

분화류 분 간격조절장치 개발

Development of Potted Spacing System

김현환*	장유섭*	김동익*	김종구*
정희원	정희원	정희원	정희원
H. H. Kim	Y. S. Chang	D. E. Kim	J. G. Kim

1. 서론

화훼생산액에서 분화류가 차지하는 비중은 1980년에 16% 정도에 불과하였으나 2004년에는 34%로 절화류의 47% 다음으로 증가하였다. 1인당 분화 소비금액은 1999년에 12,731원에서 2004년에 18,647원으로 46.5%가 증가하였다. 분화류 생산은 소형 분을 이용한 대량 생산 농가가 증가하고 있으며, 절화류 생산에 비해 자본투자가 높은 분화류 생산시설은 연중 사용할 수 있는 시스템이 요구되고 있다. 분화류 관련 연구는 수출용 분화류 공정 생산, 포장, 출하 시스템 개발을 위해 수행되었으며, 네덜란드, 덴마크, 일본, 미국 등 분화재배 선진국에서 사용되는 시스템을 국내에 적용하여 분화재배 공정을 자동화하기 위해 노력하고 있다. 분화재배의 생력기계화를 위해서는 포트공급, 상토충전, 관수자동화를 위한 상토충전기 개발, 온실재배에 필요한 베드 이송, 관수, 방제의 기계화, 분간격 조절장치, 선별장치 등이 필요하다. 본 연구에서는 분화재배의 분 스페이싱작업을 생력기계화하기 위해 분 간격조절장치를 개발하고 성능시험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 분화류 작업 공정 및 노동투하시간 조사

분화류 분 간격조절장치를 개발하기 위해 분화작물 재배의 주산지인 경기 고양, 파주, 연천, 용인, 경남 김해 등 5개 지역 15농가를 방문하여 작업 공정별 노동투하시간에 관해 조사하였다.

나. 시작기 제작 및 성능시험

시작기는 분 간격조절장치의 메인 로드와 작동 실린더 및 각종 로드의 메카니즘을 분석한 결과에 따라 제작하였으며, 시작기의 구성은 분 재배 베드를 반출·반입부로 이송하는 베드이송부, 베드로부터 분 간격조절장치로 분을 반출·반입하는 장치, 1쌍의 벨트컨베이어와 분을 밀어 간격을 넓혀주는 밀대실린더로 구성된 분 간격조절부 그리고 각 장치들이 원활하게 동작하도록 조절하는 제어부로 구성하였다.

분 간격조절장치의 성능 검정을 위하여 분화류 재배에서 많이 사용하는 직경이 Ø10cm,

* 농촌진흥청 농업공학연구소 생산기반공학과

Ø13cm분을 대상으로 하였고, 직경이 Ø10cm 분의 경우 조절하기 전 간격 12cm에서 조절 후 간격을 16, 18, 22, 27, 36cm로 5수준 시험하였고, 분 직경이 Ø13cm인 경우 조절하기 전 간격 15cm에서 조절 후 간격은 22, 27, 36cm로 3수준 시험을 실시하였으며, 인력으로 직경 Ø10, Ø13cm 분을 간격 조절하는 시험도 동시에 수행하여 시작기와 작업성능을 비교 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 분화류 작업 공정 및 노동투하시간

표 1에서 보는 바와 같이 베고니아, 칼랑코예, 시클라멘 등 분화작물을 10a당 2만본을 재배하는데 소요되는 노동투하시간을 작업공정별로 농가현장에서 조사한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 분 간격조절에 투하되는 작업시간은 베고니아가 35시간으로 전 작업공정의 6%를 차지하였으며, 칼랑코예가 53시간으로 9.8%, 시클라멘은 57시간으로 10.2% 정도로서 분화재배 작물의 분 간격조절은 전 작업 공정의 6~10.2% 정도를 차지하는 것으로 나타났다.

표 1. 분화작물 노동투하시간

구분	상토충전	삼목(파종)	육묘	정식	물관리	간격조절	방제	출하	계
베고니아	57 (9.8)	27 (4.6)	12 (2.1)	44 (7.6)	28 (4.8)	35 (6.0)	4 (0.7)	375 (64.4)	582 (100)
칼랑코예	122 (22.6)	16 (3.0)	14 (2.6)	55 (10.2)	24 (4.5)	53 (9.8)	5 (0.9)	250 (46.4)	539 (100)
시클라멘	117 (21.0)	14 (2.5)	16 (2.9)	56 (10.1)	26 (4.7)	57 (10.2)	6 (1.1)	265 (47.5)	557 (100)

* 화분수 : 20,000분 /1,000m²

나. 시작기 제작 및 성능시험

분 간격조절장치는 그림 1에서 보는 바와 같이 분을 재배하는 베드가 이송되는 베드이송부, 이송된 베드 위의 분을 분 간격조절부에 이송시키는 분 반출·반입부, 분 간격을 조절하는 분 간격조절부, 이러한 모든 장치를 제어하는 제어부로 제작하였다. 분 간격조절장치의 주요 제원은 표 11과 같으며, 분 간격조절장치의 프레임을 움직이는 메인 실린더의 직경은 Ø80mm, 스트로크는 200mm로 하였으며, 실린더를 작동하기 위해 3HP의 콤퓨레서를 사용하였다.

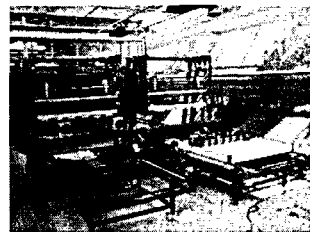
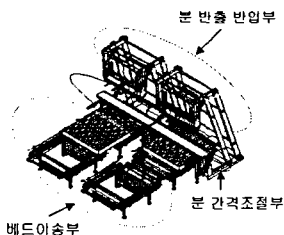


그림 1. 분간격조절장치

표 2. 분 간격조절장치 주요 제원

베드이송부 (L×W×H, mm)	분 반출·반입부 (L×W×H, mm)	분 간격조절부 (L×W×H, mm)	메인실린더 (Ø, mm)	컴프레서 (HP)
3,250×1,400×532	3,110×3,170×2,210	3,760×260×790	Ø80×200	3

(1) 베드이송부

베드이송부는 베드에 따라 크기가 결정되며, 표 10은 베드이송부의 주요 제원을 나타낸 것이다. 베드이송부는 가로 1,200mm, 세로 1,200mm일 경우를 대상으로 시작기를 설계하였으며, 이때의 가로와 세로는 각각 3,250mm, 1,400mm으로 제작하였다. 베드이송부의 동력은 200W의 전동기로 60:1로 감속되는 기어드모터를 사용하였다. 모터가 구동되면 이송부의 체인에 의해 베드가 16.2cm/s로 이송되면서 분 반출·반입부로 이송하도록 제작되었으며, 주요 제원은 표 12에 나타낸 바와 같다.

(2) 분 반출·반입부

분 반출·반입부는 그림 9, 10에서 보는 바와 같이 메인 프레임을 전후로 이동시켜 베드 이송부로 이송된 분을 집어 올리는 포크부와 전후이동 포크실린더, 상하이동 포크실린더로 구성하였다. 분 간격조절을 위해 분을 들거나 집어서 분 간격조절부에 이송시키는 포크부는 분 반출·반입부에 포크를 부착하여 분을 아래에서 위로 올리는 방식으로 제작하였다. 막대식 포크는 분이 이송되는 도중 흔들려 분이 떨어지는 경향이 나타나 원활하게 분 이송이 가능한 반원판식으로 제작하여 개선하였다. 표 13에서 보는 바와 같이 메인 프레임의 작동각이 14°, 각속도가 전진할 경우 46rad/s, 후진할 경우 21rad/s로 작동하여, 포크로드는 작동각이 21°로서 전진할 경우 48rad/s, 후진할 경우 67rad/s로 작동하였으며 포크의 상하이동은 작동거리가 20cm이다.

(3) 분 간격조절부

분간격조절부 분반입측 벨트컨베이어와 분반출측 벨트컨베이어로 구성되어 있고 분 반입·반출측 사이에 분을 밀어주는 밀대가 있으며, 분이 반입측 벨트컨베이어로 들어오면 포토센서가 분을 감지하여 컨베이어가 작동되도록 되어있다. 표 14에서 보는 바와 같이 분간격조절장치의 반입·반출측 구동전동기는 용량이 180W이고 반입측은 300~1,700rpm 범위에서 회전속도를 조절할 수 있으며, 반출측은 회전속도가 1,550rpm으로 구성하였고, 밀대는 반입측에서 이송되는 분을 반출측으로 밀어 분간격을 조절하는 것으로 공기실린더의 스트로크가 200mm이며, 10cm/s로 작동한다. 또한, 분간격조절장치에 사용된 포토센서는 분을 감지하는 거리가 2m인 센서를 사용하였다

(4) 제어부

제어부는 베드이송, 분 반출·반입, 분 간격조절, 분 간격조절의 작동을 위해 센서를 이용한 계측과 모터, 실린더 등의 동력장치를 제어하는 시스템이다. 제어부는 PLC, 접점릴레이, 마그네틱스위치 등으로 제작하였다. 계측 및 제어시스템 작동은 접점릴레이의 접점신호는 마그네틱스위치를 단속하여 베드의 이송 및 정지, 화분의 이송토록 모터와 실린더를 작동시키게 된다.

나. 성능시험

분 간격조절장치의 작업성능은 반출·반입 화분수에 따라 달라지는데 분의 윗지름 크기가 10cm 분일 때 베드당 화분수가 12×12cm에서 16×16cm로 분 간격조절을 하는데 시작기의 작업성능이 347화분/h으로 인력의 262화분/h에 비해 32.4%가 능률적이었다. 13cm인 분인 경우 화분수가 64에서 36개로 간격조절을 하는 데에는 269화분/h으로 인력의 228화분/h에 비해 18.0%가 능률적이었다.

표 3. 분 간격조절 작업성능

분 직경 (Ø, cm)	분 간격 (주간×조간, cm)		베드당 화분수 (개)		작업성능 (화분수/h)	
	조절 전	조절 후	반출	반입	시작기	인력
10	12×12	16×16	100	64	347	262
	12×12	18×18	100	49	305	254
	12×12	22×22	100	36	262	235
	12×12	27×27	100	25	218	216
	12×12	36×36	100	16	175	191
13	15×15	22×22	64	36	269	228
	15×15	27×27	64	25	222	205
	15×15	36×36	64	16	178	184

다. 경제성 분석

시작기의 10cm 분 소요비용은 4,235천원/10a, 13cm 분 소요비용은 4,017천원/10a으로 인력의 2,489천원/10a에 비하여 1.7배와 1.6배 소요경비가 높아 재배면적 10a에서는 시작기가 인력에 비해 경제성이 없었다. 재배면적별로 손익분기점을 분석한 결과 재배면적이 30a 이상이면 시작기가 관행의 인력에 비해 경제성이 있는 것으로 나타났다. 재배면적이 1ha 이상의 농가에 설치될 경우 시작기 10cm 분 소요비용은 18,118천원/ha, 13cm 분 소요비용은 15,751천원/ha으로 인력의 24,887천원/ha에 비하여 27%와 37%가 절감되어 시작기의 경제성이 있는 것으로 판단되었다. 다만 분 간격조절을 위해 시작기와 인력과의 비교한 것으로 분 간격조절을 위해서는 재배되는 분화류 베드가 분 간격조절장치로 이송되는 재배장치는 고려하지 않았다.

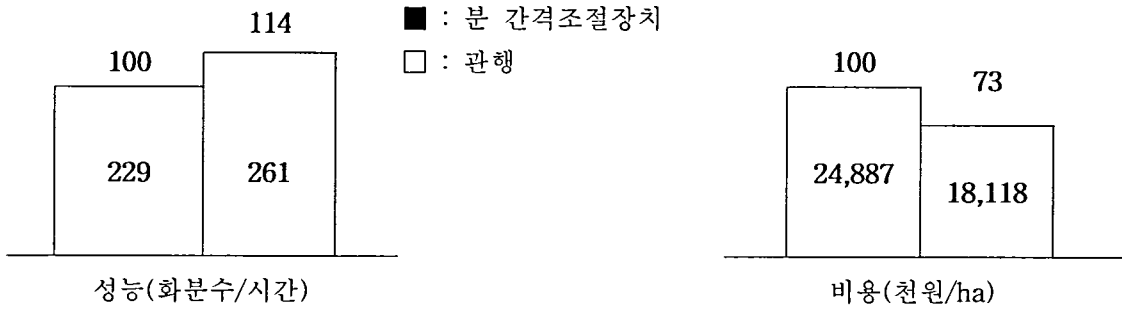


그림 2. 시작기의 경제성 분석

4. 요약 및 결론

분화류 재배에서 인력에 의존하고 있는 공정 중 분간격 조절작업을 생력화 할 수 있는 기계장치를 개발하여 분화류 생산노력을 절감하고 안정적인 분화류 생산을 유도하기 위하여 분 간격조절장치를 개발한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 분 간격조절장치는 분화류 재배 화분을 반입베드에서 반출베드로 이동시켜 분간격을 조절하도록 제작하였다.
- 나. 시작기의 구성은 베드이송부, 분 반입·반출부, 분 간격조절부, 제어부와 주요 동력장치로 모터, 실린더 등으로 구성하였다.
- 다. 분화류 재배시스템은 상토충전, 삼목, 육묘, 정식, 물관리, 분간격조절, 방제, 출하 등의 작업공정이 필요하였으며, 대부분 인력으로 작업공정이 이루어지고 있었다.
- 라. 분 크기별 작업성능은 시간당 10cm 분이 175~347 화분, 13cm 분은 178~269 화분 간격 조절이 가능하였다.
- 마. 시작기의 인력대비 경제성은 분 재배면적 10a 기준으로 10cm 규격의 화분은 시간당 비용이 28,545원, 13cm 화분은 31,852원으로 인력의 14,709원에 비해 94.1~116.6% 비용이 증가되는 것으로 분석되었다. 손익분기점은 분 재배 면적이 30a 이상이면 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

5. 참고문헌

1. 농림부. 2004. 화훼재배현황.
2. 농림부. 2003. 수출용 분화류 공정생산, 포장, 출하 시스템 개발.
3. 농업공학연구소. 2004. 식물생산공장의 기술현황.
4. 농업공학연구소. 2005. 신선엽채소 주년안정생산을 위한 식물생산공장시스템 개발.
5. 원예연구소. 2004. 원예시험연구보고서