

遠赤外線とその応用に関する調査

松井松長*・玉重繁良*

Investigation on the Far Infrared Radiation and Its Applications

Matsunaga MATSUI, Shigeyoshi TAMASHIGE

キーワード：遠赤外線，放射の応用，低温放射

1. まえがき

最近、遠赤外線応用製品として多種多様なものが開発され市販されている。これらの中には遠赤外線の作用効果が認められるものや理論的に説明づけられるものも少なくないが、全く効果のないものも多く含まれている。

このような遠赤外線関連製品の多くに共通する素材は、遠赤外線放射体（温度放射体）としてのセラミックスであって、昭和50年代に通産省のムーンライト（省エネルギー）計画の一環として取上げられたのが、この種の製品の氾濫する端緒になったと考えられる。

本報告では、はじめに赤外域の波長区分の現状と今後の方向を示したのち、種々の遠赤外線関連の製品および製法、遠赤外線の作用効果の正当性などについて調査、検討した。

2. 赤外域の波長区分

赤外線は光波帯の中でも最も広いスペクトル領域を占めていて、短波長側の限界は可視光線の長波長端の0.76 μm であり、各称通り明確である。これに対して領域内の細区分や長波長限界については、研究者または利用者がそれぞれの立場で異った区分をしているといってもよい状況である。

理化学辞典によると「赤外線の区分はまちまち」であり、長波長限界は1mmくらいでありあまり明確ではなく、一部はサブミリ波と重なっている。また25 μm （あるいは30 μm 、50 μm ）を境としてそれ以上を遠赤外線、それより以下2.5 μm までを中間赤外線、2.5 μm 以下を近赤外線と区分している。

一方、電波法では電波の周波数上限を300MHz（100

μm ）として法的規制の限界を明示している。ここで、赤外域の区分法の中から主なものをあげると次の通りである。

- (1) J.A. Jamieson, 他: Infrared Physics and Eng. (1963).
0.72 μm ←近赤外→1.5 μm ←中赤外→
20 μm ←遠赤外→1000 μm
- (2) M.A. Bramson: Infrared Radiation, A Handbook for Applications(1968).
0.7 μm ←近赤外→2 μm ←中間赤外→
50 μm ←遠赤外→1000 μm
- (3) H.L. Hackforth: Infrared Radiation(1960).
約0.7 μm ←近赤外→約1.5 μm ←中間赤外→
約5.6 μm ←遠赤外→約1000 μm
- (4) A. Vasko: Infrared Radiation(1968).
0.75 μm ←近赤外→2.5 μm ←中赤外→
25 μm ←遠赤外→2500 μm
- (5) 大谷泰之(編): 照明工学(改訂版)(昭53).
0.78 μm ←近赤外→1.5 μm ←中赤外→
5.6 μm ←遠赤外→1mm
- (6) キャノン・イメージ(編): Remote Sensing(昭49).
0.7 μm ←近赤外→1.5 μm ←中間赤外→
5 μm ←遠赤外→100 μm
- (7) G.K.T. Conn, 他: Infrared Methods(1960).
約1 μm ←近赤外→約25 μm ←遠赤外→約1mm
- (8) 藤岡由夫(編): 分光學(昭42).
0.75 μm ←近赤外→3.0 μm ←中間赤外→
6 μm ←遠赤外→15 μm ←極遠赤外→1000 μm

(9) 松井松長：遠赤外線利用の現状と今後の可能性 (1985).

0.76 μ m←近赤外→3.0 μ m←中間赤外→
 (3.94 $\times 10^{14}$ ~ 10^{14} Hz) (10¹⁴~10¹³Hz)
 3.0 μ m←遠赤外→300 μ m
 (10¹³~10¹²Hz)

このように立場の相違から区分法が異なることは不便なばかりでなく、時には誤解を招くことも避けられないことから、早期に統一されることが望まれる。この場合、電波領域と同様に波長（または周波数）の10ⁿ倍で区分するのが適当と思われる。

3. 遠赤外線応用の現状とその分析

赤外線的应用には、通信、探知、計測などのように、

それを情報伝送の媒体として用いる通信・計測分野と、加熱、暖房などのように赤外線をエネルギーとして直接利用するエネルギー利用分野に大別できる。本章では最近民生用として製造・販売されている後者の製品について調査・検討した。

遠赤外線の応用製品としては赤外線加熱炉を始め、放射形暖房機器、赤外線を照射する保健・医療・美容用器具、食品加工・製菓用としての加熱加工機器などがあるが、ここでは現在市販されている一般生活用品の中で、特に遠赤外線に関連した製品を対象とした。

これらの製品には(a)明らかに遠赤外線の作用効果があると認められるもの、(b)遠赤外線の効果も一部認められるが、むしろ他の物理的・化学的效果の方が大きいと思われるもの、(c)遠赤外線の作用効果は認められず、

表1 遠赤外線の応用（不適當な事例）

応用分野	応 用 例	検討項目 番号	作 用 効 果
食品加工	1. 芋、栗、コーヒー豆等の焙煎	(6)	熱の伝導、対流および放射（被加熱物は赤外域で不透明）
	2. 麺類、めしの素手加工	(4)	加圧練成（温度差が小で赤外放射の効果なし）
	3. ビン入りの酒の醸成	(3), (4)	近赤外放射（ガラス容器は遠赤外域で不透明）
	4. セラミックス容器による食品の鮮度保持	(4)	細菌の混入防止（赤外放射なし）
	5. セラミックス片による水の浄化	(2)	細菌学的効果（赤外放射なし）
	6. 鉄板（セラミックス溶射）上での焼き物	(6)	熱の伝導、対流および放射
	7. セラミックス製調理用具	(4)	赤外放射なし
生 体	1. セラミックス塗布の衣類および寝具	(1), (2), (6)	保温効果（赤外放射なし）
	2. 素手によるあんま	(6)	熱の伝導、加圧
	3. セラミック・シート入りの風呂	(2)	赤外放射なし（水は遠赤外域で不透明）
	4. セラミック入り帯およびカイロ、常温使用のセラミックス医療用具	(6)	熱の伝導（空隙がなく放射もなし）、熱源のない場合は保温
	5. セラミック・ファン・ヒーター	(6)	温風（赤外放射なし）
	6. 歯ブラシ（セラミックの柄）	(2)	赤外放射なし
そ の 他	1. セラミック・シートによる害虫退治	(4)	赤外放射なし
	2. セラミック・ボールによる水槽の清浄化	(2)	細菌学的効果（赤外放射なし）
	3. セラミック・チップによる機械油の変質防止	(2)	吸着作用（赤外放射なし）

表2 遠赤外線の作用効果, 用語の誤った使用例

使 用 例	指 摘 事 項
1. 赤外線 of 皮膚への深達力は波長の平方根に比例	遠赤外線では皮膚は不透明
2. 遠赤外線の特長として熱伝導が早い	表現が不適当
3. 遠赤外線 of 殺菌効果	赤外加熱による副次的効果
4. 超輻射遠赤外線	意味不明
5. 炭火 of 青白い炎が遠赤外線	遠赤外線は不可視光
6. 遠赤外線サウナは低温で発汗が起こる	遠赤外線は放射であり, 雰囲気温度は関係なし
7. 遠赤外線は体内深部まで到達する	皮膚は遠赤外線に対して不透明

すべて他の効果によると考えられるものの3種類がある。

上記(b)(c)に共通する事項として, セラミックスの使用, 対象が生体や食品であることが挙げられる。また, 効果のある例として測定または臨床結果を示したものもあるが, データ数が少なく1~2例で判断している場合も少なくない。

これらを整理・分析して遠赤外線 of 応用として誤っている事項を6項目にまとめ事例を判断する基準とする。

(1) 皮膚 of 遠赤外線に対する透過率は極めて小である(表面 of 吸収率が大)。

(2) 高い放射率であっても体温以下の温度 of 物体では, 温熱作用はない(高放射率物質を布などに塗布しても無意味。エネルギー of 授受は相互間に温度差がなければならない)。

(3) ガラス容器入りの食品, 飲料などに遠赤外線を照射しても, それによる直接 of 効果はない(ガラスは厚さが500 μm もあれば波長5 μm 以上の赤外線 of 透過率は0)。

(4) 放射体(ヒータ) of 性能は, 分光放射率のみでは決まらない(動作温度も同時に考慮すべきである)。

(5) 物体 of 厚さを明示しない透過率または吸収率に関する資料は, 殆ど意味がない(大気でも厚さが数10 km以上もあればほぼ黒体と同様に振舞う—常温, 常圧)。

(6) 旧来からの食品 of 遠赤外線加熱として例示されているものの中にも加熱作用 of 大部分が熱伝導と対流によるものが多い。

現在市販されている製品を上記 of 項目と対照して検討した結果を表1に示す。また, 啓蒙書, カタログ等で目に留まった遠赤外線用語として, 不適当な使用例をまとめて表2に示した。

4. あとがき

最近, 市販されている遠赤外線関連製品について, その効果, 製品説明などを調査し, 不適当な表現, 誤った説明などをまとめてみた。調査洩れや見落した項目もあると思われるが適切な機会に補いたい。本調査が今後のこの種の製品の開発や性能向上に多少とも役立てば幸いである。

文献

- 1) 玉虫文一, 他(編): 理化学辞典(第3版), 岩波書店(1977)。
- 2) 松井松長: 赤外域 of 波長区分, 照明学会光放射応用・関連計測研究専門部会委員会資料, No. 60-21(1985)。