

高温処理と薬剤によるキク白さび病の罹病苗からの除去

杉村 輝彦・岡山 健夫・松谷 幸子

Elimination of Chrysanthemum White Rust (*Puccinia horiana* P.Henn.) on Diseased Plants by Heat Treatment and Fungicides.

Teruhiko SUGIMURA, Ken'ō OKAYAMA and Sachiko MATSUTANI

Summary

To control white rust (*Puccinia horiana* P. Henn.) on chrysanthemum, the effects of temperature and fungicides on the disease were investigated. Heat treatment above 30°C to teliospores on leaves suppressed germination. Exposure of teliospores on leaves to 35°C for more than continuous 5 hours reduced production of basidiospores. Heat treatment at 35°C, continuous 6 hours per day for 7 days, remarkably suppressed the disease development. However, telia was developed on leaves incubated at 20°C for 3 weeks after heat treatment. By spray application of systematic fungicide after heat treatment, no white rust was noted for more than 4 weeks at 20°C. Heat treatment and systematic fungicide application thus appear to control white rust on chrysanthemum.

Key words: chrysanthemum, white rust, *Puccinia horiana*, heat treatment, fungicides.

緒 言

花き類は鑑賞価値が重視され、花はもちろんのこと茎葉も商品となる。キクは30~40枚の葉をつけて出荷され、葉上に白さび病の病斑があると、著しく商品価値が低下する。

キク白さび病の防除対策はもっぱら薬剤防除に依存しており、連用による感受性の低下が懸念されている。また、薬剤散布には多大な労力やコストを要し、薬剤以外の簡便な防除法の確立が求められている。しかし、本病の生態解明が不十分であるために、薬剤防除以外の有効な防除法の開発が遅れている。

本病は、夏キク、秋キクの露地栽培では3~4月に発生し始め、6~7月に発病最盛期となる。梅雨期に多発した圃場では、夏取りのキクで商品価値がなくなる。梅雨明け以降はいったん発病は終息するが、秋キクでは、収穫期に降雨と20°C前後の気温^{1,2)}が経過すると病斑が上位葉に形成され

て問題となる。

1993年の夏期は低温多雨で経過したため、露地栽培では栽培期間を通じて本病が多発した。一方、1994年の夏期は異常な高温少雨であったため、春期に発生が認められた圃場でも、夏期にはほとんど病斑が認められず、秋期にも発生が見られなかった。このように白さび病の発病は環境要因、特に降雨と気温に大きく影響される。白さび病の発病は、最高気温が34°Cになれば葉内菌糸に対する致死作用により抑制されるが、高温による発病抑制効果は積算温度ではないとされている³⁾。高温の防除への利用は、株の温湯浸漬が報告されているが^{2,4)}、挿し芽苗に障害が出るなどの理由で実用化には至っていない。

ここでは、人工気象器内で本病の罹病葉および罹病苗に対して発病抑制に有効な温度、処理時間を調査し、高温処理と薬剤の併用による苗の無病化について検討した。

材料および方法

供試菌株 キク白さび病の発病株を北葛城郡當麻町竹之内と兵家の圃場から採取し、その罹病葉あるいは、それらの菌株を“山手紅”に接種して発病した罹病葉を試験に供した。罹病苗を用いた試験には、採取した苗をそのまま試験に供した。

供試植物の調整 冬胞子発芽および担子胞子形成に及ぼす温度の影響については、冬胞子堆の形成した罹病葉を1葉ずつ切り離し、水を少量入れた試験管に入れてシリコン栓で密閉した。罹病苗を用いて発病に及ぼす高温の影響を調査した試験では、まず無病徴苗と白斑症状苗とに分け、3cm角のロックウールに挿した。それらを10ppmの硫酸ストレプトマイシン水溶液を入れた培養瓶に入れて密閉して温度試験に供した。

温度設定 冬胞子の発芽と温度の関係は20, 25, 30, 35℃に設定した人工気象器 (3000lux) 内に、切離した罹病葉を入れた試験管を4日間静置し、冬胞子の発芽を調査した。また、担子胞子形成に及ぼす高温時間の影響については、20℃, 33.5℃に設定した人工気象器内に、試験管を1, 3, 5, 7時間それぞれ静置した。高温処理後、20℃に5~144時間置いて形成される担子胞子を計数した。変温処理 (以下、高温区と呼ぶ) は、20℃ (8時間) →35℃ (6時間) →15℃ (10時間) とし、この処理を7日間繰り返した。対照区は20℃で一定とした。なお薬剤による補完効果を調査した試験では35℃の時間は4時間とし、処理日数を3日とした。高温区の株は処理後、20℃の定温下に所定日数置いて発病を調査した。

薬剤処理 温度処理後の苗をベノミル水和剤の1000倍希釈液およびミクロブタニル水和剤の3000

第1表 キク白さび病の冬胞子発芽に及ぼす温度の影響

Table 1. Effect of temperature on germination of teliospores of chrysanthemum white rust (*Puccinia horiana* P. Henn.)

| 温度処理 日数 | 冬胞子発芽率 (%) | | | |
|------------|------------|------|-----|-----------------|
| | 20℃ | 25℃ | 30℃ | 35℃ |
| 1日 | 26.1 | 48.9 | 0.2 | 0.6 |
| 4日 | 57.4 | 74.0 | 0.0 | - ^{a)} |

a) -は供試葉の枯死。

倍希釈液に株浸漬し、20℃の条件下に置いた。7日、14日、24日、31日後に発病を調査した。

調査方法 冬胞子の発芽試験では、蒸留水を滴下したスライドグラス上で冬胞子堆を砕き、20℃で5時間、湿室に置いた後、光学顕微鏡下で発芽胞子を計数した。担子胞子形成の試験では、内田の方法に準じ⁴⁾、素寒天を敷いたシャーレの上蓋に冬胞子堆を含む5mm角の葉片を張り付け、そのシャーレを20℃に所定時間置いて担子胞子を落下させた。調査は光学顕微鏡の400倍で、担子胞子の密度が高いと思われる1視野内の担子胞子を計数した。発病程度は1葉当たりの病斑数で5段階に分け、発病指数を0:病斑なし, 1:1個, 2:2~10個, 3:11~20個, 4:21個以上として発病を調査した。発病度は次式で算出した。発病度 = $\{\sum(\text{発病指数} \times \text{葉数}) / (4 \times \text{調査葉数})\} \times 100$

結果

冬胞子の発芽抑制に有効な温度

罹病葉上の冬胞子堆は、20℃あるいは25℃が連続で1日および4日間経過すると、白く変化し、発芽胞子数は増加した。一方、30℃, 35℃では冬

第2表 キク白さび病の担子胞子形成に及ぼす高温処理時間の影響

Table 2. Effect of different time length of 35℃ on formation of basidiospores of *P.horiana*

| 温度 処理区 | 温度処理 時間 (h) | 担子胞子形成数 ^{a)} (個) | | | | |
|-----------|----------------|---------------------------|-----|-----------------|-----|------|
| | | 5h ^{b)} | 24h | 48h | 72h | 144h |
| 20℃ | 1 | 244 | 676 | - ^{c)} | - | - |
| | 3 | 223 | 637 | 987 | - | - |
| | 5 | 222 | 517 | 692 | 755 | 793 |
| | 7 | 133 | 427 | 480 | 520 | 554 |
| 35℃ | 1 | 0 | 188 | - | - | - |
| | 3 | 0 | 0 | 177 | - | - |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 14 | 14 |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

a) 担子胞子形成数は光学顕微鏡の1視野 (×400) 当たりの個数。

b) 温度処理後の20℃経過時間。

c) 調査せず。

胞子堆が褐変し、冬胞子の発芽が著しく抑制された(第1表)。発芽しない冬胞子は、淡褐色に変色したが形態に異常は認められなかった。以上のことから、30℃以上が冬胞子の発芽抑制に有効であることが明らかとなった。

担子胞子形成抑制に及ぼす高温処理時間の影響

高温処理した冬胞子堆では、高温処理後20℃が5時間経過しても担子胞子の形成は認められなかった。しかし、35℃を1時間処理した葉切片では24時間後に担子胞子の形成が認められ、3時間処理では48時間後、5時間処理では72時間後にそれ

ぞれ担子胞子の形成が認められた。35℃を7時間処理すると、その後20℃が144時間経過しても担子胞子の形成が認められなかった(第2表)。以上のことから、担子胞子の形成は、高温の遭遇時間が長くなるほど抑制され、7時間を超えると担子胞子の形成が完全に抑制されることが明らかとなった。

変温管理による発病の抑制

20℃の対照区では無病徴苗、白斑症状苗ともに高率に発病し、冬胞子堆も形成した。一方、35℃、6時間処理(1日当り)を7日間繰り返した高温

第3表 キク白さび病の発病に及ぼす温度の影響
Table 3. Effect of temperature on the disease of *P. horiana*

| 温度処理前の発病状態 | 温度処理 | 発病率 (%) | 発病度 | 冬胞子堆形成率 (%) | 冬胞子発芽率 (%) |
|------------|-------------------|---------|------|-------------|-----------------|
| 無病徴苗 | 対照区 ^{a)} | 70.7 | 54.4 | 17.0 | 40.2 |
| | 高温区 ^{b)} | 17.8 | 6.7 | 0.0 | - ^{c)} |
| 白斑形成苗 | 対照区 | 74.7 | 66.4 | 62.5 | 47.1 |
| | 高温区 | 47.0 | 26.6 | 0.0 | - |

数値は温度処理直後の値。

a) 対照区は20℃で温度を管理。

b) 高温区は35℃を1日当たり6時間を7日間処理。

c) 冬胞子堆の形成なし。

第4表 温度処理後のキク白さび病の発病進展

Table 4. Disease development of *P. horiana* at 20℃ after heat treatment for 7 days

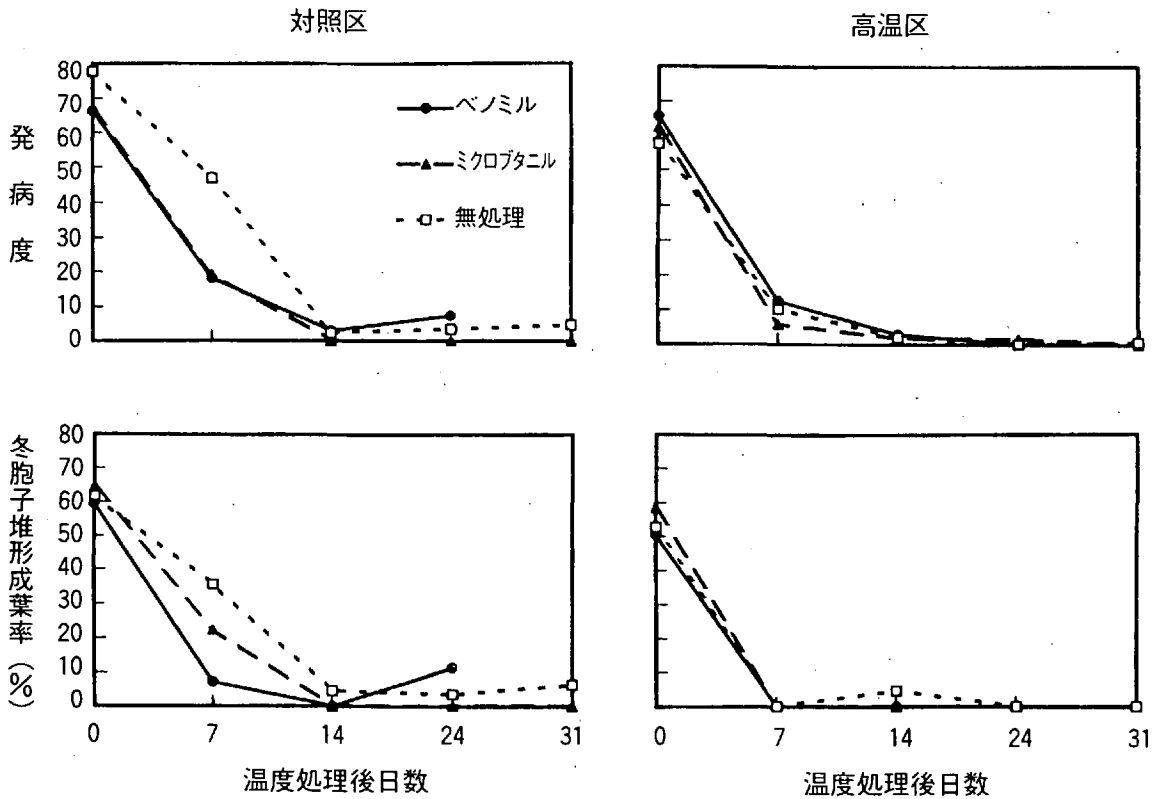
| 温度処理前の発病状態 | 温度処理後の日数 | 温度処理 | 発病率 (%) | 発病度 | 冬胞子堆形成率 (%) | 冬胞子発芽率 (%) |
|------------|----------|-------------------|---------|------|-------------|-----------------|
| 無病徴苗 | 10日 | 対照区 ^{a)} | 58.4 | 52.1 | 58.4 | 62.3 |
| | | 高温区 ^{b)} | 13.1 | 6.0 | 0.0 | - ^{c)} |
| | 22日 | 対照区 | 75.0 | 50.0 | 75.0 | - ^{d)} |
| | | 高温区 | 8.2 | 3.7 | 0.0 | - ^{c)} |
| 白斑症状苗 | 10日 | 対照区 | 69.6 | 55.8 | 65.6 | 41.1 |
| | | 高温区 | 24.6 | 13.0 | 0.0 | - ^{c)} |
| | 22日 | 対照区 | 60.8 | 42.9 | 52.1 | 70.9 |
| | | 高温区 | 16.4 | 8.1 | 11.1 | 37.4 |

a) 対照区は20℃で定温管理。

b) 高温区は35℃を1日当たり6時間を7日間処理。

c) 冬胞子堆の形成なし。

d) 調査せず。



第1図 キク白さび病の発病に及ぼす温度と薬剤の影響
 Fig1. Effect of temperature and fungicides on the disease of *P. horiana*

区では、無病徴苗、白斑症状苗ともに温度処理直後には発病が抑えられ、冬孢子堆は形成しなかった(第3表)。高温処理苗を20℃に移すと、無病徴苗は22日後も病斑上に冬孢子堆は形成されなかったが、白斑症状苗では22日後に新たに冬孢子堆が形成された(第4表)。以上のことから、高温を組み込んだ変温処理は、発病および冬孢子堆形成を抑制することが明らかとなったが、効果が不十分であった。

薬剤による補完効果

20℃の対照区では、無処理およびベノミル処理苗の発病度および冬孢子堆形成率は高めに推移したが、ミクロブタニル処理苗では14日目以降、発病および冬孢子堆形成は認められなかった。一方、高温処理苗の発病は低く推移したが、高温処理のみの無処理苗では20℃が14日経過すると、冬孢子堆が形成され、31日経過すると再発病した。

それに対し、薬剤処理苗では再発病および冬孢子堆形成は認められなかった。以上のことから、高温処理単独の場合には効果が不十分な場合があり、再発防止には浸透性薬剤の処理が有効なことが明らかとなった。

考 察

キク白さび病の防除は薬剤に依存し、ヘキサコナゾール、ミクロブタニルなどのDMI剤が連用されている。しかし、耐性菌の出現がオキシカルボキシンで報告されており¹⁾、DMI剤についても出現が懸念されている。本実験では薬剤以外の防除法の開発について検討を行った。

本病の発病適温は17~24℃で²⁾、25℃以上では担孢子子の形成は起こらない⁴⁾ことが知られている。人工気象器内に罹病葉を置いて試験をした結

果、30℃以上で冬胞子の発芽が抑制され、35℃が5時間以上経過すると、担子胞子の形成が顕著に抑制されることが明らかとなった。このことは高温が二次伝染を抑制することを示している。

気温と発病の関係は、最高気温が34℃以上になると発病が遅延し、発病程度も低下すると報告されている⁴⁾。また、接種直後に34℃を連続あるいは8時間処理を2あるいは4日間行った場合、発病が抑制されたと報告されている⁴⁾が、実際に防除に利用できる方法が明らかにされていない。高温による防除法には、38~40℃の24時間処理³⁾、または、46.1℃²⁾に5分間あるいは50℃に1~2分間⁴⁾の温湯浸漬などがある。しかし、これらの処理法は苗に障害が出る場合があり、実用化に到っていない。本実験では挿し芽苗の無病化を目的に、罹病苗を用いて障害の少ない高温処理を試みた。その結果、無病徴苗、白斑症状苗などの感染株に対して、高温を組み込んだ変温処理が発病抑制に有効であることが明らかになり、苗に35℃を1日当たり5時間以上遭遇させ、それを7日間繰り返すという防除法を考案した。この方法は湿度を維持すると萎ちようなどの障害がなく、温湯浸漬と比較して実用性が高いと考えられる。栽培現場では秋キクの挿し芽は4月中旬から5月上旬にかけて行われ、挿し芽床でビニルトンネルを用いれば変温管理に必要な温度と時間が確保できると思われる。処理期間も7日程度と短く、挿し芽床での利用が可能である。

筆者らは、白さび病の発生予察法を確立するために、圃場における発生調査を行い、挿し芽床での発病苗が第一次伝染源となっていることが観察されている。本試験では挿し芽苗の発病は、高温処理と処理直後の薬剤処理によって完全に抑制され、発病適温が1か月経過しても発病は認められなかった。本病は育苗床での防除が極めて重要であり、高温処理と薬剤処理の併用は、感染苗の無病化の有効な手段となりうると思われる。

摘 要

キク白さび病の防除を目的に、発病に及ぼす温度の影響と薬剤による補完効果を調べた。白さび病の冬胞子の発芽抑制に有効な温度は30℃以上であった。担子胞子の形成が抑制される高温処理時間は、35℃、5時間以上が有効であった。罹病苗を35℃に1日当たり6時間遭遇させ、これを7日間繰り返すと顕著に発病が抑制された。しかし、変温処理後、発病適温である20℃が3週間経過すると新たな冬胞子堆が形成され、効果が不十分であった。再発病の防止には浸透性薬剤の処理が有効で、薬剤処理苗は発病適温に4週間以上遭遇しても再発病しなかった。

以上のことから、本病の罹病苗は高温を組み込んだ変温管理と薬剤の併用によって無病化できると思われる。

引用文献

1. 我孫子 和雄. 1975. オキシカルボキシン耐性キク白さび病菌の発生と対策. 植物防疫. 29:197-198.
2. DICKENS, J.S.W. 1978. Treatment of chrysanthemum stools against white rust (*Puccinia horiana* P. Henn.). Pl. Path. 27:118-119.
3. GLAESER, G. 1966. Look out for chrysanthemum powdery rust - a new quarantine disease in Austria. Pflanzenschutz 19:12. (Review of Applied Mycology 45:442).
4. 内田 勉. 1983. キク白さび病の伝染機構と防除に関する研究. 山梨農試研報(特別号). 22:1-105.
5. WHIPPS, J.M. 1993. A review of white rust (*Puccinia horiana* Henn.) disease on chrysanthemum and the potential for its biological control with *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas. Ann. appl. Biol. 122:173-187.