

## 박과채소용 단근합접 접목시스템 개발(1)

### - 작업공정 분석과 시스템 설정 -

강창호 이승규 한길수 이용범 최흥기

## Development of a Root-Removed Splice Grafting System for Cucurbitaceous Vegetables (1)

### - Analysis of Grafting Process and System Setting -

C. H. Kang S. K. Lee K. S. Han Y. B. Lee H. K. Choi

#### Abstract

This study was conducted to develop a root-removed splice grafting system for cucurbitaceous vegetables, mainly watermelon and cucumber seedlings, for the seedlings factories where currently most of seedlings grafting works are carried out by manual works. The major results of the study are as follows. The dimensions of rootstocks and scions, except cotyledon width, of root- removed splice grafting of watermelon and cucumber were shown to be varied within the 2.5-fold range. The growth status of seedlings were not consistent in terms of cotyledon sprouting direction and angle which were considered as one of the important factors for in root-removed splice grafting. The grafting work of root-removed splice for grafted watermelon and cucumber could be divided by four sub-operations : seedling supplying, cutting, clipping and potting, while a part or all root of the rootstock was removed in the seedlings supplying operation. The cutting angles of the rootstock and scion were 34-45° and 20-45°, respectively, while the stem length of the scion varied from 6 mm to 12 mm. The splices of rootstock and scion were heaped up in parallel and then fixed by a clip. It indicated that the ideal grafting system, adopting conventional grafting processes of seedlings specifications as well as conventionally manual root-removed splice grafting method, performed very well for seedlings gripping and transporting, supplying clip, clipping and discharging grafted seedlings while workers supplied seedlings to the semi-automatcal system.

**Keywords** : Grafting, Watermelon, Cucumber, Root-removed splice grafting, Robot

#### 1. 서론

우리나라에서 과채류의 접목재배는 1960년대에 수박, 1980년대부터는 수박과 오이 등 박과채소를 중심으로 시작되었으며, 접목묘는 대부분이 농가에서 생산되었다(정, 1990). 그리고 1991년에 플러그 육묘방법이 국내에 도입되면서 접목묘를 생산하는 공정육묘장이 설립되기 시작하여 1995년 30개소, 2003년에는 131개소로 증가되었다(김, 2003). 공정육묘장의

수가 증가함에 따라 그동안 재배농가에서 생산하던 접목묘는 공정육묘장에서 접목묘를 구입하여 재배하는 방식으로 변화되었다. 이에 따라 과채류의 육묘와 재배는 분업화되어 육묘 산업이 농업분야에서 하나의 중요한 산업으로 정착되었으며, 이는 앞으로도 지속될 전망이다(김과 이, 2000).

공정육묘장은 다양한 작물의 모종을 생산하고 있으나 총매출액은 수박과 오이의 2개 작물이 전체의 50%를 차지하고 있으며, 수박과 오이의 모종 매출액 가운데 접목묘가 각각

The article was submitted for publication on 2008-10-07, reviewed on 2008-10-31, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2008-11-20. The authors are C. H. Kang, K. S. Han, Y. B. Lee, H. K. Choi, Researcher, KSAM member, Department of Agricultural Engineering (DAE), National Academy of Agricultural Science (NAAS), Rural Development Administration (RDA), Suwon, and S. K. Lee, Professor, KSAM member, Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, Jinju. Corresponding author: C. H. Kang, Senior Researcher, DAE, NAAS, RDA, Suwon; E-mail: <kangho@rda.go.kr>.

100% 및 93.8%로 대부분을 차지하고 있다(농촌진흥청, 2003). 이는 수박과 오이의 접목재배비율이 93~100%로 높는데(김과 이, 2000) 기인된 것으로 생각된다. 그리고 공정육묘장에서 수박과 오이의 접목방법은 단근합접(斷根合接)을 가장 선호하는 것으로 나타났다(김과 이, 2000).

단근합접은 대목의 뿌리를 제거한 다음 성장점과 한쪽의 떡잎을 45° 각도로 비스듬히 잘라내고 접수는 떡잎 밑 10 mm 지점을 45° 각도로 절단하여 대목과 접수의 절단면을 서로 합치고 집게나 튜브 등으로 고정하는 방법이며, 성 등(2003)은 단근합접법의 경우 부정근이 잘 발달된 양질의 균일한 모를 만들므로 다른 접목법에 비하여 생장, 측지 발생 및 과실의 수량 및 품질이 우수하고 접목작업시 취급조작도 편리하다고 보고하였다.

공정육묘장에서 접목작업에 소요되는 투하노동력은 접목묘의 생산을 위하여 투하되는 총노동력의 70~80%에 달한다고 한다(정, 2004). 또한 공정육묘장에서 접목묘의 생산에 있어 가장 어려움을 겪고 있는 것은 숙련된 기능인력의 안정적 확보가 53.6%로 나타나(김과 이, 2000), 접목작업을 할 수 있는 일손의 확보에 어려움을 겪고 있음을 엿볼 수 있다.

따라서 접목묘의 안정적인 생산공급을 위해서는 접목작업을 생력화할 수 있는 기계기술의 개발이 시급한 과제라고 생각된다. 이를 위하여 그동안 국내에서는 여러 형식의 접목로봇 등이 연구되었으나 실용화된 것은 아직 없는 실정이다(이, 1997; 강, 2004). 한편, 일본에서는 1980년대 후반부터 다양한 접목방법을 대상으로 기계기술이 연구되었으나 접목묘의 생산시설에서 사용되는 것은 1형식에 불과한 것으로 보고되고 있다(小林, 2004). 이와 같이 국내외에서 다양한 접목작업 기계기술이 개발되었으나 실용화가 미흡한 것은 기존의 인력에 의한 접목묘 생산체계를 변화시키지 않고도 도입할 수 있는 기계기술이 개발되지 못한 것에 한 원인이 있다고 한다(小林, 2004).

본 연구는 공정육묘장에서 기존의 인력에 의한 접목묘 생산체계를 변화시키지 않고 적용 가능한 수박과 오이의 박과

채소를 대상으로 이들 작물의 접목에 가장 많이 사용되는 단근합접을 할 수 있는 접목시스템을 개발하고자 수행되었다. 여기서는 접목시스템의 개발을 위한 기초자료를 얻고자 인력에 의한 단근합접 작업공정을 분석하고 기계접목을 위한 시스템의 개발방향을 설정한 결과를 수록하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 단근합접의 공정분석

접목시스템의 개발에 필수적인 기초자료를 얻고자 기존의 인력에 의한 단근합접의 공정분석에서 조사표본은 도별 공정육묘장의 수가 10개소 이상인 6개도에서 수박과 오이의 접목묘를 단근합접으로 생산하는 공정육묘장을 1개소씩 총 6개소를 임의 선정하였다. 조사표본으로 선정된 공정육묘장은 표 1과 같이 설치시기가 1996~2001년으로 모두 10년 이내였다. 조사 공정육묘장의 보유온실면적은 개소당 0.67~1.83 ha로 2003년말 현재 공정육묘장이 보유하고 있는 평균온실면적 0.5 ha(김, 2003) 보다 모두 큰 공정육묘장이 선정되었다.

주요조사내용은 대목과 접수의 생육상태, 단근합접의 공정별 작업내용 등으로 하였다. 조사는 연구자가 직접 조사표본의 공정육묘장을 방문하여 설문 및 실측하였다. 그리고 단근합접하는 대목과 접수의 생육상태는 그림 1과 같이 떡잎높이,

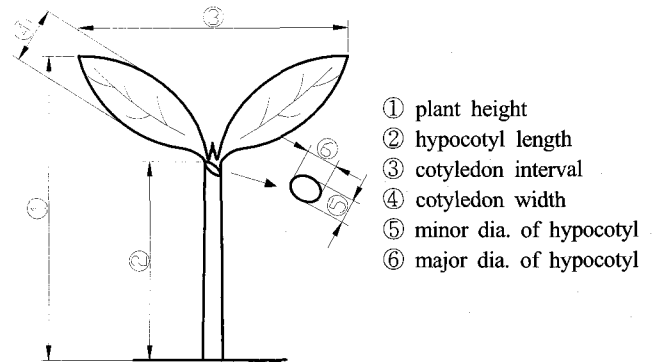


Fig. 1 Measured parts of seedling size.

Table 1 Plug seedling companies surveyed

Location		Name of company	Established year	Greenhouse area (ha)
Province	City			
Gyeonggi	Pyeongtaek	A	2001	1.57
Gangwon	Chuncheon	B	1996	1.83
Chungnam	Buyeo	C	1999	1.00
Jeonbuk	Jangsu	D	1999	0.67
Jeonnam	Suncheon	E	1998	0.70
Gyeongnam	Haman	F	2000	1.25

떡잎간격 및 폭, 배축길이와 배축경(장경과 단경)을 측정하였다. 여기서 배축단경은 떡잎전개방향의 지름이고, 배축장경은 이와 직각방향의 지름이다. 또 단근합접을 위하여 대목과 접수의 필요없는 부분을 절단제거한 가공상태에서 그림 2와 같이 대목과 접수 모두 배축길이와 경사절단각을 측정하였다.

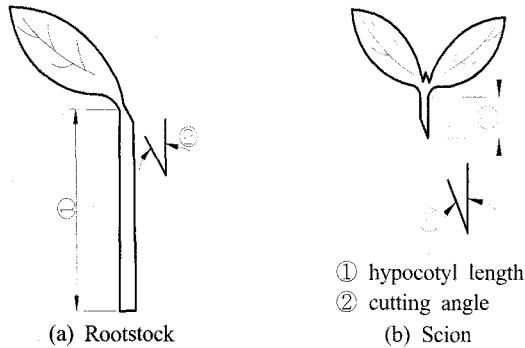


Fig. 2 Measured parts after cutting rootstock and scion.

나. 접목시스템의 개발방향 설정

이 연구는 수박과 오이의 단근합접 접목묘를 대량생산하는 공정육묘장에서 기존의 인력에 의한 접목묘 생산체계를 변화시키지 않고 적용할 수 있는 접목시스템을 개발하는 것이다. 과채류 접목작업의 기계화기술을 개발하기 위해서는 대상작물과 접목방법 등에 따라 차이는 있으나 일반적으로 그림 3과 같이 ① 대목과 접수의 준비와 공급, ② 대목과 접수의 필요없는 부분을 제거하기 위한 가공, ③ 접합자재인 집계의 공급과 공급된 집계로 가공된 대목과 접수를 접합, ④ 접합된 모의 배출 또는 재식, 그리고 대목과 접수의 가공 및 접합위치가 대목과 접수의 공급위치와 분리할 경우 공급된 대목과 접수를 각각의 가공 및 접합위치로 파지이송하는 기능이 요구된다(Onoda 등, 1992; Yamada 등, 1995; 小林 등, 1996; 이 등, 1998; 강, 2000).

따라서 접목시스템의 기능과 요구조건은 기존의 인력에 의한 단근합접에서 대목과 접수의 생육상태, 단근합접의 방법

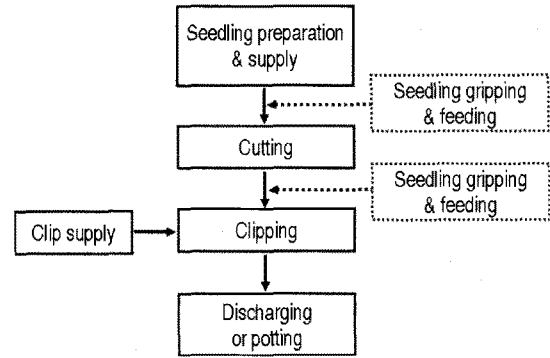


Fig. 3 Grafting process of cucurbitaceous vegetables.

등을 기초로 설정되어야 한다. 이를 위하여 대목과 접수의 준비와 공급은 대목과 접수의 생육상태, 가공작업은 절단부위와 위치, 절단용 자재 등, 접합작업은 접합자재 및 대목과 접수의 떡잎 위치 등 접합방법, 접합된 모의 배출과 재식은 단근합접의 공정, 대목과 접수의 파지이송은 접목시스템에 분담시킬 기능의 배치 등을 고려하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 공정육묘장의 접목작업실태

수박과 오이의 박과채소를 단근합접할 수 있는 접목시스템을 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 선정한 6개 공정육묘장은 과채류, 엽채류 및 화훼류 등 다양한 작물의 모종을 연중 생산하고 있었으며, 공정육묘장에서 수박과 오이의 모종 생산량과 이 가운데 접목묘의 생산비율은 표 2와 같다.

작물별 모종의 생산량은 수박의 경우 연간 10~250만주, 오이는 150~500만주였으며, 이 가운데 접목묘의 비율은 수박 98~100%, 오이 95~100%로 수박과 오이 모두 95% 이상이 접목묘를 생산하고 있었다. 그리고 공정육묘장에서 수박과 오이의 접목묘를 생산하기 위하여 사용되는 대목과 접수의 크기 및 형상 등 생육상태, 수박과 오이의 단근합접하는 방법 등은 다음과 같다.

Table 2 Production of grafted seedling

Companies surveyed	Watermelon		Cucumber	
	Production of seedling (1,000 seedling/yr)	Ratio of grafted seedling (%)	Production of seedling (1,000 seedling/yr)	Ratio of grafted seedling (%)
A	1,000	98	2,300	97
B	100	100	5,000	100
C	2,500	100	1,500	100
D	1,200	100	1,500	100
E	1,300	100	2,500	99
F	700	98	1,500	95

1) 모의 생육상태

오이용 접수의 규격은 표 3과 같이 품종별로 다를 뿐만 아니라 공정육묘장별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 떡잎높이와 배축길이의 최소 및 최대치는 각각 50~98 mm 및 36~70 mm, 떡잎간격과 떡잎폭의 범위는 각각 45~85 mm 및 16~27 mm 등으로 나타났다. 떡잎폭은 다른 측정치에 비하여 개체간에 차이가 크지 않았으나, 떡잎높이, 배축길이 및 떡잎간격은 개체간에 차이가 큰 것으로 나타났다. 배축의 단경과 장경은 각각 1.1~2.2 mm 및 1.2~2.5 mm 범위에서 공정육묘장간에 최대 약 2배정도의 차이가 있었으며, 배축의 단면형상은 사각형이었다.

표 4는 오이용 대목의 규격을 측정하여 최소 및 최대치, 평균 및 표준편차를 나타낸 것이다. 대목의 품종은 모든 공정육

묘장에서 흑중호박을 사용하였는데, 오이의 대목은 작형에 관계없이 호박을 사용하며 품종은 대부분이 흑중호박이라는 보고(이, 2000)와 같은 것으로 나타났다. 모의 떡잎높이와 배축길이의 범위는 각각 50~120 mm 및 25~80 mm, 떡잎간격과 떡잎폭의 범위는 각각 35~110 mm 및 25~45 mm 등으로 나타났다. 떡잎폭은 다른 측정치에 비하여 편차가 작은 편이었지만 떡잎높이, 배축길이 및 떡잎간격 등은 개체간에 차이가 크게 나타났다. 배축의 단경과 장경의 범위는 각각 2.1~3.2 mm 및 2.4~4.5 mm 범위였고, 배축의 단면형상은 타원형이었다.

수박용 접수 및 대목의 측정치를 최소 및 최대치, 평균 및 표준편차로 나타낸 것은 표 5와 같다. 품종은 접수가 삼복꽃, 대목은 박계통의 보디가드로 나타났다. 이것은 수박의 대목

Table 3 Size range of seedling for cucumber scion

Items		Size range of seedling (mm)					
Variety (company)		Backdadagi (A)	Baekdadagi (B)	Chungjang (C)	Chungjang (D)	Chungjang (E)	Gashi (F)
Plant height		60~85 (70.4±6.1)	70~98 (81.7±8.4)	60~90 (75.4±8.6)	50~80 (69.7±8.1)	52~83 (63.4±9.6)	60~80 (70.4±5.5)
Hypocotyl length		36~67 (51.0±7.8)	50~65 (57.0±4.7)	40~70 (54.1±7.8)	40~65 (52.3±6.7)	37~60 (45.5±6.0)	36~67 (51.3±7.6)
Cotyledon interval		50~82 (69.6±8.4)	70~80 (72.9±3.9)	45~70 (57.8±6.2)	60~85 (74.0±6.5)	50~70 (61.9±6.0)	50~82 (73.2±9.3)
Cotyledon width		20~25 (22.2±1.5)	21~24 (21.6±0.9)	16~22 (19.1±1.5)	20~27 (23.1±1.7)	16~23 (20.1±1.6)	20~24 (21.7±1.2)
Hypocotyl diameter	Minor	1.1~1.6 (1.3±0.1)	1.4~1.7 (1.5±0.1)	1.4~1.7 (1.5±0.1)	1.7~2.2 (1.9±0.1)	1.2~1.6 (1.3±0.1)	1.3~1.8 (1.5±0.1)
	Major	1.2~1.7 (1.4±0.1)	1.6~2.5 (1.9±0.3)	1.4~1.7 (1.5±0.1)	1.8~2.4 (2.0±0.2)	1.3~1.6 (1.4±0.1)	1.4~1.8 (1.6±0.1)

※ (Average ± Standard Deviation)

Table 4 Size range of seedling for cucumber rootstock(Heukjong)

Items		Size range of seedling by companies (mm)					
		A	B	C	D	E	F
Plant height		70~100 (84.3±7.1)	65~100 (87.8±8.3)	65~110 (89.5±11)	95~120 (109±6.7)	50~95 (75.0±11)	75~110 (86.3±9.6)
Hypocotyl length		40~60 (50.3±6.4)	45~70 (54.5±6.9)	45~80 (58.5±8.1)	60~80 (69.8±7.3)	25~50 (39.3±7.7)	40~70 (52.0±8.2)
Cotyledon interval		55~88 (73.4±9.7)	50~90 (72.4±13)	55~110 (76.8±13)	60~105 (77.8±12)	35~95 (69.8±15)	50~100 (73.7±15)
Cotyledon width		30~35 (32.8±2.2)	29~37 (33.0±1.9)	30~38 (32.5±2.5)	30~45 (35.3±3.8)	25~45 (35.6±4.4)	26~35 (31.8±2.0)
Hypocotyl diameter	Minor	2.1~3.2 (2.4±0.2)	2.2~3.2 (2.5±0.2)	2.2~2.9 (2.6±0.2)	2.2~3.2 (2.8±0.2)	2.3~2.9 (2.6±0.2)	2.1~3.2 (2.5±0.2)
	Major	2.8~3.8 (3.4±0.2)	2.5~3.8 (3.3±0.3)	3.1~3.9 (3.6±0.3)	3.2~4.5 (3.8±0.3)	2.8~3.9 (3.4±0.2)	2.5~3.8 (3.3±0.3)

※ (Average ± Standard Deviation)

**Table 5** Size range of watermelon seedling

Items		Scion (Sambokkkul)		Rootstock (Bodigadeu)		
Cultivation days		11	12	12	13	14
Plant height		50~80 (67.5±7.0)	60~82 (70.7±4.5)	55~75 (63.3±6.0)	55~85 (70.1±7.6)	60~90 (76.3±7.1)
Hypocotyl length		32~60 (48.1±6.8)	40~60 (50.0±4.8)	30~44 (35.5±4.3)	25~55 (40.3±6.9)	35~60 (46.0±6.8)
Cotyledon interval		36~55 (46.4±4.0)	30~57 (46.9±6.6)	40~80 (70.5±10.5)	52~90 (70.6±7.3)	45~90 (73.7±0)
Cotyledon width		15~23 (18.1±2.0)	17~22 (19.9±1.6)	18~26 (23.8±2.2)	20~27 (23.7±2.1)	18~30 (25.2±3.1)
Hypocotyl diameter	Minor	1.2~1.6 (1.4±0.1)	1.3~1.7 (1.5±0.1)	1.6~2.4 (2.1±0.2)	1.7~2.4 (2.1±0.2)	2.0~2.7 (2.4±0.2)
	Major	1.9~2.6 (2.3±0.2)	2.0~2.9 (2.4±0.2)	2.0~2.7 (2.4±0.2)	1.9~2.8 (2.4±0.2)	2.2~3.2 (2.7±0.2)

※ (Average ± Standard Deviation)

용 품종이 그동안 축성재배용은 호박, 반축성 및 노지재배용은 박계통을 각각 사용하였으나 최근 고품질 수박을 생산하기 위하여 작형에 관계없이 박계통을 선호한다는 보고(농촌진흥청, 1996; 이, 2000)와 같은 경향이였다.

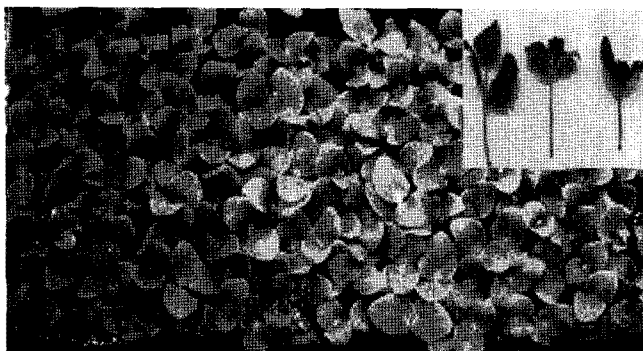
수박용 접수의 크기는 떡잎높이와 배축길이가 각각 50~82 mm 및 32~60 mm, 떡잎간격과 떡잎폭은 30~57 mm 및 15~23 mm, 배축의 단경과 장경은 1.2~1.7 mm 및 1.9~2.9 mm 범위로 나타났다. 대목은 떡잎높이와 배축길이가 각각 55~90 mm 및 25~60 mm, 떡잎간격과 떡잎폭은 40~90 mm 및 18~30 mm, 배축의 단경과 장경은 1.6~2.7 mm 및 1.9~3.2 mm 범위로 나타났다.

이상의 표 3~5에서 나타난 대목과 접수의 규격을 작물별 품종이나 공정육묘장에 관계없이 정리하면, 대목과 접수의 배축길이의 최소 및 최대치는 각각 25~80 mm 및 32~70 mm, 떡잎폭은 18~45 mm 및 15~27 mm, 배축의 단경은 1.6~3.2 mm 및 1.1~2.2 mm, 배축의 장경은 1.9~4.5 mm 및 1.2~2.9 mm 범위로 나타나, 모든 규격에서 최대치는 최소치

의 약 2~2.5배 정도로 상당한 차이가 있었다.

그림 4는 수박과 오이의 대목 및 오이의 접수가 생육된 상태이다. 수박과 오이용 대목으로 많이 사용되는 품종인 흑종의 생육상태는 떡잎의 전개방향이 정렬되어 있지 않았다. 또한 떡잎 전개각도 일정하지 않았고 본엽의 성장정도도 개체간에 차이가 있었다. 또한 배축은 일직선이 아니고 대부분이 굽어 있는 것으로 나타났다. 그리고 접수의 생육상태도 대목과 같이 떡잎의 전개방향이 일정하지 않았고, 배축도 대부분이 굽어 있는 것으로 나타났다.

이와 같이 수박과 오이용 대목과 접수가 떡잎의 전개방향과 전개각은 일정하지 않은 것은 단근합접용 접목시스템 개발에 커다란 장애요인이 될 수 있다. 즉, 대목은 양쪽 떡잎의 어느 하나는 제거되어야 하므로 대목의 떡잎 전개방향과 전개각이 어떤 조건인지에 따라 시스템의 구조가 변화되어야 하기 때문이다. 鈴木 등(1995a,b)과 小林와 鈴木(1996) 등은 오이용 대목과 접수의 떡잎전개각은 2~80° 및 53~58°라고 보고하였고, 이 등(1998)은 오이용 대목과 접수의 떡잎전개각



(a) Rootstock (Heukjong)



(b) Scion (Baekdadagi)

**Fig. 4** Nurtured seedling of rootstock and scion.

은 115° 및 58~78°라고 보고하여 연구결과에 따라 차이가 있었다. 이는 접목시 접수와 대목의 모양에 차이가 있었기 때문이라 판단된다.

**2) 단근합접의 작업공정**

수박 및 오이의 접목묘를 인력에 의한 단근합접으로 생산하는 세부공정은 조사한 공정육묘장 6개소 모두 접목작업실에서 수행되었으며 작업자는 모두 여성이었다. 그리고 작업자들은 수박과 오이의 단근합접을 위하여 대목과 접수의 준비, 대목과 접수의 필요없는 부분을 제거하기 위한 가공, 가공된 대목과 접수의 가공면을 맞추고 집게으로 고정하는 접합, 접합된 모를 트레이에 삽목하는 작업 등 세부공정으로 구분하여 분업화하고 있었다.

표 6은 공정육묘장에서 단근합접을 위한 세부공정별 작업자의 배치상태이다. 공정육묘장 3개소(C, D, E)에서는 대목과 접수의 준비, 대목과 접수의 가공, 대목과 접수의 접합, 접합된 모의 삽목 등 5개 공정으로 분업화하였다. 그리고 2개 공정육묘장(B, F)은 대목과 접수의 준비와 삽목을 같은 작업자가 실시하고 나머지 공정은 분업화하였으며, 1개 공정육묘장(A)은 접수의 절단과 접합작업을 같은 작업자가 실시하고 있는 것으로 나타났다.

이와 같이 공정육묘장에서 세부공정별 작업자의 배치상태에 차이가 있는 것은 단근합접을 위하여 대목의 뿌리를 제거하는 방법과 작업자별 세부공정의 작업능률 등에 차이가 있기 때문이라 생각된다. 즉, 2개 공정육묘장(B, F)은 대목의 뿌리를 배축의 끝단에서 완전히 절단하는데 비하여 다른 4개소는 대목의 뿌리를 일부 남기고 있었다. 그리고 접수의 가공과 접합공정을 같이 분담하는 공정육묘장(A)은 다른 작업자가

가공한 접수를 갖고 접합할 경우 절단면을 바꾸어 접합하는 사례가 있어 한 사람이 접수를 가공함과 동시에 접합하기 때문이었다.

세부공정별 작업자의 투입비율은 접합작업에 40~50%, 대목의 가공작업 15~25%, 접수의 가공작업에 9~13%, 접수와 대목의 가공작업을 합한 것이 30~35%, 접합된 모의 삽목작업에 13~20%, 대목과 접수의 준비작업에 12~15% 등으로 단근합접을 위한 세부공정에서 접합작업에 가장 많은 노동력이 소요되는 것으로 나타났다. 그리고 공정육묘장별 작업능률은 작업자 1인을 기준으로 할때 시간당 120±20주 정도로 나타났다. 이러한 단근합접의 작업공정에서 공통적으로 필요한 모의 공급, 대목과 접수의 가공, 가공된 대목과 접수의 접합 및 재식작업 등의 방법을 정리하면 다음과 같다.

**가) 대목과 접수 준비작업**

수박과 오이의 단근합접을 위한 대목과 접수의 준비작업은 대목과 접수를 육묘 트레이에서 분리하는 작업으로 접수의 경우 배축의 밑부분을 칼로 절단하여 육묘 트레이에서 분리하였다. 대목은 뿌리를 남기는 정도에 따라 차이가 있었다. 즉, 뿌리를 완전히 제거하는 접수와 같이 배축을 칼로 절단하여 분리하였으며, 뿌리의 일부를 남길 때는 대목을 한주씩 뽑으면서 뿌리의 일부만 제거하였다.

**나) 대목과 접수 가공작업**

대목의 가공은 한쪽 떡잎과 함께 생장점을 제거하기 위하여 떡잎전개기부를 경사절단하고, 접수의 가공은 배축을 경사절단하는 작업이다. 가공작업은 면도날이나 문구용 칼을 사용하였으며, 칼날의 내구성은 일정 작업량이 있는 것이 아

**Table 6** Workers required in each operation for RRSg

Items	No of workers by seedling companies					
	A	B	C	D	E	F
Seedling preparation (SP)	3(15.0)	-	3(13.0)	2(13.3)	3(12.0)	-
Rootstock cutting	3(15.0)	10(25.0)	5(21.7)	3(20.0)	5(20.0)	5(21.7)
Scion cutting (SC)	-	4(10.0)	2( 8.7)	2(13.3)	3(12.0)	3(13.0)
Clipping	-	20(50.0)	9(39.1)	6(40.0)	10(40.0)	10(43.5)
SC and clipping	10(50.0)	-	-	-	-	-
Potting in plug tray	4(20.0)	-	4(17.4)	2(13.3)	4(16.0)	-
SP and potting	-	6(15.0)	-	-	-	5(21.7)
Total	20(100)	40(100)	23(100)	15(100)	25(100)	23(100)
Grafting performance (seedling/hr-person)	105	100	130~140	130	130~140	120

※ ( ): Percentage (workers in each operation/total workers)

※ RRSg: Root-Removed Splice Grafting

나라 작업자가 경험적으로 교체한다고 응답하였다.

오이의 대목과 접수를 단근합접하기 위하여 필요없는 부분을 제거시킨 가공한 상태에서 배축길이와 경사절단각은 표 7과 같다. 대목의 경우 뿌리를 일부 남기는 경우에는 가공 전과 가공 후의 배축길이에 변화가 없었으며, 뿌리를 완전히 절단하는 2개 공정육묘장(B, F)에서의 절단 후 평균 배축길이가 각각 53.8 mm 및 51.8 mm로, 가공하기 전의 배축길이보다 약간 작은 것으로 나타났다. 이는 대목을 가공할 때 작업자가 경험에 의하여 배축길이가 긴 것은 절단하기 때문인데, 2개소 모두 65 mm가 최대치로 나타났다. 그리고 접수의 배축길이는 전체적으로 보면 5~13 mm범위로 차이가 있었다. 또한 사표본의 공정육묘장에서 배축길이는 6~10 mm를 기준하지만 공정육묘장별 작업자간 차이도 있는 것으로 나타났다.

대목과 접수의 경사절단각은 각각 34~45° 및 20~45° 범위로 공정육묘장별 차이가 큰 것으로 나타났다. 공정육묘장별 경사절단각의 차이는 대목이 5~10°, 접수는 5~20° 범위로 대목보다 접수의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이것은 대목이 접수보다 모의 크기가 크고 한쪽 떡잎과 생장점을 절단하는 기준이 있으므로 접수보다 가공하기 좋기 때문이라 생각된다. 그리고 수박도 오이와 같은 방법으로 가공한다고 응답하였다.

한편, 이와 같은 대목과 접수의 경사절단각은 인력으로 단근합접을 할 경우 이 등(1998)과 이(2000)가 표준으로 제시한 대목과 접수 모두 45°보다 작은 값이었다. 또한 鈴木 등(1995a, b)이 박과채소의 합접로봇에 관한 연구에서 기계합접에 적합한 경사절단각으로 제시한 대목 30° 및 접수 10°보다 모두 큰 것으로 나타났다. 따라서 인력에 의한 단근합접을 큰 변화없이 기계화하는 것을 목표로 할 경우에는 접수의 배축길이와 대목과 접수의 경사절단각의 범위가 크게 분포하고 있음을

고려하여야 할 것이다.

**다) 대목과 접수의 접합작업**

대목과 접수의 접합은 대목과 접수의 가공된 부위를 맞추고 접합자재인 집게로 고정하는 작업이다. 접합시 대목과 접수의 떡잎은 평행하게 하였는데, 이는 鈴木 등(1995b)의 합접식 접목로봇에 관한 연구에서 대목과 접수의 떡잎을 직각으로 접합하는 것과는 차이가 있었다. 따라서 본 연구에서의 단근합접을 위한 접목시스템은 대목과 접수의 떡잎을 평행하게 접합할 수 있는 방안이 고려되어야 할 것이다. 그리고 접합자재로 사용되는 집게는 스프링의 탄력에 의하여 고정되는 구조로서 재질은 PE, 파지부의 크기(W×L)는 5.3×9.7 mm 등이었다.

**라) 접목묘 재식작업**

재식은 단근합접된 모를 육묘용 트레이에 심는 작업이다. 재식작업은 대목의 단근여부에 관계없이 혈공 또는 혈공하지 않고 대목의 배축을 배지에 꽂아 심고 손가락으로 진압시켜 주었다. 이때 접합자재인 집게의 손잡이 방향을 일정하게 정렬시켜 재식하고 있었는데, 이는 접목묘가 활착된 후에 집게의 제거를 용이하게 하기 위한 것이었다. 그리고 접목묘의 재식에 사용되는 트레이의 규격은 농가의 주문에 따라 정해지는 것이지만 일반적으로 수박과 오이는 32공 또는 40공 트레이가 많이 사용된다고 응답하였다.

**나. 접목시스템의 개발방향**

기존의 인력에 의한 수박과 오이 등 박과채소의 단근합접 작업에서 나타난 대목과 접수의 생육상태, 단근합접의 작업

**Table 7** Stem length and cutting angle after cutting(cucumber)

Company surveyed	Rootstock		Scion	
	Stem length (mm)	Angle (deg.)	Stem length (mm)	Angle (deg.)
A	40~60 (50.3±6.4)	35~45 (38.5±3.3)	9~13 (11.5±1.4)	20~40 (26.5±4.9)
B	45~65 (53.8±5.8)	34~45 (38.5±3.7)	6~8 (6.9±0.6)	20~40 (29.5±6.9)
C	45~80 (58.5±8.1)	35~45 (39.3±3.7)	6~9 (7.8±0.9)	25~40 (31.8±3.7)
D	60~80 (69.8±7.3)	40~45 (43.8±2.2)	8~11 (9.5±1.1)	40~45 (41.3±2.2)
E	25~50 (39.3±7.7)	40~45 (42.0±2.5)	5~9 (6.6±1.0)	35~45 (41.0±3.1)
F	40~65 (51.8±7.7)	35~45 (38.8±3.6)	7~9 (8.3±0.7)	30~40 (32.5±3.4)

\* (Average ± Standard Deviation)

공정 등을 고려하여 접목시스템의 기능과 요구조건 등을 다음과 같이 설정하였다.

우선, 수박과 오이를 단근합접하는 작업공정은 전체적으로 보면 대목과 접수의 준비, 대목과 접수의 가공 및 가공면을 맞추면서 집게로 고정하는 접합, 접합된 접목묘를 트레이에 재식하는 과정으로 수행되었다. 여기서 모의 준비작업은 대목과 접수의 생육상태가 개체간에 차이가 있고 공정육묘장별 대목의 뿌리를 제거한 정도에 차이가 있으므로 기존의 인력에 의한 단근합접과 같이 미리 육묘된 트레이에서 분리시키는 방법이 좋을 것으로 생각된다. 그리고 접목묘를 트레이에 심는 재식작업은 시스템에 분담시킬 경우 재식용 트레이의 입출력 및 재식장치 등이 필요한 단점이 있으므로 이는 기존과 같이 작업자에 분담하는 방향이 좋을 것으로 생각된다.

이와 같은 기능을 갖는 접목시스템에 대목과 접수의 공급, 대목과 접수의 필요없는 부분을 제거하기 위한 절단가공, 접합자재의 공급, 대목과 접수의 접합, 접목묘의 배출, 그리고 모의 가공 및 접합위치가 모의 공급위치와 분리할 경우 공급된 모를 가공위치 및 모의 가공 후에 접합위치로 파지하여 이송할 수 있는 기능 등을 갖추도록 구성하였다.

따라서 접목시스템 구성부위의 요구조건은 대목과 접수 공급기능의 경우 자동식과 수동식을 고려할 수 있다. 앞서 언급했듯이 대목과 접수의 생육상태는 물론 공정육묘장별 대목의 뿌리제거 정도 등에 차이가 있으므로 접목시스템을 각각의 요구조건에 맞게 설정할 수 있도록 미리 준비된 대목과 접수를 한주씩 공급하는 방식이 좋을 것으로 생각된다. 특히, 자동으로 공급할 경우 미리 준비된 대목과 접수를 별도의 공급장치에 준비하는 등의 추가적인 작업이 필요하다.

대목과 접수의 가공은 기존의 인력에 의한 단근합접에서 대목의 경우 한쪽 떡잎과 생장점을 제거하기 위하여 떡잎전개기부를 34~45° 범위로 경사절단, 접수는 배축을 20~45° 범위로 경사절단하므로 일정 범위로 경사절단각을 조절할 수 있어야 할 것이다. 그리고 접수의 배축길이는 공정육묘장에서 6~10 mm를 기준하므로 이의 조절기능도 요구된다.

접합자재의 공급은 기존에 사용되는 집계를 하나씩 정렬시켜 공급되어야 할 것이며, 대목과 접수의 접합은 대목의 떡잎과 접수의 떡잎이 겹치도록 맞붙이면서 절단된 부위를 집게로 고정하는 기능이 필요하다. 그리고 접합된 접목묘는 손상없이 시스템의 외부로 배출되어야 할 것이다.

#### 4. 요약 및 결론

박과채소를 인력으로 단근합접하는 접목작업체계를 가급적 변화시키지 않고 적용할 수 있는 박과채소용 단근합접 접

목시스템을 개발하는데 필요한 기초자료를 얻기 위하여 수박과 오이의 접목묘를 인력으로 단근합접하는 공정육묘장 6개소를 대상으로 대목과 접수의 생육상태 및 단근합접의 공정을 분석하고 이를 기초로 접목시스템의 기능 및 요구조건 등을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 수박과 오이의 단근접목용 대목과 접수의 규격은 품종에 관계없이 떡잎폭의 경우 공정육묘장별 차이가 작았으나 배축길이, 떡잎간격 및 배축경 등은 최대치가 최소치의 약 2~2.5배 정도로 나타났으며, 단근합접에 있어서 중요한 요소인 떡잎의 전개방향 및 전개각도 개체간에 차이가 있는 것으로 나타났다.
- (2) 공정육묘장에서 인력에 의한 수박과 오이의 단근합접은 전체적으로 볼때 모의 준비, 대목과 접수의 가공, 대목과 접수의 접합, 접합된 모의 재식 등 공정별로 분업화하여 수행하였으며, 세부공정별 작업자의 투입비율은 접합작업 40~50%, 대목과 접수의 가공 30~35%, 접합된 모의 삽목 13~20%, 모의 준비 12~15% 등으로 접합작업에서 노동력이 가장 많은 소요되는 것으로 나타났다.
- (3) 수박과 오이의 단근합접에서 모의 가공작업은 대목 뿌리의 경우 전부 또는 일부만 제거하여 접목하고 있었으며, 대목과 접수를 가공할 때 경사절단각은 대목이 34~45°, 접수가 20~45°, 접수의 배축길이는 6~10 mm 범위로 공정육묘장별 차이가 있었다. 그리고 대목과 접수의 접합은 대목과 접수의 떡잎을 겹친 다음 집게로 고정하였다.
- (4) 수박과 오이를 단근합접할 수 있는 접목시스템은 대목과 접수의 수동공급, 일정 범위의 경사절단각으로 대목과 접수의 가공, 대목과 접수의 떡잎이 겹치도록 집게로 접합, 접합된 접목묘를 손상없이 시스템의 외부로 배출, 그리고 공급된 대목과 접수를 가공 및 접합위치로 안전하게 파지하여 이송하는 기능 등이 요구되었다.

#### 참고 문헌

1. Lee, J. M., H. J. Bang and H. S. Ham. 1998. Grafting of vegetables. J. of the Japan Society of Horticultural Science 67(6):1098-1104.
2. Onoda, A., K. Kobayashi and M. Suzuki. 1992. The study of the grafting robot. Acta Horticulture Int. Symp. on Transplant Production Systems II:535-540.
3. Yamada H., S. Buno, H. Koga, K. Uchida, M. Ueyama, Y. Anbe and H. Mori. 1995. Development of a grafting robot.



Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing 3:71-78.

4. 鈴木正肚, 小林研, 猪之奥康治, 三浦恭志郎, 平田孝三. 1995b. ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第1報) - 要素技術の検討. 日本農業機械学会誌 57(2):67-76.
5. 鈴木正肚, 小林研, 猪之奥康治, 三浦恭志郎. 1995a. ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第2報) - 機械接ぎ木の可能性の検討. 日本農業機械学会誌 57(3):103-110.
6. 小林 研, 鈴木正肚. 1996. ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第3報) - 実験用接ぎ木装置による連続接ぎ木作業. 日本農業機械学会誌 58(2):83-93.
7. 小林 研. 2004. 日本における接ぎ木作業の機械化技術. 과채류 접목묘의 생산과 접목작업 기계 기술. 농업공학연구소 세미나 자료. pp.59-78.
8. 강창호. 2000. 접목장치의 개발현황과 실용화 과제. 채소 접목묘 생산의 문제점과 개선방안. 한국시설원예연구회 세미나 자료. pp.93-106.
9. 강창호. 2004. 접목작업의 기계기술과 실용화 과제. 과채류 접목묘의 생산과 접목작업 기계기술. 농업공학연구소 세미나 자료. pp.21-44.
10. 김광용, 이지원. 2000. 한국의 채소 플러그묘 생산현황과 과제. 채소 접목묘 생산의 문제점과 개선방안. 한국시설원예연구회 세미나 자료. pp.3-26.
11. 김봉환. 2003. 2003 공정육묘장 현황. 농촌진흥청 자료집.
12. 농촌진흥청. 2003. 첨단 시설원예 경영 매뉴얼 개발. pp.25-35.
13. 성기철, 문지혜, 이상규, 강용구, 김광용, 서효덕. 2003. 접목방법이 백침계 오이의 생장, 측지발생 및 과실 수량에 미치는 영향. 원예학회지 44(4):479-482.
14. 이기명 외 5인. 1998. 과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬 동시접목 로봇 개발. 농림부연구보고서. 121p.
15. 이기명. 1997. 접목로봇 개발현황과 과제. 원예농업의 기계화 기술 과제와 발전 방향. 농업기계화연구소 심포지엄 발표자료. pp.107-144.
16. 이상규. 2000. 대목종류 및 접목방법에 따른 묘 생육 특성. 채소 접목묘 생산의 문제점과 개선방안. 한국시설원예연구회 세미나 자료. pp.73-90.
17. 이상규. 2004. 접목묘 공정생산을 위한 재배기술. 과채류 접목묘의 생산과 접목작업 기계기술. 농업공학연구소 세미나 자료. pp.1-20.
18. 정민교. 2004. 접목묘 생산 공동육묘장의 운영사례. 과채류 접목묘의 생산과 접목작업 기계 기술. 농업공학연구소 세미나 자료. pp.45-58.
19. 정범윤. 1990. 수박의 생육진단과 재배기술. 한국원예기술정보센터. pp.74-157.