

電磁波レゾナンス放射体熱吸収技術によるハウス専用
加温機の性能向上についてPerformance Improvement of House boiler by the Heat Absorption Technique
based on the Resonance Phenomenon of Electro-Magnetic Waves

○益田 茂明・(株) エコテック

Shigeaki MASUDA, Eco-Tec Co.Ltd.

松永 典久・(株) エイピー・ロウ・マテリアルズ

Norihiisa MATSUNAGA, AP Raw Materials Co.Ltd.

小野 夢人・(株) エイピー・ロウ・マテリアルズ

Yumeto ONO, AP Raw Materials Co.Ltd.

岡島 敏・法政大学

Satoshi OKAJIMA, Hosei University

Key Words: Far Infrared Rays, Resonance Frequency, House Boiler, Heat Absorption Technique

1. はじめに

近年、メロン、イチゴ、西瓜、マンゴなど、我々にとって欠かすことのできない、貴重な果物や野菜を、いかに「安く」しかも年中「切らすことなく」得られかが重要な課題となっている。

勿論、これらは気温等の条件により、多くはハウス栽培に依存しており、当然ながら現状では、そのために著しいエネルギー（重油等）を消費し、それが経営上、極めて大きなダメージを与えていることは事実である。そこでこの解決のためには、その省エネ化・高効率化を図り、生産や価格の安定化を図る技術革新が急務であることは言うまでもない。

この観点から、本研究は、ハウス栽培における加温機に焦点をあて、その熱交換システムの性能改善についての開発・研究を行ったものである。すなわち、トルマリン系極性結晶体から発する分子振動領域のある特定波長の遠赤外線電磁波を基軸とした電磁放射体は、たとえば化石燃料燃焼における排気ガス中の炭酸ガス（ CO_2 ）や水蒸気（ H_2O ）について、それが有する波長吸収帯（多くは温度スペクトル領域）に対して、ほぼ同一の波長を有するため、共鳴現象を伴って、その波長帯での「全波長吸収現象」を生じさせることができる。

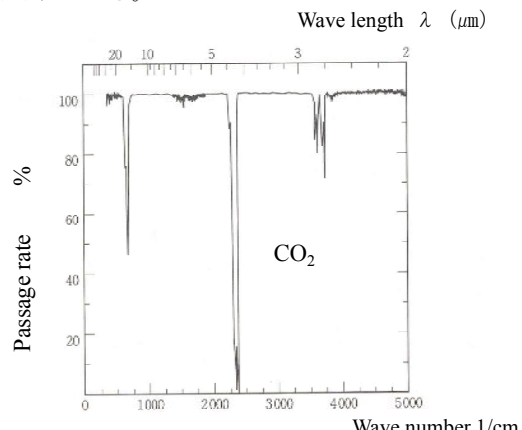
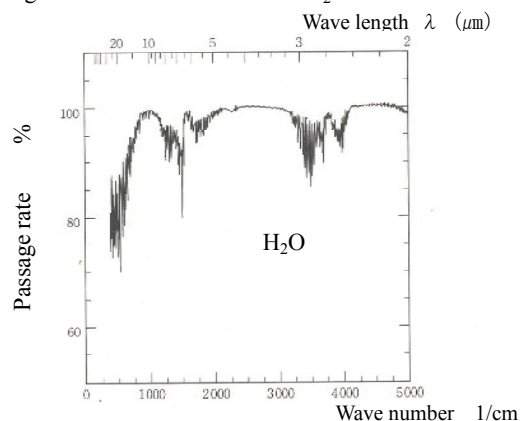
そこで本研究は、まず初めに、トルマリン系極性結晶体鉱石を中心とする電磁放射体（波長範囲 1~20 μm ）においてその分光放射率が一様に大凡 0.95 を維持し、その耐熱温度が 600℃のもの）の開発を行い、^{1,2} ついでそれが醸し出す性能把握と、それに付随する「電磁波レゾナンス熱吸収技術」の開発を行ってハウス栽培における加温機の省エネ化・高効率化の実現のために行われたものである。

2. 遠赤外線電磁放射体の性能について

本実験における電磁放射体の開発において最も重要なのはそれから発する電磁波の波長帯とその分光放射率の大小であり、これらによってハウス加温機の性能が左右される。すなわち化石燃料燃焼において発生する高温の炭酸ガス及び水蒸気には、それぞれ図 1 及び図 2 に示すような波長吸収帯を有している。³ 従って電磁放射体から発する波長がそれらと共鳴波長を有することが必要条件であり、同時に「共鳴全吸収現象」を醸し出すことが必要である。

そこで本研究では長年の歳月をかけて波長が 1 μm から 20

μm までの範囲において、その分光放射率が一様に 0.95 以上を有し、放射能レベルが 0.04 $\mu\text{Sv/h}$ 、耐熱温度 600℃程度の電磁放射体（スーパークリスタル電磁放射体ともいう：商品名）の開発に成功している（この放射能に対する安全基準は文部科学省が定める数値の 10 分の 1 程度）。¹ ここで放射率は FT-IR (Fourier Transform Infrared Ray) 法によって 300℃で測定され、放射率 0.94 の標準試料によって室温での値に較正される。この電磁放射体はトルマリン系極性結晶体を基軸として構成されており、それに若干の遷移金属および炭素等が付加されている。

Fig.1. Wave characteristics of CO_2 .Fig.2. Wave characteristics of H_2O .

3. 電磁波レゾナンス熱吸収技術の原理

化石燃料の燃焼において、その燃焼ガスに含まれる炭酸ガスや水蒸気は、図1及び図2から分かるように、遠赤外線領域の温度スペクトルの放射が支配的であるため、もしこの領域のスペクトルを十分に吸収でき、かつそれとレゾナンスを生じる波長帯を有する電磁放射体を熱交換領域に用いれば、効率よく電磁波エネルギーを吸収して、さらに熱交換領域の温度効率（熱効率）を著しく上昇させることが出来る。³ すなわちこの趣旨で開発されたのが本研究のスーパークリスタル電磁放射体である。図3にそのメカニズムを示す。

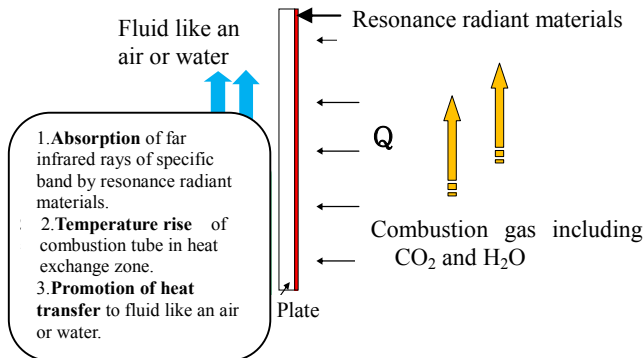


Fig.3. Heat absorption mechanism by far infrared rays of specific band.

4. 実験装置及び方法

4-1 拡散火炎での検証実験

図4には実験装置の概略を示す。拡散火炎には芯火炎が採用され、その燃料消費率は0.12g/minで、燃料には白灯油が用いられる。芯火炎からの燃焼ガスは30×30mmの四角形をした長さ300mmの煙突を通過できるようになっている。また煙突の内面には、スーパークリスタル電磁放射体が塗布されており、塗布されていない場合との比較において、電磁放射体の熱吸収性能が評価される。温度測定は煙突に微小熱電対をその下端から175mmのところに固定することによって行われる。

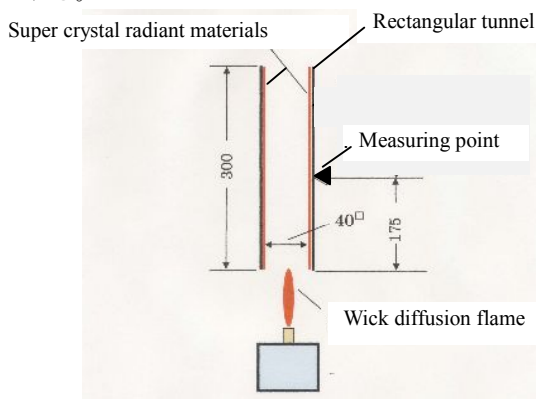


Fig.4. Verification test by wick diffusion flames.

4-2 ハウスボイラ（加温機）での実機テスト

図5には、本実験で採用したハウスボイラの写真を示す。その送風能力は900W、7200m³/hrで、使用燃料はA重油である。スーパークリスタル電磁放射体はパイプ等の熱交換部内面、燃焼ガス通路内面全体に塗布される。温度測定は送風機出入口においてK型熱電対によって行われる。

5. 実験結果及び考察

5-1 拡散火炎（芯火炎）での検証結果

図6は、芯拡散火炎の場合について、煙突に電磁放射体が



Fig.5. House boiler (air) for demonstration test.

塗布されている場合と、されていない場合（通常状態）について、点火時からの煙突内測定点における温度変化を示したものである。この図から、熱吸収体としての電磁放射体が煙突内面に塗布されている場合、おおよそ28.0%の温度上昇率が得られることが分かる。ここでT₀は測定点初期温度、Tは任意の時間における測定点温度である。

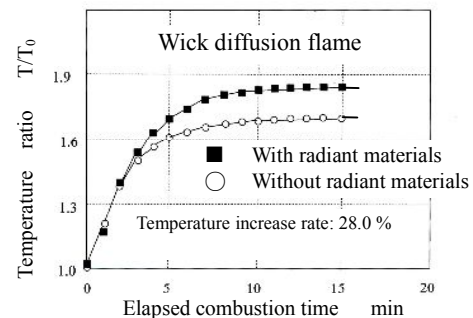


Fig.6. Variation of temperature ratio with radiant materials or not.

図7は、電磁放射体が塗布されている場合と塗布されていない場合の送風機出口温度を示す。この図から定常状態はボイラ着火から10分間程度で達し、その後の飽和温度は電磁放射体が塗布されている場合の方が大凡6℃高いことが分かる。このことから省エネ率を算出すると約19.4%と見積もることが出来る。ここで省エネ率 η は、便宜上、

$$\eta = \frac{\text{電磁体塗布における送風機出口の飽和温度} - \text{初期温度}}{\text{通常状態での送風機出口飽和温度} - \text{初期温度}} - 1$$

として表すことができる。

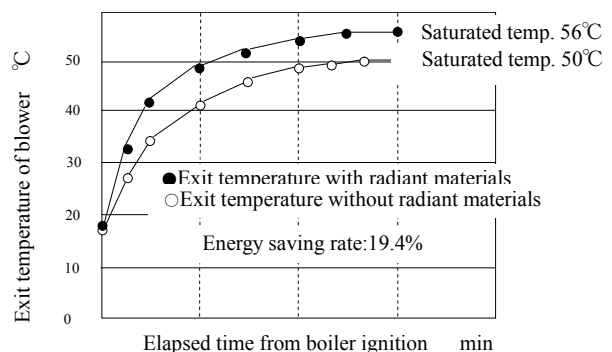


Fig.7. Exit air temperature variation of house boiler with radiant materials or not.

参考文献

- 岡島、JIRA REPORT 2007, Vol.18.No.6, pp.1-9, 2007.
- 岡島・他1名、journal of the Combustion Society of Japan, Vol. 50 No. 154(2008) 340-344.
- 新岡・他15名、燃焼現象の基礎、オーム社、pp.184-186, 2001.