
  14. Yim, M. S. and M. R. Cho. 1999. Forecast on the future demand of biological control techniques in protected horticulture in Korea, *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 17(6):811-817. (In Korean)