水産物塩乾品における食塩の防腐効果について

小泉千秋・大島敏明・和田 俊

(1984年5月22日受理)

Preservative Effect of NaCl in Salted and Dried Fish Products

Chiaki KOIZUMI,* Toshiaki OHSHIMA,* and Shun WADA*

Preservative effect of NaCl in salted and dried fish products was studied. Salted and dried sardine *Sardinops melanostictus* meat with NaCl added at various concentrations was stored at 25°C for 8-11 days under atmospheres which were controlled at a_w 0.95 and 0.93. During storage, volatile basic nitrogen (VB-N) of the samples were determined as a spoilage indicator. The sample was judged to be stale, when its VB-N increased above 100 mg/100 g on dry basis which is equivalent to 30 mg/100 g on wet basis in the case of fresh fish meat with moisture content of 70%.

As a result, a high correlation was found between the a_w and the shelf life of sample; the lower the a_w the longer the shelf life. The a_w of the sample was also highly correlative to NaCl concentration ($\frac{\text{NaCl content}}{\text{moisture content} + \text{NaCl content}} \times 100$); the higher the NaCl concentration the lower the a_w . From these results, it was suggested that the preservative effect of NaCl in salted and dried fish products was caused by the action of lowering a_w , and not by the bacteriostatic action on growth of putrefying bacteria.

古くから、水産物塩乾品や塩蔵品における食塩の防腐効果は、主として 1) 脱水作用、2) 浸透圧の上昇、3) 塩素イオンの静菌作用に起因すると言われている。¹⁻³⁾ところが、食品の貯蔵性が水分活性 (a_w) に強く支配されると言われるようになって以来、塩乾品や塩蔵品の貯蔵性も主として食塩の 1) 脱水作用、2) a_w 低下作用、3) 静菌作用に起因すると説明されるようになった。^{4,5)}もっとも、脱水による水分の減少は a_w の低下に直接つながるので、結局食塩の防腐効果は a_w の低下作用と静菌作用に基づくことになる。

しかしながら、このことは水産物塩乾品や塩蔵品について実証されているわけではなく、また a_w 低下作用と静菌作用のいずれが支配的要因であるかについては明らかでない。

これらの点を明らかにするために、本研究では水分および食塩含量の異なる塩乾いわしを製造して、その貯蔵性と a_w および食塩含量との関係を検討した。

実験方法

塩乾いわしの調製 頭部・内臓を除去し、三枚におろしたマイワシ *Sardinops melanostictus* を、10~20% の食塩水に 1~2 時間浸漬したのち、かるく水洗して熱風乾燥機で所定の水分になるまで乾燥した。熱風の温度は

約 40°C とした。乾燥後、表皮および小骨を除去し、チョッパーでひき肉とした。

貯蔵試験 塩乾いわしひき肉の約 30 g ずつを 6 枚のシャーレー (内径 12 cm) に入れて平らに拡げる。これを $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ (a_w 0.93) の飽和溶液入り大型真空デシケータに 3 枚ずつ入れ、25°C に 1 夜放置する。 a_w 0.95 で試験する場合には、 Na_2HPO_4 の飽和溶液を用いた。1 夜後、 a_w を調整した空気でデシケータの真空を破って貯蔵試験を開始し、この日を貯蔵 1 日目とした。貯蔵中経時的にシャーレーを 1 枚ずつ取り出し、試料の a_w 、水分、食塩および揮発性塩基窒素 (VB-N) を測定した。

a_w 、水分、食塩および VB-N の測定法 a_w は CONWAY のユニットを用いる図式内挿法、⁶⁾ 水分は常圧加熱乾燥法、食塩はフォルハート法、⁷⁾ VB-N は微量拡散法⁸⁾ によった。

結果および考察

食塩含量の異なる塩乾いわしひき肉を a_w 0.95 に調整したデシケータ中、25°C で 8 日間貯蔵し、経時的に a_w 、水分、食塩および VB-N を測定した結果を Table 1 および Fig. 1 に示す。試料によっては、 a_w がかならずしも 0.95 にならず、それより高いものがあった。

魚肉は、一般に鮮肉 100 g 中の VB-N が 30 mg に

* 東京水産大学食品生産化学科 (Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato, Tokyo 108, Japan).

Table 1. a_w , moisture contents, and NaCl contents of salted and dried sardine meat stored at 25°C under atmosphere controlled at a_w 0.95

Sample	a_w	Moisture content (%)	Average moisture content (%)	NaCl content (%)	Average NaCl content (%)	Average NaCl concentration (%)*
A	0.97	45.4–49.7	47.9	—	—	—
B	0.95–0.96	35.1–39.5	36.8	—	—	—
C	0.94–0.95	60.1–64.5	61.8	5.2–5.9	5.5	8.2
D	0.95–0.96	57.7–60.6	59.0	3.6–3.7	3.6	5.8

$$* \frac{\text{Average NaCl content}}{\text{Average moisture content} + \text{Average NaCl content}} \times 100$$

Table 2. a_w , moisture contents, and NaCl contents of salted and dried sardine meat stored at 25°C under atmosphere controlled at a_w 0.93

Sample	a_w	Moisture content (%)	Average moisture content (%)	NaCl content (%)	Average NaCl content (%)	Average NaCl concentration (%)*
E	0.90–0.92	24.7–31.6	31.0	—	—	—
F	0.91–0.93	31.2–37.8	34.5	—	—	—
G	0.90–0.91	60.3–62.6	61.7	7.9–8.1	8.0	11.5
H	0.91–0.92	60.7–62.7	61.8	6.5–6.9	6.7	9.8
J	0.90–0.92	52.7–55.6	54.3	5.7–6.3	6.0	10.0
K	0.86–0.88	57.2–58.7	57.6	9.6–10.0	9.9	14.7

* See footnote of Table 1.

Fig. 1. Changes in volatile basic nitrogen (VB-N, on dry basis) of salted and dried sardine meat during storage at 25°C under atmosphere controlled at a_w 0.95. —○—, A; —△—, B; —●—, C; —▲—, D. A, B, ...: See Table 1.

達したとき、初期腐敗とみなされる。魚肉の水分を70%としてこれを乾物量に換算すると、100mgとなるので、本研究ではVB-Nが100mg/100g乾物に達したときに初期腐敗とみなし、それまでの日数を以て貯

蔵可能期間とした。

Table 1 および Fig. 1 に示すように、対照の素乾品の平均水分は a_w 0.97 のとき 47.9% (試料 A), a_w 0.95–0.96 のとき 36.8% (試料 B) で、貯蔵可能期間はそれぞれ5日弱および8日以上であった。これに対して、塩乾品の平均水分はいずれも素乾品より高く、貯蔵可能期間は試料Cで5.5日、試料Dで4日強と推定された。

a_w 0.93 貯蔵の場合には、Table 2 に示すように、試料の a_w は1例を除いて 0.90–0.93 で予定した a_w よりやや低かった。対照の素乾品の平均水分は著しく低く、 a_w 0.90–0.92 のとき 31.0% (試料 E), a_w 0.91–0.93 のとき 34.5% (試料 F) で、VB-N は Fig. 2 に示すように、両者共 11 日間の貯蔵中全く増加しなかった。7日目以降に VB-N が減少したのは発黴のためと思われる。一方、塩乾品の平均水分はいずれも 50% 以上で、貯蔵可能期間は試料Kを除くと 7–8 日と推定された。

そこで、まず塩乾いわしの貯蔵可能期間と a_w との関係を調べてみると、Fig. 3 に示すように両者間に高い負の相関 ($r = -0.991$) が認められた。すなわち、塩乾いわしは a_w が低いものほど貯蔵性が良いことを示した。次に、各試料の a_w と食塩濃度 (塩乾品中の水に溶けている食塩の濃度) との関係をみると、Fig. 4 に示すようにこの場合にも両者間に高い負の相関 ($r =$

Fig. 2. Changes in volatile basic nitrogen (VB-N, on dry basis) of salted and dried sardine meat during storage at 25°C under atmosphere controlled at a_w 0.93. -○-, E; -△-, F; -□-, G; -●-, H; -▲-, J; -■-, K. E, F, ...: See Table 2.

Fig. 3. Relationship between a_w and shelf life of salted and dried sardine meat at 25°C. The salted and dried sardine meat was judged to be stale, when its VB-N increased above 100 mg/100 g on dry basis.

-0.880) が認められた。このことは、塩乾いわしの貯蔵性は単に水分や食塩含量に支配されるのではなく、この両者によって決まる食塩濃度に支配されていることを示すと共に、食塩には特別な静菌作用がないことを示唆している。

食塩の静菌作用に関連して、木俣²⁾は各種の塩類を種々の濃度に加えた魚肉懸濁液に *Pseudomonas fluorescens* を接種してその増殖率を調べ、試験した塩類中

Fig. 4. Relationship between a_w and NaCl concentration of the salted and dried sardine meat at 25°C. NaCl concentration: See footnote of Table 1.

NaCl と KCl が細菌に対して最も毒性が弱かったと述べている。また、清水ら⁹⁾は、塩乾品や塩蔵品における食塩の防腐効果は、その浸透圧によって細菌の水分摂取を妨げるという単なる物理的效果に過ぎないと述べ、暗に食塩の静菌作用を否定している。

a_w が類似した塩乾いわしと素乾いわしについて貯蔵性を比較すると、塩乾品より素乾品の方が優れていた。しかし、一般に食品の腐敗細菌に対する安全水分の目安は、食品によっても異なるが 35~40%^{10,11)} であると言われているので、貯蔵中に水分が 50% 以上の塩乾品が初期腐敗に達したのに対し、水分が 40% 以下の素乾品が腐敗しなかったのは当然のことであろう。そこで、1例ではあるが水分が安全水分以上で、 a_w が比較的近似している素乾品(試料A)と塩乾品(試料D)について、貯蔵可能期間を比較すると、前者が5日弱、後者が4日強で大差はなかった。

以上の結果は、ある水分以上では一般の食品におけると同様に、水産物塩乾品、素乾品、塩蔵品においてもそれらの貯蔵性は、 a_w に強く支配されることを示している。

本研究を行うに当たり、実験に協力された橋本 尚君ならびに研究費を御援助下さった東和食品研究振興会に感謝する。

文 献

- 1) 大谷武夫: 塩蔵の化学, 水産製造工学講座, 7,

- 厚生閣, 東京, 1944, pp. 3-9.
- 2) 木俣正夫: 食品保蔵学, 朝倉書店, 東京, 1949, pp. 296-300.
 - 3) 谷川英一: 水産加工学, 恒星社厚生閣, 東京, 1960, pp. 96-98.
 - 4) 野中順三九・橋本芳郎・高橋豊雄・須山三千三: 水産食品学, 恒星社厚生閣, 東京, 1976, pp. 195-199.
 - 5) 太田冬雄編: 水産加工技術, 恒星社厚生閣, 東京, 1980, pp. 113-115.
 - 6) 小泉千秋・和田 俊・野中順三九: 東水大研報, 67, 29-34 (1980).
 - 7) 永原太郎・岩尾裕之・久保彰治: 食品分析法, 柴田書店, 東京, 1977, pp. 166-170.
 - 8) 石坂音治訳: 微量拡散分析及び誤差論, 南江堂, 東京, 1957, pp. 82-84.
 - 9) 清水 亘・千原 到: 日水誌, 20, 30-32 (1954).
 - 10) 村田 喜一・大石圭一: 日水誌, 19, 579-580 (1953).
 - 11) 谷川英一: 水産製造学, 紀元社出版, 東京, 1962, pp. 182-184.