研究論文

小麦フスマを基質とする水素発酵における初期 pH 及び培養温度の影響

渡 邊 久 典*・吉 野 秀 吉**

要 旨

神奈川県内の小麦製粉事業者から入手した小麦フスマを基質として、植菌せずに初期 pH を 4, 5, 6, 7, 培養温度を 25, 35, 45℃ と段階的に設定して回分培養による水素発酵を実施し、初期 pH 及び培養温度の水素生成や小麦フスマ成分の分解性に対する影響を検討した。その結果、水素収率は、25℃ 及び初期 pH6 で最大値 (80.4mℓ/g-VS) を示すことが明らかとなった。また、小麦フスマ中の成分の培養条件による分解率の違いについて調査したところ、全炭水化物は 35℃ 及び初期 pH7 において最大の分解率 (89.2%)、全蛋白質については 25℃ 及び初期 pH4 において最大の分解率 (54.1%)、脂肪については 45℃ 及び初期 pH5 において最大の分解率 (51.2%) をそれぞれ示すことが明らかとなった。

キーワード：小麦フスマ、水素発酵、初期 pH、培養温度、分解性

1. はじめに

小麦製粉業界においては、製粉事業から発生する有機性残さとしてフスマが年間約 120 万 t 発生しており、そのリサイクル用途としては家畜飼料や堆肥化が現在多くの事業者において実施されている。しかし、家畜飼料においては需給バランスの変動により売買価格が不安定であることや、堆肥化では需要に季節変動があることや畑地と製粉事業者との立地上の離隔による輸送コストの問題がある。またリサイクルされない残さについては焼却処分されており、新たな有効利用の用途が求められている。

一方、有機性廃棄物の有効利用がバイオマス・ニッポン総合戦略等の政策的視点から求められており、このバイオマスを有効利用する方策の一つとして水素発酵が近年注目されている。バイオマスとして小麦フスマを水素発酵する場合、種菌を植種せずに自生している菌を利用して発酵できることが既報において報告されている¹⁾。しかし小麦フスマの水素発酵における pH や培養温度の影響について検討した研究事例は少ない。したがって、将来的に小麦フスマの水素発酵を

事業化するためには、このような影響因子の十分な検討が必要である。

本研究では、植菌せずに小麦フスマを水素発酵して初期 pH 及び培養温度の水素生成や小麦フスマ成分の分解性に対する影響を検討し、種々の知見を得たので、これらの結果について報告する。

2. 実験方法

実験は、神奈川県内の小麦製粉事業者から入手した小麦フスマを基質とする回分培養試験とした。実験に用いた小麦フスマの組成分析結果を表 1 に示す。

表 1 小麦フスマの組成分析結果

組 成	割合 (%)
TS	87.4
VS	82.7
水 分	12.6
灰 分	4.7
炭水化物	55.6
蛋白質	21.2
脂 質	5.9

* 神奈川県環境科学センター環境技術部 Hisanori WATANABE

2006 年 2 月 17 日 受付

** 神奈川県県央地域県政総合センター(現・南環境資源システム総合研究所) Hidekichi YOSHINO

2006 年 5 月 17 日 受理

2.1 初期 pH 及び培養温度による影響

回分実験装置を図-1に示す。発酵槽は硬質ガラス製のバイアルビン（容積1.25ℓ）を用い、小麦フスマを5g（湿重量）とイオン交換水1ℓを入れ、初期pHを4, 5, 6, 7, 培養温度を25, 35, 45℃と段階的に設定して恒温水槽内で一定温度に維持しながら培養温度25℃及び35℃は4日間、培養温度45℃は8日間培養を行い、培養期間中の発生ガス、pH、ORP及び発酵終了後の培養液中の炭水化物、蛋白質、脂質、VFA濃度を分析した。ここで発生ガス量については、図-1に示されるガス捕集装置を用いて水上置換法により測定し、標準状態（0℃, 1 atm）に換算した。また発生ガスをガス採取口よりガスタイトシリンジでサンプリングしてガス組成を分析した。なお、初期pHはHCl（1N）で調整した。

2.2 基質、発生ガス及び培養液の分析方法

TS, VS分析は下水試験方法²⁾に準拠して分析した。

1. 恒温槽, 2. 攪拌装置, 3. ガス捕集装置, 4. ガス採取口, 5. 発酵槽, 6. pH電極, 7. ORP電極

図-1 培養装置及びガス捕集装置

炭水化物はグルコースを標準物質としてフェノール硫酸法、蛋白質はアルブミンを標準物質としてModified Lowry Protein Assay Reagent Kit (PIERCE)、脂質は含水クロロホルム-メタノール混液抽出法にて分析した。ここで培養液中の炭水化物及び蛋白質分析については、培養液を3000rpmで10分間遠心分離(Hitachi 05PR-22)後、上澄みを溶解性成分の分析に用い、遠心分離前の培養液の分析結果と溶解性成分の分析結果の差を不溶性成分の分析値とした。また発生ガス中の水素、メタン、炭酸ガスの割合はTCDガスクロマトグラフ(HewlettPackard HP6890GC カラム: Molecular Sieve13A キャリアガス: He)で、培養液中のVFA濃度(ギ酸, 乳酸, 酢酸, プロピオン酸, 酪酸, 吉草酸)は高速液体クロマトグラフィー(ポンプ: Shimadzu LC-6A, 検出器: Shimadzu SPD-6A, カラム: Shim-pack SCR-101H, 移動相: 5 mM 過塩素酸)で分析した。発酵液のpHはHORIBA製D-52及びpH複合電極(9621-10D)で測定した。また発酵液のORPはHORIBA製D-52及びORP測定用金属電極(9300-10D)を用いて測定し、標準水素電極を基準電極とした値に換算した。

3. 結果と考察

3.1 発生ガス分析結果

3.1.1 発生ガスの経時変化及び水素発生効率

図-2に培養条件を変えた時の水素収率(=有機物量(VS)1g当たりの水素生成量(ml)の最大値)を示す。これより25℃及び初期pH6で80.4ml/g-VS(=66.5ml/g)と最大値を示すことが明らかとなった。25℃で水素生成量が最大となる本研究での結果は、43~

図-2 初期 pH 及び培養温度を変えたときの水素収率

45℃で水素生成量が最大を示した田口らの研究結果¹⁾とは異なるものであった。また水素収率については田口らの研究¹⁾では60ml/gと報告されており、本研究で示された水素収率の最大値が66.5ml/gに相当することからはほぼ同等な値を示すことが明らかとなった。このように25℃で水素生成が顕著に確認されたことは、将来の実用化において水素発酵槽を加温する熱源を確保する必要性が低いことを示唆している。なお、発酵槽中の水素ガス濃度は水素ガス量の最大値を示した培養条件である25℃及び初期 pH6で最大値(35.6%)を示し、また全ての培養条件において炭酸ガスの発生が確認されたが、メタンガスは確認されなかった。

図-3に培養温度毎に水素生成量が最大を示した培養条件である、25℃及び初期 pH6、35℃及び初期 pH6、45℃及び初期 pH5での水素ガス量の経時変化を示す。培養温度が高くなるほどに水素ガス量が最大となる培養時間が長期化する傾向が観察された。この理由としては、培養温度の上昇とともに水素生成と比較

して水素消費速度が増大したためと推察された。また45℃及び初期 pH5において培養時間の後半では、発生した水素ガスが吸収される現象が観察された。これは水素生成菌より世代時間の長い水素資化性細菌が関与していると推察された。

3.1.2 Gompertz 型式による解析

Wu らの研究において、回分培養における水素ガス量の経時変化は以下に示す Gompertz 型式で良好に近似されることが報告されている³⁾。

$$H(t) = P \cdot \exp \left[-\exp \left[\frac{R_m \cdot e}{P} (\lambda - t) + 1 \right] \right]$$

$H(t)$: t 時間経過後における水素ガス量 (ml), P : 水素生成ポテンシャル (ml), R_m : 最大水素生成速度 (ml/h), e : 自然対数の底, λ : 遅滞時間(h), t : 培養時間 (h)

本研究においても Wu らの研究³⁾と同様に実験結果に対して Gompertz 型式を当てはめて P , R_m , λ のそれぞれのパラメータを決定した。表 2 に Gompertz 型式による解析結果を示す。決定係数 R^2 は全て 0.999 以上を示し、実測値と Gompertz 型式による計算値は良好な相関を示した。またこの解析により、水素生成ポテンシャル P は培養温度 25℃ 及び初期 pH6 で最大 (339ml) となり、また最大水素生成速度 R_m は 35℃ 及び初期 pH4 で最大 (30.0ml/h) となることが明らかとなった。また遅滞時間 λ は 25℃ 及び初期 pH5 の時に最大 (39.2h) となり、最大水素生成速度 R_m は 25℃ 及び 35℃ で初期 pH4 の時に大きくなる傾向が観察された。

3.2 pH 及び ORP の経時変化

3.2.1 水素生成量の大きい培養条件での pH 及び ORP の経時変化

図-3に培養温度毎に水素生成量が最大を示した培養条件である、25℃及び初期 pH6、35℃及び初期 pH6、45℃及び初期 pH5での pH 及び ORP の経時変化を示す。pH については、水素発生開始前後に若干低下した後に上昇する傾向が見られたが、最終的には 4.12~4.95 まで低下した。この pH の経時変化については、pH の低下は有機酸の生成、pH の上昇はアミノ酸の分解による NH_4^+ の生成の影響と推察された⁴⁾。また ORP については、水素が発生している培養時間中は -105~-270mV の嫌気状態を維持していること

図-3 水素ガス量、pH 及び ORP の経時変化

表2 回帰分析結果

培養温度	初期 pH	P(mℓ)	Rm(mℓ/h)	λ (h)
25℃	4	274.8	23.9	14.7
	5	70.5	2.9	39.2
	6	339.0	10.0	10.2
	7	55.0	1.4	20.7
35℃	4	210.7	30.0	19.7
	5	96.2	6.1	11.7
	6	262.9	13.7	17.6
	7	227.2	9.7	9.4
45℃	5	165.8	2.4	35.2

が明らかとなった。このことから、水素発酵の挙動をモニタリングするには ORP 測定が有効であることが明らかとなった。

3.2.2 水素生成の有無による pH 及び ORP の経時変化の違い

図-4 に45℃、初期 pH5 及び 6 での pH 及び ORP の経時変化を示す。pH の経時変化については、培養開始から48時間までに急激に低下した後若干上昇し、その後横ばいとなる挙動を双方とも示した。このことから、水素生成の有無を pH の経時変化から判断する

図-4 45℃及び初期 pH5,6における pH, ORP の経時変化

ことは困難と推察された。一方、ORP の経時変化については、水素生成の確認された培養条件である初期 pH5 の時には培養初期段階で -270mV まで急激に低下し、培養時間160時間においても -220mV を維持していることが確認された。また水素生成の確認されなかった培養条件である初期 pH6 の時には ORP が 566mV まで上昇し培養時間160時間を経過しても 476mV と高い値を維持していることが明らかとなった。これより水素生成の有無を ORP 測定から間接的に判断でき、また水素生成に適した ORP は45℃、pH5付近では -220~-270mV であると推察された。

3.3 培養液分析結果

3.3.1 VFA, 最終 pH 及び最終 ORP 分析結果

表3 に発酵終了後の培養液中の有機酸、最終 pH 及び ORP の分析結果を示す。有機酸としては酢酸、酪酸の生成が全ての培養条件で多く見られ、また25℃では乳酸、45℃では蟻酸も若干生成していることが確認された。しかし、プロピオン酸と吉草酸については全ての培養条件で検出されなかった。

水素生成の多い条件では酢酸及び酪酸の生成が顕著に見られると Vavilin ら、河野らの研究においては報告されている^{5,6)} が、本研究においては水素生成のない培養条件でも酢酸、酪酸の生成が見られることから、同様の傾向は確認されなかった。炭水化物のみならず蛋白質の分解からも有機酸が生成する⁷⁾ ことから、このような水素を生成しない代謝経路が本実験では関連していると推察された。最終 pH については、25℃及び初期 pH4、5、35℃及び初期 pH4、45℃及び初期 pH4においては初期 pH を上回ったが、その他の培養条件では下回った。特に25℃及び初期 pH5 では Δ pH が -1.24 と低く、これは VFA 濃度が 381mg/ℓ と他の培養条件と比べて小さいことが影響したと考えられた。最終 ORP については、水素生成の確認された培養条件では -268~-86mV であり、これは水素生成の確認されなかった培養条件での ORP 値 (312~476mV) より明らかに低い値であることが確認された。これより水素生成のモニタリング指標として最終 ORP の有効性が示唆された。

3.3.2 炭水化物、蛋白質及び脂質分析結果

(1) 炭水化物分析結果

図-5 に発酵前及び発酵終了後の培養液中の炭水化物分析結果を示す。これより全炭水化物については 35℃及び初期 pH7 において最も高い分解率 (89.2%)

表3 培養液中のVFA濃度及び最終pH

培養温度	25℃				35℃				45℃			
初期pH	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7
蟻酸(mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	109	107	82	60.6
酢酸濃度(mg/ℓ)	256	168	116	395	375	525	528	183	270	244	295	179
乳酸濃度(mg/ℓ)	31	27	89	ND	31	ND	25	44	ND	ND	ND	ND
酪酸濃度(mg/ℓ)	321	186	517	1021	613	563	404	872	730	669	672	543
VFA濃度(mg/ℓ)	608	381	722	1416	1019	1088	956	1099	1109	1020	1049	783
最終pH	4.46	6.24	4.95	5.50	4.58	4.45	4.50	4.94	4.41	4.12	5.20	5.00
Δ pH*	-0.46	-1.24	1.05	1.50	-0.58	0.55	1.50	2.06	-0.41	0.88	0.80	2.00
最終ORP	-134	-227	-235	-54	86	-108	-158	-268	402	-223	284	312

* Δ pH = 初期 pH - 最終 pH

図-5 培養液中の不溶性及び溶解性炭水化物濃度

を示すことが明らかとなった。また溶解性、不溶性炭水化物濃度については、25℃、35℃ともに溶解性成分が60～100mg/ℓ、不溶性成分が240～933mg/ℓと少なかった。しかし45℃においては溶解性成分が218～308mg/ℓと高く、不溶性成分については初期 pH による違いが大きく、pH4、7では97～251mg/ℓであったが、pH5、6では1208～1370mg/ℓと残存量が大きかった。

水野らの研究においては炭水化物の分解が水素生成に直接的に関与するとされており⁸⁾、本研究結果においても、炭水化物消費量と水素生成量との間に相関があるか検証を行った。図-6に消費された炭水化物の割合と対応する培養条件での水素収率との相関を示す。これより45℃における消費された炭水化物の割合と水素生成量との相関は低かったものの、25℃及び35℃では炭水化物消費量と水素生成量は概ね相関があり、低い培養温度における炭水化物の分解の水素生成への直接的な関与が示唆された。

ここで、水素ガスが消費された炭水化物のみから発生したと仮定すると、水素収率のヘキソース換算値(=

ヘキソース 1 mol 当たりの水素発生量(mol))は培養温度25℃、初期 pH6で最大(1.26mol-H₂/mol-hexose)となった。この値は水野らの研究⁸⁾で示されている値(1.73mol/mol-hexose)より小さいが、これについては、水野らの研究では前培養した水素生成菌を植菌しており、また基質として不溶性の粗成分を除去して溶解性成分を多く含むフスマを発酵に用いているため、水素生成菌の水素生成能力と基質の分解性の差が現れたと考えられた。

基質中の炭水化物が全て酢酸に変換されるとすると理論的には水素が最大 4 mol-H₂/mol-hexose 生成するが、実際には酢酸以外の有機酸も生成することや還元力も有機物に依存することから 2 mol-H₂/mol-hexose 程度が限界とされる⁹⁾。小麦フスマ以外の有機性廃棄物を基質とする水素発酵研究での既往の研究で示されている水素収率のヘキソース換算値を列挙すると、おから(2.54mol-H₂/mol-hexose)¹⁰⁾、リンゴ(2.76mol-H₂/mol-hexose)¹¹⁾、パン(1.87 mol-H₂/mol-hexose)¹¹⁾、廃糖蜜(2.5mol-H₂/mol-sucrose)¹²⁾となっ

図－6 消費炭水化物と水素収率との相関

ており、本研究での小麦フスマの水素収率より大きいことが明らかとなった。しかしこれらの研究では水素生成菌を前培養して植菌する操作を必要とし、実用化を考えると発酵プロセスが煩雑となる問題がある。一方、小麦フスマの場合は自生している水素生成菌を利用できるため、種菌を別に入手し前培養して植菌する必要がないことや、基本的な培養条件（温度、初期 pH）の調整のみで相当量の水素を回収可能であることが本研究から明らかとなった。よってこれらより、小麦フスマを基質とする水素発酵の実用化に向けて簡略化された培養システムを構築可能であることが示唆された。

(2) 蛋白質分析結果

図－7 に発酵前及び発酵終了後の培養液中の蛋白質分析結果を示す。これより、全蛋白質については培養温度の低下とともに分解率が上昇し、25°C 及び初期 pH4 において最も高い分解率（54.1%）を示すことが明らかとなった。またそれぞれの培養温度において、25°C 及び初期 pH4、35°C 及び初期 pH6、45°C 及び初期 pH5 で全蛋白質の分解率が最大となることが明らかとなった。Breure らの研究においては、蛋白質としてゼラチンを用いた時の分解率は pH を中性付近に維持した時に最大になると示されている⁷⁾。本実験では 25°C 及び初期 pH4 で最高の分解率を示したことから、小麦フスマ中の蛋白質の分解特性はゼラチンとは異なると推察された。

また溶解性、不溶性蛋白質濃度については、溶解性成分が 447～633mg/ℓ、不溶性成分が 35～230mg/ℓ であることが明らかとなった。特に 25°C 及び初期 pH7、35°C 及び初期 pH4、5、45°C 及び初期 pH4、7 では不

図－7 培養液中の蛋白質、脂質濃度

溶性蛋白質濃度が 180～230mg/ℓ と培養前とほぼ同程度残存していた。

代表的な水素生成菌である *Clostridium* 属の微生物の中にはアミノ酸を分解するものもいるが、グリシンが存在するとスティックランド反応にて水素を消費するので、蛋白質の分解反応は水素生成に必ずしも有利に働かないとされる¹³⁾。本研究での培養液中の優占種

については特定していないが, Okamoto らの研究¹⁴⁾によれば蛋白質を多く含む基質である卵からの水素収率は最大7.1ml/g-VSと示されており, また本研究での全蛋白質の消費量が最大569mgであることから, これらを勘案すると本研究での蛋白質の水素生成への直接的な寄与は小さいと推察された。

(3) 脂質分析結果

図-7に発酵前及び発酵終了後の培養液中の脂質分析結果を示す。これより, 培養温度の上昇とともに分解率が上昇し, 45℃及び初期 pH5において最も高い分解率(51.2%)を示すことが明らかとなった。またそれぞれの培養温度において, 25℃及び初期 pH5, 35℃及び初期 pH6, 45℃及び初期 pH5で分解率が最大となることが明らかとなった。

Okamoto らの研究によれば脂質を多く含む基質である鳥皮からの水素収率は最大10.2ml/g-VSと示されており¹⁴⁾, また本研究での脂質の消費量が最大151mgであることから, これらを勘案すると本研究での脂質の水素生成への直接的な寄与は小さいと推察された。

4. ま と め

本研究では, 神奈川県内の小麦製粉事業者から入手した小麦フスマを基質として, 植菌せずに初期 pH を 4, 5, 6, 7, 培養温度を 25, 35, 45℃と段階的に設定して回分培養試験を実施し, 初期 pH 及び培養温度の水素生成や小麦フスマ成分の分解性に対する影響を検討した。その結果, 以下の知見を得た。

- ①水素収率は, 25℃及び初期 pH6において80.4ml/g-VSと最大値を示した。また実験結果に対して Gompertz 型式を当てはめて水素生成ポテンシャル, 最大水素生成速度, 遅滞時間のそれぞれのパラメータを決定した。
- ②小麦フスマの成分である全炭水化物については, 35℃及び初期 pH7において最も高い分解率(89.2%)を示した。また炭水化物消費量と水素生成量間は概ね相関があり, 炭水化物の分解の水素生成への直接的な関与が示唆された。また小麦フスマの成分である全蛋白質については培養温度の低下とともに分解率が上昇し, 25℃及び初期 pH4において最も高い分解率(54.1%)を示した。さらに小麦フスマの成分である脂肪については培養温度の上昇とともに分

解率が上昇し, 45℃及び初期 pH5において最も高い分解率(51.2%)を示した。

- ③発酵終了後の培養液中には主として酢酸, 酪酸が蓄積しており, 環境保全の観点から, これら有機酸の処理が今後の課題として残された。

謝辞: 本研究を進めるにあたり, 貴重なご意見, ご指導をいただきました㈱荏原総合研究所 生物研究室 宮晶子室長に厚く御礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 田口文章, 矢野玲子: 小麦フスマからの水素ガスの自然発生, 廃棄物学会論文誌, 第14巻, 第6号, pp.27-31(2003)
- 2) ㈱日本下水道協会: 下水試験方法 (1997)
- 3) J. H. Wu and C. Y. Lin: Biohydrogen production by mesophilic fermentation of food waste-water, Wat. Sci. Tech., Vol. 49, No. 5-6, pp. 223-228 (2004)
- 4) M. -D. Bai, S. -S. Cheng and Y. -C. Chao: Effect of substrate components on hydrogen fermentation of multiple substrates, Wat. Sci. Tech., Vol. 50, No. 8, pp. 209-216 (2004)
- 5) V. A. Vavilin, S. V. Rytow and L. Y. Lokshina: Modeling hydrogen partial pressure change as a result of competition between the butyric and propionic group of acidogenic bacteria, Biores. Technol., Vol. 54, No. 2, pp. 171-177 (1995)
- 6) 河野孝志, 和田克士, 李 玉友, 野池達也: 複合基質からの嫌気性水素発酵に及ぼす基質濃度と pH の影響, 水環境学会誌, 第27巻, 第7号, pp. 473-479 (2004)
- 7) A. M. Breure, and J. G. Andel: Hydrolysis and acidogenic fermentation of a protein, gelatin, in an anaerobic continuous culture, Appl. Microbiol. Biotechnol., Vol. 20, No. 1, pp. 40-45 (1984)
- 8) 水野修, 大原健史, 新谷真史, 野池達也: 水素発酵における有機性廃棄物の分解特性, 環境工学研究論文集, 第36巻, pp. 423-429 (1999)
- 9) 鈴木智雄: 微生物工学技術ハンドブック, 朝倉書店(1990)
- 10) O. Mizuno, M. Shinya, T. Ohara and T. Noike: Characteristics of hydrogen production from bean crude manufacturing waste by anaerobic microflora, Wat. Sci. Tech., Vol. 42, No. 3-4, pp. 345-350 (2000)
- 11) 大下信子, 松本寿美, 土肥哲哉, 竹本裕, 品田司: 食品系廃棄物の水素発酵条件に関する研究, 用水と廃水, 第46巻, 第12号, pp. 1058-1064 (2004)
- 12) 谷生重晴: 微生物の水素発生メカニズムとバイオ技術を利用した水素生産, 化学装置, 第33巻, 第6号, pp. 104-109 (1991)
- 13) M. Nagase and T. Matsuo: Interactions between amino acid-degrading bacteria and methanogenic bacteria in anaerobic digestion, Biotech. Bioeng., Vol. 26, No. 10, pp. 2227-2239 (1982)
- 14) M. Okamoto, T. Miyahara, O. Mizuno and T. Noike: Biological hydrogen potential of materials characteristic of the organic fraction of municipal solid wastes, Wat. Sci. Tech., Vol. 41, No. 3, pp. 25-32 (2000)

Influence of initial pH and temperature on hydrogen fermentation of wheat bran

Hisanori WATANABE, Hidekichi YOSHINO

ABSTRACT

Batch experiments for the hydrogen fermentation using wheat bran of a Flour Company in Kanagawa prefecture under various conditions of temperatures (25°C, 35°C, 45°C) and initial pHs (4, 5, 6, 7) were conducted without seed sludge.

The results showed that the maximum hydrogen productivity reached 80.4mg/g-VS under both conditions of temperature 25°C and initial pH6.

Analyzing components of liquors under various experiment conditions, we found the following maximum degradation efficiencies; carbohydrates reached 89.2% at 35°C and initial pH7, proteins reached 54.1% at 25°C and initial pH4, lipids reached 51.2% at 45°C and initial pH5.

Key Words : wheat bran, hydrogen fermentation, initial pH, temperature, resolution rate

行事案内

「有害物質制御」産学協同シンポジウム

主催：大阪産業大学
日時：平成18年11月30日(木)
場所：天満研修センター（大阪市北区錦町
 2-21, TEL：06-6354-1927）
参加者：大学、自治体、企業関係者など200名
 を予定
参加費：無料
問い合わせ：大阪産業大学産業研究所
 TEL：072-875-3001（代）

スケジュール：

午前の部 研究成果報告会（10：00～）
 文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業
 －産学連携推進事業
 「地域産業創生型有害物質新制御システムの
 開発に関する研究」
 全体報告
 研究成果報告－プロジェクトの概要
 成果報告
 報告内容：有害物質分離・濃縮法、有害物質
 分解法

午後の部 シンポジウム「有害物質の制御」(13：00～)

開会挨拶 寺島 泰（大阪産業大学新産業研
 究開発センター長）
 講演1 「バイオレメディエーションにおける
 微生物リスクの管理」
 藤田正憲（高知工業高等専門学校校長）
 講演2 「環境汚染物質の毒性メカニズム－細
 胞内分子反応の攪乱」
 松井三郎（京都大学地球環境学大学院地球
 環境学堂教授）
 講演3 「有害化学物質の環境基準設定のため
 の健康リスクの考え方」
 内山巖雄（京都大学大学院工学研究科教授）
 講演4 大島輝夫（日本リスク研究学会理事）
 講演5 「廃棄物処理・リサイクル分野の有害
 物質の施策」
 由田秀人（環境省廃棄物・リサイクル対策
 部長）
 総合討論
 情報交換会（17：45～）