

有機溶媒의 藥害誘發 濃度와 그 症狀

柳柱鉉 · 金鎭石 · 趙匡衍

韓國化學研究所

The Minimum Concentration of Organic Solvents Inducing Phytotoxicity and Their Symptoms

Ju-Hyun Yu, Jin-Seog Kim and Kwang-Yun Cho

The Korea Research Institute of Chemical Technology, P.O. Box 9, Daedeog-Danji,
Daejeon 302-343, Korea

Abstract

The minimum concentrations of organic solvents inducing phytotoxicity were investigated after spraying or flooding solvent solutions to annual plants.

In the foliar treatment of upland test, solvents with high-boiling point or low-polarity induced severe phytotoxicity. Especially, aromatic solvents induced severe phytotoxicity. The most sensitive plant to phytotoxicity was soybean.

In the pre-emergence treatment of upland test, the solvents with high-boiling point only induced phytotoxicity at high concentration.

The degree of phytotoxicity induced by foliar spray in the condition of paddy field was similar to that of upland test, but in the pre-emergence test, the former was more severe than the latter. Among 6 treatments, phytotoxicity induced by solvents was most severe in the pre-emergence test under the condition of flooding paddy field. Generally, alcohols induced severe phytotoxicity, especially, ethanol at 0.001%.

서 론

농약의 액상제제에는 xylene을 비롯하여 많은 종류의 유기용매가 사용된다. 신규농약 개발을 위한 화합물의 스크리닝에서 약제살포액의 조제에는 통상 아세톤 등의 저비점 용매들이 사용되고 있으나, 필요에 따라 실험조건에 합당한 용매가 요구될 수 있다. 그러나 이들 용매는 처리농도에서 대상 식물체에 약해를 유발하지 않아야만 한다.

용매에 의한 약해에 관한 연구는 1950년대에 시작되어 Gast와 Early(1956)²⁾는 옥수수 등 5종의

초종에 대하여 38종의 유기용매에 의한 약해를 조사하고, 용매분류별 약해 유발 정도를 보고하였는바, 지방족·지환족탄화수소, 염화탄화수소 및 에스테르계 용매에 의한 약해가 가장 심하였다고 하였다. 또한 극성이 큰 친수성 용매보다 극성이 작은 친유성 용매에 의한 약해가 더 크다고 하였다. 大塚(1959)³⁾은 비등점이 높고 불포화탄소를 가진 용매일수록 약해유발이 심하며 약해정도는 주변 환경에 의해 크게 좌우된다고 하였다. 中村과 福西(1959)⁴⁾는 약해유발정도에 따라 용매를 5가지로 분류하였는데, xylene은 경미한 약해만을 유발하는 것으로 보고하였으며, 용매의 화학구조와 약해 사이에는 특별한 관계가 없었다고 하였다.

이들의 실험은 식물체를 용매수용액에 침지하였

1989년 4월 15일 수리

Corresponding author: J.H. Yu

기 때문에 실제 농약의 살포방법에 의한 약해유발과는 차이가 있을 것으로 판단된다. 따라서 침지법 이외의 여러가지 방법으로 시료를 처리한 후 약해 유발 최저농도와 그 증상을 조사 검토하여 실제 농약의 제제 및 스크리닝에 있어서 약제 살포액의 조제에 응용하고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 기구

1) 공시식물(Table 1)

발상태 : 콩, 자귀풀, 참비름, 상치, 옥수수, 밀, 바랭이, 독새풀
 건담수상태 : 벼, 논피, 참방동사니, 사마귀풀
 논담수상태 : 벼, 논피, 알방동사니, 사마귀풀, 물달개비, 마디꽃

2) 용매

아세톤을 포함한 유기용매 38종을 사용하였다 (Table 2).

3) 유화제

Tween 20, Span 20을 사용하였다.

4) 손분무기

2. 방법

1) 용매시료의 조제

(1) 발상태와 건담수상태 약해시험

Table 2에서 물에 대한 용해도가 1% 이상인 용매들은 Tween 20 수용액(0.1%)으로 희석하여 100, 10, 1, 0.1, 0.01 및 0.001% 수용액을 조제하였다. 그밖의 용매들은 Tween 20-Span 20 혼합물(HLB 12.0) 0.1% 수용액으로 희석하여 조제하였다.

(2) 논담수상태 약해시험

물에 대한 용해도를 초과하지 않는 농도범위 내에서 증류수로 희석 10, 1, 0.1, 0.01, 0.001 및 0.0001% 수용액을 조제하였다.

2) 식물재료의 육성

(1) 발상태

면적 350cm²의 플라스틱제 사각팟트에 각각의 종자를 조파하고 육성하였다.

(2) 건담수상태

면적 100cm²의 플라스틱제 사각팟트에 종자를 조파하고 저면관수하여 육성하였다. 이때 벼는 미리 쳐아시킨 것으로 어린논의 길이가 1mm 내외인 것을 골라 파종하였다.

(3) 논담수상태

Table 1. Scientific name and abbreviation of test plants

Abbreviation	Scientific name	Korean name	English name
GLXMX	<i>Glycine max</i> (L.) MERR.	콩	Soybean
AESIN	<i>Aeschynomene indica</i> L.	자귀풀	Indian jointvetch
AMAVI	<i>Amaranthus viridis</i> L.	참비름	Pigweed
LACSA	<i>Lactuca sativa</i> L.	상치	Lettuce
ZEAMX	<i>Zea mays</i> L.	옥수수	Corn
TRZAW	<i>Triticum aestivum</i> L.	밀	Wheat
DIGCI	<i>Digitaria ciliaris</i> (RETZ.) KOEL.	바랭이	Carbgrass
ALOAE	<i>Alopecurus aegularis</i> var. <i>amurensis</i> (KOMAR.) OHWI	독새풀	Water foxtail
ORYSA	<i>Oryza sativa</i> L.	벼	Rice
ECHOR	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i> (VASING.) OHWI	강피	Barnyardgrass
CYPIR	<i>Cyperus iria</i> L.	참방동사니	Rice flatsedge
ANEKE	<i>Aneilema keisak</i> HASSK.	사마귀풀	Dayflower
CYPDI	<i>Cyperus difformis</i> L.	알방동사니	Smallflower flatsedge
MOOVA	<i>Monochoria vaginalis</i> (BURM.f.)PRESL.	물달개비	Monochoria
ROTIN	<i>Rotala indica</i> (WILLD.) KOEHNE	마디꽃	Toothcup

Table 2. The minimum concentration of solvents inducing phytotoxicity(%)
(upland, post-emergence, foliar application)

No.	Solvents	GLXMX	AESIN	AMAVI	LACSA	ZEAMX	TRZAW	DIGCI	ALOAE
* 1	Ethyl ether	—	—	—	10	100	100	—	—
* 2	Dichloromethane	50	50	50	10	1	50	50	50
3	Petroleum ether	10	—	100	10	100	10	100	—
* 4	Acetone	100	100	100	100	50	100	100	100
5	Chloroform	5	5	5	50	5	50	5	50
* 6	Methanol	—	100	100	100	50	100	100	50
* 7	Tetrahydrofuran	100	100	100	100	50	100	50	100
8	n-Hexane	10	10	100	100	100	10	100	100
9	Carbon tetrachloride	10	5	5	5	5	10	5	50
*10	Ethyl acetate	10	10	10	10	10	10	100	10
*11	Ethanol	100	50	100	100	50	100	50	50
*12	Methyl ethyl ketone	100	100	—	100	100	100	100	—
13	Benzene	5	5	5	5	5	1	5	50
*14	Acetonitrile	100	100	100	100	50	100	—	100
*15	2-Propanol	10	100	100	100	100	10	100	100
*16	tert-Butanol	100	—	100	100	100	100	100	100
17	1,2-Dichloroethane	100	10	10	100	10	100	10	100
18	n-Heptane	10	100	100	100	10	100	100	100
19	Isooctane	100	100	100	100	100	100	100	100
*20	Dioxane	100	100	100	100	50	100	100	100
21	Toluene	10	10	100	100	10	10	100	100
*22	Pyridine	100	100	100	100	100	100	100	100
*23	Methyl isobutyl ketone	10	10	50	50	10	10	50	50
*24	1-Butanol	10	100	100	100	100	10	100	100
*25	2-Methoxyethanol	10	100	100	100	100	100	100	100
26	Chlorobenzene	1	5	5	5	0.5	1	1	5
*27	2-Ethoxyethanol	50	50	50	50	50	50	50	50
28	m-Xylene	5	5	0.5	0.5	0.5	5	5	5
29	Styrene	1	1	1	1	1	1	10	10
*30	N,N-Dimethylformamide	10	50	50	50	50	10	50	10
*31	Cyclohexanone	5	5	5	10	5	5	5	50
*32	Propylene glycol	10	10	100	100	100	100	10	10
*33	Dimethyl sulfoxide	5	5	10	10	5	5	5	5
*34	Ethylene glycol	10	5	50	50	5	5	5	5
*35	Isophorone	1	5	5	1	5	1	5	5
36	Kerosene	100	100	10	100	100	100	100	100
37	Methylnaphthalene	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5
*36	Diethylene glycol	100	10	100	100	10	10	10	10

* : Solvents soluble in water over than one percent.

— : No Phytotoxicity was observed.

직경 9cm 높이 10.5cm인 스티로폴 원형접에 곤죽한 논토양을 높이 2/3 가량 채우고 종자를 파종하였다. 이때 역시 벼는 1mm 정도 최아된 것을 사용하였다. 파종후에는 수심 2.5cm(150ml)로 관수하여 생육시켰다.

각 상태 공히 발아전 처리용으로써는 파종 1~2일후, 발상태·전답상태의 경엽처리와 논담수상태 발아후 처리용으로써는 파종후 10~14일간 육성(2~4엽기)한 유묘를 재료로 사용하였다.

3) 시료의 처리

(1) 발상태와 전답상태의 처리

발아전 처리와 경엽처리 공히 발상태의 경우 약 3.5g, 전답상태의 경우 약 1g의 용매시료가 처리되도록 손분무기로 살포하였다(이는 통상 농약의 살포시 10a당 100L의 비율로 계산한 수치임).

(2) 논담수상태의 처리

처리전에 포트내의 물을 배수시키고 각 농도의 시료용액 150ml를 부어 주었다.

4) 약해의 검정

발상태 경엽처리의 경우 시료 살포 4일후에, 토양처리의 경우는 12일 후에 검정하였고, 전답상태 경엽처리와 논담수상태 발아후 처리의 경우 시료 처리 6일 후에, 토양처리와 발아전 처리는 10일 후에 각각 약해를 달관 조사하였다. 이때 약해정도는 백분율로 판정하고 각각의 약해증상을 기록하였다. 모든 시험은 뜻반복없이 개체반복을 두어 수행하였으며 그 결과는 용매를 비등점이 높아지는 순으로 정리한 후 각 용매의 약해유발 최저농도를 Table에 나타내었다. 발상태 시험은 86년 9~10월에, 전답상태와 논담수상태 시험은 87년 4~7월에 온실에서 실시하였으며, 이때 야간 평균기온은 15°C, 주간 평균기온은 30°C였다.

결과 및 고찰

1. 발상태

경엽처리후 식물체는 대부분의 경우 시료의 살포후 24시간내에 약해가 유발되었다. 경미한 약해를 입은 초종은 경시적으로 서서히 회복되었으나 심한 약해를 받은 것은 고사 또는 성장억제현상을 보였다. 그 증상을 나열하면 고농도 용매 시료가 식물체와 접촉한 후 휘발되기 전에 조직이 물러져 회복 불가능상태가 되는 것, 국부적으로 흰색 혹은 갈색의 반점을 형성하면서 주변부위 혹은 중앙부위로부터 위조하여 고사하는 경우가 대표적이었

으며, 처리 당시 전개되지 않았던 잎은 주름이 지거나 비정상적인 모양을 나타내기도 하였다.

경엽처리에서 약해유발 최저농도는 용매의 극성, 비등점, 비중 및 점도 등의 성질과 다소 관련이 있는 것으로 보였다. 즉 처리한 용매시료 중 극성이 크고 비등점이 낮은 methanol, acetone 및 acetonitrile은 극성이 작고 비등점이 높은 m-xylene과 methylnaphthalene에 비해 약해유발 최저농도가 100배 이상 높았다. 대상식물중 콩의 경우 용매의 비등점과 약해유발 최저농도의 상용대수값간에 부의 상관관계($r = -0.4662$)**가 인정되었다(Fig. 1).

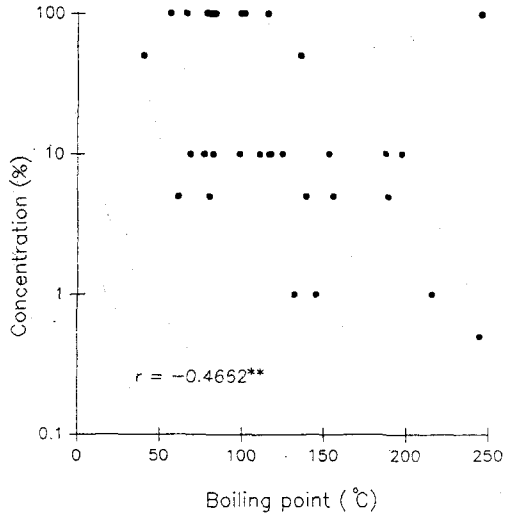


Fig. 1. Relationship between the boiling points and the minimum concentrations of solvents inducing phytotoxicity to soybean.

포화탄화수소계 용매는 고농도에서도 약해유발이 적었으나 이것들에 염소가 치환된 용매에서는 약해가 다소 심하게 나타났다(Table 2). 이는 비중이 큰 염소로 인하여 살포액의 비중이 증가하고 살포시 분무입적의 크기가 증가하여 상대적으로 오랜시간 동안 엽면에서 잔류하였기 때문으로 생각된다. 알콜류와 비등점이 낮은 케톤 혹은 에테르계 용매에 의한 약해는 중간 정도였으며, 방향족용매에 의한 약해가 가장 심하였다. 특히 제제용 용매로써 많이 사용되는 m-xylene과 methylnaphthalene은 약해유발이 가장 심하여 0.5% 농도에서도 약해를 유발하였다. 반면에 수용성이며 복소환 구조인 tetrahydrofuran과 pyridine은 약해가 가장 적었다. 용매에 의한 약해반응에 가장

민감한 초종은 콩이었으며 상처가 가장 둔감하였다.

한편 Gast 등의 시험은 식물, 용매의 종류 및 처리방법에 있어서 본 시험과 다소 차이가 있으나 Gast 등의 시험에 의한 약해정도는 본 시험결과와 대등하였거나 일부 시료의 약해유발 최저농도에 있어서 50배까지 낮은 것도 있었다. 이는 식물체에 부착되는 용매시료량이 침지법에서 상대적으로 많고 그로 인하여 증발시간이 길어짐에 그 원인이 있는 것으로 추정된다.

발상태 토양처리에서의 약해유발은 용매의 비등점이 유일한 요인으로 작용하여 비등점이 높고 (110°C 이상) 분자량이 비교적 큰 2가 alcohol과 alkoxyethanol, isophorone, dimethylsulfoxide 및

m-xylene을 비롯한 일부 방향족 용매만이 고농도에서 약해를 유발하였다(Table 3). 그 증상은 발아억제 및 발아후 초기생육을 저해하거나, 신생엽 전개에 기형을 유발하는 것 등이 대표적이었다.

2. 건답상태

경엽처리에서의 약해는 발상태의 경우와 유사한 경향이었으나 전반적으로 약해가 다소 적게 나타났다(Table 4). 특히 벼를 포함한 전식물이 용매의 비등점과 약해유발 최저농도의 상용대수값간에 부의 상관관계($r = -0.6740$ ***)를 나타내어 비등점이 높을수록 더 낮은 농도에서 약해를 유발하였다(Fig. 2).

Table 3. The minimum concentration of solvents inducing phytotoxicity(%) (upland, pre-emergence, soil application)

No.	Solvents	GLXMX	AESIN	AMAVI	LACSA	ZEAMX	TRZAW	DIGCI	ALOEAE
22	Pyridine	100	100	100	100	—	100	100	100
25	2-Methoxyethanol	1	10	10	10	10	10	10	10
27	2-Ethoxyethanol	10	1	1	1	10	10	1	1
28	m-Xylene	—	100	100	100	100	100	100	—
29	Styrene	100	—	100	100	100	100	—	—
32	Propylene glycol	100	100	100	100	100	100	100	100
33	Dimethylsulfoxide	100	10	10	10	10	10	10	10
34	Ethylene glycol	100	100	100	100	100	100	100	10
35	Isophorone	10	10	10	10	10	10	10	10
36	Kerosene	100	100	100	100	100	100	100	100
37	Methyl naphthalene	10	100	10	10	10	10	10	100
38	Diethylene glycol	10	10	10	100	10	10	10	10

No phytotoxicity was observed in other solvents at all concentrations tested.

발아전 처리의 경우 발상태의 경우보다 약해유발이 심하였는데 이는 토양수분에 용매시료의 일부가 흡수, 용해되어 발아하는 식물이 보다 장시간 용매와 접촉한 결과로 추정된다. 벼에서 특히 약해가 많이 유발된 것은 최아된 종자를 사용함으로써 살포된 용매시료가 유아부에 직접 접촉되었기 때문으로 생각된다(Table 5).

3. 논답수상태

발아후 처리에서는 0.1~10% 농도에서 약해를 유발하였으며, 시료식물간에 큰 차이는 보이지 않았다. 벼에 있어서 용매의 비등점과 약해유발최저

농도간에는 상관관계($r = -0.2059$)를 인정할 수 없었으나 알방동산이의 경우 부의 상관관계($r = -0.5219$ ***)를 나타내었다(Fig. 3).

Table 6에 의하면 약해 유발이 가장 심한 용매는 alkoxyethanol과 carbon tetrachloride였다. 대부분의 식물체는 용매수용액의 접촉부위에서 탈색·부패의 약해를 나타냈지만 dimethyl sulfoxide, dimethylformamide 경우 벼와 피의 잎끝을 위조시키는 것으로 보아 용매자체가 흡수 이행되거나 근부의 생리 저해 등 식물체내의 신진대사를 교란하는 것이 아닌가 여겨진다.

발아전처리 시험에서는 alcohol, glycol 및 alko-

Table 4. The minimum concentration of solvents inducing phytotoxicity(%)
(dry paddy field, post-emergence, foliar application)

No.	Solvent	ORYSA	ECHOR	CYPIR	ANEKE
1	Ethyl ether	10	100	100	100
2	Dichloromethane	10	10	10	10
3	Acetone	—	100	100	—
4	Chloroform	10	10	10	10
5	Methanol	100	—	—	0
6	Tetrahydrofuran	—	100	—	—
7	n-Hexane	100	100	10	100
8	Carbon tetrachloride	10	10	10	10
9	Ethyl acetate	100	100	100	—
10	Ethanol	—	—	100	100
11	Methyl ethyl ketone	100	100	100	—
12	Benzene	100	10	100	100
13	Acetonitrile	—	—	—	—
14	2-Propanol	100	100	100	100
15	tert-Butanol	100	100	100	100
16	1,2-Dichloroethane	10	10	100	10
17	n-Heptane	100	10	10	100
18	Isooctane	10	10	10	10
19	Dioxane	100	100	—	—
20	Toluene	100	10	10	10
21	Methyl isobutyl ketone	10	10	100	100
22	1-Butanol	100	100	100	100
23	2-Methoxyethanol	1	1	10	10
24	Chlorobenzene	1	1	10	1
25	2-Ethoxyethanol	100	10	100	10
26	m-Xylene	10	10	10	10
27	Styrene	1	1	10	1
28	N,N-Dimethylformamide	10	10	10	10
29	Cyclohexanone	10	10	100	10
30	Propylene glycol	1	10	10	10
31	Dimethyl sulfoxide	1	1	1	1
32	Ethylene glycol	1	1	1	10
33	Isophorone	1	10	10	10
34	Methylnaphthalene	1	1	1	1
35	Diethylene glycol	1	1	10	10

No phytotoxicity was observed in other solvents at all concentrations tested.

xyethanol 에서 심하게 약해가 유발된 것 이외에 는 발아후 처리와 유사하였다. 또한 건조중에서 용매의 비등점과 상관관계($r=-0.1931$)를 인정할 수 없었다.

Acetone과 acetonitrile은 10% 이하의 농도에서 약해를 유발하지 않았으나 alcohol계(1가 및 2가) 용매들은 식물체의 심한 부패, 토양의 적변 등 특이한 현상을 나타내었으며, 특히 ethanol은 초중

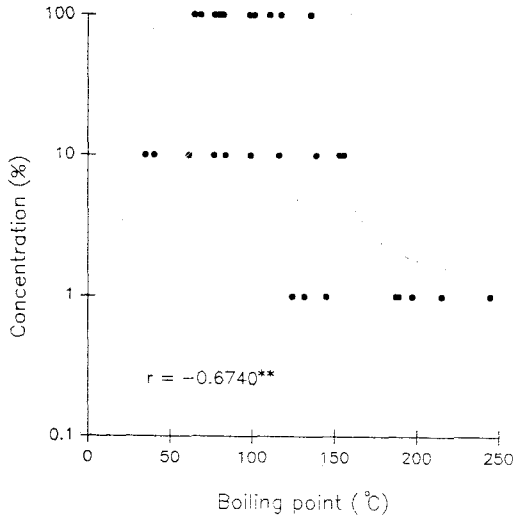


Fig. 2. Relationship between the boiling points and the minimum concentrations of solvents inducing phytotoxicity to rice.

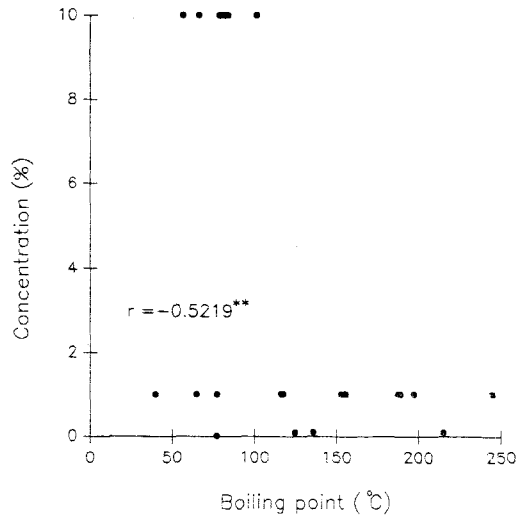


Fig. 3. Relationship between the boiling points and the minimum concentrations of solvents inducing phytotoxicity to smallflower flatsedge.

Table 5. The minimum concentration of solvents inducing phytotoxicity(%) (dry paddy field, pre-emergence, soil application)

No.	Solvent	ORYSA	ECHOR	CYPIR	ANEKE
4	Cholroform	100	—	—	—
10	Ethanol	—	—	100	—
12	Benzene	100	—	—	—
17	n-Heptane	100	—	—	—
18	Isooctane	100	—	—	—
21	Methyl isobutyl ketone	100	—	—	—
22	1-Butanol	100	—	100	100
23	2-Methoxyethanol	1	10	10	1
24	Chlorobenzene	100	—	—	—
25	2-Ethoxyethanol	10	10	10	10
26	m-Xylene	100	100	—	—
27	Styrene	100	100	—	—
28	N,N-Dimethylformamide	100	100	—	—
29	Cyclohexanone	100	—	100	100
30	Propylene glycol	100	10	100	100
31	Dimethyl sulfoxide	10	10	10	10
32	Ethylene glycol	100	100	10	100
33	Isophorone	10	100	100	10
34	Methylnaphthalene	10	10	10	10
35	Diethylene glycol	10	10	10	100

No phytotoxicity was observed in other solvents at all concentrations tested.

Table 6. The minimum concentration of solvents inducing phytotoxicity(%)
(flooded paddy field, post-emergence)

No.	Solvents	ORYSA	ECHOR	CYPDI	ANEKE	MOOVA	ROTIN
1	Ethyl ether	—	—	—	—	—	—
2	Dichloromethane	—	—	1	1	1	—
3	Acetone	10	—	10	10	10	10
4	Chloroform	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
5	Methanol	1	1	1	1	1	10
6	Tetrahydrofuran	10	10	10	10	10	10
7	Carbon tetrachloride	(0.01)	(0.01)	0.01	0.01	0.01	0.01
8	Ethyl acetate	8	8	1	8	1	8
9	Ethanol	10	10	10	10	10	10
10	Methyl ethyl ketone	10	—	10	10	10	10
11	Benzene	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
12	Acetonitrile	—	10	10	10	10	10
13	2-Propanol	10	10	10	10	10	10
14	tert-Butanol	10	10	10	10	10	10
15	1,2-Dichloroethane	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	0.1	(0.1)
16	Dioxane	10	10	10	10	10	10
17	Toluene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
18	Methyl isobutyl ketone	1	—	1	1	1	1
19	1-Butanol	1	1	1	1	1	1
20	2-Methoxyethanol	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
21	Chlorobenzene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
22	2-Ethoxyethanol	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
23	m-Xylene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
24	Styrene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
25	N,N-Dimethylformamide	1	1	1	1	1	1
26	Cyclohexanone	1	1	1	1	1	1
27	Propylene glycol	0.1	0.1	1	1	1	1
28	Dimethyl sulfoxide	1	1	1	1	1	10
29	Ethylene glycol	0.1	1	1	1	1	1
30	Isophorone	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
31	Methylnaphthalene	0.1	0.1	(0.1)	(0.1)	(0.1)	0.1
32	Diethylene glycol	1	1	1	1	1	10

() : No phytotoxicity was observed at concentration lower than water solubility of solvent.

에 따라 0.001%에서도 약해를 유발하였다. 특이한 것은 methanol 1% 수용액이 10% 수용액보다 약해 유발이 현저하였음을 반복시험을 통하여 확인한 것이다. Propylene glycol과 ethoxyethanol은 뿌리 생육을 억제하여 착근이 용이하지 않아 식물체가 모두 물표면에 부유하는 현상을 보였다. Dimethyl sulfoxide와 dimethylformamide는 역시

화분과 초종의 싹끝을 위조시켰다.

m-Xylene 등 일부 친유성 용매는 유화제를 사용한 유탁액으로 처리할 경우 유화제 자체에 의한 약해, 용매와의 상호작용 및 유탁액의 경시적 안정성 때문에 다른 보조제를 사용하지 않은 수용액으로 시험하였고 따라서 모두 물에 대한 용해도 범위내의 농도에서 실시하였다. 이들 중 carbon

Table 7. The minimum concentration of solvents inducing phytotoxicity(%)
(paddy field, pre-emergence)

No.	Solyents	ORYSA	ECHOR	CYPDI	ANEKE	MOOVA	ROTIN
1	Ethyl ether	—	—	—	—	—	—
2	Dichloromethane	1	—	1	1	1	1
3	Acetone	—	—	—	10	—	10
4	Chloroform	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
5	Methanol	0.1	1	1	1	10	1
6	Tetrahydrofuran	1	1	—	10	10	10
7	Carbon tetrachloride	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
8	Ethyl acetate	1	8	1	1	1	1
9	Ethanol	0.001	0.01	0.001	0.1	1	0.01
10	Methyl ethyl ketone	1	10	10	1	1	10
11	Benzene	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
12	Acetonitrile	10	10	—	10	—	—
13	2-Propanol	0.1	0.1	0.1	1	1	0.1
14	tert-Butanol	1	1	10	10	1	1
15	1,2-Dichloroethane	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
16	Dioxane	1	10	10	10	1	1
17	Toluene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
18	Methyl isobutyl ketone	—	—	—	—	—	—
19	1-Butanol	0.1	1	1	1	1	1
20	2-Methoxyethanol	0.1	0.1	0.01	0.01	0.1	0.01
21	Chlorobenzene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
22	2-Ethoxyethanol	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01
23	m-Xylene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
24	Styrene	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
25	N,N-Dimethylformamide	1	1	10	1	1	1
26	Cyclohexanone	1	1	1	1	1	1
27	Propylene glycol	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
28	Dimethyl sulfoxide	1	1	10	10	1	1
29	Ethylene glycol	0.01	1	1	0.1	0.1	0.01
30	Isophorone	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
31	Methylnaphthalene	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
32	Diethylene glycol	1	1	1	0.1	0.1	0.1

() : No phytotoxicity was observed at concentration lower than water solubility.

tetrachloride만이 발아후처리 0.01% 농도에서 심한 약해를 유발하였을 뿐 대부분의 시료가 수용해도 범위내에서 약해 유발이 없었다(Table 7).

초 록

1) 발상태 경엽처리에서 비등점이 높은 용매일

수록 더 낮은 농도에서 약해를 유발하였으며, 방향족 용매의 약해유발 최저농도가 가장 낮았다. 용매에 의한 약해에 가장 민감한 식물은 콩, 둔감한 식물은 상치였다.

2) 발상태 발아전 토양처리에서는 비등점이 높은 용매만이 고농도에서 약해를 유발하였다.

3) 건답상태 경엽처리는 발상태의 결과와 유사

하였으나 용매의 비등점과 약해 유발최저농도간에는 고도로 유의한 부의 상관관계가 인정되었다. 발아전 처리에서는 발상태보다 약해유발이 심하였다.

4) 논담수상태 시험에서는 발아전처리에서 약해유발이 심하였으며 가장 약해가 심한 것은 알콜류로 ethanol은 0.001%에서도 약해를 유발하였다.

참 고 문 헌

1. 鈴木照磨 : 農藥製劑學(1965)
2. Gast, R. and Early, J.: *Agric. Chem.*, 11 : 42(1956)
3. 大塚清次 : 農藥檢査所報告, 5 : 62(1959)
4. 中村啓一, 福西靜枝 : 三共高峰研究所 年報, 11 : 203(1959)