

## 160. 極限の場所での汚水処理

技術戦略部上席調査役 橋本 敏一

ひと月ほど前になりますが、10月30日、国際宇宙ステーション（ISS）での115日間の長期滞在を終えた大西卓哉宇宙飛行士の地球への帰還をニュースでご覧になった方も多いかと思います。そこで、職業病とでも言うべきでしょうか、ISSでの汚水処理はどうなっているのか、ちょっと気になりましたので調べてみました。

「大」の方は、便器の内側に装着された特殊なパックに回収され、排泄物タンクに溜めこまれて、廃棄されます。一方、「小」の方は、ISS内の2つのトイレのうち、1つでは貯蔵タンクに溜められた後、「大」と同様、廃棄されますが、1つでは米国製の水再生システムでリサイクルされています。尿やトイレの洗浄水は、ガスや固形物（髪の毛やほこりなど）を除去した後、蒸留装置により加熱・冷却して水に戻すことにより、不純物の97%が除去されます。これにその他の廃水（古くなった水やエアコンの凝縮水などの飲用に適さない水）を合わせたものを粒子除去フィルタ、多層フィルタを通して不純物を除去した後、触媒を用いたリアクタでアルコールなどの揮発成分を除去し、さらにイオン交換膜処理を行って純水を製造します。ヨウ素を添加して消毒を行った後、飲料水供給装置へ送られ、飲用や歯磨き、調理などに利用されるほか、酸素生成装置による酸素の生成や、トイレの洗浄水などにも利用されています。しかし、従来の水再生システムは、装置が大きくて重い、消費電力が大きい、メンテナンスが大変といった問題があるため、宇宙航空研究開発機構（JAXA）では、イオン交換と電気分解、電気透析を組合せた、小型・低消費電力・高再生率でメンテナンスフリーの新たな水再生システムの開発を進めているそうです。

宇宙空間は、人類にとって最極限の場所かと思いますが、南極大陸は地上における極限の場所の一つでしょう。そこで、極限つながりで、南極の昭和基地での汚水処理も調べてみました。

昭和基地では、厨房や洗濯、風呂等の雑排水とし尿を合わせ、1日約6m<sup>3</sup>程度（冬季）の汚水が発生します。昭和基地における本格的な汚水処理は、1997年（第38次隊）から設置が始められ、1999年（第40次隊）に稼働しています。それ以前は、厨房水はグリーストラップで油脂分を除去、し尿は臭気の抑制や見た目の改善のための薬液（艦艇用汚物処理剤）を投入するほかは、無処理で放流されていました。1999年に稼働した汚水処理施設では、浄化槽で多くの実績がある「接触ばっ気方式」が採用されています。因みに発生した汚泥は、脱水を行った後、乾燥され、他の廃棄物と合わせて、国内に持ち帰られるそうです。その後、設備の老朽化により更新され、2015年（第56次隊）より膜分離活性汚泥法（MBR）による汚水処理施設が稼働しています。従来よりも高度な処理が可能であること（従来装置では、原水BOD約700mg/Lに対して、処理水BOD約30mg/L程度）に加えて、反応タンクの小容量化が可能であり、かつ、最終沈殿池が不要であることやプレハブ化などにより、本土から昭和基地への輸送や現地での設置が容易となることや、維持管理が容易であることなどの理由から、MBRが採用されたようです。なお、外は零下30℃の極寒ですが、設置室内は10℃、反応タンク水温は15℃程度に保たれているそうです。

省エネや省スペース、メンテナンスフリーなど、極限の場所での汚水処理における技術開発ニーズは、現在の下水道における技術開発ニーズと共通しているところがあります。これらの課題に応える新たな水処理技術の開発は、将来の宇宙開発や極地・海洋開発にも大いに貢献するかも知れないと考えれば、ちょっと夢が膨らみませんか？