

立木の 利用材積에 對하여

金 甲 德*

Studies on utilizing Volume

Kap Duk Kim

A. 緒 論

立木을 伐採한 후 이것을 造材하여 利用하게 되는데 우리는 어느 程度까지 利用이 可能한가를 大體的으로는 알고 있으나 確實한 것은 잘 모르고 있다. 利用可能한 材積을 確實하게 안다면 賣買에 있어서 크게 도움이 될뿐 아니라 經營面에도 많은 利益을 줄 것이다.

우리나라에서는 一般으로 70% 程度 利用이 可能하다고 알려져 있지만 利用材積은 利用하게 될 板子の 길이에 따라 크게 相異되므로 一般的으로 말할 수는 없다. 卽 2m 길이로 잘라 利用할 때와 3m 길이로 잘라 利用할 때는 그 利用材積이 相異하게 되므로 一律的으로 어떠한 길이로 造材하는 것이 좋다고 말할 수는 없지만 材長의 決定은 利用率과 價格과의 關係를 考慮하여 決定지을 것이다.

美國에서는 板子材積을 算出하기 위하여 Scribner log rule, International log rule, Doyle rule 등 여러가지 公式이 있어 이에 依하여 利用材積을 求하고 있지만 우리나라에서는 통나무 材積을 求하는데 使用하는 末口直徑 自乘法을 板子材積을 求하는데 利用하고 있기 때문에 우리가 통나무를 搬出하여 板子를 만들어 賣却할 때는 그 材積이 작아진다. 이 式은 賣者의 見地에서 보면 利得이 될 것이지만 買入者의 見地에서 보면 損을 보게 된다. 따라서 이와 같은 弊端을 없게 하기 爲하여 새로운 公式 또는 方法이 講究될 것이지만 이 問題의 解決은 速한 時日內로 이루어지지 않을 것으로 믿어진다. 勿論 위에서 말한 弊端을 없게 하는데 있어서는 單位材積當의 價格 調節問題로서도 이루어질 수 있는 問題이다.

이와 같은 見地에서 本人은 立木은 立木材積이 어느 程度 搬出되고 搬出된 材積에서 어느 程度가 實際로 板子로 되어 消費者의 손에 들어가게 되는가를 여러 角度로 考察 分析하였는데 그 結果가 相當히 興味있는 傾向을 나타내었기 때문에 여기에 發表하는 바이다.

B. 資 料

全南 光陽所在 서울大學校 農科大學 附屬 演習林에서 天然生 소나무 林에서 94本을 撰定하여 調査하였다. 調査된 94本의 胸高直徑의 範圍는 8cm~38cm이고, 樹高는 4.7m~14.2m였다. 地位는 下에 屬하며 深度는 中, 傾斜는 緩한 便으로서 大徑木의 林齡은 49年生이었다.

C. 調査方法

1. 樹高成長

胸高直徑과 樹高와의 關係를 보면 그림 1과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 D.B.H 30cm에 있어 8.6m를 나타내고 있는데 이것은 虫害 또는 梢頭部의 折損으로 因한 것이며, 이 數值로 因하여 여러 資料에 많은 變動을 가져왔다.

樹高의 成長課程을 確實히 하기 爲하여 實驗式을 誘導하였다. 많은 學者들이 여러가지 一般式을 發表하고 있으나 여기서 얻어진 資料는 $y=a+bx+cx^2$ 이라는 二次式이 가장 적합하였다. 따라서 이와 같은 一般式에 代入하여 實驗式을 求한 結果 樹高(y)와 D.B.H(D)와의 사이에는

$$y=4.76+0.125D+0.0026D^2$$

이 成立되었다.

2. 立木材積式

實驗을 하기 爲하여 立木材積을 求하였다. 立木材積은 供試木을 伐採하여 區分長을 0.5m로 하는 區分求積에 依하였는데 이때 使用한 公式은 Smalian 式이다. 따라서 여기서 얻어진 立木材積은 가장 眞值에 近似할 것이라 믿고 이 材積을 基礎로하여 모든 計算을 하였다.

얻어진 材積을 가지고 材積式을 求함에 있어서는 樹高와 胸高直徑의 函數로 하는 Schumacher 氏가 主唱한 一般式이 가장 適合함으로 Schumacher 式에 代入하여 立木材積式을 求한 結果 다음과 같은 實驗式을 얻었다..

*서울大學校 農科大學

$$y = 0.000083D^{2.5}H^{0.2}$$

이 외에도 3可變數式으로 여러가지 公式이 있지만 研究者의 實驗에 依하면 Schumacher 式이 가장 좋은 結果를 주었고 實驗式에 있어서의 Error 도 1.48 % 라는 적은 數値를 보여주고 있다.

3. 利用率

立木을 伐採한 후 이것을 2m, 3m, 4m, 5m 로 造材하여 搬出할 때와 末口直徑 自乘法에 依하여 板子材積을 求했을 때의 材積과 比較하였다. 卽 한 나무가 伐採되면 어느 程度 搬出되며 搬出된 材積에서 얼마만한 材積이 製材材積이 되는가를 考察한 것으로 이것을 圖表로 表示하여 一括키로 한다.

그림 2, 그림 3, 그림 4, 그림 5는 各各 2m, 3m, 4m, 5m 로 잘랐을 때 인데 그림에는 末口材積과 立木材積과의 比 末口材積과 搬出材積과의 比 搬出材積과 立木材積과의 比가 같은 종이에 圖示되어 있으며 이것을 綜合的으로 表示한 것이 그림 6, 그림 7, 그림 8이다. 卽 그림 6은 搬出材積과 立木材積과의 比를 材長別로 比較하였고, 그림 7은 末口材積과 搬出材積과의 比를, 그림 8은 末口材積과 立木材積과의 比를 各各 材長別로 比較하였다.

그림 2, 그림 3, 그림 4, 그림 5에서 보면 一般으로 搬出材積과 立木材積과의 比는 恒常 上部를 찾아하고 末口直徑材積과 搬出材積과의 比, 末口直徑材積과 立木材積과의 比는 下部를 찾아하고 있다. 그림 6에서 보면 材長에 關係없이 거의 비슷한 값(多少 差異는 있지만)을 주고 있다. 어떤 直徑級에 있어서는 도리어 材長이 긴 것이 더 많은 材積을 搬出하고 있는 現象을 볼 수 있는데 이것은 樹高에 따라

일어나고 있다. 卽, 直徑級 12cm 에서 보면 材長 4m 의 것이 材長 2m, 3m 의 것보다 많은 材積을 搬出하게 된다. 그러나 樹高가 높아지면 이와 같은 現象은 일어나지 않는다. 5m 것이 4m 것보다 작아진 理由는 12cm 直徑級에서 5m 材長으로 造材할 수 있는 나무가 단 한나무로서 이것이 4m 材長의 여러 木의 平均値보다 작았다는 理由밖에 아무것도 없다. 이와 같은 奇現象은 樹高에 따라 일어난다.

그림 7과 그림 8에 있어서는 모두 材長의 길이에 따라 顯著한 差異를 나타내고 있다.

이와 같은 現象을 考察할 때 搬出量으로 보면 때에 따라서는 材長이 긴 것으로 造材하여 搬出해서 좋을 때도 있으나 利用材積量으로 보면 材長을 2m 로 하는 것이 가장 利用量이 많다는 것을 알 수 있다. 따라서 本研究에 있어서도 材長 2m 것에 對하여 많이 取扱했다.

그림에서 說明한 것을 더 確實하게 하기 爲하여 利用率의 範圍를 보면 다음 表와 같다. (表 1)

表 에서 보면 搬出材積이 70% 以上되는 率은 4m, 5m 材長에 있어서는 100% 이나 搬出材積에서 利用 可能한 材積은 70% 以上되는 것이, 材長 4m 에 있어서는 約 30% 材長 5m 에 있어서는 13% 이다. 反面 材長 2m 에 있어서는 94.6% 로서 가장 높다. 이제 利用材積과 立木材積과의 比率를 본다면 70% 以上の 利用率을 나타내고 있는 것은 材長 2m 에 있어서는 80% 가 되는데 材長 5m 에 있어서는 不過 3% 밖에 안된다. 이와 같은 差는 다음과 같은 分散分析表에서 더 明白히 알 수 있다.

卽, 材長間에는 高度의 有意差가 있다.

[表 1] 利用材積의 範圍

		範圍	50% 以下	50%~70%	70% 以上
S/L	2m	49.80~100.90	1.1	18.1	80.8
	3m	28.24~61.95	18.7	38.5	42.8
	4m	19.22~79.57	33.3	50.0	16.7
	5m	15.97~72.76	52.2	44.9	2.9
T/L	2m	66.55~99.65	0	5.4	94.6
	3m	69.60~100.01	0	2.3	97.7
	4m	75.28~99.65	0	0	100
	5m	70.06~99.33	0	0	100
S/T	2m	53.16~103.69	0	5.4	94.6
	3m	30.80~93.32	5.5	33.0	61.5
	4m	22.78~84.87	21.4	48.8	29.8
	5m	16.24~79.49	40.6	46.4	13.0

	df	s.s	m.s	F.
Bet length	3	75324.60	25108.20	340.8**
Bet Treat	8	239070.30	29883.78	405.6**
Error	1002	73818.57	73.67	
Total	1013	388213.47		

4. 利用材積과 材長과의 關係

利用材積은 材長의 長이가 變化함에 따라 그 값을 달리 한다는 것이 確實하므로 材長과 利用材積과의 回歸關係를 求하였다. 回歸式으로 $y=ax^b$, $y=a+bx$ 등의 一般式을 使用하여 求한 結果 $y=a+bx$ 인 變遷가 좋은 推定值를 주었기 때문에 $y=a+bx$ 라는 一般式에 代入하여 求한 實驗式은 다음과 같다.

$$Vu=0.1708-0.0230L$$

即, 利用材積 Vu과 材長 L 사이에는 負의 相關이 成立됨을 알 수 있다. 即, 材長이 길어지면 利用率은 漸次 減少된다.

5. 材長의 決定方法

立木을 伐採後 이것을 造材하는 方法은 여러가지가 있다. 即, 처음은 2m 짜리를 하나 짜르고 다음부터는 3m씩 짜르든가 또는 처음은 3m 짜리로 짜르고 다음부터는 2m씩 짜르는 等과 같다. 따라서 本人은 이와 같은 경우를 考慮하여 다음과 같은 4가지 경우로 區分하여 比較하였다. 即, 2m 材長으로만 만드는 境遇(A), 3m 材長으로만 만드는 境遇(B), 처음은 2m 材長 다음부터는 3m 材長으로 만드는 境遇(C), 처음은 3m 材長 다음부터는 2m 材長으로 하는 境遇(D)인데 이 4가지 方法에 對하여 分散分析을 했는데 그 結果는 다음과 같다.

	df	s.s	m.s	F.
Length	3	0.0218	0.0073	9.73*
Dia	48	2.5569	0.0053	7.06**
Error	220	0.1651	0.00075	
Total	271	2.7438		

即, A.B.C.D. 間에는 有意差가 있다. 따라서 材長 區分 方法에 따라 利用材積에 差異가 있는데 그 順序는 다음과 같았다.

$$A > B > C > D$$

利用材積을 보면

	Total	average
A인 경우는	10.3344	0.1519
B	8.6152	0.1266
C	9.3827	0.1379
D	9.5017	0.1397

[註] C와 D間에는 有意差는 나타나지 않았다. 위의 結果로 보아 2m 材長으로 造材하는 것이 利用率로 보아 가장 좋다는 結論을 얻을 수 있다.

6. 利用率

利用材積이 어떻게 變化하는가를 直徑과의 函數로 그 關係를 보았다. 本 研究에 있어서는 材長 2m인 境遇에 對하여만 實驗式을 誘導하였는데 利用率式은 다음과 같은 實驗式으로 表示할 수 있다.

$$P(\%) = 27.37D^{0.5648}$$

即, 胸高直徑이 增加하면 利用率도 增加한다는 理論을 明白히 證明할 수 있다.

7. 造材可能한 2m 材長의 數

立木을 伐採하였을 때 材長을 2m로 하는 통나무가 몇개나 들어지는가를 안다는 것은 極히 興味있는 일이다. 材長의 數는 樹高에 따라 相異되지만 實際에 있어서는 樹形과 樹高에 따라 變化할 것이다. 그러나 여기서는 胸高直徑과 樹高는 相關關係가 成立됨으로 材長의 數를 胸高直徑의 函數로 表示키로 하였다. 여기에 주어지는 一般式은 $N=aD^b$ 가 가장 좋은 結果를 주었으므로 이에 依하여 實驗式을 誘導하였다. 即,

$$N=0.0863D^{1.16}$$

8. 利用材積式

胸高直徑과 樹高를 測定했을 때 直接 利用材積을 求할 수 있는 實驗式을 誘導하였다. 이것은 光陽地方의 森林을 對象으로 하였기 때문에 一般的이 不됨이 慣感이지만 大端히 興味있음으로 여기에 發表한다.

a) 材長 2m인 경우

$$Vu=0.0000159D^2H^{1.3}$$

b) 材長 3m인 경우

$$Vu=0.0000282D^{2.46}C^{0.26}$$

c) 材長 4m인 경우

$$Vu=0.0000101D^{1.43}H^{2.13}$$

d) 材長 5m인 경우

$$Vu=0.0000120D^{2.7}H^3$$

다음에 搬出材積은 얼마나 되는가를 胸高直徑과 樹高와의 函數로 表示하면

a) 材長 2m인 경우

$$VT=0.000076 D^{2.3}H^{0.2}$$

b) 材長 3m인 경우

$$VT=0.0000357D^{1.93}H^{1.65}$$

c) 材長 4m인 경우

$$VT=0.0000554D^{1.74}H^{1.13}$$

d) 材長 5m 인 경우

$$V_T = 0.000137D^2H^{0.36}$$

D. 適 要

光陽所在 天然性 소나무에 對하여 調査한 結果는 다음과 같다

1. 樹高成長

$$H = 4.76 + 0.125D + 0.0026D^2$$

2. 소나무의 立木材積式은

$$V = 0.000839D^{2.3}H^{0.2}$$

3. 利用材積과 材長間에는

$$Vu = 0.1708 - 0.0230L$$

4. 利用率은 材長을 2m 로 했을 때

$$P = 27.37D^{0.3648}$$

5. 造材可能한 2m 材長의 數는

$$N = 0.0863D^{1.16}$$

6. 利用材積式은 材長을 2m 로 했을 경우

$$Vu = 0.000159D^2H^{1.3}$$

위의 結果는 綜合的으로 材長을 2m 로 造材할 때 利用材積이 가장 많다는 것을 明白히 하였다.

Reference:

1. Bruce, D and Schumacher. F.X, 1950: Forest mensuration
2. Hada, Seigoro 1962: Studies on utilizing-volume (7) Journal the Japanese Forestry Society 44 (5) p.p. 140—148
3. Matsui, 2, and Osanai, T, 1955 The Leight curve of coniferous stand Spec. Rep. For. Exp. Sta. Hokkaido no.4 (133—41)
4. Meyer.H.A: 1940 Amathematical expression for height curve, Jof For. 38
5. Meyer, H,A: 1953: Forest mensuration.

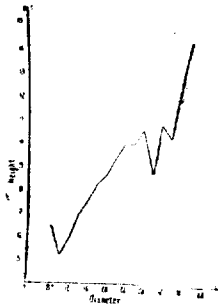


Fig. 1. Height growth curve

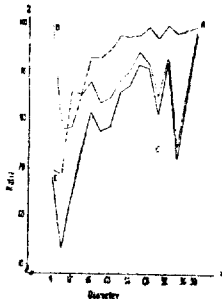


Fig. 2. The comparison among A, B and C, for 2m log

A is indicated the ratio of log volume to transportable volume.

B is indicated the ratio of transportable volume to utilizing volume.

C is indicated the ratio of log volume to utilizing volume.

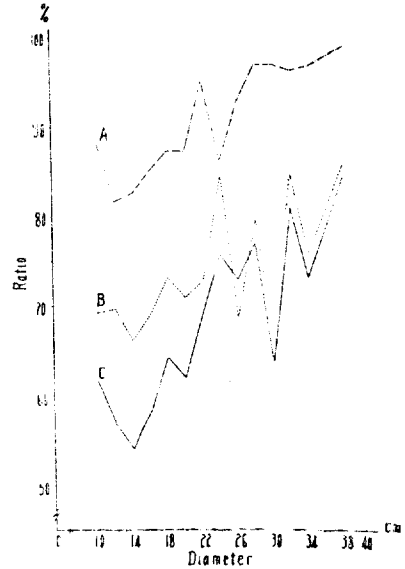


Fig. 3. The comparison among A, B and C for 3m log.

A is indicated the ratio of log volume to transportable volume.

B is indicated the ratio of transportable volume to utilizing volume.

C is indicated the ratio of log volume to utilizing volume.

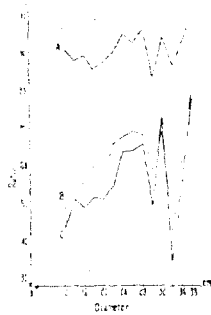


Fig. 4. The comparison among A, B and C for 4m log.
 A is indicated the ratio of log volume to transportable
 B is indicated the ratio of transportable volume to utilizing volume.
 C is indicated the ratio of log volume to utilizing volume.



Fig. 5. The comparison among A, B and C for 5m log.
 A is indicated the ratio of log volume to transportable volume.
 B is indicated the ratio of transportable volume to utilizing volume.
 C is indicated the ratio of log volume to utilizing volume.

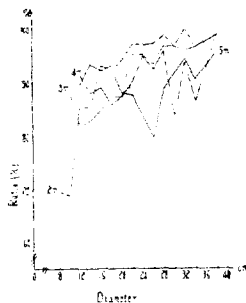


Fig. 6. The relation between log-volume and transportable volume for 4 different log lengths.

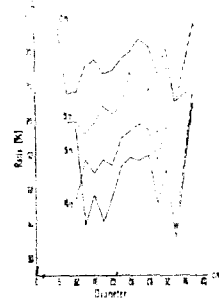


Fig. 7. The relation between Utilizing-volume and transportable volume for 4 different log lengths.



Fig. 8. The relation between utilizing-volume and log-volume for 4 different log lengths.

Summary

1. This is a study on the utilization volume of the 94 native Korean red pines in Kwangyan Forests.
2. The formulas which derived by the above investigation are follows.
 - a. Hight growth curve;

$$H = 4.76 + 0.125D + 0.0026D^2$$
 - b. Cubic volume formula;

$$V = 0.0000839D^{2.3} H^{0.2}$$
 - c. The relation between utilization volume and log length;

$$Vu = 0.1708 - 0.0230L$$
 - d. The percentage of utilization, when length was 2 meters;

$$P = 27.37 D^{0.5648}$$
 - e. The number of 2 meter long timbers;

$$N = 0.0863D^{1.16}$$
 - f. The equation of the utilization timber volume when log length was 2 meters;

$$Vu = 0.0000159 D^2 H^{1.3}$$
3. As a conclusion, it was found that the utilization volume in the case of 2 meter log, was most greater than the others.