

186. 今度は低温の話

技術戦略部 資源エネルギー技術課長 三宅 晴男

今年度 8 月のよもやま話では、昨夏の記録的猛暑に触れたところでしたが、この年末年始は北海道、東北地方は大規模な寒波に見舞われましたね。先日 TV で天気概況を見ておりましたら、旭川市江丹別で今季最低気温 - 29.8℃を記録したとのことで、濡れタオルを外で振り回し、カチカチに凍る状況を背景画面として繰り返し放映しておりました。なぜかふと子供のころ（数十年前）に見た「マイナス〇℃の世界では、バナナで釘が打てます（が、オイルは流動性あり）」という自動車オイルのコマーシャル画像が思い出されました。何度だったのかが気になり、「バナナ、釘、温度」で検索したところ、すぐに「- 40℃」と言っていたことが判明しました。

この話題は皆さん非常に興味をお持ちのようで、関連 HP が多数ヒットし「バナナで釘を打つのに最適な温度は？」といった実験もなされていました。勿論ある程度低温でないといけません、- 78℃（ドライアイス+アセトン漬）では打ち付ける際に皮が剥がれたり、- 196℃（液体水素漬）では冷却中にバナナが割れたりしてしまうようで、バナナ中の水分を凝固させるのに必要十分な - 20～ - 40℃程度が最適な温度、らしいです¹⁾。因みに日本の観測史上最低気温は旭川の - 41.0℃（1902.1.25）²⁾ のことです。

バナナで釘から暫く後、札幌市において未処理下水の熱を利用した融雪（下水道管に直接投雪、下水処理場へ流下）が検討されており、当該プロジェクトと直接関係は無かったのですが、当時私も卒論で下水熱を用いた融雪可能量の極簡単な試算を行っており、許容される水温低下について市の方に伺ったことがあり、経験から 7℃程度、もう少し低下でも大丈夫かと考える、といったお話を頂いておりました。その後札幌市の調査により、標準活性汚泥法では概ね 6℃程度までの処理は可能であること、安定処理にはエアレーションタンク水温・流入水温が 7℃以上とされております³⁾。

ちなみに JS が実施した OD 法処理場の調査⁴⁾ では、ほぼ 4 割の施設で月平均処理水温の最低値が 10℃以下、7℃以下も 1 割程度となっており、その際の処理水 BOD はスポットサンプルでほぼ 8 mg/l 以下でした。また 200m³ の OD 槽を用いた実験では、処理水温が 6℃近くまで低下した状態でも、硝化に必要な ASRT を保つ運転により窒素除去運転が可能でした。水温は生物活性だけではなく沈降性にも影響する（低水温の方が沈降しにくくなる）ので、最終沈殿池で必要となる水面積負荷への考慮も実際は必要になります。

札幌市では除雪への市民のニーズが高く、冬期間でも 14～15℃である下水の水温を利用し、処理水や未処理下水を利用した多様な雪処理を実施されています⁵⁾。前述の未処理下水熱も利用されておりますが、極端な流入水温低下は生物処理に影響を与える可能性があるため、流入水温が一定以下にならないよう（調査結果を踏まえ、7℃とのことです）慎重に

運用を行っているとのこと。

下水の温度は、夏は外気温に比べて低く、冬は高くなり、また地中の温度は季節による変動が小さく、常に外気との温度差があります。これらの温度差により、下水熱は前述の融雪等だけではなく、高効率のヒートポンプや熱交換器により給湯・空調等のエネルギー源としても安定的に利用することが可能です。下水道の目的として、まずは安定的な下水処理が大前提ですが、事業全体への影響も考慮したうえで、使えるエネルギーについては出来る限り有効に活用していきたいものですね。

- 1) 結晶美術館 HP <https://sites.google.com/site/fluordoublet/strangescience/banana>
2019. 1.18 参照
- 2) 気象庁 HP 歴代全国ランキング
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/rankall.php>
2019.1.18 参照
- 3) 善徳ら「低水温における下水処理方法について」、第 31 回下水道研究発表会講演集、
pp.319-321、1994
- 4) 日本下水道事業団技術開発部「オキシデーショントイッチ法の評価に関する第 3 次報告書-OD 法の運転管理手法及び高度処理化-」 平成 12 年 5 月
- 5) 田中 暁生「札幌市の雪処理における下水熱利用（融雪槽・下水道投雪施設等）」、再生と利用 Vol42 No.157, pp.83-86、2018/3