

1. 4. 3 乾燥ナマコの製造基準の確立

担当者名 加工利用部 成田正直・宮崎亜希子・飯田訓之

(1) 目的

品質基準に合致する高品質な乾燥ナマコを生産するための製造基準の確立を図る。

(2) 経過の概要

昨年度は乾燥ナマコの製造工程における煮熟条件と製品品質の関係について検討した。今年度は原料保管条件および乾燥条件について試験を行った。

1. 原料の保管条件と製品の性状

漁法による原料および製品の性状を比較するために、北海道紋別産の潜水漁獲およびホタテけた網混獲の生鮮ナマコを用いて漁獲当日、乾燥ナマコに加工した。また、原料を遠隔地の加工場へ運搬する場合を想定し、運搬中の温度の影響を調べるために、潜水漁獲の生鮮ナマコを5℃および15℃で2日間保管した。アルミ製のバットに生鮮ナマコを入れ、乾燥を防ぐためにビニールシートで覆って保管した。この状態で2日間保管した後、乾燥ナマコに加工した。また、潜水漁獲に比べ疣立ちが劣るホタテけた網混獲ナマコを用いて、短期蓄養による疣立ち向上を検討した。蓄養は5℃および15℃海水中で行った。海水はろ過海水による止水とし、2日目および5日目に喚水した。エアレーションを行いながら6日間蓄養した生鮮ナマコを、乾燥ナマコに加工した。これら製造した乾燥ナマコは、疣足の状態を中心に目視により性状を観察した。なお、乾燥ナマコの製造方法は次のように行った。生鮮ナマコの内臓を除去した後、真水を用いて煮熟した。煮熟は90℃で60分を行った。煮熟後、40℃で4時間、初期乾燥を行った後、40℃で1日当たり8時間乾燥を行った。乾燥終了後に疣立ちを明確にするために2番煮熟を行った。2番煮熟は真水で90℃、10分間行った。2番煮熟後、試験区分と同じ温度で追加乾燥を行った。なお、乾燥は全て送風機械乾燥機によって行った。

2. 乾燥条件と製品品質

適切な煮熟条件を把握するために、北海道雄武産の生鮮ナマコ（ナマコけた網漁獲）を原料として、乾燥ナマコを製造した。生鮮ナマコの内臓を除去し、90℃で30分間、真水で煮熟を行った。煮熟後、40℃、4時間初期乾燥を行った。これらを一旦、-30℃で凍結した後、順次、解凍して温度別に乾燥を行った。乾燥温度は20、40、60、80℃の4区分を設定した。乾燥は各温度とも1日あたり8時間行い、乾燥後、室温に放置し、乾燥終了までこれを繰り返した。乾燥終了後、前試験と同様に2番煮熟、追加乾燥を行った。追加乾燥の温度は、各区分で用いた温度で行った。これらの乾燥ナマコの品質を評価するために、製品の变形個体数を調べた。また、8倍重量に水戻したときの水戻り率および突き刺し強度を測定した。さらに、乾燥ナマコを粉末化して、塩酸加水分解後、ヒドロキシプロリン (Hypro) をHPLCにて測定した。また、粉末の水抽出物を同様に加水分解しHyproを測定した。この比率を全コラーゲンに占める水溶性コラーゲンの割合とした。

(3) 得られた結果

1. 原料の保管条件と製品品質

潜水により漁獲した生鮮ナマコは、表面の傷や溶け等が見られず、疣立ちも鮮明であった。一方、ホタテけた網混獲のものは、表面の傷とともに疣の先端が白色化しており、漁獲時の物理的損傷が伺われた。これらを乾燥ナマコに加工すると潜水漁獲の疣立ちが鮮明であるのに対し、ホタテけた網混獲のものは疣の先端が白色で潜水漁獲のものに比べ疣立ちの形状も劣っていた。これらの差は、漁法や船上での取り扱いによるものと考えられる（写真1）。



写真1 北海道紋別産のナマコ

左：潜水漁獲、右：ホタテけた網混獲。上段：生鮮ナマコ、下段：乾燥ナマコ（漁獲当日に加工）

15℃で保管した潜水漁獲のナマコは、1日目で全ての個体が内臓を吐出した。ただし、2日目でも接触反応はみられ個体は生きた状態であった。5℃保管のものに内臓の吐出はみられず、15℃は5℃に比べ、生鮮ナマコが受けるストレスが大きいと考えられる。しかし、これらを乾燥ナマコに加工した場合、疣立ちの状態、表皮の色調等大きな差はみられなかった。

海水で蓄養した生鮮ナマコは、5℃、15℃ともに2日目で疣先端の白色が明確になった。4日目では15℃で表皮が剥離する個体が見られた。6日目では15℃で表面の剥離が進行するとともに、体壁の溶解もみられた。一方、5℃は6日目でも15℃のような表皮の剥離、溶解は観察されなかった。なお、この状態でも、全ての個体は弱いながら接触反応がみられ壊死には至っていなかった。これらを乾燥ナマコに加工したところ、15℃は疣立ちが不鮮明で半数以上は表面が溶解した状態であり、疣立ちもみられなかった。一方、5℃は15℃のような疣立ちの劣化は観察されなかったものの、疣はやや不鮮明で白粉の生成がみられた個体もあった。これらから、海水による生鮮ナマコの蓄養においても、15℃は5℃に比べ不適な温度であった。また、止水による6日間程度の蓄養では、ホタテけた網混獲の生鮮ナマコが潜水漁獲のような疣立ちに回復する可能性は低く、今後、掛け流し海水による蓄養の検討が必要と考えられる。

2. 乾燥条件と製品品質

2番煮熟・追加乾燥終了時の歩留まりは、生鮮原料に対し4.8～5.1%、水分は9.8～10.5%であった。乾燥速度は80℃が最も速く、20℃が最も遅かった。初期乾燥後、2番煮熟を行うまで80℃は4日、60℃は5日、40℃は6日、20℃は8日の乾燥を要した。

乾燥終了後の製品について、個体変形数を観察したところ、20℃は14個体中2個体で「ねじれ」、60℃は10個体中1個体で「そり」、80℃は12個体中、1個体で「ねじれ」、2個体で「そり」がみられた。しかし、いずれも程度は軽く乾燥中に矯正が可能な程度と考えられる。また、矯正が難しい「扁平」はいずれの温度区分にもみられなかった（表1）。

乾燥ナマコの水戻り速度は80℃が最も速かった。8倍重量に戻る時間は80℃が89時間、次いで60℃が121時間、40℃が133時間、20℃が130時間であった。最大水戻り率は80℃が最も大きく約15倍であった。しかし、80℃は過度な軟化から水戻し中に、体壁に亀裂が入るものも観察された。また、20℃、40℃、60℃の最大戻り率はいずれも約11倍で、体壁の亀裂もみられなかった（図1）。

8倍重量に水戻しした乾燥ナマコの突き刺し強度は、20℃が最も高く126gであった。40℃は105g、60℃は73gで、80℃が最も低く42gであった。歯ごたえにコリコリ感があるのは20℃、40℃であった。60℃はこれ

よりやや軟らく、最も歯ごたえが弱かったのは80℃で、ゼリー状の食感であった(図2)。水戻したナマコを煮込み料理等に用いる場合、加熱によって調理中に軟化が進むことから、水戻しの時点で過度に軟化しているものは不向きとされる。この意味では、突き刺し強度が高い20℃はその後の調理方法により食感の調整が可能であるが、過度に軟化した80℃は調整が難しい。

乾燥ナマコの全コラーゲンに占める水溶性コラーゲンの割合は、20℃で5%、40℃で6%、60℃で10%であった。80℃はこれらの区分に比べ、最も高く33%であった(図3)。

以上より、80℃区分は、乾燥時間が短く最大戻り率も大きい等の優位性も見られたが、水戻し後の突き刺し強度の低下とともに、水戻した乾燥ナマコ特有の食感が失われると考えられる。これらの原因として、乾燥条件はナマコに含まれるコラーゲンのゼラチン化に影響し、ゼラチン化の程度が大きい程、水戻り速度および最大水戻り率の上昇と同時に、突き刺し強度の低下をまねくと推察される。これらの結果から、80℃は乾燥温度としては不適と考えられる。

なお、今年度は最終年度であることから、これまでの試験結果をもとに、乾燥ナマコ製造の要点を記載した(図4)。

表1 乾燥ナマコの変形個体数

乾燥温度 (℃)	全個体数	変形個体数		
		ねじれ	そり	扁平
20	14	2	0	0
40	14	0	0	0
60	10	0	1	0
80	12	1	2	0

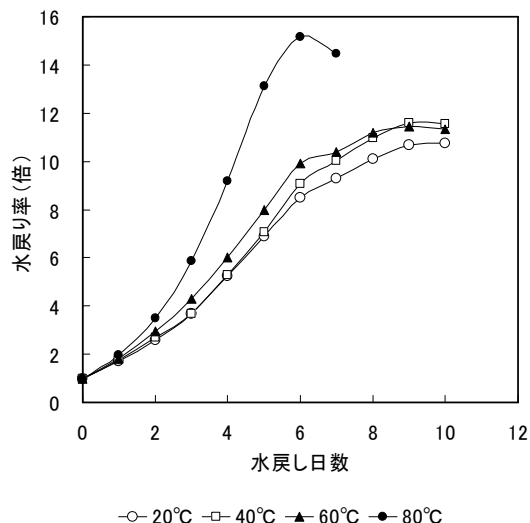


図1 乾燥ナマコの水戻り曲線 (n=3)

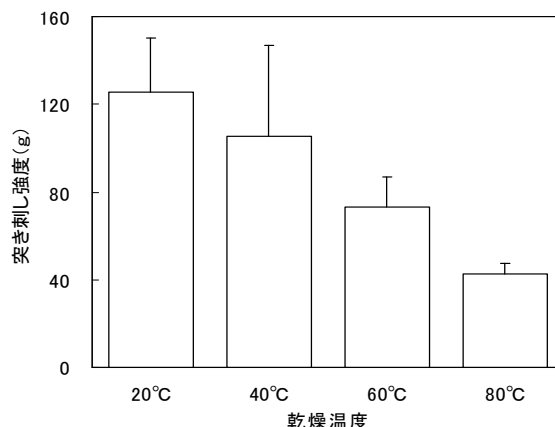


図2 8倍重量に水戻した乾燥ナマコ突き刺し強度

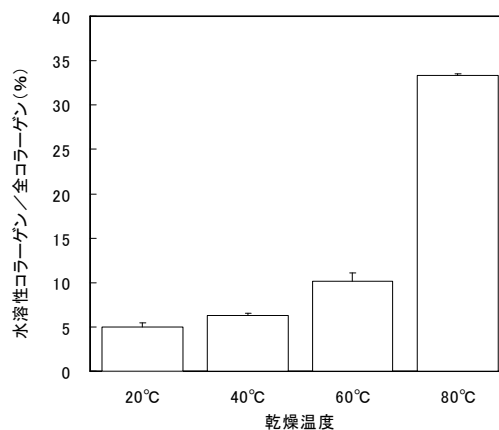


図3 全コラーゲンに占める水溶性コラーゲンの割合 (n=3、縦棒は偏差を表す)

原料保管

- ・原料は5°C程度の低温で保管する。



内臓除去

- ・腹部の肛門側あるいは中心部に切れ目を入れ、内臓を除く。
- ・混入している砂、泥等をよく洗い流す。

煮 熟

- ・真水あるいは3%塩水（海水）で煮熟する。
- ・煮熟は90°Cで30~60分間行う。
- ・煮熟水の温度が下がらないように注意する。
- ・煮熟後、ナマコ表面に付着したアク、汚れを洗う。



乾 燥

- ・送風機械乾燥の場合、20~60°Cで行う。
- ・1回の乾燥時間は8時間が目安。
- ・乾燥が進んだら、適宜、あん蒸を行う。

二番煮熟

- ・疣立ちを鮮明にするために行う。
- ・乾燥が8割程度進んでから行う。
- ・真水で90°C、10分間程度煮熟する。



追加乾燥

- ・仕上げの乾燥を行う。
- ・最終的に、水分10%程度まで乾燥する。

製品保管

- ・吸湿しない環境で保管する。



図4 乾燥ナマコにおける製造の要点