

原 著

工藤雄一郎¹：縄文時代の木材利用に関する実験考古学的研究 —東北大学川渡農場伐採実験—

Yuichiro Kudo¹: An experimental archaeological study of wood utilization during the Jomon Period: experimental felling of trees with stone axes in the Kawatabi Experimental Farm of Tohoku University

要 旨 樹木伐採・木材加工技術・森林資源再生など縄文時代の木材利用に関する多角的問題の解明を目的とし、2001年及び2002年に実施した実験考古学的調査である川渡農場伐採実験の成果を中心に、縄文時代の磨製石斧の効力の問題について検討した。先史時代の遺跡出土資料をもとに復元した伐採用具を使用したこの広葉樹二次林の皆伐実験では、これまで磨製石斧によって計178本、鉄斧によって計22本の実験データをj得ている。この結果、伐採の対象とする樹種によって伐採作業の効率に明確な違いがあることが判明した。そこで伐採に要したストローク数と樹幹断面積を基準として樹種別にこれを対比し、クリの伐採がコナラやサクラ属、カエデ属の樹木と比較して相対的に容易であることを示した。このような樹種による伐採効率の差異は、樹木の生長速度や年輪の形成の仕方、強度などの違いが顕在化したものと推定した。また、鉄斧と磨製石斧のデータを比較し、木材の断面積と伐採に要したストローク数に基いて両者の効力を対比した結果、直径30 cmの樹木で約3.9倍の格差があることを示した。縄文時代の木材利用を解明する上で、樹種の選択性とも関係する伐採具としての磨製石斧の効力を、実験により明確化することは非常に有効であると考えられる。

キーワード：クリ、縄文時代、鉄斧、磨製石斧、木材伐採実験

Abstract An experimental archaeological research was carried out on clear-cutting of a secondary forest consisted of deciduous broad-leaved trees with polished stone axes and iron axes. The data were obtained for 178 trees felled with stone axes and 22 trees felled with the iron axes. The experiment showed that the felling efficiency of the polished stone axes of the Jomon Period changed between tree species. Among *Castanea*, *Quercus*, *Prunus* and *Acer*, *Castanea* was the easiest to cut down. Between stone axes and iron axes, the number of strokes needed to cut down trees of the same size was one-fourth with iron axes. It is important to estimate the efficiency of stone axes with such usage experiment in order to clarify selection of wood species utilized during the Jomon Period.

Key words: *Castanea crenata*, experimental felling of trees, iron axes, Jomon Period, polished stone axes

はじめに

東京都立大学考古学研究室を中心とする人類誌調査グループ実験考古学班では、1999年から磨製石斧を使用した実験考古学的研究を実施している。実験の目的は磨製石斧の機能やその破損プロセスの解明、磨製石斧の使用痕研究に留まらず、縄文時代の木材加工技術や樹木伐採・森林資源再生など、縄文時代における木材利用の実態の解明にある(山田, 2002; 工藤ほか, 2002)。本稿は、2001年および2002年度に宮城県鳴子町にある東北大学農学部川渡農場で実施した、木材伐採実験(工藤ほか, 2002; 岩瀬・工藤, 2002)の調査成果を中心に報告するものである。

本実験は先史時代の遺跡出土遺物をもとに復元した、膝柄と直柄の2種類の伐採用磨製石斧および鉄斧を用いた広葉樹二次林の伐採実験(皆伐実験)である。縄文時代

における森林利用を解明する上で、特にクリ林の「管理利用」において磨製石斧での伐採後に残る切り株(下側に残る部位)に見られる繊維の「ささくれ」が、森林の長期利用の基礎となる萌芽再生にどのような影響を及ぼすのかを、チェーンソーの平坦な伐採痕と比較して検討することを目的としている(鈴木, 2002)。このうち伐採作業後の萌芽再生については東北大学のグループを中心として経過観察が継続中である。一方実験考古学研究班の目的は、1999年度と2000年度の木材伐採実験(岩田, 2000, 2001)に引き続いて、磨製石斧の効力を明らかにすること、クリ *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. の用材に関する数量的データ(後藤・宮崎, 2000; 小林, 2002)を得ること、及び実験で得られた伐採痕と遺跡出土の木質資料との比較をすること(山田, 2000; 山田・吉野, 2000)など、縄

¹ 〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 東京都立大学大学院人文科学研究科史学専攻

Department of History, Faculty of Social Sciences and Humanities, Tokyo Metropolitan University, Minam-osawa 1-1, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan

文時代における木材利用に関する様々な情報を蓄積することにある。また、磨製石斧の使用実験の他に集落設営に関わる「用材利用」の問題解明も目的の一つとしている。

本実験は、専門分野・領域が異なる研究者による学際的共同研究である。本稿で扱う内容は、広葉樹二次林皆伐実験を実施するなかで実験考古学研究班として採取できたデータから、考察可能ないくつかの事項について検討を加えたものである。したがって、実験実施以前に以下で検討する項目についての問題点が必ずしも明確化されていたわけではない。木材伐採実験を進めていく上で今後はより厳密な条件設定が必要な事項を多く含むことを予め断っておきたい。

なお、「縄文時代」とは、日本列島において土器が出現して以降、本格的な稲作農耕が開始される以前の時代とされるのが一般的認識であるが、現在その時間的・空間的範囲の有効性に様々な問題を抱えている(山田, 1990a, 1990b; 今村, 1999; 泉, 2001; 谷口, 2002; 工藤, 2003; 長沼, 2002)。本稿の中でも「縄文時代」という用語を使用しているが、実験結果の比較検討対象として我々が想定しているその空間的範囲は、国民国家の領域を前提とした「日本」全域を含めたものではない。伐採実験の諸条件を設定する上で、比較対象として設定している地理的範囲は、植生的な共通性から、本州島東部の様相に主眼を置いたものである。また時間的範囲では、一般的な考古学的相対編年(土器編年)である草創期から晩期まで(数値年代で約15,000~3000 cal BP)を含めたものではない。土器編年而言えば、主に前期以降(ca. 7000 cal BP以降)の集落の諸様相を想定している。ただし、実験に使用している道具の復元モデルとした考古学的遺物自体は、必ずしもこの

時間・空間内に帰属する資料ではない。その理由は、磨製石斧との装着状態を想定できる木製の柄の出土事例が非常に限定されるためである。

調査地点の概要と調査方法

1. 調査区の概況

実験は宮城県鳴子町東北大学川渡農場演習林において、2001年度は8月5日~9日の計5日間、2002年度は11月1日~11月5日の計5日間実施した。

川渡農場地内の標高はおおよそ100 mから620 mに及ぶ。東北地方奥羽山系の山間気象の特徴を有し、宮城県でも海岸に近い仙台市に比較して気温はやや低く、降水量、降雪量が多い地域である。1990~1999年の資料によると、年平均気温は10.5°C、月平均気温の最低は1月で0.5°C、最高は8月で22.5°C、年降水量は1719 mmとなっている。また、植生帯としては冷温帯下部に属している(渋谷・阿部, 1988)。

実験地は荒雄川の北側の山地帯に位置し、標高は約460 mから500 mである。農場内のクリが比較的密集して生育する地点を選定し、10 m×10 mの範囲に区画して石斧伐採区とチェーンソー伐採区を設定した(図1)。2001年度は石斧伐採区を3箇所、チェーンソー伐採区を3箇所の計600 m²、2002年度も同様に計600 m²の伐採区を設定した。これまでに皆伐した面積は合計1200 m²である。2001年度に設定した1区と2区の標高は約480 mで各調査区の中でも最も平坦な地形に、また3区と4区は標高約470 mで北側に緩やかに傾斜する斜面上に設定した。5区と6区は標高480~470 mにかけてのやや急な斜面上に設定している。一方、2002年度の7~10区はやや平坦

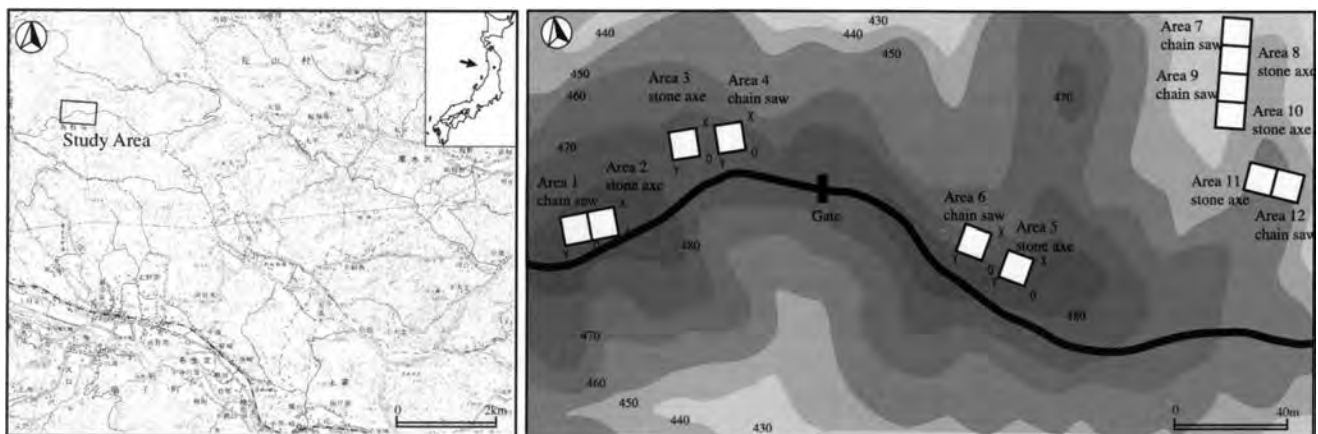


図1 調査地位置図。— 左：川渡農場周辺と調査区の位置(国土地理院発行1:50,000地形図「岩ヶ崎」を使用)、右：設定した調査区の位置の概略図。

Fig. 1 Location map of the study area. — Left: Location of the Kawatabi Experimental Farm (based on a 1:50,000 topographic map “Iwagasaki” published by the Geographical Survey Institute of Japan), right: geographical conditions of experiment areas.

表 1 各調査区の樹種構成

Table 1 Composition of trees in the study areas

和名	Species	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume					3			4	3			2	12
ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel.					4		1	1					6
ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i> Turcz.										1			1
ミズメ	<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.							1	1				2	4
クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	5	11	9	4	7	5	6	1	1	6	4	4	63
コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	12	9	4	5	3	1	1	1	4			1	41
ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume				3							3	3	9
ホオノキ	<i>Magnolia hypoleuca</i> Sieb. et Zucc.	1				1	2	1			1	3	1	10
オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Rehd. subsp. <i>membranacea</i> (Maxim.) Kitam.					2	2						1	5
ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	2		1	1								2	6
アズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i> K. Koch												1	1
オオウラジロノキ	<i>Malus tschonoskii</i> Schneid.			1										1
オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder		4				3				3	3		13
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i> (Koidz.) Koehne								1					1
サクラ属	<i>Prunus</i>	1		1		3	7			3			6	21
ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i> Miq.		1		3									4
アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.		2	8							1	2	3	16
ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i> Thunb.			1										1
コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.				1	1	1		1	4	2	4	1	15
コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.						1						9	10
ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.					22	15	1	1	4		6	17	66
イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.					4					1	5	1	11
ヒトツバカエデ	<i>Acer distylum</i> Sieb. et Zucc.			1									1	2
カエデ属	<i>Acer</i>			1										1
コシアブラ	<i>Eleutherococcus sciadophylloides</i> (Franch. et Sav.) H. Ohashi			1		1				1			3	6
ミズキ	<i>Swida controversa</i> (Hemsl. ex Prain) Soják						4						2	6
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Sieb. et Zucc.	6		2	4									12
サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i> (Miq.) G. Nicholson				2								1	3
ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude subsp. <i>neziki</i> (Nakai et H. Hara) H. Hara			2										2
ハクウンボク	<i>Styrax obassia</i> Sieb. et Zucc.				1	1								2
枯死	dead tree		1							3		2	4	10
合計		27	28	32	24	52	41	11	14	21	14	45	52	361

で樹木が比較的大きく成長した地点に設定した。標高は約 450～440 m である。11 区・12 区は斜面上で、若い樹木が多く 7～10 区よりも樹木が密集していた。標高は約 460 m である。なお、実験地周辺では最近 20～30 年程度間伐や皆伐などが行われていない。

2. 実験地の樹種構成

実験地の樹木本数を樹種別に示した（表 1）。樹種の設定に関しては東北大学を中心とする植物学のグループが行った。実験地の植生は全体的にクリ、コナラ *Quercus serrata* Thunb., ウリハダカエデ *Acer rufinerve* Sieb. et Zucc. などのカエデ属、オオヤマザクラ *Prunus sargentii*

Rehder などのサクラ属の樹木が多く、クリ・コナラを中心とした東北地方に一般的な二次林である。調査区の中でクリの樹木本数が特に多い点に関しては、クリ林の萌芽再生を確認することが調査の主目的であったため、川渡農場の山林の中でもクリが多く生育している地点に調査区を設定したことと関係する。したがって、川渡農場全体で、クリがこのような高密度で分布しているわけではない。

3. 実験に使用した道具

実験で使用した^{ひざえ}膝柄・^{なおえ}直柄の磨製石斧は、それぞれ福井県鳥浜貝塚および滋賀県滋賀里遺跡から出土した資料をもとに復元した（図 2）。膝柄は鳥浜貝塚出土の遺物番



図2 実験に使用した磨製石斧と鉄斧。
Fig. 2 Stone axes and iron axes used in the experiment.

号75AZZ-046(森川・山田, 1979)をモデルとし(図3-1), 直柄は, 滋賀里遺跡出土の遺物のうち, 固定部は遺物番号AW3を, 全体の長さは遺物番号AW4(田辺・加藤, 1973)をモデルとした(図3-2)。

2001年度に使用した磨製石斧は膝柄3本, 直柄5本の計8本と, 斧身が計8個である。膝柄はユズリハ *Daphniphyllum macropodum* Miq., サカキ *Cleyera ochracea* DC., ツバキ *Camellia japonica* L. を使用し(工藤, 2001; 工藤ほか, 2002), 直柄はすべてコナラ製である。斧身には糸魚川産の蛇紋岩を使用した(三山, 2002)。膝柄石斧の斧身の固定には, カラムシ *Boehmeria nivea* Gaud. の縄やゼンマイ *Osmunda japonica* Thunb. のワタなどの自然素材を使用し, 使用時の諸条件は推定される範囲内で, 可能な限り当時の条件に近づけるようにして実施した(三山ほか, 2002)。なお, 実験に使用した磨製石斧及び石斧柄はすべて村上古代ランドの磯部保衛氏が製作した。

また, 2002年度の実験では磨製石斧との予備的な比較実験として, 弥生時代の袋状鉄斧および板状鉄斧を遺跡出土資料の実測図をもとに復元して使用した(図2)。袋状鉄斧用膝柄は和歌山県鳴神遺跡の出土資料(古賀, 1971)を復元のモデルとし(図3-3), 板状鉄斧用の直柄は群馬県新保遺跡遺跡から出土した資料(山田, 1986)をモデルとした(図3-4)。使用した鉄斧の斧身は, 袋状鉄斧2本, 板状鉄斧3本である。これらの鉄斧は青森県田子町の鍛冶職人中畑文利氏が, 鉄斧に使用した柄は鉄斧の斧身に合わせて磯部保衛氏が製作した。

4. 2001年度の伐採実験

2001年度の実験に参加した人数は男女約30人である。多くの場合, 1本の樹木を数人で交替しながら伐採した。

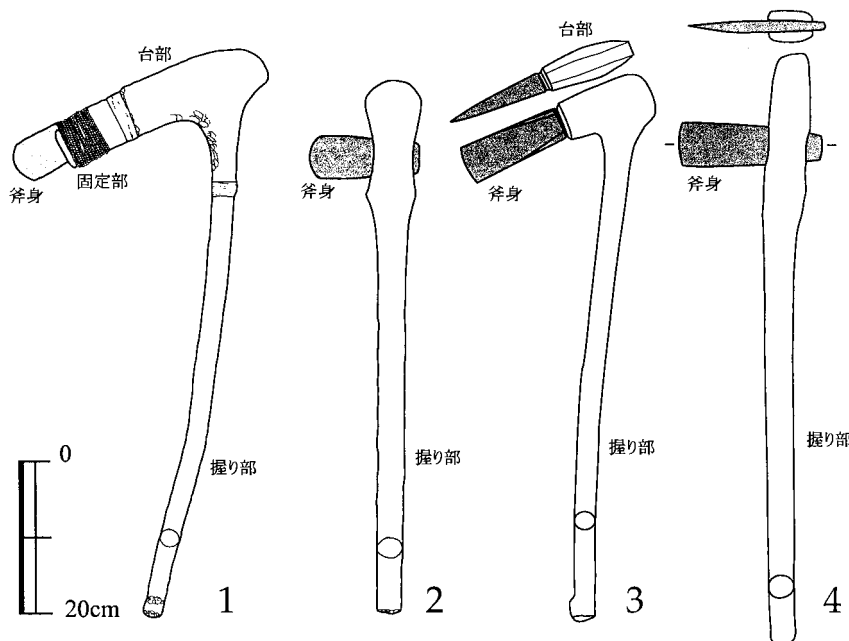


図3 実験に使用した磨製石斧と鉄斧。— 1: 膝柄石斧, 2: 直柄石斧, 3: 膝柄袋状鉄斧, 4: 直柄板状鉄斧。

Fig. 3 Stone axes and iron axes. — 1: knee-haft stone axe, 2: straight-haft stone axe, 3: knee-haft iron axe, 4: straight-haft iron axe.

伐採方法については周囲に木や崖などがある場合を除いて、基本的に全周囲から樹木に対して斜め下方向へ磨製石斧を打ち込んだ(岩瀬・工藤, 2002)。斧身は一定量の使用による破損・摩滅痕跡を観察するため、膝柄・直柄ともに5000回打ちつける毎に使用を一時中止し、顕微鏡観察・記録後、刃部再生を行わずに再び使用した。また使用中に視認できる何らかの破損や、使用に耐えないとみられる破損が認められた時点で使用を中止し、これらの場合は以後使用しないこととした。これは柄に関しても同様で、使用に耐えないような破損・亀裂などがみられた場合は使用を中止し、以後使用していない(三山, 2002)。

2001年度の実験データを用いて、筆者は以前に樹種による伐採効率の違いについて、実験での伐採本数が多いクリやコナラ、サクラ属、カエデ属を選択し、樹木の直径と伐採に要したストローク数を基準として比較を行っている(工藤ほか, 2002; 岩瀬・工藤, 2002)。本稿では、これに2002年度のデータを追加した上で、より厳密に伐採効率の違いを提示するため、樹木の直径ではなく伐採高における断面積とストローク数を基準としている。なお樹木直径と断面積は、実験中に計測した伐採点における幹周から算定した値を用いた。

5. 2002年度の伐採実験

2002年度の実験では、2001年度に引き続き広葉樹伐採・皆伐にかかるストローク数や時間、磨製石斧の使用痕などの実験データを蓄積した。ただし斧身の使用痕については、2001年度のように5000ストロークごとに斧身刃部の顕微鏡観察をするのではなく、一日の作業終了後に観察を行った。なお、伐採の手順・方法は2001年度と同様である。参加人数は男女約25人である。2002年度の調査区は樹木の分布密度が低く2001年度よりも対象樹木本数自体が少ない。また調査期間中の天候条件が悪く、磨製石斧での皆伐が完了できなかったため、磨製石斧による一定面積の皆伐に関するデータは採取できていない(残った樹木はチェーンソーで伐採した)。

一方、チェーンソー伐採区の一部の樹木については鉄斧を用いて試験的に伐採した。弥生時代の遺跡資料をもとに復元した鉄斧を使用するのは今回が初めての試みであり、現時点では皆伐などのデータの採取を目的としてはいない。あくまで予備的な実験として行った。なお、鉄斧で伐採した樹木は伐採終了後、チェーンソーで伐採部分を切り落とし、チェーンソーで伐採した他の樹木と萌芽再生の条件が同じになるようにした。

6. 記録した項目

本実験において記録した項目は、対象となる樹木につい

て生育位置を示す座標、樹種、樹高、胸高での幹周、伐採した高さでの幹周、伐採した樹木の上部和下部の長さ、伐採痕、伐採地点の地形、さらに伐採作業に使用した斧身、使用柄、樹木に打ちつけたストローク数、伐採所要時間、石斧使用痕などの情報である。伐採点幹周とは、樹木を伐採した高さで計測した幹周である。遺跡出土の柱材や復元住居に使用した用材(小林, 2002)との比較を念頭に置いて、胸高だけでなく伐採点での幹周も記録した。ストローク数とは、1本の樹木の伐採に要した加撃回数(磨製石斧を樹木に打ちつけた回数)である。途中で使用石斧を変更した場合などもそれらの総計として表示した。伐採作業中に石斧や柄が破損するなど一本の樹木に対して複数の石斧を使った場合、使用順に提示してある。伐採時間とは休憩時間や作業者の交代、斧身の固定状態の確認・修整などに要する時間などを除き、純粋に伐採作業に費やした時間を計測したものである。ただし2001年度の実験では、伐採作業中に石斧が柄から脱落するといった石斧の固定上の問題や作業手順の問題が幾度か発生したため、すべての樹木について伐採時間を計りえたわけではない。2002年度は上記の技術的な問題点の改善を図った上で、伐採した全樹木に対して作業時間のデータを得た。

結 果

1. 伐採樹木本数

実験結果を付表1~3に提示した。2001年度の実験では計112本の樹木に対して上記のデータを採取した。また、2002年度の伐採実験の結果、磨製石斧では計66本、鉄斧では計22本の樹木に対して伐採データを得た。

2. 磨製石斧の樹種別伐採効率の比較

磨製石斧で伐採したデータについて樹種別に伐採効率を比較するため、代表的な樹種であるクリ、コナラ、カエデ属、サクラ属の樹木に関して、各樹木の断面積と伐採に要したストローク数の関係を示した(図4)。このうちクリ・コナラ以外の樹種については点数不足を補うため属レベルで集計して比較した。図4の横軸は対数で表示している。クリ以外の樹木では直径10cm(断面積約80cm²)前後あるいはそれ以下の樹木が大半であり、クリも含め直径15cm(同約180cm²)以上のデータが不足しているが、ここでは近似値をとって比較した。

これによるとクリの伐採効率は他の樹種に対して全体的に異なる傾向がみられ、クリは他の樹種と比較して同程度のストローク数でもより太い樹木を伐採していることが分かった。しかしクリ以外のコナラやカエデ属、サクラ属の各樹種間の伐採作業効率の違いにまで言及することは現時点では難しい。

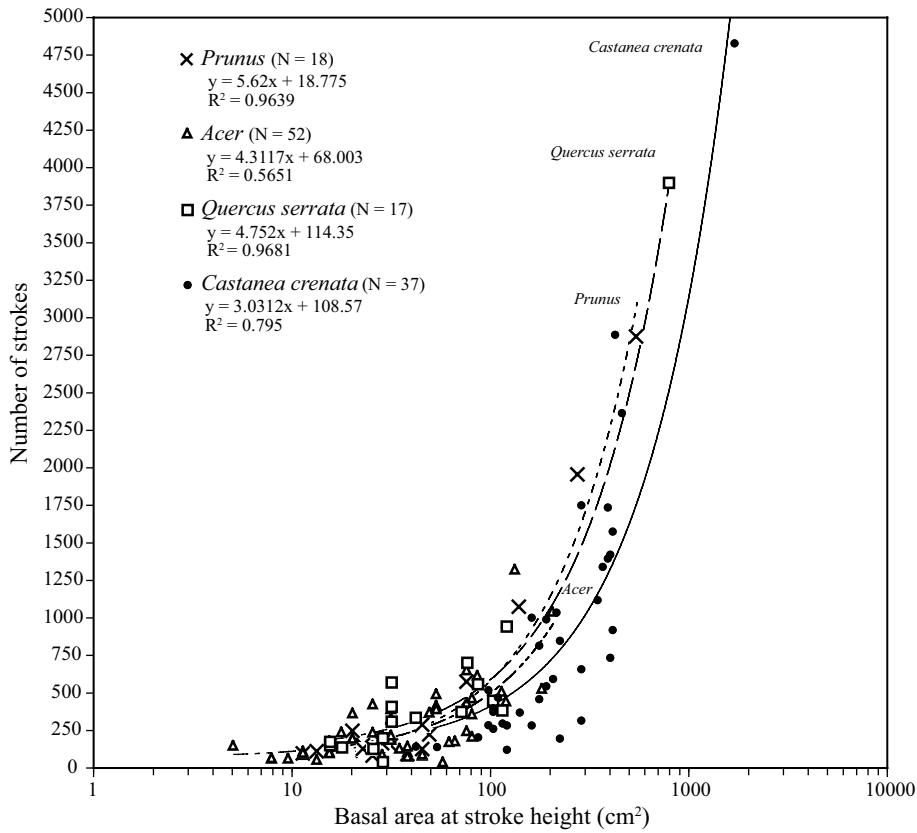


図4 磨製石斧による樹種別伐採効率の比較。ここではサクラ属 *Prunus*、カエデ属 *Acer*、コナラ *Quercus serrata*、クリ *Castanea crenata* の伐採効率を比較した。横軸は伐採高での樹幹断面積、縦軸はストローク数。

Fig. 4 Comparison of the efficiency of tree felling with stone axes between tree species.

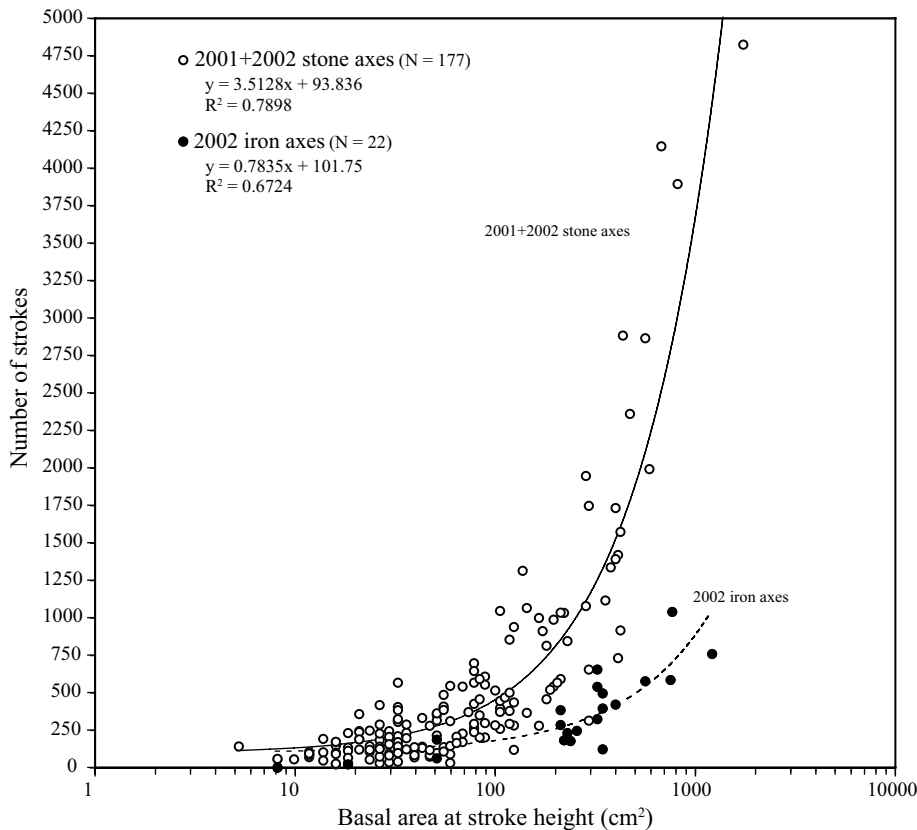


図5 磨製石斧と鉄斧の伐採効率の比較。

Fig. 5 Comparison of the efficiency of tree felling between stone axes and iron axes.

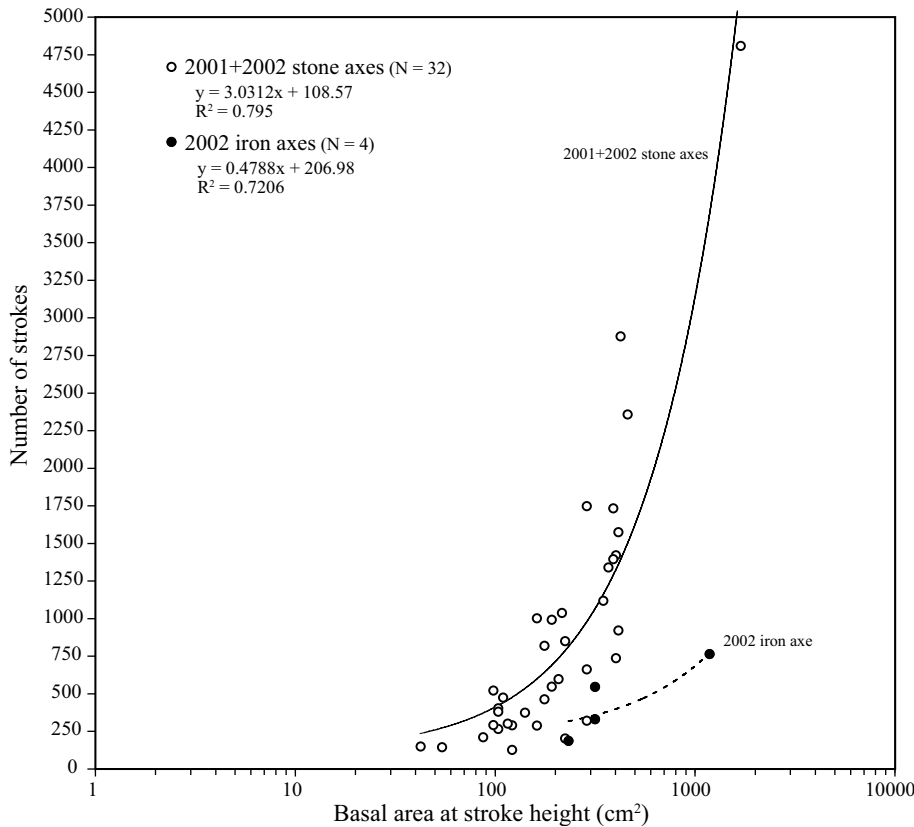


図6 磨製石斧と鉄斧の伐採効率の比較（クリのみ）。
Fig. 6 Comparison of the efficiency of tree felling between stone axes and iron axes (only for *Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) .

3. 磨製石斧と鉄斧との比較

実験で伐採した樹木について磨製石斧と鉄斧の両者の伐採効率を比較した（図5）。縦軸にストローク数を、横軸に伐採した樹木の伐採高での断面積を取り、2001年と2002年度の磨製石斧データと2002年度の鉄斧データを比較した。まずは樹種による作業効率の違いは考慮せず、あくまで磨製石斧と鉄斧との大局的な比較を行った。両者のデータを基に近似式を得て、その式をもとに両者を比較してみると、磨製石斧と鉄斧でストローク回数に断面積300 cm²（直径約20 cm）で約3.4倍、断面積700 cm²（直径約30 cm）の場合では実に約3.9倍の格差が生じていたことが分かった。次にクリについてのデータのみを抽出して比較したところ、点数が限られるものの磨製石斧と比較して鉄斧のストローク回数が少ない傾向はより顕著に現れている（図6）。

考 察

1. 伐採効率と樹種の選択性

川渡農場での伐採実験を通じて、樹種の違いによって磨製石斧での伐採にかかる労力が大きく異なることがわかった。実験参加者からは伐採作業時の印象として、1) クリは伐採が容易である、2) ウリハダカエデは非常に堅い、3)

サクラは伐採した樹木の中で最も堅い、4) ウダイカンバ *Betula maximowicziana* Regel は切りにくい、といった諸点が指摘された。実際、伐採高幹周91 cmのウダイカンバの伐採に際しては、2本の石斧が破損し、伐採を完了するまでに3本の斧身を使用している。このような磨製石斧の使用感の違いは、磨製石斧の効力を考える上で、また縄文時代の木材利用を考える上で、樹種を選択性とも関連する極めて重要な項目であると考えられる。したがって、実験を通じて得た経験的データを、より客観的なデータとして提示する必要があった。

実験データの検討の結果、ややばらつきは生じたものの、クリの場合は他の樹種のデータと比較して、伐採にかかったストローク回数が少ない傾向が明瞭に読み取れる。例えば、伐採高断面積300 cm²（直径約20 cm）で比較してみると、クリとコナラで約1.5倍、クリとサクラ属で約1.7倍ストローク数に格差が生じることになる。つまり同じ太さの樹木を伐採する場合でも、「クリ以外の木は伐採に時間がかかる」、逆に言うならば、上記の4種の中で「クリは磨製石斧での伐採が最も容易な樹種である」ということが、実験で得られた数値の面からも提示できたと言える（図4）。

このように樹種によって伐採効率に格差が生じることについては、いくつかの要因が考えられる。磨製石斧での伐



図7 磨製石斧と鉄斧による伐採痕の比較。— 左：石斧による伐採痕，右：鉄斧による伐採痕。
Fig. 7 Comparison of the marks of tree felling. — Left: with a stone axe, right: with an iron axe.

採作業においては、鉄斧のように刃先の鋭さで木材の繊維を直線的に切断するのではなく、斧の重量と刃の湾曲面を生かして持ち手をやや回転させながら刃を曲線的に進ませていく。「断ち切る」というよりも「削り取る」といった伐採方法になる。このため、サクラ属やカエデ属のように年輪幅が狭く緻密な樹木の場合には、磨製石斧の刃を樹木に食い込ませにくく斧が弾き返されてしまう。例えばオオヤマザクラなどの樹木の伐採作業中には、クリと比較して打撃の衝撃とその反動が柄を支えている両手に強く残る印象を受けた。これに対し、クリは他の樹木と比較して生長速度が非常に早く、年輪幅も相対的に密ではない。したがって、一度のストロークでより多くの量を削り取ることができるため、磨製石斧での伐採が容易であると推定される。また、前述の内容とも関係するが、樹木の比重や強度自体の差も考えられる。そこで、各樹木の気乾比重と剪断強度（貴島ほか、1962）について見てみると、クリは気乾比重0.60、剪断強度 80 kg/cm^2 であるのに対し、コナラでは気乾比重0.76、剪断強度 100 kg/cm^2 と、比重、強度共にクリよりもやや高い。一方サクラ属に関しては、ヤマザクラ *Prunus jamasakura* Siebold ex Koidz. のデータでは気乾比重0.62、剪断強度 150 kg/cm^2 と、約2倍近く剪断強度に差があることがわかった。したがって、磨製石斧による伐採作業においては、このような樹種によって異なる年輪の形成の仕方や樹木の比重、強度の違いなどが、ストローク回数の違いとして顕著にあらわれ、伐採に要する労力としても大きく異なると理解できる。

材を選ぶ基準には、適材適所といわれる用途ごとの適性や、木材資源の量および距離などが関係する（村上、2002）。縄文時代を通じて建築材等にクリが多用される傾向がある点については、これまでも幾度か指摘されてきた

が（千野、1983、1991；鈴木・能城、1997）、その要因として食料資源としてのクリの有用性や、建築部材としてのクリの特性すなわちクリの強度や耐朽性が強調されてきた。確かにクリは建築用材として適し、果実は食料としても重要であり、豊富に出土する植物遺体からも縄文時代にクリが特に重要視されていたのは疑いも無い事実である。しかし、今回伐採したクリとコナラを比較してみると、クリよりもコナラのほうが同じ程度の太さの樹木でも、伐採により多くの時間・ストローク回数を要した。大型の材を必要とする竪穴住居の建築材として縄文時代にクリが多用された要因を考える場合、建築用材、食料資源としての有用度はもちろんのことであるが、一方で伐採具としての磨製石斧の機能的側面も大いに関係している可能性が考えられる。磨製石斧を使用して用材を獲得していた当時の人々にとっても、クリは非常に扱いやすい樹木であったことがこの事実からも容易に推測される。樹種による伐採効率の違いや伐採にかかる労力を数値化することは、遺跡出土の用材と比較して森林の継続利用について考察するための有効な資料となる（山田、2002）。

2. 磨製石斧と鉄斧の違い

2002年度の伐採実験では弥生時代の2種類の鉄斧を復元して使用したが、鉄斧での伐採作業は実際のところ前述の磨製石斧とは比較にならないほど容易であった。この容易さは樹木を切り倒すのに必要な、削る分量（体積）の差として特に顕著に表れる。つまり磨製石斧の場合、鉄斧と比較して斧身自体に厚みがあることに加え、前述のように刃部の湾曲面を生かして木を「削り取る」方法で木材に対して斜め方向の加撃を行うため、刃部が樹幹の中心部近くに達するためには削らなければならない範囲（上下幅）も

大きくなる。これに対し、鉄斧の場合は容易に繊維が分断可能で垂直に近い方向への加撃が行えるため、磨製石斧と比較して刃部がより深く樹木に食い込む。この結果、樹木を倒すまでに削り取らねばならない量も格段に少なくて済むことが分かった(図7)。すなわち鉄斧を使用した場合は木材の廃棄量、作業者の労働量ともに軽減することができ、木材の利用効率と作業効率の双方においてすぐれているとみてよい。この二つの効率を総合した「伐採効率」の良さが、磨製石斧と比較した場合の鉄斧の利点であるといえよう。

さらに、重要な問題として、磨製石斧で示したような樹種による伐採効率の違いは、鉄斧を使用した場合には大きく縮小されることが推測される。磨製石斧と比較して極めて鋭い刃先をもつ鉄斧では、クリ以外の樹種でも磨製石斧のように伐採の労力に顕著な違いが感じられるということは無く、伐採実験参加者からある特定の樹種が切りにくいという意見も出ていない。鉄斧で伐採した樹木本数が磨製石斧と比較して少数であるため、樹種を限定した上でこれを数値データとして提示することは現時点では難しいものの、おそらく鉄斧の場合でも厳密に言えば、他の樹木と比較してクリの伐採効率は良いと予想される。ところが、一般的に用材として使用する直径30 cm程度までの樹木であれば、磨製石斧で示したような樹種による強度などの特性の違いが、伐採に要する労力の差としては顕在化しないと思われる。今後の実験課題としたいが、大型の材を必要とする建築材などに使用する樹種の選択性に対する道具自体からの制約が、鉄斧を使用することによって大きく解消されることになった可能性が考えられる。この点はクリの利用を中心とした縄文時代の木材利用とコナラ・クヌギに変化する本州島東部の弥生時代の木材利用のあり方(山田, 2002)を比較する上でも、また縄文時代の木材利用の実態をより具体化する上でも重要である。

まとめと課題

今回の報告は、2001年度および2002年度に実施した川渡農場における伐採実験について概要を紹介し、実験で記録したデータをもとに縄文時代の磨製石斧の効力や木材利用の問題について検討を試みたものである。本稿で述べてきたこれらの事項は、あくまで現時点で得られているデータを根拠としたものであり、さらに実験を繰り返し、データを蓄積させることで検証・修正を進めていく必要がある。例えば伐採用具という側面から、縄文時代の木材利用の実態をより一層明確化するためには、弥生時代の木材利用と比較することが要求される。したがって、弥生時代に多く利用される樹種(例えばクヌギ節やアカガシ亜属など)についても同様の伐採実験を実施し、比較資料を得るべきであろう。

また、細分化しつつある調査の諸目的に応じて、実験の諸条件をより厳密に整備していく必要がある。今回のような木材の樹種による伐採効率の検討では、図4・5からも明らかなように、同じ樹種・同じ太さの樹木でもストローク数に明らかに不自然なばらつきがみられた。これは、作業者の年齢や性別だけでなく、伐採作業の熟練度による要因が大きく影響していると推測される。作業者の技能向上によって、より効率的に木を削り取ることが出来れば、同じ直径の樹木でも伐採にかかる回数は大きく異なる。今後さらなるデータの厳密性を期すならば、作業者を固定することで実験条件の均一化を図る必要が生じるが、短期間の皆伐実験という作業の中で、作業者を固定してなおかつ数多くの樹木についての実験データを集積することは非常に困難ではある。しかし、今後このような視点から伐採実験を通じて磨製石斧および鉄斧の効力に関する定量的かつ均質なデータを蓄積することは極めて重要であり、これまでの実験作業の積み重ねによって一部の作業者の技能はそうしたデータの採取を望める域にまで達しつつある。

我々人類誌調査グループで実施している伐採実験は未だ試行錯誤の段階である。実験に必要な諸条件をどのように整備していくか、そうした問題に関しても検討を積み重ね、縄文時代の木材利用について今後もより有効なデータを蓄積・提示していくことが求められる。

謝 辞

本実験は、東北大学の鈴木三男氏を研究代表者とする科学研究費(基盤研究B(2))「縄文時代のクリ林利用とクリ林再生管理に関する考古生態学的研究」課題番号12410103)と三内丸山遺跡特別研究助成費により実施した。本実験の実施に際しては多くの方々から協力を得た。特に、実験に使用している道具を製作して頂いている磯部保衛氏と中畑文利氏の御協力がなければ本実験自体が成り立たない。また、本実験に参加して頂き、厳しい条件の中伐採作業に協力していただいた方々に深く感謝する次第である。最後に本稿作成にあたっては以下の方々から多くの御助言・御教示を頂いた。心から感謝の意を表したい(敬称略)。佐々木由香、佐野勝宏、高瀬克範、長沼正樹、能城修一、村上由美子、山田昌久。

引用文献

- 千野裕道. 1983. 縄文時代のクリと集落周辺植生. 研究論集 II: 25-42. 東京都埋蔵文化財センター.
- 千野裕道. 1991. 縄文時代に二次林はあったか—遺跡出土遺体からの検討—. 東京都埋蔵文化財センター研究論集 X: 215-249.
- 後藤章太郎・宮崎 央. 2000. 住居建築の工程. 「人類誌集報 2000」(後藤章太郎他編), 190-202. 東京都立大学人類

- 誌調査グループ, 東京.
- 今村啓爾. 1999. 縄文の実像を求めて. 歴史文化ライブラリー 76. 216 pp. 吉川弘文館, 東京.
- 岩瀬 彬・工藤雄一郎. 2002. 川渡農場伐採実験. 「人類誌集報 2002」(岩瀬彬他編), 147-170. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 岩田らさ. 2000. 使用による縄文時代磨製石斧の形態変化に関する一考察. 「人類誌集報 2000」(後藤章太郎他編), 141-170. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 岩田らさ. 2001. 2000年度縄文時代磨製石斧の実験による使用痕の観察. 「人類誌集報 2001」(加藤亜希子他編), 68-98. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 泉 拓良. 2001. 新たな縄文観の創造に向けて. 季刊考古学 69: 14-17.
- 貴島恒夫・岡本省吾・林 昭三. 1962. 原色木材大図鑑. 204 pp. 保育社, 東京.
- 小林加奈. 2002. 使用部材の数量調査. 「人類誌集報 2002」(岩瀬彬他編), 200-219. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 古賀直樹. 1971. 昭和45年度阪和高速道路(近畿高速自動車道と歌山線)遺跡発掘調査概報. 和歌山県教育委員会, 和歌山.
- 工藤雄一郎. 2001. 石斧の柄材について(予察)—ユズリハの生育環境と石斧柄材—. 「人類誌集報 2001」(加藤亜希子他編), 99-113. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 工藤雄一郎. 2003. 更新世終末から完新世移行期における考古学研究的諸問題—環境変遷史と考古学的時間軸の対応関係—. 古代文化 55(6): 16-28.
- 工藤雄一郎・磯部保衛・山田昌久. 2002. 木器・木材加工. 季刊考古学 81: 28-31.
- 渋谷暁一・阿部篤郎. 1988. 川渡農場の気象について. 川渡農場報告 No. 4: 23-25.
- 鈴木三男. 2002. 日本人と木の文化. 255 pp. 八坂書房, 東京.
- 鈴木三男・能城修一. 1997. 縄文時代の森林植生の復元と木材資源の利用. 第四紀研究 36: 329-342.
- 田辺昭三・加藤 修, 編. 1973. 湖西線関係遺跡調査報告書(図版編). 滋賀県教育委員会, 大津.
- 谷口康浩. 2002. 縄文早期のはじまる頃. 異貌 No. 20: 2-36.
- 長沼正樹. 2002. 両面体石器群研究序説—更新世終末期石器群理解の枠組み構築にむけて—. 考古学研究 49(3): 65-84.
- 三山らさ. 2002. クリと広葉樹雑木林を対象とする磨製石斧の使用実験. 「人類誌集報 2002」(岩瀬彬他編), 171-189. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 三山らさ・磯部保衛・山田昌久. 2002. 磨製石斧. 季刊考古学 81: 23-27.
- 森川昌和・山田昌久. 1979. 木製品. 「鳥浜貝塚—縄文前期を主とする低湿地遺跡の調査1」(鳥浜貝塚研究グループ編), 85-142. 福井県教育委員会, 福井.
- 村山上由美子. 2002. 木を割るといふこと—木製楔の検討から—. 「往還する考古学」(近江貝塚研究会編), 107-114. 近江貝塚研究会, 大津.
- 山田昌久. 1986. 新保遺跡出土木製品, 加工材. 「新保遺跡Ⅰ弥生・古墳時代大溝編」, 151-167. 群馬県教育委員会・群馬県埋蔵文化財調査事業団, 前橋.
- 山田昌久. 1990a. 『縄紋文化』の構図(上). 古代文化 42(9): 13-25.
- 山田昌久. 1990b. 『縄紋文化』の構図(下). 古代文化 42(12): 32-44.
- 山田昌久. 2000. 縄文集落の居住原理と用材調達空間. 「人類誌集報 2000」(後藤章太郎他編), 186-189. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 山田昌久. 2002. 材成長から見る縄文・弥生時代の人類=森林関係. 「人類誌集報 2002」(岩瀬彬他編), 193-199. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.
- 山田昌久・吉野智里. 2000. 実験資料と遺跡出土資料の伐採痕の比較. 「人類誌集報 2000」(後藤章太郎他編), 171-185. 東京都立大学人類誌調査グループ, 東京.

(2004年2月24日受理)

付表1 2001年度木材伐採実験結果(磨製石斧による)

Appendix Table 1 Result of the experimental felling of trees with stone axes in 2001

Area No.	Tree No.	和名	Species	CBH (cm)	TH (m)	SH (m)	CSH (cm)	NS	T (min)	Axes
2	F28	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	29	10.0	0.7	30	373	8	SSA-1
2	F29	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	36	9.9	0.8	36	399	—	SSA-1 → SSA-2
2	F30	ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i> Miq.	25	7.1	0.7	29	231	99	SSA-5
2	F31	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	57	11.2	0.6	59	1950	53	SSA-1
2	F32	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	16	6.9	0.6	17	109	—	SSA-1
2	F33	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	29	8.7	0.6	31	700	—	SSA-1
2	F34	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	20	6.5	0.6	23	334	—	SSA-1
2	F35	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	17	4.5	0.4	19	39	2	SSA-4
2	F36	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	32	8.8	0.8	36	448	16	SSA-4
2	F37	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	49	10.4	0.9	39	284	—	KSA-13 → SSA-4
2	F38	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	49	9.6	0.8	42	369	10	SSA-4
2	F39	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	35	9.1	0.7	36	375	—	KSA-13
2	F40	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	71	11.9	0.7	83	2868	87	SSA-4 → SSA-3 → SSA-5
2	F41	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	33	9.3	1.1	42	1068	46	SSA-2 → SSA-4
2	F42	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	61	9.1	0.6	71	1422	46	SSA-4

付表 1（続き） Appendix Table 1 (continued)

Area	Tree No.	和名	Species	CBH (cm)	TH (m)	SH (m)	CSH (cm)	NS	T (min)	Axes
2	F43	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	40	7.8	0.8	47	459	13	SSA-4
2	F44	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	12	4.9	0.3	18	32	2	SSA-4
2	F45	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	51	10.7	0.6	53	848	—	SSA-1
2	F46	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	34	8.8	0.6	35	518	—	SSA-1 → KSA-13
2	F47	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	16	3.4	0.6	23	143	6	SSA-1
2	F48	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	18	4.9	0.3	20	569	17	SSA-4
2	F49	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	73	10.1	0.6	73	2886	84	SSA-1
2	F50	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	18	6.1	0.6	21	235	6	SSA-1
2	F51	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	45	9.5	0.6	49	991	25	SSA-1
2	F52	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	13	4.5	0.6	15	136	3	SSA-1
2	F53	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	13	4.0	0.6	14	150	2	SSA-1
2	F54	枯死	dead tree	—	—	—	19	246	—	SSA-1
2	F55	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	12	3.5	0.4	14	174	6	SSA-4
3	F56	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	22	7.2	1.2	25	354	8	SSA-4
3	F57	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	50	11.3	0.6	49	544	14	SSA-1
3	F58	カエデ属	<i>Acer</i>	17	4.9	0.5	16	192	9	SSA-4
3	F59	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	17	5.8	0.9	20	148	4	SSA-4
3	F60	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	14	4.7	0.7	16	123	4	SSA-4
3	F61	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	24	6.9	0.7	25	318	10	SSA-4
3	F62	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	17	6.3	0.9	18	187	5	SSA-4
3	F63	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	63	—	0.8	66	1118	—	KSA-13
3	F64	ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i> Thunb.	24	—	0.7	26	488	—	KSA-13
3	F65	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	69	12.6	0.8	70	1736	25	KSA-13 → SSA-4
3	F66	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	37	8.4	0.8	37	470	17	SSA-4
3	F67	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	67	13.3	0.6	70	1395	42	SSA-4
3	F68-1	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Sieb. et Zucc.	20	5.7	0.8	20	113	3	SSA-4
3	F69	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Sieb. et Zucc.	20	5.4	0.8	20	43	1	SSA-4
3	F70	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	48	12.2	0.7	51	594	—	KSA-14 → SSA-1
3	F71	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	18	4.5	0.8	19	197	—	KSA-14
3	F72	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	13	5.0	0.7	15	33	1	SSA-4
3	F73	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	36	10.6	0.8	38	382	—	SSA-4 → KSA-8 → SSA-1
3	F74	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	10	4.2	0.7	12	92	—	SSA-1
3	F75	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	33	10.3	0.7	36	261	—	SSA-1
3	F76	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	18	5.2	0.7	20	407	16	SSA-1
3	F77	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	33	11.8	0.8	33	205	7	SSA-4
3	F78	コシアブラ	<i>Eleutherococcus sciadophylloides</i> (Franch. et Sav.) H. Ohashi	42	11.7	0.8	50	569	21	SSA-4
3	F79	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	39	—	0.7	39	941	—	KSA-13
3	F80	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	17	5.6	0.5	18	290	8	SSA-4
3	F81	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude subsp. <i>neziki</i> (Nakai et H. Hara) H. Hara	17	5.0	0.6	21	291	8	SSA-4
3	F82	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude subsp. <i>neziki</i> (Nakai et H. Hara) H. Hara	13	7.2	0.5	16	246	5	SSA-4
3	F83	ヒトツバカエデ	<i>Acer distylum</i> Sieb. et Zucc.	19	7.2	0.7	20	387	12	SSA-4
3	F84	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	41	12.6	0.7	46	914	27	SSA-1 → SSA-4
3	F85	サクラ属	<i>Prunus</i>	29	11.5	0.9	31	569	16	SSA-1
3	F86	オオウラジロノキ	<i>Malus tshonoskii</i> Schneid.	15	6.0	0.8	16	241	6	SSA-1
3	F87	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	35	12.6	0.8	38	296	10	SSA-1
5	F112	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	12	5.1	0.4	14	102	4	SSA-5
5	F113	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	35	9.8	0.9	38	504	20	SSA-4
5	F114	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	30	9.9	0.8	31	429	10	SSA-4
5	F115	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	39	10.5	0.6	45	283	22	KSA-8 → SSA-5
5	F116	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	48	10.3	0.7	52	1036	—	KSA-14 → SSA-1

付表1 (続き) Appendix Table 1 (continued)

Area	Tree No.	和名	Species	CBH (cm)	TH (m)	SH (m)	CSH (cm)	NS	T (min)	Axes
5	F117	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	14	6.5	0.4	17	57	3	SSA-1
5	F118	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	31	11.3	0.7	33	611	7	SSA-1
5	F119	ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	19	8.4	0.5	23	134	4	KSA-8
5	F120	コシアブラ	<i>Eleutherococcus sciadophylloides</i> (Franch. et Sav.) H. Ohashi	24	8.2	0.8	25	101	5	SSA-4
5	F121	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	17	8.2	0.3	20	195	5	SSA-5
5	F122	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	20	9.6	0.4	22	100	4	SSA-5
5	F123	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	39	9.9	0.7	39	439	15	SSA-5
5	F124	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	21	8.0	0.4	24	77	4	SSA-5
5	F125	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	25	8.0	0.5	29	174	7	SSA-5
5	F126	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	19	9.1	0.3	20	317	7	SSA-5
5	F127	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	22	9.3	0.4	22	71	2	SSA-5
5	F128	ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	17	8.6	0.6	18	137	—	SSA-1
5	F129	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	19	8.2	0.5	18	231	6	SSA-1
5	F130	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	24	7.8	0.8	26	399	13	SSA-1
5	F131	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	28	10.3	0.7	31	265	—	KSA-14
5	F132	ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	22	10.9	0.7	22	130	3	KSA-14
5	F133	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	35	9.1	0.6	32	460	—	SSA-1 → SSA-4
5	F134	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	23	9.0	1.0	—	131	18	SSA-4
5	F135	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	24	7.6	0.7	27	549	15	KSA-8
5	F136	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	29	10.8	0.8	32	205	9	SSA-5
5	F137	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	15	7.2	0.8	18	126	4	SSA-1
5	F138	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	16	7.2	0.7	20	308	—	SSA-4
5	F139	オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Rehd. ssp. <i>membranacea</i> (Maxim.) Kitam.	14	5.8	0.4	17	250	10	KSA-8
5	F140	オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Rehd. ssp. <i>membranacea</i> (Maxim.) Kitam.	17	5.8	0.3	17	130	3	KSA-8
5	F141	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	31	10.1	0.6	33	557	15	KSA-8
5	F142	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	41	9.8	0.8	41	1317	35	KSA-8
5	F143	サクラ属	<i>Prunus</i>	15	6.6	0.5	17	146	5	KSA-8
5	F144	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	23	14.2	0.7	24	86	—	SSA-1
5	F145	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	17	—	0.3	22	139	—	KSA-14
5	F146	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	41	14.7	0.9	48	523	—	KSA-14 → SSA-1
5	F147	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	32	9.6	0.5	35	286	—	SSA-4
5	F148	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	44	10.3	0.6	47	816	30	SSA-4
5	F149	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	18	9.2	0.7	20	183	—	SSA-1
5	F150	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	26	10.8	0.6	26	411	—	SSA-1
5	F151	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	14	6.6	0.8	16	360	—	SSA-1
5	F152	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	41	12.3	0.6	45	1001	—	SSA-1
5	F153	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	67	13.5	0.6	68	1340	—	SSA-1 → KSA-14
5	F154	サクラ属	<i>Prunus</i>	13	6.2	0.4	12	90	—	SSA-1
5	F155	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	17	5.8	0.4	20	212	—	SSA-4
5	F156	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	29	10.5	0.7	31	647	—	SSA-4
5	F157	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	16	7.2	0.5	18	420	—	SSA-4
5	F158	ハクウンボク	<i>Styrax obassia</i> Sieb. et Zucc.	17	5.9	0.6	20	174	—	SSA-4
5	F159	ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	16	10.3	0.4	19	94	7	SSA-1
5	F160	サクラ属	<i>Prunus</i>	12	4.9	0.4	13	105	4	SSA-1
5	F202	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	12	4.7	0.4	14	94	—	KSA-14
5	F203	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	26	9.8	0.7	26	139	3	KSA-14
5	F204	ホオノキ	<i>Magnolia hypoleuca</i> Sieb. et Zucc.	31	9.8	0.7	32	594	10	KSA-8
—	—	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	—	—	—	14	24	1	SSA-4
—	—	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	—	—	—	14	29	1	SSA-4

CBH: circumference at breast height, TH: tree height, SH: stroke height, CSH: circumference at stroke height, NS: number of strokes, T: felling time, SSA-1: straight-haft axe no.1, SSA-2: straight-haft axe no.2, SSA-3: straight-haft axe no.3, SSA-4: straight-haft axe no.4, SSA-5: straight-haft axe no.5, KSA-8: knee-haft axe no.8, KSA-13: knee-haft axe no.13, KSA-14: knee-haft axe no.14.

付表 2 2002 年度木材伐採実験結果（磨製石斧による）

Appendix Table 2 Result of the experimental felling of trees with stone axes in 2002

Area	Tree No.	和名	Species	CBH (cm)	TH (m)	SH (m)	CSH (cm)	NS	T (hr:min:sec)	Axes
8	13	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	49	14.8	0.83	51	1037	0:25:28	SSA-II
8	14	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	26	16.2	0.95	29	544	0:10:37	SSA-II
8	16	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	22	6.6	0.55	20	101	0:01:59	SSA-I
8	17	ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i> Turcz.	56	18.2	0.75	59	1081	0:23:51	SSA-I
8	18	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	92	22.7	0.75	100	3898	1:40:50	SSA-I
8	19-1	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	24	8.7	0.40	27	313	0:07:08	SSA-I
8	19-2	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	—	5.0	0.28	13	195	0:04:34	SSA-I
8	20	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	11	4.6	0.50	12	107	0:01:38	SSA-I
8	21	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	132	22.5	0.85	146	4828	1:41:04	SSA-I
8	22	ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	91	20.6	0.70	91	4149	1:45:52	SSA-II → SSA-III → SSA-IV
8	25	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	24	5.8	0.76	27	93	0:02:04	SSA-I
8	152	ミズメ	<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.	28	12.6	0.60	31	295	0:07:51	SSA-II
10	45	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	14	4.5	0.35	16	191	0:03:26	SSA-I
10	46	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	20	8.5	0.50	25	217	0:05:35	SSA-I
10	47	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	15	4.3	0.43	19	208	0:05:09	SSA-I
10	48	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	7	3.6	0.40	12	73	0:01:20	SSA-I
10	49	ホオノキ	<i>Magnolia hypoleuca</i> Sieb. et Zucc.	79	18.7	0.82	85	1995	—	SSA-I
10	50	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	33	8.2	0.62	39	121	0:02:46	SSA-I
10	51	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	71	16.0	0.77	72	1576	0:36:40	SSA-II
10	52	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	47	16.5	0.65	68	(1120)	(0:24:59)	SSA-I
10	53	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	67	7.3	0.90	71	734	0:17:22	SSA-I
10	54-1	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	16.8	5.4	0.40	17	122	0:02:22	SSA-I
10	54-2	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	—	7.3	0.65	18	76	0:01:23	SSA-I
10	55	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	47	13.9	0.65	53	196	0:05:09	SSA-I
10	56-1	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	24	8.3	0.57	20	145	0:01:47	SSA-I
10	56-2	オオヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	—	8.3	0.57	24	282	0:09:05	SSA-I
10	57	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	55	15.0	0.55	60	316	0:07:47	SSA-I
10	58-1	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	17	6.9	0.70	20	327	0:07:06	SSA-I
10	58-3	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	—	6.0	0.50	12	83	0:01:44	SSA-I
10	58-4	イタヤカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb.	—	4.9	0.25	14	175	0:04:01	SSA-I
11	62	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	68	11.8	0.58	72	919	0:20:02	SSA-I
11	65	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	57	12.9	0.64	60	658	0:14:13	SSA-I
11	70	ミズキ	<i>Swida controversa</i> (Hemsl. ex Prain) Soják	36	10.9	0.80	38	857	0:16:19	SSA-I
11	71-1	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	31	11.3	0.50	21	200	0:03:32	SSA-I
11	71-2	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	—	8.5	0.90	28	209	0:05:01	SSA-I
11	72	不明	—	12	5.9	0.40	15	116	0:02:01	SSA-I
11	75	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	27	11.3	—	31	241	0:04:20	SSA-I
11	74	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	23	10.9	—	25	365	0:07:18	KSA-II
11	76	ミズキ	<i>Swida controversa</i> (Hemsl. ex Prain) Soják	14	6.0	0.40	18	143	0:03:20	KSA-II
11	77	マルバカエデ	<i>Acer distylum</i> Sieb. et Zucc.	14	6.6	0.35	15	233	0:03:53	KSA-II
11	78	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	76	13.9	0.75	76	2364	0:51:41	KSA-I → KSA-II
11	79-1	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	9	5.1	0.20	11	59	0:00:51	KSA-II
11	79-2	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	9	4.7	0.40	10	58	0:00:45	KSA-II
11	80-1	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	—	—	—	—	30	0:00:20	KSA-II
11	80-2	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	17	6.3	0.45	21	125	0:02:42	KSA-II
11	81	サクラ属	<i>Prunus</i>	13	6.1	0.35	19	159	0:02:45	KSA-II
11	82	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	34	10.2	0.70	36	1048	0:24:39	KSA-II
11	83-1	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	31	10.8	0.55	27	147	0:03:30	SSA-I
11	84	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	22	6.3	0.62	26	110	0:02:24	SSA-I
11	86	サクラ属	<i>Prunus</i>	18	8.6	0.63	22	86	0:02:08	SSA-I
11	89	サクラ属	<i>Prunus</i>	18	8.8	0.48	24	120	0:02:50	SSA-I

付表2 (続き) Appendix Table 2 (continued)

Area	Tree No.	和名	Species	CBH (cm)	TH (m)	SH (m)	CSH (cm)	NS	T (hr:min:sec)	Axes
11	90	ホオノキ	<i>Magnolia hypoleuca</i> Sieb. et Zucc.	30	10.8	0.55	33	300	0:07:31	SSA-I
11	91-1	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	17	5.9	0.68	20	100	0:02:25	SSA-I
11	91-2	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	—	5.9	0.76	15	68	0:01:28	SSA-I
11	94	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	26	8.6	0.55	27	34	0:00:41	SSA-I
11	96-1	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	31	11.1	0.83	28	168	0:03:30	SSA-I
11	96-2	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	31	8.8	0.84	19	84	0:01:11	SSA-I
11	96-3	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	31	11.0	0.83	32	353	0:07:12	SSA-I
11	99	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	15	5.1	0.25	12	90	0:01:35	KSA-II
11	100	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	57	12.5	0.75	60	1750	0:42:59	KSA-II
11	101	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	10	5.1	0.30	13	51	0:00:54	KSA-II
11	103	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	19	9.6	0.45	26	388	0:08:20	KSA-II
11	104	サクラ属	<i>Prunus</i>	16	8.8	0.50	18	129	0:02:32	KSA-II
11	105-1	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	10	5.2	0.50	12	98	0:01:58	SSA-I
11	105-2	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	—	5.2	0.15	8	144	0:01:54	SSA-I
11	105-3	コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	—	5.2	0.10	10	62	0:01:03	SSA-I

CBH: circumference at breast height, TH: tree height, SH: stroke height, CSH: circumference at stroke height, NS: number of strokes, T: felling time, SSA-I: straight-haft axe no. I, SSA-II: straight-haft axe no. II, SSA-III: straight-haft axe no. III, SSA-IV: straight-haft axe no. IV, KSA-I: knee-haft axe no. I, KSA-II: knee-haft axe no. II.

付表3 2002年度木材伐採実験結果(鉄斧による)

Appendix Table 3 Result of the experimental felling of trees with Iron axes in 2002

Area	Tree No.	和名	Species	CBH (cm)	TH (m)	SH (m)	CSH (cm)	NS	T (hr:min:sec)	Axes
9	26	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	90	20.4	0.75	96	587	0:14:26	IA-1
9	27	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	80	19.4	0.83	83	580	0:19:04	IA-1 → IA-2
9	29	サクラ属	<i>Prunus</i>	40	14.2	0.60	51	387	0:09:14	IA-2
9	30	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	60	15.7	0.90	63	658	0:16:45	IA-2
9	31	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	91	19.0	0.70	97	1042	0:24:57	IA-2
9	32	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	114	20.8	0.75	122	761	0:24:43	IA-2
9	33	カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i> (Koidz.) Koehne	50	15.8	0.80	53	234	0:05:46	IA-2
9	34-1	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	19	7.0	0.45	25	65	0:01:32	IA-2
9	34-2	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	—	5.0	0.45	15	25	0:01:36	IA-2
9	36	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	57	18.5	0.70	65	125	0:04:31	IA-3
9	37	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	61	18.0	0.65	65	499	0:13:17	IA-3
9	38-1	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	60	17.1	0.75	52	185	0:05:38	IA-3
9	38-2	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	—	14.6	0.73	51	287	0:08:53	IA-3
9	38-3	ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	—	17.1	0.67	65	398	0:11:53	IA-3
9	40-1	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	—	2.5	0.70	10	3	0:00:03	IA-3
9	40-2	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	6	2.8	0.80	10	3	0:00:05	IA-3
9	41	サクラ属	<i>Prunus</i>	24	8.9	0.70	25	190	0:01:58	IA-2
9	43	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	65	18.3	0.80	70	423	0:07:40	IA-3
9	44	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	51	14.5	0.75	56	248	0:06:12	IA-2
12	110	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	54	12.4	0.96	54	180	0:05:18	IA-3
12	118-1	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	62	12.9	0.78	63	542	0:12:39	IA-3
12	118-2	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	—	12.2	0.88	63	326	0:07:08	IA-3

CBH: circumference at breast height, TH: tree height, SH: stroke height, CSH: circumference at stroke height, NS: number of strokes, T: felling time, IA-1: iron axe no. 1, IA-2: iron axe no. 2, IA-3: iron axe no. 3.