

大阪大学工学部環境工学科

第5講座



研究室紹介

橋本 奨*

1. 講座紹介

環境工学科は、悪化した環境の改善と、さらにより良い環境の造出を目的とした教育、研究を行うため、昭和43年に開設され、今年で創立18年になる。また、第5講座は、昭和46年4月に開設され、それ以来、研究室の整備、拡充に努めながら、污水や廃水の分析とその化学的、生物学的処理、水質管理一般に関する研究、教育を進めてきた。講義としては、環境を構成する土、水、空気の三要素に関する化学に生物・生態学を加えた環境化学ならびに水質管理工学を行い、さらにこれに関連した実験・設計・製図・演習を担当している。

これまで、本講座を巣立った卒業・修了生は、昭和61年4月には122名に達し、その内、海外からの研究留学生4名（フィリピン1名、米国1名、中華人民共和国2名）が含まれ、水処理分野の国際交流にも力を入れている。昭和60年度（60.4.1～61.3.31）の研究室人員構成（昭和60年3月20日現在）は、大学院修士学生3名（内、韓国1名）、学部4年学生13名（内、中華人民共和国1名）、研究生1名、更に教官4名、技官1名を加えて、総員22名から成っている。

現在の講座職員の構成は次の通りである。

教授	医学博士、工学博士	橋本 奨
助教授	工学博士	藤田 正憲
助手	工学博士	古川 憲治
助手	工学修士	岩堀 恵祐
技官		宮崎ゆり子

2. 研究テーマの経緯と現況

*橋本 奨 (Susumu HASHIMOTO), 大阪大学工学部, 環境工学科, 水質管理工学研究室, 教授, 医学博士, 工学博士; 水質管理工学

第5講座の研究活動では、メインテーマとして、『バイオテクノロジーによる環境浄化』を掲げ、これまで活性汚泥法について、その動力学的制御、水温影響、省エネルギー化、高度化、硝化、脱窒、脱磷法および、難分解性物質の除去などに関する多くの成果を上げてきた。また、尿尿嫌気性消化法、嫌気フィルター法などの嫌気性処理、回転円板法、接触循環汚床法などの生物膜処理の浄化機能に関する研究、硫黄細菌による窒素の除去、微量元素を含む各種基質と活性汚泥微生物の連関挙動に関する研究、飲料水水質、河川の水質調査、湖沼の富栄養化に関する研究などを行ってきた。更に、タイ国チュラロンコン大学工学部衛生工学科との国際共同による淡水動植物を使った污水高度処理と食糧生産に関する研究を始め、汚泥のレオロジー的研究、糸状藻類による污水高度処理、難分解性物質特にフェノールとポリビニールアルコール（以後PVAと略す）分解微生物を材料とした遺伝子レベルでの微生物の改良や環境中でのその挙動、固定化微生物や固定化活性汚泥法による下・廃水の効率的処理および水道原水の前処理などバイオテクノロジーを基本とした多方面の研究を展開している。特に、昨年度からは、研究課題を次のように大きく6つに分類して、バイオテクノロジー関連課題に力を入れている。

- ①固定化微生物・固定化活性汚泥による上下廃水の処理、②難分解性物質分解微生物の分離・分子育種と環境中での挙動に関する研究、③特殊微生物の自然界からの分離と活性汚泥微生物の分類に関する研究、④活性汚泥のfloc形成・膨化に関する微生物学的並びにレオロジー的研究、⑤淡水動植物ならびに糸状藻類による污水処理と食糧生産に関する研究、⑥バイオフィルターによる高度水処理に関する研究、⑦

嫌気あるいは好気の循環濾床の浄化機能に関する研究、等である。

表1 昭和60～61年度第5講座研究テーマ一覧表

1. a. フェノール分解プラスミドの分離と分子育種に関する研究
b. 活性汚泥法におけるフェノール分解性遺伝子組み換え大腸菌及びフェノール分解菌の挙動に関する研究
2. PVA分解性プラスミドの分離と分子育種に関する研究
3. PVA分解菌の生理特性に関する研究
4. PVA分解菌のPVA分解酵素生産に関する培養工学的研究
5. パックブンのカルス培養とパーオキシダーゼ生産に関する研究
6. 繊維素分解サイトファージアの分離とその繊維素分解能に関する研究
7. 硫黄酸化細菌による金属含有汚泥のリーチング処理に関する研究
8. 磷酸蓄積細菌の検索とその純粋分離に関する研究
9. a. 活性汚泥微生物の分離・同定とフロック形成細菌に関する研究
b. 活性汚泥のフロック形成・膨化現象の評価方法
c. 下水汚泥の流動・脱水特性の評価と応用に関する研究
10. PVA-硼酸法によるフェノール分解菌の固定化とフェノール廃水処理に関する研究
11. 活性汚泥の経済的濃縮・固定化とその浄化機能に関する研究
12. a. 固定化活性汚泥法の浄化機能に及ぼす流入汚水の水質・水量変動の影響に関する研究——水質・水量の自動制御——
b. 固定化活性汚泥の生理特性に関する研究
13. 回転籠型固定化活性汚泥法の浄化機能に関する研究
14. 水路型固定化活性汚泥法に関する研究
15. 固定化浄水汚泥による高度水処理に関する研究
16. a. バイオジオフィルターによる二次処理水の高度処理に関する研究
b. オシラトリアによる塵芥浸出液のN,P除去に関する研究
17. a. 二段嫌気・一段好気塔型循環濾床による低C/N廃水の窒素除去に関する研究
b. 嫌気消化汚泥の固定化とその浄化機能に関する研究
18. 開水路による浄水処理と食糧生産に関する研究
19. ヘキサメチレンテトラミン分解細菌の純粋分離とその活用に関する研究

なお、60年度は、4年次学生13名の大勢を迎えることができたので、将来目標の意味も含めて、表-1のような研究課題を掲げ、61年度も含めて今後の長期にわたる研究開発を通して、バイオテクノロジーの下水生物処理への活用を企図していきたいと考えている。

3. 活性汚泥細菌と

難分解性物質分解菌の分離・同定

○ 活性汚泥細菌の分離¹⁾・同定：研究室での調査によると、活性汚泥1g中には、 9.2×10^{11} 個/gの細菌が生息し、これら細菌の分離株の生理学的性質を種々調べ、Bacillus属、Micrococccus属、Pseudomonas属、Alcaligenes属、Flavobacterium属、Moraxella属等がかなりの率で分離された。Pseudomonas属とFlavobacterium属細菌は、強い物質分解能を有し、環境浄化の主役を担っているものと考えている。

○ PVA-分解菌とフェノール分解菌の分離・同定：研究室では、これまで、難分解性物質であるPVAとフェノールの各含有廃水の活性汚泥処理について長年にわたり研究し、これら難分解性物質を分解する細菌が存在しなければ、これらの含有廃水の活性汚泥処理は、何等達成できないことを明らかにしてきた^{2,3)}。また本法の実際プラントは、既に長年にわたって、極めて効率的に稼動されている。そこで、これらプラントの活性汚泥から、PVA分解細菌として、Pseudomonas vesicularis var povalolyticus pH⁴⁾を、PVA鹼化菌としてFlavobacterium属細菌一株⁵⁾を、またフェノール分解細菌として、Acinetobacter sp AH株⁶⁾をそれぞれ純粋分離・同定した。フェノール廃水に対する変異バクテリア製剤(米国からの輸入品、商品名ニッコーバイオミックス)からは、フェノール分解菌として、Pseudomonas putida⁶⁾を純粋分離・同定した。これらの分離細菌を用いて、現在、バイオテクノロジーの種々の研究を続行中である。

4. 活性汚泥と細菌の固定化

○ 活性汚泥の固定化：最近のバイオテクノロジーのめざましい発展の1つとして、バイオリアクター技術の進歩があげられ、中でも酵素や

微生物の固定化利用は、今や実用段階にあるといわれる。これまで固定化材として、主としてポリアクリルアミド、 κ -カラギーナン、アルギン酸カルシウム、光硬化性樹脂等があるが、これらは何れも下水処理に活用するには、今のところ余りにも高価で、また、一部アクリルアミドのように活性汚泥微生物に傷害を与えるものもあるので、安価で強固な、また微生物に対して毒性の少ない他の固定化材の検索が待たれている。そこで当研究室では、固定化材として極めて安価なPVAに目をつけ、PVAの冷凍ゲル化とPVA-硼酸の常温ゲル化の両反応を利用して、PVA冷凍法⁷⁾とPVA-硼酸法⁷⁾を考案し、種々検討の結果、PVA-硼酸法が極めて安価で、活性汚泥微生物に対する毒性も極めて少なく、ビーズ使用にあたって、ゲル強度の劣化もほとんどなく、長期にわたって使用に耐えることを確認した。下・廃水処理における固定化微生物の利用の模式図を図1に示した。今のところ、実験室的であるが、約1.6年間の稼動で、PVA-硼酸法による固定化活性汚泥法のビーズは極めて強固で、曝気槽活性汚泥の濃度は約3万ppm程度にも保持され、順調に運転されている。なおまた、研究室では、PVA-冷凍法あるいはPVA-硼酸法を用いて、活性汚泥や微生物をスポンジ担体内に吸い込ませて、固定化するいわゆるスポンジ包括固定化活性汚泥法や固定化微生物汚泥による上水原水の処理について

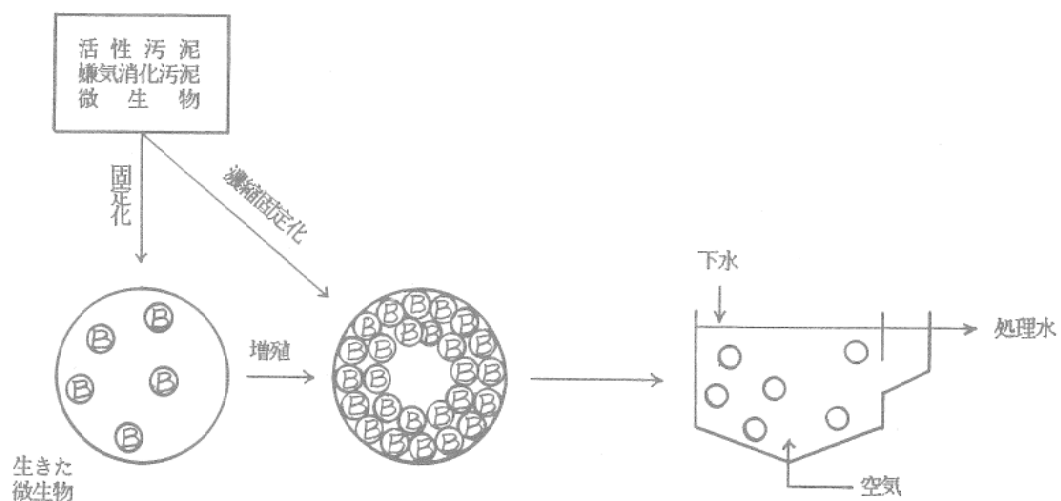
も検討を行っている。

○ PVA分解菌とフェノール分解菌の固定化：活性炭によるPVA分解菌の固定化⁸⁾とPVA-硼酸法によるフェノール分解菌の固定化⁹⁾について種々検討し、その結果は、昭和60年度、第22回下水道研究発表会で講演した。活性炭の微生物固定化能は極めて良く、使用時に菌の漏出もほとんどなく、活性炭は難分解性物質を吸着と分解の両者で極めて効果的に除去できるので、浄水処理への応用が期待される。PVA-硼酸法によるフェノール分解菌の固定化についても種々に検討し、フェノール廃水を有効経済的に処理でき得ることを確かめた。

5. フェノール分解菌とPVA分解菌の

分子育種

研究室では、①遺伝子操作技術のマスターと水処理分野への応用の可能性を探る、②自然界からあるいは活性汚泥から分離された細菌を用いて、特殊な機能をもつ細菌、例えばフェノール耐性の高いフェノール分解菌や増殖速度の大きいPVA分解菌を創り出す、③これらの育種菌の自然界や活性汚泥等の水処理生物群内での挙動、特に生き残りの可能性や生き残りのための条件作りを探る、等の目的で、フェノール分解菌とPVA分解菌の分子育種に関する研究を行っている。これまで、研究室で分離・同定されたフェノール分解菌の *Pseudomonas putida*



図—1 固定化微生物の利用

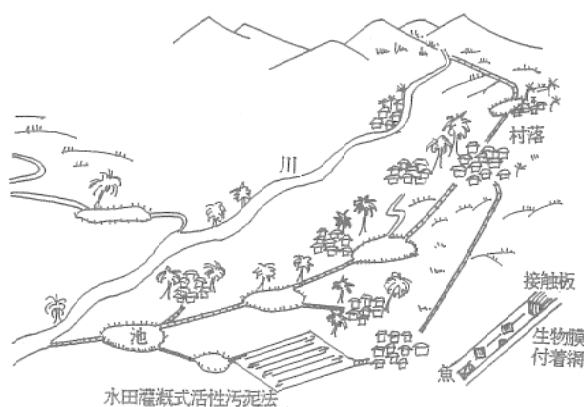
BH株について、フェノール分解のプラスミド依存性¹⁰⁾に関する若干の知見を得たが、同様な検討を、PVA分解菌の *Pseudomonas vesicularis* var *povalolyticus* PH株についても進めている。現在、前記、フェノール分解菌とPVA分解菌を用いて、遺伝情報の受容菌としての *E. coli* C600株(トレオニン、ロイシン、B₁要求株)への形質転換を種々に検討している。

今後、これら細菌を用いて、細胞の融合や接合による分子育種を行い、バイオテクノロジーの下水生物処理への活用に向けて、研究室の総力を結集したいと考えている。

6. 古くて新しい下・排水の生物処理

水生動植物を用いる自然浄化型の水路処理や土壌処理も一つのバイオテクノロジーと考えられ、古くて新しい下・排水の生物処理法の一つとみなされる。

筆者の研究室では、現在、タイ国チュラロンコン大学衛生工学科との国際共同研究として、住宅団地下水の2次処理水で、野菜(パックブン及びクレソン)と魚(ティラピア)を組み込んだ水浄化プラントの処理機能および野菜と魚の生産について、実際テストを行っている¹²⁾。また、図2に示したような汚水処理・食糧生産水路も企図している¹³⁾。このように、下水処理



図一2 汚水処理・食糧生産水路

水は、有用水生動植物や各種接触材を組み込んだ水路や人工池(バイオジオフィルターやリビングフィルター)を通して利用すれば、公園の修景用水も兼ねて、都市や地域の水辺と緑の蘇生に役立つはずである。

7. 結 語

大阪大学工学部環境工学科5講座の簡単な紹介を入れて、これまでの研究室の研究テーマとその現況を述べた。なお、詳細については、末尾文献を参考にいただければ幸甚である。

文 献

- 1) 橋本 奨, 藤田正憲, 池 道彦, 阿武秀治: 活性汚泥の菌数測定と菌株の分離・同定について, 第22回下水道研究発表会講演集(昭和60年度)
- 2) 橋本 奨, 尾崎保夫: 活性汚泥による難分解性物質の処理に関する研究, 下水道協会誌, 17 (191), 30~36 (1980), 17 (192), 17~26 (1980), 17 (195), 24~34 (1980)
- 3) 橋本 奨, 藤田正憲, 岩崎洋典: 石炭酸廃水分解菌と細菌の分離とその性質, 日本醸酵工学会大会講演要旨集, 80頁 (昭和58年度), 日本水処理生物学会第20回大会講演要旨集, 26頁 (昭和58年度)
- 4) S. Hashimoto, M. Fujita: Isolation of the Bacterium Requiring Three Amino Acids for the Polyvinyl Alcohol Degradation, *J. of Ferment. Tech.* (醸酵工学雑誌英文論文誌), 63 (5), 471~474 (1985)
- 5) 藤田正憲, 前嶋達郎, 橋本 奨: 活性汚泥によるポリビニールアルコール分解と分解菌の分離について, 第20回下水道研究発表会講演要旨集, 455頁 (昭和58年度)
- 6) 橋本 奨, 藤田正憲: フェノール分解菌の純粋分離とプラスミドの分離について, 第21回下水道研究発表会講演要旨集, 404頁 (昭和59年度)
- 7) 橋本 奨, 古川憲治, 濱 宏: ポパールによる活性汚泥の固定化に関する研究, 土木学会・衛生工学委員会衛生工学研究論文集, 22 195~203 (1986)
- 8) 橋本 奨, 藤田正憲, 道広康暉: ポリビニールアルコール分解菌の担体固定化について——活性炭への固定化——, 第22回下水道研究発表会講演要旨集, (昭和60年度)
- 9) 橋本 奨, 古川憲治, 岩上昭夫: フェノール分解菌の活性挙動とその固定化について, 第22回下水道研究発表会講演要旨集, (昭和60年度)

- 10) 藤田正憲, 橋本奨: 自然界からの純粹分離された *Pseudomonas putida* BH 株のフェノール分解のプラスミド依存性について, 昭和59年度日本醸酵工学会大会講演要旨集 (14頁, 昭59.11.18), 第22回下水道研究発表会講演要旨集 (昭和60年度)
- 11) 橋本 奨: 環境技術, 13 (3), 1~10 (1984), 環境技術, 13 (5), 3~10 (1984)
- 12) 読売新聞, 朝刊14版 (2) 昭和58年1月13日 (木曜日), 日本経済新聞, 朝刊12版 (2) 昭和59年12月9日 (日曜日)
- 13) 橋本 奨: 月刊水, 27 (5) 21~27 (1985), 読売新聞, 朝刊14版 (2) 昭和58年3月11日 (金曜日)

