

機関番号：12201

研究種目：基盤研究（C）（一般）

研究期間：2008～2010

課題番号：20580274

研究課題名（和文）

湿布面への UV 照射による OH ラジカルの生成とエチレンの改質および滅菌装置

研究課題名（英文）

Ethylene reforming and sterilization equipment with the generation of the OH radical by UV irradiation to the compress cotton

研究代表者

長澤 武 (NAGASAWA TAKESHI)

宇都宮大学・工学研究科・教授

研究者番号：10118440

研究成果の概要（和文）：

全ての作物の保存に適応できる保存庫の開発研究を行なった。作物の保存のポイントは作物が放出するエチレンガスの除去である。新たな試みとして、高分子材に UV を照射して OH ラジカルを生成した。この OH ラジカルを純エチレンガス 300ppm に作用させたところ、70 分で 145ppm 減少した。

研究成果の概要（英文）：

The development research of the storage which could adapt to the saving of all crops was carried out. The point of the saving of the crop is the removal of ethylene gas in which the crop is released. As a new trial in order to always form OH radical, OH radical was formed by irradiating the polymer with UV. 145ppm was decreased in 70 minutes, when this OH radical worked at pure ethylene gas 300ppm.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：紫外線，高分子材，エチレン，改質，ラジカル

1. 研究開始当初の背景

今日のような不安定な気候において、生産量の増減に依らず年間を通して生鮮な果物や野菜を安定に供給することは、消費者が生活を維持するために極めて重要な問題であり、社会的な要求の一つと考えられる。このためには、大量の食物の新鮮さを長期間保持できる大型保存庫の開発が必要である。この保存庫は食物自身が排出する熟成作用のあるエチレンガスの除去や空気殺菌ができ、省エネルギー型で 2 次公害を生じない装置を搭載していなければならない。このような装置の開発は生産者と消費者の関係をスムーズにすることができる。

本研究室では、この問題の解決方法として、平成 15-16 年度の科学研究費補助金で、浮遊多電極を用いた低電圧放電装置（特許第 3822141 号）で OH ラジカルを生成し、OH ラジカルでエチレンの改質除去および殺菌（電気学会論文誌 C126(2006)pp. 667-668）する

方法を開発した。この装置で、バナナ、リンゴ、メロン等において、エチレンの除去に良い結果[バナナ(エチレンの減少の割合：10 ppm/5min), リンゴ(15 ppm/300min), メロン(4 ppm/20min)](電気学会論文 D126(2006)pp. 1015-1020)を得て、装置の実用化ができた。しかし、この装置のエチレン除去方法は、OHラジカルを生成するために酢酸エステルが必要であり、保存する食物に制限(エチレンとともに酢酸エステルを放出する食物)がある。

そこで、本研究室では、全ての種類の食物に対して、エチレンの除去および空気殺菌のできる少エネルギー型装置(酢酸エステルを必要としない)の開発を目的として次のような方法で研究を進めた。

開発中のエチレンの改質および空気殺菌装置の概要

1. 従来の水分を含ませた布の代わりに高分子材(ポリウレタンスポンジ)を用い、これに紫外線を照射し、高分子材から O, H を解離して、OHラジカルを高分子材の表面上に生成する。
2. OHラジカルの生成点にエチレンや菌を通し、OHラジカルにエチレンや菌を接触させる(OHラジカルの寿命が短い(約 $1/10^6$ sec) ので、生成点にエチレンや菌を通過させる)。
3. OHラジカルとエチレンの化学反応でエチレンを改質する。
4. OHラジカルの強い酸化力で空気殺菌を行う。

2. 研究の目的

本研究は、全ての作物を対称とした発生エチレンの除去および空気殺菌をOHラジカルで行う少エネルギー型装置(過去に開発した電界を用いたエチレン除去装置は酢酸エステルを必要としたために保存対象物に制限があった)の開発を目的とした研究である。期間内の研究

1. 食物が発生するエステルに関係なく、独立にOHラジカルが生成できる装置の開発を行なう。
2. 実験用保存庫(実用庫の1/120の容積)を

用いてエチレンの除去効果を調べる。

3. 実用庫に適応の可能性を検討する。

期間内に明らかにする点

1. 高分子材の表面上に紫外線を照射することで、面上にOHラジカルを生成し、その面にエチレン成分や菌を含んだ空気を通過させることで、気体の改質及び殺菌をする新たな装置を開発し、実験用保存庫に設置し、エチレン純ガスの改質除去の効果を明らかにするとともに、浮遊多電極を用いた場合との効果の比較を行う。
2. 殺菌の性能(生菌の減少量/消費電力)について浮遊多電極を用いた場合との比較を行う。
3. 大学の外部(民間企業)に設置してある実用保存庫に大型化した気体改質及び殺菌装置を設置し、エチレンの改質除去および殺菌の性能を明らかにする。菌の様子は顕微鏡(購入希望)を用いて即座に明確にする。
4. 念のために、保存庫内に危険なガス(水素、オゾン)が発生するかどうか購入希望の測定器で明確にする。

3. 研究の方法

OHラジカルの生成法として、これまで用いてきた湿布綿の代わりに高分子材を用いて、同じUVを照射して、OHラジカルの生成を行った。変えた理由は、1. 湿布綿は乾燥して燃焼する可能性がある。また、水分が必要である等から実用的でない。2. 高分子材は化学構造にO, H成分が含まれている等である。

OH生成法は、1. この高分子材にUVを照射し、O, Hをそれぞれ高分子材から解離する。2. 解離したO, HでOHラジカルを生成する方法である。あるいは、OH成分を直接解離してOHラジカルを生成する方法である。

20年度

1. 実用保存庫(6.48m³)の1/120の容積の実験用保存庫(図1)を製作する。

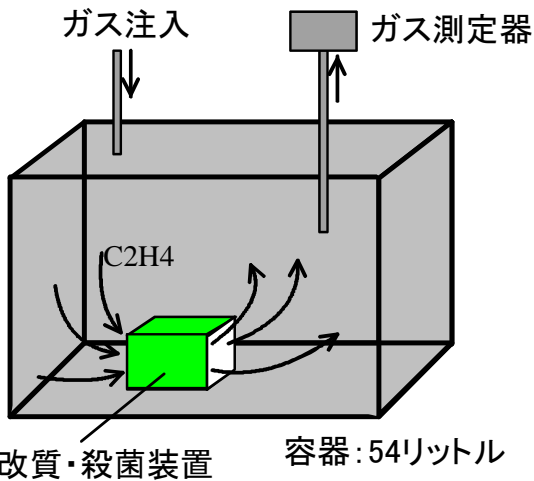


図 1. 実験用保存庫

2. 図に示すようなシステムを構築してエチレンの改質除去および殺菌の実験の準備及び測定器等を発注する。

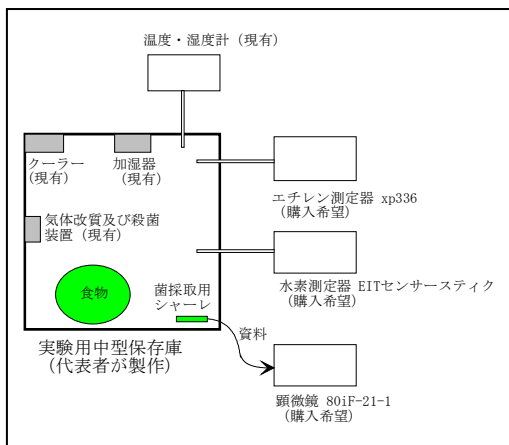


図 2. 実験システム

研究分担

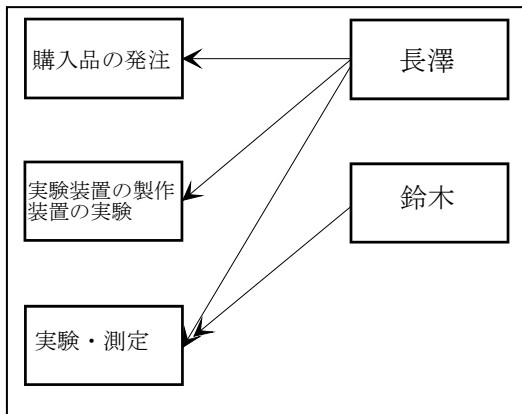


図 3. 役割

図 3 に研究についての役割を示す。

21 年度

1.高分子材にUVを照射して、OHラジカルを生成する装置を作成 (図 4) する。UV 管 : KL-100-G9(発光波長 254[nm])

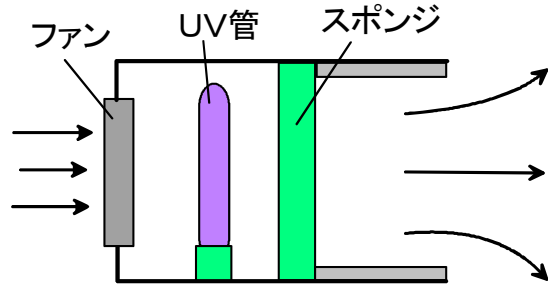


図 4. OHラジカル生成装置

OH発生装置の写真を図 5 に示す。



図 5. 実物の写真

2.OHラジカル生成装置を実験用保存庫に設置し、保存庫エチレン純ガスを注入し、エチレンの除去効果を調べる。

22 年度

1.以上のデータを基に、装置の実用化の可能性 (浮遊多電極を用いた場合との比較) を行う。資料 : 電気学会論文誌 D126 (2006) pp. 1015-1020)

2.報告書作成

4. 研究成果

実験 1.

作成した密閉型実験用保存庫 (54 リットル) 内に純エチレンガスを 300[ppm]になるまで注入し、UV 管とスポンジまでの距離を 2[mm]、5[mm]、10[mm]と変化させ、それぞれ UV 照射のエチレン濃度の時間的変化を測定する。

図 6 に実験結果 1 を示す。

エチレンガスの減少の割合はUV管と高分子材の距離に依存し、UV管とスポンジとの間隔 $d=2\text{mm}$ では、UV照射が無い場合 (自然

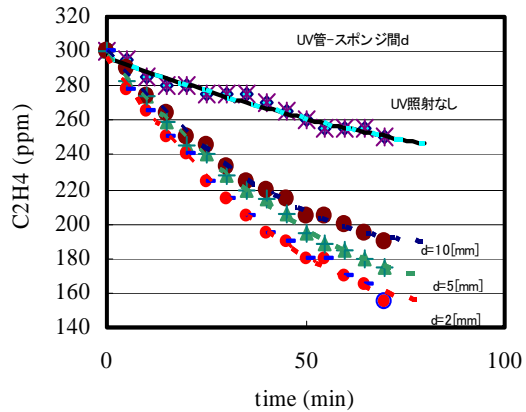
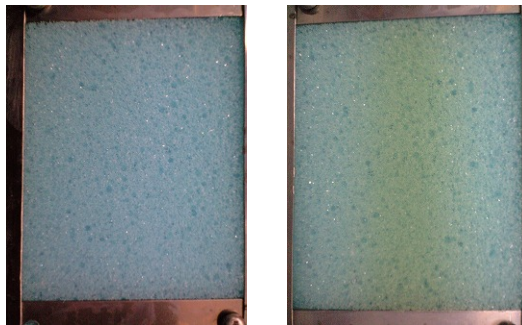


図 6. 実験結果 1

減少 : 70 分で 50ppm) に比べ, 70 分で 145ppm 減少した。

実験 2.

UV をスポンジに長時間照射した場合のスポンジ表面の変化の様子を図 7 に示す。



UV 照射なし UV 照射 10 時間
図 7. スポンジ表面の様子

この変色は高分子材に UV を長時間照射することにより, 化学構造変化が生じ, 変色 (黄色) したことを示している。

以上から, 全ての作物 (果物, 穀物) に適応できる簡単・軽量で省エネルギー型の気体改質除去および OH ラジカルによる酸化殺菌が可能な装置が開発できた。

これらの効果は以前に開発した浮遊多電極を用いた除去効率とほぼ同程度の値であり, 食物の種類に制限が無いことより, さらに実用的となり, 軽量・省エネルギー型であることで, 大型長期保存庫や移動用保存庫へ搭載ができるので, 広分野での作物の保存用として使用できることが示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 4 件)

- ① 中鉢実則, 長澤 武, 無声放電型 DPF による室温および大気圧条件下での PM 除去の研究, 電気学会論文誌 A, 2011, 151-152.
- ② 野澤純一, 長澤 武, 小型電動機の特性に及ぼすプラズマ洗浄効果, 電気設備学会誌, 査読有, Vol.30, 2010, 235-242.

〔学会発表〕 (計 9 件)

- ① 齋藤和茂, 長澤 武, 誘電体バリア放電を用いた水中殺菌, 電気学会東京支部栃木・群馬支所研究発表会, 2011. 3. 3
- ② 中鉢実則, 長澤 武, メタルファイバーシート電極を適用した無声放電型 DPF の研究, 日本機械学会, 2010. 9. 6.
- ③ 村田大誠, 長澤 武, プラズマトーチを用いた付着ゴムの燃焼処理, 電気学会東京支部栃木支所研究発表会, 2010. 2. 26

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 4 件)

名称 : 気体処理装置
 発明者 : 長澤 武
 権利者 : 宇都宮大学
 種類 : 特許
 番号 : 特願 2011-71435
 出願年月日 : 2011. 3. 29
 国内外の別 : 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長澤 武 (NAGASAWA TAKESHI)
 宇都宮大学・工学研究科・教授
 研究者番号 : 10118440

(2) 研究分担者

鈴木 光政 (SUZUKI MITUMASA)
 宇都宮大学・工学研究科・教授
 研究者番号 : 40091706