HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水産動物筋肉の生化学的研究：第2報 ホタテ貝柱の変色度の表示法について
Author(s)	飯田, 優; 荒木, 功; 村田, 喜一; 大石, 圭一
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 12(3), 239-245
Issue Date	1961-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23141
Type	bulletin (article)
File Information	12(3)_P239-245.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

水産動物筋肉の生化学的研究

第2報　ホタテ貝柱の変色度の表示法について

飯田　優・荒木　功・村田　喜一・大石　圭一
（青森県水産物加工研究所）（北海道大学水産学部水産食品化学教室）

Biochemical Studies on the Muscle of Sea Animals

II. On color-evaluation of *hotate-kaibashira* adductor muscle of scallop (Pecten yessoensis)

Atsushi IIDA, Isao ARAKI, Kiichi MURATA and Keiichi ŌISHI

Abstract

Hotate-kaibashira is processed from adductor muscle of scallop (Pecten yessoensis) by boiling and drying. It is one of the important sea foods in Japan. While storing, its color deteriorates and becomes brown and dark. A prevention method for descoloration is needed to keep its good quality.

The color grading is estimated according to the following method: Optical density of an extract with 7.5% NaOH solution is determined at the wave length of 400 mμ, and E-value is computed by the equation (1).

$$\text{E-value} = \text{O.D.} \times \frac{\text{total volume of extract (cc)}}{\text{dried weight of muscle (g)}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

When the E-value was compared with the evaluation by organoleptic test, the quality was graded as follows:

E-value of normal quality sample ..... 9 to 12
E-value of slightly deteriorated sample .....12 to 15
E-value of extremely deteriorated sample.....more than 15

Outer and inner parts of *hotate-kaibashira* were clearly different in color. The E-value of inner part was higher than the outer and the inner part was higher in moisture content than the outer, too.

A difference on the pH values of water extractst from *hotate-kaibashira* was found, i, e., the good quality products were more alkaline than the value of pH 6.6 and the descolored ones were more acidic than that. The inner part was more acidic than the outer.

緒　　言

ホタテ貝柱は周知の如くホタテ貝（*Pecten yessoensis*）の閉殻筋たる貝柱の煮乾品で我国に於ける貴重な水産食品の一つとなっているが，黄褐色乃至橙褐色の色調を呈するものが優良品として珍重される。しかし製品の中には主に貯蔵中に褐色を帯びて緑褐色乃至焦茶色に変色するものがあり，これらは製品の商品価値を著しく低下せしめるので，その対策が望まれているが，未だこの変色に対する防止法は得られていない。こうした変色はまたホタテ貝同様軟体動物であるイカの素乾品においてもみられるところであるが，著者等はこの両者の変色は関連性をもつものとみなし，変色を防止するこ

とを目的としてまず変色原因を究明せんとしている。

今回著者等は多数のホタテ貝柱製品の色調を観察した結果，その色調を客観的に表示する必要を感じ，着色程度を数値で表示する方法を検討した。しかし製品個体そのままの色調を客観的に比較することは困難であったので，種々検討して貝柱筋肉は稀薄苛性ソーダで消化されて着色した透明液となることを知り，なお懸濁物を酢酸鉛で除去して夫々製品の色調に応じた着色液を調製し得たので，これについて比較考察した。以下著者等がホタテ貝柱製品について試みた着色度の表示法を述べ，併わせて製品の乾燥と着色の状態，着色と pH との関係について報告する。

実 験 の 部

1. 着色度の表示法について

試料 1)青森県陸奥湾沿岸及び北海道常呂地方に於いて製造され，産地別に 12 種に分類されたホタテ貝柱製品 127 個体。 2) ホタテ生貝柱素乾品 1 種 10 個体。 3) ホタテ生貝柱を 75°～105°C に約 8 時間加熱し，極端に変色せしめたもの 1 種 30 個体。これらを 1～2 mm 角に刻んで 2 週間共栓褐色瓶に貯え，水分の均一化を計ったのち供試した。

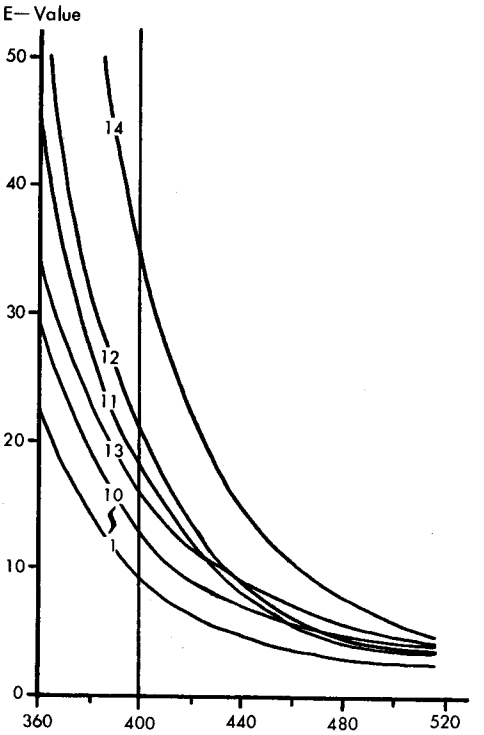

Fig. 1. E-values of extracts from various kinds of *hotate-kaibashira* products with 7.5% NaOH solution

1～12.....Usual *hotate-kaibashira* products, boiled and dried

13 .....*Hotate-kaibashira*, not boiled, but merely dried by the usual method

14 .....*Hotate-kaibashira*, not boiled, but dried under high temperature (75°～105°)

着色液の調製　上記の各試料筋肉を稀薄苛性ソーダで消化させる場合に製品の水分差によって生じるアルカリ濃度の変動を少くするため，極く少量の筋肉試料（1g）にアルカリ溶液の大量（50cc）を加えることとし，種々検討した結果加える苛性ソーダ溶液の濃度は 7.5% とした。また消化は 28°C の恒温槽中で 20 時間行った。消化して得た半透明液に 20% 酢酸鉛溶液 20 cc を加えて生成する沈澱を遠心除去し，その上澄に蓚酸ソーダを加えて再び遠心分離を行い，夫々貝柱製品の色調に応じた淡黄褐色乃至淡黄橙色の透明液を得た。

着色度の表示法　魚肉ならびに貝類筋肉の褐変に関する研究で変色程度を表示する方法としては魚肉の反射率を用いて計算する方法[1]，筋肉の特定波長に於ける吸光値を測定する方法[2]があるが，駒木氏等[3]は海藻の色調検定に色素抽出液の吸光値から $E_{1cm}^{1cc/g}$ を計算して変色の状態をみている。著者等はベツクマン分光々度計によって上記着色液の吸光値を測定し，これより前掲の（1）式によって $E_{1cm}^{70cc/g}$ を計算して第 1 図に示した通りの吸収曲線を得た。この吸収曲線は魚肉を加熱した際の褐変液汁[1]，褐変貝筋肉[2]，褐変魚肉蛋白[4]などと異り 360～800mμ の間で吸収帯をもたなかったが，その色調より 400～450 に於ける E-value について比較検討すべきと考え，第 1 図から明らかな如くこの波長範囲でその差が最も大きい 400 mμ に於ける E-value を以て着色とした。

考察　製品各試料の着色度を第 1 表に記した。また著者等は肉眼判定によって試料製品の変色の

Table 1. Color and color grading of various kinds of *hotate-kaibashira*

No.	Judgement on descoloration*	Color standard**	Color grading (E-value)
1	−	8 − 4 − 17	9.35
2	−	〃	9.32
3	−	8 − 4 − 18 8 − 4 − 17	9.94
4	−	8 − 4 − 17	10.05
5	−	9 − 4 − 17 9 − 4 − 16	10.95
6	−	〃	11.20
7	−	〃	11.39
8	− ～ ∓	9 − 4 − 16 8 − 4 − 16	11.97
9	− ～ ±	〃	12.50
10	± ～ +	〃	13.08
11	+	9 − 4 − 15 9 − 3 − 13	18.15
12	+	〃	20.85
13	+	8 − 4 − 16 9 − 3 − 15	16.00
14	+	7 − 2 − 11 8 − 2 − 12	33.48

*....Judged by organoleptic test, i. e., (−)....normal quality, (∓)....very slightly deteriorated, (±)....slightly deteriorated, and (+)....extremely deteriorated, respectively

**....Judged by "Color Standard" by Japan Color Research Institute and exhibited in the form of Color-Briliance-Hue

有無を判定し，変色していない正常な色調をもつものを－，極く軽度の変色品を∓，軽度の変色品を±，極端に変色したものを＋となし，また試料製品の色調を日本色彩研究所発行の「色の標準」によって色相―彩色―明度を判定し，これらの結果を着色度と比較するため第 1 表に併記した。この結果によると貝柱の色調は殆んど「色の標準」による色相 8 乃至 9 に相当しているが，着色が正常なものは明度が 18 乃至 16 で明るい色調の純黄色，黄緑色，黄緑色乃至暗黄緑色を呈し，これらの着色度は 9 乃至 12 未満であった。軽度または極く軽度に変色した貝柱は明度 16 で暗黄緑色乃至明るいオリーブ色を呈して正常品よりもやや暗色となり，これらの着色度は 12 乃至 14 未満に相当したが，明らかに変色したと判定し得る貝柱は明度 15 乃至 16，多くは 16 以上で暗色となり，着色度も 15 以上となった。なお正常品及び変色が軽度なものは「色の標準」による彩色が 4 であったが，極端に変色して着色度が 15 以上のものは彩色は 4 乃至 3，3 または 2 となっていた。また第 1 表に記した試料 13 は生貝柱筋肉を室温で徐々に乾燥したもので着色度 16 であったが，同じ生貝柱を 75° 乃至 105°C の高温で急激に乾燥した試料 14 は著しく暗色となり，着色度 33.48 を示した。以上の様に著者等の検討した着色度の表示法は肉眼による貝柱の色調判定を適確に表現出来た。

2. 貝柱製品の内外層の差異について

1) 製品に於ける内外層の成層

貝柱製品を製品中央部より縦断すると，その断面から肉眼的に濃厚な色調の内層部とより淡色な外層部とが観察されるが，この内外層の着色程度を前記の着色度の表示法によって確めた。

試料及び方法 青森県陸奥湾沿岸の貝柱加工場に於いて乾燥過程終期にあったホタテ貝柱 12 種 80 個体を入手し，各個体を筋肉繊維の方向に沿って製品の中央部より縦断し，その断面の色調により着色の淡い外層部と着色の濃厚な内層部に分割し，夫々前回同様 1～2 mm 角に刻んで水分と着色度を測定した。

Table 2. Difference of moisture and color grading between outer and inner parts of various kinds of *hotate-kaibashira*

No.	Judgement* on descoloration	Moisture(%) of		Color grading (E-value) of	
		inner part	outer part	inner part	outer part
1	—	17.5	20.6	9.04	9.73
2	—	16.8	19.2	9.15	9.63
3	—	18.0	20.8	9.12	9.42
4	—	19.7	22.3	9.07	9.36
5	－ ～ ∓	18.4	20.9	9.76	11.64
6	－ ～ ±	18.4	20.9	10.12	12.55
7	＋	18.4	21.4	15.44	17.03
8	＋	19.4	20.9	15.88	17.75
9	＋	21.4	22.5	14.75	16.34
10	＋	16.4	19.0	19.70	23.62
11	＋	18.8	21.3	16.22	18.07
12	＋	19.5	21.4	21.34	25.38

*....Judged by organoleptic test, i.e., (－)....normal quality, (∓)....very slightly deteriorated, (±)....slightly deteriorated and (＋)....extremely deteriorated, respectively

結果と考察　観察及び測定結果は第 2 表に示した通りであるが，着色度の表示結果は内層外層の色調差を明らかに表現し，また正常着色品では両層間の着色度の差が 1 末満であったのに較べ，変色品ではその差が 1 以上 4 迄となり着色程度の著しい貝柱程内外層の着色差が大きいことが認められた。また第 2 表中の試料 6 は軽度に変色した貝柱で外層部の着色度は 12 末満で正常品の値を示すが，外層部の着色度は 12 以上となって軽度変色の値を示し，なお試料 5 についてもこれに近い同様の傾向がみられ，これらの結果から変色は貝柱の内層部より進行することが認められる。なお水分も着色度同様内層部が外層部より 1 乃至 3% 程度多く，随って内層部の組織はより緻密であったが，以上の結果から肉眼によって観察された内外層の色調の差は組織の粗密による物理的なものでないことが明らかになった。

2）乾燥過程の製品の成層

前記の如き貝柱製品にみられた水分と着色の成層は乾燥過程のどの段階で形成されるかについて検討を行った。

試料と方法　青森県陸奥湾沿岸の貝柱加工場に於いて乾燥途中のホタテ貝柱を乾燥経過日数別に 9 種類，90 個体を入手し，前項 1）の如く各個体の中央部断面の色調差により内外層に二分して色調の差を観察し，水分を測定した。

結果と考察　第 3 表に観察及び測定結果を示したが，製品各個体共乾燥の極く初期の過程に於いてすでに肉眼で判別出来る程度の内層外層の成層が形成され，内層部は外層部より水分多く，また着色も強く，この状態は乾燥過程が完了するまで持続した。乾燥過程半ば以後（第 3 表試料 5 以降）に内層と外層の水分の均一化を計る醗蒸操作が繰り返し行われるので，この段階で両層間の水分差は幾分減少したが，着色の差は傾向としてむしろ一層明確に判定出来るようになった。以上の如く製品各個体にみられる内外層の成層は乾燥初期段階に於いて発現し，この成層は乾燥過程が完了した後も継続して存在することが明らかとなったが当然この内層部の乾燥の遅滞が貝柱の着色に悪影響を及ぼし，変色の一因となっていると考えられる。

3．製品の着色度と pH との関係

試料と方法　1）青森県陸奥湾沿岸及び北海道常呂地方に於いて夏季製造された貝柱製品 133 個体

Table 3. Differences in color and moisture content between outer and inner parts of *hotate-kaibashira*

No.	Time for drying	Judgement* on difference of color between outer and inner parts	Moistuer (%) of	
			inner part	outer part
1	6 hrs.	—	52 ～ 53	
2	1 day	± ～ +	31 ～ 37	43 ～ 48
3	2 〃	± ～ +	26.5	33.5
4	3 〃	± ～ +	21.7	28.7
5	16 〃	+	21.2	27.8
6	23 〃	++	20.8	24.6
7	30 〃	++	18.7	21.4
8	31 〃	++	17.9	21.0
9	41 〃	++	17.1	20.3

*....Judged by organoleptic test, i. e., (−)....no diffecence, (±)....slightly different, (+)....different, and (++)....extremely different, respectively

を着色の程度によって 14 種に分類して供試した。 2) 青森県陸奥湾沿岸に於いて夏季製造された製品を同様着色程度によって7種類に分類したのち，更に各区分毎に個体内外層の色調差によって内層部と外層部に分けて供試した。これらの試料は各々 1～2mm 角に刻んで前述の如く水分の均一化を計ったのち着色度を測定し，また試料筋肉の水抽出液[5] について pH メーター（東亜電波 K.K., DM-1A 型）を用いて pH を測定した。

Table 4. Color grading and pH value of various kinds of *hotate-kaibashira*

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Color grading (E-value)	9.45	9.32	9.94	10.05	10.95	11.20	11.39	11.65	11.97	12.50	13.08	18.15	20.85	21.73
pH value	6.65 ～ 6.70	6.75 ～ 6.80	6.65 ～ 6.70	6.80	6.65 ～ 6.70	6.80 ～ 6.85	6.75	6.70	6.65 ～ 6.70	6.70	6.60	6.40	6.45 ～ 6.50	6.40

結果と考察 測定結果は第 4 表，第 5 表に示した通りであるが，着色度が 15 以上の着色正常の貝柱及び軽度に変色した貝柱に於いてはその pH が 6.6 よりアルカリ側にあり，また着色度 15 以上の変色貝柱は pH 6.6 より酸性側の値を示した。また第 5 表から明らかな如く，同一個体を内層部と外層部に分けて測定すると，内層は外層よりも酸性側の値を示すものが多かった。この様に著者等が観察し得た範囲では貝柱の着色度と pH との間に一連の関連がある様に認められたが，これについてはなお継続して検討を行っている。

Table 5. Color grading and pH value of outer and inner parts of various kinds of *hotate-kaibashira* products

No.	Outer part		Inner part	
	Color grading (E-value)	pH value	Color grading (E-value)	pH value
1	9.05	6.80～6.85	9.58	6.70
2	9.07	6.75～6.80	9.19	6.70～6.75
3	9.28	6.70～6.75	11.48	6.65～6.70
4	10.86	6.70～6.75	12.41	6.70～6.75
5	15.36	6.55～6.60	17.45	6.45～6.50
6	19.87	6.40～6.45	23.59	6.40～6.45
7	21.52	6.60	24.82	6.55

要　　約

1) ホタテ貝柱製品の着色程度を数値で表示する方法を検討し，肉眼判定をほぼ適確に再現する方法を得たが，これによると着色正常なものは 9 乃至 12 未満，軽度に変色としたもの 12 乃至 15 未満，明かに変色したと認められるものは 15 以上の値を示した。

2) ホタテ貝柱の各個体はその乾燥過程に於いて内部に水分が多くまた着色の強い層が形成され，製品となってからもこの成層は存在するのがみられた。この内層部の乾燥の遅滞が製品の着色に悪影響をもたらし，変色の 1 因となることが考えられる。

3)　着色が正常な貝柱の pH は 6.6 を境界としてアルカリ側に，また変色貝柱の pH は 6.6 より酸性側に傾いており，また各個体の内層外層に於いても同様に着色の濃厚な内層がより酸性側の値を示すのがみられ，変色と pH との間に関連がある様に見受けられた。

文　　献

1)　永山文男 (1960). 日水誌 **26**, 1026.
2)　馬場春夫 (1960). 同　誌 **26**, 330.
3)　駒木　成・松村和子 (1960). 北水試月報 **17**, 103.
4)　小泉千秋・黒部宗市・野中順三九 (1959). 日水誌 **25**, 368.
5)　厚生省 (1959). 食品衛生検査指針 (II). 371p. 東京; 協同医書出版社.