

過熱水蒸気とプロパンガス燃焼による 魚肉焼成品の食品化学的性質の比較[†]

浜田盛承^{*1}・寺嶋大典^{*1}・平山聖人^{*1}
和田律子^{*1}・浦 博之^{*2}・中村勝平^{*2}

Comparison of the Food Chemical Properties of Fish Meat Roasted By Superheated Steam Heating and Propane-Gas Combustion Heating

Moritsugu Hamada^{*1}, Daisuke Terashima^{*1}
Seito Hirayama^{*1}, Ritsuko Wada^{*1}
Hiroyuki Ura^{*2} and Katsuhei Nakamura^{*2}

The food chemical properties of roasted fish meat were compared in order to clarify the difference between superheated steam (SHS) and propane-gas combustion heating using four types of fish, i.e., deep-water redfish, Norwegian salmon trout (cultured trout at sea), Atlantic mackerel and Japanese Spanish mackerel having different lipid contents. The optimum roasting conditions were 6 min for SHS heating and 12 min for propane-gas combustion heating, and thus the heating time by SHS was half that of the propane-gas heating. Both the moisture content and the yield of the roasted fish meat decreased as the degree of heating increased, but no influence due to the different fish samples and heating methods, SHS heating and gas heating, was observed. The water activity of the roasted fish meat was almost constant, irrespective of the different sampling position, surface or inside of the muscle, or different heating methods. The load of the penetrating plate-type plunger into the roasted meat was affected by the heating conditions and sample fishes, but the difference between the SHS heating and the propane-gas heating was not clear. Sensory tests by 10 panelists showed that the appearance and tenderness of the roasted fish meat were superior to the SHS heating compared to the propane-gas heating. These results demonstrated that the SHS heating was effective for manufacturing the roasted fish meat as the SHS heating time was shorter than that of the propane-gas heating, and the estimation of the food chemical properties and sensory tests of the roasted fish meat heated by SHS were the same compared with that of the gas heating.

Key words : Processing fishery products, Heating, Fish meat, Superheated steam

1. 緒 言

飽和蒸気を加熱すれば乾いた蒸気となり、この蒸気は500℃以上にまで加熱可能である。このような高温の乾燥水蒸気（常圧過熱水蒸気, Superheated steam; 以下SHSと略称）は熱効率が高い¹⁾ばかりでなく、取り扱いの容

易さ、製品の品質の良さもあり、食品加工における加熱媒体として応用が進んである²⁻⁶⁾。SHSはまた、各種食品の殺菌にも有効である⁷⁻⁹⁾。

SHSによる焼成品は、プロパンガスや電気による加熱品と比べて“ジューシー”であるという加工業者ならびに消費者の評価から、近年需要が高くなってきている。しかし、

2006年1月17日受付。Received January 17, 2006.

[†] 過熱水蒸気による水産加工品の品質改善—Ⅲ (Quality Improvement of Fishery Products by Superheated Steam Heating—Ⅲ)

* 1 水産大学校食品科学科 (Department of Food Science and Technology, National Fisheries University, Nagata-honmachi, Shimomoseki, 759-6595, Japan).

* 2 中村水産㈱ (Nakamura Suisan Co. Ltd., Harai-cho, Hamada city, Shimane Pref., 697-0017, Japan)

SHSとプロパンガスあるいは電気など従来の加熱法による焼成品について、理化学的性質を比較した報告は見あたらない。そこで、著者らはSHS加熱とプロパンガス加熱による魚肉フィレートの焼成品について食品化学的性質を比較したので、その結果について報告する。

2. 試料と分析方法

2.1 原料魚

アカウオ（オキアカウオ，別名チヒロアカウオ；Deep-water redfish；*Sebastes mentella*），サーモントラウト（ニジマス，降海型；Norwegian salmon trout；*Oncorhynchus mykiss*），サバ（大西洋サバ；Atlantic mackerel；*Scomber scombrus*）およびサワラ（Japanese Spanish mackerel；*Scomberomorus niphonius*）の4魚種を実験に用いた。これらはいずれも魚肉焼成品の市場で需要の高い魚種であり、脂肪含量の多寡を考慮して選定した。いずれの原料魚も中村水産㈱から供与されたものであり、凍結保管されていたフィレートを流水中で解凍した後、実験に供した。なお、試料魚フィレートの重量はいずれの魚種においても80~100gであった。

2.2 SHSによる加熱

SHSによる加熱は清本鐵工㈱（宮崎県延岡市）の加熱装置（SO-2000型）を用いた。本装置の加熱部分は5区画に分かれており、それぞれの温度はSHSと飽和蒸気の流量をバルブを用いて調節されるようになっている。

SHSによる加熱は、中村水産㈱が経験的に得た最も良い加熱条件（加熱B：Best），これよりも多少過度な条件（加熱H：High）および軽度な条件（加熱L：Low）の3条件で加熱した。加熱Bは、①装置の入口部分を140~150℃で2分間加熱，②中間部分を250℃で2分間加熱，③出口部分を260℃で2分間加熱する方法である。加熱Hは、①入口部分を140~150℃で2分間，②中間部分を250℃で2分間加熱，③出口部分を320℃で2分間加熱する方法である。加熱Lは、①入口部分を210℃で2分間加熱，②中間~出口部分を220℃で4分間加熱する方法である。したがって、SHSによる加熱時間はいずれも一定（6分）である。

なお、アカウオ、サバおよびサワラのフィレートを皮を上にして、サーモントラウトでは切り口面を上下にして金網

の上に並べ、加熱を行った。

2.3 プロパンガスによる加熱

プロパンガスによる加熱（以下、ガス加熱と略称）は、中村水産㈱で稼働中の装置を用いた。プロパンガスの流量をバルブで調節し、SHS加熱の場合と同様に経験的に最適な加熱条件（加熱B），多少過度な条件（加熱H）あるいは軽度な条件（加熱L）の3条件で加熱した。なお、プロパンガスによる焼成時間はSHS加熱による焼成品と同程度の製品が得られる加熱時間とした。その結果、アカウオ、サーモントラウトおよびサワラでは、加熱HおよびB、Lの加熱時間はそれぞれ14分、12分、11分であり、サバではそれぞれ12分、11分、8.5分であった。

2.4 食品化学的分析項目と分析方法

4魚種の焼成品試料を冷凍して研究室に搬入し、次の食品化学的分析に供した。

- 1) 水分含量：試料の表面あるいは中心部から3~5gの魚肉を採取し、110℃、3時間加熱後の重量変化から水分含量（%）を求めた。
- 2) 水分活性：試料の表面あるいは中心部から約2gの魚肉を取り、テックジャム社製水分活性測定器（testo-650）を用いて測定を行った。
- 3) 脂肪含量：試料魚肉の2カ所から各2~3gの魚肉を取り、クロロホルム・メタノール混液（2:1，V/V）を用いて脂肪を抽出し、脂肪含量を測定した¹⁰⁾。結果は2測定値の平均値で表した。
- 4) ブランジャー貫入特性値：試料魚肉を約3cm角に切り、レオテック社製レオメーター（RT-2002D・D型）を用いて、ブランジャー貫入時の荷重（g）と凹み深度（cm）を測定した。なお、ブランジャーには薄い長方形板（試料貫入面；幅2.5mm×長さ15mm）を用い、1試料に対して4回の測定を行った。

2.5 食品官能検査

中村水産㈱に従事する10人の従業員をパネルとし、試料を口に入れた時の品質を味覚（味，旨味，こく，水分=ジューシー感），臭覚（香り，臭い），外観（見栄え=焼け具合，色調，）の8項目について、5を最高得点とする5点満点で評価した。

3. 結果と考察

3.1 焼成魚の中心温度

加熱直後の試料片の中心部の温度を3回測定し、その最高と最低の温度をTable 1に示す。

この結果に見られるように、加熱HおよびBではいずれの加熱法においても65℃以上であった。ただし、ガスで加熱した場合、65℃を若干下回る場合があった。タンパク質の変性温度は65~70℃であるので、多くの場合タンパク質の変性は一応起こっている（熱は通っている）といえる。しかし、アカウオにおいては加熱Lで加熱した場合54~55℃であり、加熱は充分ではなかった。サーモントラウトにおいても、SHS加熱に比べて温度は若干低かった。温度の上昇が不十分であった理由は、試料片の厚さの不均一など試料の個別的な理由によるのか、プロパンガスの燃焼効率がSHSのそれに比べて低かったことによるのかについてはここでは不明である。

3.2 脂肪含量

加熱前の試料魚について脂肪含量はサバ21.3%、サーモントラウト11.2%、サワラ6.3%、アカウオ2.4%であった。この結果に見られるように、脂肪含量はサバが最も高く、サーモントラウト、サワラ、アカウオの順であった。

3.3 水分含量

4試料魚についてSHS加熱あるいはガス加熱を行い、魚種ならびに加熱法ごとに試料表面と中心部の水分含量を測定し、それらの結果をFig. 1に示す。

この結果に見られるように、サバを除く3魚種についてはSHS加熱あるいはガス加熱のいずれにおいても、水分含量は試料採取部位（表面あるいは中心）の違いにかかわらず、B、Hの順に高かった。すなわち、加熱条件が厳しい程水分含量は低下する傾向にあった。一方、サバの水分含量は加熱法による違いが大きかったが、加熱の程度と水分

含量の関係は明らかではなかった。サバにおける加熱法の影響については表面と中心部の水分含量はSHS加熱ではそれぞれ31.4~46.5%、38.5~45.6%、ガス加熱ではそれぞれ47.3~59.6%、46.0~59.5%であり、加熱法によって大きな違いが見られた。これらの結果から、加熱法による水分含量の違いが加熱原理の違いに起因するのか、試料採取部位による脂肪含量の違い等に起因するのかについては、この結果からだけでは不明である。

次に表面と中心部における水分含量の違いについて考える。SHS加熱の場合、アカウオ、サーモントラウト、サバおよびサワラについて加熱Bにおける水分含量を見ると、表面では69%、55%、31%および61%であり、中心部では73%、60%、39%および63%であった。いずれの試料魚においても表面部の水分含量は中心部のそれよりも低かったことから、表面部では水分の蒸発量が多かったことが分かる。4魚種における差の平均値は5%弱であった。一方、ガス加熱の場合で見ると、アカウオ、サーモントラウト、サバおよびサワラについて表面では68%、46%、53%および66%であり、中心部では76%、62%、54%および69%であった。この場合にも、SHS加熱の時と同様に表面部の水分含量は中心部のそれよりも低かった。両者における差の平均値も5%弱であり、SHS加熱の場合と同様の結果であった。

3.4 水分含量と脂質含量の関係

試料魚の水分含量が加熱の程度ならびに魚種によって異なっていたことは、Fig. 1に示したとおりであるが、筋肉中の水分含量と脂質含量の間には通常負の相関が認められている。そこで、4供試魚における両者の関係を調べ、その結果をFig. 2に示す。ただし、脂質含量は加熱前の生試料についての結果である。なお、Fig. 2には加熱法ごとに、また表面と中心部に分けて両者の関係を記した。

この結果に見られるように、SHS加熱あるいはガス加熱のいずれにおいても、また測定部位の違いにかかわらず、

Table 1. Temperature of the fish meat just after roasted by different heating conditions

Min-Max, unit: °C

Degree of Heating	Superheated steam heating				Propane-gas combustion heating			
	Deepwater redfish	Norwegian salmon trout	Atlantic mackerel	Japanese Spanish mackerel	Deepwater redfish	Norwegian salmon trout	Atlantic mackerel	Japanese Spanish mackerel
High	75 - 80	85 - 95	68 - 77	70 - 80	77 - 81	88 - 93	93 - 100	83 - 86
Best	77 - 80	85 - 90	80 - 88	70 - 80	62 - 65	67 - 80	88 - 90	73 - 78
Low	65 - 78	83 - 85	75 - 80	80 - 85	54 - 55	62 - 78	65 - 78	84 - 86

Sample numbers were 3, in any cases.

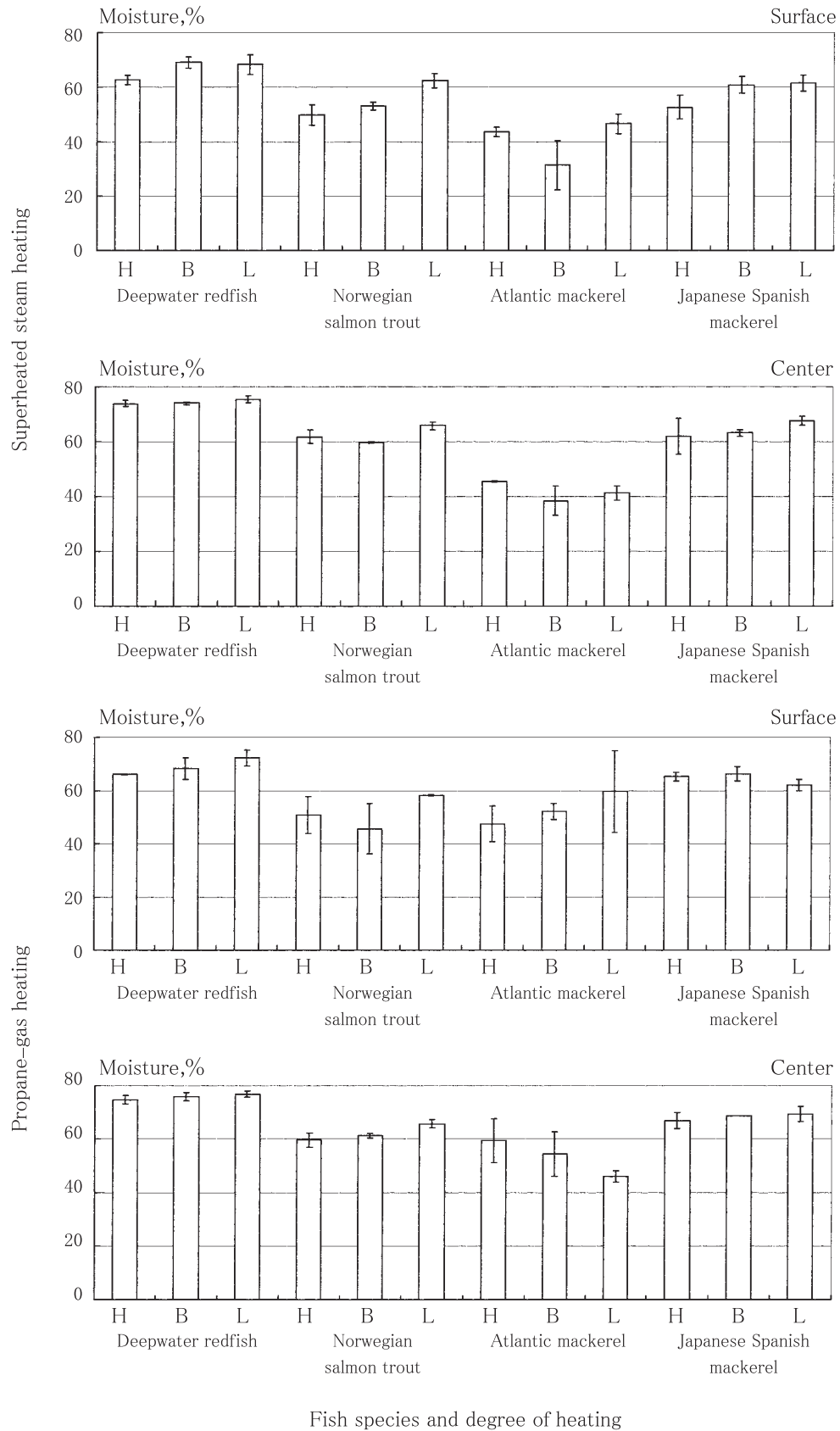


Fig. 1. Moisture contents of the roasted fish meat at different heating conditions.
*H; High temp. heating, B; Best temp. heating, L; Low temp. heating. n= 3

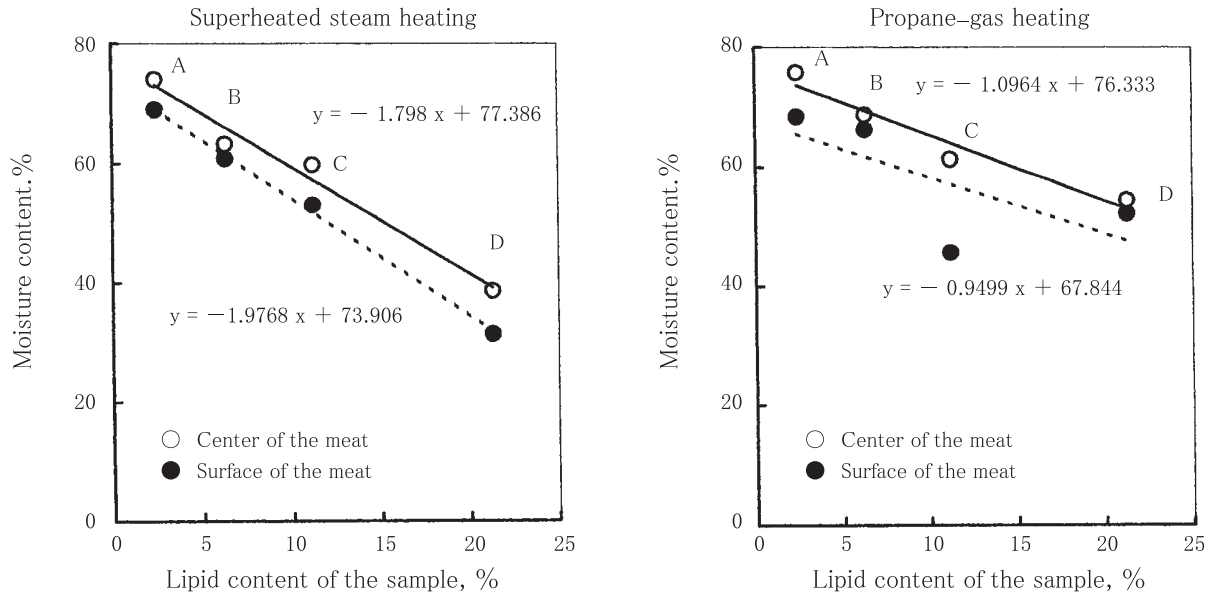


Fig. 2. The relation of the moisture content to the lipid content on the fish meat roasted by different heating methods, SHS heating or propane-gas heating.

The degree of heating: The best temperature heating in any heating method.

A; Deepwater redfish, B; Japanese Spanish mackerel, C; Norwegian salmon trout, D; Atlantic mackerel.

水分含量と脂質含量の間には一次の負の相関が見られた。ただし、ガス加熱の場合、サーモントラウトの表面部における水分含量が低く、相関係数の高い関係は得られなかった。その原因は、任意に採取した測定部位の脂質含量が相対的に高かったことなどによると推測される。一方、いずれの加熱法においても、中心部における両者の関係は、表面部における関係よりも水分含量が高い方に位置しており、しかも両者の勾配はほぼ同じであった。したがって、加熱方法に関わらず中心部の水分含量は表面のそれよりも高く、表面と同じ速度で水分が減少していると言える。

一方、水分含量と脂質含量の一次相関式の勾配をSHS加熱法とガス加熱法で比較すると、前者の勾配は大きかった。このことは、脂質含量が多いほど水分含量が少ないことを表している。すなわち、SHS加熱では脂肪含量との関係で相対的に低水分含量域における水分の蒸発が大きかったことを表しており、SHS加熱は中心部への熱の浸透が優れていることが分かる。その原因はSHSの熱効率が高いことに起因しているものと推測される。

3.5 加熱法の違いと製品の歩留まり

3.3で述べたようにSHS加熱、ガス加熱のいずれにおいても加熱条件が厳しくなる程、水分含量は次第に減少した。つまり、焼成品の重量は減少しているの、加熱の方法あるいは加熱の程度によって焼成品の収率は変化するは

ずである。そこでSHS加熱あるいはガス加熱ごとに加熱の程度が異なる焼成品の収率を計算し、それらの結果をTable 2に示す。

この結果に見られるように、魚種ならびに加熱法の違いにかかわらず加熱条件が厳しいほど収率は低くなった。このことは加熱条件が厳しいほど水分の蒸発量が多くなったことを表し、試料魚の水分含量が低くなった結果 (Fig. 1) と一致する。

一方、加熱Bにおけるアカウオ、サーモントラウト、サバおよびサワラの収率は、前2者では約70%、後2者では約80%であった。これら両者の違いはアカウオでは加熱によって皮が大きく縮むと共に試料片の反対側の肉がめくれ上がって表面積が大きくなったこと、サーモントラウトでは形状的に他の試料魚に比べて相対的に表面積が大きいこと、サバおよびサワラでは皮が存在すると共に加熱に伴う外観の大きな変化は見られなかったことが収率の違いの原因と考えられる。

SHS加熱とガス加熱における収率の差は最大5%であり、特に大きな差はないとみなされた。しかし、細かく見るとアカウオおよびサーモントラウトではガス加熱の方が2~5%高く、サバおよびサワラではほとんど同じ収率であった。すなわちアカウオおよびサーモントラウトではガス加熱を行った方が収率は若干高く、サバおよびサワラではほとんど同じであった。これらの相違は前述のように、

Table 2. Process yields of the fish meat roasted by different heating conditions

Sample fish	Degree of heating *	Superheated steam heating, % (A)	Propane-gas heating, % (B)	Difference between (A) and (B), %
Deepwater redfish	H	70.1 ± 8.4	72.8 ± 7.4	-2.7
	B	69.7 ± 7.7	73.9 ± 1.8	-4.2
	L	72.7 ± 11.6	74.7 ± 14.9	-2.0
Norwegian salmon trout	H	68.1 ± 8.4	73.2 ± 4.0	-5.0
	B	69.7 ± 7.7	72.9 ± 3.5	-3.2
	L	80.5 ± 3.8	76.9 ± 0.6	3.6
Atlantic mackerel	H	75.9 ± 2.9	73.8 ± 3.7	2.1
	B	79.4 ± 2.3	79.7 ± 2.9	-0.3
	L	84.0 ± 2.3	82.9 ± 1.8	1.1
Japanese Spanish mackerel	H	73.8 ± 3.5	72.6 ± 5.5	1.2
	B	82.5 ± 3.9	78.8 ± 1.5	3.7
	L	83.0 ± 4.4	82.3 ± 0.6	0.7

*H; High temp. heating, B; Best temp. heating, L; Low temp. heating.
(A), (B); Mean of three measurements.

加熱に伴う試料形状の変化のし易さ、試料の厚み等に起因していると考えられる。

水分含量の多寡は製品収率に直接結びつくが、他方味覚の面からは味覚成分の濃淡に係わることから、官能検査の結果とも考え合わせて加熱条件を決める必要がある。

3.6 試料の水分活性

水分活性 (Aw) は成分系の全体の水に対する自由水の割合、すなわち微生物によって利用される水の割合を表す。したがって、食品の保存を考える上での重要な指標である。このAwがSHS加熱あるいはガス加熱によってどのように変動するかを明らかにするために、Awの測定を行い、それらの結果をFig. 3にまとめて示す。

一見して判るように、SHS加熱を行った場合表面におけるAwのバラツキは大きく、中心部では一部を除き小さかった。しかし、ガス加熱では試料魚および加熱の程度にかかわらず、ほぼ一定であった。すなわちSHS加熱の場合、Awは表面部では0.84~0.93の広範囲に分布し、魚種の違いならびに加熱の程度との関係は見られなかった。しかし、サーモントラウトで加熱Hの場合に中心部で低い値が見られたが、その外は0.9~0.93であった。一方、ガス加熱試料では試料の採取部位あるいは試料魚種の違いにかかわらず0.92~0.93でほぼ一定であり、魚種の違いならびに加熱の程度との間に明らかな関係は見られなかった。

いずれにしても、加熱法、魚種の違いあるいは加熱の程度にかかわらず、Awの数値が高いことに変わりはない。

3.7 プランジャー貫入特性値

4 試料魚の焼成品試料について、プランジャー貫入時の荷重と凹み深度を測定した。SHS加熱あるいはガス加熱をそれぞれ3段階 (H, B, L) で行い、それらの結果をまとめてTable 3に示す。

3.7.1 プランジャー貫入荷重

全データを試料魚種および加熱方法ごとに、加熱の3段階について概観すると、一部について他と若干異なる部分が見られた。それらはサバ試料魚を用いてB加熱を行った時である。すなわち、SHS加熱の場合、B加熱ではHおよびL加熱よりも低く、ガス加熱の場合にはHおよびL加熱よりも高い値を示した。その理由は明確ではないが、サバ焼成品の測定時にはプランジャーが貫入するに伴って筋肉内の筋節が滑りやすい傾向にあったことに起因することが考えられた。

そこで、サバの測定値を無視して全データの変動を概観すると、アカウオとサーモントラウトではSHS加熱およびガス加熱のいずれにおいても、加熱条件が厳しくなるにつれて荷重は高くなった。すなわち、固くなった。しかし、サバとサワラでは異なる加熱条件での荷重が、加熱法に関わらずほぼ一定の数値を示した。

変動の大きい貫入荷重の結果であるが、ガス加熱法の結果をもとに考えると、貫入荷重が大きい魚種の並びはアカウオ、サワラ、サーモントラウトおよびサバの順であった。この順は脂質含量が高くなる順であり、貫入荷重と脂質含

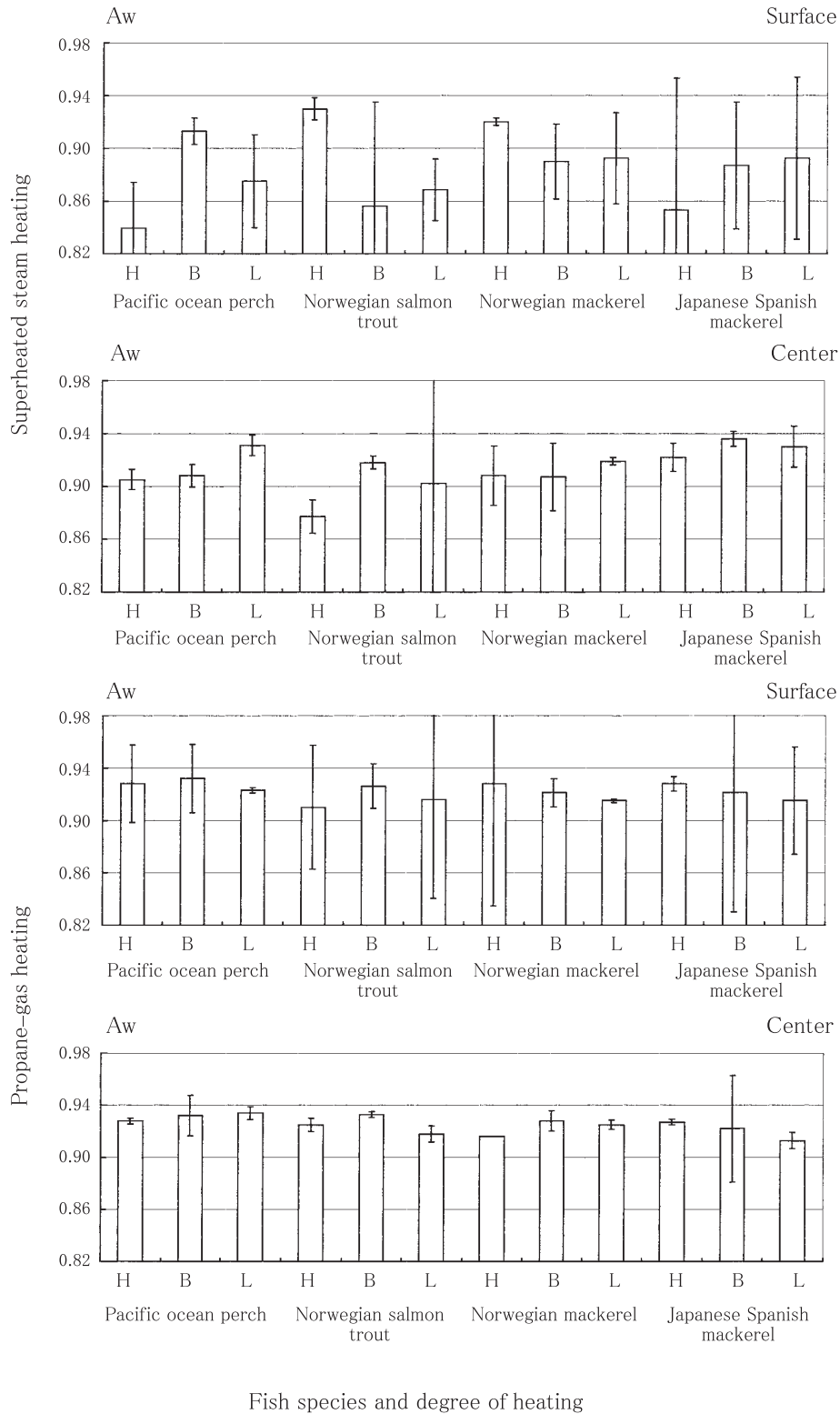


Fig. 3. Water activity, Aw, of the roasted fish meat at different heating conditions. Aw value ; Average of three measurements.

Table 3. Breaking load and breaking depth of the fish meat roasted by different heating conditions

Sample fish	Degree of heating ^{*1}	Breaking characteristics ^{*2}			
		Breaking load ^{*3} , gram		Breaking depth ^{*3} , cm	
		SHS heating	Gas heating	SHS heating	Gas heating
Deepwater redfish	H	610±56	730±257	0.89±0.2	0.93±0.4
Norwegian salmon trout		879±36	684±191	0.43±0.1	0.57±0.3
Atlantic mackerel		442±127	462±178	0.56±16.0	0.57±0.3
Japanese Spanish mackerel		824±117	700±67	0.53±0.0	0.60±0.1
Deepwater redfish	B	568±56	604±216	0.6±0.1	0.86±0.3
Norwegian salmon trout		787±106	620±150	0.48±0.1	0.46±0.3
Atlantic mackerel		296±135	720±188	0.54±0.3	0.72±0.1
Japanese Spanish mackerel		592±139	740±68	0.48±0.1	0.77±0.2
Deepwater redfish	L	566±85	630±185	0.76±0.1	1.02±0.3
Norwegian salmon trout		704±300	410±90	0.46±0.2	0.48±0.2
Atlantic mackerel		440±196	466±184	0.68±0.3	0.85±0.1
Japanese Spanish mackerel		744±73	754±227	0.78±0.3	0.90±0.3

^{*1} H; High temp. heating. B; Best temp. heating. L; Low temp. heating.

^{*2} The Plate-like plunger, 2.5×15mm, was vertically penetrated into the sample roasted fish meat.

^{*3} Mean of four measurements.

量の間には負の相関があるように考えられる。しかし、筋肉の堅さは脂質含量だけに依るものでもなく、測定値のバラツキから考えると、さらに詳細な分析が必要であると考えられる。

また、加熱法の違い、すなわちSHS加熱あるいはガス加熱の違いとプランジャー貫入荷重の大小との関係も明確ではなかった。

3.7.2 プランジャー凹み深度

プランジャーが貫入した時の凹みの大きさは0.5～1.0cmであった。貫入荷重の場合と同様に加熱法および試料魚種ごとに、加熱段階における変動として全データを概観すると、いずれの加熱においても加熱条件が厳しくなるに伴って貫入量が大きくなる場合、小さくなる場合、あるいはほぼ一定値を示す場合があった。これらの傾向を魚種別あるいは加熱法ごとには調べたが、一定の傾向は見られなかった。しかし、数値を概観すると凹み深度が大きい魚種はアカウオであり、サワラ、サバおよびサーモントラウトの順に並んだ。前2者は3.7.1で記述したプランジャー貫入荷重の順と一致した。

アカウオでプランジャー貫入荷重と凹み深度が最も高かったということは、貫入に到るまでに大きな荷重を必要とし、またプランジャーが深く入り込んだことを表す。このことは筋肉組織が加熱によって固くなったことを示している。また筋肉組織が大きな荷重に耐えられるということ

は、筋肉に脂肪が少ないこととも関連していると推測されるが、実際アカウオでは脂質含量が4試料魚の中では最も少なかった。アカウオに次いで貫入量が大きかったサワラでは、アカウオに次いで脂質含量が多かったことから、前述の推測をある程度裏付けているように思われる。この考えでサーモントラウトとサバの結果を考えると、脂質含量が多い魚では加熱によって筋肉組織が崩れやすくなり、結果として凹み深度が減少したのではないかと推測される。

3.7.3 官能検査

10人のパネルによって製品の官能検査を行い、それらの結果を加熱方法および魚種ごとに整理し、Fig. 4に示す。

この結果を概観すると、サワラを除く3魚種についてはSHS加熱では加熱Bでの評価が8項目のいずれにおいてもほぼ最高（5点）であり、加熱HあるいはLでは評価項目ごとに若干の凸凹、すなわち優劣の差が見られた。ガス加熱でも加熱Bでの評価がいずれの項目においても最高であり、加熱HあるいはLでは加熱Bに比べ評価が多少低い場合（アカウオ、サーモントラウト）あるいは同じ場合（サバ）であった。しかし、いずれの加熱段階でも評価8項目ごとの凸凹、すなわち評価の差は見られなかった。

一方、サワラではSHS加熱の場合に加熱Hでの評価がいずれの項目においても最高であり、ガス加熱では加熱BおよびHでの評価が最も高かったものの評価は4点留まりであった。

Superheated steam heating

Propane-gas heating

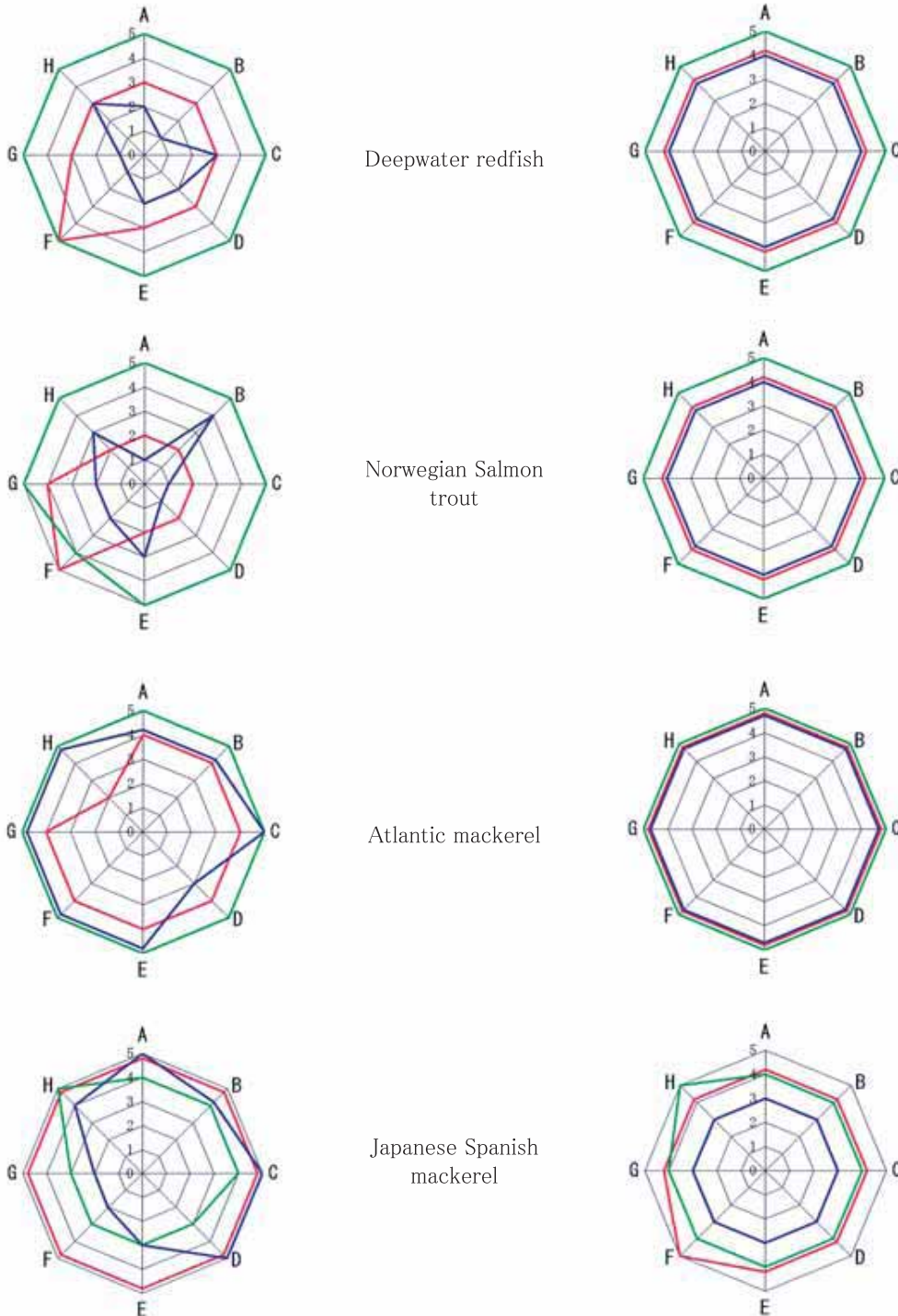


Fig. 4 . Results of the sensory tests by 10 panelists of the fish meat roasted by different heating methods and the degree of heating, on a basis of 5 points.

Sensory test items: A; Taste, B; Flavor, C; Umami taste, D; Richness, E; Aroma, F; Appearance, G; Color tone, H; Juiciness

Description of colored lines: red; High temp. heating, green; Best temp. heating, blue; Low temp. heating

次に魚種別の官能評価の特徴は次のとおりであった。

アカウオではSHS加熱の場合、加熱Bでの評価が高かった。加熱Hでは外観の評価のみが高く、その他の項目では普通であった。加熱Lではいずれの項目でも普通以下の評価であり、焼き魚に見えなかった。ガス加熱の場合、加熱Bで全項目の評価が高かったが、加熱HおよびLでは評価が多少低下した。

サーモントラウトを用いてSHS加熱を行った場合、外観、中でも皮側部分での見栄えが良かったのは加熱Hの時だけで、加熱Bおよび加熱Lでは焼けた様子は見られなかった。ジューシー感、味、旨味、香りから見ると加熱Bが数段良く、加熱Hでは脂肪が抜けた感じであった。加熱Lでは加熱Bの場合と比べて、わずかに生っぽい感じが残っていた。ガス加熱ではガスによる焦げが付いたが、これは筋肉脂肪の燃えかすと考えられる。全項目について加熱Bでの評価が最も高く、美味であった。加熱Hでは焼き過ぎの感があり、一方加熱Lでは加熱不足の感があった。他の項目においても、加熱Hおよび加熱Lでは加熱Bに比べ、評価は若干劣った。加熱Hあるいは加熱Lにおけるジューシー感および味をSHS加熱とガス加熱で比較すると、ガス加熱による評価が優れていた。

サバについてSHS加熱を行った場合、加熱BおよびLの時に外観は良かった。加熱Hの場合、脂肪分が少し抜けているように感じられた。味、旨味、香りも加熱Bの場合に比べ低かった。ガス加熱の場合、いずれの加熱段階においても各項目の評価は高く、特に味と香りが優れていた。SHS加熱とガス加熱とを比較した場合、結果のデータに現れない事として後者では前者よりも固く、バサツキ感があった。

サワラについてはSHS加熱およびガス加熱のいずれにおいても、焼き具合から見た最高の加熱法は加熱Hであり、加熱Bではサワラ特有の生臭さがまだ残っていた。しかし、加熱Bではジューシー感があり、味も良かった。加熱Lでは味も旨味も少なく、外観的にも焼けたようには見えなかった。特にサワラでは皮の焦げ目が付きにくかったことから、加熱Hより高温（350℃近辺）での加熱が望ましいとみなされた。

官能検査の結果をまとめると、加熱条件が品質に大きく影響しており、SHS加熱あるいはガス加熱のいずれにおいても条件を整えれば高品質の焼成品を得ることが可能である。したがって、SHS加熱が熱効率、作業性に優れていることから、今後の普及が望まれる。

4. まとめ

過熱水蒸気（SHS）とプロパンガス加熱による魚肉焼成品の違いを明らかにするために、アカウオ、サーモントラウト、サバ、サワラの焼成品の食品化学的性質を比較した。その結果、1）最適焼成条件はSHS加熱では加熱時間が6分、プロパンガス加熱ではガス弁全開の時12分であり、SHSによる加熱時間はガス加熱の半分であった。2）水分含量ならびに焼成品の収率は加熱の程度が厳しいほど低く、魚種および加熱法の違いの影響は見られなかった。3）水分活性 A_w は試料の採取部位、試料魚種の違いおよび加熱方法の違いにかかわらずほぼ一定であった。4）プランジャー貫入破断荷重は加熱条件が厳しくなるにつれて高くなる場合とほぼ一定の場合があったが、SHS加熱とガス加熱の違いは明確ではなかった。5）官能検査の結果、焼き魚としての外観ならびにジューシー感はガス加熱よりもSHS加熱の方が優れていた。

以上の結果から、SHS加熱はプロパンガス加熱に比べ加熱時間が短く、プロパンガス加熱焼成品と比べ食品化学的性質や官能評価に遜色がないことから、魚肉焼成品の製造において有効な加熱方法であることが明らかになった。

5. 文献

- 1) 野邑泰弘：過熱蒸気の熱的特性と新しい利用方法，食品と開発，26，6－9（1991）。
- 2) 保坂秀明：低圧過熱水蒸気の利用による食品加工操作，食品加工技術，18，59－66（1998）。
- 3) 保坂秀明：常圧過熱水蒸気の食品への利用，食品工業，42（16），46－55（1999）。
- 4) 寺山誠人・山田拓男・武田 博：常圧過熱水蒸気処理による水産物の品質に関する研究 ―過熱蒸気処理によるカタクチシラス・ウナギ・クマエビに対する効果―，平成12年度宮崎県水産試験場事業報告，42－46，（2002）。
- 5) 南 隆之・寺山誠人：常圧過熱蒸気処理による水産物の品質についてⅢ ―ちりめん及びねり製品製造における過熱蒸気処理の効果―，平成14年度宮崎県水産試験場事業報告，70－80，（2004）。
- 6) 西岡不二男・浅岡大介・山崎雅夫：過熱水蒸気を用いたホタテ白干し製品の高品質化，日本水産学会誌，51，167－171（2004）。

- 7) 山中良郎：過熱水蒸気による粉粒体殺菌技術の進展，食品工業，42 (20)，21-29 (1999).
- 8) 浜田盛承・太田康之・河村公樹・浦 博之・藤澤浩明：過熱水蒸気加熱によるしらす干しの細菌数低下，水産大学校研究報告，50，93-97 (2002).
- 9) 浜田盛承・河村公樹・浦 博之・藤澤浩明：過熱水蒸気加熱によるしらす干しの殺菌効果，水産大学校研究報告，51，67-72 (2003).
- 10) 堤 忠一・平田芳明：クロロホルム-メタノール混液抽出法，“新・食品分析法”{(社)日本食品科学工学会，新・食品分析法編集委員会編}，(株)光琳，東京，1996，pp.51-53.