

サザエ稚貝に対する人工中間育成礁の有効性について

葎矢 護・船田秀之助・辻 秀二
内野 憲・田中 雅幸

Efficiency of Artificial Reef for Culturing Young Topshell, *Batillus cornutus*

Mamoru YOSHIYA, Hidenosuke FUNATA, Syuji
Tsuji, Ken UCHINO and Masayuki TANAKA

Synopsis

Cultured topshells, *Batillus cornutus*, were released onto the artificial reef at Kameshima, Asahi, Naryu and Nii in the coastal areas of Kyoto Prefecture. Data collected by diving observation and measurement of shell size were analyzed to estimate the growth and survival rates of shells after release. The growth of shell on the artificial reef (Kameshima) dominating *Ulva* and *Gelidium* were superior to that dominating *Sarugassum* and *Ulva* (Asahi).

Survival rates at Kameshima and Nii were higher than that at Asahi and Naryu where many predator like starfish and crab were observed. The oceanic conditions in the coastal areas also had an effect on survival rate, that is, the oceanic swell and wave actions were little at Kameshima and Nii.

From this study it is suggested that important factors to expect the efficient artificial reef for culturing young topshell in coastal waters are, (1) dominating favorable algae as *Gelidium*, *Ulva* and *Condium* on the reef, (2) poor predators and (3) calm sea wave around the reef.

サザエやアワビなどの磯根資源の栽培漁業化を進めるうえで、放流種苗を効率よく成長させ、また生き残らせることは重要な課題の一つである。栽培漁業化が進んでいるアワビでは、これまでも、放流稚貝を保護育成するための各種の人工礁が考案され、すでに事業化レベルでアワビの増殖漁場に造成されている例も少なくない(小竹, 1976; 西村・辻, 1979; 門間, 1981)。

一方、サザエ稚貝に対する人工的な保護育成礁は、サザエの栽培漁業化に向けての取り組みが始まってからまだ日も浅いことから、全国的にみてもその造成例はほとんどない(辻・西村, 1979)。そこで、今後サザエ稚貝の生態特性にみあった人工礁の開発が必要と考えられる。

ここでは、1986年から1988年にかけて京都府沿岸域において試験的に設置した、4種類のサザエ稚貝用の人工礁に人工種苗を放流して、その後の追跡調査で得られた

サザエの成長や生残などに関する知見について報告する。また、これらの知見をもとに、サザエ稚貝用の人工礁を造成するうえでの留意点や、今回実験に用いた人工礁の保護育成礁としての有効性などについてもあわせて検討したので報告する。

材料と方法

サザエ稚貝の試験放流を行った人工礁は、波浪の影響の比較的少ない久美浜町旭、伊根町新井、同亀島および舞鶴市成生の各地先の漁港区域内に設けた(Fig. 1)。このうち、伊根町亀島地先の人工礁は、コンクリートブロック(6.0 m×3.0 m×0.5 m)に海藻の着生を促すための割石を埋め込んだもので、1986年2月に同水域へ投入した(Fig. 2)。久美浜町旭地先のもは、コンクリート製の斜路(15.0 m×5.0 m×0.5 m)に割石を埋め込んだ礁で、1986年5月に設置した(Fig. 3)。

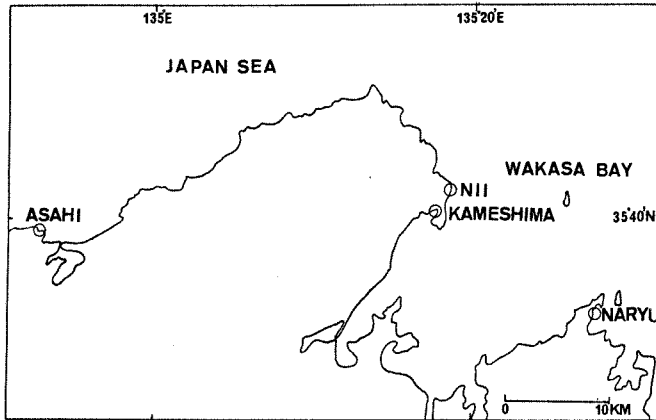


Fig. 1. Location of the experimental areas.

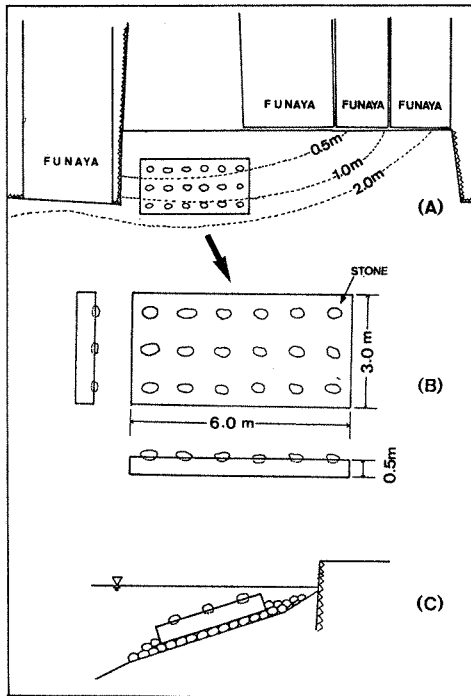


Fig. 2. Drawing of the artificial reef at Kameshima of Ine Street. (A) General drawing of the artificial reef. (B) Drawing of the artificial reef in detail. (C) Profile of the artificial reef.

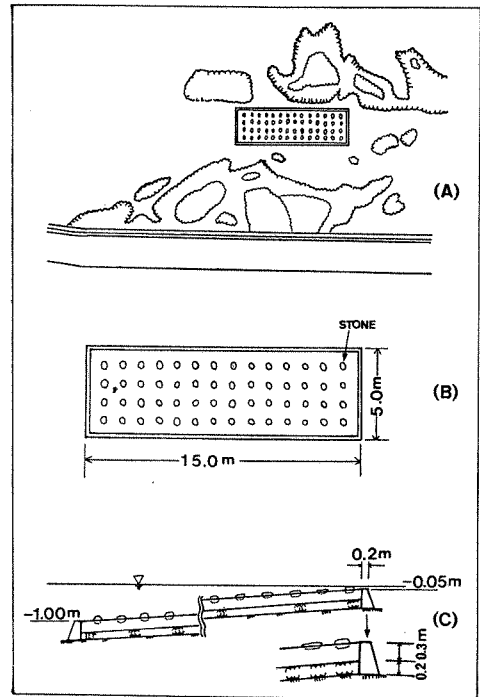


Fig. 3. Drawing of the artificial reef at Asahi of Kumihama Street. (A) General drawing of the artificial reef. (B) Drawing of the artificial reef in detail. (C) Profile of the artificial reef.

また、舞鶴市成生地先の礁は、1987年7月に1t/個程度の転石を約500m²にわたって投入し造成したものである (Fig. 4)。さらに、伊根町新井地先のものは、事前にアナオサを着生させた古網 (4.0m×2.0m、クレモ

ナ製) 3枚を、1988年5月に海藻が貧相な岩盤に敷いただけの簡便な方式の礁である (Fig. 5)。なお、古網には海藻が着生しやすいように砂を混入させたセメントを塗布し、稚貝を放流する約2カ月前から、同地先水域に

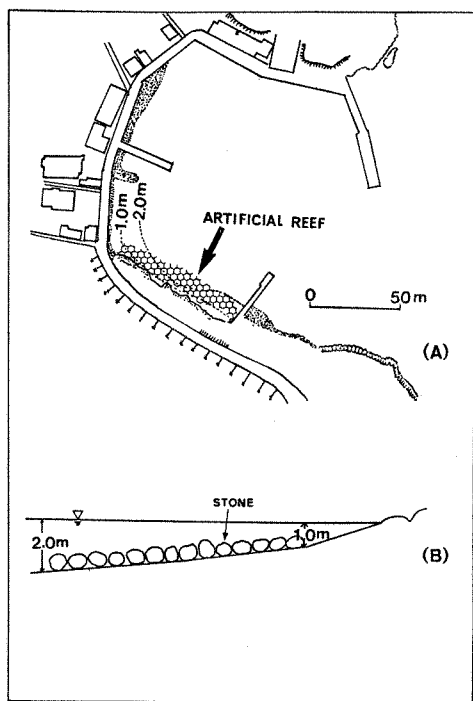


Fig. 4. Drawing of the artificial reef at Naryu of Maizuru City. (A) General drawing of the artificial reef. (B) Profile of the artificial reef.

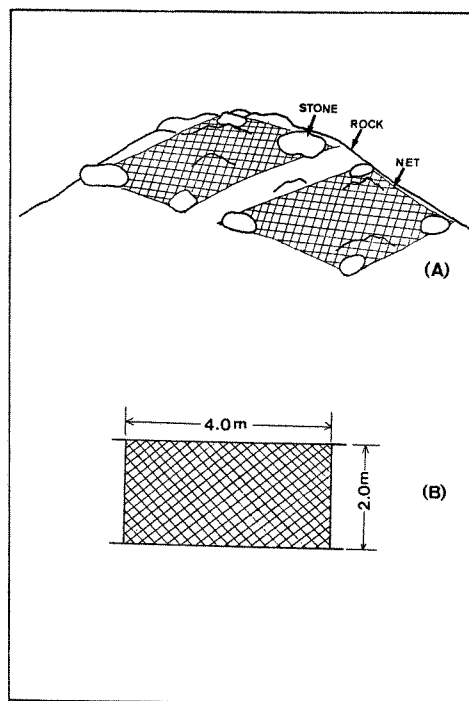


Fig. 5. Drawing of the artificial reef (Net type) at Nii of Ine Street. (A) General drawing of the artificial reef. (B) Drawing of the net made of vinylon in detail.

垂下してアナオサを着生させた。

試験放流に用いたサザエ稚貝は、京都府栽培漁業センターで生産されたもので、それぞれの大きさや放流個数は Table 1 に示すとおりである。亀島地先の人工礁には、1987年5月12日に平均殻高 3.9 mm、また1988年5月16日には平均殻高 5.5 mm の稚貝をそれぞれ5,000個体放流した。旭地先には、1987年5月25日に平均殻高 4.1 mm の稚貝を23,500個体、1988年5月11日に平均殻高 7.7 mm のものを28,000個体放流した。また、成生地先の人工礁には、1988年5月23日に平均殻高 5.8 mm の稚貝を20,000個体放流し、新井地先には、同年5月28日に平均殻高 12.5 mm のものを3,000個体放流した。なお、どの人工礁ともサザエを放流する前に、ヒトデ類、アキガイ類、カニ類などの害敵生物の駆除を行った。

放流後は、約1カ月毎にサザエを50個体程度取り上げて、その殻高を測定した。同時に、礁上に生育する海藻の植生を知るために、0.5 m×0.5 m のコドラートを用いて被度調査を行った。その他、物理的環境として表層

水温と塩分を測定した。一方、放流貝の生残個数は、各礁とも、最終調査日に単位時間ごとにサザエの取り上げを行い、その取り上げ結果から、DE LURY の方法を応用して推定した。なお、具体的な方法は、霞矢ら(1987)の報告の中で詳細に述べてあるのでここでは省略する。

結 果

(1)水温と塩分の変化

各地先水域の調査期間中における表層水温の変化を Fig. 6 に示した。このうち、伊根町亀島と久美浜町旭地先の水温変化は1987年の調査結果を、また伊根町新井および舞鶴市成生地先については、1988年の結果を示してある。

亀島と旭地先における表層水温の変化は、旭地先の8月の調査結果が不足しているものの、ほぼ同様の傾向を示し、5月中旬頃 16°C 前後であった水温は、それ以降急速に上昇して亀島地先では8月下旬頃に最高水温 (29.3°C) を示した。その後水温は低下して10月下旬から11

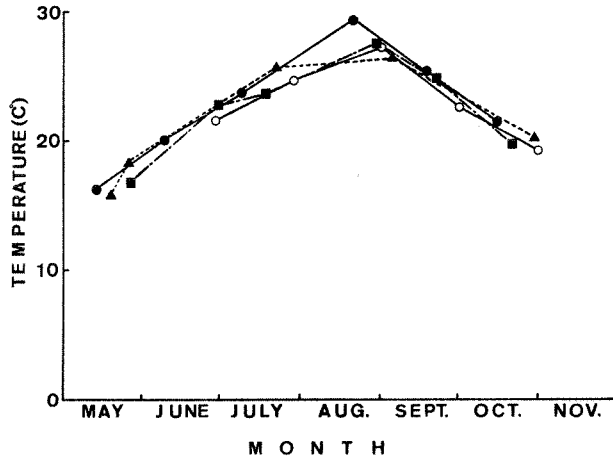


Fig. 6. Monthly changes of the surface temperature in four experimental areas. ●—●, Kameshima; ▲.....▲, Asahi; ■--■, Naryu; ○—○, Nii.

Table 1. Growth and survival of young topshell on the artificial reef.

Type of artificial reef*	Date of releasing	No. of shell released	Mean shell height±SD (mm)	Date of catch	Rate of survival (%)	Mean shell height±SD(mm)
CB	May 12, 1987	5,000	3.9±0.8	Nov. 10, 1987	63.6	23.7±3.6
	May 16, 1988	5,000	5.5±1.6	Nov. 7, 1988	48.4	22.7±3.7
CS	May 25, 1987	23,500	4.1±0.8	Oct. 29, 1987	57.2	15.6±3.1
	May 11, 1988	28,000	7.7±1.7	Nov. 17, 1988	7.9	19.9±2.7
ST	May 23, 1988	20,000	5.8±1.4	Oct. 20, 1988	37.6	20.6±3.2
NE	May 28, 1988	3,000	12.5±1.2	Nov. 4, 1988	84.6	26.6±2.5

CB, CS, ST and NE indicate type of concreat block, concreat slope, stone and net, respectively. SD, Standard deviation.

月上旬には 20°C 前後になっていた。この傾向は翌年においても同様であったが、1988年7月中旬から8月中旬にかけては、天候不順のため雨天の日が多く、1987年の結果と比較すると、特に8月下旬における表層水温が 1~3°C 程度低くなっていた。

また、新井および成生地先の水温変化も、前年度の亀島、旭地先の結果と比較して、8月下旬頃の水温がやや低い以外はほぼ同様の傾向で推移した。

一方、調査期間中における塩分の変化は、1987年の亀島および旭地先においては、32.5~34.1‰と比較的安定していた。しかし、1988年には前述したように一時期調査水域に多量の雨水が流入したために、亀島地先で29.5~33.7‰、旭地先で28.5~34.6‰、そして成生地先では25.5~33.0‰と前年の結果と比較すると表層水の塩分は不安定であった。なお、新井地先の塩分は32.4~33.5‰と他水域と比較すると安定していた。

(2)人工礁における放流サザエの成長

各人工礁での放流サザエの成長をみるため、最終調査日におけるサザエの平均殻高を Table 1 に示した。また、小型サザエの成長は、その生息水域の植生と密接に関係していると考えられるので(霞矢ら, 1987), Fig. 7 には、各人工礁上における海藻の植生の変化についても示した。

まず、各礁上におけるサザエの成長について述べる。1987年5月12日に、平均殻高 3.9mm で亀島地先のコンクリートブロック型礁へ放流したサザエは、約6カ月後の11月10日には平均殻高で 23.7 mm にまで成長していた。1988年の結果でも、5月16日に平均殻高 5.5 mm のサザエが、11月7日には 22.7 mm に成長しており、前年と比較してほぼ同様の結果であった。

旭地先のコンクリート斜路型礁においては、1987年5月25日に平均殻高 4.1 mm で放流したサザエが、約5カ

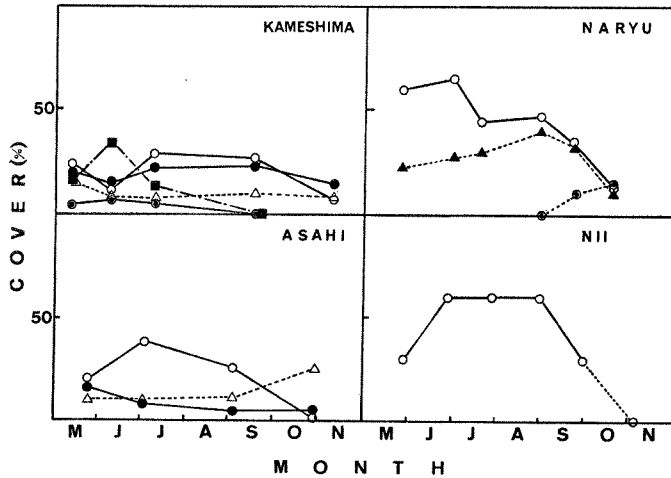


Fig. 7. Monthly changes of percentage cover of algae on the artificial reef. ○—○, *Ulva pertusa*; ●—●, *Gelidium amansii*; ■—■, *Colpomenia sinuosa*; △····△, *Sargassum* spp.; ○—○, *Padina arborescens*; ▲····▲, *Condium fragile*; ○····○, *Corallinoideae*.

月後の10月29日には、平均殻高で 15.6 mm に成長していた。また、1988年5月11日に平均殻高 7.7 mm で放流したサザエは、6ヵ月後の11月17日には 19.9 mm となっていた。以上の1987年と1988年の試験結果から、同礁上における放流サザエの成長は、亀島地先のコンクリートブロック型礁のサザエの成長と比較して、やや悪い傾向が認められた。

成生地先の転石を利用した礁では、1988年5月23日に平均殻高 5.8 mm で放流したサザエが、約5ヵ月後の10月20日には平均殻高で 20.6 mm にまで成長しており、この礁上でのサザエの成長は、亀島地先のコンクリートブロック型礁におけるサザエの成長と比較すると若干劣るものの、旭地先のコンクリート斜路型礁のものよりは優れていた。

古網を利用した新井地先の礁では、1988年5月28日に平均殻高 12.5 mm のサザエ稚貝を放流し、約5ヵ月後の11月4日には、放流貝は平均殻高で 26.6 mm に成長していた。この結果から、他の人工礁と比較して大型の稚貝を放流したことにもよると考えられるが、古網を利用しただけの同礁においても、サザエの成長は概ね良好であることがわかった。

人工礁における放流サザエの餌料環境は Fig. 7 に示すとおりであるが、この結果から、各人工礁上で優占していた海藻について整理する。亀島地先の礁では、ヤツマ

タモク *Sargassum patens* やフシスジモク *S. confusum* などのホンダワラ類、フクロノリ *Colpomenia sinuosa* それにウミウチワ *Padina arborescens* なども生育していたが、調査期間中最も優占していたのは、マクサ *Gelidium amansii* とアナアオサ *Ulva pertusa* であった。旭地先では、イソモク *S. hemiphyllum*、ヤツマタモク、マメタワラ *S. piluliferum*、ウミトラノオ *S. tunbergii*、ヨレモク *S. siliquastrum* などのホンダワラ類が多く生育しており、特に10月にはホンダワラ類が最も繁茂していた。その他にアナアオサも優占していた。また、新井地先ではアナアオサ、そして成生地先ではアナアオサとミル *Condium fragile* が優占していた。

ここで、人工礁上の放流サザエの成長と各礁の優占海藻との関係についてみてみると、マクサとアナアオサが優占していた亀島地先の礁で最もサザエの成長が良かったのに対して、ホンダワラ類とアナアオサが優先していた旭地先の礁におけるサザエの成長は、他の礁上のサザエの成長と比較して悪い結果となっている。一方、サザエ稚貝の成長は、生息水域に繁茂している餌料海藻の種類によって影響を受け、マクサなどのテングサ類やアナアオサなどの優占水域でサザエの成長が良く、ホンダワラ類や有節サンゴ藻の優占水域では悪くなることが報告されている(霞矢ら, 1987)。すなわち、今回実験を行った人工礁における放流サザエの成長の違いは、それぞ

れの礁に優占する餌料海藻の種類の違いによって生じているものと考えられる。

(3)人工礁における放流貝の生残

次に各人工礁における放流サザエの生残率について述べる (Table 1)。なお、この場合のサザエの生残率は、各礁上に生残していたサザエだけでなく、礁に隣接する転石や岩盤上に生残していたサザエも含めて生残個体として推定した。

亀島地先のコンクリートブロック型礁へ、1987年5月12日に放流したサザエの6ヵ月後の生残率は63.6%と比較的良好な結果が得られた。しかし、翌年5月16日に放流したサザエの場合、6ヵ月後の生残率が48.4%と、前年と比較するとやや低くなっていた。

旭地先のコンクリート斜路型礁へ放流したサザエの生残率は、1987年5月25日放流群では57.2%と亀島地先の礁へ放流したサザエのそれとあまり変らなかつたが、1988年5月11日放流群は、生残調査の直前に大時化に見舞われたため、礁上における生残率は7.9%と低かつた。なお、潜水観察の結果では、生残していたサザエの多くは、礁の周辺水域の浅場に分散してしまっており、実際の放流貝の生残はもう少し高くなるものと考えられる。

1988年5月23日の放流時に波浪の影響が強かつた成生地先の礁では、放流サザエの5ヵ月後の生残率が37.6%と、他の人工礁と比較すると低い値となつた。

一方、新井地先の礁は、アナアオサを着生させた古網を岩盤に敷いただけの簡便な方式のものであるが、この礁におけるサザエの生残率は、放流してから約5ヵ月後で84.6%と、今回調査した人工礁のうちで最も高い値となつた。

上記のとおり、各人工礁における放流貝の生残率には違いがみられた。放流サザエの生き残りを左右する要因のうち重要なものとして、放流水域における害敵生物の種類と生息量があげられる。そこで、調査期間中各人工礁周辺水域で観察された害敵生物を Table 2 にまとめておく。その他、特に小型サザエの場合には、激しい波浪によつても生残が左右されると考えられる (霞矢, 19

87)。以上のことなどから、各人工礁間でみられる放流貝の生残率の違いについて検討してみる。

今回の実験中、放流貝の生残率が高かつたのは、前述したように新井地先の礁 (84.6%) と、亀島地先の礁における1987年の結果 (63.6%) である。逆に、1988年の旭地先での結果と、成生地先における礁での結果は、それぞれ7.0%および37.6%と低い値となっている。新井地先の礁で放流貝の生残率が高かつたのは、Table 2 で示したような害敵生物が礁周辺で比較的少なかつたことや、礁自体がアナアオサを着生させた古網で岩盤を被つただけの簡便な構造であるため、岩盤上に生息していた害敵生物のレイシガイ *Reishia bronni* なども容易に駆除でき、そのことによつて食害による減耗が低く抑えられたことによると考えられる。さらに、調査期間中古網にはアナアオサがよく繁茂しており、放流貝も順調に成長して、食害にあいにくくなつたことなども、同礁における放流貝の生残率が高かつた理由としてあげられる。

亀島地先のコンクリートブロック型礁でも同様で、コンクリート面では、Table 2 で示すようなイトマキヒトデ *Asterina pectinifera* やレイシガイ、イボニシ *Reishia clavigera* などの害敵生物の駆除が容易であつたことや、マクサヤアナアオサなどの好適餌料海藻が礁上に繁茂して、放流貝の成長が良かつたことなどから生残率が比較的高くなつたものと思われる。

一方、成生地先と、1988年の旭地先の礁における放流貝の生残率が低かつたのは、前者では放流時に波浪によつて転石上から深場へ稚貝が流失してしまつたこと、また後者では、放流貝の生残調査を行う直前に、この水域では極めて稀な大時化によつて礁上のサザエが流失してしまつたことが大きな要因である。なお、亀島地先の礁でも1988年の放流貝の生残率は、前年と比較すると低下 (63.6%→48.4%) しているが、これは前述したような、大量の雨水の流入による塩分の低下によつて生じた可能性があるため、サザエの生残と塩分との関係については、今後さらに検討を加える必要があると考えられる。

Table 2. Species of predator in the experimental area

Experimental area	Species of predator
Kameshima	<i>Asterina pectinifera</i> , <i>Charybdis japonica</i> , <i>Thalamita sima</i> , <i>Reishia bronni</i> , <i>R. clavigera</i>
Asahi	<i>Asterina pectinifera</i> , <i>Cosinasterias acutipina</i> , <i>Charybdis japonica</i> , <i>Thalamita sima</i>
Nii	<i>Reishia bronni</i>
Naryu	<i>Charybdis japonica</i>

考 察

これまでのサザエ種苗放流技術開発試験の結果から、害敵駆除をした波が穏やかな浅場で、テングサ類などが繁茂する水域であれば、殻高 10 mm 未満のサザエ稚貝を、外海の漁場へも放流できる殻高 20 mm サイズまで効率よく中間育成できることが明らかになっている(桑原ら, 1987)。そこで、サザエ稚貝が生育するのに好適な条件や、移殖する際にサザエの回収がしやすいような条件を、どのようにして人為的に造るかが、サザエ稚貝の人工中間育成礁を造成するうえでのキーポイントであると考えられる。以上の点に留意しながら、今回の実験礁で得られた調査結果をもとに、各礁の有効性や改良点などについて以下に検討した。

人工礁上における放流貝の成長は、前述したように礁上に優占する海藻の種類や、その現存量によって影響を受けると考えられる。すなわち、これまでの報告(桑原ら, 1987)や、今回の実験結果から、礁上にテングサやアナアオサ、その他、ミルなどの好適餌料海藻が繁茂しておれば、放流貝の成長は良好なものになるであろう。このことから、サザエ稚貝を中間育成するための人工礁を造成する場所として、テングサ、アナアオサ、ミルなどのサザエ稚貝にとって好適な餌料海藻を人工礁上に確実に着生させるために、周辺水域にこれらの海藻が生育していることが重要な条件になると考えられる。また、いかにして効率良く人工礁に餌料海藻を着生させるかということも重要である。亀島と旭地先の人工礁には、天然石の割石をコンクリート面に埋め込んで海藻の着生を促してみた。その結果、コンクリート面には海藻の着生しない部分も観察されたが、割石上にはほとんど全てに海藻が繁茂しており、コンクリート面に埋め込んだ割石が海藻の着生に効果のあることが示唆された。

なお、コンクリート製の人工礁に海藻が十分に着生しない場合には、新井地先で用いた古網にアナアオサやテングサなどのサザエ稚貝の好適餌料海藻を着生させ、それを海藻の貧相なコンクリート製人工礁上に付設して、中間育成礁としての機能を高めさせることも可能であると考えられる。

次に、各人工礁における放流貝の生き残りの結果から、放流貝の生残率を高めるためには、人工礁にどのような条件が備わっていなければならないかについて整理してみる。サザエの生残率を高めるためには、人工礁を害敵生物の少ない水域に設置したり、礁自体も害敵生物を駆除しやすい、比較的単純な構造になっていることが

重要であると考えられる。また、サザエの成長を促すことは、生残率を高めることにもなるので、上述したような、人工礁に好適餌料海藻が着生しやすいことは生残率を高めるうえでも重要である。その他、放流貝の生残率の高い効果的な人工礁にする工夫として、波浪の影響の少ない場所に人工礁を造成したり、サザエの放流や回収作業をする場合は、波浪の影響の少ない時期を選ぶ必要のあることも、旭および成生地先の礁における放流貝の生残結果から明らかになった。

以上、4タイプの実験礁の調査結果から、各実験礁の人工産サザエ稚貝の中間育成礁としての有効性や改良すべき点について述べた。今後は、さらに礁の造成費や施工のしやすさなども考慮にいった、より適切な中間育成礁に改良していく必要があるものと考えられる。

要 約

1986年から1988年にかけて京都府沿岸域において、試験的に設置した4つのタイプの異なるサザエ稚貝用の人工中間育成礁に人工種苗を放流し、その後に行った放流貝の成長、生残に関する追跡調査の結果をまとめると次のとおりである。

- (1) 京都府沿岸域に設置した人工礁は、①伊根町亀島地先のコンクリートブロック型礁 (6.0 m×3.0 m×0.5 m) ②久美浜町旭地先のコンクリート斜路型礁 (15.0 m×5.0 m×0.5 m)、③舞鶴市成生地先の転石型礁 (1 t/個)、④伊根町新井地先の古網利用型礁 (4.0 m×2.0 m/枚) の4タイプである。
- (2) 放流貝の成長は、礁上に生育している海藻の種類によって異なり、アナアオサとマクサが優占していた礁で放流貝の成長が最も良く、それに比べてホンダワラ類とアナアオサが優占していた礁では悪かった。
- (3) (2)の結果から、人工礁を造成する場合には、テングサ、アナアオサ、ミルなど稚貝にとって好適な餌料海藻を礁に着生させるため、周辺水域にこれらの海藻が生育していることが重要である。
- (4) 人工礁上の放流貝の生き残りを高めるためには、人工礁に好適餌料海藻が着生しやすいこと、また害敵生物を駆除しやすい構造にしておくことが重要である。その他波浪の影響の少ない場所へ人工礁を造成したり、稚貝の放流や回収作業を行う場合は、波浪の影響の少ない時期を選ぶ必要のあることがわかった。
- (5) コンクリートブロック型礁とコンクリート斜路型礁の上面に埋め込んだ割石は、海藻の着生を促すのに効果的であった。

文 献

- 小竹子之助. 1976. アワビの放流漁場造成. 水産学シリーズ (12): 26-38.
- 桑原昭彦・葭矢 護・浜中雄一. 1987. サザエの栽培漁業に向けて (下). 水産の研究, **6** (2): 40-45.
- 門間春博. 1981. 浅海岩礁域におけるアワビ増殖技術およびその効果について—Ⅳ (種苗中間保護育成場におけるアワビの生息密度). 栽培技研, **10**(2): 15-21.
- 西村元延・辻 秀二. 1979. 蒲入地先アワビ礁へのアワビ種苗放流実験. 京都海洋センター研報, (3): 1-17.
- 辻 秀二・西村元延. 1979. 蒲入磯根漁場へのサザエ人工種苗放流実験. 京都海洋センター研報, (3): 18-25.
- 葭矢 護・桑原昭彦・浜中雄一. 1987. サザエ稚貝の成長と生残に及ぼす生息環境条件の影響. 日本誌, **52**(1): 41-47.