

238. たまには学生時代の研究の話でも

技術開発室 総括主任研究員 糸川 浩紀

そろそろ「よもやま」のネタが尽きてきたこともあり、今回は私が学生時代にやっていた研究の話をしたと思います。私が手掛けていた研究テーマ(排水処理過程での N_2O 発生)が、最近になって、地球温暖化対策の取組み強化につれて注目度が上がっており、何か複雑な心境だから…というこで。むかし話をし出すとは年寄りくさいなあ、と思いつつ、興味を引かれた方はお付き合い下さい…。

N_2O (一酸化二窒素/亜酸化窒素)、今では誰でも知っている温室効果ガスです。かつてはオゾン層破壊の原因物質としても悪者でしたが、「笑気ガス」として麻酔用に医療で使われるガスでもあります(数年前に「考察」が盛り上がった某 TV ドラマ「○なたの○です」でも活躍しましたね)。

私が学部4年→修士→博士と衛生工学系の学生として研究を行っていたのは1992~1998年の話で、ちょうど1992年にリオで国連環境開発会議(いわゆる「地球サミット」)が開かれて気候変動枠組条約が採択され、環境問題、とりわけ地球温暖化問題が盛り上がりを見せていた時期です。それ以前から N_2O は重要な温室効果ガスとしてエントリーされていました。衛生工学で扱う自然水系や排水処理からの発生量に関するデータが少なく、国内外で手掛けている研究者も少なかったことから、何となく「面白いんでないの?」ということで卒論のテーマに決めたところ、そのままズルズルとD論(博士論文)まで行ってしまった、という流れです。

卒論では、都市河川からの N_2O 発生、ということで都内の神田川を対象に流下過程での N_2O 濃度の変化を調べていましたが(橋の欄干からロープ付きバケツで採水していると、やたらと話しかけられて、「オッサン誰やねん…」とか思いながら N_2O について解説するという…)、 N_2O 濃度自体が大して高くなくて面白くないので、修論からは「もっとモクモク N_2O が出ている所でやりたい!」ということで、し尿処理へと対象をスイッチしました。当時、し尿処理場では無希釈で硝化・脱窒を行う高負荷脱窒素処理というのが導入され始めており、これは N_2O が出ていそうだと。山梨県内の膜分離型(今で言う槽外型 MBR)のし尿処理場をフィールドに決め、指導教官の H 木教授に車を運転させて頂いて助手席で寛ぎながら処理場へ→夕方までガスと反応槽混合液を黙々と経時的に採取→帰路 SA にて夕食(車内で私は爆睡)→夜中に大学へ戻って翌日の午後まで延々と GC-ECD(当時の名機 GC-8A!)に試料を打ち込み続ける、という調査を繰り返していました。結果的に、同処理場では N_2O が出るわ出るわで、流入窒素に対する N_2O 転換率が数十%という、下水処理では考えられないようなデータが何度も採れました。というわけで、この力業の調査は博士課程の半ばまで続け(途中から教授は付いてきてくれなくなった)、更に同処理プロセス

を模した室内リアクターや回分実験にて詳細なメカニズム探求や発生抑制方法の検討へと展開、という内容で無事に D 論を書きました（その後、1 年弱の大学助手を経て JS へ）。

前述のとおり、当時は排水処理を対象に N_2O の研究をやっている人が少なく（国内ではつくばの環境研や土研、大学が幾つかくらい？）、国際学会で発表しても仲間を見つけることが難しいような状況で、研究者のタマゴで唯我独尊の境地になど立てない私は、寂しい思いをするに留まらず「研究テーマの選択を誤ったかも…」とまで考えることもしばしばあったわけですが…。2010 年代後半くらいでしょうか、気が付くと、国際学会等で欧州のヒト達を中心に排水処理× N_2O のネタでやたらと盛り上がっているのが目に付くようになりました。それを横目で見ている私は、「今ごろそんな話をしてるんかい」という黒い気持ちが湧く一方で、「今、あの研究やってたら盛り上がったのになあ」と少し羨ましくもあったりと、些か複雑な心境です。その後の国内での状況についてはご存知の通り、水処理過程での N_2O 発生量やメカニズム、抑制策については実は未だに不明点が多い…ということで、現在進行形で関連テーマに取り組まれている方々には、陰ながらエールを送っています。

…と、学生当時は寂しい思いもしましたが、今にして思えば、パイオニア的な研究テーマに取組めたことは研究者冥利につきる、とも言えます。もちろん、私がスゴイわけでは全くなく、 N_2O のテーマを見つけて来られた当時の研究室の先生方の先見性がスゴイという話なのですが、現在は自分が研究/技術開発テーマを考える立場にいるわけで、目先だけでなく、今はマイナーだけれども近い将来には…、というネタ探しも重要である、と考える次第です。

蛇足でしょうけど、上述の「私の研究テーマが後々になって盛り上っていた」という話に関連して、データを一つ。私が主著者で 2001 年に **Water Research** 誌に掲載された排水処理× N_2O ネタの論文について、年毎の被引用数（その論文が他の論文に何回引用されたかという数で、論文が注目された度合いや関連分野に貢献した度合いを表す指標として使われます）の推移をグラフにしたものを次頁の付図に示します。論文の被引用数というものは、発表後の数年が多くて以降は漸減（もしくは端から全く伸びないか）、というのが典型的だと思いますが、同図の例では、発表後 10 年が経過した 2010 年代前半に顕著に伸びていることが解ります（現在では既にピークが過ぎてるばい…）。2010 年代と言えば、温室効果ガス排出量の削減目標が京都議定書から 2015 年のパリ協定へと切り替わり、地球温暖化問題が改めて世界的に盛り上がった時期で、私の論文の被引用数も、それを反映したものでは？と勝手に考えています。

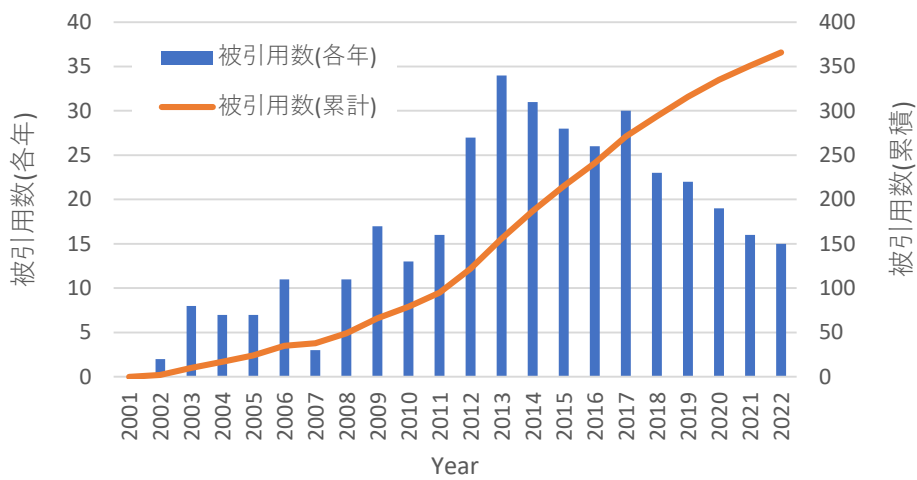
最後になりますが、私の D 論は、国立国会図書館のアーカイブで閲覧/ダウンロードできます（本人も知らないうちに公開されていた）。本稿をお読み頂き興味を持たれた方は、見てやって下さい。冊子を複写した 300MB 超のファイルで、読みにくいですが。

※論文内、最後の謝辞の末尾に些か恥ずかしい 1 文がありますが（何せ、論文が概成して謝辞を書いているような段階ではたいていおかしなテンションになっているので）、同論文の

審査員であった研究室の大ボス M 尾先生がチェックされた原稿には、そこにバッチリ下線が…。

「高負荷間欠曝気式硝化脱窒法による高濃度排水処理過程での亜酸化窒素の生成機構」

<https://ndlonline.ndl.go.jp/#/detail/R300000001-I000000343037-00>



付図 糸川 N₂O 論文*の被引用数の推移(データは Google Scholar による)

* Itokawa,H., Hanaki,K., Matsuo,T.: Nitrous oxide production in high-loading biological nitrogen removal process under low COD/N ratio condition, Water Research, 35, 657-664, 2001.