

15 合板工場空气中ホルマリン含有量調査

北海道立衛生研究所 (所長 中村 豊)
環境衛生学科長 小山 良 悟
技 師 安 藤 芳 明
技 師 遠 藤 良 作

緒 言

本調査は、尿素系合成樹脂を接着剤に使用している某合板工場内ホルマリンガス含有量が、従業員の健康に障害を与える濃度に達しているかどうかを知るために、依頼によつて行われたものである。

わが国には未だホルマリンガスの衛生的な限度値³⁾が設定されていない。従つて、その有害濃度を判定する規準値がない。米国においては一般に 5 ppm が規準値として使用されているが、その他に 10 ppm 及び 20 ppm 等も使用されている。従つて何れの数値を規準値とするかについては、ホルマリンガスの限度値設定の研究に属する。

調査の方針： 以上の理由から本調査においては、従業員の検診並びに自覚症状頻度調査等を行い、生体側からその障害程度を探り、一方、ホルマリンガス量測定及び一般空気環境等の外部条件を調査して、ホルマリンの有害濃度について検討した。

ホルマリンによる障害について

文献によると、主に生体側からの調査の報告として、柳沢¹⁾は、ホルマリン工場従業員の検診の結果、33%に Urobilinogen 陽性、Haemogram にて一般に Eosino の増加を報告し、又ホルマリン嚥下者 1 例を検査して、貧血、極端なリンパ球減少、Urobilinogen 強陽性、尿蛋白陰性が見られたといい、従来報告されている腎障害より寧ろ肝障害を示唆している。動物実験では、白鼠に対する毒性試験で $LD_{50}=5.67$ mg であるという。

合成樹脂使用工場における従業員に対する障害に関しては、合成樹脂の優秀なる接着性によりその使用範囲が拡まるにつれ、皮膚炎罹患者が多発している状況に即して、G. F. Little がその原因を究明している。

それによれば、**1** ホルマリンガスの作用、**2** 皮膚に附着した合成樹脂 (Formaldehyde, phenol 又は phenolic acid) の刺戟、**3** 附着樹脂洗滌に用いる有機溶媒による障害等に分ち、そのうちホルマリンガスによる皮膚炎は 5% 位に存在するホルマリンアレルギー素質者におこるもので、極く少数であつて、合成樹脂使用工場に多発する皮膚炎の原因にはならないといつている。

以上の如くホルマリンは、ガス状、溶液状、または縮合体として生体に障害を起すのであるが、その有害作用の機序に関しては未だ明確にされていない。即ち、ホルマリンが生体内でメチルアルコールに還元され、蟻酸に酸化されるといつたような単純な化学反応のみが関与するものではなく、複雑多面的な反応によるものとされている。

ホルマリンのガス体としての障害は、眼結膜、外気道粘膜に刺戟を与え、高濃度のものを吸入すれば壊疽を生じ、次いで肺に二次的化膿性炎症をおこす。低濃度ガスを長く吸入することきに傷害を伴うか否かについては明らかでないが、分解産物の蓄積作用を考慮している学者もある。

ホルマリン溶液を嚙下するときは、状況によつて異なるが顔面蒼白、眼瞼発赤、落涙、粘着性冷汗、咽喉刺戟、嘔吐、胃痛、腹痛、脈搏の微弱、且つ速進、または不規則、眩暈、意識喪失、体温降下、蛋白尿、尿中蟻酸排泄等の症候を現わし、死の転帰を見ることもあるという。

調 査 成 績

調 査 工 場

調査した工場は、合板、チップボード（Chip Board）及び中芯製作の3工場である。合板、チップボード工場では単板、木屑の接着剤として、又中芯工場では中芯に使用する紙に強靱性を与えるために尿素樹脂を用いている。それらからホルマリンガスが遊離して工場内空気を汚染する。

各工場における製品の製作工程の概略は、次の如くである。

合板工場： 単板に尿素樹脂接着剤を塗布し、熱圧の下（ホットプレス）に接着して合板を作る。

チップボード工場： 木材細片、鋸屑、鉋屑等に尿素樹脂を混ぜて、これを鉄板面上に適度の厚さの層に敷き、ホットプレス機で熱圧成型して板を作る。

中芯工場： 合板の中芯に使用する填充物を作る。填充物は尿素樹脂を含浸させたクラフト紙を環状（鉛筆の太さ）にしてS写状に連鎖させ、これを乾燥器にて乾燥強靱にしたものである。この中芯を単板間に填充して軽く厚い合板を作る。

ホルマリン含有量測定

測定方法： クロモトロブ酸法²⁾で比色定量した。

測定箇所： ホルマリンガスが多量に発生するのは、合板、チップボード両工場ではホットプレス機で素材を熱圧成型しているときであり、中芯工場においては中芯用の前記のクラフト紙を乾熱器中で乾燥させているときである。

従つて、工場内ではホットプレス機及び乾燥器附近がホルマリンガスの濃度が高い。これらから遠ざかるにしたがつてガス濃度が低い、素材の熱圧成型、或は乾燥操作時には関係なく工場内空気は恒常的に少量のホルマリンガスを含有している。

測定箇所は以上のことを考慮して、ホットプレス機と乾燥器の附近及び工場中央部3ヶ所を選定した。

なお、ホットプレス機の据えつけてある場所の天井には、ファンを備えた排気天蓋があり、且つ天蓋の椽から床上1.5米まで布幕を吊つて同機を包囲し、発生するホルマリンガスの滲散防止措置を講じているので、その効果を知るために布幕内側と直ぐ外側とについても測定を行つた。

乾燥器には排気筒を備え、器中に発生するホルマリンガスを戸外空气中に排気しているが、乾燥器の扉の開閉時にガスの1部が漏出して室内ガス濃度が高くなると考えられるので、扉の前で捕気した。

以上の測定箇所において、床上2米高の処で集気した。

試 料： 毎分83 ccの速度で5立の空気を1 ccの5%重亜硫酸ソーダ液中に通したものと及び毎分3,333 ccの速度で400~600立を、前記の液75 cc中に通気吸収せしめたものを用いた。本試験において速度を変えて通気したのは次の理由にもとづく。

ホルマリンガスの発生するのは、前記のようにホットプレス機で素材を熱圧成型している約20分間、特に多量に発生するのは製品をホットプレス機から取出す時で、時間は約3~4分間である。

この間に発生するガスを速かに捉えるために通気速度を大にした。一方、この間に発生したホルマリンガスは大部分排気天蓋にて外氣中に排除されるから、室内には発生したホルマリンガスの一部が彌散して低濃度になる。この低濃度ガスを出来るだけ多く重亜硫酸ソーダに吸収させるため通気速度を緩めた。

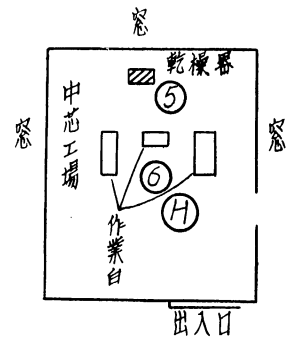
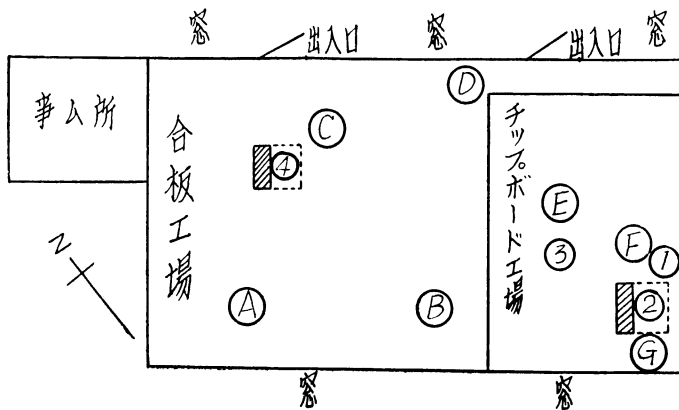
測定成績

第1表 ホルマリン含有量

測定個所	通気速度 (cc/min)	通気量 (l)	HCHO量 (ppm)	備考	
チップボード工場	1	83	5	1.24	ファンをにかけている、製品取出2回
	1	3,333	600	1.49	ファンをにかけている、製品取出1回
	1	3,333	600	10.20	ファンを止める(30'間)、製品取出1回
	2	83	5	37.23	ファンをにかけている、製品取出3回
	3	83	5	1.71	ホットプレス機から離れた所
	3	3,333	400	0.84	同上
合板工場	4	3,333	400	0.47	ファンをにかけている、製品取出1回
	4	83	5	2.46	同上
中芯工場	5	83	5	1.95	自然換気、気動 0.11 m/sec
	6	3,333	400	1.17	同上

工場略図(1)

工場略図(2)



	合板工場	チップボード工場	中芯工場
作業人員 (名)	12	12	4
床面積 (m ²)	310	242	—
気積 (m ³)	620	492	—
窓面積 (m ²)	154	186	—

備考

图中、算用数字はホルマリン測定個所、A, B...などアルファベツトは細菌及び塵埃数測定個所である。

第1表チップボード工場測定個所2は、工場略図(1)に示したようにプレス機を囲む幕内であつて、この個所の測定値は予想したように幕外及び工場中央部より高い値、即ち 37.23 ppm という成績であつた。

幕内における作業は、製品をホットプレス機から取出す 2~3 分間の作業及び素材を熱圧成型し

ている約20分間に時々幕内に入つて機械を調節する短時間の機械調節作業である。従業員はその作業の度毎に眼結膜の刺戟、落涙、外気道の刺戟及び呼吸困難等に苦しめられ、ホットプレス機の高圧、高温に充分の注意を払うことが出来ず、災害を受ける危険の伴うことは重視されなければならない。

次に中芯工場における測定個所2ヶ所は殆んど差異なく低い値を示した。然し、従業員はホルマリンガス発生源の尿素樹脂を含浸したクラフト紙に対して、勤務時間中顔をうつむける姿勢で作業しなければならない。従つて、この測定値の示す室内濃度より高い濃度のホルマリンガスを直接呼吸していると考えられるし又低濃度であつても長期の曝露の場合においては、ホルマリンの分解物による障害を示唆している学者もあるので、終日上記クラフト紙に俯顔作業する本工場員に対しては注意を要する。

なお、天蓋上のファンの使用は相当な効果があることを示した。例えば、測定個所④の3回の値を比較すれば、ファンをかけている時は1.49 ppm、これを止めた場合10.20 ppmであつて、前者は小さい値を示した。

検 診 成 績 (旭川保健所に依頼した)

	検診人員	陽性(%)
眼結膜充血	23	57
咽頭発赤	23	65
気管枝炎	23	0
その他	23	0

眼結膜充血、咽頭発赤等はホルマリンガスによるものと思う。

尿及び血液所見：Urobilinogen 強陽性2名、正常陽性21名、陰性0名、尿蛋白陽性1名、白血球百分比に異常者なし。

尿蛋白陽性者の1名は同時にUrobilinogen 強陽性者であり、病歴は坐骨神経痛以外著患を知らなかつた。然し、ホルマリン中毒と断定は出来ない。

自覚症状の調査

産業疲労委員会の自覚症状調査様式により調査した。第2表に成績を示した。

第2表 自覚症状の頻度 (%)

症状別	身体的症状				精神的症状				神経感覚的症状			
	中芯工場	チツブボード工場	合板工場	木工工場	中芯工場	チツブボード工場	合板工場	木工工場	中芯工場	チツブボード工場	合板工場	木工工場
調査人員	4	10	9	21	4	10	9	21	4	10	9	21
平均	47.5	52.0	43.3	7.1	45.0	31.0	48.9	7.6	45.0	49.0	43.3	5.3

自覚症状の頻度に関しては、作業員個々についてその原因を探究することは種々の困難があつて不可能である。集団として見た場合には、作業そのものとか、環境条件とか外的条件によつて起ると考えられる場合が多い。従つて、概ねその原因の分析も可能である。そしてある程度の正確さも保証することが出来るといわれている。

第2表を見ると、ホルマリン発生源の尿素樹脂を使用していない木工場に比して、調査の対象とした尿素樹脂使用3工場従業員は自覚症状の頻度が大きである。3工場のうちで合板工場では、合板製作に使用する尿素樹脂の使用量が少いので熱圧成型操作の場合もガス発生量は少く、従つて、従

業員は他の2工場のように高濃度のガスに曝露されていないと考えられる。しかるに、自覚症状の頻度は大差を見ない。このことから帰納すると、3工場ともにたとえガスの発生は少なくとも、即ち、ホルマリンは低濃度であるにしても（第1表参照）自覚症状としての障害が起るものらしい。

塵埃，細菌，その他の調査成績

測定箇所は、工場略図(1)及び(2)においてアルファベットで示した。測定は、床上1.5米のところまで1回行つた。

測定方法：室温はAugst乾湿計，塵埃数はimpinger法，落下菌数はKoch氏法，炭酸ガス量は薬学会協定法，照度は柴田製作所のLux-meterを使用した。

第3表 測定成績

1956.2.9 午前 9~12 時						
		気 温 (°C)	照 度 (Lux)	塵 埃 (数/1 cc)	炭酸ガス (cc/l)	細 菌 数 (コッホ法)
合 板 工 場	A	-10.2	80	13	0.09	28
	B	-10.1	102	20	0.82	14
	C	- 9.1	380	15	—	17
	D	-13.1	160	—	—	9
チツボード工場	E	- 0.3	320	53	0.81	—
	F	- 1.8	252	72	0.62	12
	G	- 2.2	1,670	33	—	13
1956.2.9 午後 2~5 時						
合 板 工 場	A	- 3.2	90	40	0.60	8
	B	- 3.3	220	83	0.58	22
	C	- 2.8	150	50	—	13
	D	- 4.8	170	—	—	12
チツボード工場	E	7.3	700	133	0.69	7
	F	6.8	230	95	0.58	8
	G	5.8	3,000	110	—	13
1956.2.10 午後 2 時						
中 芯 工 場	H	18.4	500	—	0.95	—

この表で明らかなように、工場内が低温であることを除けば室内の細菌、或は塵埃については別に問題はないと考える。低温であることも、工場作業内容は立動作業が主であるので従業員に不便でないようである。

考 按

以上の調査によつて工場内のホルマリンの濃度は、ホットプレス機附近以外の工場全般においては低いことを知つた。しかし、工員の検診及び自覚症状頻度の成績から見ると、低濃度、即ち 1.0 ppm 内外のホルマリン濃度においても粘膜に炎症症候を与え、自覚的には身体、精神、神経感覚的症狀として意識され、苦痛を与えるものと思われる。

ホットプレス機附近の 10 ppm~30 ppm には、流涙、咳嗽、呼吸困難等のため同所に長く止ま

ることは困難であるから、工員は必要な短時間しかそこで作業しない。

然し、この濃度における流涙、呼吸困難等は、作業に要する短時間内だけに見られる一時的な障害であるにしても、そのために作業に対して注意の集中が出来ず、災害を受け易い状態になる。このことは労働管理の面からは重視されなければならない。

なお、前述の如く低濃度においても、自覚的障害を認めたのであるが、この障害が長期に亘る曝露によつて累加増悪するものか、或は生体の恢復力により軽度に止まるものかは問題として残る。若し前記のように分解産物の蓄積作用があるとすれば、当然低濃度と雖もその有害性は強調されなければならない。

なお、ホットプレス機上のファンを止めた場合の成績は幕外に於いて 10.2 ppm を示していたが、このことから夏季においてホットプレス機附近の空気対流が少なくなる場合には、相当量のホルマリンガス量が室内に瀰漫するものと推定されるので、工場衛生管理面において注意を要する。

血液、尿所見からすれば、本工場従業員の健康に他覚的な重篤な障害は認め得ない。視力の減退を訴える従業員が 2 名あつたが、ホルマリンガスによるものか否か不明である。

結 語

依頼によつて尿素系合成樹脂を接着剤に使用している合板工場のホルマリンガス含有量を調査した。又保健所の協力によつて工員の身体障害を検診した。

- 1 工場内空中ホルマリン含有量 1.0 ppm 内外における従業員の 57.0 % に眼結膜充血、65.0 % に咽頭発赤が認められた。甚しい結膜、粘膜の炎症をもつ患者はないので、1.0 ppm 位の濃度においては軽度の障害に止まるものと考え。然し、自覚的症狀として頭重、食慾不振の頻度 50.0 % 内外を示していることは考慮を要する。
- 2 ホルマリンガス濃度 10.0 ppm 内外にては、瞬間に流涙、咳嗽、呼吸困難を誘発し作業を困難にする。この濃度では瞬時もその場所に止まるに堪えないから、長くこの濃度に曝露されることは稀である。従つて、重症のホルマリン中毒の機会は実際には尠いと考える。但し、この困難な状態下で作業を強行しなければならない時は、労働管理面において注意を要する。

(稿を終るに際し、御協力を賜つた旭川保健所各位に感謝致します)

参 考 文 献

- 1) 柳沢：労働科学，vol. 32, No. 1, P, 84, (1955)
- 2) 公衆衛生院：公衆衛生年報，vol. 2, No. 2 (1944)
- 3) 公衆衛生院，労働衛生学部編：有害物質限度便覧，(1954)