

最 終 報 告 書

4-エチルビフェニル（被験物質番号 K-264D）の微生物による分解度試験

（試験番号：20264DⅡ）

化学物質評価研究機構
残留系事業所

陳 述 書

財団法人 化学物質評価研究機構
久留米事業所

試験委託者 通商産業省


試験の表題 4-エチルビフェニル（被験物質番号 K-264D）の微生物による分解
度試験

試験番号 20264D II

上記試験は、「新規化学物質に係る試験及び指定化学物質に係る有害性の調査の項目等を定める命令第4条に規定する試験施設について」（環保業第39号、薬発第229号、59基局第85号、昭和59年3月31日、昭和63年11月18日改正）及び「OECD Principles of Good Laboratory Practice」(May 12, 1981)に従って実施したものです。

2000年2月28日

運営管理者



信 頼 性 保 証 書

財団法人 化学物質評価研究機構
久留米事業所

試験委託者 通商産業省

試験の表題 4-エチルピフェニル（被験物質番号 K-264D）の微生物による分解
度試験

試験番号 20264D II

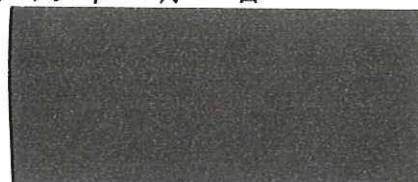
上記試験は財団法人化学物質評価研究機構久留米事業所の信頼性保証部門が監査及び査察を実施しており、監査又は査察を行った内容、日付並びに試験責任者及び運営管理者に報告を行った日付は以下の通りです。

監査又は査察内容	監査又は査察日	報告日（試験責任者）	報告日（運営管理者）
試 験 計 画 書	1999 年 12 月 16 日	1999 年 12 月 16 日	1999 年 12 月 16 日
	1999 年 12 月 24 日	1999 年 12 月 24 日	1999 年 12 月 24 日
試 験 実 施 状 況	1999 年 12 月 27 日	1999 年 12 月 27 日	1999 年 12 月 28 日
	2000 年 1 月 11 日	2000 年 1 月 25 日	2000 年 1 月 26 日
	2000 年 1 月 24 日	2000 年 1 月 25 日	2000 年 1 月 26 日
	2000 年 1 月 25 日	2000 年 1 月 25 日	2000 年 1 月 26 日
生データ及び最終報告書	2000 年 2 月 28 日	2000 年 2 月 28 日	2000 年 2 月 28 日

本最終報告書は、試験の方法が正確に記載されており、内容が試験計画及び標準操作手順に従い、かつ、生データを正確に反映していることを保証します。


2000 年 2 月 28 日

信頼性保証部門責任者



目 次

	頁
表 題	1
試験委託者	1
試験施設	1
試験目的	1
試験法	1
適用 G L P	1
試験日程	2
試験資料の保管	2
試験関係者	2
最終報告書の作成	2
要 約	3
1. 被 験 物 質	4
2. 活 性 汚 泥	6
3. 分解度試験の実施	7
4. 試験条件の確認	15
5. 試験成績の信頼性に影響を及ぼしたと思われる環境要因	15
6. 試験結果	15
7. 備 考	19

表 題	4-エチルビフェニル（被験物質番号 K-264D）の微生物による分解度試験
試験委託者	通商産業省 （〒100-8901）東京都千代田区霞が関一丁目3番1号
試験施設	財団法人 化学物質評価研究機構 久留米事業所 （〒830-0023）福岡県久留米市中央町 19-14 運営管理者 
試験目的	K-264Dの微生物による分解性の程度について知見を得る。
試験法	「新規化学物質等に係る試験の方法について」（環保業第5号、薬発第615号、49基局第392号、昭和49年7月13日）に規定する〈微生物等による化学物質の分解度試験〉及び「OECD Guidelines for Testing of Chemicals」に定める“Ready Biodegradability : 301C, Modified MITI Test (I) (July 17, 1992)”に準拠した。
適用 G L P	(1) 化学物質GLP 「新規化学物質に係る試験及び指定化学物質に係る有害性の調査の項目等を定める命令第4条に規定する試験施設について」（環保業第39号、薬発第229号、59基局第85号、昭和59年3月31日、昭和63年11月18日改正）を適用した。 (2) OECD-GLP 「OECD Principles of Good Laboratory Practice」(May 12, 1981) を適用した。

試験日程

試験開始日	1999年12月16日
試験液培養開始日	1999年12月27日
試験液培養終了日	2000年1月24日
試験終了日	2000年2月16日

試験資料の保管

(1) 被験物質


同一ロットの被験物質が分解度試験（試験番号20264D）終了後にすでに保管されているため、本試験終了後には保管しない。

(2) 生データ、資料等


試験により得られた分析結果、測定結果、観察結果、その他試験ノート等最終報告書の作成に用いた生データ、試験計画書、指示書、資料等は最終報告書の写しと共に、試験委託者から通知を受けるまでの期間、久留米事業所資料保管室に保管する。

試験関係者

試験責任者


 所属 試験第一課

試験担当者

 活性汚泥管理責任者


最終報告書の作成

試験責任者

2000年2月16日

氏名

要 約

試験の表題

4-エチルビフェニル（被験物質番号 K-264D）の微生物による分解度試験

試験条件

- (1) 被験物質濃度 100mg/L
- (2) 活性汚泥濃度 30mg/L（懸濁物質濃度として）
- (3) 試験液量 300mL
- (4) 試験液培養温度 25±1℃
- (5) 試験液培養期間 28日間

測定及び分析

- (1) 閉鎖系酸素消費量測定装置による生物化学的酸素要求量（BOD）の測定
- (2) ガスクロマトグラフィー（GC）による被験物質の分析

試験結果

- | | | | | | |
|---------------|-----|-----|----|----|----|
| (1) BODによる分解度 | 0%, | 1%, | 0% | 平均 | 0% |
| (2) GCによる分解度 | 2%, | 5%, | 2% | 平均 | 3% |

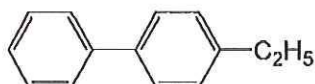
1. 被 験 物 質

本報告書においてK-264Dは、次の名称等を有するものとする。

1.1 名 称 4-エチルビフェニル

1.2 構造式等

構造式



分子式 $C_{14}H_{14}$

分子量 182.26

1.3 入手先、商品名、等級及びロット番号^{*1}

- (1) 入 手 先
- (2) 商 品 名
- (3) 等 級
- (4) ロット番号



^{*1} 入手先添付資料による。

1.4 純 度^{*1}

- (1) 被 験 物 質 98.1%
- (2) 不 純 物 水分 0.07%

被験物質は純度100%として取り扱った。

1.5 被験物質の確認

赤外吸収スペクトル (Fig.5参照)、質量スペクトル (Fig.6参照) 及び核磁気共鳴スペクトル (Reference 1参照) により構造を確認した。

1.6 保管条件及び保管条件下での安定性

- (1) 保管条件 冷蔵保存
- (2) 安定性確認 試験液培養開始前及び培養終了後に被験物質の赤外吸収スペクトルを測定した結果、両スペクトルは一致し、保管条件下で安定であることを確認した (Fig.5参照)。

2. 活 性 汚 泥

2.1 汚泥の採集場所及び時期

(1) 場 所 以下の全国10ヵ所から採集した。

伏古川処理場（北海道札幌市）	鹿島処理場（茨城県鹿島郡）
中浜処理場（大阪府大阪市）	落合処理場（東京都新宿区）
北上川（宮城県石巻市）	信濃川（新潟県西蒲原郡）
吉野川（徳島県徳島市）	琵琶湖（滋賀県大津市）
広島湾（広島県広島市）	洞海湾（福岡県北九州市）

(2) 時 期 1999年 9月

2.2 採集汚泥

- (1) 下水処理場 返送汚泥
 (2) 河川、湖沼及び海 表層水及び大気と接触している波打際の表土

2.3 活性汚泥の調製

活性汚泥の均一性を保つため、上記で採集してきた各地の汚泥混合液のろ液5Lと、約3ヶ月間培養した活性汚泥^{*2}のろ液5Lとを混合して10Lとし、pHを 7.0 ± 1.0 に調整して培養槽でばっ気^{*3}した。

*2 上記で採集してきた各地の汚泥混合液のろ液10Lを、下記2.4に従って培養した活性汚泥。

*3 屋外空気をプレフィルターに通し、ばっ気に用いた。

2.4 培 養

培養槽へのばっ気を約30分間止めた後、全量の約1/3量の上澄液を除去した。これに脱塩素水を加え全量を10Lにして再びばっ気し（30分間以上）、添加した脱塩素水中での合成下水濃度が0.1wt%になるように50g/L合成下水^{*4}を添加した。この操作を毎日1回繰り返し、培養して活性汚泥とした。培養温度は $25 \pm 2^\circ\text{C}$ とした。

*4 グルコース、ペプトン、りん酸二水素カリウムをそれぞれ50g/Lになるように脱塩素水に溶解し、水酸化ナトリウムでpHを 7.0 ± 1.0 に調整した。

2.5 管理及び使用

活性汚泥の正常な状態を維持するため、培養中、上澄液の外観及び活性汚泥の生成状態を観察するとともに、沈でん性が優れていること、pH、温度及び溶存酸素濃度を測定し、管理基準（「新規化学物質等に係る試験の方法について」参照）の範囲内であることを確認した。この結果を生データとして保管した。活性汚泥の生物相は適宜光学顕微鏡を用いて観察し、異常のないことを確認した上で試験に供した。

2.6 活性汚泥の活性度の点検及び使用開始日

(1) 活性汚泥の活性度の点検

標準物質を用いて活性汚泥使用開始前に活性度を点検した。

(2) 活性汚泥使用開始日 1999年10月19日

3. 分解度試験の実施

3.1 試験の準備

(1) 活性汚泥の懸濁物質濃度の測定

活性汚泥の添加量を決定するために、懸濁物質濃度を測定した。

測定方法 「工場排水試験方法、懸濁物質」（JIS K 0102-1998 の 14.1）に準じて行った。

測定実施日 1999年12月27日

測定結果 活性汚泥の懸濁物質濃度は5900mg/Lであった。

(2) 基礎培養基の調製

「工場排水試験方法、生物化学的酸素消費量」（JIS K 0102-1998 の 21.）で定められたA液、B液、C液及びD液それぞれ3mLに精製水（高杉製薬製 日本薬局方）を加えて1Lとする割合で混合し、pHを7.0に調整した。

(3) 基準物質

試験の実施には汚泥が十分な活性度を有することを確認するため、基準物質としてアニリン（昭和化学製 試薬特級 ロット番号 HK-2732D）を用いた。

3.2 試験液の調製

試験容器を6個用意し、試験液を下記の方法で調製した。

これらの試験液について、3.3の条件で培養を行った。

(1) 被験物質及びアニリンの添加

(a) (水＋被験物質)系 (1個, 試験容器 ①)

試験容器に精製水300mLを入れ、被験物質濃度が100mg/Lになるように被験物質を電子分析天びんで30mgを正確にはかりとり、添加した。

(b) (汚泥＋被験物質)系 (3個, 試験容器 ③ ④ ⑤)

試験容器に基礎培養基 [300mLから活性汚泥添加液量 (1.53mL) を差し引いた量] を入れ、被験物質濃度が100mg/Lになるように被験物質を電子分析天びんで30mgを正確にはかりとり、添加した。

(c) (汚泥＋アニリン)系 (1個, 試験容器 ②)

試験容器に基礎培養基 [300mLから活性汚泥添加液量 (1.53mL) を差し引いた量] を入れ、アニリンを100mg/Lになるようにマイクロシリンジで29.5 μ L [添加量30mg = 29.5 μ L \times 1.022g/cm³ (密度)] 分取して添加した。

(d) 汚泥ブランク系 (1個, 試験容器 ⑥)

試験容器に基礎培養基 [300mLから活性汚泥添加液量 (1.53mL) を差し引いた量] を入れた。

(2) 活性汚泥の接種

(b), (c) 及び (d) の試験液に2. の条件で調製した活性汚泥を懸濁物質濃度として30mg/Lになるように接種した。

3.3 試験液培養装置及び環境条件

(1) 試験液培養装置

閉鎖系酸素消費量測定装置

クーロメーター 大倉電気製

データ処理装置 旭テクネイオン製

試験容器

300mL用改良型培養瓶

炭酸ガス吸収剤

ソーダライム, No.1

(和光純薬工業製 二酸化炭素吸収用)

(2) 環境条件

試験液培養温度 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$

試験液培養期間 28日間

攪拌方法 マグネチックスターラーによる回転攪拌

(3) 実施場所

511クーロ室

3.4 観察、測定等

(1) 観察

培養期間中、試験液の状況を毎日目視観察した。また、装置の作動状況を適宜点検した。

(2) 生物化学的酸素要求量 (BOD) の測定

培養期間中、試験液のBODの変化を連続的にデータ処理装置で自動記録して測定した。また、槽内温度は毎日測定記録した。

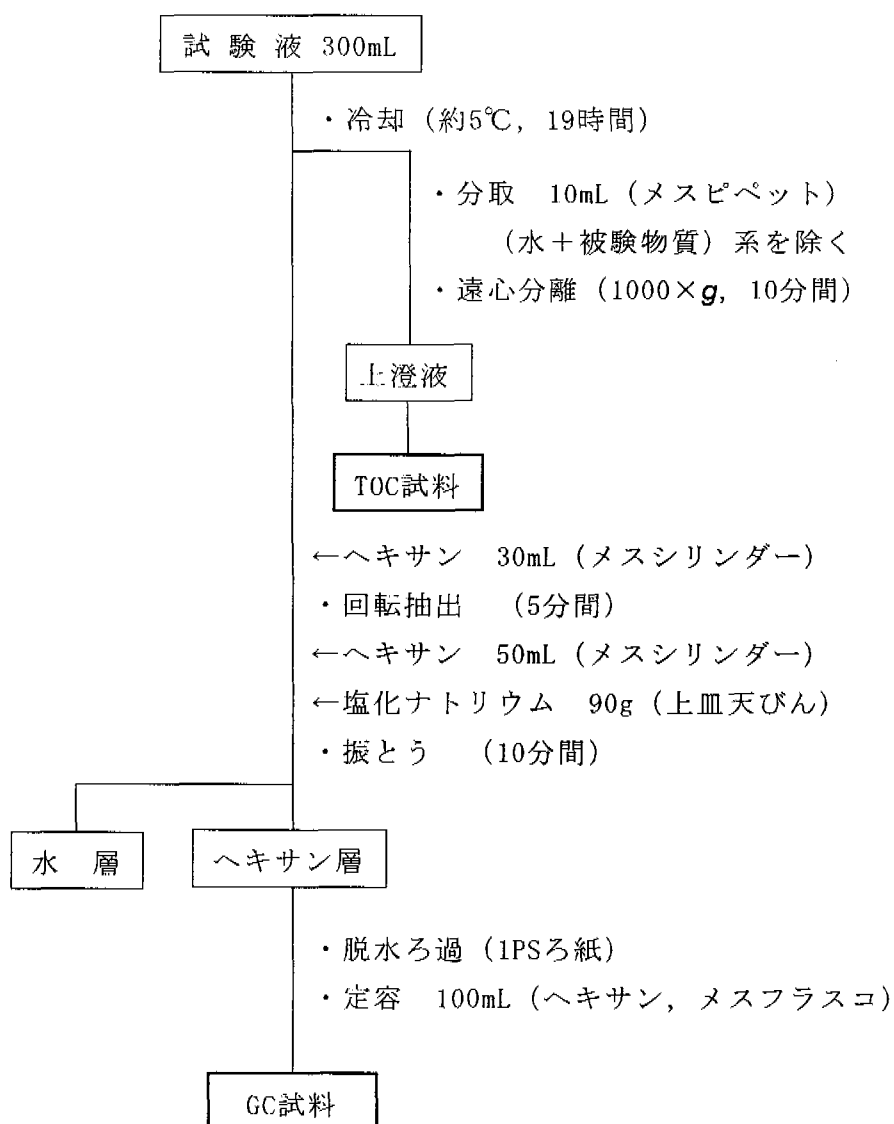
3.5 試験液の分析

培養期間終了後、試験液中に残留している溶存有機炭素及び被験物質について分析した。

3.5.1 試験液の前処理

試験液培養期間終了後、（水＋被験物質）系、（汚泥＋被験物質）系及び汚泥ブランク系の試験液について以下のフロースキームに従って前処理操作を行い、溶存有機炭素（DOC）を分析するための全有機炭素分析法（TOC）試料とし、被験物質を分析するためのガスクロマトグラフィー（GC）試料とした。

フロースキーム



3.5.2 定量分析

(1) 全有機炭素分析法による溶存有機炭素の分析

前処理を行って得られたTOC試料について、下記の定量条件に基づきDOCを分析した。

試験液のDOC濃度は、全有機炭素計内のデータ処理装置により、全炭素（TC）標準溶液80.0mgC/L及び無機炭素（IC）標準溶液80.0mgC/Lのピーク面積を測定してそれぞれの検量線を設定し、TOC試料のDOCを測定して求めた（Table-2参照）。なお、TC標準溶液はフタル酸水素カリウム（和光純薬工業製 等級 試薬特級）を精製水に溶解し、IC標準溶液は炭酸水素ナトリウム（和光純薬工業製 等級 試薬特級）及び炭酸ナトリウム（和光純薬工業製 等級 試薬特級）を精製水に溶解して調製した。

定量下限濃度はDOC濃度1.0mgC/Lとした。

定量条件

機	器	全有機炭素計
		島津製作所製 TOC-5000
T C 炉 温 度		680℃
流	量	150mL/min
注 入 量		33μL
感 度		レンジ 5

(2) ガスクロマトグラフィーによる被験物質の分析

前処理を行って得られたGC試料について、下記の定量条件に基づき被験物質を分析した。GC試料中の被験物質の濃度は、クロマトグラム上で得られた標準溶液300mg/Lのピーク面積とGC試料のピーク面積とを比較し、比例計算して求めた (Table-4、Fig. 4参照)。

ピーク面積の定量下限は、ノイズレベルを考慮して $13000\mu\text{V} \cdot \text{sec}$ (被験物質濃度5.7mg/L) とした。

(a) 定量条件

機	器	ガスクロマトグラフ
		島津製作所製 GC-17A
検	出	器
カ	ラ	ム
		20m×1.2mm I. D. ガラス製
液	相	G-250 膜厚 1.0 μm
カ	ラ	ム
	温	度
		220°C
試	料	導
	入	部
		温
		度
		280°C
検	出	器
		温
		度
		280°C
キャ	リ	ヤー
	ガ	ス
		ヘリウム 20mL/min
水		素
		60kPa
空		気
		50kPa
注	入	量
		1.0 μL
感		度
		10^1

(b) 標準溶液の調製

分析試料中の被験物質濃度を求めるための標準溶液の調製は次のように行った。

被験物質150mgを正確にはかりとり、ヘキサンに溶解して1500mg/Lの被験物質溶液を調製した。これをヘキサンで希釈し、試験液分析用として300mg/Lの標準溶液とした。

(c) 検量線の作成

(b)の標準溶液の調製と同様にして75.0、150及び300mg/Lの標準溶液を調製した。これらを(a)の定量条件に従って分析し、得られたそれぞれのクロマトグラム上のピーク面積と濃度により検量線を作成した (Fig. 2参照)。

3.5.3 回収試験及びブランク試験

前述した前処理における試験液からの被験物質の回収率を求めるため、3.2に準じて調製した（水＋被験物質）系及び（汚泥＋被験物質）系の試験液について3.5.1及び3.5.2に従い、回収試験を行った。また、3.2に準じて調製した汚泥ブランク系の試験液について回収試験と同じ操作によりブランク試験を行った。回収試験については各2点、ブランク試験については1点測定した。この結果、ブランク試験においてクロマトグラム上、被験物質ピーク位置にはピークは認められなかった。分析操作における各2点の回収率及び平均回収率は下記のとおりであり、平均回収率を試験液中の被験物質濃度を求める場合の補正值とした（Table-3、Fig. 3参照）。

（水＋被験物質）系回収率	96.3%,	95.3%	平均	95.8%
（汚泥＋被験物質）系回収率	97.0%,	99.3%	平均	98.1%

3.6 分解度の算出

被験物質の分解度は下記の式に基づき算出し、小数点以下1ケタ目を丸めて整数位で表示した。

(1) BODによる分解度

$$\text{分解度 (\%)} = \frac{\text{BOD} - \text{B}}{\text{TOD}^{*5}} \times 100$$

BOD : (汚泥＋被験物質)系の生物化学的酸素要求量
(測定値) (mg)

B : 汚泥ブランク系の生物化学的酸素要求量
(測定値) (mg)

TOD^{*5} : 被験物質が完全に酸化された場合に必要とされる
理論的酸素要求量 (計算値) (mg)

*5 純度100%として計算した。

(2) GCによる分解度

$$\text{分解度 (\%)} = \frac{S_w - S_s}{S_w} \times 100$$

S_s : (汚泥＋被験物質)系における被験物質の残留量
(測定値) (mg)

S_w : (水＋被験物質)系における被験物質の残留量
(測定値) (mg)

3.7 数値の取扱い

数値の丸め方は、JIS Z 8202-1985 参考3規則Bに従った。

4. 試験条件の確認

BODから求めたアニリンの7日及び14日後の分解度はそれぞれ60%及び72%であることから、本試験の試験条件が有効であることを確認した（Table-1、Fig.1参照）。

5. 試験成績の信頼性に影響を及ぼしたと思われる環境要因

当該要因はなかった。

6. 試験結果

6.1 試験液の状況

試験液の状況は下記のとおりであった。

	試験液	状況
培養開始時	（水＋被験物質）系	被験物質は溶解しなかった。
	（汚泥＋被験物質）系	被験物質は溶解しなかった。
培養終了時	（水＋被験物質）系	不溶物が認められた。
	（汚泥＋被験物質）系	汚泥以外の不溶物が認められた。 汚泥の増殖は認められなかった。

6.2 試験液の分析結果

28日後の分析結果は下記のとおりであった。

		(水+被験物質)系	(汚泥+被験物質)系				理論量	Table	Fig
		①	③	④	⑤				
BOD* ⁶	mg	1.0	0	0.9	0	92.1		1	1
DOC生成量及び生成率* ⁶	mgC	—	1.0	1.4	1.0	27.7	2	—	
	%	—	4	5	3	—			
被験物質残留量及び残留率(GC)	mg	28.9	28.2	27.5	28.4	30	4	4	
	%	96	94	92	95	—			

*⁶ (汚泥+被験物質)系は、汚泥ブランク系の値を差し引いて表示した。

6.3 分解度

28日後の分解度は下記のとおりであった。

	分 解 度 (%)				Table
	③	④	⑤	平 均	
BODによる結果	0	1	0	0	1
GCによる結果	2	5	2	3	4

6.4 考 察

(1) 逆転条件（閉鎖系）試験について

本試験と並行して同一ロットの汚泥を用いた4週間の逆転条件（閉鎖系）試験を実施した。下記に示すように被験物質は逆転条件においても完全分解には至らなかった。

逆転条件（閉鎖系）試験結果（4週間）

	分 解 度 (%)			
	1	2	3	平 均
BODによる結果	35	25	0	20
GCによる結果	66	76	34	59

（培養期間 1999. 12. 17～2000. 1. 14）

(2) 分解中間体について

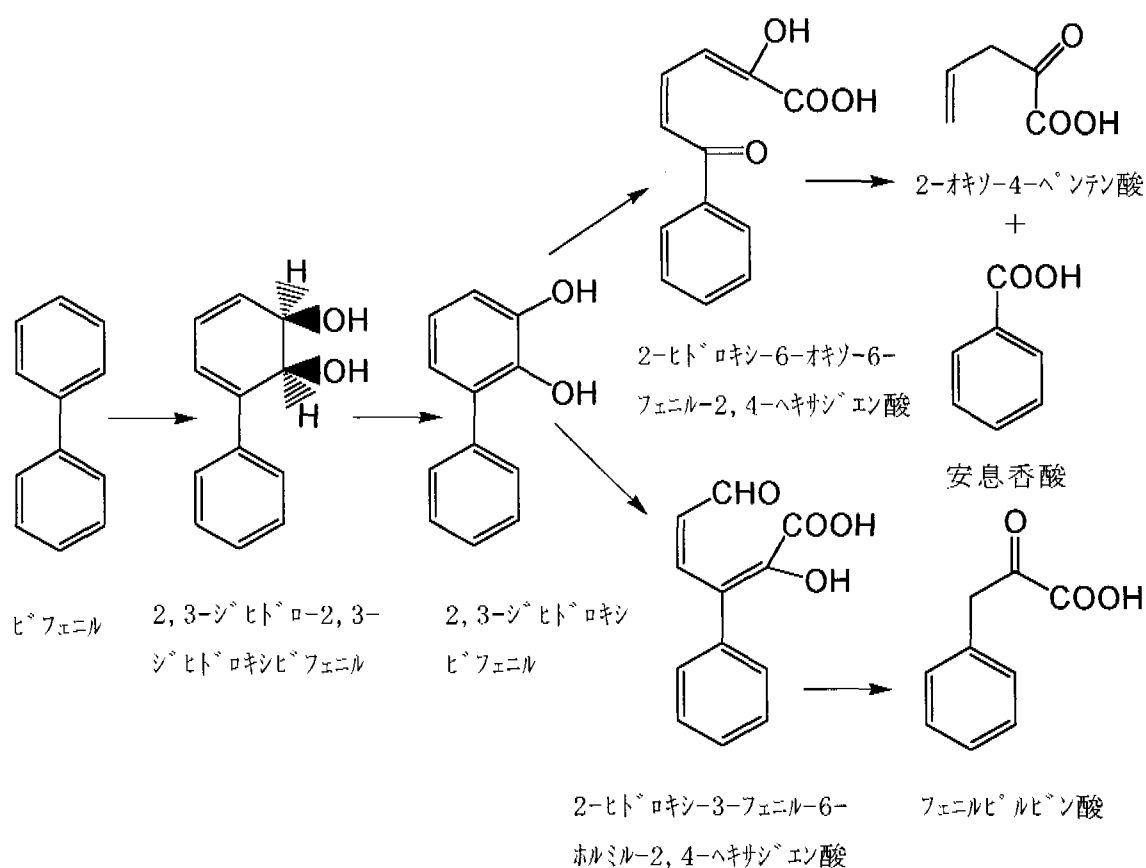
（汚泥＋被験物質）系のTOC分析の結果、本試験では4、5及び3%、逆転条件試験では7、29及び38%のDOCが検出された。なお、被験物質の対水溶解度（1.6mg/L）から、検出されたDOCのうち2%は被験物質によるものと思われる。

以上のことから逆転条件試験において分解中間体の存在が示唆されたため、TOC試料についてHPLC分析を実施したところ、被験物質より極性の高いピークが検出された。このピークについて高速液体クロマトグラフー質量分析計で同定を試みたが構造推定には至らなかった。

(3) 被験物質の分解性について

逆転条件で培養期間中に試験液が黄色に着色したこと及び下記に示すビフェニルの分解経路*7から、被験物質においてもフェニル基のメタ開裂が生じていると考えられる。しかし、逆転条件で分解傾向が見られるものの被験物質は低濃度においても完全分解に至らないと思われる。

ビフェニルの分解経路



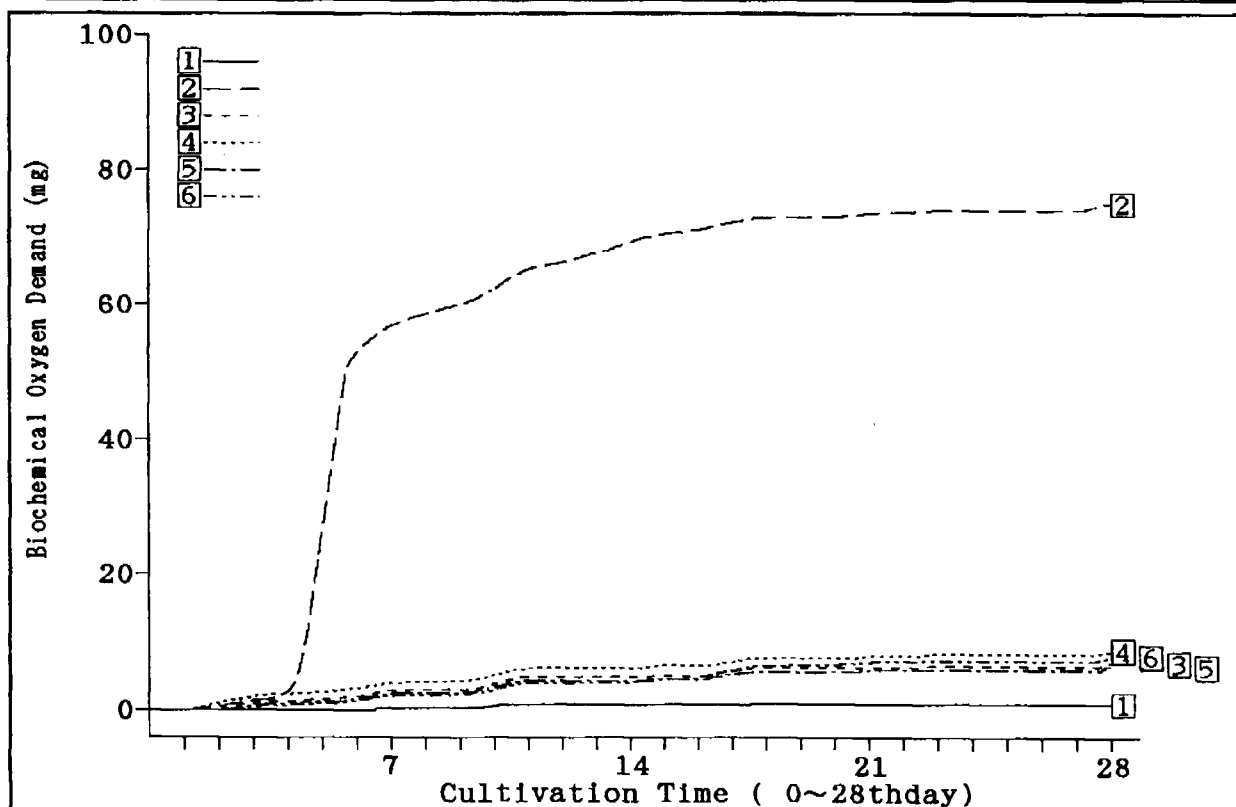
*7 参考文献

- Lunt, D. and Evans, W.C. : The microbial metabolism of biphenyl, *Biochemical Journal*, 118 : 54-55 (1970)
- Catelani, D., Colombi, A., Sorlini, C. and Treccani, V. : Metabolism of biphenyl, *Biochemical Journal*, 134 : 1063-1066 (1973)

Fig.1 Chart of BOD

Test No. 2026D21 (Test substance K-264D)
 Apparatus No. CM-21
 Cultivating conditions: **Regular condition**
 Concentration
 Test substance 100 (mg/ℓ)
 Reference substance(aniline) .. 100 (mg/ℓ)
 Activated sludge 30 (mg/ℓ)
 Temperature $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$
 Duration 28days(Dec.27~Jan.24,2000)
 Note: Regular test

Vessel no.	Sample description	B O D (mg)			
		7thday	14thday	21stday	28thday
①	Water + Test substance	0.4	0.9	1.0	1.0
②	Sludge + Aniline	56.8	69.3	73.6	75.2
③	Sludge + Test substance	2.9	5.0	6.4	7.0
④	Sludge + Test substance	4.1	6.3	8.0	8.9
⑤	Sludge + Test substance	2.5	4.5	5.9	6.7
⑥	Control blank [B]	2.2	4.1	7.2	8.0



2000.01.24 Name