

## ズワイガニの冷凍ATP関連化合物と肉質との関係

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	篠野, 雄一 平田, 史生
巻/号	39巻9号
掲載ページ	p. 951-954
発行年月	1973年9月

# ズワイガニの冷凍

## ATP 関連化合物と肉質との関係

篠野雄一・平田史生

(1973年5月8日受理)

### Studies on Freezing Storage of Tanner Crabs: Relation between the quality of Meat and the Nucleotide Content

Yuichi SASANO\* and Fumio HIRATA\*

We investigated the relation between ATP degradation and muscle elasticity of frozen raw tanner crabs with the following results:

- (1) When boiled after thawing, muscle fibers decreased in elasticity. This was also seen at an early thawing stage and was related with the rapid degradation of ATP.
  - (2) The freezing rate did not change the content of ATP and related compounds.
  - (3) When the meat was stored at  $-20^{\circ}\text{C}$ , the levels of ATP and related compounds gradually varied with the period of storage. However, at  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$  or  $-80^{\circ}\text{C}$ , ATP levels and muscle elasticity remained unchanged.
  - (4) When the meat was left at  $5^{\circ}\text{C}$  for 25 hr after death, ATP breakdown occurred.
  - (5) The initial concentration of ATP in muscle is useful as a chemical index of quality.
- It is suggested that ATP itself may have some effect on the action of proteolytic enzymes.

ズワイガニの冷凍は通常黒変などの変質防止のため煮熟したものを冷凍し、生のままの冷凍はあまり行なわれていない。

筆者らはズワイガニを生冷凍した場合、凍結、貯蔵、解凍ならびに鮮度の条件により ATP 関連化合物がどのように変化するかを測定し、この消長と肉質変化との関係を検討したのでその結果を報告する。

### 実験方法

**試料** 試料の一部は北海道近海で漁獲後東京へ空輸された活ズワイガニの中から、一部はペーリング海で漁獲後工船に運ばれた活ズワイガニの中から選別して試験に用いた。

#### 冷凍方法

**急速冷凍** 即殺したカニを脱甲し肩肉付の脚をプラスチック袋に入れて真空包装した後、 $-20^{\circ}\text{C}$  のドライアイスアルコール液中に 20 分浸して凍結させ、これを  $-20^{\circ}\text{C}$ 、 $-30^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $-80^{\circ}\text{C}$  の低温槽に移し冷凍貯蔵した。肉の中心温度が  $-10^{\circ}\text{C}$  に達する所要時間は約 12 分であった。

**緩慢冷凍** 急速冷凍の場合と同様に真空包装した試料を  $-20^{\circ}\text{C}$  の冷蔵庫で空気間接冷凍により一晚放置して凍結させ、これを  $-20^{\circ}\text{C}$ 、 $-30^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $-80^{\circ}\text{C}$  の低温槽に移し冷凍貯蔵した。肉の中心温度が  $-10^{\circ}\text{C}$  に達する所要時間は約 7 時間であった。

**ATP\*\* 関連化合物の定量** 脚の棒肉 2g を採取し、5% 過塩素酸溶液で抽出し、内山、江平ら<sup>1,2)</sup>の方

\* 大洋漁業株式会社 大洋研究所 (Taiyo Fisheries Co., Ltd. Taiyo Research Laboratory. Tsukishima, 3-chome, Chuo-ku, Tokyo)

\*\* 本報では以下の略号を用いる。

ATP : アデノシン 3 磷酸  
IMP : イノシン酸

ADP : アデノシン 2 磷酸  
HxR : イノシン

AMP : アデニル酸  
Hx : ヒポキサンチン

法に従いイオン交換樹脂による分析を行なった。Dowex 1×4 Cl<sup>-</sup> 樹脂で ATP, AMP, IMP を、AG 1×4 樹脂で HxR, Hx を定量した。

### 実験結果および考察

**解凍と ATP 関連化合物** 生冷凍したカニを解凍して煮熟すると、肉せん維の弾力が生ガニを煮熟した場合と比べかなり落ちる現象が認められ、その原因が不明であつたが、これが解凍という操作のために起こり、20°C の流水中で 20 分程度の解凍で弾力は急激に低下し同時に肉中 ATP も急速に消失することがわかつた。完全解凍を待たず、凍つたまま沸騰水中で煮熟を行なうと、弾力の低下を防止することができる。

ただし凍結中すでに ATP の消失しているものは直接煮熟しても弾力の低下がみられ、これは後述の鮮度および保存温度に関係する。

解凍時の酵素力の強いことは ATP の急激な消失からうかがわれる。-20°C で 100 日冷凍貯蔵したズワイガニの凍結中および 20°C 流水 20 分解凍後の肉中 ATP 関連化合物の定量値は Table 1 の如くであつた。解凍時間をさらに延長した場合、弾力低下はそれ以上はあまり進まず、ATP 関連化合物の分解もそれ程急激ではなかつた。定量値は Table 2 の如くであつた。弾力低下の度合は、噛みテストの五官試験で確認されるが、次の方法でも判定できる。すなわち肉の約 10 倍量の 80% エタノールと共に約 1 分間ホモゲナイザーで攪拌すると、弾力の消失していない肉は長いせん維状にほぐれるが弾力を失つた肉はせん維が細かく切断されて粉状を呈し、せん維の長さにより低下の度合が判定できる。

**Table 1.** Effect of defrosting and boiling on the contents of ATP and its related compounds in the crab meat stored at -20°C for 100 days.

Sample of meat	μmole/g					
	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx
Frozen	2.40	2.50	1.50	0	0	0
Defrosted at 20°C, for 20 min (running water)	0	1.22	3.57	0.85	0	0
Boiled (Non-defrosted meat)	0	1.66	2.20	0	0	0
Boiled (Defrosted meat)	0	1.02	2.46	0.63	0	0

**Table 2.** Effect of defrosting time on the contents of ATP and its related compounds in the crab meat.

Defrosting time at 20°C	μmole/g					
	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx
Non-defrosting	5.03	1.71	0.40	trace	0	0
40 min	0	0.90	1.07	2.97	0.42	0
60 "	0	1.08	2.24	2.37	0.49	0.50
180 "	0	0.99	1.31	2.50	1.22	0.37

ATP の肉中残存量は弾力低下の原因である酵素力の程度を示していると思われるが、ATP それ自身が蛋白分解酵素活性に影響し、ATP の消失と肉弾力低下の原因となる酵素の作用とは関係があるのではないかと推察する。

**凍結速度と ATP 関連化合物** 即殺カニの脚を急速冷凍と緩慢冷凍に分け、凍結直後の時点で五官検査と ATP 関連化合物の定量を試みた。冷凍肉を直接煮熟した場合、急速冷凍のものは生を煮熟したものと変わらなかつたが、緩慢冷凍では肉せん維がやや堅くなる傾向があつた。ATP 関連化合物は急速、緩慢いずれも凍結直後の分析値は生鮮時とほとんど同じであつた。結果は Table 3 の如くである。

凍結速度はそれ以後の貯蔵中および解凍時の ATP 分解への直接影響は無いようである。

**Table 3.** Effect of freezing rate on the contents of ATP and its related compounds in the crab meat.

Freezing rate	μmole/g					
	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx
Fresh	4.95	0.83	0.55	trace	0	0
Fast freezing	4.22	0.81	0.37	trace	0	0
Slow freezing	4.55	1.06	0.41	trace	0	0

**貯蔵温度および期間と ATP 関連化合物** 脱甲した鮮ガニの脚を急速冷凍し、 $-20^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $-80^{\circ}\text{C}$  の低温槽に保存、40 日および 180 日後に取出し五官検査を行ない、同時に ATP 関連化合物の定量を行なった。分析結果は Table 4 の通りである。 $-20^{\circ}\text{C}$  貯蔵では 40 日後で ATP の分解は若干進行し、180 日では ATP がかなり消失し HxR の生成が認められた。 $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $-80^{\circ}\text{C}$  のものは 180 日後でも ATP の分解は認められず、酵素活性は阻止されていた。五官検査では 40 日後はいずれもほとんど差がないが、180 日後では  $-20^{\circ}\text{C}$  保存のものがやや劣っていた。なお品質差の確認をはつきりさせるため 40 日、180 日の二つのグループはそれぞれ同一個体から採取した脚を用いた。 $-30^{\circ}\text{C}$  保存は試料の都合で別時期に試みたが 180 日後で ATP の分解は認められなかった。

**Table 4.** Effect of storage temperature and period on the contents of ATP and its related compounds in the crab meat.

Period	temperature	μmole/g					
		ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx
40 days	$-20^{\circ}\text{C}$	1.3	2.9	2.8	trace	0	0
	$-40^{\circ}\text{C}$	3.4	1.7	trace	trace	0	0
	$-80^{\circ}\text{C}$	4.5	1.3	trace	trace	0	0
180 days	$-20^{\circ}\text{C}$	0.9	1.3	0.7	0.3	1.2	0
	$-40^{\circ}\text{C}$	5.6	1.5	0.4	0	0	0
	$-80^{\circ}\text{C}$	4.8	1.3	0.6	0	0	0

解凍による肉弾力の低下は全ての貯蔵条件のもので凍結 1 ヶ月ですでに認められるが、解凍せずに直接煮熟の場合には  $-40^{\circ}\text{C}$ 、9 ヶ月長期貯蔵のものでも弾力低下はなかつた。 $-20^{\circ}\text{C}$  より高い温度の長期貯蔵の場合、ATP の消失したものは直接煮熟でも弾力低下が認められた。

凍結開始時 ATP 含量のかなり高い原料であれば、 $-20^{\circ}\text{C}$  長期貯蔵でも残存し、直接煮熟により弾力低下は認められなかつた。特に 2, 3 ヶ月の貯蔵では  $-20^{\circ}\text{C}$  以下の低温のものに比べほとんど差はない。

$-80^{\circ}\text{C}$  貯蔵は  $-40^{\circ}\text{C}$  のものと同程度で、 $-40^{\circ}\text{C}$  より特に優れた点は見出しなかつたので、経済的見地から  $-80^{\circ}\text{C}$  のような超低温にする必要性はあまりないと考える。

**鮮度と ATP 関連化合物** 即殺したカニを  $5^{\circ}\text{C}$  に放置し、一定時間毎に脚肉の ATP 関連化合物を測定してその経時変化を求めた。結果は Table 5 の如くであつた。

さらにそれぞれの放置時間に相当する試料の冷凍品を  $-20^{\circ}\text{C}$  に貯蔵し、3 ヶ月後に取出し直接煮熟によりその肉質を調べた結果、ほぼ ATP の消失するあたりを境に肉質劣化が認められ、ATP の残存が鮮度限界の化学的指標として適当であると思われる。

HxR、Hx は  $5^{\circ}\text{C}$  で 1 日放置程度では生成されず、これを鮮度測定の指標として用いることができなかつた。

**Table 5.** Effect of freshness on the contents of ATP and its related compounds in the crab meat.

Time after death (at 5°C)	μmole/g					
	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx
0 hr	4.84	0.94	0.46	trace	0	0
5 "	4.34	0.83	0.40	0.18	0	0
10 "	4.98	0.57	0.60	0.27	0	0
25 "	0.80	0.90	1.80	0.91	trace	0
50 "	0	0.31	0.89	4.09	1.82	0

カニの ATP 関連化合物の定量値は、タラバガニ、ケガニについてふれた文献<sup>3,4)</sup>があるが、ズワイガニについては記載がないので、定量に当って念のためアデノシンの存在も調べたが、生成は認められず分解コースは全て AMP→IMP→HxR→Hx をたどるものと思われる。

### 要 約

ズワイガニ生冷凍における肉中 ATP 関連化合物の消長と肉質の関係を検討し次の結果を得た。

1. 解凍後煮熟したカニの肉せん維に弾力低下がみられるが、これは僅かな時間の解凍段階で起こり、ATP の急激な消失がこれに関係する。
2. 凍結速度は ATP 関連化合物の含量変化に影響を与えない。
3. 貯蔵温度が -20°C の場合、貯蔵期間が長くなるに従い ATP 関連化合物含量は徐々に変化するが、-30°C 以下の低温であれば 6 ヶ月経過後でも変化なく、-40°C と -80°C で ATP 含量および肉質に差はなかった。
4. 死後 5°C で 25 時間以上経過すると ATP は消失する。
5. ATP の消失したカニを煮熟すると肉せん維の弾力低下が認められるが、ATP 含量の高いものは弾力低下がないことから、ATP 含量は肉質の化学的指標として意味があり、ATP 自身蛋白分解酵素の働きに何らかの影響があるのではないかと推察する。

本研究を行なうに当たり種々御教示を頂いた表正研究所長、作間恒生前所長ならびに ATP 定量法について御指導願った東海区水研内山均博士に深謝いたします。

### 文 献

- 1) 内山 均: 魚肉ソーセージ, **181**, 25-31 (1970).
- 2) 江平重男: 同誌, **183**, 31-38 (1970).
- 3) 新井健一: 本誌, **32**, 174-179 (1966).
- 4) R. W. PORTER: *J. Food Sci.*, **33**, 311-314 (1968).