

最終報告書

表 題： ジベンゾチオフェンのほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験

試験番号：SR05342

株式会社 化合物安全性研究所

陳 述 書

表題：ジベンゾチオフェンのほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験

試験番号：SR05342

1. 本試験はGLP基準「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」(平成15年11月21日薬食発第1121003号・平成15・11・17製局第3号・環保企発第031121004号厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)および『「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」の一部改正について』(平成17年4月1日薬食発第0401003号・平成17・03・04製局第1号・環保企発第050401003号厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)に従い、試験方法は「新規化学物質等に係る試験の方法について」(平成15年11月21日薬食発第1121002号・平成15・11・13製局第2号・環保企発第031121002号厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)、『「新規化学物質等に係る試験の方法について」の一部改正について』(平成18年11月20日薬食発第1120001号・平成18・11・13製局第2号・環保企発第061120001号厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)およびOECD試験法ガイドライン (OECD Guideline for The Testing of Chemicals; *In Vitro* Mammalian Chromosome Aberration Test (473), 21st July 1997)に基づいて実施したものであります。
2. 本試験は、試験計画書に従って実施し、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は認められませんでした。

株式会社 化合物安全性研究所

試験責任者

2010年2月25日

信 頼 性 保 証 書

表題：ジベンゾチオフェンのほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験

試験番号：SR05342

本試験は、株式会社 化合物安全性研究所 QAUによって、下記のとおり査察された。

| 査 察 段 階 | 査 察 日 | 試 験 責 任 者 への 報 告 日 | 運 営 管 理 者 への 報 告 日 |
|----------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 試験計画書 | 2006年6月30日 | 2006年6月30日 | 2006年6月30日 |
| 試験計画書変更書(No.1) | 2006年7月7日 | 2006年7月7日 | 2006年7月10日 |
| 試験計画書変更書(No.2) | 2008年4月16日 | 2008年4月16日 | 2008年4月16日 |
| 被験物質の受入・表示・保存 | 2006年6月30日 | 2006年6月30日 | 2006年6月30日 |
| 被験物質の調製 | 2006年7月10日 | 2006年7月10日 | 2006年7月10日 |
| 試験の実施 | 2006年7月10日 | 2006年7月10日 | 2006年7月10日 |
| 標本作製 | 2006年7月27日 | 2006年7月27日 | 2006年7月27日 |
| 観察 | 2006年9月25日 | 2006年9月25日 | 2006年9月25日 |
| 生データ | 2008年4月19日 | 2008年4月19日 | 2008年4月19日 |
| 最終報告書(草案)：図表 | 2008年4月18日 | 2008年4月19日 | 2008年4月19日 |
| 最終報告書(草案)：本文 | 2008年4月19日 | 2008年4月19日 | 2008年4月19日 |
| 最終報告書 | 2010年2月25日 | 2010年2月25日 | 2010年2月25日 |

1. 本試験は、「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」(平成15年11月21日薬食発第1121003号・平成15・11・17製局第3号・環保企発第031121004号 厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)、『「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」の一部改正について』(平成17年4月1日薬食発第0401003号・平成17・03・04製局第1号・環保企発第050401003号 厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)、「新規化学物質等に係る試験の方法について」(平成15年11月21日薬食発第1121002号・平成15・11・13製局第2号・環保企発第031121002号 厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)、『「新規化学物質等に係る試験の方法について」の一部改正について』(平成18年11月20日薬食発第1120001号・平成18・11・13製局第2号・環保企発第061120001号 厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)および OECD 試験法ガイドライン (OECD Guideline for The Testing of Chemicals; *In Vitro* Mammalian Chromosome Aberration Test (473), 21st July 1997) に従い実施された。
2. 本試験は、試験計画書に従って実施され、また、本報告書には当該試験に使用した方法および手順が正確に記載されており、試験成績には当該試験の実施過程において得られた生データが正確に反映していることを確認した。

株式会社 化合物安全性研究所

QAU責任者

2010年 2月 25日

目 次

| | 頁 |
|--|----|
| 表紙 | 1 |
| 陳述書 | 2 |
| 信頼性保証書 | 3 |
| 目次 | 4 |
| 表題・試験番号・試験目的・試験実施基準および試験法ガイドライン・試験委託者・ 試験施設 | 6 |
| 試験責任者・試験従事者およびその業務分担・試験期間 | 7 |
| 要約 | 8 |
| 緒言 | 9 |
| 材料および方法 | 9 |
| 成績 | 18 |
| 考察 | 20 |
| 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 | 21 |
| 資料の保存 | 21 |
| 試験責任者の記名なつ印 | 21 |
| Tables and Figure | |
| Table 1 Effects of dibenzothiophene on growth rate of CHL/IU with or without metabolic activation (preliminary test) | 22 |
| Figure 1 Effects of dibenzothiophene on growth rate of CHL/IU with or without metabolic activation (preliminary test) | 23 |
| Table 2 Effects of dibenzothiophene on growth rate of CHL/IU with or without metabolic activation (chromosomal aberration test) | 24 |
| Table 3-1 Results of the chromosomal aberration test of dibenzothiophene (6 hours treatment without metabolic activation) | 25 |
| Table 3-2 Results of the chromosomal aberration test of dibenzothiophene (6 hours treatment with metabolic activation) | 26 |
| Table 3-3 Results of the chromosomal aberration test of dibenzothiophene (24 hours treatment without metabolic activation) | 27 |

Appendices

| | | |
|------------|------------------------------|----|
| Appendix 1 | 試験成績書(平成 18 年 4 月 11 日)..... | 28 |
| Appendix 2 | 試験成績書(平成 19 年 4 月 9 日)..... | 29 |

表題 : ジベンゾチオフェンのほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験

試験番号 : S R 0 5 3 4 2

試験目的 : チャイニーズハムスター肺由来細胞 (CHL/IU) を用いて、ジベンゾチオフェンの *in vitro* における染色体異常誘発性を検討することを目的とした。

試験実施基準および試験法ガイドライン

試験実施基準 (GLP) : 「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」(平成 15 年 11 月 21 日薬食発第 1121003 号・平成 15・11・17 製局第 3 号・環境企発第 031121004 号 厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知) および『「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」の一部改正について』(平成 17 年 4 月 1 日薬食発第 0401003 号・平成 17・03・04 製局第 1 号・環境企発第 050401003 号 厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)

試験法ガイドライン : 「新規化学物質等に係る試験の方法について」(平成 15 年 11 月 21 日薬食発第 1121002 号・平成 15・11・13 製局第 2 号・環境企発第 031121002 号厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知)、『「新規化学物質等に係る試験の方法について」の一部改正について』(平成 18 年 11 月 20 日薬食発第 1120001 号・平成 18・11・13 製局第 2 号・環境企発第 061120001 号厚生労働省医薬食品局長・経済産業省製造産業局長・環境省総合環境政策局長連名通知) および OECD 試験法ガイドライン (OECD Guideline for The Testing of Chemicals; *In Vitro* Mammalian Chromosome Aberration Test (473), 21st July 1997)

試験委託者

名称 : 厚生労働省 医薬食品局 審査管理課 化学物質安全対策室

所在地 : 東京都千代田区霞が関 1-2-2 (〒100-8916)

試験施設

名称 : 株式会社 化合物安全性研究所

所在地 : 札幌市清田区真栄 363 番 24 (〒004-0839)

運営管理者 : XXXXXXXXXX

試験責任者

氏名

所属

: 株式会社 化合物安全性研究所 安全性研究部門

試験従事者およびその業務分担

被験物質管理

試験操作

試験期間

試験開始日 : 2006年6月30日

実験開始日 : 2006年7月10日

予備試験

被験物質処理 : 2006年7月10日

細胞の固定・染色 : 2006年7月11日

本試験

被験物質処理 : 2006年7月24日

標本作製 : 2006年7月25日

標本観察 : 2006年9月25日～2006年10月4日

実験終了日 : 2006年10月4日

試験終了日 : 2010年2月25日

要 約

ジベンゾチオフェンの *in vitro* における染色体異常誘発性を、チャイニーズハムスター肺由来細胞(CHL/1U)を用いて検討した。試験は、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および代謝活性化による場合ならびに連続処理法の24-0 h処理による場合の3系列で実施した。

予備試験(細胞増殖抑制試験：14.5～1850 µg/mL)の結果、各系列で細胞増殖抑制が認められた。短時間処理法の代謝活性化による場合では、その細胞増殖抑制は50%を越えるものではなく、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の24-0 h処理による場合では、50%を越える細胞増殖抑制が認められ、IC₅₀値はそれぞれ50.1および43.7 µg/mLであった。

被験物質の析出が、各系列において試験液の処理開始時の116 mg/mL以上あるいは463 µg/mL以上の用量および処理終了時の57.8 µg/mL以上の用量で観察された。

被験物質による培養液pHへの影響は観察されなかった。

予備試験の結果より、本試験(染色体異常試験)の用量として、短時間処理法の代謝活性化による場合では10 mM相当濃度の1850 µg/mLを最高用量とし以下公比2で計6用量を、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の24-0 h処理による場合では、IC₅₀より高用量を最高用量としIC₅₀付近の用量を細かく設定した計8用量を設定した。

本試験(染色体異常試験)の結果、染色体の構造異常および数的異常の出現率は、短時間処理法の代謝活性化によらない場合(評価用量：43.4、50.6、57.8および86.9 µg/mL)、短時間処理法の代謝活性化による場合(116、231、463、925および1850 µg/mL)ならびに連続処理法の24-0 h処理による場合(7.23、14.5、28.9、38.5、48.2および57.8 µg/mL)のいずれの用量においても5%未満であった。

陽性対照群における染色体の構造異常の出現率は各系列において明確な陽性値を示し、本試験系が適切な感受性を有していたことが確認された。

以上のことから、ジベンゾチオフェンは本試験条件においてほ乳類の培養細胞に対し染色体異常誘発性を有しないと判断した。

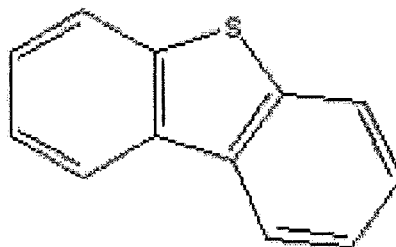
緒言

ジベンゾチオフェンの *in vitro* における染色体異常誘発性を検討する目的で、チャイニーズハムスター肺由来細胞 (CHL/IU) を用いる染色体異常試験を実施した。

材料および方法

1. 被験物質

| | |
|----------|--------------------|
| 名称 | : ジベンゾチオフェン |
| 英名 | : Dibenzothiophene |
| CAS No. | : 132-65-0 |
| 化学物質番号 | : 化審法 5-3352 |
| 示性式(構造式) | : $C_{12}H_8S$ |



| | |
|---------|--|
| 分子式 | : $C_{12}H_8S$ |
| 分子量 | : 184.26 (分子式より算出) |
| 物理化学的性質 | : 外観 ; 特異臭、白色-淡橙色、結晶性粉末 融点 ; 99.2°C 沸点 ; 332~333°C、332.5°C 蒸気圧 ; 2.04E-06 mmHg (25°C) LogPOW ; 4.38 溶解性 ; 水に微溶、エタノールに易溶、ジエチルエーテル、ベンゼンに可溶 試験施設での溶解性確認において、被験物質はジメチルスルホキシドに 250 mg/mL の濃度まで溶解することが確認された。 |
| ロット番号 | : 706W2267 |
| 純度 | : 99.1% (Appendix 1) |

不純物の名称およびその濃度：不明

製造者：名称；関東化学株式会社

所在地；東京都中央区日本橋本町 3-2-8 (〒103-0023)

入手量：25 g

安定性：実験終了後に、残余被験物質について製造者が実施した純度に関する分析成績を入手し(Appendix 2)、実験期間中の安定性を確認した。

保存条件：容器は密栓して冷暗所(実測範囲：1~8℃)に保管した。

取扱上の注意：手袋およびマスクを着用し、クリーンベンチ内で取り扱った。粉塵等を吸入しないよう注意し、皮膚との接触も避け、着衣等に付着しないように注意した。

残余被験物質の処置：残余被験物質は、焼却処分するために、産業廃棄物として回収した。

2. 被験物質の調製

被験物質を精秤し、ジメチルスルホキシド(ロット番号 SL045、株式会社同仁化学研究所)を用いて溶解し、185 mg/mL 調製液を調製した。

予備試験では、185 mg/mL 調製液からジメチルスルホキシドを用いて公比 2 で段階希釈し、92.5、46.3、23.1、11.6、5.78、2.89 および 1.45 mg/mL 調製液を調製した。

本試験では、185 mg/mL 調製液からジメチルスルホキシドを用いて公比 2 で段階希釈し 92.5、46.3、23.1、11.6、5.78、2.89、1.45 および 0.723 mg/mL 調製液を、また、直接希釈により 8.69、5.06、4.82、4.34、3.85 および 3.62 mg/mL 調製液を調製した。

調製液の安定性では、予備試験および本試験ともに、被験物質調製時の目視確認において媒体の反応性(変色、発熱、発泡等)はみられなかった。

被験物質調製液は、予備試験では調製後 0.8 時間以内に、本試験では調製後 1.2 時間以内に使用した。

残余調製液は、焼却処分するために、産業廃棄物として回収した。

3. 陰性対照物質

陰性対照物質として、被験物質の媒体のジメチルスルホキシド(ロット番号 SL045、株式会社同仁化学研究所)を使用した。陰性対照物質は、モレキュラーシーブを用いて脱水処理を行い原液のまま使用した。

4. 陽性対照物質

代謝活性化によらない場合の陽性対照物質として、マイトマイシンC(ロット番号 413ACF、協和醗酵工業株式会社)を使用した。マイトマイシンCは、購入後室温で保存し、日本薬局方注射

用水(ロット番号 5A87、株式会社大塚製薬工場)を用いて 5 および 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の濃度に調製した。購入したマイトマイシンCは、1 瓶中に日局マイトマイシンCを 2 mg(力価)含有しており、調製の際には 1 mg(力価)を 1 mg として換算した。

代謝活性化法による場合の陽性対照物質として、ベンゾ[a]ピレン(ロット番号 KLM1182、和光純薬工業株式会社)を使用した。ベンゾ[a]ピレンは、購入後冷所(2~8°C)で保存し、ジメチルスルホキシド(ロット番号 SF074、株式会社同仁化学研究所)を用いて 1 mg/mL の濃度に調製した。なお、購入したベンゾ[a]ピレンの含量は 101.0%であった。

陽性対照物質の各調製液は-20°C以下で分注凍結保存し、調製後 10 ヶ月以内に試験に使用した(使用期限は調製後 1 年)。保存調製液は解凍後 0.6 時間以内に使用し、それぞれプレート内の液に対し 1 vol%の割合で添加した。

5. 試験系

試験系として、2005 年 5 月 17 日に大日本製薬株式会社より継代数 14 で入手した CHL/IU を使用した。CHL/IU は、雌性の新生チャイニーズハムスターの肺に由来し、染色体数(モード)は 25 本(2n=22)、倍加時間の測定値は 13.6 時間である。本細胞は、増殖速度、継代における染色体の安定性、染色体標本の観察の容易さおよび既知の変異原物質に対する感受性を考慮して選択した。

細胞の保存に際しては、10 vol%ジメチルスルホキシドを含む培地を用いて 1×10^6 cells/mL 細胞浮遊液を調製し、1 mL ずつアンプルに分注したものを漸次冷却して凍結させた後、液体窒素内に収納した。解凍後は、75 cm^2 培養フラスコを用いて 5.0%CO₂、37.0°Cに設定した CO₂ インキュベーター(MCO-175、三洋電機株式会社)内で培養し、3 または 4 日毎に継代を行った。試験では、継代数 17(予備試験)あるいは 21(本試験)の細胞を使用した。

6. 培地

イーグル MEM 培地を以下の割合で混合し調製した。

イーグル MEM 培地(Code 05902、ロット番号 50851211、日水製薬株式会社)9.4 g を日本薬局方注射用水(ロット番号 5L88、株式会社大塚製薬工場)に溶解し、さらにフェノールレッド(ロット番号 PKF3307、和光純薬工業株式会社)6 mg を加え、全量を 1 L とした。オートクレーブ滅菌後、室温まで冷却し、滅菌済みの炭酸水素ナトリウム(試薬特級、ロット番号 609F1546、関東化学株式会社)溶液で pH7.2~7.4 に調整し、ろ過除菌した L-グルタミン溶液(試薬特級、L-グルタミン:ロット番号 EWR5134、和光純薬工業株式会社)を 0.292 g/L となるように添加した。さらに牛胎児血清(ロット番号 1299355、GIBCO)を最終調製量の 10%になるように加えた。なお、牛胎児血清は 56°C で 30 分間非働化した後に使用した。

7. S9 mix

S9 mix はキッコーマン株式会社より購入し(ロット番号 CAM-542、2006年4月21日製造)、 -80°C 以下で凍結保存したものを、製造日より4ヵ月以内(使用期限：製造後6ヵ月)に使用した。

S9 mix は、フェノバルビタールおよび5,6-ベンゾフラボンの腹腔内投与で酵素誘導したSlc:SD系ラット(雄、7週齢)の肝ホモジネートより調製したS9 1.05 mLに、コファクターミックス 2.45 mLを加え、次表の組成に調製されたものである。

| S9 mix 1 mL中の組成 | | |
|-------------------|--|----------------------------|
| S9 | (キッコーマン株式会社製 RAA-542、S9 中蛋白含量 25.48 mg/mL) | 0.3 mL |
| MgCl ₂ | (和光純薬工業株式会社 SDN0075) | 5 μmol /0.1 mL |
| KCl | (和光純薬工業株式会社 WAE3815) | 33 μmol /0.1 mL |
| G-6-P | (オリエンタル酵母工業株式会社 115601) | 5 μmol /0.1 mL |
| NADP | (オリエンタル酵母工業株式会社 045518) | 4 μmol /0.1 mL |
| HEPES 緩衝液 | (株式会社同仁化学研究所 FX115) | 4 μmol /0.2 mL |
| 蒸留水 | | 0.1 mL |

8. 試験方法

(1) 予備試験

1) 試験群

短時間処理法の代謝活性化によらない場合および代謝活性化による場合ならびに連続処理法の24-0 h処理による場合の3系列について実施した。

被験物質の最高用量は、10 mM相当値(被験物質の分子量 184.26)の1850 $\mu\text{g/mL}$ とし、以下公比2で低下させた計8用量(1850、925、463、231、116、57.8、28.9および14.5 $\mu\text{g/mL}$)の試験群を設定した。更に、試験系列毎に陰性対照群を設定した。

各群につき2枚のプレートを使用し、各プレートには識別番号を明記した。

2) 細胞の播種

直径60 mmの培養プレートに、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の24-0 h処理による場合では 0.4×10^4 cells/mL、短時間処理法の代謝活性化による場合では 0.6×10^4 cells/mLの細胞浮遊液をそれぞれ5 mLずつ播種し、5.0%CO₂、37.0°Cに設定したCO₂インキュベーター内で培養した。

3) 短時間処理法の代謝活性化によらない場合

細胞播種後3日目に、プレートの培養液を除去し、培養液3 mLに対して試験液を30 μL の割合で試験チューブ内で混合し、その混合液3 mLをプレートに添加し6時間培養した。6時

間経過後に、プレート内の液を除去して Ca^{2+} および Mg^{2+} フリーの Dulbecco のリン酸緩衝液で細胞を洗い、新鮮な培地 5 mL を加えて更に 18 時間培養した。

4) 短時間処理法の代謝活性化による場合

細胞播種後 3 日目に、プレートの培養液を除去し、S9 mix 0.5 mL および培養液 2.5 mL の混和液に対し試験液を 30 μL の割合で試験チューブ内で混合し (S9 の最終濃度約 5 vol%)、その混合液 3 mL をプレートに添加し 6 時間培養した。6 時間経過後に、プレート内の液を除去して Ca^{2+} および Mg^{2+} フリーの Dulbecco のリン酸緩衝液で細胞を洗い、新鮮な培地 5 mL を加えて更に 18 時間培養した。

5) 連続処理法の 24-0 h 処理による場合

細胞播種後 3 日目に、プレートの培養液を除去し、培養液 5 mL に対して試験液を 50 μL の割合で試験チューブ内で混合し、その混合液 5 mL をプレートに添加した。更に、24 時間培養した。

6) 被験物質の析出の有無の確認

試験液による処理の開始時と終了時に、被験物質の析出の有無を目視確認した。

7) 被験物質による培養液 pH への影響の有無の確認

試験液による処理の開始時と終了時に、培養液色の変化の有無を目視確認した。培養液色に変化が認められない場合には、被験物質による培養液 pH への影響は無いものと判断した。なお、被験物質の析出が著しい場合には、pH 試験紙 (BTB、東洋濾紙株式会社) で培養液の pH を確認した。

8) 細胞増殖率の測定および 50%細胞増殖抑制濃度 (IC_{50}) の算出

培養終了後、プレート内の液を除去して Ca^{2+} および Mg^{2+} フリーの Dulbecco のリン酸緩衝液で細胞を洗い、10%ホルマリンで約 10~15 分間固定した後、0.1 w/v% クリスタルバイオレットで約 10~15 分間の染色を行った。染色後、水道水を入れた水槽内でプレートを洗浄して風乾させた。対照群のプレートを 100% として、各プレートの細胞増殖率を単層培養細胞密度測定装置 (MONOCELLATER II、東洋測器株式会社) で測定した。細胞増殖率が 50% 以下まで低下した場合には、用量を対数化した回帰計算により 50%細胞増殖抑制濃度 (IC_{50}) を算出した。

(2) 本試験

1) 試験群

予備試験の結果、50%以上の細胞増殖抑制がみられなかった短時間処理法の代謝活性化による場合では、10 mM 相当濃度の 1850 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を最高用量とし以下公比 2 で計 6 用量を設定した。50%以上の細胞増殖抑制がみられた短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続

処理法の 24-0 h 処理による場合では、IC₅₀ より高用量を最高用量とし IC₅₀ 付近の用量を細かく設定した計 8 用量を設定した。

陽性対照群を除く各群にはサテライト群 2 枚を加えた 4 枚のプレートを使用し、陽性対照群では 2 枚のプレートを使用した。各プレートには識別番号を明記した。

2) 細胞の播種

8. 試験方法、(1) 予備試験、2) 細胞の播種と同様の方法で実施した。

3) 短時間処理法の代謝活性化によらない場合

8. 試験方法、(1) 予備試験、3) 短時間処理法の代謝活性化によらない場合と同様の方法で実施した。

4) 短時間処理法の代謝活性化による場合

8. 試験方法、(1) 予備試験、4) 短時間処理法の代謝活性化による場合と同様の方法で実施した。

5) 連続処理法の 24-0 h 処理による場合

8. 試験方法、(1) 予備試験、5) 連続処理法の 24-0 h 処理による場合と同様の方法で実施した。

6) 被験物質の析出の有無の確認

8. 試験方法、(1) 予備試験、6) 被験物質の析出の有無の確認と同様の方法で実施した。

7) 被験物質による培養液 pH への影響の有無の確認

8. 試験方法、(1) 予備試験、7) 被験物質による培養液 pH への影響の有無の確認と同様の方法で実施した。

8) 細胞増殖率の測定

8. 試験方法、(1) 予備試験、8) 細胞増殖率の測定および 50% 細胞増殖抑制濃度 (IC₅₀) の算出と同様の方法で実施した。IC₅₀ は算出しなかった。

9) 染色体標本の作製

培養終了の 2 時間前に、各プレートに最終濃度 0.2 μg/mL のコルセミド (ロット番号 1294210、GIBCO) を加えた。培養終了時間に、プレート内の液をそれぞれ遠沈管に回収し、各プレートを 0.02% EDTA-0.25% トリプシン (0.5M EDTA : ロット番号 1118913、GIBCO、2.5% トリプシン : ロット番号 1277362、GIBCO) で処理して細胞を剥離させ、得られた細胞浮遊液を同上の遠沈管に回収して 1000 rpm で 5 分間遠心分離した。上清を除去し、0.075 mol/L 塩化カリウム (ロット番号 403F1156、関東化学株式会社) を加え、穏やかにピペティングを繰り返しながら常温で 30 分間放置し細胞を膨満化させた。氷冷したカルノア固定液 (メタノール : 酢酸 = 3 : 1、メタノール : ロット番号 710W1101、関東化学株式会社、酢酸 : ロット番号 ASE7431、和光純薬

工業株式会社)を加えて細胞を固定した後、1000 rpm で 5 分間遠心分離して上清を除去し、新しいカルノア固定液を加えた。細胞の固定操作を 3 回繰り返した後、細胞浮遊液をスライドグラス上に滴下し、一夜以上自然乾燥させた。各プレートより、2 枚の染色体標本を作製した。

各スライドは、2%ギムザ液(ギムザ液：ロット番号 SR014、和光純薬工業株式会社、インスタントリン酸緩衝液(pH7.2)：ロット番号 A636、株式会社三菱化学ヤトロン)で 20 分間染色し、水洗および風乾の後、封入剤(マリノール、ロット番号 0501201、武藤化学薬品株式会社)で封入した。

10) 染色体標本の観察

標本観察の前に各用量の各プレートにつき 2 枚の標本を選択してブラインド化した。

観察用量として、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合では、細胞増殖率が 50%未満で標本の観察が可能な用量を高用量とする 4 あるいは 6 用量を選択し、短時間処理法の代謝活性化による場合では、最高用量からの 5 用量を選択した。すなわち、短時間処理法の代謝活性化によらない場合では 43.4、50.6、57.8 および 86.9 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の用量を、短時間処理法の代謝活性化による場合では 116、231、463、925 および 1850 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の用量を、連続処理法の 24-0 h 処理による場合では 7.23、14.5、28.9、38.5、48.2 および 57.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の用量を選択した。

総合倍率 1000 倍の顕微鏡(BX51TF、オリンパス光学工業株式会社)で、1 枚あたり 100 個の分裂中期像を選択して観察し、以下の分類に従って染色体異常の判定を行った。構造異常については 25 \pm 2 本の染色体をもつものを観察対象とした。

①構造異常(structural aberration)

・染色体分体切断(ctb: chromatid break)

染色体分体のはっきりした不連続部分(切断部分)で、不連続部分が染色体分体の幅以上である場合、あるいは切断片が染色体分体の長軸線上から外れている場合に染色体分体切断として判定した。

・染色体分体交換(cte: chromatid exchange)

染色体分体の 2 ヶ所以上の切断部位が相互に交換(結合反応)しているものを染色体分体交換として判定した。

・染色体切断(csb: chromosome break)

両方の染色体分体の同じ位置に切断が生じている場合に、染色体切断として判定した。切断の判定基準は、染色体分体切断に準じた。

・染色体交換(cse: chromosome exchange)

両方の染色体分体の同じ位置で同じ方向に交換が生じている場合に、染色体交換として判定した。

- ・その他(others)

その他の構造異常として、断片化(fragmentation)がある。一つの分裂中期像のほとんど全ての染色体に切断やギャップが現れ、交換型の異常が含まれていない場合に断片化として判定した。

- ②ギャップ(gap)

染色分体あるいは染色体上に生じた非染色部分(染色性が全くみられない部分)で、非染色部分の幅が染色分体の幅より狭い場合にギャップとして判定した。

- ③数的異常(numerical aberration)

- ・倍数体(poly: polyploid)

染色体数(25 ± 2)が倍加し、三倍体、四倍体等になったものを倍数体として判定した。

- ・その他(others)

その他の数的異常として核内倍加がある。倍加した染色体が分離せずに平行に並んでいる場合に核内倍加(end: endoreduplication)と判定し、倍数体とは区別した。

11) 観察結果の集計方法

プレート毎に以下の細胞出現数を求め、試験群毎にその合計値を算出した。更に、構造異常および数的異常の total については、それぞれ出現率(%)を求めた。出現率(%)は、観察した細胞数(分裂中期像の数)に対する出現数の百分率で算出した。

- ①構造異常について

- ・ctb: 染色分体切断をもつ細胞数
- ・cte: 染色分体交換をもつ細胞数
- ・csb: 染色体切断をもつ細胞数
- ・cse: 染色体交換をもつ細胞数
- ・others: その他の構造異常をもつ細胞数
- ・total: 何らかの構造異常をもつ細胞数

- ②ギャップについて

- ・gap: ギャップをもつ細胞数

- ③数的異常について

- ・poly: 倍数体の細胞数
- ・others: その他の数的異常をもつ細胞数
- ・total: 何らかの数的異常をもつ細胞数

9. 試験結果の評価

構造異常または数的異常の total の出現率(%)が10%以上増加し、その出現様式に用量依存性がみられる場合、あるいは5%以上増加する結果について確認試験により再現性がみられる場合を陽性、それ以外を陰性とし、統計学的手法は用いなかった。

D₂₀値(細胞の20%に異常が認められる濃度)は、いずれの系列においても異常細胞の5%以上の出現はみられなかったことから算出しなかった。

成 績

1. 予備試験

細胞増殖率の結果を Table 1 および Figure 1 に、被験物質の析出および培養液 pH への影響の結果を Table 1 に示す。

各系列で細胞増殖抑制が認められた。短時間処理法の代謝活性化による場合では、その細胞増殖抑制は 50% を越えるものではなかった。短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合ではともに 57.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量で 50% を越える細胞増殖抑制が認められ、 IC_{50} 値はそれぞれ 50.1 および 43.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ であった。

被験物質の析出が、試験液処理開始時では短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合の 463 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量ならびに短時間処理法の代謝活性化による場合の 116 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量で観察され、試験液処理終了時では各系列とも 57.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量で観察された。

被験物質による培養液 pH への影響は観察されなかった。

2. 本試験

本試験の細胞増殖率、被験物質の析出および培養液 pH への影響の結果を Table 2 に、染色体異常誘発性の評価結果を Table 3-1~3-3 に示す。

染色体異常誘発性と同時に評価したサテライト群における細胞増殖への影響の検討では、各系列で細胞増殖抑制がみられた。短時間処理法の代謝活性化による場合では、その細胞増殖抑制は 50% を越えるものではなかった。短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合では、86.9 あるいは 57.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量で 50% を越える細胞増殖抑制が認められた。

被験物質の析出が、試験液処理開始時では短時間処理法の代謝活性化による場合の 116 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量で観察され、試験液処理終了時では短時間処理法の代謝活性化によらない場合および代謝活性化法による場合の 57.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量ならびに連続処理法の 24-0 h 処理による場合の 48.2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上の用量で観察された。

被験物質による培養液 pH への影響は観察されなかった。

染色体の構造異常および数的異常の出現率は、短時間処理法の代謝活性化によらない場合(43.4、50.6、57.8 および 86.9 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、短時間処理法の代謝活性化による場合(116、231、463、925 および 1850 $\mu\text{g}/\text{mL}$)ならびに連続処理法の 24-0 h 処理による場合(7.23、14.5、28.9、38.5、48.2 および 57.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$)のいずれの用量においても 5%未満であった。

陽性対照群の染色体の構造異常の出現率は、短時間処理法の代謝活性化によらない場合が 47.0%、短時間処理法の代謝活性化による場合が 30.0%および連続処理法の 24-0 h 処理による場合が 47.5%であった。

考 察

ジベンゾチオフェンの *in vitro* における染色体異常誘発性を、チャイニーズハムスター肺由来細胞 (CHL/IU) を用いて検討した。

予備試験 (細胞増殖抑制試験) の結果、各系列で細胞増殖抑制が認められた。短時間処理法の代謝活性化による場合の抑制は 50% を越えるものではなかったが、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合では 50% を超える細胞増殖抑制が認められた。予備試験の結果より、本試験 (染色体異常試験) の用量として、短時間処理法の代謝活性化による場合では 10 mM 相当濃度の 1850 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を最高用量とし以下公比 2 で計 6 用量を、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合では、 IC_{50} より高用量を最高用量とし IC_{50} 付近の用量を細かく設定した計 8 用量を設定した。

本試験の結果、染色体の構造異常ならびに数的異常の出現率は各系列のいずれの用量も 5% 未満であり、結果は陰性であった。なお、評価用量は、短時間処理法の代謝活性化による場合では最高用量の 1850 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を含む 5 用量で、短時間処理法の代謝活性化によらない場合および連続処理法の 24-0 h 処理による場合では 50% 以上の細胞増殖抑制がみられた用量を含む 4 あるいは 6 用量であり、被験物質の染色体異常試験誘発性は適切に評価されたものと考えられた。

陽性対照群における染色体の構造異常の出現率は各系列において明確な陽性値を示し、本試験系が適切な感受性を有していたことが確認された。

以上のことから、ジベンゾチオフェンは、本試験条件においてほ乳類の培養細胞に対し染色体異常誘発性を有しないと判断した。

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

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はなかった。

資料の保存

1. 資料保存施設および保存資料

以下の資料を、株式会社 化合物安全性研究所の資料保存室に保存する。

- (1) 試験計画書、試験計画書変更書
- (2) 生データその他の記録文書
- (3) 最終報告書
- (4) 標本

2. 保存期間

試験終了後 10 年間保存し、その後の保存については試験委託者との協議により決定する。

試験責任者の記名なつ印



  2010 年 2 月 25 日

Table 1 Effects of dibenzothiophene on growth rate of CHL/IU with or without metabolic activation (preliminary test)

| Growth rate (% to the control) | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|
| Group | Concentration ($\mu\text{g/mL}$) | S9- | S9+ | S9- |
| | | 6-18 hr (Mean) | 6-18 hr (Mean) | 24-0 hr (Mean) |
| Control ^a | - | 100 , 100 (100.0) | 100 , 100 (100.0) | 100 , 100 (100.0) |
| Dibenzothiophene | 14.5 | 99 , 104 (101.5) | 92 , 93 (92.5) | 93 , 93 (93.0) |
| | 28.9 | 94 , 95 (94.5) | 87 , 86 (86.5) | 75 , 75 (75.0) |
| | 57.8 | 38 ⁺ , 39 ⁺ (38.5) | 83 ⁺ , 76 ⁺ (79.5) | 34 ⁺ , 32 ⁺ (33.0) |
| | 116 | 17 ⁺ , 14 ⁺ (15.5) | 80 [#] , 76 [#] (78.0) | 15 ⁺ , 15 ⁺ (15.0) |
| | 231 | 19 ⁺ , 14 ⁺ (16.5) | 74 [#] , 74 [#] (74.0) | 19 ⁺ , 17 ⁺ (18.0) |
| | 463 | 18 [#] , 17 [#] (17.5) | 67 [#] , 65 [#] (66.0) | 20 [#] , 21 [#] (20.5) |
| | 925 | 25 [#] , 22 [#] (23.5) | 64 [#] , 62 [#] (63.0) | 35 [#] , 32 [#] (33.5) |
| | 1850 | 50 [#] , 42 [#] (46.0) | 68 [#] , 69 [#] (68.5) | 58 [#] , 45 [#] (51.5) |
| IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$) | | 50.1 | - | 43.7 |

a : Dimethyl sulfoxide

[#] : Precipitation at the beginning and end of treatment

⁺ : Precipitation at the end of treatment

Change of pH in culture medium was not observed.

The figure in parentheses represents mean value of two plates.

- : Blank

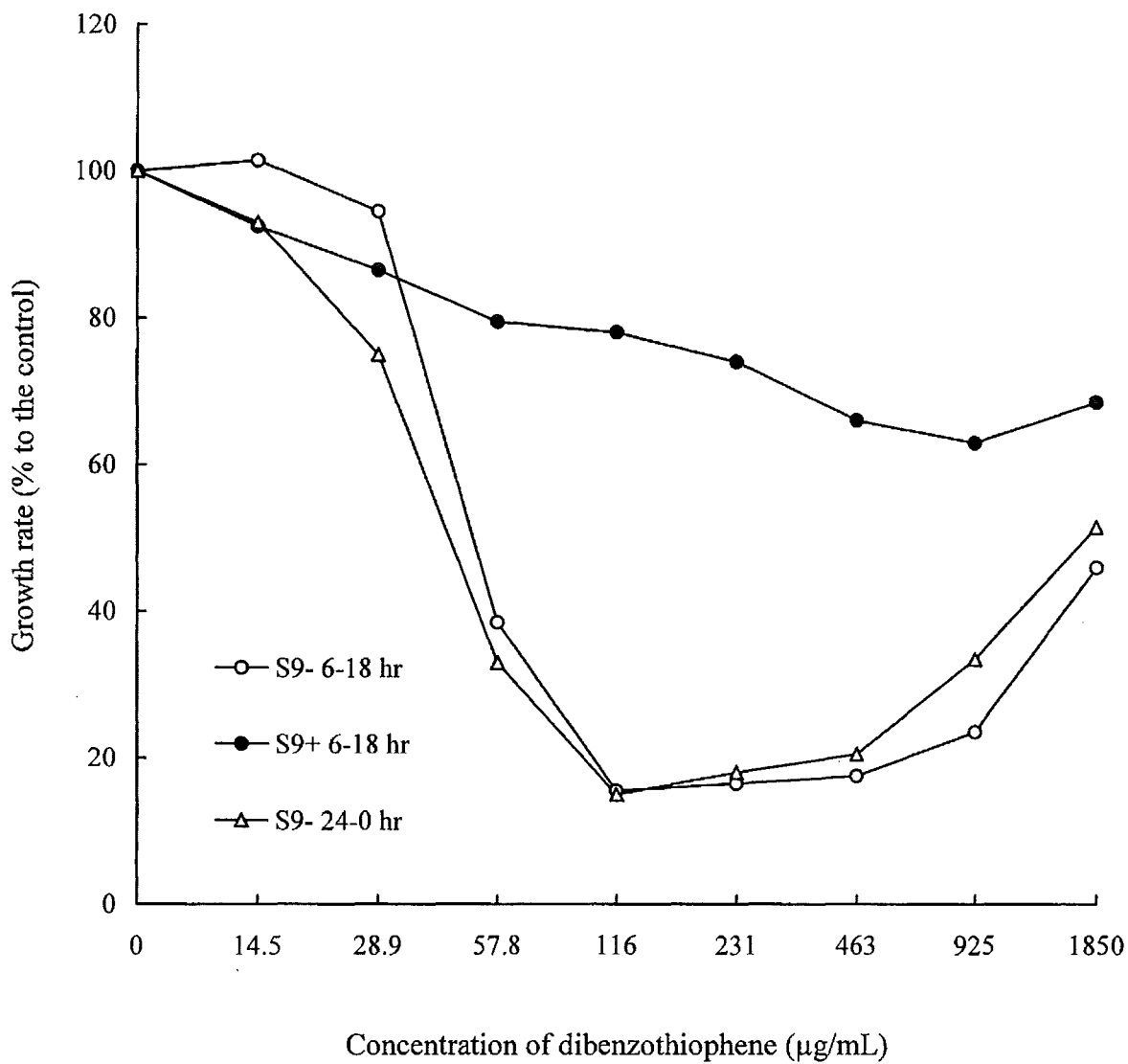


Figure 1 Effects of dibenzothiophene on growth rate of CHL/IU with or without metabolic activation (preliminary test)

Each point represents mean value (n=2).

Table 2 Effects of dibenzothiophene on growth rate of CHL/IU with or without metabolic activation (chromosomal aberration test)

| Growth rate (% to the control) | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|
| Group | Concentration ($\mu\text{g/mL}$) | S9- | S9+ | S9- |
| | | 6-18 hr (Mean) | 6-18 hr (Mean) | 24-0 hr (Mean) |
| Control ^a | - | 100 , 100 (100.0) | 100 , 100 (100.0) | 100 , 100 (100.0) |
| Dibenzothiophene | 7.23 | - | - | 101 , 100 (100.5) |
| | 14.5 | 97 , 102 (99.5) | - | 96 , 96 (96.0) |
| | 28.9 | 93 , 94 (93.5) | - | 72 , 74 (73.0) |
| | 36.2 | 90 , 93 (91.5) | - | - |
| | 38.5 | - | - | 66 , 67 (66.5) |
| | 43.4 | 85 , 84 (84.5) | - | - |
| | 48.2 | - | - | 56 ⁺ , 57 ⁺ (56.5) |
| | 50.6 | 83 , 79 (81.0) | - | - |
| | 57.8 | 80 ⁺ , 75 ⁺ (77.5) | 81 ⁺ , 83 ⁺ (82.0) | 49 ⁺ , 49 ⁺ (49.0) |
| | 86.9 | 43 ⁺ , 38 ⁺ (40.5) | - | 32 ⁺ , 31 ⁺ (31.5) |
| | 116 | 32 ⁺ , 26 ⁺ (29.0) | 82 [#] , 85 [#] (83.5) | 20 ⁺ , 18 ⁺ (19.0) |
| | 231 | - | 60 [#] , 59 [#] (59.5) | - |
| | 463 | - | 67 [#] , 67 [#] (67.0) | - |
| | 925 | - | 64 [#] , 68 [#] (66.0) | - |
| | 1850 | - | 66 [#] , 66 [#] (66.0) | - |

a : Dimethyl sulfoxide

[#] : Precipitation at the beginning and end of treatment

⁺ : Precipitation at the end of treatment

Change of pH in culture medium was not observed.

The figure in parentheses represents mean value of two plates.

- : Blank

Table 3-1 Results of the chromosomal aberration test of dibenzothiophene (6 hours treatment without metabolic activation)

| Time schedule ^a (hours) | S9 | Group | Concentration (µg/mL) | Growth rate (%) | Number of metaphase observed | Structural aberrations | | | | | | Gap | Numerical aberrations | | | Judgment ^c | | |
|---------------------------------------|------|----------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|-----|-----|-----------|--------|-----------|-----|-----------------------|--------|-----------|-----------------------|---|---|
| | | | | | | ctb | cte | csb | cse | others | total (%) | | poly | others | total (%) | | | |
| 6-18 | - | Control ^b | — | 100.0 | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | - | |
| | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | |
| | | | | | 200 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (0.5) | 0 | 2 | 0 | 2 (1.0) | | | |
| | | Dibenzothiophene | 14.5 | 99.5 | Not observed | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | 28.9 | 93.5 | Not observed | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 36.2 | 91.5 | Not observed | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 43.4 | 84.5 | 100 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | |
| | | | | | 100 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 200 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 (2.0) | 1 | 1 | 0 | 1 (0.5) | | | |
| | | | 50.6 | 81.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | |
| | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 (0.5) | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | |
| | | | 57.8 | 77.5 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | |
| | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | 0 | 1 | 1 | 2 (1.0) | | | |
| | | | 86.9 | 40.5 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | - | |
| | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 200 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 (0.5) | 0 | 1 | 1 | 2 (1.0) | | | |
| 116 | 29.0 | Toxic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| Mitomycin C | 0.1 | | 100 | 8 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 1 | 0 | 0 | 0 | + | | | |
| | | | 100 | 11 | 37 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | | | 200 | 19 | 81 | 0 | 0 | 0 | 94 (47.0) | 1 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | | | |

ctb, chromatid break cte, chromatid exchange csb, chromosome break cse, chromosome exchange poly, polyploid

a : Time schedule ; treatment time-recovery time

b : Dimethyl sulfoxide

c : Judgment was made according to the total (%) of structural aberrations and numerical aberrations ; -, negative +, positive

- : Blank

Table 3-2 Results of the chromosomal aberration test of dibenzothiophene (6 hours treatment with metabolic activation)

| Time schedule ^a (hours) | S9 | Group | Concentration (µg/mL) | Growth rate (%) | Number of metaphase observed | Structural aberrations | | | | | | Gap | Numerical aberrations | | | Judgment ^c | | | | | |
|---------------------------------------|----|----------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|------|-----|-----------|----------|-----------|-----|-----------------------|----------|-----------|-----------------------|---|---|----------|---|---|
| | | | | | | ctb | cte | csb | cse | others | total (%) | | poly | others | total (%) | | | | | | |
| 6-18 | + | Control ^b | — | 100.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | | | | |
| | | | | | 100 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | | | |
| | | | | | 200 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 (1.0) | 0 | 1 | 0 | 1 (0.5) | | | | | | |
| | | Dibenzothiophene | 57.8 | 82.0 | Not observed | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | | | | | 116 | 83.5 | 100 | 0 | 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) | | |
| | | | | | | 231 | 59.5 | 100 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | | 2 | | |
| | | | | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | | 3 | | |
| | | | | | | | | 200 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 (2.0) | 0 | 0 | 5 | | 5 (2.5) | | |
| | | | | | | 463 | 67.0 | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | | 1 | | |
| | | | | | | | | 100 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 2 | | 3 | | |
| | | | | | | | | 200 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 (3.0) | 1 | 1 | 3 | | 4 (2.0) | | |
| | | | | | | 925 | 66.0 | 100 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 | | 2 | | |
| | | | | | | | | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 1 | | |
| | | | | | | | | 200 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 (3.5) | 0 | 1 | 2 | | 3 (1.5) | | |
| | | | | | | 1850 | 66.0 | 100 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | | | | 100 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | 200 | 2 | 7 | 0 | | | 0 | 0 | 9 (4.5) | 1 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | | | | | |
| | | Benzo[a]pyrene | 10 | / | 100 | 6 | 26 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| 100 | 4 | | | | 29 | 0 | 1 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 200 | 10 | | | | 55 | 0 | 1 | 0 | 60 (30.0) | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | | | | | | |

ctb, chromatid break cte, chromatid exchange csb, chromosome break cse, chromosome exchange poly, polyploid

a : Time schedule ; treatment time-recovery time

b : Dimethyl sulfoxide

c : Judgment was made according to the total (%) of structural aberrations and numerical aberrations ; -, negative +, positive

- : Blank

Table 3-3 Results of the chromosomal aberration test of dibenzothiophene (24 hours treatment without metabolic activation)

| Time schedule ^a (hours) | S9 | Group | Concentration (µg/mL) | Growth rate (%) | Number of metaphase observed | Structural aberrations | | | | | | Gap | Numerical aberrations | | | Judgment ^c | | |
|---------------------------------------|------|----------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|-----|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------------------|---------|-----------|-----------------------|---|---|
| | | | | | | ctb | cte | csb | cse | others | total (%) | | poly | others | total (%) | | | |
| 24-0 | - | Control ^b | — | 100.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | - | |
| | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | 0 | 1 | 0 | 1 (0.5) | | | |
| | | Dibenzothiophene | 7.23 | 100.5 | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| | | | | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | |
| | | | | | 200 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (0.5) | 0 | 1 | 0 | 1 (0.5) | | | |
| | | | 14.5 | 96.0 | 100 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | 100 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 200 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 (1.5) | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | |
| | | | 28.9 | 73.0 | 100 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | 100 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 200 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 (2.0) | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | |
| | | 38.5 | 66.5 | 100 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | | | |
| | | | | 100 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | | | | 200 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 (2.5) | 0 | 2 | 0 | 2 (1.0) | | | | |
| | | 48.2 | 56.5 | 100 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | |
| | | | | 100 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | | | | 200 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 (1.5) | 0 | 1 | 0 | 1 (0.5) | | | | |
| | | 57.8 | 49.0 | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | | | 100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | |
| 200 | 2 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 (1.0) | 0 | 1 | 0 | 1 (0.5) | | | | | | |
| 86.9 | 31.5 | Toxic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | |
| 116 | 19.0 | Toxic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | |
| Mitomycin C | 0.05 | / | 100 | 10 | 40 | 0 | 0 | 0 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | | | |
| | | | 100 | 9 | 41 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | | | 200 | 19 | 81 | 0 | 0 | 0 | 95 (47.5) | 0 | 0 | 0 | 0 (0.0) | | | | | |

ctb, chromatid break cte, chromatid exchange csb, chromosome break cse, chromosome exchange poly, polyploid

a : Time schedule ; treatment time-recovery time

b : Dimethyl sulfoxide

c : Judgment was made according to the total (%) of structural aberrations and numerical aberrations ; -, negative +, positive

- : Blank

