

三陸被災地のアワビ種苗生産施設を訪ねて

浮 永久

1. はじめに

今年の3月11日に発生した「東日本大震災」によって、三陸沿岸の集落、漁港とその関連施設は大きく被災した。各県や漁協によって整備され稼働していたアワビの種苗生産施設も被災したと聞いて、現地を訪ねてみることにした。

これらの施設の設計と運用には、東北区水産研究所増殖部の元魚介類研究室長で私の恩師でもある菊地省吾氏が定年後も現地で指導を続けられるなど、多大な貢献をされてきた。菊地氏に同行をお願いしたところ快くお引き受け頂いたので、二人で8月17日から19日の3日間塩釜を基点に宮古まで北上し、現地を視察するとともに関係者の方々と意見交換を行った。訪問機関と面接した方々を以下に記す。

石巻市 宮城県水産技術総合センター	須田善治養殖生産部長
〃	鈴木金一総括研究員
気仙沼市 宮城県水産技術総合センター気仙沼水産試験場	酒井敬一場長
〃	永島 宏地域水産研究部長
陸前高田市気仙町 広田湾漁業協同組合気仙支所種苗センター	鈴木安雄所長
陸前高田市広田町 広田湾漁業協同組合種苗センター	清水幸男市会議員（元所長） 鳥羽新吉前所長、吉田宏所長
釜石市平田 岩手県水産技術センター	煙山彰副所長
宮古市重茂 重茂漁業協同組合	伊藤隆一組合長、高坂菊太郎参事
	同あわび種苗生産施設 高坂勇一所長
宮古市田老 田老町漁業協同組合	小林昭栄組合長
	同あわび種苗生産施設 大手嘉幸所長
大船渡市末崎町 (社)岩手県栽培漁業協会	—

2. アワビ種苗生産施設の技術要素

アワビ（寒流域ではエゾアワビ1種）はウニ（主にはキタムラサキウニ）と並んで三陸沿岸の採介・採藻漁業のドル箱である。そこで宮城、岩手両県は、アワビ漁獲量の安定を図るため栽培漁業センターを設置し、放流用種苗の生産を行ってきた。岩手県は加えてアワビを生産する主要漁協に種苗生産施設を整備した。

種苗生産施設の基本的な技術構成要素は、海底取水システム、採苗と初期仔貝の育成用ソーラーシステム、稚貝育成用巡流水槽などである。アワビの産卵期は秋口であるが、斃死率を下げ大型種苗に育成するため産卵母貝を12月から昇温飼育して成熟有効積算温度をかせぎ、3月下旬から4月はじめの成熟期に採卵している。

海底取水システムは菊地氏の発明によるもので、海底に濾過槽を設け、ポンプで揚水す

る。濾過槽の逆洗用に一部の濾過水を高架水槽に揚げて使うが、大部分の濾過水は水槽のレベルまでの揚水であるため電気代が少なくすむ。また、濾過砂の交換も長期間必要なく、何より揚水管路は濾過水だけが通るので、生物汚損がなく管路のクリーニング費用が必要ないという優れものである。このため、通常の陸上濾過機によるよりも取水のランニングコストが大幅に少なくすんでいる。なお、近傍に砂浜がある一部の施設では、砂層に吸水管を差し込んだ浸透取水方式を採っているが、この方式にも同様の利点がある。

ソーラーシステムは、ガラス張り温室の中に採苗用の巡流水槽を並べたもので、排水は地下に設けた濾過槽と保温用タンクを通して循環利用される。採苗初期の仔貝は重量も小さいので飼育水も少量ですみ、循環でまかなえるため少ないエネルギーで適温（18～20℃）を維持できる。採苗は4月初旬に行い付着珪藻類を餌料に6月下旬まで飼育する。この間外海では水温が次第に上昇し、15℃前後になった7月初めに外置きの水槽に稚貝の密度を調整して収容する。外置きの水槽では、珪藻と配合飼料を併用して1年間、平均殻長30mmまで育成する。

私どもが名付けた巡流水槽は、揚水のエネルギーを水槽水の回流に活かしたもので、残餌や排泄物はサイフォンを仕掛けた底面の排水溝から流去される。水槽内の水質が均一なため水の利用効率が高く、従来の長方形水槽に比較して3倍の生産効率を上げている。種苗の取り上げ時の最大収容密度は20kg/m²（3cm種苗では5,200個/m²）としている。

以上の技術構成の各要素は、種苗生産施設の建設が早い時期のところでは採用されていないかオリジナルな小規模のものであるが、建設年が新しい施設では技術も成熟し規模も大きくなっている。設計の基本的な考え方は一貫しており、省エネルギー化を図り生産効率を上げて大型種苗を生産することにある。

3. 各種苗生産施設の被災状況

(1) 宮城県

塩釜を出発し、石巻の宮城県水産技術総合センターを訪ねた。牡鹿半島南岸の付け根に位置する袖の浜にあるセンターは、1階部分を被災したために現在石巻市内の専修大学構内に臨時の本部を設けている。須田養殖生産部長、鈴木総括研究員のお二人から牡鹿半島の谷川浜にある宮城県栽培漁業センター（運営は(財)宮城県水産公社による）や周辺漁港の被災状況を伺った。

牡鹿半島と金華山の間の中津川水道は最大水深が20mであるが、津波が来る前の引き潮時には海底が見えたそうである。栽培漁業センターでは、アワビのほかにホシガレイ、クロソイ、アカガイ等の種苗生産が行われていた。アワビの平成20年度出荷数は82万個で、被災時は1年貝120万個、2年貝40万個が飼育されていた。津波により管理棟、電気室、ポンプ室など主要建造物が2階まで破壊され、巡流水槽などの並んでいた場所は平地となった。施設は破損の程度が大きいため再使用は不可能のようである。施設再建の見通しは未だ立っていないが、復興にあたっては電気代などランニングコストのかからない施設を検討したいとのことであった。

栽培漁業センターが立地していた谷川浜は多くの犠牲者を出し、被災状況は深刻で、20名いた漁業者のうち漁業を続ける人は僅かに2名となった。宮城県漁連谷川浜漁協支所と周辺の3漁協支所は、復興にあたり港を1ヶ所に集約する「拠点漁港」の整備で合意した。

集約案では、谷川浜漁港に4港分の漁船に対応する棧橋や倉庫を設置する。それぞれの漁業者は同港を拠点に、それぞれの漁業権を持つ漁場に船を出す計画だ。なお、漁港機能の集約は、国が「東日本大震災復興構想会議」の提言を踏まえ、水産分野の復興に向けた取組方針としてこの6月に策定した「水産復興マスタープラン」に明記された。宮城県がこの8月に示した「震災復興計画案」においても、全県下の142漁港を3分の1程度に集約することを検討している。

宮城県の重要種カキの養殖施設も被災したが、種ガキを育成している万石浦の抑制棚の被害が比較的軽度で済んだとのことで、これは朗報である。県水産技術総合センターは、ホタテガイ、カキなどの天然採苗を支援する情報提供を前年と変わらず開始した。ノリ養殖では養殖網などの資材のほか、家屋や高価な全自動海苔乾燥機などの機器類も被災して、養殖業の存続が危ぶまれる状態であるが、漁場環境の情報提供は遅滞なく開始されている。

次いで気仙沼に向かい、市内保健所に間借りしている気仙沼水産試験場の仮事務所で酒井場長、永島部長から話を伺った。市内岩井崎にあった試験場は損壊が激しいが、10月からの仮設合同庁舎での本格的業務再開を目指している。災害復旧の支援には優先順位があり、定置網>小型船舶>種苗生産施設の順ではないか。定置網については「激甚災害法」に基づく補助がグループで使用する定置網に出る。小型舟艇は全県下で1万3千隻が失われたが、これは全隻数の8割に相当する。今年度は5千隻の新造を契約した。新船は共同利用のグループにリースされる。種苗生産施設については、省エネを中心に新しいアイデアも盛り込み補正予算に申請するなど復旧を急ぎたいと考えているとのことであった。

(2) 岩手県陸前高田市

国道45号線を北上して岩手県に入り、陸前高田市気仙町にある広田湾漁協気仙支所の種苗センターを訪ねた。ここは漁協の統合前は、もと気仙町漁協のアワビ種苗生産施設で、比較的早く(1982年)に整備され、海底取水システムの原型となった浸透取水方式が初めて採用されたところである。採苗は簡易水槽で行われソーラーシステムはない。巡流水槽10m長x5面、20m長x5面を用い、殻長30mmの種苗60万個を職員1名、パート1名で生産していた。被災跡の施設はポンプ室を残すのみで、水槽群は跡形もなく平地と化していたが、浸透取水の濾過池は海面から見る限り傷みもなく、再使用が可能のようであった。全体に路盤が沈下していて、海に注ぐ排水路には海水が逆流していた。

次に、市街地の破壊が大きな陸前高田市を、海水に浸かっている道路を避けながら通過し、同市広田町の広田湾漁協種苗センターを訪ねた。ここは海底取水システム、ソーラーシステム(巡流水槽10m長x2面を収容)、外置き巡流水槽22m長x5面を用い、職員1名で種苗60万個を生産していた。コンクリート基礎に固定されていた水槽はすべて流されていた。地先に設置されていた海底濾過槽は健全のようであったが、作業棟やポンプ室など陸上施設の復旧には大幅な修理が必要であろう。

この夜は清水市会議員、広田湾漁協・同気仙支所の種苗生産担当の皆さんと震災後、初めて再開し無事を喜び合い、久しぶりの懇親の場をもった。皆さんからは、アワビの種苗生産・放流事業は漁協の収入にプラスになっているので、施設はもっと広い場所には是非復興したいという意見が示され、アワビにかける情熱に今更ながら熱いものを感じた。

(3) 大船渡市

大船渡に向かう途中、同市末崎町にある(社)岩手県栽培漁業協会の施設に立ち寄った。施設は壊滅状態で、管理棟の2階も浸水、破壊されていた。協会は業務を市内に移転していて施設に人影はなかった。飼育棟の外部壁面上部にある時計は15時21分で停止していた。記録によると地震の発生は14時46分、大船渡の津波第1波の到達時刻は15時15分であるが、時計はその高さを越えた第2波の襲来で止まっただけらしい。ここでは、アワビ種苗(殻長30mm)300万個、ヒラメ110万尾、ホシガレイ10万尾などが生産されていた。岩手県水産技術センターによると、近年は殻長30mm以上の大型種苗の要望が高まり、出荷重量から見ると施設の生産能力の限界に近い状況となっていたという。被災状況からは、復旧には全建築物を新造する必要があるように見受けられた。なお、栽培漁業協会は県北の洋野町にウニ、ナマコの種苗生産施設を持っている。こちらも被災して、放流を控えた稚ウニ600万個を失ったが、早くも水槽、ポンプ等を仮復旧して、稚ウニ100万個の生産を目標に、この9月に採苗を始めている。

(4) 釜石市

三陸町を通過し、釜石市に入る手前の同市平田の埋立地にある岩手県水産技術センターを訪ねた。現在センターの業務は釜石市内の臨時庁舎で行われているが、煙山副所長が技術センターに出向いて施設を案内下さり、現況をお話いただいた。津波は1階に進入したが機械等を置いている2階は幸い被災を免れた。外部に設置していた水槽類は流された。船舶を模した庁舎は被災したものの堅牢にできていて、復旧工事で以前と同様に使えるようだ。アワビ種苗に対する漁業者の強いニーズがあり、当センターにはスペースにまだ余裕があるところから、栽培漁業協会で行っていたアワビ種苗生産業務を一部移して行いたい。また、ウニの種苗を生産している北部の施設でもアワビを生産することも考えている。技術センターでは、コンブ、カキ、ホヤの種苗も生産する予定であるとのことであった。なお、震災発生時技術センター岸壁に係留していた小型調査船2隻は、井ノ口伸幸所長の指示で港外に退避し、翌日帰還した。釜石における津波の最大波到達時刻は15時21分であり、切迫したごく短時間のうちの所長の決断と津波の壁に立ち向かったクルーの勇敢さは驚異的で頭が下がる。職員の皆さんは全員ご無事であったものの、自家用車を失い、震災当日はヘドロに埋まった庁舎で寒い夜を余儀なくされた。

釜石漁港の商店街は津波による破壊が大きく、多くは被災したままの状態、営業している店舗はほとんどない状況であった。釜石市北部には釜石東部漁協のアワビ種苗生産施設がある。海底取水、ソーラーシステム(巡流水槽10m長x3面)、外置き巡流水槽(22m長x10本)を備えた施設で、職員1名、パート3名により殻長30mm種苗80万個を生産していた。施設は全壊したと聞いていたので視察したかったが、取り付け道路が損壊して波に洗われており、進入できなかったのが残念である。

(5) 宮古市重茂

山田町を過ぎて山田湾添いに重茂半島(宮古市)の森に入った。重茂漁協は2009年度のアワビ水揚げ約65トン、販売金額約3億8千万円で県内トップとみられる。建設費8億円の種苗生産施設は建設されてから間もない(2003年運用開始)こともあり、海底取水、す

すべての巡流水槽（18m 長 x 15 面）を温室に收容したソーラーシステムなど最先端の技術要素で構成されていた（写真 1）。温室の地下には水深 2 m の保温用タンク（容量 1,700 トン）が設けられ、冬季においても水温 7℃を維持できる。この地方ではしばしば冬季に外海水温が 2℃程度に下降してアワビが斃死することもあることから、保温用タンクの役割は大きい。ここでは職員 2 名、パート 3 名で殻長 30mm 種苗 100 万個を生産していた。施設は堅牢に造られたポンプ室を残すのみでその他の施設は跡形も無かった（写真 2）。ポンプ室は 3 階建てであるが、3 階まで津波が上がっていた。漁協によると、施設を形作っていた鉄骨等の残骸は近くの小川の上流 300m の山の斜面に固まって打ち上げられていたが、水槽群は見つかっていないという。

種苗生産施設の近くにはサケの孵化場があった。建物は破壊されて無かったが、稚魚飼育池はコンクリートで堅牢に造られているため、パイプの配管取り付け工事が済めば直ぐにでも使えそうであった。重茂漁港の水揚げ場は、上屋が吹き飛び中央が陥没して波に洗われていた（写真 3）。沖合の防波堤を破壊して突破した津波が襲ったためらしい。港内では復旧工事が進み、比較的損傷の少ない両端が水揚げに使われていた。

高台にあり被災はなかった重茂漁協事務所で伊藤組合長に話を伺った。宮古における津波の最大波は 8.5m と報じられているが、重茂半島の姉吉地区では遡上高（陸を駆け上って到達した高さ）が全被災地中最大の 38.9m を記録し、「明治三陸地震」（1896 年）における三陸町綾里湾の同 38.2m を上回った。復興のステップとして先ずこの 8 月には定置網 1 ヶ統を修復しサケなどが漁獲できた。この資金は当面ワカメ養殖の採苗経費に充てる。サンマの荷捌きは漁港が損傷しているので例年の 1/2 程度となろう。関連して冷蔵庫などの復旧が急がれるが、宮古市内の復旧は比較的速いのではないか。秋のシロサケ採卵では、被災が軽かった飼育施設（写真 4）の配管工事を急ぎ、通常年の 2 千万粒の半分程度を目指している。アワビ種苗の放流効果には手応えを感じており、施設の復旧には従前の倍の規模の予算を要求したいと考えている。重茂では今回、アワビ・ウニなどの見突き漁に使う小型舟艇 814 隻を失い、残ったのは 19 隻であった。舟艇の確保には 15 億円が必要とされる。漁協は定置網（4 ヶ統）の再開をテコに、先ず資材が比較的少なくすむ重茂ブランドのワカメ養殖を当面共同作業により復興を目指している。なお、重茂漁協は、アワビの通年出荷を目指して、堤防で区切られた約 3 ヘクタールの海底に第 3 種区画漁業権を設定し、アワビ 15 万個を育成する取り組みを行なっている。タグを打って天然物と区別された種苗は上記施設で生産、放流されたものである。

高坂参事の話によれば、漁協はこれまで定置網、船舶、ワカメ・コンブの養殖施設、造船場等の整備を進めてきた。農林水産省は現在、農林水産業生産と加工・販売の一体化や、地域資源を活用した新たな産業の創出を促進する農山漁村の六次産業化*を推進している。「六次産業化法」に基づく事業に認定されると補助が付くので、今後はこれらを活用して畜養場、直売場などを整備して行きたいと考えている。

*「地域資源を活用した農林漁業者等による新事業の創出等及び地域の農林水産物の利用促進に関する法律」（六次産業化法）が平成 23 年 3 月に施行。農林漁業者が農林水産物及びそのバイオマス等副産物の生産・加工・販売を一体的に行って所得を増大し、あるいは、2 次・3 次産業と連携して地域ビジネスの展開や新たな産業を創出して儲かる農林水産業の実現を支援する。

(6) 宮古市田老

重茂から宮古市街に出て北上し宮古市田老町に入った。家屋が全壊して平地となった市街地を通り、町の北部にあるアワビ種苗生産施設を訪ねた。現地では大手所長にご案内いただいた。ここは谷間の斜面に建設されていた。巡流水槽 15m 長 x 15 面を収容していたソーラーシステムは、地下タンクを残し、跡形も無かった。この施設は 1995 年から稼働し、職員 1 名、パート 3 名で殻長 30mm 種苗 120 万個を生産していた。ほかに外置き水槽 60 面を併設し、30mm 以下の小さいサイズ 60 万個を収容して、さらに 1 年間中間育成し、放流サイズ平均 37mm を確保していた。

町に戻って田老町漁協を訪問した。民家の基礎を残す元市街の平地には鉄筋 3 階建ての漁協が建っていて被災したが、既に業務が再開されていた。田老町漁協は、広大な漁場に大・小規模の増殖場を整備し、上記したように中間育成も併用した大型種苗を放流するなどしてアワビの増殖に力を入れてきた。小林組合長に話を伺った。田老町は「明治三陸地震」と「昭和三陸地震」(1933 年)で襲った大津波の教訓から高さ 10m x 長さ 2.5km の堅固な防波堤を築いたが、今回の津波はそれを乗り越えて街を襲った。津波の高さは 17.8m に達した。漁港、水産加工場、舟揚げ場など全て被災し、小型舟艇 9 千隻が流出した。漁業の復興は先ずアワビ漁業やワカメ養殖から始めたい。来年のワカメ養殖は 3～4 名の共同作業で行い、従来の生産量の 7 割を確保したいと考えているが、その時期までに必要な舟艇を確保できるか懸念している。また、定置網を全数セットできるか課題である。被災したアワビ種苗生産施設は漁獲量 50 トンを目指して計画したものであるが、近年の漁獲量は 35 トン前後であった。田老ではアワビは放流しないと採れないので、施設は是非再建したいと考えている。今期 (岩手県のアワビ漁期：11 月～2 月) は舟艇も不足していることから、アワビは共同再捕で漁獲量 15 トンを目指したい。水産技術センターの調査では漁場に採捕サイズのアワビはいると言っている。ちなみに、昭和初期のころはアワビ漁獲量は 50 トン前後であったが、「昭和三陸地震」の翌年に 90 トンの記録があるのは特異的な現象で興味深いとのことであった。

今回、北上しながら漁港や水揚げ場を見る機会も多かったが、いずれも地盤が沈下 (70cm～100cm) し、岸壁の路盤が浸水していて、機能を回復するためには路盤の嵩上げが必要であろう。漁協の建物が被災して使用されていないところも多い。また、砂浜海岸では岩盤や礫が露出し砂が無いのが異様に映った。象徴的なのは防風林で名高い陸前高田の砂浜である。砂浜が元のようにするには何年かかるのであろうか。

4. 種苗生産施設の復旧をめぐる動き

国がこの 6 月に策定した「水産復興マスタープラン」では、岩手・宮城・福島の 3 県の主力漁獲物であるアワビ、ウニ、ヒラメ等の放流用種苗を生産している各県の栽培漁業センターが壊滅的被害を受けており、将来の漁獲が大きく落ち込むことが懸念されるとした。対応の方向については、被災県の施設復旧を進めるとともに、復旧までの間は他海域の種苗生産施設等からの種苗導入により放流尾数を確保する。また、県域を超えた海域単位での連携・役割分担により効率的な栽培漁業を推進する体制を構築するとし、サケ・マス、ヒラメ、アワビ、ウニ等の放流用種苗生産については、5 年を目途に被災前の生産水準への回復を目指すとしている。

岩手県は8月に「岩手県東日本大震災津波復興計画」(計画期間 H23~30)を策定した。復興に向けた3つの原則を「安全の確保」、「暮らしの再建」、「なりわいの再生」とし、「なりわいの再生」の中では、地域に根ざした水産業を再生するため、両輪である漁業と流通・加工業について、漁協を核とした漁業・養殖業の構築と産地魚市場を核とした流通・加工体制の構築を一体的に進めるとした。漁業・養殖業の構築では、漁協による漁船・養殖施設等生産手段の一括購入・共同利用システムの構築や、“つくり育てる漁業”の基盤となるサケ・アワビ等の種苗生産施設の整備、共同利用システムの活用や協業体の育成などを通じた担い手の確保・育成を支援するとしている。

宮城県は8月に「震災復興計画案」を公表した。この中の、水産業集積拠点の再構築および沿岸漁業拠点の集約再編の項では、養殖業再開に向けて早急に種苗生産施設の整備を進め、養殖・出荷サイクルを回復するとともに、サケ増殖施設などの栽培漁業施設の復旧を図るとし、「宮城県水産業復興プラン(仮称)」を策定するとしている。

5. アワビ種苗生産施設の復興を目指して

わが国のアワビ漁獲量はかつて6千トン台にあったが、近年は2千トンを切るなど、サザエやウニなどの介類と同様に長期低落傾向にある。これは、浅海岩礁域は本来多様な魚介藻類が生息し、“食う-食われる”関係を軸に相互に調和がとられて成立しているが、近年は漁業による過度の偏った魚介類の漁獲(収奪)により均衡を欠いた生態系となっていることも一因である。ウニを捕食する魚類が少なくなり、ウニの過剰により磯焼けが恒常化するなどは分かりやすい例である(磯焼け漁場におけるキタムラサキウニの生息密度は400~1,000g/m²に達する。生息密度200g/m²以下に間引くとコンブなどの海藻が生育してくることが分かっている)。加えて近年は沿岸の開発で再生産に必要な浅海岩礁域が埋め立てなどにより失われ、残された岩礁域も道路取り付けによる浮泥の進入・堆積により再生産が不調となった影響も大きい。

宮城県水産技術総合センターの研究結果では、アワビは秋口、台風など時化による海水の攪乱が刺激となって産卵することが分かっている。その時、新しい面が現れた転石上には付着珪藻類が生育し、産卵後1週間浮遊生活を送っていた幼生が着底、変態して仔アワビとなる。アワビの再生産は、このような極めてデリケートな仕組みによって支えられている。岩礁域への浮泥の進入を防ぐために、津波で破壊された魚付き林の従来にも増して大規模な復興を図るとともに、道路側溝には泥溜付きの雨水枡を設置するなどして、沿岸介類の再生産を保障したい。魚付き林は、防風などの防災機能だけでなく、沿岸漁場の環境維持、栄養塩供給などに大きな役割を果たす。

岩手県水産技術センターの研究結果では、アワビ稚貝の出現率と冬季水温との間には明瞭な対応関係があり、冬季低水温であった翌年の1年貝の出現率は低く、アワビ資源の変動には冬季水温が関わっていることが分かった。このように、人の関与や自然の影響を受けてアワビ資源への加入は変動幅が大きくなってきており、安定した漁獲を上げるためには人工種苗の放流が欠かせない。

わが国の平成20年のアワビ漁獲量は1,687トン(生産額98.8億円)であった。100トン以上の生産を揚げている県は岩手384トン(18.9億円)、宮城131トン(9.4億円)、千葉126トン(9.4億円)、長崎113トン(6.9億円)、徳島106トン(5.5億円)である。広大な岩礁域

をもつ岩手県のアワビ漁獲量は、平成 18 年 438 トン、19 年 521 トン、20 年 384 トン、21 年 531 トンで、比較的安定して全国生産量の 25%程度を占めている。ウニ類（平成 21 年 1,512 トン）や海藻類の生産を加えた本県沿岸の採貝・採藻業の重要さが分かる。

三陸で行われているアワビの種苗放流事業の採算性はどうか。漁獲物中の人工種苗の混獲率は場所により異なるが 20~40%で、平均的には 30%前後、回収率（＝回収個数／放流個数）は 10~20%である。菊地氏によると回収率は放流時殻長の二乗に比例するという。殻長 30mm、40mm、50mm 種苗の回収率は 20mm 種苗の各 2.25 倍、4 倍、6.25 倍になる計算である。今回の聞き取りでは、漁協のアワビ種苗 100 万個生産施設の年間経費は 4 千万円～6 千万円程度で、15 トン程度の漁獲があれば十分引き合うという。菊地氏は、放流種苗は、その再生産効果を考慮に入れると漁獲物の 5 割程度に貢献しているものと考えている。今回、各漁協組合長や種苗生産担当者の皆さんからは施設の復興に強い意欲が示され、放流効果に確かな手応えを感じておられることが言葉の端々から感じられた。

復興する施設と運用はどのようなものになるのか。菊地氏の構想では、種苗生産期間は 1 年。5 月の採卵・採苗後、殻長 3 mm までの専門的な知識を要する期間は県の施設で作成し、漁協の負担を軽くする。漁協は 7 月に殻長 3 mm の種苗を受け取り、付着珪藻類と配合飼料を併用して殻長 30mm まで育成し、翌年 6 月に放流する。稚貝育成施設はいくつかの漁協でまとめて大きなものを作る。専従職員 2 名、生産個数は少なくとも 100 万個、取水は海底取水方式によるが、ソーラーシステムは漁協施設には設けないというものである。この案について、先述の広田湾漁協の担当者の間では、採卵・採苗は県に委ねたほうがよい、いや漁協独自で行いたいという二論に別れた。今後の検討課題である。

復興する種苗生産施設の設計は、これまでに到達した集大成である海底取水方式、ソーラーシステム、巡流水槽を踏まえたものとなることは間違いない。ところで、種苗生産施設では排水溝の中からときどき大きなアワビが見つかることがある。水槽から逃げたものらしいが、1 年間で殻長 5 cm 以上にもなっている。このことは、アワビは潜在的にこのような成長能力を持っていることを示している。アワビは殻長 4 mm で呼水孔が完成するが、これ以降、暗所を好む負の走光性が強くなる。しかし、この時期、珪藻類を餌料としているので明所で飼育せざるを得ない。殻長 8 mm 以降では配合飼料を併用して育成している。しかし、もともと水分を 9 割も含む海藻類を餌料としているアワビのプロテアーゼやリパーゼなどの消化能は甲殻類に比しても極めて弱い。大型種苗の育成には、どうやら餌料が鍵を握っていると思われる。これらの矛盾を解決し、珪藻類に頼らず暗所で消化に適切な餌料を給与することで、少なくとも殻長 40mm を超える種苗の生産が可能となるのではないか。餌料源は地域で発生する農産・水産加工残渣などのバイオマス（再生可能な生物由来の有機性資源）を利用し、消化し易いように発酵させて作りたい。なお、アワビが好む海藻類はコンブ科やアマノリ属などヒトの好みとよく一致し、高級嗜好であるのは面白い。

飼育システムはソーラーシステムの大型化により、温度維持に配慮した半循環から一部循環へと改良されてきた。今後は、さらに循環利用部分を拡大し、温度維持と給水の経費を節減したい。いずれにしても、技術構成要素はできるだけシンプルにし、より効率的で省エネに配慮した施設が作られることが望ましい。

6. おわりに

アワビの安定した生産には種苗のほか、放流海域の餌料海藻の確保が欠かせない。しかし、近年は沿岸における貧栄養化の進行や温暖化にともない、アラメ・カジメなどコンブ科海藻の分布南限が北上するなどにより海藻相が貧弱になる傾向にある。かつて宮城・岩手・青森各県の協力を得て、コンブの中層養殖とウニの駆除により磯焼け漁場をコンブ群落に改変する技術開発に携わった。農林水産技術会議事務局「浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究」(1970～1974)の一つの柱「アワビ餌料藻類の造林技術開発に関する研究」で、宮城県女川町江ノ島、岩手県久慈市宿戸、青森県東通村尻屋崎の各磯焼け漁場においてコンブ群落の造成に成功した。しかし、ウニの駆除にはスキューバによる潜水労働が欠かせず、漁業者の高齢化でこの技術は近年、使われなくなってしまった。岩礁域は複雑な地形が駆除などの作業の機械化を阻んでおり、磯焼け漁場の改変には今のところ海中造林に代わる良いアイデアがない。そこで、海藻類に対する栄養塩の供給で、海藻とウニなど植食動物の関係に関与し、舟艇上からのウニ漁獲など低い駆除率でも海藻群落を維持できないか。今後、浅海岩礁域では、海藻類の生育期に合わせて栄養塩を散布する技術が検討されてよいと考えている。

国は「バイオマス活用推進基本法」(平成 21 年施行)に基づき、バイオマスの活用推進を図る「バイオマス活用推進基本計画」を平成 22 年 12 月に閣議決定した。今後は「基本計画」に基づき 2020 年を目標に、600 市町村において「バイオマス活用推進計画」を策定し、バイオマスを活用した約 5,000 億円規模の新産業を創出して炭素量換算で約 2,600 万トンのバイオマス活用等を図るとしている。

有機物の処理に使われてきた従来の活性汚泥法に代わる新たな固形有機物分解法(ジャリッコ処理法)が開発され、普及しつつある。ジャリッコ処理法は自然界のバクテリアの働きを利用して、好気・嫌気環境を同一槽内で多数回繰り返すことによって、有機物を効率的に分解するシステムで、汚泥を残さないため有機物の処理率が高いのが特徴である。環境省の「環境技術認証事業」で効果が確認された実証技術(ETV)で、河川・湖沼や工場排水の浄化に実績がある。活性汚泥法は大規模な施設を必要とし、発生する汚泥の処理に費用がかかる。ジャリッコ処理法は小規模な施設ですみランニングコストも低いことから、今回被災した沿岸集落毎に整備するのに適している。家畜や人のし尿を含むバイオマスの処理施設として整備されることを期待したい。必要に応じて液肥製造装置としても活用できるのではないかと。地域で発生するバイオマスを再資源化して利用し、地域を活性化させるバイオマスコミュニティの構築は、バイオマスの活用を推進し農林水産業の六次産業化を図るなどの国策にも沿うことになる。

先端的な技術も取り込んで種苗と餌料を確保し、三陸のアワビ漁業が大いに発展することを期待している。

謝 辞

今回ご同行頂いた菊地省吾氏および復興業務でご多忙の中を丁寧にご対応いただいた研究所および漁業協同組合の皆様に篤くお礼申し上げます。

執筆の機会を与えて頂いた全国水産技術者協会に感謝します。

(マリノフォーラム 21 技術顧問)



写真1 被災した重茂漁港の水揚げ場
(2011年8月19日)



写真2 重茂漁協アワビ種苗生産施設
ソーラーハウス内に並ぶ巡流水槽群
(2010年2月11日)



**写真3 被災した重茂漁協アワビ種苗
生産施設** (2011年8月19日)

白い建物は海底取水システムの逆洗用高架水槽を収容したポンプハウス。手前は巡流水槽を固定していたコンクリート架台。



写真4 重茂漁協のサケ孵化・飼育施設
(2011年8月19日)

コンクリート製の堅牢な水槽は残った。