平成 17 年度水環境計画期末試験問題（石川・浦瀬）

・ノート教科書持ちこみ禁止。
・問題 1 から 3 は石川出題分で答案用紙の上 15 行目までで答えよ。問題 4 は浦瀬出題分でそれ以下の表面の部分および裏面を用いて答えよ。1 枚以上用紙は使ってはいけない。
・解答を終えたら，答案を提出し，模範解答例を受取り帰る。

問１

BOD とは，何を表す指標か。どのように計測することができるか。3 行程度で説明せよ。

問２

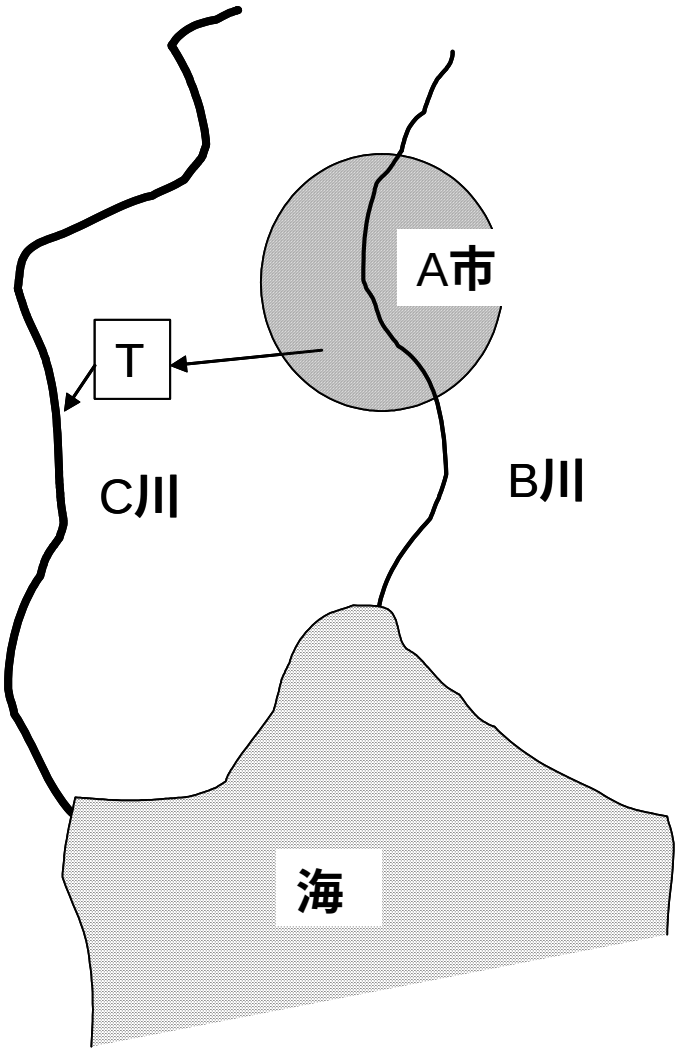
水質の鉛直分布は水温成層の影響を受けるが，その理由を 3 行程度で説明せよ。

問３

窒素やリンが閉鎖性水域に過度に流入した場合に起こる現象の総称を答えよ。また，その現象について 3 行程度で説明せよ。

問４

X さんは，コンサルタントの技術者である。ある日本からの援助案件で，途上国 A 市の下水道事業の基本設計を担当している。A 市では，現在 B 川に下水が垂れ流しになっている。この援助案件では，下水道を建設して，A 市の排水をすべて T 処理場で処理し，C 川に放流し，B 川を浄化する計画となっている。A 市の下水道事業区域の面積は，34 km^2，事業完成時の事業区域計画人口を 850,000 人としている。この案件での下水道の基本設計について，以下の問いに答えよ。



1) 計画 1 日平均汚水量を概算せよ。なお，この国は文化社会的に水洗トイレが受け入れられるとし，わが国と同様の都市生活が営まれるものとする。計算の根拠も書くこと。

2) A 市の下水道事業区域の平均的な流出係数は，0.5 であるとして，50mm/hr の降雨強度に対応する A 市の事業区域全域での計画雨水流出量を算定せよ。計算の根拠も書くこと。

3) 合流式で下水道を整備したとすると，下水管に流れる晴天時の流量は，雨天時の流量のどの程度の量になるか。計算の根拠も書くこと。また，合流式と分流式の各整備方式の利点と欠点を挙げよ。

4) 枝管から幹線管渠にいたる下水管の勾配や管径をどのように設計すればよいか。その要点を水理学的な説明も含めて示せ。

問４つづき

この援助対象国の環境基準は，わが国の「生活環境の保全に関する環境基準」に該当する基準としては，溶存酸素(DO)のみが B 川，C 川に対して設定されている。C 川の環境基準は DO>4mg/L であり，B 川については DO>1mg/L であるが，B 川は現在汚染が進んでおり，この緩い基準さえ守られていない。

5) この援助対象国では，「生活環境項目」以外に「健康関連項目」が水質の環境基準として設定されているが，どのような項目が設定されていると考えられるか，例を挙げて答えよ。

6) B 川では，現在，溶存酸素がほとんどない状態であるが，川面を覗くと，時々，気体が湧き上がっているのが観察され，下水臭がある。このとき，川ではどのような反応が起こっていると考えられるか？

7) B 川の河口では，海水が天然の凝集剤として働き，浄水処理での凝集沈殿と類似の現象が起きる。凝集とは，どのような現象かを述べ，河口域でこのような現象が起こると，どのような問題が生じるか答えよ。

問４つづき

X さんが BOD と DO の関係を記述する水質モデルを用いて C 川の下水道完工時の水質予測をした。すると，当該国で C 川に設定されている環境基準を，下水処理水放流口から 10km 下流で守れなくなるであろうことがわかった。下水道計画を見直して，処理場を分散配置するか，処理のスペックを上げる必要があることを上司に説明に行ったところ，上司に「君はいったい入社何年目だ！　処理場用地の買収には，カンチャナブリ大臣も関わっているのだよ。今さら処理場位置を変更したりしたら，刺されるぞ。君の仕事は，偽ヒューマニズムをばら撒くことではなくて，この計画が環境基準を満たすことを説明することだ。モデルのパラメーターの値を少し変えれば，何とでもなるだろう！」と怒られた。

8) 活性汚泥法の基本的な処理フローを説明せよ。

9) なぜ，下水処理水放流口直下ではなく，10km 下流で基準が満たせなくなるのか。説明せよ。

10) このモデルで設定されているパラメーター(1 次反応速度定数と再曝気係数)について，式を用いて説明せよ。

11) X さんは，上司に対して，どのように行動すべきか。あなたの考えを書け。

解答と解説(by たろてん)

問 1

BOD とは生物化学的酸素要求量で，水中の主として有機物が分解するときにどのくらいの酸素を必要とするかを示す。測定は，試料を適度に希釈し，5 日間，20℃で暗所保存し，その間の酸素濃度の減少から求める。

問 2

水温成層とは，上層に軽い温度の高い水塊が，下層に重い温度の低い水塊が存在することによって，両層の混合が制限される現象で，湖沼では夏季に生じる。(4℃以下では密度が逆転するので，冬季にも成層することもあり，春秋が循環期となる)。上層では太陽光によって光合成が起こり，水中の栄養分が藻類に吸収され溶存酸素濃度が高くなるのに対して，下層では有機物の分解によって溶存酸素が低下し，また，底泥から様々なものが溶出する。

問 3

富栄養化とは，窒素やリンなど，水域で不足しがちな元素が十分に高い濃度になることによって，植物性プランクトンが異常発生する現象を言う。炭素は，植物プランクトン自身が光合成によって得ることができるので，富栄養化の律速因子にはならない。漁業や水道などに利水障害を生じる。

問 4

1) 一人一日 300 リットルとすると，0.3 X 850,000 = 250,000 (m^3/day)

2) 50 X 10^{-3} / 3600 X 0.5 X 34 X 10^6 = 240 (m^3/sec)

3) 250,000 / 24 / 3600 / 240 = 0.012　　1.2%程度

合流式・・管渠の埋設コストが安い，雨天時に未処理の汚水が一部公共用水域に排出される，弱い雨なら路面堆積汚濁物なども処理場まで運べる。分流式はその逆

4) 下水管渠の機能は，必要な量をできるだけ経済的に，できるだけ途中で堆積させないので運ぶこと。したがって，下流に行くほどせん断力(流速)が大きくなるようにして，一旦下水管渠に取り込んだ汚濁物は，途中で堆積させないようにする。一方で，下流ほど管断面積は大きく取るので，勾配を小さくしても流速は確保でき，なるべく埋設深度を抑えて経済的にする。

5) 水銀，カドミウム，鉛，クロムなどの重金属類，トリクロロエチレン，ベンゼンなどの有機溶媒類，ほかに農薬など。

6) 酸化還元電位の高い順で，(1) 水中の硝酸性窒素が窒素に還元される，(2) 水中の硫酸が硫化水素に還元される(下水臭の正体)，(3) 水中の有機物からメタンが生成する，の各反応が起こる。

7) コロイド同士は電気的に反発し，なかなか粒子同士は会合せず，水中で分散して存在するが，電気的な斥力が電解質の添加によって中和されると，粒子同士が会合し，フロックを形成し，粒子径が大きくなって沈殿しやすくなる。感潮域では水中の有機物が底泥に蓄積し，貧酸素状態となることがある。

8) 最初沈殿池，エアレーションタンク(反応タンク)，最終沈殿池(汚泥を返送する)，(消毒)

9) 10) ストリータ・フェルプスの式の説明を参考にしてください。

11) 事なかれ主義の上司につくとこういうことになるので大変だ。まずは上司としっかり話し合い，話し合った中身を記録にとどめておく。不正なシミュレーションをした場合に，それが発覚するリスクも大きい。当該国の環境基準，援助の仕組み，など大きい枠組みの問題にも，精一杯，発言し行動する。