

イチゴ苗の高濃度炭酸ガス防除法によるハダニ類防除の手引き

1. 高濃度炭酸ガス防除法について

(1) ハダニ類の高濃度炭酸ガス防除法とは

ハダニ類は繁殖スピードが速く、化学合成農薬に対する抵抗性発現による防除効果の低下等が問題となっています。イチゴではハダニ類が多発すると生育が抑制され、減収につながるため、防除に苦慮している圃場が多くなっています。

その課題の解決策の一つとして、新たな防除法であり薬剤抵抗性が発達しない高濃度炭酸ガス処理による防除技術があります。この技術の特徴は、イチゴ苗を定植前に、炭酸ガス濃度を60%に高めた密閉された室内で24時間くん蒸し、ハダニ類の卵から成虫までを死滅させるというものです。気体による処理のため葉裏までムラなく処理できて、イチゴ苗をほぼハダニ類ゼロにすることができます。

(2) 高濃度炭酸ガス防除法の留意点

高濃度炭酸ガス処理後すぐに定植する必要があるため、定植できる本数を考慮して処理スジュールを立てて下さい。定植時の持ち込みを限りなくゼロにすることで春先までハダニ類の発生をなくすることができます。ただ、ハウス外からの飛び込み等により11月上旬ころからハダニ類被害を受けることがあります。飛び込みを極力防ぐとともに、ハダニ類の増殖にあわせたハダニ類天敵（カブリダニ製剤等）の放飼を組み合わせることで安定した効果が得られると考えます。

ホコリダニ類、アブラムシ類、アザミウマ類の発生が見られることがあります。発生状況を十分注意し、発生初期に防除を行うことが必要で、総合防除の中の1技術として捉えてください。

また、高濃度炭酸ガス処理後のイチゴの生育は、処理4日後ごろの葉焼け等の障害があったものの、その後生育や開花の遅れはなく、収量への悪影響はないことが比較実証で確認されています。

費用面では処理費用が慣行の薬剤防除と比べてやや高くなりますが、ハダニ類の多発による生育抑制及びそれに伴う減収リスク、薬剤散布にかかる労力等を考慮すると費用対効果は十分あると考えられ、処理装置を複数回利用することで1回あたりの処理費用を抑えれば大きな費用の増加にはならないと考えます。1シーズンあたりの使用回数を増やす取組が処理コストを下げることににつながるため、複数の生産者での共同利用や大規模生産者への導入を検討するのがよいと思われます。

2. イチゴ苗の高濃度炭酸ガス処理の方法

(1) 高濃度炭酸ガス防除法の工程

N社のバックユニット（容積15 m³、3.45×2.35×1.85m）を使用した処理について説明します。

イチゴ苗は事前に花芽分化を確認し、定植の2日前に防除作業を始めます。

① 処理前日（午後）

- ・ 小型ポット苗は苗を抜いて、コンテナに詰め、ポリポット苗は横向きにコンテナに詰めます。（7,000～8,000本で半日程度）
- ＊ 1コンテナ当たり収容株数は、小型ポットで100株、9cmポットで40株です。
バックユニット（容積15 m³）にはコンテナ（365×520×305mm）が192箱収容できる。
- ＊ 小型ポット苗を抜きやすくするため、引き抜き1時間程度前（昼前）にかん水しておきます。

② 処理前日（夜間）または当日（早朝）

- ・ 苗を運搬し、処理装置へ詰め込みます。（60分程度）＊処理前は過湿防止のため締め切らない。



コンテナへ詰め込まれた苗



処理装置へ詰め込まれたコンテナ



バックユニット全容（くん蒸中）

③ 処理当日（早朝）

- ・炭酸ガスをボンベから充てんし、既定の濃度になるように攪拌します。（75～100 分）
- ・その後密閉された状態で 24 時間くん蒸処理します。

④ 処理翌日（午前）

- ・くん蒸処理終了後、炭酸ガスを放出します。（30 分）
- ・炭酸ガス濃度の低下を確認し、処理済み苗を取り出し、圃場へ運搬します。（60 分程度）
- ・本圃定植は速やかに行います。

（2）炭酸ガスの処理について

① 使用する炭酸ガス

この防除法で使用する液化炭酸ガスは農薬登録を受けたものでなければなりません。

今回使用した 15 m³の処理装置（365×520×305mm のコンテナが 192 箱入る）では、1 回の処理に液化炭酸ガス（27kg 入り）ボンベ 1 本が必要ですが、炭酸ガス注入にかかる時間を短縮するため、複数本のボンベを同時に使用したほうが効率的です。

所定の濃度（60%）になるまでの時間がボンベ 3 本で 1 時間 15 分、ボンベ 2 本で 1 時間 40 分です。



農薬炭酸ガス（農薬登録番号）



農薬炭酸ガス（農薬登録内容）

② 設置場所

くん蒸処理時の温度も重要とされていますので 25℃を下まわらないよう倉庫内で処理します。

装置は通気性のよい、換気ができる場所で凸凹の少ない場所に設置し、装置の周囲は 80cm 程度のスペースを確保します。ベニア板（幅 3×横 4 m）の上に処理装置を設置します。



ベニア板の上にバッグを設置



バッグ内にブルーシートを敷く



バッグ全体

③ 処理装置の組み立て

***バッグ取扱説明書を十分読んで組み立ててください。**

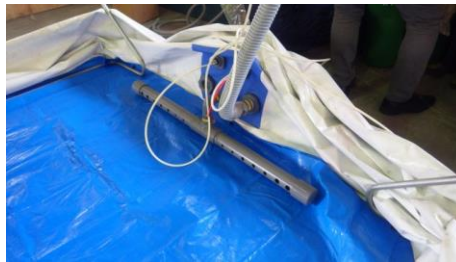
バッグ底面を傷つけないため、底部にブルーシートを広げておきます。

バッグ内側面に沿って、底部骨材を配置します。底部骨材に縦部骨材を差し込み、あらかじめ組み立てた天井部骨材を縦部骨材上に載せます。サポート部材を縦部骨材及び天井部骨材とをねじでとめて固定させます。

接続ユニットをバッグの正面部シート取付位置に装着します。パッキンがなかったり、締め付けが不十分だと農薬炭酸ガスがもれる原因になります。



接続ユニットの装着（外側の様子）



投薬ヘッダーの取り付け
（接続ユニット内側）



チューブの取り付け
（接続ユニット内側）

バッグ内側の投薬口（下段真ん中）に投薬ヘッダーをしっかりと取り付けます。
投薬ヘッダーのチューブ接続部と接続ユニット濃度測定口とをビニルチューブ（赤）で接続します。
ビニルチューブ 3 本（白）を接続ユニット濃度測定口に取り付けます。

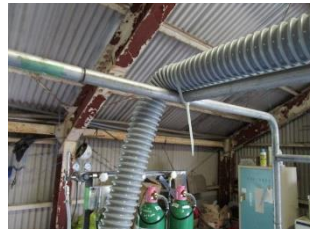
バッグ内側の置換口に置換用ダクトホースをつなげます。接続部は金具で固定します。

＊炭酸ガス処理までの間にネズミ等が中に入り込まないようにバッグ側面をあげるなどしておきます。

＊ファスターが傷みやすいのでファスターにロウをぬっておきます。閉めるときはゆっくり閉めていきます。



ダクトホースの取り付け
（接続ユニット内側）



ダクトホースの配置と固定



ラック組立完了

④ 農薬炭酸ガスボンベ架台の据え付け

架台は風通しがよく、水平な場所に据え付けます。架台下部に転倒防止アングルを取り付けます。

三方弁につながるストレート管端に圧力調整器を取り付けます。流量計がまっすぐ立てるようにします。取付面にパッキンがあることを確認します。

圧力調整器の流量計の下のアスピレーターに炭酸ガス投入ホースを接続し、ホースバンドで固定します。

架台に農薬炭酸ガス容器を設置し、転倒しないように個別及び前面をチェーンで固定します。

三方弁に連結ホースの袋ナット（短）を取り付けます。接続面にナイロンパッキンがあることを確認します。使用しない連結ホースはガス投入時おどるので三方弁を閉めておきます。炭酸ガス容器口金と連結ホースの袋ナット（長）をホースがねじれがないようにスパナでしっかり接続します。接続面はナイロンパッキンがあることを確認します。

炭酸ガス投入ホースの他端を接続ユニットの投薬口に接続します。



圧力計・アスピレーターの接続



三方弁・連結ホースとポンベの接続

⑤ 当日の接続

バッグのファスターを開けて、ラックの吊具を外し、バッグ天井面を正面にまとめ、側面を下ろします。ラック等でバッグの天井部や側面を傷つけないように注意して下さい。

コンテナに入れたイチゴ苗を装置内に搬入します。

濃度測定管をコンテナの隙間（上段（6 段目）、中段（3 段目）、下段（1 段目底部））に設置します。

接続ユニットの置換口、投薬口、排気口のバルブを閉じます（ホースに対し横向き）。

接続ユニットの排気口とブローをダクトホースで接続します。



濃度測定管の設置

バッグ側面を上にあげ、天井部を広げます。バッグ内部についている吊り具とラックをバンジーコードでとめます。ファスナーの両端を押さえながらまっすぐに動かし、最後までしっかり締めます。



ブロワーの設置と接続ユニット



ファスナーを閉じる

⑥ 投薬の準備

圧力調整器のヒーター用電源コードを入れて、5分以上予備加熱します。
高濃度炭酸ガス測定器の電源を入れ、10分以上暖気運転をします。

接続ユニットの置換口にダクトホースを接続し、末端を風通しがよいところに設置します。

各接続部の締め付け確認を行います。三方弁、圧力調整器の流量調節バルブが締まっている、圧力調整器の圧力調整ハンドルが緩んでいる、接続ユニットの投薬口、置換口、排気口のハンドルが締まっている、濃度測定口の各ハンドルが下向きになっていることを確認します。



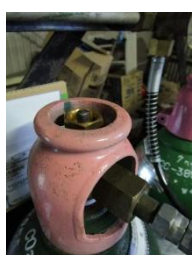
圧力調整器の予備加熱

⑦ 投薬操作

接続ユニットの投薬口と置換口を全開にします。ガス容器弁をゆっくり開け、全開します。
三方弁をゆっくり全開にします。圧力調整器入口側圧力計（5～9MPa）を確認します。
圧力調整器の圧力調整ハンドルをゆっくり開けます。出口側圧力計 0.6MPa を確認します。
圧力調整器の流量調節バルブをゆっくり開けます。流量計 500/min に合わせます。
流量調節バルブを開くと出口側圧力が下がるので圧力調整ハンドルで再調節します。
アスピレーター上部の空気吸入口に指をあて空気の吸い込みを確認します。
濃度測定器で接続ユニット周辺やファスナー周辺、バッグ周辺の下部の炭酸ガス濃度を測定します。
濃度測定器で定期的に上段、中段、下段の濃度を測定します。
＊測定器接続中は濃度測定口ハンドルを全閉にすると測定器が壊れるので開いてから閉じる。



置換口(左)、投薬口(中)全開



ガス容器弁



三方弁



圧力調整ハンドル



入口側圧力計 5-9MPa



出口側圧力計 0.6MPa



流量計 500/min



炭酸ガス濃度測定

⑧ 投薬終了・攪拌操作

濃度測定で上段 20～40%, 中段 60～75%, 下段 60～75%を確認後、すべての容器弁を全閉にします。圧力調整器の入口側と出口側圧力計が 0 MPa になったことを確認します。

三方弁を全閉にします。投薬口と置換口を全閉にします。

接続ユニットの置換口とブロー吐出口をダクトホース 1 で接続します。接続ユニットの排気口とブロー吸込口をダクトホース 2 で接続します。

置換口と排気口を開けて、ブローの電源を入れて、バッグ内のガスを 30 分間攪拌します。

攪拌を始めて、上中下段の各濃度がすべて 40%を越えた時刻を開始時間とします。

攪拌後、測定器で上中下段の各炭酸ガス濃度が 50～60%の範囲にあることを確認します。

ブローの電源を切り、置換口と排気口を閉めます。



ブローによる攪拌



容器弁全閉→圧力計 0→三方弁全閉



高濃度炭酸ガス処理中

⑨ 24 時間処理

処理中はバッグ本体及び周囲に警告表示を行います。

朝処理の場合、夕方にバッグ内炭酸ガス濃度を測定、確認します。

所定の炭酸ガス濃度を下回った場合は、バッグ周囲のガス漏れの有無を確認します。



高濃度炭酸ガス処理中
警告表示

⑩ 投薬終了

接続ユニットの排気口とブローの吸込口をダクトホース 1 で接続します。

ブローの吐出口にダクトホース 2 を接続し、ダクトホース 2 の末端を人が通らない風通しがよいところに設置します。

接続ユニットの排気口を開けて、ブローの電源を入れます。

ラックに軽くバッグ側面が張り付いたら、置換口を開けます。

さらにバッグ側面が張り付くとファスターを 10cm 程度開けてガスを排気します。

測定器で濃度測定口下段の炭酸ガス濃度を測定し、1.5%未満であることを確認します。

ブロー作動状態でファスターをゆっくり開き、バッグ側面を下ろします。

天井面を正面側にまとめ、バッグ側面を下げ、ラックからコンテナを搬出します。



ブローによる排気



イチゴ苗の搬出



イチゴ苗の搬出

（３）炭酸ガス処理による生理障害について

処理直後の苗に目立った変化はありませんでしたが、定植１週間後、各圃場にて高濃度炭酸ガス処理が原因と見られる葉焼け等の障害が発生しました。その後の経過は、一部出蕾の遅れが見られた圃場もありましたが、収穫時には対照区と同程度の生育状況となりました。全国各地でこの処理は行われており、葉害の影響は生育が進むにつれ解消されることが報告されています。



新葉への障害

（４）高濃度炭酸ガス処理にかかる経費試算

高濃度炭酸ガス処理を行う際の処理費用について試算を行いました。育苗ポットの種類によって、処理装置に入る苗数が違うため、使用する装置の規格が異なります。

また、装置及びコンテナの減価償却費は毎年固定の額であり、１シーズンの処理回数が多くなるほど処理１回あたりの費用は安くなるため、今回は年間３回処理を行ったと仮定して試算を行い、１回分の費用を算出しました。

① 装置導入にかかる初期費用について

表１ 炭酸ガス処理装置（N社バックユニット）導入時にかかる初期費用

処理容量	8 m ³ （コンテナ 96 箱）	15 m ³ （コンテナ 192 箱）
バックユニット	¥1,500,000	¥1,800,000
苗詰込用コンテナ	¥96,000	¥192,000
計	¥1,596,000	¥1,992,000

② 高濃度炭酸ガス処理を行う際の処理費用

表２ 毎年３回の処理を行った場合の１回あたりの費用

育苗ポットの種類	小型ポット	9 cm ポット
バックユニットの容量	8 m ³	15 m ³
一度に処理可能な苗数	8,160 本	7,680 本
バックユニット減価償却費	¥71,429	¥85,714
コンテナ減価償却費	¥9,143	¥18,286
炭酸ガスボンベ代	¥13,750 (0.5 本分)	¥27,500 (1 本分)
合計	¥84,322	¥117,785
参考：１株あたりの処理費用	¥11	¥16

※バックユニットとコンテナは７年間で償却しました。

③ 慣行防除とのコスト比較

炭酸ガス処理のコストと薬剤防除にかかる費用の比較を表３に示しました。炭酸ガス処理の方が薬剤防除に比べ費用がやや高くなりますが、小型ポットで 13.3kg/10a、9cm ポットで 40.9kg/10a 増収すれば回収できる計算であり、慣行防除におけるハダニ類の被害による減収分や農薬散布労力を考慮すれば十分回収できると思われます。

表3 ハダニ類防除における慣行の薬剤防除とのコスト比較（本圃における10aあたり）

	炭酸ガス処理 (小型ポット)	炭酸ガス処理 (9 cm ポット)	慣行防除
防除費用	@¥11×6,800 株 ¥74,800	@¥16×6,800 株 ¥108,000	灌注薬剤 ¥10,880 気門封鎖剤 ¥48,000 (2回/月×4ヵ月) 計 ¥58,880
慣行防除との差	¥15,920	¥49,120	—
差額分の収量 (1200 円/kg)	13.3kg	40.9kg	—

※10a あたり 6,800 株とし、炭酸ガス処理は3回の利用を想定しました。

※天敵の利用は考慮していません。

謝辞

この内容は津地区で地域活性化プランハンズオン支援及び生産体制・技術確立支援事業（新品種・新技術の確立支援）を活用し現地実証したものです。改めて、協力メーカー、JA、生産者、県関係機関の関係者の皆様に感謝申し上げます。