

厚生省生活衛生局 殿

試 験 報 告 書

(2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフォートのほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験

(試験番号: 5L557)

株式会社三菱化学安全科学研究所

目次

要約	7
材料および方法	8
1. 試験物質	8
2. 指標細胞	9
3. 培地	9
4. S9 mix	9
5. 試験物質溶液	10
6. 細胞増殖抑制試験	10
7. 染色体異常試験	12
結果	15
1. 細胞増殖抑制試験	15
2. 染色体異常試験	15
考察および結論	15
参考文献	15
表	16
図	20

要約

チャイニーズハムスター肺由来の細胞株 CHL/IU を用い、(2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの *in vitro* における染色体異常試験を実施した。

細胞増殖抑制試験に先立ち、予備試験を実施したところ、500 $\mu\text{g/ml}$ ではいずれの処理条件においても生存細胞は殆ど認められず、50 $\mu\text{g/ml}$ の細胞増殖度は連続処理法の 24 時間処理では陰性対照の 50 % 程度、48 時間処理では 20 % 程度、短時間処理法では陰性対照と差が認められなかった。

細胞増殖抑制試験の結果、50 % 細胞増殖抑制濃度 (IC_{50}) は、連続処理法の 24 時間、48 時間処理で 33, 13 $\mu\text{g/ml}$ 、短時間処理法の S9 mix 共存下、非共存下で 131, 57 $\mu\text{g/ml}$ であった。

染色体異常試験は、 IC_{50} を超える濃度を最高濃度とする、公比 2 の 4 濃度で実施した。その結果、染色体構造異常あるいは数的異常細胞の出現率は、全ての処理条件において 5 % 未満であった。

以上の結果より、本試験条件下における (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの CHL/IU 細胞に対する染色体異常誘発性は陰性と結論した。

材料および方法

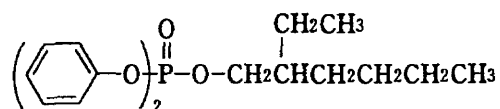
1. 試験物質

1.1 被験物質

から提供された (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェート (CAS No. 1241-94-7, ロット番号 : 純度 91.4%) を室温, 暗所に密封して保存し, 使用した。被験物質は下記の化学名, 構造式, 分子量および不純物を有する水に不溶の無色透明液体である。試験に使用したロットの安定性は, 被験物質供給者が実験開始前および実験終了後に分析し, 確認した。

化学名 : (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェート

構造式 :



分子量 : 362.39

不純物 : ジ (2-エチルヘキシル) フェニルフォスフェート : 7.0 %

トリフェニルフォスフェート : 1.3 %

トリス-2-エチルヘキシルフォスフェート : 0.2 %

不明成分 : 0.1 %

1.2 対照物質

1) 陰性対照物質

アセトン (和光純薬工業(株), ロット番号 : ESP2354, 純度 99.5 %)

2) 陽性対照物質

(1) 連続処理法

マイトマイシン C (MMC と略す, 協和醗酵工業(株), ロット番号 : 051AEG, 含量 109 %)

(2) 短時間処理法

ベンゾ [a] ピレン (BP と略す, 東京化成工業(株), ロット番号 : AX01, 含量 99.5 %)

2. 指標細胞

雌チャイニーズハムスター肺由来細胞株 CHL/1U を使用した。細胞は大日本製薬(株)より 1994 年 8 月 30 日に購入し、細胞懸濁液に対し 10 %の割合でジメチルスルホキシド (DMSO と略す) を添加したものを各々 1 ml に小分けして、液体窒素中で凍結保存した。試験には、これを融解して培養し、その後の継代数が 5 代以内のものを使用した。細胞の培養には、プラスチックシャーレ (直径 6 cm 又は 10 cm; Becton Dickinson and Company) を用い炭酸ガス 5 %, 温度 37 °C, 加湿条件下に自動制御された炭酸ガス細胞培養装置 (NAPCO 社, 7300 型) 内で培養した。

3. 培地

3.1 MEM

イーグル最少培地 (MEM と略す, イーグル MEM 培地「ニッスイ」①; 日水製薬(株)) を添付の処方に従い調製し、オートクレーブ滅菌 (121 °C, 15 分間) を行った。この 1 l に、別に滅菌処理した 2.92 % L-グルタミン水溶液 10 ml と 10 % 炭酸水素ナトリウム水溶液 12.7 ml を添加した。

3.2 培養液

上記の MEM 900 ml に対して、非働化 (56 °C, 30分間加熱処理) した仔牛血清 (GIBCO BRL, ロット番号: 43N1140) を 100 ml 添加した。

4. S9 mix

4.1 S9

購入した S9 (キッコーマン(株), ロット番号: RAA-337, 1995 年 11 月 17 日製造) を使用した。この S9 は、7 週齢の SD 系ラット (体重 199 ~ 234 g) にフェノバルビタールを 30 mg/kg で 1 回, 60 mg/kg で 3 回, 24 時間間隔で腹腔内投与し、5, 6-ベンゾフラボン 80 mg/kg をフェノバルビタールの 3 回目の投与時に 1 回併用投与して作製した肝ホモジネートの 9000 × g 上清分画である。使用時まで -80 °C 以下で保存した。

4.2 S9 mix

S9 mix 1ml あたり以下の組成で用時調製し、使用時まで水中に保存した。

S9	0.3 ml
塩化マグネシウム（6水和物）	5 μ mol
塩化カリウム	33 μ mol
グルコース 6-リン酸	5 μ mol
β -NADP ⁺	4 μ mol
HEPES (pH 7.2)	4 μ mol
滅菌精製水	

5. 試験物質溶液

5.1 被験物質溶液

溶媒検討の結果、局方生理食塩液には 50 mg/ml で不溶、1% CMC-Na 水溶液には 50 mg/ml で均一に懸濁しなかった。DMSO には約 800 mg/ml、アセトンには 500 mg/ml でそれぞれ溶解した。その後の予備試験において、培養液中での被験物質の分散状態がアセトンを溶媒とした場合のほうが良好であったこと、また、DMSO での調製限界濃度で 50% 以上の細胞増殖抑制が認められない処理群があったことから、本被験物質の溶媒にはアセトンを使用した。

被験物質をアセトンに溶解させて最高濃度の 100 倍の被験物質溶液を用時調製した。これを溶媒を用いて希釈し、各濃度の 100 倍の被験物質溶液を調製した。なお、被験物質の秤量においては、純度換算（91.4%）を実施した。

5.2 陽性対照溶液

MMC は、局方生理食塩液で 3 μ g/ml に用時調製した。BP は、DMSO で 4 mg/ml に溶解し、凍結保存したものを室温で融解し使用した。

6. 細胞増殖抑制試験

染色体異常試験における適切な処理濃度を決定するために、細胞増殖抑制試験を実施した。

6.1 被験物質濃度

細胞増殖抑制試験に先立ち、連続処理法の 24 および 48 時間処理と短時間処理法の S9 mix 共存下について、5000, 500, 50 μ g/ml の 3 濃度で予備試験を実施した。この試験では、1 濃度あたり 1 枚のシャーレを用い、処理 24 または 48 時間後に細胞数をカウントした。

その結果、連続処理法の24時間処理では、5000 $\mu\text{g/ml}$ では陰性対照の35%程度、500 $\mu\text{g/ml}$ では5%未満、50 $\mu\text{g/ml}$ では50%程度であった。48時間処理では、5000 $\mu\text{g/ml}$ では陰性対照の15%程度、500 $\mu\text{g/ml}$ では生存細胞が認められず、50 $\mu\text{g/ml}$ では陰性対照の20%程度であった。短時間処理法のS9Mix共存下では、5000 $\mu\text{g/ml}$ では陰性対照の70%程度、500 $\mu\text{g/ml}$ では生存細胞が認められず、50 $\mu\text{g/ml}$ では陰性対照と差が認められなかった。

この結果より、連続処理法では300, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 $\mu\text{g/ml}$ の各7濃度、短時間処理法のS9 mix共存下では500, 400, 300, 200, 100, 50 $\mu\text{g/ml}$ の6濃度、S9 mix非共存下では500, 400, 300, 200, 100, 50, 25 $\mu\text{g/ml}$ の7濃度で細胞増殖抑制試験を実施した。

6.2 細胞処理

4×10^3 個/mlの細胞を6 cm シャーレあたり5 ml 播き、3日間培養した。

各シャーレから培養液を除去した後、連続処理法は、細胞を50 μl の被験物質溶液と5 ml の培養液にて24 および48時間処理した。

短時間処理法のS9 mix共存下は、細胞を30 μl の被験物質溶液と0.5 ml のS9 mix および2.5 ml の培養液にて6時間処理し、MEMで3回洗浄後新しい培養液5 ml で更に18時間培養した。S9 mix非共存下は、細胞を30 μl の被験物質溶液と3 ml の培養液にてS9 mix共存下と同様に処理した。

陰性対照として、被験物質溶液に使用する溶媒も同様に処理した。各濃度あたり2枚のシャーレを用いた。

6.3 細胞増殖率の測定

本被験物質は培養液中で油滴状に分離し、一部はシャーレの底に付着するため、細胞数の計測は、血球計算盤を用いて実施した。

細胞表面を Ca^{2+} 、 Mg^{2+} フリーのダルベッコのリン酸緩衝液(PBS(-)と略す、ダルベッコPBS「ニッスイ」；日水製薬(株))で一回洗浄し、0.25%トリプシン(溶媒：PBS(-))処理後、培養液を加え、ピペッティングすることにより細胞を剥離し、血球計算盤で細胞数を数えた。

6.4 50%細胞増殖抑制濃度(IC₅₀)の算出

連続処理法および短時間処理法のそれぞれについて、陰性対照値を100%として生存曲線を作成し、被験物質によるIC₅₀を算出した。IC₅₀は、50%細胞増殖抑制濃度

を挟む2点間で直線式を求め、この式より算出した。

7. 染色体異常試験

7.1 試験物質濃度

細胞増殖抑制試験の結果を図 1,2 に示す。

この結果より、連続処理法の 24 時間処理では 50, 25, 12.5, 6.25 $\mu\text{g/ml}$, 48 時間処理では 25, 12.5, 6.25, 3.13 $\mu\text{g/ml}$, 短時間処理法の S9 mix 共存下では 200, 100, 50, 25 $\mu\text{g/ml}$, S9 mix 非共存下では 80, 40, 20, 10 $\mu\text{g/ml}$ の各 4 濃度で染色体異常試験を実施した。

陽性対照である MMC および BP はそれぞれ、染色体異常誘発性が知られている 0.03 および 20 $\mu\text{g/ml}$ とした。

7.2 細胞処理

細胞を 6.2 と同様に処理した。陽性対照については、連続処理法では、細胞を 5 ml の培養液と 50 μl の MMC 溶液からなる液で、また、短時間処理法の S9 mix 共存下では 2.5 ml の培養液と 0.5 ml の S9 mix および 15 μl の BP 溶液、S9 mix 非共存下では 3 ml の培養液と 15 μl の BP 溶液からなる液で同様に処理した。

7.3 標本作製

処理終了の 2 時間前に、コルセミドを最終濃度が 0.1 $\mu\text{g/ml}$ となるように各シャーレに加え、分裂中期の細胞を蓄積させた。処理終了後、細胞表面を PBS(-) で 1 回洗浄した後、0.25 % トリプシン処理により細胞を剥離し、1000 rpm (最大遠心加速度、 $170 \sim 180 \times g$)、5 分間遠心分離 (以下同じ) により細胞を集めた。上清を除去し、これに 4 ml の 0.075 M 塩化カリウム溶液を加えて低張処理 (37 $^{\circ}\text{C}$, 15 分) を行った。更に、4 ml の冷却したメタノール・酢酸 (3:1) 混合液を加え細胞を固定した。遠心分離後固定液を捨て、新しい固定液を 4 ml 加えた。この操作を 3 ~ 4 回繰り返した。固定終了後、少量の固定液で細胞懸濁液を調製し、濡らした手ぬぐいにしたスライドガラス上の 2 箇所点滴下し、乾燥してスライド標本とした。これを 1/150 M リン酸緩衝液 (pH 6.8) で希釈した 3 % ギムザ溶液で 20 分間染色し、水洗、乾燥後、封入剤で封入して観察標本とした。各シャーレあたり 2 枚を作製した。

7.4 観 察

1) 予備鏡検

標本作製後、試験の適否確認のため予備鏡検を行った。

その結果、短時間処理法の S9 mix 共存下の 200 $\mu\text{g/ml}$ において、分裂中期細胞の数が 50 個未満であったため観察対象から除外し、残りの標本について観察を行った。

陰性対照および陽性対照については、各々構造異常細胞の出現状態が適切であることを確認した。

2) 分裂指数／分裂活性

予備鏡検時に、1枚のシャーレあたり 1000 個、各濃度あたり 2000 個の細胞について分裂中期細胞の数を数え、分裂指数を求めた。またこれを基に陰性対照と各処理群の分裂指数の比（分裂活性）を算出した。

3) 構造異常および数的異常

構造異常および数的異常について盲検法で観察を行った。

(1) 構造異常

染色体がよく拡がった分裂中期細胞を選び、構造異常の有無を調べた。原則として、正常細胞の観察は、 25 ± 2 本の染色体数をもつもののみを対象とした。異常の分類は以下の通りとした。

ギャップ	(染色分体型および染色体型を含む；g と略す)
染色分体型切断	(ctb と略す)
染色分体型交換	(cte と略す)
染色体型切断	(csb と略す)
染色体型交換	(二動原体、環状染色体など；cse と略す)
断片化	(frg と略す)

ギャップは、染色分体に見られる非染色部分が染色分体の軸上にあり、その幅が染色分体の幅以上で著しく離れておらず、非染色部分の形状が明確なものとし切断とは区別した。1枚のシャーレあたり 100 個、各濃度あたり 200 個の細胞を調べた。

(2) 数的異常

1枚のシャーレあたり 100 個、各濃度あたり 200 個の分裂中期細胞を調べ、核内倍加細胞を含む倍数体細胞数を計測した。

7.5 試験結果の判定基準

構造異常をもつ細胞数は、異常を1個以上もつ細胞を染色体異常細胞とし、ギャップのみの異常をもつ細胞を除いた場合(-g)と含めた場合(+g)の2通りの方法で集計した。

被験物質の染色体異常誘発性についての最終判定は、+gの構造異常および数的異常細胞の出現率が共に5%未満を陰性(-)、両方またはいずれかが5%以上10%未満を疑陽性(±)、いずれか一方または両方が10%以上を陽性(+)とした。なお、染色体異常の用量相関性を図示した。

結果

結果を表1～3および図3～6に示す。

いずれの処理条件においても、被験物質による染色体構造異常および数的異常細胞の出現率は5%未満であった。

一方、陽性対照による染色体構造異常細胞の出現率は著しく増加した。

考察および結論

(2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの染色体異常誘発性を検討するため、ほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験を実施した。その結果、染色体構造異常および数的異常細胞の出現率は、連続処理法の24時間処理で50 $\mu\text{g/ml}$ 、48時間処理で25 $\mu\text{g/ml}$ 、短時間処理法のS9 mix非共存下で80 $\mu\text{g/ml}$ 、共存下で100 $\mu\text{g/ml}$ において5%未満であった。

一方、陽性対照では染色体構造異常を有する細胞出現率の著しい増加が観察され、本試験が陽性対照に対して正常に反応していることが示された。

従って、(2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートのCHL/U細胞に対する染色体異常誘発性は陰性と結論した。

参考文献

- 1) 日本環境変異学会・哺乳動物試験分科会：“化学物質による染色体異常アトラス”
朝倉書店，東京，1988

表 1 染色体異常試験結果 (連続処理法)

被験物質名 : (2-エチルヘキシル)ジフェニルオキシエー

処理	処理時間 (h)	処理濃度 (μg/ml)	観察細胞数	倍數体數 (%)	判2) 定	ギヤップ	染色体構造異常細胞(1)の出現數と出現頻度 (%)						合計		判2) 定			
							ctb	cte	csb	cse	frg	-g	+g					
陰性対照 (アセトン)	24	0	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
	24	6.25	0	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
				100	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
				200	1(0.5)	-	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
被験物質	24	12.5	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
	24	25	0	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
				100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
				200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
48	3.13	0	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
	200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-	
48	6.25	0	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-
	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
	200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0	-	
陽性対照 (MMC)	24	0.03	100	0	-	1	14	9	0	0	0	0	0	0	0	21	21	
			100	0	-	0	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20
			200	0(0.0)	-	1(0.5)	27(13.5)	18(9.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	41(20.5)	41(20.5)
	100	0	-	0	6	12	4	1	0	0	0	0	0	0	22	22		
	100	0	-	0	8	20	1	0	0	0	0	0	0	0	26	26		
	200	0(0.0)	-	0(0.0)	14(7.0)	32(16.0)	5(2.5)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	48(24.0)	48(24.0)		

1) ctb: 染色分体型切斷, cte: 染色分体型交換, csb: 染色分体型交換, cse: 染色分体型交換, frg: 断片化
 2) 判定基準 (+gの集計値) 5%未満: -陰性, 5%以上10%未満: ±疑陽性, 10%以上: +陽性
 MMC: マイトマイシン C

表 2 染色体異常試験結果 (短時間処理法)

被験物質名: (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェート

処理	S9 mixの有無	処理濃度 (μg/ml)	観察細胞数	倍數体數 (%)	判2) 定	染色体構造異常細胞1)の出現數と出現頻度 (%)							合計	判2) 定	
						ギヤップ	ctb	cte	csb	cse	frg	-g			+g
陰性対照 (アセトン)	-	0	100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
			100	0	/	0	0	1	0	0	0	0	1	1	
			200	0(0.0)	/	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(1.0)	2(1.0)	/
			100	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			100	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			200	0(0.0)	/	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
被験物質	-	10	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			100	0	-	0	0	0	1	0	0	0	1	1	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	1(0.5)	
			100	0	-	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	1(0.5)	
	+	40	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	
+	25	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		100	1	-	0	0	0	1	0	0	0	1	1		
		200	1(0.5)	-	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	1(0.5)		
		100	0	-	0	1	0	1	0	0	0	2	2		
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(1.0)	2(1.0)		
+	50	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)		
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		100	1	-	0	1	1	0	0	0	0	2	2		
		200	1(0.5)	-	1(0.5)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(1.0)	2(1.0)			
細胞毒性	200	100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)		
		100	0	-	3	25	78	0	0	0	0	79	80		
		100	0	-	1	30	84	0	0	0	0	87	87		
		200	0(0.0)	-	4(2.0)	55(27.5)	162(81.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	166(83.0)	167(83.5)		
陽性対照 (BP)	+	20	100	0	-	0	0	0	1	0	0	1	1		
			100	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0		
			200	0(0.0)	-	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.5)	1(0.5)		
			100	0	-	3	25	78	0	0	0	0	79	80	
			100	0	-	1	30	84	0	0	0	0	87	87	
			200	0(0.0)	-	4(2.0)	55(27.5)	162(81.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	166(83.0)	167(83.5)	

1) ctb: 染色体分体型切斷, cte: 染色体分体型交換, csb: 染色体型交換, cse: 染色体型交換, frg: 断片化
 2) 判定基準 (+gの集計値) 5%未満: 一陰性, 5%以上10%未満: ±疑陽性, 10%以上: +陽性
 S9濃度 (5%), 被験物質処理時間 (6h) 被験物質処理後の細胞回復時間 (18h)
 BP: ベンゾ[a]ピレン

表 3 分裂指数

(1) 代謝活性化法によらない場合

処理	処理時間 (h)	処理濃度 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	観察 細胞数	分裂中期 細胞数	分裂指数 (%)	分裂活性 (%)
陰性対照 (アセトン)	24	0	2000	113	5.7	100
(2-エチルヘキ シル)ジフェ ニルフォスフェ ート	24	6.25	2000	116	5.8	103
	24	12.5	2000	129	6.5	114
	24	25	2000	98	4.9	87
	24	50	2000	8	0.40	7.1
陽性対照 (MMC)	24	0.03	2000	79	4.0	70
陰性対照 (アセトン)	48	0	2000	101	5.1	100
(2-エチルヘキ シル)ジフェ ニルフォスフェ ート	48	3.13	2000	86	4.3	85
	48	6.25	2000	109	5.5	108
	48	12.5	2000	89	4.5	88
	48	25	2000	34	1.7	34
陽性対照 (MMC)	48	0.03	2000	78	3.9	77

MMC : マイトマイシン C

(2) 代謝活性化法による場合

処理	S9Mix の有無	処理濃度 (μg/mL)	観察細胞数	分裂中期細胞数	分裂指数 (%)	分裂活性 (%)
陰性対照 (アセトン)	—	0	2000	132	6.6	100
(2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェート	—	10	2000	126	6.3	95
	—	20	2000	106	5.3	80
	—	40	2000	125	6.3	95
	—	80	2000	38	1.9	29
陽性対照 (BP)	—	20	2000	112	5.6	85
陰性対照 (アセトン)	+	0	2000	201	10.1	100
(2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェート	+	25	2000	215	10.8	107
	+	50	2000	170	8.5	85
	+	100	2000	172	8.6	86
	+	200	2000	35	1.8	17
陽性対照 (BP)	+	20	2000	31	1.6	15

BP : ベンゾ [a] ピレン

図1 (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの細胞毒性
(連続処理法)

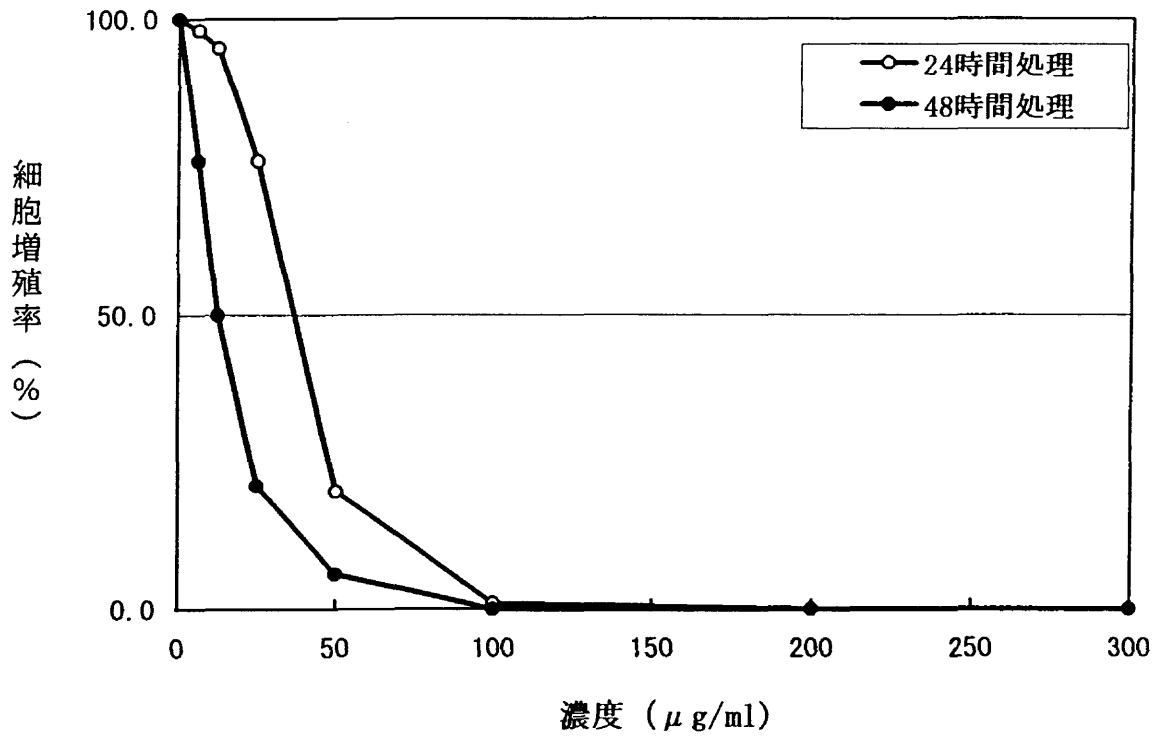


図2 (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの細胞毒性
(短時間処理法)
(6時間処理, 18時間回復)

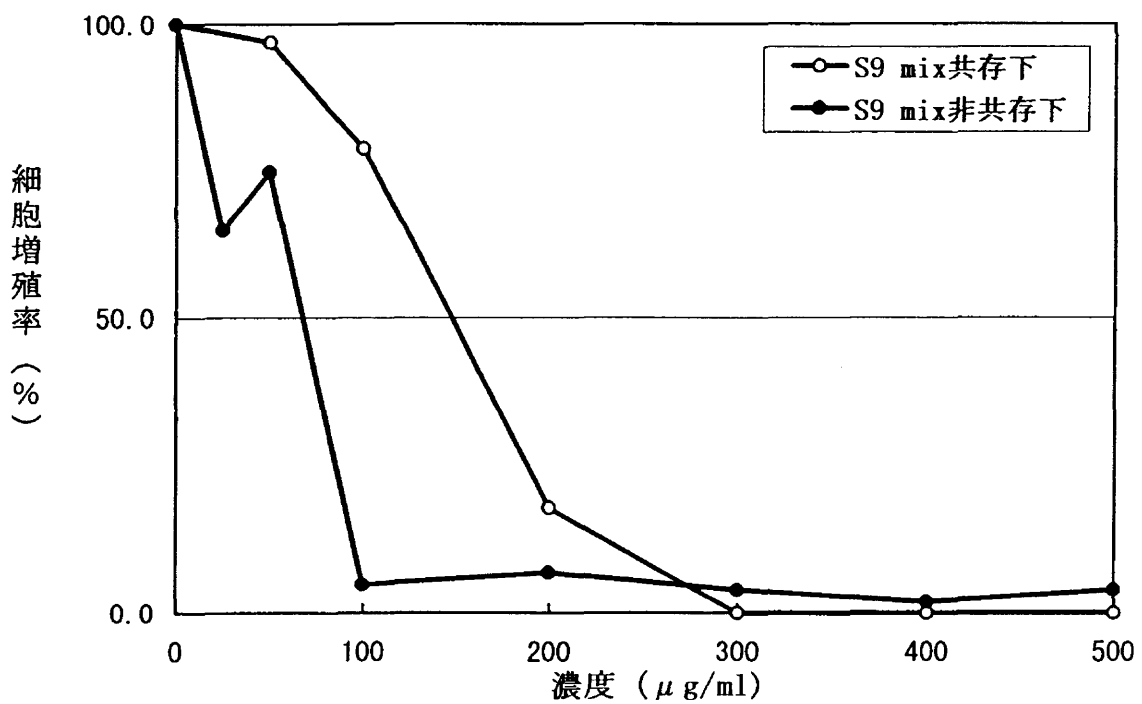


図3 (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの構造異常細胞出現頻度
(連続処理法)

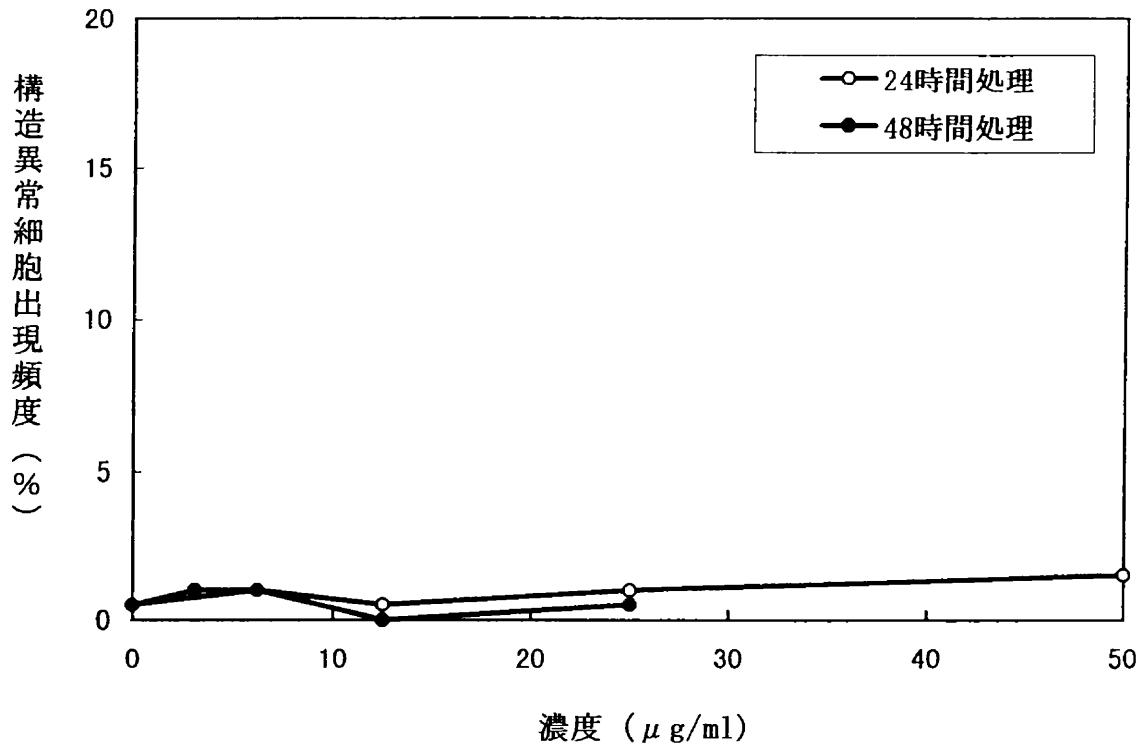


図4 (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの構造異常細胞出現頻度
(短時間処理法)

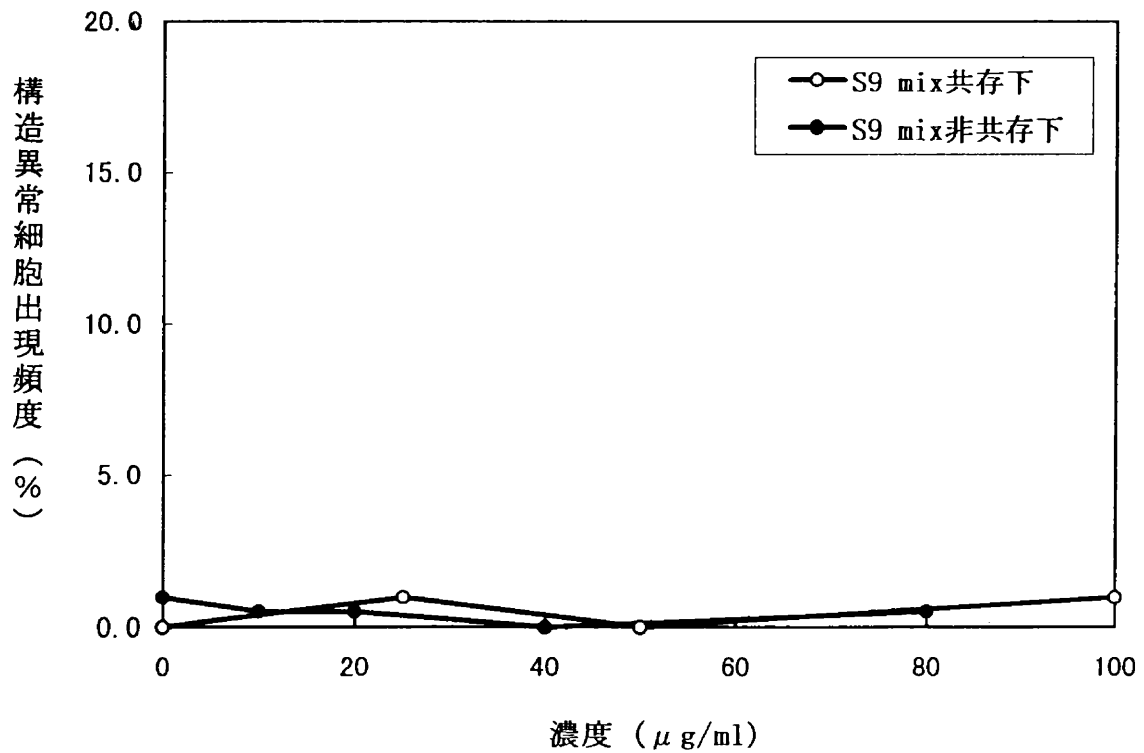


図5 (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの倍数体細胞出現頻度
(連続処理法)

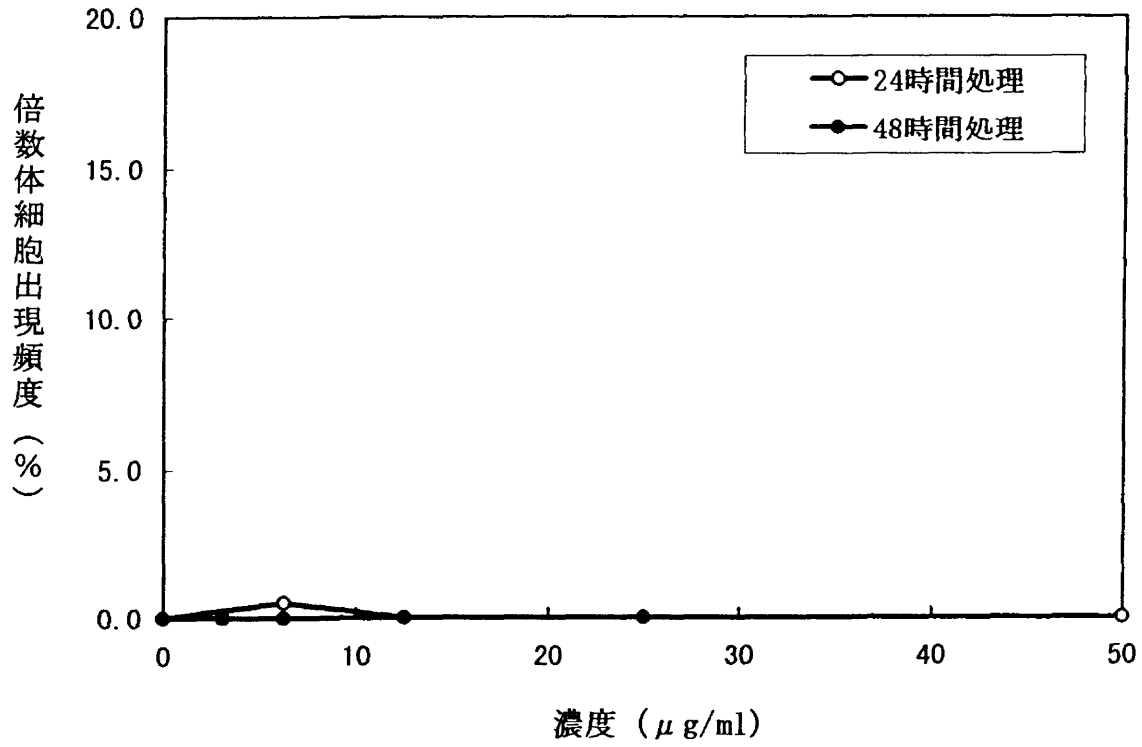


図6 (2-エチルヘキシル)ジフェニルフォスフェートの倍数体細胞出現頻度
(短時間処理法)

