

## 伐木作業 標準化 研究<sup>1\*</sup>

姜 建 宇<sup>2</sup>

### Studies on the Standardization for Logging Operation<sup>1\*</sup>

Gun-Uh Kang<sup>2</sup>

#### 要 約

本 研究는 침·활엽수에서 몇 樹種을 선정하여 獨逸의 標準化된 作業方法과 우리나라 林業生産에서 實際 利用되고 있는 作業方法을 比較 研究하여 우리의 실정에 맞는 標準化된 作業方法을 확실하게 究明하여 林業經營에서의 生産費用(人件費) 節減과 아울러 山林作業의 省力化에 效率적으로 適用하고자 한다.

1. 두가지의 作業方法을 比較한 結果 동일한 作業條件에서 純粹作業 所要時間은 別 差異가 없었다.
2. 樹種別 純粹作業時間을 要素作業別로 分析한 伐倒와 切棟時間은 針葉樹種보다 참나무가 더 많은 時間所要를 보여 주는 바, 이는 재질이 단단함 때문인 것으로 판단되며, 造材時間은 참나무보다 針葉樹種이 時間所要가 더 많은 것은 針葉樹種이 참나무에 비하여 가지수(NOB)가 더 많기 때문인 것으로 나타났다.
3. 綜合적으로 볼 때 作業時間은 보통 胸高直徑 1cm가 증가하면서 作業方法에 따라 약간의 차이는 있으나 11-13초가 增加되었다.
4. 이 結果로부터 각기 다른 두 作業方法에서 作業에 所要되는 時間 差異는 거의 없어 우리나라에서도 獨逸에서 이용되고 있는 1인1조 作業方法으로 轉換할 것을 推薦하며, 앞으로 人件費의 上昇과 山村의 人力難으로 인하여 점차 어려워지는 실정에 있어 現 시점에서 作業員의 技能教育을 확대 실시하고 동시에 이와 같은 標準의인 作業方法을 適用하여 生産性 向上을 圖謀해야 한다.

#### ABSTRACT

The main purpose of this research is to standardize the logging operation with special reference to the net working time for thinning. This study was carried out to obtain the standard working method and working technique for Korean logging operation through the comparison of the present Korean working method and the German standard working method

1. The net working time divided into work elements showed little difference between those two working methods.
2. From the correlation analysis, net working time was significantly correlated with breast height diameter, the dependant variable, with the highest correlation coefficient in each species.
3. Total working time increases by 11 to 13 seconds to every 1 centimeter increase in breast height diameter from 7 to 16 centimeter.

<sup>1</sup> 接受 1991年 4月 2日 Received on April 2, 1991.

<sup>2</sup> 嶺南大學校 農畜産大學 Collage of Agriculture and Animal Science, Youngnam University, Kyungbuk, 712-749 Korea.

\* 이 연구는 1989년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임.

4. The result of this study concluded that the German working method is recommended for improving the labour problems in the forest operation due to high wages and lack of manpower gradually increasing from now in Korea.

In addition to the application of this standard working method, the technical training for the method should be done to the workers for improving the productivity.

*Key words* : Working method, logging operation, time study, work study.

**緒 論**

林業에 있어서의 山林作業은 肉體的으로 重勞動일 뿐만 아니라 高度의 技術을 요하는 熟練勞動이기 때문에 충분히 技術教育을 받아야 함은 물론 우리실정에 맞는 作業方法을 터득해야 한다. 특히 山林作業에서 -그중에서도 伐倒, 造材作業시- 必須的으로 사용되고 있는 체인쏘(Chain saw)는 꾸준히 研究 開發되어 技術的으로 또는 人體工學的으로 많은 발전을 가져왔으나 우리나라의 경우 使用技術 자체에 문제가 있을 뿐만 아니라 勞動生産性에서도 아직까지 다른 나라에 비하여 크게 뒤떨어지고 있는 실정이다.

이와 같은 勞動生産性的의 향상을 위하여서는 作業研究 및 時間研究가 必須的으로 이루어져야 하며, 獨逸에서는 1930년경부터 Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung (REFA) 연구소를 중심으로 하여 綜合的인 作業研究와 더불어 時間研究가 이루어지기 시작하였으며 完備한 標準的 作業方法을 究明하였다.<sup>2,10,17)</sup>

우리나라에서도 약 15년전부터 伐木作業에 체인쏘를 사용하기 시작했으며 현재는 대부분의 伐木作業에 없어서는 안될 必須裝備가 되고 있다.

더구나 우리나라의 山林은 대부분이 II, III등급에 속하고 있어서 間伐作業이 시급한 실정에 있으며 이에 적합한 伐木作業 技術을 開發하는 문제는 現實的으로 대단히 중요한 과제라고 생각한다.

본 연구에서는 침, 활엽수 몇 樹種의 間伐作業에서 우리나라에서 실제 이용되고 있는 作業方法과 獨逸의 標準化된 作業方法을 比較 分析해 봄으로써 伐木作業에서의 技術的인 方法을 究明하고, 省力化를 도모하며 林業에서의 生産費用을 절감하고 生産性을 향상시키는데 그 目的이 있다.

**材料 및 方法**

**1. 研究內容**

본 연구는 침엽수, 활엽수 間伐地를 대상으로 하여 아래의 3개 지역에서 地況과 林況의 조건을 동일하게 하여 研究를 수행하였으며, 作業場의 諸般 條件을 同一하게한 후 純粹作業時間에 영향을 주는 林木의 形狀條件을 정밀하게 측정하여 2가지의 作業方法 즉 2인 1조와 1인 1조의 方法으로부터 純粹作業時間을 比較할 수 있도록 하였다.<sup>13)</sup>

供試樹種은 아래와 같이 選定하였다.

- 1) 全北 鎭安 協業經營指導所 管轄의 리기다소나무, 2 作業方法別로 각 386본씩 총 772본,
- 2) 江原道 奉平 示範協業經營指導所 管轄의 적송 각 347본씩 2 作業方法으로 총 694본, 낙엽송 각 186본씩 2방법, 총 372본,
- 3) 慶南 양산 私有林 示範 協業 經營指導所 管轄의 참나무림에서 2 作業方法別로 각 375본씩 총 750본.

供試機械는 체인쏘 Stihl 024를 사용하였으며, 이 供試機械는 체인쏘의 크기와 性能에 따라 作業員의 勞動能率과 生産性에 크게 영향을 미치게 되므로 研究結果에 의해 判定된 徑級에 따른 적합한 裝備를 標準的으로 선택해야 한다.<sup>9,11,15,22)</sup>

作業員은 韓獨山林經營 事業機構 傘下의 林業機械 訓練院에서 技能教育을 받은 技能人으로 선정하여, 두가지의 作業方法을 要素作業別로 區分하여 純粹 作業時間을 測定하였다.

**2. 研究方法**

**2.1 作業研究를 위한 要素作業區分**

伐木作業에서의 要素作業區分은 “REFA”의 指針을 基礎로 하여 伐倒, 枝打, 切棟, 걸림 등 4가지로 區分하였다. 時間測定을 위하여는 作業을

體系的으로 分類해야 하며, 區分하여 測定할 수 있는 最小作業 單位를 要素作業이라고 하여 基本測定 單位로 하고 있다.<sup>12)</sup>

2가지 作業方法의 경우에서 要素作業 區分과 그 작업과정은 동일하게 실시 되었다.

다만 우리나라에서 現實적으로 利用되고 있는 2인1조 作業에서는 주작업원이 체인쏘 1대를 使用하여 伐倒, 造材, 절동작업을 주로 하고, 補助 作業員은 1.8m(6자)의 적봉을 使用하여 경우에 따라서 伐倒 補助내지는 切棟作業에서 원목의 길이 를 3자, 6자, 9자, 12자 등으로 區分하여 주며, 휴대하고 있는 손톱을 利用하여 가지치기 作業을 遂行하기도 하고 걸림시에 主作業員을 도와 주는 作業을 하였다.

반면에 獨逸에서 利用되고 있는 1인1조 作業方法에서는 1인이 1대의 체인쏘와 恒常 허리에 운 척과 Spencer 줄자\*\*를 휴대하여 수시로 檢尺에 利用할 수 있도록 하였다.<sup>3,20,22)</sup>

## 2.2 林木形狀條件別 調査

林木의 形狀條件이 作業時間에 影響을 미칠 수 있는 影響因子인 胸高直徑, 원구, 말구, 중간직 경, 마디수, 가지수, 원목길이, 절동수를 調査 또는 測定 하였다.

## 2.3 作業時間의 測定

2가지의 作業方法別로 區分하여 各 影響因子別 로 林木의 形狀條件이 同一한 狀態에서 作業이 遂行될 수 있도록 하였으며, 其他의 影響因子인 林 況 및 地況에 따른 條件은 研究內容에서 밝힌 바 와 같이 現實적으로 같은 면적내에서 同一한 條 件으로 試驗作業을 할 수 있도록 하여 다만, 순수 작업시간을 측정함으로써 2가지의 作業方法을 比較 할 수 있도록 하였다.<sup>5,6,13,14,18)</sup>

즉, 2가지의 作業方法을 比較하기 위하여 시험 구별로 同一한 條件이 되도록 傾斜, 지피식생, 林木密度 등이 同一한 面積內에서 作業이 이루어 졌으며, 純粹作業時間은 零點法으로 초 단위로 測定하였다.<sup>1,15)</sup>

1일 作業功程을 구하고자 할 때에는 3가지의 時間測定法 중에서 적합한 방법을 택하며 純粹作

業時間, 一般時間, 休息時間 등으로 나누어 測定 하고 있다.<sup>4,6,15,18)</sup>

作業時間의 區分方法은 研究目的, 研究對象, 作業의 種類 또는 研究者에 따라 다르나 대체로 獨逸의 경우에는 REFA 研究所가 그 基準을 提示 하고 있으며 本 研究에서도 이 基準을 適用하였 다.<sup>18)</sup>

그러나 경우에 따라서 一般時間과 休息時間등 은 큰 차이를 나타내고 있으며, 時間測定에 대한 誤差도 커지기 때문에 作業方法이 標準의이고 作業技術이 正常的으로 熟達된 경우에만 適用하고 있으며 其他의 경우에는 單木別로 純粹作業時間 만을 測定한 후 정해진 比率을 適用하고 있다.

그래서 本 研究의 資料를 伐木作業의 功程表나 賃金表에 適用하고자 할 경우에는 다음의 표 1과 2에서 보는 바와 같이 一般時間의 適用을 위하여 는 作業時間으로 부터 算出하여야 한다.

먼저 測定된 作業時間은 賃金表나 功程表 作成 을 위하여 標準作業時間의 形態로 計算되어야 한다.

즉 賃金表나 功程表에 使用할 수 있는 豫想基準時間은 하나의 標準時間으로 使用되어지며, 그 計算은 標準時間(WTN) = 純粹作業時間(WTi) × 作業能率係數(P<sub>ri</sub>)/n이나, 本 研究에서는 純粹 作業時間만을 平均作業時間으로 使用하였다.<sup>6,8,14)</sup>

또한 作業能率係數는 評價值로써 專門家에 의 해 基準이 되는 作業員을 選定하여 時間研究와 병행하여 評價할 수 있으며, 基準的인 作業能率 係數를 適用할 수도 있다.<sup>6,16)</sup>

따라서 賃金表나 功程表에 適用되는 作業時間, 즉 豫想賃金基準時間은 純粹作業時間에 一般時間 을 더하여 算出하게 된다.<sup>7,8,21)</sup>

여기서 一般時間이라함은 作業員이 作業시에 생기는 人的, 物的, 遲滯時間과 作業 準備時間, 休息時間 등을 말한다.

本 研究에서의 純粹作業時間은 一般時間을 포 함시키지 않았으며 緒論에서도 이미 밝힌바 있듯 이 여기서는 純粹作業時間과 林木의 形狀條件과 어떤 相關關係가 있는지를 究明함과 동시에 이에 대한 結果는 별도로 作業員의 作業遂行能力 (Performance rating)에 관한 研究와 一般時間

\*\* 줄자는 Spencer 길이 15-25m로 원구 쪽에 고정시켜 길이를 재고 난 후에 잡아 당기면 풀려 자동으로 감기는 임업작업용 줄자임.

**Table 1.** Allowance time of HET. (HET : Germany 1970).

Classification	Deciduous	Coniferous	Calculated basis
Delay time for person (DTP)	20.0%	20.0%	Net working time
Preparation time	5.4%	4.6%	Normal time
Delay time for machine (DTM)	3.2%	1.8%	Normal time
Rest time (RT)	3.3%	3.3%	Normal time
Allowance time total % (ATP)	31.9%	29.7%	

**Table 2.** Allowance time for chain saw operation \*\*\* (HET : Germany 1970).

Classification	Deciduous	Coniferous	Calculated basis
Rest time for chain saw operation (RTCS)	25.00%	25.00%	Net working time for chain saw
Delay time for Chain saw operation (DTCS)	10.64%	7.39%	Net working time for chain saw
Allowance time for chain saw operation % (CSATP)	35.64%	32.39%	

(Allowance tiem) 연구가 이루어진 후, 이러한 결과를 적용함으로 자동적으로 賃金表나 功程表가 작성되어질 수 있도록 基礎資料化하였다.

**結果 및 考察**

**1. 作業研究 分析**

伐木作業에서 2가지의 作業方法을 比較하기 위해서 이미 설명한 바와 같이 作業의 모든 條件을 동일한 상태로 정한 후 純粹作業時間을 測定하여 比較할 수가 있다.

표 3에서 보는 바와 같이 要素作業 區分別로 2가지의 作業方法을 比較했을 때 林木의 形態條件은 同一 條件임을 알 수 있었다.

또한 樹種別로 흉고직경에 따른 林木의 形狀條件을 두가지 作業方法別로 比較해 본 結果는 표 4a, 4b와 같으며 역시 두 作業方法은 큰 차이가 없이 거의 동일 條件임을 알 수가 있다. 또한 林木의 形狀條件의 相互間 相關關係 역시 표 5a와 5b에서 보는 바와 같이 서로 밀접한 關係가 있음이 확인 되었다.

**3.2 時間 研究 分析**

두가지 作業方法에서의 純粹作業時間을 樹種別로 要素作業區分에 의하여 분석한 結果는 표 6과 같다.

두 方法間의 純粹作業時間을 比較해 보면 2인1조 方法에서 소요시간이 약간 적게 나타나고는 있으나, 그 차이가 아주 근소하여 結果적으로 1인1조 方法이나 2인1조方法이나 純粹作業 所要時間에는 큰 차이가 없음을 나타내고 있다.

또한 要素作業區分別로 作業時間의 所要比率를 算出した 결과 두가지 作業方法別로는 그 比率이 거의 같게 나타났으며, 總 作業時間에 따른 比率도 거의 같게 나타났는 바, 總 作業時間에 따른 시간 구성비율을 보면 伐倒 9-12%, 조제작업 33-47%, 切動 29-34%, 걸림12-30%를 각각 나타내고 있다.

樹種別 胸高直徑別로 두가지의 作業方法을 比較해 보면 作業所要時間은 표 7a, 7b와 같이 나타났다.

수종별로 時間에 影響을 주는 林木의 形狀條件間 相關關係를 算出해 본 結果 모든 수종에서 순수작업시간(WT)과 관계가 가장 큰 것은 흉고직

\*\*\* 체인쏘에 대한 일반시간은 체인쏘 사용에 대한 휴식, 지체시간 및 주유시간을 포함한다.

**Table 3.** Mean, minimum and maximum value of tree formal characteristics.

Species		Pitch pine		Red pine		Japanese larch		Oak	
Working method		A	B	A	B	A	B	A	B
No. of tress		386	386	347	347	186	186	375	375
DBH	Mean	11.23	11.09	10.80	10.80	10.97	10.97	11.21	11.21
	Min	7	7	7	7	7	7	7	7
	Max	16	16	16	16	16	16	16	16
LD	Mean	13.30	13.33	14.68	14.62	13.94	13.38	14.75	14.72
	Min	8	7	8	8	8	8	8	8
	Max	20	21	27	24	22	23	25	25
MD	Mean	9.75	9.48	9.01	8.86	9.36	9.39	9.44	9.36
	Min	6	6	6	6	6	6	6	6
	Max	14	14	14	14	14	14	14	14
L	Mean	559	557	529	524	775	733	536	534
	Min	180	130	150	130	155	205	130	160
	Max	1230	1140	1050	1090	1540	1340	1050	1020
NOB	Mean	21.88	21.36	21.87	22.01	19.27	22.42	5.80	6.01
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0
	Max	59	54	58	55	62	74	22	28
NB	Mean	3.24	3.21	3.05	2.99	3.92	3.88	3.05	3.07
	Min	1	1	1	1	1	1	1	1
	Max	6	5	5	5	5	5	5	5

Working method A : One worker a team B : Two workers a team

DBH : Diameter of breast height (cm) LD : Large diameter (cm)

MD : Middle diameter (cm) L : Log length (cm)

NOB : Number of branches NB : Number of bucks

**Table 4a.** Mean value of tree formal characteristics by DBH.

DBH (cm)	Working method	Pitch pine						Red pine					
		No.	LD	MD	L	NOB	NB	No.	LD	MD	L	NOB	NB
7	A	44	8.68	6.80	316	10.09	1.75	44	9.75	6.95	286	8.57	1.61
	B	44	9.09	6.96	357	12.31	2.09	44	9.71	6.67	299	11.17	1.17
8	A	48	9.81	7.29	432	15.12	2.65	46	11.13	7.00	399	15.74	2.39
	B	48	9.94	7.50	418	14.71	2.46	46	11.49	7.23	365	16.55	2.11
9	A	46	10.98	8.00	492	19.22	2.93	44	12.50	7.85	443	18.54	2.67
	B	46	10.96	7.98	522	20.20	3.11	44	12.57	7.86	432	18.00	2.59
10	A	40	12.05	8.93	602	22.75	3.43	40	13.30	8.45	511	22.45	3.09
	B	40	11.98	8.52	547	23.18	3.18	40	13.52	8.43	520	23.16	3.02
11	A	40	13.30	9.60	617	25.68	3.60	29	14.85	8.98	535	24.37	3.18
	B	40	13.14	9.45	588	24.48	3.40	29	14.68	9.07	554	24.25	3.28
12	A	34	13.94	10.35	638	30.06	3.62	26	16.43	9.70	594	24.87	3.43
	B	34	15.00	10.32	660	25.53	3.68	26	16.31	9.62	596	24.66	3.41
13	A	36	15.32	10.65	642	26.38	3.70	26	17.43	10.61	657	26.25	3.61
	B	36	15.19	10.89	619	28.75	3.53	26	17.23	10.46	635	24.81	3.65
14	A	36	16.17	11.61	643	25.69	3.72	26	19.23	11.27	692	29.15	3.85
	B	36	16.00	11.39	639	27.11	3.64	26	18.21	10.89	675	27.00	3.82
15	A	36	17.22	12.00	636	23.68	3.70	24	20.21	12.17	770	27.50	4.25
	B	36	17.68	11.94	699	25.94	3.94	24	19.92	11.62	758	29.69	4.12
16	A	28	18.33	12.33	681	25.53	3.86	24	21.17	12.33	778	36.75	4.13
	B	28	18.71	12.46	671	27.53	3.79	24	21.20	12.00	769	35.00	4.00

**Table 4b.** Mean value of tree formal characteristics by DBH.

DBH (cm)	Working method	Japanese larch						Oak					
		No.	LD	MD	L	NOB	NB	No.	LD	MD	L	NOB	NB
7	A	20	9.14	6.95	373	4.91	2.27	42	9.26	6.81	270	1.16	1.53
	B	20	9.10	6.95	362	7.25	2.10	42	9.31	6.79	282	1.21	1.60
8	A	22	10.13	7.50	494	8.04	2.88	39	10.49	7.28	375	2.46	2.10
	B	22	10.36	7.55	497	8.58	2.95	39	10.59	7.46	369	2.63	2.20
9	A	22	11.21	8.04	585	12.36	3.42	43	11.88	8.09	427	4.02	2.49
	B	22	11.41	7.86	623	14.05	3.41	43	11.95	8.02	440	3.02	2.65
10	A	24	12.50	8.50	706	16.29	3.92	38	13.53	8.68	510	4.61	3.05
	B	24	12.88	8.63	724	17.21	3.96	38	13.34	8.68	468	4.55	2.95
11	A	22	14.18	9.32	850	22.95	4.36	40	14.43	8.93	553	5.37	3.27
	B	22	13.88	9.46	739	22.96	4.00	40	15.05	9.38	533	5.38	3.15
12	A	22	15.17	10.08	896	26.71	4.46	41	15.38	10.05	609	5.93	3.44
	B	22	15.12	9.79	818	24.00	4.29	41	15.79	10.10	599	7.79	3.48
13	A	18	16.67	11.06	991	34.40	4.72	39	16.97	10.56	645	8.62	3.67
	B	18	16.67	10.61	883	29.44	4.61	39	16.38	10.13	654	8.15	3.67
14	A	10	17.90	11.60	1012	34.40	4.90	33	19.06	10.79	646	7.91	3.70
	B	10	18.00	11.50	998	32.10	4.90	33	18.50	11.21	684	9.29	3.74
15	A	10	18.90	12.40	1284	32.70	5.00	31	19.52	12.00	685	9.39	3.81
	B	10	18.58	12.42	1030	36.25	4.92	31	19.31	11.56	700	9.81	3.91
16	A	14	20.14	13.00	1204	36.50	5.00	29	20.87	13.13	778	11.53	4.17
	B	14	20.57	13.00	1039	50.57	5.00	29	20.62	11.97	730	11.45	4.07

Working method A : One worker a team B : Two workers a team  
 DBH : Dimeer of breast heigth(cm) LD : Large diameter(cm)  
 MD : Middle diameter(cm) L : Log length(cm)  
 NOB : Number of branches NB : Number of bucks

**Table 5a.** Matrix of correlation coefficient variables.

	DBH	LD	MD	L	NOB	NB	FT	LT	BT	TIME
P i t c h	DBH	1.0000								
	LD	0.9462**	1.0000							
	MD	0.9169**	0.8874**	1.0000						
	L	0.5460**	0.5829**	0.5226**	1.0000					
	NOB	0.3527**	0.4146**	0.3368**	0.7021**	1.0000				
	NB	0.5427**	0.5773**	0.5149**	0.9199**	0.6625**	1.0000			
	FT	0.8502**	0.8027**	0.8030**	0.3328**	0.1129**	0.3356**	1.0000		
	LT	0.7702**	0.7700**	0.7390**	0.6726**	0.6392**	0.6555**	0.5272**	1.0000	
	BT	0.8745**	0.8504**	0.8317**	0.5440**	0.2880**	0.5442**	0.9537**	0.6441**	1.0000
	WT	0.8444**	0.8352**	0.8089**	0.6597**	0.5883**	0.6451**	0.6537**	0.9869**	0.7522**
Working method A No. of Cases 386 Significant* = 0.01, ** = 0.001										
P i n e	DBH	1.0000								
	LD	0.9526**	1.0000							
	MD	0.9189**	0.9085**	1.0000						
	L	0.5693**	0.5948**	0.5203**	1.0000					
	NOB	0.3558**	0.3800**	0.3264**	0.6975**	1.0000				
	NB	0.5639**	0.5793**	0.5098**	0.9217**	0.6523**	1.0000			
	FT	0.8062**	0.7826**	0.7321**	0.4633**	0.1638**	0.4613**	1.0000		
	LT	0.7141**	0.7169**	0.6680**	0.7169**	0.6578**	0.6901**	0.5550**	1.0000	
	BT	0.8143**	0.8081**	0.7443**	0.6427**	0.3308**	0.6351**	0.9400**	0.6597**	1.0000
	WT	0.7781**	0.7783**	0.7241**	0.7207**	0.6156**	0.6964**	0.6701**	0.9894**	0.7530**
Working method B No. of Cases 386 Significant : * = 0.01, ** = 0.001										

	DBH	LD	MD	L	NOB	NB	FT	LT	BT	TIME
R e d	DBH	1.0000								
	LD	0.9131**	1.0000							
	MD	0.9302**	0.8789**	1.0000						
	L	0.7744**	0.6974**	0.998**	1.0000					
	NOB	0.5411**	0.4957**	0.5120**	0.5615**	1.0000				
	NB	0.7103**	0.6419**	0.6525**	0.9313**	0.5311**	1.0000			
	FT	0.6394**	0.6446**	0.5914**	0.5673**	0.2482**	0.5031**	1.0000		
	LT	0.6920**	0.6187**	0.6557**	0.6613**	0.8440**	0.6024**	0.4026**	1.0000	
	BT	0.7496**	0.7182**	0.6897**	0.7772**	0.382**	0.7202**	0.9437**	0.5413**	1.0000
	WT	0.8114**	0.7508**	0.7595**	0.7960**	0.7351**	0.7288**	0.7274**	0.9126**	0.8370**
P	Working method A No. of Cases 347 Significant : *=0.01, **=0.001									
i n e	DBH	1.0000								
	LD	0.9397**	0.10000							
	MD	0.9136**	0.8902**	1.0000						
	L	0.7366**	0.6956**	0.6605**	1.0000					
	NOB	0.4569**	0.4450**	0.5289**	0.5520**	1.0000				
	NB	0.6830**	0.6400**	0.6221**	0.9318**	0.5720**	1.0000			
	FT	0.6312**	0.6213**	0.5385**	0.5051**	0.0502**	0.4177**	1.0000		
	LT	0.6835**	0.6697**	0.7260**	0.6569**	0.8616**	0.6534**	0.2658**	1.0000	
	BT	0.7618**	0.7328**	0.6696**	0.7900**	0.2858**	0.7161**	0.9061**	0.4873**	1.0000
	WT	0.8171**	0.8054**	0.8124**	0.8087**	0.7135**	0.7697**	0.6263**	0.9072**	0.8084**
	Working method B No. of Cases 347 Significant : *=0.01, **=0.001									

Table 5b. Matrix of correlation coefficient variables.

	DBH	LD	MD	L	NOB	NB	FT	LT	BT	TIME
J a p a n e s	DBH	1.0000								
	LD	0.9557**	1.0000							
	MD	0.9053**	0.9082**	1.0000						
	L	0.8544**	0.8345**	0.8041**	1.0000					
	NOB	0.7505**	0.7504**	0.7175**	0.7010**	1.0000				
	NB	0.8099**	0.7922**	0.7294**	0.9011**	0.6970**	1.0000			
	FT	0.7766**	0.7900**	0.7100**	0.6531**	0.6950**	0.6006**	1.0000		
	LT	0.8739**	0.8519**	0.8408**	0.8253**	0.8459**	0.7796**	0.7324**	1.0000	
	BT	0.8573**	0.8592**	0.7892**	0.8017**	0.7502**	0.7524**	0.9667**	0.8283**	1.0000
	WT	0.9071**	0.8983**	0.8524**	0.8461**	0.8348**	0.7955**	0.9049**	0.9407**	0.9598**
e	Working method A No. of Cases 186 Significant : *, **=0.001									
l a r c h	DBH	1.0000								
	LD	0.9465**	1.0000							
	MD	0.9428**	0.9224**	1.0000						
	L	0.8405**	0.8236**	0.8099**	1.0000					
	NOB	0.7335**	0.7280**	0.7253**	0.6389**	1.0000				
	NB	0.7916**	0.7792**	0.7467**	0.9407**	0.5804**	1.0000			
	FT	0.8460**	0.8359**	0.8283**	0.6699**	0.6753**	0.6104**	1.0000		
	LT	0.8888**	0.8846**	0.8853**	0.7988**	0.8184**	0.7299**	0.8060**	1.0000	
	BT	0.8965**	0.8925**	0.8768**	0.8245**	0.7108**	0.7731**	0.9548**	0.8555*	1.0000
	WT	0.9262**	0.9125**	0.9139**	0.8338**	0.7916**	0.7707**	0.9238**	0.9597**	0.9660**
	Working method B No. of Cases 186 Significant : *=0.01, **=0.001									

	DBH	LD	MD	L	NOB	NB	FT	LT	BT	TIME
O	DBH	1.0000								
	LD	0.9290**	1.0000							
	MD	0.8505**	0.8727**	1.0000						
	L	0.7897**	0.7237**	0.1416**	1.0000					
	NOB	0.7143**	0.7122**	0.6443**	0.6700**	1.0000				
	NB	0.7672**	0.7116**	0.6227**	0.9414**	0.6470**	1.0000			
	FT	0.7343**	0.6867**	0.6631**	0.6723**	0.4995**	0.659**	1.0000		
	LT	0.8488**	0.8389**	0.7633**	0.7340**	0.7786**	0.7021**	0.6104**	1.0000	
	BT	0.7559**	0.7132**	0.6600**	0.7926**	0.5717**	0.7485**	0.8075**	0.6723**	1.0000
	WT	0.8789**	0.8462**	0.7807**	0.8357**	0.7208**	0.7922**	0.8301**	0.8901**	0.9307**
a	Working method A No. of Cases 375 Significant : *=0.01, **=0.001									
k	DBH	1.0000								
	LD	0.9423**	1.0000							
	MD	0.8915**	0.8778**	1.0000						
	L	0.7996**	0.7448**	0.6893**	1.0000					
	NOB	0.7585**	0.7527**	0.6890**	0.7274**	1.0000				
	NB	0.7806**	0.7230**	0.7230**	0.9425**	0.6961**	1.0000			
	FT	0.7429**	0.7197**	0.7001**	0.6863**	0.5981**	0.6406**	1.0000		
	LT	0.8299**	0.8094**	0.7566**	0.6823**	0.7383**	0.6647**	0.6994**	1.0000	
	BT	0.6950**	0.6469**	0.5124**	0.7336**	0.5787**	0.7188**	0.6282**	0.5696**	1.0000
	WT	0.8677**	0.8294**	0.7320**	0.8105**	0.7407**	0.7870**	0.8165**	0.8733**	0.8873**
	Working method B No. of Cases 375 Significant : *=0.01, **=0.001									

DBH : Diameter of breast height(cm)

LD : Large diameter(cm)

MD : Middle diameter

L : Log length(cm)

NOB : Felling branches

NB : No. of bucks

FT : Felling time

LT : Limbing time

BT : Bucking time

WT : Working

Table 6. Mean, Minimum and maximum value of working time.

(Unit : sec.)

Species	Working method	Pitch pine		Red pine		Japanese larch		Oak	
		A	B	A	B	A	B	A	B
	No. of cases	386	386	347	347	186	186	375	375
FT	Mean	7.93	7.31	6.00	5.85	6.24	6.15	12.83	11.35
	Min	2	2	3	3	3	3	1	2
	Max	24	21	18	16	18	15	54	33
LT	Mean	27.29	30.86	30.22	28.29	28.09	27.25	27.40	27.18
	Min	2	1	2	2	3	3	2	2
	Max	97	99	91	88	87	78	99	87
BT	Mean	25.11	23.30	18.31	17.47	25.18	23.92	34.60	32.99
	Min	2	2	3	3	3	3	4	3
	Max	92	88	68	68	90	70	99	86
WT	Mean	64.26	61.47	54.53	51.61	59.51	57.42	74.83	71.52
	Min	9	8	10	9	9	9	11	9
	Max	203	159	156	158	162	150	220	190
HT	Mean	14.02	13.81	17.14	14.58	27.02	23.87	40.21	26.23
	Min	2	2	2	3	5	6	2	2
	Man	59	99	99	81	187	211	200	129

Working method A : One worker a team,

B : two workers a team

FT : Felling time

LT : Limbing time

BT : Bucking time

HT : Hang-up time

WT = FT + LT + BT



Table 7a. Mean value of working time by DBH.

(Unit : sec.)

DBH (cm)	Working method	Pitch pine						Red pine					
		No.	FT	LT	BT	WT	HT	No.	FT	LT	BT	WT	HT
7	A	44	3.75	8.61	5.25	17.61	10.07	44	3.95	8.48	5.52	17.95	8.97
	B	44	3.82	11.36	6.71	21.89	10.69	44	3.94	9.85	5.92	19.44	11.70
8	A	48	3.77	13.92	7.90	25.58	10.14	46	4.20	16.37	8.65	29.22	13.12
	B	48	4.04	15.10	9.08	28.23	10.31	46	4.32	15.74	7.77	27.83	12.52
9	A	46	4.35	17.37	11.09	32.80	11.00	44	4.91	21.85	11.78	38.54	17.76
	B	46	5.43	23.07	15.74	44.24	16.04	44	4.48	18.98	10.25	33.70	11.35
10	A	40	6.53	25.23	19.85	51.60	14.74	40	5.09	28.34	14.36	47.80	17.12
	B	40	5.48	25.55	16.13	47.15	14.16	40	5.30	24.45	12.45	45.20	12.20
11	A	40	6.98	31.10	22.63	61.70	17.76	29	5.78	31.75	17.35	54.88	18.50
	B	40	6.45	31.40	20.10	57.95	15.08	29	5.38	28.40	15.38	49.00	14.84
12	A	34	7.47	40.18	24.76	72.41	20.34	26	6.27	33.97	20.70	60.93	19.65
	B	34	7.91	35.65	27.68	71.24	15.35	26	6.24	33.48	20.07	59.79	21.81
13	A	36	10.51	39.70	35.78	68.00	13.15	26	7.79	37.21	27.50	72.50	20.40
	B	36	9.78	37.03	32.42	79.22	10.89	26	7.65	35.12	26.12	68.88	13.42
14	A	36	12.50	42.94	43.91	98.75	72.27	26	8.46	45.58	30.73	84.77	28.18
	B	36	10.92	41.89	36.92	89.71	13.19	26	7.61	40.71	27.68	76.00	19.64
15	A	36	12.54	49.78	43.35	105.68	12.84	24	8.71	51.33	34.79	94.83	35.60
	B	36	11.18	49.62	41.41	102.21	20.12	24	8.19	50.31	32.08	90.58	19.90
16	A	28	14.25	57.36	51.22	122.83	19.64	24	9.58	62.95	37.92	110.46	26.33
	B	28	12.35	58.11	45.28	115.68	17.80	24	9.76	60.80	38.16	108.72	37.00

Table 7b. Mean value of working time by DBH.

(Unit : sec.)

DBH (cm)	Working method	Japanese larch						Oak					
		No.	FT	LT	BT	WT	HT	No.	FT	LT	BT	WT	HT
7	A	20	3.95	8.14	7.77	19.86	12.9	42	6.37	7.09	8.63	22.09	15.38
	B	20	3.95	8.10	6.80	18.85	13.70	42	4.93	5.90	7.60	18.43	9.70
8	A	22	4.13	11.13	10.88	26.12	17.54	39	7.31	9.67	14.69	31.67	17.88
	B	22	4.00	11.27	10.85	26.09	13.00	39	6.51	9.76	13.39	29.66	16.60
9	A	22	4.00	15.04	12.63	31.67	17.63	43	8.19	15.65	18.51	42.35	21.07
	B	22	4.27	16.95	13.91	35.14	15.09	43	8.60	14.42	20.74	43.77	17.65
10	A	24	4.54	22.62	16.83	44.00	22.58	38	11.08	19.78	29.27	60.84	27.48
	B	24	4.75	21.46	17.42	46.63	18.96	38	10.63	17.32	26.82	54.76	20.06
11	A	22	6.73	30.05	28.36	65.14	31.23	40	12.59	24.15	39.12	75.85	30.96
	B	22	5.58	27.37	27.13	54.08	22.79	40	10.65	24.75	29.85	64.98	23.57
12	A	22	7.04	37.08	30.62	74.75	24.38	41	13.07	28.85	41.17	83.10	51.57
	B	22	7.04	29.46	28.88	65.38	36.96	41	12.12	30.38	40.31	82.81	25.16
13	A	18	7.61	45.22	34.28	84.11	33.22	39	15.26	37.97	51.21	104.44	60.65
	B	18	7.22	37.11	31.56	75.89	29.50	39	13.51	36.36	47.10	96.97	42.52
14	A	10	8.90	42.60	42.00	93.50	49.10	33	16.67	41.64	52.33	110.64	58.56
	B	10	8.10	44.60	37.90	90.60	35.80	33	14.85	46.26	52.09	112.21	32.56
15	A	10	9.60	49.40	46.40	105.40	36.70	31	20.03	50.03	55.97	126.03	75.11
	B	10	9.75	49.50	45.17	104.42	39.83	31	16.78	49.28	57.50	123.56	41.78
16	A	14	12.00	58.07	59.64	129.71	55.36	29	23.27	55.73	48.30	127.30	79.17
	B	14	11.57	57.71	55.50	124.79	27.85	29	19.34	54.03	49.48	122.86	44.63

Working method A : One worker a team B : Two workers a team  
 FT : Felling time LT : Limbing time  
 BT : Bucking time HT : Hang-up time  
 WT : FT+LT+BT

Table 8. Best Regression equation calculate from different number of variables.

Species	P	Regression Equation	Rp	MSEp	F value
Pitch pine	1	Y=f(DBH)	0.7828	278.94	2829.4**
	2	Y=f(DBH, L)	0.8157	237.04	1734.6**
	3	Y=f(DBH, L, NOB)	0.8214	229.92	1200.7**
	4	Y=f(DBH, MD, L, NOB)	0.8236	227.49	912.5**
	5	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB)	0.8299	219.63	761.9**
	6	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB, NB)	0.8301	218.49	639.03**
Red pine	1	Y=f(DBH)	0.7111	277.36	1740.54**
	2	Y=f(DBH, L)	0.7886	203.28	1317.3**
	3	Y=f(DBH, L, NOB)	0.8293	164.37	1141.62**
	4	Y=f(DBH, MD, L, NOB)	0.8326	161.40	875.50**
	5	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB)	0.8331	161.21	701.57**
	6	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB, NB)	0.8349	159.69	591.52**
Japaneses3 larch	1	Y=f(DBH)	0.8371	190.05	1953.3**
	2	Y=f(DBH, L)	0.8540	170.86	1108.2**
	3	Y=f(DBH, L, NOB)	0.8865	133.17	984.01**
	4	Y=f(DBH, MD, L, NOB)	0.8899	129.48	761.99**
	5	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB)	0.8934	125.74	630.17**
	6	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB, NB)	0.8939	125.46	526.61**
Oak	1	Y=f(DBH)	0.7304	471.36	2047.70**
	2	Y=f(DBH, L)	0.7884	370.48	1406.03**
	3	Y=f(DBH, L, NOB)	0.7924	363.80	959.54**
	4	Y=f(DBH, MD, L, NOB)	0.7929	363.49	719.88**
	5	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB)	0.7944	361.44	580.22**
	6	Y=f(DBH, LD, MD, L, NOB, NB)	0.7947	361.39	631.39**

\*\* Significant at 0.01

경(DBH)인 것으로 나타났으며(표5a, 5b) 가장 높은 값을 찾아 표 8과 같이 변수별로 나타내었다.

따라서 獨立變數 하나만 선택한다면 作業時間과 相關關係가 가장 큰 흉고직경을 선택하게 되며, 이 경우에 回歸方程式을 만들면 가장 큰 決定係數(Rp)의 값을 얻게 되고, 평균잔차제곱(MSEp)의 값은 最小가 된다.<sup>8,17)</sup>

賃金表나 功程表를 만들 경우 影響因子로서는 通常的으로 실용적이기 때문에 1변수 내지는 2변수를 사용하게 되는데, 여기에서 變數別 決定係數나 평균잔차제곱의 값을 비교하면 표 8에서 보는 바와 같고, 2變數組合으로 최적회귀방정식을 만들수가 있다.

이 경우 1인1조를 基準으로 한 最適回歸方程式은 수종별로 다음과 같이 산출되었다.

리기다소나무 :

$$WT = -68.6429 + 9.2949 \text{ DBH} + 0.0494 \text{ Length}$$

적송 :

$$WT = -44.2641 + 5.2919 \text{ DBH} + 0.0762 \text{ Length}$$

낙엽송 :

$$WT = -63.0976 + 9.1241 \text{ DBH} + 0.0293 \text{ Length}$$

참나무 :

$$WT = -66.7267 + 8.2773 \text{ DBH} + 0.0879 \text{ Length}$$

## 結 論

本 研究에서는 현재 우리나라에서 實行되고 있는 伐木作業方法을 分析하여 그 妥當性을 究明해 보고자 한 것이며 아울러 獨逸에서 標準的으로 使用하는 1인1조 方法과 비교 검토하여 우리실정에 맞는 伐木作業 方法을 導出 하는데 그 目的이 있다.

이에 두가지 作業方法을 比較한 結果는,

1. 樹種에 따라 間伐木을 흉고직경별로 分配하여 伐採作業을 수행하였으며, 林木形狀條件은 要素作業 수행시 所要時間에 影響을 미치므로 作業方法에 따라 平均分配되어야 하며 이 경우 동일조건임을 확인하였다.
2. 要素作業 수행시 흉고직경이 증가할수록 所要

시간이 증가하였으며, 1인1조작업과 2인1조작업의 所要時間을 比較한 結果 큰 차이가 나타나지 않고 있다.

3. 變數, 즉 林木形狀條件間的 相關關係를 究明한 바 高度의 有意性이 인정되었으며, 作業時間에 대한 林木形狀條件과의 相關關係는 흉고직경이 가장 높게 나타났다.

4. 樹種別, 作業方法別에 의하여 도출된 要素作業區分別 所要時間은 평균흉고직경이 11cm에서 침엽수인 리기다소나무, 적송, 낙엽송의 경우 伐倒時間은 7초, 造林時間 28-31초, 切棟時間 18-24초, 결림시간은 14-25초가 所要되었으며, 활엽수인 참나무의 경우에는 伐倒時間 12초, 造材時間 27초, 切棟時間 33초, 결림시간 33초가 所要되었다. 대체적으로 伐倒와 切棟時間은 針葉樹種보다 참나무가 더 많은 시간이 所要되었는 바, 이는 재질이 단단함 때문인 것으로 판단되며, 造材時間은 참나무 보다 針葉樹種이 時間所要가 더 많았으며, 이것은 참나무에 비하여 가지수가 더 많기 때문인 것으로 나타났다.

5. 綜合的으로 볼때 作業時間은 보통 흉고직경 1cm가 증가 하면서 作業方法에 따라 약간의 차이는 있으나 11-13초가 증가되었다.

6. 作業時間에 대한 要素作業 區分別 所要時間 構成比率는 樹種과 作業方法에 따라 별다른 차이가 없이 伐倒 7-11%, 造材 33-43%, 切棟 29-34%로 산출되었으며 결림은 發生頻度로 보아 60% 이상으로 높게 나타났다.

7. 두가지의 作業方法에 대한 比較結果 純粹作業時間에는 별차이가 없었으며, 이 결과로부터 우리나라에서도 1인1조작업으로 전환하는 것이 타당한 것으로 밝혀졌으므로 이를 추천하는 바이며, 앞으로 人件費의 上昇과 人力難으로 인하여 점차 어려워지는 실정에 있어 현 시점에서 作業員 教育을 擴大實施 함과 동시에 이와 같은 標準的인 作業方法을 적용하여 生産性 向上을 도모해야 할 것이다.

### 引用 文 獻

- Barnes, R. 1980. Motion and Time Study - Design and Measurement of Work, 7th ed. John Wiley and Sons Inc. p 258-286.
- Eisenhauer, G. 1957. Die Arbeit mit Einmannsäge, arbeits- physiologische Untersuchungen über Stellung, Technik und Tempo, insbesondere mit der Bügelsäge, Dissertation Hann. Münden. pp. 118.
- Eisenhauer, G. 1977. Arbeitswissenschaft und Mechanisierung. Forstarchiv 48(5) : 89-94.
- Häberle, S. 1975. Der HET und die linksseitige Logarithmierung werirt wo? Forstarchiv 46 : 241-247.
- Häberle, S. 1985. Kriterien vernünftiger Rohholzproduktion. Ligna Hannover p. 1-7.
- Häberle, S. 1968. Die Struktur des Einheitshauerlohntarif(es)(EHT) im Lichte des Stückmasse-Gesetzes. Allg. Forstzeitschr. p. 832-834.
- Häberle, S. 1984. Standardisierung zweidimensionaler Ausgleichsfunktionen über Richtgrad und Richtkonstante. Forstarchiv 55(6) : 220-225.
- Häberle, S. 1985. Weiterentwicklung der Methodik zur Standardisierung von Ausgleichsfunktionen, IMF-Informationen Nr.7.
- Hilf, H. H. 1976. Einführung in die Arbeitswissenschaft, Walter de Gruyter, Berlin, New York. S11-41.
- Kaminsky, G. 1956. Die Energieverbrauch bei der Arbeit mit Hand-und Motorsägen, Forstarchiv 27 : 202.
- Kaminsky, G. 1963. Arbeitsphysiologie und Forstwirtschaft, Forstarchiv 34(3/4) : 59-63.
- Kaminsky, G. 1973. Die Ergonomie und ihre Probleme in der Forstwirtschaft. Forsttechn. Inform. 9.
- Kang, Gun-Uh. 1986. Zur rechnerischen Simulation konstanter Leistungshergaben beim Zeitbedarfsvergleich zwischen zwei Arbeitsverfahren, Dissertation, Göttingen Univertät.
- Kang, Gun-Uh. 1989. Calculation method of estimated standard time for wages in forest management. Journal of Resource Development Vol. 8. No. 1. pp. 35-39.
- KWF, HET 70. 1969. Ergebnisse der Auswertung der Außenaufnahmen zu einem neuen Hauerlohntarif : Kuratorium für Waldarbeit und Forst-technik, Arbeitswirtschaftliche Abteilung.

16. Landschutz, W. 1968. Zur Frage der Erstellung von Leistungstafeln auf arbeitswissenschaftlicher und mathematischer Grundlage, Diss. Universität Hamburg. pp.215.
17. 박성현, 1989. 회귀분석. 대영사. p. 475-503.
18. REFA. 1984. Anleitung für forstliche Arbeitsstudien-Datenermittlung, Arbeitsgestaltung. REFA e.V., Darmstadt. pp. 106.
19. Sachs, L. 1984. Angewandte Statistik. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. p. 298-355.
20. Samset, I. 1969. Cutting studies in Norwegian spruce and pine forest, Reports of the Norwegian Forest Research Institute XX VI-2. 95 : 297-607.
21. Schneider, E. 1972. Die "Allgemeinen Zeiten" im neuen Holzerntetarif Forsttechnische Informationen, Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik Nr. 1.
22. Strehlke, E-G. 1970. Forstmaschinenkunde. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. S83-98.