

宮崎大学工学部 渡 辺 義 公

(1) 流動化実験の章は、一般的な流動層の理論により実験データを解析したもので特別言及すべき点はないが、原著者らが強調しているのは「粒子の終端沈降速度 ut と最小流動化速度 umf は G_a 数に一義的に依存している」という点のように思われる。式-7より G_a は ρ_s , ρ_f , ρ_p , μ_p の関数であり、 ut は G_a 数と一義的な関係にあることは明らかであるが、 umf については矢木の式 [$umf = 0.012 (ut \epsilon_{mf})^{1.5}$] のように ϵ_{mf} の関数としても表示されている場合がある。 G_a 数の物理的意味も含めて umf が G_a 数に一義的に依存するという点をもう少し詳しく説明していただきたい。(2) 膜厚 δ は G_a 数、バイオパーティクル密度、生物量を支配し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が部分浸透かどうかを判定するためにも必要であり最も重要なパラメータである。原論文では $u = 8.23 \sim 15.12 \text{ m/hr}$ において δ を一定値 ($X_m = 0.33$, $\delta \doteq 0.45 \text{ mm}$) としているが、 u は膜表面に作用する剪断力や粒子間の衝突頻度に影響を与え δ の値を決める一因子と考えられる。 δ を一定値とした理由についてお答え願いたい。(3) 原論文で展開された動力学理論は参考文献(4)におけるものとほとんど同じである。唯一の相違点は速度式を物質収支式に代入して積分するために原論文では η を ϕ の指数関数で近似(式-26)し、後者では η を $\phi_m = (1 - X_m^3) \phi / 3$ の指数関数と近似(表-1を参照)したことである。両者の相違点を表-1に示す。

表-1 理論の相違点(比較しやすいように討議者が式を変形した)

	η の近似式	操 作 方 程 式
本論文	$\eta = 2.46 \phi^{-0.815} / (1 - X_m^3)$	$S_b^{0.59} = S_0^{0.59} - 1.45 K_0^{0.59} D_s^{0.41} (1/\sqrt{1 - X_m^3}) (r_{bp} \sqrt{\rho_{bp}})^{-0.815} \times Z/u$
文献(4)	$\eta = 1.1302 \phi_m^{-0.9}$	$S_b^{0.55} = S_0^{0.55} - 1.67 K_0^{0.55} D_s^{0.45} (1/\sqrt{1 - X_m^3})^{0.9} (r_{bp} \sqrt{\rho_{bp}})^{-0.9} \times Z/u$

文献(4)では近似値と真の値は0.999の高い相関が得られたが、本論文では $(1 - X_i^3)$ と ϕ の両対数プロットを見る限りそれ程高い相関は得られないようである。討議者には式-(26)を導入した意味が理解しがたい。この点についての御見解をうかがいたい。(4) 提示された理論とそれを検証するための実験の条件が以下に示す理由により一致しているとは考えにくい。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の部分浸透条件は、 $S_M \geq S_b (K'_0 \rho_{bd} / K_0 \rho_{bd}) (D'_s / D_s) = 1.9 \sim 2.9$ ここで、上限値は D_s と D'_s が水中での値に等しい場合、下限値はRiemerの実測値を用いた場合である。 K'_0 と D'_s はそれぞれメタノールについての0次反応速度係数と拡散係数、 S_M は液本体のメタノール濃度である。本研究の実験では流入端において $S_M / S_b = 3$ であるがカラム内の各点について S_M / S_b の値を取っておられるでしょうか。仮にメタノールが膜最深部まで入っていたとすると $\text{NO}_3\text{-N}$ が部分浸透となる条件は次式である。 $\phi_m = [(r_{bp}^3 - r_p^3) / 3 r_{bp}^2] \sqrt{\rho_{bd} K_0 / S_b D_s} \leq 1.15$ $\phi_m = 1.15$ としてその濃度以上では $\text{NO}_3\text{-N}$ が完全浸透とな S_b (S_{bc} と記す) を本研究で使用した諸定数を用いて計算すると $S_{bc} \doteq 25 \text{ mg/l}$ となる。図-10, 11を見ると上式がカラム全体について成立するのはRun 1のみと考えられる。 $S_{bc} \doteq 25 \text{ mg/l}$ はメタノールが膜最深部まで入った場合であり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の部分浸透条件が仮に満足されていても S_b が 25 mg/l 以上では $\text{NO}_3\text{-N}$ は完全浸透となる。以上の理由により図-12のような理論値と実測値の不一致が生じたのではないのでしょうか。(5) X を約 4 万 mg/l と計算しこの高い生物量の故に本装置では高い除去速度が得られたと結論づけているが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の部分浸透を前提として理論を展開している以上、反応に帰与する生物量は全生物量 X ではなくて ηX であり η は S_b の増加に伴い大きくなる。すなわち、 S_b の増加に伴い反応に関与する生物量が大きくなると考えねばならないはずではないのでしょうか。勿論、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の完全浸透では $\eta = 1$ となる。

以上、気の付いた点について討議させていただいたが、本研究で得られた豊富なデータはこの種の研究に大変有用なものであり私のコメントを参考にいただければ幸いです。今後の御発展を期待しています。

参考文献 M. Riemer; Kinetics of Denitryication in Submerged Filyers, Ph. D. Thesis Technical University of Denmark (1977)