

## 環境制御型循環式生物生産システムの整備について (環境制御型循環式生物生産技術開発事業)

岩井憲司\*1, 木村基文\*2, 山内岬

本事業は、栽培漁業センターで生産・配付される魚類種苗の健苗性向上と防疫体制の確立を図るため、飼育環境の一部を制御可能な循環式生物生産システムに改修するものである。本事業は、2019～2021年度における沖縄振興特別推進交付金を利用して実施する計画であり、今年度が2年目に充たれる。昨年度の事業では、配管改修工事の実施設計の作成と取水井戸の試掘調査を行った。その結果を踏まえ、今年度は循環系統と熱交換系統の整備を実施する。循環系統は、循環システムの基本構造となる生産水槽とろ過沈殿槽の間に飼育水を循環させる系統で、配管の改修と圧送ポンプの設置により整備する。熱交換系統は、地下浸透海水（以下、地下海水）を熱媒体として利用することで循環する飼育水の水温制御を行う系統で、地下海水を取水する揚水設備と水槽に送水する配管を整備する。

本稿では、循環系統と熱交換系統の整備によって実施した環境制御型循環式生物生産システムへの改修について、概要を報告する。

### 環境制御型循環式生物生産水槽に係る循環系統の整備

改修の対象とした水槽の数と容量は、生産水槽12基(50kL×10基・100kL×2基)、ろ過沈殿槽2基(100kL×1基・50kL×1基)である。各生産水槽からろ過沈殿槽への送水はそれぞれの水位調整槽に設置した水位センサーで自動間欠運転する自吸式ポンプ(200V, 0.25kW)を用いて圧送し、ろ過沈殿槽から各生産水槽への送水は、同ポンプ(12基)により常時圧送されるシステムである。

整備した循環ポンプの吐出量を各生産水槽とろ過沈殿槽で測定した。測定は全ての循環ポンプ24基を稼働した状態で実施した。ポンプから圧送された海水の吐出量は144～167kL/日の範囲であった。循環ポンプの吐出量を送水元水槽と送水先水槽ごとに表1に示す。

泡沫分離装置(FS-075F:プレスカ社)は100kLろ過沈殿槽に整備した。ろ過沈殿槽に送水された循環飼育水を自吸式ポンプ(200V, 1.5kW)で汲み上げ、回転翼剪断方式による

泡沫で懸濁物質を除去した飼育水を元的水槽へ戻す仕組みである。

表1 循環ポンプの吐出量(送水元水槽と送水先水槽毎)

生産水槽 水槽No.	ろ過沈殿槽 水槽No.	吐出量 (kL/日)	ろ過沈殿槽 水槽No.	生産水槽 水槽No.	吐出量 (kL/日)
F-1	→ S-1	156	S-3	→ F-1	167
F-2	→ S-1	161	S-3	→ F-2	167
F-3	→ S-1	161	S-3	→ F-3	167
F-4	→ S-1	156	S-3	→ F-4	167
F-5	→ S-1	153	S-3	→ F-5	153
F-6	→ S-1	161	S-3	→ F-6	150
F-7	→ S-1	150	S-3	→ F-7	150
F-8	→ S-1	150	S-3	→ F-8	150
F-9	→ S-1	158	S-3	→ F-9	150
F-10	→ S-1	156	S-3	→ F-10	147
100t-1	→ S-1	150	S-3	→ 100t-1	144
100t-2	→ S-1	153	S-3	→ 100t-2	144

### 環境制御型循環式生物生産水槽に係る熱交換系統の整備

昨年度試掘した地下海水取水井戸の調査の結果、循環システムに隣接する場所の石灰岩層は少なくとも深度38m以深に存在することが予想された(岩井ほか, 2021)。また、当初計画において目標取水量を500kL/日(約350L/分)と設定したが、試掘場所における限界揚水量は250L/分、適正揚水量は175L/分と推察され、目標とする水量に達しないことが判明した。また、掘削中の壁面崩壊に対処するため掘削工法を再検討する必要が生じた。以上のことから、当初予定していた地下海水揚水設備の場所を再検討した結果、既設の地下海水取水井戸(平成22年度設置)の周辺が候補地として挙げられた。この場所は循環システムから約100m離れているが、石灰岩層は深度14.8mに存在しているため、掘削工事が比較的容易に行えると考えられた。この場所における揚水量を調べるため、簡易揚水試験を実施したところ、既設井戸の仕様(掘削口径150mm, 仕上げ口径100mm, 掘削深度30m, ストレーナー長18m)では420L/分が限界揚水量に近いと考えられた。この結果から、井戸の仕様を拡充することで、必要とする取水量を確保することが可能と判断し、この候補地に揚水設備を整備することとした(図1)。

\*1E-mail : iwaikenj@pref.okinawa.lg.jp \*2 沖縄県水産海洋技術センター石垣支所

今回整備する揚水設備の目標取水量を設定するにあたり既存地下水取水井戸の熱交換実績を参考とした。当該井戸では、地下水 100L/分の流量で 150kL の海水を夏季に 3°C 冷却することが可能であった。改修対象の生産水槽の全容量 700kL を同様に冷却するためには、約 672kL/日 (約 466L/分) の流量で地下水を熱交換の媒体として使用する計算となる。この値を参考として、今回の目標取水量を 648kL/日 (450L/分) と設定した。

井戸の仕様は、掘削口径 250mm, 仕上げ口径 150mm, 掘削深度 30m 以上とした。ストレーナーは孔径 5mm の丸型多孔管スクリーンとし、当初 25mm ピッチで 12 条の孔を設けて開口率 1.77% とした。しかし、その開口率では目標取水量を安定的に確保することに不安があるので、孔の数を増やすこととし、100mm ピッチで既存の 12 条の孔に更に 12 条の孔を追加した。その結果、開口率は 2.21% となった (図 2)。ストレーナーの長さは 20m とした。揚水設備として自吸式ポンプ (200V, 2.2kW) を 2 基設置し、同一の井戸に挿入した取水ホースから取水する仕様とした。

掘削は順調に進み、深度 12m より琉球石灰岩が主体の地層となり、深度 34m まで掘削を行った。ストレーナーは深度 14~34m に長さ 20m 配置した。取水井戸の柱状図を図 3 に示す。揚水試験の結果、この井戸における限界揚水量を確定

することは出来なかったが、少なくとも 675L/分以上と考えられたため、目標揚水量とした 450L/分の揚水量を確保できると判断した。

揚水設備から循環システムを整備する建屋までの約 110m の配管は深さ 300mm 以深に埋設し、建屋内の熱交換システムの配管と連結した。熱交換システムの配管は、改修の対象とした生産水槽 12 基に加えて、親魚養成水槽 2 基 (200kL×2 基) にも整備した。生産水槽の熱交換システムの配管は、各水槽の既設熱交換配管の一部を地下水の系統に連結して行った。親魚養成 200kL 水槽 2 基の熱交換システムの配管については、既設の熱交換配管が無いいため、新たにチタン管を水槽内に設置した。熱交換後の地下水は、排水設備を通し全て海に放水される。

循環系統と熱交換システムの整備によって計画通り環境制御型循環式生物生産システムが完成した。システムの概要図を図 4 に示す。今年度の事業により、次年度にシステムを運用して生産技術開発を実施する環境が整った。

文 献

岩井憲司, 木村基文, 山内岬, 2021 : 環境制御型循環式生物生産システムへの改修について。平成 31 年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 30, 50-52。

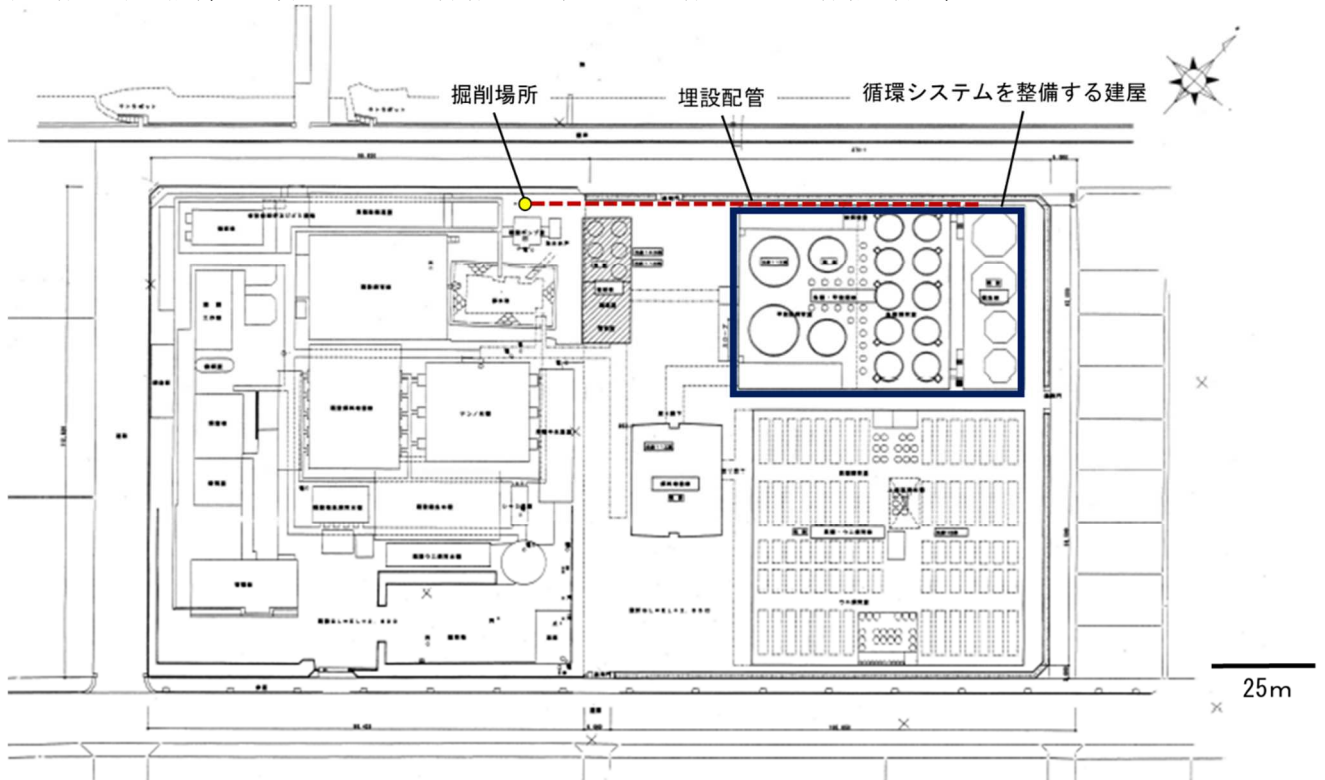


図 1 掘削と埋設配管の場所

VP150 丸孔加工

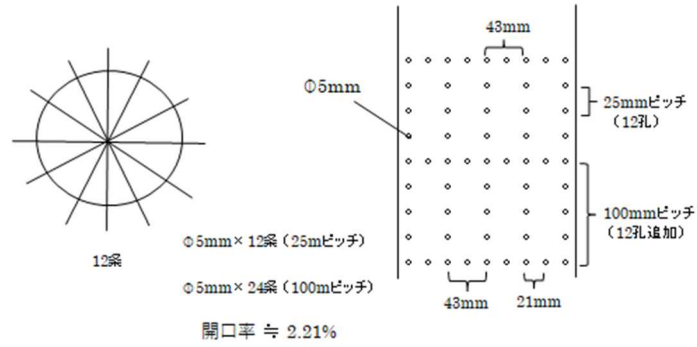


図2 ストレーナーのスクリーン形状

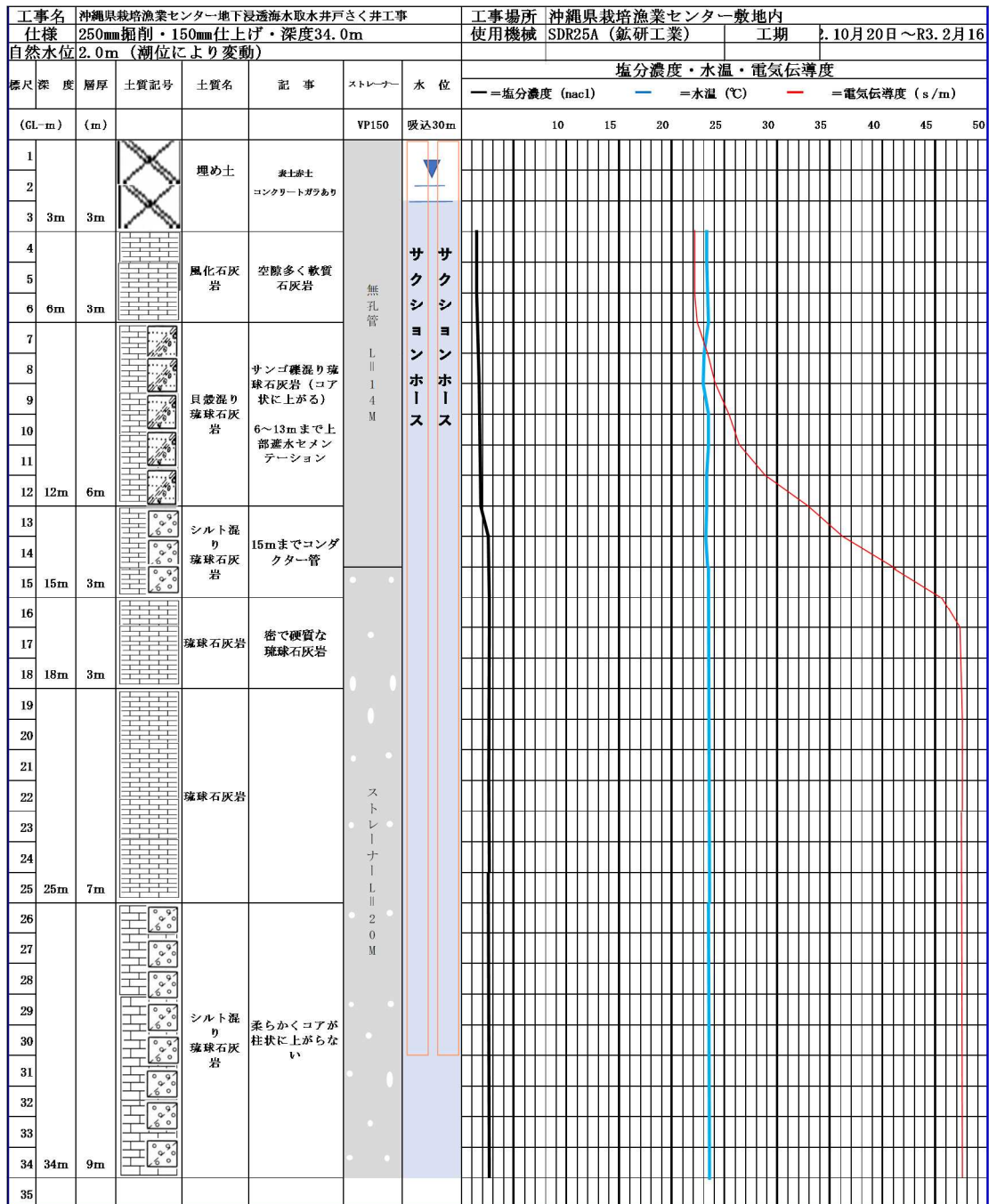


図3 取水井戸の柱状図

