

## 研究

## 病理検査室の作業環境について

萩原 勉、尾身麻里恵、星川里美、細井京子、富澤一与、林 繁樹、伊藤秀明  
前橋赤十字病院 病理部、 同 検査部

## Work environment in a pathology laboratory

## 要旨

病理部門ではホルマリンやキシレンなど毒性及び刺激臭の強い危険有害化学物質の使用頻度が高い。WHOによりホルマリンの発がん性が認定され、生体に関する影響が明らかにされる中で、作業環境の整備・改善に向けてホルマリン及びキシレンの気中濃度測定を実施した。作業環境の現状（管理区分による評価）を踏まえ、使用している有害化学物質の種類、使用基準、ばく露濃度等の実態、労働安全衛生法をはじめとする関係法令を理解してリスクの低減を図り、安全衛生管理体制を構築する必要がある。

Tsutomu Hagiwara. et al:ISSN 1343-2311 Nisseki Kensa 41:36-43,2008 (2007.11.30 受理)

## KEYWORDS

ホルマリン、キシレン、作業環境、管理区分、労働衛生

## 【はじめに】

病理検査室では、さまざまな化学物質が使用されている。その中には、爆発物や引火物のような危険化学物質の他に、生体に対して発がん性、内分泌攪乱性、呼吸障害、皮膚障害、アレルギー誘発性など健康障害を引き起こす化学物質が存在する。病理・細胞診標本作成時に使用する有害化学物質として、ホルマリン（ホルムアルデヒド）やキシレン、クロロホルムが知られているが、その他にも多数の有害化学物質を使用している。

WHOによりホルマリンの発がん性が認定され、平成14年3月には厚生労働省から濃度低減を図るようガイドラインが出される中で、作業環境の整備、改善に向けて使用頻度の高いホルマリン、キシレンの気中濃度測定を実施し、現状の把握と検討を行ったので報告する。（表1・表2）

## 【測定場所】

作業者の暴露の状態やホルマリン及びキシレンの発生場所の特定を考え、ホルマリンは①切り出し室、②病棟処置室、③手術室内写真室、④解剖室、⑤臓器乾燥室を選定し、A測定（平均的な場所）を5～6ヶ所測定し、B測定（高濃度と思われる場所）を1ヶ所測定した。キシレンは標本作製室でホルマリンと同様に測定した。

表1. ホルマリンの組成・性状

- ・ 化学名又は一般名；ホルムアルデヒド  
（別名 ホルマリン）
- ・ 化学式・分子量；HCHO=30.03
- ・ 物理的状态；無色又は殆ど無色透明な液体
- ・ PH；7.0～7.4
- ・ 溶解性；水・エタノールに易溶
- ・ 爆発限界；7～73%  
水溶液の場合は、危険性は比較的少ない

表2. キシレンの組成・性状

- ・ 化学名；キシレン（3つの異性体）  
o-キシレン、m-キシレン、p-キシレン
- ・ 物理的状態；常温で無色透明な液体
- ・ 溶解性；水に不溶、エタノールに易溶
- ・ 揮発性で大部分が空気中に存在
- ・ 大気中に排出されたキシレンは分解され、  
0.6~1.2日間で半分の濃度

【測定方法及び測定者】

- 1)ホルマリン
  - ・ 分析方法；吸光光度  
使用機器 日立U-1800
  - ・ 採取器具；ミゼットインピンジャー
  - ・ 採取時間；10~20分間 20L~40L
- 2)キシレン
  - ・ 分析方法；ガスクロマトグラフ  
使用機器 HP-5890
  - ・ 採取器具；テドラバッグ
  - ・ 採取時間；10分間 5L
- 3)A測定（平均的濃度）、B濃度（高濃度）
- 4)測定条件；測定点は床上50cm以上、150cm以下、測定は、通常の作業時間中に行う
- 5)外部委託；作業環境測定士  
測定は外部委託で、ホルマリンは吸光光度、キシレンはガスクロマトグラフにより、作業環境測定士が測定した。（表3. 表4）

【作業環境の管理区分】

有害物質に関する作業環境の状態を評価するために、作業環境基準に従って、単位作業場所について実施した作業環境測定値と管理濃度を統計的に処理した値を比較して管理区分が決定される。

- 1)第1管理区分  
作業場所のほとんど（95%以上）の場所で気中測定濃度が管理濃度を超えない良好な環境で、この状態の継続的維持管理が望まれる作業環境である。
- 2)第2管理区分  
第1及び第3管理区分の中間(60~70%良好)で、なお、一層の改善の努力を必要とする。
- 3)第3管理区分  
測定濃度が管理濃度を超える状態で、直ちに環境に改善のために必要な措置を実施する義務がある。

【キシレン及びホルマリンの測定結果】

各測定点における測定値は表5に示す通りであった。標本作製室でのキシレン測定は、染色工程での臭気の拡散を考慮して、実験台周辺と使用済みキシレンの回収容器付近を中心に測定した結果、2~4（平均3）ppmと低値を示し、第1管理区分であった。

ホルマリン測定は各測定点ともに通常の作業工程の中で実施し、手術室内写真室 0.09~4.1（平均0.16）ppm、解剖室 0.38~1.25（平均0.64）ppm、臓器乾燥室 0.31~0.65（平均0.42）ppmと管理濃度を超える高値を示し、第3管理区分であった。

表3. サンプルング実施時の状況（夏季、温度24~26℃、湿度50~71%）

測定点	作業工程と発生源及び作業人数	設備、排気装置の稼働状況	ドア、窓の開閉状況
標本作製室	組織・細胞診染色工程 発生源は染色系列・廃液缶。1~2名	実験台上の中央部で排気装置稼働 空調稼働	標本作製室と事務、鏡検室との遮へいなし。窓閉
切り出し室	臓器の切り出し、固定、水洗工程 発生源は固定ビン・廃液缶。3名	空調稼働、局所排気装置なし	出入り口・窓閉
病棟処置室	医療器具の滅菌工程 発生源はホルマリン剤。作業者間欠に1名	空調稼働、局所排気装置なし	出入り口・窓閉
手術室内写真室	臓器の固定、水洗、溶液の移し変え作業で発生し、周囲に拡散。作業者間欠に1名	写真室天井部に換気扇稼働 局所排気装置なし。	写真室に扉なし、窓なし
解剖室	臓器の固定・水洗・ホルマリン交換時 発生源は固定容器。定常作業者なし	空調稼働、局所排気装置なし	出入り口・窓閉
臓器乾燥室	ホルマリンの洗い流し・乾燥作業 発生源はホルマリン浴、流し等。定常作業者なし	換気扇稼働、空調稼働、エアーカーテンあり稼働。局所排気装置なし。	扉閉、窓なし

表4. キシレン及びホルマリンの測定結果

評価基準；キシレン 50ppm  
ホルマリン 0.5ppm 許容濃度流用（日本産業衛生学会）

測定点	測定値 (ppm)	管理区分
標本作製室 (XY)	2~4(3)	第1管理区分
切り出し室 (FA)	0.06~0.58(0.15)	第2管理区分
病棟処置室 (FA)	0.05~0.09(0.05)	第1管理区分
手術室内写真室 (FA)	0.09~4.1(0.16)	第3管理区分
解剖室 (FA)	0.38~1.25(0.64)	第3管理区分
臓器乾燥室 (FA)	0.31~0.65(0.42)	第3管理区分

表5. ホルマリン濃度と人体への影響

気中濃度 (ppm)	影響
0.2	臭気を感じるがすぐに慣れて感じなくなる。
0.5	明らかに臭気を感じる。
1~2	目・鼻への刺激、不快感を感じる。
3	刺激による苦痛を覚える。
5~10	目・鼻・喉に強い刺激、短時間耐えられる限度。
10~20	涙・咳がでる、深い呼吸は困難。
50以上	5分から10分で深部気道障害を招く。

## 【ホルマリン】（表5）

## 1) 有害性

## ①吸引した場合

鼻、のど、気管支、肺などを激しく刺激し炎症を起こす。

## ②皮膚に触れた場合

皮膚炎を起こす。

## ③眼に入った場合

影響は遅れて現れる。発赤、痛み、眼のかすみ、視力喪失、重度の熱傷、粘膜を激しく刺激し催涙する。濃い液が入ると失明することがある。

## 2) 応急措置

## ①眼に入った場合

清水で十分に洗い流す（できれば、コンタクトレンズをはずして）。医師の処置を受ける。

## ②皮膚に付着した場合

汚染された衣服や靴を脱がせ、付着または接触部を清水で十分に洗い流す。医師の処置を受ける。

## 【キシレン】（表6）

## 1) 有害性

## ①吸入した場合

高濃度の蒸気を吸入すると、興奮状態を経て麻酔状態になり、死亡することがある。

## ②皮膚に触れた場合

皮膚炎を起こす。

## ③眼に入った場合

薬傷を起こす。

## 2) 応急措置

## ①眼に入った場合

清水で十分に洗い流す。医師の処置を受ける。

## ②皮膚に付着した場合

清水で十分に洗い流す。

## ③吸入した場合

新鮮な場所に移し、安静・保温する。医師の処置を受ける。

表6. キシレンによる健康障害

急性・慢性中毒	頭痛、めまい 失神、脱力感
低濃度長期ばく露	自然流産、認識障害 神経症状
動物実験	胎児への影響

**【有機溶剤による障害の起こり方】**

## 1) 皮膚・眼への付着・吸収

ほとんどすべての有機溶剤は皮膚障害を起す。皮膚から吸収され、溶け込んだ部位では皮膚の痛み、赤斑、水泡などがみられる。眼に入ると流涙、充血、眼痛などをおこす。水や油にとけやすい有害物ほど皮膚からの吸収が大きい。

## 2) 呼吸器からの吸入・吸収

ガス・蒸気を吸入→鼻腔→咽頭→気管→気管支・肺胞管

肺胞内で血液中に酸素を取り入れる際に、有機溶剤も一緒に体内に吸収される。

## 3) 消化管から吸収

飲み込まれた有害物は胃腸から血液中に入り、肝臓に行き解毒されるが、肝機能が低下している場合や、解毒能力を超える大量の有機溶剤が吸収された場合は、血中に流れ込んでしまう。

## 4) 循環

吸収された有機溶剤は血液とともに体内を循環する。特殊な臓器（中枢神経）に作用して急性障害を起す。中枢神経に作用（麻酔剤）

## 5) 体内蓄積

体内に一樣に同じ濃度で蓄積されるのではなく、種類によって蓄積される場所が違う。

**【薬液廃液の現状】**

関東甲信地区臨床検査技師会主催の「第16回病理検査研究班合同講習会テキスト」より引用（124施設より回答）

**アンケートの結果から**

（設問1）ホルマリン・キシレンの暴露対策をしているか。（表7）

特にしていない－16施設、その他（マスク等使用）－6施設があり、その他の施設は換気・排気装置により暴露対策を講じている。しかし、全体型換気装置の施設が多く、刺激性ガスの発生毎に局所排気装置を設置している施設は少ない。

（設問2）ホルマリン・キシレン使用時に何を着用するか。（表8）

何もつけない－ホルマリン18施設、キシレン56施設。ホルマリンの眼、鼻、咽候、肺などに腐食性（急性の局所刺激症状）刺激

をあたえ、咳、頭痛、催涙作用、呼吸障害をおこす。キシレンの皮膚・眼への付着、吸収により皮膚の痛み、赤斑、水泡や眼に入った場合は流涙、充血、眼痛などをおこすため、防護具として手袋、マスク、ゴーグルなどの着用が望ましい。

（設問3）定期的に作業環境測定をしているか。（表9）

測定している（院内）－4施設、（外部業者委託）18施設、その他（不定期・希望時）6施設。作業環境測定は労働安全衛生法第65条における作業環境基準に基づき評価することが義務づけられている。院内測定は簡易検知管による手元・口元濃度の測定によるもので、個々の作業者の暴露濃度を測定している。外部業者による測定は作業環境測定基準に基づく方法で測定し、管理濃度から作業環境の良否を評価している。

（設問4）作業環境改善を調査、検討する委員会があるか。（表10）

ある－56施設、ない－58施設、わからない－9施設とほぼ半数に分かれた。委員会のない施設は労働安全衛生法で義務付けられている産業医、衛生管理者を中心にした設置が望まれる。

**【安全に働くための法体系】**

わが国では、働く人の安全や健康の確保、労働災害防止のために安衛法(法律)が存在する。その中で病理標本作製に係る事項として「事業者は、爆発性の物、引火性の物等による危険性やガス、蒸気、病原体等による健康障害を防止するため必要な措置を講じなければならない」(安衛法第四章 第二十条)が当てはまり、詳細は関係法令(表11)で決められている。特に労働安全衛生法施行令では有害化学物質として、第18条「名称等を表示すべき有害物質」86種、第18条の2「名称等を通知すべき有害物質」632種があげられている。その中で病理標本作製に使用する有害化学物質はおもに51種類が該当する(表12)。また特化則、有機則に該当する有害化学物質を(表13)に示すが、これらの化学物質を取り扱う場合、労働者の健康障害防止のため、法に沿った取り扱いをしなければならない。

表7. 薬液廃液の現状 アンケート結果から

設問1. あなたの施設ではホルマリン及びキシレンの暴露対策をしていますか。(複数回答可)

回答 (ホルマリン)	特にして いない	空気 清浄機	換気扇	排気ダクト	フード	その他
回答数	16	14	52	77	27	6
%	8.3	7.3	27.1	40.1	14.1	3.1
回答 (キシレン)	特にして いない	空気 清浄機	換気扇	排気ダクト	フード	その他
回答数	24	11	47	66	30	4
%	13.2	6	25.8	36.3	16.5	2.2

その他：活性炭マスク・5層マスク・スプレーを使用

表8. 薬液廃液の現状 アンケート結果から

設問2. あなたの施設ではホルマリン及びキシレンの使用時に何を着用しますか。(複数回答可)

回答 (ホルマリン)	何もつ けない	手袋	外科用 マスク	ゴーグル	毒ガス用 マスク
回答数	18	106	48	16	25
%	8.5	49.8	22.5	7.5	11.7
回答 (キシレン)	何もつ けない	手袋	外科用 マスク	ゴーグル	その他
回答数	56	68	36	6	11
%	31.6	38.4	20.3	3.4	6.2

その他：活性炭マスク・5層マスク

表9. 薬液廃液の現状 アンケート結果から

設問3. あなたの施設では、定期的に有機溶剤、化学物質の暴露による作業環境測定をしていますか。(複数回答可)

回答	測定して いる(院内)	測定して いる(外部)	していない	わからない	その他
回答数	4	18	94	1	6
%	3.3	14.6	76.4	0.8	4.9

その他：活性炭マスク・5層マスク

表10. 薬液廃液の現状 アンケート結果から

設問4. あなたの施設には作業環境改善を調査、検討する委員会がありますか。

回答	ある	ない	わからない
回答数	56	58	9
%	45.5	47.2	7.3

安全衛生委員会(18)、労働安全衛生委員会(6)、衛生委員会(5) 医療安全委員会(3) 労働安全委員会(2)  
以下の名称は1施設のみ  
安全管理対策委員会、安全対策委員会、業務改善委員会、健康管理委員会、環境ISO環境向上推進委員会、病理運営委員会 医療安全対策委員会など

表11. 労働安全衛生の関係法令体系

		特徴
法律	労働基準法、労働安全衛生法、作業環境測定法	義務規定
政令	労働安全衛生法施行令	刑事責任(罰金・懲役)
省令	労働安全衛生規則・有機溶剤中毒予防規則(有規則) 特定化学物質等障害予防規則(特化則)他	民事責任(安全配慮義務違反) 社会的責任(社会的制裁)
関係指針	・職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドライン 基発第0315002号 ・医療機関におけるグルタルアルデヒドによる労働者の健康障害防止について 基発第0224007号 ・「エピクロロヒドリン、塩化ベンジル、1,3-ブタジエン、ホルムアルデヒドおよび硫酸ジエチルによる労働者の健康障害防止の徹底について」 基安発第0403001号	努力規定 労働災害が発生した場合、民事責任(安全配慮義務違反に問われることがある)

表12. 労働安全衛生法施行令該当有害物質

1. アジ化ナトリウム	14. クロム酸カリウム	27. ヒドロキノン	40. メタノール
2. アセトン	15. クロロホルム	28. ビリジン	41. よう素
3. アニリン	16. 酢酸	29. フェノール	42. ソルベントナフサ
4. 亜硫酸水素ナトリウム	17. 酢酸亜鉛二水和物	30. 1-ブタノール	43. 硝酸銀
5. エタノール	18. しゅう酸二水和物	31. 2-プロパノール	44. 2,4,6 トリニトロフェノール
6. アンモニア水	19. 硝酸	32. ヘキサン	45. オーラミン
7. グルタルアルデヒド	20. 水酸化カリウム	33. ベンゼン	46. 酸化オスミウム
8. エチレングリコール	21. 水酸化カルシウム	34. ホルムアルデヒド	47. ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム
9. 塩酸	22. 水酸化ナトリウム	35. 四ほう酸ナトリウム	48. フクシン (塩基性)
10. 過酸化水素	23. 銅	36. 塩化アルミニウム	49. ジエチルエーテル
11. ギ酸	24. トリクロロ酢酸	37. 硫酸カリウムアルミニウム	50. 過マンガン酸カリウム
12. キシレン	25. トルエン	38. ニクロム酸カリウム	51. エチレンオキシド
13. クレゾール	26. パラフィン	39. 無水酢酸	

表13. 病理標本作製で特化則・有規則に該当する化学物質 (2007年7月1日現在)

特定化学物質等障害予防規則		有機溶剤中毒予防規則	
第1類		第1類	クロロホルム
第2類	エチレンオキシド、オーラミン、クロム酸、重クロム酸、ベンゼン、マゼンダ、マンガン、硫化水素	第2類	アセトン、イソプロピルアルコール、エチルエーテル、キシレン、クレゾール、N-N-ジメチルホルムアミド、トルエン、ノルマルヘキサノール
第3類	アンモニア、硫化水素、硝酸、フェノール、ホルムアルデヒド、硫酸	第3類	

【特定化学物質等障害予防規則の法改正】

法改正の理由 (ホルムアルデヒドの有害性に対する措置として)

ホルムアルデヒドは高濃度長期ばく露による鼻咽頭癌を発生させる発癌性物質である (WHO,IARC は 2004 年に 2A から 1 に変更) また、慢性ばく露による目、上気道の刺激症状は知られているが、呼吸粘膜の細胞変性、炎症、過形成、扁平上皮化生などの組織学的変化に対する報告がある。また、喘息やアトピー性皮膚炎にホルムアルデヒドが関わっているという報告や皮膚感作による接触性皮膚炎の発症例が数多く報告されている。

「平成 18 年度 化学物質による労働者の健康障害防止に係わるリスク評価検討会」(厚生労働省)におけるホルムアルデヒドの労働環境調査では、許容濃度の変更を含め、法規

制の強化の必要性が明らかにされ、平成 20 年 3 月 1 日から法改正が行われる予定である。現在、ホルムアルデヒドに関する法規制は特化則の他、「職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドラインについて」(平成 14 年)、「エピクロロヒドリン、塩化ベンジル、1,3-ブタジーン、ホルムアルデヒド及び硫酸ジエチルによる労働者の健康障害防止の徹底について」(平成 19 年)が指針として公示されている。これらはいずれも努力規定であり罰則規定はない。特化則第 2 類物質になることにより、換気装置の設置の原則、作業環境測定、特殊健康診断などが義務規定として係ってくる。(表 14)

表14.

現在		法改正後	
分類	特化則 第3類物質	分類	特化則 第2物質
許容濃度	0.5 ppm	許容濃度	0.1 ppm
管理濃度	未設定	管理濃度	0.1 ppm
措置の義務	なし	措置の義務	<ul style="list-style-type: none"> <li>換気設備等の設置</li> <li>作業環境測定の実施</li> <li>特殊健康診断など</li> </ul>
罰則	なし	罰則	罰金または懲役

### 【健康障害防止の対策】

- ①代替品への転換
- ②作業方法の改良による発散防止
- ③設備の密閉化、自動化、有害工程の隔離
- ④局所排気装置による拡散防止
- ⑤希釈換気による気中濃度の低減
- ⑥作業環境測定による環境管理状態の監視
- ⑦時間制限等作業形態の改善、保護具の使用
- ⑧特殊健康診断による異常の早期発見と事後措置

“吸わない、密閉、持ち込まない”を原則に作業工程を見直し、有害化学物質の使用法、保管方法を整理、確認しながら対策を立てることが重要である。また、健康管理の面からは、労働安全衛生法により定期的健康診断や特殊健康診断の時期、内容が決められている。特殊健康診断は特化則では第1類、第2類、有規則では第1種、第2種に分類される化学物質を扱っている作業者が対象となり、6ヶ月以内に1回定期的健康診断に加え、化学物質に特有の代謝産物の測定を行うことが決められている。

### 【まとめ】

- ①病理検査部門における作業環境の整備、改善に向けて、ホルマリン及びキシレンの気中濃度測定を実施した。
- ②キシレンの測定結果は2～4 ppm（平均3 ppm）と低値を示し、環境管理上は問題が少ない第1管理区分であった。
- ③ホルマリンは病棟処置室を除き、各測定点によるバラツキはあるが高値を示し、第2

管理区分、第3管理区分の評価で、環境改善に対し早急に取り組んでいかなければならない結果であった。

- ④今回の測定は単位作業場所の管理濃度を測定し、環境の良否を評価したものであり、作業工程における作業員個人のばく露濃度（許容濃度）を測定したのではない。法規制の強化が予定される中、作業場の換気対策と個人ばく露対策が必要である。

### 【考察】

病理部門で働く検査技師、病理医はホルマリンやキシレンなどの臭いが日常的になってしまい、現在の環境が普通であるという感覚から、有害性に対する認識がうすく、作業環境に対する関心が低かった。

しかし、今回の測定で具体的な数値が出ることにより、有害化学物質に対する危機意識や健康障害防止に対する関心が高まった。これまで作業環境の改善に至らない理由の一つに、労働安全衛生法第65条によるホルマリンの作業環境測定の義務の無いことが挙げられる。ガイドラインでは職域の室内環境が指針値を超えても、努力義務が課せられるのみで、法的強制力により職場改善が義務付けられるものではない。

労働災害の事例が報道される中、平成20年3月1日付けで特化則の法改正が行われる予定が明らかになった。ホルマリンやキシレンの環境への拡散防止は費用対効果の積算がむずかしい問題であるが、作業環境の客観的データを基に、代替物質、局所排気装置など環境改善計画の立案や適正な作業方法（作業

管理)、特殊健康診断など健康障害防止の対策に病院全体で取り組む必要がある。

本論文の要旨は、第54回群馬県医学検査学会(2007年10月前橋)において発表した。

## 文献

- 1) 清水秀樹:医療現場の危険有害化学物質取り扱い.第1版.メディカグローブ,1-178,2006
- 2) 厚生労働省安全衛生部監修:安全衛生法令要覧 平成17年度版,第1版  
中央労働災害防止協会,2005,1-867
- 3) 第1回化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会:厚生労働省HP
- 4) 第2回化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会:厚生労働省HP
- 5) 第3回化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会:厚生労働省HP
- 6) 第4回化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会:厚生労働省HP
- 7) 第5回化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会:厚生労働省HP
- 8) 職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドライン  
基発第0315002号:厚生労働省HP
- 9) 「エピクロロヒドリン、塩化ベンジル、1,3-ブタジエン、ホルムアルデヒド及び硫酸ジエチルによる労働者の健康障害防止の徹底について」 基安発第0403001号:厚生労働省HP
- 11) 土屋真知子,ほか:試験・研究・分析室における有害物の作業環境管理について,  
病理技術 65巻
- 12) 労働安全衛生法施行令,18条,名称等を表示すべき有害物質:厚生労働省HP
- 13) 労働安全衛生法施行令,18条の2,名称等を通知すべき有害物質:厚生労働省HP
- 14) 管理濃度等検討会,第1回資料:厚生労働省HP
- 15) 平成18年度化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会報告書:  
厚生労働省HP
- 16) 「病理検査室で使用する各種薬液の有害性と取り扱い」:第16回病理検査研究班合同講習会テキスト,関東甲信地区臨床検査技師会,1-53