

## 林業에서의 純粹作業時間과 林木形狀條件과의 關係研究<sup>1\*</sup>

姜 建 宇<sup>2</sup>

### A Study on the Relation between Working Time and Tree Formal Characteristics<sup>1\*</sup>

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

#### 要 約

본 연구는 임업 경영에 있어서, 그중에서도 특히 간벌 작업에서 순수 작업시간과 임목의 형상 조건과의 관계를 구명함으로써 임금표나 공정표에 대한 과학적인 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다. 시험 대상지와 수종은 경남 양산에서 참나무 460본, 강원도 봉평에서 낙엽송 372본과 적송 232본, 전북진안에서 리기다 소나무 240본을 선정하였으며, 회귀식에 의한 분석 결과는 다음과 같다.

1. 수종별 임목의 형상 조건인 5개의 독립 변수는 순수 작업 시간을 산출하는데 있어 작업원별로 동일 조건임을 확인하였다.
2. 임목의 형상 조건간의 서로 상관관계를 구명, 유의성을 확인하였으며, 결과적으로 순수 작업시간(WT)은 흉고직경(DBH)과 전체 가지수(NO)로부터 가장 크게 영향을 받았다.
3. 변수의 수에 따른 결정계수(Rp)와 잔차평균제곱(MSEp)을 비교하여 최적회귀식을 수종별로 산출하였으며 여기에서 모든 수종으로부터 흉고직경(DBH)과 가지수(NO)가 조합된  $WT = a - b_1 \times NOB - b_2 \times DBH$ 의 식이 유도 되었다.
4. 간벌 작업에서의 걸림시간(Hang-up time)을 산출해보면 전체 작업 시간에 대하여 참나무가 평균 66%, 낙엽송 74%, 적송 55% 그리고 리기다 소나무가 52%를 나타냈다.
5. 수종별 흉고직경(DBH)과 가지수(NO) 2변수로 부터의 최적 회귀 방정식에 의하여 작업 시간표를 작성하였으며,
6. 여기에서 전체 작업시간(Total WT)은 벌도시간(FT)과 조제시간(LT) 그리고 걸림시간(HT)을 모두 합한 것으로서 임목의 흉고직경 1cm 증가마다 11-13초의 작업시간 증가를 나타냈다.

#### ABSTRACT

The main purpose of this research is to provide scientific informations about standard wage and performance tariffs in forest management with special reference to working time for thinning.

To identify relationships between net working time and tree characteristics, three geographically different sample plots were established at Yangsan, Bongpyung and Jinan and 460 oaks, 372 Japanese larches, 232 red pine and 240 pitch pine were selected at each sample plots.

The results of statistical analysis using multiple regression are as follows :

1. Five independent variables of breast height diameter(DBH), mid-diameter(MD) large end diameter

<sup>1</sup> 접수 1989년 9월 8일 Received on September 8, 1989.

<sup>2</sup> 嶺南大學校 農畜產大學 College of Agriculture and Animal Science, Yeungnam University, Kyungbook, Korea

\* 이 논문은 1988년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

- (LD), log-length(L), No. of branches(NOB) were stable independent of worker and tree species.
2. Comparing correlation coefficient of five independent variables, the best predictive variables, breast height diameter and No. of branches, were selected. Breast height diameter and No. of branches were identified as the most important independent variables in terms of effect on the dependent variable of the working time.
  3. Comparing coefficient of determination (Rp) and residual mean square (MSEp), the best linear regression equation for each tree species was selected as follows :  

$$WT = a - b_1 \times NOB + b_2 \times DBF$$
  4. Proportion of hang-up time to total working time in thinning were 66% in oak stand, 74%, in Japanese larch stand, 55%, in red pine stand and 52% in pitch pine stand, respectively.
  5. Based on the best regression equation, a table of working time was made by strata of number of branches and breast height diameter.
  6. Total working time using the best regression equation in Table 5 can be predicted in terms of felling time, limbing time, hang-up time, i.e., total working time increases by 11 to 13 seconds with every 1 centimeter increase in breast height diameter from 7 to 16 centimeter.

*Key words* : time study ; working time ; wage tariff ; performance tariff .

## 緒 論

임업경영에 있어서 생산비용의 대부분은 노동임금이 차지하고 있으며, 이러한 높은 노동임금으로부터의 부담은 기술적인 노동생산의 증가와 더불어 잘 개선된 기계 장비의 사용으로 감소시킬 수 있다.

특히 임업생산 활동에서 필수적인 장비로 대두된 체인쏘(chain saw)는 임업선진국인 독일, 스웨덴, 일본 등에서 꾸준히 연구개발되어 기술적인 면에서 뿐만 아니라 인체 공학적인 면에서도 크게 발전되었다.

이러한 연구는 역사적으로 1900년경 Taylor (1856-1915)에 의하여 시간연구가 시작되었고 계속하여 1911년 그의 저서 "The Principles of Scientific Management"를 통하여 발표되었으며, 또한 Gilbreth(1868-1924)의 작업동작연구에 의하여 산업에서의 노동과 노동력을 줄일 수 있는 연구를 시작하여 최상의 작업방법에 의한 개념을 확립하였다.<sup>1)</sup>

1930년경 부터는 이러한 시간연구와 작업연구가 같이 합쳐져 동시에 이루어지기 시작하였으며, 이 시기에 독일에서는 Reichsausschuss für Arbeits Zeitermittlung (REFA) 연구소가 설립되어 종합적인 연구의 시발이 되었다. 아울러 이때부터 임

업분야에서도 기계기술화가 급속히 진전되어 감에 따라 임업선진국에서는 특히 기계사용에 따른 성력화문제와 생산성에 대한 연구가 활발해졌고<sup>16,18)</sup> 더 나아가서는 인체공학적인 면에 대한 연구까지도 실행되어지고 있다.<sup>2,3,10,11,12)</sup> 이 사실은 독일의 경우 1955년에는 ha당 생산노동시간이 55시간이었으나 1983년에 이르러 11.5시간으로 단축된 사실로도 증명이 된다.<sup>7)</sup>

우리나라에서도 약 10여년전부터 산림작업에 부분적으로 체인쏘가 사용되어 왔으며 현재는 대부분의 산림작업에 없어서는 안될 필수장비가 되었다. 그러나 사용기술자체에 문제가 있을 뿐 아니라 노동생산성에서도 아직까지 임업선진국에 비하여 크게 뒤떨어지고 있는 실정이다. 임업에서의 체인쏘 작업은 육체적으로 중노동 일뿐 아니라 고도의 기술을 요하는 숙련 노동이기 때문에 우리 실정에 맞는 방법을 터득하고 기술적이고 능률적인 이용으로 산림작업의 성력화를 도모해야만 생산 비용의 절감은 물론 생산성 향상을 가져올 수가 있다. 더구나 우리나라의 산림은 대부분이 II, III 영급에 속하고 있어서 간벌작업이 시급한 실정에 있으며 이에 적합한 간벌작업 기술을 개발하는 문제는 현실적으로 대단히 중요한 과제라고 생각한다.

본 연구에서는 특히 산림작업에서 필수적인 체인쏘의 노동생산성에 관하여 순수작업시간과 임목

의 형상조건과의 상관적인 관계를 구명함으로써 임업경영에 있어서 가장 비중이 큰 비용문제를 장기적으로 계획하는데 중요한 자료가 됨은 물론 임업에서의 임금표 작성과 공정표나 성력화를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

**材料 및 方法**

**1. 연구내용**

본 연구를 위한 시험작업은 침엽수, 활엽수 간벌지를 대상으로 소경재의 직경 범위인 흉고직경 7cm-16cm내에서 시험대상물을 다음과 같이 선정하였다.

가. 경남 양산 사유림 시범협업경영지도소 관할의 참나무림에서 작업원별 4방법으로 각 115본씩 총 460본,

나. 강원도 평창 시범협업경영지도소 관할의 낙엽송림에서 각 93본씩 4방법 총 372본과 적송 각 58본씩 4방법 총 232본,

다. 전북 진안 협업경영지도소 관할의 리기다소 나무, 각 작업원별 60본씩 4방법으로 총 240본을 공시수종으로 선정하였으며,

공시기계는 소경목 작업에 적합한 체인쏘 Stihl 024를 사용하였다. 이 경우 공시기계로서의 역할은 체인쏘의 크기와 성능에 따라 작업원의 노동능률과 생산성에 크게 영향을 미치게 되므로 연구결과에 의해 관정된 경급에 따른 적합한 장비를 표준적으로 선택해야 한다.<sup>9,20)</sup>

작업원은 한독산림경영 사업기구 산하의 임업기계 훈련원에서 정기기능 교육을 받은 기능인으로 선정하여 기준적인 1인1조 작업으로 수행하였다.

**2. 연구방법**

모든 사항들은 준비된 조사양식에 의하여 현지 시력지에서 계획된 소경의 방법에 따라 수행하여 자료화하였다.

가. 임목의 형상조건별 자료조사

임목의 형상조건은 정밀측정에 의하여 흉고직경, 원구, 말구, 중간직경, 원목길이, 마디수, 가지수, 가지의 굵기를 조사하였다. 흉고직경은 소경목에 해당하는 7cm~16cm 범위내에서 1cm단위로 임목의 상태에서 조사한 후 작업원별로 무작위 균등분배한 후 별도후 재확인 측정하였으며,

말구는 전체를 6cm(수피포함)까지로 정하였다. 아울러 마디수와 마디수마다의 가지수를 조사 기록하였다.

나. 시간연구 및 적용

1인1조 작업방법에 의하여 작업조건을 각 작업원 모두에게 동일한 조건이 되도록 설정된 상태에서 시간측정이 수행되었다.<sup>5,13)</sup>

별도시간은 임목의 상태에서 반복법(Snap-back method)으로 측정하였으며 조재작업 시간은 별도 후 말구직경 6cm까지를 기준하여 또한 반복법으로 측정하였다.<sup>1)</sup>

아울러 간벌지에서 작업에 영향을 미치는 별도 작업시의 걸림(hang up) 시간을 측정하여 순수작업시간과의 관계를 산출하였다.

측정된 작업시간은 임금표나 공정표 작성을 위하여 표준작업시간의 형태로 계산되어 저장한다. 즉 임금표나 공정표에 사용할 수 있는 예상기준시간은 하나의 표준시간으로 사용되어지며 그 계산은 표준시간(WTN) = 순수작업시간(WTi) × 작업능률계수(PRI)/n이냐, 본 연구에서는 순수작업시간만을 평균작업시간으로 사용하였다.<sup>6,8,14)</sup> 또한 작업능률계수는 평가치로써 전문가에 의해 기준이 되는 작업원을 선정하여 시간연구와 병행하여 평가할 수 있으며, 기준적인 작업능률계수를 적용할 수도 있다.

따라서 임금표나 공정표에 적용되는 작업시간, 즉 예상임금기준시간은 순수작업시간에 일반시간을 더하여 산출하게 된다.<sup>18)</sup> 여기서 일반시간이란 함은 작업원이 작업시에 생겨나는 인적, 물적, 지체시간과 작업 준비시간, 휴식시간 등을 말한다.<sup>4,19)</sup>

본 연구에서의 순수작업시간은 일반시간을 포함시키지 않았으며 서론에서도 이미 밝힌바 있듯이 여기서는 순수작업시간과 임목의 형상조건과 어떤 상관관계가 있는지를 구명함과 동시에 이에 대한 결과는 별도로 작업원의 작업수행능력(Performance rating)에 관한 연구와 일반시간(Allowance Time) 연구가 이루어진 후, 이러한 결과를 적용함으로써 자동적으로써 임금표나 공정표가 작성되어질 수 있도록 기초 자료화하였다.

다. 분석방법

“가”와 “나”에서 조사된 자료는 컴퓨터에 입력했으며 SPSS 통계분석 방법에 의하여 처리하였

다.

변수 선택을 위한 모든 가능한 회귀식의 계산으로부터 맨 먼저 “가”와 “나”로 부터의 모든 변수를 조합하여 회귀분석하여 수종별, 작업원별로 결정계수를 산출하였으며, 아울러 수종별로 전체의 변수를 대상으로 하여 종합적인 변수별 결정계수표를 산출하여 작성하였다. 여기에서는 반응변수 WT를 설명하는데 있어서 k개의 설명변수  $X_1, X_2, \dots, X_k$  중에서 일부를 선택하여 회귀방정식을 도출하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 임목의 형상조건 분석

표 1과 2에서 보는 바와 같이 지역별 작업원별 임목의 형상조건에 대한 분석으로써 평균치, 최소치, 최대치를 산출하였다.

동일 작업조건하에서의 각 작업원에게 부여된 임목의 형상 조건은 그 차이를 무시할 수 있는 정도의 균등 분배된 상태를 나타내고 있다. 즉 이 경우에 순수작업 시간과의 관계를 산출하는데 있어 임목의 형상별 조건은 수종별, 작업원별로 동일 조건임을 설명할 수 있으며, 이로부터 표 3에서와 같이 작업시간을 산출하였다.

SPSS의 통계 분석처리에 의하여 순수작업시간(WT)에 크게 영향을 미치는 인자는 다섯가지 변수 모두 높은 상관관계와 1%이하에서 고도의 유의성이 인정되었으며(표4), 5변수의 상관계수별 우선 순위는 수종별로 약간의 차이는 있으나 대체로 흉고직경(DBH), 전체가지수(NO), 원주직경(LD), 길이(L), 중간직경(MD) 순으로 나타낼 수 있다.

여기에서 변수간의 서로 상관관계를 보면 상관계수의 값이 가장 큰 경우가 서로의 의존관계가 크다(표4).

표4-1에서는 DBH, WT 그리고 표4-2에서는 NO, WT가, 즉 임목 형상조건에서 DBH와 작업시간인 WT 그리고 NO와 WT간에 가장 깊은 상관관계가 있음을 나타내고 있으며, 따라서 독립변수 하나만을 선택한다면 작업시간(WT)과 상관관계가 제일 큰 흉고직경(DBH) 또는 전체가지수(NO)를 선택하게 되며 이 경우에 회귀방정

식을 만들때에 가장 큰 결정계수( $R_p$ )의 값을 주게 되고, MSEp값은 최소로 나타났다.(표5~표9).

따라서 2의 “다” 분석방법에 의하여 산출된 작업원별 변수별 결정계수표에 의하여, 그리고 표4의 변수간 상관관계로부터, 또한 표10으로부터의  $R_p$ 와 MSEp의 비교표로부터 P에 따른 최적 회귀방정식을 유도하였다.

### 2. 시간분석

여기에서 순수작업시간(WT)이라함은 별도시간(FT)과 조재시간(LT)을 합친 것을 말하며 표3에서 보는 바와 같이 수종별 흉고직경별로 평균작업시간을 나타내고 있다.

작업시간의 개념으로 볼때 보통 평균작업시간과 표준작업시간 두가지로 설명할 수 있으며, 특히 표준작업시간이라 함은 평균작업시간에 작업능률(performance rating)을 곱하여 산출한다.

이 작업능률은 평가치(%)로써 시간연구와 더불어 평가할 수 있으며 경우에 따라서는 일률적으로 일정한 수치를 적용하기도 한다(독일의 경우 임금표 작성시 120%~125%적용하고 있음).<sup>6,15)</sup>

별도작업시의 걸림(Hang-up)시간을 별도로 산출하여 순수작업시간과의 비율을 산출하였다. 양산의 경우 참나무 간벌작업시에는 그 비율이 66%이며, 봉평의 낙엽송 간벌작업에서는 74%, 적송 55%, 그리고 진안의 리기다 소나무 간벌시에는 51%를 나타내고 있다.

이것은 전체작업시간 산출시에 포함하였다(표3).

### 3. 순수 작업시간과 임목형상 조건과의 관계

순수작업시간(WT)와 임목형상 조건과의 관계를 구명하기 위하여 먼저 표10으로부터 가장 높은 결정계수의 값을 1변수에서 5변수까지 선택한 후 P에 따른 최적 회귀방정식을 산출하였으며(표11). 표11로부터 모든 가능한 회귀식을 위한 변수 선택의 경우를 보면  $R_p$ 의 값이  $P=2$ 일때 분명히  $P=1$ 일때 보다 큰 폭으로 증가했으며 그 다음부터는 증가 폭이 둔화되고 있다.<sup>7,21)</sup>

이것은 4가지의 경우가 모두 똑 같기 때문에 여기에서의 일반적인 최적회귀방정식은  $WT = a +$

**Table 1.** Mean value of tree formal characteristics and working time per worker.

Tree species	Worker	No. of Trees	Tree Characteristics					Working time(sec)					
			DBH	MD	LD	L	NOB	FT	LT	HT	WT	St	CVt
Oak	1	115	11.32	9.58	15.12	507.92	6.53	11.98	27.83	22.65	39.81	21.47	53.93
	2	115	11.32	9.42	15.59	517.52	5.80	12.68	30.97	44.09	43.64	28.49	65.28
	3	115	11.32	9.62	15.60	493.32	6.97	10.09	29.80	22.06	39.89	24.90	62.42
	4	115	11.32	9.36	15.25	544.36	5.38	10.24	28.12	17.38	38.37	24.07	62.73
	Total	460	11.32	9.49	15.39	476.46	6.17	11.25	29.18	26.55	40.43	24.86	61.49
J. Larch	1	93	10.92	9.56	13.96	799.22	20.23	5.31	28.99	26.23	34.30	20.44	59.59
	2	93	10.92	9.30	13.77	767.09	19.04	6.09	28.19	28.24	34.28	20.36	59.39
	3	93	10.92	9.42	14.29	769.98	22.97	5.20	27.48	23.85	32.68	19.49	59.64
	4	93	10.92	9.31	13.55	692.82	22.02	5.94	26.57	21.17	32.51	18.19	55.95
Total	372	10.92	9.40	13.89	757.27	21.66	5.63	27.81	24.87	33.44	19.58	58.55	
Red Pine	1	58	9.12	7.86	12.19	455.26	25.05	2.29	28.47	18.67	30.76	13.59	44.18
	2	58	9.12	7.93	12.29	435.39	25.07	2.93	29.00	17.59	31.93	14.51	45.44
	3	58	9.12	8.09	12.17	454.48	26.91	2.02	28.16	16.00	30.17	12.98	43.02
	4	58	9.12	8.24	12.76	465.50	27.67	2.86	28.33	15.38	31.19	13.63	43.70
	Total	232	9.12	8.03	12.36	452.76	26.18	2.53	28.49	16.91	31.01	13.62	43.92
Pitch Pin	1	60	9.17	8.13	11.30	618.27	25.00	3.55	26.80	17.00	30.35	17.88	58.91
	2	60	9.17	8.23	11.33	534.85	23.22	3.12	25.40	16.67	28.52	15.49	54.31
	3	60	9.17	8.05	11.52	613.47	27.08	5.28	29.27	17.42	34.55	18.58	53.78
	4	60	9.17	8.40	11.02	525.10	24.17	3.22	28.23	14.07	31.45	16.89	53.70
	Total	240	9.17	8.20	11.24	572.92	24.87	3.79	27.43	16.28	31.22	17.28	55.35

St : Standard deviation =  $\sqrt{\frac{\sum(WTi-WT_i)^2}{n-2}}$ , CVt : Coefficient of variability =  $\frac{St}{WT \times 100}$

**Table 2.** Minimum, and maximum value of tree formal characteristics working time per worker.

Tree species	Worker	No. of trees	Tree Characteristics								Working time(sec)									
			DBH		MD		LD		L		NOB		FT		LT		HT		WT	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Oak	1	115	7	16	6	17	9	23	194	932	0	22	3	38	3	73	0	181	7	100
	2	115	7	16	6	15	8	25	150	837	0	20	3	54	3	99	0	200	7	144
	3	115	7	16	6	15	8	25	215	960	0	28	2	33	3	81	0	129	5	114
	4	115	7	16	6	14	8	24	170	775	0	22	3	30	3	87	0	80	5	101
	Total	460	7	16	6	17	8	25	150	960	0	28	2	54	3	99	0	200	5	144
J. Larch	1	93	7	16	6	14	8	22	301	1410	0	52	2	18	3	72	5	110	5	83
	2	93	7	16	6	14	8	22	155	1540	0	62	2	18	3	87	0	62	4	97
	3	93	7	16	6	14	8	22	320	1340	0	74	2	14	5	78	0	80	7	90
	4	93	7	16	7	13	8	23	205	1275	2	61	2	15	3	63	0	85	4	77
	Total	372	7	16	6	14	8	23	155	1540	0	74	2	18	3	87	0	110	4	97
Red Pine	1	58	7	12	6	10	8	17	187	785	4	48	2	7	6	69	5	64	7	73
	2	58	7	12	6	10	8	18	156	650	7	44	2	7	6	66	0	60	7	71
	3	58	7	12	6	11	8	19	202	678	7	39	2	6	3	60	5	67	4	62
	4	58	7	12	6	11	8	18	234	780	8	50	2	6	7	68	5	44	8	72
	Total	232	7	12	6	11	8	19	156	785	4	50	2	7	3	69	0	67	4	73
Pitch Pin	1	60	7	12	6	11	8	15	269	997	6	59	2	11	5	73	7	59	7	80
	2	60	7	12	6	12	8	17	235	1230	3	53	2	7	5	62	5	53	7	67
	3	60	7	12	6	12	8	16	220	1140	7	54	2	30	6	84	5	60	10	94
	4	60	7	12	6	13	7	18	250	865	8	48	2	8	9	72	4	40	11	80
	Total	240	7	12	6	13	7	18	220	1230	3	59	2	30	5	84	4	60	7	94

DBH : Breast height diameter, MD : Mid-diameter, LD : Large end diameter, L : Log-length  
 NOB : No. of branches, FT : Felling time, LT : Limbing time, HT : Hang-up time, WT : Working time

Table 3. Average working time by strata of species, worker, and DBH.

Tree Species	Worker	No. of Trees	DBH(cm)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total WT(sec)	Total HT(sec)	WT: HT (%)
Oaks (Yang-gan)	1	115	12.08	18.42	23.50	32.33	34.92	34.92	43.58	51.58	53.83	66.30	70.67	4578	2605	57
	2	115	12.75	15.33	20.42	31.92	36.08	36.08	42.00	63.33	60.58	80.70	91.44	5019	5070	101
	3	115	8.33	16.25	17.08	27.08	33.33	33.33	44.92	59.00	64.92	68.10	72.78	4587	2537	55
	4	115	10.00	13.50	20.58	26.67	36.08	36.08	39.42	44.58	62.17	66.70	78.78	4413	1999	45
	Total	480	10.79	15.88	20.40	29.50	35.10	35.10	42.48	55.37	60.38	70.45	78.42	18598	12211	66
J. Larch (Bong-pyung)	1	93	8.70	12.64	18.91	25.50	38.91	38.91	45.25	51.11	47.00	58.60	70.14	3190	2439	77
	2	93	11.90	14.82	16.73	27.08	34.27	34.27	43.00	48.56	56.00	59.40	70.00	3188	2626	82
	3	93	11.20	13.00	19.45	25.92	33.18	33.18	34.58	44.78	53.80	62.60	70.71	3040	2218	73
	4	93	9.70	14.91	20.82	25.58	31.64	31.64	38.42	43.89	51.60	57.80	67.86	3023	1969	65
	Total	372	10.38	13.84	18.98	26.02	34.50	34.50	40.31	47.09	52.10	59.60	69.68	12440	9252	74
Red Pine (Bong-pyung)	1	58	14.82	22.83	31.91	37.55	42.33	42.33	50.50					1784	1083	61
	2	58	13.00	28.42	29.00	39.27	46.11	46.11	50.50					1852	1020	55
	3	58	11.09	25.17	32.91	33.36	43.60	43.60	52.50					1750	928	53
	4	58	16.82	26.33	26.55	37.36	40.78	40.78	59.50					1809	892	49
	Total	232	13.93	25.69	30.09	36.89	43.06	43.06	53.25					7194	3923	55
Pitch Pine (Jinan)	1	60	13.91	19.77	23.17	37.33	42.56	42.56	69.00					1873	1020	55
	2	60	13.09	16.85	24.50	36.56	44.78	44.78	53.67					1711	1000	58
	3	60	18.38	25.92	31.75	40.67	50.11	50.11	56.00					2073	993	48
	4	60	17.00	19.69	32.50	34.11	40.78	40.78	63.33					1887	830	44
	Total	240	15.59	20.58	27.98	37.17	44.56	44.56	60.50					7493	3843	51

WT : Working time = FT + LT, HT : Hang up time, FT : Felling time, LT : Limbin time

**Table 4-1.** Matrix of correlation coefficient between variables.

	DBH	MD	LD	L	NOB	FT	LT	WT
O a k	DBH	1.0000						
	MD	0.8779**	1.0000					
	LD	0.9366**	0.8624**	1.0000				
	L	0.8412**	0.6863**	0.8055**	1.0000			
	NOB	0.7675**	0.6702**	0.7441**	0.7712**	1.0000		
	FT	0.6881**	0.6342**	0.6898**	0.6461**	0.6461**	1.0000	
	LT	0.8399**	0.7501**	0.8006**	0.7650**	0.7650**	0.6143**	1.0000
	WT	0.8670**	0.7796**	0.8355**	0.7949**	0.7949**	0.7672**	0.7652**
No. of Cases 460 Significant : * = 0.01, ** = 0.001								
J. L a r c h	DBH	1.0000						
	MD	0.9218**	1.0000					
	LD	0.9496**	0.9160**	1.0000				
	L	0.8363**	0.7980**	0.8194**	1.0000			
	NOB	0.7575**	0.7334**	0.7478**	0.6607**	1.0000		
	FT	0.8437**	0.7900**	0.8400**	0.6923**	0.7204**	1.0000	
	LT	0.8822**	0.8634**	0.8650**	0.8125**	0.8342**	0.7955**	1.0000
	WT	0.9016**	0.8763**	0.8861**	0.8160**	0.8394**	0.8534**	0.9947**
No. of Cases 372 Significant : * = 0.01, ** = 0.001								

**Table 4-2.** Matrix of correlation coefficient between variables.

	DBH	MD	LD	L	NOB	FT	LT	WT
DBH	1.0000							
MD	0.8622**	1.0000						
LD	0.8802**	0.8423**	1.0000					
L	0.6735**	0.5353**	0.5907**	1.0000				
NOB	0.6968**	0.5825**	0.6909**	0.7589**	1.0000			
FT	0.5758**	0.5528**	0.6730**	0.3343**	0.4238**	1.0000		
LT	0.7996**	0.6944**	0.7817**	0.7556**	0.8478**	0.5300**	1.0000	
WT	0.8123**	0.7108**	0.8055**	0.7458**	0.8419**	0.6024**	0.9961**	1.0000
No. of Cases 232 Significant : * = 0.01, ** = 0.001								
DBH	1.0000							
MD	0.8347**	1.0000						
LD	0.8514**	0.8539**	1.0000					
L	0.6760**	0.5920**	0.6809**	1.0000				
NOB	0.7126**	0.6283**	0.8967**	0.7405**	1.0000			
FT	0.5242**	0.4430**	0.5710**	0.4670**	0.4140**	1.0000		
LT	0.7724**	0.7434**	0.7629**	0.7382**	0.8247**	0.5070**	1.0000	
WT	0.7858**	0.7472**	0.7830**	0.7457**	0.8182**	0.6063**	0.9928**	1.0000
No. of Cases 240 Significant : * = 0.01, ** = 0.001								

Table 5. Coefficient of determination per worker employing one variable.

Tree species	Worker	No. of trees	WT=f(Xk) (k=1)				
			DBH	MD	LD	L	NOB
Oak	1	115	0.7436	0.5660	0.7087	0.6318	0.5624
	2	115	0.7478	0.6722	0.6821	0.6526	0.5840
	3	115	0.7905	0.5853	0.7360	0.7459	0.5685
	4	115	0.7755	0.6731	0.7071	0.6005	0.7219
	Total	460	0.7518	0.6078	0.6981	0.6318	0.5780
J. Larch	1	93	0.8120	0.7046	0.7334	0.6797	0.7281
	2	93	0.7834	0.7536	0.8011	0.7022	0.7540
	3	93	0.8242	0.8337	0.8300	0.6251	0.7010
	4	93	0.8493	0.8057	0.8117	0.7104	0.7267
	Total	284	0.8128	0.7678	0.7852	0.6658	0.7046
Red Pine	1	58	0.6411	0.5268	0.6635	0.5936	0.6681
	2	58	0.6241	0.3977	0.5833	0.5609	0.8175
	3	58	0.6290	0.7129	0.5233	0.7923	0.7822
	4	58	0.6230	0.5517	0.6709	0.5897	0.6942
	Total	232	0.6598	0.5053	0.6487	0.5562	0.7087
Pitch Pine	1	60	0.7496	0.6342	0.6679	0.5393	0.7792
	2	60	0.7843	0.7088	0.6377	0.5930	0.6676
	3	60	0.4504	0.3360	0.4524	0.5586	0.5797
	4	60	0.5885	0.7361	0.7621	0.6609	0.6674
	Total	240	0.6167	0.5584	0.6131	0.5561	0.6695

MD : Mid-diameter, LD : Large end diameter, L : Log-length, NOB : No. of branches

**Table 6.** Coefficient of determination per worker employing combination of two variables.

Tree species	Worker	No. of trees	WT = f(Xk) (k = 2)										
			DBH MD*	DBH LD	DBH L	DBH NOB	MD LD	MD L	MD NOB	LD L	LD NOB	L NOB	
Oak	1	115	0.7474	0.7506	0.7612	0.7674	0.7095	0.7258	0.6843	0.7533	0.7627	0.6695	
	2	115	0.7586	0.7490	0.7632	0.7637	0.7230	0.7676	0.7260	0.7255	0.7079	0.6998	
	3	115	0.7912	0.7956	0.8291	0.8083	0.7401	0.8188	0.7289	0.8226	0.7732	0.7780	
	4	115	0.7851	0.7788	0.7772	0.8225	0.7450	0.7342	0.7989	0.7272	0.7965	0.7539	
	Total	460	0.7533	0.7563	0.7665	0.7737	0.7117	0.7354	0.7104	0.7404	0.7412	0.6853	
J. Larch	1	93	0.8210	0.8120	0.8178	0.8820	0.7656	0.7739	0.8358	0.7732	0.8416	0.8185	
	2	93	0.7986	0.8097	0.8127	0.8700	0.8093	0.8024	0.8693	0.8263	0.8762	0.8603	
	3	93	0.8535	0.8505	0.8259	0.8870	0.8658	0.8394	0.8850	0.8338	0.8876	0.7999	
	4	93	0.8558	0.8540	0.8633	0.8845	0.8331	0.8466	0.8740	0.8467	0.8807	0.8599	
	Total	372	0.8264	0.8220	0.8256	0.8703	0.8111	0.8054	0.8516	0.8098	0.8561	0.8259	
Red Pine	1	58	0.6434	0.6899	0.7582	0.7707	0.6660	0.7364	0.7699	0.7886	0.7856	0.7313	
	2	58	0.6424	0.6482	0.6961	0.8589	0.5837	0.6289	0.8390	0.7259	0.8505	0.8253	
	3	58	0.7822	0.7923	0.7979	0.8658	0.7467	0.7601	0.8568	0.8137	0.8433	0.7419	
	4	58	0.6355	0.6931	0.7281	0.7905	0.6761	0.7400	0.7825	0.7689	0.8194	0.7167	
	Total	232	0.6603	0.6961	0.7321	0.8078	0.6524	0.6923	0.7823	0.7607	0.8046	0.7357	
Pitch Pine	1	60	0.7532	0.7600	0.7788	0.8469	0.7049	0.6946	0.8379	0.7101	0.8288	0.7889	
	2	60	0.8053	0.7987	0.8109	0.8511	0.7217	0.8187	0.8329	0.7563	0.7691	0.7251	
	3	60	0.4504	0.4680	0.5998	0.6365	0.4528	0.5899	0.6174	0.6055	0.6522	0.6461	
	4	60	0.7714	0.7827	0.7710	0.7360	0.7985	0.8215	0.8292	0.8361	0.8252	0.7851	
	Total	240	0.6444	0.6643	0.7017	0.7593	0.6359	0.7001	0.7525	0.6974	0.7576	0.7128	

DBH : Breast height diameter, MD : Mid-diameter, LD : Large end diameter, L : Log length, NOB : No. of branches

Table 7. Coefficient of determination per worker employing combination of three variables,

Tree species	Worker	No. of trees	WT = f <sub>i</sub> (X <sub>k</sub> ) (k = 3)											
			DBH_MD LD	DBH_MD L	DBH_MD NOB	DBH_LD L	DBH_LD NOB	DBH_L NOB	MD_LD L	MD_LD NOB	MD_L NOB	LD_L NOB		
Oak	1	115	0.7566	0.7613	0.7695	0.7683	0.7769	0.7723	0.7566	0.7627	0.7385	0.7722		
	2	115	0.7588	0.7802	0.7718	0.7634	0.7638	0.7720	0.7695	0.7420	0.7749	0.7362		
	3	115	0.7956	0.8364	0.8104	0.8345	0.8117	0.8363	0.8323	0.7800	0.8345	0.8309		
	4	115	0.7865	0.7872	0.8288	0.7799	0.8234	0.8227	0.7592	0.8139	0.8052	0.7978		
	Total	460	0.7568	0.7706	0.7753	0.7696	0.7762	0.7789	0.7554	0.7510	0.7550	0.7576		
J. Larch	1	93	0.8219	0.8257	0.8848	0.8178	0.8827	0.8825	0.7930	0.8545	0.8551	0.8534		
	2	93	0.8137	0.8219	0.8797	0.8295	0.8797	0.8874	0.8302	0.8826	0.8899	0.8921		
	3	93	0.8676	0.8540	0.8986	0.8506	0.8992	0.8871	0.8650	0.9044	0.8873	0.8886		
	4	93	0.8575	0.8693	0.8909	0.8674	0.8914	0.8998	0.8593	0.8887	0.9010	0.9032		
	Total	372	0.8300	0.8362	0.8773	0.8320	0.8742	0.8793	0.8271	0.8692	0.8720	0.8716		
Red Pine	1	58	0.6909	0.7638	0.7805	0.7935	0.7920	0.8028	0.7903	0.7921	0.8072	0.8228		
	2	58	0.6763	0.7025	0.8604	0.7310	0.8611	0.8592	0.7280	0.8512	0.8422	0.8558		
	3	58	0.7941	0.8115	0.8810	0.8267	0.8715	0.8665	0.8238	0.8686	0.8661	0.8596		
	4	58	0.6931	0.7494	0.7978	0.7732	0.8226	0.7950	0.7758	0.8208	0.7971	0.8242		
	Total	232	0.6985	0.7350	0.8094	0.7690	0.8189	0.8127	0.7617	0.8081	0.7693	0.8184		
Pitch Pine	1	60	0.7610	0.7793	0.8517	0.7817	0.8495	0.8481	0.7321	0.8442	0.8380	0.8293		
	2	60	0.8069	0.8405	0.8666	0.8241	0.8540	0.8538	0.8195	0.8329	0.8566	0.7988		
	3	60	0.4715	0.6006	0.6366	0.6065	0.6522	0.6657	0.6055	0.6544	0.6608	0.6756		
	4	60	0.8091	0.8387	0.8341	0.8462	0.8294	0.8173	0.8528	0.8499	0.8643	0.8641		
	Total	240	0.6688	0.7233	0.7708	0.7225	0.7700	0.7679	0.7178	0.7714	0.7788	0.7704		

DBH : Breast height diameter, MD : Mid-diameter, LD : Large end diameter, L : Log-length, NOB : No. of branches

**Table 8.** Coefficient of determination per worker employing combination of four variables.

Tree species	Worker	No. of trees	WT = f(Xk) (k=4)				
			DBH, MD LD, L	DBH, MD LD, NOB	DBH, MD L, NOB	DBH, LD L, NOB	MD, LD L, NOB
Oak	1	115	0.7688	0.7808	0.7726	0.7812	0.7728
	2	115	0.7807	0.7723	0.7852	0.7722	0.7753
	3	115	0.8386	0.8125	0.8446	0.8406	0.8417
	4	115	0.7881	0.8291	0.8289	0.8238	0.8148
	Total	460	0.7722	0.7771	0.7821	0.7811	0.7695
J. Larch	1	93	0.8265	0.8866	0.8852	0.8832	0.8629
	2	93	0.8318	0.8839	0.8932	0.8931	0.8956
	3	93	0.8677	0.9063	0.8986	0.8993	0.9044
	4	93	0.8706	0.8941	0.9056	0.9059	0.9075
	Total	374	0.8387	0.8788	0.8847	0.8819	0.8802
Red Pine	1	58	0.7936	0.7941	0.8128	0.8252	0.8269
	2	58	0.7438	0.8637	0.8606	0.8621	0.8559
	3	58	0.8308	0.8818	0.8829	0.8744	0.8790
	4	58	0.7765	0.8228	0.8051	0.8263	0.8264
	Total	232	0.7692	0.8189	0.8150	0.8267	0.8216
Pitch Pine	1	60	0.7818	0.8527	0.8519	0.8500	0.8442
	2	60	0.8406	0.8674	0.8730	0.8572	0.8570
	3	60	0.6066	0.6545	0.6661	0.6758	0.6764
	4	60	0.8586	0.8512	0.8680	0.8670	0.8783
	Total	240	0.7300	0.7765	0.7852	0.7803	0.7848

DBH-Breast height diameter, MD : Mid-diameter, LD : Large end diameter  
L : Log-length, NOB : No. of branches

**Table 9.** Coefficient of determination per worker employing combination of five variables

Tree species	Worker	No. of trees	WT = f(Xk) (k=5)	
			DBH, MD, LD, L, NOB	DBH, MD, LD, L, NOB
Oak	1	115	0.7825	
	2	115	0.7867	
	3	115	0.8459	
	4	115	0.8292	
	Total	460	0.7832	
J. Larch	1	93	0.8870	
	2	93	0.8958	
	3	93	0.9063	
	4	93	0.9084	
	Total	374	0.8855	
Red Pine	1	58	0.8272	
	2	58	0.8645	
	3	58	0.8850	
	4	58	0.8271	
	Total	232	0.8268	
Pitch Pine	1	60	0.8528	
	2	60	0.8739	
	3	60	0.6764	
	4	60	0.8794	
	Total	240	0.7881	

DBH : Breast height diameter, MD : Mid-diameter, LD : Large end diameter,  
L : Log-length, NOB : No. of branches

Table 10 Comparison of Rp and MSEp within and among different set of variables.

P	Regression equation (y: WT)	Oak		J. Larch		Red Pine		Pitch Pine	
		Rp	MSEp	Rp	MSEp	Rp	MSEp	Rp	MSEp
1	y=f(DBH)	0.7518*	153.70	0.8128*	71.97	0.6598	63.34	0.6167	114.94
	y=f(MD)	0.6078	242.87	0.7678	89.26	0.5053	92.11	0.5584	132.42
	y=f(LD)	0.6981	186.92	0.7852	82.58	0.6487	65.40	0.6131	116.02
	y=f(L)	0.6318	227.98	0.6658	128.48	0.5562	82.63	0.5561	133.09
	y=f(NOBS)	0.5780	261.29	0.7046	113.57	0.7087*	54.23	0.6695*	99.12
2	y=f(DBH, MD)	0.7533	153.12	0.8264	66.93	0.6603	63.54	0.6444	107.07
	y=f(DBH, LD)	0.7563	151.25	0.8220	68.63	0.6961	56.82	0.6643	101.10
	y=f(DBH, L)	0.7665	144.92	0.8258	67.24	0.7321	50.10	0.7017	89.82
	y=f(DBH, NOBS)	0.7737*	140.46	0.8703*	50.02	0.8078*	35.95	0.7593*	72.49
	y=f(MD, LD)	0.7117	178.90	0.8111	72.81	0.6524	65.01	0.6359	109.63
	y=f(MD, L)	0.7354*	164.20	0.8054	75.04	0.6923	57.54	0.7001	90.32
	y=f(MD, NOBS)	0.7104	179.70	0.8516	57.20	0.7823	40.71	0.7525	74.51
	y=f(LD, L)	0.7404	161.09	0.8098	73.32	0.7607	44.75	0.6974	91.13
	y=f(LD, NOBS)	0.7412	160.63	0.8561	55.47	0.8046	36.54	0.7576	73.00
	y=f(L, NOBS)	0.6835	195.27	0.8259	67.14	0.7357	49.43	0.7128	86.49
3	y=f(DBH, MD, LD)	0.7568	151.25	0.8300	65.70	0.6985	56.63	0.6688	100.16
	y=f(DBH, MD, L)	0.7706	142.68	0.8362	63.32	0.7350	49.78	0.7233	83.66
	y=f(DBH, MD, NOBS)	0.7753	139.76	0.8773	47.42	0.8094	35.81	0.7708	69.31
	y=f(DBH, LD, L)	0.7696	143.29	0.8320	64.94	0.7690	43.38	0.7225	83.92
	y=f(DBH, LD, NOBS)	0.7762	139.17	0.8742	48.82	0.8189*	34.01	0.7700	69.56
	y=f(DBH, L, NOBS)	0.7789*	137.50	0.8793*	46.66	0.8127	35.19	0.7679	70.20
	y=f(MD, LD, L)	0.7554	152.14	0.8271	66.84	0.7617	44.78	0.7178	85.33
	y=f(MD, LD, NOBS)	0.7510	154.84	0.8692	50.55	0.8081	36.04	0.7714	69.13
	y=f(MD, L, NOBS)	0.7550	152.37	0.8720	49.47	0.7963	38.27	0.7788*	66.90
	y=f(LD, L, NOBS)	0.7578	150.75	0.8716	49.65	0.8184	34.62	0.7704	69.42
4	y=f(DBH, MD, LD, L)	0.7722	141.97	0.8387	62.54	0.7692	43.54	0.7300	81.98
	y=f(DBH, MD, LD, NOBS)	0.7771	138.96	0.8788	46.98	0.8189	34.16	0.7765	67.88
	y=f(DBH, MD, L, NOBS)	0.7821*	135.79	0.8847*	44.69	0.8150	34.90	0.7852*	65.23
	y=f(DBH, LD, L, NOBS)	0.7811	136.44	0.8819	45.80	0.8267*	32.89	0.7803	66.71
	y=f(MD, LD, L, NOBS)	0.7695	143.68	0.8802	46.45	0.8216	33.88	0.7848	65.35
5	y=f(DBH, MD, LD, L, NOBS)	0.7832	135.40	0.8855	44.49	0.8268	32.83	0.7881	64.64

\* : Best R by P=1~5 R : Coefficient of determination=r<sup>2</sup>, MSE : Residual mean square.

b1×TBR + b2×DBH가 됨을 알 수 있다(표12).

이와 같이 y=a + b1X1 + b2X2의 일반식으로 부터 결정되어진 최적 회귀방정식은 P=2에서 즉 X1=NOB, X2=DBH에서 다음과 같이 나타났다(표12).

따라서 표12로 부터 유도된 최적 회귀방정식을 구하면 다음과 같다.

○ 양산 : 참나무의 경우  $\widehat{WT} = -36.3565 - 1.2145 \times NOB + 6.1201 \times DBH$

○ 봉평 : 낙엽송의 경우  $\widehat{WT} = -26.8760 - 0.4944 \times NOB + 4.5680 \times DBH$

○ 봉평 : 적송의 경우  $\widehat{WT} = -24.0078 - 0.7564 \times NOB + 3.8618 \times DBH$

○ 진안 : 리기다 소나무의 경우  $\widehat{WT} = -28.3325 - 0.7662 \times NOB + 4.4177 \times DBH$

홍고직경별 순수작업시간표를 작성하기 위하여 필요한 홍고직경별 가지수(NOBS)를 표13에서의 같이 산출하였으며, 상기 최적 회귀방정식에 의하여 산출 작성된 수종별, 직경별의 순수 작업시간 표는 표14와 같다.

**Table 11.** Best regression equation by different No. of variables.

Tree species	P	Regression equation	Rp	MSEp	F value	P level
Oak	1	$y=f(\text{DBH})$	0.7518	153.70	1387.09	0.0000
	2	$y=f(\text{DBH, NOB})$	0.7737	140.36	781.02	0.0000
	3	$y=f(\text{DBH, L, NOB})$	0.7789	137.50	527.27	0.0000
	4	$y=f(\text{DBH, MD, L, NOB})$	0.7821	135.79	408.39	0.0000
	5	$y=f(\text{DBH, MD, LD, L, NOB})$	0.7832	135.40	328.08	0.0000
J. Larch	1	$y=f(\text{DBH})$	0.8128	71.97	1606.64	0.0000
	2	$y=f(\text{DBH, NOB})$	0.8703	50.02	1237.51	0.0000
	3	$y=f(\text{DBH, L, NOB})$	0.8793	46.66	852.68	0.0000
	4	$y=f(\text{DBH, MD, L, NOB})$	0.8847	44.69	704.00	0.0000
	5	$y=f(\text{DBH, MD, LD, L, NOB})$	0.8855	44.49	566.35	0.0000
Red Pine	1	$y=f(\text{NOB})$	0.7087	54.23	559.68	0.0000
	2	$y=f(\text{DBH, NOB})$	0.8078	35.95	481.10	0.0000
	3	$y=f(\text{DBH, L, NOB})$	0.8189	34.01	343.75	0.0000
	4	$y=f(\text{DBH, MD, L, NOB})$	0.8267	32.69	270.73	0.0000
	5	$y=f(\text{DBH, MD, LD, L, NOB})$	0.8268	32.83	215.69	0.0000
Pitch Pine	1	$y=f(\text{DBH})$	0.6695	99.12	482.01	0.0000
	2	$y=f(\text{DBH, NOB})$	0.7593	72.49	360.36	0.0000
	3	$y=f(\text{DBH, L, NOB})$	0.7788	66.90	276.90	0.0000
	4	$y=f(\text{DBH, MD, L, NOB})$	0.7852	65.23	214.72	0.0000
	5	$y=f(\text{DBH, MD, LD, L, NOB})$	0.7881	64.64	174.01	0.0000

**Table 12.** Best regression equation employing two independent variables.

Tree species	P	Regression equation	Rp	MSEp	F Value	P Level
Oak	2	$\hat{y}=f(\text{DBH, NOB})$	0.7737	140.36	781.02	0.000
J. Larch	2	$\hat{y}=f(\text{DBH, NOB})$	0.8703	50.02	1237.51	0.000
Red Pine	2	$\hat{y}=f(\text{DBH, NOB})$	0.8078	35.95	481.10	0.000
Pitch Pine	2	$\hat{y}=f(\text{DBH, NOB})$	0.7593	72.49	360.36	0.000

**Table 13.** No. of branches by DBH.

Tree species	Diameter of Breast Height (cm)									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Oak	1	2	3	5	5	7	9	9	10	13
J. Larch	6	10	11	17	23	25	28	33	36	45
Red Pine	14	24	25	32	34	36				
Pitch Pine	14	18	24	30	35	39				

**結 論**

본 연구에서는 특히 간벌 작업에서 순수작업시간과 임목의 형상조건과의 관계를 구명함으로써 앞으로 임업에서의 임금표나 공정표를 작성하는데 기초자료를 제공해보고자 하며, 그 결과를 요약하

면 다음과 같다.

1. 각 지역별, 수종별로 동일임목본수를 4명의 작업원에게 균등분배하였으며, 균등분배된 대상목에 대한 임목의 형상조건을 분석하였는바, 여기에서 동일작업조건하에서의 각 작업원에게 부여된 임목의 형상조건은 순수작업시간과의 관계를 산출하는데 있어 작업원별로 동일 조건임을 확인하였다.

2. 변수, 즉 임목의 형상조건 간의 서로 상관관계를 구명하고 고도의 유의성이 인정되었으며, 순수작업시간(WT)은 흉고직경(DBH)과 전체가치수(NOB)로부터 가장 크게 영향을 받았고 이 경우에 회귀방정식의 결정계수가 가장 높게 나타났다.

Table 14. Working time table by DBH.

Sample Plots	Tree Species	DBH (cm)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yang San	Oak	NOB	1	2	3	5	5	7	9	9	10	13
		WT(sec)	8	15	22	30	37	46	55	60	68	77
		HT(66%)	5	10	15	20	24	30	36	40	45	51
		TT(sec)	13	25	37	50	61	76	91	100	113	128
Bong Pyung	J. Larch	NOB	6	10	11	17	23	25	28	33	36	45
		WT(sec)	8	15	20	27	35	41	46	54	60	68
		HT(74%)	6	11	15	20	26	30	34	40	44	50
		TT(sec)	14	26	35	47	61	71	80	94	104	118
Bong Pyung	Red Pine	NOB	14	24	25	32	34	39				
		WT(sec)	14	25	30	39	44	49				
		HT(55%)	8	14	17	22	24	27				
		TT(sec)	22	39	47	61	68	76				
Jinan	Pitch Pine	NOB	14	18	24	30	35	39				
		WT(sec)	13	21	30	39	47	55				
		HT(52%)	7	11	16	20	24	29				
		TT(sec)	20	32	46	59	71	84				

TT : Total working time(sec.) = WT + HT

3. 최적회귀방정식을 산출하기 위하여 순수작업 시간(WT)가 가장 관계가 큰 흉고직경(DBH)과 전체가치수(NOБ)의 조합된 회귀식을 유도하였으며, 여기에서 변수의 수에 따른 결정계수(Rp)와 잔차평균제곱(MSEp)을 비교하여 가장 높은 Rp의 값 또는 최소의 MSEp값을 갖는 최적회귀방정식 수종별로 다음과 같이 나타났다.

○ 참나무 간벌작업의 경우  $WT = -36.3565 + 1.2145 \times NOB - 6.1201 \times DBH$

○ 낙엽송 간벌작업의 경우  $WT = -26.8760 + 0.4944 \times NOB + 4.5680 \times DBH$

○ 적송 간벌작업의 경우  $WT = -24.0078 - 0.7564 \times NOB + 3.8618 \times DBH$

○ 리기다 간벌작업의 경우  $WT = -28.3325 - 0.7662 \times NOB + 4.4177 \times DBH$

또한 전체적으로는 DBH와 NOB 2변수가 조합된  $WT = A + b_1 \times NOB + b_2 \times DBH$ 의 식이 유도되었다.

4. 수종별로 간벌작업에서의 걸림시간(Hang-up time)을 산출한 바, 전체 작업시간에 대하여 참나무 66%, 낙엽송 간벌작업에서 74%, 적송 55%, 리기다 소나무 간벌작업에서 51%로 나타났다.

5. 상기의 수종별 최적 회귀방정식에 의하여 산출된 전체작업시간(Total WT)은 벌도시간(FT)과 조재시간(LT), 그리고 걸림시간(HT)을 모두

합한 것을 뜻하며 대체로 임목의 흉고직경 1cm증가마다 11~13초의 작업시간 증가를 보여주고 있다.

## 引用 文 獻

1. Barnes, R. 1980. Motion and Time Study-Design and Measurement of Work, John Wiley & Sons Inc. p.258-286.
2. Eisenhauer, G. 1957. Die Arbeit mit Einmannsäge, arbeitsphysiologische Untersuchungen über Stellung, technik und Tempo, insbesondere mit der Bügelsäge, Diss. Han. Munden, S.3-20.
3. \_\_\_\_\_, 1977. Arbeitswissenschaft und Mechanisierung, Forstarchiv 48. S.89.
4. Häberle, S. 1968. Die Struktur des Einheitshauerlohntarif(es)(EHT) im Lichte des Stückmasse-Gesetzes, Allg. Forstzeitschr. 23. S. 832-834.
5. \_\_\_\_\_, 1975. Der HET und die Linksseitige Logarithmierung werirrt wo? Forstarchiv 46. S.241-247.
6. \_\_\_\_\_, 1984. Standardisierung zweidimensionaler Ausgleichs-funktionen über Richtgrad und Richtkonstante, Forstarchiv Heft 6. S. 220-225.

7. \_\_\_\_\_, 1985. Kriterien vernünftiger Rohholzproduktion. Ligna Hannover S.1-7.
8. \_\_\_\_\_, 1985. Weiterentwicklung der Methodik zur Standardisierung von Ausgleichsfunktionen, IMF-Informationen Nr.7.
9. Hilf, H.H. 1976. Einführung in die Arbeitswissenschaft. Walter de Gruyter, Berlin, New York S.11-41.
10. Kaminsky, G. 1956. Die Energieverbrauch bei der Arbeit mit Hand- und Motorsägen. Forstarchiv 27, S.202.
11. \_\_\_\_\_, 1963. Arbeitsphysiologie und Forstwirtschaft. Forstarchiv 34. S.59.
12. \_\_\_\_\_, 1973. Die Ergonomie und ihre Probleme in der forstwirtschaft. Forsttechn. Inform. 9.
13. Kang, Gun-Uh 1986. Zur rechnerischen Simulation konstanter Leistungsergebnisse beim Zeitbedarfsvergleich zwischen zwei Arbeitsverfahren. Dissertation Göttingen.
14. \_\_\_\_\_, 1989. Calculation method of estimated standard time for wages in forest management. Journal of Resource Development vol. 8, No. 1, p.35-39.
15. Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF), HET 70. 1969. Ergebnisse der Auswertung der Außenaufnahmen zu einem neuen Hauerlohntarif: Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik, Arbeitswirtschaftliche Abteilung. S.7-20.
16. Landschutz, W. 1968. Zur Frage der Erstellung von Leistungstafeln auf arbeitswissenschaftlicher und mathematischer Grundlage. Dissertation Hamburg.
17. Sachs, L. 1984. Angewandte Statistik. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. S.298-355.
18. Samset, I. 1969. Cutting Studies in Norwegian Spruce and Pine Forsts. Norwegian Forest Research Institute Nr. 95, Vollebakk, Norway. p.570-597.
19. Schneider, E. 1972. Die "Allgemeinen Zeiten" im neuen Holzerntetarif. Forsttechnische Informationen, Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik Nr. 1.
20. Strehlke, E-G. 1970. Forstmaschinenkunde. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, S. 83-98.
21. 박성현. 1989. 회귀분석. 대영사. p.475-503.