

【問 1】（環境工学 1）

次の活性汚泥法に関する記述を読んで、問 1～5 に答えよ。

活性汚泥法は、現在、世界中で一般的に導入されている下水処理方法の一つであり、（ 1 ）年程前に（ 2 ）で開発された方法である。活性汚泥法で使用される「活性汚泥」は、英語で（ 3 ）と言われ、それに含まれる固形物の（ 4 ）%程度が微生物の集団であり、バクテリアや、原生動物などで構成される。図 1 に一般的な活性汚泥法の基本フローを示した。下水管から送られてくる下水流入水は、（ 5 ）に送られ大きな粒子等がここで取り除かれる。（ 5 ）の上澄み水は、次の曝気槽に送られ活性汚泥と混合する。ここで、好気性の微生物が下水中の有機物を取り込むことにより、下水が浄化される。次に、これら混合物は（ 6 ）に送られ、活性汚泥と処理水とに固液分離され、処理水は滅菌された後、河川等へ放流される。この時、水質の指標である、COD 値（mg/L）または BOD 値（mg/L）は、下水流入中のそれよりも、大幅に減少している。（ 6 ）で固液分離された活性汚泥は、（ 7 ）するための施設を経て曝気槽に戻され、新たな下水流入水と混合される。また、（ 6 ）で固液分離された活性汚泥の一部は、（ 8 ）するための施設を経て、（ 5 ）で除去された粒子等と一緒に下水処理施設の場外へ排出される。この排出された汚泥を一般に、（ 9 ）と呼ぶ。この（ 9 ）は、濃縮された後、（ 10 ）処理されバイオガスに変換される場合もある。このバイオガスの主成分は（ 11 ）であり、都市ガスに導入され、各家庭へ供給している自治体もある。また（ 9 ）は、（ 12 ）化され、農業等に利用されている。この（ 12 ）化は、一般的に（ 10 ）処理とは反対の方法である（ 13 ）処理であることが多い。

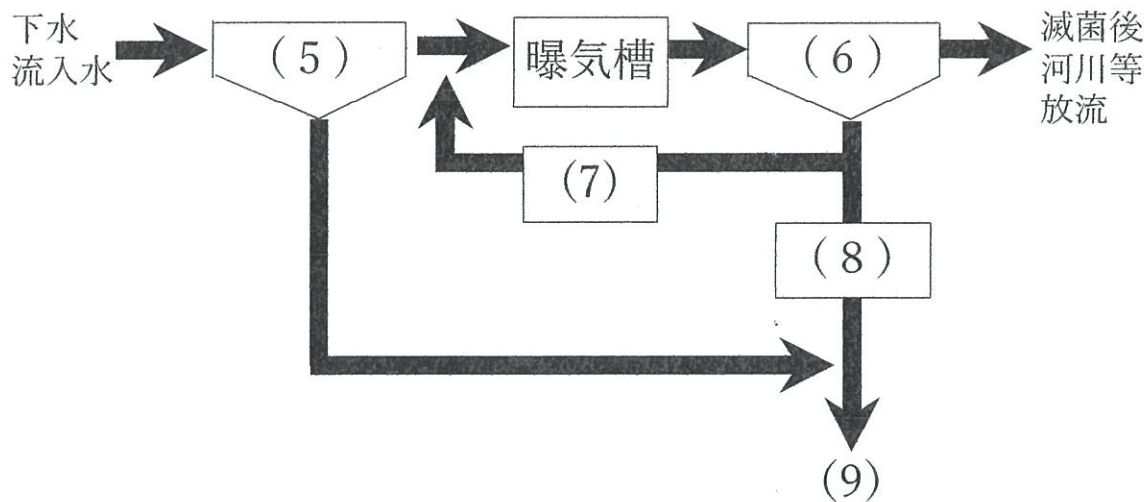


図 1 一般的な活性汚泥法の基本フロー

- 文中の（ ）内に、適切な数値や用語を解答欄に記入せよ。  
ただし、（ 1 ）と（ 4 ）は、解答欄中の適切な数字を選び、それに○をせよ。  
また、（ 2 ）には国名を、（ 3 ）には、英単語をそれぞれ記入せよ。
- （ 9 ）が排出されるのはなぜか答えよ。
- （ 9 ）を濃縮した時の体積含水率が 95 %であったとする。今、この濃縮汚泥が 1000 m<sup>3</sup>あるとき、1 m<sup>3</sup>当たりの汚泥処分委託料が 3 万円であった場合、この濃縮汚泥を処分するには 3000 万円必要となる。この濃縮汚泥を 90%の体積含水率までさらに脱水した時、処理費が幾らコストダウン出来るか、計算式を示しながら答えよ。ただし、脱水設備への投資額や税金等は考慮しないこととする。
- 標準活性汚泥法を採用しているある下水処理場では、計画汚水量を 10,000 m<sup>3</sup>/日として処理場を更新することとなった。この下水処理場の曝気槽を設計するため、以下の条件において①～④を求めよ。計算過程も記すこと。

【条件】

曝気槽流入 BOD 濃度 = 180 mg/L、曝気槽中の浮遊物質 (MLSS) 濃度 = 2000 mg/L、  
BOD-SS 負荷 = 0.3 (kg-BOD/日/kg-MLSS)、水深 = 5 m、水深/幅 = 0.5、池数 3 とする。

- ① 曝気槽に流入する BOD 量 (kg/日)
- ② 曝気槽中の MLSS 量 (kg)
- ③ 曝気槽の総容量 (m<sup>3</sup>)、1 池あたりの容量 (m<sup>3</sup>)
- ④ 曝気槽 1 池の幅と長さ (m)

【問2】（環境工学2）

次の問1～4に答えよ。

1. 以下の文中①～⑤に入る数値を答えよ。

- (1) 1リットルの溶液中に、ある物質が2g溶解しているとき、その濃度は(①)mg/Lである。
- (2) pH4の水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は(②)mol/Lである。また、pOHは(③)である。
- (3) 50mプール（長さ50m×幅20m×水深2.0m）に、残留塩素濃度を0.5mg/Lとするのに必要な塩素の最小量は(④)kgである。
- (4) ある温度における純水中の硫化鉛(PbS)の溶解度（モル溶解度）は $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)であった。このとき、硫化鉛の溶解度積 $K_{sp}$ は(⑤)(mol/L)<sup>2</sup>である。

2. 以下の(1)～(5)はそれぞれ、ある水質指標の説明である。当てはまる水質指標を答えよ。

- (1) 水の電気抵抗の逆数で、水中に含まれる電解質の全濃度を示す指標。
- (2) 水の濁り度合いに関する指標で、土砂、粘土等の無機成分や生物体などの有機成分が含まれる。カオリン等を標準液として測定する。
- (3) 湖や海域等で、直径30cmの白色の円板（セッキ板）を沈めていったとき、肉眼で見えなくなる深さとして測定する指標。
- (4) 水中の有機物の総量を表す指標であり、試料水を酸化分解して発生する二酸化炭素量を用いて求められる。

3. 次の事柄について説明せよ。

- (1) 水道におけるクリプトスポリジウムと、その対策
- (2) 合流式下水道雨天時越流

4. 都市Aでは古くから上水道が整備され、すでに全家庭が上水道に接続している。しかしながら、人口の減少などから事業計画の見直しをすることとなった。そこで次の問に答えよ。

- (1) 将来の計画人口を8万人とし、都市Aの一日平均給水量( $m^3$ /日)と一日最大給水量( $m^3$ /日)を推定せよ。推定においては、一人一日平均給水量を300L/人/日、負荷率を0.8とすること。
- (2) 都市Aの上水道は河川水を原水とし、緩速ろ過法を採用しているが、近年の状況から急速ろ過法への変更を検討することとなった。緩速ろ過池と比べた急速ろ過池の利点を2つ簡潔に述べよ。また、緩速ろ過池の利点を1つ簡潔に述べよ。
- (3) 急速ろ過法の処理フローを示す以下の図において、アとイに入る処理施設の名称を答えよ。また、この処理において使用する薬品をA：ポリ塩化ナトリウム(PACl)とB：次亜塩素酸ナトリウムとすると、各薬品の注入地点をA↓、B↓と解答用紙の図中に示せ。なお、塩素については、後塩素（消毒）のみで使用するとする。

