

献体業務及び解剖実習時の環境改善について ～感染症防止及びホルムアルデヒド対策～

矢部一徳、瀬谷祐一

筑波大学人間総合科学等支援室（医学系）
〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

近年シックハウス症候群を代表とする有機化学物質に対する過敏症について社会的問題となっており、この有機化学物質が及ぼす人体への影響についての早急な対策が求められている。医学・歯学における解剖学実習についても、実習に供されるご遺体は、防腐、感染防止のために多くの有機化学物質が使用されてきた。ホルムアルデヒドを主とするこれらの処置液が長年使用されており、実習中のホルムアルデヒド曝露が懸念される^[1]。本学医学専門学群解剖学実習のために行っている感染症防止、ホルムアルデヒド対策を献体業務と共に紹介する。

1. はじめに

筑波大学には正常、病理、法医の3つの解剖がある。

(1) 正常解剖

医師・歯科医師になるため、医学・歯学の学生が正常な人体の構造を十分に理解するために行われる解剖。実習は解剖学の教授または助教授の責任と指導のもとで、学生が実際にメスを持って行う。

(2) 病理解剖

医師が診療していた患者が死亡した場合、その病変や死因を明らかにするために行われる解剖。

(3) 法医解剖

変死体を対象として、変死の原因や死亡の状況など、行政上または司法上必要な医学的事項を明らかにするために行われる解剖。

これらの解剖時には感染症防止、防腐処置、標本保管のためにホルマリン（35～38%ホルムアルデヒド水溶液）が使用されている。

ホルムアルデヒドは人に対して発癌性の高い物質とされており、シックハウス症候群に代表されるアレルギー症状、化学物質過敏症を引き起こすことが報告されている^[2,3]。

これらの解剖に携わる研究者や作業者に対してはホルムアルデヒドに対する十分な注意と対策が必要である。

2. 正常解剖

2.1 献体とは

「自分の死後、遺体を医学・歯学の教育と研究のために役立てたい」という意思を持った方が、生前から大学またはこれに関連した団体に名前を登録しておき、亡くなられた時、遺族あるいは関係者がそ

の意思に従って遺体を大学に提供することが「献体」といわれる行為である。

平成16年の調査では、全国に献体篤志家団体が61団体あり、献体登録者の総数は198,000名を越え、そのうちすでに献体された方は約70,074名に達している（平成16年3月現在 日本篤志献体協会調べ）。

筑波大学への遺体の提供は、この献体篤志家団体の1つ「筑波大学白菊会」により成り立っている。

2.2 正常解剖での献体の重要性

医学・歯学教育の基礎を履修する目的である正常解剖は、献体によって解剖が行われており、正常解剖以外は献体によって行われる解剖ではない。「医学及び歯学の教育のための献体に関する法律」により献体の定義、意思の尊重が明確にされ、献体による死体の解剖が明記されている。

解剖学実習が行われるためには、献体を志す篤志家団体の存在は重要なものである。

3. 筑波大学白菊会

3.1 筑波大学白菊会について

医学・歯学の各大学には名前は異なるが篤志家団体が存在する。筑波大学では「筑波大学白菊会」が組織されている。

筑波大学白菊会は昭和49年6月に「白菊会筑波大学支部」として発足した。昭和58年4月から250名の会員を有する「筑波大学白菊会」として東京の白菊会本部（平成16年3月解散）より独立した。

筑波大学白菊会への登録は自分の意思と家族の承諾によって行われている。現在では、献体時のトラブルを避けるためにも登録の際に次のような制限を設けている。

60歳以上であること

家族全員の承諾を取ること

ドナー登録をしていないこと

年間40名の募集

県内在住（県外の方はなるべく住所地の大学へ登録をしていただく）

実際の献体は感染症の有無、交通事故やその他の事故によって献体できない場合もある。

筑波大学白菊会の入会者総数は1679名、生存会員は802名である（平成19年1月現在）。平成7年より登録の制限をしているため生存会員の人数はこのところ800人ほどで安定している。これまでの遺体提供総数は1085名、内筑波大学白菊会会員は662名である。会員、献体数を図1に示した。

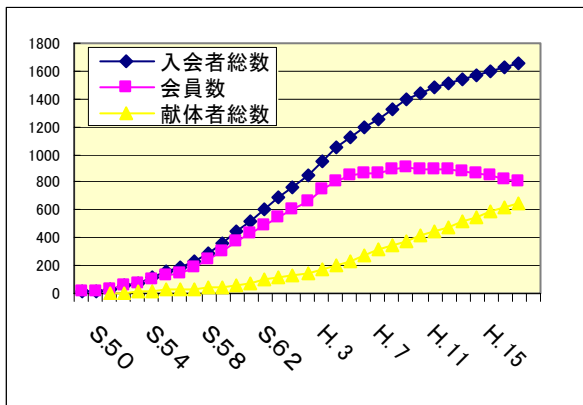


図1. 筑波大学白菊会会員の動向

平成7年より入会者数の制限を行っているため会員数は800人強を維持している。

3.2 会員・解剖体のデータベース化

白菊会登録者、献体者はデータベース化して管理されており、家族や各大学からの問合せに対して迅速な対応が可能である。

「医学及び歯学の教育のための献体に関する法律に基づく正常解剖の解剖体の記録に関する省令」により解剖体については記録の記載事項が義務付けられている。それらの項目も印刷することによって保存、提出ができる(図2, 図3)。

本学で保管する標本について、平成16年度よりすべての会員に対して「標本保管のお願い」を通知し、承諾を得た方からの標本作製、保管を行っている。標本保管承諾者や標本管理も会員及び献体者のデータベースに含まれており一括管理を行っている。

図2. 白菊会会員原簿

ファイルメーカーProを使用し、会員のデータベース化を行った。

4. 感染症対策

4.1 遺体処置時における作業者の対策

実習のための防腐処置を行う我々作業者は、遺体に初めに接するため次のような点に注意している。

献体される方の死因、病歴、感染症の有無を確認する。感染症にかかっている方は献体をお断りする場合もある。

体液、血液の付着の可能性のある献体者の衣服はすべて感染性廃棄物として処理する。

処置に使用する解剖衣や器具等は、できる限りディスプレイ製品を使用する。それ以外の解剖器具は洗浄液、オートクレーブを用いて消毒・滅菌処理を行う。

4.2 感染症対策用解剖台の導入

防腐処置には、動脈からホルムアルデヒドを主成分とする固定液を注入する方法を用いる。処置の最中は作業従事者が最も病原体に感染の危険があるため、バイオハザード対策用解剖台(白井松器械株式会社)を使用している(図4, 図5)。

この解剖台は、処置時に遺体から発する骨粉等のエアロゾルなどが舞い上がり、浮遊することを制御するため、給気を天井面より解剖台にダウンフローし、均一のエアの流れを作る工夫がなされている。解剖台側面からエアを吸引することにより遺体を囲むエアーカーテンが作られる。吸引されたエアは屋外に設置された空気清浄システムを通して、室外に排気される。空気清浄システムのフィルターユニットには、プレフィルター、High Efficiency Particulate Air (HEPA) フィルター、活性炭フィルターが使用されており、周辺環境への感染防止対策も併せて行っている。

図3. 献体者原簿

ファイルメーカーProを使用し、献体者のデータベース化を行った。遺体の状況、実習使用年度など検索が可能である。

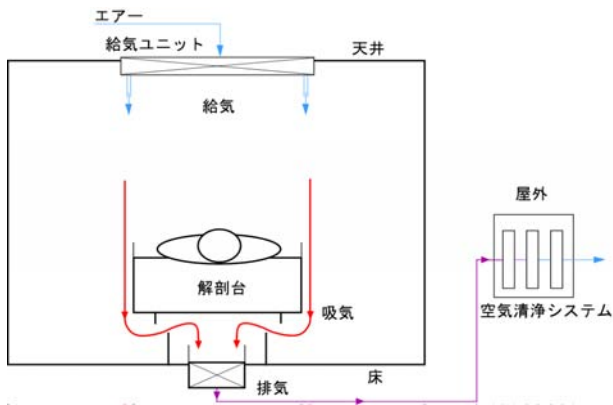


図4. バイオハザード対策用解剖台システム
フローチャート

解剖台上の遺体を天井からの給気と床からの吸気により取り囲み、病原体等の拡散を防止する。吸気はフィルターユニットを通して屋外に排気される。



図5. バイオハザード対策用解剖台

解剖台上の蛍光灯外側より給気される。

4.3 急速遺体防腐処理装置の使用

灌流固定後、急速遺体防腐処理装置（加藤萬製作所）の中に遺体を2週間浸漬させる（図6）。この装置は固定液を37℃に加温し遺体表面から浸透固定させるための装置で、灌流固定だけでは不十分な部位を完全に固定させるものである。実習中の遺体の固定不良による病原体感染を防ぐために導入した。

2週間後、遺体は乾燥防止のためネル布とビニールシートで覆いロッカーに保管する。本装置導入以前は、ビニールシートの中に固定液を数リットル入れていた。そのため実習使用時にホルムアルデヒド廃液や布、ビニールシートなどの廃棄物の処理に苦慮した。現在は保存液を必要とせず、ロッカーから出した遺体を直接実習に使用している。廃棄物の点でも効率がよくなった。



図6. 急速遺体防腐処理装置

タンク内には固定液が入っており、密封し、37℃に加温される。

5. ホルムアルデヒド対策

5.1 文部科学省通達

劇物に指定されているホルムアルデヒドは無色の揮発性物質であり、目や鼻、喉、皮膚への刺激により、粘膜刺激症状、アレルギー症状、シックハウス症候群、鼻咽頭癌を生じさせることが報告されている^[4]。

文部科学省では2001年2月当時の国立大学医学部歯学部事務部長宛に実習室内のホルマリン濃度の計測依頼を、更に同年4月には「系統解剖実習時の環境向上について」の通達を出した^[5]。それによると以下の事が記載されている。ホルマリン使用時には、その濃度に応じて室内の空気環境の改善に努めること。特に実習室内は多数の学生が同時に曝露される可能性があるため、換気扇や空気清浄機等で出来る限りの清浄化に努めること。ホルムアルデヒド濃度及び実習時・遺体処理時における毒性を低減させるよう手段を講ずるよう努めること。学生にはホルムアルデヒドの防腐、保存効果及び有害性、防護方法、廃棄方法について文章をもって理解させること。

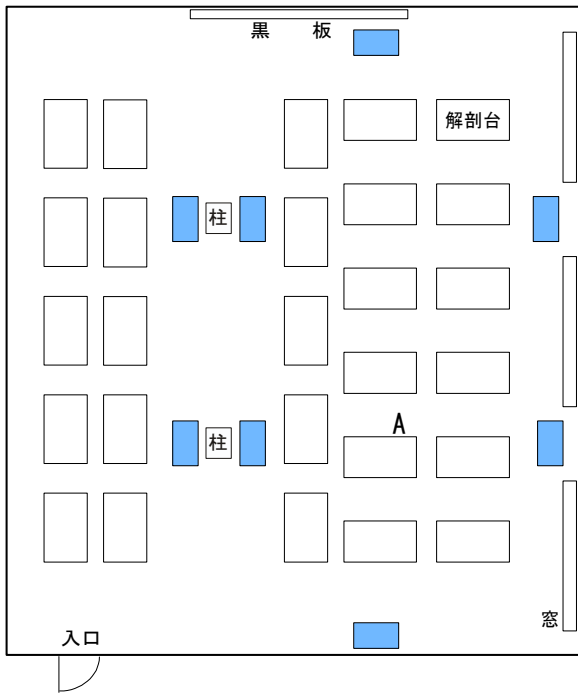


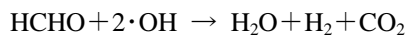
図7. 解剖実習室内配置図

■部分は光触媒環境浄化装置の設置場所、Aはホルムアルデヒド濃度測定点を示す。

5.2 実習における対策

従来、解剖実習では学生に対して、白衣、マスク、薄手の手袋を使用するよう指導し、実習室は強制排気を行っていた。しかし、室内環境は季節や温度によって変化し、それだけでは対処できないと思われる。実際、目や鼻、皮膚への刺激、不快感を訴える学生が毎年現れている。

文部科学省の通達を受け、本学解剖実習室でのホルムアルデヒド対策として、光触媒環境浄化装置SSC-50E(盛和工業)を8台実習室に設置した(図7, 図8)。この装置は光触媒セラミックフィルターと強力な紫外線で、効率的に光触媒分解を行う。光触媒反応は酸化チタンに紫外線(380 nm以下)を当てることにより水と酸素から活性酸素(ヒドロキシルラジカル; $\cdot\text{OH}$)を発生させ、ホルムアルデヒドを水、水素、二酸化炭素に分解する。



光触媒方式は、有機物質(雑菌の死骸まで)を分解するので吸着飽和することがない。光触媒フィルターは細菌やウイルスにも有効で、二次感染等を防止し、有機化合物のエチレン、ホルムアルデヒド、エーテル、アンモニア等も分解する。室内空気循環型であるため特別の設置作業も必要としなかった。

防腐処置液の見直しも行った。これまで防腐液には、ホルマリン10%、グリセリン10%、フェノール6.25%、アルコール45%の水溶液を使用していたが、



図8. 光触媒環境浄化装置

紫外線により活性酸素が発生し、ホルムアルデヒドを水、水素、二酸化炭素に分解する。

フェノールの使用を取りやめた。劇物であるフェノールは、防カビの目的で使用されていたが、ホルムアルデヒドの光触媒分解効果が妨げられる恐れがあり、また人に対しても皮膚、粘膜に強い刺激作用があるため使用を中止した。

直接的なホルムアルデヒド曝露を減らすため、実習中に、乾燥防止及び防腐のため噴霧使用しているカルボール液からのホルムアルデヒドの使用を取りやめた。現在、乾燥防止のために2%グリセリン液を使用している。

5.3 廃棄方法

遺体処置時に血液、体液と共に流れ出る防腐液は排水されないよう解剖台のトラップを塞ぎ、吸水性の良い産業用ワイパーに吸収させ、二酸化塩素(ClO_2)液を噴霧する。ワイパーは感染性医療廃棄物として指定の袋に入れ集積所に集め廃棄業者に引き渡される。使用している二酸化塩素は消臭、殺菌に効果が高いとされている。

実習中に遺体から出た防腐液は、実習台の下に液回収用のバケツがあり、その都度、学生によって所定の回収容器に集められる。これら回収液と臓器等標本保存のために使用されていたホルムアルデヒド液は、固形物を取り除くため布でろ過し、10リットルのポリタンクに入れ、学内環境安全管理室の処理方法に従って有機廃液として処分する。

6. まとめ

大学内での化学物質過敏症の症例が多数発生している状況下において、学生、教職員を化学物質障害から守ることは重要な問題である。特に気化したホ

ホルムアルデヒドによる曝露被害を受けやすい解剖学実習室の環境改善は重要な課題である。

1983年WHOはホルムアルデヒドの室内環境基準値を30分平均値で0.08 ppm以下と勧告している。旧厚生省は、「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令」で学校内においても1 m³につき0.1 mg (濃度換算0.08 ppm)以下の基準値を定めている^[6]。これは、環境衛生上良好な状態を維持するという観点から定められた一般環境基準である。

2002年厚生労働省は「職域における室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」を発表した^[7]。その中で、「職域における屋内空気中のホルムアルデヒドの濃度を0.08 ppm以下とすること。ただし、ホルムアルデヒド等を製造し、又は取り扱う作業場であって、作業の性質上0.08 ppm以下とすることが著しく困難な作業場(特定作業場)については0.25 ppm以下とすること」を指導している。

解剖実習室においては解剖実習という特殊事情での学生、教職員の環境であり、一般的環境と異なるため、労働基準での基準値である0.25 ppm以下とするよう対策を取ることが必要である。

本学実習室においても、解剖遺体上におけるホルムアルデヒド濃度を測定した。測定はガステック社製ガス検知管(採取器GV-100 / HCHO 0.05-1.0 ppm用, 0.1-40 ppm用)を用い、実習台からの距離30 cm、高さ1 mの場所で測定した。

遺体を覆っているビニールを取り、1時間後に測定したところ最高で0.3 ppmであった。光触媒環境浄化装置を作動したところ、3時間後には0.25 ppmまで抑えることができた。その後更に、強制排気を行い0.15 ppmとなった。

光触媒環境浄化装置は循環式のため、風量を強くすると遺体から発するホルムアルデヒドを共に送風してしまい、一時的に0.4 ppmと上昇してしまったが、風量を弱くすることによりその効果を確認できた。

今後の対策として、発生源となる遺体のホルムアルデヒド濃度低減が考えられる。その一つとして、ホルムアルデヒド固定後の遺体をアルコール槽に浸漬し、アルコール置換を行う方法が他大学で行われている。実習中刺激臭がほとんど無く環境が改善さ

れているとの報告もあった^[8,9]。しかしながら本学においては浸漬期間、アルコール槽の設置問題などがあり簡単ではない。

現在のところホルムアルデヒドに替わる有効な防腐剤はないため、いかにホルムアルデヒドの使用量を減らすか更なる検討が必要である。

謝辞

本報告書作成や、業務改善及び遂行にあたり多大なるご協力をいただきました人間総合科学研究科基礎医学系 久野節二教授に感謝いたします。ホルムアルデヒド濃度測定に関しましては環境安全管理室 柏木保人技術専門職員にご協力をいただき感謝いたします。

参考文献

- [1] 佐々木昭彦, 田中かづ子, 前田亨史, 金子信也, 田中正敏, 西山慶治, 八木沼洋行. 解剖実習におけるホルムアルデヒド曝露について, *J. Natl. Inst. Public Health* 52 (2003) 64-69.
- [2] 工藤雄一郎, 進士永子, 相澤好治. ホルムアルデヒドの健康影響, *産業医学ジャーナル* 25 (2002) 104-108.
- [3] 馬鳥徹. シックハウス症候群, 呼吸と循環 53 (2005) 739-743.
- [4] 岩澤聡子, 野見山哲生, 大前和幸. ホルムアルデヒドと発がん, *産業医学ジャーナル* 28 (2005) 84-87.
- [5] 文部科学省高等教育局 医学生及び歯学生の系統解剖実習時の環境向上について (通知), 高医教第4号 (2001).
- [6] 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則 (昭和四十六年一月二十一日厚生省令第二号) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令, <http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/S45/S45SE304.html>
- [7] 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, 厚生労働省 (2002) <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/03/h0315-4.html>
- [8] 児玉公道. 技術職員の作業環境改善と適切な実習体作成のために, 第48号篤志献体 第23回献体実務担当者研修会記録 (2006) 73.
- [9] 熊木克治, 臼井聡. ホルマリン浸出法 (ホルマリン・アルコール置換法) の試み, 第48号篤志献体, 第23回献体実務担当者研修会記録 (2006) 74-75.