

琉球大学学術リポジトリ

鋸挽き作業における動作分析 (第1報) 一人間工学的分析に基づく作業台高さの検討

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-07-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福田, 英昭, Fukuda, Hideaki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/961

鋸挽き作業における動作分析 (第1報)

— 人間工学的分析に基づく作業台高さの検討 —

福 田 英 昭

An Activity Analysis of Wood Sawing (I)

— Examination of the suitable workbench height
on the basis of the ergonomic approach —

by

Hideaki FUKUDA*

(Received November 30, 1990)

The purpose of this study is to investigate the suitable height of the wood cutting with a saw. This activity analysis is based on the ergonomic approach by making cyclegraph and inquires.

The obtained results were as follows:

- 1) The suitable height of the wood sawing is 300~500mm in case of an adult. In case of junior high school students the making 50mm lower in the height of the bench is good for their sawing.
- 2) The tall man can adjust his cutting form whether the workbench height is lower than appropriate height or not. But small man cannot adjust his form on raised workbench. With the result that workbench for the wood cutting with a saw generally should be a little lower.
- 3) Many technical education classes are making use of the work chairs which is 300mm long × 300 mm width × 450mm height. According as the necessity the chairs are lain down on the floor for wood sawing. In such a case the height of the bench changes from 450mm to 300mm. The workbench 300mm in height worthy of wood sawing is better than 450mm in height for the junior high school students in consequence of the above-mentioned.

1. はじめに

中学校「技術・家庭科」の実習では、椅子を作業用工作台として使うことが多い。鋸挽きは、その代表的なものである。

現在、中学校で使用されている作業用の椅子の寸法は『学校用家具の手引(文部省)』に示されているものに準じて製作されている。多く使われている寸法は、(長さ×幅×高さmm)が、(300×300×450)、(300×300×420)、(280×280×420)等¹⁾である。しかし、これらの寸法は、生徒の椅子への着席・起立の動作および作業台(机)との

関係などからのみ数値が求められており、木材加工・金属加工などの作業に関する分析が十分なされていない。

この寸法が作業を行うのに適しているかどうかは、身体計測・運動能・視聴覚特性・疲労特性・保守のしやすさ等、種々の要因をもとに総合的に判断しなければならない。

本研究では、鋸挽き作業における動作分析方法としてサイクルグラフを用い、作業心理分析方法としてアンケートを用いて、鋸挽き作業が行いやすい高さを求めた。その結果をもとに、求められた高さが中学校で使われている作業用の椅子の寸

* Tech.Edu., Coll. of Edu., Univ. of the Ryukyus.

法と合致しているかどうかを検討した。

なお、多くの中学校の場合、実習での鋸挽き作業は、椅子を横に倒し、片足・片手で材料を押さえ、片手挽きする姿勢で行っている。そこで、同様の作業姿勢を本研究の動作分析の対象とした。

2. 実験

2-1 実験の目的

本実験は、主にサイクルグラフを用いた動作分析²⁾および被験者のアンケート回答結果により、鋸挽き作業に適した作業台の高さを設定することを目的とした。

2-2 作業台

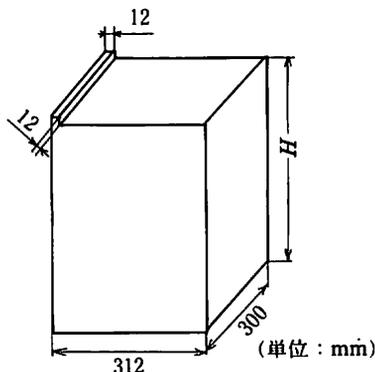


図1 作業台 (12mm 厚合板)
H: 200, 300, 400, 500, 600

作業台は、図1のような形状とし、人間の全体重をかけても大きなたわみが生じないと確認された厚さ12mmの合板で製作した。高さは、200、300、400、500、600 (mm) の5段階とした。

作業台上面については、中学校における現状と比較しても、この寸法で通常の作業ならば過不足なく行えるであろうと判断したため、図1のような形状とした。また、作業のしやすさを考えて、市販の作業用椅子と同様のストッパーを設けた。

高さの範囲を決定するにあたり、予備実験を行ったところ、台の高さが200mm以下では鋸先が床面に接触し、600mm以上では本実験において対象とする作業姿勢を保持できないことが明らかとなった。そこで、台の高さの設定範囲は、200~600mmの5段階とした。

2-3 実験用材料

木材加工の実習で最も多く使用されている材質形状を考慮し、図2のように、ラワン材 (300×150×12mm) を使用した。材料は、縦挽き用と横挽き用の2種類用意し、切断すべき線を材の表面にけがくこととした。

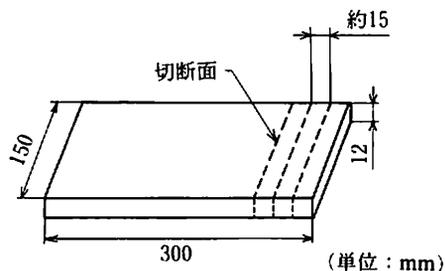


図2 実験用材料 (ラワン材)

2-4 実験の方法

- ① 被験者は、大学生男子14名とした。
- ② 被験者にサイクルグラフ用の豆電球をつけ、鋸挽き作業を行った。
体に取り付けた電球の位置は、Martinの計測点^{3) 4)}にしたがい、頭頂点 (a)・頸椎点 (b)・右肩峰点 (c)・左肩峰点 (d)・右腸稜点 (e)・左腸稜点 (f)・薦骨点 (g)・右髖骨点 (h)・右茎突点 (i)・右頸骨点 (j)・鋸歯の先端 (k) の計11点である。
- ③ 作業は縦挽きと横挽きを行った。作業台の高さが5種類あるため、被験者は合計10回の鋸挽きをした。
- ④ 被験者の作業を、正面・側面・平面の3面より、同時に写真撮影した。なお、この場合、シャッターは5秒間開放とし、電球の軌跡をとらえられるように室内照明を暗くした。
- ⑤ 側面方向より、作業全体をビデオカメラで撮影した。
- ⑥ 1回の鋸挽き作業が終了するごとにアンケート調査をした。
- ⑦ 実験者は被験者の作業を観察し、挽きやすさ等の点で気付いたことを記録した。

2-5 サイクルグラフ分析

サイクルグラフ分析とは、動作の節となる部分に豆電球を付け、薄暗い部屋の中で豆電球を点灯

させ作業を行い分析するものである。この時、シャッターを一定時間（数秒間）開放して写真撮影することにより、豆電球の軌跡が求まり、体の各部の動きが把握できるものである。

本実験では豆電球12V用を10Vで使用し、シャッターを5秒間開放とした。なお、豆電球の軌跡として表れた複数の軌跡の混乱を防ぐため、色セロハンで着色して軌跡を区別できるようにした。

2-6 アンケート分析

アンケートによる調査項目は次の3点とした。

- (1) 作業はやりやすいかどうか。（三者択一式）
- (2) 高さはこれでよいかどうか。（五者択一式）
- (3) どの点に注意して作業をしたか。

(1)は、作業台の高さに関係なく、思いどおりの作業が楽にできたかどうかについて問うものである。被験者の経験・技量によって結果に片寄りができるものと思われる。(2)は、作業の出来・不出来にかかわらず、被験者の主観により、好ましい台の高さを回答するものである。(3)は、被験者が鋸挽きのポイントを的確にとらえて作業をしているかを調べるものである。これにより、被験者の経験・技量を推定することができる。

3. 結果と考察

3-1 アンケート調査結果と考察

表1 作業のやりやすさについての評価（単位：人）

挽き方	台の高さ (mm)	挽きやすい	少しやりづらい	やりづらい
横挽き	200	5	4	5
	300	7	7	0
	400	9	5	0
	500	5	9	0
	600	0	4	10
縦挽き	200	1	7	6
	300	4	6	4
	400	7	6	1
	500	4	9	1
	600	1	2	11

『(1)作業はやりやすいかどうか』についての結

果が表1であり、『(2)高さはこれでよいかどうか』についての結果が表2である。また、(1)の「挽きやすい」という回答について、それを台の高さを変数として比較してみたものが図3である。同じように、(2)の「ちょうど良い」という回答について、それを台の高さを変数として比較してみたものが図4である。

表2 高さの満足度についての評価（単位：人）

挽き方	台の高さ (mm)	高すぎる	少し高い	ちょうど良い	少し低い	低すぎる
横挽き	200	0	0	1	9	4
	300	0	0	7	7	0
	400	0	2	9	3	0
	500	1	6	7	0	0
	600	9	4	1	0	0
縦挽き	200	0	0	1	8	5
	300	0	0	6	6	2
	400	0	3	6	5	0
	500	0	9	4	1	0
	600	11	3	0	0	0

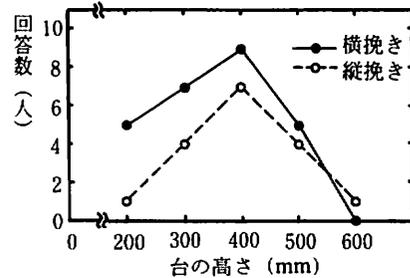


図3 挽きやすいという回答の分布

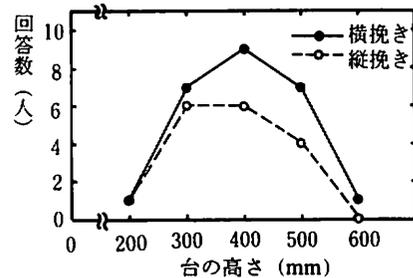


図4 適切な高さという回答の分布

しかし、(1)の中の「少しやりづらい」や、(2)の中の「少し高い」、「少し低い」という回答も、許容範囲として考慮する必要がある。そこで、(1)に

においては、「挽きやすい」を2点、「少しやりづらい」を1点とし、(2)においては、「ちょうど良い」を2点、「少し高い」と「少し低い」をそれぞれ1点と得点化して、グラフに表してみると、図3と図4がそれぞれ図5と図6のように書き改められた。

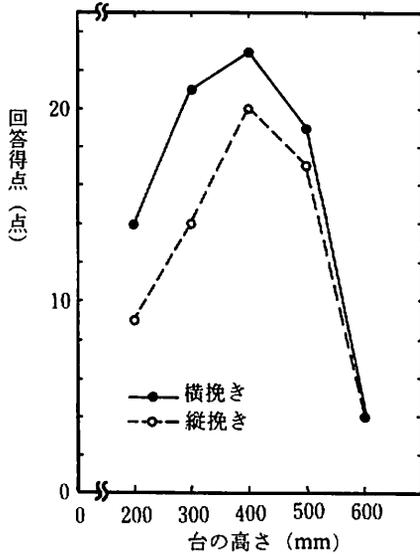


図5 作業のやりやすさについての評価

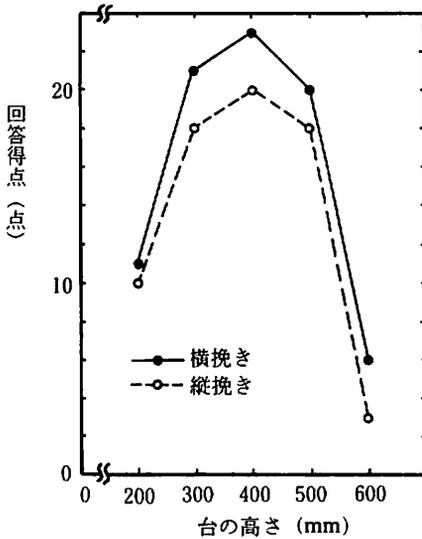


図6 高さの満足度についての評価

これらの結果から、横挽き・縦挽き、いずれも作業しやすいと感じる作業台の高さは400mmを中心に±100mmの範囲、つまり300~500mmであるといえる。また、図5・図6からも明らかな

ように、挽きやすさ・作業に適する高さについて、常に縦挽きが横挽きを下まわっている。これは、横挽きの場合、鋸と材料との角度を比較的自由に調整できるのに対して、縦挽きの場合、切削角の微調整ができず、また切削抵抗も大きいため、これらのことが被験者に影響を与えたためと考えられる。

実験者は、被験者の作業を「鋸および腕が滑らかに動いているかどうか」、「体の動き・姿勢に不自然さはないかどうか」、「被験者の表情はどうか」等に注目して、各々の高さにおいて観察をしたが、アンケート結果とほぼ一致する内容であった。

3-2 サイクルグラフの分析と考察

(A) 作業姿勢のパターン

鋸挽き作業において、作業姿勢・作業速度・加工精度などの点から大別すると次に示す4つのパターンがみられた。なお、4つのパターンのそれぞれの正面・側面・平面のトレース図を、図7~10に示す。

- ① この作業姿勢が最も一般的なもの⁵¹⁾⁶¹⁾⁷¹⁾であり、本実験では14名中10名がこのタイプであった。
- ② 前記の①と似ているが、作業台が高くなったとき、手を足の外側からまわし、材料を押さえるという点が異なる。材料は主に足で押さえている。押さえる足が疲労するが、上体は立ち気味となり楽である。上体がふらつきやすく、作業は正確さを欠きやすいと思われる。14名中2名がこのタイプであった。
- ③ 上体を鋸の描く軌跡と平行にし、さらに鋸と材料との角度を小さくすることによって、鋸身の左右の振れを抑え、正確に切断しようとしている。しかし、作業速度は遅い。14名中1名がこのタイプであった。
- ④ 力を加減することなく全力を使って鋸挽きを行うタイプである。縦挽き・横挽きにかかわらず、鋸を立てて歯先と材料との接触音を大きく出しながら挽いていく。作業速度は速いが、正確さを欠き、切り終わりに材料を割ってしまうこともあった。また、軌跡の分布が不規則であり、上体がふらついていることがわかる。14名中1名がこのタイプであった。

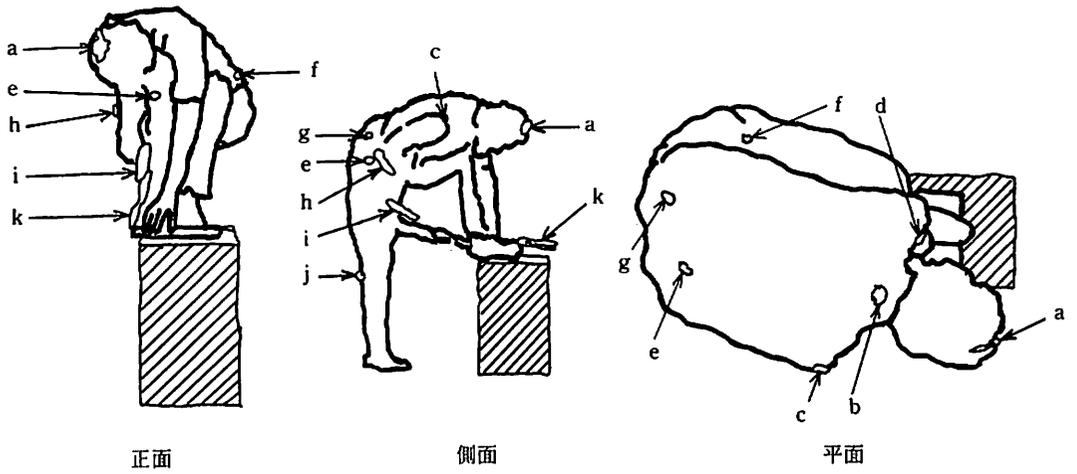


図7 作業姿勢のパターン①

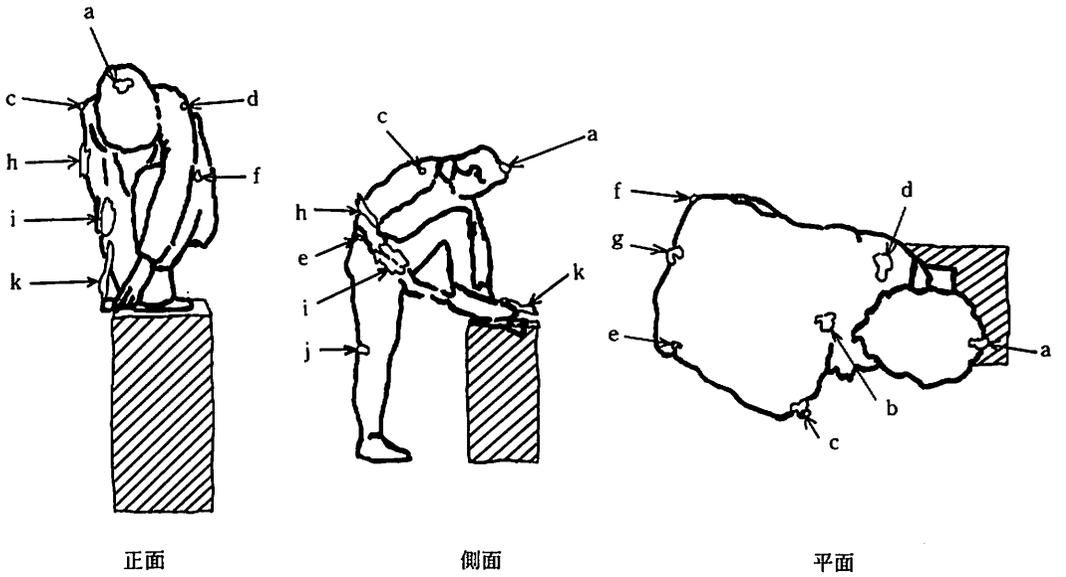


図8 作業姿勢のパターン②

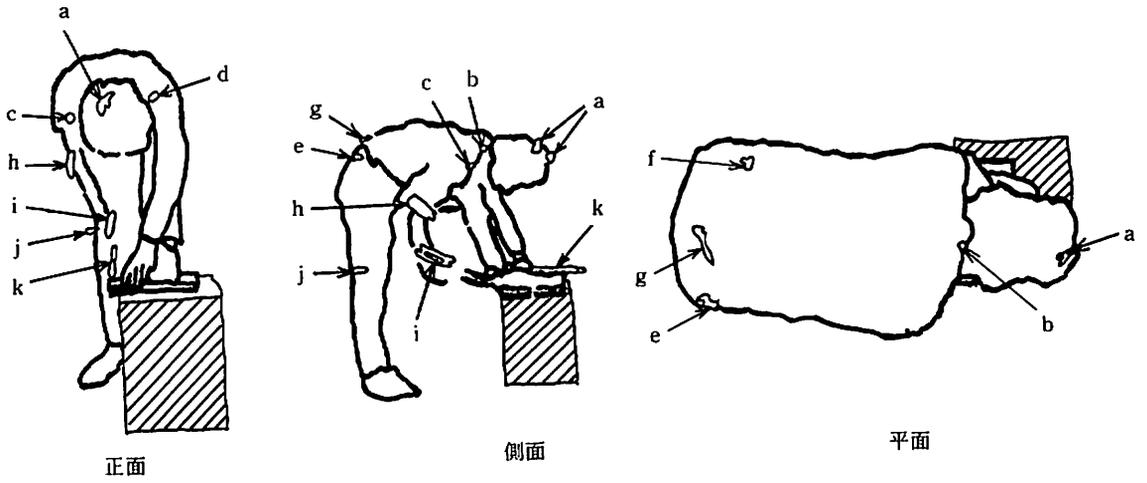


図9 作業姿勢のパターン③

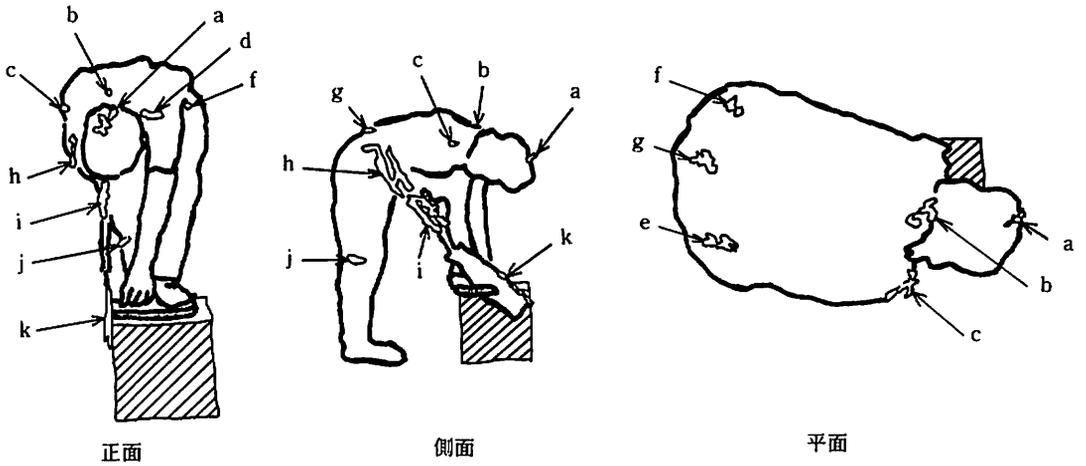


図10 作業姿勢のパターン④

(B) サイクルグラフの重ね合わせによる分析

作業姿勢では4つのパターンがみられたが、サイクルグラフ分析では、最も一般的な鋸挽き動作である①のタイプを中心にあげて分析していくものとした。

サイクルグラフのネガフィルムをスライド映写機を用いて拡大投影し、そのトレースを行い、これらの図を重ね合わせて分析を行った。サイクルグラフは、正面・側面・平面の3方向から撮ったが、全体の動きを最も把握しやすいのは側面からの写真である。そこで重ね合わせの分析は、側面の写真を中心にして考察を進めた。

作業姿勢の変化を、より正確に把握するためにトレース図をそれぞれ作業台底面・材料位置・肩峰点を基準にして重ね合わせ、作業姿勢におよぼす作業台の高さの影響について詳細に調べた。

(1) 作業台の底面を重ね合わせた場合

この場合、作業台の高さの変化に対して、作業姿勢が全体的にどのように変化するかをみることが出来る。作業台が高くなるにしたがい、体全体が後方へ移動していく。台が低い時は、軸足を曲げ、腰を深く曲げて対応している。そのことによって、軸足および腰の負担が大きくなると思われる。台が高い時は、材料を押さえる足が作業の妨げとなるため、体を後方へ下げる傾向がある。

(2) 材料位置を重ね合わせた場合

この場合、鋸挽きにおいて重要な肩から腕先の動きの変化を比較しながらみることが出来る。肩・肘・手首の部分に軌跡の分布がみられるが、作業台が高くなれば後方へ、低くなれば前方へ軌跡分布が移動している。

台の高さが300～500mmの時に被験者が作業しやすいと答えた動作範囲があり、このとき同一被験者の場合、肩・肘・手首・鋸先の軌跡が重なり合ってそれぞれ1本の軌跡を描いている。また、背の低い被験者は、背の高い者と比較して、作業台の変化に対する軌跡の変化が大きいためといえる。特に、背の低い者が高い作業台（600mm）で作業を行う場合に、軌跡の変化が大きく現れている。それに対して、背の高い者は低い作業台（300mm）でも、台の高さが400mm、500mmの場合とほぼ

変わらない動きをしている。また好ましい高さとして500mmと答えた被験者の場合では、500mmの軌跡と300mmの軌跡との間には差がみられなかった。

これらのことから、背の高い人は低めの作業台でも十分に作業を行えるが、背の低い人が高めの作業台を使うことは、動作分析の観点から無理な作業姿勢を生じる原因となっているといえる。

(3) 肩峰点を重ね合わせた場合

この場合、腕の動きをより正確にみる事が出来る。作業台が低くなるにしたがって、肘の開き角度が大きくなっている。このことは、鋸挽きで切削角度の調整がしにくい縦挽きにおいて明確に現れている。

(C) 動作全体からの分析

(1) 作業台が低い場合（200mm）

材料を主に足で押さえる動作をとる。このため、両手挽きが可能となるが、正確さを期すため片手挽きをする、空いた手でも材料を押えようとする。この動作によって、足を曲げ、腰を落とすという無理な姿勢が生じることになる。

(2) 作業台が中位の場合（300～500mm）

押さえる手と足のバランスがよいため、自然な姿勢をとることが出来る。また、頭を鋸身の真上にする事が容易に行えるため、正確に挽くことが可能となる。

(3) 作業台が高い場合（600mm）

挽く時に足が作業の妨げとなるため、上体を反らす傾向がある。材料は、主に手によって固定される。

4. 結論

鋸挽き作業において、被験者のアンケートより求められた適切な作業台の高さと、サイクルグラフによる動作分析より求められたその高さとは、よく一致していた。その高さは、300～500mmである。

ただし、これは被験者の平均身長が1700mmと

いう成人の値である。中学生の平均身長を1500mmとする³⁾と、身長比より求めて、この高さより50mm程度低い値が、中学生の鋸挽き作業に適した高さだといえる。すなわち、成人に適切な高さである300～500mmは、身長比から求めれば、中学生の場合、265～441mmという値になるからである。

これらのことを換言すれば、鋸挽き作業での適切な作業台の高さは、身長をHで表すと、 $0.18H \sim 0.29H$ ということになる。なお、適切な高さとしていちばん回答得点の多かった400mmの場合、 $0.24H$ となる。

また身長の高い者が低い作業台(200mm)で作業をすることはできるが、身長の低い者が高い作業台(600mm)を使って作業をすることは難しいといえる。このことから、作業台はいくぶん低めに設計することが望ましいといえる。

現在、中学校で多く使われている作業用椅子は、座面の寸法が 300×300 mmであり、高さが450mmである。中学生にとっては、450mmの高さは $0.30H$ に相当し、300mmの高さは $0.20H$ に相当するため、鋸挽き作業では、作業用椅子を450mmではなく、横に倒すことで、300mmの高さの台として低くして使用することが、望ましいといえる。また、椅子をそのようにして使うことが、身長の高いものに合わせて作業台を設計すべきだとする前述の観点にも合致している。また、そうすることが、椅子の構造上、安定した状態をつくり、さらに材料固定面積を広くすることも考えあわせれば、中学生の鋸挽き作業は300mmの高さで行うのがよいと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたって、ご指導いただいた千葉大学教育学部大釜敏正先生、ならびに実験にご協力いただいた同学部技術教育科卒業生 川上吉弘さん、ならびに同学科の学生の皆さんに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 特別教室のデザイン・施設・設備に関する委員会『特別教室のデザイン』ラテイス(丸善) 1967 p.289.
- 2) 人間工学用語研究会『人間工学事典』日刊工業新聞社 1983 p.p.312～315.
- 3) 倉田正一『人間工学』技報社 1960 p.p.141～149.
- 4) 佐藤方彦『人間工学概論』光生社 1971 p.p.62～68.
- 5) 永雄五十太『図でわかる大工道具』理工学社 1986 p.p.59～65.
- 6) 佐藤庄五郎『図解木工技術』共立出版 1978 p.p.115～118.
- 7) 雇用促進事業団職業訓練研究センター『(実技教科書)木工』雇用問題研究会 1989 p.p.60～64.
- 8) 日本子どもを守る会編『子ども白書(1989年版)』草土文化 1989 p.45. [文部省1988年度学校保健統計調査報告書より]