1，2-ブタンジオール の
細菌を用いる
復帰変異試験

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 …… 7

参　考　文　献 …… 8

表　　1～3

要　　約

1,2-ブタンジオールの変異原性の有無について、細菌を用いる復帰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、直接試験および代謝活性化試験のいずれも、用量設定試験は 50～5000 μg/プレート の用量で、本試験は 312.5～5000 μg/プレート の用量で試験を行った。

その結果、2回の本試験とも、用いた5種類の検定菌において、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、1,2-ブタンジオールは、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

高生産量既存化学物質で、現在十分な安全性資料のない、1,2-ブタンジオールについて、ＯＥＣＤを中心として行われている国際協力による、安全性点検評価事業の一環として、細菌を用いる復帰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試験と、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試験とからなっている。

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、0.5%塩化ナトリウム添加ニュートリエントブロス（Difco）を入れたＬ字型試験管に種菌を接種し、37℃、10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〕

1,2-ブタンジオール（CAS No.584-03-2、以下ＢＤと略）は分子量 90.14 、比重 1.004、水溶性で無色透明の液体である。純度99%（GC法による）のもの（ロット番号：　　）を　　から供与された。被験物質は、使用時まで室温で遮光して保存した。

ＢＤは、蒸留水を用いて 50 mg/mℓ になるように調製した後、同溶媒でさらに公比２ないし３で希釈したものを、速やかに試験に用いた。

試験の開始に先立って、秦野研究所においてＢＤの水溶液中での安定性試験を行った。安定性試験における溶媒は当研究所で実施される、培養細胞を用いる染色体異常試験と共通なことから、両試験における最高濃度（50 mg/mℓ）および最低濃度（2.25 mg/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３時

間における各3サンプルの平均含量は、それぞれ初期値の平均（0時間）に対して103%および 101%であった。これらの値は、当研究所の標準操作手順書の基準（初回の測定平均値の90%以上）を満たしていた（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、105～106%、3.125 mg/mℓ 溶液は、93.8～95.4%であった。これらの値も当研究所の標準操作手順書の基準（平均含量は添加量の85%以上）を満たしていた（Appendix 2）。

以上の結果から、ＢＤは水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	フリルフラマイド	(上野製薬㈱	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㈱	ﾛｯﾄ番号 TLN5556,	純度>90%)
9-AA	9-アミノアクリジン	(東京化成工業㈱	ﾛｯﾄ番号 AM 01,	純度>98%)
2-AA	2-アミノアントラセン	(和光純薬工業㈱	ﾛｯﾄ番号 EDE7881,	純度>90%)

AF-2, 9-AA, 2-AA は DMSO （和光純薬工業㈱ ﾛｯﾄ番号 DSL5887および ECJ7001）に、SA は蒸留水に溶解して試験に用いた。

〔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) ﾊﾞｸﾄ･ｱｶﾞｰ (Difco)	0.6%	(B)* L-ﾋｽﾁｼﾞﾝ	0.5 mM
塩化ﾅﾄﾘｳﾑ	0.5%	ﾋﾞｵﾁﾝ	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（ロット番号：DJ050GG（1991年7月9日製造）および DJ060IG（1991年9月3日製造））を用いた。なお、培地1ℓ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	0.2g	リン酸水素アンモニウムナトリウム・4水和物	3.5g
クエン酸・1水和物	2g	グルコース	20g
リン酸水素二カリウム	10g	バクト・アガー（Difco）	15g

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（1mℓ中下記の成分を含む）

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

** ：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㈱、ロット番号 RAA-254（1991年5月23日製造）および RAA-258（1991年8月23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〕

プレート法により直接試験および代謝活性化試験を行った。

小試験管中にトップアガー2mℓ、被験物質調製液 0.1mℓ、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

蒸留水、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、生じた復帰変異コロニー数を算定した。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1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〕

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〕

結果を表１に示した。50～5000 μg/プレート の範囲で試験を実施したところ、直接試験および代謝活性化試験において抗菌性が認められなかったことから、本試験における最高用量を、すべての菌種において 5000 μg/プレート とし、公比２で５用量を設定した。

〔本試験〕

結果を表２、３に示した。ＢＤについて 312.5～5000 μg/プレート の範囲で試験を実施した。２回の試験を通して、用いた５種類の検定菌の直接試験、代謝活性化試験のいずれにおいても、用量依存性のある変異コロニー数の増加は認められなかった。また、すべての菌種において抗菌性は認められなかった。

ＢＤ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、陰性対照群とも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、ＢＤ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. : in "Handbook of Mutagenicity Test Procedures." Kilby, B. J., Legator, M., Nichols, W. and Ramel, C.(eds.)Elsevier Science Publisher, New York. (1984) pp.161-187.

表 1

用量設定試験結果表

被験物質：1,2-ブタンジオール

M-91-169

物質	検体濃度 (μg/プレート)	S9Mix の有無	復帰変異 コロニー数/プレート 塩基対置換型 TA100	TA1535	WP2uvrA	フレームシフト型 TA98	TA1537
溶媒対照		-	113 108 97 (106 ± 8.2)	18 11 7 (12 ± 5.6)	14 14 17 (15 ± 1.7)	12 16 9 (12 ± 3.5)	8 5 5 (6 ± 1.7)
検体	50	-	114	16	14	14	7
	150	-	103	17	14	13	10
	500	-	110	13	12	14	5
	1500	-	127	13	21	13	6
	5000	-	116	13	13	8	6
溶媒対照		+	109 110 102 (107 ± 4.4)	14 18 17 (16 ± 2.1)	11 9 11 (10 ± 1.2)	29 28 33 (30 ± 2.6)	9 6 8 (8 ± 1.5)
検体	50	+	126	9	12	34	3
	150	+	120	11	12	28	9
	500	+	109	17	17	25	8
	1500	+	125	17	13	27	10
	5000	+	103	21	15	37	6

陽性対照	S9Mix を必要としないもの	名称	AF2 0.01	SA 0.5	AF2 0.01	AF2 0.1	9AA 80
		濃度 (μg/プレート)					
		コロニー数/プレート	600 622 626 (616 ± 14.0)	400 354 335 (363 ± 33.4)	308 289 279 (292 ± 14.7)	285 266 327 (293 ± 31.2)	2642 2410 2428 (2493 ± 129.1)
	S9Mix を必要とするもの	名称	2AA 1	2AA 2	2AA 10	2AA 0.5	2AA 2
		濃度 (μg/プレート)					
		コロニー数/プレート	773 681 691 (715 ± 50.5)	157 153 156 (155 ± 2.1)	425 453 521 (466 ± 49.4)	149 155 159 (154 ± 5.0)	148 108 153 (136 ± 24.7)

表 2

復帰変異試験結果表 I

被験物質：1,2-ブタンジオール

M-91-169

物質	検体濃度 (μg/プレート)	S9Mix の有無	復帰変異 コロニー数/プレート 塩基対置換型 TA100	TA1535	WP2uvrA	フレームシフト型 TA98	TA1537
溶媒対照		-	131 131 128 (130 ± 1.7)	14 15 19 (16 ± 2.6)	11 18 15 (15 ± 3.5)	29 22 14 (22 ± 7.5)	6 8 12 (9 ± 3.1)
検体	312.5	-	134 144 124 (134 ± 10.0)	9 13 12 (11 ± 2.1)	16 15 10 (14 ± 3.2)	28 25 24 (26 ± 2.1)	11 13 11 (12 ± 1.2)
	625	-	140 147 124 (137 ± 11.8)	17 15 14 (15 ± 1.5)	14 13 15 (14 ± 1.0)	23 30 28 (27 ± 3.6)	10 6 11 (9 ± 2.6)
	1250	-	118 128 116 (121 ± 6.4)	13 15 12 (13 ± 1.5)	18 14 9 (14 ± 4.5)	35 27 31 (31 ± 4.0)	10 6 7 (8 ± 2.1)
	2500	-	119 123 109 (117 ± 7.2)	21 11 15 (16 ± 5.0)	9 12 17 (13 ± 4.0)	19 33 28 (27 ± 7.1)	4 12 6 (7 ± 4.2)
	5000	-	112 135 129 (125 ± 11.9)	16 12 17 (15 ± 2.6)	19 17 20 (19 ± 1.5)	27 25 25 (26 ± 1.2)	17 8 8 (11 ± 5.2)
溶媒対照		+	117 131 132 (127 ± 8.4)	13 10 24 (16 ± 7.4)	16 13 21 (17 ± 4.0)	29 42 39 (37 ± 6.8)	11 14 19 (15 ± 4.0)
検体	312.5	+	172 133 138 (148 ± 21.2)	22 16 16 (18 ± 3.5)	14 15 16 (15 ± 1.0)	47 49 40 (45 ± 4.7)	12 13 10 (12 ± 1.5)
	625	+	146 133 149 (143 ± 8.5)	14 12 13 (13 ± 1.0)	14 17 24 (18 ± 5.1)	41 37 39 (39 ± 2.0)	10 18 8 (12 ± 5.3)
	1250	+	125 119 116 (120 ± 4.6)	17 15 17 (16 ± 1.2)	21 14 15 (17 ± 3.8)	39 53 36 (43 ± 9.1)	15 9 12 (12 ± 3.0)
	2500	+	130 118 124 (124 ± 6.0)	16 21 18 (18 ± 2.5)	14 23 19 (19 ± 4.5)	44 43 33 (40 ± 6.1)	13 8 8 (10 ± 2.9)
	5000	+	114 129 117 (120 ± 7.9)	13 18 14 (15 ± 2.6)	19 19 10 (16 ± 5.2)	47 41 42 (43 ± 3.2)	14 8 14 (12 ± 3.5)
陽性対照 S9Mix を必要としないもの	名称		AF2 0.01	SA 0.5	AF2 0.01	AF2 0.1	9AA 80
	濃度 (μg/プレート)						
	コロニー数/プレート		698 665 691 (685 ± 17.4)	204 250 196 (217 ± 29.1)	286 252 239 (259 ± 24.3)	605 582 576 (588 ± 15.3)	2597 2208 2554 (2453 ± 213.3)
陽性対照 S9Mix を必要とするもの	名称		2AA 1	2AA 2	2AA 10	2AA 0.5	2AA 2
	濃度 (μg/プレート)						
	コロニー数/プレート		844 834 855 (844 ± 10.5)	231 194 242 (222 ± 25.1)	520 573 553 (549 ± 26.8)	329 353 323 (335 ± 15.9)	189 242 167 (199 ± 38.6)

表 3

復帰変異試験結果表 II

被験物質：1,2-ブタンジオール

M-91-169

物質	検体濃度 (μg/プレート)	S9Mix の有無	復帰変異 コロニー数/プレート 塩基対置換型 TA100	TA1535	WP2uvrA	フレームシフト型 TA98	TA1537
溶媒対照		-	111 117 124 (117 ± 6.5)	18 12 14 (15 ± 3.1)	23 19 24 (22 ± 2.6)	29 22 21 (24 ± 4.4)	15 8 11 (11 ± 3.5)
検体	312.5	-	129 147 135 (137 ± 9.2)	11 16 14 (14 ± 2.5)	24 23 22 (23 ± 1.0)	25 26 26 (26 ± 0.6)	8 7 6 (7 ± 1.0)
	625	-	129 121 131 (127 ± 5.3)	7 12 8 (9 ± 2.6)	13 17 16 (15 ± 2.1)	24 31 15 (23 ± 8.0)	7 6 6 (6 ± 0.6)
	1250	-	124 120 114 (119 ± 5.0)	11 15 13 (13 ± 2.0)	17 18 12 (16 ± 3.2)	17 18 32 (22 ± 8.4)	8 12 8 (9 ± 2.3)
	2500	-	158 137 141 (145 ± 11.2)	12 10 10 (11 ± 1.2)	19 20 14 (18 ± 3.2)	25 25 19 (23 ± 3.5)	8 6 9 (8 ± 1.5)
	5000	-	149 134 153 (145 ± 10.0)	14 16 17 (16 ± 1.5)	24 17 18 (20 ± 3.8)	33 18 31 (27 ± 8.1)	11 11 9 (10 ± 1.2)
溶媒対照		+	128 135 128 (130 ± 4.0)	24 22 21 (22 ± 1.5)	22 24 19 (22 ± 2.5)	38 54 49 (47 ± 8.2)	14 15 7 (12 ± 4.4)
検体	312.5	+	148 135 155 (146 ± 10.1)	14 17 16 (16 ± 1.5)	23 24 21 (23 ± 1.5)	44 51 45 (47 ± 3.8)	6 13 9 (9 ± 3.5)
	625	+	144 148 147 (146 ± 2.1)	15 10 5 (10 ± 5.0)	14 18 13 (15 ± 2.6)	48 42 48 (46 ± 3.5)	4 10 9 (8 ± 3.2)
	1250	+	144 142 140 (142 ± 2.0)	18 12 10 (13 ± 4.2)	17 14 17 (16 ± 1.7)	42 40 43 (42 ± 1.5)	8 7 8 (8 ± 0.6)
	2500	+	141 155 147 (148 ± 7.0)	15 8 14 (12 ± 3.8)	13 13 15 (14 ± 1.2)	37 52 55 (48 ± 9.6)	9 10 10 (10 ± 0.6)
	5000	+	131 139 162 (144 ± 16.1)	11 11 18 (13 ± 4.0)	12 15 21 (16 ± 4.6)	30 30 39 (33 ± 5.2)	7 10 14 (10 ± 3.5)
陽性対照 S9Mix を必要としないもの	名称		AF2 0.01	SA 0.5	AF2 0.01	AF2 0.1	9AA 80
	濃度 (μg/プレート)						
	コロニー数/プレート		607 607 657 (624 ± 28.9)	166 177 189 (177 ± 11.5)	168 158 163 (163 ± 5.0)	447 503 435 (462 ± 36.3)	2644 2447 2009 (2367 ± 325.0)
陽性対照 S9Mix を必要とするもの	名称		2AA 1	2AA 2	2AA 10	2AA 0.5	2AA 2
	濃度 (μg/プレート)						
	コロニー数/プレート		931 863 922 (905 ± 36.9)	215 193 181 (196 ± 17.2)	547 571 554 (557 ± 12.3)	286 278 268 (277 ± 9.0)	191 210 185 (195 ± 13.1)