

2,3,6-トリメチルフェノールのラットを用いる単回経口投与毒性試験

Single Dose Oral Toxicity Test of 2,3,6-Trimethylphenol in Rats

要約

2,3,6-トリメチルフェノールの0(コーンオイル), 1000, 1400および2000 mg/kgを1群5匹からなる5週齢のSprague-Dawley系(Crj:CD)雌雄ラットに単回経口投与した。

その結果, 雄では, 1400 mg/kg投与群の1例, 2000 mg/kg投与群の4例が死亡した。雌では, 2000 mg/kg投与群で全例が死亡した。雌雄ともに1000 mg/kg投与群でも投与後1時間以内に側臥位あるいは腹臥位姿勢を示し, 刺激に対して無反応となった。

体重推移においては, 雄では用量依存的な増加抑制傾向がみられた。雌の1000および1400 mg/kg投与群では, 観察第8日まで用量依存的に軽度な体重増加の抑制傾向がみられたが, その後回復した。

死亡例の剖検において, 重度の循環障害を疑わせる心嚢水の増量および胸水の貯留, 肺および肝臓の暗赤色化がみられた。また, 腺胃粘膜の白濁や赤色化, 胃の拡張等がみられた。

以上の結果より, 2,3,6-トリメチルフェノールの本試験条件下におけるLD₅₀値は, 雌雄ともに1400~2000 mg/kgの間にあると推定された。

方法

1. 被験物質および投与検体の調製法

被験物質として, 本州化学工業(和歌山)より提供された2,3,6-トリメチルフェノール(ロット番号:971209, 純度:99.67%, 不純物:2,4,6-トリメチルフェノール0.08%, 2,5-キシレノール0.05%, 比重:0.963(80℃), 融点:62℃, 沸点:226℃, 白色固体)を使用した。

被験物質は, 常温では固体で非常に硬いため, 水浴中(約60℃)で融解し, これを秤量した。また, 媒体であるコーンオイルを加えて検体を調製する時も, 水浴(約60℃)中で実施した。なお, 2.00および200 mg/mLのコーンオイル(ロット番号:V7R2020, ナカライテスク)溶液中における被験物質は, 室温・遮光の条件下で8日間安定であり, また, 各投与検体中の平均含量は, 所定濃度内であることを確認した。

2. 投与量の設定および投与方法

本試験における投与量は, 予備試験の結果を基に決定した。すなわち, 被験物質の500, 1000および2000 mg/kgを雌雄ラット各3匹に単回経口投与した結果, 投

与後1週間の観察期間中に, 2000 mg/kg投与群の雌雄各2例が死亡した。1000 mg/kg投与群の雌雄では死亡が認められず, 観察期間中の体重増加も順調であったことから, 被験物質の最小致死量は1000 mg/kgから2000 mg/kgの間にあると推測された。そこで, 本試験においては, 1000, 1400および2000 mg/kg(公比約1.4)投与群を設定した。また, 溶媒がコーンオイルであることから, 溶媒を被験物質投与群と同じ容量を投与する溶媒対照群を設定した。

投与容量は, 体重1 kg当たり10 mLとし, 投与液量は投与前約18時間絶食させた後, 投与直前に測定した体重を基に算出し, ラット用胃管を用いて強制的に単回経口投与した。給餌は投与後約3時間に再開した。

3. 動物および飼育方法

4週齢のSprague-Dawley系(Crj:CD, SPF)雌雄ラットを, 日本チャールス・リバー厚木飼育センターから購入し, 飼育環境への馴化と検疫を兼ねて7日間飼育した。

全飼育期間を通じ, 動物を金属製金網床ケージに1匹ずつ収容し, 温度23.5~25.0℃, 湿度48~64%, 換気回数約15回/時, 照明12時間(7時~19時点灯)に制御された飼育室で, 固型飼料(CE-2, 日本クレア)および水道水(秦野市水道局給水)を自由に摂取させて飼育した。

4. 群構成

試験には予備飼育中の一般状態に異常が認められなかった雌雄各20匹を用い, 投与前日の体重を基に雌雄とも体重別層化無作為抽出法により1群5匹からなる4群に分け, 5週齢で使用した。

5. 観察および検査

一般状態の観察は, 投与日においては投与直後から1時間まで連続して行い, 以降は約1時間間隔で投与後6時間まで実施した。観察第2日から15日までは毎日1回行った。体重は, 投与直前, 観察2, 4, 8, 11および15日に測定した。投与後の死亡例は, 発見次第体重を測定した後, 速やかに剖検した。また, 観察第15日に生存例全例をペントバルビタールナトリウム麻酔下で放血屠殺して剖検した。

結果

1. 死亡動物(Table 1)

1000 mg/kg投与群では, 雌雄ともに死亡は認められ

なかった。1400 mg/kg投与群では雄1例が観察第2日に、2000 mg/kg投与群では投与当日に雄4例および雌1例が、観察第2日に雌4例が死亡した。

2. 一般状態の観察

雄では、1000 mg/kg投与群で側臥位あるいは腹臥位姿勢、刺激に対して無反応、よろめき歩行、半眼、うずくまり姿勢や活動性の低下も観察されたが、投与後4時間には回復した。1400 mg/kg投与群では、側臥位あるいは腹臥位姿勢、刺激に対する無反応が観察されたが、投与後5時間には回復した。2000 mg/kg投与群では、他の投与群と同様の症状のほか、呼吸不全や呼吸数減少、赤色尿、涙流、チアノーゼも観察され、他の投与群と比較してさらに強い毒性症状が発現し、その持続時間も長かった。

雌では、1000および1400 mg/kg投与群で側臥位あるいは腹臥位姿勢、刺激に対して無反応、うずくまり姿勢、閉眼や活動性の低下も観察されたが、その後回復し、投与後4時間に異常所見はみられなかった。2000 mg/kg投与群では、腹臥位姿勢、よろめき歩行、呼吸数減少、チアノーゼ等示す個体が多かった。生存例では、雌雄ともに観察第2日以降異常は認められなかった。

3. 体重測定

雄の1000および1400 mg/kg投与群では、観察15日まで軽度な体重増加の抑制傾向がみられた。雌の1000および1400 mg/kg投与群では、観察第8日まで軽度であるが用量依存的な体重増加の抑制傾向がみられたが、その後回復した。

4. 病理学検査

死亡した1400 mg/kg投与群の雄では、肺および肝臓の暗赤色化、胃の拡張、腺胃粘膜の赤色化が認められ、心嚢水の増量および胸水の貯留も観察された。2000 mg/kg投与群では、肺の暗赤色化が雌に、肝臓の暗赤色化が雌雄に、腺胃粘膜の白濁が雌雄にみられ、腺胃粘膜の一部剥離が雄に認められた。また、胃の拡張が雌にみられ、心嚢水の増量および胸水の貯留が雌に認められたほか、雄で膀胱内に暗色尿が観察された。

観察期間終了時解剖例では、前胃粘膜の白濁肥厚部が1000および1400 mg/kg投与群の雌雄と2000 mg/kg投与群の雄にそれぞれ観察され、1400 mg/kg投与群の雄には、胃と肝臓の癒着も認められた。

考察

2,3,6-トリメチルフェノールの1000、1400および2000 mg/kgを1群5匹からなる5週齢のSprague-Dawley系(Crlj:CD)雌雄ラットに単回強制経口投与した。雄では1400 mg/kg投与群で1例、2000 mg/kg投与群で4例が死亡し、雌では2000 mg/kg投与群で5例が死亡した。毒性症状として雌雄ともに1000 mg/kgの低用量投与群でも投与1時間以内に側臥位あるいは腹臥位姿勢を示し、

刺激に対して無反応となった。これらの毒性症状の強さおよびその持続は用量依存的に増強し、雄よりも雌で著明であり、雌の2000 mg/kg投与群では観察第2日まで全ての個体が死亡した。

体重推移において、雌雄とも軽度ではあるが用量依存的な増加抑制傾向がみられた。

死亡例の剖検において、心嚢水の増量および胸水の貯留が認められたほか、肺および肝臓の暗赤色化がみられ、重度の循環障害が疑われた。

これらのことより、2,3,6-トリメチルフェノールの本試験条件下におけるLD₅₀値は、雌雄ともに1400~2000 mg/kgの間にあると推定された。

連絡先

試験責任者：大原直樹

試験担当者：勝村英夫、高島宏昌、松本浩孝、
一原佐知子、稲田浩子、永田伴子、
畔上二郎、安生孝子、三枝克彦

(財)食品薬品安全センター 秦野研究所
〒257-8523 神奈川県秦野市落合729-5
Tel 0463-82-4751 Fax 0463-82-9627

Correspondence

Authors: Naoki Ohara (Study director)

Hideo Katsumura, Hiromasa Takashima,
Hirotaka Matsumoto, Sachiko Ichihara,
Hiroko Inada, Tomoko Nagata,
Jiro Azegami, Takako Anjo,
Katsuhiko Saegusa

Hatano Research Institute, Food and Drug Safety
Center
729-5 Ochiai, Hadano-shi, Kanagawa, 257-8523,
Japan
Tel +81-463-82-4751 Fax +81-463-82-9627

Table 1 Mortality and LD₅₀ values in rats after a single oral administration of 2,3,6-trimethylphenol

Sex	Dose (mg/kg)	Number of animals	Number of dead animals days after administration										Mortality ^{a)}	LD ₅₀ values (mg/kg)	
			1 ~ 1 hr.	2 ~ 3 hr.	3 ~ 6 hr.	4	5	6	7	8-15					
Male	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	
	1000	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	1400
	1400	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1/5	2000
	2000	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4/5	
Female	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	
	1000	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	1400
	1400	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	2000
	2000	5	0	0	1	4	-	-	-	-	-	-	-	5/5	

a) : number of dead animals/number of animals examined

2,3,6-トリメチルフェノールのラットを用いる28日間反復経口投与毒性試験

Twenty-eight-day Repeat Dose Oral Toxicity Test of 2,3,6-Trimethylphenol in Rats

要約

2,3,6-トリメチルフェノールの28日間反復経口投与毒性試験(回復14日間)を雌雄のSprague-Dawley系(Crj:CD)ラットを用いて実施した。投与量は、雌雄とも0(対照群), 100, 300および1000 mg/kgを設定し, 0および1000 mg/kg投与群は回復試験の動物5匹を含む1群10匹, 100および300 mg/kg投与群は1群5匹を使用して毒性試験を行った。その結果, 以下の成績を得た。

投与期間中に, 1000 mg/kg投与群の雌2例が投与過誤により死亡した。

被験物質投与との関連を示唆する変化として, 1000 mg/kg投与群では以下の所見が認められた。投与直後には, 一過性変化の腹臥ないし歩行失調のほか, 流涎が繰り返し散見された。これらの変化は, いずれも所見を認めた翌日の投与前までには消失し, 流涎については, 投与刺激による反射的反応であり, 毒性変化ではないと判断した。投与期間中は, 体重増加抑制および摂餌量の減少を示した。尿検査では, 雄で尿量の有意な増加および尿比重の有意な減少ならびに黄色尿が認められ, 雌で黄色尿のほか尿中の蛋白, ビリルビンおよびウロビリノーゲンの増加傾向が認められた。血液学検査では, 雌で赤血球数, 血色素量およびヘマトクリット値が有意に減少し, 血液生化学検査では, 雄で無機リン濃度が有意に増加, アルブミン濃度が有意に減少した。器官重量測定では, 雄で副腎の絶対重量が有意に減少し, 雌で脾臓の絶対重量および相対重量ならびに肝臓の相対重量が有意に増加した。病理学検査では, 雌雄の肝臓でくもり硝子状変化を伴った小葉中心性の肝細胞肥大が散見され, その発現頻度は雄で有意に増加した。雌雄の脾臓では, 静脈洞拡張およびヘモジデリン沈着が著しく, 雌では髓外造血の亢進が認められた。また, 前胃の扁平上皮にびまん性過形成が認められた。2週間の休薬により, これらの変化は概ね消失したが, 回復期間終了時, 雄で平均赤血球容積および平均赤血球血色素量が有意に減少し, 雌の脾臓では投与期間終了時と同様に相対重量の有意な増加がみられた。病理組織学検査では, 上記の肝臓および胃に認められた変化ならびに雌の髓外造血の亢進は, 消失ないし軽減した。脾臓のヘモジデリン沈着は, 雌雄とも対照群より著明であった。300 mg/kg投与群では, 1000 mg/kg投与群に認められた上記の変化の内, 雌雄で一過性の流涎, 雌で体重増加抑制および摂餌量減少が認められたほか, 雄では尿比重低下, 血中無機リン濃度の増加および副腎の絶対重量減少が認められた。100

mg/kg投与群では, 雌雄とも被験物質投与との関連を示唆する変化は認められなかった。

以上のことから, 本試験条件下における2,3,6-トリメチルフェノールの無影響量は, 雌雄とも100 mg/kg/dayであると判断される。

方法

1. 被験物質および投与検体の調製法

被験物質には, 本州化学工業(株)(和歌山)より提供された2,3,6-トリメチルフェノール(ロット番号:971209, 白色固体, 純度99.67 wt%)を使用し, 入手後, 試験開始までは密栓, 室温, 遮光下にて保管した。被験物質を20, 6, 2 w/v%の各濃度になるように, コーンオイル〔ロット番号:V7R2020, ナカライテスク(株)〕に溶解して投与検体とした。なお, 調製検体中の被験物質の安定性および含量を測定した結果, 0.2および20 w/v%コーンオイル溶液中の被験物質は, 室温・遮光の条件で8日間は安定であり, 含量は所定濃度の99.5~103 w/v%であることが確認された。

2. 動物および飼育方法

試験には, 生後4週で購入し, 検査を兼ねて6日間予備飼育した雌雄のSprague-Dawley系ラット(Crj:CD;SPF, 日本チャールス・リバー(株), 各30匹を試験に供した。動物は, 温度23~26℃, 湿度46~63%, 換気回数約15回/時, 照明12時間(7~19時)の飼育室内で, 金属製金網床ケージに1匹ずつ収容し, 固型飼料(CE-2, 日本クレア(株))および水道水(秦野市水道局給水)を自由に摂取させて飼育した。

3. 投与用量および群分け

本試験に先立って実施した予備試験では, 雌雄のラットに被験物質を40, 200あるいは1000 mg/kgの用量で7日間反復経口投与した。その結果, 1000 mg/kg投与群の雄では, 初回投与後, 一過性に全身性の衰弱が観察された。また, 同群の雌雄では体重の増加抑制傾向が認められた他, 投与期間終了時の剖検所見として, 前胃の潰瘍もしくはその修復像を示唆する変化が散見された。40および200 mg/kg投与群では, 雌雄共に明らかな毒性は認められなかった。よって, 本試験では雌雄とも確実中毒量である1000 mg/kgを最高用量とし, 以下を公比約3で除して300 mg/kgおよび100 mg/kg投与群を設定した。

群分けは、投与開始前日の体重に基づいて、体重別層化無作為抽出法により行った。動物数は、各性毎に、対照群および1000 mg/kg投与群は各10匹、100 mg/kgおよび300 mg/kg投与群は各5匹とし、そのうち、雌雄の対照群および雄の1000 mg/kg投与群の各5匹ならびに雌の1000 mg/kg投与群の4匹は、回復試験に用いた。

4. 投与方法

本試験の投与経路は、強制経口投与とし、1日1回、28日間、ラット用胃管を用いて投与し、投与容量は、雌雄とも5 mL/kgとして、各投与時の最近時の体重を基に投与液量を個別に算出した。なお、回復期間は14日間とした。

5. 検査項目

1) 一般検査

投与期間および回復期間を通じて、死亡例の有無を調べたほか、全例の一般状態を投与期間中は毎日投与前および投与後の2回(回復期間中は1回)、観察した。体重は、投与開始週では、投与開始直前と投与第4日、第2週以降の投与期間および回復期間中は、全例について1週に2回の頻度で測定し、投与期間あるいは回復期間終了日、剖検日および死亡時にも測定を行った。また、投与開始週では、投与開始日に、第2週以降の投与期間および回復期間中は、全例について1週に1回の頻度で1日当たりの摂餌量の測定を行った。

2) 尿検査

各群とも動物番号の若い方から5匹を選択して(生存例数が5匹以下の群は全例)、投与第1、4週および回復期間終了週に代謝ケージに収容し、約4および24時間の時点で採尿した。この4時間尿を用いて、pH、潜血、蛋白、糖、ケトン体、ビリルビン、ウロビリノーゲンおよび沈渣を試験紙法(クリニテック200+, バイエル・三共(株))および光学顕微鏡によりそれぞれ検査し、24時間尿を用いて、尿量(天秤で重量を計測し、比重で除す)、色調および濁度(視診)、比重(単位体積あたりの重量を測定)を検査した。

3) 血液学検査

投与期間ないし回復期間終了日から翌日の剖検日にかけて定期解剖例全例を18から24時間絶食させ、ペントバルビタールナトリウム麻酔下で腹部後大静脈よりEDTA 2Kを抗凝固剤として採血し、Coulter Counter Model S-PLUS IV(コールターエレクトロニクス(株))により赤血球数(電気抵抗法)、白血球数(電気抵抗法)、血色素量(吸光度法)平均赤血球容積(電気抵抗法)および血小板数(電気抵抗法)を測定し、これらを基にヘマトクリット値、平均赤血球血色素量および平均赤血球血色素濃度を算出した。血液の一部は塗抹標本とし、白血球分類(Wright-Giemsa染色)および網状赤血球比率(Brecher法)を求めた。また、クエン酸ナトリウムを抗凝固剤として採取した血液を用いてプロトロンビン時間および活

性部分トロンボプラスチン時間(光散乱検出法, CA-1000, 東亜医用電子(株))を測定した。

4) 血液生化学検査

血液学検査用の採血に引き続き、ヘパリンを抗凝固剤として死亡例を除く全例から採血し、血漿を分離して遠心方式生化学自動分析装置(COBAS-FARA, ロシュ・ダイアグノスティックス(株))により、総蛋白濃度(ビウレット法)、アルブミン濃度(BCG法)、総コレステロール濃度(COD・DAOS法)、ブドウ糖濃度(グルコキナーゼ・G6PDH法)、尿素窒素濃度(ウレアーゼ・GLDH法)、クレアチニン濃度(Jaffé法)、アルカリフォスファターゼ活性(GSCC法)、GOT活性(IFCC法)、GPT活性(IFCC法)、LDH活性(Wróblewski-La Due法)、カルシウム濃度(OCPC法)、無機リン濃度(モリブデン酸直接法)、トリグリセライド濃度(GPO・DAOS法)、 γ -GTP活性(γ -グルタミル-3-カルボキシ-4-ニトロアニリド基質法)を測定し、A/G比を算出した。また、全自動電解質分析装置(EA05, (株)A&T)により、ナトリウム濃度、カリウム濃度および塩素濃度(イオン電極法)を測定した。

5) 病理学検査

上記の採血に引き続き、必要に応じて腋窩動脈を切断して放血屠殺したのち、器官および組織の肉眼的観察を行った。また、各動物の脳、胸腺、心臓、肝臓、腎臓、脾臓、副腎、卵巣または精巣、精巣上体の重量測定を行い、各器官重量を剖検日の体重で除して、それぞれの相対重量を算出した。さらに、脳、脊髄、下垂体、眼球、ハーダー腺、甲状腺(上皮小体を含む)、顎下腺(舌下腺を含む)、胸腺、心臓、肺、肝臓、腎臓、脾臓、副腎、胃、十二指腸、空腸、回腸、結腸、直腸、卵巣または精巣、精囊、精巣上体、膀胱、前立腺、大腿骨骨髓、坐骨神経および下腿部骨格筋を0.1Mリン酸緩衝10%ホルマリン液(pH 7.2)に固定した。脳、胸腺、心臓、肝臓、腎臓、脾臓、副腎、胃、精巣、精巣上体、卵巣、骨髓(大腿骨)のほか、病変部(肺、皮膚)について組織学検査を実施した。次いで、被験物質投与による影響が疑われた胸腺、肝臓、腎臓、脾臓および胃について、全例の検査を行った。また、脾臓では組織学検査で褐色色素沈着がみられたため、全例のペルリンプルー染色標本作製した。死亡例は器官重量を測定せず、それ以外は屠殺例と同様の病理学検査を行った。回復期間終了時の剖検例については、肝臓、脾臓、胃および病変部(肺)の組織学検査を実施した。

6. 統計解析

体重、摂餌量、摂水量、半定量検査を除く尿検査および定期解剖例の血液学検査、血液生化学検査ならびに器官重量について、群ごとに平均値および標準偏差を求めた。また、試験群の構成が対照群を含め3群以上ある場合は、Bartlettの方法による分散の一様性の検定、一元配置型の分散分析ないしKruskal-Wallisの順位検定およびDunnnettないしDunnnett型の検定法で多重比較を行う。

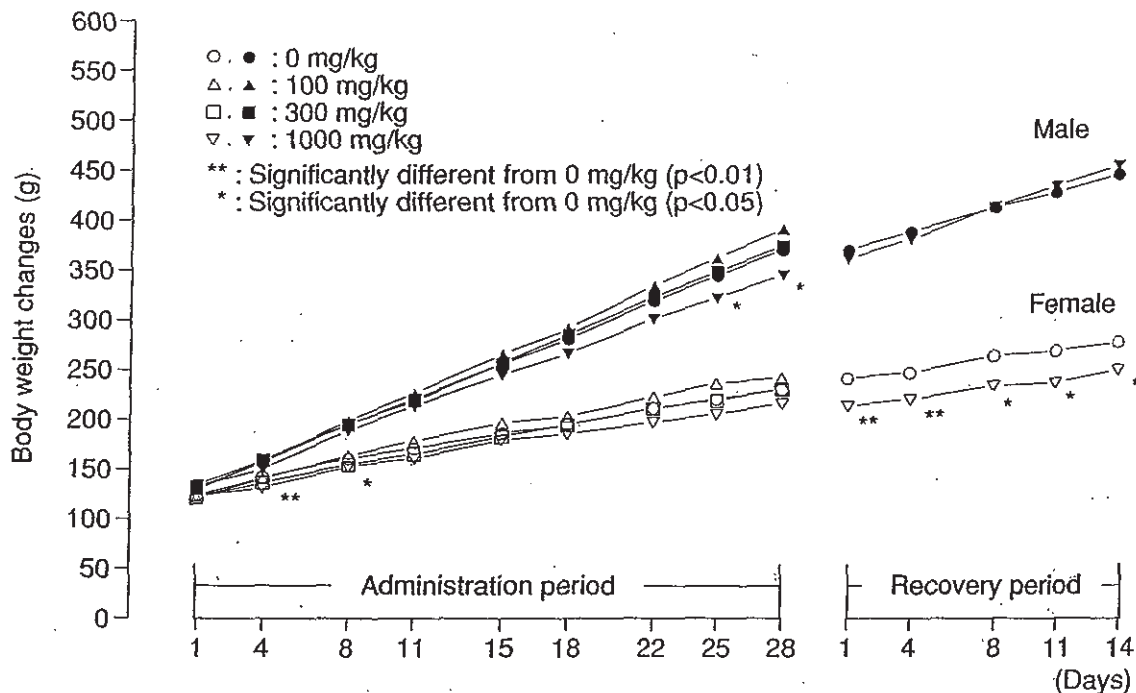


Fig. 1 Body weight changes in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

た。また、2群となる場合には、Studentのt検定ないしAspin-Welchのt検定を行った。さらに、病理組織学検査所見は、グレード分けしたデータについてMann-Whitney U検定(両側検定)を、陽性グレードを示した例数の合計値についてFisher直接確率の片側検定を行った。なお、これら対照群および被験物質投与群との間の有意差検定はいずれの場合も有意水準を5%とした。

結果

1. 死亡例および一般状態

1000 mg/kg投与群の雌2例が、投与第3および9日に死亡した。剖検の結果、これらは共に胸腔内に投与検体と思われる油状液体が認められた。従って、死因は投与過誤であると判断された。

一般状態の変化として、雌雄の1000 mg/kg投与群には、投与期間中に腹臥位または歩行失調を示す例が観察された。この変化は、いずれも投与後の観察において散見され、死亡例を除き変化を認めた翌日の投与前には消失する一過性のものであった。この変化は、しばしば繰り返し観察され、その例数は、雄では6例、雌では9例であった。

また、雌雄の300および1000 mg/kg投与群には、投与直後の一過性流涎が認められた。この変化は、雌雄とも1000 mg/kg投与群の方がより早期且つ高頻度に認められ、同群では、雌1例(投与第3日死亡)を除いて全例に観察された。また、投与直前の保定時から流涎を生じた例も散見された。

その他には、投与第3週から投与期間終了時屠殺まで、対照群および300 mg/kgの雌各1例に、体表の脱毛が認

められた。

回復期間中の観察では、全例において変化はみられなかった。

2. 体重(Fig. 1)

投与期間中は、1000 mg/kg投与群では雌雄ともに、対照群と比較して体重増加抑制の傾向がみられ、雄では第25および28日に、雌では第4および8日に各々有意な低値が認められた。また、300 mg/kg投与群の雌では、投与第4および8日に体重増加の抑制傾向がみられた。回復期間中には、1000 mg/kg投与群の雌では全測定値が有意な低値を示したが、同群の雄では、差は認められなかった。

3. 摂餌量(Fig. 2)

雌雄の1000 mg/kg投与群において、投与第1日に有意な減少が認められたほか、雌の300 mg/kg投与群では、投与第8日に有意な減少が認められた。

4. 尿検査(Table 1)

投与期間終了週の検査では、1000 mg/kg投与群の雄3例および雌全例において尿の黄色化がみられた。また、同群の雄では、尿量の有意な増加および尿比重の有意な減少が認められた。尿比重の有意な減少は、雄の300 mg/kg投与群においても認められた。1000 mg/kg投与群の雌では、尿中蛋白、ビリルビンおよびウロビリノーゲンの増加傾向が認められた。

回復期間終了週の検査では、雌の1000 mg/kg投与群の尿中蛋白の増加は軽減され、その他も概ね消失した。

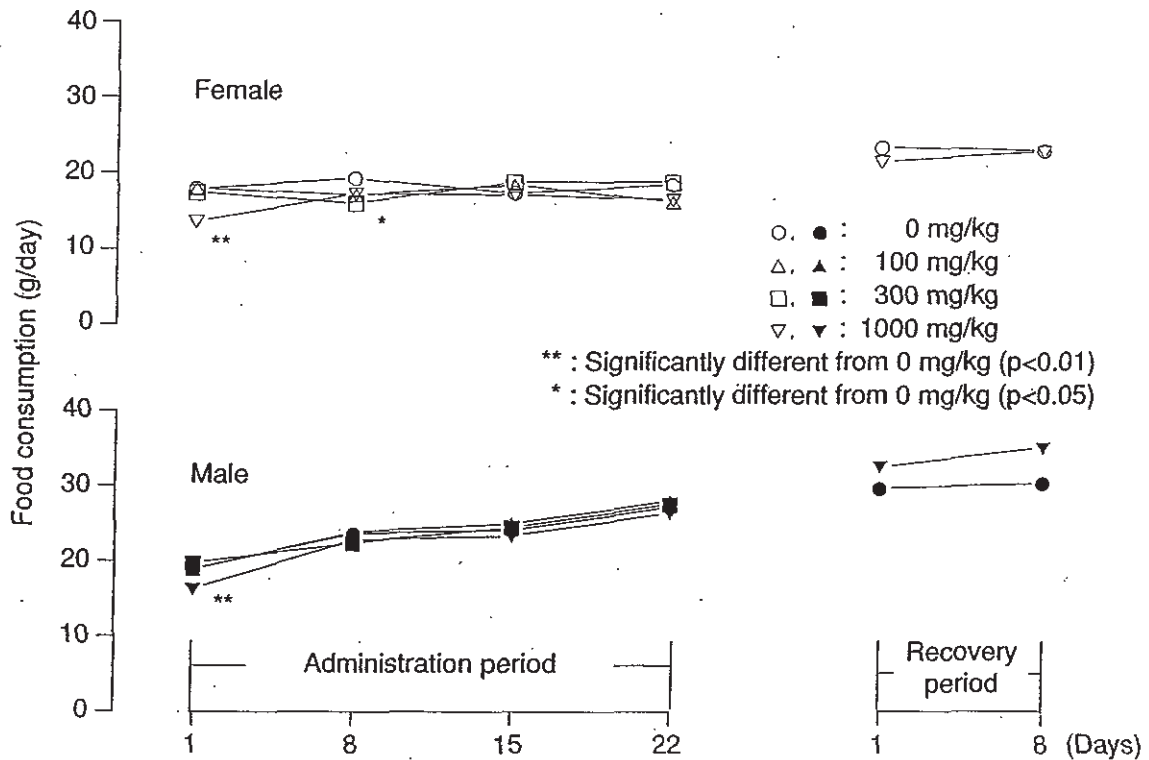


Fig. 2 Food consumption in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

5. 血液学検査 (Table 2)

投与期間終了時の検査では、1000 mg/kg 投与群の雌に赤血球数、血色素量およびヘマトクリット値の有意な減少が認められた。また、同群の雌雄各2例ずつに、多染性赤血球の増加が観察されたほか、雌では網状赤血球比率が増加する傾向があった。

回復期間終了時の検査では、1000 mg/kg 投与群の雄で、平均赤血球血色素量および平均赤血球容積の有意な減少が認められた。

6. 血液生化学検査 (Table 3)

投与期間終了時の検査では、雄の300および1000 mg/kg 投与群において無機リン濃度が有意に増加し、1000 mg/kg 投与群においてアルブミン濃度が有意に減少した。その他にも有意差を示した項目があったが、被験物質の用量に依存した変化ではなかった。

回復期間終了時の検査では、上記変化はいずれも消失した。また、投与期間終了時に変化を示さなかった項目において、有意差を生じた項目が散見された。

7. 病理学検査

1) 器官重量 (Table 4)

投与期間終了時屠殺例では、雄の300および1000 mg/kg 投与群において副腎の絶対重量が有意に減少し、雌の1000 mg/kg 投与群において脾臓の絶対重量および相対重量ならびに肝臓の相対重量が有意に増加した。また、体重が低値を示した雄の1000 mg/kg 投与群において、脳および精巣の相対重量が有意に増加した。

回復期間終了時屠殺例では、雌の1000 mg/kg 投与群

の脾臓の相対重量の有意な増加は認められたが、その他の変化は、概ね消失していた。また、その他にも統計学的に有意差を生じた項目が散見されたが、いずれも投与期間終了時に認められた変化ではなかった。

2) 剖検所見

投与期間終了時屠殺例では、1000 mg/kg 投与群の雄1例の前胃粘膜に水腫がみられた。また、300 mg/kg 投与群の雄1例の胸腔内に、投与検体と思われる白色の物質が認められた。その他、被験物質投与群では、肺・気管支に暗色点、暗赤色点や白色領域、肝臓に淡色点、副腎に暗色点、卵巣囊の拡張、皮膚に貧毛および痂皮形成がみられたが、被験物質投与との関連は明らかではなかった。

回復期間終了時屠殺例では、対照群および1000 mg/kg 投与群の雄の肺に暗色点がみられた他に異常はなかった。

3) 病理組織学所見 (Table 5)

i) 投与期間終了時屠殺例

(心臓)

対照群の雄2例、雌1例に心筋変性がみられたが、1000 mg/kg 投与群には異常は観察されなかった。

(肝臓)

1000 mg/kg 投与群の雄4例、雌1例に小葉中心性肝細胞肥大がみられ、細胞質はややくもり硝子状を示した。1000 mg/kg 投与群の雄では肝細胞肥大の発現頻度に有意な増加が認められた。その他、門脈周囲性の脂肪化がみられたが、対照群と被験物質投与群との間に発現頻度

および程度の差はなく、100 mg/kg投与群の雌1例に限局性の脂肪化がみられたが、他の群には認められなかった。

(脾臓)

1000 mg/kg投与群の雌雄では、対照群よりヘモジデリン沈着が増加し、静脈洞の拡張がみられた。統計学的には、同群の雌雄においてヘモジデリン沈着の程度および静脈洞拡張の発現頻度ならびに程度が、同群の雌において髓外造血の程度が各々対照群より有意に増加した。

(腎臓)

対照群および1000 mg/kg投与群の雌雄では、皮質に好塩基性尿管がみられ、雄ではeosinophilic bodyがみられたが、両群間に発現頻度および程度の差はなかった。その他、対照群の雄1例に嚢胞がみられ、同群の雌1例の皮髓境界部に鉍質沈着が認められた。

(胃)

1000 mg/kg投与群の雌雄全例の前胃に扁平上皮のびまん性過形成がみられ、程度および発現頻度が有意差を示した。その他、同群の雄1例の腺胃にびらんがみられた。

(肉眼的病変部)

肺の暗色点では、いずれの例にも出血がみられたが、軽度ないしごく軽度な変化であった。肺の淡色領域では、泡沫細胞の集簇がみられた。胸腔内白色物質を有した例の肺では、胸膜に異物肉芽腫が認められた。また、皮膚の脱毛、貧毛、または痂皮部位には、潰瘍と痂皮および再生に伴うと思われる上皮細胞の過形成がみられた。

脳、脊髄、胸腺、膀胱、副腎、回腸、坐骨神経および大腿骨骨髓には、1000 mg/kg投与群の雌雄に異常は認められなかった。

ii) 回復期間終了時屠殺例

(肝臓)

投与期間終了時屠殺例にみられた肝細胞肥大は認められなかった。その他、門脈周囲性の脂肪化がみられたが、対照群と1000 mg/kg投与群との間に程度および頻度の差はなかった。

(脾臓)

1000 mg/kg投与群の雌雄ではヘモジデリン沈着が増強しており、雄ではその程度が有意な増加を示した。また、同群の雄1例に静脈洞の拡張がみられた。全例に髓外造血がみられたが、雌雄とも対照群との間に程度の差はなかった。

(胃)

1000 mg/kg投与群の雌1例の前胃に扁平上皮のびまん性過形成がみられた他には、異常はみられなかった。

(肺)

1000 mg/kg投与群の雄2例および対照群の雄1例に軽度の出血がみられた。

考察

1000 mg/kg投与群の雌雄には、投与第1～4週の間、投与後に一過性の歩行失調が頻発した。この変化は、同

被験物質の急性毒性試験における一般状態でも認められた変化と同様であり、被験物質投与に惹起された毒性症状であると考えられる。しかしながら、この変化との関連を示唆する他の変化は全検査項目において認められず、本所見の発現機序は明らかではない。

全身性の毒性として、1000 mg/kg投与群の雌雄では、投与期間中に体重増加抑制が認められた。同群では、投与初期に摂餌量が減少している。摂餌量の減少は、300 mg/kg投与群の雌でも認められ、その日の体重は、有意差はなかったものの低値を示しており、両変化の連動性が窺える。1000 mg/kg投与群の雌では、回復期間中は一貫して体重が有意な低値を示したが、加齢とともに増加しており、投与期間中の発育遅延により対照群との差を有したまま推移したと考えられる。

1000 mg/kg投与群の雌では、赤血球数、血色素量およびヘマトクリット値の減少、尿中ウロビリノーゲンの増加傾向、脾臓の重量増加および髓外造血亢進、静脈洞拡張およびヘモジデリン沈着などがあり、さらに、網状赤血球比率や多染性赤血球の増加傾向が認められたことから、溶血が示唆された。同群の雄では、貧血傾向および髓外造血の亢進は認められなかったものの、ヘモジデリン沈着の程度が増加傾向を示したことから、雌と同様に被験物質投与により溶血を生じた可能性が高い。

1000 mg/kg投与群の雌雄では、全例で前胃の扁平上皮のびまん性過形成がみられた。また、同群の雄1例では腺胃のびらんがみられ、雌1例(死亡例)の前胃には潰瘍の修復像と考えられる限局性の過形成が観察された。これらの変化が生じた機序は明らかではないが、被験物質の胃粘膜刺激性に由来すると推察される。

肝臓では、1000 mg/kg投与群の雄において、くもり硝子状を呈し肥大した肝細胞が小葉中心性に観察された。同群の雌では、この組織変化は軽度であったが、肝臓の相対重量の有意な増加が認められた。これらの変化は、被験物質投与により肝臓の薬物代謝酵素が誘導された可能性を示唆する。

上記の毒性変化は、2週間の回復期間を経て、概ね消失した。溶血を示唆した変化についても、雌雄とも脾臓のヘモジデリン沈着は認められたものの、赤血球数や髓外造血の程度に差はみられなかったことから、休業によりこの変化の進行も停止するものと思われた。

投与直後の一過性の流涎は、用量依存性かつ高頻度に認められたが、毒性発現とはみなさなかつた。この流涎は、強制経口投与された検体に対する忌避感(苦味や刺激等)から、反射的に生じたものである可能性が高い。投与直前の保定時から流涎を発した例については、反復投与により条件反射が成立したためであると考えられる。

以上のように、本試験では一過性の歩行失調、体重増加抑制、摂餌量の減少、前胃上皮のびまん性過形成が認められたほか、溶血および肝臓の薬物代謝酵素誘導を示唆する変化がみられた。100 mg/kg投与群の雌雄では、これらの所見はいずれも認められなかった。したがって、本試験条件下における2,3,6-トリメチルフェノールの無

影響量は、雌雄とも 100 mg/kg/day であると判断される。

連絡先

試験責任者：大原直樹
試験担当者：関 誠，加藤博康，関 剛幸，
笠間菊子，吉村慎介
（財）食品薬品安全センター 秦野研究所
〒257-8523 神奈川県秦野市落合729-5
Tel 0463-82-4751 Fax 0463-82-9627

Correspondence

Authors: Naoki Ohara (Study Director)
Makoto Seki, Hiroyasu Katoh,
Takayuki Seki, Kikuko Kasama,
Shinsuke Yoshimura
Hatano Research Institute, Food and Drug Safety
Center
729-5 Ochiai, Hadano-shi, Kanagawa, 257-8523,
Japan
Tel +81-463-82-4751 Fax +81-463-82-9627

Table 1 Urinalysis in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

	Dose (mg/kg)	On day 23 of administration period				On day 9 of recovery period	
		0	100	300	1000	0	1000
Male							
Number of animals		5	5	5	5	5	5
Volume(mL) ^{a)}		15.7±2.9	18.2±3.9	24.3±3.3	32.8±9.4**	21.5±3.5	29.5±12.3
Specific gravity ^{a)}		1.048±0.008	1.047±0.008	1.036±0.004*	1.026±0.003**	1.058±0.007	1.046±0.012
Color	yellow	0	1	1	3	0	0
pH	≤6.0	0	0	0	0	0	0
Protein ^{b)}	±	0	1	2	2	1	2
	+	5	3	2	2	4	3
	++	0	1	1	1	0	0
Ketone ^{c)}	±	3	0	0	1	3	1
Bilirubin ^{d)}	+	0	0	0	1	0	0
Occult blood ^{d)}	±	0	0	0	0	0	0
Urobilinogen ^{e)}	±	5	5	5	4	5	4
	+	0	0	0	1	0	1
Sediment							
Crystal ^{d)}	±	4	5	4	5	5	5
	+	1	0	1	0	0	0
Epithelial cell ^{d)}	±	0	0	1	0	0	0
Female							
Number of animals		5	5	5	5	5	4
Volume(mL) ^{a)}		14.6±5.0	14.1±6.4	25.1±7.1	20.9±12.8	19.5±4.4	12.3±6.2
Specific gravity ^{a)}		1.034±0.017	1.039±0.017	1.015±0.009	1.03±0.023	1.04±0.013	1.054±0.017
Color	yellow	1	1	0	5	0	0
pH	≤6.0	1	0	0	3	0	0
Protein ^{b)}	±	0	0	0	0	0	2
	+	1	0	0	1	0	0
	++	0	0	0	2	0	0
Ketone ^{c)}	±	1	0	0	2	2	2
Bilirubin ^{d)}	+	0	1	0	3	0	0
Occult blood ^{d)}	±	0	1	0	0	0	0
Urobilinogen ^{e)}	±	5	4	5	2	5	4
	+	0	1	0	3	0	0
Sediment							
Crystal ^{d)}	±	5	5	3	4	4	4
	+	0	0	0	1	0	0
Epithelial cell ^{d)}	±	0	0	0	2	0	0

a) Mean±S.D. b) ±:trace, +:30 mg/kg, ++:100 mg/dL c) ±:trace, +:slight d) ±:0.1 EU/dL, +:1.0 EU/dL e) ±:a few, +:abundant

*:significantly different from 0 mg/kg, p<0.05

**:significantly different from 0 mg/kg, p<0.01

Table 2 Hematological examination in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

	Dose (mg/kg)	End of administration period				End of recovery period	
		0	100	300	1000	0	1000
Male							
Number of animals		5	5	5	5	5	5
RBC ($\times 10000/\text{mm}^3$)		662 \pm 23	663 \pm 22	662 \pm 17	659 \pm 47	707 \pm 15	718 \pm 27
Hemoglobin (g/dL)		14.2 \pm 0.4	14.1 \pm 0.7	14.1 \pm 0.3	13.6 \pm 0.6	14.4 \pm 0.2	14.2 \pm 0.4
Hematocrit (%)		42.7 \pm 1.6	42.8 \pm 1.8	42 \pm 1.1	41.5 \pm 1.9	44.1 \pm 0.8	43.6 \pm 1.6
MCV (μm^3)		64.6 \pm 1.8	64.5 \pm 0.8	63.4 \pm 1.4	63.1 \pm 3.7	62.5 \pm 1	60.7 \pm 0.9*
MCH (pg)		21.4 \pm 0.6	21.2 \pm 0.5	21.3 \pm 0.4	20.7 \pm 1.6	20.4 \pm 0.2	19.8 \pm 0.3*
MCHC (%)		33.2 \pm 0.4	32.9 \pm 0.7	33.5 \pm 0.4	32.8 \pm 0.6	32.7 \pm 0.3	32.7 \pm 0.4
Reticulocyte (%)		7.1 \pm 1.2	6.6 \pm 1	6 \pm 1	8.7 \pm 2.2	3.3 \pm 1.1	5.2 \pm 1.8
Platelet ($\times 10000/\text{mm}^3$)		99.9 \pm 10.5	103.5 \pm 9.3	105.1 \pm 11.7	111.9 \pm 14.2	101.4 \pm 3.8	101.2 \pm 9.2
PT (sec)		22.9 \pm 2.9	26.3 \pm 6.4	37.2 \pm 11.9	30.4 \pm 8.8	26.4 \pm 2.1	27.1 \pm 4.2
APTT (sec)		24.7 \pm 1.7	25.2 \pm 2.2	28.1 \pm 2.5	27.4 \pm 3.3	25.9 \pm 1	25.2 \pm 2.2
WBC ($\times 100/\text{mm}^3$)		122 \pm 35	107 \pm 22	131 \pm 19	115 \pm 23	101 \pm 21	104 \pm 29
Differential leukocyte counts (%)							
Band neutrophil		0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
Segmented neutrophil		6 \pm 3	7 \pm 5	7 \pm 3	8 \pm 3	7 \pm 3	9 \pm 3
Eosinophil		0 \pm 1	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	1 \pm 1
Basophil		0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
Monocyte		1 \pm 1	2 \pm 1	1 \pm 1	1 \pm 2	2 \pm 2	2 \pm 1
Lymphocyte		93 \pm 3	91 \pm 6	92 \pm 2	90 \pm 5	91 \pm 4	88 \pm 4
Female							
Number of animals		5	5	5	4	5	4
RBC ($\times 10000/\text{mm}^3$)		691 \pm 36	694 \pm 15	672 \pm 28	615 \pm 45**	732 \pm 22	699 \pm 58
Hemoglobin (g/dL)		14.1 \pm 0.9	14.4 \pm 0.4	14 \pm 0.4	12.7 \pm 0.2**	14.6 \pm 0.4	14 \pm 1
Hematocrit (%)		42.7 \pm 2.6	43 \pm 0.7	41.8 \pm 1.2	38 \pm 0.4*	44.1 \pm 1.2	42.4 \pm 3.1
MCV (μm^3)		61.8 \pm 1.1	62 \pm 1	62.3 \pm 1.2	62.1 \pm 4.7	60.2 \pm 1.5	60.7 \pm 1.6
MCH (pg)		20.4 \pm 0.5	20.7 \pm 0.6	20.8 \pm 0.3	20.8 \pm 1.3	20 \pm 0.6	20 \pm 0.5
MCHC (%)		33 \pm 0.3	33.5 \pm 0.4	33.4 \pm 0.2	33.4 \pm 0.5	33.2 \pm 0.4	32.9 \pm 0.4
Reticulocyte (%)		3.7 \pm 1.1	3.2 \pm 0.9	3.9 \pm 0.4	10.7 \pm 4.1	3.1 \pm 0.8	4.1 \pm 1
Platelet ($\times 10000/\text{mm}^3$)		94.9 \pm 7.1	100.6 \pm 4	105.1 \pm 11.8	101.9 \pm 6.4	98.1 \pm 6.1	95.8 \pm 2.4
PT (sec)		17.5 \pm 1.6	15.4 \pm 0.4	16.7 \pm 1	17.1 \pm 1.9	17.1 \pm 0.9	16.8 \pm 0.9
APTT (sec)		22.8 \pm 1.8	21.1 \pm 1.9	24.4 \pm 2.5	21.6 \pm 1	21.8 \pm 1.5	21.7 \pm 0.3
WBC ($\times 100/\text{mm}^3$)		38 \pm 13	47 \pm 17	45 \pm 11	65 \pm 20	41 \pm 6	42 \pm 8
Differential leukocyte counts (%)							
Band neutrophil		0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
Segmented neutrophil		13 \pm 4	8 \pm 6	12 \pm 5	7 \pm 3	8 \pm 2	13 \pm 4
Eosinophil		0 \pm 0	1 \pm 1	1 \pm 1	2 \pm 4	1 \pm 1	1 \pm 1
Basophil		0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
Monocyte		2 \pm 2	3 \pm 4	1 \pm 1	1 \pm 1	1 \pm 1	2 \pm 1
Lymphocyte		85 \pm 7	87 \pm 11	86 \pm 6	91 \pm 3	90 \pm 4	84 \pm 5

Parameter, mean \pm S.D., *: significantly different from 0 mg/kg, $p < 0.05$, **: significantly different from 0 mg/kg, $p < 0.01$

Table 3 Blood chemical examination in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

Dose (mg/kg)	End of administration period				End of recovery period	
	0	100	300	1000	0	1000
Male						
Number of animals	5	5	5	5	5	5
Total protein (g/dL)	5.2±0.1	5.1±0.4	5.1±0.1	5±0.3	5.3±0.2	5.3±0.2
Albumin (g/dL)	3±0.1	2.9±0.1	3±0.1	2.8±0.1**	2.8±0.1	2.8±0.2
A/G	1.37±0.02	1.41±0.19	1.39±0.15	1.29±0.08	1.11±0.13	1.17±0.09
Glucose (mg/dL)	145±16	140±19	143±29	151±25	148±12	141±17
Total cholesterol (mg/dL)	52±5	45±7	45±6	49±10	48±6	36±5*
Triglyceride (mg/dL)	78±16	79±28	77±25	76±33	51±14	59±15
BUN (mg/dL)	11±1	14±2*	9±2	11±1	13±2	16±2
Creatinine (mg/dL)	0.6±0	0.7±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	0.6±0.1	0.5±0.1
Inorg. Phos. (mg/dL)	8±0.3	8.3±0.2	8.9±0.5*	9.2±1*	7.5±0.6	8±0.5
Ca (mg/dL)	9.3±0.4	9.2±0.3	9.4±0.2	9.4±0.6	9±0.3	9.7±0.4*
Na (mEq/L)	145.7±0.7	144.6±1	145±0.9	145.1±0.5	144.5±0.9	143.8±0.3
K (mEq/L)	3.97±0.22	4.18±0.19	4.1±0.18	4.08±0.14	4.34±0.2	4.31±0.35
Cl (mEq/L)	106.3±1	105.6±1.7	106.5±1	106.1±1.2	106.4±1	106.2±1.1
ALP (U/L)	373±86	373±69	334±82	417±113	275±42	306±73
LDH (U/L)	227±178	171±77	156±98	182±55	181±72	194±143
GPT (U/L)	28±8	30±2	30±3	32±5	27±5	34±14
GOT (U/L)	60±19	63±6	56±8	55±9	65±11	63±13
γ-GTP (U/L)	0±0	0±0	0±0	0±0	0±1	0±0
Female						
Number of animals	5	5	5	4	5	4
Total protein (g/dL)	5.1±0.1	5.2±0.3	5.4±0.1	5.2±0.3	5.5±0.2	5.5±0.3
Albumin (g/dL)	3.1±0.1	3.2±0.2	3.2±0.1	3.1±0.2	3.1±0.1	3.2±0.2
A/G	1.6±0.22	1.62±0.13	1.52±0.1	1.52±0.13	1.36±0.12	1.37±0.1
Glucose (mg/dL)	95±13	105±12	108±13	106±9	134±25	117±17
Total cholesterol (mg/dL)	45±11	53±8	56±9	64±9	61±8	59±5
Triglyceride (mg/dL)	34±13	40±13	54±20	41±9	53±19	40±15
BUN (mg/dL)	19±3	19±2	19±2	18±4	22±5	20±2
Creatinine (mg/dL)	0.6±0.1	0.7±0.2	0.7±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	0.7±0.1
Inorg. Phos. (mg/dL)	7.9±1.6	8±1.5	6.2±0.4	7.6±1.2	7.4±0.8	8.9±1.8
Ca (mg/dL)	9±0.5	9.2±0.4	9.1±0.2	9.1±0.5	9.3±0.2	9.5±0.5
Na (mEq/L)	145.7±1.9	145.1±0.8	146.2±0.7	145.7±1.2	143.9±0.5	144±1.1
K (mEq/L)	4.64±2.33	4.22±1.19	3.63±0.35	4.07±0.83	4.57±0.3	4.47±0.54
Cl (mEq/L)	109.3±3.8	108.8±2.9	109.4±0.3	108.6±1.6	107.9±1.2	107.9±1.1
ALP (U/L)	237±25	236±52	203±58	246±63	182±42	150±35
LDH (U/L)	146±72	155±44	150±70	106±42	178±50	146±56
GPT (U/L)	22±2	26±12	24±4	43±27	22±3	23±4
GOT (U/L)	70±9	64±14	62±10	61±12	63±7	62±11
γ-GTP (U/L)	0±1	0±0	0±0	1±1	0±0	0±0

Parameter, mean±S.D., *:significantly different from 0 mg/kg, p<0.05, **:significantly different from 0 mg/kg, p<0.01

Table 4 Organ weights in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

	Dose (mg/kg)	End of administration period				End of recovery period	
		0	100	300	1000	0	1000
Male							
Number of animals		5	5	5	5	5	5
Body weight (g)		347.7±15.7	360.6±17.1	343.3±14.3	305.4±5 **	409.7±18.3	415.3±41.6
Absolute organ weights (mg)							
Brain		1903.3±44.3	1948.9±51.9	1941.5±49	1946.9±114.3	1977.8±68.3	2052.5±91.7
Thymus		614.4±80.2	753.4±106.8	683.1±74.9	562.5±103.7	516.3±136.7	584.4±102.5
Heart		1199.8±75.3	1190.2±48.6	1172.6±79.7	1101.6±52.2	1395.4±83.2	1295.2±113.2
Liver		13184±512	12989.3±1347.5	12477.1±743.8	12686.6±812	13964.7±454.8	13720±2360.5
Kidneys		2815.3±281.8	2862.2±208.3	2808.2±322.8	2583.8±154.5	3169.4±271.5	2964.5±456.8
Spleen		750.8±41.8	722±132.2	774.5±93.6	762.9±120.3	842.6±43.6	841.3±103.8
Adrenal glands		51.7±5.7	49.4±2.7	43.8±4.3 *	43.4±3.7 *	59.2±13.4	53.5±8.4
Testes		2864±66.7	2878.9±118.1	2838.7±273.4	2863.9±239.2	3311.3±274.1	3112.3±224.5
Epididymides		596.5±50.8	595.1±37.9	607.1±98	580.5±23.6	871.9±56.1	746.7±70.1 *
Relative organ weights (mg/g)							
Brain		5.48±0.153	5.413±0.252	5.66±0.178	6.373±0.347 **	4.83±0.15	4.971±0.41
Thymus		1.766±0.2	2.09±0.277	1.988±0.172	1.844±0.362	1.25±0.281	1.405±0.171
Heart		3.451±0.143	3.305±0.174	3.414±0.116	3.608±0.195	3.412±0.268	3.123±0.114
Liver		37.939±0.881	35.955±2.437	36.403±2.798	41.538±2.609	34.103±0.824	32.968±3.941
Kidneys		8.115±0.923	7.934±0.353	8.198±1.088	8.466±0.614	7.736±0.573	7.131±0.736
Spleen		2.164±0.181	2.001±0.348	2.254±0.244	2.495±0.365	2.062±0.186	2.038±0.293
Adrenal glands		0.149±0.017	0.138±0.012	0.128±0.015	0.142±0.012	0.145±0.031	0.131±0.033
Testes		8.255±0.491	7.994±0.423	8.275±0.782	9.382±0.858 *	8.075±0.42	7.579±1.182
Epididymides		1.715±0.098	1.654±0.152	1.764±0.235	1.902±0.105	2.131±0.151	1.815±0.263 *
Female							
Number of animals		5	5	5	4	5	4
Body weight (g)		212±23.4	227.8±12	213.7±11.8	202±24.8	255.6±14.6	229.1±14.5 *
Absolute organ weights (mg)							
Brain		1761.8±43.4	1727.1±68.9	1790.5±66.3	1860.9±50.3	1851.9±43.5	1842.1±76.2
Thymus		474.9±150.8	403.7±70.3	451.3±93.8	347.8±51.5	372.3±106.2	345.2±72.3
Heart		771.2±94.6	777±89.8	779.3±60.5	761.8±54.4	834±40.1	808.6±59
Liver		6749.1±1111.2	7084.1±502.3	7218.3±724.6	7532.5±1431.7	7697.5±561.9	7107±209
Kidneys		1674.4±123.6	1663.9±107.6	1765.8±148.6	1791.8±232.2	1988±73	1757.6±79 **
Spleen		482.6±97	476.1±41.4	485.1±23.7	640.1±98.6 *	491.9±59.3	504.7±33.5
Adrenal glands		61.6±4.5	57.9±7.3	53±6.3	51.8±7	65.5±11.7	60.9±4.7
Ovaries		84.3±7.9	95.1±11.6	85.7±11.8	73.5±22.2	90.7±14.7	85.8±4.9
Relative organ weights (mg/g)							
Brain		8.413±1.167	7.598±0.483	8.403±0.615	9.305±0.984	7.265±0.487	8.051±0.183 *
Thymus		2.225±0.553	1.766±0.245	2.114±0.443	1.724±0.183	1.461±0.43	1.497±0.222
Heart		3.647±0.315	3.407±0.305	3.646±0.181	3.792±0.229	3.266±0.133	3.53±0.131 *
Liver		31.704±2.441	31.093±1.278	33.757±2.335	37.083±2.813 **	30.122±1.596	31.092±1.47
Kidneys		7.951±0.716	7.31±0.418	8.267±0.552	8.873±0.313	7.789±0.336	7.69±0.473
Spleen		2.27±0.312	2.093±0.188	2.275±0.156	3.161±0.139 **	1.921±0.146	2.204±0.076 *
Adrenal glands		0.294±0.044	0.256±0.04	0.248±0.03	0.258±0.035	0.256±0.045	0.268±0.036
Ovaries		0.402±0.057	0.418±0.05	0.404±0.073	0.361±0.079	0.357±0.065	0.377±0.046

Parameter, mean±S.D., *: significantly different from 0 mg/kg, p<0.05, **: significantly different from 0 mg/kg, p<0.01

Table 5 Histopathological examination in 28-day repeat dose oral toxicity test of 2,3,6-trimethylphenol in rats

Sex	Male						Female						
	End of administration period				End of recovery period		End of administration period				End of recovery period		
	Dose (mg/kg)		0	100	300	1000	0	1000	0	100	300	1000	0
Number of animals examined													
5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 5 4													
(Liver)													
Hypertrophy, hepatocyte, centrilobular, ground glass appearance													
± 0 0 0 3 0 0 0 0 0 1 0 0													
1+ 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0													
Pos. 0 0 0 4# 0 0 0 0 0 1 0 0													
Fatty change, periportal													
± 5 3 4 2 5 2 3 5 3 4 5 4													
1+ 0 2 0 0 0 2 2 0 2 0 0													
Pos. 5 5 4 2 5 4 5 5 5 4 5 4													
(Spleen)													
Hematopoiesis, extramedullary													
± 0 0 0 0 1 0 5 5 4 0 3 3													
1+ 3 5 4 3 4 5 0 0 1 4 2 1													
2+ 2 0 1 2 0 0 0 0 0 0 0 0													
Pos. 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 5 4													
Deposit, hemosiderin													
± 5 5 5 0 1 0 2 0 1 0 0 0													
1+ 0 0 0 5 4 0 3 5 4 0 4 0													
2+ 0 0 0 0 0 5 0 0 0 4 1 4													
Pos. 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 5 4													
Dilatation, sinus													
± 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0													
1+ 0 0 0 4 0 0 0 0 0 4 0 0													
Pos. 0 0 0 5## 0 1 0 0 0 4## 0 0													
(Stomach)													
Squamous hyperplasia, diffuse, forestomach													
± 0 0 0 5 0 0 0 0 0 2 0 1													
1+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 1													
Pos. 0 0 0 5## 0 0 0 0 0 4## 0 0													
Erosion, glandular stomach													
± 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0													
Pos. 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0													

±: very slight, 1+: Slight, 2+: Moderate, Pos.: Total of positive grade

** : significantly different from control $p < 0.01$ (Two-tailed Mann-Whitney U test)# : significantly different from control $p < 0.05$ (One-tailed Fisher exact test)## : significantly different from control $p < 0.01$ (One-tailed Fisher exact test)

2,3,6-トリメチルフェノールの細菌を用いる復帰変異試験

Reverse Mutation Test of 2,3,6-Trimethylphenol on Bacteria

要約

2,3,6-トリメチルフェノールについて *Salmonella typhimurium* TA100, TA1535, TA98, TA1537 および *Escherichia coli* WP2 *uvrA* を用いる復帰変異試験をプレインキュベーション法により実施した。

予備試験における抗菌性の結果をもとに、本試験では S9 mix 非共存下および共存下の各菌株について 1250~39.1 $\mu\text{g}/\text{plate}$ (公比2) の6濃度を設定した。

本試験を2回実施した結果、被験物質の各濃度において誘発された復帰変異コロニー数は、S9 mixの有無によらず、いずれの菌株においても陰性(溶媒)対照値の2倍以上を示さなかった。また、S9 mix 非共存下および共存下のTA100, TA1535は625 $\mu\text{g}/\text{plate}$ 以上、WP2 *uvrA*, TA98, TA1537は1250 $\mu\text{g}/\text{plate}$ で抗菌性が認められた。従って2,3,6-トリメチルフェノールは本試験系において変異原性を有さない(陰性)と結論した。

方法

[使用菌株]

カリフォルニア大学B. N. Ames教授より1983年5月27日に入手した *Salmonella typhimurium* TA98, TA100, TA1535, TA1537¹⁾ および東京大学医科学研究所 松島教授より1985年10月14日に入手した *Escherichia coli* WP2 *uvrA*²⁾ の5菌株を用いた。各菌株は超低温槽で-80℃以下に凍結保存したものを使用した。

試験に際して、各凍結菌株を融解後、その20 μL をニュートリエントブロス(Oxoid Nutrient Broth No.2, Unipath社)25 gを1 Lの精製水に溶解して作製した液体完全培地10 mLに接種し、37℃で8時間振盪培養した。培養終了後の菌懸濁液は、濁度計を用いて菌濃度を測定し、各菌株共に生菌数が $1 \times 10^8/\text{mL}$ 以上であることを確認した。

[被験物質]

2,3,6-トリメチルフェノール(ロット番号:971209, 本州化学工業(株), 和歌山)は、純度99.67%(不純物として、2,4,6-トリメチルフェノール0.08%, 2,5-ギシレノール0.05%を含有)の淡黄色固体である。被験物質は使用時まで室温、暗所に保存した。なお、本ロットの安定性は、実験開始前および実験終了後に被験物質供給者が分析し、確認した。

2,3,6-トリメチルフェノールはジメチルスルホキシド

(DMSO, 関東化学(株))を用いて最高濃度(50 mg/mL)の溶液を調製した後、同溶媒で所定濃度に段階希釈したものをを用いた。

[陽性対照物質]

陽性対照物質として下記のものを用いた。

AF-2 : 2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル)アクリルアミド(和光純薬工業(株))

NaN₃ : アジ化ナトリウム(和光純薬工業(株))

ENNG : N-エチル-N'-ニトロ-N-ニトロソグアニジン(Sigma Chemical Co.)

9-AA : 9-アミノアクリジン(Sigma Chemical Co.)

2-AA : 2-アミノアントラセン(和光純薬工業(株))

NaN₃は注射用水(株)大塚製薬工場)に、その他はDMSOに溶解したものを使用した。

[培地およびS9 mixの組成]

1) トップアガー

アミノ酸水溶液として、精製水を用いて0.5 mM D-ピオチン、L-ヒスチジン混合水溶液(サルモネラ用)または0.5 mM L-トリプトファン水溶液(大腸菌用)を調製し、これをろ過滅菌後、冷蔵庫に保管した。精製水100 mLに対して、粉末寒天(Bacto-Agar, Difco社)0.6 g、塩化ナトリウム0.5 gの割合で加え、オートクレーブで滅菌し完全に溶解させた後、上記のアミノ酸水溶液を1/10量加えて混和し、約45℃に保温した。

2) 最少グルコース寒天平板培地

クリメディアAM-N培地(オリエンタル酵母工業(株))を購入し、使用した。なお、培地1 Lあたりの組成は下記のとおりである。

硫酸マグネシウム・七水塩	0.2 g
クエン酸・一水塩	2 g
リン酸水素二カリウム	10 g
リン酸一アンモニウム	1.92 g
水酸化ナトリウム	0.66 g
グルコース	20 g
寒天(OXOID Agar No.1)	15 g

径90 mmのシャーレ1枚あたり30 mLを流して固めてある。

3) S9 mix

S9 mix 1 mLあたり以下の組成で調製し、使用時まで氷中に保存した。

S9*	0.1 mL
塩化マグネシウム六水塩	8 μ mol
塩化カリウム	33 μ mol
D-グルコース6-リン酸	5 μ mol
β -NADPH	4 μ mol
β -NADH	4 μ mol
ナトリウム-リン酸緩衝液(pH 7.4)	100 μ mol
滅菌精製水	残量

*:購入したS9(キッコーマン(株))を使用した。このS9は、7週齢の雄のSD系ラットにフェノバルビタールと5,6-ベンゾフラボンを併用投与して作製した肝ホモジネートの9000 \times g遠心上清分画である。

[試験方法]

試験はプレインキュベーション法で実施した。

滅菌した試験管に被験物質溶液を0.1 mL, 0.1 Mナトリウム-リン酸緩衝液(pH 7.4)0.5 mLおよび菌懸濁液を0.1 mL加え, 37 $^{\circ}$ Cで20分間振盪培養した。S9 mixを共存させる場合には, 0.1 Mナトリウム-リン酸緩衝液の代わりにS9 mixを0.5 mL添加した。プレインキュベーション後, トップアガー2 mLを上記の混合液に加え混和し, 最少グルコース寒天平板培地上に重層した。重層したトップアガーが凝固した後, 37 $^{\circ}$ Cで48時間培養した。

実体顕微鏡を用いて菌叢の生育状態を観察し, 被験物質による抗菌性の有無を調べた後, 目視により被験物質の沈殿の有無を確認した。プレート上の復帰変異コロニー数を自動コロニーカウンターで計測した。予備試験は各用量につき1枚のプレートを使用した。本試験は各用量につき3枚のプレートを使用し, 再現性を確認するため2回実施した。また, 被験物質溶液の代わりに陰性対照物質(溶媒)および各菌株毎の陽性対照物質を用いて, 被験物質群と同様の操作を行う対照群を設けた。

[試験結果の判定基準]

被験物質処理プレートにおける復帰変異コロニー数(平均値)が陰性対照値の2倍以上を示し, 明確な用量相関性および再現性が認められる場合に陽性と判定した。

結果および考察

[予備試験]

5000, 1250, 313, 78.1, 19.5, 4.88, 1.22 μ g/plateの濃度で実施した結果, S9 mix非共存下および共存下の1250 μ g/plate以上で抗菌性が認められた。従って, 本試験では1250, 625, 313, 156, 78.1, 39.1 μ g/plateの6濃度を設定した。

[本試験]

結果をTable 1, 2に示した。上記の濃度範囲で試験を実施した結果, 2回の本試験ともに, 被験物質の各濃度において誘発された復帰変異コロニー数は, S9 mixの有無によらず, いずれの菌株においても陰性(溶媒)対照値の2倍以上を示さなかった。また, S9 mix非共存下お

よび共存下のTA100, TA1535は625 μ g/plate以上, WP2 uvrA, TA98, TA1537は1250 μ g/plateで抗菌性が認められた。

以上の結果から, 2,3,6-トリメチルフェノールは本試験系において変異原性を有さない(陰性)と結論した。

なお, 類似化合物である2,6-ジブチル-p-クレゾールおよび2,4,6-トリ-tert-ブチルフェノールは, いずれも細菌を用いる復帰変異試験で陰性の結果が報告されている³⁾。

参考文献

- 1) D. M. Maron and B. N. Ames, *Mutation Research*, 113, 173(1983).
- 2) M. H. L. Green and W. J. Muriel, *Mutation Research*, 38, 3(1976).
- 3) 石館基監修, "微生物を用いる変異原性試験データ集," エル・アイ・シー社, 東京, 1991.

連絡先

試験責任者: 宮川 誠

試験担当者: 榎本佳明, 清水優子, 大久保智子

(株)三菱化学安全科学研究所 鹿島研究所

〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山14

Tel 0479-46-2871 Fax 0479-46-2874

Correspondence

Authors: Makoto Miyagawa (Study director)

Yoshiaki Enomoto, Yuko Shimizu,

Tomoko Okubo

Mitsubishi Chemical Safety Institute Ltd.,

Kashima Laboratory

14 Sunayama, Hasaki-machi, Kashima-gun,

Ibaraki, 314-0255, Japan

Tel +81-479-46-2871 Fax +81-479-46-2874

Table 1 Results of reverse mutation test of 2,3,6-trimethylphenol on bacteria (I)

With(+) or Without(-) S9 mix	Test Substance Concentration ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	Number of revertants (number of colonies / plate)					
		Base-pair change type			Frameshift type		
		TA100	TA1535	WP2 <i>uvrA</i>	TA98	TA1537	
S9 mix (-)	0	162 150 (163) 177 (± 14)	15 8 (12) 12 (± 4)	27 39 (30) 23 (± 8)	24 27 (26) 26 (± 2)	4 4 (5) 6 (± 1)	
	39.1	149 175 (158) 150 (± 15)	7 16 (10) 8 (± 5)	33 25 (27) 22 (± 6)	23 30 (25) 22 (± 4)	4 4 (4) 3 (± 1)	
	78.1	153 142 (145) 141 (± 7)	14 11 (11) 9 (± 3)	25 21 (27) 34 (± 7)	20 20 (20) 20 (± 0)	8 7 (6) 3 (± 3)	
	156	135 142 (137) 135 (± 4)	13 9 (11) 10 (± 2)	23 35 (27) 23 (± 7)	17 18 (18) 18 (± 1)	7 6 (6) 4 (± 2)	
	313	128 149 (145) 159 (± 16)	9 13 (11) 12 (± 2)	34 37 (32) 24 (± 7)	35 23 (27) 22 (± 7)	7 6 (8) 11 (± 3)	
	625	94* 94* (102) 119* (± 14)	10* 9* (8) 6* (± 2)	24 24 (25) 27 (± 2)	23 21 (21) 19 (± 2)	9 8 (8) 7 (± 1)	
	1250	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)	
S9 mix (+)	0	185 168 (181) 190 (± 12)	10 13 (13) 16 (± 3)	27 32 (29) 27 (± 3)	24 23 (30) 43 (± 11)	11 9 (9) 8 (± 2)	
	39.1	207 182 (193) 190 (± 13)	9 10 (12) 18 (± 5)	36 24 (31) 33 (± 6)	37 41 (38) 35 (± 3)	6 6 (6) 7 (± 1)	
	78.1	213 198 (199) 187 (± 13)	18 11 (17) 21 (± 5)	32 47 (38) 35 (± 8)	36 33 (38) 46 (± 7)	11 8 (8) 5 (± 3)	
	156	186 193 (191) 194 (± 4)	10 15 (13) 13 (± 3)	41 33 (38) 40 (± 4)	40 33 (40) 46 (± 7)	13 12 (14) 16 (± 2)	
	313	182 199 (190) 189 (± 9)	11 12 (12) 12 (± 1)	34 43 (35) 27 (± 8)	37 40 (40) 42 (± 3)	18 10 (13) 10 (± 5)	
	625	145* 137* (149) 165* (± 14)	12* 10* (13) 17* (± 4)	39 36 (37) 37 (± 2)	35 29 (29) 23 (± 6)	18 8 (14) 15 (± 5)	
	1250	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)	
Positive control S9 mix (-)	Name	AF-2	NaN ₃	ENNG	AF-2	9-AA	
	Concentration ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	0.01	0.5	2	0.1	80	
Positive control S9 mix (+)	Name	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA	
	Concentration ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	1	2	10	0.5	2	
	Number of revertants	597 566 (574) 559 (± 20)	452 482 (476) 493 (± 21)	409 461 (427) 410 (± 30)	356 329 (346) 352 (± 15)	318 339 (314) 284 (± 28)	
	Number of revertants	1221 1131 (1200) 1247 (± 61)	344 339 (336) 326 (± 9)	1239 1339 (1324) 1393 (± 78)	393 485 (432) 419 (± 47)	131 180 (170) 200 (± 36)	

AF-2: 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide, NaN₃: sodium azide
 ENNG: N-ethyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine, 9-AA: 9-aminoacridine, 2-AA: 2-aminoanthracene

(Mean)
(\pm S.D.)

*: Microbial toxicity was observed.

Table 2 Results of reverse mutation test of 2,3,6-trimethylphenol on bacteria (II)

With(+) or Without(-) S9 mix	Test Substance Concentration (μg/plate)	Number of revertants (number of colonies / plate)				
		Base-pair change type			Frameshift type	
		TA100	TA1535	WP2 <i>uvrA</i>	TA98	TA1537
S9 mix (-)	0	162 175 (164) 156 (±10)	17 12 (13) 9 (±4)	23 17 (25) 36 (±10)	26 24 (26) 27 (±2)	10 17 (13) 13 (±4)
	39.1	163 159 (157) 149 (±7)	13 15 (14) 13 (±1)	30 25 (28) 30 (±3)	20 15 (16) 13 (±4)	15 9 (13) 16 (±4)
	78.1	165 167 (168) 173 (±4)	12 13 (14) 16 (±2)	29 27 (28) 29 (±1)	16 24 (21) 23 (±4)	11 21 (17) 19 (±5)
	156	180 166 (162) 141 (±20)	12 14 (16) 23 (±6)	28 28 (29) 32 (±2)	12 14 (16) 22 (±5)	9 14 (13) 16 (±4)
	313	147 167 (158) 160 (±10)	16 9 (13) 15 (±4)	19 20 (26) 38 (±11)	28 30 (25) 18 (±6)	14 19 (17) 18 (±3)
	625	136* 107* (117) 107* (±17)	5* 3* (6) 11* (±4)	23 17 (23) 29 (±6)	16 15 (16) 17 (±1)	10 9 (11) 13 (±2)
	1250	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)
S9 mix (+)	0	172 187 (168) 144 (±22)	15 17 (15) 13 (±2)	37 24 (31) 31 (±7)	36 33 (33) 30 (±3)	16 15 (16) 18 (±2)
	39.1	183 193 (194) 205 (±11)	26 12 (16) 10 (±9)	29 41 (35) 34 (±6)	36 42 (37) 33 (±5)	18 15 (18) 22 (±4)
	78.1	212 218 (218) 223 (±6)	13 9 (13) 17 (±4)	38 35 (37) 37 (±2)	25 27 (25) 24 (±2)	11 10 (13) 18 (±4)
	156	214 190 (199) 192 (±13)	10 17 (13) 11 (±4)	44 34 (35) 27 (±9)	40 36 (35) 30 (±5)	20 21 (23) 27 (±4)
	313	218 197 (210) 214 (±11)	16 16 (16) 17 (±1)	41 23 (31) 28 (±9)	28 44 (33) 27 (±10)	18 19 (19) 19 (±1)
	625	166* 170* (161) 148* (±12)	11* 8* (12) 16* (±4)	22 36 (27) 22 (±8)	21 23 (23) 25 (±2)	8 13 (12) 16 (±4)
	1250	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)
Positive control S9 mix (-)	Name	AF-2	NaN ₃	ENNG	AF-2	9-AA
	Concentration (μg/plate)	0.01	0.5	2	0.1	80
Positive control S9 mix (+)	Name	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA
	Concentration (μg/plate)	1	2	10	0.5	2
	Number of revertants	526 443 (470) 440 (±49)	572 561 (561) 551 (±11)	846 765 (775) 715 (±66)	397 406 (410) 427 (±15)	402 330 (354) 330 (±42)
	Number of revertants	1160 1119 (1124) 1092 (±34)	333 310 (321) 320 (±12)	1343 1373 (1372) 1401 (±29)	354 378 (365) 363 (±12)	176 196 (181) 170 (±14)

AF-2: 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide, NaN₃: sodium azide
 ENNG: N-ethyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine, 9-AA: 9-aminoacridine, 2-AA: 2-aminoanthracene

(Mean)
(±S.D.)

*: Microbial toxicity was observed.

2,3,6-トリメチルフェノールのチャイニーズ・ハムスター培養細胞を用いる染色体異常試験

In Vitro Chromosomal Aberration Test of 2,3,6-Trimethylphenol on Cultured Chinese Hamster Cells

要約

2,3,6-トリメチルフェノールの培養細胞に及ぼす細胞遺伝学的影響を、チャイニーズ・ハムスター培養細胞(CHL/IU)を用いて染色体異常試験を実施した。

細胞増殖抑制試験の結果をもとに、連続処理法の24、48時間処理および短時間処理法のS9 mix存在下、非存在下において200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を最高濃度として、公比2で4用量を設定した。

CHL/IU細胞を24時間および48時間連続処理した結果、構造異常細胞の出現頻度は、24時間処理100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ で5.0%、48時間処理の25、50、100、200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ において2.0、11.5、38.0、18.1%であった。これらの再現性及び用量依存性を確認するために、24時間、48時間処理ともに、200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を最高濃度として、公比2で5用量で確認試験を実施した。その結果、48時間処理の50、100、200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ において9.5、13.5、8.5%であった。

短時間処理法S9 mix存在下の200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ およびS9 mix非存在下の200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ において、染色体の構造異常細胞の出現頻度はそれぞれ11.5、11.0%であった。

数的異常細胞の出現頻度は、全ての処理条件で5%未満であった。

以上の結果より、本試験条件下では2,3,6-トリメチルフェノールは、染色体異常を誘発する(陽性)と結論した。

材料および方法

1. 使用した細胞

大日本製薬(株)から入手(1996年11月、入手時:継代14代、凍結時:17代)したチャイニーズ・ハムスター由来のCHL/IU細胞を、解凍後継代5代以内で試験に用いた。

2. 培養液の調製

培養には、非働化した仔牛血清(GIBCO BRL, ロット番号:39K0464)を10 vol%添加したイーグルMEM(日本製薬(株)培養液)を用いた。

3. 培養条件

2×10^4 個のCHL/IU細胞を、培養液5 mLを入れたディッシュ(径6 cm, Becton Dickinson and Company)に播き、37°CのCO₂インキュベーター(5% CO₂)内で培養した。

連続処理法では、細胞播種3日目に被験物質を加え、

24時間および48時間処理した。また、短時間処理法では、細胞播種3日目にS9 mixの存在下および非存在下で6時間処理し、処理終了後新鮮な培養液でさらに18時間培養した。

4. 被験物質

2,3,6-トリメチルフェノール(ロット番号:971209, 本州化学工業(株), 和歌山)は、純度:99.67%(不純物として、2,4,6-トリメチルフェノール0.08%, 2,5-キシレノール0.05%含有)の淡黄色固体である。被験物質は使用時まで室温、暗所に保存した。なお、本ロットの安定性は、実験開始前および実験終了後に被験物質提供者が分析し、確認した。

5. 被験物質溶液の調製

被験物質調製液は、用時調製した。溶媒はアセトン(国産化学(株), ロット番号:A605G1)を用いた。原体を溶媒に溶解して原液を調製し、ついで原液を溶媒で順次希釈して所定の濃度の被験物質調製液を作製した。被験物質調製液は、すべての試験において培養液の1.0 vol%になるように加えた。

6. 細胞増殖抑制試験による処理濃度の決定

染色体異常試験に用いる被験物質の処理濃度を決定するため、被験物質の細胞増殖に及ぼす影響を調べた。被験物質のCHL/IU細胞に対する増殖抑制作用は、単層培養細胞密度計(オリンパス光学工業(株))を用いて測定し、陰性対照群に対する割合をもって指標とした。

その結果、2,3,6-トリメチルフェノールの約50%の増殖抑制を示す濃度を、プロビット法により算出したところ、連続処理法の24時間および48時間処理ではそれぞれ124、71 $\mu\text{g}/\text{mL}$ であった。また、短時間処理法のS9 mix存在下および非存在下における約50%の増殖抑制を示す濃度は、それぞれ108、119 $\mu\text{g}/\text{mL}$ であった。(Fig. 1)。

7. 実験群の設定

細胞増殖抑制試験の結果より、染色体異常試験で用いる被験物質の最高濃度を200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ とし、公比2で4用量を設定した。また、連続処理法24および48時間処理の確認試験では、最高濃度を200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ とし、公比2で5用量を設定した。

陽性対照として、連続処理法は、マイトマイシンC(協和発酵工業(株), ロット番号:139AFK)を0.03 $\mu\text{g}/\text{mL}$,

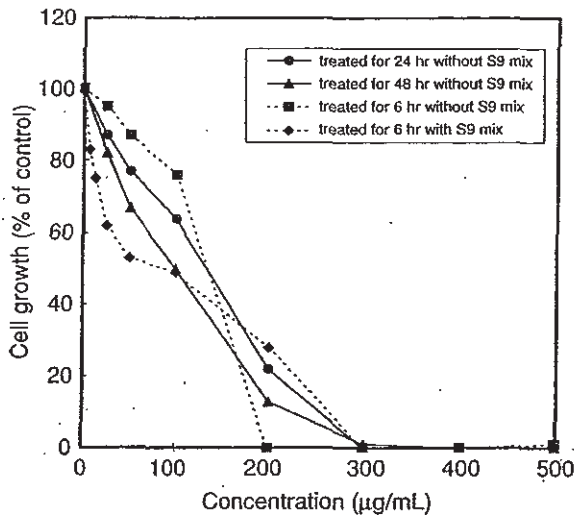


Fig. 1 Growth inhibition of CHL/IU cells treated with 2,3,6-trimethylphenol

短時間処理法は、ベンゾ [a] ピレン (東京化成工業㈱, ロット番号:AX01) を 20 µg/mL に設定した。

8. 染色体標本作製法

培養終了の2時間前に、コルセミドを最終濃度が約 0.1 µg/mL になるように培養液に加えた。染色体標本作製は常法に従って行った。スライド標本は各ディッシュにつき2枚作製した。作製した標本を、3%ギムザ溶液で20分間染色した。

9. 染色体分析

作製したスライド標本のうち、1枚のディッシュから得られたスライドを処理条件が分からないようにコード化した状態で分析した。染色体の分析は、日本環境変異原学会・哺乳動物試験分科会 (MMS) による分類法に基づいて行い、染色体型あるいは染色分体型のギャップ、切断、交換などの構造異常の有無と倍数性細胞 (polyploid) の有無について観察した。

構造異常および倍数性細胞については1群200個の分裂中期細胞を分析した。

10. 記録と測定

溶媒および陽性対照群と被験物質処理群についての分析結果は、観察した細胞数、構造異常の種類と数、倍数性細胞の数について集計し、各群の値を記録用紙に記入した。被験物質の染色体異常誘発性についての判定は、石館ら²⁾の判定基準に従い、染色体異常を有する細胞の頻度が5%未満を陰性、5%以上10%未満を疑陽性、10%以上を陽性とした。

結果および考察

連続処理法による染色体分析の結果を Table 1, 2 に示した。CHL/IU細胞を24時間および48時間連続処理した結果、構造異常細胞の出現頻度は、24時間処理100

µg/mL で 5.0%, 48時間処理の 25, 50, 100, 200 µg/mL において 2.0, 11.5, 38.0, 18.1% であった。このため、再現性及び用量依存性を確認するために、24時間、48時間処理ともに、200 µg/mL を最高濃度として、公比2で5用量で確認試験を実施した。その結果、48時間処理の 50, 100, 200 µg/mL において 9.5, 13.5, 8.5% であった。

短時間処理法による染色体分析の結果を Table 2 に示した。短時間処理法 S9 mix 存在下の 200 µg/mL および S9 mix 非存在下の 200 µg/mL において、染色体の構造異常細胞の出現頻度はそれぞれ 11.5, 11.0% であった。

また、数的異常細胞の出現頻度は全ての処理条件で 5% 未満であった。

以上の結果から、2,3,6-トリメチル安息香酸は本試験条件下において、染色体異常誘発性を有すると結論した。

なお、同物質あるいは類似化合物における染色体異常誘発性に関する情報は得られなかった。

文献

- 1) 日本環境変異原学会・哺乳動物試験分科会編, “化学物質による染色体異常アトラス,” 朝倉書店, 東京, 1988, pp. 16-37.
- 2) 石館基監修, “(改訂) 染色体異常試験データ集,” エル・アイ・シー社, 東京, 1987, p. 19.

連絡先

試験責任者: 太田絵律奈

試験担当者: 中川宗洋, 石毛裕子, 穴澤由美子, 玉川 恵, 成見香瑞範

(株)三菱化学安全科学研究所 鹿島研究所
〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山14
Tel 0479-46-2871 Fax 0479-46-2874

Correspondence

Authors: Erina Ohta (Study director)

Munehiro Nakagawa, Yuko Ishige,

Yumiko Anazawa, Megumi Tamagawa,

Kazunori Narumi

Mitsubishi Chemical Safety Institute Ltd.,
Kashima Laboratory

14 Sunayama, Hasaki-machi, Kashima-gun,
Ibaraki, 314-0255, Japan

Tel +81-479-46-2871 Fax +81-479-46-2874

Table 1 Chromosomal analysis of Chinese hamster cells (CHL/IU) continuously treated with 2,3,6-trimethylphenol without S9 mix

Group	Concentration ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Time of exposure (hr)	Number of cells analyzed	Number of structural aberrations							Number of cells with aberrations		polyploid ^a (%)	Judgement ^b		
				gap	ctb	cte	csb	cse	f	total	-gap (%)	+gap (%)		SA	NA	
Solvent ¹⁾	0	24	200	0	1	0	1	0	0	0	2	2 (1.0)	2 (1.0)	0.0	-	-
Test Substance	25	24	200	0	2	4	0	0	0	6	6 (3.0)	6 (3.0)	0.0	-	-	
	50	24	200	2	3	1	3	0	0	9	7 (3.5)	9 (4.5)	0.0	-	-	
	100	24	100	0	4	2	0	0	0	6	5 (5.0)	5 (5.0)	1.0	±	-	
	200	24					Toxic									
MMC	0.03	24	200	3	19	27	0	0	0	49	44 (22.0)	47 (23.5)	0.0	+	-	
Solvent	0	48	200	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)	0 (0.0)	0.0	-	-	
Test Substance	25	48	200	0	3	2	0	1	0	6	4 (2.0)	4 (2.0)	0.0	-	-	
	50	48	200	1	8	15	1	0	0	25	22 (11.0)	23 (11.5)	0.0	+	-	
	100	48	200	5	24	60	0	0	0	89	74 (37.0)	76 (38.0)	0.0	+	-	
	200	48	171	4	9	20	0	0	0	33	28 (16.4)	31 (18.1)	0.0	+	-	
MMC	0.03	48	200	3	27	70	3	1	0	104	91 (45.5)	94 (47.0)	0.0	+	-	

Abbreviations: gap: chromatid gap and chromosome gap, ctb: chromatid break, cte: chromatid exchange, csb: chromosome break, cse: chromosome exchange (dicentric and ring), f: fragment

-gap: total number cells with aberrations except gap, +gap: total number of cells with aberrations

SA: structural aberration, NA: numerical aberration, MMC: mitomycin C (positive control)

1) Acetone was used as solvent.

2) Two hundred cells were analyzed in each group, except 100 and 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in 24 hr treatment and 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in 48 hr treatment.

3) Judgement was done on the basis of criteria of Ishidate *et al.* (1987).

Table 2 Chromosomal analysis of Chinese hamster cells (CHL/IU) treated with 2,3,6-trimethylphenol with and without S9 mix

Group	Concentration ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	S9 mix	Time of exposure (hr)	Number of cells analyzed	Number of structural aberrations							Number of cells with aberrations		polyploid ^a (%)	Judgement ^b	
					gap	ctb	cte	csb	cse	f	total	-gap (%)	+gap (%)		SA	NA
Solvent ¹⁾	0	-	6-18	200	0	2	1	0	0	0	3	3 (1.5)	3 (1.5)	0.0	-	-
Test Substance	25	-	6-18	200	0	0	1	0	1	0	2	2 (1.0)	2 (1.0)	0.5	-	-
	50	-	6-18	200	0	1	0	2	0	0	3	3 (1.5)	3 (1.5)	0.0	-	-
	100	-	6-18	200	0	4	4	3	1	0	12	8 (4.0)	8 (4.0)	0.0	-	-
	200	-	6-18	200	0	4	20	2	0	0	26	22 (11.0)	22 (11.0)	0.0	+	-
BP	20	-	6-18	200	0	0	1	1	0	0	2	2 (1.0)	2 (1.0)	0.0	-	-
Solvent	0	+	6-18	200	0	0	0	1	1	0	2	2 (1.0)	2 (1.0)	0.0	-	-
Test Substance	25	+	6-18	200	0	0	2	1	0	0	3	3 (1.5)	3 (1.5)	0.0	-	-
	50	+	6-18	200	1	1	2	3	0	0	7	6 (3.0)	7 (3.5)	0.0	-	-
	100	+	6-18	200	0	0	2	0	0	0	2	2 (1.0)	2 (1.0)	0.0	-	-
	200	+	6-18	200	0	4	21	0	1	0	26	23 (11.5)	23 (11.5)	0.5	+	-
BP	20	+	6-18	200	3	16	165	2	1	0	187	167 (83.5)	167 (83.5)	0.0	+	-

Abbreviations: gap: chromatid gap and chromosome gap, ctb: chromatid break, cte: chromatid exchange, csb: chromosome break, cse: chromosome exchange (dicentric and ring), f: fragment

-gap: total number cells with aberrations except gap, +gap: total number of cells with aberrations

SA: structural aberration, NA: numerical aberration, BP: benzo[a]pyrene (positive control)

1) Acetone was used as solvent.

2) Two hundred cells were analyzed in each group.

3) Judgement was done on the basis of criteria of Ishidate *et al.* (1987).

Table 3 Chromosomal analysis of Chinese hamster cells (CHL/IU) continuously treated with 2,3,6-trimethylphenol without S9 mix (confirmation test)

Group	Concentration (µg/mL)	Time of exposure (hr)	Number of cells analyzed	Number of structural aberrations							Number of cells with aberrations			Judgement ^a	
				gap	ctb	cte	csb	cse	f	total	-gap (%)	+gap (%)	polyploid ^b (%)	SA	NA
Solvent ^d	0	24	200	0	1	0	1	0	0	2	2 (1.0)	2 (1.0)	0.0	-	-
Test Substance	12.5	24	200	2	2	1	0	0	0	5	3 (1.5)	5 (2.5)	0.0	-	-
	25	24	200	0	2	1	1	0	0	4	4 (2.0)	4 (2.0)	0.0	-	-
	50	24	200	1	0	1	0	0	0	2	1 (0.5)	2 (1.0)	0.5	-	-
	100	24	200	1	1	2	0	0	0	4	3 (1.5)	4 (2.0)	0.5	-	-
	200	24													
MMC	0.03	24	200	1	4	18	0	1	0	24	22 (11.0)	23 (11.5)	0.0	+	-
Solvent	0	48	200	2	0	0	0	2	0	4	2 (1.0)	4 (2.0)	0.0	-	+
Test Substance	12.5	48	200	1	0	0	1	1	0	3	2 (1.0)	3 (1.5)	0.0	-	-
	25	48	200	0	1	0	0	0	0	1	1 (0.5)	1 (0.5)	0.0	-	-
	50	48	200	2	5	13	0	1	0	21	18 (9.0)	19 (9.5)	0.0	±	-
	100	48	200	4	6	22	0	0	0	32	26 (13.0)	27 (13.5)	0.0	+	-
	200	48	200	1	1	15	0	0	0	17	16 (8.0)	17 (8.5)	0.0	±	-
MMC	0.03	48	200	2	17	63	0	1	0	83	78 (39.0)	80 (40.0)	0.0	+	-

Abbreviations: gap:chromatid gap and chromosome gap, ctb:chromatid break, cte:chromatid exchange, csb:chromosome break, cse:chromosome exchange (dicentric and ring), f:fragment

-gap:total number cells with aberrations except gap, +gap:total number of cells with aberrations

SA:structural aberration, NA:numerical aberration, MMC:mitomycin C (positive control)

1) Acetone was used as solvent.

2) Two hundred cells were analyzed in each group, except 200 µg/mL in 24 hr treatment.

3) Judgement was done on the basis of criteria of Ishidate *et al*(1987).