

301 初殻薫炭を用いたエチレンガスの吸着に関する基礎研究 A fundamental study on adsorption of ethylene gases using carbonized rice hulls

○学 中村 大輔 (室工大・院) 正 媚山 政良 (室工大)
正 榎 清 (室工大) 学 宮浦 照哉 (室工大)
学 木澤 佑介 (室工大)

Daisuke NAKAMURA, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto, Muroran
Masayoshi KOBIYAMA, do.
Kiyoshi ENOKI, do.
Teruya MIYAURA, do.
Yusuke KIZAWA, do.

Key Words: Adsorption, Ethylene gases, Carbonized rice hulls, Freshness-keeping, Cold storage

1. 緒言

エチレンガスは青果物の成熟・老化を促進する作用を持つホルモンであり、成熟した青果物や傷害を受けた青果物が発生するエチレンガスが、健全な青果物に作用して（他感作用）品質を低下させてしまうことが知られている。更に、カーネーションにおいては不開花現象を引き起こすなど、野菜や果実、花卉の品質を保持するにあたりエチレンガスの除去が重要な課題となっている⁽¹⁾。現在の鮮度保持法として一般的に使われている修整空気システムでは、品質保持効果は高いが、設備、貯蔵コストが非常に高く、なおかつ多品目貯蔵が困難であるという問題を抱えている。従ってこのような問題を解決すべく、青果物の鮮度を長期間保持するための、安全で簡便な鮮度保持法の開発が求められている。

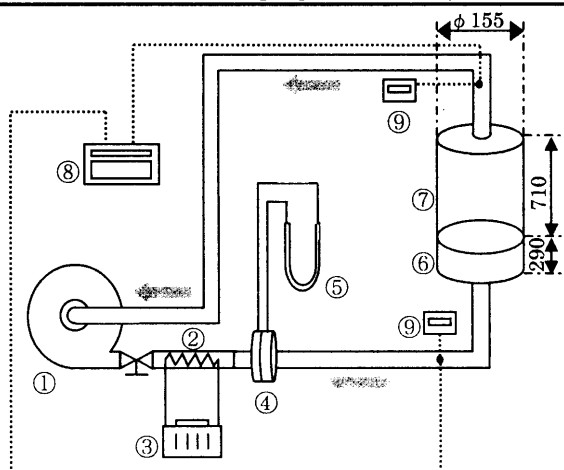
本研究では炭の吸着作用に着目し、安価で容易に入手が可能である初殻薫炭を大量に用いた、簡便な吸着システムの開発を試みた。本報告では、初殻薫炭によるエチレンガスの吸着特性を把握すべく実験を行ったので、これを報告する。

2. 実験装置及び実験方法

本研究ではエチレンガスを吸着するにあたり、循環式によるものと、連続式による2種類のエチレンガス吸着装置を用いて実験を行った。

Fig.1 に実験装置概略図（循環式吸着装置）を示す。この装置は低温恒温室内に設置されている。実験を開始するにあたり、初殻薫炭に含まれる水分を蒸発させるため、20時間ほど乾燥機を用いて乾燥させる。乾燥後の初殻薫炭を計量し、エチレンガス吸着装置に充填した後、実験装置を運転する。送風機から送り出された空気は、ヒーターを通過し、エチレンガス吸着装置の入口温度が10℃に保温されるように制御する。その後、オリフィス流量計により空気流量を調節し、エチレンガス吸着装置上部よりエチレンガスを注入する。注入1分後、その後は注入時より10分おきに90分までエチレンガス吸着装置入口部分の湿度と、出口部分の湿度、温度を記録した。同時にサンプルガスを採取し、濃度の時間的変化をガスクロマトグラフにより測定し、装置内の残存エチレンガス量を算出した。

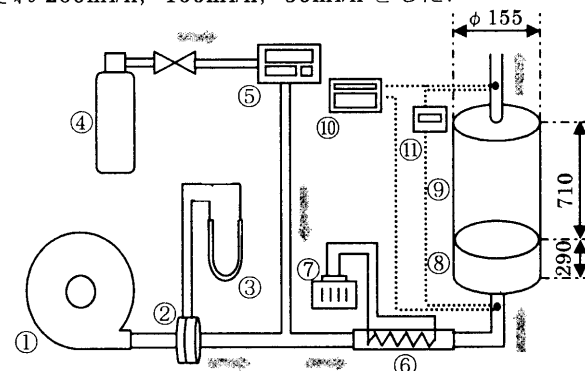
なお、実験において吸着装置に充填する初殻薫炭の量を、それぞれ200g, 500g, 1000gとし、エチレンガスと空気の混合気流量を5l/s, 10l/sとした。また、エチレンガス注入量は、りんごの貯蔵量5t, 10t, 20tをそれぞれ保管している場合における、一時間あたりの発生量に相当する50ml, 100ml, 200mlとして実験を行った。この時のエチレンガス注入量50ml, 100ml, 200mlにおける実験装置内のエチレンガス濃度はそれぞれ0.15%, 0.3%, 0.6%である。



①Blower ②Heater ③Voltage regulator ④Orifice
⑤Manometer ⑥Rectifier ⑦Ethylene absorber
⑧Data recorder ⑨Temperature recorder

Fig.1 Schematic diagram of experimental equipment

Fig.2 に実験装置概略図（連続式吸着装置）を示す。循環式吸着装置と異なる点は、貯蔵庫内に青果物を保存する際において、連続して発生するエチレンガスを吸着することを想定した点である。エチレンガスボンベより送り出されたエチレンガスは、定流量装置により一定流量に保たれた後、空気と混合し、ヒーターにより10℃に保温され、吸着装置にて吸着される。その後は外部へ排出される。なお、充填する初殻薫炭は1000g, 500g, 200gとし、混合気流量を0.2l/s, 0.4l/sとした。注入するエチレンガスはそれぞれ200ml/h, 100ml/h, 50ml/hとした。



①Blower ②Orifice ③Manometer ④Ethylene tank
⑤Massflow controller ⑥Heater ⑦Voltage regulator
⑧Rectifier ⑨Ethylene absorber ⑩Data recorder
⑪Temperature recorder

Fig.2 Schematic diagram of experimental equipment

3. 循環式吸着装置における実験結果

Fig.3, Fig.4に初殻薫炭 1000g, 200g における, 経過時間とエチレンガス吸着量の関係を示す. Fig.3 より測定開始直後から, 注入したエチレンガスの約 95%が初殻薫炭により吸着されていることがわかる. また, Fig.4においてエチレンガス注入量が 100m^l, 50m^l の場合には同じく高い吸着量が確認できる. しかし 200m^l注入時において吸着量が 160m^l, つまりエチレンガス注入量に対する吸着率が 80%ほどでしかない. これは初殻薫炭 200g の場合では, 吸着が飽和状態に達したためである. この時の飽和吸着量はおよそ 160m^lである. また, このことから初殻薫炭 1g あたりの吸着限界は 0.8m^l/g となる.

以上のことから Fig.3 と Fig.4 を比較すると, 初殻薫炭 1000g におけるエチレンガスの飽和吸着量は 800m^lである. このことから, エチレンガス注入量 100m^l, 200m^l の場合においては, 全てのエチレンガスが吸着可能であると考えられるが, 実際は 95%程度しか吸着されていない. 従って初殻薫炭の量を増やすことにより, 吸着可能な容量を十分に確保したとしても, 初期濃度に対して 95%の吸着にとどまることがわかる. 一定量以上吸着されない理由としては, 初殻薫炭に対するエチレンガスの吸着量と, 脱離量が等しくなったため, つまり吸着平衡状態に達したためである.

次に流量変化による吸着量への影響について考察する. Fig.3, Fig.4 を比較すると, エチレンガス注入量が等しいときの流量変化による吸着量は, 流量が多いほど, 吸着平衡状態に達した際に, より多くのエチレンガスが吸着されている. つまり流量が多いほど, 単位時間あたりにエチレンガス吸着装置内を循環する回数が増し, 初殻薫炭と接触する回数が増える. 接触回数の増加に伴い, エチレンガス分子が初殻薫炭の表面に, 無数に存在する孔(細孔)の細部にまで浸透し, 吸着量が多くなることがわかる.

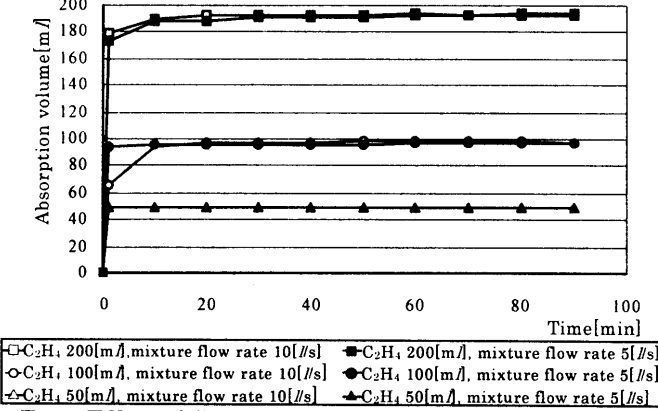


Fig.3 Effect of C₂H₄ absorption volume by carbonized rice hulls of 1000g using circulations system

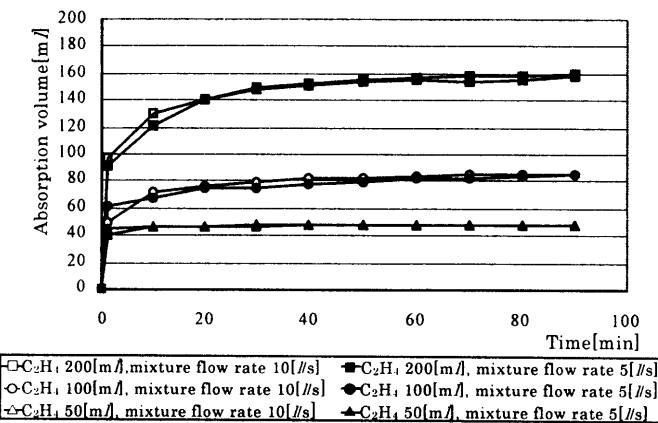


Fig.4 Effect of C₂H₄ absorption volume by carbonized rice hulls of 200g using circulations system

4. 連続式吸着装置における実験結果

Fig.5, Fig.6に初殻薫炭 1000g, 200g を用いた時の経過時間とエチレンガス吸着量の関係を示す. これらの図を比較すると, 初殻薫炭を 1000g 用いている Fig.5 のほうが吸着量が多く, 更に空気流量が低いほど, より吸着されていることがわかる. また, エチレンガス注入量が多いほど吸着量も比例して増加している.

これに対し Fig.6 においては, 吸着量が 60m^l 以下で吸着平衡状態に達している. 循環式によるデータと比較すると, 初殻薫炭 200g における飽和吸着量は 160m^l であるが, これを大きく下回っている. この原因は, 吸着が十分に行われなかったためであり, 連続式吸着装置では初殻薫炭と接触する回数が一度しかないために, 吸着量が大幅に低下したものと考えられる.

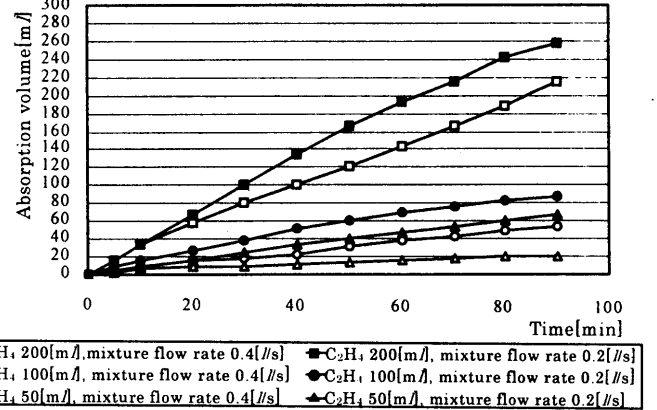


Fig.5 Effect of C₂H₄ absorption volume by carbonized rice hulls of 1000g using continuous system

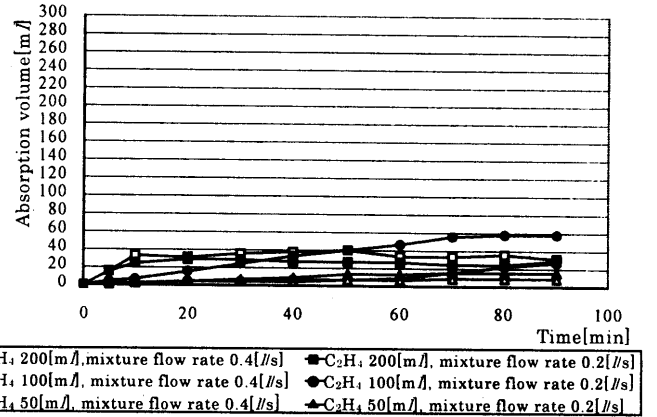


Fig.6 Effect of C₂H₄ absorption volume by carbonized rice hulls of 200g using continuous system

5. 結言

本研究により以下のことが明らかとなった.

- 1) 初殻薫炭のエチレンガス吸着能力は, 注入されたエチレンガスへの吸着可能な容量を十分に確保しても, 初期濃度に対する 95%の吸着にとどまる.
- 2) エチレンガスの濃度が高いほどよく吸着する.
- 3) 初殻薫炭との接触時間を長くするほど吸着効果は高い.
- 4) 実用化を考えると, 青果物貯蔵庫内のエチレンガス濃度と, 単位時間当たりの放出量がわかれば, それに応じた初殻薫炭を用いての吸着が可能である.
- 5) 実用化する上では, 使用済み初殻薫炭の再生技術が必要である.

6. 参考文献

- (1) 下川敬之, エチレン, 東京大学出版会, 1988, 82-98.