

유럽 中部地方의 山林作業用 機器의 調査檢討 (1) *¹

—도끼편—
馬相圭*²

Inverstigation of Forest Maschines and Tools in Central Europe (1)*¹

— On the Ax —
Sang Kyu Ma*²

The developed record of forest maschines and tools in West Germany, Austria and Swiss, their technical characteristics and the working methods with them have been tried to investigate through the study of literature and observation.

The aim of this investigation is to find out and introduce the technical information for training our forest men with them and for improving or developing our forest maschines and tools.

Although ax chosen as first report for this aim is the oldest tool in the mankind history, still this is widely using in the forest work. And this has some special working field that any other maschines could not overcome and sometimes should be recommended in the agronomical sideview.

Through this investigation several points could be proposed as the technical informations when we will try to improve our ax.

1. Radius of ax-face curvature is proposed to be 150 mm and it's central point to be passed at one third point near to ax-eye.
2. Cutting angle is proposed to be 30°, ax-thick at 12 mm distance from ax-face to be 4 mm, thick at 30 mm distance from face to be 5 to 6 mm and ax-face width to be 125±5 mm.
3. Neck size is proposed to be 3.5±0.5 x 5.5±0.5 cm with a little curvature and neck thick from ax-house to be more than 1.5 cm.
4. Ax weight is proposed to be 1,000 gr with the stupid back and the sharp front.
5. The handle length of ax will be followed to the arm length of our forest workers.

유럽中部地方인 西獨, 오스트리아와 스위스 등지에서 적용하고 있는 山林作業用機器를 現物과 文献調査 및 作業觀察을 통해 研究하여 보았다. 먼저 도끼類에 대한 것을 報告한다.

비록 도끼가 간단한 原理의 道具이지만 아직도 山林作業에 널리 利用되고 있고, 도끼의 作業效率을 機械가 따르지 못하는 作業分野가 있으며, 作業者의 人體工學的 측면에서도 도끼작업을 추천하여야 할 作業分野가 있어, 우리의 山林作業技術을 정착시켜 나가는 과정에 있어 이를 재검토할 가치가 있다고 생각하였기 때문에 이들의 형태와 역학적 특성을 검토하여 보았다.

이 結果 우리나라 山林作業用 도끼를 改良시키고자 할때 필요한 資料로 다음과 같은 사항을 提示할 수 있었다.

1. 도끼의 曲率半徑은 150mm, 그 中心點은 도끼 앞머리의 1/3 지점을 통과하는 선상에 있도록 한다.
2. 도끼날의 각도는 30°로 된 포물선형, 날로부터 12mm 지점의 두께는 4mm, 30mm 지점의 두께는 5~6mm로 하여 도끼날의 폭은 125mm±5mm 정도로 한다.
3. 도끼 뒷머리는 약간의 曲率이 있는 직사각형의 (3.5±0.5cm) × (5.5±0.5cm) 크기로 하며 도끼집과의 두께는 1.5cm 이상이 되도록 한다.
4. 도끼무게는 1,000gr으로 하며 도끼날의 앞모서리는 둔하게, 뒷모서리는 예민한 창날이 되도록 한다.
5. 도끼자루의 길이는 우리나라 作業者들의 平均 팔길이로 한다.

* 1. Received for publication on 5 June. 1981

* 2. 韓獨山林經營事業機構 Korea German Forest Management Project.

緒 言

유럽의 中部에 位置하고 있는 西獨, 오스트리아와 스위스에서 사용하고 있는 山林作業用 機器와 裝備等을 調査하고 그 作業方法을 深究할 수 있었던 機會가 있었다. 國內에서 林業機械化作業의 要求度가 점점증되고 있고 山林作業人에 대한 訓練의 必要性과 이의 研究開發이 시급히 요청되고 있는 現상황에 應 應하기 위하여 이들의 力學的 및 機械的 特性을 探 究하려고 勞力하여 보았다. 즉 可能한 有用한 機器 到 對해서는 國內製作을 하여야 겠다는 志가 있었 기 때문이다.

우선 도끼類에 對한 資料를 整理 하였다. 바록 도 끼가 간단한 山林作業用 道具이지만 今後 우리 的 山林 作業에 있어서도 간단한 原理부터 도입시켜 점진 적으로 발전시켜야 된다는 생각에서 發達史와 形態 및 其 力學的 特性을 조사 分析하여 本 것이다. 이 러한 과정에서 새로운 것을 찾게도 되었지만 小 林業國이라는 이들 國家의 山林作業技術에 간단한 原理들이 계속 발굴 적용되고 있다는 事實을 깨닫게 되어 이를 알리고자 한다.

도끼에 對한 資料 수집에 西獨의 山林作業 研究所 長 겸 林業試驗場長이신 Eisenhauer 教授가 보내준 文獻과 Diemelstadt의 Döhrrer 署長과 山林學校의 Scharf氏의 도움 이 컸다. 이분들에게 감사드린다.

도끼에 對해 各國에서 부르고 있는 名칭을 보면 英國 axce, 덴마크 okse, 스웨덴 Yxa, 挪 威이 Oks,

독일, 스위스, 오스트리아 Axt, 불란서 Cognée (hache), 스페인 hacha라 하고 中國과 日本에서는 斧라 부르고 있다.

도끼의 부위별 명칭은 IFFA 것을 그림 1과 같이 筆者가 國譯하여 보았다.

도끼의 發達史와 그 作業方法

山林作業用 道具가 歷史와 함께 어떻게 發展되어 왔는가를 안다는 것은 자못 흥미로운 事이다. 대 體 히 어려운 問題이었다. Varchimin(1979)이 지적한바 와 같이 “古代에 있어서 肉體勞動이 유일한 에너지 源 이었다. 이를 補充하여주기 위하여 道具가 發達 되어 왔을텐데 이를 記錄上에서 찾을 수 없다. 木材 로 된 것은 썩어지고 鐵材로 된 것은 녹슬어 없어지 기 때문이다. 文獻上의 記錄은 文學이나 哲學에 對 한 것이고 技術에 對한 것은 1%程度가 記錄되었을 뿐이다. 이에 對한 文獻을 소장하고 있는 Alexander 도서관이 파괴되어 그림이나 글로 적어놓은 그 당시의 技術實態를 읽어 볼 수 없게 되었다.”

따라서 도구의 發達過程은 博物館에 흔히 있는 遺物을 보고 이를 類推할 수 밖에 없을 것이다. 도 끼의 경우는 Reissinger(1959)에 의해 유럽 中部地 方의 도끼의 발달과정 이 자세히 調査되었었다. 흥미로 운 것이므로 간단히 그 發達過程을 축소하여 보면 그림 2와 같다.

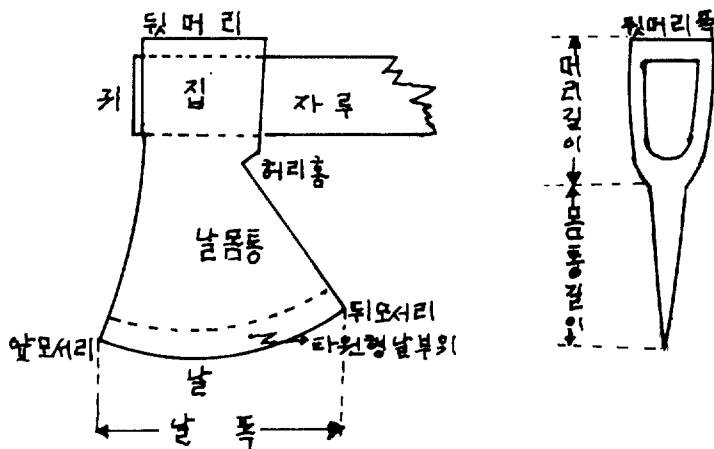


그림 1. 도끼의 各 部위의 名칭

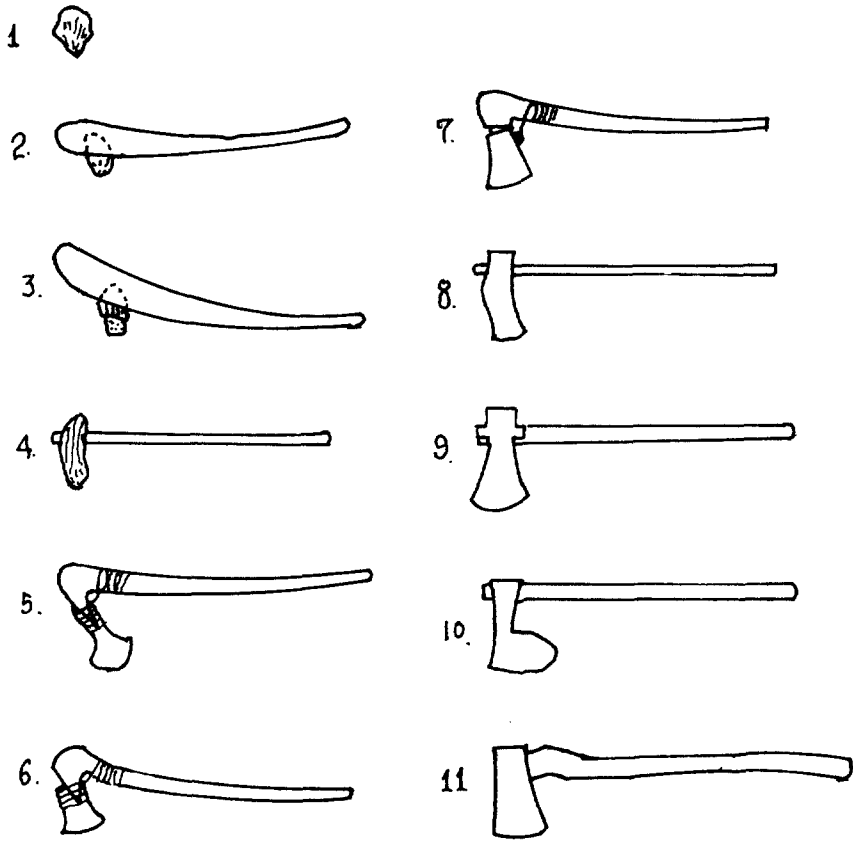


그림 2. 그림으로 보는 도끼발달의 약사

그림 2-1은 西獨 문헨市の 先史時代의 遺物官에 보관된 손도끼의 모형으로 珪行으로 되어 있다. 27萬年前의 것으로 推定되고 있다.

그림 2-2는 中石器時代의 돌도끼의 도끼머리의 형태로 보아 그림과 같은 자루를 갖추었을 것으로 보고 있다.

그림 2-3은 문헨市の 先史時代의 遺物官과 스위스 茱리히에 있는 國立博物館에 소장된 돌도끼로 도끼날과 머리 부분으로 확실히 区分되어 왔고 44個의 소장품 도끼의 平均무게는 245g이 되고 있다.

그림 2-4는 新石器時代의 발전된 돌도끼의 모형으로 最初로 도끼자루를 깎 수 있는 도끼귀가 나타나고 있다. 문헨市の 博物館에 있는 38個의 平均무게가 605g으로 도끼作業時 타격량이 상당히 컸을 것으로 추측된다.

그림 2-5는 銅器時代의 도끼와 그 자루의 모형

이다. 도끼의 허리가 가늘거나 홈이 패여있어 도끼자루에 견고히 잡아 뗄 수 있도록 되어 있는것이 特色이다. 도끼자루의 머리를 너도밤나무의 나무가지에 그림과 같이 고정시키고 도끼허리를 끈으로 매었을 것으로 보고 있다. 문헨市の 소장품 122個의 平均무게는 397g이다.

그림 2-6은 銅器時代의 도끼모형으로 도끼를 자루에 보다 단단히 잡아 뗄 수 있도록 도끼머리에 고리형의 구멍이 發達되어 있는 것이 特色이다.

그림 2-7은 Hallstatt時代의 鐵材도끼로 도끼머리가 마치 電球의 소켓형과 같이 되어 있어 도끼자루를 단단히 고정시킬 수 있도록 되어 있는 것이 特色이다. 도끼 허리에는 고리가 있어 끈으로 자루에 잡아 뗄 수 있도록 되어 있다. 도끼의 무게는 近代와 같이 平均 1,200gr이고 도끼길이는 20cm 정도이다.

그림 2-8은 기원전 150년대의 鐵材도끼로 근대

와 같이 도끼귀가 발달되어 있는 것이 特色이다.

그림 2-9는 로마시대의 도끼이다.

그림 2-10은 중세기의 鐵도끼로 특히 도끼길이 가 길었던 것과 도끼허리 부위가 좁았던 것이 特色이다. 이는 서기 900~1,400년에 山林開墾時 뿌리 절단 작업에 필요하였던 것 같다. 오늘날 독일의 도끼에 허리홈(Kerb)이 있는 것은 이의 잔재물로 보고 있다.

그림 2-11은 근대의 도끼로 도끼자루가 소다리 형으로 발전되어 온 것이 特色이라 할 수 있다.

1930年代까지도 도끼는 다른 道具들과 마찬가지로 마을 대장간에서 제멋대로 만들어 사용하였다고 한다.⁷⁾ 실제 西独南部的 MURUNAU의 인근에 있는 FREILICHT 博物館에 소장된 도끼에 제작한 대장간의 표식들인 “S” “T” “I+PIHSIL” 등이 있고 도끼 소유자의 기호가 있는 것으로 보아 이를 확인할 수 있었다.⁸⁾

따라서 西独의 경우 1930年度 초반부터 山林作業用 機器의 標準化 作業이 시작되었는데 IFFA(聯邦 林業試驗場 山林作業研究所)와 KWF(山林作業 및 林業技術委員會)을 통해서 이루어져 왔었다. 1935年 IFFA의 Stengel에 의해 針瀾葉樹別 伐木用 도끼, 가지치기 도끼 및 장작패기용 도끼 등으로 区分하여 標準化된 指針을 提示하였다.⁹⁾

모타톱의 발달로 伐木用 도끼의 利用은 거의 자취를 감추고 오늘에 와서는 가지치기용 도끼와 Spalthammer(장작패기겸 함마용)가 山林作業用 道具로 利用되고 있다.

現今 西独, 오스트리아와 스위스에서 시판되고 있는 도끼의 모형들은 그림 3과 같다. 그러나 주로 山林作業에 利用되고 있는 도끼로는 西独内에서는 캐나다와 독일의 iltis 경도끼가, 스위스에서는 넓은날의 도끼 그리고 오스트리아에서는 Biber 도끼가 있다.

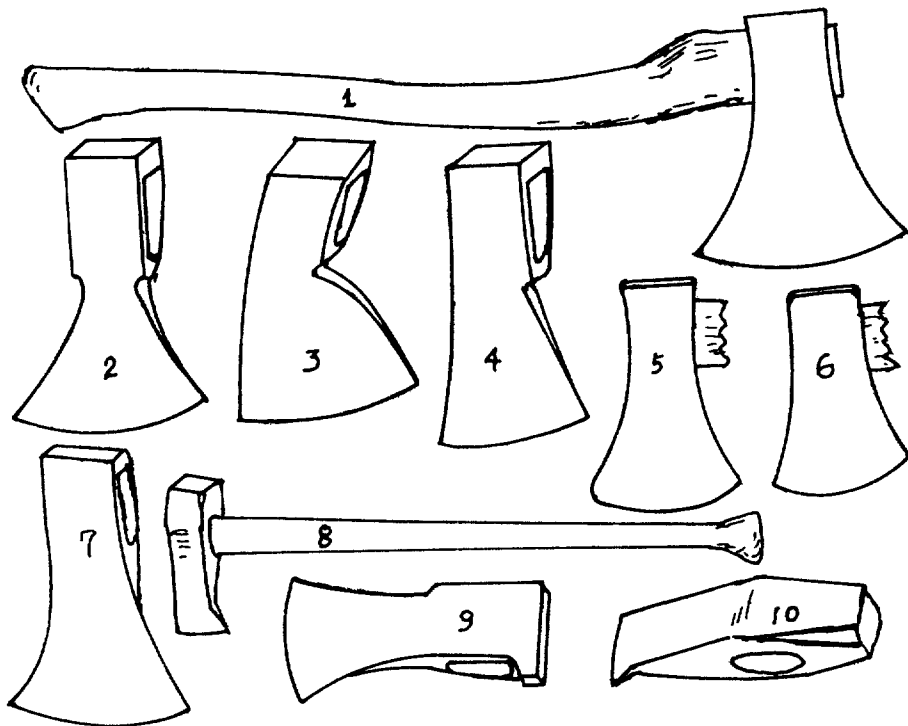


그림 3. 유럽 中部地方에 現存하고 있는 山林作業용 도끼 모형들

그림에서 1. 스위스 도끼 2. Oberbayerische 도끼 3. Harzer 도끼 4. Rheinische 도끼 5. 독일 Illtis 도끼 6. 캐나다 Illtis 도끼 7. 오스트리아 Biber 8. Dauner Spalthammer 일반모형 9. Schlege 도끼 10. Dauner Spalthammer

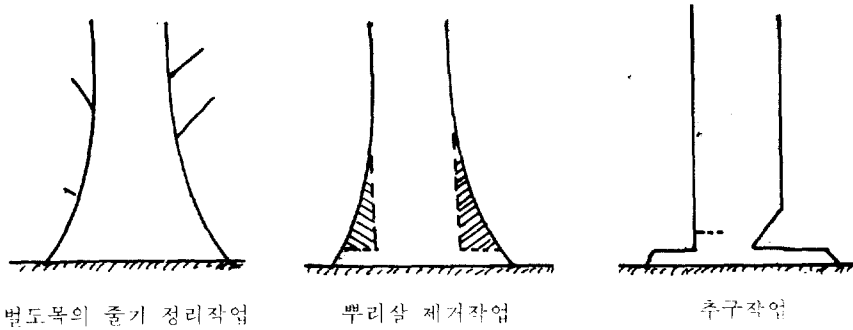


그림 4. 모타톱이 도입되기 전 도끼작업의 과정
추구작업후 벌도용 톱 작업을 실행한다.

과거 도끼작업의 方法으로는 伐木作業時 그림 4와 같이 追口와 뿌리살 제거 作業에 利用 하였다.

그리고 伐木시 뿌리살 제거와 追口作業時는 木를 끊고 그림 5의 “가”와 같이 도끼날이 회전운동이 되도록 作業을 하였으며 이때 木屑保護帶를 착용하고 있었다.

現속에와서는 벌도목의 가지치기 작업에 주로 이용되고 있는데 가지의 直徑이 큰 부위는 모타톱으로, 가는 부위는 도끼작업을 추천하고 있다. 作業能率과 作業者의 健康을 위해서이다. 作業時는 벌도목을 몸통과 도끼 사이에 두고 도끼날이 몸밖으로 회전이 되도록 하며 作業方向은 그림 5의 “나”와 같이 항상 가지가 기우는 方向으로 作業을 進行하며 作業時의 벌도 깊이는 木皮작업을 고려하여 약간 깊게 파져 나가도록 하고 있다.

도끼로 벌도목 부위의 줄기정리 작업시는 다리를 넓게 벌려, 도끼날의 운동方向이 다리 사이로 향하도록 하고 있으며, 도끼 운반시는 도끼날이 다른 物

체에 부딪쳐 상하지 않도록 또는 安全을 고려하여 도끼날집을 착용하도록 하고 있다.

西独이나 스위스등지에서 山林作業의 필수 도구로 Spalthammer 가 많이 利用되고 있는데 中大徑材의 伐木時 뺨기박기 作業에 주로 利用되며, 工業用이나 燃料用材의 尸積을 시키기 위한 나무쪼개는 作業과 造林地의 울타리 支柱박기 作業에 利用되고 있다. 西独의 南部地域에서는 일부 Spalt ax가 利用되는 곳도 있다.

資料 調査

現今 유럽中部地域에서 사용되고 있는 도끼의 제원과 특성은 Hessen 洲의 Diemelstadt 영림서에 보관되어 있는 것을 실제 測定을 하고 IFFA 報告書²⁾가 다록³⁾ 그리고 스위스의 職業學校의 教材⁴⁾ 및 KW F 報告書⁵⁾를 参照하였다.

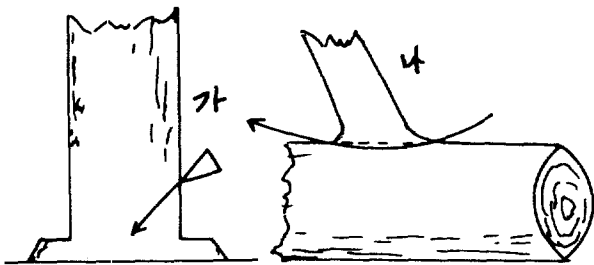
調査結果의 일부는 表 1과 2와 같으며 일부는 本內容에 있다.

結果 및 考察

1. 벌목 및 가지치기 作業用 도끼

가. 曲率半徑과 中心點

모든 도끼에는 일정 크기의 曲率半徑을 가지고 있어야 한다. 그렇지 않은 直線型 도끼는 그림 6에서 볼 수 있는 바와 같이 作業量의 감소와 미끄러지는 危險에 따르게 된다. 반면 曲率이 있는 도끼는 以上과 같은 短點을 벗어나게 된다.



추구 및 뿌리살 제거 가지치기

그림 5. 도끼작업시 회전운동의 방향

표 1. 도끼기종별 제원

단위 : mm

기 구 명	날 폭	길 이	곡 륜 경 반	날 로 부 터		뒷머리 크 기	집 두 의 껍
				12mm 지 점	31mm 의 두 껍		
흑립벌목용	121	231	140	4.2	7.4	-	11
독일 iltis (경)	130	181	126	3.5	4.8	32×55	15
Rheinische	137	198	210	4.0	6.6	38×61	16
Canada iltis	110	170	128	4.5	5.0	25×60	15
Harzer	124	168	149	4.8	7.5	35×61	13
독일 iltis (中)	140	207	149	5.0	6.0	35×70	16
Canada iltis (中)	125	185	130	4.3	4.5	27×65	16
Biber (Austria)	140	190	190	3.8	6.4	32×57	12
Tiger (Austria)	125	190	207	4.0	5.8	27×58	15

※ Diemelstadt 영림서 교육용

표 2. 서독의 산림작업용 도끼 종류별 KWF 검사 의견

기 구 명	무 게	81년도 가 격	KWF 검 사 의 건
Rheinische	kg 1.00 1.25	DM 47.95 48.25	적합 추천할 가치 있음
Oberbayerische	1.00 1.25		"
Harzer	1.00 1.20	55.80 -	"
독일 iltis	0.80	47.95	침활엽수의 치수와 소경목에 행하는 모든 도끼작업에 적합하므로 추천
독일 iltis	1.20	51.50	직경 30cm까지의 침활엽수의 벌목, 특히 가지치기 작업에 적합하므로 추천
Biber	1.00 1.20	50.65 -	독일 iltis와 같음(0.8kg) 독일 iltis 1.20kg 과 같음
Canada iltis	1.00	49.55	중대경목의 가지치기작업에 적합 추천
Dauner Spalthammer	3.00	54.15	활엽수재 쪼개기, 벌도목 쪼개기, 조림지 말뚝박기에 적합 추천
Schlegel axt (Spalt axt)	2.75	64.15	침엽수, 특히 가문비나무와 잘 쪼개지는 활엽수의 쪼개기 작업에 적합 추천

筆者가 調査한 유럽의 도끼들의 曲率半徑은 表 1의 內容과 같이 製造会社, 무게 및 利用度 等에 따라 다르게 나타나고 있는 것으로 보아 標準化 되어 있는 것 같지는 않다. 그러나 Gläser와 Reissinger⁽⁷⁾는 樹種이나 氣候에 關係없이 도끼의 曲率半徑은 150~160mm가 적합하다는 의견이다.

力學上으로 볼때 曲率半徑이 적을수록 木材內에

進入해 들어가는 쉬우나, 相對的으로 절단작업량을 감소시키게 되고 安全事故의 위험이 따르게 되어, 作業目的에 적합한 曲率半徑이 提示되어야 할 것이다.

도끼作業은 주로 가지치기作業과 必要時 追口作業 및 除伐作業에 利用될 수 있으므로, 多目的으로 利用할 수 있는 曲率半徑이 要求되는 것으로 보아야

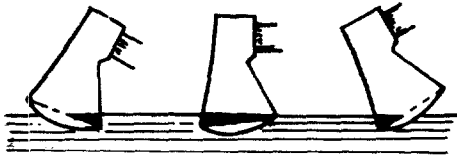


그림 6. 여러 각도에서 타격시의 곡울면의 절단형태. 곡울이 없을 경우 그림의 흑색 삼각 형태로 작업이 된다. 절단량의 감소와 위험이 명백하다.

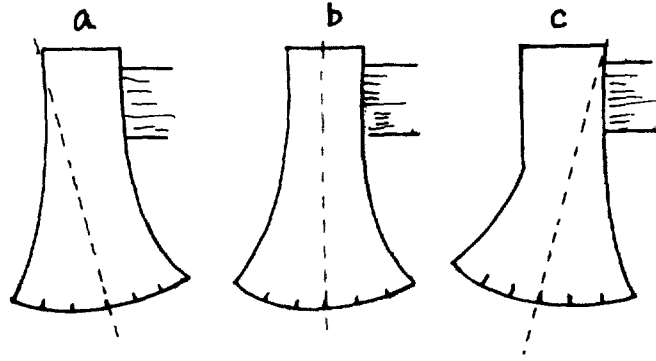


그림 7. 곡울의 중심점이 서로 다른 도끼의 모형

할 것 같다.

유럽에서 多目的으로 利用되고 있는 도끼의 曲率 半徑과 가지가 비교적 큰 우리나라 林木의 現상태로 보아 역시 곡률반경의 크기는 150mm가 適合할 것 같다.

曲率半徑의 中心點의 位置를 보면 그림 7과 같은 型들이 있다. 그림 7의 a에 해당한 것에 Rheinische, Harzer와 Canada iltis가 있고 7-b에 해당한 것에 독일 iltis, 오스트리아 Biber와 스위스의 Bündener 등이 있으며 7-c에 가까운 것에 Oberbayerisch 도끼가 있다.

이들은 比較分析하건데 伐木用 도끼가 7-a와 7-c에 해당하고 가지치기용 도끼가 7-b에 해당하고 있었다.

實驗結果를 본바 타격시 反作用은 7-a型이 가장 적고 7-c가 가장 컸었다는 점과 가지치기 作業시 도끼날의 타격점을 본바에 의하면 날의 中央에서 뒷모서리 사이에 作業時의 作用頻度가 높게 나타난다고 하였다.¹⁾

이를 分析하건데 도끼作業이란 손목을 円點으로 하는 원운동의 일종이고 전체도끼의 重心을 조사한 바, 도끼날의 뒷모서리와 도끼자루와의 交叉點 부근에 있기 때문에 上記 實驗結果는 타당한 것으로 보인다.

따라서 도끼作業의 力學的인 면으로 보아 曲率半徑의 中心點은 그림 7-a와 같이 도끼집의 앞부분에 있도록 製作되어야 하겠다.

나. 도끼날의 角度와 形態 및 幅

도끼作業時 도끼날은 木材로부터 摩擦力을 받게 된다. 摩擦力을 감소시켜 줄수록 作業에너지를 절약하고 그 能率을 높혀주게 된다.

摩擦力을 적게하는 方法으로는 流体속을 진행하는 人工物이나 自然物에서 볼 수 있는 바와 같이 拋物線型임을 이미 알고 있다. 따라서 도끼날의 形態도 拋物線型이 되어야 한다는 점이다.

도끼날의 形態를 三角型날로 하였을지는 拋物線型의 날에 비해 훨씬 큰 抵抗力을 木材로부터 받게 된다.

이들 關係를 數式으로 比較하기 위하여 그림 8을 참조하기로 한다.

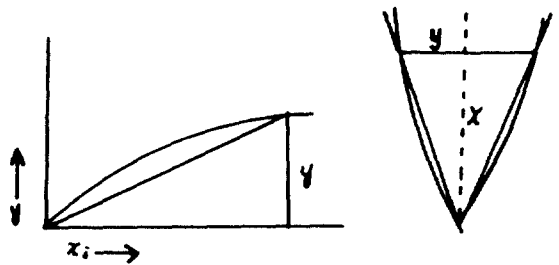


그림 8. 삼각날과 포물선날의 力率의 비교

그림 8에서 도끼날의 타원형의 날 부위 길이를 X라 할때 도끼날의 날부위 길이(X)를 Stentzel은 15mm, Reissinger는 12mm가 되는 것이 적합하다고 하였다.²⁾ 그리고 X點에서의 도끼날의 두께를 2Y, 도끼날로부터 Xi지점에서의 삼각날의 저항 모멘트를 R_a라 하고 拋物線型날의 저항모멘트를 R_p라 하였을 때, 이들간의 抵抗모멘트는 다음과 같은 關係가 성립 된다. 즉,

$$\frac{R_p}{R_a} = \frac{X_i^{2/3}}{X^{2/3}}$$

따라서 X를 12mm로 할 경우 도끼날로 부터 X_i 가 1.0, 2.2, 4.2mm 지점에서 拋物線型的 날은 三角型 날에 비해 그 低抗力이 각각 5倍, 3倍, 2倍로 감소 된다.

以上の 結果에 따르면 도끼製造時나 도끼날을 갈 때에는 날의 形態가 拋物線型이 되어야 함을 알게 된다. 그리고 도끼날의 타원형 날부위 길이(X)는 10~15mm의 범위내에 있으면 될것 같다.

도끼날은 일종의 썰기役割을 하기 때문에 도끼날의 폭($2y_i$)이 두꺼울수록 상대적으로 低抗力이 커지므로 그만큼 作業이 힘들게 된다.

썰기의 모형을 그림 9와 같이 하였을 시 썰기가 받는 抵抗力(R)은 썰기날의 길이 a_i 와 썰기의 두께 $2y_i$ 間에 다음 數式과 같은 關係가 成立된다.

즉,

$$R = \frac{a_i \cdot (2y_i)^2}{6}$$

이다

요컨대 도끼作業시 날의 각도가 적을수록 即 $2y_i$ 가 적을수록 作業能率이 높아진다는 점이다. 그러나 날의 角度는 鋼鐵의 性質, 도끼의 무게 및 樹種別

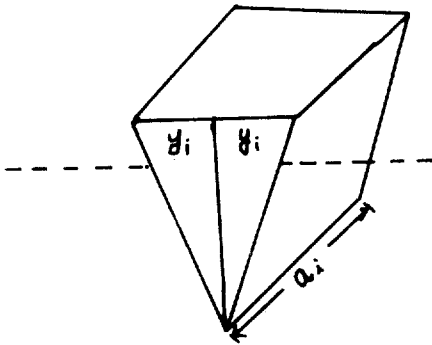


그림 9. 썰기의 저항력 계산을 위한 모형

木材強度 等に 영향을 받게 됨은 물론이다.

우선 Stentzel이 樹種別로 제안한 도끼날의 角度를 알아보기로 하고 理解가 쉽도록 그림을 그려(그림 10) 설명하기로 한다.

날의 角度(α): 針葉樹用은 $20^\circ \sim 30^\circ$, 闊葉樹用은 $25^\circ \sim 35^\circ$ 가 적합하고, 도끼몸통의 옆면의 角度(β); 針葉樹用은 $8^\circ \sim 12^\circ$, 闊葉樹用은 $6 \sim 10^\circ$,

타원형 도끼날의 두께(a): 針葉樹用은 2.5~4.0mm, 闊葉樹用은 3.0~4.5mm,

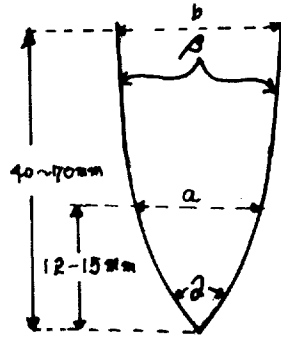


그림 10. 도끼날의 각도와 두께 설명을 위한 모형도

도끼날로 부터 60mm 지점의 두께(b): 針葉樹用은 9~14mm, 闊葉樹用은 9~12mm가 적합하다고 하였다.*

筆者의 調査結果에 의하면 12mm 지점의 도끼날의 두께는 모두 3.5~5.0mm 사이에 있었고 4mm 내외가 되는 것이 대부분 이었다(表 1 참조). 그리고 30mm 지점에 있어서는 경도끼類가 4.5mm, 경중도끼에서는 6.0~6.5mm와 7.5mm까지 되는 것이 있었다. 얇은 도끼는 가지치기용에 많고 약간 두꺼운 것에는 伐木用 도끼에서 나타나고 있다.

以上の 內容을 分析하건데 樹種別로 木材 強度가 다르므로 強度에 맞는 도끼가 있는 것은 타당하나 多目的으로 利用한다는 견지에서는 重要한 要因은 될 것 같지는 않다.

그러나 도끼날을 갈 때에는 作業對象에 따라 유의 적절히 角度를 調整할 필요는 있을 것이다. 따라서 도끼날의 角度는 30° 가 적합할 것 같으며 12mm 지점의 두께는 4mm가 적합할 것 같다.

도끼날로 부터 30° 또는 60mm 지점의 角度가 작어야 한다는 것은 木材로부터 摩擦力을 적게하기 위하여 力學的으로 당연한 결과이며 今後 도끼作業은 가지치기나 除伐作業이 위주가 될 것이므로 特別 摩擦力을 감소시키기 위해서는 얇아야 될 것 같다. 따라서 도끼날로 부터 30mm 지점의 두께는 5mm 정도가 적합하나 私有林의 경우는 追口作業을 하게되는 사례가 많이 있을 것으로 예상되므로 1mm以上 두꺼운 도끼가 유리할 것도 같다.

도끼날의 幅은 器種에 따라 서로 相異하게 나타나고 있다. 넓으면 에너지 소비가 많은 대신에 作業能率을 높힐 수 있을 것이고 좁으면 그 反對現象을 낳

게 될 것이다.

과거 유럽地方의 도끼날 폭은 50mm였다고 한다.¹⁾ 그러나 도끼작업의 부정확성으로 도끼자루의 被害가 심하여 Rosengren(1953)이 90mm(무게 800gr)로 提案하였음에도 불구하고 生産品의 幅은 表 1의 內容으로 나타난 것과 같이 훨씬 넓게 나타나고 있다. 가지치기 작업 때문인것 같다.

도끼작업의 부정확성을 고려하고 가지치기와 除伐 작업에 주로 사용될 것이란 점과 表 2의 KWF의 검사 결과를 참조하여 보전때 도끼날의 幅은 125±5mm 정도가 적합할 것으로 본다.

다. 도끼귀와 뒷머리

도끼귀 부위는 그림 11과 같이 3가지 형태로 나눌 수 있었다. 黑林地域의 도끼에 도끼뒷머리가 円形으로 된 것이 있기는 하나 대부분 直四角形이다. 그 크기는 도끼 무게에 영향을 받고 있으나 그 크기를 보면 짧은변의 길이가 2.5~3.8cm, 긴변의 길이가 5.5~7.0cm로 測定되었다.

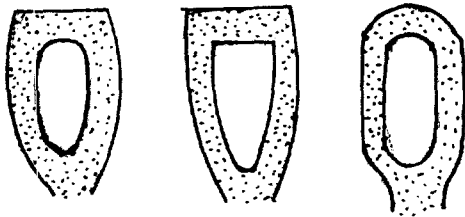


그림 11. 몇가지 도끼귀의 형태

山林作業時 도끼뒷머리의 용도는 특별히 없으나 伐木時 썰기박기 작업 등에 긴급히 利用될 수 있도록 하기 위해서는 曲率이 약간 있는 直四角形面에 도끼집과의 두께가 두꺼운편이 적합할 것이다. 이 두께는 대부분 1.5cm이나 Biber 도끼는 1.2cm로 다른 도끼에 비해 얇았다.

도끼집이 되는 도끼귀의 形態는 도끼뒷머리의 짧은 변의 길이와 形態에 따라 정해지고 있었는데 그림 11에서와 같이 타원형과 방패형이 있었다.

이는 가능한 도끼자루의 강도를 높이는 수단이 되므로 도끼뒷머리의 幅을 넓혀 썰기박기 작업 등 多目的으로 사용하고자 하는 도끼에서는 도끼 자루의

強度를 높여주기 위하여 방패형 모형이 추천되어야 할 것 같다.

우리의 山林作業의 경우에는 가지치기작업은 물론 썰기박기와 追口作業에도 利用할 수 있도록 하기 위하여 도끼뒷머리의 폭은 3.5±0.5~6.5±0.5cm의 범위내에서 그리고 도끼집의 강철의 두께는 1.5cm 이상에서 찾는 것이 효과적일 것 같다.

라. 도끼무게

中世期인 1,200年代의 도끼무게가 1,100gr 内外이던 것이 그후 계속 증대되어 1,500~1,800gr, 지역에 따라 2,000gr 이상이 되는 도끼를 사용하였다고 한다.^{1,2)}

도끼무게를 가볍게 하여야 된다는 提案에도 불구하고 1935年度에 調査된 무게는 1,515gr으로 역시 무거운 도끼를 사용하였으나 1955年度 調査値에 의하면 다시 1,194gr으로 줄어 들었다. 그러나 스위스의 경우는 近來까지도 무게 2kg, 날幅이 214 mm나 되는 Bündener 도끼를 사용 하였다.^{1,3)}

무게가 증대되면 타격력은 비례해서 높아지게 되나, 대신 에너지 소모량이 증대되어 경도끼에 비해 作業能率이 높을 것이라는 근거를 찾아 볼 수 없었다.

근래 山林作業에 경도끼를 주로 利用하는데 그 理由를 分析하여 볼 것 같으면, 적은 直徑의 가지치기 작업에 있어 경도끼나 重도끼 間에 作業能率面에 差異가 있을 수 없고, 가지치기후 도끼의 회전운동을 정지시키는데 있어 重도끼의 경우 그만큼 에너지 要求가 높아지기 때문이다.

도끼의 무게는 作業의 目的, 作業時의 疲困度, 作業의 安全과 使用者의 힘의 크기에 따라 알맞는 무게가 선정되어야 할 것이다.

Reissinger는 뿌리살除去作業, 追口作業과 가지치기 작업에 있어 자루무게를 제외한 도끼만의 무게로 樹種과 対象木의 크기에 따라 아래와 같이 提案하고 있는데 참고할 일이다.

針葉樹 每木当 材積이

1.5fm까지 : 800~900gr

1.5fm以上 : 1,250gr

闊葉樹 每木当 材積이

1.5fm까지 : 800~1,000gr

1.5fm以上 : 1,250gr 이다.

現在 西獨에서 시판되고 있는 도끼무게별 종류를

보면 800~850gr이 4種, 1,000gr이 5種, 1,100gr이 1種 그리고 1,200~1,250gr이 3種이 있고, 1,400gr이 1種이 있다.^{3,4)}

실제 山林作業地에서 1,000gr 以上이 되는 도끼를 사용하는 사례를 발견할 수 없었는데 이는 이들 도끼가 가지치기作業에 利用되고 있기 때문이었다.

우리나라의 경우 장차 모터톱이 점차 報及되겠지만 作業機器의 발전 과정상으로 보아 당분간 多目的의 기구가 보다 合理的이라는 생각에 귀착되게 된다. 따라서 以上の 結果로 보아 1,000gr의 무게가 적당하다고 본다.

마. 도끼날의 모서리

도끼날의 모서리에 앞날이 모두 예민한 창날과 같은 모서리로 된 것, 앞날 모서리는 둔하고 뒷날모서리는 예민한 것, 그리고 양끝날 모서리가 모두 둔하게 제작된 것이 있다.

도끼날 모서리는 벌도作業에는 영향을 미치지 않는다. 오히려 벌도작업시 安全과 작업시 木材에 박혀있는 도끼를 빼내는데 힘이 들므로 둔하게 제작되는 것이 타당하다.

그러나 벌도목을 밀거나 잡아당겨 方向 전환을 시키기 위해서는 모서리角이 창살과 같이 예민한 것이 有利하게 된다. 小徑木의 伐木作業시, 造材 및 박피 작업시에 木材의 方向 전환이 필요할 경우가 많이 생긴다. 따라서 이러한 경우에는 예민한 모서리로 되어 있는 도끼가 요구된다.

追口作業시에 힘을 적게들게 하고 木材 方向 전환에 有利하게 하기 위하여 앞모서리는 둔하고 뒷모서리는 예민하게 제작된 도끼가 적당할 것이다. 이는 독일 ilits 도끼의 特性이기도 한다.

바. 도끼자루

도끼자루의 형태는 그림 12와 같이 소다리형이 사용되고 있는데 1856년에 北美에서 유럽에 소개 되었다 한다.⁵⁾

자루는 타원형으로 각부위에 따라 短直徑과 長直徑의 差가 있어 이를 조사한 바 그림 12의 내용과 같았다.

이는 도끼작업을 할시 자루를 잡는 손이 빠져나가지 않고, 자루를 잡는데 소요되는 힘의 손실을 막아 주며, 도끼를 들어올리는 손의 往復運動을 용이하게 하며 保護해 주는 이상적인 자루의 形態임을 보여주고 있다.

유럽지역에서 과거 사용하였던 도끼자루의 길이는 地域과 用途에 따라 다르게 나타나는데 이태리나 덴마크 도끼자루의 길이는 90cm, 프랑스 80cm 등 긴 자루를 사용하였고 영국은 76cm, 스위스, 서독, 오스트리아와 스웨덴에서는 66cm, 노르웨이 63cm, 그리고 네덜란드는 58cm가 되는 짧은 자루를 사용하였다.⁷⁾

西獨에서 판매되고 있는 자루길이를 70, 80과 90cm가 되는 것이 있으나 山林作業에서는 70cm 자루가 주로 사용되고 있었다.

理論上 자루가 길면 운동목이 넓어져 타격력을 높힐 수 있으나 目標點을 정확히 타격하는대는 상대적으로 어렵게 된다. 또한 도끼작업은 손목을 중심으로 하는 円運動이므로 팔길이가 같아야 할 것이며, 자루가 길게 되면 地面을 타격할 위험이 동반 된다. 따라서 安全과 效率面에서 볼때 자루길이는 우리나라 山林勞動者의 平均이 되는 팔길이가 되어야 할 것이다.

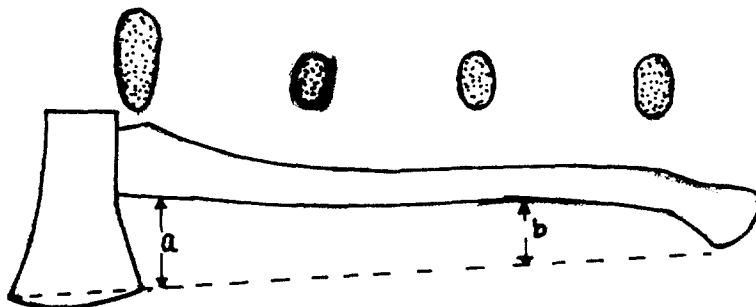


그림 12. 도끼자루의 부위별 형태와 도끼와의 연결형태

도끼작업시 힘의 작용점은 도끼칼날의 中央部가 되므로 힘의 전달이 바로 도끼칼날의 中央點에 오도록 도끼와 도끼자루가 결합 되어야 한다. 소다리형의 도끼자루가 발달 된 것도 이와 같은 理由 때문으로 생각한다.

실제 도끼자루가 어떻게 결합되어 있는가를 보기 위하여 Diemelstadt 영립서에 있는 여러가지 도끼를 다음과 같이 조사하여 보았다.

먼저 도끼날의 앞뒤 모서리를 연결하는 선이 直線 上에 있도록 하고 그림 12에서와 같이 直線으로 부터 수직적으로 a點과 b點까지의 길이를 측정한 바 表 3과 같았다.

曲率中心點에 따라 a와b 間에 一定한 관계가 있게 된다. 前述한 바와 같이 曲率半徑의 中心點이 도끼 齒의 앞머리 가까이 있는 것이 도끼의 회전운동으로 보아 合理的이란 점과 힘의 전달이 손목에서 도끼날의 中央部로 연결되어야 한다는 點이 있으므로 소다리형인 도끼자루의 특성상 그림 12에서 a=b인 또는 b값이 약간 적어 그림 12의 點線과 같이 도끼날의 뒷모서리와 자루손잡이가 直線上에 있도록 되어야 된다.

따라서 도끼자루의 결합상태를 확인할 시 또는 새로 자루를 바꿀시 以上과 같은 점을 고려하여야 될 것이다.

도끼작업시 木材의 저항으로 反作用을 받게 된다. 이때 反作用의 힘으로 도끼자루가 파손되지 않도록 강한 자루가 되고 또한 反作用의 힘이 木材 内部에 吸收되어 內力으로 작용하여 가능한 人體에 적게 전

달되는 탄성이 높은 木材로 자루가 만들어져야 된다. 현재 유럽에서 美國產 Hickory 材의 자루가 시판 되고 있다. 현지 수종으로는 물푸레나무와 단풍나무 類의 변재부를 자루로 사용하고 있다.

도끼자루의 교환시는 건조한 나무로 제작하여 자루머리에 썰기를 박을 수 있도록 홈을 만들어 깎 후 역으로 썰기를 박어 단단히 고정시킨 후 가능한 연결최로 고정시켜 주는 것이 안전하다. 자루를 교환 후 도끼집에 수분이 흡수되도록 하면 목재가 팽창되어 도끼자루가 도끼집에 더욱 단단히 고정시킬 수 있게 된다.

2. 장작패기 및 함마용 도끼

山林作業用 도끼는 伐木이나 가지치기作業 등에서와 같이 木材를 절단시키는데 적합하지만 나무를 쪼개는 작업에는 적합하지 않다. 도끼날의 각도 (일종의 썰기 각도)가 좁아 木材內로 잘라 들어가는 쉬우나 이를 다시 빼낼때 木材內力의 작용으로 그만큼 힘이 들게 되기 때문이다.

고로 山林作業用 도끼에는 伐木 및 가지치기용 도끼 이외에 썰기각도가 크고 무거운 도끼가 있게 된다. 주로 나무쪼개는 작업과 伐木시 썰기박기 작업에 이용되고 있다.

도끼가 以上과 같이 作業目的에 따라 2種이 있어야 하는 理由를 보완 설명하고자 한다.

표 3. 기종별 도끼자루와 도끼몸통과의 연결형태

기 구 명	그림 12에서		차
	a	b	
혹 립 도 끼	11.2	12.8	-1.6
독일 iltis(경)* ¹	11.2	17.0	-5.8
Rheinische	10.1	11.5	-1.4
Canada ilitis	7.1	5.8	1.3
Harzer* ¹	9.4	13.0	-3.6
독일 iltis(中)	10.3	10.0	0.3
Canada iltis(中)	8.5	7.5	1.0
Biber (Ausfria)	10.3	9.6	0.7
Tiger (Austria)	7.5	5.5	2.0

* 1. 과거 IFFA에서는 이와같은 별목용 도끼자루의 연결형태를 추천 하였다⁹⁾

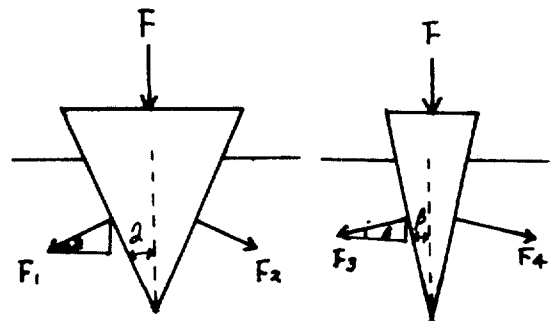


그림 13. 도끼의 썰기각도가 서로 다를시 힘의 작용

그림 13에서와 같이 각도가 서로 다른 삼각날의 도끼가 있어 같은 힘 F로 木材를 자르거나 쪼개고자 할 때 木材에 미치는 힘은 각각 F₁=F₂, F₃=F₄ 로

작용하게 된다. 이때 미치는 힘의 크기는 쪼기 각도에 영향을 받게 되는데,

$$F_1 = F_2 = \frac{F}{2 \sin \alpha} \text{ 그리고}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{F}{2 \sin \beta} \text{의 관계를 갖게 된다.}$$

의 크기를 갖게 된다. 힘의 크기는 결국 $F_1 > F_2$ 의 관계가 되므로 도끼각도가 좁은(이 경우 β 각을 갖는 도끼)도끼가 쉽게 木材内로 진입해 들어갈 수 있다는 결론이 된다.

반면 木材로 부터 받은 反作用力은 樹種에 따라 횡단면상에서의 内力들이 서로 다르므로 그 힘의 크기도 서로 다르게 된다. 木材를 쪼갤때 針葉樹는 闊葉樹에 비해 内力이 적어 보다 쉽게 쪼개지므로 좁은 각도의 도끼가 이용될 수 있다. 그러나 木材의 内力이 클 경우 反作用力은 각도가 좁을수록 커지므로 도끼를 木材로 부터 빼내기가 힘들게 되므로 적절한 각도를 갖는 것이 나무쪼개는 作業의 效率을 높히게 된다.

그리고 도끼칼날로부터 30~60mm 지점의 각도(β)가 그림 10과 같이 칼날각(α)에 비해 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ 이 되는 것은, 결국 절단 작업시에는 마찰력을 극히 감소시키는데 목적이 있는 것인데 비해, 장작패기용 도끼에서 β 각이 적게 되면 마찰력은 감소시켜 주게 되나 β 각이 적으면 오히려 도끼를 빼내는데 힘이 더 들게 되는 경우가 있게 된다.

IFFA가 제시한 기본각도로 Spalthammer의 칼날角은 40° 그리고 Spalt axt는 22° 반면에 60mm 지점의 각도로 前者가 30°, 后者가 12°가 되도록 제시하고 있다. 즉 前者는 闊葉樹用 后者가 針葉樹用을 뜻한다. 그러나 Dauner의 Spalthammer의 칼날角((쪼기角)은 30°로서 多目的으로 利用할 수 있도록 쪼기각을 줄인 것 같다. 그리고 Spalt axt의 실제 각도는 18~20°로 되어 있다.

西独과 스위스 등지에서는 山林作業用으로 Dauner의 Spalthammer가 주로 利用되고 있는데 針葉樹生産地인 西独南部地帶에서는 일부 Spalt axt를 사용하고 있다.

도끼의 제원을 보면 그림 14와 같다.

특히 Dauner Spalthammer의 뒷날모서리에 코가 있는데 이는 木材의 방향전환에 사용되며 Spalt axt는 날카로운 뒷모서리가 上記 기능을 하게 된다. 도끼날을 갈때 이점을 유의할 일이다.

이들 道具는 한면은 도끼, 다른면은 함마로된 양

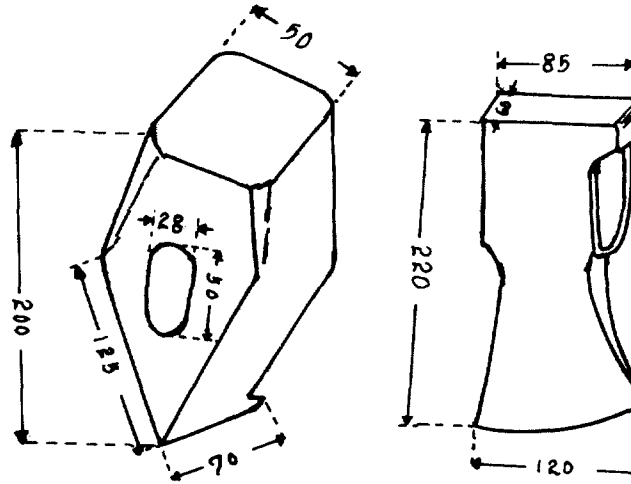


그림 14. Dauner Spalthammer 와 Spalt Axt의 제원

면작업 도구이며 비록 도끼라 하지만 타격력에 의해 나무를 쪼개는 기구이므로 曲率半徑은 있어야 하겠으나 半徑이 짧아야 할 理由가 없다.

Dauner Spalthammer의 重心点은 도끼귀의 中央에 있고 도끼자루의 형태는 양면작업을 할 수 있도록 直線이나 자루의 단면은 타원형이다. 도끼자루의 길이는 85cm로 타격점의 위치와 안전면이 고려되어 있는 것 같다.

도끼날의 幅이 좁을수록 타격점에서 미끄러져나가는 위험은 높아지나 대신 힘이 집중되는 效果가 있게 된다.

즉 도끼작업시 1kg의 도끼 회전속도는 약 20m/s 3kg의 도끼의 속도는 15m/s이므로 3kg의 도끼가 충돌할 때의 힘의 크기를 운동에너지 크기로 계산하면 337.5N이 된다. 이때 70mm幅의 Dauner Spalthammer의 경우는 mm당 4.8N이 작용하게 되고 Spalt axt는 120mm의 날幅이므로 mm당 2.8N이 작용하게 된다. 물론 曲率이 있으므로 이와 같은 計算은 타당하지 않지만 날목이 좁으면 그만큼 힘을 집중시킬 수 있다.

以上の 2種의 도끼를 비교하건데 Dauner의 Spalthammer와 같은 형의 도끼가 우리나라 山林作業에 보다 效果的일 것 같다.

왜냐하면 우리나라 林地에 활엽수종이 많고 침엽수의 경우 용이가 비교적 크게 발달되어 있기 때문이다. 물론 小徑林나 針葉樹 中徑材까지는 일반도끼로도 同作業은 可能할 것이다.

3. 鋼鐵의 性質

도끼용 강철은 좋은 절단력과 충분한 강성이 있어야 된다. 강철의 성질은 炭素含量에 의해 영향을 받게 되는데 含有比率를 보면 0.05~1.7%의 범위에 있다.

냉각과정의 조정에 따라 탄소함량은 0.2~0.5%가 되도록 하면 높은 강성을 지니게 된다. 歴史的 으로 소위 보검의 비밀은 탄소함량에 있었는데 약 0.3%이었던 것으로 알려지고 있다.

西獨의 道具 器具 및 농업기계 부품 제조업자들의 鋼鐵선택의 기준을 보면 C의 含量이 0.6~0.7%, Mn 0.7%까지, Si 0.35%까지 그리고 P+S는 0.05% 이하가 되도록하고 있다.⁷⁾

Lüber (1953)가 分析한 illtis 도끼의 化学分析直가 C 含量이 0.45~0.53%, Si가 0.25~0.50%, Mn이 0.5~0.8%, 그리고 P+S가 최대 0.04%로 나타나고 있다.⁷⁾

1950년도에 제작된 Harzer 도끼의 강철성질을 보면 C 0.65%, Mn 0.66%, P 0.02%, S 0.022%, Si 0.27%, 그리고 Cu가 0.12%로 되어 있다.⁷⁾

國內에서 山林用도끼를 제조할 때 以上の 分析直를 참고할 가치가 있다고 하겠다.

結 論

유럽중부지방의 山林作業用 도끼의 發達史에서 부터 그 형태 및 力學的 特性까지 조사 분석하여 보았다. 비록 도끼가 간단한 원리의 작업도구이지만 山林作業의 能率向上과 安全을 위해 계속 개량시켜 왔다는 점을 높이 사야 할 것 같다.

우리나라의 경우는 山林作業方法, 作業機器와 裝備 및 技能人力들이 체계적으로 발전되어 왔다고 보기가 어렵고 사실은 지금부터 출발선에 있다고 보아야 할 것이다.

필요에 따라 外國의 機器나 裝備를 도입하여야 겠지만 外화를 절약하고 國內 技術을 발전시키기 위해서는 可能的 國內에서 이들이 製作되도록 하는 것이 당연한 일이다. 이와 같은 취지로 다양하게 나타난 도끼의 특성을 조사 분석하여 國內 製作시의 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

우리나라 山林作業用 도끼로 최소한 2種이 있어야 하겠다. 하나는 가지치기와 필요시 除伐과 追口作業 및 중소경목의 벌목시 췌기박기 등 다목적용의

도끼와 또 하나는 중대경목의 伐木시 췌기박기와 工業用材의 尸材作業을 위해서이다.

多目的用 도끼에 대해서는 曲率半徑의 크기와 中心點의 위치, 도끼날의 각도와 형태, 무게 및 도끼날 모서리 형태, 도끼머리 부위의 형태 및 도끼자루에 대해 本論의 고찰과정에서 제시 하였다. 그리고 또 하나의 도끼로 Dauner의 Spalthammer의 모델을 그대로 도입 제작하면 될 것 같다.

요컨대 간단한 도구부터 차례차례로 우리나라 山林作業에 적합한 機器와 裝備를 우리의 현실을 바탕으로 개발시켜 나가야 한다는 점을 강조하고자 한다.

引 用 文 獻

1. Bürgin, F. 1980. Unterhalt von Waldwerkzeugen. Die Waldarbeit. Nr. 2
2. David Dominicus & co. 1980/82. Forstpreisliste. 5630 Rehnscheidvieringhausen.
3. Forstwirtschaftliche Zentralstelle der Schweiz. handbuch für Holzerntarbeiten. 4500 Solothurn.
4. Forstculture. 1980/81. Katalog. 6000 Frankfurt/M.
5. Institut für forstliche Arbeitwissenschaft. 1940. Die Axt und ihre Pflege. Merkblätter für die Deutsche Waldarbeit. 24.
6. KWF. 1970. FPA-Verzeichnis, Verzeichnis der mit Erfolg geprüften forstlichen Geräte, Werkzeuge und Maschinen.
7. Reissingen, G. 1959. Die Konstruktionsgrundlage der Axt.
8. Sperber, H. 1979. Gerätesammlung zwink im Freilichmuseum des Bezirks Oberbayern an der Gleintleiten. Grossweil bei Murnau.
9. Stihl. 1980/81. Katalog. 7051 Waiblingen.
10. Varchmin, J. und J. Radkau. 1979. Kraft, Energie und Arbeit. Kurturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Deutsches Museum.