

## 第7章 環境管理工学科における安全

## 第7章 環境管理工学科における安全

### 7. 1 実験・実習機器の取り扱い

#### 7. 1. 1 乾燥器

- ① 事故を防ぐため、ヒーターのスイッチは使用者が使用終了後に必ず切る。
- ② 通気口、排気口付近に燃えやすいものを置かない。
- ③ 庫内の棚は30%以上スペースを残して使用する。過剰な連続使用や庫内に試料を詰めすぎたりすると火災を発生する恐れがある。また、過熱防止の設定を確認後に使用する。
- ④ 実験室に誰もいないときにはヒーター類を長時間稼働させることは避ける。やむを得ない場合は、教員の指示に従う。
- ⑤ 火災および爆発の危険性があるため、溶液の蒸発濃縮などに用いてはいけない。また、水分の高いものを入れると故障の原因になるので注意する。
- ⑥ 乾燥温度と乾燥時間が定められているときには、乾燥途中で他の湿ったものを入れないように注意する。
- ⑦ 乾燥器内の温度分布は一様ではなく、挿入温度計の示度は内部の各部の温度とかなり異なっていることがあるから注意する。
- ⑧ 乾燥器にはポリエチレン容器、ビニル袋など可燃性の物質を入れない。物質によっては低温で発火し、火災が生じる場合がある。
- ⑨ 乾燥器内温度が設定値になっているかを定期的に確認する。

#### 7. 1. 2 インキュベータ

- ① 揮発性、引火性および腐食性ガスなどの化学薬品は庫内に入れず、周辺にも近付けないようにする。
- ② 電源プラグは単独で正しく接続する。電源容量が大きな機器もあるため、各々の機器に適切な電源を準備する。
- ③ 庫内にクリップやヘアピン、硬貨などの金属物や異物を混入させない。発火による故障や負傷、火傷や感電の原因となり非常に危険である。
- ④ 庫内の床面に水などをこぼすとショートする可能性があるので注意する。水分の多い試料を庫内に入れて実験する場合は結露に注意する。庫内の水分をドレイン管により庫外に排出される仕組みを有する機器については庫外に適切な排水設備を設置する。
- ⑤ 各々の機器の性能を超える温度設定および吹出口や吸込口をふさがないように注意する。故障および異常発熱などの原因となる。

#### 7. 1. 3 超音波破碎・洗浄器

- ① 細胞や菌の破碎を行う超音波破碎機の発振子は、強力な超音波を発振しているので、触れてはならない。

- ② 超音波処理中に試料が高温になる場合があるので、試料容器を素手でつかんで操作してはならない。
- ③ 洗浄器に無機酸や可燃性の洗剤は使わない。
- ④ 洗浄器の運転中に手を入れると、不快感や皮膚に刺激を感じることもある。

#### 7.1.4 ドラフトチャンバー

- ① ドラフトチャンバー内に熱やガスが充満しないように、使用前には必ず排気ファンの正常な作動を確認してから使用する。
- ② 実験中は突発的な事故や、使用者がドラフトチャンバー内部の薬品を吸引するなどの事故を防止するため、観察扉は出来るだけ閉めて作業を行う。ただし観察扉は熱くなることがあるので開閉時には十分注意し、破損を防ぐために必ず安全ストッパーを使用する。
- ③ 感電事故防止のため、濡れた手でスイッチ類の操作および電源プラグの抜き差しは行わない。
- ④ わずかでもガスの臭気がするときは、直ちに部屋のガスの元栓を閉め、窓や扉を開けて室内を十分に換気する。排気ファンや換気扇を回そうとすると、スイッチなどから火花が発生し、充満したガスに引火・爆発する危険がある。
- ⑤ スクラバーユニットが付設されている場合は、必要に応じて使用する。ただし、大量の洗浄液が発生するため適切な処理を行ってから排水する。
- ⑥ ドラフトチャンバー内でホットプレートなどの熱源を使用するときは、内壁、観察扉から 15 cm 以上離す。
- ⑦ 作業面は使用する薬品の種類によって耐薬品性が異なる。実験に用いる試薬によって適切に使い分ける。
- ⑧ ドラフトチャンバーは規定により外観、排気能力などを 1 年以内毎に 1 回、定期自主検査しなければならない。環境理工学部では毎年 9 月に実施が義務付けられており、技術室から風速計を借用して検査する。

#### 7.1.5 原子吸光装置

- ① 使用後のバーナ部およびランプは炎および電気を消しても高温になっているため、冷却を確認してから清掃する。
- ② ホロカソードランプのソケットは感電する可能性があるため、交換時には必ず電源スイッチを切る。
- ③ アセチレンガス・一酸化二窒素ガスの使用に注意する。使用する際は原子吸光装置用換気扇の作動を確認し、圧力計を確認しながら適切にポンペの元栓を開く。使用後は必ず元栓を閉める。ガス漏れのないようにホースなどの劣化に注意する。なお、本学科では、アセチレンガスは一元的に管理されているので、残量が少なくなった場合は、速やかに管理者に連絡する。
- ④ 冷却水は指定された水質の水を使用する。使用時にはホースからの漏水を確認するとともに、冷却水は適宜交換する。

### 7.1.6 オートクレーブ

微生物を扱う実験においては滅菌処理が不可欠である。その方法の一つにオートクレーブ（高温高压滅菌装置、圧力釜）を使用し、高温高压の水蒸気に曝す滅菌法がある。また、水試料中に含まれる窒素、リンの分解にも通常オートクレーブを用いる。これらの操作はたいへん危険であり、正しい取り扱い方を熟知する必要がある。

- ① 空だき防止のため、使用前に器内に適切な量の水が入っていることを確認する。
- ② 排気バルブが完全に閉まっていることを確認して、蓋を注意深く完全に閉める。
- ③ 蓋付きの容器に入った試料を滅菌する場合は、その蓋を弛めて容器内に蒸気が入るようにする。密栓すると、滅菌されないだけでなく、容器が高压で破裂する恐れがある。
- ④ 水試料中の窒素、リンの分解に用いる場合は専用の容器を用いる。この場合は密栓する。
- ⑤ 圧力計の指示が所定圧力になるまで、時々観察し、オートクレーブから目を離さないようにする。
- ⑥ 使用中にドレンバルブは絶対に開けてはならない。高温、高压の熱水や蒸気が噴き出すことがある。
- ⑦ 終了後もしばらくの間は釜内の圧力は高い。圧力計の指示が完全にゼロになるまで絶対に蓋を開けない。
- ⑧ 試料の取り出しは十分に温度が下がってから行い、蒸気による火傷に注意する。軍手などを装着して作業する。
- ⑨ 大量の培養液などを滅菌した場合は、処理後、液内部が冷却されていない場合がある。内容物が吹き出して火傷しないよう、十分注意する。振とうしたりしてはならない。

### 7.1.7 載荷装置

- ① 載荷装置は試験時に求められる荷重をサンプルなどに加える装置であるが、試験機に過大な荷重が加わらないように注意を払う必要がある。
- ② 載荷装置を用いて安全な実験を行うには、どれほどの荷重が加わっているかを常に確認し、試験終了時には速やかに除荷する（荷重を取り除く）必要がある。
- ③ 岩石やコンクリートの圧縮試験装置のように、試験時に数十トンもの荷重が供試体に作用する載荷装置には、供試体が激しく破壊する可能性があるため、載荷中は試験機に接近しない。

### 7.1.8 コンプレッサー・蓄圧タンク

- ① コンプレッサー（圧縮機）は空気を圧縮する装置であり、圧縮された空気は蓄圧タンクに蓄えられる。コンプレッサーと蓄圧タンクの写真を示す。
- ② 蓄圧タンクには高压の空気が充填されている。破裂することがないように、タンクの腐食・劣化に気を付ける。
- ③ 蓄圧タンクは定期的に水抜きを行う必要がある。（タンクの腐食防止のため）



（コンプレッサー）

（蓄圧タンク）

図7-1 コンプレッサーと蓄圧タンク

- ④ 機械オイルの必要なコンプレッサーの場合は、機器内のオイルの量に注意を払う。(コンプレッサーの中にある回転式ポンプの焼き付き防止のため)

### 7. 1. 9 測量関係器具

- ① 使用する器械・器具は、精密に出来ており、また野外で使用するが多い。これらの誤った取り扱いや間違った知識は怪我や事故を引き起こす原因になる。正しい取り扱い方を熟知する必要がある。
- ② 器械・器具そのものと、周囲の状況に気配りする。操作に集中するあまり、周囲の人身に危険が迫っているのに気が付かないことがないように十分配慮する。測量チームとして常に自覚をもって行動することが、チームおよび個人の安全確保につながる。
- ③ レーザー光は、一点に集中する性質があり、眼に入った場合に網膜に損傷を与え、場合によっては失明する恐れがある。測量器具の中には、大出力のレーザー光を発生する装置が使われることもあるので十分注意する。レーザー光を直視しない、散乱光も極力見ない、必要ある場合は保護眼鏡を着用する、操作マニュアルを熟知するなどに注意する。なお、実習にあたっては、該当装置は通常使用しない(あるいは必要がある場合は、十分配慮した上で使用する)。
- ④ 望遠鏡で太陽を直視すると、最悪の場合失明の恐れがある。絶対に行わない。
- ⑤ 器械・器具の使用後のかたづけは、次に使用するための準備である。終業点検を怠らない。

## 7. 2 学生実験・実習における注意事項

### 7. 2. 1 環境生物学実験

- ① 実験を行う前に説明される実験の目的と基本原理、具体的な操作法、注意事項など実験の内容を十分理解して頭に入れておく。操作や手順の間違いは事故発生の元である。
- ② 植物や生物などの生体試料を扱うことが多いのでおおよそのタイムスケジュールを考えて迅速に行動する。
- ③ 電気、機械、化学薬品を取り扱うことが多いため、取り扱い上の注意を厳格に守る。特に化学薬品の取り扱いについてはどのような危険があるかを事前に理解しておき、間違った操作や危険な化学反応を起こさないよう注意する。
- ④ 薬品がかかってもすぐ脱げる白衣や作業服など実験にあった服装をする。また、電撃を受けやすい指輪などの装身具ははずし、実験台には不要なものを放置しない。
- ⑤ 薬品をこぼしたり、器具を転倒したりしないよう、かつ実験操作の邪魔にならないよう、実験中は必要なもののみ手元に置き、作業場所は常に整理・整頓しておく。
- ⑥ 実験で使用した薬品などの廃液や溶剤は水質汚濁、火災や爆発などの原因になるので実験室の流しに直接流してはならない。専用のタンクに回収をして処理する必要がある。(岡大廃液・排水管理システムに準じて処理する)
- ⑦ 亀裂が入ったり、端が破損したガラス器具は使用しない。ガラスが破損した場合は掃除して専用のゴミ箱に捨てる。

- ⑧ インキュベータ，分光光度計，葉面積計および乾燥器などの機器類は正しい使用法を守り，使用時に条件設定と使用期間を使用簿に記入する。使用後は次の使用に差し支えないように後始末をしておく。
- ⑨ 天秤の周辺は，こぼした試薬などで汚れやすいので，試薬を秤量した後はきれいに後片づけをする。
- ⑩ 野外における実験では，時，場所および天候を考慮にいった服装と足回りの準備をする。特に実験室内と異なり不測の事態が起こることが多い。教員の指導に従い，勝手な行動をしない。事故やケガに十分気を付け，一般の人達に迷惑をかけないように心がけることが大切である。

### 7.2.2 土壌環境実験

- ① 乾燥器の取り扱い（7.1.1項）に注意を払う。
- ② 水を使う実験では，水漏れによる感電に注意する。
- ③ 土壌水分特性曲線測定で用いる加圧板装置の蓋を開ける際は，内部の加圧空気を抜き，十分に圧力が下がったことを確かめた後に開ける。
- ④ 土壌環境実験では次の薬品の使用に注意する。  
過酸化水素水：粒径分析試験で使用する。手に触れると，軽度の火傷を生じるので直接触れないよう注意する。もし触れた場合は直ちに水道水で洗浄する。  
希塩酸：粘土の分散凝集実験に用いる。直接触れないように注意し，もし触れた場合は直ちに水道水で洗浄する。
- ⑤ 実験に用いる薬品類は所定の薬品庫の所定の場所に保管する。

### 7.2.3 水利実験

水を扱った実験を行うので実験に適した服装をし，実験器具は十分注意して扱うとともに，周りに迷惑をかけないように実験することが基本である。留意すべき主な点は以下のとおりである。

- ① 身動きがとりやすい服装をする。いわゆる「作業服」に準ずる服装が望ましい。
- ② 実験器具，ポンプなどに引っかかりやすい服装はしない。
- ③ サンドル，スリッパなど，足が露出するような靴は履いてこない。実験装置や器具につまづいた場合などに怪我をする恐れがある。運動靴など歩きやすい靴が望ましい。
- ④ 開水路の実験では，高所での計測・作業を伴うので足の踏み外しなどに注意する。
- ⑤ 水位測定に用いるポイントゲージは先が尖っているため，取り扱いに注意する。
- ⑥ 水理実験棟内の床には，実験用の管水路がはりめぐらされているので，移動の際は，つまづいたりしないように足下に注意する。
- ⑦ 管水路の実験では揚水ポンプ（床に設置）を使用するので，ポンプ周辺では注意する。
- ⑧ 管水路実験で用いるマンメータには水銀が入っている。マンメータのバルブの調整を誤ると，水銀が外へ飛び出すことがあるので注意する。
- ⑨ 管水路実験，屋外実験では，ポンプの運転のために三相 200V の高電圧を使用するので，その扱いに注意する。

- ⑩ 屋外実験では、散水に用いるポンプ本体と電源スイッチとが離れているので、ポンプの運転開始のために電源スイッチを投入する際には、ポンプ周辺に人がいないことを十分に確認する。
- ⑪ 流速分布の測定は、実験棟から離れた観測地点まで移動して実施する。移動の際には交通事故を起こさないように気をつけるとともに、運搬する機材が周辺の交通の妨げとならないように注意する。
- ⑫ 実験の前後における電源は必ず点検し、実験後は電源盤の扉を閉め、鍵の付いているものは施錠しておく。
- ⑬ 自分の実験とは無関係な実験装置には手を触れない。

#### 7.2.4 土質・コンクリート実験

- ① 土の締固め試験では、金属製の重量物を運動させるため、手や指が挟まれないよう注意する。
- ② 透水試験のように水を使用する実験では、周りに電源コードやスイッチがないことを確認し、漏水による感電に注意を払う。
- ③ コンクリートの強度試験では、数トンの荷重を供試体に加えるため、至近距離からの観察は避ける。
- ④ 三軸圧縮試験ではアクリル製のセル内部に高圧（数百キロパスカル）が作用する。アクリルが劣化していないことを確かめる。
- ⑤ コンクリートの強度試験、一軸圧縮試験、一面せん断試験、三軸圧縮試験においては載荷装置の取り扱いに注意を払う。（7.1.7項参照）
- ⑥ 比重試験・粒度試験では有害な試薬を使用することもあるので、教員の指示、指導書をよく理解して実験に臨む。
- ⑦ 比重試験・粒度試験ではフラスコ、メスシリンダー、ピクノメーター、浮ひょうなどの壊れやすいガラス器具を使用するため、慎重な取り扱いに留意する。
- ⑧ 恒温乾燥器の取り扱いに注意を払う。（7.1.1項参照）

#### 7.2.5 基礎地地形情報学実習と地形情報管理学実習

- ① 野外で測量を行う場合（外業）、天候の影響を受けることが強く、有害生物の攻撃に曝される可能性も高い。夏季の場合でも露出部分が少なく機能性に優れた服装を選ぶ。
- ② 衣服の袖口、襟、裾は、器械・器具の操作に支障のないよう、きちんとした身なりにしておく。器械・器具類の操作にあたって、手袋の使用は避ける。
- ③ 鋭利な道具や精密な装置を、さまざまな場合と場所（野外）で使用するため、操作マニュアルに従い、しかも臨機応変の適正操作を心がける。また、履き慣れた運動靴をかかとまできちんと着用して、機動性のある状態にしておく。段差のある場所、足下の悪い場所での作業では、とくに十分な注意を払う。
- ④ 作業に入る前に、現場全体の状況を把握し、安全確認をする。
- ⑤ 毒蛇、ハチ、毛虫などの有害生物に十分注意する。
- ⑥ 鳥インフルエンザの危険性があるので、鳥の死骸には触れない。

- ⑦ 交通事故に遭わぬよう十二分に注意する。作業に集中していて周囲の出来事に気が付かないこともあるから、チームメンバーが互いに注意しあうことも安全確保に欠かせない。
- ⑧ 測量器具（スタッフ、ポール、三脚など）を自動車、バイク、自転車、人などに当てることのないよう十分注意する。
- ⑨ 道路や通路で巻尺を張る場合は、自動車、バイク、自転車などに踏まれないように、また、バイク、自転車などを転倒させてしまうようなことのないよう、十分注意する。
- ⑩ 健康管理は自分自身で行う姿勢をとる。夏季には水分補給を十分に行い、定期的に休憩時間を取り、気分が悪くなった場合は至急指導教員あるいは測量チームメンバーに連絡して対処する。
- ⑪ 空中写真を取り扱う場合、立体視および判読など普段使い慣れない操作法をとるため、長時間の作業は眼精疲労の原因になる。適宜休憩時間をとるように注意する。

### 7. 3 卒業研究・大学院研究における注意事項

#### 7. 3. 1 一般的注意

- ① 実験室や居室における火気に十分注意を払う。特に冬場の暖房に注意する。また、火災などが発生した場合を想定し、消火器など災害対策の物品の保管場所を確認しておく。
- ② 実験室での飲食は厳禁である。危険試薬の誤飲などにつながる恐れがある。
- ③ 指導教員と常に相談しながら綿密な研究計画をたてて、無理のない研究を実施する。常に集中して操作や手順を確認しながら実験を行うことが大切である。また、研究中に生じたことはどんな細かいことでも必ず指導教員に報告する。
- ④ 野外で調査および実験を行う際は場所に適した作業服を準備する。実験室内で化学実験を行う場合は白衣が必要である。
- ⑤ 実験中は整理・整頓を心がけ、必要なもののみ手元に置く。特に実験台では薬品をこぼしたり、器具を転倒したりしないよう、かつ実験操作の邪魔にならないようにする。
- ⑥ 実験中は席を離れず、常に観察を行い、どんな些細なことも記録しておく。焦ったり、手を抜いたり、ラジオや音楽を聞きながら実験するなどは事故の元である。
- ⑦ 実験室のルールを決めて、それを遵守し、実験室の機能を保ち、利用者がお互いに協力して実験がスムーズに行えるように配慮する。
- ⑧ 実験中は常に健康管理に気を配り、なるべく昼間に実験を行うようにする。夜間になると集中力が落ちるため事故が起きやすく、万が一事故が発生した場合に対応ができない。特に、徹夜の作業などは避けることが望ましいが、必要な場合は前後に十分な休養をとる。

#### 7. 3. 2 生物・化学系実験

- ① 実験室内では種々の化学薬品や電気・ガスを使用した実験機器を取り扱う実験が多いため、使用方法や危険性を予めよく理解しておく。特に、有機溶媒を用いる場合に十分に換気する。
- ② 危険な物質、有害な物質の取り扱いは熟知しておき、ドラフトチャンバー、安全ピペッター、

保護用眼鏡，手袋を適宜使用する。また，化学物質管理システムなどに基づき，適正な薬品の購入と貯蔵を心掛ける。

- ③ 強い酸性物質（塩酸，硫酸，硝酸，フェノールなど）やアルカリ性の物質（酸化ナトリウム，水酸化カリウム，水酸化カルシウムなど）を使用する際に，薬品が飛び散るおそれがある場合は，保護用眼鏡や手袋などで保護する必要がある。
- ④ 火気使用中は，火のそばを離れない。ガス器具は周辺に可燃物やエーテル，アルコールなどの引火物がないところで使用し，換気には十分気をつける。
- ⑤ ガラス器具の破損や装置の角などで切傷を負うことがある。亀裂が入ったり，端が破損した器具は使用を避ける。特に，減圧，加圧，過熱する器具については使用前に必ず確認する。
- ⑥ 微生物実験には，使用器具の滅菌作業が必要である。主要な滅菌方法は，オートクレーブ殺菌である。オートクレーブを使用する際には，空焚き防止のために水道水（または蒸留水）を必ず規定線まで入れてから使用する。稼働中は高温の蒸気が出るので，これに留意して周囲の環境を整理する。実験終了時の微生物などの後始末にも留意する。
- ⑦ 蒸留水製造装置は定期的に点検し，水漏れのないように注意する。特に劣化したチューブはこまめに交換する。
- ⑧ 実験・実習後は薬品や装置，実験室の後始末を行い，実験に使用した器具や装置は洗浄する。さらに実験室内を清掃し，電気，ガス，水道の閉栓を確認した上で最後の人は実験室を施錠する。整理・整頓によって，正しいデータを入手できるのみならず，安全防止にもつながる。
- ⑨ 実験で使用した薬品などの廃液や溶剤は水質汚濁，火災や爆発などの原因になるので実験室の流しに直接流してはならない。種類別に回収して処理する必要がある。

### 7.3.3 土壌環境・力学系実験

- ① 外国土壌などの輸入禁止品を使用する場合，実験に用いた器具を消毒し，実験中，実験後の土壌を指定の場所に鍵をかけて保管し，実験室の戸締りも確実に行う。
- ② 原子吸光装置の取り扱いには注意を払う。（7.1.5項参照）
- ③ 载荷装置，コンプレッサーを用いる実験が多いので，これらの取り扱いには特に注意を払う。（7.1.7項，7.1.8項参照）
- ④ アクリル製の容器（三軸セル，圧密セルなど）の内部に圧力を作用させる場合は，試験の前にアクリルの劣化や変状がないかを確認する。

### 7.3.4 水理実験棟での実験

一般的注意事項は，実験・実習に関する注意事項に準ずる。とくに留意すべき点としては次のとおりである。

- ① 開水路実験における計測や流量調節バルブ操作に際しては，足の踏み外しなどに注意する。
- ② 三相 200V の高電圧を利用する場合，その扱いに注意する。
- ③ 実験終了後は，上段水槽，中段水槽および屋内外の三角堰水槽の水は抜いておくとともに，実験室とポンプ室の施錠，実験器具などの後片付け，電源の点検を行う。