

연구자료
화학연97-2-30

기존화학물질의 변이원성연구

1997



한국산업안전공단
산업보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 1997년도 산업보건연구원 연구사업중 '기존 화학물질의 변이원성연구'의 결과보고서로 제출합니다.

1997년 12월 31일

제 출 자 : 산업보건연구원장 문 영 한

연구 책임자: 선임 연구원 맹 승 희

공동 연구자: 수석 연구원 이 용 목

: 책임 연구원 유 일 재

: 선임 연구원 임 철 홍

: 기술직 4급 이 준 연

: 책임 연구원 김 현 영

: 기술직 4급 정 용 현

목 차

I. 서론.....	1
II. 연구방법	
1. 시험대상물질의 선정	3
2. 시험방법	4
1) 사용균주.....	4
2) 시험절차의 개요.....	5
3) 대사활성효소의 제조 및 조정.....	5
4) 농도단계의 설정.....	6
5) 전배양의 조건.....	7
6) 한천배지 등.....	7
7) 시험의 방법.....	8
8) colony의 계측방법.....	8
9) 양성 및 음성대조물질의 선택.....	9
10) 시험물질용액의 조제.....	10
11) 결과의 해석.....	10
III. 연구결과	
1. 시험물질의 일반적 사항.....	11
2. 시험결과.....	21
IV. 결론 및 고찰.....	42
V.참고문헌.....	43

I. 서 론

우리나라 노동부와 환경부는 산업안전보건법 시행령 제 32조 제 5호의 규정에 의해 노동부장관이 개정 고시한 '유해성 조사 제외 화학물질고시(노동부 고시 제 96-44호)'에 적용받는 화학물질과 환경부의 유해화학물질 관리법 시행령 제 2조의 규정에 의하여 환경부장관이 개정 고시한 '신고대상에서 제외되는 화학물질 고시(환경부고시 제 96-170호)'에 적용되는 화학물질을 모아 우리나라 기존화학물질 목록을 작성하였다(노동부, 환경부, 1996).

이들 물질중 노동부가 작업장 관리대상으로 선정한 물질은 총 697종의 화학물질로서 이들 물질의 대부분은 미국의 ACGIH의 TLV와 BEI를 적용한 허용농도가 제시되어 있어 작업장 농도를 허용농도 이하로 유지하게 하는 등 작업장 관리를 하고 있다. 그러나 실제 작업장에서는 이들 허용농도 제정물질 이외에 우리나라 기존화학물질 목록에 있는 다수의 기존화학물질을 사용하고 있으며, 허용농도가 제정되어 있으나 이들중 많은 물질이 유해성의 자료없이 작업장내에서 무방어적으로 사용되고 있다. 그 예로써, 1995년 우리나라 양산의 LG전자부품주식회사에서 사용하여 집단중독사건을 일으켰던 2-bromopropane의 경우 이미 기존화학물질의 목록에는 올라 있었으나, 그 물질에 대한 허용농도는 물론 독성시험자료 조차 거의 없었다. 독성이 밝혀지지 않았으나 독성이 없는 것으로 간주하여 무방비하게 사용하게 되었고, 결국 사용 근로자들에게 생식독성을 일으키는 집단중독사건에 이르게 되었다 (Kim et. al., 1996).

일반적으로 화학물질의 관리를 위해 필요한 독성시험자료는 급만성의 경구 및 흡입독성 시험자료, 급성 경피독성 시험자료, 눈 및 피부자극성 시험자료와 유전독성시험자료를 들 수 있다. 또한 허용농도를 제정하기 위해서는 인구집단을 대상으로 한 역학조사자료 및 임상시험자료가 필요하다. 환경보호차원에서 필요로 하는 독성시험자료로는 어독성과 분해성 및 농축성 시험 등의 시험자료를 더 필요로 한다. 그러나 이들 모든 독성시험자료가 제시되어 있는 화학물질의 수는 매우 적다.

한편 최근 TLV위원회를 비롯한 화학물질에 대한 관련위원회들은 근로자에게 암유발과 이의 위험증가를 일으키는 화학물질과 작업공정에 대한 여론 등의 공적인 관심이 높아져 가고 있음을 인지하고 있다(ACGIH, 1995). 인간에서의 발암성 물질로 구분지을 수 있으려면 근로자에게 위험정도를 외삽할 수 있는 수학적 모델은 물론 좀더 정교한 시험방법의 개발이 필수적이다. 유전독성시험 즉 변이원

성시험은 현재 OECD 가이드라인에서 제시한 것만도 15가지 등이 있어 각각 발암성의 예측을 목적으로 개발되어 왔다. 또한 화학물질의 유해성을 평가할 때 실험동물을 이용한 발암성 시험의 시간적, 경제적 어려움을 극복하기 위하여 발암성 스크리닝 시험으로서의 변이원성시험의 가치가 더욱 커져왔다.

화학물질의 발암성의 조기 시험방법으로서 미생물 복귀돌연변이시험 즉 Ames 시험을 비롯한 각종 변이원성 시험이 20여년간 실시되어 왔으나 근래에 이를수록 이들 시험결과와 발암성 시험결과와의 적합성이 문제가 되어 왔었다. 각 종 변이원성 시험을 국제적으로 평가한 결과, 미국의 NTP (National Toxicology Program)와 FDA의 조사에 따르면 변이원성 시험에 있어 발암성 물질의 양성검출율 즉 민감도는 Ames 시험 약 50%, 포유류 배양세포를 이용한 염색체이상시험이 약 55%, 골수세포를 이용한 소핵시험의 경우 91%를 나타내었고, 역으로 비변이원성 물질을 음성으로 나타내는 음성검출율 즉 특이도는 Ames 시험이 90%, 염색체이상시험이 65%, 그리고 소핵시험이 13%이었다 (Uno et al., 1992; Yoshikawa, 1993; Zeiger et al., 1990).

최근 민감도가 낮아졌다고 여겨진 Ames시험은 비판을 받은 적도 있었지만 최근 각 시험의 신뢰성 즉 민감도와 특이도를 동시에 평가한 값을 보면 Ames시험의 신뢰성이 70% 정도로 가장 높은 것으로 나타났다 (Uno et al., 1992).

화학물질의 관리를 위한 독성시험중 특히 변이원성 시험의 중요성은 발암이라는 유해성 자체가 다른 급성독성과는 달리 극치의 개념 즉 어느 정도의 폭로는 인간에게 무해하다라는 개념이 해당되지 않으므로 우선적으로 실시되어야 하는 필요성을 지니게 된다.

본 연구에서는 산업안전 선진화사업의 일환으로 우리나라 이어 작업장 관리대상 화학물질중 유해성이 미확인된 화학물질의 유해성중 변이원성 시험자료가 없는 물질을 대상으로 하여 미생물을 이용한 복귀돌연변이시험 즉 Ames시험의 데이터를 산출하여 기존화학물질의 안전성 평가 측면에서의 관계부처 (환경부, 복지부)와 업무분담을 하며 물질안전보건자료 (material safety data sheet, MSDS)에서의 변이원성 시험자료를 제공함으로써 근로자에서의 직업병 예방에 기여하고자 한다.

II. 연 구 방 법

1. 시험 대상 물질의 선정

우선적으로 변이원성 시험을 실시할 시험대상물질은 우리나라 기존화학물질 총 35,661종에서 노동부가 작업환경관리대상으로 한 697종의 화학물질중 변이원성 시험자료가 없는 물질을 대상으로 하였다. 구체적인 대상물질 선정의 과정은 그림 1과 같다. 즉 697종의 작업환경 관리대상물질에 대해 RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemicals, NIOSH, 1997), IPCS (International Programme on Chemical Safety, WHO, ILO, UNEP, 1997) 및 환경부자료(1997)를 통해 변이원성 즉 유전독성자료의 유무를 검색하였다. 즉 미생물을 이용한 복귀돌연변이 시험결과가 존재하는 물질은 대상물질에서 제외하고 검토대상물질을 축소한 다음, 다시 현실적으로 시험물질의 선정은 유해성 자료가 없는 것, 용해도 및 비점을 고려하여 실제 시험실시가 가능한 것 및 물질확보의 용이성 등을 기준으로 시험대상물질을 선정하였다. 선정된 대상시험물질은 총 70종 (표 1)으로 하고 다시 이중 시약구입의 용이성에 따라 10종의 화학물질을 선정(표 2)하여 1997년에 미생물을 이용한 변이원성 시험을 실시하였다.

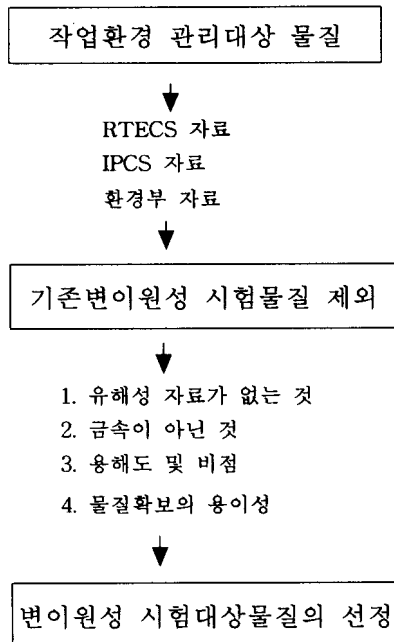


그림 1. 시험대상물질의 선정과정

표 1. '97년도 변이원성 시험대상물질목록

물 질 명	CAS No.
1. n-amylacetate	628-63-7
2. D- α -chloropropionic acid	7474-05-7
3. 2-chlorostyrene	2039-87-4
4. 3-chlorostyrene	2039-85-2
5. 4-chlorostyrene	1073-67-2
6. 2-N-dibutylaminoethanol	102-81-8
7. ethyl amylketone	541-85-5
8. methyl n-amyl ketone	110-43-0
9. methyl isoamyl ketone	110-12-3
10. 4-vinyl cyclohexene	695-12-5

2. 시험방법

본 연구에서 실시할 변이원성 시험법은 미생물을 이용한 복귀돌연변이 시험 (일명 Ames시험)이며, 그 절차는 OECD 가이드라인 (1984)과 Maron & Ames (1983)의 방법을 이용하고 日本 労働省의 安衛法에 있어서의 변이원성 시험 가이드라인 (1991)을 활용하였다. 시험은 pre-incubation법 (37℃, 20분)으로 실시하였다.

1) 사용균주

본 시험에 사용할 미생물은 살모넬라 균주 (Salmonella typhimurium) TA98, 100, 1535, 1537 및 대장균 (E. coli) WP2uvrA 이며 이들은 히스티딘 및 트립토판 요구성 균주이다.

(1) 입수 및 계대보존

균 주 명	입 수 처	입수 및 최종계대일
TA100	Japan Bioassay Research Center	'93. 9. 19.입수 및 '97.1.10.최종계대
TA1535	“	“
TA98	“	“
TA1537	“	“
WP2uvrA	“	“

(2) 보존방법

보 존 방 법	분 주 동 결	
보 존 온 도	-80℃ (보존 기기명: Sanyo MDF 2086S)	
조 성	균현탁액: 0.8 ml	DMSO: 0.07 ml
	기 타:	

2) 시험절차의 개요

살모넬라 혹은 대장균과 변이원성을 시험하고자 하는 화학물질을 접촉시켜 pre-incubation 시킨 다음 히스티딘 혹은 트립토판을 넣지 않은 한천배지 플레이트에서 일정시간 배양하여 플레이트위에서 증식한 균 콜로니수를 헤아림으로써 실시하였다. 변이원성의 강도는 출현하는 콜로니의 수로 판정하였다. 화학물질에 따라서는 그 자체로 DNA와 반응하여 변이원성을 나타내는 것도 있으나 많은 화학물질은 생체내에서 대사활성화된 후에 DNA와 반응하여 변이원성을 나타내는 것도 있으므로 시험관내에서 대사활성화를 해주기 위해 S9 mix를 넣은 대사활성화법을 병행하여 실시하였다.

3) 대사활성화 효소의 제조 및 조정

S9은 7주령의 수컷 Sprague-Dawley 흰쥐에 Aroclor 1254를 복강내 주사하여 유도된 대사활성화 효소를 간에서 조제하였다.

S9 mix는 4 mM의 NADPH, 4 mM의 NADH, 5 mM의 glucose-6-phosphate,

8 mM의 $MgCl_2$, 33 mM의 KCl, 100 mM의 sodium phosphate buffer (pH 7.4)와 10% S9을 포함시켜 사용하였다.

(1) S9의 제조방법

	사 용 동 물
종, 계통	Rat, Sprague-Dawley
성	수컷
주령, 체중	7주, 181-218 g

(2) S9의 유도물질

	유 도 물 질
명 칭	Aroclor 1254
투 여 방 법	복강내 투여
투여량 및 사용완충용액	투 여 량: 500 mg/kg 사용완충용액: 0.154M KCl

(3) S9 Mix의 조성

성 분	S9 mix 1ml중의 양	성 분	S9 mix 1ml중의 양
S9	0.1 ml	NADPH	4 μ mol
$MgCl_2$	8 μ mol	NADP	4 μ mol
KCl	33 μ mol	Na-PBS	100 μ mol
Glucose-6-phosphate	5 μ mol	기 타	

4) 농도단계의 설정

모든 시험물질은 기본적으로 농도결정시험과 본시험을 시험을 실시하되, 시험 결과의 해석이 모호한 것은 확인시험을 첨가하도록 하였다. 물질의 시험농도단

계는 5단계로 실시하되, 농도결정시험에서는 최고농도 5,000 $\mu\text{g}/\text{plate}$ 로부터 공비 2의 단계로, 본 시험에서는 농도결정시험에서의 결과에 따라 공차 2의 단계로 실시하였다. 시험물질의 각 농도에 있어서는 각각 2개의 플레이트를 사용하며, 용매대조물질과 양성대조물질에 대해서는 각각 4개의 플레이트를 사용하였다.

5) 전배양의 조건

시험을 위한 균주의 전배양은 Oxoid nutrient broth No. 2로 만든 배양액 15ml 에 30 μl 의 균액을 접종하여 37 $^{\circ}\text{C}$ 의 진탕배양기에서 180회/분의 진탕속도로 10시간 선회배양함으로 실시하였다. 배양용기는 50 ml의 삼각플라스크에 종이마개를 하여 진탕배양하였다.

(1) 전배양의 조건

Nutrient Broth	명 칭	제 조 원	Lot No.
	No. 2 배지	Oxoid	10956082
전배양시간	10시간(정지기 초기에 배양을 멈춘다)		
진탕배양장치의 형식 및 제조원	형 식: KWS-045 제조원: Kiwo Trading Co.		
진 탕 방 법	진탕형식: 선회 선회수: 180회/분 선회직경: 2 cm		
배 양 용 기	종류: 삼각플라스크 용량: 50 ml		
배 양 액 량	15 ml	접종균량	30 μl

6) 한천배지등

(1) Top agar

한천	명 칭	Bacto agar
	제조원	Difco
	Lot No.	014D-01

(2) Minimum glucose agar plate

자체제조 년월일	매 시험 2일전
사용한천의 명칭 제조원 및 Lot No.	사용한천의 명칭: Agar 제조원: Wako Lot No.: 2440-1101

7) 시험의 방법

조 성	균현탁액	0.1 ml
	시험물질용액	0.05 ml
	phosphate buffered saline (직접법의 경우)	0.5 ml
	S9 mix(대사활성화법의 경우)	0.5 ml
	Top agar	2.0 ml
Preincubation	온 도	37℃
	시 간	20분
Incubation	온 도	37℃
	시 간	48시간

8) colony의 계측방법

계 측 방 법	육안계측과 자동콜로니계수기를 이용한 계측을 병행
측정기기명, 형식 및 제조원	측정기기명: 자동콜로니계수기 (IMAGE TEK SYSTEM) 형 식: IA 100 제 조 원:UNITRON

9) 양성 및 음성대조물질의 선택

본 시험을 위해 사용하는 양성대조물질은 sodium azide, 9-aminoacridine, 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl) acrylamide, 2-aminoanthracene이었다. 음성대조물질을 시험물질의 용해도 조사에서 결정된 용매로 기존 문헌등을 통해 복귀돌연변이를 일으키지 않는다고 알려진 용매를 선택하며, 음성대조물질은 사용하는 용매를 사용하였다.

(1) 양성대조물질과 양성대조물질을 용해한 용매

	물 질 명	제 조 원	Lot No.	순 도(%)	용 매
양 성 대 조 물 질	Sodium azide	SIGMA	2590	99	DMSO
	9-aminoacridine (9AA)	Aldrich	091097	95	DMSO
	2-(2-furyl)-3-(5-nitro- -2-furyl)acrylamide (AF-2)	東京大學醫 科學研究所 癌生物學研 究部공여	830721	TLC상 불순물 spot 확인안됨	DMSO
	2-aminoanthracene (2AA)	Aldrich	1514TD	95	DMSO
용 매	Dimethyl sulfoxide	SIGMA	D5879	99.5	

10) 시험물질용액의 조제

	명 칭	제 조 원	Lot No.	등 급	순도(%)
사 용 용 매	DMSO	Sigma	D5879	분광분석용	99
용매선택의 이유	시험물질들은 거의 모두 물에는 난용(0.5%)이나 DMSO에는 쉽게 용해되었으므로(20%이상) DMSO를 가하여 초음파분산장치로 현탁시켰다.				
시험물질이 난용성일 경우 현탁의 방법	시험물질에 DMSO를 가하여 초음파 분산장치로 현탁시켰다.				
순도환산의 유무	순도환산은 하지 않았다.				

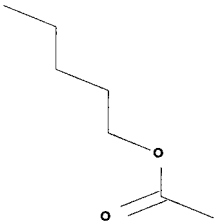
11) 결과의 해석

콜로니 생성으로 결과를 해석하기 위해서는 시험물질의 농도증가와 함께 복귀 돌연변이 콜로니수가 증가하고 또 음성대조물질의 결과의 2배이상으로 증가하고 재현성이 있을 때 양성으로 판정하고 결과해석을 위한 통계학적 수법은 이용하지 않았다.

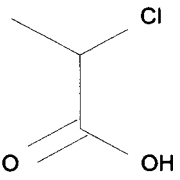
III. 연구결과

1. 시험물질의 일반적 사항

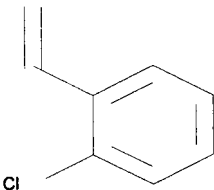
1) n-amyl acetate

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	n-amyl acetate		
별 명	Acetic acid, pentyl ester		
구조식 또는 시정식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C₇H₁₄O₂  Acetic acid, pentyl ester		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Sigma 35H3699
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	628-63-7	발 화 점	-
분 자 량	130.21	분 배 계 수	2.34
융 점	-44.60	상온에서의 성상	액체
비 점	148.37	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정	DMSO: 안정	기타:

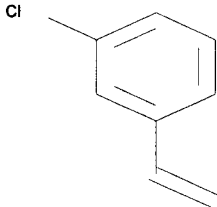
2) D- α -chloropropionic acid

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	D- α -chloropropionic acid		
별 명	propionic acid, -2-chloro		
구조식 또는 시성식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	<chem>CC(Cl)C(=O)O</chem>  Propionic acid, 2-chloro-		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Sigma 31H0378
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	598-78-7	발 화 점	-
분 자 량	108.53	분배계수	0.76
융 점	8.11	상온에서의 성상	액체
비 점	173.03	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정	DMSO: 안정	기타:

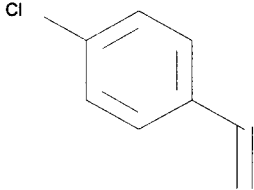
3) 2-chlorostyrene

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	2-chlorostyrene		
별 명	o -chlorostyrene		
구조식 또는 시성식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C₈HCl  O-CHLOROSTYRENE		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Sigma 73H3720
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	2039-87-4	발 화 점	-
분 자 량	138.60	분 배 계 수	3.54
융 점	-16.99	상온에서의 성상	액체
비 점	181.24	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정 DMSO: 안정 기타:		

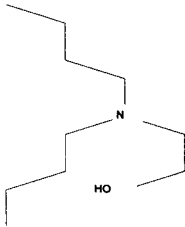
4) 3-chlorostyrene

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	3-chlorostyrene		
별 명	Benzene, 1-chlorostyrene-3-ethenyl		
구조식 또는 시성식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	<chem>C8H7Cl</chem>  Benzene, 1-chloro-3-ethenyl-		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Sigma 63H3583
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	2039-85-2	발 화 점	-
분 자 량	138.6	분 배 계 수	3.54
융 점	-16.99	상온에서의 성상	액체
비 점	181.24	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정 DMSO: 안정 기타:		

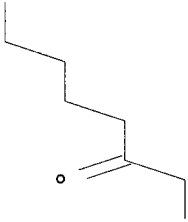
5) 4-chlorostyrene

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	4-chlorostyrene		
별 명	Benzene, 1-chloro-4-ethenyl		
구조식 또는 시정식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C₈H₇Cl  Benzene, 1-chloro-4-ethenyl		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Sigma 36H3522
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	1073-67-2	발 화 점	-
분 자 량	138.6	분 배 계 수	3.54
융 점	-16.99	상온에서의 성상	액체
비 점	181.24	용 해 성	물: 불용 DMSO:용해
안 정 성	물:불안정	DMSO:안정	기타:

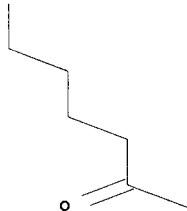
6) 2-N-dibutylaminoethanol

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	2-N-dibutylaminoethanol		
별 명	Ethanol, 2[dibutylamino]-		
구조식 또는 시성식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	<chem>C10H23NO</chem>  Ethanol, 2-(dibutylamino)-		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Wako 040-19512
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	102-81-8	발 화 점	-
분 자 량	173.34	분 배 계 수	2.01
용 점	29.13	상온에서의 성상	액체
비 점	255.76	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정 DMSO: 안정 기타:		

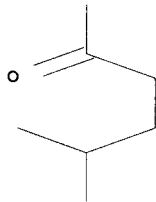
7) Ethyl amyl ketone

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	ethyl amyl ketone		
별 명	3-Octanone		
구조식 또는 시성식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C8H16O  3-Octanone		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Wako 150-01452
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	106-68-3	발 화 점	-
분 자 량	128.24	분 배 계 수	2.22
융 점	-30.72	상온에서의 성상	액체
비 점	163.60	용 해 성	물: 불용 DMSO:용해
안 정 성	물:불안정 DMSO:안정 기타:		

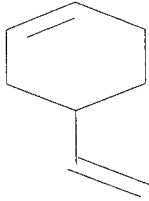
8) Methyl n-aryl ketone

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	methyl n-aryl ketone		
별 명	2-heptanone		
구조식 또는 시정식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C7H14O  2-heptanone		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Wako 137-01943
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	110-43-0	발 화 점	-
분 자 량	114.21	분 배 계 수	1.73
용 점	-42.77	상온에서의 성상	액체
비 점	141.64	용 해 성	물: 불용 DMSO: 불용
안 정 성	물: 불안정	DMSO: 안정	기타:

9) Methyl isoamyl ketone

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	methyl isoamyl ketone		
별 명	2-Hexanone, 5-methyl-		
구조식 또는 시성식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C7H14O  2-Hexanone, 5-methyl-		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Wako 014-03882
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	110-12-3	발 화 점	-
분 자 량	114.21	분 배 계 수	1.66
융 점	-54.26	상온에서의 성상	액체
비 점	127.98	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정 DMSO: 안정 기타:		

10) 4-vinylcyclohexene

화학물질의 명칭 (IUPAC 명명법)	4-vinylcyclohexene		
별 명	cyclohexene, 4-vinyl		
구조식 또는 시정식 (불명의 경우는 제조법의 개요)	C₈H₁₂  Cyclohexene, 4-vinyl-		
시험물질의 순도	99.0%이상	화학물질의 Lot. No.	Aldrich 11,140-6
불순물의 명칭 및 농도	-		
CAS 번호	100-40-3	발 화 점	-
분 자 량	108.20	분 배 계 수	3.73
용 점	-61.89	상온에서의 성상	액체
비 점	131.43	용 해 성	물: 불용 DMSO: 용해
안 정 성	물: 불안정	DMSO: 안정	기타:

2. 시험결과

각 시험물질에 대한 시험결과는 표 1 - 표 20과 같다. 각 물질에서 시험한 시험물질의 농도단계는 농도결정시험에 있어서는 시험법 가이드라인에 따라 최고 5,000 μg 부터 공차 2의 5단계 농도를 선택하였으며, 본시험은 농도결정시험결과를 고려하여 최고농도를 정한 다음 공차 2의 5단계농도를 선택하여 실시하였다.

농도결정시험을 실시한 결과 2-chlorostyrene, 3-chlorostyrene 및 4-chlorostyrene은 농도결정시험에서 500 μg 이상의 농도에서는 균의 생육저해가 관찰되었으며, 따라서 본시험에서는 최고농도를 100 μg 으로 하여 공차 2의 5단계 농도에서 시험을 실시하였다. 나머지 시험물질의 경우는 최고농도 5,000 μg 에서도 생육저해를 나타내지 않았기 때문에 본시험에 있어서도 5,000 μg 를 최고농도로 하였다.

97년도에 실시한 10가지 기존화학물질에 있어서의 시험결과는 모든 물질의 경우 TA98, TA100, TA1535, TA1537 및 WP2uvrA의 5균주를 사용한 직접법(-S9 mix) 및 대사활성화법(+S9 mix) 모두에서 용매대조치에 비해 각 농도별 처리군에서 증가양상을 나타내지 않았다. 즉 미생물을 이용한 복귀돌연변이 시험에서 모두 음성이었다.

표 1. n-Amyl acetate의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 (μ g/plate)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		119,112,117,113 (115)	11, 7, 9, 8 (9)	13, 10, 11, 9 (11)	9, 12, 11, 14 (12)	2, 10, 7, 8 (8)
	50		116, 124 (120)	8, 11 (10)	8, 17 (13)	5, 6 (6)	2, 10 (6)
	100		114, 117 (116)	8, 10 (9)	11, 12 (12)	6, 5 (6)	4, 5 (5)
	500		114, 117 (116)	4, 10 (7)	15, 15 (15)	7, 5 (6)	8, 6 (7)
	1000		109, 110 (110)	7, 6 (7)	5, 11 (8)	9, 10 (10)	5, 3 (4)
	5000		108, 110 (109)	8, 6 (7)	8, 3 (6)	9, 10 (10)	5, 3 (4)
S9 Mix (-)	용매대조		124,115,125,128 (123)	9, 7, 13, 15 (22)	18, 11, 21, 18 (17)	19, 17, 17, 15 (17)	15, 17, 9, 23 (16)
	50		119, 118 (119)	11, 8 (10)	23, 14 (19)	9, 12 (11)	6, 13 (10)
	100		112, 109 (111)	9, 11 (10)	20, 15 (18)	17, 12 (15)	19, 18 (19)
	500		116, 110 (113)	7, 8 (8)	13, 16 (15)	4, 12 (8)	7, 13 (10)
	1000		109, 107 (108)	12, 12 (12)	26, 10 (18)	15, 24 (20)	17, 12 (15)
	5000		109, 107 (108)	12, 10 (11)	8, 5 (7)	14, 9 (12)	3, 9 (6)
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도(μ g/pl)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	418, 440 428, 469 (439)	115, 183, 179, 167 (161)	564, 464 572, 384 (496)	134, 101 180, 156 (143)	228, 201, 224, 244 (224)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도(μ g/pl)	1.0	2.0	10	0.5	2.0
		colony수/pla	445, 433 436, 426 (435)	270, 254, 224, 141 (222)	445, 433, 436, 426 (435)	236, 250 130, 130 (187)	246, 203 207, 215 (218)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 2. n-Amyl acetate 의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		109,110,114,105 (110)	16, 14, 15, 15 (15)	28, 42, 47, 53 (43)	14, 17, 14, 10 (14)	6, 2, 5, 15 (7)
	313		111, 120 (116)	15, 15 (15)	39, 33 (36)	16, 12 (14)	8, 11 (10)
	625		113, 105 (109)	17, 16 (17)	36, 46 (41)	11, 15 (13)	7, 6 (7)
	1250		120, 108 (114)	13, 30 (22)	10, 13 (12)	10, 14 (12)	10, 10 (10)
	2500		100, 95 (98)	19, 20 (20)	6, 40 (23)	10, 12 (11)	5, 4 (5)
	5000		114, 95 (105)	10, 10 (10)	15, 3 (9)	10, 10 (10)	2, 2 (2)
S9 Mix (-)	용매대조		122,124,122,127 (124)	19, 19, 26, 19 (21)	21, 25, 25, 24 (24)	10, 14, 10, 15 (12)	3, 13, 5, 18 (10)
	313		135, 127 (131)	15, 24 (20)	30, 23 (27)	19, 15 (17)	10, 12 (11)
	625		134, 129 (132)	17, 15 (16)	27, 25 (26)	12, 8 (10)	6, 5 (6)
	1250		122, 115 (119)	15, 15 (15)	32, 22 (27)	12, 18 (15)	5, 4 (5)
	2500		107, 107 (107)	10, 16 (13)	17, 16 (17)	10, 10 (10)	9, 7 (8)
	5000		101, 104 (103)	12, 12 (12)	9, 10 (10)	10, 10 (10)	10, 10 (10)
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	358, 340 346, 336 (345)	254, 221 217, 164 (214)	260, 215 228, 175 (220)	231, 139 148, 180 (175)	145, 210 305, 258 (230)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	416, 424 403, 413 (414)	105, 102 185, 168 (140)	457, 422 459, 443 (445)	198, 185 187, 188 (190)	199, 198 101, 183 (170)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 3. D- α -Chloropropionic acid의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		119,122,151,138 (133)	13, 13, 14, 13 (13)	53, 52, 59, 38 (51)	45, 40, 46, 48 (45)	29, 27, 26, 35 (29)
	50		152, 153 (153)	16, 16 (16)	55, 50 (53)	37, 45 (41)	26, 36 (31)
	100		142, 176 (159)	14, 18 (16)	65, 60 (63)	47, 74 (61)	28, 36 (32)
	500		174, 146 (160)	19, 19 (19)	54, 56 (55)	63, 50 (57)	21, 27 (24)
	1000		142, 136 (139)	24, 20 (22)	60, 19 (40)	60, 46 (53)	42, 34 (38)
	5000		82, 154 (118)	23, 12 (18)	51, 81 (66)	48, 51 (50)	25, 30 (28)
S9 Mix (-)	용매대조		197,106,166,177 (162)	7, 15, 4, 18 (11)	52, 50, 41, 39 (46)	49, 47, 51, 43 (48)	21, 24, 18, 30 (23)
	50		176, 104 (140)	12, 16 (14)	45, 52 (49)	38, 44 (41)	18, 16 (17)
	100		137, 196 (167)	20, 9 (15)	52, 41 (47)	49, 47 (48)	25, 16 (21)
	500		189, 198 (194)	18, 8 (13)	55, 56 (56)	36, 63 (50)	19, 25 (22)
	1000		176, 168 (172)	26, 19 (23)	52, 54 (53)	50, 57 (54)	22, 20 (21)
	5000		138, 176 (157)	10, 30 (20)	73, 76 (75)	50, 57 (54)	22, 20 (21)
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	764, 548 720, 704 (684)	568, 720 660, 760 (677)	200, 201 155, 144 (175)	700, 614 516, 536 (592)	93, 181 167, 206 (162)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	888, 1260 1060, 820 (1007)	198, 184 103, 197 (171)	326, 392 406, 414 (385)	538, 448 382, 382 (438)	131, 133 143, 135 (136)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 4. D- α -Chloropropionic acid의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 (μ g/plate)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		90, 82, 94, 66 (83)	9, 11, 11, 15 (12)	26, 20, 30, 32 (27)	22, 28, 17, 14 (20)	18, 13, 11, 9 (13)
	313		67, 65 (66)	7, 6 (7)	47, 24 (36)	28, 27 (28)	9, 15 (12)
	625		73, 63 (68)	12, 12 (12)	33, 35 (34)	12, 12 (12)	7, 18 (13)
	1250		65, 82 (74)	11, 11 (11)	24, 31 (28)	36, 17 (27)	19, 18 (19)
	2500		99, 89 (94)	12, 11 (12)	56, 60 (58)	23, 22 (23)	14, 12 (13)
	5000		53, 52 (53)	18, 15 (17)	53, 56 (55)	15, 13 (14)	15, 9 (12)
S9 Mix (-)	용매대조		98, 92, 104, 95 (97)	11, 11, 16, 14 (13)	36, 34, 29, 29 (32)	29, 20, 24, 32 (26)	7, 9, 14, 13 (11)
	313		118, 107 (113)	11, 10 (11)	30, 36 (33)	31, 29 (30)	12, 20 (16)
	625		112, 100 (106)	20, 12 (16)	30, 31 (31)	27, 23 (25)	8, 10 (9)
	1250		107, 107 (107)	16, 18 (17)	36, 29 (33)	31, 26 (29)	14, 10 (12)
	2500		118, 96 (107)	17, 15 (16)	32, 33 (33)	27, 17 (22)	11, 6 (9)
	5000		106, 101 (104)	18, 9 (14)	29, 36 (33)	20, 20 (20)	6, 11 (9)
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도(μ g/pl)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	376, 265 380, 402 (356)	285, 147 256, 264 (238)	143, 164 138, 170 (154)	130, 129 132, 143 (134)	73, 67 98, 103 (85)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도(μ g/pl)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	416, 433 421, 440 (428)	135, 144 135, 243 (164)	708, 744 652, 924 (757)	119, 136 140, 134 (132)	116, 121 111, 115 (116)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 5. 2-Chlorostyrene의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		116,125,110,121 (118)	11, 15, 12, 18 (14)	13, 14, 8, 9 (11)	22, 31, 33, 22 (27)	10, 7, 14, 14 (11)
	50		12, 10 (11)	5, 16 (11)	8, 11 (10)	25, 20 (23)	11, 11 (11)
	100		17, 11 (14)	3, 4 (4)	11, 3 (7)	8, 7 (8)	1, 7 (4)
	500		*	*	*	*	*
	1000		*	*	*	*	*
	5000		*	*	*	*	*
S9 Mix (-)	용매대조		128,126,127,120 (125)	15, 20, 18, 14 (17)	16, 19, 15, 12 (16)	28, 31, 29, 49 (34)	15, 18, 13, 8 (14)
	50		23,, 22 (23)	12, 16 (14)	15, 15 (15)	42, 37 (40)	11, 12 (12)
	100		10, 8 (9)	18, 13 (16)	16, 14 (15)	33, 6 (20)	17, 15 (16)
	500		3, 5 (4)	4, 4 (4)	9, 11 (10)	5, 7 (6)	6, 9 (8)
	1000		*	*	*	*	*
	5000		*	*	*	*	*
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	363, 355 257, 288 (316)	317, 344 305, 301 (317)	136, 134 132, 145 (274)	157, 128 112, 182 (145)	134, 137 107, 129 (127)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	428, 408 398, 420 (414)	139, 156 131, 140 (188)	265, 200 223, 235 (231)	143, 178 102, - (141)	222, 195 198, 191 (202)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 6. 2-Chlorostyrene의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 (μ g/plate)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		97, 101, 105, 117 (105)	12, 12, 10, 17 (13)	25, 40, 41, 39 (36)	29, 33, 30, 28 (30)	18, 18, 14, 19 (17)
	6.3		121, 130 (126)	17, 10 (14)	42, 39 (41)	30, 31 (31)	13, 11 (12)
	12.5		116, 117 (117)	11, 6 (9)	47, 40 (44)	39, 36 (38)	10, 14 (12)
	25.0		97, 107 (102)	-, 18 (18)	20, 42 (31)	41, 48 (45)	6, 8 (7)
	50.0		70, 87 (79)	7, 5 (6)	38, 32 (35)	35, 42 (39)	14, 11 (13)
	100.0		71, 51 (61)	9, 12 (11)	23, 29 (26)	16, 14 (15)	11, 13 (12)
S9 Mix (-)	용매대조		112, 114, 131, 119 (119)	23, 14, 29, 16 (21)	29, 35, 27, 25 (29)	43, 44, 46, 36 (42)	14, 20, 13, 17 (16)
	6.3		138, 160 (149)	27, 17 (22)	28, 34 (31)	44, 55 (50)	18, 17 (18)
	12.5		131, 126 (129)	14, 15 (15)	28, 38 (33)	39, 60 (50)	18, 11 (15)
	25.0		143, 115 (129)	6, 15 (11)	25, 37 (31)	39, 62 (51)	16, 15 (16)
	50.0		116, 145 (131)	21, 24 (23)	40, 34 (37)	53, 38 (46)	17, 18 (18)
	100.0		99, 129 (114)	25, 15 (20)	33, 27 (30)	51, 47 (49)	21, 13 (17)
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도(μ g/pl)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	892, 736 880, 812 (830)	482, 366 467, 401 (429)	332, 310 310, 306 (315)	420, 468 572, 728 (547)	234, 220 263, 108 (206)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도(μ g/pl)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	880, 850 840, 944 (879)	390, 364 260, 438 (363)	337, 430 325, 284 (344)	488, 436 380, 328 (408)	203, 166 221, 161 (189)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. () 내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 7. 3-Chlorostyrene의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		121,123,120,128 (123)	11, 32, 10, 10 (16)	16, 25, 22, 14 (20)	30, 32, 28, 33 (31)	22, 30, 21, 34 (27)
	10		22, 30 (26)	14, 16 (15)	23, 20 (22)	35, 29 (32)	16, 25 (21)
	50		16, 20 (18)	6, 10 (8)	16, 14 (15)	28, 32 (30)	17, 11 (14)
	100		5, 6 (6)	3, 5 (4)	17, 13 (15)	21, 21 (21)	2, 7 (5)
	500		*	*	*	*	*
	1000		*	*	*	*	*
S9 Mix (-)	용매대조		123,124,124,124 (124)	17, 10, 9, 12 (12)	20, 17, 7, 17 (15)	18,17,17,11 (32)	13, 7, 13, 8 (10)
	10		16, 22 (19)	19, 19 (19)	14, 18 (16)	10, 2 (6)	13, 8 (11)
	50		18, 14 (16)	5, 9 (7)	12, 13 (13)	17, 16 (17)	16, 9 (13)
	100		17, 16 (17)	8, 8 (8)	13, 29 (21)	17, 23 (20)	19, 14 (17)
	500		*	*	8, 5 (7)	18, 19 (19)	*
	1000		*	*	*	*	*
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	347, 340 442, 342 (368)	306, 393 338, 350 (347)	161, 249 152, 146 (177)	212, 292 266, 330 (275)	110, 125 130, 121 (122)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	154, 167 139, 150 (153)	320, 124 232, 433 (277)	136, 187 145, 151 (155)	163, 251 150, 343 (227)	119, 213 212, 323 (218)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 8. 3-Chlorostyrene의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소 의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조	171,191,205,213 (195)	59, 14, 16, 10 (25)	58, 77, 32, 49 (54)	23, 48, 41, 38 (38)	17, 19, 15, 16 (17)	
	6.3	181, 178 (180)	18, 12 (15)	60, 61 (61)	28, 43 (36)	11, 21 (16)	
	12.5	187, 176 (182)	15, 13 (14)	70, 66 (68)	43, 21 (32)	21, 14 (18)	
	25.0	196, 194 (195)	14, 17 (16)	62, 49 (56)	35, 31 (33)	16, 18 (17)	
	50.0	115, 127 (121)	8, 13 (11)	38, 42 (40)	19, 27 (23)	11, 10 (11)	
	100.0	53, 55 (54)	10, 14 (12)	26, 25 (26)	22, 18 (20)	5, 7 (6)	
S9 Mix (-)	용매대조	137,145,125,164 (143)	15, 17, 13, 10 (14)	42, 43, 37, 37 (40)	54, 38, 47, 59 (50)	29, 23, 28, 20 (25)	
	313	142, 159 (151)	9, 13 (11)	44, 44 (44)	43, 34 (38)	18, 8 (13)	
	625	150, 146 (148)	11, 13 (12)	50, 43 (47)	42, 44 (43)	19, 26 (23)	
	1250	154, 133 (144)	14, 20 (17)	55, 37 (46)	43, 49 (46)	17, 24 (21)	
	2500	158, 115 (137)	16, 21 (19)	51, 50 (51)	49, 62 (56)	13, 24 (19)	
	5000	185, 158 (172)	11, 14 (13)	39, 42 (41)	38, 42 (40)	11, 20 (16)	
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	480, 368 476, 428 (438)	388, 464 420, 434 (427)	175, 184 174, 197 (183)	462, 482 462, 550 (489)	267, 222 291, 260 (260)
			명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA
		colony수/pla	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
			816, 1136 876, 1104 (983)	313, 275 335, 309 (308)	360, 270 330, 308 (317)	460, 464 632, 540 (524)	99, 148 167, 107 (130)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 9. 4-Chlorostyrene의 복귀돌연변이 시험결과표

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		100,73, 96, 100 (92)	29, 44, 55, 68 (49)	57, 74, 60, 69 (65)	26, 28, 30, 32 (29)	24, 15, 25, 13 (19)
	10		80, 87 (84)	32, 21 (27)	54, 65 (60)	26, 37 (32)	13, 9 (11)
	50		51, 39 (45)	35, 30 (33)	52, 53 (53)	17, 19 (18)	10, 2 (6)
	100		59, 56 (58)	18, 35 (27)	35, 29 (32)	27, 29 (28)	-, 12 (12)
	500		*	*	*	*	*
	1000		*	*	*	*	*
S9 Mix (-)	용매대조		106,102,110,98 (104)	54, 50, 64, 76 (61)	89, 76, 86, 81 (83)	37, 33, 36, 24 (33)	24, 20, 40, 39 (31)
	10		92, 107 (100)	28, 36 (32)	76, 79 (78)	30, 15 (23)	16, 25 (21)
	50		93, 82 (88)	18, 28 (23)	95, 77 (86)	17, 17 (17)	1, 16 (9)
	100		101, 68 (85)	28, 12 (20)	92, 94 (93)	32, 32 (32)	32, - (12)
	500		40, 46 (43)	-, 6 (6)	32, 40 (36)	19, 17 (18)	15, 9 (12)
	1000		*	*	*	*	*
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	258, 306 572, 374 (377)	548, 512 604, 574 (559)	340, 342 518, 402 (401)	438, 350 388, 379 (389)	85, 319 161, 442 (252)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	610, 586 640, 692 (632)	85, 167 139, 174 (141)	430, 432 368, 450 (420)	366, 305 247, 225 (288)	241, 282 205, 308 (259)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 10. 4-Chlorostyrene의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		156,147,174,153 (158)	24, 31, 23, 22 (25)	45, 24, 51, 35 (39)	22, 24, 28, 19 (23)	21, 21, 16, 20 (20)
	6.3		144, 142 (143)	24, 25 (26)	17, 25 (21)	28, 47 (38)	8, 20 (14)
	12.5		130, 120 (125)	23, 19 (21)	20, 17 (19)	18, 13 (16)	13, 11 (12)
	25.0		125, 121 (123)	10, 9 (10)	21, 18 (20)	29, 19 (24)	8, 14 (11)
	50.0		121, 105 (113)	21, 10 (16)	15, 18 (17)	28, 17 (23)	5, 16 (11)
	100.0		130, 90 (110)	11, 5 (8)	35, 4 (20)	18, 17 (18)	11, 10 (11)
S9 Mix (-)	용매대조		144,165,159,155 (156)	21, 24, 23, 29 (24)	15, 31, 23, 27 (24)	30, 20, 35, 20 (26)	27, 14, 28, 23 (23)
	6.3		161, 153 (157)	27, 25 (26)	18, 29 (24)	17, 21 (19)	36, 24 (30)
	12.5		153, 151 (152)	24, 31 (28)	22, 22 (22)	46, 23 (35)	28, 17 (23)
	25.0		130, 129 (130)	16, 12 (14)	22, 21 (22)	5, 32 (19)	32, 28 (30)
	50.0		113, 121 (117)	15, 17 (16)	19, 18 (19)	46, 30 (38)	25, 19 (22)
	100.0		111, 114 (113)	16, 18 (17)	27, 14 (21)	18, 40 (29)	25, 40 (33)
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	497, 481 202, 193 (343)	280, 568 168, 688 (426)	63, 85 127, 130 (101)	484, 396 400, 353 (408)	520, 262 250, 232 (316)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
	S9 mix를 필요로 하는 경우	농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	455, 496 410, 427 (447)	214, 270 220, 256 (240)	354, 372 284, 154 (291)	193, 172 167, 205 (184)	188, 230 188, 155 (190)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 11. 2-N-Dibutylaminoethanol의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		134,132,130,125 (130)	14, 12, 14, 12 (13)	24, 23, 28, 26 (25)	36, 28, 21, 25 (28)	19, 20, 17, 19 (19)
	50		131, 128 (130)	14, 15 (15)	36, 28 (32)	28, 33 (31)	15, 34 (25)
	100		136, 117 (126)	18, 12 (15)	31, 21 (26)	35, 29 (32)	18, 32 (25)
	500		126, 123 (125)	15, 11 (13)	35, 19 (27)	30, 35 (33)	16, 20 (18)
	1000		121, 132 (127)	10, 15 (13)	27, 19 (23)	23, 27 (25)	23, 12 (18)
	5000		116, 111 (114)	7, 8 (8)	19, 15 (17)	17, 12 (15)	8, 8 (8)
S9 Mix (-)	용매대조		132,130,130,122 (129)	16, 14, 16, 16 (16)	28, 49, 34, 41 (38)	47, 37, 36, 36 (39)	26, 42, 37, 30 (34)
	50		142, 128 (135)	15, 14 (15)	33, 34 (34)	33, 32 (33)	56, 43 (50)
	100		138, 127 (133)	11, 20 (16)	37, 40 (39)	41, 38 (40)	42, 46 (44)
	500		127, 124 (126)	17, 15 (16)	45, 36 (41)	39, 33 (36)	62, 46 (54)
	1000		126, 124 (125)	13, 29 (21)	35, 41 (38)	42, 42 (42)	41, 49 (45)
	5000		114, 110 (112)	14, 7 (11)	30, 30 (30)	34, 42 (38)	25, 31 (28)
양성 대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	360, 370 345, 356 (358)	272, 212 241, 209 (234)	178, 188 178, 170 (179)	185, 226 205, 194 (203)	361, 309 318, 331 (330)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	493, 413 407, 400 (428)	395, 361 448, 442 (412)	648, 654 524, 642 (617)	210, 232 193, 194 (207)	201, 93 115, 204 (153)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시
 2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 12. 2-N-Dibutylaminoethanol의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소 의 유무		시험물질농도 (μ g/plate)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조	132,137,161,161 (148)	39, 32, 49, 23 (36)	61, 70, 57, 74 (66)	50, 48, 47, 39 (46)	24, 16, 16, 21 (39)	
	313	150, 137 (144)	35, 25 (30)	65, 45 (55)	51, 30 (41)	23, 13 (18)	
	625	127, 157 (142)	23, 22 (23)	64, 53 (59)	36, 46 (41)	27, 23 (25)	
	1250	109, 145 (127)	17, 24 (21)	44, 58 (51)	31, 53 (42)	17, 13 (15)	
	2500	69, 62 (66)	28, 28 (28)	50, 32 (41)	23, 22 (23)	8, 19 (14)	
	5000	22, 30 (26)	18, 19 (19)	5, 37 (21)	5, 9 (7)	8, 9 (9)	
S9 Mix (-)	용매대조	217,191,246,183 (209)	30, 41, 37, 42 (38)	57, 58, 59, 83 (64)	54, 52, 60, 47 (53)	30, 30, 21, 43 (31)	
	313	190, 208 (199)	53, 45 (49)	63, 68 (66)	66, 56 (61)	40, 21 (31)	
	625	193, 219 (206)	39, 43 (41)	66, 58 (62)	66, 61 (64)	25, 22 (24)	
	1250	187, 237 (212)	27, 55 (41)	64, 64 (64)	45, 45 (45)	13, 21 (17)	
	2500	75, 75 (75)	42, 44 (43)	81, 52 (67)	46, 64 (55)	14, 27 (21)	
	5000	74, 96 (85)	10, 19 (15)	45, 59 (52)	25, 36 (31)	21, 17 (19)	
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도(μ g/pl)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	798, 750 894, 702 (786)	406, 502 650, 514 (518)	374, 438 322, 332 (367)	368, 419 405, 410 (401)	185, 152 221, 158 (179)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
	S9 mix를 필요로 하는 경우	농도(μ g/pl)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	762, 824 778, 890 (814)	210, 218 181, 196 (201)	684, 644 646, 540 (629)	328, 347 378, 357 (353)	295, 317 262, 293 (292)

비고: 1. 칸의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 13. Ethyl amyl ketone의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		117,116,115,118 (117)	8, 12, 18, 16 (14)	8, 10, 9, 10 (9)	47, 45, 50, 37 (45)	13, 18, 14, 17 (16)
	50		115, 114 (115)	18, 10 (14)	9, 12 (11)	56, 65 (61)	23, 14 (19)
	100		123, 124 (124)	10, 12 (11)	8, 12 (10)	43, 53 (48)	27, 14 (21)
	500		88, 90 (89)	9, 11 (10)	1, 1 (1)	27, 22 (25)	13, 10 (12)
	1000		103, 115 (109)	8, 7 (8)	1, 1 (1)	19, 8 (14)	5, 6 (6)
	5000		*	*	*	*	*
S9 Mix (-)	용매대조		135,126,121,122 (126)	12, 16, 15, 14 (14)	14, 11, 10, 9 (11)	62, 54, 63, 71 (63)	30, 28, 34, 36 (32)
	50		132, 122 (127)	14, 8 (11)	9, 10 (10)	64, 33 (49)	38, 48 (43)
	100		118, 118 (118)	15, 17 (16)	12, 13 (13)	59, 60 (60)	40, 48 (44)
	500		107, 118 (113)	9, 12 (11)	13, 28 (21)	51, 51 (51)	33, 18 (26)
	1000		111, 101 (106)	8, 11 (10)	9, 23 (16)	36, 31 (34)	15, 14 (15)
	5000		*	*	2, 9 (6)	-, 10 (10)	*
양성 대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	330, 333 333, 343 (335)	352, 333 333, 343 (340)	130, 91 162, 110 (123)	198, 190 211, 214 (203)	214, 195 209, - (206)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	493, 287 389, 372 (385)	117, 114 85, 115 (108)	191, - 188, 121 (167)	197, 184 171, 172 (181)	129, 158 134, 141 (141)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 14. Ethyl amyl ketone의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		95, 97, 87, 122 (100)	20, 24, 17, 17 (20)	19, 21, 40, 32 (28)	56, 57, 59, 64 (59)	26, 29, 19, 28 (26)
	62.5		82, 84 (83)	12, 19 (16)	41, 45 (43)	60, 59 (60)	35, 29 (32)
	125		99, 84 (92)	21, 15 (18)	33, 32 (33)	52, 49 (51)	30, 30 (30)
	250		95, 63 (79)	19, 22 (21)	40, 28 (34)	48, 50 (49)	27, 23 (25)
	500		110, 103 (107)	15, 18 (17)	28, 37 (33)	45, 36 (41)	17, 23 (20)
	1000		85, 43 (64)	6, 2 (4)	17, 17 (17)	40, 26 (33)	17, 19 (18)
S9 Mix (-)	용매대조		120,121,125,128 (124)	24, 22, 19, 20 (21)	42, 41, 44, 40 (42)	71, 67, 77, 76 (73)	51, 59, 61, 45 (54)
	62.5		121, 128 (125)	27, 25 (26)	54, 47 (51)	90, 64 (77)	64, 52 (58)
	125		123, 126 (125)	21, 10 (16)	37, 52 (45)	61, 71 (66)	49, 52 (51)
	250		127, 125 (126)	16, 20 (18)	46, 66 (56)	69, 61 (65)	41, 46 (44)
	500		110, 118 (114)	19, 16 (18)	69, 60 (65)	76, 58 (67)	40, 54 (47)
	1000		98, 102 (100)	25, 10 (18)	72, 38 (55)	42, 67 (55)	26, 18 (22)
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	442, 351 361, 243 (349)	416, 411 405, 383 (404)	207, 188 184, 233 (203)	201, 200 231, 211 (211)	336, 320 310, 299 (316)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	402, 317 411, 109 (310)	98, 145 156, 157 (139)	981, 341 932, 905 (790)	180, 113 156, 179 (157)	141, 143 120, 151 (139)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 가입

표 15. Methyl n-amyl ketone의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소 의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조	88, 87, 87, 92 (89)	36, 33, 44, 33 (37)	36, 32, 30, 35 (33)	17, 22, 16, 14 (17)	16, 14, 22, 10 (16)	
	50	83, 73 (78)	60, 47 (54)	26, 31 (29)	19, 22 (21)	16, 29 (23)	
	100	97, 89 (93)	35, 29 (32)	23, 28 (26)	14, 22 (18)	21, 14 (18)	
	500	88, 59 (74)	50, 20 (35)	39, 23 (31)	15, 19 (17)	22, 30 (26)	
	1000	77, 85 (81)	39, 34 (37)	31, 27 (29)	16, 21 (19)	16, 10 (13)	
	5000	*	*	*	*	*	
S9 Mix (-)	용매대조	83, 64, 82, 83 (78)	41, 47, 43, 37 (42)	30, 27, 30, 35 (31)	48, 56, 35, 46 (46)	36, 18, 39, 28 (30)	
	50	84, 87 (86)	43, 43 (43)	32, 29 (31)	35, 40 (38)	30, 28 (29)	
	100	85, 86 (86)	47, 48 (48)	31, 43 (37)	51, 20 (36)	43, 23 (33)	
	500	40, 85 (63)	44, 38 (41)	29, 36 (33)	34, 36 (35)	40, 35 (38)	
	1000	59, 37 (48)	24, 43 (34)	27, 34 (31)	28, 53 (41)	47, 31 (39)	
	5000	*	*	*	*	*	
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	410, 425 410, 414 (415)	352, 178 220, 142 (223)	308, 310 310, 342 (318)	302, 262 236, 285 (271)	89, 100 108, 97 (99)
			명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA
		colony수/pla	486, 584 503, 493 (517)	145, 101 183, 173 (151)	518, 437 444, 500 (475)	184, 249 206, 220 (215)	186, 195 199, 218 (200)
			명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. () 내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 16. Methyl n-amyl ketone의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		102,95, 103,104 (101)	11, 8, 4, 9 (8)	69, 79, 66, 53 (67)	32, 26, 25, 25 (27)	14, 16, 21, 20 (18)
	313		87, 91 (89)	13, 16 (15)	73, 73 (73)	40, 27 (34)	16, 21 (19)
	625		75, 99 (87)	7, 8 (8)	55, 46 (51)	59, 35 (47)	10, 14 (12)
	1250		85, 105 (95)	10, 15 (13)	67, 56 (62)	26, 26 (26)	19, 15 (17)
	2500		82, 90 (86)	7, 8 (8)	60, 65 (63)	37, 37 (37)	19, 13 (16)
	5000		38, 47 (43)	2, 5 (4)	37, 34 (36)	38, 37 (38)	6, 9 (8)
S9 Mix (-)	용매대조		82, 72, 81, 92 (82)	16, 9, 9, 19 (13)	35, 36, -, - (36)	39, 53, 48, 42 (46)	4, 11, 23, 14 (13)
	313		102, 108 (105)	13, 14 (14)	39, 32 (36)	46, 42 (44)	23, 14 (19)
	625		92, 85 (89)	14, 17 (16)	49, 37 (43)	60, 59 (60)	25, 19 (22)
	1250		100, 88 (94)	15, 15 (15)	48, 47 (48)	59, 57 (58)	15, 24 (20)
	2500		79, 81 (80)	17, 12 (15)	59, 61 (60)	55, 50 (53)	20, 10 (15)
	5000		51, 51 (51)	16, 15 (16)	54, 57 (56)	47, 37 (42)	12, 18 (8)
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
		colony수/pla	408, 376 336, 624 (436)	298, 286 260, 270 (279)	180, 199 180, 194 (188)	928, 796 764, 816 (826)	202, 235 234, 199 (218)
	S9 mix를 필요로 하는 경우	명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	184, 226 224, 240 (219)	126, 118 123, 117 (121)	135, 240 215, 255 (211)	218, 226 218, 316 (245)	115, 113 119, 145 (123)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 17. Methyl isoamyl ketone의 복귀돌연변이 시험결과표 (농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		135,122,119,129 (126)	12, 19, 11, 13 (14)	29, 15, 20, 12 (19)	45, 43, 42, 52 (46)	28, 19, 29, 25 (25)
	50		120, 122 (121)	11, 18 (15)	16, 17 (17)	30, 56 (43)	19, 21 (20)
	100		127, 132 (130)	18, 11 (15)	17, 21 (19)	43, 31 (37)	25, 29 (27)
	500		122, 119 (121)	8, 8 (8)	21, 20 (21)	55, 44 (50)	24, 20 (22)
	1000		126, 123 (125)	16, 7 (12)	25, 22 (24)	41, 38 (40)	15, 21 (18)
	5000		*, *	*, *	*, *	17, 13 (15)	*, *
S9 Mix (-)	용매대조		138,144,133,136 (138)	18, 14, 13, 12 (14)	35, 29, 33, 28 (31)	55, 43, 68, 64 (58)	26, 38, 26, 29 (30)
	50		132, 129 (131)	11, 16 (14)	38, 31 (35)	52, 55 (54)	35, 34 (35)
	100		141, 130 (136)	15, 27 (21)	34, 25 (30)	33, 51 (42)	36, 36 (36)
	500		137, 132 (135)	17, 18 (18)	35, 32 (34)	40, 55 (48)	35, 37 (36)
	1000		134, 128 (131)	11, 14 (13)	32, 26 (29)	48, 48 (48)	31, 27 (29)
	5000		110, 108 (109)	*, *	8, 13 (11)	2, 12 (7)	*, *
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	422, 429 425, 442 (580)	150, 124 143, 144 (140)	656, 628 456, 548 (572)	194, 249 148, 158 (187)	268, 339 291, 270 (292)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
	S9 mix를 필요로 하는 경우	농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	330, 354 413, 348 (361)	296, 354 341, 348 (335)	542, 546 554, 587 (557)	333, 304 324, 241 (301)	266, 191 235, 257 (237)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 18. Methyl isoamyl ketone의 복귀돌연변이 시험결과표(본시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		112,129,125,120 (122)	13, 15, 17, 11 (14)	19, 11, 18, 10 (15)	53, 41, 53, 45 (48)	22, 15, 9, 26 (18)
	62.5		128, 120 (124)	19, 15 (17)	10, 25 (18)	50, 52 (51)	21, 24 (23)
	125		117, 118 (118)	10, 15 (13)	20, 16 (18)	51, 41 (46)	21, 33 (27)
	250		115, 127 (121)	13, 16 (15)	13, 25 (19)	30, 43 (37)	22, 26 (24)
	500		118, 126 (122)	10, 7 (9)	16, 19 (18)	63, 61 (62)	15, 27 (21)
	1000		112, 114 (113)	17, 14 (16)	25, 20 (23)	45, 53 (49)	13, 15 (14)
S9 Mix (-)	용매대조		118,115,124,129 (122)	19, 17, 19, 15 (18)	25, 20, 18, 18 (20)	23, 26, 12, 23 (21)	20, 20, 14, 12 (17)
	62.5		127, 119 (123)	15, 16 (16)	22, 24 (23)	21, 29 (25)	11, 10 (11)
	125		129, 131 (130)	18, 18 (18)	30, 20 (25)	20, 16 (18)	9, 5 (7)
	250		111, 116 (114)	18, 19 (19)	18, 12 (15)	17, 27 (22)	5, 8 (7)
	500		116, 124 (120)	14, 16 (15)	21, 24 (23)	28, 28 (28)	16, 4 (10)
	1000		118, 121 (120)	14, 19 (17)	29, 21 (25)	29, 26 (28)	8, 13 (11)
양성대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	432, 436 413, 429 (428)	165, 207 207, 157 (184)	376, 576 396, 424 (443)	139, 133 145, 179 (149)	176, 155 258, 294 (221)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	349, 342 341, 305 (334)	284, 312 258, 259 (278)	463, 464 462, 489 (470)	271, 212 189, 147 (205)	265, 176 243, 256 (235)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 19. 4-Vinylcyclohexene의 복귀돌연변이 시험결과표(농도결정시험)

대사활성효소의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조		79, 87, 92, 89 (87)	15, 21, 17, 12 (16)	62, 58, 71, 79 (68)	34, 28, 21, 32 (29)	11, 16, 10, 17 (14)
	50		64, 53 (59)	15, 7 (11)	28, 32 (30)	11, 14 (13)	7, 7 (7)
	100		56, 43 (50)	5, 6 (6)	21, 22 (22)	19, 16 (18)	8, 13 (11)
	500		60, 75 (68)	7, 6 (7)	27, 26 (27)	15, 10 (13)	8, 13 (11)
	1000		54, 54 (54)	10, 9 (10)	39, 28 (34)	21, 9 (15)	8, 9 (9)
	5000		45, 29 (37)	8, 4 (6)	22, 19 (21)	14, 7 (11)	6, 3 (5)
S9 Mix (-)	용매대조		128,122,94,127 (118)	15, 10, 14, 18 (14)	35, 48, 49, 35 (42)	53, 36, 37, 42 (42)	33, 15, 22, 30 (25)
	50		103, 108 (106)	11, 17 (14)	36, 32 (34)	51, 45 (48)	27, 21 (24)
	100		109, 118 (114)	12, 7 (10)	39, 42 (41)	42, 50 (46)	30, 21 (26)
	500		54, 71 (63)	8, 12 (10)	42, 47 (45)	37, 39 (38)	14, 19 (17)
	1000		89, 77 (83)	19, 12 (16)	57, 50 (54)	36, 36 (36)	18, 15 (17)
	5000		42, 44 (43)	13, 9 (11)	84, 30 (57)	21, 23 (22)	10, 13 (12)
양성 대조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony수/pla	595, 860 784, 720 (740)	760, 928 656, 676 (755)	259, 277 193, 195 (231)	386, 384 411, 441 (406)	290, 131 174, 450 (261)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
	S9 mix를 필요로 하는 경우	농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony수/pla	920, 908 736, 916 (870)	254, 204 260, 211 (232)	301, 297 424, 272 (324)	488, 529 476, 379 (468)	294, 239 282, 293 (277)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

표 20. 4-Vinylcyclohexene의 복귀돌연변이 시험결과표 (본시험)

대사활성효소 의 유무		시험물질농도 ($\mu\text{g}/\text{plate}$)	복귀돌연변이수 (colony 수/plate)				
			염기치환형			Frameshift형	
			TA100	TA1535	WP2uvrA	TA98	TA1537
S9 Mix (-)	용매대조	131,121,122,129 (127)	19, 16, 10, 17 (16)	34, 29, 32, 33 (32)	29, 27, 33, 31 (30)	14, 23, 22, 20 (20)	
	313	114, 115 (115)	11, 10 (11)	16, 17 (17)	25, 20 (23)	7, 8 (8)	
	625	107, 109 (108)	12, 7 (10)	17, 19 (18)	13, 15 (14)	14, 8 (11)	
	1250	117, 111 (114)	14, 10 (12)	14, 19 (17)	24, 14 (19)	13, 12 (13)	
	2500	114, 108 (111)	10, 7 (9)	17, 13 (15)	26, 15 (21)	16, 16 (16)	
	5000	115, 113 (114)	5, 8 (7)	12, 16 (14)	22, 18 (20)	14, 11 (13)	
S9 Mix (-)	용매대조	143,136,127,140 (137)	18, 18, 17, 24 (19)	31, 28, 35, 28 (31)	27, 41, 33, 24 (31)	24, 18, 15, 16 (37)	
	313	127, 122 (125)	22, 14 (18)	34, 21 (28)	30, 39 (35)	24, 12 (18)	
	625	112, 113 (113)	14, 24 (19)	26, 27 (27)	26, 28 (27)	20, 9 (15)	
	1250	114, 111 (113)	17, 17 (17)	18, 22 (20)	37, 25 (31)	16, 14 (15)	
	2500	114, 111 (113)	13, 9 (11)	16, 16 (16)	31, 19 (25)	13, 24 (19)	
	5000	108, 114 (111)	10, 14 (12)	12, 15 (14)	28, 31 (30)	14, 5 (10)	
양 성 대 조	S9 mix를 필요로 하지 않는 경우	명 칭	AF-2	S. azide	AF-2	AF-2	9AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	0.01	0.5	0.01	0.1	80
	S9 mix를 필요로 하는 경우	colony 수/pla	482, 481 478, 479 (480)	532, 692 524, 452 (550)	180, 224 186, 163 (188)	483, 238 282, 264 (317)	381, 298 289, 227 (299)
		명 칭	2AA	2AA	2AA	2AA	2AA
		농도($\mu\text{g}/\text{pl}$)	1.0	2.0	10.0	0.5	2.0
		colony 수/pla	499, 498 306, 498 (450)	106, 94 59, 82 (85)	452, 414 436, 456 (440)	101, 124 130, 133 (122)	103, 109 117, 101 (108)

비고: 1. 균의 생육저해가 확인되는 경우는 해당 수치에 *를 표시

2. ()내에는 각 plate의 colony수의 평균치를 기입

IV. 결론 및 고찰

본 연구센터에서 1997년 작업환경관리대상물질중 n-amylacetate를 비롯한 10종의 기존화학물질에 대해 미생물을 이용한 복귀돌연변이시험을 실시한 결과, chlorostyrene 3종 (2-chlorostyrene, 3-chlorostyrene 및 4-chlorostyrene)에 있어서 높은 농도에서 세포독성으로 인한 미생물의 생육저해만이 관찰되었을 뿐 대사활성화여부와 관계없이 변이원성을 나타낸 물질은 관찰되지 않았다.

기존의 독성시험결과(RTECS, 1997)에 따르면, n-amylacetate의 경우 사람에게 있어 눈자극성과 호흡기 자극성이 약간 있는 것으로 보고되어 있으며, 급성독성은 없었다.

α -Chloropropionic acid는 급성경구독성 (LD50, 800 mg/kg, rat, 400 mg/kg mouse) 및 급성경피독성(LD50, 126 mg/kg, guinea pig)이 보고되어 있어 이 물질은 유해물질 및 독성물질로 분류된다.

Chlorostyrene의 경우는 보고된 독성자료가 없으며 단지 ACGIH의 허용농도(TLV-STEL, 75ppm; TLV-TWA, 50 ppm)만이 제시되어 있다.

2-N-dibutylaminoethanol은 심한 눈자극성 및 피부자극성이 보고되어 있고, 또한 급성경구독성시험결과(LD50, 1070 mg/kg, rat) 유해물질로, 급성경피독성시험결과 (LD50, 1.68 mg/Kg) 고독성 물질로 분류되며 기타 간독성, 신장독성 및 폐독성이 의심되고 있다.

Ethyl amyl ketone은 급성독성시험결과 독성이 없었으며 단지 피부에 중등도의 자극성이 있음이 보고되어 있다. Methyl n-amyl ketone은 설치류에서 중등도의 피부자극성이 있음이 보고되어 있고 급성경구독성시험결과 (LD50, 1670 mg, rat; 730 mg/kg, mouse) 유해물질로 분류되며 중등도의 피부자극성이 있었다. Methyl isoamyl ketone은 급성독성시험결과 독성이 없음이 보고되었다.

또한 4-Vinylcyclohexene은 급성독성시험결과 (경구독성 LD50, 2.54 mg/kg, rat; 경피독성 LD50, 16.52 mg/kg, rat) 고독성의 물질이며, 신장독성 및 생식독성이 있으며 발암성 특히 생식기에 발암성이 있음이 보고되었다. 4-Vinylcyclohexene은 특히 이미 발암성이 있음이 밝혀졌으나 본 시험연구결과 미생물을 이용한 복귀돌연변이 시험에서 음성을 나타내었다. 따라서 이 물질은 발암과정에 있어 initiation단계에 작용하는 물질이라기 보다 그 이후의 발암과정 즉 promotion에 관련한 물질임을 예측할 수 있으므로 미생물 복귀돌연변이 이외의 다른 유전독성시험실시의 필요성이 있다고 사료되었다.

V. 참 고 문 헌

1. Kim Y., Jung K., Hwang T., Jung G., Kim H., Park J. et al. Hematopoietic & reproductive hazards of Korean electronic workers exposed to solvents containing 2-bromopropane. Scand. J. Work Environ. Health. 1996, 22: 387-391(1996).
2. Maron, D.M. and Ames, B.N. Revised Methods for the Salmonella Mutagenicity Test. Mutation Res. 113, 173-215 (1983).
3. OECD, OECD Guidelines for Testing of Chemicals. 第一法規出版株式會社 (1984).
4. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances(RTECS). National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)(1997).
5. 勞働省 化學物質調査課. 安衛法に おける變異原性試験, 中央勞働災害防止協會
6. 노동부, 환경부. 기준화학물질목록 (1996).