

# 生活排水からのカリウム回収の必要性

## 1. はじめに

コンポスト等の下水汚泥肥料は、一般的に窒素過多でカリウムが不足しているといわれる。江戸時代の日本では、汲み取りし尿を畑の肥料として単独で用いてもカリウム不足にならず、十分な収穫を上げていた。下水汚泥のカリウム不足は、し尿を主体とする生活排水に含まれるカリウムの回収方法に原因がある。ここでは、食品系廃棄物を含む生活排水起因の肥料だけで農作物が栽培できる環境の構築を目的に、カリウムなどの溶解性栄養塩類回収の必要性について考えてみる。

## 2. 原水と汚泥肥料の栄養塩類組成の違い

生活排水中のカリウム濃度を測定した事例は非常に少ない。これはカリウムが水質規制項目に入っておらず測定対象になっていないことが原因であり、私が知る限り下水道分野では JS 旧技術開発部が保有していた ICP-MS データ(未公表)に他の一連の元素と共に記載されているのが唯一である。ネットで検索できる公表事例には、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構の「バイオマス成分データベース ⑤ 農業集落排水原水・処理水」<sup>1)</sup>の 2 例がある。一方、排水処理から生じた汚泥については、肥料成分の一つとして農業分野で多くの測定事例が報告されている。これらの情報から、原水と汚泥肥料の窒素・りん・カリウム (NPK) の構成比を例として図-1 に示す。図の家庭污水を見ると、そのカリウムの構成比が汚水の 30.9% から汚泥肥料の 1.8% へと激減しており、し尿の場合も幅は小さいものの同様の傾向が伺われる。

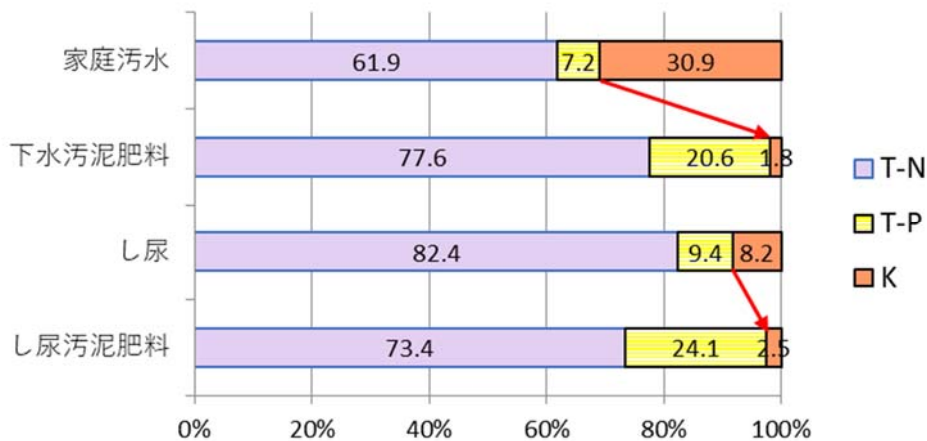


図-1 原水と汚泥肥料の NPK 構成比(例)

そこで、「バイオマス成分データベース ⑤ 農業集落排水原水・処理水」のデータから農業集落排水の原水と処理水の NPK 濃度を比較して図-2 に示す。原水と処理水を比較すると、2 か所とも TK 濃度は処理前後でほとんど変化がないのに比べて、TN、TP は大きく減少しており、カリウムだけが汚泥にほとんど取り込まれないことがわかる。

以上から、汚泥肥料中のカリウム不足は、通常の排水処理では栄養塩類3種類のうちカリウムだけが固形物として回収できないことが、根本的な原因であることが伺われる。

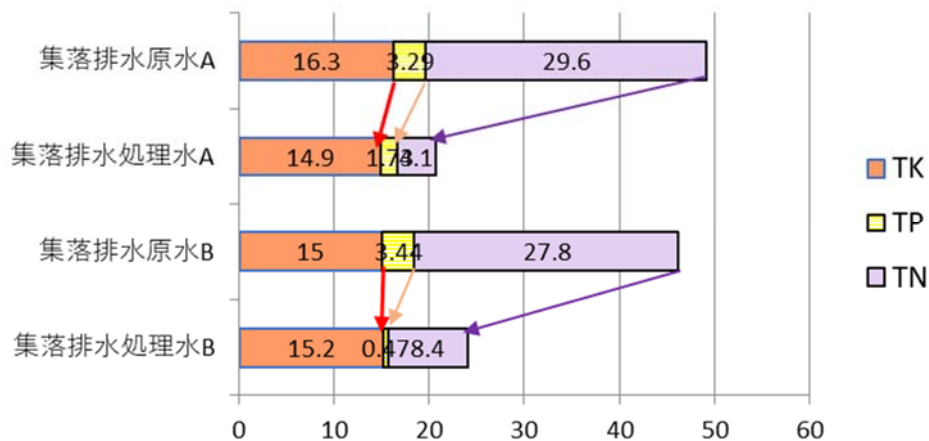


図-2 農業集落排水の原水と処理水の NPK 構成比(例)

### 3. 生活系廃棄物と農産物の NPK 構成比の比較

次に、前掲の原水や汚泥肥料の NPK 構成比を農産物のそれと比較して図-3 に示す。なお、図の農産物には農作物のほか畜産物も併せて記載した。

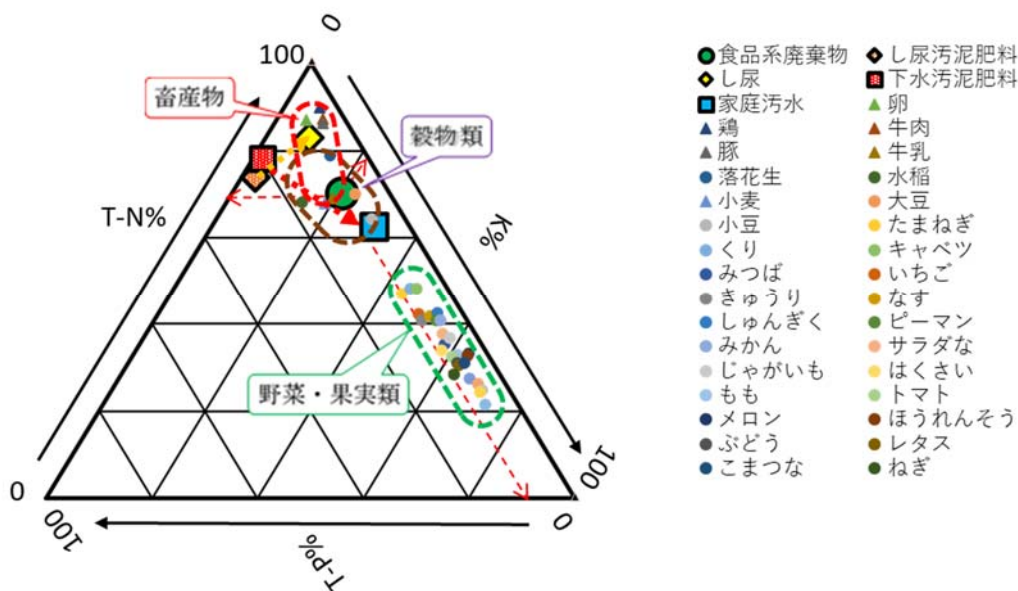


図-3 生活系廃棄物と農産物の NPK 重量濃度比相関図(例)

図に点線の枠で示した農産物の NPK 濃度比の分布範囲をみると、畜産物を含めた何れの農産物も T-P は 10% 前後にあり、残りの T-N と K の比率が農産物の種類によって変化している。これらの農産物の分布と生活系廃棄物の位置関係を

みると、下水汚泥肥料、し尿汚泥肥料ともに、点線の枠で示したいずれの農産物の分布範囲からも外れており、カリウム濃度が大幅に不足している。

これに対して、それぞれの汚泥の原料となる家庭污水やし尿をみると、し尿は畜産物の分布に近づき、家庭排水は穀物類の範囲の中の野菜・果実類に最も近い位置に移行している。

このように、汲み取りし尿をそのまま畑の肥料として施用した昔の利用方法と処理後の汚泥を肥料とする現代の有効利用方法の最大の違いは、カリウムを利用できるかどうかであり、排水からカリウムを回収することが農業利用にとっていかに重要であるかがわかる。

#### 4. カリウムの回収方法

カリウムの回収は、食塩の製造に学ぶことができる。食塩に含まれるナトリウムはカリウムと同じ溶解性の塩類であり、海水からの食塩の製造方法が排水からのカリウム回収に応用できる。近年の海水からの食塩製造方法は、逆浸透(RO)膜を用いたものである。逆浸透(RO)膜に対する海水との違いは、海水に比べてSS等の微粒子物質が多く、塩類濃度が希薄なことである。SSが多いことは膜の閉塞時間を早めるが、塩類濃度が希薄なことは浸透圧が低く省エネルギーにつながる。微粒子物質の除去は、前段に膜分離活性汚泥法を導入することにより可能であるから、実現性の高いカリウム回収方法としては、膜分離活性汚泥法(MBR)－逆浸透(RO)膜分離法が有望と考えられる。

RO膜による排水処理は、既に工場排水などで導入実績が報告されており、水中に含まれる溶解性塩類の回収に適用することは十分に可能であると考えられる。

#### 5. まとめ

以上のように排水中のカリウムの回収は、生活系廃棄物の農業利用にとって不可欠の課題であり、カリウムを含めた排水中の溶解性塩類の実態を早急に調査し、その回収技術を確立するとともに、農業利用サイドと連携し、最も効率的な有効利用方法を確立することが望まれる。

なお、ここに例示した MBR-RO 膜分離法は、腎臓の機能に習ったものであり、リサイクル技術の開発は生体機能に学ぶことが多いように思う。

(2021.7.27 川口幸男)

参考文献)

1) 資料 資料 1 バイオマス成分データベース: 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 : <http://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/soshiki/soshiki07-shigen/01shigen/pdf/sekkeitohyouka/huzoku-1.pdf>