

화력발전소 주변 해양생태계 및 환경 개선 방안 연구보고서

2022. 12.



충청남도의회

화력발전소 주변 해양생태 환경 개선방안 마련을
위한 연구 모임

제 출 문

충청남도의회 의장 귀하

본 보고서를 “화력발전소 주변 해양생태계 및 환경 개선 방안 연구” 최종보고서로 제출합니다.

2022년 12월 20일

주관 기관 : 순천향대학교
연구책임자: 마채우 교수

-목 차-

제 1 장 서론	1
1.1 배경 및 목적	2
1.2 연구범위 및 내용	3
제 2 장 발전소 주변 해양생태계 자료 분석	6
2.1 식물 플랑크톤	7
2.1.1 출현 종 수 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	7
2.1.2 현존량 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	11
2.1.3 우점종 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	15
2.1.4 생태지수 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	25
2.1.5 Chlorophyll - a (당진, 태안, 신보령, 신서천)	30
2.2 동물 플랑크톤	33
2.2.1 출현 종 수 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	33
2.2.2 현존량 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	37
2.2.3 우점종 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	41
2.2.4 생태지수 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	49
2.3 조하대 저서동물	53
2.3.1 출현 종 수 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	53
2.3.2 개체수 밀도 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	57
2.3.3 우점종 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	61
2.3.4 생태지수 (당진, 태안, 신보령, 신서천)	69
2.4 건강성 지수 평가(저서 생태계 중심으로)	73
2.4.1 AMBI (당진, 태안, 신보령)	73
2.4.2 BPI (태안)	76
2.5 고찰 및 제언	77
제 3 장 발전소 주변 지역 현재 추진 사업 현황	79
3.1 발전소 주변 지역 지원사업 종류 및 시행자	80
3.1.1 배경	80

3.1.2 목적	80
3.1.3 사업종류	80
3.1.4 관련 수립지침	80
3.1.5 재원	81
3.1.6 주변지역 지원사업심의 위원회	81
3.1.7 주변지역 지원사업심의 지역위원회	81
3.1.8 집행	82
3.2 지역별 연간 발전소 주변 지역 지원사업비 현황	82
3.3 지역별 연간 발전소 주변 지역 지원사업비 중 해양 관련 사업 현황 ...	84
3.3.1 해양관련 사업 예산 규모 분석	84
3.3.2 도내 4개 화력발전사업소 별, 지난 3년간 지원사업 추진현황	86
3.4 고찰 및 제언	103
3.4.1 해양수산 분야 온배수 영향지역에 대한 지원사업 증액 반영 필요	103
3.4.2 발전소 주변지역 지원사업 이외의 별도 지원사업 재원 확보 추진	103
 제 4 장 발전소 온배수 활용 및 이산화탄소 저감을 위한 신사업 제안	104
4.1 수생바이오매스 정의 및 활용 현황	105
4.1.1 정의	105
4.1.2 활용 현황	105
4.2 제안 배경	106
4.2.1 사회문화적 측면	106
4.2.2 경제적 산업적 측면	113
4.2.3 기술적 측면	117
4.3 사업 추진 소개	120
4.4 기대효과	125
 제 5 장 참고문헌	127

제 1 장 서 론

1.1 배경 및 목적

- 충청남도는 국내에서 가장 많은 화력발전소를 보유하고 있다. 현재 당진화력발전소 10기, 태안화력발전소 10기, 보령화력발전소 9기 및 신서천화력발전소 1기 등 총 32기의 기력(석탄+복합화력) 발전소가 가동중에 있다(표 1). 국내 화력발전소는 2022년 현재 총 60기이며 이 중 32기가 있는 충남은 53%를 차지함.
- 우리나라 온배수 배출량은 연간 약 1,000억톤으로 2019년 기준 충청남도가 151.3억톤으로 약 15%를 차지함(표 1).
- 화력발전소 주변 해양생태계는 이러한 온배수와 다른 환경적 영향으로 인해 심한 환경적 변화를 겪고 있으며 주변 수산자원 생물들의 피해 또한 클 것으로 예상된다. 특히 최근 전 지구적 기후변화 또한 이에 더해 그 영향력은 막대할 것으로 예상됨.
- 그러므로 충남도 화력발전소 주변 해양생태계에 대한 지속적인 조사와 모니터링은 장기적으로 추진되어야 하며, 특히 지역주민과 어민들의 소득증가를 위한 신사업 또한 계속적으로 발굴되어야 할 것으로 생각됨.
- 이 과제의 목적은 충남 화력발전소 주변 해양생태계의 최근 약 10년간 자료 분석을 통해 현재 생태계 현황을 분석 및 파악하며, 발전소 주변에서 시행되고 있는 지원사업 분석을 통해 사업 현황을 파악하고, 향후 지역주민을 위한 신사업을 제안함.

표 1. 충청남도 화력발전소 현황(충남 화력 온배수 해양 환경조사 2차년도 보고서 참조)

구분		현 가동 발전소				시험 가동 발전소
		당진화력	태안화력	보령화력	신보령화력	신서천화력
운 영		한국동서발전(주)	한국서부발전(주)	한국중부발전(주)	한국중부발전(주)	한국중부발전(주)
발 전 현 황	합계	6,040 MW	6,480 MW	5,350 MW	2,038 MW	1,000 MW
	500 MW급	8기	8기	8기	-	-
	1,000 MW급	2기	2기	-	2기	1기
	기타	-	IGCC 380 MW	복합 1,350 MW	-	-
취수방식		심층취수	심층취수	심층취수	심층취수	심층취수
배수방식		표층방류	표층방류	표층(1~6호기) 심층(7,8호기)	심층방류	심층방류
온배수 배출량	설계	74억톤	70억톤	41억톤	28억톤	13억톤
	2019년도 배출량	44억톤	55.5억톤	34.1억톤	17.7억톤	-

1.2 연구범위, 방법 및 내용

- 해양생태계는 최근 약 10개년 자료를 기준으로 각 화력발전소 주변 해양생태계에서 시행된 보고서(EIASS site 참조)와 논문을 참고하였으며, 자료 분석 범위는 표 2와 같음.
- 보령 화력발전소의 경우 자료 부족으로 대상에서 제외하였음.
- 조사 항목 중 주로 온배수 및 기후변화의 영향을 많이 받는 식물 및 동물플랑크톤과 조하대 저서동물 위주로 분석을 실시하였으며, 조간대 부착동물과 해조류 및 어란(치자어)과 해산어류는 자료의 변화가 미미하거나 생태지수 분석 자료가 없어 제외하였음.
- 특히 저서 생태계의 경우 원자료가 있는 경우 해양생태계 건강성 평가(AMBI 및 BPI지수를 사용)를 실시하였음. 현재 평가된 지역은 AMBI 분석은 당진, 태안 및 신보령 화력 발전소 주변 해역이며, BPI 분석은 태안 화력발전소 주변 해역에서 실시하였음.
- 해양생태계 건강성 평가 중 하나인 저서오염지수(BPI)는 유기물 오염에 반응하는 정도가 섭식유형에 따른다는 가정하에 우점종을 중심으로 저서동물을 4개의 동물군(N1, N2, N3, N4)으로 나누고 정점 간, 지역 간, 시공간적인 비교가 가능하도록 0~100 사이의 지수로 나타내어 저서환경의 건강도를 분석하는 환경 평가 방법이다(KORDI, 1995).
저서오염지수 분석에 사용되는 종은 지수생물이라 하는데 이는 각 정점별 우점종으로 선정하고 저서오염지수(BPI) 식을 이용해 지수값을 구하였다. 종 수준까지 동정이 불가능한 것은 속이나 과 수준의 상위 범주의 생태학적 자료를 사용하였다. 선택된 지수생물은 섭식유형과 유기물에 대한 반응정도를 가지고 아래에 있는 식의 4개군 중 하나에 할당시켰다(KORDI, 1995).

$$BPI = [1 - (a \times N1 + b \times N2 + c \times N3 + d \times N4) / (N1 + N2 + N3 + N4) / d] \times 100$$

N1 : 여과식자(filter or suspension feeders; SF) 또는 대형 육식자(large carnivores)의 개체수

N2 : 표층퇴적물식자(surface deposit feeders; SDF) 또는 작은 육식자(small carnivores)의 개체수

N3 : 표층하퇴적물식자(subsurface deposit feeders; SSDF)의 개체수

N4 : 오염지시종(pollution indicators) 및 기회종(opportunistic species)의 개체수

*a, b, c, d는 각 섭식군의 가중치(a=0, b=1, c=2, d=3)

- 또한 건강성 평가의 다른 지수인 AMBI 지수는 연근해 해양생태계 평가에 주로 사용되는 지수인데, 저서동물 군집이 유기물 유입량의 변화에 반응하는 정도를 5개의 생태그룹으로 구분하여 각 정점의 생태그룹 조성 비율에 의해 아래의 정해진 지수식으로 AMBI (Azti's marine biotic index, Borja et al., 2000;2003)를 산출하였다. AMBI 산출은 AZTI (ambi.azti.es)에서 제공하는 프로그램인 AMBI (ver.6.0.)를 활용하였음.

$$AMBI = \{(0 \times \% G1) + (1.5 \times \% G2) + (3 \times \% G3) + (4.5 \times \% G4) + (6 \times \% G5)\} / 100$$

- G1: 유기물 증가에 매우 민감한 종으로 정상 환경에서만 출현하는 종인 특정 육식자 혹은 서관을 가진 환형동물 중 퇴적물식자의 서식밀도
- G2: 유기물 증가에 둔감한 종으로 정상상태에서 낮은 밀도를 가진 종인 여과식자, 일반적인 육식자 혹은 부식자의 서식밀도
- G3: 유기물 증가에 내성이 강한 종, 표층 퇴적물식자로서 특히, 서관을 가진 얼굴갯지렁이과(Spionidae)의 서식밀도
- G4: 2차 기회종, 주로 소형 갯지렁이류, 표층하퇴적물식자인 Cirratulidae에 속하는 종의 서식밀도
- G5: 1차 기회종(현저한 비균등 환경의 종), 환원상태의 퇴적물에서 번성하는 퇴적물식자의 서식밀도

○ 화력발전소 주변 지역 현 추진사업은 시, 군 자료(2022년 현재)를 대상으로 분석하였음.

○ 발전소 온배수 활용 및 이산화탄소 저감을 위한 신사업 제안은 최근 자료를 활용하였음(참고 문헌 참조)

표 2. 충남 화력발전소별 연도별 조사항목 및 분석 현황(자료는 유:O, 무:X로 표시)

발전소	연도	조사항목	종조성 및 현존량	우점종	생태지수				군집분석
					균등도	우점도	다양도	풍부도	
당진	2006~2008	식물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		동물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
	2011 2013~2021	조간대 부착동물	O	O	X	X	X	X	X
		조하대 저서동물	O	O	O	O	O	O	O
		해산어류	O	O	X	X	X	X	X
		어란 및 자치어	O	O	X	X	X	X	X
		해조류	O	O	X	X	X	X	X
태안	2010~2021	식물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		동물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		조간대 부착동물	O	O	O	O	O	O	X
		조하대 저서동물	O	O	O	O	O	O	O
		해산어류	O	O	X	X	X	X	X
		어란 및 자치어	O	O	X	X	X	X	X
		해조류	O	O	O	O	O	O	O
신보령	2010 2012~2021	식물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		동물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		조간대 부착동물	O	O	X	X	X	X	X
		조하대 저서동물	O	O	O	O	O	O	O
		해산어류	O	O	X	X	X	X	X
		어란 및 자치어	O	O	X	X	X	X	X
		해조류	O	O	X	X	X	X	X
신서천	2014 2016~2021	식물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		동물플랑크톤	O	O	O	O	O	O	O
		조간대 부착동물	O	O	X	X	X	X	X
		조하대 저서동물	O	O	O	X	O	O	O
		해산어류	O	O	X	X	X	X	X
		어란 및 자치어	O	O	X	X	X	X	X
		해조류	O	X	X	X	X	X	X

제 2 장 발전소 주변 해양생태계 자료 분석

2.1 식물플랑크톤

2.1.1 출현 종 수

(1) 당진

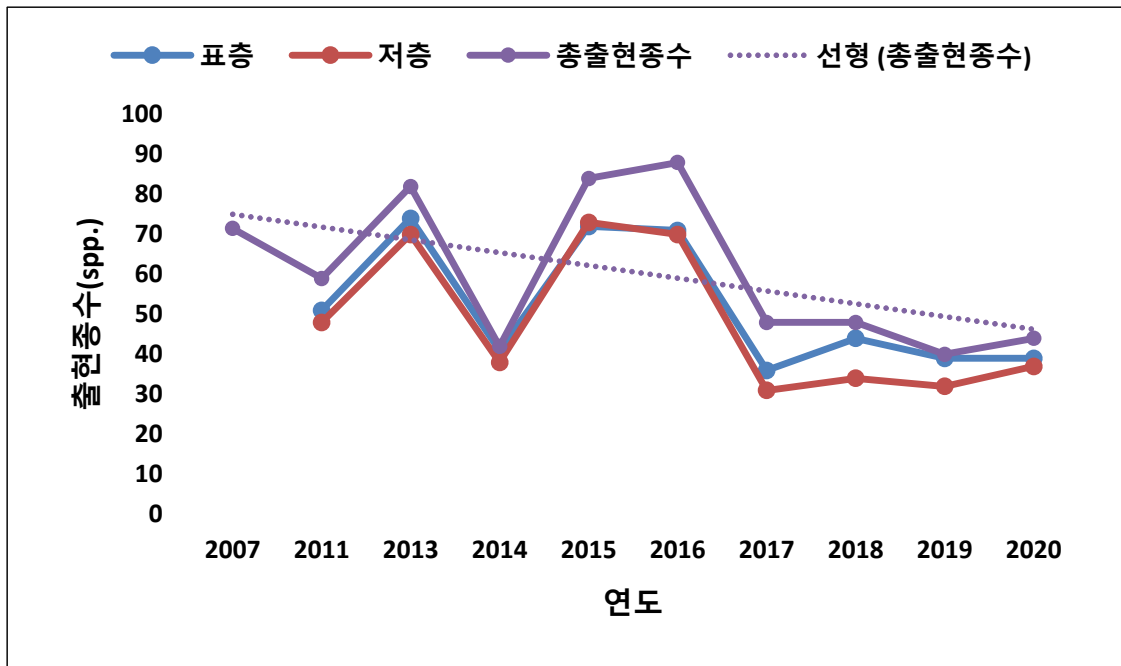


그림 2. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 종수.

표 3. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 수층별 종수

조사시기	출현종수		
	표층	저층	전체
2007	-	-	72
2011	51	48	59
2013	74	70	82
2014	41	38	42
2015	72	73	84
2016	71	70	88
2017	36	31	48
2018	44	34	48
2019	39	32	40
2020	39	37	44

- 연도별 출현종수는 2016년에 88종으로 가장 많았으며 2019년에 44종으로 가장 적었음.
- 표층 출현종수는 2015년에 72종으로 가장 많았으며 2017년에 36종으로 가장 적었음.
- 저층 출현종수는 2015년에 73종으로 가장 많았으며 2017년에 31종으로 가장 적었음.

(2) 태안

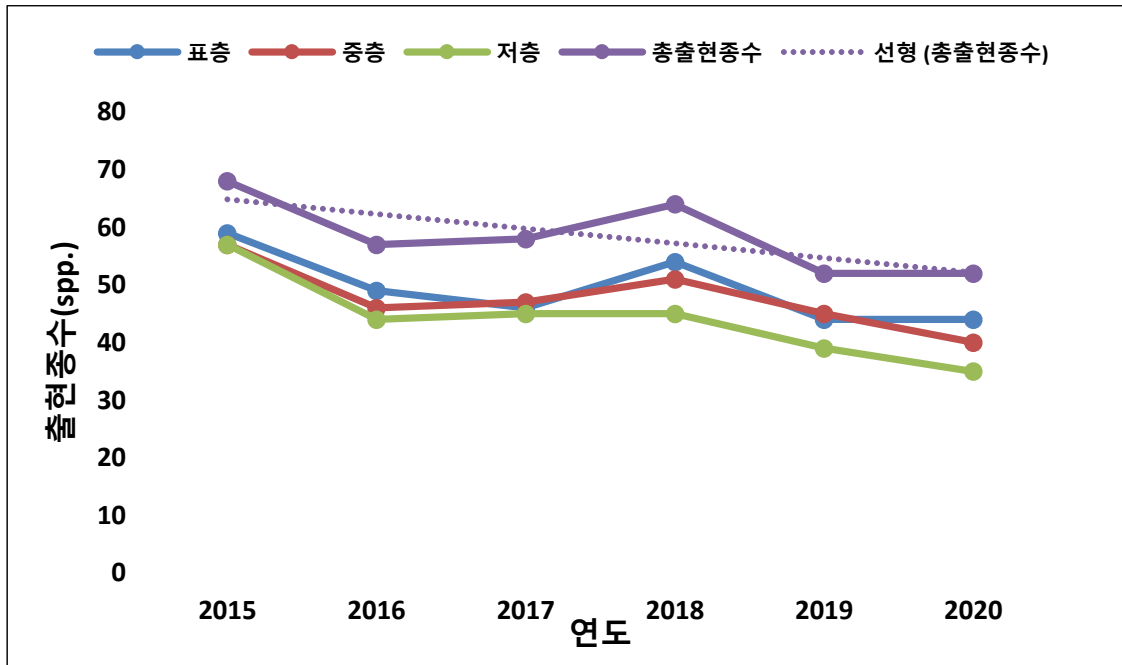


그림 3. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 종수.

표 4. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 수층별 종수

조사시기	출현종수			
	표층	중층	저층	전체
2015	59	57	57	68
2016	49	46	44	57
2017	46	47	45	58
2018	54	51	45	64
2019	44	45	39	52
2020	44	40	35	52

- 연도별 출현종수는 2015년에 68종으로 가장 많았으며 2019년과 2020년에 52종으로 가장 적었음.
- 표층 출현종수는 2015년에 59종으로 가장 많았으며 2019년과 2020년에 44종으로 가장 적었음.
- 중층 출현종수는 2015년에 57종으로 가장 많았으며 2020년에 40종으로 가장 적었음.
- 저층 출현종수는 2015년에 57종으로 가장 많았으며 2020년에 35종으로 가장 적었음.

(3) 신보령

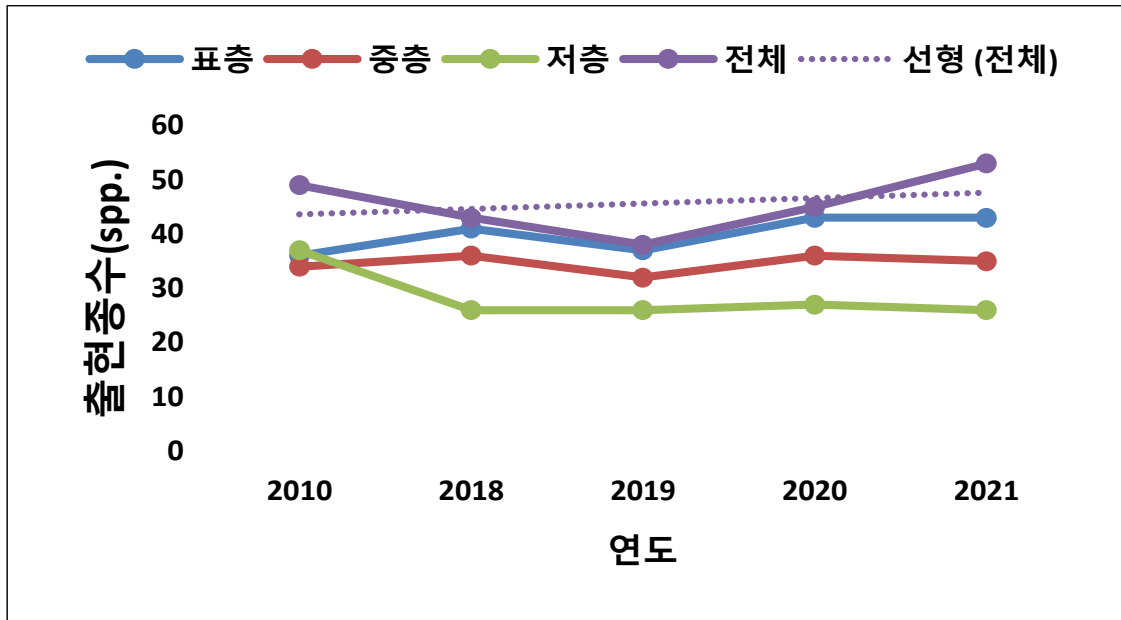


그림 4. 최근 5년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 종수.

표 5. 최근 10년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 수층별 종수

조사시기	출현종수			
	표층	중층	저층	전체
2010	36	34	37	49
2013	40	37	36	-
2014	42	39	36	-
2015	48	41	34	-
2016	42	37	31	-
2017	48	39	29	-
2018	41	36	26	43
2019	37	32	26	38
2020	43	36	27	45
2021	43	35	26	53

- 연도별 출현종수는 2021년에 53종으로 가장 많았으며 2019년에 38종으로 가장 적었음.
- 표층 출현종수는 2015년과 2017년에 48종으로 가장 많았으며 2010년에 36종으로 가장 적었음.
- 중층 출현종수는 2015년에 41종으로 가장 많았으며 2019년에 32종으로 가장 적었음.
- 저층 출현종수는 2010년에 37종으로 가장 많았으며 2018년과 2019년, 2021년에 26종으로 가장 적었음.

(4) 신서천

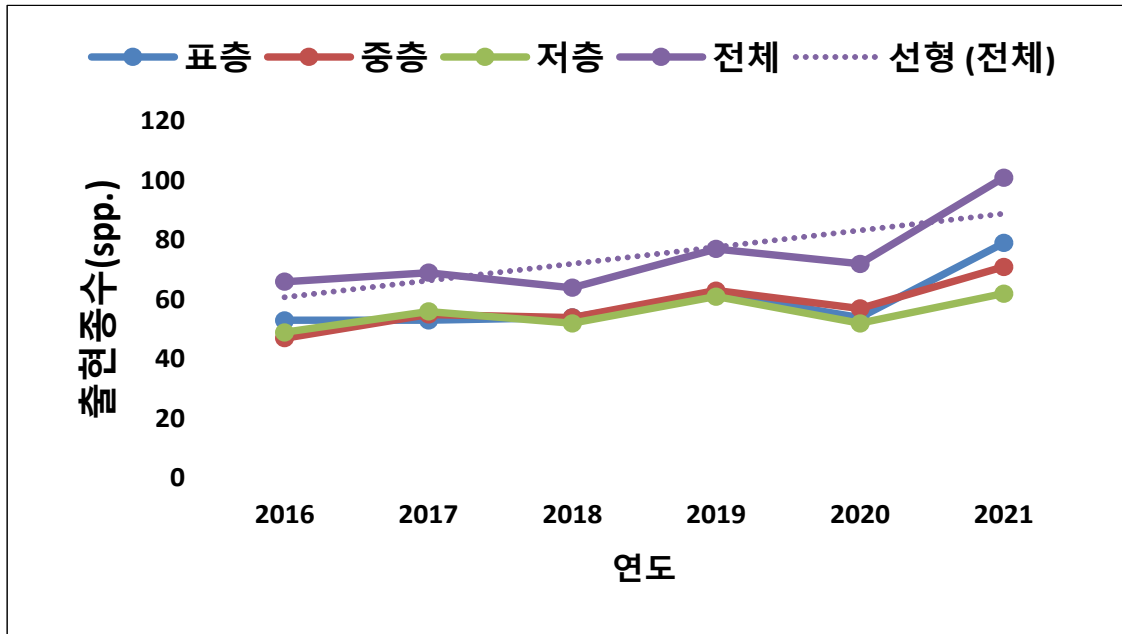


그림 5. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 종수.

표 6. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 수층별 종수

조사시기	출현종수			
	표층	중층	저층	전체
2016	53	47	49	66
2017	53	55	56	69
2018	54	54	52	64
2019	62	63	61	77
2020	54	57	52	72
2021	79	71	62	101

- 연도별 출현종수는 2021년에 101종으로 가장 많았으며 2018년에 64종으로 가장 적었음.
- 표층 출현종수는 2021년에 79종으로 가장 많았으며 2016년과 2017년에 53종으로 가장 적었음.
- 중층 출현종수는 2021년에 71종으로 가장 많았으며 2016년에 47종으로 가장 적었음.
- 저층 출현종수는 2021년에 62종으로 가장 많았으며 2016년에 49종으로 가장 적었음.

2.1.2 현존량

(1) 당진

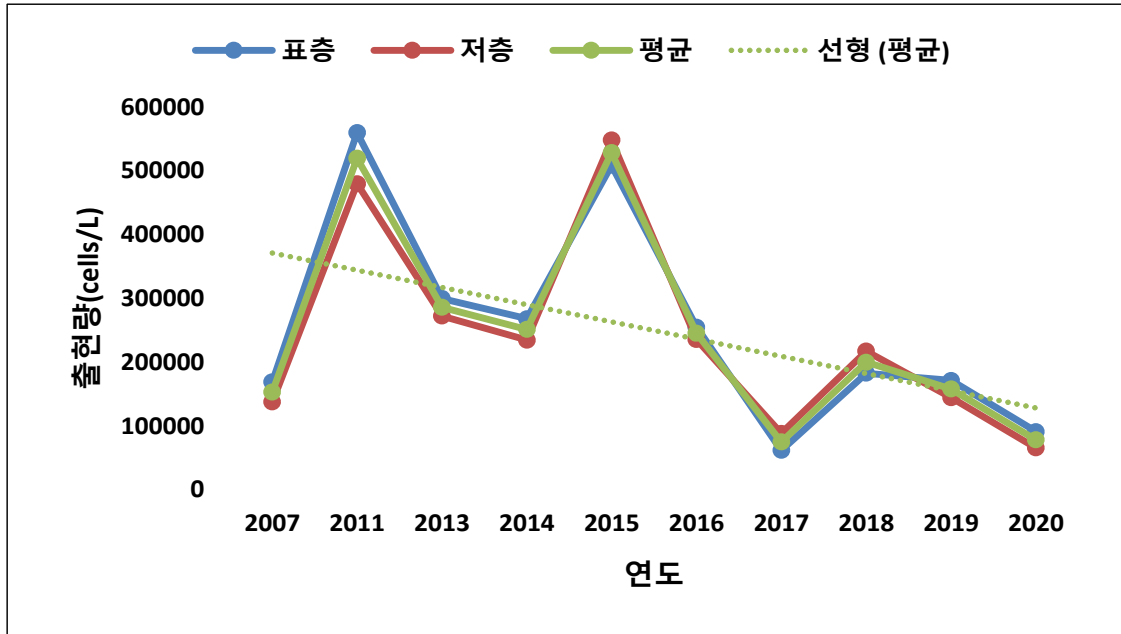


그림 6. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량.

표 7. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	현존량(cells/L)		
	표층	저층	평균
2007	169250	137500	153375
2011	559808	479808	519808
2013	299895	272264	286080
2014	268144	234483	251314
2015	508783	548185	528484
2016	255088	235527	245307
2017	61701	88282	74992
2018	182603	217369	199986
2019	171311	144573	157942
2020	91144	65475	78310

- 평균 현존량은 2015년 528484cells/L으로 가장 많았으며 2017년 74992cells/L으로 가장 적었음.
- 표층 현존량은 2011년 559808cells/L으로 가장 많았으며 2017년 61701cells/L으로 가장 적었음.
- 저층 현존량은 2015년 548185cells/L으로 가장 많았으며 2017년 88282cells/L으로 가장 적었음.

(2) 태안

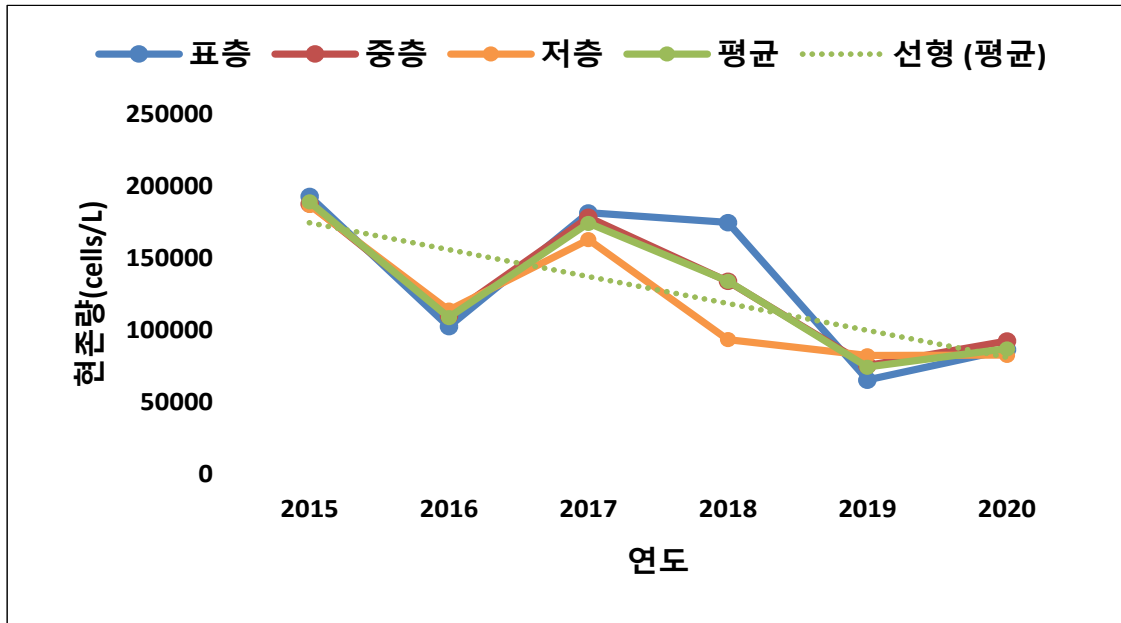


그림 7. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량.

표 8. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	현존량(cells/L)			
	표층	중층	저층	평균
2015	193038	187663	186725	189142
2016	102541	110088	113996	108875
2017	181488	178393	162962	174281
2018	174735	133916	93507	134052
2019	65378	75507	82396	74427
2020	86454	92460	82650	87188

- 평균 현존량은 2015년 189142cells/L으로 가장 많았으며 2019년 74427cells/L으로 가장 적었음.
- 표층 현존량은 2015년 193038cells/L으로 가장 많았으며 2019년 65378cells/L으로 가장 적었음.
- 중층 현존량은 2015년 187663cells/L으로 가장 많았으며 2019년 75507cells/L으로 가장 적었음.
- 저층 현존량은 2015년 186725cells/L으로 가장 많았으며 2019년 82396cells/L으로 가장 적었음.

(3) 신보령

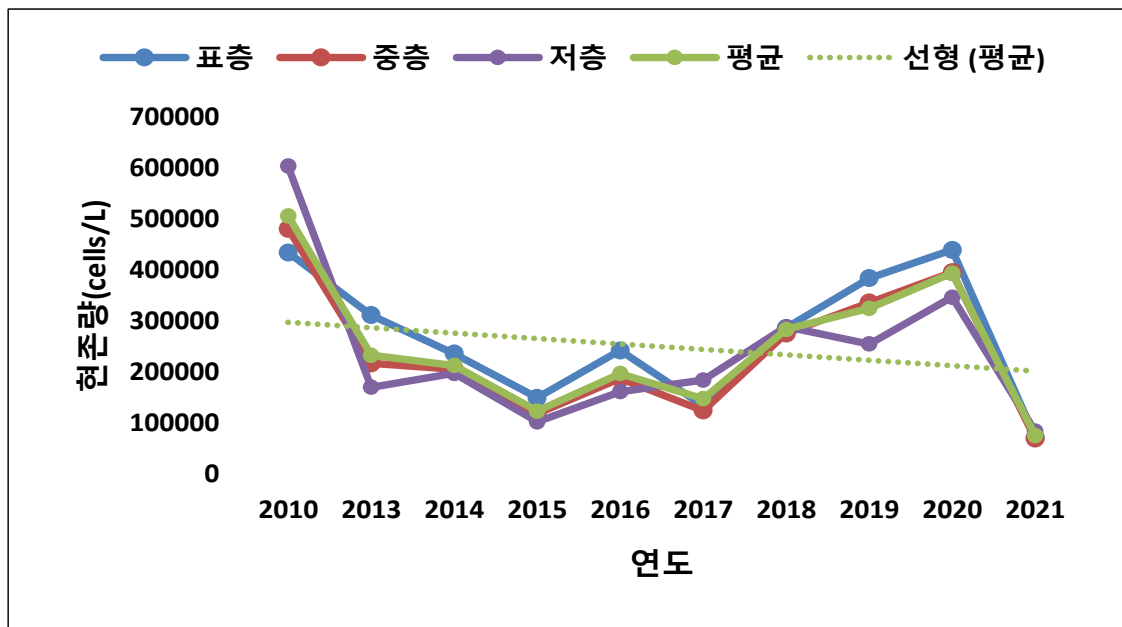


그림 8. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량.

표 9. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	현존량(cells/L)			
	표층	중층	저층	평균
2010	434750	481250	604250	506750
2013	312000	217250	170750	233333
2014	236500	206250	197750	213500
2015	150000	118750	103000	123917
2016	242750	187500	162000	197417
2017	134250	125000	184750	148000
2018	286908	276056	289218	284061
2019	384500	336750	255250	325500
2020	439750	396000	347000	394250
2021	72500	69750	84250	75500

- 평균 현존량은 2010년 506750cells/L으로 가장 많았으며 2021년 75500cells/L으로 가장 적었음.
- 표층 현존량은 2020년 439750cells/L으로 가장 많았으며 2021년 72500cells/L으로 가장 적었음.
- 중층 현존량은 2010년 481250cells/L으로 가장 많았으며 2021년 69750cells/L으로 가장 적었음.
- 저층 현존량은 2010년 604250cells/L으로 가장 많았으며 2021년 82450cells/L으로 가장 적었음.

(4) 신서천

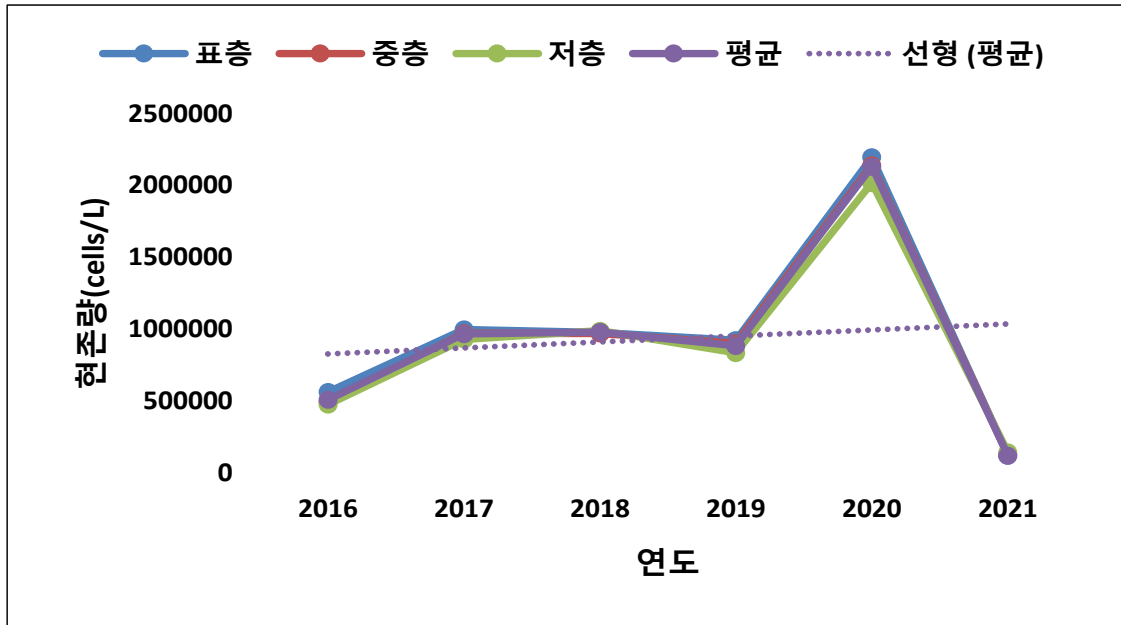


그림 9. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량.

표 10. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	현존량(cells/L)			
	표층	중층	저층	평균
2016	564250	491500	475750	510000
2017	999000	972000	929500	967000
2018	976750	970500	989750	980750
2019	925000	903250	836000	884000
2020	2197500	2141750	2018250	2131000
2021	122500	127500	145000	122500

- 평균 현존량은 2020년 2131000cells/L으로 가장 많았으며 2021년 122500cells/L으로 가장 적었음.
- 표층 현존량은 2020년 2141750cells/L으로 가장 많았으며 2021년 127500cells/L으로 가장 적었음.
- 중층 현존량은 2020년 2018250cells/L으로 가장 많았으며 2021년 145000cells/L으로 가장 적었음.
- 저층 현존량은 2020년 2131000cells/L으로 가장 많았으며 2021년 122500cells/L으로 가장 적었음.

2.1.3 우점종 (계절별)

(1) 당진

표 11. 최근 12년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		표층		저층	
		최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2007	겨울	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-
2008		<i>Cryptomonas</i> sp.	-	<i>Cryptomonas</i> sp.	-
2011		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
2013		<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2014		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2015		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiosira</i> sp.
2016		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2017		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>
2019		<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2020		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2021		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 표층에서 *Paralia sulcata*가 2007, 2014, 2017, 2017년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Skeletonema costatum*가 2014, 2017, 2018년으로 가장 많았음.
- 저층에서 최우점종은 *Skeletonema costatum*가 2011, 2015, 2016, 2020, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paralia sulcata*와 *Skeletonema costatum*가 각각 2016, 2019, 2020년과 2013, 2014, 2017년으로 가장 많았음.

표 12. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		표층		저층	
		최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2007	봄	<i>Cryptomonads</i>	-	<i>Cryptomonads</i>	-
2011		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
2013		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2014		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2015		<i>Prorocentrum minimum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2016		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Asterionellopsis kariana</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2017		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>
2018		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2019		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Prorocentrum cordatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Prorocentrum cordatum</i>
2020		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2021		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Asterionellopsis kariana</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 표층에서 *Paralia sulcata*가 2014, 2017, 2018, 2019, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Skeletonema costatum*가 2014, 2017, 2018년으로 가장 많았음.
- 저층에서 최우점종은 *Paralia sulcata*가 2013, 2014, 2017, 2018, 2019, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Skeletonema costatum*가 2013, 2014, 2018, 2021년으로 가장 많았음.

표 13. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기	표층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2007	<i>Cryptomonads</i>	-	<i>Cryptomonads</i>	-
2011	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
2013	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros socialis</i>
2014	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2015	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>
2016	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>
2017	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>
2019	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2020	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2021	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 표층에서 *Eucampia zodiacus*가 2013, 2015, 2018, 2020년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Skeletonema costatum*가 2011, 2019, 2020, 2021년으로 가장 많았음.
- 저층에서 최우점종은 *Eucampia zodiacus*가 2013, 2015, 2018, 2020년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Skeletonema costatum*가 2011, 2017, 2019, 2021년으로 가장 많았음.

표 14. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기		표층		저층	
		최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2006	가 을	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-
2007		<i>Cryptomonas</i> sp.	-	<i>Cryptomonas</i> sp.	-
2011		<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i>
2013		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifer</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifer</i>
2014		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifer</i>
2015		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Fragilaria</i> sp.
2016		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Fragilaria</i> sp.
2017		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifer</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Pleurosigma angulatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>
2019		<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2020		<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Paralia sulcata*가 2006, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2020년으로 가장 많았음.
- 차우점종은 표층에서 *Bacillaria paxillifer*와 *Fragilaria* sp.가 각각 2013, 2017년과 2015, 2016년으로 가장 많았음. 저층에서 차우점종은 *Paralia sulcata*, *Bacillaria paxillifer*, *Skeletonema costatum*가 각각 2011, 2019년과 2013, 2014년 그리고 2015, 2016년으로 가장 많았음.

(2) 태안

표 15. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기	표층		중층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2015	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2016	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2017	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	-
2019	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2020	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	-
2021	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>

- 겨울철 식물 플랑크톤 우점종은 2015년부터 2021년까지 모두 *Paralia sulcata*가 최우점 하였으며 *Skeletonema costatum*이 차우점 하였음.

표 16. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기	표층		중층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2015	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2016	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2017	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema a costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2018	<i>Paralia sulcata</i>	Cryptomonads	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2019	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-
2020	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2021	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 표층에서 *Paralia sulcata*가 2015, 2018, 2019, 2021년, 중층과 저층에서 2015, 2016, 2018, 2019, 2020, 2021년으로 가장 많았음.
- 차우점종은 표층에서 *Paralia sulcata*가 2016, 2017, 2020년, 중층과 저층에서는 *Skeletonema costatum*이 2015, 2016, 2018, 2020, 2021년으로 가장 많았음.

표 17. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사 시기	표층		중층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2015	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
2016	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Chaetoceros</i> spp.
2017	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2018	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2019	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Guinardia striata</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Guinardia striata</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2020	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2021	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 표층과 중층에서 *Skeletonema costatum*이 2015, 2020, 2021년, 저층에서 2015, 2017, 2021년으로 가장 많았음.
- 차우점종은 표층에서 *Chaetoceros* spp.과 *Eucampia zodiacus*가 각각 2016, 2017년과 2018, 2020년으로 가장 많았으며 중층에서는 *Eucampia zodiacus*가 2018, 2020년, 저층에서는 *Paralia sulcata*가 2017, 2018, 2019, 2021년으로 가장 많았음.

표 18. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기	표층		중층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2015	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2016	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>
2017	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Chaetoceros</i> spp.
2018	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>
2019	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-
2020	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-

- 가을철 식물 플랑크톤 우점종은 2015년부터 2020년까지 *Paralia sulcata*가 최우점 하였음. - 가을철 우점종중 최우점종은 *Paralia sulcata*이며 차우점종은 *Bacillaria paxillifera*가 표층과 중층에서 2016, 2017년, 저층에서 2016, 2018년으로 가장 많았음.

(3) 신보령

표 19. 최근 7년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		표층		중층		저층	
		최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2010	겨울	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2012		<i>Skeletonema costatum</i>	-	<i>Skeletonema costatum</i>	-	<i>Skeletonema costatum</i>	-
2017		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Guinardia delicatula</i>
2019		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2020		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2021		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 표층과 중층에서 *Skeletonema costatum*이 각각 2010, 2012, 2019, 2020, 2021년과 2010, 2012, 2019, 2020년, 저층에서 *Paralia sulcata*가 2017, 2018, 2019, 2021년으로 가장 많았음.
- 차우점종은 표층과 중층에서 *Paralia sulcata*가 각각 2010, 2019, 2020, 2021년과 2010, 2019, 2020년, 저층에서 *Skeletonema costatum*이 2017, 2019, 2021년으로 가장 많았음.

표 20. 최근 7년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		표층		중층		저층	
		최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2010	봄	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Asterionellopsis kariana</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Asterionellopsis kariana</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Asterionellopsis kariana</i>
2012		<i>Skeletonema costatum</i>	-	<i>Skeletonema costatum</i>	-	<i>Skeletonema costatum</i>	-
2017		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira nitzschoides</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira nitzschoides</i>
2018		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2019		<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2020		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2021		<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Paralia sulcata*가 표층과 중층에서 2017, 2018, 2020년, 저층에서 2017, 2018, 2020, 2021년으로 가장 많았음.

- 차우점종은 표층에서 *Paralia sulcata*과 *Skeletonema costatum*이 각각 2019, 2021년과 2018, 2020년, 중층과 저층에서 *Skeletonema costatum*이 각각 2017, 2018, 2020년과 2018, 2020년으로 가장 많았음.

표 21. 최근 7년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기	표층		중층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2010	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
2012	<i>Chaetoceros debilis</i>	-	<i>Chaetoceros debilis</i>	-	<i>Chaetoceros debilis</i>	-
2017	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018	<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2019	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiosira nitzschoides</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2020	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Thalassiosira nitzschoides</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Thalassiosira nitzschoides</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2021	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Skeletonema costatum*이 표층과 중층에서 각각 2017, 2019, 2021년과 2017, 2021년, 저층에서 *Paralia sulcata*가 2017, 2019, 2021년으로 가장 많았음.
- 차우점종은 중층에서 *Skeletonema costatum*이 2010, 2019년, 저층에서 *Skeletonema costatum*이 2010, 2017, 2019년으로 가장 많았음.

표 22. 최근 7년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기	표층		중층		저층	
	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종	최우점종	차우점종
2010	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Amphidinium</i> sp.	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Amphidinium</i> sp.	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Amphidinium</i> sp.
2012	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-	<i>Paralia sulcata</i>	-
2017	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Chaetoceros debilis</i>
2018	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Rhizosolenia setigera</i>
2019	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>
2020	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Bacillaria paxillifera</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>
2021	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Paralia sulcata</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Paralia sulcata*가 2010년을 제외하고 최우점하여 가장 많았음.
- 차우점종은 *Thalassiosira rotula*가 표층과 중층, 저층에서 각각 2018, 2019년과 2018, 2019, 2020년 그리고 2019, 2020년으로 가장 많았음.

(4) 신서천

표 23. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		표층	
		최우점종	차우점종
2016	겨울	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2017		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2018		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2019		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Paralia sulcata</i>
2020		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
2021		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.

- 겨울철 식물 플랑크톤 우점종은 *Skeletonema costatum*이 최우점 하였으며 *Paralia sulcata*가 2016년부터 2019년까지, *Cryptomonas* sp.가 2020년과 2021년에 차우점 하였음.

표 24. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		표층	
		최우점종	차우점종
2016	봄	<i>Nitzschia</i> spp.	<i>Skeletonema costatum</i>
2017		<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2018		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
2019		<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
2020		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
2021		<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Thalassionema nitzschioides*과 *Skeletonema costatum*이 각각 2017, 2021년과 2018, 2020년으로 가장 많았음.
- 차우점종은 *Skeletonema costatum*이 2016, 2017, 2019년으로 가장 많았음.

표 25. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기		표층	
		최우점종	차우점종
2016	여름	<i>Chaetoceros socialis</i>	<i>Chaetoceros</i> spp.
2017		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros socialis</i>
2018		<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2019		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
2020		<i>Gymnodinium</i> sp.	<i>Paralia sulcata</i>
2021		<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros curvisetus</i>

○ 여름철 우점종중 최우점종은 *Skeletonema costatum*이 2017, 2019, 2021년으로 가장 많았음.

표 26. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기		표층	
		최우점종	차우점종
2016	가을	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Heterocapsa rotundata</i>
2017		<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Gonyaulax</i> sp.
2018		<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
2019		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
2020		<i>Paralia sulcata</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
2021		<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Paralia sulcata</i>

○ 여름철 우점종중 최우점종은 *Cryptomonas* sp.가 2016, 2017, 2018년으로 가장 많았음.

○ 차우점종은 *Skeletonema costatum*이 2018, 2019년으로 가장 많았음.

2.1.4 생태지수

(1) 당진

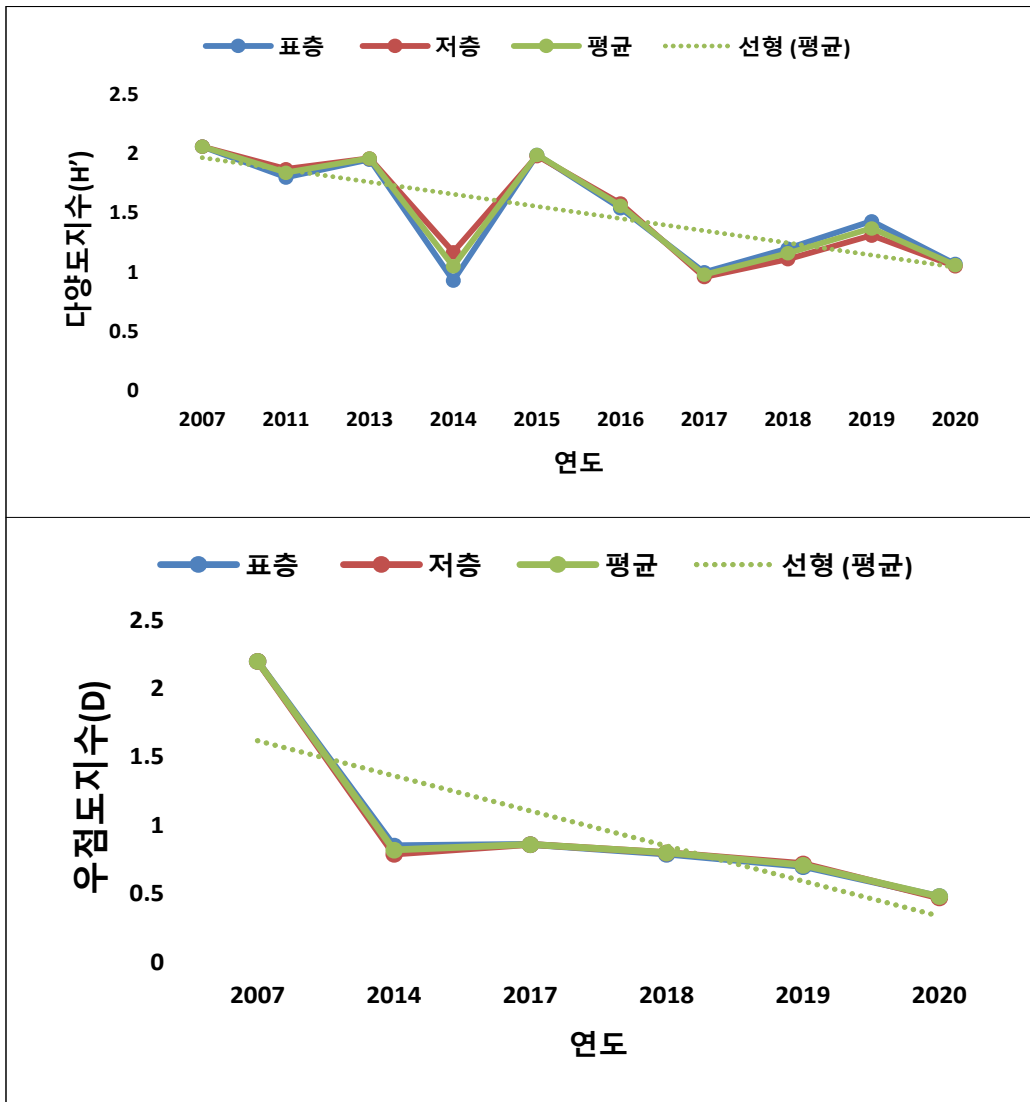


그림 10. 최근 14년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 생태지수(다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 표층 0.93~2.06, 저층 0.96~2.06, 평균 0.98~2.06 범위로 나타남. 표층의 경우 2007년에 2.06으로 가장 높았으며 2014년에 0.93으로 가장 낮음. 저층의 경우 2007년에 2.06으로 가장 높았으며 2017년에 0.96으로 가장 낮음. 평균의 경우 2007년에 2.06으로 가장 높았으며 2017년에 0.98로 가장 낮음.
- 우점도 지수는 표층 0.48~2.20, 저층 0.48~2.20, 평균 0.48~2.20 범위로 나타남. 표층의 경우 2007년에 2.20으로 가장 높았으며 2020년에 0.48로 가장 낮음. 저층의 경우 2007년에 2.20으로 가장 높았으며 2020년에 0.47로 가장 낮음. 평균의 경우 2007년에 2.20으로 가장 높았으며 2020년에 0.47로 가장 낮음.

며 2020년에 0.48로 가장 낮음.

(2) 태안

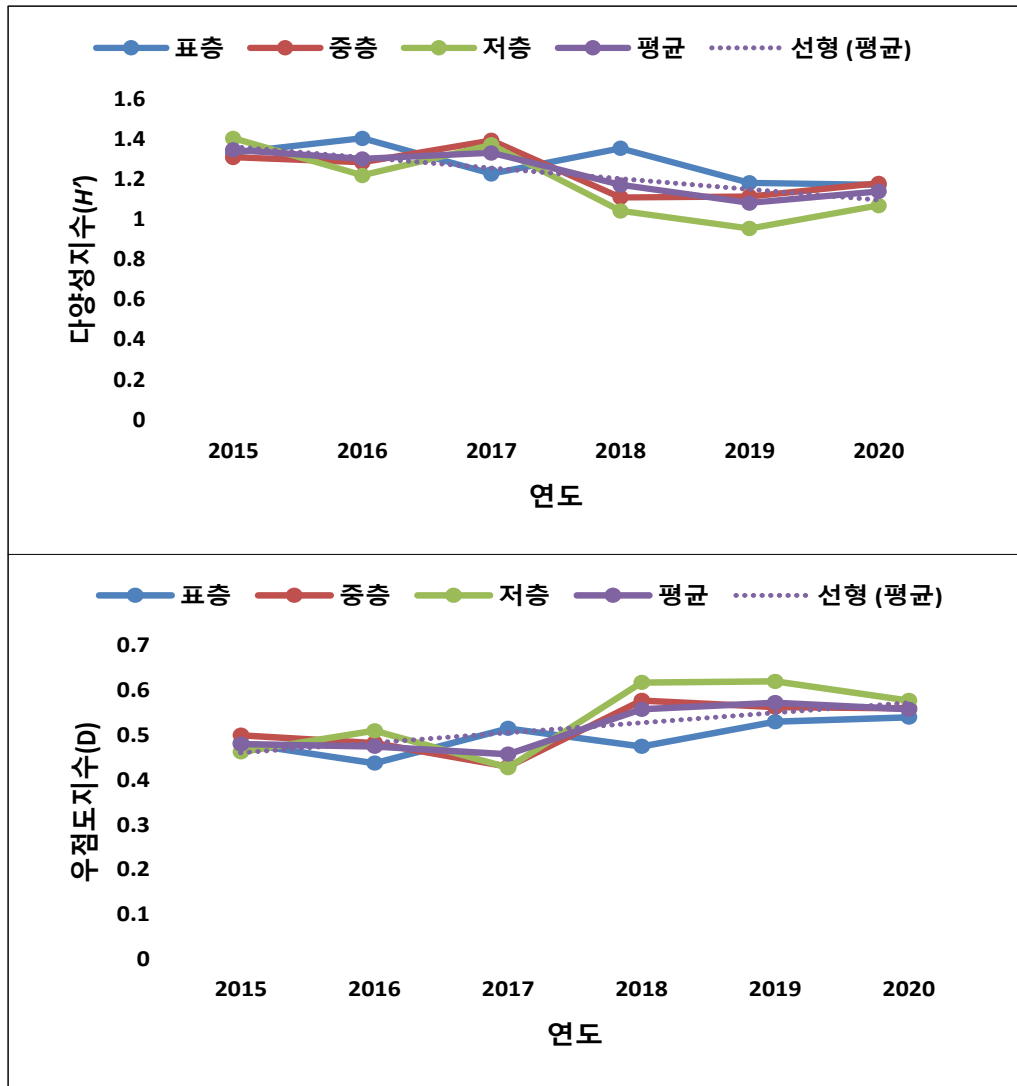


그림 11. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 생태지수(다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 표층 1.17~1.41, 중층 1.11~1.40, 저층 0.96~1.41, 평균 1.08~1.35 범위로 나타남.
- 표층의 경우 2016년에 1.41로 가장 높았으며 2020년에 1.17로 가장 낮음.
- 중층의 경우 2017년에 1.40으로 가장 높았으며 2018년에 1.11로 가장 낮음. 저층의 경우 2015년에 1.41로 가장 높았으며 2019년에 0.96으로 가장 낮음.
- 평균의 경우 2015년에 1.35로 가장 높았으며 2019년에 1.08으로 가장 낮음.
- 우점도 지수는 표층 0.44~0.54, 중층 0.43~0.58, 저층 0.43~0.62, 평균 0.46~0.57 범위로 나타남. 표층의 경우 2020년에 0.54로 가장 높았으며 2016년에 0.44로 가장 낮음.
- 중층의 경우 2018년에 0.58으로 가장 높았으며 2017년에 0.43으로 가장 낮음.

- 저층의 경우 2018, 2019년에 0.62으로 가장 높았으며 2017년에 0.43으로 가장 낮음.
- 평균의 경우 2019년에 0.57로 가장 높았으며 2017년에 0.46으로 가장 낮음.

(3) 신보령

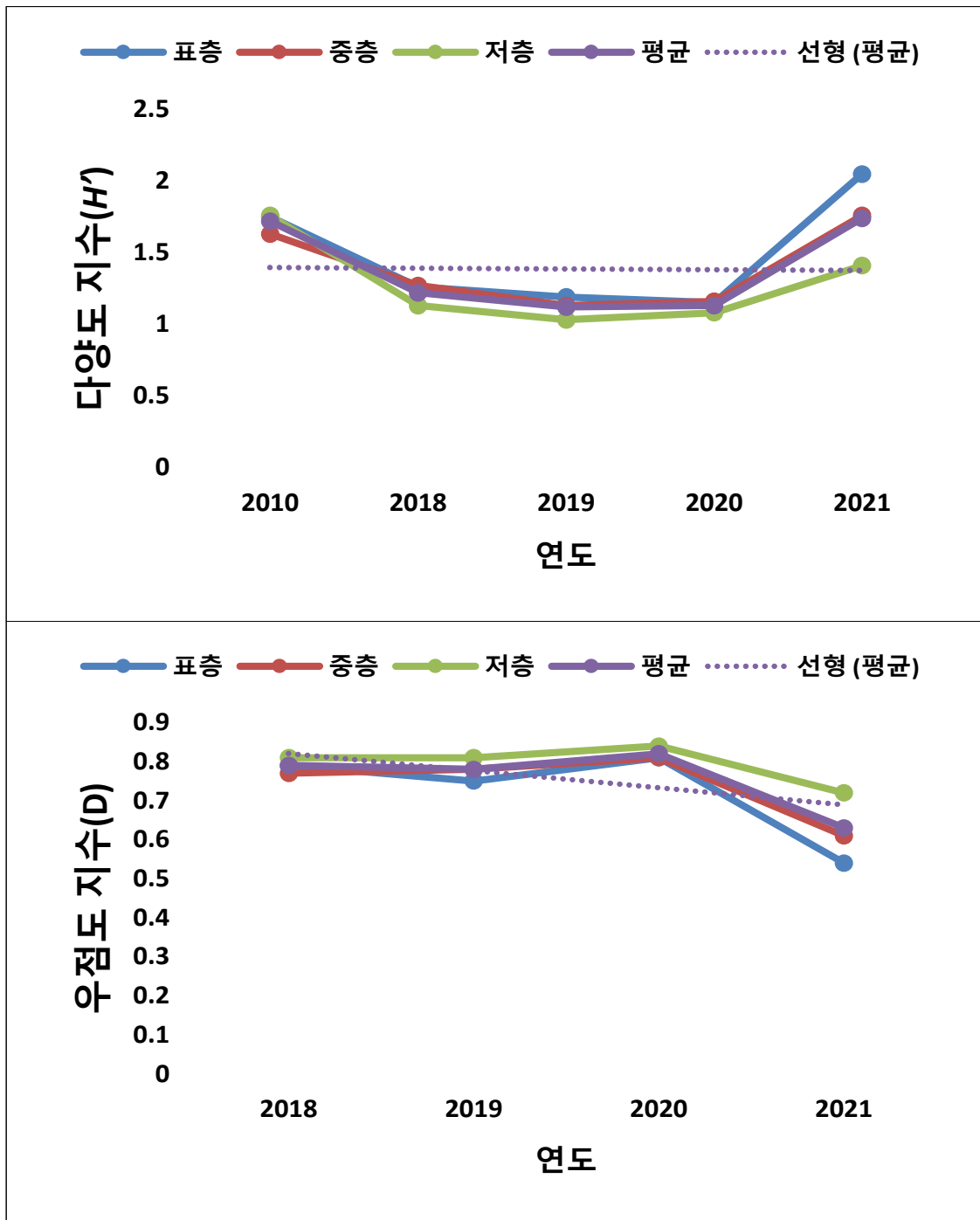


그림 12. 최근 12년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 다양도지수, 4년간 우점도지수의 평균 변화.

- 다양도 지수는 표층 1.15~2.05, 중층 1.13~1.76, 저층 1.03~1.76, 평균 1.12~1.74 범위로 나타남.
- 표층의 경우 2021년에 2.05로 가장 높았으며 2020년에 1.15로 가장 낮음.
- 중층의 경우 2021년에 1.76으로 가장 높았으며 2019년에 1.13으로 가장 낮음.
- 저층의 경우 2010년에 1.76으로 가장 높았으며 2019년에 1.03으로 가장 낮음.
- 평균의 경우 2021년에 1.74로 가장 높았으며 2019년에 1.12으로 가장 낮음.
- 우점도 지수는 표층 0.54~0.81, 중층 0.61~0.81, 저층 0.72~0.84, 평균 0.63~0.82 범위로 나타남.
- 표층의 경우 2020년에 0.81로 가장 높았으며 2021년에 0.54로 가장 낮음.
- 중층의 경우 2020년에 0.81으로 가장 높았으며 2021년에 0.61으로 가장 낮음.
- 저층의 경우 2020년에 0.84으로 가장 높았으며 2021년에 0.72으로 가장 낮음.
- 평균의 경우 2020년에 0.82로 가장 높았으며 2021년에 0.63으로 가장 낮음.

(4) 신서천

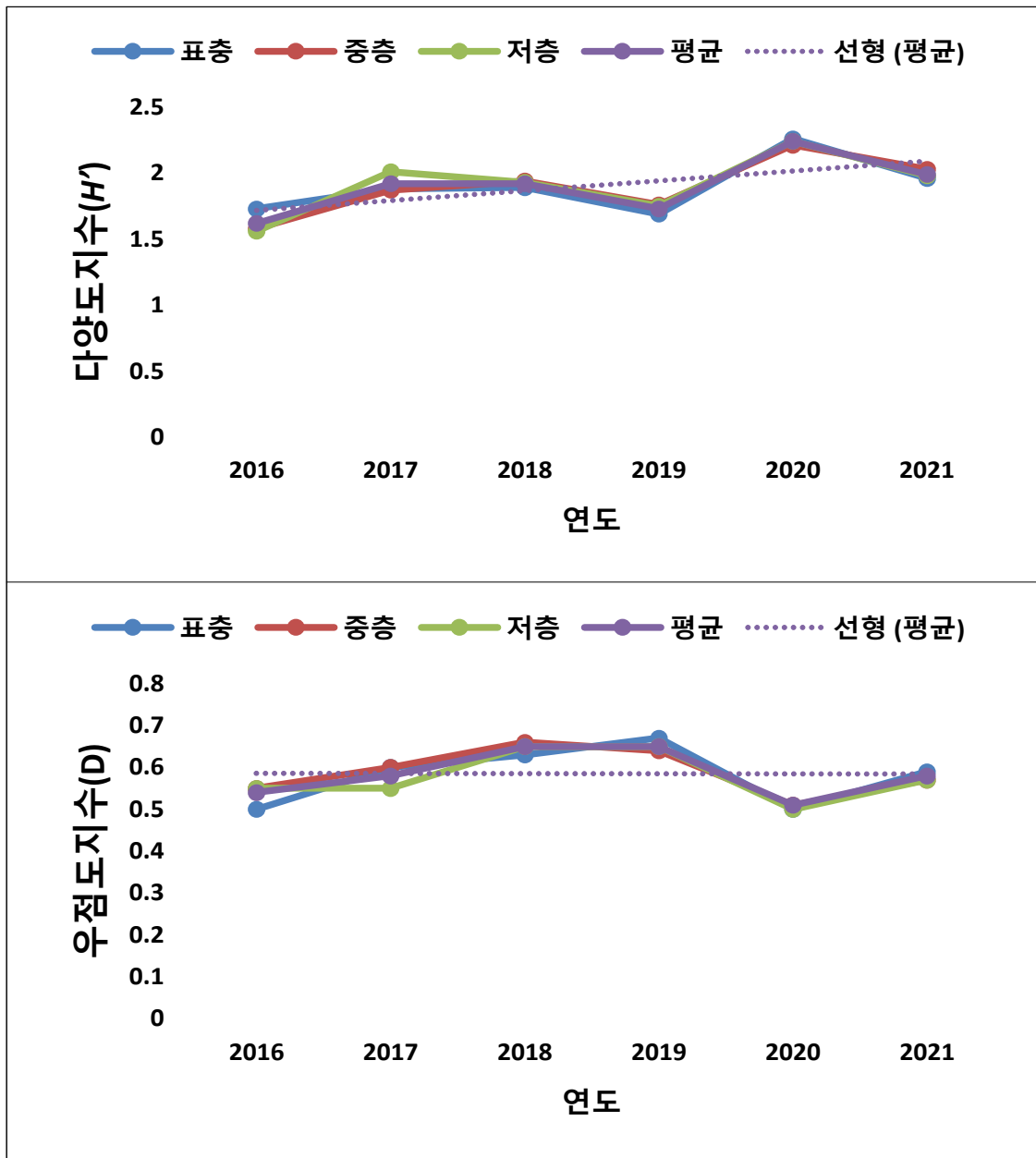


그림 13. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 표층 1.73~2.26, 중층 1.58~2.21, 저층 1.56~2.24, 평균 1.62~2.24 범위로 나타남.
- 표층의 경우 2020년에 2.26으로 가장 높았으며 2016년에 1.73으로 가장 낮음.
- 중층의 경우 2020년에 2.21으로 가장 높았으며 2016년에 1.58로 가장 낮음.
- 저층의 경우 2020년에 2.24로 가장 높았으며 2016년에 1.56으로 가장 낮음.
- 평균의 경우 2020년에 2.24로 가장 높았으며 2016년에 1.62으로 가장 낮음.

- 우점도 지수는 표층 0.50~0.67, 중층 0.51~0.66, 저층 0.50~0.65, 평균 0.51~0.65 범위로 나타남.
- 표층의 경우 2019년에 0.67로 가장 높았으며 2016, 2020년에 0.50으로 가장 낮음.
- 중층의 경우 2018년에 0.66으로 가장 높았으며 2020년에 0.51으로 가장 낮음.
- 저층의 경우 2018, 2019년에 0.65로 가장 높았으며 2020년에 0.50으로 가장 낮음.
- 평균의 경우 2018, 2019년에 0.65로 가장 높았으며 2020년에 0.51으로 가장 낮음.

2.1.5 Chlorophyll-a

(1) 당진

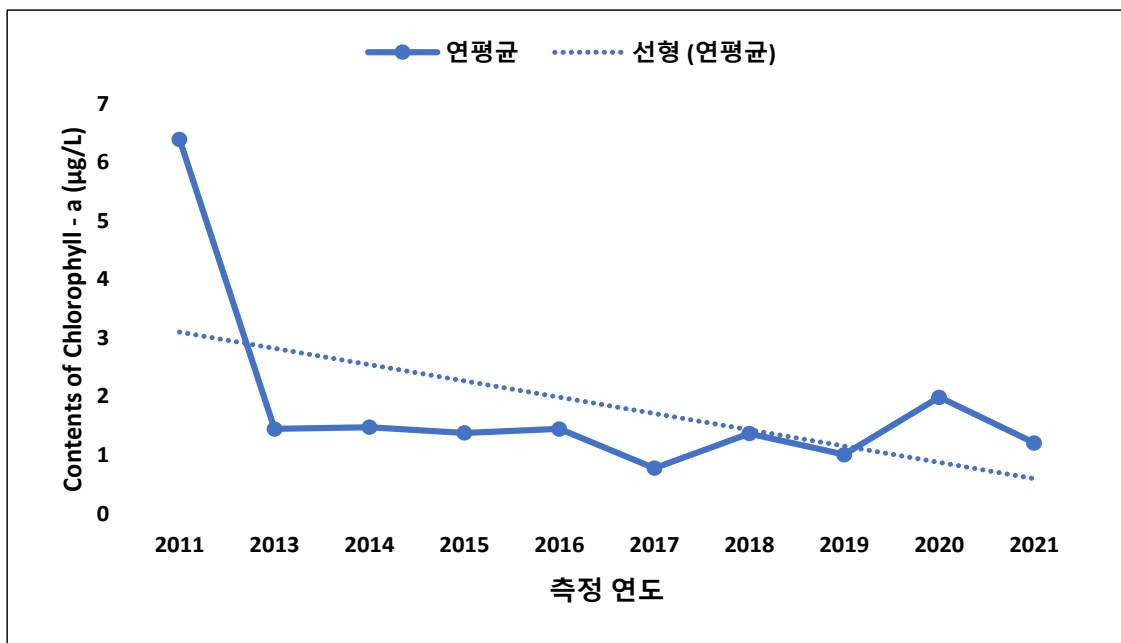


그림 14. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤 Chlorophyll - a의 연평균 변화.

- 식물플랑크톤 연평균 Chlorophyll-a는 0.81~6.39µg/L의 범위로 2011년 6.39µg/L, 2013년 1.45 µg/L, 2014년 1.48µg/L, 2015년 1.38µg/L, 2016년 1.72µg/L, 2017년 0.81µg/L, 2018년 1.24µg/L, 2019년 1.55µg/L, 2020년 1.55µg/L로 나타남.
- 2011년에 6.39µg/L로 가장 높게 나타났고 2017년에 0.81µg/L로 가장 낮게 나타남.

(2) 태안

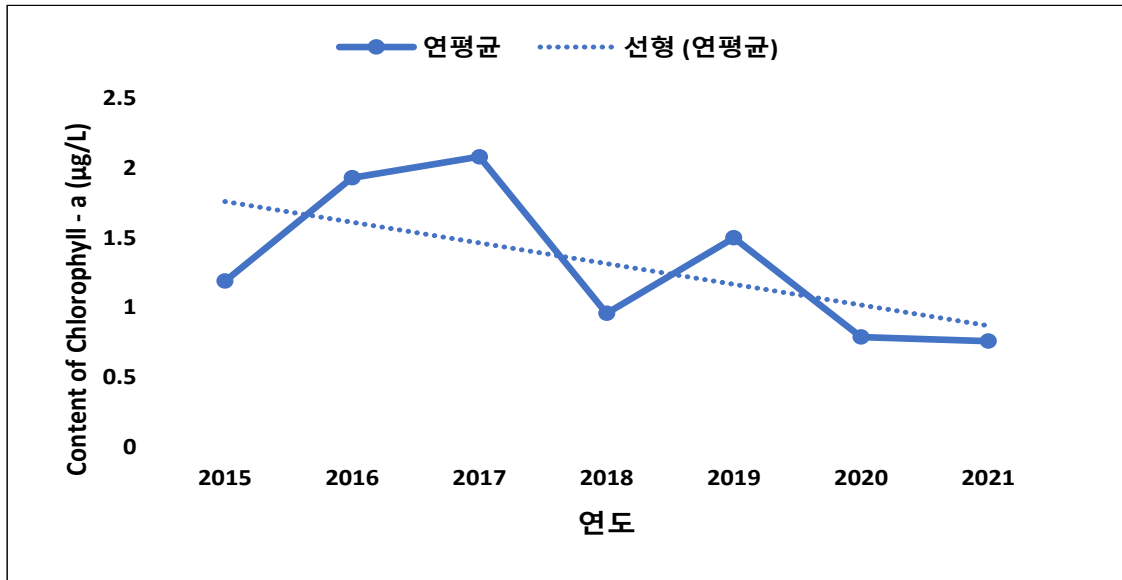


그림 15. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤 Chlorophyll - a의 연평균 변화.

- 식물플랑크톤 연평균 Chlorophyll-a는 0.84~2.10µg/L의 범위로 2015년 1.19µg/L, 2016년 1.60 µg/L, 2017년 2.10µg/L, 2018년 1.06µg/L, 2019년 1.31µg/L, 2020년 0.84µg/L로 나타남.
- 2017년에 2.19µg/L로 가장 높게 나타났고 2020년에 0.84µg/L로 가장 낮게 나타남.

(3) 신보령

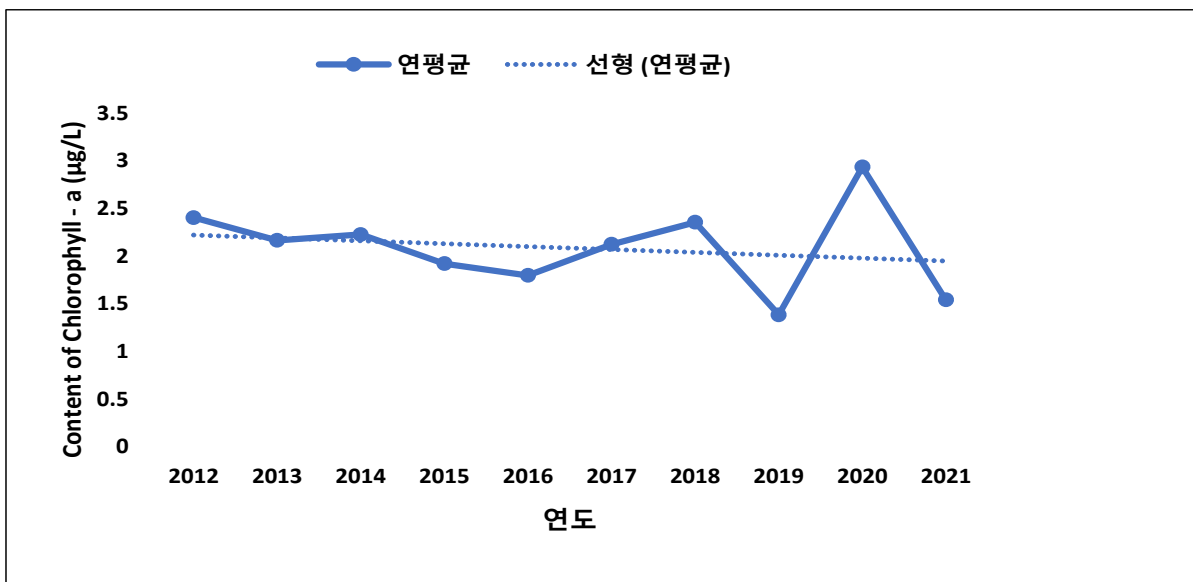


그림 16. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤 Chlorophyll - a의 연평균 변화.

- 식물플랑크톤 연평균 Chlorophyll-a는 1.39~2.94 $\mu\text{g/L}$ 의 범위로 2012년 2.41 $\mu\text{g/L}$, 2013년 2.17 $\mu\text{g/L}$, 2014년 2.23 $\mu\text{g/L}$, 2015년 1.92 $\mu\text{g/L}$, 2016년 1.80 $\mu\text{g/L}$, 2017년 2.13 $\mu\text{g/L}$, 2018년 2.36 $\mu\text{g/L}$, 2019년 1.39 $\mu\text{g/L}$, 2020년 2.94 $\mu\text{g/L}$, 2021년 1.54 $\mu\text{g/L}$ 로 나타남.
- 2020년에 2.94 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 높게 나타났고 2019년에 1.39 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 낮게 나타남.

(4) 신서천

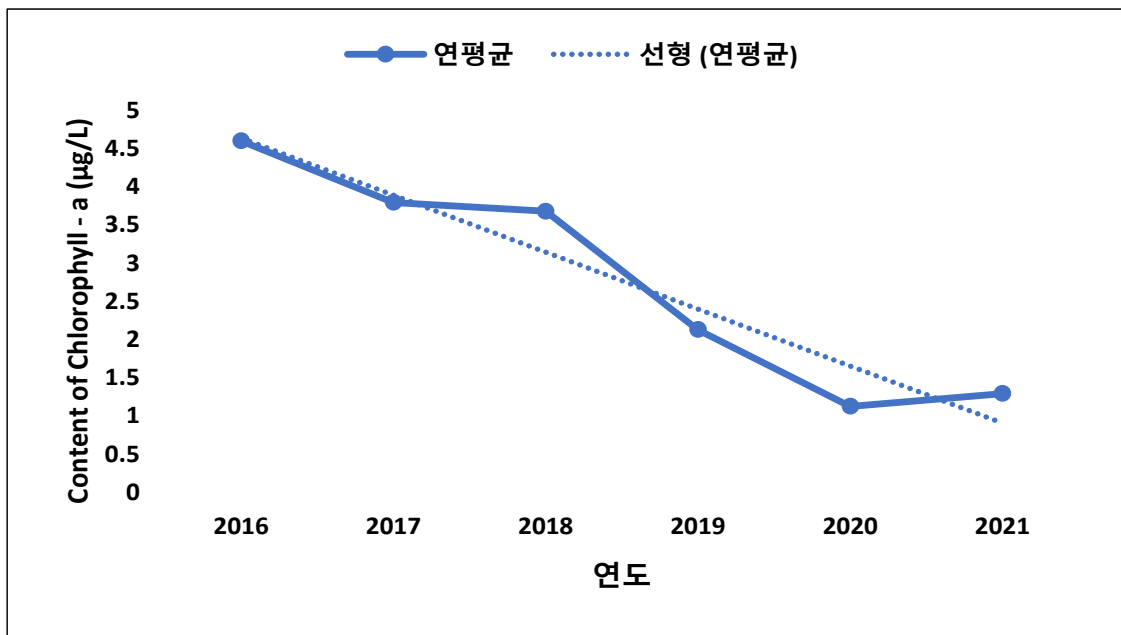


그림 17. 최근 10년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 식물플랑크톤 Chlorophyll - a의 연평균 변화.

- 식물플랑크톤 연평균 Chlorophyll-a는 1.13~4.60 $\mu\text{g/L}$ 의 범위로 2016년 4.60 $\mu\text{g/L}$, 2017년 3.79 $\mu\text{g/L}$, 2018년 3.68 $\mu\text{g/L}$, 2019년 2.13 $\mu\text{g/L}$, 2020년 1.13 $\mu\text{g/L}$, 2021년 1.29 $\mu\text{g/L}$ 로 나타남.
- 2016년에 4.60 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 높게 나타났고 2020년에 1.13 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 낮게 나타남.

2.2 동물플랑크톤

2.2.1 출현 종 수

(1) 당진

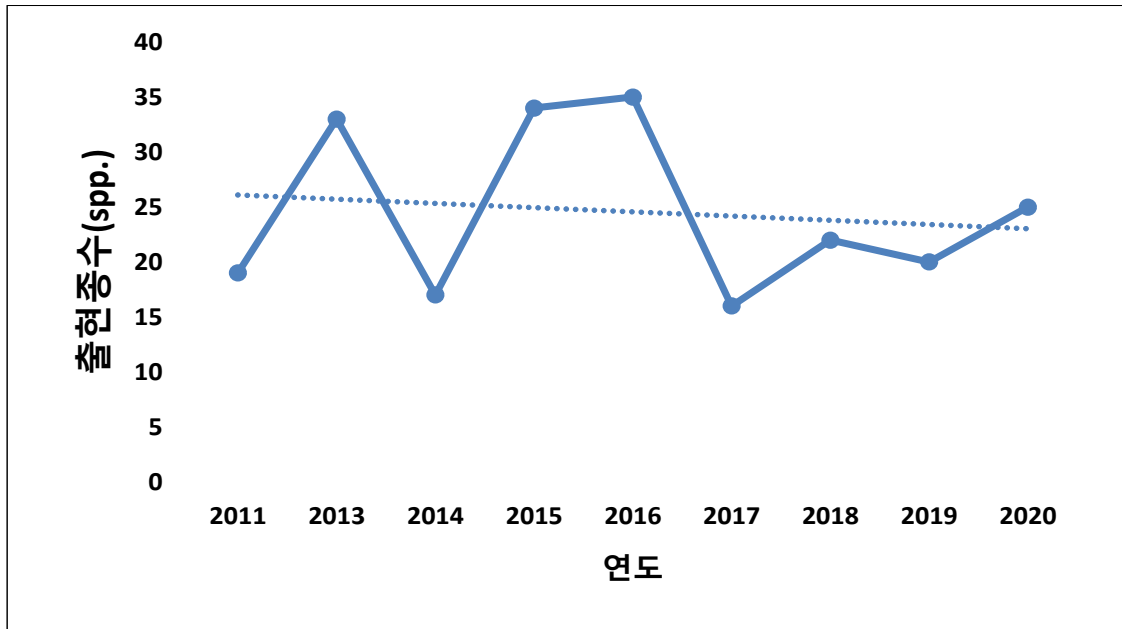


그림 18. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수.

표 27. 최근 9년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수

조사 시기	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
출현 종수	19	33	17	34	35	16	22	20	25

○ 연도별 출현종수는 2016년에 35종으로 가장 많았으며 2017년에 16종으로 가장 적었음.

(2) 태안

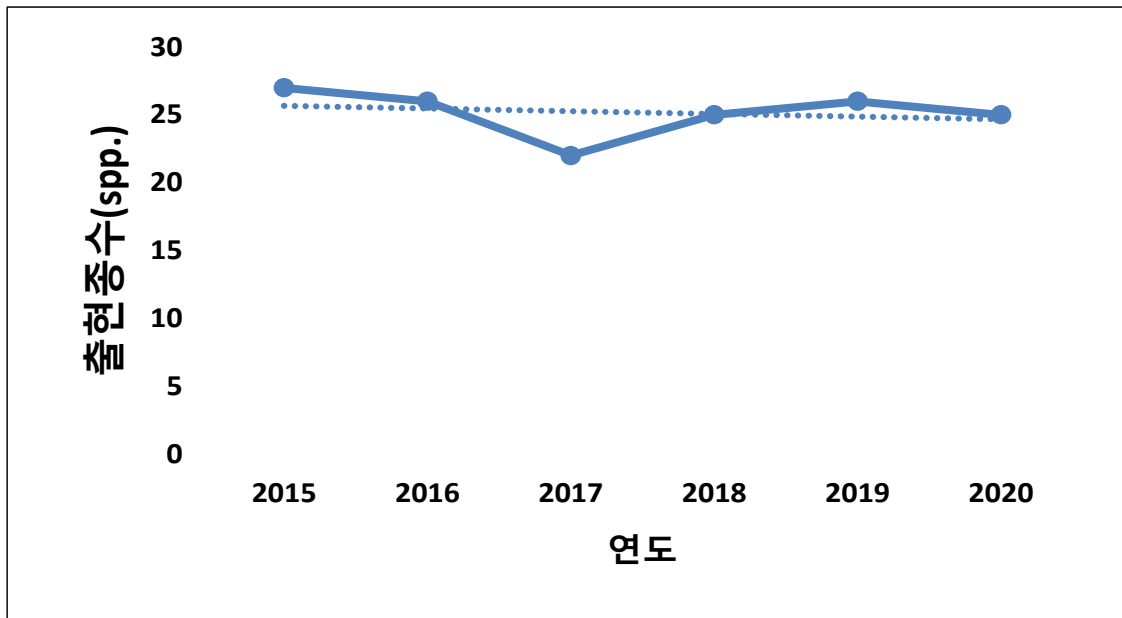


그림 19. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수.

표 28. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수

조사 시기	2015	2016	2017	2018	2019	2020
출현 종수	27	26	22	25	26	25

○ 연도별 출현종수는 2015년에 27종으로 가장 많았으며 2017년에 22종으로 가장 적었음.

(3) 신보령

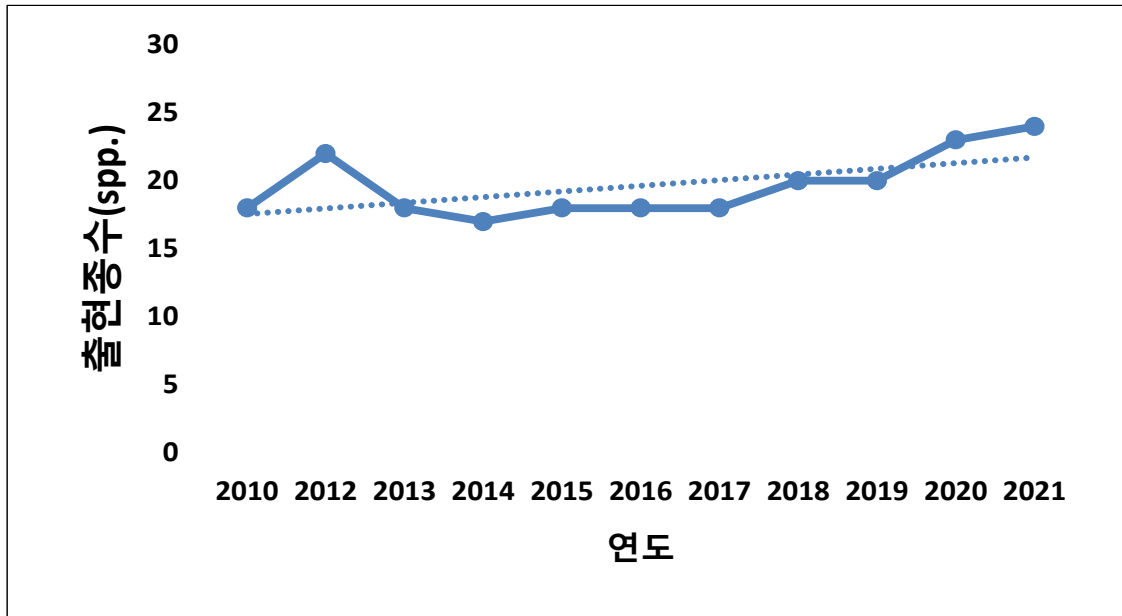


그림 20. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수.

표 29. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수

조사 시기	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
출현 종수	18	22	18	17	18	18	18	20	20	23	24

○ 연도별 출현종수는 2021년에 24종으로 가장 많았으며 2014년에 17종으로 가장 적었음.

(4) 신서천

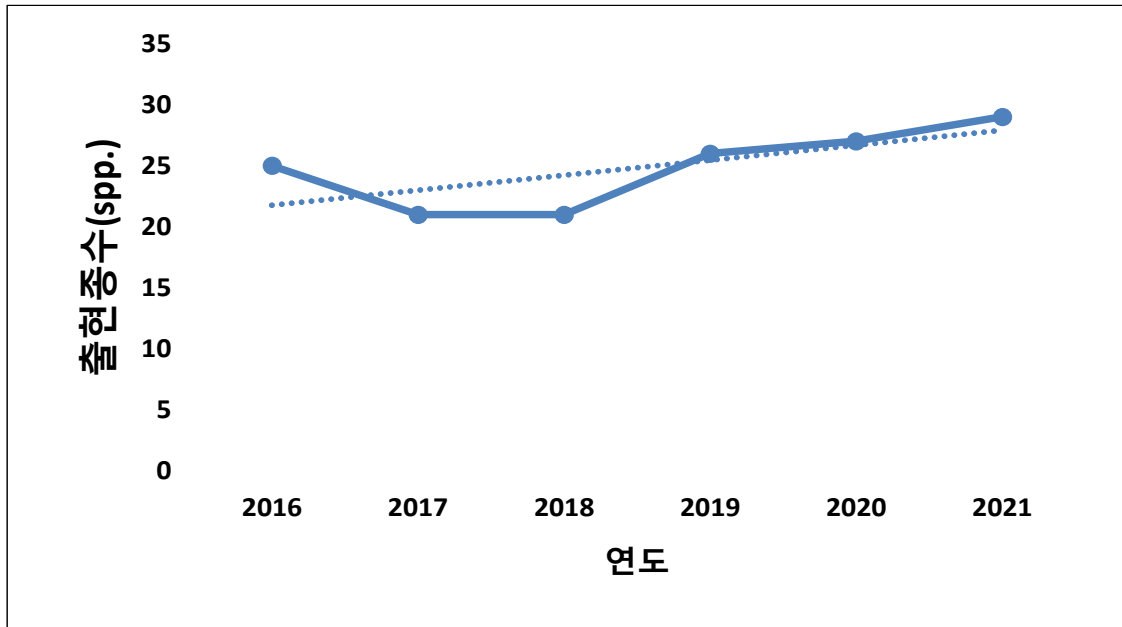


그림 21. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수.

표 30. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 종수

조사시기	2016	2017	2018	2019	2020	2021
출현종수	25	21	21	26	27	29

○ 연도별 출현종수는 2021년에 29종으로 가장 많았으며 2017, 2018년에 21종으로 가장 적었음.

2.2.2 현존량

(1) 당진

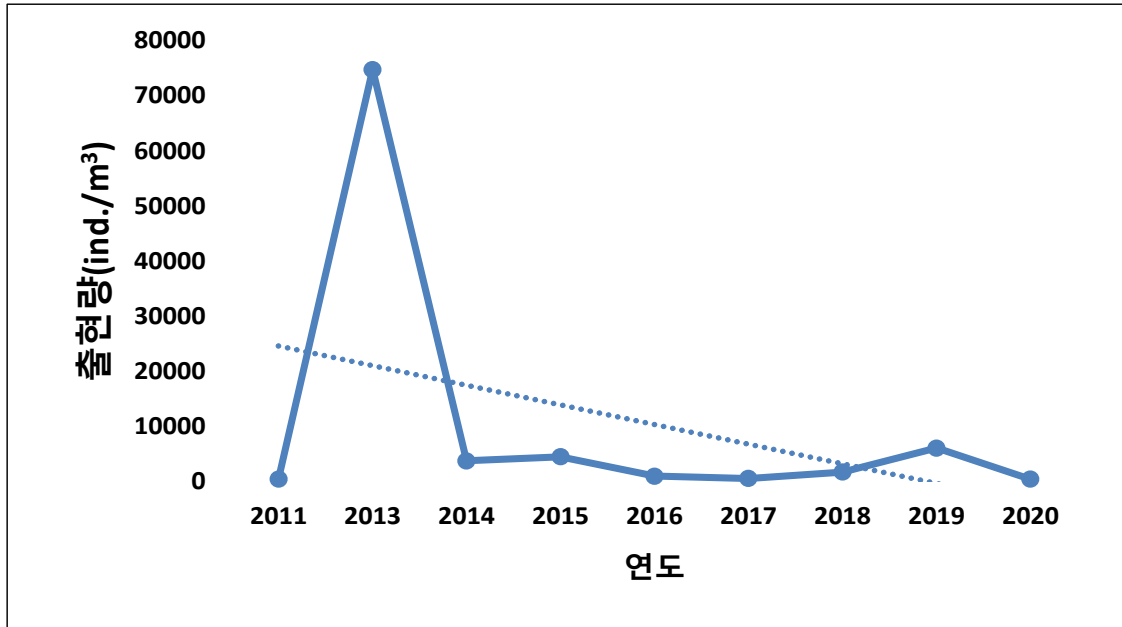


그림 22. 최근 9년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량.

표 31. 최근 9년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
현존량 (ind./m³)	400	74775	3730	4451	933	538	1682	6043	401

○ 연도별 평균 현존량은 2013년 74775ind./m³로 가장 많았으며 2011년 400ind./m³로 가장 적었음.

(2) 태안

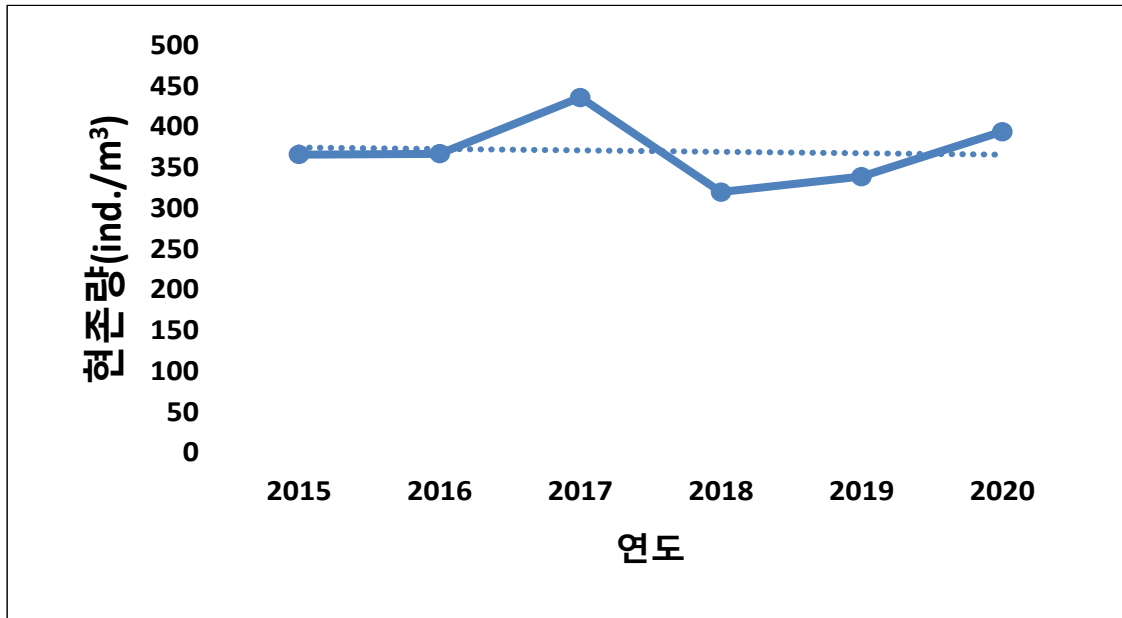


그림 23. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량.

표 32. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	2015	2016	2017	2018	2019	2020
현존량 (ind./m ³)	366	367	436	320	339	394

○ 연도별 평균 현존량은 2017년 436ind./m³로 가장 많았으며 2018년 320ind./m³로 가장 적었음.

(3) 신보령

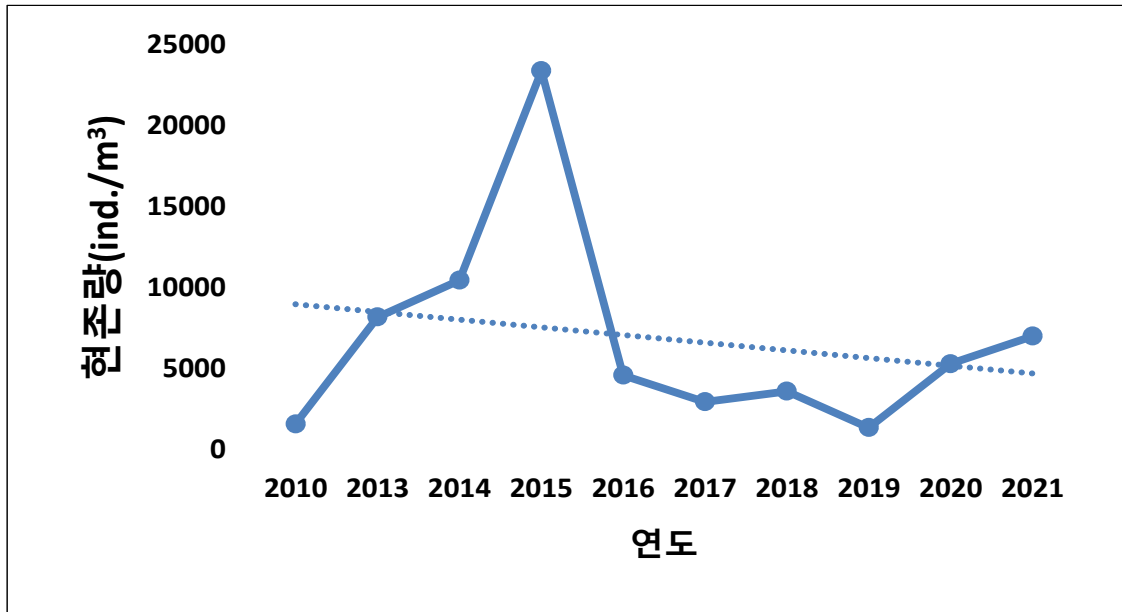


그림 24. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량.

표 33. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
현존량 (ind./m ³)	1607	-	8201	10469	23386	4604	2964	3616	1383	5318	7020

○ 연도별 평균 현존량은 2015년 23386ind./m³로 가장 많았으며 2019년 1383ind./m³로 가장 적었음.

(4) 신서천

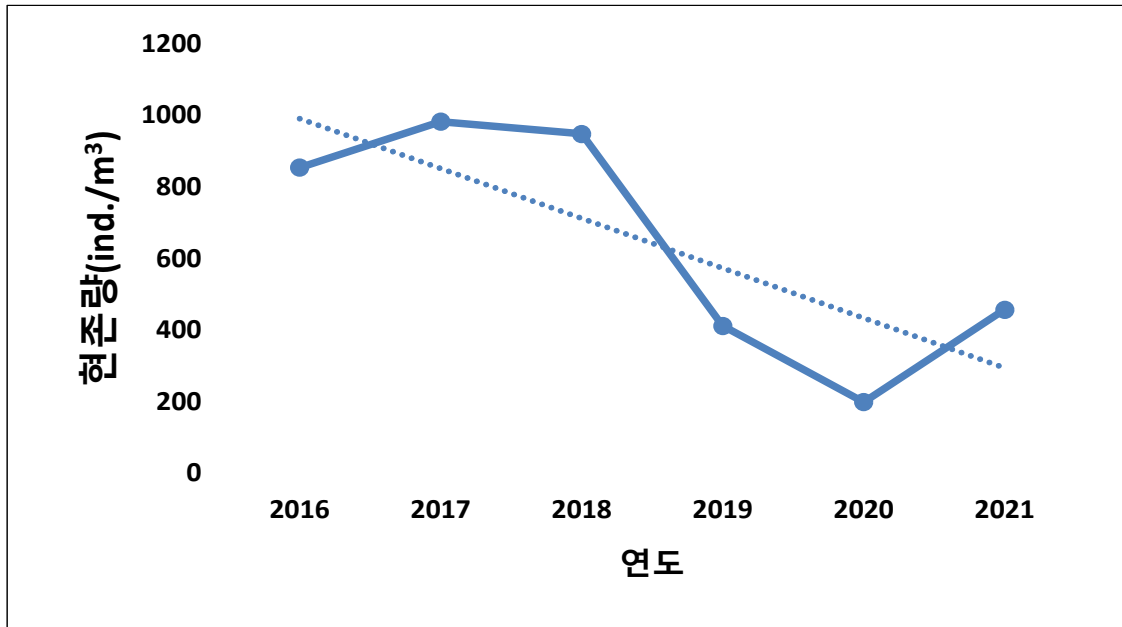


그림 25. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량.

표 34. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 평균 현존량

조사시기	2016	2017	2018	2019	2020	2021
현존량 (ind./m ³)	854	982	948	412	199	457

○ 연도별 평균 현존량은 2017년 982ind./m³로 가장 많았으며 2020년 199ind./m³로 가장 적었음.

2.2.3 우점종

(1) 당진

표 35. 최근 12년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2007	겨울	<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus indicus</i>
2008		<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus indicus</i>
2011		<i>Acartia hongii</i>	-
2013		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Acartia</i>
2014		<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2015		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Acartia</i>
2016		<i>Acartia hongii</i>	Unid. <i>Harpacticoida</i>
2017		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
2018		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2019		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
2020		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Acartia hongii</i>
2021		<i>Acartia hongii</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Acartia hongii*가 2011, 2013, 2015, 2016, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paracalanus indicus*와 Copepodite *Acartia*, 그리고 *Paracalanus parvus*가 각각 2007, 2008년과 2013, 2015년 그리고 2017, 2019년으로 가장 많았음.

표 36. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2007	봄	<i>Acartia omorii</i>	-
2011		<i>Acartia hongii</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2013		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2014		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>
2015		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2016		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2017		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>
2018		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>
2019		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>
2020		<i>Acartia omorii</i>	<i>Eurytemora affinis</i>
2021		<i>Acartia hudsonica</i>	<i>Centropages abdominalis</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Acartia omorii*가 2014, 2017, 2018, 2019년으로 가장 많았음.

표 37. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2007	여름	<i>Paracalanus indicus</i>	<i>Acartia omorii</i>
2011		<i>Paracalanus indicus</i>	<i>Acartia omorii</i>
2013		<i>Acartia hongii</i>	<i>Corycaeus affinis</i>
2014		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2015		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
2016		<i>Immature Sagitta</i>	<i>Calanus sinicus</i>
2017		<i>Immature Sagitta</i>	<i>Calanus sinicus</i>
2018		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2019		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2020		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2021		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Acartia hongii</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Acartia omorii*가 2014, 2017, 2018, 2019년으로 가장 많았음.

표 38. 최근 11년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2006	가을	<i>Paracalanus indicus</i>	<i>Acartia omorii</i>
2007		<i>Paracalanus indicus</i>	<i>Acartia omorii</i>
2011		<i>Acartia hongii</i>	<i>Corycaeus affinis</i>
2013		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2014		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
2015		<i>Immature Sagitta</i>	<i>Calanus sinicus</i>
2016		<i>Immature Sagitta</i>	<i>Calanus sinicus</i>
2017		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2018		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2019		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2020		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Acartia hongii</i>

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2013, 2017, 2019년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Acartia omorii*와 *Calanus sinicus*, 그리고 *Paracalanus aculeatus*가 각각 2006, 2007년과 2015, 2016년 그리고 2017, 2019년으로 가장 많았음.

(2) 태안

표 39. 최근 8년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	겨울	<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Acartia hongii</i>
2015		<i>Acartia hongii</i>	<i>Sagitta crassa</i>
2016		<i>Acartia hongii</i>	<i>Sagitta crassa</i>
2017		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2018		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2019		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2020		<i>Acartia hongii</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Acartia hongii*가 2015~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 Copepodite *Calanus*가 2017, 2018, 2019년으로 가장 많았음.

표 40. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2015	봄	<i>Noctiluca scintillans</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2016		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia hongii</i>
2017		<i>Acartia hongii</i>	<i>Calanus sinicus</i>
2018		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2019		<i>Acartia hongii</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2020		<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Acartia hongii*가 2017, 2018, 2019년으로 가장 많았으며 차우점종은 Copepodite *Calanus*가 2015, 2018, 2019년으로 가장 많았음.

표 41. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2015	여름	<i>Noctiluca scintillans</i>	Copepodite <i>Labidocera</i>
2016		<i>Noctiluca scintillans</i>	Copepodite <i>Labidocera</i>
2017		<i>Evadne tergestina</i>	<i>Calanus sinicus</i>
2018		<i>Evadne tergestina</i>	Copepodite <i>Calanus</i>
2019		<i>Noctiluca scintillans</i>	Copepodite <i>Labidocera</i>
2020		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Centropages tenuiremis</i>
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Corycaeus affinis</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2015, 2016, 2019, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 Copepodite *Labidocera*가 2015, 2016, 2019년으로 가장 많았음.

표 42. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2015	가을	<i>Corycaeus affinis</i>	Bivalvia larvae
2016		<i>Corycaeus affinis</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2017		<i>Corycaeus affinis</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2018		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Corycaeus affinis</i>
2019		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Noctiluca scintillans</i>
2020		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Corycaeus affinis</i>

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Corycaeus affinis*와 *Paracalanus parvus* s.l.가 각각 2015, 2016, 2017년과 2018, 2019, 2020년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Noctiluca scintillans*와 *Corycaeus affinis*가 각각 2016, 2019년과 2018, 2020년으로 가장 많았음.

(3) 신보령

표 43. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	겨울	<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Acartia hongii</i>
2012		<i>Acartia hongii</i>	-
2013		<i>Paracalanus aculeatus</i>	-
2014		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2015		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2016		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2017		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2018		<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2019		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Acartia omorii</i>
2020		<i>Paracalanus aculeatus</i>	<i>Centropages gracilis</i>
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2014~2017, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paracalanus aculeatus*가 2017, 2018, 2021년으로 가장 많았음.

표 44. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	봄	<i>Acartia hongii</i>	Copepodite
2012		<i>Paracalanus parvus</i>	-
2013		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2014		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2015		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2016		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2017		<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2018		<i>Oncaea media</i>	<i>Acartia omorii</i>
2019		<i>Centropages gracilis</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2020		<i>Acartia omorii</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2012~2016, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paracalanus aculeatus*가 2017, 2019, 2020년으로 가장 많았음.

표 45 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	여름	<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2012		<i>Paracalanus parvus</i>	-
2013		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2014		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2015		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2016		<i>Acartia omorii</i>	-
2017		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>
2018		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Ophiopluteus</i> larvae
2019		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Ophiopluteus</i> larvae
2020		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Corycaeus affinis</i>
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Corycaeus affinis</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2013~2015, 2017~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Ophiopluteus* larvae와 *Corycaeus affinis*가 각각 2018, 2019년과 2020, 2021년으로 가장 많았음.

표 46. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	가을	<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
2012		<i>Paracalanus parvus</i>	-
2013		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2014		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2015		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2016		<i>Noctiluca scintillans</i>	-
2017		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2018		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Corycaeus affinis</i>
2019		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Acartia omorii</i>
2020		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus aculeatus</i>
2021		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Corycaeus affinis</i>

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Noctiluca scintillans*가 2013~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paracalanus aculeatus*와 *Corycaeus affinis*가 각각 2017, 2020년과 2018, 2021년으로 가장 많았음.

(4) 신서천

표 47. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2013	겨울	<i>Acartia hongii</i>	-
2016		<i>Acartia hongii</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2017		<i>Centropages abdominalis</i>	<i>Acartia hongii</i>
2018		<i>Acartia hongii</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2019		<i>Acartia hongii</i>	<i>Centropages abdominalis</i>
2020		<i>Acartia hongii</i>	<i>Centropages abdominalis</i>
2021		<i>Acartia hongii</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Acartia hongii*가 2013, 2016, 2018~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paracalanus parvus* s.l.와 *Centropages abdominalis*가 각각 2016, 2018년과 2019, 2020년으로 가장 많았음.

표 48. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	봄	<i>Acartia hongii</i>	-
2016		<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.l.
2017		<i>Acartia hongii</i>	<i>Centropages abdominalis</i>
2018		<i>Acartia hongii</i>	<i>Centropages abdominalis</i>
2019		<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	<i>Evadne tergestina</i>
2020		<i>Acartia hongii</i>	<i>Corycaeus affinis</i>
2021		<i>Acartia hongii</i>	<i>Centropages abdominalis</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Acartia hongii*가 2012, 2017, 2018, 2020, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Centropages abdominalis*가 2017, 2018, 2021년으로 가장 많았음.

표 49. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	여름	<i>Podon polyphemoides</i>	-
2016		<i>Evadne tergestina</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.I.
2017		<i>Acartia pacifica</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.I.
2018		<i>Tortanus</i> sp.	<i>Centropages abdominalis</i>
2019		<i>Paracalanus parvus</i> s.I.	<i>Labidocera euchaeta</i>
2020		<i>Cirripedia</i> larvae	<i>Paracalanus parvus</i> s.I.
2021		<i>Evadne tergestina</i>	<i>Labidocera rotunda</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Evadne tergestina*가 2016, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Paracalanus parvus* s.I.가 2016, 2017, 2020년으로 가장 많았음.

표 50. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	가을	<i>Paracalanus parvus</i>	-
2016		<i>Paracalanus parvus</i> s.I.	<i>Corycaeus affinis</i>
2017		<i>Corycaeus affinis</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.I.
2018		<i>Corycaeus affinis</i>	<i>Paracalanus parvus</i> s.I.
2019		<i>Paracalanus parvus</i> s.I.	<i>Corycaeus affinis</i>
2020		<i>Corycaeus affinis</i>	<i>Acartia hongii</i>
2021		<i>Tortanus forcipatus</i>	<i>Acartia hongii</i>

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Corycaeus affinis*가 2017, 2018, 2020년으로 가장 많았음.

2.2.4 생태지수

(1) 당진

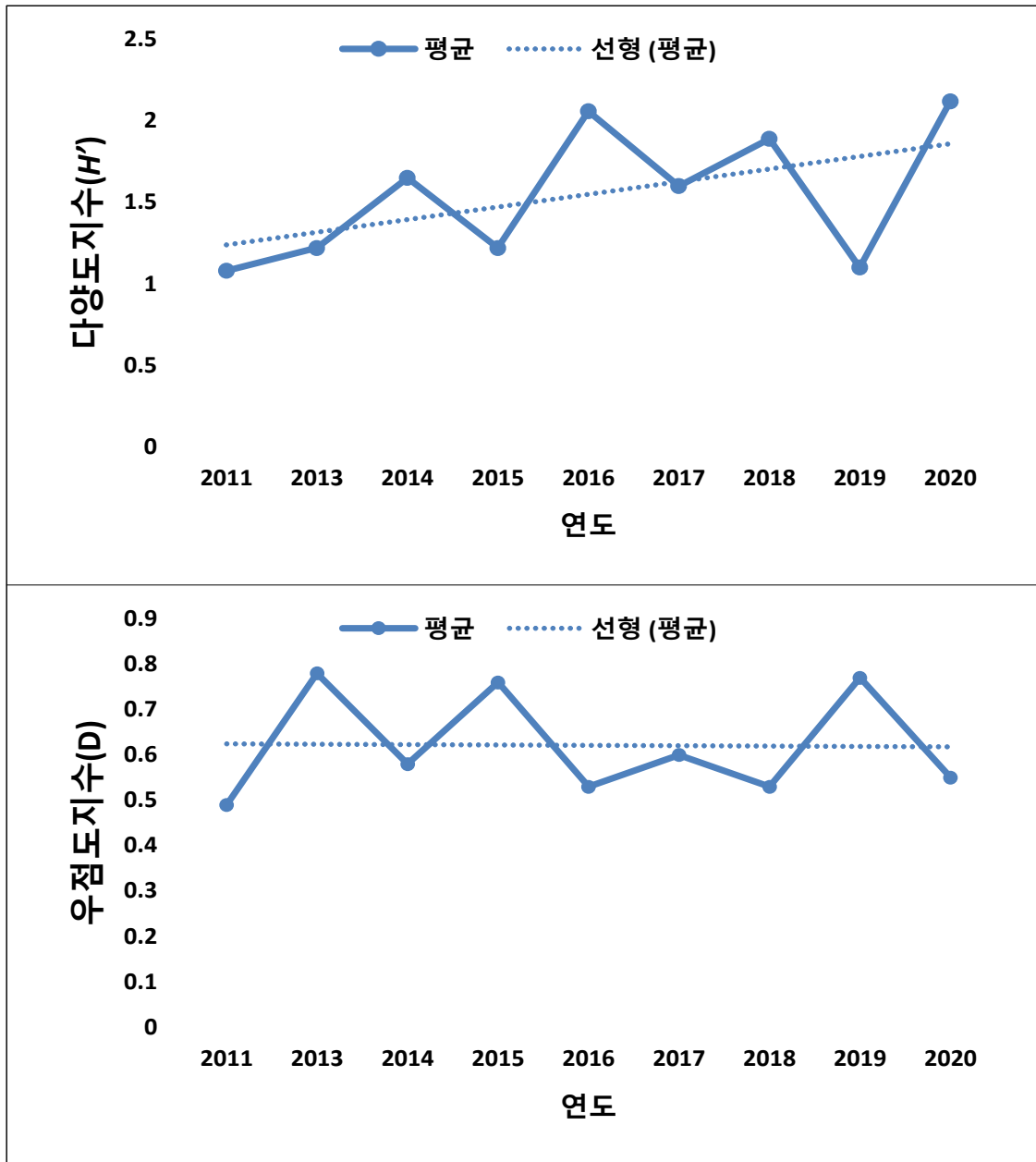


그림 26. 최근 9년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 1.08~2.12의 범위로 나타났으며, 2020년에 2.12로 가장 높게 나타났고 2011년에 1.08로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.49~0.78의 범위로 나타났으며, 2013년에 0.78로 가장 높게 나타났고 2011년에 0.49로 가장 낮게 나타났음.

(2) 태안

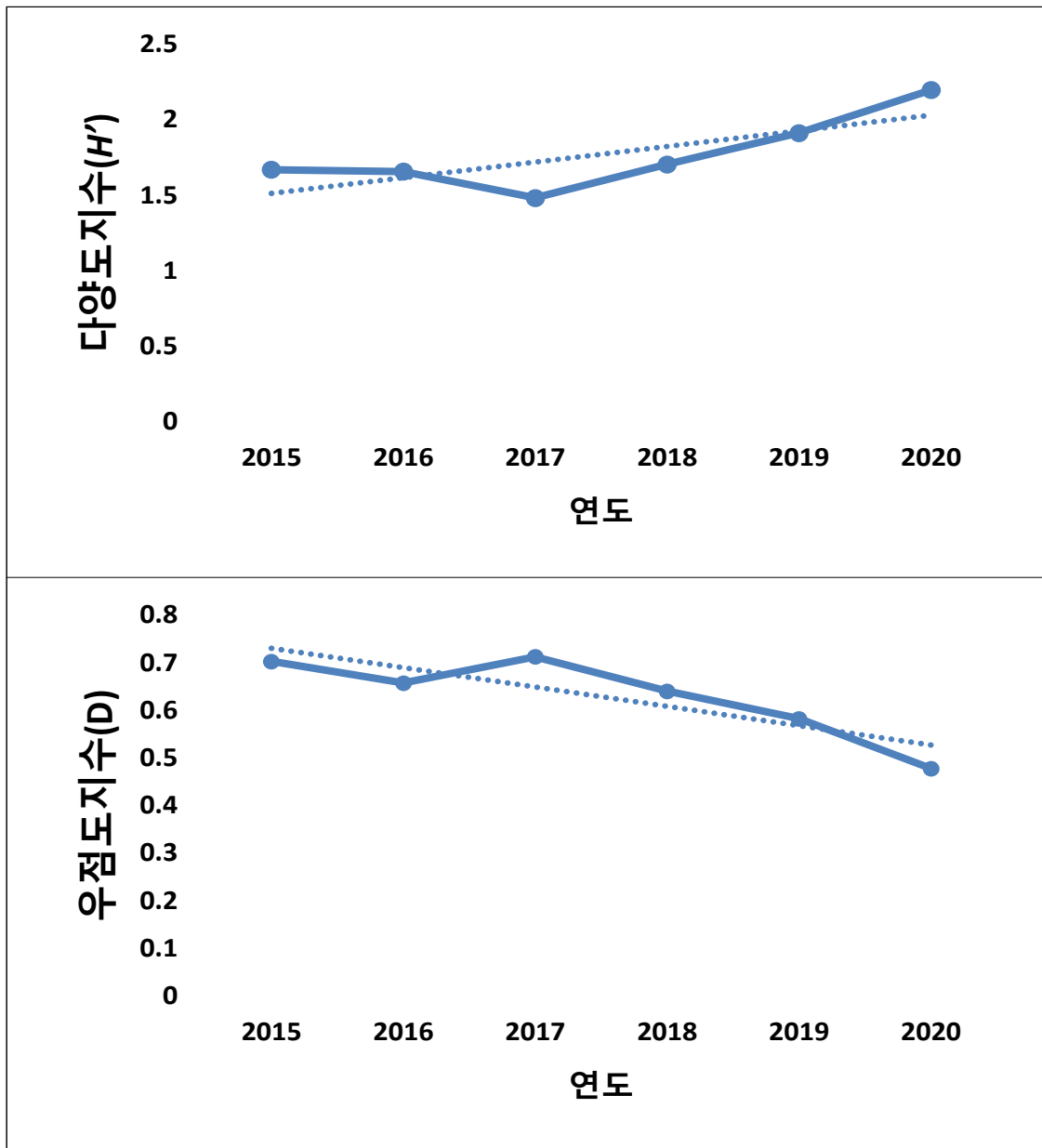


그림 27. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 1.48~2.20의 범위로 나타났으며, 2020년에 2.20로 가장 높게 나타났고 2017년에 1.48로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.48~0.71의 범위로 나타났으며, 2017년에 0.71로 가장 높게 나타났고 2020년에 0.48로 가장 낮게 나타났음.

(3) 신보령

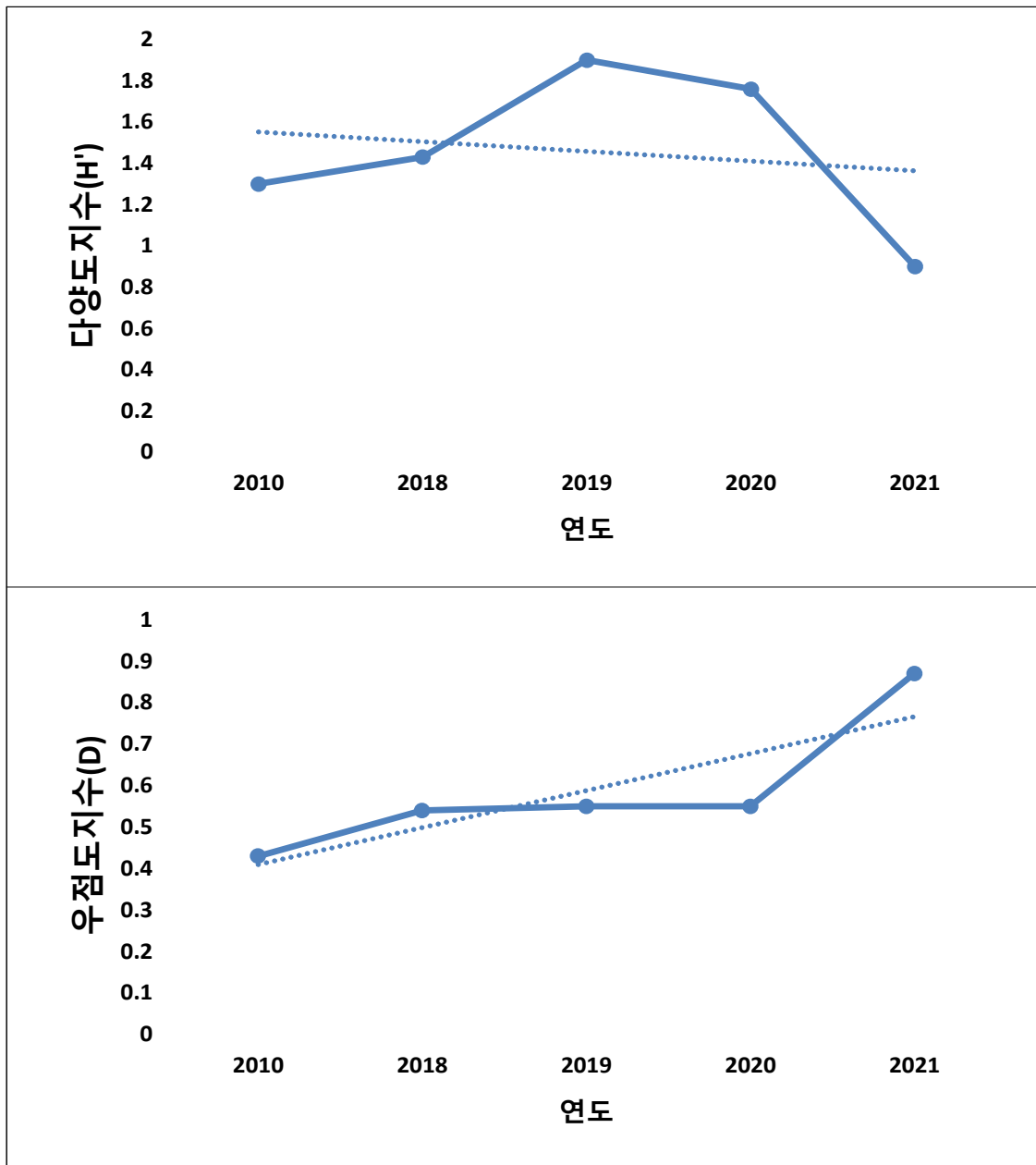


그림 28. 최근 5년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 0.90~1.90의 범위로 나타났으며, 2019년에 1.90로 가장 높게 나타났고 2021년에 0.90으로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.43~0.87의 범위로 나타났으며, 2021년에 0.87로 가장 높게 나타났고 2010년에 0.43로 가장 낮게 나타났음.

(4) 신서천

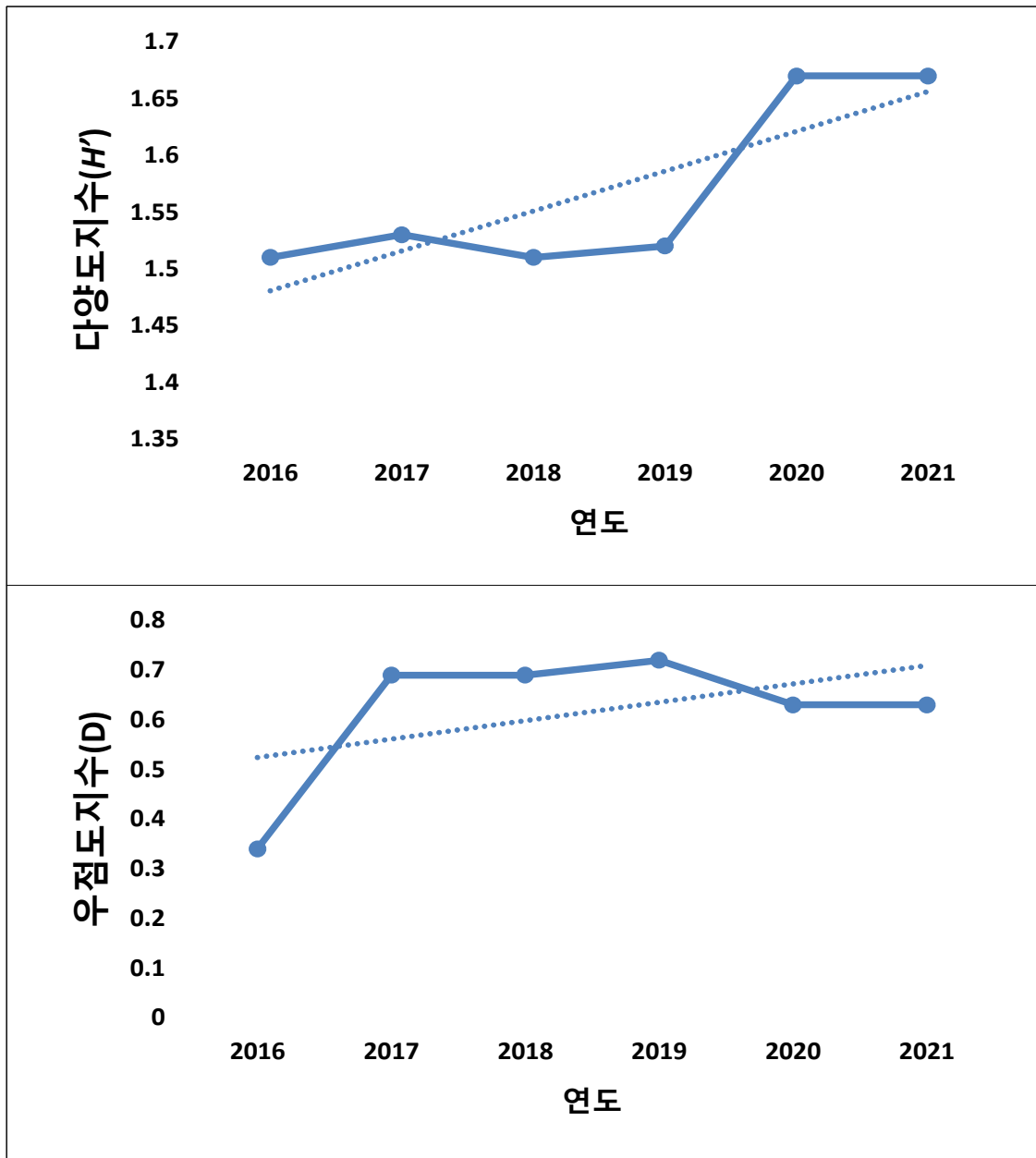


그림 29. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 동물플랑크톤의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 1.51~1.67의 범위로 나타났으며, 2020년과 2021년에 1.67로 가장 높게 나타났고 2016년과 2018년에 1.51으로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.34~0.72의 범위로 나타났으며, 2019년에 0.72로 가장 높게 나타났고 2016년에 0.34로 가장 낮게 나타났음.

2.3 조하대 저서동물

2.3.1 출현 종 수

(1) 당진

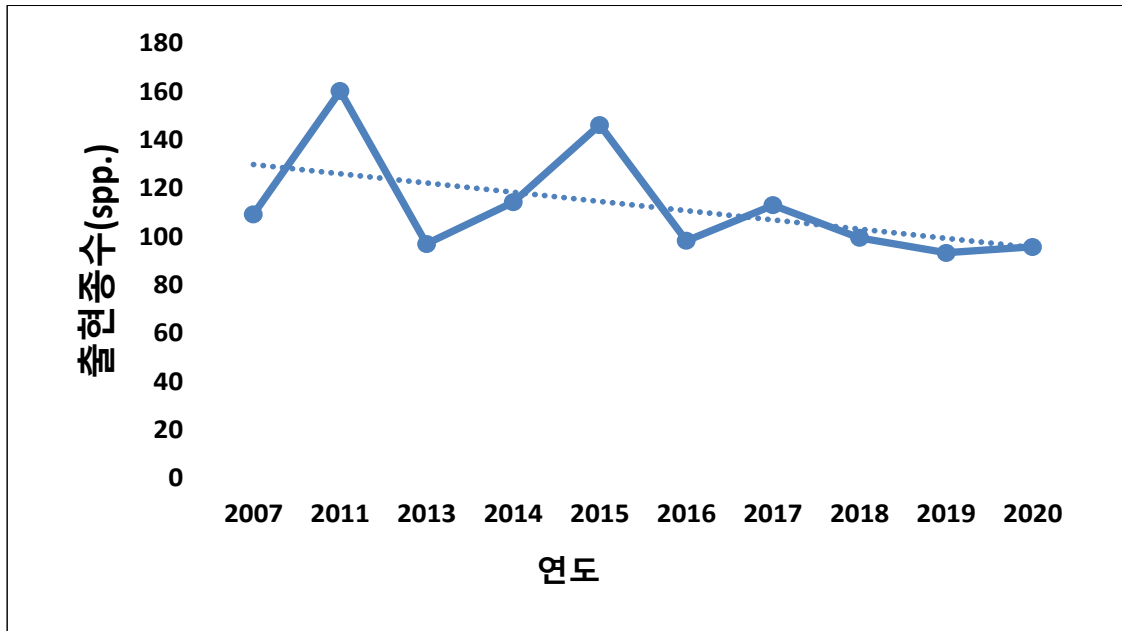


그림 30. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수.

표 51. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수

조사시기	2007	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
출현종수	109	160	97	114	146	98	113	100	93	96

○ 연도별 출현종수는 2015년에 146종으로 가장 많았으며 2019년에 93종으로 가장 적었음.

(2) 태안

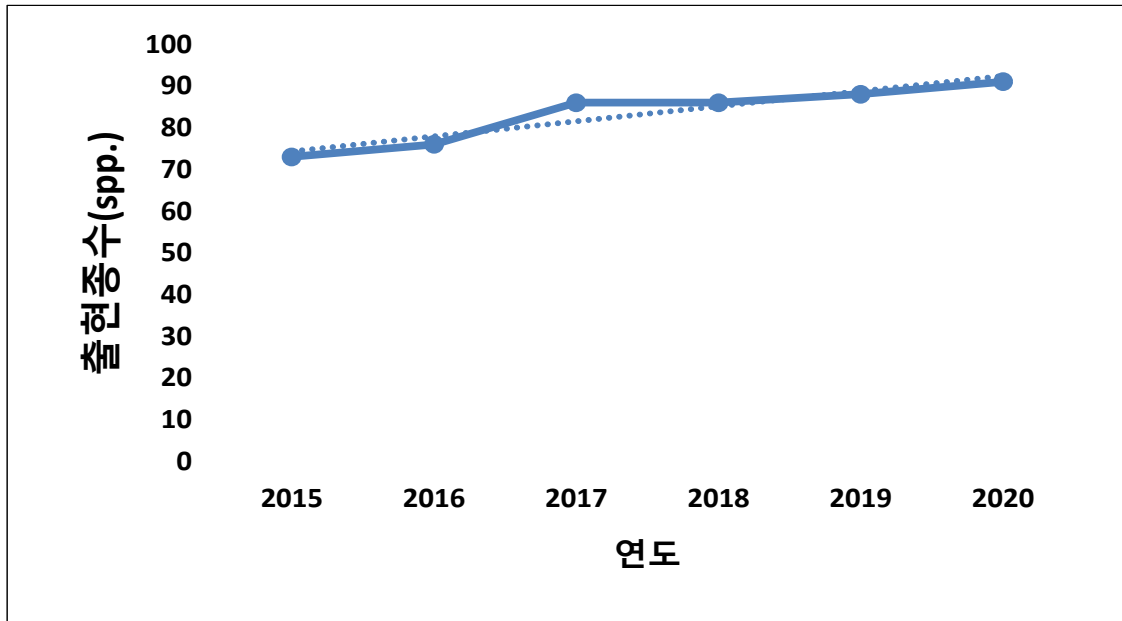


그림 31. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수.

표 52. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수

조사시기	2015	2016	2017	2018	2019	2020
출현종수	73	76	86	86	88	91

○ 연도별 출현종수는 2020년에 91종으로 가장 많았으며 2015년에 73종으로 가장 적었음.

(3) 신보령

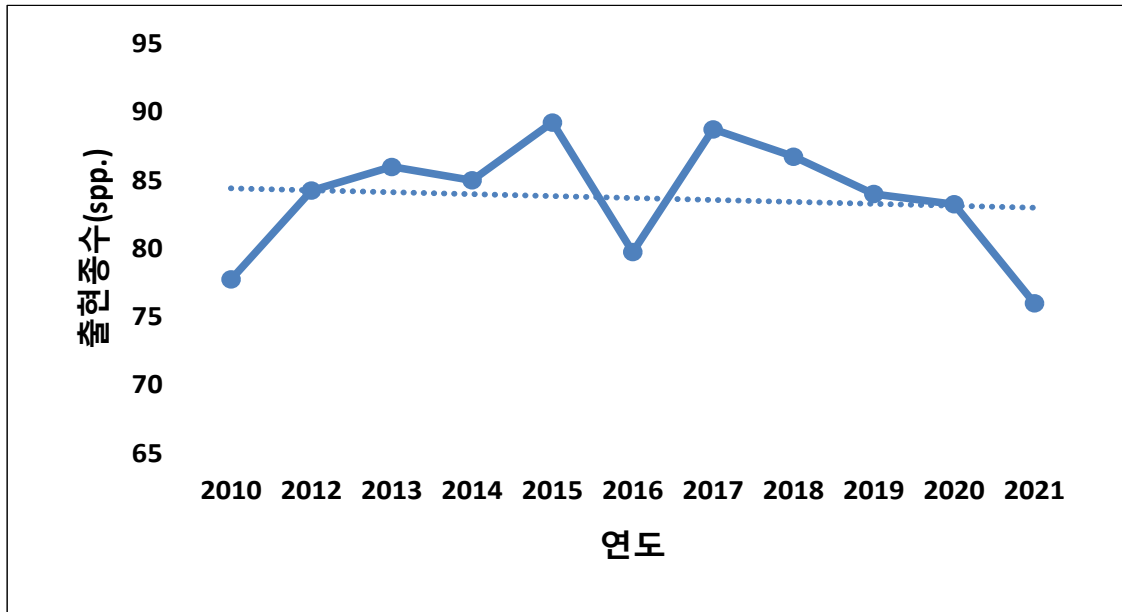


그림 32. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수.

표 53. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수

조사 시기	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
출현 종수	78	84	86	85	89	80	89	87	84	83	76

○ 연도별 출현종수는 2015년과 2017년에 89종으로 가장 많았으며 2021년에 76종으로 가장 적었음.

(4) 신서천

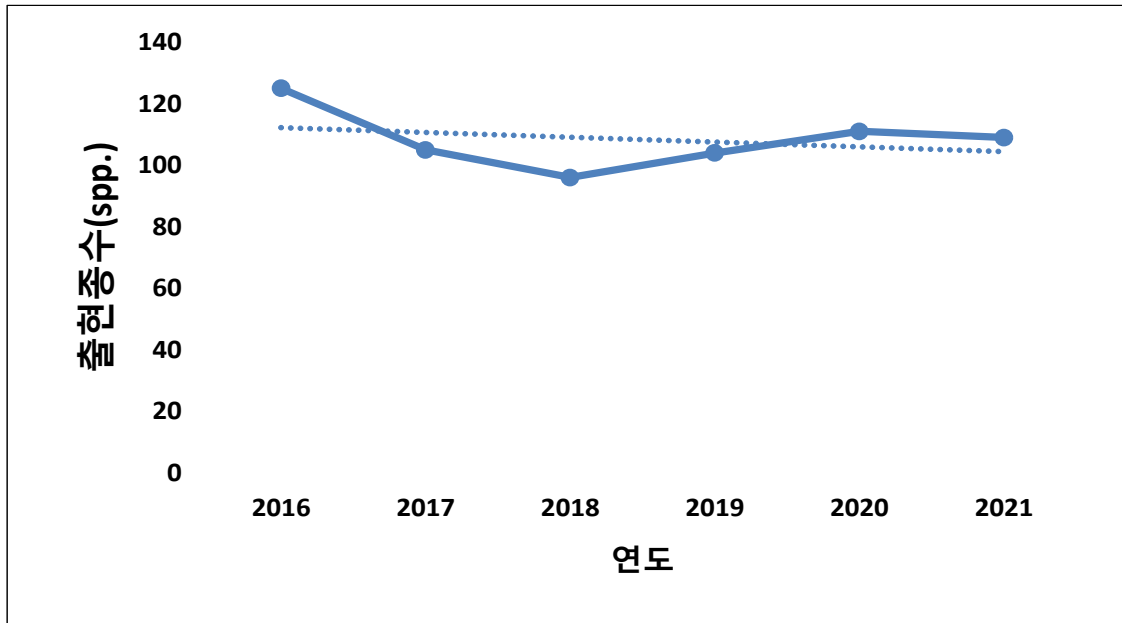


그림 33. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수

표 54. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 종수

조사시기	2016	2017	2018	2019	2020	2021
출현종수	125	105	96	104	111	109

○ 연도별 출현종수는 2016년에 125종으로 가장 많았으며 2018년에 96종으로 가장 적었음.

2.3.2 개체수 밀도

(1) 당진

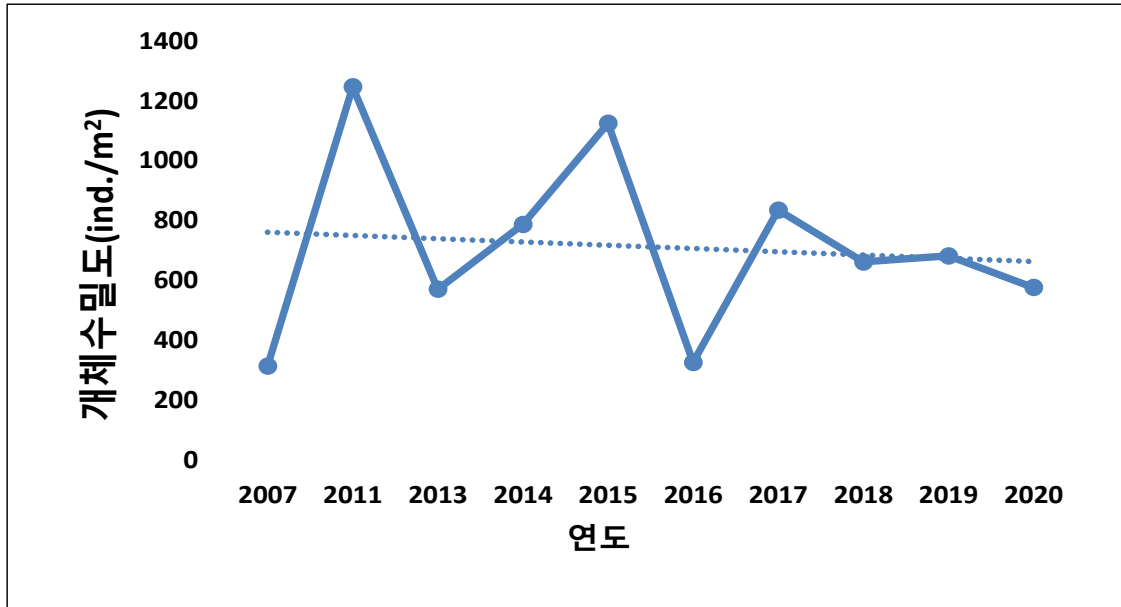


그림 34. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

표 55. 최근 10년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

조사시기	2007	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
개체수밀도 (ind./m ²)	315	1247	571	788	1125	327	835	662	683	577

○ 연도별 평균 개체수밀도는 2011년 1247ind./m²로 가장 많았으며 2007년 315ind./m²로 가장 적었음.

(2) 태안

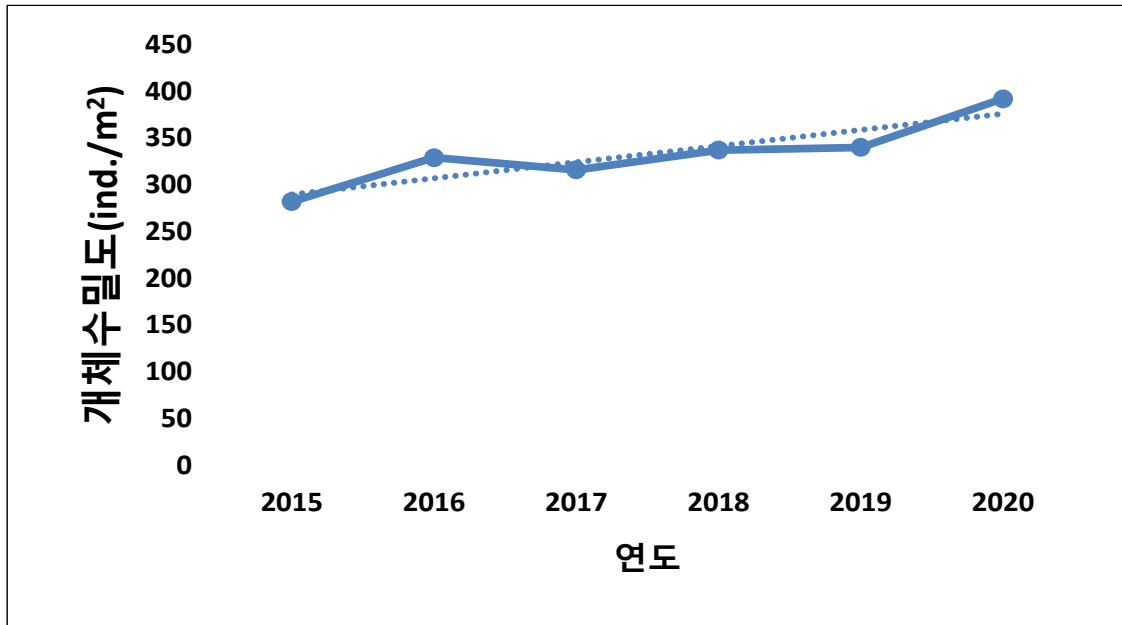


그림 35. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

표 56. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

조사시기	2015	2016	2017	2018	2019	2020
개체수밀도 (ind./m ²)	282	329	316	337	340	392

○ 연도별 평균 개체수밀도는 2020년 392ind./m²로 가장 많았으며 2015년 282ind./m²로 가장 적었음.

(3) 신보령

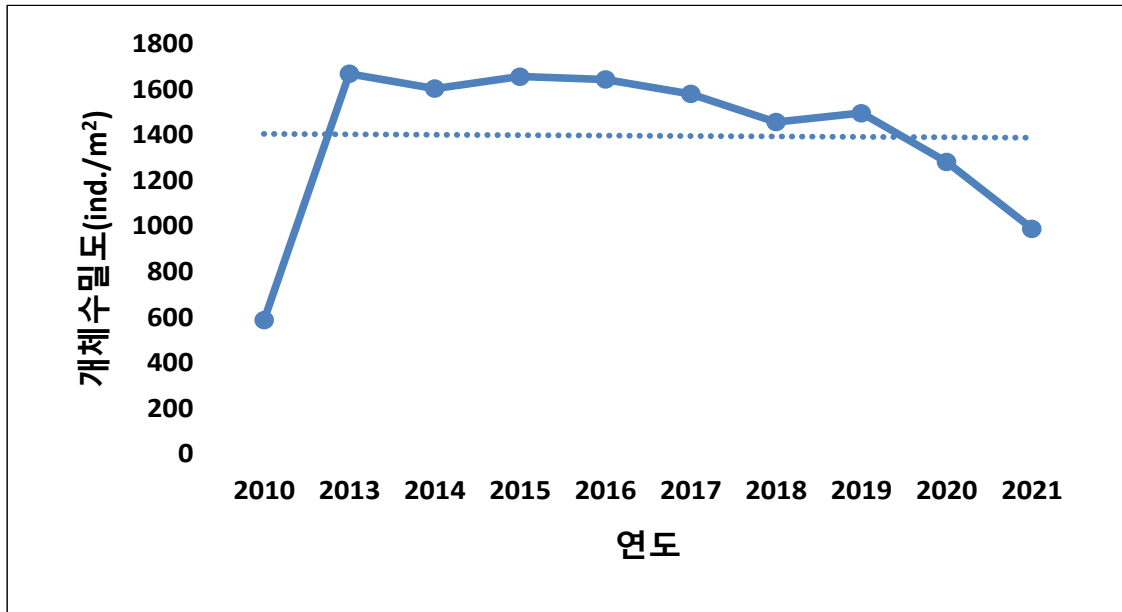


그림 36. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

표 57. 최근 10년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

조사시기	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
개체수 밀도 (ind./m ²)	588	-	1670	1604	1657	1644	1581	1457	1497	1282	989

○ 연도별 평균 개체수밀도는 2013년 1670ind./m²로 가장 많았으며 2010년 588ind./m²로 가장 적었음.

(4) 신서천

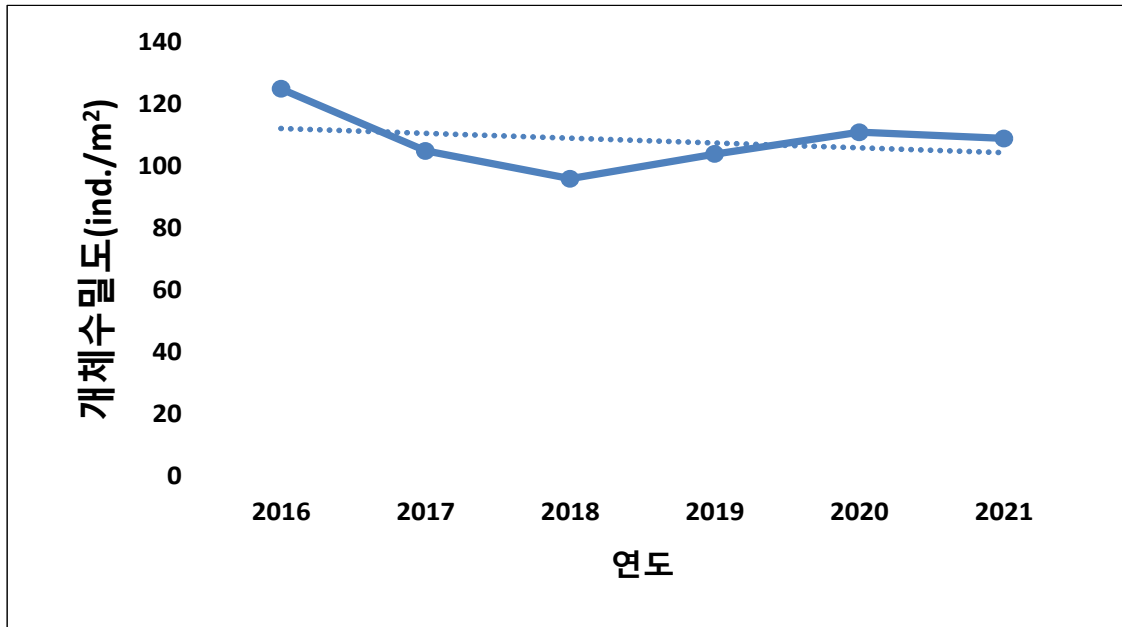


그림 37. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

표 58. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 평균 개체수 밀도

조사시기	2016	2017	2018	2019	2020	2021
개체수밀도 (ind./m ²)	264	252	211	380	420	422

○ 연도별 평균 개체수밀도는 2021년 422ind./m²로 가장 많았으며 2018년 211ind./m²로 가장 적었음.

2.3.3 우점종

(1) 당진

표 59. 최근 12년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2007	겨울	<i>Aonides oxycephala</i>	-
2008		<i>Prionos paradisea</i>	-
2011		<i>Amphioplus megapomus</i>	<i>Scoletoma longifolia</i>
2013		<i>Amphioplus japonicus</i>	Nemertinea sp.
2014		<i>Minuspio japonica</i>	-
2015		<i>Amphioplus japonicus</i>	<i>Sabellaria ishikawai</i>
2016		Amphiuridae sp.	<i>Mediomastus californiensis</i>
2017		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2020		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2021		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Notomastus latericeus</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2017, 2018, 2020, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2017, 2018, 2020년으로 가장 많았음.

표 60. 최근 12년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2007	봄	<i>Aonides oxycephala</i>	-
2011		<i>Amphioplus megapomus</i>	<i>Scoletoma longifolia</i>
2013		<i>Amphioplus japonicus</i>	<i>Ampharete arctica</i>
2014		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2015		<i>Sabellaria ishikawai</i>	<i>Photis</i> sp.
2016		Amphiuridae sp.	<i>Nitidotellina minuta</i>
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Anaitides koreana</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2014, 2017, 2019, 2020, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2019, 2020, 2021년으로 가장 많았음.

표 61. 최근 12년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2007	여름	<i>Amphioidea craterodmeta</i>	-
2011		<i>Byblis japonicus</i>	<i>Photis longicaudata</i>
2013		<i>Aonides oxycephala</i>	Nemertinea sp.
2014		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2015		<i>Gammaropsis</i> sp.	<i>Photis</i> sp.
2016		<i>Pseudopolydora kempfi</i>	<i>Lygdamis giardi</i>
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Polydora ciliata</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Nephtys polybranchia</i>
2020		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Paralacydonia paradoxa</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Ampelisca</i> sp.

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*와 *Heteromastus filiformis*가 각각 2014, 2017, 2021년과 2018, 2019, 2020년으로 가장 많았음.

표 62. 최근 12년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2006	가을	<i>Amphioidea craterodmeta</i>	-
2007		<i>Prionos paradisea</i>	-
2011		<i>Amphioplus megapomus</i>	<i>Prionospio paradisea</i>
2013		<i>Theora fragilis</i>	Gammaridea sp.
2014		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2015		<i>Mediomastus californiensis</i>	<i>Euclymene oerstedii</i>
2016		<i>Mediomastus californiensis</i>	Amphiuridae sp.
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2018		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	Ophiuroidea spp.

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2014, 2017, 2018, 2020년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2017, 2018년으로 가장 많았음.

(2) 태안

표 63. 최근 8년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	겨울	<i>Amphioplus megapomus</i>	<i>Theora fragilis</i>
2015		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Gammaropsis japonicus</i>
2016		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Paralacydonia paradoxa</i>
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2018		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Gammaropsis</i> sp.

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2015~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Amphioplus japonicus*가 2017~2020년으로 가장 많았음.

표 64. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2015	봄	<i>Ampharete arctica</i>	<i>Gammaropsis japonicus</i>
2016		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Ampharete arctica</i>
2018		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphioplus japonicus</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2016~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Amphioplus japonicus*가 2016, 2018~2020년으로 가장 많았음.

표 65. 최근 7년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2015	여름	<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Ampharete arctica</i>
2016		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Paralacydonia paradoxa</i>
2018		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Ampharete arctica</i>

- 여름철 조하대 저서동물 우점종 중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*로 나타남.
- 여름철 우점종중 차우점종은 *Amphiplus japonicus*가 2016, 2018~2020년으로 가장 많았음.

표 66. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2015	가을	<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphicteis gunneri</i>
2016		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2018		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Nephtys polybranchia</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Amphiplus japonicus</i>

- 가을철 조하대 저서동물 우점종 중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*로 나타남.
- 가을철 우점종중 차우점종은 *Amphiplus japonicus*가 2016, 2017, 2019, 2020년으로 가장 많았음.

(3) 신보령

표 67. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	겨울	<i>Coptothyris grayi</i>	<i>Pisidia serratifrons</i>
2012		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2013		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2014		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2015		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2016		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2017		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Anaitides koreana</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2020		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2012~2020년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2018~2020년으로 가장 많았음.

표 68. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	봄	<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Scoletoma longifoalia</i>
2012		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2013		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2014		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2015		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2016		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2017		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2020		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Theora lata</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2010, 2012, 2015~2020년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2017~2020년으로 가장 많았음.

표 69. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	여름	<i>Theora fragilis</i>	<i>Sternaspis scutata</i>
2012		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2013		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2014		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2015		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2016		<i>Lumbrineris longifolia</i>	-
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Ampelisca</i> sp.
2018		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2020		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2021		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>

- 여름철 우점종중 최우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2014, 2016~2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2017~2020년으로 가장 많았음.

표 70. 최근 11년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2010	가을	<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Scoletoma longifoalia</i>
2012		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2013		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2014		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2015		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2016		<i>Heteromastus filiformis</i>	-
2017		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2020		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>
2021		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Lumbrineris longifolia</i>

- 가을철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2010~2016, 2018, 2020, 2021년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Lumbrineris longifolia*가 2018, 2020, 2021년으로 가장 많았음.

(4) 신서천

표 71. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(겨울)

조사시기		최우점종	차우점종
2013	겨울	<i>Ogyrudes orientalis</i>	-
2016		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Ampharete arctica</i>
2017		<i>Ampharete arctica</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Ampharete arctica</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Nephtys polybranchia</i>
2020		<i>Scoletoma longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2021		<i>Scoletoma longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>

- 겨울철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2016, 2018, 2019년으로 가장 많았으며 차우점종도 *Heteromastus filiformis*로 2017, 2020, 2021년으로 가장 많았음.

표 72. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(봄)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	봄	<i>Echinocardium cordatum</i>	-
2016		<i>Upogebia major</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2017		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Ampharete arctica</i>
2018		Nemertin sp.	<i>Raetellops pulchella</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Amage auricula</i>
2020		<i>Gammaropsis japonicus</i>	<i>Scoletoma longifolia</i>
2021		<i>Scoletoma longifolia</i>	<i>Ampharete arctica</i>

- 봄철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2017년과 2019년으로 가장 많았으며 차우점종은 *Ampharete arctica*가 2017, 2021년으로 가장 많았음.

표 73. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(여름)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	여름	<i>Ampelisca brevicornis</i>	-
2016		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Nothria shirikishinaiensis</i>
2017		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Theora fragilis</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Capitella capitata</i>
2019		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Ampithoe brevipalma</i>
2020		<i>Ophiura sarsi</i>	<i>Scoletoma longifolia</i>
2021		<i>Amphicteis gunneri</i>	<i>Ophiothrix exigua</i>

○ 여름철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2016~2019년으로 가장 많았음.

표 74. 최근 7년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조하대 저서동물의 우점종 현황(가을)

조사시기		최우점종	차우점종
2012	가을	<i>Urothoe convexa</i>	-
2016		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Prionospio convexa</i>
2017		<i>Ampharete arctica</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2018		<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>Ancistrosyllis hanaokai</i>
2019		<i>Lumbrineris longifolia</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
2020		<i>Ophiura sarsi</i>	<i>Scoletoma longifolia</i>
2021		<i>Amphicteis gunneri</i>	<i>Amphioplus</i> sp.

○ 가을철 우점종중 최우점종은 *Heteromastus filiformis*가 2016년과 2018년으로 가장 많았으며 차우점종도 *Heteromastus filiformis*가 2017년과 2019년으로 가장 많았음.

2.3.4 생태지수

(1) 당진

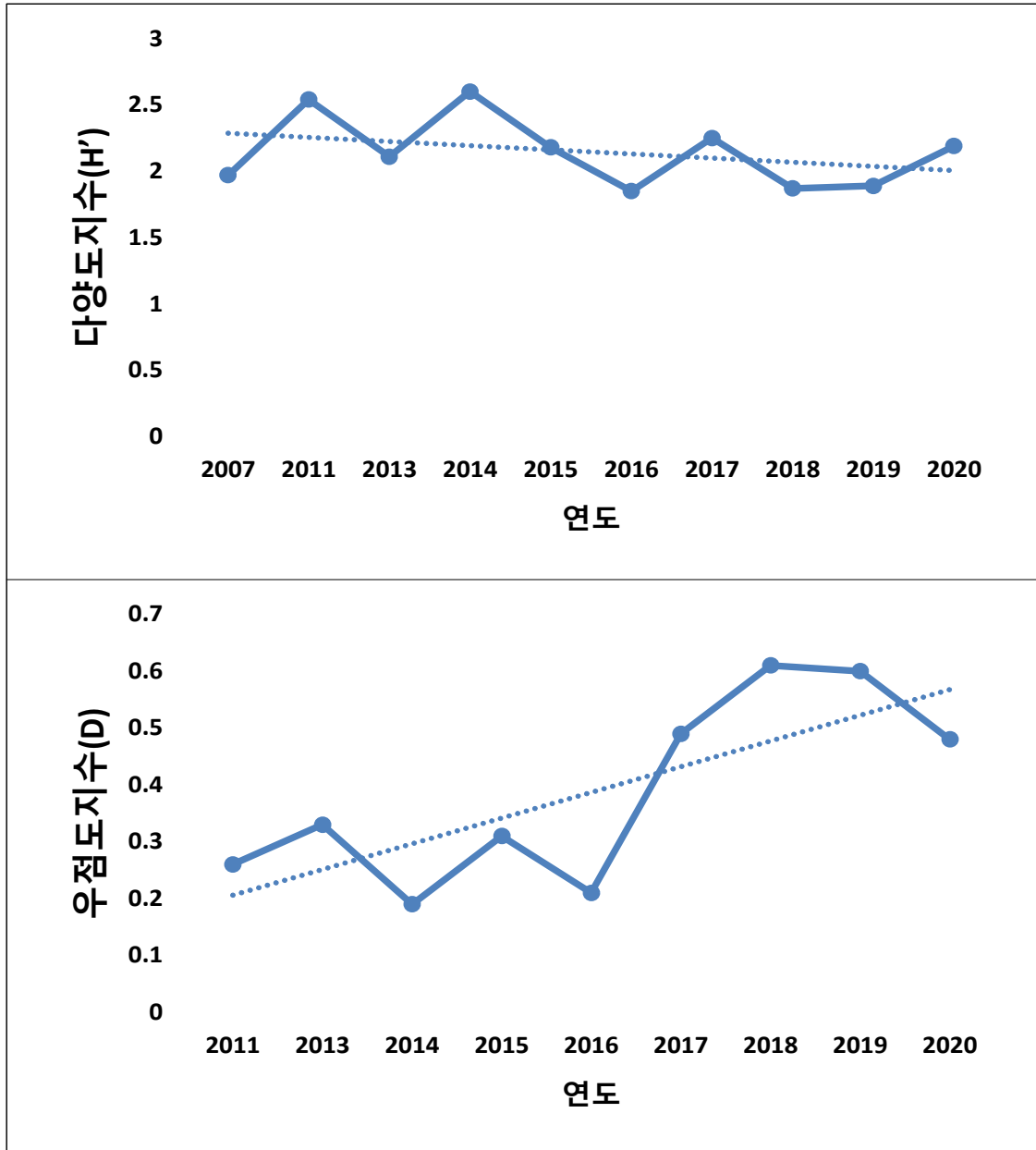


그림 38. 최근 9년간 당진 화력발전소 주변 해역에 출현한 조간대 저서동물의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 1.85~2.54의 범위로 나타났으며, 2011년에 2.54로 가장 높게 나타났고 2016년에 1.85로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.19~0.61의 범위로 나타났으며, 2018년에 0.61로 가장 높게 나타났고 2014년에 0.19로 가장 낮게 나타났음.

(2) 태안

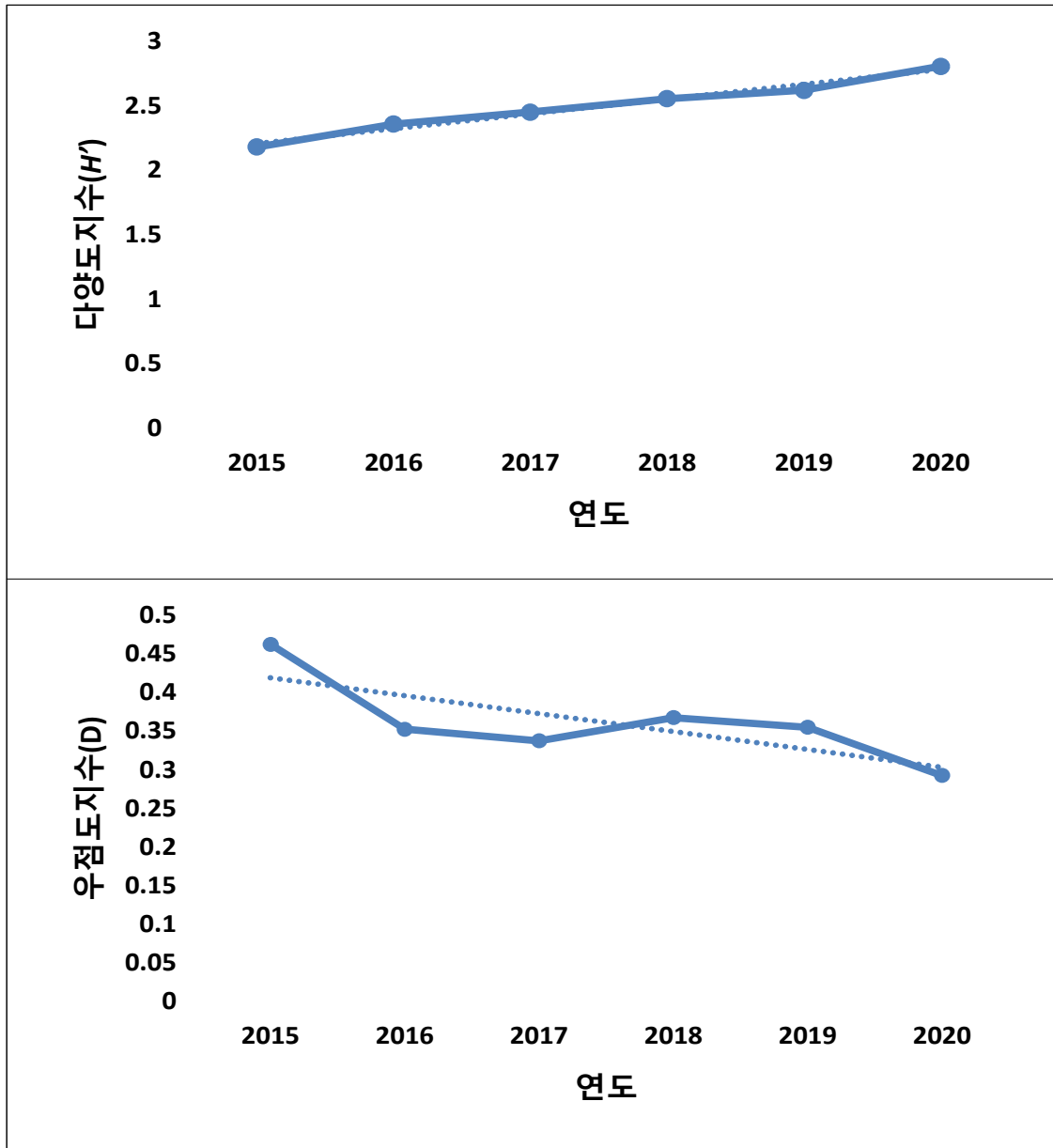


그림 39. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역에 출현한 조간대 저서동물의 생태지수 (다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 2.18~2.81의 범위로 나타났으며, 2020년에 2.81로 가장 높게 나타났고 2015년에 2.18로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.29~0.46의 범위로 나타났으며, 2015년에 0.46로 가장 높게 나타났고 2020년에 0.29로 가장 낮게 나타났음.

(3) 신보령

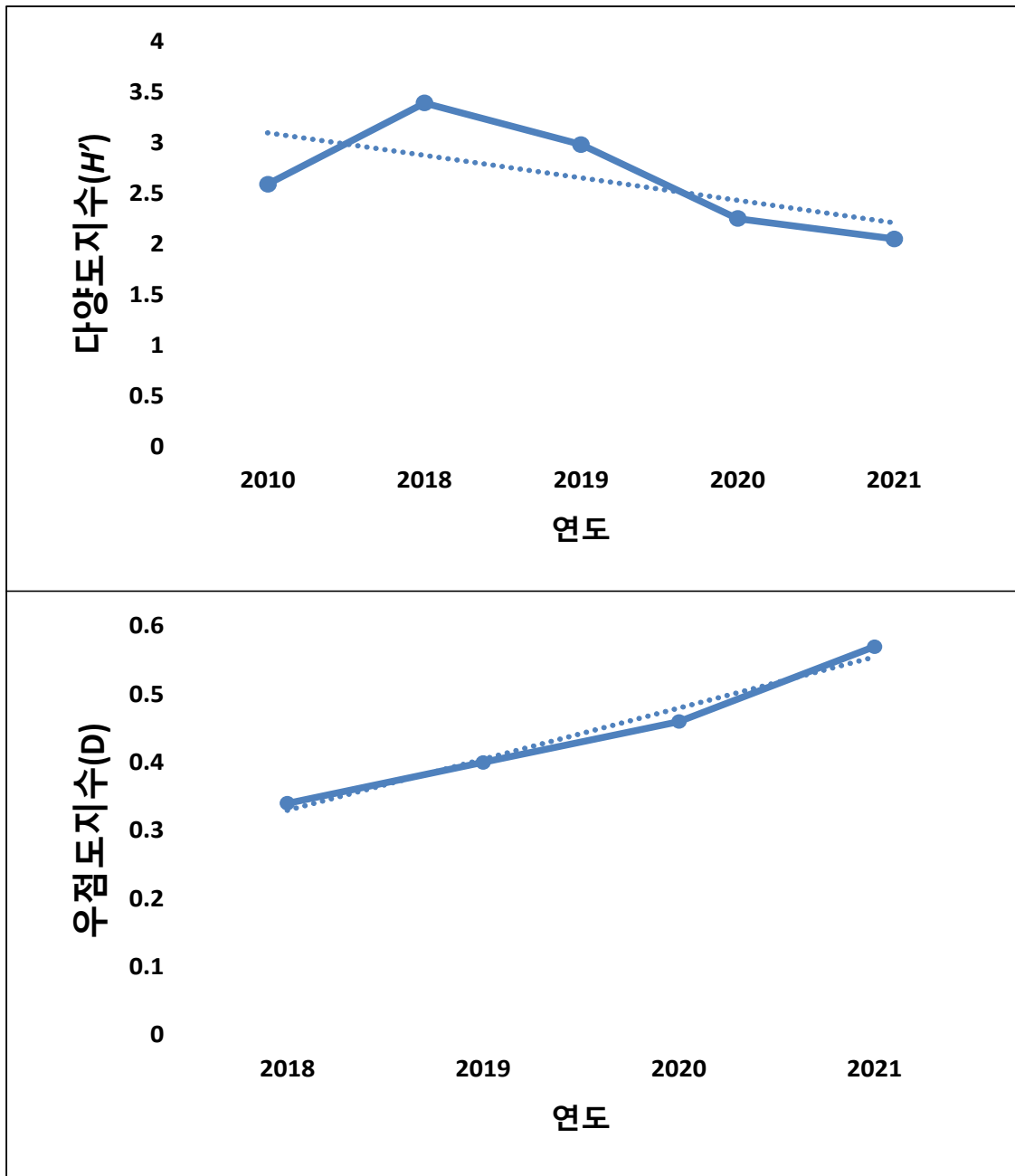


그림 40. 최근 5년간 신보령 화력발전소 주변 해역에 출현한 조간대 저서동물의 다양도지수, 4년간 우점도지수의 평균 변화.

- 다양도 지수는 2.05~3.39의 범위로 나타났으며, 2018년에 3.39로 가장 높게 나타났고 2021년에 2.05로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.34~0.57의 범위로 나타났으며, 2021년에 0.57로 가장 높게 나타났고 2018년에 0.34로 가장 낮게 나타났음.

(4) 신서천

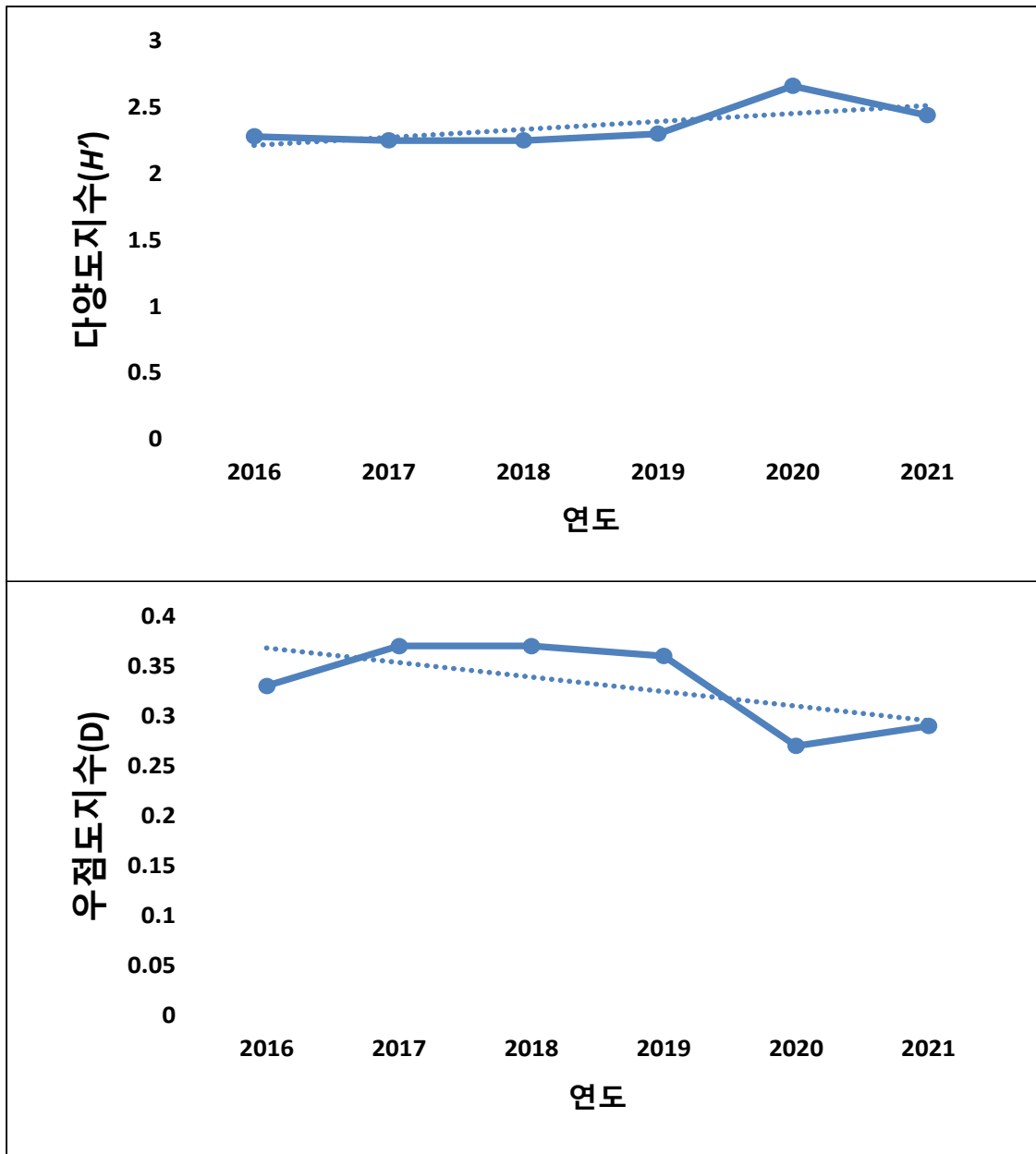


그림 41. 최근 6년간 신서천 화력발전소 주변 해역에 출현한 조간대 저서동물의 생태지수(다양도지수, 우점도지수)의 평균 변화.

- 다양도 지수는 2.25~2.66의 범위로 나타났으며, 2020년에 2.66로 가장 높게 나타났고 2017년과 2018년에 2.25로 가장 낮게 나타났음.
- 우점도 지수는 0.27~0.37의 범위로 나타났으며, 2017년과 2018년에 0.37로 가장 높게 나타났고 2020년에 0.27로 가장 낮게 나타났음.

2.4 저서 생태계 지수 평가

2.4.1 AMBI

(1) 당진

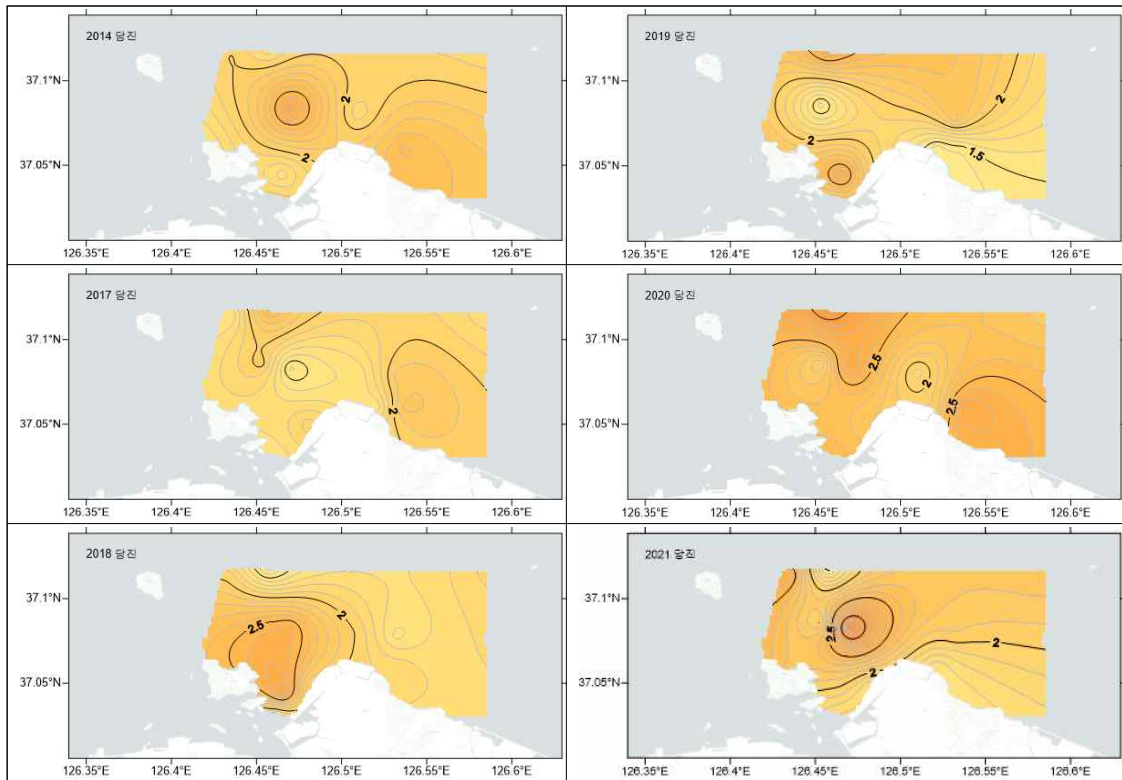


그림 42. 최근 6년간 당진 화력발전소 주변 해역의 연도별 AMBI 변화도.

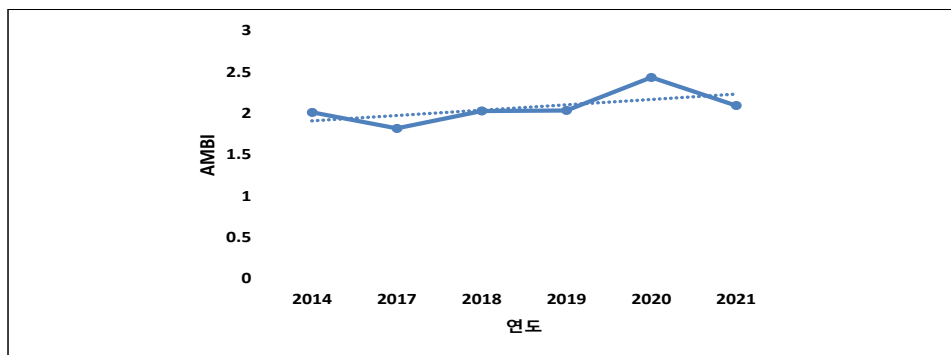


그림 43. 최근 6년간 당진 화력발전소 주변 해역의 연도별 평균 AMBI.

- 연평균 AMBI 지수는 1.81~2.44 범위이며 2020년이 2.44으로 가장 높고 2017년이 1.82로 가장 낮아 2017년에 비해서 2020년이 0.62 증가하였음.
- 당진 조하대의 ECOQS(Ecology Quality Status)는 2014년부터 2021년까지 비교적 양호한 상태를

나타냄.

(2) 태안

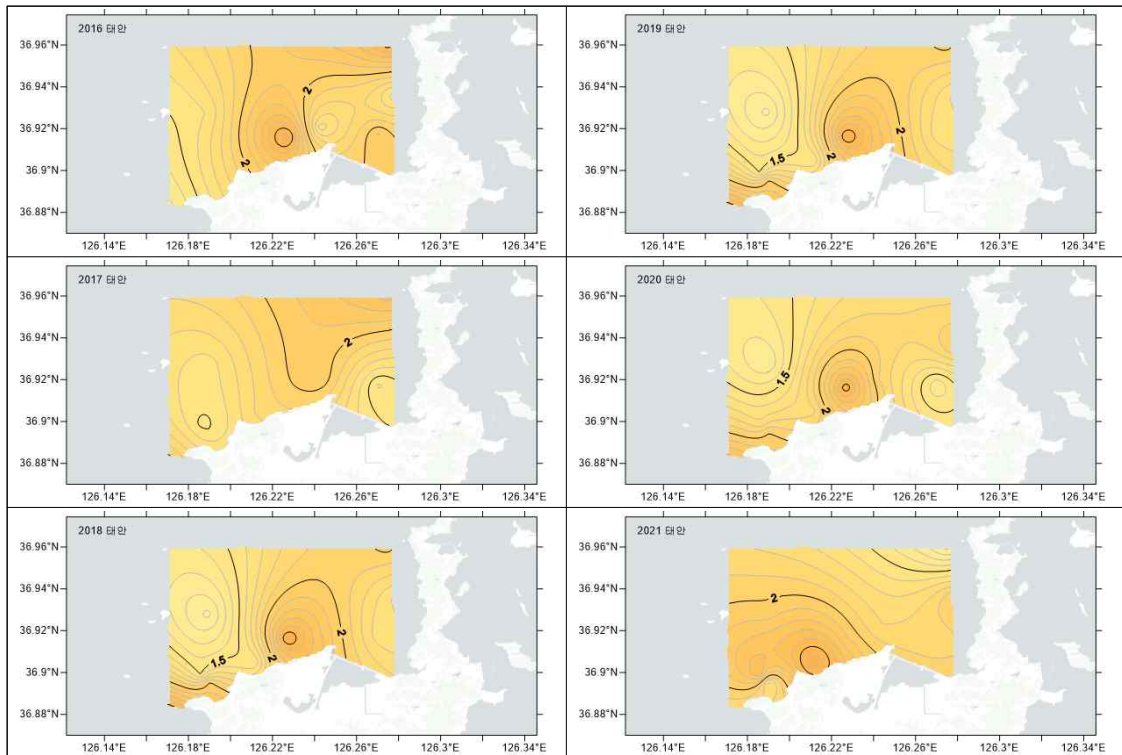


그림 44. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역의 연도별 AMBI 변화도.

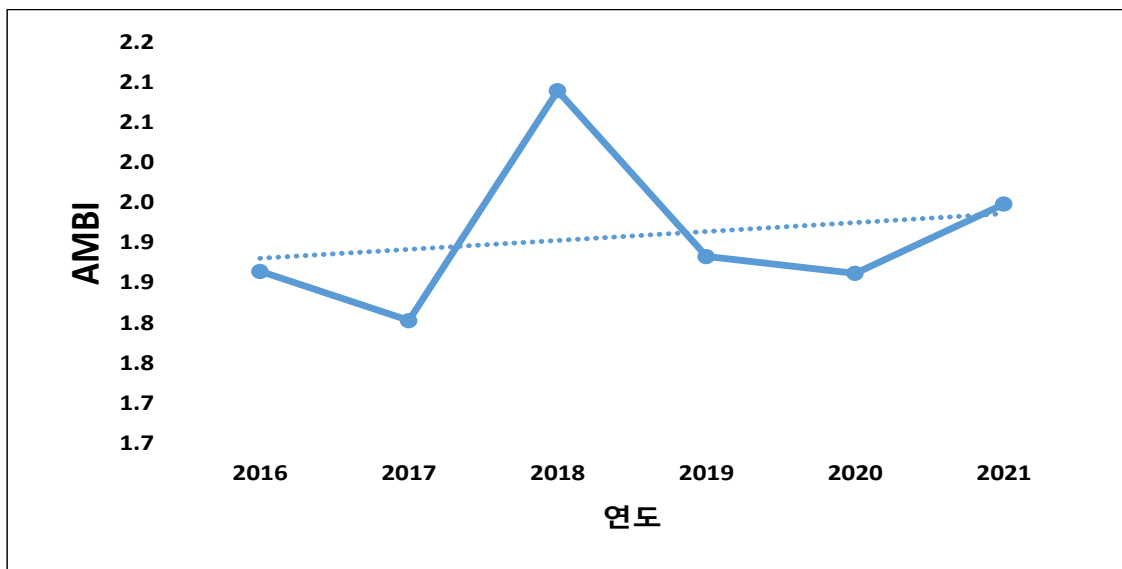


그림 45. 최근 6년간 태안 화력발전소 주변 해역의 연도별 평균 AMBI.

○ 연평균 AMBI 지수는 1.80~1.95 범위이며 2021년이 1.95으로 가장 높고 2017년이 1.80로 가장 낮아 2017년에 비해서 2021년이 0.15 증가하였음.

○ 태안 조하대의 ECOQS(Ecology Quality Status)는 2016년부터 2021년까지 비교적 양호한 상태를 나타냄.

(3) 신보령

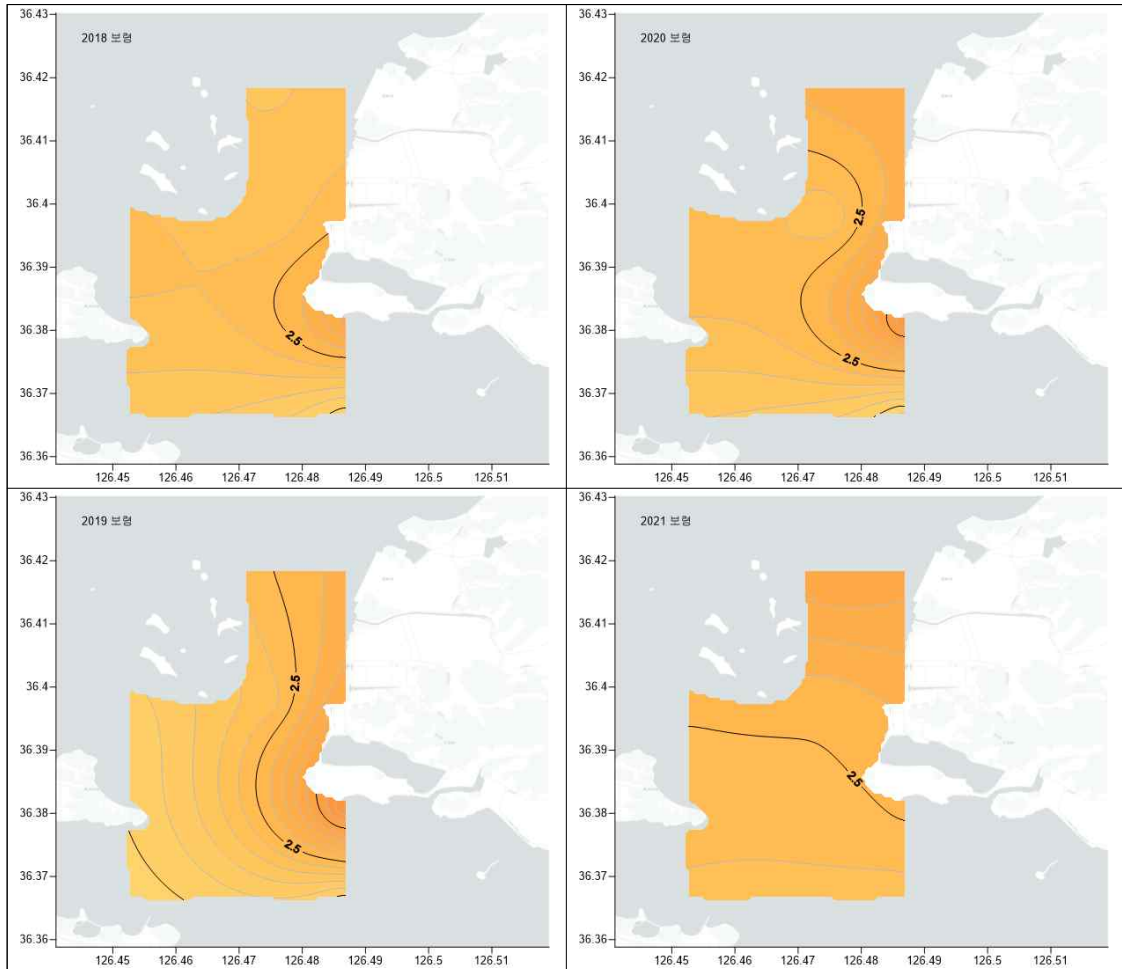


그림 46. 최근 4년간 신보령 화력발전소 주변 해역의 연도별 AMBI 변화도.

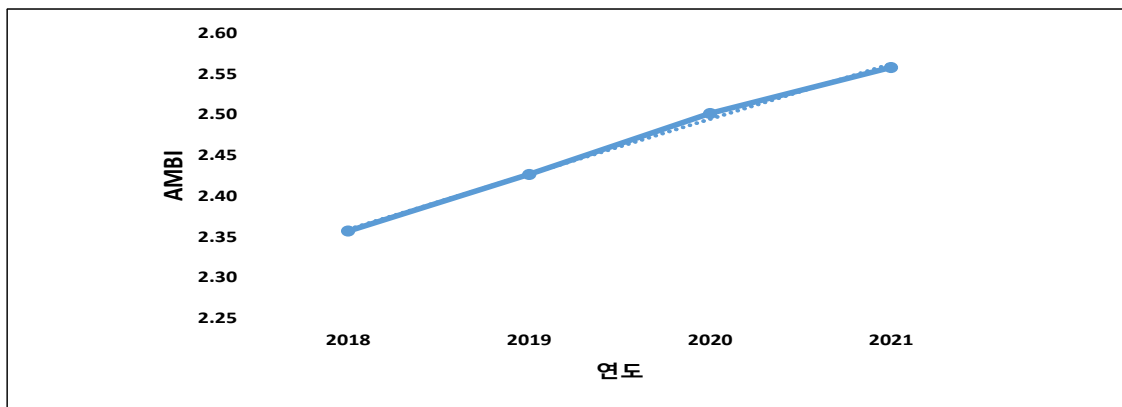


그림 47. 최근 4년간 신보령 화력발전소 주변 해역의 연도별 평균 AMBI.

- 연평균 AMBI 지수는 2.36~2.56 범위이며 2021년이 2.56으로 가장 높고 2018년이 2.36로 가장 낮아 2018년에 비해서 2021년이 0.2 증가하였음.
- 신보령 조하대의 ECOQS(Ecology Quality Status)는 2018년부터 2021년까지 비교적 양호한 상태를 나타냄.

2.4.2 BPI (태안)

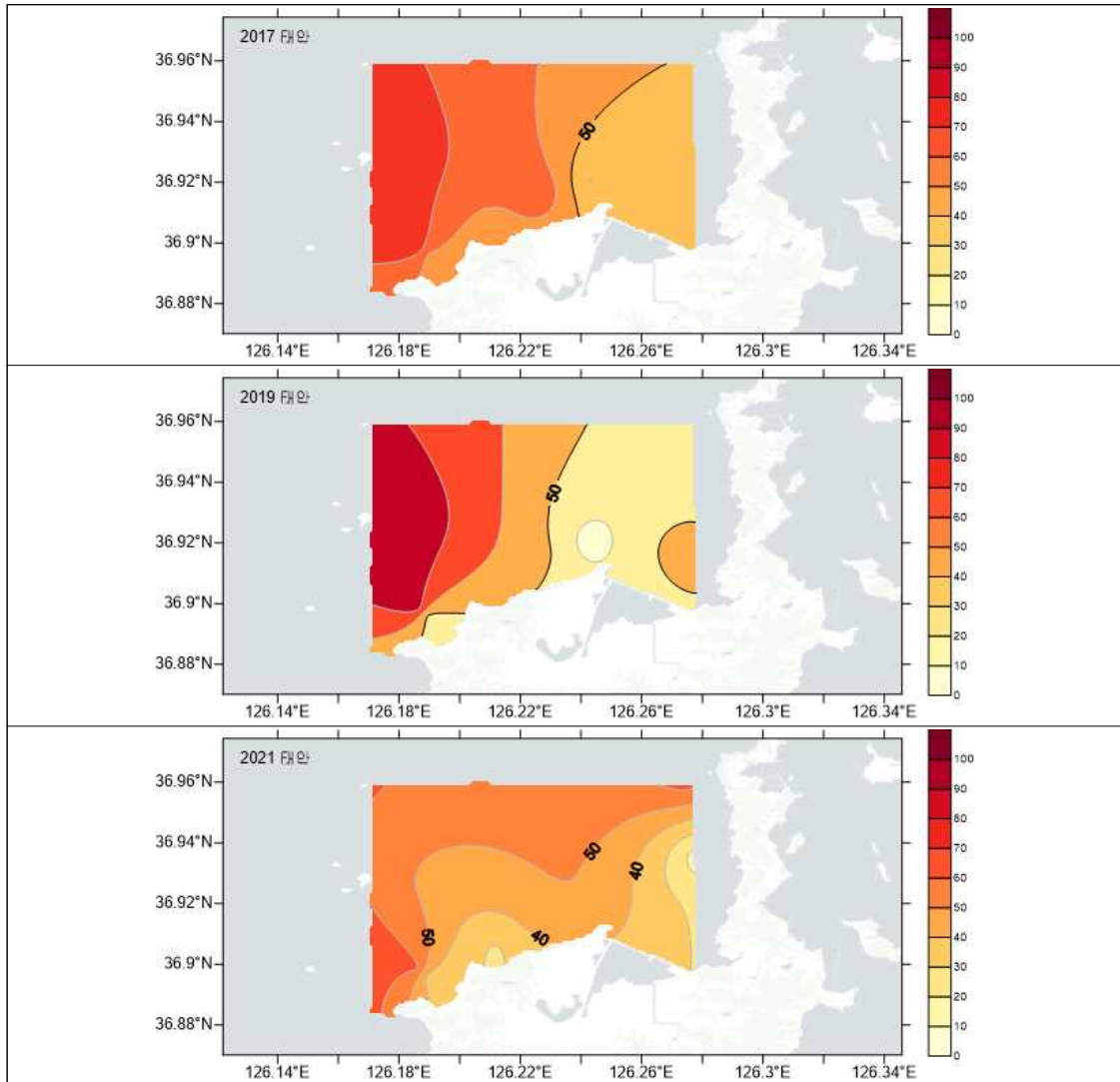


그림 48. 최근 5년간 태안 화력발전소 주변 해역의 연도별 BPI 변화도.

- 연평균 BPI 지수는 44.52~57.4 범위이며 2017년에 57.4로 가장 높고 2021년에 44.52로 가장 낮아 2017년에 비해 2021년이 12.9 감소하였음.
- BPI로 평가한 태안 조하대의 ECOQS(Ecology Quality Status)는 2017년과 2019년에 양호한 상태로 나타났지만 2021년에는 보통으로 나타남.

2.5 고찰 및 제언

- **식물플랑크톤의 경우** 배수방식과 밀접한 관계가 있는 것 같다. 최근 10년간 표층 방류를 하는 당진과 태안의 경우 종수와 현존량 모두 감소하는 경향을 보이며, 심층 방류를 하는 신보령 경우 종수는 아직 변화가 없으며, 현존량은 약간 감소하는 경향을 보인다. 신서천의 경우, 2021년부터 시험 가동 중이라 뚜렷한 생태계의 변화는 보이지 않는다. 우점종의 경우 당진, 태안 및 신보령 모두 계절에 따라 *Paralia sulcata*와 *Skeletonema costatum*이 최우점종이며, 신서천의 경우 *Cryptomonas* sp.가 우점종으로 출현한다. 다양도 지수는 당진, 태안은 최근까지 감소추세에 있으며, 신보령의 경우 최근에는 감소가 멈춰지고 있는 현상을 보인다. 클로로필 a의 경우는 전반적으로 감소하는 경향을 보이는데, 최근에 와서는 그 감소 폭이 심하다. 보다 중요한 것은 평균 수치가 서해안 평균치 아래에 있다는 것임.
- **동물플랑크톤의 경우**도 배수방식과 밀접한 관계가 있는 것 같다. 표층 방류를 하는 당진과 태안에서 종수에 있어서는 감소 경향을 보인 반면, 심층 방류를 하는 신보령과 신서천의 경우는 오히려 증가 추세를 보인다. 현존량에 있어서는 4개 지역 모두 감소 폭이 크게 나타나고 있다. 특히 최근 시험가동을 하고 있는 신서천의 감소가 크게 나타났다. 이는 아마 가동으로 인한 온배수의 방류가 일시적으로 동물플랑크톤의 군집에 영향을 준 것으로 사료된다. 우점종의 경우, 당진과 태안은 *Acartia*속, *Paracalanus*속 및 *Noctiluca scintillans*(야광충)가 계절에 따라 우점하며, 신보령의 경우 야광충이 전계절을 통해 우점한다. 신서천의 경우는 우점종이 계절별로 다양하게 나타난다. 다양도와 우점도 지수는 야광충이 우점하는 신보령의 경우 지수가 낮게 나타났으며, 그 외 지역은 평균치 이상으로 나타나고 있음.
- **조하대 저서동물의 경우**, 종수와 개체수의 밀도는 태안을 제외하고는 감소하는 경향을 보인다. 우점종의 경우 당진, 태안 및 신보령 모두에서 계절에 따라 오염지표종과 유기물 지표종으로 알려진 *Lumbrineris longifolia*와 *Heteromastus filiformis*가 대부분 우점종으로 나타났으며, 신서천의 경우 아직은 우점종의 다양성을 보이고 있다. 그러나 최근(2022년) 충남 화력발전소 온배수 해양환경조사(2차년도 보고서)에서는 신서천(심층 방류)의 경우 발전 전, 후 조하대 저서동물 군집의 변화가 확연하게 나타난다고 보고하고 있음.
- **저서생태계의 건강성지수를 나타내는 AMBI**의 경우, 당진, 태안 및 신보령에서 아직은 ECOQS(Ecology Quality Status)가 전반적으로 양호하나, 2014년 이후 점진적으로 나쁨 단계로 진행되고 있다는 것이다. 저서 오염지수를 나타내는 BPI지수의 경우, 태안에서 2017년과 2019년에서 양호한 상태로 나타났지만, 2021년에는 보통 상태로 진행되고 있음.
- 동,식물 플랑크톤과 저서동물의 경우, 우점종의 변화는 생물 군집에 속한 환경변화와 관련되어 있으며, 기회종과 같은 다른 종의 가입도 우점종의 변화를 유도하는 것으로 알려져 있다.
- 충남 화력발전소 주변 해양생태계는 최근 10여년간의 자료 분석에 의하면, 최근 시험 가동 중인

신서천 화력발전소 주변 지역 해양생태계를 제외하고, 대부분 종수, 현존량 및 개체수 밀도는 감소 중이며 우점종의 변화는 주변 생태계의 변화와 밀접한 관련이 있으므로 보다 세밀한 조사와 연구가 필요할 것으로 생각된다. 생태지수 중 다양도지수 또한 감소 증으로 나타났으며, 저서 생태계의 경우 생태계의 건강성 및 오염지수인 AMBI와 BPI에서도 현재 좋은 단계에서 나쁨 단계로 진행되고 있음을 알 수 있음.

- 충남 화력발전소 주변 생태계에 대한 조사는 최근에 와서 해양수산부와 해양환경공단(2019년)에서 발간된 조사 매뉴얼에 따라 환경 평가가 시행되고 있으며, 2019년 이전에는 시행기관에 따라 차이가 남을 알 수 있다. 그러므로 향후 이러한 매뉴얼을 기본으로 한 화력발전소 주변 생태계 조사에 필요한 항목을 추가한 새로운 매뉴얼이 필요함.
- 충남 화력발전소 주변 생태계에 대한 조사는 현재 시행되고 있는 화력발전소 사후 환경 평가와는 달리 기존 정점을 제외한 보다 폭넓은 정점을 중심으로 장기간(최소 10년 이상)에 걸친 정밀한 조사가 필요함.
- 조사내용도 기존 해수부와 해양환경공단에서 발간된 조사 지침에 추가가 필요한데, 식물프랑크톤의 경우 일차생산력 측정 항목의 추가가 필요하며, 저서동물의 경우 저서 환경 건강성 평가를 위한 지수 사용이 필요함.

제 3 장 발전소 주변 지역 지원사업 종류 및 시행자

3.1 발전소 주변 지역 지원사업 종류 및 시행자

3.1.1 배경

- 「발전소주변지역 지원에 관한 법률」(이하 ‘발전소주변지역법’)에 따라 발전소 주변지역(「전기사업법」 제2조제4호에 따른 발전사업자가 가동·건설 중이거나 건설할 예정인 발전소의 발전기가 설치되어 있거나 설치될 지정으로부터 반지름 5킬로미터 이내의 육지 및 섬 지역이 속하는 읍·면·동의 지역)에 대한 지원사업을 말한다.

3.1.2 목적

- 「발전소주변지역 지원에 관한 법률」(이하 ‘발전소주변지역법’)에 따라 발전소 주변지역에 대한 지원사업을 효율적으로 추진하고 전력사업에 대한 국민의 이해를 증진하여 전원 개발을 촉진하고 발전소의 원활한 운영을 도모하며 지역발전에 기여함을 목적으로 한다.

3.1.3 사업종류

- 지원사업계획 수립자 : 산업통상자원부장관이 매년 수립한다.
- * 필요시 기초단체장(시장, 군수 또는 구청장)은 산업통상자원부장관과 협의하여 그 지역의 지원사업에 대한 장기계획을 수립할 수 있음

표 75. 발전소 주변지역 지원사업 종류 및 시행자

사업종류		시행자
기본지원사업	소득증대사업	지방자치단체
	공공·사회복지사업	
	주민복지지원사업	
	기업유치지원사업	
	전기요금보조사업	발전사업자
육영사업		
특별지원사업	특별지원사업	지방자치단체
	집단지주지역지원사업	
그 밖의 지원사업	발전소 주변지역 지원사업 목적에 맞는 주민 협조 제고에 필요한 사업 (홍보사업 포함)	

3.1.4 관련 수립지침

- 기금운용계획 편성 및 사업계획의 수립 및 변경, 사업진행 및 결산 등은 「발전소 주변지역 지원사업계획 수립지침」에 따른다.

3.1.5 재원

- 지원사업에 드는 비용은 「전기사업법」 제48조에 따른 전력산업기반기금(이하 “기금”이라 한다)에서 부담한다.
- 기금에서 지원사업을 위하여 지원되는 금액(이하 “지원금”이라 한다)의 결정기준은 발전소의 종류·규모·발전량과 주변지역의 여건 등을 고려하여 5년마다 대통령령으로 정한다.

3.1.6 주변지역 지원사업심의 위원회

- 법 제3조제1항에 따른 주변지역지원사업심의위원회(이하 “위원회”라 한다)의 위원장은 산업통상자원부의 고위공무원단에 속하는 일반직공무원으로서 주변지역에 대한 지원사업(이하 “지원사업”이라 한다)을 관장하는 공무원이 된다.
- 위원은 다음 각호의 사람이 된다.
 - 지원사업과 관련이 있는 중앙행정기관의 국장급 직위에 있는 공무원 중에서 산업통상자원부장관이 지명하는 사람 5명 이내
 - 발전사업자 또는 해당 사업자를 대표하는 단체의 임원 중에서 산업통상자원부장관이 위촉하는 사람 3명 이내
 - 지역발전에 관한 학식과 경험이 풍부한 사람 또는 시민단체(「비영리민간단체지원법」 제2조에 따른 비영리민간단체를 말한다)에서 추천한 사람 중에서 산업통상자원부장관이 위촉하는 사람 4명 이내
- 위원회는 다음의 사항을 심의한다.
 - 지원사업계획
 - 지원금의 결정
 - 특별자치도·시·군 및 자치구(이하 “지방자치단체”라 한다)별 지원금의 배분
 - 지원금의 회수 등에 관한 사항
 - 지원사업의 평가에 관한 사항
 - 지원사업의 결산에 관한 사항
 - 지원사업계획 수립지침에 관한 사항
 - 지원사업의 중단에 관한 사항
 - 그 밖에 주변지역의 지원사업에 관하여 위원장이 필요하다고 인정하여 회의에 부치는 사항

3.1.7 주변지역 지원사업심의 지역위원회

- 발전소가 있는 지역을 관할하는 지방자치단체의 장은 법 제3조제2항에 따른 주변지역지원사업심의지역위원회(이하 “지역위원회”라 한다)를 발전소별로 설치할 수 있다.
- 지역위원회 위원장(이하 “지역위원장”이라 한다)은 발전소가 있는 지역을 관할하는 지방자치단체의 부시장·부군수 또는 부구청장이 된다.

○ 위원은 다음 각호의 사람이 된다.

- 주변지역이 속한 선거구에서 선출된 「공직선거법」 제20조제3항에 따른 지역구자치구·시·군의원 4명 이내. 다만, 지역구자치구·시·군의원이 4명을 초과하는 경우에는 지방의회의장의 추천에 따라 지역위원장이 위촉하는 사람 4명으로 하며, 원자력발전소 주변지역의 지역위원회인 경우에는 「공직선거법」 제20조제2항에 따른 비례대표자치구·시·군의원 중 1명을 추가할 수 있다.
- 발전소에 근무하는 직원 중 해당 발전소의 장이 지명하는 사람 각 1명
- 지방자치단체 소속 공무원 중 해당 지방자치단체의 장이 지명하는 사람 각 1명
- 지역발전에 관한 학식과 경험이 풍부한 사람 중 성별을 고려하여 지역위원장이 위촉하는 사람 4명(발전소의 장의 추천에 따라 위촉하는 2명을 포함한다) 이내
- 발전소 주변지역에 거주하는 사람으로서 학식과 덕망이 있는 사람 중 지방자치단체의 장이 위촉하는 사람 4명(발전소의 장의 추천에 따라 위촉하는 2명을 포함한다) 이내

○ 지역위원회는 다음의 사항을 심의한다.

- 결산 보고에 관한 사항
- 시행자별 계획에 관한 사항
- 장기계획에 관한 사항
- 그 밖에 해당 주변지역의 지원사업에 관하여 지역위원장이 필요하다고 인정하여 회의에 부치는 사항

3.1.8 집행

- 지원금은 제10조제2항에 따라 대통령령으로 정하는 바에 따라 주변지역에 사용한다. 다만, 지원사업의 효율적인 시행이나 지역의 균형 있는 발전 등을 위하여 대통령령으로 정하는 경우에는 주변지역이 속한 지방자치단체의 주변지역 외의 지역에 대하여 지원금을 사용할 수 있다. 이 경우 지원되는 사업의 종류와 지원금의 한도 등 구체적인 사항은 대통령령으로 정한다.
- 주변지역을 관할하는 지방자치단체가 둘 이상이면 그 지역에 대한 지방자치단체의 관할 면적비율, 인구비율, 발전소로부터의 거리, 소재지 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 지원금을 사용한다.

3.2 지역별 연간 발전소 주변 지역 지원 사업비 현황

- 충남에 소재한 4개 화력발전사업소의 지난 3년간 발전소 주변지역 지원사업비를 살펴보면, 각 사업소의 발전량과 규모에 따라 해당 소재 시군에 각각 매년 22~233억원까지의 지원사업 예산이 투입되었다.
- 4개 사업소의 2020년 지원사업 총액은 568억에 이르렀으나, 2021년 222억, 2022년 156억 수준으로 급격히 지원사업액이 매년 감소하고 있었다.
- 이는 코로나19 지속에 따른 관련 예산 삭감의 영향으로 보인다.(매년 감소 중, 서천군 제외)
- 다만 서천화력의 지원사업 규모는 2022년 늘어났는데, 이는 신서천 화력 건설에 따른 가동

재계에 따라 지원금 규모가 늘어난 것으로 파악되었다.

표 76. 지역별 연간 발전소 주변지역 지원사업비 현황

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	3년 총계
당진시	15,715	7,490	4,762	27,967
보령시	23,311	6,572	2,196	32,079
서천군	6,441	3,553	8,658	18,652
태안군	11,294	4,620	4,058	19,972
계	56,761	22,234	19,674	98,670

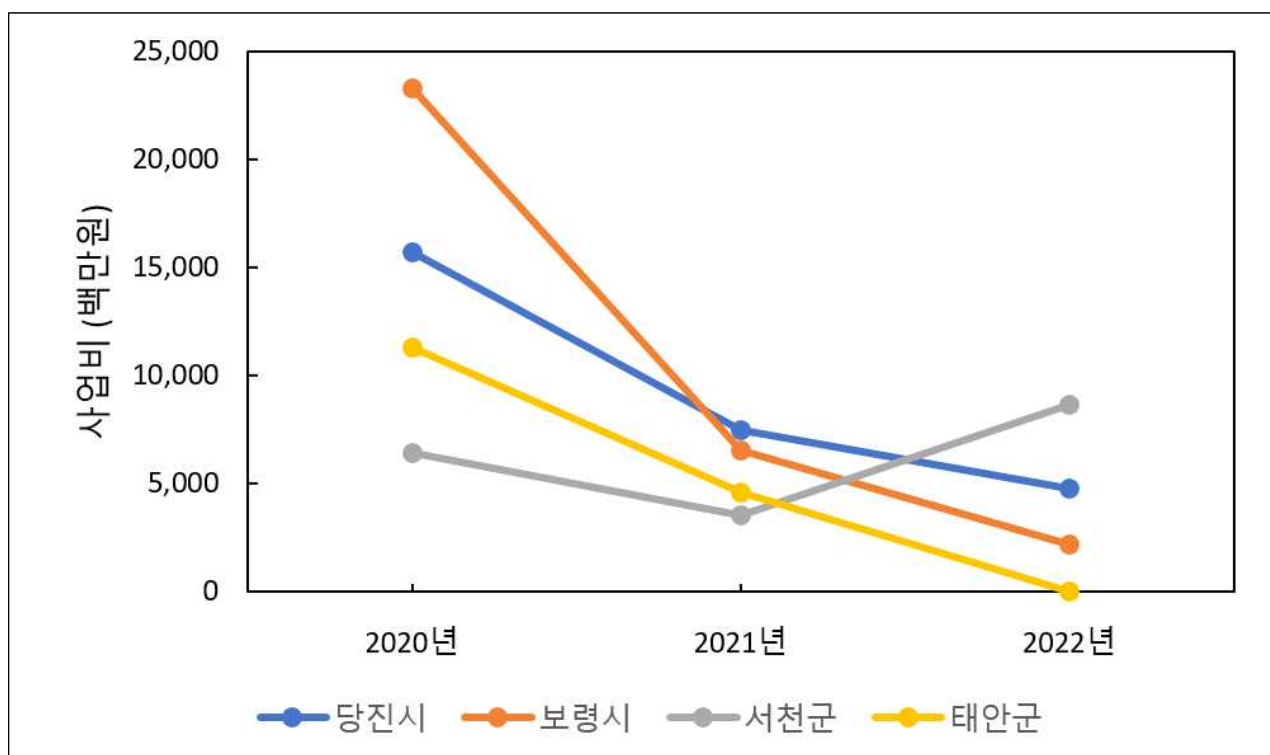


그림 49. 지역별 연간 발전소 주변 지역 지원사업비 현황

3.3 지역별 연간 발전소 주변 지역 지원사업비 중 해양관련 사업 현황

3.3.1 해양관련 사업 예산 규모 분석

- 지난 3년간 충남 도내 화력발전소 주변지역 지원사업비 중, 해양 관련 사업현황을 살펴보면, 3년간 투입 총액 987억원 중 38억원이 시행되었으며 이는 3.9%에 해당하는 비율이다.
- 전체 지원사업비 중, 지난 3년간 해양관련 분야의 지원사업비 금액으로 보면 당진시 14.6억, 보령시 10.7억, 서천군 6.9억, 태안군 6.0억원 순으로 지원사업이 시행되었다.
- 해양관련 사업비의 투입비율은 당진시 5.2%, 서천군 3.7%, 보령시 3.3%, 태안군 3.1% 순으로 나타났다.
- 발전소 지원사업비가 2020년 이후 매년 크게 감소하는 영향으로, 해양관련 사업의 비중도 2020년 17.1억 대비 2022년도에 9.4억까지 크게 감소하였다.
- 매년 도내 전체 발전소 주변지역 지원사업비 집행 예산 중 해양관련 지원사업비의 규모는 5% 미만으로 추진되고 있어, **해양수산 분야에서의 지원규모가 매우 부족함을 잘 나타내고 있다.**

표 77. 지역별 연간 발전소 주변지역 지원사업비 중 해양관련 사업 현황

(단위 : 백만원)

	전체 지원사업비				해양관련 사업			
	2020년	2021년	2022년	3년 총계	2020년	2021년	2022년	3년 총계
당진시	15,715	7,490	4,762	27,967	618 (3.9%)	440 (5.9%)	402 (8.4%)	1,459 (5.2%)
보령시	23,311	6,572	2,196	32,079	299 (1.3%)	499 (7.6%)	270 (12.3%)	1,068 (3.3%)
서천군	6,441	3,553	8,658	18,652	417 (6.5%)	135 (3.8%)	135 (1.6%)	687 (3.7%)
태안군	11,294	4,620	4,058	19,972	379 (3.4%)	84 (1.8%)	134 (3.3%)	597 (3.1%)
계	56,761	22,235	19,674	98,670	1,713 (3.0%)	1,158 (5.2%)	941 (4.8%)	3,812 (3.9%)

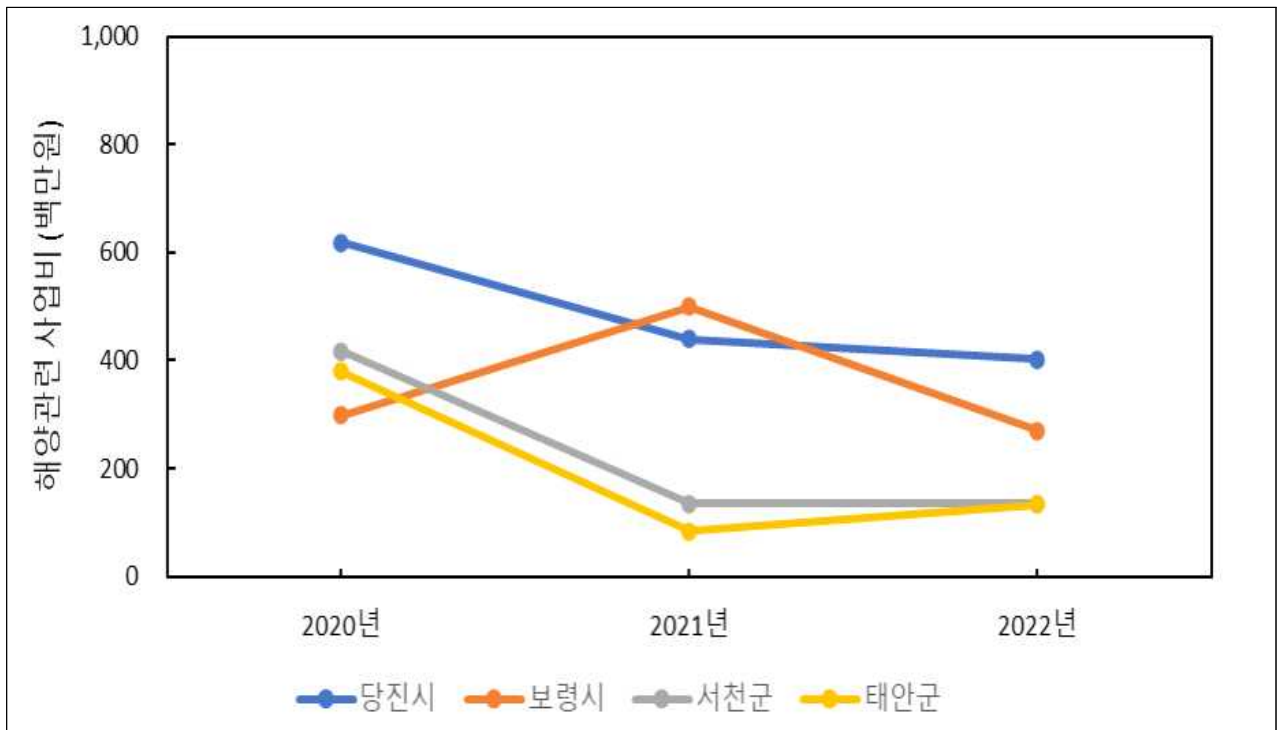


그림 50. 지역별 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업비 년도별 변화

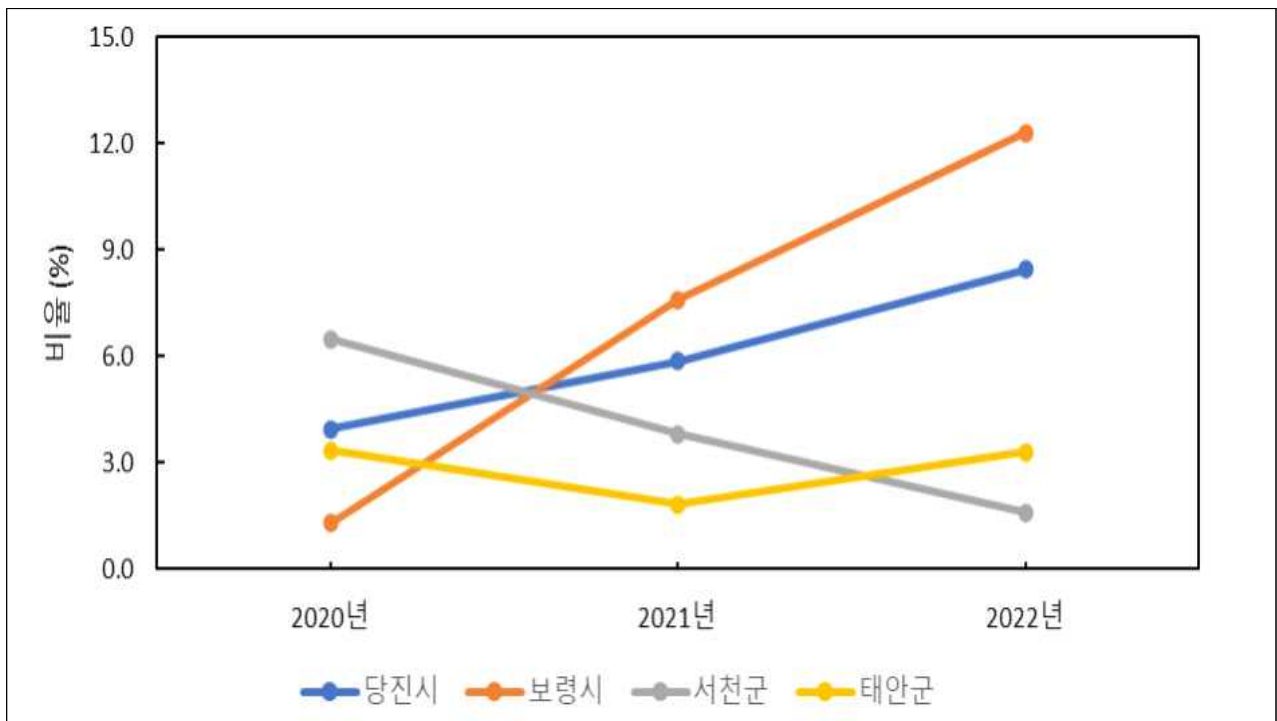


그림 51. 지역별 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업비 비율 변화

3.3.2 도내 4개 화력발전사업소 별, 지난 3년간 지원사업 추진현황

○ 각 발전사업소 별 지난 3년간 화력발전소 주변지역 지원사업 추진현황을 다음과 같이 분석하였다.

표 78. 당진시 2020년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천원)	비율(%)
해양 관련 사업	618,194	3.9
석문면 수산업 조성사업	588,194	3.7
난지어촌계 냉동탑차 구입사업	30,000	0.2
기타 사업	15,096,736	96.1
석문양식장 진입로 정비사업	60,000	0.4
석문양식업	1,737,656	11.1
석문노인대학 운영비	30,000	0.2
당진화력 민간환경감시기구 운영사업	297,000	1.9
고대면 공공시설 부지구입사업	71,061	0.5
고대면 농로포장 및 배수로 정비사업	7,503	0.0
발전소 주변 지역 지원사업 장기계획수립 용역	56,425	0.4
석문면 농로포장 및 배수로 정비사업	829,308	5.3
석문요양병원 부지매입 및 부지조성사업	193,332	1.2
승리봉근린공원 조성사업	352,428	2.2
연내반납	37,355	0.2
채운공원 조성사업	3,439,000	21.9
항곡리 마을창고 건립사업	68,346	0.4
항곡리 마을회관 및 마을창고 주변 정비사업	11,654	0.1
교로1리 다목적복지센터 건립사업	496,422	3.2
교로2리 농지구입사업	696,781	4.4
교로3리 저온저장고 건립사업	1,697,414	10.8
교로3리 주유소 차량구입 및 주유소 시설개선사업	339,714	2.2
난지1리 농지구입사업	447,845	2.8
난지1리 마을복지시설 리모델링 사업	15,000	0.1
난지2리 농지구입사업	384,050	2.4
삼봉1리 농지구입사업	171,802	1.1
삼봉1리 마을회관 리모델링 및 집지구입사업	45,173	0.3
삼봉2리 농지구입사업	213,882	1.4
삼봉2리 마을회관 집지구입사업	4,299	0.0
삼봉2리 원룸보수공사사업	31,537	0.2
삼봉3리 마을 공공시설 건립사업	448,009	2.9
삼봉4리 농지구입사업	217,774	1.4

삼봉4리 태양광사업	167,183	1.1
삼화1리 마을 공공시설 건립사업	104,092	0.7
삼화1리 마을회관 및 공공시설 부지조성사업	3,066	0.0
삼화2리 농지구입사업	145,316	0.9
삼화2리 태양광사업	55,525	0.4
삼화3리 태양광사업	121,471	0.8
장고항1리 농지구입사업	240,553	1.5
장고항2리 농지구입사업	125,990	0.8
장고항2리 잔치관 건립사업	301,059	1.9
장고항2리 잔치관 집기구입사업	24,000	0.2
장고항3리 농지구입사업	146,829	0.9
초락1리 농지구입사업	296,378	1.9
초락1리 태양광사업	140,863	0.9
초락2리 다목적체육관 건립사업	245,763	1.6
초락2리 마을회관 집기구입사업	7,464	0.0
통정1리 농지구입사업	306,545	2.0
통정2리 농지구입사업	263,868	1.7
전체 사업	15,714,930	100.0

표 79. 당진시 2021년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천 원)	비율 (%)
해양 관련 사업	439,614	3.8
수산종묘 방류	333,614	4.5
패조류 투석	106,000	1.4
기타 사업	7,050,306	96.2
냉온장탑차 취득	25,580	0.3
노인대학운영	54,544	0.7
농지 취득	1,826,820	24.4
다목적체육관 건립	228,763	3.1
마을 공공시설 기능보강	296,922	4.0
마을 공공시설 조성	184,804	2.5
마을운영식당 기능보강	168,835	2.3
민간환경감시기구 운영	297,000	4.0
소규모 주민 숙원	523,756	7.0
연내반납	233,159	3.1
저온저장고 조성	2,063,946	27.6
주야간 보호센터 조성	645,037	8.6
주유소시설 개선	235,714	3.1
태양광발전시설 조성	265,427	3.5
전체 사업	7,489,920	100.0

표 80. 당진시 2022년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천 원)	비율 (%)
해양 관련 사업	401,500	8.4
수산종자 방류	187,000	3.9
패조류 투석	214,500	4.5
기타 사업	4,360,734	91.6
농산물저장시설 조성	102,694	2.2
농지 취득	1,808,446	38.0
마을 공공시설 기능보강	210,507	4.4
마을운영식당 기능보강	221,435	4.6
민간환경감시기구 지원	297,000	6.2
석문노인대학 프로그램 지원	30,000	0.6
소규모 주민 숙원	504,168	10.6
연내반납	197,613	4.1
임시 사무동 조성	30,000	0.6
저온저장고 조성	127,897	2.7
주야간보호센터 조성	429,837	9.0
태양광발전시설 조성	401,136	8.4
전체 사업	4,762,234	100.0

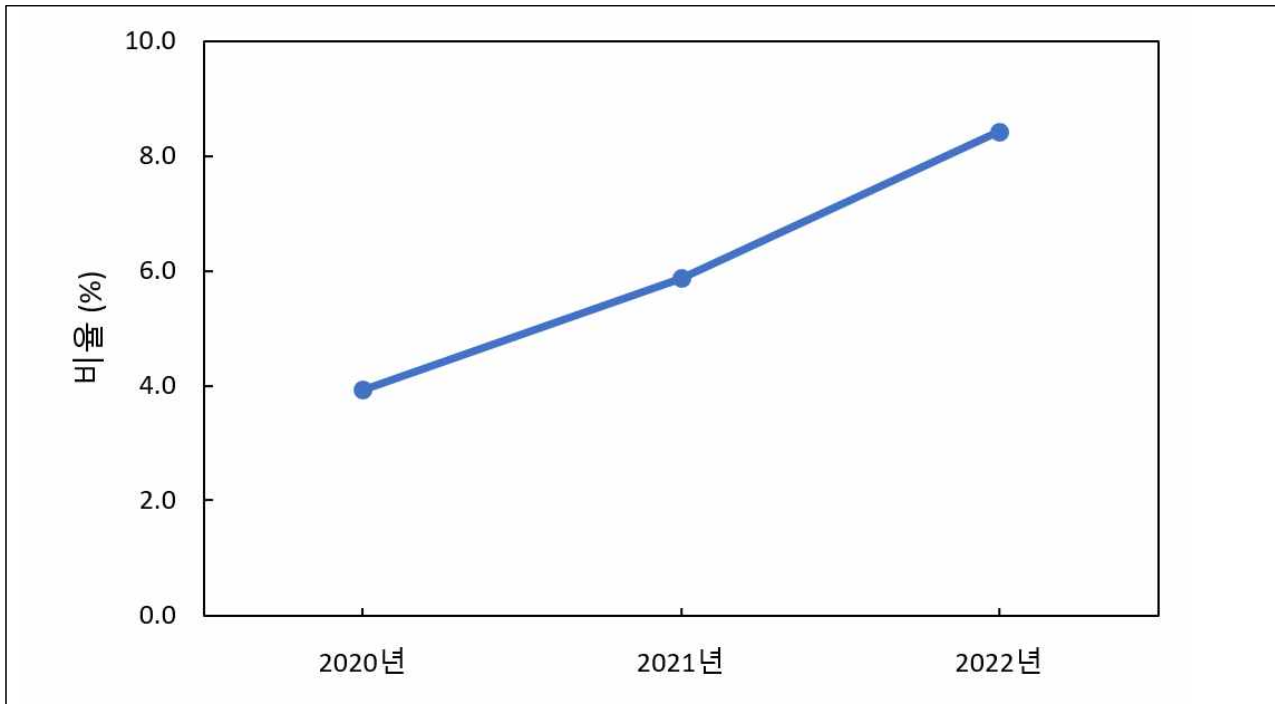


그림 52. 당진시 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 연도별 변화

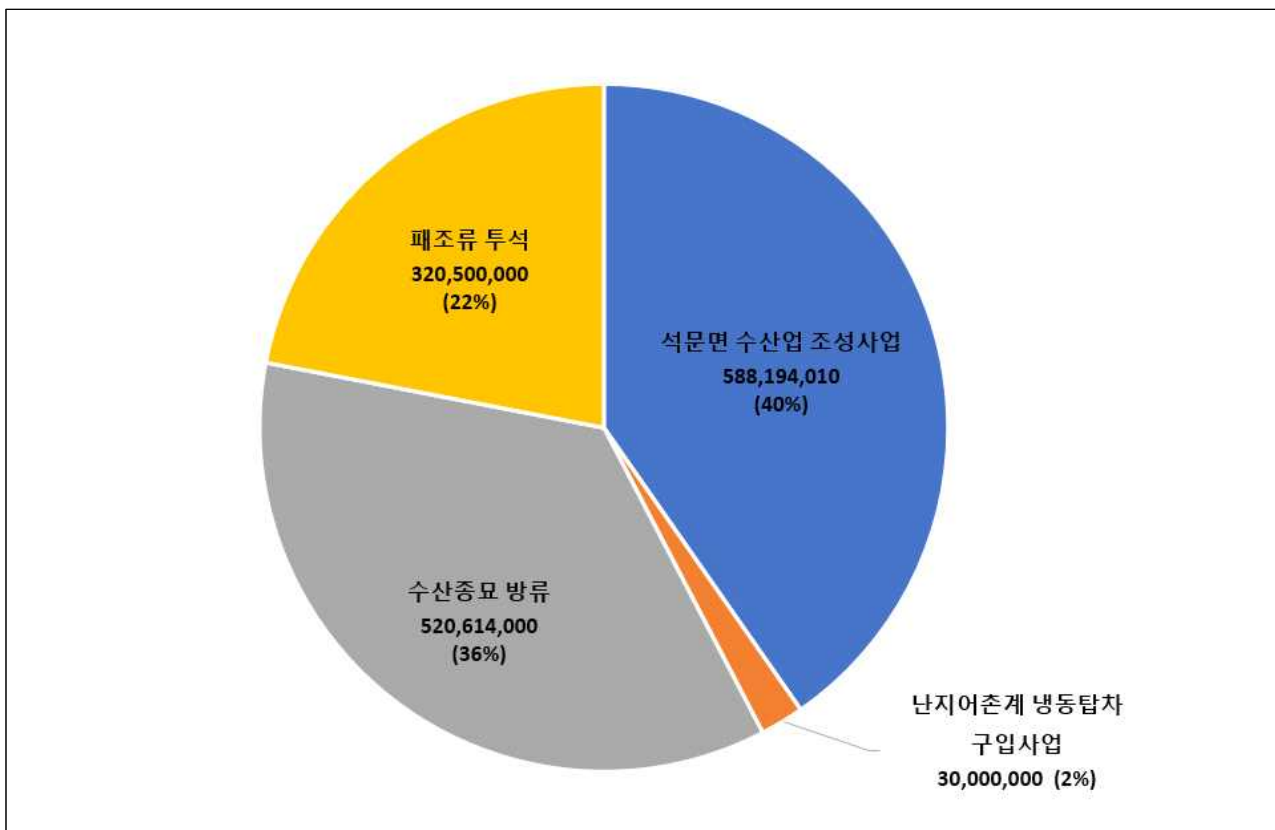


그림 53. 당진시 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 현황

표 81. 보령시 2020년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천 원)	비율 (%)
해양 관련 사업	299,074	1.3
유원지 및 염성해변 환경정화	2,000	0.0
해삼종자 살포	82,000	0.4
바지락 종자살포	86,000	0.4
해산물 종묘	38,000	0.2
마을공동 낚시어선 수리보완 용역	91,074	0.4
기타 사업	23,011,729	98.7
오천면 주민자치운영지원-보령소수력	10,149	0.0
원산2리 복지회관운영지원-신보령기본	11,012	0.0
LPG 소형저장탱크 보급사업	389,228	1.7
주교1리 마을공동소득사업용 건물신축-신보령특별	20,967	0.1
주포면주민자치센터관리-보령화력기본	6,000	0.0
창암1리 경로당 가스시설 설치	400	0.0
학성2리 농기계보관창고 건축	18,755	0.1
보령.신보령화력발전소 주변 기본지원 사업비 일반회계 전출	211,200	0.9
보령1리 보행관리기 구입	2,000	0.0
신보령화력발전소 주변 특별지원 사업비 일반회계 전출	11,878,100	51.0
장기이월금 사업비 집행잔액	125,062	0.5
마을별 마을공동농지구입	2,162,732	9.3
마을별 마을공동농기계 구입	1,039,961	4.5
마을별 하계방역	27,986	0.1
마을별 토지 및 건물 매입	941,149	4.0
마을별 방송시설 설치 및 보수	40,273	0.2
마을별 마을회관 부지매입	111,054	0.5
마을별 마을공동시설운영	58,926	0.3
마을별 마을환경정화	179,453	0.8
마을별 마을공동차량 구입	243,110	1.0
마을별 태양광발전사업	5,027,886	21.6
마을별 마을회관 시설정비 및 보수	74,230	0.3
마을별 CCTV 설치	80,223	0.3
마을별 물품 구입	89,090	0.4
마을별 상수도 급수시설 설치 및 공사	86,052	0.4
마을별 농업용 관정설치	144,443	0.6
마을별 저온창고 설치	32,290	0.1
전체 사업	23,310,803	100.0

표 82. 보령시 2021년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천원)	비율 (%)
해양 관련 사업	499,121	7.6
유원지 및 염성해변 환경정화	4,556	0.1
해양수산물관리선	397,130	6.0
낙시어선 수리보완	24,445	0.4
바지락 종자 살포	57,600	0.9
해삼공장 집기구입	15,390	0.2
기타 사업	6,072,988	92.4
마을별 농기계 구입	909,047	13.8
마을별 물품구입	95,916	1.5
마을별 비료구입	54,037	0.8
마을별 집기구입	37,370	0.6
마을별 공용차량 구입 (영농차량)	94,503	1.4
마을별 분무기 구입	38,281	0.6
마을별 농지구입	393,044	6.0
관창3리 마을상수도 모터구입	2,800	0.0
마강2리 제설작업용 장비 구입	5,593	0.1
은포4리 마을공동방제 드론 구입	30,081	0.5
마을별 토지매입	232,613	3.5
마을별 마을공동시설 운영지원	140,315	2.1
마을별 마을환경정화	169,900	2.6
마을별 상수도급수시설 설치 및 공사	13,329	0.2
마을별 방송시설 설치 및 보수	47,131	0.7
마을별 cctv 설치	67,148	1.0
마을별 농업용 관정설치	34,210	0.5
성주3리 재활용 쓰레기 수거함 설치	2,600	0.0
송학3리 마을공동 육묘장 설치	7,000	0.1
마을별 화단 조성사업	29,000	0.4
마을별 태양광발전사업	1,047,069	15.9
내평리 주민쉼터 보수	8,008	0.1
고대도 마을안길 매입포장	48,333	0.7
신보령화력특별 지원 사업비 일반회계 전출	2,126,900	32.4
마을별 건물 신축	381,832	5.8
성동3리 경로당 비가림시설 및 다용도실 증축	18,828	0.3
성주7리 마을회관 싱크대등	10,000	0.2
신대2리 마을공동시설 부지 기반조성	21,700	0.3
은포3리 마을공동쓰레기수거함 지붕 제작	4,400	0.1
주포면 주민자치센터 관리	2,000	0.0
전체 사업	6,572,109	100.0

표 83. 보령시 2022년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천원)	비율 (%)
해양 관련 사업	270,009	12.3
수산물특산물집적화센터 토지매입	128,943	5.9
마을해삼공장 집기구입	8,610	0.4
해양수산물 관리선 보조금 및 사업이월	132,456	6.0
기타 사업	1,926,074	87.7
마을별 농기계 구입	669,351	30.5
마을별 공동물품 구입	55,239	2.5
마을별 비료구입	16,060	0.7
마을별 집기구입 및 방수공사	17,962	0.8
은포4리 마을영농차량 구입	21,600	1.0
호도리 굴삭기 구입	92,302	4.2
신덕3리 마을 고구마 보관 컨테이너 구입	6,612	0.3
죽정1동 마을회관 앰프 구입	2,215	0.1
하만3리 마을공동방역 분무기 구입	11,021	0.5
마을공동 토지매입	352,483	16.1
마을별 공동버스 운영지원	46,800	2.1
마을별 공동시설 운영지원	16,400	0.7
원산2리 복지회관 운영지원	28,950	1.3
원산3리 마을공동 한과공장 운영지원	16,400	0.7
원산3리 마을회관 운영지원	10,000	0.5
원산1리 마을공공시설 운영지원 및 방역	31,605	1.4
마을별 환경정화	137,922	6.3
마을회관 증축 및 보수	208,362	9.5
봉당2리 경로당 철거공사	3,990	0.2
은포1리 마을공동창고 신축공사	109,771	5.0
성주4리 노인회관 화장실 설치개화	1,500	0.1
개화3리 경로당 수납 찬장 설치	637	0.0
궁포2리 마을방송 무선스피커 설치	6,612	0.3
성주4리 노인회관 화장실 설치보령	2,000	0.1
마을 CCTV설치	19,028	0.9
신대1리 상수도 급수시설 설치	7,500	0.3
신대3리 마을공동 쓰레기 집하장 제반설치	12,600	0.6
신대4리 마을회관 공동창고컨테이너 설치	7,150	0.3
장은3리 마을방송 시설 설치	6,602	0.3
은포3리 마을공동 쓰레기 수거함 제작	3,200	0.1
개화1리 쓰레기 수거장 신축	4,200	0.2
전체 사업	2,196,083	100.0

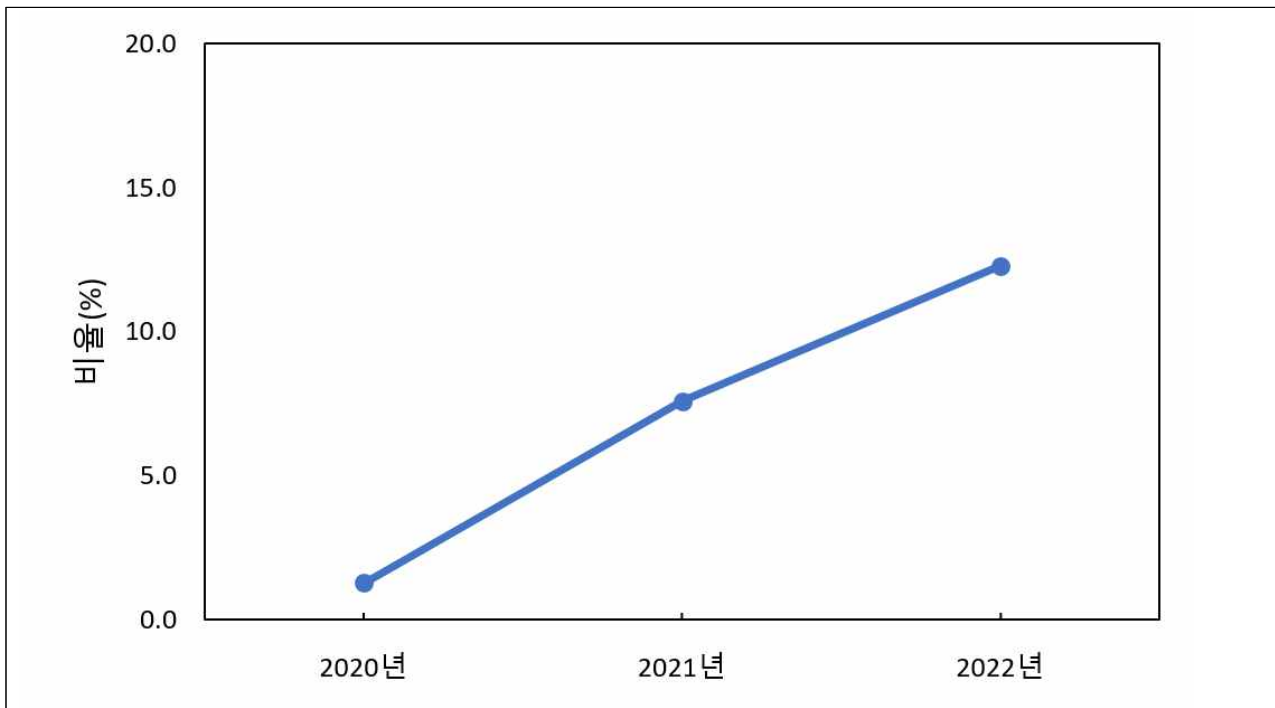


그림 54. 보령시 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 연도별 변화

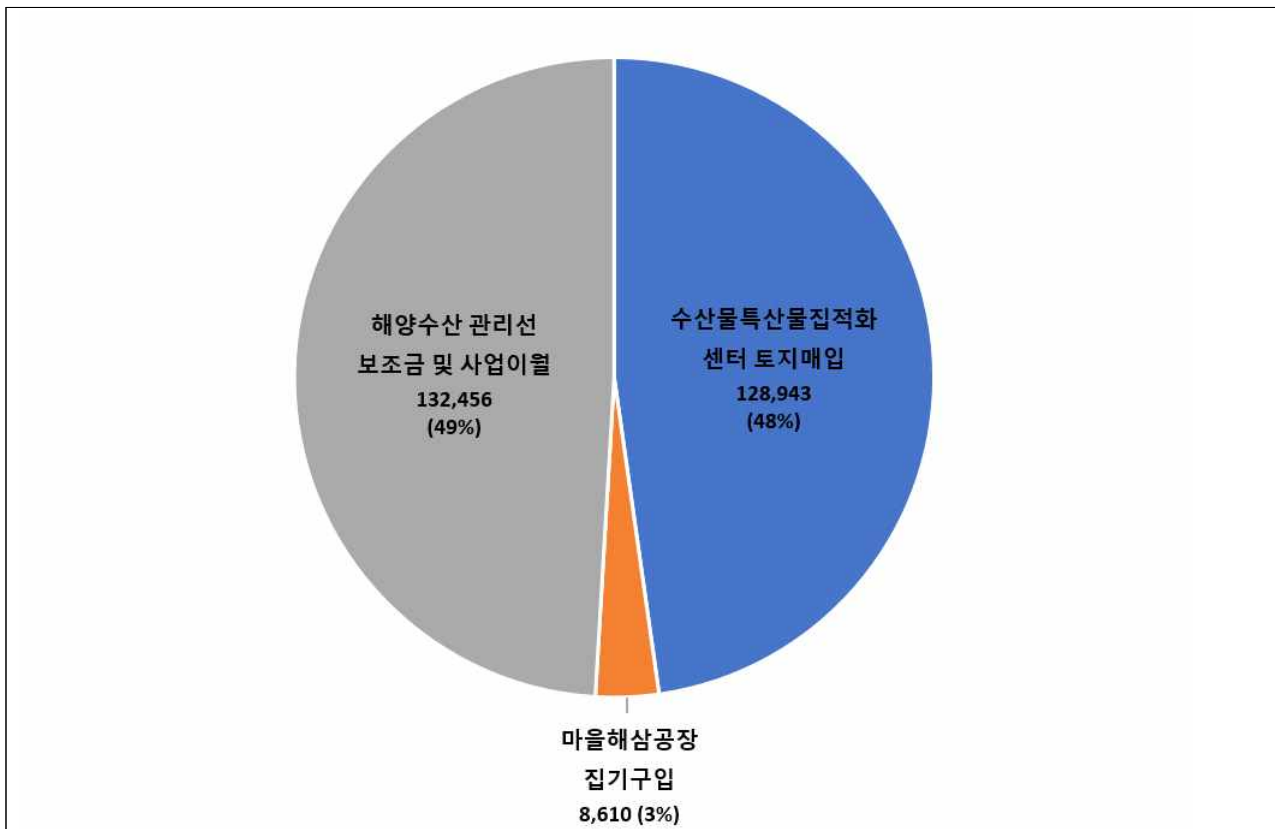


그림 55. 보령시 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 현황

표 84. 서천군 2020년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천 원)	비율 (%)
해양 관련 사업	417,400	6.5
수산종묘방류사업	70,000	1.1
불가사리수매사업	35,000	0.5
항포구 쓰레기 처리사업	30,000	0.5
마량 바다낚시 체험장 조성	274,000	4.3
마서 죽산마을 어민 공동 작업장 설치	8,400	0.1
기타 사업	6,023,900	93.5
농로확포장 및 배수로 정비	98,300	1.5
서면 면민의 집 운영	62,400	1.0
주민 문화프로그램 발표	10,000	0.2
춘장대 해양체험파크 조성	1,000,000	15.5
경로당 운영비 지원	26,000	0.4
발주변 지역 유선방송료 지원	81,600	1.3
동포마을 신활력마을센터 구축	203,000	3.2
당포마을 훈훈공동생활홈 구축	2,000	0.0
월리마을 에너지자립휴양센터	500,000	7.8
합전마을 나눔 공동생활 홈 사업	200,000	3.1
춘장대 공동주차장 건립	880,000	13.7
요치마을 공동주차장 건립	500,000	7.8
서천 외곽도로 확포장사업	1,500,000	23.3
봄의마을 주변 재정비사업	100,000	1.6
개야리 화합복지회관 사업	100,000	1.6
대부사 화합 한마당 사업	70,000	1.1
장동마을 진입도로 확포장	100,000	1.6
월하성 LPG 배관망 설치사업	571,000	8.9
항포구 및 관광지 폐기물처리사업	19,600	0.3
전체 사업	6,441,300	100.0

표 85. 서천군 2021년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천원)	비율 (%)
해양 관련 사업	135,000	3.8
수산종묘 방류사업	70,000	2.0
불가사리 수매사업	35,000	1.0
항포구 쓰레기 처리사업	30,000	0.8
기타 사업	3,417,800	96.2
송석항 어장진입로 사리부설	6,840	0.2
농로 확포장 및 배수로 정비사업	78,000	2.2
서면 면민의 집 운영	62,000	1.7
주민 문화프로그램 발표	10,000	0.3
경로당 운영비 지원	26,000	0.7
발전소 주변 지역 유선방송료 지원	82,000	2.3
합전마을 나눔 공동생활 홈 사업	300,000	8.4
마량리 LPG 배관망 시설사업	700,000	19.7
당포마을 훈훈공동생활홈 구축	38,000	1.1
개야리 화합복지관 신축사업	400,000	11.3
대부사 화합 한마당 사업	430,000	12.1
서천 외곽도로 확포장공사	269,000	7.6
봄의마을 주변 재정비사업	1,000,000	28.1
원수리 마을안길 포장 및 배수로 정비사업	15,960	0.4
전체 사업	3,552,800	100.0

표 86. 서천군 2022년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천 원)	비율 (%)
해양 관련 사업	135,000	1.6
수산종묘 방류사업	70,000	0.8
불가사리 수매사업	35,000	0.4
항포구 쓰레기 처리사업	30,000	0.3
기타 사업	8,522,952	98.4
농로 확포장 및 배수로 정비사업	87,400	1.0
서면 면민의 집 운영	40,000	0.5
치매 예방 공예활동 프로그램	10,000	0.1
경로당 운영비 지원	26,000	0.3
발전소 주변 지역 유선방송료 지원	104,600	1.2
발전소 주변 지역 주민 건강검진비 보조사업	120,000	1.4
홍원마을 다목적 역량센터	1,000,000	11.6
서천 화력선 폐선로 주민복합문화 재생사업	333,000	3.8
춘장대해수욕장 해양체험파크 조성사업	2,119,252	24.5
당포마을 훈훈공동생활홈 구축	460,000	5.3
동포마을 신활력마을센터 구축	297,000	3.4
장동마을 진입도로 확포장	400,000	4.6
봄의마을 주변 재정비사업	400,000	4.6
내도둔 문화복지시설 신축사업	1,000,000	11.6
선돌 생활체육시설 설치사업	500,000	5.8
봉하마을 주민편의시설 및 경관 작물 식재단지 조성	500,000	5.8
월하성 공동주차장 조성사업	500,000	5.8
대부사 화합 한마당 사업	80,000	0.9
해양생물자원관 진입도로 개설공사	531,000	6.1
원수2리 마을안길 아스콘 포장사업	10,290	0.1
백사마을 건강도우미 지원사업	4,410	0.1
전체 사업	8,657,952	100.0

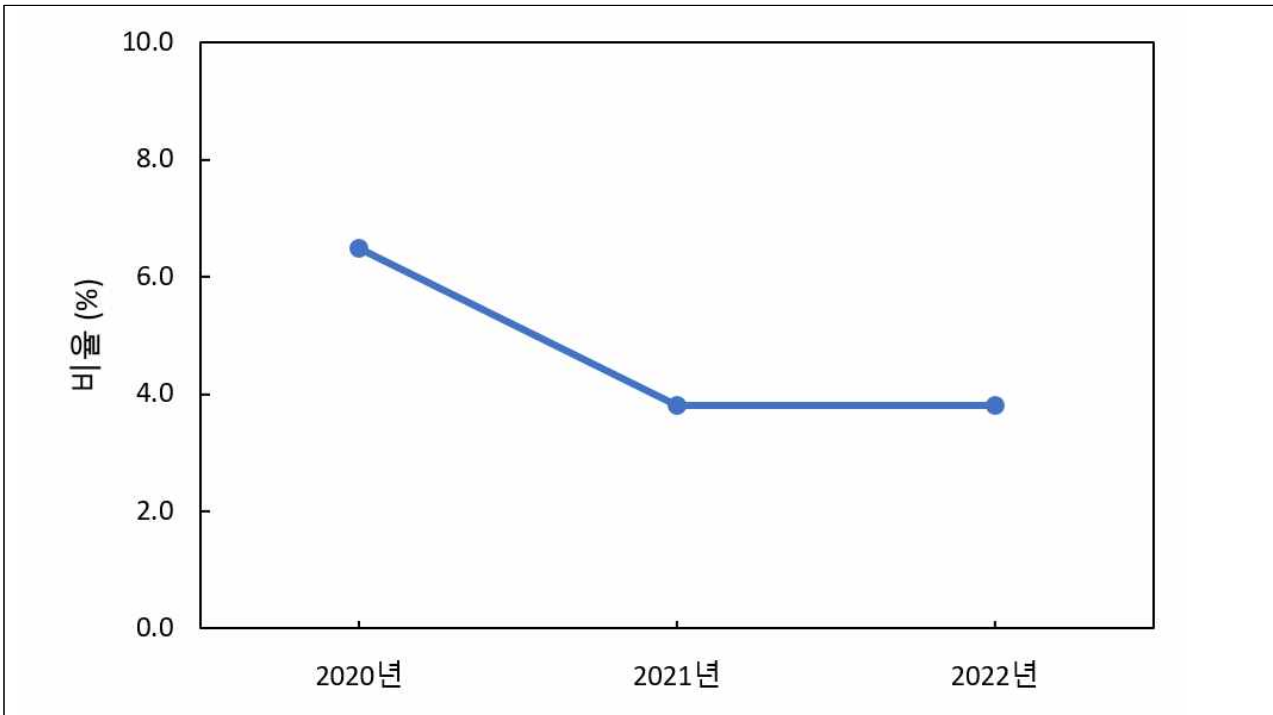


그림 56. 서천군 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 연도별 변화

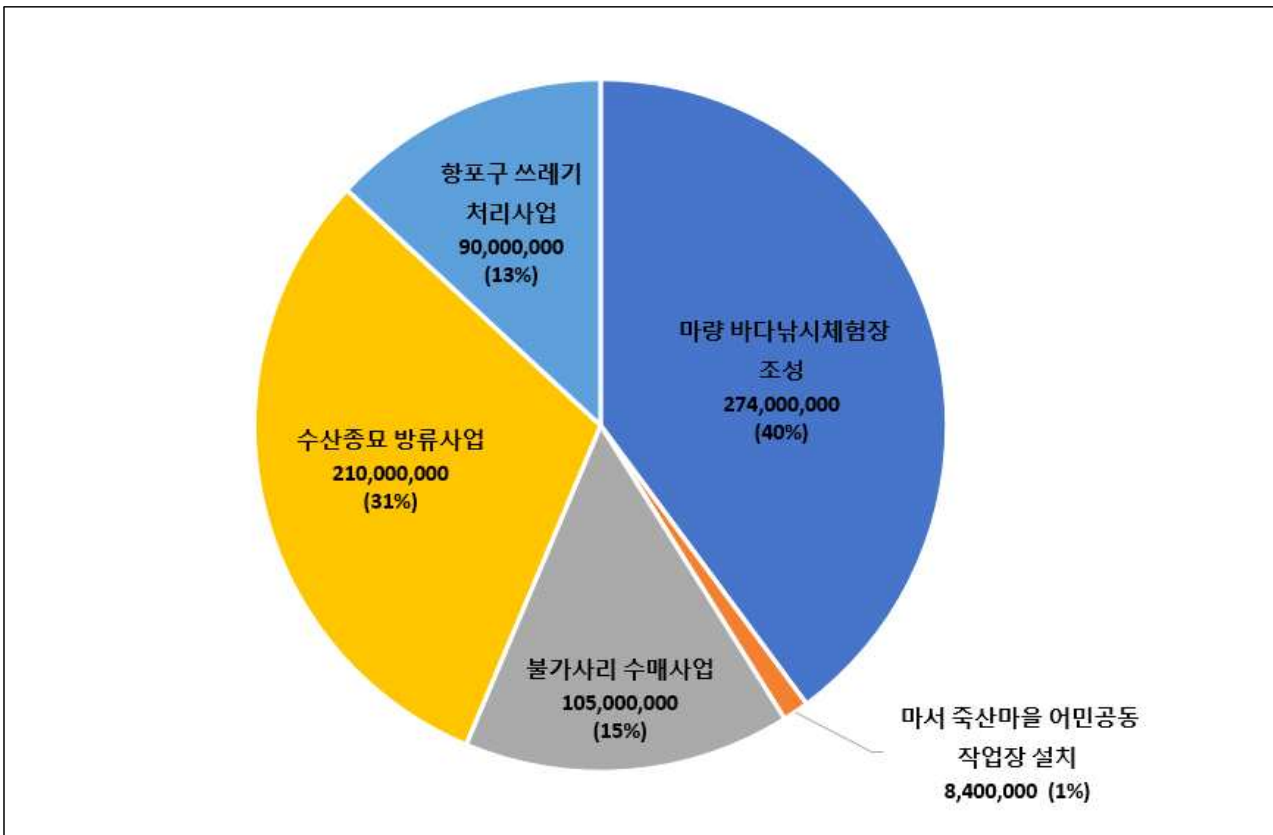


그림 57. 서천군 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 현황

표 87. 태안군 2020년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천원)	비율 (%)
해양 관련 사업	378,940	3.4
수산물증식사업(종묘살포)	60,000	0.5
갯벌체험용 토지구입	100,940	0.9
꾸지나무골해수욕장 관리사 신축	218,000	1.9
기타 사업	10,915,391	96.6
반계1리 공동시설 포장공사	55,000	0.5
이곡2리 건강 관리장비 구입	19,200	0.2
양산2리 공동육묘장 설치	3,660	0.0
내2리 농수산물판매장 신축	3,584	0.0
마을 공동 회관 건립 및 보수	600,107	5.3
당산3리 공동축사 스키드로터구입	47,960	0.4
당산3리 농업용 드론구입	35,000	0.3
창기2리 농업용 관정개발(서산)	7,500	0.1
창기7리 수해굴 공동작업장 설치(서산)	30,852	0.3
달산1리 마을안길 정비사업(서산)	16,000	0.1
원청리 게이트볼장 건립 사업(서산)	26,000	0.2
내3리 농어업자재 구입(대산그린)	18,944	0.2
달산2리 벚꽃길 조성사업(신온)	3,000	0.0
원북면 소재지 도시미관 개선사업	200,000	1.8
반계3리 공동저수지 시설사업	20,137	0.2
내2리 공유수면 점사용 허가	2,500	0.0
내3리 복지센터 운동기구 구입	7,400	0.1
내3리 어장진입로 포장	44,175	0.4
경로당 신축 및 새단장	247,832	2.2
이원간척지 스마트팜 기반조성사업	70,000	0.6
창기4리 상수도 급수지원사업(팔도)	13,000	0.1
대기2리 관정개발	80,000	0.7
마을 토지매입 및 구입	1,633,458	14.5
마을 농기계 구입	3,097,329	27.4
마을 농자재 구입	105,294	0.9
마을 저온저장고 구입 및 설치사업	612,579	5.4
마을 태양광발전 사업	1,092,828	9.7
마을 환경정비 사업	71,778	0.6
마을 물품 구입	435,167	3.9
마을 공동회관 리모델링	39,483	0.3
마을 CCTV 설치	32,350	0.3
마을 집기 구입	223,544	2.0
마을 지하수 개발사업	163,735	1.4
마을 화장실 설치 및 정비	80,810	0.7
마을 농산물 규격출하 사업	65,002	0.6
마을 공동 창고 건립	1,133,482	10.0
마을 공동민박 사업	576,701	5.1
전체 사업	11,294,331	100.0

표 88. 태안군 2021년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천원)	비율 (%)
해양 관련 사업	84,195	1.8
드르니 어촌계 해삼종묘 이식사업	22,000	0.5
수산증식 사업(종묘사업)	60,000	1.3
어선 고압세척기 구입	2,195	0.0
기타 사업	4,535,420	98.2
보관창고 설치 및 부지매입	400,104	8.7
마을 농기계 구입 및 설치(농기계 관련)	1,254,339	27.2
마을 저온저장고 설치사업	537,702	11.6
마을 농자재 구입	123,416	2.7
마을 공동 토지 구입	393,104	8.5
마을 공동회관 리모델링	132,511	2.9
마을 정비사업	71,920	1.6
마을 물품 구입	78,394	1.7
스마트팜 시설확충 및 재배기술 확보	807,000	17.5
마을 태양광발전 설치사업	242,252	5.2
대기1리 눈썰매장 조성 사업	20,000	0.4
반계3리 공동충장비 구입	30,000	0.6
반계3리 송수관 매설 및 수조 구입	30,000	0.6
원북면 농산물 규격출하 사업	65,000	1.4
이곡2리 경로당 비가림 설치공사	3,000	0.1
황촌2리 다목적 마을회관 신축사업	30,000	0.6
내3리 마을 LPG 배관설비	61,665	1.3
포지3리 마을회관 입구도로 포장사업	10,000	0.2
포지3리 농수산물 전처리 시설 설치	10,000	0.2
포지3리 농업용 트럭 구입	28,000	0.6
몽산1리 집하장 칸막이 설치사업	3,000	0.1
중장5리 체험마을 교육비품 및 안정장비 구입	20,000	0.4
창기2리 농업용 관정개발	7,500	0.2
황도리 마을 관리사무소 설치	11,960	0.3
달산3리 의료기기 구입	22,000	0.5
원청리 별주부마을 문화센터 보수	16,000	0.3
반계3리 송수관 매설 및 수조 구입	10,000	0.2
대기2리 물탱크 구입 및 배관공사	6,305	0.1
마산2리 농업용 종자 구입	7,430	0.2
당산1리 농경지 정비	10,000	0.2
원북면 소재지 도시미관 개선사업	92,817	2.0
전체 사업	4,619,615	100.0

표 89. 태안군 2022년 발전소 주변 지역 지원사업 현황

사업명	사업비 (단위:천 원)	비율 (%)
해양 관련 사업	133,900	3.3
드르니 어촌계 해삼종묘 이식사업	13,000	0.3
수산증식 사업 (종묘살포)	60,000	1.5
활곡어촌계 바지락작업용 경운기 구입	36,500	0.9
어선 고압세척기 구입 및 슬리베이 설치	10,000	0.2
만대영어조합 어구 및 자재 구입	14,400	0.4
기타 사업	3,923,800	96.7
마을별 배수로 정비공사	343,825	8.5
마을별 공동 농기계 구입	1,252,271	30.9
마을별 저온저장고 등 보관시설 설치사업	537,686	13.3
마을별 마을안길 포장공사	155,825	3.8
마을별 태양광 발전 사업	126,000	3.1
마을별 농자재 구입	115,316	2.8
마을별 회관 및 편의시설 관련 토지구입	391,294	9.6
마을별 민원해소 장비임차	199,100	4.9
반계2리 지역주민을 위한 건강지원사업	63,000	1.6
이곡2리 경작로포장 및 수로정비	56,117	1.4
양산1리 다목적회관 창고 등 부대시설 설치사업	63,000	1.6
원북면 농산물 규격출하 사업	65,000	1.6
마을별 소규모 숙원사업(장비임차)	140,700	3.5
원북면 농업기반시설 정비사업	45,000	1.1
내2리 만대복합문화관 및 체험관 리모델링	21,742	0.5
신두2리 농기계 보관창고 신축	63,000	1.6
포지1리 벼 건조장 신축	71,391	1.8
두야1리 공동체 안전확보 CCTV 설치	32,350	0.8
어장진입로 정비	73,000	1.8
장곡1리 게이트볼장 입구 비가림막 서치	20,000	0.5
마을 공동회관 신축 및 보수	83,183	2.1
창기7리 마을방송 송신시설 설치	5,000	0.1
계	4,057,700	100.0

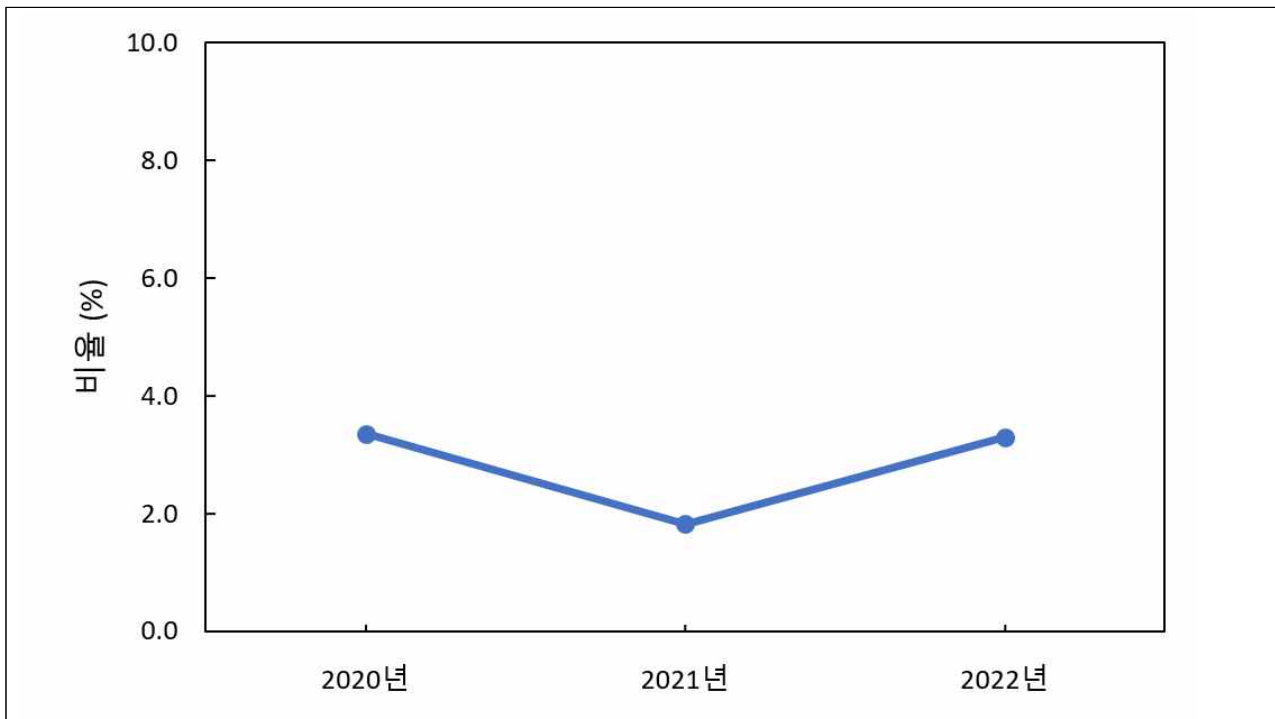


그림 58. 태안군 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 연도별 변화

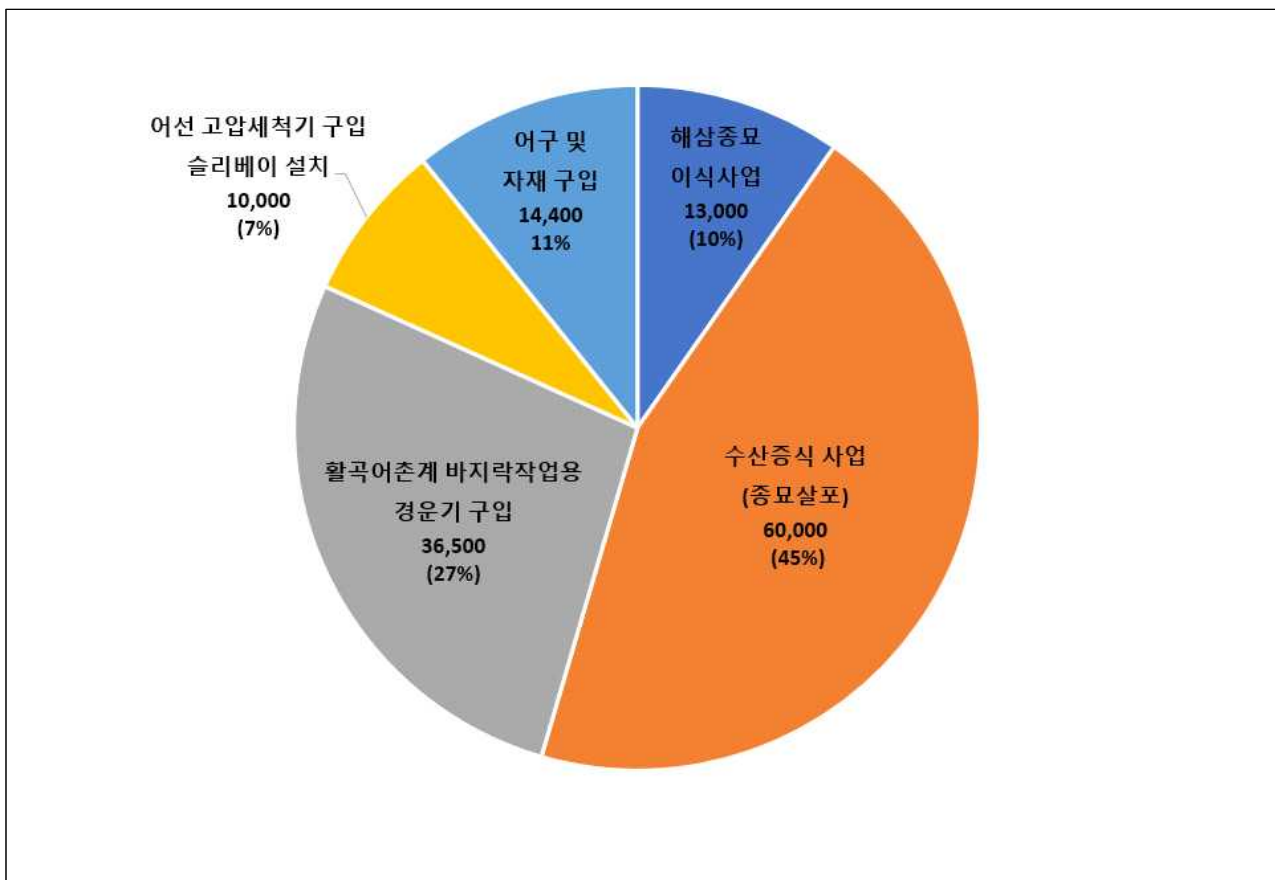


그림 59. 태안군 발전소 주변 지역 지원사업 중 해양 관련 사업 현황

3.4 고찰 및 제언

3.4.1 해양수산 분야 온배수 영향지역에 대한 지원사업 증액 반영 필요

- 지난 3년간 충남 도내 화력발전소 주변지역 지원사업비 중, 해양 관련 사업현황을 분석한 결과, 대부분의 지원사업 예산이 내륙지역의 지원에 이용되고 있었다.
- 어촌계 등 해양에서 어업활동을 하고 있는 공간에 대한 각종 지원사업이 상대적으로 부족한데, 이는 주변지역 지원사업심의 지역위원회 위원 중 어업인 세력이 부족한 영향이 있을 것으로 예상된다.
- 현재 수준(전체예산의 3~5%)의 지원사업 예산이 지속되는 것은 어업인 스스로 화력발전소에 의한 해역에서의 영향이 크지 않음에 동의하고 용인하는 것으로 해석될 수도 있다.
- 따라서 지역위원회를 통한 해양수산 분야에서의 사업비 증액 반영 요구가 지속적으로 제기될 필요가 있다.

3.4.2 발전소 주변 지역 지원사업 이외의 별도 지원사업 재원 확보 추진

- 화력발전소 주변 지역 지원사업에서의 해양수산 분야로의 재원 활용 방안에 대해서는, 현재 지역위원회를 통해 협의된 지원사업 내역은 큰 틀에서 기본사업, 특별사업 등의 기본 체계가 잡혀있는바, 해역에서의 특별한 피해 이벤트 등이 발생하지 않는 이상 기존의 지원사업 예산에서 해양수산 분야로의 예산변경이 쉽지 않은 한계가 있다.
- 본 연구회에서 검토하고 있는 발전소 주변 항만구역에 대한 공유수면 점사용료 부과액에 대한 발전소 주변 해역 지원사업으로의 전용 계획은 매우 타당하다.
- 화력발전소 주변 해역의 공유수면 점사용료 부과금에 대한 해양환경 개선 용도로의 예산 전용 방안은, 현재 태안 발전사업소와 보령 발전사업소는 충남도에서 공유수면 점사용료를 부과 중이며, 당진 발전사업소와 서천 발전사업소는 각각 당진시와 서천군에서 받고 있다. 이렇게 부과된 각 화력 발전사의 공유수면 점사용료를 해양 생태 환경 개선을 위한 용도로 전용하기 위한 행정적 절차의 검토가 필요하다. 향후 주변 해역의 해양환경 개선 분야에 잘 활용한다면 현재의 발전소 주변 지역 지원사업에서 부족한 해양수산 분야의 부족분을 잘 보완할 수 있을 것으로 기대된다.
- 도의회 연구과제를 통해 공유수면 점사용료 전용의 필요성을 제기하여, 이를 지속 가능한 해양환경 개선을 위한 새로운 재원으로 활용할 수 있도록 행정적인 지원이 반드시 필요하다.

제 4 장 발전소 온배수 활용 및 이산화탄소 저감을 위한 신사업 제안

4.1 수생바이오 매스의 정의 및 활용현황

4.1.1 정의

- 바이오매스(Biomass)는 생물의 Bio와 양을 나타내는 Mass의 합성어이며, 일정량을 집적(集積)해서 에너지 또는 자원으로 이용할 수 있는 생물로부터의 자원을 의미함.
- 바이오매스는 1934년 한 러시아 학자가 해양생물학회지(The Journal of Marine Biological Association)에 발표한 논문에서, 동물성 플랑크톤(Plankton)의 계절별 성장 변화를 조사하기 위하여, 채취한 플랑크톤을 건조해서 중량을 측정하여 이것을 바이오매스라고 부른 것이 최초임.
- 바이오매스의 종류에는 유기성폐자원, 임목, 초본류(유채, 옥수수, 벼짚), 조류 등이 있으며, 바이오매스는 아니지만 산업계에서는 유기성폐기물인 유기성슬러지, 음식물류 폐기물, 축산 분뇨 등도 포함시키는 것이 일반적인 분류임.
- 이중 수생바이오매스는 넓은 의미에서 수생태계에서 얻고 에너지로 사용할 수 있는 모든 종류의 식물, 동물, 미생물 등의 생물 유기체를 총칭하지만, 본 제안에서는 광합성을 통해 이산화탄소와 물로부터 유기물, 물, 산소를 만드는 조류로 정의하였음

4.1.2 활용 현황

- 식량 및 사료 분야
 - 미세조류는 탄수화물, 단백질, 지질이 풍부한 자원으로, 단백질 (건조 중량의 최대 70%), 비타민 및 필수 지방산 함량이 높아 식량 (ex. 클로렐라, 스피루리나)으로 이용
 - * Phycocyanin(스피루리나에서 추출) : 백혈병 인자성장 억제 클로렐라/스피루리나 : 비타민, 항산화제의 원료로 정제, 캡슐, 액체로 이용 * 카로틴(D. salina에서 추출) : 식용 색소, 비타민 C 영양제, β -글루칸(클로렐라에서 추출) : 면역 촉진제 등- 단백질이 풍부하여 수산양식에서 축산 농가까지 다양한 동물 원료로 이용해 왔으며, 세계적으로 생산되는 바이오매스의 30%가 동물 사료로 판매
 - * Haematococcus algae, Chlorella, Isochrysis, Phaeodactylum, Scenedesmus, Thalassiosira 종(species)들이 주로 동물 사료로 많이 이용
- 의약품 분야
 - 의약품 시장 규모가 커짐에 따라 미세조류에서 생산된 1차 및 2차 대사산물이 제약 산업에서 원료로 활용
 - * *Crypthecodinium cohnii*, *Haematococcus pluvalis*, *Nannochloropsis gaditana*, *Scenedesmus almeriensis*, *Chlamydomonas reinhardtii* 등
- 화장품 분야
 - 노화, 태닝, 색소침착과 같은 피부질환에 효과적인 생리활성 물질을 생산하여 피부 기능 개선에 주요 원료로 활용
 - * *Spirulina* sp., *Chlorella* sp, *Arthrospira* sp 등
- 유용물질 분야

- 새로운 조류배양 기술의 출현으로 경제적 가치가 높은 고부가가치 물질 발견 및 생산 가능
* A Astaxanthin, β -carotene, Zeaxanthin, DHA/EPA, Lycopene, Phycobiliproteins 등

○ 화학분야 분야

- 미세조류를 통해 당질, 단백질, 핵산, 지질 등 바이오 케미컬 물질의 촉매제, 구성요소 등으로 활용

4.2 제언 배경

4.2.1 사회문화적 측면

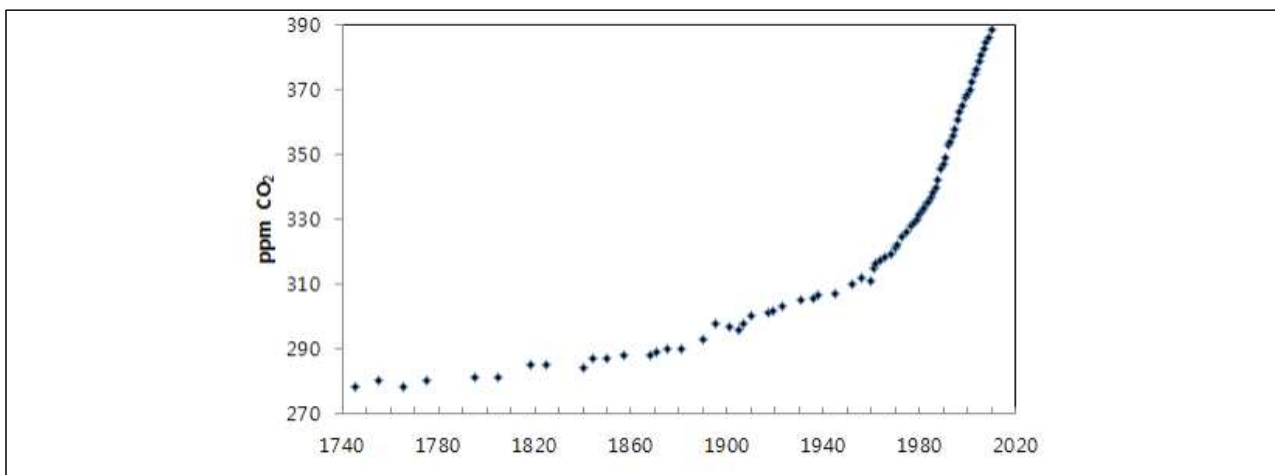


그림 60. 지난 300년간 지구의 대기 이산화탄소 농도(UNEP GRID Arendal)

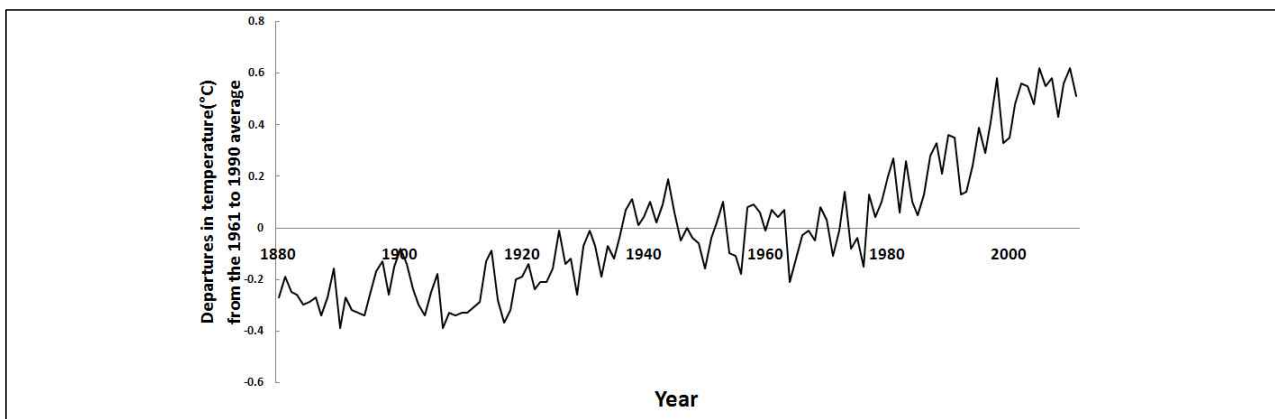


그림 61. 지난 140년간 지구 표면 온도(UNEP GRID-Arendal)

- 대기 중의 이산화탄소량은 1800년대에는 280ppm이었으나 1958년에는 315ppm, 2020년에는 415.6ppm으로 계속 증가하고 있으며 2100년에는 700ppm에 이를 것으로 예상됨.
- 지구온난화에 대한 실증은 1988년도에 미국의 한센이 1860년 이후 세계 기온 관측 자료를 분석한 결과, 전 지구의 기온은 0.5~0.7C가 상승했고, 지난 10년 동안의 상승세가 가장 크다는

것을 발표함.

- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 패널)의 보고서에 따르면 온실효과로 인하여 지구 표면 온도가 지난 100년 동안 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 상승하였음 (김, 2007).
- 또한 IPCC 과학자 그룹의 보고서에 의하면 앞으로 2°C 또는 3°C 의 기온상승이 발생할 경우에는 거의 복원이 불가능할 정도로 지구 차원에서의 커다란 문제가 발생할 것이라고 지적하였음(박 등, 2009).

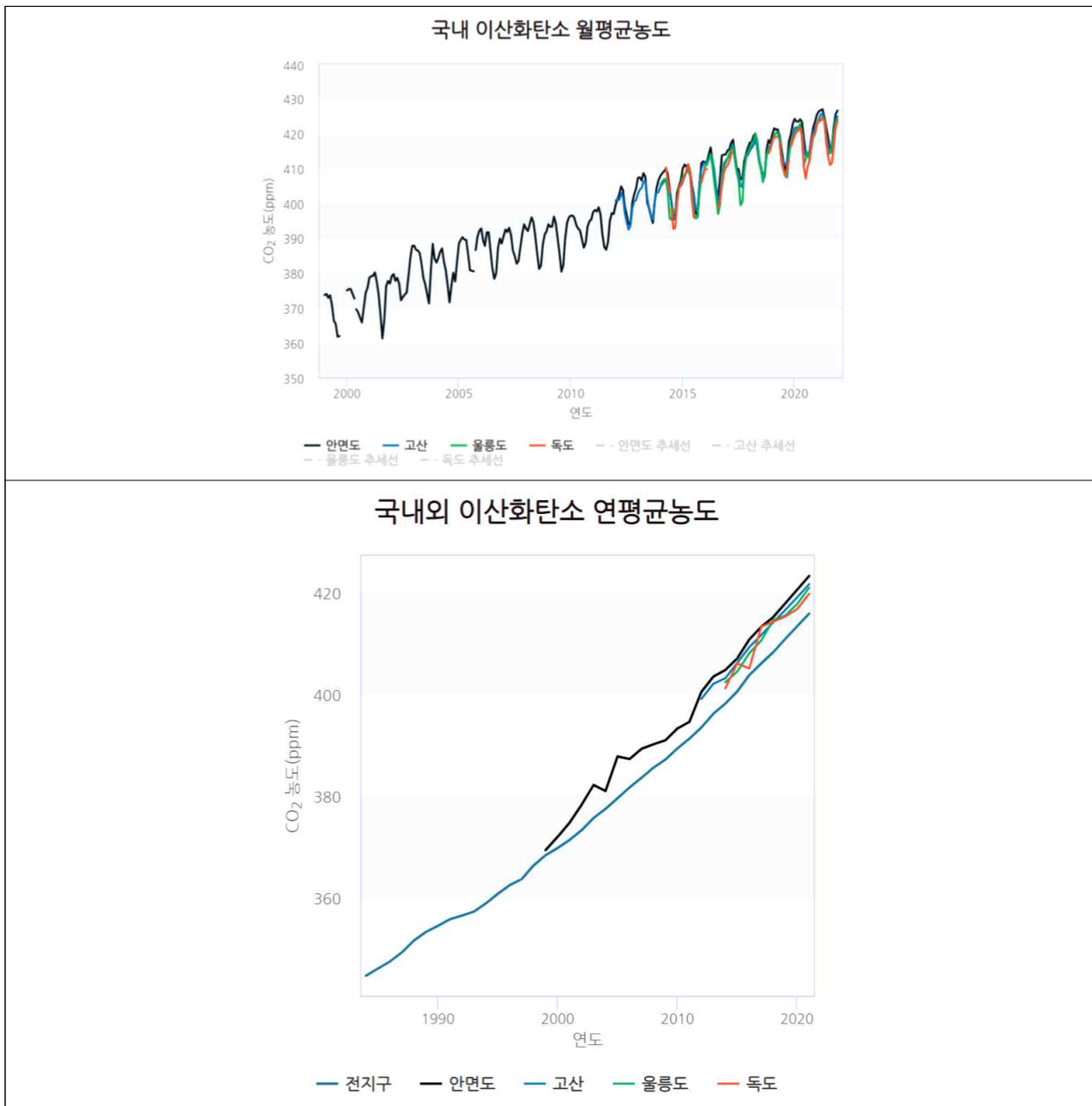


그림 62. 국내외 이산화탄소 변화량 (출처: 기상청, 국내외 연월평균농도)

- 기상청의 종합 기후변화감시정보 자료에 의하면 2021년 이산화탄소 연평균농도는 전지구 415.7 ppm으로 산업화(1750년대) 이전(278.0 ppm) 대비 약 48.6% 증가했다.
- 국내의 경우 기상청에서 운영하는 기후변화 관측소는 서해의 안면도, 제주의 고산, 경북의 포항, 울릉도, 독도가 있으며, 그중 안면도는 2021년 423.1 ppm으로 1999년 369.2 ppm 보다 53.9 ppm증가했다.

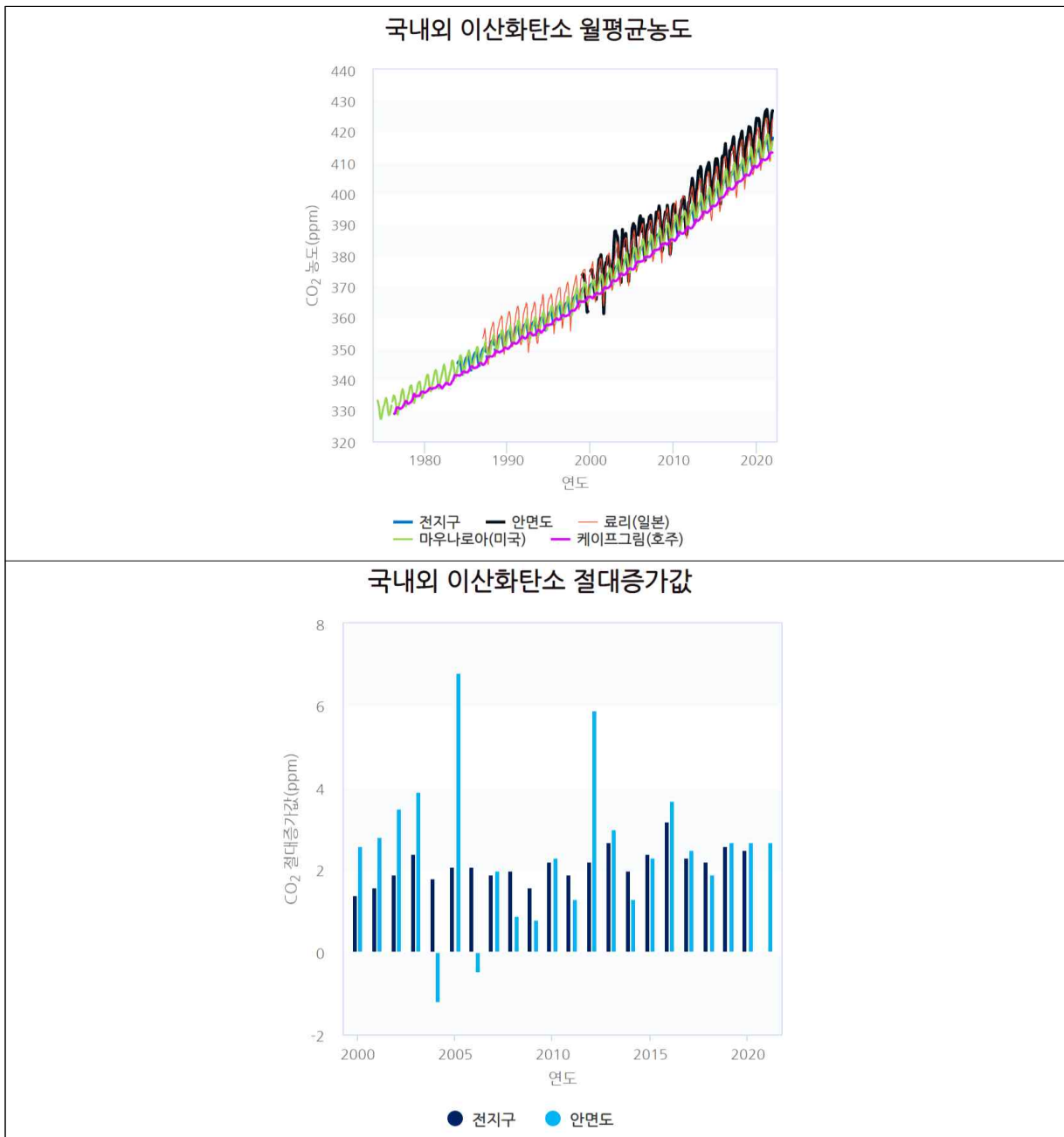


그림 63. 국내외 이산화탄소 비교(출처: 기상청, 국내외 연월평균농도)

- 최근 10년 동안 안면도 이산화탄소 농도의 연평균 증가량은 2.7ppm/년으로 전 지구(2.4 ppm/년)보다 높은 수준이다. 안면도와 고산에서 각각 2012년, 2013년에 처음으로 연평균 농도가 400 ppm을 돌파하였으며, 모든 지점에서 지속적으로 증가하고 있다.
- 2021년 이산화탄소 연평균농도는 전지구 415.7 ppm으로 산업화(1750년대) 이전(278.0 ppm) 대비 약 48.6% 증가했다.
- 안면도는 2021년 423.1 ppm으로 1999년 369.2 ppm 보다 53.9 ppm 증가했다. 최근 10년 동안 안면도 이산화탄소 농도의 연평균 증가량은 2.7ppm/년으로 전지구(2.4 ppm/년)보다 높은

- 충남 서해안 지역의 안면도가 다른 지역에 비해 이산화탄소 농도 증가율이 타 지역에 비해 높은 이유는 화력발전소 밀집, 화력발전 및 철강등 에너지 다소비에 의한 증가율이 큰 요인인 것으로 나타났다 (충남발전연구원, 충남의 온실가스 배출특성 분석, 2009).
- 실제로 충남 지역은 전국 17개 시도 중 대기오염배출량이 가장 많은 지역으로 조사 되었으며, 국내에서 운영중인 석탄화력 발전소 총 60기 중 절반인 32기가 집중되어 있다 (정책브리핑, www.korea.kr, 2020).



- 화력발전소와 같은 기전력발전은 필수적으로 냉각수를 필요로 하며, 온배수는 담수, 해수 모두 사용이 가능하지만 우리나라처럼 담수자원이 부족한 나라는 해수를 냉각수로 많이 사용되고 있음.
- 온배수는 단순히 근해 수온상승 자체에만 미치는 것이 아니라 해수와 혼합되면서 해수의 수온을 상승시켜 직간접적으로 해양생태계에 큰 영향을 미치고 있음.

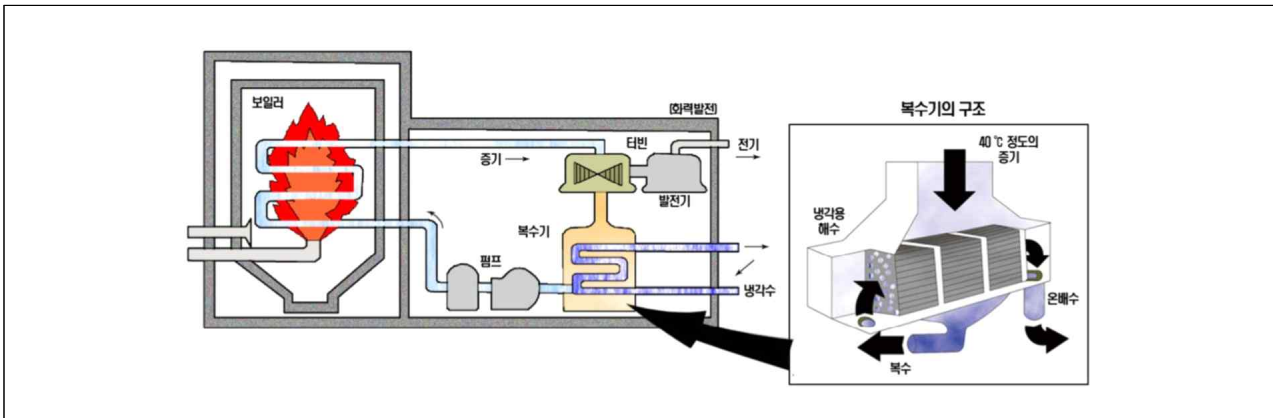


그림 65. 온배수 배출 원리

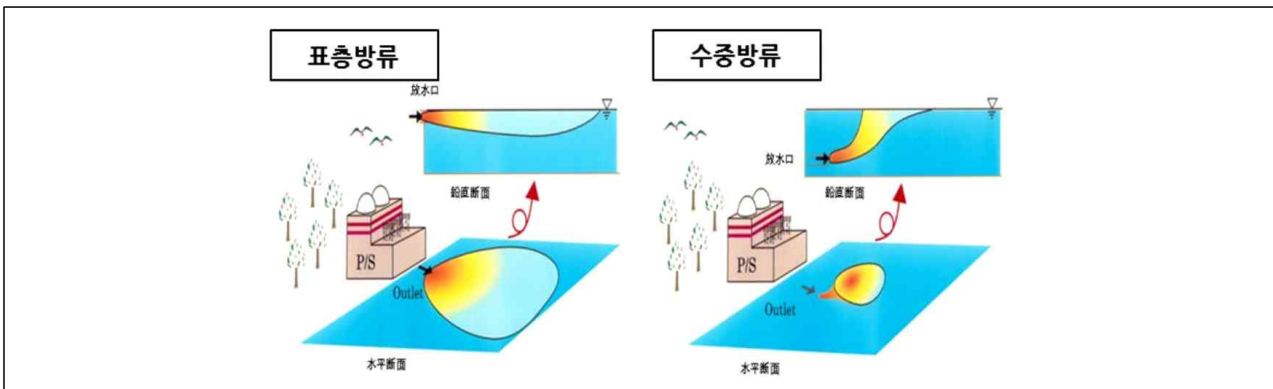


그림 66. 발전소 온배수 배출에 따른 확산 영향 비교 (한국수력원자력(주), 2006)

- 국내 발전소는 해안에 개수로형 배수로를 설치하여 온배수를 방류하는 표층배수 방식과 해안선 보전과 온배수로 인한 환경영향 저감을 이유로 배수관로를 해안에서 수백 미터(m) 거리까지 연장하고 다수의 방류관을 통해 수중에서 고속 방류함으로써 온배수의 초기 희석 효과를 증가시킬 수 있는 수중배수 방식을 사용하고 있음.

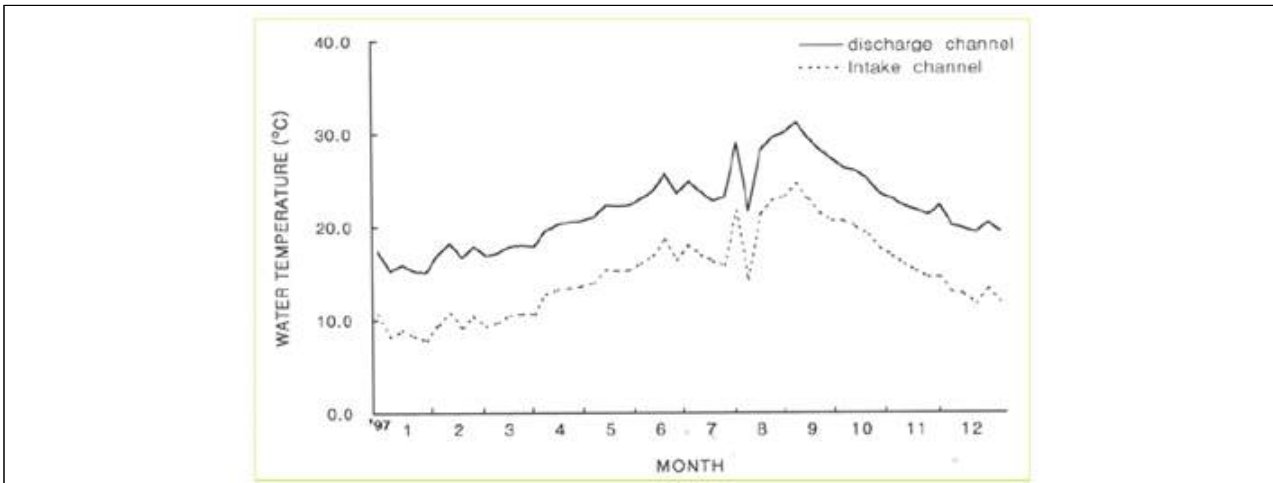


그림 67. 온배수 배출에 따른 연중 수온변화

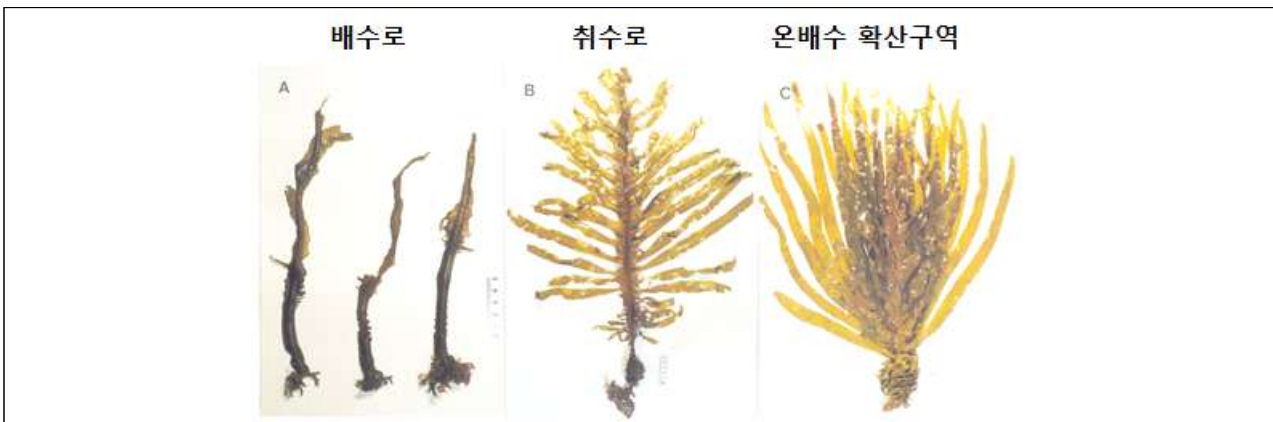


그림 68. 온배수 및 그 외 지역의 미역 생육 비교

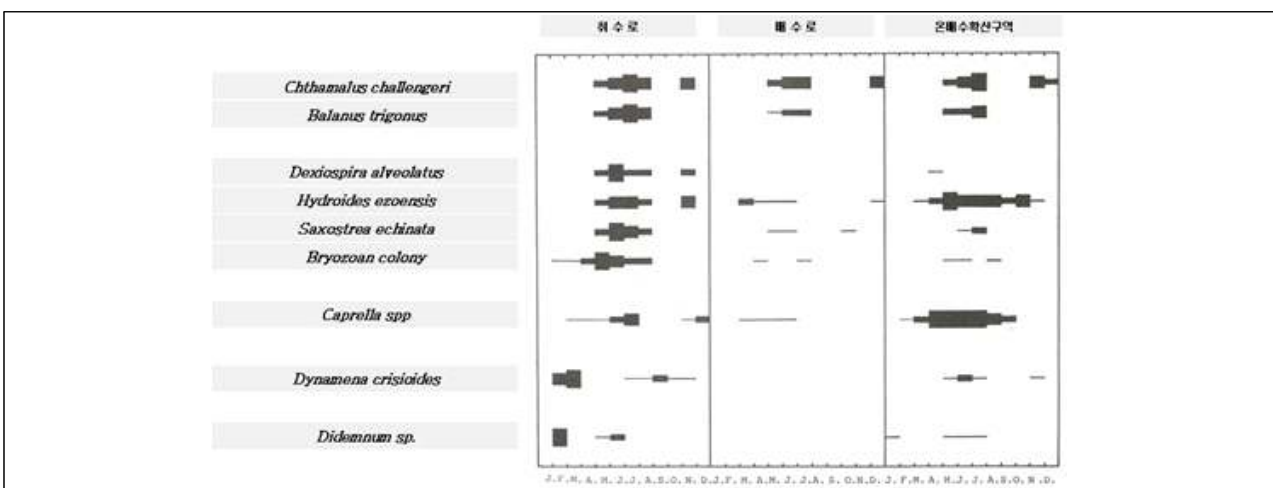


그림 69. 삼천포화력발전소 냉각계통에서의 저서동물 부착양상

- 이산화탄소 증가로 인한 지구온난화로 수온 1℃ 미만 상승으로도 해양생태계가 급변하지만 온배수는 최대 7℃ 까지 상승시키며, 한여름에는 수온이 30℃ 까지 육박하고 있음.
- 해조류는 11월부터 다음해 3월까지 성숙, 성장하지만 온배수 영향으로 생육하지 못하는 현상까지 발생하고 있으며, 특히 온배수 영향으로 표층 수온 1℃ 상승 범위가 최소 1.4km에서 최대 2.5km까지 영향을 끼치고 있음.

4.2.2 경제적 산업적 측면

- 세계 인구 증가 및 삶의 질 향상에 따른 에너지 소비가 급격히 증가하고, 산유국들을 중심으로 오일피크에 대한 두려움이 확산되고 있으며 에너지가 전략 무기화 정책의 일환으로 석유 공급 제한 및 국유화를 시도하고 있음.
- 이러한 추세지만 아직 전 세계는 에너지원의 85%를 화석연료에 의존하고 있으며 지속적으로 에너지 수요는 증가 추세임.
- 주요국 화석연료 의존도는 미국이 64%, 일본 73%, 프랑스 53%, 한국 80%로 유가상승 및 에너지자원 무기화에 따라 한국이 가장 취약한 것으로 나타남.

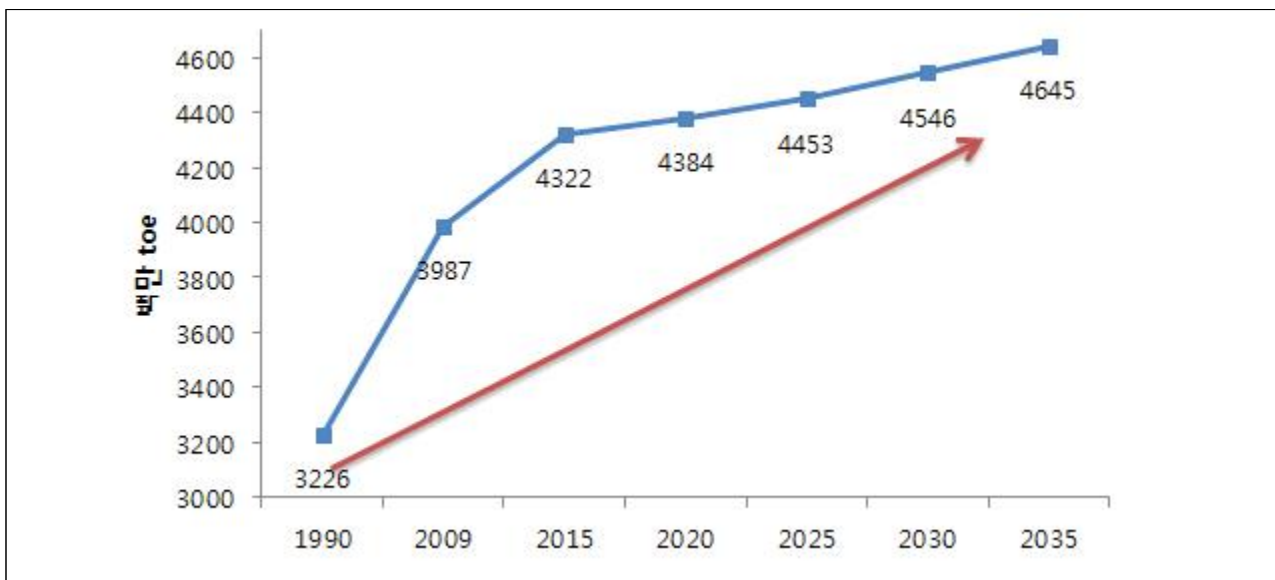


그림 70. 국제 석유 소비 증가량

- 이러한 국제 석유 소비 증가와 환경오염문제로 선진국들은 신재생에너지 생산 증대로 위기를 극복하고 있음.

표 90. 주요 선진국의 에너지 위기 대응 사례

국가	주요 대응 내용
영국	- 신재생에너지, 저탄소기술 상용화촉진을 위한 정책지원 - 신재생에너지 의무제도(Renewable Obligation) - 환경변환기금(Environment Transformation Fund)을 통한 저탄소에너지 신기술 및 에너지 절약 기술개발 촉진 - 에너지기술연구소(Energy Technologies Institute) 설립을 통해 저탄소 기술 상용화 촉진
미국	- 연방 및 주 정부 차원 재생에너지 전기 생산 장려 - 태양광, 재생에너지 발전에 대한 세제 혜택 및 지원 - 재생에너지 의무할당제(RRS) 도입 : 25개 주 이상 - 재생에너지 공인거래제 (Renewable Energy Certificates trading program) 및 그린에너지 프로그램 운영
일본	- 천연가스를 통한 에너지원 다각화 지향 - 1차 에너지원에서 재생에너지비율을 3%(2010년)로 확대 - 에너지사업자 신재생에너지의무할당제(RPS) 도입(2002년) - 에너지사업자는 2010년까지 신재생에너지 의무비율을 단계적으로 확대
독일	- 에너지이용의 경제성, 에너지공급의 안정성, 에너지의 환경친화적 이용 등 3대 에너지 목표추진 - 에너지 효율성 증진 및 재생가능에너지 사용 확대를 역점 추진

- 충남의 석유에너지 소비율을 보면 전국 소비량의 16.68%를 차지하고 있으며 이는 전국지역 중 전남 다음으로 가장 많은 양을 소모하고 있고, 이는 공업지역이 밀집되어 있는 울산, 경남보다 많은 양을 소모하고 있음
- 반면 지자체별 신재생에너지 생산비율을 보면 충남이 전체 지자체 중 1.47%(100,514 toe)만 생산하고 있어 이에 대한 대응이 필요함.

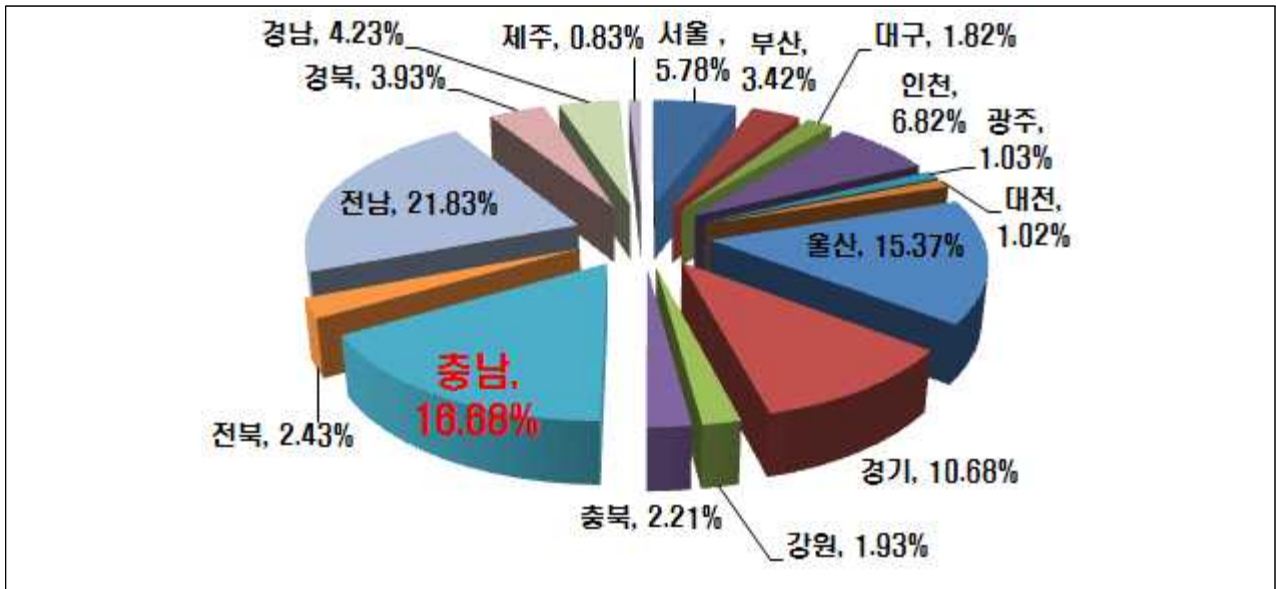


그림 71. 각 지역의 석유에너지 소비량(%) [에너지공단(2012 에너지통계핸드북)]

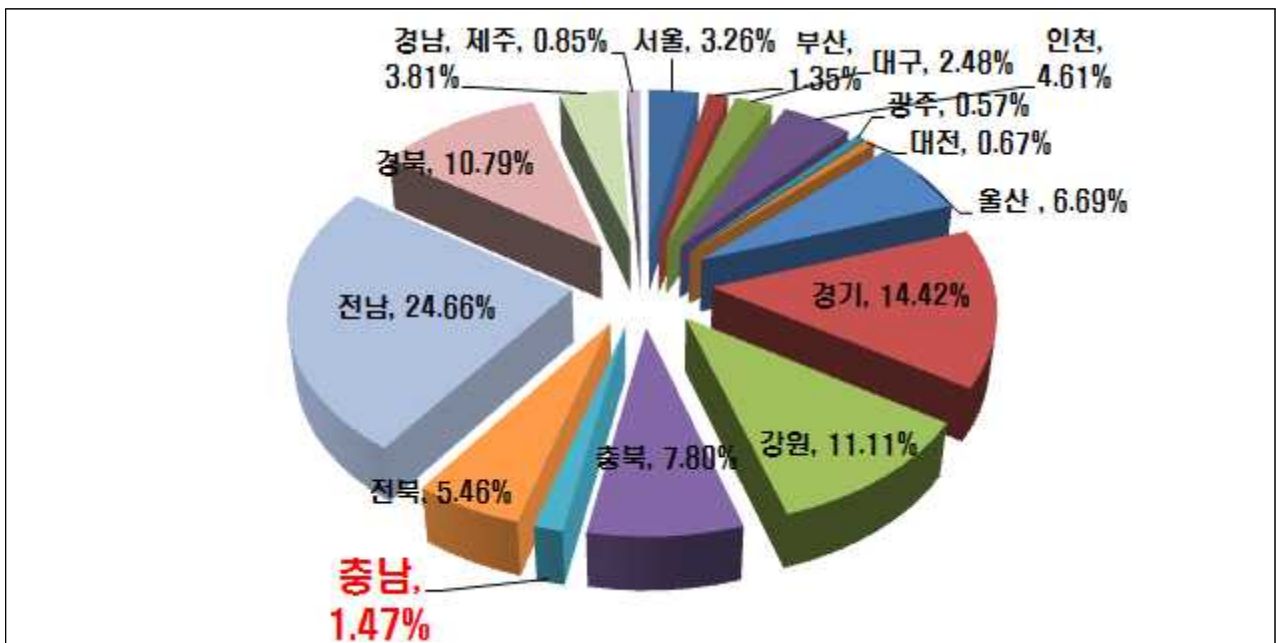


그림 72. 각 지역의 에너지 소비량 대비 석유제품 차지비율(%) [에너지공단(2012 에너지통계핸드북)]

- 에너지 분야 이외에도 최근 저탄소 녹색성장, 지구온난화, 탄소저감이 화두가 되고 바이오 플라스틱 경쟁력이 강화되고 있는 시점에서 생분해 플라스틱을 중심으로 일회용품 및 산업화 제품으로 적용되고 있음
- 때문에 바이오 플라스틱이 식물체, 해조류 등 탄소중립(Carbon neutral)형 바이오매스 유래 원료를 사용하는 바이오 베이스 플라스틱(Bio Based Plastics) 범주까지 확장되면서 급속하게 산업화가 진행되고 있음.

- 또한 직접 완제품에 적용되어 매출 확대로 이어지는 점에서 매우 중요한 기술적 진보를 이루고 있음.
- 전 세계적으로 환경 인식 변화, 환경 규제 등으로 인하여 바이오 플라스틱 경쟁력 강화 요인이 증가되는 가운데, 석유계 플라스틱의 대체가 가능하게 되어 틈새시장을 중심으로 제품 적용이 확대되고 있는 추세임
- ‘저탄소 문제’가 21세기 들어 전 세계적으로 환경문제의 핵심과제로 등장함에 따라 바이오매스(Biomass)를 원료로 하여 제조되는 바이오 플라스틱의 적용 분야가 급속하게 확대되고 있음
- 종합해 보면 전 세계적으로 바이오 소재를 이용한 바이오화학산업을 둘러싼 대표적인 변화추세는 첫 번째; 고령화 사회의 도래와 세대구성 변화에 의한 새로운 소비자 트렌드, 두 번째; 환경문제, 특히 지구온난화의 기후영향, 세 번째; 유통 상품의 라이프 싸이클 단기화, 네 번째; 지속가능한 발전 및 관련 규제의 강화
- 차세대 성장동력으로 꼽히는 바이오화학산업은 무한한 잠재력을 가진 산업 아이템으로 꼽힌다. 첨단 기술로 꼽히는 바이오 기술은 이미 빠른 기술 발전의 속도에 힘입어 다양한 분야에서 활용되고 있다. 각 바이오 기술은 성격에 맞춰 레드, 그린, 화이트 세 가지 색깔로 구분하고 있는데 이 중 가장 눈길을 끄는 것이 화이트 바이오 산업임.
- 바이오화학 산업 중 화이트 바이오 범주에 속하는 바이오플라스틱의 특징은 생분해성으로 CO₂ (이산화탄소)배출을 저감시키고, 현재 기술 수준에서 석유화학제품 대비 CO₂ 배출량을 10~100까지 줄일 수 있어 저탄소 녹색성장 산업의 핵심 산업으로 발전 가능함.

표 91. 바이오 플라스틱 원료 소재의 특징[(주) 바이오소재 (<http://www.neomcc.com>)]

구분	바이오 플라스틱				
	생분해플라스틱		산화생분해 플라스틱	바이오베이스플라스틱	
	천연물계	석유계		결합형	중합형
바이오매스 함량	50-70%이상	-	-	20-25% 이상	
사용원료	천연물, 미생물계	석유유래 원료 중합 합성	산화생분해제, 식물체등	천연물-고분자 결합체	천연물 단량계 중합합성
종류	PLA, TPS, PHA, AP, CA 등	PBS, PES, PVA, PCL, PBAT 등	Bio-PE, Bio-pp 등	Bio-PE, Bio-pp, Bo-PET, Bio-RA 등	
규격기준	ISO 14855, ASTM D6400 등		ASTM D 6954, UAE S 5009	ASTM D 6866	
장점	생분해 우수, 탄소저감우수 (천연물계)		분해기간 조절 가능, 물성우수	탄소저감 우수 강도 및 탄소저감 우수	
단점	고가, 물성저하 유통중 분해가능성		산화분해 (열, UV) 필요 필름만 적용가능	생분해 안됨 강도, 내수성 문제 가능성	
분해 기작	미생물 분해		산화분해후, 미생물 분해		
생분해 기간	3-6개월		36개월		
생분해 시험	6개월이내:90%, 45일이내:60%		6개월 이내:60%		
플라스틱 사용여부	10% 이내 사용		사용함	사용함	

4.2.3 기술적 측면

- 초기에 사용된 1세대 바이오매스는 사탕수수 및 옥수수, 감자, 보리, 고구마 따위의 녹말 작물로써 바이오매스 안에 있는 탄수화물을 글루코오스로 전환하는 포도주나 양조맥주로 발효시키는 것과 비슷한 발효과정을 거쳐 바이오 에탄올을 바이오디젤로 만들어 사용하였음 (Ratnam et al, 2003).
- 현재 몇몇 나라에서는 상업화까지 이루어진 상태이나 이러한 당질 및 전분질계 바이오매스

는 인류가 사용하는 식량이라는 문제점이 있어 곡물 가격 상승을 초래, 저소득층의 식량난을 가중시킨다는 점 등에서 영구적인 기질이라 볼 수 없어 대안으로 비식용 작물을 이용한 2세대 바이오매스를 활용한 연구가 진행되었음(Scotland, 2003).

- 바이오매스 2세대 작물은 계획적으로 재배하고자 하여 속성수확 혹은 속성으로 재배할 수 있는 초본식물 등 에너지 작물로 재생산하고자 하고 있으며 이를 바이오 에너지 원료로 명명함(Birol et al, 1998).
- 이러한 바이오매스 자원은 재생이 가능하고 광역·분산형 에너지로서 물과 온도 조건만 맞으면 지구의 어느 곳에서나 얻을 수 있는 장점이 있지만 넓은 면적의 토지가 필요하고 토지의 이용에서 농업과 경합한다는 단점이 있어 치밀한 계획하의 정연한 개발이 아니면 환경파괴의 역효과가 있음(오 와 흥, 1989).
- 이런 시점에서 최근 육지가 아닌 바다로 관심이 이동하여 바다에서 얻어지는 해조류가 3세대 바이오매스로 각광 받음.
- 해조류 경우 육상식물보다 면적당 생산량이 높으며 육상식물을 바이오매스로 이용할 경우 식량난과 산림이 황폐해지나 해양식물의 경우 그 영향이 매우 미비하다는 장점이 있음.
- 또한 유향 경작지를 이용하여 바이오디젤을 생산할 수 있으며, 분자적 개량이 식물에 비해 비교적 용이하고 날씨에 대한 의존도가 낮아 상대적으로 안정적인 생산이 가능함(Ross et al, 2008).

표 92. 세대별 바이오에너지 원료

세대별	작물 특징	종 류
1세대	- 기술적인 측면에서 상대적으로 만들기 쉬움. - 설탕, 전분, 식물성 오일을 활용. - 바이오에너지 원료를 식용작물로 한다는 윤리 도덕적 문제점이 있음.	옥수수, 사탕수수, 유채, 목화, 대두, 야자, 코코넛, 해바라기, 밀, 보리 등 식용작물
2세대	- 고수익, 전 지구온난화 가스 배출, 산림 및 농업 잔재물로부터 지속적으로 생산 가능. - 셀룰로오스 성분을 포함한 식물이면 어떤 종류든지사용 가능. - 1세대 바이오에너지에 비해 온실가스 배출량이 절반 수준.	벼짚, 풀, 목재, 옥수수 줄거리, 농림 폐기물, 셀룰로오스식물 등 비식품 식물 섬유
3세대	- 광합성을 통하여 세포에 자연오일을 생성. - 햇빛, 물, 이산화탄소만 있으면 좁은 공간에서도 빠르게 번식. - 높은 에너지 효율성.	미세조류, 해조류 등 수생식물

- 수생식물은 눈에 보이는 크기부터 현미경으로 관찰할 수 있는 크기까지 다양하며, 수생식물은

다른 육상식물과 같이 햇빛과 이산화탄소를 이용하여 영양분을 생성하고 성장하고 번식함.

- 육상식물 비해 이산화탄소 고정능력은 5~7배까지 높은 것으로 나타났으며, 이산화탄소 고정 능력이 높은 만큼 산소 배출과 성장률이 육상식물과 달리 우수함.
- 서울 면적의 3배(19.1만 ha)에 달하는 양식장 이용 시 국내 휘발유 20% 정도의 대체가 가능하며, 인도네시아 양식 가능 면적의 2/9(200만 ha) 이용 시, 전 세계 휘발유 사용량의 2%(200억 리터) 공급할 수 있음.

표 93. 바이오디젤 원료의 단위면적당 바이오디젤 생산량(Singh and Gu, 2010).

Crop	Oil yield (L · ha ⁻¹)	Crop	Oil yield (L · ha ⁻¹)
옥수수	172	풍감씨오일	2,500
대두	446	코코넛	2,689
견과류	1,059	팜유	5,950
캐놀라	1,190	미세조류 (중량 대비 70% 지방)	136,900
자트로파	1,892	해조류 (중량 대비 20% 지방)	58,700

- 화력발전소에서 배출하는 이산화탄소와 온배수를 이용하면 미세조류의 대량배양이 가능함. 한국은 특히 겨울철에는 온도가 급격히 떨어지기 때문에 일정 수온을 유지하기 위해서는 온배수가 필요하며 미세조류의 광합성을 촉진하기 위해서는 이산화탄소가 필수적임.
- 현재 상업적으로 이용되고 있는 미세조류들은 대부분이 매우 선택적인 환경에서 자라며, 개방형 배양에서도 타 생물종(a e, protozoa)에 의해 오염되지 않는다는 특징을 가지고 있음.

4.3 사업 추진 소개

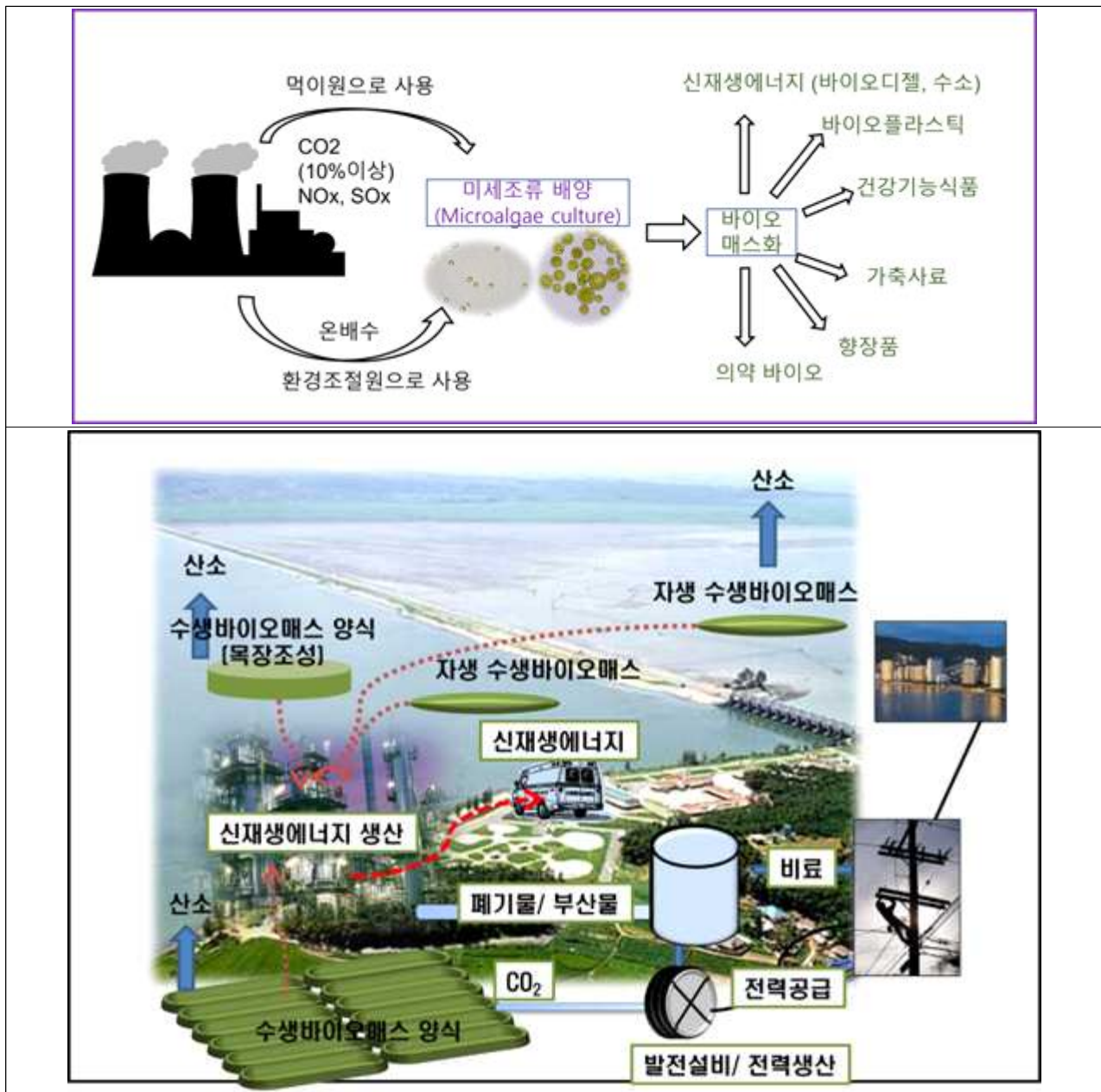


그림 73. 수생바이오 매스 생산 및 활용 개념도

- 개방형 대량배양 기술을 적용하여 미세조류 *Nannochloropsis* sp., *Phaeodactylum* sp. 등 화력발전소에서 배출되는 연소가스를 직접 먹이원으로 사용하여 바이오매스화 하고자함.
- ※ 바이오매스: 42 g/m²/d, CO₂의 평균이용률: 54%, CO₂ 고정량: 48 tC/ha/yr (Matsumoto et. al., 1995), 순생산률: 15-20 gC/m²/d (Laws and Berning, 1991)
- 개방형 대량배양은 raceway 방식으로 고농도의 이산화탄소가 포함된 연소가스와 발전소에

서 배출되는 온배수를 이용하여 환경적으로 제어하고자 함.

- 대량배양으로 생산된 수생바이오매스는 종에 따라 특별한 용도의 생물자원으로 활용할 수 있고, 조류배양으로 환경오염 문제의 근원적 해결과 동시에 유용생물자원을 생산하는 환경 친화적 생물산업을 창출하여 CO2 저감의 시설 및 운영에 따른 비용을 상쇄할 수 있음.

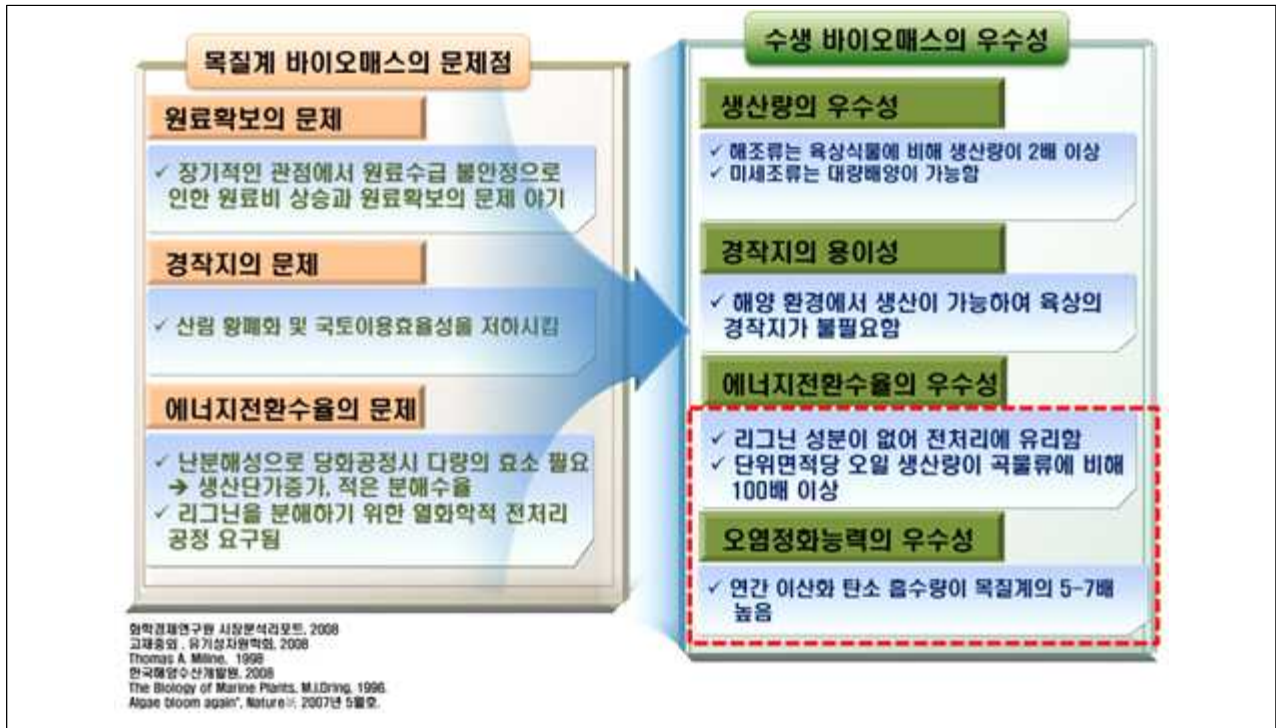
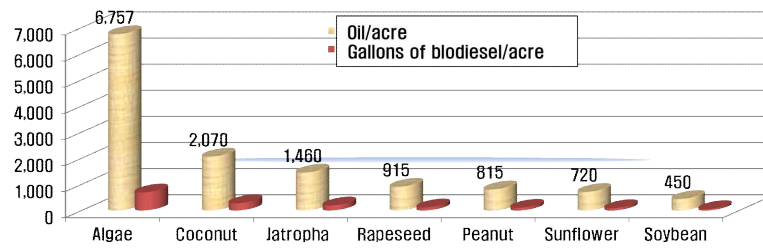


그림 75. 수생바이오매스의 우수성

- 수생바이오 매스는 기존의 목질계 바이오 매스에 비해 생산량이 2배이고, 육상경작지와 경쟁이 불필요하며, 리그닌 성분이 없어 오일 추출에 단위 면적당 100 이상의 효과가 있음



	해조류	미세조류
광합성률	태양에너지의 2~5%	5~10%
면적당 생산량	10~50 ton dry weight/ ha	50~170 ton dry weight/ha
고농도배양	불가능	가능 (폐쇄식 배양기)
배양 수심	상대적으로 깊은 곳	수면 위
에너지 추정치	1ton → 300 L 에탄올	1 ton → 300~500 L 바이오디젤
년간 생산량	3,000~20,000 L/ha/yr	15,000~100,000 L/ha/yr

(국토해양부, 기획보고서 2008)

그림 76. 수생바이오매스의 우수성

표 94. 미세조류를 이용한 건강기능식품 연구현황

Species/group	Product	Application areas	Prod. Facilities	References
<i>Spirulina</i> (<i>Arthrospira platensis</i>) (Cyanobacteria)	Phycocyanin. biomass	Health food, cosmetics	Open ponds, natural lakes	Lee (2001); Costa et al. (2003)
<i>Chlorella vulgaris</i> (Chlorophyta)	Biomass	Health food, food supplement, feed surrogates	Open ponds, basins, glass-tube PBR	Lee (2001)
<i>Dunaliella salina</i> (Chlorophyta)	Carotenoids, β -carotene	Health food, food supplement, feed	Open ponds, lagoons	Jin and Melis (2003); Del campo et al. (2007)
<i>Haematococcus pluvialis</i> (Chlorophyta)	Carotenoids, astaxanthin	Health food, pharmaceuticals, feed additives	Open ponds, PBR	Del Campo et al. (2007)
<i>Odontella aurita</i> (Bacillariophyta)	Fatty acids	Pharmaceuticals, cosmetics, baby food	Open ponds	Pulz and Gross (2004)
<i>Porphyridium cruentum</i> (Rhodophyta)	Polysaccharides	Pharmaceuticals, cosmetics, nutrition	Tubular PBR	Fuentes et al. (1999)
<i>Isochrysis galbana</i> (Chlorophyta)	Fatty acids	Animal nutrition	Open ponds, PBR	Molina Grima et al. (1994); Pulz and gross (2004)
<i>Phaedactylum tricornutum</i> (Bacillariohyta)	Lipids, fatty acids	Nutrition, fuel production	Open ponds, basins, PBR	Yongmanitchai and Ward (1991); Acien Fernadez et al. (2003)
<i>Lyngbya majuscula</i> (Cyanobacteria)	Immune modulators	Pharmaceuticals, nutrition	-	Singh et al. (2005)
<i>Muriellopsis</i> sp. (Chlorophyta)	Carotenoids, Lutein	Health food, food supplement, feed	Open ponds, PBR	Blanco et al. (2007); Del Campo et al. (2007)

- 미세조류 바이오매스를 활용한 고부가가치가 있는 다양한 산업으로의 활용이 가능하며, 에너지, 건강기능식품, 화장품, 의약 소재 등의 활용이 가능함.
- 해양수산부에는 해양바이오 산업을 미래 신성장산업으로 육성하기 위해 2027년까지 해양바이오 시장 규모 1조 2천억 원 달성, 해양바이오통한 고용규모 13,000명을 달성하는 것을

목표로 많은 투자를 진행하고 있음



그림 77. 지역산업 수요 연계성

- 충남의 경우 자연적 해양자원 뿐만 아니라 국립생태원(환경부), 국립해양생물자원관(해양수산부), 장항국가산업단지(LH), 한국폴리텍대학(고용노동부, 해양수산중심학과) 등 우수한 해양 인프라가 갖춰지고 있어 본 추진 통해 가속화 할 수 있음.
- 또한 충남은 넓은 갯벌과 완만한 경사의 대륙풍을 가지고 있어서 전통적으로 수산업 활동이 활발히 이루어지고 있는 지역으로 대하, 꽃게 등 갑각류와 바지락, 굴을 비롯한 패류 등 다양한 수산물이 생산되고 있으며 수도권과 인접하여 기술적 지원 및 소비자의 확보가 용이함
 - 지리적으로 해안선 1,284km(3위)/갯벌 358.8km²(3위)/도서 271(3위)
 - 수산물생산(112천톤, 5위), 김생산(2위), 어업권(해면·내수면, 3위)
 - 환황해권 무역 최적 여건 구축으로 충남의 위상 강화 필요

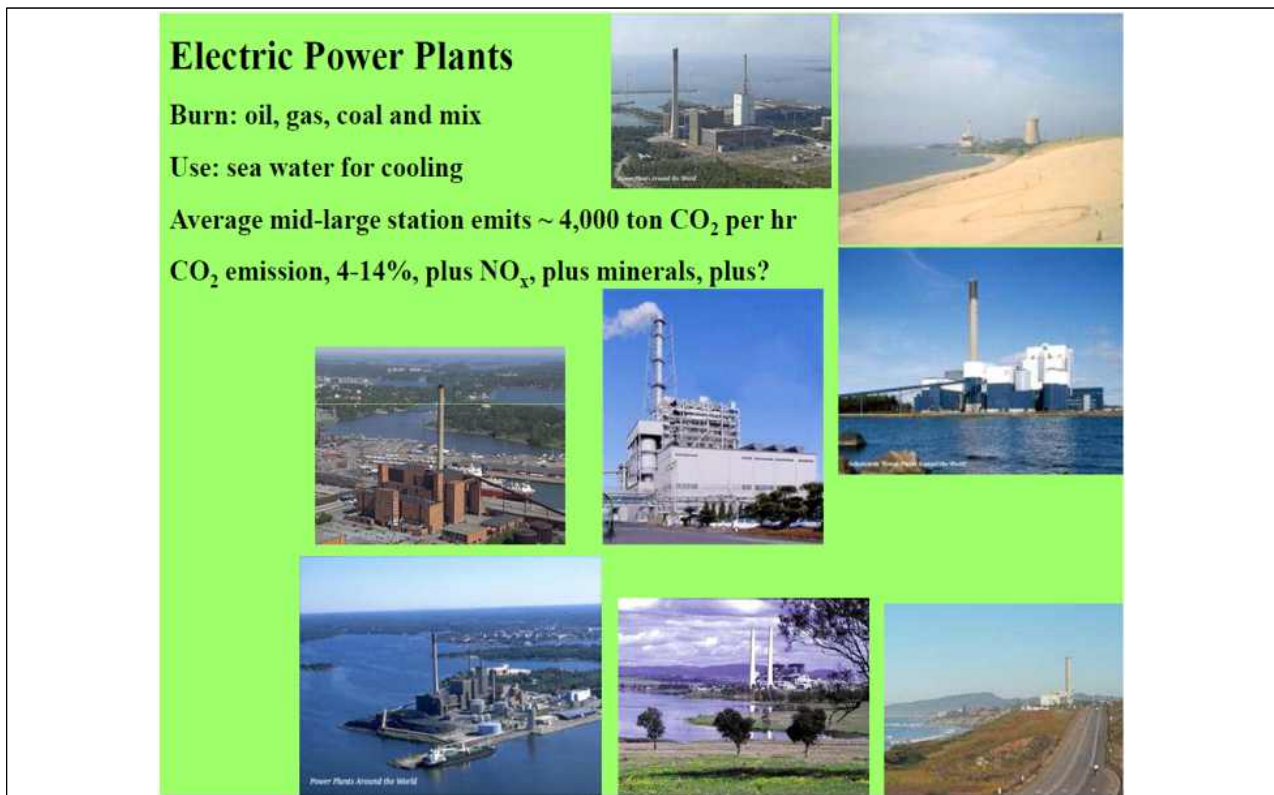


그림 78. 국외 사례

- 현재까지 국내외 많은 연구기관 및 발전소 등이 연구 수준에서만 시도하고 있으며, 산업화 수준에 도달한 국내외 기업은 없는 것으로 조사되었음.

4.4 기대효과

- 정부가 2021년 유엔기후변화협약 사무국 제출한 “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC*)”를 토대로 2018년 대비 2030년까지 40% 감축으로 최종 확정하였기 때문에, 본 사업의 특성과 부합되는 기술로 정부의 적극 협력이 기대되는 분야임.

* NDC : Nationally Determined Contribution(국가결정기여)

- 충남이 배출하는 온실가스는 총 8,100만톤을 배출하여 전국에서 가장 많이 배출하고 있음. 또한 기전력발전소에서 배출하는 온배수는 전국 552.5억톤이며 이중 20% 수준인 105.7억톤을 충남에서 배출하고 있어 이에 대한 대응 기술임.
- 충남의 신재생에너지 생산량은 100,514toe로 전국 생산량의 1.47%로 전국 하위권이며 충남이 소모하는 에너지 대비 신재생에너지 생산 비율은 0.47%로 신재생에너지 생산이 시급한 실정이며, 석유 에너지 소비로 인한 온실가스양과 화력발전소 온배수 배출량도 다른 시도에 비해 월등히 많아 이에 대한 해결 기술이 될 수 있음.
- 미세조류의 이산화탄소 저감 능력은 Miron(2003) 등이 건조된 미세조류의 탄수화물 및 지질

분석을 통해 순수 탄소가 평균 49.2%가 포함된 것을 규명하였고, 이산화탄소 화학조성 비에 따라 미세조류 건조량의 1.83배 이산화탄소를 흡수하는 것으로 저감 효과를 분석하였고, 선행 연구 시설에 생산된 미세조류는 76.1kg/m² /330d 이산화탄소를 흡수 저감 할 수 있음.

표 95. 수생바이오 응용

항목	평균생산량	최대생산량
부피 생산량 (l m ⁻³ d ⁻¹)	29.28	126
습중량 (g m ⁻² d ⁻¹)	415.4	1,262
건중량 (g m ⁻² d ⁻¹)	41.5	126.2
지질량 (g m ⁻² d ⁻¹)	25	75.7
지방산함량 (g m ⁻² d ⁻¹)	22.4	68
이산화탄소 연간 소모량 (kg m ⁻² 330d ⁻¹)	13.71	76.1



그림 79. 수생바이오 응용

제 5 장 참고문헌

1. 한국동서발전주식회사. 2012. 2011년도 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서. p. 142-214.
2. 한국동서발전주식회사. 2014. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2013년 공사시 제4차년도 조사결과). p. 192-320.
3. 한국동서발전주식회사. 2015. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2014년 공사시 제5차년도 조사결과). p. 224-343.
4. 한국동서발전주식회사. 2016. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2015년 공사시 제6차년도 조사결과). p. 232-345.
5. 한국동서발전주식회사. 2016. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2016년 공사시 제7차년도 조사결과). p. 199-292.
6. 한국동서발전주식회사. 2017. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2017년 운영시 제1차년도 조사결과). p. 326-463.
7. 한국동서발전주식회사. 2018. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2018년 운영시 제2차년도 조사결과). p. 325-480.
8. 한국동서발전주식회사. 2019. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2019년 운영시 제3차년도 조사결과). p. 369-533.
9. 한국동서발전주식회사. 2020. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2020년 운영시 제4차년도 조사결과). p. 372-510.
10. 한국동서발전주식회사. 2021. 당진화력발전소 건설사업 사후환경영향조사 결과통보서 (2021년 운영시 제5차년도[최종년도] 조사결과). p. 431-569.
11. 한국서부발전(주). 2011. 태안화력 9,10호기 건설사업 환경영향평가서, p. 456-542.
12. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2014. 태안화력 9,10호기 건설사업 2013년도 사후환경영향 조사결과 보고서. p. 15-54.
13. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2015. 태안화력 9,10호기 건설사업 2014년도 사후환경영향 조사결과 보고서, p. 19-58.
14. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2016. 태안화력 9,10호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서[2015년도 공사시 제3차년도 조사결과], p. 11-328.
15. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2017. 태안화력 9,10호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서[2017년도 공사시 제4~5차년도], p. 11-380.
16. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2018. 태안화력 9,10호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서[2018년도 운영시 제2차년도], p. 11-384.
17. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2019. 태안화력 9,10호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서[2019년도 운영시 2차년도], p. 11-390.
18. 한국서부발전(주) 태안건설본부. 2020. 태안화력 9,10호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서[2020년도 운영시 3차년도], p. 11-402.
19. 한국서부발전(주) 태안발전본부. 2021. 태안화력 9,10호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서[2021년도 운영시 4차년도], p. 11-478.

20. 한국중부발전. 2017. 신서천화력 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2016년도 공사시 제1차년도 조사결과). p. 218-345.
21. 한국중부발전. 2018. 신서천화력 건설사업 사후환경영향조사결과 보고서 (2017년도 공사시 제2차년도 조사결과). p. 245-380.
22. 한국중부발전. 2019. 신서천화력 건설사업 사후환경영향조사결과 보고서 (2018년도 공사시 제3차년도 조사결과). p. 260-401.
23. 한국중부발전. 2020. 신서천화력 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2019년도 공사시 제4차년도 조사결과). p. 269-429.
24. 한국중부발전. 2021. 신서천화력 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2020년도 공사시 제5차년도 조사결과). p. 284-451.
25. 한국중부발전. 2021. 신서천화력 건설사업 사후환경영향조사결과 보고서 (2021년도 공사시 6차년도[2021년 1~2분기] 및 운영시 제1차년도[2021년 3~4분기] 조사결과). p. 354-538.
26. 한국중부발전. 2015. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2014년도 공사시 제4차년도 조사결과). p. 37-44
27. 한국중부발전. 2016. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2015년도 공사시 제4차년도 조사결과). p. 50-58
28. 한국중부발전. 2017. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2016년도 공사시 제5차년도 조사결과). p. 46-53
29. 한국중부발전. 2018. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2017년도 공사시 제6차년도 조사결과). p. 46-610
30. 한국중부발전. 2019. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2018년도 운영시 제1차년도 조사결과). p. 582-610
31. 한국중부발전. 2020. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2019년도 운영시 제2차년도 조사결과). p. 65-687
32. 한국중부발전. 2021. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2020년도 운영시 제3차년도 조사결과). p. 65-704
33. 한국중부발전. 2022. 신보령 1,2호기 건설사업 사후환경영향조사결과 통보서 (2021년도 운영시 제4차년도 조사결과). p. 66-686
34. Bogorov, B. G. 1934. Seasonal changes in biomass of *Calanus finmarchicus* in the Plymouth area in 1930. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 19(2), 585-612.
35. 김분희, 김주일, & 김경렬. 2007. 제주도 고산대기중 이산화탄소의 연속관측을 통하여 이산화탄소의 배경농도 변화추이와 고산의 이산화탄소농도에 영향을 주는 오염원을 추적. *한국 대기환경학회 학술대회논문집*, 265-267.
36. Park, J. Y., Park, M. J., Ahn, S. R., & Kim, S. J. 2009. Watershed modeling for assessing climate change impact on stream water quality of Chungju dam watershed. *Journal of Korea Water Resources Association*, 42(10), 877-889.

37. 정종관. 2009. 충남리포트-15호-충남의 온실가스 배출특성 분석.
38. 한국수력원자력(주). 2006. 2006년도 국정감사 결과보고서
39. Scotland R. 2003. The Recycling of Waste Wood by Thermal Conversion, A Report to Identify the Feasibility of Utilizing Waste Wood as a Feedstock for Use in Bioenergy Technologies.
40. 오정수. 홍성각. 1989. 집약재배된 현사시임분의 밀도와 벌기령이 물질생산과 생산 구조에 미치는 영향. 임산 에너지, 9(2): 62-99.
41. Ross A., Jones J. M., Kubacki M. L. & Bridgeman T. G. 2008. Classification of macroalgae as fuel and its thermochemical behaviour. *Bioresour. Technol.*, 99: 6494-6504
42. Singh, J., & Gu, S. 2010. Commercialization potential of microalgae for biofuels production. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(9), 2596-2610.
43. Laws, E. A., & Berning, J. L. 1991. A study of the energetics and economics of microalgal mass culture with the marine chlorophyte *Tetraselmis suecica*: implications for use of power plant stack gases. *Biotechnology and bioengineering*, 37(10), 936-947.
44. Mirón, A. S., García, M. C. C., Gómez, A. C., Camacho, F. G., Grima, E. M., & Chisti, Y. 2003. Shear stress tolerance and biochemical characterization of *Phaeodactylum tricornutum* in quasi steady-state continuous culture in outdoor photobioreactors. *Biochemical Engineering Journal*, 16(3), 287-297.
45. GRID-Arenda, <https://www.grida.no/>
46. 정책브리핑. 2020. <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148881300>
47. 기상청, 종합 기후변화감시정보, <http://www.climate.go.kr/>
48. 충청남도. 2020. 충청남도 화력발전소 주변 온배수 해양환경 영향조사(1차년도) 연구 용역. p 1~352
49. 충청남도. 2022. 충청남도 화력발전소 주변 온배수 해양환경 영향조사(2차년도) 연구 용역. p 1~330
50. 해양수산부/해양환경공단. 국가 해양생태계 종합조사 조사 지침서. p 1~138