

平成 21 度 普及に移す農業技術（第 2 回）

[分類] 普及技術

[成果名] 大気圧プラズマで生成した正負イオンの処理は、きのこ栽培施設の空中菌を除菌でき、害菌汚染の低減に有効である

[要約] 大気圧プラズマで生成した正負イオンの処理は、きのこ栽培施設の *Pseudomonas* 属菌、*Penicillium* 属菌の空中菌を除菌でき、エリンギ立ち枯れ症状、エノキタケ目玉焼き症状、および放冷接種時の害菌汚染を低減できる。

[担当] 野菜花き試験場北信支場菌茸部

[部会] 野菜花き部会

1 背景・ねらい

ビン栽培きのこの栽培室は加湿条件で、きのこの培地くずなどの害菌の栄養源もあり、安定栽培のために施設の除菌・浄化は欠かせない。一方、ビン栽培きのこに直接使用できる登録農薬はなく、長野県では、食品衛生上の観点から平成 15 年よりベノミルや T B Z を含む施設殺菌剤の使用は控え、オゾンガス殺菌や微酸性電解水など残効性のない殺菌法を開発し、清掃や洗浄による浄化とあわせて奨励してきた。しかし、エタノールや次亜塩素酸等を利用した従来の除菌方法では、ウレタン吹きや壁面の施設など効果的な浄化が困難な施設も多く、オゾンガス殺菌等とあわせて除菌しても、比較的早い時期に再汚染してしまう恐れがある。

そこで、生産者の作業中も処理可能で、継続的に除菌効果が期待できる大気圧プラズマで生成した正負イオン（以下正負イオン）を用い、平成 18 年度試行技術で報告したエリンギ立ち枯れ症状低減効果に加え、きのこ栽培施設の空中菌除菌ならびにエノキタケ目玉焼きの症状低減効果、放冷・接種室での害菌汚染低減に対する効果を検討し、十分な効果が確認できたので普及技術とした。

2 成果の内容・特徴

(1) 正負イオン処理は、閉鎖環境下では、*Pseudomonas* 属菌の場合は 10 分程度、*Penicillium* 属菌の場合は 30 分程度の処理時間で、空中菌のコロニー形成率を 10% 程度まで除菌できる。

(2) 正負イオン発生機（施設栽培用機種 50 m³用 シャープ株式会社製）は、エリンギの前期生育室およびエノキタケ抑制室で約 100 m³当たり 2 機の稼働で、空中菌除菌に効果があり、エリンギ立ち枯れ症状およびエノキタケ目玉焼き症状の発生を低減できる。

(3) 正負イオン発生機（業務用もしくは施設栽培用機種 50 m³用 シャープ株式会社製）は、放冷接種室で、約 100 m³当たり 2 機の稼働で、*Penicillium* 属菌による栽培ビン汚染を低減できる。

3 利用上の留意点

(1) 正負イオン発生機による送風が、直接栽培物に当たると、きのこの子実体や菌床が乾燥する恐れがあるので、発生機は棚の上や作業用通路など、栽培物に直接風が当たらない場所に設置する。

(2) 正負イオン発生機は、栽培室の一般的な清掃浄化を行った上で使用する。また、ブナシメジ生育室等の加湿が強い場所では、放電しづらい条件のため使用しない。発生機は放冷・接種室では業務用汎用機が利用できるがエノキタケ、エリンギ等の栽培室では防水処理のなされた施設栽培用機種を用いる（参考価格 業務用汎用機 50 m³用 160,000 円（税抜価格）施設栽培用機種 50 m³用（試作機））。

(3) 正負イオン発生機の放電セルの寿命は約 19,000 時間である。24 時間稼働した場合約 2 年で放電セルを更新する（参考価格 業務用汎用機 50 m³用放電セル 28,000 円/1 機（税抜価格））。正負イオン発生機の消費電力は 36W/h（風量強稼働時）電気代は約 7,000 円/年（24h/日 × 365 日通電）。

(4) 正負イオン発生機は、フィルターの目詰まりで送風能力が低下する。警告灯が点灯した際には掃除機でフィルターの清掃を行い、中性洗剤で洗浄後、十分乾燥させて使用する。

(5) 通常の使用では、正負イオンによる生産物および作業員への影響はない。放電時に副次的に発生するオゾン濃度は 0.01ppm 以下で、日本産業衛生学会基準値の 0.1ppm、家電製品基準値の 0.05ppm 以下である。

4 対象範囲 県下全域

5 具体的データ

(1) 空中菌への効果

閉鎖した処理箱での散布空中菌への正負イオン処理試験では、正負イオン発生機の稼働により空中菌のコロニー形成数（以下落下菌数）は減少し、*Pseudomonas* 属菌では、正負イオン処理区は平均 11.0 個で、送風のみ 119.0 個に比べコロニーの形成率は 9.2%であった（表 1）。また、*Penicillium* 属菌の落下菌数は、処理時間 15 分では、正負イオン処理が 26.5 個で、送風のみ 164.5 個を 100 とした場合、コロニーの形成率は 16.9%に減少した。また、処理時間 30 分では、正負イオン処理の落下菌数が 33.0 個で、送風のみ 302.5 個を 100 とした場合、コロニーの形成率は 10.9%に減少した（表 2、図 1）。

表 1 正負イオン処理による *Pseudomonas* 属菌の落下菌数（平成 16 年 野菜花き試験場）

| 処理時間・処理方法 | <i>Pseudomonas</i> 属菌のコロニー数(個) | | | コロニー形成率(%) |
|-----------|--------------------------------|-----|----|------------|
| | 1回 | 2回 | 平均 | |
| 15分 | 正負イオン+送風 | 9 | 13 | 11.0 |
| | 送風のみ | 173 | 65 | 119.0 |

試験方法：供試菌液濃度：*Pseudomonas*.SP 10⁸ 個/ml

処理容器；帯電防止剤で処理した閉鎖処理箱（65×40×30cm）

処理方法；供試菌シャーレを開放して空気を送り、同時に小型の正負イオン発生機を稼働し、送風方向に垂直に設置した T-PAF 平板培地（90mm 径）で空中菌を回収した。培地は 22-48 時間培養し、形成コロニー数を調査した。

処理時間；10 分間

処理区；対照区；*Pseudomonas*.SP 開放+送風のみ、試験区；*Pseudomonas*.SP開放+正負イオン処理+送風

表 2 正負イオン処理による *Penicillium* 属菌の落下菌数（平成 19 年 野菜花き試験場）

| 処理時間・処理方法 | <i>Penicillium</i> 属菌のコロニー数(個) | | | コロニー形成率(%) |
|-----------------|--------------------------------|-----|-----|------------|
| | 1回 | 2回 | 平均 | |
| 15分 | 正負イオン+送風 | 14 | 39 | 26.5 |
| | 送風のみ | 147 | 182 | 164.5 |
| 30分 | 正負イオン+送風 | 53 | 13 | 33.0 |
| | 送風のみ | 341 | 264 | 302.5 |
| 試験開始前（散布無し 15分） | | 0 | 0 | 0 |

試験方法：供試菌株；*Penicillium expansum* KRCF699（森林総研九州支所） 培養 22、10 日間。処理前 5、4 時間低温処理

処理容器；帯電防止剤で処理した閉鎖処理箱（65×40×30cm） 処理時間；15 分間、30 分間

処理方法；十分に孢子形成された *Penicillium expansum* 培養したシャーレを開放し、空気を送り、同時に小型の正負イオン発生機を稼働し、送風方向に垂直に設置した PDA 平板培地（90mm 径）により 22-72 時間培養し、発生したコロニー数を調査する。

処理区；試験区；*P. expansum*開放+正負イオン処理+送風、対照区；*P. expansum*開放+送風のみ、無処理区；送風のみ

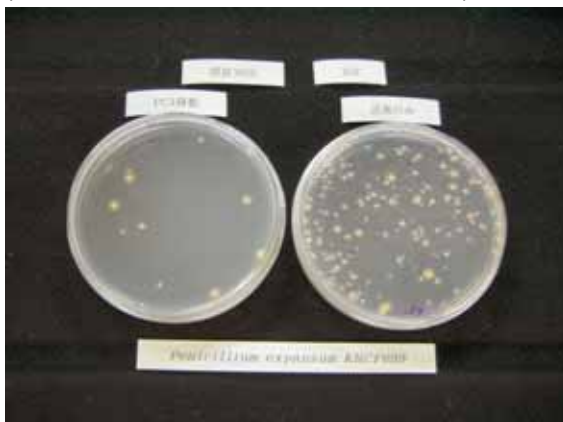


図 1 正負イオン 30 分間処理での *Penicillium* 属菌の落下菌数（左；処理、右；送風のみ）（平成 19 年 野菜花き試験場）

(2) エリンギ生育室での正負イオン処理による除菌および立ち枯れ症状低減効果

立ち枯れ症状の発生しているエリンギ生産施設前期生育室で、菌かき後9～12日の生育期に正負イオン発生機を稼働した。正負イオン処理による落下菌数は送風のみと比較して、糸状菌では23.4個から7.2個に、細菌では12.6個から5.2個に減少した。空気40%あたりの浮遊菌数についても、送風のみと比較し、糸状菌では63.9個から21.4個に減少した(表3、図2)。また、立ち枯れ症状発生度は1.2から0.5の無～微発生に、着色発生度も1.4から0.6の無～微発生に低減できた(表3)。

表3 生産者施設での正負イオン発生機稼働による前期生育室の落下・空中菌数とエリンギの着色・立ち枯れ症状発生度 (平成18年 野菜花き試験場)

| 処理方法及び期間 | 落下菌平均数(個/10分) | | 浮遊菌平均数(個/1分) | | 立ち枯れ発生度 | 着色発生度 |
|----------|---------------|------|--------------|------|---------|-------|
| | 糸状菌 | 細菌 | 糸状菌 | 細菌 | | |
| 正負イオン | 7.2 | 5.2 | 21.4 | 10.1 | 0.5 | 0.6 |
| 送風のみ | 23.4 | 12.6 | 63.9 | 10.9 | 1.2 | 1.4 |
| 処理前 | 30.8 | 9.0 | 79.5 | 16.5 | 1.6 | 1.3 |

注) 発生度 = (株別発生程度 × 発生株数) / 調査株数 発生程度(0～5: 無・微・少・中・多・甚)
 試験場所: 北信地域 エリンギ前期生育室(105 m³)
 供試機種: 「FU-N40CX高湿度対応改良型」
 処理時期: 芽だし後期の菌かき後9日～12日の4日間
 処理方法: 運転モード「急速」 風量; 「急速」 正負イオンモード: 「クリーン」 使用セル2個 供試台数2台(プレイワ-無し)
 試験条件: 前期生育室; 温度16℃・湿度95%、炭酸ガス濃度1,500～2,000ppm
 供試系統: 農工研E-3号「エリンコ」 試験規模: 1区 32本 1連
 調査方法: 落下菌; 平板培地を棚及び床に1枚ずつ水平に設置し10分間開放した。
 浮遊菌; バイオテスト社エアサンプラー稼働1分(40L) 培養後、発生コロニー数をカウントした。
 調査培地: 落下菌; 糸状菌類; PDA培地、細菌類; 普通寒天培地
 空中菌調査培地; ストリップアガー(糸状菌用)(細菌用)
 培養温度: 糸状菌類; 25℃ 72時間、細菌類; 25℃ 48時間
 空中菌調査数: 使用試験前; 2カ所反復なし、正負イオン; 2カ所3反復、無処理; 2カ所3反復

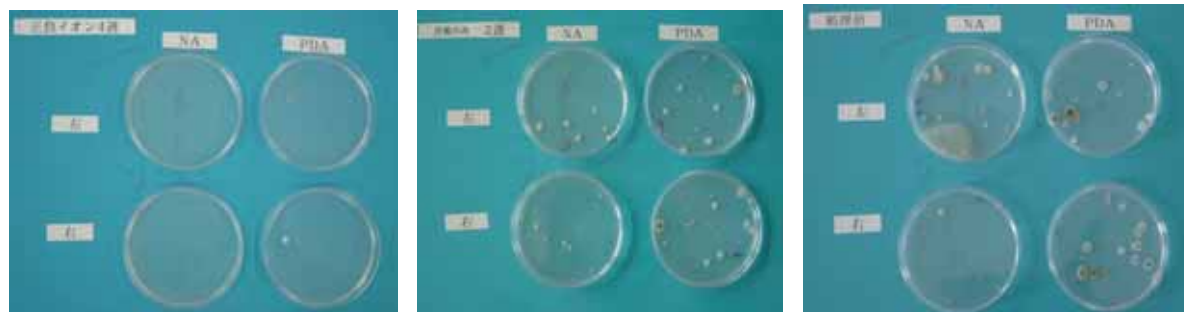


図2 エリンギ前期生育室での正負イオン処理と落下菌数 (左:正負イオン処理、中;送風のみ、右;処理前)(平成18年 野菜花き試験場)

(3) エノキタケ抑制室での正負イオン処理による除菌および目玉焼き症状低減効果

エノキタケ目玉焼き症状の発生が見られる生産者施設の抑制室(約100 m³)に、正負イオン発生機を2機設置し、目玉焼き症状低減効果を検討した。

糸状菌の落下菌数は、処理前の平均落下菌数12.3個に対し1週間には2.8個で、コロニー形成率は22.8%、2週間および17日後は、4.4個で35.8%に減少した(図3)。きのこの性状では、収量・品質とも、正負イオン処理区、対照区ともほぼ同等で、着色程度は正負イオン区では、1.8の微～小発生で、処理前の2.9の中～小発生より低下した。目玉焼き症状の発症菌傘数は、正負イオン処理区は株当たり3.7個で、処理前の42.2個に比べ8.8%であった(表4)。このことから、正負イオン発生機は、エノキタケ目玉焼き症状の原因となる*Penicillium*属の空中浮遊菌に除菌効果を示し、エノキタケ目玉焼き症状の発生を低減できると判断した。

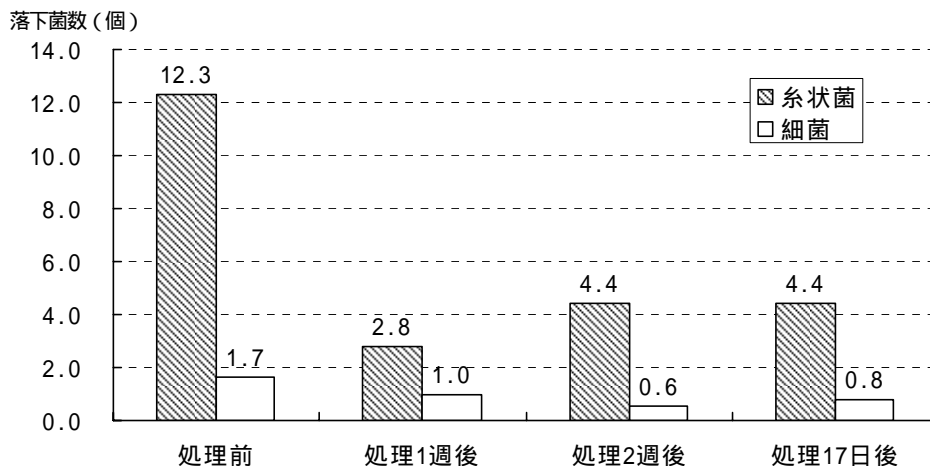


図3 エノキタケ抑制室での正負イオン処理による落下菌数の比較
(平成21年 野菜花き試験場 北信支場)

処理室；現地エノキタケ 移動管理式きのこ栽培室（北信地区）
 処理方法；抑制室に大型業務用正負イオン発生機（IG-840）を2機設置し、稼働前および稼働1週・2週後の空中落下菌数を調査した。
 処理区；試験区；正負イオン発生器（IG-840 2機）
 運転モード 風量：「急速」 正負イオン：「常時発生」
 対照区；未処理（処理前）
 落下菌調査；PDA 培地・普通寒天培地 開放10分 各3カ所 72時間培養後、糸状菌の発生コロニー数を調査する。

表4 正負イオン処理とエノキタケの子実体の性状および目玉焼き症状発症菌傘数
(平成21年 野菜花き試験場 北信支場)

| 試験区 | 子実体の性状 | | | 目玉焼き症状 発症菌傘数（個/株） |
|-------|--------|-----|------|----------------------|
| | 収量(g) | 品質 | 着色程度 | |
| 正負イオン | 277.6 | 1.8 | 1.8 | 3.7 |
| 処理前 | 274.2 | 1.8 | 2.9 | 42.2 |

注) 品質（良～否：1～5）着色程度（無～甚：0～5）菌傘の中央の達観での黄化程度評価
 処理室；現地エノキタケ栽培施設 抑制室
 処理方法；抑制室に大型業務用正負イオン発生機（IG-840）を2機設置し、稼働前および稼働1週・2週後の子実体を22℃で10日間保存し、目玉焼き症状の発症菌傘数を調査した。
 処理区；試験区；正負イオン発生器（IG-840 2機）
 運転モード 風量：「急速」 正負イオン：「常時発生」
 対照区；未処理（処理前）
 目玉焼き症状の発症菌傘数；処理区および処理前各6株を収穫後ビニール袋に封入し、20℃10日間保存した後の黄色もしくは黒色に変色した菌傘数をカウントし株当たりの発生数を調査した。

(4) 放冷・接種室での正負イオン処理による除菌および害菌汚染低減効果

放冷・接種室での害菌汚染の見られる生産施設で正負イオン発生機を約100m³あたり2機設置し、空中菌の除菌および雑菌汚染の低減効果を検討した。
 正負イオン処理前に比べ、処理直後の栽培ビン搬入時は外気とともに栽培施設内の汚染空気が流入し、落下菌数は増加したが、正負イオン処理45分後には栽培ビン搬入時に比べ、落下菌数は、糸状菌で10%、細菌で54%に低下した（図4）。
 また、害菌汚染率は、処理なしの23.1%に対し、処理期間2日後では12.5%に低減し、処理期間12日後では0%まで低減できた（図5、6）。この事例（甚発生）での試算上の農業所得は、処理前の1万本当たり-77,628円から処理後99,807円となり、農業所得率で22.6%改善できた（表5）。

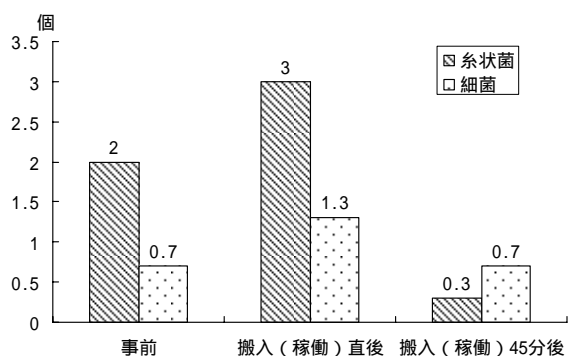


図4 放冷・接種室での正負イオン処理と落下菌数
(平成21年 野菜花き試験場 北信支場)

調査場所：北信地方ブナシメジ生産施設 放冷接種室 105㎡
 除菌装置：正負イオン発生機 IG-840 2台
 調査培地：糸状菌；PDA培地、細菌；普通寒天培地 90mm 径
 開放時間：15分間、数値は3カ所の平均
 培養温度ならび期間：22℃、糸状菌72時間、細菌48時間

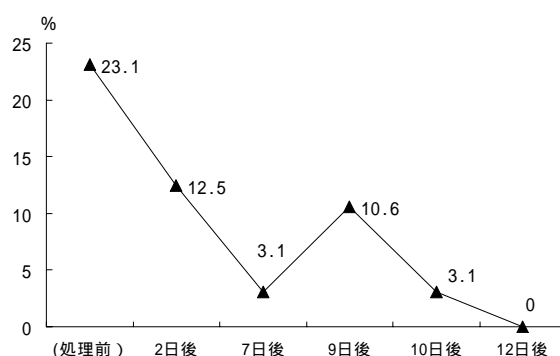


図5 放冷接種室での正負イオン処理と汚染ピン率
(平成21年 野菜花き試験場 北信支場)

調査場所：北信地方ブナシメジ生産者施設 調査日：2009.7.21
 除菌装置：正負イオン(発生機 IG-840 2台
 調査方法：培養10から20日後の培養ピンの害菌汚染状況を目視で確認
 調査本数：各処理日とも160本



図6 放冷・接種室での正負イオン処理の有無と培養ピンの汚染状況
(左；5日間処理、右；処理なし) (平成21年 野菜花き試験場 北信支場)

表5 培養ビン害菌汚染が甚発生時の現地生産者放冷・接種室での正負イオン処理と農業所得試算例
(1万本当たり)(平成21年 野菜花き試験場 北信支場)

| | 培養時の雑菌汚染率 (ロスピン率)(%) | 生産物収益 (円) | 農業所得 (円) | 農業所得率 (%) |
|---------|-------------------------|--------------|-------------|--------------|
| 正負イオン処理 | 0 | 889,200 | 99,807 | 11.2 |
| 処理前 | 23.1 | 683,795 | -77,628 | -11.4 |

数値は平成20年度長野県農業経営指標 菌茸 ブナシメジ専業経営を元に、保有ビン数 20万本
 年回転数3回転、1ビン収量190g、平均単価468円/kg 正負イオン発生機2機(1機16万円×2)
 耐用年数5年、消費電力11kw年で試算した。

6 特記事項

[公開] 制限なし。

[課題名、研究期間、予算区分]

エリンギ立枯れ症状発生防止技術の確立、平成16～18年度(2004～2006年度) 県単プロジェクト
 きこの類の生育障害、病害虫防除技術、平成19年度(2007年度) 県単素材開発
 菌茸に関する素材開発研究、平成20～24年度(2008～2012年度) 県単素材開発