

(15) 活性汚泥に及ぼす重金属の影響——下水中の重金属の存在形態について——

(16) 下水処理場での重金属の挙動 (討議)

建設省土木研究所 柏谷 衛

1. 寺町、藤嶋両氏の論文について

銅の下水処理に及ぼす影響についての研究は、過去にいくつかの報告が行なわれている。このうち、R. A. Taft Center で Barth らが行なった実験的研究は汚泥の処分、曝気性消化までを含めた非常に広範囲なもので、わたくしに対して、多くの示唆を与えてくれている。¹⁾

一般に活性汚泥処理の実験では、活性汚泥の馴養期間および条件が、その実験結果に大きな影響を与えることが筆者らも自己の実験から確認している。とくに、重金属類の活性汚泥処理に対する影響を知るためには、上記馴養期間、環境条件のほか、重金属類に対する馴養ということも大きな問題である。下水中に重金属類が含まれることにより、一時的に処理効率低下したり、或る種の重金属類ではその回復がおくることが Barth らの実験によって確認され、これが活性汚泥処理に対する重金属類による衝撃負荷の影響として定量的に示されている。しかし、重金属類が比較的低濃度で連続して流入される場合の影響については、Barth らの実験によって、銅の場合には 25 mg/l の流入で BOD の低下が % 前後であることが知られている。Barth らの実験は下水管を流す下水を採取して試料として用いたものであり、寺町氏らの人工下水（ヘプトン、グルーコース）とは異なるので、一括して論ずることは問題かも知れない。著者は実験条件について詳細に示しておられないので、馴養条件、実験方法などはについてもできるだけ詳しくお示し願いたい。本論文を読んだ、筆者はこの研究は重金属類による衝撃負荷の実験を行なったものと理解したが、この点についても併せて示願したい。

連続的に銅が流入する場合の Barth らの実験では流入下水中の銅濃度として、0.4, 1.2, 2.5, 5 mg/l を加えていたが、このうち、 5 mg/l の実験は本論文を討議するうえで参考になる。Barth らのニアン化銅を用いた実験では、溶解性の銅濃度が最初沈殿池では約半分、 2.65 mg/l に減り、また最終沈殿池からの流出水中の溶解性銅濃度は 0.92 mg/l となっていた。この場合、放流水中の全濃度は流入水中のその 50 % となっていたから、放流水中の銅濃度の約 63 % は非溶解性の形である。このため、 5 mg/l の銅が流入したとき BOD 除去率がそれほど低下しなかった理由と考えられるが、著者の実験でも、活性汚泥処理装置内での銅の形態の変化が大きく影響していると考えられるので、この点、データがあればお示し願いたい。

著者は図-4 に示された結果をもとに、蛋白質の溶出が起ったと述べているが、図面ではエアレーション時間で最大濃度を示したが、24 時間後の蛋白質濃度は大分に低下している。この理由についてお示し願いたい。COD の低下が鈍っていることからも、活性汚泥が長時間の場合と比べて大きく変化しておらず、この点についても如何なる御見解をお持ちかお示し願いたい。また、図-4 はグルーコース汚泥の場合であるが、他のケースについても同様の実験結果があればお示し願いたい。

筆者が述べておられるようなヘプトン-銅錯体が存在するといった場合、衝撃負荷のほか、低濃度連続流入についても、あるいは種類の基質を含む人工下水、あるいは実際の下水についても同様の見解

で説明願えれば幸いである。

【参考文献】 1) Robert A. Taft Engineering Center: Interaction of Heavy Metals of Biological Treatment Processes, P.H.S. Publication No. 999-WP-22 (1965)

2. 山岸氏の論文について

大巾都市内の下水処理場では用地問題や肉保などの拡張が極めておぼつかない場合も多く、下水道局はその対策に頭を悩ましていこうが実情である。著者の調査した下水処理場は11箇所の位置に存在するものであり不明であるが、処理人口（多分、計画処理人口ではないかと思うが---）と処理水量（多分、調査当時の処理水量ではないかと思うが---）に大きな差がある。この中には過負荷にたっているものがあるかも知れないが、処理施設の規模、すきか不明であり、計測者と12計算できかねるが、沈殿時間、越流負荷、エアレーション時間、BOD負荷などについて設計値と調査当時の数値についてお教え願いたい。

著者は家庭下水用におもむくとしてA処理場でも重金属の流入がある。よって工場排水の流入を推定している。しかし、現在の大巾都市内の下水処理場では多かれ少なかれ工場排水の流入は避けられないものである。A処理場の処理人口は99万人であり、処理区域内には工場、事業場は必ずあると考えるべきではなかったらうか。処理区域は正確に定まっているものであり、著者自身でも区域内を巡回調査することにより業種、工場数を把握することは可能である。

著者は図-10において流入水量を示している。一般に下水処理場での流入水量の測定は極めて困難であり、ポンプ揚水量から仮定する以外に筆者も知識を持てない。ポンプ揚水量から求めた場合には管内滞留が生ずるので、流入水量は時間変化を示し得ない。著者の行なわれた流入水量測定法を示し願えれば幸いである。また図-10では日毎の流入水量の変動はA処理場、C処理場ともほとんどない。著者がポンプ揚水量から求めたとしても流入水量には時間変化が生ずるはずであり、

流入下水水量そのものとした場合にはこの差はさらに大きくなるはずである。この点について調査時の状況をお尋ねしたい。

本論文では各別定地質におけるpHの変化については図示されていはいない。一般に下水処理場には流入した重金属類が多くは、下水中のpHによって溶存形、非溶存形割合が変化していき、その多くは汚泥の吸着によって除去されることを知られていはいる。著者はA処理場の調査結果から、前エアレーションでは重金属の除去に役立っていないと述べていはいるが、前エアレーションは僅か10〜20分間のエアレーションであり、この間での形態の変化が生ずるには時間的に短かい。前エアレーションの効果はその後に設置した最初沈殿池の効果と合せて論ずべきものと考えらる。前エアレーションの効果については、すでにRoeが1933年と1951年に報告してあり^{2), 3)} また筆者もその効果を確認していはいる。

著者の示した溶存形—SS結合形金属濃度の関係は非常に興味ある事項であるが、残念ながら日間負荷量としての数値は不明である。都市内で使用されていはいるCuは大部分がCu⁺⁺であると考えらるが、これが下水管から下水処理場に至る過程においてCu²⁺に変えられ、そして下水処理場で良好

に除去されることには非常に興味のある問題である。Cu の除去については、図-13 の Cu、図-14 の Zn と同様、図も示しただけ、説明をお願いしたい。Mn の酸化は他の重金属類よりも非常に時間がかかる、短時間に酸化するためには薬剤等による強制酸化が必要であるが、図-15 では、下水処理場内での処理過程における酸化も他の重金属類よりも遅れることが示されている。ただ Mn の酸化物のフロックは非常に小さいので No.5C のろ紙を使用した場合には一部は通過することにはならないだろう。この点、予備実験の結果でもお示し願いたい。この Mn の問題については、著者は「溶存濃度低下時の再溶出の起こる可能性がある。」と述べているが、この点については理解し難いので御説明願いたい。

汚泥処理プロセスでの重金属類の挙動については、著者は消化汚泥、沈清汚泥、沈清廃水について調査結果を発表してからである。下水処理場の汚泥処理プロセスの沈清水を二次処理水が使用される場合が多いが、この二次処理水自体にも SS の生成程度含め、重金属類も含まれる。この部分の沈清排水からの見直しについては著者は述べておられないが、これは無視できると考えようではないか。この点、数値によって御説明願えれば幸いである。著者はこの沈清排水の 55 分が最初沈殿池に注いで大きな過負荷を与えていると述べておられるが、数値としてどの程度のものがあるかをお示し願いたい。通常の場合には沈清排水は最初沈殿池等の設計に見込まれていると考えられるが、もし沈清排水によって過負荷になっているとしたら、流入水量が設計値以上になっている理由がわからない。その辺の関係を明確にするために必要なこともうである。

[参考文献] 2) F. C. Roe: Preaeration of Sewage by Air Diffusion, Public Works, 64, 7 (1933)

3) F. C. Roe: Preaeration and Air Diffusion, Sew & Ind. Wastes, 23, 2 (1951)