

中学生における効果的なかな切削動作に関する研究

橋田 紘 洋 (技術教育講座)
近藤 文 彦 (愛知教育大学附属養護学校)
白井 博 成 (愛知教育大学附属岡崎中学校)
(2003年11月28日受理)

Effective Planing Motion of Junior High School Student

Koyo KITSUTA (Department of Technology Education)
Humihiko KONDOU (Affiliated Okazaki Junir High School)
Hironari SHIRAI (Affiliated Special Education School for Mentally Handicapped Children)

要約 中学生にとっての効果的なかな切削動作が検討された結果、体力的に非力な子どものかな切削動作は次の四点を満たすことが必要であると整理された。すなわち、①かな切削の初速を大きくして一気に引くことが大切であり、そのためには②かなを押さえつけることより引く力を有効に発揮させることが必要である。従って、③上肢に依存するより、下肢を踏ん張って体重移動をも有効に利用することが好ましい。また、面だれ防止のために④削り終わり時はかなを押え落とさずに、水平に移動するように支配する。これらの四点を身に付けた中学生は、男女共に効果的なかな切削をすることが分かった。

Keywords : かな切削、切削動作、巧緻性、筋放電

1. はじめに

現代の子どもの不器用さが指摘されて久しいが、典型的な木工具であるかなの使用能力も非常に劣る。かなは精確な木材加工をする上で重要な道具であり、平成元年までの学習指導要領にはのこぎりと並んで重点的に取り上げる道具になっていた(平成10年の学習指導要領は内容が大綱化したために具体的な記述はない)。1985年の文部省調査によるとかな切削の技能達成度は10%程度と極めて悪い¹⁾。達成度は20年近くを経た今日においても改善された様子は見られない。中学生にとって、かなを使いこなす上での問題は大きく分けて二つあり、かな身の調整技術と切削技術である。両者はそれぞれ異なった問題を含んでいるので、本報では切削技術に着目していく。

かな切削研究は比較的多く、学習指導面からの研究も盛んに行われている^{2), 3), 4)}。しかしながら、多くの場合、大人のかな切削熟練者の動きと比較しながら初心者のかん切削動作の問題点・指導点を指摘する手法が取られている^{5), 6), 7)}。大人に比して非力でしかもかな切削未経験の中学生が、大人の熟練者の動きを一足飛びに学習するには何らかの障害が潜んでいる懸念がある

そこで、本研究においては、かな切削未学習の中学生を対象とし、未学習状態での削り動作の特徴を分析すると共に、効果的なかな切削因子を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

かなによる平削り動作の特徴を、筋肉の動きと画像解析によって分析すると共に、切削面の精度と対比させながら調べた。中学生に見られた種々の動作形態の特徴を筋肉の活動特性から調べる際には、加工技能に習熟している大学生によって再演させ、その際の筋肉の動きを測定した。

かな切削の習熟過程の調査には、中学1年生の男女各12名を対象として未学習状態(以下preと表示)と習熟状態(post)の違いを調べるとともに、抽出生を設けて習熟過程における動作、筋肉活動の変化を追跡測定した。

①かな：予め刃先の出を 0.06 ± 0.01 mmに調整済みの中学校で一般に使われているいわゆる教材用かな(35×73×256mm、850g)を用いた。

②被削材：形状が35×300×32mmのヒノキを用い、柁目面(35×300mm面)を切削対象面とした。

③切削面の精度

a. かな枕傷：刃先による引っ掛け傷を目視により測定した。

b. 削り残し面積：切削面を10×10mmの升目に区切り、削り残し部分の含まれるマス目の合計とした。

c. 平均切削速度：切削動作をビデオ収録し、1切削に要したコマ数から切削所要時間を割り出し、切削距離で除した。但し、切削途中で一端止まり、再度切削開始した場合は動作休止期は省いた。

④筋放電測定

a. 測定対象：

上肢—上腕屈筋群、上腕伸筋群、前腕屈筋群、前腕伸筋群

下肢—大腿直筋、外側広筋、前頸骨筋、腓腹筋
背部—固有背筋群

b. 測定機器：ポリグラフシステム（日本光電工業株式会社製）

⑤動作測定

a. 動作測定：図1に示した身体各部位を対象とし、その動きを追跡した。

b. 使用機器：ハイスピードビデオデータ解析システム200AEH（ナック社製）

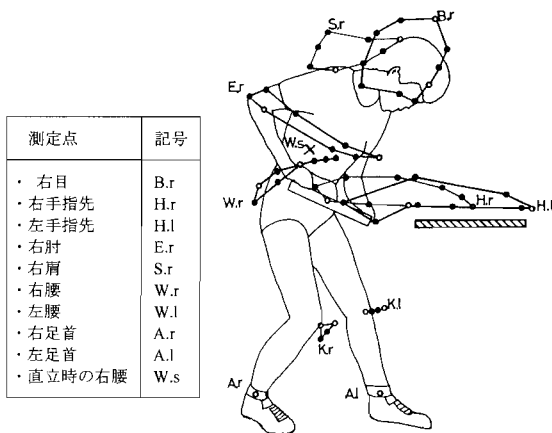


図1 かな切削動作測定箇所と軌跡例
○印は始動点と終了点

3. 実験結果

3-1. かな切削動作の主要因子

未学習の状態での中学生のかな切削動作は、かなの握り方や足の構え及び体勢どりについて、下記のような多様な形態が見られた。なお、被験者はいずれも右利きである。

- ・ かなの握り方
右手：台頭部、中央部、台尻部を握る
左手：台頭部を包み込む、かな身をつまむ
- ・ 身体を中心軸の位置：材料終端部より前方、終端部付近、材終端部より後方
- ・ 両足の構え：左足が前、右足が前、左右並列、左右の足を「ハ」の字に開いた踏ん張り形
- ・ 左足の向き：材料と平行方向、直行方向
- ・ 右足の向き：材料（＝かなの進行方向）と平行方向、直行方向、逆方向（踏ん張り形）
- ・ 削り時の体重移動：移動有り、棒立ち（体重移動無し）、腰を回転（体重移動は無し）
- ・ 削り速度：大、中、小
- ・ かなの支配：かなを押さえつけながら引く二方向加重
- ・ 削り始めのかな位置：かな身刃先が材先端より前、材の途中

・ 削り終わり動作：かなを身体脇に抱え込む、身体後方へ振り回す。

このような体勢・動作の多様性は、加工動作には定型が無いことを示唆していると受け取られがちであるが、観察した大多数の子どもの作業効率が高いこと、切削面は傷が多くて実用的な面に仕上がっていないことなどを踏まえると、未学習者は一定の切削動作が取れていないものと判断される。

以上、かな切削未学習者の動作観察の結果、子どものかんな切削動作を規定する主要な因子を整理すると、立つ位置、かなの握り位置、かなの支配の仕方、体勢取り、切削速度となった。そこで、これらの因子の違いがかな切削に及ぼす影響を調べると共に、中学生にとっての効果的なかな切削動作を明らかにすることとした。なお、かなの握り位置については、別報で指摘したごとく⁸⁾、中学生の場合は台尻部を握ることが好ましいので、本実験ではいずれも台尻部を握ることを基本とした。

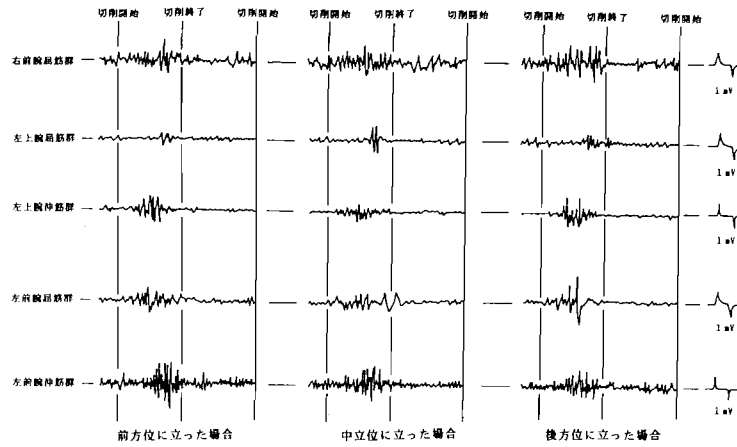
3-2. 効果的なかな切削動作

①材料と立つ位置との関係：図2は材料に対して立つ位置によって筋肉活動に特徴的な変化が見られた筋群について、その放電特性を示している。図中「前方位」とは前足が被削材先端部（体は被削材中間部）にある位置であり、「中立位」とは前足が被削材末端部にある場合、「後方位」とは前足が被削材末端部より20cm程度後方にある位置（かなが被削材先端に届く程度の最後位）に立った場合を意味する。

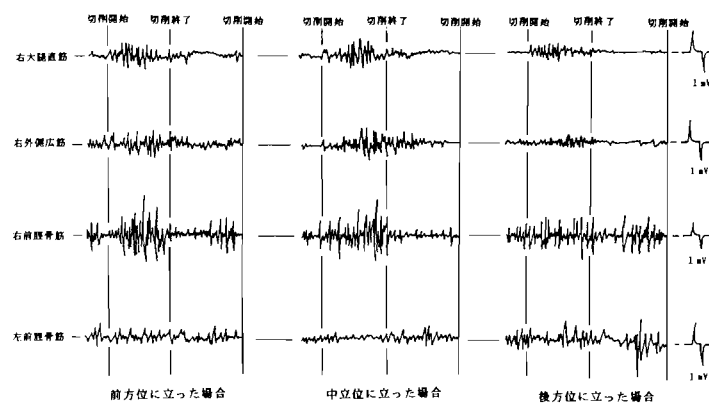
いずれの位置においても右前腕屈筋群と左前腕伸筋群は強弱の程度はあるが全切削動作を通して働いており、左上腕屈筋群、左上腕伸筋群及び左前腕屈筋群は切削中にのみ働いていることが知れる。立つ位置による違いを見ると、前方位の場合は右前腕屈筋群、左上腕伸筋群及び左前腕伸筋群が、より大きく放電している。後方位の場合は右前腕屈筋群、左上腕伸筋群、左前腕屈筋群の放電が目立っている。中立位は左上腕屈筋群に他二者比して大きな放電が見られるが、他の筋群の放電は低い値を示している。下肢について見ると、中立位における右前頸骨筋の顕著な放電は切削時だけに、また左前頸骨筋は切削終了時から次の切削開始時にかけての一時期だけに見られるが、前方位あるいは後方位に立った場合には動作中常に放電が起きていることがわかる。

以上の結果、材料と立つ位置との関係は上肢及び下肢の筋肉への負担と関わり、中立位に立つことが切削動作中の筋肉に緩急のリズムを与えて筋肉への負担を軽減することが期待される。

②かなに加える力：大多数の子どもは、かなを上から押さえつけながら削っていた。熟練した職人は左手でかなの台頭部を包み込んで強く引き削るので、子どもの動作を一概に誤りであるとは断じられない。



(a) 上肢



(b) 下肢

図2 立つ位置の違いによる筋肉活動特性

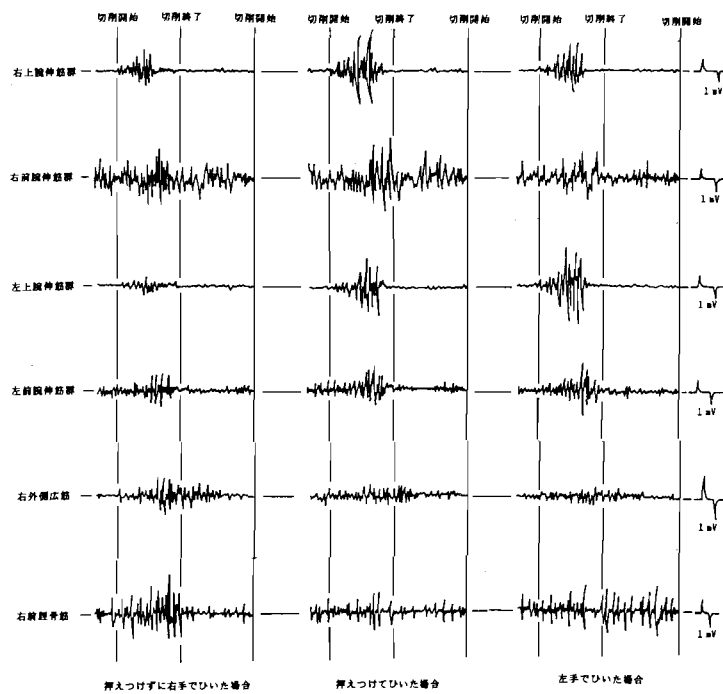


図3 引き込み動作の違いによる筋肉活動

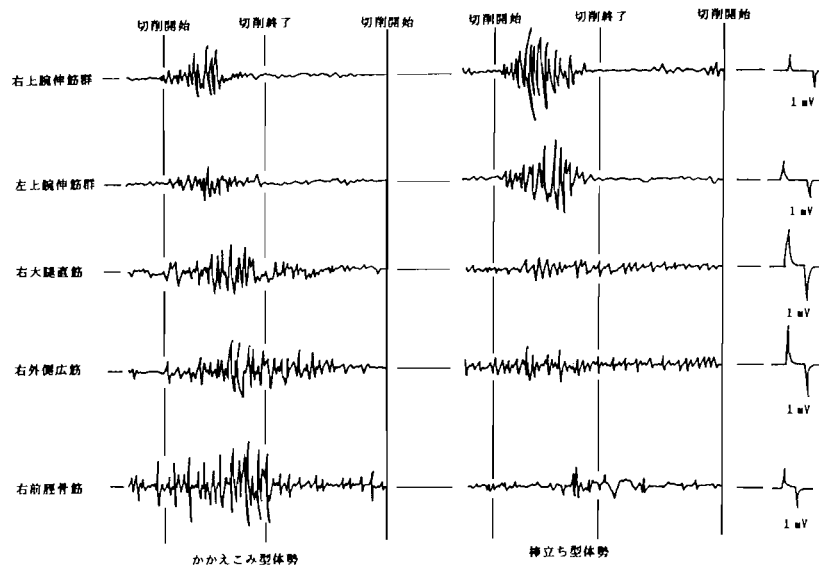


図4 体勢の違いによる筋肉活動特性

そこで、加える力を違えた削り動作時の筋肉活動の特徴を調べた。結果を図3に示す。図中「押さえつけずに右手で引いた場合」とは左手はかな台頭に添える程度とし、主として右手でかなを引き込む動作であり、「押さえつけて引いた場合」とは台頭を抱えている左手でかなを押さえつけながら右手もかなを引き込む動作、「左手で引いた場合」とは主として左手でかな台頭を包み込んで引き削る動作である。

押さえつけて引いた場合は、左右の上腕伸筋群、上腕屈筋、及び前腕伸筋群、前腕屈筋群のいずれにも大きな放電が見られた。左手で引いた場合は左上腕伸筋群と左前腕伸筋群に大きな放電が見られた。一方、押さえつけずに右手で引いた場合は腕の筋放電は他二者に比して小さかったが、下肢の右外側広筋、右前脛骨筋の放電が顕著に大きく現れた。

押さえつけて引いた場合と左手で引いた場合は上肢の力に頼って腕力で引き削ることが主となっていることが分かる。かなを押さえつけて引く場合には、垂直方向と水平方向の二つの異なる方向に力を加えるので、かなを水平に引くには二方向の力のバランスをとる必要がある。その際、子ども達の多くは、引く力が弱くてかなを加速できず、その結果被削材表面にかな枕傷を頻繁に生じさせたり、あるいは引き終わりにかなを水平に保てずに押え落としている。そのため、被削材末端部を削り過ぎて面だれを生じさせる傾向が見られた。

押さえつけずに右手で引いた場合は下肢を踏ん張って体重を移動させることによって引き削っていることが知れた。従って、この場合の腕は体重移動の力をかなに伝達するための役目を担っており、かなを離さないだけの握力があれば良いことになる。

以上の結果、かなを押さえつけながら削る方法は子どもにとっては困難な行為とみなせる。刃先が適正

に調整された教材用かな（中硬材用和式かな）は、その構造から切削時の背分力は下に向くので、ことさらに押さえる力を加えなくとも削れる仕組みになっている⁸⁾。従って、中学生の場合は押さえつけることより、右手で引く動作を優先させることが好ましいと判断される。

③切削時の体勢取り：子どものかな切削動作で目立った点に、棒立ちの姿勢での削り動作がある。この動作は主として女子に多く見られたが、かなが切削途中で止まってしまう場合が多く、一見して不適切であると感じられるが、この動作の筋肉活動の特徴を見ると図4のようである。図から明らかなように、棒立ち型は左右の上腕伸筋群の放電が大きく、右下肢の放電が少ない。すなわち手だけで削っているので、後方にある右足に重心が移らずに、左足（前方に位置）で踏張った状態となっている。一方、体重移動を利用して削る抱え込み型体勢は、足を踏ん張る様子が明らかに現れている。

④削り終わり時のかなの支配：削り終わり時のかなの支配の仕方には、かなを懐で受け止めずに身体後方へ振り回す動作が男子を中心に目立った。このような動作はかなに加速度を与えようとするために腰をひねって切削する結果であると思われる。この動作では切削中のかな速度は大きいですが、削り終わり時のかなの支配が難しく、多くの場合かなが水平に移動せずに下方に押え落とされている。削り終わり時のかな台頭の押え落とされた程度と面だれ量との間には密接な相関が見られ、押え落としが大きいほど面だれ量も大きくなる傾向を示していた。

⑤かなの切削速度：未学習者のかな切削においては、多くの場合切削速度は小さく、平均切削速度は400mm/sec以下である。これは、かなが最初に材料に食い込んだ段階で生じる切削抵抗に反応してかな

を引く力を一端弱めてしまい、改めて切削抵抗に見合った力を発揮して切り進む行為を繰り返すためである。そのため、かんな枕が頻繁に生じることとなる。

中学生44人を対象として調べた結果、かんな枕は平均切削速度が500mm/sec以上になると急速に減少してほとんど発生しなくなることが知れた。前述の腰をひねる切削動作は平均切削速度1,500mm/sec以上の大きな速度を発揮させることができるが、かんなの保持が不安定になるので、弊害が生じる。中学生の妥当な平均切削速度は700~1,500mm/secの範囲であった。

以上①~⑤の結果を踏まえると、体力的に非力な子どものかんな切削動作は次の四点を満たすことが必要であると整理された。すなわち、①かんな切削の初速を大きくして一気に引くことが大切であり、そのためには②かんなを押さえつけることより引く力を有効に発揮させることが必要である。従って、③上肢に依存するより、下肢を踏ん張って体重移動をも有効に利用することが好ましい。また、面だれ防止のために④削り終わり時はかんなを押え落とさずに、水平に移動するように支配する。

3-3. かんな切削動作の習熟変容

前節で明らかにされた各動作要素の有効性を検証した。検証に先立ち、具体的な指示事項が表1のように整理された。

本指示事項に基づいて、かんな切削動作を習得して行く様子を動作及び切削面の精度の変化として捉えた。結果は顕著な動作改善と切削面の精度の向上が認められたが、本稿では動作変容を中心に示す。

動作要素	内容
かんなの持ち方 右手 左手	台尻を握る。 台頭とかんな身を包むように添える。
体勢 左足 右足	被削材先端部に置き、被削材に平行させる。 左足とV型に開き、一歩さげて体を半身に開く。
削り動作 削り始め	かんな身を被削材先端に置く。 腰を落として右手で一気に引く(左手は添え)。 *削り始めは左足で踏ん張り、かんなを引くとともに右足を曲げて体重を右足に移す。
削り終わり	右肘を脇に引き寄せ、かんなを水平に抱え込む。

表1 かんな切削動作要素

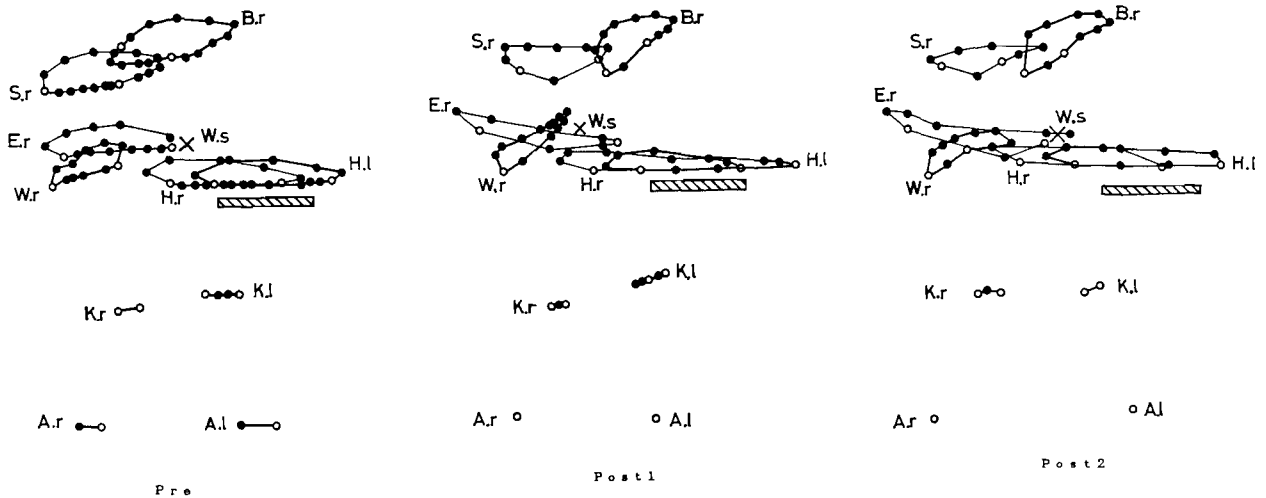
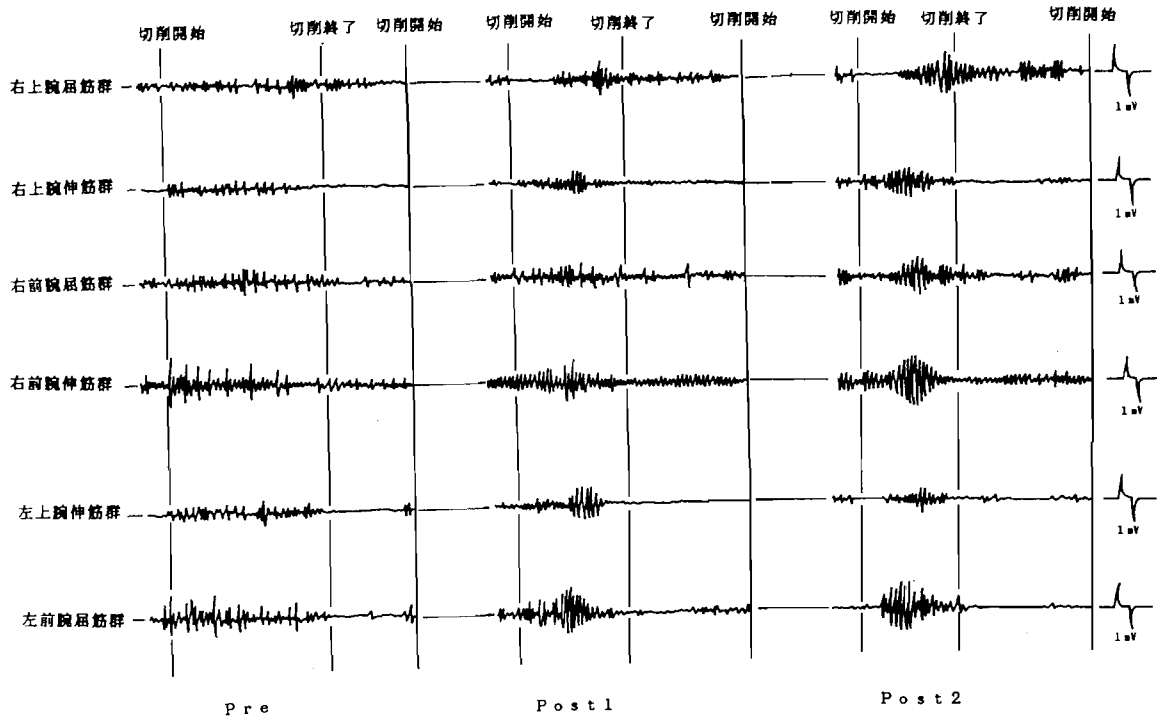
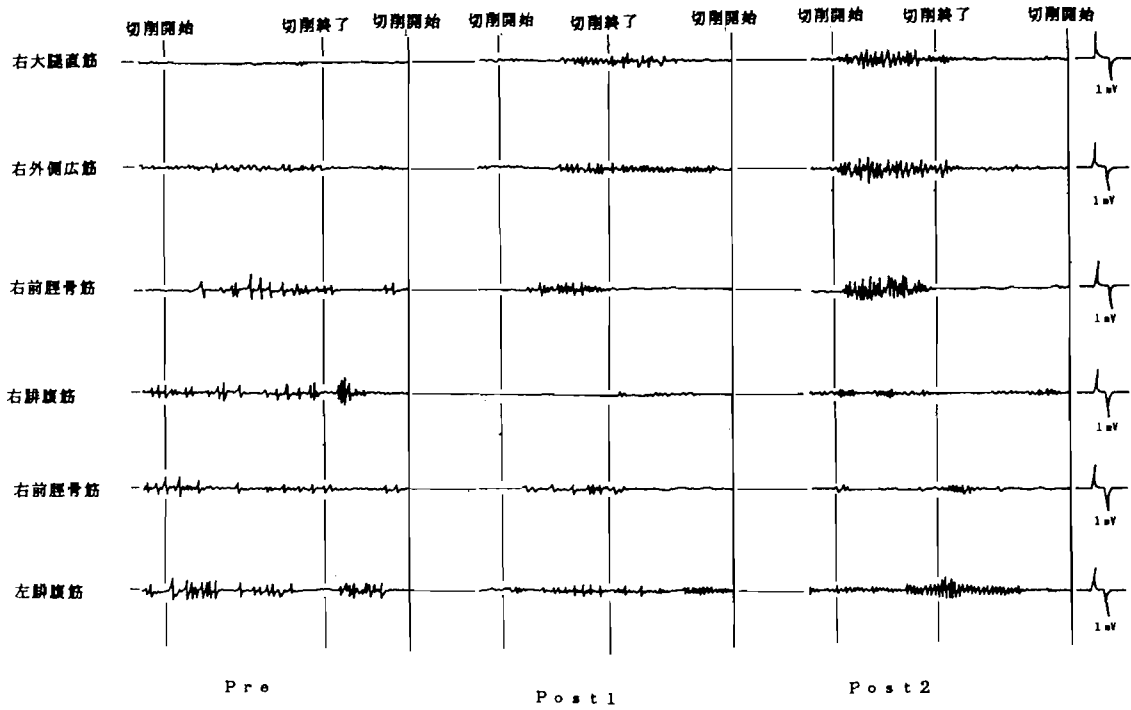


図5 かんな切削の習熟過程における動作変容



(a) 上肢



(b) 下肢

図6 かな切削の習熟過程における筋肉活動の変化

図5は、かんな切削動作の習熟変容を各動作点の軌跡図で示している。preとは、未学習状態である。post1は各動作要素の指示事項をおおよそ体現できた段階であり、post2はその後5分間練習して一定の習熟状態に至った段階である。preとpostとの間の顕著な違いは、かんなの動きに顕著に現れている。図中の打点の間隔は1/30秒であるから、pre状態ではかんなの動きが遅いのに対し、習熟後は非常に速く動いていることになる。各動作の特徴を見ると、preではW.s(右腰)が被削材に近づき過ぎているためにかんなを一気に引ききることができず、そのために動作途中で足(A.r, A.l)を後ろに移動させている。post1では、腰(W.r)を落として体重を左足から右足に移動させようとする意識が強いため腰が一気に落ちるとともに左膝(K.l)の動きが大きくなっている。post2では、膝の動きも小さくなるとともに、一定の速度でしかも速く動いている様子が伺える。

動作の習熟変化を筋肉活動の様子からみると図6のようである。preではいずれの筋肉も一動作期間中常に細かな放電が続き、筋肉が緊張し続けているが、post1になると一動作内で緊張・弛緩の変化がみられている。post2では、下肢の利用も顕著になるとともに筋肉の緊張・弛緩の変化が一層明確になり、リズムカルな削り動作になっていることが分かる。

4. まとめ

中学生にとって効果的なかんな切削動作が検討された結果、体力的に非力な子どものかんな切削動作は次の四点を満たすことが必要であると整理された。

- ①かんな切削の初速を大きくして一気に引く。
- ②かんなを押さえつけることより引く力を有効に発揮させる。
- ③下肢を踏ん張って体重移動を有効に利用する。
- ④削り終わり時はかんなを水平に移動する。

これらの四点を身に付けた中学生は、男女共に効果的なかんな切削をすることが分かった。

なお、かんなの握り位置はかんな切削をする上で重要な因子である。本報では台尻部を握り、他方の手は台頭に添えることとしている。

文 献

- 1) 文部省初等中等教育局：教育課程実施状況に関する総合的調査研究報告書－中学校－、353 (1985)
- 2) 近藤義美：日本産業技術教育学会vol.18123-127 (1976)
- 3) 寺田盛紀、他2名：金沢大学教育学部教科教育研究No2557-65 (1988)
- 4) 榎田博文、他1名：愛知技術教育学会誌No.2539-47 (1988)
- 5) 陳廣元、他3名：木材学会誌vol.48, 80-88 (2002)

6) 土井康作：日本産業技術教育学会誌、vol.28、65-69 (1986)

7) 田中通義、他1名：日本産業技術教育学会学会誌vol.32、249-255 (1990)

8) 橋田紘洋、他2名：愛知教育大学研究報告第52輯、35-39 (2003)