戸外乾燥における魚肉温度について—Ⅱ.

丸 一 禎 蔵・日 野 佳 明

(島根県水産試験場)

Temperature of Fish during Out-Door Drying—Ⅱ.

Teizo MARUICHI and Yoshiaki HINO

In the process of manufacturing a round dried fish, the fish grows often "musty" in the warm season.

After the previous paper, it has now been studied the effect of meteorological conditions on the body temperature in the process of drying, as it is presumed to exist some relations between the musty character and the temperature of fish.

The results obtained are as follows:

1. The body temperature of a round fish grows usually higher than that of a split- or boiled-fish in the early stage of drying as shown in Figs. 1~4.
2. The temperature of fish viscera rises above that of the flesh in out-door drying (Tables 1~2).

さきに著者等¹⁾は開乾品の天日乾燥中における魚肉温度の変化を調べ、季節、天候等によつて多少異なるが何れも気温よりも魚肉温度が高く、温暖の候には特に上昇することを知つた。

丸乾品は最近重要な水産加工品となつて来たが、これの製造において「ムレ」、即ち乾燥が停止し、更には食味に悪変化を生じる場合があり、これは業者にとつて甚だ厄介な問題である。「ムレ」に関する研究はごく少く、僅かにスルメ²⁾についての一報告をみるのみである。「ムレ」は化学反応（自己消化及び細菌作用）による魚体組織の変質に原因するものと思われ、また一方乾燥中における魚体温度の上昇については魚体内に起きる発熱反応がその一原因であると思われるので、著者等は「ムレ」を防止するための基礎的試験の一つとして、乾燥時における魚体温度の上昇に対し、魚体組織における化学反応がどのように影響しているかをしらべてみた。

本文に入るに先立ち実験遂行中、種々御援助を賜つた島根県水産試験場神藤場長並びに御校閲を賜つた東海区水産研究所高橋技官に深謝する。

実験結果並びに考察

1. 開乾及び丸乾イワシの天日乾燥中における魚肉温度

マイワシ *Sardinia melanosticta* T. & S. を試料とし、開乾品は前報¹⁾と同様に処置し、又丸乾品では除頭した魚体の脊椎骨に沿つて肉質部に小型棒状水銀温度計をそう入した。これらを竹簀上にて天日乾燥し、1時間毎に気温、湿球温度、魚肉温度及び魚体重量を測定した。

この種の実験を12回行つたが何れも同様な傾向をしめした。そのうち代表的なものを図示すると Fig. 1 及び Fig. 2 のようである。

図示の如く乾燥中魚肉温度は両者とも気温に比して著しく上昇するが、温暖の候には丸乾品の方が乾燥初期に例外なく開乾品にくらべて高温を示している。魚肉中心部の温度が外部からの熱の伝導のみによるものであれば、肉の薄い開乾品の方が早く高温になるはずであるが、上記の結果はこの考えと矛盾する。しかし一方図示の如く開乾品は丸乾品に比して著しく乾燥が速かであり、従つてこの際前者は後者に比して多量の蒸発潜熱が奪われ、その魚肉温度が低下することも考えられる。更にこの際、時には丸乾品の肉質が軟化

Figs. 1 & 2. Contrast between the drying processes of round- and split-fish

—○—○— round fish, —●—●— splitfish
—⊙—⊙— atmospheric temp. —×—×— wet bulb temp.

し、その内臓部の如きは溶解しているものもあることから考えると、丸乾品に認められる著しい魚肉温度の上昇には肉、内臓における化学反応熱（自己消化及び細菌の作用による）が関係しているように思われる。この点を確認するため次の如き実験を行つた。

2. 丸素乾品と煮乾品の天日乾燥中における魚肉温度の比較

予め沸騰水中にて加熱して自己消化酵素の作用を停止させ、細菌による分解も出来る限り阻止した丸のままの煮熟魚体を、丸のままの生魚体と同条件下にて天日乾燥し、これらの魚体温度の変化を比較した。

試料としてはマイワシ及びホンサバ *Scomber Japonicus* HOUTTUYN を用い、これらを沸騰水中に投入し、再沸騰後、前者は3分間、後者は10分間煮熟した。煮熟により魚肉が脱水されるので、煮熟後直ちに冷水中に浸漬し生肉と同じ水分量になるように吸水させ、なおこの際煮熟肉の温度を降下させて生魚肉と同一温度にした。マイワシの場合は実験1の如く処理し、ホンサバの時は除頭せずに、素乾、煮乾品ともに第1脊

Figs. 3 & 4. Contrast between the drying processes of round- and boiled-fish

—▲—▲— boiled-fish, other symbols: see Figs 1 & 2

びれの附根から温度計をそう入し、球部が魚肉の中心に位置するようにして温度を測定した。得られた結果の一部は Fig. 3 及び Fig. 4 の如くである*

図示の如く、素乾品は全乾燥期間を通じて煮乾品よりも魚肉温度が高かつた。この結果から、乾燥中に生ずる魚肉の温度の上昇が、魚肉における化学反応に原因しそうにも一応考えられるが、一方図に併記したように、煮乾品は素乾品よりも乾燥速度が早く、このため前者の蒸発潜熱が後者のそれよりも大となり、煮乾品が最低の魚体温度を示したとも考えられる。従つて本実験結果からは乾燥中生肉に認められる温度上昇に化学反応が関係しているとは断言できない。

3. 乾燥時における魚体各部位の温度変化

前記の如く丸乾品にては乾燥中肉質が軟化するが、このような際には内臓部が著しい変質をうけ、組織が溶解するような場合もある。胃、腸、幽門垂等の如き消化器を構成する平滑筋は、筋肉を構成する横紋筋よりも遙かに自己消化され易いといわれ³⁾、また藤井等⁴⁾によるとイワシ内臓プロテアーゼは筋肉プロテアーゼの2~5倍の作用力を有するとのことである。このようなことから考えると、もしも魚体を乾燥する際に認められる温度の上昇に化学反応(自己消化)が関係するとすれば、内臓部の方が脊肉部よりも乾燥中に温度が高くなるように思われる。この点を確認するため次の実験を行つた。

マイワシを天日乾燥し、その脊肉部及び内臓部の温度を一定時間毎に測定した。温度の測定は各部位に注射針型熱電対(φ 1.5 mm)をそう入し、切換式電位差計式熱電温度計を用いて行つた。得た結果は Table 1 及び Table 2 の如くである。

Tables 1 & 2. Muscle-and viscera-temperature of fish during out-door drying.

Dry- ing time (min)	Atmos- pheric temp. (°C)	muscle temp. (°C)	Viscera temp. (°C)	Weight of fish (g)	Wea- ther	Dry- ing time (min)	Atmos- pheric temp. (°C)	muscle temp. (°C)	Viscera temp. (°C)	Weight of fish (g)	Wea- ther
0	18.0	14.40	14.35	76.8	fine	0	21.8	14.42	12.80	46.0	fine
5	—	15.80	16.82	—	"	5	21.9	20.22	16.95	—	"
15	19.2	18.62	19.05	—	"	15	22.4	24.30	19.10	—	"
25	19.4	20.00	21.40	—	"	25	—	25.22	24.25	—	"
30	—	—	—	75.7	"	35	23.4	27.86	28.22	43.7	"
45	19.6	22.72	*24.48	—	"	45	24.2	29.48	29.80	—	"
60	20.2	25.00	26.68	74.3	"	60	24.6	31.95	32.88	43.1	"
90	20.8	28.72	29.60	72.5	"	90	24.6	34.50	36.40	—	"
120	21.0	30.80	31.50	71.7	"	120	23.7	29.28	29.40	42.5	cloudy
180	21.8	26.25	24.90	70.0	"	180	24.0	28.38	30.05	42.0	fine
240	20.0	20.25	19.90	68.7	cloudy	240	22.8	26.25	26.15	41.5	cloudy

表記の如く、前諸実験と同様、魚体温度はすべて放置後短時間にて気温よりも高くなるが、内臓部の方が脊肉部よりも一層温度が高くなる。このような結果を前記の考えと併せ考えるならば、乾燥中に魚体温度が気温よりも高くなるということに、魚体に生ずる化学反応熱が関係していそうにも思われる。然し、この際にも前実験と同様、前記両部位の温度差がそれらの蒸発熱のうばわれ方の相違という点からも説明出来る。即ち内臓部は脊肉部よりも脂肪含有量が多く、従つて後者よりも乾燥速度がおそく、その潜熱のうばわれ方が少くなり、結局前者の温度上昇が後者のそれよりも多くなるとも考えられる。かくして、本実験からも乾燥中における魚体温度上昇に対する化学反応熱の関係の有無については説明出来ない。

4. 魚体を恒温器中に放置した際の各部位の温度変化

更に前記の推論を確認するために、魚体を出来るだけ乾燥しない状態にて、一定温度に放置し、魚体の各部位の温度変化を調べた。即ち水を充したバットを入れた恒温器中に魚体(試料としては小サバ及びマイワシを用いた)を放置し、前実験と同様の方法にて、脊肉部及び内臓部の温度を一定時間毎に測定した。なお放置温度は海産魚類の自己消化酵素の至適温度(40~45°C⁶⁾)及びイワシ内臓のプロテアーゼの至適温度(約 35°C⁴⁾)等を参照して、魚体温度がこれら至適温度に近くなるように調節した。得た結果は Table 3 に示した。

本実験の終了時にはすべての試料の内臓部が溶解し、自己消化が著しく進行したようであつたが、表記の

* なお参考までに開乾品についても同時に実験を行い、その結果をも図に書き入れた。

Table 3. Spontaneous temperature change of fish kept from drying in a thermostat vessel.

B. L. ; body length, B. W. ; body weight,

The mackerel was not very fresh ; the sardine samples were very fresh

Time (min)	Fishes	Mackerel B. L. 20.0cm B. W. 115g			Sardine B. L. 16.8cm B. W. 53.5g			Sardine B. L. 17.0cm B. W. 57.0g		
		Vessel	Muscle	Viscera	Vessel	Muscle	Viscera	Vessel	Muscle	Viscera
		temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)	temp. (°C)
0		—	10.79	10.80	—	10.10	10.00	—	9.50	9.62
10		36.7	14.58	13.65	47.3	19.20	20.80	52.0	22.94	21.22
20		37.5	17.75	17.20	46.0	28.95	28.99	50.0	27.92	27.25
30		36.5	20.60	19.90	47.8	31.15	30.62	50.8	30.82	30.65
40		37.0	22.08	21.68	48.0	32.12	31.90	50.3	32.80	32.50
50		36.5	23.24	23.04	—	32.90	32.75	48.3	33.90	33.20
60		36.5	24.42	24.40	—	33.76	33.40	49.0	34.20	33.52
90		39.0	26.20	26.20	47.0	34.25	34.02	55.0	37.58	36.42
120		50.5	30.80	30.35	48.5	34.62	34.42	56.8	39.52	38.42
150		—	—	—	49.5	34.82	34.68	54.0	39.90	38.98
180		49.0	35.50	33.50	48.0	35.00	35.00	54.0	40.10	38.88
240		50.0	36.52	36.28	48.2	35.00	35.00	51.5	38.52	37.45
300		—	—	—	—	34.02	35.98	52.0	38.00	36.64

如く、魚の種類、放置温度等に関係なく、脊肉部の方が内臓部よりも僅かではあるが高温を示した。このように、内臓部では著しい自己消化が行われるにもかかわらず、その温度が脊肉部より低いという結果から考えると、予期とは反対に、魚体の乾燥中の温度上昇には、化学反応（自己消化及び細菌作用）は余り関係が無いというべきように思われる。

このように乾燥時の魚体温度の上昇には化学反応、従つて「ムレ」が影響してはいないと思われる。然しながら、逆に魚体温度の上昇が「ムレ」を生ずる一原因になつていであろうことは本実験結果からも推察される。

「ムレ」を防止するためには脂肪含有量の少い魚体（乾燥速度が速いと考えられる）、及び新鮮な魚体（自己消化、細菌作用等がやゝ少いと考えられる）を原料魚とし、また乾燥法の改良によつて魚体温度の上昇を阻止できそうに思われるが、この点については更に研究したいと考えている。

文 献

- 1) 丸一禎蔵・島津禎彦・日野佳明：本誌，**21**，437 (1955)。
 - 2) 谷川英一・秋場 稔・沼倉忠弘：北大水研集，**4**，323 (1954)。
 - 3) BRADLEY：文献 5) より引用。
 - 4) 藤井 実・広瀬治澄・江良至徳：本誌，**16**，535 (1951)。
 - 5) 大谷武夫：水学报，**5**，1928。
 - 6) 藤井 実・富田輝雄・広高浩二・江良至徳：水講研報，**2**，54 (1952)。
- 藤井 実：同上，**4**，183 (1955)。