

승용식 뽕수확기 개발에 관한 연구

최영철* · 임수호* · 안장식**

*농촌진흥청 잠사곤충연구소

**영진농기사

Study on Development of the Riding-type Mulberry Harvester

Young-Cheol Choi*, Soo-Ho Lim* and Jang-Sik Ahn**

*National Sericulture and Entomology Research Institute, RDA, Suwon 441-100, Korea

**Youngjin Agricultural Machinery Repair Center, Sangju 742-960, Korea

ABSTRACT

The study aimed at development of a riding-type mulberry harvester for mechanical harvest. A riding-type mulberry harvester has been developed to harvest on sloped land with a higher efficiency. It has been implemented over a period of 2 years from 1996 to 1997. The result is as follows. It moves on caterpillar with a level adjusting system. It reduced only from 14.6 hrs to 0.9 hrs/10a for cutting in a range of 25 to 80 cm high and possibly used for both spring and autumn. It reduced only the labor requirements of mulberry harvesting by 94 percent, as compared to that of the manual harvest. All related processes, cutting, binding and loading are simultaneously done by this harvester and totally it can reduce 96percent of the labor requirements, as compared to 20.4 hrs/10a of the manual harvest. The machine compared to improved mulberry harvest efficiency with 11.11a per hour by about 23times as compared to 0.49a per hour manpower. Cost analysis indicated that the riding-type mulberry harvester saved overall cost by 66 percent from 980,000 won per ha manpower to 330,000 won per ha.

Key words : Riding-type mulberry harvester, Mulberry, Harvesting

서 언

지금까지 뽕밭관리의 생력화를 위해 일반 농작물 재배에 이용되고 있는 농기계를 그대로 이용하거나 또는 농기계의 일부를 개조하여 경운, 제초, 방제 등을 함으로써 일반 뽕밭관리 작업은 상당부분 기계화되어 왔다. 그러나 뽕수확 작업 등 노동력이 집약적이고 노력이 많이 소요되는 특수한 작업영역의 기계화를 위한 전용기계의 개발은 미흡한 실정이다(농촌진흥청 1993).

특히 뽕수확 작업은 전체 양잠 투하 노동력의 21%와 고용노동력의 46%를 차지하고 있을 뿐만 아니라 작업강도가 높고 시간적 제약이 많이 받기 때문에 양잠구조 개선을 위한 규모확대 및 생력화에 가장 큰 장애요인이 되어 왔다(농촌진흥청 1993a, b).

한편, 1982년도에 뽕수확기 개발을 위해 처음으로 농업기계화연구소에서 시도한 바 있으나 뽕밭규모의

영세성, 뽕재배 방법의 부적합성(林 等 1981, 1982), 농기계개발의 한계성(官澤과 知宣 1968) 등으로 그 실효를 거두지 못하였다.

그러나 1990년대에 들어와서 농촌노동력 부족 현상이 심화되어 뽕수확작업의 기계화를 위해 배부식 뽕에취기를 이용하였는데, 뽕수확작업에 적절한 톱날의 개발, 안내봉의 부착 그리고 작업방법 등을 개선하여 봄뽕수확에서부터 기계화하기 시작하였다. 그 후 봄뽕수확 뿐만 아니라 가을뽕 수확도 가능한 춘추겸용 뽕수확기가 개발되어 양잠농가에 보급되었다(농촌진흥청 1993).

그러나 배부식에취기는 휴대용으로 경사지와 같이 기계화가 어려운 뽕밭이나 규모가 작은 농가의 뽕수확작업을 생력화 하는데 큰 도움이 되었으나 가을뽕수확이 불가능하고 작업시 매우 심한 피로와 높은 위험성 등 큰 불편이 있어 춘추겸용 뽕수확기가 개발되

었다(농촌진흥청 1993). 그러나 이 춘추검용 뽕수확기는 경사지 뽕밭에서의 작업이 불편하고 뽕수집 노력 등으로 노동력이 많이 소요되기 때문에 이를 보완하기 위하여 경사지 뽕밭 작업 및 뽕수확 후 자동적재 등에 의한 일괄작업으로 노동력을 크게 절감할 수 있는 승용식 뽕수확기의 개발이 절실히 요청되어 왔다.

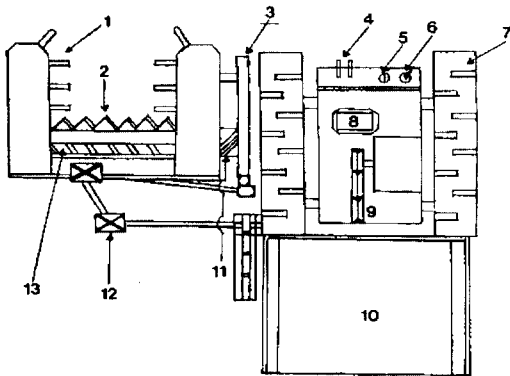
일본의 경우 1970년대 부터 전용 뽕수확기의 개발이 본격화 되어 1990년 까지 서로 다른 뽕밭 조건과 재배법에 알맞는 전용 뽕수확기가 개발 보급되고 있다(直關과 高野 1988, 市川과 直井 1990, 勅使 1967, 小林 1991,1992, 高野 1967,1985, 茂木과 渡邊 1985, 茂木 等 1988, 茂木과 高野 1988).

그런데 우리나라에서 이러한 기계를 도입하여 이용하기에는 뽕재배법 특히 식재양식이 다양하고 식재밀도가 다르며 뽕수확체계가 다르기 때문에 이용이 불가능 하였다(秋山 1963, 田日 1968, 本間 1962, 瀬戸 1979, 午島 1971).

따라서 양잠노력 가운데 작업강도가 높고 시간적 제약을 가장 많이 받는 뽕수확 작업의 기계화를 위하여 기존 개발 보급되고 있는 춘추검용 뽕수확기의 미비점을 보완하여 양잠규모의 확대에 대비하고 보다 안정성이 높으며, 뽕수확작업의 효율성이 높은 승용식 뽕수확기를 개발하여 이를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 시작기 제작



- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 Feeder | 8 Driver's seat |
| 2 Cutting knife | 9 Diesel engine |
| 3 Automatic cutting system | 10 Loading feature |
| 4 Direction control device | 11 Binding feature |
| 5 Starting key | 12 Cutting control motor |
| 6 Accelerator | 13 Transferring device |
| 7 Driving wheel | |

Fig. 1. Schematic drawing of riding-type mulberry harvester.

뽕수확 노력을 절감하기 위하여 그림 1과 같이 승용에 의한 뽕수확이 가능하도록 장치를 구성하였다. 이 승용식 뽕수확기는 구동장치를 무한케도형으로 하여 경사지 뽕밭 적응성을 높이고 방향전환 시 좌우 회전이 자유롭도록 고안하였다. 그리고 뽕가지를 모아서 절단하는 도입부와 예취부, 춘추검용 뽕수확이 가능하도록 뽕가지 절단높이를 자동으로 조절하는 예취높이조절부, 승용에 의해 운전석에서 모든 조작이 가능하도록 하였으며, 또한 뽕가지 절단 후 자동 결속 및 적재가 가능하도록 설계제작 하였다.

2. 성능시험

공시기종은 전정가위(인력), 춘추검용뽕수확기 및 승용식 뽕수확기를 사용하였다.

공시뽕밭의 식재형식은 골의 너비 1.2 m, 그루사이 0.4 m인 한 줄 초밀식뽕밭으로 다목적 관리기 중심의 춘추검용뽕밭에서 실시하였다. 한 줄 초밀식뽕밭의 수형은 식재 후 20 cm 부위에서 적심하여 주두 높이가 약 25 cm 정도이며, 평균가지길이 2.0 m, 최장가지길이 2.5 m인 생육이 양호한 8년생 뽕밭에서 실시하였다.

절단면 정제도는 뽕가지 절단 후 절단부위의 찢어진 가지수를 육안조사를 통하여 백분율로 나타내었다.

경제성분석은 뽕수확기의 이용기간이 다른 농기계와는 달리 연간 10일 정도 이용되므로 내구연한이 상대적으로 길고 수리비를 줄일 수 있는 특성을 감안 시작기의 가격을 추정하여 부분분석법으로 경제성을 분석하였다(농촌진흥청 1997, 농협 1997).

결과 및 고찰

1. 시작기 제작

그림 2에서 보는 바와 같이 경사지 뽕밭에서 이용

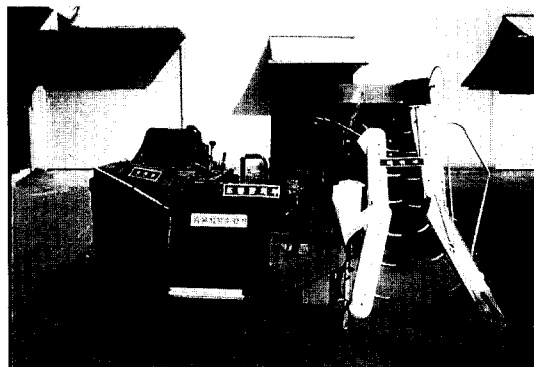


Fig. 2. Riding-type mulberry harvester.

이 편리하고 회전반경을 줄일 수 있도록 무한케도형 주행부를 장치하고 봄, 가을 뽕수확이 가능하도록 예취높낮이를 자동으로 조절할 수 있는 장치를 부착하였다. 또한 예취 후 뽕가지를 자동 결속하여 바로 이송 및 적재 등 일관작업이 가능하도록 함으로써 뽕수집시간이 따로 없어 노동력을 상당히 절감할 수 있는 승용식 뽕수확기의 시작기를 제작하여 성능시험을 하였다.

2. 승용식 뽕수확기의 특징과 제원

1) 특징

- 형 식 : 무한케도형 승용식
- 예취방법 : 왕복톱날형
- 예 취 폭 : 74 cm(예취날폭 45 cm)
- 예취높이 : 25~80 cm
- 결속장치 : 노터빌방식

3. 성능시험

1) 뽕수확노력 조사(가을 중간벌채)

8년생 한 줄 초밀식뽕밭에서 승용식 뽕수확기 등을 이용하여 수확노력을 조사한 결과는 표 2와 같다.

가을 중간벌채 시 전정가위를 이용한 인력구는 뽕예취시간이 10a당 14.6시간인데 비해 춘추겸용 뽕수확기는 1.3시간으로 91%, 승용식 뽕수확기는 0.9시간으로 94% 절감되었다. 그리고 시간당 뽕예취량도 인력구는 83.5 kg인데 비해 승용식 뽕수확기는 1,008.3 kg으로 약 12배 정도 많았다. 뽕수집시간은 뽕수확기에 binding system이 있어서 절단된 뽕가지가 1.7 kg씩 단으로 묶어져 자동적재가 가능하기 때문에 따

Table 1. Specifications of riding-type mulberry harvester

Items	Specifications
Size(L×W×H)	2,700×2,400×1,430 mm
Weight	1,200 kg
Cutting speed	3.0 m/sec
Moving speed	0.5 m/sec
Power source	cold-water diesel engine, 20Hp

Table 2. Harvesting labor investigation after middle cutting of mulberry branches in autumn

Items	Cutting time (hr/10a)	Amount of cutting per hr (kg/hr)	Collecting time (hr/10a)	Weight of one bundle (kg)
Manpower	14.6(100)	83.5	5.8	-
Mulberry Harvester	1.3(89)	843.8	3.2	1.7
Riding-type Mulberry Harvester	0.9(6)	1,008.3	0	1.7

() Index

Table 3. Cutting accuracy of mulberry branches

Items	Cutting face	Branch splitting rate(%)
Manpower	Good	0
Mulberry harvester	Fair	30
Riding-type mulberry harvester	Fair	30

로 뽕수확후 수집 노력이 필요없으므로 승용식 뽕수확기를 이용할 경우 전체 뽕수확노력이 인력 20.4시간/10a(뽕예취시간 14.6시간/10a+뽕수집시간 5.8시간/10a)에 비해 96% 절감할 수 있었다.

2) 절단면의 정제도

표 3에서 보는 바와 같이 뽕가지 절단 후 절단면의 정제도를 육안으로 조사한 결과 인력구는 전정가위를 이용해서 절단하기 때문에 가지가 찢어지는 경우는 없으나 승용식 뽕수확기를 이용할 경우는 약 30% 정도 가지찢어짐 현상이 나타났으며, 이는 수확기의 진행속도와 칼날의 회전속도에 차이가 있기 때문으로 생각된다. 따라서 이를 보완하기 위해 가을 수확의 경우 칼날 회전수와 수확기의 진행속도차를 줄일 수 있는 연구가 필요하다고 생각된다.

4. 경제성분석

부분분석법을 이용하여 경제성분석을 한 결과 뽕밭 규모를 1ha 기준으로 볼 때 뽕수확 작업을 한 잠기에 10일 정도 소요되므로 연간 사용시간도 약 60시간으로 내구년한이 길어 표 4에서 보는 바와 같이 작업 성능은 인력 0.49a/시간에 비해 승용식 뽕수확기의 경우 11.11a/시간으로 약 23배 정도 높았다. 따라서 연간 뽕수확비용도 인력의 경우 약 980천원/ha인데 비해 승용식 뽕수확기의 경우는 330천원/ha으로 66% 절감할 수 있는 효과가 있었다.

그러나 시작기의 추정가격이 대당 10,000천원 정도로 고가이기 때문에 대규모 양잠농가(1ha이상) 등에서 공동으로 구입 이용하는 것이 경제성이 있을 것으로 판단된다.

Table 4. Cost analysis of riding-type mulberry harvester

Items		Manpower	Mulberry harvester	Riding-type mulberry harvester
Purchasing cost(won)			3,500,000	10,000,000
Life span(years)			10	10
Annual use(hours)			60	60
Annual fixed cost (won/yr)	Depreciation		315,000	900,000
	Repair cost		175,000	500,000
	Interest		96,250	275,000
	Subtotal		586,250	1,675,000
Hourly fixed cost(won/hr)			9,771	27,917
Hourly variable cost (won/hr)	Labor cost	4,790	6,706	6,706
	Fuel cost	-	1,699	1,742
	Subtotal	4,790	8,405	8,448
Total cost per hour(won/hr)		4,790	18,176	36,365
Work efficiency(a/hr)		0.49	2.22	11.11
Cost requirement(won/ha)		977,551(100)	818,739(84)	327,318(34)

() Index

- Wages : Man 38,321 won/day, Operator 38,321 × 1.4 won/day
- Annual repair rate : 5%
- Annual interest rate : 5%
- Fuel cost : Gasoline(274 won/l), Light oil(281 won/l)

적 요

양잠작업 노력 가운데 가장 작업강도가 높고 시간적 제약을 크게 받는 뽕수확노력을 줄이기 위하여 1996년부터 1997년까지 2년간에 걸쳐 승용식 뽕수확기를 개발 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 무한궤도형 승용식 뽕수확기 개발로 일반 뽕밭 뿐만 아니라 특히 경사지뽕밭의 뽕수확이 용이하며, 예취높낮이 자동조절(25~80 cm)로 춘추겸용 뽕수확이 가능하였다.

2. 뽕예취시간은 인력수확에 비해 승용식 뽕수확기 이용시 10a당 14.6시간에서 0.9시간으로 94% 절감되며, 또한 예취, 결속과 동시에 적재함에 적재되어 뽕수집시간 불필요하여 전체 뽕수확노력은 인력 20.4시간/10a에 비해 96% 절감되었다.

3. 뽕수확 작업능률은 승용식 뽕수확작업시 시간당 11.11a로 인력의 0.49a에 비해 23배로 능률적이었다.

4. 뽕수확소요 비용은 승용식 뽕수확기의 경우 ha당 약 330천원으로 인력의 980천원에 비해 66% 절감효과가 있었다.

사 사

이 연구는 '96~97년도 농촌진흥청에서 시행한 대

형공동연구사업의 연구결과입니다.

인용문헌

- 秋山文司(1963) 初秋蠶期における桑園の生産構造. 日蠶雜 32: 1-5.
- 植關清男, 高野 稔(1988) 機械收穫を前提とした桑の樹改造に関する試験. 埼玉 蠶業試驗場研究報告 61: 46-50.
- 勅使河原司郎(1967) 省力的桑技術體系確立に関する試験. 群馬蠶試報 38: 1-22.
- 牛島忠廣(1971) 桑園の多收穫と收穫の機械化の問題點. 日蠶學會關東支部 第 22回 學術講演會集: 66-67.
- 本間 慎(1962) 桑園の生産構造に関する研究. 織雜學報 32(2): 1-15.
- 市川 明, 直井利雄(1990) 結束型桑收穫機の開發. 蠶絲昆蟲研究 3: 27-34.
- 小林 亨(1991) 桑園管理用位置檢出 Sensor system 開發. 日蠶雜 60(3): 214-220.
- 小林 亨(1992) 桑園管理機自動操向システムの開發に関する研究. 蠶絲・昆蟲 農業技術研究所 研究報告書 6: 1-112.
- 林秀浩, 趙將鎬, 李東鉉(1981) 密植에 의한 省力速成 뽕밭 造成法 試驗. 蠶業 試驗場 試驗研究報告書: 207-211.
- 林秀浩, 趙將鎬, 李東鉉, 金啓明(1982) 密植에 의한 速成多收穫 뽕밭 造成法 試驗. 農試報告 24(農機·農經·蠶試): 99-103.

- 宮澤鐵雄, 知宣 明(1968) 桑園の機械化に關する試験. 群馬蠶試報 40: 1-32.
- 농촌진흥청(1993a) 양잠관리작업의 생력화 체계 확립. pp.132.
- 농촌진흥청(1993b) 작목별 작업단계별 노동력 투하 시간. pp.61-64.
- 농촌진흥청(1997) 시험연구결과 경제성분석기준. pp.155.
- 농업협동조합중앙회(1997) 농협조사월보 10월호. pp.72.
- 瀬戸 川(1979) 栽培技術の變遷と今後の課題. 日蠶雜 43: 199-211.
- 茂木一三, 渡邊萬成(1985) 既設桑園用集桑刈取機(Silkroad DL-1型)의 春蠶期 作業能率. 埼玉蠶業試驗場 研究報告 58: 62-64.
- 茂木一三, 蜂須信治, 渡邊萬成(1988) 條桑刈取機(CH-70)の後尾にするけく式 桑搬出車と作業能率. 埼玉蠶業試驗場 研究報告 61: 62-64.
- 茂木一三, 高野 稔(1988) 桑の中間伐採用節間收穫機の開發とその作業能率試験. 埼玉蠶業試驗場 研究報告 61: 58-61.
- 田日亮平(1968) 植物生態學よりみたる桑の栽培. 日蠶學會 東支部 第27回 講演要旨集.
- 高野 稔(1967) 桑の栽培形式と管理勞力と收葉量. 蠶絲科學と技術 6(12): 70.
- 高野 稔(1985) 密植速成桑園試成績抄録集. 埼玉蠶業試驗場 研究報告(別冊): 1-32.