

# 環境学習プログラム

---

## 2 土・水・大気

# ダイオキシン類について

## 1 概要

塩素系プラスチックを燃焼させると猛毒のダイオキシン類が発生します。ダイオキシン類の成分や生成のされ方、毒性などを学習し、どうしたらダイオキシン類を減らすことができるかを考えます。

## 2 ねらい

- ・ ダイオキシン類とはどのようなものか認識をもたせます。
- ・ ダイオキシン類を減らすために、どのような努力がなされているか調べます。
- ・ ダイオキシン類を減らすために、自分たちができることは何かを考えます。

## 3 方法（ワークシート）

### （1）ダイオキシン類について調べます。

成分組成、発生方法、人体への影響、その対策の現状について、本や新聞、インターネットなどで調べます。

### （2）調べたことを発表します。

### （3）発表結果を聞いたあとで、ダイオキシン類を減らすにはどうしたら良いか意見を述べ合います。

（ワークシート）

1 ダイオキシン類とは何だろう。

2 ダイオキシン類は、どのようにして発生するのだろうか。

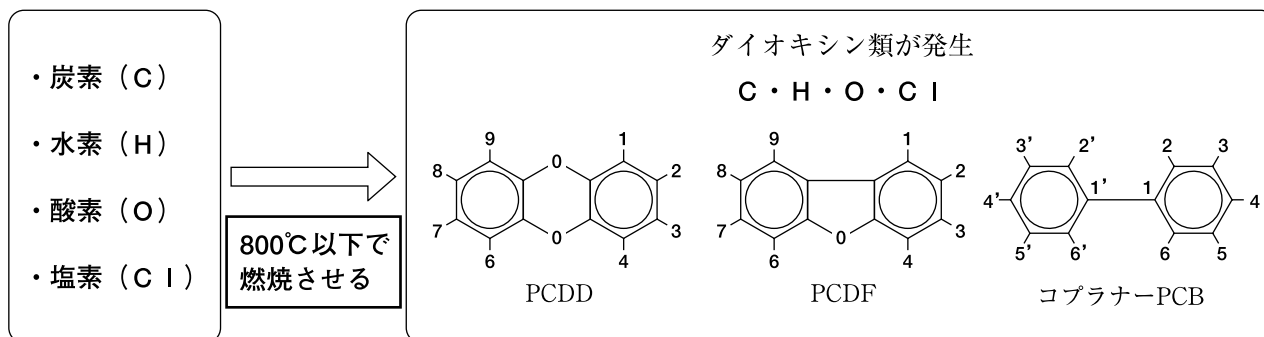
3 ダイオキシン類は、人体にどのような影響を及ぼすのだろうか。

4 現在、ダイオキシン類に対してどのような対策がなされているのだろうか。

5 ダイオキシン類を減らすにはどうしたらいいのだろうか。

参考資料

ダイオキシン類の発生の基本は



- ・ 毒性は人工物質の中で最も強いとされています
- ・ 無色無臭の固体で、ほとんど水に溶けないが、脂肪に溶けやすく、体内に吸収されると体外に排出されにくい。
- ・ 酸やアルカリ、他の化学物質とは反応しにくいですが、紫外線で分解されます。

ダイオキシン類

ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン (PCDD) とポリ塩化ジベンゾフラン (PCDF) 及びコプラナーPCB (Co-PCB) の三種類の化合物群からなるものを総称してダイオキシン類といいます。「人類が生んだ史上最強の毒物」とも言われるくらい強い毒性があり、皮膚障害、内臓障害、がん、奇形児出産の原因になる物質。ベトナム戦争で使用された「枯れ葉剤」にもダイオキシン類が含まれていて、大きな傷跡を残しました。

具体的には、炭素 (C) ・水素 (H) ・酸素 (O) ・塩素 (Cl) などの化合物で、現在、200種類以上がダイオキシンの仲間に入られています。

日本では1999年に「ダイオキシン類対策特別措置法」が成立、翌年施行されました。この法律により、ダイオキシン類の総量規制をかけることができるようになりました。

ゴミ等を低温で燃やすとダイオキシン類が発生する恐れがあります。生ゴミを出すときにも、水分を含んでいるゴミを焼却場で燃やすと、どうしても温度が下がってしまうので、良く乾燥させ、できるだけ水分を抜いて出すことが必要です。

身近にあるダイオキシン類発生源

材 質 名	主 な 商 品 使 用 例	特 徴
ポリ塩化ビニール	ゴム手袋、人形、レインコート、運動靴の底、サンダル、消しゴム、定規、バンドエイド、農業用ビニール（主にビニールハウス用）、靴下、パンスト、毛布、トレーなど様々な容器包装類、透明パッケージ部分等	原価が安い
ポリ塩化ビニリデン	市販のラップ類のほとんど、ハムの密着包装、コンビニ弁当のふた、一部の合成繊維など	酸素や湿気を通しにくく、耐熱性も高い

塩素の有無はバイルシュタインテストという方法で調べられますが、実験にあたっては注意が必要です。

# 河川の無機的な環境の調査

## 1 概要

河川の無機的な環境（川幅、気温、水温、水色、COD、pH、NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>、PO<sub>4</sub>、NH<sub>4</sub>、DO、導電率、透視度、流速など）を測定し、測定地点の特徴を把握するとともに、他の河川との違いについて考察します。

## 2 ねらい

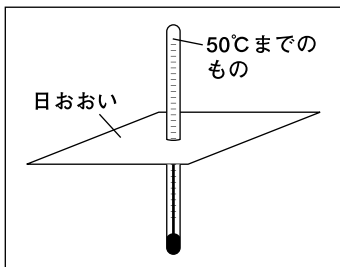
河川の物理的な環境を測定する基本的な手法を体験し、水環境についての関心や理解を深めます。

## 3 準備物

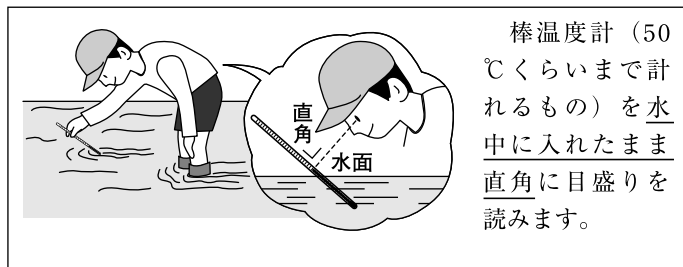
- ・巻き尺、分度器など
- ・アルコール温度計（気温、水温）……各班で2本が望ましい。
- ・パケットテスト（COD、pH、NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>、PO<sub>4</sub>、NH<sub>4</sub>）
- ・透視度計（透視度測定：ペットボトルなどで自作可能）
- ・ストップウォッチ（流速：m/秒）
- ・DO計（溶存酸素量）、導電率計（導電率）

## 4 調査方法

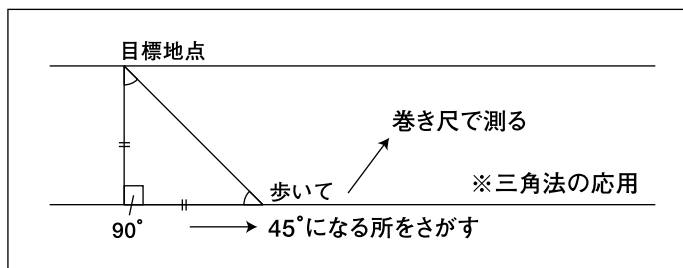
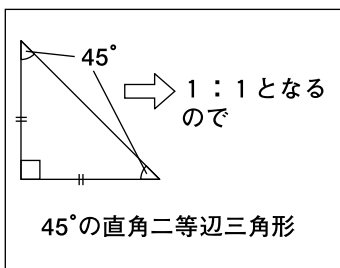
### （1） 気温の測定



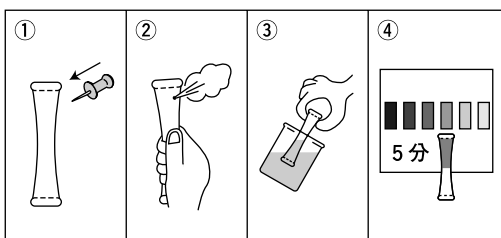
### （2） 水温の測定



### （3） 川幅の測定のしかた

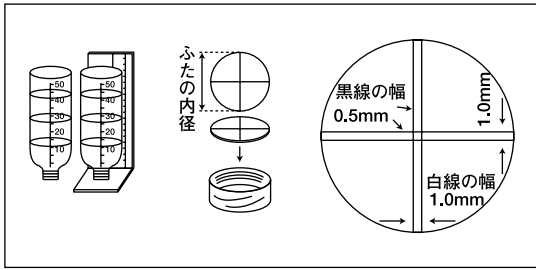


### （4） パケットテストの使い方



パケットテストに小さな穴をあけます。  
 指でつまんで、パックの中の空気をぬきます。  
 そのままの状態（指を離さない）で、パックを水の中に入れます。  
 つまんだ指を離して、パケットテストの半分くらいまで水を入れて、よく振ります。  
 取り扱い説明書のとおり時間をおいて、中の液体の色の変化を、検査シートの標準色と比較し、値を読みます。  
 （水温によって反応時間に差がある場合があります。）

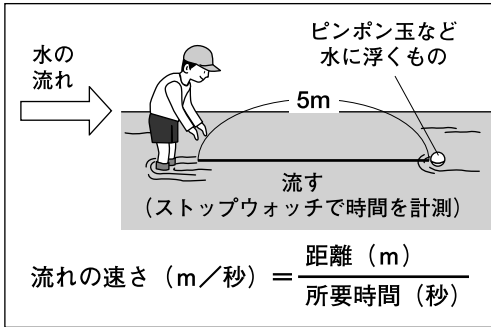
(5) 透視度計の自作



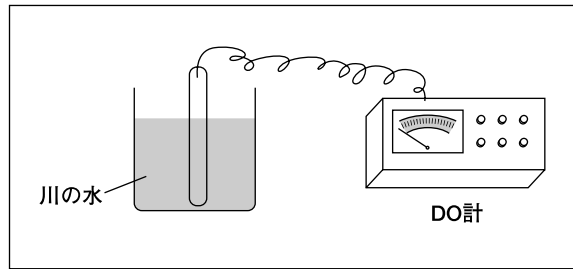
ペットボトル透視度計の作り方。

- ・ふたをはずし、底に図のような線を、細い油性のフェルトペンで書きます。
  - ・ふたをもとにもどします。
  - ・ペットボトルの底を切り取ります。
- 約1mのアクリル筒でも作成可能です。

(6) 流速の測定のしかた



(7) DO (溶存酸素量) や導電率の測定



参考資料

(1) 水質調査記録の例

橋本中学校付近 (紀の川左岸) の水質調査

橋本中学校科学部 (2000~2001)

調査日	時刻	天気	気温	水温	pH	COD (mg/l)	導電率 (μS/cm)	流れ方	備考・その他
2000/4/21	PM 1:00	雨	11.0℃	13.0℃	8.5	20	148	ゆるやか	水生昆虫などがいなかった。
2000/4/28	PM 4:00	曇	17.6℃	15.6℃	7.0	10	169	ゆるやか	アメンボがたくさんいた。
2000/7/17	PM 1:30	快晴	13.3℃	12.1℃	7.5	50	167	少し速い	
2000/7/26	PM 9:00	曇	15.0℃	16.1℃	7.4	50	197	おだやか	
2000/8/30	AM 9:30	曇	12.9℃	14.3℃	7.4	50	200	ゆるやか	水量が多く川底が見えない。
2000/9/21	AM 9:30	曇	16.0℃	14.2℃	7.4	10	198	少し速い	
2001/3/27	AM 9:00	晴れ	14.1℃	12.0℃	6.6	50	137	ゆるやか	
2001/6/18	AM 10:30	曇	27.0℃	22.1℃	7.2	100	172	少し速い	少し濁っていた。

(2) 学校などに持ち帰って測定する場合

柄付ポリカップ (またはバケツなど) で川の水を採水します。

川の水で2~3回すいだポリ広口びんに、採水した水を小分けします。

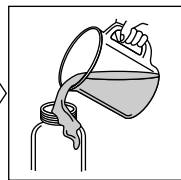
ポリ広口びんの口の所ぎりぎりまで水を入れてふたをし、採集地点を記入します。学校に到着したら、できるだけ早いうちに (新鮮なうちに) 測定します。



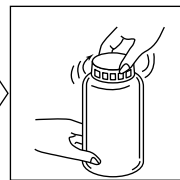
①採水容器 (びん、ポリカップ) を2~3回共洗いをする



②水をくむ



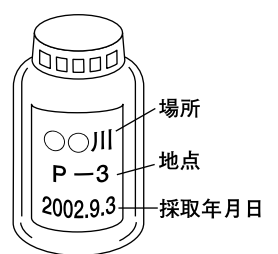
③採水びんにあふれるように水を入れる



④びんのふたをよくしめる



⑤採水びんに必要事項を記入する



記録用紙

各地点ごとの記録用紙

(ワークシート1)

調査した人の名前 (または班名)												
川の名前					採水地点							
調査年月日		年	月	日	時	分	天気	水温	℃	気温	℃	
水 や 川 の 状 態	川において					水量						
	色					流れの様子						
	にごり					ごみの有無						
	川幅					川底の様子						
測定項目					測定値			コメント				
パ ッ ク テ ス ト	pH (水素イオン濃度)											
	COD (化学的酸素要求量)					mg/l						
	NO <sub>2</sub>					mg/l						
	NO <sub>3</sub>					mg/l						
	PO <sub>4</sub>					mg/l						
	NH <sub>4</sub>					mg/l						
	DO (溶存酸素量)					mg/l						
メモ												

集計用紙

(ワークシート2)

地点	採水日	時間	天気	気温	水温	pH	COD	DO	...

<p>【考察】</p>
-------------

# 水生生物から川の汚れを知る

## 1 概要

この方法は、河川に生息する水生生物の調査を通して、水のきれいさの度合いを知ろうとするものです。この方法は、高価な機器を必要とせず、比較的簡単にその河川の水質を把握できる便利な方法です。

## 2 ねらい

- ・ 川の中にも多くの生物が生息していることを理解させます。
- ・ 水のきれいさの違いで種類や数が違うことについて理解させます。
- ・ 水生生物の調査方法とおおまかな分類について、観察を通じて理解させます。

## 3 準備物

- ・ 水生生物の図鑑など（または環境省・国土交通省発行の下敷き）、記録用紙（ワークシート）、筆記用具、ルーペ（虫眼鏡）、ピンセット、目の細かい網、バット、ビニールのふるしき（白色）、バケツ、地図など（学校等に持ち帰って調べる場合：70%エタノール、採取びん）

## 4 方法

### （1） まず、調査する河川を選びます。

水深が30cm前後で流れが速く、川底にこぶし大から頭大の石が多い川を選びます。調査は、岸から少し離れたところで行うのが原則です。

### （2） 調査の時期

各季節ごとに調査することが理想的です。1回しか調査できない場合には、大きな水生昆虫の多い春期（3～5月ころ）が最適です。夏でも可能です。

毎年調査をしようとする場合には、同じ時期に同じ場所で調査をするようあらかじめ決めておくと水質の変化がわかりやすい。

調査の前に雨が降って増水した場合は危険であり、また生物が流されしまっていることがあるので、雨の降る前の状態に戻るのを待って調査をします。

### （3） 調査のための道具

記録用紙：現地では紙ばさみにはさみ、風で飛ばされないようにします。

テキスト：指標生物のカラー写真があるシートなど。

筆記用具：できるだけ「えんぴつ」を使います。

ルーペ：倍率は低くても見やすいものを使います。

ピンセット：先が細いものがよい。安全に注意。

バット：底が白くて平らなバットが便利。  
浅くて口の広い容器で代用可能。

受け網：1～2mm程度の目の布網を2本の棒の間に張ったもの（目が同じ程度であれば家庭用のザル、園芸用のふるい、釣り用の手網でも代用できます。）

長ぐつ：素足で川に入ることは危険なので必ず長ぐつをはきます。

ゴム手袋：家庭用のビニール製手袋で十分間に合います。汚れた川では必ず使うように心がけます。

温度計：棒状温度計などを使います。河原で落として割らないように注意してください。

バケツ：石や礫を運搬するのに便利。

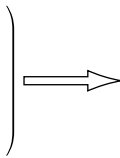
ビニールの白い風呂敷：

採取した石や礫を、ひろげた風呂敷の上において生物を採取すると、落ちた生物が風呂敷上に残って取り残しを防ぐことができます。

その他：採取した生物を保存しておきたい場合には、70%エタノールを詰めたビンを持っていき、その中に虫を入れます。

## 集計用紙（ワークシート）の記入方法

- 1 調査場所：河川名、地点名など
- 2 天気：晴れ、曇、雨などを記入（晴れ：雲量8まで、曇：雲量9～10、雨：雲量に関係なし）
- 3 気温、水温
- 4 川幅
- 5 生物を採取した場所
- 6 流れの速さ
- 7 調査結果の記録



前プログラム「河川の無機的な環境の調査」参照

(1) 指標生物が見つかったら、それぞれの欄に 印を記入します。

(2) 数が多かった上位2種類には 印をつけます。

### 8 水質階級の判定

(1) 印と 印の個数を記入します。

(2) 印の個数を記入します。

(3) 印と 印の合計を記入します。

(4) (3)の合計が多いものをその地点の水質階級とします。

(水質階級が同じ数字になった場合は、水質階級を示すローマ数字の小さい方をその地点の水質階級とします。)

## よく見かける水生昆虫

### カゲロウ類の幼虫

(あしのはきは1本、えらは腹の横にふさ状または葉状につく。尾は2本または3本)



### カワゲラ類の幼虫

(つめは2本、えらはふさ状か指状で、あしのはつけ根や肛門、あごの下などにある。尾は2本、前胸・中胸・後胸の区別が明瞭)



### トビケラ類の幼虫



### ヘビトンボ類の幼虫





# 集計用紙

(ワークシート)

調査者名 \_\_\_\_\_

調査場所										
年 月 日 時ごろ		. . ( : )		. . ( : )						
天気										
気温			℃					℃		
水温			℃					℃		
川幅			m					m		
生物を採取した場所		平瀬・早瀬・淵・その他		平瀬・早瀬・淵・その他						
生物採取場所の水深			cm					cm		
流れの速さ			m/秒					m/秒		
川底の状態										
水にごり、におい、その他										
魚、水草、鳥、その他の生物										
水質		指標生物	見つかった指標生物の欄に○印、数が多かった上位から2種類(最大3種類)に●印をつける。							
きれいな水	水質階級Ⅰ	1 アミカ								
		2 ウズムシ								
		3 カワゲラ								
		4 サワガニ								
		5 ナガレトビケラ								
		6 ヒラタカゲロウ								
		7 ブユ								
		8 ヘビトンボ								
		9 ヤマトビケラ								
少しきかない水	水質階級Ⅱ	1 イシマキガイ								
		2 オオシマトビケラ								
		3 カワニナ								
		4 ゲンジボタル								
		5 コオニヤンマ								
		6 コガタシマトビケラ								
		7 スジエビ								
		8 ヒラタドロムシ								
		9 ヤマトシジミ								
きたない水	水質階級Ⅲ	1 イソコツブムシ								
		2 タイコウチ								
		3 タニシ								
		4 ニホンドロソコエビ								
		5 ヒル								
		6 ミズカマキリ								
		7 ミズムシ								
大変きたない水	水質階級Ⅳ	1 アメリカザリガニ								
		2 エラミミズ								
		3 サカマキガイ								
		4 セスジユスリカ								
		5 チョウバエ								
水質階級の判定	水質階級		I	II	III	IV	I	II	III	IV
	1 ○印と●印の個数									
	2 ●印の個数									
	3 合計(1欄+2欄)									
その地点の水質階級										

# 集計用紙の記入例

調査者名 溝本 政行

調査場所		花園村新子				橋本川河口				
年月日時ごろ		2004・07・17 (16:15)				2004・07・19 (09:00)				
天気		晴れ				晴れ (雲量 8)				
気温						℃ 30.9℃				
水						℃ 25.2℃				
川幅						m 8.8m				
生物を採取した場所		平瀬・早瀬・淵・その他				平瀬・早瀬・淵・その他				
生物採取場所の水深						cm 50cm				
流れの速さ						m/秒 0.3m/秒				
川底の状態		小石+石				小石+砂 (底質不安定)				
水のごり、におい、その他						澄んでいた				
魚、水草、鳥、その他の生物						アオサギ、オオブタクサ				
水質		指標生物		見つかった指標生物の欄に○印、数が多かった上位から2種類 (最大3種類) に●印をつける。						
きれいな水	水質階級 I	1	アミカ							
		2	ウズムシ							
		3	カワゲラ	● (6)						
		4	サワガニ	○ (1)						
		5	ナガレトビケラ	○ (2)						
		6	ヒラタカゲロウ	● (8)						
		7	ブユ							
		8	ヘビトンボ	○ (1)						
		9	ヤマトビケラ							
少しきたない水	水質階級 II	1	イシマキガイ							
		2	オオシマトビケラ							
		3	カワニナ							
		4	ゲンジボタル							
		5	コオニヤンマ							
		6	コガタシマトビケラ					● (3)		
		7	スジエビ							
		8	ヒラタドロムシ							
		9	ヤマトシジミ							
きたない水	水質階級 III	1	イソコツブムシ							
		2	タイコウチ							
		3	タニシ							
		4	ニホンドロソコエビ							
		5	ヒル	○ (1)				○ (1)		
		6	ミズカマキリ							
		7	ミズムシ							
大変きたない水	水質階級 IV	1	アメリカザリガニ							
		2	エラミミズ							
		3	サカマキガイ							
		4	セスジユスリカ							
		5	チョウバエ							
水質階級の判定	水質階級		I	II	III	IV	I	II	III	IV
	1	○印と●印の個数	5		1			1	1	
	2	●印の個数	2					1		
	3	合計 (1欄+2欄)	7		1			2	1	
その地点の水質階級		I				II				

# 砂浜に生息する貝類（アサリなど）のはたらきを調べよう

## 1 概要

アサリなどの干潟に生息する貝類を使って、濁った水を浄化するはたらきを観察し、干潟生物の浄化作用について認識を深めます。

## 2 ねらい

- ・ 観察や実験を通して、干潟の貝類が水質維持に果している役割を学習します。
- ・ 生態系としての干潟全体のはたらきについて考えます。

## 3 方法

### (1) 調査時期

潮干狩りのシーズンに合わせると合理的です。

実験室で行う場合は、材料が入手できればいつでも可能です。

### (2) 調査の手順

#### モデル水の準備

海水200mlに対し、米のとぎ汁約10mlを加えて濁らせます。

(モデル水の量が多いと浄化されるまでに時間がかかります。)

#### アサリの作用実験

ア 透明な容器（ビーカーでも可能）を2つ用意し、それぞれに100mlずつのモデル水をセットします。

イ 片方の容器に元気なアサリを2～3個入れます。

ウ 時間ごとに変化を観察して、記録します。

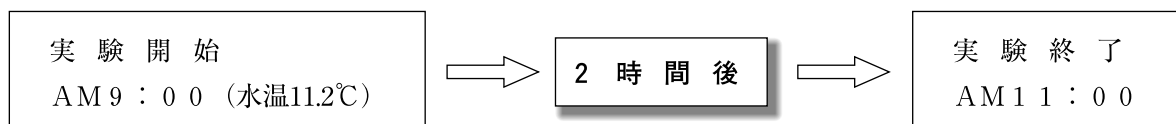
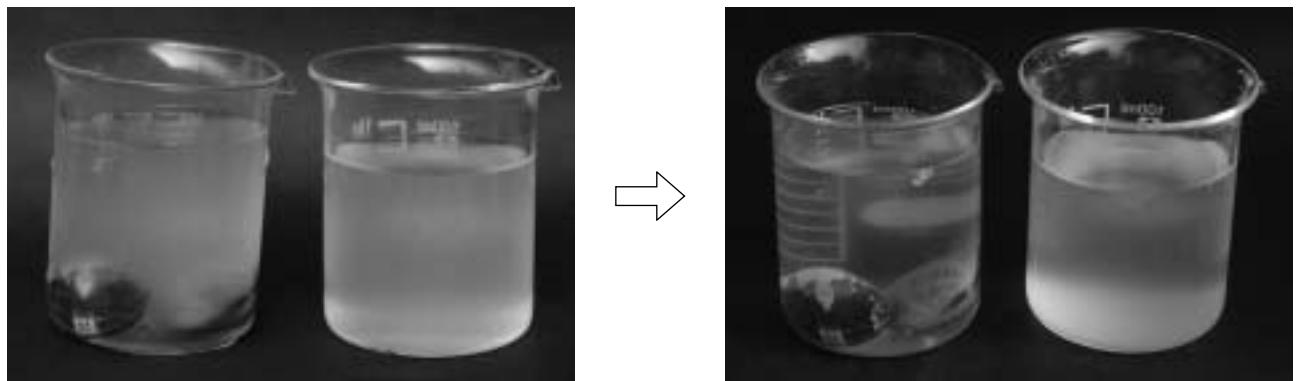
(水温やアサリの活発さの違いなどにより、変化が異なります。)

## 4 結果の判定および考察

(1) 両方の容器を比べ、どのような変化が見られたか確認します。

(2) どのような仕組みでその結果が得られたのか考察します。

(3) この仕組みが干潟でどのような役割を果たしているのか考察します。



## アサリによる水質浄化実験

(ワークシート1)

年 月 日		時刻 ( : ~ : )	
気温 °C	水温 °C		
アサリを入れる前の状態	1時間後の状態	2時間後の状態	
※ わかったこと			
※ アサリなどの生き物の役割について簡単にまとめよう。			

やってみよう(どこから来てどこへ行くのか)

学習したことをもとに、アサリを中心としたつながりについて、まとめてみよう。

(ワークシート2)

### 使うことば

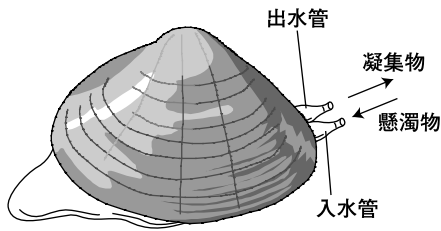
植物プランクトン、デトリタス(水底に溜まった細かい有機物)、アサリ、糞(ふん)、ヒト、鳥、ゴカイ、光、透明度

## 参考資料

### (1) アサリの効果

アサリは多くの海水を浄化する能力をもっています。実際に行った実験では、1時間半程度（海水温15℃）で、透明な海水に戻りました。この方法は簡易な方法ですが、アサリの浄化能力について、目で見て確認できる実験であると思われます。

### (2) アサリの浄化作用について



干潟の底生動物を支えている餌は、有機物の粒子に微生物が付着したデトリタスや底生の藻類、そして植物プランクトンです。これらのなかで、植物プランクトンやデトリタスを摂取する生き物を懸濁物食者といいます。アサリはこの懸濁物食者に位置づけられています。

図のように、まず入水管から水中の懸濁物を取り込み、えらで取り込む餌とそうでないものを選別し、餌として取り込んだものを消化器管へ送り消化します。そうでないものは、粘液で固めて出水管を通して排泄します。

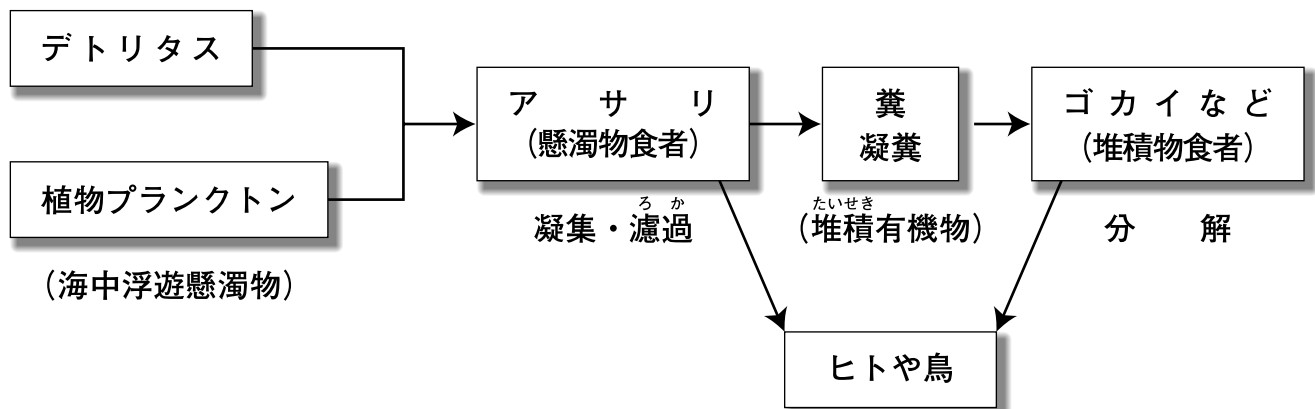
懸濁物食者が、懸濁物を消費することは、海水の透明度を維持し、水中への光の透過を高めるだけでなく、富栄養化を防ぐ重要な役割をもっています。さらに、アサリが凝糞として排出する過剰な有機物は、ほかの底生生物やバクテリアなどの餌となります。つまり、アサリは、懸濁物を底生生物などが利用しやすい形に変えるはたらきをもつといえます。

また、アサリそのものも、人によって採取されたり、シギ・チドリ・サギ類などの野鳥によって捕食されたりします。このことによっても海水中の有機物が取り除かれ、干潟が浄化されることとなります。

本来、アサリは水中のプランクトンなどを餌として取り込んでいます。そのため、米のとぎ汁の場合は、そのほとんどが餌としては取り込まれず凝集され、凝糞として排出されます。つまり、この実験では、干潟におけるアサリの凝集能力による浄水効果を確認することができます。

実際に、植物プランクトンなどの有機物の豊富な海水で、アサリを用いて実験してみると、さらに興味深い結果が得られると考えられます。

### (3) アサリを取り巻く生態系（食物や排出物の流れの模式図）



# みそ汁のCOD（化学的酸素要求量）を調べるには

## 1 概要

ジュースやみそ汁などをそのまま流した場合、どのくらい水環境に影響を与えるのか、パックテスト（COD）を使って調べます。この結果から、1杯のみそ汁を魚が住めるCOD値にもどすには何杯のきれいな水が必要か、簡単な計算によって調べることができます。同様に、他の飲み物についても調べてみましょう。

## 2 ねらい

- ・ いろいろな飲み物などのCOD値を調べ、台所からの排水がどれくらい水を汚しているか実験をおして学習します。
- ・ このことから、水をできるだけ汚さない方法について考えてみます。

## 3 準備物

みそ汁、パックテスト（COD：0～100mg/l用） 時計（ストップウォッチ） 棒温度計、ろうと、ろ紙（コーヒー用のフィルター等でも可能） メスシリンダー、メススポイト（1ml、10ml）、ピーカー、蒸留水

## 4 方法



(1) みそ汁のCODを求めてみましょう。

みそ汁をろ過します。

の液をメススポイトを使って1ml取り、100mlのメスシリンダーに移し、これに蒸留水を加えて、全体で100mlにします。（これで100倍に希釈したことになります。）

- 1 の液をパックテスト（COD）で測定します。（パックテストは水温によって反応時間が違うので測定前に水温をはかっておきます。）

- 2 - 1で、もしパックテストの測定可能範囲を超えた場合は、残っているの液（100倍希釈液）をメススポイトで10ml取り、100mlのメスシリンダーに移して、蒸留水を加えて全体で100mlにします。（この場合、みそ汁は $100 \times 10 = 1,000$ 倍に希釈されたことになります。）

- 1で値が確定した場合は、得られた値を100倍するとみそ汁のCOD値となります。

（ - 2で値が確定した場合は、得られた値を1,000倍するとみそ汁のCOD値となります。）

(2) (1)で求めたみそ汁のCOD値を、魚が住めるCOD値（5mg/l）にうすめるためには、何倍に希釈する必要があるかを計算します。（参考：「計算のしかた」）

(3) 同様の方法で、他のもののCOD値もはかってみましょう。

(4) 家庭でできることは何か考えてみましょう。

## CODの値を測定してみよう

(ワークシート1)

品名	希釈倍率	希釈時のCOD (mg/ℓ)	原液のCOD (mg/ℓ)
ミルクティー			
みそ汁			
砂糖			
紅茶			
缶コーヒー			
緑茶			
清涼飲料水			
スポーツドリンク			
米のとぎ汁 (1回)			
米のとぎ汁 (3~4回)			
吸い物 (松茸風味など)			
レモン (しぼり汁)			

## 考えてみよう

(ワークシート2)

みそ汁などをそのまま排水に流すとどうなるだろう。
改善策は？

### 参考資料

#### 測定結果の生かし方

多くの家庭では、食べ残したみそ汁をそのまま台所で流しています。都市であれば下水道を通り終末処理場へ、場所によってはそのまま河川あるいは海に流されています。低酸素に強いコイやフナなどが生きられる限界のCODの濃度は、5mg/l以下といわれています。

よく図表やデータで紹介されていますが、1杯のみそ汁を魚が住めるCODにするためには、何杯のきれいな水が必要か、自分で調べてみるのも水環境について理解を深める方法のひとつです。

## 計算のしかた

例1 みそ汁のCOD値が1万mg/l (= ppm) の場合、魚が住めるCOD値である5 mg/lにするには何倍に希釈する必要があるか。

$$10,000 \div 5 = 2,000 \quad 2,000\text{倍に希釈する必要があります。}$$

例2 例1のみそ汁が入ったお碗1杯(200ml)を魚が住めるCOD値である5 mg/lにするには、きれいな水がどれくらい必要か。

$$0.2 \times 2,000 = 400 \quad 400\text{リットルが必要です。}$$

(風呂桶に2杯分ぐらいのきれいな水が必要)

## 家庭でできること(例)

油は使い切る：食用油は工夫してできるだけ使い切ります。

残った廃油で手作り石けんをつくることも可能です。

油は流さない：回収のルートがあれば回収します。

凝固剤で固めてから燃えるゴミで出します。

油で汚れた食器は紙で拭き取ってから洗います。

生ゴミを流さない：台所の排水は三角コーナーなどでろ過します。

エコクッキング：なにより作りすぎないことが原則です。

生ごみの堆肥化にも挑戦してみましょう。

## CODとBOD

CODはChemical Oxygen Demand(化学的酸素要求量)の略で、酸化剤の酸素の消費量で表したものです。(単位：mg/l)

これに対して、BODはBiochemical Oxygen Demand(生物化学的酸素要求量)の略で、微生物を使って消費した酸素の量で表したものです。CODの測定方法とは違って簡単には測定できません。(測定する水を密閉容器に入れ、20℃で5日間恒温器で保存し、初日と5日後の溶存酸素量の差を表したものです。単位：mg/l)

## 測定結果の例

品名	希釈倍率	希釈時のCOD (mg/l)	原液のCOD (mg/l)
みそ汁	100	50	5,000
ミルクティー	1,000	20	20,000
米のとぎ汁(1回)	100	10	1,000
米のとぎ汁(5回)	10	10	100
吸い物(松茸風味)	10	20	200
レモン(しぼり汁)	1,000	13	13,000
ソース	100	—	測定不可
アルカリイオン水	1,000	50	50,000



# だれが水をきれいにしているのでしょうか

## 1 概要

- ・ 下水処理場のしくみを図で理解します。
- ・ 自分達の身のまわりの水中の微生物を観察します。

## 2 ねらい

- ・ 下水の処理のしくみを理解させます。
- ・ 近代的な下水処理場でも、身のまわりの水の中にある微生物のはたらきにより、水が浄化されていることを理解し、微生物の力の大きさを認識させます。
- ・ 身のまわりの水の中にどのような微生物がいるか観察します。(子どもたちは理科の時間に、水の中の小さな生物の観察をしています。これらが下水処理場における水の浄化に大きな役割を果たしていることを認識させるために、観察させます。)
- ・ 微生物のはたらきとあわせて、水質を守るために自分達に何ができるか考えさせます。

## 3 方法

(1) 下水処理場のしくみを図で理解します。

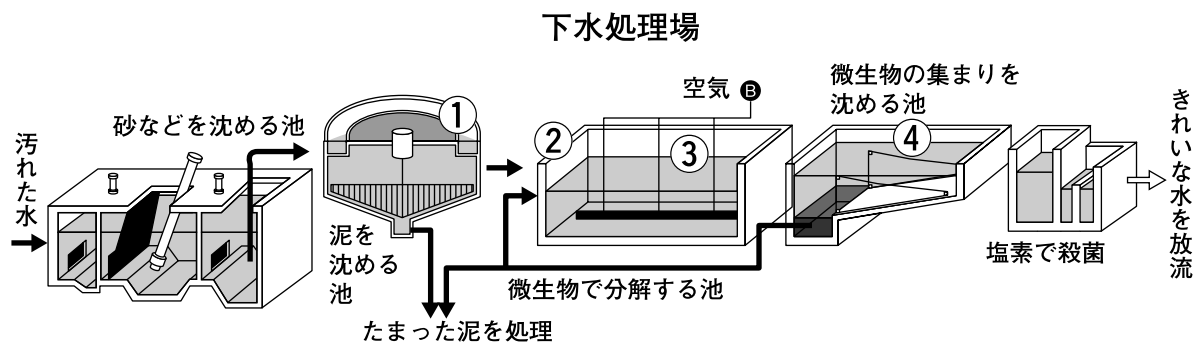
で、砂や泥を除いた下水を、

で、微生物の混じった泥と混ぜ合わせ、

で、空気を入れて微生物のはたらきを活発にして、下水の汚れを分解し、

で、微生物の混じった泥を沈ませて、殺菌して河川に放流します。

- ・ 下水処理場をつくるには、多額の資金と、長い時間、広い場所、多くの人々の理解と協力が必要です。
- ・ 微生物のはたらきによって水がきれいになります。微生物が水の中の汚れを食べてくれるのです。
- ・ 下水処理場の微生物のはたらきには限界があります。私たちは、微生物に無理をさせないようにしなければなりません。



( 2 ) 下水処理について自分達でも調べてみよう。

どんなことがわかったかな。

( 3 ) 下水処理場の微生物のはたらきを考えたうえで、水質を守るために自分達ができることを考えてみよう。

( 4 ) 身近な微生物を観察してみよう。

- ・ 理科の教科書などを使って、方法を調べ観察してみよう。
- ・ どんな微生物が見つかったかな。教科書、百科辞典、資料集等で名前などを調べてみよう。

スケッチしてみよう。今までに見たことがある微生物の他に何か見つかったかな。

# 大気汚染の現状を把握しよう

～マツの葉の気孔の観察を通して～

## 1 概要

大気汚染物質の一つに空気中を漂う粒子状の物質があり、このような物質の発生源としては、自動車の排気ガスなど人間の活動に起因するものと、風による土壌粒子の舞い上がりなど自然現象に起因するものとが考えられます。マツの葉の気孔は空気の汚れがたまりやすいので、この汚れ具合を顕微鏡などで観察することにより、大気汚染（空気のごれ具合）を把握することができます。

## 2 ねらい

マツの葉の気孔の汚れ具合を、顕微鏡を使って観察することによって大気汚染の現状を把握します。

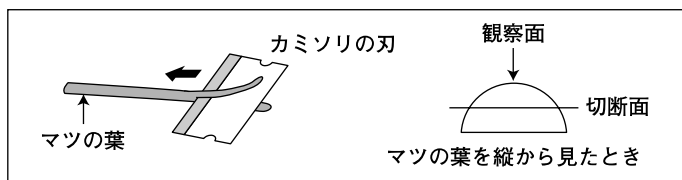
## 3 準備物

- マツの葉（クロマツ・アカマツ）：公園、道路付近、校庭などいろいろな場所から採取してきたもの。
- 顕微鏡、スライドガラス、セロハンテープ、顕微鏡照明装置や蛍光灯（LED照明装置）
- カミソリの刃、スライドガラス

## 4 方法



- (1) できるだけ多くの地点でマツの葉（1年あまり経った葉）を採取します。
- (2) カミソリの葉で、葉の表面（丸くふくれた部分）をうすく切ります。
- (3) スライドガラスに丸い部分が上になるようにおき、セロハンテープで貼り付けます。
- (4) (3)を顕微鏡のステージにのせて、100倍程度で観察します。  
(顕微鏡照明装置などで、上から照明をしたほうが観察しやすい。)



マツの葉の切断



マツの葉の観察

- (5) 調べた気孔数 = A

汚れた（ゴミが詰まっている）気孔数 = B を数えます。

(先にデジタルカメラ等で撮影しておいて、あとでゆっくり読み取るという方法もあります。)

- (6) 汚染度（詰まっている比率： $B \div A \times 100$  (%)）を計算します。

## 5 記録用紙に次のことを調べ、記入します。

- ・ 生えていた場所：
- ・ 調べた気孔数 A：
- ・ 汚れた気孔数 B：
- ・ 汚染度〔 $B \div A \times 100$ 〕の値：

気孔のつまりぐあい	状態
	つまっている
	つまっていない

気孔の状態（例）

$$\text{汚染度 (\%)} = \frac{\text{汚れた気孔数}}{\text{調べた気孔数}} \times 100$$

## 観察結果の例

2004.5.9

- ・ 樹 種：クロマツの葉（2年目）
- ・ 場 所：和歌山城の北西
- ・ Aの数：23個、Bの数：2個
- ・ 汚染度 =  $2 \div 23 \times 100 = 8.7(\%)$

2004.5.9

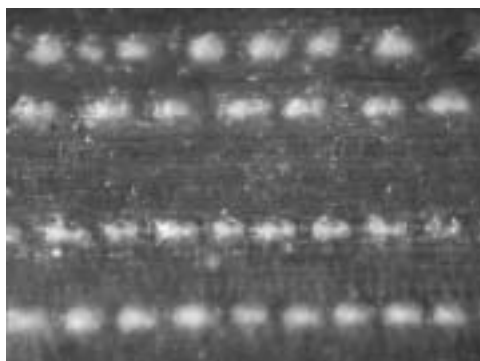
- ・ 樹 種：クロマツの葉（2年目）
- ・ 場 所：和歌山城の南東
- ・ Aの数：31個、Bの数：12個
- ・ 汚染度 =  $12 \div 31 \times 100 = 38.7(\%)$

### マツを選ぶ理由

マツは生徒にとって最も身近な存在であり、簡単に識別することができます。和歌山県に自生する主なマツは、クロマツとアカマツ（標高が高い所ではヒメコマツなど）があげられます。葉が比較的かたくて丈夫なクロマツは、海岸地方に多く見られ、防風林としてよく利用されています。内陸部に多く見られるアカマツは、生長すると樹皮が赤褐色になります。キノコのなかまのマツタケが生えることでも多く知られている針葉樹です。

### マツの気孔

植物の気孔は酸素や二酸化炭素の出入り口であり、植物体内で蒸気となった気体（水蒸気など）が出て行く所でもあります。マツの葉の気孔には他の高等植物と違って開閉可能な孔辺細胞がなく、葉の気孔が陥没しているため、特に粒状物質が付着しやすい構造になっています。



きれいなマツの葉



汚れたマツの葉

### マツの葉を用いる理由

大気汚染の状態を調べる方法には、空気中に含まれる粒子状物質の量を直接調べる方法と、粒子状物質の付着しやすい植物の葉を指標とする方法があります。

マツは最も身近な植物のひとつでもあり、採集が容易であるとともに、気孔が規則正しく列状をなしているため、とても観察しやすいものです。このように、マツの葉の気孔の観察による大気汚染の調査法は、具体的な事物に触れ、大気汚染の状況を体験的に実感できるという点で有効な方法です。



# 検知管式気体測定器で大気を調べてみよう

## 1 概要

検知管式気体測定器は、気体検知器と気体検知管を組み合わせで気体濃度を測定する器具です。これを使っていろいろな種類の気体の濃度を測定する手法を習得します。



気体検知器(上)と気体検知管(下)

## 2 ねらい

- ・ 検知管式気体測定器を使って、地球温暖化の原因である二酸化炭素の濃度や、酸性雨などの原因ともなる二酸化窒素や二酸化硫黄などの有害物質の濃度を調べます。
- ・ 測定場所を変えて測定し、それぞれの測定値を比較することによって、身のまわりの大気の成分や濃度についての理解を深めます。

## 3 方法

- (1) 気体検知器と測定する目的に応じた気体検知管を用意します。  
(気体検知管の種類と濃度範囲から最適なものを準備します。)

(例)

気体検知管の種類について

酸素、一酸化炭素、アンモニア、硫化水素、二酸化硫黄、塩素、窒素酸化物、ホルムアルデヒドなど多様なものが用意されています。

二酸化炭素用の検知管の種類について

100～2,000ppm、300～5,000ppm、0.13～6.0%

0.5～20%、1～10% などがあります。

- (2) 基準吸引回数、1回の吸引量(50mlまたは100ml)や吸引時間および2本つなぎが必要な場合は、連結順序を確認しておきます。
- (3) 正確さが要求される場合は、温度・湿度または気圧の補正が必要な場合があります。この場合は、測定環境の温度・湿度又は気圧を併せて測定しておきます。
- (4) 干渉ガスが存在する場合は、その濃度で気体検知管に影響を及ぼすかどうかを調べておきます。
- (5) 二酸化炭素の濃度を測定する場合の例  
二酸化炭素用の気体検知管を用意します。  
濃度に応じていろいろな種類が用意されているので、使い分けが必要です。  
気体検知器に気体検知管を差し込み、二酸化炭素の濃度を調べます。

## 参考資料

気体検知器・気体検知管

気体検知器は、気体検知管を差し込んで使います。気体検知管には、酸素、二酸化炭素、水蒸気、窒素酸化物など多くの種類のものが用意されています。また、同じ種類の気体であっても測定可能な濃度の幅によって多様な検知管が用意されています。

## 気体検知管の廃棄方法

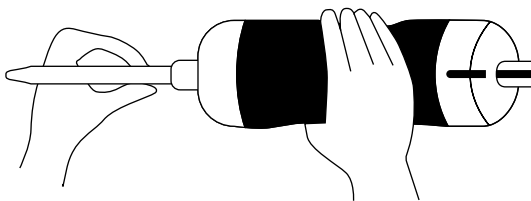
使い終わった気体検知管または期限切れのものを廃棄するときは、「廃棄物の処理および清掃に関する法律」に従って処理する必要があります。なかには、法律で指定している有害産業廃棄物が含まれる場合があるので、気体検知管個々の取り扱い説明書の表示により処分してください。

## 気体検知器の使い方

### 1 検知管をセットします。

まず、測定したい気体の検知管を用意します。

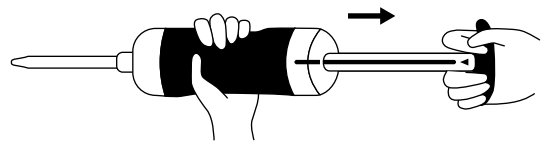
採取器のチップブレイカーまたはチップホルダ（オプション）で両端をカットし、検知管はGマークの先の先を気体採取器に向け、インレットゴムに差込みます



### 2 一気にハンドルを引き、固定します。

測定場所でハンドルを一気に引きます。

そのまま固定し、吸引時間の経過を待ちます。



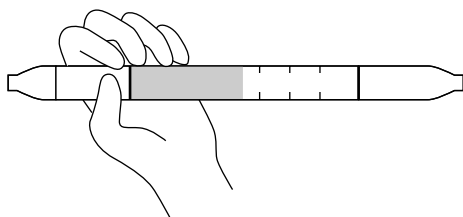
### 3 目盛りを読みとります。

吸引後、検知管に鮮やかな反応色が現れます。

測定時間（読取までの時間）の経過後、変色層の先端の目盛りを読み取ります。

その数値がそのまま正確な気体の濃度です。

変色域がななめになっているときは、その中間値を読みとります。



検知管は場合によって発熱する場合がありますので注意してください。

### 4 測定値を忘れないうちに、できるだけ速やかに記録しておきます。

#### 濃度の表し方（%とppmの関係について）

参考：ppm = parts per million 「100万分の1の単位」

100% = 1,000,000ppm

1% = 10,000ppm

0.1% = 1,000ppm

# 自動車の排気ガスを調べてみよう

## 1 概要

- ・ 車の排気ガスをビニール袋などを使って採取し、含まれている物質を調べます。
- ・ 交通量の多い交差点などに出かけ、同じように調査を行います。

## 2 ねらい

- ・ 化石燃料などを燃やすと、環境に良くない物質ができることを車の排気ガスの成分を調べることでより確かめます。
- ・ 排気ガス中に含まれる有害物質（一酸化炭素や窒素酸化物、硫黄酸化物、浮遊粒子状物質など）が、環境に対してどのような害があるか認識を深めます。

## 3 準備物

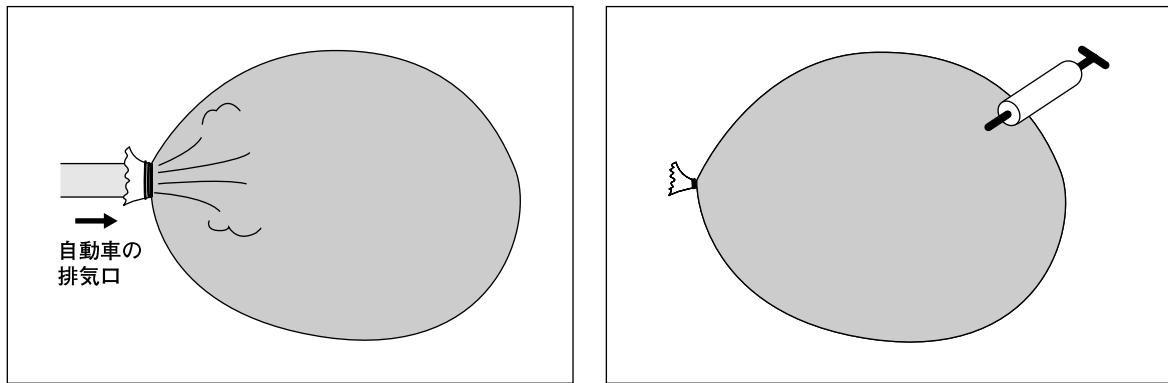
気体検知器、気体検知管（一酸化炭素、二酸化炭素、窒素酸化物、炭化水素）  
大きめのビニール袋、ホース、ガムテープ

## 4 方法

### （１） 自動車の排気ガスの測定

自動車の排気ガスをビニール袋に充満させ、袋の口を閉じて持ち帰ります。

気体検知器に気体検知管（二酸化炭素、一酸化炭素、窒素酸化物、炭化水素）をそれぞれセットし、採取したビニール袋内に差し込んで一定時間・一定量を吸引します。（下図参照）



### （２） 交通量の多い交差点などでの測定

交通量の多い交差点に出かけ、ビニール袋にその場所の空気を充満させ、袋の口を閉じて測定場所に持ち帰ります。（採取場所や日時等の記録を忘れないようにメモしておきましょう。）

検知器に検知管をセットし、そのまま差し込んで測定します。

測定が終わったら、できるだけ速やかに記録用紙に必要事項を記入しておきます。



記録用紙（気体検知管による測定結果）

（ワークシート）

日 時	項目（場所など）	二酸化炭素	一酸化炭素	窒素酸化物	炭化水素

※ 単位はppm

参考資料

- （１） 自動車の排気ガス中に含まれる有害物質の例  
 （ 一酸化炭素（CO）、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、炭化水素（HC）  
 浮遊粒子状物質（SPM）、ベンゼン等
- （２） いろいろな場所での気体濃度測定結果

日時：2004.9.1. 11：30 場所：和歌山県庁（室内） 気温：28.2℃

	1回の吸引量 (ml)	吸引回数	係数	検知管示度	濃度 (ppm)
二酸化炭素	50	1	1	2,300ppm	2,300
一酸化炭素	100	1	1	0	検出されず
窒素酸化物	100	8	1 / 8	0	検出されず
炭化水素	100	2	1 / 2	0	検出されず

日時：2004.9.1. 12：30 場所：和歌山城の南西交差点 気温：32.1℃

	1回の吸引量 (ml)	吸引回数	係数	検知管示度	濃度 (ppm)
二酸化炭素	50	1	1	900	900
一酸化炭素	100	1	1	0	検出されず
窒素酸化物	100	8	1 / 8	0.23	0.029
炭化水素	100	2	1 / 2	0.02%	0.01% (100ppm)

濃度の表し方

参考：ppm = parts per million 「100万分の1の単位」

100% = 1,000,000ppm

1% = 10,000ppm

0.1% = 1,000ppm

# 大気中の二酸化炭素濃度の測定

## 1 概要

地球の大気は、主に窒素（約78%）、酸素（約21%）、アルゴン（約0.9%）で構成されています。その中にわずかではありますが、二酸化炭素やメタンなどの「温室効果ガス」も含まれています。特に、二酸化炭素は通常0.03%（300ppm）程度存在しますが、石油・石炭などの化石燃料の燃焼によってこの濃度がさらに高くなると、地球温暖化が促進されると考えられています。

二酸化炭素の濃度は、気体検知器に気体検知管をつけて測定することができます。

## 2 ねらい

- ・ 検知管式気体測定器の使い方を習得し、いろいろな条件や場所での二酸化炭素濃度を測定します。
- ・ 身近な場所での二酸化炭素の発生源について理解を深めます。

## 3 準備物

気体検知器、気体検知管（二酸化炭素用で測定対象の濃度範囲に対応したもの）、  
ビニール袋、記録用紙

## 4 方法

- （1） 気体検知器に気体検知管（二酸化炭素測定用）をセットします。
- （2） 場所を変えて測定します。（ワークシート1）
- （3） 時刻を変えて測定します。（ワークシート1）
- （4） 車の排気ガスの濃度を測定します。（ワークシート2）
- （5） ヒトのはく息の二酸化炭素の濃度を測定します。（ワークシート2）
- （6） 室内での測定（登校時の最初の授業前、昼休み、下校直前、夏、冬、その他）  
（ワークシート2）

## 5 結果のまとめ方

測定した結果を一覧表にまとめて、二酸化炭素濃度の違いの原因について考えます。

場所や時刻による二酸化炭素濃度の違い

（ワークシート1）

場 所	年 月 日	時 刻	地上高 (m)	濃度 (ppm)	備 考

## 二酸化炭素濃度の測定

(ワークシート2)

内 容	年 月 日	時 刻	濃 度 (ppm)	備 考
ガソリン車の排気ガス				
ディーゼル車の排気ガス				
ヒトのはく息				
外気 ( )				
室内 ( )				
教室内 (登校直後)				
教室内 (昼休み)				
教室内 (授業終了直後)				

### 二酸化炭素の濃度を測定してわかったこと

#### 参考資料

##### 二酸化炭素濃度の測定結果の例

場所または内容	年 月 日	時 刻	濃 度
和歌山県庁中庭	2004.7.16.	11:30	400ppm
和歌山県庁北別館と本館の間	2004.8.9.	12:44	400ppm
和歌山城南西交差点	2004.9.1.	12:30	900ppm
和歌山県庁環境生活総務課内(夕方)	2004.9.2.	16:38	1,900ppm
和歌山県庁環境生活総務課内(昼)	2004.8.9.	12:40	2,600ppm
ヒトの呼気	2005.1.5.	14:43	2.5% (25,000ppm)
単車の排気ガス	2004.7.16.	11:30	5.2% (52,000ppm)

# 大気中の二酸化窒素濃度の測定

～比色法～

## 1 概要

二酸化窒素は、ものが燃えて高温になったときに、空気中の酸素と結合して一酸化窒素とともに発生します。この気体は、大気中で化学変化によって強い酸化力をもつ硝酸などになって、酸性雨や大気汚染の原因となり、地球上のすべての生命にとって悪影響を及ぼします。また、人がこの気体を吸いこむと気管支炎やぜんそくの原因となります。二酸化窒素は、車の排気ガスなどから多く発生するため、この濃度を測定することによって交通量など多い少ないを判断する目安とすることができます。

## 2 ねらい

- ・ いろいろな場所で二酸化窒素濃度を測定し、発生源について推察します。
- ・ 観測を通して身近な空気の大切さについて再認識させます。

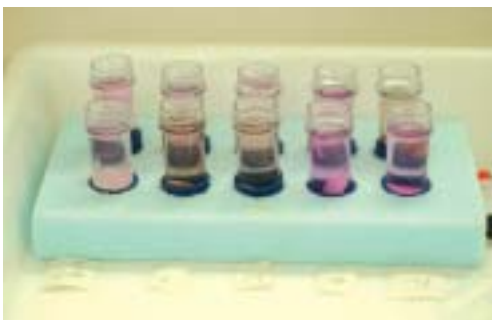
## 3 準備物

二酸化窒素測定キット、比色計（エコアナライザー、ユニメーターなど）

## 4 方法



設置したカプセル



ザルツマン試薬を加え、発色させます



エコアナライザーで液体を吸引し、値 (ppm) を読み取ります。

- (1) 二酸化窒素捕集用のカプセル（吸着用ろ紙を入れたもの）を用意し、校区地図などを参考にしながら設置場所を決めます。
- (2) (1)の容器を、設置場所にガムテープなどで下向きに（ごみなどが入らないように）固定します。また、設置場所の記録もしておきます。（ワークシート1）  
(設置場所は、高さ1.5m程度、直射日光は避けます。)
- (3) 24時間後、(2)の容器を回収します。（必ず付属のゴムでふたをして回収します。)
- (4) ザルツマン試薬を(3)の容器に5 ml入れて発色させます。（発色には15分くらいかかります。)
- (5) エコアナライザーで(4)の液を吸引し、吸光度を測定します。（ワークシート1）  
エコアナライザーのかわりにユニメーターなどを使うこともできます。（ユニメーターの場合は $\mu A$ で表示されるので、ppmに変換する必要があります。)
- (6) 地図上に値を記入し、大気汚染マップを作ります。
- (7) (6)の結果から、道路（車の排気ガス）などと二酸化窒素の関連について考察します。

# 測定記録用紙（二酸化窒素）

（ワークシート1）

容器番号		$\mu A$	$\mu g$	ppm
測定期間	年 月 日 時 分～ 月 日 時 分 原則は24時間放置			
測定場所	名称 所在地			
測定場所の環境	・幹線道路に（ 近 い ・ 離れている（約 m））			
測定場所の略図				
※近くに工場・駐車場など二酸化窒素の発生源がある場合は明示してください。				
測定者氏名				

## 参考資料

### 和歌山城周辺の調査結果

番号	放置期間（24時間が基本）	二酸化窒素濃度
①	2004.9.15 12:23～2004.9.16 12:25	0.032ppm ■
②	2004.9.15 12:25～2004.9.16 12:59	0.016ppm ○
③	2004.9.15 12:27～2004.9.16 12:34	0.004ppm ◇
④	2004.9.15 12:30～2004.9.16 12:37	0.014ppm ○
⑤	2004.9.15 12:32～2004.9.16 12:40	0.034ppm
⑥	2004.9.15 12:34～2004.9.16 12:42	0.004ppm ◇
⑦	2004.9.15 12:37～2004.9.16 12:48	0.034ppm ■
⑧	2004.9.15 12:38～2004.9.16 12:50	0.028ppm ▲
⑨	2004.9.15 12:39～2004.9.16 12:52	0.026ppm ▲
⑩	2004.9.15 12:41～2004.9.16 12:54	0.020ppm ▲

※ ⑤は無効（泥をかぶっていたため）

- 0.03以上 ■
- 0.02以上 ▲
- 0.01以上 ○
- 0.01未満 ◇

### 二酸化窒素濃度の測定結果（2004.9.15～9.16） 和歌山城周辺



⇒ 道路側のNO<sub>2</sub>濃度が高いことがわかります

二酸化窒素捕集用のカプセルやザルツマン試薬は、市販のものを購入しなくても自作することができます。詳しくは、関係のホームページをご覧ください。（二酸化窒素やザルツマン試薬などのキーワードで検索してみてください。）

# 酸性雨について調べよう

## 1 概要

石油などの化石燃料を燃焼させることによって、発生する窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）や硫黄酸化物（ $\text{SO}_x$ ）が、雨粒にとけて生成される酸性雨の現状を、実際に測定することによって把握し、酸性雨の問題について理解を深めます。

## 2 ねらい

- ・ pH計などを使って、降雨の酸性度を調べます。
- ・ 校区内の酸性雨の影響や被害状況について調査をします。
- ・ 酸性雨問題を解決する方法について考えます。

## 3 事前に学習しておくこと 参考資料

- (1) 降雨が酸性になるしくみ（調べておくか、または、指導者の説明を聞きます）
- (2) 酸性雨の採取のしかた
- (3) pH計などを使っての酸性雨の測定のしかた

## 4 準備物

- ・ 方法1：プラスチック製または陶磁器のコップ、デジタルpH計  
校正用の標準液、精製水（導電率も測定する場合は導電率計）  
記録用紙（ワークシート1など）
- ・ 方法2：酸性雨分取器（レインゴーランド）、デジタルpH計、導電率計  
校正用の標準液、精製水、記録用紙（ワークシート2など）

## 5 方法

### (1) 簡易容器で降雨を採取する場合

#### 容器の固定

- ・ 風などで飛んだり、転倒しないような工夫をします。
- ・ 周辺の木や建物などからの跳ね返りや雨垂れの影響を受けないような場所に容器を固定します。また、強い雨の時に地上からの雨の跳ね返りが入らない高さに設置します。（プラスチックのコップを使う場合、1つを釘などで止めてその上に同じコップを重ねれば簡単に固定されます。）

#### 雨の採取

- ・ 雨が降りそうになったら、容器を採取地点に出します。  
（雨の降らない間、外に出して置くとホコリが入り雨が汚れてしまうので、直前に容器を屋外に出すようにします。）

降雨直後のできるだけ新鮮な雨水を採取し、pH計で値を測定します。

測定値を記録用紙に記入します。

インターネット等で雨雲の動きを調べ、採取した雨（雨雲）がどこから移動してきたものであるか調べます。

できれば、学校間で事前・事後に連絡を取り合いながら、同じ雲から降ってきた雨を観測し、その結果について、互いに意見交換をします。



(2) 酸性雨分取器で雨水を連続採取する場合



酸性雨分取器



ふたをはずした所



降雨後できるだけ早いうちに測定

百葉箱付近などで、障害物のない場所を選びます。

降雨後速やかに酸性雨分取器を設置し、初期降雨から1mm毎の雨水を採水します。

1mm毎の雨水を回収し、それぞれのpHと導電率を測定します。

1降雨毎に、採取と測定を繰り返し、記録用紙(ワークシート2)に記録します。

観測結果の変化と気象条件との関係について比較検討を行います。

パックテストは、pH計よりも精度が落ちるので、あまりおすすめできません。

簡易容器用

酸性雨の測定結果(測定場所:

)

(ワークシート1)

観測日	観測時刻	pH	その他	観測日	観測時刻	pH	その他

酸性雨採取器用

酸性雨の観測結果

(ワークシート2)

観測日時	採取雨量 (ml)	pH (5.6以下は酸性雨)								導電率 (高い=汚れた雨)								備考	
		1	2	3	4	5	6	7	8以降	1	2	3	4	5	6	7	8以降		

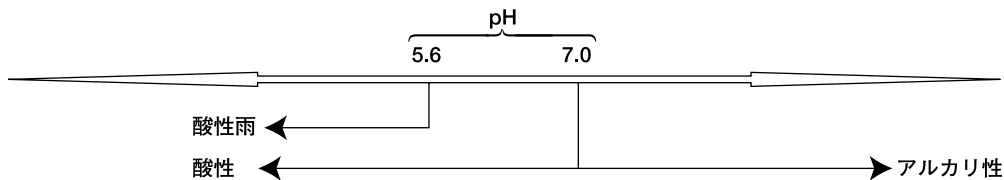
## 参考資料

### pH計の使い方について

- (1) できるだけ事前に標準液で校正を行ってから測定してください。
- (2) 測定が終わったら蒸留水で洗い流し、ガーゼ等(できればキムワイプなどの清潔でふき残しが出ないもの)で水分を取っておきます。
- (3) 調査結果をパソコンに入力し、グラフなどにして変化の様子を見ます。

### 酸性雨について

酸性雨の原因物質は、化石燃料などを燃焼させることによって発生する硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )や窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )で、これらが大気中で水蒸気やオゾンと反応し、硫酸や硝酸などの酸化物として大気中に浮遊します。これらが雲や霧の水滴に取り込まれ、酸性雨が生成します。大気中の二酸化炭素も水蒸気に溶けて炭酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )となり、理論的にpHが5.6となるため、この値以下のものを一般的に酸性雨と呼んでいます。



### pH、導電率、酸性雨分取器について

雨粒は大気中の汚染物質を取り込んで降ってきます。降り始めの雨(初期降雨)は、より多くの大気中のチリを吸って降るため、pH、導電率ともに高くなる傾向があります。

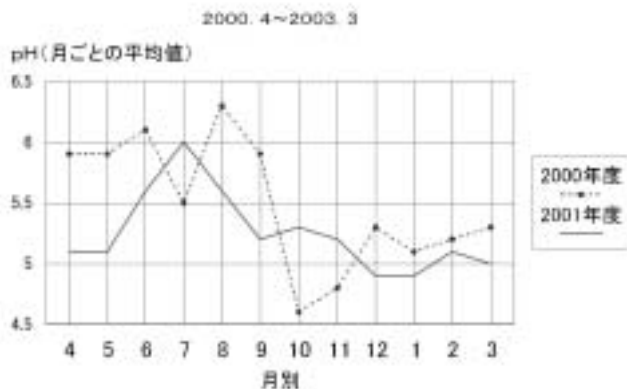
酸性雨分取器には、8つのカップが45°ごとに取り付けられており、降雨量1mm(約5ml)たまると8分の1回転し、次の新しいカップに雨水が1mmたまるようになっています。このようにして、この装置では雨の降り始めから1mmステップごとに7mmまでの初期降雨を採取することができます。なお、8mm以降の降雨は、少し大きな水受けカップで採取することができます。



pH計(上)と導電率計(下)

### 調査結果の例(年間を通じての変化)

#### 橋本中学校における酸性雨調査



年間を通じて降雨の酸性度を調査すると季節的な違いを知ることができます。

さらに、事前に他地域(他の中学校など)と連絡をとって同じ降雨を観測し、結果を比較検討すると、いろいろなことがわかります。



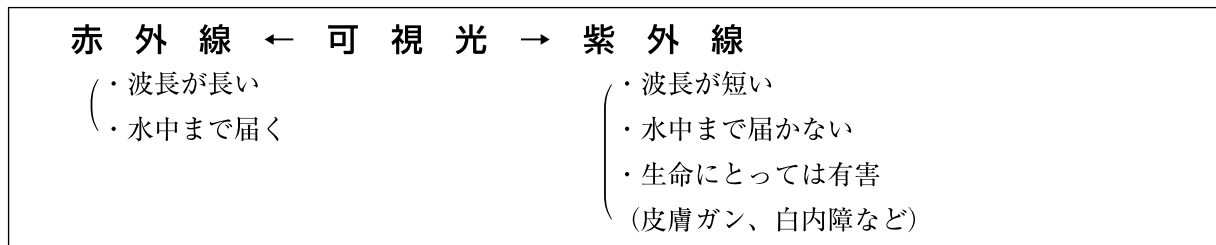
この調査では、秋季~冬季にかけて酸性度の強い雨が降ったことがわかります。





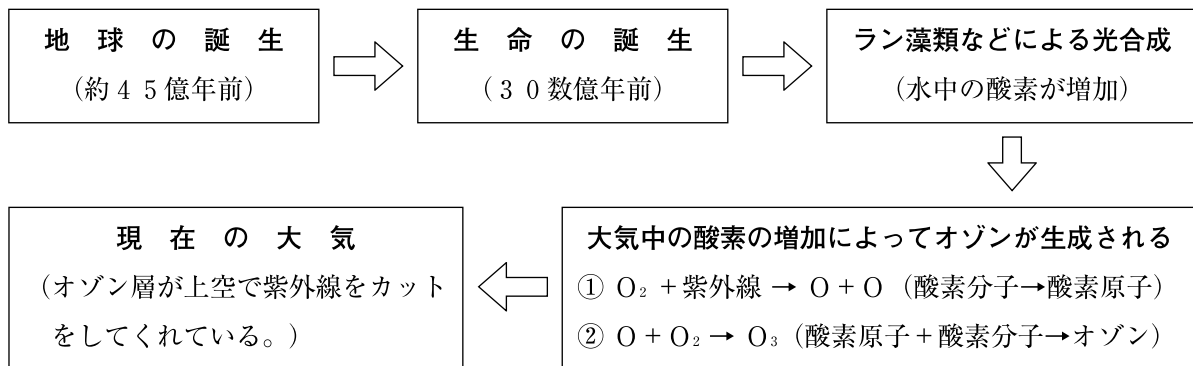
## 参考資料

### 紫外線について

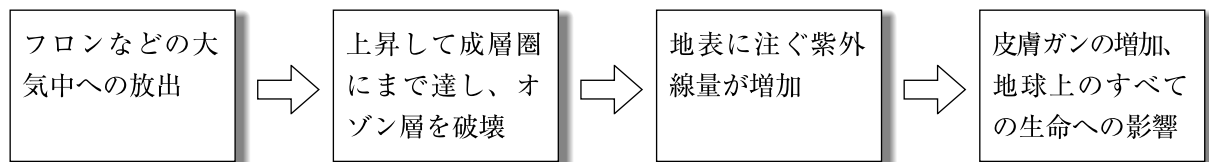


- ・ 可視光線より波長の短い光線で、すべての生命にとって有害です。
  - ・ 上空にオゾン層 (O<sub>3</sub>) があるので、太陽からのほとんどの紫外線はカットされます。
  - ・ 水中には届きません。(すべての生命のはじまりは、紫外線の届かない水中でした。)
- 紫外線の強度については、紫外線メーターなどで調べることができます。

### 地球の歴史について



### フロンなどの使用とオゾン層の減少について



### オゾン層について

成層圏 (地上20km ~ 25km) にあり、地球上の生命にとって有害な太陽からの紫外線を吸収し、地表に届きにくくしています。

### オゾンについて

- ・ 化学式O<sub>3</sub>で独特な臭気をもつ気体です。
- ・ 漂白剤、酸化剤、殺菌・消毒、最近では飲料水の浄化処理にも (塩素の代わりとして) 利用されています。

### オゾンホールについて

成層圏のオゾン濃度が急激に減る現象で、周囲に比べ極端にオゾン濃度が低い穴のような形で発生するため、このような名前がつけました。

フロンの分解で生成する塩素によってオゾンが分解され、オゾン層破壊が生じます。この破壊により、地表に降り注ぐ紫外線量が増加し、皮膚ガンの増加、白内障など、地球上の動植物に対しての直接または間接的な悪影響が危惧されています。

# ヒートアイランド（熱の島）現象の観測

## 1 概要

学校周辺のいろいろな場所で、できるだけ同時刻に気温を測定し、その結果を地図上に書き込み、ヒートアイランド現象が確認されるかどうかを調べます。

## 2 ねらい

観測活動を通して、限られた地域内でも微妙な温度差があり、その原因となっているものが、人間活動による人工熱の放出であることに気づかせます。

どのようにすればヒートアイランド現象の影響を軽減できるか考えさせます。

## 3 準備物

- ・アルコール温度計（～50 程度までのものが望ましい、またはデジタル表示の温度計）
- ・標準温度計
- ・うちわ（または、牛乳パックに小型モーター付送風機をつけたもの）
- ・筆記用具、地形図（2万5千分の1）
- ・時計、ハンディタイプのGPSなど

## 4 方法

調査方法としては、多人数で同時刻に観測する**一斉観測**と少人数で移動しながら観測し、時間的な差を調査終了後に補正する**移動観測**が考えられます。ここでは、学校の生徒が行う場合を想定して、前者の**一斉観測**を紹介します。

- (1) まず、観測に参加する生徒の自宅の位置を地図上に記入します。（生徒には、事前に気温の測定法と器差補正について学習をさせておきます。）
- (2) 標準温度計で器差補正したアルコール温度計を用意します。
- (3) 生徒各自で器差補正した温度計を持ち帰り、決められた時刻に気温を測定します。  
（自宅が中高層の集合住宅にある場合は、屋上やベランダではなく、必ず1階に下りて屋外で観測するように指導します。）
- (4) 直射日光が球部に直接あたらないように測定します。（参考資料の図～を参照）
- (5) 測定者の体温の影響を避けるため、できるだけ体から離して測定します。
- (6) 熱が一部にこもらないようにうちわなどで球部に新鮮な空気を送ります。
- (7) 観測は晴れの風が弱い日に行うようにします。
- (8) 早朝・午前・午後の各1回が望ましいのですが、困難な場合は1回でも可能です。
- (9) 一斉観測終了後、得られたデータを各自が補正值に従って補正したうえで持ち寄り、ワークシート1に記入します。そして、地図上にプロットし、気温分布図を作成します。
- (10) ヒートアイランド現象の影響を少なくするにはどうしたらよいか、ワークシート2をもとに考えます。

**観測の記録**

観測をするときは、ワークシート1のような観測記録表を3回分用意し、次のことを記録します。

- (1) 観測学校名(地域名)
- (2) 観測年月日と時刻(年号は西暦で、時刻は24時制で記す。)
- (3) 観測地点名
- (4) 観測に使った温度計の測定値、示差(標準温度計との差、小数第1位までの値)、補正值
- (5) 観測者名
- (6) 備考(天気概況など)

**ヒートアイランド観測集計表**

(ワークシート1)

観測学校名(地域名)						
観測年月日		年	月	日		
観測時刻		時	分			
番号	観測地点名	測定値(℃)	示差(℃)	補正值(℃)	観測者名	備考
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

おおまかな内容	具体的な内容
① 人工廃熱の低減	
② 土地や建築物の表面被覆の改善による表面温度の高温化抑制	
③ 風や緑、水による冷却作用の利活用	
④ その他	

### 参考資料

#### (1) ヒートアイランド現象

人間が生活するということは、熱を放出することを示しています。運動したり身近な電気器具を使用したりすると、多少なりとも熱を放出します。電車や映画館などで多くの人が密集すると、内部の温度が高まり熱気を感じる場合があります。このように、人間の生活（エネルギーの使用など）によって周りの温度は高まります。特に、都市部は人口が密集し、エネルギーの使用量も多く人工物も多いために、ヒートアイランド（熱の島）現象が見られる場合があります。

#### (2) 標準温度計

標準温度計は、定期的に校正され、各種温度計の器差補正用に適した温度計です。



普通の温度計（上）と標準温度計（下）

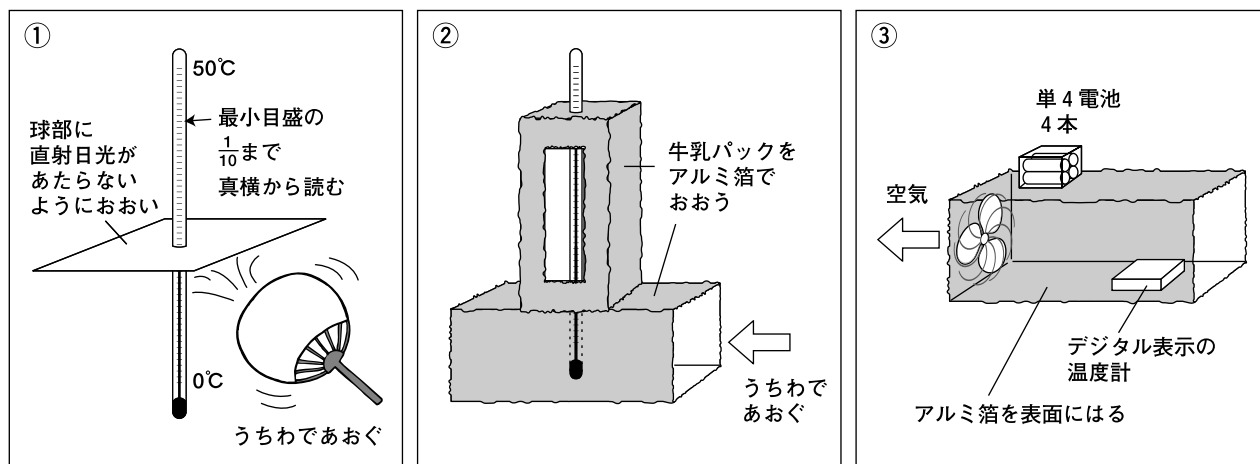
#### (3) 気温のはかり方

気温とは大気のことを指し、単位は（摂氏）で表されます。WMO（世界気象機関）での取り決めによると、地上気象観測では、気温は地表面上1.25～2.0mの高さで観測することを基準としています。気象庁で測定される気温は、地上1.5mの高さを基準にしています。

地上観測の場合は、「百葉箱」という校庭にある白い箱の中で測定します。百葉箱以外の場所で測定する場合は、次のことを考慮に入れて測定します。

- ・ 直射日光の当たらない場所で行います。または当たらないように工夫します。
- ・ 風とおしの良い場所で行います。または風通しを良くします。
- ・ 体温の影響を受けないように工夫します。

#### (4) 測定のしかたの工夫



#### (5) 移動観測

観測に参加できる人数が少ない場合は、観測者が観測地域内を移動し、複数地点の気温を観測します。この方法を移動観測といいます。

学校を中心として行う場合は、周辺で15～20カ所を選び、各地点で棒状温度計（器差補正したもの）で気温を測定します。（場合によっては、応答の早いデジタル温度計とGPSで調査コースを素早くまわり、そのデータをパソコンに吸い上げて地図上にプロットし、気温の等しい所をなめらかな線で結び、ヒートアイランド現象の有無または程度を把握します。）

この方法では、観測と観測点の移動に時間を費やすため、観測地域内の気温を同時に観測したことにはなりません。そこで、得られた各観測点の気温に観測した時刻に基づいて補正を行います。ただし、時間帯にもよりますが、おおむね1時間以内に測定が終われば、観測地を補正なしに用いてもよいでしょう。

移動する手段に自動車などを用いれば、広い範囲の気温分布を知ることができますが、危険が伴うので、児童や生徒が観測を行う場合は徒歩による移動観測となります。その場合、観測地域は狭くなりますが、商店街や公園緑地を対象にした観測を行うと能率よく実施できます。もちろん、移動観測中の安全には十分注意するよう指導してください。

また、観測時間や記録時間を短縮するために、デジタル表示の温度計（気温と時刻をデジタルデータとして記録に残すことができる）や、ハンディタイプのGPS（移動経路や測定地点の経度・緯度・時刻などをデジタルデータとして記録に残すことができる）を併用すると、効率的です。