

塩干品の品質安定化技術の開発(第3報)

堀 元司
食品産業担当

Development of the quality stabilization technology of the dried fish (the 3rd report)

Motoshi HORI
Food Industry Group

要 旨

塩干品製造工程における「立て塩」で、魚肉を食塩等を溶解させた浸漬液に漬け込む際に発生する魚肉の重量増加、いわゆる「水太り」の抑制方法として、浸漬液への酸の添加による方法について検討を行った。

- 1 浸漬液に酸を添加することで、浸漬液から魚肉への水分を除く塩分等溶質の移行と、魚肉から浸漬液への水溶性成分が移行する現象は従来の方法と同様に発生するものの、浸漬液から魚肉への水分の移行が抑制されることで、魚肉の重量増加が抑制される現象が発生することが確認できた。
- 2 浸漬液への酸添加により魚肉の水太りを防止することで、乾燥時間の短縮が可能となり、塩干品製造時間の短縮及び効率化並びに、エネルギーの軽減が図れることを確認した。
- 3 浸漬液に有機酸塩を酸とともに添加することで、魚肉浸漬前後の浸漬液 pH の変動を抑制することが可能であり、浸漬液に添加した酸の効果も維持されるものと考えられることから、浸漬液の再利用が可能であると考えられた。
- 4 浸漬液への酸の添加による浸漬物の水太り抑制効果は、魚肉にとどまらず畜肉においても発生する現象であることが確認できた。

1. はじめに

塩干品(干物)は魚体からの食塩による脱水とさらなる乾燥を行うことで、細菌の増殖を防ぎ長期間の貯蔵を可能にしている加工品である。

干物の製造工程は原料魚→魚体処理→水洗い→塩漬け→水洗い→乾燥→製品といった工程が一般的であり、塩漬けの方法には魚介類に直接食塩をふりかけて塩漬けする「撒塩」と、食塩水の中に魚を漬込む「立て塩」があり、一夜干しなどあまり乾燥しないものは立て塩が主流となっている。

立て塩で食塩等を溶解させた浸漬液に魚肉を漬け込むと、浸漬液中の塩分や水分等が魚肉へと移行する現象と、魚肉中の水溶性成分が浸漬液へ移行する現象が同時に発生し、魚肉への移行量が相対的に多いことから魚肉重量は増加することになる。この時、増加量は塩分等溶質の移行量を上回ることから、立て塩処理後の魚肉はいわゆる「水太り」していることになる。

水太りした魚肉を乾燥するには、原料魚自体が持っていた水分だけでなく浸漬液から移行した水分も併せて除

去する必要がある、その除去に必要な時間やエネルギーを要することになる。

そこで、立て塩処理後の魚肉の「水太り」を抑制する方法について検討を行った。

2. 調査方法

2.1 酸添加による水太り抑制方法の検討

魚肉の水太りを抑制するため、浸漬液に酸を添加する方法について検討を行った。

具体的には、3枚おろしの状態で中骨を除いたアジ肉を次の各試験の成分値に調製した魚肉重量の倍量の浸漬液に一定時間浸漬し、その前後の重量変化や浸漬液の性状(pH, Brix)を調査した。

また、一部試験では、浸漬したアジ肉を20℃に設定した冷風乾燥機にて乾燥し、乾燥後重量が浸漬前重量の84%程度となるまでに要した時間を調査するとともに、試作したアジ一夜干し試作品の塩分含量等の調査を行った。

試験1 次の対照区及び5試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を60分間浸漬した後乾燥を行った。

試験区	浸漬液成分値(%)			
	塩分	ビタミンC	試験材料	(酸濃度)
対照区(①)	12.0	—	—	(—)
ビタミンC1%区(②)	12.0	1.0	—	(0.36)
ビタミンC2%区(③)	12.0	2.0	—	(0.73)
乳酸区(④)	12.0	1.0	0.8	(0.93)
クエン酸区(⑤)	12.0	1.0	0.6	(0.96)
リンゴ酸区(⑥)	12.0	1.0	0.6	(0.94)

注：成分値濃度は重量%

酸濃度はクエン酸換算濃度

試験2 次の対照区及び5試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を20時間浸漬した後4時間乾燥を行った。

試験区	浸漬液成分値(%)			
	塩分	ビタミンC	試験材料	(酸濃度)
対照区(①)	3.0	—	—	(—)
ビタミンC0.25%区(②)	3.0	0.25	—	(0.09)
ビタミンC1.00%区(③)	3.0	1.00	—	(0.36)
乳酸区(④)	3.0	0.25	0.20	(0.23)
クエン酸区(⑤)	3.0	0.25	0.15	(0.24)
リンゴ酸区(⑥)	3.0	0.25	0.15	(0.23)

試験3 次の対照区及び5試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を20分間浸漬した。

試験区	浸漬液成分値(%)		
	塩分	試験材料	(酸濃度)
対照区	18.0	—	(—)
クエン酸1.00%区	18.0	1.00	(1.00)
〃 1.25%区	18.0	1.25	(1.25)
〃 1.50%区	18.0	1.50	(1.50)
〃 1.75%区	18.0	1.75	(1.75)
〃 2.00%区	18.0	2.00	(2.00)

試験4 次の対照区及び5試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を40分間浸漬した後乾燥を行った。

試験区	浸漬液成分値(%)		
	塩分	試験材料	(酸濃度)
対照区(①)	12.0	—	(—)
クエン酸0.25%区(②)	12.0	0.25	(0.25)
〃 0.50%区(③)	12.0	0.50	(0.50)
〃 0.75%区(④)	12.0	0.75	(0.75)
〃 1.00%区(⑤)	12.0	1.00	(1.00)
〃 1.25%区(⑥)	12.0	1.25	(1.25)

試験5 次の対照区及び3試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を20時間浸漬した後乾燥を行った。

試験区	浸漬液成分値(%)		
	塩分	試験材料	(酸濃度)
対照区(①)	3.0	—	(—)
クエン酸ナトリウム1%区(②)	3.0	1.0	(—)
乳酸ナトリウム1%区(③)	3.0	1.0	(—)
アスコルビン酸ナトリウム1%区(④)	3.0	1.0	(—)

2.2 酸と有機酸塩添加による水太り抑制方法の検討

浸漬液へ添加した酸の効果を魚肉浸漬後も維持させることで浸漬液の再利用を可能とするため、緩衝能を持つ有機酸塩を酸とともに浸漬液に添加する方法について、2.1と同様の方法にて検討を行った。

試験6 次の対照区及び5試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を40分間浸漬した後乾燥を行った。

試験区	浸漬液成分値(%)			
	塩分	クエン酸Na	試験材料	(酸濃度)
対照区(①)	12.0	1.0	—	(—)
クエン酸1.00%区(②)	12.0	1.0	1.00	(1.00)
〃 1.25%区(③)	12.0	1.0	1.25	(1.25)
〃 1.50%区(④)	12.0	1.0	1.50	(1.50)
〃 1.75%区(⑤)	12.0	1.0	1.75	(1.75)
〃 2.00%区(⑥)	12.0	1.0	2.00	(2.00)

試験7 次の10試験区の浸漬液を調製し、アジ肉を40分間浸漬した。

試験区	浸漬液成分値(%)			
	塩分	クエン酸Na	試験材料	(酸濃度)
0.5%-1.00%区	12.0	0.5	1.00	(1.00)
0.5%-1.25%区	12.0	0.5	1.25	(1.25)
0.5%-1.50%区	12.0	0.5	1.50	(1.50)
1.0%-1.00%区	12.0	1.0	1.00	(1.00)
1.5%-1.00%区	12.0	1.5	1.00	(1.00)
1.5%-1.25%区	12.0	1.5	1.25	(1.25)
1.5%-1.50%区	12.0	1.5	1.50	(1.50)
2.0%-1.00%区	12.0	2.0	1.00	(1.00)
2.0%-1.25%区	12.0	2.0	1.25	(1.25)
2.0%-1.50%区	12.0	2.0	1.50	(1.50)

2.3 アジ肉以外の魚肉等への酸添加の効果

浸漬液に酸を添加することにより発生する立て塩時の水太り抑制現象について、アジ肉以外の魚肉及び畜肉における発生の有無について、2.1と同様の方法で検討を行った。

試験8 イワシ、サバ、イカ、ハマチ、牛肉、豚肉、鶏肉を次の対照区及び試験区の浸漬液に20時間浸漬した後乾燥を行った。

試験区	浸漬液成分値(%)			
	塩分	ビタミンC	試験材料	(酸濃度)
対照区	3.0	—	—	(—)
クエン酸0.5%区	3.0	0.25	0.5	(0.59)

3. 調査結果及び考察

2.1 酸添加による水太り抑制方法の検討

試験1～4の結果から、酸を添加した浸漬液に浸漬することで浸漬後重量の増加を抑制できること、その抑制効果は酸の種類には関係なく酸の濃度及び浸漬時間に比例すること、酸の添加量が一定レベル以上になると浸漬液から魚肉への移行量より魚肉から浸漬液へと移行する量が多くなり魚肉重量が減少する、つまり脱水されることが確認できた。

そして、試作品の塩分含量等から塩分等溶質の移行には酸の添加があまり影響しないこと、浸漬液の性状からアジ肉から浸漬液への水溶性成分の移行にも酸の添加はあまり影響しないことが確認できた。

以上より、浸漬液に酸を添加することで、浸漬液から魚肉への水分を除く塩分等溶質の移行と、魚肉から浸漬液への水溶性成分が移行する現象は従来の方法と同様に発生するものの、浸漬液から魚肉への水分の移行が抑制されることで、魚肉の重量増加が抑制される現象が発生することが確認できた。

この現象は、添加した酸の影響で魚肉表面が軽く酸変成し発生するものと考えられるが、今回の試験においては添加する酸の量を適切に管理することで、アジ一夜干しの品質に対する影響は特に認められなかった。

また、乾燥に要する時間は、水太りを抑制したアジ肉にて短縮できることが確認できた。

Table 1 試験1結果(浸漬時間：60分間)

試験区	魚肉重量(g)					乾燥時間(分)	試作品成分(%)		浸漬液性状						食味(酸味)
	原料	浸漬後	増加量	乾燥後	③/①		水分	塩分	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④		
	①	②	②-①	③	(%)				pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix	
①	121	127	6(5.0%)	101	83.5	260(100)	68.3	2.73	7.68	14.0	6.25	12.9	-1.43	-1.1	—
②	122	124	2(1.6%)	102	83.6	270(104)	66.8	2.74	2.47	15.1	3.44	13.9	0.97	-1.2	—
③	122	121	-1(-0.8%)	102	83.6	260(100)	65.9	2.46	2.20	16.1	3.15	14.9	0.95	-1.2	無
④	117	115	-2(-1.7%)	98	83.8	220(85)	67.8	2.60	1.86	15.6	2.80	14.4	0.94	-1.2	無
⑤	117	115	-2(-1.7%)	98	83.8	220(85)	66.6	2.42	1.88	15.6	2.75	14.3	0.87	-1.3	無
⑥	132	130	-2(-1.5%)	111	84.1	260(100)	67.0	1.81	1.91	15.5	2.86	14.3	0.95	-1.2	無

注：試験区 ①対照区、②ビタミンC1%区、③ビタミンC2%区、④乳酸区、⑤クエン酸区、⑥リンゴ酸区

Table 2 試験2結果(浸漬時間：20時間)

試験区	魚肉重量(g)					乾燥時間(分)	試作品成分(%)		浸漬液性状						食味(酸味)
	原料	浸漬後	増加量	乾燥後	③/①		水分	塩分	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④		
	①	②	②-①	③	(%)				pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix	
①	123	141	18(14.6%)	111	90.2	240	71.9	1.74	7.85	3.8	6.28	4.0	-1.57	0.2	—
②	133	147	14(10.5%)	116	87.2	240	68.5	1.53	3.09	4.0	5.44	4.2	2.35	0.2	—
③	128	128	0(0.0%)	103	80.5	240	72.6	1.54	2.67	4.8	4.35	4.7	1.68	-0.1	若干有
④	124	129	5(4.0%)	104	83.9	240	68.9	1.40	2.52	4.2	4.57	4.2	2.05	0.0	若干有
⑤	127	132	5(3.9%)	108	85.0	240	70.5	1.46	2.57	4.2	4.69	4.2	2.12	0.0	若干有
⑥	121	125	4(3.3%)	100	82.6	240	68.6	1.47	2.58	4.2	4.58	4.2	2.00	0.0	若干有

注：試験区 ①対照区、②ビタミンC0.25%区、③ビタミンC1%区、④乳酸区、⑤クエン酸区、⑥リンゴ酸区

以上より、浸漬液へ酸を添加し立て塩時の魚肉の水太りを抑制することで、乾燥時間を短縮することが可能となり、塩干品製造時間の短縮及び効率化並びに、エネルギーの軽減が図れることが確認できた。

試験5の結果より、有機酸塩に水太りを抑制する能力はなく、水太りの抑制効果を発揮するのは酸であることが再確認できた。

Table 3 試験3結果(浸漬時間：20分間)

試験区	魚肉重量(g)			浸漬液性状						食味 (酸味)
	原料	浸漬後	増加量	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④		
	①	②	②-①	pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix	
対照区	67.8	70.6	2.8(4.1%)	7.41	20.6	5.72	19.7	-1.69	-0.9	無
クエン酸1.00%区	57.5	57.1	-0.4(-0.7%)	1.23	21.4	1.66	20.4	0.43	-1.0	無
" 1.25%区	62.5	61.8	-0.7(-1.1%)	1.16	21.5	1.68	20.4	0.52	-1.1	無
" 1.50%区	73.8	73.0	-0.8(-1.1%)	1.10	21.8	1.52	20.7	0.42	-1.1	若干有
" 1.75%区	57.1	55.9	-1.2(-2.1%)	1.07	21.9	1.43	21.0	0.36	-0.9	若干有
" 2.00%区	58.0	56.6	-1.4(-2.4%)	1.03	22.1	1.42	21.1	0.39	-1.0	若干有

Table 4 試験4結果(浸漬時間：40分間)

試験区	魚肉重量(g)					乾燥 時間 (分)	試作品成分 (%)		浸漬液性状						食味 (酸味)
	原料	浸漬後	増加量	乾燥後	③/① (%)		水分	塩分	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④		
	①	②	②-①	③	(%)				pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix	
①	133.1	140.1	7.0(5.3%)	111.6	83.8	290(100)	64.9	2.56	6.01	13.9	6.04	13.3	0.03	-0.6	-
②	129.5	133.7	4.2(3.2%)	108.7	83.9	260(90)	64.2	2.41	2.08	14.1	3.11	13.7	1.03	-0.4	無
③	131.2	133.9	2.7(2.1%)	109.9	83.8	260(90)	67.2	2.56	1.94	14.3	2.77	13.8	0.83	-0.5	無
④	122.7	123.4	0.7(0.6%)	102.4	83.5	240(83)	65.5	1.99	1.86	14.5	2.44	13.9	0.58	-0.6	無
⑤	112.6	112.2	-0.4(-0.4%)	94.5	83.9	240(83)	67.0	2.09	1.73	14.7	2.28	14.1	0.55	-0.6	無
⑥	112.9	112.1	-0.8(-0.7%)	94.5	83.7	210(72)	66.7	1.95	1.67	14.9	2.22	14.2	0.55	-0.7	若干有

注：試験区 ①対照区，②クエン酸0.25%区，③" 0.50%区，④" 0.75%区，⑤" 1.00%区，⑥" 1.25%区

Table 5 試験5結果(浸漬時間：20時間)

試験区	魚肉重量(g)					乾燥 時間 (分)	試作品成分 (%)		浸漬液性状					
	原料	浸漬後	増加量	乾燥後	③/① (%)		水分	塩分	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④	
	①	②	②-①	③	(%)				pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix
①	117.6	134.6	17.0(14.5%)	98.2	83.5	360	73.4	2.16	7.82	3.8	6.44	4.0	-1.38	0.2
②	140.5	159.3	18.8(13.4%)	121.4	86.4	360	69.4	2.05	7.96	4.8	6.56	4.8	-1.40	0.0
③	148.7	166.7	18.0(12.1%)	129.6	87.2	360	65.8	1.71	7.74	4.8	6.36	4.8	-1.38	0.0
④	132.5	151.5	19.0(14.3%)	114.7	86.6	360	70.0	2.04	7.88	5.1	6.38	5.0	-1.50	-0.1

注：試験区 ①対照区，②クエン酸ナトリウム1%区，③乳酸ナトリウム1%区，④アスコルビン酸ナトリウム1%区

Table 6 試験6結果(浸漬時間：40分間)

試験区	魚肉重量(g)					乾燥 時間 (分)	試作品成分 (%)		浸漬液性状						食味 (酸味)
	原料	浸漬後	増加量	乾燥後	③/① (%)		水分	塩分	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④		
	①	②	②-①	③	(%)				pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix	
①	126.4	130.3	3.9(3.1%)	105.9	83.8	225(100)	71.1	2.30	7.69	14.9	6.47	14.1	-1.22	-0.8	-
②	121.6	121.2	-0.4(-0.3%)	102.0	83.9	195(87)	71.6	2.21	3.45	15.7	3.64	14.8	0.19	-0.9	無
③	121.9	119.1	-2.8(-2.3%)	101.8	83.5	160(71)	72.6	2.04	3.27	15.9	3.48	14.9	0.21	-1.0	無
④	117.4	114.5	-2.9(-2.5%)	97.9	83.4	160(71)	72.5	1.99	3.18	16.1	3.35	15.1	0.17	-1.0	若干有
⑤	120.6	117.3	-3.3(-2.7%)	101.1	83.8	140(62)	72.3	1.83	3.07	16.3	3.20	15.4	0.13	-0.9	有
⑥	130.0	126.7	-3.3(-2.5%)	109.0	83.8	110(62)	71.1	2.02	2.88	16.5	3.10	15.5	0.22	-1.0	有

注：試験区 ①対照区，②クエン酸1.00%区，③" 1.25%区，④" 1.50%区，⑤" 1.75%区，⑥" 2.00%区

Table 7 試験7結果(浸漬時間：40分間)

試験区	魚肉重量(g)			浸漬液性状						食味 (酸味)
	原料 ①	浸漬後 ②	増加量 ②-①	浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④		
				pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix	
0.5%-1.00%区	66.5	66.0	-0.5(-0.8%)	2.59	15.1	2.93	14.4	0.34	-0.7	無
0.5%-1.25%区	61.0	60.3	-0.7(-1.1%)	2.42	15.4	2.73	14.6	0.31	-0.8	若干有
0.5%-1.50%区	83.0	81.4	-1.6(-1.9%)	2.30	15.6	2.68	14.6	0.38	-1.0	有
1.0%-1.00%区	76.2	75.5	-0.7(-0.9%)	3.22	15.6	3.49	14.7	0.27	-0.9	無
1.5%-1.00%区	54.8	54.3	-0.5(-0.9%)	3.59	16.1	3.78	15.3	0.19	-0.8	無
1.5%-1.25%区	74.5	73.5	-1.0(-1.3%)	3.40	16.3	3.61	15.3	0.21	-1.0	無
1.5%-1.50%区	71.9	70.8	-1.1(-1.5%)	3.23	16.5	3.43	15.5	0.20	-1.0	若干有
2.0%-1.00%区	69.3	69.3	0.0(0.0%)	3.84	16.6	3.99	15.7	0.15	-0.9	無
2.0%-1.25%区	77.2	76.6	-0.6(-0.8%)	3.66	16.8	3.82	15.8	0.16	-1.0	無
2.0%-1.50%区	56.6	56.0	-0.6(-1.1%)	3.49	17.0	3.65	16.1	0.16	-0.9	無

2.2 酸と有機酸塩添加による水太り抑制方法の検討

試験6, 7の結果より浸漬液に有機酸塩を酸とともに添加することで、魚肉の浸漬前後の浸漬液pHの変動を抑制できることが確認できた。このことより、浸漬液に添加した酸の効果も維持しているものと考えられることから、浸漬液の再利用も可能であると考えられた。

なお、有機酸塩添加時の酸の効果は酸を単独で用いる場合より弱まることから、酸の添加量を多くする必要があった。

2.3 アジ肉以外の魚肉等への酸添加の効果

試験8の結果より、イワシ、サバ等魚肉だけでなく畜肉においても、酸の添加により立て塩時の水太りが抑制可能であることが確認できた。

また、アジー一夜干しと同様の方法で乾燥した場合、水太りを抑制した肉の方が早く乾燥できることが確認できた。

以上より、浸漬液への酸の添加により浸漬物である魚肉や畜肉の水太りを抑制する効果はアジ肉等特定の魚肉にとどまらず一般的に発生する現象だと考えられた。

Table 8 試験8結果(浸漬時間：20時間)

試験区	重量(g)				乾燥 時間 (分)	③/① (%)	浸漬液性状					
	原料 ①	浸漬後 ②	増加量 ②-①	乾燥後 ③			浸漬前④		浸漬後⑤		⑤-④	
							pH	Brix	pH	Brix	pH	Brix
イワシ 対照区	170.6	175.8	5.2(3.0%)	149.4	87.6	340(100)	7.85	3.8	5.82	4.3	-2.03	0.5
クエン酸区	164.3	160.9	-3.4(-2.1%)	137.9	83.9	285(84)	2.27	4.4	4.04	4.8	1.77	0.4
サバ 対照区	172.7	181.9	9.2(5.3%)	144.4	83.6	265(100)	7.85	3.8	5.92	4.5	-1.93	0.7
クエン酸区	181.3	175.9	-5.4(-3.0%)	152.2	83.9	155(58)	2.27	4.4	3.94	4.8	1.67	0.4
イカ 対照区	112.3	115.4	3.1(2.8%)	93.0	82.8	160(100)	7.85	3.8	6.42	4.5	-1.43	0.7
クエン酸区	121.9	119.8	-2.1(-1.7%)	99.3	81.5	130(81)	2.27	4.4	4.15	5.4	1.88	1.0
ハマチ 対照区	127.6	133.8	6.2(4.9%)	107.2	84.0	320(100)	7.85	3.8	5.98	4.1	-1.87	0.3
クエン酸区	131.9	127.4	-4.5(-3.4%)	110.8	84.0	220(69)	2.27	4.4	3.64	4.4	1.37	0.0
牛肉 対照区	131.4	145.3	13.9(10.6%)	108.5	82.6	140(100)	7.85	3.8	5.56	4.6	-2.29	0.8
クエン酸区	134.6	126.6	-8.0(-5.9%)	102.3	76.0	120(86)	2.27	4.4	4.11	4.7	1.84	0.3
豚肉 対照区	116.5	119.5	3.0(2.6%)	97.7	83.9	295(100)	7.85	3.8	5.70	4.3	-2.15	0.5
クエン酸区	123.3	119.6	-3.7(-3.0%)	103.6	84.0	165(56)	2.27	4.4	3.70	4.6	1.43	0.2
鶏肉 対照区	148.5	160.3	11.8(7.9%)	123.6	83.2	205(100)	7.85	3.8	6.17	4.6	-1.68	0.8
クエン酸区	157.9	151.8	-6.1(-3.9%)	131.6	83.3	120(59)	2.27	4.4	3.88	4.7	1.61	0.3