

氏名	関 昌夫
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博農乙第333号
学位授与年月日	平成25年3月15日
学位論文名	園芸作物害虫に対する高濃度炭酸ガスの殺虫効果に関する研究

論文の内容の要旨

高濃度炭酸ガス殺虫法は、炭酸ガス自体に毒性がなく残留毒性の心配もない上に原料とする炭酸ガスが石油精製工程などの廃棄ガスからの回収・副産品であるため温室効果の増幅要因にはならないので、人類を含む生物や地球環境にとってクリーンで安全な農作物害虫の防除技術である。

本研究では、アザミウマ類を中心として、アブラムシ類、コナカイガラムシ類、マルカイガラムシ及びハスモンヨトウなど 12 種の園芸作物害虫を用いて炭酸ガスの殺虫効果を評価し、園芸作物の施設栽培育苗過程及び物流過程における害虫フリー化手段としての高濃度炭酸ガス殺虫法の実用化への道筋をつけることができた。それぞれの害虫種に対する 100%殺虫所要時間は、30℃の 60%CO₂ 処理の場合、アブラムシ類は 4 時間、アザミウマ類の成虫は 8 時間及び卵は 12 時間、ハスモンヨトウ幼虫は 16 時間及びコナカイガラムシ成虫は 24 時間以内であることを明らかにした。併せて、高濃度炭酸ガスの殺虫効果の特徴として、処理時間経過にともなって死亡率が高まるという処理時間への比例性、処理温度が高いほど死亡率が高まるという温度への依存性、昆虫種による殺虫効果の特異性及び有効積算温度が小さい昆虫種ほど 100%殺虫所要時間が短くなるという有効積算温度との相関性などを明らかにした。また、ハスモンヨトウ幼虫を用いて、CO₂ 処理による体液 pH の変化を調査し、CO₂ 処理時間経過にともなって体液 pH は弱酸性側 (pH≒6.9) からアルカリ性側 (pH≒8.2: 重炭酸塩 KHCO₃ の飽和水溶液 pH に匹敵) へと大きく変化し、その状態での時間経過にともなって死亡個体数が増加し、ついには 100%の個体が死亡するに至ることを明らかにした。

これらの成果を総合して、高濃度炭酸ガス殺虫法は園芸作物の施設栽培育苗過程及び物流過程における害虫フリー化手段として、対象農作物側に悪影響を及ぼさない限り、殺虫効果としては実地に適用可能であると判断した。本研究で調査した 9 種昆虫の 30℃の 60% CO₂ 処理による 100%殺虫所要時間 y (h) とそれぞれの有効積算温度 x (DD) との回帰式 $y = 0.0366x - 1.0738$ を用いて、園芸作物害虫に対する実用設計手法を提案した。ほとんどの園芸作物害虫は、有効積算温度がコナカイガラムシ類の約 700 (日度) より小さいので、30℃

の 60%CO₂ 処理による 100%殺虫所要時間が 24 時間以内となる。

加えて、高濃度 CO₂ の殺虫作用の要因に関する各章の考察結果を集約して、以下の CO₂ 殺虫メカニズムを提起した。高濃度 CO₂ 雰囲気中の CO₂ 分圧は通常大気中に比べて非常に高く、たとえば、60%CO₂=60kPa CO₂ の雰囲気中では、380ppm CO₂=0.038kPa CO₂ の通常大気中に比べて 60kPa/0.038kPa≒1600 倍に高まる。60%CO₂=60kPa CO₂ 雰囲気に曝された昆虫体内で、細胞内好氣的エネルギー代謝産物 CO₂ の気管系からの体外排気速度は大気中の 1/1600 に低下することになり、体外排気を阻まれた好氣的エネルギー代謝産物 CO₂ が KHCO₃ 等重炭酸塩として体液中に蓄積せざるを得ず、最終的には体液中で飽和に達する。これにより、体液中の水素イオン濃度[H⁺]と水酸化物イオン濃度[OH⁻]のバランスが通常大気中における [H⁺]/[OH⁻]>1 という弱酸性側から KHCO₃ 等重炭酸塩の飽和水溶液の値に近い[H⁺]/[OH⁻]≤ 1/160 というアルカリ性側に変化する。この状態で長時間経過することで、昆虫細胞内における生命維持に必要な各種酵素活性が低下して最終的には好氣的エネルギー代謝反応の停止に至るとした。