

전략연구 2017-30

기후변화에 따른 충청남도 수산업 실태 및 대응 방안

- 수산자원 및 양식 -

박영제

바다녹색산업연구소 소장

정충훈

해양수산원

조철

오션그래픽

정의영

한국해양환경생태연구소

김우중

바다녹색산업연구소

연구 요약

최근의 기후변화는 충남과 같이 수심이 낮은 연안 해역에 더 큰 영향을 미치면서 수산자원의 감소와 양식산업에 위협을 초래할 가능성이 증대되고 있어 체계적 관리를 통한 자원의 회복 및 양식 생산성 증대를 위한 기후환경 대응정책 마련이 시급하다.

충남 수산업의 특성을 고려한 장·단기적 정책적응 틀은 생태계의 지속가능성 및 생물다양성 보전, 수산업의 지속가능한 개발 및 어촌의 안정성 확보이다. 주요 자원의 지속가능한 적정 어획생산을 위해 포획채취금지 기간 및 금지체장의 재설정, 총허용어획량(TAC), 생물학적허용어획량(ABC) 등 어종별로 적합한 충남형 정책 및 법적 규제 틀(해양수산부)의 마련이 요구된다.

기후변화에 따라 충남해역의 주요 수산자원으로 부상한 멸치, 대구, 살오징어 및 생산량이 감소된 대하, 주꾸미, 참조기, 황복 등에 대한 자원유지 강화방안 연구가 필요하다. 또한 생산성이 낮은 바지락 등 기존 갯벌어장의 양식품목 전환(개체굴 등)을 통한 구조개선과 금후 기후변화로 새롭게 양식산업으로 진입이 예상되는 고부가가치 품목(바리와 어류, 새우류 등), 황해 냉수를 활용한 연어류(무지개송어)양식 방안 등 미래 선도형 친환경 고효율 생산시스템 (ICT 기반 스마트 양식, 패시브하우스 등) 개발을 위한 중장기 전략수립이 요구된다.

충남 4대 핵심 전략 양식품목인 김, 해삼, 개체굴 및 바지락의 기후변화에 대응한 선택과 집중의 정책 지원 및 수출산업 육성을 위해서는 충남도가 추진 중인 3농혁신 정책을 지속적으로 유지 발전시키는 것이 바람직하며, 고부가가치 품목인 김과 해삼, 개체굴의 국가특구 지정 또는 EXPO, 양식산업 cluster 등의 조성이 필요하다.

특히 충남 국가 해삼특구 지정을 위해서는 생산량을 연간 1,200톤에서 5,000톤 이상(2022년)으로 확대가 필요하며, “김 양식 클러스터”를 위해서는 충남 물김 원료 생산량 확대와 함께 경쟁력 향상을 위한 고품질 김 가공산업 육성 등의 선제적인 대응전략 마련이 필요하다.

충남형의 기후변화 대응 및 자원의 지속적 활용을 위한 갈등조정과 통합관리의 정책적 의사결정은 매우 중요하며, 이와 관련한 수산분야의 조직개편 및 거버넌스(governance)를 채택·시행할 필요가 있다. 수산자원 및 양식분야의 기후변화에 대응한 수산정책 방향은

① 수산 종자산업 기반구축 ② 고부가가치의 수산양식 혁신 ③ 수산자원생물의 생태환경
역량 제고 ④ 어촌의 6차산업화 육성 ⑤ 수산업의 4차산업 혁명에 대응한 스마트 어업 인프라
구축으로, 본 연구는 기후변화에 대응한 충남 주요 수산자원 및 양식산업의 정책 방안을 제
시하는데 있다.

목 차

제1장 서 론

1. 연구배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구의 범위 및 연구내용	3
1) 연구 범위	3
2) 연구 내용	4

제2장 기후변화에 영향을 미치는 환경 요인

1. 우리나라의 기후온난화 상승 속도	5
2. 기후변화가 충남연안 수산생물의 서식환경에 미치는 영향	7

제3장 충남해역 주요 수산자원의 기후변화 대응 전략

1. 충남해역 주요 수산자원의 어종별 현황	9
1) 고등어의 어획량 변동 및 어업 실태	9
2) 넙치의 어획량 변동 및 어업 실태	10
3) 대구의 어획량 변동 및 어업 실태	12
4) 멸치의 어획량 변동 및 어업 실태	13
5) 조피볼락의 어획량 변동 및 어업 실태	14
6) 참조기의 어획량 변동 및 어업 실태	16
7) 꽃게의 어획량 변동 및 어업 실태	17
8) 대하의 어획량 변동 및 어업 실태	18
9) 살오징어의 어획량 변동 및 어업 실태	19
10) 주꾸미의 어획량 변동 및 어업 실태	21

2. 충남해역 주요 어종의 자원관리 및 기후변화 대응방안	22
1) 고등어의 자원관리 및 기후변화 대응방안	22
2) 넙치의 자원관리 및 기후변화 대응방안	23
3) 대구의 자원관리 및 기후변화 대응방안	24
4) 멸치의 자원관리 및 기후변화 대응방안	25
5) 조피볼락의 자원관리 및 기후변화 대응방안	27
6) 참조기의 자원관리 및 기후변화 대응방안	27
7) 꽃게의 자원관리 및 기후변화 대응방안	29
8) 대하의 자원관리 및 기후변화 대응방안	30
9) 살오징어의 자원관리 및 기후변화 대응방안	30
10) 주꾸미의 자원관리 및 기후변화 대응방안	32

제4장 충남 주요 양식생물의 기후변화 대응 전략

1. 기후변화에 대응한 충남 4대 고부가가치 양식품목 육성	35
1) 참굴 양식 현황 및 기후변화 대응전략	35
2) 해삼 양식 현황 및 기후변화 대응전략	41
3) 바지락 양식 현황 및 기후변화 대응전략	49
4) 김 양식 현황 및 기후변화 대응전략	52
2. 기후변화에 대응한 고부가가치 신품종 양식 육성	59
1) 바리과 어류 양식	59
2) 새우류 양식	62
3) 무지개송어 양식	67
4) 낙지	69
5) 꽃게 · 황복	17

제5장 충남 수산자원 및 양식분야 기후변화 관리 정책

1. 충남 수산자원 관리 정책 방향	74
2. 충남 수산양식 관리 정책 방향	76
3. 수산자원 및 양식분야의 기후변화 대응 충남도 정책 방향	78

제6장 결론 및 정책제언

1. 결론	80
1) 수산자원 분야 주요 어종별 대응 전략	81
2) 수산양식 분야 주요 품종별 대응 전략	86
3) 고부가가치 신품종 양식 육성 대응 전략	89
2. 정책 제언	93
1) 기후변화에 대응한 충남 수산자원 및 양식생물의 관리정책 강화	93
2) 충남 주요어종의 남획 차단을 통한 자원회복	94
3) 충남도 수산분야 3농혁신 정책의 지속적 추진	94
4) 고부가가치 수산물 가공산업 육성 전략 수립	94
5) 기후변화에 대응한 신규 양식품종 육성	95
6) 충남 갯벌어장 환경 복원사업 종합 평가	95
7) 갯벌간척지의 수산업적 활용	95
8) 기후변화에 대응한 조직개편 및 연구개발의 강화	96
참고문헌	97
<부록1> 충남 주요 어업자원의 생태 및 자원생물학적 특성	100
1. 어류	100
2. 갑각류	105
3. 두족류	108
<부록2> 충남 주요 어업자원의 포획·채취 금지 및 자원회복 대상종	110
1. 충남 주요 어업자원의 포획·채취 금지 기간 및 체장	110
2. 정부의 수산자원회복 사업 대상종과 충남의 주요 어종	113
<부록3> 충남 관심대상 기타 어업자원 목록	114
1. 어류	114
2. 갑각류	114
3. 두족류	115
4. 패류	115

표 목 차

<표 3-1> 충남해역의 고등어 어획량 변동	10
<표 3-2> 충남해역의 넙치 어획량 변동	11
<표 3-3> 충남해역의 대구 어획량 변동	13
<표 3-4> 충남해역의 멸치 어획량 변동	14
<표 3-5> 충남해역의 조피볼락 어획량 변동	15
<표 3-6> 충남해역의 참조기 어획량 변동	16
<표 3-7> 충남해역의 꽃게 어획량 변동	18
<표 3-8> 충남해역의 대하 어획량 변동	19
<표 3-9> 충남해역의 살오징어 어획량 변동	20
<표 3-10> 충남해역의 주꾸미 어획량 변동	21
<표 3-11> 충남 주요 수산자원의 포획·채취금지 기간과 체장 및 개선안 제안	34
<표 4-1> 충남 갯벌 자연산 참굴 생산량 변동	35
<표 4-2> 충남 개체굴(수평망) 양식의 종묘확보 추진 전략	38
<표 4-3> 충남 개체굴(수평망식) 양식생산 가능량	39
<표 4-4> 충남 갯벌 굴의 연간 이산화탄소(CO ₂) 저장 능력	41
<표 4-5> 국내 해삼 생산 수급계획(추정)	44
<표 4-6> 충남 해삼 생산 수급계획(추정)	45
<표 4-7> 김 생산 및 수출 목표	53
<표 4-8> 양식대상 바리과 어류의 종류 및 양식특성	60
<표 5-1> 기후변화에 대응한 충남도 수산자원 및 양식정책	79

그림 목 차

<그림 1-1> 기후변화에 대응한 친환경 고부가가치 양식산업 육성	4
<그림 2-1> 기후변화에 의한 기온의 장기 변동	5
<그림 2-2> 우리나라 주변해역 표층수온 변동(1968~2015년)	5
<그림 2-3> 1990년과 2008년 4월의 한반도 주변 해양 표면수온 분포	6
<그림 2-4> 한반도 주변 위성 표층수온 편차	6
<그림 2-5> 기후변화에 의한 고부가가치 품목의 충남 연안 북상 이동	8
<그림 3-1> 고등어의 연도별 어획량 변동	9
<그림 3-2> 고등어의 해역별 어획량 변동	9
<그림 3-3> 충남해역의 고등어 어획량 변동	10
<그림 3-4> 넙치의 연도별 어획량 변동	11
<그림 3-5> 넙치의 해역별 어획량 변동	11
<그림 3-6> 충남해역의 넙치 어획량 변동	11
<그림 3-7> 대구의 연도별 어획량 변동	12
<그림 3-8> 대구의 해역별 어획량 변동	12
<그림 3-9> 충남해역의 대구 어획량 변동	13
<그림 3-10> 멸치의 연도별 어획량 변동	14
<그림 3-11> 멸치의 해역별 어획량 변동	14
<그림 3-12> 충남해역의 멸치 어획량 변동	14
<그림 3-13> 조피볼락의 연도별 어획량 변동	15
<그림 3-14> 조피볼락의 해역별 어획량 변동	15
<그림 3-15> 충남해역의 조피볼락 어획량 변동	15
<그림 3-16> 참조기 연도별 어획량 변동	16
<그림 3-17> 참조기 해역별 어획량 변동	16
<그림 3-18> 충남해역의 참조기 어획량 변동	16

<그림 3-19> 꽃게의 연도별 어획량 변동	17
<그림 3-20> 꽃게의 해역별 어획량 변동	17
<그림 3-21> 충남해역의 꽃게 어획량 변동	18
<그림 3-22> 대하의 연도별 어획량 변동	19
<그림 3-23> 대하의 해역별 어획량 변동	19
<그림 3-24> 충남해역의 대하 어획량 변동	19
<그림 3-25> 살오징어의 연도별 어획량 변동	20
<그림 3-26> 살오징어의 해역별 어획량 변동	20
<그림 3-27> 충남해역의 살오징어 어획량 변동	20
<그림 3-28> 주꾸미의 연도별 어획량 변동	21
<그림 3-29> 주꾸미의 해역별 어획량 변동	21
<그림 3-30> 충남해역의 주꾸미 어획량 변동	22
<그림 4-1> 우리나라 양식참굴 생산량 변동	36
<그림 4-2> 개체굴 3배체 인공종묘 생산 과정(주, 씨에버)	37
<그림 4-3> 개체굴 수평망 양식 상품생산	37
<그림 4-4> 개체굴의 양식단계별 생산 및 유통 과정	38
<그림 4-5> 개체굴의 해외 전문 레스토랑	40
<그림 4-6> 개체굴의 시식회(서울 aT센터)	40
<그림 4-7> 충남연안의 고부가가치 친환경 양식 개념도	42
<그림 4-8> 우리나라 해삼 생산량 및 생산금액	43
<그림 4-9> 충남 해삼 생산량	44
<그림 4-10> 해삼의 양식단계별 기간(씨뿌림·축제식) 및 유통과정	64
<그림 4-11> 서해안 해삼 축제식 대량생산 양식기술 및 표준모델 개발	46
<그림 4-12> 기후변화에 대응한 충남 해삼양식 R&D 산업화 전략	47
<그림 4-13> 충남 태안군 이원면 만대 국내 최초 축제식 양식 해삼 수확	48
<그림 4-14> 우리나라 바지락 생산량 및 생산금액	50
<그림 4-15> 충남연안 연별 바지락 생산량 변동	50

<그림 4-16> 갯벌어장 환경 변화에 의한 충남 연안 봄철 바지락 폐사 유형	51
<그림 4-17> 쪽의 외부 구멍 모습	51
<그림 4-18> 쪽, <i>Upogebia major</i>	51
<그림 4-19> 쪽불이, <i>Callinassa japonica</i>	51
<그림 4-20> 우리나라의 연도별 물김 생산량 및 생산 금액	55
<그림 4-21> 2017년산 지역별 물김 생산량 및 생산금액(수협위판 기준)	55
<그림 4-22> 충남 서천 김 명품화 육성(자연 건조)	56
<그림 4-23> 갯벌 지주식 김양식	56
<그림 4-24> 주요 양식대상 바리과 어류	61
<그림 4-25> 보리새우, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	62
<그림 4-26> 우리나라 보리새우 자연 어획량	62
<그림 4-27> 충남 보리새우 자연 어획량	63
<그림 4-28> 제방식 보리새우 양식장	64
<그림 4-29> 콘크리트 수조 보리새우 양식장	64
<그림 4-30> 우리나라 대하 자연 어획량	65
<그림 4-31> 충남 대하 자연 어획량	65
<그림 4-32> 양식산 흰다리새우 생산량	66
<그림 4-33> 큰징거미새우, <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	66
<그림 4-34> 우리나라의 연별 연어류 수입 동향	68
<그림 4-35> 우리나라의 연별 무지개송어 생산 동향	68
<그림 4-36> 충남도 친환경 미래성장 스마트 양식(Smart Farm) 전략품목	68
<그림 4-37> 우리나라의 연별 낙지생산 동향	70
<그림 4-38> 충남 연별 낙지생산 동향	70
<그림 4-39> 갯벌어장 낙지 서식	70
<그림 4-40> 기후변화에 대응한 꽃게 축제식 양식	71
<그림 4-41> 기후변화에 대응한 황복 축제식 양식	72

제1장 서론

1. 연구배경 및 필요성

산업혁명 이후 인간의 활동에 의해 전 지구적으로 나타나기 시작한 기후변화는 평균기온과 수온 및 해수면의 수위를 급격히 상승시키면서 수계의 흐름에도 영향을 미치고 있다. 특히 충남해역과 같이 수심이 낮은 연안에서의 불규칙한 환경변화는 수산생물의 서식과 성육 및 생존에 위협을 초래하고 생물다양성의 훼손과 함께 전통적 수산양식 산업의 위협을 증폭시켜 지역 어업인의 생물경제권에 심각한 영향을 미치고 있다.

유엔 기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2007)의 보고서에 의하면, 인류가 기후변화에 적절하게 대응하지 못할 경우 1980~1999년과 비교해서 21세기 말(2000~2099년)의 지구 평균기온은 최대 6.4℃, 해수면은 59cm가 상승할 것으로 전망하고 있다. 그러나 기후변화로 인한 기온 상승 폭은 국제적으로 합의한 기준보다 더 클 것으로 예측하고 있으며, 북극진동이 풀리면서 주변의 강추위와 하계의 고온현상 등 극단적인 상황이 빈번해질 것으로 우려되고 있다.

세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)의 정부 간 기후변화위원회의 4차 보고서(2007년)에 의하면, 현 추세대로라면 이산화탄소(CO₂) 배출량 증가에 따라 금세기 말까지 기온이 1.8~4.0℃ 상승하는 것으로 예측하고 있다. 한편 미국 국립해양대기청은 2014년 1월부터 12월 사이에 0.68~2.0℃ 이상의 온도 상승을 관측하였으며, 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서는 교토의정서를 대체하기 위해 「산업혁명 이전보다 지구의 온도를 2℃ 이상 상승하지 못하게 하자」는 파리 기후변화 협약(2015년)을 마련하였다.

서해안의 중심부에 위치한 충남 연안은 수심이 낮고 잘 발달된 갯벌로 인해 동해안과 남해안과는 달리 우리나라에서 기후변화의 영향을 가장 빠르게 받고 있으며, 이로 인한 수산생물의 다양성 감소와 함께 어업 생산성 및 기타 생물 생태계 서비스의 지속적인 공급을 저해하고 있다.

특히 충남 연안의 갯벌 서식생물은 간조 시에는 여름에 최고 38℃ 내외의 고온과 겨울에는

-10℃에 가까운 저온에 노출되며, 천수만과 가로림만과 같이 내만이 동결될 경우, 이동력이 약한 바지락과 조피볼락 등 양식생물의 생육에도 큰 영향을 미치고 있다. 또한 연안역의 회유성 또는 정착성 수산생물은 수온과 먹이생물 등의 서식환경 및 해류의 흐름 변화로 산란·서식과 성육장으로의 기능을 상실해가고 있으며, 특히 회유성 어족의 회유로 변경에 따른 서식지 훼손으로 자원의 감소 현상이 빠르게 진행되고 있다.

충남 연안에서 기후변화에 의한 양식생물의 이동은 1960년대 후반부터 나타나기 시작하였으며, 예를 들어 김 양식은 전남 완도가 대표적 주산지였으나 1969년부터 서해안을 따라 북상이동을 시작하여 현재는 인천 옹진군까지 양식장이 확대되었으며, 다시마도 1970년대까지는 서해안 중부 이북에서는 양식이 이루어지지 않았으나 현재는 양식산이 자연산으로 정착하여 서해 5도 주변 해역까지 자연군락을 형성하면서 수산생물의 서식 및 산란장의 기능과 함께 수산자원으로의 역할을 수행하고 있다.

또한 충남 서해안은 기후변화에 의해 전복, 비단가리비, 살오징어, 대구, 멸치 등의 자원량이 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이와 반대로 서해특산종인 황복과 대하는 연안 어장의 환경변화로 자원 위기종으로 전락하고 있다. 이렇듯 생물서식 측면에서의 기후변화는 충남 연안에서 이미 약 50여 년 전부터 영향을 미치기 시작한 것으로 여겨지며, 금 후 수산생물의 다양성 감소는 어업생산성과 기타 생태계 서비스의 지속적인 공급을 어렵게 할 것으로 전망되고 있어 이에 대한 대비책을 강구할 필요성이 있다.

해양 수산분야의 기후변화에 대응하기 위한 정책은 일반적으로 자원의 보존 및 변동관리와 재생산 및 증·양식에 의한 걱정 대상종의 생산성을 높여 사회·경제 및 생태적으로 안정된 계를 유지하는 것이다.

본 연구는 기후변화 등에 의한 충남 연안 주요 수산생물 서식장의 환경변화에 따른 수산자원 및 양식분야의 부문별 대안을 제시하여 지속적인 자원회복 및 생산성 향상을 위한 정책 방안을 제시하는데 있다.

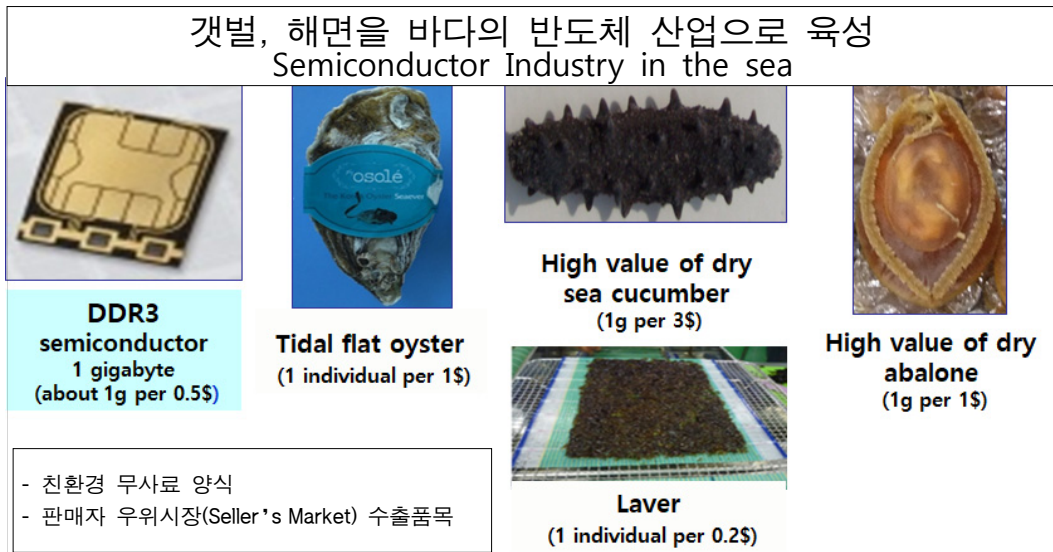
2. 연구의 목적

- 본 연구는 기후변화에 따른 충남 연안 주요 수산자원 및 양식 어종의 변동 특성을 분석하여 자원의 체계적 관리를 통한 지속적 활용 및 양식생물의 생산성 향상을 위한 정책 자료를 확보하는데 있다.
- 또한 충남 연안의 전통적 어획 대상종이 멸종위기종으로 위협을 받거나 새롭게 출현하여 대량 어획되는 종에 대한 전략적 분석 및 선제적 관리방안을 마련하여 충남 연안의 생산성을 지속적으로 유지하는데 목적을 둔다.
- 생산성이 낮은 바지락 등 기존 갯벌어장의 양식품목 전환을 통한 구조개선과 금 후 수온상승으로 새롭게 양식산업으로 진입이 예상되는 고부가가치 품목의 양식기술 개발 및 미래 선도형 친환경 고효율 생산시스템 개발을 통한 전략산업으로 육성한다.
- 기후변화로 새롭게 재편될 충남 연안 주요 수산생물 서식장의 환경변화에 대응한 충남 수산의 중장기 발전 계획을 제시한다.

3. 연구의 범위와 내용

1) 연구 범위

- 본 연구의 범위는 충남 연안의 회유성 또는 정착성 어류 및 갑각류, 연체동물을 선정 조사·분석하고 이 중 충남 어업자원으로 중요한 고등어, 넙치, 대구, 멸치, 조피볼락, 참조기, 꽃게, 대하, 살오징어, 주꾸미 등 10개 어종을 평가하며, 추가로 관심대상 어종들을 제시한다.
- 갯벌 및 해면양식 중 충남의 고부가가치 품목인 개체굴, 바지락, 해삼, 김에 대한 집중 분석을 통해 기후변화에 대응한 충남수산의 핵심 전략 양식품목으로의 육성 방안을 제시한다.
- 수온상승에 대응한 바리과 어류, 새우류의 양식 및 황해 냉수를 활용한 연어류양식 방안을 제시한다.
- 공간적 범위는 서해안의 충남연안 해면어장과 갯벌어장을 대상으로 한다.



<그림 1-1> 기후변화에 대응한 충남연안의 친환경 고부가가치 양식산업 육성

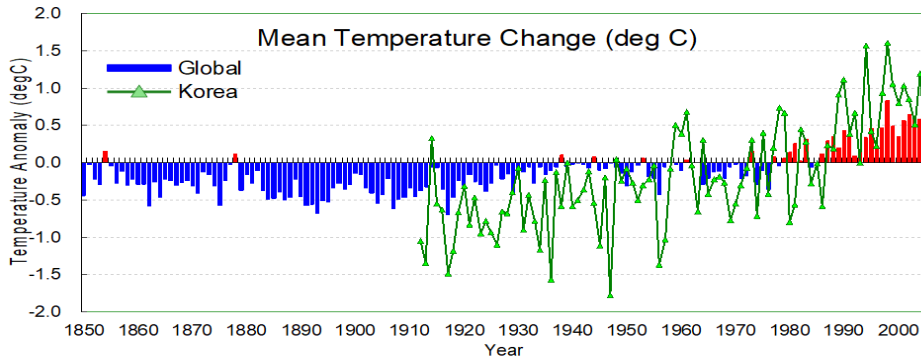
2) 연구 내용

- 본 연구의 내용은 충남 연안의 기후변화에 대응하기 위한 주요 수산자원의 평가, 고부가가치 증양식 품목의 변동 특성 분석, 자원의 안정적인 회복과 생산성 향상을 위한 정책 자료 확보, 생산성이 낮은 바지락 등 기존 갯벌어장의 양식품목 전환을 통한 구조개선, 수온상승으로 새롭게 양식산업으로 진입이 예상되는 고부가가치 품목의 양식기술 개발, 미래선도형 친환경 고효율 생산시스템 개발을 통한 전략산업 육성으로 구분된다.
- 기후변화에 대응하기 위한 주요 수산자원의 평가에서는 회유성 어종인 멸치와, 살오징어, 대구 등 기존에 서식하지 않았거나 생산량이 증가된 어종, 기존에 서식하였으나 생산량이 크게 감소된 어종에 대한 심층 분석을 통한 자원의 유지 및 관리방안 등을 조사한다.
- 생산성이 낮은 바지락 등 기존 갯벌어장의 바지락을 대체할 수 있는 가상식(수평망식) 개체굴 및 김 지주식 양식 등의 품목 전환과 금후 수온상승으로 진입이 예상되는 바리와 어류 등 고부가가치 품목의 양식기술 개발 전략을 제시한다.

제2장 기후변화에 영향을 미치는 환경 요인

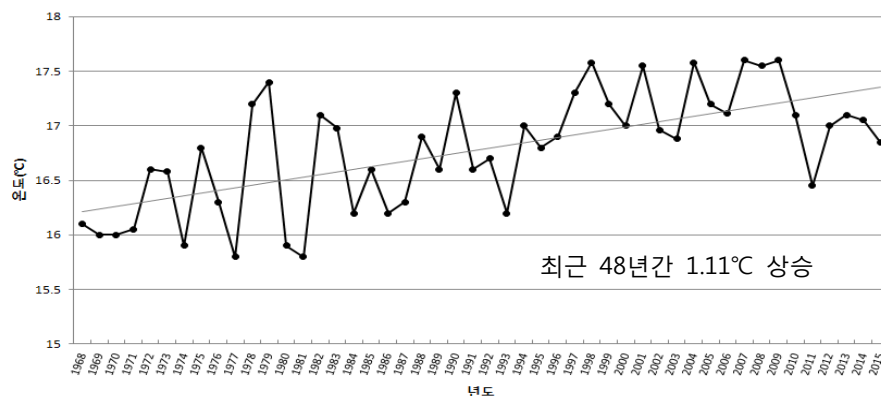
1. 우리나라의 기후온난화 상승 속도

- 전 세계 평균 기온의 상승속도는 지난 100년(1906~2005년) 간 0.74°C , 133년간(1880~2012년) 0.85°C 였다. 한편 1968년부터 2015년까지 48년간 한반도 연근해역의 표면수온(국립수산과학원) 상승속도는 평균 1.11°C 로서 서해 1.20°C , 남해 0.91°C , 동해 1.39°C 로서 우리나라의 수온상승 추세는 세계 평균 수온의 2배 내외로 높은 수준을 보이며, 주변 해역의 표층수온은 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다(<그림 2-1>, <그림 2-2>).



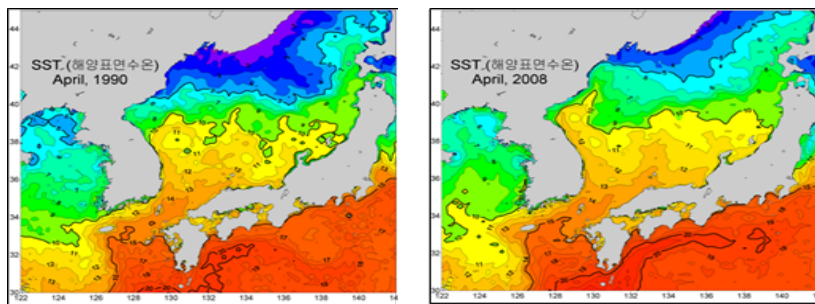
(자료: 조양기, 기후변화 학술발표회, 2007.8)

<그림 2-1> 기후변화에 의한 기온의 장기 변동



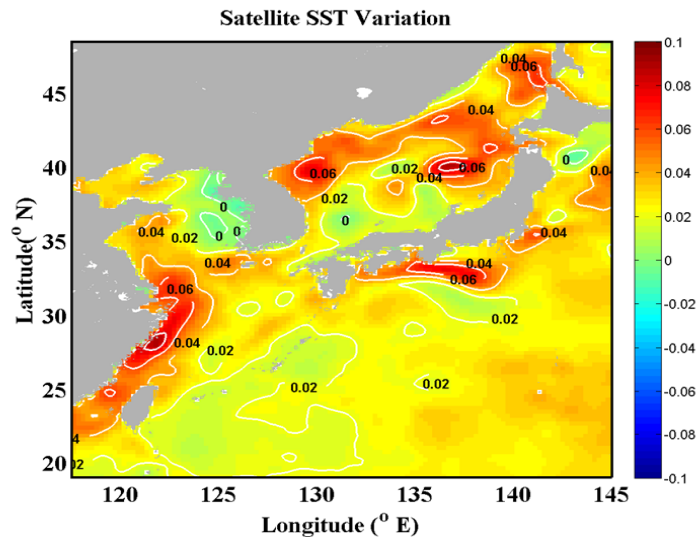
<그림 2-2> 우리나라 주변해역 표층수온 변동(1968~2015년)

- 우리나라 주변 해역의 평균 표층수온 변동(1968~2015년)은 1977년 15.8℃로 최저치를 보였으며, 1998년과 2004년에 17.58℃로 21~27년 간 1.78℃ 상승하였다(<그림 2-2>).
- 서해 연안의 수온상승 요인은 1차적으로는 대기의 상승에 기인하며, 특히 수심(평균수심 44m)이 낮은 바다에서 대기에 의한 열전도도가 빨라 겨울과 여름의 수온 폭을 확대시키며, 2차적으로는 1970년대 이후 급격한 산업화 및 도시화에 연관성을 찾을 수 있다. 특히 충남은 연안에 산재한 화력발전소 온배수 및 공단 배출수 등이 수심이 얕은 연안역에서 국부적으로 수온을 미세하게 상승시키는 것으로 판단된다.



(2008년은 청색면의 냉수대가 북쪽으로 더욱 이동하고 있음)

<그림 2-3> 1990년과 2008년 4월의 한반도 주변 해양 표면수온 분포



(자료: 서울대 해양환경 예측연구실)

<그림 2-4> 한반도 주변 위성 표층수온 편차

2. 기후변화가 충남연안 수산생물의 서식환경에 미치는 영향

- 해양생물의 서식 변동과 고유 서식종의 자원감소, 생태천이, 생식주기 변화 등 외래종의 유입으로 대표되는 기후 온난화는 서해안에서 이미 1970년대 초반부터 영향을 미치기 시작하였다(<그림 2-5>).
- 기후 온난화의 대표적인 영향은 1972년부터 갯벌서식 백합의 질병감염 및 서식환경 변화에 의한 대량폐사로 현재는 멸종 위기종으로 전락하고 있으며, 바지락은 주 생산지가 서해안으로 1980년대 초반까지 연간 9만여톤의 생산에서 1990년 74,581톤으로 줄어든 이후 2013년에는 18,145톤으로 급격한 감소를 보이고 있다.
- 충남연안의 바지락 생산량 감소는 간척 등으로 인한 연안 형질변경과 어장면적 축소 등의 영향을 크게 받았다. 그러나 최근에는 대기 온도의 급격한 상승에 의한 갯벌 서식환경 변화와 이로 인한 질병 증가, 해적생물인 쪽 등의 바지락 서식장 침입에 의한 생산량 감소 등으로 바지락 어장의 생산성은 30% 미만에 그치고 있다.
- 충남 연안에서의 기후변화는 가장 먼저 갯벌 서식생물에 영향을 미치며, 바지락 이외의 급감되었거나 멸종위기에 이르는 대표적 유용 패류는 백합, 가무락, 동죽, 개량조개와 낙지, 갯지렁이 등이다.
- 해면에 미치는 기후변화의 영향은 급격한 수온 상승에 의한 수산생물의 서식과 번식 및 회유로의 변화를 일으켜 정착성 및 회유성 어종의 감소를 초래하고 있다.
- 충남 연안의 대표적인 기후변화 대상종은 대하, 황복, 꽃게, 주꾸미 등으로 이들 종은 매년 생산량이 감소하고 있다. 특히 황복은 산란장인 금강 댐 등 강 하구의 폐쇄와 임진강 수계의 댐 건설 및 환경오염에 의해 멸종 위기종으로 관리 대상이 되고 있으며, 주꾸미는 산란기의 남획에 의한 자원감소의 영향을 받는 것으로 추정된다. 이와 반대로 기후변화에 의해 생산량이 증가 또는 확대가 예상되는 품목은 전복, 비단가리비, 개체굴, 조피볼락, 김, 다시마, 미역 등이며 이들 품목은 금 후 인공종자의 대량 생산·방류를 통한 자원조성 및 고부가가치의 친환경 양식 산업화가 필요하다.



<그림 2-5> 기후변화에 의한 고부가가치 품목의 충남 연안 북상 이동

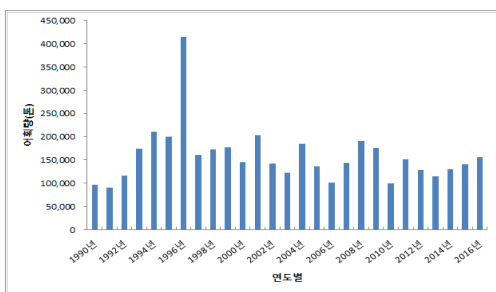
제3장 충남해역 주요 수산자원의 기후변화 대응전략

최근에 대두되는 기후변화는 수산자원생물의 분포와 생존에 폭넓고 다양하게 영향을 미친다. 본 장에서는 충남 연안의 주요 수산자원 및 어업생물을 대상으로 한 생태와 자원생물학적 변동 특성(서해 및 충남 연안, 남해, 동해)을 분석하여 기후변화에 따른 주요 종의 자원관리 대응방안을 모색해 본다.

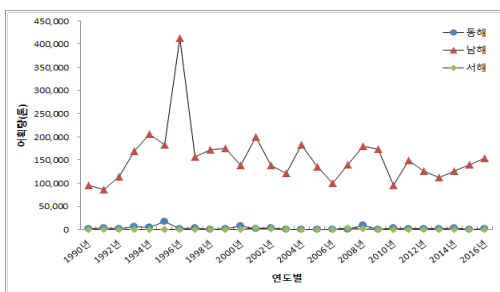
1. 충남해역 주요 수산자원의 어종별 현황

1) 고등어의 어획량 변동 및 어업 실태

- 고등어(학명 *Scomber japonicus*)는 전 세계 해면어업에서 연평균(2003~2014년) 어획량이 약 1,804,820톤으로 5위의 어종이다(FAO, 2016).
- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 고등어 생산량은 1990년 96,297톤(동해 1,388톤, 남해 94,696톤, 서해 213톤)에서 1996년 415,003톤(동해 1,685톤, 남해 412,799톤, 서해 519톤)으로 최대치를 보인 후 2010년에 99,534톤(동해 3,430톤, 남해 95,562톤, 서해 542톤)으로 크게 감소하였다(국가통계포털, 2017). 남해안의 주 어획품목인 고등어는 2016년에 155,461톤(동해 1,180톤, 남해 153,375톤, 서해 906톤)이 어획되어 3~4년 주기로 증감을 반복하면서 어획량이 감소하는 경향을 보이고 있다(<그림 3-1>, <그림 3-2>).



<그림 3-1> 고등어의 연도별 어획량 변동



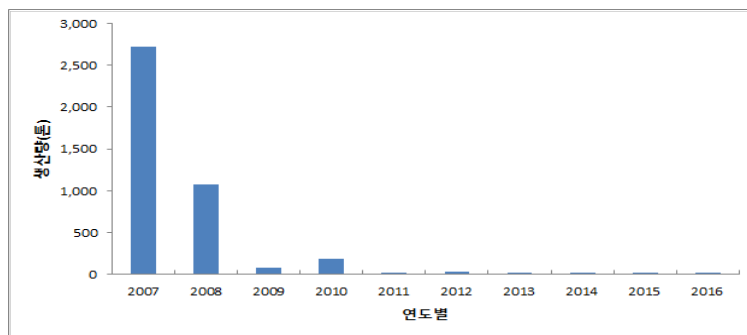
<그림 3-2> 고등어의 해역별 어획량 변동

- 한편 2007년부터 2016년까지 충남해역의 고등어 어획량은 2007년 2,730톤(전국의 1.9%)으로 최고치를 보였다가 매년 크게 감소하여 2010년 179톤(0.2%), 2011~2016년에는 8톤~34톤(0.01~0.03%)으로 대폭 줄어들었고 10년간 연평균 어획량은 416톤(전국 142,891, 서해 806톤)으로 나타났다(<표 3-1>, <그림 3-3>).
- 난류성인 고등어의 어획감소는 현재까지 수온 상승 등의 기후변화에 의한 서식환경 악화가 일부 영향을 미칠 수도 있겠으나 주요 감소 원인은 중국 및 일본, 우리나라 어선에 의한 주요 어장에서의 과도한 어구 사용 및 무차별적 남획에 의한 영향이 큰 것으로 판단된다.

<표 3-1> 충남해역의 고등어 어획량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	2,730	1,076	73	179	9	34	20	14	17	8

자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr

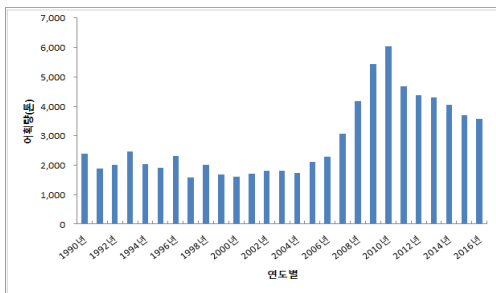


<그림 3-3> 충남해역의 고등어 어획량 변동

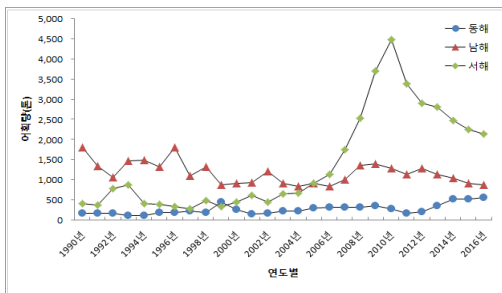
2) 넙치의 어획량 변동 및 어업 실태

- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 자연산 넙치(학명 *Paralichthys olivaceus*) 어획량은 1990년 2,380톤(동해 164톤, 남해 1,810톤, 서해 406톤)에서 1997년 1,592톤(동해 220톤, 남해 1,090톤, 서해 282톤)으로 최저치를 보인 후 2010년에 6,035톤(동해 281톤, 남해 1,282톤, 서해 4,472톤 중 충남 3,043톤)으로 최대생산을 보였다. 2016년에는 3,566톤(동해 567톤, 남해 870톤, 서해 2,129톤 중 충남 1,221톤)을 보였다(<그림 3-4>, <그림 3-5>, <표 3-2>).

- 넙치 자원은 서해안(충남해역)의 주 어획품목으로 수온 상승 등의 기후환경 변화가 서식에 일부 영향을 미치고 있는 것으로 여겨지며, 저서성 어족으로 중국 및 우리나라 어선에 의한 어획강도는 고등어에 비해 낮다.
- 해역별 어획량은 2002년까지는 남해의 어획량이 서해, 동해보다 2배 전후로 많았으나, 2005년까지는 남해(912톤)의 어획량이 서해(909톤), 동해(291톤)보다 약간 많았다. 이후 서해에서의 어획량이 증가하여 남해와 동해보다 약 3배 이상 높은 어획량을 나타내고 있으나 2010년 이후부터 지속적인 감소 추세를 보이고 있다(<그림 3-5>).



<그림 3-4> 넙치의 연도별 어획량 변동

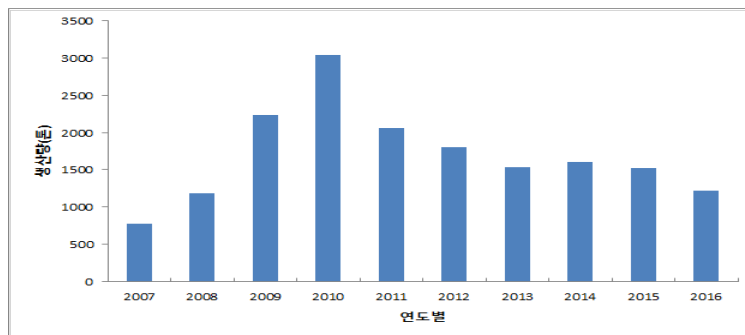


<그림 3-5> 넙치의 해역별 어획량 변동

<표 3-2> 충남해역의 넙치 어획량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	781	1,183	2,231	3,043	2,059	1,809	1,530	1,601	1,525	1,221

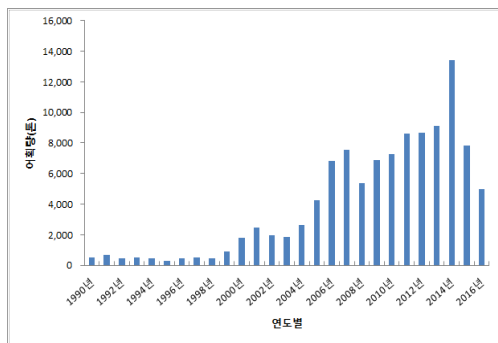
자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



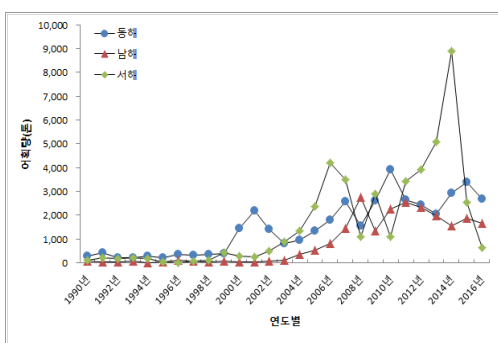
<그림 3-6> 충남해역의 넙치 어획량 변동

3) 대구의 어획량 변동 및 어업 실태

- 대구(학명 *Gadus macrocephalus*)는 전 세계 해면어업에서 연평균(2003~2014년) 어획량이 약 373,547톤으로 25위의 어종이다(FAO, 2016).
- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 대구 어획량은 1990년 487톤(동해 291톤, 남해 87톤, 서해 109톤)에서 1999년까지는 유사하다가 2014년에 13,402톤(동해 2,938톤, 남해 1,568톤, 서해 8,896톤 중 충남 8,478톤)으로 최고치를 보였으며, 2016년에는 4,995톤(동해 2,680톤, 남해 1,667톤, 서해 648톤 중 충남 627톤)을 보였다(<그림 3-7>, <그림 3-8>, <그림 3-9>, <표 3-3>).
- 서해의 어획량은 1996년에 8톤에서 1999년에 420톤(전국의 47.0%)으로 증가하였다, 이후 2004년에는 1,335톤(50.1%), 2005년 2,384톤(55.8%), 2006년 4,196톤(61.6%)으로 증감을 반복하다가 2013년에 5,092톤(55.8%), 2014년에 8,896톤(66.4%)으로 최고치를 보였다. 그러나 2015년에 2,560톤, 2016년에는 648톤으로 급격한 감소 추세를 보이고 있다(<그림 3-8>).
- 2015년부터 어획량이 매년 크게 감소하는 원인에 대해서는 기후변화에 따른 해양환경 및 남획과 관련된 수산자원학적 측면에서의 종합적인 조사·연구가 요구된다.



<그림 3-7> 대구의 연도별 어획량 변동

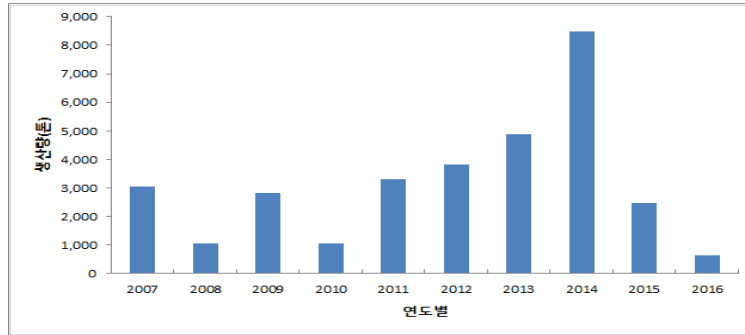


<그림 3-8> 대구의 해역별 어획량 변동

<표 3-3> 충남해역의 대구 어획량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	3,056	1,043	2,809	1,044	3,317	3,831	4,869	8,478	2,473	627

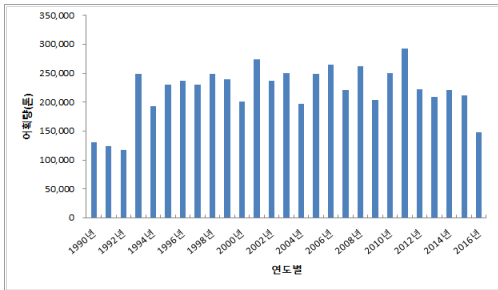
자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



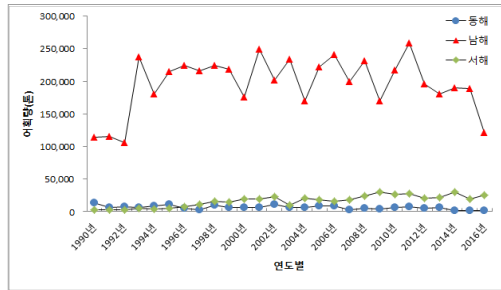
<그림 3-9> 충남해역의 대구 어획량 변동

4) 멸치의 어획량 변동 및 어업 실태

- 멸치(학명 *Engraulis japonicus*)는 전 세계 해면어업에서 어획량이 연평균(2003~2014) 1,410,105톤으로 10위의 어종이며, 어획량이 증가 추세에 있다(FAO, 2016).
- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 멸치 생산량 변동은 1990년 130,192톤(동해 13,623톤, 남해 114,107톤, 서해 2,462톤)에서 1993년에 249,209톤(동해 6,515톤, 남해 237,242톤, 서해 5,452톤)으로 증가한 후 소폭의 증감을 보이면서 2011년에는 292,730톤(동해 7,215톤, 남해 258,208톤, 서해 27,307톤 중 충남 19,671톤)으로 최대생산을 보였다. 2016년에는 148,034톤(동해 1,197톤, 남해 121,235톤, 서해 25,602톤 중 충남 23,432톤)으로 점차 감소하였는데, 이는 기후환경 변화가 일부 영향을 미치는 것으로 나타났다(<그림 3-10>, <그림 3-11>).
- 한편 2007년부터 2016년까지 충남해역의 멸치 생산량 변동은 11,588톤~26,879톤으로 2007년에 가장 적었고, 2014년에 최대 어획량을 보이고 있으며, 생산량이 점차 증가추세에 있다(<표 3-4>, <그림 3-12>).



<그림 3-10> 멸치의 연도별 어획량 변동

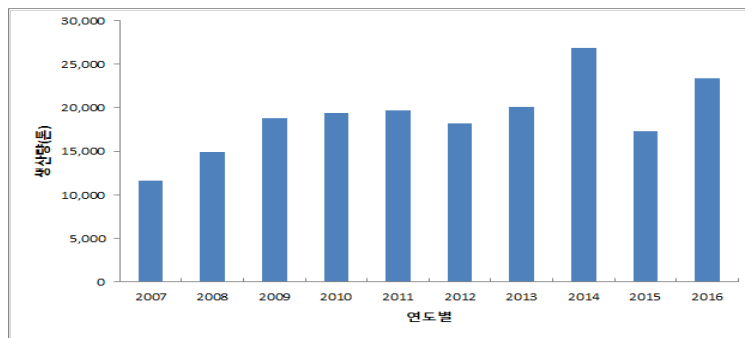


<그림 3-11> 멸치의 해역별 어획량 변동

<표 3-4> 충남해역의 멸치 어획량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	11,588	14,939	18,805	19,372	19,671	18,213	20,050	26,879	17,272	23,432

자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



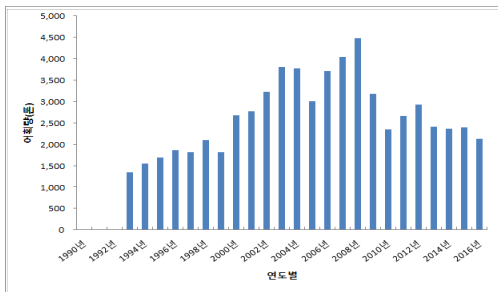
<그림 3-12> 충남해역의 멸치 어획량 변동

5) 조피볼락의 어획량 변동 및 어업 실태

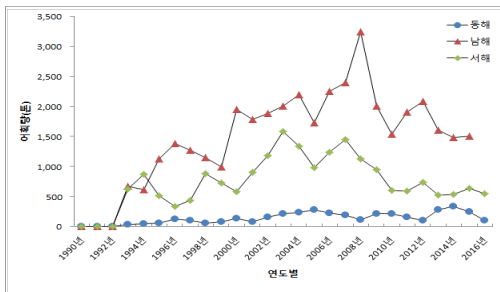
- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 조피볼락(학명 *Sebastes schlegelii*) 어획량은, 1990년~1992년에는 어획량이 기록되지 않았으며, 1993년에 1,340톤(동해 36톤, 남해 676톤, 서해 628톤)에서 거의 매년 증가하여 2008년에는 4,477톤(동해 111톤, 남해 3,238톤, 서해 1,128톤 중 충남 430톤)으로 최고치를 보였다. 2016년에는 2,120톤(동해 103톤, 남해 1,467톤, 서해 550톤 중 충남 385톤)으로 크게 감소하였고, 2010년 이후부터는 연간 2,500톤 내외

수준에서 안정된 생산을 보이고 있다(<그림 3-13>, <그림 3-14>).

- 충남 해역에서 조피볼락 어획량은 2007년에 845톤으로 최고치를 보인 후 2016년에는 385톤으로 매년 350톤 내외에서 안정된 생산을 보이고 있다. 충남 해역의 조피볼락 어획량은 인공 종자의 지속적인 방류에 의한 영향이 있는 것으로 추정되고 있다(<표 3-5>, <그림 3-15>).



<그림 3-13> 조피볼락의 연도별 어획량 변동

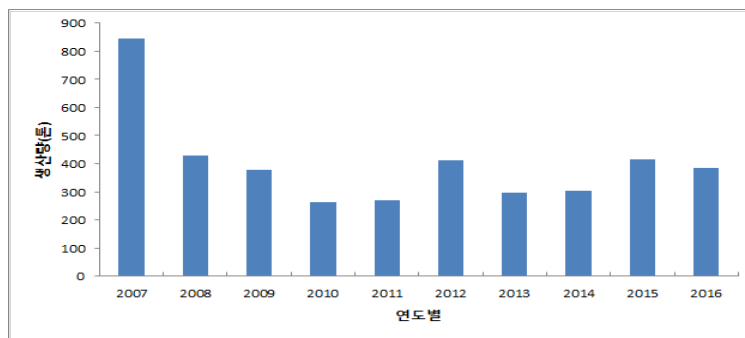


<그림 3-14> 조피볼락의 해역별 어획량 변동

<표 3-5> 충남해역의 조피볼락 어획량 변동

연도별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	845	430	378	263	271	412	297	305	417	385

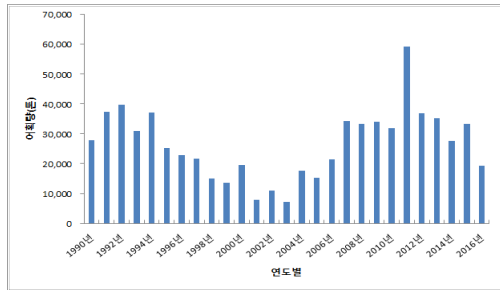
자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



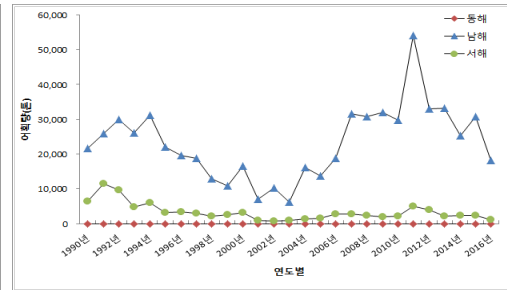
<그림 3-15> 충남해역의 조피볼락 어획량 변동

6) 참조기의 어획량 변동 및 어업 실태

- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 참조기(학명 *Larimichthys polyactis*) 생산량은 1990년 27,890톤(동해 0톤, 남해 21,562톤, 서해 6,328톤)에서 2003년 7,098톤(동해 2톤, 남해 6,245톤, 서해 851톤)으로 가장 낮은 생산량을 보인 후 점차 증가하여 2011년에 59,226톤(동해 0톤, 남해 54,133톤, 서해 5,093톤 중 충남 518톤)으로 최대생산량을 보였고, 이후 또다시 감소하여 2016년에 19,270톤(동해 15톤, 남해 18,154톤, 서해 1,101톤 중 충남 254톤)으로 줄어들었다(<그림 3-16>, <그림 3-17>).
- 한편 2007년부터 2016년까지 충남 해역의 참조기 어획량은 14톤~581톤으로 2010년에 최소, 2011년에 최대치를 보였으며, 생산량 변동 폭이 점차 커지는 것으로 나타났다(<표 3-6>, <그림 3-18>).



<그림 3-16> 참조기 연도별 어획량 변동

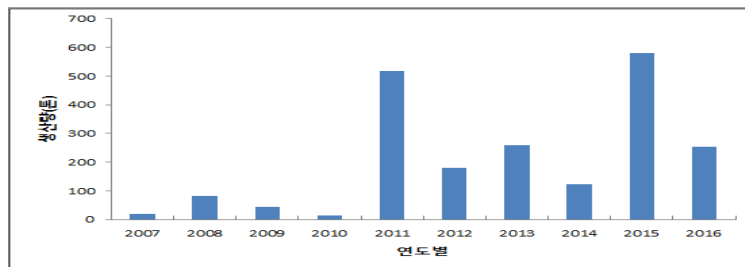


<그림 3-17> 참조기 해역별 어획량 변동

<표 3-6> 충남해역의 참조기 어획량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	20	82	45	14	518	180	258	123	581	254

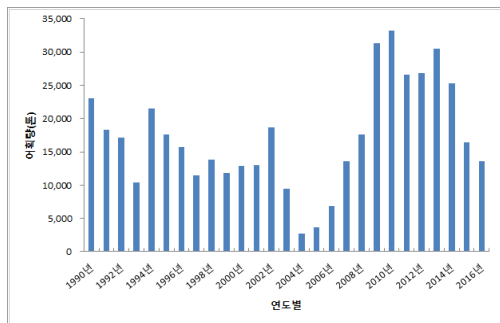
자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



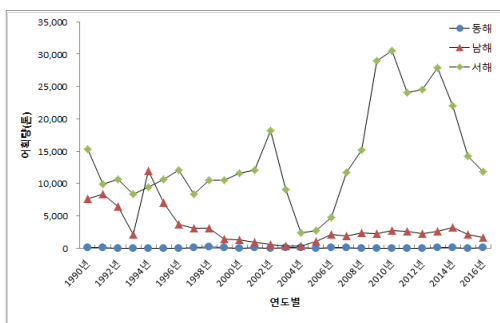
<그림 3-18> 충남 해역의 참조기 어획량 변동

7) 꽃게의 어획량 변동 및 어업 실태

- 꽃게(학명 *Portunus trituberculatus*)는 전 세계 해면어업 중 연평균(2003~2014) 어획량이 356,587톤으로 20위에 속하는 종이며, 어획량은 2014년 이후 점차 감소추세를 보이고 있다(FAO, 2016).
- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 꽃게 어획량 변동은 1990년 23,004톤(동해 60톤, 남해 7,646톤, 서해 15,298톤)에서 2004년에 2,683톤(동해 61톤, 남해 327톤, 서해 2,295톤)으로 크게 줄어든 후 2010년에는 33,193톤(동해 0톤, 남해 2,663톤, 서해 30,530톤)으로 최대 생산을 보였다. 그러나 2016년에는 13,558톤(동해 29톤, 남해 1,669톤, 서해 11,860톤)으로 줄어들어 해에 따라 어획량의 변동 폭이 컸다. 이러한 현상은 조에아 및 메갈로파 유생 발생 시기의 환경변동과 남획에 의한 영향으로 추정된다(<그림 3-19>, <그림 3-20>).
- 꽃게는 충남 해역의 주요 수산물로 어획량 변동추이는 전국 해역과 유사한 경향을 보였다. 충남의 꽃게 어획량은 2007년 4,298톤(31.6%)에서 2009년에 11,712톤(37.4%), 2013년에 15,478톤(50.8%)으로 최고치를 보인 후 지속적으로 감소하여 2016년에는 5,019톤(37.1%)을 어획하였다(<표 3-7>, <그림 3-21>).
- 꽃게의 어획은 연안자망, 근해자망, 연안통발, 연안개량안강망, 근해안강망 등 5개 어업에서 전체 어획량의 약 96%를 생산하며, 기타 어업은 4% 이하로 소량 어획되고 있다.



<그림 3-19> 꽃게의 연도별 어획량 변동

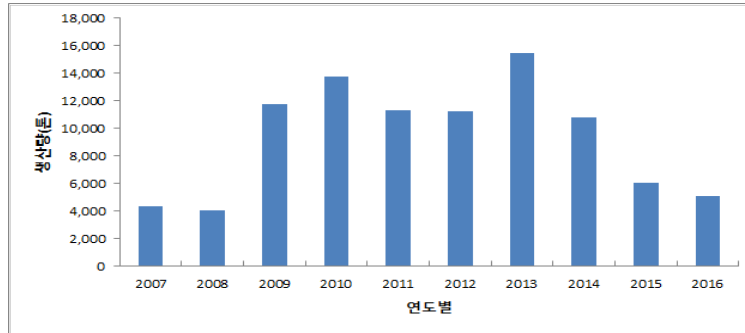


<그림 3-20> 꽃게의 해역별 어획량 변동

<표 3-7> 충남해역의 꽃게 어획량 변동

연도별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	4,298	3,997	11,712	13,718	11,318	11,242	15,478	10,753	6,055	5,019

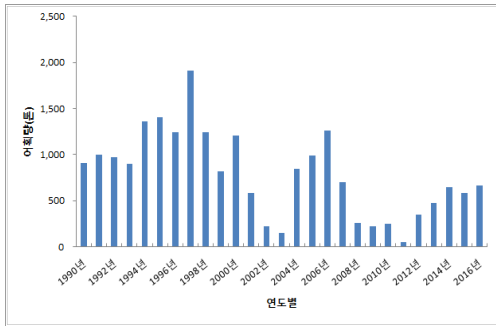
자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



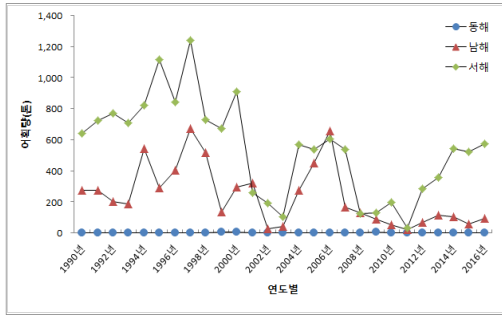
<그림 3-21> 충남해역의 꽃게 어획량 변동

8) 대하의 어획량 변동 및 어업 실태

- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 대하(학명 *Fenneropenaeus chinensis*) 어획량 변동은 1990년 912톤(동해 0톤, 남해 273톤, 서해 639톤)에서 1997년 1,911톤(동해 0톤, 남해 670톤, 서해 1,241톤)으로 최대치를 보인 후 2011년에는 52톤(동해 0톤, 남해 22톤, 서해 30톤 중 충남 29톤)으로 거의 자원 위기중의 수준을 보였다. 이후 2016년에는 666톤(동해 0톤, 남해 92톤, 서해 574톤 중 충남 499톤)으로 약간 회복되고 있으나 전체적으로 자원의 변동 폭이 매우 컸다. 이러한 현상은 단년생으로 발생 시기의 기후환경 변화와 서식지의 환경 훼손, 남획에 의한 영향으로 추정된다(<그림 3-22>, <그림 3-23>).
- 대하는 꽃게와 함께 충남 해역의 어획 비율이 매우 높다. 2007년 충남 해역의 어획량은 378톤(전국의 53.7%)이었고, 원유유출 사고 후인 2008~2011년은 29~171톤으로 감소하였으나 전국 생산량 점유율은 34.3~67.8%로 높았다(<표 3-8>, <그림 3-24>).



<그림 3-22> 대하의 연도별 어획량 변동

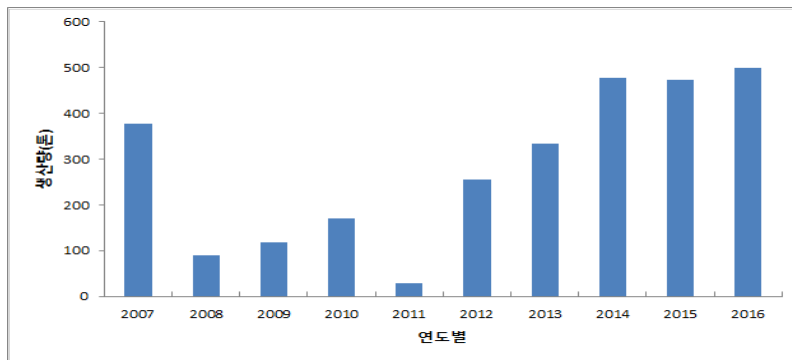


<그림 3-23> 대하의 해역별 어획량 변동

<표 3-8> 충남해역의 대하 어획량 변동

연도별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	378	89	117	171	29	255	333	478	474	499

자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



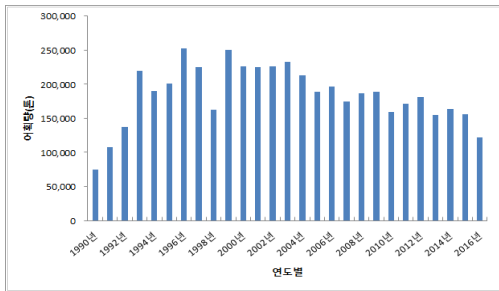
<그림 3-24> 충남해역의 대하 어획량 변동

9) 살오징어의 어획량 변동 및 어업 실태

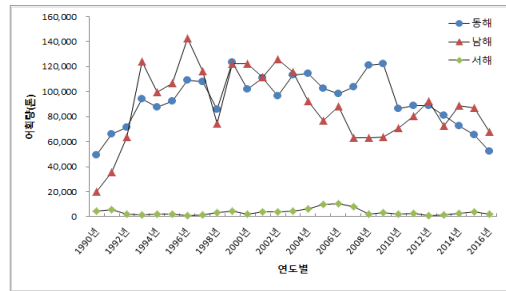
- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 살오징어(학명 *Todarodes pacificus*) 어획량 변동은 1990년 74,172톤(동해 49,418톤, 남해 20,250톤, 서해 4,504톤)에서 2002년 226,656톤(동해 96,785톤, 남해 125,916톤, 서해 3,955톤)으로 최대치를 보인 후 2016년에는 121,757톤(동해 52,040톤, 남해 67,826톤, 서해 1,891톤 중 충남 1,067톤)으로 큰 폭의 감소 경향을 나타내었다

(<그림 3-25>, 그림 3-26).

- 충남 해역에서 살오징어 어획량 변동은 연별로 편차가 크게 나타나며 서식환경 변화에 따라 회유 범위가 달라지면서 일정한 이동 경향성을 보이지 않는다. 충남 해역의 어획량은 2007년에 7,486톤(전국의 4.3%)을 보였으나 허베이 스피리트호 원유유출 오염사고 직후인 2008년에는 1,848톤(1.0%), 2009년에는 3,047톤(1.6%)으로 줄어들었고, 2012년에는 695톤, 2016년 1,067톤으로 감소하는 등 어획량의 하향 감소가 뚜렷해지고 있다. 이러한 현상은 꽃게와 같이 1년 내외의 단년생으로 발생 시기에 기후변화에 의한 서식환경 변동 등의 영향을 받거나 남획에 의한 감소로 추정할 수 있다(<표 3-9>, <그림 3-27>).



<그림 3-25> 살오징어의 연도별 어획량 변동

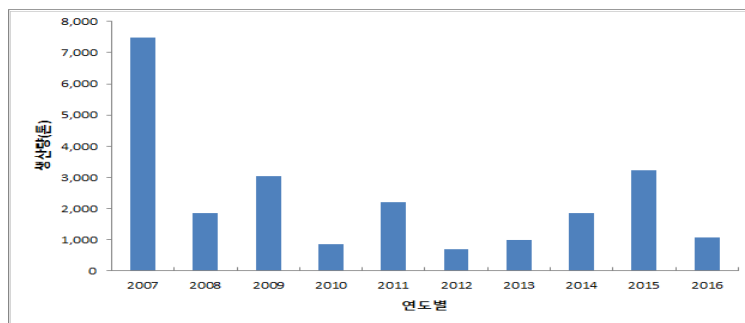


<그림 3-26> 살오징어의 해역별 어획량 변동

<표 3-9> 충남해역의 살오징어 어획량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	7,486	1,848	3,047	867	2,192	695	992	1,857	3,214	1,067

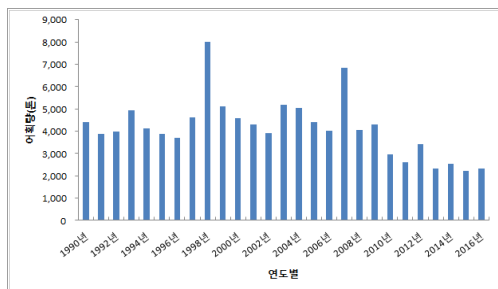
자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



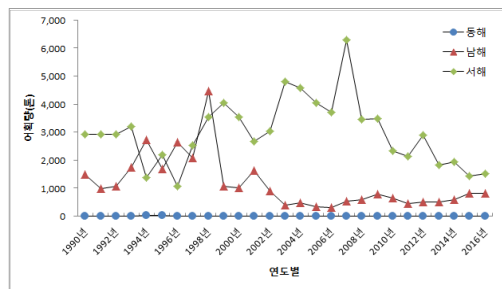
<그림 3-27> 충남해역의 살오징어 어획량 변동

10) 주꾸미의 어획량 변동 및 어업 실태

- 1990년부터 2016년까지 우리나라의 주꾸미(학명 *Octopus ocellatus*) 어획량 변동은 1990년 4,422톤(동해 0톤, 남해 1,498톤, 서해 2,924톤)에서 1998년 7,999톤(동해 0톤, 남해 4,470톤, 서해 3,529톤)으로 최대치를 보인 후 2015년에는 2,231톤(동해 0톤, 남해 811톤, 서해 1,420톤)으로 2010년 이후 지속적인 감소 경향을 보이고 있다(<그림 3-28>, <그림 3-29>).
- 충남 해역에서 주꾸미 어획량은 2007년에 2,798톤(전국의 41.0%)으로 높게 나타났으나 허베이 스피리트호 원유유출 오염사고 직후인 2008년에는 1,233톤(30.4%)으로 크게 감소하였고, 2009~2011년에 1,238~1,707톤(28.9~65.8%), 2012년에 2,411톤(70.6%), 2016년에는 968톤(41.9%)으로 감소하였다(<표 3-10>, <그림 3-30>).
- 주꾸미의 어획량 변동이 심한 원인은 꽃게와 같이 1년 내외의 단년생으로 기후변화 등에 의한 어장환경 변화와 해사채취 등에 의한 연안 서식장의 훼손 및 낚시어선(1인당 50kg 내외 어획) 등에 의한 남획에 가까운 대량의 어획이 이루어지기 때문인 것으로 추정되고 있어, 주꾸미 자원의 지속적 유지를 위한 대책마련이 시급하다.



<그림 3-28> 주꾸미의 연도별 어획량 변동

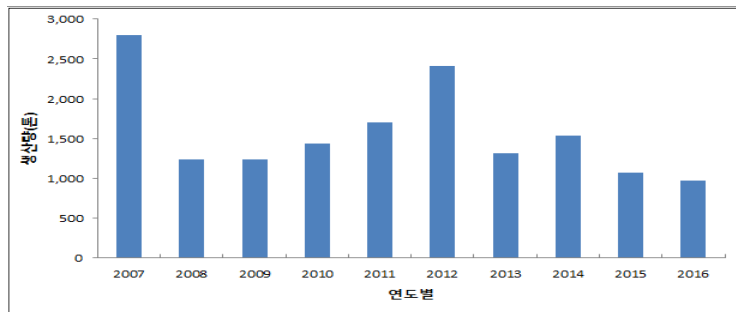


<그림 3-29> 주꾸미의 해역별 어획량 변동

<표 3-10> 충남해역의 주꾸미 어획량 변동

연도별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
어획량(톤)	2,798	1,233	1,238	1,431	1,707	2,411	1,319	1,531	1,069	968

자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



<그림 3-30> 충남해역의 주꾸미 어획량 변동

2. 충남해역 주요 어종의 자원관리 및 기후변화 대응방안

1) 고등어의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 고등어는 국립수산물과학원 과학위원회에서 전국 광역 수산자원회복 대상어종으로 지정하여 최근 집중적으로 조사·연구 중에 있으며 생물학적, 생태학적, 수산자원학적 조사·연구를 토대로 충남해역에 적합한 자원관리 방안 모색을 위한 면밀한 검토가 요구된다.
- 현재의 포획금지 체장은 21cm 이하이며, 고등어 어획량 중 21cm 이하 개체를 20% 미만으로 부수어획하는 경우에는 포획해도 된다는 예외 조항이 있다. 하지만, 생물학적 최소형이 25.0~27.5 cm(1~2세어)이므로 포획금지 체장을 25 cm 이상(28 cm)으로 상향 검토하여 미성어의 어획을 규제하고, 20% 미만 부수어획의 인정 체장도 25 cm로 상향시켜 비율을 10%로 축소하거나 예외적인 인정조항의 삭제 검토가 요구된다(<표 3-11>; 부록 2 참조).
- 부수어획 인정은 4월 1일~6월 30일 중 1개월 범위에서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 기간 내에서 고등어를 어획량의 10퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우에는 부수 어획을 인정하고 있다. 그러나 해역에 따라서 차이는 있지만, 주 산란기인 5~6월경을 금어기로 지정하고, 부수어획 인정기준을 강화할 필요가 있으며, 자율적 금어기 시행 협의가 요구된다(국립수산물과학원, 2015).
- 고등어 자원의 지속적 회복을 위해서는 과도한 어구사용(어선 및 어구 수, 어구의 규모 등) 억제제를 위한 법적 규제 강화와 조업지역 및 조업시기의 축소, 어획금지 체장 제한을 통한

미성어의 어획 규제가 시급하다. 이와 함께 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양 환경요인 등의 생태특성에 관한 조사·연구 및 관련국인 중국, 일본 등과 함께 자원회복을 위한 국가 간 공동 대책 마련이 필요하다.

(2) 어획증대 방안

- 고등어는 봄~여름에 먹이섭식 및 산란을 위해 북상하며, 특히 7~8월경에 충남 연안의 회유시기에 어획하거나 가을~겨울의 월동을 위해 남하하는 어군을 어획한다.
- 고등어는 대형선망으로 90% 이상을 어획하므로 충남 어선어업의 면허·허가 처분 및 어구어법에 대한 조사·연구가 필요하다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 고등어는 난류성 어종으로 우리나라의 어획량이 1960년대에 1만톤 이하에서 1990년대에 18만톤, 2000년대에는 15만톤으로 약 15~18배 증가하였는데, 이는 수온상승과 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다.
- 서해의 수온상승으로 충남 연안에서는 금후에도 지속적으로 출현할 것으로 예측되나 2009년 이후 자원이 급격히 감소한 상태이므로 기후변화에 대응한 고등어 자원의 변동 요인에 대하여 충남 해역을 중심으로 세분화된 집중 조사·연구가 요구된다.
- 서해안은 황해 저층 냉수대의 영향으로 냉수성 수산자원의 서식에 도움이 되는 경우가 많으나 반대로 고등어와 같은 난류성 어종은 냉수대가 발달할 경우 이동 회유로가 차단되어 어획량 감소의 원인이 될 수도 있는 것으로 여겨진다.

2) 넙치의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 우리나라의 넙치 어획량은 충남해역에서의 생산비율이 매우 높기 때문에 충남 해역의 넙치 자원관리는 전국의 어획량을 좌우할 수 있다.
- 넙치는 금어기가 없지만 주 산란기인 3월~5월이나, 미성어가 주로 어획되는 5월~9월

사이 일부시기에 지자체에서 자율적으로 금어기를 설정하고, 체장 21 cm로 설정된 포획·채취금지 체장을 높여 자원을 지속적으로 관리해 나가는 것이 바람직하겠다(<표 3-11>).

(2) 어획증대 방안

- 넙치는 수명이 약 13세로 추정되며, 성숙체장이 암수 모두 체장 35cm 이상으로 크기 때문에 현재의 금지체장을 자율적으로 30cm 정도로 확대하면 일정 시간이 경과한 후 친어 및 어획대상 자원으로 가입되어 충남 해역의 넙치 자원량을 증가시킬 수 있을 것이다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 우리나라의 넙치 어획 동향은 1990년대에는 2만톤, 2000년대에는 2만 5천톤, 2010년대에는 3만톤으로 매년 증가하였으나 2010년 이후 감소추세이며, 특히 충남해역의 어획비율이 낮아지고 있다.
- 넙치 자원에 대한 조사·연구는 그동안 남해안을 중심으로 수행되어 왔기 때문에 서해 중부의 충남 해역에 대한 자료가 미비한 상태로 기후변화에 따른 자원변동 예측 연구가 요구된다.

3) 대구의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 2007년~2016년 충남해역의 대구 어획량은 전국의 약 40%로 매우 높았는데, 이는 1999년부터 자원량이 급격히 증가하였기 때문이다. 국립수산물과학원은 대구를 수산자원 회복사업의 광역 대상어종으로 지정하여 “서해 대구 어획량 변동 메카니즘”에 대한 집중적인 연구를 추진하고 있어, 추후 본 자료를 확보하여 활용할 필요가 있다(부록 2 참조).
- 대구의 금어기는 전국적으로는 3월 1일~3월 31일(1개월), 부산·경남은 1월 1일~3월 31일(1개월)로 설정되어 있다(산란기: 진해만 12~1월, 영일만 1~2월). 그러나 서해에 분포하는 대구의 산란기가 1월~3월이므로 부산·경남 해역과 동일하게 1월에 금어기를 설정하거나 1월~3월 기간 중에 금어기의 조정·확대가 필요하며, 충남도와 어업인의

협의를 의하여 자율적인 어업제한이 요구된다(<표 3-11>; 국립수산물과학원, 2015).

(2) 어획증대 방안

- 대구는 최대수명이 약 14세로 수명이 긴 어종이며, 최소성숙체장이 암수 모두 38 cm(3세어) 이상이다. 따라서 현재 체장 30 cm 이하로 설정된 금지체장을 제도적 또는 자율적으로 30 cm 이상으로 확대하면 일정 시간이 경과한 후 친어 및 어획 대상어의 자원량이 가입되어 충남해역의 대구 어획량이 증가할 수 있을 것으로 예측된다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 대구의 주요 산란 지역인 북해(North Sea) 남부 해역에서 기후변화로 인하여 북해산 대구가 사라질 위험이 있다고 경고하였으나(한국해양수산개발원, 2011), 아직까지 기후변화가 대구에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 이루어진 바가 없다.
- 대구는 산란기를 제외하면 보통 45~450 m, 주로 150 m의 깊은 수심에서 서식하며, 동해와 남해의 서식해역은 수온 상승의 영향이 적고, 서해(충남해역)는 수심이 얕아 수온 상승의 영향이 클 것으로 예측되고 있지만 황해 저층냉수대가 안정적으로 발달할 경우 서해안이 대구 서식에 적합한 수온대가 형성될 수 있을 것으로 보인다. 현재보다 수온이 더욱 상승할 경우에는 생활사 초기 부유생활기에 고수온 환경에 의한 초기 감모율이 높아질 가능성이 있어 이에 대한 연구가 요구된다(水産総合研究センター, 2014).

4) 멸치의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 멸치의 주 산란기는 4~6월이며, 산란최적 수온은 18~23 °C이고, 주 산란장은 수심 20~30 m 층으로 보통 남해를 중심으로 서해는 전북 위도, 인천 북부 연안, 압록강 하구, 중국의 요령성, 발해만, 산둥성 등의 해역이다(부록 1 참조).
- 국립수산물과학원은 남해 연근해 조사에서 6월에 대부분의 멸치 자·치어 및 소형어가 19~23 °C 수온범위에서 높은 밀도로 발견되어 주로 서식하는 수온대로 밝히고 있다.

- 멸치의 자원량은 비교적 안정된 것으로 파악되지만, 수온상승 등 기후변화에 의한 자원량 감소를 예측할 수 없기 때문에 주 산란기 중 일부 시기의 금어기 조정 및 충남 해역의 집중 출현·회유시기, 크기별 금어기의 세분화 등을 위한 조사·연구가 필요하다.
- 멸치를 주로 어획하는 어업을 대상으로 적정량을 어획하도록 TAC(총허용어획량) 적용을 검토하고, 충남 해역의 어선 및 멸치 자원량 파악을 위한 선행조사·연구가 요구된다.

(2) 어획증대 방안

- 남해에서 멸치를 주로 어획하는 권현망어업의 경우에 멸치의 주 산란기이면서 다른 계절에 비하여 멸치의 어획량이 적은 4~6월이 금어기로 설정되어 있으므로, 충남 연안에서 어구의 망목(그물코)이 작은 어업에 대하여 제도적 또는 자율적으로 금어기를 설정하면 자원량 및 어획량이 증가할 것으로 여겨진다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 멸치는 난류성 어종으로 우리나라에서 어획량이 1960년대에는 6만톤, 1980년대에 16만톤, 1990년대에 20만톤, 2000년대 24만톤, 2010년대에는 16만톤으로 수온상승과 양의 상관관계로 증가추세를 보이고 있다.
- 멸치의 산란기가 4~6월(산란 정점기 6월)인 것은 비교적 높은 수온을 좋아하는 난류성 어종이기 때문이다. 따라서 단기간 약간의 수온상승이 멸치자원에 끼치는 영향은 적을 것으로 추측되지만, 장기화할 경우에는 수온이 하강하는 시기에 성장하는 멸치자원의 생리적인 변화로 자원변동에 영향을 끼칠 수도 있다(水産総合研究センター, 2014).
- 멸치에 대한 조사·연구는 남해를 중심으로 수행되어 왔기 때문에 서해 중부에 위치한 충남 해역에 대한 자료가 매우 빈약하므로 어획량 및 어업인 소득증대를 위해서 기후변화에 따른 멸치자원의 변동 예측에 대한 연구가 필요하다.

5) 조피볼락의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 조피볼락(우럭)은 암초지대에 주로 서식하는 대표적인 정착성 어종으로, 특히 충남 연안에 서식량이 많아 서식환경 및 서식지의 보호가 요구된다.
- 조피볼락은 포획금지 체장이 23 cm로 설정되어 있는데, 자연산(3세 이상), 양식산(2세 이상) 모두 생물학적 성숙체장이 약 30 cm 이상이므로 포획금지 체장의 확대 및 자율적 이행을 권장한다(<표 3-11>; 부록 1 참조).

(2) 어획증대 방안

- 자연산 임신어가 새끼를 출산하는 수온은 7~17 °C(양식산 10~16 °C)로 나타났다.
- 충남해역(태안 등)에서 조피볼락은 정착성·한류성 어종이지만 수온이 낮은 먼 해역까지 이동하는 경우가 적다. 조피볼락은 주로 연안 자연암반 및 암초지대에 서식하므로 자원 증가를 위해 인공 서식처 조성 및 치어의 지속적인 방류 등 인위적인 서식환경과 자원 조성이 함께 이루어져야 한다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 자연에서 조피볼락의 미성어와 성어가 출현하는 수온대는 8~12 °C로 비교적 낮아 수온 상승이 자원량 감소에 영향을 줄 수 있을 것으로 추정되나, 치어는 수온상승기부터 섭이량이 증가하여 성장이 빨라지는 유리함도 있을 것으로 여겨진다.
- 장기적인 수온상승은 조피볼락의 서식환경을 변화시켜 서식처의 이동으로 인한 자원 감소가 급격히 나타날 가능성이 있으므로 이에 대한 대책이 요구된다.

6) 참조기의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 참조기는 수명이 10세 이상이며 성숙체장은 약 19 cm(2세), 충분한 산란을 위한 친어는 5세(전장 26 cm) 정도로 성장이 늦은 어종이다.

- 현재의 금어기는 7월 1일~7월 31일, 근해유자망어업은 4월 22일~8월 10일이며, 10% 미만을 포획하는 경우에는 금어기에도 부수어획을 인정하고 있다.
- 참조기는 근해유자망에서 약 63%, 근해안강망에서 약 23%, 그 외 트롤 및 대형쌍끌이기 저의 비율로 어획되므로 근해유자망에만 적용하는 금어기를 근해안강망 등에 확대 적용 하며, 10%까지 부수어획을 인정하는 예외조항은 삭제 또는 축소 검토가 요구된다.
- 체장 15 cm 이하로 설정된 포획금지체장을 최소성숙체장인 19 cm 정도로 확대해야 하며, 15 cm 이하의 참조기를 20% 미만까지 부수어획을 인정하는 조항도 삭제 또는 조정이 요구된다(<표 3-11>; 국립수산물학원, 2015).
- 현재의 자원상태 유지를 위하여 어획량 관리 시스템 적용이 필요하며, 우리나라의 적정 어획량은 28,000~30,000톤이므로 총허용어획량(TAC) 적용을 적극 검토해야 한다(국립 수산물학원, 2015).

(2) 어획증대 방안

- 참조기는 산란을 위하여 복상하는 봄철 5월 전후와 산란 후 월동을 위하여 남하하는 10월경에 충남 연안을 경유하므로 자원의 유지 및 관리를 전제로, 참조기의 생태를 고려한 어구어법을 사용하면 어획량이 증가할 수 있을 것이다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 참조기는 중국의 발해만부터 황해에 걸쳐서 다른 어종보다 압도적으로 높은 밀도로 서식 하여 한국·중국·일본의 3개국 어획량이 1960년에 29만8천톤에 달했으나 남획으로 인해 1972년에는 7만톤 수준으로 줄어들었으며, 자원감소와 동시에 대형어가 줄고 소형어의 비율이 높아지고 있다(落合·田中, 1986).
- 현재 황해 저층냉수가 확장되면 참조기의 어획수준이 낮아질 것으로 판단되지만 온난화가 지속되면 자원량이 증가될 것이므로 충남 해역에 대한 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양 환경요인 등의 생태특성에 관한 조사·연구가 시급히 이루어져야 한다.

7) 꽃게의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 꽃게는 전국 어획량이 최저치를 보인 2004~2005년(2,683~3,714톤)을 겪으면서 2006년(6,894톤)부터 국립수산물과학원(서해해역과학위원회)에서 자원회복사업 대상종으로 지정하여 관리하고 있는 서해의 주요 어종이다(<표 3-11>; 부록 2 참조; 국립수산물과학원, 2015).
- 2013년 이후 꽃게의 어획제한시기(금어기)는 6월 21일~8월 20일(서해5도 7.1~8.31)로 설정되어 있지만 연구결과 및 어업현장의 현실성을 고려할 때, 어선규모(톤급)와 조업거리를 기준으로 연안어업과 근해어업으로 구분하고, 탈피게(물렁게) 어획물의 폐기량이 많은 8월말~9월말의 일부시기를 포함하여 금어기를 변경 및 확대하는 것이 바람직하다.
- 모든 어업에 금어기를 동일하게 적용하고 있으나, 7개 어업에 대해서만 꽃게의 부수 어획비율 5% 이내에서 금어기에도 어획할 수 있도록 허용하는 예외 조항의 삭제를 고려하고, 어업별로 구분하는 현행 금어기를 꽃게의 생태와 해양환경 특성이 동일한 해역은 동일한 금어기를 적용하는 것이 타당하다(국립수산물과학원, 2015).
- 국립수산물과학원의 조사·연구로 꽃게의 회유 경로, 산란장, 월동장 등이 규명됐으며, 법적으로는 자원보호구역의 설정에 대하여 규정하고 있으므로, 산란장 및 성육장인 수심이 얇은 천해 또는 갯벌 조간대 일부 지역에 산란장 확보를 위한 자원보호구역 지정이 요구된다(김, 2017).

(2) 어획증대 방안

- 상기에 언급한 금어기를 어선 규모와 조업거리 기준으로 구분하고, 탈피게가 많이 출현하는 8월말~9월말에 금어기를 확대하여 예외적으로 허용된 7개 어업 부수 어획비율을 조정하며, 산란장 및 성육장인 수심이 얇은 천해와 갯벌에 자원보호구역을 지정하여 자원관리가 이행될 경우 자원량과 어획량이 빠르게 증가할 것으로 예측된(<표 3-11>).
- 또한 꽃게는 이동성이 적기 때문에 치계의 방류로 지역 자원량을 증대하는 방안도 강구되어야 할 것이다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 수온이 상승하면 자연적으로 산란기가 길고 늦어지며, 폐기 꽃게가 많은 탈피계의 출현이 증가할 것이므로 꽃게 자원량의 유지를 위해서는 수온상승을 반영한 금어기의 조정을 적극 검토할 필요가 있을 것이다.

8) 대하의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 대하의 성숙체장은 약 15 cm(수)~20 cm(암)로 수컷은 부화 후 약 3개월, 암컷은 약 5개월이 소요된다. 따라서 수컷의 성숙체장인 15 cm 정도로 포획금지 체장의 신설을 고려해야 한다.
- 전국에서 충남 등 일부 지역에만 허가된 대하 3중자망의 어구어법 규격 및 사용틀수 등의 규정을 철저히 준수하도록 해야 한다(<표 3-11>; 부록 1, 2 참조).
- 충남의 대하 어획량은 전국과 서해안에 대비하면 높지만, 절대적 어획량이 적으므로 철저한 자원관리와 증식을 위한 전략 수립이 요구된다.

(2) 어획증대 방안 및 기후변화 대응 전략

- 기후변화에 의한 수온 상승으로 산란기(봄 산란)가 빨라질 경우 가을까지 충분히 성장하므로 포획금지 체장을 신설하고, 어구어법 및 금어기를 준수하면 자원량과 어획량은 자연적으로 증가할 것으로 예측된다.
- 자원 위기종인 대하 자원의 지속적 유지를 위해서는 산란기 이전의 대하 축제시기의 변경 및 대량의 치하방류 사업(충남수산자원연구소 등)을 지속적으로 실시해야 하며, 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양환경 요인 등의 생태특성 연구와 함께 주요 산란 번식지인 해사채취 지역의 실태조사를 통한 어장 복원대책이 시급히 이루어져야 한다.

9) 살오징어의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 살오징어는 단년생이기 때문에 교미 및 산란 등 자원증식에 중요한 시기의 자원관리에

중점을 두어야 하며, 서식장과 산란에 적합한 해양환경 조성이 중요하다.

- 산란은 1~3월과 6~8월, 9~11월 등 연중 3회 산란하는데, 현재의 금어기는 4월 1일~5월 31일로 산란기를 벗어나는 시기이므로 산란기를 일부 포함시켜 금어기를 확대 설정하는 방안을 검토해야 한다(<표 3-11>; 부록 1, 2 참조).
- 살오징어는 성장이 빠르므로 최소성숙 체장인 외투장 20 cm 이하의 미성어는 어획하지 않는 자율적 어업활동이 필요하며, 현재 포획금지 체장인 12 cm 이상을 확대 설정 검토가 요구된다.
- 살오징어의 자원감소는 기후변화에 의한 서식환경 변화와 과도한 어구사용 및 대규모의 조업에 의한 무차별적 남획에 의한 영향을 받고 있다.
- 살오징어 자원의 지속적 유지를 위해서는 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양 환경요인 등의 생태특성에 관한 조사·연구가 필요하며, 주변국인 중국, 일본 등과 함께 자원회복을 위한 국가 간 공동 대책 마련이 시급하다. 살오징어의 자원감소 현상이 지속될 경우 자원 위기종으로 전락할 가능성이 있다.

(2) 어획증대 방안

- 교미기가 연중 2~3회, 산란기도 연중 3회로 생태가 복잡한 어종이지만, 먹이를 먹기 위해 봄~여름에 북상하는 계군을 어획하고, 가을~겨울에 산란을 위하여 남하하는 계군은 어획을 삼가는 것이 연중 자원량 유지 및 어획증대를 위한 방안으로 여겨진다.
- 저인망과 오징어 채낚기 간의 공존 조업을 금지시키고, 중국 어선에 의한 남획을 차단하여야 한다.

(3) 기후변화 대응 전략

- 살오징어는 비교적 높은 수온을 선호하는 난류성 어종으로 전국 어획량이 1960년대에는 7만톤, 1970년대와 80년대에는 4만톤에서 2000년대에는 20만톤, 2010년대에는 17만톤으로 점차 감소경향을 보이고 있다. 한편 2017년에는 살오징어 어획량이 더욱 감소하였는데 이는 중국어선의 불법조업과 남획의 영향이 큰 것으로 판단된다.
- 살오징어는 서해의 수온상승으로 인해 충남해역에서는 지속적으로 출현할 것으로 예측되나 살오징어의 회유로와 생태에 대한 집중적인 연구가 필요하다.

- 서해안은 황해저층 냉수대의 영향으로 수산자원 증가 및 어업에 도움이 되는 경우가 많았는데, 반대로 살오징어와 같은 난류성 어종에게는 도리어 자원감소의 원인이 될 수도 있다. 실 예로 부산 외해 측에서 대한해협과 일본 대마도 주변에 냉수대가 발달하면 동해안으로 북상하는 오징어의 회유로가 차단되는 결과로 작용한다.

10) 주꾸미의 자원관리 및 기후변화 대응방안

(1) 자원관리 방안

- 주꾸미는 충남권역에서 축제 등으로 상징되는 중요한 경제성 어종이다.
- 산란기는 3~6월(주 산란기 4월 하순~6월 중순)이며, 암컷의 생식선 속도지수가 6월 초순에 가장 높고, 군성숙 체중은 암컷은 720g, 수컷은 64.7g에 달한다. 따라서 주꾸미는 생식선 속도지수가 가장 높은 6월 초순, 포획금지 체중은 군성숙 체중인 70g을 전후하여 금어기의 신규 설정을 적극 검토할 필요성이 있다(부록 1, 2 참조).
- 주꾸미의 어획량 변동이 심한 원인은 1년 내외의 단년생으로 발생 시기에 기후환경의 영향을 많이 받기 때문으로 추정할 수 있다. 그러나 포획·채취금지 체장 및 어획제한시기(금어기)가 설정되어 있지 않으며, 특히 낚시어선의 유어객에 의한 남획(1인당 50kg 내외)이 심각한 수준에 이르고 있어 자원보호를 위한 낚시어업의 대책마련이 시급하다.
- 주꾸미는 자원증식장 조성이 다른 어종에 비해 수월하므로 주꾸미 전용어초 투하 등의 인공산란장을 조성할 경우 자원량 증대가 빠르게 나타날 수 있다.
- 또한 자원의 지속적 유지를 위해서는 산란시기의 조업 축소와 낚시어선의 어획허용량의 제한이 요구되며, 자원의 급속한 감소가 나타날 경우 제한적으로 주꾸미 축제의 일시 중단 등의 대책이 필요하다. 또한 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 생태특성 연구와 함께 주요 산란 번식지인 해사채취 지역의 실태조사를 통한 어장 복원대책이 시급히 이루어져야 한다.

(2) 어획증대 방안 및 기후변화 대응 전략

- 인공적으로 산란장을 조성하여 자연산란을 유도하고 서식 공간 조성과 함께 금어기 및 포획금지 체중을 신설할 경우 자원량과 어획량이 빠르게 증가할 것이다.

- 기후변화에 의한 수온 상승시 산란기가 빨라지고, 산란개체가 소형화될 가능성이 있으므로 주 산란기 및 생식선 속도지수가 높은 일부 시기의 어획제한(금어기)과 생물학적 최소 크기 및 성숙 체중 이하 개체의 포획을 제한하는 금지법을 신설하는 등 자원 증대방안을 모색할 필요가 있다.

<표 3-11> 충남 주요 수산자원의 포획·채취금지 기간과 체장 및 개선안 제안

수산자원 종명(국명, 학명)		포획·채취 금지 기간 및 금지체장 (수산자원관리법 시행령 제6조제1항, 제2항 관련. 개정 2016.2.3.)	기후변화 대응 충남연안의 포획·채취 금지기간 및 금지체장(개선안)
어류	고등어 <i>Scomber japonicus</i>	-4월1일~6월30일 중 1개월 범위에서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 기간. 단, 고등어를 어획량의 10퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우 제외 -21 cm 이하. 단, 고등어 어획량 중 해당 체장의 고등어를 20% 미만으로 포획·채취하는 경우 제외	-대형선망어업의 자율 휴어기 조정 -20% 혼획 인정 항목 삭제 또는 비율 낮춤 -미성어(21 cm 이하) 어획 규제 검토→28cm로 상향
	넙치 <i>Paralichthys olivaceus</i>	21 cm 이하	- 포획금지 체장 확대 (성숙체 장 압수 모두 35 cm 이상)
	대구 <i>Gadus macrocephalus</i>	-3월1일~3월31일. 단, 부산광역시 및 경 상남도 1월1일~1월31일 -30 cm 이하	- 포획금지 체장 확대 검토 (성숙체장 서해 38 cm, 동해 44 cm 이상) - 자율적 금어기 설정 검토
	조피볼락 <i>Sebastes schlegelii</i>	23 cm 이하	- 포획금지 체장 확대 검토 (자연산, 양식산 모두 성숙 체장 약 30 cm)
	참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>	-7월1일~7월31일(근해자망어업 중 유자망 을 사용하는 경우에는 4월22일~8월10일). 단, 10% 미만 포획·채취하는 경우 제외. -15 cm 이하. 단, 참조기 어획량 중 해당 체장의 참조기를 20% 미만 포획·채취하 는 경우 제외	-안강망, 트롤, 대형쌍끌이저어의 7월1일~7월31 포획금지기간 추가 검토 -포획금지 체장 확대 (성숙체장 전장 19 cm, 2세어) -20% 혼획 인정 항목 삭제 또는 비율 축소 검토
갑각류	꽃게 <i>Portunus trituberculatus</i>	-6월1일~9월 30일 중 2개월 이내의 범위 에서 해양수산부장관이 정하여 고시한 기간. 단, 꽃게를 어획량의 5% 이내 포획·채 취하는 경우에 외팔이·쌍끌이 대형저인 망, 동해구·서남해구 외팔이중형저인망, 서남해구쌍끌이중형저인망, 대형트롤, 근 해안강망 어업은 제외 -각장 6.4 cm 이하(각폭 11 cm)	-7개 어업의 5% 혼획 인정 예외 조항 삭제 검토 -주 산란기(6~7월) 주 탈피기 (8~9월) 금어기 확대 검토
	대하 <i>Penaeus orientalis</i>	5월1일~6월30일	-포획금지 체장 설정 검토 (성숙체장 약 15 cm 이상)
두족류	살오징어 <i>Todarodes pacificus</i>	-4월1일~5월31일(근해채낚기어업과 연안 복합어업은 4월1일~4월30일). 단, 정치 망어업으로 포획하는 경우 제외 -외투장 12 cm 이하. 단, 살오징어 어획량 중 해당 체장의 살오징어를 20% 미만으로 포획·채취하는 경우 제외	-20% 혼획 인정 항목 삭제 또는 비율 낮춤 -포획금지 체장 확대 검토 (성숙체장 외투장 20 cm)
	낙지 <i>Octopus minor</i>	-6월1일~6월30일. 단, 시·도지사가 4월1일 ~9월30일 중 1개월 이상의 기간을 지역별로 따로 정하여 고시하는 경우에는 해당 기간	-연안통발에서 많은 어업인이 사용 하는 망목 18 mm를 22 mm로 그물코 규격 재검토 -포획금지 중량 설정 검토
패류	전복류 <i>Haliotis spp.</i>	-9월1일~10월31일. 단, 제주특별자치도는 10월1일~12월31일. -각장 7 cm 이하. 단, 제주특별자치도산은 각장 10 cm 이하	
	키조개 <i>Atrina pectinata</i>	-7월1일~8월31일. -부산광역시, 울산광역시, 강원도, 경상북도 및 경상남도 산에 한정하여 각장 18 cm 이하	-포획금지 체장 확대 검토 (성숙체장 각장 23 cm 이상, 3세)
기타	해삼 <i>Apostichopus japonicus</i>	-7월1일~7월31일	- 6월20일~7월31일 - 체중 100g 이하 체포금지 설정 검토

제4장 충남 주요 양식생물의 기후변화 대응전략

1. 기후변화에 대응한 충남 4대 고부가가치 양식품목 육성

1) 참굴 양식 현황 및 기후변화 대응전략

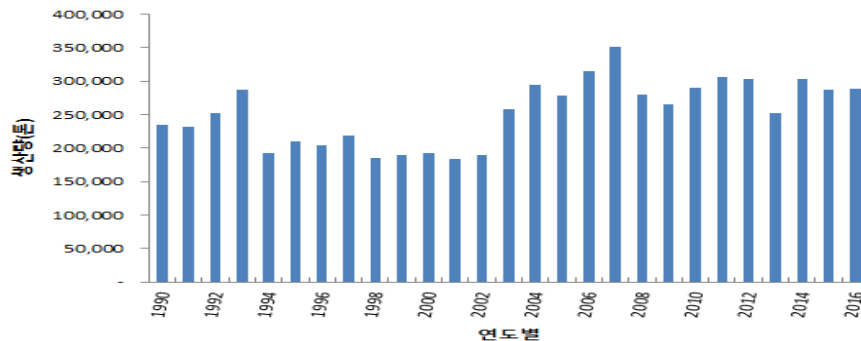
(1) 충남연안 참굴의 생산량 변동 추이

- 충남연안에서 생산되는 참굴은 모두 자연에 서식하는 굴(학명 *Crassostrea gigas*)이다. 2007년 이후 지난 10년간 자연산 참굴 생산량은 2,365톤(2013년)에서 6,954톤(2007년)으로 연별 생산량 변동이 크게 나타나고 있다. 이는 24시간 물속에 잠겨 안정된 양식 환경에서 자라는 남해안의 수하식 양식 참굴과는 달리 1일 2회 조석에 의한 노출과 함께 기온과 수온, 먹이생물 등 기후환경 변화 영향을 직접 받으며, 서식지 주변의 산업화 개발과 해안의 형질변경에 의한 유속의 변화 등의 환경영향의 지배를 받기 때문인 것으로 여겨진다.
- 충남 갯벌의 자연산 참굴 생산량은 2007년 이전(연간 7,000~8,000톤으로 추정)에 비해 줄어들고 있으며, 연간 생산량 변동은 5,000톤(10년 평균 생산량 5,366톤) 내외로 유지될 것으로 예측된다. 충남 자연산 참굴은 대부분 어리굴젓 등으로 가공되거나 생식용으로 판매되는 지역 특산물로 어촌의 주요 소득원 및 관광자원 확보를 위한 자원회복 대책이 시급히 마련되어야 한다(<표 4-1>).
- 한편 1990년부터 2016년까지 27년간의 우리나라 참굴 생산량은 2001년 184,173톤으로 최저치를 보인 후 2007년 350,592톤으로 최대생산을 보였으며, 2002년을 기점으로 기후변화에 의한 영향이라고는 단정할 수 없으나 참굴 생산량은 서해안 자연산을 제외하고는 수하식 양식 생산량에 의해 증가하는 경향을 보이고 있다(<그림 4-1>).

<표 4-1> 충남 갯벌 자연산 참굴 생산량 변동

연 별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
생산량(톤)	6,954	5,263	4,467	5,043	6,762	4,780	2,365	6,574	7,065	4,388

자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr



자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr

<그림 4-1> 우리나라 양식참굴 생산량 변동

(2) 가상식(수평망식) 개체굴 양식 생산

- 참굴은 전 세계적으로 널리 양식되고 있으며, 굴 류 중 최대 산업종으로 지금까지는 자연채묘 또는 인공채묘(2배체 자연굴)를 통해 수하식 양식에 의해 대량 생산되고 있다. 그러나 기존의 2배체 굴은 여름철의 산란 및 고수온에 의해 육질이 쇠약해지고 탄력이 떨어져 여름철에는 생식용으로 사용할 수 없는 단점이 있다. 이에 따라 기존의 2배체 굴로부터 염색체 수가 4세트인 4배체 굴을 생산한 다음, 수컷 4배체 굴의 정자와 정상적인 2배체 굴의 알을 교배시켜 3배체 굴 종묘를 인공적으로 생산하여 갯벌에서 가상식(수평망식)으로 양식한다(<그림 4-2>, <그림 4-3>).
- 이와 같은 방법으로 프랑스의 경우 갯벌에서 연간 약 50억 개 이상의 하나씩 분리된 개체굴을 생산하고 있으며, 전 세계적인 생산 국가는 갯벌이 발달한 프랑스와 미국, 캐나다, 호주, 남아프리카공화국 등 일부에 지나지 않는다.
- 3배체 굴은 2배체 굴에 비해 성장속도가 빠르고 육질의 글리코젠 및 단백질 함량이 높을 뿐만 아니라 여름철 산란기 중 성 성숙이 억제되어 여름철에도 식용이 가능하다. 3배체 굴의 인공종묘 생산 시기는 2월에서 5월 사이이며, 가을(9월~10월)에도 일부 생산이 가능하다(<그림 4-4>).
- 현재 충남 연안에서 3배체에 의한 개체굴 양식은 일부 수평망 양식시설에서 생산 중에

있으나 3배체 굴의 종자생산 부진으로 생산량이 늘지 않고 있다. 따라서 3배체 굴 종자 생산 기반조성을 위한 국가 및 충남도의 종자확보 정책 마련이 필요하다(<표 4-2>).

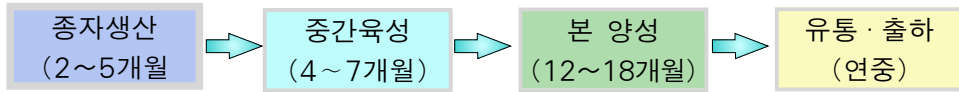


<그림 4-2> 개체굴 3배체 인공종묘 생산 과정(주, 씨에버).



자료 : 바다녹색산업연구소

<그림 4-3> 개체굴 수평망 양식 상품생산



<그림 4-4> 개체굴의 양식단계별 생산 및 유통 과정

<표 4-2> 충남 개체굴(수평망) 양식의 종자확보 추진 전략

구 분	종자생산 분야	중간육성	종자중간육성 방식
현재 수준	- 종자생산 연간 1억개(민간)	- 해면 종자 중간육성 기술개발	- 현재 종자생산업체에서 중간육성 후 종패공급(종패생산 부진으로 양식용 종패 미확보, 사업 지연)
개선 사항	- 종자생산 부진시 대비 종묘수요의 약 50%를 추가생산 후 단련장에 보관	- 해면 종자 중간육성 시험 기술개발 지속	- 연간 종자수요량 2억개까지는 현재와 같이 종자생산 업체에서 공급 - 2억개 초과분은 종자생산 업체에서 치패를 구입하여 어촌계 자체적으로 중간육성 후 본 양성 실시
금후 추진	- 2022년 까지 종자생산량 10억개로 확대 - 대단위 종묘배양장 확충 및 종자 단련장 확보(충남도) - 연간 10억개의 종자생산량 중 5억개는 충남갯벌 양식용으로 공급, 나머지 5억개는 타 지역 종자판매용으로 공급	- 연간 10억개 종자 중간육성 생산기술 정착	

(3) 가상식 개체굴 생산관리 및 양식시설 운영 기술 중장기 R&D 로드맵

- 정부의 갯벌어업 10대 전략품목인 고부가가치의 가상식(수평망식) 개체굴 양식산업은 현재 3배체 양식용 종묘확보의 어려움으로 사업추진이 일부 지연되고 있으나 종묘확보가 원활해 질 경우 고소득의 산업창출이 가능하다.
- 가상식(수평망식) 개체굴 양식시설 운영기술의 주요 항목은 양식생산 관리 모니터링과 양식시설 운영 및 산업화 양식단지 조성, 경제성 확보를 위한 적정 양식규모 등으로 고품질 개체굴의 대량생산에 필수적인 요소이다.
- 충남연안 갯벌은 가상식(수평망식) 개체굴 양식장으로 세계적 수준의 환경을 지니고 있어 프랑스 산에 비해 고품질의 개체굴 생산이 가능하다. 따라서 기후변화 대응품목으로 가장 적합하며, 김·해삼과 함께 충남의 3대 수산물 수출품목으로 육성이 가능하다.

(4) 가상식(수평망식) 개체굴 양식 생산증대 방안

- 충남 갯벌의 자연산 참굴(바닥양식) 생산량은 금후 서식환경 변화가 지속될 경우 생산량이 더욱 감소될 가능성이 높다. 따라서 기후변화로 바지락의 폐사가 증가할 경우 갯벌 어장을 입체적(바닥저질 속 바지락 양식+바닥 상층 가상식 개체굴 양식)으로 합리적 이용이 가능한 가상식 개체굴 양식을 통해 갯벌의 부가가치를 향상시킬 필요성이 있다.
- 우리나라의 참굴양식 기술은 수하식 양식의 경우 세계 최고의 기술 수준을 보이고 있으며, 가상식 개체굴 양식은 프랑스로부터 기술을 도입하여 산업화를 시도하고 있으나 3배체 굴의 종자생산 부진으로 어려움을 겪고 있다. 그러나 3배체 우량 인공종자의 대량 생산 기술이 확보되어 있어 기후변화에 대응한 고품질의 상품생산이 가능하다.
- 충남 서해안에서 가상식 개체굴 양식이 본격화 될 경우 개발 가능 면적은 500ha 이상으로 1ha당 생산량은 29.16톤에 이르겠으며, 연간 생산량은 14,580톤으로 예측된다(<표 4-3>).

<표 4-3> 충남 가상식(수평망식) 개체굴 양식생산 가능량
(양식기간 : 12개월)

시설량	양성망	양성망 규격	종자 입식량	상품생산	개발가능 면적(ha)	생산량 (톤/ha)	생산량 (톤/연간)
540set /ha	2,700개/ha (540set×5개)	1set(57×107cm) (수용밀도200개/망)	540,000개/ha (종자크기:각고 3~5cm 내외)	324,000개/ha (60%) 개체중량: 90g	500	29.16	14,580

자료 : 갯벌어업 육성을 위한 R&D 추진전략 및 산업화 방안 연구(서울대학교)

(5) 가상식 개체굴의 단계별 수출시장 진입 분석

- 단기 시장인 일본, 홍콩, 중국 등은 시장규모가 적어 공급량을 단계적으로 확대할 수 있으며, 기존의 알 굴 수출시장이 형성되어 있어 진입이 용이할 뿐만 아니라 지리적으로 근접하여 운송조건이 좋으며, 한류의 인지도 및 안전성에 높은 평가를 받고 있음.
- 중기 시장인 프랑스, 독일, 이태리, 동남아는 프랑스의 공급 부족과 유럽지역의 현지 거래가격 상승으로 항공운송에 의해서도 수출가격 경쟁력이 있음.
- 장기 시장인 미국은 공급 부족분의 일부를 캐나다로부터 받고 있으며, 신선 굴은 대부분 스시하우스, Oyster bar 등 외식업체로 유통(대부분 자국산 혹은 캐나다산)(<그림 4-5>, <그림 4-6>).

- True World, Ocean Fresh 등 현지 수입업체는 미국 내 굴 수요 증가에 따라 한국 개체 굴에 대해 관심을 보이며, 가격경쟁력을 보유할 시 시장성이 있을 것으로 전망.



<그림 4-5> 개체굴 해외 전문 레스토랑



<그림 4-6> 개체굴 시식회(서울 aT센터)

(자료: 바다녹색산업연구소)

(6) 충남 개체굴의 이산화탄소 저장 능력

- 2007년부터 2016년까지 지난 10년간 충남 갯벌 굴의 연평균 생산량은 5,366톤이며, 금후 가상식(수평망식) 개체굴 양식이 이루어질 경우 14,580톤이 추가되어 총 생산량은 연간 약 2만톤(전국 생산량의 약 5%)에 이를 것으로 예측됨.
- 굴은 해양 생물권의 탄소순환(Carbon Cycle)에서 이산화탄소(CO_2)를 흡수(uptake)하고 껍데기를 통해 고체상태로 저장(storage)하여 대기 중의 이산화탄소를 흡수하는 매우 중요한 역할을 수행함.
- 굴 껍데기의 주성분은 탄산칼슘(CaCO_3)이 94%를 차지하며, 그 외 인산칼슘과 탄산마그네슘(MgCO_3) 등의 성분으로 구성된다. 그 중 탄산칼슘에는 40%의 산화칼슘(CaO)과 44%의 이산화탄소(CO_2), 기타 성분 14%가 들어 있다(주. 테도라스, 2010). 이를 바탕으로 금후 충남 굴 생산량을 2만톤 수준에서 이산화탄소의 고정량을 환산하면 연간 6,204톤으로 추정할 수 있으며, 금후 충남도 탄소배출권거래제(Emission Trading Scheme) 도입(우리나라는 2015년 도입) 관련 자료로 활용이 가능하겠다(<표 4-4>).

<표 4-4> 충남 갯벌굴의 연간 이산화탄소(CO₂) 저장 능력

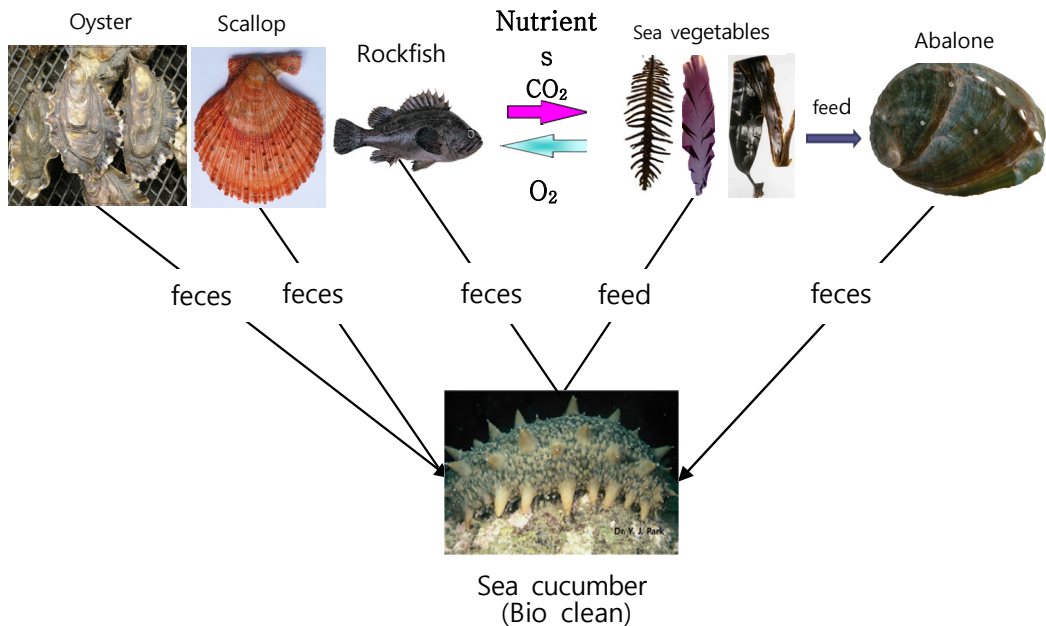
연간 굴 총생산량	굴 껍데기 중량	굴 껍데기 탄산칼슘 (CaCO ₃) 함량	탄산칼슘 함량 중 이산화탄소(CO ₂) 량	비 고
20,000톤	15,000톤 (전 중량의 75%)	14,100톤(94%)	6,204톤(44%)	굴 전중량 100g 중 껍데기 중량 75g, 육중량 25g 기준

2) 해삼 양식 현황 및 기후변화 대응전략

(1) 충남연안 해삼서식 환경

○ 서식특성

- 수층별 분포: 해삼(학명 *Apostichopus japonicus*)은 일반적으로 수심이 얇은 곳에는 소형의 해삼이 많고, 깊은 곳에는 대형의 것이 많이 분포하는 경향이 있다. 수심에 의한 해삼의 크기별 층별 분포는 생리 및 생태적 특성으로 대형크기의 우량 상품생산은 주로 수심 10~20m 부근에서 이루어진다. 해삼은 잡식성으로 펄을 포함한 생물 및 해조류 등의 분해물을 먹는 바다의 청소자로 친환경 양식의 대표적인 종이다(<그림 4-7>).
- 충남연안의 자연 해삼서식장의 수온은 4~23℃, 성장 적수온은 10~18℃, 하면수온은 24℃ 이상으로 성장함에 따라 서식수온 폭이 좁아져 여름에는 안정적인 수온대를 찾아 깊은 곳으로 이동하는 특성을 보이며, 염분은 29~33psu로 매우 적합한 환경을 지닌다.

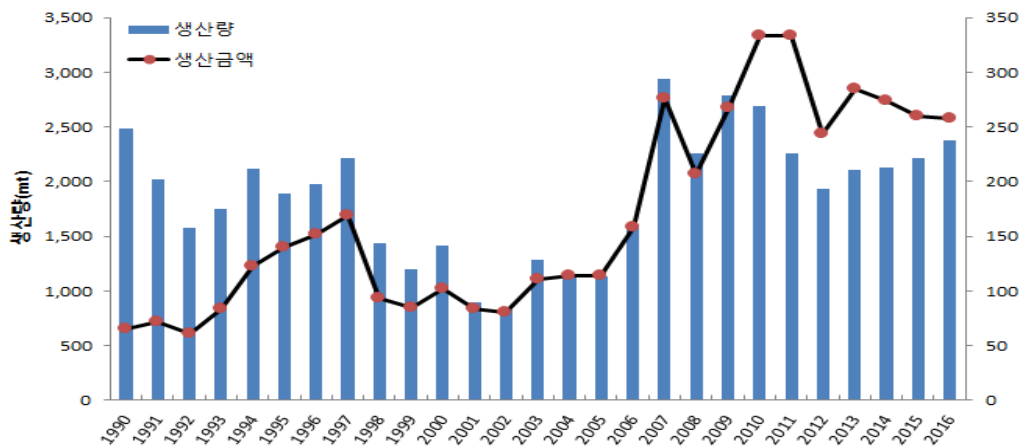


<그림 4-7> 충남연안의 고부가가치 친환경 양식 개념도

(2) 충남연안 해삼 생산량 변동 추이

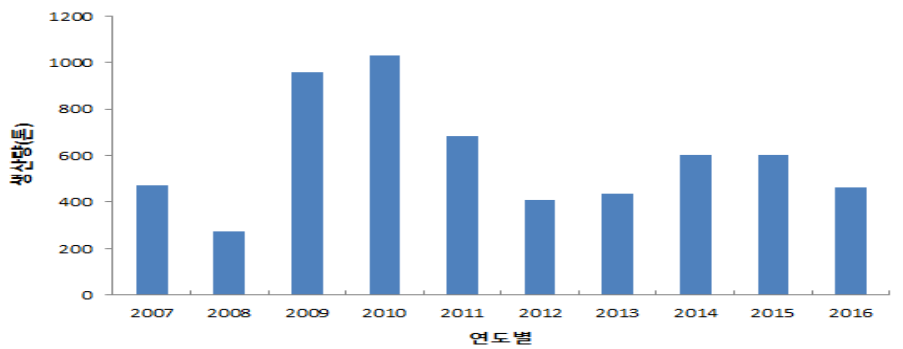
- 정부의 수산물 수출 10대 전략 품목인 해삼(학명, *Apostichopus japonicus*)은 세계 최대 소비시장인 중화권의 핵심 수출 품목으로 육성이 가능하며, FTA 등 시장개방에 대응한 생산기반 확충 및 부가가치 향상을 통한 수출경쟁력 확보가 가능하다.
- 국내 해삼 생산량은 1990년 2,491톤으로 보인 이후 꾸준히 감소하여 2002년에 833톤으로 크게 줄어들었다. 이후 2003년에는 중국시장의 수요증가로 어획량이 1,281톤으로 증가하기 시작하였고, 중국시장이 크게 확대된 2007년에는 2,936톤으로 최대 생산량을 보였다.
- 해삼은 2005년 이후 중국 수요의 증가로 일부 종자방류에도 불구하고 거의 남획에 가까운 어획이 이루어졌으며, 2010년 이후에는 연간 1,935톤에서 2,687톤의 생산량을 보이고 있다. 따라서 현재 우리나라의 자연해삼 생산량(국가 통계포털 생산량 기준)은 연간 약 2,500여톤 수준에 불과한 것으로 판단된다(<그림 4-8>).

- 한편 충남도 해삼 생산량은 2007년 471톤, 2008년 275톤, 2010년 1,030톤을 보였고, 2016년에는 464톤(국가 통계 포털, www.kosis.kr)으로 나타났으나 실제생산량은 1,200여톤(전국 생산량의 약 30%) 내외로 전국 최대의 생산량을 보이는 것으로 추정된다(<그림 4-9>).
- 국내 해삼 생산 수급계획(추정)은 2015년 2,211톤에서 2022년까지 수출산업 육성을 위해 최소한 10,000톤 이상으로 생산량 확대가 필요하다(<표 4-5>).



(자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr)

<그림 4-8> 우리나라 해삼 생산량 및 생산금액



(자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr)

<그림 4-9> 충남 해삼 생산량

<표 4-5> 국내 해삼 생산 수급계획(추정)

구분 연별	생산계획(톤)					비고
	합계(톤)	자연어획	양식생산			
			축제식	육상수조	해면가두리	
2015	2,211	2,211	-	-	-	
2016	2,505	2,500	5	-	-	
2017	3,030	3,000	30	-	-	
2018	3,570	3,500	60	10	-	
2019	5,050	4,000	900	50	100	
2020	6,300	4,500	1,500	100	200	
2021	8,000	5,000	2,500	200	300	
2022	10,000	5,500	3,500	500	500	

(자료 : 바다녹색산업연구소)

(3) 기후변화에 대응한 충남도 해삼양식 종장기 R&D 로드맵

- 충남연안 외해는 황해냉수대 영향권으로 여름철 해삼 서식층의 수온이 23℃ 내외가 유지되고 있어 금후에도 기후변화에 의한 해삼서식에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 예측된다. 따라서 우리나라에서 최적의 해삼양식 환경을 지닌 충남 연안은 해삼 서식장(양식섬 등) 조성 및 국가 해삼 특구 등의 체계적인 투자 및 기술개발이 이루어질 경우 생산량을 크게 늘릴 수 있을 것이다.

- 그러나 충남도 해삼 생산량은 현재처럼 인공종자(우량종자, 체중 3~5g)에 의한 자원조성이 미흡하거나 체계적인 어장관리가 이루어지지 않을 경우 현재의 생산량으로는 수출가공은 물론 해삼 특구조성 등의 산업화가 어렵다.
- 충남도 4대 핵심품목인 해삼의 지속적 생산증대를 통한 해삼 EXPO 및 국가 해삼 특구의 충남도 유치를 위해서는 해면양식과 갯벌간척지 등을 활용한 축제식 양식 등으로 2022년까지 연간 5,000톤(해면생산 4,000톤, 축제식 생산 1,000톤)의 생산이 필수적이며, 이를 위한 계획적인 투자 및 생산관리가 요한다(<표 4-6>, <그림 4-11>, <그림 4-13>).
- 씨뿌림 및 축제식 해삼양식 활성화를 위해서는 종자가격의 안정화(체중 3g 기준, 300~400원/마리)→100~150원/마리)를 통한 양식어업인의 참여확대가 필수적이다.
- 축제식 해삼양식 생산을 위해 유휴 갯벌간척지의 일부를 어업인이 해삼양식장으로 활용할 수 있도록 법안 개정이 이루어졌으나 현재까지 농림식품부의 이용 동의가 지연되고 있어 실질적 사용을 위한 부처 간 해소 노력이 필요하다.
- 우리나라 해삼의 최대 생산지인 충남의 기후변화 대응품목으로 가장 적합한 해삼의 대량생산을 위해서는 정부 및 충남도의 투자지원과 기업 및 영어법인, 어업인 등의 참여확대와 함께 수출을 위한 위생해역의 지정 등이 필요하다(<그림 4-12>).

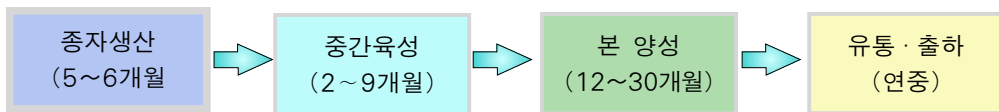
<표 4-6> 충남 해삼 생산 수급계획(추정)

연 별	생산계획(톤)			비 고
	합 계	해면 자연어획	축제식	
2017	1,200	1,200	—	
2018	1,330	1,300	30	
2019	1,580	1,500	80	
2020	2,300	2,000	300	
2021	3,500	2,700	800	
2022	5,000	4,000	1,000	

- 충남도 해삼의 대량생산을 위한 기본요소는 ① 인공종자의 대량생산 및 중간육성 기술개발 ② 해면·축제식 양식장 적지개발 확대 및 생태 적합형 은신처 시설 ③ 우량종자의 대량방류 및 방류 기술개발 ④ 조간대 지역 새끼해삼 서식지 보호 및 어획체중 제한

⑤ 고부가가치 가공기술 개발 및 기능성 바이오 산업 육성 ⑥ 국민 식성에 적합한 음식개발 및 소비 확대 ⑦ 안정적 유통, 수출 기반조성 및 기업투자 유치 ⑧ 국가 해삼특구 유치를 위한 생산량 확보(연간 5,000톤) 및 투자확대 등이다<그림 4-10>.

- 해삼의 대량생산 기반조성을 위해서는 자연어장에서 어획이 금지(체중 100g 이하)된 다양한 크기의 해삼(체중 50~400g)을 갯벌 간척지를 활용한 축제식과 새우 등 생산성이 낮은 기존의 축제식 양식장의 품목전환을 통해 연중 생산 출하할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.
- 충남 연안에서 해삼양식 생산 기술개발이 체계적으로 이루어질 경우 해면은 기존의 0.5~1톤/ha 생산에서 2톤/ha으로 축제식은 3톤/ha 수준으로 생산량 증대가 가능할 것이다.

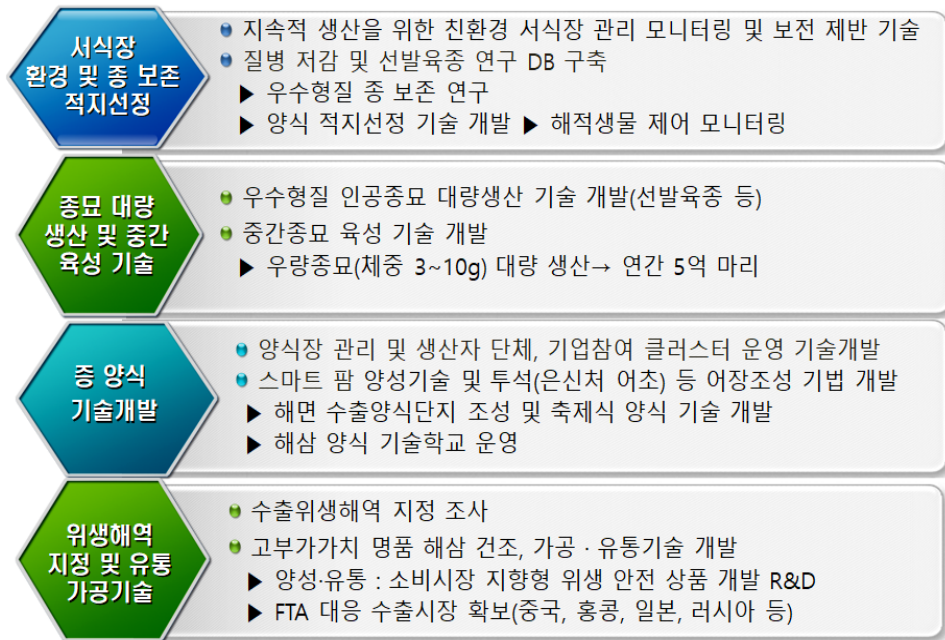


<그림 4-10> 해삼의 양식단계별 기간(씨뿌림·축제식) 및 유통과정



(자료 : 국립수산물과학원, 바다녹색산업연구소, 2016)

<그림 4-11> 충남 해삼 축제식 대량생산 양식기술 및 표준모델 개발



<그림 4-12> 기후변화에 대응한 충남 해삼양식 R&D 산업화 전략



축제식 양식 해삼 수확 (2015. 10.13일), 입식 22개월 경과



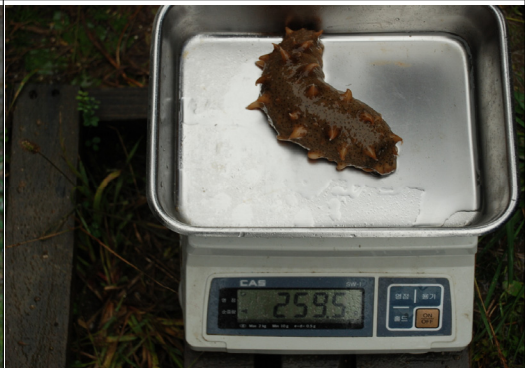
축제식 양식 해삼 수확 (2015. 10.13일),
입식 22개월 경과, 평균체장 14.8cm, 체중 98.8g



충남 태안 축제식 양식 해삼 수확 (2015. 11.18일), 입식 23개월 경과, 평균체장 15.1cm, 체중 134.7g



축제식 양식 해삼의 여러 가지 형태(2015. 11.18일)



축제식 해삼의 중량, 입식 23개월 경과(체중 259.5g)

(자료 : 바다녹색산업연구소, 2016)

<그림 4-13> 충남 태안군 이원면 만대 국내 최초 축제식 양식 해삼 수확

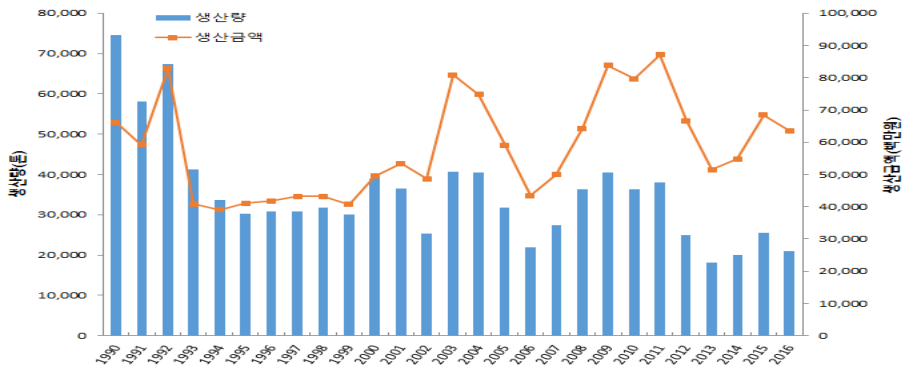
3) 바지락 양식 현황 및 기후변화 대응전략

(1) 충남 바지락 양식산업 현황

- 바지락(학명 *Tapes philippinarum*)은 국내의 식용 이매패류 가운데, 굴 다음으로 생산량이 많을 뿐만 아니라 충남 갯벌의 최대 생산품목으로 어업인의 핵심 소득원이 되고 있다.
- 바지락의 국내 시장규모는 연간 7만톤 내외에 이르고 있으나 우리나라의 자체 생산량은 연간 2만 1천여 톤에 불과하여 중국, 북한, 러시아 등 주변국에서의 수입량이 연간 4만톤 이상에 이르고 있다.
- 충남 바지락 어장은 연안의 간척 매립 및 기후환경 변화 등에 의해 양식환경이 악화되면서 생산량이 격감하고 있으며, 중국산 및 북한산 식용바지락의 대량 수입으로 어업인의 어려움이 가중되고 있다.

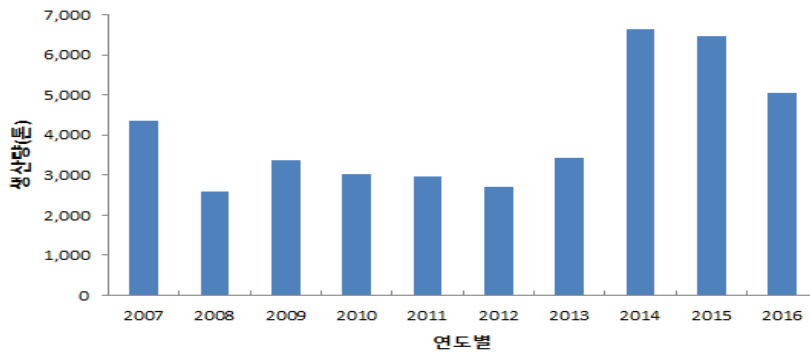
(2) 충남연안 바지락 생산량 변동

- 우리나라의 바지락 생산량은 1990년 74,581톤(662억원)이 생산된 이후 매년 감소하여 1994년 33,630톤(391억원)으로 크게 줄어들었고, 2002년 25,410톤(486억원), 2003년 40,642톤(808억원), 2006년 21,886톤(434억원), 2009년 40,393톤(837억원), 2013년 18,145톤(515억원), 2016년 21,056톤(635억원)으로 매년 생산량의 기복이 커지면서 큰 폭의 감소 경향을 보이고 있다(<그림 4-14>).
- 충남 갯벌의 바지락 생산량(국가 통계포털: www.kosis.kr)은 2007년 4,342톤에서 2008년 2,590톤, 2014년 6,626톤, 2016년에는 전국 생산량의 24%인 5,051톤에 달했으며, 비 통계 부분의 생산량을 합칠 경우 연간 생산량이 7,000~8,000톤에 이르는 충남수산의 대표 수산물 이다(<그림 4-15>).
- 바지락 생산량 변동은 새만금 간척사업이 착공(1991년)된 이후 1993년에 3만톤 수준으로 크게 감소되었고, 방조제가 완공된 2006년에는 2만 1천톤 수준으로 격감하였다. 바지락 생산량은 금후에도 기후환경 변화에 의한 질병 및 해적생물(썩 등), 연안 산업시설에 의한 갯벌 형질변경 등 갯벌어장의 훼손에 의한 환경악화로 지속적인 감소가 예상된다.



(자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr)

<그림 4-14> 우리나라 바지락 생산량 및 생산금액



(자료 : 국가 통계포털: www.kosis.kr)

<그림 4-15> 충남연안 연별 바지락 생산량 변동

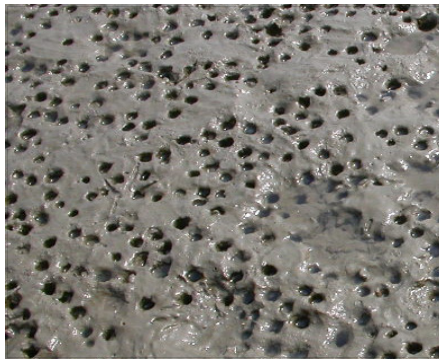
(3) 충남 바지락 어장에서의 폐사 유형

- 바지락 폐사는 2000년 이후 겨울철인 2월에 기온의 변동 폭이 크고, 평균기온이 낮은 해의 봄철(3~4월)에 강한 북서계절풍에 의한 저질변동(노출) 후 폐사가 빈번하게 나타나고 있다. 이 시기에 바지락은 겨울을 지낸 이후 봄철 산란준비 등으로 생리적으로 약한 상태에서 저질 위로 노출된 후 약 15일(3월 중순~5월) 전후에서 동시 다발적으로 폐사한다.

- 최근에는 바지락 양식장에서 썩(*Upogebia major*)의 대량발생으로 폐사가 증가하고 있으며, 바지락 포자충인 퍼킨서스(*P. olseni*) 등에 의한 폐사영향은 적은 것으로 나타났다 (<그림 4-16>, <그림 4-17>, <그림 4-18>, <그림 4-19>).



<그림 4-16> 충남 갯벌어장의 봄철 바지락 폐사 유형



<그림 4-17> 썩의 외부 구멍 모습



<그림 4-18> 썩, *Upogebia major*



<그림 4-19> 썩붙이, *Callinassa japonica*

(4) 기후변화에 대응한 충남도 바지락 양식 중장기 R&D 로드맵

- 바지락 어장의 생산성 회복을 위해서는 저질 및 서식장의 환경개선과 함께 생산량 감소의 주된 요인인 쪽의 번식 및 서식차단을 위한 제어기술의 개발이 시급하다.
- 쪽의 번식과 서식차단을 위해 실시하는 생분해성 그물 차단망 설치의 조류가 빠르거나 풍파의 영향을 받는 곳에서는 저질 위로 차단망이 노출되어버리거나 효과가 일시적이고 실제 분해속도가 늦어 바지락 어장의 2차 오염을 유발할 가능성이 크기 때문에 시설을 지양하는 것이 바람직하다(수산자원관리공단, 2017).
- 그동안 시행한 갯벌어장 복원사업에 대한 사후평가를 실시하여 바지락 등의 갯벌생물과 퇴적물의 상호작용에 대한 주변 생태계에 미치는 영향 등을 분석하고 복원사업 성과에 대한 개선방안 마련이 필요하다.
- 충남연안의 일부 바지락 양식장은 기후환경 변화와 산업시설의 영향, 고령화 및 해적생물 피해 등으로 생산성이 한계에 도달하고 있어, 생산성이 낮은 어장의 체계적인 품목 전환 및 어장의 증별 이용 등 어장환경 변화에 대응 가능한 새로운 고소득 품목(가상식 개체 굴 등)의 활용방안 마련이 필요하다.
- 쪽의 대량발생으로 생산성이 저하된 바지락 어장의 친환경 복합양식 생산단지(바지락+가상식(수평망식) 개체굴+낙지+지주식 김 등)를 조성, 기후변화에 대응한 고부가가치 양식산업으로 육성하는 것이 바람직하다.
- 갯벌양식 수산물의 성장저하 및 해적생물, 질병에 의한 양식생물의 폐사 등 위험관리 대책을 마련하고, 금후 기후변화시 양식장의 과학적 관리를 위한 ICT 스마트 웹 기반의 환경관리 관측정보 시스템 DB(database) 구축이 필요하다.

4) 김 양식 현황 및 기후변화 대응전략

(1) 충남연안 김 양식 환경

- 우리나라의 양식 수산물 중 기후환경 영향을 가장 크게 받는 김 양식은 충남연안이 양식 주산지인 남해안에 비해 1~3월의 수온과 기온이 1~2℃ 정도 낮아 겨울철 김 양식 어기가 20~25일 정도 연장(2월 하순까지 고품질 김 생산)되는 효과가 나타나고 있다.

- 또한 남해안의 수온상승에 따라 김 양식 적정 수역이 1970년 이후 서해안을 따라 충남에서 인천 연안까지 점차 북상하면서 충남의 김 양식 조건이 최적의 환경으로 바뀌고 있다.
- 김의 성장과 품질은 적절한 영양염류(질산염, 인산염, 규산염)의 공급에 좌우되는데 9월에서 이듬해 3월의 양식기간 중 강우량이 적거나 육상 담수의 공급량이 적을 경우 염체의 황백화 현상 등 질병이 발생하게 된다. 따라서 최근의 기후변화는 겨울철 강수량의 부족현상을 일으켜 황백화 현상 등 김의 품질에 악영향을 미치고 있어 금강하구역의 지속적인 담수방류와 함께 충남 일대 갯벌간척지의 역간척에 의한 생태계 회복이 필요하다.
- 현재 양식 김의 종류는 *Porphyra tenera*, *P. yezoensis*, *P. dentata*, *P. seriata* 등으로 지역에 따라 적합한 품종의 선발육종이 시도되고 있으며, 충남연안에 적합한 황백화 차단 등 내병성의 고품질 지역 특성품종이 지속적으로 개발되어야 할 것으로 판단된다.

(2) 국가 김 산업 육성 전략

- 해양수산부에서 2024년까지 연간수출 1조원(10억달러) 규모의 “김 산업 발전방안”을 마련함에 따라 기후환경 변화에 대응한 해조류의 이산화탄소(CO₂) 저감 방안 및 충남 연안의 양식 환경에 적합한 김 산업 발전의 선제적인 대응이 필요하다(<표 4-7>).

<표 4-7> 김 생산 및 수출 목표

구 분	2016년	2022년	2024년
• 수출액	3.5억 달러	8.2억 달러	10.8억 달러
• 수출량(물김 기준)	25만 톤	34만 톤	38만 톤

자료 : 해양수산부, 2017

- 기본방향

- 전 세계적인 김 수요 기반 확대에 대응하기 위해 지속가능하고 친환경적인 김 생산 기반 조성 및 세계 시장 기호에 적합한 고부가가치 가공제품 개발

- 추진전략

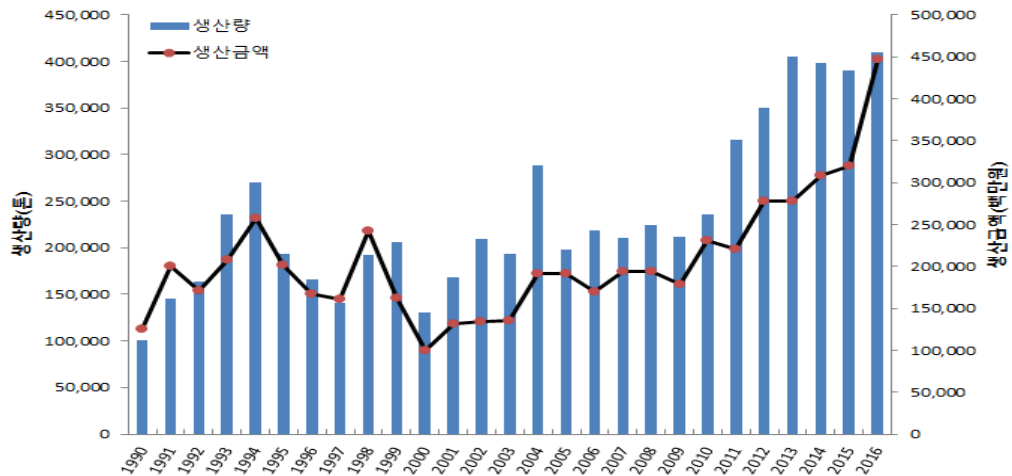
- 글로벌 푸드화 기반 마련
- 지속 가능한 생산증대 환경 조성 : 단위면적당 생산량 증대 및 김 신제품 개발
- 김 특화 수산식품 거점단지 조성 : 2017~2019년/총 150억원/경기 화성
- 김 수출가공 클러스터 조성 : 2018~2020년/총 1,000억원/전남 목포
- 단계별 품질 위생관리 강화/성과중심의 수출지원 확대

- 기대효과

- 연간 10억(1조원) 달러 수출 및 양식 어가당 연 3~4억원 소득 창출

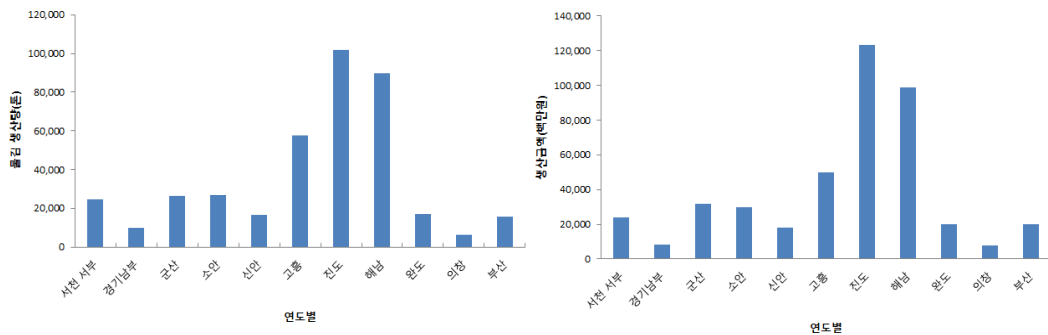
(3) 우리나라 김 생산 현황

- 우리나라의 물김 생산량은 1990년대에 181,378톤(189,807백만원), 2000년대 205,353톤(162,065백만원), 2010년부터 2016년까지는 357,907톤(297,298백만원)으로 점차 증가경향을 보이고 있으며, 2017년산 물김 생산량은 수협위판 기준 391,483톤(431,822백만원)으로 최고 생산량을 나타내었다(<그림 4-20>).
- 김 양식 생산량 증가는 2010년 이후 고부가가치 가공기술 개발과 함께 수출량이 급증하면서 진도, 해남, 고흥, 서천 등의 물김 생산량이 크게 증가되었기 때문이다.
- 한편, 1970년대까지 전국 김 생산량의 70% 이상을 차지했던 완도연안의 김 양식 산업은 1978년산 김이 기후변화에 의한 수온상승으로 대흉작을 보인 이후 2000년 이후부터는 기존의 일부 김 양식어장이 전북가두리 양식장으로 교체되었고, 최근에는 또다시 전북 산업이 위축되면서 김 양식장으로 전환되는 사례가 나타나고 있다.



<그림 4-20> 우리나라 연도별 물김 생산량 및 생산 금액

- 2017년산 지역별 물김 생산량(수협 위판 기준)은 총 391,483톤(431,822백만원)으로 전남 진도가 101,639톤(123,274백만원)으로 가장 많았고, 해남이 89,796톤(98,820백만원), 고흥 57,496톤(49,994백만원), 충남 서천 24,649톤(23,699백만원)을 보이고 있다. 그리고 1970년대까지 전국 생산량의 70%를 차지했던 완도는 16,955톤(20,143백만원)으로 크게 감소되었다(<그림 4-21>, <그림 4-22>, <그림 4-23>).



<그림 4-21> 2017년산 지역별 물김 생산량 및 생산금액(수협위판 기준)

(4) 기후변화에 대응한 충남 김 양식 산업 전략

- 해양수산부에서 2024년까지 연간수출 1조원(10억달러) 규모의 “김 산업 발전방안”을 마련함에 따라 충남 물김 원료의 생산량 확대와 함께 남해안의 신규 김 가공업체와의 경쟁력 향상을 위한 고품질 김 가공산업 육성 등의 선제적인 대응전략 마련이 필요하다.
- 김 양식 신규어장 개발 및 시설량 증대를 통한 물김의 안정적 공급
 - 2017년 기준 충남 관내 김 양식 시설면적인 3,824ha(보령 243ha, 서천 3,333ha, 태안 248ha)를 2022년까지 5,000ha(23.5% ↑) 내외 수준(서산 포함)으로 신규어장의 개발 확대가 필요하다.
 - 충남 서천 서부수협이 경우 2017년산 물김 생산량은 24,649톤(23,699백만원)으로 전국 생산량 391,483톤(431,822백만원)의 6.29%에 불과하다. 따라서 2024년까지 전국 물김 생산량을 60만 톤으로 예측할 경우 충남연안 물김 생산량을 “김 수출특구” 유치에 대비 150,000톤 수준(전국 생산량 점유율 25%)으로 상향시키는 것이 바람직하겠다.
 - 한편 서천 서부수협의 생산량(전국의 6.29%) 대비 생산금액 점유율은 5.48%로 타 지역에 비해 낮은 가격으로 물김이 출하되고 있는데, 충남해역에 적합한 양식장 시설의 규격화(지주식 및 부류식) 및 어장의 재개발, 양식방법 개선과 함께 명품 김 생산을 위한 지역 특화 우량품종의 개발을 통해 생산금액 점유율을 높여나가야 한다.
- 충남 김의 품질 차별화를 위한 전략
 - 최근의 기후변화는 이상 한파 및 고수온의 지속, 겨울철 강우량의 감소가 병행될 것으로 예측되고 있어 김 황백화 현상 등의 질병발생 연구와 함께 충남해역에 적합한 내병성 우량 김 품종개발, 영양염류의 공급원인 금강 하구댐의 주기적 개방 등 양식기간 중 지속적인 적정량의 담수 공급이 필요하다.
 - 충남연안 갯벌은 미네랄, 아연 등 풍부한 영양소를 함유하고 있어 프리미엄 김 제품 생산을 위한 갯벌 지주식 양식장 개발을 통한 부가가치 향상이 필요하다.
- 충남 김 수출가공 클러스터 유치 및 국가 김 수출특구 조성
 - 충남 관내는 전국 최대의 김 가공산업 지역이나 가공에 필요한 물김 및 마른김의 자체 생산량이 부족하여 남해안 등 타 지역의 물김 원료 조달에 의존하고 있으며, 체계적인 개발이 이루어지지 않아 중소기업 수준의 영세성을 띄고 있다. 그러나 해양수산부는 김 특화 수산식품 거점단지를 경기 화성에 조성(2017~2019년)하고 김 수출가공 클러스터를

전남 목포에 조성(2018~2020년)을 추진하고 있으며, 전남 완도 등에서도 대규모 첨단 김 가공 시설 유치를 추진하고 있어 충남도 김 산업의 경쟁력 향상을 위한 대책마련이 시급히 요구된다.

- 따라서 충남 김 산업의 세계화를 위해서는 기존의 영세한 산업구조에서 벗어나 국내 식품 대기업의 참여 개방 및 국가 김 수출가공 클러스터(원료생산, 기능성 고차 가공, 유통, 수출) 유치 또는 우리나라 김의 중심 생산지역으로 부상하고 있는 충남 관내에 국가 “김 수출특구”와 김 EXPO 등의 유치(TF팀 구성)를 검토해야 한다.

○ 충남 김 산업 발전을 위한 조직개편

- 충남 김 산업 특화육성은 “아시아의 새로운 중심, 해양건도(建道) 충남”의 핵심 비전으로 김의 세계화를 위한 충남 수산의 4차 산업혁명의 근간이며, 물김 원료생산 및 고차 기능성 식품 가공을 통해 연간 약 7천억원 이상의 핵심산업으로 발전이 가능할 것으로 예측된다.
- 따라서 친환경 고부가가치 수산물인 김 산업화를 위한 전문 연구기관 조직을 충남수산자원연구소(김 품종 개발 및 양식, 질병예방 및 치료 기술, 적정 산 처리제 개발 등)와 충남연구원(가공, 유통, 수출, 김 특구 개발 등)에 신설하여 김 산업 발전의 체계적인 대응이 필요하다.

○ 충남 김의 우수성 홍보 및 교육 강화

- 충남 김의 글로벌 푸드화를 위한 “충남김산업발전협의회” 구성 및 인삼과 같이 주요 소비국에 대한 충남 김(인삼+김+해삼)의 결합 해외 홍보마케팅 강화, 세계인의 기호에 맞는 조미 김의 개발, 품질인증을 위한 양식어장 환경 개선 및 위생해역의 지정이 요구된다.
- 우수품질의 물김 생산 자급화를 위한 신어장(외해어장)개발과 어장관리 개선 기술교육, 충남 김의 종자산업 육성을 위한 신품종 기술개발 및 수출가공업체의 육성 지원을 위한 교육 프로그램 개발이 필요하다.

2. 기후변화에 대응한 고부가가치 신품종 양식 육성

최근 전 세계적으로 기후변화에 따른 어획자원 감소에 대응하기 위해 부가가치가 높은 수산물의 양식생산이 크게 늘고 있다. 충남 지역의 대표적인 고부가가치 양식대상종은 기후 변화 대응에 유리한 바리과 어류양식이 있으며, 자연자원 감소로 양식이 불가피한 보리새우, 자원 회복을 위한 꽃게, 대하, 황복 등의 종자생산을 통한 방류사업이 가능하다. 또한 충남 연안에 접근하는 황해냉수(최고수온 20℃ 이하)를 활용한 양식산업으로는 연어류의 해수양식이 가능할 것으로 여겨진다.

특히 충남 서해안은 청정해역의 특성과 잘 발달된 갯벌을 활용한 어류 및 갑각류 종자 생산이 특화된 지역으로 우리나라 최대의 수산종자산업 육성이 가능한 조건을 갖추고 있다.

1) 바리과 어류 양식

- 농어목(Perciformes, perches) 바리과(Serranidae, sea basses) 어류는 천수만 지역의 경우 겨울철의 수온이 낮고 여름철 수온이 높아 양식에 부적합하며, 전 기간 동안의 양식을 위해서는 육상양식이 불가피하다.

(1) 신품종 바리과 어류 양식방법 및 성장

- 국내에서 개발된 2종(대왕자바리, 대왕붉바리)의 바리과 어류는 우리나라의 바리과 어류보다 2배 이상 성장이 빠르고, 수질환경 내성이 강하며, 광염성(5~35psu)으로 충남연안에서 다양한 방법으로 양식 가능하겠다.
- 바이오플락(서해수산연구소, 2016) : 9개월간 10 g에서 900 g 성장
- 순환여과식(순천향대학교, 2016) : 높은 생존율 및 고속성장
- 유수식(제주, 2016) : 자바리보다 2배 이상 빠른 성장, 대왕자바리는 자바리와 비슷한 외형을 나타냄
- 노지(대만, 2016) : 대왕자바리는 1년 6개월, 4 kg, 대왕붉바리는 1.5~2 kg으로 성장

(2) 대왕자바리의 상품성

- 횡감으로는 자바리와 비슷함.
- 맑은탕(지리) 비교실험에서 콜라겐 함량 증가로 인해 자바리에 비해 높은 상품성을 나타내어 패널테스트에서 모든 사람들이 대왕자바리를 선택함.
- 대만에서 2품종의 종자 수출을 원하며, 신품종 2종 모두 대만의 양식어가 및 수출업자로부터 상품성이 우수한 것으로 판단.

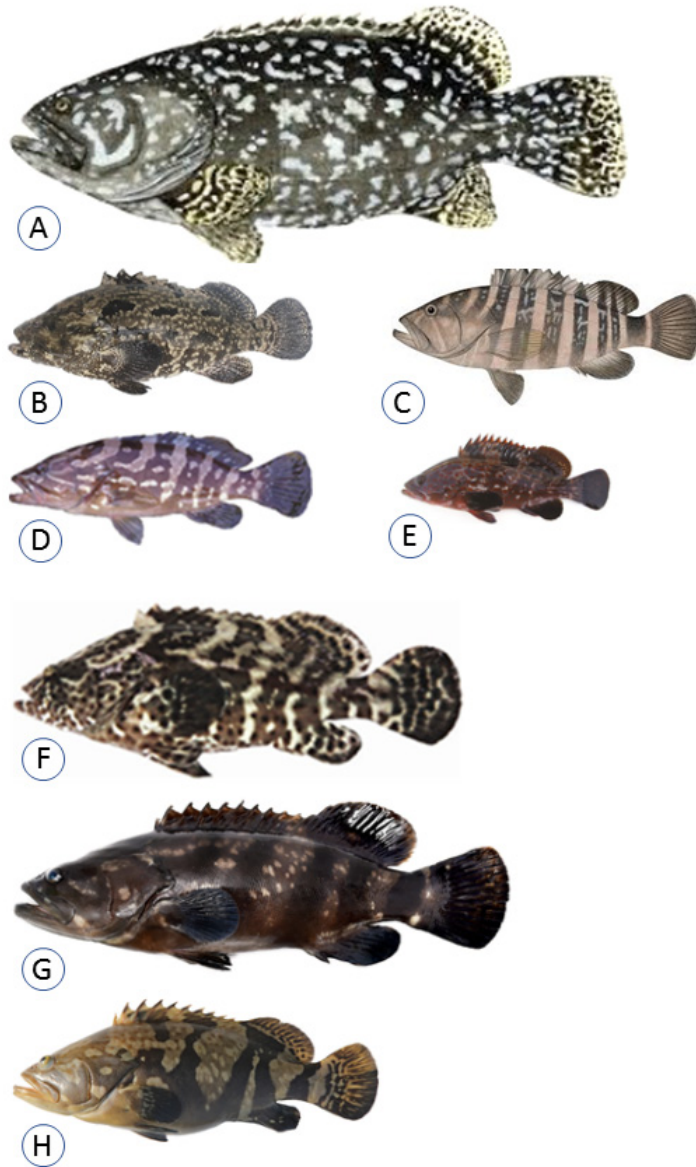
(3) 생산원가 및 판매단가

- 생산원가는 양식방법에 따라 다르나 넙치와 비슷할 것으로 판단됨(10,000원/kg 이하)
- 판매단가는 현재 5만원 정도이나 대량생산 이후 25,000~30,000원/kg 정도로 추정함
- 중국단가는 대왕범바리의 2배(2만원/kg 내외).

<표 4-8> 양식대상 바리와 어류의 종류 및 양식특성

구분	종명	일반명	학명	상품 크기 (kg)	양식기간(년)		산란 수온 (°C)	생산 시기 (월)	성장	비고
					한국	동남아				
순종	자바리	Kelp(Longtooth) grouper	<i>E. bruneus</i> (<i>E. moara</i>)	1.5-2	4	1-2	18-21	5-7	**	고가
	붉바리	Red spotted (Hong Kong) grouper	<i>E. akaara</i>	0.5-1	4	2	22-25	7-8	*	최고가
	능성어	Convict (Seven-banded) grouper	<i>Hyporthodus septemfasciatus</i>	1-2	3	-	18-20	6-7	***	일본, 한국
잡종	대왕 범바리	Hybrid (Brown marbled x giant grouper	<i>E. fuscoguttatus</i> x <i>E. lanceolatus</i>	0.7-2	1	2	-	6-11	****	대중 어류
	대왕 자바리	Hybrid (Kelp x giant grouper)	<i>E. bruneus</i> x <i>E. lanceolatus</i>	0.7-2	1	2	-	5-7	****	GSP 신품종 수질내성
	대왕 붉바리	Hybrid (Hong Kong x giant grouper)	<i>E. akaara</i> x <i>E. lanceolatus</i>	0.5-2	1.5	3	-	7-8	***	GSP 신품종 수질내성

(자료: 순천향대학교 방인철)



<그림 4-24> 주요 양식대상 바리와 어류.

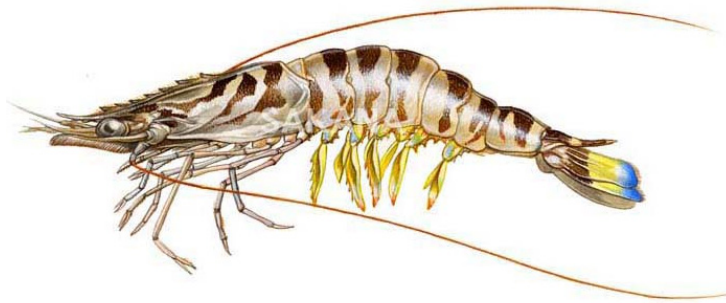
A, 대왕바리; B, 갈색점바리; C, 능성어; D, 자바리; E, 붉바리; F, 대왕범바리;
G, 대왕자바리; H, 대왕붉바리.

(자료: 순천향대학교)

2) 새우류 양식

(1) 보리새우

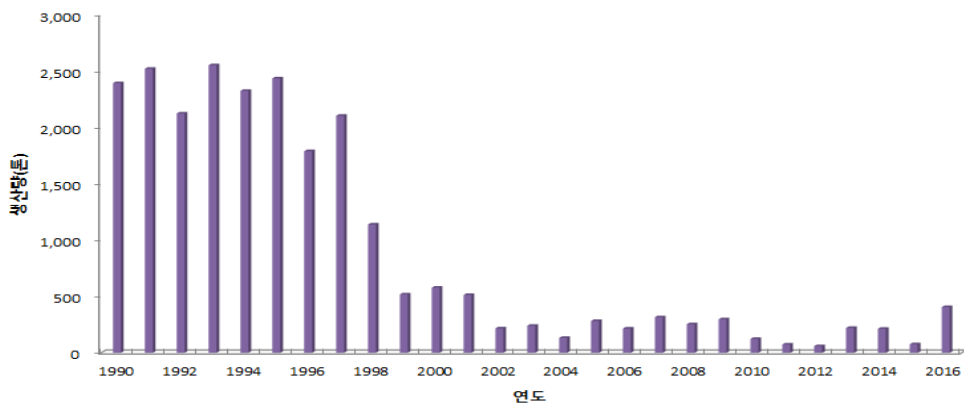
- 보리새우(학명 *Marsupenaeus japonicus*, 영명 kuruma shrimp)는 십각목 보리새우과에 분류되는 대형 새우(20 cm)임.



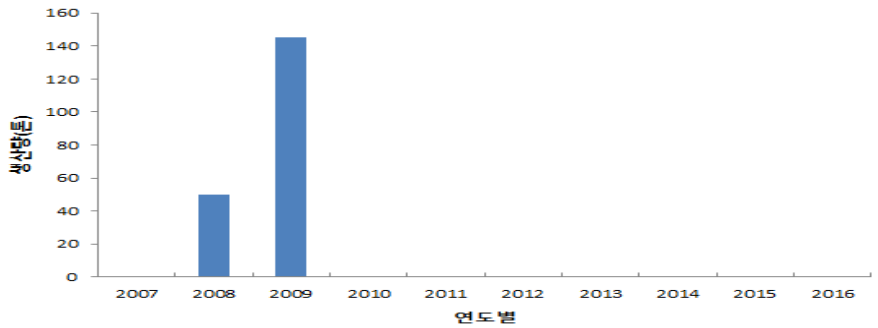
<그림 4-25> 보리새우, *Marsupenaeus japonicus*

- 자연어획 생산량

- 우리나라의 생산량은 1993년에 2,550톤에서 고수온이 지속된 1998년에 1,138톤으로 크게 감소한 후 2002년에 217톤, 2012년 59톤, 2016년 406톤으로 거의 자원 위기종 수준으로 전락하고 있으며, 충남 생산량은 2009년 145톤을 마지막으로 2017년까지 전혀 생산되지 않고 있다(<그림 4-26>, <그림 4-27>).



<그림 4-26> 우리나라 보리새우 자연 어획량



<그림 4-27> 충남 보리새우 자연 어획량

○ 분포

- 남해안과 서해안(보령, 군산)의 내만이나 연안 가까운 천해가 주 서식장으로 특히 내만이나 연안의 간석지가 발달해 있는 외해와 연결된 곳.

○ 어기

- 대체로 늦은 봄부터 가을까지이며, 월동한 개체들이 잡히는 늦은 봄에서 초여름과 월동장으로 이동하는 가을철 당년생 군을 대상으로 하는 연 2회의 성어기가 있다.

○ 성장과 수명

- 보리새우의 성장은 적수온 범위에서 수온이 높을수록 빠르지만 동일 수온에서도 수온의 상승기가 하강기에 비해 성장이 좋다. 수온의 상승기에는 약 12℃(4월경)부터 성장이 시작 되고, 하강기에는 약 14℃(12월경)에서 성장이 멈춘다. 암컷의 평균 몸길이는 만 1세 16 cm, 만 2세 21 cm, 만 3년에서 24 cm정도로 자라며, 최대 수명은 만 3년으로 추정된다.

○ 산란기

- 서해안은 5월 중순부터 9월 하순이며, 수심 10 m 이심에서 야간에 산란이 이루어진다.

○ 양성

- 축제식 양성은 해수의 간만차를 이용해서 수문으로부터 주·배수를 하고 축제식 안에서 보리새우를 양성하는 것이다. 양성장의 규모는 100m²에서부터 수 ha 되는 넓은 것에 이르기까지 여러 가지가 있다. 자원 위기종인 보리새우는 남해안이 주산지이나 충남 갯벌을 활용한 제방식 양식과 콘크리트 수조식 양식, 순환여과식 양식 및 축제식 양식이 가능하겠다(<그림 4-28>, <그림 4-29>).



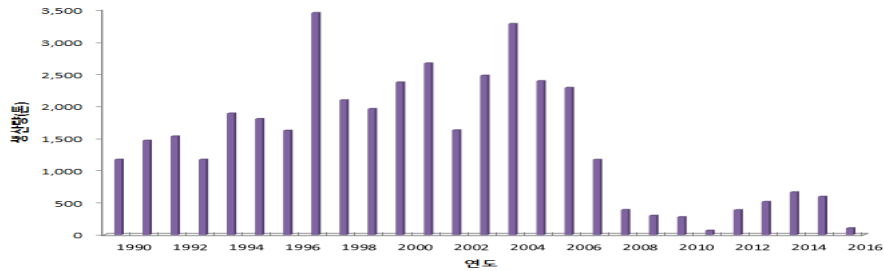
<그림 4-28> 제방식 보리새우 양식장



<그림 4-29> 콘크리트 수조 보리새우 양식장

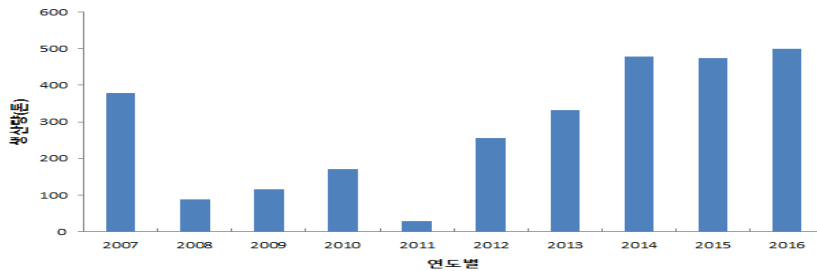
(2) 대하

- 국내 해면 자연어획 생산량은 1990년에 1,160톤에서 1997년 3,444톤으로 증가한 후 2007년에 1,167톤, 2011년 68톤, 2014년에 663톤으로 줄어들었고, 2016년에는 106톤으로 자원위기 종으로 전락하고 있다(<그림 4-30>).
- 우리나라 토종인 대하(학명 *Penaeus chinensis*, 영명 fleshy prawn)는 2000년 이후 지속적인 대량폐사로 국내 양식생산이 거의 중단상태이며, 외래종인 흰다리새우로 98% 이상이 대체 생산되고 있다. 그러나 흰다리새우 양식이 확대되면서 질병발생이 함께 증가하고 있어 대하양식 생산을 충남도가 주도적으로 활성화시킬 필요가 있다.
- 대하는 충남 수산물 축제의 주요품목이나 축제에 사용되는 대하의 비율이 낮고 상당량이 양식산 흰다리새우가 대신하고 있어 대하 양식생산량을 확대하여 소비자의 신뢰도를 높일 필요성이 있다.



<그림 4-30> 우리나라 대하 해면 자연 어획량

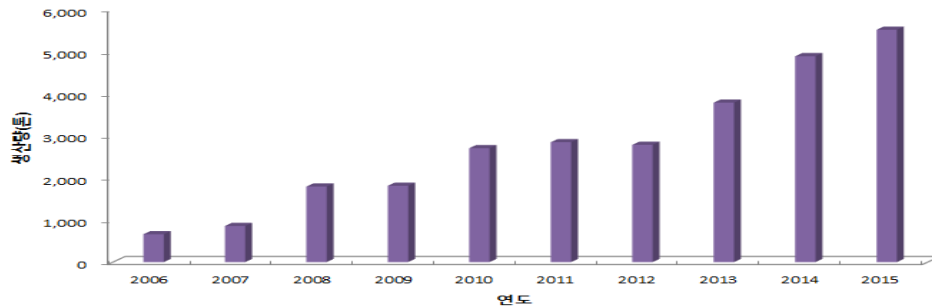
- 충남 연안의 대하 자연어획 생산량은 2007년 378톤에서 2011년은 29톤으로 줄어든 후 2016년에 499톤으로 증가경향을 보였다(<그림 4-31>).



<그림 4-31> 충남 대하 자연 어획량

(3) 흰다리새우(외래도입종)

- 흰다리새우(학명 *Litopenaeus vannamei*, 영명 white shrimp)는 동남아에서 양식되는 아열대 품종으로 질병에 비교적 강해 국내에서는 전량을 양식을 통해 생산한다. 양식생산량은 2006년에 661톤에서 2008년 1,794톤으로 증가하였고, 2010년 2,705톤, 2014년 4,888톤, 2015년에는 5,515톤으로 빠르게 증가하여 우리나라 새우생산량의 98% 이상을 차지하고 있으며, 외래종이 국내 토종인 대하양식 산업을 잠식해버리는 문제점이 나타나고 있다 (<그림 4-32>).
- 한편 흰다리새우의 국내양식이 확대됨에 따라 점차 질병발생이 증가하고 있어 외래종인 흰다리새우의 무분별한 대규모 투자확대에 대한 재검토가 요하며, 아열대 품종으로 충남연안에서의 종자방류가 불가능하기 때문에 자연자원 회복을 위해서는 위기종으로 전락한 토종 대하양식 산업의 활성화를 위한 정책적 대응이 시급한 상황이다.



<그림 4-32> 양식산 흰다리새우 생산량

(4) 큰징거미새우(외래도입종)

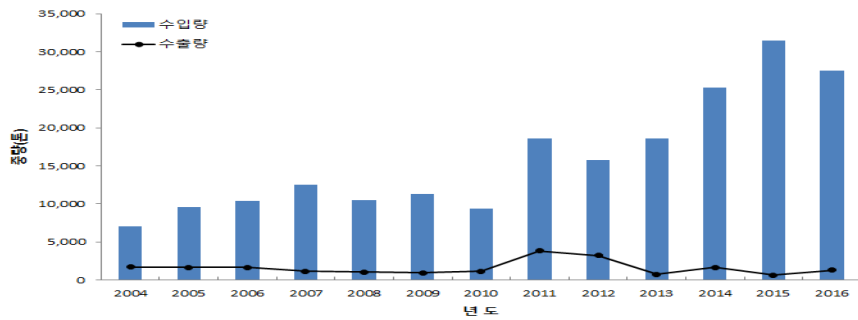
- 큰징거미새우(학명 *Macrobrachium rosenbergii*, 영명 giant river prawn)는 징거미새우과의 대형민물새우이다. 동남아시아 (태국, 대만, 인도) 등 아열대성 지역에서 자라며, 고급 식재료로 사용되는 주요 양식종이다. 2016년 충남수산자원연구소에서 대량 양식생산에 성공한 바 있으며, 금후 바이오플락 기술에 의한 육상수조식 및 축제식 양식으로 대량 생산이 가능하겠다(<그림 4-33>).
- 성장
 - 6~9개월 만에 최대 300~400g으로 성장(수컷은 체장 40cm, 400g, 암컷은 체장 25cm)한다.
- 수온 15℃ 이하에서 폐사하며, 산란기는 5~6월이다.



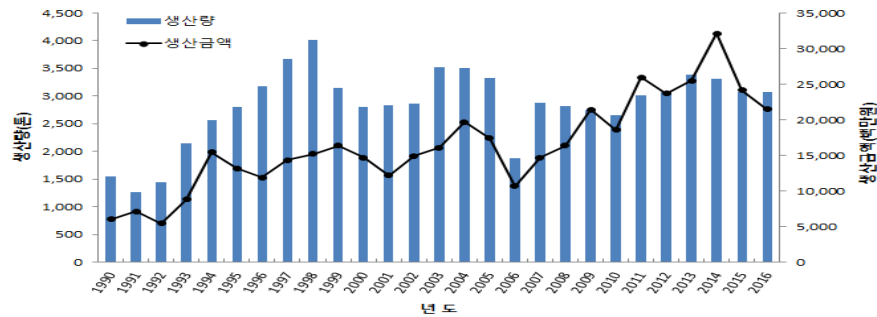
<그림 4-33> 큰징거미새우, *Macrobrachium rosenbergii*

3) 무지개송어 양식

- 국민의 식생활 변화에 따라 고급어류인 연어류(대서양연어)의 소비량이 급후 참치류(tunas)를 능가할 가능성이 높아짐에 따라 대서양연어의 수입 대체를 위한 무지개송어(학명 *Oncorhynchus mykiss*, steelhead trout)의 해수 양식 시범모델 및 산업화 기술개발이 추진되고 있다(해양수산부의 양식업 고도화 및 수산물 수출산업화 전략 국정과제 5개년 이행계획, 2017.7).
- 우리나라의 연어류 수입량은 2004년 7,056톤에서 2015년 31,450톤으로 최고수준에 이르렀고, 2016년에는 27,537톤에 달하고 있다. 한편 2015년 한국의 노르웨이 연어(대서양연어) 수입량은 13,285톤으로 2014년 수입량(9,325톤)보다 42.4% 증가하여 우리나라는 일본과 함께 노르웨이 연어 소비가 급증하는 대표적인 국가가 되고 있다(<그림 4-34>).
- 연어와 같은 냉수성인 무지개송어는 우리나라의 내수면에서 완전양식을 통한 생산 공급의 자급화가 이루어지고 있으며, 생산량은 1990년 1,542톤에서 1998년 4,018톤으로 증가하였다가 2016년에는 3,066톤을 보이고 있다(<그림 4-35>). 무지개송어는 현재 수준에서 생산량을 더 늘릴 수 있으나 담수산 어류의 선호도가 낮아 생산량이 억제되고 있으며, 소비증대를 위해서는 해수 양식이 필수적이다.
- 동해안에서는 이미 대서양연어(학명 *Salmo salar*)의 해면양식이 시작되었으나 환경 및 기술적 어려움에 직면하고 있으며, 천수만에서 해수양식을 시도하고 있는 무지개송어는 여름철 고수온(27℃)으로 연중 양식이 어렵다. 따라서 냉수성인 연어류는 국내에서의 해면 양식이 극히 한정될 것으로 보아 금후 수입량은 더욱 확대될 가능성이 높다(<그림 4-36>).
- 무지개송어의 해수양식은 충남 태안 외해 수심 30m 이하 층의 황해냉수대(최고 수온 20℃ 내외)의 특성을 활용할 경우 ICT의 첨단 양식기술을 접목한 에너지 저감 해수순환 친환경 육상양식(100~250g의 국내 생산 종묘로 양식)으로 생산이 가능할 것으로 예측되고 있어 산업화 기술개발을 시도해볼 필요성이 있다.



<그림 4-34> 우리나라의 연별 연어류 수입 동향



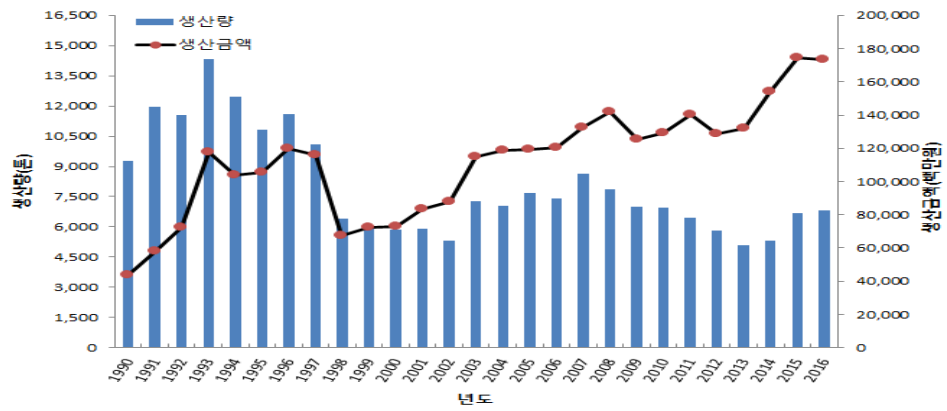
<그림 4-35> 우리나라의 연별 무지개송어 생산 동향



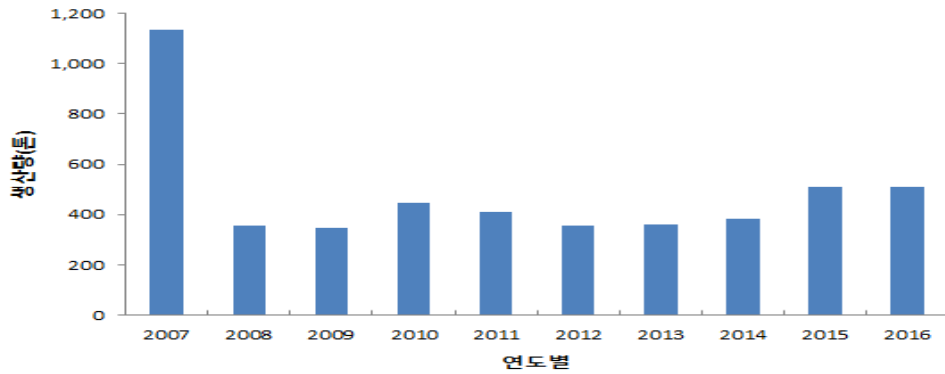
<그림 4-36> 충남도 친환경 미래성장 스마트 양식(Smart Farm) 전략품목

4) 낙지

- 낙지(학명 *Octopus minor*, 영명 long arm octopus 또는 Korean common octopus)는 우리나라 연안 갯벌 및 수심 10~50 m 내외의 내만에 서식하며, 조간대의 펄 갯벌과 혼합 갯벌에 구멍을 파고 들어가 생활하고, 만조 때에는 구멍에서 나와 먹이활동을 한다.
- 낙지는 체장 50~60 cm 내외로 수명은 1~2년이며, 산란기는: 5~7월로 산란된 알은 2개월 후 7mm 전후 크기에서 부화한다. 수컷은 교미 후 사망하며, 암컷은 개펄 굴속에서 부화 시까지 알을 보호한다.
- 낙지의 가입은 부화로부터 2~3개월 후이며, 산란이 가능한 성숙체장은 외투장(체장) 7~8cm, 성숙 체중은 90~120g 내외이다.
- 낙지의 먹이생물은 계류(칠게), 새우류, 어류, 갯지렁이, 패류(바지락, 동죽 등) 등이다.
- 우리나라의 낙지 생산량은 1993년 14,351톤을 보인 후 2013년에 5,061톤, 2015년에 6,690톤으로 크게 감소하고 있으며(<그림 4-37>), 연간 수입량은 35,000여톤(중국산 90% 내외)에 달한다. 한편 충남 갯벌의 낙지 생산량은 2007년 1,134톤으로 최고치를 보인 후 2008년부터 2016년까지는 349~510톤 수준으로 감소하여 자원 위기종으로 위협을 받고 있다(<그림 4-38>).
- 낙지는 포란 수가 100~150개 내외로 적고 번식력이 약할 뿐만 아니라 기후변화와 갯벌서식환경 훼손 및 남획에 의해 자원회복이 더욱 어려워지고 있다. 낙지자원 회복을 위해 인공종묘 생산과 갯벌에서 산란용 어미의 가두리에 의한 번식이 시도되었으나 효과적이지 못한 것으로 나타났다(<그림 4-39>).
- 따라서 자원관리 회복을 위한 효과적인 방안은 자연번식장의 조성 보호와 함께 낙지 금어기를 기존의 6.1~6.30일(포획금지 중량 30g미만 어획금지)에서 자유평어기의 설정(5.1~8.31)을 통한 자원회복 유도과 함께 산란장 보호(5.1~7.31)를 위한 어로행위의 제한, 낙지 먹이생물인 칠게 및 패류 등의 어획제한 및 어촌계의 자율 보호수면 관리 운영 등의 조업 금지조치가 필요하다.



<그림 4-37> 우리나라의 연별 낙지생산 동향



<그림 4-38> 충남 연별 낙지생산 동향



(자료 : 바다녹색산업연구소)

<그림 4-39> 갯벌어장 낙지 서식

5) 꽃게 · 황복

- 꽃게는 최근 들어 기후환경 변화에 의해 자연산 어획량의 풍흉이 심해지고 있으며, 생산량은 매년 감소추세를 보이고 있다. 축제식 꽃게 양식은 현재 종자생산 기술을 포함한 상품생산 양식기술이 2003년에 이미 개발되어 있어 어획생산이 부진할 경우 양식에 의한 대량생산이 가능한 상태이다.
- 황복(학명 *Takifugu obscurus*)은 자연에서의 어획이 거의 멸종위기 수준에 이르고 있어 종자의 대량생산 방류를 통한 자원회복이 매우 시급한 상황이다. 또한 자연어획 생산량 격감으로 시장수요에 대응하지 못하고 있어 축제식 또는 육상수조식에 의한 양식생산량의 확대가 시급하다.
- 꽃게와 황복은 자연자원 회복을 위한 인공종자의 대량 방류사업을 충남수산자원연구소에서 매년 시행되어야 하며, 이들 종의 자원고갈에 대응한 육상 축제식 산업화 양식 기술 개발을 병행하는 것이 바람직하다(<그림 4-40>, <그림 4-41>).



(자료 : 바다녹색산업연구소)

<그림 4-40> 기후변화에 대응한 꽃게 축제식 양식



(자료 : 바다녹색산업연구소)

<그림 4-41> 기후변화에 대응한 황복 축제식 양식

제5장 충남 수산자원 및 양식분야 기후변화 관리 정책

최근에 대두되는 해양환경 변화는 지구온난화와 관련이 있으며, 특히 수온은 수산자원 생물의 분포와 생존에 직접적으로 영향을 미치는 핵심 요소로 작용하고 있다.

해양환경 변화로 대표되는 충남연안의 수온변동(1968년부터 2015년까지 48년간 수온상승 속도 : 평균 1.11℃로서 서해 1.20℃, 남해 0.91℃, 동해 1.39℃)은 수산자원의 서식과 산란, 성육에 직접적으로 영향을 끼치면서 고유 서식종의 자원감소와 생태천이, 생식주기 변화는 물론 외래종의 유입과 토속종의 유출을 초래하고, 수산양식 생물의 생산성에 관여하는 등 폭넓고 다양하게 영향을 미치고 있다. 이러한 수산생물의 서식 변동은 이미 1970년대 초반부터 영향을 미치기 시작한 것으로 여겨지지만 지금까지는 이와 관련한 대응전략은 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 기후변화와 관련되는 충남 주요 수산자원 및 양식대상 생물의 자원회복과 지속적 생산성 유지를 위한 정책관리 방안에 대해 살펴본다.

서해의 중심부에 위치한 충남해역은 수심(평균수심 44 m)이 낮고 빠른 조류속으로 동해와 남해안과는 달리 기후환경의 영향을 크게 받으며, 특히 회유성 어족자원의 충남해역 체류시간이 짧아지고 이동경로의 불확실성으로 어획량의 변동이 심하게 나타나고 있다.

서해의 통과성 어족으로 충남의 주요 수산자원인 멸치, 참조기, 대구, 꽃게 등은 서해 중부의 충남을 기점으로 북상 또는 남하 이동하는 길목에 위치하고 있어 어획에 의한 사망과 함께 황해냉수의 영향 및 기후환경 변화에 따른 수온변동과 연안 서식장의 환경오염이 서식에 영향을 미쳐 자원의 위기종(황복, 대하, 주꾸미, 꽃게 등)이 되거나 기존에 서식량이 적었던 대구와 살오징어 등이 어획자원으로 가입하는 등의 변화가 나타나고 있다.

서해(충남) 특산인 대하와 황복을 예로 들면 1970년대 이후 남획에 의한 자원 감소보다는 기후환경 변화의 영향을 더 크게 받고 있으며, 최근 멸종위기에 직면한 동해안의 명태와 자원의 위기종인 오징어의 급감현상도 남획과 함께 궁극적으로는 기후환경 변화가 생태계에 영향을 미치면서 이들 대량 생산종의 어획량 감소가 지역경제에 어려움을 가중시키는 상황에 이르고 있다.

기후변화는 양식생물에도 영향을 미치면서 김은 1970년 이전에는 동해(凍害)에 의해 충남 연안에서 양식이 불가능하였으나 현재는 김 양식에 적합한 환경으로 바뀌고 있으며, 해삼 또한 적정 환경 유지로 충남연안은 우리나라 최대의 고품질 해삼의 생산지역으로 부상하고 있다. 이와 반대로 충남 특산패류인 백합은 갯벌환경 변화로 멸종위기에 직면해있으며, 바지락은 봄철의 대량폐사와 성장저하 및 질병 등으로 생산성이 낮아지면서 어촌경제에 어려움을 가중시키고 있다.

따라서 충남 연안의 수산자원 및 양식분야에 대한 기후환경 대응정책 마련이 시급하며, 수산자원을 경쟁적으로 이용하는 업종 간의 총허용어획량(TAC), 생물학적허용어획량(ABC) 강화 및 생태특성을 고려한 위기종의 자원회복 방안 마련이 필요하다.

또한 양식어업은 충남 미래 4대 수출 품목(김, 해삼, 바지락, 개체굴)의 선택과 집중을 통한 고부가가치 경쟁력을 갖출 수 있는 육성 지원정책 및 법적 규제 틀의 완화 방안과 함께 기후변화로 새롭게 진입이 예상되는 품목에 대한 산업화 전략 마련이 필요하다.

이렇듯 지금까지 국내에서는 대부분의 기후변화 접근이 포괄적인 관점에서만 논의되어 왔을 뿐 개별 종(예를 들어 오징어의 경우 2017년 기후변화의 영향과 중국어선 등의 남획으로 어획자원이 급감하면서 가격 상승에 의해 ‘금오징어’로 불림)이 처해 있는 상황과 금후의 전망 및 산업에 미치는 대응전략 등 심층적인 논의는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 기후변화에 대응한 충남 연안 주요 수산자원 및 양식부문의 사회·경제와 생태적 관점에서의 지속적인 자원회복과 생산성 향상을 위한 정책대응 자료를 제시하는데 있다.

1. 충남 수산자원 관리정책 방향

서해의 중심부에 위치하고 있는 충남연안은 서해안을 남북으로 통과하는 회유성 어족의 중심 길목에 위치하면서 강과 갯벌로부터 유입되는 영양원에 의해 생성되는 풍부한 먹이생물을 섭취하며 성장한다. 그러나 최근에는 연안매립에 의한 형질변경 및 강 하구역의 차단, 임해지역의 산업화에 의한 연안환경오염, 기후변동에 의한 생태계 변화 및 남획과 해사채취 등에 의한 자원번식과 성육환경 파괴 등으로 자원 감소가 심각한 수준에 이르면서 어업인의 경제적 손실이 증대되고 있다.

이를 해소하기 위한 그 동안의 국가 수산자원 회복 정책추진은 금어기의 설정과 조업척수 및 체장 제한, 조업시기와 어구 및 조업어장 제한 등의 한정된 방법에만 의존해오면서 기후변화와 남획에 따른 자원의 위기에 효과적으로 대응하지 못해왔다. 또한 기후변화로 야기되는 자원 감소와 멸종위기(충남연안의 대하, 황복 등)에 처한 종의 실태파악이 거의 전무하여 체계적이고 종합적인 자원관리 대책 수립을 어렵게 하고 있다. 특히 중국어선에 의한 자원의 남획과 자원 변동에 관련된 실질적인 정책대응 연구가 미흡한 상태이며, 이러한 현상이 지속될 경우 오징어와 고등어, 참조기 등 회유성 어종의 어획량이 수년 내에 더욱 급감할 것으로 예측되고 있다.

따라서 금후 예상되는 다양한 기후변화의 위험 노출에 대응하기 위해서는 충남 수산업의 특성을 고려한 장·단기적 적응전략(충남도는 지속가능한 농어업+살기좋은 농어촌+행복한 농어업인 등 3농혁신 정책을 시행하여 어업 생산량을 2010년 37,958톤에서 2016년 55,426톤으로 증가시켰고, 이로 인한 어가소득을 2010년 3,569만원에서 2016년 4,707만원으로 상승하는 성과를 확보하였음)마련이 필요하다.

수산자원의 기후변화 대응과 관련한 정책 대응 틀은 첫째, 생태계의 지속가능성 및 생물다양성 보전. 둘째, 수산업의 지속가능한 개발 및 사회경제적 지원과 관련한 어촌의 안정성 확보. 셋째, 어업관계자와의 책임공유 및 파트너십이다. 예를 들어 주요 자원의 생태계 회복과 지속가능한 적정 어획생산을 위해 충남 연안을 통과하는 회유성 어족에 적용 가능한 별도의 체포 금지 기간 및 어획강도, 조업척수 조정 및 불법어업의 근절, 금지체장의 재설정 등 품목별로 생태특성에 적합한 충남형 정책 및 법적 규제 틀(해양수산부)의 마련이 요구된다.

최근 들어 기후변화와 함께 대두되는 중국어선 및 우리어선의 불법 남획에 의한 복합적 자원 감소는 수산물 생산 공급의 불확실성을 더욱 높여가고 있다. 예를 들어 2017년 동해안의 오징어 어획량 감소와 남해안의 고등어 어획의 소형화 추세(체장 21cm 이하 크기는 사료용으로 공급되고 있어 식용 가능한 크기인 체장 28cm 이상으로 어획제한 필요)와 같이 수산물 수급의 혼란을 초래할 가능성이 있으며, 충남에서도 살오징어와 참조기, 꽃게, 대하 등의 생산 공급의 불확실성이 높아질 수 있다.

따라서 수산자원을 경쟁적으로 어획하는 지역 간, 업종 간 연관관계를 자원회복 측면에서 평가하고, 시·도를 넘나드는 경계성 어종의 이용계획 등 지역경제에 미치는 잠재적 영향과 중국어선의 효과적인 제어 방안을 국가적 차원에서 검토할 필요가 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 주요 품목별 어업생산 정보 및 연구 데이터의 수집과 지역 및 국가 간

(중국, 북한, 일본 등)의 공유 협력을 위한 공동플랫폼(common platform) 마련이 필요하며, 기후변화의 효과적 대응을 위한 자원의 남획과 멸종위기의 관점에서 체계적인 대응이 요구된다.

충남형의 기후변화 대응 및 자원의 지속적 활용을 위한 갈등조정과 통합관리의 정책적 의사 결정 (예를 들면 역간척에 의한 해수유통으로 해면의 기초 생산력 증대 및 안정적인 자원생산 기반 구축, 천수만의 고수온·저염분 등 환경 대책, 가로림만의 산란 서식장 생태환경 보호, 갯벌의 보전 및 생산성 향상, 자원회복형 어선어업의 구조개선, 온배수 및 오염원 배출 등 산업시설의 영향 통제 등)은 매우 중요하며, 이와 관련한 수산분야의 조직개편 및 거버넌스(governance)를 채택·시행할 필요가 있다.

한편 현재의 자원감소 현상은 기후변화의 영향도 있겠으나 주된 요인은 어획기술의 발달에 의한 연근해에서의 무차별적인 불법남획(중국어선 및 우리어선)의 결과로 볼 수 있다. 이는 수산자원이 풍부했던 1970년대까지는 대량어획 기술개발을 통한 단위노력당 어획량 증대가 관건이었으나 현재와 같은 자원의 위기상황에서는 어획기술 발전이 특정 어종을 자원의 위기에 이르게 하는 요인이 되고 있다.

충남형의 어업관리 개선은 OECD(2011)의 어업관리제도 중 투입량 통제 관리제도(input control)를 활용할 수 있는데, 이는 개별어선에 대한 어획장치의 사용량 및 어획노력량 제한 등을 통한 어선활동의 표준화를 유도하여 어업접근을 제한하는 것이며, 이러한 예는 대서양의 대구자원 유지에 효과적으로 활용되고 있다. 어획량 통제관리(output control)는 어획단위당 적정 제한량(acceptable limits)을 설정하여 국가적으로 이용 가능한 수산자원의 총량을 제한하는 것이다. 여기에는 이용자원의 허용 어획 크기, 어획 공간, 어획 시기 등을 적용하는 것이며, 구체적으로는 어선의 어획금지 구역과 금어기의 설정, 산란장 보호 및 어획량의 크기에 따른 선별적 어획 등의 조치가 해당된다. 따라서 OECD의 어업관리 제도는 충남해역에서 자원회복을 위해 도입가능한 제도이며, 국가 간에는 중국과의 어업협상을 위한 자료로 활용할 수 있겠다.

2. 충남 수산양식 관리정책 방향

수도권과 근접해 있는 충남연안은 지속적인 산업화(대규모 화력발전소 증설, 임해산업공단, 대규모의 갯벌 매립 및 도시화에 의한 해안선의 직선화 등)에 의한 갯벌어장의 환경악화와 함께 수

온과 기온 상승 등 기후변화의 직·간접적 영향으로 바지락과 백합, 참굴, 낙지 등 영세어업인의 소득원으로 활용되는 자원생물의 서식환경이 악화되면서 경제적 손실이 커지고 있다. 특히 충남 특산패류인 백합은 멸종위기에 처할 만큼 거의 생산이 이루어지지 않고 있으며, 바지락은 봄철의 대량폐사와 성장 저하 및 질병발생 등이 상습화되어 갯벌의 생산성을 크게 악화시키고 있다.

이와 반대로 충남연안의 김 양식은 1970년대 이전까지는 낮은 수온과 기온의 영향으로 양식이 이루어지지 않았으나 최근에는 양식에 적합한 적정 환경이 유지되면서 충남 양식수산물 중 최대의 생산과 수출실적을 올리고 있으며, 금후 생산량은 더욱 증가할 것으로 예상된다.

또한 해삼은 황해냉수의 영향이 미치는 해역에서 우리나라 고품질 해삼의 최대 생산지역으로 부상하고 있으며, 자원조성을 통한 적극적 양식이 이루어질 경우 김과 함께 충남 수산물 수출을 견인할 수 있을 것이다.

충남갯벌은 우리나라에서 개체굴(수평망식) 양식의 최적지로 3배체 종자가 안정적으로 확보될 경우 김, 해삼과 함께 충남의 3대 대표적 수산물 수출산업으로 정착이 가능하겠다. 바지락은 갯벌어장을 지속적으로 관리해나갈 경우 현재보다 생산량을 늘릴 수 있겠으며, 생산성이 현저히 낮은 곳은 김 지주식과 개체굴(수평망식)의 복합양식장으로 활용하는 것이 바람직하다.

따라서 금후 빈번해질 다양한 기후변화의 위험 노출에 대응하기 위해서는 충남 수산업의 특성을 고려한 장·단기적 적응전략 마련과 함께, 그동안의 어선어업 위주에서 탈피하여 고부가가치의 소득 창출이 가능한 첨단 양식산업의 선택과 집중이 바람직하다.

환경 친화적 양식생산의 기후변화 적응방안은 어촌계가 기후변화의 회복능력(resilience)을 갖출 수 있도록 생태적 접근방법(Ecosystem approaches to fisheries and aquaculture, EAFA) 등 친환경 양식에 주안점을 두고 체계적으로 추진해 나갈 필요가 있으며, 충남연안의 기후변화에 대응한 고부가가치 수산산업 육성 전략은 다음과 같다.

충남도는 2010년부터 2017년까지 3농혁신(지속가능한 농어업+살기좋은 농어촌+행복한 농어업인) 정책의 일환으로 청정갯벌을 활용한 충남 명품 4대 품목(바지락, 갯벌참굴, 김, 해삼 등)의 생산기반 구축(충남도 계획 14,420ha)을 중점 추진하여 현재 김과 해삼은 충남 2대 명품수산물로 수출산업화를 이룩해나가고 있으며, 4대 품목의 선택과 집중을 통한 3농혁신 정책을 지속적으로 추진해나갈 경우 수산물의 수출산업화를 견인해나갈 수 있을 것이다.

먼저 청정갯벌을 활용한 고품질 수산물 생산기반 구축은 전국 갯벌 중 생산력이 가장 높은 충남 갯벌(면적 358.8km², 전국 갯벌의 14.4%)의 친환경 고부가가치화와 함께 김 산업 cluster 구축을 통해 전국 김 생산량의 10% 이상 생산을 통한 수출산업(관세청, 2017년 전국 김 수출량 5억달러 예상)으로의 육성이 필요하다. 특히 김 산업화는 부류식 양식과 함께 양식장 운용에 어려움이 있겠으나 일부 갯벌을 활용한 지주식 김 양식을 도입하여 고품질, 고부가가치의 프리미엄 김 생산을 시도할 필요가 있다.

수산자원조성 확대는 해삼과 바지락, 전복 등의 종자방류를 통한 자연의 생산력을 높이고, 장기적인 관점에서 기후변화에 대응한 고부가가치 품목(해삼, 꽃게, 황복 등)의 축제식 양식 기술개발과 고막류 등의 갯벌양식을 시도할 필요가 있다.

수산 종자산업 육성은 우량종자의 안정적 확보가 필수적이나 해삼의 경우 종자 가격이 고가(300~500원/마리)로 현재 양식어업인이 전무한 상태이며, 축제식에 의한 종자의 대량생산 100~150원/마리)으로 양식어업인의 참여확대를 통한 생산량 증가가 필요하다.

개체굴(수평망식) 양식은 3배체 우량종자가 확보될 경우 생산량을 크게 늘릴 수 있겠으며, 이를 위해서는 전문 종자생산 업체의 육성 지원이 필요하다.

충남도는 우리나라 최대의 고품질 해삼 생산지역이나 생산량이 연간 1,200톤 수준에 머물고 있어 국가 해삼특구 유치를 위해서는 2022년까지 연간 5,000톤 내외의 생산체계 구축이 필요하다. 이를 위해서는 축제식에 의한 종자생산 확대와 은신처를 이용한 해면 씨뿌림 어장의 확대, 양식장 적지확보, 대량생산을 위한 가공, 유통 시설확보 등 해삼산업의 cluster화에 의한 수출 기반 조성이 필요하다.

3. 수산자원 및 양식분야의 기후변화 대응 충남도 정책 방향

수산자원 및 양식분야의 기후변화에 대응한 충남도 수산정책 방향은 ① 국가 수산 종자산업 기반 구축 ② 고부가가치 수산양식 혁신 ③ 수산자원 생물의 생태환경 역량 제고 ④ 어촌의 6차산업화 인프라 구축 ⑤ 스마트 어업 인프라 구축으로 구분할 수 있으며, 각 분야별 기후변화 대응방안은 다음과 같다.

<표 5-1> 기후변화에 대응한 충남도 수산자원 및 양식정책 방향

구 분	기후 변화 대응방향
국가 수산 종자산업 기반구축	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 양식품종 및 신품종 우량종자 대량생산 시스템 구축 → 전국 우량종자 보급 기지화(해삼, 개체굴, 조피볼락, 넙치, 전어, 황복, 대하, 김, 다시마, 새조개, 고막류 등) - 종자생물 자원의 생산 표준화 및 데이터베이스 구축
수산자원 회복 증대사업 확대	<ul style="list-style-type: none"> - 우량종자의 대량방류 - 특화된 바다목장사업(바다목장 플랫폼 사업 등) 확대 - 인공서식장(인공어초, 용승구조물, 인공산 등) 조성 - 바다숲 조성사업의 확대 추진
고부가가치 수산양식 혁신	<ul style="list-style-type: none"> - 해면 및 축제식 양식 시범기지 시스템 구축 · 해면 및 축제식 양식 시범단지 조성(해삼, 개체굴, 황복 등) - 충남 4대 명품수산물(김, 해삼, 개체굴, 바지락) 대량생산 수출 기반 구축 · 김 산업 cluster 구축 및 첨단 양식산업 육성 · 개체굴, 해삼 수출전략 품목 육성 · 갯벌양식장(바지락, 백합, 가무락 등) 생산성 회복
수산자원 생물의 생태환경 역량 제고	<ul style="list-style-type: none"> - 수산자원 회복을 위한 재생산 기반 확대 및 생태환경 복원 · 미성숙어의 포획금지 체장 재평가(고등어, 살오징어 등) · 지역통과 경계성 어종의 어획분쟁 관리(국가계획 연계) 강화 · 기후변화에 대응한 충남 수산자원 실태조사 추진 - 충남 청정갯벌(358.8km²)의 친환경 생산기반 구축 · 바지락, 개체굴, 해삼, 김 지주식, 낙지, 고막류, 백합 등 - 허베이스피리트호 유류오염 생태계 복원 효과 재평가
어촌의 6차산업화 인프라 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 섬마을 중심의 수산업 특화단지 조성 - 명품수산물의 생산·가공·유통 거점 cluster 단지 구축 · 해삼, 김, 개체굴 국가특구 조성 등 - 명품수산물의 브랜드화 및 콜드체인, 온라인 공급 시스템 구축 - 충남 3농혁신(지속가능한 농어업+살기 좋은 농어촌+행복한 농어업인)의 지속적 추진 · 어업인의 자발적 참여 및 민관 거버넌스 협력 체계 구축을 통한 국가 3농혁신 확대전략 모색 - 한국해양과학기술원(서해분원) 유치를 통한 충남해역 기후 변화 연구 강화
스마트 어업 인프라 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 충남형 어선(낙시 어업 등)의 스마트화 및 어항 재개발 - 스마트 아쿠아팜 육성 - 적정수준의 어획 및 양식기술 발전을 위한 빅데이터 플랫폼 구축

제6장 결론 및 정책제언

1. 결론

수산자원 및 양식분야의 기후변화에 대응하기 위한 관리정책은 일반적으로 자원의 보존 및 변동관리와 지속적 재생산, 증·양식에 의한 고부가가치의 생산성 확보로 사회·경제적 및 생태적으로 안정된 계를 유지하는 것이다.

기후변화로 일컬어지는 지난 100년(1906~2005년) 간의 수온상승은 평균 0.74℃를 보인 반면, 1968년부터 2015년까지 48년간 한반도 연근해역의 표면수온(국립수산과학원) 상승은 평균 1.11℃(서해 1.20℃, 남해 0.91℃, 동해 1.39℃)로서 우리나라는 세계 평균의 2배 내외로 기후변화 영향을 크게 받고 있다.

서해 연안의 수온상승 요인은 1차적으로는 대기의 상승에 기인하며, 특히 수심(서해 평균 수심 44m)이 얇은 바다에서는 대기에 의한 열전도도가 빨라 겨울과 여름의 수온변동 폭이 커지기 때문인 것으로 여겨진다. 서해안의 중심부에 위치한 충남연안은 수심이 얇고 갯벌이 잘 발달되어 동해안과 남해안에 비해 기후변화 영향을 크게 받으며, 이로 인해 생물의 다양성이 줄어들면서 어업생산성이 점차 저하되고 있다. 또한 충남 연안에 산재된 대규모의 화력 발전소 온배수 등은 기후변화와 함께 수온상승과 먹이생물의 분포에 관여하여 생물환경에 또 하나의 위협요인이 되고 있다.

충남연안의 기후변화에 의한 수온상승 폭은 국제적으로 합의한 기준보다 더 클 것으로 예측되고 있으며, 북극진동이 풀리면서 주변의 강추위와 하계의 고온현상 등 극단적인 상황이 빈번해질 것으로 우려되고 있다. 이러한 현상은 특히 하루 중 절반을 바닷물에서 노출생활을 하는 서해안 갯벌생물의 생존과 서식에 큰 영향을 미칠 수 있다.

최근의 수산자원 감소는 기후변화 및 어장환경 악화에도 일부 영향이 있겠으나 주된 원인은 중국어선 및 우리어선의 무차별적 남획에 의한 것이며, 과도한 어구사용 및 어획 금지체장의 부적합에 의한 미성숙어(고등어 체장 제한 21cm)의 과다어획 등 위기대응 전략이 미흡하기 때문이다.

기후변화는 생물서식에 있어 새로운 종의 유입과 기존생물의 유출에 의한 장점과 단점을 동시에 지니고 있어 기후변화의 적응능력을 갖출 경우 자원의 지속적 관리와 생산성 회복을 통해 새로운 수산산업으로 정착시킬 수 있을 것이다.

충남도의 기후변화 대응과 관련한 수산자원의 보전 및 수산생물의 서식환경 개선을 위한 근본 대책으로는 ① 어류자원의 남획방지를 위한 어구사용 규제 및 조업시기, 어획금지 채장, 총허용어획량(TAC)의 재설정 등 지속 가능한 연근해어업의 실현 ② 금강 하구댐을 비롯한 갯벌간척지의 역간척에 의한 연안해역의 환경복원 ③ 가로림만과 천수만의 해양환경 보전을 통한 대하, 낙지, 패류, 어류 등 수산생물의 산란, 서식, 성육장 기능회복 ④ 갯벌복원사업의 사후 재평가 ⑤ 해삼, 김, 갯벌참굴 등 해면 친환경 양식산업 육성 및 국가 특구 cluster 지정을 통한 수출산업 육성 ⑥ 서해 저층냉수의 양식 활용 방안 연구 ⑦ 국가 수산종자산업 cluster 육성 ⑧ 고부가가치 온대성 신품종 양식 육성 ⑨ 문어, 살오징어 등 기후변화 민감종의 연구 강화 등이다.

본 연구는 기후변화에 따른 충남 연안 주요 수산자원 및 양식생물의 변동 특성을 분석하여 체계적 관리를 통한 자원의 지속적 활용 및 생산성 향상을 위한 선제적 관리방안 마련을 위한 정책 자료를 제시하는데 있으며, 분야별 대응 전략은 다음과 같다.

1) 수산자원 분야 주요어종별 대응 전략

① 고등어

- 고등어는 우리나라의 어획량이 1960년대에는 1만톤 이하, 1990년대에 18만톤, 2000년대에는 15만톤 내외에서 정체상태에 머물고 있다.
- 난류성인 고등어는 수온상승 등의 기후변화에 의한 서식환경 악화가 자원감소에 일부 영향을 미칠 수도 있겠으나 주된 원인은 중국, 일본 및 우리나라 어선에 의한 대량 남획의 영향이 큰 것으로 판단된다.
- 고등어는 대형선망으로 90% 이상을 어획하므로 충남 어선어업의 면허·허가 처분 및 어구어법에 대한 조사연구가 필요하다. 고등어 자원의 지속적 회복을 위해서는 과도한 어구사용(어선 및 어구 수, 어구의 규모 등) 억제에 위한 법적 규제 강화와 조업지역 및

조업시기의 축소, 어획금지 체장 제한(현행 체장 21 cm에서 28 cm로)을 통한 미성어의 어획 차단이 시급하다. 이와 함께 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양 환경 요인 등의 생태특성에 관한 조사·연구 및 관련국인 중국, 일본 등과 함께 자원회복을 위한 국가 간 공동 대책 마련이 필요하다.

② 넙치

- 넙치 자원은 서해안(충남해역)의 주 어획품목으로 수온상승 등의 기후환경 변화가 서식에 일부 영향을 미치고 있는 것으로 여겨지며, 저서성 어족으로 중국 및 우리나라 어선에 의한 어획강도는 고등어에 비해 낮다.
- 넙치 자원의 지속적 유지를 위해서는 과도한 어구사용(어선 및 어획방법, 어구의 규모 등)의 규제 강화와 어획금지 체장 제한(현재의 21 cm에서 28 cm로 상향)을 통한 미성어의 어획 차단(주 산란기인 3월~5월이나, 미성어가 주로 어획되는 5월~9월)이 요구된다. 특히 충남해역은 자연산 넙치의 대량생산 지역으로 지속적 생산을 위해서는 장기적인 기후 변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양환경 요인 등의 생태특성에 관한 조사·연구가 이루어져야 한다.

③ 대구

- 대구는 최대수명이 약 14세로 수명이 긴 어종이며, 최소 성숙체장이 암수 모두 38 cm(3세어) 이상으로 매우 높다. 따라서 현재 30 cm 이하로 설정된 채포금지 체장을 제도적 또는 자율적으로 30 cm 이상으로 확대하면 일정 시간이 경과한 후 친어 및 어획대상어의 자원량이 가입되어 충남해역의 대구 어획량이 증가할 것으로 예측된다. 또한 서해에 분포하는 대구의 산란기가 1월~3월이므로 부산·경남 해역과 동일하게 1월에 금어기를 설정하거나 1월~3월 기간 중에 금어기의 조정·확대가 필요하며, 충청도와 어업인의 협의에 의하여 자율적인 어업제한이 요구된다.

④ 멸치

- 멸치의 자원량은 비교적 안정된 것으로 파악되지만, 수온상승 등 기후변화에 의한 자원의 지속적 유지를 위해서는 과도한 어구사용의 규제 강화 및 금어기의 조정, 조업시기의 축소가

필요하며, 멸치를 주로 어획하는 어업을 대상으로 적정량을 어획하도록 총허용어획량(TAC) 적용을 검토한다.

- 멸치에 대한 조사·연구는 남해를 중심으로 수행되어 왔기 때문에 서해 중부에 위치한 충남 해역에 대한 자료가 매우 미비하므로 멸치 자원의 변동 예측 연구가 필요하며, 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양 환경요인 등의 생태특성에 관한 조사 연구가 이루어져야 한다

⑤ 참조기

- 참조기는 현재의 자원상태 유지를 위한 어획량 관리 시스템 적용이 필요하며, 우리나라의 적정 어획량은 28,000~30,000톤이므로 총허용어획량(TAC) 적용을 적극 검토해야 한다.
- 체장 15 cm 이하로 설정된 포획금지 체장을 최소성숙 체장인 19 cm 정도로 확대해야 하며, 15 cm 이하의 참조기를 20% 미만까지 부수어획을 인정하는 조항도 삭제 또는 조정이 요구된다.
- 참조기는 산란을 위하여 복상하는 봄철 5월 전후(산란회유)와 산란 후 월동을 위하여 남하하는 10월경(월동회유)에 충남 연안을 경유하므로 자원의 유지 및 관리를 전제로, 참조기의 생태를 고려하면서 어획효율이 높은 어구어법을 사용하면 어획량이 증가할 수 있을 것이다.

⑥ 조피볼락

- 충남해역의 조피볼락 어획량은 2007년 845톤으로 가장 많았고, 2016년에는 385톤으로 매년 350톤 내외에서 안정된 생산을 보이고 있는데, 조피볼락 생산량은 그동안의 인공 종자의 방류에 의한 영향이 큰 것으로 추정되고 있다.
- 조피볼락은 포획금지 체장이 23 cm로 설정되어 있는데, 자연산(3세 이상)과 양식산(2세 이상) 모두 생물학적 성숙체장이 약 30 cm 이상이므로 포획금지 체장의 확대 및 자율적 이행을 권장한다.
- 충남해역에서 조피볼락은 황해저층냉수의 영향으로 수온이 낮은 먼 해역으로 이동이 자유롭지 못해 연안 자연암반 및 암초지대에 주로 서식한다. 따라서 자원증가를 위한 인공어초 투입과 치어의 지속적인 방류 등 인위적인 서식환경 조성과 함께 생태특성에 관한 조사·연구가 필요하다.

⑥ 꽃게

- 꽃게는 충남해역의 주종 품목으로 수명은 2~3년으로 추정되며, 발생 시기에 기후환경의 영향을 많이 받는다. 어획량 추이는 2007~2008년에 3,997톤(전국의 22.7%)~4,298톤(31.6%)을 보인 후, 2009년에 11,712톤(37.4%), 2013년에는 15,478톤(50.8%)으로 최고치를 보인 후 서서히 감소하여 2016년에 5,029톤(37.1%)을 나타내고 있다.
- 꽃게의 어획은 연안자망, 근해자망, 연안통발, 연안개량안강망, 근해안강망 등 5개 어업에서 전체 어획량의 약 96%를 생산하며, 기타 어업은 4% 이하로 소량 어획되고 있다.
- 2013년 이후 꽃게의 금어기는 6.21~8.20일(서해5도 7.1~8.31)로 설정되어 있지만 연구결과 및 어업현장의 현실성을 고려할 때, 어선규모(톤급)와 조업거리를 기준으로 연안어업과 근해어업으로 구분하고, 탈피게(물렁게) 어획물의 폐기량이 많은 8월말~9월말의 일부시기를 포함하여 금어기를 확대하는 것이 바람직하다.
- 산란장 및 성육장인 수심이 얕은 천해와 갯벌에 자원보호구역을 지정하여 자원관리가 이행될 경우 자원량과 어획량이 빠르게 증가할 것으로 예측된다.
- 꽃게 자원 회복을 위해서는 과도한 어구사용 규제 및 조업시기의 축소가 요구되며, 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양 환경요인 등의 생태특성 연구와 함께 주요 산란 번식지인 해사채취 지역의 실태조사 연구 등 어장 복원대책이 이루어져야 한다.

⑦ 대하

- 대하는 1년 내외의 단년생으로 발생 시기에 기후환경 영향을 많이 받으며, 충남해역의 어획 비율이 높아 전국의 어획 생산량을 좌우한다. 2007년 충남해역의 어획량은 378톤(전국의 53.7%)이었고, 원유유출 오염사고 후인 2008~2011년은 29~171톤으로 어획량이 감소하였으나 전국 생산량 점유비율은 34.3~67.8%로 높게 나타났다.
- 대하 자원의 지속적 유지를 위해서는 산란시기의 조업 축소 및 포획금지 체장을 신설하고, 어구어법과 금어기의 준수가 요구된다. 이를 위해서는 대하 축제시기의 변경 및 대량의 종자방류 사업(충남수산자원연구소 등)을 지속적으로 실시해야 하며, 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 먹이생물 및 해양환경 요인 등의 생태특성 연구와 주요 산란 번식지인 해사채취 지역의 실태조사를 통한 어장 복원대책이 이루어져야 한다.

- 기후변화에 의한 수온 상승으로 산란기(봄 산란)가 빨라질 경우 가을까지 충분히 성장하므로 포획금지 체장을 신설하고 어구어법 및 금어기를 준수하면 자원량과 어획량은 자연적으로 증가할 것으로 예측된다.

⑧ 살오징어

- 살오징어는 단년생이기 때문에 교미 및 산란 등 자원증식에 중요한 시기의 자원관리에 중점을 두어야 하며, 서식장과 산란에 적합한 해양환경 조성이 중요하다.
- 산란은 1~3월과 6~8월, 9~11월 등 연중 3회 산란하는데, 현재의 금어기는 4월 1일~5월 31일로 산란기를 벗어나는 시기이므로 산란기를 일부 포함시켜 금어기를 확대 설정하는 것을 검토해야 한다. 살오징어는 성장이 빠르므로 최소성숙 체장인 외투장 20 cm 이하의 미성어는 어획하지 않는 자율적 어업활동이 필요하며, 현재 포획금지 체장인 12 cm 이상을 확대 설정 검토가 요구된다.
- 살오징어의 자원감소는 기후환경 변화와 함께 중국, 일본 및 우리어선의 무차별적 남획에 의한 것으로 자원의 지속적 유지를 위해서는 해양 환경 및 생태특성에 관한 조사·연구와 관련국인 중국, 일본과의 국가 간 공동 대책 마련이 필요하다.

⑨ 주꾸미

- 충남해역에서 주꾸미 어획량은 2007년에 2,798톤(전국의 41.0%)으로 높게 나타났으나 2008년에는 1,233톤(30.4%)으로 크게 감소한 후 2009~2011년에 1,238~1,707톤(28.9~65.8%), 2012년에 2,411톤(70.6%)을 보였고, 2016년에는 968톤(41.9%)으로 감소하였다.
- 어획량의 변동이 심한 원인은 꽃게와 같이 1년 내외의 단년생으로 발생시기의 기후환경의 영향을 많이 받기 때문인 것으로 추정할 수 있다. 그러나 포획·채취금지 체장 및 어획 제한시기(금어기)가 설정되어 있지 않으며, 특히 남시어선의 유어객에 의해 1인당 50kg 내외의 남획에 가까운 어획이 이루어지고 있다.
- 주꾸미는 자원증식장 조성이 다른 어종에 비해 수월하므로 주꾸미 전용어초 투하 등의 인공산란장을 조성할 경우 자원량 증대가 빠르게 나타날 수 있다.
- 또한 자원의 지속적 유지를 위해서는 산란시기의 조업 축소와 함께 남시어선의 어획허용량 제한 등의 대책마련이 시급하며, 자원의 급속한 감소가 나타날 경우 제한적으로 주꾸미 축제의 일시 중단 및 장기적인 기후변화에 대응하기 위한 생태특성 연구가 필요하다.

2) 수산양식 분야 주요품종별 대응 전략

충남연안은 수심이 낮고 조류속이 빠른 서해안의 특성으로 갯벌을 활용한 바지락과 굴, 가시파래 등의 양식이 이루어지고, 해면에서는 김과 해삼, 조피볼락 정도가 양식 생산되는 등 남해안은 물론 동해안에 비해서도 양식 환경이 매우 열악하다.

그러나 충남연안은 우리나라 갯벌 중 생산성이 가장 높은 358.8km²의 갯벌(전국갯벌의 14.4%)을 지니고 있으며, 이 중에서 고부가가치 양식장으로 개발 가능한 면적이 약 150km²(15,000ha)에 달하고 있어 전국 최대의 갯벌양식장 개발 잠재력을 지니고 있다. 또한 해면에서는 김과 해삼 등 친환경 고부가가치의 양식장 개발이 점차 확대되고 있다.

이에 따라 충남도는 수산양식 산업을 기후변화에 대응한 미래 성장 전략산업으로 육성하기 위해 2010년부터 2017년까지 3농혁신(농어업+농어촌+농어업인) 정책 사업으로 미래 소득 창출이 기대되는 충남 4대 고부가가치 양식품목(바지락, 굴, 해삼, 김)의 선택과 집중을 통해 성과를 내고 있다.

① 개체굴

- 충남연안의 굴양식은 대부분 갯벌을 활용한 투석식 및 포장끈식 등의 방법으로 소량의 굴을 생산하고 있어 어촌의 고령화에 따른 소득 향상을 위해서는 갯벌의 상부를 이용하여 연중 생산이 가능한 3배체의 가상식(수평망식) 개체굴 양식개발이 필요하다.
- 충남연안 갯벌은 가상식(수평망식) 개체굴 양식장으로 적합한 세계적 수준의 환경을 지니고 있으며, 3배체굴의 인공종자 생산 기술 확보로 프랑스산에 비해 고품질의 개체굴 생산이 가능하다. 따라서 기후변화 대응품목으로 적합한 가상식 개체굴의 대량생산을 위해서는 정부의 투자지원과 기업 및 영어법인, 어업인의 참여확대와 함께 수출 위생해역의 지정이 필요하다.
- 충남 갯벌어장에서 자연산 참굴의 바닥식 생산량은 금후 서식환경 변화가 지속될 경우 생산량이 더욱 감소될 가능성이 높다. 특히 기후변화에 의해 갯벌 바지락 양식장의 폐사가 증가할 경우 갯벌의 표면을 입체적(바닥저질 속 바지락 양식)으로 이용이 가능한 가상식 개체굴 양식 산업화를 통한 고부가가치의 참굴 생산이 필수적이다.

- 충남 서해안에서 가상식 개체굴 양식이 이루어질 경우 개발가능 면적은 최소한 500ha 이상으로 1ha당 생산량은 29.16톤에 이르고 연간 생산량은 14,580톤으로 예측된다.

② 해삼

- 충남연안은 황해냉수대 영향권으로 여름철 해삼 서식층의 수온이 23℃ 내외가 유지되고 있어 금후에도 기후변화에도 불구하고 해삼서식에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 예측된다. 따라서 우리나라에서 최적의 해삼양식 환경을 지닌 충남연안은 해삼 서식장(해삼 양식섬 등) 조성 및 국가 해삼 특구 등의 체계적인 투자 및 기술개발이 이루어질 경우 생산량을 크게 늘릴 수 있을 것이다.
- 그러나 충남 해삼 생산량은 현재처럼 인공종묘(우량종묘, 체중 3~5g)에 의한 자원조성이 미흡하거나 체계적인 어장관리가 이루어지지 않을 경우 현재의 생산량만으로는 수출 가공은 물론 해삼 특구조성 등의 산업화가 어렵다.
- 국가 해삼특구의 충남도 유치를 위해서는 해면양식과 갯벌간척지 등을 활용한 축제식 양식 등으로 2022년까지 연간 5,000톤(해면생산 4,000톤, 축제식 생산 1,000톤)의 생산이 필수적이며, 이를 위한 계획적인 투자 및 생산관리가 필요하다. 또한 해삼양식의 활성화를 위해서는 종묘가격의 안정화(체중 3g 기준, 300~400원/마리)→100~150원/마리)를 통한 양식어업인의 참여확대가 필수적이며, 자원보호를 위한 봄철(3~6월) 조간대 지역의 자연산 새끼해삼의 채취 금지 조치가 필요하다.
- 유희 갯벌간척지의 일부를 어업인이 해삼양식장으로 활용할 수 있도록 법안 개정이 이루어졌으나 농림식품부에서 이용 동의가 지연되고 있어 실질적 사용을 위한 부처 간 해소 노력이 필요하다.
- 충남은 우리나라 최대의 해삼 생산지역으로 기후변화 대응품목으로 적합한 해삼의 대량생산을 위해서는 정부의 투자지원과 기업 및 영어법인, 어업인 등의 참여확대와 함께 수출을 위한 위생해역의 지정 등이 필요하다.
- 해삼의 대량생산 기반조성을 위해서는 자연어장에서 어획이 금지(체중 100g 이하)된 다양한 크기의 해삼(체중 50~400g)을 갯벌 간척지 축제식과 생산성이 낮은 기존의 축제식 새우양식장을 활용해 연중 생산이 가능하도록 시스템의 구축이 필요하다.

- 충남 연안에서 해삼양식 생산기술 개발이 체계적으로 이루어질 경우 해면은 기존의 0.5~1톤/ha 생산에서 2톤/ha 내외로, 축제식은 3톤/ha 내외 수준으로 생산량 증대가 가능 하겠다.

③ 바지락

- 충남 갯벌의 대표적 수산물인 바지락의 생산성 회복을 위해서는 저질 및 서식장의 환경 개선과 함께 생산량 감소 요인인 쪽의 번식차단 제어기술의 개발이 시급하다.
- 그동안 시행한 갯벌어장 복원사업에 대한 사후평가를 실시하여 바지락 등의 갯벌생물과 퇴적물의 상호작용에 대한 주변 생태계에 미치는 영향 등을 정밀 분석하여 복원사업 성과에 대한 개선방안 마련이 필요하다.
- 충남연안의 일부 바지락 양식장은 기후환경 변화와 산업시설의 영향, 고령화 및 해적생물 피해 등으로 생산성이 한계에 도달하고 있어, 생산성이 낮은 어장의 체계적인 재구조화 (품목 전환 및 어장의 복합 이용) 등 어장환경 변화에 대응한 새로운 대체품목(개체굴 등)의 활용방안 마련이 필요하다.
- 쪽의 대량발생으로 생산성이 저하된 바지락 어장의 친환경 복합양식 생산단지(바지락+가상식(수평망식) 개체굴+지주식 김 등)를 조성, 기후변화에 대응한 고부가가치 양식산업으로 육성한다.
- 갯벌양식 수산물의 성장, 해적생물, 질병 및 폐사 등 위험관리 대책을 마련하고, 금후 기후변화에 대응한 ICT 스마트 웹 기반의 환경관리 관측정보 시스템 DB(database)의 구축이 필요하다.

④ 김

- 해양수산부에서 2024년까지 연간수출 1조원(10억달러) 규모의 “김 산업 발전방안”을 마련함에 따라 충남도 김 산업 발전의 선제적인 대응이 필요하다.
- 김 양식 신규어장 개발 및 시설량 증대, 물김의 안정적 공급
 - 정부의 “김 산업 발전방안” 마련에 대응하기 위해서는 2017년 기준 충남 관내 김 양식 시설면적 3,824ha(보령 243ha, 서천 3,333ha, 태안 248ha)을 5,000ha(23.5% ↑) 내외 수준 (서산 포함)으로 신규어장의 확대 개발이 필요하다.

- 충남 서천 서부수협외의 경우 2017년산 물김 생산량은 24,649톤(23,699백만원)으로 전국 생산량 391,483톤(431,822백만원)의 6.29%에 불과하다. 따라서 2024년까지 전국 물김 생산량을 60만 톤으로 예측할 경우 충남연안 물김 생산량을 “김 수출특구” 유치에 대비 150,000톤 수준(전국 생산량 점유율 25%)으로 상향시킬 필요성이 있다.
- 충남 김의 품질 개선을 위한 전략
 - 최근의 기후변화는 이상 한파 및 고수온의 지속, 겨울철 강우량의 감소에 의한 김 황백화 등의 질병저감 연구와 함께 충남해역에 적합한 내병성 우량 김 품종개발, 영양염류의 주공급원인 갯벌간척지의 역간척에 의한 담수공급과 양식기간 중 금강 하구댐의 주기적 개방을 통한 지속적인 담수 공급이 필요하다.
 - 충남 갯벌은 미네랄, 아연 등 풍부한 영양소를 함유하고 있어 프리미엄 김 생산을 위한 갯벌 지주식 김 양식장 개발 등 고품질의 부가가치 향상이 필요하다.
- 충남 김 수출가공 클러스터 유치 및 국가 김 수출특구 조성
 - 충남의 김 가공 산업은 전국에서 가장 많은 업체를 보유하고 있으나 가공에 필요한 물김 및 마른김의 자체 생산량이 부족하여 남해안 등 타 지역의 물김 원료 조달에 의존하고 있으며, 체계적인 개발이 이루어지지 않아 중소기업 수준의 영세성을 띄고 있다.
 - 충남 김 산업의 세계화를 위해서는 기존의 영세한 산업구조에서 벗어나 국내 식품 대기업의 참여 개방을 통한 국가 김 수출가공 클러스터(원료생산, 기능성 고차 가공, 유통, 수출) 구축 및 국가 “김 수출특구” 유치를 검토해야 한다.
- 충남 김 산업 발전을 위한 조직개편
 - 친환경 고부가가치 수산물인 김 산업화를 위한 전문 연구기관 조직을 충남수산자원 연구소(김 품종 개발 및 양식, 질병예방 및 치료 기술, 적정 산 처리제 개발 등)와 충남연구원(가공, 유통, 수출, 김 특구 개발 등)에 신설하여 김 산업 발전의 체계적인 대응이 필요하다.

3) 고부가가치 신식품종 양식 육성 대응 전략

최근 전 세계적으로 기후변화 등 어획자원 감소에 대응하기 위한 고부가가치 수산물의 양식생산이 크게 늘고 있다. 대표적인 양식 대상종은 수온상승에 유리한 바리과 어류양식이 있으며, 자연자원 감소로 양식이 필요한 보리새우 및 종자방류를 통해 자원 회복이 필요한

꽃게, 대하, 조피볼락, 황복 등이 있다. 또한 충남연안에 접근하는 황해냉수(최고수온 20℃ 이하)를 활용한 양식산업으로는 송어 해수양식이 가능하겠으며, 특히 청정해역의 특성과 잘 발달된 갯벌을 활용한 어류 및 갑각류 종자생산을 특화시킬 수 있는 우리나라 최대의 국가 수산종자산업 육성이 가능한 조건을 갖추고 있다.

① 바리과 어류 양식

- 국내에서 개발된 2종(대왕자바리, 대왕불바리)의 바리과 어류는 우리나라의 바리과 어류보다 2배 이상 성장이 빠르고, 수질환경 내성이 강하며, 광염성(5~35psu)으로 충남연안에서 다양한 방법으로 양식 가능하겠다.
- 생산원가는 양식방법에 따라 다르나 넙치와 비슷할 것으로 판단(10,000원/kg 이하)되며, 판매단가는 현재 5만원 정도이나 대량생산 이후에는 25,000~30,000원/kg 정도로 추정된다.

② 보리새우

- 우리나라의 보리새우 생산량은 1993년에 2,550톤에서 1998년 고수온 시기에 1,138톤으로 크게 감소한 후 2002년에 217톤, 2012년 59톤 2016년 406톤으로 거의 자원 위기종 수준으로 전락하고 있으며, 충남 생산량은 2009년 145톤을 마지막으로 2017년까지 전혀 생산되지 않고 있다.
- 자원 위기종인 보리새우는 남해안이 주산지이나 충남 갯벌을 활용한 그물가두리 양식과 콘크리트 수조식 양식, 순환여과식 양식 및 축제식 양식이 가능하겠다.

③ 대하

- 국내 해면 자연어획 생산량은 1990년에 912톤에서 1997년 1,911톤으로 증가한 후 2007년에 704톤, 2011년 52톤, 2014년에 650톤으로 줄어들었고, 2016년에는 666톤으로 자원 위기종으로 전락하고 있다.
- 우리나라 토종인 대하는 2000년 이후 지속적인 대량폐사로 국내 양식생산이 거의 중단 상태이며, 외래종인 흰다리새우로 98% 이상이 대체 생산되고 있다. 그러나 흰다리새우 양식이 확대되면서 질병발생이 함께 증가하고 있어 대하양식 생산을 충남도가 주도적으로 활성화시킬 필요가 있다.

- 대하는 충남 수산물 축제의 주요품목이나 축제에 사용되는 대하의 비율이 낮고 상당량이 양식산 흰다리새우가 대신하고 있어 대하 양식생산량을 확대하여 소비자의 신뢰도를 높일 필요성이 있다.

④ 흰다리새우(외래도입종)

- 흰다리새우는 동남아에서 양식되는 아열대 품종으로 질병에 비교적 강해 국내에서는 전량을 양식을 통해 생산한다. 양식생산량은 2006년에 661톤에서 2008년 1,794톤으로 증가하였고, 2010년에 2,705톤, 2014년 4,888톤, 2015년에는 5,515톤으로 빠르게 증가하고 있으며, 우리나라 새우생산량의 98% 이상을 차지하여 국내 토종인 대하의 양식을 위축시키고 있다.
- 한편 흰다리새우의 국내양식이 확대됨에 따라 점차 질병발생이 증가하고 있어 외래종인 흰다리새우의 무분별한 대규모 투자확대에 대한 재검토가 요하며, 아열대 품종으로 충남 연안에서는 종자방류가 불가능하기 때문에 자연자원 회복을 위해서는 위기종으로 전략한 토종 대하양식 산업의 활성화를 위한 정책적 대응이 시급하다.

⑤ 큰징거미새우(외래도입종)

- 큰징거미새우는 징거미새우과의 대형민물새우로 동남아시아 (태국, 대만, 인도) 등 아열대 지역에서 자라며, 고급 식재료로 사용되는 주요 양식종이다.
- 성장은 6~9개월 만에 최대 300~400g(수컷은 체장 40cm, 400g, 암컷은 체장 25cm)에 달한다.
- 큰징거미새우는 2016년 충남수산자원연구소에서 대량 양식생산에 성공한 바 있으며, 금후 바이오플락 기술에 의한 육상수조식 및 축제식 양식을 통해 대량생산이 가능하겠다.

⑥ 무지개송어 양식

- 우리나라의 연어 소비량은 금후 참치를 능가할 것으로 예측되고 있어 수입대체를 위한 연어류의 국내 생산량을 늘릴 필요성이 있다. 무지개송어는 연어와 같은 냉수성으로 우리나라의 내수면에서 완전양식을 통한 생산 공급의 자급화가 이루어지고 있으며, 생산량은 1990년 1,542톤에서 1998년 4,018톤으로 증가하였다가 2016년에는 3,066톤을 보이고 있다.

- 무지개송어는 현재수준에서 생산량을 더 늘릴 수 있으나 담수산 어류의 선호도가 낮아 생산량이 억제되고 있어 해수 순치양식이 필수적이다.
- 무지개송어는 천수만의 경우 여름철 수온상승 및 수질환경 악화로 폐사가 증가할 수 있으므로 여름철 수온이 20℃ 전후로 유지되는 황해냉수대가 접근하는 태안지역에서 ICT를 활용한 첨단 양식기술을 접목, 에너지 저감 육상 해수순치 양식시험을 시도해 볼 필요성이 있다.

⑦ 낙지

- 우리나라의 낙지 생산량은 1993년 14,351톤을 보인 후 2013년에 5,061톤, 2015년에 6,690톤으로 크게 감소하고 있으며, 연간 수입량은 35,000여톤(중국산 90% 내외)에 달한다. 한편 충남 갯벌 낙지 생산량은 2007년 1,134톤으로 최고치를 보인 후 2008년부터 2016년까지는 349~510톤 수준으로 감소하여 자원 위기종으로 위협을 받고 있다.
- 낙지는 포란 수가 100~150개에 불과하여 번식력이 약하기 때문에 기후변화 또는 남획의 경우 자원회복에 매우 취약하다. 낙지 자원회복을 위해 인공종묘생산이 시도되고 있으나 포란수가 적고 생존율이 낮아 경제적이지 못하다. 한편 충남 가로림만에서는 낙지 어미 자원 조성을 통한 번식시도가 있었으나 효과적이지 못한 것으로 나타났다.
- 낙지의 자원관리 회복을 위한 효과적인 방안은 자연번식장의 조성 보호와 함께 낙지 금어기를 기존의 6.1~6.30일(포획금지 중량 30g미만 어획금지)에서 자유평어기의 설정(5.1~8.31)을 통한 자원회복 유도과 산란장 보호(5.1~7.31)를 위한 어로행위의 제한, 낙지 먹이생물인 칠게 서식지 환경보호 및 패류 어획 제한, 어촌계의 자율 보호수면 관리 운영 등의 대책이 필요하다.

⑧ 꽃게 · 황복

- 꽃게는 최근 들어 기후환경 및 서식환경 변화에 의해 자연산 어획량의 풍흉이 심해지고 있으며, 생산량이 매년 감소추세를 보이고 있다. 따라서 금후 어획생산이 부진할 경우 축제식에 의한 양식생산을 배제할 수 없다. 축제식 꽃게 양식은 현재 종자생산 기술을 포함한 상품생산 양식기술이 2003년에 이미 개발되어 있어 자연생산이 부진할 경우 양식에 의한 대량생산이 가능한 상태이다.

- 황복은 자연에서의 어획이 거의 멸종위기 수준에 이르고 있어 종자의 대량생산 방류를 통한 자원회복이 매우 시급한 상황이다. 또한 자연어획 생산량 격감으로 시장수요에 대응하지 못하고 있어 축제식 또는 수조식에 의한 양식생산량 확대가 시급하다.
- 꽃게와 황복은 자연자원 회복을 위한 인공종묘의 대량생산 방류사업비를 국가로부터 지원 받아 충남수산자원연구소에서 지속적으로 시행되어야 하며, 황복은 육상 축제식 양식을 확대하는 것이 자원보호를 위해서도 바람직하겠다.

⑨ 국가 수산종자산업 cluster 육성

- 국가 수산종자산업은 기후변화 대응 및 자원회복을 위한 필수사업으로 그동안 충남도는 해삼, 개체굴, 조피볼락 및 넙치, 전어, 황복, 대하 등 천혜의 종자생산 여건을 지니면서 국내에서 양식 또는 방류용 종묘를 대량 생산 공급해왔다. 따라서 이들 품목과 함께 김, 다시마, 새조개, 고막류 등의 국가 종자생산 cluster 유치를 검토해 볼 필요성이 있다.

2. 정책제언

수산자원 및 양식분야의 기후변화 대응을 위한 관리정책은 연안생물 자원의 보존 및 변동 관리와 지속적 재생산, 양식생물의 고부가가치화 및 생산성 확보를 통한 사회·경제적 및 생태적으로 안정된 계의 유지를 통한 정책연계성의 강화가 필요하다.

1) 기후변화에 대응한 충남 수산자원 및 양식생물의 관리정책 강화

- 최근에 대두되는 기후변화에 따른 수산자원 생물 관리정책은 원론적인 수준에 머물고 있고, 자원감소 또는 멸종 위기종 등 위험요소에 대한 구체적이고 세부적인 접근정책이 미흡한 실정이다. 또한 기후변화와 관련한 수산자원 감소의 심각성이 커지고 있는데도 정책결정 우선순위에 밀려 적정 해결 시점을 일탈하고 있어 개선을 요한다.
- 수심이 낮고 조류가 빠른 충남연안은 환경여건상 기후변화 영향이 국제적으로 합의한 기준보다 더 클 것으로 예측되고 있으며, 북극진동에 의한 강추위 등 내만어장의 결빙과 하계의 고온현상 등 극단적인 상황이 빈번해질 것으로 우려되고 있다. 이러한 현상은 특히 갯벌생물 자원을 주 소득원으로 하는 충남 어업인의 생계에 영향을 미칠 수 있으므로 해양생태계 변화에 대한 체계적이면서 지속적인 모니터링이 이루어져야 한다.

2) 충남 주요어종의 남획 차단을 통한 자원회복

- 기후환경 변화와 함께 수산자원 감소의 핵심 외적 요인은 중국, 일본 및 우리어선에 의한 회유성 어종의 무차별적 남획(특히 중국어선)에 기인하는 것이며, 이를 차단하기 위한 한·중·일 3국이 참여하는 어업협정 이행을 위한 국가차원의 대책이 필요하다.
- 충남해역의 통제 가능한 자원회복 방안은 과대한 어구사용(어선 및 어구 수, 어구의 규모 등) 억제, 어획체장과 어획체중 제한, 금어기의 재설정, 미성숙어의 어획 차단, 참조기, 멸치, 살오징어, 주꾸미, 꽃게 등 주요 어종에 대한 총허용어획량(TAC)과 생물학적허용어획량(ABC) 적용이 필요하다.
- 충남 특산인 주꾸미, 대하, 꽃게 등의 산란기 전후의 조업시기의 축소와 함께 자원회복을 위한 지역 수산물 축제시기의 조정, 유어 낚시선에 의한 주꾸미의 과다어획(현재 1인당 50kg 허용에서 10kg 미만으로 축소) 통제 및 어선수의 제한 조치와 함께 상업적 판매를 금지하는 이용자 부담원칙의 낚시문화 조성이 필요하다. 또한 이들의 주요 산란 번식지인 해사채취 지역의 실태조사 및 어장 복원대책이 필요하다.

3) 충남도 수산분야 3농혁신 정책의 지속적 추진

- 충남도는 수산양식을 기후변화에 대응한 수산업의 4차 산업혁명 기반산업으로 육성하기 위해 2010년부터 2017년까지 3농혁신(농어업+농어촌+농어업인) 정책 사업으로 미래 소득창출이 기대되는 충남 4대 친환경 고부가가치 양식품목(바지락, 개체굴, 해삼, 김)에 대한 선택과 집중을 통해 성과를 내고 있다.
- 천혜 갯벌을 활용한 충남 4대 핵심 양식품목은 타 시·도에서는 추진이 어려운 충남형의 고부가가치 미래 산업으로 해면 어획생산량이 빈약한 충남도 수산물 생산의 경쟁력을 확보할 수 있어 수산분야 3농혁신 정책의 지속적 추진이 필요하다.

4) 고부가가치 수산물 가공산업 육성 전략 수립

- 충남연안의 어장환경은 갯벌을 제외하고는 수하식 양식 등 대량생산 측면에서 남해안과의 경쟁이 어려운 상황이다. 따라서 충남의 김 가공산업과 같이 타 시도에서 생산된 원료를 이용한 건강기능성 식품 등 고부가가치 수출용 제품생산을 위한 첨단 가공산업 cluster의 육

성과 함께 충남 국가 해삼특구 및 해삼 EXPO 유치, 개체굴 산업 특구 유치 등의 전략수립이 필요하다.

- 수출용 수산물의 원료 확보는 김의 경우 대량의 물김 생산을 위한 어장확보와 해면양식장의 영양염류 공급 증대를 위한 금강하구댐 담수의 지속적 방류 및 갯벌 간척지의 역간척에 의한 담수공급을 확대하며, 해삼은 2022년까지 5,000톤(2017년 생산량 1,200톤) 이상의 원료 생산을 위한 어장확보와 가격이 낮은 우량종자의 대량생산, 3배체 개체굴 종자의 대량생산 시설확보 및 양식장의 확대개발이 필요하다.

5) 기후변화에 대응한 신규 양식품종 육성

- 충남지역에서 양식이 가능한 신규품종 육성은 바리과 어류 등 온대성 양식생물을 검토할 수 있으며, 서해 저층냉수를 활용한 무지개송어 양식 등 첨단 ICT를 활용한 실용기술개발이 필요하다. 한편 충남의 토종자원인 대하는 자연생산량이 크게 감소하면서 외래종인 흰다리새우 양식생산이 98% 이상을 점유하고 있어 충남특산 대하양식의 활성화를 통한 양식생산 증대와 함께 자원회복을 위한 종묘방류 확대가 필요하다.

6) 충남 갯벌어장 환경 복원사업 종합 평가

- 충남 갯벌은 세계적으로 생산성이 우수한 갯벌로 인정받고 있으며, 국내 최대의 생산력으로 전체 수산물 생산량 중 갯벌생물에 대한 의존도가 매우 높다. 특히 2007년 12월 허베이 스피리트호 유류오염의 핵심 피해지역으로 그동안 갯벌 복원사업에 많은 노력과 비용투자가 이루어졌으나 복원사업에 대한 효과조사 평가가 미흡한 상태이다. 따라서 오염 사고 이전과 이후의 정밀 갯벌 복원효과 및 생산성 평가가 이루어져야 한다.

7) 갯벌간척지의 수산업적 활용

- 갯벌 간척지의 농어업적 활용에 관한 법률 개정안(2014)에 근거하여 미활용 갯벌 간척지의 일부에 축제식 해삼양식 등 4차 산업혁명 진입을 위한 첨단 ICT 기반 스마트팜 양식 단지 조성과 함께 수산가공·유통 등 해양산업 클러스터 및 해양헬스케어 산업 등 어촌 뉴딜산업 유치를 통한 국가 갯벌간척지의 효율적 활용이 필요하다.

8) 기후변화에 대응한 조직개편 및 연구개발의 강화

- 기후변화에 대응한 충남 수산업의 미래 전략화를 위해서는 기존의 충남수산자원연구소와 충남연구원의 수산부문 연구기능의 확대개편이 필요하다. 또한 충남관내의 신설 수산대학 유치는 수산업의 4차산업 혁명에 대응하여 필요성은 인정되나 학생모집 등 수산업의 시대적 특성상 독자적 생존이 어려운 상황으로 신설대학 유치보다는 충남관내에 위치한 기존대학의 일부를 국립수산대학으로 개편하거나 일부 학과에 수산관련 기능을 부여하는 것이 현실적으로 타당하겠다.

참 고 문 헌

- 국립수산과학원, 2005. 외래 양식생물의 이식과 생태.
- 국립수산과학원, 2010. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장.
- 국립수산과학원, 2012. 해파리 대량발생 원인과 피해대책 연구.
- 국립수산과학원, 2015. 수산자원회복사업 성과제고를 위한 수산자원회복 효율화 워크숍.
- 국립수산과학원, 2016. 서해안 해삼 축제식 대량생산 양식기술 및 표준 모델 개발. 바다녹색산업연구소.
- 국립수산과학원 갯벌연구센터, 2016. 썩 피해 예방 및 복원을 위한 갯벌어장관리 매뉴얼.
- 국립수산과학원 서해수산연구소, 2003. 경기도 연안어장 실태조사. 경기도.
- 국립수산과학원 서해수산연구소, 2009. 충남연안의 꽃새우 분포 특성 및 어획물 조성변화 연구.
- 국립수산과학원 서해수산연구소, 2017. 2017년도 상반기 꽃게 자원회복 사업 연구결과 및 권고안.
- 2017년 상반기 꽃게 및 참홍어 자원회복사업 서해해역과학위원회.
- 국립수산진흥원, 2001. 양식대상 외래종의 기술개발과 금후 방향에 관한 워크숍.
- 국립해양조사원, 2017. 1989-2016년 해수면 관측자료.
- 김봉태 등, 2015. 공간패널모형을 이용한 연안어업 생산량과 기후변화 요소의 관계에 대한 연구. J. Fish. Bus. Adm.
- 김상진, 2017. 서해 꽃게(*Portunus trituberculatus*)의 어업 실태와 자원관리 방안 연구. 서울대학교 해양정책 최고과정.
- 김성태, 유철, 홍재상, 2012. 인천 선재도산 썩(*Upogebia major*)의 개체군 동태. 2012 FSAK 한국수산과학총연합회 공동학술대회 초록집.
- 김영섭·한경호·강충배·김종빈, 2004. 한국연근해 유용어류도감. 국립수산과학원.
- 김훈수, 1973. 한국동식물도감 제14권 동물편 (집게·게류). 문교부.
- 농림수산식품부, 2011. 기후변화에 대한 수산업의 정책적 대응전략 수립을 위한 연구.
- 농림수산식품부, 2012. 수산양식단지 조성 타당성 분석 연구.
- 농림수산식품부, 2012. 연근해 주요 생산품목 정책자료(Ⅰ).
- 농림수산식품부, 2013. 자원고갈과 환경변화에 따른 수산자원 확보 방안.
- (주) 데도라스(テトラス), 2010. 굴 패각 분석결과 보고서.
- 수산자원관리공단, 2017. 바지락 어장 위해생물(썩) 구제사업 사후평가 및 개선 방안. 바다녹색산업연구소.
- 이종화·김진호편저, 1991. 새우양식입문. 도서출판 동화기술.
- 유성규, 1995. 천해양식. 신흥출판사.
- 인하대학교 서해연안환경연구센터, 2010. 건간망 등 자원량 조사 및 한시적 어업허가 대비 조사. 인천광역시 용진군.

- 정명생·정명화·임경희, 2007. 기후변화가 수산업에 미치는 영향. 한국해양수산개발원.
- 정명생 외, 2009. 기후변화협약 이행 대비, 어업부문의 영향평가 및 대응전략. 한국해양수산개발원
- 충청남도, 2015. 충청남도 해양수산발전 계획.
- 충청남도, 2016. 충청남도 어업·어촌 중장기 발전전략 수립.
- 충청남도, 2017. 충청남도 3농혁신 추진성과와 향후 발전 방향.
- 충청남도, 2017. 가로림만 어장개발 방향 및 보전대책 기본계획 수립.
- 충청남도수산연구소, 2013. 충남도 해삼 전문가 협의회.
- 한국과학기술원 해양연구소, 1987, 해양생물생태자료집.
- 한국해양수산개발원, 2011. 기후변화에 대한 수산업의 정책적 대응전략 수립을 위한 연구.
- 홍성윤 등(대표저자), 2006. 한국해양무척추동물도감. 아카데미서적.
- Astall CM, Taylor AC, Atkinson RJA, 1997. Behavioral and physiological implications of a burrow dwelling lifestyle for two species of upogebiid mud shrimp (Crustacea: Thalassinidea). Estuar Coast Shelf S 44.
- Climate Research Unit. Global Temperature Record, 2006. University of East Anglia.
- Dumbauld BR, Armstrong DA, Skalski J, 1997. Efficacy of the pesticide carbaryl for thalassinid shrimp control in Washington State oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg 1793) aquaculture. J Shellfish Res 16.
- Dumbauld BR, Brooks KM, Posey MH, 2001. Response of an benthic community to application of the pesticide carbaryl and cultivation of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in Willapa Bay, Washington. Mar Pollut Bull 42(10).
- European Commission. Proposal for a regulation of the European parliament and of the Council on the Common Fisheries Policy. 2011.
- FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016-in brief. FAO.
- Flassch JP, Leborgne Y. 1992. Introduction in Europe, from 1972 to 1980, of the Japanese manila clam (*Tapes philippinarum*) and the effects on aquaculture production and natural settlement. ICES. J. Mar. Sci., 194.
- Hong JS, 2013. Biology of the mud shrimp *Upogebia major* (de Haan, 1841), with particular reference to pest management for shrimp control in manila clam bed in the west coast of Korea. Ocean and Polar Research, 35(4).
- IPCC, 「Climate Change 2007: Synthesis Report」, Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland.

- Journal of Climate Change Research 2016, Vol. 7, No. 1, DOI: [http:// dx. doi. org/10.15531/KSCCR](http://dx.doi.org/10.15531/KSCCR).
- Nakabo, T. ed., 2002. Fishes of Japan, with pictorial keys to the species, Tokai University Press.
- OECD, 2011. The Economics of adaption fisheries to climate change.
- Park KI, Choi KS, 2001. Spatial distribution of the protozoan parasite *Perkinsus* sp. found in the manila clam, *Ruditapes philippinarum* in Korea. Aquaculture, 203.
- 宮嶋俊明, 1997. クルマエビの尾肢切斷判別マニュアル. さいばい, 91.
- 落合明・田中克. 1986. 新版 魚類學(下). 恒星社厚生閣.
- 山口縣水産課・(社)山口縣漁村振興協議會, 1987. 栽培漁業の手引き.
- 山田梅芳・田川勝・岸田周三・本城康至, 1986. 東シナ海・黃海のさかな. 西海區水産研究所.
- 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次, 2007. 東シナ海・黃海の魚類誌. 東海大學出版會.
- 水産総合研究センター, 2014. 水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測.
- 奥谷喬司編著, 2010. 新鮮イカ學. 東海大學出版會.
- 奥谷喬司編著, 2013. 日本のタコ學. 東海大學出版會.
- 日本水産振興會, 1981. 水産生物生態資料. 社團法人日本水産振興會.
- (社)日本栽培漁業協會, 1986. さいばい叢書クルマエビ栽培漁業の手引.
- (社)全國豊かな海づくり推進協會, 2012. 周防灘海域クルマエビ. 栽培漁業資源回復等對策事業 (平成18~22 年度) 總括報告書.
- 中坊徹次編, 2013. 日本産魚類檢索-全種の檢索, 第3版. 東海大學出版會.

[인터넷 사이트]

- 국가법령정보센터, 2017. 수산자원관리법 시행령. 법제처.
- 기후변화협약 홈페이지 www.unfccc.int
- 기후변화에 관한 정부 간 패널(IPCC) www.ipcc.ch
- 미국해양대기청(NOAA) www.noaa.gov
- 수산물수출정보누리집 www.kfishinpo.net
- 생물다양성협약 홈페이지 www.cbd.int
- 해양수산부, 수산정보포털 : www.fips.go.kr
- 해양수산부 통계시스템, www.mof.go.kr/statPortal.
- 해양수산부 국가해양환경정보통합시스템. <http://www.meis.go.kr/rest/main>
- 통계청, 국가통계포털 : www.kosis.kr

<부록1> 충남 주요 어업자원의 생태 및 자원생물학적 특성

1. 어류

1) 고등어

- 학명 : *Scomber japonicus*, 영명: Chub mackerel 일명: Masaba(マサバ)
- 분류 : 척추동물문 조기綱 농어목目 고등어科
- 분포 : 우리나라 전 연안, 발해만~황해~동중국해, 일본 전 연안, 전 세계의 온대, 아열대 해역
- 산란 : 수온 15~23℃(최적산란수온 17~18℃)에서 이루어지며, 지역에 따라 차이를 보임
- 생활사 : 서식 수심은 0~200 m. 부어성 어종으로 표층 또는 표층으로부터 300 m 이내의 중층에 서식. 3 cm 이상 성장하면 크기별로 군집을 이루어 생활. 북동태평양에서는 다른 어종들과 함께 군집을 이루어 이동. 표층에서 25 m 수심에 주로 서식하며, 연안표층군유영성 어류. 생물학적 최소형 25.0~27.5 cm(1~2세어).

체장(cm)	20	27	31	34	36	수명
체중(g)	89	232	384	527	631	776
	1세	2세	3세	4세	5세	6세

6개월 14-15cm

2개월 7-8cm

1개월 4-5cm

2월

알

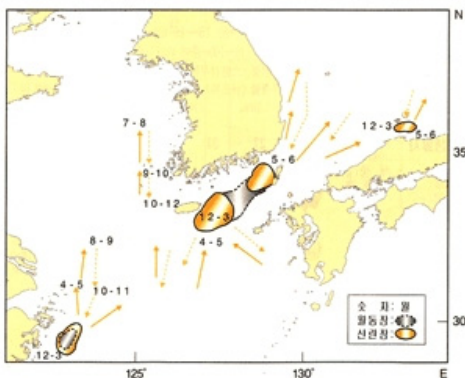
부화

크 기 : 0.9~1.3mm

포란수 : 30만~140만

(1회 2~5만립산란)

부 화 : 3mm



고등어의 회유도(출처: 국립수산물과학원)

* 고등어 참고문헌: 국립수산물과학원, 2010, 2015; 김 등, 2004; 한국해양연구소, 1987; 落合·田中, 1986; 山田 等, 1986, 2007; 日本水産振興會, 1981; www.nifs.go.kr

2) 넙치

- 학명 : *Paralichthys olivaceus*, 영명: Bastard halibut, Left-eye flounder, 일명: Hirame(ヒラメ)
- 분류 : 척추동물門 조기綱 가자미목目 넙치과科
- 분포 : 태평양 서부(한국, 일본, 쿠릴열도, 동중국해, 남중국해)
- 생활사 : 2~6월에 수심 20~40 m의 조류 소통이 좋은 암초 바닥 또는 자갈 바닥인 곳에서 산란. 대부분 체장 45 cm(3년생) 정도에 성숙되어 산란에 가입하며, 1회에 14~40만개 정도의 알을 산란. 저서성 어류로 대륙붕(수심 10~200 m) 주변의 모래 바닥에 주로 서식.

체장(cm)	암 21.3 수 21.2	31.0 30.1	40.1 37.9	48.6 44.7	56.7 50.7	64.3	
체중(g)	암 114 수 117	351 335	761 670	1355 1099	2151 1603	3137	수명
	1세	2세	3세	4세	5세	6세	13세
크 기: 0.7~1.0mm 포란수: 140~160만립							알 부화

* 넙치 참고문헌: 국립수산물학원, 2010; 김 등, 2004; 인하대학교, 2010; 한국해양연구소, 1987; 落合・田中, 1986; 山田 等, 1986, 2007; 日本水産振興會, 1981; www.nifs.go.kr

3) 대구

- 학명 : *Gadus macrocephalus* Tilesius, 영명: Pacific cod, 일명: Madara(マダラ)
- 분류 : 척추동물門 조기綱 대구목目 대구과科
- 분포 : 북태평양(한국 전 연안, 일본, 오키노츠크해, 베링해, 미국 서부), 수심 45~450 m(150 m)
- 산란 : 연안의 내만에서 주로 산란하며, 최소성숙체장은 46 cm 이상(3~4세어), 55 cm에서 반수 정도가 성숙. 포란수는 150~640만개
- 생활사 : 산란된 난경 1.25~1.30 mm의 점액성 침성란은 수온 5~9℃에서 12~21일후 부화하고, 전기자어 4~5.2 mm, 후기자어 5.2~7 mm. 부화후 7월경, 전장 4~7 cm 개체는 만의 안에, 7~9 cm는 만의 밖으로 이동하여 깊은 바다로 들어감. 6개월에 8~11 cm; 1세에 체장 21 cm, 112g; 3세에 54.5 cm, 1.5 kg; 5세에 80 cm, 4 kg; 7세에 약 1 m, 8 kg 12세에 1m이상으로 성장하고, 수명은 14세. 서식수온 -1.5~18℃(최적 5~12℃), 산란수온 5~9℃, 어획수온 1.5~10℃, 한계수온 -2~29℃.

체장(cm)	21.0	38.9	54.5	68.2	80.1	90.6	99.7	107.7	
체중(g)	112	601	1507	2779	4311	6033	7833	9670	수경
	1세	2세	3세	4세	5세	6세	7세	8세	14세

6개월 8~11cm
2개월 2개월

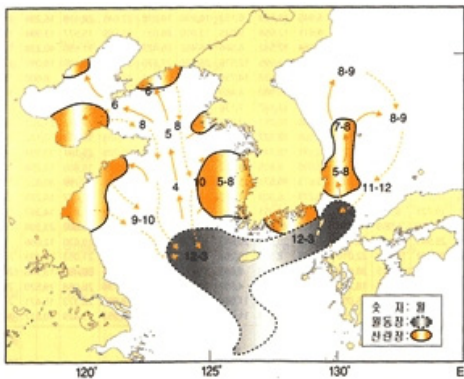
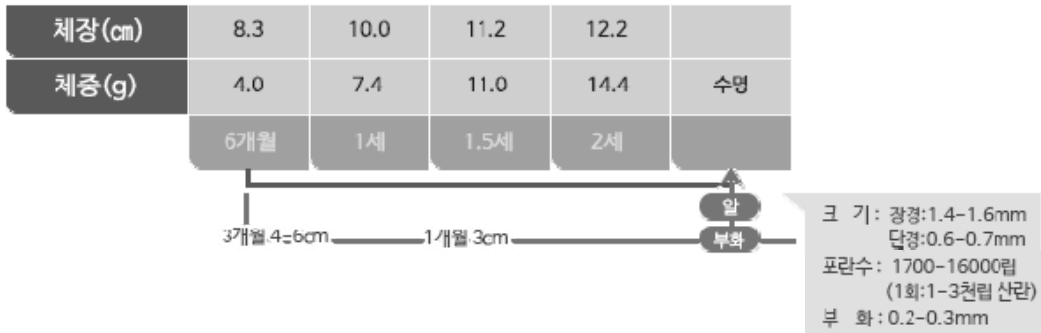
크 기: 1.2~1.6mm
 포란수: 150~250만립
 부 화: 3.7~4.0mm

알
 부화

* 대구 참고문헌: 국립수산물과학원, 2010, 2015; 김 등, 2004; 한국해양연구소, 1987; 落合·田中, 1986; 山田 等, 1986, 2007; 日本水産振興會, 1981; www.nifs.go.kr

4) 멸치

- 학명 : *Engraulis japonicus*, 영명: Japanese anchovy, 일명: Katakuchiiwasi(カタクチイワシ)
- 분류 : 척추동물門 조기綱 청어목目 멸치과科
- 분포 : 우리나라 전 연안, 일본 전 연안, 중국 연안
- 산란·성장 : 포란수는 1,700~16,000개, 연평균 36회에 걸쳐서 연중 산란하고, 부화후 1개월에 2.1~3 cm, 3개월에 3~5.5 cm, 6개월에 8~8.6 cm, 1세에 10~12 cm, 2세에 15 cm. 성숙체장은 가랑이체장 9 cm. 주 산란기는 봄(4~6월)이며, 산란장은 수심 200 m 이내인 대륙붕의 수심 20~30 m에서 야밤에 산란. 산란수온은 14~26℃(최적수온 18~23℃).
- 생활사·서식환경 : 서식수층은 0~400 m이며, 보통 수심 20 m 이내의 대륙붕 해역으로 아침에는 5 m층 내외, 낮에는 10 m층 내외, 저녁에는 거의 표층에서 생활. 서식수온은 8~30℃, 출현수온은 성장에 따라 다른데, 난 12~28℃(14~18℃), 치어 11.2~28.4℃(22~23℃), 미성어 18~20℃ 또는 14~17℃. 어획수온은 치어 11~28℃(15~25℃), 미성어 15~28℃, 성어 13~22℃. 남해안의 경우 멸치 자치어 및 소형어가 19~23℃에서 높은 밀도로 서식.
- 회유 : 봄에는 연안 내만에 들어오고 가을에 남쪽의 외해로 이동하여 월동하고 봄에 연안으로 이동. 서해안의 경우 4~5월에 제주해협에서 북상을 시작하여, 7월에 인천·경기만, 8월에는 황해도와 평안도 서해안에 도달. 9~10월에 남하하여 인천·경기만을 지나며 10월 이후에는 남해안에 이르고, 겨울에는 제주도 주변 및 남해 먼 바다에서 월동.



* 멸치 참고문헌: 국립수산물학원, 2010; 김 등, 2004; 인하대학교, 2010; 한국해양연구소, 1987; 落合・田中, 1986; 山田 等, 1986, 2007; 日本水産振興會, 1981; www.nifs.go.kr

멸치의 회유도(출처: 국립수산물학원)

5) 조피볼락

- 학명 : *Sebastes schlegelii*, 영명: Black rockfish, Schlegel's rockfish, 일명: Kurosoi(クロソイ)
- 분류 : 척추동물門 쏜뱅이목 양볼락과
- 분포 : 우리나라 전연안, 일본 북해도 이남, 중국북부 연안, 발해, 황해.
- 산란 : 유어(새끼)를 낳는 난태성 어종으로서 서해에서의 출산 시기는 수온 7~17℃(최적 15~16℃) 전후되는 4~6월에 연안의 암초지대에서 전장 7mm 전후의 새끼를 산출. 포란수는 전장 33~37cm(3년생)은 2~6만개, 36~42cm(5년생)은 7~10.5만개, 58cm 정도 성어는 약 41만개.
- 생활사 : 부화 후 만 2년이면 전장 23.5cm, 4년이면 35cm, 6년이면 40~41cm로 자라고, 양식산도 자연산과 유사하게 성장하며, 전장 60cm까지 성장. 수심 10m 전후부터 100m 암초지대에 주로 서식.

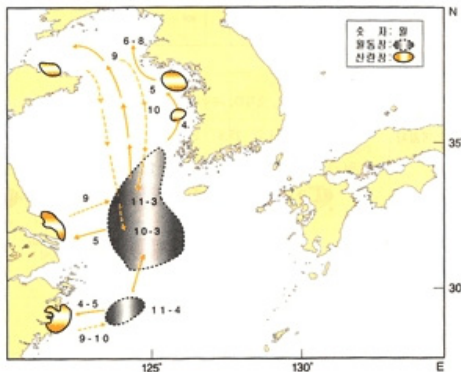
- 회유 : 서해안에서는 수온이 내려가는 가을~겨울에 걸쳐 황해북부 해역에서 남하하기 시작하여 1월에는 북위 35도선 부근인 흑산도 서방해역에서 월동하고, 봄이 되면 북상 또는 연안으로 이동하는 것으로 추정. 그러나 방류된 조피볼락은 멀리 이동하지 않고 연안에 서식하면서 어획이 이루어지는 것으로 추정된다.
- * 조피볼락 참고문헌: 국립수산물과학원, 2010; 김 등, 2004; 인하대학교, 2010; 한국해양연구소, 1987; 落合·田中, 1986; 山田 等, 1986; www.nifs.go.kr

6) 참조기

- 학명 *Larimichthys polyactis*, 영명: Small yellow croaker, 일명: Kiguchi(키그치)
- 분류 : 척추동물문 조기綱 농어목目 민어과科
- 분포 : 우리나라 서·남해, 발해만, 동중국해 등 수심 40~160m인 바닥이 모래나 펄인 곳
- 산란 : 산란기는 4~6월로서 남쪽일수록 빠르고 북쪽일수록 늦으며, 산란장은 우리나라 서해안 일대(인천~충남~전북~전남 연안; 압록강 하구역)와 중국 연안으로, 우리나라 서해안이 가장 넓은 산란장 임. 성숙체장은 18.6 cm, 전장 30cm(5세)정도면 3만~7만 개의 알을 산란.
- 생활사 : 연안에서 수심 1~90m, 동중국해 40~160m의 모래나 개펄에 서식하며, 산란기는 3~6월, 산란장은 서해안 일대와 중국 연안, 전장 30 cm에 3~7만개의 알을 산란. 성숙 체장은 전장 19.1cm. 산란장은 우리나라 서해중부(흑산도~연평도), 중국 절강, 강소, 발해연안이며 산란수온은 12~14℃내외. 서식수온은 7~25℃(15~20℃). 1년에 전장 15 cm, 3년에 29 cm, 5년에 35 cm, 최대 전장 40 cm 이상.
- 회유 : 황해 혼합군, 강소군, 절강군 등 3개의 계통군. 서해안으로 회유해 오는 어군은 겨울철에 제주도 남서쪽 및 중국 상해 동남쪽에서 월동하고 봄이 되면 난류세력을 따라 북상하여 5월경 주 산란장인 연평도 근해에서 산란하고 산란을 마친 어군은 계속 북상하거나 황해의 가장 깊은 중심해역으로 이동하여 활발한 먹이 섭취 활동을 하다가 가을이 되면 남하.

체장 (cm)	15.7	21.7	25.8	28.6	30.5	31.8	32.7	
체중 (g)	32	88	154	215	265	303	332	수명
	1세	2세	3세	4세	5세	6세	7세	10세

크 기 : 1.45-1.56mm
 포란수 : 3-10만립
 부 화 : 3.3-3.5mm



참조기의 회유도(출처: 국립수산물연구원)

* 참조기 참고문헌: 국립수산물연구원, 2010, 2015; 김 등, 2004; 인하대학교, 2010; 落合·田中, 1986; 山田 等, 1986, 2007; 日本水産振興會, 1981; www.nifs.go.kr

2. 갑각류

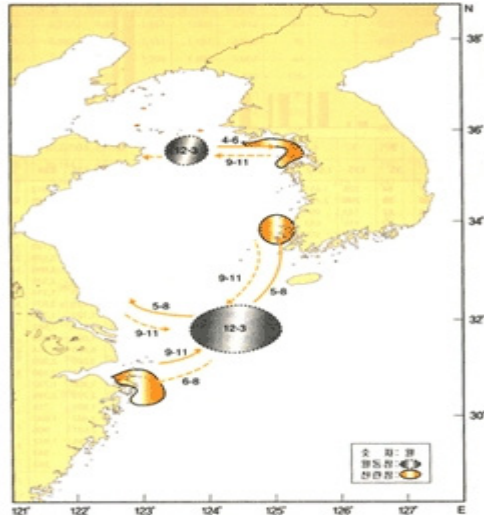
1) 꽃게

- 학명 : *Portunus trituberculatus*, 영명: Swimming crab, 일명: Gazami(ガザミ)
- 분류 : 절지동물門 갑각綱 십각목目 꽃게과科
- 분포 : 한국, 중국, 일본, 대만, 동남아시아, 호주
- 산란 : 산란기는 5월~9월이며, 주 산란기는 6월~7월. 개체당 1년에 3~4회 산란하며 성숙 체장은 갑장 6.4 cm(CL), 갑폭 11.0 cm(CW). 산란장은 인천·경기~충남 북서측과 전남의 서측 연안, 중국의 강소성 주변. 황해중부 계군은 황해(서해) 중부해역에서 월동 후, 봄에 인천·경기·충남 연안으로 접근하여 산란하고 성장.
- 생활사 : 5~10 cm에서 수심 10 m 이내, 성체가 되면 수심 10~30 m, 최고수심 110(150) m 이내 수심의 연안해역의 모래나 모래진흙에 서식. 서식 수온범위 7~30℃, 성장 적정수온 17~30℃, 산란수온 20℃, 동면수온 6~10℃.

* 산란장은 수심 5~30m의 천해의 갯벌이나 조간대, 해조류 조장, 1회당 80~100만립(포란수 100~300만립), 부화 후 성장하면서 8월~9월에 주로 탈피하고, 암컷 1세 이상은 주로 7~8월, 1세 이하는 주로 9~10월로 7월~10월경 교미. 부화 후 4개월에 갑폭(CW) 9.4 cm, 체중 96g, 8개월에 11.3 cm, 164g, 10개월에 12.1 cm, 200g, 12개월에 12.7 cm, 234g, 20개월에 14.8 cm, 359g, 24개월에 409g으로 성장하며, 수명은 2년~3년 추정.

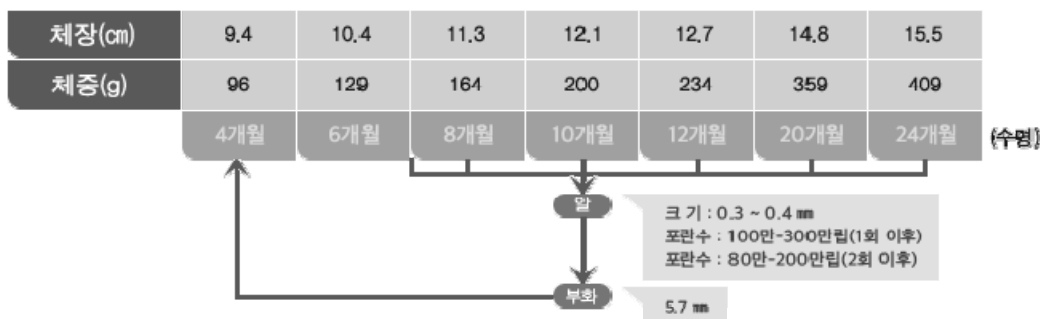
○ 회유 : 우리나라 서·남해안에 분포하는 꽃게는

2개 계군이 있으며, 황해중부 계군은 황해(서해) 중부해역에서 월동 후, 봄에 인천·경기·충남 연안으로 접근하여 산란하고 성장하며, 동중국해 계군은 동중국해에서 월동 후, 봄에 우리나라 서·남해, 중국 강소성, 절강성 연안으로 회유하여 산란하고 성장. 표지방류에 의한 회유경로 조사결과, 충남 태안군 연안에서는 동남향, 서남향, 남향 등 여러 방향으로 이동하며, 보령시 연안에서는 서쪽으로 이동. 3~5 월경에 먼 바다의 월동장에서 연안으로 이동하고, 10~12월에 다시 먼 바다의



꽃게의 회유도(출처: 국립수산물학원)

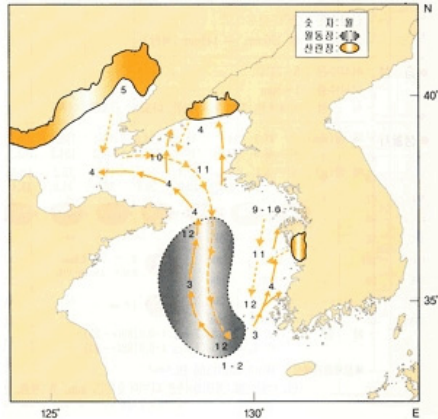
월동장으로 이동. 12~3월에 인천·경기·충남서쪽의 황해 중부해역과 제주도 남서쪽의 동중국해에서 월동장을 형성. 산란장은 소청도~연평도~인천·경기~충남 북서측과 전남의 서측 연안, 중국의 강소성 주변에 형성.



* 꽃게 참고문헌 : 국립수산물학원, 2010, 2015; 국립수산물학원 서해수산연구소, 2017; 김, 2017; 인하대학교, 2010; 山田 等, 1986; www.nifs.go.kr

2) 대하

- 학명 : *Fenneropenaeus chinensis*, 영명: Fleishy prawn, 일명: Taisyoubi(タイショウエビ)
- 분류 : 절지동물門 갑각綱 십각목目 보리새우과科
- 분포 : 우리나라 서·남해에서 분포하며, 전 세계에서 황해, 발해만, 동중국해 북부 등지의 한국과 중국에 한정. 우리나라에서는 인천, 태안, 보령, 군산, 영광, 고흥, 여수 등지에서 주로 출현.
- 산란 : 우리나라 대하의 산란기는 5~6월경이며, 산란기에 충남의 태안, 보령, 전남의 영광, 인천 등지의 연안에서 어미가 많이 어획되는 것으로 보아 서해 중부해역이 산란장으로 추정되고, 발해만과 요동반도 남동쪽 해역 등 수심 10 m 이하의 연니질의 해역에 약 3만~15만개의 알을 산란.
- 생활사 : 서식수온은 5~21 ℃, 서식수층은 50 m, 서해안의 경우 8~10월까지는 연안에서 서식하다가 수온 10℃ 이하로 내려가는 11~12월경에 외해로 회유를 시작하고, 이듬해 수온이 10℃ 이상으로 상승하는 4월말 경에 연안으로 이동하는 월동 회유를 함. 먹이생물은 이매패류, 새우류, 게류, 다모류, 규조류, 어류 등을 섭식. 부화 후 마이시스 3기의 크기는 전장 1~1.5 mm, 약 2~3개월이 지나 어획이 시작되는 8월말에 두흉갑장이 약 14 mm, 월동을 시작하는 11월에는 두흉갑장이 약 42 mm, 산란에 참여하는 생물학적 최소형은 두흉갑장이 약 3.8 cm. 성숙체장은 14.8 cm(수컷)~19.6 cm(암컷), 부화 후 3~4개월에 체장 약 13~16 cm, 5~6개월에 암컷은 체장 18~20 cm, 수컷은 14~18 cm. 5~6월경 연안에서 산란한 어미 개체군들은 자연사망하고, 산란된 새로운 개체군이 여름철 고수온기에 빠르게 성장하여 8월말에 어획되고, 이 개체군들이 성장하면서 11월까지 연안에 서식하다가 수온이 내려가는 겨울에 월동회유를 시작한다, 다음해 수온이 상승하는 4월말에 다시 연안으로 이동하여 성장하면서 산란하는 1년생(간혹 2년 이상).



* 대하 참고문헌: 국립수산물학원, 2010; 이·김, 1991; 山田 等, 1986; www.nifs.go.kr 대하의 회유도(출처: 국립수산물학원)

3. 두족류

1) 살오징어

- 학명 : *Todarodes pacificus*, 영명: Japanese flying (common) squid, 일명: Surumeika(スルメイカ)
- 분류 : 연체동물門 두족綱 살오징어목 살오징어(빨강오징어과)科
- 분포 : 한국, 일본, 중국, 쿠릴열도, 황해, 동해, 서해, 남해, 동중국해
- 산란 : 겨울 1~3월, 여름 6~8월, 가을 9~11월, 3회에 걸쳐 산란하고, 산란장은 동중국해 중북부~동해의 200 m 보다 얕은 곳의 해저 또는 해저 부근, 산란수온 10~21℃, 산란 염분 19.00 psu 이상, 포란수 50만개, 산란수 3~50만개, 난경 1.0×0.7 mm, 생물학적 최소형은 20 cm(외투장)
- 생활사 : 표층~200 m 전후에 서식하는 회유성 어종으로 먹이를 따라 이동하며, 유영속도는 1마일/1일이나 남하군은 10~30마일/1일. 서식수온은 4~27℃(최적 12~18℃). 산란기에는 고온, 성장기에는 저온을 좋아하는 광온성. 어린 오징어는 동물플랑크톤, 큰오징어는 동물부유생물 및 소형어류, 갑각류, 연체동물 섭이. 부화 후 6개월은 매월 3~4 cm씩 성장, 그 후는 매월 2 cm씩 성장하며 만 1년간 성장하고 사망함. 만 1세의 외투장 크기는 겨울 발생군 24 cm, 여름과 가을 발생군 27 cm.



* 살오징어 참고문헌: 국립수산물과학원, 2010; 한국해양연구소, 1987; 山田 等, 1986; 奥谷, 2010; 日本水産振興會, 1981; www.nifs.go.kr

2) 주꾸미

- 학명 : *Octopus ocellatus*, 영명: Webfoot octopus, 일본명: Iidako(イイダコ)
- 분류 : 연체동물門 두족綱 문어目(팔완목) 문어科
- 분포 : 우리나라 서해(황해), 남해, 일본, 중국 연안
- 산란 : 수컷 생식팔의 끝을 암컷의 외투강 안에다 삽입하여 교접하며, 산란 후 어미는 부화 될 때까지 외투강과 누두를 계속 움직여 산란단지 내에 해수를 유동시켜 부니가 알 에 닿지 않도록 해 줌. 주꾸미의 인공종묘 생산을 위한 암컷의 숙도지수 조사에서 평균 3월 중순 11.77, 4월 중순 12.98, 5월 초순 19.58로 증가하기 시작하여 6월 초순 19.39로 가장 높았으며, 6월 하순에는 24.43으로 감소하는 경향. 주꾸미의 산란 시기는 3월~6월(주 산란기 4월 하순~6월 중순)으로 나타남. 군성숙 체중은 암컷 720g, 수컷 647g
- 생활사 : 저서성 종으로 저질이 사력질인 조간대~50 m의 바위틈에 서식하며 야행성임. 주 산란장은 수심 20~30 m, 산란최적 수온은 18~23℃. 어렸을 때에는 동물플랑크톤, 치게, 조개류 등을 섭식. 어미는 산란, 부화 후 폐사하는 것으로 보아 수명은 1년으로 추정.

* 주꾸미 참고문헌 : 국립수산물학원, 1997, 2012; 인하대학교, 2010; 奥谷, 2013.

<부록2> 충남 주요 어업자원의 포획·채취 금지 및 자원회복 대상종

1. 충남 주요 어업자원의 포획·채취 금지 기간 및 체장

충남의 주요 어업자원생물을 대상으로 수산자원관리법 시행령 제6조제1항, 제2항(개정 2016.2.3.)에 언급된 모든 어종들의 포획·채취금지 기간 및 체장에 대하여 조사하였고, (국가법령정보센터, 2016, 2017), 기후변화에 대응하는 자원관리 개선안을 제안하였다(표 3-11).

1) 어류

① 고등어 *Scomber japonicus*

가. 포획채취·금지 기간 : 4월 1일부터 6월 30일까지의 기간 중 1개월의 범위에서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 기간. 다만, 해당 기간 중 고등어를 어획량의 10퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우는 제외.

나. 포획채취·금지 체장 : 21센티미터 이하. 다만, 고등어 어획량 중 해당 체장의 고등어를 20퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우는 제외.

② 넙치 *Paralichthys olivaceus*

가. 포획채취·금지 기간 : 해당 없음.

나. 포획채취·금지 체장 : 21센티미터 이하.

③ 대구 *Gadus macrocephalus*

가. 포획채취·금지 기간 : 3월 1일부터 3월 31일까지. 다만, 부산광역시 및 경상남도에서는 1월 1일부터 1월 31일까지.

나. 포획채취·금지 체장 : 30센티미터 이하.

④ 조피볼락 *Sebastes schlegelii*

가. 포획채취·금지 기간 : 해당 없음.

나. 포획채취·금지 체장 : 23센티미터 이하.

⑤ 참조기 *Larimichthys polyactis*

가. 포획채취·금지 기간 : 7월 1일부터 7월 31일까지(근해자망어업 중 유자망을 사용하는 경우에는 4월 22일부터 8월 10일까지). 다만, 해당 기간 중 참조기를 어획량의 10퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우는 제외.

나. 포획채취·금지 체장 : 15센티미터 이하. 다만, 참조기 어획량 중 해당 체장의 참조기를 20퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우는 제외.

⑥ 멸치 *Engraulis japonicus*

가. 포획채취·금지 기간 : 기선권현망에 한하여 4월 1일~6월 31일.

나. 포획채취·금지 체장 : 해당 없음.

2) 갑각류

① 꽃게 *Portunus trituberculatus*

가. 포획채취·금지 기간 : 6월 1일부터 9월 30일까지의 기간 중 2개월 이내의 범위에서 해양수산부장관이 정하여 고시한 기간. 해당 기간 중에 꽃게를 어획량의 5퍼센트 이상 포획·채취하지 않는 경우에는 외끌이대형저인망어업, 쌍끌이대형저인망어업, 동해구외끌이중형저인망어업, 서남해구외끌이중형저인망어업, 서남해구쌍끌이중형저인망어업, 대형트롤어업 및 근해안강망어업은 제외.

나. 포획채취·금지 체장 : 두흉갑장 6.4센티미터 이하.

② 대하 *Penaeus orientalis*

가. 포획채취·금지 기간 : 5월 1일부터 6월 30일까지.

나. 포획채취·금지 체장 : 해당 없음.

3) 두족류

① 살오징어 *Todarodes pacificus*

가. 포획채취·금지 기간 : 4월 1일부터 5월 31일까지(근해채낚기어업과 연안복합어업은 4월 1일부터 4월 30일까지). 다만, 정치망어업으로 포획하는 경우는 제외.

나. 포획채취·금지 체장 : 외투장 12센티미터 이하. 다만, 살오징어 어획량 중 해당 체장의 살오징어를 20퍼센트 미만으로 포획·채취하는 경우는 제외.

② 낙지 *Octopus minor*

- 가. 포획채취·금지 기간 : 6월 1일부터 6월 30일까지. 다만, 시·도지사가 4월 1일부터 9월 30일까지의 기간 중 1개월 이상의 기간을 지역별로 따로 정하여 고시하는 경우에는 해당 기간.
나. 포획채취·금지 체장 : 해당 없음. 그러나 포획채취금지 체중 설정 방안을 검토 중임.

③ 참갑오징어 *Sepia esculenta*

- 가. 포획채취·금지 기간 : 해당 없음.
나. 포획채취·금지 체장 : 해당 없음.

4) 패류

① 전복류 *Haliotis* spp.

- 가. 포획채취·금지 기간 : 9월 1일부터 10월 31일까지. 다만, 제주특별자치도는 10월 1일부터 12월 31일까지.
나. 포획채취·금지 체장 : 각장 7센티미터 이하. 다만, 제주특별자치도산은 각장 10센티미터 이하.

② 키조개 *Atrina pectinata*

- 가. 포획채취·금지 기간 : 7월 1일부터 8월 31일까지.
나. 포획채취·금지 체장 : 부산광역시, 울산광역시, 강원도, 경상북도 및 경상남도산에 한정하여 각장 18센티미터 이하.

③ 참가리비 *Patinopecten yessoensis*

- 가. 포획채취·금지 기간 : 3월1일~6월 30일. 다음 좌표를 차례대로 연결한 선 안의 해역
가. 북위36도04분10.74초, 동경129도24분51.72초, 나. 북위36도04분10.75초, 동경129도34분51.66초, 다. 북위36도09분10.71초, 동경129도24분51.71초, 라. 북위36도09분10.71초, 동경129도34분51.66초
나. 포획채취·금지 체장 : 해당 없음.

5) 기타

○ 해삼 *Apostichopus japonicus*

- 가. 포획채취·금지 기간 : 7월 1일부터 8월 31일까지.
나. 포획채취·금지 체장 : 해당 없음.

2. 정부의 수산자원회복 사업 대상종과 충남의 주요 어종

*() : 해역별 수산자원회복사업 전체 대상어종의 수와 본 연구 제외 종명
(출처: 국립수산물과학원, 2015)

1) 광역 대상어종

: 2종(5), 고등어, 대구 (갈치, 말쥐치, 갯장어)

2) 서해 대상어종

: 1종(2), 꽃게 (참홍어)

3) 남해 대상어종

: 2종(3), 참조기, 낙지 (개조개)

4) 동해 대상어종

: 0종(4), (도루묵, 대문어, 기름가자미, 명태)

5) 제주 대상어종

: 0종(2), (옥돔, 오분자기)

<부록3> 충남 관심대상 기타 어업자원 목록

(국립수산물과학원, 2010; 국립수산물과학원 서해수산연구소, 2009; 김영섭 등, 2004; 홍성윤 등, 2006)

1. 어류

- ① 꼼치 *Liparis tanakae* (물메기 *Liparis tessellatus*-동해 분포)
- ② 망둑어류 Gobiidae spp.
- ③ 문치가자미 *Pleuronectes yokohamae*
- ④ 붕장어 *Conger myriaster*
- ⑤ 양태(장대) *Platycephalus indicus*
- ⑥ 점농어(농어류) *Lateolabrax maculatus* (Moronidae spp.)
- ⑦ 쥐노래미(놀래미) *Hexagrammos otakii*
- ⑧ 참돔(도미류) *Pagrus major* (Sparidae spp.)
- ⑨ 참서대(서대류) *Cynoglossus joyneri* (Cynoglossidae spp.)
- ⑩ 참홍어(홍어, 대청홍어, 흑산홍어) *Beringraja pulchra*
- ⑪ 황아귀(아귀류) *Lophius litulon* (Lophiidae spp.)
- ⑫ 홍어(간재미) *Okamejei kenojei*

2. 갑각류

- ① 갯가재 *Oratosquilla oratoria*
- ② 그라비새우 *Plaemon gravieri*
- ③ 깨다시꽃게 *Ovalipes punctatus*
- ④ 꽃새우 *Trachysalambria curvirostris*
- ⑤ 마루자주새우 *Crangon hakodatei*
- ⑥ 민꽃게 *Charybdis japonica*
- ⑦ 산모양깍갈새우 *Metapenaeopsis dalei*

3. 두족류

- ① 꼴두기 *Loliolus beka*
- ② 귀꼴두기 *Euprymna moesei*
- ③ 참갑오징어 *Sepia esculenta*
- ④ 참문어 *Octopus vulgaris*

4. 패류

- ① 각시수랑 *Voluthapa ampullacea prerryi*
- ② 갈색띠매물고둥 *Neptunea cumingi*
- ③ 꼬막 *Tegillarca granosa*
- ④ 백합 *Meretrix lusoria*
- ⑤ 새꼬막 *Scapharca subcrenata*
- ⑥ 큰구슬우렁이 *Glossaulax didyma didyma*
- ⑦ 키조개 *Atrina pectinata*
- ⑧ 피빨고둥(소라) *Rapana venosa*
- ⑨ 피조개 *Scapharca broughtonii*

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 박영제 바다녹색산업연구소
공동연구 · 정충훈 해양수산원(인하대학교)
공동연구 · 조 철 오션그래픽
공동연구 · 정의영 한국해양환경생태연구소
연구보조 · 김우중 바다녹색산업연구소

전략연구 2017-30 · 기후변화에 따른 충청남도 수산업 실태 및 대응 방안
-수산자원 및 양식-

글쓴이 · 박영제, 정충훈, 조철, 정의영, 김우중
발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남연구원
인쇄 · 2017년 12월 31일 / 발행 · 2017년 12월 31일
주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (32589)
전화 · 041-840-1119(기획조정연구부) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1129
ISBN · 978-89-6124-426-8 03350

<http://www.cni.re.kr>

© 2017. 충남연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
- 무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.