



トリイソブチレンの
細菌を用いる
復帰突然変異試験

厚生省生活衛生局 委託

財団法人食品薬品安全センター

秦野研究所

【目 次】

	頁
要 約	1
緒 言	2
材料および試験方法	3
試験結果および考察	6
参 考 文 献	8
Tables 1～4	

【要 約】

トリスプロチレンの変異原性の有無について、細菌を用いる復帰突然変異試験を実施することにより検討した。

検定菌として、*Salmonella typhimurium* TA100, TA1535, TA98, TA1537 および *Escherichia coli* WP2 *uvrA* を用い、直接法および代謝活性化法のいずれも、用量設定試験では、50～5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 においては 10～5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$)、本試験では 312.5～5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の用量で試験を実施した。

その結果、2回の本試験とも、用いた5種類の検定菌について、いずれの用量でも復帰変異コロニー数の増加が認められなかったことから、トリスプロチレンは、用いた試験系において変異原性を有しない（陰性）と判定された。

【 緒 言 】

既存化学物質安全性点検に係る毒性調査事業の一環として、難分解性既存化学物質の1つであるトリイソブチレンについて、細菌を用いる復帰突然変異試験をプレート法により実施した。

この試験は、サルモネラ（ネズミチフス菌）におけるヒスチジン要求性から非要求性への復帰突然変異⁽¹⁾、ならびに大腸菌におけるトリプトファン要求性から非要求性への復帰突然変異⁽²⁾を指標とした変異原の検出系である。

試験は、被験物質をそのまま検定菌に作用させる直接法と、哺乳動物のもつ薬物代謝酵素（S9 混液）によって産生される被験物質の代謝物の変異原性を試験する代謝活性化法とからなっている。

本試験は、「新規化学物質に係る試験の方法について」（昭和62年3月31日、環保業第237号、薬発第306号、62基局第303号）およびOECD化学品試験法ガイドライン：471, 472 に準拠し、化学物質GLP（昭和59年3月31日、環保業第39号、薬発第229号、59基局第85号、改訂昭和63年11月18日、環企研第233号、衛生第38号、63基局第823号）に基づいて実施した。

【材料および試験方法】

〔検 定 菌〕

Salmonella typhimurium TA100
Salmonella typhimurium TA1535
Escherichia coli WP2 *uvrA*
Salmonella typhimurium TA98
Salmonella typhimurium TA1537

S. typhimurium の 4 菌株は1975年10月31日にアメリカ合衆国、
から分与を受けた。

E. coli WP2 *uvrA* 株は1979年 5 月 9 日に から分与を
受けた。

検定菌は、-80℃以下で凍結保存した。

試験に際して、ニュートリエントブロスNa 2 (OXOID, ロット番号 : B-1674/1) を 入れ
たL字型試験管に種菌を接種し、37℃、約11時間往復振とう培養したものを検定菌液とし
た。

〔被 験 物 質〕

トリイソブチレン (CAS No. 7756-94-7、以下T I Bと略) は、分子量 168 の無色透
明の液体である。純度 99.13%のもの (ロット番号 :

) を から供与された。被験物質は、使用時まで冷暗所で保管した。

T I B は、アセトン (ロット番号 : DSR3251およびDSM 4173、和光純薬工業(株)) に
50 mg/ml になるように調製した後、同溶媒で更に公比 2 ないし 3 で希釈したもの
を、速やかに試験に用いた。

秦野研究所においてT I Bのアセトン溶液中での安定性試験を高濃度 (340 mg/ml)
および低濃度 (200 μg/ml) の 2 濃度について、室温遮光条件下で実施した。その結
果、調製後 4 時間における各 3 サンプルの平均含量は、それぞれ初期値 (0 時間) の平均
に対して、100および 99.5%であった。これらの値は、当研究所で規定した許容範囲内に
あった (Appendix 1)。

また、本試験に用いた調製検体について、含量測定試験を行った結果、50 mg/ml溶液の
含量は既定濃度に対し、97.3~98.0%、3.125 mg/ml 溶液は、100~102%であった。これ
らの値も当研究所の規定した許容範囲内であった (Appendix 2)。

以上の結果から、T I Bはアセトン溶液中では安定であり、また調製液中の被験物質の含量は所定の値の範囲内にあることが確認された。

〔陽性対照物質〕

用いた陽性対照物質およびその溶媒は以下のとおりである。

AF-2	: フリルアミド	(上野製薬株)	ロット番号 46,	純度99.9%)
SA	: アジ化ナトリウム	(和光純薬工業株)	ロット番号 TWR3330,	純度>90%)
9-AA	: 9-アミノアクリン	(Sigma Chem. Co.)	ロット番号 96P05641,	純度>98%)
2-AA	: 2-アミノアントラセン	(和光純薬工業株)	ロット番号 DSP2950,	純度>90%)

AF-2, 2-AA は DMSO (和光純薬工業株) に溶解したものを-20℃で凍結保存し、用時解凍した。9-AAは DMSO に、SA は蒸留水に溶解し、速やかに試験に用いた。

〔培地および S9 混液の組成〕

1) トップアガー (TA菌株用)

下記の水溶液 (A) および (B) を容量比 10:1 の割合で混合した。

(A) バクトアガー (Difco)	0.6%	(B) L-ヒスチジン	0.5 mM
塩化ナトリウム	0.5%	ピチン	0.5 mM

* : WP2 用には、0.5 mM L-トリプトファン水溶液を用いた。

2) 合成培地

培地は、日清製粉株式会社製の最少寒天培地 (用量設定試験においてはロット番号: DJ030EHおよびDJ040IH, 1992年5月14日および9月4日製造、本試験においては、ロット番号: DJ040IH および DJ050JH, 1992年9月4日および10月12日製造) を用いた。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・7水和物	0.2 g	リン酸水素アンモニウムナトリウム・4水和物	3.5 g
クエン酸・1水和物	2 g	グルコース	20 g
リン酸水素二カルシウム	10 g	バクトアガー (Difco)	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 混液 (1 ml 中下記の成分を含む)

S9 ^{**}	0.1 ml	NADH	4 μmol
塩化マグネシウム	8 μmol	NADPH	4 μmol
塩化カリウム	33 μmol	0.2M リン酸緩衝液 (pH 7.4)	0.5 ml
グルコース・6リン酸	5 μmol		

^{**} : 7週齢の Sprague-Dawley 系雄ラットをフェノバルビタール(PB)および5、6-ベンゾフラボン(BF)の併用投与で酵素誘導して作製した S9 (キッコーマン株、ロット番号 RAA-280および RAA-285、1992年7月24日および同11月20日製造)を用いた。PBおよびBFの投与量は1日目 PB 30 mg/kg、2日目 PB 60 mg/kg、3日目 PB 60 mg/kg および BF 80 mg/kg、4日目 PB 60 mg/kg であり、いずれも腹腔内投与したものである。

[試験方法]

プレート法を用いて、直接法および代謝活性化法によって試験を行った。

小試験管中にトッパアガー 2 ml、被験物質調製液 0.1 ml、リン酸緩衝液 0.5 ml (代謝活性化試験においては S9 混液 0.5 ml)、検定菌液 0.1 ml を混合したのち合成培地平板上に流して固めた。また、対照群として被験物質調製液の代わりにアセトン、または数種の陽性対照物質溶液を用いた。各検定菌ごとの陽性対照物質の名称および用量は表中に示した。培養は37℃で48時間行い、生じた変異コロニー数を算定した。抗菌性の有無については、肉眼的あるいは実体顕微鏡下で、寒天表面の菌膜の状態から判断した。用いた平板は用量設定試験においては、陰性および陽性対照群では3枚ずつ、各用量については1枚ずつとした。また、本試験においては両対照群および各用量につき、3枚ずつを用い、それぞれその平均値と標準偏差を求めた。用量設定試験は追加試験を含めて2回、本試験は同一用量について2回実施し、再現性の確認を行った。

[判定基準]

用いた5種の検定菌のうち、1種以上の検定菌の直接法あるいは代謝活性化法において、被験物質を含有する平板上における復帰変異コロニー数の平均値が、陰性対照のそれに比べて2倍以上に増加し、かつ、その増加に再現性あるいは用量依存性が認められた場合に、当該被験物質は本試験系において変異原性を有する(陽性)と判定することとした。

【試験結果および考察】

試験の全過程を通して、信頼性に悪影響を及ぼすおそれのある予期し得なかった事態および試験計画書からの逸脱はなかった。

〔用量設定試験〕

結果を Table 1、2 に示す。T I B について、50～5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の範囲で公比を約 3 とし、試験を実施したところ、TA100 の直接法および代謝活性化法においてのみ、すべての用量で強い抗菌性が認められた。そのため、TA100 について、10 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の用量範囲までの広い範囲にわたって用量設定試験を実施したが、代謝活性化法の 5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の用量以外には抗菌性は認められなかった。以上の結果から、TA100 については、1 回目の用量設定試験において、何らかのミスがあったものとし、2 回目のデータを採用することとした。

したがって、本試験における最高用量を、すべての検定菌において、直接法、代謝活性化法ともに 5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ とすることとした。

被験物質に由来する寒天表面上の沈殿物が直接法、代謝活性化法ともに 1500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上の用量で認められた。

〔本試験〕

結果を Table 3、4 に示した。T I B について、すべての検定菌について、直接法、代謝活性化法ともに、312.5～5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の範囲で、公比を 2 とし、試験を実施した。2 回の試験を通して、用いた 5 種類の検定菌の直接法、代謝活性化法のいずれにおいても、用量依存性のある変異コロニーの増加は認められなかった。また、WP2 の直接法を除いて、最高用量の 5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ において、抗菌性が認められた場合があった。

被験物質に由来する寒天表面上の沈殿物が直接法、代謝活性化法ともに 625 あるいは 1250 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上の用量で認められた。

T I Bについて実施した試験において、陽性対照群では、いずれの検定菌においても変異コロニー数の増加が認められ、陰性対照群とともに計測された変異コロニー数はヒストリカルコントロール値の範囲内であったことから、本試験に用いた各検定菌の感受性および各陽性対照物質の変異原活性についての安定性が確認された。

以上の結果に基づき、T I Bは、用いた試験系において変異原性を有しないもの(陰性)と判定した。

【参 考 文 献】

- (1) Maron, D.M. and Ames, B.N. : Mutation Research. 113: 173-215 (1983)
- (2) Green, M.H.L. : in "Handbook of Mutagenicity Test Procedures." Kilbey, B.J., Legator, M., Nichols, W. and Ramel, C. (eds.) Elsevier, Amsterdam, New York Oxford. (1984) pp.161-187.

Table 1. Results of preliminary cytotoxicity test in bacterial reverse mutation assay with triisobutylene

With (+) or without (-) S9 Mix	Test substance dose (μg /plate)	Number of revertants (number of colonies / plate , Mean \pm S.D.)													
		Base - pair substitution type						Frameshift type							
		TA100		TA1535			WP2uvrA			TA98			TA1537		
S9Mix (-)	0		15	7	9	11	20	18	20	23	15	7	7	7	
			(10 \pm 4.2)			(16 \pm 4.7)			(19 \pm 4.0)			(7 \pm 0.0)			
	50		5			12			12			3			
	150		10			11			17			6			
	500		5			20			19			3			
	1500 #		7			14			19			7			
	5000 #		9			16			10			1			
S9Mix (-)	0		10	19	9	20	17	18	24	32	32	12	20	13	
			(13 \pm 5.5)			(18 \pm 1.5)			(29 \pm 4.6)			(15 \pm 4.4)			
	50		9			12			18			5			
	150		8			16			29			5			
	500		11			20			17			8			
	1500 #		13			18			22			10			
	5000 #		7			15			11			10			
Positive control S9 Mix (-)	Chemical	AF2	SA			AF2			AF2			9AA			
	Dose (μg /plate)	0.01	0.5			0.01			0.1			80			
Positive control S9 Mix (+)	Chemical	2AA	2AA			2AA			2AA			2AA			
	Dose (μg /plate)	1	2			10			0.5			2			
S9 Mix (-)	Number of colonies / plate		156	160	185	158	176	171	583	563	592	3533	3729	3659	
			(167 \pm 15.7)			(168 \pm 9.3)			(579 \pm 14.8)			(3640 \pm 99.3)			
S9 Mix (+)	Number of colonies / plate		230	222	250	531	583	549	238	268	300	176	214	250	
			(234 \pm 14.4)			(554 \pm 26.4)			(269 \pm 31.0)			(213 \pm 37.0)			

AF2: 2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide , SA: Sodium azide, 9AA: 9-Aminoacridine, 2AA: 2-Aminoanthracene

*: Inhibition was observed against growth of the bacteria. #:Precipitant was observed on the surface of agar plates.

Table 2. Results of preliminary cytotoxicity test in bacterial reverse mutation assay with triisobutylene

With (+) or without (-)	Test substance dose (µg /plate)	Number of revertants (number of colonies / plate , Mean ± S.D.)					
		Base - pair substitution type			Frameshift type		
		TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537	
S9 Mix (-)	0	136 127 105 (123 ± 15.9)					
	10	121					
	20	108					
	40	110					
	100	109					
	2500 #	132					
	5000 #	106					
S9 Mix (-)	0	127 128 124 (126 ± 2.1)					
	10	106					
	20	115					
	40	140					
	100	145					
	2500 #	107					
	5000 #	103 *					
Positive control	Chemical	AF2	SA	AF2	AF2	9AA	
	Dose (µg /plate)	0.01	0.5	0.01	0.1	80	
S9 Mix (-)	Number of colonies / plate	476 496 480 (484 ± 10.6)					
Positive control	Chemical	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA	
	Dose (µg /plate)	1	2	10	0.5	2	
S9 Mix (+)	Number of colonies / plate	614 648 632 (631 ± 17.0)					

AF2: 2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide , SA: Sodium azide, 9AA: 9-Aminoacridine, 2AA: 2-Aminoanthracene

*: Inhibition was observed against growth of the bacteria. #:Precipitant was observed on the surface of agar plates.

Table 3. Results of bacterial reverse mutation assay (I) with triisobutylene

With (+) or without (-) S9 Mix	Test substance dose (µg /plate)	Number of revertants (number of colonies / plate , Mean ± S.D.)														
		Base - pair substitution type									Frameshift type					
		TA100			TA1535			WP2uvrA			TA98			TA1537		
S9Mix (-)	0	130	141	136	10	20	18	40	30	32	30	36	23	14	11	11
		(136 ± 5.5)			(16 ± 5.3)			(34 ± 5.3)			(30 ± 6.5)			(12 ± 1.7)		
	312.5	156	153	113	8	14	12	18	14	10	14	22	17	9	9	1
		(141 ± 24.0)			(11 ± 3.1)			(14 ± 4.0)			(18 ± 4.0)			(6 ± 4.6)		
	625	126	142	161	12	10	12	15	18	15	20	16	20	10	8	5
		(143 ± 17.5)			(11 ± 1.2)			(16 ± 1.7)			(19 ± 2.3)			(8 ± 2.5)		
	1250 #	135	148	135	9	10	14	20	8	14	19	21	16	6	7	10
		(139 ± 7.5)			(11 ± 2.6)			(14 ± 6.0)			(19 ± 2.5)			(8 ± 2.1)		
2500 #	154	150	167	17	11	8	26	20	27	23	13	17	13	12	9	
	(157 ± 8.9)			(12 ± 4.6)			(24 ± 3.8)			(18 ± 5.0)			(11 ± 2.1)			
5000 #	113	127	152	13	9	5	23	17	16	20	17	24	2	5	8	
	(131 ± 19.8)			(9 ± 4.0)			(19 ± 3.8)			(20 ± 3.5)			(5 ± 3.0)			
S9Mix (+)	0	154	140	141	13	12	12	26	31	27	33	28	31	21	20	20
		(145 ± 7.8)			(12 ± 0.6)			(28 ± 2.6)			(31 ± 2.5)			(20 ± 0.6)		
	312.5	128	142	130	12	11	11	29	26	27	26	22	20	6	12	10
		(133 ± 7.6)			(11 ± 0.6)			(27 ± 1.5)			(23 ± 3.1)			(9 ± 3.1)		
	625	116	115	127	10	14	12	21	17	21	28	28	48	11	8	6
		(119 ± 6.7)			(12 ± 2.0)			(20 ± 2.3)			(35 ± 11.5)			(8 ± 2.5)		
	1250 #	142	145	133	11	10	15	19	13	8	31	17	29	8	15	12
		(140 ± 6.2)			(12 ± 2.6)			(13 ± 5.5)			(26 ± 7.6)			(12 ± 3.5)		
2500 #	145	156	156	12	11	8	10	10	16	27	22	29	10	5	5	
	(152 ± 6.4)			(10 ± 2.1)			(12 ± 3.5)			(26 ± 3.6)			(7 ± 2.9)			
5000 #	90 *	117 *	111 *	13	9	8	11	14	16	25	21	14	9	9	8	
	(106 ± 14.2)			(10 ± 2.6)			(14 ± 2.5)			(20 ± 5.6)			(9 ± 0.6)			
Positive control	Chemical	AF2			SA			AF2			AF2			9AA		
	Dose (µg /plate)	0.01			0.5			0.01			0.1			80		
S9 Mix (-)	Number of colonies / plate	571	521	498	430	420	402	125	141	136	706	653	644	3272	3474	3159
		(530 ± 37.3)			(417 ± 14.2)			(134 ± 8.2)			(668 ± 33.5)			(3302 ± 159.6)		
Positive control	Chemical	2AA			2AA			2AA			2AA			2AA		
	Dose (µg /plate)	1			2			10			0.5			2		
S9 Mix (+)	Number of colonies / plate	874	903	887	200	186	237	546	540	637	271	288	287	234	257	260
		(888 ± 14.5)			(208 ± 26.4)			(574 ± 54.4)			(282 ± 9.5)			(250 ± 14.2)		

AF2: 2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide , SA: Sodium azide, 9AA: 9-Aminoacridine, 2AA: 2-Aminoanthracene

*: Inhibition was observed against growth of the bacteria. #: Precipitant was observed on the surface of agar plates.

Table 4. Results of bacterial reverse mutation assay (II) with triisobutylene

With (+) or without (-) S9 Mix	Test substance dose (μg /plate)	Number of revertants (number of colonies / plate , Mean \pm S.D.)														
		Base - pair substitution type									Frameshift type					
		TA100			TA1535			WP2uvrA			TA98			TA1537		
S9Mix (-)	0	138	144	147	15	12	14	12	13	17	18	25	23	5	8	8
		(143 \pm 4.6)			(14 \pm 1.5)			(14 \pm 2.6)			(22 \pm 3.6)			(7 \pm 1.7)		
	312.5	128	105	100	16	11	17	15	23	9	19	14	20	7	7	8
		(111 \pm 14.9)			(15 \pm 3.2)			(16 \pm 7.0)			(18 \pm 3.2)			(7 \pm 0.6)		
	625 #	107	108	118	20	13	17	9	5	12	26	20	10	7	8	3
		(111 \pm 6.1)			(17 \pm 3.5)			(9 \pm 3.5)			(19 \pm 8.1)			(6 \pm 2.6)		
	1250 #	129	127	107	18	15	18	12	12	15	17	20	21	4	6	2
		(121 \pm 12.2)			(17 \pm 1.7)			(13 \pm 1.7)			(19 \pm 2.1)			(4 \pm 2.0)		
2500 #	99	106	96	17	10	13	19	14	7	21	13	15	7	1	8	
	(100 \pm 5.1)			(13 \pm 3.5)			(13 \pm 6.0)			(16 \pm 4.2)			(5 \pm 3.8)			
5000 #	137 *	123 *	112 *	7 *	9 *	12 *	8	4	8	13 *	6 *	0 *	4 *	4 *	1 *	
	(124 \pm 12.5)			(9 \pm 2.5)			(7 \pm 2.3)			(6 \pm 6.5)			(3 \pm 1.7)			
S9Mix (+)	0	159	154	149	12	9	15	17	17	13	29	23	33	10	10	9
		(154 \pm 5.0)			(12 \pm 3.0)			(16 \pm 2.3)			(28 \pm 5.0)			(10 \pm 0.6)		
	312.5	111	122	111	9	7	5	14	15	18	28	20	24	4	5	5
		(115 \pm 6.4)			(7 \pm 2.0)			(16 \pm 2.1)			(24 \pm 4.0)			(5 \pm 0.6)		
	625 #	139	124	105	14	14	10	18	13	13	25	14	17	6	6	3
		(123 \pm 17.0)			(13 \pm 2.3)			(15 \pm 2.9)			(19 \pm 5.7)			(5 \pm 1.7)		
	1250 #	115	101	116	10	17	16	14	12	11	32	22	24	4	6	5
		(111 \pm 8.4)			(14 \pm 3.8)			(12 \pm 1.5)			(26 \pm 5.3)			(5 \pm 1.0)		
2500 #	106	92	80	10	22	11	13	15	10	14	17	10	6	8	6	
	(93 \pm 13.0)			(14 \pm 6.7)			(13 \pm 2.5)			(14 \pm 3.5)			(7 \pm 1.2)			
5000 #	124 *	121 *	140 *	8 *	9 *	9 *	6 *	5 *	3 *	16 *	19 *	45 *	3 *	5 *	4 *	
	(128 \pm 10.2)			(9 \pm 0.6)			(5 \pm 1.5)			(27 \pm 15.9)			(4 \pm 1.0)			
Positive control	Chemical	AF2			SA			AF2			AF2			9AA		
	Dose (μg /plate)	0.01			0.5			0.01			0.1			80		
S9 Mix (-)	Number of colonies / plate	521	538	546	154	166	167	200	193	186	626	670	616	2077	2184	2021
		(535 \pm 12.8)			(162 \pm 7.2)			(193 \pm 7.0)			(637 \pm 28.7)			(2094 \pm 82.8)		
Positive control	Chemical	2AA			2AA			2AA			2AA			2AA		
	Dose (μg /plate)	1			2			10			0.5			2		
S9 Mix (+)	Number of colonies / plate	732	727	749	167	173	174	514	648	700	172	176	183	205	192	198
		(736 \pm 11.5)			(171 \pm 3.8)			(621 \pm 96.0)			(177 \pm 5.6)			(198 \pm 6.5)		

AF2: 2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide , SA: Sodium azide, 9AA: 9-Aminoacridine, 2AA: 2-Aminoanthracene

*: Inhibition was observed against growth of the bacteria. #: Precipitant was observed on the surface of agar plates.