

## 삽접법을 이용한 기계접목 메카니즘 연구

박규식 · 이기명 · 김주엽

경북대학교 농업기계공학과

Mechanism of a grafting machine using the insertion method

Kyu-Sik Park, Ki-Myung Lee, Joo-Yup Kim

Dept. of Agricultural Machinery Engineering, Kyungpook National University

### Abstract

Grafting is an important skill for the stable supply and production of high quality. However, the shortage of skillful labor has become great difficulty for a mass production of grafting-seedling. In this study, a suitable mechanism for a grafting machine was developed.

The following summarize the results of this study:

1. An insertion method was selected for mechanism of the grafting machine without bonding agent, clip, pin. This insertion-grafting method can be applicable to general vegetables and a mass production system. In addition to, this method is suitable for developing the grafting mechanism.
2. Growing point was removed while remaining both cotyledons on rootstock. The productivity of this system was five fold greater than the one of an experienced labor.
3. The rootstock processing was placed on left and scion processing unit was placed on right of the system, then processed rootstock and scion graft by rotating 180° .
4. The efficiency tests on mechanical grafting rate showed 98%.

Key word : Mechanic grafting, Rootstock processing, scion processing

## 1. 서 론

과채류의 재배에 있어서의 접목은 연작에 따르는 토양병충해의 대책과 저온신장성, 내서성 등의 강건성을 부여함으로써 생산을 안정화하여 수량을 증가시키는 기술로 널리 보급되어 있다. 또한, 최근의 경향으로서 고품질 지향이나 농약살포를 절감할 수 있는 농산물의 안전성면에서도 그 중요성이 높아지고 있다.

지난 95년 수박 재배면적이 46,230ha (1995, 작물통계, 농림수산부 자료)이며 접목묘 이용 비율을 80%로 예상할 때 접목묘 이용면적은 약 36,984ha이고, 수박의 평균 재식 본수를 10a당 500본으로 볼 때 접목묘 필요 본수는 18,500만 본에 이른다. 수박이외에 참외 재배면적이 11,999ha 오이 8,548ha 토마토 3,927ha 등 기타 작물을 합할 때 우리나라 과채류 접목묘의 필요량은 3~4억본을 훨씬 넘어섰다.

국내에 시설되고 있는 공장육묘공장의 예를 들면 육묘공장 전면적이 1,500평일 경우 육묘상 실면적은 약 1,000평 정도이고 여기에 1회 육묘본수는 약 100만본 이상이 된다. 이것을 20일 동안에 출하한다고 가정하면 하루 50,000본(50공 1,000트레이)을 처리해야 한다. 이런 육묘과정 중에서 접목은 숙련된 전문 인력이 수작업으로 할 경우 1인당 1일 1,000본을 할 수 있으니까 매일 50명의 숙련된 접목인력이 필요하게 된다. 이와 같이 접목묘 수요에 비해 다수의 숙련된 전문인력의 부족으로 접목묘 수급의 불균형이 매년 확대되고 있는 실정이다.

또한 과거 많은 경험과 기술을 가진 숙련 접목인력의 고령화, 접목 후의 세심한 활착 관리, 접목육묘기간의 여가선용 등으로 인해 접목묘 구입을 희망하는 농가가 증가하고 접목묘를 육묘공장에 위탁육묘하는 추세로 되고있다. 그러나 육묘공장에서는 접목묘를

대량 생산하기 위해 일부 작업에는 기계화가 되어 있는 경우가 있지만 접목은 기계화가 이루어지지않아 수작업으로 행하고 있는 것이 현 실정이다.

접목 기계화의 연구로서 일본에서는 10년 전부터 生物系特定産業技術研究推進機構(生研機構)가 박과용 접목장치의 개발을 시작하였다. 이 때부터 기계화 접목연구가 급속히 활발하게 진행되어 민간기업, 대학, 농업시험장, (주)테크노그래프팅연구소 (Techno-Grafting Research Inc. 약칭 TGR) 등에서 독자적인 기계접목법을 개발하여 현재는 실용화하고 있는 단계에 있다.

기계접목 방법에는 그림1과 같이 대목과 접수의 배축을 서로 엇갈리게 절제하여 클립으로 고정하는 호접, 배축을 경사지게 절제하여 클립이나 튜브로 고정하는 경사절단 합접, 대목의 자엽 1매와 성장점을 제거하여 합접하는 편엽절단접, 대목에 구멍을 뚫고 가공한 접수를 꽂는 삽접, 세라믹핀을 사용하여 대목과 접수를 연결하는 편접, 수평으로 절단하여 점착제로 고정하는 TGR방식 등이 있다. 그러나 일본의 연구개발에서의 모든 접목법은 접목시에 접합 부자재를 사용하므로 접목묘 생산단가가 높아지는 단점이 있다. 특히 호접은 과거 활착률이 높아 수작업에 의해 많이 보급되었으나 접목후 접수부의 뿌리제거, 클립제거 등의 접목공정이 복잡하여 기계화 접목에는 적합하지 않다.

한편, 최근 활착환경의 최적화 제어기술의 발달로 인해 접목공정이 간단한 삽접법이 일반농가에 많이 보급되고 있다.

따라서 본 연구에서는 접합 부자재를 사용하지 않아 접목묘 생산단가를 절감시킬 수 있고 전과채류에 적용할 수 있으며 또한 접목공정이 간단하여 기계접목에 적합한 삽접법을 이용하는 기계접목 메카니즘 개발을 위한 기초연구를 수행하였다.

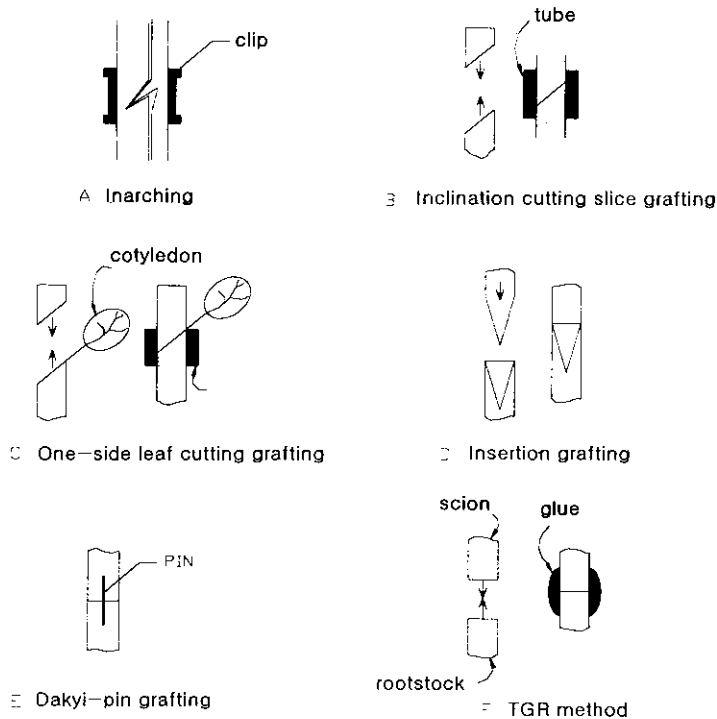


Fig. 1 Example of mechanic grafting methods

## II. 장치 및 방법

본 연구에서 삽접법을 이용한 기계접목 메카니즘을 구성할 때 표 1과 같은 기본설계 계획을 고려하였다. 접목대상은 수박 참외 등의 박과류와 가지 토마토 등의 가지과류를 포함한 모든 과채류를 대상으로 하였다. 작업속도는 일반 전문숙련자가 1본당 30~60초 걸리는 것에 비해 1본당 10초로 빠른 속도로 접목하도록 하였다. 접합 부자재는 사용하지 않으며 구동방식은 유압유 누설에 의한 농업환경 오염과 재배 장애 피해가 적은 공압구동으로 하였다. 그리고 제어방식은 묘의 공급에서부터 접목묘 배출에 이르기까지 순차적으로 공정이 이루어지는 시퀀스제어를 이용하였으며 콘트롤러는 프로그래머블 로직 콘트롤러(PLC)를 사용하였다.

Table 1. Basic design plans of mechanic grafting devices.

	Basic design plans	Remark
Grafting object	Fruit vegetables	
Work speed	1本/10s	manual work 1本/30s~60s
Sub-material	No usage	
Driving form	Air driving	
Control form	Sequence control	

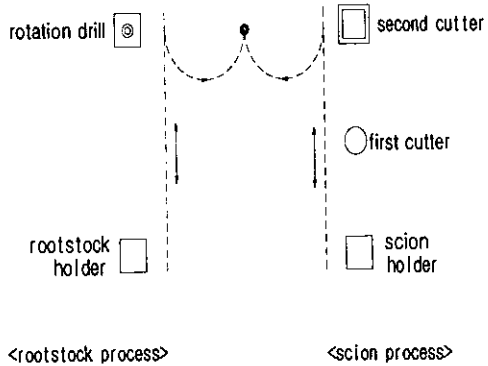


Fig. 2 Approximative system constitution design

본 연구에서 구성한 기계접목장치는 그림 2와 같이 크게 대목가공부와 접수가공부로 나누어 각각 동시에 가공이 이루어지도록 하였다. 그림 3은 대목 및 접수의 동시가공 흐름도로써 먼저 대목가공부는 대목 공급대에 묘를 거치하면 대목핸드의 핑거가 대목을 잡아 접목부까지 후진하고 회전드릴을 사용하여 대목의 생장점 제거와 동시에 접수가 삽입될 구멍을 뚫도록 하였다.

접수가공부에서는 접수 공급부에 묘가 거치되면 접수핸드의 핑거가 잡아 메인 슬라이더가 후진하고 이 과정에서 접수 묘의 뿌리와 하배측부를 절단하는 1차 가공이 이루어

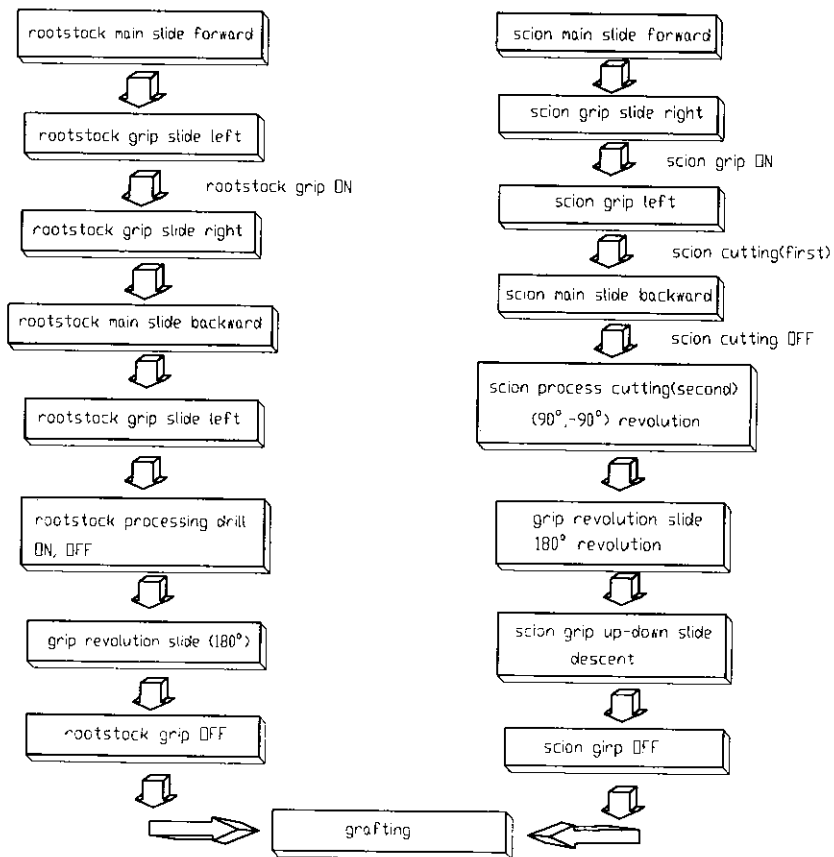


Fig. 3 Flowchart of mechanic grafting system

어진다. 접수의 2차가공은 1차가공장치에 의해 수평절단된 접수를 접목성공율이 높은 원추형으로 가공하도록 하였다. 그 이유는 접수의 2차가공의 방법으로 편심형, 썬기형, 원추형이 가능하지만 원추형으로 가공하였을 때가 활착율이 높게 나타났기 때문이다.

대목과 접수가공부에서 가공되어진 대목과 접수는 핸드가 180° 회전하여 접목부에서 접목이 이루어지고 배출이 되도록 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 가. 접수가공방법의 비교

삼접의 기계화를 위해 실험한 접수의 가공방법은 그림 4와 같이 a 편심형, b 썬기형, c 원추형의 세가지이다.

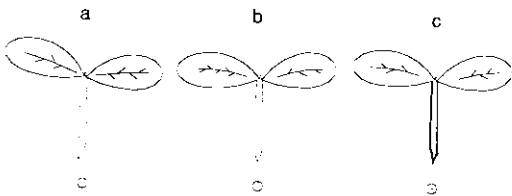


Fig. 4 scion's processing methods

표 2는 접수가공방법에 따른 접목활착율의 실험 결과이다. 표에서와 같이 세가지 방법 모두 88% 이상의 높은 활착율을 나타내고 있지만 그 중에서도 원추형이 가장 높은 활착율을 나타내고 있다.

Table 2. Grafting union rate according to scion process

Scion		Grafting sample	Union success	Union percentage (%)
Variety	Process method			
Cucumber	One-sided type	50	44	89
	Chock type	50	45	90
	Cone type	50	47	94
Water melon	One-sided type	50	44	88
	Chock type	50	47	94
	Cone type	50	48	95

#### 나. 기계접목장치 시작기

전체적인 시스템의 구성은 그림 5와 같이 좌측에 대목가공부, 우측에 접수가공부로 제작하였다. 대목가공부는 대목 홀더, 대목가

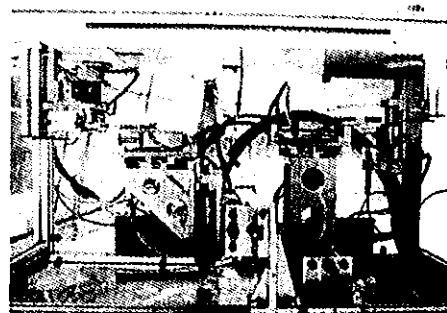


Fig. 5 Manufacture according to system constitution

공 회전드릴, 대목 메인 슬라이더로 구성되어 있으며, 접수가공부에는 접수 홀더, 접수 1차 가공장치, 2차 접수가공장치, 접수 메인 슬라이드 등으로 구성하였다.

#### 다. 대목가공부

##### 1) 대목 홀더

대목홀더는 그림 6과 같이 대목을 공급하여 고정하는 부분으로 대목슬라이더의 핸드 핑거가 잡기 쉽도록 하였다. 대목 홀더는 대목핑거가 대목을 일정한 수평위치에서 잡도록 Y자형으로 하여 대목공급부에 대목의 거치를 용이하게 하였으며, 또한 대목핑거가 대목을 잡을 때 대목의 자엽전개기부가 일정한 위치를 유지할 수 있도록 하였다.

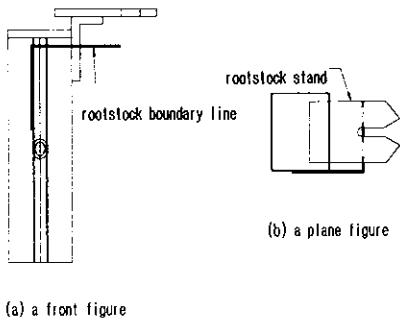


Fig. 6 Rootstock holder

##### 2) 대목가공 회전드릴

삼점의 대목 가공은 원활한 접목활착과 적당한 광합성을 위하여 양자엽을 보존한 상태에서 생장점을 제거하고 동시에 접수가 삽입될 구멍을 뚫도록 하였다. 박과용의 접목대목인 호박이나 참박은 하배축에 동공이 존재하고 동공에 접수가 삽입될 경우 접목이 실패하게 되므로 대목 가공의 구멍 크기와 깊이 및 각도를 육묘의 상태에 따라 조절할 수 있도록 하였다. 그림 7은 대목의

생장점과 접수구멍을 동시에 가공하는 대목 가공드릴의 구조를 나타낸다.

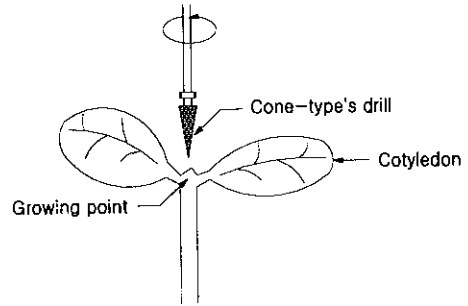


Fig. 7 Rootstock processing drill

##### 3) 대목 메인 슬라이더

메인 슬라이더는 직선 또는 회전하는 실린더로 되어 있어 직선운동 또는 180° 회전운동을 하게 된다. 메인 슬라이더에 부착된 핸드 핑거로 대목의 배축을 잡고 직선 이동하게 되고 대목가공 회전드릴에 의해 가공되어진 대목을 180° 회전하여 접목공정이 완료되도록 한다.

#### 라. 접수가공부

##### 1) 1차 접수 가공장치

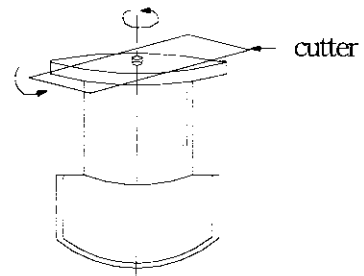


Fig. 8 First scion processing device

접수의 1차 가공은 메인슬라이더의 핸드 핑거가 잡은 접수가 이동하는 사이에 수평 절단하도록 하였다. 1차 접수가공장치는 그

림 8과 같이 예리한 수평컷터에 의해 접수가 이동하는 사이 고속회전에 의해 절단되도록 하였다.

2) 2차 접수 가공장치

접수 2차 가공은 1차 가공된 접수를 다시 원추형으로 가공하는 것으로 90° 씩 회전하는 회전슬라이더에 의해 가공되도록 되어 있고 그림 9와 같다.

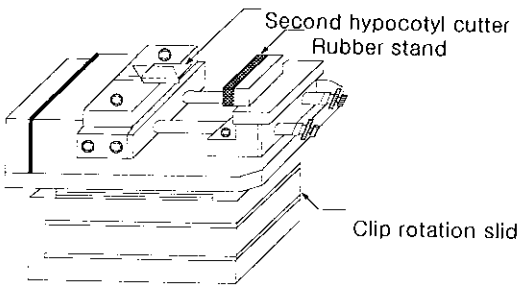


Fig. 9 Second scion processing device

마. 성능시험

Table 3. Public notification rootstock and scion

	Cucumber	Pumpkin	
		White pumpkin	Malaba gourd
Cotyledon width	19.0	36.3	48.5
Cotyledon length	35.0	60.2	70.3
Hypocotyl thickness	1.6	3.5	3.7
Hypocotyl thickness	1.6	4.3	4.6
Hypocotyl length	47.5	71.4	75.5
Cotyledon stretching angle	115.0	77.5	58.2

Note : These data represent mean values of 50 samples

시작한 삽접 접목 기계장치의 기계접목을 조사하기 위하여 접수 및 대목을 각각 50본으로 실험하였다. 실험에 사용한 공시 대목은 신토좌와 흑종을, 접수는 오이를 사용하였다. 실험 결과는 표 3과 같다. 표에서와 같이 대목의 하배축의 평균 직경은 4.1mm, 높이는 73.4mm, 접수의 직경은 1.6mm, 높이는 47.5mm로 일반적으로 수작업으로 실행하는 접목적기의 묘를 이용하였다.

표 4는 표 3의 공시 묘를 이용하여 제작한 기계접목장치의 성능시험 결과이다. 공시 주수가 50개인 신토좌에서 기계접목 성공률이 98%이며 접합할 때 1개의 실패가 있었다. 흑종에서도 98%의 높은 기계접목 성공률을 나타내고 있으며 접수가공할 때 1개의 실패가 있었다.

Table 4. Performance test

Rootstock		White pumpkin	Malaba gourd
Public notification No.		50	50
Mechanic grafting success No.		49	49
Percentage of mechanic grafting success (%)		98	98
Grafting failure contents	Rootstock processing failure	0	0
	Scion processing failure	0	1
	Union failure	1	0

작업속도는 1본 접목을 할 때 10초로 나타났다.

## Ⅳ. 적 요

과채류의 재배에 있어서 접목은 작물의 안정적인 생산과 품질 향상을 위해 없어서는 안되는 기술이다. 그러나 지속적인 숙련 노동력의 감소와 농촌 인구 노령화 등으로 나타나는 노동력 부족 현상은 접목묘의 대량생산 공급에 어려움이 되고 있다.

본 연구에서는 기계접목에 있어서 접목법이 간단하며 접합부자재가 불필요한 삼접법을 이용하는 기계접목 메카니즘 개발의 기초연구를 수행하였다. 트레이상의 육묘상태에서 자동으로 접목하기 위한 기계접목의 기초연구로써 1본씩 수동 공급하는 반자동 기계삼접의 메카니즘 개발에 관한 연구로서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 접합부자재를 사용하지 않고 대부분 과채류에 적용가능한 삼접 기계접목장치의 메카니즘을 구성하였다.
2. 오이를 접수로 하고 신토좌와 흑종을 대목으로 하는 기계접목시험에서 모두 98%의 접목성공율을 나타냈다.
3. 1본 수동 공급에 의한 기계접목 시스템은 10초 정도로 접목 성능은 저조하지만 기계접목 메카니즘의 가능성을 확인하였다.

## Ⅴ. 참고 문헌

1. 류관희. 1996. 생물생산을 위한 지능로봇공학. 문운당.
2. 민영봉 外7人. 1995. 과채류의 접목묘 급속대량 생산시스템의 이용효과. 경상대 시설원예연구, 2:249-299.
3. 스즈키 마사토. 1994. 일본에 있어서 접목로봇 개발현황. 원예작물의 재배 및 생력화를 위한 장치 개발에 관한 심포지엄.
4. 양해원. 1993. 그림으로 해설한 新시퀀스제어(입문편). 성안당.
5. 양해원. 1993. 그림으로 해설한 新시퀀스제어(실용편). 성안당.
6. 용현농업협동조합. 1997. 한국형 고정육묘장 표준시설과 육묘기술 <세미나·워크샵>. pp. 77-91.
7. 이기명 外5人. 1995. 施設園藝 自動化. 文運堂.
8. 이기명, 박규식. 1997. 시설환경 기계·설비 자동제어. pp. 102-110.
9. 이기명. 1995. 과채류 고정육묘를 위한 플러그묘 일렬 동시접목 로봇개발 1차 보고서. 농림수산부.
10. 이기명. 1997. 농촌지도 공무원전문교 육교재. 농촌진흥청. pp. 305-324.
11. 이기명 外5人. 1997. 접목로봇 개발현황과 과제. 원예농업의 기계화기술 과제와 발전방향 symposium. pp. 109-144.
12. 이기명. 1997. 21C 日本 農業機械化戰略. 한국농업기계학회·한국농업 기계공업협동조합.
13. 일본시설원예협회. 1994. 新園藝育苗 시스템. 養賢堂.
14. 장춘희. 1996. 과채류의 기계접목 시스템 개발을 위한 기초 연구. 경북대학교 석사학위 논문.
15. 정범윤. 1995. 시설채소의 생육장애와 병충해 방제. 한국원예기술정보센터. 서울종묘출판부.
16. 農耕と園藝編集部. 1996. 省力機器による 野菜生産技術. pp. 38-51.
17. 渡部一良. 1991. 果樹の施設栽培と環境調節. 博友社.
18. 日本施設園藝協會. 1995. 野菜·果實·花きの高品質化ハンドブック. 養賢堂. pp. 12-19.
19. 高山眞策 外6人. 1993. 식물종묘공장. 川島書店. pp. 134-179.
20. 日本農業機械學會. 1996. 生物生産機械ハンドブック. コロナ社. pp. 17-22.