

メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのラットを用いた  
吸入による13週間毒性試験報告書

試験番号：0770

CAS No. 106-91-2

2012年2月9日

中 央 労 働 災 害 防 止 協 会  
日本バイオアッセイ研究センター

## 目次

標題	..... i
試験目的	..... i
試験法	..... i
GLP 対応	..... i
動物福祉	..... i
試験委託者	..... i
試験施設及び運営管理者	..... ii
試験日程	..... ii
試験関係者一覧	..... ii
試資料の保管	..... iii
試験責任者（最終報告書作成者）の署名、捺印及び日付	..... iii
陳述書	..... iv
信頼性保証証明書	..... v
本文	..... vi
TABLES	A～L 2
FIGURES	1～5
APPENDICES	1-1～3

## 標題

メタクリル酸=2,3-エポキシプロピルのラットを用いた吸入による 13 週間毒性試験

## 試験目的

メタクリル酸=2,3-エポキシプロピルの吸入によるがん原性試験の投与濃度を決定する予備試験として、メタクリル酸=2,3-エポキシプロピルをラットに 13 週間全身暴露し、その生体影響を検索した。

## 試験法

本試験は OECD 化学品テストガイドライン 413 (亜慢性吸入毒性: 90 日試験 2009 年 9 月 7 日採択) を参考に実施した。

## GLP 対応

本試験は、昭和 63 年 9 月 1 日付け、労働省告示第 76 号「試験施設等が具備すべき基準(安衛法 GLP)」(一部改正。平成 12 年 3 月 29 日付け、労働省告示第 13 号)に準拠し、OECD GLP (1997 年 11 月 26 日採択) に準じて実施した。

## 動物福祉

本試験は、平成 18 年 4 月 28 日付け、環境省告示第 88 号「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」、平成 18 年 6 月 1 日付け、厚生労働省大臣官房厚生科学課長通知「厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本方針」及び平成 18 年 11 月 27 日付け、日本バイオアッセイ研究センター制定「動物実験に関する指針」を遵守した。また、本試験は日本バイオアッセイ研究センターの動物実験委員会で承認された。

## 試験委託者

厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課  
東京都千代田区霞が関 1-2-2

メタクリル酸=2,3-エポキシプロピルのラットを用いた  
吸入による13週間毒性試験報告書

試験番号：0770

本文

## 本文目次

頁

要約 .....	1
試験材料 .....	2
- 1 被験物質の性状等 .....	2
- 1 - 1 名称等 .....	2
- 1 - 2 構造式及び分子量 .....	2
- 1 - 3 物理化学的性状等 .....	2
- 2 被験物質の使用ロット等 .....	2
- 3 被験物質の特性 .....	3
- 3 - 1 同一性 .....	3
- 3 - 2 安定性 .....	3
- 4 試験動物 .....	3
試験方法 .....	4
- 1 投与 .....	4
- 1 - 1 投与経路 .....	4
- 1 - 2 被験物質の投与方法 .....	4
- 1 - 3 投与期間 .....	4
- 1 - 4 投与濃度 .....	4
- 1 - 5 投与経路、投与期間及び投与濃度の設定理由 .....	4
- 1 - 6 被験物質の発生方法と濃度調整 .....	5
- 1 - 7 被験物質濃度の測定 .....	5
- 2 動物管理 .....	5
- 2 - 1 各群の使用動物数 .....	5
- 2 - 2 群分け及び個体識別方法 .....	6
- 2 - 3 飼育条件 .....	6
( 1 ) 飼育環境 .....	6
( 2 ) 飼料 .....	7
( 3 ) 飲水 .....	7

- 3 観察・検査項目及び方法	7
- 3 - 1 動物の生死及び一般状態の観察	7
- 3 - 2 体重測定	7
- 3 - 3 摂餌量測定	8
- 3 - 4 血液学的検査	8
- 3 - 5 血液生化学的検査	8
- 3 - 6 尿検査	8
- 3 - 7 病理学的検査	9
(1) 剖検	9
(2) 臓器重量	9
(3) 病理組織学的検査	9
- 4 数値処理と統計方法	9
- 4 - 1 数値の取り扱いと表示	9
- 4 - 2 統計処理	10
 試験成績	11
- 1 生死状況	11
- 2 一般状態	11
- 3 体重	11
- 4 摂餌量	11
- 5 血液学的検査	12
- 6 血液生化学的検査	12
- 7 尿検査	12
- 8 病理学的検査	12
- 8 - 1 剖検	12
- 8 - 2 臓器重量	13
- 8 - 3 病理組織学的検査	13
 考察及びまとめ	15
- 1 用量 - 反応関係	15
- 2 無毒性量 ( NOAEL )	16
- 3 がん原性試験の濃度決定	16

文献 ..... 17

予見することのできなかった試験の信頼性に影響を及ぼす疑いのある事態及び試験計  
画書に従わなかったこと ..... 18

## 要約

メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのがん原性を検索する目的で F344/DuCr1Cr1j ラットを用いた吸入による 2 年間（104 週間）の試験を実施するに当たり、その投与濃度を決定するための予備試験として本試験（13 週間試験）を実施した。

本試験は、被験物質投与群 5 群と対照群 1 群の計 6 群の構成で、各群雌雄とも 10 匹とし、合計 120 匹を用いた。被験物質の投与は、メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルを 1 日 6 時間、1 週 5 日間で 13 週間、動物に全身暴露することにより行った。投与濃度は、雌雄とも 0（対照群）、1、2、5、10 及び 20 ppm (v/v)（公比 2、少数点以下切り捨て）とした。観察、検査として、一般状態の観察、体重及び摂餌量の測定、血液学的検査、血液生化学的検査、尿検査、剖検、臓器重量測定及び病理組織学的検査を行った。

メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの暴露の結果、動物の死亡はみられず、一般状態の観察でも変化はみられなかったが、体重増加の抑制が雌雄の 20 ppm 群（雌は投与期間の初期）に認められた。20 ppm 群の最終体重は対照群に対し、雄は 89%、雌は 95% であった。摂餌量は、雄では 20 ppm 群で投与期間を通して、雌では 10 ppm 以上の群で投与期間の前半、それぞれやや低値であった。

血液学的検査及び尿検査では変化がみられず、血液生化学的検査で ALT の低値が雌の 10 ppm 以上の群でみられたのみであった。

病理学的検査のうち、剖検及び臓器重量の測定でも、雌雄ともメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの影響と思われる変化はみられなかった。

しかし、病理組織学的検査では鼻腔に変化がみられた。20 ppm 群では鼻腔の呼吸部から嗅部にまで暴露の影響がみられた。すなわち、呼吸部の呼吸上皮には、雌雄に再生、過形成、扁平上皮化生、雄に壊死、雌に糜爛がみられ、嗅部では雌雄に嗅上皮の壊死、萎縮、再生がみられた。また、雌雄とも鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤がみられた。鼻腔の変化（炎症性細胞浸潤）は雌雄とも 5 ppm 群まで少数例にみられた。

以上の結果より、本試験におけるメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのラットに対する 13 週間吸入暴露による無毒性量（NOAEL）は、鼻腔への影響をエンドポイントとして 2 ppm であると考えられた。また、がん原性試験の投与濃度は、雌雄とも 20 ppm を最高濃度とし、以下、8、3.2 ppm（公比 2.5）と決定した。

## 試験材料

## - 1 被験物質の性状等

## - 1 - 1 名称等

名 称： メタクリル酸 =2,3-エポキシプロピル

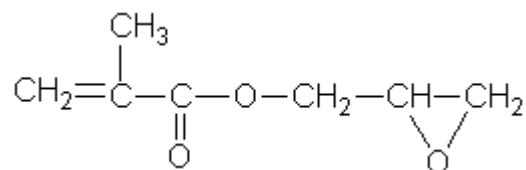
( 2,3-Epoxypropyl methacrylate )

別 名： メタクリル酸グリシジル、グリシジルメタクリレート

CAS No. : 106-91-2

## - 1 - 2 構造式及び分子量（文献 1）

構 造 式：



分 子 量： 142.15

## - 1 - 3 物理化学的性状等（文献 1、2）

性 状： 無色透明の液体

比 重： 1.07 ( 25 )

沸 点： 189

蒸 気 圧： 0.622 mmHg ( 25 )

溶 解 性： 水に可溶 ( 16.5 g/L, 25 )、ベンゼン、エチルエーテル、エタノールに易溶

保 管 条 件： 室温、暗所に保管

## - 2 被験物質の使用ロット等

製 造 元： シグマ - アルドリッヂ社

純 度： 99.7 % ( シグマ - アルドリッヂ社検査成績データ )

使用ロット番号： MKBC3053

### - 3 被験物質の特性

#### - 3 - 1 同一性

被験物質の同一性は、そのマススペクトルを質量分析計（(株)日立製作所 M-80B）を用いて測定し、また、赤外吸収スペクトルを赤外分光光度計（(株)島津製作所 FTIR-8200PC）を用いて測定し、それぞれの文献値と比較することにより確認した。

その結果、被験物質のマススペクトルは文献値（文献3）と同じフラグメントピークを示し、また、赤外吸収スペクトルも文献値（文献4）と同じ波数にピークが認められ、被験物質はメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルであることを確認した。

それらの結果は APPENDIX 1- 1 に示した。

#### - 3 - 2 安定性

被験物質の安定性は、使用開始前及び使用終了後にそのガスクロマトグラムをガスクロマトグラフ（アジレントテクノロジーズ 5890A）を用いて測定し、それぞれのデータを比較することにより確認した。

その結果、使用開始前と使用終了後の測定結果に差はみられず、使用期間中の被験物質は安定であることを確認した。

それらの結果は APPENDIX 1-2 に示した。

### - 4 試験動物

動物は、メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのがん原性試験で使用する動物種及び系統に合わせ、日本チャールス・リバー(株)（厚木飼育センター：神奈川県厚木市下古沢 795）のF344/DuCrjCrlj ラット（SPF）の雌雄を使用した。

雌雄各 72 匹を 4 週齢で導入し、検疫、馴化を各 1 週間実施した後、発育順調で一般状態に異常を認めなかった動物から、体重値の中央値に近い雌雄各 60 匹（群構成時体重範囲、雄：113～129g、雌：89～100g）を選別し、試験に用いた。

なお、がん原性試験に F344/DuCrjCrlj ラット（SPF）を選択した理由は、遺伝的に安定していること、過去に多くのがん原性試験に用いたデータがあり、化学物質による腫瘍発生の感受性が知られていることによる。

## 試験方法

### - 1 投与

#### - 1 - 1 投与経路

投与経路は全身暴露による経気道投与とした。

#### - 1 - 2 被験物質の投与方法

投与は、試験動物を収容した吸入チャンバー内に、設定濃度に調整した被験物質を含む空気を送り込み、動物に全身暴露することにより行った。

#### - 1 - 3 投与期間

投与期間は、1日6時間、原則として1週5日の暴露で13週間とし、計60回の暴露を行った。

#### - 1 - 4 投与濃度

投与濃度は、1、2、5、10及び20 ppm（体積比 v/v）の5段階（公比2、少数点以下切り捨て）に設定した。なお、対照群は清浄空気による換気のみとした。

#### - 1 - 5 投与経路、投与期間及び投与濃度の設定理由

投与経路は、被験物質を生産、使用する作業環境における労働者への主な暴露経路に合わせ、全身暴露による経気道投与とした。

投与期間はがん原性試験の投与濃度を決定するため、週5日の暴露で13週間とした。

投与濃度は、メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルをラットに吸入暴露した2週間毒性試験（試験番号0757）の結果（文献5）をもとに決定した。2週間試験は、0（対照群）、5、10、20、40及び80 ppmの濃度で行った。その結果、雌雄とも80 ppm群で動物の死亡がみられたが、40 ppm以下の群では死亡はみられなかった。40 ppm群では、雌雄とも体重増加の抑制（最終体重は対照群に対し、雄は82%、雌は86%）、摂餌量の低下、一般状態の変化（不整呼吸、異常鼻音等）がみられた。また、病理組織学的検査では、雌雄とも鼻腔に軽度から中等度の変化（呼吸上皮の炎症性細胞浸潤、扁平上皮化生、壊死及び嗅上皮の萎縮等）がみられ、40 ppmは13週間試験の最高濃度としては高すぎると考えられた。20 ppm

群は、雌雄で摂餌量の低下がみられたが、体重、一般状態には変化がみられなかった。また、病理組織学的検査で雌雄に鼻腔の変化(呼吸上皮の炎症性細胞浸潤、壊死等)がみられたが、いずれも軽度な変化であった。これらのことから、13週間試験の最高濃度としては20 ppmが適切と考えた。

従って、13週間試験の投与濃度は20 ppmを最高濃度として、以下、10 ppm、5 ppm、2 ppm、1 ppm(公比2、少数点以下切り捨て)とした。

#### - 1 - 6 被験物質の発生方法と濃度調整

被験物質の発生方法はFIGURE 1に示した。被験物質供給装置(柴田科学(株)特注)の発生容器内の被験物質を循環式恒温槽で加熱しながら、清浄空気のバーリングにより蒸発させた。この被験物質の蒸気を清浄空気(搬送空気)と混合しながら、循環式恒温槽で一定温度に冷却、再加温し、一定濃度にした後、流量計を用いて一定量を各吸入チャンバー上部のラインミキサーに供給した。

吸入チャンバー内の被験物質濃度はガスクロマトグラフで監視し、その濃度データをもとに設定濃度になるように被験物質の吸入チャンバーへの供給量を調節した。

#### - 1 - 7 被験物質濃度の測定

吸入チャンバー内の被験物質濃度は、自動サンプリング装置付ガスクロマトグラフ((株)島津製作所GC-14B)により、暴露開始前から暴露終了後まで15分ごとに測定した。

濃度測定結果をTABLE Aに示した。各投与群の被験物質濃度は、その平均値と設定濃度の差((平均値 - 設定濃度) / 設定濃度 × 100)が0.5%以内、変動係数(標準偏差 / 平均値 × 100)が10.0%以内であり、高い精度でチャンバー内濃度が管理されていることが示された。

#### - 2 動物管理

##### - 2 - 1 各群の使用動物数

投与群5群及び対照群1群の計6群を設け、各群雌雄各10匹の動物を用いた。

各群の使用動物数と動物番号

群 名 称	動物数 ( 動物番号 )	
	雄	雌
対 照 群	10 匹 ( 1001 ~ 1010 )	10 匹 ( 2001 ~ 2010 )
1 ppm 群	10 匹 ( 1101 ~ 1110 )	10 匹 ( 2101 ~ 2110 )
2 ppm 群	10 匹 ( 1201 ~ 1210 )	10 匹 ( 2201 ~ 2210 )
5 ppm 群	10 匹 ( 1301 ~ 1310 )	10 匹 ( 2301 ~ 2310 )
10 ppm 群	10 匹 ( 1401 ~ 1410 )	10 匹 ( 2401 ~ 2410 )
20 ppm 群	10 匹 ( 1501 ~ 1510 )	10 匹 ( 2501 ~ 2510 )

### - 2 - 2 群分け及び個体識別方法

供試動物の各群への割り当ては、一般状態及び体重の推移に異常を認めなかった動物を体重の重い順より各群に 1 匹ずつ割り当て、二巡目からは各群の動物の体重の合計を比較して、小さい群より順に体重の重い動物を割り当てるにより、群間の体重の偏りを小さくする群分け方法（適正層別方式）により実施した（文献 6）。

動物の個体識別は、検疫期間及び馴化期間では尾に油性マーカーによる色素塗布、投与期間では耳パンチにより行った。また、ケージには個体識別番号を記したラベルを付した。

なお、動物はバリア区域内の独立した室（601 室）に収容し、室の扉に試験番号、動物種及び動物番号を表示し、他試験及び異種動物と区別した。

### - 2 - 3 飼育条件

#### ( 1 ) 飼育環境

検疫期間中は検疫室（606 室）で、馴化期間及び投与期間中は、吸入試験室（601 室）の吸入チャンバー内で動物を飼育した。

検疫室、吸入試験室及び吸入チャンバー内の環境条件及び使用したケージを以下に示した。検疫室、吸入試験室の温度、湿度は実測値（平均値 ± 標準偏差）を < > 内に、また、吸入チャンバー内環境の測定結果は APPENDIX 2 に示した。検疫室、吸入試験室及び吸入チャンバー内の環境には、動物の健康状態に影響を与えるような大きな変化は認められなかった。

温 度 : 検疫室 ;  $23 \pm 2$  < 606 室 ;  $23.1 \pm 0.0$  >  
 吸入試験室 ;  $21 \pm 2$  < 601 室 ;  $20.3 \pm 0.3$  >  
 吸入チャンバー内 ;  $20 \sim 24$

湿 度 : 検疫室 ;  $55 \pm 15\%$  < 606 室 ;  $58 \pm 2\%$  >  
 吸入試験室 ;  $55 \pm 15\%$  < 601 室 ;  $57 \pm 2\%$  >  
 吸入チャンバー内 ;  $30 \sim 70\%$

明暗サイクル : 12 時間点灯(8:00 ~ 20:00) / 12 時間消灯(20:00 ~ 8:00)

換気回数 : 検疫室・吸入試験室 ; 15 ~ 17 回 / 時  
                   吸入チャンバー内 ; 12 ± 1 回 / 時

圧 力 : 吸入チャンバー内 ; 0 ~ - 15 × 10Pa

ケージへの動物の収容方法 : 単飼

ケージの材質・形状・寸法等 :

検疫期間 ; ステンレス製 2 連網ケージ ( 170(W) × 294(D) × 176(H) mm/匹 )

馴化期間 ; ステンレス製 6 連網ケージ ( 125(W) × 216(D) × 176(H) mm/匹 )

投与期間 ; ステンレス製 5 連網ケージ ( 150(W) × 216(D) × 176(H) mm/匹 )

#### (2) 飼料

飼料は、全飼育期間を通して、オリエンタル酵母工業(株)（千葉工場：千葉県千葉市美浜区新港 8-2）の CRF-1 固型飼料 ( 30kGy- 線照射滅菌飼料 ) を固型飼料給餌器により自由摂取させた。ただし、定期解剖前日の夕方からは飼料を摂取させなかった。

なお、試験に使用した飼料中の栄養成分と夾雑物についてはオリエンタル酵母工業(株)から分析データを使用ロットごとに入手し、保管した。また、飼料中の夾雑物は試験計画書に規定した許容基準と照合して異常のないことを確認し、保管した。

#### (3) 飲水

飲水は、全飼育期間を通して、市水（神奈川県秦野市水道局供給）をフィルターろ過した後、紫外線照射し、自動給水装置により自由摂取させた。

なお、飲水は、試験施設として実施している定期サンプリングによる飲水を(財)食品薬品安全センター秦野研究所（神奈川県秦野市落合 729-5）に依頼して、水道法を参考にして規定した項目について分析し、結果を試験計画書に規定した許容基準と照合して異常のないことを確認し、保管した。

#### - 3 観察・検査項目及び方法

##### - 3 - 1 動物の生死及び一般状態の観察

動物の生死及び瀕死の確認を毎日 1 回、また、一般状態の詳細な観察は週 1 回行った。

##### - 3 - 2 体重測定

体重測定は週 1 回行った。また、定期解剖動物の搬出時にも体重（搬出時体重）を測定した。

### - 3 - 3 摂餌量測定

摂餌量は週 1 回、給餌量及び残餌量を測定し、その値から 1 匹 1 日当たりの摂餌量を算出した。

### - 3 - 4 血液学的検査

定期解剖時に生存していた採血可能な動物について、剖検直前にエーテル麻酔下で腹大動脈より EDTA-2 カリウム入り採血管及びクエン酸ナトリウム入り採血管（下記<sup>\*</sup>印検査項目）に採血した。EDTA-2 カリウム入り採血管の血液は全血を用いて、クエン酸ナトリウム入り採血管の血液は、遠心分離し、得られた血漿を用いて、下記の項目について検査を行った。検査方法は APPENDIX 3 に示した。

検査項目：赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、平均赤血球容積(MCV)、平均赤血球ヘモグロビン量(MCH)、平均赤血球ヘモグロビン濃度(MCHC)、血小板数、網赤血球比、プロトロンビン時間<sup>\*</sup>、活性化部分トロンボプラスチック時間(APTT)<sup>\*</sup>、白血球数、白血球分類

### - 3 - 5 血液生化学的検査

定期解剖時に生存していた採血可能な動物について、剖検直前にエーテル麻酔下で腹大動脈よりヘパリンリチウム入り採血管に採血した血液を遠心分離し、得られた血漿を用いて、下記の項目について検査を行った。検査方法は APPENDIX 3 に示した。

検査項目：総蛋白、アルブミン、A/G 比、総ビリルビン、グルコース、総コレステロール、トリグリセライド、リン脂質、AST、ALT、LDH、ALP、γ-GTP、CK、尿素窒素、クレアチニン、ナトリウム、カリウム、クロール、カルシウム、無機リン

### - 3 - 6 尿検査

投与 13 週の検査時まで生存した動物から、新鮮尿を採取し、尿試験紙（マルティスティックス、シーメンスヘルスケア・ダイアグノスティクス社）を用いて、下記の項目について検査を行った。

検査項目：pH、蛋白、グルコース、ケトン体、ビリルビン、潜血、ウロビリノーゲン

### - 3 - 7 病理学的検査

#### (1) 剖検

全動物について肉眼的に観察を行った。

#### (2) 臓器重量

全動物について、下記に示した臓器の湿重量（臓器実重量）を測定した。また、各臓器の湿重量の搬出時体重に対する百分率（臓器重量体重比）を算出した。

測定臓器：胸腺、副腎、精巣、卵巣、心臓、肺、腎臓、脾臓、肝臓、脳

#### (3) 病理組織学的検査

全動物について下記に示した器官、組織を摘出し、10%中性リン酸緩衝ホルマリン溶液で固定後、パラフィン包埋、薄切、ヘマトキシリン・エオジン染色し、光学顕微鏡で病理組織学的に検査した。

なお、鼻腔については切歯の後端（レベル1）、切歯乳頭（レベル2）、第一臼歯の前端（レベル3）の3ヶ所（文献7）で切り出し（横断）、検査した。

検査器官・組織：皮膚、鼻腔、鼻咽頭、喉頭、気管、肺、骨髓（大腿骨）、リンパ節（腋窩、鼠径等）、胸腺、脾臓、心臓、舌、唾液腺、食道、胃、小腸（十二指腸を含む）、大腸、肝臓、脾臓、腎臓、膀胱、下垂体、甲状腺、上皮小体、副腎、精巣、精巣上体、精嚢、前立腺、卵巣、子宮、腎、乳腺、脳、脊髄、末梢神経（坐骨神経）、眼球、ハーダー腺、筋肉、骨（大腿骨）、肉眼的に変化のみられた器官及び組織

### - 4 数値処理と統計方法

#### - 4 - 1 数値の取り扱いと表示

各数値データは測定機器の精度に合わせて表示した。

吸入チャンバー内の被験物質濃度は ppm を単位として、小数点以下第 3 位まで測定し、小数点以下第 2 位を四捨五入して小数点以下第 1 位までを表示した。

体重は g を単位とし、整数値の 1 の位まで測定し、表示した。

摂餌量は g を単位とし、給餌量及び残餌量を小数点以下第 1 位まで測定し、給餌量値から残餌量値を減じて摂餌量とした。この値を測定期間の日数で除し、1 日当たりの平均摂餌量を算出し、小数点以下第 2 位を四捨五入して小数点以下第 1 位までを表示した。

臓器実重量は g を単位とし、小数点以下第 3 位まで測定し、表示した。臓器重量体重比は臓器実重量値を搬出時体重で除し、パーセント単位で小数点以下第 4 位を四捨五入し、小数点以下第 3 位までを表示した。

血液学的検査、血液生化学的検査は APPENDIX 3 に示した単位と桁数により表示した。なお、各数値データの平均値及び標準偏差は、上記に示した桁数と同様になるよう四捨五入を行い表示した。

#### - 4 - 2 統計処理

各群の有効動物数は、供試動物より事故等の理由で外された動物数を減じた動物数とした。病理組織学的検査は、臓器ごとに検査不能臓器を除いた臓器数、その他の検査及び測定は、実施できた動物数を検査（測定）数とした。

体重、摂餌量、血液学的検査、血液生化学的検査及び臓器重量の測定値は、対照群を基準群として、まず Bartlett 法により等分散の予備検定を行い、その結果が等分散の場合には一元配置分散分析を行い、群間に有意差が認められた場合は Dunnett の多重比較により平均値の検定を行った。また、分散の等しくない場合には、各群を通して測定値を順位化して、Kruskal-Wallis の順位検定を行い、群間に有意差が認められた場合には、Dunnett 型の多重比較を行った。

病理組織学的検査の非腫瘍性病変は、所見のみられなかった動物をグレード 0、所見のみられた動物は、その所見の程度及び範囲などを基準にしてグレード 1~4 に分け、<sup>2</sup> 検定を行った。また、尿検査についても対照群と各投与群との<sup>2</sup> 検定を行った。

各検定は 5% の有意水準で両側検定を行い、検定結果を表示する場合には 5% 及び 1% の有意水準の表示を行った。

## 試験成績

### - 1 生死状況

生死状況を TABLE B 1, 2 に示した。

#### - 雄雌 -

動物の死亡はみられなかった。

### - 2 一般状態

一般状態の観察結果を TABLE C 1, 2 に示した。

#### - 雄雌 -

被験物質の影響と思われる所見はみられなかった。

### - 3 体重

体重の推移を TABLE D 1 ~ 4 及び FIGURE 2, 3 に示した。

#### - 雄 -

20 ppm 群で投与期間を通して、体重増加の抑制がみられた。

投与群の最終体重は対照群に対し、1 ppm 群：98%、2 ppm 群：97%、5 ppm 群：96%、  
10 ppm 群：97%、20 ppm 群：89%であった。

#### - 雌 -

20 ppm 群で投与期間の初期に体重増加の抑制がみられた。

投与群の最終体重は対照群に対し、1 ppm 群：99%、2 ppm 群：98%、5 ppm 群：98%、  
10 ppm 群：97%、20 ppm 群：95%であった。

### - 4 摂餌量

摂餌量を TABLE E 1 ~ 4 及び FIGURE 4, 5 に示した。

#### - 雄 -

20 ppm 群は投与期間を通して、摂餌量がやや低値であった。

13 週間の平均摂餌量は、対照群：16.5 g、1 ppm 群：16.3 g、2 ppm 群：16.1 g、5 ppm  
群：16.0 g、10 ppm 群：15.8 g、20 ppm 群：14.9 g であった。

#### - 雌 -

10 ppm 以上の群では投与期間の前半、摂餌量がやや低値であった。

13 週間の平均摂餌量は、対照群：11.4 g、1 ppm 群：11.3 g、2 ppm 群：11.1 g、5 ppm

群：11.1 g、10 ppm 群：10.6 g、20 ppm 群：10.5 g であった。

#### - 5 血液学的検査

血液学的検査の結果を TABLE F 1, 2 に示した。

- 雄 -

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

なお、網赤血球比の高値が 2 ppm 群でみられたが、投与濃度に対応した変化ではなく、被験物質の影響とは考えなかった。

- 雌 -

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

#### - 6 血液生化学的検査

血液生化学的検査の結果を TABLE G 1, 2 に示した。

- 雄 -

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

- 雌 -

ALT の低値が 10 ppm 以上の群でみられた。

#### - 7 尿検査

尿検査の結果を TABLE H 1, 2 に示した。

- 雄 -

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

なお、pH の低下が 1 ppm 群でみられたが、投与濃度に対応した変化ではなく、被験物質の影響とは考えなかった。

- 雌 -

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

#### - 8 病理学的検査

##### - 8 - 1 剖検

剖検所見を TABLE I 1, 2 に示した。

**- 雌雄 -**

被験物質の影響と思われる所見はみられなかった。

**- 8 - 2 臓器重量**

定期解剖時に測定した臓器の実重量と体重比を TABLE J 1, 2 と TABLE K 1, 2 に示した。

**- 雄 -**

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

なお、20 ppm 群では多くの臓器で実重量の低値や体重比の高値がみられたが、これらの変化は 20 ppm 群の搬出時体重の低値によるものと思われる。また、脳の体重比の高値が 5 ppm 群でみられたが、投与濃度に対応した変化ではなく、被験物質の影響とは考えなかった。

**- 雌 -**

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

なお、20 ppm 群では多くの臓器で体重比の高値がみられたが、これらの変化は 20 ppm 群の搬出時体重がやや低値（対照群の 93.9%）であったことによると思われる。また、心臓の体重比の高値が 5 ppm 群でみられたが、投与濃度に対応した変化ではなく、被験物質の影響とは考えなかった。

**- 8 - 3 病理組織学的検査**

病理組織学的検査の結果を TABLE L 1, 2 に示した。

**- 雄 -**

鼻腔に変化がみられた。

[20 ppm 群]

鼻腔では呼吸部から嗅部にまで被験物質の影響がみられた。呼吸部では、呼吸上皮に再生（軽度）と過形成（軽度）が各 10 匹、扁平上皮化生（軽度）が 5 匹、壊死（軽度）が 3 匹にみられた。呼吸部の変化は、鼻前庭の重層扁平上皮からの移行部の呼吸上皮（移行上皮）に主としてみられた。対照群の移行上皮では扁平ないし立方状の上皮細胞が 2 級細胞層程度の厚さで配列する。これに対して、投与群の移行上皮には 2~3 級細胞層からなる軽い肥厚がみられた。この変化は被験物質の持続性暴露による呼吸上皮の再生性変化であり、移行上皮分布領域（鼻腔の切り出しレベル 1）に限られていた。この領域の呼吸上皮（移行上皮）には再生以外に、扁平上皮化生と過形成がみられた。扁平上皮化生では、表層部の細胞に横方向への伸長、ケラトヒアリン顆粒の出現、細胞質の好酸性などの角化所見が認められた。また、呼吸上皮に 6 級細胞層以上の非腫瘍性増殖がみられた場合を過形成と診断し、過形成は

移行上皮分布領域の上顎甲介や鼻甲介にみられた。嗅部では、嗅上皮に萎縮(軽度～中等度)が8匹、再生(軽度)が3匹、壊死(軽度)が9匹にみられた。また、鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤(軽度)が5匹にみられた。

[10 ppm 群]

鼻腔では呼吸部に変化がみられ、呼吸上皮に再生(軽度)が10匹、過形成(軽度)が6匹、扁平上皮化生(軽度)が3匹にみられた。また、鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤(軽度)が1匹にみられた。呼吸上皮の再生と過形成は移行上皮の分布領域にみられた。

[5 ppm 群]

鼻腔の組織内に炎症性細胞浸潤(軽度)が1匹にみられた。5 ppm 群では炎症性細胞浸潤1匹のみの変化であるが、発生部位が本試験で被験物質暴露の影響により所見が好発する呼吸部の鼻甲介であることから、この炎症性細胞浸潤は被験物質の暴露によって生じたと考えられた。

[2 ppm 群、1 ppm 群]

被験物質の影響と思われる所見は認められなかった。

- 雌 -

鼻腔に変化がみられた。

[20 ppm 群]

鼻腔では呼吸部から嗅部にまで被験物質の影響がみられた。呼吸部では、呼吸上皮に再生(軽度)が10匹、過形成(軽度)と扁平上皮化生(軽度)が各9匹、糜爛(軽度)が1匹にみられた。嗅部では、嗅上皮に壊死(軽度～中等度)が10匹、萎縮(軽度)が6匹、再生(軽度)が2匹にみられた。また、鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤(軽度)が5匹にみられた。

[10 ppm 群]

鼻腔では呼吸部に変化がみられ、呼吸上皮に再生(軽度)が8匹、扁平上皮化生(軽度)が4匹にみられた。また、鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤(軽度)が1匹にみられた。

[5 ppm 群]

鼻腔の組織内に炎症性細胞浸潤(軽度)が1匹にみられた。雄と同様、この群では炎症性細胞浸潤1匹のみの変化であるが、発生部位が本試験で被験物質暴露の影響により所見が好発する呼吸部の鼻甲介であることから、この炎症性細胞浸潤は被験物質の暴露によって生じたと考えられた。

[2 ppm 群、1 ppm 群]

被験物質の影響と思われる所見は認められなかった。

その他、雌雄とも被験物質の影響と思われる所見は認められなかった。

## 考察及びまとめ

メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのがん原性を検索する目的で、F344/DuCrI CrIj ラットを用いた吸入による 2 年間（104 週間）の試験を実施するに当たり、その投与濃度を決定するための予備試験として本試験（13 週間試験）を実施した。

本試験は、投与群 5 群、対照群 1 群の計 6 群（各群雌雄各 10 匹）を設け、メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの投与濃度は、0（対照群）、1、2、5、10 及び 20 ppm (v/v)（公比 2、少数点以下切り捨て）とした。投与期間は 1 日 6 時間、1 週 5 日間の投与（全身暴露による経気道投与）で 13 週間とし、投与期間中、生死及び一般状態の観察、体重、摂餌量の測定、尿検査を行い、投与期間終了後、動物を解剖し、血液学的検査、血液生化学的検査、剖検観察、臓器重量の測定及び病理組織学的検査を行った。

### - 1 用量 - 反応関係

メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの暴露の結果、動物の死亡はみられず、一般状態の観察でも変化はみられなかったが、体重増加の抑制が雌雄の 20 ppm 群（雌は投与期間の初期）に認められた。20 ppm 群の最終体重は対照群に対し、雄は 89%、雌は 95% であった。摂餌量は、雄では 20 ppm 群で投与期間を通して、雌では 10 ppm 以上の群で投与期間の前半、それぞれやや低値であった。

血液学的検査及び尿検査では変化がみられず、血液生化学的検査で ALT の低値が雌の 10 ppm 以上の群でみられたのみであった。

病理学的検査のうち、剖検及び臓器重量の測定でも、雌雄ともメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの影響と思われる変化はみられなかった。

しかし、病理組織学的検査では、鼻腔の変化が雌雄の 5 ppm 群までみられた。

20 ppm 群では鼻腔の呼吸部から嗅部にまで暴露の影響がみられた。呼吸部の呼吸上皮には、雌雄に再生、過形成、扁平上皮化生、雄に壊死、雌に糜爛がみられ、嗅部では雌雄に嗅上皮の壊死、萎縮、再生がみられた。また、雌雄とも鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤がみられた。10 ppm 群では鼻腔の呼吸部に変化がみられ、雌雄に呼吸上皮の再生、扁平上皮化生、雄に呼吸上皮の過形成がみられた。また、雌雄とも鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤が 1 例にみられた。5 ppm 群では、雌雄とも鼻腔組織内に炎症性細胞浸潤が 1 例にみられた。鼻腔にみられた変化の程度は軽度から中等度であった。2 ppm 以下の群には、メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの影響と思われる所見は認められなかった。以上のように、ラットへのメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの 13 週間の暴露により、鼻腔の障害が雌雄とも 5 ppm の濃度まで起きることが示された。

本試験の予備試験として行った 2 週間試験（投与濃度：0、5、10、20、40、80 ppm）では、80 ppm 群で鼻腔から肺の気管支に至る気道の障害による動物の死亡が観察され、40 ppm

群と 20 ppm 群にも鼻腔の変化がみられた。すなわち、40 ppm 群では、鼻腔の呼吸上皮に炎症性細胞浸潤、壊死、萎縮、潰瘍、扁平上皮化生、過形成、嗅上皮に萎縮、配列不整、壊死が認められ、20 ppm 群では、鼻腔の呼吸上皮に炎症性細胞浸潤、壊死、萎縮及び潰瘍の軽度な変化が認められた。10 ppm 以下の群には、メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの影響は認められなかった（文献 5）。暴露期間が延長された本 13 週間試験では、20 ppm 群で 2 週間試験の 20 ppm 群で多くの動物にみられた鼻腔の呼吸上皮の壊死等の急性組織傷害は、呼吸上皮の再生により多くは修復されたと考えられ、一方、2 週間試験の 40 ppm 以上の群でみられた呼吸上皮の扁平上皮化生と過形成が多くの動物で観察された。また、13 週間試験では、2 週間試験の 20 ppm 群ではみられなかった鼻腔の嗅上皮の変化が 20 ppm 群で認められ、さらに、鼻腔の変化は 2 週間試験より低い 5 ppm 群までみられた。

その他の器官、組織にはメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルの影響と思われる所見は認められなかった。

#### - 2 無毒性量 (NOAEL)

メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのラットへの 13 週間吸入暴露により、投与群に体重、摂餌量及び病理組織学的検査に変化がみられた。その中で、病理組織学的検査においては、5 ppm 群まで鼻腔に変化がみられた。2 ppm 以下の群では、暴露に関連した明らかな毒性影響は認められなかった。従って、本試験におけるメタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピルのラットに対する 13 週間吸入暴露による無毒性量 (NOAEL) は、鼻腔への影響をエンドポイントとして 2 ppm であると考えられた。

#### - 3 がん原性試験の濃度決定

本試験の結果より、がん原性試験の投与濃度を以下のように設定した。

本試験では各群とも動物の死亡はみられなかつたが、20 ppm 群で雌雄に体重増加の抑制（雌は投与期間の初期）が認められ、病理組織学的検査では鼻腔に変化（呼吸上皮の再生、過形成、扁平上皮化生、壊死、糜爛、嗅上皮の壊死、萎縮、再生、鼻腔組織内の炎症性細胞浸潤）がみられた。しかし、最終体重は対照群に対し、雄は 89%、雌は 95% であり、鼻腔の変化は動物の生死に直ちに関わるものではなかつた。また、一般状態、血液検査には被験物質の影響と思われる変化はみられなかつた。従って、がん原性試験の最高濃度は 20 ppm が妥当と考えられた。がん原性試験の最低濃度については、本試験で 5 ppm 群に少数例ながら、鼻腔に病理組織学的变化（炎症性細胞浸潤）がみられたことから、5 ppm より低い濃度が望ましいと考えられた。

以上のことから、がん原性試験の投与濃度は、雌雄とも 20 ppm を最高濃度とし、以下、8、3.2 ppm（公比 2.5）と決定した。

## 文献

1. U.S. National Library of Medicine, Specialized Information Services 2007. Glycidyl methacrylate. Chemical/Physical Properties. Hazardous Substances Data Bank (HSDB). Available: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search> [accessed 2009/11/19].
2. Syracuse Research Corporation. 2010. PhysProp Database. North Syracuse, NY: SRC. Available: <http://www.srcinc.com/what-we-do/databaseforms.aspx?id=386> [accessed 2010/01/08].
3. McLafferty FW, ed. 1994. Wiley Registry of Mass Spectral Data. 6th ed. New York, NY : John Wiley and Sons.
4. 和光純薬工業(株). 2010. メタクリル酸 = 2,3-エポキシプロピル, 赤外吸収スペクトル.
5. 日本バイオアッセイ研究センター. 2010. メタクリル酸 2,3-エポキシプロピルのラットを用いた吸入による 2 週間毒性試験報告書. 神奈川 : 中央労働災害防止協会 , 日本バイオアッセイ研究センター
6. 阿部正信. 1986. 長期毒性試験に用いるラット、マウスの体重変化の解析による群分けの適正層別方式の確立. 薬理と治療14: 7285-7302.
7. Nagano K, Katagiri T, Also S, Senoh H, Sakura Y, Takeuchi T. 1997. Spontaneous lesions of nasal cavity in aging F344 rats and BDF1 mice. Exp Toxic Pathol 49: 97–104.

予見することのできなかった試験の信頼性に影響を及ぼす疑いのある事態及び試験計画書に従わなかったこと

予見することのできなかった試験の信頼性に影響を及ぼす疑いのある事態及び試験計画書に従わなかつたことはなかつた。