

青森県日本海におけるウニの資源状態と品質に関する研究

杉浦大介・木村優輝¹

目 的

青森県日本海においてキタムラサキウニ *Mesocentrotus nudus* は漁獲量が低迷しており、未利用のムラサキウニ *Heliocidaris crassispina* は生息数が増大傾向にある。両種の資源状態を明らかにするため、年齢組成と生殖巣の発達状況を把握する。ムラサキウニの利用可能性を検討するため、両種の生殖巣の色彩と呈味成分を分析して比較する。

材料と方法

2020年7月から9月の各月1回、深浦町田野沢漁港周辺の水深2-4 m域（ムラサキウニ）と千畳敷周辺（キタムラサキウニ）の水深2-4 m域において種ごとに20個体ずつ鉾突きにより採集した。殻径、体重、生殖巣重量を測定後、以下の項目を分析した。結果には2019年7月、9月に採集した個体のデータを含めた。

1. 資源状態

生殖板の表面を研磨後にガラスセラミック板上で加熱し、光学顕微鏡下で黒色帯を計数した。黒色帯が年1回形成されると仮定して年齢を推定し、年齢組成と殻径60mmに達する年齢を求めた。

生殖巣指数を次式により算出した。生殖巣指数 = 生殖巣重量 ÷ 体重 × 100

各個体の生殖巣をDavidson液（2019年は20%ホルマリン）で固定し、常法により厚さ7 μmの組織切片を作成した後、ゴモリ変法による三重染色（2019年はヘマトキシリン・エオシン染色）を施した。光学顕微鏡下で無作為に10個の生殖小胞を抽出し、各小胞の発達段階を6段階に区分し、頻度を集計した。

2. 水温

2014年1月から2020年12月の深浦地先のウオダス定地水温から、半旬ごとの平均値および平年偏差を算出した。

3. 品質

色彩色差計（コニカミノルタ社製、CR-13、東京）を測定口（直径8mm）が生殖巣で覆われるように軽く押し当て、*a**（赤み）、*b**（黄色み）、*L**（明るさ）を計測した。計測は3回行い平均値を求めた。

2020年7月採取個体のうちウニの種ごとに3個体の生殖巣試料を冷凍保存した。試料が少量であったため、1個体当たり2検体を抽出して遊離アミノ酸を分析した。各検体の遊離アミノ酸に占めるうま味（アスパラギン酸、グルタミン酸）、甘味（スレオニン、セリン、グリシン、アラニン、プロリン）、苦味（バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、フェニルアラニン、リジン、ヒスチジン、アルギニン）を呈する成分の総量を求め、以下の方法でウニの種間で比較した。データの正規性をShapiro-Wilk検定を用いて有意水準5%で調べた。いずれの呈味成分においても、ウニ2種のうち少なくとも一方で正規性が棄却されたため、Wilcoxonの順位和検定を用いて有意水準5%で中央値の差の検定を行った。

結 果

1. 資源状態

キタムラサキウニは最高5歳と推定され、3歳が最多だった（図1）。4歳と5歳の間で平均殻径60 mmに達した。生殖巣指数は連続した月間で大きな変化がなかった（図2）。生殖小胞には放出期および退行期の

¹ 食品総合研究所

組織像がほとんど認められず、成熟期も非常に少なかった（図3）。

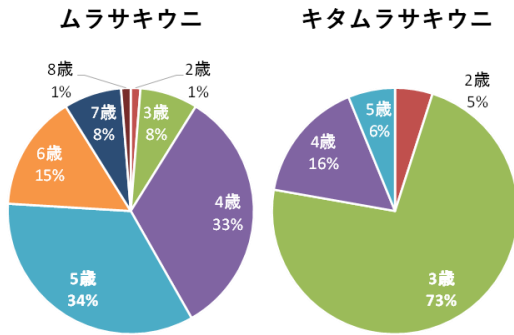


図1 ウニ2種の年齢組成

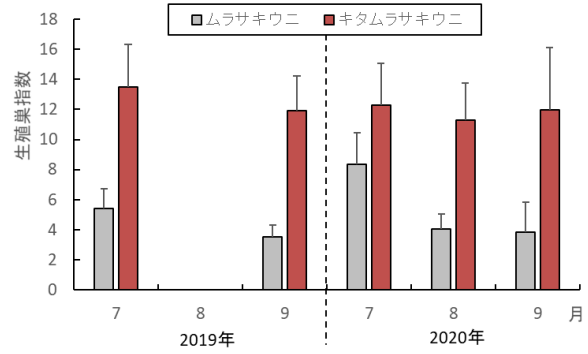


図2 ウニ2種の生殖巣指数の推移

ムラサキウニは最高8歳と推定され、5歳が最多だった（図1）。平均殻径は60 mmに達しなかった。生殖巣指数は7月に最大となり、その他の時期は同程度だった（図2）。放出期の生殖小胞は7月から9月まで、雌雄間でほぼ同期して出現し、9月に最も多かった（図3）。

2. 水温

水温は2014年から2020年の間、8月に25-26℃で最高となり、9月から降下を開始した（図4）。2019年と2020年の最高水温期は平年より1℃程度高かった。また2015年から2020年の間、3月から5月の昇温初期に平年より1℃前後高い傾向だった。

3. 品質

キタムラサキウニの生殖巣はa*が低くb*とL*が高い、黄色みを帯びた明るい色彩だった（図5）。ムラサキウニの生殖巣はa*が高くb*とL*が低い、褐色みを帯びた暗い色彩だった。

ウニ2種の生殖巣の遊離アミノ酸のうち、うま味を呈する成分は主にグルタミン酸だった（付表1）。両種の甘味を呈する成分は主にグリシンであり、次いでアラニンが多かった。両種の苦味を呈する成分はアルギニンであり、次いでリジンが多かった。うま味を呈する成分の総量はキタムラサキウニで76.8±

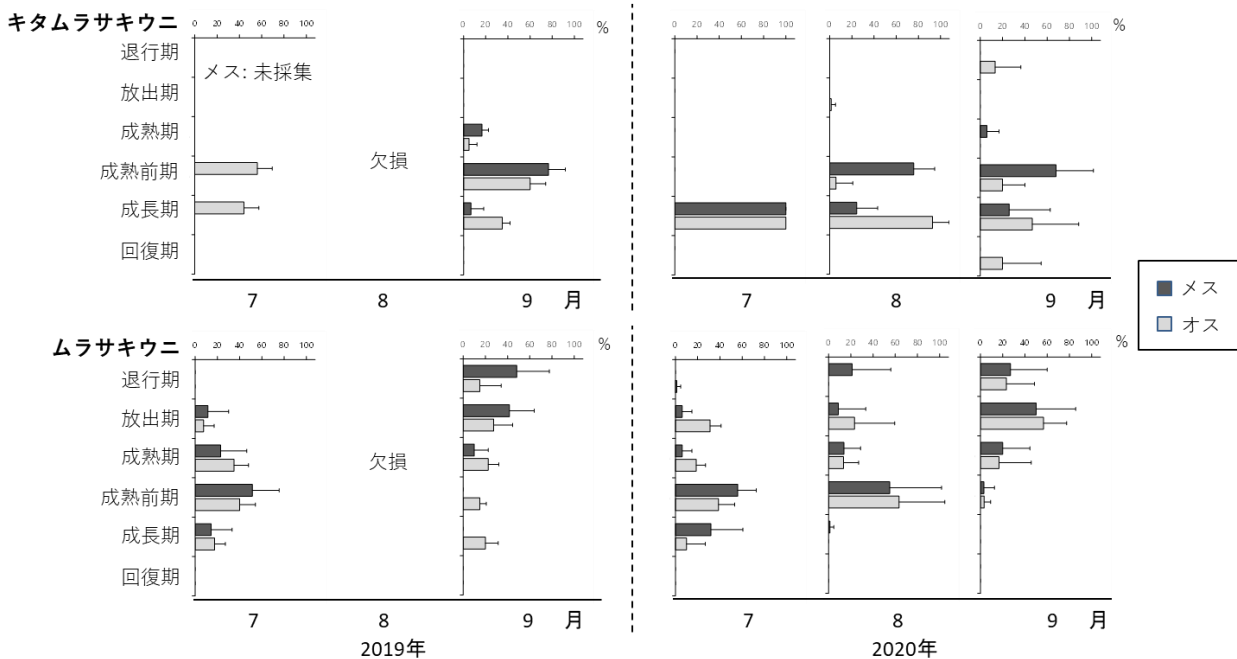


図3 ウニ2種の生殖巣の発達段階の推移

39.1 mg/100g wet、ムラサキウニで95.2±32.6 mg/100g wetだった。甘味を呈する成分の総量はキタムラサキウニで1205.1±106.2 mg/100g wet、ムラサキウニで1288.1±194.8 mg/100g wetだった。苦味を呈する成分の総量はキタムラサキウニで1014.4±324.1 mg/100g wet、ムラサキウニで358.0±65.2 mg/100g wetだった。うま味と甘味を呈する成分の総量はウニの種間で有意差は認められず ($p > 0.05$)、苦味を呈する成分の総量はウニの種間で有意に異なった ($p < 0.05$)。

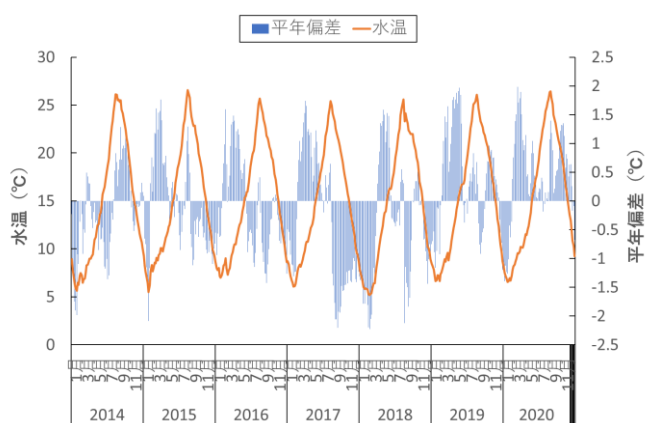


図4 深浦地先の水温と平年偏差

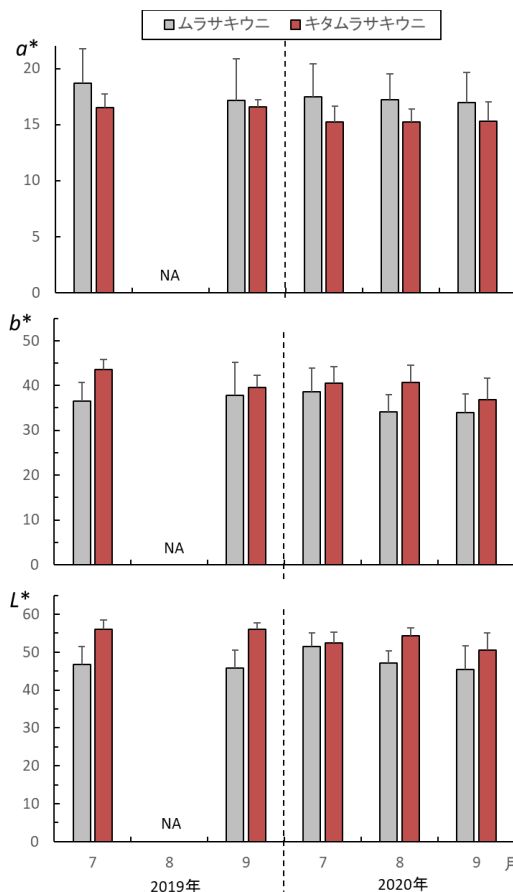


図5 ウニ2種の生殖巣の a^* 、 b^* 、 L^* 値

考察

千疊敷周辺のキタムラサキウニは、推定された最高年齢が津軽海峡沿岸の大間町奥戸地先の8歳¹⁾と比べて低く、少なくとも水深2-4m域では高齢まで生き残っていないことが示唆された。殻径60mmに達する年齢は奥戸地先とほぼ同じだった。水深5m以深に高齢個体が分布するかどうか、また高水温期に深所へ、低水温期に浅所へという季節的な深浅移動²⁾を示すかどうかは今後の課題である。キタムラサキウニの産卵期は水温のピークを過ぎた下降期にあたるが、水温は地域ごとに異なる²⁾。9月は青森県日本海の水温が降下を開始する時期であり、産卵開始が遅れている可能性がある。水温が20℃程度まで下降する10月に産卵が起こるか確認する必要がある。

田野沢地先のムラサキウニは、推定された最高年齢が男鹿半島³⁾と同じ8歳だった。産卵盛期は9月と推定され、京都府の6月から8月⁴⁾、長崎県の7月から8月⁵⁾と比べて若干遅れる傾向だった。男鹿半島³⁾と異なり、放卵に対する放精時期の遅れは確認されなかった。年齢組成が幅広く、年級の顕著な欠損も認められないことから、再生産は安定している。今後、条件次第では分布密度や範囲が増大する可能性がある。

調査地のうち、主にキタムラサキウニが生息する千疊敷周辺は海岸線付近のみ水深の浅い岩棚で、その沖端は急深になっているのに対し、キタムラサキウニの少ない田野沢地先では海底地形が遠浅である。若狭湾西部において、キタムラサキウニは海底勾配が急峻な地区では高水温期に深所へ、低水温期には浅所へと季節的な深浅移動をしながら生息するのに対し、遠浅の地区ではほとんど出現しない^{2, 6)}。深浦地先における近年の夏季の高水温傾向から、調査地周辺においてキタムラサキウニが生息するために

は、千畳敷地先のように水温の低い深所へ退避しやすい地形が必要となっている可能性がある。

生殖巣の色彩からは、ムラサキウニはキタムラサキウニよりも生食用としての価値は劣ると考えられた。調査地において両種の生息地の重なりは小さく、両種の利用する餌料が異なる可能性もあるが、詳細は不明である。調査時の観察では、ムラサキウニ生息地には7月までワカメの孢子葉が残存していた。ワカメ孢子葉はウニ生殖巣の色彩を向上させる餌料である⁷⁾ことから、キタムラサキウニ生息地と比べて餌料環境が悪かったとは考えにくい。調査地におけるウニ2種間の色彩の差異は、基本的にそれぞれの種本来の特徴を反映したものと推察される。

ウニ2種の生殖巣に含まれたうま味、甘味、苦味を呈する主要な遊離アミノ酸は既往の知見^{8) 9)}とよく一致した。ただし産地によっては千畳敷周辺と異なり、キタムラサキウニの苦味を呈する成分にロイシンがリジンと同程度含まれていた⁸⁾。官能試験を行わなかったため、ウニ2種の食味の優劣を、苦味を呈する遊離アミノ酸の量のみで判断することは難しい。遊離アミノ酸組成以外に、核酸関連物質や有機酸の分析による再検討も必要と考えられる。また調査地においてキタムラサキウニは大型個体ほど6月下旬の漁期開始直後に集中的に漁獲されること、さらに2019年から2020年は9月まで生殖巣の発達が不十分だったことから、生殖細胞の形成に必要な栄養の蓄積状態が良好ではなかった可能性もある。調査地におけるキタムラサキウニの産卵前の栄養状態と生殖巣の遊離アミノ酸組成の関係は今後の課題である。

文 献

- 1) 小田切明久・佐藤恭成(1985) 奥戸地先、水深40-50mに生息するキタムラサキウニの生態. 青森県水産増殖センター事業報告, 14, 366-371.
- 2) 辻秀二・葭矢護・田中雅幸・桑原昭彦・内野憲(1989) 若狭湾西部沿岸海域でのキタムラサキウニの分布と生殖巣の季節変化. 京都府立海洋研究センター研究報告, 12, 15-21.
- 3) Wenping Feng・Nobuyasu Nakabayashi・Kazumi Narita・Eri Inomata・Masakazu N. Aoki・Yukio Agatsuma (2019) Reproduction and population structure of the sea urchin *Heliocidaris crassispina* in its newly extended range: The Oga Peninsula in the Sea of Japan, northeastern Japan. PLoS ONE, 14(1): e0209858
- 4) Kousuke Yatsuya・Hiroyuki Nakahara (2004) Density, growth and reproduction of the sea urchin *Anthocidaris crassispina* (A. Agassiz) in two different adjacent habitats, the Sargassum area and Corallina area. Fisheries Science, 70, 233-240.
- 5) 山崎誠・清本節夫(1993) 長崎県産平戸島産ムラサキウニの生殖周期. 西海区水産研究所研究報告, 71, 33-40.
- 6) 辻秀二・宗清正廣・井谷匡志(1999) 若狭湾西部沿岸海域におけるキタムラサキウニの大量へい死現象. 京都府立海洋研究センター研究報告, 17, 51-54.
- 7) Satomi Takagi・Yuko Murata・Eri Inomata・Yukio Agatsuma (2020) Sporophyll of *Undaria pinnatifida*: a potential feed for the production of high-quality gonads in the sea urchin *Mesocentrotus nudus* (A. Agassiz, 1864). Journal of Applied Phycology, 32, 1467-1475.
- 8) Yuko Murata・Hirokazu Yoshimura・Tatsuya Unuma (2020) Compositions of extractive components in the testes and ovaries of various sea urchins: comparisons among species, sexes, and maturational status. Fisheries Science, 86, 203-213.
- 9) Kazufumi Osako・Takanari Kiriyaama・Yaowalux Ruttanapornvareesakul・Koichi Kuwahara1・Akira Okamoto・Naoki Nagano (2006) Free amino acid compositions of the gonad of the wild and cultured sea urchins *Anthocidaris crassispina*. Aquaculture Science, 54(3), 301-304.

付表 1. 2020 年 7 月のウニ 2 種の生殖巣の遊離アミノ酸組成 (mg/100g wet)

数値は中央値 (カッコ内は 25 パーセントイル値-75 パーセントイル値)

成分名	呈味性	キタムラサキウニ	ムラサキウニ
ホスホセリン		6.1(5.9-6.6)	7.1(6.6-7.4)
タウリン		147.7(128.0-148.3)	42.1(36.7-45.1)
ホスホエタノールアミン		0.0(0.0-0.0)	2.5(1.6-3.6)
尿素		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
アスパラギン酸	うま味	4.7(4.6-4.8)	13.4(7.7-19.6)
スレオニン(トレオニン)	甘味	21.4(8.5-53.0)	50.7(21.5-51.9)
セリン	甘味	28.4(20.0-39.8)	55.5(47.6-69.2)
グルタミン酸	うま味	49.9(45.5-102.4)	90.6(60.3-100.6)
サルコシン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
アミノアジピン酸		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
グリシン	甘味	934.9(883.1-955.9)	1002.8(923.3-1068.9)
アラニン	甘味	156.9(156.4-313.8)	222.6(147.4-234.4)
シトルリン		0.0(0.0-60.5)	0.0(0.0-0.0)
α -アミノ酪酸		0.0(0.0-5.3)	7.1(1.7-7.4)
バリン	苦味	44.5(34.2-113.1)	11.0(9.3-11.4)
シスチン		2.7(2.2-2.8)	1.3(1.1-1.5)
メチオニン	苦味	10.8(10.1-26.6)	3.1(3.0-3.4)
シスタチオニン		7.7(4.7-8.7)	16.8(9.8-46.5)
イソロイシン	苦味	28.5(15.1-69.0)	7.1(5.8-7.3)
ロイシン	苦味	46.5(26.0-115.9)	8.2(6.8-11.1)
チロシン	苦味	55.3(42.7-121.9)	10.0(7.4-12.6)
フェニルアラニン	苦味	19.2(8.2-42.7)	7.1(6.9-7.9)
β アラニン		0.0(0.0-0.3)	1.6(1.2-1.8)
β -アミノ酪酸		0.0(0.0-0.0)	1.7(0.4-3.2)
GABA(ギャバ) (γ -アミノ酪酸)		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
エタノールアミン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
アンモニア		4.8(4.5-5.0)	6.2(5.6-6.3)
ヒドロキシリジン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
オルニチン		20.8(19.4-28.4)	6.3(3.7-9.7)
リジン	苦味	285.5(205.8-287.8)	155.7(113.1-161.2)
1-メチルヒスチジン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
ヒスチジン	苦味	27.8(26.8-46.2)	9.9(7.9-10.6)
3-メチルヒスチジン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.8)
アンセリン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
カルノシン		0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
アルギニン	苦味	475.8(375.5-487.9)	183.2(135.2-187.6)
ヒドロキシプロリン		0.0(0.0-0.9)	0.0(0.0-0.0)
プロリン	甘味	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
合計		2339.6(2224.6-2824.3)	1979.7(1614.1-2014.3)