

藻場造成効果調査（要約）

杉浦大介・高橋拓実・中山凌・鈴木亮

目 的

日本海北部および陸奥湾地区の増殖場内に設置された藻類増殖礁と周辺の天然基質において、ホンダワラ類等海藻類の生育や魚類の産卵状況を調査し、増殖場の造成効果を把握する。

材料と方法

調査は2022年9月から10月（秋季）と2022年12月から2023年2月（冬季）に行った。各漁場内の岸沖方向に3本の調査線を設定した。ポイント調査の定点は次のように設定した。日本海北部（A漁場）において、各調査線上の礁体（円形セピア）2基と対照区（天然岩礁域）1地点の計7地点を選定した。陸奥湾のうちB・C・D・GおよびHの各漁場では、各調査線上に礁体（竜宮礁）1基と捨石1地点の計6地点と対照区（漁場周辺の砂泥底）1地点を設定した。EおよびF漁場では礁体のみ敷設されていたため、各調査線上に礁体（竜宮礁）2基の計6地点と対照区（漁場周辺の砂泥底）1地点を設定した。各地点において下記の調査を実施した。

1. 水産生物調査

(1) 海藻類の生育状況調査

各調査線に沿って植物の生育状況を動画で撮影した。各地点の0.25 m²の範囲に生育する海藻類の被度を調査し、採取した。種毎に個体数（計数可能な種のみ）、湿重量を測定した。

(2) 底生動物生息状況調査

サザエ、アワビ類、ウニ類、ナマコ類は各地点のうち礁体では1基分、対照区では1-10 m²の範囲で個体数とサイズを記録した。底生動物を生息状況により抽出して採取し、種毎に個体数と湿重量を、有用種については個体ごとにサイズと湿重量を測定した。また、海藻類と着底基質を競合する固着性動物については0.25 m²の範囲で種毎に被度を観察した。

(3) 餌料生物調査

礁体各地点及び対照区に生息する海藻類の表面及び付着基部周辺に生息するマクロベントスをスクレイパーで0.01 m²（0.1m×0.1m）分採集した。陸奥湾の対照区（砂泥底）では面積0.01 m²、深さ3cmの範囲で採取した。動物を可能な限り下位の分類群まで同定し、種毎に個体数と湿重量を測定した。

(4) 魚類等の生息状況調査

礁体から半径3m以内に生息する魚類の個体数、サイズ、産卵状況を潜水により目視調査した。

(5) 海藻類の窒素、リン、炭素の含有量調査

日本海北部（A漁場）では増殖場内からホンダワラ類（秋季：マメタワラ、冬季：ジョロモク）を採集した。陸奥湾では各増殖場内からホンダワラ類（秋季：アカモク、冬季：アカモク、フシスジモク、スギモクのいずれか）またはスゲアマモを採集した。藻体は50℃で24時間乾燥し、窒素、リン、炭素の含有量を測定した。

2. 漁場環境調査

各漁場に自記式水温計（Onset社 ティドビット v2）を設置し、6時間毎正時の水温を測定した。

結 果

(1) 海藻類の生育状況調査

・A漁場

秋季調査ではホンダワラ類が優占種として生育しており、マメタワラ及びジョロモクが確認された。対照区では優占種としてヨレモクが確認された。冬季調査ではホンダワラ類が優占種として生育しており、マメタワラ及びジョロモクが優占していた。特にマメタワラ幼体が多く確認された。対照区ではホンダワラ類はヨレモク1種のみが生育し、その他海藻類が4種確認された。

・B漁場

秋季調査では全体的に海藻草類の生育量は低水準で、優占種はミルであった。対照区はアマモ類のスゲアマモの群生が確認された。冬季調査では全体的に海藻草類の生育量は低水準で、優占種はイトフジマツであった。対照区はアマモ類のスゲアマモの群生が確認された。

・C漁場

秋季調査では緑藻ミルの他、紅藻類がわずかに生育し、全体的に海草藻類の生育量は低水準であった。対照区では植物は観察されなかった。冬季調査では緑藻シオグサ科や紅藻類等がごくわずかに生育していた。対照区では植物は生育していなかった。

・D漁場

秋季調査では緑藻シオグサ科やミルの他、紅藻類がわずかに生育し、全体的に海草藻類の生育量は低水準であった。対照区（砂泥域）では植物は観察されなかった。冬季調査ではフシスジモクおよびアカモクの幼体がそれぞれ礁体区の1地点でごくわずかに生育していた。その他は褐藻アミジグサ科やカバノリ等の紅藻類で占められていた。対照区では植物は生育していなかった。

・E漁場

秋季調査では、ほとんどの礁体区でシオミドロ科が、冬季調査ではシオグサ科が優占した。秋季に優先していたシオミドロ科は冬季には確認されなかった。対照区では秋季・冬季ともにミルが優占した。ホンダワラ類については、秋季はスギモク、フシスジモク、アカモクが少量観察された。冬季はスギモクが出現せず、フシスジモク、アカモクに加えて新たにフシイトモクが観察された。本数・重量ベースともに秋季よりも冬季の方がやや高い値を示した。

・F漁場

秋季調査では、礁体区2地点でフシイトモクが優占し、その他の地点ではイシモズクが多く出現した。一方で冬季調査では、礁体区のほとんどの地点でスギモクが優占し、1地点のみモロイトグサが優占していた。その他の多年生ホンダワラ類については、フシスジモクが秋季・冬季ともにわずかながら出現した。対照区では秋季・冬季ともにスゲアマモが優占した。

・G漁場

秋季調査では調査地点の半数でツルモが、冬季調査では同様に調査地点の半数でスギモクとイトフジマツがそれぞれ優占しており、藻類の着生が確認された礁体ではスギモクが優占していた。秋季・冬季それぞれ礁体区と捨石区の間で出現藻類の種数に明確な違いは見られなかった。また、ある調査ライン上の2地点については秋季・冬季ともに海草藻類の生育はほとんど見られなかった。秋季で優占していたツルモは冬季には確認されなかった。対照区では秋季・冬季ともにスゲアマモが優占していた。ホンダワラ類については秋季・冬季ともにスギモクのみであり、本数・重量ベースともに冬季の方が高い値を示した。

・H漁場

藻類の着生が確認された礁体において、秋季調査および冬季調査のいずれもスギモクまたはミルが優占していた。秋季・冬季いずれも礁体区と捨石区の間で出現藻類の種数に明確な違いは見られなかったが、冬季には礁体区・捨石区に関わらず紅藻類の出現種数が増加していた。また秋季に限り、ある調査ライン上の2地点においてイシモズクが確認された。また、ある調査ライン上の2地点については秋季・冬季ともに海草藻類の生育はあまり見られなかった。対照区では秋季・冬季ともにスゲアマモが優占し

ていた。ホンダワラ類については秋季・冬季ともにスギモクおよびフシスジモクのみであり、秋季・冬季ともに本数はスギモクが高い値を示し、その重量ベースは冬季の方が高い値を示した。

(2) 底生動物の生息状況調査

・A漁場

秋季調査ではキタムラサキウニは礁体3地点で4-20個、対照区で1個体が確認された。ムラサキウニは礁体3地点で2-6個体が確認され、対照区では確認されなかった。サザエは礁体5地点で3-87個体が確認された。礁体2地点では幼貝から成貝まで幅広く生息していた。エゾアワビは礁体2地点で1-2個体が確認された。冬季調査ではキタムラサキウニは礁体5地点で1-14個体が確認され、対照区で2個体が確認された。ムラサキウニは礁体1地点で1個体のみが確認された。サザエは礁体5地点で3-52個体が確認された。秋季調査と同様に礁体2地点で1礁体当たりの個体数は多かったが、秋季調査と比べて殻高30mm未満の幼貝が著しく減少した。エゾアワビは全地点において確認されなかった。マナマコ（アカナマコ）は対照区で1個体が確認された。

・B漁場

秋季調査ではマナマコは礁体3地点、捨石2地点で1-15個体が確認された。確認されたマナマコは大型の個体が多く夏眠中と思われた。対照区においては確認されなかった。ウニ類、サザエ、アワビ類は全地点において確認されなかった。冬季調査ではマナマコは礁体3地点、捨石3地点で1-4個体が確認され、対照区で1個体が確認された。秋季調査では確認されなかったウニ類（キタムラサキウニ、キタサンショウウニ）が捨石区で出現した。サザエ、アワビ類は全地点において確認されなかった。

・C漁場

秋季調査ではマナマコは礁体2地点、投石全地点で1-3個体出現した。重量は4-293 gの範囲にあった。キタムラサキウニは礁体および投石の全地点で1-12個体出現した。重量は9-199gの範囲にあった。キタサンショウウニは礁体2地点と投石1地点で1-4個体出現した。重量は5-16gの範囲にあった。固着性動物の被度は41-70%とやや高く、礁体区と捨石区のいずれの地点においてもフジツボ科が優占した。対照区ではマナマコ、ウニ類、固着性動物は確認されなかった。

冬季調査ではマナマコは礁体区と捨石区の全地点で出現し、生息密度は礁体1基あたり1-6個体、捨石区で1.5-5個体/㎡だった。重量組成は礁体区と捨石区のどちらも20g弱と50g付近にモードを持つ二峰型であり、捨石区の1地点のみ300g超の大型個体が出現した。キタムラサキウニは全地点で出現し、生息密度は礁体1基あたり1-6個体、捨石区では2-12個体/㎡だった。サイズは殻径16.4-82.8mmの範囲にあった。固着性動物の被度は礁体区で47-78%、捨石区で37-47%だった。全地点においてフジツボ類が優占し、地点によってはイワガキやイタボガキ科が第2優占種となっていた。対照区ではマナマコ、ウニ類、固着性動物は確認されなかった。

・D漁場

秋季調査ではマナマコは礁体・投石各1地点で4個体ずつ出現した。対照区では1個体/2㎡出現した。重量は7-353 gの範囲にあった。キタムラサキウニは礁体2地点および投石3地点で4-37個体出現した。重量は6-129gの範囲にあった。キタサンショウウニは礁体2地点でのみ1-2個体出現した。重量は10-22gの範囲にあった。固着性動物の被度は3-11%と低く、ナミマガシワガイ、カンザシゴカイ科、ウズマキゴカイ科、フジツボ科が少量ずつ確認された。対照区ではウニ類と固着性動物は確認されなかった。

冬季調査ではマナマコは礁体区と捨石区の全地点で出現し、生息密度は礁体1基あたり1-6個体、捨石区で1.5-3.5個体/㎡だった。対照区では351.0gの大型個体が1個体のみ確認され、生息密度は0.2個体/㎡だった。キタムラサキウニは礁体区と捨石区の各2地点で確認され、各地点の生息密度は礁体1基あたり1個体と28.6個体、捨石区では6個体/㎡と10個体/㎡だった。対照区ではウニ類は出現しなかった。固着性動物の被度は礁体区で55-70%、捨石区で40-73%だった。全地点においてフジツボ類が優占した。対

照区ではエゾヒバリガイがわずかに確認された。

・E漁場

秋季調査では、マナマコは礁体2地点で出現し、重量は67-307gの範囲にあった。キタムラサキウニも礁体2地点で出現し、重量は17-166gの範囲にあった。固着性動物の優占種は礁体区ではフジツボ科またはカンザシゴカイ科が主体であったが、対照区では、底生動物及び固着性動物のいずれも確認されなかった。

冬季調査では、マナマコは礁体2地点でそれぞれ1個体出現し、重量は320gと202.1gであった。キタムラサキウニは礁体1地点及び対照区でそれぞれ1個体出現し、重量は30.3gと65.9gであった。その他、ツガルウニが礁体1地点で1個体、キタサンショウウニが礁体1地点で1個体出現した。固着性動物の優占種は秋季と変わらずフジツボ科またはカンザシゴカイ科であったが、冬季は特にフジツボ科が優占していた。また対照区において、エゾヒバリガイが少量ながら確認された。

・F漁場

秋季調査では、マナマコは礁体2地点で出現し、重量は0.5-83.2gの範囲にあった。ウニ類は全地点において確認されなかった。固着性動物の優占種は礁体区ではカンザシゴカイ科が主体であったが、対照区では底生動物及び固着性動物のいずれも確認されなかった。

冬季調査では、マナマコは礁体区の全地点で合計42個体出現し、重量は0.2-307.5gの範囲にあった。ウニ類は全地点において確認されなかった。礁体区における固着性動物の優占種は、秋季と変わらずカンザシゴカイ科であり、対照区では底生動物及び固着性動物のいずれも確認されなかった。

・G漁場

固着性動物は調査時期に関らず礁体区・捨石区ともにフジツボ類が優占していた。礁体区における全種合計の平均被度は秋季で37%、冬季で41%とほぼ同程度であり、礁体ごとの被度は秋季で23-62%、冬季で19-77%と著しいバラツキが見られた。捨石区における全種合計の平均被度は秋季で14%、冬季で19%と礁体区のほぼ半分未満の数値であり、冬季の方がやや高い傾向が見られた。地点ごとの被度は秋季で8-22%、冬季で8-32%とややバラツキが見られた。対照区からは固着性動物はほぼ確認されなかった。匍匐性動物はマナマコのみが確認された。その数量と密度について、礁体区では秋季に3地点から少なくとも8-14個体以上の範囲で確認され、礁体あたりの密度は平均16個体、冬季には3地点から2-19個体の範囲で確認され、礁体あたりの密度は平均9.3個体であった。また捨石区においては秋季に3地点より1-4個体の範囲で確認され、その密度は平均2.3個体/m²、冬季には8-10個体の範囲で確認され、密度は5.8個体/m²であった。対照区においては秋季と冬季でそれぞれ2個体と3個体が確認され、その密度は2個体/m²および3個体/m²であった。

・H漁場

固着性動物はカンザシゴカイ科が突出して優占した礁体区の1地点を除き、調査時期に関らず礁体区・捨石区ともにフジツボ類が優占し、それに次いでカンザシゴカイ科の被度が高い傾向にあった。礁体区における全種合計の平均被度は秋季で49%、冬季で約34%と秋季の方が高い傾向にあり、礁体ごとの被度は秋季で約7-80%、冬季で約24-50%とバラツキが見られた。捨石区における全種合計の平均被度は秋季で約30%、冬季で約40%と冬季の方がやや高い傾向が見られた。地点ごとの被度は秋季で7-67%、冬季で16-58%とバラツキが見られた。対照区からは固着性動物はほぼ確認されなかった。

匍匐性動物はキタムラサキウニ、キタサンショウウニおよびマナマコが確認された。このうちキタムラサキウニは秋季・冬季ともに捨石区1地点からのみ確認され、その密度は秋季・冬季の順に平均で0.2個体/m²・0.1個体/m²となった。マナマコについて、礁体区では秋季に2地点からそれぞれ2個体および4個体確認され、礁体あたりの密度は平均2個体、冬季にも2地点からそれぞれ3個体および6個体確認され、礁体あたりの密度は平均5.5個体であった。また捨石区においては秋季に3地点から1-4個体の範囲で確認

され、その密度は平均1.8個体/m²、冬季にも3地点から2-7個体の範囲で確認され、その密度は3.5個体/m²であった。対照区においては冬季に1個体が確認され、その密度は0.1個体/m²であった。

(3) 餌料生物調査

・A漁場

秋季調査では礁体区で8-31種、対照区で12種が出現した。冬季調査では礁体区で13-23種、対照区で10種が出現した。地点間で共通してヨコエビ類の種数が多い傾向で、礁体3地点と対照区では個体数も多く、ホソヨコエビ属またはカマキリヨコエビ属が優占した。

・B漁場

秋季調査では礁体区で3-10種、捨石区で5-12種が出現した。固着性動物が主体であり、ヨコエビ類やアミ類は少ない傾向だった。冬季調査では礁体区で4種、捨石区で1-6種、対照区で6種が出現した。

・C漁場

秋季調査では礁体区で3-7種、捨石区で1-12種、対照区で7種が出現した。冬季調査では礁体区で5-9種、捨石区で4-12種、対照区で7種が出現した。

・D漁場

秋季調査では礁体区で7-9種、捨石区で9-10種、対照区では9種が出現した。冬季調査では礁体区で4-10種、捨石区で4-12種、対照区で12種が出現した。

・E漁場

秋季調査では礁体区で3-9種、対照区で8種が出現した。冬季調査では礁体区で2-10種、対照区で11種が出現した。

・F漁場

秋季調査では礁体区で9-21種が出現したが、対照区では餌料生物が確認されなかった。冬季調査では礁体区で6-12種、対照区で9種が出現した。

・G漁場

秋季・冬季ともに礁体区と捨石区に明瞭な違いは認められず、いずれもタマツボが著しく多産した。ただし、その量は地点ごとにバラついていた。端脚類はほぼ見られなかった。対照区では生物はほとんど出現しなかった。

・H漁場

ほぼ生物の出現がなかった冬季の礁体区1地点を除き、秋季・冬季ともに礁体区と捨石区に明瞭な違いは認められず、いずれもタマツボ、チャツボ類が多産した。端脚類はほぼ見られなかった。対照区では生物はほとんど見られなかった。

(4) 魚類等の生息状況調査

・A漁場

秋季調査では全長5-70cmのマダイ、5-30cmのイシダイ、クロダイ、ウミタナゴ、キュウセンおよびベラ科が確認された。冬季調査では全長15cmのクジメ1個体のみが確認された。

・B漁場

秋季調査ではカンパチ、マダイ、イシダイ、アイナメなどが確認された。冬季調査では各地点およびその周辺において魚類は確認されなかった。

・C漁場

秋季調査ではマダイ幼魚、キュウセン、リュウグウハゼが観察された。冬季調査では魚類は確認されなかった。

・D漁場

秋季調査ではマダイ（全長10cm）、アイナメ（全長10cm）がそれぞれ1地点で1個体ずつ出現した。冬季

調査では魚類は確認されなかった。

・E漁場

秋季にはマダイ、ウミタナゴ、ウマヅラハギ、キュウセンが、冬季にはウミタナゴとマガレイ属魚類が確認された。マダイは秋季に礁体区1地点で全長6cmが50尾、ウミタナゴは秋季に礁体区1地点で全長8cmが100尾、冬季に礁体区2地点で全長10cmが合計500尾確認された。ウマヅラハギは秋季に礁体区1地点で全長10cmが50尾確認された。キュウセンは秋季に対照区を含めた全地点で全長10-15cmが合計46尾確認された。マガレイ属魚類は冬季の礁体区1地点で全長20cmが1尾のみであった。

・F漁場

秋季にはクロソイ、メバル属魚類(アカメバル、クロメバル、シロメバルの何れか)、アイナメ、リュウグウハゼ及びハゼ科魚類が確認されたが、冬季は全調査地点及びその周辺において魚類は確認されなかった。クロソイは秋季に礁体区1地点で全長10cmが1尾、メバル属魚類は秋季に礁体区1地点で全長10cmが1尾確認された。アイナメは秋季に礁体区1地点で全長10cmが1尾、リュウグウハゼは秋季に礁体区1地点で全長10cmが1尾、ハゼ科魚類は秋季に礁体区1地点で全長5cmが250尾確認された。対照区で魚類は確認されなかった。

・G漁場

秋季にのみクロダイ、マダイ、ウミタナゴが確認され、冬季には魚類は確認されなかった。クロダイは礁体区1地点で全長10cmが1尾、捨石区1地点で同じく全長10cmが2尾、マダイは礁体区1地点で全長10cmが2尾、捨石区1地点で全長8cmが1尾、ウミタナゴは捨石区1地点で全長8cmが1尾確認された。対照区で魚類は確認されなかった。

・H漁場

秋季にはエゾメバル、クロソイ、メバル属、イシダイ、アイナメなどが、冬季にはメバル属とマガレイ属が確認された。エゾメバルは捨石区1地点で全長20cmが1尾、クロソイは礁体区1地点で全長5cmの幼魚が1個体、捨石区1地点で全長35cmが1個体、メバル属は秋季に捨石区1地点で全長35cmが3個体、冬季に捨石区1地点で全長35cmが2個体、イシダイは礁体区1地点で全長10-15cmの範囲で4個体、捨石区1地点で全長10cmが1個体、アイナメは礁体区1地点で全長8cmの幼魚1個体が確認された。マガレイ属は冬季の礁体区1地点で全長20cmが1個体のみであった。対照区で魚類は確認されなかった。

A-Hの各漁場において、秋冬通じて魚介類の卵塊は観察されなかった。

(5) 海藻類の窒素、リン、炭素の含有量調査

秋季調査において、日本海で採集されたマメタワラの窒素は9.85 mg/g dry、リンは0.49 mg/g dry、炭素は277.7 mg/g dryだった。陸奥湾で採集されたスゲアマモの窒素は13.43-21.65 mg/g dry、リンは1.69-3.26 mg/g dry、炭素は344.0-364.9 mg/g dryであった。アカモクの窒素は17.81 mg/g dry、リンは0.88 mg/g dry、炭素は286.4 mg/g dryだった。

冬季調査において、日本海で採集されたジョロモクの窒素は13.76 mg/g dry、リンは0.39 mg/g dry、炭素は291.8 mg/g dryだった。陸奥湾の各漁場で採集されたスゲアマモの窒素は16.02 mg/g dry、19.03 mg/g dry、リンは1.73 mg/g dry、2.14 mg/g dry、炭素は333.8 mg/g dry、269.9 mg/g dryだった。ホンダワラ類の窒素は14.04-21.38 mg/g dry、リンは0.90-1.51 mg/g dry、炭素は228.8-284.0 mg/g dryだった。

2. 漁場環境調査

日本海の水温は、9月中旬は24℃台であり、その後徐々に低下して1月上旬には10℃前後で推移した。陸奥湾の水温は、9月下旬には西湾で21-23℃台、東湾で21-22℃台であり、その後徐々に低下して1月中旬は西湾で8-9℃台、東湾で6-7℃台で推移した。

考 察

日本海ではサザエ幼貝が秋季に一部の礁体において特に高密度に分布し、冬季に減少したことから、2021年級の加入量が多く、成長に伴って周辺海域へ移動分散した可能性がある。砂浜に近い地点でサザエが少ない傾向は2021年度の調査結果¹⁾と同様であった。

多くの礁体で多年生ホンダワラ類のうちジョロモクが優占し、砂浜に近い礁体ではマメタワラが優占する傾向は2021年度の調査結果¹⁾と同様の傾向であった。2020年度のモニタリング調査の結果²⁾とあわせて、多年生ホンダワラ類の群落が経年的に維持されており、礁体の効果は持続していると判断される。

マダイとイシダイは過去2年間¹⁻²⁾と共通して高水温期のみ群れが確認され、経年的に安定して来遊していることが明らかになった。

陸奥湾の多くの漁場において、マナマコの最大サイズは秋より冬に大きい場合が多かった。これまで指摘されていた³⁾ように、増殖場の敷設された水深帯ではマナマコの夏眠場としては水温が高すぎる可能性がある。ただしB漁場など、秋季でも大型個体の採集された地区もあったことから、夏眠場としての質は水温以外に海水交換等の条件によっても変化すると考えられた。また2021年度の結果³⁾と同様に、200g以上の個体は冬には礁体区より捨石区で多い傾向があった。各漁場における稚ナマコの出現状況から、2022年級は陸奥湾東湾から西湾奥部にかけての広範囲で発生量が多かったと推測された。

魚類の優占種は秋季と冬季で大きく異なり、秋季はマダイ幼魚やアイナメ、冬季はマガレイ属だった。小型個体が多かったことから、索餌場または隠れ場として増殖場および周辺海域を利用していたと考えられる。礁体および捨石における海藻類の生育量は少なかったものの、アイナメやメバル属が観察されたことから、立体構造を有する基質を好む魚種の蝟集効果があったと推察された。

文 献

- 1) 杉浦大介 (2023) 藻場造成効果調査・日本海北部地区 (要約). 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 2021年度, 376-377.
- 2) 鈴木亮 (2022) 藻場造成効果調査 (日本海北部地区) (要約). 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 2020年度, 499-500.
- 3) 遊佐貴志 (2023) 藻場造成効果調査・陸奥湾地区 (要約). 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 2021年度, 378-395.