

保健のしおり

4. 研究災害の予防

(化学災害を主として)

東北大学保健管理センター

昭和 4 9 年

研究災害の予防

(化学災害を主として)

目次

- 1. はじめに 1
- 2. ガラス器材の取扱い 1
- 3. 危険物質の取扱い 4
- 4. 高圧装置の取扱い 11
- 5. 減圧装置の取扱い 12
- 6. 電気による事故の防止 13
- 7. おわりに 14
- 8. 参考文献 15

研究災害の予防

(化学災害を主として)

東北大学薬学部教授

高野 誠 一

1. はじめに

昭和46年度に本学において発生した正課中の災害事故のうち、2週間以上の治療期間を要したものは10例報告されている。事故の原因をみるとガラス器材による外傷、有害物質によるアレルギー皮膚疾患、眼炎、爆発による火傷、機械操作中の外傷などである。

このような災害事故の傾向は他大学の調査結果にもみられ、多発するものとしてはガラスでの負傷、眼の薬傷、火傷および実験装置による負傷などがある。この小冊子では、これらの研究災害を予防するために役立つ資料や事例を記して参考に供する。なお研究実験時におけるの工作機械による事故、細菌による感染事故や、放射線による障害事故などもおこるおそれがあるが、ここではそれらについては触れなかった。

2. ガラス器材の取扱い

ガラス器材は、透明性、加工の容易さ、薬品に対する耐久性、硬さ、清浄性などの特性をもつので研究に用いられることが非常に多い。しかし一般のガラスはきわめてもろく、取扱いを誤るとその破片で外傷をおこす。取扱いに誤りがなくても加工時の不適当な熱処理などで内部に“ひずみ”を持つものでは突然破壊することがある。とくにデシケーター、吸引ビンなどの肉厚のガラス器具にはそのおそれがあるので、衝撃はもちろん、温度や圧力の急変を伴うような条件下では取扱わないようにすることが必要である。真空用のデシケーターなどは金属製の保護容器中で使用することが望ましい。

2. 1 ガラスの種類

ガラスは組成、形状、用途など種々雑多で一般的な分類はむずかしいが、組成による分類では、ガラスの網目構造の主体をなしている成分によってケイ酸塩ガラス、リン酸塩ガラス、ホウ酸塩ガラスなどに大別される。大部分のガラスはケイ酸塩ガラスで、これは主要添加物によって、さらに石英ガラス、ソーダガラス、ソーダ石灰ガラス、鉛アルカリガラス、アルミナホウケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、その他に細別される。

理化学実験に用いられるガラス器材には化学的耐久性のほかに耐熱性や軟化温度の高いことが望まれるので、低膨張性のホウケイ酸ガラス(線膨張率 32×10^{-7} 、軟化温度 820°C 、ヤング率 $\text{psi} 9.8 \times 10^6$)を用いることが多い。目的によっては石英ガラス(線膨張率 5.5×10^{-7} 、軟化温度 1667°C 、ヤング率 $\text{psi} 10 \times 10^6$)やバイコールガラス(線膨張率 8×10^{-7} 、軟化温度 1500°C 、ヤング率 $\text{psi} 9.7 \times 10^6$)が使用される。

2. 2 ガラスの性質

2. 2. 1 機械的性質

一般のガラスはきわめてもろく、破壊は引張応力によって常に表面から起るのが特徴である。一般実用ガラスの曲げ試験による強度は $300 \sim 800 \text{kg}/\text{cm}^2$ であるが、強度は製品の形状、寸法、処理の違いによって大きく異なる。

たとえば、軟化温度付近まで加熱したのち急冷してつくられる強化ガラスは、徐冷したものに比べ数倍の強度を示し、またガラス繊維では $10^4 \text{kg}/\text{cm}^2$ 程度の強度をもつものが知られている。

2. 2. 2 熱的性質

熱膨張率は、電球や電子管などのようにガラスに金属を封入する場合は特に重要で、封入金属に適合する熱膨張をもつガラスを選ばなければならない。一般のガラスは急熱または急冷した場合割れるおそれがある。これに対する抵抗性を耐熱性といい、大出力電球用や理化学

(3)

用ガラスでは高い耐熱性が要求される。一般的には熱膨張の小さいガラスは耐熱性もすぐれている。加熱成形したガラス器材は急冷すると割れないまでも内部に“ひずみ”が生じ割れやすくなる。したがって“ひずみ”は除くことが必要で、そのために徐冷(なまし)が途中で、“なまし”操作をおこなう。

2.3 ガラス器材の取扱い

ガラス器材はあらかじめ精査し、使用目的に対して十分安全性のあるものであるかを確かめておく必要がある。封管反応に使うガラス容器や反応フラスコの傷はどんなに小さいものであっても破壊や爆発の原因になるので、傷の無いものを用いなければならない。特に内部の圧力が高くなる封管反応の容器は、内面を清浄にする目的でクレンザーやブラシを用いることは避ける方がよい。目に見えない微細な傷がついて爆発の原因になることがあるからである。ガラス管、蒸留フラスコの枝、温度計などをゴム栓やコルク栓に差し込むときに、ガラス管がこわれて突刺傷を受けることがある。これを防ぐには、ゴム栓ではやゝ太めのコルクボーラーで、コルク栓ではちょうど合うものか、あるいはやゝ細めのコルクボーラーで適当な大きさの穴をあけ、差込もうとするガラス管や棒をタオルで包むとか、水やグリースをつけてすべりをよくするなどの工夫をし、ガラス管などの、栓にきわめて近い部分に手をそえて栓を廻しながら少しずつ押し込むなどの注意を払うことが必要である。

ビン、メスシリンダー、吸引ビンやデシケーターなどの肉厚のガラス容器は局所的な加熱により破壊し易い。したがって溶解時に発熱をするような化合物の溶液は、これら容器中で調整してはならない。一方肉の薄いビーカーなどは相当量の液が入った場合、そのふちを片手で持ち上げたりすると液の重みで割れ、傷をうけるおそれがあるから必ず両手で取扱うべきである。

ガラス器具のすり合わせ部がとれなくなり、これを無理にはずそう

(4)

として器具を破損し、傷害をおこすこともよくあることである。このような際には浸透性の強い界面活性剤の水溶液に数日間浸して置かず、濃硫酸の中に浸しておくとはずれることがある。急ぐ場合にはゴムの手袋などをして、布を熱湯につけ、軽くしぼってからすり合せ部分に巻き、内部の栓や管までが熱くならないうちに木づちなどで栓を軽くたたくなどしてはずすとよい。

広口の共栓試薬ビンの栓がとれなくなった場合は内容物が禁水性か、引火性か、有毒性か、などをよく調べて対策を考える必要がある。なお爆発性危険物には共栓ビンの使用は禁じられている。一般には乾いた雑布のようなもので瓶全体を包み、木づちで栓の部分の部分を軽く横にたたく方法がすすめられている。

扁平なつまみのついた共栓試薬ビンや薬品戸棚などの引き戸の上にある溝に栓をさし込んでからビンを廻すととれる。

実験で扱うガラス器具は大きさも適当であり、反応時に予想される物理的諸条件に十分耐えられる強度をもつものでなければならない。

つぎに装置全体の組立てには、まずその安定性に留意することが大切である。激しくかきまぜる必要のある場合は、その振動でクランプがゆるんだり、全体が倒れたりすることのないようにする。また全体にゆがみの力がかからないようにしておかないと、実験中に破損し、火災の原因になったりするので注意を要する。

3. 危険物質の取扱い

実験室では爆発や火災の原因となったり、中毒を起こすおそれのある危険物を扱うことが多いので、これらの事故を未然に防止することが大切である。

危険物はその性質と程度とによって発火性物質、引火爆発性物質、爆発性物質、爆発性混合物、酸化性物質、禁水性物質、腐蝕性物質、有毒性有害性物質などに大別することができる。

3.1 発火性物質

3. 1. 1 種類と性質

空気中の酸素や水分と反応して発火するおそれのあるもので、無機化合物には黄リン、 PH_3 、 B_2H_6 、Li、Na、K、 NaNH_2 、 KNH_2 、 LiAlH_4 、 NaBH_4 、 KBH_4 、LiH、NaH、 CaH_2 およびラネーニッケル、パラジウム、白金などの接触還元用触媒やLi-Hg、Na-Hg、K-Hgなどのアマルガム類がある。その他硫酸銅の水溶液に亜鉛末を投入して得られる活性銅粉なども空気に触れると発火することがある。

有機物としてはオレフィン重合の触媒に使われるトリエチルアルミニウムやアルキルリチウムなどの有機金属化合物がある。

3. 1. 2 取扱上の注意

これら発火性物質は不活性な気体や液体中で取扱ったり、貯えたりしなければならない。時には窒素またはアルゴンで内部の空気を置換したトライボックス中で扱わなければならないこともある。

3. 2 引火爆発性物質

3. 2. 1 種類と性質

容易に引火して火災または爆発を起すもので、 H_2 、 H_2S 、HCN、COなどの無機ガス体、メタン、エタン、プロパン、ブタン、ペンタン、エチレン、プロピレン、アセチレン、都市ガス、水性ガスおよび、これらを発生するおそれのあるカーバイトと水分などの混合物があり、引火性液体としては二硫化炭素、エーテル、石油エーテル、アセトン、メタノール、エタノール、ニトロメタン、ニトロエタン、ベンゼン、トルエン、メチルアミン、エチルアミン、ピリジン、酢酸エチルなど多数がある。

なお、ガス体や液体ばかりでなく、ナフタリン、パラアルデヒド、凝固点以下の結晶ベンゼンなどは昇華によってガス体となり容易に引火するので注意を要する。

3. 2. 2 取扱上の注意

a. これらの引火点、爆発限界、危険度などを熟知しておく。

b. 火、電気スパーク、赤熱体、煙草の火およびそれらをもたらすおそれのあるものを近づけないこと。二硫化炭素などは熱い硝子棒でも発火する。

大型溶媒容器の上部空間は空気と混合して爆発限界に入っていることがある。また冬季乾燥時には電気スパークが起りやすいのでドラムかんをアースしたり、毛皮の衣服を避けたり、照明やスイッチには防爆型のもを用いたりしてスパークの発生を防ぐことが必要である。

c. 空気より重いガス体は床の上を流れて拡がり、かなり離れたところに着火源があっても引火、爆発することがある。室内などに引火性ガスがもれた場合は、あらかじめ窒素、水蒸気または空気などで十分パーージしてからスイッチなどを入れる。

d. 引火性溶剤の蒸留や還流はできるだけ小さいスケールでおこない、冷却水の状態や、周辺に着火源がないかどうかなどよく注意しておこなう。

3. 3 爆発性物質

3. 3. 1 種類と性質

加熱や摩擦、衝撃などによって爆発を起すもので消防法の危険物第5類に属するものもこの中に入る。

無機物では雷酸 ($\text{HO}-\text{N}^{\oplus}\equiv\text{C}^{\ominus}$) のHg、Ag、Auなどの重金属塩、雷銀 (Ag_3N)、雷金 ($\text{Au}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{NH}_3$)、 HN_3 およびその塩類、 HClO_3 、 HClO_4 、 HBrO_3 、 HBrO_4 、 HIO_3 、 HIO_4 などのアミン塩、過酸化水素とその誘導体、硝酸アンモニウム、硝酸尿素、硝酸グアニジン、過硫酸アンモニウムなどがあり、有機物ではニトログリセリン、硝酸マンニット、アミルニトリットなどO-N-O-C結合をもった硝酸、亜硝酸エステル類、ヘキサニトロジフェニールアミンなどのニトロ化合物 ($\text{C}-\text{NO}_2$)、ニトラミン、N-ニトロソ化合物、アミノキシド ($\text{N}-\text{NO}$ 、 $\text{N}\rightarrow\text{O}$) 類などがある。

また-N=N-結合をもったものではアジド化合物や不安定なジア

ゾ化合物があり、さらにO—O結合をもった過酢酸、過安息香酸などの過酸や過酸化ベンゾイル、ヒドロペーオキサイド、オゾンid、過酸化メチルエチルケトンなどの過酸化物も危険である。

その他、CuやAgのアセチリドやシュウ酸の重金属塩などがある。

3. 3. 2 取扱上の注意

a. これら危険物には保存中や実験操作中に生成して爆発を起こすものもある。たとえばテトラヒドロフランの過酸化物はテトラヒドロフランを空气中長く放置すると生成し、加熱によって爆発を起こす。したがって過酸化物となり易いエーテルやケトン類はあらかじめその一部をとって、酸性でヨウ化カリウム—デンプン粉紙反応などをおこない過酸化物の有無をしらべるなどの注意が必要である。また銀鏡反応の廃液は長く放置すると爆発性銀塩をつくることがあり、保存中に変質した NaNH_2 が打撃によって爆発したこともある。

3. 4 爆発性混合物

3. 4. 1 種類と性質

これには酸化性物質と還元性物質、酸化性物質と可燃性物質などの組合せによる混合物や、つぎのような爆発性物質を生成するおそれのある混合物などがある。

濃硝酸+アルコール類、濃硝酸+アミン類、亜硝酸+アルコール類、亜硝酸+アミン類、亜硝酸+ヒドラチン類、亜硝酸+ヒドラジド類、過塩素酸+アルコール類、 O_2 +還元性物質、 H_2 +酸化性物質、液体酸素+可燃物、 H_2O_2 +可燃物、 KNO_3 +C+S、 NaNO_3 + $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 NaClO_4 +赤リン、 KMnO_4 +濃硫酸+可燃物、過酸+アセトン、過酸化物+金属塩、 AgNO_3 + NH_3 、 Ag_2O + NH_3 、 AgNO_3 + HNO_3 +エタノール、ハロゲン+ NH_3 、有機リチウム化合物+ CHCl_3 、アルカリ金属+ハロゲンアルキル (CHCl_3 、 CCl_4 など)。

3. 4. 2 取扱上の注意

a. できるだけ3.4.1のような混合物は調整しないようにする。

b. 爆発性化合物や混合物に熱や摩擦をあたえるのは大変危険であるからスリ合せ共栓の容器の使用は禁じられている。

c. 化学実験によっては調合の順序が問題になることがある。たとえば無水クロム酸—ピリジン—コンプレックス ($\text{CrO}_3 \cdot 2\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$)をつくるにはピリジンをかきまぜながら、その中に $15\sim 20^\circ$ で CrO_3 を少しずつ加える。これを逆にすると発火する。

3. 5 酸化性物質

3. 5. 1 種類と性質

還元性物質や可燃性物質と反応して発火、爆発を起こすもので、気体としては O_2 、ハロゲン、窒素酸化物などがある。ハロゲンの中でもフッ素は反応性がきわめて強く、たとえば水素とはその沸点においても烈しく反応するほどである。塩素と水素の混合ガスも光や金属塩などの作用によって爆発する。

液体には Br_2 、液体酸素、液化塩素、高濃度 H_2O_2 、発煙硝酸、発煙硫酸や $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 、 KClO 、 NaClO などの漂白液等がある。

固体としては I_2 、サラン粉、 KClO_3 、 KClO_4 、 NaIO_3 、 NaIO_4 、 BaO_2 、 CrO_3 、 KMnO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ など多数のものがある。

3. 5. 2 取扱上の注意

可燃性物質や還元性物質と接触しないように注意する。たとえば酸素ボンベの減圧弁には可燃性潤滑油をほどこしてはならない。

3. 6 禁水性物質

3. 6. 1 種類と性質

空気中の湿気を吸収したり、水と接触して発熱、発火したり有害物質を発生したりするもので禁水性物質のあるものは発火性物質であったり、有毒性物質であったりする。

たとえば発火性物質であるLi、Na、LiH、NaH、 CaH_2 、Na—Hg、 LiAlH_4 、 NaBH_4 、 KBH_4 、 $\text{NaAlH}_2(\text{OR})_2$ などや水と烈しく反応する SCl_2 、 PCl_3 、 POCl_3 、 SO_2Cl_2 、 SOCl_2 、 PCl_5 、 P_2O_5 、 HSO_3Cl 、

CaC₂, 濃硫酸などがある。

その他水と反応して発火性有毒ガスであるPH₃を発生するリン化カルシウム, リン化アルミニウム, リン化亜鉛などもこれに属す。

3. 6. 2 取扱上の注意

水分との接触を避け, 乾燥不活性ガス中や乾燥石油などに保管する。

3. 7 腐蝕性物質

3. 7. 1 種類と性質

これに属する物質は多く, 無機化合物としては大部分の酸, アルカリ, 重金属の塩類, ハロゲンなどがあり, また有機化合物には大部分のアミン, アルデヒド, アルコール, 有機酸, エステルなどがある。

3. 7. 2 取扱上の注意

取扱いには防火面, ゴム手袋などを着用し, 直接皮膚に触れないようにする。苛性アルカリ, アンモニア水で代表されるアルカリ性物質が眼に入ると劇痛を伴い, 失明することもあるから保護メガネをかける必要がある。濃硫酸より希硫酸をつくる場合は必ず水に濃硫酸を注入しなければならない。逆にすると烈しい発熱と沸騰がおこって危険である。眼や皮膚についたときは多量の水で15分以上洗うのが良い。薬品などで中和することを考えてはいけない。

3. 8 有毒性, 有害性物質

3. 8. 1 一般的な注意

取扱いに特に注意を要する物質で, ドラフト内で操作し, ガス, 蒸気を吸入しないようにしなければならない。皮膚から吸収され中毒することもあるので皮膚に直接触れないようにすることも必要である。以下, 身体におよぼす障害別に危険物質を列記する。

3. 8. 2 皮膚障害性

皮膚角化 (ヒ素, コバルト, 希アルカリ液など), 皮膚着色 (ピクリン酸, 硝酸銀, ヨウ素など), 色素異常 (タール, ビッチ, ヒ素など), 急性皮膚炎および湿疹 (酸, アルカリ, クロルジニトロベンゼ

ン, ホルマリン, タール, ビッチなど), 潰瘍 (クロム, ニッケル, 酸, アルカリなど), 毛髪および皮膚腺の病変 (鉱油, タール, クロルナフタリンなど)。

3. 8. 3 粘膜障害性

主に眼や上気道をおかす (アルデヒド, アルカリ性の粉じん, アンモニア, クロム酸, エチレンオキシド, HCl, HF, SO₂, SO₃など) 上気道, 肺組織をおかす (Br₂, Cl₂, BrCN, ClCN, ジメチル硫酸, F₂, I₂など) 終末気道部および肺胞をおかす (三塩化ヒ素, 過酸化窒素, ホスゲンなど)。

3. 8. 4 窒息性

単純性窒息 (CO₂, メタン, エタン, N₂, He, Ar, 亜酸化窒素など), 化学的窒息 (CO, HCN, H₂S, 芳香族ニトロ化合物, 芳香族アミン化合物など), これらのうち特にシアン化水素 (HCN), 硫化水素 (H₂S) および一酸化炭素 (CO) はいずれも非常に強い毒ガスである。HCNでは270ppm, H₂Sでは1000ppmで即死するおそれがある。

3. 8. 5 麻酔性

ほとんどの有機溶剤, 多くの脂溶性固体

3. 8. 6 神経系障害性

CS₂, ハロゲン化炭化水素, メタノール, チオフェン, テトラエチル鉛, Mn, Hg, Tl など。

3. 8. 7 肝, 腎障害性

CCl₄, TiCl₄, ヘキサクロルナフタリン, トリニトロトルエン, ジオキサンなど。

3. 8. 8 血液障害性

ベンゼン, 鉛, ホスフィン, アルシンなど。

3. 8. 9 肺障害性

肺浮腫, 肺炎 (肺胞刺激性物質), ジン肺 (難溶性粉じん), ケイ肺 (遊離 ケイ酸)。

3. 8. 10 発がん性

β -ナフチルアミン、ベンチジン、4-アミノビフェニル、オーラミン、マジエンタ、アスベスト、CrおよびNi化合物、コールタール、N-ニトロソ2級アミン、1,2,5,6-ジベンズアントラセン、3,4-ベンツピレン、20-メチルコランスレン、アフラトキシンなど。

3. 8. 11 その他

アレルギー性（金属酸化物、ヒュームなど）循環機能障害性（ニトログリコール、ジニトログリセリンなど）。

4. 高圧装置の取扱い

4. 1 一般的注意

高圧下の実験はしばしば高温下において行われる場合が多く化学実験としては苛酷な条件下の実験であり災害をおこした場合の被害は大きく特に注意を要する。実験にとりかゝるまえに経験者の指導を受けるとか、あるいは専門書を参照するなどして十分に予備知識をもつことが大切である。以下に留意すべき点をのべる。

4. 2 封管

ガラス製の封管を用いる場合は急冷、急熱を避け、加熱の際はなるべく人のいない室で行い、鉄製の保護筒、防護壁を用いるなどして万に備える。破裂の恐れのあるときはオートクレーブを用いる方がよい。

4. 3 オートクレーブ

4.3.1 オートクレーブは本体の高圧容器に付属して圧力計、高圧弁、安全弁、および電熱、かきまぜ機構が一体となっているものが多い。構造、性能や操作などをあらかじめ良く理解すると共に、その使用に当っては以下の点に留意する必要がある。

4.3.2 本体容器に刻印されている耐圧試験圧力、常用圧力、使用最高温度の範囲内で使用する。

4.3.3 ポンベの保管場所は火気を避け、冷暗所で温度を35°C以下に保つ。

4.4.4 雨露、直射日光を避け、付近には燃焼物、危険物、塩類、その他腐蝕性ある化学製品を置かない。

4.4.5 バルブには塗油しない。特に酸素ポンベは危険であり爆発の恐れがある。

4.4.6 内容物の異なるポンベは同一場所に置かない。

4.4.7 空ポンベは「空」の標示をして区別しておく、バルブは固く閉めておくこと。

4.4.8 液化ガスのポンベは寝かせぬこと。（但しアンモニアは例外）。

4.4.9 火災のときはポンベを直ちに安全な場所へ移すこと。

4.4.10 運搬の際は専用の手押車を用いることが望ましい。

4.4.11 常にポンベの内圧を知っておくこと。普通使用するには水圧試験、250kg/cm²、ガス圧150kg/cm² (35°C) を最大とする。

4.4.12 ポンベは塗色により内容物を区別出来るようになっている。また、バルブのネジの方向も内容物により異なる。

酸素	O ₂	黒色	右ネジ
水素	H ₂	赤色	左ネジ
炭酸ガス	CO ₂	緑色	右ネジ
アンモニア	NH ₃	白色	右ネジ
塩素	Cl ₂	黄色	右ネジ
アセチレン	HC≡CH	褐色	左ネジ

4.4.13 容器には1個につき1枚の容器証明書がついており、検査、再検査に合格したときの成績が記入してある。これは容器の所有者が保管していなければならない。

5. 減圧装置の取扱い

5.1 化学実験では減圧を要する場合が多い。水洗ポンプ、回転式ポンプ、拡散ポンプなどの機構について熟知しておくことよい。

5.2 減圧時の装置の破損は内容物の飛散が起り、引火、毒物の流出などを伴う。ガラス容器の場合はガラス片の飛散により負傷する場

合が多い。三角フラスコ、平底フラスコ、試薬ビン等は一般に底が抜けやすく減圧にするのは避けた方がよい。

5.3 加熱の際は減圧にしてから加熱すべきである。気密にした装置を常圧のまま加熱すると空気の膨張によって思わぬ事故が起こる。

6. 電気による事故の防止

6.1 スパーク

モーター、スイッチ、電灯、各種の電気装置や静電気を蓄積しやすい道具類はスパークを発生して可燃性ガスの発火や爆発を誘発する危険性がある。また流動する非電導性液体は静電気を集めやすいので、相当量の引火性液体をタンクなどに移す場合は上から激しく流し込むものは避けて下から入れるようにし、さらにタンクや、液体の流れるパイプなどは適当にアースしておかないといけない。

6.2 感電

人体を電流が通過すると微電流のときは刺激を感じるに過ぎないが、さらに電流が増加すると筋肉のけいれんが起こり、ある程度以上になると運動の自由が失なわれてしまう。さらに電流が増大すると呼吸困難、意識の喪失を生じ、心臓障害、神経障害、火傷、身体の過熱などによって死にいたる。最小感知電流は交流で1 mA、直流では5 mA程度であり、運動が自由である最大限の電流は60サイクルの交流の場合には成年男子9 mA、成年女子6 mA、直流の場合で同じく62 mA、41 mA程度であるが20 mA以上の場合には火傷を生じて抵抗値が減少し、電流が急増する危険がある。また100 mA付近では心室けいれんを起して死亡するおそれがある。

体の抵抗は状況により100オームから500,000オームまで変りうるといわれている。たとえば1本あての乾いた指で両電極にふれたときには100,000オームであったものが、湿った指では40,000オームとなり、塩溶液で湿したときは16,000に落ちる。さらに塩溶液でぬらした両手で電極を握った場合は700オームにまで低下する。したがって、軽いシ

ョックでも起す電気装置は直ちに電源を切って修理しておくことが重要であり、特に湿った状態での操作には注意が必要である。

感電して意識を喪失した者は、中枢および神経の麻痺があるので、普通の死の確認（ひとみ反射、その他）が役に立たない場合が多く、身体の冷却、死後硬直が起らないかぎり電流の流通をしゃ断したのち、直ちに人工呼吸に移り、これを10時間近くにもわたって行なうことが推奨されている。

7. おわりに

以上研究災害の予防に幾分なりとも役立つと思われる事柄の主なものについてのべたが最後に一般的な注意の幾つかを補足しておく。

なお参考文献もあげておいたので、必要に応じて参照されることを希望する。

この小冊子が座右に置かれて活用されるならば望外の喜びである。

7.1 危険性のある物質を取扱う場合、あらかじめその危険性、毒性などを充分調査し経験者の指示をうける。

7.2 一人ぼっちでの取扱いは避ける。

7.3 取扱う危険物はできるだけ量を少くし、反応の温度、時間、条件の強さおよび自己の体力などについて無理をせず余裕をもたせる。

7.4 使用する器具、装置類は前もって念入りに点検しておく。

7.5 つぎのような実験は特に注意を要する。

7.5.1 未知の危険性をふくむ操作および反応。

7.5.2 高圧、高温、減圧、極低温などの条件での反応。

7.5.3 発火性と有毒性の共存する実験などのように多種多様な危険性をふくむ実験。

7.6 万一事故が起っても被害を最小限にとどめるように防備、対策を考え、訓練しておく。

7.7 その他

7.7.1 実験室には必要最小限の薬品をおくこと。有機溶媒なら2ℓ

(15)

以内が望ましい。

7.7.2 危険な液体，酸，アルカリは必ず保護容器に入れて運ぶ。

7.7.3 保護メガネ，手袋，防災面，防毒マスクなどの保護具を着用する。特に光化学の実験では必ず保護メガネを用いる。

7.7.4 実験室を留守にするときはガス，水道の元栓は必ず閉める。

7.7.5 危険薬品，有害薬品などを廃棄する場合は慎重におこなう。

8. 参考文献

8.1 化学実験の安全指針 日本化学会編

8.2 防災指針 日本化学会編

8.3 防災ハンドブック

日本化学会編集委員会編

8.4 化学便覧（応用編） 日本化学会編

8.5 工業薬品安全取扱要覧

有機合成化学協会編

8.6 思いがけぬ爆発（訳）H. A. J. Pieters

8.7 First Aid in Poisoning }

Individual Poisoning }

Merck Index 8th Ed. (1968) P.P. 1250~1257

8.8 化学実験室の災害防止（訳）

H. A. J. Pieters

J. W. Creighton