

山林苗圃 機械化 施業

林業研究院 中部林業試驗場

尹鍾圭, 朴文燮

種子採取로부터 造林用 苗木의 山出까지 거의 모든 作業을 人力에 의존하고 있는 苗圃作業에 있어 農山村 勞動力의 減少 및 人件費의 上昇은 苗木生産費 增加를 야기시키고 있다.

그러므로 苗圃作業의 이러한 問題들을 解決하고자 人力爲主의 苗圃作業을 機械化作業으로 轉換함과 同時에 技術開發과 施業方法을 確立시키는 한편 人力難 해소 및 苗木生産의 經濟性을 增進시키기 위하여 苗圃機械化作業을 시도한 結果를 苗圃를 運營하시는 분들께 참고가 될까하여 提示코자 합니다.

1. 우리나라 林業 苗圃 機械化 作業 推進 狀況

苗圃는 一般的으로 田地 및 畚地에서 이루어지는 것이므로 農業과 유사한 부속 作業器를 使用하기 때문에 現在 林業用 苗圃에서 使用되고 있는 機械의 大部分을 農業用 耕耘機 및 트랙터를 利用하여 小規模 作業에서는 步行式 耕耘機, 大規模作業에는 승용식 트랙터가 쓰이고 있는 실정이다.

林業機械化의 歷史를 가까운 日本과 比較하여 보면 日本에서는 1950年代 中半期에

시작되어 트랙터에 의한 耕耘作業이 實施된 이래 農業機械의 發達과 함께 급속한 신장을 보여 現在는 苗圃施業에 관계되는 모든 單位作業을 機械化로 대체하여 表1과 같이 苗圃作業을 省力化하고 있으며 우리나라는 1960年代에 耕耘機에 의한 耕耘作業 및 整地作業을 實施하였으며 한편 苗圃機械化 作業에 대한 研究도 시작되었다.

그 結果로는 林業研究員 苗圃機械 研究팀은 트랙터 및 부속作業器를 利用한 耕耘作業, 로타리作業, 中耕除草作業을 實施한 結果 1日 作業工程이 各各 1.4ha, 2.0ha, 0.7ha라고 하였으며 人力對備 作業能率面에서 耕耘作業 2.4배, 로타리 作業 4.0배, 中耕除草作業 71.4배로 나타났으며 經費에 있어서도 人力作業의 41.0%, 18.2%, 19.2%를 차지한다고 하였으며 그후 1982년부터는 日本에서 造床機, 床替機를 導入하여 1982-1983年과 1988-1991년까지 苗圃作業 機械化를 推進하여 作業工程 및 經濟性을 分析한 結果를 가지고 설명드리면 다음과 같다.

* 造床作業에 있어서 日本과의 큰 差異는 投入 人員이 國內에 있어서는 技士1人 및 傭잡이 보조人夫3人을 포함하여 4인조 作業을 實施하였기 때문으로 이 問題는 技術熟

표1 우리나라와 日本의 苗圃作業 工程比較

區 分	國內(m ² /hr)			日本(m ² /hr)	能率比較 (日本/國內)
	人 力	機 械	機械/人力	機 械	
耕 耘	800	2,043	2.6倍	3,250	1.6
整 地	667	4,171	6.3	6,000	1.4
造 床	10.7	256	23.9	1,500	5.9
床 替	240	777	3.2	2,375	3.1
防 除	111	3,213	28.9	5,000	1.6
掘 取	20.8	2,056	98.8	2,000	1.0

達로 解決可能함.

* 床替作業의 경우 日本의 床替機도 4組式 自走式床替機이지만 2인이 2組씩 作業을 實施할 수 있도록 設計된 機種으로 國內導入 機種보다 作業能率이 높음.

機械化 圃地의 規模는 表2와 같으며 作業機 고장의 原因이 되는 直徑 2cm以上の 石樂을 除去하고 트랙터의 進入 및 回轉이 쉽게 副道와 床의 높이를 같게 圃地를 造成하여야 한다.

2. 機械化圃地의 規模 및 條件

표2 機械化圃地 規模 및 條件

圃場 規格			土 壤	土壤甚度	土壤濕度	石力含量
面積	苗圃길이	苗圃넓이				
6,800m ²	130m 115~158	50m	사양토	심	적윤지	20%

3. 對象 機種 및 樹種

본 始業에 投入된 機械는 動力機械인 트랙터와 附屬作業機械인 造床機, 防除機, 掘

取機 및 自走式 床替機를 대상으로 實施하였으며, 對象 機種의 諸元 및 特性은 다음 表와 같으며, 自走式床替機를 利用한 床替 樹種 및 本數는 表6과 같다.

표3 트랙터의 諸元

製作會社	모 델	規格(mm)			車輪무게(kg) (kg)	엔진타입	마력(HP) (HP)
		길이	폭	높이			
대동	포드 3900	3,462	1,986	1,311	3,032	디젤엔진	46

표4 트랙터 부착 作業器 特性

作業機械名	機種名	모 델	規格	機種最大容量	무게(kg)	마력
造床機	이시가와	KF110	110cm	1,000×150mm 1,200×300mm	350	25~HP
防除機	중 양	TM 400	400ℓ	77.5ℓ/min	298	35~
掘取機	이시가와	KF140	140cm	1,400×300mm	305	25~

표5 自走植 床替機(이식기)의 特性

機種名	모델	연식	차대길이	차폭	차높이	차량무게
이시가와	NT 403	4조식	5,400mm	1,750mm	1,100mm	750kg

엔진최대량	주행속도	작업속도
5HP/2,000RPM	1,600~2,000m/hr	200~400m/hr

표6 床替(이식) 樹種 및 本數

樹 種	苗 令	m ² 당 床替本數		
		I	II	III
잣 나 무	2-1	40	70	120
낙엽송	1-1	40	63	64

※ I : 편도상채 II : 왕복상채 III : 인력식재(관행방법)

4. 機種別 作業工程

人員 : 技士 1人

가. 耕耘·整地 作業

耕耘作業은 내반왕복 耕耘法과 외반왕복 耕耘法으로 實施하였으며 整地作業은 순차 경법으로 實施하였다.

○ 트랙터 作業

1) 耕耘作業-機種 : 트랙터 부착 3연쟁기 (TS-90)

人員 : 技士 1人

2) 整地作業-機種 : 트랙터 부착 로우터 킬러(R-152)

人員 : 技士 1人

트랙터에 의한 耕耘 整地作業은 1日 8時間을 勞動 時間으로 볼 때 作業주행 所要時間은 61.4%, 주행 후의 回轉이 21.7%로 순환作業時間이 全體作業時間의 83.1%를 차지하였으며 준비, 지체, 휴식시간을 각각 4.6%, 2.4%, 9.9%로 나타났으며 耕耘作業의 時間當 平均 作業量은 2,043m², 整地作業은 4,171m²으로 調査되었다.

○ 耕耘機 作業

1) 耕耘作業-機種 : 耕耘機(대동 DT-100) 쟁기 로타리

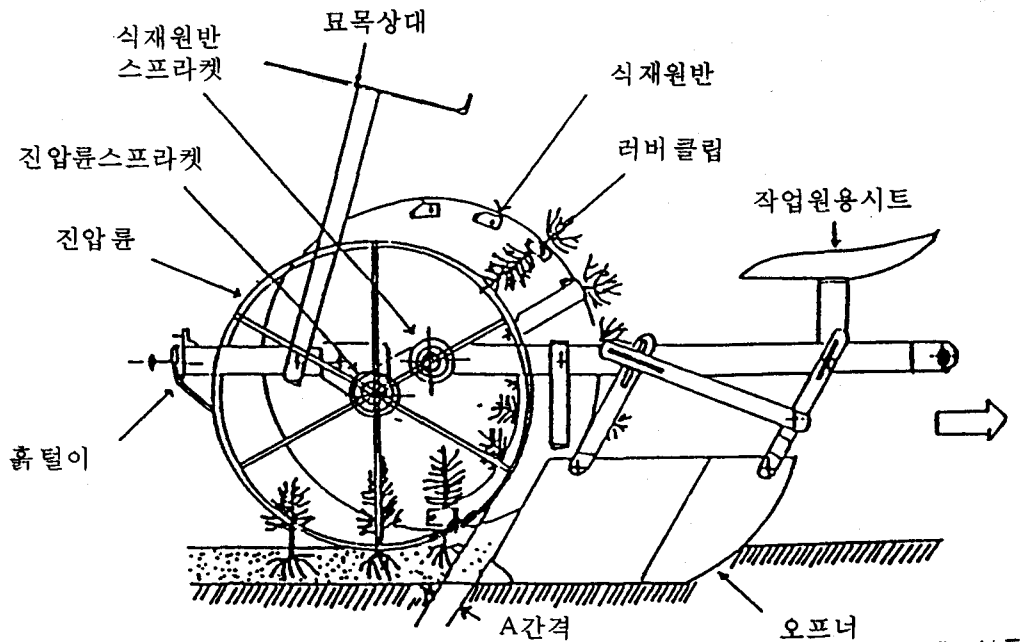
耕耘機 作業은 時間當 作業量은 耕耘作業 667.3m², 整地作業 1,021m²이고 1일 平均 作業量은 3,942m², 6,255m²이었다.

나. 造床作業

트랙터 부착(Ford 3900 45마력) 造床機 (KF110)를 利用한 作業構成은 기사 1인과 床이 곧게 만들어지도록 진로표시 줄잡이 보조人夫(女) 3人을 합하여 4人 1 조로 實施하였으며 11회에 걸쳐 26,370m² 實施한 結果 1實動時間 當 1,025m², 1日 平均 6,909 m²를 할 수 있었다.

다. 床替作業

自走式 床替機(Ishkawa, NT403, 4조식)를 利用한 苗木 移植作業은 運搬, 보식人夫를 포함하여 6~7인을 1조로(주로 여자) 實施하였으며 植栽 메카니즘은 다음 그림에서 보는 바와 같으며 移植實行을 21회에 걸쳐 9,610m²을 實施하였는 바 1實動時間當 作業能率은 135.9m²이었고 1일당(機械 1대당) 平均 作業量은 871.1m²로 算定되었다.



床替機 床替作業 模式圖

라. 트랙터에 의한 防除作業

트랙터 배부식 분 스프레이 防除機(中央工業 TM400)로 技士 1人의 作業能率을 1實動時間當 3,213.4㎡, 1日 平均 21,038㎡이 었다.

앞에서 설명한 作業工程을 다시 要約하여

설명드리면 各 機種別 作業工程은 1時間 또는 1日 作業量을 基準으로 하여 算出한 것으로 結果는 표7과 같이 造床作業 0.7ha/日, 防除作業 2.1ha/日, 掘取作業 1.2ha/日 및 移植作業 870㎡/日로 나타났다.

표7 機種別 作業工程

(單位: ㎡)

作 業 種	全 體	1日	時間當
造床	26,370	6,909	994
防除作業	59,205	21,038	2,991
掘取	25,212	12,762	1,847
移植	9,610	871	130

5. 機種別 圃場 作業效率

各 作業別 作業效率은 表8에서 보는 바와 같이 造床作業 40.5%, 防除作業 32.9%, 掘取作業 47.7%로 一般農業用 機械의 作業效率 70~80%에 훨씬 못미치고 있는데 이

것은 아직도 苗圃作業이 人力에 依存하고 있고 本 作業이 처음 시도되어 作業에 대한 體系確立과 技術熟達이 미흡한 것으로 判斷되며, 차후에는 效率을 높일 수 있을 것으로 判斷된다.

丑8 作業種別 圃場作業 効率

作業種	時間當 作業量(m ² /hr)			作業効率(%)	
	理論	有效	圃場	理論	有效
造床作業	2,640	2,453	994	37.7	40.5
防除作業	11,500	9,090	2,991	26.0	32.9
掘取作業	4,200	3,870	1,847	44.0	47.7

6. 密度別 移植作業에 의한 苗木活着率
機械化養苗 適正植栽密度基準을 確立하기

위하여 樹種別 密度別로 活着率을 調査한 結果 表10과 같이 2樹種 모두 거의 비슷한 移植活着率을 나타냈다.

丑9 樹種別 密度別 移植活着率

樹種	苗令	密度(本/m ²)	活着率(%)	移植方法
갓 나무	2-1	40	91.6	機械
		70	84.3	機械
		120	93.3	人力
낙엽송	1-1	40	97.5	機械
		63	94.3	機械
		64	97.3	人力

7. 密度別 苗木形質

樹種別로 自走式床替機를 利用한 것과 人力 植栽한 密度別 苗木形質을 調査한 結果

表10과 같으며 苗木形質에 의하여 機械化養苗 始業 基準을 판정한 바 갓나무 70本/m², 낙엽송 63本/m²이 適正施業基準 本數로 나타났다.

丑10 樹種別 密度別 苗木形質

樹種	苗令	密度 (No./m ²)	幹長 (cm)	根元經 (mm)	苗木重量		T/R 율	移植 방법
					줄기 (g)	뿌리 (g)		
갓나무	2-1	40	11.5	4.5	4.89	2.18	2.2	機械
	2-1	70	11.5	4.5	4.83	1.95	2.5	機械
	2-1	120	11.4	4.6	4.47	1.50	3.0	人力
낙엽송	1-1	40	36.6	6.9	22.74	6.63	3.3	機械
	1-1	63	30.4	6.8	21.81	6.50	3.5	機械
	1-1	64	29.1	6.5	18.55	5.79	3.5	人力

8. 作業經費 分析

機械化 作業은 能率만으로 해결되는 것이 아니고 經濟性이 있어야 하므로 國際機構에서 공통으로 사용하고 있는 方法으로 트랙터, 附屬作業機, 造床機, 防除機, 掘取機, 床替機의 作業費를 山出하였다.

作業費를 크게 間接費(固定費)와 直接費(可變費)로 區分하였는데 間接비는 減價償却, 利子, 貸金등이고 직접비는 油類貸, 維持管理費등이다.

1일 作業비 가운데 人件費가 床替作業 48%, 造床作業 55%, 防除作業 54%, 掘取作業 49%으로 人件費의 압박이 크게 작용하고 있음을 알 수 있다.

9. 人力對 機械作業의 能率 및 經費比較

한편 山林廳의 國有林 事業規則에 있는 養苗施業基準의 人력작업 功程과 이를 근거로 現實勞賃을 적용하여 算出한 作業費에 의해 조사된 機械化作業功程, 作業費 및 經費節減效果를 分析한 결과 표11과 같이 ha當 作業費는 造床作業 216,314원, 防除作業 40,168원, 掘取作業 73,645원, 移植作業 1,758,610원으로 이는 각각 人力作業의 16.5%, 31.9%, 10.9%, 25.1%에 해당되는 것으로서, 人力作業에 비해 각각 83.5%, 68.1%, 74.9%의 經費節減效果를 나타내고 있다.

표11 人力作業 對 機械作業의 能率 및 經濟性 分析

作業別	1日能率(m ² /일)		能率比較(倍)		ha當 經費		經費比較
	기계	인력	기계	인력	기계	인력	
조상작업	6,909 (4인)	80	86.4	21.6	216,314	1,312,500	1/6.1
방제작업	21,038	2,500 (3인)	8.4	25.3	40,168	126,000	1/4.0
단근굴취	12,762	156	81.8	81.8	73,645	673,077	1/9.1
상체작업 (이식)	871 (34,840)	15 (1,800)	19.4	2.8	1,758,610	7,000,000	1/4.0

最少 機械化施業規模를 分析하기 위하여 調査된 機械化作業과 人力作業의 工程을 적용하여 苗圃作業에 있어서의 最少經營規模를 分析한 結果 표12와 같이 施業面積 2.0ha에서 機械作業費와 人力作業費의 差異가 最少

가 되므로 耕耘, 整地, 造床, 中耕除草, 防除, 掘取機 등 本調査에 適用된 苗圃機械를 트랙터와 併用하여 作業할 境遇 機械를 投入해야 할 苗圃作業機械化 最少 經營面積은 2.0ha로 推定된다.

표12 묘포작업 기계화와 최소 경영면적

(단위: 백만원)

사업규모	인력	기계	비고
1.0ha	12.9	20.9	
1.5	19.3	23.2	
2.0	25.7	25.5	
2.5	32.2	27.9	
3.0	38.6	30.2	

결 론

人力難과 人件費 上昇에 對備하여 國內 苗圃作業의 機械化方法 및 機械化養苗 施業 基準을 確立코져 各種 苗圃機械의 現地 適用試驗과 作業能率을 比較한 結果를 보면 造床作業 21.6倍, 防除作業 25.3倍, 掘取作業 81.8倍, 床替作業 2.8倍의 作業能率을 올릴수 있는 것으로 판단되었으며 경비비교 에서는 조상작업 8.5%, 방제작업 68.1%, 단근굴취작업 89.1%, 상채작업 74.9% 정도를 節減할 수 있는 것으로 분석되었다.

이러한 結果를 가지고 ha당 施業費를 算出하여 보면 造床作業 216,314원, 防除作業

40,168원, 掘取作業 73,645원, 床替作業 1,758,610원이 절감되는 것으로 산출되었으나 地域別 人件費 및 주위 環境에 따라 조금 변할 수 있다는 것도 참고하여야 할 것이다.

또한 健苗를 育成시키기 위하여 自走植床替機를 利用한 適正 施業基準은 m²당 잣나무 70本, 낙엽송 63本으로 施業하면 健苗를 生産할 것으로 思料되며 앞으로 闊葉樹 樹種에 대하여서도 機械化 苗圃 施業基準이 마련되어야 할 것이며 이러한 山林苗圃 機械化 作業을 發展시켜 現在 당면한 人力難과 資金上昇으로 인한 苗圃施業에 지장을 초래하는 問題點을 해결하여 經濟性을 增進시키는 方案이 提示되어야 할 것임.