

公害防止管理者(水質) 水質概論

目次

公害防止管理者試験(水質関係)～各科目の特徴～	6
水質概論とは?	6
出題傾向(直近5カ年:H28~R2)	7
水質汚濁の指標	8
BOD(生物化学的酸素要求量:Biochemical Oxygen Demand)	8
COD(化学的酸素要求量:Chemical Oxygen Demand)	9
SS(浮遊物質:Suspended Solids)	11
DO(溶存酸素:Dissolved Oxygen)	13
富栄養化とは?	16
関連指標(富栄養化の関連指標)	18
関連指標(汚染微生物指標)	18
湖沼・海域の成層・大循環	21
エスチャリー(半閉鎖性内湾)	23
河川の環境(水質と生物①)	25
河川の環境(水質と生物②)	27
河川の環境(汚濁量の計算)	29
具体的な計算(汚濁量の計算)	32
有害物質(有機化合物編①)	36
有害物質(有機化合物編②)	37
有害物質(重金属編①)	39
有害物質(重金属編②)	40
重金属の解毒機構(メタロチオネイン)	42
有害物質のリスク評価	44
毒性に関する注意事項	44
代表的な指標(概要)	46
代表的な指標(詳細①)	46

代表的な指標(詳細 ②)	47
水質汚濁物質の排出業種	49
排出業種(生活環境項目)	49
排出業種(有害物質)	50
化学物質の管理	53
水質汚濁防止対策のための法規制	55
環境基本法	55
四大公害病とは?	56
その他の公害病	57
環境基準(第16条)	59
11種類の環境基準	62
水質汚濁に係る環境基準(S46年環告59号)	64
水質汚濁の発生源・処理方法は?	67
水質環境基準の達成状況 ①	69
水質環境基準の達成状況 ②	70
水質環境基準の達成状況 ③	74
水質環境基準の学習方法	78
演習:環境庁告示第59号、第10号	78
演習:環境基準達成率など	90
水質汚濁防止法	94
水質汚濁防止法の全体像	96
特定施設	101
特定施設と指定施設	101
排水基準	107
排水基準(有害物質)	108
浸透基準・浄化基準(備考)	111
各種基準の比較(備考)	112

上乗せ排水基準	114
水質総量削減の概要	119
汚濁負荷量の測定頻度・記録・罰則	121
改善命令	125
特定施設等の届出	127
構造基準	135
事故時の措置	140
罰則規定	144
報告および検査	147
緊急時の措置	149
特定工場における公害防止組織の整備に関する法律	150
特定工場とは？	151
選任される公害防止管理者の区分(備考)	152
汚水処理施設に該当する業種とは？	153
公害防止組織とは？	161
水質関係公害防止管理者の業務	161
罰則(一部抜粋)	166

公害防止管理者試験(水質関係) ~各科目の特徴~

試験科目	内容	具体例: BOD (生物化学的酸素要求量)
公害総論 (15問) 水質概論 (10問)	暗記系 基礎的	BODとは?、BODの基準値、 簡単な濃度計算など
↓	↓	↓
汚水処理特論 (25問) 水質有害物質特論 (15問) 大規模水質特論 (10問)	理解系 応用的	BODの計算、BOD容積負荷や BOD汚泥負荷の計算、 BODの除去方法・測定方法など

水質概論とは?

- ◇ 水質汚濁に関連する指標や法規制(基準値など)を出題
- ◇ 水質関係のすべての区分に共通する科目
- ◇ 全ての科目と出題内容が関連している

例)「公害総論」→ 法規制、「特論科目」→ 汚濁物質の性質・計算



水質汚濁の指標

① 生活環境項目

pH、BOD、COD、溶存酸素(DO)、SS、全窒素・全リン、ホルマルヘキサン抽出物質、大腸菌群 など

② 有害物質(健康項目)

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン → 有機塩素化合物

チウラム、シマジン、チオベンカルブ → 農薬

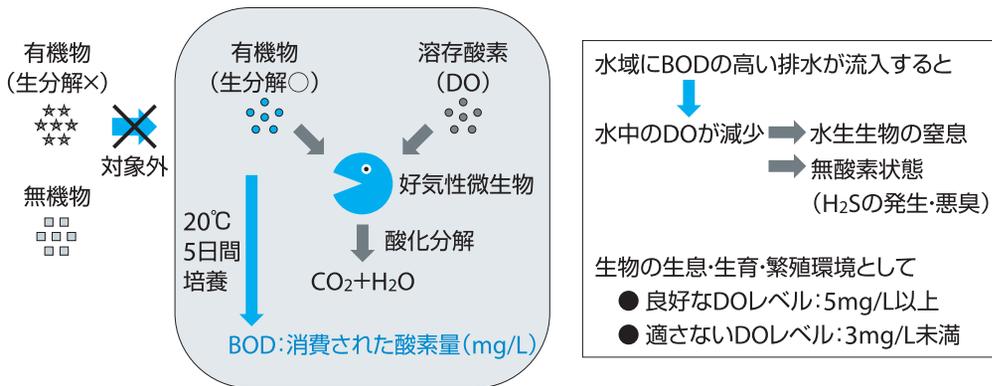
水銀、カドミウム、鉛 → 重金属 など

BOD (生物化学的酸素要求量: Biochemical Oxygen Demand)

【概要】

水中の**好気性の微生物**によって消費される溶存酸素量(mg/L)であり、有機汚濁指標の一つ。

→ **生物分解**されやすい**有機物量の指標**



【備考】窒素化合物(NH₃など)に由来するBOD

● 硝化菌・亜硝酸菌 → DOを消費

● 1週間以降に反応が活発化

● $BOD = C-BOD + N-BOD$

炭素由来 窒素由来

(主要成分)

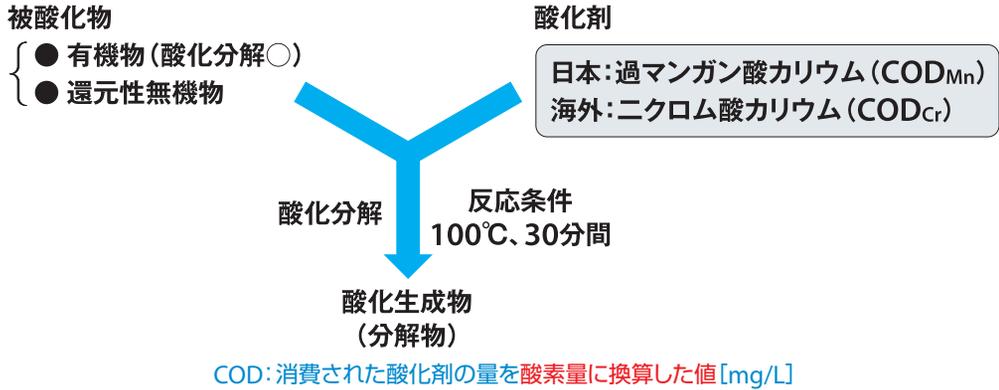
環境基準では、**河川にはBOD**が、**湖沼と海域にはCOD**が適用される。

COD (化学的酸素要求量:Chemical Oxygen Demand)

【概要】

海水などの試料に**酸化剤**を加え、加熱分解した際に消費された**酸化剤を酸素量[mg/L]**に換算した値。

→ **有機物量の指標**



【湖沼・海域】

河川に比べ、流れの少ない「滞留性水域」なので、生分解性以外の有機物も考慮（流れ込んだ有機物すべてを考慮）する必要がある。



酸化剤での分解による方法 (COD) で評価

【備考】 酸化力の強さ

ニクロム酸カリウム※ > **過マンガン酸カリウム**

(測定値: COD_{Cr} > **COD_{Mn}**)

※六価クロム化合物 → 有害性が高い

【関連指標】 TOC (全有機炭素: Total Organic Carbon)

- 有機物中の炭素量のこと。
- 有機物の主成分は炭素
→ **有機物の全量を表す指標**として用いられる。
- 生物分解性 (BOD) や酸化力 (COD) による影響を受けない。

memo

.....

.....

.....

.....

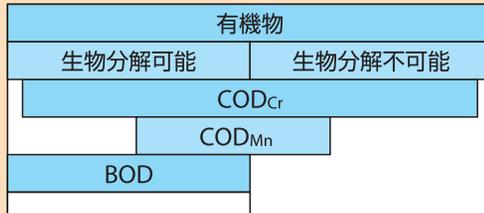
水質の汚濁指標に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) BODは、通常、好気性微生物によって分解される水中の有機物量の指標である。
- (2) CODは、酸化剤によって分解される水中の有機物量の指標で、COD_{Mn}は酸化剤として二酸化マンガンをを用いる。
- (3) SSは、水中に懸濁している直径2mm以下の不溶解性物質のことである。
- (4) 透視度は、水の透き通りの度合いを示し、透視度計を使って測定する。
- (5) 大腸菌群は、ふん便汚染の指標であるが、ふん便汚染を受けていない土壌・植物など環境中の大腸菌群も検出される。

解答と解説

正解(2)

- (1) ちなみに、BODの反応条件は「20℃、5日間」です。
- (2) COD_{Mn}は酸化剤として**過マンガン酸カリウム**を用います（**日本で主流**の方法）。
COD_{Cr}は酸化剤としてニクロム酸カリウムを用います（酸化力が強い、有害廃液）。



BOD、COD_{Mn}、COD_{Cr}の関係性

【備考】生活排水…し尿、生活雑排水

● 成人1人が1日あたりに排出する生活排水中の汚濁物質の原単位 [g/(人・日)]

BOD(45) > **COD_{Mn}**(23) > **全窒素**(9.0) > **全りん**(1.0)

memo

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

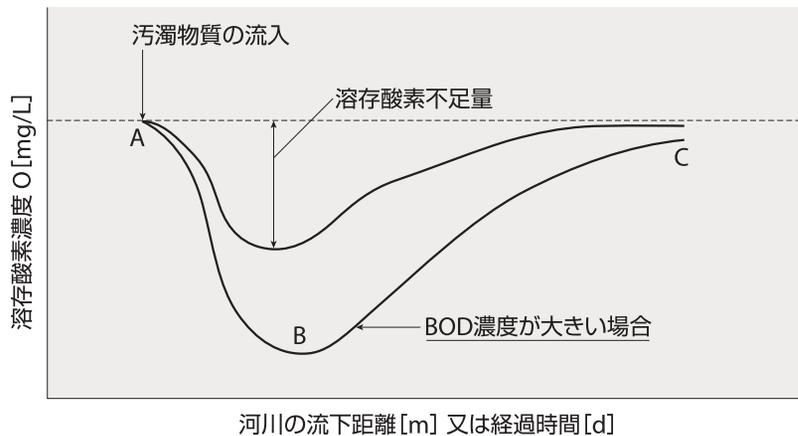
DO (溶存酸素:Dissolved Oxygen)

【概要】

- 水中に溶存している酸素の量 [mg/L] で、有機汚濁の指標の一つ。
 - ↓ DOが低くなると…
 - ・ 有機物の嫌気分解 → 悪臭物質 (硫化水素、アンモニアなど) の発生
 - ・ 一部の重金属の溶出
 - ・ 堆積物中のりん酸の溶出

【性質】

- 酸素の蒸留水への溶解度 → 1気圧、水温20℃で約9mg/L (9.09 or 8.84mg/L)
 - 水温が低いほど、よく溶ける (溶解度は高い)
- 水中に酸素が溶け込むルート
 - ① 水面を通して大気から溶解
 - ② 水中の植物プランクトンや水生植物から供給される (光合成)
- 底層水…水面から遠い+光が届かない (光合成×) → DOが不足しやすい



【溶存酸素 (DO) 濃度の変化】

A~B: DO消費 > DO供給

汚濁物質中の有機物が好気性微生物により徐々に分解

→ DOが徐々に減少

B~C: DO消費 < DO供給

有機物がほとんど分解される

→ 減少したDOが徐々に回復

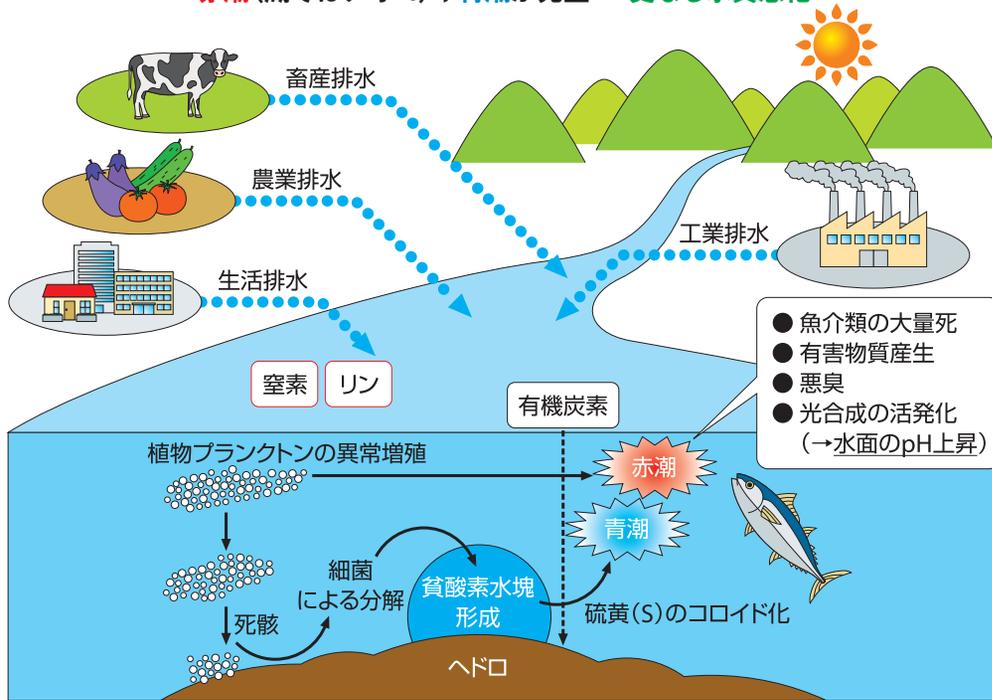
富栄養化とは？

植物プランクトンが要する栄養※【窒素(N)・リン(P)】が過剰な状態

※ 制限因子とも呼ばれる



赤潮(湖ではアオコ)や青潮が発生 → 更なる水質悪化



富栄養化の原因とその影響(海域)

【富栄養化の指標】

- ① 物質指標…原因物質(窒素・リン)の量
- ② 程度の指標…富栄養化の影響
 - **クロロフィルa**
 - ・植物プランクトンの葉緑素(成分)
 - ・濃度(大) → 植物プランクトン量(大)
 - **透明度、透視度**
 - **pH(水素イオン指数: $-\log [H^+]$)**
 - ・水素イオン(H^+)濃度の指標
 - ・0~14の値で表記
 - ~7: 酸性、7: 中性、7~: アルカリ性
 - ・**光合成** → 水中の二酸化炭素(炭酸)が消費される。
 - **水面のpH上昇**

問題

【平成23年問10】

水域が過度に富栄養化した場合に、生物に及ぼし得る影響として、誤っているものはどれか。

- (1) 植物プランクトンにより、えらの詰まりが生じ、魚類が斃死する。
- (2) 水生植物群落の減少により、産卵場と避難場所が減少し、魚類の生産性が低下する。
- (3) 植物プランクトンの現存量が減少する。
- (4) 動物プランクトンの種類と現存量が減少する。
- (5) 底生生物の種類と現存量が減少する。

解答と解説

正解(3)

富栄養化 → **植物プランクトンの異常増殖** → **他生物の減少(死滅)**

問題

【平成24年問7】

水質指標に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 富栄養化の主な物質指標は、窒素とリンである。
- (2) 「pH」は、水素イオン指数とも呼ばれ、植物プランクトンの活動が活発な湖沼の表層では、酸性側に大きく傾くことがある。
- (3) 「透視度」とは水の透き通りの指標で、試料水を満たしたガラス管の底部に置かれた板上の二重線を明らかに見分けられる最大の水柱の高さで表される。
- (4) 藻類の量を示す指標として、「クロロフィルa」がしばしば用いられる。
- (5) 「TOC」は、生物分解性に関係なく有機物の全量に対応した指標である。

解答と解説

正解(2)

- (2) **正しくはアルカリ性です。**
- (3) **ちなみに、「透明度」は透明度板(白い円盤)を水中に沈めて、目視できなくなった水深で示されます。**

関連指標 (富栄養化の関連指標)

【富栄養化で異常発生した有害藻類が生産する物質】

① 異臭味物質…カビ臭の原因物質

- 糸状ラン藻類(植物プランクトンの一種)や放線菌類が生産。
- 代表例: **ジェオスミン**、**2-MIB**(2-メチルイソボルネオール)

② 生体毒性物質

- **ミクロキスティス**(植物プランクトンの一種)が生産。
- 代表例: **ミクロシスチン**
- **ミクロシスチン-LR**は毒性が最も高い。
 - シアン化カリウム(青化カリ)よりも毒性が高い。
 - 飲料水の基準値
 - ・WHOの暫定指針値 : **0.001mg/L**
 - ・厚生労働省の目標値 : **0.0008mg/L**…より厳しい基準
(要検討項目)

関連指標 (汚染微生物指標)

【井戸水や水道水を汚染する病原微生物】

① 大腸菌群…ふん便汚染の指標として用いられる。

- ふん便汚染を受けていない土壌・植物などの環境中に生息する大腸菌群も検出されることがある。 → **自然環境にも一定数存在する**
- 病原性の大腸菌も存在する。
 - 例) **腸管出血性大腸菌O157**…家畜のふん便中から井戸水等を汚染。
感染力が強く、菌100個の感染でも発症するといわれている。
菌が腸管内で生産するペロ毒素により、**下痢など**を発症。

② クリプトスポリジウム

- 病原虫の一種で水道水源を汚染し、感染被害が発生した事例がある。
- 感染症すると、激しい**下痢症状**を引き起こす。

問題

【平成25年問8】

水質指標に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) BODは水中の好気性の微生物によって消費される溶存酸素量であり、有機汚濁指標の一つである。
- (2) 一般的に COD_{Cr} は COD_{Mn} より高い値を示す。
- (3) 大腸菌群は、ふん便汚染の指標として用いられる。
- (4) クロロフィルaは、閉鎖性水域等の植物プランクトン量の指標として用いられる。
- (5) ジェオスミンと2-MIBは、病原性微生物汚染の指標として用いられる。

解答と解説

正解(5)

- (2) 二クロム酸カリウム(COD_{Cr})の方が、過マンガン酸カリウム(COD_{Mn})より、酸化力が強く高い値を示します。
- (5) **異臭味物質**の指標であり、**富栄養化の進行**を示す指標としても用いられます。

問題

【平成27年問6】

有害藻類、ミクロシチスに関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

ミクロシチスは毒性のある多種類の(1)ミクロキスティン(microcystins)を産生する。WHOではその中で最も高い毒性を示すとされる(2)microcystin-LRについてガイドラインを示している。

WHOの暫定指針値は、飲料水で(3)0.001mg/Lであるが、我が国の(4)厚生労働省は要検討項目とし、目標値として(5)0.008mg/Lとしている。

解答と解説

正解(5)

- (5) WHOの指針値より**厳しい**、**0.0008mg/L**を目標値としています。