The Japan Society of Cookery Science

日本調理科学会誌　Vol. 45, No. 5, 339～345 (2012)〔ノート〕

北海道厚岸産シングルシード方式による養殖マガキ成分の季節変化

Seasonal Variation in the Chemical Constituents of Pacific Oyster Cultured by the Single Seed Method in Akkeshi, Hokkaido

米田千恵*§　笠松千夏**　村上知子***　香西みどり**　畑江敬子****
Chie Yoneda　Chinatsu Kasamatsu　Tomoko Murakami　Midori Kasai　Keiko Hatae

The seasonal change in levels of the chemical constituents in the whole body of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, cultured by the single seed method in Akkeshi, Hokkaido was investigated. The whole body weight after shelling and the soft tissue index were at the lowest levels in August 2004 and September 2005 after the spawning season. The protein content increased before and after the spawning season. The level of glycogen decreased to less than 10% on a dry matter basis before and after the spawning season, although it increased to more than 20% from autumn to spring. The total content of adenosine triphosphate (ATP) and related compounds was the highest in November and the lowest in September. The levels of total free amino acids were highest in June and lowest in September, the major amino acids being taurine, alanine, proline, glycine, and glutamic acid. A sensory evaluation revealed that the extract prepared from specimens in November was milder in taste and weaker in bitterness than that prepared from specimens in September.

キーワード：マガキ　Pacific oyster；養殖　aquaculture；季節変化　seasonal variation；エキス成分　extractive components

緒　言

カキはイタボガキ科の二枚貝の総称で，世界各地で食され，とくに欧米でも生食される数少ない魚介類の1つである。マガキ *Crassostrea gigas* が最重要品種であり，養殖量は最も多い。日本のカキ養殖は，17世紀に広島で始められ，1930年頃から垂下式養殖法が普及し，養殖量が増加した。平成16年（2004年）～22年（2010年）の養殖カキ収穫量は，19万～23万トンで推移している[1,2]。主要な産地は，広島県を中心とした瀬戸内海水域および宮城県，岩手県を主とした三陸沿岸であり，これらの地域で収穫量の89%を占めている[1,2]。一方で，北海道のカキ収穫量は約4,000トンと全国7位ではあるが，北海道東南部の厚岸町では古くからカキ養殖が行われてきた。厚岸町でのカキ養殖は，宮城県産のマガキ稚貝を移入して，ホタテガイ貝殻を数珠状に連ねた採苗器に稚貝を付着させる垂下式養殖による生産が大部分であり，太平洋に面する厚岸湾および汽水湖である厚岸湖が主たる養殖場である。近年，厚岸町では人工種苗生産技術の開発に取り組み，国内で初めてシングルシード（single seed）方式カキ種苗システムを確立した[3]。シングルシードとは，カキの成熟幼生の付着習性を利用し，約0.35 mmの幼生を約0.2 mmのカキ貝殻粉末に付着させて稚貝に変態させる方法である。貝殻1片に単体が付着することからその名がつき，平成10年に厚岸町カキ種苗センターが建設され，母貝飼育，幼生飼育，採苗，中間育成と試料となる微細藻類の生産を集約的に行っている[4]。このセンターにおいて稚貝が殻高3 mm以上に生育すると，丸籠に約250個体ずつ入れて，厚岸湖および厚岸湾にて養殖される。従来のホタテガイ貝殻基盤に付着したカキと違い，シングルシード方式のカキ稚貝は籠の中で浮遊するため，貝殻に丸みが出て，軟体部がふっくらと厚くなり，またストレスの原因となる付着物がつきにくく，甘みが強いカキができるといわれている。このシングルシード方式の養殖マガキは“カキえもん”と命名され，平成16年（2004年）10月より出荷されている。

魚介類は美味となる旬の時期が明瞭であり，マガキも例外ではなく，晩秋から春にかけての時期が旬とされている。カキの身入り（軟体部重量の殻付き重量に対する割合のことで軟体指数または身歩留まりともいう）は生殖腺の発達と密接な関係があり[5]，対応して体構成成分も変化し，呈味およびテクスチャーに影響を与えている。マガキ成分の季節変化については，これまでに宮城県産マガキの一般成分や三重県産マガキの遊離アミノ酸について報告[6,7]があるが，北海道産マガキの成分について呈味への影響を含めて詳細に検討した報告はない。厚岸産マガキの産卵期は，通常7月下旬から8月中旬であるが，初夏の水温は厚岸湾（5℃付近）より厚岸湖（15℃付近）の方が高い。放精・放卵には10℃以上の水温が必要なため，概ね5月には，マガ

* 千葉大学
(Chiba University)
** お茶の水女子大学
(Ochanomizu University)
*** 元北海道教育大学釧路校
(Former Kushiro Campus, Hokkaido University of Education)
**** 昭和学院短期大学
(Showagakuin Junior College)
§ 連絡先　千葉大学教育学部
〒263-8522　千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33
TEL 043(290)2586　FAX 043(290)2586

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

キを水温の高い厚岸湖に移し，成熟度を高め，産卵期を迎えさせる。産卵期後は餌の多い厚岸湾に戻し，身入りさせて，出荷している。また，厚岸湖の水深は最も深いところで約15 mあり，また，水温は，年間を通じて約－5～26℃と変化に富み，厚岸湾も養殖場としているため，塩分濃度の変化も大きく受ける。厚岸産シングルシード方式養殖マガキは例年11月～6月の期間に出荷されているが，本養殖方式による北海道産マガキのエキス成分の季節変化についての報告はこれまでにない。そこで本研究では，北海道厚岸産シングルシード方式で養殖されたマガキ成分の季節変化について明らかにすることを目的とした。またマガキ生軟体部から調製したエタノール抽出エキスについて，官能検査を行い，採取時期による呈味の違いについても検討した。

試料および方法

1.　試料

2004年6月から2006年1月に厚岸産シングルシード方式養殖マガキ（規格Lサイズ）を毎月または隔月で入手した。2004年6月および7月，2005年6月および7月のマガキは厚岸湖から水揚げされたものであり，この他の採取月のマガキは厚岸湾から水揚げされたものである。マガキ試料は，受精後幼生となってから2年または3年経過した成貝であり，産卵期後から翌年の産卵期前までは同一世代の試料である。養殖場から水揚げしたマガキは，紫外線殺菌水に3～4日間浸けた後，殺菌水から引き揚げて冷蔵条件下，実験室へ発送した。発送から2日後に実験室に届き，このときマガキは硬く殻を閉じている状態であり，その日のうちに実験に用いた。各測定月とも4個体を供試した。まず，殻付き重量を測定後，殻を取り除き，軟体部をむき身として得た。次に，軟体部に付着した殻片やその他付着物を取り除くために，軟体部を4℃に冷やした2%食塩水で約30秒間洗った[7]。ペーパータオルで表面の水分を拭き取った後，軟体部重量を測定した。重量測定後の軟体部を試料とし，個体ごとに細切後，以下の分析に用いた。

2.　軟体指数

軟体指数は，下式により算出した。

$$\text{軟体指数（\%）} = (\text{軟体部重量} / \text{殻付き重量}) \times 100$$

3.　一般成分およびグリコーゲン

2004年6月から2006年1月の養殖マガキの軟体部につき，以下のように測定した。水分は105℃での常圧加熱乾燥法により恒量を求めた[8]。粗タンパク質はミクロケルダール分解法（ケルテック1030型，日本ゼネラル）により全窒素量を求め，窒素係数6.25を乗じて粗タンパク質を算出した[8]。粗脂質はBligh および Dyer 法[9]により求めた。粗灰分は，直接灰化法により求めた[8]。

グリコーゲンの定量[10]は，まず試料5 gに30% KOH 10 mlを入れ，沸騰水中にて液化分解した。放冷後，エタノール20 mlを加え混和し，3,000 rpmで15分間遠心分離した。上清を除いて，得られた沈殿に蒸留水1 mlを加え加温しながら飽和KCl 1滴，1.5倍容のエタノールを加え混和し，3,000 rpmで15分間遠心分離して，上清を除いた。この操作を2回繰り返した後，得られた沈殿に蒸留水2 ml加えて溶解後，2 N H_2SO_4 1 mlを加え，沸騰水浴中で2.5時間加水分解を行った。放冷後，0.5 N NaOHにより中和した。これを蒸留水で25 mlに定容し，グルコースを定量した。グルコースの定量は，フェノール硫酸法により，検量線からグルコース量を算出し，これに0.9を乗じてグリコーゲン量とした。

4.　ATPおよび関連化合物

2005年1月から2006年1月の養殖マガキについて，既報[11]の方法にもとづき，過塩素酸抽出液を調製した。ATPおよび関連化合物は高速液体クロマトグラフィーLC-10A型（島津製作所）を用いて測定した。試料を0.2 Mリン酸ナトリウム（pH 2.97）で平衡化したHPLCカラムGS-320HQ（7.6 mm×250 mm；昭和電工(株)）に供し，流速0.6 ml/分，吸光度260 nmで検出した。

5.　遊離アミノ酸

2005年1月から2006年1月の養殖マガキについて，前述のように調製した過塩素酸抽出液を高速アミノ酸分析計L-8800A型（日立製作所）に供し，遊離アミノ酸を定量した。

6.　官能検査

2005年9月（産卵期後）および11月の試料からそれぞれ既報[12]に従い，エタノール抽出エキスを調製した。すなわちマガキ軟体部50 gにエタノールを終濃度80%となるように加え，氷冷下15分間ホモジナイズし，7,800 rpmで30分間遠心分離した。得られた上清からエタノールを除去し，脱イオン水で250 mlに定容した。エタノール抽出エキスは官能検査を行うまで－20℃で保存し，官能検査の前日に冷蔵庫（4℃）で解凍した。エキスの食塩濃度をデジタル塩分計ES-421（アタゴ（株））で測定し，固体の食塩を添加して，食塩量を終濃度0.5%に調整した。このように調製した2種のエキスについて，どちらか一方を基準として，他方のエキスについて，5段階の尺度（－2～＋2）を用いた2点識別試験変法により官能検査を行った[13,14]。評価項目は，甘味，塩味，苦味，酸味，うま味，まろやかさ，こく，持続性，生臭みである。パネルは官能評価に熟練したお茶の水女子大学調理学研究室員26人で構成した。パネルは5味の識別テストならびに濃度差識別テストを合格した者で[13]，かつ水産物エキスの官能検査に熟練した者である。官能検査用ブースで赤色ランプを点灯し，エキスの温度は室温として，それぞれのエキスを1人あたり約5 ml供試した。

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

7. 統計処理

得られたデータについてボンフェローニ法による多重比較法により分析した。また官能検査のデータについては，t 検定を行った。統計処理ソフトはExcel 統計 Ver. 6.0（エスミ(株)）を用いた。

結果および考察

1. マガキ重量の季節変化

実験に用いたマガキの平均殻付き重量および平均軟体部重量はそれぞれ，88.0±13.0 g および 15.9±4.6 g であった。軟体部重量および軟体指数の季節変化を Fig. 1 に示す。産卵期は，2004 年は 7 月下旬，2005 年は 8 月下旬であった。産卵期後である 2004 年 8 月および 2005 年 9 月の試料の軟体部重量はそれぞれ 7.3±1.9 g および 8.9±3.9 g となった。このときの軟体指数は 10%未満となり，外観からも軟体部全体が透明にみえる“水ガキ”の状態であった。産卵期から 1 カ月以上経過した 2004 年 9 月および 2005 年 10 月の試料では，軟体部重量がそれぞれ 14.1±2.7 g および 13.2±1.7 g となり，対応して軟体指数は有意に増加して 15%を超えていた。さらに冬季から翌年の 6 月にかけては，軟体指数が 20%以上となる月もあった。この時期の軟体部重量の増加は次の産卵期に向けた生殖腺の発達と関連があり，マガキは定まった生殖腺をもたないため，形態学的には生殖間質結合組織が増加しているといえる[5]。とくに産卵期の 2 カ月前にあたる 6 月の試料では軟体指数が 22%であったが，産卵期直前（2004 年 7 月および 2005 年 7 月）の試料では，軟体部重量，軟体指数がともに減少していた。産卵期直前には，生殖間質結合組織が退縮して第二次濾胞に置き換わることが組織観察から示されており[5,15]，組織学的変化が軟体指数に影響している可能性も考えられる。

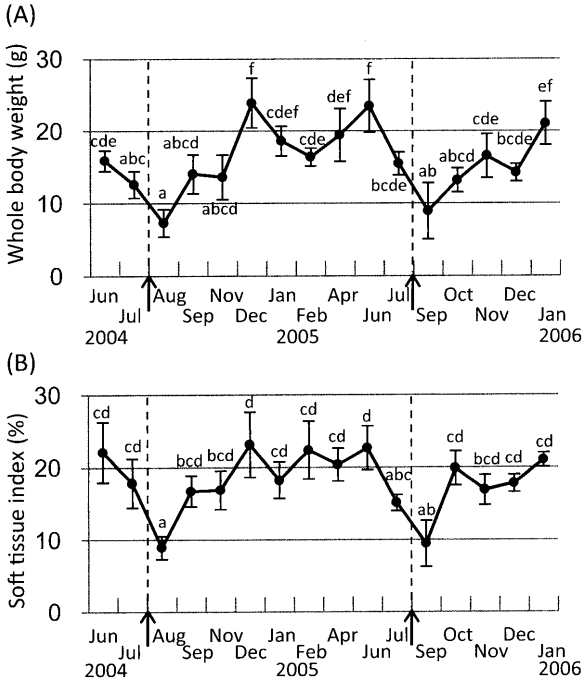

Fig. 1. Seasonal variations of whole body weight after shelling (A), and the soft tissue index (B) of Pacific oyster cultured between June 2004 and January 2006 (n=4). Values are given as mean±standard deviation (SD). [a-f] Different small characters indicate significant difference ($p<0.05$) among different sampling times. Arrows indicate the spawning season.

2. 一般成分およびグリコーゲンの変化

水分，灰分の変化を Fig. 2 に，タンパク質，脂質，グリコーゲンの変化を Fig. 3 に示す。水分を除いて，乾重量換算で示す。水分は，測定期間を通じて 77.2～88.9%で推移

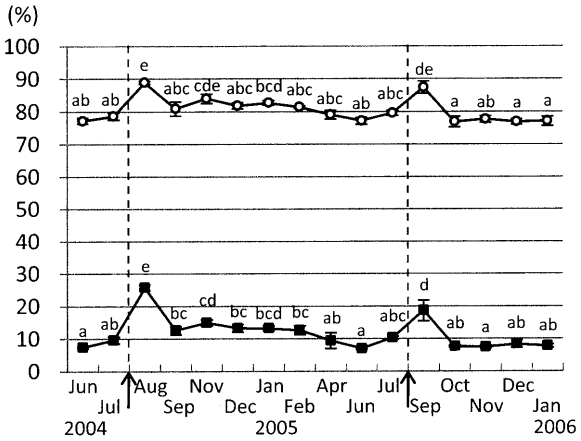

Fig. 2. Seasonal variations of moisture (○) and crude ash (■) in the whole body of oyster (n=4) cultured between June 2004 and January 2006. Data represent as% of the dry weight except moisture (% of the wet weight). Arrows indicate the spawning season. Different letters indicate significant difference ($p<0.05$) among different sampling times.

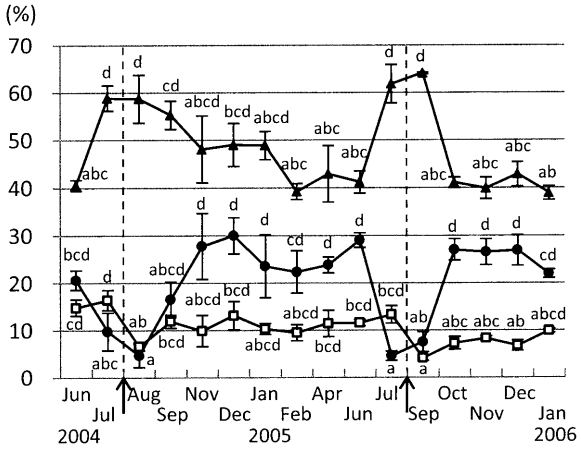

Fig. 3. Seasonal variations of crude protein (▲), crude lipid (□) and glycogen (●) in the whole body of oyster (n=4) cultured between June 2004 and January 2006. Data represent as% of the dry weight. Arrows indicate the spawning season. Different letters indicate significant difference ($p<0.05$) among different sampling times.

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

し，産卵期後の2004年8月および2005年7月にそれぞれ，87.4%および88.9%と最高になった。灰分は，水分と同様の変化パターンを示し，産卵期後に有意に増加した。タンパク質は，産卵期前（2004年7月および2005年7月）および産卵期後（2004年8月および2005年9月）の試料で高含量となり，乾重量換算にして58.8～61.8%であった。2005年7月および9月の試料ではタンパク質量が60%以上となり6月および10月のものと比較して有意に多かった。一方，脂質は，乾重量換算で4.1～16.4%と変化し，産卵期前である2004年7月および2005年7月にそれぞれ16.4±2.1%および13.3±1.8%となり，産卵期後に急激に減少し，5%程度になった。また，グリコーゲンは，産卵期前および産卵期後では10%未満と最低になったが，産卵期から1カ月以上経過した2004年9月および2005年10月の試料ではそれぞれ，16.5±3.7%，27.0±2.3%と急増した。11月，12月のグリコーゲン量は25%を超えていた。2005年1月～4月のグリコーゲン量は，25%を下回ったが，産卵期前（2005年6月）の試料では，29.0±1.6%と高含量であった。

貝類では，脂質のみならずグリコーゲンが主たる貯蔵物質となっており[16]，産卵期後にグリコーゲンが急減することがこれまでにホタテガイ，アサリ，アワビ，トコブシで報告されている[17-20]。宮城県女川産カキの一般成分の季節変化では[6]，グリコーゲンは2月から4月にかけて高含量となり（乾重量換算で15～20%），産卵期（8月）に最低となっている。また，タンパク質は，産卵期前の6～7月に最高となり，グリコーゲンとは反対の変動を示している[6]。今回分析した厚岸産養殖マガキにおいて，タンパク質とグリコーゲンの間には負の相関関係が認められた（r=−0.83）。グリコーゲンは，10月以降に増加しており，この時期は次の産卵期に向けてグリコーゲンをエネルギー源として貯蔵しているものと考えられる。また，北海道産ホタテガイにおいても，同様にタンパク質とグリコーゲンの間に負の相関関係が認められている[17]。一方で脂質については，一般に貝類では魚類よりも脂質含量が低く，顕著な季節変化はみられないが，厚岸産マガキではグリコーゲンの急減する産卵期前に脂質量が多く，産卵期後に急減した。フランス産マガキについて成分の季節変化を調べた結果によると，産卵期前の4月から7月にかけて脂質がわずかに増加している[15]。前述のように生殖組織の発達に伴って軟体部重量は増加するが，化学的には体貯蔵物質であるグリコーゲンおよび脂質が蓄積されている[5]。フランス産マガキについてグリコーゲン代謝に関わる酵素のmRNA蓄積量を調べた結果によると[21]，グリコーゲン分解に関与するグリコーゲンホスホリラーゼのmRNA蓄積量は5月に最高値を示した。マガキではグリコーゲンが主な貯蔵物質になって，生殖組織の発達に際して脂質に先立って消費されるが，産卵期直前には脂質もエネルギー源として利用されているものと推測される。

3.　ATPおよび関連化合物の変化

マガキ軟体部のATPおよび関連化合物の季節変化をFig. 4に示す。ATPおよび関連化合物の総量は2005年1月～2006年1月の間で2.2～5.6 μmol/gの範囲で推移した。産卵期後の2005年9月に総量が2.2±0.6 μmol/gと最低になった。一方で2005年11月のATPおよび関連化合物総量は10月よりも有意に増加して5.6±0.8 μmol/gと最高になった。各測定月ともATP，ADP，AMPの合計が総量の95%以上を占めており，イノシン酸（IMP）は総量の0.6～3.5%と少なく，アデノシン（AdR），イノシン（HxR），ヒポキサンチン（Hx）は，検出されないか検出されてもごく微量であった。また，ATPの構成比率は20～40%の範囲で推移し，比較的気温の高い時期であり，かつ産卵期前後にあたる6月から10月の試料ではATPの比率が約20%と低かった。AMPはIMPほど強くはないがうま味を有し，グルタミン酸との相乗作用を有することが報告されている[22]。AMPは2005年10月，11月および2006年6月の試料で1 μmol/g以上含有しており，産卵期後の2005年9月に最低（0.4 μmol/g）となった。

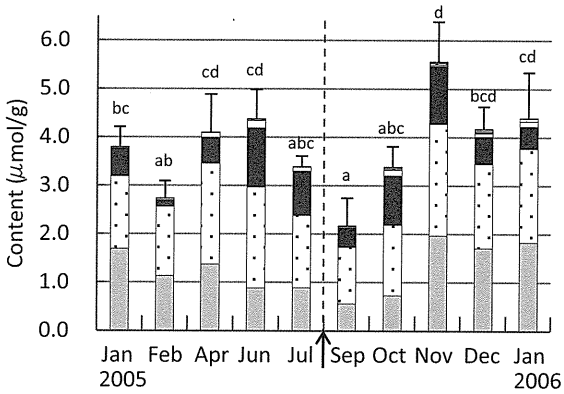

Fig. 4.　Changes in contents of ATP and related compounds (μmol/g) in the whole body of Pacific oyster (n=4). ▨, ATP; ⊡, ADP; ■, AMP; □, IMP; ▨, AdR (adenosine); ■, inosine (HxR); ▥, Hx (hypoxanthine). [a-d] Different small characters indicate significant difference ($p<0.05$) shown in the contents of total ATP and related compounds among different sampling times. An arrow indicates the spawning season.

4.　遊離アミノ酸

遊離アミノ酸総量および主要なアミノ酸の季節変化をTable. 1に示す。2005年1月～4月にかけては，遊離アミノ酸総量は1,300 mg/100 g前後で推移し，2005年6月に有意に増加して1,934±130 mg/100 gと最高になった。最高値を示したのは，タンパク質量が増加する1ヵ月前であり，タンパク質合成に先立って遊離アミノ酸量が増加していたと推測される。産卵期前の7月には，6月の約62%に減少し，さらに産卵期後の9月の遊離アミノ酸総量は，529±108 mg/100 gと測定期間を通じて最低となり，これは6

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

月の約27%であった。一方，2005年10月には974±449 mg/100 gと増加傾向を示し，以降2006年1月まではアミノ酸総量は増加していた。またタウリンが総量の33～55%を占めており，次いでアラニン，プロリン，グリシン，グルタミン酸，アスパラギン酸の含量が高く，これらのアミノ酸で総量の72～86%を占めていた。

Table 1に示したその他のアミノ酸について遊離アミノ酸総量に対する割合をみると，産卵期前後の2005年7月および9月に10%未満となり，10月に最高（24%）となった。次に，主要なアミノ酸の季節変化についてみると，タウリン，グルタミン酸，アルギニン，β-アラニンは遊離アミノ酸総量と同様の変化パターンを示し，2005年6月に最高となり，9月に最低となった。7月の試料において，タウリン，グルタミン酸の含量は6月の試料よりも有意に減少し，9月の試料では7月の試料と比較して有意に減少していた。プロリンは12月に最高値（180±32 mg/100 g）を示したが，次いで6月の試料において高含量を示し，両者の間に有意差はみられなかった。アラニンは，2005年4月，6月，11月，12月，および2006年1月の試料で130 mg/100 g以上となった。グリシンは産卵期前の7月に最高値（152±88 mg/100 g）を示し，9月～11月の試料では，40～54 mg/100 gと少なかったが，2005年1月，2月，7月，12月，2006年1月の試料では100 mg/100 g以上であった。

既報[7]の三重産マガキの遊離アミノ酸の季節変化では，タウリンとアラニンを除いて，遊離アミノ酸は2月または3月に最高値を示したと報告されている。タウリンは産卵期前の6月に最高となり，今回の分析結果と一致している。厚岸産マガキでは，産卵期前の6月の試料において遊離アミノ酸総量，タウリン，グルタミン酸，アルギニンが4月の試料よりも有意に増加した。また，産卵期後のアミノ酸量の変化をみると，最高値を示す時期が三重産マガキより厚岸産マガキのほうが1～2ヵ月早い傾向がみられた。先に述べたグリコーゲン量，ATPおよび関連化合物総量と同様に遊離アミノ酸量が産卵期後の10月以降の試料で急激に増加した。厚岸町でのマガキ養殖は，産卵後から翌年4月までは厚岸湾で養殖している。厚岸湾の水温は，9月に約17℃と年間を通じて最高水温となり，11月に約10℃，1月～3月は約－5～－1℃となる。秋から冬にかけての急激な水温低下が本州産のマガキに比べてグリコーゲンや遊離アミノ酸などの蓄積をもたらしている可能性も考えられる。また，養殖場所の違いによる摂餌量や塩分濃度の変化も成分の季節変化に関わる要因として考えられる。遊離アミノ酸は，マガキの浸透圧調節に関与する成分であるが[23]，今回は試料採取の間隔が月単位であったこと，さらに生殖周期の影響を大きく受けていたため，塩分濃度の影響はそれほど大きくないと考えられる。

Table 1. Seasonal variations of the major and total amino acids (mg/100g) in the whole body of Pacific oyster (n=4)

	2005 Jan	2005 Feb	2005 Apr	2005 Jun	2005 Jul*	2005 Sep**	2005 Oct	2005 Nov	2005 Dec	2006 Jan
Taurine	481±26^{ab}	511± 27^{b}	542± 85^{b}	815±101^{c}	588±110^{b}	293± 50^{a}	405±137^{ab}	439±32^{ab}	576± 47^{b}	566± 81^{b}
Aspartic acid	85± 2^{bcd}	81± 6^{bcd}	74± 25^{bc}	49± 13^{ab}	74± 24^{bc}	20± 5^{a}	47± 29^{ab}	47± 4^{ab}	93± 24^{cd}	117± 11^{d}
Glutamic acid	96± 8^{bc}	105± 19^{bc}	122± 32^{bc}	190± 5^{d}	100± 17^{bc}	42± 10^{a}	76± 33^{ab}	87±12^{ab}	118± 10^{bc}	135± 21^{c}
Proline	119±18^{bcd}	102± 19^{abcd}	146± 52^{cd}	169± 49^{d}	40± 10^{ab}	10± 7^{a}	56± 77^{abc}	143±30^{cd}	180± 32^{d}	144± 14^{cd}
Glycine	149±21^{cd}	144± 21^{bcd}	54± 12^{ab}	60± 18^{abc}	152± 88^{d}	42± 7^{a}	40± 13^{a}	54±16^{ab}	119± 37^{abcd}	137± 28^{abcd}
Alanine	106±21^{abcd}	96± 30^{abc}	170± 64^{d}	150± 14^{bcd}	77± 14^{ab}	47± 11^{a}	73± 32^{ab}	137±20^{bcd}	146± 7^{bcd}	159± 20^{cd}
β-Alanine	42± 4^{bc}	42± 11^{bc}	38± 9^{abc}	62± 4^{c}	41± 22^{bc}	12± 4^{a}	19± 12^{ab}	24± 4^{ab}	42± 6^{bc}	45± 9^{bc}
Arginine	25± 2^{ab}	50± 14^{b}	51± 16^{b}	112± 12^{c}	39± 24^{ab}	12± 4^{a}	24± 13^{ab}	42± 9^{ab}	55± 3^{b}	56± 16^{b}
Others	201±44^{abc}	162± 38^{ab}	155± 54^{ab}	326± 56^{bc}	87± 16^{a}	52± 14^{a}	233±174^{abc}	236±29^{abc}	369± 89^{c}	348± 88^{c}
Total	1,303±35^{bc}	1,292±112^{bc}	1,352±269^{bc}	1,934±130^{d}	1,197±252^{bc}	529±108^{a}	974±449^{ab}	1,207±80^{bc}	1,698±153^{cd}	1,706±207^{cd}

*before spawning, **after spawning.

a-d Different small characters within the same row indicate significant difference ($p<0.05$) among different sampling times.

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

5.　官能検査

厚岸産マガキの成分の季節変化を調べたところ，産卵期後の各成分量の増加が既報[6,7]の本州産マガキに比べて急激であることが示された。とくにATPおよび関連化合物は11月に最高となり，グリコーゲンは10月～12月の試料で25%を超えていたため，11月のマガキの呈味の特徴について明らかにしたいと考え，成分量が最低となった9月の試料との比較による官能検査を行った。2005年9月および11月のマガキから調製したエタノール抽出エキスについて官能検査を行ったところ（Table 2），9月のエキスを基準とすると，11月のエキスは苦味が弱く，まろやかさが有意に強いことが明らかとなった。その他の項目では有意差は認められなかった。また，別途好ましさについても質問したところ，9月のエキスを基準とすると11月のエキスは0.42±0.78と評価され（n＝26），5%の危険率で有意に好まれた。福家および鴻巣[24]はオミッションテストにより魚介類の呈味有効成分を明らかにしており，ホタテガイではグリシン，グルタミン酸，アラニン，アルギニン，AMP，Na^+，K^+，Cl^-の8成分が，アサリでは，アラニンは含まれないものの，タウリンとコハク酸を加えた9成分が呈味に関与する成分として報告されている。またアディッションテストによりグリコーゲンをホタテガイ合成エキスに添加したところ，こくおよび持続性が増し，天然の味に近づいた[25]。前述のように9月のマガキは産卵期後の身のやせた状態であるが，今回，テクスチャーは考慮に入れずに呈味の違いについて明らかにするためにエキスによる官能検査を行った。9月の試料は，グリコーゲン，遊離アミノ酸，ATPおよび関連化合物が最低値を示していたため呈味に乏しく，苦味が強く評価されたものと考えられる。一方で，11月の試料の方がグリコーゲンや遊離アミノ酸，AMPを多く含有していることから，まろやかさが有意に強いと評価され，好ましさにも有意差が認められたものと考えられた。本州産マガキでは，2月および3月に遊離アミノ酸が最高となることから[7]，今後，産卵期から3か月後の11月と6カ月後の2月の試料についてエキスの官能検査を行い，厚岸産マガキの旬について詳細に検討したい。

Table 2. Differences between oyster extracts prepared from the Pacific oyster obtained in September 2005 and that obtained in November 2005 by sensory evaluation（n＝26）

Sweetness	0.17±0.73	n.s.
Saltiness	0.31±0.81	n.s.
Bitterness	−0.40±0.68	**
Sourness	−0.12±0.62	n.s.
Umami	0.27±0.79	n.s.
Mildness	0.38±0.68	**
Fullness	0.12±0.84	n.s.
Continuity	0.15±0.78	n.s.
Fishy odor	−0.21±0.80	n.s.

Using the extracts prepared from the Pacific oyster obtained in September 2005 as the reference, panelists evaluated the difference of the extracts prepared from Pacific oyster obtained in November 2005 with a scale of −2 to +2. $^{**}p<0.01$, and no significance（n. s.）.

要　約

北海道厚岸産シングルシード方式による養殖マガキ成分の季節変化について調べた。産卵期後の2004年8月および2005年9月の試料は軟体部重量ならびに軟体指数ともに最低となった。タンパク質は産卵期前後の試料で約60%（乾重量換算）と最高になった。グリコーゲンは産卵期前後の試料で10%以下（乾重量換算）であったが，秋から春にかけては20%以上となった。ATPおよび関連化合物の総量は，11月に最高となり9月に最低となった。遊離アミノ酸総量は，6月に最高となり，9月に最低となった。主要なアミノ酸はタウリンが最も多く，次いでアラニン，プロリン，グリシン，グルタミン酸の含量が高かった。9月および11月のマガキから調製したエキスの官能検査の結果，11月のエキスは，まろやかさが有意に強く，苦味が有意に弱いことが示され，有意に好まれた。

本研究を遂行するにあたり，有用な情報ならびに試料をご提供いただいた厚岸町カキ種苗センター中神秀一氏およびカキ生産者中野清氏に感謝申し上げます。また，実験にご協力いただいたお茶の水女子大学卒論生栗田晴可さん，山下尚子さんに謝意を表します。

文　献

1）農林水産省（2010），「平成19年漁業・養殖業生産統計」，財団法人農林統計協会，東京，pp. 144-145
2）農林水産省（2011），「平成22年漁業・養殖業生産統計」http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html#y，2011年11月10日公表
3）厚岸漁業協同組合（2001），貝殻粉末で人工採苗に挑戦した厚岸カキ，養殖，**38**，110-113
4）加藤元一（2002），厚岸カキの人工種苗生産技術とシステム，養殖，**39**，86-88
5）菅原義雄，小金沢昭光（1995），マガキ，「カキ・ホタテガイ・アワビ―生産技術と関連研究領域―」，野村正監修，恒星社厚生閣，東京，pp. 1-17
6）鴻巣章二，橋本周久編（1992），「水産利用科学」，恒星社厚生閣，東京，pp. 34-36
7）Sakaguchi, M. and Murata, M.（1989），Seasonal variations of free amino acids in oyster whole body and adductor muscle, *Fisheries Sci.*, **55**, 2037-2041
8）財団法人日本食品分析センター編（2001），「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」，中央法規，東京，pp. 10-11，pp. 29-34，pp. 86-89
9）Bligh, E. G. and Dyer, W. J.（1959），A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917
10）日本食品工業学会食品分析法編集委員会編（1982），「食品実験法」，光琳，東京，p. 208
11）Yoneda, C., Kasamatsu, C., Hatae, K. and Watabe, S.（2002），

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

Changes in taste and textural properties of the foot of the Japanese cockle (*Fulvia mutica*) by cooking and during storage, *Fisheries Sci.*, **68**, 1138-1144
12) 畑江敬子，香川実恵子，松本美鈴，島田淳子，山中英明 (1995)，6種の抽出方法によるスルメイカ生肉エキスとそれらの呈味成分，日本水産学会誌，**61**, 619-626
13) 古川秀子 (1994)，「おいしさを測る—官能検査の実際—」，幸書房，東京，pp. 7-12，p. 21
14) 石井克枝，西村敏英，小野太恵子，畑江敬子，島田淳子 (1994)，小麦グルテンの酵素水解物中のペプチドの呈味性，家政誌，**45**，615-620
15) Berthelin, C., Kellner, K. and Mathieu, M. (2000), Storage metabolism in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in relation to summer mortalities and reproductive cycle (West Coast of France), *Comp. Biochem. Physiol. B.*, **125**, 359-369
16) 須山三千三，鴻巣章二 (1987)，「水産食品学」，恒星社厚生閣，東京，p. 47
17) 木村稔，今村琢磨，成田正直，潮秀樹，山中英明 (2002)，ホタテガイ貝柱成分の季節変化，日本水産学会誌，**68**，72-77
18) 白石淳，長修司，三島かおり (1995)，九州産アサリ (*Ruditapes philippinarum*) の筋肉部分と内蔵部分の一般成分の周年変化，家政誌，**46**，313-319
19) Watanabe, H., Yamanaka, H. and Yamakawa, H. (1992), Seasonal variations of extractive components in the muscle of disk abalone, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 921-925
20) Chiou, T. K., Lai, M. M. and Shiau, C. Y. (2001), Seasonal variations of chemical constituents in the muscle and viscera of small abalone fed different diets, *Fisheries Sci.*, **67**, 146-156
21) Bacca, H., Huvet, A., Fabioux, C., Daniel, J.-Y., Delaporte, M., Pouvreau, S., Van Wormhoudt, A. and Moal, J. (2005), Molecular cloning and seasonal expression of oyster glycogen phosphorylase and glycogen synthase genes, *Comp. Biochem. Physiol., B*, **140**, 635-646
22) 福家眞也 (1999)，食品の味，「味とにおいの分子認識」，日本化学会編，学会出版センター，東京，pp. 92-100
23) Hosoi, M., Kubota, S., Toyohara, M., Toyohara, H. and Hayashi, I. (2003), Effect of salinity change on free amino acid content in Pacific oyster, *Fisheries Sci.*, **69**, 395-400
24) 福家眞也，鴻巣章二 (1991)，Taste-active components in some foods: a review of Japanese research, *Physiol. Behav.*, **49**, 863-868
25) 渡辺勝子，藍恵玲，山口勝巳，鴻巣章二 (1990)，ホタテガイエキス成分の呈味上の役割，日食工誌，**37**，439-445

(平成24年3月19日受付，平成24年7月18日受理)

和文要旨

北海道厚岸産シングルシード方式による養殖マガキ成分の季節変化について調べた。産卵期後の2004年8月および2005年9月の試料は軟体部重量ならびに軟体指数ともに最低となった。タンパク質は産卵期前後の試料で最高になった。グリコーゲンは産卵期前後の試料で10%以下（乾重量換算）であったが，秋から春にかけては20%以上となった。ATPおよび関連化合物の総量は，11月に最高となり9月に最低となった。遊離アミノ酸総量は，6月に最高となり，9月に最低となった。主要なアミノ酸はタウリンが最も多く，次いでアラニン，プロリン，グリシン，グルタミン酸の含量が高かった。9月および11月のマガキから調製したエキスの官能検査の結果，11月のエキスは，まろやかさが強く，苦味が弱いことが示された。

NII-Electronic Library Service