2022년 제주특별자치도

수산종자 방류사업 효과조사

보고서

2023. 5.

제주특별자치도 해양수산연구원

목 차

제1장 조사개요 ····· 1

1. 조사 배경 ····· 1
2. 조사 목적 ····· 2
3. 제주도 수산종자 매입방류사업 현황 ····· 2
4. 조사 지역 ····· 5
5. 조사 내용 ····· 5
6. 조사 방법 ····· 5

제2장 조사결과 ····· 7

1. 해양환경 조사 ····· 7
2. 해양화학 조사 ····· 12
3. 수중지형 및 서식 생태조사 ····· 14
4. 오분자기 추적조사 ····· 30
5. 생산량 통계조사 ····· 35
6. 혼획률조사 ····· 42

제3장 고찰 및 제언 ····· 43

제4장 참고문헌 ····· 44

제1장 조사개요

1. 조사 배경

수산종자 방류는 천연자원의 재생산만으로 부족한 자원가입량을 방류에 의해 보완하려는 것으로서 생물학적으로는 천연 재생산 기능의 보완에 있으며, 사회적 기능으로서는 어획량의 증대와 안정적인 생산, 자원관리의식 고취, 어촌 활성화 등을 들 수 있다.

민간배양장으로부터 종자를 매입하여 방류하는 사업은 1986년부터는 충청남도에서 최초로 시작되어 매년 방류품종과 물량 등이 확대되고 있으며, 제주도는 1997년 전복 방류를 시작으로 매년 매입방류사업을 추진하고 있다.

그러나 종자방류사업이 수산 공공사업으로서 과연 어느정도 효과가 있는지에 대해 관심이 매년 증가하고 있는 실정에 있다. 또한 수산종자의 방류품종이 다양해지고 방류사업의 규모가 대폭 확대되면서 사업 추진의 당위성을 확보하기 위한 근거로서 객관적인 방류효과 분석의 필요성이 높아지고 있다. 이에 따라 1990년대 중반부터 국립수산과학원을 중심으로 자연과학적인 측면에서 혼획률 등의 효과조사가 실시되어져 왔다,

한편 2007년 수산종자관리사업 지침에 방류품종에 대한 종합적인 효과조사가 의무화 되어졌다. 즉 자연과학 분야에서 방류종자의 이동 및 성장 등의 추적조사, 생산량과 혼획률 및 유전학적 조사 등의 효과조사를 하고, 사회과학 분야에서는 직간접 경제성 분석을 하도록 되어 있다.

해양수산연구원에서는 전복, 오분자기, 홍해삼 종자 매입방류사업 대상지를 중심으로 2008년 효과조사를 시작하여 매년 효과조사를 추진해 오고 있다. 2022년도 제주도 수산종자 방류사업 효과조사 대상지역은 6개소로 품종별로는 전복 2개소, 오분자기 2개소, 홍해삼 2개소이며, 수중지형 및 서식생물 생태조사를 통해

적절한 방류지 선정에 대한 기초데이터로 활용하고자 하였으며, 방류 종자에 대한 종자 확산범위 등 추적조사를 통해 방류효과를 분석하고자 하였다.

2. 조사 목적

2022년 수산종자 매입방류사업 대상지 중 방류효과조사 표본어장으로 6개소를 지정하였으며, 이에 대한 수중지형 및 서식생물 생태조사를 통해 방류지 선정에 대한 기초데이터로 활용하고자 하였으며, 방류 종자에 대한 종자 확산범위 등 추적조사, 방류품종 생산량 통계조사를 통해 방류효과를 분석하고자 하였다.

3. 제주도 수산종자 매입방류사업 현황

연도별	종 류	방류량 (천마리)	사업비(천원)			비고
			계	국 비	지방비	
1997	전 복	20	20,000	16,000	4,000	전복 방류
1998	전 복	50	50,000	40,000	10,000	
1999	전 복	50	50,000	40,000	10,000	
2000	전 복	80	80,000	64,000	16,000	
2001	전 복	190	190,000	152,000	38,000	
2002	**소 계**	**222**	**248,500**	**173,950**	**74,550**	어류 방류
	전 복	150	148,500	103,950	44,550	
	조 피 볼 락	72	100,000	70,000	30,000	
2003	**소 계**	**1,066**	**808,322**	**475,431**	**332,891**	
	전 복	554	553,519	387,463	166,056	
	넙 치	512	254,803	87,968	166,835	
2004	**소 계**	**946**	**935,668**	**605,968**	**329,700**	
	전 복	546	709,268	496,488	212,780	
	돌 돔	400	226,400	109,480	116,920	
2005	**소 계**	**1,612**	**1,464,083**	**1,024,858**	**439,225**	
	전 복	733	1,025,812	718,068	307,744	
	감 성 돔	200	65,700	45,990	19,710	
	돌 돔	679	372,571	260,800	111,771	
2006	**소 계**	**2,566**	**2,240,620**	**1,568,435**	**672,185**	해삼 방류
	전 복	1,076	1,502,925	1,052,048	450,877	
	돌 돔	1,410	701,695	491,187	210,508	
	해 삼	80	36,000	25,200	10,800	
2007	**소 계**	**2,916**	**2,127,669**	**1,489,360**	**638,309**	
	전 복	1,254	1,370,693	959,477	411,216	
	돌 돔	1,262	565,426	395,798	169,628	
	감 성 돔	300	113,550	79,485	34,065	
	해 삼	100	78,000	54,600	23,400	

연도별	종 류	방류량 (천마리)	사업비(천원)			비고
			계	국 비	지방비	
2008	**소 계**	**3,055**	**2,323,786**	**1,487,602**	**836,184**	
	전 복	990	1,181,005	826,703	354,302	
	돌 돔	1,188	577,561	404,293	173,268	
	자 주 복	10	9,000	6,300	2,700	
	감 성 돔	330	121,472	85,030	36,442	
	해 삼	537	434,748	165,276	269,472	
2009	**소 계**	**3,422**	**2,700,230**	**1,890,161**	**810,069**	
	전 복	770	918,479	642,934	275,545	
	돌 돔	1,280	651,189	455,833	195,356	
	붉은쏨뱅이	237	132,821	92,975	39,846	
	쥐 치	50	23,400	16,380	7,020	
	해 삼	1,085	974,341	682,039	292,302	
2010	**소 계**	**2,955**	**2,430,980**	**1,701,686**	**729,294**	오분자기 방류
	전 복	740	885,690	619,983	265,707	
	오 분 자 기	50	30,000	21,000	9,000	
	돌 돔	960	486,790	340,753	146,037	
	참 돔	70	31,290	21,903	9,387	
	개 볼 락	260	144,140	100,898	43,242	
	자 주 복	150	109,500	76,650	32,850	
	해 삼	725	743,570	520,499	223,071	
2011	**소 계**	**3,620**	**2,470,540**	**1,729,378**	**741,162**	
	전 복	940	950,000	665,000	285,000	
	돌 돔	1,190	566,830	396,781	170,049	
	붉은쏨뱅이	140	82,710	57,897	24,813	
	해 삼	1,130	741,000	518,700	222,300	
	오 분 자 기	220	130,000	91,000	39,000	
2012	**소 계**	**3,665**	**2,774,287**	**1,942,000**	**832,287**	
	전 복	975	975,310	682,717	292,593	
	홍 해 삼	1,185	1,101,662	771,163	330,499	
	오 분 자 기	105	69,910	48,937	20,973	
	돌 돔	700	344,400	241,080	103,320	
	참 돔	650	255,980	179,186	76,794	
	개 볼 락	50	27,025	18,917	8,108	
2013	**소 계**	**1,866**	**1,480,167**	**1,184,131**	**296,036**	
	전 복	787	751,210	600,967	150,243	
	홍 해 삼	369	299,594	239,674	59,920	
	오 분 자 기	62	39,229	31,383	7,846	
	쏨 뱅 이	648	390,134	312,107	78,027	
2014	**소 계**	**3,578**	**2,626,822**	**2,101,457**	**525,365**	
	전 복	1,236	1,089,782	871,826	217,956	
	홍 해 삼	956	806,533	645,226	161,307	
	오 분 자 기	65	42,380	33,904	8,476	
	참 조 기	973	504,233	403,386	100,847	
	쏨 뱅 이	348	183,894	147,115	36,779	
2015	**소 계**	**2,209**	**1,599,512**	**1,279,610**	**319,902**	
	전 복	765	677,980	542,384	135,596	
	참 조 기	50	23,500	18,800	4,700	
	쏨 뱅 이	294	143,792	115,034	28,758	

연도별	종 류	방류량 (천마리)	사업비(천원)			비고
			계	국 비	지방비	
	참 돔	300	80,400	64,320	16,080	
	홍 해 삼	800	673,840	539,072	134,768	
2016	**소 계**	**2,999**	**1,964,202**	**1,571,362**	**392,840**	
	전 복	530	475,225	380,180	95,045	
	오 분 자 기	150	92,400	73,920	18,480	
	참 조 기	550	268,920	215,136	53,784	
	쏨 뱅 이	215	98,640	78,912	19,728	
	참 돔	400	123,500	98,800	24,700	
	홍 해 삼	1,154	905,517	724,414	181,103	
2017	**소 계**	**3,692**	**2,514,489**	**2,011,592**	**502,897**	
	전 복	915	801,340	641,072	160,268	
	오 분 자 기	270	209,140	167,312	41,828	
	참 조 기	92	44,270	35,416	8,854	
	쏨 뱅 이	300	117,012	93,610	23,402	
	참 돔	460	172,410	137,928	34,482	
	홍 해 삼	1,555	1,118,160	894,528	223,632	
2018	**소 계**	**7,160**	**4,402,874**	**2,953,759**	**1,449,115**	
	전 복	4,130	2,444,447	1,629,458	814,989	
	오 분 자 기	740	670,240	536,192	134,048	
	참 조 기	290	197,458	157,966	39,492	
	쏨 뱅 이	1,207	753,805	603,044	150,761	
	참 돔	383	180,524	0	180,524	
	홍 해 삼	410	156,400	27,099	129,301	
2019	**소 계**	**3,670**	**2,191,860**	**1,753,488**	**438,372**	
	전 복	900	806,110	644,888	161,222	
	오 분 자 기	230	180,700	144,560	36,140	
	참 조 기	810	468,260	374,608	93,652	
	쏨 뱅 이	250	117,300	93,840	23,460	
	참 돔	1,480	619,490	495,592	123,898	
2020	**소 계**	**3,660**	**2,565,138**		**2,565,138**	
	전 복	900	845,767		845,767	
	오 분 자 기	200	173,090		173,090	
	홍 해 삼	1,090	890,841		890,841	
	쏨 뱅 이	580	273,300		273,300	
	돌 돔	890	382,140		382,140	
2021	**소 계**	**3,250**	**2,496,000**		**2,496,000**	
	전 복	826	784,000		784,000	
	오 분 자 기	290	246,000		246,000	
	홍 해 삼	914	868,000		868,000	
	쏨 뱅 이	610	299,000		299,000	
	돌 돔	610	299,000		299,000	
2022	**소 계**	**3,514**	**2,731,046**		**2,731,046**	
	전 복	951	830,444		830,444	
	오 분 자 기	460	390,346		390,346	
	홍 해 삼	1,030	1,026,680		1,026,680	
	쏨 뱅 이	-	-		-	
	돌 돔	1,073	483,576		483,576	

4. 조사 지역

효과조사 표본어장 6개소는 전복 2개소(평대, 법환), 오분자기 2개소(한수, 동일), 홍해삼 2개소(행원, 동일)이다.

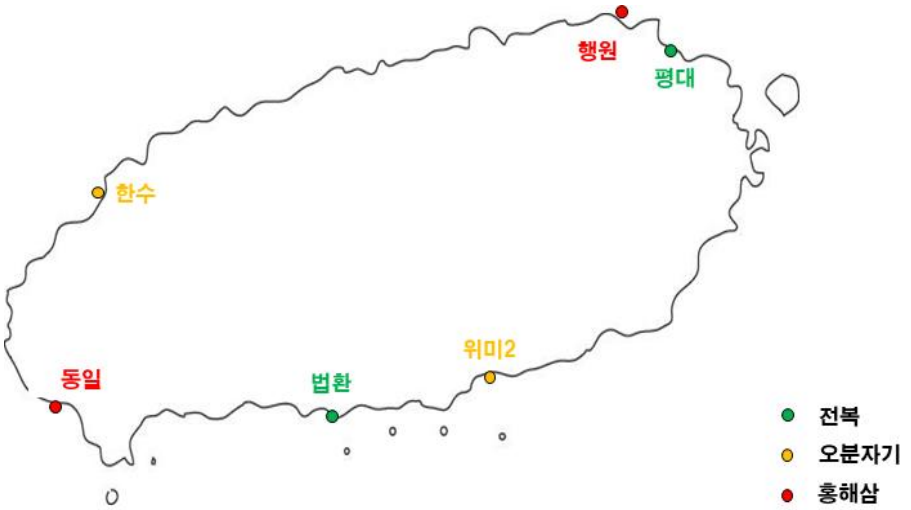


그림 1.1. 2022년 방류 효과조사 표본어장

5. 조사 내용

수중 잠수조사를 통해 효과조사 표본어장의 수중지형 및 생물서식 생태조사와 방류 종자에 대한 추적조사를 실시하고, 어획량 통계 및 문헌자료 등을 조사하였으며, 이에 따른 방류효과를 분석하였다.

6. 조사 방법

방류지의 해양환경 특성을 조사하기 위해 제주연안 해양환경 모니터링 조사 자료를 활용하여 방류지의 수온·염분·pH·DO를 조사하였다.

방류어장의 수중지형 및 생태조사를 위해 수중 잠수조사를 실시하였다. 수중지형은 저질의 구성, 암반대의 형성, 수심대, 파도의 영향 등 방류종자의 서식지 여건을 확인하였고, 생태조사는 방형구법을 통해 해조류는 피도(corverage rate), 습중량(biomass/gWWt/㎡)을 근거로한 단위면적당($1m^2$) 기초생산력을 추정하였

고, 저서동물은 각 조사정점에 따라 단위면적당(1㎡) 분포개체를 평균 개체수로 환산하였다.

오분자기 종자의 이동, 서식 등을 조사하기 위해 집중 추적조사를 실시하였으며, 방류지를 중심으로 고정부이를 띄워 일주일간 매일 조사하여 이동하여 확산되는 범위를 조사하였으며, 2주차 추가 조사를 통해 주로 서식하는 지형의 특성 등을 파악하였다.

전복, 오분자기, 홍해삼의 마을어업 생산통계를 확인하였으며, 한 품종이 지속적으로 방류가 이루어진 효과조사 어장에 대해 방류량과 생산량 통계를 확인하여 비교하였다.

해양수산연구원에서 조사한 최근 5년간의 혼획률 조사 결과를 종합하였으며, 이를 통해 어획물에서 방류산이 얼마만큼 차지하는지에 대한 비율을 확인하였다.

제2장 조사결과

1. 해양환경조사

제주해역 수온, 염분, pH, DO 조사를 위해 2022년 제주특별자치도 해양수산연구원 제주 연안 해양환경 모니터링 조사 자료를 활용하였다. 조사정점은 제주 연안 13개소로 아래의 그림과 같다.

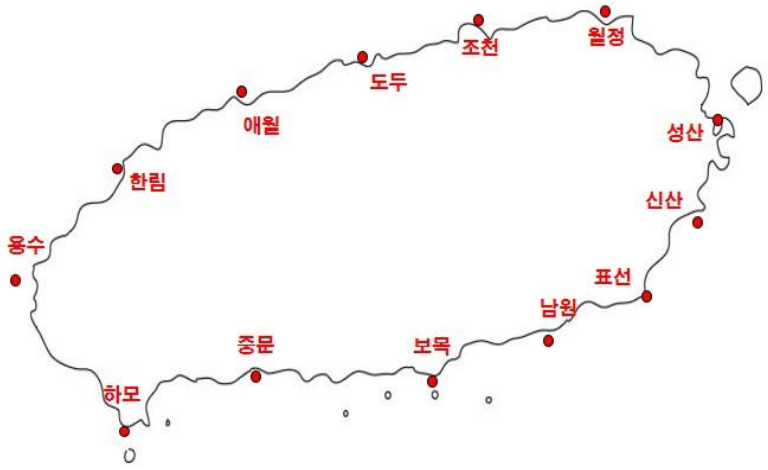


그림 2.1.1. 2022년 제주 연안 해양환경 모니터링 조사 정점도

표 2.1.1. 2022년 제주 연안 해양환경 모니터링 조사 정점

조사명	지 역	위 도	경 도	비 고
제주연안 해양환경 모니터링 조사	조천	33°33.46’	126°37.62’	
	월정	33°34.50’	126°46.68’	
	성산	33°28.61’	126°56.53’	
	신산	33°22.51’	126°54.00’	
	표선	33°17.80’	126°50.50’	
	남원	33°16.66’	126°45.45’	
	보목	33°14.12’	126°45.45’	
	중문	33°14.13’	126°24.39’	
	하모	33°11.42’	126°15.63’	
	용수	33°18.50’	126°08.20’	
	한림	33°22.74’	126°11.98’	
	애월	33°28.80’	126°18.70’	
	도두	33°31.00’	126°28.66’	

1.1. 수온

표층의 수온은 12.41 ~ 28.41℃의 범위로 지역별로 비슷한 변화를 나타내었다. 월정 지역에서 가장 낮은 수온(2월)과 가장 높은 수온(8월)이 관측되었다. 저층의 수온은 12.41 ~ 28.70℃의 범위로 표층수온과 비슷한 형태로 관측되었으나 하계에 표층수온과 일정 수온편차를 나타내었다. 지역별로는 월정 지역에서 가장 낮은 수온(2월)을 나타냈으며 여름철 최고수온(8월)은 조천 지역에서 관측되었다.

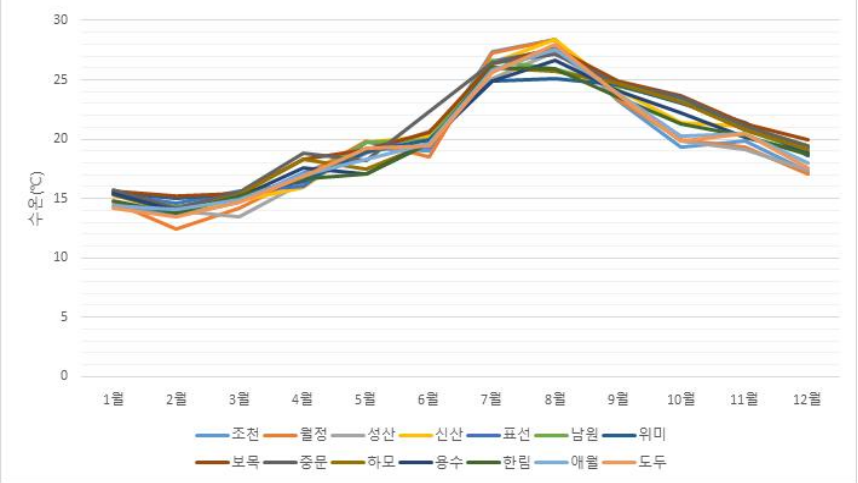


그림 2.1.2. 2022년 제주 연안 월별 표층 수온 변화

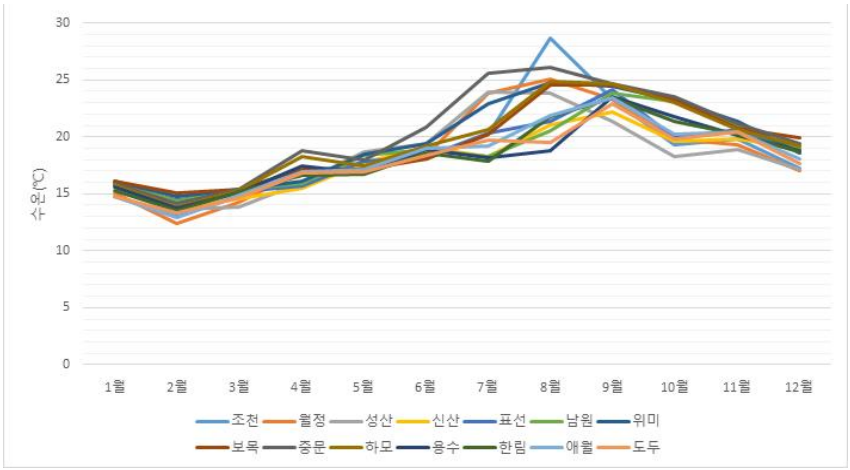


그림 2.1.3. 2022년 제주 연안 월별 저층 수온 변화

1.2. 염분

표층의 염분은 28.47 ~ 35.14 psu의 범위로 지역별로 비슷한 변화를 나타내었으며, 일부 여름철에 30 psu 이하로 낮게 관측되는 저염분이 관측되었다. 저층의 염분은 30.07 ~ 35.13 psu의 범위로 표층염분과 비슷하게 관측되었으나 하계에 표층염분과 달리 30 psu 이하의 저염분은 관측되지 않았고 대체로 안정적인 염분 범위를 나타내었다.

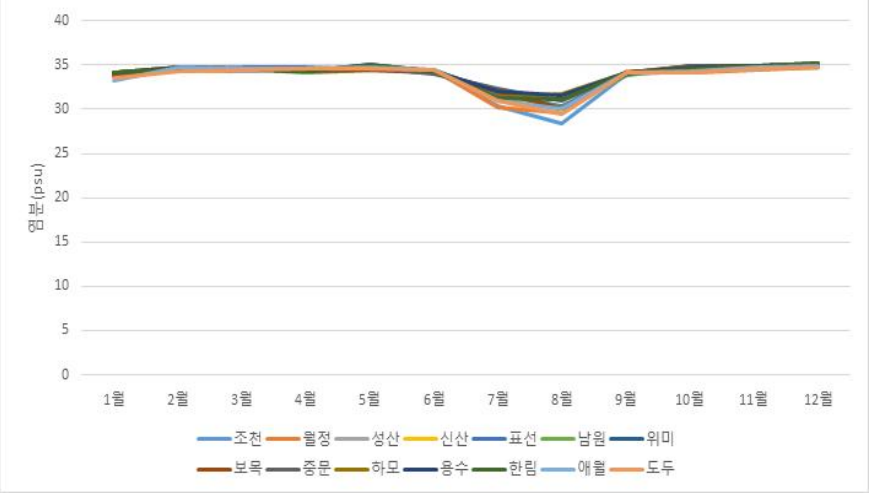


그림 2.1.4. 2022년 제주 연안 월별 표층 염분 변화

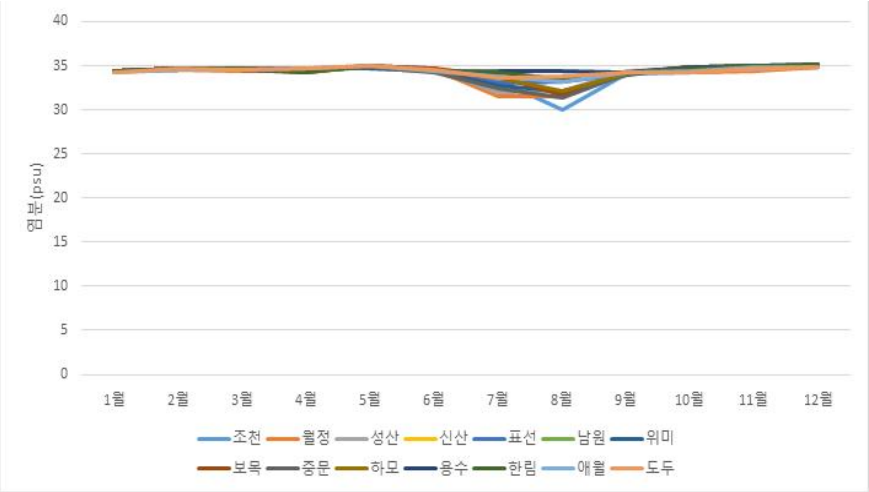


그림 2.1.5. 2022년 제주 연안 월별 저층 염분 변화

1.3. pH(수소이온농도)

pH(수소이온농도)는 계절에 관계 없이 대체로 일정한 수치를 나타냈으며, 표층과 저층의 pH는 pH 8.0 ~ 8.5 범위를 기록하였다.

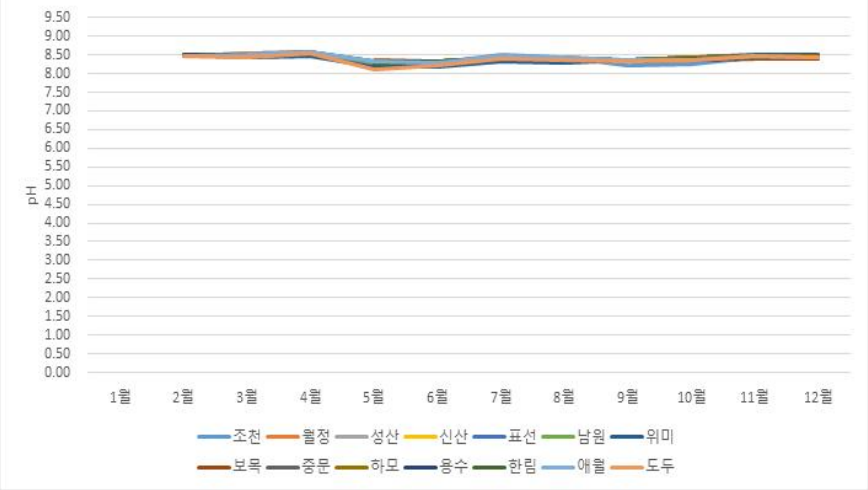


그림 2.1.6. 2022년 제주 연안 월별 표층 pH 변화

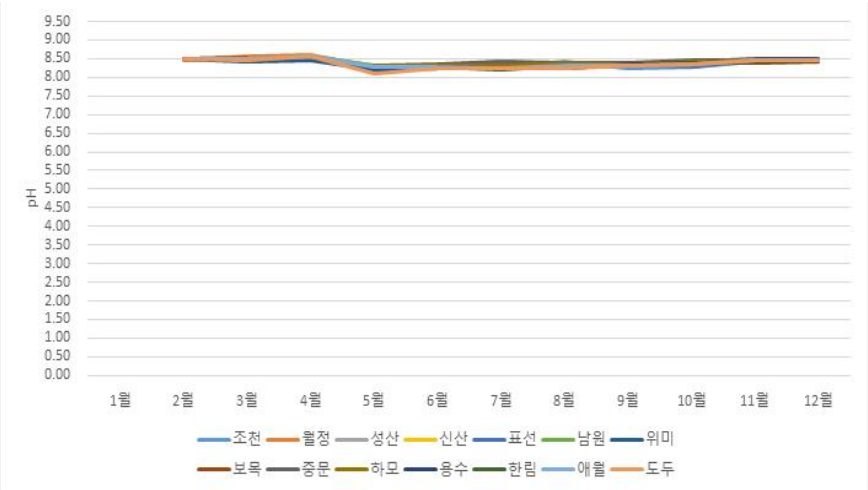


그림 2.1.7. 2022년 제주 연안 월별 저층 pH 변화

1.4. DO(용존산소)

DO(용존산소)는 동계에 높고 추계로 갈수록 낮아지는 계절적인 변화를 나타냈다. 표층의 DO는 동계 6.98 ~ 8.48mg/L, 추계 6.29 ~ 7.01 mg/L 범위를 기록하였다. 저층의 DO는 표층 대비 낮은 수치로 관측되었으며, 동계 6.90 ~ 8.70mg/L, 추계는 5.58 ~ 6.91mg/L 범위를 기록하였다.

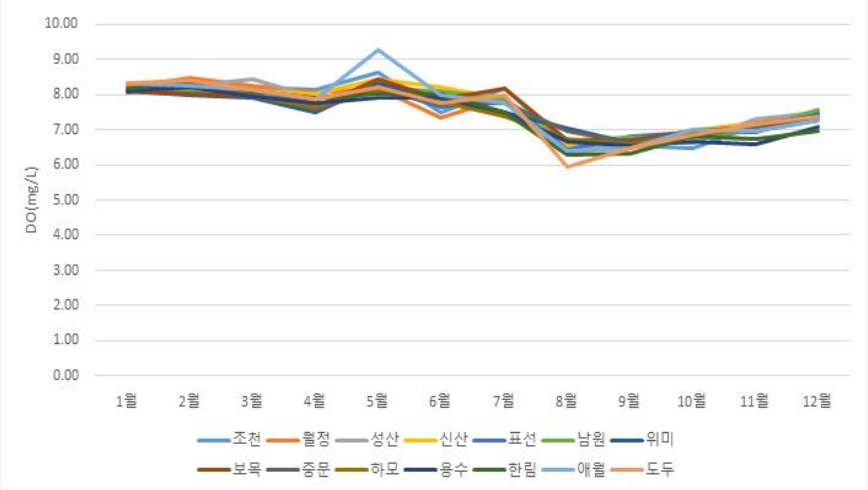


그림 2.1.8. 2022년 제주 연안 월별 표층 DO 변화

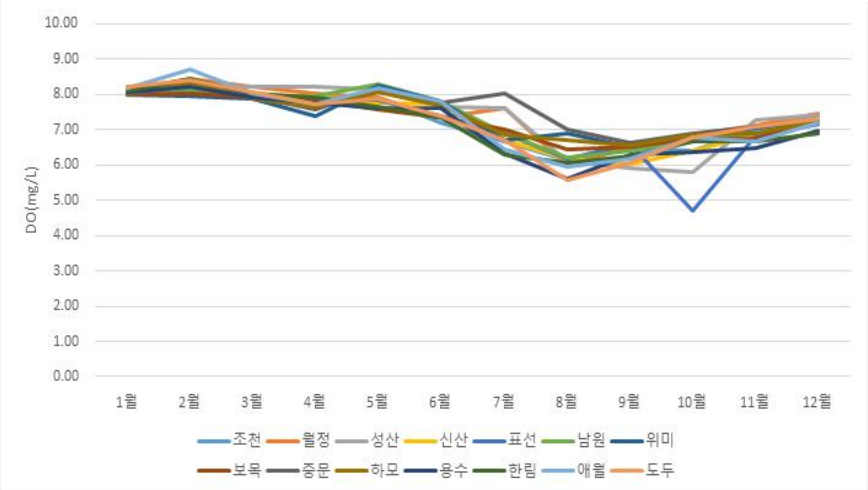


그림 2.1.9. 2022년 제주 연안 월별 저층 DO 변화

2. 해양화학 조사

2.1. WQI(수질평가지수)

각 조사해역의 수질평가지수(WQI, Water Quality Index)는 저층산소 포화도(DO, %), 식물플랑크톤 농도(Chl-a), 투명도(secchi disk depth), 용존무기인(DIP), 및 용존무기질소(DIN)의 항목별 점수를 이용하여 계산하였다(해양수산부 고시 2013-186호). 항목별 기준값은 수질평가지수 항목의 해역별 기준값을 적용하여 제주해역의 기준값인 Chl-a (1.6㎍/L), 저층 DO (90%), 표층 DIN (165 ㎍/L), 표층 DIP (15㎍/L) 및 투명도(8m)을 사용하여 계산하였다.

표 2.2.1. 생태기반 해수수질 기준

등급	수질평가 지수값(Water Quality Index)
Ⅰ(매우좋음)	23 이하
Ⅱ(좋음)	24 - 33
Ⅲ(보통)	34 - 46
Ⅳ(나쁨)	47 - 59
Ⅴ(아주나쁨)	60 이상

생태기반해수수질등급을 구하기 위해, 5가지 항목(저층산소포화도, DIN, DIP, Chl-a, 투명도)을 지수화하여 등급을 구한 결과, 지역별로 Ⅰ(매우좋음)등급에서 Ⅱ(좋음) 등급을 유지하였다. 지역별 수질평가지수(WQI)는 저층 산소포화도(%), 표층 클로로필(chl-α), 투명도, 용존무기질소(DIN) 및 용존무기인(DIP)에 따라 영향을 받았다. 이 중 투명도, 용존무기인(DIP), 저층 산소포화도(%)의 영향이 연안어장 내 수질평가지수(WQI)를 결정하는 주요 인자로 나타났다.

표 2.2.2. 2022년 지역별 평균 수질평가지수(WQI) 등급 산정 결과

조사해역	수질평가지수 값	수질평가지수(WQI)
조천	24.6	Ⅱ(좋음)
월정	22.2	Ⅰ(매우좋음)
성산	25	Ⅱ(좋음)
신산	24.6	Ⅱ(좋음)
표선	24	Ⅱ(좋음)
남원	23.4	Ⅱ(좋음)
보목	20	Ⅰ(매우좋음)
중문	21.6	Ⅰ(매우좋음)
하모	20.6	Ⅰ(매우좋음)
용수	25	Ⅱ(좋음)
한림	23.4	Ⅱ(좋음)
애월	24.5	Ⅱ(좋음)
도두	25.6	Ⅱ(좋음)

3. 수중지형 및 서식 생태조사

3.1. 전복 방류어장(평대)

조사지는 구좌읍 평대리 포구 서쪽 수심 2~4m 지점으로 넓은 평암반의 기질 위에 크고 작은 전석들이 2~3겹 혼재하는 지형이다. 해조류가 넓게 분포하고, 자연산 전복과 오분자기가 여러 개체 관찰되는 등 전복이나 오분자기가 서식하기에 좋은 여건을 나타냈다.



그림 2.3.1. 평대 마을어장 조사위치

평대리에 출현한 해조류는 총 34종으로, 분류군별로는 녹조 3종, 갈조 7종, 홍조 24종이 출현하였다. 개도박, 미역, 서실류, 갈파래가 넓게 분포하고, 그 사이에 가시뼈대그물말, 마디잘록이, 돌가사리 등의 해조류가 분포하고 있었다. 또한 유절석회조류는 관찰이 되지 않았다.



그림 2.3.2. 평대 출현 해조류

평대리의 방형구 내 해조류 습중량은 전체 2451.7 g·wt/m2이며, 녹조류 70.6 g·wt/m2, 갈조류 953 g·wt/m2, 홍조류 1428.1 g·wt/m2로 홍조류의 습중량이 가장 높게 나왔으며, 갈조류인 미역(765 g·wt/m2)이 전체의 31%를 차지하고, 그 다음으로 물렁뼈고들서실(570 g·wt/m2)과 개도박(228 g·wt/m2)순으로 나타났으며, 이 3종의 습중량이 전체 습중량의 63.7%를 차지하였다.

평대리에 출현한 무척추동물은 총 26종이고, 극피동물은 보라성게, 말똥성게 등 6종이고, 연체동물은 오분자기, 군소, 구멍밤고둥 등 15종으로 가장 많은 종수가 관찰되었다. 그 외 극피동물 6종, 절지동물 2종, 자포동물, 척삭동물, 환형동물은 1종이 관찰되었다.

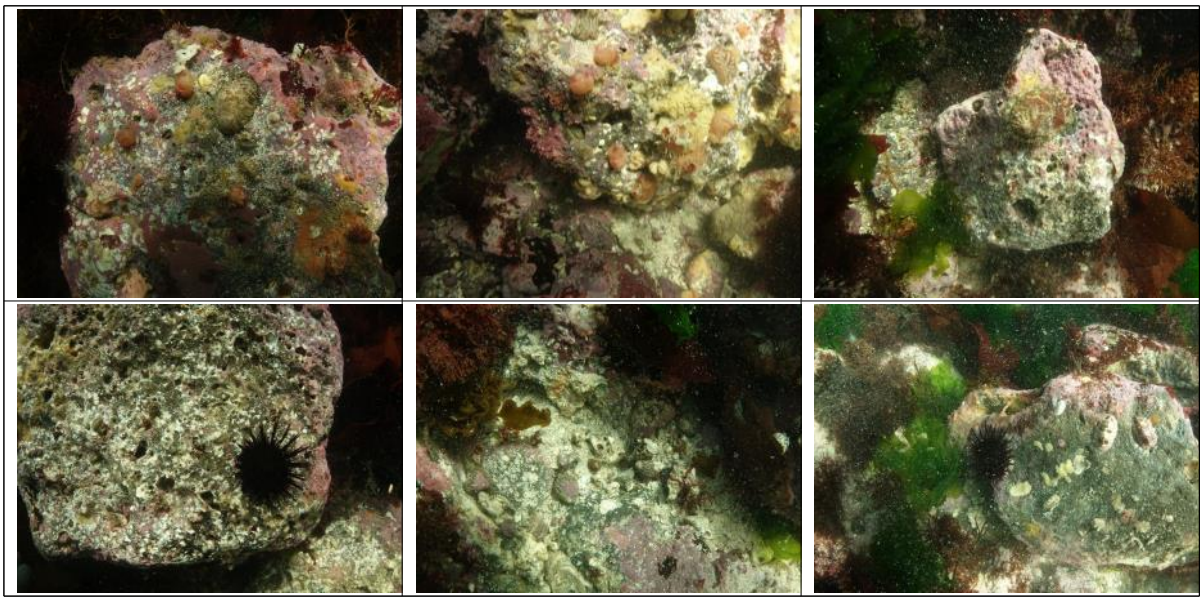


그림 2.3.3. 평대 출현 무척추동물

방형구 내 출현종은 22종으로 각각의 개체수 및 생체량은 빨강꼭지고둥 14개체(3.6g), 구멍밤고둥 12개체(30.3g), 엽새우류 9개체(0.4g) 순으로 우점하고 있었다.

3.2. 법환(전복 방류어장)

조사지는 서귀포시 법환동 해녀체험센터 앞 수심 3~4m 지점으로 굴곡이 있는 대형 평암반 기질 위에 크고 작은 전석들이 1~3겹 혼재하며, 암반에 작은 틈새가 많은 지형이다. 틈새에는 성게가 자리잡고 있으며, 해조류도 유절산호말류가 높은 비율로 분포하고 있었다.



그림 2.3.4. 법환 마을어장 조사위치

법환동에 출현한 해조류는 총 25종으로, 분류군별로는 녹조 2종, 갈조 5종, 홍조 18종이 출현하였다. 암반 위에는 유절석회조류인 게발류와 산호말류가 넓은 면적을 덮고 있으며 그 사이에 어린 갈파래와 홍조류인 우뭇가사리, 잎꼬시래기, 참곱슬이 등이 소규모 군락을 형성하고 있으며, 갈조류인 그물말류와 여러 홍조류 등이 산재하고 있었다



그림 2.3.5. 법환 출현 해조류

법환동의 방형구 내 해조류 습중량은 전체 932.9 g·wt/m2이며, 녹조류 0.2 g·wt/m2, 갈조류 373.8 g·wt/m2, 홍조류 558.9 g·wt/m2로 홍조류의 습중량이 가장 크게 나타났고, 갈조류인 감태(358.7 g·wt/m2)의 경우 전체 습중량의 40%를 차지하고 있으며, 홍조류인 에페드라게발(217.1 g·wt/m2)이 높은 피도만큼 습중량도 크게 나타났으며, 그 다음으로 여린두가닥바닷말(197.2 g·wt/m2), 눈썹마디게발(82.8 g·wt/m2) 순으로 나타났다.

법환동에 출현한 무척추동물 총 32종이고, 극피동물은 보라성게, 말똥성게 등 7종이고, 연체동물은 소라, 구멍밤고둥, 바퀴고둥 등 15종으로 가장 많은 종수가 관찰되었다. 그 외 절지동물 3종, 자포동물과 환형동물 각 2종, 강장동물, 산호충강, 척삭동물은 1종이 관찰되었다.

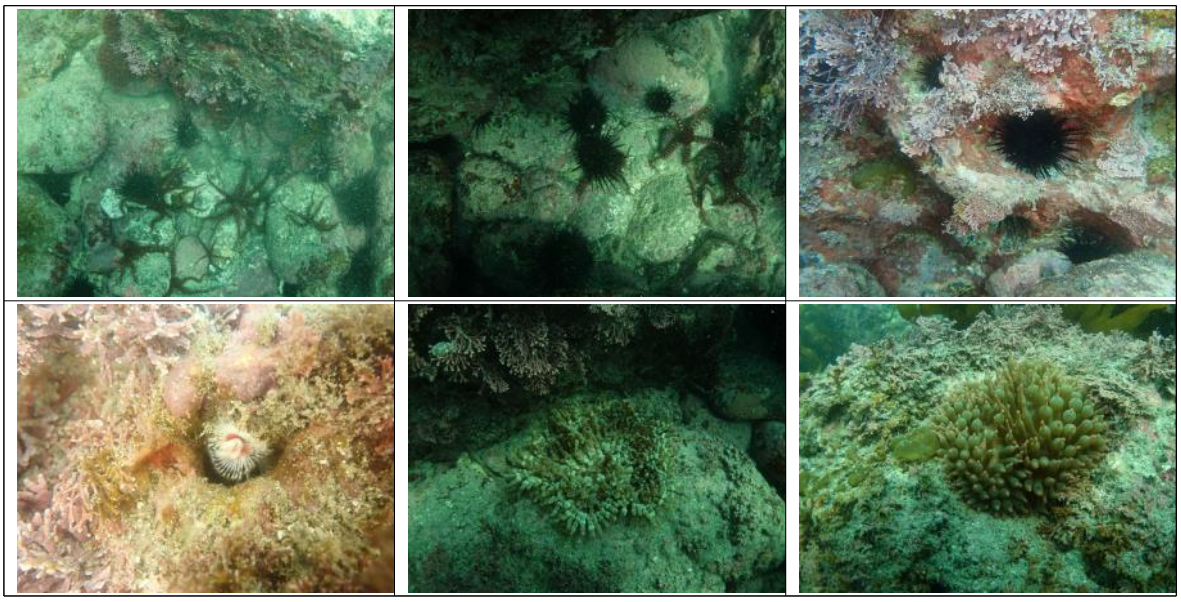


그림 2.3.6. 법환 출현 무척추동물

법환동의 방형구 내 출현종은 22종으로 각각의 개체수 및 생체량은 보라성게 22개체(339.4g), 가시거미불가사리류 18개체(34.3g), 빨강꼭지고둥 15개체(2.2g), 뿔물맞이게 10개체(4.2g) 순으로 우점하고 있었다.

3.3. 위미2(오분자기 방류어장)

조사지는 남원읍 위미2리 국립수산과학원 제주수산연구소 미래양식센터 동쪽에 위치한 수심 2~4m 지점으로 크고 작은 요철이 많은 암반 위에 작은 전석대가 1~2겹 혼재하는 지형이다. 해조류가 넓게 분포하고, 서식하는 오분자기가 다수 관찰되는 등 오분자기가 서식하기에 좋은 여건을 나타냈다. 다만 오분자기의 위해생물인 팔손이불가사리도 여러 개체 확인되었다.



그림 2.3.7. 위미2 마을어장 조사위치

위미2리에 출현한 해조류는 총 33종으로, 분류군별로는 녹조 6종, 갈조 5종, 홍조 22종이 출현하였다. 녹조류는 갈파래류 등이 암반에 소규모 군락을 형성하여 넓게 분포하고 있고, 청각, 말청각, 방성청각 등이 산재하고 있었다. 갈조류인 가시뼈대그물말과 그물바탕말 등이 군데군데 서식하며, 홍조류인 우뭇가사리, 마디잘록이, 갈고리가시우무 등이 넓게 분포하고 있었다. 그 외 부챗살, 개도박, 톳, 진두발 등은 드문드문 관찰되었다.

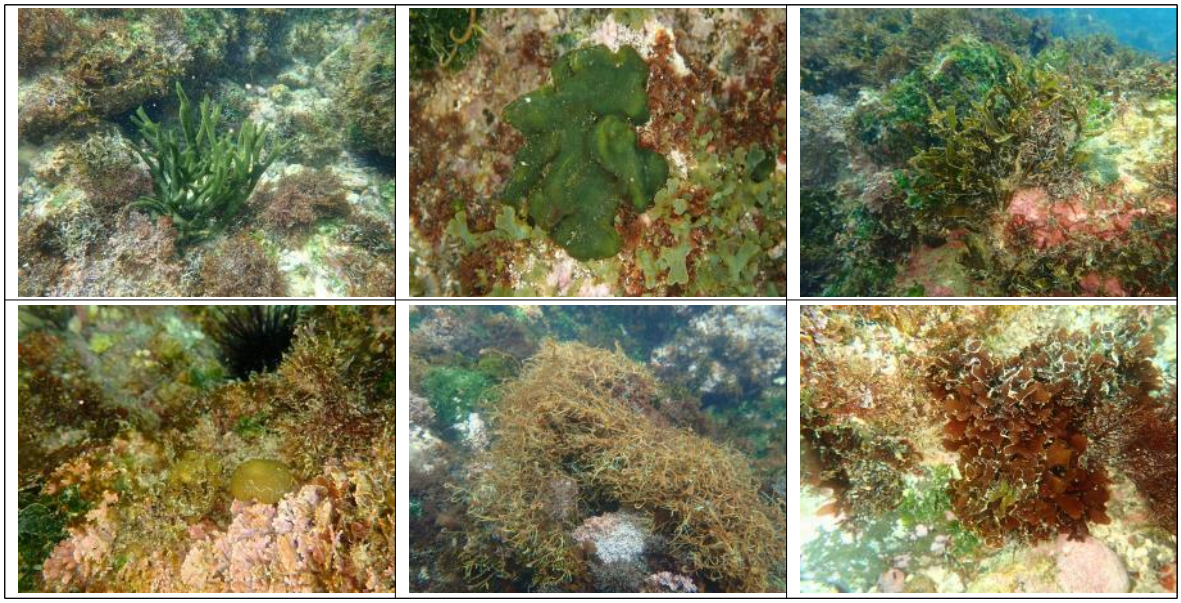


그림 2.3.8. 위미2 출현 해조류

위미2리의 방형구 내 해조류 습중량은 전체 1157.9 g·wt/m2이며, 녹조류 347.5 g·wt/m2, 갈조류 101.1 g·wt/m2, 홍조류 709.3 g·wt/m2로 홍조류의 습중량이 가장 높게 나왔으며, 각 개별종으로는 청각(217.9 g·wt/m2)이 피도는 높지 않으나 단위무게가 많이 나가고 있으며, 높은 피도를 보이던 개우무(264.7 g·wt/m2)와 우뭇가사리(141.3 g·wt/m2)가 높게 나타났다.

위미2리에 출현한 무척추동물은 총 18종이고, 극피동물은 보라성게, 말똥성게와 함께 7종으로 가장 많은 종이 관찰되고, 연체동물은 바퀴고둥, 큰뱀고둥 등 4종이 관찰되었다. 그 외 절지동물 3종, 해면동물 2종 그리고 자포동물, 환형동물은 1종이 관찰되었다.

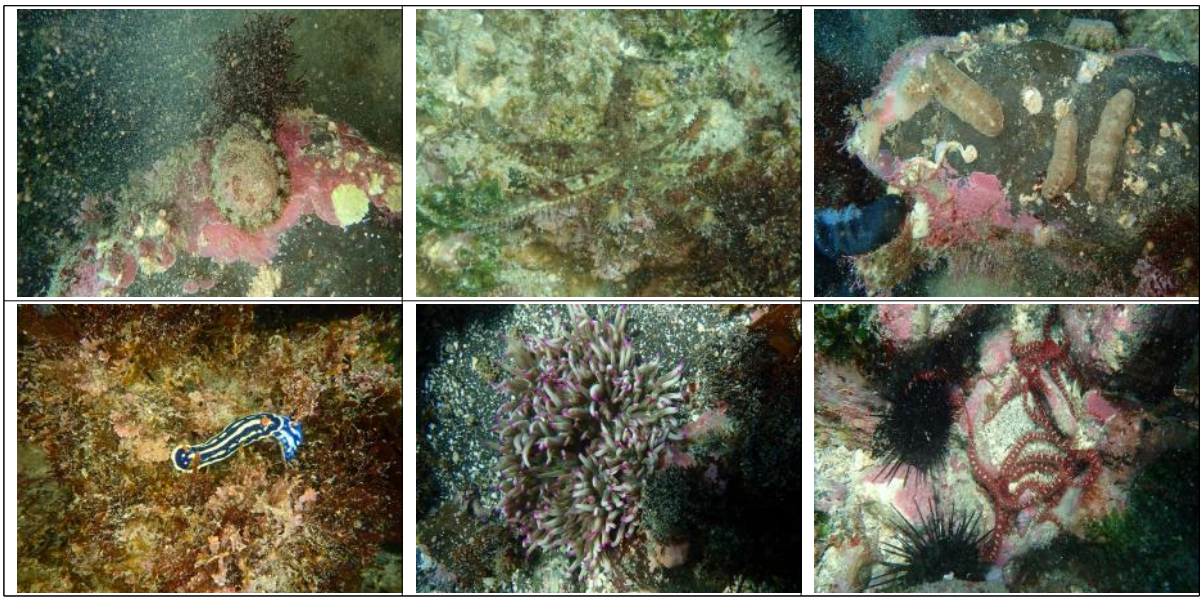


그림 2.3.9. 위미2 출현 무척추동물

위미2리의 방형구 내 출현종은 13종으로 각각의 개체수 및 생체량은 가시거미불가사리류 13개체(39.3g), 뱀거미불가사리 11개체(25.2g), 보라성게 6개체(251.1g) 순으로 우점하고 있었다.

3.4. 한수(오분자기 방류어장)

이 조사지는 외해로 노출되어 있는 암반기질로 형성된 해안선을 지님. 저층은 조간대~저조선까지 면이 거친 현무암반으로 이루어져 있으며 그 아래로는 전석으로 이루어져 있음. 패류를 방류하는 지역은 저층이 전석으로 이루어져 있고, 방류지 외곽으로는 수중여에 의해서 파도의 직접적인 영향을 감소시키는 지형으로 저질형태는 전석(80%), 암반 (10%), 자갈(5%), 사질(5%)로 구성되어 있으며 어장생태등급이 3등급인 지역이다.

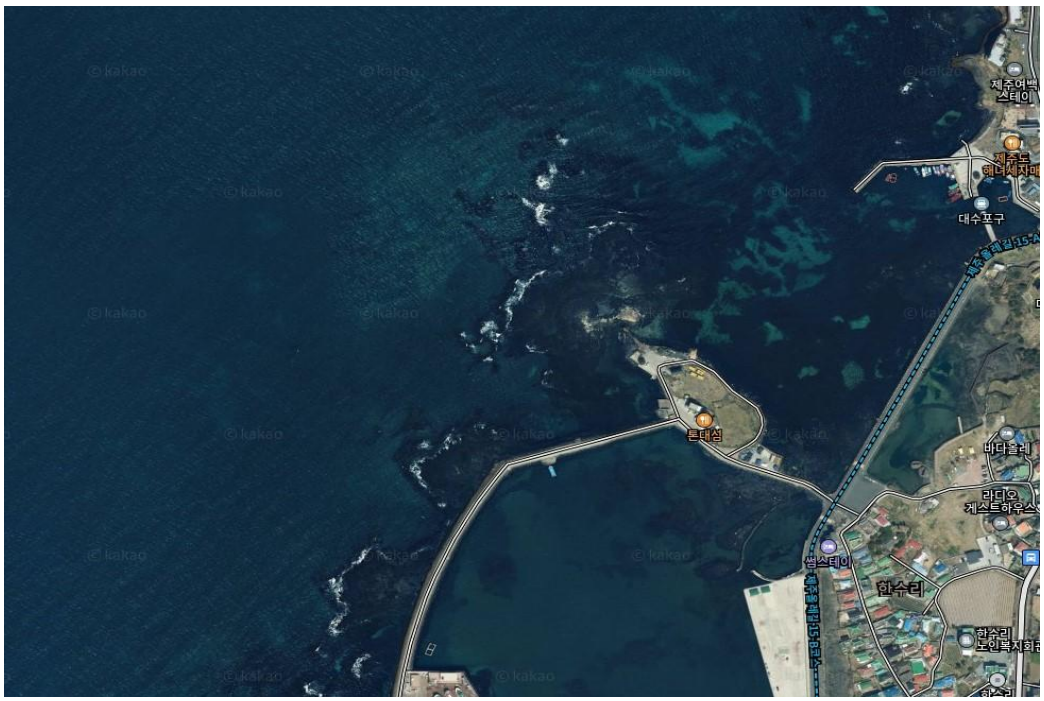


그림 2.3.10. 한수 마을어장 조사위치

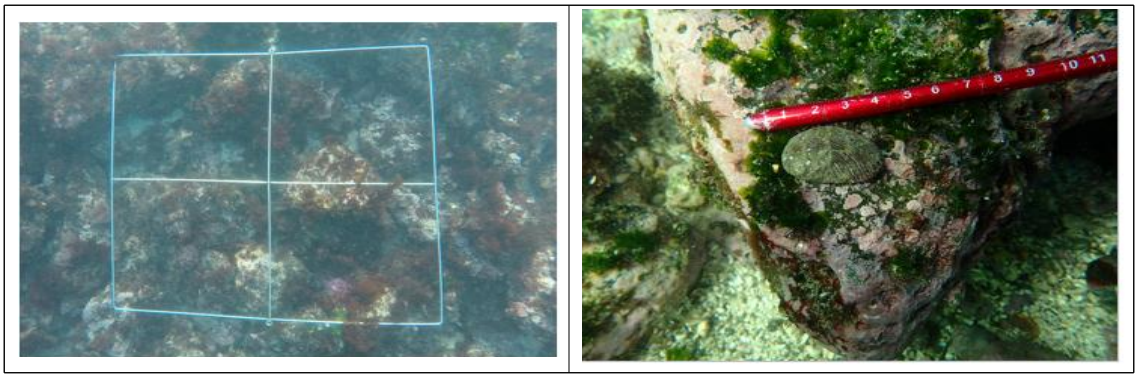


그림 2.3.11. 한수 마을어장 조사사진

3.5. 행원(홍해삼 방류어장)

이 조사지는 행원포구 등대 방파제 앞 북쪽 해역으로 수심은 1~10m로 완만하게 형성되어 있으나 곳곳에 큰 여들이 위치하고 사질과 암반으로 이루어져 있었다. 해당지역의 해조류는 연질해조류와 유절산호말류 및 무절산호말류로 구성되어 있으며 홍해삼 방류수심인 3~5m의 경우 연질해조류 비율이 높고 수심이 깊어질수록 유절산호말류 및 무절산호말류 비율이 높게 나타났다.

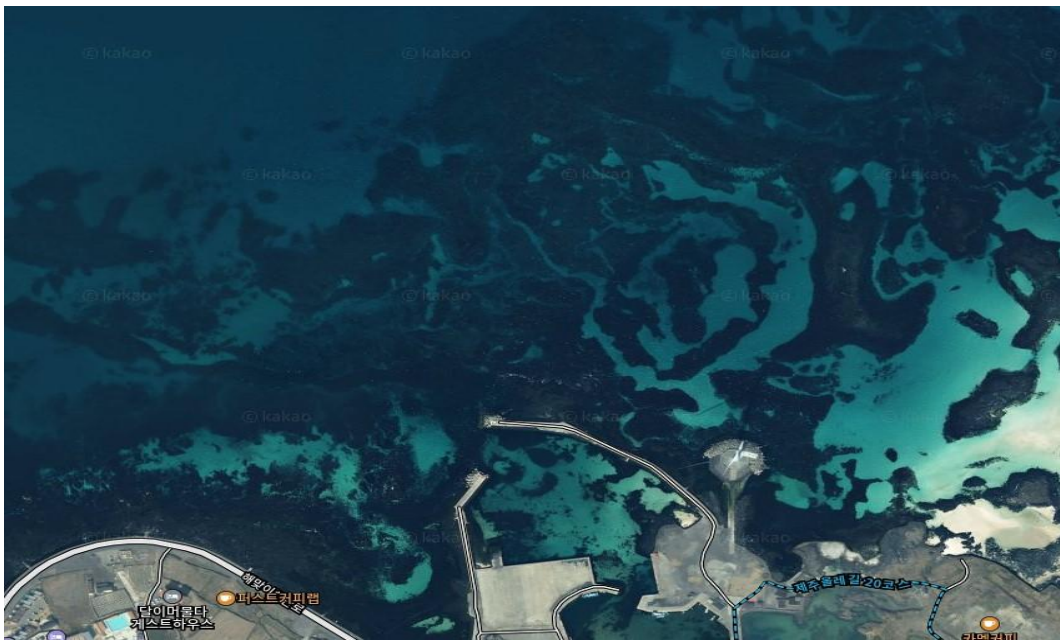


그림 2.3.12. 행원 마을어장 조사위치

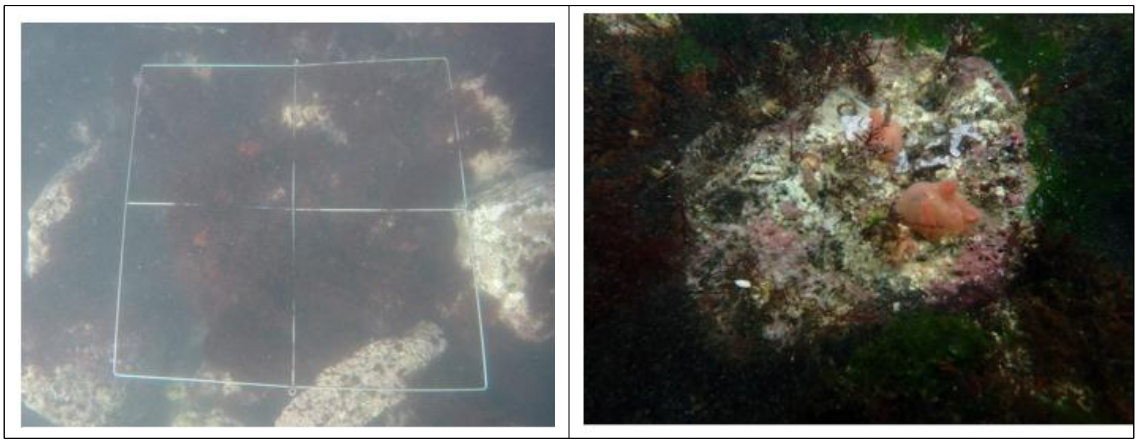


그림 2.3.13. 행원 마을어장 조사사진

3.6. 동일(홍해삼 방류어장)

동일리포구 동쪽 방파제 해안선을 따라 서산사 앞쪽 해안과 오일장 서쪽에 위치해 있으며 이 주변지역은 수심 2m에서 4m 비교적 낮은 수심으로 암반 위 사질유입이 크게 발달되어 있으며 사질 위 크고 작은 전석으로 구성되어 있다. 유용해조류는 찾아보기가 힘든 반면 유절, 무절석회조류가 주를 이루고 있다.



그림 2.3.14. 동일 마을어장 조사위치

동일리 해조류상 조사결과 해조류는 총 23종으로 갈조류 6종, 홍조류 15종, 녹조류 2종이 관찰되었다. 어류는 쥐치, 자리돔, 돌돔, 파랑돔, 용치놀래기, 놀래기, 어렝놀래기, 황놀래기 등이 발견되었고 저서동물로는 보라성게, 팔손이불가사리, 긴팔불가사리, 구멍밤고둥, 두드럭고둥, 벌레군부, 소라, 탑뿔고둥 등이 발견되었다. 출현 저서동물은 비교적 낮은 출현 종 수를 보이며 먹이경쟁생물인 불가사리류의 개체수는 낮은 것으로 판단되며, 먹이경쟁생물인 뱀거미불가사리 및 빨간등거미불가사리등 부생생물은 방형구에 출현하지 않았으나 일부 전석을 뒤집었을 때 관찰되었다.

4. 오분자기 추적조사

방류한 후 오분자기 방류종자가 이동, 확산하는 등 적응하여 서식하는 것에 대한 조사를 위해 집중 추적조사를 실시하였다. 2022년 5월 10일부터 16일까지(7일간) 조사하였으며, 일주일 이후 5월 24일에 추가 조사를 실시하였다. 조사는 한 기점을 중심으로 고정부이를 설치하고 5m 자와 GPS를 이용하여 동, 서, 남, 북으로 이동 서식 분포영역을 조사하였다.

조사지는 위미2리 해역의 제주수산연구소 미래양식센터 남서쪽 500m 부근에 해녀 조업구역이며, 수심 3~10m까지 대부분 암반으로 구성되어 있다.

방류해역은 암반 위 큰 전석으로 이루어져 있으며 전석과 암반 사이 굵은 모래 그리고 자갈과 작은 암석으로 구성되어 있다. 암반과 전석 그리고 작은 암석들이 오분자기가 은폐할 수 있는 환경을 제공하나 이 해역은 유용해조류를 찾아보기 힘들고 유무절석회조류가 주를 이루고 있어 먹이 환경면에서는 불리할 것으로 보여졌다.



그림 2.4.1. 위미2리 추적조사 위치

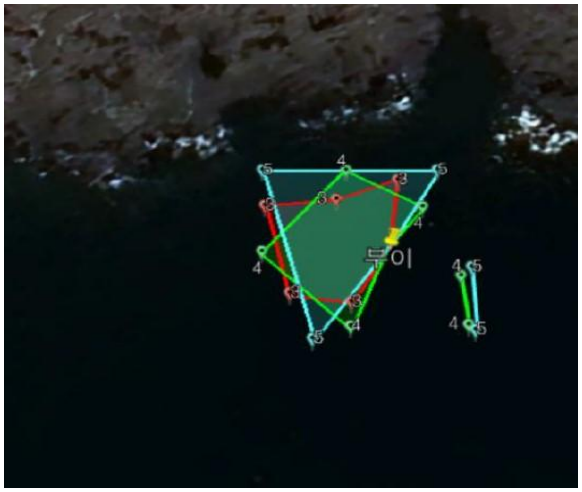
위미2리 오분자기 방류지의 출현 저서동물은 비교적 낮은 출현 종 수를 보이며 먹이경쟁생물인 불가사리류가 우점하는 반면 방류한 오분자기 외에 자연산 오분자기도 다수 관찰되었다. 먹이경쟁생물인 뱀거미불가사리 및 빨간등거미불가사리 등은 방형구에 출현하지 않았으나, 일부 전석을 뒤집었을 때 관찰되었다.

해조류의 피도는 유절,무절산호말류가 최우점하며, 유용해조류는 찾아보기 어려울 정도의 군락을 보여 갯녹음에 가까운 특성을 보였다.

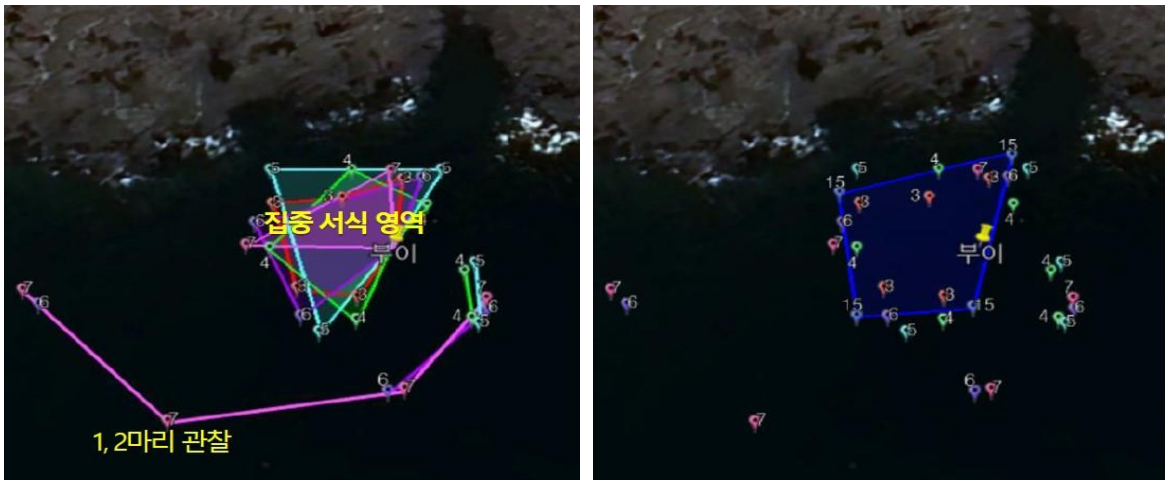
방류 위치에서 한 기점을 중심으로 동, 서, 남, 북 방향으로 방류 후 1일차부터 3일차까지 오분자기 서식 분포는 큰 변화를 보이지 않았으나 초기 패각의 수가 점차 증가하고 있었으며 4일차 이후부터 모여있던 개체 수는 감소하며 패각 수도 점차 증가되고 있는 것으로 나타났다. 방류 후 2주 후에는 오분자기 개체수는 집중 서식영역에서 연안쪽 암반으로 이동한 것으로 판단되며 오분자기 추적 후 서식 개체가 있는 곳에서 GPS를 사용 이동 범위를 확인하였으나 집중 서식 영역을 크게 벗어 나진 않은 것으로 보여진다. 집중 서식 영역을 벗어난 곳의 오분자기 관찰은 극히 드문 한두 개체만 관찰된 것으로 보아 외해쪽 보단 연안쪽 이동이 크다고 판단되었다.



방류 3일차



방류 4, 5일차

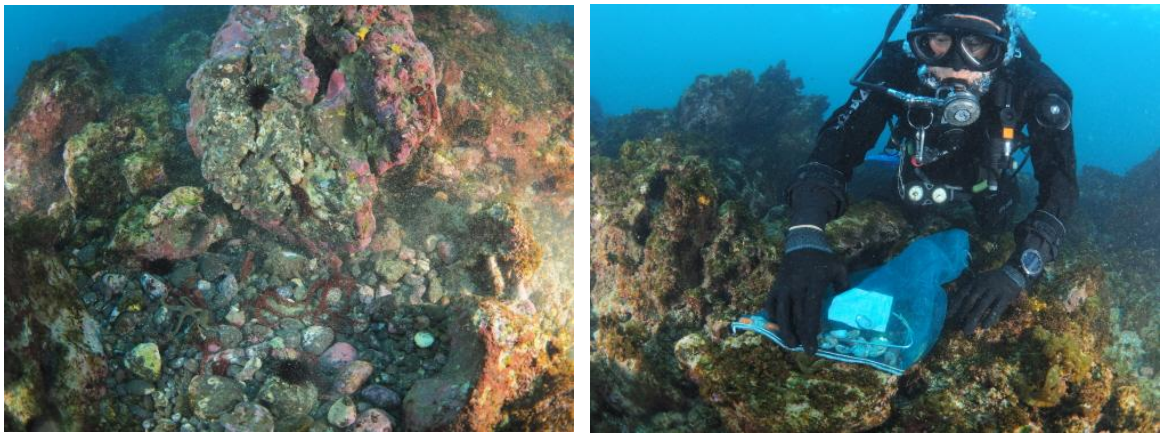


방류 6, 7일차 방류 15일차

그림 2.4.2. 위미2리 오분자기 종자 서식영역 분포도



방류 1일차



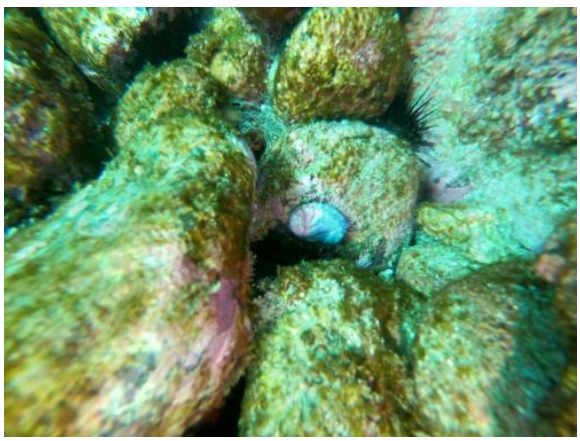
방류 2일차



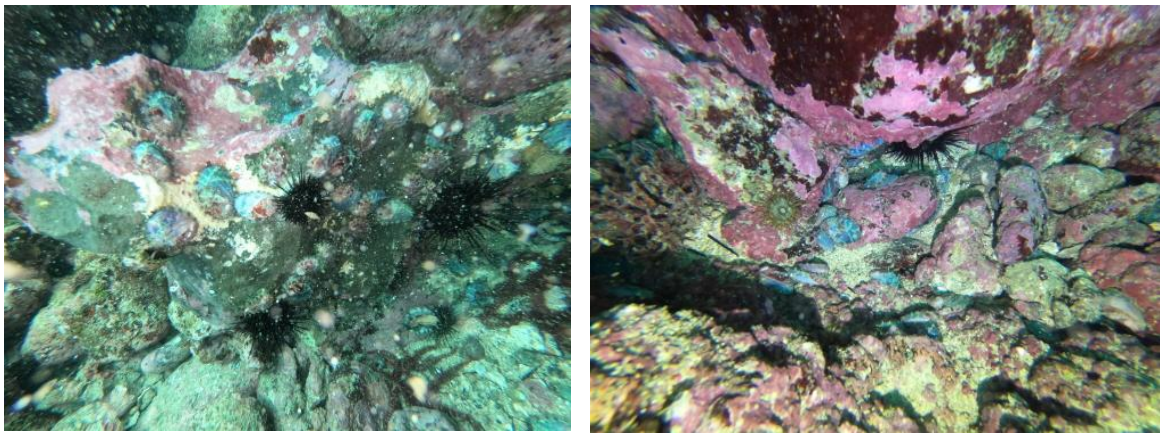

방류 3일차




방류 4일차

방류 5일차



방류 6일차



방류 7일차



방류 15일차

그림 2.4.3. 위미2리 오분자기 추적조사 사진

5. 생산량 통계조사

2022년 방류효과조사 대상품종인 전복, 오분자기, 해삼의 최근 5년간 생산실적과 방류효과조사 어장 중 매입방류사업을 통해 최소 3년간 한 품종이 지속적으로 방류가 이루어진 어장(평대, 한수, 행원, 동일)에 대해 방류량과 생산량을 비교해보았다.

5.1. 전복

최근 5년간 전복 생산량은 2018년에 3,536kg으로 가장 많았으며, 그다음으로는 2019년 3,327kg, 2022년 2,248kg, 2020년 1,952kg, 2021년 1,408kg 순으로 나타났으며, 2022년 전복 생산량은 전년 대비 60% 증가한 것으로 나타났다.

최근 5년간 전복 생산금액은 2018년 376,460천원으로 가장 높았으며, 그다음으로는 2019년 334,471천원, 2020년 201,783천원, 2022년 148,437천원, 2021년 137,160천원 순으로 나타났으며, 2022년 전복 생산금액은 전년 대비 8% 증가한 것으로 나타났다.

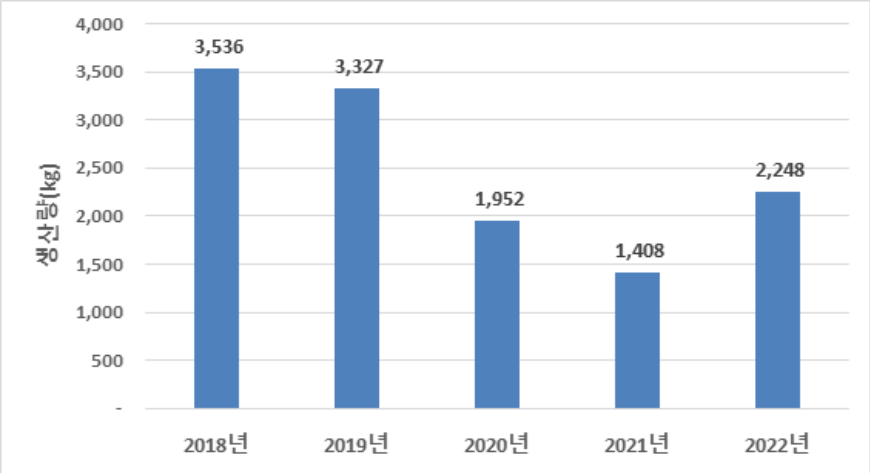


그림 2.5.1. 제주도 전복 생산량(2019~2022년)

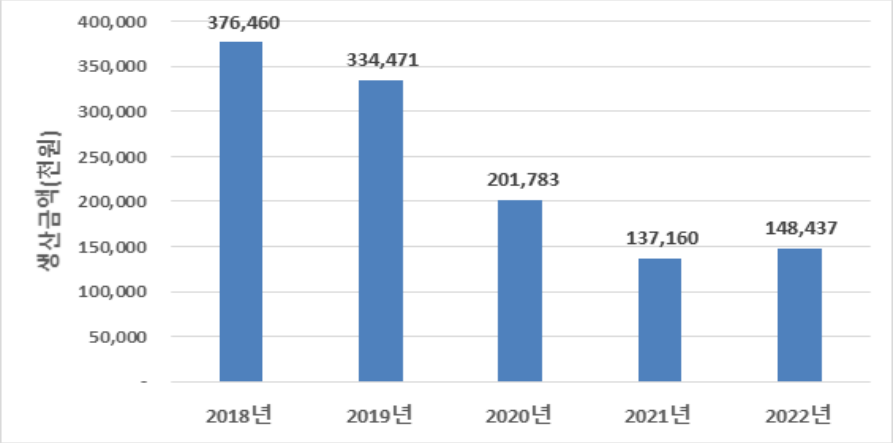


그림 2.5.2. 제주도 전복 생산금액(2019~2022년)

평대 어촌계의 전복 생산량을 살펴보면 2019년 13kg, 2020년 16kg, 2021년 32kg, 2022년 17kg이 생산되었으며, 평대 어촌계의 전복 생산량은 증감을 반복하는 경향이었다. 한편, 평대 어촌계의 전복 방류량은 2019년 30,000마리, 2020년 40,000마리, 2021년 30,000마리, 2022년 50,000마리가 방류되었다. 방류 현황과 생산량 추세를 비교해보면 지속적인 전복 방류가 전복이 생산량이 일정량 이상 생산되는데에 기여하는 것으로 보이나 생산량은 연도별로 증감을 반복하는 것으로 나타났다.

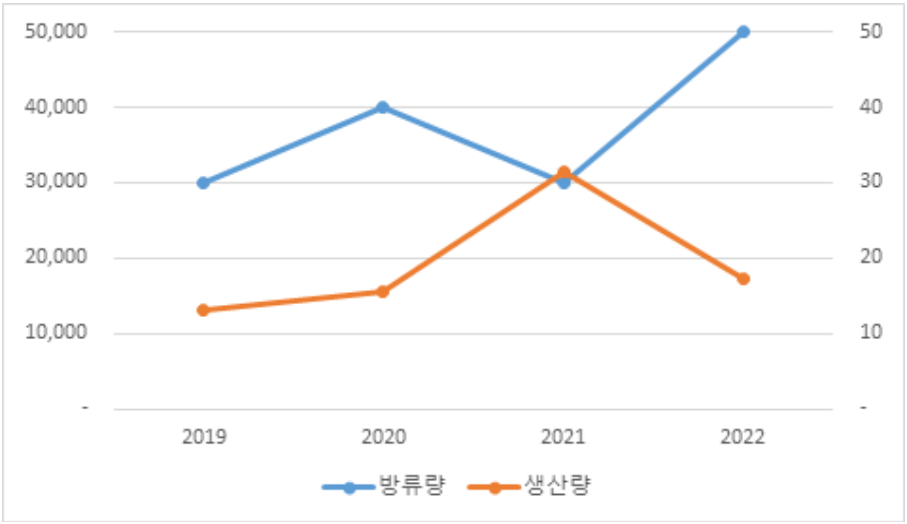


그림 2.5.3. 평대 어촌계 방류량 및 생산량

5.2. 오분자기

최근 5년간 오분자기 생산량은 2018년에 6,150kg으로 가장 많았으며, 그다음으로는 2020년 3,765kg, 2019년 3,555kg, 2021년 3,108kg, 2022년 2,679kg 순으로 나타났으며, 2022년 오분자기 생산량은 전년 대비 14% 감소한 것으로 나타났다.

최근 5년간 오분자기 생산금액은 2018년에 330,408천원으로 가장 높았으며, 그다음으로는 2020년 170,787천원, 2019년 160,638천원, 2021년 136,327천원, 2022년 125,721천원 순으로 나타났으며, 2022년 오분자기 생산금액은 전년 대비 8% 감소한 것으로 나타났다.

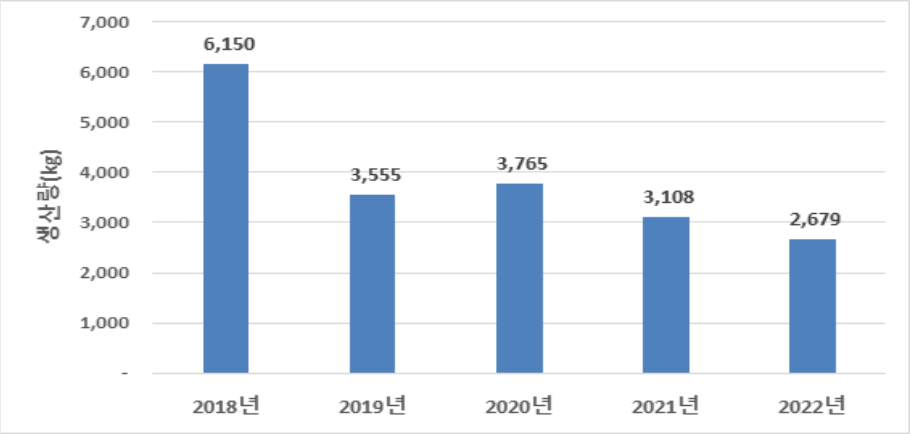


그림 2.5.4. 제주도 오분자기 생산량(2019~2022년)

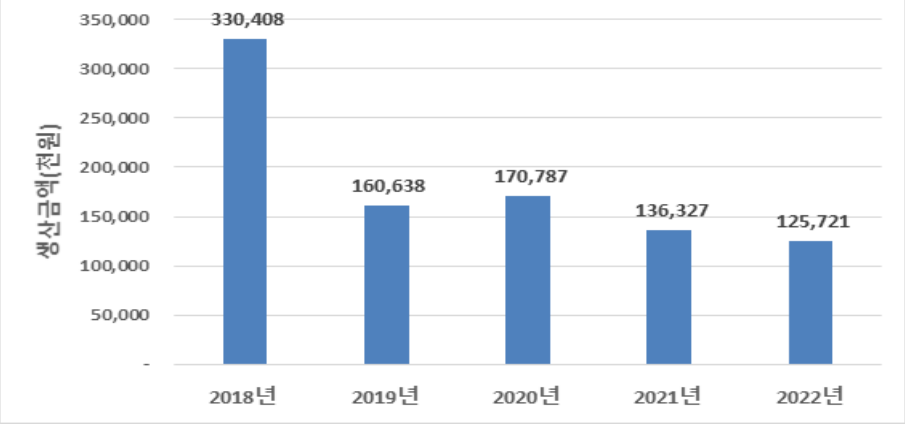


그림 2.5.5. 제주도 오분자기 생산금액(2019~2022년)

한수 어촌계의 오분자기 생산량을 살펴보면 2019년 200kg, 2020년 102kg, 2021년 170kg, 2022년에는 생산량이 나타났지 않았으며, 한수 어촌계의 오분자기 생산량은 증감을 반복하는 경향이었다. 한편, 한수 어촌계의 오분자기 방류량은 2019년 30,000마리, 2020년 20,000마리, 2021년 20,000마리, 2022년 40,000마리가 방류되었다. 방류 현황과 생산량 추세를 비교해보면 2022년을 제외하고는 오분자기 생산량이 100kg 이상 나타나고 있어 오분자기 방류가 오분자기가 어획되는 데에 일부 기여하고 있다고 보여지며, 2022년 생산량이 통계에 잡히지 않아 2023년 생산량 통계를 통해 방류량이 생산량에 기여하였는지에 대한 확인할 필요가 있을 것으로 보인다.

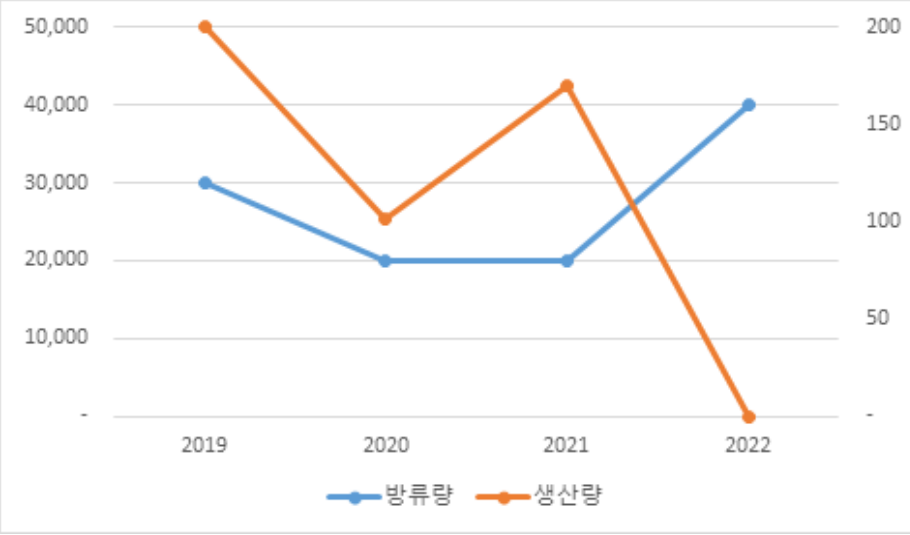


그림 2.5.6. 한수 어촌계 방류량 및 생산량

5.3. 홍해삼

최근 5년간 해삼 생산량은 2018년에 77,754kg으로 가장 많았으며, 그다음으로는 2019년 57,911kg, 2022년 39,179kg, 2020년 28,969kg, 2021년 26,653kg 순으로 나타났으며, 2022년 해삼 생산량은 전년 대비 47% 증가한 것으로 나타났다.

최근 5년간 해삼 생산금액은 2018년에 1,277,491천원으로 가장 높았으며, 그다음으로는 2019년 966,003천원, 2022년 737,230천원, 2021년 500,811천원, 2020년 492,335천원 순으로 나타났으며, 2022년 해삼 생산금액은 전년 대비 47% 증가한 것으로 나타났다.

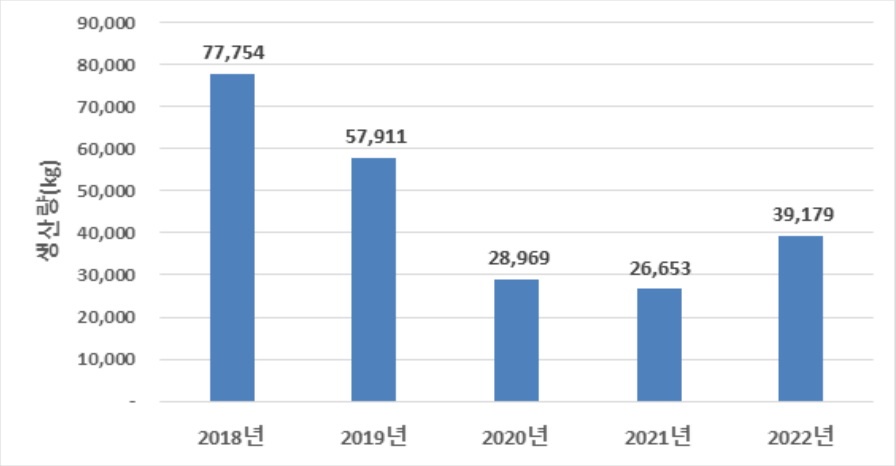


그림 2.5.7. 제주도 해삼 생산량(2019~2022년)

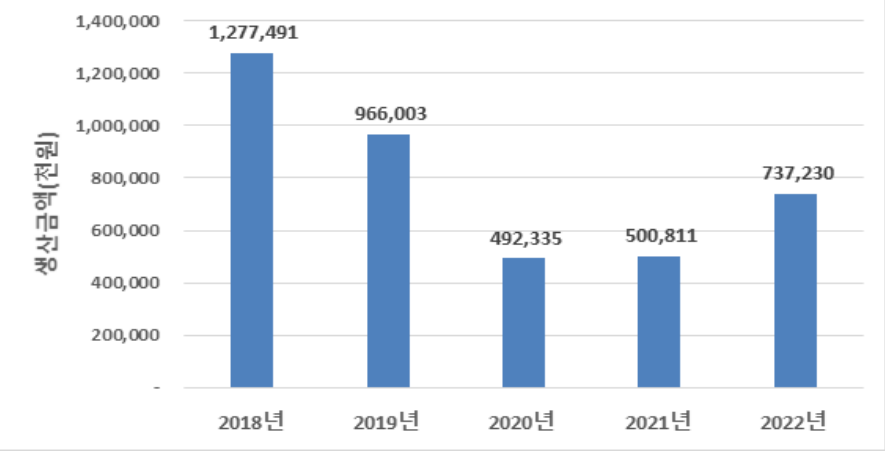


그림 2.5.8. 제주도 해삼 생산금액(2019~2022년)

행원 어촌계의 해삼 생산량을 살펴보면 2020년 497kg, 2021년 618kg, 2022년 892kg이 생산되었으며, 행원 어촌계의 해삼 생산량은 꾸준히 증가하는 경향이었다. 한편, 행원 어촌계의 해삼 방류량은 2019년은 방류하지 않았고, 2020년 20,000마리, 2021년 20,000마리, 2022년 40,000마리가 방류되었다. 방류 현황과 생산량 추세를 비교해보면 해삼 방류를 하면서 생산량이 꾸준히 증가하는 경향으로 나타났다.

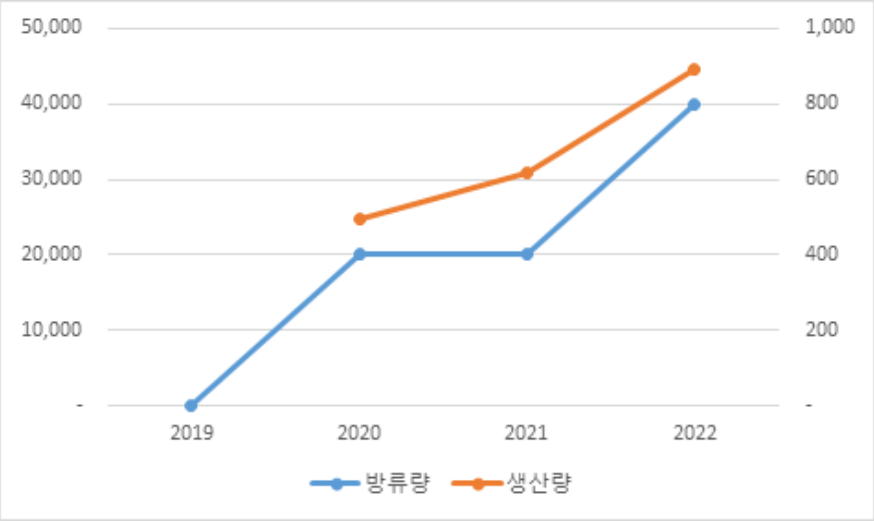


그림 2.5.9. 행원 어촌계 방류량 및 생산량

동일 어촌계의 해삼 생산량을 살펴보면 2020년 24kg, 2021년 20kg, 2022년 63kg이 생산되었으며, 동일 어촌계의 해삼 생산량은 2022년 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 동일 어촌계의 해삼 방류량은 2019년 30,000마리, 2020년은 방류하지 않았고, 2021년 100,000마리, 2022년 50,000마리가 방류되었다. 방류 현황과 생산량 추세를 비교해보면 지속적인 해삼 방류를 통해 2022년 생산량이 증가하는 경향을 보였다.

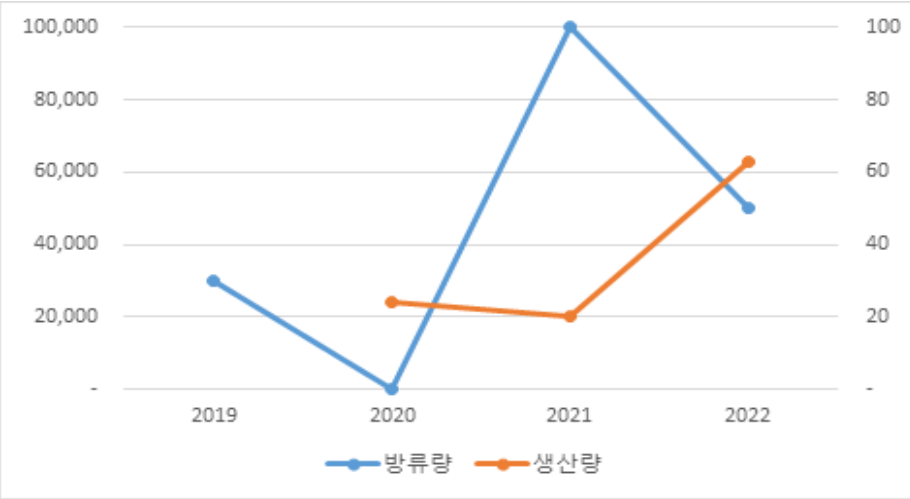


그림 2.5.10. 동일 어촌계 방류량 및 생산량

6. 혼획률 조사

어획물 중 방류산이 섞여있는 비율인 혼획률 조사는 전복, 오분자기의 경우 패각에 나타난 초록색 부분(그린마크) 또는 패각에 금속태그 등을 부착하여 방류산임을 확인할 수 있으며, 홍해삼의 경우 유전자 분석을 통한 혼획률 분석을 통해 방류산이 섞여 있는 비율을 산정할 수 있다.

해양수산연구원에서 조사한 최근 5년간의 혼획률 조사 결과, 전복은 그린마크와 금속태그를 활용한 방법으로 평균 87.6%로 혼획률이 나타났으며, 지역별로는 두모 75%, 평대 88%, 태흥2 90%, 한수 92%, 동귀 93%로 나타났다. 오분자기는 그린마크를 활용한 방법으로 평균 75%로 혼획률이 나타났으며, 동귀 50%, 조일 80%, 한수 85%, 용운 85%로 나타났다. 또한 홍해삼은 유전자 분석을 활용한 방법으로 평균 53.1%로 혼획률이 나타났으며, 김녕 38.6%, 행원 50.7%, 추자 70%로 나타났다.

전복 혼획률은 87.6%, 오분자기 혼획률은 평균 75%로 어획물 중 대부분이 방류산인 것으로 추정되며, 전복류 방류가 전복류 자원 유지에 기여하고 있으며, 반면 이는 방류를 하지 않으면 안된다는 것을 의미한다고도 볼 수 있다. 홍해삼 혼획률은 평균 53.1%로 김녕 38.6%, 추자 70%로 지역별로 편차가 크게 나타나는 것으로 확인되었으며, 홍해삼의 경우 유전자 분석을 통한 추가적인 조사가 필요할 것으로 보인다.

제3장 고찰 및 제언

수산종자 방류 효과 향상을 위해 사전 조사를 통해 대상품종이 방류하기에 적합한지 판단하는 조사를 하는 것이 좋다. 물질을 오래해왔던 해녀들과 어촌계에서 자체적으로 판단 가능할 것으로도 생각되며, 이러한 부분들을 고려하여 어촌계에서도 방류품종 신청 시 원하는 방류품종 순위를 매겨 신청하는 것으로 알고 있다. 전복의 경우 암반 틈새나 전석대에 전복이 서식할 만한 공간이 있으며 유용해조류가 풍부한 곳, 오분자기의 경우 규조류가 많은 곳, 홍해삼의 경우 사니질 지형이 방류지로 적절하다.

수산종자 방류에 대해 효과를 확인, 평가하는 방법은 어획통계에 달려있기 때문에 어촌계에서의 어획 기록이 중요하다. 현재 한국수산자원공단에서 위탁사업인 소라 전수조사를 수행하기 위해 수산자원조사원이 어촌계의 장부기록들을 주기적으로 확보하여 데이터를 기록, 관리하며 이를 통해 도에서 마을어업 어획량을 집계하고 있어 어촌계의 장부 기록이 가장 중요하다고 할 수 있다.

방류품종별 방류시기가 중요하다. 방류종의 산란기를 고려하여 방류 후 성장하면서 자연적인 조건에서 생존능력을 갖도록 하는 것으로 보통 산란기 이후 3~4개월 이후의 시점에서 방류하는 것이 적정하다고 사료된다.

방류 당일 양식장 검수부터 어촌계 방류시까지의 이송기간이 최소화되어야하며, 종자의 햇빛 노출이 최소화되어야 한다. 특히 5~6월에는 기온이 높기 때문에 이송하면서의 햇빛 노출을 통해 활력이 떨어질 가능성이 높다. 그렇기 때문에 전복류의 경우 가능하면 젖은 천을 덮거나 해삼의 경우 물을 넣어 이송하는 것이 종자의 활력도가 떨어지지 않도록 예방하는 데에 영향을 줄 것으로 보인다.

제4장 참고문헌

제주특별자치도. 2022. 2021년 수산종자 방류사업 효과조사 보고서.

제주특별자치도. 2021. 2020년 수산종자 방류사업 효과조사 보고서.

제주특별자치도. 2014. 2012~2013년 수산종묘 방류사업 효과조사 보고서.

한국수산자원공단. 2017. 2016년도 수산종자 방류사업 효과조사 사업 보고서.