

厚生省生活衛生局 殿

最終報告書

p-トルエンスルホン酸ナトリウムの細菌を用いる復帰突然変異試験

(試験番号：8L668)

2000年7月6日

株式会社三菱化学安全科学研究所

目 次

要 約	7
材料および方法	8
1. 試験物質	8
2. テスト菌株	8
3. 培 地	9
4. S9 mix	10
5. 試験方法	10
結 果	12
考察および結論	12
参考文献	13
表	14
図	17

要 約

p-トルエンスルホン酸ナトリウムについて、*Salmonella typhimurium* TA98, TA100, TA1535, TA1537 および *Escherichia coli* WP2uvrA の 5 菌株を指標とする復帰変異試験を実施した。

予備試験を 5000, 1250, 313, 78.1, 19.5, 4.88, 1.22 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の 7 用量で実施した結果、S9 mix の有無によらず、いずれの菌株においても復帰変異コロニー数の増加および菌の生育阻害は認められなかった。この結果をもとに本試験では、5000 ~ 313 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (公比 2) の 5 用量を設定した。

2 回の本試験の結果、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 倍以上を示す復帰変異コロニー数の増加は認められなかった。

以上の結果から、*p*-トルエンスルホン酸ナトリウムは細菌を用いる復帰突然変異試験において変異原性を有さない(陰性)と結論した。

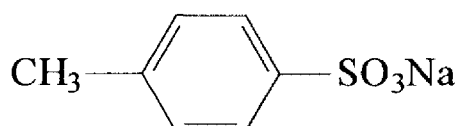
材料および方法

1. 試験物質

1.1 被験物質

から提供された *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム (CAS 番号 657-84-1, ロット番号 純度 92.7%) は, 使用時まで室温に保存した. 被験物質は下記の構造式および分子量を有する水に 30% 溶解の白色粉末である.

構造式:



分子量: 194.18

不純物: 硫酸ナトリウム 5.5%

1.2 対照物質

陰性(溶媒)対照物質および陽性対照物質として, 以下のものを用いた.

対照物質名	略称	入手先	ロット番号	純度(%)
陰性対照 注射用水	DW	(株)大塚製薬工場	K8G77	—
陽性対照 2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル) アクリルアミド アジ化ナトリウム	AF-2	和光純薬工業(株)	PTQ1296	98.8
<i>N</i> -エチル- <i>N'</i> -ニトロ- <i>N</i> -ニトログアニジン	NaN ₃	和光純薬工業(株)	KWE6685	96.5
9-アミノアクリジン塩酸塩	ENNG	Sigma Chemical Company	56F-3651	99.0
2-アミノアントラセン	9-AA	Sigma Chemical Company	80F-0186	99
	2-AA	和光純薬工業(株)	TWH2355	98.0

2. テスト菌株^{1) 2)}

2.1 テスト菌株

カリフォルニア大学 より 1983 年 5 月 27 日に入手した *Salmonella typhimurium* TA98, TA100, TA1535, TA1537 および東京大学医科学研究所 より 1985 年 10 月 14 日に入手した *Escherichia coli* WP2uvrA の 5 菌株を用いた.

これら菌株の遺伝的特性は以下のとおりである。

菌 株	変異遺伝子	付帯突然変異			検出可能な突然変異型
		DNA 修復	膜変異	R 因子	
TA98	<i>hisD</i>	<i>uvrB</i>	<i>rfa</i>	pKM101	フレームシフト
TA100	<i>hisG</i>	<i>uvrB</i>	<i>rfa</i>	pKM101	塩基対置換
TA1535	<i>hisG</i>	<i>uvrB</i>	<i>rfa</i>	—	塩基対置換
TA1537	<i>hisC</i>	<i>uvrB</i>	<i>rfa</i>	—	フレームシフト
WP2 <i>uvrA</i>	<i>trpE</i>	<i>uvrA</i>	+	—	塩基対置換

2.2 特性検査

各テスト菌株のアミノ酸要求性、紫外線感受性、膜変異、薬剤耐性などの遺伝的特徴を事前に調べ、これらの特性を備えた菌株を用いた。

2.3 保存方法

液体完全培地中に 37 °C で 8 時間振盪培養した各菌懸濁液 4 ml に対し、0.35 ml の割合でジメチルスルホキシド(DMSO と略す；関東化学株，ロット番号 912S1784)を加えた。これを 200 μ l ずつ小分けしてドライアイス・アセトン中で急速凍結し、超低温槽で -80 °C 以下に凍結保存したものを使用した。

2.4 菌懸濁液

凍結保存した菌懸濁液を解凍後、20 μ l を液体完全培地 10 ml に接種し、37 °C 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 1×10^9 /ml 以上であることを確認した。

3. 培 地

3.1 液体完全培地

精製水 1 l に対し、ニュートリエントブロス(Oxoid Nutrient Broth No.2, Unipath 社，ロット番号 028 59365) 25 g の割合で溶解し、オートクレーブ滅菌(121 °C，15 分間，以下同様)した。

3.2 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，ロット番号 AN770KN)を購入し、使用した。

3.3 トップアガー

精製水 100 ml に対して、粉末寒天(Bacto-Agar, Difco 社，ロット番号 80050AJB) 0.6 g，

塩化ナトリウム 0.5 g の割合で加え、オートクレーブ滅菌し完全に溶解した。その後、あらかじめ調製しておいた 0.5 mM D- ビオチン, 0.5 mM 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) をそれぞれ 1/10 量添加した。使用時まで約 45 °C に保温した。

4. S9 mix

4.1 S9

フェノバルビタール (1 日目 30 mg/kg, 2 日目以降 60 mg/kg を 3 回腹腔内投与) と 5,6- ベンゾフラボン (3 日目に 80 mg/kg を 1 回腹腔内投与) で酵素誘導した SD 系雄ラット肝由来 S9 (キッコーマン(株), ロット番号 RAA-395 : 1998 年 12 月 11 日製造) を購入し、使用した。使用時まで -80 °C 以下で保存した。

4.2 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

5. 試験方法 ³⁾

5.1 被験物質溶液および陽性対照物質溶液の調製

溶媒検討の結果、50 mg/ml の濃度で水に溶解したため、溶媒には注射用水 (DW) を用いた。被験物質を所定濃度で DW に溶解し、メンブランフィルターで濾過滅菌した後、これを同じ溶媒を用いて希釈して各用量の被験物質溶液を調製した。被験物質の秤量に際しては、純度換算 (92.7 %) を実施した。

陽性対照物質の NaN_3 は DW (株大塚製薬工場, ロット番号 K7C82) に、その他は DMSO (関東化学(株), ロット番号 912S1784) に溶解した。

5.2 被験物質用量

予備試験を 5000, 1250, 313, 78.1, 19.5, 4.88, 1.22 $\mu\text{g}/7^\circ$ レットの 7 用量で実施した結果、S9 mix の有無によらず、いずれの菌株においても復帰変異コロニー数の増加および

菌の生育阻害は認められなかった。この結果をもとに本試験では、5000, 2500, 1250, 625, 313 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の5用量を設定した。

5.3 復帰変異試験

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 ナトリウムーリン酸緩衝液(pH 7.4)を0.5 ml および菌懸濁液を0.1 ml 加え, 37°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 ナトリウムー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°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, 被験物質による菌の生育阻害の有無を調べた後, 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。

陰性(溶媒)対照物質および以下の陽性対照物質についても同様に実施した。

菌 株	S9 mix 非共存下 ($\mu\text{g}/\text{プレート}$)		S9 mix 共存下 ($\mu\text{g}/\text{プレート}$)	
TA98	AF-2	0.1	2-AA	0.5
TA100	AF-2	0.01	2-AA	1
TA1535	NaN ₃	0.5	2-AA	2
TA1537	9-AA	80	2-AA	2
WP2uvrA	ENNG	2	2-AA	10

5.4 無菌試験

最高用量の被験物質溶液またはS9 mixをトップアガーと混和し, 最少グルコース寒天平板培地上に重層し, 雑菌の混入がないことを確認した。

5.5 試験結果の判定

いずれかの試験菌株で, S9 mixの有無によらず, 被験物質用量の増加にともなうて復帰変異コロニー数(平均値)が陰性(溶媒)対照値の2倍以上に増加し, さらにその増加に再現性が認められる場合に, 当該被験物質は変異原性を有する(陽性)と判定した。その他の場合は陰性と判定した。試験結果の判定には統計学的手法は用いなかった。

結 果

予備試験の結果を表 1 に、本試験の結果を表 2, 3 および図 1 ~ 10 に示す。

予備試験を 5000, 1250, 313, 78.1, 19.5, 4.88, 1.22 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の 7 用量で実施した結果, S9 mix の有無によらず, いずれの菌株においても復帰変異コロニー数の増加および菌の生育阻害は認められなかった。この結果をもとに本試験では, 5000 ~ 313 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (公比 2) の 5 用量を設定した。

2 回の本試験の結果, 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 倍以上を示す復帰変異コロニー数の増加および菌の生育阻害は認められなかった。

考 察 お よ び 結 論

S9 mix 非共存下および共存下において陽性対照が各菌株に誘発した復帰変異コロニー数は, 各菌株の陰性対照の復帰変異コロニー数と比較して, 明らかに 2 倍を超えて増加し, 陽性の結果を示した。また, 最高用量の被験物質溶液および S9 mix について行った無菌試験の結果, 試験の成立に影響を及ぼすような菌, カビ等の発育は認められなかった。

以上の結果から, *p*-トルエンスルホン酸ナトリウムは細菌を用いる復帰突然変異試験において変異原性を有さない(陰性)と結論した。

なお, 類似化合物の細菌を用いる復帰突然変異試験に関する情報を添付資料にまとめた。

参 考 文 献

- 1) Maron, D.M. and Ames, B.N. (1983): Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test, *Mutat. Res.*, **113**, 173-215
- 2) Green, M.H.L. and Muriel, W.J. (1976): Mutagen testing using trp⁺ reversion in *Escherichia coli*, *Mutat. Res.*, **38**, 3-32
- 3) 労働省安全衛生部化学物質調査課編(1991):安衛法における変異原性試験, 中央労働災害防止協会, 東京

表 1

試験結果表 (予備試験)

被験物質の名称 : *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム (No.8L668)

試験実施期間		1999年 2月 23日 より 1999年 2月 26日					
代謝活性化系の有無	被験物質用量 (μg/プレート)	復帰変異数 (コロニー数/プレート)					
		塩基対置換型			フレームシフト型		
		TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537	
S 9 mix (-)	陰性対照	166	9	25	33	7	
	1.2.2	165	12	31	27	4	
	4.8.8	184	9	19	32	10	
	1.9.5	160	12	19	37	4	
	7.8.1	178	12	22	37	5	
	3.1.3	174	11	28	37	6	
	1.2.5.0	150	14	31	37	11	
	5.0.0.0	138	12	27	22	8	
S 9 mix (+)	陰性対照	143	12	31	42	12	
	1.2.2	140	9	39	47	10	
	4.8.8	156	9	28	40	10	
	1.9.5	139	22	24	36	13	
	7.8.1	152	9	21	36	11	
	3.1.3	150	13	30	33	16	
	1.2.5.0	133	12	16	51	21	
	5.0.0.0	158	10	25	51	15	
陽性対照	S9 mixを必要としないもの	名称	AF-2	NaN ₃	ENNG	AF-2	9-AA
		用量 (μg/プレート)	0.01	0.5	2	0.1	80
		コロニー数 / プレート	569	385	566	573	415
対照	S9 mixを必要とするもの	名称	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA
		用量 (μg/プレート)	1	2	10	0.5	2
		コロニー数 / プレート	736	209	1348	413	118

(備考)

AF-2 : 2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル)アクリルアミド, NaN₃ : アジ化ナトリウム
 ENNG : *N*-エチル-*N'*-ニトロ-*N*-ニトロソグアニジン, 9-AA : 9-アミノアクリジン塩酸塩, 2-AA : 2-アミノアントラセン

表 2

試験結果表 (本試験 1)

被験物質の名称 : *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム (No.8L668)

試験実施期間		1999年 3月 2日 より 1999年 3月 5日					
代謝活性化系の有無	被験物質用量 (μg/プレート)	復帰変異数 (コロニー数/プレート)					
		塩基対置換型			フレームシフト型		
		TA100	TA1535	WP2 <i>uvrA</i>	TA98	TA1537	
S 9 mix (-)	陰性対照	160 152 (149) 136 (± 12)	8 10 (9) 9 (+ 1)	28 29 (27) 23 (+ 3)	24 21 (21) 18 (± 3)	9 4 (7) 7 (± 3)	
	3 1 3	121 116 (134) 165 (± 27)	8 12 (10) 10 (± 2)	30 30 (30) 31 (± 1)	22 26 (26) 30 (± 4)	4 7 (7) 10 (± 3)	
	6 2 5	118 156 (135) 132 (± 19)	11 14 (14) 16 (± 3)	24 28 (24) 19 (± 5)	22 21 (20) 18 (± 2)	4 5 (5) 7 (± 2)	
	1 2 5 0	134 143 (131) 115 (± 14)	7 12 (11) 14 (± 4)	23 25 (25) 28 (± 3)	21 23 (24) 27 (± 3)	8 4 (7) 10 (± 3)	
	2 5 0 0	136 135 (135) 134 (± 1)	9 13 (11) 12 (± 2)	25 30 (26) 22 (± 4)	19 24 (21) 21 (± 3)	8 9 (8) 6 (± 2)	
	5 0 0 0	140 148 (137) 123 (± 13)	11 11 (11) 11 (± 0)	33 27 (30) 31 (± 3)	23 26 (26) 30 (± 4)	8 4 (5) 4 (± 2)	
	陰性対照	124 121 (128) 138 (± 9)	13 10 (12) 14 (± 2)	33 31 (32) 33 (± 1)	35 29 (32) 31 (± 3)	11 8 (9) 7 (± 2)	
	3 1 3	124 131 (130) 136 (± 6)	12 8 (10) 9 (± 2)	35 22 (29) 30 (± 7)	27 34 (33) 38 (± 6)	10 15 (14) 16 (± 3)	
	6 2 5	128 111 (122) 128 (± 10)	11 11 (13) 17 (± 3)	27 31 (28) 26 (+ 3)	33 27 (29) 28 (+ 3)	7 6 (7) 9 (± 2)	
	1 2 5 0	144 115 (128) 124 (± 15)	12 10 (10) 9 (± 2)	23 25 (25) 27 (± 2)	26 29 (29) 33 (± 4)	7 8 (6) 4 (± 2)	
	2 5 0 0	124 130 (125) 122 (± 4)	13 9 (11) 10 (± 2)	27 24 (25) 24 (± 2)	34 37 (36) 37 (± 2)	9 10 (11) 13 (± 2)	
	5 0 0 0	146 114 (128) 125 (± 16)	14 14 (12) 9 (± 3)	30 32 (30) 28 (± 2)	37 37 (38) 40 (± 2)	5 9 (7) 8 (± 2)	
	陽性対照	名称	AF-2	NaN ₃	ENNG	AF-2	9-AA
		用量 (μg/プレート)	0.01	0.5	2	0.1	80
		コロニー数 / プレート	516 632 (588) 616 (± 63)	341 359 (369) 406 (± 34)	533 564 (547) 543 (± 16)	535 534 (530) 521 (± 8)	329 321 (322) 317 (± 6)
		名称	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA
		用量 (μg/プレート)	1	2	10	0.5	2
		コロニー数 / プレート	916 884 (890) 870 (± 24)	178 193 (191) 201 (± 12)	1451 1442 (1462) 1492 (± 27)	436 434 (435) 435 (± 1)	163 130 (143) 135 (± 18)

(備考)

(平均値)
(±標準偏差)AF-2 : 2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル)アクリルアミド, NaN₃ : アジ化ナトリウムENNG : *N*-エチル-*N'*-ニトロ-*N*-ニトロソグアニジン, 9-AA : 9-アミノアクリジン塩酸塩, 2-AA : 2-アミノアントラセン

表 3

試験結果表 (本試験 2)

被験物質の名称 : *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム (No.8L668)

試験実施期間		1999年 3月 9日 より 1999年 3月 12日						
代謝活性化系の有無	被験物質用量 (μg/プレート)	復帰変異数 (コロニー数/プレート)						
		塩基対置換型			フレームシフト型			
		TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537		
S 9 mix (-)	陰性対照	155	9	30	27	5		
		151 (149)	13 (11)	22 (24)	23 (25)	5 (6)		
		142 (± 7)	10 (± 2)	21 (± 5)	26 (± 2)	9 (± 2)		
	3 1 3	146	8	18	17	9		
		143 (148)	14 (11)	19 (19)	22 (19)	6 (7)		
		154 (± 6)	12 (± 3)	21 (± 2)	18 (± 3)	6 (± 2)		
	6 2 5	152	11	28	27	10		
		145 (151)	16 (13)	18 (22)	23 (23)	8 (8)		
		156 (± 6)	12 (± 3)	21 (± 5)	20 (± 4)	5 (± 3)		
	1 2 5 0	146	11	19	20	7		
		153 (155)	12 (11)	31 (24)	21 (19)	4 (6)		
		165 (± 10)	9 (± 2)	22 (± 6)	17 (± 2)	7 (± 2)		
	2 5 0 0	147	12	26	18	9		
		119 (133)	12 (13)	16 (21)	21 (20)	9 (9)		
		132 (± 14)	15 (± 2)	20 (± 5)	21 (± 2)	9 (± 0)		
	5 0 0 0	120	10	27	23	10		
		154 (146)	12 (11)	32 (27)	20 (24)	7 (7)		
		165 (± 23)	11 (± 1)	22 (± 5)	28 (± 4)	5 (± 3)		
S 9 mix (+)	陰性対照	139	17	29	28	17		
		127 (121)	14 (14)	25 (26)	21 (26)	10 (14)		
		96 (± 22)	10 (± 4)	25 (± 2)	29 (± 4)	16 (± 4)		
	3 1 3	142	18	21	30	11		
		145 (138)	11 (14)	18 (20)	27 (30)	15 (12)		
		126 (± 10)	13 (± 4)	20 (± 2)	34 (± 4)	9 (± 3)		
	6 2 5	133	17	27	27	11		
		152 (139)	10 (14)	21 (25)	20 (26)	15 (13)		
		133 (± 11)	16 (± 4)	27 (± 3)	30 (± 5)	13 (± 2)		
	1 2 5 0	126	12	22	27	10		
		103 (115)	10 (14)	23 (22)	36 (33)	12 (12)		
		117 (± 12)	19 (± 5)	20 (± 2)	35 (± 5)	14 (± 2)		
	2 5 0 0	119	11	27	31	9		
		135 (121)	13 (13)	18 (22)	37 (33)	13 (11)		
		110 (± 13)	14 (± 2)	21 (± 5)	30 (± 4)	12 (± 2)		
	5 0 0 0	120	14	29	29	14		
		131 (120)	10 (12)	29 (27)	25 (28)	11 (13)		
		110 (± 11)	11 (± 2)	23 (± 3)	29 (± 2)	13 (± 2)		
陽性	S9 mixを必要としなもの	名称	AF-2	NaN ₃	ENNG	AF-2	9-AA	
		用量 (μg/プレート)	0.01	0.5	2	0.1	80	
		コロニー数 / プレート	619 633 (635) 654 (± 18)	325 356 (336) 328 (± 17)	580 618 (614) 645 (± 33)	469 496 (476) 463 (± 18)	319 322 (315) 305 (± 9)	
	対照	S9 mixを必要とするもの	名称	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA	2-AA
			用量 (μg/プレート)	1	2	10	0.5	2
			コロニー数 / プレート	921 894 (891) 858 (± 32)	205 206 (195) 175 (± 18)	1338 1352 (1314) 1252 (± 54)	405 376 (403) 428 (± 26)	164 179 (173) 175 (± 8)

(備考)

(平均値)
(±標準偏差)

AF-2 : 2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル)アクリルアミド, NaN₃ : アジ化ナトリウム
ENNG : N-エチル-N'-ニトロ-N-ニトロソグアニジン, 9-AA : 9-アミノアクリジン塩酸塩, 2-AA : 2-アミノアントラセン

図 1 (本試験 1)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

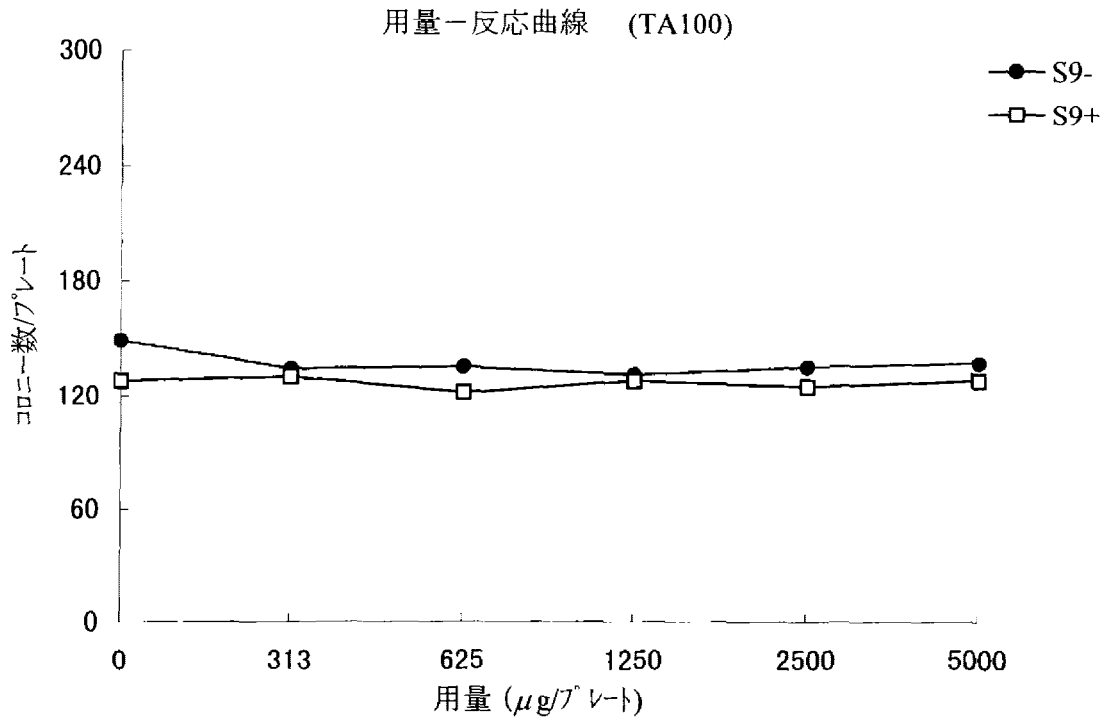


図 2 (本試験 1)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

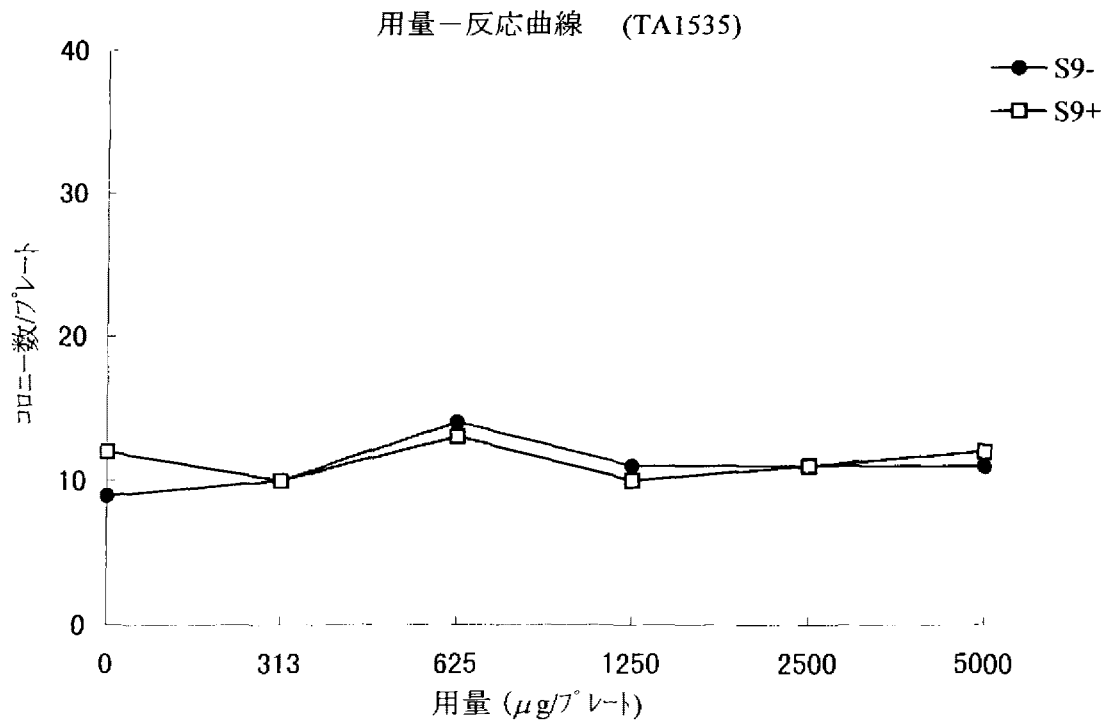


図 3 (本試験 1)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

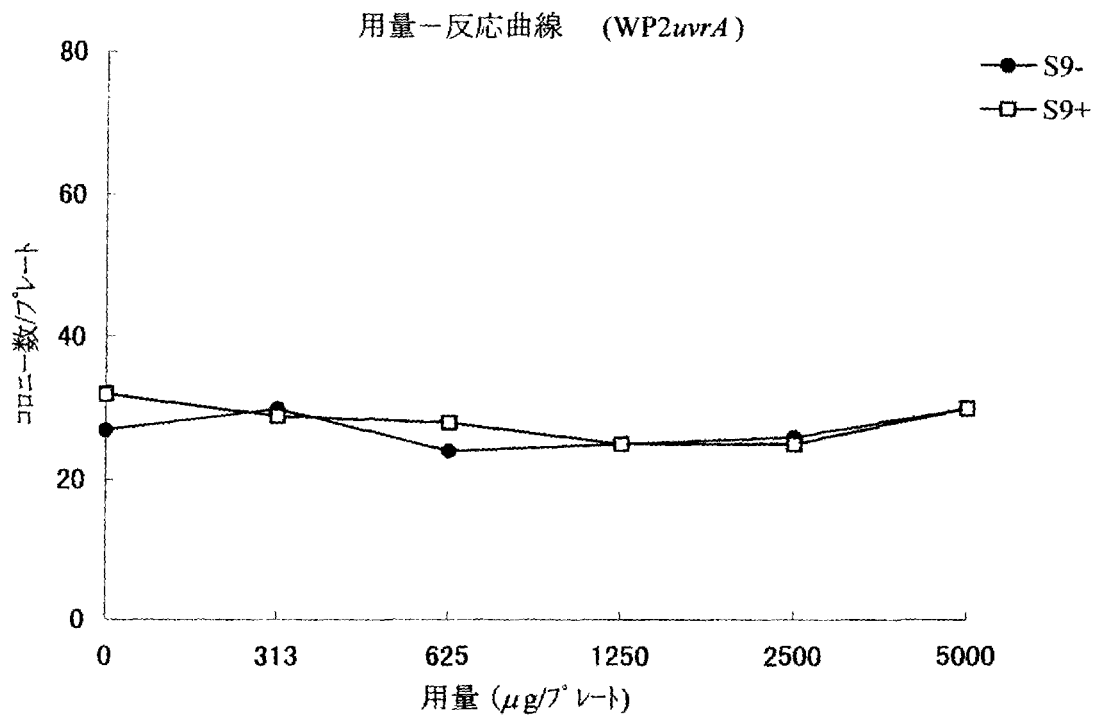


図 4 (本試験 1)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

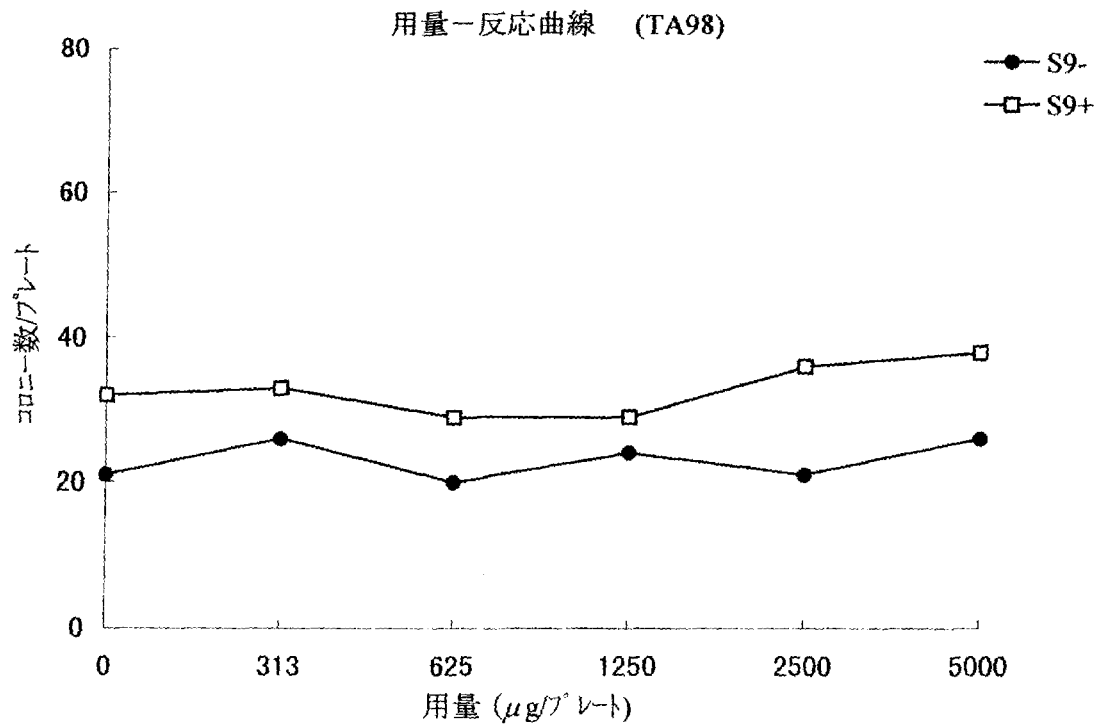


図 5 (本試験 1)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

用量-反応曲線 (TA1537)

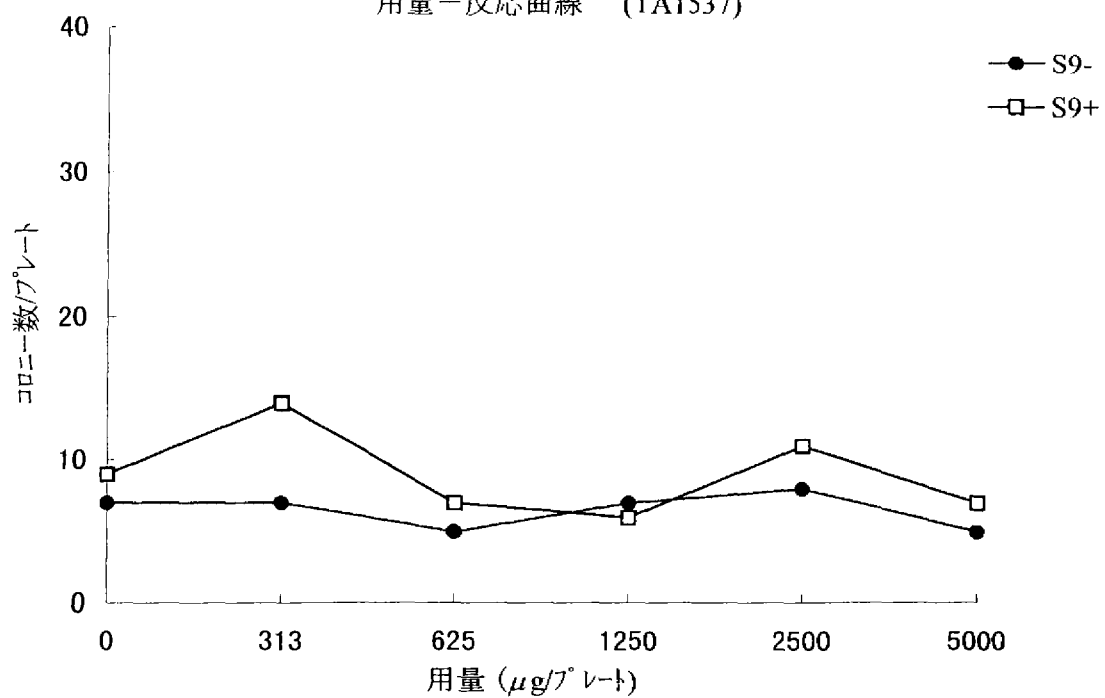


図 6 (本試験 2)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

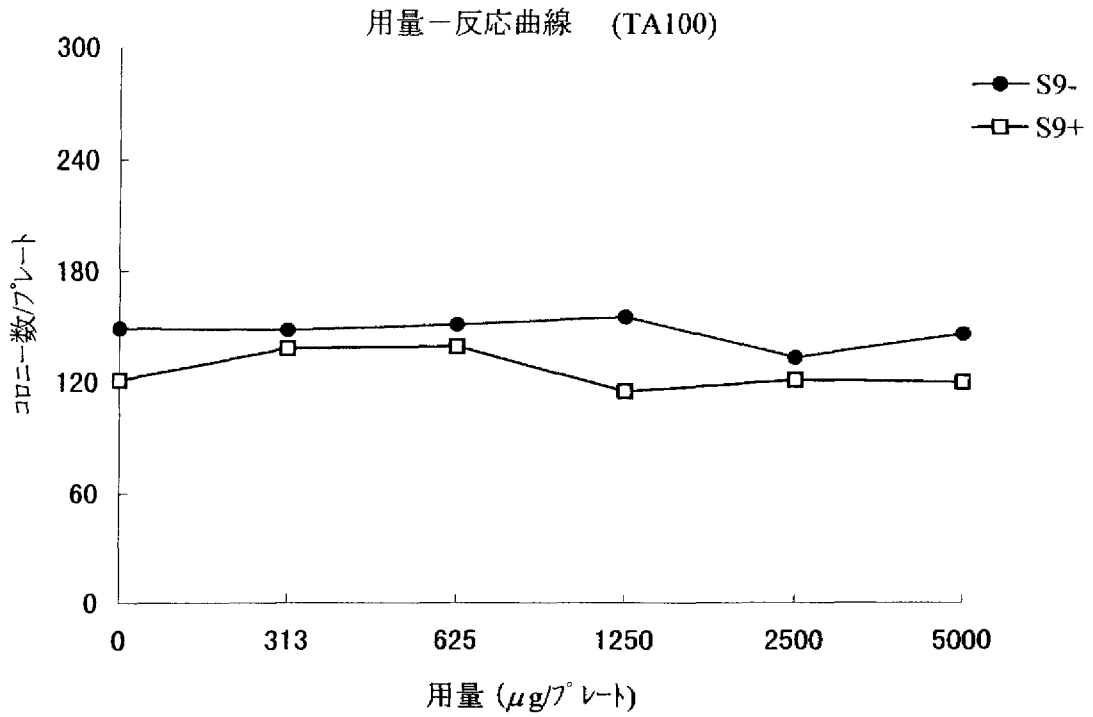


図 7 (本試験 2)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

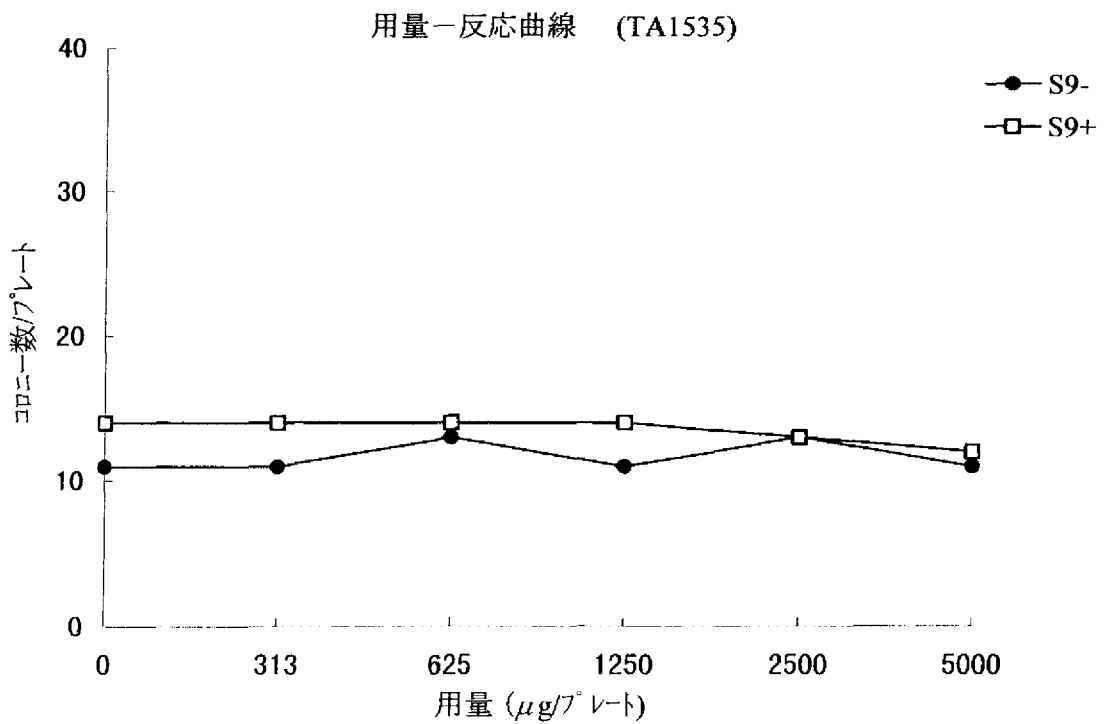


図 8 (本試験 2)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

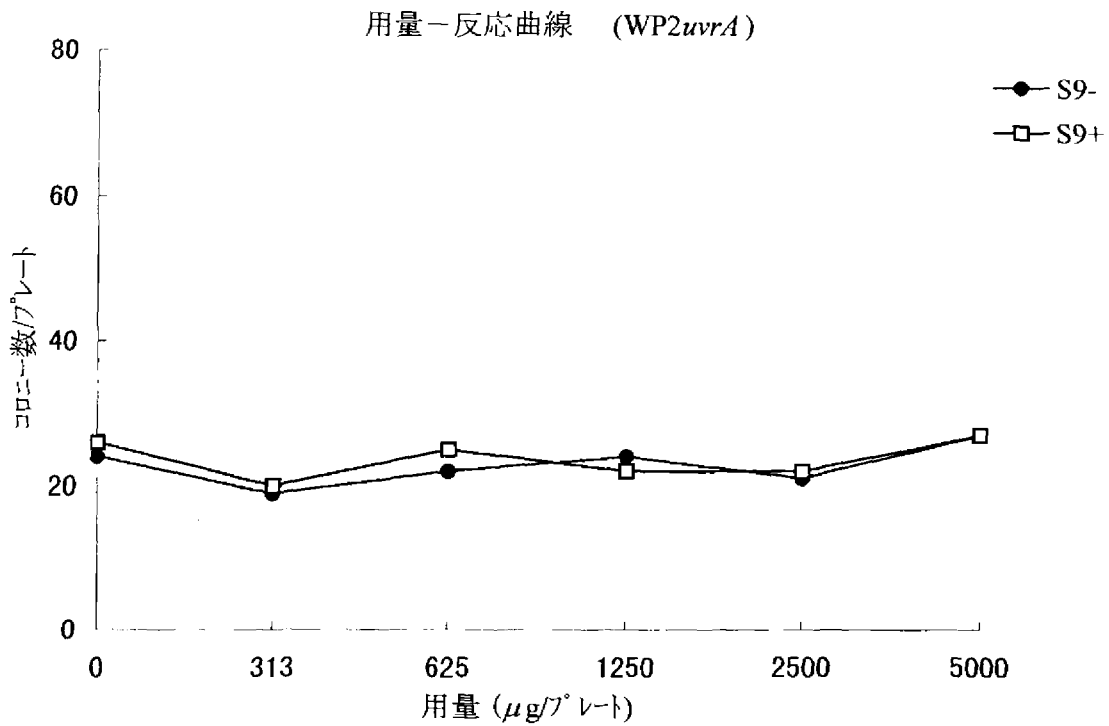


図 9 (本試験 2)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

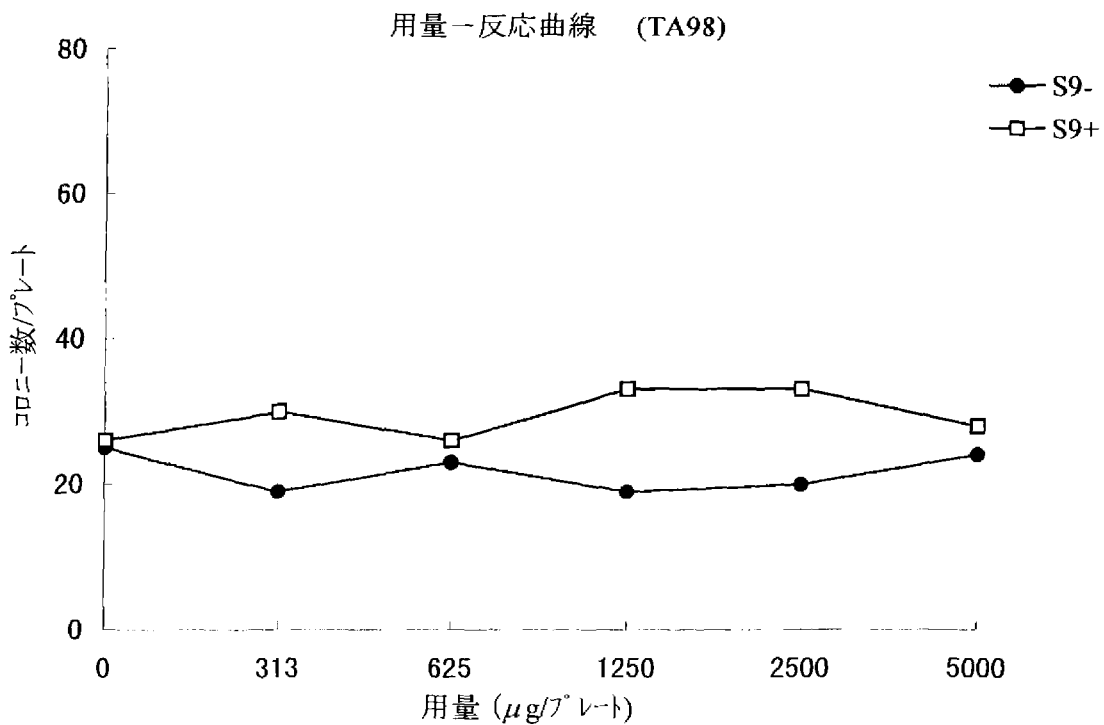


図 10 (本試験 2)

被験物質名: *p*-トルエンスルホン酸ナトリウム

No. 8L668

用量-反応曲線 (TA1537)

