



2-ヒドロキシベンズアルデヒド 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
材料および方法	3
結果および考察	7
結 論	8
特 記 事 項	8
文 献	8
Tables 1～3	

【要 約】

2-ヒドロキシベンズアルデヒドの変異原性の有無を、細菌を用いる復帰突然変異試験により検討し、陰性の結果を得た。

検定菌として、*Salmonella typhimurium* TA100, TA1535, TA98, TA1537 および *Escherichia coli* WP2 *uvrA* の5菌株を用い、S9 mix 無添加および添加の条件でプレート法により用量設定試験および本試験を行った。用量設定試験を50~5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の用量で行ったところ、S9 mix 無添加では1500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上 (TA100 は500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上、WP2 *uvrA* は5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$)、S9 mix 添加では1500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上 (TA100 は500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上) の用量で抗菌性が認められた。本試験ではS9 mix 無添加試験を31.3~1000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 は15.6~500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 、WP2 *uvrA* は125~4000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$)、S9 mix 添加試験を62.5~2000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 は15.6~500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 、WP2 *uvrA* は125~4000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$) の範囲で用量を設定し、試験を実施した。

その結果、2回の本試験とも、用いた5種類の検定菌のいずれの用量においても溶媒対照値の2倍以上となる復帰変異コロニー数の増加は認められなかったことから、2-ヒドロキシベンズアルデヒドは、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】

OECD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、2-ヒドロキシベンズアルデヒドについて、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性の検出系である。

試験は、哺乳動物のもつ薬物代謝酵素（S9 mix）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 S9 mix 添加試験と、被験物質をそのまま検定菌に作用させる S9 mix 無添加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毒性試験ガイドライン：471、472」に準拠し、「化学物質GLP基準」（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。

調べた。その結果、調製4時間後における各濃度の平均含量は、それぞれ初期値(0時間)の平均値に対して、99.6および98.4%であった。これらの値は当研究所で規定している基準内(4時間後における平均含量が初期値の90%以上)であった(Appendix 2、3)。

また、本試験Ⅱで調製した被験物質調製液について含量測定試験を行った結果、調製後の濃度はいずれも当研究所の規定している基準内(溶媒中での平均含量が添加量の90~110%)であった(Appendix 4)。

[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。

AF2	: 2-(2-フリル)-3-(5-ニトロ-2-フリル)アクリルアミド (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%以上
9AA	: 9-アミノアクリジン (Sigma Chem. Co.)	ロット番号 96F05641,	純度98%以上
2AA	: 2-アミノアントラセン (和光純薬工業(株))	ロット番号 DSF2950,	純度90%以上

AF2, 2AA 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。9AA は DMSO に、SA は純水に溶解し、速やかに試験に用いた。

[培地および S9 mix 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%	ピオチン	0.5 mM

* : WP2 *uvrA* 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)製の最少寒天培地(ロット番号:DJ030HJ、1994年8月11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	0.2 g	水酸化ナトリウム	0.66 g
クエン酸・1水和物	2 g	グルコース	20 g
リン酸水素二カリウム	10 g	バクテア(Difco)	15 g
リン酸一アンモニウム	1.92 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 mix (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	ナトリウム-リン酸緩衝液 (pH 7.4)	100 μmol
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-309、1994年5月13日製造および RAA-317、同年10月27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、ラットの解剖および S9 の調製は5日目であった。

[試験方法]

プレート法により、S9 mix 無添加試験および S9 mix 添加試験を行った。

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 (S9 mix 添加試験においては S9 mix 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使用溶媒、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各 Table 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、溶媒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、結果の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 S9 mix 無添加あるいは S9 mix 添加条件において、被験物質を含有する平板上における変異コロニー数の平均値が、溶媒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。

【結果および考察】

〔用量設定試験〕

結果を Table 1 に示した。HBA について 50~5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ の範囲で公比を約 3 として、試験を実施したところ、S9 mix 無添加試験では WP2 *uvrA* が 5000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ で、TA100 が 500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上で、その他は 1500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上で抗菌性が認められた。また、S9 mix 添加試験では TA100 が 500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上で、その他は 1500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 以上の用量で抗菌性が認められた。

したがって、本試験における最高用量は、S9 mix 無添加試験を 1000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 は 500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 、WP2 *uvrA* は 4000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$) とし、S9 mix 添加試験を 2000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 は 500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 、WP2 *uvrA* は 4000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$) とした。

〔本試験〕

2 回の本試験の結果をそれぞれ Table 2、3 に示した。HBA の用量を、S9 mix 無添加試験は 31.3~1000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 は 15.6~500 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ 、WP2 *uvrA* は 125~4000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$)、S9 mix 添加試験は 62.5~2000 $\mu\text{g}/\text{プレート}$ (TA100 と WP2 *uvrA* は S9 mix 無添加試験と同一用量) の範囲で公比を 2 として設定し試験を実施した。

その結果、2 回の試験のいずれも、用いた 5 種類の検定菌の S9 mix 無添加試験および添加試験において、溶媒対照値の 2 倍以上となる変異コロニー数の増加は認められなかった。

HBA について実施したすべての試験において、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、本試験系の有効性が確認された。

【結 論】

以上の結果に基づき、2-ヒドロキシベンズアルデヒドは、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。

【特 記 事 項】

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。

【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 reverse mutation test of 2-hydroxybenzaldehyde ** on bacteria

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	137	90	97	11	16	13	24	29	20	16	26	28	9	8	10	
		(108 \pm 25.4)			(13 \pm 2.5)			(24 \pm 4.5)			(23 \pm 6.4)			(9 \pm 1.0)			
	50	50			7			13			18			5			
	150	54			11			25			14			4			
	500	0 *			5			15			16			4			
	1500	0 *			0 *			11			0 *			0 *			
	5000	0 *			0 *			0 *			0 *			0 *			
S9mix (+)	0	128	134	117	14	13	9	30	30	23	31	41	28	12	15	13	
		(126 \pm 8.6)			(12 \pm 2.6)			(28 \pm 4.0)			(33 \pm 6.8)			(13 \pm 1.5)			
	50	95			13			18			32			5			
	150	59			6			6			23			4			
	500	0 *			3			3			12			2			
	1500	0 *			0 *			0 *			0 *			0 *			
	5000	0 *			0 *			0 *			0 *			0 *			
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			
Positive control S9 mix (+)	Number of colonies / plate	643	622	606	244	294	335	163	143	130	891	862	816	1240	970	1230	
		(624 \pm 18.6)			(291 \pm 45.6)			(145 \pm 16.6)			(856 \pm 37.8)			(1147 \pm 153.1)			
Positive control S9 mix (+)	Number of colonies / plate	1467	1261	941	253	311	356	1664	1692	1470	475	451	463	152	150	139	
		(1223 \pm 265.1)			(307 \pm 51.6)			(1609 \pm 120.9)			(463 \pm 12.0)			(147 \pm 7.0)			

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.

**: Purity was above 95% and impurity was unknown.

Table 2. Results of reverse mutation test (I) of 2-hydroxybenzaldehyde ** on bacteria

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	115	127	83	11	9	13	21	23	26	21	18	22	8	7	7	(108 ± 22.7)	(11 ± 2.0)	(23 ± 2.5)	(20 ± 2.1)	(7 ± 0.6)
	15.6	97	81	93	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(90 ± 8.3)				
	31.3	84	83	79	17	8	21	ND	ND	ND	20	22	28	7	6	8	(82 ± 2.6)	(15 ± 6.7)		(23 ± 4.2)	(7 ± 1.0)
	62.5	82	79	80	8	7	27	ND	ND	ND	16	28	22	2	11	7	(80 ± 1.5)	(14 ± 11.3)		(22 ± 6.0)	(7 ± 4.5)
	125	87	83	85	11	12	15	20	12	19	13	18	19	10	6	1	(85 ± 2.0)	(13 ± 2.1)	(17 ± 4.4)	(17 ± 3.2)	(6 ± 4.5)
	250	58	38	55	18	8	12	22	19	26	22	23	18	8	7	7	(50 ± 10.8)	(13 ± 5.0)	(22 ± 3.5)	(21 ± 2.6)	(7 ± 0.6)
	500	40 *	41 *	51 *	19	3	7	14	18	24	19	18	20	5 *	8 *	3 *	(44 ± 6.1)	(10 ± 8.3)	(19 ± 5.0)	(19 ± 1.0)	(5 ± 2.5)
	1000				1 *	0 *	0 *	23	21	15	14 *	11 *	17 *	1 *	1 *	7 *		(0 ± 0.6)	(20 ± 4.2)	(14 ± 3.0)	(3 ± 3.5)
	2000							2	4	6									(4 ± 2.0)		
4000							0 *	0 *	0 *									(0 ± 0.0)			
S9mix (+)	0	123	144	155	7	12	10	30	18	23	37	41	32	12	14	15	(141 ± 16.3)	(10 ± 2.5)	(24 ± 6.0)	(37 ± 4.5)	(14 ± 1.5)
	15.6	103	114	121	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(113 ± 9.1)				
	31.3	81	117	111	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(103 ± 19.3)				
	62.5	93	95	105	9	14	13	ND	ND	ND	26	35	22	7	16	12	(98 ± 6.4)	(12 ± 2.6)		(28 ± 6.7)	(12 ± 4.5)
	125	96	98	93	17	10	8	29	21	18	26	22	25	7	6	14	(96 ± 2.5)	(12 ± 4.7)	(23 ± 5.7)	(24 ± 2.1)	(9 ± 4.4)
	250	56	71	83	10	10	7	32	26	22	21	27	28	9	10	15	(70 ± 13.5)	(9 ± 1.7)	(27 ± 5.0)	(25 ± 3.8)	(11 ± 3.2)
	500	45 *	57 *	68 *	7	4	7	26	12	19	25	18	22	10	8	4	(57 ± 11.5)	(6 ± 1.7)	(19 ± 7.0)	(22 ± 3.5)	(7 ± 3.1)
	1000				4	1	3	20	23	29	20	14	23	5	8	7		(3 ± 1.5)	(24 ± 4.6)	(19 ± 4.6)	(7 ± 1.5)
	2000				0 *	0 *	1 *	15	12	6	0 *	0 *	0 *	0 *	0 *	0 *		(0 ± 0.6)	(11 ± 4.6)	(0 ± 0.0)	(0 ± 0.0)
4000							0 *	0 *	0 *									(0 ± 0.0)			
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							
	Number of colonies / plate	2008	1637	1544	212	229	230	1166	1335	1277	573	498	438	262	217	221	(1730 ± 245.5)	(224 ± 10.1)	(1259 ± 85.9)	(503 ± 67.6)	(233 ± 24.9)

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.

**: Purity was above 95% and impurity was unknown.

ND : Not done

Table 3. Results of reverse mutation test (II) of 2-hydroxybenzaldehyde ** on bacteria

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	102	98	89	16	13	12	23	22	21	27	19	27	5	11	10	
		(96 ± 6.7)			(14 ± 2.1)			(22 ± 1.0)			(24 ± 4.6)			(9 ± 3.2)			
	15.6	82	74	82	ND			ND			ND			ND			
		(79 ± 4.6)															
	31.3	88	92	99	10	8	10	ND			21	28	28	12	7	10	
		(93 ± 5.6)			(9 ± 1.2)						(26 ± 4.0)			(10 ± 2.5)			
	62.5	75	74	82	15	10	11	ND			31	30	35	4	11	8	
		(77 ± 4.4)			(12 ± 2.6)						(32 ± 2.6)			(8 ± 3.5)			
	125	96	64	78	11	10	13	31	31	23	27	23	31	10	4	7	
		(79 ± 16.0)			(11 ± 1.5)			(28 ± 4.6)			(27 ± 4.0)			(7 ± 3.0)			
250	66	50	59	6	6	5	31	24	38	22	23	11	7	3	2		
	(58 ± 8.0)			(6 ± 0.6)			(31 ± 7.0)			(19 ± 6.7)			(4 ± 2.6)				
500	34 *	50 *	44 *	5	7	3	20	12	28	21	23	23	4	12	8		
	(43 ± 8.1)			(5 ± 2.0)			(20 ± 8.0)			(22 ± 1.2)			(8 ± 4.0)				
1000				3 *	0 *	2 *	23	21	25	11 *	19 *	17 *	6 *	5 *	7 *		
				(2 ± 1.5)			(23 ± 2.0)			(16 ± 4.2)			(6 ± 1.0)				
2000							8	9	8								
							(8 ± 0.6)										
4000							0 *	0 *	0 *								
							(0 ± 0.0)										
S9mix (+)	0	100	112	109	14	10	8	30	25	29	40	31	37	5	18	12	
		(107 ± 6.2)			(11 ± 3.1)			(28 ± 2.6)			(36 ± 4.6)			(12 ± 6.5)			
	15.6	89	120	104	ND			ND			ND			ND			
		(104 ± 15.5)															
	31.3	115	116	105	ND			ND			ND			ND			
		(112 ± 6.1)															
	62.5	103	76	96	10	10	11	ND			29	40	29	9	5	11	
		(92 ± 14.0)			(10 ± 0.6)						(33 ± 6.4)			(8 ± 3.1)			
	125	94	98	88	7	19	13	37	29	37	28	38	24	7	13	11	
		(93 ± 5.0)			(13 ± 6.0)			(34 ± 4.6)			(30 ± 7.2)			(10 ± 3.1)			
250	63	49	72	20	7	3	47	42	34	28	23	27	11	13	8		
	(61 ± 11.6)			(10 ± 8.9)			(41 ± 6.6)			(26 ± 2.6)			(11 ± 2.5)				
500	41 *	49 *	52 *	8	5	5	33	24	31	27	29	20	7	7	3		
	(47 ± 5.7)			(6 ± 1.7)			(29 ± 4.7)			(25 ± 4.7)			(6 ± 2.3)				
1000				1 *	0 *	1 *	27	29	21	30	19	20	8	8	4		
				(1 ± 0.6)			(26 ± 4.2)			(23 ± 6.1)			(7 ± 2.3)				
2000				0 *	0 *	0 *	17	8	14	17 *	13 *	9 *	0 *	0 *	0 *		
				(0 ± 0.0)			(13 ± 4.6)			(13 ± 4.0)			(0 ± 0.0)				
4000							0 *	0 *	0 *								
							(0 ± 0.0)										
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			
Positive control S9 mix (+)	Number of colonies / plate	535	591	587	267	284	275	152	146	140	761	734	764	1132	929	1397	
		(571 ± 31.2)			(275 ± 8.5)			(146 ± 6.0)			(753 ± 16.5)			(1153 ± 234.7)			
Positive control S9 mix (+)	Number of colonies / plate	1464	1444	1498	291	304	309	1422	1450	1427	342	363	371	263	294	277	
		(1469 ± 27.3)			(301 ± 9.3)			(1433 ± 14.9)			(359 ± 15.0)			(278 ± 15.5)			

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.

**: Purity was above 95% and impurity was unknown.

ND: Not done