

筑波大学農林工学系 教授

前川 孝昭

「微生物機能強化による水環境修復技術の確立」

1. 研究実施の概要

1-1 本研究では水域の窒素汚染問題に絞って、汚染水域の水環境修復を微生物の持つ機能の強化によって達成することを目的とした。従って遺伝子等の組換えを行わず、微生物の持つ機能を最大に引き出す手法の開発を中心課題に設定した。研究チームを3チームに分け、3年間各研究者の設定した研究項目に従い、基礎研究を実施した。aグループ：微生物機能強化のための誘導手法とその遺伝的固定化、bグループ：点源汚濁の微生物による水環境修復技術の確立、cグループ：生物間競合を利用した水環境修復技術。これらの研究成果は下図の上部のように評価を含め研究体表者が接続して示した。図の下部は現場への展開研究を2年間実施した場所を示した。ここでは展開研究の内容を3つに分けて成果として説明したい。

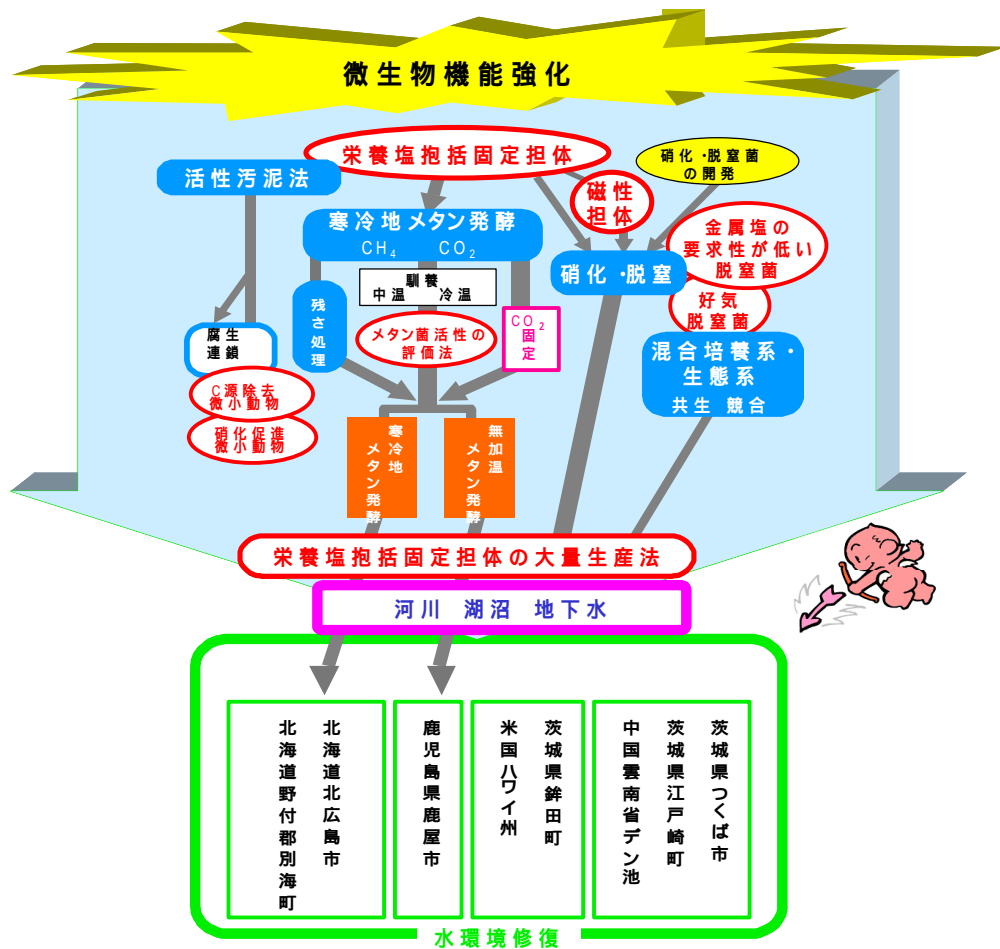


図 研究のねらいと概要

(1) 新規な担体の考案と微生物機能の強化による窒素源の除去

- a. 微生物機能強化の手段として微生物の増殖を助けるために栄養塩、微量金属を常に微生物に供給する担体を開発した(前川孝昭:特開平 10 327850)。これは微生物の増殖においてリービッヒの最小則として知られている、どのような微生物も細胞分解に必要な微量金属や栄養塩のうち一種類でも不足した場合、その増殖はできないとする経験則に基づいている。この担体表面に微生物が高密度に棲息できる環境を作り、水質汚濁物質のうちの窒素源や炭素源を窒素や二酸化炭素として系外に追い出すための分解性を高めることについて検討した。この方法は窒素を除去するための脱窒工程や炭素源を除去するためのメタン発酵の能力向上に貢献している。
- b. これらの脱窒やメタン発酵ではそれと窒素ガスおよびメタンが発生するので、担体深部に微生物が入り込むと担体をガスで浮かし、浮上するので、微量元素栄養塩類拡散型担体は、微生物深部に入らないように2重構造としていること。さらに磁性体であるマグネタイトを入れて、外部磁界によって送液方向への移動を防止する担体の開発を行なった(前川、黒島、特開平 11 18765、US 特許 6043068)。
- c. 地下水などの低温で金属塩の少ない水の浄化に金属塩要求性の低い脱窒菌のスクリーニングとその応用(松村、Rey、特願 2000 85416) N_2O 発生機構の解明と抑制プロセスの確立を行なった。
- d. アンモニア 硝化 脱窒の工程では好気性菌と嫌気性菌を使い分ける 2 工程が必要なところを、これを短縮するため好気脱窒菌のスクリーニングを試み、有望な菌株を 2 株得、微生物登録することができた。さらに低温性脱窒菌と低温性セルロース分解菌の共生による脱窒にも成功した(中原、神戸、野村:特願 2000 267617)。

(2) 新規な担体の応用と炭素源の除去

- a. メタン発酵では中温菌から低温菌の馴養による特性の変化ならびに機能強化を検討し、寒冷地用無加温メタン発酵の実用化の手掛りを得た。また、バイオガスの熱量向上として CO_2/H_2 資化メタン菌を開発した担体を使うことでビタミン B_{12} を従来法より高い生産効率を得、機能性食品への利用の道を拓いた(前川、張振亜:特願 2000 - 24490)。
- b. 合併浄化槽内の各種微生物の浄化・分解の機能向上を強化するため、細菌・輪虫からなる系を構成し、浄化槽内に輪虫を高密度に定着させ、透視度 60 度以上の処理水を得ることが出来た。輪虫の迅速な定着化を図る上で諸理想内に充填する担体の種類や担体の孔径が重要な物理的要因となることがわかった。大量培養を行なった輪虫の凍結保存法と乾燥保存法について検討を行い、生存率と実用性の面から、乾燥法が適当であると判断した。
- c. 腐生連鎖の上位に位置し細菌捕食性の原生動物の捕食者である肉食性原生動物 *Dileptus anser* および腐生連鎖を通して硝化活性を高めている可能性のある *Arcella vulgaris* に着目し、2 槽ばっ気による *Arcella vulgaris* の集積および硝化処理促進効果および 2 槽の容積比を変化させ硝化能が最大となる条件や最大生息容量を調べ、前者の原生動物は細菌の生息密度を高め炭素源の分解を向上させ、*Arcella vulgaris* は硝化細菌密度の向上に役立ち硝化速度を向上させた。

(3) 微生物による水環境修復技術

- a. 生態系において失活し易い微生物の環境修復能力の安定化を図るために、環境修復に関わる微生物の混合培養系における微生物間の相互作用の解析と微生物間の相乗・阻害採用を積極的

に利用した水環境修復微生物機能強化混合培養システムを検討した。ここでは、自然界でのクロレラとコンタミ菌の共生メカニズムを利用した新規混合培養システムの開発のための基礎情報を得るために、嫌気条件でも、増殖はできないが死滅はしないクロレラとプロピオン酸分解能を有するプロピオン酸分解菌（通性嫌気性菌）を混合し、合成家畜糞尿廃水の処理を行なった。

- b. 藍藻類と藻類の栄養塩競合を解析し、有害藻類の生長阻害を積極的に起こし、これによって汚染環境の修復の可能性を検討した。これまでに競合関係にある藻類 *M.novacekii* と *S.quadricauda* の栄養塩利用方式を理論的・実験的に検討し、得られた結果より数値シミュレーションを行なった。また *M.novacekii* と *S.quadricauda* の混合培養系での実験から、希釈率により優占種が変わることが分かった。
- c. 霞ヶ浦や利根川に流入する小河川の硝化・脱窒を促進するための河川構造物を考案し、その効果を評価した。積層網状体、多孔性コンクリートブロックおよび PVA 担体に抱括固定した脱窒菌の水質浄化機能について 3 年間実験を継続した。 $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{NO}_2\text{-N}$ はそれぞれ 61% および 52% の平均除去率が得られた。BOD および COD はそれぞれ 44% および 60% の平均除去率が得られた。
- d. アンモニアから硝酸への酸化を行なう微生物による硝化では、硝化時間を 6 時間以下に短縮できないことが判った。そのために $\text{NH}_4\text{-N}$ ならびに $\text{PO}_4\text{-P}$ などを効果的に除去できる電気化学的方法の基礎実験を行なった。高周波パルス電圧を 200V/cm 以上、周波数を 1KHz ~ 50KHz とし、陽極電極に遷移金属酸化物を配設することによって、これらの $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ は 80% ~ 90%、HRT30 分程度で除去できることが判った。この結果は本研究題目から逸脱したものと言え、派生した研究成果として位置づけ、今後実用化を目指して研究を続ける予定である。

1-2 実用化への展開

(1) 北海道別海町

平成 11 年 12 月より 40 m^3 の地下埋設型 2 相式メタン発酵槽を設置し、このメタン発酵槽内に開発した栄養塩包括担体を用いて、40 頭分乳牛の糞尿を投入して 2 年間連続運転を可能にした。

(2) 北海道北広島市

平成 9 年 6 月より 120 m^3 の地下埋設型メタン発酵槽を設置し、豚糞尿 12 m^3 /日を投入する実験を実施した。

(3) 鹿児島県鹿屋市

鹿屋市の豚糞尿をメタン発酵により処理するシステムの設計及びコスト評価を実施した。消化脱離液処理のコストを低くしなければ、経済性が出ないことが判った。

(4) 米国ハワイ州

ハワイ大学との共同研究で、ホルノノ市の地下水硝酸態窒素について EMMC 法（ハワイ大学）と MBCR 法（筑波大学）の比較実証を行なった。その結果前者の HRT は 3 時間であるのに対し、MBCR 法は 2 時間であり、MBCR 法が約 1.5 倍容積負荷を高められることが判った。

(5) 茨城県銚田所

多孔性担体に固定化した低温性低微量金属要求性脱窒菌を用いた井水の硝酸態窒素

の除去（13年度に自主的実験実施）

（6）中国雲南省昆明市

デン池に流入する河川での浄化実験と実施した。その結果、T-N、COD、T-Pの除去率はそれぞれ70%、65%、50%前後であった。この実験結果は、日本で実施した以上の結果を示し、建設コストが1m当たり、日本では1万円前後、中国では2000円前後で施工可能と考えられた。

（7）中国浙江省太湖流域

腐生連鎖強化合併浄化槽の性能試験（平成13年度より実施予定）について検討を行い、生存率と実用性の面から、乾燥法が適当であると判断した。改良した合併浄化槽の性能試験は平成13年度より浙江省太湖流域で検討する予定である。

2. 主な研究成果

(1)論文発表 (国内20件、海外24件)

a. 微生物機能強化のための誘導手法とその遺伝的固定化					
a-1 前川孝昭(筑波大学農林工学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
1	T.Maekawa	1998	Volume V. Energy and biomass engineering	CIGR Handbook of Agricultural Engineering pp.201-222	著書
2	李文奇	1998	ロックウールを用いた固定床メタン発酵槽と完全混合メタン発酵槽の比較	農業施設 vol.28, No.4, 35-42	
3	李文奇	1999	ロックウールを用いた固定床メタン発酵槽のアンモニア阻害性	農業施設 vol.30, No.1, 11-20	
a-3 稲森 悠平(国立環境研究所)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
4	藤井 邦彦	1998	有用微小動物輪虫類の大量定着と水質浄化に及ぼす付着担体の効果		
5	藤井 邦彦 稲森 悠平 石原由紀子 丁 国際 松村 正利	1998	有用微小動物輪虫類 <i>Philodina erythrophthalma</i> の粉末・製剤化の適正条件の解析	第6回生物利用新技術研究シンポジウム(大阪)	誌上発表
6	藤井 邦彦 稲森 悠平 杉浦 則夫 松村 正利 徐 開欽	2000	輪虫類 <i>Philodina erythrophthalma</i> の卵産能向上のための環境条件	日本水処理生物学会雑誌	論文投稿
b. 点源汚染の微生物による水環境修復技術の確立					
b-1 松村正利(筑波大学応用生物化学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
7	M.A.Catalan, K.Yasuda and M.Matsumura	1996	Nitrogen Removal in Seawater Using Nitrifying and Denitrifying Bacteria Immobilized in Porous Cellulose Carrier	Wat.Sci.Tech. Vol.34,267-274	
8	M. Matsumura T. Yamamoto, P.C.Wang, K. Shinabe K.Yasuda	1997	Rapid Nitrification with Immobilized Cell Using Macro-Porous Cellulose Carrier	Wat.Res.Vol.31 1027-1034	
9	M.A.Catalan, P.C.Wang, and M.Matsumura	1997	High-Rate Seawater Denitrification Utilizing a Macro-Porous Cellulose Carrier	J.Ferment. Bioeng.,Vol.83 102-108	
10	M.Matsumura H.Tsubota, O.Ito, P.C.Wang K.Yasuda	1997	Development of Bioreactors for Denitrification with Immobilized Cells	J.Ferment. Bioeng.,Vol.84 144-150	
11	M.A.Catalan, P.C.Wang, M.Matsumura	1997	Nitrification Performance of Marine Nitrifiers Immobilized in Polyester- and Macro-Porous Cellulose Carriers	J.Ferment. Bioeng.,Vol.84 563-571	
12	松村 正利	1997	閉鎖系水域における窒素除去技術	日本水処理生物学会誌 Vol.33 55-63	
13	松村 正利	1997	吸着固定化微生物による窒素除去プロセスの高効率化	用水と廃水, Vol.39,666-671	
14	Fidel Rey P. Nayve Jr., Kazunori Nakano and Masatoshi Matsumura	1999	Starch degrading denitrifiers for bioremediation of nitrate containing groundwater using disposable loose fill packing materials as carbon sources	Water Research	論文投稿
15	松村正利	2000	微生物と生分解性プラスチックを活用した硝酸汚染地下水の直接浄化	URBAN GREEN TECH, No.36(2000)	
b-2 木村俊範(筑波大学農林工学系)					

	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
16	S.Onuki, T.Kimura	1996	The Influence of Physical Factors on the Early Stage of Composting	Agricultural and Biological Environmental Engineering Vol.4 ,82-86	
17	T.Kimura M.Saito	1996	Relationship between Micro and Macro Phased Phenomena during Early Stage of Composting	Ibid :87-92	
18	Y.Saito, T.Kimura	1996	Composting Process	Ibid :93-98	
19	T.Kimura	1996	Composting of Biological Solid Wastes in Japan	ISWA Times 1996,No.4: 15-16	
20	木村俊範	1997	家畜糞尿の堆肥化とその利用技術の現状と将来	日本学術会議公開シンポジウム資料 : 31-40	
21	T.Kimura Y. Saito	1997	Rapid Degradation of Biodegradable Plastic by Composting of Agricultural Wastes	Proc.1997 Overseas Symposium, SASJ:9-12	
22	木村俊範	1997	コンポスト化による生分解性プラスチックの分解促進	コンポスト化研究の最前線(農機学会U-breecs プロジェクト): 14-17	
23	T.Kimura	1997	Degradation of Biodegradable Plastics by Composting Process of Agricultural Wastes	Proc.Joint Int. Conference on Agricultural Eng.&Technology Vol.2:688-693	
24	木村俊範(監修、執筆)	1998	リサイクル時代のコンポスト化	C M C 出版	著書
b-3 西村 修(東北大学)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
25	国安克彦、 林 則男、 稲盛悠平 須藤隆一	1997	環形動物貧毛類の増殖に及ぼす環境因子の影響	日本水処理生物学会誌、Vol.33, No.4,207-214	
26	小浜暁子、 林 誠二、 山田一裕、 西村 修、 須藤隆一	1998/ 11/26	浄化水路における廃水水質と水路床部微生物相との関係	環境工学研究論文集	
27	李 先寧、 金主 鉉、 西村 修、 山田一裕、 千葉信男 須藤隆一 丁 国際	1998/ 9/28	活性汚泥ら分離した有殻葉状仮足虫類 Arcella Vulgaris の増殖に及ぼす環境因子の影響	水環境学会誌	論文発表
28	小浜暁子、 金主 鉉、 山田一裕、 西村 修、 須藤隆一 稲森悠平	1999/ 5/28	肉食性原生動物 Dileptus anser の増殖特性	土木学会環境工学研究論文集、Vol.36, pp.263-270, 1999	
29	小浜暁子、 李 先寧、 金主 鉉、 西村 修、 須藤隆一 稲森悠平	2000/ 5/29	肉食性原生動物 Dileptus anser による有機生物分解機能強化の機構に関する基礎的研究	環境工学研究論文集	論文発表
30	李 先寧、 小浜暁子、 金主 鉉、 千葉信男、 西村 修、 須藤隆一、	2000/ 5/31	有殻葉状仮足虫類 Arcella Vulgaris の硝化細菌捕食特性および硝化機能に及ぼす影響	水環境学会誌	論文発表
31	李 先寧、 小浜暁子、 金主 鉉、	2000/ 5/29	有殻葉状仮足虫類 Arcella Vulgaris の硝化指標性及びその機構	環境工学研究論文集	論文発表

	千葉信男、 西村 修、 須藤隆一、				
b-4 James C. Ogbonna (筑波大学応用生物化学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
32	J.C.Ogbonna H.Tanaka	1998	Cyclic Autorophic/heterotrophic culti-vation of photosynthetic cells: A method of achieving continuos cell growth under light/dark cycles.	Biores. Technol. Vol.65, 65-72	
33	J.C.Ogbonna S.Tomiyama H.Tanaka	1998	Heterotrophic cultivation of Euglena gracillis Z for efficient production of -tocopherol	J.Appl.Phycol. Vol.10,No.1	
34	J.C.Ogbonna T.Soejima H.Tanaka	1999	An integrated solar and artificial light illumination system for internal illumination of photobioreators	Journal of Biotechnology 1999	論文投稿
c. 生物間競合を利用した水環境修復技術					
c-1 田中秀夫 (筑波大学応用生物化学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
35	H.Tanaka	1998	Development and Application of a System for Analysis of Mixed Cultures of Microorganisms	Applied Bio-chemistry and Biotechnology	in press
36	Ogbonna J. C Tanaka H. et al.	2000	Treatment of high strength organic wastewater by a mixed culture of photosynthetic microorganisms	Journal Appl. Phycol.	
37	Tanaka H.	2000	A study on interrelationship between microalgae and bacteria using an apparatus for analysis of mixed culture systems.	Biotechnology Letters.	
c-2 宮崎龍雄 (千葉大学理学部)					
38	T. Watanabe T. Miyazaki	1996	Maximum ammounium uptake retes of Scenedesmus quadricauda (chlorophyta) and Microcystis novacekii (cyanobacteria) grown under nitrogen limitation and implications for competition	Journal of Phycology Vol.32,243-249	
39	A. Kuwata T.Miyazaki	1998	Competition between Microcystis novacekii and Scenedesmus quadricauda under various nutrient supplies predicted by a Simulation model	Ecological Modelling	
40	Fumitaka Nagao and Tatsuo Miyazaki	1999	A modified ¹⁵ N tracer method and new calculation for estimating release of organic nitrogen by freshwater planktonic algae	Aquatic Microbial Ecology 16, 309-314	
41	Akira Kuwata and Tatsuo Miyazaki		Competition between Microcystis novacekii and Scenedesmus quadricauda under various nutrient supplies predicted by a simulation model	Ecological Modeling 誌	投稿中
c-3 前川孝昭、天田高白 (筑波大学農林工学系)					
42	T. Maekawa N. Omura K. Fujita Z.Y. Zhang K. Suzuki I. Ihara R. Morioka	2001	River and Groundwater Nitrogen Contamination Caused by Livestock Production	Environmental Technology Vol.22, 157-164	
c-4 前川 孝昭 (筑波大学農林工学系)					
43	M.Kuroshima T. Maekawa	1999	The development of magnetic bead column reactor (MBCR) for denitrification process	J. of Society of Agricultural Structures, vol;30 No.3,275-283	
44	M.Kuroshima T. Maekawa	1999	The development of turn table mode magnetic bead column reactor (TMBCR) for denitrification process	J. of Society of Agricultural Structures, vol;30 No.3,285-291	

(2)口頭発表

招待、口頭講演 (国内 58件、海外 36件)

ポスター発表 (国内 0件、海外 3件)

プレス発表

a. 微生物機能強化のための誘導手法とその遺伝的固定化					
a-1 前川孝昭(筑波大学農林工学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
1	黒須 和代 前川 孝昭	1996	中温メタン菌の増殖の温度依存性	農業施設	
2	Y.S.ZHANG,T. Maekawa,Z.Y. ZHANG	1997	Effect of trace metals solution added to the medium on methane fermentation from acetic acid	農業施設学会 97 年度 秋季海外シンポジウム(ハワイ)	
3	前川 孝昭	1998	中温メタン菌の低温馴養過程の解析と担体付着法の確立	農業施設	
4	前川 孝昭 張 振亜	1998	完全混合連続メタン発酵における微量金属塩濃度の影響	農業施設	
5	前川 孝昭 新屋 文隆	1999	Effect of Novel Entrapped Carriers Contained Inorganic and Trace Elements for a Psychrophilic Biogas Reactor	ISAD-SW(International symposium on anaerobic digestion of solid waste)	
6	張 振亜 張 燕生 前川 孝昭	1999	Effects of Trace Metals on CSTR of Mesophilic Methane Fermentation	ISAD-SW(International symposium on anaerobic digestion of solid waste)	
7	李 文奇 張 振亜 前川 孝昭	1999	Effects of Ammonia on Anaerobic Digestion of Dairy Waste in Methanogenic Reactor Packed Rock Wool as Fixed-Bed	ISAD-SW(International symposium on anaerobic digestion of solid waste)	
8	院多本華夫 任 順栄 張 振亜 前川 孝昭	1999	On the maturity and quality of composts using several kinds of pollen tube as a bioassay	ISAD-SW(International symposium on anaerobic digestion of solid waste)	ポスターセッション
9	磯田 博子 前川 孝昭	1999	Risk Assessment of Endocrine Disrupting Chemicals in Aquatic Environment Using Cultured Mammalian Cells	国際水汚染制御シン ポジウム	講演
10	前川 孝昭 杉浦 則夫 馮 伝平 魏 斌 鄭 志堅	1999	富栄養化現象の解析と湖沼の水環境修復推進技術	日中環境保護対策大会	講演
11	前川 孝昭 張 振亜 魏 斌	1999	中国・池及び 池に流入する盤龍江における水環境の考察に関するまとめ	日中環境保護対策大会	講演
12	伊藤 信之 井上 武雄 前川 孝昭	2000	The Treatment of Livestock Manure with Nonheating Methane Fermentation Set Up in Cold Region	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	ポスター
13	張 燕生 張 振亜 前川 孝昭	2000	Monitoring of Methanogens Density Using Near Infrared Spectroscopy(NIR)	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	ポスター
14	魏 斌 杉浦 則夫 前川 孝昭	2000	Evaluation for Eutrophicated Lakes and Biotic Responses Using Neural Network	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	
15	張 振亜 呂 君 楊 英男 前川 孝昭	2000	Determination of Extracellular Vitamin B ₁₂ Compounds in Anaerobic Bacteria	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	

16	張 燕生 張 振亜 前川 孝昭	2000	Mass Balance and Uptake Rate of Trace Metals for Cell of Acclimated-Methanogens	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	
17	井原 一高 前川 孝昭	2000	On-Line Monitoring of Anaerobic Digestion by Using NAD(P)H Fluorecence	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	
18	趙 書雲 張 振亜 前川 孝昭	2000	The Influence of the Trace Metals on the Growth of Enterobacter Aerogenes for Hydrogen Production from Wastewater	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	
19	李 文奇 張 振亜 前川 孝昭	2000	Degradation of Propionate-Using Bacteria Activation in Anaerobic Digester Packed with Rock Wool in Low Temperature	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	
20	井上 千晶 天田 高白 前川 孝昭 藤田 和男	2000	Water Quality Purification of Drainage Channel by Using Novel Biofilm	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	
21	鈴木啓太郎 馮 伝平 何 建東 杉浦 則夫 前川 孝昭	2000	Water Quality Control of Food Processing Water by Electrochemical Treatment	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	

2 張 振亜 (筑波大学農林工学系)

	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
22	Z.Y.ZHANG T.MaekawaY.S .ZHANG	1997	High productivity of CH ₄ from acetic acid by optimizing the nutritional conditions of acclimated-methanogens	農業施設学会'97年度 秋季海外シンポジウ ム(ハワイ)	
23	張 振亜 前川 孝昭	1998	酢酸馴養メタン菌とプロピオン酸馴養メタン菌の混合培養におけるメタン生成—酢酸濃度一定でプロピオン酸濃度を变化させた場合—	農業施設学会 '97年度 秋季海外シンポジウ ム(ハワイ)	
24	張 振亜 前川 孝昭	1998	酢酸馴養メタン菌とプロピオン酸馴養メタン菌の混合培養におけるメタン生成—プロピオン酸濃度一定で酢酸濃度を变化させた場合—	農業施設学会 '97年度 秋季海外シンポジウ ム(ハワイ)	
25	張 振亜 何 曉雁 前川 孝昭	1999	懸濁培養における硫黄酸化細菌による脱窒の最適条件	1999 年度農業施設学 会大会講演要旨：C - 23	
26	何 曉雁 張 振亜 前川 孝昭	1999	硫黄酸化細菌の固定化による脱窒	1999 年度農業施設学 会大会講演要旨：C - 20	
27	魏 斌 張 振亜 前川 孝昭	1999	メタンのプロパン及びブタンに対する溶解特性	1999 年度農業施設学 会大会講演要旨：C - 25	
28	呂 君 楊 英男 張 振亜 張 燕生 前川 孝昭	2000/ 6	メタン菌培養液の Co/Fe 比とビタミン B12 生産性との関係	2000 年度農業施設学 会大会講演要旨：A-15	
29	趙 書雲 張 振亜 C.P. Norman 前川 孝昭	2000/ 6	水素生成菌 Enterobacter Aerogenes の増殖と水素生成に対する微量金属塩の影響	2000 年度農業施設学 会大会講演要旨：C:22	
30	李 文奇 李 柏旻 張 振亜 前川 孝昭	2000/ 6	中温メタン菌の低温域への順化における脂質の変化	2000 年度農業施設学 会大会講演要旨：A-13	
31	李 柏旻 張 振亜 前川 孝昭	2000/ 6	低温メタン菌の結合型担体による機能強化と家畜糞尿の固定床型メタン発酵処理	2000 年度農業施設学 会大会講演要旨：A-12	

a-3 稲森 悠平(国立環境研究所)

	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
32	藤井 邦彦	1996	輪虫のう子化に及ぼすカビの影響	日本水処理生物学会 第 33 回大会	
33	丁 国際	1996	有用微小動物輪虫類に対する増殖促進物質の効果解析	第 31 回日本水環境学 会年会	

34	藤井 邦彦	1996	輪虫類 Philodina の卵形成能およびの子化の促進効果と適正条件の解析	第 31 回日本水環境学会	
35	丁 国際	1997	懸濁物ろ過摂食性輪虫の大量培養の最適化に及ぼす環境要因の解析評価	日本水処理生物学会 第 34 回大会	
36	藤井 邦彦	1997	有用輪虫類バイオリアクターへの大量定着と水質浄化効果の解析評価	日本水処理生物学会 第 34 回大会	
37	藤井 邦彦	1997	Environmental Condition for Producing Eggs of Rotifera Philodina erythrophthalma	ASIAN WATER QUAL'97, 6 th LAWQ Asian-Pacific Regional Conference	
38	藤井 邦彦	1997	輪虫類のバイオリアクター定着能に及ぼす担体の効果	第 5 回生物利用新技術研究シンポジウム 環境技術研究協会	
39	藤井 邦彦	1997	有用微小動物輪虫 Philodina erythrophthalma の長期保存のための最適条件の解明	第 32 回日本水環境学会 年会	
40	稲森 悠平 石原由紀子 戎野 棟一 藤井 邦彦 丁 国際	1998	微生物大型培養槽を用いた輪虫類 Philodina erythrophthalma の大量培養と増殖特性	第 35 回日本水処理生物学会 静岡	
41	藤井 邦彦 稲森 悠平 石原由紀子 丁 国際 松村 正利	1998	有用微小動物輪虫類 Philodina erythrophthalma の長期保存に及ぼす環境因子の影響解析	第 35 回日本水処理生物学会 静岡	
42	稲森 悠平 石原由紀子 戎野 棟一 藤井 邦彦	1999	有用微小動物輪虫類 Philodina erythrophthalma の大量培養のための適正操作条件の解析・評価	第 33 回日本水環境学会 年会 仙台	
43	藤井 邦彦 稲森 悠平 石原由紀子 松村 正利	1999	輪虫類 Philodina erythrophthalma の長期保存とリアクター導入条件の解析	第 33 回日本水環境学会 年会 仙台	
44	丁 国際 稲森 悠平 藤井 邦彦 須藤 隆一	1999	輪虫の大量培養とリアクター定着の高度化	日本水処理生物学会 大 36 回大会 大阪	
45	藤井 邦彦 稲森 悠平 丁 国際 松村 正利	1999	大型培養槽を用いた微生物後生動物輪虫類 Philodina erythrophthalma の大量培養	日本水処理生物学会 第 36 回大会 大阪	
46	丁 国際	1999	生活排水処理高度化のための濾過摂食性輪虫類の優占化と役割	第 34 回日本水環境学会 年会	
47	稲森 悠平	1999	Development of activation method of microbial cells using biophysicochemical growth factor control	An Overview of Environmental Remediation Technologies and Structuring Social Systems to Reduce Environmental Problem, International Aquatic Environment Workshop	
48	丁 国際	1999	Habrotorcha sp. の捕食特性の解明と大量培養培地の開発	第 7 回生物利用新技術研究シンポジウム及び環境ホルモンセッション論文集	
49	藤井 邦彦 稲森 悠平 丁 国際 松村 正利	2000	輪虫類 Philodina erythrophthalma の生活史に及ぼす化学物質の影響	第 34 回日本水環境学会 年会 京都	

a-4 中原中篤 (筑波大学応用生物化学系)

発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
-----	----	----	------------	----

50	N.Nomura E.Matsuzaka T.Nakajima T.Kambe T.Nakahara	2000	Cell Function Enrichment of Nitrifying and Denitrifying Bacteria by Genetic Modification	International Aquatic Environment Workshop, 39-42(2000)	
51	N.Okada E.Matsuzaka N.Nomura T.Nakajima T.Kambe T.Nakahara	2000	Investigation of the Denitrification Activity in Heterotrophic Nitrication of the Denitrification Activity in Heterotrophic Nitrication Bacateria	International Aquatic Environment Workshop, 125-127(2000)	
b. 点源汚染の微生物による水環境修復技術の確立					
b-1 松村正利(筑波大学応用生物化学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
52	松村 正利	1997	閉鎖系水域における窒素除去技術	日本水処理生物学会誌 Vol.33 55-63	
53	伊藤紀史、 中野和典、 王 碧昭 松村正利	1998	多孔性セルロース担体を用いた脱窒プロセス 低水温の脱窒特性について	日本水環境学会	
54	F.R.Nayve and M. Matsumura	1999	Starch-Based Denitrification for In-situ Bioremediation of Ground-water	ASIA WATERQUAL' 99 7 th IAWQ Asia-Pacific Regional Conference, October 18-20, 1999 (Taipei, Taiwan)	
55	金 容ソク 伊藤紀史 中野和典 松村正利	2000/ 3	低温性微生物を用いた硝酸汚染地下水の浄化	第34回日本水環境学会年会, 京都	
b-2 木村俊範(筑波大学農林工学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
56	木村俊範	1998	耕地環境持続のための有機資材供給技術としてのコンポスト化	農業機械学会「アクテイ21」シンポジウム講演資料 17-26	
b-3 西村 修(東北大学)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
57	亀田 豊、 山田一裕、 千葉信男 須藤隆一	1996	活性汚泥の馴養における微生物個体群の動態に関する研究	第30回日本水環境学会年会、P280	
58	小浜暁子、 林 誠二、 須藤隆一	1997	浄化水路での流下に伴う水質及び細菌数変化の調査	H8年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、696-697	
59	林 紀男、 国安克彦、 稲盛悠平、 須藤隆一	1997	環形動物貧毛類(水生ミミズ)の増殖に及ぼす環境因子の影響	日本水処理学会誌別巻、Vol.17, p.41	
60	小浜暁子、 山田一裕、 千葉信男 須藤隆一	1998	腐生連鎖に及ぼす基質の影響	第32回日本水環境学会年会講演集、p.396	
61	国枝晴子、 山田一裕、 須藤隆一	1998	微生物群体に及ぼす基質濃度の影響	H9年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、776-777	
62	李 先寧、 金主 鉉、 山田一裕、 西村 修 須藤隆一 丁 國際	1998/ 11/19	硝化指標性原生動物 Arcella の増殖特性	第35回日本水処理生物学会、静岡市	
63	小浜暁子、 山田一裕、 西村 修、 須藤隆一	1998/ 1/19	肉食性原生動物 Dileptus anser の捕食特性	第35回日本水処理生物学会、静岡市	
64	小浜暁子、 金主 鉉、	1999	腐生連鎖における Dileptus anser による有機生物分解機能強化	日本水処理生物学会誌別巻、Vol.19,	

	山田一裕、 西村 修、 須藤隆一			p49, 1999	
65	小浜暁子、 金主 鉉、 山田一裕、 西村 修、 須藤隆一 稲森悠平	1999/ 5/28	肉食性原生動物 <i>Dileptus anser</i> の増殖特性	土木学会 環境工学研究論文集、 Vol.36, pp.263-270, 1999	
66	李 先寧、 金主 鉉、 山田一裕、 西村 修、 須藤隆一	1999	活性汚泥ら分離した有殻葉状仮足虫類 <i>Arcella Vulgaris</i> の増殖・捕食特性による硝 化指標性の評価	日本水処理生物学会 雑誌別巻 Vol.19, p.83, 1999	
67	小浜暁子、 西村 修、 須藤隆一 稲森悠平	1999/ 3/16	肉食性原生動物 <i>Dileptus anser</i> の増殖特性	第 33 回水環境学会年 会、仙台市	
68	李 先寧、 金主 鉉、 西村 修、 須藤隆一	1999/ 3/16	活性汚泥ら分離した有殻葉状仮足虫類 <i>Arcella Vulgaris</i> の捕食特性	第 33 回水環境学会年 会、仙台市	
69	李 先寧、 金主 鉉、 西村 修、 須藤隆一	2000/ 7	The Use of Testacealobosia <i>Arcella Vulgaris</i> Isolated from Activated Sludge to Indicate the Performance of Nitrification Process	1 st International Water Association Congres 2000, France(Paris)	
70	李 先寧、 金主 鉉、 千葉信男、 西村 修、 須藤隆一、	2000/ 3/17	活性汚泥ら分離した有殻葉状仮足虫類 <i>Arcella Vulgaris</i> が硝化活性に及ばず影響	第 34 回水環境学会年 会、京都府	
71	小浜暁子、 金主 鉉、 山田一裕、 西村 修、 須藤隆一	1999/ 11/18	腐生連鎖における <i>Dileptus anser</i> による有 機生物分解機能強化	第 36 回日本水処理生 物学会、大阪市	
72	小浜暁子、 西村 修、 須藤隆一 稲森悠平	2000	腐生連鎖における肉食性原生動物の役割	第 34 回日本水環境学 会講演集 p.253, 2000	

b-4 James C. Ogbonna (筑波大学応用生物化学系)

発 表 者	年 度	表 題	発表先(Vol.等)	備 考
73 J.C. Ogbonna H.Tanaka	1998	Cyclic Autorophic/heterotrophic culti- vation of photosynthetic cells: A method of achieving continuos cell growth under light/dark cycles.	Biores. Technol. Vol.65, 65-72	
74 J.C. Ogbonna S. Tomiya H.Tanaka	1998	Heterotrophic cultivation of <i>Euglena</i> <i>gracillis</i> Z for efficient production of -tocopherol	J.Appl.Phycol. Vol.10,No.1	
75 J.C. Ogbonna T.Soejima H.Tanaka	1998	Development of Efficient large scale photobioreactors; a key factor for practical production of biohydrogen	Proceeding of Biohydrogen'97 Kona,Hawaii	
76 J.C. Ogbonna	1998	Design and scale up of an internally illuminated stirred tank photobio- reactor with integrated solar and artificial light sources	Marine Biopro-cess Engineering Noordwijkerhout Netherlands November 8-1	
77 吉澤仁志 J.C. Ogbonna 田中秀夫	1998	光合成微生物を用いた有機性廃水の効率的な 処理システムの開発	日本生物工学会 H10 年度大会 (広島、9月28日)	
78 副島俊彦 J.C. Ogbonna 田中秀夫	1998	内部照射式フォトバイオリクター用 太陽光と人工光源を組み合わせた連続光照射 システムの開発	日本生物工学会 H10 年度大会 (広島、9月28日)	

79	J.C. Ogbonna H.Tanaka	1998	Development of wastewater treatment systems suitable for developing countries	A workshop on the impact of Industrialization on Environment, Engu, Nigeria	
c. 生物間競争を利用した水環境修復技術					
c-1 田中秀夫 (筑波大学応用生物化学系)					
	発表者	年度	表題	発表先(Vol.等)	備考
80	田中秀夫	1998	混合培養解析装置を用いた混合培養系(微細藻類 細菌)の共生メカニズムの解析	日本生物工学会 H10年度	
81	田中秀夫ら	1999	菌株保存機関から分譲された <i>Chlorella sorokiniana</i> に混入していた汚染微生物の分離、同定及び除去に関する研究 1 - 汚染カビについて	日本生物工学会 (大阪)	
82	田中秀夫ら	1999	菌株保存機関から分譲された <i>Chlorella sorokiniana</i> に混入していた汚染微生物の分離、同定及び除去に関する研究 2 - 汚染バクテリアについて	日本生物工学会 (大阪)	
83	田中秀夫ら	1999	太陽光と人工光を組み合わせた連続光照射システムを用いた <i>Euglena gracilis</i> の光独立栄養培養と従属栄養培養の交互培養によるトコフェロール生産	日本生物工学会 (大阪)	
84	Ogbonna J. C Tanaka H. et al.	1999	Treatment of high strength organic wastewater by a mixed culture of photosynthetic microorganisms	8 th International conference on Applied Algology, Montecatini, Italy	
85	Ogbonna J. C 田中秀夫ら	2000	ヘチマ繊維体に固定化した混合光合成微生物による廃水処理システムの開発	日本生物工学会 (北海道)	
c-2 宮崎龍雄 (千葉大学理学部)					
86	桑田 晃	1998	<i>Microcystis novacekii</i> と <i>Scenedesmus quadricauda</i> の競争に対する栄養塩供給速度の影響	第 63 回日本陸水学会松本大会	
87	竹谷 薫 桑田 晃 宮崎龍雄	1999	<i>Microcystis novacekii</i> と <i>Scenedesmus quadricauda</i> の競争に対する栄養塩の交換速度の影響 混合培養実験	日本陸水学会第 64 回大会滋賀県立大学	
88	竹谷 薫 桑田 晃 宮崎龍雄	1999	<i>Microcystis novacekii</i> と <i>Scenedesmus quadricauda</i> の競争に対する栄養塩の交換速度の影響 混合培養実験 ~ 混合連続培養実験 ~	日本陸水学会第 64 回大会、1999 年 10 月 8-11 日、彦根	
89	宮崎龍雄	2000	植物プランクトンの競争	南房総会の自然研究会 第 1 回、2000 年 6 月、千葉県立中央博物館分館海の博物館	
c-3 前川孝昭、天田高白 (筑波大学農林工学系)					
90	前川孝昭 大村直也 張 振亜 藤田和男	1998	Nitrogen contamination In the river and ground water caused by livestock production	CIGR 13 th International Congress on Agricultural Engineering, Rabat, Morocco	
91	楊 継富 前川 孝昭 藤田 和男	1997	Promotion of nitrification and denitrification In domestic wastewater with layered netlike material and porous concrete block	農業施設学会 '97 年度秋季海外シンポジウム(ハワイ)	
92	藤田 和男 天田 高白 井上 千晶 前川 孝昭	1998	微生物固定化担体による生活廃水路での廃水浄化	農業施設学会 '97 年度秋季海外シンポジウム(ハワイ)	
93	前山 史行 前川 孝昭	1998	晶析法による低濃度アンモニアの除去における物理化学的検討	農業施設学会 '97 年度秋季海外シンポジウム(ハワイ)	
c-4 前川 孝昭 (筑波大学農林工学系)					
94	M.Kuroshima T.M	1997	The development of magnetic bead column	Bioresource	

	aekawa		reactor (MBCR) on denitrification process	Technology	
95	M.KuroshimaT.M aekawa	1997	Denitrification process by magnetically controlled reactor	農業施設学会'97年度 秋季海外シンポジウム(ハワイ)	
96	黒島 光昭 前川 孝昭	1998	ターンテーブル式 MBCR を用いた脱窒処理	農業施設学会 '97 年度 秋季海外シンポジウム(ハワイ)	
97	黒島 光昭 前川 孝昭	2000	Denitrification Process with Magnetically Controlled Biological Reactor	The X I V MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS 2000	

(3)特許出願 (国内10件、海外9件)
国内

	申請者	出願日	出願番号	事業団整理番号	発明の名称
1	前川孝昭	H.9.5.29	特願平 9- 140181	Y96-P42	微量元素・無機栄養塩類拡散型菌体培養用担体
2	前川孝昭 黒島光昭	H.9.7.2	特願平 9- 177269	A071P1	微生物固定化磁性担体、その製造方法及び廃水処理方法
3	前川孝昭	H.10.6.1	特願平 10- 151741	A071P3	微量元素を包括した菌体増殖用担体
4	前川孝昭 黒島光昭	H.11.2.19	特願平 11-41968	A071P8	廃水処理に適した磁性スラッジおよびその製造方法と廃水処理方法
5	前川孝昭 黒島光昭	H.11.2.19	特願平 11-41969	A071P9	排水処理方法とその装置 (磁石利用型水処理装置)
6	前川孝昭 藤田和男	H.11.2.19	特願平 11-41970	A071P13	廃水中に含まれるリン酸の除去方法
7	前川孝昭 藤田和男	H.11.4.19	特願平 11-110911	A071P19	浄化装置
8	松村正利 Fidel Rey P. Nayve JR	H12.3.24	特願 2000 85416	A071P27	澱粉由来生分解性プラスチックを炭素源及び菌体固定化担体とする硝酸汚染地下水の直接浄化方法
9	中原忠篤 神戸敏明 野村暢彦	H12.9.4	特願 2000 - 267617	A071P31	新規微生物及び微生物による亜硝酸の除去
10	前川孝昭 張 振亜	H.12.2.1	特願 2000-24490	A071P36	水素資化メタン菌からのビタミン B ₁₂ の生産方法

海外

	申請者	出願日	出願番号	事業団整理番号	発明の名称
1	前川孝昭	H.10.5.29	米国出願 S.N.09/08671 4	YG9-5US	CARRIER FOR MICROORGANISMS INCUBATION IN WHICH MICRO-ELEMENTS AND INORGANIC NUTRIENT SALTS ARE DIFFUSED
	"	H.10.5.29	EPC 出願 98304277.1	YG9-5EPC	"
	"	H.10.5.29	中国出願 98102494.7	YG9-5CN	微量元素・无机栄養塩類拡散型菌体培養载体
2	前川孝昭 黒島光昭	H.10.6.30	米国出願 09/107380 US 特許番号 6043068	A71-2US	MICROORGANISM-IMMOBILIZED MAGNETIC CARRIERS, A PROCESS FOR PRODUCING CARRIERS AND A METHOD OF TREATING WASTEWATER
	申請者	出願日	出願番号	事業団整理番号	発明の名称
	前川孝昭 黒島光昭	H.10.7.1	EP 出願 98305210.1	A71-2EPC	MICROORGANISM-IMMOBILIZED MAGNETIC CARRIERS, A PROCESS FOR PRODUCING CARRIERS AND A METHOD OF TREATING WASTEWATER
	" "	H.10.7.2	中国出願	A71-2CN	"
3	前川孝昭	H.11.10.19	PCT/JP99/057 58	A071-04PCT	微量元素を包括した菌体増殖用担体
4	前川孝昭 黒島光昭	H.12.2.18	PCT/JP00/ 00932	A071-05PCT	廃水処理に適した磁性スラッジおよびその製造方法と廃水処理方法
5	前川孝昭 黒島光昭	英米仏中 出願検討中		A071-6PCT	排水処理方法とその装置 (磁石利用型水処理装置)

6	前川孝昭 藤田和男	H.12.2.18	PCT/JP99/009 33	A071-07PCT	廃水中に含まれるリン酸の除去方法
7	前川孝昭 藤田和男	2000.4.19	PCT/JP00/025 41	A071-08PCT	浄化装置
8	松村正利 Fidel Rey P. Nayve JR	出願後 1 年以 内に出願		A071-12PCT	澱粉由来生分解性プラスチックを炭素源及び 菌体固定化担体とする硝酸汚染 地下水の直接浄化方法
9	前川孝昭 張 振亜	H12.10.17 受付		A071-15PCT	水素資化メタン菌からのビタミン B ₁₂ の生産方法

(4) 新聞報道等

新聞報道：

「科学技術振興事業団戦略基礎研究推進事業 注目される研究成果から」シリーズ9
表題 窒素・リンの富栄養化防止へ（科学新聞平成12年3月31日掲載）

その他：

海外講演

1)

タイトル：“Risk Assessment of Endocrine Disrupting Chemicals in Aquatic
Environment Using Cultured Mammalian Cells”

発表者： 磯田博子、前川孝昭

発表先： 国際水汚染シンポジウム（南京大学）1999年11月2日

2)

タイトル：富栄養化現象の解析と湖沼の水環境修復推進技術

発表者： 前川孝昭、杉浦則夫、馮 伝平、魏 斌、張 燕生、鄭 志堅

発表先： 中日環境保護対策大会（復旦大学）1999年11月6日

3)

・ タイトル：Low Temperature Methane Fermentation for Livestock Wastewater Treatment in Cold
Region

発表者：李 文奇、伊藤信之、井原一高、井上武雄、前川孝昭

・ タイトル：Development of Powerful Wastewater Treatment System by Using
Electrochemical Method

発表者：馮 伝平、井原一高、Zhijian Zheng、井上武雄、杉浦則夫、前川孝昭

・ タイトル：Risk Assessment of Endocrine Disruptors in Aquatic Environment

発表者：磯田博子、杉浦則夫、前川孝昭

発表先：北京国際工学科学技術工程大会（中国科学院）、2000年10月12日

(5) その他特記事項

特許許諾実施：ダイシン設計株式会社の北海道別海町にある寒冷地無加温 2 相式メタン発酵装置への担体の充填（特開平 10-327850）。