

弘前市周辺中学校技術科木材加工 実習の時期についての検討

佐 藤 武 司

The Best Period of The Year for Woodwork Practice Classes
at Junior High Schools with no Installation to
Remove Dust.

by
TAKEJI SATO

(Received July 13, 1974)

Summary

Junior high schools in Hirosaki City have no installation to control dust.

Without ventilation, the Concentration of the fine dust created by student activities are 2 to 7 mg/m³ in the shop, and these dust conditions can be extremely unhealthy and hazardous.

When the windows are kept open, the natural air currents help dilute the fine dust concentrations rapidly.

The suitable room temperature for the shop activities is between 20°C and 26°C, and so, the best period of the year for woodworking is between May and October.

閉鎖した実習室内で、実習中に、2～7 mg/m³の粉塵濃度を記録し、実習終了後、実習以前の粉塵状態にもどるには、20分以上の時間を要した。このような粉塵濃度の値は、健康上望ましくない。

そこで、除塵効果を検討するために、丸鋸盤で粉塵を発生させ、窓閉鎖、窓開放、換気扇使用、集塵機運転の4つの条件下で、粉塵濃度を測定し、その結果、集塵機運転による除塵が最も効果的であり、窓を開放した自然換気が、それに次いで良いことを認めた。ただし、窓を開放する自然換気によって、粉塵や有機溶剤ガスを排除し、実習の教育効果を期待するためには、実習の時期と季節との関連を考慮する必要がある。

実習室の気温については、気温が10°C以下になると、手背温度が23°C以下になり、指の巧緻性が低下して、作業学習に危険がともなうことが指摘されている。この測定を行った実習室の施設・設備では、使用する塗料、接着剤等の性質等を考慮すると、30年間の平均気温平年値から、作業の至適温度附近の日が、5月から10月までの間に多く、この期間に実習を実施することが望ましいという結論を得た。

測 定

著者らは、下記のとおり粉塵濃度を測定した。

1. 本学部および本学部附属中学校木材加工実習室。実施期日は昭和47年11月22日～27日。
2. 本学部附属中学校普通教室。実施期日は昭和47年11月24日～27日。
3. 弘前市松木平，乳井，撫牛子，藤代，高杉にある5つの燃糸工場。実施期日は昭和47年6月30日。
4. 弘前市土手町，一大小学校周辺道路上。実施期日は昭和43年11月1日。
5. 弘前市和徳町，和徳小学校周辺道路上。実施期日は昭和43年10月31日。

測 定 方 法

1. 粉塵の測定には2型デジタル粉塵計を用いた。
2. 測定機の位置は135cmの高さにした。
3. 測定地点の平面的位置は，日本産業衛生協会の許容濃度の勧告による粉塵濃度測定法に準じた。
4. 粉塵濃度の測定値は粉塵計で1分間の計数値を読み，次式によって計算し，重量濃度で求めた。

$$C = (R - D) \times K$$

C：重量濃度 mg/m^3 ，R：計数値，D=1，K=0.029

結 果 と 考 察

1. 木材加工実習室内の粉塵濃度経時変化

窓や出入口を閉鎖した実習室中央で，ラワン材の加工実習時に発生した粉塵濃度を測定し表1の結果を得た。

表1 木工実習室内粉塵濃度経時変化

項 目	経過時間 (分)	粉 塵 濃 度 mg/m^3	窓 の 状 態		備 考
			開	閉	
授 業 前	0	0.696		○	
授 業 開 始	30	1.914		○	
か ん な が け	40	6.293		○	
や す り が け	50	4.234		○	
〃	60	2.668		○	
〃	70	2.349		○	
授 業 終 了	80	1.769		○	
掃 除 中	85	6.137		○	
〃	90	6.322		○	
掃 除 終 了	95	6.148		○	
掃 除 後	100	4.727		○	
〃	105	4.669		○	
〃	110	1.537	○		

実習前に $0.696\text{mg}/\text{m}^3$ であった粉塵値が、実習開始10分後には、最高濃度 $6.293\text{mg}/\text{m}^3$ を記録した。

実習開始とともに、手鉋がけ、紙やすり研磨の作業が行われ、実習者の動きが活発になるとともに、実習室中央での浮遊粉塵濃度は大きくなり、10分を過ぎる頃から、粉塵は室内全域に飛散し、 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 前後の値を保ち、50分後に作業を終え、実習の後始末の段階に至って $1.769\text{mg}/\text{m}^3$ まで減じた。

しかし、実習後の掃き掃除によって、床上に沈降していた粉塵が再び浮遊し、掃除をしている間中、実習時に示した最高粉塵濃度と同程度の値を記録し、そして、掃除終了後、授業前の粉塵濃度状態にもどるには30分以上の時間を要した。このため、実習室を連続して使用する場合に、10分間の休業時間内に、浮遊粉塵を正常な状態にもどすためには、掃除は電気掃除機や拭き掃除で行うことが望ましい。

2. 換気条件と粉塵濃度の変化

丸鋸盤による挽材時に発生する粉塵を、窓閉鎖、窓開放、一部窓開放と換気扇併用、集塵機運転などの条件下で測定した。その結果は図1の如くである。

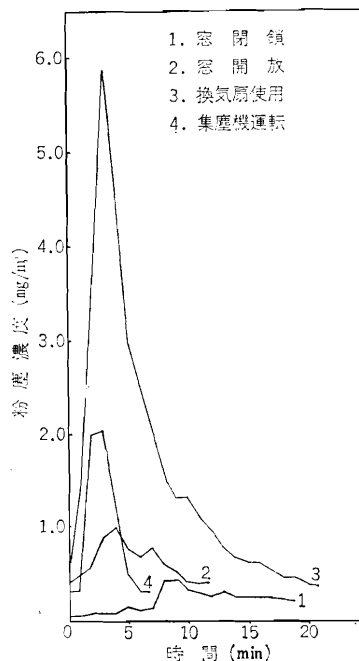


図1 換気条件変化による粉塵濃度変化のちがひ

(1) 窓閉鎖の場合と窓開放の場合

窓を閉鎖している場合、粉塵が最高濃度に達するには、約8分を要し、作業開始前の濃度よ

り $0.26 \sim 0.40 \text{ mg/m}^3$ 増加する。これに対して、窓を開放した場合（換気量 0.73 mg/m^3 ）には、4～5分後に最高の粉塵濃度に達し、粉塵濃度の変化量は $0.37 \sim 0.55 \text{ mg/m}^3$ と窓閉鎖時より大きいことを認めた。

さらに、室内が挽材時以前の粉塵濃度状態にもどるには、窓閉鎖の場合は20分以上もかかり、窓開放による換気を行えば、10分前後で挽材時以前の状態にもどる。

(2) 換気扇による換気の場合

この場合、最高粉塵濃度に達するまでの時間は3分で、粉塵濃度は 5.7 mg/m^3 増加し、挽材時以前の粉塵濃度状態にもどるには、20分以上の時間を要する。

これは、換気扇によって室内の空気が上昇し、発塵源から飛散した粉塵が、上部へ浮遊し、これが四方へ拡散するため、粉塵の殆どが沈降あるいは、室外へ排出されるまでには20分以上を要するものと思われる。

(3) 集塵機（サイクロン型ダストコレクター、5馬力、風量 $50 \text{ m}^3/\text{min}$ ）運転の場合

最高粉塵濃度に達するまでの時間は3分で、変化量は 1.88 mg/m^3 であり、集塵機に対する期待の割合には、小さな値とはいえない。しかし、挽材時以前の状態に7分後にもどり、除塵効果が顕著である。

以上の4条件下の測定結果から、それぞれの得失はあるとしても、一応、集塵機による除塵が最も望ましいようである。

3. 実習室内と燃糸工場内、市街地路上等の粉塵濃度の比較

燃糸は比較的粉塵が多い業種といわれているが、弘前市内の5つの燃糸工場の粉塵濃度を測定し、その結果をまとめたものが表2である。

表2 燃 糸 工 場 内 浮 遊 粉 塵 濃 度

工 場 No	1	2	3	4	5
粉 塵 濃 度 mg/m^3	0.406	1.102	0.454	0.435	0.406
	0.435	1.160	0.493	0.435	0.454
	0.435	1.479	0.493	0.454	0.454
	0.435	1.740	0.493	0.454	0.493
	0.435		0.522	0.454	0.522
平 均	0.429	1.370	0.491	0.446	0.465

表2の値と、木材加工実習室内で発生する粉塵を比較すると、木材加工実習室では、実習中の濃度は $2 \sim 7 \text{ mg/m}^3$ であり、この値は、換気扇を使用して、特に多量の粉塵を飛散させて作業を行っている燃糸工場の 1.370 mg/m^3 よりも著しく大きい。

弘前市内諸学校周辺道路上の浮遊粉塵濃度の測定値を表3に掲げる。

表3 弘前市街地学校周辺路上粉塵濃度

測定地点	浮遊粉塵濃度 mg/m^3			測定日 昭和年月日	備考
	平均	最高	最低		
市役所前	0.154			48. 5.10～11	弘前市公害課の資料
東北女子短期大学	0.177			48. 5.10～11	〃
弘前相互銀行前	0.182			48. 7.23	〃
〃	0.500			48.10.24	〃
菊池薬局前	0.350			48. 7.24	〃
〃	0.238			48.10.26	〃
土手町交番前	0.478	1.273	0.133	43.10.	著者測定
和徳小学校前	0.295	0.406	0.174	43.10.31	〃
一大小学校前	0.557	0.609	0.493	43.11. 1	〃

上表から認められるように、実習室内での粉塵濃度 ($2 \sim 7 mg/m^3$) は、比較的交通量が多いとみなされている、市街地路上の粉塵濃度の最高値 $1.273 mg/m^3$ に比べてもはるかに大きい。

実習室に設置されている各種木工機械から排出される粉塵濃度は表4である。

表4 木工機械使用時の最高粉塵濃度

機 械 名	粉塵濃度 mg/m^3
自動鉋盤	13.543
帯鋸盤	5.510
丸鋸盤	5.133
糸鋸盤	2.900

機種によって差はあるが、いずれにしても多量の粉塵を発生する木工機械を運転して、集塵装置の設置その他についての配慮を欠いて、長時間、木粉を吸入しつつ、実習を継続することは、甚だ問題である。

4. 実習室の現状からみた問題点

(1) 自然換気

わが国の法定の粉塵の許容度として、一般塵については、労働省通牒による、 $10 mg/m^3$ の許容値があり、また、昭和35年3月31日以来施行されているじん肺法がある。この法律の対象としているじん肺は、鉍物性粉塵の吸入によって生じた肺の疾病状態に限られており、木粉のような有機性粉塵についてはとりあげていない。

実習中の室内粉塵濃度が $2 \sim 7 mg/m^3$ で、じん肺発生の危険はないとしても、空気調節をとまなう機械換気設備をもたない現状では、それぞれの学校施設・設備に適した換気方法を行う必要がある。

市街地の最高粉塵濃度 $1.273 mg/m^3$ と、実習室内の粉塵濃度 $2 \sim 7 mg/m^3$ とを比較すると、市街地の空気が実習室内の空気より清浄であるということであり、実習室内粉塵濃度を減少し、

呼気による室内の二酸化炭素の濃度を0.1% (Pettenkofer の²⁾ 限度) 以下として、実習室内を市街地と同様の状態に保つためには、施設費も維持費も不要である自然換気が有利である。

窓開放による自然換気の利点は、普通教室で、普通授業を行っている際の、粉塵濃度の測定結果から作成した表5からも窺える。

表5 窓開閉による教室内粉塵濃度変化

普通教室 No.	粉 塵 濃 度 (mg/m^3)	
	窓 閉 鎖	窓 開 放
1	2.349	1.508
2	1.218	1.073
3	1.160	0.986
4	1.073	0.986
5	1.044	0.986
6	0.870	0.754
7	0.725	0.609
廊 下	1.076	0.667
平 均	1.188	0.946

普通教室においても、窓開放による換気が行われている場合には、窓を閉鎖している場合に比較して、 $0.242mg/m^3$ の濃度差があり、窓開放による自然換気が室内粉塵濃度を減少させることを認めた。

しかし、これとても問題がないわけではない。自然換気の起動力は、内外温度差と風力であるため、換気を計画的、的確に行うことは難かしい。²⁾ 冬季間、換気の際に室温が著しく低下するような片手落ちがあっても困る。

(2) 取扱い材料の危険性と換気

近年、青少年の間に、急激かつ高濃度のシンナー蒸気を吸い込むシンナー遊びという、有機溶剤吸引による、³⁾ 鉻酞が流行し、死亡事故が相次いで起っている。

塗装作業に使用される有機溶剤を配合した、一般塗料用シンナー、ラッカー・シンナーや接着剤などが、適切な環境のもとで使用されていないのが現状である。

スプレー塗装の際の有機溶剤毒性の排気装置、多量のシンナー類が床上にこぼれ落ちた際の対策などは、実習中には、特に重要である。

エステル類、アルコール類、炭化水素類等の有機溶剤は、差はあるが、いずれも動物の中枢神経をおかし、あるいは、³⁾ 麻酔作用をもっている。しかも、これらの作用は、それを飲んだり、⁴⁾ 注射するより、吸入した場合が速効的で確実であるといわれている。

有機溶剤の麻酔の強さはトルエン、酢酸エチル、酢酸ブチル、ブタノール、酢酸アミル、セロソルブの³⁾ 順であり、作用の強い有機溶剤程、シンナー成分として多量に含まれている。

このような、危険な溶剤の管理については勿論、これらを密閉した実習室で、木工作業に関連する塗装作業の過程で使用することがしばしばあり、これらの溶媒の毒作用の防護について

も配慮する必要があるだろう。

(3) 気温と実習の時期

教室内温度は、夏季で 30°C (感覚温度 26°C) 以下であり、冬季では 10°C (感覚温度 9.5°C) 以上であることが望ましいとされている。²⁾

知的作業には $15\sim 17^{\circ}\text{C}$ 、座軽作業では、夏季は $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ 、冬季は $20\sim 22^{\circ}\text{C}$ がそれぞれ至適温度である。²⁾

この点に関連して、津軽地方で、実習時に問題が多いのは冬期間である。

冬季、衣服で保温しても、実習中に発生する粉塵や有毒ガスを排除するために、窓を開放すると、室温が低下して、座軽作業の冬季至適温度の $20\sim 22^{\circ}\text{C}$ の温度保持が困難である。

窓の開放によって、室温が低下して手背皮膚が 23°C 以下になると、指の巧緻性が阻害され²⁾て、木工具や機械の操作が危険となる。

弘前気象通報所の資料によると、弘前市の気温平年値は次表の如くである。⁵⁾

表6 弘 前 の 気 温 平 年 値 (1931年～1960年)

月	最高気温平年値	最低気温平年値	平均気温平年値
	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
1	2.0	-5.7	-1.9
2	3.1	-5.5	-1.3
3	6.8	-2.6	2.1
4	14.7	2.6	8.6
5	20.5	7.9	14.2
6	23.6	13.2	18.4
7	27.4	17.8	22.6
8	29.4	19.2	24.3
9	25.1	14.2	19.7
10	19.0	7.8	13.3
11	11.3	2.2	6.8
12	4.6	-2.6	1.0

不快感、学習意欲の低下を避け、粉塵や溶媒の毒作用を避けて、この地方で、至適温度のもとで、木工の実習を行おうとするならば、上表の平均気温平年値から明らかなように、5月から10月までの期間に、実習の実施計画を立てることが望ましい。また、この期間は、塗装作業に適した温度 ($10\sim 30^{\circ}\text{C}$) の期間でもある。

表7 塗 装 に 必 要 な 温 湿 度⁶⁾

塗 装 の 種 類	気 温 ($^{\circ}\text{C}$)	湿 度 (%)
油 性 ペ イ ン ト	15 ～ 35	85 以下
ワ ニ ス, エ ナ メ ル	10 ～ 30	85 "
合 成 樹 脂 エ ナ メ ル	10 ～ 30	85 "
ラ ッ カ ー, セ ラ ッ ク ニ ス	10 ～ 30	75 "
各 種 焼 付 型 エ ナ メ ル	20	75 "
水 性 エ マ ル ジ ョ ン 塗 料	15 ～ 35	75 "

表 8 年 間 指 導 計 画 表

学 期	1	2	3
週	1 ～ 13	14 ～ 27	28 ～ 35
1 学年	製 図 40時間	木材加工 40時間	金属加工 25時間
2 学年	木材加工 30時間	金属加工 25時間	機 械 25時間
3 学年	裁 培 35時間	機 械 35時間	電 気 35時間

弘前市周辺の多くの中学校技術科年間指導計画は表 8⁷⁾の如くであるが、第 1 学年の木材加工の実習は、学習内容及びその配列の仕方を変え、上記の期間に組み入れて、第25週目を越えないように計画を立てることは可能であろう。

現在、中学校における木材加工学習の中で発生する粉塵や有機溶剤の有毒ガスについては、その抑制、拡散の防御、排除などに周到な配慮が欠けているようであり、学習環境、学習内容とともに、学習の時期についても、同時に考慮する必要のあることを指摘したい。

本測定にあたり、本学部小塚多吉教授、養護教諭養成所福士襄教授から、ご指導、ご助言をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。また、本学部中畑武夫技官の協力を得た。ここにお礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 佐藤，川守田，天野：丸のこ盤によるラワン材びきのときの粉塵濃度，技術教育，9，1969。
- 2) 文部省：学校環境衛生の解説，1967。
- 3) 田所作太郎：医学的にみたシンナー遊び，健康教室第217，1968。
- 4) 青森県：シンナー，接着剤等乱用防止の手引き，1973。
- 5) 弘前気象通報所：弘前の気候表，1968。
- 6) 後藤田正夫：塗装便覧，産業図書，1957。
- 7) 全国職業教育協会：技術・家庭学習指導書，一般編男子用，1972。