

たくましく優しい機械技術

JSME 110

『うるおいのある未来へ』



北海道支部 第46回 講演会

講演概要集

No.072-2

開催日 平成19年9月29日(土)

会場 函館工業高等専門学校



社団法人 日本機械学会北海道支部

後援 函館市

平成19年9月25日 発行

8月7日は「機械の日」 8月1～7日は「機械週間」



105 貴宝石岩盤温浴における遠赤外線波長特性とその有効性について

Wave characteristics and Availability on Far Infrared Ray for Kihouseki Stone Plate Sauna

作田雅之・日本MJP株式会社

Masayuki Sakuta, Japan MJP Ltd.

宿利成章・ベンチャーマテリアル株式会社

Shigeaki Shukuri, Venture Material Ltd.

高橋清太郎・ファイア・アップ株式会社

Seitaro Takahashi, Fire Up Ltd.

図子修・伊藤忠アーバンコミュニティ株式会社

大河内正一・法大工

岡島敏・ファイア・アップ株式会社

株式会社

Shoichi Okochi, Hosei Univ.

Satoshi Okajima, Fire Up Ltd.

Osamu Zushi, Itochu Urban Community Ltd.

Key Words: Far infrared ray, Spectral emissivity, Wave number, Resonance frequency

1. はじめに

遠赤外線領域のある波長帯は、人体への生体作用、すなわち血流の促進に有効であるため、血流障害を改善して「こり」や「冷え」を取り除き、我々の健康維持におおきな役割を果たす。ここで重要なのは、人体から発する波長の振動数（光速÷波長）と同一振動数をもつ波長（共鳴波長）を人体に作用させることであり、それ以外の波長域の振動数はほとんど有効波長としての作用は認められず意味を持たない。

ここでの遠赤外線による生体作用とは、「遠赤外線領域のある特定波長の放射エネルギーが体内に若干でも入り込んだ場合、体内の分子に対して、共鳴現象を伴って、その振幅を増大させ、それらの分子間で一秒間に数百億という激しい衝突を繰り返し、それが内部エネルギーの増大をもたらし、その結果として血行を改善し、発汗作用を促し、体感温度を上昇させる」ということである。従ってサウナや電気毛布のようなジュール熱（温度差による熱移動で、温度境界層や対流熱伝達係数によって支配される熱移動現象）による熱伝達機構とは全く異なるものである。

そこで本研究は、岩盤浴岩石の中心的存在である貴宝石FUを中心として、現在の岩盤浴における代表的な各種岩石の波長特性とその分光放射率をFI-IR法（Fourier Transform Infrared Ray Method）、すなわち赤外分光光度計によって詳細に測定し、それらの特長をとらえて、岩盤浴としての生体作用を中心にそれらの有意性を述べたものである。

2. 岩盤浴における有効波長帯について

岩盤浴岩石の遠赤外線としての各種作用に対しての効果的な波長領域は、それが有するエネルギーの強さ（ $h\nu$ ）から考えて、 $3\mu\text{m}$ から $20\mu\text{m}$ が実用範囲である。Table 1にこの範囲内での遠赤外線波長の特長とその効果を示す。

実際、岩盤浴岩石から発する波長の絶対的な条件は、放射体から発する波長が人体から発する波長に対して共鳴現象を起させる能力があるというのである。人体の温度が約 36.5°C であるので、その共鳴波長は $10\mu\text{m}$ 付近に存在する。従ってこの波長帯で高密度のエネルギーを必要とするので分光放射率が高いことが要求される。またTable 1から分か

Table 1. Wave characteristics of far infrared ray in the regime of $3\mu\text{m}$ to $20\mu\text{m}$.

波長 (μm)	特長	効果
3~6	皮膚への浸透力大	血流の促進
8~10	人体との共鳴波長	岩盤浴・健康器具
5~14	植物育成波長	農業
8	CH_4 吸収波長	燃焼促進・省エネ
3~20	30°C 前後で放射エネルギー最大	放射冷却

るように遠赤外線領域、 $3\sim 20\mu\text{m}$ において、その利用範囲は広く、この領域の波長の「すばらしさ」が理解できる。しかし、ここで注意を要するのは、波長吸収体の特性をよく捕まえて、遠赤外線領域の波長を有効に利用することである。

3. 実用化されている岩盤浴岩石の波長特性について

岩盤浴岩石に使われているおもなものは、ブラック・シリカ、貴宝石FU、ゲルマニウム及び天照石等である。これらの岩石の代表例としてブラック・シリカ及び貴宝石FUの波

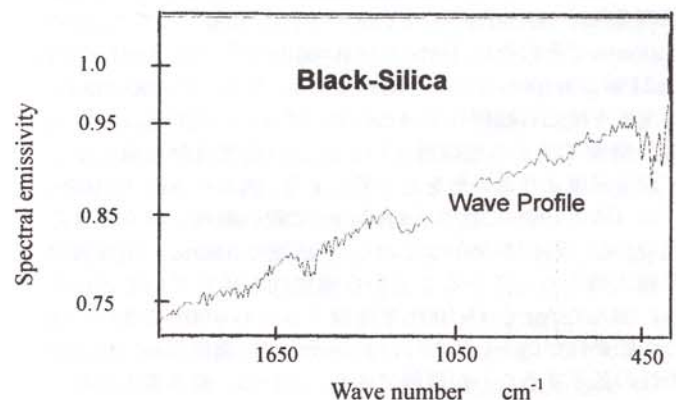


Fig.1. Spectral emissivity of Black-Silica.

長特性を、それぞれ Figs. 1 及び 2 に示す。もちろんこの波長特性の測定は、FT-IR 法、測定温度 300℃、放射率の室温較正は黒体電気炉及び放射率 0.94 の標準試料が用いられる。ここで Figs. 1 及び 2 において、貴宝石 FU を除いて、波長 10 μm における分光放射率は 0.85~0.75 程度に分布しており、岩盤浴岩石としてその性能を高めるためには放射率を少なくとも 0.9 程度に高める必要がある。また Table 2 には、波数 (1/波長)、600, 1050 及び 1500 cm⁻¹ における各種岩石の分光放射率を示す。この表から貴宝石 FU を除けば、現在使われている岩盤浴岩石の性能にはそれほど大きな相違がないことが分かる。

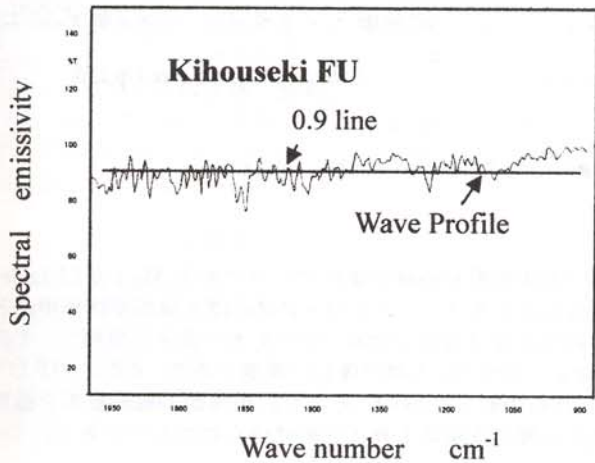


Fig.2. Spectral emissivity of Kihouseki FU

Table 2. Spectral emissivity of several kinds of stones

波数	波数 (cm ⁻¹) と放射率		
	600	1050	1500
ブラック・シリカ	0.92	0.86	0.80
ゲルマニウム	0.89	0.81	0.75
貴宝石 FU	0.90	0.95	0.95
天照石	0.89	0.80	0.76

4. 岩盤浴岩石から発する遠赤外線波長 (電磁波) の物理的特性について

電磁波の一種である遠赤外線波長は、当然、電磁波の性質を有し、振動数をもつ粒子として取り扱われている。そこで振動数 ν (Hz) = $(2.9979 \times 10^{14}) \div (\text{波長 } \mu\text{m})$ であり、波長 λ のもつ電磁波のエネルギー (光子エネルギー、単位: eV) = $(1.2398) \div (\lambda \mu\text{m})$ として表される。たとえば波長が 10 μm の場合、振動数は 2.9979×10^{13} Hz となり、0.1238 eV (12 kJ/mol) のエネルギーを有する。また 0~20 μm までの波長域で放射されるエネルギー ($\sim \sigma T^4$) は、T=300K においては放射エネルギー積分比率で約 75% 程度である。Table 3 に代表的な波長領域におけるこれらの値を示す。これらのことから遠赤外線領域の波長は、その粒子のエネルギーでさえ 12 kJ/mol 程度であり、いかに人間に優しく、かつ安全であるかが理解できる

Table 3. Physical properties of electro-magnetic wave

電磁波	代表波長	光子エネルギー	振動数 ν
遠赤外線	10 (μm)	12 (kJ/mol)	3×10^{13} (Hz)
可視光線	0.5	239	6×10^{14}
紫外線	0.1	1200	3×10^{15}
X線	10×10^{-5}	120000	3×10^{18}

5. 岩盤浴岩石の波長改善の必要性と FU・ERG について

岩盤浴岩石の必要不可欠な条件は、そこから発する電磁波は人体との共鳴波長を有し、かつ分光放射率はおおよそ 0.9 以上を有することである。しかしながら自然界に存在する物体でこの条件を完全に満たすものはほとんど存在しない。そこでファイア・アップ社は上記の条件を満たす電磁波放射体 (これを FU・ERG という) の開発に成功している (Fig.3 及び Table 4)。貴宝石岩盤浴において、この技術との併用で高密度で人間に優しい放射エネルギーを得ることに成功している (貴宝石 FU)。

Table 4. Physical contents of FU・ERG

要素	特長
構成物質	数種類の磁鉄鉱及び遷移金属の複合的組み合わせで人工的に作られた物質
波長・放射率・放射エネルギー	波長 3~20 μm に於いて放射率 0.9 以上、放射エネルギー積分比率約 75%

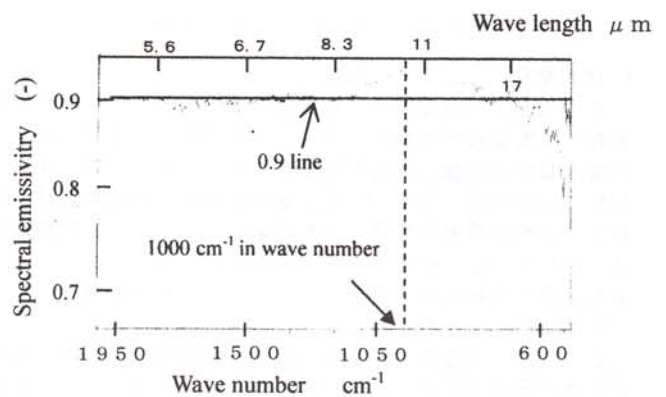


Fig.3 Spectral emissivity of FU・ERG developed by Fire Up Ltd.

6. 各種岩盤浴岩石の安全性について

Table 3 から理解できるように岩盤浴岩石から発する放射エネルギーは非常に小さく、全く安全な波長であり、むしろ人体の成長等にとってなくてはならない波長である。Fig. 4 には放射能の安全基準を示す。貴宝石 FU 及び FU・ERG のその強さは 0.04 μSv/h 程度であり、放射能強度からも全く安全である。

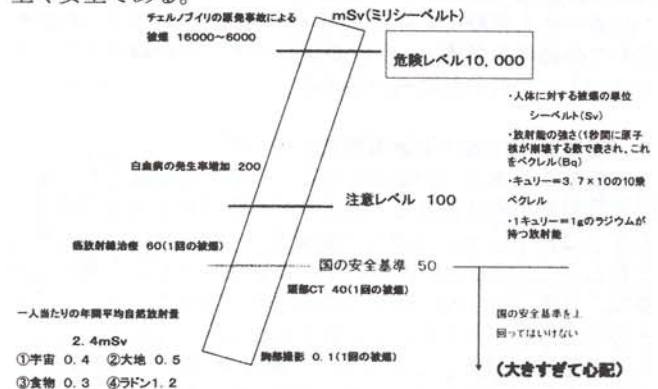


Fig. 4. Safety criterion of radioactivity

7. まとめ

1. 岩盤浴岩石から発する波長は人体に対して高密度エネルギーの共鳴波長を含まなければならない。
2. 貴宝石 FU 及び FU・ERG は、それが有する波長エネルギー及び放射能強度は極めて低く全く安全である。