

リン化水素くん蒸による種苗類の障害調査

横山武彦・小川 昇¹⁾

横浜植物防疫所調査研究部

Injuries of Nursery Plants with Phosphine Fumigation. Takehiko Yokoyama and Noboru Ogawa¹⁾ (Research Division, Yokohama Plant Protection Station, 1-16-10 Shinyamashita, Naka-ku, Yokohama 231-0801, Japan,

¹⁾ Chubu-airport Sub-station, Nagoya Plant Protection Station). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan*. **49**: 47–51 (2013).

Abstract: Chemical injury from phosphine (PH₃) fumigation to nursery plants was examined. Nursery plants selected from 19 genera were fumigated with phosphine at 15°C at 1.5 or 3.0 mg/l for 24 hours. After phosphine fumigation, no injury was observed on any of the genera except for *Phalaenopsis* sp., *Helleborus* sp., *Clematis* sp., *Kalanchoe* sp., and *Hedera* sp.

Key words: fumigation, nursery plant, ornamental plant, plant injury, phosphine

緒 言

臭化メチル(CH₃Br)は、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」においてオゾン層破壊物質に指定され、その製造、消費及び貿易が規制されている。現段階では、植物検疫用途の臭化メチルは規制対象から除外されているものの、植物検疫措置における臭化メチル代替技術への転換、臭化メチル使用量の削減等が求められている(IPPC, 2008)。我が国でも、検疫用臭化メチルの削減に向け、様々な代替技術の研究が進められているが、種苗類について有効な技術開発が進んでいないのが現状である。このような状況の中、宿谷ら(2012)は、草花苗、観葉植物及び球根の計8属を対象にリン化水素(PH₃)くん蒸による障害の発生状況を調査し、一部の草花、観葉植物に比較的小さい障害症状が認められたものの、多くの草花、観葉植物で、障害が発生しない可能性が認められたとしている。そこで、さらに対象植物の種類や供試形態を増やし、リン化水素くん蒸による種苗類での障害発生状況を調査した。

材料及び方法

1. 供試植物及び供試形態

(1)供試植物

供試した植物は、2007年から2009年の輸入植物検疫統計(植物防疫所 2008, 2009, 2010)をもとに、種苗類として輸入検査数量、消毒件数が多いものから、発見害虫も考慮して、アガパンサス属(*Agapanthus* sp.)、アリウム属(*Allium* sp.)、カルーナ属(*Calluna* sp.)、キク属(*Chrysanthemum* sp.)、ク

レマチス属(*Clematis* sp.)、ナデシコ属(*Dianthus* sp.)、デンドロビウム属(*Dendrobium* sp.)、ドラセナ属(*Dracaena* sp.)、トウダイグサ属(*Euphorbia* sp.)、フィカス属(*Ficus* sp.)、ヘデラ属(*Hedera* sp.)、ヘレボルス属(*Helleborus* sp.)、ヘメロカリス属(*Heimerocallis* sp.)、カランコエ属(*Kalanchoe* sp.)、ファレノプシス属(*Phalaenopsis* sp.)、バラ属(*Rosa* sp.)、サンセベリア属(*Sansevieria* sp.)、シェフレラ属(*Schefflera* sp.)及びチランジア属(*Tillandsia* sp.)の計19属を選定し、それぞれの属毎に品種や系統、色などの異なる1～10品種を入手し供試した。

(2)供試形態

供試形態は、各植物の輸入形態を考慮し、ポット苗、植物体のみ(根付きで根回りの土等を除去したもの)、挿し穂、または鱗片の状態で供試した。なお、一部の属では複数の形態で試験を実施した。

各属の供試形態、1試験区あたりの供試数、試験反復数及び品種又は系統については、第1表に記載した。

ポット苗のうち、ナデシコ属は根回りが2cm×2cm×4cmのプラグ苗を用いた。また、植物体のみ(苗のうちチランジア属を除くサンセベリア属、キク属、バラ属及びドラセナ属は、ポット苗を入手し、くん蒸直前に水で根周りの土を洗い落とししたもの)を供試した。これら植物体のみ(苗)については、くん蒸中の乾燥防止のため、キク属及びバラ属では根回りに水を含ませた脱脂綿、または、吸水紙を巻いた状態でくん蒸し、ドラセナ属では少量の水を入れた三角フラスコに水挿しした状態で供試した。

また、挿し穂も同様に乾燥防止のため、キク属では切り口

¹⁾ 名古屋植物防疫所中部空港支所
E-mail: yokoyamata@pps.maff.go.jp

第1表 供試植物の種類とその形態、反復数（供試数）及び品種

植物の種類 (属名)	供試形態及び反復数（1区あたり供試数）				品種数	品種名又は系統
	ポット苗	植物体のみ	挿し穂	鱗茎		
<i>Agapanthus</i> sp.	1 (1)				2	白色系、青色系
<i>Allium</i> sp.				2 (5)	1	葉ニンニク(鱗茎苗)
<i>Calluna</i> sp.	2 (1)				3	白色系、ピンク系、赤色系
<i>Chrysanthemum</i> sp.		2 (1-2)	2 (1-3)		10	大輪系:歌麿、山手の実、山手乙女、国華頭領、銀泉、清美の春雨 小輪系:歌人、ひまわり、ほほえみ、秋の梅
<i>Clematis</i> sp.	1 (1)				2	踊場、穂高
<i>Dendrobium</i> sp.	1 (1)				2	フォーミディブル系、デンファレ系
<i>Dianthus</i> sp.	2 (3)		2 (3)		1	八重咲き系カーネーション(混色)
<i>Dracaena</i> sp.	2 (1)	1 (2)	1 (2)		1	<i>Dracaena sanderiana</i>
<i>Euphorbia</i> sp.	2 (1)		2 (1)		1	赤色系
<i>Ficus</i> sp.	2 (1)				1	ブミラ
<i>Hedera</i> sp.	2 (1)		2 (2)		2	斑入り系、斑無し系
<i>Helleborus</i> sp.	1 (1)				3	赤色系、紫色系、白色系
<i>Hemerocallis</i> sp.	1 (1)				3	レモンイエロー、ショップフィンガーアンファンク、バードンミー
<i>Kalanchoe</i> sp.	1 (1)		2 (1-2)		3	赤色系、ピンク色系、白色系
<i>Phalaenopsis</i> sp.	1 (1)				3	ミディー、白大輪、ピンクロマンズ
<i>Rosa</i> sp.		2 (1)	2 (2)		1	アンジェラ
<i>Sansevieria</i> sp.	2 (1)	2 (1)			1	サンセベリア
<i>Schefflera</i> sp.	2 (1)				1	カボック
<i>Tillandsia</i> sp.		1 (1)			3	<i>T.ionantha</i> , <i>T.capitata</i> , <i>T.butzii</i>

を水で含ませた脱脂綿で覆い、それ以外の属ではビーカーに水挿しした状態で供試した。

鱗片のアリウム属は、鱗片の薄い外皮を除いたものを供試した。

2. 供試薬剤、くん蒸条件及びくん蒸方法

(1) 供試薬剤

ボンベに充填されたリン化水素（化学式： PH_3 、高千穂工業(株)製、13.22%、 N_2 バランス。）を用いた。

(2) くん蒸条件

くん蒸条件は、相馬ら（2002）の調査でカンザワハダニ（*Tetranychus kanzawai*）、コウノシロハダニ（*Eotetranychus sexmaculatus*）及びナミハダニ（*Tetranychus urticae*）の各態で殺虫効果が確認されたくん蒸条件を参考に、薬量をリン化水素として1.5 mg/l、くん蒸時間を24時間、くん蒸温度を15℃とした。また、薬量による障害発生状況を比較するため、同条件で薬量を2倍の3.0 mg/lとした倍量区を設けた。

(3) くん蒸方法

くん蒸は、15℃の定温庫内に設置した内容積約30lのアクリル樹脂製のくん蒸箱（ガス投薬孔、ガス採取孔、ガス排出孔付き）を用いて行った。投薬は、ボンベに充填されたリン化水素（ガス体）をシリンジにより所定量採取して、くん蒸箱に投薬することにより行った。くん蒸終了後は、排気装置により約3 l/minで1時間排気した。

3. ガス濃度測定

くん蒸中のリン化水素ガス濃度は、くん蒸開始1、4及び24時間後に、TCDを装着したガスクロマトグラフ(GC-2014: 株島津製作所製)により測定した。

4. 障害調査

くん蒸後の植物は、くん蒸後に温室内（夏期27℃、秋期開放、冬期20℃に設定）で2ヵ月間栽培し、障害の有無を観察した。

栽培方法は、ポット苗については、ポット苗の状態のまま栽培した。植物体のみは、サンセベリア属、キク属及びバラ属は培養土を入れたポットに植え戻し、ドラセナ属は水差しのまま栽培した。また、ナデシコ属、バラ属、キク属及びヘデラ属の挿し穂は、くん蒸後、発根促進剤（商品名：ルートン、有効成分：アルファナフチルアセトアミド0.4%、石原産業(株)製）を切り口に塗布し、挿し床に挿した。挿し床は、それぞれナデシコ属及びバラ属では細かい鹿沼土、キク属及びヘデラ属では培養土、カラコエ属では川砂を用い、ドラセナ属及びトウダイグサ属では水挿しの状態で栽培した。鱗片のアリウム属は、くん蒸後培養土を入れたプランターに植え付け栽培した。

障害の発生状況については、栽培期間中に茎葉、花などを観察し無処理区との比較により障害の発生状況を調査するとともに、2ヶ月の栽培終了時に可能な範囲で根の状況を観察

第2表 投薬1時間後、24時間後のガス濃度及びガス残存率

供試植物 (属名)	1.5 mg/l 区			3.0 mg/l 区		
	1時間後	24時間後	ガス残存率 (%)	1時間後	24時間後	ガス残存率 (%)
ポット苗						
<i>Dianthus</i> sp. ¹⁾	1.60	1.54	102.7	3.11	3.14	104.5
<i>Phalaenopsis</i> sp.	1.46	1.39	92.7	2.99	2.73	91.1
<i>Dendrobium</i> sp.	1.42	1.02	67.9	3.16	2.42	80.7
<i>Helleborus</i> sp.	1.55	1.15	76.7	3.06	2.46	82.0
<i>Sansevieria</i> sp.	1.51	1.29	85.7	2.93	2.68	89.2
<i>Clematis</i> sp.	1.34 ²⁾	1.11	74.0	3.05 ²⁾	2.41	80.3
<i>Kalanchoe</i> sp.	1.55	1.00	66.7	3.06	2.36	78.7
<i>Dracaena</i> sp.	1.46	1.38	92.0	2.99	2.94	97.8
<i>Hedera</i> sp.	1.48	1.32	87.7	3.01	2.85	95.0
<i>Ficus</i> sp.	1.57	1.30	86.7	3.18	2.62	87.3
<i>Calluna</i> sp.	1.57	1.25	83.3	2.99	2.53	84.3
<i>Euphorbia</i> sp.	1.49	1.38	91.7	2.97	2.76	92.0
<i>Schefflera</i> sp.	1.53	1.35	90.0	3.04	2.80	93.3
<i>Agapanthus</i> sp.	1.50	1.07	71.3	3.01	2.20	73.3
<i>Hemerocallis</i> sp.	1.51	1.02	68.2	3.06	2.33	77.7
植物体のみの苗						
<i>Chrysanthemum</i> sp.	1.56 ²⁾	1.50	100.0	3.09 ²⁾	3.05	101.7
<i>Tillandsia</i> sp.	1.59	1.48	98.7	3.07	3.02	100.7
<i>Sansevieria</i> sp.	1.46	1.47	98.0	2.98	3.00	100.0
<i>Dracaena</i> sp.	1.52	1.52	101.3	3.05	3.06	102.0
<i>Rosa</i> sp.	1.54	1.36	90.3	3.14	2.90	96.5
挿し穂						
<i>Chrysanthemum</i> sp.	1.55 ²⁾	1.57	104.7	3.10 ²⁾	3.05	101.7
<i>Dianthus</i> sp.	1.58 ²⁾	1.61	107.0	3.13	3.15	104.8
<i>Kalanchoe</i> sp.	1.54	1.53	101.7	3.11	3.08	102.5
<i>Dracaena</i> sp.	1.52	1.52	101.3	3.05	3.06	102.0
<i>Rosa</i> sp.	1.56	1.53	101.7	3.19	3.09	102.8
<i>Hedera</i> sp.	1.44	1.38	92.0	3.08 ²⁾	3.04	101.3
<i>Euphorbia</i> sp.	1.54	1.55	103.3	3.09	3.08	102.5
鱗茎						
<i>Allium</i> sp.	1.61	1.54	102.7	3.22	3.10	103.2

1): プラグ苗

2): 4時間後のガス濃度

した。

結果及び考察

今回調査を行った19属の種苗類のうち、ファレノプシス属、ヘレボルス属、クレマチス属、カランコエ属及びヘデラ属の5属については障害が発生し、リン化水素によるくん蒸は有効ではないが、他の14属ではその有効性が示唆された。

1. くん蒸中及びくん蒸終了時のガス濃度

投薬1時間後及びくん蒸24時間後の庫内のガス濃度及びガス残存率は、第2表のとおりである。投薬初期(1時間後[4時間後])のガス濃度は、クレマチス属の1.5 mg/l区で投薬量の約90%のガス濃度とやや低かったものの、それ以外では、95～107%と高いガス濃度を示した。ガス濃度は、時間の経過とともに減少し、くん蒸終了時(24時間後)のガス残存率は、ポット植え苗で約67～103%、植物体のみの苗で約90～102%で、挿し穂で約92～107%、球根で約103%となった。ガス残存率に幅があるポット植え苗では、土又はバーク及び水ごけなどの植え込み資材を多く使用したヘメロ

第3表 リン化水素くん蒸による種苗類の障害発生状況

供試植物 (品種又は系統)	1.5 mg/l 区				3.0 mg/l 区			
	茎葉	地下部	新芽	花・蕾	茎葉	地下部	新芽	花・蕾
ポット苗								
<i>Dianthus</i> sp. ¹⁾	○ ²⁾	○	○	—	○	○	○	—
<i>Phalaenopsis</i> sp. (ミディ)	○	○	○	—	△ ³⁾	○	○	—
(白大輪)	● ⁴⁾	○	○	—	●	○	○	—
(ピンクロマンス)	●	○	○	—	●	○	○	—
<i>Dendrobium</i> sp.	○ ⁵⁾	○	○	—	○*	○	○	—
<i>Helleborus</i> sp.								
(赤色系)	●	○	○	—	●	○	○	—
(紫色系)	○	○	○	—	●	○	○	—
(白色系)	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Sansevieria</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Clematis</i> sp.								
(蹄場)	△	○	○	—	●	○	○	—
(穂高)	●	○	○	—	●	○	○	—
<i>Kalanchoe</i> sp.								
(赤色系)	●	○	○	—	●	○	○	—
(ピンク色系)	○	○	○	—	△	○	○	—
(白色系)	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Dracaena</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Hedera</i> sp.								
(斑入り系)	○	○	○	—	○	○	△	
(斑無し系)	○	○	○	—	○	○	△	
<i>Ficus</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Calluna</i> sp.	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Euphorbia</i> sp.	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Schefflera</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Agapanthus</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Hemerocallis</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
植物体のみの苗								
<i>Chrysanthemum</i> sp.	○	○	○	○*	○	○	○	○*
<i>Tillandsia</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Sansevieria</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Dracaena</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Dracaena</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Rosa</i> sp.	○*	○	○	—	○*	○	○	—
挿し穂								
<i>Chrysanthemum</i> sp.	○	○	○	○*	○	○	○	○*
<i>Dianthus</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Kalanchoe</i> sp.								
(赤色系)	●	○	○	—	●	○	○	—
(ピンク色系)	○	○	○	—	●	○	○	—
(白色系)	△	○	○	—	△	○	○	—
<i>Dracaena</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Rosa</i> sp.	○	○	○	—	○	○	○	—
<i>Hedera</i> sp.								
(斑入り系)	○	○	△	—	○	○	●	—
(斑無し系)	○	○	○	—	○	○	●	—
<i>Euphorbia</i> sp.	○	—	○	—	○	—	○	—
鱗茎								
<i>Allium</i> sp.	○	○	○		○	○	○	—

1): プラグ苗

○2): 障害の発生がなかったもの。

△3): 障害が認められたが軽度、または、短期間で回復したもの

●4): 著しい障害が発生したもの

*5): くん蒸後生理障害や病害虫の発生等、くん蒸以外の原因と思われる生育不良が見られたもの

カリス属、デンドロビューム属などはガス残存率が低く、植え込み資材が少なく植物体も小さかったカーネーションのプラグ苗ではガス残存率が高くなった。

2. 障害の発生について

19属の種苗類をリン化水素によりくん蒸したときの障害の発生状況は、第3表のとおりである。障害試験結果の判定は、対照区と比較して障害の発生がないもの(○)、障害が認められたが軽度、または、短期間で回復したもの(△)、

著しい障害が発生したもの(●)の3つに分類した。また、くん蒸後生理障害や病害虫の発生等、くん蒸以外の原因と思われる生育不良が見られたものに(*)を付した。

障害は、ファレノプシス属、ヘレボルス属、クレマチス属、カランコエ属及びヘデラ属の一部葉の変色、枯死、軟化等が見られたものの、それ以外では障害の発生は認められなかった。

ファレノプシス属では、品種間で症状の程度に差があるものの、3品種すべてで葉に黒斑が生じる障害が生じた。くん蒸2-3日後から葉の一部に水浸状の褐色斑が生じ(Fig.1)、その後黒色斑へと変化した。この水浸状の褐色斑から黒色斑へ変化する症状は、温州ミカンをリン化水素くん蒸した時の果皮の葉害発生状況と同様であった(赤川ら, 1997)。黒色斑部分は、時間と共に水分が抜けた後に完全に乾燥し、そのまま障害跡となった。この障害跡は2ヵ月後も回復しなかった。

ヘレボルス属では、くん蒸直後から一部複葉で葉やけや褐変枯死する障害が認められた。その後、くん蒸6日後から徐々に葉が黄変したが、障害の進行は緩やかであった。葉害症状の程度は品種間で差があり、赤色系で一番症状が強く表れ複葉一本が完全に枯死した(Fig. 2)。紫色系は葉焼け程度に留まり、白色系では障害は認められなかった。障害跡は2ヵ月後も回復しなかったが、症状の最も強かった赤色系でも複葉一本が完全に枯死したものの、それ以外の複葉で障害は無く健全に生育した。

クレマチス属では、葉に褐変が生じる障害が認められた。くん蒸7日後から一部の葉の葉先が褐変し始め、3.0 mg/l区では、症状の出た葉全体が褐変枯死するものもあった(Fig. 3)。褐変部位は、株全体に散在し、症状の程度は品種で差が認められた。

カランコエ属では、くん蒸直後から葉が軟化し株全体が萎れた症状が認められた。この症状は、ポット苗よりも挿し穂で強く表れた。軟化した葉は、くん蒸7日後頃から徐々に黄変し(Fig. 4)、症状の強いものでは一部の葉が褐変枯死した。褐変した葉はその後回復しなかったが、黄変程度で留まった部位ではくん蒸2ヵ月後には緑化し回復した。症状の程度は、系統間で差があり、障害が軽度で問題ないものもあった。

ヘデラ属では、くん蒸2日後から、蔓の先端が枯死する障害が認められた(Fig. 5,6)。ポット苗より挿し穂で症状が強く表れ、挿し穂の3.0 mg/l区では蔓の先端部が2-5cm枯死した。ポット苗では、挿し穂よりも葉害の程度は軽かったものの、蔓先端部の新葉が一部褐変し、その後枯死した。ただし、生育が早いので回復も早く、蔓先端の枯死部分は脇芽の生育が旺盛で目立たなくなった。症状の程度は、投薬量及び系統間で差が認められた。

カランコエ属、クレマチス属では、リン化水素でのくん蒸により障害が生じるとの報告があり(宿谷ら, 2012)、実際に輸入される形態を想定して供試した今回の調査でも、これらの属で障害が生じることが確認された。また、新たにファレノプシス属、ヘデラ属及びヘレボルス属でも障害の発生が認められた。

引用文献

- 赤川敏幸・松岡郁子・川上房男(1997) リン化水素、臭化メチル及び混合ガスくん蒸された温州みかん生果実の障害 植防研報**33**: 55-59.
- International Plant Protection Convention (IPPC) (2008) Replacement or Reduction of the Use of Methyl Bromide as a Phytosanitary Measures. CPM-3 (2008)/REPORT APPENDIX6.
- 農林水産省横浜植物防疫所(2008) 2007(平成19年)植物検疫統計. <http://www.maff.go.jp/pps/j/tokei/index.html>.
- 農林水産省横浜植物防疫所(2009) 2008(平成20年)植物検疫統計. <http://www.maff.go.jp/pps/j/tokei/index.html>.
- 農林水産省横浜植物防疫所(2010) 2009(平成21年)植物検疫統計. <http://www.maff.go.jp/pps/j/tokei/index.html>.
- 相馬幸博・松岡郁子・内藤浩光・土屋芳夫・三角隆・川上房男(2002) リン化水素による輸出用二十世紀梨の消毒試験2. 投薬機を利用したリン化アルミニウム剤による実用化くん蒸試験 植防研報**38**: 9-12.
- 宿谷珠美・内藤浩光・山田邦彦(2012) ヨウ化メチル及びリン化水素くん蒸による花き類の障害調査 植防研報**48**: 27-31.

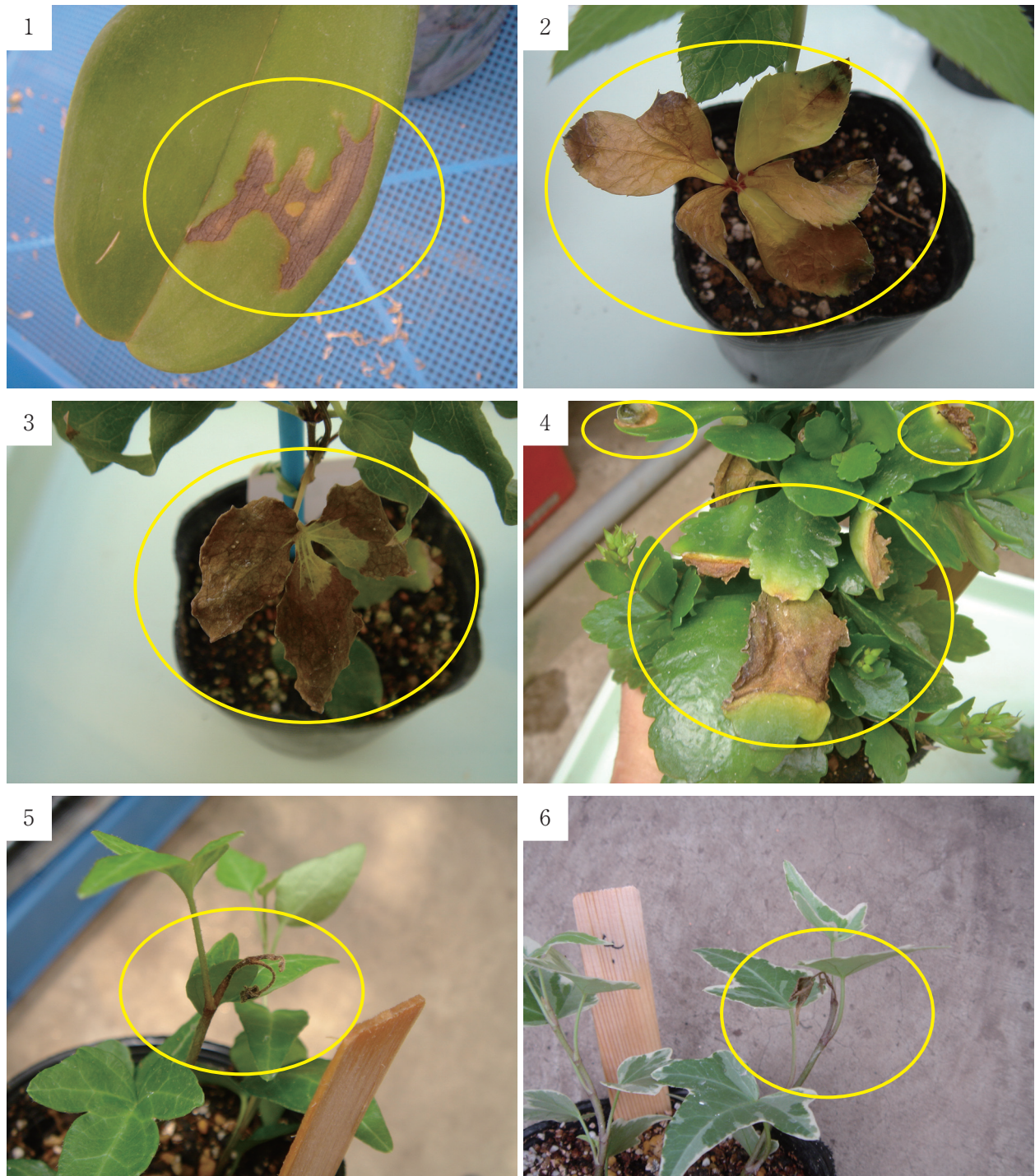


Fig. 1. *Phalenopsis* sp. での障害発生状況（品種名：白大輪、3.0 mg/l 区、くん蒸 28 日後）

Fig. 2. *Helleborus* sp. での障害発生状況（赤色系、1.5 mg/l 区、くん蒸 28 日後）

Fig. 3. *Clematis* sp. での障害発生状況（品種名：穂高、3.0 mg/l 区、くん蒸 14 日後）

Fig. 4. *Kalanchoe* sp. での障害発生状況（赤色系、1.5 mg/l 区、くん蒸 20 日後）

Fig. 5. *Hedera* sp. での障害発生状況（斑無し系、1.5 mg/l 区、くん蒸 7 日後）

Fig. 6. *Hedera* sp. での障害発生状況（斑入り系、3.0 mg/l 区、くん蒸 7 日後）

