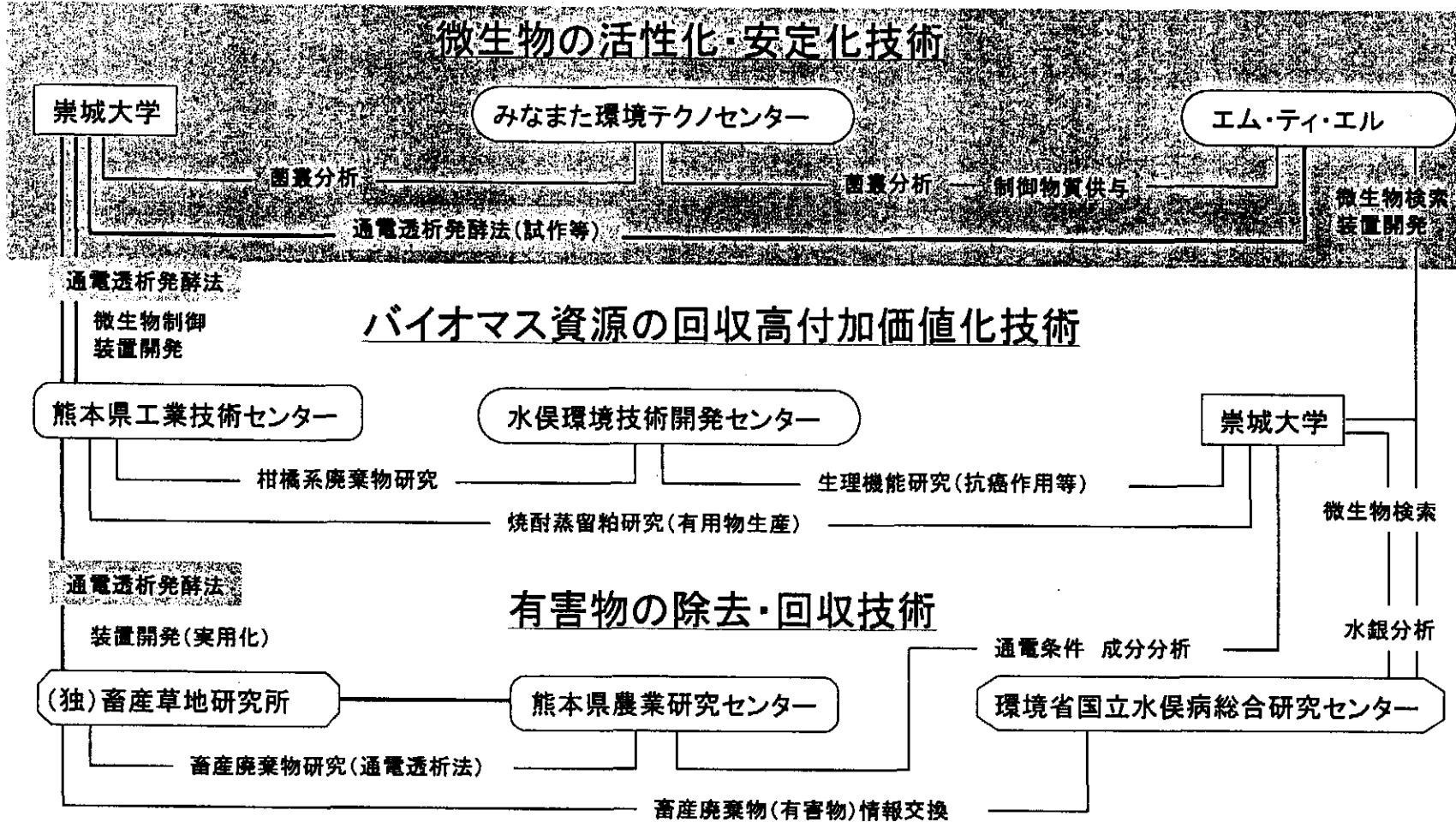


1. 研究概要

「バイオマス有効利用のための高度な微生物制御技術に関する基盤研究」

----- 研究体制(研究内容と共同研究項目) -----



2. 所用経費一覧

(単位千円)

研究項目	研究担当機関	取組	所要経費			
			総11種	総12種	総13種	合計
1. 微生物の活性化・安定化 ①通電透析発酵法・微生物増殖の制御技術	県立大学応用微生物工学科	岩原 正宣	11,161	12,030	7,555	30,746
	(株)みなまた環境テクノセンター	西川 正彦	22,300	21,940	14,240	58,480
	(株)エム・ティ・エル	森下 惟一	8,682	9,384	9,261	27,327
2. バイオマス資源の回収・高付加価値化 ①通電透析発酵法・バイオリアクターの開発	県立大学応用微生物工学科	岩原 正宣	11,564	6,871	6,981	25,416
	熊本県工業技術センター	西村 貴了	4,241	4,948	7,033	16,222
	(株)水俣環境技術開発センター	西川 正彦	17,363	14,957	11,114	43,434
3. 有害物の除去・回収 ①微生物を利用した液状バイオマス中の重金属の除去・濃縮・回収	環境省国立水俣病総合研究センター	中村 邦彦	8,120	7,738	5,747	21,605
	独立行政法人農業研究機構畜産草地研究所	羽賀 清典	11,210	6,522	2,215	19,947
	熊本県農業研究センター	石原 健	2,000	3,389	3,459	8,848
4. 研究推進	(財)くまもとテクノ産業財團		1,799	1,772	2,407	5,978
合 計			98,440	89,551	70,012	258,003

3. 研究成果の概要

課題名：バイオマス有効利用のための高度な微生物制御技術に関する基盤研究

実施年度：平成11年度～13年度

地域中核「かがやけ」（氏名・所属）：岩原 正宜（崇城大学応用微生物工学科）

【研究目標の概要】

排出と同時に腐敗が始まるバイオマスを、排出箇所において直ちに処理を行い、資源として利活用するため、微生物の持つ優れた能力と電気化学的手法を組み合わせた通電透析発酵法を中心とした、新規なバイオマス利活用システムの開発をめざし、①微生物の活性化・安定化、②バイオマスの資源の回収・高付加価値化、③有害物質の除去・回収の各技術の統合による「バイオマス利活用システム」の構築と実用化に向けたミニプラントの試作を目指とした。

利活用するバイオマスは、研究期間及び所用資金面等を考慮し、家畜ふん尿、焼酎蒸留粕、大豆煮汁、柑橘系廃棄物の液状バイオマスに絞り、家畜ふん尿の廃棄物総量288万トンの1%（3万トン）、焼酎蒸留粕の廃棄物総量1.8万トンの50%（9千トン）、大豆煮汁の廃棄物総量4千トンの100%、柑橘系廃棄物の廃棄物総量4千トンの70%（2.8千トン）を本研究により開発するシステムにより再利用を図るとする目標値を設定した。

【研究成果の概要】

（1）微生物の活性化・安定化

夏みかん果皮由来の廃糖蜜を炭素源として乳酸発酵を行うために、無殺菌の大豆煮汁に天然系微生物制御物質を添加し、乳酸菌を接種することで、接種菌の純度が99%以上で、添加糖の90%以上のL-乳酸が生産された。通電透析発酵法では、電気化学的に培養の酸化還元電位を乳酸発酵に適した環境に保持するとともに、生成した乳酸を速やかに発酵系外に除去・回収することで、高効率な乳酸発酵の制御が可能となった。醸造用麹菌によるL-グルタミン酸から α -アミノ酪酸の生産では、電気化学的に麹菌体の近傍の基質の濃度を高めることによって、対照に較べて2～3倍の生産効率が認められた。

有用微生物の活性化試験では、特殊土壤発酵抽出液を微生物制御物質として使用し、食品加工工場から排出されるバイオマス（焼酎蒸留粕、大豆煮汁など）からの乳酸発酵に用いる乳酸菌の活性化試験において、大豆煮汁の乳酸発酵試験を行ったところ、乳酸菌の活性が上昇し、逆に*E. coli*や*P. aeruginosa*などは増殖が抑制されることが微小熱量計を用いることにより確認された。さらに、微生物制御物質の添加と通電透析発酵法とを組み合わせることで高効率での乳酸発酵の制御が可能となり、微生物による各種発酵の高度な制御システムが確立できた。また、乳酸菌を制御物質添加培養した場合には乳酸菌以外の細菌が増殖しないことがPCR-DGGE解析によって確認された。

有用微生物の活性化試験では、バイオマス中に含まれる重金属（水銀など）の除去を目的とし水銀除去菌の有効利用法（活性化）の開発を目標とした結果、複数の水銀除去微生物が分離され、その使用法として、包括法による菌体固定を行うことでハンドリング性を

上げ、さらに通気と攪拌によりバイオマス中からのメチル水銀除去性能が上昇することが確認された。

(2) バイオマス資源の回収・高付加価値化

味噌や納豆の製造工程で排出される大豆煮汁に夏ミカン廃糖蜜を添加し、通電透析発酵を行うことで、高効率での生分解性プラスチックの原料としても利用価値の高いL-乳酸の生産と濃縮・回収が可能な50L規模の小型リアクター開発に成功した。また、大豆煮汁と夏ミカン廃糖蜜を培地として有用キノコを液体培養した結果、 β -グルカン、オーラブテンなどの機能性物質を含んだ健康食品や新規食品が開発できた。その一方で、柑橘系バイオマスから超臨界抽出法等によりオーラブテン等の機能性成分を濃縮し、さらに超臨界二酸化炭素クロマトグラフィーにより精製する技術を開発した。また、夏ミカン果皮抽出物を独自に開発したリポソームで包括することにより、各種の培養がん細胞の増殖抑制に成功し、健康食品や医薬品としての利用の可能性が示唆された。

焼酎蒸留粕の高度利用においては、グルタミン酸から機能性成分として利用価値の高い γ -アミノ酪酸の生産を目指した。その結果、麹菌の酵素活性を上げる新規な培養技術とバイオリアクターの開発により、短時間に高濃度の γ -アミノ酪酸を生産させることに成功した。さらに、基質のグルタミン酸と生産物の γ -アミノ酪酸の分離に通電透析が適していることが確認できた。

以上のような成果から、目標としたバイオマス資源から機能性成分（ γ -アミノ酪酸・制ガン物質等）や有機酸（L-乳酸・クエン酸等）の高付加価値物質への変換・回収技術が開発できた。

さらに、汎用・小型・簡便・安価な、多種類の通電透析発酵・電気透析型バイオリアクターの試作に成功し、その実用化に向けての試験と装置の製品化を検討した。特に、高濃度の液状バイオマスからの高付加価値物質の回収や生産においては、円筒型イオン交換膜を新規分野に応用することにより、維持管理が容易な実用性の高い通電透析バイオリアクターの開発に成功した。

(3) 有害物の除去・回収

水俣湾から採取した水銀耐性の強い細菌45株について調査した結果、NaClに耐性で水銀を高効率に揮発化する菌、NaClがないと増殖できない菌、アルカリに強くpH 10でも高効率に水銀を揮発化できる菌、静止菌の状態で塩化第二水銀や塩化メチル水銀を高効率に除去できる菌など、特殊な水銀揮発化細菌を多数検索することができた。

これらの細菌を用いて、魚の煮汁を対象バイオマスとした水銀除去試験を行った結果、カラギーナンでメチル水銀揮発化細菌を固定化し、固定化担体が流動する通気攪拌カラムを新たに試作したところ、メチル水銀を1mg/ml含んだ魚煮汁では20時間で水銀の75%を除去することができた。

また、環境及び液状バイオマス中からのホルマリンの除去に利用できる特殊な微生物が得られ、その除去メカニズムが解明でき、実用化の可能性が示唆された。

豚尿汚水を対象とした通電透析試験装置を用いた高度処理試験では、活性汚泥処理水中

に残存する従来法では効率的な除去が困難な窒素とリンをそれぞれ83%、65%除去・回収することに成功し、その際、肥効成分であるリンについては、リン酸カルシウムの結晶として除去・回収できることが明らかとなった。

さらに、管状イオン交換膜を用いた通電透析試験装置による長期連続運転では、活性汚泥処理水中の窒素・リンの除去率は共に90%以上と良好な結果を示し、200日の連続運転でも処理能力の低下が認められないのみならず、従来の処理方法では困難であった色度の低減に著しく大きな効果があることが解った。

一方、牛スラリーに関しては、管状イオン交換膜を用いた大型通電透析装置を試作して、牛スラリーの処理と回収された濃縮液の肥効試験を実施した。

その結果、16日間処理でカリウムを約100%、マグネシウムとカルシウムを約80%、リン酸を約50%、硝酸を約90%除去・回収することに成功するとともに、豚尿汚水試験と同様に処理水の色度の低減も見られた。また、回収された肥効成分（リン、窒素、ミネラル等）を液肥として用い、コマツナの栽培試験を行った結果、化学肥料と比較しても充分な施用効果が得られた。

以上、①微生物の活性化・安定化、②バイオマスの資源の回収・高付加価値化、③有害物質の除去・回収、の各技術の融合による「バイオマス利活用システム」の構築と実用化に向けたミニプラント（1L～3トン規模）の開発に成功した。特に、本県で排出量の多い畜産系バイオマスについては、新規な処理技術となり、高い実用化可能性が確認できた。

4. 研究成果公表等の状況

課題名：バイオマス有効利用のための高度な微生物制御技術に関する基盤研究

実施年度：(平成11年度～13年度)

地域中核研究者（氏名・所属）：岩原 正宣（崇城大学応用微生物工学科）

【研究成果発表等】

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合 計
国内	9 (10) 件	13 (0) 件	105 (0) 件	127 (10) 件
国外	12 (0) 件	4 (0) 件	8 (0) 件	24 (0) 件
合計	21 (10) 件	17 (0) 件	113 (0) 件	151 (10) 件

(注：既発表論文について記載し、投稿中の論文については括弧書きで記載のこと)

【特許出願等】 7 件 (国内 7 件、国外 0 件)

【受賞等】 0 件 (国内 0 件、国外 0 件)

【主要雑誌への研究成果発表】

Journal	Impact Factor	サブテーマ 1	サブテーマ 2	サブテーマ 3	合計
Biotechnol. Bioeng.	2.115	1			1
Bioorg. Med. Chem. Lett.	1.927	3	1		4
Biotechnol. Progr.	1.897	1			1
Appl. Microbiol. Biot.	1.641			1	1
Enzyme. Microb. Tech.	1.517	1			1
主要雑誌小計		6	5	4	15
発表論文合計		6	12	12	30