

酢酸イソプロピルのラットを用いた  
吸入によるがん原性試験報告書

試験番号：0610

CAS No. 108-21-4

2009年3月31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

## 標題

酢酸イソプロピルのラットを用いた吸入によるがん原性試験

## 試験目的

酢酸イソプロピルをラットに 104 週間全身暴露し、がん原性を検索した。

## 試験法

本試験は、平成 9 年 3 月 11 日付け、基発第 144 号「がん原性試験による調査の基準」及び OECD 化学品テストガイドライン 451（発癌性試験 1981 年 5 月 12 日採択）に準じて実施した。

## 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。

## 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  
東京都千代田区霞ヶ関 1-2-2

## 試験施設及び運営管理者

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  
副所長 長野 嘉介  
神奈川県秦野市平沢 2445

酢酸イソプロピルのラットを用いた  
吸入によるがん原性試験報告書

試験番号：0610

本文

## 本文目次

	頁
要約 .....	1
I 試験材料 .....	3
I-1 被験物質の性状等 .....	3
I-1-1 名称等 .....	3
I-1-2 構造式及び分子量 .....	3
I-1-3 物理化学的性状等 .....	3
I-2 被験物質の使用ロット等 .....	3
I-3 被験物質の特性・同一性、安定性 .....	4
I-3-1 特性・同一性 .....	4
I-3-2 安定性 .....	4
I-4 試験動物 .....	4
II 試験方法 .....	5
II-1 投与 .....	5
II-1-1 投与経路 .....	5
II-1-2 被験物質の投与方法 .....	5
II-1-3 投与期間 .....	5
II-1-4 投与濃度 .....	5
II-1-5 投与経路、投与期間及び投与濃度の設定理由 .....	5
II-1-6 被験物質の発生方法と濃度調整 .....	6
II-1-7 被験物質濃度の測定 .....	6
II-2 動物管理 .....	6
II-2-1 各群の使用動物数 .....	6
II-2-2 群分け及び個体識別方法 .....	7
II-2-3 飼育条件 .....	7
(1) 飼育環境 .....	7
(2) 飼料 .....	8
(3) 飲水 .....	8

II-3	観察・検査項目及び方法	8
II-3-1	動物の生死及び一般状態の観察	8
II-3-2	体重測定	8
II-3-3	摂餌量測定	8
II-3-4	血液学的検査	9
II-3-5	血液生化学的検査	9
II-3-6	尿検査	9
II-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	10
II-4	数値処理と統計方法	10
II-4-1	数値の取り扱いと表示	10
II-4-2	統計処理	10
III	試験成績	12
III-1	生死状況	12
III-2	一般状態	12
III-3	体重	12
III-4	摂餌量	13
III-5	血液学的検査	13
III-6	血液生化学的検査	13
III-7	尿検査	13
III-8	病理学的検査	13
	III-8-1 剖検	13
	III-8-2 臓器重量	14
	III-8-3 病理組織学的検査	14
	III-8-4 死因	16
IV	考察及びまとめ	17
IV-1	生存率、一般状態、体重、摂餌量	17
IV-2	腫瘍性及び腫瘍関連病変	17
IV-3	その他の影響	18
IV-4	他文献との比較等	18

V	結論	19
VI	文献	20
VII	予見することのできなかつ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	22

## 要約

酢酸イソ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)の試験を実施した。

本試験は、被験物質投与群3群と対照群1群の計4群の構成で、各群雌雄とも50匹とし、合計400匹を用いた。被験物質の投与は、酢酸イソプロピルを1日6時間、1週5日間、104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)、1000、2000及び4000ppm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。

酢酸イソプロピルの暴露の結果、動物の生存率及び一般状態に酢酸イソプロピルの影響はみられなかった。体重は、雄では投与群と対照群は同様な推移を示したが、4000ppm群は投与期間終期(98週以降)に対照群に比べ低値(最終体重、対照群の94%)であった。雌は4000ppm群で投与期間の後半(74週以降)、増加の抑制(最終体重、対照群の92%)がみられた。摂餌量は雌雄とも、4000ppm群で投与期間の後半にやや低値であった。

腫瘍性病変として、雄の腹膜の中皮腫の発生が増加傾向を示し、4000ppm群の発生率はヒストリカルコントロールデータの範囲を超えていた。雌では暴露に関連した腫瘍性病変の発生増加は認められなかった。

非腫瘍性病変としては鼻腔に変化がみられ、雄では呼吸上皮と嗅上皮に、雌では呼吸上皮にエオジン好性変化を呈する動物数の増加がみられた。

以上のように、F344/DuCr1Cr1jラットを用いて、酢酸イソプロピルの2年間(104週間)にわたる吸入によるがん原性試験を行った結果、以下の結論を得た。

雄に腹膜の中皮腫の発生増加が認められ、腹膜における悪性腫瘍の発生増加は雄ラットに対するがん原性を示す証拠である。雌では腫瘍の発生増加は認められなかった。

## 酢酸イソプロピルのがん原性試験における主な腫瘍発生 (ラット 雄)

		投与濃度 (ppm)	0	1000	2000	4000	Peto 検定	Cochran- Armitage 検定
		検査動物数	50	50	50	50		
良性 腫瘍	皮下組織	線維腫	4	8	5	3		
	膵臓	島細胞腺腫	2	6	2	2		
	下垂体	腺腫	10	13	5	3 *		↓
	甲状腺	C-細胞腺腫	7	5	6	9		
	副腎	褐色細胞腫	10	1 **	4	0 **		↓↓
	精巣	間細胞腫	41	44	46	47		
	悪性 腫瘍	脾臓	単核球性白血病	4	1	6	3	
甲状腺		C-細胞癌	1	2	3	1		
腹膜		中皮腫	2	2	1	7	↑	↑

## 酢酸イソプロピルのがん原性試験における主な腫瘍発生 (ラット 雌)

		投与濃度 (ppm)	0	1000	2000	4000	Peto 検定	Cochran- Armitage 検定
		検査動物数	50	50	50	50		
良性 腫瘍	下垂体	腺腫	12	8	7	5		
	甲状腺	C-細胞腺腫	6	5	4	3		
	副腎	褐色細胞腫	0	4	4	1		
	子宮	子宮内膜間質性ポリープ	6	6	3	8		
	乳腺	線維腺腫	8	8	5	5		
	陰核腺	腺腫	1	2	4	0		
	悪性 腫瘍	脾臓	単核球性白血病	9	5	4	4	
子宮		子宮内膜間質性肉腫	3	2	1	1		

\* :  $p \leq 0.05$  で有意\*\* :  $p \leq 0.01$  で有意

(Fisher 検定)

↑ :  $p \leq 0.05$  で有意増加↑↑ :  $p \leq 0.01$  で有意増加

(Peto, Cochran-Armitage 検定)

↓ :  $p \leq 0.05$  で有意減少↓↓ :  $p \leq 0.01$  で有意減少

(Cochran-Armitage 検定)



## I 試験材料

## I-1 被験物質の性状等

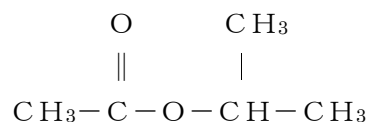
## I-1-1 名称等

名 称： 酢酸イソプロピル(Isopropyl acetate)

CAS No.： 108-21-4

## I-1-2 構造式及び分子量 (文献 1)

構 造 式：



分 子 量： 102.13

## I-1-3 物理化学的性状等 (文献 1)

性 状： 無色透明の液体

沸 点： 88.6°C

蒸 気 圧： 60.37mmHg (25°C)

比 重： 0.8718 (20°C/4°C)

溶 解 性： アセトン、エタノールに可溶

保 管 条 件： 室温で暗所に保管

## I-2 被験物質の使用ロット等

使用ロット番号： KLE3931 (2005/12/15~2006/01/12)

EWH6219 (2006/01/13~2006/07/18)

DPP3664 (2006/07/19~2007/03/01)

DPF2284 (2007/03/02~2007/10/02)

TSK3141 (2007/10/03~2007/12/12)

製 造 元： 和光純薬工業(株)

グ レ ー ド： 和光特級

純 度： 99.9～100.0%（和光純薬工業(株) 検査成績書データ）

### I-3 被験物質の特性・同一性、安定性

#### I-3-1 特性・同一性

被験物質の同一性は、ロットごとに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 2）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 3）と同じ波数にピークが認められ、被験物質は酢酸イソプロピルであることを確認した。

また、試験に使用した酢酸イソプロピル中には、不純物として 2-プロパノールが確認され、その含有量は 0.031～0.044%であった。

それらの結果は APPENDIX 1-1 に示した。

#### I-3-2 安定性

被験物質の安定性は、ロットごとに使用開始前及び使用終了後に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、各ロットとも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。

### I-4 試験動物

動物は、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/DuCrIj ラット（SPF）の雌雄を使用した。

雌雄各 227 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 200 匹（群構成時体重範囲、雄：115～135g、雌：91～105g）を選別し、試験に用いた。

なお、F344/DuCrIj ラット（SPF）を選別した理由は、遺伝的に安定していること、腫瘍の自然発生率が低いこと、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。

## II 試験方法

### II-1 投与

#### II-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。

#### II-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。

#### II-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104週間とし、計491回の暴露を行った。

#### II-1-4 投与濃度

投与濃度は、1000、2000及び4000 ppm（体積比 v/v）の3段階（公比2）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。

#### II-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、がん原性試験による調査の基準（安衛法）（文献4）及びOECD化学剤テストガイドライン451（発癌性試験）（文献5）に従い、2年間（104週間）とした。

投与濃度は13週間試験（試験番号0558）の結果（文献6）をもとに決定した。13週間試験は0（対照群）、500、1000、2000、4000及び8000 ppmの濃度で行った。その結果、各群とも動物の死亡はみられなかったが、8000 ppm群では雌雄で体重増加の抑制が認められ、病理組織学的検査では雌雄で胃及び肝臓、雄で精巣に変化がみられた。また、臓器重量、血液学的検査、血液生化学的検査及び尿検査にも変化がみられた。特に、最終体重は対照群に対し、雄で78%、雌で89%であることから、8000 ppmはがん原性試験における最大耐量を超えると思われた。4000 ppm群は、雌雄とも体重に変化はみられず、病理組織学的検査

査にも変化はみられなかった。臓器重量、血液学的検査及び血液生化学的検査に変化がみられたが、いずれも軽度であった。2000 ppm 以下の群では血液学的検査に変化がみられたが、やはり軽度なものであった。これらの結果より、がん原性試験の投与濃度は、雌雄とも 4000 ppm を最高濃度とし、以下、2000、1000 ppm（公比 2）と決定した。

#### II-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、清浄空気のパブ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、さらに循環式恒温槽で一定温度に冷却、再加熱し、一定濃度にした後、流量計を用いて一定量を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。

#### II-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（ $(\text{平均値} - \text{設定濃度}) / \text{設定濃度} \times 100$ ）が 0.2%以内、変動係数（標準偏差 / 平均値  $\times 100$ ）が 0.8%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。

### II-2 動物管理

#### II-2-1 各群の使用動物数

投与群 3 群及び対照群 1 群の計 4 群を設け、各群雌雄各 50 匹の動物を用いた。

群名称	動物数（動物番号）	
	雄	雌
対照群	50 匹 (1001~1050)	50 匹 (2001~2050)
1000 ppm 群	50 匹 (1101~1150)	50 匹 (2101~2150)
2000 ppm 群	50 匹 (1201~1250)	50 匹 (2201~2250)
4000 ppm 群	50 匹 (1301~1350)	50 匹 (2301~2350)

## II-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ことにより、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 7）。

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（504 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。

## II-2-3 飼育条件

### (1) 飼育環境

検疫期間中は検疫室（517・518 室）で、馴化期間及び投与期間中は、吸入試験室（504 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 ;  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  < 517 室 ;  $22.6 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、518 室 ;  $22.9 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  >

吸入試験室 ;  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$  < 504 室 ;  $21.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$  >

吸入チャンバー内 ;  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$

湿 度 : 検疫室 ;  $55 \pm 15\%$  < 517 室 ;  $58 \pm 3\%$ 、518 室 ;  $57 \pm 1\%$  >

吸入チャンバー内 ;  $50 \pm 20\%$

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 ; 15~17 回/時

吸入試験室 ; 7~9 回/時

吸入チャンバー内 ; 飼育中  $12 \pm 1$  回/時、暴露中  $6 \pm 0.5$  回/時

圧 力 : 吸入チャンバー内 ;  $0 \sim -15 \times 10\text{Pa}$

ケージへの動物の収容方法 : 検疫期間 ; 群飼 (5 匹)、馴化・投与期間 ; 単飼

ケージの材質・形状・寸法等 :

検疫期間 ; ステンレス製群飼網ケージ (340(W)×294(D)×176(H) mm/5 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- $\gamma$ 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の栄養成分についてはオリエンタル酵母工業(株)から自社分析データを使用ロットごとに入手し、保管した。飼料中の夾雑物については(財)日本食品分析センター (東京都渋谷区元代々木町 52-1) の分析データを使用ロットごとに入手し、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。

## II-3 観察・検査項目及び方法

### II-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。

### II-3-2 体重測定

体重測定は、投与開始後 14 週間は週 1 回、それ以降は 4 週に 1 回 (104 週にも測定) 行った。また、動物の死亡発見時、切迫屠殺時及び定期解剖動物の搬出時にも体重 (搬出時体重) を測定した。

### II-3-3 摂餌量測定

摂餌量は、投与開始後 14 週間は週 1 回、それ以降は 4 週に 1 回 (104 週にも測定) 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。

#### II-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に採血した血液を用いて、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、白血球数、白血球分類

#### II-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、 $\gamma$ -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

#### II-3-6 尿検査

投与 103 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（マルティステイックス、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

#### II-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

定期解剖時まで生存した動物について、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：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8）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、骨髄（大腿骨）、リンパ節（腋窩、腹壁等）、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、膵臓、腎臓、膀胱、下垂体、甲状腺、上皮小体、副腎、精巣、精巣上体、精囊、前立腺、卵巣、子宮、膣、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

## II-4 数値処理と統計方法

### II-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 に示した単位と精度により表示した。

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。

### II-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うち非腫瘍性病変については、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、 $\chi^2$  検定を行った。また、尿検査についても対照群と各投与群間との  $\chi^2$  検定を行った。

腫瘍性病変については、各臓器の腫瘍ごとに、各群ごとの総担腫瘍臓器数について、Peto 検定（文献 9）、Cochran-Armitage 検定、Fisher 検定を行った。また、Peto 検定は病理組織学的検査時に付与されたコンテックス(注)を用いて、死亡率法（コンテックス 3, 4 を付与された腫瘍についての検定）、有病率法（コンテックス 0, 1, 2 を付与された腫瘍についての検定）、死亡率法＋有病率法（コンテックス 0～4 の総計で検定）を行った。

各検定は 5%の有意水準で、Peto 検定、Fisher 検定は片側検定、その他の検定は両側検定を行い、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。

注： Peto 検定に用いるコンテックス

- 0：定期解剖動物にみつかった腫瘍
- 1：死亡／瀕死動物にみつかった腫瘍で、直接死因に関係しない腫瘍
- 2：多分 1 だと思うが、確かでない腫瘍
- 3：多分 4 だと思うが、確かでない腫瘍
- 4：死亡／瀕死動物にみつかった腫瘍で、直接死因に係わっていた腫瘍

### Ⅲ 試験成績

#### Ⅲ-1 生死状況

生死状況を TABLE B 1, 2 及び FIGURE 2, 3 に示した。

—雄—

投与群の生存率に被験物質の影響はみられなかった。

各群の 104 週における生存動物数（生存率）は、対照群：33 匹（66%）、1000 ppm 群：42 匹（84%）、2000 ppm 群：38 匹（76%）、4000 ppm 群：42 匹（84%）であった。

—雌—

投与群の生存率に被験物質の影響はみられなかった。

各群の 104 週における生存動物数（生存率）は、対照群：34 匹（68%）、1000 ppm 群：35 匹（70%）、2000 ppm 群：43 匹（86%）、4000 ppm 群：44 匹（88%）であった。

#### Ⅲ-2 一般状態

一般状態の観察結果を TABLE C 1, 2 に示した。

—雌雄—

特記すべき所見はみられなかった。

#### Ⅲ-3 体重

体重の推移を TABLE D 1~4 及び FIGURE 4, 5 に示した。

—雄—

各投与群とも対照群と同様に体重は推移したが、投与期間終期（98 週以降）、4000 ppm 群は対照群に比べ低値（統計学的に有意）であった。

最終計測日（104 週）の各投与群の体重は、対照群に対して 1000 ppm 群：97%、2000 ppm 群：96%、4000 ppm 群：94%であった。

—雌—

投与期間の後半（74 週以降）、4000 ppm 群で体重増加に抑制がみられた。

最終計測日（104 週）の各投与群の体重は、対照群に対して 1000 ppm 群：105%、2000 ppm 群：101%、4000 ppm 群：92%であった。

### Ⅲ-4 摂餌量

摂餌量を TABLE E 1~4 及び FIGURE 6, 7 に示した。

—雌雄—

投与期間の後半、4000 ppm 群の摂餌量がやや低値であった。

### Ⅲ-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—

白血球百分率で、分葉核好中球比の低値が 4000 ppm 群でみられた。

—雌—

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

### Ⅲ-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—

$\gamma$ -GTP の高値が 2000 ppm 以上の群で、アルブミンの低値、総コレステロール、トリグリセライド、リン脂質、尿素窒素の高値が 4000 ppm 群でみられた。

その他、尿素窒素の高値が 1000 ppm 群でみられたが、投与濃度に対応した変化ではなかった。

—雌—

カリウムの高値が 4000 ppm 群でみられた。

### Ⅲ-7 尿検査

尿検査の結果を TABLE H 1, 2 に示した。

—雌雄—

被験物質の影響と思われる変化はみられなかった。

### Ⅲ-8 病理学的検査

#### Ⅲ-8-1 剖検

剖検所見を TABLE I 1~6 に示した。

—雄—

腹膜（陰囊）の結節が 4000 ppm 群の 7 匹にみられ、他の群（対照群 2 匹、1000 ppm 群 1 匹、2000 ppm 群 2 匹）に比較して多かった。また、腹膜に結節がみられた動物の多くに赤色または褐色の腹水も観察され、4000 ppm 群では結節がみられた 7 匹中、6 匹に腹水がみられた。

なお、腎臓が顆粒状を呈する動物が投与濃度に対応して増加した。腎臓の顆粒状化は慢性腎症の程度の強い動物に肉眼的にみられる変化であるが、病理組織学的検査の結果からは投与群に慢性腎症の有意な増加は認められなかった。

—雌—

被験物質の影響と思われる所見の増加は認められなかった。

### Ⅲ-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—

肺の実重量と体重比の高値が 2000 ppm 以上の群に、腎臓の実重量の高値が 4000 ppm 群、体重比の高値が 2000 ppm 以上の群にみられた。また、肝臓の体重比の高値が全投与群に、脾臓の体重比の高値が 2000 ppm 以上の群にみられた。

その他、精巣と脳の体重比の高値が 4000 ppm 群にみられたが、これらの変化は 4000 ppm 群の搬出時体重の低値によるものと考えた。

—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、卵巣、心臓、肺、腎臓、肝臓、脳の体重比の高値が 4000 ppm 群にみられたが、これらの変化は 4000 ppm 群の搬出時体重の低値によるものと考えた。

### Ⅲ-8-3 病理組織学的検査

検査結果のうち非腫瘍性病変を TABLE L 1~6 に示した。腫瘍性病変の結果は、担腫瘍動物数と腫瘍数を TABLE M 1, 2 に、腫瘍の種類別の発生数を TABLE N 1, 2 に、統計解析（Peto 検定、Cochran-Armitage 検定、Fisher 検定）の結果を TABLE O 1, 2 に、転移性病変を TABLE P 1, 2 に示した。また、統計解析で有意差が認められた腫瘍については、日本バイオアッセイ研究センターにおけるヒストリカルコントロールデータ（試験ごとの発生率（最小%~最大%）と平均発生率(%)、発生匹数/総匹数）を TABLE Q に示した。

—雄—

1) 腫瘍性病変

<腹膜>

中皮腫の発生が、対照群と 1000 ppm 群の各 2 匹、2000 ppm 群の 1 匹、4000 ppm 群の 7 匹にみられ、Peto 検定（死亡率法、死亡率法＋有病率法）と Cochran-Armitage 検定で増加傾向を示した。4000 ppm 群における中皮腫の発生率 14%（7/50 匹）は、当センターのヒストリカルコントロールデータの範囲（長期がん原性試験 45 試験における対照群の腹膜中皮腫の発生率：最小 0%～最大 8%、平均発生率 2.6%）を超えた。中皮腫は Guides for Toxicologic Pathology（文献 10）の診断基準に基づいて診断した。中皮腫は類円形ないし立方形の中皮細胞が、間質を伴い腹膜に沿って多層性に増殖する腫瘍である。この腫瘍は、陰嚢を中心に精巣や精巣上体の漿膜にみられた。腫瘍組織は腹腔内に播種及び浸潤性増殖を示すことから悪性と診断した。

その他、下垂体の腺腫の発生が、Cochran-Armitage 検定で減少傾向、Fisher 検定で 4000 ppm 群に減少が示された。また、副腎の褐色細胞腫の発生が、Cochran-Armitage 検定で減少傾向、Fisher 検定で 1000 ppm 群と 4000 ppm 群に減少が示された。

2) 非腫瘍性病変

<鼻腔>

呼吸上皮と嗅上皮に病変の増加が観察された。

呼吸上皮には、エオジン好性変化を呈する動物数の増加が 4000 ppm 群で認められた。また、嗅上皮にもエオジン好性変化を呈する動物数の増加が、わずかではあるが、2000 ppm 以上の群で認められた。エオジン好性変化は呼吸上皮や嗅上皮の細胞質内にエオジンに好染する蛋白様物質が沈着する病変である。発生部位については対照群と投与群に差はみられなかった。

<腹膜>

中皮過形成が 4000 ppm 群に 2 匹認められた。腹膜の中皮過形成は腹壁や腹腔内諸臓器の漿膜の中皮細胞が腹腔内に乳頭状に突出、増生を示す所見であり、間質を伴った増生を示さないものである。中皮過形成は精巣や精巣上体の漿膜にみられた。

なお、2000 ppm 群の脾臓の髓外造血の発生が、対照群との間に統計学的に有意な差を示したが、投与濃度に対応した変化ではなかった。

—雌—

1) 腫瘍性病変

被験物質の暴露による腫瘍の発生増加はみられなかった。

なお、2000 ppm 群の副腎の褐色細胞腫と悪性の褐色細胞腫を合わせた発生が、Fisher 検定で有意な発生率の増加を示したが、投与濃度に対応した変化ではなかった。

## 2) 非腫瘍性病変

### < 鼻腔 >

呼吸上皮のエオジン好性変化を呈する動物数の増加が全ての投与群で認められた。

その他、鼻腔の嗅上皮のエオジン好性変化、甲状腺の C-細胞増生、眼球の白内障の発生が 2000 ppm 群で、眼球の網膜萎縮の発生が 1000 ppm と 2000 ppm 群でそれぞれ対照群との間に統計学的に有意な差を示したが、投与濃度に対応した変化ではなかった。

## III-8-4 死因

病理学的にみた死亡／瀕死の原因を TABLE R に示した。

### —雄—

腹膜腫瘍による死亡は対照群では 1 匹であったが、4000 ppm 群は 4 匹が腹膜腫瘍により死亡した。その他、投与群に特定の病変あるいは腫瘍による死亡の増加はみられなかった。

### —雌—

投与群に特定の病変あるいは腫瘍による死亡の増加はみられなかった。

#### IV 考察及びまとめ

酢酸イソプロピルのラットを用いた 2 年間の全身暴露による吸入試験（投与濃度：0、1000、2000 及び 4000 ppm）を行った結果、雄の投与群に腹膜の中皮腫の発生増加がみられた。

##### IV-1 生存率、一般状態、体重、摂餌量

生存率及び一般状態に酢酸イソプロピルの暴露による影響はみられなかった。

体重は、雄では投与群と対照群は同様な推移を示したが、4000 ppm 群は投与期間終期（98 週以降）に対照群に比べ低値（最終体重、対照群の 94%）であった。雌は 4000 ppm 群で投与期間の後半（74 週以降）、増加の抑制（最終体重、対照群の 92%）がみられた。

摂餌量は雌雄とも、4000 ppm 群で投与期間の後半にやや低値であった。

##### IV-2 腫瘍性及び腫瘍関連病変

雄では、腹膜の中皮腫の発生が Peto 検定と Cochran-Armitage 検定で増加傾向を示した。4000 ppm 群の中皮腫の発生率 14% (7/50 匹) は、Fisher 検定で対照群の発生率 4% (2/50 匹) との間には有意差を示さなかったが、当センターのヒストリカルコントロールデータの範囲（最小 0%～最大 8%、平均発生率 2.6%）を超えていることから、酢酸イソプロピルの暴露による発生の増加と考えた。また、腹膜の中皮腫は、腹壁や腹腔内諸臓器の漿膜に存在する中皮細胞由来の腫瘍であり、腹腔内に播種または浸潤性に増殖する悪性腫瘍である。従って、腹膜の中皮腫の発生増加は雄ラットに対するがん原性を示す証拠と考えられた。なお、腹膜の中皮腫は F344 ラットの雄に自然発生することが知られている（文献 11）。また、F344 ラットに自然発生する中皮腫は、陰囊を中心に精巣や精巣上体の漿膜に発生がみられることの多いことが報告されている（文献 11）。本試験の 4000 ppm 群にみられた腫瘍も陰囊を中心に発生しており、自然発生の中皮腫と発生部位が変わらなかった。また、病理組織学的にも通常自然発生する中皮腫と変わらなかった。従って、酢酸イソプロピルは F344 ラットの雄に自然発生する腹膜の中皮腫の発生を促進させたと考えられた。なお、腹膜の中皮過形成が 4000 ppm 群の精巣や精巣上体の漿膜に 2 匹ではあるが認められた。中皮過形成は刺激等への反応や中皮腫の前腫瘍性変化としてみられることが知られている（文献 11）。また、剖検により 4000 ppm 群に腹水のみられる動物の増加があった。腹水はいずれも腹膜中皮腫を持った動物にみられた。腹膜の中皮腫は赤色または褐色の腹水を伴うことが知られており（文献 11）、4000 ppm 群の腹水の増加は腹膜の中皮腫による二次的な変化と考えられた。

雌では、暴露に関連した腫瘍性病変の増加は認められなかった。

#### IV-3 その他の影響

血液学的検査では、雄で分葉核好中球比の低値が 4000 ppm 群でみられた。

血液生化学的検査では、雄で $\gamma$ -GTP の高値が 2000 ppm 以上の群で、アルブミンの低値、総コレステロール、トリグリセライド、リン脂質、尿素窒素の高値が 4000 ppm 群でみられ、雌でカリウムの高値が 4000 ppm 群でみられた。

剖検では、雄で腹膜（陰嚢）の結節や腹水の他に、腎臓に顆粒状を呈する動物が投与濃度に対応して増加した。

また、臓器重量では、雄で肺の実重量と体重比の高値が 2000 ppm 以上の群に、腎臓の実重量の高値が 4000 ppm 群、体重比の高値が 2000 ppm 以上の群に、肝臓の体重比の高値が全投与群に、脾臓の体重比の高値が 2000 ppm 以上の群にみられた。

以上のように、血液の検査や剖検、臓器重量で主に雄の投与群に変化がみられた。しかし、病理組織学的検査では、肝臓や腎臓を含め鼻腔以外の臓器には酢酸イソプロピルの影響と思われる非腫瘍性病変の発生率の増加や程度の増強は認められなかった。

病理組織学的検査では鼻腔に変化がみられ、雄では呼吸上皮と嗅上皮に、雌では呼吸上皮にエオジン好性変化を呈する動物数の増加がみられた。この病変は呼吸上皮や嗅上皮の細胞質内にエオジンに好染する蛋白様物質が沈着したものであり、加齢に伴って発生が増加することが報告されている（文献 8）。本試験においても、雄の対照群に呼吸上皮のエオジン好性変化が 19 匹に認められたが、4000 ppm 群では 33 匹であり、明らかに発生率の増加が認められた。従って、酢酸イソプロピルの暴露によりエオジン好性変化の発生が促進されたと考えられる。しかし、雄の嗅上皮及び雌の呼吸上皮にみられたエオジン好性変化は対照群でも多数の動物にみられ、投与群との差はわずかであった。なお、エオジン好性変化はタバコ、塩素、ジメチルアミン等の刺激性のある化学物質の吸入暴露により発生することが報告されている（文献 12、13、14、15）。また、本試験では、鼻腔の変化はエオジン好性変化以外には認められなかった。当試験の予備試験として実施した 13 週間試験（文献 6）では、鼻腔の変化は認められなかった。

#### IV-4 他文献との比較等

- ① がん原性：酢酸イソプロピルのラットを用いたがん原性試験または長期試験に関する文献はなかった。また、IARC では酢酸イソプロピルのがん原性について評価を行っていない。
- ② 変異原性：酢酸イソプロピルは、当センターでプレインキュベーションによる微生物を用いた変異原性試験を、ネズミチフス菌（TA98、TA100、TA1535 及び TA1537）及び大腸菌（WP2uvrA/pKM101）を用いて実施している（文献 16）。その結果、代謝活性化の有る場合と無い場合ともに、全 5 菌株で陰性の結果を示した。



## V 結論

F344/DuCr1Cr1j ラットを用いて、酢酸イソプロピルの2年間(104週間)にわたる吸入によるがん原性試験を行った結果、以下の結論を得た。

雄に腹膜の中皮腫の発生増加が認められ、腹膜における悪性腫瘍の発生増加は雄ラットに対するがん原性を示す証拠である。雌では腫瘍の発生増加は認められなかった。

## VI 文献

1. U.S. National Library of Medicine. 2009. Isopropyl acetate, Chemical/Physical Properties. Hazardous Substances Data Bank (HSDB). Available: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>. [accessed 3 February 2009].
2. McLafferty FW, ed. 1994. Wiley Registry of Mass Spectral Data. 6th ed. New York, NY : John Wiley and Sons.
3. 和光純薬工業(株). 2004. 酢酸イソプロピル, 赤外吸収スペクトル.
4. 労働省労働基準局長. 1997. がん原性試験による調査の基準. 基発 第 144 号, 平成 9 年 3 月 11 日.
5. OECD. 1981. OECD Guideline for Testing of Chemicals 451 “Carcinogenicity Studies”. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
6. 日本バイオアッセイ研究センター. 2006. 酢酸イソ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. 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.
7. 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.
8. Nagano K, Katagiri T, Aiso 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.
9. Peto R, Pike MC, Day NE, Gray RG, Lee PN, Parish S, et al. 1980. Guidelines for simple, sensitive significance tests for carcinogenic effects in long-term animal experiments. In: *Long-Term and Short-Term Screening Assays for Carcinogens: A Critical Appraisal*. Lyon: IARC. IARC Monographs Suppl 2: 311-426.
10. McConnell RF, Westen HH, Ulland BM, Bosland MC, Ward JM. 1992. Proliferative lesions of the testes in rats with selected examples from mice. In: *Guides for Toxicologic Pathology*. Washington, DC: STP/ARP/AFIP, 1-32.

11. Hall WC. 1990. Peritoneum, retroperitoneum, mesentery, and abdominal cavity. In Pathology of the Fischer Rat, Reference and Atlas. San Diego: Academic Press. 63-69.
12. Monticello TM, Morgan KT, Uraih L. 1990. Nonneoplastic nasal lesions in rats and mice. Environ Health Perspect. 85: 249-255.
13. Renne RA, Dungworth DL, Keenan CM, Morgan KT, Hahn FF, Schwartz LW. 2003. Non-proliferative lesions of the respiratory tract in rats. In: Guides for toxicologic pathology. STP/ARP/AFIP. Washington, DC.
14. Buckley LA, Morgan KT, Swenberg JA, James RA, Hamm TE Jr, Barrow CS. 1985. The toxicity of dimethylamine in F-344 rats and B6C3F1 mice following a 1-year inhalation exposure. Fundam Appl Toxicol. 5: 341-352.
15. Wolf DC, Morgan KT, Gross EA, Barrow C, Moss OR, James RA, et al. 1995. Two-year inhalation exposure of female and male B6C3F1 mice and F344 rats to chlorine gas induces lesions confined to the nose. Fundam Appl Toxicol. 24: 111-131.
16. 中央労働災害防止協会. 2005. 「既存化学物質に係る変異原性の評価に関する調査研究 平成 16 年度 (補遺)」. 東京: 中央労働災害防止協会. 17-19.

Ⅶ 予見することのできなかつ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

予見することのできなかつ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。

なお、被験物質の安定性の測定に使用したガスクロマトグラフ (5890A)、血液学的検査で使用した総合血液学検査装置 (ADVIA 120) 及び尿検査で使用した尿試験紙 (マルティステイツクス) の製造会社の社名が変更されたため、本報告書はそれぞれ、新社名を記載した。