

第1章 資源生物科学基礎実験を行うにあたって

本基礎実験では、3回生で行われる「資源生物科学実験および実験法」の基礎となる項目について、つまり実験の意義、材料の準備や取扱い方、測定法の原理、具体的な操作や手順、注意点、そして正しい考察を導くための基礎知識等について幅広く学び、資源生物科学科に属するそれぞれの分野で、取扱われる多種多様な資源生物を研究していく上での共通の「基礎的実験法」を習得してもらうことに主眼をおきたいと考えている。また、自分の行っている実験の原理をしっかりと理解し、自分なりの創意工夫で実験（測定）を進めて行けるような主体的態度を身に付けてもらいたい。そのような目的を実現するために、各実験項目を考えるに当たり、次の2点が特に配慮されている。

1. 驚きや感動を含め、受講者にいろいろ体感させる。
2. 測定の原理をきちんと理解させる。

記述は分かりやすく具体的をモットーに、なされている。注意深く実験書を読み、主体的に考えながら積極的に実験を進めていてもらいたい。

以下に本基礎実験の全体的な計画及び実験を進めるにあたっての注意事項、留意点等を述べる。

第1節 全体の構成及び実験室

本基礎実験では全員に同じ内容の実験を行ってもらう。一連の実験を全て経験することにより、上に述べたような目的が達成されるので、どの実験にも漏れなく参加しなければならない。実験は毎週金曜日に12回行われる。

表1 基礎実験日程表

グループ	1日目 10月7日	2日目 10月14日	3日目 10月21日	4日目 10月28日	5日目 11月4日	6日目 11月11日	7日目 11月18日
A	1章① W-214	3章① N167	3章② N075 白、め	2章① メ 204	2章② メ 204	1章② W-214 (解説と 環境保全 センター 見学)	4章① N067
B		3章② N075 白、め	3章① N167				4章① N167
C		2章① メ 204	2章② メ 204	3章① N167 白	3章② N075 白、め		5章① W214
D				3章② N075 白、め	3章① N167 白		
グループ	8日目 11月27日	9日目 12月4日	10日目 12月11日	11日目 12月18日	12日目 1月8日		
A	4章② N067 白、め	5章① W214	6章 N167 白	5章② N143 白、め	7章 W-214		
B	4章② N167 白、め		6章 N075 白	5章② N075 白、め			
C	5章② N143 白、め		6章 N167 白	4章① N143		4章② N067 白、め	
D	5章② N075 白、め		6章 N075 白	4章① N067		4章② N167 白、め	

註：「メ」はメディアセンター、「白」は白衣が必要、「め」は保護メガネが必要

第2節 安全面での注意点

実験を行うにあたっては様々な危険が生じる可能性がある。京都大学大学院農学研究科・農学部では、「環境・安全委員会」のもとで、そのような危険に対処するための「安全の手引き」が作られている。実験を安全に行うために、その手引きに目を通しておくことも必要であろう。ここでは、その冊子にも触れられている項目について、少々具体的に注意点を述べてゆく。

2.1 薬品の危険性

資源生物科学実験では、様々な種類の化学薬品を使用する。特に「分ける」グループでは、実験の性質上、多くの薬品を使用することとなる。実験で使用される薬品は、程度の差こそあれ、有毒性であるとの認識を持った方がよい。一般の実験では少量しか使用しないので、非常識な取扱いをしない限り中毒を起こすことはないが、毒性の強いものについては、特に注意が肝要である。

研究室で使用される薬品を一般的に「試薬」と呼び、法規上は医薬用外薬品に分類される。人体に有毒で生理的機能に危害を与える試薬のうち、その程度が非常に強いものを「毒物」、比較的軽いものを「劇物」とし、「毒物および劇物取締法」による規制を受ける。それぞれの試薬が入っている容器には、それぞれ医薬用外毒物（赤地に白の文字）、医薬用外劇物（白地に赤の文字）と表示されているので、そのような試薬を扱う際には指導教員の指示を注意深く聴き、慎重に取扱うこと。取扱いの際には、必要に応じて、保護用メガネ、手袋、防護マスク等を使用する。なお、それぞれの実験では、元々入っていた容器から他の容器に試薬を小分けする場合もあるが、その際にも元と同じ表示を行うこと。

その他、試薬の入っている容器には以下のようなシンボルマークが付けられており、取扱いに際しての注意を促している。この中の、腐食性物質とは、粘膜を刺激、組織をおかすもので、資源生物科学実験でもよく使用される酸（酢酸等）やアルカリ（水酸化ナトリウム等）もこれに含まれる。



この他に実験で使用される薬品には、火災や爆発を起こす危険性を持つものがあり、「危険物」と呼ばれている。危険物の貯蔵、取扱いは「消防法」によって規制を受ける。容器には以下のようなシンボルマークが付けられている。



このうち、本実験で使用される可能性が高いのが、引火性物質の有機溶媒であり、エーテルや各種アルコール、アセトン等が含まれる。これらを扱う際には、回りでは火気を使用しない、換気をよくして蒸気を滞留させない等の注意が必要である（ドラフトでの使用が望ましい）。有機溶媒の中には引火性物質には指定されていないが、蒸気になりやすく毒性を持つもの（クロロホルム等）もあり、有機溶媒を扱う際には中毒を避ける意味からも通風、換気を心掛けることが肝要である。いずれにしても、試薬の扱いに際しては、指導教員の注意をよく聴き、その指示に従うことが重要である。

2.2 ケガ・火傷・火災への対応

【ケ ガ】

資源生物科学実験ではマイクロームなど鋭利な刃物を使用することも多々あり、適切でない使い方をすると非常に危険である。各項の注意事項をよく読み、教員の指示に従って正しい扱い方をすること。

日常よく使用するガラス器具によるケガについても注意が必要である。主な注意事項を以下に列記する。

- 1) ガラス器具は使用前によく点検し、キズのあるものの使用は出来るだけ避ける。特に、加熱、加圧、減圧操作を行う場合には、点検を入念に行う。
- 2) 平たい部分のある肉薄の容器（三角フラスコ等）の内部を減圧すると、破裂する危険性が高く、絶対に減圧してはならない。
- 3) ゴム栓にガラス管を差し込む時、ガラス管にゴム管を嵌める時、試験管にゴム栓をする時など、無理に力を加えてケガをする例が多い。必要に応じて、水やグリセリン等の潤滑剤を使って、一方を回しながらゆっくりと押し込んでゆく。
- 4) 加熱操作の際の火傷には注意する。特にガラス細工を行う時には、加熱されたガラスをうっかり手にしたり、あるいは落下しそうになって慌てて掴んだりするなど事故が起こり易い。
- 5) 試薬の粉末には固い塊状のものもある。そのような塊をビーカーや三角フラスコ中でスバテラで細かくしようとすると、よく容器を破損する。これらの容器に入れる前に、乳鉢等を用いて細かくしておく。

以上のような注意をしても、多少の外傷は避け難い。小さな傷の場合には、過酸化水素水で洗浄を兼ねて殺菌し、バンドエイド等で傷を覆う。ケガの程度が大きく出血が多い場合には、止血処置（傷口にガーゼ等をあてて、傷口より心臓に近い部分を包帯などで縛る）をした上で、病院へ連れてゆく。

【火傷・火災】

小さな火傷については、上に述べたように日常の加熱操作やガラス細工でしばしば起こり得る。とにかく冷やすことが肝要で、水道栓を開き、流水中で数分間以上冷やす。火傷の程度によっては病院に行き手当てを受ける。加熱中の爆発や引火によって重篤な火傷を負う場合もある。周りのものが協力して怪我人を現場から遠ざけるとともに、教員の指示の下、適切な処置を施して（流水で冷やす、流水をかけるのが困難な場合には冷水で湿らせた清潔なタオルを患部に当てる、等々）、速やかに病院に運ぶ。

火災に関しては日頃から次のような点に注意して防火に努める。

- 1) とにかく室内に大量の可燃物を持ち込まない（学生実験の場合は教員が特に心得ておくこと）。
- 2) 火気の側に引火性物質、可燃性物質を置かない。引火しやすい実験では、引火した時に取るべき動作を考えておく（後述の初期消火）。
- 3) 電気器具、ガスバーナーなどに不備がないか点検しておく。不備が見つかったら直ちに申し出る。
- 4) 消火器の所在場所を確認する。
- 5) 避難路の確保や確認

不幸にして火事が発生した場合には、概ね次の順序で処置を行う。

- 1) ためらわずに「火事」だと叫んで、教員や周りのものに知らせる
- 2) 可能ならば初期消火に努める。その内容は概略次のようなものである（ただし教員の指示に従い、一人では行わないこと）。

- I) 火元を切る (ガスのコックや電気のスイッチ)
 - II) 可燃物を火元から遠ざける.
 - III) 消火器その他の手段で火を消す (教員か他の人にやってもらう方がよい)
 - IV) 衣服に火がついた場合には, 水をかぶる, あるいは他の人に水をかけてもらって消す. あるいは床に転がるなどして消火を試みる.
- 3) 火勢が強い場合には, 教員の指示の下, 速やかに避難する.

【その他の危険】

電気器具による感電には十分気をつけること. 電気泳動の際など, 主電源を切る, 電極を抜く等の操作をしないで, ゲルの取り外しを行うなど, 手順の間違いによる感電の危険もあるので, 各項目の注意事項をよく読み, 教員の指示に従うこと. その他, 高圧ポンベのガスを使用する際には, 換気に注意すると共に, ポンベの転倒防止に留意すること. 液体窒素などの液化ガスは, 非常に低温であるので (極低温), 接触による凍傷に注意する他, 急冷によるガラス器具の破損にも注意すること.

2.3 廃液その他の廃棄物

化学薬品は安易に流しやゴミ捨て場, あるいは大気中に捨ててはならない. 試薬の性質によって, そのまま廃棄してよいもの, 貯留した後, 焼却その他の処理をしなければならないもの等, 様々なものが存在する. 有毒, 有害なものを環境に放出することは避けなければならない. 京都大学には表2のような排出基準が設けられていて, 定期的に排出物質のモニタリングが行われている. いずれにしても実験後の試薬の廃棄については, 指導教員の指示をよく聴き, 適切な処理をして, 環境をできるだけ汚さないように努めること. なお, 廃液, 廃棄物については「京都大学廃棄物処理基準」が定められており, 原則として, これに沿って処理がなされる.

表2 京都大学に適用される排水基準

項 目		本部地区	宇治地区	熊取地区	犬山地区	
生活環境項目	温 度 (°C)	45以下*				
	水 素 イ オ ン 濃 度	5~9	5.8~8.6	5.8~8.6	5~9	
	生 物 化 学 的 酸 素 要 求 量 (mg/l)	600以下	80以下	30以下	160以下	
	浮 遊 物 質 量 (mg/l)	600以下	150以下	80以下	200以下	
	ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (イ) 鉱油類含有量 (mg/l)	5以下	5以下	4	5以下	
	(ロ) 動植物油類含有量 (mg/l)	30以下	30以下	20	30以下	
	汚 濁 消 費 量 (mg/l)	220以下*				
	カドミウム及びその化合物 (mg/l)	0.05 以下	0.08 以下	0.1 以下	0.1 以下	
	ア ン 化 合 物 (mg/l)	0.5 以下	0.8 以下	1以下	1以下	
	有 機 燐 化 合 物 (mg/l)	0.5 以下	0.8 以下	1以下	1以下	
健康項目	鉛 及 び そ の 化 合 物 (mg/l)	0.5 以下	0.8 以下	1以下	1以下	
	六 価 ク ロ ム 化 合 物 (mg/l)	0.25 以下	0.4 以下	0.5 以下	0.5 以下	
	砒 素 及 び そ の 化 合 物 (mg/l)	0.25 以下	0.4 以下	0.5 以下	0.5 以下	
	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 (mg/l)	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	
	ア ル キ ル 水 銀 化 合 物 (mg/l)	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	
	P C B (mg/l)	0.003以下	0.003以下	0.003以下	0.003以下	
	ト リ ク ロ ロ エ チ レ ン (mg/l)	0.3 以下	0.3 以下	0.3 以下	0.3 以下	
	テ ト ラ ク ロ ロ エ チ レ ン (mg/l)	0.1 以下	0.1 以下	0.1 以下	0.1 以下	
	フ ェ ノ ー ル 類 (mg/l)	1以下	1以下	5以下	5以下	
	銅 及 び そ の 化 合 物 (mg/l)	3以下	3以下	3以下	3以下	
生活環境項目	亜鉛及びその化合物 (mg/l)	5以下	5以下	5以下	5以下	
	鉄 及 び そ の 化 合 物 (溶 解 性) (mg/l)	10以下	10以下	10以下	10以下	
	マンガン及びその化合物 (溶 解 性) (mg/l)	10以下	10以下	10以下	10以下	
	ク ロ ム 及 び そ の 化 合 物 (mg/l)	2以下	2以下	2以下	2以下	
	非 電 解 質 化 合 物 (mg/l)	15以下	15以下	15以下	15以下	
	ニ ッ ケ ル 含 有 量 (mg/l)	2以下*	2以下			
	硝 素 含 有 量 (mg/l)	1以下*	1以下	2以下		
	大 腸 菌 群 数 (個/cm ³)		3,000以下	3,000以下	3,000以下	
	備 考	上記基準は水濁法, 下水道法の一般基準に, 京都市条例, 大阪府条例, 愛知県条例による排水量ごとに定められた上乘せ, 横乗せ基準が加わったものである。				
		2,000m ³ /日以上 京都市下水道	500~2,000m ³ /日 淀川水系 (し尿浄化槽を除く)	500~2,000m ³ /日	500m ³ /日未満	

*...除害施設の設置が必要な水質基準である。(京都市公共下水道事業条例)

【一般の酸・アルカリ廃液】酸とアルカリは中和後, 大量の水で希釈して (5%以下の濃度になるようにする), 流しに捨てる. 中和の時に発熱するものがあるので注意すること. また, 沈殿物が生じる場合があるが, 回収し, 教員の指示に従って処理をする.

【有機廃液】有機廃液は原則として貯留し、年に数回、京都大学環境保全センター*にある京

表3 有機廃液区分

区分	内容物
1 一般有機廃液	CH ₀ のみからなる(アルコール、アセトンなど)
2 含窒素有機廃液	CH ₀ +N(アセトニトリル、アニリンなど)
3 含ハロゲン有機廃液	CH ₀ +ハロゲン(クロロホルムなど)
4 希薄水溶液	有機溶媒が5%以下

都大学有機廃液処理装置 (KYS) で焼却処理をする。有機溶媒の中には、それ自身有毒なもの、他のものと混ぜると二次的な反応を起こすものなど、様々なものがあるので、表3のような分類に従って、別々に貯留する。部屋の中の、どの容器に貯留するかなど、教員の指示に従うこと。

【無機廃液】

無機廃液は原則として貯留し、年に数回、京都大学環境保全センター*にある京都大学無機廃液処理装置 (KMS) で処理をする。貯留区分としては、

1. 一般重金属系廃液、
2. 水銀系廃液、
3. シアン系廃液、
4. フッ素系およびリン酸系緩衝液

の4種類である。このうち、学生実験で貯留の対象となるのは、おそらく1.の重金属系と4.のフッ素系およびリン酸系緩衝液であろう。担当教員の指示通り、決められた貯留容器に集めておくこと。

*集められた廃液の処理については、学生実験で実際に行ってもらうことはないが、実情を知ってもらうために、京都大学環境保全センターの見学を行う予定である。環境保全センターおよび農学研究科・農学部に関連施設の場所は図2に示す通りである。

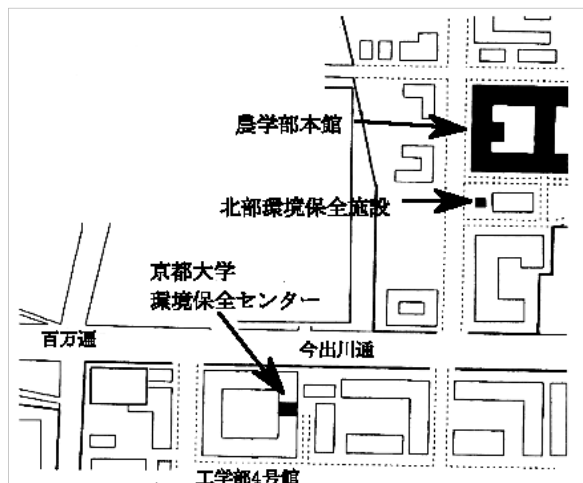


図2 京都大学環境保全センターおよび農学研究科・農学部関連施設

【その他の廃棄物】廃液以外にも実験においては様々な廃棄物が出る。農学研究科・農学部においては、廃棄物の処理の仕方が細かく定められている。大きくは一般ゴミ、産業廃棄物、そ

して特別管理産業廃棄物とに区分できる

I) 一般ゴミ

生ゴミ，紙類，金属類，ガラス類，プラスチック類，再生用紙などがあり種類毎の分別が定められている。分別されたゴミは，ある程度の量が貯まったら所定の場所へ搬出される。なお，実験で使用されたプラスチック類やガラス類は，次の産業廃棄物に属するものであり，一般ゴミとして出してはいけない。

II) 産業廃棄物

産業廃棄物の中で病原体等の感染の恐れがないものである。学生実験で出るものとしては，実験で使用したプラスチック類（エッペンドルフチューブ，ピペットマン用チップ，ゴム手袋等），ガラス類（ビーカー等），アルミホイル等がある。滅菌，洗浄，除去などにより，試薬等の付着や残留がなく，安全性が確保されたものに限る。これらを一定場所に保管し，ある程度の量に達すれば指定場所にあるゴミ箱へ搬出する。

III) 特別管理産業廃棄物

特別管理産業廃棄物は感染の恐れがあるものとされている。具体的には，実験動物の死体，糞尿等が付着した飼育用おがくず等の床敷材，注射針やディスプレイ手術器具等鋭利なもの，血液や体液の入ったもの及び付着したプラスチック類（シリンジ等）である。それぞれ保管の仕方，場所が決まっているので，教員の指示に従うこと。

この他，培養細胞，微生物，昆虫，魚，植物などの個体あるいは組織に由来する廃棄物については，それぞれの担当教員の指示を受けること。