

# 過負荷が原因で硝化が進行しない水産食品製造業の活性汚泥処理について

木内浩一 横山智子 中田利明

## 1 調査の経緯

調査した事業場は冷凍された魚を加工しており、操業に伴い、魚の洗い水や切りくずがでる。同事業場は過去に BOD 基準超過（基準 25mg/L）があったため、現在の水処理施設を整備した。最近の立入検査においても、再び BOD の超過（49mg/L）があり、また、排水口の近くに海水浴場もあることから、安全確認のため、夷隅地域振興事務所と共同で平成 28 年 2 月 24 日に水処理施設の稼働状況を調査した。

## 2 処理施設の概要

当該事業場は設計処理量 200m<sup>3</sup>/日の活性汚泥処理設備を保有している。処理装置は 2 段に分かれ、1 段目は容量 500m<sup>3</sup> のばっき槽、2 段目は 200m<sup>3</sup> の接触ろ材が設置されているばっき槽（設計書中の名称は接触ばっき槽）である。図 1 に示すように、処理された水はそれぞれの沈殿槽で汚泥と分離し、沈降した汚泥はそれぞれのばっき槽に返送されるため、両槽の汚泥は混ざらない方式になっている。活性汚泥処理の前処理装置としてスクリーンがあり、ここで工程からでる油分を含んだ残査を取り除く方式である。

この施設の設計処理水量 200m<sup>3</sup>、設計流入 BOD は 2000mg/L、処理後の BOD は 25mg/L である。また、BOD 容積負荷は、1 段目で 0.8kgBOD/m<sup>3</sup> 日、2 段目が 0.4kgBOD/m<sup>3</sup> 日で設計されている。1 段目の BOD 容積負荷は通常よりかなり高くなっている。これは便宜的に 1 段目で完全に処理するという計算上の容積負荷であり、実際は 2 段目の生物処理で補完している。なお、現在の処理水量は約 160m<sup>3</sup>/日ということである。

## 3 調査結果

調査の結果を表 1 に示す。図 1 の①から⑥の箇

場で採水し、持ち帰って各水質項目を定量した。調査の結果、⑥最終沈殿池放流水の COD は 38mg/L と高めであった。BOD は 10mg/L（規制基準 25mg/L）であった。また、TN が 75mg/L で、有害物としてのアンモニア等化合物の計算値は 27mg/L で基準 100mg/L を下回っていた。したがって、現在のところ、規制基準を超過する恐れはないと考えられる。

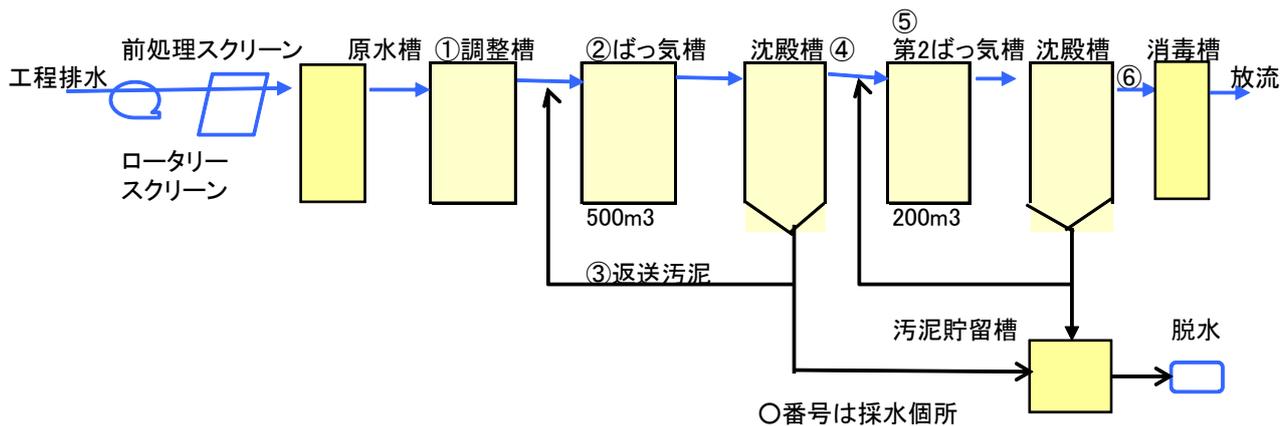
流量調整槽の BOD は 630mg/L で設計値の 2000mg/L より低かった。これに基づいて BOD 容積負荷を計算すると、 $BOD630mg/L \times 160m^3 \text{ 日} / 500m^3 = 0.2kgBOD/m^3$  となり、平均的な BOD 容量負荷は 0.35 から 0.6kgBOD/m<sup>3</sup> であることから、この点からはばっき槽容量は十分といえる。

なお、①流量調整槽の表面には粘着性の粒子が多く浮上していることが目視により確認されている。水質分析する際にも試料の均一性を保つことが難しく、BOD、COD、ヘキササン抽出物ではかなりのマイナス誤差があったと推定される。したがって、原水濃度の推定は余裕を見込む必要がある。

窒素については、①流量調整槽の窒素は 58mg/L で、そのほとんどが NH<sub>4</sub>-N で占められていた。この傾向は活性汚泥処理後も変化がなく、④沈殿槽で NH<sub>4</sub>-N が 74mg/L、⑥最終沈殿越流水で 67mg/L であった。NO<sub>3</sub>-N は全体の処理工程を通じてほとんどなかった。これは NH<sub>4</sub>-N が酸化される余地を残していることを示し、生物処理が完全に終了したと言えない状態である。

リンについては、⑥最終沈殿槽放流水では TP が 26mg/L となり、その大部分が PO<sub>4</sub>-P の形で放流されていた。

ばっき槽の MLSS は 8500mg/L、接触ばっき槽では 6100mg/L であった。聞き取りによると当該



○番号は採水個所  
図1 排水処理工程図

表1 水質分析結果 単位: pHを除いてmg/L 2015.2.26採取

|         | pH  | COD | BOD | SS    | n-Hex | TN   | D-TN | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>2</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N | TP  | D-TP |
|---------|-----|-----|-----|-------|-------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|------|
| ①流量調整槽  | 7.5 | 430 | 630 | 1700  | 46    | 58   | 56   | 52                 | 0.14               | 2.0                | 22  | 19   |
| ②ばっ気槽   | 7.3 | —   | —   | 8500  | —     | 720  | 75   | 72                 | <0.1               | 1.0                | 190 | 33   |
| ③返送汚泥   | 7.3 | —   | —   | 14000 | —     | 1200 | 76   | 73                 | <0.1               | 0.5                | 310 | 37   |
| ④沈殿池    | 7.3 | 65  | 27  | 60    | —     | 88   | 74   | 74                 | <0.1               | <0.5               | 32  | 32   |
| ⑤第2ばっ気槽 | 7.6 | —   | —   | 6100  | —     | 740  | 73   | 73                 | <0.1               | 0.7                | 183 | 28   |
| ⑤放流     | 7.6 | 38  | 10  | 31    | —     | 75   | 72   | 67                 | <0.1               | 0.7                | 26  | 26   |

②③⑤はMLSS

事業場の MLSS は 6000mg/L を保つように引き抜きを行っており、良好に管理されていた。汚泥脱水機も順調に運転され、適正に管理されていた。ただ、持ち帰って測定した脱水汚泥の含水率は 89% で設計値 85% より高かった。脱水汚泥量は 1070kg/日 (BOD 汚泥変換率 0.4kg/kgBOD) と設計されているが、現在は 3000kg/日の発生があるということである。

当該事業場では排水中に魚肉の切りくずが混入している。この切りくずは粘着性があり、多量の油分が含まれている。これを活性汚泥処理で直接に処理することは困難であるが、その前段階でできる限り取り除くことで活性汚泥を効率的に稼働させることができる。当該工場ではスクリーン等を十分に設置しているため、当該事業で原水 BOD が低く抑えられているともいえる。

#### 4 考察

この水処理施設は順調に運転され、緊急な問題点はないと言える。ただ、一般の活性汚泥処理の工程では槽中の NH<sub>4</sub>-N は NO<sub>3</sub>-N へ移行する

が、当該事業場の処理後の水では NH<sub>4</sub>-N が D-TN の多くを占め、67mg/L 残存していた。一方、類似の魚種、生産工程をもつ別の事業場では排水中のほとんどの窒素が NO<sub>3</sub>-N へ移行している。この点では当該事業場の活性汚泥処理が完結しているとは言えない。

次に発生汚泥量について確認した。現況で汚泥の発生量は BOD630mg/L × Q(排水量)160m<sup>3</sup> × 0.4 = 40kg (ドライベース) と推定される。設計負荷量では BOD2000mg/L、Q=200m<sup>3</sup> の条件で 160kg の汚泥が発生するはずである。ところが現実では 300kg (ドライベース) の汚泥が発生している。ここで原水の BOD が不明確と考え、原水の BOD を未知数とした、BOD × Q160m<sup>3</sup> × 0.4 = 300kg の式を BOD について解くと、原水 BOD は 4800mg/L になる。この場合の容積負荷は 1.54kgBOD/m<sup>3</sup> となる。

なお、BOD 汚泥変換率は理論的にも確立されており、変動幅は小さい。

水産食料品製造業に関する原水 BOD については別報で報告している。水産食料品製造業の排水原

水 BOD は 2000mg/L が一般的である。当該事業場では水質の変動の要因はあるにしても、採取から分析に至るまでのマイナス誤差が大きいと思われる。原水にある粘着性、浮上性の粒子は分取、希釈の段階で器具に付着したり、浮上して BOD のふらん瓶から溢れたりする。これらのことがマイナス誤差を生むものと考えられる。

BOD が 2000mg/L、 $Q=160\text{m}^3$  の場合で、容積負荷は  $0.64\text{kgBOD}/\text{m}^3$  であるが、先に示した汚泥量からの逆算では  $1.54\text{kgBOD}/\text{m}^3$  となって、適正範囲を超えている。これらの粒子は、ばっき槽の中で徐々に酸化分解されるが、活性汚泥に負担がかかるので、 $\text{NH}_4\text{-N}$  がばっき槽の中で減少していないと考えられる。

## 5 まとめ

冷凍魚を加工する水産食料品製造業事業場にある処理水量  $200\text{m}^3/\text{日}$  の排水処理施設について調査した。当該事業場の処理方法は物理処理+ 2 段の活性汚泥処理である。調査の結果、排水の BOD は  $10\text{mg}/\text{L}$  であり、施設の運転状況は良好であった。活性汚泥処理の前処理としてスクリーンを設置し、製造過程から発生する残渣を取り除き、活性汚泥処理の負担を軽減している。余剰汚泥も着実に脱水処理されていた。

ただ、活性汚泥処理の工程で硝化が進行していなかった。これは魚油を含んだ粒子が実際の BOD を押しあげ、その結果活性汚泥が過負荷で運転されていたことによると考えられる。