

ヨウ化メチル剤のくん蒸時間および投薬量がクリシギゾウムシ幼虫 (コウチュウ目：ゾウムシ科) の防除効果に与える影響

佐藤信輔・横山朋也*・鹿島哲郎

Effect of the Duration and Amount of Application of Methyl Iodide for Control of the Chestnut Weevil,
Curculio sikkimensis (HELLER) (Coleoptera: Curculionidae)

Shinsuke SATO, Tomoya YOKOYAMA and Tetsuro KASHIMA

Summary

This study aimed to determine the effect of the duration and amount of application of methyl iodide on the control of chestnut weevil, *Curculio sikkimensis*. We fumigated chestnuts with methyl iodide in a vinyl tent (about 10 m³ in volume) under various conditions, by altering the duration of fumigation and the amount of application, and recorded the concentration of vaporized methyl iodide in the vinyl tent at regular intervals. The fumigation experiments were carried out in 2013 and 2014, with approximately 720 kg and 130 kg chestnuts in the vinyl tent, respectively. The experimental plots at the experiments in both years are as follows: in 2013, 250 g/10 m³-120 min., 250 g/10 m³-180 min., 250 g/10 m³-240 min., 500 g/10 m³-120 min., and control; in 2014, 250 g/10 m³-90 min., 250 g/10 m³-120 min., 500 g/10 m³-60 min., 500 g/10 m³-90 min., 500 g/10 m³-120 min., and control. Methyl iodide normally vaporized within 30 min after the start of fumigation, and uniformly spread out in the vinyl tent in almost all plots except the 250 g/10 m³-240 min. plot in 2013, wherein the concentration of vaporized methyl iodide decreased drastically above the extent to which the concentration of vaporized methyl iodide normally decreased with time in the 10 m³ vinyl tent. One possible reason for the decrease in the concentration of vaporized methyl iodide could be the adsorption of the vaporized methyl iodide on dewdrops on the inner walls of the vinyl tent, due to a decrease in temperature outside the tent. Although the number of *C. sikkimensis* larvae that emerged from the chestnuts in the control plots in the experiments in both 2013 and 2014 was relatively low, methyl iodide fumigation killed all larvae in all experimental plots in both 2013 and 2014, thus showing efficacy in controlling *C. sikkimensis* larvae in chestnut fruits.

キーワード：クリ，クリシギゾウムシ，くん蒸，ヨウ化メチル

I. 緒言

クリシギゾウムシ *Curculio sikkimensis* (HELLER) は、クリ果実内の渋皮と果肉の隙間に産卵して孵化した幼虫が果実内を食害するため（黒木・児玉，1987）、クリの生産に極めて大きな被害をもたらす害虫の一つである（中垣・柳橋，1985）。クリの園芸品種の中でも、‘丹沢’、‘伊吹’等の早生品種では本種による被害は比較的軽微であるが、‘筑波’、‘銀寄’等の中生品種ならびに‘石鎚’等の晩生品種では本種による被害が大きい

*現 茨城県農業総合センター農業大学校

ことが知られている（中垣・柳橋，1985）。

これまで、収穫後の果実が臭化メチルによりくん蒸され、果実内の本種の卵および幼虫が防除されてきた（楯谷，2004）。しかし、臭化メチルは1992年のモントリオール議定書締約国会合においてオゾン層破壊物質として指定され、2005年に検疫用途および不可欠用途を除いて全廃された。不可欠用途臭化メチルは、代替技術開発までの猶予措置であり、クリ用不可欠用途臭化メチルの使用期限は2013年となった。そのため、日本各地の試験研究機関は、不可欠用途臭化メチル剤の代替技術について開発および検討を行ってきた（相馬ら，2005；大竹ら，2006）。その結果、臭化メチルの代替物質としてヨウ化メチルが有望であることが明らかとなり（大竹ら，2006）、2009年にヨウ化メチルがクリ収穫果内のクリシギゾウムシ幼虫およびクリミガ幼虫に対するくん蒸剤として農薬登録された。その後、不可欠用途臭化メチルは2013年末に全廃となり、2014年からは、代替物質であるヨウ化メチルくん蒸剤（商品名：くり専用ヨーカヒューム）によるくん蒸が開始された。

クリのヨウ化メチルによるくん蒸では、ヨウ化メチル剤推進協議会においてくん蒸用ビニール天幕の仕様およびくん蒸方法が指定されており、基準を満たすくん蒸施設の新たな設置および安全使用の徹底が必要となった。そこで、茨城県はヨウ化メチルくん蒸剤への移行に備え、ヨウ化メチルによるくん蒸に関する知識・技術を必要とする経営体に対し、施設整備に関する情報の提供および講習会の実施等を行ってきた（鹿島，2014）。

ヨウ化メチルの使用基準は、投薬量 $25\text{g}\sim 50\text{g}/\text{m}^3$ 、くん蒸時間 2時間～4時間である。ヨウ化メチル剤推進協議会は、標準投薬量は $50\text{g}/\text{m}^3$ であるとしており、効果試験および天幕のガス保有力試験等は投薬量 $50\text{g}/\text{m}^3$ で実施された。ところが、ヨウ化メチル剤が 250g /ボトルの包装であるのに対し、現地のくん蒸用ビニール天幕の容積は施設によって異なるばかりでなく、くん蒸毎に裾を砂のうで固定することから同一施設であっても容積は一定にはならない場合がある。そのため、投薬量が $50\text{g}/\text{m}^3$ を下回る可能性があることから、投薬量 $50\text{g}/\text{m}^3$ 未満における防除効果を検討する必要がある。

さらに、これまでに実施されたヨウ化メチル剤によるクリ果実のくん蒸試験は、約 10m^3 のビニール天幕を用いて投薬量 $50\text{g}/\text{m}^3$ で実施されているが、クリ果実の供試量は約 530kg （大竹ら 2006）と実用規模の $1\text{t}\sim 1.5\text{t}$ を大きく下回っている。クリ果実の処理量が大きく異なると、実容積の変化およびクリ果実へのヨウ化メチルの吸着などにより防除効果が変わる可能性があることから、実用規模のクリ果実量における防除効果を検討する必要がある。そこで、筆者らはくん蒸時間および投薬量の組合せを変えるとともに、現地での処理量に近い量のクリ果実を用いた場合と処理されるクリ果実の量を減らした場合における気化したヨウ化メチルの濃度の変化およびクリシギゾウムシに対する防除効果について検討したので報告する。

II. 材料および方法

ヨウ化メチルくん蒸剤によるクリ収穫果実のくん蒸試験は、茨城県笠間市安居の茨城県農業総合センター園芸研究所内のクリくん蒸施設において2013年10月15日～18日および2014年9月25日～26日に行った。

2013年の試験では、2013年10月14日までに収穫された約 720kg のクリ果実（品種：‘石鎚’、茨城県笠間市内産）を供試した。また、10月12日～18日に所内クリ園で収穫した晩生品種‘石鎚’および‘岸根’の果実を防除効果判定用として試験に供試するまで約 10°C の冷蔵庫で保管した。くん蒸には、クリ果実くん蒸用に製作された厚さ 0.15mm の農業用ビニール製の外天幕（幅 $2520\text{mm}\times$ 奥行 $2020\text{mm}\times$ 高さ 2050mm ）および内天幕（幅 $2500\text{mm}\times$ 奥行 $2000\text{mm}\times$ 高さ 2000mm ）の2枚からなる二重ビニール製天幕（内天幕の容積：約 10m^3 、株式会社四万騎農園製）を用いた（図1）。ヨウ化メチルくん蒸剤の投薬量および処理時間は $250\text{g}/10\text{m}^3$ の120分、180分、240分および $500\text{g}/10\text{m}^3$ の120分とした。二重ビニール製天幕内に、木製のスノコを置き、その上にコンテナ（幅 $485\text{mm}\times$ 横 $325\text{mm}\times$ 高さ 295mm ）を縦3個×横3個×高さ5段の合計45個積上げ、全てのコンテナにコンテナ当たり約 16kg のクリ果実を入れた（図2）。9列のコンテナの

うち対角線上に位置する3列について、1列の上段(5段目)、別の1列の中段(3段目)、残りの1列の下段(1段目)のコンテナ内のクリ果実内に、防除効果判定用として50個のクリ果実(約1200g)を入れた市販のミカン用ネットを1袋ずつ埋設した。



図1 クリ果実くん蒸用二重ビニール製天幕を用いたくん蒸試験風景。

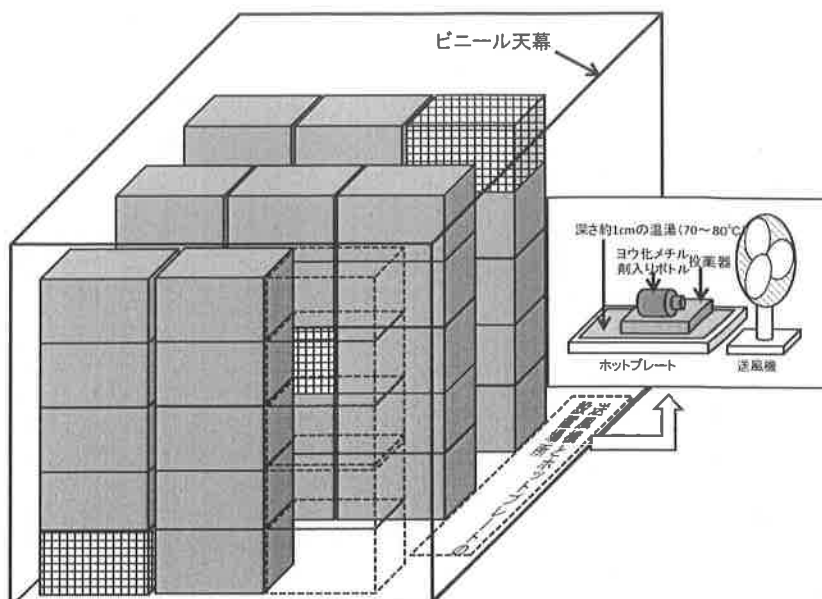


図2 2013年に実施されたヨウ化メチルくん蒸処理におけるコンテナの配置状況。クリ果実16kg入りコンテナ：灰色および破線。クリ果実16kg+50調査果入りコンテナ：格子。

ヨウ化メチルは、沸点が42℃と高く、比重も4.9と高いことから、くん蒸の際は以下の方法により気化させた。水温80℃程度になるよう予め設定した料理用ホットプレート(象印マホービン株式会社製, EA-BG20型, 消費電力1300W)に水を深さ1cm程度まで入れ、プレート内にヨウ化メチル専用投薬器(縦140mm×横195mm×高さ45mm)を2基設置し、それぞれにヨウ化メチル剤(ボトル)を設置した。また、気化したヨウ化メチルを攪拌して天幕内ヨウ化メチル濃度を均一に保つため、天幕内に送風機(KI-1757(K), 株式会社千住製)を1台設置し、送風強度「強」および「首振り」の設定で運転した。天幕密封後、ホットプレートの電源を入れてヨウ化メチルを気化させ、空焚き防止のため30分後に電源を切った。所定のくん蒸時間経過後に、排気ファン(SJF-200-RS-1, 株式会社スイデン製)を用いて天幕内のヨウ化メチルを強制排気した。くん蒸作業の概略および注意点については鹿島(2014)に従った。

くん蒸中の天幕内に気化したヨウ化メチル濃度の継時的な計測には、北川式ガス採取器(AP-20, 光明理化学工業株式会社製)および北川式ヨウ化メチル検知管(176UH, 光明理化学工業株式会社製)を使用した。防除効果判定用のクリ果実が入った上段(5段目)および中段(3段目)、下段(1段目)のコンテナの各々に長さ約8mの1本のテフロンチューブ(外径6mm内径4mm)を固定し、天幕外の北川式ヨウ化メチル検知管に接続した。投薬15分後、30分後、60分後、90分後、120分後、180分後、210分後および240分後にヨウ化メチルの濃度を計測した。中段のコンテナ内(天幕内)および天幕外に温度記録計(TR-72U, T&D社製)を設置し、5分間隔で温度を記録した。ヨウ化メチル濃度の検知管上の読み取り値は天幕内の気温の影響を受けているため、天幕内の気温と検知管ガス濃度用温度補正計数表(北川式)(ヨウ化メチル推進協議会, 2014)を用いて、各々の濃度計測時間におけるヨウ化メチル濃度の読み取り値を補正した。また、試験中に天幕内でヨウ化メチルくん蒸剤が十分に気化しているかを確認するために、試験に使用した内側天幕の実際の容積および濃度測定時の天幕内の気温、投薬量の3種類のデータから計算される理論上のヨウ化メチルの濃度、すなわち理論濃度を算出した。その後、補正された実測濃度を理論濃度と比較した。

くん蒸後、防除効果判定用クリ果実を試験区別にプラスチックトレイ(縦400mm×横29mm×高さ60mm)

に分け、実験室内に静置した。その後、11月13日に防除効果判定用クリ果実からの脱出幼虫数を計数した。

2014年の試験では、2014年9月24日までに収穫された重さ約130kgのクリ果実（品種：‘筑波’、茨城県笠間市内産）を試験に供試した。2014年9月24日までに収穫された防除効果判定用のクリ果実（品種：‘筑波’茨城県笠間市内の生産者より購入）を、試験に供試するまで約2℃設定の冷蔵庫で保管し、9月25日および26日にヨウ化メチルクン蒸剤によりくん蒸した。くん蒸に使用した二重ビニール製天幕は2013年の試験と同じ天幕を使用した。ヨウ化メチルクン蒸剤の投薬量および処理時間は250g/10m³の90分および120分、500g/10m³の60分、90分および120分とした。防除効果判定用のクリ果実50果を市販のミカン用ネットに入れ、約16kgのクリ果実が入ったコンテナの中間層にコンテナ当たり1袋埋設した。くん蒸用ビニール製天幕内に、18個のコンテナを高さ6段×3列で配置した。3個の防除効果判定用クリ果実入りコンテナを各列につき1個割り当て、各列の上段（5段目）、中段（3段目）および下段（1段目）に配置した（図3）。上段（5段目）および中段（3段目）の防除効果判定用クリ果実入りのコンテナを、約16kgのクリ果実が入ったコンテナに上下に挟まれる形で設置した。下段（1段目）のコンテナの上の2段目のコンテナに約16kgのクリ果実を入れた（図3）。

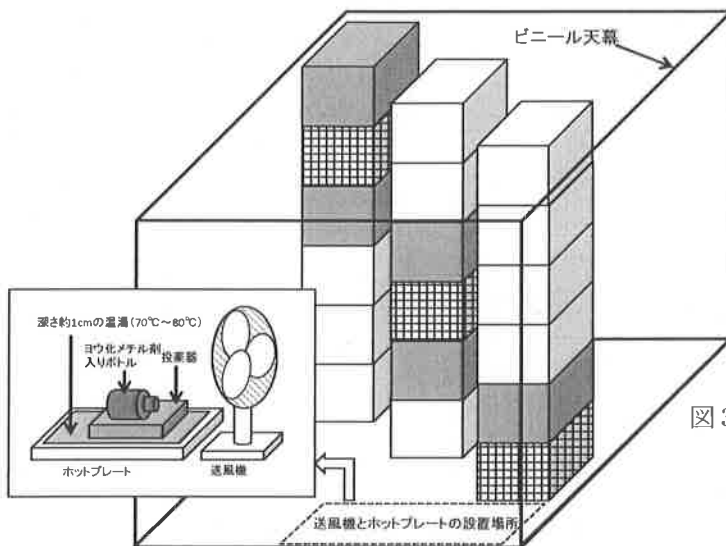


図3 2014年に実施されたヨウ化メチルクン蒸処理におけるコンテナの配置状況。空のコンテナ：白。クリ果実16kg入りコンテナ：灰色。クリ果実16kg+50調査果入りコンテナ：格子。

ヨウ化メチルクン蒸剤を気化させるため、2013年の試験と同様の装置を用い、同様の手順で試験を実施した。気化したヨウ化メチルの濃度測定方法も2013年の試験と同様である。また、投薬15分後、30分後、45分後、60分後、90分後および120分後にヨウ化メチルの濃度を計測した。

くん蒸後、試験用クリ果実を試験区別にプラスチックトレイに分け、園芸研究所敷地内の予察室（建屋の三方を開放して外気と同じ温度が得られる）に静置した。その後、10月6日から10月28日の期間、試験果実からの脱出幼虫数を定期的に計数した。また、11月17日にクリシギゾウムシ幼虫による被害果数を計数した。

Ⅲ. 結果および考察

2013年に実施したくん蒸試験の各濃度計測時のヨウ化メチルの補正濃度および各試験区における理論濃度は表1のとおりである。各試験区とも、天幕内ガス濃度は投薬後30分までに最大値となりいずれも理論濃度を超えた。このことから、10m³の天幕内に約720kgのクリ果実を搬入した条件下でも、薬剤は30分以内に正常に気化して天幕内にほぼ均一に拡散することが確認された。250g/10m³-120分区、250g/10m³-180分区および500g/10m³-120分区では、くん蒸終了時のヨウ化メチル濃度が下限濃度を上回った（表1）ことから、クリ果実等へのガスの吸着を考慮しても各処理における天幕の気密度は十分に高かったと考えられる。

これに対して、250g/10m³-240分区分では、天幕内ガス濃度はくん蒸開始150分後から180分後の間に下限濃度を下回った(表1)。これは、天幕内の平均温度が20.8℃(250g/10m³-240分区分における各温度計測時の天幕内温度の平均:表1より算出)であったのに対して天幕外温度が20.0℃から16.3℃に低下し(表1)、ホットプレートから気化した水分が天幕に結露してヨウ化メチルが吸着したためと考えられた。2014年に実施したくん蒸試験の各濃度計測時におけるヨウ化メチルの補正濃度および各試験区における理論濃度、下限濃度は表2のとおりである。全ての試験区において各濃度計測時における補正濃度は、各試験区における理論濃度および下限濃度よりも高かった。2013年に実施された試験と同様に、この結果から全ての試験区においてヨウ化メチルが正常に気化し、天幕内にほぼ均一に拡散したことが確認された。また、全ての試験区において試験終了時のヨウ化メチルの補正濃度が理論濃度よりも高かったが(表2)、これは、約720kgのクリ果実が供試された2013年の試験とは異なり、果実の重量が約130kgであったため、果実に吸着したヨウ化メチルの量が少なかったことによるものと考えられる。さらに、2014年に実施した全ての試験において試験中の天幕外の気温の大幅な低下が見られず(表2)、天幕内に結露が発生しなかったことも試験終了時に高い補正濃度であった要因と思われる。

2013年に実施したクリシギゾウムシ幼虫に対するヨウ化メチルくん蒸剤によるくん蒸の効果については表3のとおりである。なお、上段、中段および下段に配置したクリ果実からの脱出幼虫数において、配置場所による差異は認められなかったため、表中の脱出幼虫数は上段、中段および下段の3コンテナ分の合計値として表記した。無処理区における脱出幼虫数が少ない条件下での試験となったが、各処理条件における100果当たりの脱出幼虫数は、無処理区の4~40頭に対して0頭であり、いずれの処理条件でも防除効果はあると考えられた(表3)。2014年に実施したくん蒸処理後の試験用クリ果実からの脱出幼虫数は表4のとおりである。2013年の試験結果と同様に、脱出幼虫数は上段、中段および下段の3コンテナ分の合計値として表記した。2014年の試験においてもクリシギゾウムシは少発生であったが、100果当たりの脱出幼虫数は無処理区では9.3~24.0頭であったのに対し、無処理区以外の試験区の脱出幼虫数は0頭であり、ヨウ化メチルくん蒸剤による防除効果があると考えられた(表4)。

本研究では、全てのヨウ化メチルくん蒸剤処理区からのクリシギゾウムシ幼虫の脱出個体数は0頭であったが、相馬ら(2005)によれば、容積30Lのアクリルケース内において老熟幼虫が入っているクリ果実を60g/m³の投薬量で2時間、15℃、25℃の温度条件でくん蒸した結果、わずかに生存虫が認められた。同様に、10m³のビニール天幕内でのヨウ化メチル剤によるくん蒸試験の結果、250g/10m³-120分および250g/10m³-240分、500g/10m³-120分、500g/10m³-240分の処理条件下においてもわずかに生存虫が確認された(大竹ら、2006)。これらの結果について、相馬ら(2005)および大竹ら(2006)は、ヨウ化メチルくん蒸剤は卵や若齢幼虫に対して殺虫効果が高いものの、老齢幼虫に対しては殺虫効果が低いと考察している。これらの結果を踏まえると、本研究ではクリシギゾウムシが少発生条件下で実施した試験であり、ヨウ化メチルの効果が劣ると考えられる老齢幼虫が防除効果判定用果実内に少なかったため、全ての処理区で脱出幼虫数が0頭という結果が得られたと考えられる。また、クリシギゾウムシの幼虫に対するヨウ化メチルの作用機作は不明であるが、日本植物防疫協会(2011)によれば、ヨウ化メチルは蒸気として土壌あるいは木材内部に拡散し、その有効成分が-SH、-NH₂、-OHなどの塩基性求核中心と反応することにより、ピルビン酸脱水素酵素やコハク酸脱水素酵素などの必須酵素を阻害して殺虫効果を示すと考えられている。ヨウ化メチルくん蒸剤が処理されたクリシギゾウムシ幼虫の体内においても、前述の作用が生じると予想されるが、クリシギゾウムシに対する作用機作およびヨウ化メチルの効果が若齢および老齢幼虫間で異なる点については詳細な研究が今後望まれる。

2013年と2014年に実施した250g/10m³-120分区分の試験終了時の補正濃度の差は709ppmであった(表1, 表2)。同様に、2013年と2014年に実施した500g/10m³-120分区分における試験終了時の補正濃度の差は2980ppmであった(表1, 表2)。これらの結果から、処理するクリ果実の重量が天幕内のヨウ化メチルの濃度に影響を与えると考えられる。本研究ではこの差が防除効果に影響を与えなかったが、収穫盛期に頻繁にくん蒸を行う生産現場では、容積10m³の二重天幕を使用した場合、2013年の試験で供試した720kg

表1 ヨウ化メチルくん蒸における投薬後の経過時間別の天幕内温度、天幕外温度、ヨウ化メチルの補正濃度の平均値、理論濃度および下限濃度 (2013年)¹⁾

| 試験区 | 処理量 (g/10m ³) | くん蒸 時間 (分) | 投薬後 経過時間 (分) | 天幕内 温度 (°C) | 天幕外 温度 (°C) | 補正後濃度の 平均値 ²⁾ (ppm) | 理論濃度 ³⁾ (ppm) | 下限濃度 ⁴⁾ (ppm) |
|---------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 250 g/10m ³ -120分 | 250 | 120 | 15 | 21.2 | 25.6 | 5643 | 4483 | 3138 |
| | | | 30 | 22.4 | 25.4 | 5820 | | |
| | | | 60 | 21.8 | 23.5 | 4670 | | |
| | | | 90 | 21.8 | 23.0 | 4394 | | |
| | | | 120 | 21.9 | 22.1 | 4181 | | |
| 250 g/10m ³ -180分 | 250 | 180 | 15 | 18.3 | 20.7 | 5356 | 4437 | 3106 |
| | | | 30 | 19.2 | 20.7 | 5100 | | |
| | | | 60 | 18.8 | 19.8 | 4250 | | |
| | | | 90 | 18.6 | 19.5 | 4046 | | |
| | | | 120 | 18.6 | 19.2 | 3774 | | |
| | | | 150 | 18.8 | 18.8 | 3536 | | |
| 250 g/10m ³ -240分 | 250 | 240 | 15 | 19.5 | 19.8 | 4794 | 4471 | 3130 |
| | | | 30 | 20.6 | 19.5 | 4059 | | |
| | | | 60 | 21.5 | 20.0 | 3789 | | |
| | | | 90 | 21.4 | 18.0 | 3432 | | |
| | | | 120 | 21.3 | 18.7 | 3201 | | |
| | | | 150 | 21.3 | 18.5 | 3135 | | |
| | | | 180 | 21.3 | 17.7 | 2970 | | |
| | | | 210 | 21.3 | 16.6 | 2533 | | |
| 500 g/10m ³ -120分 | 500 | 120 | 15 | 19.8 | 22.5 | 11400 | 8911 | 6238 |
| | | | 30 | 20.4 | 22.1 | 11200 | | |
| | | | 60 | 20.1 | 21.7 | 9933 | | |
| | | | 120 | 20.0 | 21.0 | 7933 | | |

1) 250 g/10m³-120分区の試験を2013年10月16日に実施した。同様に、250 g/10m³-180分区は10月15日、250 g/10m³-240分区は10月18日、500 g/10m³-120分区は10月17日に実施した。

2) 上段、中段および下段の計3地点から得られた補正後濃度の平均値。

3) ヨウ化メチルくん蒸剤推進協議会(2014)により以下の式を用いて算出した：理論濃度(ppm) = (投薬量 (g) / 内天幕の実容積 (m³)) × (273 + 天幕内温度 (°C)) × 0.5782 (天幕内温度は各濃度計測時に得られた温度の平均値)。

4) くん蒸終了時に許容される濃度で、理論濃度に0.7を乗じた値。

以上の重量のクリ果実がくん蒸されることが予想され、ヨウ化メチルがより多くの果実へ吸着することにより、天幕内のヨウ化メチルの濃度がさらに低下すると考えられる。しかし、鹿島(2014)には、ヨウ化メチル濃度は記録されていないが、容積10m³および投薬量50g/m³、くん蒸時間2時間、クリ果実重量約2tの処理条件下でくん蒸試験を行った結果、高い防除効果が得られたと報告している。一方、本研究では天幕外の気温の低下に伴う天幕内の結露にヨウ化メチルが吸着し、ヨウ化メチルの濃度が低下したと考えられる試験区が見られたが、事業者が10月の中下旬に晩生品種を対象にくん蒸を行う場合、その時期の気温は夕方になると低下し、ビニール製天幕が設置されている建屋内の気温と天幕内の気温の間に差が生じやすく、結

表2 ヨウ化メチルくん蒸における投薬後の経過時間別の天幕内温度、天幕外温度、ヨウ化メチルの補正濃度の平均値、理論濃度および下限濃度 (2014年)¹⁾

| 試験区 | 処理量 (g/10m ³) | くん蒸 時間 (分) | 投薬後経過 時間 (分) | 天幕内 温度 (°C) | 天幕外 温度 (°C) | 補正濃度の 平均値 ²⁾ (ppm) | 理論濃度 ³⁾ (ppm) | 下限濃度 ⁴⁾ (ppm) |
|---------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 250 g/10m ³ -90分 | 250 | 90 | 30 | 29.3 | 26.6 | 6494 | 4841 | 3389 |
| | | | 60 | 28.5 | 26.3 | 6206 | | |
| | | | 90 | 27.4 | 25.0 | 5670 | | |
| 250 g/10m ³ -120分 | 250 | 120 | 30 | 27.2 | 23.7 | 5178 | 4851 | 3396 |
| | | | 60 | 25.6 | 23.5 | 5335 | | |
| | | | 120 | 24.2 | 22.9 | 4890 | | |
| 500 g/10m ³ -60分 | 500 | 60 | 30 | 29.5 | 26.6 | 11159 | 9699 | 6789 |
| | | | 45 | 29.0 | 27.4 | 10920 | | |
| | | | 60 | 28.3 | 27.0 | 11180 | | |
| 500 g/10m ³ -90分 | 500 | 90 | 30 | 27.6 | 25.7 | 9933 | 9654 | 6758 |
| | | | 60 | 27.3 | 26.7 | 11293 | | |
| | | | 90 | 27.7 | 27.8 | 10312 | | |
| 500 g/10m ³ -120分 | 500 | 120 | 30 | 23.9 | 23.7 | 11858 | 9611 | 6728 |
| | | | 60 | 22.3 | 23.5 | 11398 | | |
| | | | 120 | 22.4 | 22.9 | 10913 | | |

- 1) 250 g/10m³-120 分区および 500 g/10m³-120 分区の試験を 2014 年 9 月 25 日に実施した。残りの区の試験は 9 月 26 日に実施された。
- 2) 上段、中段および下段の計 3 地点から得られた補正後濃度の平均値、ただし、500g/10m³-120 分区においては、上段および下段の 2 地点の濃度の平均値。
- 3) ヨウ化メチルくん蒸剤推進協議会 (2014) により以下の式を用いて算出した：理論濃度(ppm) = (投薬量 (g) / 内天幕の実容積 (m³)) × (273 + 天幕内温度 (°C)) × 0.5782 (天幕内温度は各濃度計測時に得られた温度の平均値)。
- 4) くん蒸終了時に許容される濃度で、理論濃度に 0.7 を乗じた値。

表3 品種‘石鎚’および‘岸根’におけるヨウ化メチルくん蒸のクリシギゾウムシに対する防除効果 (2013年)

| 試験区 | 処理量 (g/10m ³) | くん蒸 時間 (分) | 調査果数 (個) ¹⁾ | 被害果数 | 脱出幼虫数 (頭/100 果) | 被害 ²⁾ |
|----------------------------------|------------------------------|---------------|------------------------|------|--------------------|------------------|
| 250 g/10m ³ -120 分 | 250 | 120 | 149 | 0 | 0 | — |
| 無処理 | — | — | 50 | 4 | 18.0 | — |
| 250 g/10m ³ -180 分 | 250 | 180 | 150 | 0 | 0 | — |
| 無処理 | — | — | 50 | 2 | 10.0 | — |
| 250 g/10m ³ -240 分 | 250 | 240 | 149 | 0 | 0 | — |
| 無処理 | — | — | 50 | 1 | 4.0 | — |
| 500 g/10m ³ -120 分 | 500 | 120 | 150 | 0 | 0 | — |
| 無処理 | — | — | 50 | 5 | 40.0 | — |

- 1) 上段、中段および下段のコンテナ内に埋設された各試験区における調査果数の合計、2) — は、被害が認められないことを示す。

果として天幕内のヨウ化メチルの濃度が低下する恐れがある。そのため、晩生品種を対象にくん蒸を行う際には、天幕が設置されている施設内の気温が大幅に低下しない時間帯にくん蒸を行うのが望ましいと思われる。また、気化したヨウ化メチルを天幕内に均一に分布させるためには、送風機の適切な設置および天幕内におけるクリを入れたコンテナの配置に十分留意する必要がある(鹿島, 2014)。さらに、くん蒸対象となるクリ果実に対する留意点としては、老齢幼虫に対するヨウ化メチルの効果が不十分である場合も生じるので(相馬ら, 2005; 大竹ら 2006), 収穫期間中には間隔の短い収穫および収穫後の速やかにくん蒸を心がけ、くん蒸するクリ果実内の老齢幼虫の割合を増加させない収穫・出荷体制を採用することが必要であろう。

表4 品種‘筑波’におけるヨウ化メチルクん蒸のクリシギゾウムシに対する防除効果(2014年)

| 試験区 | 処理量 (g/10m ³) | くん蒸 時間(分) | 調査果数(個) ¹⁾ | 被害果数 | 脱出幼虫数 (頭/100果) | 葉害 ²⁾ |
|----------------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------|------|-------------------|------------------|
| 250 g/10m ³ -90 分 | 250 | 90 | 152 | 0 | 0 | — |
| 250 g/10m ³ -120 分 | 250 | 120 | 150 | 0 | 0 | — |
| 500 g/10m ³ -60 分 | 500 | 60 | 155 | 0 | 0 | — |
| 500 g/10m ³ -90 分 | 500 | 90 | 150 | 0 | 0 | — |
| 500 g/10m ³ -120 分 | 500 | 120 | 150 | 0 | 0 | — |
| 無処理(9/25) | — | — | 150 | 8 | 24.0 | |
| 無処理(9/26) | — | — | 150 | 4 | 9.3 | |

1) 上段, 中段および下段のコンテナ内に埋設された各試験区における調査果数の合計。

2) — は, 葉害が認められないことを示す。

IV. 摘要

クリ果実をヨウ化メチルクん蒸剤でくん蒸時間と投薬量を変えてくん蒸処理し、くん蒸時間および投薬量がクリシギゾウムシの防除効果に与える影響を検討するとともに、天幕内で気化したヨウ化メチルの濃度の継時的な変化を記録した。

- 約 720kg のクリ果実を用いた 2013 年の試験では、無処理区以外の 4 試験区 (250g/10m³-120 分区, 250g/10m³-180 分区, 250g/10m³-240 分区, 500g/10m³-120 分区) において、ヨウ化メチルクん蒸剤は 30 分以内に正常に気化して天幕内にほぼ均一に拡散したことが確認された。約 130kg のクリを供試した 2014 年の試験でも、無処理区以外の 5 試験区 (250g/10m³-90 分区, 250g/10m³-120 分区, 500g/10m³-60 分区, 500g/10m³-90 分区, 500g/10m³-120 分区) において同様の結果となった。
- 2013 年の 250g/10m³-240 分区において、試験終了時のヨウ化メチルの補正濃度が下限濃度を下回ったが、その低下の理由の一つとして、天幕外の気温の低下により天幕内に生じた結露へのヨウ化メチルの吸着が考えられた。
- 2013 年および 2014 年の試験ではクリシギゾウムシは少発生であったが、2013 年の無処理区以外の 4 試験区および 2014 年の無処理区以外の 5 試験区の脱出幼虫数は 0 頭であり、ヨウ化メチルクん蒸剤による高い殺虫効果が認められた。

引用文献

- 鹿島哲郎. 2014. ヨウ化メチルくん蒸剤くん蒸によるクリシギゾウムシの防除および茨城県におけるくん蒸施設の整備状況. 植物防疫. 68 (10) : 609-613.
- 黒木功令・児玉行. 1987. クリシギゾウムシの生態と立ち木防除. 山口県農業試験場研究報告. 39 : 67-75.
- 中垣至郎・柳橋泰. 1985. クリの収穫時期とクリシギゾウムシ, クリミガの発育ステージ. 関東東山病害虫研究会年報. 32 : 203-204.
- 日本植物防疫協会. 2011. 農薬ハンドブック 2011年版. pp. 1-689. 日本植物防疫協会. 東京.
- 大竹恵乃・草野尚雄・中村善二郎・長塚久. 2006. クリシギゾウムシに対するヨウ化メチルくん蒸の効果. 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告. 14 : 53-58.
- 相馬幸博・三角隆・小川昇・内藤浩光. 2005. 3種くん蒸剤によるクリシギゾウムシ *Curculio sikkimensis* の殺虫試験. 植物防疫所調査研究報告. 41 : 9-14.
- 楯谷昭夫. 2004. モントリオール議定書特別総会で臭化メチルの不可欠用途規制除外を決議. 今月の農業. 48 (5) : 20-24.
- ヨウ化メチル推進協議会. 2014. くり専用ヨーカヒューム®ヨウ化メチルくん蒸剤安全使用読本. pp. 1-27. 井筒屋化学産業株式会社. 熊本市.
(http://www.izutsuya-chem.co.jp/yoka_fume_pdf/anzen_dokuhon201405.pdf).