

## 生産地の異なるカキの体成分

小 邨 奈 未<sup>1)</sup>, 安 部 麻美子<sup>1)</sup>, 松 田 芳 和<sup>1)</sup>, 福 永 健 治<sup>2)</sup>,  
荒 川 泰 昭<sup>3)</sup>, 吉 田 宗 弘<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>日本クリニック(株)・中央研究所\*, (<sup>2)</sup>関西大学化学生命工学部\*\*, (<sup>3)</sup>静岡県立大学生体衛生学\*\*\*)

## Chemical Composition in Oysters Grown on Various Areas

Nami KOMURA<sup>1)</sup>, Mamiko ABE<sup>1)</sup>, Yoshikazu MATSUDA<sup>1)</sup>  
Kenji FUKUNAGA<sup>2)</sup>, Yasuaki ARAKAWA<sup>3)</sup> and Munehiro YOSHIDA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Central Research Institute, Japan Clinic Co., Ltd.,

<sup>2)</sup>Laboratory of Food and Nutritional Sciences, Faculty of Chemistry, Materials and Bioengineering, Kansai University,

<sup>3)</sup>Department of Hygiene & Preventive Medicine, Faculty of Health Sciences, The University of Shizuoka

## Summary

Chemical composition in various domestic and foreign commercially grown oysters were examined on 2005 to 2007. Specimens of *Crassostrea gigas* (Japan, U.S.A., New Zealand and Australia), *Crassostrea nippona* (Japan), *Crassostrea sikamea* (U.S.A.), *Crassostrea virginica* (U.S.A.), *Ostrea edulis* (U.S.A.) and *Ostrea lurida* (U.S.A.) were used, and similar shell sizes of them were selected. After stripping the shell, the samples were weighed and homogenized, and then the moisture, zinc (Zn), copper (Cu), iron (Fe), cadmium (Cd), calcium (Ca), magnesium (Mg), (atomic absorption analysis), taurine (HPLC) and glycogen (phenol-sulfuric acid colorimetric method) were determined. In the samples of *Crassostrea gigas*, differences in the chemical composition were recognized based on the year collected. In specimens from Japan and New Zealand, Zn and Cu concentrations were higher than those in specimens from Australia and U.S.A.. The Cd concentration in oysters from U.S.A. was higher than that in those from Japan and New Zealand. Moisture showed an inverse correlation with taurine. There was a strong correlation between Zn and Cu, but not between Cd and Cu or between Cd and Zn.

カキは軟体動物斧足類に属する貝であり、南北両極地方を除く北緯 64 度から南緯 44 度までの世界中の海にほぼ帯状に分布している。潮間帯から水深 30 m くらいまでの浅い海の底で固着生活を送り、海水中に含まれるプランクトンをこしとって食べる<sup>1)</sup>。

カキは、有史以前から重要なタンパク質源として、古くから食用に利用されてきた貝類であり、中国、日本、米国、オーストラリアなど、世界各国で約 100 万トンが養殖されている。カキは、必須ミネラルである亜鉛を特異的に多く含み、銅、鉄、カルシウム等のミネラル類、さらに機能性成分であるタウリンやエネルギー源としてのグリコーゲンを豊富に含む食品である。カキの成分には明らかな季節変動が存在する。たとえば、産卵期にあたる 6 月～7 月にグリコーゲン含有量の低下が知られているほか、亜鉛含有量も季節変化を示す<sup>2)</sup>。さらに、カキには、季節変動に加え、養殖地や採取年による栄養成分含有量の変動があり、その

変動は大きいのではないかと予想される。本研究では 2005 年から 3 年間にわたって国内外の養殖地から入手したカキの栄養成分を測定し、その変動について検討した。

## 実験方法

## 1. 実験材料

2005 年から 2007 年の秋に養殖地において採取されたカキの中から、殻のサイズができるだけ近似したものを選択して試料とした。その一覧を Table 1 に示す。

## 2. 分析法

各試料の殻をはずした後、むき身重量を測定し、ミキサーを用いてホモジナイズし、水分含量(測定法、105°C 恒温法)を測定した。次に、スルホサルチル酸による除タンパク質後、高速液体クロマトグラフィー(島津製作所・京都)

\*所在地：京都市右京区太秦開日町 10-1 (〒616-8555)

\*\*所在地：吹田市山手町 3-3-35 (〒564-8680)

\*\*\*所在地：静岡市谷田 52-1 (〒422-8526)

**Table 1** Harvest area of various oysters

Nomenclature	Harvest area	Harvested in
<i>Crassostrea gigas</i>	Akkeshi	Hokkaido, JPN
	Onagawa	Miyagi, JPN
	Karakuwa	Miyagi, JPN
	Shizugawa	Miyagi, JPN
	Naruse	Miyagi, JPN
	Momoura	Miyagi, JPN
	Matoya	Mie, JPN
	Hiroshima	Hiroshima, JPN
	Hiroshima	Hiroshima, JPN
	Hiroshima	Hiroshima, JPN
	Totten/TT14	Washington ST, USA
	Totten/TT14	Washington ST, USA
	New Zealand	New Zealand
	Port Douglas	South Australia, AUS
Denial bay	South Australia, AUS	
Streaky bay	South Australia, AUS	
<i>Crassostrea nippona</i>	Hiroshima	Hiroshima, JPN
<i>Crassostera sikamea</i>	WS14967 Laguna manuela	Washington ST, USA
<i>Crassostera virginica</i>	Totten	Washington ST, USA
<i>Ostrea edulis</i>	Samish	Washington ST, USA
<i>Ostrea lurida</i>	Totten	Washington ST, USA

にてタウリンを定量した。また、トリクロロ酢酸による除タンパク質後、エタノールを加え、生じた沈殿中のグリコーゲンをフェノール-硫酸法で定量した。さらに、硝酸で湿式灰化後、原子吸光光度計（島津製作所・京都）を用いて、亜鉛、銅、鉄、カドミウム、マグネシウムを測定した。2006、2007年の試料についてはカルシウムも測定した。

## 結果

試料の大半を占めた *Crassostrea gigas*（マガキ）について、3年間の分析結果を Table 2 にまとめた。

採取国別に比較したところ、水分含有量はいずれの採取地も 81~88% とほぼ同じであった。

亜鉛含有量は日本産が 0.22~0.27 mg/g、ニュージーランド産が 0.21~0.26 mg/g と高く、オーストラリア産が

0.06~0.10 mg/g、アメリカ産 0.12~0.14 mg/g と低かった。

銅含有量は日本産が 12.8~23.7 µg/g、ニュージーランド産が 7.3~24.4 µg/g と高く、オーストラリア産が 3.2~6.4 µg/g、アメリカ産が 5.8~13.1 µg/g で低かった。

カドミウム含有量は日本産が 0.15~0.50 µg/g、ニュージーランド産が 0.24~0.33 µg/g と低く、アメリカ産が 0.65~1.05 µg/g で高かった。鉄、マグネシウム、カルシウムに大きな変化は見られなかった。

3年間の各成分間の相関を調べたところ、タウリンは水分含有量との逆相関が大きく、水分含有量の高い試料ほど低濃度であった。各種微量元素との水分含有量の相関は小さかった。

また各ミネラル濃度間の相関を検討した。亜鉛と銅の間に正の有意な相関 ( $r = 0.759, P < 0.001$ ) が認められた (Fig. 1)。しかし、亜鉛とカドミウムの有意な相関はなかった

**Table 2** Composition of *Crassostrea gigas* (wet weight)

Year	Harvested in	n	Moisture g/100 g	Taurine g/100 g	Glycogen g/100 g	Zn mg/g	Cu µg/g	Fe µg/g	Cd µg/g	Mg mg/g	Ca mg/g
2005	JPN	8	86.7 ± 6.7	0.38 ± 0.12	1.46 ± 1.18	0.23 ± 0.09	22.6 ± 13.9	13.0 ± 2.4	0.42 ± 0.10	0.69 ± 0.16	-
	USA	2	83.6 ± 0.5	0.49 ± 0.02	2.97 ± 0.99	0.14 ± 0.03	13.1 ± 1.7	13.4 ± 0.2	1.05 ± 0.04	0.75 ± 0.03	-
	NZL	1	84.7	0.51	2.42	0.26	24.4	19.6	0.33	0.45	-
	AUS	1	83.2	0.59	2.75	0.07	6.4	19.8	0.60	0.72	-
2006	JPN	10	87.5 ± 1.8	0.33 ± 0.06	0.56 ± 0.40	0.27 ± 0.13	23.7 ± 16.5	21.0 ± 11.6	0.50 ± 0.20	0.83 ± 0.05	0.49 ± 0.16
	USA	1	88.4	0.27	0.28	0.14	7.0	12.5	0.65	0.89	0.43
	NZL	1	81.7	0.53	2.23	0.21	18.5	19.6	0.24	0.75	0.38
	AUS	3	86.0 ± 1.5	0.42 ± 0.05	0.35 ± 0.14	0.10 ± 0.03	4.2 ± 1.6	21.5 ± 5.3	0.61 ± 0.14	0.89 ± 0.05	0.41 ± 0.03
2007	JPN	8	86.8 ± 3.5	0.38 ± 0.10	1.65 ± 1.42	0.22 ± 0.09	12.8 ± 7.6	12.0 ± 4.0	0.15 ± 0.24	0.73 ± 0.18	0.35 ± 0.09
	USA	2	85.1 ± 1.5	0.43 ± 0.04	1.76 ± 0.54	0.12 ± 0.00	5.8 ± 0.3	16.1 ± 1.5	0.69 ± 0.06	0.80 ± 0.04	0.38 ± 0.09
	NZL	1	83.5	0.38	0.56	0.22	7.3	4.5	0.31	1.00	0.40
	AUS	3	87.2 ± 0.7	0.41 ± 0.01	0.25 ± 0.07	0.06 ± 0.02	3.2 ± 0.3	16.4 ± 2.1	0.36 ± 0.10	0.88 ± 0.02	0.38 ± 0.11

(Fig. 2)。

*Crassostrea gigas* 以外のカキ 3 年間の成分の分析結果を Table 3 にまとめた。検体数が少ないため一概にはいえないが、*Crassostrea nippona* には亜鉛、銅、タウリンが多く含まれ、カドミウムは少なかった。*Ostrea edulis* には鉄が多く含まれる傾向があり、カドミウムも多かった。とくに 2006 年には平年の 4 倍以上含まれていた。*Ostrea lurida* には銅、タウリンが多く含まれる傾向にあった。

### 考 察

*Crassostrea gigas* の亜鉛含有量は養殖地域内でいずれの採取年も安定して高濃度であり、あまり変動しなかった。他のミネラル成分の含有量は大きく変動したが、その変動に一定の傾向は認められなかった。

ミネラル濃度間の相関を検討したところ、亜鉛と銅の間に正相関が認められた。オーストラリアのカキには亜鉛と銅の相関があるといわれているが<sup>3)</sup>、日本、アメリカ、ニュージーランドの採取地域でも同様の傾向がみられたと

いえる。

化学的性質がよく似ており、自然界でも分布の挙動が似ている亜鉛とカドミウムの相関は小さかった。カキは養殖地域の海水の各種成分の濃度によって、亜鉛や銅含有量はあまり変動しないが、カドミウム含有量は大きく変動するという報告がある<sup>4)</sup>。すなわち、亜鉛は一度蓄積されると環境が変化しても変動しにくい、カドミウムは周りの環境の変化で大きく変動すると思われる。

カキの亜鉛蓄積量は海水の亜鉛濃度と相関があるといわれている。さらに、海水の塩分濃度と逆相関があり、海岸地域より塩分濃度が低い傾向のある河口地域では亜鉛を多く蓄積するといわれている<sup>5-7)</sup>。これらのことにより、今回のカキの採取地域には海水中の各種成分の濃度や塩分濃度にばらつきがあると予想され、そのために亜鉛、カドミウム間の相関はみられなかった可能性がある。

### 参考文献

- 1) 荒川好満, 山崎妙子 (1977) 牡蠣, 柴田書店, 東京。

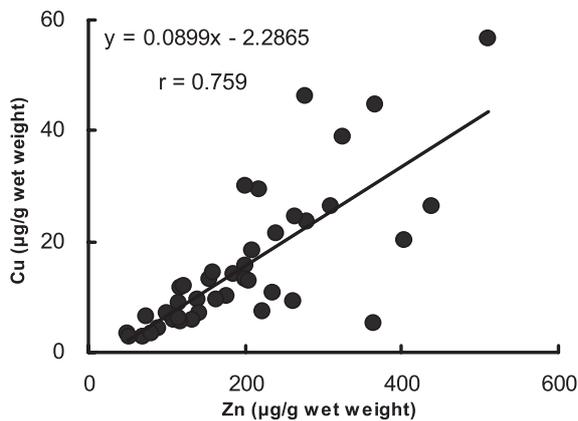


Fig. 1 Correlation between zinc and copper

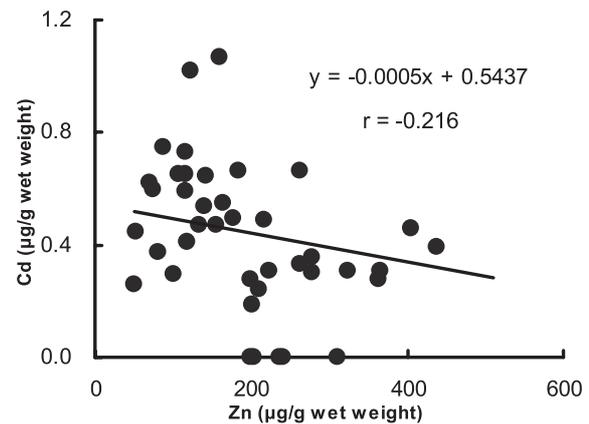


Fig. 2 Correlation between zinc and cadmium

Table 3 Composition of oyster (wet weight)

Year	Nomenclature	Harvested in	Moisture g/100 g	Taurine g/100 g	Glycogen g/100 g	Zn mg/g	Cu µg/g	Fe µg/g	Cd µg/g	Mg mg/g	Ca mg/g
2005	<i>Crassostrea nippona</i>	JPN	79.7	091	2.38	0.36	24.7	11.6	0.32	0.76	-
	<i>Crassostrea sikamea</i>	USA	83.2	0.50	2.81	0.21	18.3	19.2	0.63	0.74	-
	<i>Crassostrea virginica</i>	USA	83.5	0.40	1.05	0.27	16.4	12.7	0.97	0.69	-
	<i>Ostrea edulis</i>	USA	85.9	0.46	2.64	0.15	6.2	45.0	1.52	0.32	-
	<i>Ostrea lurida</i>	USA	82.0	0.78	2.90	0.39	35.6	29.0	0.79	0.71	-
2006	<i>Crassostrea nippona</i>	JPN	85.9	0.42	3.47	0.51	35.5	6.00	0.45	0.80	0.32
	<i>Crassostrea sikamea</i>	USA	87.0	0.26	0.28	0.32	23.1	18.9	0.80	0.89	0.27
	<i>Crassostrea virginica</i>	USA	89.1	0.54	0.36	0.19	5.0	10.9	0.83	0.89	0.46
	<i>Ostrea edulis</i>	USA	82.4	0.51	3.18	0.17	6.4	15.6	3.98	0.65	0.30
	<i>Ostrea lurida</i>	USA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	<i>Crassostrea nippona</i>	JPN	90.6	0.57	1.82	0.16	11.9	5.1	0.27	0.69	0.24
	<i>Crassostrea sikamea</i>	USA	84.4	0.41	0.99	0.10	5.9	20.5	0.72	0.81	0.33
	<i>Crassostrea virginica</i>	USA	85.3	0.34	2.04	0.15	6.6	12.3	0.95	0.81	0.27
	<i>Ostrea edulis</i>	USA	85.3	0.42	1.73	0.22	4.8	30.7	0.97	0.78	0.35
	<i>Ostrea lurida</i>	USA	82.6	0.58	1.76	0.16	9.1	27.2	0.49	0.58	0.55

- 2) 吉田宗弘, 大原千加子, 福永健治, 松田芳和, 太田隆男, 柴田幸雄 (1999) 牡蠣に含まれる亜鉛の季節変化. 微量栄養素研究 16: 105-109.
- 3) Brown KR, McPherson RG (1992) Concentrations of copper, zinc and lead in the Sydney rock oyster, *Saccostrea commercialis* (Iredale and Roughley) from the Georges River, New South Wales. Sci Total Environ 126 (1-2): 27-33.
- 4) Wallner-Kersanach M, Theede H, Eversberg U, Lobo S (2000) Accumulation and elimination of trace metals in a transplantation experiment with *Crassostrea rhizophorae*. Arch Environ Contam Toxicol 38 (1): 40-45.
- 5) Meiller JC, Bradley BP (2002) Zinc concentration effect at the organismal, cellular and subcellular levels in the eastern oyster. Mar Environ Res 54 (3-5): 401.
- 6) Mo C, Neilson B (1993) Weight and salinity effects on zinc uptake and accumulation for the American oyster (*Crassostrea virginica* Gmelin). Environ Pollut 82 (2): 191.
- 7) Ke C, Wang WX (2001) Bioaccumulation of Cd, Se and Zn in an estuarine oyster (*Crassostrea rivularis*) and a coastal oyster (*Saccostrea glomerata*). Aquat Toxicol 56 (1): 33.