

II-200 活性汚泥法における残留BODに関する二、三の考察

京都大学工学部 正員 岩井重久 ○北尾高廣

川崎製鉄 早川正弘

1. 緒論

活性汚泥法において曝気槽内での基質の除去速度がほとんど零に漸近する長時間曝気後にも多量のBODが残存しており、このBODは汚泥による基質の摂取作用と汚泥からの溶解性物質の溶出作用との両者の平衡関係から定められるものであるといわれている。すなわち、平衡時の残留BODを Le 、曝気時間をもとすれば、一般に次式が成立すると考えられる。

$$dLe/dt = -(\text{汚泥によるBODの摂取速度}) + (\text{汚泥からのBODの溶出速度}) \quad (1)$$

(1)式において、第一項は Le の関数であり、また汚泥濃度に比例する値と考えられるので、第一項は $f(Le)S$ (S :汚泥濃度)と表わし、第二項は汚泥濃度に比例するので kS (k :比例定数)として表わすと、(1)式より

$$dLe/dt = -f(Le)S + kS = 0, \therefore f(Le) = k, \quad Le = g(k), \quad (\text{Independent of } S) \quad \dots\dots\dots (2)$$

の関係を得る。上記のようなモデルが妥当であれば、最終的に到達し得るBOD(Le)は汚泥濃度(S)に無関係であり、 Le に漸近する速度は S に比例するので、技術的に可能な限りにおいて S が高い条件で処理を行なう方が合理的であることになる。本研究においては、実験に基づいてこのモデルの妥当性を検討するとともに、処理水中の残留BODに関する二、三の影響因子について究明を試みた。

2. 実験方法

以下に述べる実験においては、曝気槽内の状態をある条件に設定してからその条件における平衡状態に達するために必要な曝気時間は24時間で十分であると考え、24時間経過時の水質を測定した。

(1) 汚泥濃度(S)と Le との関係を知る目的で、スキムミルク液で培養した汚泥に基質を与えて、基質濃度が十分に低下してから、汚泥と上澄液を分離し、両者を種々の比に混合して再び曝気し、24時間後に残留しているBOD₅、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 PO_4^{3-} の濃度を測定した。また、分離した汚泥を無機塩のみを含む水中に種々の濃度で暴走させて残留BODを一旦完全に落してから、24時間曝気を続け、同様の項目について測定した。

(2) 溶存酸素濃度が汚泥からの溶解性物質の溶出作用に及ぼす影響を検討するため、汚泥を適当な濃度で水中に分散させ、密栓して攪拌しながら、溶存酸素および水中のBOD₅、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 PO_4^{3-} の経時変化を追跡した。

(3) 活性汚泥中に混在する非生物性異物物が Le に与える影響を検討するために、スキムミルク液で培養した汚泥に下水処理場の最初沈殿池汚泥を洗浄したものを種々の比で混合して曝気し、24時間経過時に水中に残留しているBOD₅を測定した。

(4) 残留BOD(Le)に及ぼす汚水中の窒素ないしはリンの濃度の影響に関する実験として、窒素ないしはリンの濃度の異なるグルコース液を1日1回固定時に汚泥に与え、グルコース液投与後24時間目に処理水のBOD₅、汚泥の窒素ないしはリンの含有率などを測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 残留 BOD (L_e) は汚泥濃度と無関係ではなく、汚泥濃度の増加とともに増大する傾向を示した (図-1)。それゆえ、一応 (2) 式のようなモデルでは実際の現象を表わし得ないということになる。その理由は現在までのところ明確には判明していないが、汚泥の濃度が高くなると水中に放出される N, P などの無機成分の濃度も高くなり、 L_e の値が増大する一因となり得ることがわかった。

(2) 水中の溶存酸素が消失すると汚泥の細胞の内外での物質平衡がくずれ、汚泥からの BOD 物質や N, P などの放出が起ることが認められた。それゆえ、汚泥と処理水とを分離するために、沈殿池内に長時間滞留させると処理水質が悪化する場合も考えられる。

(3) SS 性の BOD は加水分解を受けて低分子の溶解性 BOD に変化してから汚泥生物の細胞内へ取り込まれるので、曝気槽内へ流入する汚水中に SS 性の BOD が多量に含まれていると、汚泥中の非生物性異化物の割合が大きくなり、これが溶解性の BOD の供給源となり得ることが予想される。実験の結果、溶解性の残留 BOD₅ は汚泥に添加した下水処理場の最初沈殿池汚泥の量に比例して増加する傾向を示した。それゆえ、最初沈殿池の性能が不十分であれば、それ以後の工程での処理効率の低下をもたらす可能性がある。(図-2)

(4) 基質を与えてから 24 時間後の残留 BOD₅ は与えた窒素量が小さい範囲では、窒素量の増加に伴って減少した。(図-3)

しかし与えた窒素量が過剰になると、残留 BOD₅ はかえって増加し、結局窒素添加量には最適値が存在することになる。最小の残留 BOD₅ を得た BOD₅: N の比は 28.3:1 から 37.7:1 の間にあり、汚泥の活性度の面から考えた BOD: N の比よりも大きい値を得た。すなわち、効率を最大ならしめる栄養条件と、処理限界水質を最良ならしめるためのそれとは必ずしも一致しない。また、 PO_4^{3-} の添加量が增大すると残留 BOD₅ も増加の傾向を示したが、両者の関連は窒素の場合ほど明確ではない。

以上、活性汚泥法の処理水質に影響を及ぼすと考えられる二、三の因子について実験的検討を加えたが、個々の因子が水質に及ぼす影響の程度は比較的小さい。しかし、これらの因子が相互に関連し合って水質に影響するならばこういった影響は無視し得なくなり、とくに曝気槽内の汚泥濃度が高い条件で操作するハイレート・ハイローディング法や全酸化法では一層重要な意味を持つと推察される。処理限界水質の面から見た、最適の BOD 負荷や最適の汚泥濃度などの技術的な問題点との関連について検討の結果については講演時に述べる予定である。

図-1 24 時間曝気後の残留 BOD₅ と汚泥濃度の関係

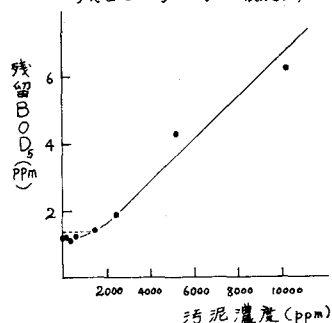


図-2 残留 BOD₅ に及ぼす生汚泥濃度の影響 (活性汚泥濃度 1830 ppm)

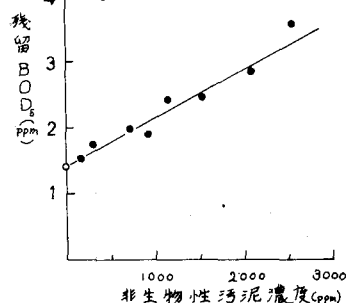


図-3 残留 BOD₅ に及ぼす基質として与えた NH_4-N 濃度の影響

