

# 9 水質有害物質特論

(令和4年度)

水質第1種・第2種

試験時間 14:35～15:25 (途中退出不可) 全15問

## 答案用紙記入上の注意事項

この試験はコンピューターで採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。以下に答案用紙記入上の注意事項を記しますから、よく読んでください。

(1) 答案用紙には氏名、受験番号を記入することになりますが、受験番号はそのままコンピューターで読み取りますので、受験番号の各桁の下の欄に示す該当数字をマークしてください。

(2) 記入例

受験番号 2200198765

氏名 日本太郎

このような場合には、次のように記入してください。

氏名	日本太郎								
受 験 番 号									
2	2	0	0	1	9	8	7	6	5
[1]	[1]	[1]	[1]	<del>[1]</del>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
<del>[2]</del>	<del>[2]</del>	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]
[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]
[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	<del>[5]</del>
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<del>[6]</del>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<del>[7]</del>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<del>[8]</del>	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<del>[9]</del>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	[0]	<del>[0]</del>	<del>[0]</del>	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]

(3) 試験は、多肢選択方式の五者択一式で、解答は、1問につき1個だけ選んでください。したがって、1問につき2個以上選択した場合には、その問いについては零点になります。

(4) 答案の採点は、コンピューターを利用して行いますから、解答の作成に当たっては、次の点に注意してください。

① 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄に記入してください。


(記入例)

問 次のうち、日本の首都はどれか。

(1) 京 都 (2) 名古屋 (3) 大 阪 (4) 東 京 (5) 福 岡

答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を HB 又は B の鉛筆でマークしてください。

[ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ ~~4~~ ] [ 5 ]

② マークする場合、[ ]の枠いっぱいには、はみ出さないようにのようにしてください。

③ 記入を訂正する場合には「良質の消しゴム」でよく消してください。

④ 答案用紙は、折り曲げたり汚したりしないでください。

以上の記入方法の指示に従わない場合には採点されませんので、特に注意してください。

問1 有害物質を含む排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 重金属は分解できないため、排水から分離する技術が主体となる。
- (2) 1,4-ジオキサンは一般的な凝集沈殿法では除去困難である。
- (3) ベンゼンは生物分解法により比較的容易に分解できる。
- (4) 有機塩素系化合物、農薬、ポリ塩化ビフェニル(PCB)などは、塩素酸化、オゾン酸化あるいは電解酸化により容易に分解される。
- (5) 使用済み吸着剤や有害物質含有スラッジの後処理に注意する必要がある。

問2 重金属排水の処理技術に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 重金属排水は一般に酸性であり、凝集沈殿法で処理するためには、アルカリ剤による pH 調整が必要である。
- (2) 共沈処理は、共沈剤を添加しない凝集沈殿法に比べ、重金属を微量まで処理できる効果的な技術である。
- (3) キレート剤を含む排水の処理では、キレート剤の濃度が低くなるように、濃厚液の分別が重要となる。
- (4) 硫化物法は、pH 中性領域での処理が可能など優れた面があるが、硫化水素の毒性、臭気性、腐食性のため排水処理に適用されている例は少ない。
- (5) 鉄(II)イオンのほかに複数の重金属が共存するとマグネタイトは生成しないため、フェライト法は各種重金属を含む排水の一括処理には適用できない。

問3 カドミウム・鉛排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) カドミウムは、硫化ナトリウム過剰存在下でも鉄塩を併用すれば、アルカリ性で再溶解は起こらない。
- (2) キレート剤を含む鉛排水の処理で、水酸化物法や共沈法が適用できない場合は、置換法が有効であることが多い。
- (3) カドミウムの難溶性塩としては、水酸化カドミウム、炭酸カドミウム、硫化カドミウムなどがある。
- (4) 鉛の難溶性塩としては、炭酸鉛、硫化鉛、硫酸鉛などがある。
- (5) 水酸化鉛は pH8 以上のアルカリ性で水酸化鉛イオンをつくって再溶解する。

問4 水銀排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 鉄塩を併用しない硫化物法だけでは、排水基準以下に安定処理することは困難である。
- (2) 硫化物法においては、 $S^{2-}$  が過剰となることによる再溶解の問題がある。
- (3) 活性炭を用いて吸着処理する場合、アルカリ性よりも酸性の方が吸着効果がよい。
- (4) 水銀専用キレート樹脂として、ジチオカルバミド酸基やチオ尿素基を配位基としてもつものがある。
- (5) 有機水銀化合物を塩素によって塩化水銀(Ⅱ)に分解するとき、アルキル基の炭素数が大きいほど分解しにくい。

問5 セレン排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) セレンは難溶性塩を生成しないため、重金属の中でも処理が難しい。
- (2) 吸着処理において、活性炭の吸着効果は認められないが、活性アルミナはセレン(IV)を吸着する効果が認められる。
- (3) 溶解性セレンは、セレン(IV)とセレン(VI)とであるが、セレン(IV)には水酸化鉄(III)による共沈処理が有効である。
- (4) 共沈処理では pH の影響は大きく、中性からアルカリ性にかけて 90 % の除去が可能である。
- (5) セレンがイオンとして存在すれば、セレン(IV)もセレン(VI)もイオン交換法で処理できる。

問6 ほう素及びふっ素排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ほう素排水は、pH を 9 以上にして、アルミニウム塩と水酸化カルシウムを併用して凝集沈殿処理できる。
- (2) ほう素排水を *N*-メチルグルカミン形イオン交換樹脂で処理するとき、樹脂の再生は高濃度の塩化ナトリウム水溶液で行う。
- (3) ふっ素排水をふっ化カルシウム法で処理するとき、処理対象がふっ素のみである場合、最適 pH は 7 付近である。
- (4) ふっ素排水の高度処理法としては、アルミニウム塩を添加して水酸化アルミニウムのフロックを生成させ、これにふっ化物イオンを吸着・共沈させる方法がある。
- (5) ふっ素選択吸着樹脂として、交換基に含水酸化セリウムをもつものがある。

問7 オゾン酸化法によるシアン排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 有害な副生成物が生成しにくい。
- (2) オゾンを溶解する気液反応が律速となる。
- (3) 微量の銅が存在するとシアンの酸化分解反応が阻害される。
- (4) ニッケルシアノ錯体は処理可能である。
- (5) 鉄、金、銀のシアノ錯体は分解困難である。

問8 シアン排水の処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) アルカリ塩素法では、一段反応で pH10 以上として次亜塩素酸ナトリウムを添加し、二段反応で pH を 7～8 として次亜塩素酸ナトリウムを添加する。
- (2) 銅、亜鉛、カドミウムのシアノ錯体は、アルカリ塩素法では分解できない。
- (3) 鉄シアノ錯体の処理には、鉄(II)を加えて難溶性の鉄シアン化合物を生成して沈殿除去する方法がある。
- (4) 煮詰法は、濃厚シアン廃液の処理処分、有価重金属の回収に適している。
- (5) 電解酸化法は、濃厚シアン廃液を効率よく経済的に処理するのに適している。

問9 アンモニア・亜硝酸・硝酸排水の処理技術に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) アンモニア排水の生物処理法としては、生物的硝化脱窒素法がある。
- (2) アンモニアストリッピング法は、排水の pH をアルカリ性にしてアンモニウムイオンをアンモニアガスに変え、大気に揮散させる方法である。
- (3) 不連続点塩素処理法は、アンモニアを塩素酸化して窒素ガスに分解する方法で、高濃度のアンモニアを対象とした処理に用いられる。
- (4) 陽イオン交換樹脂はアンモニウムイオンを、陰イオン交換樹脂は硝酸イオン、亜硝酸イオンを吸着する。
- (5) 触媒分解法として、高濃度アンモニア排水に空気を供給し、加温加圧条件下で触媒と接触させることでアンモニアを酸化し、無害な窒素ガスとして大気に放出する方法がある。

問10 有機塩素系化合物を含む排水や地下水の生物分解法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 分解能力をもつ好気性微生物として、メタン資化細菌が挙げられる。
- (2) 好気細菌による分解では、トリクロロエチレンは最終的に水と CO<sub>2</sub> とエチレンに分解される。
- (3) 嫌気細菌による主な分解反応は、塩素原子が一個ずつ外れる還元的脱塩素化反応である。
- (4) 塩素化エチレン分解細菌の培養液を汚染地下水に注入することにより浄化を行う方法がある。
- (5) 通常の有機物を多量に含む有機塩素系化合物排水に活性汚泥法を適用すると、一般的なフロック形成細菌が優勢となり、分解可能な細菌は共生しにくい。

問11 ガスクロマトグラフ質量分析法に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 質量分析計のイオン源は大気圧に維持されている。
- (2) クロマトグラム上の分析種の保持時間から定量分析を行い、ピーク面積から定性分析を行う。
- (3) 電子イオン化(EI)法では、分子イオンのみが生成し、フラグメントイオンは生成しない。
- (4) 正イオン化学イオン化(PICI)法では、電子を分析種に直接照射してイオン化する。
- (5) 磁場形質量分析計は、高感度、高質量分解能が得られ、ダイオキシン類の分析に用いられる。

問12 イオンクロマトグラフ法で用いられる検出器として、不適当なものはどれか。

- (1) 電子捕獲検出器
- (2) 電気化学検出器
- (3) 蛍光検出器
- (4) 紫外可視吸光光度検出器
- (5) 電気伝導度検出器

問13 ひ素及びその化合物の検定法として、用いられないものはどれか。

- (1) ジエチルジチオカルバミド酸銀吸光光度法
- (2) 水素化物発生原子吸光法
- (3) 水素化物発生 ICP 発光分光分析法
- (4) イオンクロマトグラフ法
- (5) ICP 質量分析法



問14 ふっ素及びその化合物の検定法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料を濃縮する場合は、弱アルカリ性で行う。
- (2) 試料を水蒸気蒸留する場合は、強酸性で行う。
- (3) 水蒸気蒸留は、二酸化けい素を共存させて行う。
- (4) 水蒸気蒸留は90～100℃で行う。
- (5) ふっ素化合物を水蒸気蒸留によってふっ化物イオンとした後、ランタン-ア  
リザリンコンプレキソン吸光光度法を適用する方法がある。

問15 塩素化炭化水素及びベンゼンの検定法に関する記述として、誤っているものは  
どれか。

- (1) 試料を採取するときは、泡立てないように採取し、気泡が残らないように満  
水にして密栓する。
- (2) 試験は試料採取後、直ちに行う。直ちに行えない場合には、-20℃で凍結  
保存する。
- (3) ガスクロマトグラフ質量分析を適用する場合は、内標準物質が用いられる。
- (4) パージ・トラップ-ガスクロマトグラフ質量分析法では、試料にパージガス  
を通じて、塩素化炭化水素及びベンゼンをトラップ管に捕集する。
- (5) ヘッドスペース-ガスクロマトグラフ質量分析法では、試料をバイアル中で  
気液平衡状態とした後、気相の一定量を分析装置に注入する。

