

資 料

養殖カキ中の含有成分の季節変動

高田久美代 日浦 盛夫 信宗 正男 穂下 誠彦*

Seasonal Variations of Component Concentrations in Cultivated Oysters

KUMIYO TAKATA, MORIO HIURA, MASAO NOBUSHI and NOBUHIKO HOSHITA*

(Received Sep.30, 1996)

緒 言

本県海域で養殖されているカキ (*Crassostrea gigas*) は、5～6月にかけて配偶子が形成され、7～9月が産卵期となる。これにともなって組織中のグリコーゲンが消費され、出荷時期の10～11月になっても水分含量の多いいわゆる水ガキであることが多い[1]。

この問題を解決するために三倍体カキが開発されたが、その成分についての研究は少なく、このカキの市場への出荷に向けてその機能性を評価するための基礎資料を得る必要がある。

今回、著者らは三倍体カキと二倍体カキについて、その含まれる成分のなかでも健康の維持増進に欠くことのできない必須微量元素[2]のうちZn, Cu, Fe, Mn, Cr, Ni, Asの7元素、アミノ酸の一種で血中コレステロール低下作用、肝臓機能の向上などに効果のあることが報告されているタウリン[3-5]、カキなどの二枚貝がエネルギー源として蓄積しているグリコーゲン[4]等の分析を行ったのでその結果を報告する。

実験方法

1. 試 料

県水産試験場が地先海域(広湾)で養殖している三倍体カキ及び同海域で養殖されている二倍体カキの二年物を平成7年8月から平成8年6月にかけて2ヶ月毎に入手し試料とした。

2. 試薬及び装置

元素標準液：片山化学工業(株)製原子吸光分析用
タウリン標準品：片山化学工業(株)製1級
酸類は有害金属分析用、高速液体クロマトグラフィー

(HPLC)にはHPLC用試薬を、その他は特級試薬を用いた。

高速液体クロマトグラフ：東ソー(株)製HLC-803D, 蛍光検出器 日本分光(株)製FP-110

原子吸光分光光度計：(株)日立製作所製 Z-8200 (偏光ゼーマン形)

3. 実験操作

三倍体及び二倍体カキはむき身それぞれ1Kgをホモジナイズし、微量元素に40g, タウリン, グリコーゲン, 水分含量に5gずつをそれぞれ5検体供試した。

微量元素は試料を硝酸, 過塩素酸で湿式灰化を行った後、原子吸光分光光度計により定量した。

タウリンは試料を4%過塩素酸で抽出した後、遠心分離を行い、0.45 μ mのフィルターでろ過し試験溶液とした。これを陽イオン交換カラムにより分離し、オルトフタルアルデヒド(OPA)を用いたポストカラム反応により生成される蛍光物質を測定した。測定条件は次ぎによった。

カラム：Shodex HC-125S (4.6mmi.d. \times 125mm), 移動相：0.05M過塩素酸, 流速：0.5ml/min, 反応液：0.2%OPA, 0.2%ethyl sulfideを含む0.5MNaHCO₃, 0.5MNa₂CO₃, 流速：0.5ml/min, 測定波長：Ex 330nm; Em 450nm

グリコーゲンは食品分析法[6], 水分含量は衛生試験法[7]に準じて定量した。

結果及び考察

1. 微量元素の季節変動

微量元素7種の周年の含有濃度の変動を三倍体, 二

*広島県呉保健所竹原支所：Hiroshima Prefectural Kure Community Health Center, Takehara Branch Office

倍体についてそれぞれTable 1, 2に示した。

Znについては三倍体が310~373 μ g/g, 二倍体が260~591 μ g/gで三倍体が年間を通じてほぼ一定の値を示したのに対して二倍体はその変動が大きく8~12月に高値を示し, その後は低値で安定し, 三倍体よりも若干低い濃度であった。Cuについては三倍体が40.0~45.8 μ g/g, 二倍体が19.3~82.8 μ g/gで三倍体が年間を通じて一定の値を示したのに対して二倍体は変動が大きくその変動パターンはZnに類似していた。Feについては三倍体が23.9~43.9 μ g/g, 二倍体が34.0~50.7 μ g/gで若干三倍体の方が変動が大きく, 10, 12月に低値となった。10月には三倍体は最低値を示したのに対し, 二倍体は最高値となり対照的であった。Mnについては三倍体が9.3~19.9 μ g/g, 二倍体が6.5~22.6 μ g/gで共に変動が大きかったが, 二倍体は三倍体に比べて変動が大きく8, 10月に高値を示した。三倍体も8~12月にかけて高値であった。Crは三倍体が0.065~0.184 μ g/g, 二倍体が0.038~0.201 μ g/gで周年の変動が大きく, 共に10月に最高値を示した。Niについては三倍体が0.021~0.080 μ g/g, 二倍体が0.024~0.135 μ g/gでどちらも変動が大きいが二倍体が三倍体より変動が大きく共に10月に最高値を示した。Asについては三倍体が0.33~1.53 μ g/g, 二倍体

が0.28~1.10 μ g/gで共に周年の変動が大きく, 二倍体は10月に三倍体は10, 12月に高値を示した。二倍体の微量元素については, Zn, Cu, Cr, Asについては本県は毎年11月に調査を実施している[8-12]。県内の海域全域から採取されたものであるが, 過去5年間の平均値はZnが314~430 μ g/g, Cuが21.3~45.7 μ g/g, Crが0.05~0.12 μ g/g, Asが0.10~0.51 μ g/gで, Asが若干低値であるのを除いていずれも今回の調査結果の範囲内にある。また, Hiraoka[13]は広島湾の二倍体カキ中の微量元素を分析している。採取された時期は不明であるが, Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, Asがそれぞれ150, 27, 20, 2.6, 0.035, 2.4 μ g/gとなっており, Asを除いては今回の調査結果がいずれも高い値を示しているが平均含有濃度の順序は同じであった。採取時期, 採取場所が異なることがその一因であると考えられる。また, インドのベンガル湾のカキ中の微量元素についての報告[14-16]では, 含有濃度の順序がFe, Zn, Mn, Cuであるもの[14], Zn, Fe, Cu, Mnであるもの[15, 16]があり, 生育場所によってはその順序さえも異なることがあり, 周囲の環境の影響を受けやすいことがわかる。カキはエラと外套膜にCu, Znを高濃度に含有しており[14-16], これらの器官はフィルターの役目をすることから他の器官に比べて継続的に環境に

Table 1. Seasonal Variations of Metal Concentrations (μ g/g wet wt.) in Oysters (3N) during August 1995 to June 1996

Metal	Aug. 95	Oct.	Dec.	Feb. 96	Apr.	Jun.
Zn	310 \pm 4.1	370 \pm 19	373 \pm 25	328 \pm 5.2	318 \pm 4.2	351 \pm 4.3
Cu	42.9 \pm 0.63	44.5 \pm 1.8	45.8 \pm 1.5	40.5 \pm 0.29	40.0 \pm 0.33	42.6 \pm 0.80
Fe	43.9 \pm 0.41	23.9 \pm 0.38	31.5 \pm 2.6	36.6 \pm 0.24	40.1 \pm 0.52	36.1 \pm 0.48
Mn	19.9 \pm 0.18	14.1 \pm 0.26	15.2 \pm 0.39	10.4 \pm 0.13	9.8 \pm 0.14	9.3 \pm 0.18
Cr	0.103 \pm 0.009	0.184 \pm 0.018	0.065 \pm 0.019	0.109 \pm 0.028	0.150 \pm 0.009	0.114 \pm 0.015
Ni	0.043 \pm 0.012	0.080 \pm 0.009	0.066 \pm 0.012	0.059 \pm 0.007	0.058 \pm 0.006	0.021 \pm 0.006
As	0.69 \pm 0.02	1.36 \pm 0.07	1.53 \pm 0.10	0.67 \pm 0.02	0.43 \pm 0.02	0.33 \pm 0.01

Values are represented as mean \pm S.D. (n=5)

3N: Triploid

Table 2. Seasonal Variations of Metal Concentrations (μ g/g wet wt.) in Oysters (2N) during August 1995 to June 1996

Metal	Aug. 95	Oct.	Dec.	Feb. 96	Apr.	Jun.
Zn	414 \pm 1.8	591 \pm 8.4	485 \pm 2.0	287 \pm 2.7	260 \pm 11	297 \pm 5.6
Cu	61.1 \pm 0.64	82.8 \pm 1.7	55.5 \pm 0.8	36.4 \pm 0.62	19.3 \pm 0.57	49.1 \pm 2.4
Fe	48.4 \pm 0.28	50.7 \pm 0.34	40.6 \pm 0.77	46.2 \pm 0.59	42.0 \pm 0.58	34.0 \pm 0.63
Mn	22.6 \pm 0.28	19.4 \pm 0.32	14.2 \pm 0.27	9.6 \pm 0.20	6.5 \pm 0.21	14.1 \pm 0.13
Cr	0.125 \pm 0.024	0.201 \pm 0.024	0.038 \pm 0.005	0.041 \pm 0.006	0.072 \pm 0.012	0.100 \pm 0.006
Ni	0.045 \pm 0.015	0.135 \pm 0.010	0.079 \pm 0.018	0.041 \pm 0.003	0.024 \pm 0.005	0.035 \pm 0.011
As	0.73 \pm 0.06	1.10 \pm 0.09	0.80 \pm 0.05	0.71 \pm 0.04	0.34 \pm 0.01	0.28 \pm 0.01

Values are represented as mean \pm S.D. (n=5)

2N: Triploid

さらされているといえる。今回の調査ではCu, Znについては二倍体が季節変動が大きく、8～12月に高い値を示したのに対し三倍体はいずれも年間を通じてほぼ一定の値を示した。これは二倍体が8～12月にかけて産卵のためにグリコーゲンを消費することにより一頭体当たりの重量が減少するのであるが、グリコーゲンはエラや外套膜以外の部分に多く含まれることから、その結果としてg当たりのCu, Znの濃度が高くなることも一因として考えられる。また、産卵という生理学的変化によってこれらの含有量が増加していることも推測できる。Mnについては二倍体が6～12月に、三倍体が8～12月に高濃度であるが、Cu, Znほどではないがエラと外套膜の部分に多く含まれることが報告[15, 16]されていることから、一頭体当たりの重量の減少が影響していることも考えられる。また、児玉ら[17]はCd添加海水中で飼育したカキ中のZn, Cu, Cdの挙動から重金属相互の競合の存在を推察し、カキ中の他の物質との化学的結合を示唆している。

生育環境が異なっているが、Zn, Cu, Fe, Mnについては、総じて二倍体が周年の変動が大きく、その含有濃度も高い傾向にあった。Cr, Ni, Asについて

は二倍体、三倍体共に季節の変動が大きく、含有濃度はほぼ同程度であった。また、二倍体、三倍体共にいずれの元素も8～12月に含有濃度が高くなっていた。これら微量元素は周辺的环境によって影響を受けることはもちろんであるが、二倍体の方が季節変動が大きいことから産卵などの生理学的変化が微量元素の含有濃度に影響をあたえていることに加えて各元素相互の競合やカキ中の他の物質との化学的結合も考えられる。

2. タウリンの季節変動

タウリン含有濃度の周年変化をFig.1に示した。

三倍体は8.1～9.8mg/g、二倍体は7.7～9.6mg/gでどちらも年間の変動は比較的少なかったが、産卵前の6月に最高となった。二倍体と三倍体の間に含有量には顕著な差はみられなかった。二倍体のタウリンの周年変化についてはこれまでも数例の報告[18, 19]があり、その含有量はそれぞれ7.3～8.8mg/g、7.0～12.4mg/gであった。含有量については、今回の調査結果もこれらの値とほぼ同程度であった。年間の変動は4, 5月が最小で12, 1月が最高値を示した例[18], 産

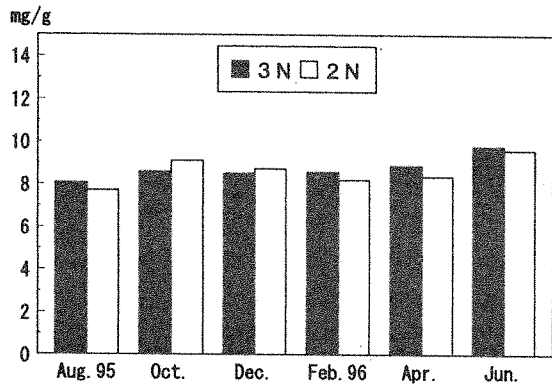


Fig 1. Seasonal variation of taurine content in triploids (3N) and diploids (2N)

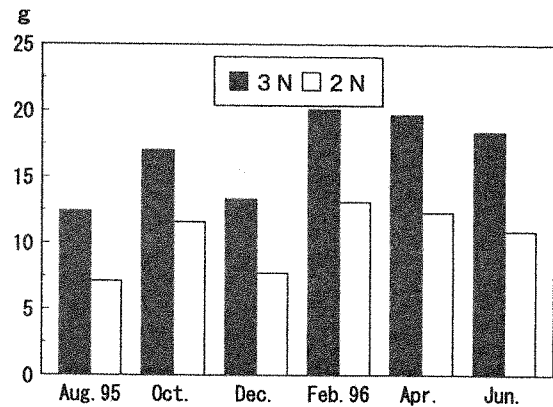


Fig 2. Seasonal variation of wet flesh weight in triploids (3N) and diploids (2N)

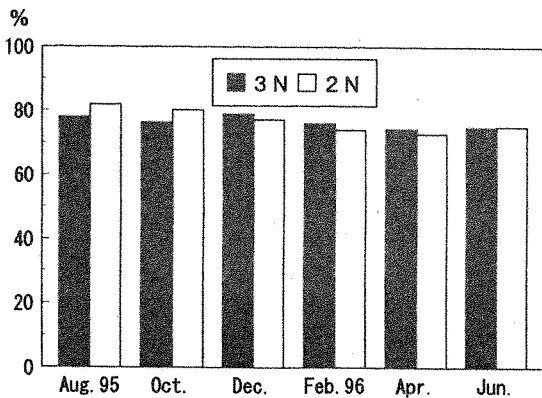


Fig 3. Seasonal variation of moisture content in triploids (3N) and diploids (2N)

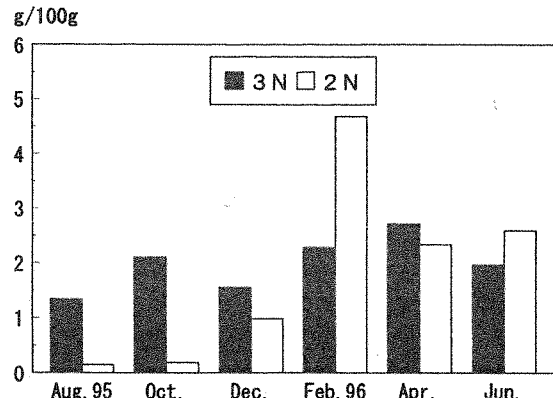


Fig 4. Seasonal variation of glycogen content in triploids (3N) and diploids (2N)

卵前の4, 5月に増加して6月に最高となり, 産卵期の7~9月に減少する例も報告[19]されているが, 今回の調査では二倍体と共に三倍体についても後者とほぼ同様の傾向がみられた. タウリンは血中コレステロール低下作用, 肝機能の向上, 網膜異常の予防等に効果があるとして栄養学的見地から注目されている遊離アミノ酸である. 浸透圧調節作用をもつことから海水産の貝類には高含量であり, 特に, カキには全アミノ酸の30%以上も含まれるとの報告[3]もある. また, タウリンはプロリンやグリシンが旨みを引き出す成分として知られているのに比べて味にはあまり関与せず, 他のアミノ酸がカキの旬である2, 3月に最高値を示し6~8月に最低値となるのに対して6月に最高値を示し, 9月に最低値となるとの報告[19]がある.

3. 水分及びグリコーゲン等の季節変動

二倍体と三倍体カキのむき身一個体当たりの重量, 水分及びグリコーゲン含量の周年変化をそれぞれFig.2, 3, 4に示した.

一個体当たりの重量は二倍体が7.1~13.1gで8月に最低値を示したがその後増加して2月に最高値を示した. 三倍体は12.4~20.1gで二倍体とほぼ同様の変動パターンを示したが, 重量はいずれの月も二倍体の1.5~1.7倍であった. 水分含量は三倍体が74.3~78.9%と年間を通じて一定であるのに対して, 二倍体は72.7~81.8%と変動し, 8, 10月に高い値を示した.

グリコーゲンは二倍体が8, 10月に0.15, 0.19%と著しく低下したが, 12月に0.98%まで増加し2月には4.7%と最高値を示した. その後は2.3, 2.6%と安定した値を示した. 三倍体は二倍体が低値となった8, 10月にも1.3, 2.1%とそれほど低下せず, 12月に1.6%とやや低かったもののその後は2%以上で推移した. 二倍体は8, 10月に著しく低下するがその後回復し, 最高値は三倍体よりも高い値を示した. 三倍体は二倍体に比較して変動が小さく年間を通じて安定していた. 二倍体は産卵期の7~9月にグリコーゲンを消費し, その直後の10月もグリコーゲン含量が少なく, 水分含量の多い, 一個体当たりの重量が少ないいわゆる水ガキとなる. これに対して三倍体は配偶子の形成が抑制されることによりグリコーゲンの消費も抑制されるといわれているが[1], 今回の調査でもこのことが明らかとなった.

ま と め

広島湾で養殖されている二倍体と三倍体カキ中の微量元素7種 (Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, Ni, As), タウリン, グリコーゲン, 水分の含有濃度の季節変動を調べ

た. 微量元素のZn, Cu, Fe, Mnについては, 二倍体が三倍体よりも季節変動が大きく含有濃度も高かった. Cr, Ni, Asについては, 二倍体, 三倍体共に季節変動が大きく, 含有濃度はほぼ同程度であった. また, 二倍体, 三倍体共にいずれの元素も概ね8~12月に高値であった. これらの変動は周辺環境の影響と共に産卵等の生理学的変化の影響, 各元素相互の競合, カキ中の他の物質との化学的結合等によるものと考えられる.

タウリンは二倍体, 三倍体共に7.7~9.8mg/gと高濃度に含まれ, 両者の間に顕著な差はみられなかった. また, 季節変動も小さかったが, 産卵前の6月にやや高い値を示した.

グリコーゲンについては, 二倍体が産卵期とその直後(8~10月)に低値を示し12月にも完全に回復していないのに対し, 三倍体は比較的減少が小さく年間を通じて安定した値を示した. ただ, カキの旬といわれる2月には二倍体の方が三倍体の二倍近い値であった. また, 水分含量も8~10月は三倍体よりも二倍体が多く, 二倍体は身入りのよくないいわゆる水ガキであった.

謝 辞

本研究を行うにあたり, 貴重な三倍体カキをご提供くださった広島県水産試験場村上恭祥場長並びに堀田正勝生産部長に深謝致します.

文 献

- [1] 赤繁 悟, 伏見 徹: 日本水産学会誌, **58**, 1063-1071 (1992).
- [2] 木村修一, 左右田健次編: 微量元素と生体, 秀潤社, 東京, 1987, p. 40.
- [3] 國崎直道, 与儀克子, 青木隆子: 女子栄養大学紀要, **22**, 85-90 (1991).
- [4] 中村喜孝: 食品と科学, **26**, 90 (1984).
- [5] 辻啓介: 化学と生物, **23**, 217-218 (1985).
- [6] 日本食品工業会食品分析法編集委員会編: 食品分析法, 光琳, 東京, 1982, p. 208-210.
- [7] 日本薬学会編: 衛生試験法注解, 金平出版, 東京, 1990, p. 255-257.
- [8] 広島県衛生研究所: 広島県衛生研究所業務年報, **25**, 33 (1991).
- [9] 広島県衛生研究所: 同上, **26**, 29 (1992).
- [10] 広島県保健環境センター: 広島県保健環境センター業務年報, **1**, 36 (1993).
- [11] 広島県保健環境センター: 同上, **2**, 33 (1994).

- [12] 広島県保健環境センター：同上, 3, 23 (1995).
- [13] Y. Hiraoka : Environmental Pollution, 70, 209-217 (1991).
- [14] B. Bhattacharya : Toxicological and Environmenal Chemistry, 42, 123-130 (1994).
- [15] A. Mitra, A. Choudhury : Indian j. Environ. Hlth., 35, 139-141 (1993).
- [16] A. Mitra, MD. Ghayasuddin, A. Choudhury : Indian j. Environ. Hlth., 36, 205-208 (1994).
- [17] 児玉陽太郎, 森本一義, 中島暉躬 : 衛生化学, 24, 132-138 (1978).
- [18] 水産庁研究部研究課 : 昭和63年度魚介類有効栄養成分利用技術成果の概要, 258-259 (1989).
- [19] M. Sakaguchi, M. Murata : Nippon Suisan Gakkaishi, 55, 2037-2041 (1989).