

2018～2019年度の業務別海水使用量と海水単価の推定 (栽培漁業センター生産事業)

木村基文*

栽培漁業センター（以下、栽培セ）では調餌工作棟及び餌料培養棟の屋上に貯水槽があり、地先の海水をそのまま汲み上げた生海水と砂ろ過海水を蓄え、落水圧で各生産棟に海水を供給している。電気料金の大半は、海水を揚水するため作動したポンプの電気代が占めているものと推察される。

栽培セでは健苗の早期生産・譲渡のために2014年以降にヤイトハタの循環式種苗生産及び親魚養成の技術開発に取り組み、取水量を削減することができた。また、2021年からは中間育成においても海水の循環利用を始める計画であり、取水量の更なる削減が見込まれる。

そこで、海水の再利用による海水の使用量と電気料金の削減効果及び単位海水当たりの揚水単価を推測するために、魚種毎・業務別の海水使用量を測定し、海水単価を推定した。

材料及び方法

業務は、餌料培養・親魚養成・魚類種苗生産・介類親養成・介類種苗生産・サンゴ事業・陸上養殖試験・その他の業務に分類した（表1）。餌料培養の海水量は、ナンノクロロプシス培養・ワムシー次培養及び栄養強化で使用した水量を生産記録から抽出して求めた。親魚養成・魚類種苗生産・介類親養成・介類種苗生産・サンゴ事業・陸上養殖試験・その他の業務で使用した海水量は、月毎に全ての水槽に注水する5秒当りの海水量を5～10L容器で生海水及び濾過海水別に測定し、0.1L単位で記録した。測定値より各水槽の日当り海水使用量を算出した後、月・年毎の使用量を求めた。なお、測定は2018年4月から2020年3月の期間に行った。

親魚養成・魚類種苗生産～中間育成は、マダイ・ハマフエフキ・ヤイトハタ・スギ、介類親養成・種苗生産～中間育成は、ヒメジャコ・ヒレジャコ・シラヒゲウニの種別に測定した後業務分類毎に集計した。サンゴ事業は、イシサンゴ類の種苗量産技術開発事業に使用した海水を集計した。陸上養殖試験は、半閉鎖循環飼育において注水した海水とした。その他の業務は、チャイロマルハタなど種苗生産、不稔性アナアオサ培養、ヒメジャコ人工基板、交替水槽への注水、生物ろ過ろ材

への注水、市場出荷用生産魚の飼育などであった。

結果及び考察

(1) 業務別年間海水使用量の変化

年度及び業務毎の海水使用量を図1、表1に示す。また、年度毎の契約電力・電気使用量・電気料金を表2に示す。2018～2019年度にかけ年間海水使用量は1061千kLから894千kLに約16%減少した。電気使用量は2018年度659千kWhから2019年度541千kWhに約18%減少した。

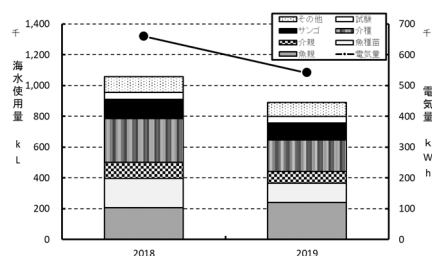


図1 年度毎の海水使用量と電気使用量

表1 年度及び業務毎の年間海水使用量とその割合

業務分類	2018年度		2019年度	
	使用量 (kL)	割合 (%)	使用量 (kL)	割合 (%)
餌料培養	5,167	0.5	4,944	0.6
魚類親養成	205,651	19.4	238,969	26.7
魚類種苗生産	192,122	18.1	125,359	14.0
介類親養成	104,367	9.8	77,073	8.6
介類種苗生産	284,263	26.8	204,096	22.8
サンゴ事業	124,413	11.7	110,500	12.4
陸上養殖試験	43,867	4.1	43,661	4.9
その他	101,957	9.6	89,543	10.0
合計	1,061,807	100	894,145	100

表2 年度毎の年間電気使用量と電気料金

年度	2018	2019
契約電力* (kW)	184	136
電気量 (kWh)	659,781	541,552
電気料金 (円)	13,861,169	11,180,349

*:4月の契約電力

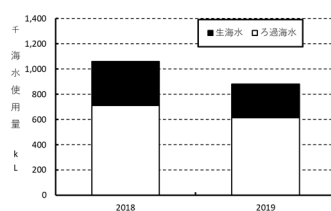


図2 年度毎の生海水と砂ろ過海水の使用量

*E-mail : kimuramt@pref.okinawa.lg.jp

年度毎の生海水と濾過海水の使用量を図2に示す。2018～2019年にかけて海水使用量は、生海水23%、濾過海水13%減少した。年度業務分類ごとの海水使用割合は、魚類37、41%、貝・ウニ類36、31%と同程度である(表1)。

(2) 業務別毎月海水使用量の変化

業務毎の1日当たり海水使用量を年度別月毎に図3～4に示す。2018年度の1日当たり海水使用量は2,000～3,800kL、2019年度は1,500～3,300kLの範囲であった。各年共に種苗生産の重なる春～夏に海水使用量のピークがあり、冬にかけて減少する傾向を示す。2018～2019年における海水使用量の減少要因は、ヤイトハタの早期循環式種苗生産による中間育成の前倒し、ヒメジャコの2017年生産種苗の配付終了と推察される。介類の海水使用量は2019年11月まで1日当たり1,000kL以上で推移した後、2019年12月～2020年3月にかけて1日当たり500kL前後に減少した。

年度別にみた毎月の電気使用量を図5、電気料金を図6に示す。また、2018～2019年度の毎月の最大電力と契約電力を図7、8に示した。月毎の海水使用量の増減と電気使用量の増減及び日最大電力の増減傾向は概ね一致している。

種別業務分類毎の月毎日当たり海水使用量、年間推定海水使用量を表3～4に示す。年度及び毎月の契約電力、最大使用電力、電気量及び電気料金を表5に示す。契約電力は、2017年9月～2018年7月に184kWとなった。2019年9月には日最大電力が121kWに減少した(表5)。契約電力は、契約月以前12ヵ月中の最大使用電力を採用し、電力料金の算定根拠となるため、月の最大使用電力を抑えることが電力料金の削減に繋がる。2018年度の月最大使用電力は94～142kWでありながら2019年3月を除き148～184kWと比較的高い契約電力であったため、その分電気料金が増加していると考えられる。

(3) 海水単価の推定

年度毎の海水使用量の減少量が電気料金の削減に繋がり、

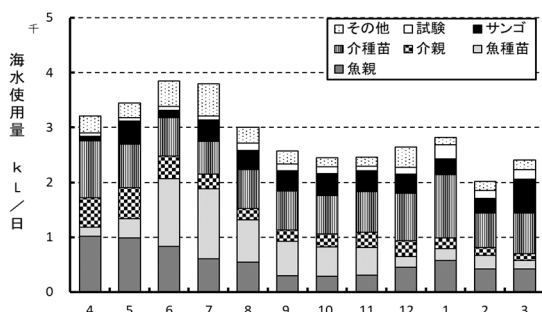


図3 2018年度の業務別日当たり海水使用量の月変化

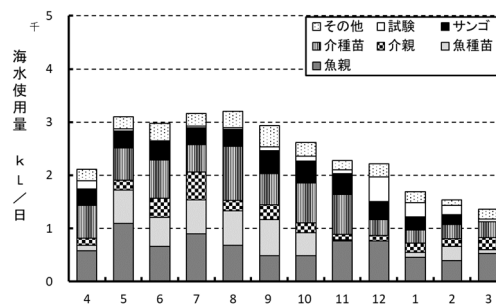


図4 2019年度の業務別日当たり海水使用量の月変化

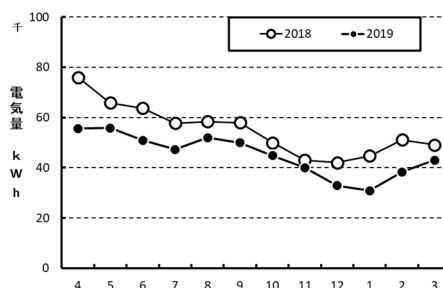


図5 年度別電気使用量の月変化

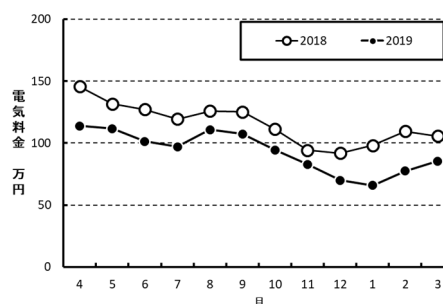


図6 年度別電気料金の月変化

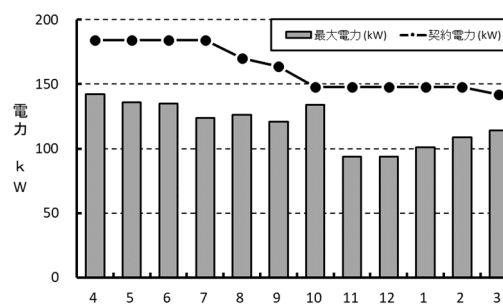


図7 2018年度の最大電力と契約電力の月変化

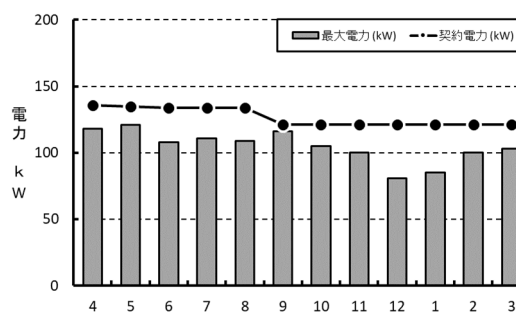


図8 2019年度の最大電力と契約電力の月変化

表3 2018年度の月毎日当たり海水使用量、年間推定海水使用量及び業務分類毎海水使用量

業務分類	種分類	日当たり海水使用量(kL/日)												年間推定 海水使用量 (kL)	業務分類毎		
		2018年										2019年			合計 (kL)	割合 (%)	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
測定日	4/26	5/30	7/5	7/31	8/28	9/23	10/23	11/17	12/21	1/29	2/27	3/31					
餌料生物 ^{*1}	ナンノクロロプシス	357	569	384	405	457	154	60	65	245	220	349	367	3,632			
	シオミズツボウムシ	249	282	227	117	92	75	53	47	45	103	137	110	1,535	5,167	0.5	
魚類	マダイ										118			242		11,142	
	親魚	ハマフエフキ	193	193												23,101	
		ヤイトハタ	829	798	638	410	354	298	288	312	333	333	228	228		153,744	
		スギ			192	192	192										17,664
	種苗 ～ 譲渡	マダイ	138											45	166	107	13,506
		ハマフエフキ	10	276	651	797	59	48								2	56,447
		ヤイトハタ	17	74	588	334	415	581	537	503	199	173	86	45		108,135	
		スギ				152	301										14,035
	介類	ヒレジャコ									0	0	0	14		434	
		親貝 親ウニ	ヒメジャコ	152	234	196	116	110	120	87	81	98	36	74	42		40,922
シラヒゲウニ			375	331	218	154	91	85	152	197	194	156	55	59		63,012	
シラヒゲウニ					4	4	14	26	41	73	66	86	79	74		14,097	
種苗 ～ 譲渡		ヒメジャコ	710	499	423	342	353	325	217	202	207	181	187	180		116,382	
		シラヒゲウニ	328	292	271	245	332	357	435	460	585	885	362	489		153,784	
サンゴ事業	サンゴ	83	415	135	394	358	370	401	387	349	289	273	619		124,413		
陸上養殖試験		70	70	70	70	128	128	121	80	127	264	140	173		43,867		
その他		308	263	467	588	300	238	166	168	371	130	159	186		101,957		
月毎日当たり海水使用量合計 ^{*2}		3,213	3,445	3,851	3,796	3,005	2,576	2,446	2,462	2,646	2,819	2,001	2,409		1,061,808	100	

*1: 餌料生物の海水使用量は月当たり海水使用量 *2: 月毎日当たり海水使用量合計には餌料生物を含まず

表4 2019年度の月毎日当たり海水使用量、年間推定海水使用量及び業務分類毎海水使用量

業務分類	種分類	日当たり海水使用量(kL/日)												年間推定 海水使用量 (kL)	業務分類毎			
		2019年										2020年			合計 (kL)	割合 (%)		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月					
測定日	5/9	5/30	6/30	7/31	8/29	9/28	10/27	11/27	12/22	1/24	2/28	3/27						
餌料生物 ^{*1}	ナンノクロロプシス	505	658	190	476	311	147	202	40	480	289	87	332	3,717				
	シオミズツボウムシ	199	222	130	101	73	61	47	59	57	111	75	94	1,227	4,944	0.6		
魚類	マダイ									256	263			152		20,529		
	親魚	ハマフエフキ	104	432											48	145	221	28,923
		ヤイトハタ	475	475	475	516	496	492	485	510	503	256	252	312		159,950		
		スギ			192	192	384	192									29,568	
	種苗 ～ 譲渡	マダイ												55	228	0	8,101	
		ハマフエフキ	86	387	180	311										0	29,625	
		ヤイトハタ	21	238	321	325	648	670	439	24				38	35	64	86,390	
		スギ			41													1,244
	介類	ヒレジャコ	17	41	43	21	24	45	12	3	38	24	0	0			8,200	
		親貝 親ウニ	ヒメジャコ	66	86	141	194	54	31	29	28	28	31	17	48		23,026	
シラヒゲウニ			45	52	173	276	118	204	104	69	35	121	124	187		45,847		
シラヒゲウニ																		187
種苗 ～ 譲渡		ヒレジャコ	22	54	28	73	121	24	21	16	10	10	28	40		13,683		
		ヒメジャコ	166	131	98	209	309	194	171	316	176	168	180	185		70,079		
シラヒゲウニ	437	429	597	237	585	370	562	418	114	66	60	73		120,334				
サンゴ事業	サンゴ	304	318	349	320	320	435	415	387	340	252	190	0	110,500	110,500	12.4		
陸上養殖試験		157	36	9	26	26	64	93	76	463	259	177	47	43,661	43,661	4.9		
その他		211	232	328	273	308	404	257	171	244	213	104	190		89,543			
月毎日当たり海水使用量合計 ^{*2}		2,111	3,103	2,976	3,166	3,199	2,935	2,588	2,274	2,213	1,693	1,540	1,367		894,146	100		

*1: 餌料生物の海水使用量は月当たり海水使用量 *2: 月毎日当たり海水使用量合計には餌料生物を含まず

表5 年度及び月毎の契約電力、最大使用電力、電気量及び電気料金

	2018										2019		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
契約電力 (kW)	184	184	184	184	170	164	148	148	148	148	148	142	
最大電力 (kW)	142	136	135	124	126	121	134	94	94	101	109	114	
電気量 (kWh)	76,021	65,807	63,724	57,804	58,420	57,940	49,969	43,075	42,126	44,702	51,114	49,079	
電気料金 (円)	1,456,950	1,316,981	1,272,874	1,194,643	1,259,508	1,252,220	1,112,883	941,749	918,742	980,951	1,096,366	1,057,302	
	2019										2020		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
契約電力 (kW)	136	135	134	134	134	121	121	121	121	121	121	121	
最大電力 (kW)	118	121	108	111	109	116	105	100	81	85	100	103	
電気量 (kWh)	55,566	55,825	50,893	47,347	52,003	49,953	44,828	40,042	32,854	30,860	38,316	43,065	
電気料金 (円)	1,138,792	1,117,527	1,012,887	970,396	1,108,269	1,074,588	943,874	828,474	698,470	658,404	774,785	853,883	

業務別海水使用量

なおかつ冷凍庫、ブロワーなど施設内のその他電気使用量が年変動しないとの仮定に基づき推定した海水 1kL 当りの単価を表 6 に示す。

2018～2019 年度にかけての単年度の海水使用量減少量は 167 千 kL、電気量減少量は 118,229kWh、電気料削減額は 2,680 千円であった。電気料削減額を海水使用量減少量で割って計算した 1kL 海水当たりの単価は 16.0 円/kL と推定された。推定単価 16.0 円/kL を表 1 に示す年間海水使用量に当てはめて海水を取水した電気料金を計算すると、実際の電気料金を 20%以上超過するため、推定単価 16.0 円/kL は過大な単価になっている (表 7)。

栽培セにおいて最も電気を使う設備は、重量物である海水を海面から濾過棟を通して再び高架水槽に揚水するポンプ設備と思われる。使用電力量の 75%を海水の取水に関わる経費と想定すると、海水 1kL 当りの単価は 10 円と逆算できる。今後、測定年度を長くすればより正確な単価が求められるものと推察される。

海水単価は水産生物の種苗生産に必要とされる経費を算出し種苗単価を設定するうえで重要な要素となるため、正確な単価の推定を行う必要がある。

表 6 年度毎の海水使用量・電気料金の減少量から推定した海水単価

	期間	単年度減少値
		2018～2019
海水減少量	(kL)	167,662
電気量減少量	(kWh)	118,229
電気料金削減額	(円)	2,680,820
1kL海水当り電気量	(kWh/kL)	0.71
1kL海水当り電気料金	(円/kL)	16.0

表 7 年度毎の海水使用量・電気料金の減少量から推定した海水単価

		単年減少値より算出した単価	
		2018～2019年度	
		2018	2019
海水使用量	(kL)	1,061,807	894,145
単価	(円/kL)	16.0	16.0
推定電気料金	(円)	16,988,912	14,306,320
電気料金	(円)	13,861,169	11,180,349
海水取水割合	(%)	123	128
備考		過大単価	