

第8章 高度処理法

Question

下水の高度処理とは？

Answer

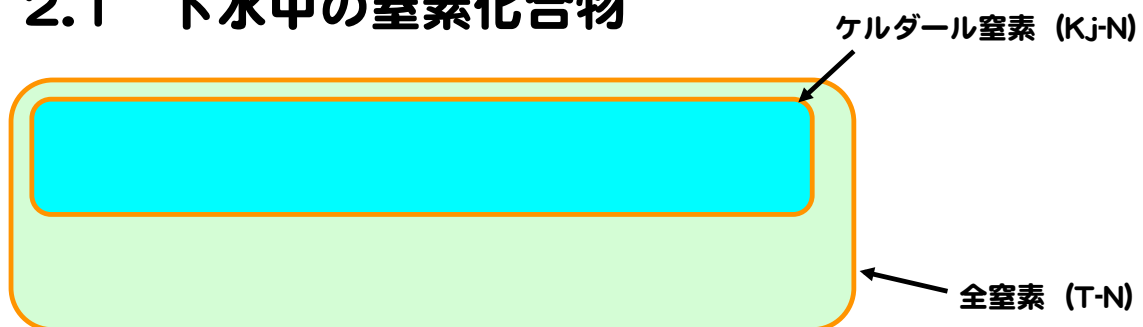
下水中の窒素とリンを除去することを“三次処理”または“高度処理”という。

1

1 高度処理法の種類

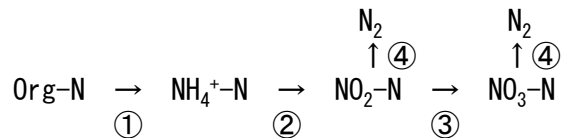
2 窒素除去法

2.1 下水中の窒素化合物



2

2.2 窒素化合物の変化と細菌



反応	細菌	エネルギー源	水素源	炭素源	酸素要求性
①酸化的脱アミノ反応					
②硝化 (アンモニア酸化反応)					
③硝化 (亜硝酸酸化反応)					
④脱窒素反応 (脱窒)					

2.3 生物学的窒素除去法の原理

(1) ステップ1

窒素を含んだ下水を好気性状態にして（エアレーションして），下水中の窒素を，NO₂-NあるいはNO₃-Nにまで酸化する。

(2) ステップ2

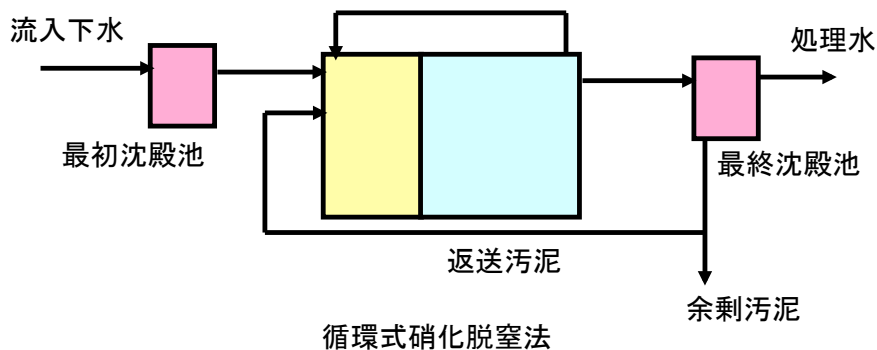
NO₂-NあるいはNO₃-Nを還元状態（嫌気性）にして，N₂ガスにする。

2.4 生物学的窒素除去法の種類

- ・ 循環式硝化脱窒法
- ・ 硝化内生脱窒法
- ・ ステップ流入式多段硝化脱窒法
- ・ 高度処理オキシデーショナルディッチ法

2.5 循環式硝化脱窒法

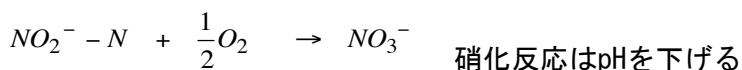
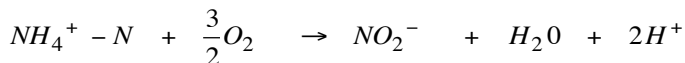
1) 処理フロー



無酸素タンク：分子状酸素 (O₂) がいない状態

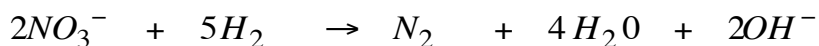
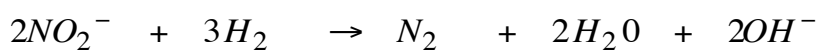
2) 反応

[好気タンク]



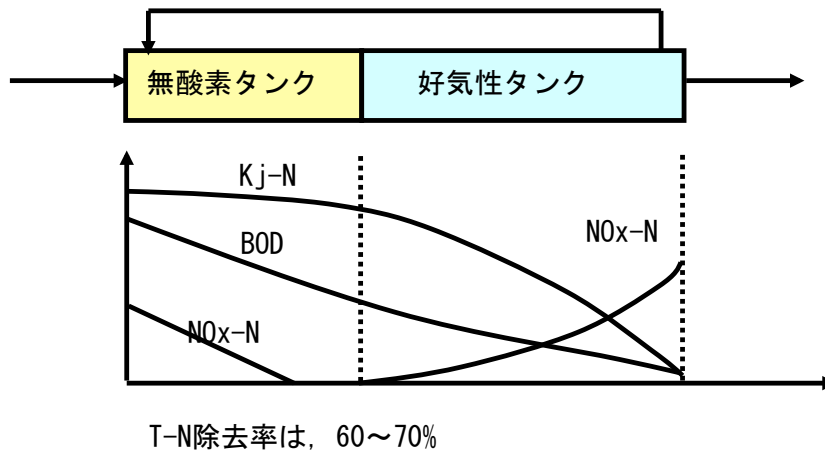
- ・硝化細菌の比増殖速度 $\mu <$ 有機物酸化菌の μ なので、反応タンクに硝化細菌を維持するためには、有機物酸化菌に対するSRTよりも長いSRTが必要
- ・硝化細菌は、有機物酸化菌に比べ、環境条件（温度、pH、DOなど）の影響を強く受ける。
- ・硝化反応は、液のpHを下げる方向に作用する。（液に緩衝能力があれば下がらない）
- ・硝化反応が不完全だと（全ての窒素がNO³-Nになっていないと）、BODが高くなる。

[無酸素タンク]



- ・反応にはH₂を与える水素供与体が必要（通常は下水中の有機物）
- ・脱窒反応は、液のpHを上げる方向に作用する。（液に緩衝能力があれば上がらない）

3) 窒素の反応タンク内プロフィール



7

3 リン除去法

3.1 リン除去法の種類

- ・凝集剤添加法
- ・生物学的リン除去法

3.2 生物学的リン除去法の原理

活性汚泥中には、リンを過剰に摂取することができる細菌がいる。

これを いう。

↓

この細菌を にする。

↓

細菌は (PO₄-P) を細胞外に放出する。

↓

その後、この細菌を にする。

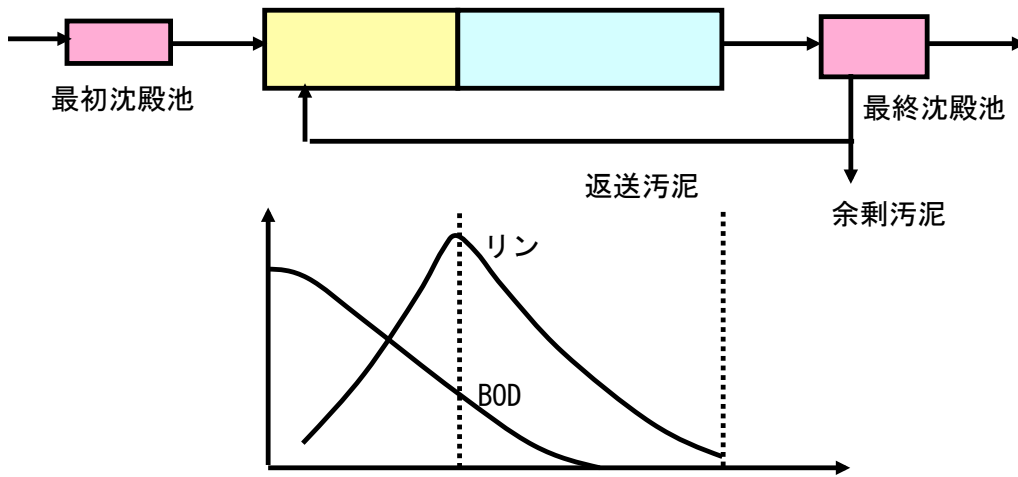
↓

細菌は放出した以上のリン (PO₄-P) を細胞内に摂取・蓄積する。

※リンの細胞への取り込みと放出の詳しいメカニズムはよく分かっていない。

8

3.3 処理フローとリンのプロフィール



嫌気タンク：分子状酸素(O₂)も結合酸素(NO₂, NO₃, SO₄等)もない状態

- ・ 最終的に、リンは余剰汚泥中に含まれて排除される。
- ・ T-P除去率は、75~95%程度。

4 各種活性汚泥法

表 4.5.3. 各種活性汚泥法の特徴（高度処理）

処理方式	特徴	MLSS濃度 (mg/l)	BOD-SS負荷 (kgBOD/(kgSS・d))	反応タンクの水深 (m)	反応タンクの形状	HRT (h)	ASRT (d)	備考
嫌気-無酸素-好気法	反応タンクの前段に嫌気タンク、中段に無酸素タンク、後段に好気タンクを設置し、循環式硝化脱窒法と嫌気-好気活性汚泥法の組合せにより、生物学的に窒素、リンの同時除去を行う方法	2,000~3,000	標準活性汚泥法より小さい	4~6 (10程度)	く(矩)形 多槽完全混合形	16~20	11~14	()は深槽式
凝集剤併用型循環式硝化脱窒法	循環式硝化脱窒法の好気タンクに凝集剤を添加することにより、生物学的に窒素を、化学的にリンを同時除去する方法	2,000~3,000	標準活性汚泥法より小さい	4~6	く形 多槽完全混合形	14~18	11~14	
凝集剤併用型硝化内生脱窒法	硝化内生脱窒法の好気(再曝気)タンクに凝集剤を添加することにより、生物学的に窒素を、化学的にリンを同時除去する方法	2,500~4,000	標準活性汚泥法より小さい	4~6	く形 多槽完全混合形	18~24	11~14	
循環式硝化脱窒法	反応タンクの前段に無酸素タンク、後段に好気タンクを設置し、後段の硝化液を前段に循環させることにより、生物学的な脱窒を行う方法	2,000~3,000	標準活性汚泥法より小さい	4~6	く形 多槽完全混合形	14~18	11~14	
硝化内生脱窒法	反応タンクの前段に好気(硝化)タンク、中段に無酸素(脱窒)タンク、後段に好気(再曝気)タンクを設置し、生物学的に脱窒を行う方法	2,500~4,000	標準活性汚泥法より小さい	4~6	く形 多槽完全混合形	18~24	11~14	
ステップ流入式多段階硝化脱窒法	無酸素タンクと好気タンクの組合せを2~4段直列に設置し、生物学的に脱窒を行う方法	2,000~3,000 (最終水路)	標準活性汚泥法より小さい	4~6	く形 多槽完全混合形	—	11~14	
高度処理オキシデーションデイツ法	従来型オキシデーションデイツ法にASRT制御を取り入れ、生物学的に断章を行う方法	2,500~4,000	—	1~3	無終端水路 完全混合形	計算による	計算による	好気時間：無酸素時間=1:1 最初沈殿池なし
凝集剤添加活性汚泥法	標準活性汚泥法の反応タンクに凝集剤を添加することにより、化学的にリンを除去する方法	1,500~2,000	0.2~0.4	4~6	く形 多槽完全混合形	6~8	3~6	
嫌気-好気活性汚泥法	反応タンクの前段部分を嫌気的にかくはんでくるようにして、糸状性バクテリアが発生しにくい条件にするとともに、生物学的な脱リンを行う方法	1,500~2,000	0.2~0.4	4~6	く形 多槽完全混合形	6~8	2~4	好気の容積：嫌気の容積=0.75:0.25と仮定