

# 土壌の基礎物性測定

## —1. 土壌構成成分の測定—

土壌の構成として大まかに図1のように分類され、本編の「土壌呼吸量」や「土壌用イオン交換能」を含め土壌環境を制御するための重要なファクターである。特に、土壌有機物は土壌構造の形成に強く作用（団粒化）し、土壌物理性である保水・排水性の調節、土壌化学性である保肥力増加・汚染物質の浄化、土壌生物活性の向上に連結される。

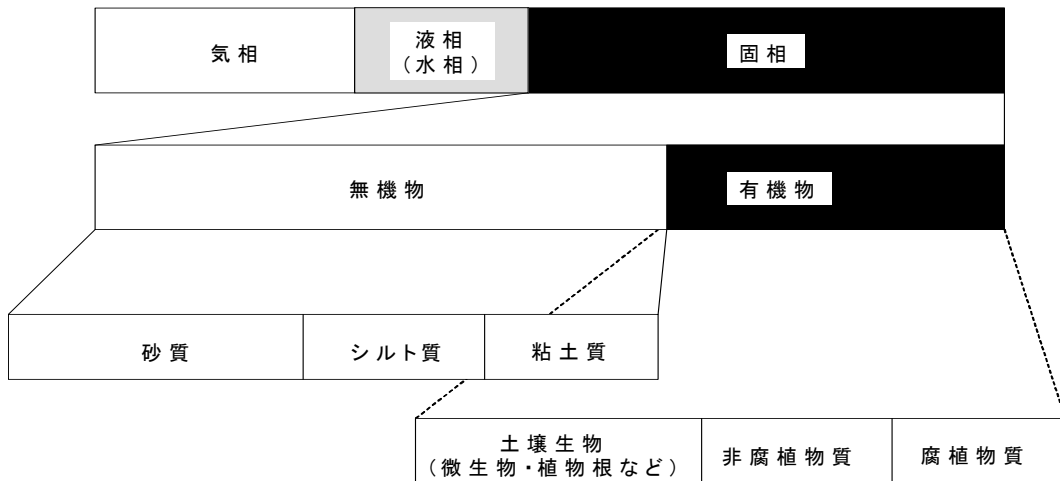


図1 主な土壌の構成成分（分類）

### 1. 目的

本実験は重量分析、密度分析により、土壌三相（気相・液相・固相）分布、有機物含有率を測定することを目的とする。

### 2. 実験方法

#### 2.1 土壌試料

日本で採取した土壌（火山灰土壌、洪積土壌、沖積土壌、泥炭土および海岸砂）を風乾させ、9 mesh（目開き2mm）のフルイを通し試料とする。

#### 2.2 毛管飽和土壌の調製

下端をろ紙で固定した 100 cm<sup>3</sup> 容試料円筒に風乾細土を充填し、図2のように水に浸した素焼板上に静置し、毛管飽和させる。この状態（液性限界）での保水量を最大圃場含水量といい、標準気圧 3.06 atm (pF=1.5) に相当する。ここで、毛管飽和させた円筒内の土壌湿潤重量 ( $m_{tws}$  g) を測定し、あらかじめ求めておく。

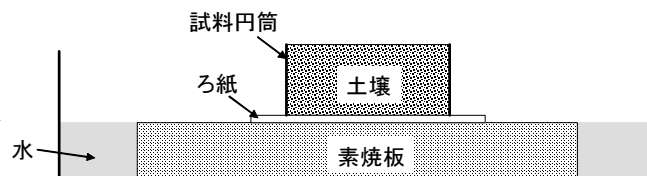


図2 毛管飽和土壌の調整方法

## 2.3 含水比の測定

2.2 で調整した飽和土壌 2~5 g を秤量瓶 ( $m_y$  g) に入れ、その時の質量 ( $m_{ws}$  g) を化学天秤 (感量 0.1 mg) で正確にはかる。温度 105°C で恒量 (0.2 mg 以内) になるまで乾燥し、乾燥後デシケーター内で放冷し、その質量 ( $m_{ds}$  g) をはかる。含水比 ( $\omega$ , -) は(1)式より求められる。

$$\omega = (m_{ws} - m_{ds}) / (m_{ds} - m_y) \quad (1)$$

ちなみに、乾燥前の土壌試料中の含水率 ( $\omega_w$ , -) は(2)式より求められる。

$$\omega_w = (m_{ws} - m_{ds}) / (m_{ws} - m_y) \quad (2)$$

## 2.4 土粒子密度の測定

ゲーリュサック型ピクノメータ (50 cm<sup>3</sup> 容) の質量 ( $m_f$  g) をはかり、水を満たし全質量 ( $m_a'$  g) とピクノメータ内の水温 ( $T'$ °C) をはかる。2.2 で調整した飽和土壌を約  $m_{ws}$  g ピクノメータに入れ、水を加え全体がピクノメータ容量の 2/3 になるようにする。湯せん (100°C) を用いて試料を加熱し、気泡を十分に除いた後に室温になるまで冷却・放置する。ピクノメータに水を加え満たし、全質量 ( $m_b$  g) と内容物の温度 ( $T$ °C) をはかる。

温度  $T$ °C の水を満たしたピクノメータの質量 ( $m_a$  g) を(3)式により算出する。

$$m_a = \rho_w(T) / \rho_w(T') \times (m_a' - m_f) + m_f \quad (3)$$

ここで、 $\rho_w(T')$ 、 $\rho_w(T)$  は、温度  $T'$ 、 $T$ °C における水の密度 (g cm<sup>-3</sup>) である。以上の値および 2.3 で求めた含水率  $\omega_w$  (-) から(4)式を用いて土粒子密度 ( $\rho_s$ , g cm<sup>-3</sup>) を求める。

$$\rho_s = \{m_{ws} \times (1 - \omega_w)\} / [\{m_{ws} \times (1 - \omega_w)\} + (m_a - m_b)] \times \rho_w(T) \quad (4)$$

## 2.5 有機物含有率 (強熱減量) の測定

2.2 で調整した飽和土壌 5~15 g をるつぼ ( $m_y$  g) に入れ、その時の質量 ( $m_{ws}$  g) を化学天秤 (感量 0.1 mg) で正確にはかる。温度 800°C で恒量 (0.2 mg 以内) になるまで強熱し、乾燥後デシケーター内で放冷し、その質量 ( $m_{bs}$  g) をはかる。有機物含有率 ( $\omega_{org}$ , -) は 2.3 で求めた含水率  $\omega_w$  (-) とから(5)式より求められる。

$$\omega_{org} = (m_{ws} - m_{bs}) / (m_{ws} - m_y) - \omega_w \quad (5)$$

また、強熱分解後の残留物 (無機酸化物) を実体顕微鏡により粒径や色などを観測する。

## 3. 結果および考察

### 3.1 三相分布の計算

土の中に占める土粒子 (無機物+有機物)、水、空気の体積と質量を模式的に図 3 に示す。以下に土壌物理的性質を表すための用語を列挙する。

#### 1) 体積の割合

		体 積	質 量		
↑ $V_t$ ↓	$V_a$	空気 (気相)	$M_a=0$	↑ $M_t$ ↓	
	$V_w$	水 (水相)	$M_w$		
	$V_s$	土粒子 (固相)	$M_s$		

図 3 土壌三相の模式図

$$\textcircled{1} \text{固相率} \quad \theta_s = V_s / V_t \quad (6)$$

$$\textcircled{2} \text{体積含水率 (液相率)} \quad \theta = V_w / V_t \quad (7)$$

$$\textcircled{3} \text{気相率} \quad \theta_a = V_a / V_t \quad (8)$$

$$\textcircled{4} \text{空隙率 (間隙率)} \quad n = (V_a + V_w) / V_t \quad (9)$$

$$\textcircled{5} \text{間隙比} \quad e = (V_a + V_w) / V_s \quad (10)$$

$$\textcircled{6} \text{飽和度 (飽水度)} \quad S = V_w / (V_a + V_w) \quad (11)$$

## 2) 質量の割合

$$\textcircled{1} \text{含水比} \quad \omega = M_w / M_s \quad (12)$$

## 3) 体積と質量の比

$$\textcircled{1} \text{土粒子の密度 (真密度)} \quad \rho_s = M_s / V_s \quad (13)$$

$$\textcircled{2} \text{乾燥密度 (かさ密度, 仮比重)} \\ \rho_d = M_s / V_t \quad (14)$$

## 4) 三相分布

$$\textcircled{1} \text{体積含水率 (液相率)} \quad \theta = V_w / V_t = \rho_d \times \omega = M_w / V_t \quad (15)$$

つまり, 2.2 の試料円筒体積  $V_t (= 100 \text{ cm}^3)$ , 土壌湿潤質量  $m_{\text{tws}}$  (g) と 2.3 の含水率  $\omega_w$  (-) とから求めることができ, 試料円筒中の水の質量  $M_w$  (g) は  $m_{\text{tws}} \times \omega_w$  である。

$$\textcircled{2} \text{固相率} \quad \theta_s = V_s / V_t = \rho_d / \rho_s \quad (16)$$

つまり, 2.2 の試料円筒体積  $V_t (= 100 \text{ cm}^3)$ , 土壌湿潤重量  $m_{\text{tws}}$  (g), 2.3 の含水率  $\omega_w$  (-) と 2.4 の  $\rho_s$  ( $\text{g cm}^{-3}$ ) から求めることができ, 乾燥密度  $\rho_d$  ( $\text{g cm}^{-3}$ ) は  $\{m_{\text{tws}} \times (1 - \omega_w)\} / V_t$  である。

$$\textcircled{3} \text{気相率} \quad \theta_a = V_a / V_t = (V_t - V_w - V_s) / V_t = (1 - \theta - \theta_s) \quad (17)$$

## 3.2 無機物・有機物割合

土粒子の構成物質として, 2.5 で測定した有機物含有率  $\omega_{\text{org}}$  (-) から無機物含有率  $\omega_{\text{ino}}$  (-) を(18)式より求める。

$$\omega_{\text{ino}} = 1 - \omega_{\text{org}} \quad (18)$$

## 3.3 異なる土壌の理化学特性の比較

それぞれの土壌の三相分布 ( $pF = 1.5$ ) および有機物含有率の結果を比較し, 土壌の形成過程, 土壌構造を考慮しながら土壌の保水性, 透水性, 陽イオン交換性, 土壌呼吸活性などへの影響を考察する。

## 4. まとめ

実験結果を項目別に簡潔な文章にまとめる。

### 参考文献

- 1) 土質試験法編集委員会編：土質試験の方法と解説, 土質工学会 (1990).

- 2) 土壤環境分析法編集委員会編：土壤環境分析法，博友社（1997）.
- 3) JIS A 1202 (1999)，土粒子の密度試験方法.
- 4) JIS A 1203 (1999)，土の含水比試験方法.
- 5) JIS A 1226 (1999)，土の強熱減量試験方法.
- 6) JIS K 0050 (1991)，化学分析方法通則.

(矢沢 勇樹)

## —2. 土壌呼吸量の測定—

土壌呼吸 (soil respiration) とは、土壌中の生物による酸素 ( $O_2$ ) の吸収または二酸化炭素 ( $CO_2$ ) の発生を意味する言葉で、土壌微生物の活性を最も直接的に測定する手段として用いられる。この土壌呼吸は、地球環境に大きな影響を与えており、近年、地球温暖化または沙漠化問題において土壌からの  $CO_2$  放出量の変動について検討課題とされている。一般的には土壌中での炭素循環は図 1 に示す通りであり、陸上植物の光合成により固定された炭素 (一次生産) が土壌に投入され、易分解性有機物 (糖, タンパク質) と難分解性有機物 (セルロース, リグニン) が微生物活性により呼吸 ( $CO_2$  放出), 資化 (微生物バイオマス生産), 腐植化 (腐植物質生産) し、同様にして繰返される。よって、一次生産量が高く、高温多湿の環境においては、このような炭素循環 (代謝) が活発になる。

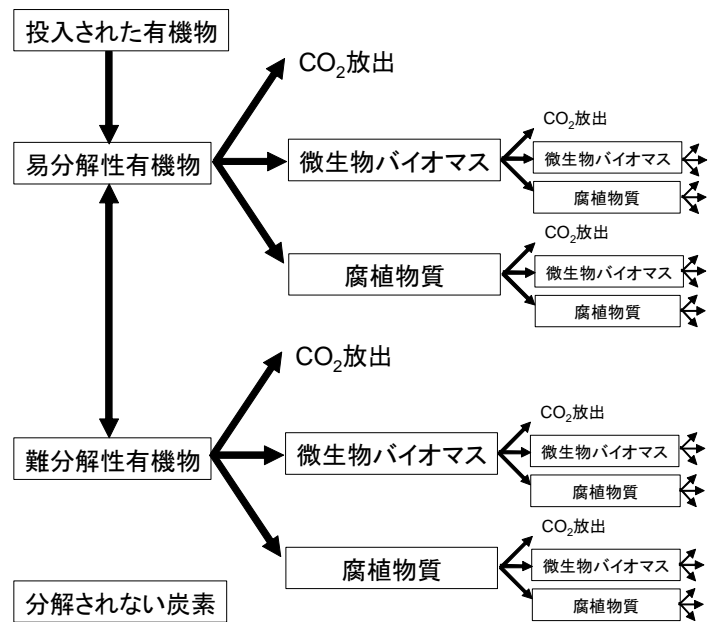


図 1 土壌中の炭素循環モデル

### 1. 目的

本実験は、異なる環境下で平衡状態にある土壌呼吸量 ( $O_2$  吸収量,  $CO_2$  放出量) をガス圧変化から測定し、土壌中の微生物活性量を評価することを目的とする。

### 2. 実験方法

#### 2.1 土壌試料

日本で採取した土壌 (火山灰土壌, 洪積土壌, 沖積土壌, 泥炭土および海岸砂) を風乾させ、9 mesh (目開き 2mm) のフルイを通し試料とする。あらかじめ、土壌含水率  $\omega_w$  (一) を求めておく。

#### 2.2 実験装置

土壌呼吸量の定量は簡易型 Warburg 検圧法により測定する (図 2)。装置の構成は、反応容器と毛細管 (検圧計) を接続し、反応容器内でガス発生 (または吸収) による内圧変化を毛細管内の着色液移動量から読取り、ガス発生 (または吸収) 量を測定することができる。

1) 反応容器: 主室, 副室, 側室の 3 室で構成された三角フラスコを用い、主室に土壌, 副

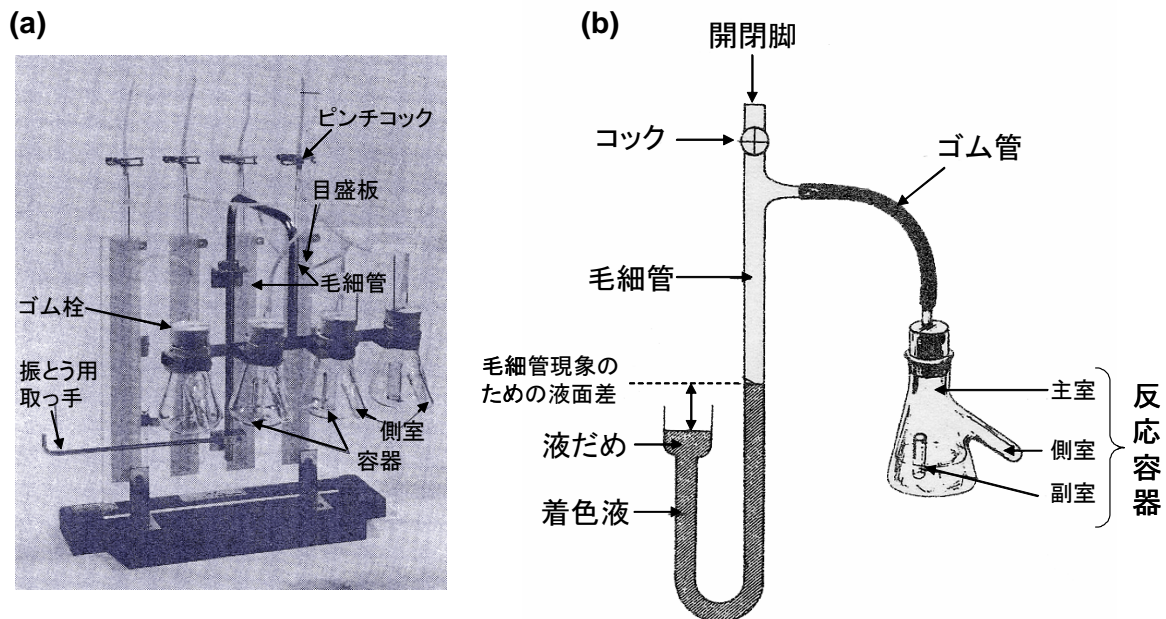


図2 簡易型 Warburg 検圧法の装置(a)およびその概略図(b)

室に  $\text{CO}_2$  吸収剤，側室に純水または基質（グルコース）水溶液を入れる。

- 2) 毛細管（検圧計）：U字型毛細管（断面積  $0.5 \text{ mm}^2$ ）の一方に液だめ（断面積およそ  $100 \text{ mm}^2$ ）が接続され，毛細管内に着色液を入れる。着色液面の変化は目盛板により読取る。
- 3) 恒温槽：ガス体積は外部温度の影響を受けるので，反応容器内の温度を制御するために恒温槽を用いる。
- 4)  $\text{CO}_2$  吸収剤：一般ろ紙に  $100 \text{ g dm}^{-3}$  水酸化カリウム（KOH）水溶液を含浸させ，副室内に設置する。
- 5) 基質水溶液：栄養基質として  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  グルコース（ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）を調製し，側室に一定量入れる。
- 6) 着色液：1～2%程度の中性洗剤に少量の色素（エオシンなど）を加え調製する。

### 2.3 土壌呼吸量の定量

- 1) 風乾細土  $2.5 \sim 5 \text{ g}$  ( $w_s \text{ g}$ ) を反応容器主室に入れ，本編 1 で求めた最大圃場容水量の  $55 \sim 60\%$  になるよう純水  $w_f \text{ (g)}$  を加え調整する。
- 2) 反応容器副室に  $\text{CO}_2$  吸収剤を設置し，側室に純水または  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  グルコース水溶液  $1 \text{ cm}^3$  入れる。
- 3) 反応容器を装置に固定し，図 2 (b)のようにゴム栓をはめ，検圧計と接続する。ただし，この時は検圧計上部コックを開放状態にする。
- 4) 検圧計内の着色液を 0 点に合わせる。また，反応容器を恒温槽内で約  $10 \text{ min}$  温度平衡にする。温度平衡の確認は，温圧計を用いる。すなわち，土壌を入れない空反応容器を同様に検圧計に接続し，コックを閉鎖した状態で約  $3 \text{ min}$  着色液面に変動がなければ温度平衡に達したとみなす。
- 5) 全てのコックを閉鎖し，測定を開始する。
- 6)  $3 \text{ min}$  毎に検圧計の目盛（0 点からの着色液面移動距離  $h \text{ mm}$ ）をよみ， $12 \text{ min}$  まで測定

を行う。この実験では、土壌呼吸による  $O_2$  吸収と  $CO_2$  発生のうち  $CO_2$  は  $KOH$  吸収剤により除去されるので、 $O_2$  吸収によるガス変化量を測定することになる。

- 7) 次にコックを開放し、反応容器ごと傾けながら側室の基質溶液を土壌に添加し、5)~7)の操作を同様に行う。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 土壌呼吸量 ( $O_2$ 吸収量) の算出

— $O_2$  吸収量 (体積) —

各時間の検圧計目盛値  $h$  (mm) にガス腔容積  $V_g$  ( $mm^3$ )、毛細管断面積  $S$  ( $mm^2$ )、温度  $T$  などから定まる比例定数  $k$  ( $mm^2$ ) を乗ずることにより、 $O_2$  吸収量  $\Delta V$  ( $mm^3$ ) を算出することができる。

$$\Delta V = k \times h \quad (1)$$

ここで、

$$k = \underbrace{[(1/P_0) \times \{V_g \times (T_0/T) + V_f \times \alpha\}]}_{\text{第1項}} + \underbrace{S \times (T_0/T)}_{\text{第2項}} \quad (2)$$

第1項は圧力変化による値、第2項は検圧計内のガス量を示す。

$P_0$  (mm) : 1 atm に相当する着色液の液中高さ (= 10,330 mm)

$V_g$  ( $mm^3$ ) : ガス腔容積。反応容器から検圧計 0 点までのガス容積  
(=  $V_{g1} + V_{g2} = V_{g1} + 200 \text{ mm}^3$ )

$T$  (K) : 測定温度

$T_0$  (K) : 絶対温度 (= 273.15 K)

$V_f$  ( $mm^3$ ) : 反応容器内の水の体積 (=  $\{(m_s \times \omega_w + m_f) / \rho_w(T)\} \times 10^3 + V_m$ )  
ここで、 $m_s$  は反応容器内の土壌質量 (g)、 $\omega_w$  は土壌含水率 (-)、 $m_f$  は最大圃場容水量の 55~60% 相当の水の質量 (g)、 $\rho_w(T)$  は反応温度  $T^\circ C$  の時の水の密度 ( $g \text{ cm}^{-3}$ )、 $V_m$  は純水または基質溶液体積 (=  $1,000 \text{ mm}^3$ )。

$\alpha$  (-) : ブンゼンの吸収係数 (1 atm における単位体積の水に溶けうる  $O_2$  ガスの体積,  $0^\circ C$  換算)。

$S$  ( $mm^2$ ) : 検圧計毛細管部の断面積 (=  $0.50 \text{ mm}^2$ )

— $O_2$  吸収量 (物質質量) —

(1)式より得られた  $O_2$  吸収量  $\Delta V$  ( $mm^3$ ) を(3)式より物質質量  $\Delta n$  (mol) 変換する。

$$\Delta n = \{273.15 \times (P - P_w) \times \Delta V \times 10^{-6}\} / (T \times 101.13 \times 22.41) \quad (3)$$

ここで、 $P$  は大気圧 (= 101.3 kPa)、 $P_w$  は反応温度  $T^\circ C$  における水蒸気圧 (kPa)、 $T$  は反応温度 (K)、また、273.15 K、101.13 kPa、22.41  $dm^3$  は理想気体 1 mol の時の値である。

よって、土壌乾燥質量あたりの  $O_2$  呼吸量  $R_{O_2}$  ( $mol \text{ kg}^{-1}$ ) は(4)式の通りである。

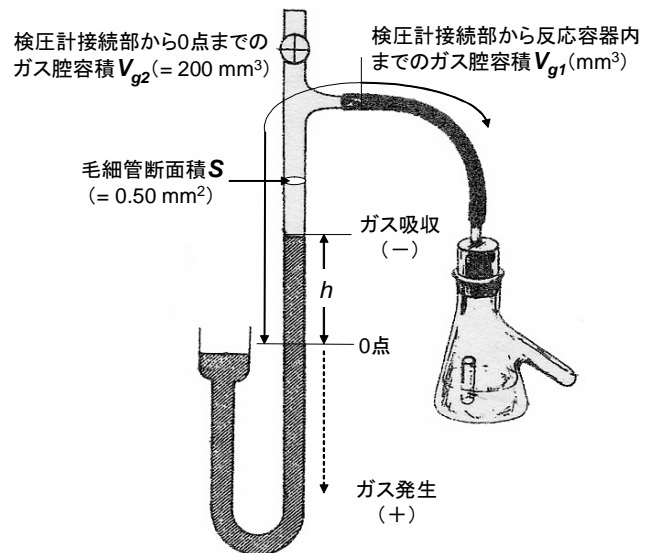


図3 定量のために必要な数値

$$R_{O_2} = \Delta n / \{m_s \times (1 - \omega_w) \times 10^{-3}\} \quad (4)$$

### 3.2 栄養基質添加による土壌呼吸量への効果

純水の場合とグルコース添加の場合との土壌呼吸量  $R_{O_2}$  ( $\text{mol kg}^{-1}$ ) の時間変化 (0 ~ 12 min) をグラフ化し、その傾きから単位時間あたりの  $R_{O_2}$  値 ( $\text{mol kg}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) をそれぞれ算出する。

一般的に土壌中の微生物は動植物などの遺体、肥料などの供給により、生命維持・増殖に必要なエネルギーを保持し、異化代謝 (基質を分解し、新たなエネルギー物質を生産する) と同化代謝 (基質を生合成し、細胞成分を生産する) を相互に繰り返す。例えば、1 mol のグルコースを完全酸化分解するには 6 mol の  $O_2$  が必要とされ、6 mol の  $CO_2$  と  $H_2O$  を生成する。



一方、微生物の代謝によるグルコースの酸化分解過程は図4のように複雑で、解糖 (EMP) 経路、トリカルボン酸 (TCA またはクエン酸) 回路、呼吸鎖の3路間で行われる。 $O_2$  が細胞中のミトコンドリアに到達すると呼吸鎖が動き出し、酸化還元反応が進行する。その際に生じるエネルギーでアデノシン三リン酸 (ATP) が合成される。この呼吸鎖により生成される補酵素の酸化により EMP 経路、TCA 回路が完全に進行すれば 6 mol の  $CO_2$  を生成する。

(5)式の完全酸化分解反応を想定し、 $R_{O_2}$  値の差からグルコース分解率を求めよ。

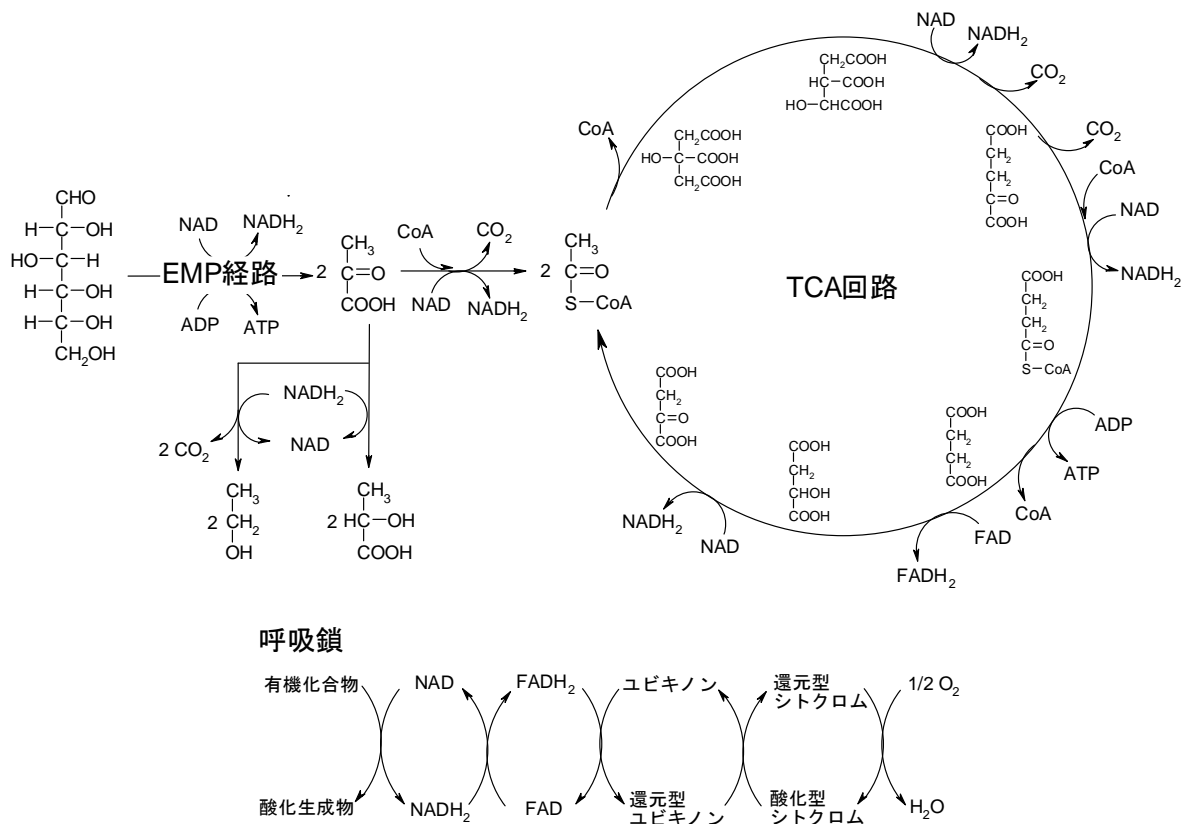


図4 グルコースからの代謝経路



### 3.3 異なる土壌の呼吸量の比較

土壌構成成分の結果をもとに、各種土壌の  $R_{O_2}$  値について考察せよ。

## 4. まとめ

実験結果を項目別に簡潔な文章にまとめる。

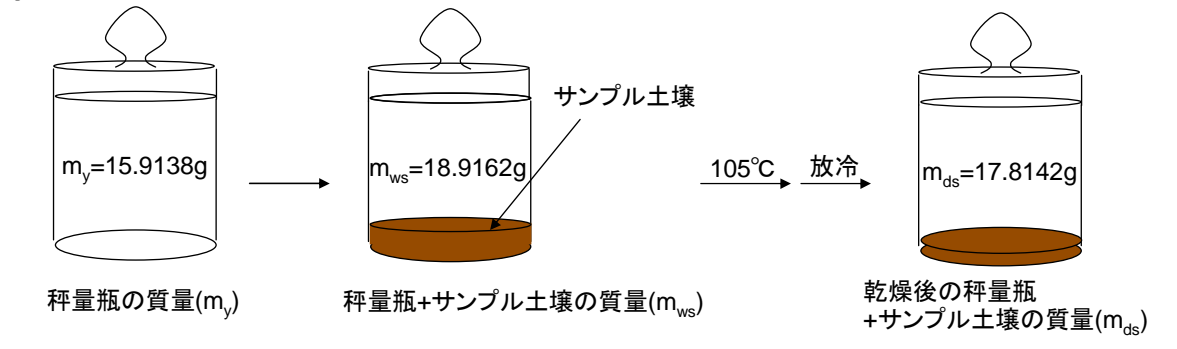
## 参考文献

- 1) 土壌環境分析法編集委員会編：土壌環境分析法，博友社（1997）.
- 2) 土壌微生物研究会編：新編 土壌微生物学実験法，養賢堂（1992）.
- 3) 日本生化学会編：新生化学実験講座 17，微生物実験法，東京化学同人（1992）.
- 4) 杉山純多ら編：新版 微生物学実験法，講談社（1999）.
- 5) 土壌微生物研究会編：土の微生物，博友社（1981）.
- 6) R.Y.スタニンら共著：微生物学（上）原書第5版，培風館（1989）.
- 7) 日本土壌肥料学会編：土壌の吸着現象，博友社（1981）.
- 8) JIS K 0050 (1991)，化学分析方法通則.

（矢沢 勇樹）

## 『土壌構成成分の測定』に関する演習問題

### ① 含水比について



演習 上の図の値を用いて**含水比( $\omega$ , -)**および**含水率( $\omega_w$ , -)**を求めよ。

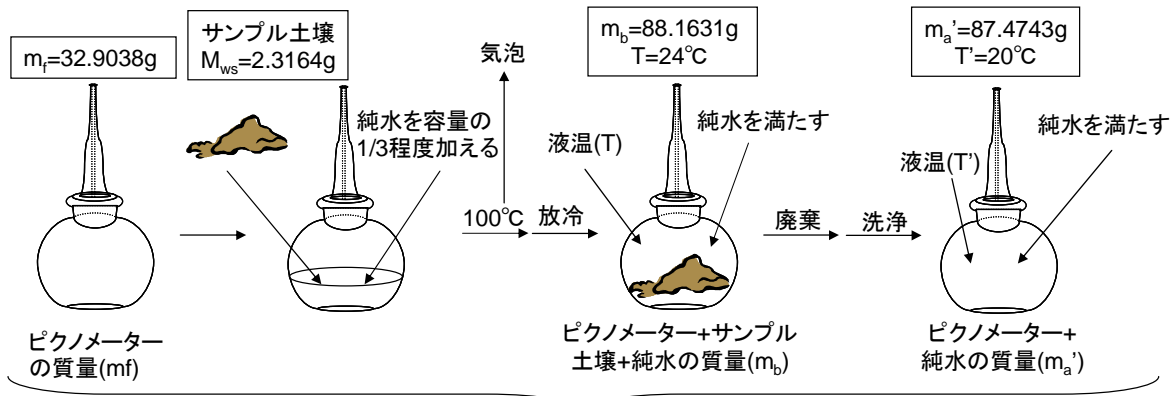
問. 含水比( $\omega$ )を求める式(1)は  

$$\omega = (m_{ws} - m_{ds}) / (m_{ds} - m_y) \quad (1)$$
 である。含水比( $\omega$ )を求めよ。

問. 乾燥前のサンプル土壌の含水率( $\omega_w$ )を求める式(2)は  

$$\omega_w = (m_{ws} - m_{ds}) / (m_{ws} - m_y) \quad (2)$$
 である。含水率( $\omega_w$ )を求めよ。

### ② 土壌粒子密度について



演習 上の図の値と(2)で求めた含水率( $\omega_w$ , -)から**土粒子密度( $\rho_s, \text{gcm}^{-3}$ )**を求めよ。  
 $\rho_w(T)$ ,  $\rho_w(T')$ は温度 $T'$ ,  $T$ における水の密度( $\text{g cm}^{-3}$ )である。

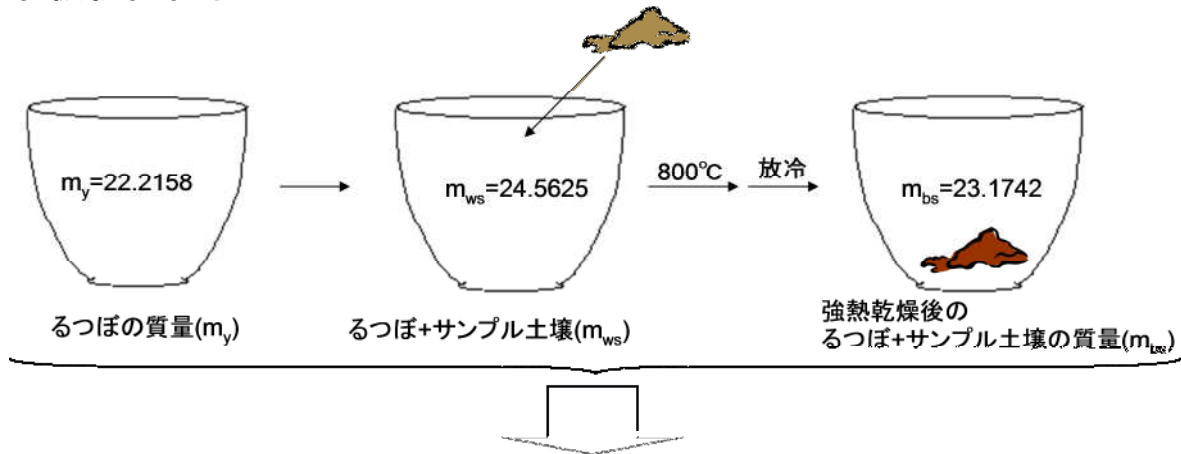
問. 温度 $T^\circ\text{C}$ の純水を満たしたピクノメーターの質量( $m_a$ )を求める式(3)は  

$$m_a = \rho_w(T) / \rho_w(T') \times (m_a' - m_f) + m_f \quad (3)$$
 である。 $m_a$ を求めよ。

問. 土粒子密度( $\rho_s$ )を求める式(4)は  

$$\rho_s = \{m_{ws} \times (1 - \omega_w)\} / [\{m_{ws} \times (1 - \omega_w)\} + (m_a - m_b)] \times \rho_w(T) \quad (4)$$
 である。土粒子密度( $\rho_s$ )を求めよ。

### ③ 有機物含有率について

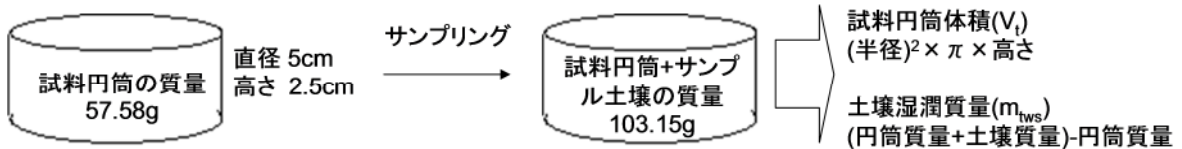


演習 上の図の値と(2)で求めた含水率( $\omega_w$ )から有機物含有率( $\omega_{org}$ )を求めよ。

問. 有機物含有率( $\omega_{org}$ )を求める式(5)は  

$$\omega_{org} = (m_{ws} - m_{bs}) / (m_{ws} - m_y) \cdot \omega_w \quad (5)$$
 である。有機物含有率( $\omega_{org}$ )を求めよ。

### ④ 三相分布について



演習 体積含水率(液相率)  $\theta$ , 固相率  $\theta_s$ , 気相率  $\theta_g$  を求めよ。

問. 体積含水率(液相率)  $\theta$  を求める式(6)は  

$$\theta = V_w / V_t = \rho_d \times \omega = M_w / V_t \quad (6)$$
 試料円筒体積  $V_t$ , 土壌湿潤質量  $m_{ws}$ , (2)の含水率  $\omega_w$  から求められ, 試料円筒中の水の質量  $M_w$  は  $M_w = m_{ws} \times \omega_w$  である。

問. 固相率  $\theta_s$  を求める式(7)は  

$$\theta_s = V_s / V_t = \rho_d / \rho_s \quad (7)$$
 試料円筒体積  $V_t$ , 土壌湿潤質量  $m_{ws}$ , (2)の含水率  $\omega_w$ , (4)の土粒子密度  $\rho_s$  から求められ, 乾燥密度  $\rho_d$  は  $\rho_d = \{m_{ws} \times (1 - \omega_w)\} / V_t$  である。

問. 気相率  $\theta_g$  を求める式(8)は  

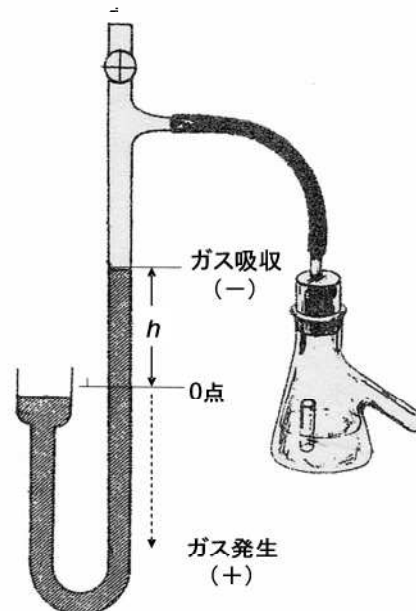
$$\theta_g = V_g / V_t = (V_t - V_w - V_s) / V_t = (1 - \theta - \theta_s) \quad (8)$$
 (6)の体積含水率(液相率)  $\theta$ , (7)の固相率  $\theta_s$  から求められる。

## 『土壌呼吸量の測定』に関する演習問題

演習 検圧計の目盛値より酸素濃度の変化を求めよ。

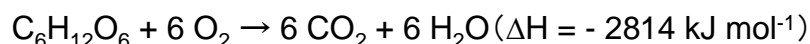
問. 土壌(含水率0.30) 10gを反応容器中に入れ、0.50Mのグルコース溶液と0.25Mの硝酸アンモニウム水溶液それぞれ1 cm<sup>3</sup>加え、反応を開始した。その時の土壌試料の目盛値は以下の表のようになった。測定した際の気温は20.0℃、大気圧は98.5 kPaであった。検圧計接続部から反応容器内までのガス腔容積V<sub>0</sub>は70.0 cm<sup>3</sup>とする。その他の値はテキストの通りである。酸素消費量Δn (mol)を求めよ。

時間(min)	温圧計の目盛(mm)	土壌検圧計の目盛(mm)
0	0.0	0.0
1	0.0	0.0
2	-0.5	0.5
4	-0.5	1.5
8	-1.0	2.5
16	-1.0	5.5
32	-0.5	12.0
48	-0.5	20.5
60	-0.5	25.5



演習 グルコース分解速度定数を求めよ。

問. 以下の化学反応式のように供給したグルコースが呼吸代謝により完全酸化分解したと仮定した場合、酸素消費量ΔV<sub>m</sub> (mol)よりグルコースの分解反応が何次反応を示すか求め、さらに速度定数を求めよ。



ちなみに、

0次反応:	積分速度式	$kt = C_0 - C$
1次反応:	積分速度式	$kt = \ln (C_0/C)$
2次反応:	積分速度式	$kt = 1/C - 1/C_0$

演習 グルコースのターンオーバー(滞留時間)を求めよ。

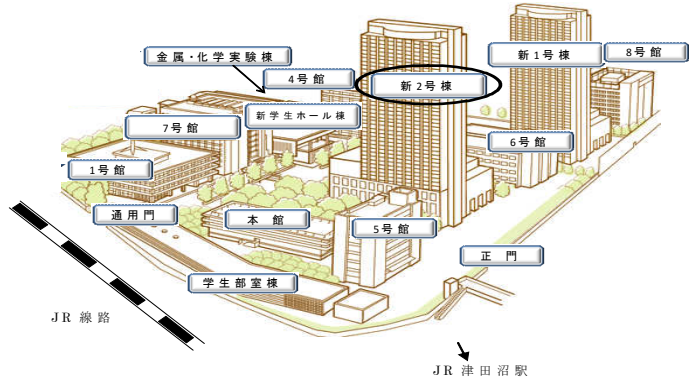
問. 前問より反応次数および速度定数が求まる。これより、もし0次の場合ならば土壌に加えられたグルコースが全消失(ゼロ)になるまでの時間を求めよ。1次もしくは2次の場合ならば、加えられたグルコースの量が1/2(半減期)および1/1000になるのに要する時間をもとめよ。

# 一 土壤診断書一

年 月 日

班 (担当氏名 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

## ○ 診断した土壤の環境



採取日時: \_\_\_\_\_年 \_\_\_\_月 \_\_\_\_日 \_\_\_\_時  
 場所: \_\_\_\_\_ (例, 1号館裏など)  
 環境: \_\_\_\_\_

## ○ 診断結果

### 土壤構成成分

含水比 $\omega(-)$ : \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ 含水率 $\omega_w(-)$ : \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_

土粒子の密度 $\rho_s(g\ cm^{-3})$ : \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_

乾燥密度  $\rho_d(g\ cm^{-3})$ : \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_

### 三相分布 (%)

気相率 $\theta_a$ : \_\_\_\_\_ 固相率 $\theta_s$ : \_\_\_\_\_ 液相率 $\theta$ : \_\_\_\_\_

有機物含有率 $\omega_{org}(-)$ : \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_

無機物含有率 $\omega_{ino}(-)$ : \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_

灰分粒子の観察(色, 粒子の大きさ, 形, 状態など): \_\_\_\_\_

### 土壤呼吸量

室温( $^{\circ}C$ ): \_\_\_\_\_ 大気圧(kPa): \_\_\_\_\_ 湿潤土壤質量(g): 5.0

時間(min)	温圧計(mm)	検圧計(mm)	時間(min)	温圧計(mm)	検圧計(mm)
0	0	0	15	_____	_____
1	_____	_____	30	_____	_____
2	_____	_____	40	_____	_____
4	_____	_____	50	_____	_____
8	_____	_____	60	_____	_____

反応次数: \_\_\_\_\_ 分解速度定数  $k(_____)$ : \_\_\_\_\_

グルコース中炭素の半減期(s): \_\_\_\_\_