HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	移動床バイオリアクターによる下水処理
Author(s)	三村, 和久
Description	第4回衛生工学シンポジウム（平成8年11月7日（木）-8日（金） 北海道大学学術交流会館） . 1 生物処理 . P1-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 4, 1-6
Issue Date	1996-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7813
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-1-1_p1-6.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

１－１

移動床バイオリアクターによる下水処理

三村　和久　三機工業株式会社
環境システム事業部
企画開発部開発課

１．はじめに

下水道の普及は、現在主要大都市では達成されつつあるが、今後は地方中小市町村にとって大きな課題になるものと考えられる。すなわち、面的整備の拡充と高度技術・維持管理への投資が比較的容易な大都市においては、公共下水道及び流域下水道等によって高い普及率が達成されている。一方、今後普及の進む中小市町村では、排出拠点の分散化や、排出点での水質の著しい相違が見られることからその地域特性に柔軟に適応できる、処理システムが要求される。またこの運営は、簡易な維持管理のもとに行わなければならない。さらに、このようなシステム・技術は民間の産業排水処理にも求められるものであると考えられる。

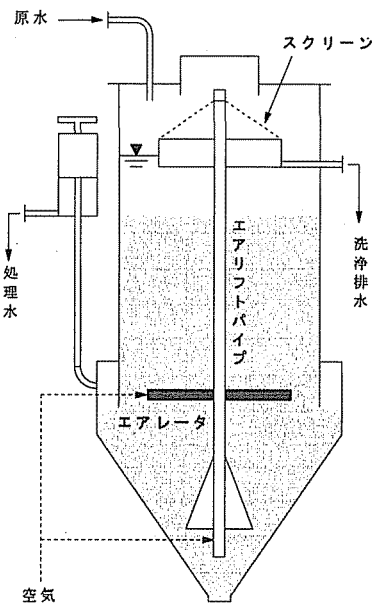
移動床バイオリアクターはこのような要求に応えるため、建設省総合開発プロジェクト「バイオフォーカスＷＴ」において、建設省土木研究所と共同で開発したのであり、いくつかの実績を有している。

２．リアクターの構造

リアクターの構造図を図－１に示す。

本リアクターは、好気性ろ床法（生物膜ろ過法）の一手法である。

固定床式の好気性ろ床では処理の経過とともにろ床内に堆積した流入固形物や増殖した余剰汚泥を、空気・水による間欠的な逆洗によって床外に排出することで、処理を維持する。本リアクターでは装置中央に設けたエアリフト装置によって、担体ならびに蓄積した固形物を、スクリーン部へ移送し、スクリーンを通過した固形物は洗浄排水としてリアクター外に排出する。また、洗浄された担体はろ床上部へと戻る。このようにして、処理とろ床の洗浄を併行して行え、また洗浄用機器がエアリフト空気供給のための空気圧縮機だけで済み、固定床式に比べて、洗浄機器が大幅に省略されているという特徴がある。



図－１：リアクター構造図

３．実証試験

３－１：実験概要

実証試験は神奈川県大和市殿の協力を得て、大和市中部下水処理場内に試験装置を設置し行った。

実験装置の仕様概要と、実験フローシートを表－１・図－２に示す。

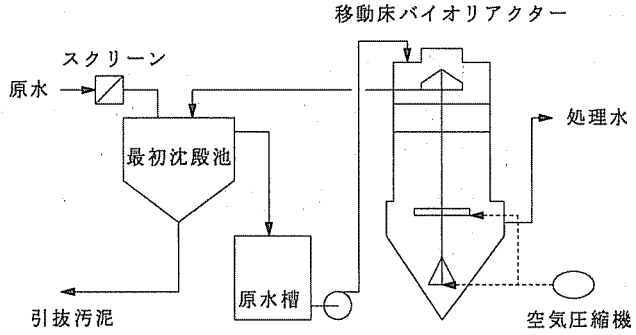
原水（沈砂池越流水）はスクリーン（目幅１０ｍｍ）と最初沈殿池で一次処理を施した後、リアクターへ供給した。エアリフトによる洗浄は、洗浄排水の性状を考慮しつつ、間欠で行い、洗浄排水は、沈殿池へ戻し余剰汚泥として一括して引抜いた。

３－２：実験結果

実証試験時の水質処理結果を表－２に示す。

（１）酸素溶解効率と必要空気量

図－３にリアクターの排ガス収支より求めた、酸素溶解効率とＫＬａの測定結果を示す。酸素溶解効率は２０～３０％であり、標準の曝気槽に比べ２～３倍であった。除去Ｃ－ＢＯＤ当た



表－１：実験設備仕様概要

処理量	５０m³／日
リアクター寸法	φ1410×H5200
通水速度	２５～３０ｍ／日
ろ過材	特殊軽量担体
	平均粒径４ｍｍ
好気部充填床高	２．０ｍ

図－２：実証試験フローシート

表－２：実証試験水質処理結果

実験条件	原水供給型式		定量供給	変動供給
	処理量	(m3/日)	50	37.5
	通水速度	(m/日)	34	27
	ＨＲＴ	(時)	2.2	2.7
	空気倍率	(－)	2.5	2.6
	エアリフト洗浄時間	(分/日)	238	143
	ＢＯＤ容積負荷	(kg/m3・日)	1.2	1.0

水質処理結果			原水	処理水	原水	処理水
	水温	(℃)	20.3	20.3	23.0	23.5
	透視度	(度)	6	24～>50	7	28～>50
	ＳＳ	(mg/L)	70	7.6	64.2	8.8
	Ｔ－ＢＯＤ	(mg/L)	107	13	110	16
	Ｃ－ＢＯＤ	(mg/L)	－	10	－	12
	Ｔ－Ｎ	(mg/L)	26.9	16.1	23.6	15.1
	Ｔ－Ｐ	(mg/L)	3.0	1.8	2.8	1.9
	洗浄排水比率	(%)	5.3		2.5	
	洗浄排水ＭＬＳＳ	(mg/L)	1490		3062	
	洗浄排水ＳＶＩ	(mL/g)	68		53	
	除去Ｃ－ＢＯＤ当たり汚泥生成量	(kg/kg)	0.95		0.80	

(注)　ＨＲＴ＝ 好気性反応部空塔容量／処理水量
空気倍率＝ 曝気空気量／処理水量
洗浄排水比率＝ 洗浄排水量／処理水量

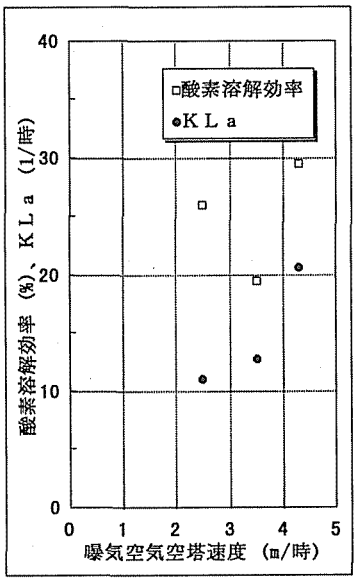
りの曝気空気量と処理水Ｃ－ＢＯＤ濃度との関係を図－４に示す。これより処理水Ｃ－ＢＯＤ濃度を２０mg/L以下に維持すべき必要空気量は２５Nm^3/kg-BODとなり、また空気倍率としては２～２．５倍と少なくて済むことがわかった。

（２）ＢＯＤ除去

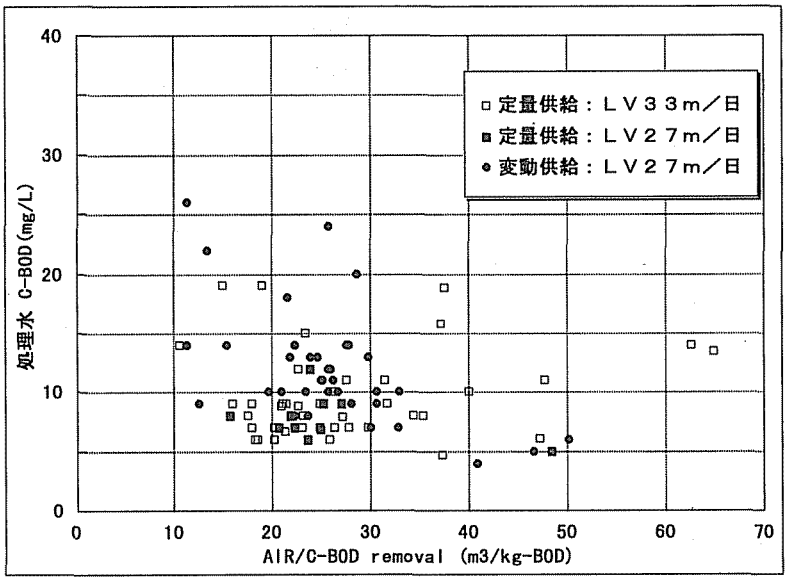
表－２に示す原水の変動供給パターン例と、この時の２４時間の処理性能調査結果を、図－５および図－６に示す。午前１１時頃に、水量・水質ともに最大ピークを迎え、ＢＯＤ容積負荷も２．２ kg-BOD/m^3・日を越えたが、処理水Ｃ－ＢＯＤ濃度は最大で１８mg/Lであり、急激な負荷変動に対しても安定した処理の行えることが確認できた。

また、ＢＯＤ容積負荷と処理水Ｃ－ＢＯＤ濃度の関係を図－７に示す。

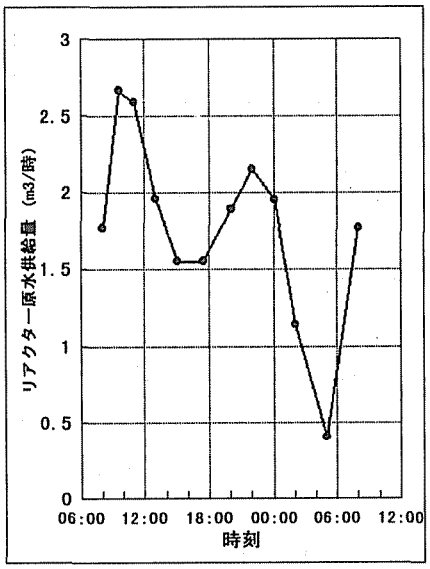
ＢＯＤ負荷が標準活性汚泥法に比べ２～３倍以上である１．５kg-BOD/m^3・日程度までは、処理水のＣ－ＢＯＤ濃度２０mg/L以下を達成できた。



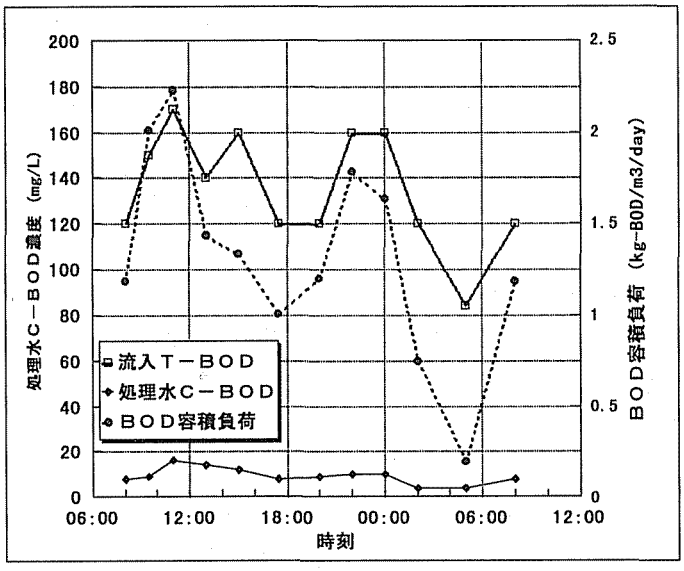
図－３：
酸素溶解効率とＫＬａ



図－４：曝気空気量と処理水Ｃ－ＢＯＤ濃度の関係



図－５：水量負荷変動パターン



図－６：水量負荷変動時のＢＯＤ除去性能

（３）汚泥生成量

このリアクターではエアリフト洗浄によって排出される洗浄排水が余剰汚泥に当たる。このエアリフト時間を変えることで、洗浄排水の汚泥濃度とその排水量を制御できる。表－２に示したように、汚泥濃度が高くなっても沈降性は非常に良く、洗浄排水を初沈に直接返送しても、初沈機能への阻害はなかった。このことから、余剰汚泥管理も容易になるものと考えられた。

但し、汚泥生成量は標準活性汚泥法に比べて多く、これは有機物負荷が高かったことと、処理時間が非常に短いことが影響しているものと考えられた。

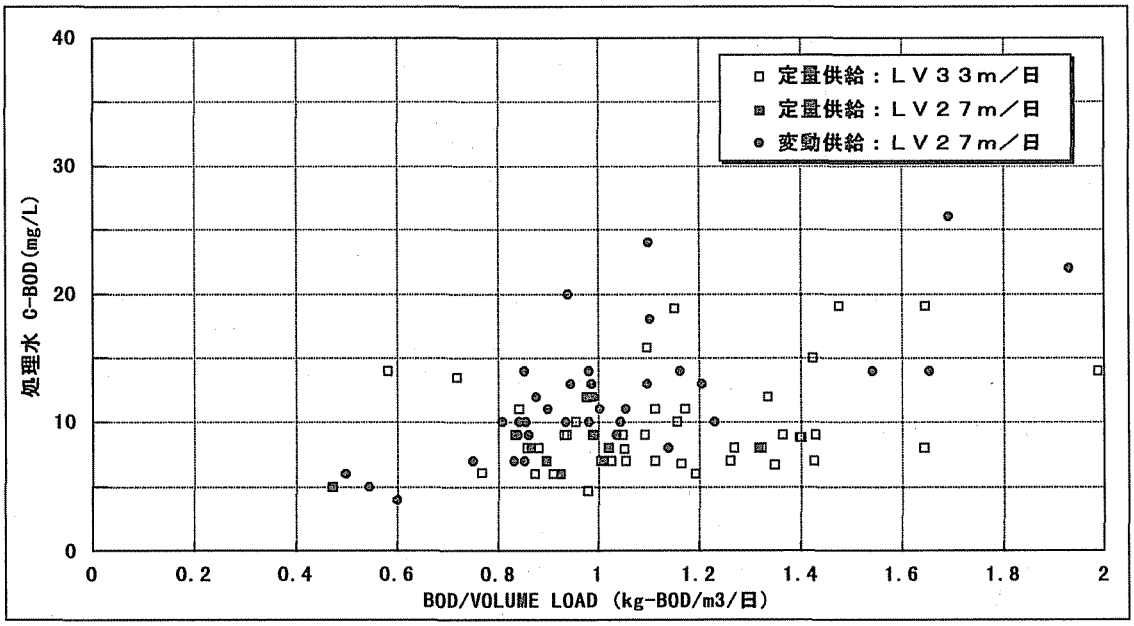
（４）担体の損耗

実証試験における、１年間使用後の担体の粒径測定結果を表－３に示す。

１年間の使用により、担体の平均径が約０．４mm減少し、年間の損耗量は初期充填量の約２％であったが、補充のコストを考慮しても十分に実用に耐えられると判断した。

表－３：担体摩耗度の測定

粒度	充填時	１年間使用後
平均径 (mm)	3.96	3.58
有効径 (mm)	3.00	2.85
均等係数 (－)	1.38	1.33



図－７：ＢＯＤ容積負荷と処理水Ｃ－ＢＯＤ濃度の関係

４．下水処理への適応

移動床バイオリアクターを用いた下水処理設備としての第一号が三重県二見町茶屋クリーンセンター殿に採用された。二見町は、伊勢神宮に縁が深く、また夫婦岩で有名な二見浦は伊勢志摩国立公園内にある美しい景勝地として知られている。このため、夫婦岩及び海水浴場周辺の水質保全のため、特定環境保全公共下水道としてフレックスプランによる下水道整備が進められている。クリーンセンターは町の中心部にあり、施設用地が限られていたこと、観光地に立地し、下水水量・質の変動が大きいと予測されたことから、コンパクトで負荷変動への対応が容易な、

このリアクターによるシステムが採用された。クリーンセンターの概要を表－４に、フローシートを図－８に示す。また、設備の外観を写真－１に示す。

すでに、第一期計画として断面積５m^2、処理量１２５m^3／日のステンレス製リアクターが８基建設され、計画日最大処理量１，０００m^3の処理場として、平成５年１０月１日より供用を開始し、順調に運転を続けている。

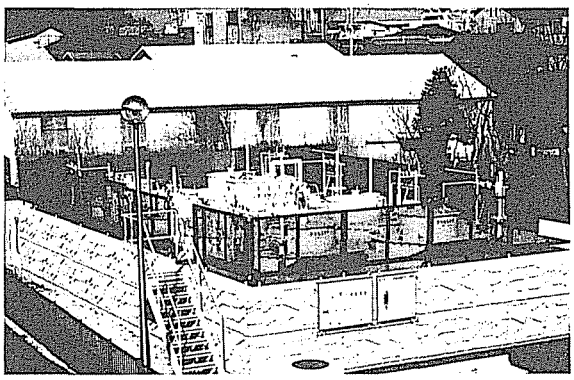
これまでに得られた水質処理結果の一例を表－５に示す。処理水質の平均値はＢＯＤ・ＳＳ共に１０mg/L以下であり、放流基準を満足している。夏期の海水浴シーズンや観光ピーク時の下水流入量の増加に対しては、リアクターの運転基数を増やすことで対応しており、設備は週２回の巡回点検で管理するなど、維持管理が容易で、効率的な処理が行われている。本年度中には全体計画の処理量２，０００m^3の処理場が完成する予定となっている。

表－４：茶屋クリーンセンター概要

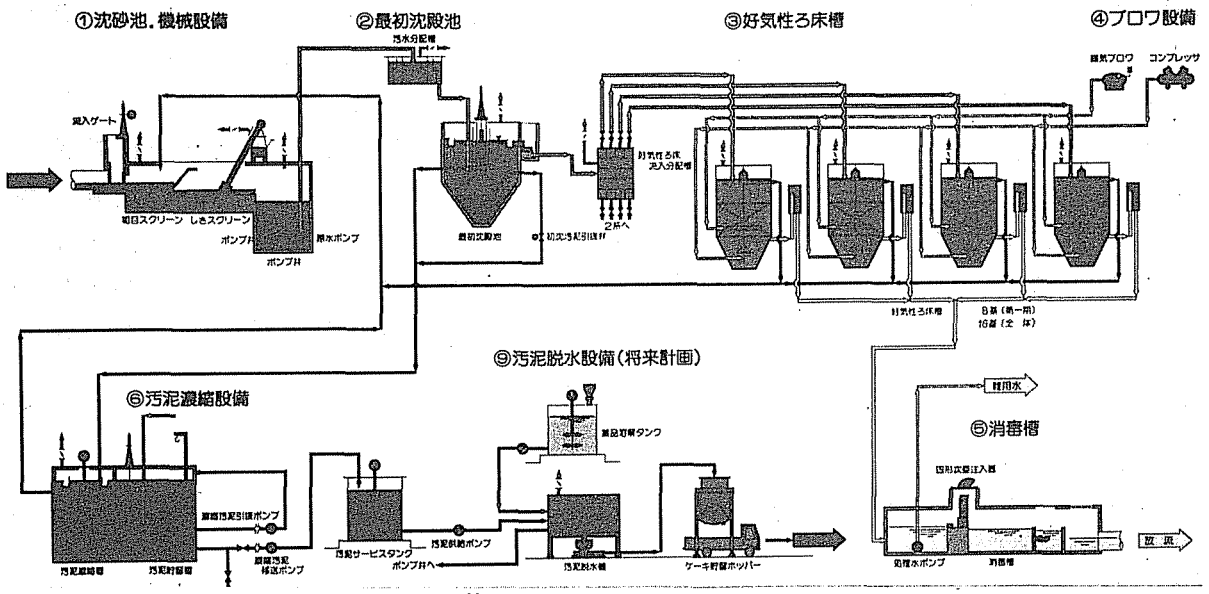
所　在　地：三重県度会郡二見町大字江４１２－５
敷地面積：1,850m2
計画処理面積：４４.３ｈａ
計画処理人口：８,４５０人（観光客含む）
設計下水量：2,000m3/日（リアクター１６基）
［第一期工事　1,000m3/日　リアクター８基］
計画水質
流入下水：ＢＯＤ　２２０mg/L，ＳＳ　２３０mg/L
放流水（基準）：ＢＯＤ　２０mg/L，ＳＳ　３０mg/L

表－５：水質処理結果

	初沈流入水	リアクター流入水	リアクター処理水
ＢＯＤ (mg/L)	102 (56～190)	64 (30～100)	7 (2～15)
ＳＳ (mg/L)	105 (55～160)	68 (35～110)	5.8 (3.3～11)
Ｔ－Ｎ (mg/L)	23.8 (21～39)	21.8 (17～29)	12 (9.8～15)
Ｔ－Ｐ (mg/L)	4.5 (3.0～6.2)	3.5 (1.8～5.2)	1.7 (0.9～2.2)



写真－１：茶屋クリーンセンタ殿納入設備



図－８：二見町茶屋クリーンセンター　フローシート

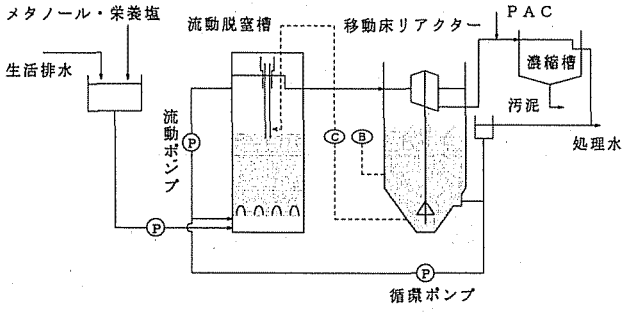
５．窒素除去システムへの応用

移動床バイオリアクターを硝化槽として用い、これと流動床型脱窒槽を組合わせた、硝化脱窒式の窒素除去システムを開発している。

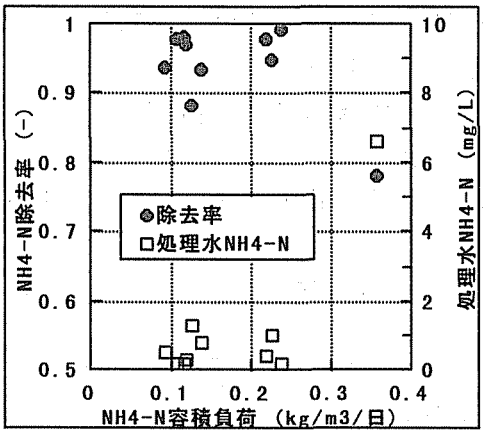
このシステムのフロー例を図－９に示す。流動脱窒槽では、脱窒素菌を高濃度（ＭＬＳＳ：約１０，０００ mg/L）に維持できるので、ＨＲＴで３０分程度と、従来の機械攪拌式の脱窒（嫌気）槽に比べ、１／５～１／１０の時間で脱窒が完了する。

生活排水を用いて行った、移動床バイオリアクターの硝化性能試験結果を図－１０に示す。NH_4-N容積負荷が０．２kg/m^3/日程度では、NH_4-N除去率は９０％以上となり、ほぼ硝化が達成できた。

従ってこの両者を組合わせることで、省スペースな窒素除去システムを構築することが可能である。



図－９：窒素除去システムフロー（例）



図－１０：硝化性能試験結果

６．おわりに

これまで述べてきたように、移動床バイオリアクターは、

①標準活性汚泥法に比べ、高負荷かつ省スペースのシステムが構成できる
②負荷変動に強い
③最終沈殿池が不要であり、余剰汚泥も沈降性が良く、汚泥管理は最初沈殿池のみに対して行えば良い
④システムの構成機器が少なく、機械的駆動部が皆無に近いので、維持管理が容易である

などの、特に中小市町村における小規模下水処理設備に適した特長を有している。また、窒素除去についてもその可能性が示唆されたことから、小規模施設での高度処理への可能性も見いだすことができた。

今後、排水規制の強化とその達成時期をにらんだ段階的な設備の増強に対しても十分に適応可能であり、下水処理設備だけでなく、産業排水処理についても嫌気処理の後処理等の適応が可能と考えられる。

［参考文献］

1) 湯浅　晶：”二見浦の水質保全にバイオフォーカスの実用化施設”，土木学会誌＜1994-3 Vol79(1994)
2) T.Kawashima et al：”Development of Continuous Biological Aerated Filter”，WPCF Asia/Pacific Rim Conference on Water Pollution Control Poster session, (1989)