



Title	活性汚泥細菌の個体群動態とその沈降性に関する研究
Author(s)	藏野, 憲秀
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34716
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・（本籍）	くら 藏	の 野	のり 憲	ひで 秀
学位の種類	薬	学	博	士
学位記番号	第	6592	号	
学位授与の日付	昭和59年8月27日			
学位授与の要件	薬学研究科 応用薬学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	活性汚泥細菌の個体群動態とその沈降性に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授	三浦	喜温	
	(副査) 教授	近藤	雅臣	教授 岩田平太郎 教授 青沼 繁

論文内容の要旨

水系環境をこれ以上の汚染から保護するために様々な排水処理法が行われているが、その中心は活性汚泥法である。活性汚泥は好気性微生物の集合体であり、その特徴として曝気攪拌をうけているにもかかわらず微生物が数分の1 mm程度の凝集塊（フロック）を形成している点があげられる。処理後の水は最終沈澱池において自然沈降を利用して放流水と汚泥に分離されるが、汚泥の沈降性が悪化すると放流水中に汚泥が混入しBOD低下が不可能になる。この現象をバルキングと呼ぶが、フロック形成能の悪化、糸状性微生物の異常増殖等が原因の場合が多い。本研究では、活性汚泥の沈降性を代表する糸状性細菌とフロック形成細菌を用いて、増殖動特性、フロック形成の問題、溶存酸素濃度（DO）レベルが沈降性を左右するメカニズム及びそのシミュレーション等について検討した。

第1章 糸状性細菌の増殖振動現象

糸状性バルキング時の活性汚泥から単離された糸状性細菌 *Sphaerotilus* sp. strain F6 の増殖特性を調べる目的で純粋連続培養したところ、通気条件が空気1vvmで比較的高いDOレベルの場合に周期的に菌体濃度が増減するいわゆる振動現象が観察された。この現象は希釈率0.075から0.17 hr⁻¹の範囲で認められ、菌体濃度の揺れと同時に培養液のpH、DO、呼吸活性等も変動していた。

F6株は回分培養において増殖に伴ってピルビン酸を生産し、培養液のpHは低下した。この時、酸濃度とpH、酸の比生成速度と比増殖速度 μ の間に1次の関係が認められた。また培地の初発のpHと最大比増殖速度の間にも、pH4.5から7の範囲で1次の関係が認められた。

連続培養で、pHを一定値に制御すると振動は観察されず、従って菌自身が生産するピルビンによるpH変化が振動の原因であることが示された。また制御値を変更するとそれに対する増殖応答が遅れた。

第2章 増殖振動現象のシミュレーション

上記結果に基づき F 6 株の振動現象のシミュレーションを試みた。

連続培養における菌体の収支は

$$\frac{dx}{dt} = (\mu - D)X \quad (1)$$

ピルビン酸濃度の収支は

$$\frac{dp}{dt} = (a\mu + a')X - DP \quad (2)$$

μ と pH の関係は 1 次式で表わし、増殖遅れには 1 次遅れを用いて、

$$T \frac{d\mu}{dt} + \mu = b \text{ pH} + b' \quad (3)$$

酸濃度と pH の関係は

$$\text{pH} = CP + C' \quad (4)$$

以上のモデルで、実験より得られた各定数の値を用いて計算した結果モデルにおいても振動が認められ、更に少し定数値をかえると実験値と計算値はよく一致した。ここで、X：菌体濃度 (mg/ℓ)、P：ピルビン酸濃度 (mg/ℓ)、 μ ：比増殖速度 (hr^{-1})、a, a'：酸生成定数 ($-, \text{hr}^{-1}$)、b, b', c, c'：システム定数 ($-, -, \ell/\text{mg}, -$)、T：時定数 (hr)、D：希釈率 (hr^{-1})である。

第3章 糸状性細菌とフロック形成細菌の混合系におけるフロック形態別個体群動態と沈降性

活性汚泥から単離したフロック形成細菌 *Pseudomonas* sp. strain 138 と F 6 株の混合系は沈降性の 2 側面を代表しており、汚性汚泥のモデル実験系にふさわしい。F 6 株はこの混合系のフロック内部で骨格の役割を果たしておりフロック形成に必須だが、良好な沈降性を示す場合以外に F 6 株が多すぎると糸状性バルキング、また F 6 株が糸状体に伸びない場合には単菌や微小な菌塊の分散状態になった。この 3 種のフロック形態は沈降速度が異なり、この差を利用した方法で分離することができた。各タイプのフロックは単位菌体当りの沈降容積も異っており、比率及び量は沈降性を示す各指標との間の相関が良好であった。

高い DO ($3 \sim 6 \text{ mg}/\ell$) と低い DO ($1 \text{ mg}/\ell$ 以下) では混合系の沈降性は異っていた。これは、F 6 株と 138 株のポピュレーションの逆転、各形態のフロックのポピュレーションの逆転の総合的な結果であることが示された。

また、ワーリングブレンダーで破壊したフロックの再形成を検討した結果、F 6 株では Fe^{2+} が、138 株ではセルロース様物質がフロック形成に関与していることが示された。混合系のフロック再形成で 138 株の量比を上げると沈降性は良くなった。

第4章 糸状性細菌とフロック形成細菌の混合系における沈降性変化のシミュレーション

F 6 株と 138 株のそれぞれのフロックタイプがそれぞれの増殖速度を持つとし次のように定義した。

$$\mu_{\text{floc type}} \equiv \frac{1}{X_{\text{total}}} \frac{dX_{\text{floc type}}}{dt} \quad (5)$$

全体に対する各形態の変化が DO に依存するものとして、

$$\frac{dX_{\text{floc type}}}{dX_{\text{total}}} = f(\text{DO}) \quad (6)$$

ここで DO は高いレベルと低いレベルの定常値しか考えないとする。

実験より求めた関数形と各定数の値を用いて各フロック形態の定常値を計算したところ実験値とよく

一致し、DOによるフロック形態のポピュレーション変化並びにF6株と138株のポピュレーション変化の両方をシミュレートすることができた。ここで、 $\mu_{\text{floc type}}$ ：各形態の μ (hr^{-1})、 $X_{\text{floc type}}$ ：各形態の菌濃度 (mg/ℓ)、 X_{total} ：全体の菌濃度。

第5章 結論

- (1) F6株の純粹連続培養系において観察された振動現象は、菌自身が生産するピルビン酸によるpH変化が原因であることが示された。
- (2) pH変化に対する増殖応答の遅れが実験的に示され、遅れを考慮した数学モデルにおいても振動が起きた。
- (3) F6株と138株の混合系において3種のフロック形態が観察され、DOによる沈降性変化は各形態のポピュレーションの変化に起因することが示された。
- (4) 簡潔な数学モデルを用いてポピュレーション変化をシミュレートし、実験値との間に良い一致が認められた。

論文の審査結果の要旨

活性汚泥から単離した糸状性細菌Sphaerotilus sp. strain F6 (F6株)と、単独でもフロックを形成するPseudomonas sp. strain 138の混合培養系におけるフロックは活性汚泥フロックの形態とよく一致し、沈降という機能の点でも活性汚泥フロックをよくシミュレートしていることを見出した。そしてこの混合培養系を用いて、活性汚泥フロックの沈降性が3種のフロック形態の量比によって左右されることを示し、そのフロック形態の量比が溶存酸素濃度によって変化することを見出した。さらにフロック形態の量比を推算する数学モデルを提出し、実験値とよい一致が認められた。これにより活性汚泥フロックの沈降性を推定することができる。またF6株の純粹培養時に、周期的に菌体量が増減する振動現象が認められ、この現象の原因を解明し、数学モデルによるシミュレーションを行ない、実験結果ともよく一致した。

以上の結果は活性汚泥による汚水処理、特に汚泥フロックの沈降分離に大いに役に立つ新しい成果であり、本論文は学位論文に値する。