

静岡県水産・海洋技術研究所

<2022 年度研究助成>

古代の煮堅魚、堅魚、堅魚煎汁の再現と現代
食品科学からみた評価

静岡県水産・海洋技術研究所 開発加工科 山崎 資之

2024年6月30日

<2022 年度研究助成>

古代の煮^{にかつお}堅魚、堅魚^{かつお}、堅魚煎汁^{かつおいろり}の再現と現代食品科学からみた評価

山崎 資之

静岡県水産・海洋技術研究所

【緒言】

現代の鰹節の原型とされる「煮堅魚」は、養老律令の中の賦役令に、駿河国、伊豆国から調として納められた記録があり、さらに同じ鰹加工品である「堅魚」や「堅魚煎汁」も出土した木簡から同じ時代に税として納められていたことから、当時の静岡県の特産品であったと考えられる。この「煮堅魚」「堅魚」「堅魚煎汁」の製法を記す史料は残っていないために、これまで考古学における文献調査・研究によりいくつかの加工方法の存在が示唆されている¹⁻⁷⁾。具体的には、煮堅魚については、鰹を煮た後に乾燥させるとされているが、煮汁には海水か淡水を使うか、また、乾燥方法については天日乾燥と火炙りによる乾燥などの製法がある。堅魚については、生の鰹をそのまま、あるいは塩漬けた後に天日乾燥、あるいは火炙りにより乾燥する製法がある。堅魚煎汁については、鰹の煮汁を煮詰めたものであるが原料が魚肉以外の頭、内臓、骨等を用いる場合や、また、煮汁については海水、淡水の可能性がある。

そこで、本研究では「煮堅魚」「堅魚」「堅魚煎汁」をこれまでの説等を基に再現し、いくつかの製造方法に区分けして鰹加工品を製造し、それぞれについて保存性や呈味性などの品質を現在の食品科学の手法を用いて評価することとした。さらに、加工方法と保存性や食品特性に関する知見を得ることで当時の食べ方について考察する。延喜式には鰹加工品を貢納していた地域が記されており、堅魚については当時 10 の国が指定されていたが煮堅魚、堅魚煎汁が指定されていた地域は古代の静岡県にあたる駿河国と伊豆国から独占的に貢納されていた。また、駿河国と伊豆国だけで全体の3分の2以上の鰹加工品を貢納しており、静岡県は主要な貢進国だったと考えられる⁸⁾。本研究において煮堅魚を忠実に再現し、奈良時代に静岡県だけが鰹節の原型とされる「煮堅魚」を納めていた

という史実を広く周知することで現代の静岡県鰹節産業の活性化の一助となることを期待する。

【目的】

本研究では「煮堅魚」「堅魚」「堅魚煎汁」をこれまでの説等を基に再現し、その加工方法や品質について現在の食品科学の手法を用いて評価する。さらに、加工方法と保存性や食品特性に関する知見を得ることで当時の食べ方について考察する。

【材料・方法】

原料には遠洋一本釣りで漁獲された 5kg サイズの冷凍カツオ 20 尾を用いた。堅魚の乾燥後の重さは柵 1 本あたり 72g と推定されていることから^{1,2)}、カツオをフィレにした後、100~150g の柵になるように切り分けて試験に供した。煎汁の原料は、普通肉とアラ（頭、骨、内臓）を用いた。

ア 堅魚・煮堅魚の製造試験

製造工程は魚肉を濃塩水に漬ける前処理工程、煮熟工程（海水及び淡水）、乾燥工程（加熱及び送風）別にそれぞれ場合分けし、12 試験区設けた（表 1）。前処理工程では海水を 6 倍濃縮するまで煮詰めた濃塩水を調製し、そこに柵状に加工したカツオ魚肉を常温で 24 時間浸漬した。煮熟工程は、海水または淡水中で魚肉の中心温度が 80℃になるまで煮た。乾燥工程は焙焼機（ニチワ電気 SCOS-RH）により 110℃45 分加熱乾燥、または低温除湿乾燥機（静岡製機 DSCD-10）により 30℃で 5 時間送風乾燥させた。各試験区で乾燥工程を 10 日間行い経時的に検体をサンプリングし分析に供した。なお、魚肉乾燥時の重量変化についてどの試験区も徐々に減少し、乾燥 8 日後以降の重量変化がほとんどなくなるため乾燥期間を 10 日間とした。製造試験は令和 5 年 5 月 8 日から 10 日間実施し、その期間の気温は 19~22℃であった。また、保存性を確認するため乾燥後、30 日間常温で保存した。その期

間の気温は 19～26℃であった。

イ 分析項目

魚肉の水分量、塩分濃度、水分活性値、一般生菌数（細菌及び真菌）、大腸菌群、核酸関連物質、遊離アミノ酸量を調べた。なお、核酸関連物質と遊離アミノ酸量の測定は乾燥後 10 日目の検体を対象とし、煮熟工程がある時点でイノシン酸と遊離アミノ酸の分解はとまり乾燥方法によって値は変わらないと考えられるため煮熟工程のある試験区のうち送風乾燥をしている試験区 2, 4, 8, 10 は対象外とした。核酸関連物質はイノシン酸量、遊離アミノ酸は同定した遊離アミノ酸の総量で評価した。水分量は乾燥減量法、塩分濃度は電気伝導度法、水分活性値は水分活性測定システム (AWVC-D10) を用いて測定した。一般生菌数は細菌を対象として標準寒天培地と標準寒天培地に塩化ナトリウムを 3%濃度になるように加え培地を調製し、平板塗抹法及び混釈法により 35℃で 48 時間培養後のコロニー数を計測し菌数の多い培地の値を生菌数とした。また、真菌を対象として YPD 寒天培地と培地に塩化ナトリウムを 3%濃度になるように加えた YPD 寒天培地を調製し、平板塗抹法により 35℃で 48 時間培養後のコロニー数を計測し、細菌と同様に菌数の多い培地の値を生菌数とした。大腸菌群は、デゾキシコレート培地を用いた寒天平板法、核酸関連物質と遊離アミノ酸量は、HPLC 法にて定量した。また、攻撃試験として 10⁴cfu/mL 濃度に調製した Hm (ヒスタミン) 産生菌 (*Klebsiella aerogenes*) 溶液を 1 回目の乾燥工程後の検体に噴霧し、常温で 24 時間保存し、魚肉中の Hm 濃度を比色法により測定した。なお、どの分析においても 5 回以上の反復試験を実施したが結果の表記について記載欄の都合で標準偏差の記載を省略した。

表1 煮堅魚と堅魚の試験区

前処理	あり						なし					
	あり			なし			あり			なし		
煮熟水	海水		淡水				海水		淡水			
乾燥	熱	風	熱	風	熱	風	熱	風	熱	風	熱	風
試験区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ウ 堅魚煎汁の製造試験

製造工程は原料に普通肉またはアラを用い、普通肉は堅魚と同様の前処理工程の有無別にアラは前処理をせずに海水または淡水で煮熟し、6 試験区設けた (表 2)。それぞれの煮汁について、一般的なカビの増殖限界である水分活性値が 0.75 以下になるように煮詰めた。

エ 分析項目

歩留 (原料重要に対する製造後の重量)、製造直後の塩分濃度、核酸関連物質 (イノシン酸)、遊離アミノ酸総量と 30 日間常温で保存後の一般生菌数、大腸菌群を調べた。分析方法は、堅魚・煮堅魚と同様の方法で測定した。

表2 堅魚煎汁の試験区

原料	普通肉				アラ	
	あり		なし		なし	
煮熟水	海水	淡水	海水	淡水	海水	淡水
試験区	1	2	3	4	5	6

【結果】

ア 堅魚・煮堅魚

魚肉中の水分量、塩分濃度、水分活性値、一般生菌数、核酸関連物質、遊離アミノ酸量を表 3 に示した。魚肉中の水分量は乾燥前の生魚肉は 72.6%、塩漬魚肉は 62.5%であった。乾燥 10 日後は 17.6-33.2%で 40 日後は 18.1-43.6%であった。乾燥 10 日後の魚肉の塩分濃度は前処理工程のある試験区 1-6 では 14.7-20.2%で、前処理工程のない試験区 7-12 では 1.7-4.8%であった。水分活性値は乾燥前の生魚肉は 0.98、塩漬魚肉は 0.93 であった。前処理工程のある試験区 1-6 では乾燥 10 日後には 0.74 以下で 40 日後には値が高くなり 0.75-0.82 になった。前処理工程のない試験区 7-12 は乾燥 10 日後に 0.82 以下で 40 日後は試験区 1-6 と同様に少し値が高くなり 0.81-0.83 になった。一般生菌数は乾燥 3 日後の値がすべての試験区で高かった。細菌を対象とした培地では乾燥 3 日後の試験区 6, 8, 10, 12 の送風乾燥区で生菌数が多く、いずれも 10⁶cfu/g を超えており試験区 6 と 12 では 10⁸cfu/g を超えた。その他の試験区では 40 日後も含めても 10⁴cfu/g を上回ることはなかった。真菌を対象と

した培地では細菌と同様の傾向で乾燥 3 日後の試験区 6, 8, 10, 12 の送風乾燥区で生菌数が多く、いずれも 10^5 cfu/g を超えており試験区 6 と 12 では 10^6 cfu/g を超えていた。その他の試験では 40 日後も含めても 10^4 cfu/g を上回することはなかった。大腸菌群はすべての試験で検出されなかった。イノシン酸量は前処理工程がある試験区 1-6 では値が

低く 20-2, 435ppm で、前処理工程のない試験区 7-12 では 483-12, 646ppm であった。総遊離アミノ酸総量はイノシン酸量より差は大きくないものの同様の傾向で前処理工程がある試験区 1-6 では値が低く 1, 920-2, 781mg/100g で、前処理工程のない試験区 7-12 では 3, 390-5, 890mg/100g であった。Hm 産生菌による攻撃試験の結果、Hm 量は前処理がある試験区 1-6 からは検出されず、前処理がない試験区 7-12 のうち試験区 9-12 から 4, 000ppm を超える Hm が検出された。

イ 堅魚煎汁

堅魚煎汁の歩留（原料重要に対する製造後の重量）、製造直後の塩分濃度、核酸関連物質（イノシン酸）、遊離アミノ酸総量を表 4 に示した。歩留は試験区 4 が最も低く 1.3% で試験 3 と 1 が高く 7.1% と 12.1% であった。塩分濃度は海水を煮熟水として用いた試験区 1, 3, 5 が高く 20% を超えていた。前処理をしていない魚肉を淡水で煮た試験区 4 が 8.5% で最も低かった。イノシン酸量は試験区 4 が最も値が高く 50, 104ppm であった。塩漬魚肉を原料とした試験区 1 と 2 は低く 772ppm と 1, 967ppm であった。試験 3-5 は比較的値が高く 3, 975-6, 125ppm であった。遊離アミノ酸総量は試験区 1, 5, 6 で値が低く 7, 540-8, 971ppm で試験区 2, 3, 4 では値が高く 14, 210-18, 554ppm であった。一般生菌数と大腸菌群は、すべての試験区で検出されなかった。

表 3 魚肉中の水分量、塩分濃度、水分活性値、一般生菌数、核酸関連物質、遊離アミノ酸量、Hm 含量

試験区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
分析項目	期間(日)											
水分量 (%)	20.8	25.0	23.4	27.0	24.4	33.2	21.5	21.2	20.7	21.0	17.6	18.1
塩分濃度 (%)	27.7	34.9	24.8	38.4	27.0	43.6	21.1	20.4	18.6	18.1	20.7	22.6
水分活性値	20.2	16.6	14.7	15.4	16.7	16.4	4.8	3.8	2.6	1.7	3.3	3.3
水分活性値	0.72	0.74	0.74	0.73	0.73	0.74	0.78	0.79	0.82	0.80	0.79	0.79
一般生菌数 (細菌) *1	ND	ND	ND	4.0×10^2	ND	4.2×10^8	ND	1.3×10^6	8.8×10^3	1.0×10^6	2.1×10^3	1.5×10^9
一般生菌数 (真菌) *1	ND	ND	ND	ND	ND	3.8×10^6	ND	1.3×10^5	8.5×10^5	2.8×10^5	8.5×10^2	9.9×10^7
イノシン酸量 (ppm)	1, 922	-	1, 752	-	2, 435	20	10, 362	-	10, 816	-	12, 646	483
遊離アミノ酸総量 (ppm)	1, 920	-	2, 058	-	2, 781	2, 563	3, 568	-	3, 390	-	5, 890	4, 727
Hm 含量 (ppm) *2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	381	577	5, 772	5, 533	4, 093	8, 278

* 1 ND : 検出限界以下 (300cfu/g)

表 4 堅魚煎汁の塩分濃度、歩留、イノシン酸量、遊離アミノ酸総量

試験区	1	2	3	4	5	6
分析項目						
塩分濃度 (%)	24.5	23.5	21.5	8.5	23.0	17.5
歩留	12.1	4.2	7.1	1.3	4.4	3.2
イノシン酸量 (ppm)	772	1, 967	5, 405	50, 104	3, 975	6, 125
遊離アミノ酸総量 (mg/100g)	7, 540	18, 554	16, 059	14, 210	8, 258	8, 971

【考察】

ア 堅魚・煮堅魚

堅魚と煮堅魚の製造方法について、まず、保存性の観点から考察する。保存性を水分活性値で評価すると堅魚と煮堅魚のすべての試験区において乾燥 10 日後の値は最も高い試験区でも 0.82 で、さらに 40 日後は 0.83 であった。40 日後に値が高

くなったのは魚肉が空気中の湿気を含んだため水分量が増えたと考えられた。少数の例外を除き多くの食中毒菌の生育最低水分活性は 0.93 以上、黄色ブドウ球菌は 0.84 以上であるため⁹⁾、すべての試験区で 10 日間乾燥させたものは、その後 30 日間保存しても多少の水分活性の値の増加はあるものの衛生的には問題ないと考えられた。よって、乾燥する前までの衛生管理が重要であることがわかった。堅魚の製造方法は煮熟工程がないことから試験区 5, 6 と 11, 12 が該当する。細菌を対象とした一般生菌数の結果からどの試験区も乾燥 3 日後の値が最も高く試験区 6 と 12 では 10^8 cfu/g を超えていた。多くの食品において一般生菌数が 10^6 cfu/g を超えると食品衛生上問題があるとされ、 10^7 – 10^8 cfu/g に達すると腐敗とされているため¹⁰⁾、試験区 6 と 12 は食品として不適であると考えられた。さらに、Hm 生成菌による攻撃試験の結果から試験区 11 と 12 は高濃度の Hm が検出された。食中毒を発症する Hm 摂取量には個人差があるが推定される Hm 摂取量は大人 1 人当たり 22~370 mg と報告されている^{11, 12)}。試験区 9–12 では 10g の喫食により食中毒を発症する可能性があることから堅魚の製造方法は試験区 5 の可能性が高いと考えられた。試験区 5 と 6 の違いは魚肉を塩漬した後、高温で加熱して乾燥させているか常温で送風乾燥させているかである。今回の製造試験では魚肉の塩漬時間が 24 時間（1 日）であったが、長時間塩漬けすることにより魚肉中の塩分濃度が増加し、保存性が高くなり送風乾燥であっても一般生菌数が少なくなることが考えられた。そこで塩漬時間を 1, 2, 3, 5, 14, 21 日として、魚肉を 25℃で 3 日間保存し、魚肉中の塩分濃度と一般生菌数（細菌）との関係を調べた。その結果、塩漬時間を 3 日以上すると一般生菌の増殖が抑制されることがわかった（図 1）。

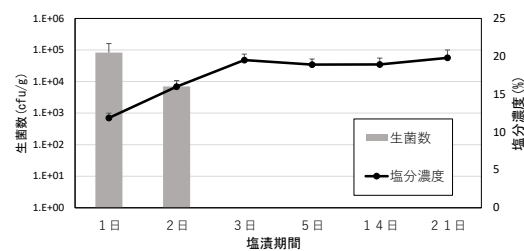


図1 魚肉の塩漬期間と一般生菌数及び塩分濃度の関係

このことから、堅魚の製造方法は魚肉を塩漬した後、加熱乾燥か送風乾燥の2つの方法があるが加熱乾燥の場合、火をおこす必要があり作業負担が大きいことから塩漬した後送風乾燥していた試験区 6 の方法と考えられた（写真 1）。

煮堅魚の製造方法は、煮熟工程がある試験区 1–4 と 7–10 が該当する。細菌を対象とした一般生菌数は試験区 1–4, 7 では検出されず、試験区 8, 10 の送風乾燥区で生菌数が多く 10^6 cfu/g を超え初期腐敗の状態であった。また、Hm 生成菌による攻撃試験の結果から試験区 9, 10 は高濃度の Hm が検出されていることから保存性の観点から試験区 1–4 と 7 の方法であれば製造可能と考えられた。次にイノシン酸量を比較すると前処理工程のある試験区 1 と 3 では値が低く、1,922ppm、1,752ppm で、前処理工程のない試験区 7 では、10,362ppm で 5 倍以上の差があった。遊離アミノ酸総量はイノシン酸量と同様の傾向で前処理工程のある試験区 1 と 3 では値が低く、1,920ppm、2,058ppm で、前処理工程のない試験区 7 では、3,558ppm で 2 倍程度の差があった。前処理工程があることで保存性が高くなる一方で、イノシン酸量は塩漬中の鮮度低下により減少し、遊離アミノ酸量も塩水中に溶出し減少したと考えられる。煮堅魚については高級品であったと報告^{8, 13)}があり、旨味成分が多く古代においてもその価値は認識されていたと考えられる。以上の結果から旨味成分量の観点も考慮し煮堅魚は試験区 7 の方法で生のカツオを海水で煮た後、加熱乾燥により乾燥させたものと考えられた（写真 2）。

イ 堅魚煎汁

堅魚煎汁はカツオの煮汁をさらに煮詰め調味料としたもの⁷⁾とあるが、原料は普通肉かその他の頭、骨、内臓などのアラを用いたか、また、その原料を事前に塩漬けたかどうか、さらに煮汁は海水か淡水を使用したか定かではない。古代に鍋や窯などの製造機器や製造環境が整っていなかったことを考慮すると原料から製品にするまでの製造歩留が重要であったと考えられる。各試験区の歩留を比較すると試験区1と3が良く、原料はアラより普通肉が、煮汁は淡水よりも海水の歩留まりが良いことがわかった。また、堅魚煎汁について延喜式大膳には「駿河国から貢納される堅魚煎汁で味のよいものは別の器で進上せよ」¹⁾とあることから旨味成分が多いことが推察される。旨味成分のイノシン酸量と遊離アミノ酸総量を比較すると試験区3がどちらも比較的多い。このことから堅魚煎汁は生のカツオを海水で煮てその煮汁を煮詰めたもので、煮堅魚製造時の煮汁を煮詰めたものであると考えられた。

ウ 堅魚と煮堅魚の食べ方

堅魚の食べ方として厨事類記（鎌倉時代初期）「酒に浸して旨味を出す」、宇津保物語（平安中期）「鰹つきの削り物のやうに」という一節がある、四条流庖丁書（室町時代中期）「和え物のところで花鰹を加える」¹⁾という記述がある。そのためどちらも削って何らかの食材と一緒に食していたと考えられる。また、鰹加工品の消費については概ね神事や官人給食における副食物として支給されていたと考えられている¹³⁾。堅魚は塩分濃度が20%の高塩分の食品で保存性が高く簡単に削ることができるため、塩分とタンパク質を簡単に摂取できる携帯食や即席スープの原料としても重宝されていたのではないかと考えた。一方、煮堅魚は5%の塩分濃度で旨味の強い食品で現代の鰹節と同様に削ることが難しいため、主に祭事に食される高級品として、また、炊き込みご飯の具やご飯の上にのせる具として食されていたと考えた。

エ まとめ

本研究結果から堅魚は生のカツオを3日以上塩漬けし送風乾燥させたもの、煮堅魚は生のカツオを海水で煮て、火炙りにより加熱乾燥させたもの、堅魚煎汁は煮堅魚製造時の煮汁を煮詰めたものであると推察された。煮堅魚は現代の燻されていない鰹節であることがわかったが、カツオを煮熟す



写真1 堅魚



写真2 煮堅魚

る時の火を活用して加熱したと考えられるため自然と燻されていた可能性もあるため現代の鰹節と似たようなものであったかもしれない。どちらにせよ煮堅魚は古代の鰹節と言えるものであり古代から静岡県で鰹加工品が製造されていたことは現代の静岡県で鰹関連産業が発達していることと関係があると考えられる。今後、静岡県で煮堅魚、堅魚、堅魚煎汁が製造されていた史実と本研究の成果を広く周知することで現代の鰹節関連産業の活性化の一助となることを期待する。

【参考文献】

- (1) 三舟隆之 (2021) 『古代の食を再現する みえてきた食事と生活習慣病』 吉川弘文館
- (2) 三舟隆之・中村絢子 (2019) 「古代の堅魚製品の復元」『国立歴史民俗博物館研究報告』第218集:445-459
- (3) 田中恵美 (2018) 「煮堅魚」と「堅魚」について『奈良文研紀要』:46-47
- (4) 瀬川裕市郎 (1997) 「堅魚木簡に見える堅魚などの実態について」『沼津市博物館紀要』21:1-20
- (5) 瀬川裕市郎・小池裕子 (1991) 「煮堅魚と鍋型土器覚え書2」『沼津市博物館紀要』15:1-25
- (6) 瀬川裕市郎・小池裕子 (1990) 「煮堅魚と鍋型土器覚え書1」『沼津市博物館紀要』14:1-19
- (7) 宮下章 (2000) 『鰹節上巻』 法政大学出版
- (8) 仁藤敦史 「延喜齋宮式」からみた堅魚製品の貢納と消費『国立歴史民俗博物館研究報告』第218集:413-423
- (9) 三瀬勝利 (1992) 「水分活性と食品衛生」25巻4号:327-333
- (10) 相磯和嘉 (1976) 『食品微生物学』 医歯薬出版
- (11) 井部明広 (2001) 『アレルギー様食中毒. 食品安全性セミナー1 食中毒』 中央法規
- (12) 山木将悟・山崎浩司 (2019) 「水産物におけるヒスタミン食中毒とヒスタミン生成菌」『日本食品微生物学会雑誌』36(2):75-83
- (13) 前田成雄 (1996) 『東海道交通史の研究』 清文

堂