

遠赤外線による田作りの新製法の評価

田 辺 伸

はじめに

千葉県における田作りの主産地は九十九里地域であり、その生産量は、年間200~400トン、生産金額はおおむね5億~8億円と推定され、現地での産業的位置付けは高い。

田作りはカタクチイワシを原料として、水洗後乾燥する、いわゆる素干しの類である。製品の外観は目が黒く、銀が鮮やかで、肉に透明感がある。とりわけ縁起物で、正月のおせち料理材料としての用途が大きい。そのため、目の黒いことが絶対条件となる。しかし田作りは欠点として、独特の異臭がある。また素干しであるためイノシン酸が少なく、旨味に欠ける。

一方、田作りに似たものに煮干しがある。煮干しは加熱工程が入るため、イノシン酸分解酵素が失活し、この残存量が多く、ダシ用途として広く用いられている。さらに田作りのような異臭はない。しかし加熱工程が入るため、目が白くなる他、銀の鮮やかさおよび肉の透明感がそこなわれる。

そこで田作りの欠点を補った、煮干し様田作りの試作を、遠赤外線による加熱工程を組み入れて行った。この方法によって田作りの外観的特徴を生かしたまま異臭を少なくし、さらにイノシン酸残存量をいかに多くできるか検討した。あわせて遠赤外線の照射強度が品質に与える影響を調べ、適切な照射条件を調べた。その結果若干の知見が得られたので報告する。

材料と方法

原料魚は1988年12月21日、片貝漁港で水揚げされた生鮮カタクチイワシ(平均体長5.5cm, 平均体重1.6g)を用いた。

田作りサンプルの作成は、商業ベースの製造法に準じて行い、遠赤外線照射は、乾燥工程の前に組み入れた(図1)。照射にあたっては、2枚のパネルヒーターの間に原料魚を載せたセイロを置き、サンドイッチ状になるようにした。パネルヒーターは、帝国ピストンリング社製VAY 1.2kW型を用い、出力は1kWに固定



図1 田作りの製造法

した。また遠赤外線の適切な照射強度を探索するため、5段階の照射距離を設けた(図2)。照射は10分間行った。一方比較対照として、遠赤外線を照射しない田作りも作成した。照射中の品温は、WAHL INSTRUMENT社製赤外線温度計HEATSPYで魚体表面温度を測定した。なお魚体の中心部温度は、魚体が小さく、センサーの挿入が困難で測定出来なかった。加熱後は、30~40℃の温風と通風のみで間欠乾燥を行った。できあがったサンプルは、約1カ月間室温に放置し、旨味成分としてエキス分、遊離アミノ酸量およびイノシン酸量を測定した。臭いについては、異臭に相関が高いVBN

- a: パネルヒーター
- b: スライダック
- c: 照射距離: 31.5cm
26.5cm
21.5cm
16.5cm
11.5cm

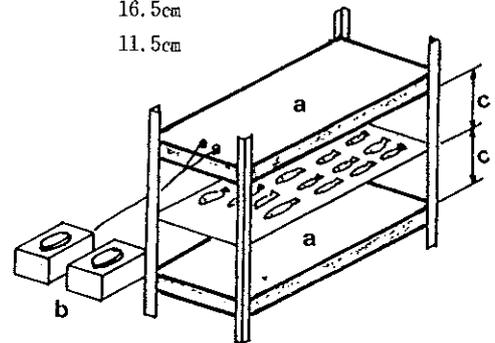


図2 遠赤外線の照射

(揮発性塩基窒素)の測定を行った。また官能評価は、適宜行った。

エキス分は、削りぶしの日本農林規格¹⁾に基づいて測定した。遊離アミノ酸は、エキス分の測定で得た熱

水抽出物をスルホサリチル酸で除蛋白処理後、ノルロイシンを内部標準として、高速アミノ酸分析計で(表1)、またイノシン酸量は、ATP関連物質のキャリアブレーションミクスチャーによる絶対検量線法を用い、

表1 高速液体クロマトグラフィーによる核酸関連物質の分析条件

装置	日立 638-30
カラム	HITACHI GEL 3013-N 4mmID×150mmL
カラム温度	70℃
溶離液	① 6% (V/V) CH ₃ CN in 0.06M NH ₄ Cl 0.01M KH ₂ PO ₄ 0.01M K ₂ HPO ₄ ② 6% (V/V) CH ₃ CN in 0.3M NH ₄ Cl 0.05M KH ₂ PO ₄ 0.05M K ₂ HPO ₄
開始時	①液100% 20分後②液100%のリニアグラディエント
流量	1 ml/min
検出器	UV 254nm 0.32AUFS

上記熱水抽出を過塩素酸で除蛋白処理後、高速液体クロマトグラフィーによって分析した(表2)。VBNは、コンウエイユニットによる微量拡散法²⁾で分析した。官能評価は目視、触感および臭覚で、田作りの要件として①黒目の状態、②銀の鮮やかさ、③肉の透明感、逆に欠点として④異臭の強さを調べた。

表2 高速アミノ酸分析計の分析条件

装置	アトー MLC-203
カラム	4.0mmID×250mmL
カラム温度	40℃
溶離液	クエン酸(Li)緩衝液
流量	0.4 ml/min
圧力	100kg/cm ²
検出器	1) 570nm 1.0 AUFS 2) 440nm 1.0 AUFS

結果と考察

遠赤外線照射中の魚体表面温度は、照射距離が短くなるほど高かった(表3)。それぞれの照射距離ごとに表面温度の幅があるのは、照射開始時には魚体に水分が多く、これが蒸発するときに潜熱を奪ったため、また照射終了時には水分が少なくなり、蒸発潜熱が小さくなったためである。

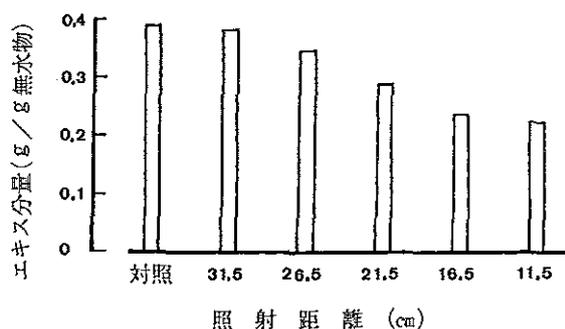
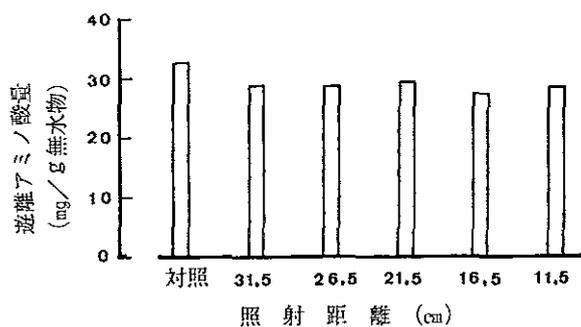
乾燥後の水分量は、照射距離が短いものほど低い傾向が認められた(表3)。これは加熱にともなう蛋白質変性が高熱ほど進み、水を離しやすくなったためと考えられる。

エキス分量は、照射距離が短くなるほど少なくなる傾向が認められた(図3)。

エキス分量は、旨味の指標として用いられることが多い。しかし同じ原料魚では、加熱処理を施したものよりこれを施さないもののほうにエキス分量が多い。ちなみに生原料の熱水抽出によるエキス分量は、0.43g/g無水物とかなり多い。さらにかつお節³⁾、煮干し⁴⁾、あるいは焼干し⁵⁾の加熱工程においては、その温度が高くなるほどエキス分量が少なくなる傾向が認められている。一方生干しのものには、ダシ成分がほとんど

表3 遠赤外線照射時の魚体表面温度と製品の水分量

照射距離(cm)	対照	31.5	26.5	21.5	16.5	11.5
表面温度(°C)	—	48~58	51~73	62~101	75~110	90~117
水分量(%)	8.7	7.7	7.5	7.1	6.6	6.5

図3 照射距離とエキス分量
保存1カ月後図4 照射距離と遊離アミノ酸量
保存1カ月後

無いことが知られている。これらのことから、エキス分量は異なる原料を同じ加熱法で作った場合、旨味成分の指標となると考えられるものの、同一原料魚では、指標としてなり得ないと考える。照射距離が短くなるほど、エキス分量の少なくなる傾向が認められたのは、上記のかつお節等の加熱工程に見られる傾向と同じである。

遊離アミノ酸量は、対照がやや多かった。照射区では、照射距離と含有量に相関関係が認められなかった(図4)。また遊離アミノ酸組成は、それぞれの区分間に大差は認められなかった(表4)。

遊離アミノ酸で、旨味に最も関係するものは、グルタミン酸で、その他にも十数種類のアミノ酸が影響する。またかつお節においては、アミノ酸はほとんど無味であるが、イノシン酸と共存すると旨味が強くなる。本試験の対照区でグルタミン酸がやや多いが、田作りと煮干しのダシの強さを比べてみても、圧倒的に後者のほうが強い。さらに同じ原料から作った煮干しの遊離アミノ酸量および組成は本試験の対照区よりも劣っている。これらのことから、遊離アミノ酸は味全体のコク等には関与していることも考えられるが、田作りの主たる旨味に関与していないといえる。また

遠赤外線照射は、遊離アミノ酸、とりわけ旨味に関与するものに影響を与えるものではないと考える。

一方イノシン酸は、照射距離が短くなるほど増加する顕著な傾向が認められた(図5)。なお同時に測定したATPおよびADPは、全ての区分から検出されず、AMPは痕跡のみ全ての区分で認められた。

イノシン酸は、かつお節、煮干しの主たる旨味成分であることが広く認められている。イノシン酸残存量が照射距離に反比例して多くなったのは、イノシン酸を分解するフォスファターゼが、照射加熱で失活したためであると考えられる。照射距離によってイノシン酸残存量が異なったのは、距離が短くなるにつれ魚体温度が上がり、このためフォスファターゼが温度に比例して失活したためと考えられる。

照射距離11.5cmの田作りには8 mg/g 無水物のイノシン酸が含まれ、市販の煮干しのそれとほぼ同等の量に達している。また同時に製造した煮干しのイノシン酸量が約6~7 mg/g 無水物なのに比べて、多く残存している。さらに照射距離26.5cmまでは、市販煮干しの約半分、対照区の約2倍の残存量がある。遠赤外線照射は、主たる旨味成分である、イノシン酸の残存に有効であると言える。

表4 田作り遊離アミノ酸組成

(当日処置後乾燥 mg/100 g 無水物)

Amino Acids	生原料*	Control	FIR照射	FIR照射	FIR照射	FIR照射	FIR照射
			11.5ca 10min. 1W	16.5ca 10min. 1W	21.5ca 10min. 1W	26.5ca 10min 1W	31.5ca 10ca 1W
Phosphoserine	46.6	27.4	16.0	17.1	19.9	24.9	22.8
Taurine	457.8	433.2	625.1	597.4	467.7	394.1	340.7
Phosphoethanolamine	—	—	—	—	—	—	—
Asparatic Acids	57.5	89.8	68.4	65.8	74.3	81.6	80.7
Hydroxyproline	1.3	14.8	1.1	1.6	trace	1.1	—
Threonine	83.9	96.9	75.9	70.7	75.3	84.3	89.9
Serine	92.7	96.4	80.7	74.4	75.3	82.7	89.4
Asparagine	11.3	13.7	11.2	4.8	5.4	9.2	9.8
Glutamic Acids	165.7	235.5	190.4	173.4	139.9	173.5	187.4
Glutamine	40.3	25.2	20.9	27.8	219.1	43.2	39.0
Sarcosine	18.0	18.6	19.8	18.2	21.5	25.4	17.3
α -Aminoadepic Acids	7.6	trace	1.1	0.5	trace	7.0	7.0
Proline	82.2	99.7	93.0	81.9	84.0	83.2	87.2
Glycine	71.3	81.6	75.4	70.7	63.0	67.6	73.1
Alanine	225.7	212.5	205.3	185.8	179.2	191.9	203.1
Citrulline	5.0	trace	—	—	4.8	2.7	3.8
α -Amino-n-butyric Acids	9.7	trace	2.1	2.1	trace	1.1	6.0
Valine	124.2	122.7	92.0	87.3	98.0	97.8	108.3
Cystine	10.5	0.5	4.3	4.3	4.3	0.5	6.5
Methionine	109.5	66.8	31.0	28.9	40.9	49.7	60.1
allo-Isoleucine	—	—	—	—	—	—	—
Cystathionine	21.0	12.6	18.7	18.7	14.5	17.3	15.7
Isoleucine	90.6	101.3	69.5	65.3	78.6	88.1	95.3
Leucine	284.0	216.3	129.9	128.4	169.0	195.1	206.4
Tyrocine	160.7	118.3	75.9	77.1	95.8	104.9	108.9
Phenylalanine	152.7	128.1	70.1	70.1	92.6	108.6	119.2
β -Alanine	2.9	2.2	3.2	3.2	trace	4.3	3.8
β -Amino-iso-butyric Acids	193.4	145.1	51.9	56.7	52.2	65.9	68.3
γ -Aminobutyric Acids	23.9	13.1	6.4	6.4	18.3	11.4	13.0
Creatinine	—	—	—	—	—	—	—
Histidine	456.1	289.2	465.8	450.2	349.3	300.5	277.4
3-Methylhistidine	15.9	7.1	—	—	trace	—	—
1-Methylhistidine	15.5	4.9	—	1.1	1.6	3.8	6.5
Carnosine	63.8	trace	—	—	4.3	—	3.8
Anserine	28.5	15.9	—	trace	10.2	15.1	15.7
Tryptophane	44.5	40.0	20.3	21.9	29.1	16.8	26.5
Hydroxylysine	7.1	trace	—	—	trace	—	—
Ethanolamine	10.9	4.4	6.4	trace	1.6	9.2	9.8
Ornithine	16.8	13.1	12.8	10.7	12.9	13.0	14.6
Lysine	293.3	203.7	154.0	154.2	190.5	201.6	197.7
Arginine	686.4	329.7	139.6	163.8	250.3	274.6	271.4
Total	4,188.8	3,280.3	2,838.2	2,740.5	2,943.4	2,851.7	2,866.1

* 生原料は熱水抽出

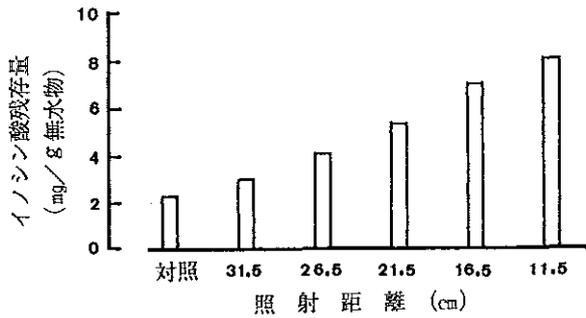


図5 照射距離とイノシン酸残存量
保存1カ月後

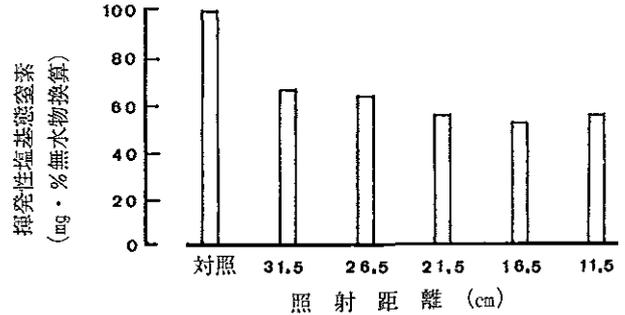


図6 照射距離とVBN (揮発性塩基態窒素)
保存1カ月後

VBNは対照が約100mg %と高かった。一方遠赤外線照射区は、いずれも対照区に比べ低い値を示した。照射区では、26.5および31.5cmはやや高い値を示したが、21.5、16.5および11.5cmの各区は差が認められなかった。

遠赤外線は単に熱線であると言われている。一方、熱線による加熱作用ばかりでなく、色素の変質防止等の作用も明らかにされている。本試験でVBNが減少した原因は、加熱によるのか、その他のファクターによるのか不明である。今後近赤外あるいは伝導のみによる加熱と比較して、そのメカニズムを明らかにして行く必要がある。

官能評価は、①黒目の状態が、対照=31.5cm=26.5cm>21.5cm>11.5cm>16.5cmの順に多く、26.5cm以上の照射距離では白目の発生は見られなかった。②銀の鮮やかさは、照射区にくすむ傾向が認められ、対照 \geq 31.5cm \geq 26.5cm>21.5cm>16.5cm>11.5cmの順で、26.5cm以上の照射距離では、銀のくすむ影響は少なかった。③肉の透明感は、銀の鮮やかさと同じ傾向であった。逆に欠点として④異臭の強さは、対照 \geq 31.5cm>26.5cm=21.5cm=16.5cm=11.5cmの順で、対照と照射区には大きな差が認められた。

田作りに遠赤外線照射を導入した場合の利点は、イノシン酸の残存量が多くなる、異臭が減少することで、一方欠点としては、目が白くなる、銀がくすむ、肉の透明感が損なわれる傾向が認められた。

遠赤外線の田作りへの応用は、利点と欠点があり、ジレンマがある。しかしこの照射距離を調節し、魚体表面温度をコントロールすることによって、従来の田作りに、イノシン酸の残存量の増加および異臭の減少をもたらすことができる。その照射条件は、距離が21.5から26.5cmの間で、魚体表面温度が60~70℃になるところである。

要 約

- 1) 田作りの付加価値を向上するために、遠赤外線照射を応用し、煮干し様の田作りを試作した。
- 2) 照射は、乾燥工程前に10分間行った。また適当な照射条件を検索するために、5段階の距離を設けて、照射強度を調節した。一方対照として、従来の製法に基づいた田作りも作成した。
- 3) 作成したサンプルの評価は、エキス分量、遊離アミノ酸量・組成、イノシン酸量、VBNおよび官能判定で行った。
- 4) 照射距離が短いものほど、魚体の表面温度が高かった。
- 5) エキス分量は、照射距離に反比例して減少した。
- 6) アミノ酸量は対照区に若干多い傾向が認められたが、照射区では照射距離による差が認められなかった。
- 7) アミノ酸組成では、各区分間に大きな差が認められなかった。
- 8) イノシン酸は、照射距離に反比例して増加した。照射距離の最も短い区分は、同時に作成した煮干しよりもイノシン酸量が多かった。また最も照射距離の長い区分でも、対照の約2倍のイノシン酸が残存していた。
- 9) 各区分の旨味の最も重要な成分は、イノシン酸であり、エキス分量およびアミノ酸は副次的なものであると考えた。
- 10) VBNでは、対照区と照射区に大きな差があった。
- 11) 官能評価では、黒目の状態が、対照=31.5cm=26.5cm>21.5cm>11.5cm>16.5cmの順に多く、26.5cm以上の照射距離では白目の発生は見られなかった。
- 12) 銀の鮮やかさは、照射区にくすむ傾向が認められ、対照 \geq 31.5cm \geq 26.5cm>21.5cm>16.5cm>11.5cm

の順で、26.5cm以上の照射距離では、銀のくすむ影響は少なかった。

- 13) 肉の透明感は、銀の鮮やかさと同じ傾向であった。逆に欠点として④異臭の強さは、対照 \gg 31.5cm $>$ 26.5cm $=$ 21.5cm $=$ 16.5cm $=$ 11.5cmの順で、対照と照射区には大きな差が認められた。
- 14) 異臭の強さは、対照 \gg 31.5cm $>$ 26.5cm $=$ 21.5cm $=$ 16.5cm $=$ 11.5cmの順で、対照と照射区には大きな差が認められた。
- 15) 以上の結果から、遠赤外線照射によって、イノシン酸残存量が多く、異臭の少ない田作りの製造が可能であることが解った。また田作りの本来の外観を保つ照射条件は、距離が21.5から26.5cmの間で、魚体表面温度が60~70℃になるところが適当であるとした。

文 献

- 1) 削りぶしの日本農林規格 51-1122号 第8条測定方法等.
- 2) (社)日本食品衛生協会編 (1972): 食品衛生検査指針. 検査法別, 30-32.
- 3) 鴻巣章二・橋本芳郎 (1959): かつお節製造中の遊離アミノ酸の変化. 日水会誌, 25, 4, 307-311.
- 4) 田辺伸 (1988): 異なる煮熟温度で製造した煮干成分の消長. 未発表.
- 5) 田辺伸 (1987~1991): 焼き干しに関する研究. 未発表.
- 6) 河村洋二郎・木村修一編 (1987): うま味一味の再発見. 女子栄養大学出版, 176-187.
- 7) 鴻巣章二・前田安彦・藤田孝夫 (1960): かつお節だし中のイノシン酸および遊離アミノ酸の呈味効果について. 日水会誌, 26, 1, 45-48.
- 8) 久保田譲 (1975): 魚体乾燥における遠赤外線の照射効果. New Food Industry 17, 8, 59-64.
- 9) 味の素(株)広報室 (1986): うま味を考えるーその生物学的意味ー. 味の素KK食生活情報, 食べる, 10, 17.
- 10) 足立鉄男 (1985): 遠赤外線放射加熱の食品への応用. 食品加工技術, 5, 2, 70-75.
- 11) 杉山昌 (1985): 遠赤外線加熱の食品への応用. 食品加工技術, 5, 2, 70-75.
- 12) 伊藤和彦 (1986): 遠赤外線による野菜乾燥について. 食品機械装置, 1, 45-53