

ノート

宮城県北部の浅海岩礁域におけるアワビ類およびウニ類の分布と 周辺域動植物の状況

白石 一成*

Abalones, Sea Urchins, Algae, and Benthic Herbivores & Carnivores,
Dwelling on Rocky Coasts of Northern Miyagi Prefecture

Kazunari SHIRAIISHI *

キーワード：エゾアワビ，キタムラサキウニ，アラメ，バテイラ，ヤドカリ類

アワビ類とウニ類の棲息する浅海岩礁域には、アラメやホンダワラ類などの褐藻類をはじめ各種の紅藻類、緑藻類の多様な分布がみられ、アワビ類、ウニ類はそれらを餌料や隠れ場所として活用している^{1,2)}。また同時に同海域は、アワビ類、ウニ類と餌料等を競合する²⁾クボガイ、バテイラといった植食動物の棲息場³⁾であるだけでなく、ヒトデ類やカニ類、ヤドカリ類などアワビ類とウニ類の害敵^{4,5)}の棲息場でもある⁶⁾。

浅海岩礁域を棲息場とする動物種のうち、アワビ類とウニ類については北海道噴火湾⁷⁾、千葉県房総半島沿岸⁸⁾、神奈川県三浦市沿岸⁹⁾等で成長や棲息場、食性が調査研究され、このほかの植食動物では北海道函館湾¹⁰⁾、熊本県富岡湾¹¹⁾において、また肉食動物（害敵）では北海道忍路湾¹²⁾、福岡県北九州市沿岸¹³⁾において、其々分布の状況が報告されている。一方、海藻類については房総半島沿岸¹⁴⁾、三重県英虞湾¹⁵⁾、広島県広島湾¹⁶⁾における分布状況の調査事例がある。

アワビ類とウニ類の状況、海藻類および植食動物、肉食動物の分布状況については、以上のように其々報告されているが、それらを考え合せて調査研究した報告例は少ない。著者は宮城県北部海域のアワビ類およびウニ類の棲息状況と、周辺域における動植物の状況との関係を把握するため、浅海岩礁域5箇所において現存量調査を実施し、知見を得たので報告する。

報告に先立ち、取纏めに当り御高配をいただいた気仙沼水産試験場佐藤孝三場長並びに及田貞五郎環境部長に

深謝する。また、調査および研究に多大なる御協力をいただいた気仙沼水産試験場職員の方々に厚く御礼申し上げます。

材料および方法

宮城県北部の浅海岩礁域5箇所 [St.A ~ St.E] (図1)において、動植物の潜水採り調査を、2000年10月と2001年3月に実施した。調査では最も水深の浅い部分から水深のより深い方向に距離100mの調査ラインを設置したのち、1m×1m方形枠を用いて、100m²内のアワビ類とウニ類を採捕した。さらに100m調査ライン上の3点（距離0m点—調査開始点；50m点—中間点；100m点—調査終了点）では、海底状況および水深を調査し、1m×1m方形枠内の海藻類と植食動物、肉食動物を手掴みで採捕した。なお、3月の調査はSt.Bのみで行い、10月調査時の50m点から100m点にかけて、50m²内のアワビ類とウニ類を採捕し、1m×1m方形枠による海藻類と植食動物、肉食動物の採捕調査は2点（50m点—調査開始点；100m点—調査終了点）で実施した。調査で採捕したアワビ類とウニ類、植食動物と肉食動物は、個体数と湿重量に加えて殻長、殻径等を計測し、海藻類では湿重量のみを計測した。この後、アワビ類とウニ類、海藻類と植食動物、肉食動物について、計測した湿重量から1m²あたりの現存量を算出した。

また、エゾアワビとキタムラサキウニ、クボガイとバテイラについて、海藻類の日間摂食量Fを、次式（菊地・

*気仙沼水産試験場

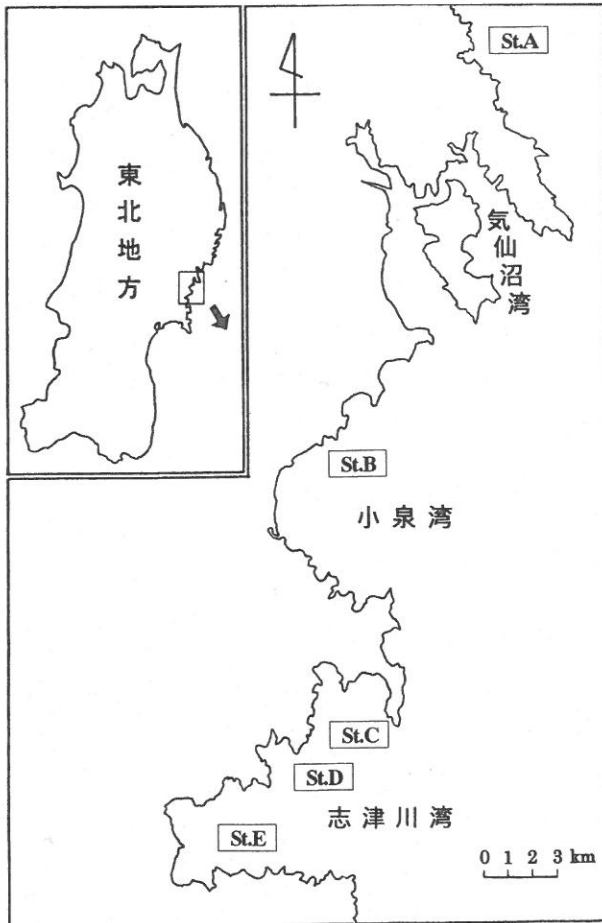


図1 調査実施地点
(宮城県北部の浅海岩礁域5箇所: St.A ~ St.E)

浮の方法)^{2,17)}によって算出した。

$$F = a (T - \theta) \times L^2$$

エゾアワビでは、

$a = 2.715 \times 10^{-3}$, $\theta = 4.869$, L は殻長(cm)の計測値
キタムラサキウニでは、

$a = 1.011 \times 10^{-2}$, $\theta = 0.050$, L は殻径(cm)の計測値

クボガイでは、 $a = 1.413 \times 10^{-2}$, $\theta = 3.750$, $L = 1$

バテイラでは、 $a = 1.455 \times 10^{-2}$, $\theta = 4.830$, $L = 1$

水温 T (°C) については、宮城県気仙沼湾外海部の観測値¹⁸⁾から10月と3月の月平均値を用いた。なお、日間摂食量 F の値から、各動物ごとに月間摂食量を求めた。

結 果

各調査地点 [St.A ~ St.E] における水深と海底の状況を、表1に示した。各調査地点とも0m点については、水深約3mであり、海底状況は転石域または岩盤域であった。50m点については、St.Aでは無節サンゴモが優占する岩盤域(水深5.8m)でありそのほかの4調査地点 [St.B ~ St.E] ではアラメが優占する岩盤域または転石域(水深約3~5m)であった。100m点については、

表1 各調査地点における水深及び海底状況
各調査地点 [St.A ~ St.E] について、それぞれ調査開始点(0m点)、中間点(50m点)、調査終了点(100m点)における、水深と海底の状況を示した。なお、St.B(M) [3月調査時] の0~50m区の調査は実施しなかった。

調査点	St.A	St.B	St.B(M)	St.C	St.D	St.E
水深	0m点	3.1	3.3	—	3.1	3.0
	50m点	5.8	4.3	4.5	5.0	4.2
	100m点	9.5	5.9	6.0	7.2	6.0
海底状況 (優占海藻)	0m点	転石域	岩盤域 (アラメ)	—	転石域	岩盤域 (アラメ)
	50m点	岩盤域 (無節サンゴモ)	岩盤域 (アラメ)	岩盤域 (アラメ)	転石域 (アラメ)	岩盤域 (アラメ)
	100m点	岩盤域 (無節サンゴモ)	岩盤域	岩盤域	岩盤域 (無節サンゴモ)	岩盤域

St.AとSt.Cでは無節サンゴモが優占する岩盤域(其々水深9.5m, 7.2m)であり、そのほかの3調査地点 [St.B, St.D, St.E] では岩盤域(水深4~6m)であった。

表2には、調査地点 [St.] 別に採捕されたアワビ類とウニ類の個体数を、調査区の前半(0~50m区)と後半(50~100m区)の50m²ごとに合計し、1m²あたりに換算して示した。更に図2には各地点別に、アワビ類とウニ類の採捕重量を50m²ごとに合計し、1m²あたりの現存量に換算して示した。St.Aにおいてエゾアワビは、0~50m区に50~100m区より多く出現したが、全調査区(0~100m)での出現数量は少なかった。これに対しキタムラサキウニは、全調査区を通じて多く出現した。St.Bの10月調査時には、エゾアワビとキタムラサキウニが其々、50~100m区に0~50m区より多く、バフンウニは50~100m区に出現した。St.Bで50~100m区のみ調査した3月 [St.B(M)] には、キタムラサキウニでは10月よりやや少ない程度の出現がみられたが、エゾアワビは数量とも10月調査時の1/2程度と少なく調査直前の漁獲(11月~1月)の影響が伺われた。また、St.Bでは3月にも、バフンウニが出現した。St.Cでは、エゾアワビが0~50m区に50~100m区より多く、キタムラサキウニは50~100m区に特に多く、バフンウニは0~50m区に出現した。St.Dでは、エゾアワビとキタムラサキウニが其々、50~100m区に0~50m区より多く、バフンウニは0~50m区に出現した。St.Eでは、エゾアワビが全調査区に多く、キタムラサキウニは50~100m区に多く、バフンウニは0~50m区に出現した。なお、St.A以外の各地点で水深の浅い0~50m区における、キタムラサキウニの出現が少なかったことには、夏期の漁獲の影響が伺われる。

表3には、採捕された海藻類 [無節サンゴモを除く] の出現状況を地点別に示した。更に図3には、各地点の10月調査時の現存量を、海藻種別に合計した時に上位の5種について示した。St.Aではスジウスパノリの出現が

表2 各調査地点におけるアワビ類とウニ類の出現個体数 (個体/m²)
各調査区で採捕されたが、採捕個体数が0.1個体/m²に満たなかったものを [*] で示した。

出現動物名	調査区	St.A	St.B	St.B(M)	St.C	St.D	St.E
エゾアワビ	0~50m区	0.5	0.4	—	2.1	0.7	1.9
	50~100m区	0.2	0.6	0.3	0.6	0.9	1.6
キタムラサキウニ	0~50m区	2.3	0.4	—	1.1	0.1	0.5
	50~100m区	2.4	0.7	0.5	5.1	0.4	1.0
バフンウニ	0~50m区	—	—	—	*	*	*
	50~100m区	—	*	*	—	—	—

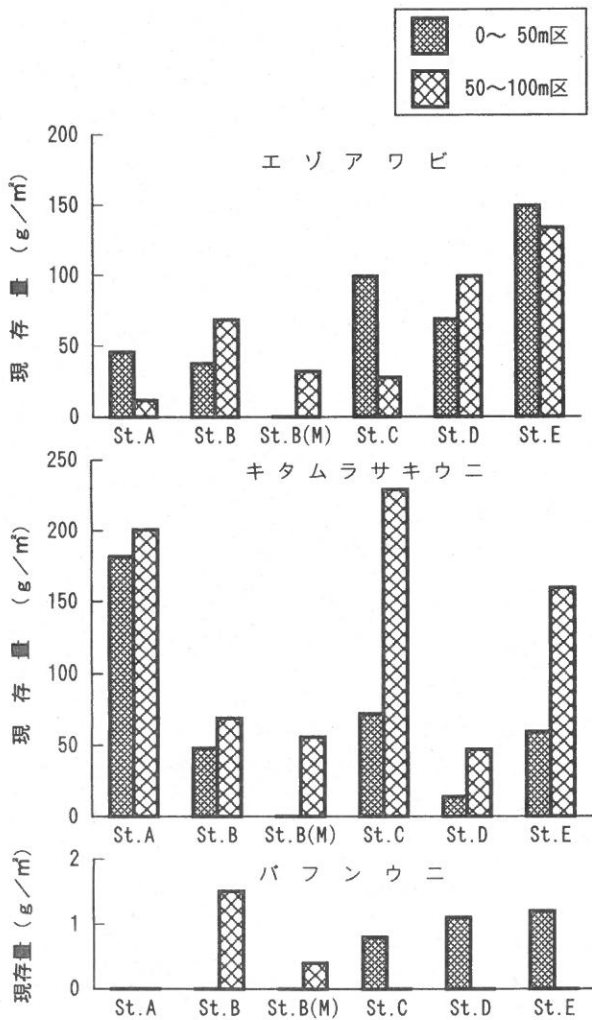


図2 各調査地点におけるアワビ類とウニ類の現存量

みられ、ハイミルモドキ、マクサ、イソキリのほかヨレモクとタンバノリも出現したが、海藻類全体の出現量は少なかった。St.Bでは10月にアラメが特に多く、アカモク、マクサ、タンバノリ、ハリガネの出現がみられ、イソキリ、エゾツノマタのほかヨレモクとエゾノネジモクも出現した。St.Bの3月には、アラメが特に多く、ホンダワラ、マクサ、スガモも多く、イソキリ、タンバノリの出現がみられ、オオシコロ、ピリヒバのほかアカモクとエゾノネジモクも出現した。St.Cではアラメが特に多

表3 各調査地点における海藻類の現存量 (g/m²)
調査地点で観察されたが、50cm×50cm方形枠によって採捕されなかった海藻類を [*] で示した。

出現海藻名	St.A	St.B	St.B(M)	St.C	St.D	St.E
ハイミルモドキ	19.5	6.3	—	—	—	9.6
フクリンアミジ	4.2	—	—	—	—	—
エゾヤハズ	—	*	—	—	*	—
アラメ	—	878.4	738.2	902.8	1487.1	1271.7
アカモク	—	39.0	*	95.6	27.3	—
ヨレモク	2.9	4.4	—	—	179.6	*
エゾノネジモク	—	*	*	*	—	*
ホンダワラ	—	—	255.2	—	—	—
マクサ	12.1	28.1	291.9	7.5	114.1	*
イソキリ	11.1	14.7	61.7	12.3	—	*
エゾシコロ	—	—	5.7	—	—	—
オオシコロ	—	—	16.8	—	—	—
ピリヒバ	—	7.4	13.8	—	—	—
タンバノリ	*	95.7	141.1	45.7	83.7	—
ハリガネ	—	49.1	—	—	—	—
エゾツノマタ	—	12.1	—	—	—	—
スジウスバノリ	40.8	0.9	*	—	*	32.7
ウラソゾ	—	*	—	—	—	*
スガモ	—	*	279.6	*	*	—
合計	90.6	1136.1	1804.0	1063.9	1891.8	1314.0

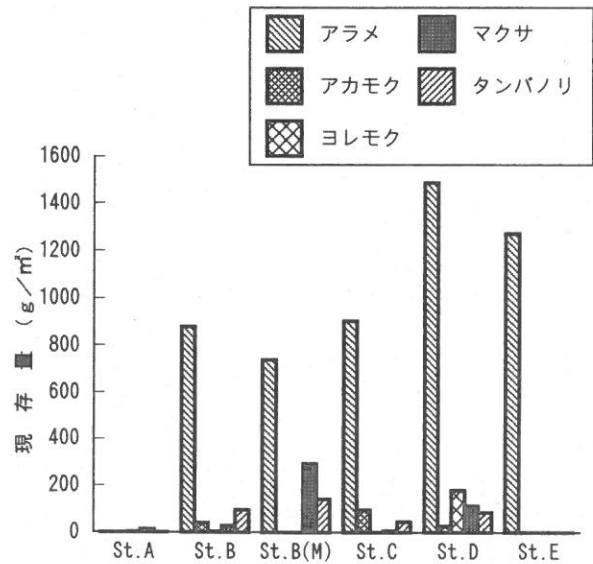


図3 各調査地点における海藻類の現存量 (上位5種)

く、アカモク、タンバノリの出現がみられ、イソキリのほかエゾノネジモクとマクサも出現した。St.Dではアラメが特に多く、アカモク、ヨレモク、マクサ、タンバノリが出現した。St.Eではアラメが特に多く、スジウスバノリのほかヨレモク、エゾノネジモク、マクサが出現した。

ここまでの結果から、エゾアワビでは、St.A以外の各地点で0~50m区又は50~100m区の何れかの現存量が約70~150g/m²を示し、アラメが多く出現した地点により多く出現すること〔漁獲の影響が伺われる St.B(M)を

除く], キタムラサキウニでは, 水深約5~10mで無節サンゴモが分布する St.A と St.C の50~100m区に, 200g/m²以上と特に多く出現すること, バフンウニでは, アラメが多くアカモク, ヨレモク等のホンダワラ類と小型海藻類が分布する St.B ~ St.E に出現することが認められた。

表4には, 採捕された植食動物の個体数を地点別に示した。更に図4には, 各地点の10月調査時の現存量を, 動物種別に合計した時に上位の4種について示した。St.A ではバテイラとエゾサンショウガイのほか, ユキノカサガイとエゾチグサガイの出現がみられた。St.B では, 10月にクボガイとバテイラが多く, ユキノカサガイとエゾサンショウガイの出現がみられ, 3月にはバテイラが多く, ユキノカサガイとエゾサンショウガイも出現した。St.C ではクボガイとバテイラが多く, ユキノカサガイの

表4 各調査地点における植食動物の出現個体数(個体/m²)

出現動物名	St.A	St.B	St.B(M)	St.C	St.D	St.E
ウスヒザラガイ	—	—	—	—	0.3	—
ハコダテヒザラガイ	—	—	—	—	1.3	—
クサズリガイ	—	1.0	—	—	0.7	—
ユキノカサガイ	0.3	2.0	2.0	3.0	—	—
コガモガイ	—	—	—	0.3	—	—
エビスガイ	—	—	—	0.3	—	—
エゾチグサガイ	6.7	—	—	—	—	—
クボガイ	—	35.7	—	22.3	2.7	—
コシダカガンガラ	—	0.3	0.5	—	0.7	—
バテイラ	1.0	14.7	9.5	12.0	35.3	7.0
エゾサンショウガイ	26.7	3.3	0.5	—	—	—
コウダカチャイロ タマキビガイ	—	—	—	—	0.3	—
チャイロタマキビガイ	—	—	—	—	0.7	—

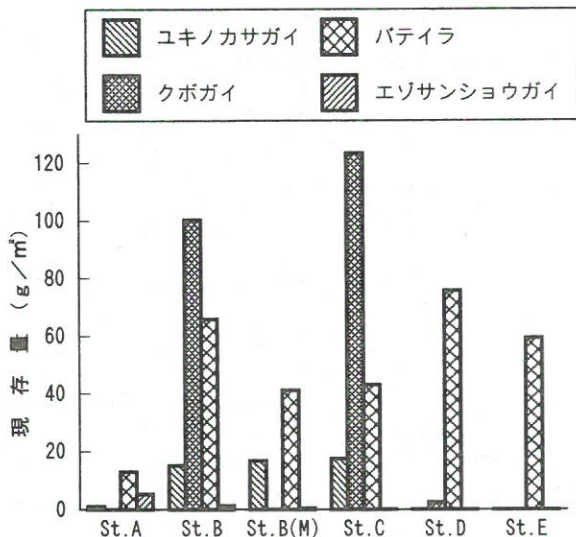


図4 各地点における植食動物の現存量(上位4種)

出現がみられた。St.D ではバテイラが多く, クボガイの出現がみられ, St.E ではバテイラが多く出現した。

植食動物と海藻類の関係については, バテイラがアラメの分布に対応して, St.A を除く各地点で多く出現することが認められた。またクボガイは, ホンダワラ類のアカモクに加えてアラメと小型海藻類が分布する St.B, St.C, St.D に出現がみられている。

図5には, 各地点で量的に多く採捕された海藻類食性の動物4種(エゾアワビ, キタムラサキウニ, クボガイ, バテイラ)による月間摂食量について, 調査点ごとに合計し1m²あたりの換算値として示した。St.A ではキタムラサキウニによる摂食量が特に多く, 次いでエゾアワビによる摂食量が多かった。St.B では, 10月にクボガイによる摂食量が最も多く, 次にキタムラサキウニ, バテイラ, エゾアワビの順に多かった。3月にはキタムラサキウニによる摂食量が比較的多かったが, 各動物とも水温の低下に従って活動性が低下するため合計摂食量は少なかった。St.C ではキタムラサキウニによる摂食量が最も多く, 次にクボガイ, バテイラ, エゾアワビの順に多かった。St.D ではバテイラによる摂食量が最も多く, 次にエゾアワビ, キタムラサキウニ, クボガイの順に多かった。St.E ではキタムラサキウニによる摂食量が最も多く, 次にエゾアワビ, バテイラの順に多かった。

以上の動物4種による合計摂食量と, アラメ等海藻類の現存量[無節サンゴモを除く]を比較した場合, St.A では海藻類現存量が少なかったが, キタムラサキウニが全調査区(0~100m)に多く出現しそれによる摂食量も多かった。St.C では, 摂食量が海藻類現存量にほぼ対応した形で認められ, St.B, St.D, St.E では, 摂食量に比

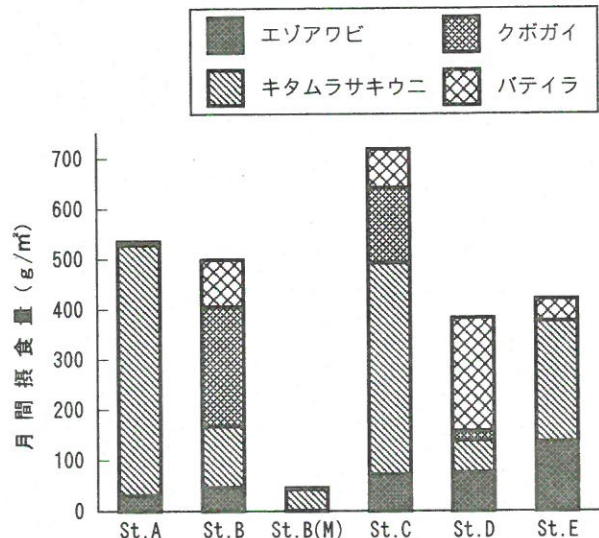


図5 各地点における海藻類の月間摂食量

表5 各調査地点における肉食動物の出現個体数(個体/㎡)

出現動物名	St.A	St.B	St.B(M)	St.C	St.D	St.E
エゾイソニナ	—	3.7	—	—	—	—
ヒラコブシ	—	—	—	—	1.7	—
ヨツハモガニ	—	—	—	—	0.3	—
イチョウガニ	—	—	—	—	0.3	—
サメハダオウギガニ	—	—	—	—	0.3	—
イボトゲガニ	—	—	—	—	1.0	—
ヤドカリ類	25.0	6.3	5.5	4.0	6.0	3.7
アカヒトデ	—	—	—	—	—	0.7
イトマキヒトデ	1.0	3.3	4.0	4.0	1.0	0.3
エゾヒトデ	1.3	0.3	1.0	—	0.7	—

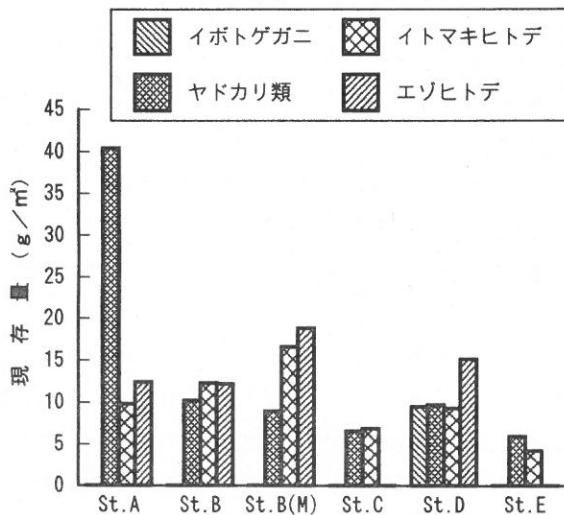


図6 各地点における肉食動物の現存量 (上位4種)

べて海藻類現存量が明らかに多かった。

表5には、採捕された肉食動物の個体数を地点別に示した。更に図6には、各地点の10月調査時の現存量を、動物種別に合計した時に上位の4種について示した。St.Aではヤドカリ類が特に多く、イトマキヒトデとエゾヒトデも出現した。St.Bでは、10月にヤドカリ類、イトマキヒトデ、エゾヒトデのほかエゾイソニナの出現がみられ、3月にはヤドカリ類、イトマキヒトデ、エゾヒトデが出現した。St.Bの調査月と比較した場合、ヤドカリ類は10月より3月に少なく、イトマキヒトデとエゾヒトデは10月より3月に多く出現した。St.Cではヤドカリ類とイトマキヒトデの出現がみられ、St.Dではイボトゲガニ、ヤドカリ類、イトマキヒトデ、エゾヒトデのほかヒラコブシ等カニ類も出現した。St.Eではヤドカリ類、イトマキヒトデのほかアカヒトデが出現した。

考 察

水深10m以浅の岩礁域における本研究結果から、エゾアワビの出現はアラメの分布に関係し、キタムラサキウニの出現は水深が深い所でより多く、無節サンゴモの分

布との関連がみられ、バフンウニの出現はアラメやホンダワラ類および小型海藻類の分布に関係することが認められた。このうちアワビ類の出現が、アラメの分布に関係することは他の調査事例^{1,2,8)}でも報告されている。また海藻類と、アワビ類、ウニ類および植食動物による摂食量との関係について、海藻類が少なかったSt.Aでは、キタムラサキウニによる摂食量が特に多く、過度の摂食圧が無節サンゴモ以外の海藻類の生育を阻害している¹⁹⁾状況にあると考えられた。これに対し他の4調査地点[St.B~St.E]では、主要な海藻類食性の動物による摂食量の合計が海藻類現存量の範囲内となっていて、アワビ類、ウニ類および植食動物は餌料となる海藻類に制約される形で出現していることが確認された。なお、今回の調査時にはキタムラサキウニの漁獲の影響が残っていたとみられるが、気仙沼湾周辺の禁漁海域でもキタムラサキウニは水深5m以深に周年多く大型個体が多数出現した³⁾こと、更に北米および日本各地沿岸の無節サンゴモ優占海域にはウニ類が高密度に分布する¹⁹⁾ことから、キタムラサキウニが深所に多く出現し、無節サンゴモの分布と関連がみられるという今回の結果は、漁獲の影響に関わりなく得られたものと考えられる。

植食動物については、気仙沼湾周辺の岩礁域⁹⁾や千葉県房総半島沿岸域⁸⁾の調査研究でクボガイの出現がホンダワラ類および小型海藻類の分布に、バテイラがアラメの分布に関係することが既に明らかにされていたが、本研究ではクボガイの出現がアカモク、アラメおよび小型海藻類の分布に、バテイラの出現がアラメの分布に其々関係していることが認められた。更にエゾアワビの出現についても、バテイラ同様アラメの分布に関係していたことから、エゾアワビとバテイラの2種間では餌料としての海藻類をより強く競合することが推察される。またバフンウニでは、棲息水深帯が3~4m程度以浅²⁰⁾とクボガイとはほぼ同様であり³⁾、更に棲息域周辺の海藻類分布状況もクボガイと同様であったことから、これら2種間では餌料や棲息場を巡る強い競合が起きていると考えられる。このほかにも気仙沼湾周辺の岩礁域⁹⁾では、クボガイが水深3m以浅の海域に棲息するエゾアワビとの間で、アラメ等の餌料や棲息場を競合する状況が示されている。しかしながら一方では、これらの競合関係に対して、藻体の樹冠部でバテイラに摂食され脱落したアラメの側葉が、海底部で大型のアワビ類に摂食されるなど、アワビ類とバテイラを巡る競合以外の関係についても、生態系を構成する生物群集相互の関係として注目され報告されている²¹⁾。

肉食動物については、調査を実施した各地点で、ヤドカリ類とヒトデ類の出現が認められている。今回海藻類現存量が多い地点ではアワビ類と植食動物の数量もより多いという結果が示されていたが、これに対しヤドカリ類では、海藻類が少なかった St.A において、他の調査地点より遥かに多くの出現が認められた。ヤドカリ類は貝類幼稚子を多数捕食し得る²²⁾ことから、St.A では他地点に比し、ヤドカリ類による捕食が、アワビ類幼稚子に悪影響を与えていると考えられる。一方ヒトデ類は St.A でも、他地点同様に出現し、海藻類現存量との関係はみられなかった。肉食動物とアワビ類、ウニ類の関係については、殻径 6 cm 以上の大型ウニ類ではヒトデ類と共存する³⁾場合がみられるが、小型のウニ類(殻径 2 cm 程度まで)やアワビ類(殻長 3 cm 程度まで)では肉食動物に捕食される^{4,5)}ことから、成長途上で未だ小型のアワビ類とウニ類は、調査した各箇所でも肉食動物に捕食され得る状況にあると考えられた。なお St.B では、ヤドカリ類が低水温期の 3 月に 10 月より少なく、イトマキヒトデとエゾヒトデは 3 月に 10 月より多く出現していたが、このことは、ヤドカリ類によるアワビ類の食害が低水温の冬期に夏期より少なく²³⁾、イトマキヒトデが低水温中でより多くのエゾアワビを捕食する²⁴⁾というヤドカリ類とヒトデ類の捕食活動の特徴に一致する結果である。

本研究ではエゾアワビとバテイラが餌料を競合しているとみられたが、アワビ類とバテイラの間には競合以外の関係が認められる²¹⁾ことも指摘されている。今後は、

海藻類と植食動物の関係を含め、岩礁生態系を構成する生物群集間の関係を踏まえつつ、アワビ類とウニ類の生態や分布に関する調査研究を行う必要があると考える。また特に、ヤドカリ類、ヒトデ類といった肉食動物については、小型のアワビ類とウニ類を食害する^{4,5)}ことで、それらの生残に重大な影響を及ぼし得ることから、生態や分布の特徴を一層解明し諸種の対策を講ずることが、アワビ類とウニ類の増殖にとって極めて重要と考える。

要 約

宮城県北部の浅海岩礁域 5 箇所において、アワビ類とウニ類、海藻類および植食動物、肉食動物の現存量調査を実施した結果、キタムラサキウニでは水深が深い所により多く、無節サンゴモとの関連がみられた。更に、植食動物のクボガイではホンダワラ類のアカモクや小型海藻類を、バテイラでは大型海藻類のアラメを餌料および棲息場として利用していると考えられた。エゾアワビでは、その出現がアラメの分布と関係することから、バテイラとの間で餌料の競合関係にあるとみられた。また各箇所でも、アワビ類、ウニ類および植食動物は、餌料となる海藻類に制約される形で出現していることも明らかとなった。一方、肉食動物のヤドカリ類とイトマキヒトデは各箇所でも出現が認められたが、海藻類の少ない箇所ではヤドカリ類が多く出現しアワビ類等の幼稚子がより捕食され易い状況にあるものと考えられた。

文 献

- 1) 徳田 廣・大野正夫・小河久朗 (1987) 海藻資源増殖学, 初版, 354pp. 東京, 緑書房
- 2) 農林水産技術会議事務局 (1989) 海洋牧場—マリンランニング計画, 初版, 617pp. 東京, 恒星社厚生閣
- 3) 白石一成 (2002) 宮城県北部(気仙沼湾周辺)の浅海岩礁域における植食動物の出現動向. 宮城水産研報, (2), 67-75
- 4) 白石一成 (1997) 肉食動物のキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* に対する捕食に及ぼす水温の影響. 水産増殖, 45 (3), 321-325
- 5) 白石一成 (2002) 浅海岩礁域の底棲肉食動物によるエゾアワビに対する捕食実験. 栽培技研, 30 (1), 37-42
- 6) 白石一成 (1998) 宮城県北部岩礁域における肉食動物の出現動向とキタムラサキウニに対する捕食について. 栽培技研, 27 (1), 35-41
- 7) K.Saito (1981) The appearance and growth of 0-year-old ezo abalone. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 47 (11), 1393-1400
- 8) 田中邦三・田中種雄・石田 修・坂本 仁・清水利厚・金子信一・目黒清美 (1980) 千葉県安房地区におけるクロアワビ (*Nordotis discus* (Reeve)) の資源生態的研究. 千葉水試研報, (38), 1-177
- 9) 今井利為 (1995) 本邦中部におけるウニ類の増殖に関する研究. 神水試論文集, (6), 1-90

- 10) M. Nagata (1983) Bioenergetics of the benthic herbivorous populations in a rocky intertidal habitat. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49 (1), 33-40
- 11) Y. Takada and T. Kikuchi (1990) Mobile molluscan communities in boulder shores and the comparison with other intertidal habitats in Amakusa. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 10 (2), 145-168
- 12) 高橋和寛・宮本建樹・水鳥純雄・伊藤雅一 (1985) 忍路湾の磯浜に生息するカニ類の生態. 北水試報, (27), 71-89
- 13) 二鳥賢二・伊藤輝昭・岸本源次 (1987) アワビの栽培漁業化に関する研究-I. 昭和60年度福岡県水産試験場研究業務報告, 239-257
- 14) 今野敏徳・泉伸一・竹内慎太郎 (1985) 漸深帯大型海藻の帯状分布に及ぼす波浪の影響. 東京水産大研報, 72 (2), 85-97
- 15) 喜田和四郎・前川行幸 (1982) アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-I. 志摩半島御座岬周辺における群落の分布と構造. 三重大水実研報, (3), 41-54
- 16) 寺脇利信・吉田吾郎・吉川浩二・有馬郷司 (1996) 瀬戸内海西部における基面の高さ別のホンダワラ植生の観察. 南西水研研報, (29), 49-58
- 17) 菊地省吾・浮永久 (1984) 植食動物密度の管理基準. 大型別枠研究有用海藻グループ58年度レポート, 南西海区水産研究所, 33-36
- 18) 宮城県気仙沼水産試験場 (2001) 調査観測資料. 平成12年度宮城県水産試験研究成果要旨集, 宮城県, 97-116
- 19) 日本水産学会 (1999) 磯焼けの機構と藻場修復 (水産学シリーズ120), 谷口和也編, 初版, 120pp. 東京, 恒星社厚生閣
- 20) 全国沿岸漁業振興開発協会 (1982) 増殖場造成指針, 初版, 252pp. 東京, 地球社
- 21) 横浜康継 (1985) 海の中の森の生態, 初版, 247pp. 東京, 講談社
- 22) 菊池泰二 (1983) 海産無脊椎動物の繁殖生態と生活XI. 幼生期および定着初期における死亡. 海洋と生物, 5 (6), 432-437.
- 23) 神奈川県 (1987) 昭和61年度放流技術開発事業報告書 (放流漁場高度利用技術開発事業あわび類), 1-44.
- 24) 白石一成 (1998) 肉食動物によるエゾアワビの捕食と水温の関係. 栽培技研, 26 (2), 99-102

