

水産加工における遠赤外線の利用について 常温域での遠赤外線放射体の作用

井岡 久

赤外線は可視光線の赤色より波長が長い電磁波（ $1\mu\sim 1mm$ ）で、物質に当たると熱という内部エネルギーを発生させる。一方、全ての物質は温度が高くなると赤外線を放射する。その放射特性は物質によって異なるが、遠赤外線（長波長域）放射体は比較的低い加熱温度での放射効率がよいとされている。¹⁾

近年、遠赤外線放射体の研究の進展とともに、遠赤外線を利用しようとする試みが各方面で検討され、各種の装置が開発されている。遠赤外線の応用分野としては、表1に示したように、加熱や乾燥を必要とする産業や保温・暖房、調理器具、医療関係などで期待され、一部は既に実用化されつつある。

食品加工の分野では、神長ら²⁾は遠赤外線放射体とともに食品を加熱し、調理時間、破断力と硬

表1 遠赤外線応用分野

遠赤外線の作用効果	応用例
加熱	○熱可塑性樹脂の乾化・成形、○塩ビ樹脂などのゲル化、○ガラス・陶磁器の予熱・焼成、○合繊セッティング、○冷凍食品解凍、○金属塗装焼き付け、○融雪
乾燥	○金属・木材などの塗装乾燥、○印刷乾燥、○薬品乾燥、○食品乾燥、○接着材乾燥硬化、○石こうボード・パブルセメント板などの乾燥、○家畜ふん尿乾燥
保温・暖房	○養豚、○ふ卵器、○育すう箱、○ストーブ、○こたつ、○工場暖房 ○床暖房
調理	○パン・ケーキ製作、○発酵の促進、○天ぷらの効率化、○そば・うどんのつゆ作業、○レンジ応用、○酒の熟成、○かまぼこ・ちくわの製造加工
医療その他	○血液の循環・汗の分泌促進（サウナ風呂、温きゅう、家庭温浴など） ○外傷治療、○水虫治療、○植物生育促進

さ、食味などについて検討し有意差があること、また、渋川³⁾は、家庭用オープンへ遠赤外線放射体を組み込み、ジャガイモ、スポンジケーキ、ハンバーグステーキを焼いた場合、調理時間が短縮され、表面の焼き色も優れていることを報告している。水産加工においては、山本⁴⁻¹⁰⁾や川口¹¹⁾らは水産ねり製品について、徳永¹²⁾は水産物の乾燥についてそれぞれ報告している。

一方、最近飲料や食品の風味向上、生鮮野菜や魚介類の鮮度保持さらには生理、生体的効果などを効能に示した各種セラミック製品が販売されている。全ての物質は絶対温度がゼロ（ -273°C ）でない限り、温度に対応した赤外線を放射することは科学的に明らかにされているが、放射率が非常に低い常温域での作用力や効能については、科学的な検証が十分にされていない。

そこで、遠赤外線放射体として市販されているセラミック（A社製）を入手し、その効果や作用の程度を確認するための各種実験を試みたので、その概要を報告する。

実 験 の 概 要

1. 魚の焙焼試験

焙焼器具に遠赤外線放射体を装着することにより、遠赤外線の効果を引き出すことの可能性について検討した。

市販の上火式焙焼器（リンナイペットR-4406）を用いて、マサバ（生鮮魚）とアナゴ蒲焼き用原料を焙焼し、肉の中心温度が80℃に達するまでの時間を計測した。遠赤外線放射体は6基あるバーナーの間に6個（円筒状；直径30mm、長さ100mm）を配置した。なお、アナゴの焙焼時の様子や焼き上げ後の状態については専門者に判定してもらった。

測温はCA熱電対により、ポータブルハイブリッドレコーダー（横川北辰電機社製MODEL3087型）で記録した。

2. 水の沸騰試験

①恒温室内で蒸留水（水温19℃）2リットルを市販の電気ポット（ナショナルマイコン沸とうジャーポットNC-LBS24）に入れ、沸騰時間の測定を行った。なお、試験区は遠赤外線放射体としてペレット1個（円盤状直径40mm、厚さ4mm）をポットに入れた。

②実験室内においてガスコンロを用い、20℃の蒸留水を沸騰させ100℃に達するまでの時間を試験区と対照区について計測した。

3. サツマイモの煮熟試験

恒温槽に蒸留水を入れ沸騰状態にし、種類、大きさ、形、重さがほぼ同一のサツマイモを煮熟した。試験区、対照区ともイモの中心温度が95℃になるまで測温しその変化を記録した。

煮熟後試食した結果、食感及び食味に関し両試験区の間に差異が認められたため、煮熟したサツマイモの外周部と内部について水分量を測定した。

4. 飲料に及ぼす影響

ジュース、食塩水、砂糖水、コーヒー、茶、清酒について、ペレット1個を入れて1～2分間攪拌した後の風味を対照区と比較した。

5. 遠赤外線放射対による塩分の吸着性

食塩水（3.5%NaCl）にペレット1個を入れて、しばらく攪拌したのち、サリノメーター（オートラブMODEL 601 MKⅢ）によって塩分量を測定した。

6. 魚類飼育試験

ア. ホンモロコ飼育試験

上面ろ過装置付の亚克力水槽（60×30×35cm）を用いて、三刀屋内水面分場より入手したホンモロコを6ヶ月間飼育した。試験区にはエアーストーンのチューブに円筒状の遠赤外線放射体を装着した。

イ. ウグイ飼育試験

アクリル水槽 (90×45×45cm) により、試験区、対照区とも10尾のウグイ (体長約15cm) を10ヶ月間飼育した。なお、試験区は上記ホンモロコの場合と同様に遠赤外線放射体を装着した。

7. クロレラの培養試験

屋外に設置した70ℓの水槽に海水を満し、施肥を行いながらクロレラを培養した。試験区水槽には波形プレート(23×26.5cm)の遠赤外線放射体を1個投入した。なお、クロレラの増殖数は、トーマ氏血球計算盤を用いて計数した。

8. 植物の生長試験

カイワレダイコンの種子を1ℓビーカーに入れ、発芽から枯れるまでの生長の様子を観察した。種子は水を吸収させた脱脂綿の上面に蒔き、茎が上方へ伸びるようにビーカーの周りをアルミ箔で覆った。試験区にはペレット1個を脱脂綿の下部に置いた。

結 果 と 考 察

1. 魚の焙焼試験

マサバおよびアナゴの焙焼時における魚肉中心部の温度変化を図1～2に示した。両魚種とも80℃に達するまでの時間は、試験区の方が速く、遠赤外線放射体の装着効果が認められた。特にアナ

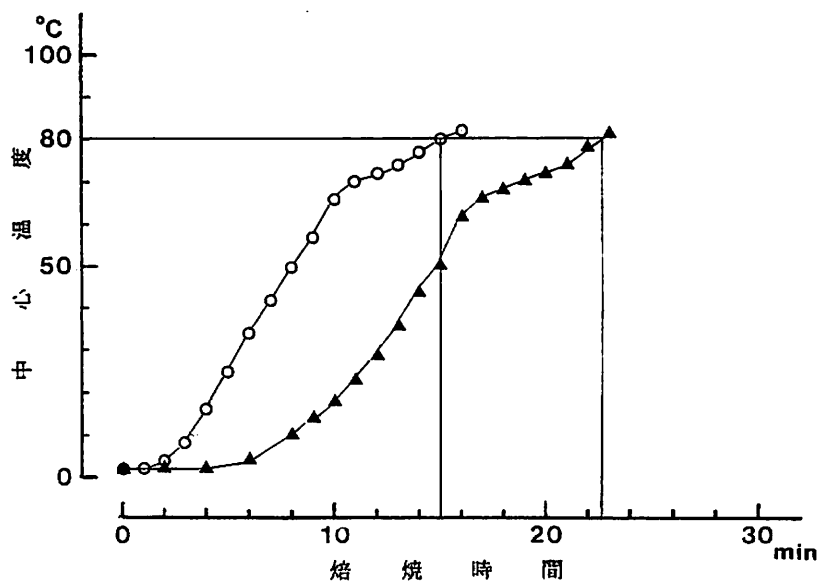


図1 マサバ (ラウンド) 焙焼時の中心温度の変化

○—○ 試験区 ▲—▲ 対照区

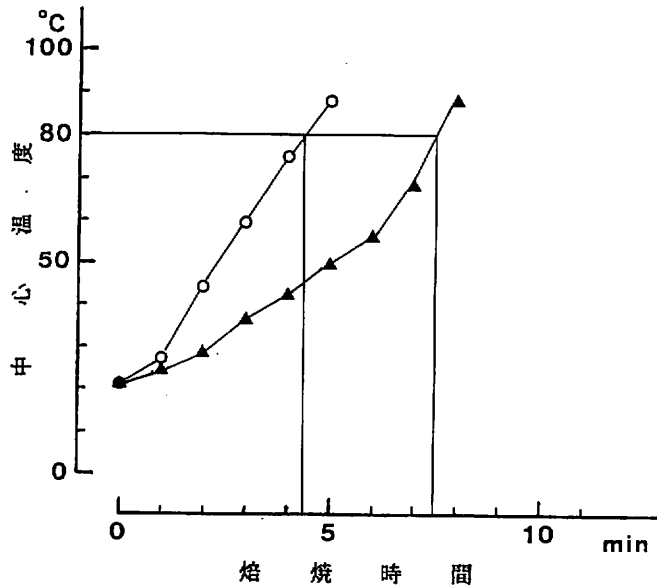


図2 アナゴ（蒲焼き生地）焙焼時の中心温度の変化

○—○ 試験区 ▲—▲ 対照区

ゴの場合は、両試験区間に顕著な差があり、対照区の方に焼けむらやドリップが多いことが観察された。

2. 水の沸騰試験

実験①、②とも、沸騰するまでの時間や温度の上昇状態に差異は認められなかった。

3. サツマイモの煮熟試験

サツマイモの中心温度が95°Cに達するまでの時間や、中心温度の上昇状態には特に差異は認められなかった。しかし、茹で上ったサツマイモを試食した結果、対照区は試験区に比べて、皮が剥がれ易く、水っぽい食感を呈し、風味も劣っていた。なお、両試験区のサツマイモの水分量は、イモの外周部で試験区が75.7%、対照区は76.3%、中心部ではそれぞれ71.2%、74.1%を示し、中心部の水分量は試験区の方がやや低い値であった。

4. 飲料の風味に及ぼす影響

各飲料水に遠赤外線放射体を入れた場合の風味の変化を、職員に比較してもらった結果、表1に示すような傾向が認められた。

5. 遠赤外線放射体による塩分の吸着性

3.5%食塩水の濃度変化を比較した結果、両区の濃度差は測定誤差の範囲であり、塩分の吸着は認められなかった。

6. 魚類飼育試験

①ホンモロコ飼育試験

両試験区の飼育条件をできる限り同じにして飼育した結果、水槽側面に附着した藻類の繁殖状態

表2 各種飲料の風味に及ぼす影響

飲料名	結果	試験温度
スポーツドリンク	薄くなる	5～10℃
食塩水	"	20℃前後
砂糖水	区別がつかない	"
コーヒー	苦味がなくなる	70～80℃
茶	"	"
清酒	アルコールの刺激が弱くなる	20℃前後

が試験区の方で優勢となり、水中のアンモニア態窒素や亜硝酸態窒素の量が対照区に比べて減少してきた。

したがって、両試験区の水質条件には差異が生じたが、6ヶ月後の生残率や生長率には差が認められなかった。なお、藻類の繁殖状態が両試験区で異った原因については不明である。

②ウグイ飼育試験

10ヶ月間飼育した結果、生残率や生長率に差異は認められなかった。

7. クロレラの培養試験

培養開始当初しばらくは、同じ体積当りのクロレラ計数値は、試験区が対照区に比べて3～10%高い値で推移した。しかし、3ヶ月間の飼育期間を通してみた場合、両試験区の計数値はしばしば逆転しており、両者の間に一定の差はないものと考えられる。

8. 植物の生長試験

カイワレダイコンの発芽率は両試験区で差はなかったが、全体的に試験区の生長が良く、二枚葉の大きさや茎部の太さに顕著な差異を認めた。

今 後 の 課 題

(1) 焙焼器具などによる加熱や発熱における効果については、すでにその効能が認められているところであるが、その効果を高めるには、熱源（バーナー）や焙焼対象物と遠赤外線放射体の距離または位置が重要なポイントになるものと考えられる。本実験に用いたセラミックは急激な加熱によりひび割れを起すなど、強度に問題があった。

(2) サツマイモの煮熟においては、中心温度の上昇状態に差異はなくても、サツマイモの組織には何らかの影響があるものと考えられる。しかし、その原因は明らかでない。

(3) 食塩水、コーヒー、お茶、清酒などの味をまろやかにする効果が官能的に認められた。その効果に持続性があるとなれば、塩辛、粕漬などの熟成期間の短縮に応用することも考えられる。

(4) 魚類の飼育における効能については、複雑な要素が絡んでいるのでその効果を明確に把握し難

いが、本実験の結果からは特効的な作用は期待できないと考えられる。

(5) カイワレダイコンの生長に対しては、顕著な効果が認められたが、その要因や作用機構は明らかでない。

(6) 今回の実験は一般に宣伝されている遠赤外線放射体の諸効能について、初歩的実験により検証を試みたものであるが、その効果については肯定できるものと否定されるものがあった。その利用に当っては、作用機構が明らかでないことに問題はあるが、水産加工において効果が期待される効能も認められたので、今後の研究に生かして行きたい。

文 献

- 1) 清水 賢：遠赤外線による加熱理論、遠赤外線利用の最新技術，工業技術会編，1-24 (1987)。
 - 2) 神長和子・冨和美智子：遠赤外線放射体のゆで物，揚げ物に及ぼす効果，遠赤外線利用の最新技術，工業技術会編，131-144 (1987)。
 - 3) 渋川祥子：家庭用オーブンへの遠赤外線放射体の利用，遠赤外線利用の最新技術，工業技術会編，160-166 (1987)。
 - 4) 山本常治：水産ねり製品に対する遠赤外線ヒーター利用試験 (I)，食品機械装置，22，(12)，54-58 (1985)。
 - 5) 山本常治：水産ねり製品に対する遠赤外線ヒーター利用試験 (II)，食品機械装置，22，(12)，60-63 (1985)。
 - 6) 山本常治：水産食品の新しい技術-水産ねり製品への遠赤外線の利用-，食品と開発，21，(10)，32-35 (1986)。
 - 7) 山本常治：水産ねり製品に対する遠赤外線の利用について，魚肉ソーセージ，(219)，15-28 (1987)。
 - 8) 山本常治：水産ねり製品に対する遠赤外線ヒーター利用試験 (I)，水産ねり製品技術研究会誌，10，(10)，441-445 (1985)。
 - 9) 山本常治：水産ねり製品に対する遠赤外線ヒーター利用試験 (II)，水産ねり製品技術研究会誌，11，(2)，64-67 (1985)。
 - 10) 山本常治：水産ねり製品に対する遠赤外線の利用について，水産ねり製品技術研究会誌，12，(6)，241-254 (1986)。
 - 11) 川口将徳：水産ねり製品製造における遠赤外放射の利用，食品と科学，29，(3)，102-106 (1987)。
 - 12) 徳永俊夫：遠赤外線による水産物の乾燥，New Food Ind.，29，(4)，10-15 (1987)。
- (注) 4)~12)は(財)食品産業センター，技術テーマ別文献情報 NO. T-02 「遠赤外線の食品工業への応用」の中で要旨が紹介されている。