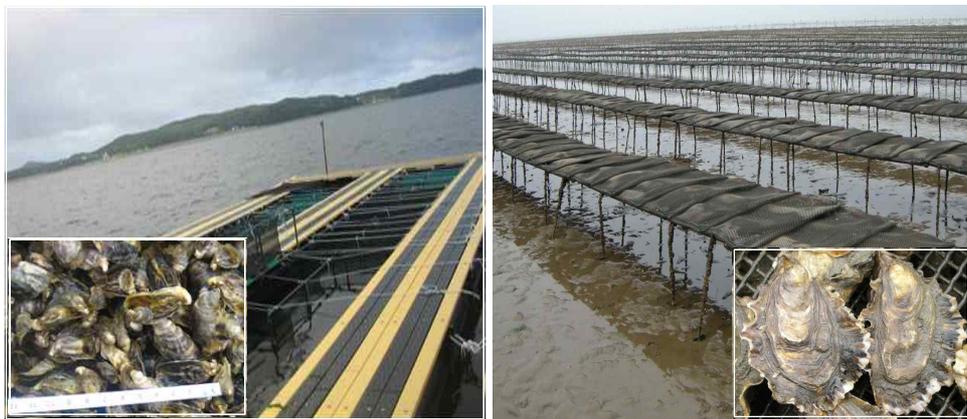


간행물번호
11-1541000-000829-01

1차년도 연구보고서

갯벌참굴 시범 연구사업



2011. 5.

주관연구기관 : 인하대학교

농림수산식품부

간행물번호

11-1541000-000829-01

1차년도 연구보고서

갯벌참굴 시범 연구사업

2011. 5.

주관연구기관 : 인하대학교

협동연구기관 : 국립수산과학원 갯벌연구소

수산양식기술사사무소

농수산물유통공사

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부장관 귀하

본 보고서를 『갯벌참굴 시범연구사업』 과제의 1차년도 보고서로 제출합니다.

2011년 5월 일

주관연구기관명 : 인하대학교

총괄연구책임자 : 한 경 남

참 여 연 구 원 : 류경무, 이남현, 김병기, 한동원,
모기호, 김지혜, 박상우

국립수산과학원갯벌연구소 : 송재희, 한현섭, 안경호
유명곤, 이민형

수산양식기술사사무소 : 김영길, 박영제

농 수 산 물 유 통 공 사 : 김진곤, 김승천

요 약 문

I. 제 목

갯벌참굴 시범연구사업

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 목적

- 갯벌의 친환경 양식에 적합한 「갯벌참굴」 종묘의 대량 중간육성 및 양식기술 개발
- 갯벌참굴의 고부가가치 명품화를 위한 가공·유통기술개발
- 갯벌참굴의 산업화 정착에 필요한 전 과정에 대한 미흡기술개발 및 시범사업 (Pilot 사업) 추진을 위한 기반조성기술 등 갯벌참굴 양식산업의 최적화 모델 개발
- 갯벌참굴의 국내 외 수요분석, 수출시장 여건조사 및 단계별 수출전략 수립을 통한 어업인 소득 향상

2. 필요성

- 우리나라 갯벌은 1990년대 이후 새만금, 인천공항 건설 등 간척·매립으로 최근 10년간 갯벌면적의 20%(810.5km²)가 감소되어 갯벌패류 생산량이 1990년 125,334톤에서 2008년에는 43,593톤으로 65.2%가 감소되는 등 고생산성 갯벌 어장의 훼손이 심각한 상황임.
- 또한 방치된 폐염전과 축제식 양식장이 2,600 ha에 이르고, 어촌계 공동어장의 미이용 유허갯벌이 급증하고 있다. 이에 더해 기후변화와 환경오염에 의한 갯벌 양식장의 생산성이 저하되고 대량폐사가 상습화 되고 있으며, 백합 등 국민 기호품종의 일부는 멸종위기에 직면하고 있다.
- 특히 2007년 12월 허베이스피리트호 유류오염 피해로 갯벌을 생계수단으로 하는 고령화 어촌(2007년 42.1%)의 생업유지를 위한 안정된 소득원 마련과 갯벌의 고도 이용 및 고부가가치 창출을 위한 신개념의 개발요구가 증대되고 있다.
- 정부는 그동안의 매립·간척 위주의 갯벌정책을 지양하면서 관습적이고 비생산적인 어장관리 제도를 개선하여 갯벌의 보전과 소득향상을 동시에 추구할

수 있는 차세대형의 갯벌 친환경 고부가가치 산업을 육성하기 위해 「신 갯벌 어업 프로젝트」를 추진하고 있다.

- 고부가가치의 친환경 갯벌참굴 양식은 미이용 유향 갯벌의 활용을 가능하게 할 뿐만 아니라 어촌의 고령화에 대응한 고소득의 창출 및 수출을 통한 어업인 소득의 개선이 가능할 것으로 기대된다.
- 따라서 방치된 갯벌의 경제적 활용도 증진 및 매년 반복된 폐사로 막대한 손실을 입고 있는 어촌계 양식장의 대체품종 개발과 허베이스피리트호 어장복원 사업 등 신갯벌 어업의 효율적 추진을 위해서는 고부가가치의 갯벌참굴 산업화 양식 기술개발이 시급히 요구되고 있다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

가. 연차별 연구계획

구 분	목 표	내용 및 범위
1차년도 (2010년)	1. 갯벌참굴 양식장 환경조사	가. 갯벌 중간육성장 적지선정을 위한 수질·물리·생물환경, 먹이생물 조사 나. 해면 중간육성장 적지선정 매뉴얼 기초 자료조사
	2. 갯벌참굴 중간육성 모델 개발 및 실시 설계, 시공	가. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물 모델 개발 나. 중간육성장 현장 실측 및 기초 실시 설계 다. 중간육성장 및 양성장 시설물(해면+갯벌) 시공 라. 갯벌참굴 양식시설 매뉴얼 작성을 위한 기초 자료 조사
	3. 갯벌참굴 양성시험	가. 중간육성 종묘 및 양성종묘의 밀도별, 시기별 양성 기초시험 나. 종묘 성장도, 생존 및 폐사율 등 조사
	4. 갯벌참굴 유통·수출 전략 수립	가. 갯벌참굴의 명품화 및 수출 산업화 방안 나. 국내 갯벌참굴 품질기준(안) 마련 다. 국내외 굴 생산 수급 및 수출입동향, 검역·통관 등 수출전략 수립 분석 라. 갯벌참굴의 국내 소비 및 유통, 수출 산업화를 위한 기본계획 수립 마. 투자계획 및 경제, 고용 파급효과 분석

구 분	목 표	내용 및 범위
2차년도 (2011년)	1. 갯벌참굴 양식장 환경조사	가. 갯벌 중간육성 적지모델 적용을 위한 계절별 해양 물리, 화학, 생물학적 환경요인 분석
	2. 해면 중간육성 종묘 양성기 모델개발 및 제작, 실시설계	가. 적정 중간육성 양성기 도면 작성 및 제작 나. 고밀도 생산을 위한 양성기의 재질 및 구조 검토 다. 갯벌참굴 중간종묘 양성 시스템 모델 매뉴얼 작성을 위한 자료 분석
	3. 해면 시범 중간육성 모델 산업화 적용	가. 해면 중간육성 양성시스템의 최적화 기술개발
	4. 해면 중간육성 기술 매뉴얼 작성	가. 본 양성용 종묘생산을 위한 종묘의 크기별, 양성 밀도별, 입식시기별 성장도 등 적정 중간육성 소요 기간 조사 나. 본 양성용 종묘생산을 위한 중간육성 과정 매뉴얼 작성을 위한 자료 분석
	5. 중간육성 종묘 대량 생산시스템의 경제성 분석	가. 중간육성 규모별 시설비용과 적정 분양성 크기 종묘의 대량생산을 위한 경제시설 규모 조사 나. 국외 갯벌참굴 중간육성 모델 조사 및 선진사례, 경제성 비교 분석
	6. 갯벌참굴 중간육성 및 분양성 시험어장 관리 운영	가. 갯벌 및 해면(2개소)에 대한 상품생산 비교 시험 - 1차 시험(기초시험) : 2010. 8~2011. 9월 - 2차 시험(본시험) : 2011. 9~2012. 12월

구 분	목 표	내용 및 범위
3차년도 (2012년)	1. 갯벌참굴 양식장 환경 표준지침서 작성	가. 갯벌참굴 양식 적지환경 기준 지침 마련 나. 갯벌참굴 양식 적지선정 매뉴얼 완성 발간 다. Pilot 사업규모별 전국단위 양식장 적지조사
	2. 해면 중간육성 및 갯벌 본양성 기술 총괄 지침서 구축	가. 중간육성 및 본양성 고밀도 생산시설 최적 구조물 및 양성기 구조개선 도면작성, 제작 나. 중간종묘 양성 및 본양성 시스템 매뉴얼 완성 발간 다. 본 양성용 종묘생산을 위한 중간육성 과정 매뉴얼 완성(종묘의 크기별, 양성 밀도별, 입식시기별 성장도, 적정 중간육성 소요기간 등)
	3. 해면 중간육성 산업화 모델개발 및 기술이전	가. 해면 중간육성 시스템 최적화 기술개발
	4. 중간육성 및 본양성 대량생산 시스템의 경제성 분석	가. 중간육성 규모별 시설비용 및 적정 본양성 크기 종묘의 대량생산을 위한 경제시설 규모 평가 나. 본양성 규모별 시설비용 및 대량 상품생산을 위한 경제시설 규모(기업형, 가족단위 등) 평가 다. Pilot 사업의 적정규모 산정 및 산업화 적용을 위한 제도적 표준화 규격 마련 라. 국외 갯벌참굴 중간육성 모델 조사 및 선진사례, 경제성 비교 분석
	5. 갯벌참굴 중간육성 및 본양성 시험어장 관리 운영	가. 갯벌 및 해면(2개소)에 대한 상품생산 비교 시험 - 3차 시험(본시험) : 2012. 9~2013. 7월 나. Pilot 사업지구와 일반어장의 성장 및 생산성 비교 다. 혹서 및 한파에 대응한 본양성 방법 개선 연구
	6. 갯벌참굴 산업화 정착	가. 갯벌참굴 20억개 생산을 위한 로드맵 작성 및 경제성 분석 나. 국내 갯벌참굴 상품 등급 기준(안) 마련 다. 갯벌참굴 소비촉진 방안 마련(Oyster bar 등) 라. 갯벌참굴 양식 기술지 발간 마. 인력양성 및 일자리 창출 Program 개발

IV. 연구개발 결과(1차년도)

본 과제의 1차년도 연구목표는 ① 갯벌참굴의 중간육성장 적지선정 및 매뉴얼 작성을 위한 기초 환경조사 ② 해면 중간육성장 기초 실시설계·시공 및 시설구조 물의 모델 개발 ③ 양식시설 매뉴얼 작성을 위한 기초 조사 ④ 중간육성, 양성종묘 기초시험 ⑤ 국내 갯벌참굴의 품질기준(안) 및 국내외 굴 생산 수급, 소비 유통, 수출입 동향, 검역·통관 등의 수출 산업화를 위한 기본조사 ⑥ 갯벌참굴 산업의 투자 및 경제, 고용 등의 파급효과를 분석하는데 있다.

따라서 1차년도 연구는 갯벌참굴의 산업화 개발 기초조사로서 대단위 투자시의 손실을 방지하면서 어장적지 확보 및 생산성을 극대화시키는 방안 마련에 목표를 두었다. 특히 연작 및 환경오염으로 어려움을 겪고 있는 남해안 수하식 굴양식에서 나타나는 문제점을 사전에 차단하고, 남해안 수하식 굴과의 경쟁을 회피하면서 고품질의 갯벌참굴을 지속적으로 생산, 수출할 수 있는 기반을 조성하며, 갯벌로부터 생계를 유지하는 영세어업인의 새로운 소득원을 창출하는데 있다.

굴양식 산업의 경쟁력 향상을 위해서는 질병과 폐사에 강하며, 성장과 맛 등 상품성을 향상시킬 수 있어야 한다. 갯벌참굴 양식은 물속에 잠긴 상태로 양식하는 수하식과는 달리 개펄 위에 평상처럼 지주를 세우고 각각 분리시킨 새끼 굴을 플라스틱 주머니 등에 넣어 기르는 친환경 양식방법으로 1차년도 연구결과 조석간만의 차가 큰 우리나라 갯벌에서 고품질의 양식이 가능한 것으로 나타났다. 그러나 보다 자세한 결과는 2·3차년도 연구 결과에서 종합적인 평가가 가능할 것이다.

갯벌참굴 양식의 산업화 정착을 위해서는 2020년까지 연간 약 20억개의 종묘생산과 15억개의 상품생산이 필요하나 현재 민간기업의 종묘생산 공급능력이 연간 5,000만개(프랑스 연간 150억개) 수준에 불과하여 종묘의 대량생산과 중간육성 종묘(연간 20억개)의 확보 기술개발이 시급하다. 따라서 2·3차년도에는 중간육성 종묘의 대량생산 및 상품생산기간 단축 기술개발 시험에 중점을 두고 추진할 계획이다.

실내 인공종묘 생산시설에서 대량의 중간종묘 생산은 전문 관리 인력과 막대한 자금 및 시설이 소요되기 때문에 자연 해면 등을 이용한 저비용의 중간종묘 대량생산 기술개발이 시급한 것으로 나타났다. 1차년도 연구에서 이에 따른 기초시험을 실시한 결과 금후 1~2년 이내에 해면에서 중간육성 종묘의 상업적 생산기술개발 정착이 가능한 것으로 판단된다.

갯벌참굴 양식산업화는 방치된 갯벌의 경제적 활용도 증진과 매년 반복된 폐사로 막대한 손실을 입고 있는 어촌계 양식장의 대체품종 개발 및 허베이스피리트호 피해어장 복원 사업 등 신갯벌 어업의 효과적 추진에 기여할 것으로 기대된다. 각 분야별 1차년도 시험연구 결과는 다음과 같다.

1. 갯벌참굴 양식장 환경조사 및 적지조사 매뉴얼(안) 작성

가. 갯벌참굴 양식장 환경조사

충남 태안, 서산, 보령 지역 및 인천 영흥도(비교구)를 대상으로 갯벌참굴 양식에 필수적인 기초 환경 생물학적 자료를 얻고자 하였다.

갯벌참굴 시험어장 환경은 충남 서산시 부석면 창리는 천수만 내측(내만형)에 위치하며, 서산 A·B지구의 담수 영향을 많이 받는 지역으로 영양염류가 풍부하나 계절적으로 수온 변동 폭이 크고, A·B지구에서 담수 방류시 염분농도 차가 큰 지역이다. 남해포에 위치한 태안군 남면 진산리는 내만과 외해의 중간해역에 위치하며, 보령시 원산도리는 천수만 입구의 외해에 면한 곳이다.

갯벌참굴 시험어장의 환경은 2011년 1월의 경우 지속된 한파의 영향으로 기온은 $-0.5^{\circ}\text{C} \sim -9.0^{\circ}\text{C}$ (평균 -6.4°C)로 극저온을 나타내었으며, 2월까지도 평균기온이 영하를 나타내었다. 수온은 2.3°C (2011. 1)~ 28.7°C (2010. 8)의 범위로 연중 변동 폭이 컸고, 특히 고온과 극저온이 반복된 갯벌환경이 참굴 등 갯벌서식 생물의 생존에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 염분은 19~33.1 ppt 였고, 용존산소는 5.21~12.74 mg/L, Chlorophyll-a의 농도분포는 1.48~12.46 $\mu\text{g/L}$ 를 나타내었으며, 천수만 내측의 창리어장은 서산 A·B 지구 방조제에서 유입되는 담수영향을 일부 받는 것으로 나타났다. 시험기간 중 태풍 곤파스(2010년 9월)의 영향을 받기도 하였으나 시험지역의 환경요인은 대체적으로 갯벌참굴의 서식에 큰 영향 미치지 않은 수준이다.

서산 창리 해변 중간육성 시험어장에서 2011년 2월 23~2월 24일의 최대유속은 22.15 cm/sec 였고, 5월 14일(사리)의 최대유속은 26.5 cm/sec, 사리와 조금의 중간 무렵인 5월 17일의 창조류는 29.0cm/sec를 기록하였다.

2010년 9월 8일~9월 24일까지 창리의 갯벌참굴 시험어장 갯벌의 침수시간의 평균값, 중앙값, 최빈값은 각각 9.80시간, 8.08시간, 7.67시간이었으며, 조사기간 중 최소 침수 시간과 최대 침수시간과의 차이는 15.67시간이었다.

나. 갯벌 참굴 적지조사 매뉴얼(안) 작성

갯벌참굴 해변 중간육성장의 적지조사 시 검토해야 할 자연환경 요인으로는 굴의 성장과 생존에 직접적인 영향을 주는 수온, 염분, 영양염류, 용존산소, pH, 식물 플랑크톤의 종류와 밀도, chlorophyll-a, 입자성 유기물질, 갯벌의 노출시간, 갯벌 주변의 지형 및 갯벌의 경사도, 갯벌 퇴적물의 입도 및 이화학적 특성, 해수 중의 부유물질, 유속, 부착생물(담치류, 따개비, 참굴, 갯지렁이, 파래 등의 해조류), 강수량, 여름과 겨울의 기온분포 및 오염발생원 등이다. 이외에 중간육성시설의 설치, 운영

및 관리의 효율성과 어장 접근성에 관련된 도로, 항포구, 선박접안시설, 전력 공급 시설 및 어촌계의 호응도 또는 배타성 등의 사회·문화적 요인도 조사할 필요성이 있는 것으로 나타났다.

해면 중간육성장 적지 및 본양성장 적지 매뉴얼(안)의 1차년도 조사는 상기의 매뉴얼 작성에 필요한 환경 및 성장도 자료 등 항목별 특성을 6개월간에 걸쳐 조사하였으며, 최종 매뉴얼은 각 항목별로 2차 및 3차년도 조사(3개년 평균) 자료를 종합하여 작성될 계획이다.

2. 갯벌참굴 중간육성 모델개발 및 굴 수평망식 양식시설의 실시설계, 시공

갯벌참굴의 중간육성은 인공종묘생산 과정의 일부분으로서 어린 종묘기의 부적합한 환경을 피해 인공관리를 통하여 종묘의 생존율을 향상시키고, 성장이 빠른 종묘기에 낮은 밀도로 분산 관리하면서 단기간 내에 각고 2~4 cm 크기의 본양성용으로 활용 가능한 건강한 종묘로 육성시키는데 있다

가. 중간육성 시설 구조물 제작

해역의 특성을 고려한 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 재질은 친환경 소재로 내구성이 강하면서 유속이 1-2knot에서도 수면에서 부양이 가능하고 태풍 등의 유의파고(4m)에서도 견딜 수 있도록 HD PE재질로 설계·제작하였다

조립제작시 6m 간격으로 수밀격벽을 설치하여 외부 환경피해로부터 안정성을 확보하였으며, PE PIPE 재질의 규격은 315, 15t 소재를 이용하였고, 제작 규격은 7.3×35m 1Set, 7.3×11m 1Set를 크기별로 제작하여 시범어장에 설치하였다

나. 갯벌참굴 해면 중간육성장 시설물 설치를 위한 현장 실측조사

충남 서산시 부석면 창리에서 갯벌참굴 중간육성장으로 개발할 수 있는 총 어장 적지조사 면적은 1,008m(W)×1,721m(L)로 약 173ha 이며, 이중 기존 면허어장은 서산양식 어업면허 제291호(4.5ha)의 가두리 양식장이다. 본 해역을 중간육성장 적지로 개발할 경우 개발가능 면적은 423m(W)×1,561m(L)로 약 66ha로 산정되었다.

갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 규격이 7.3(W)×35m(L)일 경우 본 해역에서 해면 중간육성장으로 어장 개발시 해면 중간육성 시설물의 시설량은 총 216조, 양성가두리는 18,114조, 중간 종묘 생산 가능량은 약 907,200천개로 계산되었다

다. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 설계모델

갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 모델 규격은 A Type은 7.3m(폭)×35m(길이)로 제작하여 시설구조물 내에 양성가두리(폭 50cm, 길이 175cm, 높이 50cm 크기)를 설치하였다. B Type은 대조구에 시설하기 위하여 7.3m(폭)×11m(길이)로 제작하였다. 본 시설모델은 중간육성 종묘의 생산규모에 따라서 서로 연결할 수 있도록 단위 규격모델로 설계·제작하였으며, 시설구조물 내에 약 84개의 양성가두리를 설치할 수 있도록 하였다

충남 서산시 부석면 창리 토끼섬 지선 해역은 수심 15 m 내외로 저질은 딱딱한 펄질로 되어 있어 철재앵커보다는 수중거치시 안정성이 높은 자연석 석괴(2.7톤, 4개)를 이용한 계류시설의 고정앵커가 적합하였다. 가두리의 표준 직경은 19~32m로 브라켓(HDPE) 타입으로 조립 제작하였다

라. 갯벌참굴 수평망식 양식시설의 적정 공간배치를 위한 실측·설계·시공

1) 갯벌참굴 양식장 적지선정 요건

갯벌참굴은 갯벌에 서식하는 다른 패류들과 같이 간조시에는 하계의 고온과 동계 저온의 대기에 노출되는 극한의 환경에 적응하면서 생활한다. 갯벌참굴은 생존력이 다른 갯벌패류에 비해 매우 강하지만 극도의 온도편차 또는 수질환경이나 노출, 먹이환경 등의 여건이 불리할 경우 결국 폐사에 이를 수 있다.

따라서 갯벌참굴 양식장의 적지선정은 사업수행의 성공여부를 결정하는 매우 중요한 요소이며, 대규모 투자시 사전에 면밀한 조사가 이루어져야 한다. 양성장 적지선정 조건으로는 주변에 오염원이 없는 곳으로 일부 담수유입의 영향을 간접적으로 받으면서 그 양의 변화가 적은 곳은 영양염류와 먹이생물이 풍부하여 굴의 비만시기를 빠르게 한다. 저질은 조간대 갯벌지역으로 트랙터 등 장비의 진입이 가능한 곳을 선정하며, 양식시설 자재의 운반과 분망작업, 채취작업 등 대부분 장비를 이용한 운반작업이 이루어지므로 기계화 작업이 가능한 곳이 적합하다

따라서 갯벌참굴 수평망식 양식시설의 적정 공간배치를 위한 실측·설계·시공은 각 지역별 적지 특성에 적합한 구조로의 설계 시공이 필요하다

2) 갯벌참굴 수평망식 양식시설 설계기준에 적합한 종묘 입식량(1 ha 기준)

- 갯벌참굴 수평망식 양식세트 : 540 set
 - 종묘 양성망 : 2,700개(1세트당 양성망 5개 설치, 망규격 105×55cm)
- 종묘입식량 : 종묘 1~3 cm 675,000개체, 중간종묘 3~4 cm 540,000개체
 - 종묘 양성망 2,700개×200~250개체

마. 갯벌참굴 양식장의 최적 시설 배치 안

갯벌참굴 양성장 시설물의 적정 공간배치는 성장과 생존을 향상은 물론 우량상품 생산에 매우 중요하므로 실측·설계·시공에서 최적 시설배치가 이루어져야 한다. 적지면적 내의 시설 구간과 구간사이의 간격은 양성망의 설치와 채취작업을 고려하여 약 1.5 m 간격을 유지하며, 통로구간은 어장시설 및 작업관리에 필요한 장비 반입 등을 감안하여 4~6 m 폭으로 설정 규격화시켜 시설 구조물을 배치하는 것이 바람직하다

갯벌참굴 수평망식 양식세트의 적정 공간배치를 위한 최적 시설방법은 1ha(100×100m) 1구간 1열 15세트(37.5m)×18열, 270세트×2구간 540세트이다. 중앙 구간 통로(13 m) 및 어장 경계 좌우 통로(10 m), 어장 상하 통로(6 m)를 각각 확보하여 시설을 배치하는 것이 집약적인 작업관리의 편리성과 해수의 흐름을 원활하게 하여 생산성을 향상시킬 수 있을 것이다

본 연구에서는 1ha어장에 540세트를 시설할 경우 어장면적에 대한 시설비율은 약 15.74%로 프랑스(노르망디지역, 1,200세트/ha)의 어장면적에 대한 시설비율인 약 35.4% 보다 낮게 하여 조류소통과 성장을 촉진할 수 있도록 하였다

따라서 갯벌참굴 수평망식 양식세트의 시설기준을 현행 5~10%에서 16~30%이상으로 상향 조정하여 시설할 수 있도록 조정이 요구 된다

바. 갯벌참굴 수평망식 양식 시설의 제작 및 생산 공정별 비교 검토

1) 갯벌참굴(수평망식) 양식의 공정별 비교 검토

시설규모에 따른 갯벌참굴 수평망 양식의 생산관리 공정별 생산비용 절감을 위해 종묘의 입식 후, 상품 출하까지의 생산 공정에 소요되는 공정별(입망작업, 선별작업, 분망작업, 채취작업 등) 과정을 조사 분석하여 개체굴 생산비용 절감을 위한 양식시설 및 양식생산 공정별 개선방안을 비교 검토 하였다.

2) 갯벌참굴 종묘의 확보 방안

갯벌참굴 종묘의 안정적 확보를 위해서는 실내에서 인공종묘로 생산된 각고 2~7mm 크기의 종묘를 6~7hr 노출되는 단련장에 입식하여 양식어업인이 필요로 하는 시기에 중간종묘를 연중 공급할 수 있는 체계를 갖추어야 한다

3) 갯벌참굴 양성관리 방법 및 작업 조건 개선

- 중간육성한 종묘를 크기별로 선별하여 1~3 cm 크기의 종묘를 분양성 종묘로

입식하며, 양성망당(규격 : 105×55 cm) 입식 개체수는 200~250개체 내외 밀도로 수용한 후 수평망식으로 본 양성을 시작하는 것이 성장을 촉진시키면서 상품형태 등의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 2차 및 3차년도 연구에서는 상품의 품질향상을 위한 연구를 수행할 계획이다.

- 갯벌참굴의 판매상품은 전중량 80~100g 전후가 될 때(출하시기 2~3개월 전) 크기별로 선별작업을 실시하여 양성 출하관리를 할 경우 상품등급 비율을 70% 이상으로 높일 수 있다

3. 갯벌참굴 양성 시험

본 양성시험은 갯벌참굴의 양식특성을 파악하여 고품질 명품굴의 생산성 향상을 위한 종묘의 적정 이식시기와 종묘의 크기, 적정 수용밀도 구명, 어장 특성별 성장조건 및 양식기간 단축 등의 생산기술을 개발하는데 있다. 본 양성시험 결과는 1차년도(2010. 5~2011. 6월)의 사전 예비시험 결과로서 고부가가치의 상업적 생산이 가능한 중간육성 기술개발 및 산업화 양식기술 개발 목표달성을 위해 2011년부터 2013년까지 추진 중에 있다.

가. 해면 중간육성 시험

중간육성 종묘의 대량생산을 위해서는 해면 중간육성 장치 개발이 필수적인 것으로 나타났다. 창리 해면에서 갯벌참굴의 본양성용 종묘생산을 위한 해면 중간육성시험(1차년도) 결과 종묘의 시기별 성장은 이식시기인 2010년 7월 12일 각고 5.2~5.5mm에서 45일이 경과한 8월 26일에 각고 40.3~45.0mm의 본양성이 가능한 크기로 성장하였으며, 이 기간 중 일간 성장량은 0.78~0.88mm/day였다. 생존율은 250천개체에서 71.2%, 200천개체 75.6%, 150천개체 76.1%로 나타났다.

중간육성 종묘의 밀도별 성장시험 결과, 양성망 가두리 내에서 종묘는 조류 및 파도에 의해 바닥에 균일하게 분포하지 않고 한쪽에 몰려 쌓이는 현상이 발견되었으며, 이 때 밑바닥에 깔려 있는 개체들은 성장이 느리거나 일부 폐사가 나타났다. 따라서 종묘의 중간육성 관리는 개체들이 한쪽으로 몰리지 않게 수시로 골고루 분산시켜 주는 작업이 필요하며, 종묘의 크기에 따른 성장차이를 줄이기 위해서는 분망작업을 주 1회씩 실시할 필요성이 있다. 2차 및 3차년도 연구에서는 이러한 문제 해결을 위한 양성망 가두리 장치개발에 주안점을 두고 추진할 계획이며, 중간육성 우량 종묘생산을 위해 3차 년도에는 조기 종묘생산 시험을 시도할 예정이다.

밀도별 시험 결과 양성가두리(L 1.8m×W 60cm×H 50cm)에 각고 4~5mm 크기의 종묘를 입식하여 해면에서 중간종묘(크기 약 3~5cm)로 육성할 경우 최적 입식밀도

는 150,000개체, 100,000개체, 90,000개체, 80,000개체, 60,000개체, 50,000개체로 수용 밀도를 점차적으로 낮추어 7일마다 분망하여 밀도를 조정하는 것이 전체적으로 균 일하면서 빠른 성장도를 보일 수 있을 것으로 판단된다.

나. 갯벌참굴 수평망식 분양성 시험

해면 중간육성장에서 성장한 중간육성 종묘를 창리갯벌에서 밀도별(300, 250, 200개체/양성망)로 분양성 시험 결과 8월 26일 각고 45.2~46.0mm 크기에서 11월에 65.4~72.0mm로 성장하였으며, 특히 9월에서 11월 사이에 성장이 빨랐다. 그러나 12월 들어서는 성장이 크게 둔화되었으며, 이듬해 2월까지의 겨울 한파의 영향으로 성장이 거의 정지 상태에 머물렀고, 3월 이후부터 성장이 점차 빨라졌다.

밀도별 성장은 고밀도인 300개체 시험구는 2010년 8월 26일 입식시 각고 46mm 였던 것이 2011년 4월 20일에 78.0mm로 성장하였고, 250개체 시험구는 45.2mm에서 82mm로, 200개체 시험구는 45.4mm에서 84.2mm로 밀도가 낮을수록 성장이 빨랐다. 일간성장량은 300개체 시험구는 0.14mm/day, 250개체 시험구는 0.15mm/day, 200개체 시험구는 0.16mm/day를 보였다.

수용밀도별 성장량은 2011년 4월에 3~5g 정도의 차이를 보이고 있으나 양성망 내부 공간용적이 굴이 성장함에 따라 서서히 부족해 차게 되는 시점인 개체당 약 70g 전후 크기부터 꺾데기의 상품성 차이가 현저해질 것으로 예측된다. 따라서 현재 시점에서는 상품출하 크기까지의 적정 수용밀도를 도출할 수 없으며, 상품크기 출하시점인 2011년 9월에서 12월 사이에 1차 시험결과가 밝혀질 것이다. 2차 및 3차년도 연구에서는 생산성 향상을 위한 시기별 최적 입식시기와 적정 입식크기 등을 조사하고, 태안군 이원면 갯벌참굴, Pilot 시설지역과의 성장상태를 비교 시험할 계획이다.

해면 중간육성을 거치지 않고 곧바로 종묘배양장에서 생산된 유패(각고 9.2~9.4 mm)를 진산리 갯벌참굴 수평망식 분양성장(대조구)에 이식하여 성장도 변화를 조사한 결과 2010년 8월 26일 입식시 각고 9.2mm~9.4mm에서 2011년 4월 20일에 50.4 mm~56.4mm로 성장하였으며, 일간성장량은 0.15~0.17mm/day 였다.

본 시험 결과(2011년 4월 20일 조사) 해면에서 중간육성을 거치지 않고 곧바로 갯벌 분양성장에 입식한 종묘(씨에버 진산리 양식장, 대조구)의 성장도는 각고 50.3~56.4 mm, 전중량 25.0~27.8g인 반면, 해면중간육성을 거쳐 입식한 종묘(서산 창리, 시험구)의 성장도는 각고 78.0~84.2mm, 전중량 41.4~46.5g이었다. 중간육성을 거친 후 갯벌 분양 성장에 입식(창리)한 종묘의 성장도는 중간육성을 거치지 않은 것보다 각고성장량은 27.6~27.8mm 더 컸 고, 전중량은 16.4~18.7g이 더 증가하였다.

따라서 해면중간육성을 거친 굴의 성장기간이 약 8개월이 소요(2010. 8.26~2011. 4.20일)된 반면, 갯벌양성장에 곧바로 입식한 종묘의 성장기간은 10개월(2010. 5~2011. 4. 20일)로 해면에서 중간육성을 거친 후 본 양성할 경우 약 3~5개월의 양성기간 단축 효과가 있는 것으로 여겨진다.

보다 자세한 결과는 상품 출하시기에 도달하는 2011년 9월 및 3차년도 연구기간인 2012. 6~2013. 7월 사이에 결과가 도출될 수 있을 것이다. 따라서 상품출하시기를 단축시키고 겨울철 저 수온시 생존율을 향상시키기 위한 본양성용 이식종묘 크기는 중간육성을 거친 각고 20~40mm 내외 크기가 적정한 것으로 판단되며, 2차 및 3차년도 연구에서는 생산성 향상을 위한 시기별 입식시기의 최적기와 적정 입식크기를 도출할 계획이다.

다. 시험어장별 성장도 비교

2010년 8월 26일부터 2011년 4월 20일까지 시험어장(3개소)에서 서로 다른 크기의 갯벌참굴을 입식 시험한 결과 최초 입식크기별 성장은 진산리가 각고 9.4 mm에서 56.4 mm(47 mm 성장)로, 원산도가 32.2 mm에서 78.2 mm(46 mm 성장)로, 창리가 45.4 mm에서 84.2 mm(38.8 mm 성장)로 성장하였다. 따라서 같은 시험기간 중의 성장량은 진산리 > 원산도리 > 창리 순으로 나타나 입식크기가 작을수록 성장이 빨랐다. 그러나 상품 출하가능 시기에 있어서는 보다 큰 개체를 입식한 창리는 84.2 mm로 가장 커서 종묘를 입식한 진산리에 비해 상품출하 가능시기를 앞당길 수 있는 것으로 나타났다. 본 시험은 출하기간 단축을 위한 적정 입식크기 및 입식시기 결정에 중요한 요소로서 2차 및 3차 년도에 걸쳐 대단위 양식단지 조성이 예상되는 태안군 이원면 갯벌참굴 Pilot 사업지구에서도 정밀시험을 추진할 계획이다.

라. 월동 기간 중 갯벌참굴의 생존율 변화

2010년 12월부터 2011년 2월까지 약 3개월간의 한파(-0.5℃ ~ -9.0℃)에 노출된 창리 갯벌참굴의 평균 생존율은 1월과 2월에 각각 87.4%, 78.3%로 1월까지의 폐사율이 10.0~12.6%였고 2월까지의 폐사율은 15.6~21.7%로 크게 증가하였다. 이러한 폐사는 장기간 지속된 한파 및 주변의 환경 요인 등에 의한 폐사로 추정되지만 한편으로는 해면으로부터 노출된 상황에서 갯벌참굴의 한파 저항력이 매우 강함을 알 수 있다.

태안군 남면 진산리 갯벌어장(2011년 1월 20일)은 해면에서 노출시 갯벌참굴 양성망 아래의 일부 갯벌 바닥은 얼음이 덮여 있을 만큼 한파가 심하였다. 1월과 2월의 현장조사에서는 창리어장과 같이 양성망에서 패각을 열고 육질이 붙어 있는 체

로 죽은 개체들을 관찰할 수 있었다. 시범어장에서 갯벌참굴의 생존율은 1월과 2월에 각각 83.7%, 72.7%로 나타났으며, 폐사 증가원인은 한파와 함께 주변환경(공사장 등)의 영향을 받고 있는 것으로 추정 된다

마. 종묘 입식 시기의 추정

인공종묘는 생산시기에 따라 바다에 입식하는 시기가 다르지만 대체로 1~3월 사이에 만들어진 조기종묘는 육상수조 내에서 사육수의 가온에 의한 양성이 이루어지기 때문에 가온 사육한 종묘의 수온을 서서히 내려 4~5월경 수온이 10℃ 내외의 자연수온에 가깝게 상승하는 시기에 바다에 입식하는 것이 바람직하며, 일반종묘는 5~6월에 채묘된 것을 7~8월경 바다에 입식한다. 본 연구의 2차 및 3차년도 연구에서는 종묘의 입식시기에 따른 경제성을 평가할 계획이다

바. 갯벌참굴 양식의 적정 수용밀도 및 양성기간

양성용 종묘는 입식크기에 따라 10~30 mm 종묘를 양성망(105×55cm)에 200~250 개체 내외의 밀도로 수용하여 약 12~18개월 양성하면 출하 가능한 80~150 g 내외 크기로 성장이 가능할 것으로 예상되며, 경제적 수용밀도는 본 연구의 2차 및 3차년도 연구에서 집중 평가할 계획이다

4. 갯벌참굴 유통·수출전략 수립

가. 굴의 유통형태 및 유통 상황

굴 제품의 유통형태는 2001년까지는 가공굴의 비중이 높았으나, 2006년에는 생굴이 66.2%까지 높아졌음. 굴의 유통 주체는 20개 업체가 거래를 주도하며, 주로 12~2월에 이루어짐. 포장규격은 특별히 정해진 것은 없으나, 거래단위가 개체굴은 5, 10, 20kg이며 반개체굴은 90~100개, 10~150개, 17~180개 등임. 개체굴 판매가격은 5kg 15천원, 10kg 18~20천원, 20kg 30~36천원. 반개체굴 판매가격은 90~100개 20~23천원, 170~180개 30천원임

나. 가격 및 소비동향

굴의 산지가격은 양식형태에 따라 크게 차이가 있어, 천해양식 보다는 일반해면 방식으로 생산한 굴의 가격이 약 배정도로 높게 형성됨. 2009년 산지가격이 상승한 원인은 천해양식 굴의 가격이 상승한데 기인하며, 643.9원/kg으로 최고가를 형성하였고 '08년에 비해 35.9% 상승함

□ 굴에 대한 선호도

- 굴 선호도는 응답자의 58.7% 좋아하고 17.7%는 싫어함
- 굴의 소비 증가를 위해서는 식품 안전성 강화 35.1%, 가격인하 31.0%, 굴 요리 개발 및 홍보 18.6%, 굴 상품의 다양화 11.5%, 굴 전문식당 확대 3.0% 등으로 나타남

다. 수출입 동향

‘09~‘10년에 수출이 가장 많은 품목은 냉동굴로 일본, 미국이며, 신선굴은 운송이 편리한 일본을 위주로 11~1월인 겨울철 생산시기에 이루어짐

‘92~‘10년간 수출물량의 추이는 ‘09년 최저 7천톤에서 ‘01년 최대 23천톤을 수출하였는데 생산량이나 산지가격 상승과 연동하지 않음

‘92~‘10년간 수출액의 추이는 ‘09년 최저 42백만불에서 2000년 최대 130백만불을 수출하였는데 생산량이나 산지가격 상승에 연동하지 않아, 수출국(일본, 미국)의 작황 및 생산량이 보다 많은 영향을 끼치는 것으로 보임

‘01년 대홍콩 수출의 반개체굴에서 노로바이러스 검출, 대일 수출의 생굴에서 이질균 검출로 수출 중단 사태 발생으로 급감

‘06년 일본에서 굴 관련 위생사고 발생으로 소비가 감소하고 가격이 크게 하락하여 국내산 수출에 영향을 미침

라. 2009년 굴 국내 수급동향

- 국내 공급은 알굴 생산량 32,627톤에 수입 60톤을 더한 32,687톤이며, 수출이 생산량의 22.5%인 7,435톤, 국내소비가 25,252톤으로 77.5% 차지
- 대 일본 수출량은 지난 5년 전에 비해 3천톤 정도 감소, 미국은 상대적으로 감소폭이 적어 2007년에 미국이 일본을 상회하였음
- 일본 수출 감소 원인은 국내 굴 가격이 높아 수출단가가 높아지는 반면, 일본 내 굴 가격은 수요 감소로 낮게 형성되었기 때문임

마. 제품별 수출동향

□ 신선굴

- 굴 수출의 비중이 8.4% 차지
- 수출시기가 11월에서 2월까지이며 대부분 일본으로 수출
- 신선굴 수출의 대부분은 알굴로 공급하여 일본산, 중국산과의 경쟁관계
- 일본의 소비지에 공급되는 알굴의 대부분은 히로시마에서 생산되어 품질이

낮고 맛이 떨어져 한국산 수입을 희망하나 산지가격이 높아 거래가 적음

□ 냉동굴

- '10년 기준으로 굴 수출 비중의 51% 차지
 - 수출이 가장 많이 되는 품목으로 IQF 냉동으로 처리하여 수출물량의 대부분이 일본과 미국으로 수출되며 일부 대만과 중국으로 수출
- '01년 130백만불 수출하였던 시기에 일본에 30백만불 이상 수출하였고 미국 수출은 '06년에 급증한 이후 다소 하락함

□ 건조굴

- 굴의 수출 비중이 22% 차지
 - '10년 이전까지는 6~7백만불로 비중이 낮았으나 홍콩으로 수출물량이 급증하여 14백만불 이상 수출
 - 건조굴은 보관과 운송이 편리하여 중국에서 소비가 많은 품목으로 홍콩내의 소비 이외 안전성 등을 이유로 중국으로 반입이 예상됨
- 건조굴이 홍콩으로 급증한 것 이외 싱가포르, 말레이시아 등 동남아 중화권시장으로 수출이 두드러짐

□ 통조림굴

- 굴의 수출 비중이 18% 차지
 - '90년대에 30백만불 이상 수출되었으나 냉동굴과 건조굴의 수요가 증가하면서 통조림굴은 감소하여 10백만불 수준으로 유지
- 통조림굴의 주 수입국은 미국으로 수출액이 '10년 10백만불에 미치지 못하며 냉동굴의 소비가 증가하면서 감소

□ 일본

- 일본의 수입규모는 약 16백만불 정도로 최근 경기침체 영향으로 매년 감소 추세
 - 주 수입국인 한국이 90% 이상을 차지하고 이외 뉴질랜드, 중국에서 소량 수입
 - '09년 수입단가는 한국이 kg당 5.5불 수준으로 뉴질랜드산에 비해 저렴하고 중국에 비해 높은 편 (뉴질랜드 12.8불, 중국 4.3불)

□ 미국

- 미국의 굴 수입규모는 연간 48백만불 정도이며, '00년 이후 증가 추세. 주요 수입국은 한국, 중국, 캐나다, 멕시코 등임
 - 굴(냉장·냉동·건조 등) : 한국 42%(5.4불/kg), 캐나다 39%(5.0불), 멕시코

9%(2.9불)

- 훈제굴 : 중국 88%(6.1불/kg), 한국 11%(7.7불/kg)
- 한국산은 냉동굴과 캔 제품이 주류를 이루며, '04년 이후 캔제품 위주의 중국산 수입 증가로 감소 추세임.
- 굴 튀김 등의 다양한 요리형태와 함께 Seafood 전문식당 등을 통한 고급 appetizer용의 신선굴의 소비 및 선호도가 높고, 일반마켓에서는 신설굴 보다는 여러 형태의 캔 제품이 유통됨

바. 굴 산업 발전과제

1) 생산부문

- 생산어장의 고령화 및 원가상승 등으로 어업인의 안정적 소득원 확보 필요
 - 유류비와 금리 상승 등 영세한 양식어가에 큰 재정적 어려움 안겨줌
 - 생산어장 고령화 및 원가 상승 등으로 어업인의 안정적인 소득원 확보
- 생산 과잉시에 가공 등으로 비축하여 수급조절의 대책 마련
 - 생산 과잉으로 가격 하락을 우려하기 보다 수매를 통해 냉동굴 또는 건조굴로 가공하여 비축한 후 생산 감소로 가격 상승시에 홍콩 및 동남아의 중화권에 수출하여 수급 조절
- 고품질 생산을 위해 인공종묘 생산시설 확충
- 3배체, 다배체 굴 생산을 위한 육종 기술개발 및 보급
 - 2배체굴은 산란기에 알을 낳으므로 상품성이 떨어져 생굴을 연중 공급하기 어려우나 3배체는 산란이 억제되어 품질이 우수하고 지속적으로 공급 가능
- 생산 및 가공의 안전성과 지속적 공급능력을 확보하는 수출단지 지정 및 HACCP 인증
- 굴 박신 등 가공시설에 안정적 인력조달, 인건비 부담 완화 및 기계화 등 원가절감 방안 강구

2) 수출부문

- 굴 양식어가들의 출하조절 등 생산량 감소로 인한 안정적 원료확보 애로 및 원료가격 상승으로 굴 가공수출업체 채산성 악화 및 수출 감소
 - 수출용 가공원료 확보를 위한 수산물 수출 원료구매자금 지원 확대
- OEM 방식 수출에서 한국산을 인지도록 브랜드 개발 및 홍보
 - 수출의 대부분이 OEM으로 되고 있어 한국산의 우수성과 수출확대를 위해 판촉 홍보에 어려움이 많음

- 생산과 수출이 수직계열화로 경쟁력을 높이는 수출선도조직 선정 및 운영
- 국내외 소비자 기호에 맞는 가공품 개발, 홍보를 통한 국내 소비확대로 내수 안정화 및 수출확대 도모
- 굴 위생안전 확보 및 품질 향상을 통한 품질경쟁력 제고 추진
- 주력시장(일본, 미국) 및 유럽 등 신시장 개척을 위한 판촉홍보 강화

사. 해외 굴시장 동향

1) 글로벌 생산동향

- FAO 굴 생산통계에 따르면 2008년 63개국에서 생산한 물량(개체굴 기준)은 4,291,452톤이며, 1천톤 이상 생산하는 21개국의 생산량이 99.9%를 차지
 - 생산량 100천톤 이상인 국가의 점유율은 중국 3,354,382톤 78.2%, 한국 279,161톤 6.1%, 일본 190,400톤 4.4%, 미국 173,239톤 4.0%, 프랑스 113,144톤 2.6%이며 생산량의 95.3% 차지
- 생산품종은 Cupped Oyster nei, Pacific Cupped Oyster 등 14종이 있음
 - 생산량 가장 많은 품종은 Cupped Oyster nei로 중국 등 13개국에서 78.6% 점유하고, 한국, 일본에서 생산하는 Pacific Cupped Oyster 는 14.8% 차지
 - 미국은 13개 품종 중 8개로 가장 많으며 주종은 America Cupped Oyster
 - 프랑스는 기존 종묘의 폐사로 일본종을 수입하여 양식하는 Pacific Cupped Oyster가 대부분을 차지하고, 가격이 높은 굴 품종은 European Flat Oyster로 2천톤 정도 소량 생산됨. 유럽 등 생산국가 수는 24개국에 달함

2) 세계 수출입 동향

□ 교역규모

- 세계 굴의 수출입 규모는 '10년에 514,621천불로 수입 270,301천불, 수출 244,320천불로 수입이 25,981천불이 많음
 - 굴 교역 통계품목은 Global Trade Atlas 통계 프로그램의 030710 해당되는 활, 신선, 냉장, 냉동, 건조, 염장 및 훈제이며 통조림은 제외되어 다소 적은 실적임
- 수입액은 '08년 190백만불에서 '10년 270백만불로 연평균 증가율이 19.9%이며, 수입물량은 연평균 증가율 10.7% 수요가 계속 늘어나고 있음
- 수출액은 '08년 186백만불에서 '10년 244백만불로 연평균증가율 15.5%이며, 수출물량은 연평균증가율이 4.4%로 공급부족에 따른 수출가격이 상승하고 있음

- 굴 주요 수입국은 55개국으로 수출국 42개국에 비해 수입국이 더 많음
 - 주요 굴 수입국은 홍콩, 일본, 이태리, 스페인, 미국, 프랑스, 캐나다, 벨기에, 싱가포르로 수입규모가 10백만불 이상임
 - 주요 굴 수출국은 프랑스, 한국, 미국, 아일랜드 캐나다, 뉴질랜드가 수출규모 10백만불 이상임
- 굴 최대 수출국은 프랑스로 55.7백만불이며, 한국은 2위로 53.9백만불, 3위 미국으로 23.2백만불로 차이가 큼
 - 프랑스는 주로 신선 및 냉동의 개체굴 위주로 수출하는 반면, 한국은 알굴로 신선, 냉동, 건조로 수출하고 있으며, 통계에 가공품인 통조림이 누락된 점을 감안하면 '10년에는 66백만불을 수출한 한국이 1위로 예상됨

□ 주요 수입국 현황

- 홍콩은 수입액과 수입량이 가장 많은 국가로 수입량이 '08년 4,436톤에서 '10년 6,441톤으로 연평균 증가율이 21.0%이며 수입액의 연평균증가율은 47.3%
- 일본은 수입 2위국으로 수입량이 '08년 3,685톤에서 '10년 4,201톤으로 연평균 증가율이 11.8%이며, 수입액의 연평균 증가율은 26.4%
- 갯벌참굴의 주 수출대상국으로 최근 수요가 급증하고 있는 홍콩, 중국, 스페인, 프랑스 등을 대상으로 심층 시장조사를 실시하여 바이어 및 벤더를 발굴

□ 주요 수출국 현황

- 수출액이 가장 많은 프랑스가 종묘 폐사로 성패 공급이 감소할 것으로 예상하고 있으나 수출량이 '08년 8,885톤에서 '10년 9,692톤으로 연평균 증가율 4.4%이며 수출액의 연평균 증가율은 감소세임
- 한국은 생산량이 중국 다음으로 많으나 수출량은 '08년 6,067톤에서 '10년 7,422톤으로 연평균 증가율 13.9%이며 수출액의 연평균 증가율이 33.0% 급증
- 미국은 수출 3위국으로 '08년 5,473톤에서 '10년 3,582톤으로 감소하여 멕시코만의 유류 피해에 의한 생산 감소로 수출 부진
- 뉴질랜드는 반패각의 냉동 수출량이 '08년 1,795톤에서 '10년 2,153톤으로 연평균증가율 9.6%

3) 일본 굴 시장 현황

가) 생산량

- '09년 굴류 양식 생산량은 210,188톤(개체굴 기준)으로 '08년 대비 10.4% 증가하였으며, 알굴 양식생산량은 33,830톤으로 전년대비 12.6% 증가함
 - 굴의 주요 생산지는 히로시마현, 미야기현, 쿠마모토현, 미에현 등이며, 여름이 제철인 석화(岩ガキ)는 동해에서 채취
 - 판매처는 (주)일본 굴센터 운영 오이스터바, 생식용 굴 판매 타 Oyster Bar, 레스토랑 등 외식업체이며, 매년 약 20% 성장
 - 오이스터바는 전국 20개소를 운영, 백화점 또는 대규모 상업시설 내에 개설
 - 주로 저녁시간에 생식용 굴의 수요(약 70%)가 많으며, 저녁시간 5,000엔~10,000엔(음료 포함), 점심시간은 1,000엔~2,000엔 정도임
 - 연말 선물시즌인 12월부터 2월까지, 7월 백화점 바겐세일 시즌이 가장 수요가 많으나, 맛으로 볼 때 3~4월이 가장 좋은 시기임
 - 주 판매크기는 S사이즈(명함보다 약간 큰 크기)로 외관상 패각과 알맹이의 크기가 한번에 먹기에 좋은 크기로 여성이 선호
 - 판매가격은 개당 평균 400엔 전후(호주산은 운송비용으로 인해 500엔 전후)의 고가로 접시단위 판매전략을 통해 평균 구매단가를 낮게 책정
 - 생식용 굴은 주로 맥주로 시작하여 화이트 와인과 곁들여 먹는 편임
- 개체굴 단가
 - 일본산 80엔~100엔 전후(운송비 포함)이며, 외국산은 150엔~180엔(운송비 제외), 규격은 다양(큰 사이즈 5종류, 작은 사이즈 5종류)
- 운송 및 유통기간
 - 산지에서 오이스터바까지 1일 정도 소요(정오에 출발시 翌日 아침 도착, 홋카이도는 항공으로 운반)
 - 오이스터바에 입하된 경우 입하된 날을 포함한 3일간 유통(단, 겨울은 노로바이러스 발생 염려로 2일 정도 유통)
- 생식용 개체굴의 수요
 - 수요층은 폭이 넓고 연령층이 다양하나 직장여성이 주 타겟임
 - 1인당 소비액은 평균 약 500엔 대임
 - 생식용 개체굴 외에 굴요리는 냉동굴(주로 히로시마산)을 활용
 - 주로 3월~4월 출하된 굴 중 균일한 굴만을 냉동하여, 생굴이 출하되지 않는 3월경부터 가을까지 냉동굴을 활용

4) 중국 굴 시장 현황

가) 생산동향

- 해수 양식산업 생산량의 75% 이상은 조개류로 그 중 굴 생산량이 약 35%를 차지하고 있으며, 2009년 기준 양식 굴 생산량은 약 3,800천톤임
- 굴 양식의 주요 산지는 산둥, 광서, 복건, 광둥, 절강, 요녕 등 연해지역에서 집중되며 대부분 개별어가 이고, 일부 지역에 대규모 양식 생산기지가 있음
 - 복건성이 전국 생산량의 약 42%로 1위를 차지하며 광둥(25%), 산둥(15%), 광서(11%) 순으로 생산량 점유율이 높고, 이 지역의 생산량이 전체 생산량의 90%이상을 차지

나) 출하체계

- 중국의 굴 양식은 대부분 가족단위 어가에서 양식해 왔으며 그 결과 경영이 분산되고 관리시스템도 낙후되어 있음
 - 이에 따라 최근 몇 년간 굴 양식업자들이 밀집해 있는 일부 지역에서는 굴 산업 협회가 설립됨(유산시(乳山市)굴 협회, 낙청시(樂清市) 청강진(淸江鎮) 굴 양식협회 등)

다) 정부지원제도

- 각 지역별 정부의 굴 산업에 대한 지원은 차이가 있음
 - 산둥 유산시(乳山市)정부의 굴 산업화 지원제도
 - ① 심층가공업체 집중지원
 - ② 2008년부터 시정부에서 매년 전문 장려자금을 마련하고 굴 종묘 양육, 양식, 가공, 판매 업체의 발전을 주로 보조
 - 다수체, 3배체 굴의 종묘 배양을 적극 촉진하고, 연간 종묘 생산량이 5만 개 이상인 업체에게 3~5만원을 장려해 줌
 - ③ 산학연합 연구 활동 전개
 - 굴 산업 기술발전 세미나 개최를 통해 전국 해양 대학, 연구소 전문가, 교수, 성(省) 과학기술 관리부문 리더, 유관 수산 양식업 기업인을 초청
 - 굴 양식 가공업체가 대학교, 연구소와 함께 산학 협력하는 것을 장려하고 기업과 대학교가 기술연구센터 등 혁신 플랫폼을 설치하고 각 혁신 자원을 기업과 공유토록 지원함
 - ④ 우수 브랜드를 육성을 통한 시장 경쟁력 제고

⑤ 굴 산업화 시범 기지 설립

- 시범 기지 운영을 통해 굴 산업화를 촉진하고 굴 산업이 견고하게 발전할 수 있도록 함

○ 광서 친주시 정부의 굴산업 지원제도

- ① 수산양식 선두업체 및 업계 리더 지원
- ② 기술 교육 및 제품 홍보 강화
- ③ 합작 강화 및 산업 발전 촉진

라) 유통상황

- 생식용 알굴은 전체 생산량의 약 35% 차지하고 있으며, 주로 수산물시장, 호텔, 요리전문점, 술집 등에서 구이나 회로 소비되고, 가공용 알굴은 전체 생산량의 약 65% 차지하며 보통 냉동, 건조, 염장 등의 방식으로 찜, 튀김, 구이, 전골, 통조림, 조리 조미료 등으로 소비

마) 거래규격 및 포장단위

- 생굴의 거래방식은 크기에 따라 상이함
 - 생굴 크기가 6cm 보다 작을 경우 근 단위로 판매
 - 생굴의 크기가 8cm 보다 클 경우 개수 단위로 판매
 - 생굴의 크기가 6~8cm인 경우 근 단위나 개수 단위판매가 모두 이루어짐

바) 소비실태

- 중국 국내에서는 국내산 위주로 소비가 이루어지며, 굴의 출하 시기는 11월부터 익년 4월까지이나 대량 양식 및 가공제품의 다양화 추세에 따라 현재는 연중 소비가능
- 주요 소비지역은 동남 연해안 각 성(광둥, 복건, 강소, 절강, 해남, 산둥) 및 일부 소비 수준이 높은 대도시(상해, 천진, 요녕, 북경)에 분포되어 있음
 - 광둥, 복건, 광서, 요령성에서 일본, 홍콩, 싱가포르, 한국, 베트남 등의 수출용으로 공급
- 중국산 생굴은 유럽, 미국, 일본에서 개당 U\$1에 달하는 고가의 해산물임에도 불구하고 매우 인기가 있으며 중국 국내에서도 생굴의 보건의 기능과 약용 효과에 대한 인식이 퍼짐에 따라 최근 2년 간, 특히 남방지역에서 생굴의 수요량이 지속적으로 증가하여 전국에서 '생굴열풍'을 일으켰으며 현재 중국에서의 굴 소비는 대중적인 트렌드로 자리 매김하고 있음

사) 수출입 동향

1) 수입동향

- 최근 10년간 중국의 굴 수입은 2003~2006년 수입량이 많은 편이었으나 2007년 큰 폭으로 감소한 이후 2008년부터 다시 증가세를 보이고 있음
- 국가별 수입현황은 2009년 기준 한국산이 전체 수입량의 23.71%로 가장 많고 그 뒤를 이어 미국이 22.36%를 차지
- 수입국별 굴 경쟁력 비교
 - 중국 농업부에서 조사한 주요 수입국별 경쟁력 비교결과에 따르면 수입단가는 일본산이 US\$15.74/kg로 가장 높게 나타났으며, 이어서 프랑스 US\$11.68, 호주 US\$10.32, 뉴질랜드 US\$7.83 순으로 나타남
 - 한국산 굴의 경우 US\$6.10로 가격경쟁력이 높은 편임
 - 품질 측면에서 각 국가별 고유의 특성이 있으나 프랑스산은 광물질 섭취 등으로 인해 우수한 품질로 평가받고 있으며, 한국산의 경우 신선하고 연하며 육즙이 많은 것으로 평가됨

2) 수출동향

- 2001~2005년 수출량은 75,134톤으로 가장 많음
 - 2005~2006년 수출량은 급격하게 하락하여 2,462톤에 그쳤음
- 국가별 수출현황은 2009년 기준 對홍콩 수출량이 전체 수출량의 65%로 수출 1위 대상국임

5) 프랑스 굴 시장 현황

가) 생산동향

- 프랑스 굴 생산량은 연간 130,000톤 내외임
 - 프랑스 전체에서의 패류양식 생산량은 연간 약 20만톤(774만 유로)이며, 신규 양식적지 부족으로 10년간 거의 변화 없는 상태임
 - 프랑스의 굴 생산량 가운데 참굴이 128,500톤, 넓적굴이 1,300톤, 홍합 53,600톤이며, 굴은 연간 9,000톤을 수출하고 3,700톤을 수입함으로써 연간 무역흑자가 2,800만 유로에 달함
 - 양식업체는 2,500개 업체에 종사자 18,000명이며 소규모를 포함하면 더 많음
 - 굴 종묘는 인공채묘(3배체)와 자연채묘(2배체)로 확보하고 비율은 3:7 정도

- 현재 굴양식은 질병에 의한 폐사량 증가로 큰 문제점으로 대두
 - 폐사량 증가는 양식업자에게 생산성을 저하시키고 소비자에게는 가격부담이 가중되며 '10년에는 평년 생산량의 70% 수준으로 감소 전망

나) 정부의 지원제도

- 양식시설을 위한 재정 보조
 - 굴양식업자가 해조류(홍조류 및 갈조류를 바이오연료나 사료용으로 양식)를 양식하도록 전업자금 지원
 - 시설자금 및 기자재 비용 등을 총사업비의 40% 범위내에서 보조지원
 - 20%는 EU에서 지원하고, 지역국가에서는 20% 범위내에서 지원중
 - 보조금은 개인에게 지급하지 않고 조합이나 단체에 지급하고 있으며, 젊은 경영자 일수록 보조율이 높음
 - 이밖에, 폐사율을 낮추기 위해서 유전자 단계까지 연구를 진행 중

다) 품질기준

- 일반적으로 3~4년 된 양식굴을 기준으로 하며, 양식장을 벗어난 야생굴의 경우 10년이 넘는 대형 굴도 채취하기도 함
- 일반 시장이나 레스토랑에서 주문할 때 사용하는 선별 품위 기준
 - 번호 : 숫자 6번에서 0번까지로 숫자가 크면 클 수록 굴의 크기는 작음
ex) N6, N5, N4, N3, ...
 - 가장 많이 팔리는 굴은 3번과 4번으로 일반 레스토랑에서 가장 많이 이용함
 - 가장 큰 굴은 000번이며 희귀한 종이며 야생굴로 일반 시장에서는 찾아보기 힘들고 생산지의 레스토랑에서 맛 볼 수 있음

라) 유통상황

- 프랑스 굴의 유통의 80% 이상은 신선임
 - 냉동 굴은 일부 요리의 식재료로 이용되고 있으나, 일반 소비자들은 직접 이용하는 경우는 거의 없음
- 굴(참굴) 유통 과정
 - 가공·포장된 개체 굴은 15일 정도까지 활력유지 가능(다만, 진공포장시는 21일까지 활력 유지)
 - 제품 선별·포장 후 보관실 온도는 4~8℃를 유지

마) 유통경로

- (1) 생산자 → 도매시장 → 대형유통업체 → 소비자
- (2) 생산자 → 대형유통업체 → 소비자,
- (3) 생산자 → 산지 중도매인 → 소비자
- (4) 생산자 → 소비자, (5) 생산자 → 가공업자 → 소비자

프랑스 전체 굴 판매량 : 112,676톤

굴(참굴)의 유통 비율

- 직판 32%, 수산물 도매시장·대형마켓 31%, 어물전(소규모 해산물 전문 판매점) 23%, 해물 전문 레스토랑 14%

바) 가격현황

생산자 출하가격

- 개체굴(No. 3기준) : 2.50 유로/kg(한화 3,750원)
- 개체굴(No. 2기준) : 2.30 유로/kg(한화 3,450원)
- ※ No. 3 : 패당 65~85g로서 상품성이 가장 좋은 것으로 인정받는 크기

선별·출하업체의 출하가격

- No 3기준 : 3.50~4.00 유로/kg, No 2기준 : 3.30~3.80 유로/kg

소비지(재래시장, 대형유통업체) 가격

- 재래시장 : 6.70~9.00 유로/12개
- 까르프 : 9.90 유로/1.87kg

사) 소비실태

프랑스 굴 소비량은 2007년 기준 112,677톤, 소비액은 258백만 유로 임

- 가정 소비는 전체의 20% 수준이며, 1인당 연간 소비량은 2kg 정도임

굴 전문 레스토랑인 굴 바(le bar a huitres)는 11월부터 2월까지가 성수기임

아) 수출입 동향

1) 수입동향

2010년 기준 프랑스 굴 수입액은 전년대비 11.4%증가한 23,106천불로 주 수입국은 아일랜드, 영국, 네덜란드 등임

2) 수출동향

2010년 기준 프랑스 굴 수출액은 전년대비 6.8%증가한 55,106천불로 주 수입국은 아일랜드, 영국, 네덜란드 등임

6) 미국 굴 시장 현황

가) 생산동향

- '09년 굴 생산량은 전년대비 14% 증가한 16,135톤임
 - 최근 굴 수요 증가에 따라 향후 증가할 것으로 전망
- 미국 굴 주요 생산지는 멕시코만 인근지역인 루이지애나주, 체서피크만 지역의 메릴랜드주, 그리고 태평양 인근의 워싱턴주 임
 - 미국 굴 주산지인 루이지애나주의 경우, '10년 4월 걸프만 BP 기름유출사고 이후 주정부지정 굴 어획구역 28개 중 10개 구역이 폐쇄('10년 5월 기준) 되었으며, 생산량은 40~50% 감소할 것으로 전망되었으나, '10년 12월 기준 28개 중 Area 8과 Area 12 일부 지역만 폐쇄구역(closure area)으로 지정
- 미국 굴 양식산업은 자연산 굴의 생산 감소에 따라 1998년 양식장 172개, 생산액 27,012천달러에서 2005년 양식장 589개, 생산액 102,896천달러로 급증
 - 미국 북서지역에서 규모가 가장 큰 패류생산 업체(약 120년간 운영)로 연간 굴을 15백만개 생산하는 Taylor Shellfish 사의 경우 Hatchery에서 부화시켜 종묘를 생산하며, 인근 양식장에 1,000개에 \$12에 판매하며, 생산에서 가공 유통까지 수직 통합 구조로 운영됨

나) 위생관리 및 품질기준

- 굴 유통을 위한 필요조건
 - 제품라벨과 필요한 운송서류의 구비
 - 살아있는 생굴의 경우 굴의 온도가 섭씨 10도 이하를 유지할 것
 - 알굴의 경우 섭씨 7.2도 이하를 유지할 것
- 운송시간이 4시간 이내인 경우
 - 생굴을 얼음에 채우거나 다른 적절한 냉장조치를 취해야 함
 - 냉장장치 가동시 섭씨 7.2도 이하를 유지하여야 함
- 운송시간이 4시간 이상인 경우
 - 자동조절 냉장장치에서 섭씨 7.2도 이하를 유지
 - 유통단계에서의 운반 컨테이너 온도측정기록 유지
- 유통되는 굴에 대한 미생물 샘플검사
 - 타주에서 반입된 생굴의 미생물검사는 반입이 이루어진지 24시간 내에 이루어져야 함

다) 출하체계

- 굴 산업의 4대 주체는 생산자, 도매업자, 가공업자, 소매업자이며 양식장에서 수확된 굴은 도매상이나 가공업자에게 넘겨지거나 산지의 경우 생산자로부터 수산물 레스토랑이나 슈퍼마켓으로 바로 출하되는 경우도 있음

라) 유통상황

- 산지에서 가져온 굴은 알굴 및 반껍데기 냉동 굴 등 용도에 따라 세척 후 사이즈별로 분리 가공되어 포장(그물망 혹은 Carton box)된 후 유통
 - 신선굴은 유통기한 및 신선도 문제로 인해 주로 산지 주변에 유통되며, 산지 이외 지역은 주로 냉장 또는 반껍데기 냉동굴, 신선병입제품(알굴), 훈제굴 등으로 가공되어 유통

마) 가격현황

- 껍데기 붙은 생굴의 경우 주로 12개(Dozen) 단위로 판매되나, 슈퍼마켓에서는 낱개로 개당 \$0.5~1.3에 판매
- 한국산 냉동굴 제품은 한인마켓을 비롯 아시안 마켓에서 주로 판매되며 8온스 중량의 제품이 \$2.99~3.99(\$13.2~17.6/kg)에 판매

바) 소비실태

- 굴 튀김 등의 다양한 요리형태와 함께 Seafood 전문식당 등에서는 고급 appetizer용 신선굴에 대한 소비 및 선호가 높고, 일반마켓에서는 신선굴 보다는 여러 형태의 가공제품이 유통됨
 - 산지의 경우 레스토랑 외에 마켓에서도 껍데기 있는 생굴을 많이 찾아볼 수 있음
- 신선 굴은 대부분 고급호텔식당, Oyster bar, 스시집 등 외식업체로 유통되며, 주로 중년의 남성에게 인기가 있음
 - 생굴은 한입 크기로 먹을 수 있는 S사이즈(7.5~10cm)를 선호하며 크기가 비교적 큰 M(10~12.7cm), L(12.7cm 이상)사이즈는 굴튀김 조리용으로 소비

사) Oyster Bar 운영현황

- Oyster Bar에서 반껍데기 생굴은 주로 Appetizer로 6개 혹은 12개로 제공되며, 시애틀 및 뉴올리언스 기준 가격대는 6개에 \$8~10(개당 \$1.3~1.7) 정도임
 - Main dishes는 Fried Oyster(굴튀김), Baked Oyster(밀가루를 입혀 버터에 구운 굴), Charbroiled(마늘, 버터 등을 올려 숯불에 구운 굴) 등이 있으며 메뉴에 따라 차이는 있으나 가격대는 약 \$10~20 수준임

아) 수출입 동향

수입동향

- '10년 굴(신선·냉장·냉동 등) 수입규모는 전년대비 26.7% 증가한 약 25백만불로, '00년 이후 증가 추세로 주 수입국은 캐나다(전체 수입액의 43%), 한국(37%), 멕시코(11%) 등으로 주 수입시기는 5~8월 사이임
- 수입가는 개당 \$0.3~0.35(M사이즈 기준)이며, 대부분 스시집으로 공급되며 공급가는 \$0.6~0.7 수준으로 수요는 지속적으로 증가추세에 있음

수출동향

- '10년 신선·냉장·냉동 굴 수출규모는 '09년 대비 13.2% 증가한 약 22백만불이며 주 수출국은 캐나다(전체 수출액의 46.6%), 홍콩(22.5%), 대만(7.6%) 등임
- 홍콩 등 아시안 마켓은 주로 M, L사이즈가 수출되며, 항공으로 수출시 약 2일 정도 소요

7). 갯벌참굴의 생산·유통 및 수출 전략

가). 국내 갯벌참굴의 생산·유통동향

- 생산해역이 서천, 태안, 웅진, 영광 등 주로 서해안 지역
 - '10년 입식규모가 웅진군 15ha 등 인천광역시 18ha, 충남 태안 12ha, 서천 15ha로 27ha이며, 전남 1ha 정도임
- 갯벌참굴은 백화점, 이마트, 호텔 등으로 유통되어 소비됨
 - (주)씨에버가 종묘 공급, 시설 설치하여 수확한 상품을 유통 및 외식업체에 공급 담당
 - 생산규모가 크지 않고 내수 소비시장이 성숙되지 않아 유통체계가 단순한 상태로 유지되고 있음

나). 갯벌참굴의 수출여건 분석

1) 갯벌참굴의 수출상품화 가능성

- 갯벌참굴의 상품성
 - 수하식 굴에 비해 갯벌참굴은 3배체로 수평망에 양식하여 년중 생산으로 소비자에게 신선한 굴을 지속적으로 공급 가능

□ 갯벌참굴의 시장성

- 국내 수하식굴과 개체굴의 유통 및 소비 경로에 차이가 있어 경합성이 적고 시장에서 우월적 위치를 확보
 - 갯벌참굴은 개체굴로서 신선한 맛과 향을 즐기는 상품으로 호텔 등에서 취급하고 있으며, 외국인이 거주하는 아파트 단지의 소매유통 매장에서 판매되고 있음. 따라서 프랑스 등의 Oyster Bar 같은 신규 외식문화를 창출할 경우 소비시장 확대 가능성이 높음

□ 수출 유력시장인 일본의 수출여건

- 지진 및 원전사고로 수급 차질이 예상됨. 특히 미야기현과 이와테현의 굴 생산량이 일본 전체 생산량의 20% 내외로 양식장의 파손과 방사능 물질의 바다 오염에 따른 소비자의 구입 기피현상. 한국 갯벌참굴의 수출 가능성 증대

□ 미국의 수출시장 여건

- 미국 연간 굴 생산량은 알굴 기준 약 15~16천톤으로 매년 비슷한 수준이나, 최근 굴 수요 증가에 따라 향후 증가할 것으로 전망

2) 수출시장 수요분석

□ 개체굴의 수출 시장개척을 위해 주요 소비국과 잠재 소비국으로 구분

- 주요 소비국은 자국 내에서 개체굴의 유통비중이 높거나 수입실적이 많은 국가로 프랑스, 미국, 이태리
- 잠재 소비국은 자국 내에서 굴이 생산되지만 수입에 의한 소비가 많은 국가이며, 개체굴의 소비 확대 가능성이 높은 일본, 중국, 홍콩, 독일, 동남아의 중화권 대상

□ 추가 수요

- 수입 증가율에 다소 반영되었으나 최근 수출대상국에서 발생한 생산과 소비 및 시장개척을 통해 추가적으로 수요 증가될 요인을 감안
 - 프랑스 : 바이러스 등에 의한 중간육성 종묘의 폐사로 30% 정도 생산량 감소가 예상되어 수입확대 불가피 전망
 - 미국 : 멕시코만의 유류 피해로 생산량 감소 예상. 소비지에서 안전성에 대한 신뢰 저하로 수입 증가 전망
 - 일본 : 일본 굴 생산의 20%를 차지하는 미야기, 이와테 등의 지진 및 원전사고로 양식시설 유실에 따른 생식굴 및 개체굴의 공급 감소로 수입 증가 전망
 - 중국 : 기존의 저가의 건조굴 소비방식에서 대형, 생굴 등 서구화로 변화

- 되고 최근 “생굴열풍”의 대중적 트렌드로 수요가 급증 추세
- 홍콩 : 신선굴을 요리하여 맛을 위주로 소비하는 식문화가 확대되고, 대형유통매장에서 개체굴을 판매하고 있어 소득 증가로 수요 증가

다) 갯벌참굴의 생산, 유통 및 수출전략 방향

□ 생산기반 조성

- 갯벌참굴을 안정적으로 생산할 수 있도록 어촌계 등과 계약을 통한 생산단지 조성
- 생산단지에 대해 지정해역으로 등록될 수 있도록 주변환경의 청정화 및 정기적인 안전성 검사 실시
- 생산이력제를 실시하기 위해 종묘에서 중간육성 및 성패까지 생산과정 철저 관리 및 ISO 인증
- 생산시설 적지 및 기계화를 통한 원가 절감 조치
- 생산 품질에 대한 정기적인 점검 및 관리
- 성패 생산관리 및 수확을 위한 작업인력 확보

V. 연구개발 결과의 활용계획

구 분	정책자료	기술보급	업계이전	지적재산권	연구자료
결과활용	○	○	○	○	○

본 연구는 갯벌의 친환경 양식에 적합한 「갯벌참굴」의 중간육성 및 양식기술을 개발하고, 갯벌참굴의 명품화를 위한 가공·유통기술개발과 수출을 통한 어업인의 소득 향상을 위해 농림수산식품부 주관으로 2010년 6월부터 2013년 6월까지 3개년 계획으로 추진되는 사업이다. 본 연구개발 결과의 최종 활용계획은 다음과 같다.

1. 본 연구에 의해 개발된 갯벌참굴 시범연구사업 결과를 조기에 현장 적용하여 생산성을 향상시킨다.
2. 갯벌참굴 양식장의 환경특성을 정밀 조사하여 기후변화에 대응하고, 중간육성장 및 양식장 적지선정을 위한 기초자료를 확보한다.
3. 2012년까지 갯벌참굴 양식에 관한 적지선정 표준 매뉴얼 및 총괄 양식지침서(관리매뉴얼, 양식기술지 발간 등)를 작성 발간하여 갯벌참굴 양식산업화를 정착시킨다

4. 갯벌참굴 중간육성 및 분양성 기술에 대한 생산성 향상 연구를 지속적으로 추진하여 어촌 정주권의 안정화 및 어업인 소득의 획기적 개선을 유도한다.
5. 갯벌참굴 양식산업을 정부추진 『신갯벌어업』의 핵심산업으로 육성시킬 기본 전략을 마련하고, 갯벌참굴 국가 시범사업(Pilot 사업)의 안정적 정착을 위한 적정 규모 산정 및 산업화 적용을 위한 제도적 표준화 규격을 마련한다.
6. 양식어업인에 대한 양식기술 컨설팅(기업형 및 가족단위 경영) 및 수산행정에 필요한 기술자료의 제공과 정책 제안을 실시한다.
7. 갯벌참굴의 대량생산에 필수적인 비용저감형 해면 중간육성 양성시스템의 최적화 기술개발을 통해 2020년까지 연간 20억개의 중간종묘 생산기술을 지원하며, 고밀도 분양성 시설 모델을 개발하여 양식의 생산성을 극대화시킨다.
8. 갯벌참굴의 가공·유통·수출기반 전략을 수립하여 2020년까지 연간 상품생산 15억개, 생산자 소득 5,250억원(350원/개), 수출소득(생산량의 95% 수출, 800원/개) 11,400억원(10.8억 달러), 13,311명의 고용창출 목표 달성을 위한 로드맵을 마련한다.
9. 갯벌참굴 소비촉진 방안 마련(Oyster bar 등) 및 젊은이의 귀어(歸漁)를 위한 인력양성과 일자리 창출의 Program을 개발한다.

목 차

보고서 요약	4
요약문	4
본문목차	34
표목차	40
그림목차	43
제 1 장 연구개발과제의 개요	48
제 2 장 국내외 기술개발 현황	56
제1절 국내 기술개발 현황	56
제2절 국외 기술개발 현황	57
제3절 향후 전망	58
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과	60
제1절 갯벌참굴 양식장 환경조사	60
1. 서 론	60
2. 재료 및 방법	60
가. 기온	61
나. 수온, 염분, 용존산소	61
다. pH	61
라. 부유물질	61
마. 합수율	62
바. 유기물 함량(감열감량)	62
사. 입도분석	62
아. 영양염류	62
· 아질산 질소(NO_2^- -N)	62
· 질산 질소(NO_3^- -N)	63
· 암모니아-질소(NH_4^+ -N)	63
· 인산-인(PO_4^- -P)	63

· 규산-규소(Si(OH) ₄)	63
자. Chlorophyll <i>a</i>	63
차. 식물플랑크톤	63
· 식물플랑크톤 정량분석	63
· 식물플랑크톤 정성분석	63
카. 저서생물	64
3. 결과 및 고찰	64
1). 기온	64
2). 수온	69
3). 염분	73
4). 강수량	77
5). 해면 중간육성장 시설해역의 유속 및 유향	79
6). 갯벌의 침수 및 노출시간	81
7). 용존산소	83
8). pH(수소이온농도)	84
9). 부유물질(Suspended solid)	85
10). 함수율	86
11). 표층 퇴적물의 총유기물 함유량	86
12). 퇴적환경 및 입도분석	87
13). 영양염류	88
14). Chlorophyll <i>a</i>	90
15). 식물플랑크톤	91
16). 저서생물	95
제2절 갯벌 참굴 적지조사 매뉴얼(안) 작성	99
가. 해면 중간육성장 적지 환경요인 조사	99
나. 자료조사	100
1). 온도와 염분	100
2). 어장의 노출시간	101
3). 갯벌 표층퇴적물과 탁도	102
4). 프랑스 연안 참굴 폐사와 환경요인	103
다. 적지조사 매뉴얼(안) 작성	103

1). 창리 해면의 중간육성장 환경요인 고찰 및 하절기 종묘 관리방안	104
2). 조사대상 갯벌참굴 양식장 환경요인 고찰	105
3). 해면 중간육성장 적지조사 시 검토사항	105
4). 갯벌참굴 양식장 적지선정 시 검토사항	106
5). 해면 중간육성장 적지조사 매뉴얼 (안), 1차년도 조사	107
6). 갯벌 양식장 적지조사 매뉴얼(안), 1차년도 조사	110
제3절 갯벌참굴 해면 중간육성 구조물의 시설모델개발 및 실시설계, 시공	113
1. 서론	113
2. 재료 및 방법	114
3. 결과 및 고찰	114
가. 갯벌참굴 해면중간육성 구조물의 시설 모델개발	114
1). 갯벌참굴 해면 중간육성 구조물의 재질검토	114
2). 갯벌참굴 해면 중간육성 시설물 설치를 위한 현장실측조사	115
3). 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물의 설계모델	116
4). 갯벌참굴 해면 중간육성장 시설물의 시설공정	118
5). 갯벌참굴 해면 중간육성장 시설물의 PE환경 및 두께	120
6). 갯벌참굴 해면 중간육성장 시설물의 계류시설	120
7). 갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 실시설계를 위한 시설내역	121
나. 갯벌참굴(수평망식) 양식시설의 적정 공간배치를 위한 실측·설계·시공	122
가). 갯벌참굴 양식장 적지선정	123
나). 갯벌참굴 양식장(수평망식) 적지 요건	123
다). 종묘 입식 시기	124
라). 갯벌참굴 양식의 적정수용밀도 및 양성기간	124
마). 갯벌참굴 종묘 입식량(1 ha 기준)	124
바). 갯벌참굴 종묘의 확보 방안	124
사). 갯벌참굴 수평망 양식 작업공정	125
아). 갯벌참굴 양성관리 방법 및 작업 조건	125
자). 갯벌 양성장 관리시 주의사항	126
다. 갯벌참굴 양식장의 최적 시설 배치 안	126

1). 국외사례	126
2). 국내사례	128
라. 갯벌참굴 양식(수평망식) 시설과정	130
1). 갯벌참굴(수평망식) 양식시설	130
2). 갯벌참굴(수평망식) 양식 현장시설 매뉴얼	130
3). 갯벌참굴(수평망식) 양식시설 과정	132
마. 갯벌참굴 해면중간육성 시설 규모의 경제성	135
1). 갯벌참굴(수평망식) 양식의 공정별 비교 검토	135
2). 갯벌참굴(수평망식) 양식 시설의 제작 및 시설 공정별 세부내역검토	136
바. 갯벌참굴 해면 중간육성시설 규모의 경제성	138
제4절 갯벌참굴 양성시험	139
1. 서론	139
2. 재료 및 방법	139
1. 결과 및 고찰	139
가. 갯벌참굴 중간육성 및 본양성 시험	139
1). 갯벌참굴 해면 중간육성시험 밀도별 성장도비교	139
2). 갯벌참굴의 본 양성기간 중 밀도별 성장도 비교	144
제5절 갯벌참굴 유통·수출전략 수립	164
가. 연구배경 및 목적	164
(1) 연구배경	164
(2) 연구목적	165
나. 연구내용 및 방법	165
(1) 연구내용	165
(2) 연구방법	166
2. 국내 굴 시장동향	168
가. 생산 및 유통실태	168
(1) 생산동향	168
(2) 유통실태	169
나. 가격 및 소비동향	170

(1) 가격동향	170
(2) 소비동향	173
다. 수출입 동향	175
(1) 수출입 개황	175
(2) 수출용 패류 생산해역 지정	178
(3) 제품별 수출동향	181
(4) 지역별 수출동향	190
라. 굴 산업 발전과제	192
(1) 생산부문	192
(2) 수출부문	192
3. 해외 굴시장 동향	193
가. 개황	193
(1) 글로벌 생산 동향	193
(2) 세계 수출입 동향	196
나. 일본 굴시장 현황	199
1) 생산동향	199
2) 유통경로	203
3) 생식용 각굴 유통상황	204
4) 소비실태	213
5) 수출입동향	213
다. 중국 굴시장 현황	214
(1) 생산동향	214
(2) 유통상황	218
(3) 소비실태	221
(4) 수출입동향	223
라. 프랑스 굴시장 현황	226
(1) 생산동향	226
(2) 유통상황	230
(3) 소비실태	232
(4) 수출입동향	233
마. 미국 굴시장 현황	234
(1) 생산동향	234

(2) 유통상황	237
(3) 소비실태	240
(4) 수출입동향	241
4. 갯벌참굴의 생산·유통 및 수출 전략	243
가. 국내 갯벌참굴의 생산·유통현황	243
나. 갯벌참굴의 수출여건 분석	244
1) 갯벌참굴의 수출상품화 가능성	244
2) 수출시장 수요분석	248
다. 갯벌참굴의 생산·유통 및 수출 전략	251
1) SWOT분석	251
2) 갯벌참굴의 생산·유통 및 수출 전략방향	255
3) 갯벌참굴의 품질기준	258
5. 결론 및 제언	260

표 목차

Table 1-1. 연별 굴 수출 및 수입현황	50
Table 1-2. 갯벌참굴의 생산·유통과정	53
Table 1-3. 갯벌참굴과 남해안 수하식 굴의 특성 비교	54
Table 1-4. 연별 갯벌참굴 수급계획	54
Table 3-1-1. 2010년 여름철(6~9월) 서산지역의 일평균 기온	65
Table 3-1-2. 2010년 여름철 서산지역 일 최고기온의 특성	66
Table 3-1-3. 2010년 서산지역의 겨울철 일평균 기온 분석결과	66
Table 3-1-4. 2011년 서산지역 겨울철 일평균 기온 특성 분석결과	67
Table 3-1-5. 서산 창리 갯벌 참굴 시범양성장에서 2010년 8월의 온도 분포(2010. 8. 12~8. 27)	68
Table 3-1-6. 2010년 9월 서산시 창리갯벌 갯벌 참굴 양성 시범어장에서 측정한 해수의 온도 및 기온의 분포특성 (측정기간 : 9. 8~9. 23, 측정간격 10분)	71
Table 3-1-7. 2011년 2월중 창리 해면 중간육성장 시설해역의 수심 및 저층수의 수온 염분(측정기간 : 2011. 2. 21-2. 24)	77
Table 3-1-8. 2010년 5월 중 천수만 창리 해역의 조석주기별 유향 유속	80
Table 3-1-9. 태안군 남면 진산리 갯벌참굴 어장의 시기별 유속분포	81
Table 3-1-10. 진산리 갯벌에서 참굴이 공기 중에 노출 시 12월 하순의 기온 (측정 : 2010. 12. 23~12. 24)	83
Table 3-1-11. 진산리 갯벌에서 참굴이 해수에 잠겼을 때 12월 하순의 수온	83
Table 3-1-12. 낮-저녁과 심야-아침 시간 중 진산리 양식장에서 수위변동 특성(2010. 12.)	83
Table 3-1-13. 2010년 7월 식물플랑크톤 우점종	93
Table 3-1-14. 2010년 10월 식물플랑크톤 우점종	93
Table 3-1-15. 2011년 1월 식물플랑크톤 우점종	94
Table 3-1-16. 2011년 4월 식물플랑크톤 우점종	94
Table 3-1-17. 2010. 7월 대형 저서생물 우점종	97
Table 3-1-18. 2010. 10월 대형 저서생물 우점종	97
Table 3-1-19. 2011. 1월 대형 저서생물 우점종	97

Table 3-1-20. 2011. 4월 대형 저서생물 우점종	97
Table 3-2-1. 갯벌 참굴 종묘 해면 중간육성장 적지조사 매뉴얼(안)	109
Table 3-2-2. 갯벌 참굴 양식장 적지조사 매뉴얼(안)	111
Table 3-3-1. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물의 재료검토	115
Table 3-3-2. 창리 시험어장의 해면 중간육성장 개발시 중간종묘의 생산능력	115
Table 3-3-3. HD PE재료를 이용한 원형가두리 제작관의 적정 관경 및 두께	120
Table 3-3-4. 해면 중간육성 시설물의 계류시설 재료 비교	120
Table 3-3-5. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물(11m×7.3m)	121
Table 3-3-6. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물(35m×7.3m)	121
Table 3-3-7. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물 자재 수량 집계표(11m×7.3m)	121
Table 3-3-8. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물 자재 수량 집계표(35m×7.3m)	122
Table 3-3-9. 갯벌참굴(수평망식) 생산비용 절감을 위한 기술개선 방안	135
Table 3-3-10. 세트조립 작업비(기존방식, 굴 수평망식 양식세트 540Set)	136
Table 3-3-11. 세트조립 작업비(개선공정, 굴 수평망식 양식세트 540Set)	136
Table 3-3-12. 현재공정(종묘입망, 설치, 선별, 채취작업)	137
Table 3-3-13. 개선공정(종묘입망, 설치, 선별, 채취작업)	137
Table 3-3-14. 중간육성 시설 규모의 주요 시설내역	138
Table 3-3-15. 관리인원	138
Table 3-4-1. 갯벌참굴 해면중간육성 밀도별 성장도(창리 어장)	143
Table 3-4-2. 갯벌참굴 해면중간육성 밀도별 성장도(원산도리 어장)	144
Table 3-4-3. 충남 서산시 부석면 창리 갯벌참굴 수평망식 본 양성장에서의 양성망 밀도별 성장도 비교(시험구)	146
Table 3-4-4. 해면중간육성을 생략한 본 양성장에서의 양성망 밀도별 갯벌참굴의 성장도 비교(대조구)	153
Table. 3-4-5. 갯벌참굴 수평망식 본 양성장에서의 양성망 밀도별 성장도 비교(시험구)	158
Table 3-5-1. 연도별 굴 생산량	169
Table 3-5-2. 연도별 굴 생산액	170

Table 3-5-3. 연도별 굴 평균판매단가	171
Table 3-5-4. 내·외식 시 선호하는 굴 요리 형태	174
Table 3-5-5. 김장시기 굴생산량과 소비량 비율	175
Table 3-5-6. 품목별 수출실적	175
Table 3-5-7. 굴 무역수지	177
Table 3-5-8. 굴 생산량과 수출량 비교	178
Table 3-5-9. 지정해역 현황(2008년)	180
Table 3-5-10. 주 수출국의 수입규모	191
Table 3-5-11. 품종별 생산량 현황	194
Table 3-5-12. 국가별 품종별 생산량	195
Table 3-5-13. 세계 굴 수출입 규모(알굴 기준)	196
Table 3-5-14. 주요 국가의 굴 수입실적	197
Table 3-5-15. 주요 국가의 굴 수출실적	198
Table 3-5-16. 히로시마현 브랜드 양식 굴	200
Table 3-5-17. 생굴 출하기준	202
Table 3-5-18. 중국 조개류 및 굴 양식 생산량 및 면적	214
Table 3-5-19. 지역별 양식굴 생산면적 및 생산량	215
Table 3-5-20. 생 알굴 거래 현황	220
Table 3-5-21. 2009년 국가별 수입현황	224
Table 3-5-22. 수입 국가별 굴 경쟁력 비교	224
Table 3-5-23. 2009년 국가별 수출실적	225
Table 3-5-24. 프랑스 지역별 생산량	226
Table 3-5-25. 평굴과 참굴 번호별 중량	230
Table 3-5-26. 프랑스 지역별 판매량	231
Table 3-5-27. 굴 국가별 수입실적	233
Table 3-5-28. 굴 국가별 수출실적	234
Table 3-5-29. 미국 굴(신선·냉장·냉동) 국가별 수입실적	242
Table 3-5-30. 갯벌참굴 생산량 추정	243
Table 3-5-31. 일본 지진피해 및 원전사고 지역 양식수산물 생산현황	245
Table 3-5-32. 갯벌참굴 수출대상국 수요량	250
Table 3-5-33. 단계별 수출 가능량	251

그림 목차

Fig. 1-1. 우리나라의 연별 양식산 및 자연산 굴 생산량	49
Fig. 1-2. 우리나라의 연별 양식산 및 자연산 굴 생산금액	49
Fig. 1-3. 갯벌참굴 Oyster bar(프랑스, 뉴욕)	56
Fig. 1-4. 우리나라의 갯벌참굴 Otster bar와 aT센터 시식회	56
Fig. 2-1. 갯벌참굴 생산과정	57
Fig. 2-2. 프랑스의 대규모 갯벌참굴 양식장 및 중간종묘 생산시설	58
Fig. 3-1-1. 연구지역의 위치도	61
Fig. 3-1-2. 태안지역의 월별 평균기온 변화	64
Fig. 3-1-3. 2010년 여름철 서산지역의 일 최고 기온	65
Fig. 3-1-4. 2011년 서산지역 겨울철 일평균기온	67
Fig. 3-1-5. 서산 창리 갯벌참굴 시범양성장 갯벌에서 여름 고온기의 온도 분포(2010. 8. 12~8. 27).	68
Fig. 3-1-6. 2010년 12월부터 2011년 4월중 천수만 표층해수 및 서산지역 일평균기온 변화	69
Fig. 3-1-7. 시험어장의 월별 수온 변화	70
Fig. 3-1-8. 서산 창리해역에서 자동기록식 센서에 의한 온도, 염분, 수심의 연속 측정(측정기간 : 2010. 9. 8-9. 23).	71
Fig. 3-1-9. 2010년 9월 서산시 창리 갯벌 참굴 시범양식장에서 측정한 해수의 온도 및 기온 분포 (측정기간 : 9. 8~9. 23, 측정간격 10분).	71
Fig. 3-1-10. 2010년 봄-초여름 수온 상승기 천수만 표층수의 수온 변화	72
Fig. 3-1-11. 2010년 여름 고수온기부터 가을까지 천수만 표층수의 수온변화	73
Fig. 3-1-12. 2010-2011년 겨울철 천수만 표층해수의 온도변화	73
Fig. 3-1-13. 시험어장의 월별 염분 변화	74
Fig. 3-1-14. 2010년 9월중 서산 창리 갯벌참굴 양식장 염분 관측 결과(측정간격-10분, 측정회수-2,314회)	75
Fig. 3-1-15. 서산 창리 갯벌 참굴 양성장에서 9월중 15일간 연속 염분 관측 결과(측정간격 10분, 측정회수 2,314회)	75

Fig. 3-1-16. 서산 창리 해면 중간육성장에서 겨울철 표층해수의 수온-염분 (측정 : 2010 12. 23-12. 24)	76
Fig. 3-1-17. 2011년 2월 흑한기 중 서산 창리해역의 수심 및 수온 변동 (조석주기 : 10물~대객기)	77
Fig. 3-1-18. 2009년과 2010년 서산지역 강수량(기상청)	78
Fig. 3-1-19. 서산지역에서 2009년과 2010년에 연간 강수량 중 월별 강수량이 차지하는 비율	78
Fig. 3-1-20. 2010년 8월 중순부터 9월 중순까지 서산 간월호의 담수 방류량	79
Fig. 3-1-21. 2011년 2월 중 서산 창리해역 유속분포	79
Fig. 3-1-22. 2011년 2월 서산 창리해역의 유향 유속	80
Fig. 3-1-23. 서산 창리 갯벌 참굴 시범어장의 9월 중 조석주기별 침수시간	82
Fig. 3-1-24. 서산 창리 갯벌 참굴 시범양식장에서 조석주기별 갯벌 노출시간	82
Fig. 3-1-25. 시험어장의 월별 용존산소 변화	84
Fig. 3-1-26. 시험어장의 월별 pH 변화	85
Fig. 3-1-27. 시험어장의 계절별 부유물질 농도 변화	85
Fig. 3-1-28. 시험어장의 계절별 함수율 변화	86
Fig. 3-1-29. 시험어장의 계절별 총 유기물 함유량	86
Fig. 3-1-30. 시험어장의 계절별 입도 분석	87
Fig. 3-1-31. 시험어장의 계절별 입도 크기	88
Fig. 3-1-32. 시험어장의 계절별 영양염류 변화	90
Fig. 3-1-33. 시험어장의 계절별 Chlorophyll <i>a</i> 변화	91
Fig. 3-1-34. 식물플랑크톤의 분류군별 출현종수	92
Fig. 3-1-35. 대형 저서생물의 출현 종수와 정점별 출현종수의 조성률	95
Fig. 3-1-36. 대형 저서생물의 총 생체량과 총 개체수 조성률	96
Fig. 3-1-37. 정점별 대형 저서생물의 출현종수, 개체수 및 생체량 비교	96
Fig 3-2-1. 1차년도 갯벌 참굴 양식 모니터링 어장	100
Fig 3-3-1. 갯벌참굴 해면 중간육성장 적지 실측 조사면적, 좌표(서산시 부석면 창리)	116
Fig. 3-3-2. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 설계 (창리)	117

Fig. 3-3-3. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 설계 모델 (원산도)	117
Fig. 3-3-4. 갯벌참굴 양식방법의 시설 배치도 (국외사례, 프랑스 노르망디지역)	127
Fig. 3-3-5. 갯벌참굴(수평망식) 양식방법의 시설배치도	129
Fig. 3-4-1. 갯벌참굴 패각의 성장도 조사 측정 부위	140
Fig. 3-4-2. 갯벌참굴의 중간육성 종묘선발	141
Fig. 3-4-3. 중간육성 시험종묘 측정	141
Fig. 3-4-4. 중간육성 시험종묘 무게 측정	141
Fig. 3-4-5. 해면 중간육성 시험 가두리 입식	141
Fig. 3-4-6. 종묘 중간육성 해면 가두리 조사	141
Fig. 3-4-7. 갯벌참굴 수평망 성장시험(1)	141
Fig. 3-4-8. 갯벌참굴 수평망 성장시험(2)	141
Fig. 3-4-9. 갯벌참굴의 시험 성장	141
Fig. 3-4-10. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 각고 성장	147
Fig. 3-4-11. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 각장 성장	147
Fig. 3-4-12. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 전중량 변화	148
Fig. 3-4-13. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌 참굴 밀도별 생존율	148
Fig. 3-4-14. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌 참굴 밀도별 폐사율	149
Fig. 3-4-15. 창리 시험어장 갯벌참굴의 각장, 각고와의 관계	149
Fig. 3-4-16. 창리 시험어장 갯벌참굴의 각폭, 각고와의 관계	150
Fig. 3-4-17. 창리 시험어장 갯벌참굴의 전중량, 각고와의 관계	150
Fig. 3-4-18. 진산리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀로별 각고 성장	154
Fig. 3-4-19. 진산리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀로별 각장 성장	154
Fig. 3-4-20. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 전중량 변화	155
Fig. 3-4-21. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 생존률	155
Fig. 3-4-22. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 폐사율	156
Fig. 3-4-23. 진산리 시험어장 갯벌참굴의 각고, 각장과의 관계	156
Fig. 3-4-24. 진산리 시험어장 갯벌참굴의 각폭, 각고와의 관계	157
Fig. 3-4-25. 진산리 시험어장 갯벌참굴의 각고와 전중량의 관계	157
Fig. 3-4-26. 원산도 시험어장 갯벌참굴의 각고, 각장, 전중량의 변화	159
Fig. 3-4-27. 원산도 시험어장 갯벌참굴의 생존률과 폐사율	159

Fig. 3-4-28. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 각고 성장 비교	160
Fig. 3-4-29. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 각장 성장 비교	161
Fig. 3-4-30. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 진중량 비교	161
Fig. 3-4-31. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 생존률 비교	162
Fig. 3-4-32. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 폐사율 비교	162
Fig. 3-4-33. 시험어장에서 성장 중인 갯벌참굴	163
Fig. 3-5-1. 굴의 주요 유통경로	169
Fig. 3-5-2. 월별 산지가격 추이	171
Fig. 3-5-3. 굴 월별 도매가격 동향	172
Fig. 3-5-4. 굴 월별 소매가격 동향	172
Fig. 3-5-5. '92~'10년 수출 추이	175
Fig. 3-5-6. 연도별 월별 수출량 추이	177
Fig. 3-5-7. 지정해역 고시 절차	180
Fig. 3-5-8. '92~'10년 신선굴 수출 추이	182
Fig. 3-5-9. '92~'10년 냉동굴 수출 추이	183
Fig. 3-5-10. '92~'10년 냉동굴 국가별 수출 추이	183
Fig. 3-5-11. '92~'10년 건조굴 수출 추이	184
Fig. 3-5-12. '01~'10년 건조굴 국가별 수출 추이	184
Fig. 3-5-13. '92~'10년 통조림굴 수출 추이	185
Fig. 3-5-14. '01~'10년 통조림굴 국가별 수출 추이	185
Fig. 3-5-15. 신선굴 생산과정	186
Fig. 3-5-16. 냉동굴 생산과정	187
Fig. 3-5-17. 건조굴 생산과정	188
Fig. 3-5-18. 통조림 굴 생산과정	189
Fig. 3-5-19. 굴의 주요국 수출 추이	190
Fig. 3-5-20. 연도별 일본 굴 생산현황	199
Fig. 3-5-21. 미야기현 생산이력제 시스템	201
Fig. 3-5-22. 굴의 유통경로	204
Fig. 3-5-23. 일본 생식용 각굴 유통라벨 샘플	205
Fig. 3-5-24. 생식용 반패각 냉동굴 가공과정	212
Fig. 3-5-25. 굴 수입실적	213
Fig. 3-5-26. 굴 수출실적	214

Fig. 3-5-27. 중국 생굴 생산출하체계 및 출하비중	219
Fig. 3-5-28. 장태무이 일본요리점 현황	223
Fig. 3-5-29. 잔강 굴 주제 술집	223
Fig. 3-5-30. 2001~2009년 굴 수입 현황	224
Fig. 3-5-31. 프랑스 수산물 유통경로	231
Fig. 3-5-32. 월별 소비량 분석표 ('96년 이후 10년 평균)	233
Fig. 3-5-33. '05~'09년 미국 굴 생산량	234
Fig. 3-5-34. 미국 굴 주요 생산지역	235
Fig. 3-5-35. 굴 유통경로	238
Fig. 3-5-36. Oyster Bar 주요 메뉴	241
Fig. 3-5-37. 미국 굴(신선·냉장·냉동) 수출동향	243
Fig. 3-5-38. 미국 수산물이 사용하는 인증마크	247
Fig. 3-5-39. 한국산 굴과 미국산 굴 비교시식 실시	248

제 1 장 갯벌참굴 연구개발 과제의 개요

굴과(Ostreidae)에 속하는 종류는 전 세계적으로 100여종 이상이 있고, 그 중 산업적으로 중요한 종은 20여종이 있다. 참굴은 일반적으로 ‘굴’ 또는 ‘석화’ (바위꽃)라고도 부르며, 학명은 *Crassostrea gigas*(Thunberg, 1793), 영명은 Pacific oyster, 일명은 마가키(magaki)로 부른다. 참굴은 굴류 중에서 세계적으로 가장 중요한 산업종으로 대표적인 난생종(암수가 다른 자웅이체로 해수에서 정자와 체외수정)이다. 참굴의 세계적 주산지는 우리나라 전 연안과 일본 및 중국연안, 발해(북위 30~45도)이며, 홍콩과 캄차카 반도에도 분포한다. 최근에는 미국의 태평양 연안과 프랑스, 오스트레일리아까지 참굴이 이식되어 양식되고 있다.

굴은 바다의 우유라고 불릴 만큼 영양가가 높을 뿐만 아니라 영양적인 균형이 잘 잡혀 있다. 특히 가을부터 겨울 사이에 많이 축적되는 글리코젠은 인체에 흡수되면 포도당이 되어 에너지의 공급원이 되므로 소화가 빠르다(柳, 1979). 이와 같이 굴은 식품으로서 가치가 높기 때문에 세계적으로 그 수요가 매년 증가하고 있다.

우리나라의 굴양식은 1897년경 함경남도 원산만에서 처음 양식이 시작된 이후 1907년경부터 양식체계를 갖추기 시작하였으며, 1930년대에는 수하식 양식이 보급되면서 각 지역에 적합한 양식방법이 확립되어갔다. 이후 본격적인 굴양식 산업화는 1960년대부터 국가적인 어업 소득증대 사업의 일환으로 잡는 어업에서 기르는 어업으로 정부정책이 전환함에 따라 급격히 장려되었으며, 이때의 굴양식 산업은 수출비중이 높아 국가산업 경제는 물론 고용창출에 큰 역할을 담당해왔다.

2000년대에 들어서도 우리나라는 세계 최대 생산국인 중국(350만톤, 2009년) 다음으로 많은 생산량을 보이고 있으나 위생적으로 가공 처리된 중국제품이 세계시장을 급속히 잠식하면서 수출량이 크게 줄어들고 있다.

우리나라의 굴 생산량(껍데기 포함)은 1962년에 56천톤이던 것이 2007년에 350천톤으로 최대치를 보인 후 2010년에는 290천톤(일본 210천톤, 2009년)을 유지하고 있다(Fig. 1-1). 2010년의 생산량은 290천톤(알굴 기준 32,925톤)으로 수하식 양식이 267.8천톤, 자연산 생산(투석식 등)이 22.7천톤으로 나타났다. 이는 우리나라 전체 양식패류 생산량의 75.3%를 차지하는 것으로 국내 양식수산물 중 가장 중요한 품종이다. 굴 생산금액은 2000년 962억원에서 2010년에는 1,933억원(양식생산 1,698억원, 자연산 생산 235억원)으로 증가하였으며, 2010년의 굴 출하 형태는 수하식 양식산은 59.6%가 계통 출하된 반면 자연산은 4%만이 계통 출하되고 있다. 지역별 굴 생산량은 투석식 등 자연산 생산에 의존하고 있는 서해안은 전체생산량의 약 6% 미만을

접하는 것으로 여겨지며, 생산량의 94% 이상은 주로 남해안에서 수하식 등으로 생산되고 있다(Fig. 1-2).

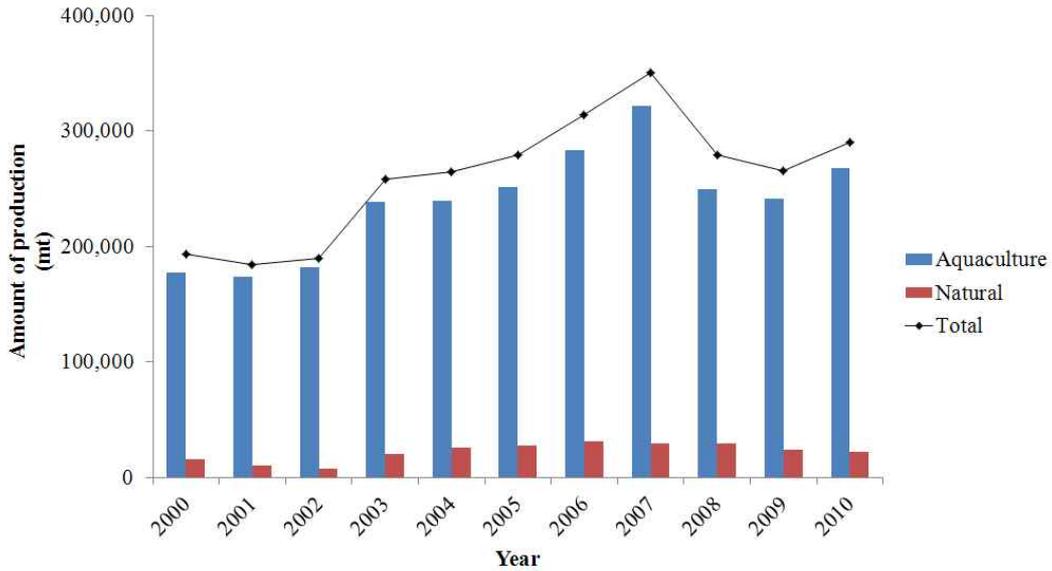


Fig. 1-1. 우리나라의 연별 양식산 및 자연산 굴 생산량.

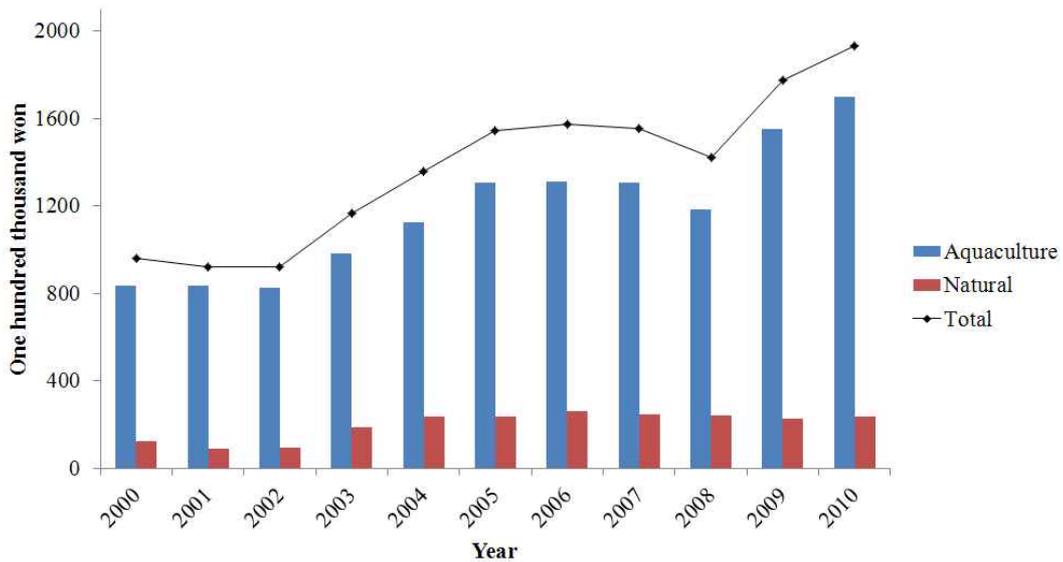


Fig. 1-2. 우리나라의 연별 양식산 및 자연산 굴 생산금액.

한편, 지난 5년간(2006~2010년)의 우리나라 굴 생산량(껍데기 포함) 추세는 265천톤~350천톤(평균 300천톤) 범위로 더 이상 증가되지 않고 있으며, 현재 여건으로 보

아 금후의 생산량 수준은 연간 300천톤 이하가 유지될 것으로 예측된다.

우리나라의 굴 수출은 대부분 남해안에서 수하식 양식으로 생산(2010년 알굴 생산량 32,925톤)된 것이며, 알굴 형태의 냉동굴과 훈제, 통조림 등의 수출량은 2000년 16,827톤(100,432천불)에서 고점을 보인 후 매년 감소하여 2005년에는 8,157톤(44,938천불)로 크게 감소하였다(한국무역협회, 2011). 2010년에는 7,422톤(53,950천불)으로 2006년 이후 낮은 수준에서 안정된 모습을 보이고 있으며, 2010년의 제품별 수출량은 냉동굴 5,942톤(33,351천불), 건조굴 713톤(14,791천불)로 나타났다. 굴의 수입량은 2000년 368톤(382천불)에서 2008년에는 7.6톤(35천불)으로 감소되었으며, 2010년에는 27톤(148천불)을 나타내고 있다(Table 1-1).

Table 1-1. 연별 굴 수출 및 수입현황

(자료 : 한국무역협회)

구 분		연 도						
		2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
수 출	중량(톤)	16,827	8,157	7,766	5,378	6,067	5,260	7,422
	금액(천불)	100,432	44,938	42,576	28,517	33,607	31,105	53,950
수 입	중량(톤)	368	175	674	785	7.6	69	27
	금액(천불)	382	201	1,273	1,213	35	288	148

우리나라의 참굴 수하식 양식은 1990년대 이후 연작과 밀식에 의한 어장의 노화와 수질환경 악화로 자연채묘 부진 및 품질저하 등의 열성화가 진행되어 생산성을 떨어뜨리는 가장 큰 요인이 되고 있다. 투석식 등의 자연산 굴도 기후환경 변화에 의한 성장부진과 폐사가 증가하고 있으며, 어촌의 고령화로 금후 4~5년 이후에는 채취인력의 부족에 의해 일시에 대량수확이 곤란한 상황에 직면할 수 있다.

굴양식 산업의 경쟁력 향상을 위해서는 질병과 폐사에 강하며, 성장과 맛 등 상품성을 향상시킬 수 있는 고품질, 고부가가치 양식방법으로의 개선이 필요하다. 품질 고급화 및 고부가가치 전략으로는 수하식 양식과 자연산 굴양식의 특성 및 장점을 활용한 갯별참굴 등의 새로운 친환경 양식방법의 도입이 필요하다.

갯별참굴은 참굴 우량 모패를 사용하여 번식과정에서 소모되는 에너지를 성장에 최대한 이용하게 함으로써 기존의 자연산 굴에 비해 성장속도와 크기가 우수한 굴로 만들어 사계절 모두 식용으로 이용할 수 있도록 염색체 수를 배가하여 만든 굴이다.

갯별참굴 양식은 물속에 잠긴 상태로 양식하는 수하식과는 달리 개펄 위에 평상

(폭 1.1m × 길이 2.65m × 높이 0.6m)처럼 지주를 세우고 그 위에 하나하나씩 분리시킨 새끼 굴(각고 1~3 cm 내외)을 플라스틱 주머니 등에 넣어 기르는 친환경 양식방법으로 조석간만의 차가 큰 우리나라 갯벌에서 고품질의 양식이 가능한 경쟁력을 지니고 있다. 또한 육질의 비만시기를 조절할 경우 수하식 굴과의 상품출하시기의 중복을 피할 수 있고, 개체 굴 형태로 암반 자연산 굴의 특성을 함께 지니고 있어 고품질의 상품생산이 가능하여 경제적 부가가치를 높일 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 갯벌의 친환경 양식에 적합한 「갯벌참굴」의 중간육성 및 양식기술을 개발하고, 갯벌참굴의 명품화를 위한 가공·유통기술개발과 수출을 통한 어업인의 소득을 향상시키는 데 있다. 이를 위해 갯벌참굴의 전 과정을 미흡 기술개발과 병행, 시범 추진하고, 국내외 수요를 조사·분석하여 효율적인 갯벌참굴의 양식산업 모델을 개발할 계획이다. 이를 통해 세계 유수의 갯벌을 지니고 있으면서도 활용도가 낮은 갯벌의 이용도를 높여 갯벌참굴을 갯벌산업의 핵심 대표품종으로 육성하고자 한다.

제1절 연구개발의 목적

- 갯벌의 친환경 양식에 적합한 「갯벌참굴」 종묘의 대량 중간육성 및 양식기술 개발
- 갯벌참굴의 고부가가치 명품화를 위한 가공·유통기술개발
- 갯벌참굴의 산업화 정착에 필요한 전 과정에 대한 미흡기술개발 및 시범사업 (Pilot 사업) 추진을 위한 기반조성기술 등 갯벌참굴 양식산업의 최적화 모델개발
- 갯벌참굴의 국내 외 수요분석, 수출시장 여건조사 및 단계별 수출전략 수립을 통한 어업인 소득 향상

제2절 연구개발의 필요성

- 우리나라 갯벌은 1990년대 이후 새만금, 인천공항 건설 등 간척·매립으로 최근 10년간 갯벌면적의 20%(810.5km²)가 감소되어 갯벌패류 생산량이 1990년 125,334톤에서 2008년에는 43,593톤으로 65.2%가 감소되는 등 고생산성 갯벌 어장의 훼손이 심각한 상황이다.
- 또한 방치된 폐염전과 축제식 양식장이 2,600 ha에 이르고, 어촌계 공동어장의 미이용 유허갯벌이 급증하고 있다. 이에 더해 기후변화와 환경오염에 의한 갯벌 양식장의 생산성이 저하되고 대량폐사가 상습화 되고 있으며, 백합 등 국민 기호품종의 일부는 멸종위기에 직면하고 있다.

- 특히 2007년 12월 허베이스피리트호 유류오염 피해로 갯벌을 생계수단으로 하는 고령화 어촌(2007년 42.1%)의 생업유지를 위한 안정된 소득원 마련과 갯벌의 고도 이용 및 고부가가치 창출을 위한 신개념의 개발요구가 증대되고 있다.
- 정부는 그동안의 매립·간척 위주의 갯벌정책을 지양하면서 관습적이고 비생산적인 어장관리 제도를 개선, 갯벌의 보전과 소득향상을 동시에 연계시킬 수 있는 차세대의 갯벌 친환경 고부가가치의 새로운 성장 동력사업으로 「신갯벌어업 프로젝트」를 추진하고 있다.
- 고부가가치의 친환경 「갯벌참굴」양식은 미이용 유향 갯벌의 활용을 가능하게 할 뿐만 아니라 어촌의 고령화에 대응한 고소득의 창출 및 수출을 통한 어업인 소득의 개선이 가능할 것으로 기대된다.
- 따라서 방치된 갯벌의 경제적 활용도 증진 및 매년 반복된 폐사로 막대한 손실을 입고 있는 어촌계 양식장의 대체품종 개발과 허베이스피리트호 어장복원 사업 등 신갯벌 어업의 효율적 추진을 위해서는 고부가가치의 갯벌참굴 산업화 양식 기술개발이 시급히 요구되고 있다.

1. 기술적 측면

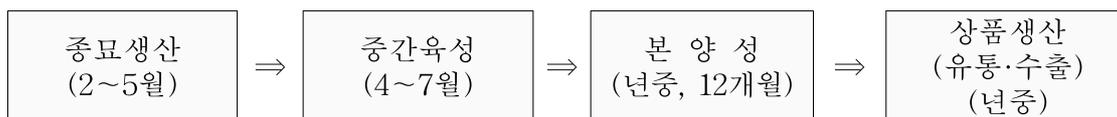
갯벌참굴의 대량생산 및 소비국인 프랑스는 실외에서 대량의 갯벌참굴 중간종묘를 생산 공급(연간 약 150억 개)할 수 있는 종합 시스템이 개발되어 산업화가 확립되어 있음. 그러나 국내에서는 단 1개 업체만이 소량(약 5,000만 개)의 실내 인공종묘 생산시스템만 갖추고 있어 우량종묘 공급량이 절대적으로 부족한 상황이며, 갯벌참굴 양식산업의 국제경쟁력 확보와 고부가가치 산업으로의 정착을 위해서는 2020년까지 연간 20억개의 중간종묘를 생산할 수 있는 기술개발이 시급히 이루어져야 한다. 갯벌참굴 종묘를 대량생산하기 위해서는 모패의 조기성숙 유도, 유생 및 종묘 관리기술, 부착기 종묘를 날개로 부착기질에 착저시키는 기술 등 종묘생산 기술뿐만 아니라 고밀도 먹이생물 배양기술이 뒷받침 되어야 한다.

실내 인공종묘 생산시설에서 수정란으로부터 각고 1~3 cm까지 성장시키기 위해서는 초대형 먹이생물 배양시설, 성장 단계별 종묘 선별 및 분산작업에 필요한 수조 시설, 해수 및 산소공급시설, 온도조절 시스템, 전문 관리인력 등 막대한 자금과 시설이 소요되므로 자연환경을 최대한 활용하여 저비용으로 대량생산(연간 종묘생산 20억개 이상)할 수 있는 종묘 중간육성 시설 및 관리기술의 개발이 시급하다.

중간육성장 및 양식장의 적지선정에 필요한 갯벌 환경지표들을 최신 환경관측 및 평가기법을 이용하여 확립함으로써 갯벌참굴 양식의 생산성 향상 및 안정적 정

착을 위한 최적의 적지선정 매뉴얼이 작성되어야 하며, 이를 위해서는 최소 3년간의 지속적인 연구가 필요하다.

Table 1-2. 갯벌참굴의 생산·유통과정



따라서 갯벌참굴의 안정적인 대량 생산과 수출산업화 육성을 위해서는 아직까지 연구가 이루어지지 않은 우량 중간육성 종묘의 대량생산 기술 및 양성기간의 단축, 고품질의 상품생산 기술개발 전략이 필요하다(Table 1-2).

2. 사회·경제적 측면

수산물의 중요성은 국민 단백질 공급차원을 넘어 식량안보 차원에서 그 중요성이 증대되고 있다. 중국의 경우 2007년부터 국가차원에서 농수산물 수출을 규제하기 시작하였으며, 수산물의 수출 통제가 심화될 경우 곡물과 함께 수산물의 무기화 가능성을 배제할 수 없다. 이러한 상황에 대비하여 전 세계 각국은 기존의 잡는 어업에서 고부가가치의 증양식 어업으로 전환 중에 있으며, 우리나라도 고령화(2007년 60세 이상 어가인구 42.13%) 시대에 대응한 고부가가치 수산물의 대량생산(신갯벌 어업 육성 정책)에 심혈을 기울이고 있다. 정부의 신갯벌 어업 정책은 어촌의 인구 감소와 고령화 문제를 해소하고 저노동 고효율의 획기적인 어업방법으로의 전환을 통해 젊은 세대의 어촌정착(歸漁)을 안정적으로 유도할 수 있을 것으로 평가된다.

신갯벌 어업정책의 핵심품종인 갯벌참굴 양식은 기존의 갯벌양식 대상종인 바지락, 백합 및 투석식 굴양식 어장으로 활용이 어려운 갯벌에서도 양식이 가능하다. 또한 기존의 수하식 양식 굴과는 달리 연중 생식이 가능하여 사계절 채취 판매가 가능한 장점이 있어 대량생산시에도 수하식 양식굴과의 국내 소비시장 및 수출경쟁 가능성이 매우 높다. 상품 출하는 95% 이상이 수출위주로 생산되며, 전량 생식용으로 유통된다(Table 1-3).

특히, 갯벌참굴의 식품안전성 확보 및 대외 수출을 확대를 위해 Pilot 생산단지 등 대단위 생산해역을 국가에서 위생해역으로 지정시에는 갯벌참굴의 종주국인 프랑스를 비롯한 일본, 홍콩, 미국 등에 수출이 가능하여 고령화 어촌사회에서 안정적인 소득원 창출이 가능한 고부가가치 품종이다. 이를 위해서는 갯벌참굴의 품질관리 기준 마련과 가공·유통기술의 정착이 필요하다.

Table 1-3. 갯벌참굴과 남해안 수하식 굴의 특성 비교

구 분	갯벌참굴 (수평망 양식)	남해안 굴 (수하식 양식)	비 고
생산성	38톤(132백만원)/ha 378,000개/ha	51톤(34백만원)/ha	패각 포함
상품출하	수출 95%, 내수 5%	수출 22%, 내수 78%	
주 출하시기	연중(여름에도 출하)	12~3월	
출하시장	백화점, Oyster bar	일반시장, 백화점 등	
소비행태	생식용	김장용 또는 생식용	시장 중첩 없음
소득 수혜자	영세어업인	기업 또는 개인사업자	
개발전략	신갯벌어업 핵심 품종 육성	고품질화 및 생산성 향상	
기대효과	갯벌자원의 효율적 활용에 의한 신규소득 창출	갯벌참굴과 동반 가격 상승	

갯벌참굴은 패각을 제거하지 않고 소비자에게 공급이 가능할 뿐만 아니라 일반 굴보다 유통기간을 연장(보관온도 5℃, 유통기간 7일) 시킬 수 있어 상품성 및 건강 기능성 기호식품으로 정착이 가능하겠으며, 소비 정착의 안정화를 위해서는 체계적이고 종합적인 연구가 필요하다.

갯벌참굴의 산업화 양식기술개발이 정착될 경우 2020년까지 연간 15억개의 상품 생산이 가능할 것으로 예측되며, 부문별 효과는 생산자 소득 5,250억원(350원/개), 수출소득(생산량의 95% 수출, 800원/개)은 11,400억원(10.8억 달러)에 이를 것으로 추정된다(Table 1-4). 수출용 고급 갯벌참굴은 미국 및 유럽연합(EU)국가는 1개의 중량이 50g 이상, 일본은 70~100g, 우리나라는 100g 이상의 대형크기를 선호한다. 국내에서 150g 이상 크기의 고품질 갯벌참굴은 가공 포장하여 1개당 700~1,500원 이상의 고가로 수출 또는 백화점에 출하되고 있어 FTA에 대응 가능한 차별화된 수출경쟁력을 지니고 있다.

Table 1-4. 연별 갯벌참굴 수급 계획

구 분	연별 생산계획 (80~200g/개)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
합 계	어장면적 (ha)	29.2	50	100	200	500	1,000	2,000	3,000	3,500	3,968	3,968
	생산량 (백만개)	3.0	11.0	18.9	37.8	75.6	189	378	756	1,134	1,323	1,500
<input type="checkbox"/> 갯벌참굴 어장 소요면적 : 5,952 ha(연간 실제운영 3,968 ha+출하대기어장 1,984ha) 양식기간 : 12개월												

갯벌참굴 산업의 고용창출 효과는 13,311명으로 양식장 관리(1ha 2명 기준)에 7,936명(3,968 ha), 가공 및 포장 3,125명(1인 1일 포장처리 능력 2,000개×240일 조업/15억개), 유통 2,250명(국내유통 100명, 수출유통 150명, Oyster 프랜차이즈 200개소×10명) 등이다. 한편, 가공공장 수는 1개 업체에서 연간 2억개 처리시 8개, 3억개 처리의 경우 5개 업체가 필요하다.

3. 문화적 측면

갯벌의 생태적·심미적 가치에 대한 일반국민의 인식 증진에 따라 갯벌의 보전 및 생태체험에 대한 노력은 크게 증가하고 있는 반면, 갯벌에서 생계를 영위하는 어업인의 소득원 개발노력은 미흡하다. 이 때문에 어촌 정주권을 떠나는 청년어업인이 증가하면서 어촌의 고령화가 빠르게 진행되고 있어 고부가가치의 증양식 산업을 통한 어촌사회의 안정화 대책(歸漁 등) 마련이 시급하다.

참굴은 세계 10대 수산물 중의 하나로 공통적으로 생굴(활굴)을 선호하고 있는 미국, 프랑스, 일본, 호주, 스페인, 영국 등에서 많은 소비가 이루어지고 있다. 이들 국가는 국민소득이 2만불 이상으로 보건상 안전한 갯벌생굴의 소비문화가 형성되어 있으며, 프랑스의 경우 어촌소득의 핵심적 역할을 수행하고 있어 젊은 세대의 어촌 정착(歸漁)이 빠르게 진행되고 있다(Fig. 1-3, Fig. 1-4).

참굴은 글리코젠, 광물질, 비타민류 및 단백질 등 각종 영양소를 함유하고 있어, 영양가가 높을 뿐만 아니라 영양적인 균형이 골고루 이루어져 있는 식품이다, 즉, 단백질에 로이신, 티로신 등 18종 이상의 아미노산 성분을 함유하고 있으며, 타우린이나 메티오닌 등과 같은 유효 성분이 함유되어 있다. 가을부터 겨울 사이에 많이 축적되는 글리코젠은 인체에 흡수되면 곧바로 포도당으로 변해 에너지의 공급원이 되고 소화를 빠르게 하기 때문에, 환자나 노인, 유아 및 임산부 등에게 이상적인 식품일 뿐만 아니라 몸속에 있는 중금속(납)을 배출해 주는 아연이 많이 들어 있다. 일반적으로 다른 식품은 날것으로 먹을 경우 육질에 함유된 비타민 B₁을 파괴하는 비타민 분해 효소를 가지는 경우가 많지만, 굴은 이와 같은 것을 가지지 않기 때문에 날것으로 먹어도 좋다.



Fig. 1-3. 갯벌참굴 Oyster bar(프랑스, 뉴욕)



Fig. 1-4. 우리나라의 갯벌참굴 Oyster bar와 aT센터 시식회

제 2 장 국내의 기술개발 현황

제1절 국내 기술개발 현황

국내에서 갯벌참굴 양식 기술개발은 1997년 민간기업인 (주)씨에버에서 시작되었으며, 2000년에 갯벌참굴의 종묘생산 및 시험양식에 성공하여 2003년부터는 자체생산 체제에 돌입하였다(Fig. 2-1). 개발 초기의 갯벌참굴 양식은 지금까지의 보편화된 수하식 및 투석식 양식과는 전혀 다른 양식방법으로 어업면허 규칙에 포함되지 않아 갯벌어장의 확보가 어렵고, 시설비용이 커 어촌계 등의 보급이 어려웠다. 또한, 생식 소비문화가 활성화되지 않아 고품질 갯벌참굴의 대량생산이 가능하였으나 관심의 대상이 되지 못하다가 서해안 유류피해(2007. 12월) 및 갯벌패류의 대량폐사, 갯벌유휴어장의 급격한 증가와 생산성 저하, 어촌의 고령화에 따른 항구적인 고부가가치 소득원 확보를 위해 정부의 신갯벌 어업 정책사업으로 추진되고 있다.

갯벌참굴의 산업화양식 정착을 위해서는 2020년까지 연간 20억개의 종묘생산과 15억개의 상품생산이 필요하나 현재 민간기업의 종묘생산 공급량이 연간 5,000만개 수준에 불과하여 종묘의 대량생산 및 중간육성 종묘(연간 20억개) 확보 기술개발이 시급하며, 수출을 위한 명품화 양식기술 및 가공·유통기술개발이 시급한 상황이다.

농림수산식품부의 「신갯벌 어업 프로젝트」는 보전가치가 낮거나 생산성이 저하된 갯벌 및 2007년 12월 서해안 유류피해어장에 대한 환경복원과 연계한 신 개념의 친환경 고부가가치의 갯벌 명품화 전략이다.

신 갯벌어업은 ① 갯벌어장의 활용 및 새로운 관리제도(기술, 자본, 어장 개방, 유통·가공, 수출 등)를 도입하여 기존의 고착화된 사고에서 벗어난 차별화된 고부가가치 경쟁력의 전략품종을 육성하고 ② 갯벌을 지속적으로 보전하면서 생태적으로 보전가치가 낮은 유희갯벌과 기존의 생산성이 낮은 갯벌양식장을 명품 수산물 수출산업 단지(Pilot Project 등)로 조성하여 품목에 따라 1조원 이상의 소득을 창출할 수 있도록 하는 창조적 역발상의 전략이다.



Fig. 2-1. 갯벌참굴 생산과정

제2절 국외 기술개발 현황

최근 들어 전 세계적으로 갯벌을 소유하고 있는 프랑스와 미국, 호주 등의 선진 G20 국가들 중에는 어획자원이 줄어들면서 점차 잡는 어업에서 기르는 양식어업으로 빠르게 전환하고 있으며, 특히 갯벌을 통한 친환경 고부가가치의 첨단 생물산업 육성에 심혈을 기울이고 있다.

미국의 경우 갯벌참굴의 인공종묘 생산기술과 중간육성 종묘생산기술이 개발되어

있으나 대량생산에 임하지 못하고 있으며, 인공종묘생산 기술 분야는 우리나라가 미국에 비해 앞서 있다.

유휴방치 갯벌을 활용하여 갯벌 양식산업에 성공한 프랑스의 경우 갯벌에서 참굴 1품종으로만 생산자 가격 기준으로 연간 약 2조 2500억원의 소득을 올리고 있으며, 갯벌참굴의 유통분야에서는 연간 20조원에 달하는 부가가치 효과로 고품화 진행에도 불구하고 젊은 인력이 대거 어촌으로 유입되고 있으며, 남아프리카공화국은 프랑스로부터 갯벌참굴 양식방법을 도입하여 생산된 굴을 일본에 수출하고 있다.

프랑스의 갯벌참굴 양식면적은 18,000 ha에 달하나 고밀도 시설(프랑스 노르망디 1,200 set/ ha, 한국 540 set/ ha) 기준을 적용할 경우 32,000 ha에 해당한다. 갯벌참굴의 연간 생산량은 103억개(1ha 당 144만개, 크기 66~85 g, 양식생산주기 2.5년)에 이르며, 생산비율은 소형(80 g) 40%, 중형(100 g) 30%, 대형(150 g) 30%이다. 1 ha당 사용 양성망은 프랑스가 6,000개(한국 2,700개), 1망당 수용개체 240개(한국 200개), 어장면적대 시설비율은 33%(한국 15%)에 이른다. 프랑스 마렌느올레옹 양식장(Fig. 2-2)의 규모는 5,100 ha로 기수역 갯벌 2,100 ha, 해수역 갯벌 3,000 ha에 이른다. 프랑스에서 갯벌참굴의 판매유통 가격은 700~1,200원내외로 지역별 운송조건이나 굴의 크기, 상품의 품질별로 차이가 다양하다.



Fig. 2-2. 프랑스의 대규모 갯벌참굴 양식장 및 중간종묘 생산시설

제3절 향후 전망

전 세계적으로 갯벌참굴 양식이 가능한 지역은 세계 5대 갯벌국인 우리나라를 비롯하여 프랑스와 미국, 베트남, 오스트레일리아, 남아프리카공화국 등으로 한정된다.

그 중에서 우리나라 서해안 갯벌은 청정갯벌의 기능을 지니면서도 강으로부터 유입되는 풍부한 영양염과 먹이생물은 물론 갯벌이 함유한 필수 미량원소와 적정 노출시

간 등 최고의 양식환경 여건으로 맛과 향은 물론 영양면에서 세계 최고품질의 국제 경쟁력을 지니고 있다.

프랑스의 생식용 개체굴은 연간 40~50억개가 소비되며, 넙적굴은 해마다 2억개가 부족, 해외에서 수입하고 있다. 또한 프랑스와 EU, 미국, 일본, 호주, 캐나다, 러시아 등지에서 Oyster 전문 고급 레스토랑이 급속히 확산되고 있으며, 전 세계적으로 6,000개소의 Oyster bar가 운영되고 있어 대량생산시 시장성 확보가 가능하다.

프랑스는 갯벌참굴의 대량생산에도 불구하고 자체 갯벌참굴 수요량의 10~15%가 부족하다. 특히 프랑스는 어장 노화(200~300년)로 신규어장 확보가 어려워 금후 생산감소가 예상되며, 이에 따라 우리나라가 세계 갯벌참굴의 주요 생산 및 수출시장으로 부상이 예상된다.

우리나라에서 갯벌참굴 양식산업화가 정착될 경우 2020년까지 연간 15억개의 상품생산(어업인 소득 5,250억원, 수출 10.8억 달러)과 FTA에 대응한 차별화된 수출경쟁력을 확보할 수 있음은 물론 품질면에서도 갯벌참굴 종주국인 프랑스에 비해 월등히 우수하여 전세계 100억개 이상에 이르는 갯벌참굴 시장확보의 경쟁력 우위가 가능하다.

따라서 방치된 갯벌의 경제적 활용도 증진 및 매년 반복된 폐사로 막대한 손실을 입고 있는 어촌계 양식장의 대체품종 개발과 허베이스피리트호 어장복원 사업 등 신갯벌 어업의 효율적 추진을 통한 고령화 어촌사회의 항구적인 소득향상이 가능해질 것이다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제1절 갯벌참굴 양식장 환경조사

1. 서론

2007. 12월 허베이 스피리트호의 유류오염으로 막대한 경제적 피해를 입은 태안 지역 어촌과 지역사회의 재도약을 위해 갯벌을 활용한 새로운 양식이 절실하다.

참굴 *Crassostrea gigas* 은 분류학상 연체동물門, 이매패類, 익각目, 굴科에 속하며 전 세계적으로 3속, 100종 이상이 분포하고 있다(유, 1998).

우리나라에는 전 연안에 참굴, 남해에 강굴(*Crassostrea rivularis*), 동해남부와 남해안에 바윗굴 (*Crassostrea nippona*), 남해안과 서해안에 털굴(*Crassostrea echinata*) 그리고 동해남부, 남해안, 서해안에 벗굴(*Ostrea denselamellosa*)등이 서식하나 이중에서도 상업적으로 가장 중요하게 양식되고 있는 종은 참굴이다. 이에 수하식 양식 방법 이외의 집양적 양식방법에 대한 굴 수평망식 양식기법 개발연구를 실시하고 있으며, 또한 우량 종묘인공종묘 생산에 대한 중간육성 기술개발도 병행하여 시도하고 있다. 따라서 본 사업은 우리나라 충남 태안, 서산 지역의 환경 조사 및 먹이 생물 조사, 수평망식 참굴의 생존율, 성장률 등을 조사하여 수평망식 양식을 위한 참굴의 기초 생물학적 자료를 얻고자 하였다.

2. 재료 및 방법

갯벌참굴 시험을 위한 시험어장 환경조사는 충남 서산시 부석면 창리(갯벌, St. 1, 해면, St. 2)와 태안군 남면 진산리(갯벌, St.3), 보령시 오천면 원산도리(해면, St. 4)에서 수행되었다. 서산시 창리는 천수만 내측(내만형)에 위치하며, 서산 A·B지구의 담수 영향을 많이 받는 지역으로 영양염류가 풍부하나 계절적으로 수온 변동 폭이 크고, A·B지구에서 담수 방류시 염분농도 차가 큰 지역이다. 남해포에 위치한 태안군 남면 진산리는 내만과 외해의 중간해역에 위치하며, 보령시 원산도리는 천수만 입구의 외해에 면한 곳으로 수온 및 염분 변동 폭이 다른 곳에 비해 안정된 곳이다.

조사정점은 태안군 남면 진산리 1개 정점(갯벌), 서산시 부석면 창리 2개 정점(해면, 갯벌), 충남 태안군 원산리 1개 정점(해면)으로 총 4개의 정점에서 수온, 염분, 용존산소, pH, 영양염, 먹이생물, 퇴적물 등을 조사하였다(Fig. 3-1-1).

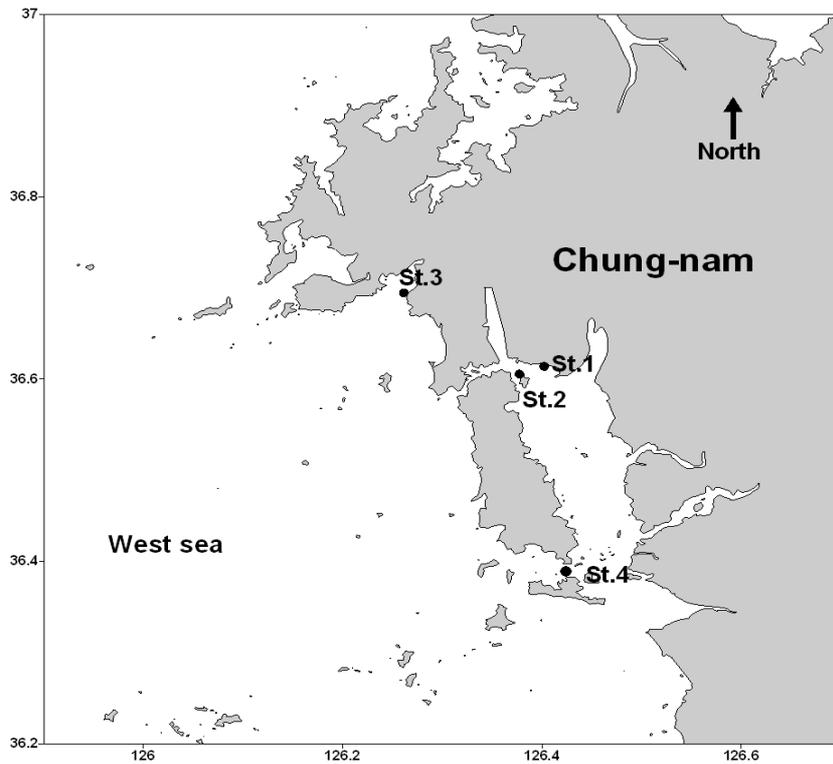


Fig. 3-1-1. 연구지역의 위치도

가. 기온

기온은 태안군 남면 진산리 정점에 인접한 안흥 지역의 매월 기상자료(국립 기상청자료, 2010, 2011)를 인용하였으며, 일별 평균 기온을 나타내었다.

나. 수온, 염분, 용존산소

수온과 염분, 용존산소는 수질측정기(YSI-150)를 이용하여 시험시설물이 완전히 해수에 잠긴 시점에서 수온은 0.1℃까지, 염분은 0.1 ppt, 용존산소는 0.01 mg/L까지 측정하였다.

다. pH

pH는 pH meter(ORION 4 STAR)를 이용하여 시험시설물이 완전히 해수에 잠긴 시점에서 0.01까지 측정하였다.

라. 부유물질

부유물질 시료는 창리와 진산리 갯벌 시험어장 주변 해수를 측정하였다. 부유물질의 경우 500 ml 해수를 채수하여 미리 무게를 달아놓은 GF/F여과지(GF/F, 0.45 μm)로 여과한 후, 건조기에서 2시간 동안 건조하여 함량을 구한 다음 건조 전후의

무게 차이로 계산하였다.

마. 함수율

함수율은 창리와 진산리 갯벌 시험어장 주변의 퇴적물을 계절별로 채취 후 실험실로 가져와 함유하고 있는 해수와 구성입자와의 무게비로 측정하였으며, 채취한 퇴적물 시료의 무게를 잰 후 110°C oven에서 8~24시간 건조시킨 후 건조기 안에서 냉각 후 무게를 측정 하였다.

바. 유기물 함량(감열감량)

표층 퇴적물의 유기물 함량은 계절별로 창리와 진산 갯벌 시험어장의 주변 표층 퇴적물을 채취하여 110°C oven에서 8시간 이상 건조시킨 시료 약 1g의 무게를 재고 도가니에 넣어 전기로에서 550°C로 2시간 동안 태운 후 건조통에 넣고 실온에서 냉각 후 무게를 재고, 무게 손실량을 원래 무게에 대한 백분비로 계산하였다.

사. 입도분석

퇴적물 시료는 창리와 진산 갯벌 시험어장 주변의 퇴적물을 계절별로 cancore (면적:0.025 m²)를 이용하여 시료를 채취한 후 초저온 냉장고에 보관하였다. 채집된 퇴적물 시료는 염산(HCl)과 과산화수소(H₂O₂)를 이용하여 유기물과 탄산염을 제거 후 쇄설성 퇴적물은 4 φ(0.064 mm) 체를 이용한 습식체질(wet sieving)에 의해 조립질 시료와 세립질 시료를 분리하였다. 조립질 시료는 오븐에서 건조한 후 진탕기(ro-tap sieve shaker)를 이용하여 15분 동안 체질하여 입도별 무게를 구하였다. 4 φ 이상의 세립질 시료는 전체를 대표하는 2 g을 300 ml의 0.1% 확산제(calgon) 용액에 넣고 시료전체를 섞어 균일하게 분산시킨 후 Sedigraph 5100을 이용하여 1 φ간격으로 분석하였다.

아. 영양염류

영양염류의 측정은 현장에서 Niskin 채수기를 이용하여 표층해수를 채수한 후, 급 냉동 시켜 실험실로 옮긴 후 해양공정시험방법(2005)과 Parson *et al.*(1984)방법에 따라 측정하였다. 시료는 GF/F(직경 47 mm, 공 구경 0.45 μm)로 여과 시킨 후 영양염 자동분석기(Traacs 2000, BRAN+LUEBBE)를 사용하여 측정 하였다.

· 아질산 질소 (NO₂⁻-N)

시료에 sulfanilamide 용액과 naphthylethylenediamine 용액을 가하여 아조색소를 생성시켜 540 nm에서 흡광도를 측정 하였다.

- 질산 질소(NO_3^- -N)

시료를 NH_3Cl Buffer 용액 상태 하에서 Cd coil에 통과시켜 아질산-질소로 환원시킨 후 아질산-질소 분석 방법과 동일하게 분석 하였으며, column의 환원율을 구하여 보정 후 아질산-질소의 농도를 감하여 질산-질소의 농도를 구하였다.

- 암모니아-질소(HN_4^+ -N)

시료에 EDTA와 sodium nitroprusside 혼합용액 및 alkaline phenol과 dichloroisocyanic acid 용액을 가하여 발색시켜 파장 630 nm에서 흡광도를 측정하였다.

- 인산-인(PO_4^- -P)

시료에 sodium molybdate, 황산 antimony potassium ttrate 의 혼합시약을 가하고, ascorbic acid로 환원시켜 발색 후 파장 880 nm에서 흡광도를 측정 하였다.

- 규산-규소($\text{Si}(\text{OH})_4$)

시료에 sodium molybdate를 가하여 silicomolybdate complex를 만든 후 oxalic acid와 ascorbic acid를 가하여 발색 시킨 후 파장 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

자. Chlorophyll a

Chlorophyll a는 현장에서 Niskin 채수기를 이용하여 채수한 300~500 ml정도 해수를 GF/F(직경 47 mm, 공 구경 0.7 μm)로 여과한 후, 여과지를 15 ml conical tube에 담아 10 ml의 90% 아세톤을 넣어 냉암소에 넣고 24시간동안 추출하였다. 추출한 시료는 Syringe filter(MFS, PTFE 0.45 μm pore size)로 여과하여 입자를 제거한 뒤 표준시약으로 보정한 형광계(Turner fluorometer; Turner designs model 10-AU)로 측정하여 형광(fluorometric)방법으로 정량적인 Chlorophyll a 값(μL^{-1})을 3회 측정하였다(Parsons *et al.*, 1984).

차. 식물 플랑크톤

식물플랑크톤 정량분석: 정량분석을 위해 현장에서 Niskin 채수기를 이용하여 각 정점에서 표층해수를 1L 채수 후 플라스틱 병에 담아 Lugol's solution으로 최종 농도 0.5%가 되게 고정한 후, 실험실에서 침전법을 이용하여 약 50 ml 정도로 농축시켜 sedgwick-Rafter Chamber를 사용하여 광학현미경(20×20) 하에서 계수하였다.

식물플랑크톤 정성분석: 식물플랑크톤 정성 분석을 위해 현장에서 Kitahara 형 네

트(mesh size 20 μ m)로 수직 예인하여 채집한 후 이를 50 ml 플라스틱 튜브에 넣어 루골용액으로 최종농도가 0.5%가 되도록 고정하였다. 실험실에서 Simonsen(1974) 방법에 따라 유기물을 제거 한 뒤 표본 슬라이드를 제작하여 최고배율 1,000배 광학현미경 (Olympus, BX50)으로 검경하였다. 이때 종 동정을 위해, 심(1979, 1994), Rines & Hargaves(1988), Tomas(1997), 노 등(2001), Round *et al.*(1990), Jin Dexiang *et al.*(1985), Mike *et al.*(1980) 등을 참고 하였다.

카. 저서생물

퇴적물은 cancorer(10×10 cm²)를 사용하여 정점당 6회씩 반복 채집하였다. 채집된 퇴적물은 현장에서 1 mm망목의 체를 이용하여 대형저서동물을 분리하고 분리된 저서동물을 10% 중성포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하였다. 운반된 저서동물을 분류군별로 분리한 후, 종 단위까지 동정하고 개체수를 계수하여 생물량을 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 기온

가) 태안지역

태안지역의 연중 기온분포(Fig. 3-1-2)는 -6.4~26.3℃의 범위로 2010년 8월에는 1일 평균기온이 26.3℃로 가장 높았다. 기온은 2010년 12월부터 급강하하기 시작하여 2011년 1월은 1일 평균기온이 예년보다 크게 낮은 -6.4℃를 나타내었으며, 2월까지도 평균기온이 영하를 나타내었다.

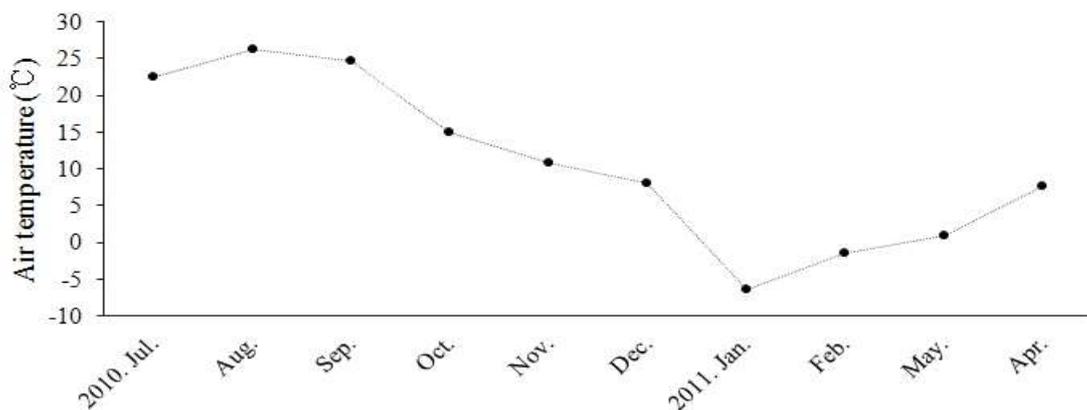


Fig. 3-1-2. 태안지역의 월별 평균기온 변화

나) 서산지역

(1) 여름철의 기온

2010년 6월부터 9월까지 일평균 기온범위는 6월에 16.7~24.3℃에서 7월과 8월에 22.5~28.0℃, 9월 21일 이후에 20℃ 이하로 하강하였다. 일평균 기온은 8월에 25.7℃로 연중 가장 높은 값을 보였고, 8월의 일평균 기온의 최고값은 8월 5일에 28.0℃로 8월 중 25℃ 이상을 보인 일수가 20일을 초과하여 고온이 지속되었다(Fig. 3-2-2, Table 3-2-1).

Table 3-1-1. 2010년 여름철(6~9월) 서산지역의 일평균 기온(기상청, ℃)

월별	평균	표준편차	분산	최저	최고
6월	21.04	1.72	2.95	16.70	24.30
7월	24.41	1.15	1.33	22.50	27.10
8월	25.70	1.27	1.61	22.80	28.00
9월	21.32	3.72	13.81	13.00	26.10

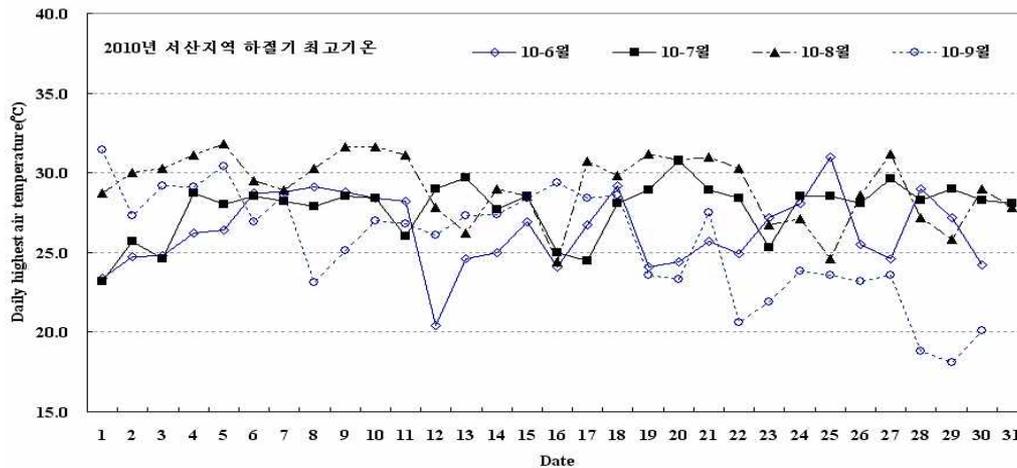


Fig. 3-1-3. 2010년 여름철 서산지역의 일 최고 기온(서산기상대 관측, 기상청).

일 최고기온이 30℃ 이상으로 상승한 6월과 7월에는 각각 1일 밖에 되지 않았으나 8월에는 12일이나 되었다. 9월 첫 주에는 기온이 30℃ 이상으로 상승한 경우가 2회 있었지만 9월 20일 이후에는 최고기온이 25℃ 이하로 하강하였다. 8월에는 최고기온의 월 평균값이 29.12℃를 기록하는 등 매우 무더운 날씨가 1개월 동안 지속되었다(Fig. 3-2-3, Table 3-2-2).

Table 3-1-2. 2010년 여름철 서산지역 일 최고기온의 특성 (단위 : °C)

월별	평균	표준편차	분산	최저	최고
6	26.34	2.30	5.29	20.40	31.00
7	27.77	1.73	3.00	23.20	30.80
8	29.12	2.09	4.36	24.40	31.80
9	25.62	3.48	12.14	18.10	31.40

(2) 겨울철의 기온

2010년 1월부터 3월 및 12월의 일평균 기온을 분석한 결과, 4개월 동안의 겨울 중 가장 추웠던 1월에는 일평균 기온이 -8.2°C까지 하강한 경우가 있었으며 1개월 동안의 일평균 기온의 평균값도 -2.7°C로서, 평년의 가장 추운 시기인 2월 한 달 동안의 일평균 기온의 평균값인 1.06°C 보다도 1.64°C가 더 낮았다. 2010년의 12월은 일 평균기온이 -8.1°C까지 낮아지고 1개월간의 일평균기온의 평균값도 0.82°C로서 2월보다 더 하강하였다. 일평균 기온의 분산값을 비교한 결과 2월과 12월은, 1월과 3월에 비해 기온의 변화 폭이 상대적으로 더 큰 것을 알 수 있었다(Fig. 3-2-4, Table 3-2-3).

2011년의 1월은 2010년 12월부터 낮아진 기온이 더욱 하강하여 최근 수년 중 가장 추운 날씨를 기록하였다. 1월 한달 간 일평균 기온은 -0.5°C ~ -9.0°C 였고, 일 평균기온의 1개월의 평균값도 -5.16°C 로서 2010년에 가장 추웠던 1월(-2.70°C)에 비해서도 2.46°C가 더 낮았다. 2월과 3월에 일평균 기온의 평균값은 각각 0.84°C, 3.48°C로서, 2010년의 2월과 3월에 비해 각각 0.22°C, 0.79°C가 낮아 좀 더 추웠지만 일 평균 기온의 변화폭은 2010년에 비해 크지 않았다(Fig. 3-2-5, Table 3-2-4).

Table 3-1-3. 2010년 서산지역의 겨울철 일평균 기온 분석결과 (단위 : °C)

Month	평균	표준편차	분산	최저	최고	범위
10. Jan.	-2.70	3.53	12.43	-8.2	7.5	15.7
Feb.	1.06	4.77	22.73	-6.5	11.7	18.2
Mar.	4.27	2.62	6.86	-1.2	8.6	9.8
Dec.	0.82	4.85	23.48	-8.1	10.6	18.7

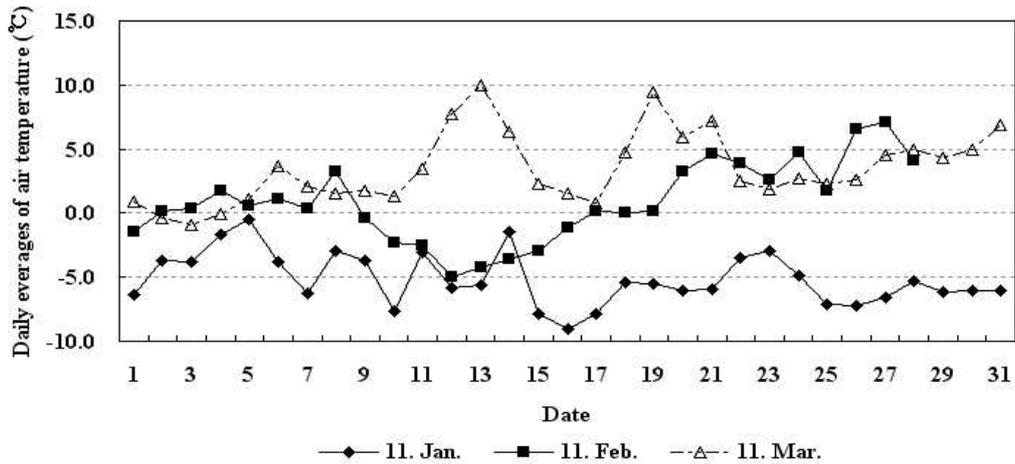


Fig. 3-1-4. 2011년 서산지역 겨울철 일평균기온(서산기상대 관측, 기상청).

Table 3-1-4. 2011년 서산지역 겨울철 일평균 기온 특성 분석결과 (단위 : °C)

Month	평균	표준편차	분산	최소	최대	범위
11. Jan.	-5.16	2.05	4.20	-9.0	-0.5	8.5
Feb.	0.84	3.14	9.85	-5.0	7.1	12.1
Mar.	3.48	2.79	7.80	-0.9	10.0	10.9

(3) 하절기 및 동절기 온도 환경

2010년 8월 12일부터 8월 27일까지 서산 창리 갯벌참굴 시범양식장에서 자동기록식 센서를 이용하여 수온 및 기온을 10분 간격으로 연속 측정된 결과는 Fig. 3-2-21과 같다. 서산 창리의 갯벌참굴 시범양식장에서 갯벌의 노출과 침수가 반복되는 동안 굴이 노출되는 온도는 기온과 수온으로서 그 범위는 23.14~35.36°C이었다. 온도는 조사기간 중 총 2,080회를 측정하였으며 평균, 중앙값, 최빈값은 각각 28.79°C, 28.80°C, 27.65°C이었다. 일반적으로 우리나라는 연중 가장 더운 시기가 8월 초순인 경우가 많았지만 2010년 창리 갯벌에서는 8월 14일에 35.36°C로 연중 최고치를 기록하였고, 8월 하순인 8월 21일부터 8월 23일에도 32.49°C~34.84°C를 기록하는 등 무더운 날씨가 지속됨을 알 수 있었다(Fig. 3-2-21, Table 3-2-8).

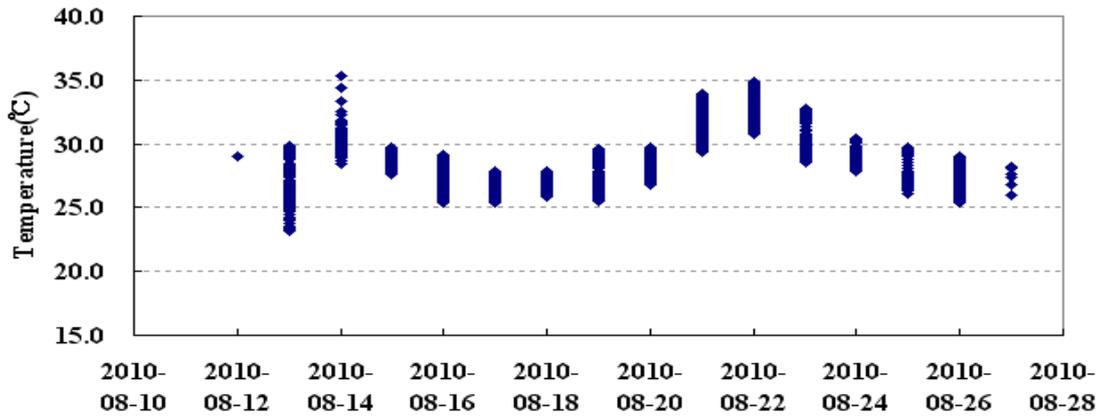


Fig. 3-1-5. 서산 창리 갯벌참굴 시범양성장 갯벌에서 여름 고온기의 온도 분포 (2010. 8. 12~8. 27).

Table 3-1-5. 서산 창리 갯벌 참굴 시범양성장에서 2010년 8월의 온도 분포(2010. 8. 12~8. 27)

평균	표준편차	중앙값	최빈값	최저	최고	범위
28.79	2.00	28.8	27.65	23.14	35.36	12.23

창리 갯벌 참굴 시범어장은 해면 중간육성장으로부터 약 900m의 거리에 위치해 있기 때문에 겨울철 기온 및 수온환경은 해면 중간육 성장과 거의 동일할 것으로 판단된다. 2010년 12월부터 2011년 4월까지 창리해역을 포함한 천수만 표층해수의 온도는 2010년 12월 22일까지 10°C 이상을 유지하다가 12월 29일에 7°C로 하강하였고, 2011년 1월 12일부터 3월 9일 사이에는 4~5°C까지 낮아져 연중 가장 낮은 수온을 유지하였다. 겨울동안 서산지역의 일평균 기온은 2010년 12월 중순과, 1월 중순부터 1월 하순 사이에 -5.5~-7.2°C까지 하강하여 가장 추운 날씨를 보였다. 또, 2월 초순부터 3월 23일까지는 -1.1°C~2.6°C의 범위로서 추운 날씨가 장기간 지속되었다(Fig. 3-2-22). 갯벌 참굴 양성장은 조석주기에 따라 매일 반복적으로 공기 중에 노출되고, 특히 지면으로부터 약 0.7~1m 높이로 올라와 있기 때문에 주야를 막론하고 차갑고 강한 바람에 반복적으로 노출될 수밖에 없어 동일한 갯벌에서도 투석식이나 갯벌 바닥의 자연석에 부착해 있는 굴들에 비해 더 혹심한 저온 스트레스에 노출될 가능성이 예상되었다.

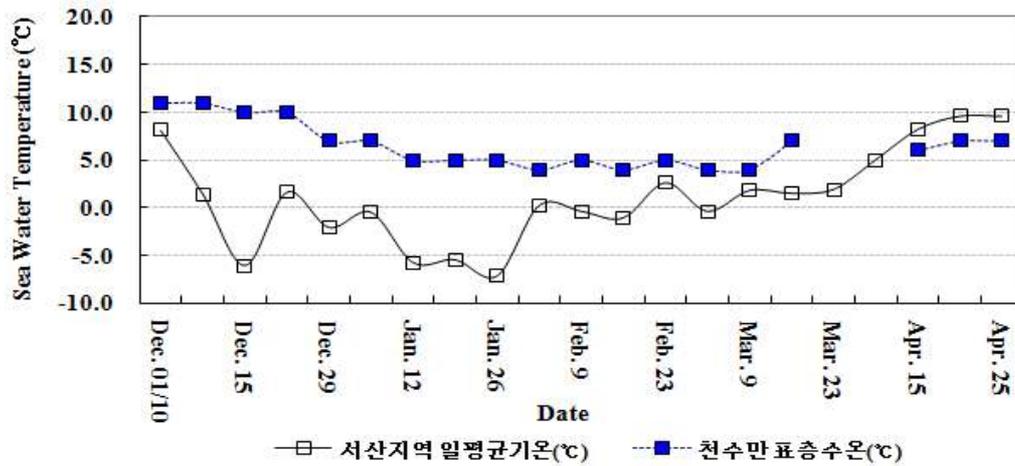


Fig. 3-1-6. 2010년 12월부터 2011년 4월중 천수만 표층해수 및 서산지역 일 평균기온 변화(서산 기상대, 국립수산과학원 전천후 위성수온자료 분석).

2) 수온

가) 시험어장의 수온변화

시험어장의 연중 수온변화는 창리 갯벌어장(st.1)은 2.3~28.7°C의 범위를 나타내었다(Fig. 3-1-3). 월별 수온값은 2010년 8월(하계)에 28.7°C로 가장 높았고, 2011년 1월(동계)에 2.3°C로 최저수온을 보였다. 전반적으로 하계인 2010년 8월까지 수온이 상승하다가 9월 이후 하강하기 시작하였으며, 특히 2010년 12월 중순부터 2011년 2월까지의 기온과 함께 지속적인 저수온을 보였다.

진산리 갯벌어장(st.3)의 연중수온은 4.7~28.2°C의 범위를 나타내었으며, 창리 갯벌어장과 같이 2010년 8월에 가장 높았고, 2011년 1월에 가장 낮았다. 한편 비교구인 창리 해면은 2.5~27.8°C의 범위를 나타내었으며, 가장 높은 시기는 2010년 8월로 27.8°C, 가장 낮은 시기는 2011년 1월로 2.5°C를 나타내었다. 창리 해면어장(st.2) 역시 2010년 8월까지 수온이 상승하다가 9월 이후 하강하기 시작하였으며, 2011년 1월에 최저 수온을 보였다. 원산도리 영목 해면어장(st.4)의 수온은 4.6~27.2°C의 범위로 2010년 8월에 가장 높았고, 2011년 2월에 최저수온을 보였다.

시험기간 중의 수온은 연중 변화폭이 예년보다 컸고, 7월부터 9월까지는 고수온이, 12월부터 2월까지의 저수온이 갯벌서식 생물의 생존에 영향을 미친 것으로 여겨진다.

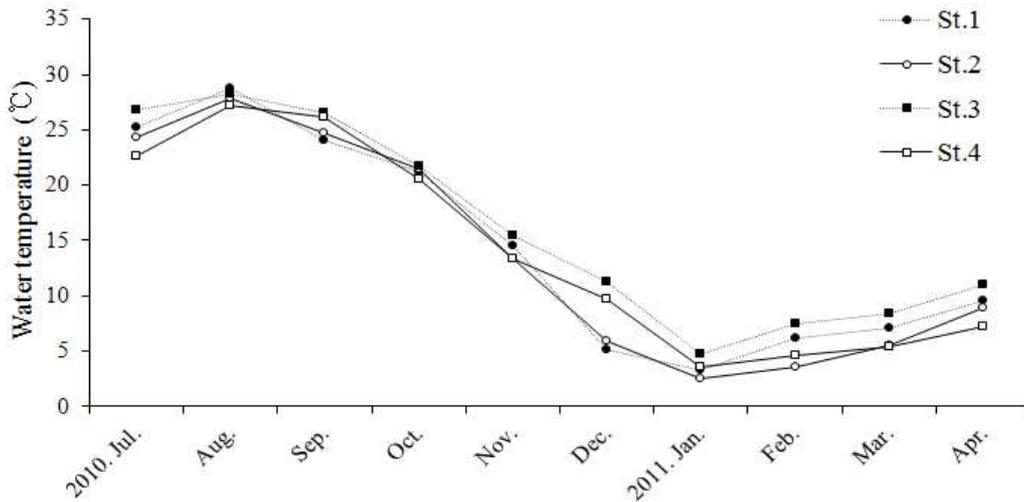


Fig. 3-1-7. 시험어장의 월별 수온 변화

나) 초가을 태풍 곤파스 전후 수온 및 염분 환경

2010년에 충남 태안, 서산, 보령지역은 태풍 곤파스의 내습으로 인하여 수산시설 물의 피해뿐 아니라 농업, 산림 등 모든 1차 산업에서 막대한 피해가 발생한 바 있다. 동 조사는 태풍 내습 전후인 9월 초순부터 9월 하순까지 약 보름동안 실시하였다. 갯벌참굴 해면 중간육성 시험어장에서 약 900m 떨어진 창리 갯벌참굴 양성장의 수평망 시설에 갯벌표층에서 약 1m 높이에 부착한 자동기록식 센서를 이용하여 2010년 9월 8일(7물)부터 9월 23일(7물)까지 약 15일간 10분 간격으로 연속 측정된 수온, 염분, 수심, 전기전도도를 응용프로그램(Win-situ 5, USA)으로 나타낸 결과는 Fig. 3-2-9와 같다. 매 측정시각의 환경요인별 측정값은 온도, 염분, 수심, 전기전도도를 별도로 분리하여 분석이 가능하며, 매 시각마다의 온도는 그 시각의 염분과 수심값을 관찰하여 다시 해수의 온도와 기온으로 구분이 가능하다.

자동기록식 센서를 이용하여 측정한 서산 창리해역에서 측정기간의 수온은 23.08~28.44℃로 변화 범위는 5.36℃였고, 약 15일간의 수온의 평균값은 26.43℃였다.

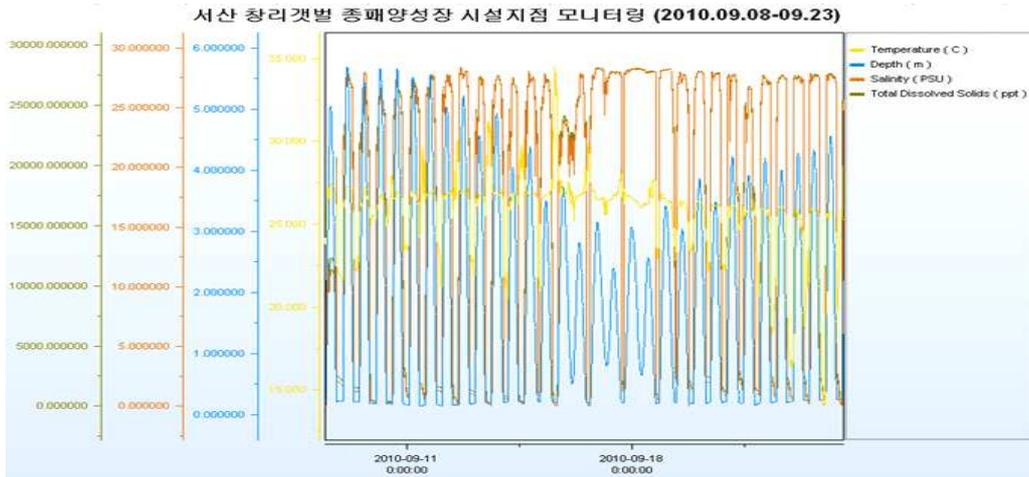


Fig. 3-1-8. 서산 창리해역에서 자동기록식 센서에 의한 온도, 염분, 수심의 연속 측정(측정기간 : 2010. 9. 8-9. 23).

창리 갯벌 갯벌 참굴 시범양식장의 지면에서 약 1cm 높이의 수평망 시설에서 측정한 기온의 범위는 16.34~34.51°C 였으며, 평균값은 24.39°C였다. 기온의 변화 범위는 18.18°C로 수온에 비해 변화폭이 매우 컸고 9월 15일까지 30°C 이상을 기록하다가 9월 18일 이후 점차 하강하였다(Fig. 3-2-10, Table 3-2-5).

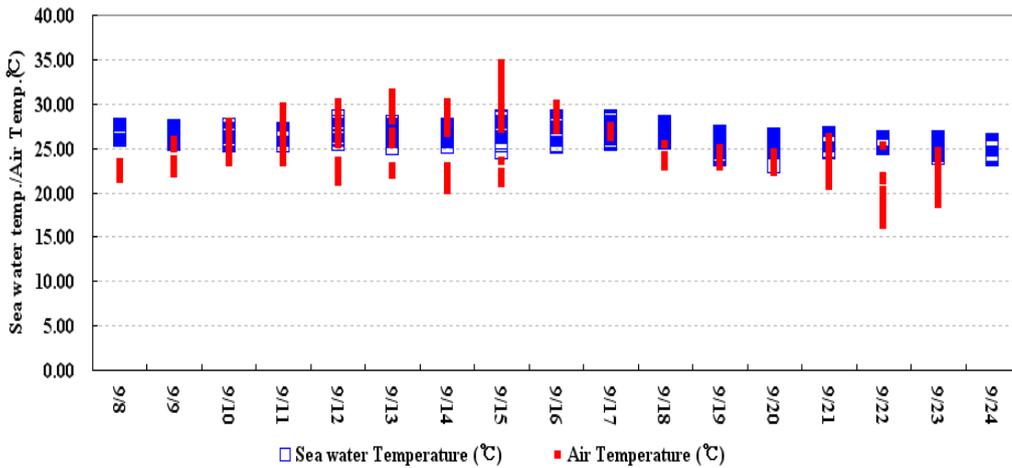


Fig. 3-1-9. 2010년 9월 서산시 창리 갯벌 참굴 시범양식장에서 측정한 해수의 온도 및 기온 분포(측정기간 : 9. 8~9. 23, 측정간격 10분).

Table 3-1-6. 2010년 9월 서산시 창리갯벌 갯벌 참굴 양식 시범어장에서 측정한 해수의 온도 및 기온의 분포특성(측정기간 : 9. 8~9. 23, 측정간격 10분)

구 분	평균	표준편차	중앙값	분산	최저	최고	범위	관측수
수온(°C)	26.43	0.64	26.53	0.41	23.08	28.44	5.36	1,651
기온(°C)	24.39	3.55	23.61	12.61	16.34	34.51	18.18	603

다) 위성영상에 의한 계절별 천수만 표층수온 분석

국립수산과학원 위성해양정보시스템의 인공위성 영상자료(NOAA)들을 봄에서 여름으로 바뀌는 수온상승기, 여름의 고수온기, 가을에서 겨울로 바뀌는 수온 하강기, 겨울의 혹서기로 구분하여 각 시기마다 약 1주일 간격으로 수온 값을 추출하여 천수만 해역 표층해수의 계절변동 특성을 분석한 결과는 Fig. 3-2-14와 같다.

2010년 4월부터 6월에 이르는 수온 상승기 중 천수만 표층수의 수온은 4월 29일에서 5월 5일 무렵에 10℃ 이상으로 상승하며, 5월 26일에 15℃ 이상으로 상승하였다. 한편, 이 시기에 서산지역에서 관측된 일평균 기온은 4월 29일에 8.6℃로 천수만 표층수의 온도와 거의 비슷한 수준이었으나 5월 26일에는 17.1℃로서 표층해수의 온도보다 2.1℃가 더 높았다(Fig. 3-2-14).

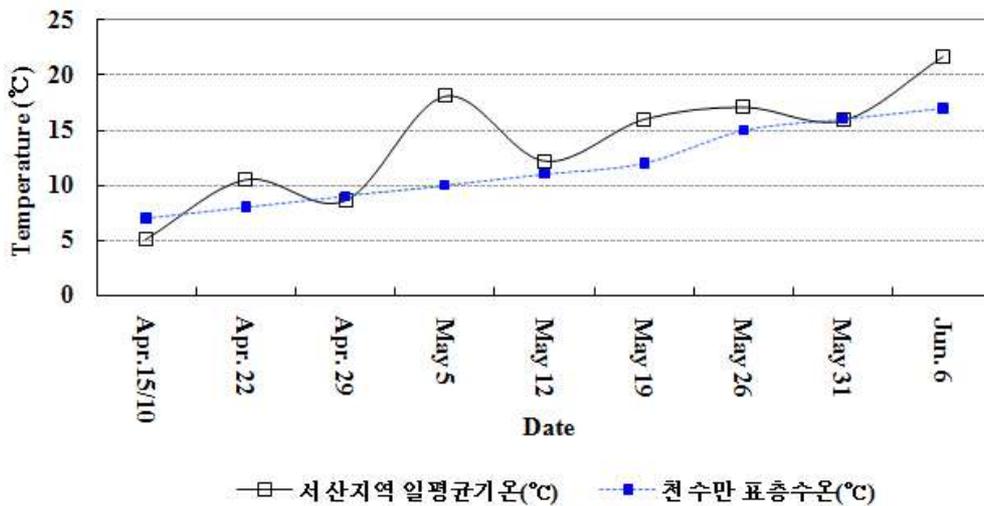


Fig. 3-1-10. 2010년 봄-초여름 수온 상승기 천수만 표층수의 수온 변화.

천수만의 표층수온이 25℃ 이상으로 처음 상승하는 시기는 7월 6일이었으며, 서산지역의 일평균기온이 최고를 기록하였던 8월 5일에는 26℃ 범위였지만, 일평균기온이 4일 이상 30℃ 이상을 유지하였던 8월 10일과, 8월 21일에는 천수만 내측의 표층수온이 29℃까지 상승하였다. 표층수온은 9월 20일까지 26℃의 고수온을 유지하다가 9월 30일에 23℃로 다소 하강하였다(Fig. 3-2-15). 10월 18일에 20℃를 유지하던 표층수온은 11월 8일에는 14℃로, 11월 29일에는 11℃로 낮아졌다. 7월 초순부터 11월 하순에 이르는 동안 서산지역의 일평균 기온은 천수만의 표층수온보다 낮게 유지되는 경향이 지속되었다.

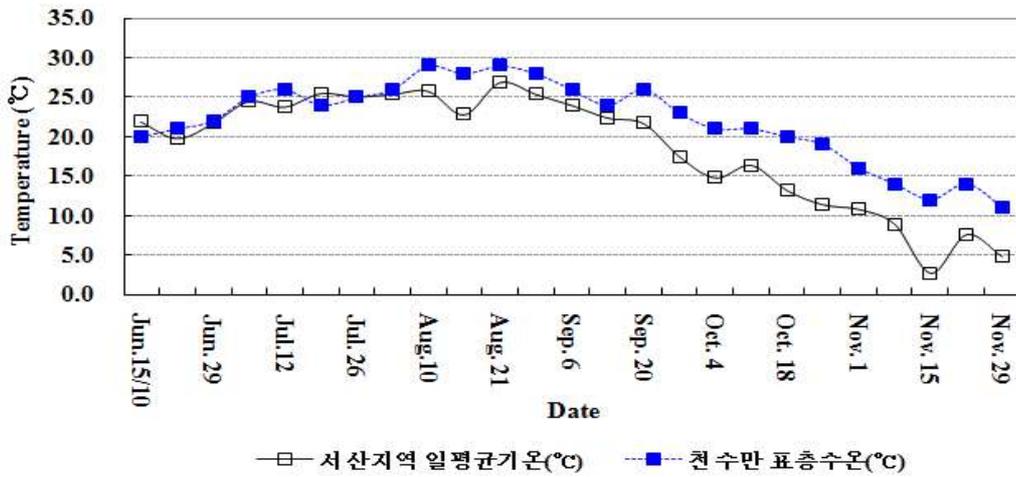


Fig. 3-1-11. 2010년 여름 고수온기부터 가을까지 천수만 표층수의 수온변화

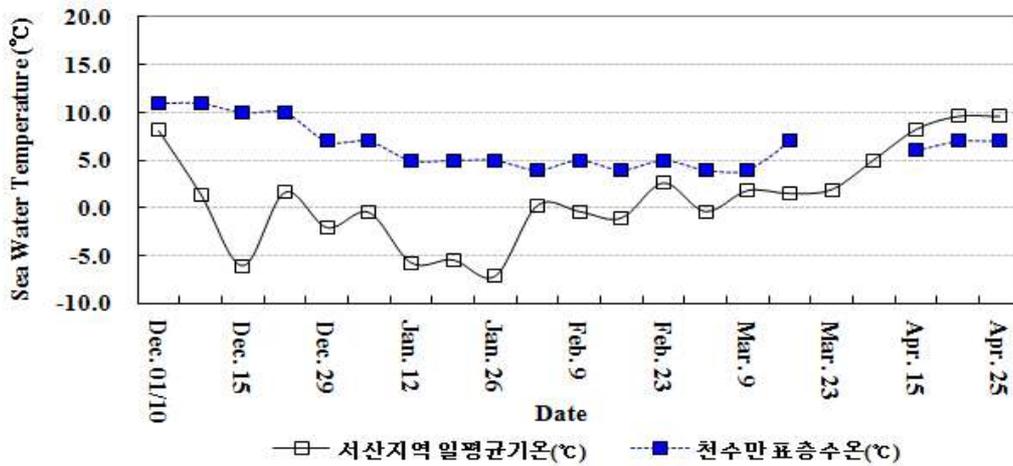


Fig. 3-1-12. 2010-2011년 겨울철 천수만 표층해수의 온도변화

겨울철인 2010년 12월부터 2011년 4월까지 천수만 표층해수의 온도를 분석한 결과, 2010년 12월 22일까지 10°C 이상을 유지하던 수온은 12월 29일에 7°C로 하강하였고, 2011년 1월 12일부터 3월 9일까지는 4~5°C까지 낮아져 연중 가장 낮은 수온을 나타내었다. 한편 이 시기에 서산지역의 일평균기온은 12월 중순과, 1월 중순부터 1월 하순 사이에는 -5.5~-7.2°C까지 내려갔고 2월 초순부터 3월 23일까지는 -1.1°C~2.6°C의 범위로서 추운 날씨가 장기간 지속되었다(Fig. 3-2-16).

3) 염분

창리 갯벌어장의 염분분포는 19~32.5 ppt로서 9월(하계)에 19 ppt로 가장 낮았고, 2011년 2월(동계)에 32.5 ppt로 최고 값을 나타내었다(Fig. 3-1-4). 진산리 갯벌어장은

21~33.1 ppt로 2011년 9월에 가장 낮았고, 2010년 10월에 가장 높았다. 특히 진산리의 경우 2011년 1월에서 3월 사이에 타 조사지역보다 염분 값이 20~25ppt 내외로 낮은 값을 보였는데, 이는 인근에서 시행되고 있는 대형 리조트 공사장에서 유입되는 담수 등의 영향을 받는 것으로 추정된다.

창리 해변어장의 염분 값은 21~33 ppt로 가장 낮은 시기는 2010년 9월에, 가장 높은 시기는 2011년 2월로 나타났다. 원산도 해변어장은 18.9~33.0 ppt로 2010년 7월에 가장 낮았고, 2010년 11월에 최고값을 나타내었다. 원산도에서 2010년 7월(하계)에 저염분을 보인 원인은 시험해역 주변에 위치한 영목항 및 펜션, 횃집 등에서 유입되는 담수의 영향을 일부 받는 것으로 여겨지며, 전체적으로 9월에 염분이 낮은 원인은 태풍(7호, 곤파스)과 폭우의 영향인 것으로 여겨진다.

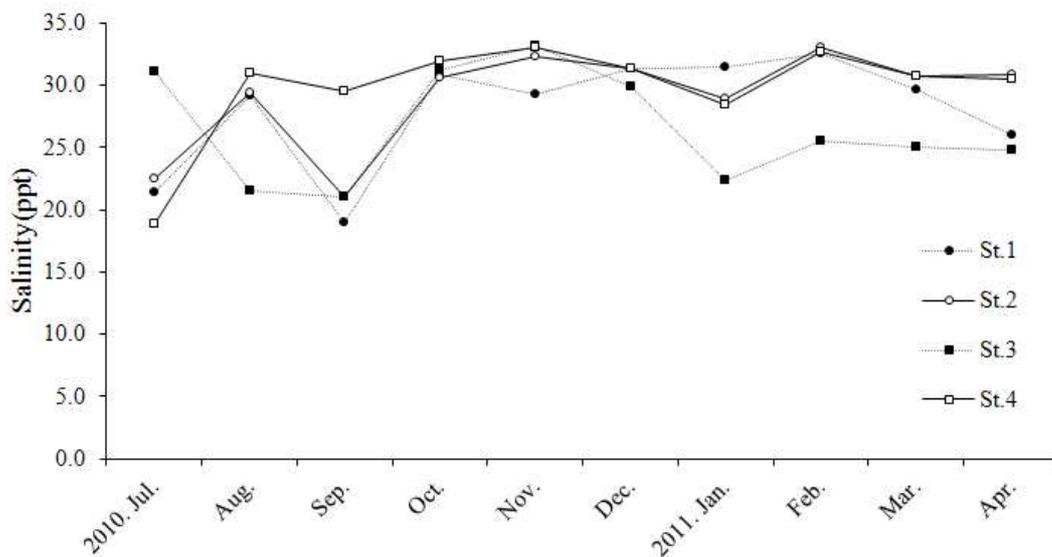


Fig. 3-1-13. 시험어장의 월별 염분 변화

창리 갯벌어장에서 자동기록식 센서를 이용하여 2010년 9월 8일(7물)부터 9월 23일(7물)까지 약 15일간 10분 간격으로 연속 측정된 염분의 최고값, 중앙값, 최빈값은 각각 28.44, 25.39, 26.88ppt 이었다(Fig. 3-2-23).

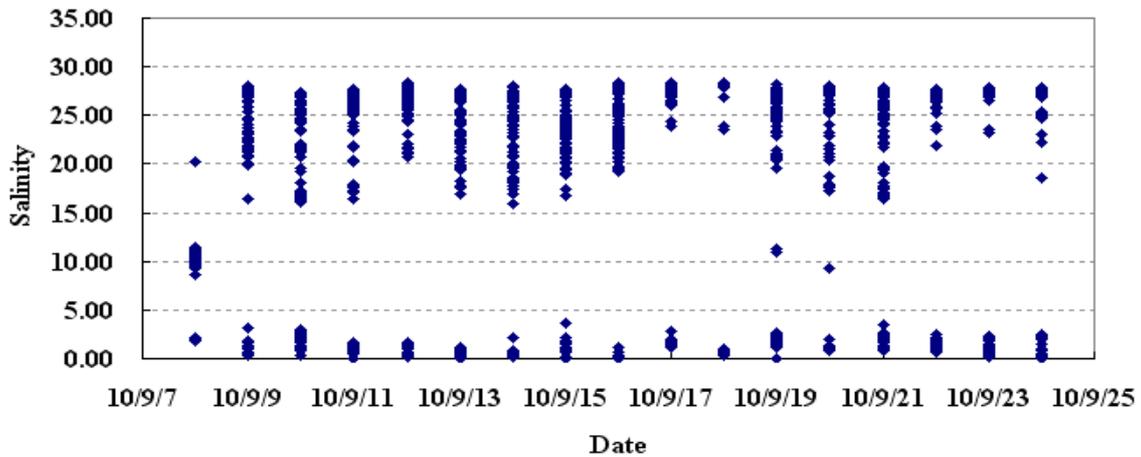


Fig. 3-1-14. 2010년 9월중 서산 창리 갯벌참굴 양식장 염분 관측 결과(측정간격-10분, 측정회수-2,314회).

이 기간 중 염분 최고값은 12월(평균염분 31ppt)과는 달리 27~29ppt 범위를 유지하였고, 염분이 15~20ppt 사이로 낮아졌던 경우도 10일이나 되었다. 이러한 낮은 저염분 현상은 이 시기의 높았던 수온과 함께 어린 갯벌참굴에는 삼투압 조절을 위한 에너지 소모나 방어능력의 저하 등 적지 않은 스트레스 요인으로 작용하였을 가능성이 있는 것으로 여겨진다.

2010년 9월에 창리 앞 해역에서 염분의 최고값, 중앙값, 최빈값은 각각 28.44, 25.39, 26.88ppt 이었다. 17일의 관측기간 중 염분이 15~20ppt 사이로 비교적 낮았던 일 수도 10일이나 되었다(Fig. 3-2-11). 이 시기에 창리해역에서 9월에 이처럼 저염분 현상이 자주 나타난 것은 태안, 서산지역의 잦은 강우와, 태풍 곤파스 내습 등에 따라 서산 A, B 지역의 담수호인 부남호와 간월호 등과 크고 작은 하천으로부터의 천수만으로 막대한 양의 담수가 유입되었기 때문으로 추정되었다.

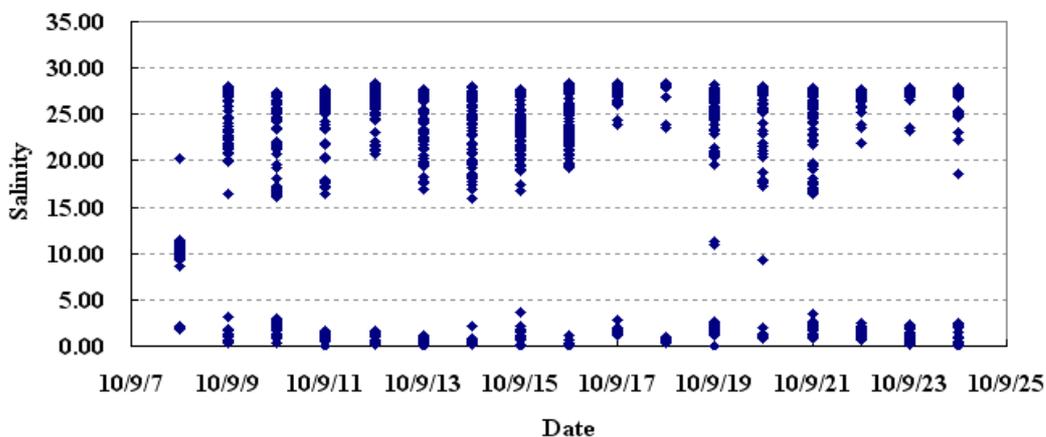


Fig. 3-1-15. 서산 창리 갯벌 참굴 양식장에서 9월중 15일간 연속 염분 관측 결과(측정간격 10분, 측정회수 2,314회)

나) 2010년 초겨울 창리 해면 중간육성장 표층해수의 수온 및 염분

서산 창리 해면 중간육성장의 수온 환경이 갯벌참굴의 종묘와 종묘의 월동에 적합한지를 알아보기 위해 2010년 12월 23일 오전 10시 무렵부터 12월 24일 오전 11시 무렵까지 표층으로부터 수심 1.1m 깊이에서 자동기록식 센서를 이용하여 약 25시간 동안 3분 간격으로 총 481회 수온과 염분을 측정된 결과 수온, 염분의 평균값은 각각 5.72°C, 31.31ppt 이었다. 한편, 12월 24일 오전 중 창리 지역의 기온은 -3.34°C를 나타내었다(Fig. 3-2-12).

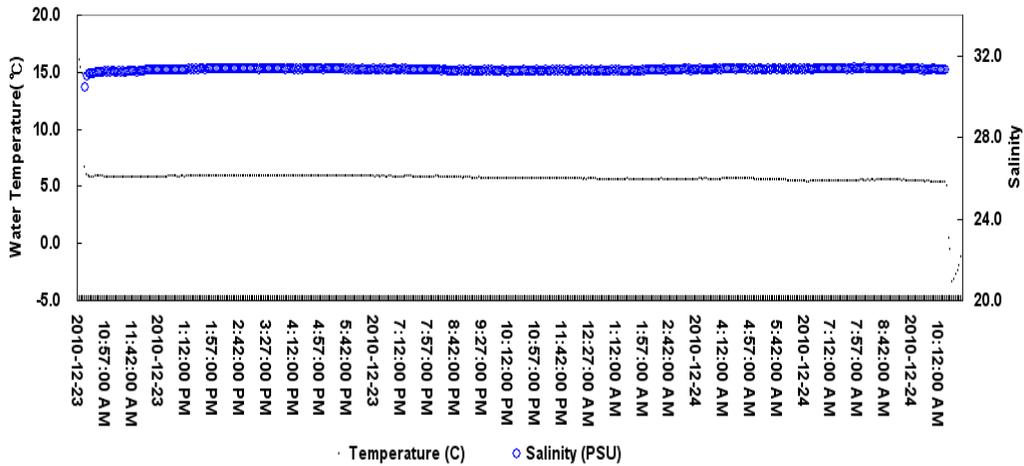


Fig. 3-1-16. 서산 창리 해면 중간육성장에서 겨울철 표층해수의 수온-염분 (측정 : 2010 12. 23-12. 24).

다) 2011년 2월 흑한기 중 창리 해면 중간육성장 저층수의 수온과 염분

2011년 2월 21일 14시 무렵부터 2월 24일 16시까지 서산 창리의 해면 중간육성 시범어장 가두리에서 자동온도기록 센서를 로프에 매달아 센서가 바닥에 닿을 때까지 충분히 늘어뜨린 후 10분 간격으로 수심, 수온, 염분 변동을 관찰한 결과, 저층수의 수온, 염분, 수심의 평균값은 각각 2.54°C, 31.11 ppt, 10.59 m 였다. 측정기간인 3일 동안 수온, 염분, 수심의 범위는 각각 2.03~3.16°C, 28.03~31.25 ppt, 6.57~11.75 m 였다. 동 조사기간은 조석주기 상 10물~대꺾기 였으며 중간육성 가두리 시설 해역에서 수심의 변동범위는 5.18 m 였다(Fig. 3-2-13, Table 3-2-6).

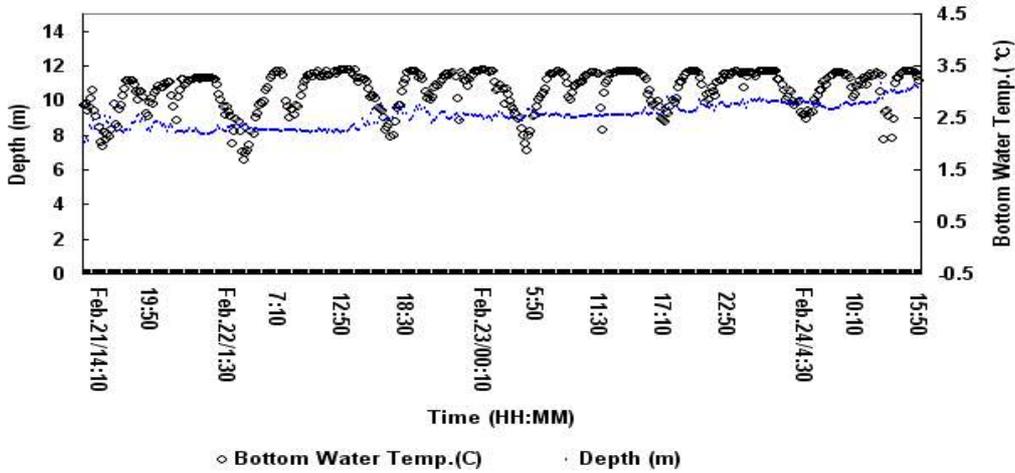


Fig. 3-1-17. 2011년 2월 혹한기 중 서산 창리해역의 수심 및 수온 변동
(조석주기 : 10물~대꺾기).

Table 3-1-7. 2011년 2월중 창리 해면 중간육성장 시설해역의 수심 및 저층수의 수온
염분(측정기간 : 2011. 2. 21-2. 24)

	평균	중앙값	최빈값	분산	최소값	최대값	관측수
수온(°C)	2.54	2.54	2.24	0.05	2.03	3.16	444
수심(m)	10.59	11.04	11.71	1.30	6.57	11.75	444
염분	31.11	31.19	31.18	0.13	28.03	31.25	444

4) 강수량

갯벌참굴 종묘 해면 중간육성 시범어장이 위치한 서산시 부석면 창리해역은 천수만의 가장 내측에 위치하고 있으며, 서산 B지구의 부남호와 서산 A지구의 간월호에서 수시로 방류하는 담수의 직접적인 영향을 받을 가능성이 많다. 부남호와 간월호의 담수 방류에 직접적인 영향을 주는 강수량은 태안지역과 서산지역을 동시에 조사해야 하지만 태안지역의 기상관측 값이 별도로 공개되지 않아 이번 조사에서는 서산지역의 강수량만 분석하였다. 2010년에 서산지역의 연간 강수량은 2141.8mm로서 2009년 강수량(1074.3mm)의 2배에 달하였으며, 특히 여름철인 7~9월의 강수량은 2009년에는 577.2mm 였지만 2010년에는 2009년의 약 2.7배인 1,556.1 mm 였다(기상청 홈페이지, Fig. 3-2-6, Fig. 3-2-7). 특히, 2009년 여름에는 연간 강수량의 약 52%가 7~8월에 집중된 반면, 2010년에는 7월부터 9월까지 3개월에 걸쳐 매일 400mm 이상의 강우가 지속되었다.

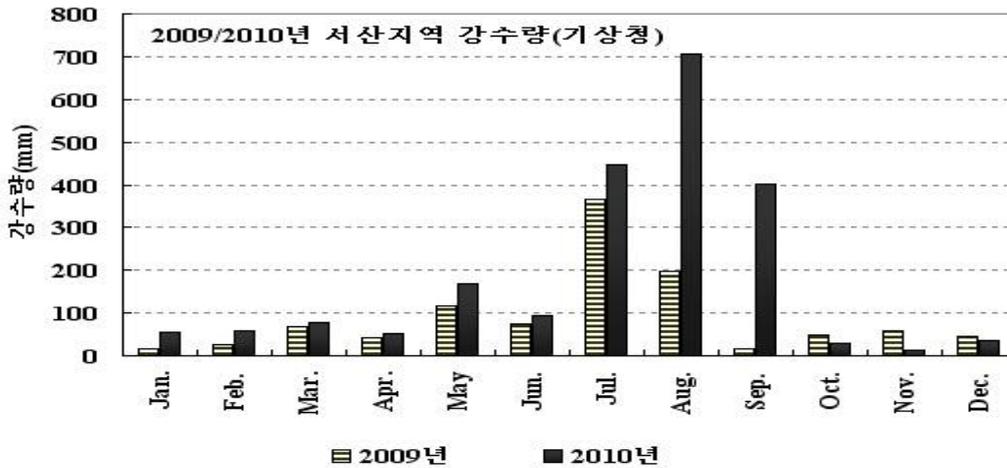


Fig. 3-1-18. 2009년과 2010년 서산지역 강수량(기상청).

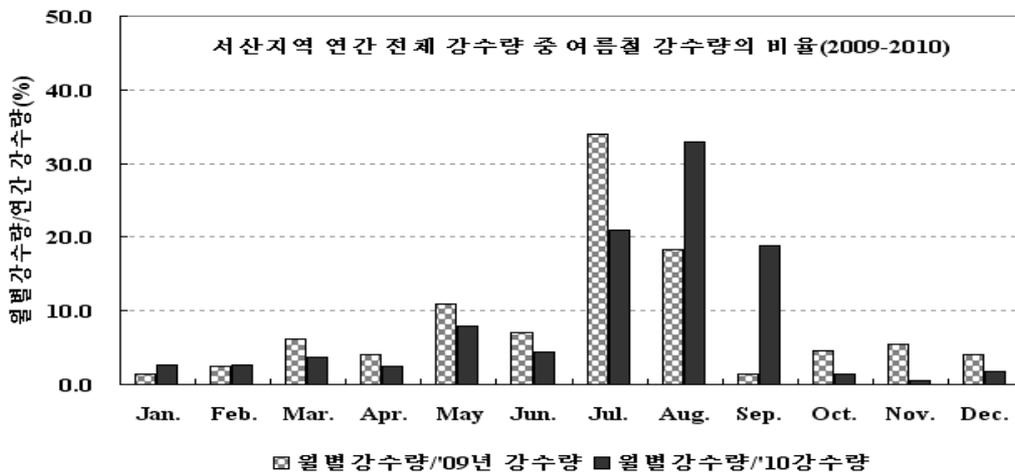


Fig. 3-1-19. 서산지역에서 2009년과 2010년에 연간 강수량 중 월별 강수량이 차지하는 비율.

천수만에 인접한 서산과 태안지역에서 하절기에 강우량이 집중되는 경우 농경지의 침수를 막기 위해 한국농어촌공사 천수만사업단에서는 서산 A지구의 간월호 및 서산 B지구의 부남호에서는 많은 양의 담수를 천수만 해역으로 방류할 수밖에 없다. 2010년 8월 중순부터 9월 중순까지 약 1개월간 간월호에서 방류된 담수량은 약 2억 8천 3백만톤에 달하였다(Fig. 3-2-8). 여름철에 내만인 천수만에 방류된 많은 양의 담수는 직접적으로는 해수의 염분변화를 야기하고, 담수와 함께 유입된 육상기원의 부유물질도 천수만 내측에 존재하는 수중생물과 갯벌에 서식하는 패류를 비롯하여 다양한 서식생물에 적지 않은 영향을 주었을 가능성도 예상할 수 있었다.

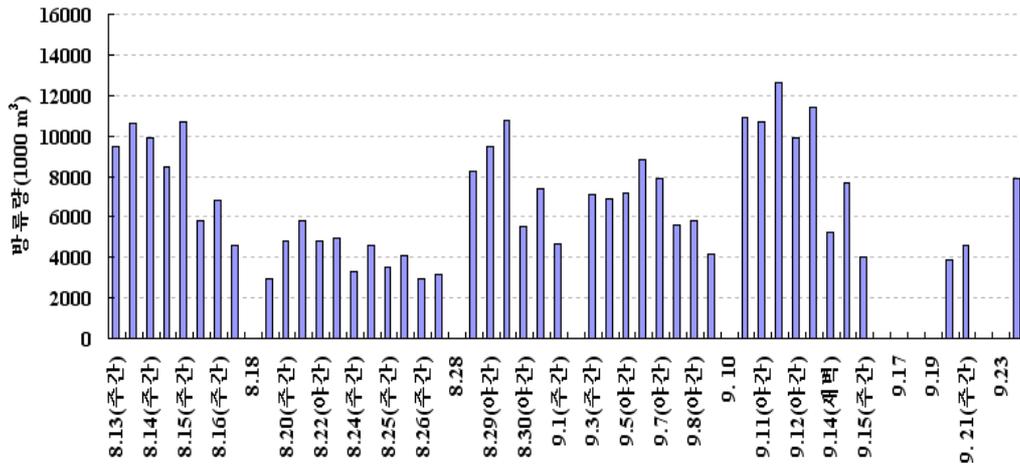


Fig. 3-1-20. 2010년 8월 중순부터 9월 중순까지 서산 간월호의 담수 방류량 (한국농어촌공사 천수만사업단 수문조작일지 자료 활용. 8월 13일부터 9월 15일까지의 총 방류량 : 283,086천m³).

5) 해면 중간육성장 시설해역의 유속 및 유향

가) 창리 해면의 겨울철 현장 실측 조사

서산 창리 해면 중간육성 시범어장에서 겨울철인 2011년 2월 23일부터 2월 24일 (한꺼기~대꺼기)까지 유향 유속을 측정한 결과, 최대유속은 22.15 cm/s 였으며, 창조시에는 북서방향(약 290°)으로, 낙조시에는 남동방향(약 120°) 흐름이 형성되었다 (Fig. 3-2-17, Fig. 3-2-18).

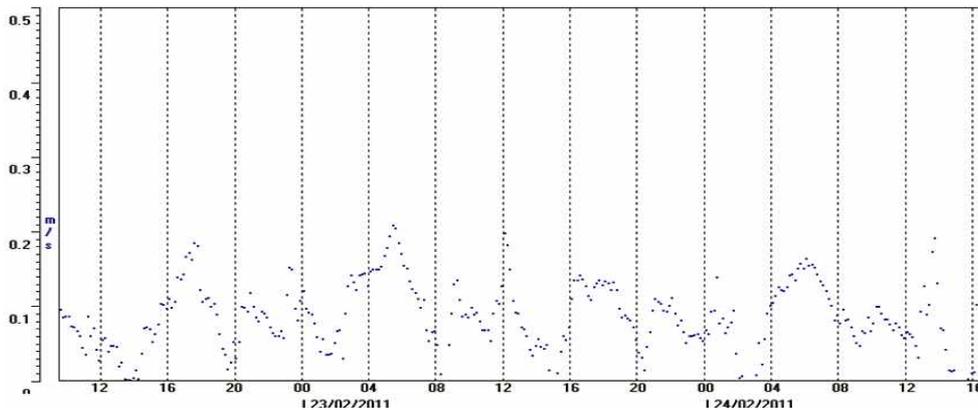


Fig. 3-1-21. 2011년 2월 중 서산 창리해역 유속분포 (측정 2. 23~2. 24).

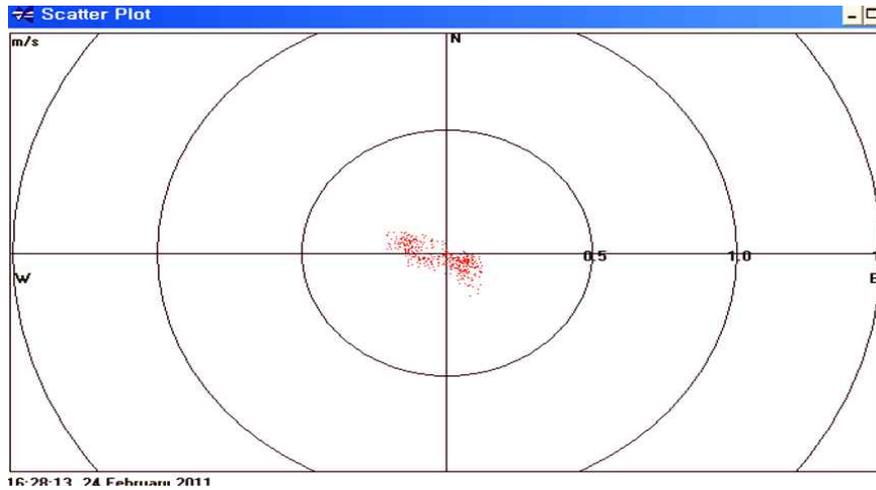


Fig. 3-1-22. 2011년 2월 서산 창리해역의 유향 유속 (한객기(12물)~대객기(13물)의 유향 분포(2011. 2. 23~ 2. 24).

나) 수치조류도를 이용한 조류 예측

해면 중간육성장이 위치한 서산 창리 해역에서 봄철에 수온이 10℃ 이상으로 상승하여 중간육성장 시설물 설치가 가능할 것으로 예상되는 5월 중순인 14일(사리)에 간조에서 만조로 조석이 변하는 창조류의 중간무렵에 최대유속은 26.5 cm/s 였지만 만조시각과 간조시각에는 유속이 각각 18.6cm/s, 14.31cm/s로 다소 느렸다. 한편, 사리와 조금의 중간 무렵인 5월 17일에는 창조류 시 최고 유속이 29.0cm/s를 기록하였다(Table 3-2-7).

Table 3-1-8. 2010년 5월 중 천수만 창리 해역의 조석주기별 유향 유속

월/일	시각	유향(°)	유속(cm/s)	조위	월령(물 때)
5/14	4:00	291.03	18.60	만조	
	7:00	112.03	26.54	만조⇒간조	사리
	10:20	111.15	14.31	간조	
5/17	5:50	290.58	18.45	간조	사리-조금의 중간
	9:00	112.06	29.02	간조⇒만조	
	12:20	110.88	11.64	만조	
5/21	3:00	110.58	11.48	간조	조금
	6:00	291.87	23.24	간조⇒만조	
	9:30	289.77	11.65	만조	

다) 진산리 해면의 조류 특성

갯벌 참굴 양식장이 위치하는 태안 남해포 주변에서는 만일주 조류가 우세한 왕복성 조류 특성이 있으며 창조류는 0.9~2.0 kn, 낙조류는 0.6~1.9kn로 창조류가 다소 우세하며, 남해포 입구에서 창조류 때의 유속은 최고 0.6kn(0°), 낙조류 때의 유속은 최고 0.8 kn(190°)로 보고된 바 있다(2010, 국립수산물과학원). 태안군 남면 진산리 굴 양식장 근처에서의 시기별 조류 특성을 수치 조류도를 이용하여 분석한 결과, 바람의 영향이 없을 때의 조류는 15~32cm/sec 범위였고, 5월과 8월에는 낙조 때보다는 창조 때 더 유속이 강하였으나 11월과 3월에는 낙조 때의 유속이 더 빠른 것으로 분석되었다(Table 3-2-10).

Table 3-1-9. 태안군 남면 진산리 갯벌참굴 어장의 시기별 유속분포(해양조사원 홈페이지)

일자	유향	유속	조류방향
2010. 05. 17. 09시	189.00°	15.55 cm/sec	낙조시
2010. 05. 17. 15시	7.74°	15.56cm/sec	창조시
2010. 08. 13. 09시	189.51°	20.13cm/sec	낙조시
2010. 08. 13. 15시	8.57°	21.63cm/sec	창조시
2010. 11. 10. 09시	220.57°	32.00cm/sec	낙조시
2010. 11. 10. 15시	9.49°	17.32cm/sec	창조시
2011. 03. 09. 09시	219.54°	29.89cm/sec	낙조시
2010. 03. 09. 15시	8.49°	15.74cm/sec	창조시

6) 갯벌의 침수 및 노출시간

2010년 9월 8일부터 9월 24일까지 서산시 부석면 창리의 갯벌참굴 시범양식장에서 약 15일간 조석주기 동안 갯벌의 침수시간을 시간을 측정한 결과는 Fig. 3-2-19와 같다. 사리인 9월 8일과 9월 23일에 갯벌의 침수시간은 각각 7.67시간 및 7.83시간으로 약 10분의 차이가 있었으며, 조금(음력 8월9일)을 지나 무쉬(음력 8월10일)부터 2물(음력 8월 12일) 사이에는 갯벌의 침수시간이 21.0~23.17 시간으로 크게 증가하였다. 15일간 침수시간의 평균값, 중앙값, 최빈값은 각각 9.80시간, 8.08시간, 7.67시간이었으며, 조사기간 중 최소 침수 시간과 최대 침수시간과의 차이는 15.67시간이었다.

서산 창리 갯벌 시범어장에서 9월의 노출시간은 7물(음력 8월 1일)부터 대객기(음력 8월 6일) 사이 및 5물(음력 8월 16일)부터 7물(음력 8월 17일) 사이에는 3.3~4.5시간이었다. 또 이 기간에는 주·야간의 노출시간도 20~30분 정도로 크지 않았다. 그러나 조금(음력 8월 8일)에는 노출시간이 오전에는 1시간 50분, 오후에는 4시간

20분으로 약 2.5시간의 차이가 있었다. 무쉬(음력 8월 9일)부터 4물(음력 8월 13일) 사이에는 노출시간이 1.0~3.3시간의 범위였고 이 기간 중에는 하루에 두 번 노출되는 경우 오후시간의 노출시간이 더 길었다(Fig. 3-2-20).

결론적으로 조석 주기에 따라 갯벌의 노출시간은 달라지고 특히, 조금부터 2물 사이에는 갯벌의 노출시간이 가장 짧아지므로 특정지역에서 갯벌의 평균 노출시간을 측정할 경우에는 5물에서 10물(최적기는 6물에서 9물 사이)에 측정하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

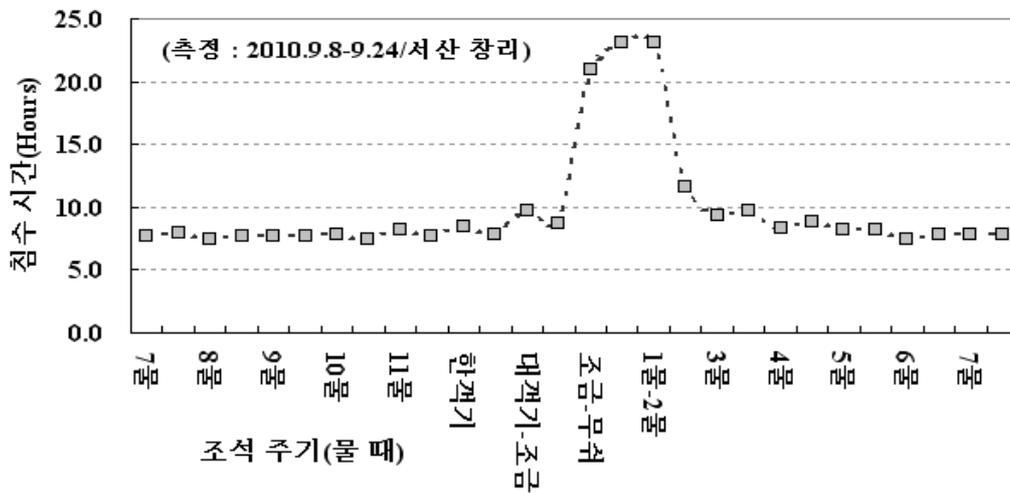


Fig. 3-1-23. 서산 창리 갯벌 참굴 시범어장의 9월 중 조석주기별 침수시간

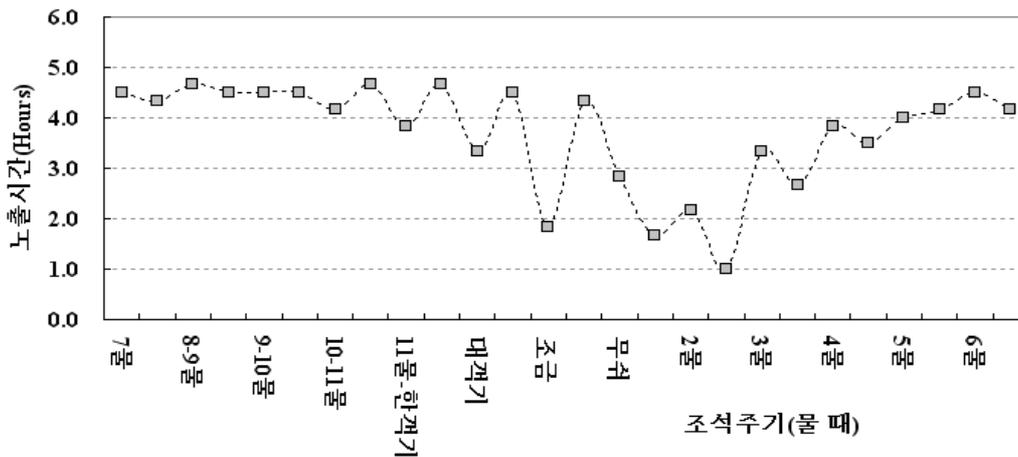


Fig. 3-1-24. 서산 창리 갯벌 참굴 시범양식장에서 조석주기별 갯벌 노출시간 (추정 : 2010. 9. 8-9. 24).

가) 월동 초기 굴 양식장의 물리적 환경요인

2010년 12월 23일부터 12월 24일까지 진산리의 종묘 중간육성장 수평망 세트(지면위 약 70 cm)에 자동기록식 센서를 부착하여 온도, 염분, 수심변동을 10분 간격으

로 측정하고 갯벌에서의 기온, 수온, 갯벌의 노출시간, 갯벌이 해수에 잠기는 속도와 노출되는 속도를 분석하였다. 수평망 양식시설의 굴이 공기 중에 노출되었을 때의 평균기온은 주간, 야간, 오전에 각각 9.12 °C, -4.95 °C, -2.63 °C로서 주·야간에 차이가 많았으며 기온의 일교차는 14.98 °C 였다(Table 3-2-11). 어장이 해수에 잠겼을 때의 수온은 오후-야간에는 평균 5.81 °C, 심야-아침에는 평균 4.10 °C로서 기온에 비해 일교차는 크지 않았다(Table 3-2-12). 굴 양식장에서 주간과 야간에 최고 수심은 각각 4.79 m, 3.06 m로서 1.63 m의 차이가 있었고, 굴이 해수에 잠겨 있는 시간도 오후-야간과 심야-아침에 각각 7시간 50분, 5시간 50분으로 2시간의 차이가 있었다(Table 3-2-13).

Table 3-1-10. 진산리 갯벌에서 참굴이 공기 중에 노출 시 12월 하순의 기온
(측정 : 2010. 12. 23~12. 24)

	평균	최저	최고	측정회수
한낮 노출시	9.12	8.63	9.91	7
야간 노출시	-4.95	-6.35	0.41	28
오전노출시	-2.63	-5.02	1.01	19

Table 3-1-11. 진산리 갯벌에서 참굴이 해수에 잠겼을 때 12월 하순의 수온

	평균	최저	최고	측정회수
오후-야간	5.810	3.272	6.82	48
심야-아침	4.102	-1.874	6.131	39

Table 3-1-12. 낮-저녁과 심야-아침 시간 중 진산리 양식장에서 수위변동 특성(2010. 12.)

측정시간	조 석	굴 침수시간	수심변동(cm)
PM1:30~PM 9:20	창조시	3시간 30분	402.300
	낙조시	4시간 20분	412.700
	소 계	7시간 50분	최고수심 4.79 m
AM2:20~AM 8:10	창조시	2시간 50분	251.6
	낙조시	3시간 00분	241.3
	소 계	5시간 50분	최고수심 3.06 m

7) 용존산소

용존산소 분포 값은 창리 갯벌어장은 5.3~11.68 mg/L 범위로서 2011년 2월(동계)

에 11.86 mg/L로 최고 값을 나타내었고, 2010년 8월(하계)에 5.3 mg/L로 가장 낮은 값을 나타내었다(Fig. 3-1-5). 창리 해변어장은 5.21~12.74 mg/L 범위로서 2011년 2월에 최고 값을 보였고 2010년 7월에 최저 값을 나타내었다. 진산리 갯벌어장은 5.83~10.00 mg/L 범위로서 2011년 1월에 최고 값을 나타내었고, 2010년 7월에 최저 값을 나타내었다. 원산도 해변 어장은 6.13~11.4 mg/L 범위로서 동계인 2011년 2월에 최고 값을 나타내었고, 하계인 2010년 7월에 최저 값을 나타내었다. 용존산소는 해역의 특성에 따라 내만수역은 외해에 비해 겨울에 높고, 외해수역은 내만에 비해 여름에 높은 값을 보였다.

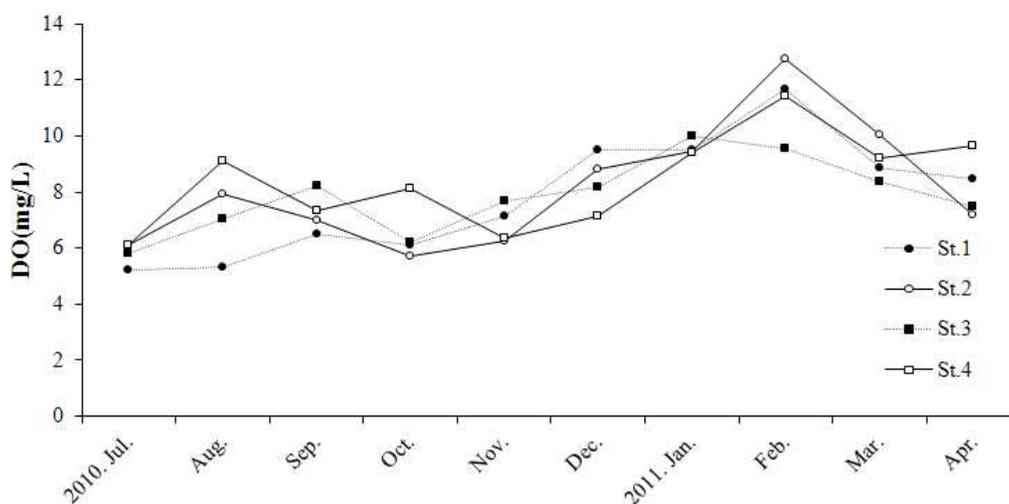


Fig. 3-1-25. 시험어장의 월별 용존산소 변화

8) pH(수소이온농도)

연중 pH 값 변화는 창리 갯벌은 7.21~8.13 범위로 2010년 12월에 가장 높았고, 7월에 가장 낮았다(Fig. 3-1-6). 천수만 내측인 창리 해변은 6.13~8.83 범위로 타 정점에 비해 가장 큰 변화폭을 나타내었으며, 2010년 12월에 가장 높았고, 2010년 7월에 가장 낮은 값을 보였다. 진산리 갯벌어장은 7.50~8.33 범위로 2010년 8월에 가장 높았고, 2010년 10월에 가장 낮은 값을 보였다. 원산도는 7.70~8.11 범위로 2010년 7월에 최고 값을 나타내었고, 2011년 4월에 최저 값을 보였다. pH의 변화는 서산 A·B지구 방조제에서 방류되는 담수의 영향을 받는 창리 해변어장이 가장 큰 폭의 변화를 보였으며, 그 외 어장은 비교적 안정적이었다.

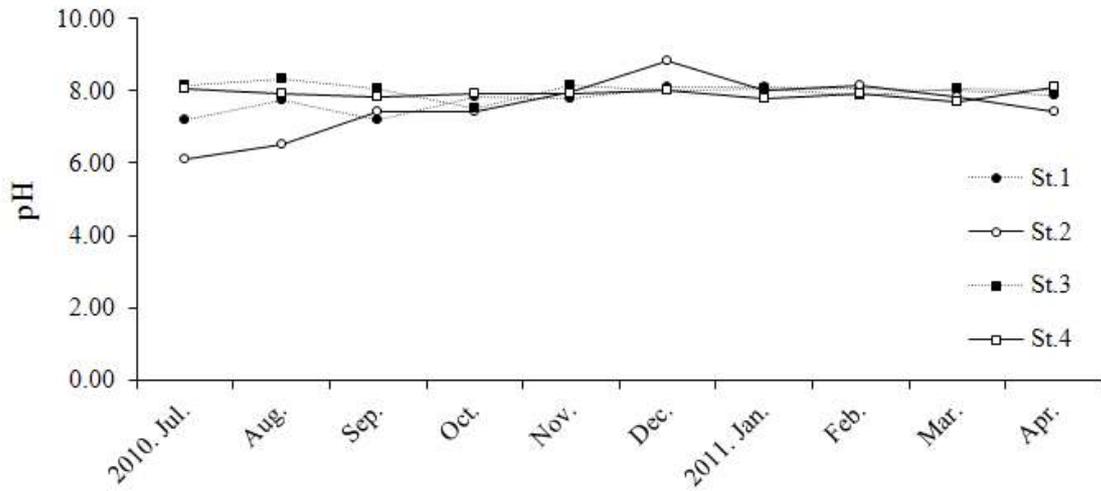


Fig. 3-1-26. 시험어장의 월별 pH 변화.

9) 부유물질(Suspended solid)

시험어장의 계절별 부유물질 농도는 Fig. 3-1-7과 같다. SS 값은 창리 갯벌어장은 5.2~28.9 mg/L 범위로 2010년 7월에 가장 낮았고, 2011년 1월에 가장 높은 값을 나타내었다. 창리 해변어장은 9.2~44.7mg/L 범위로 2010년 7월에 가장 낮았고, 2010년 10월에 가장 높았다. 진산리 갯벌어장은 13.8~108.8mg/L 범위로 2010년 7월에 가장 낮은 값을 보인 이후 10월부터 상승하기 시작하여 2011년 1월에 가장 높은 값을 나타내었다. 진산리에서 SS 값이 타 지역보다 월등히 높은 원인은 인근의 공사장의 영향을 받는 것으로 추정된다. 원산도 해변어장은 15.4~33.1mg/L 범위로 2010년 7월에 낮았고, 2011년 1월에 높게 나타났다. 4개 어장 모두 2010년 7월에 가장 낮은 값을 나타내었다.

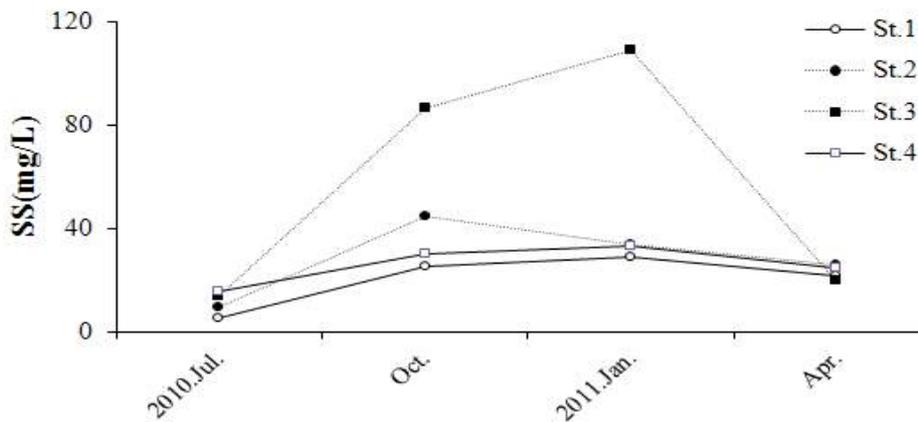


Fig. 3-1-27. 시험어장의 계절별 부유물질 농도 변화.

10) 함수율

시험어장의 계절별 함수율은 Fig. 3-1-8과 같다. 창리 갯벌어장의 함수율은 27.83~62.89% 범위로 2011년 1월에 가장 높았고, 2010년 10월에 가장 낮은 값을 보였다. 진산리 갯벌어장은 19.12~38.49% 범위로 2011년 4월에 38.49%로 최고 값을 보였고, 2011년 1월(동계)에 19.12%로 최저 값을 보였다. 창리 갯벌어장과 진산리 갯벌어장은 동계에만 차이가 있을 뿐 다른 계절엔 차이를 나타내지 않았다.

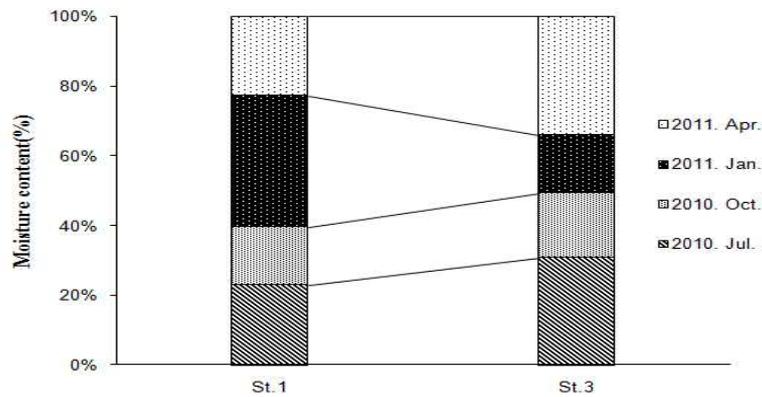


Fig. 3-1-28. 시험어장의 계절별 함수율 변화

11) 표층 퇴적물의 총 유기물 함유량

각 계절별 퇴적물의 총 유기물 함유량은 Fig. 3-1-9와 같다. 창리 갯벌어장의 경우 1.51~4.45% 범위로 2010년 10월에 가장 적었고, 하계인 2010년 7월에 2.94%로 가장 높은 값을 보였다. 진산리 갯벌어장에서는 1.18~9.34% 범위로 2010년 7월에 가장 낮았고, 2010년 10월에 9.34%로 가장 높은 값을 나타내었다. 진산리 갯벌어장의 경우 하계인 2010년 7월에 다른 계절과 다르게 가장 높은 값이 측정되었다.

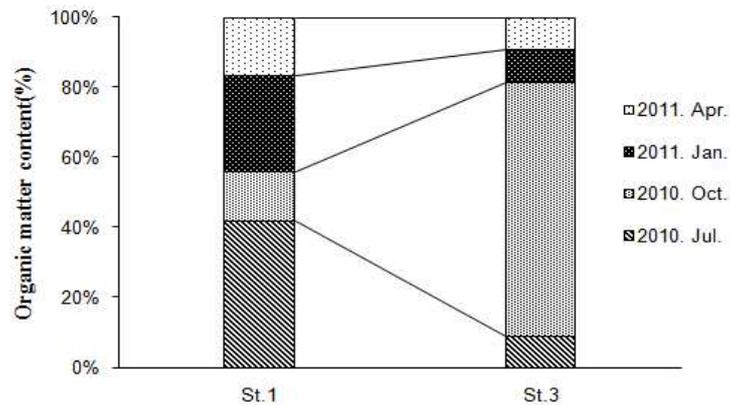


Fig. 3-1-29. 시험어장의 계절별 총 유기물 함유량.

12) 퇴적환경 및 입도분석

표층 퇴적물 입도 분석결과 창리 갯벌어장의 경우 2010년 7월에 Sand질이 96.32%, 10월에 95.6%로 Sand질이 월등히 높았고, 2011년 1월에는 Sand질이 40.81%, Silt질이 56.77%로 Silt질이 증가하였다(Fig. 3-1-10). 2011년 4월에는 Sand가 90.22%, Silt가 9.67%로 계절에 따라 Sand와 Silt질의 우점 비율이 바뀌는 것을 알 수 있다. 진산리 갯벌어장은 Sand가 2010년 7월에 99.34%, 10월에 95.2%였고, 2011년 1월에는 99.96%, 4월에는 95.6%로 전 기간 동안 Sand의 비율이 월등히 높아 겨울철에 Sand와 Silt의 우점 비율이 바뀌는 천수만의 창리 갯벌어장과는 차이가 나타났다.

평균 입도의 크기는 계절에 따라 차이는 있었지만 창리 갯벌어장이 진산리 갯벌어장에 비해 phi값이 컸다. skewness의 경우 2010년 7월과 10월에는 창리 갯벌어장의 phi값이 더 컸지만 2011년 1월과 4월에는 진산리 갯벌어장의 phi값이 더 컸다. kurtosis의 경우 창리 갯벌어장이 2010년 7월과 2011년 4월에 phi값이 더 큰 반면, 2010년 10월과 2011년 1월에는 진산리 갯벌어장의 phi값이 컸다. sortings는 창리 갯벌어장이 2010년 10월에만 phi값이 작았으며, 나머지 계절에는 진산리 갯벌어장이 phi값이 컸다(Fig. 3-1-11).

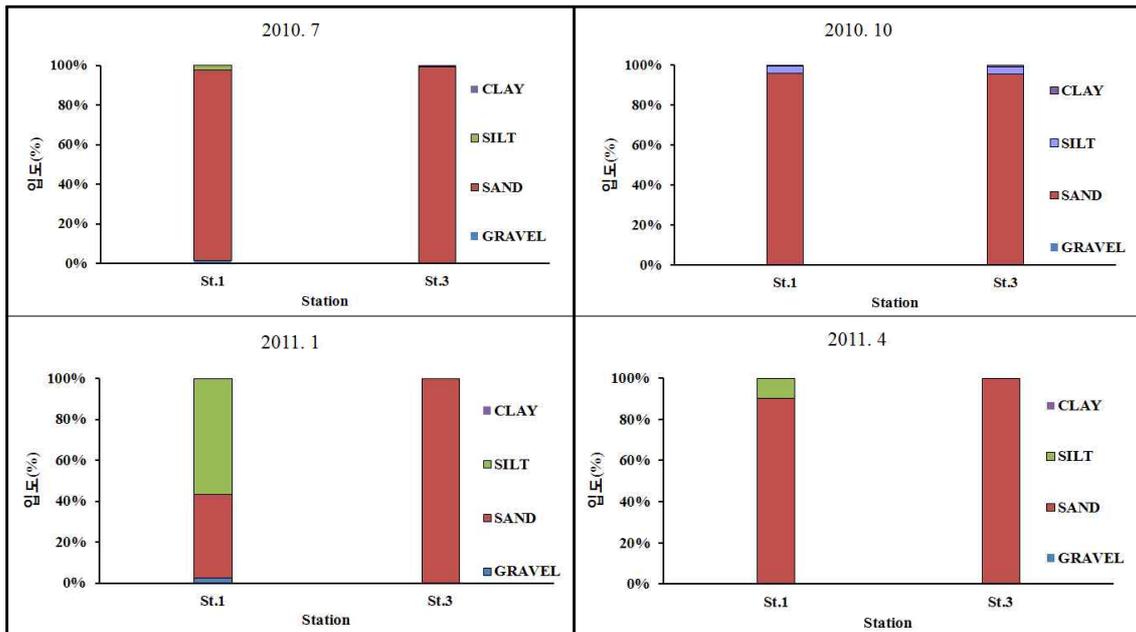


Fig. 3-1-30. 시험어장의 계절별 입도 분석.

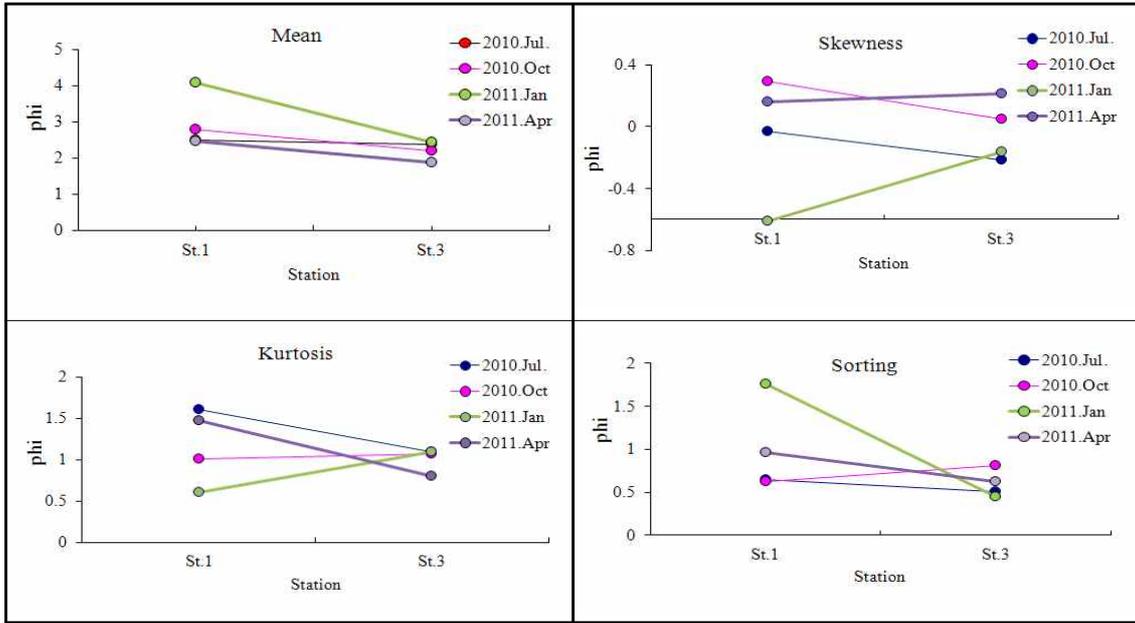


Fig. 3-1-31. 시험어장의 계절별 입도 크기.

가) 퇴적환경

충남 태안군 남면 진산리의 남해포 만 입구에 위치하는 (주)씨에버의 갯벌참굴 양식장은 해안선으로부터 약 150m 지점부터 시작되어 만의 중앙쪽으로는 약 150m, 바다쪽으로는 길이는 약 400m인 국내 최초로 개발된 수평망식 갯벌참굴 양식장이다. 갯벌참굴 양식장의 북쪽방향으로 전개되어 있는 남해포 갯벌 상부 조건대는 사질펄(Sandy mud)과 실트질 모래(Silty sand)로 구성되어 있고, 중부조건대 이하 지역은 모래질(Sand)로서, 만 전체적으로는 90% 이상이 사질 퇴적물이 발달해 있다. 퇴적물의 평균입도는 2.2~5.26 Φ 범위이다(2008. 국립수산과학원).

13) 영양염류

영양염류 중 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 농도 분포는 창리 갯벌의 경우 0.007~0.254 mg/L(평균 0.126 mg/L) 범위로 2010년 7월에 가장 높았고, 2011년 1월에 가장 낮았다. 창리 해면은 0.023~0.181 mg/L(평균 0.080 mg/L)로 2010년 7월에 가장 높았고, 2011년 4월에 가장 낮았다. 진산리 갯벌은 0.072~0.216 mg/L(평균 0.175 mg/L)로 2010년 7월에 0.072 mg/L로 가장 낮았고, 2011년 1월에 0.216 mg/L로 가장 높은 값을 나타내었다. 원산도 해면은 0.027~0.090 mg/L로 2010년 7월에 가장 낮았고, 2011년 1월에 0.090 mg/L로 가장 높았다(Fig. 3-1-12).

$\text{NO}_2\text{-N}$ 의 농도 분포는 창리 갯벌은 0.003~0.011 mg/L(평균 0.005 mg/L)로 2011년 1월에 가장 낮았고, 2010년 10월에 가장 높았다. 창리 해면은 0.002~0.023 mg/L(평균

0.011 mg/L)로 2011년 4월에 가장 낮았고, 2010년 7월에 가장 높았다. 진산리 갯벌은 0.004~0.015 mg/L(평균 0.009 mg/L)로 2010년 7월에 0.004 mg/L로 가장 낮았고, 2010년 10월에 0.015 mg/L로 가장 높았다. 원산리 해면은 0.002~0.010 mg/L(평균 0.006 mg/L)로 2011년 4월에 최저값을 보였고, 2010년 10월에 0.010 mg/L으로 최고값을 나타내었다.

NO³-N의 농도 분포는 창리 갯벌의 경우 0.003~0.050 mg/L(평균 0.017 mg/L)로 2011년 1월에 최저값을 보였고, 2010년 10월에 최고값을 나타내었다. 창리 해면은 0.004~0.101 mg/L(평균 0.043 mg/L) 범위로 2011년 1월에 최저값을, 2010년 7월에 최고값을 나타내었다. 진산리 갯벌은 0.018~0.589 mg/L(평균 0.242 mg/L) 범위로 2010년 7월에 최저값을 2010년 10월에 0.589로 최고값을 나타내었다. 원산도 해면은 0.008~0.047 mg/L(평균 0.028 mg/L)로 2010년 7월에 0.008 mg/L로 가장 낮았고 2011년 1월에 0.047 mg/L로 가장 높은 값을 나타내었다.

PO⁴-P의 농도 분포는 창리 갯벌은 0.001~0.029 mg/L(평균 0.013 mg/L)로 2011년 1월에 가장 낮았고, 2010년 7월에 가장 높았다. 창리 해면은 0.001~0.023 mg/L(평균 0.011 mg/L)로 2011년 1월에 가장 낮았고, 2010년 7월에 0.023 mg/L으로 가장 높았다. 진산리 갯벌은 0.004~0.047 mg/L(평균 0.019 mg/L)로 2011년 4월에 가장 낮았고, 2010년 10월에 0.047 mg/L로 가장 높았다. 원산도 해면은 0.005~0.014 mg/L(평균 0.009 mg/L)로 2010년 7월과 2011년 4월은 0.005 mg/L으로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 2010년 10월에 0.014 mg/L으로 가장 높은 값을 나타내었다.

SiO₂-Si의 농도 분포는 창리 갯벌의 경우 0.029~0.409 mg/L(평균 0.280 mg/L)로 2011년 1월에 0.029 mg/L로 가장 낮았고, 2010년 7월에 0.409 mg/L로 가장 높았다. 창리 해면은 0.029~0.518 mg/L(평균 0.239 mg/L)로 2011년 1월에 0.029 mg/L로 가장 낮았고, 2010년 7월에 0.518 mg/L로 가장 높았다. 진산리 갯벌은 0.219~1.420 mg/L(평균 0.864 mg/L)로 2010년 7월에 0.219 mg/L로 가장 낮았고, 2010년 10월에 1.420 mg/L로 가장 높게 나타났다. 원산도 해면은 0.120~0.283 mg/L(평균 0.199 mg/L)로 2011년 1월에 0.120 mg/L로 가장 낮았고, 2010년 10월에 0.283 mg/L로 가장 높은 값을 나타내었다.

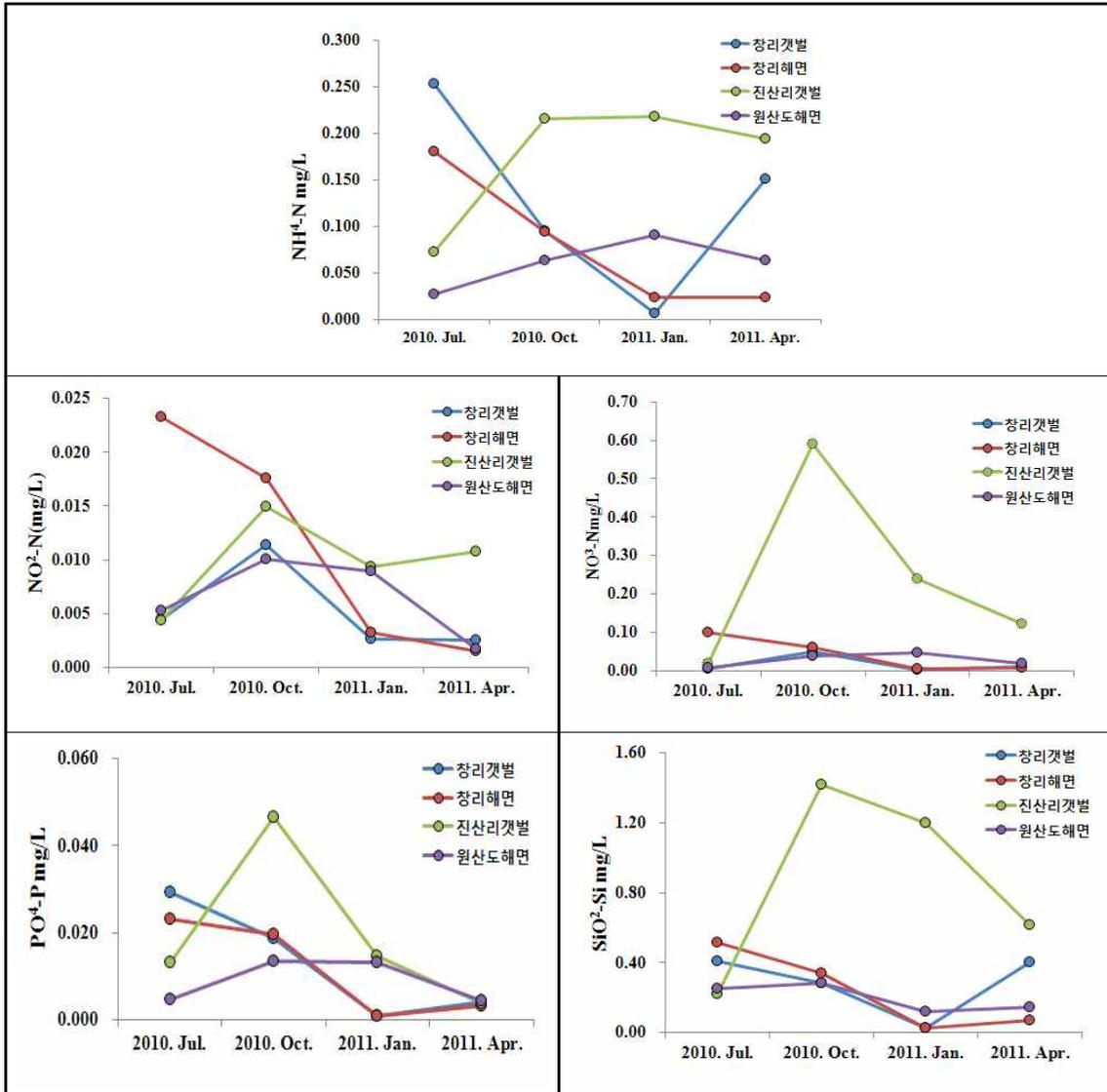


Fig. 3-1-32. 시험어장의 계절별 영양염류 변화.

14) Chlorophyll *a*

Chlorophyll *a*의 농도분포는 창리 갯벌어장은 3.62~7.04 $\mu\text{g/L}$ 로 2011년 4월에 가장 높은 값을 나타내었고, 2011년 1월에 3.62 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 낮은 값을 나타내었다 (Fig. 3-1-13). 창리 해변어장은 2.42~4.82 $\mu\text{g/L}$ 로 2010년 7월에 2.42 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 낮았고, 2011년 4월에 4.82 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 높았다. 진산 갯벌어장은 4.82~12.46 $\mu\text{g/L}$ 로 2011년 4월에 12.46 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 높은 농도를 나타내었고, 2010년 7월에 7.88 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 낮았다. 영목 해변어장은 1.48~3.30 $\mu\text{g/L}$ 로 2011년 4월에 3.30 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 높았고, 2010년 7월에 1.48 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 낮은 농도를 나타내었다.

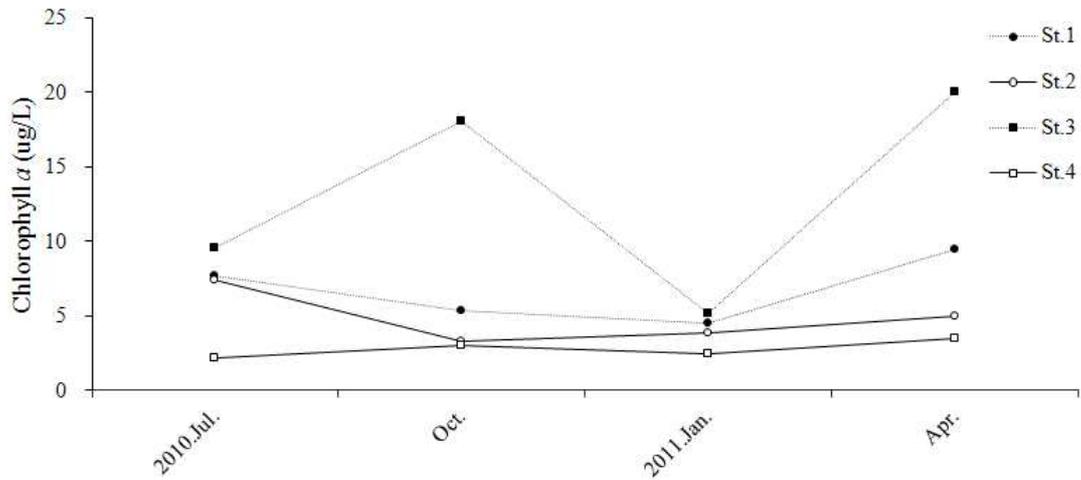


Fig. 3-1-33. 시험어장의 계절별 Chlorophyll a 변화

15) 식물플랑크톤

식물플랑크톤은 전 해역에서 2010년 7월과 2010년 10월에 총 47종이 동정 되었고 2011년 1월과 2011년 4월에는 48종이 동정되었다(Fig. 3-1-14). 2010년 7월과 10월에는 규조류가 31종으로 전체의 66.0 %를 차지하여 가장 우점한 분류군으로 조사되었다. 그 다음으로 와편모조류가 8종(17 %)으로 주요 생물군으로 출현하였으며, 그 밖에 녹조류 4종(8.5 %), 은편모조류 1종(2.1 %), 황색편모조류 1종(2.1 %), 남조류 2종(4.3 %)이 출현 하였다. 2011년 1월과 4월에는 규조류가 37종으로 전체의 77 %를 차지하여 가장 우점하였다. 그 다음으로 와편모조류가 8종(17.8 %)이었고, 그 밖에 유글레나류 1종(2.1 %), 황색편모조류 1종(2.1 %), 은편모조류 1종(2.1 %)가 출현하였다.

조사 시기에 따른 각 정점별 우점종 분포는 2010년 7월 창리 갯벌과 해면의 경우 Cryptomonads(50.21 %)가 우점종으로 출현하였으며, *Ceratium furca* (10.70 %)가 다음으로 우점하고 있다. 2010년 7월 진산 갯벌어장은 Cryptomonads(37.50 %)가 가장 우점 하였고, *Paralia sulcata*(13.39 %)가 다음으로 우점하였다. 2010년 7월 원산도 해면 어장도 Cryptomonads(56.25%)가 우점하였으며, *Paralia sulcata*(20.31 %)가 다음으로 우점하였다. 2010년 10월 창리 갯벌어장은 *Cylindrotheca closterium*(82.10 %)가 가장 우점하였고, 그 다음은 *Fragilaria* sp.(4.32 %)로 나타났다(Table 3-1). 2010년 10월 창리 해면어장은 Cryptomonads(66.66 %)가 가장 우점하였고, *Navicula* sp.1(8.33 %)가 다음으로 우점 하였다. 2010년 10월 진산 어장은 *Paralia sulcata*(37.31 %)가 가장 우점하였으며, 그 다음으로 Cryptomonads(20.90 %)가 우점하였다. 2010년 10월 원산도 해면어장은 Cryptomonads(74.12 %)가 가장 우점하였고, 그 다음으로 *Paralia*

sulcata(6.99 %)가 우점하였다(Table 3-1-2). 2011년 동계(1월) 창리 갯벌어장은 *Skeletonema costatum*(30.48 %)이 가장 우점하였으며, 그 다음으로 *Navicula* sp. <20um(12.38 %)가 우점하였다. 2011년 1월 창리 해변어장은 *Guinardia delicatula*(21.14 %)가 가장 우점하였으며, 그 다음으로 *Skeletonema costatum*(13.55 %)가 우점하였다. 2011년 1월 진산 갯벌어장은 *Rhizosolenia setigera*(28.40 %)가 가장 우점하였으며, 그 다음으로 *Skeletonema costatum*(24.85 %)가 우점하였다. 2011년 1월 영목 해변어장은 *Skeletonema costatum*(18.60 %)이 가장 우점하였으며, 그 다음으로 *Rhizosolenia setigera*(12.40 %)가 우점하였다(Table 3-3). 2011년 4월의 창리 갯벌어장은 *Skeletonema costatum*(28.21 %)가 가장 우점하였고, 그 다음으로 Cryptomonad(20.00 %)가 우점하였다. 2011년 4월 창리 해변어장은 *Skeletonema costatum*(33.85 %)가 가장 우점하였으며, 그 다음으로 *Paralia sulcata*(10.42 %)가 우점하였다. 2011년 4월 진산 갯벌어장은 *Prorocentrum* sp.(55.93 %)가 가장 우점하였으며, 그 다음으로 Cryptomonad(23.88 %)가 우점하였다. 2011년 4월 영목 해변어장은 *Guinardia delicatula*(75.04 %)가 가장 우점하였으며, 그 다음으로 *Skeletonema costatum*(9.35 %)가 우점하였다(Table 3-1-4).

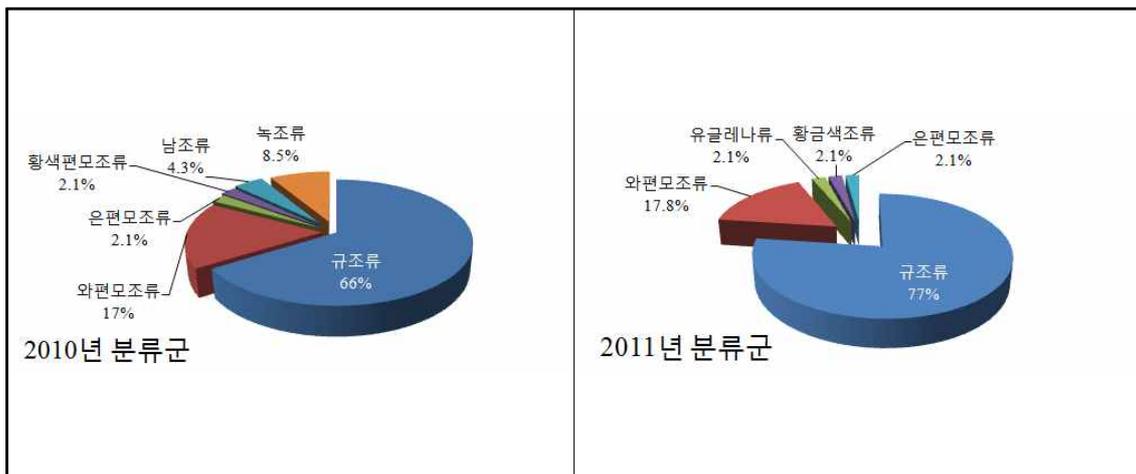


Fig. 3-1-34. 식물플랑크톤의 분류군별 출현종수.

Table 3-1-13. 2010년 7월 식물플랑크톤 우점종

Station	Dominant species	Abundance(cells/L)	dominant rate(%)
St.1	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
St.2	Cryptomonads	86527	50.21
	<i>Ceratium furca</i>	18440	10.70
	<i>Prorocentrum</i> sp.2	9929	5.76
	<i>Gloeocapsa</i> sp.1	9220	5.35
St.3	Cryptomonads	27799	37.50
	<i>Paralia sulcata</i>	9928	13.39
	<i>Fragilaria</i> sp.	8604	11.61
	<i>Navicula</i> sp.1	5295	7.14
St.4	Cryptomonads	26332	56.25
	Paraliasulcata	9509	20.31
	<i>Melosira</i> sp.1	2194	4.69
	<i>Ceratium furca</i>	1463	3.13

Table 3-1-14. 2010년 10월 식물플랑크톤 우점종

Station	Dominant species	Abundance(cells/L)	dominant rate(%)
St.1	<i>Cylindrotheca closterium</i>	99622	82.10
	<i>Fragilaria</i> sp.	5243	4.32
	<i>Navicula</i> sp.1	4494	3.70
	<i>Navicula</i> sp.2	2996	2.47
St.2	Cryptomonads	6063	66.66
	<i>Navicula</i> sp.1	758	8.33
	<i>Chaetoceros danicus</i>	758	8.33
	<i>Tropidoneis</i> sp.	758	8.33
St.3	<i>Paralia sulcata</i>	15880	37.31
	Cryptomonads	8893	20.90
	<i>Elakatothrix</i> sp.	3811	8.96
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	2541	5.97
St.4	Cryptomonads	78642	74.12
	<i>Paralia sulcata</i>	7419	6.99
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	5193	4.89
	<i>Thalassiosira</i> sp.1	2968	2.80

Table 3-1-15. 2011년 1월 식물플랑크톤 우점종

Station	Dominant species	Abundance(cells/L)	dominant rate(%)
St.1	<i>Skeletonema costatum</i>	9700	30.48
	<i>Navicula sp.</i> <20um	3900	12.38
	Cryptomonad	3800	11.90
	<i>Paralia sulcata</i>	3600	11.43
St.2	<i>Guinardia delicatula</i>	23300	21.14
	<i>Skeletonema costatum</i>	15000	13.55
	Cryptomonad	12000	10.84
	<i>Paralia sulcata</i>	12000	10.84
St.3	<i>Rhizosolenia setigera</i>	6800	28.40
	<i>Skeletonema costatum</i>	6000	24.85
	Cryptomonad	3100	13.02
	<i>Paralia sulcata</i>	2800	11.83
St.4	<i>Skeletonema costatum</i>	3600	18.60
	<i>Rhizosolenia setigera</i>	2400	12.40
	<i>Paralia sulcata</i>	1800	9.30
	Cheatoceros sp.1	1800	9.30

Table 3-1-16. 2011년 4월 식물플랑크톤 우점종

Station	Dominant species	Abundance(cells/L)	dominant rate(%)
St.1	<i>Skeletonema costatum</i>	11800	28.21
	Cryptomonad	8400	20.00
	<i>Paralia sulcata</i>	5100	12.14
	<i>Navicula sp.</i> <20um	2100	5.00
St.2	<i>Skeletonema costatum</i>	9500	33.85
	<i>Paralia sulcata</i>	2900	10.42
	<i>Rhizosolenia setigera</i>	2500	8.85
	<i>Cheatoceros socialis</i>	1800	7.29
St.3	Prorocentrum sp.	114000	55.93
	Cryptomonad	48700	23.88
	<i>Skeletonema costatum</i>	16200	7.93
	Protoperdinium sp.	4200	2.04
St.4	<i>Guinardia delicatula</i>	130500	75.04
	<i>Skeletonema costatum</i>	16300	9.35
	<i>Paralia sulcata</i>	6100	3.52
	Cryptomonad	3100	1.78

16) 대형 저서 생물

대형 저서생물은 총 21종 638개체, 207.76 gWWt./m² 이었다. 분류군별로는 환형동물문이 12종 57%로 가장 우점하였고, 그 다음으로 연체동물문 5종(24%), 절지동물문 4종(19%) 순으로 나타났다. 총 개체수 638개 중 환형동물문이 360개체로 56%로 가장 높은 출현율을 보였고, 그 다음으로 연체동물이 215개체(34%), 절지동물문이 63개체(10%) 순으로 나타났다. 생체량에 있어서는 총 207.76 gWWt./m² 중 환형동물문이 80.24 gWWt./m²가 채집되어 전체 30%로 가장 높은 점유율을 보였고, 그 다음으로 절지동물문 69.84 gWWt./m²(33%), 연체동물문 57.59 gWWt./m²(28%) 순으로 나타났다.

정점별로 대형 저서생물을 분석해 본 결과, 출현 종수는 진산 갯벌어장이 18종으로 가장 많이 출현하였으며, 그 다음으로 창리 갯벌어장에서 13종이 출현하였다. 개체수에 있어서 진산 갯벌어장이 361개체 119.59 gWWt./m²로 창리 갯벌어장(277개체 88.08 gWWt./m²)보다 많은 개체수를 보였다(Fig. 3-1-15, Fig. 3-1-16, Fig. 3-1-17).

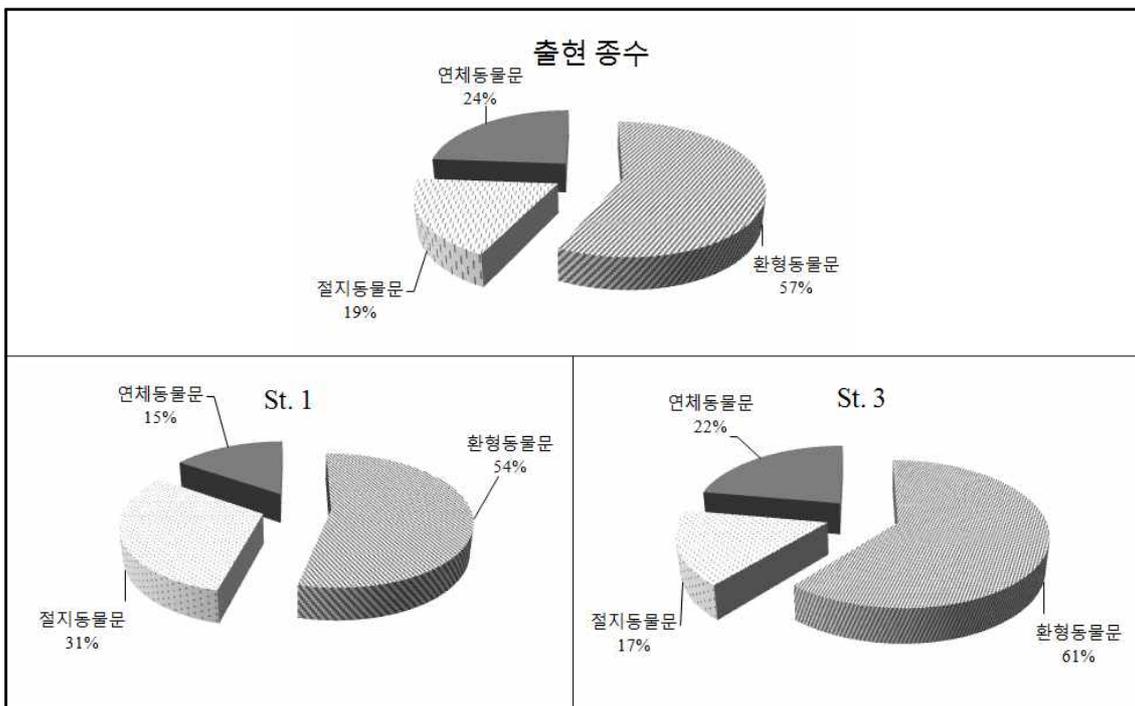


Fig. 3-1-35. 대형 저서생물의 출현 종수와 정점별 출현 종수의 조성률.

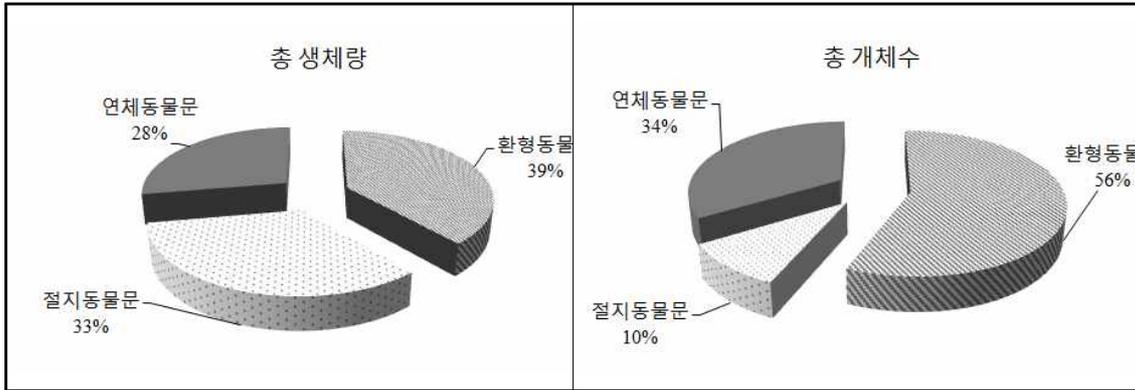


Fig. 3-1-36. 대형 저서생물의 총 생체량과 총 개체수 조성률.

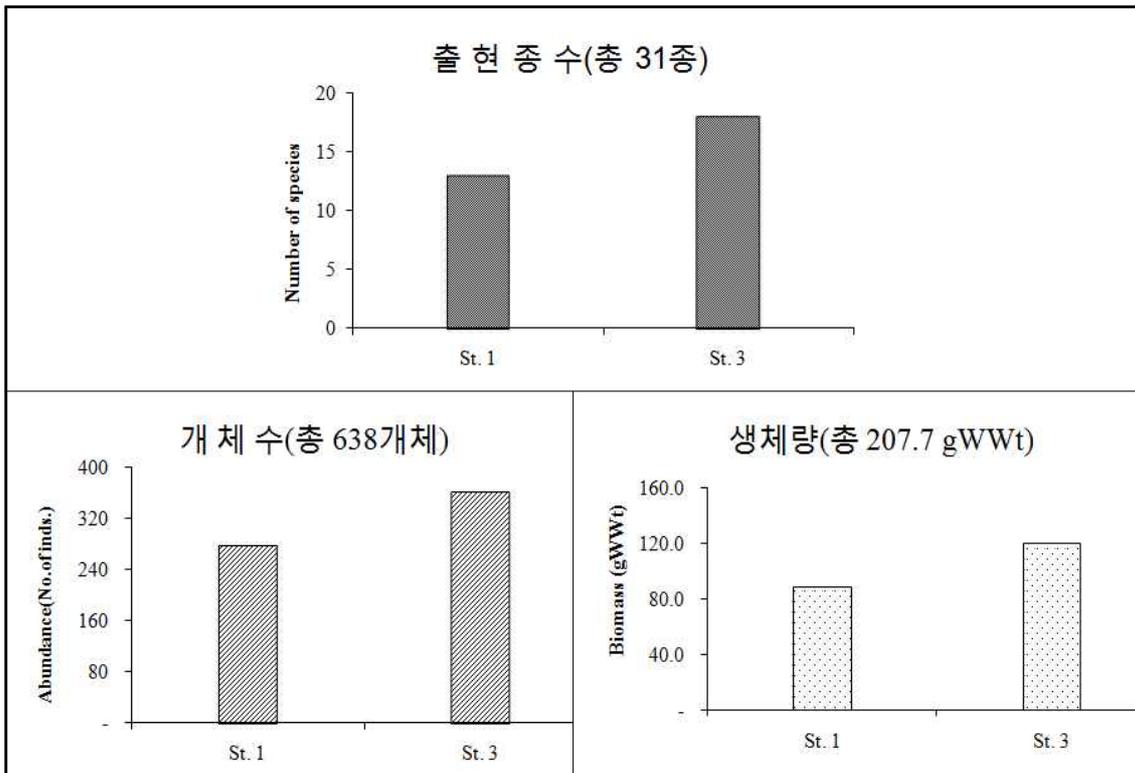


Fig. 3-1-37. 정점별 대형 저서생물의 출현종수, 개체수 및 생체량 비교.

Table 3-1-17. 2010. 7월 대형 저서생물 우점종

	정점	학명	개체수	분류군
2010. 7	창리	<i>Heteromastus filiformis</i>	23	환형동물
		<i>Nephtys polybranchia</i>	18	연체동물
		<i>Centheadearhizophorarun</i>	5	연체동물
	진산리	<i>Mediomastus californiensis</i>	13	환형동물
		<i>hemigrappts sinensis</i>	5	절지동물
		<i>Monoculodes koreanus</i>	2	절지동물

Table. 3-1-18. 2010. 10월 대형 저서생물 우점종

	정점	학명	개체수	분류군
2010. 10	창리	<i>Nephtys polybranchia</i>	32	환형동물
		<i>Turbo coronata coreensis</i>	17	연체동물
		<i>Hemigrappts penicilatus</i>	2	절지동물
	진산리	<i>Lumbrineris longifolia</i>	28	환형동물
		<i>Tritodynamia rathbuni</i>	7	절지동물
		<i>scopimera globasa</i>	5	절지동물

Table 3-1-19. 2011. 1월 대형 저서생물 우점종

	정점	학명	개체수	분류군
2011. 1	창리	<i>Amaeana occidentalis</i>	25	환형동물
		<i>Hima Reticunassa festiva</i>	13	연체동물
		<i>hemigrappts penicilatus</i>	7	절지동물
	진산리	<i>Amaeana occidentalis</i>	27	환형동물
		<i>Mediomastus californiensis</i>	22	환형동물
		<i>Lumbrineris longifolia</i>	10	환형동물

Table 3-1-20. 2011. 4월 대형 저서생물 우점종

	정점	학명	개체수	분류군
2011. 4	창리	<i>Amaeana occidentalis</i>	23	환형동물
		<i>Littoraria artictata</i>	12	연체동물
		<i>Hemigrappts penicilatus</i>	8	절지동물
	진산리	<i>Lumbrineris longifolia</i>	28	환형동물
		<i>Turbo coronata coreensis</i>	15	연체동물
		<i>hemigrappts sinensis</i>	7	절지동물

가) 주요 서식생물

진산리의 중부 및 상부 조간대 갯벌에서는 오래 전부터 백합양식장이 개발되어 현재에도 말백합(*Meretrix petechialis*) 종묘가 자연적으로 발생하고 있고, 백합 외에도 가무락(*Cyclina sinensis*), 동죽(*Macra veneriformis*), 맛조개(*Solen corneus*) 등의 유용 패류와 서해비단고둥, 왕좁쌀무늬고둥, 다모류 등이 풍부하여 자연성이 잘 보존되어 있는 전형적인 만형 갯벌이다. 갯벌참굴 양식장이 위치하는 하부조간대 갯벌은 전형적인 모래 갯벌로서 남서향으로 열려 있어 해수유통이 매우 양호한 조건을 갖추고 있으며, 간조시에 남면과 근홍면 사이의 상부 갯벌 표층에서 생산되는 저서 미세조류 등을 먹이원으로 풍부하게 공급받을 수 있는 여건을 갖추고 있다.

나) 부착생물

진산리 굴 양식장에서 굴을 담고 있는 양성망, 양성망을 올려놓는 철타 구조물, 로프 등에서 볼 수 있는 부착생물은 자연산 참굴, 진주담치, 따개비 등이었다. 특히 양식장 시설물에 가장 우점적으로 부착해 있는 굴은 양식장 인근의 바위 등에 서식하고 있던 자연산 참굴로부터 비롯된 것으로 추정되며, 오래된 굴 시설물에 새로운 군락으로 정착한 상태로서 지속적으로 갯벌참굴 양식장에 유생과 종묘를 공급하고 있어 진산리 굴 양식장에서 가장 경계해야 할 부착생물로 판단되었다. 진주담치는 수평망 시설의 하부와 로프 등에 참굴과 함께 부착해 있었으나 자연산 참굴에 비해 부착량은 극히 적은 편이었다.

제2절 갯벌 참굴 적지조사 매뉴얼(안) 작성

갯벌참굴 종묘의 해면 중간육성장으로 선정되기 위해서는 ① 봄철에 10℃ 이상에 도달하는 수온상승이 빠른 지역 ② 굴이 선호하는 먹이생물이 풍부한 곳 ③ 종묘를 수용하는 가두리 그물망이 풍파 및 조류에 안전한 곳 ④ 어린 굴이 성장과정에서 심한 염분변화의 영향을 받지 않는 환경 등이다.

양식장 적지조사는 조사대상지와 대상품종과의 양식 적합성 여부를 시험·조사 분석하는 업무를 말한다. 본 사업에서 갯벌참굴 양식장에 대하여 조사를 실시하는 이유는, 첫째 국내 모든 양식장의 적지조사 시 적용하고 있는 “양식장적지조사요령(국립수산과학원훈령 제437호)”에서 참굴에 대한 적지조사 기준이 남해안의 수하식과 갯벌의 투석식을 중심으로 되어 있어 현재 적지조사 기준이 마련되어 있지 않은 새로운 양식방법인 수평망식(간이수하식의 일종)에 대한 적지조사 기준을 마련하기 위함이다. 굴에 대한 적지조사기준에서는 저질 및 수심에 대한 기준을 투석식과 수하식으로만 구분하고 있어 새로운 양식방법인 갯벌 수평망식에 대한 적지기준이 마련되어야 한다. 또한 갯벌 수산자원을 수산업의 신성장 동력으로 개발하려는 농림수산식품부의 新갯벌어업 추진계획의 일부로서 갯벌참굴이 수출전략품종으로 선정되어 본격적인 개발을 추진하고 있기 때문에 적지조사 차원을 넘어 안정적이고 품질 좋은 갯벌참굴 생산에 필요한 환경요인들을 검토하여 양식장 개발에 적극 활용할 필요성이 있다.

본 연구항목에서는 수평망식 참굴 양식장의 개발과 갯벌참굴의 해면 중간육성장을 시설·운영하는 데 필수적으로 검토되어야 할 환경요인들을 선정하고 각 환경요인들에 대한 조사방법을 정립하는 것이 1차년도 사업의 주요 목표이다. 해면 중간육성장으로서의 천수만의 내측인 충남 서산시 창리의 해상가두리형 중간육성장을 조사하였으며, 갯벌 중간육성장 및 양식장으로는 인천광역시 옹진군 영흥면 지역 2개소와 충남 태안군 남면 진산리에 위치하는 갯벌참굴 양식장 1개소에 대하여 환경요인 및 갯벌참굴의 특성을 조사하였다. 양식적지로서의 환경요인과 밀접한 관계가 있는 갯벌참굴의 성장과 생존 및 생리적 기능에 대한 환경요인의 영향 등에 관하여는 문헌조사를 실시하였으며, 갯벌참굴의 수출전략 수립에 가장 중요한 요인 중의 하나인 생산해역의 환경기준도 함께 검토하여 갯벌참굴 해면 중간육성장 및 양식장에 대한 적지조사 매뉴얼 (안)을 제시하고자 하였다.

가. 해면 중간육성장 적지 환경요인 조사

갯벌 참굴 양식장의 환경요인에 대한 조사는 충남 서산시 부석면 창리의 시범양

식장과, 태안군 남면 진산리의 (주)씨에버 갯벌참굴 양식장을 조사하였다. 서산 창리의 시범양식장은 2010년 7월에 처음 시설한 양성장이며, 태안군 남면 진산리의 (주)씨에버 양식장은 시설면적이 5ha, 노출시간은 약 3~5시간 정도이고 갯벌의 저질은 모래질로 구성되어 있으며 해안선으로부터는 약 150m 지점에 위치한 곳으로 국내 갯벌참굴 양식장으로서 가장 오래되고 체계적으로 관리되고 있는 양식장이다(Fig. 3-2-1). 조사결과는 제 1절 갯벌양식장 환경조사 결과에 수록하였다.



Fig. 3-2-1. 1차년도 갯벌참굴 모니터링 조사 어장(태안군 남면 진산리)

나. 자료조사

1차년도 사업의 현장조사와 중간육성과정에서 파악하는데 어려움이 있는 굴 양식장의 환경요인들이 굴의 성장 및 폐사와 어떤 상관성이 있는지를 간접적으로 알아보기 위하여 온도, 염분, 갯벌의 노출, 번식활동, 강수량, 먹이환경, 강물의 유입, 굴 양식 시설물의 지면으로부터 높이 등이 굴의 성장, 생존, 방어기능 등에 관한 선행 연구 자료들을 조사하였다.

1) 온도와 염분

우리나라에서 참굴의 서식수온은 5~30℃, 적정 서식수온은 23~25℃로 알려져 있으며, 서식이 가능한 비중은 1.006~1.025, 적정비중은 1.015~1.020으로 알려져 있다(국립수산과학원, 2008). 굴의 성장은 패각의 성장과 연체부의 성장으로 구분할 수 수 있으며, 패각의 성장은 수온이 낮은 겨울철에는 거의 성장하지 않다가 봄부터 여름철에 수온 상승과 더불어 성장이 현저해지고 겨울철이라도 수온이 비교적 높은

곳에서는 폐각 성장이 계속되는 것으로 보고된 바 있다(배와 한, 1998).

참굴은 온도와 삼투압 변화에 쉽게 적응하는 패류이기는 하지만 조석 주기에 따른 공기 중 노출 같은 물리적 스트레스나 온도와 염분의 반복적 또는 급격한 변동은 굴 자체의 방어기능에 영향을 받게 된다. 해수의 염분이 변화하면 굴의 혈림프나 조직 중의 洞(sinuses)에 존재하는 혈구들도 그대로 염분변화에 노출되며, 염분이 상승하게 되면 굴의 체내에 들어 온 이물질(target particles)을 향한 혈구의 확산 시간과 이동능력이 감소하게 되어 추가적인 스트레스 요인으로 작용하게 되고 방어능력의 감소로 이어져 병원생물 감염에 취약하게 된다. 염분변화에 따른 굴 혈구의 식세포 활성을 알아보기 위한 생체실험(in vivo)에서는 염분이 15와 45에서 연속 노출시 3일이 경과할 때부터 혈구세포가 사망한다는 보고도 있다(Gangnaire et al., 2006).

온도가 굴(예: 버니지아 굴, *Crassostrea virginica*)의 생리기능에 미치는 영향으로는 고수온 시 혈구의 확산 및 운동을 방해하며, 혈구의 수, 식작용 활성(phagocytic activity), aminopeptidase 등 혈구의 효소 활성 등에 영향을 줌으로써 *Perkinsus marinus* 같은 원생동물 감염에 대한 감수성에 영향을 줄 수도 있다. 참굴의 경우는 herpesvirus 감염시 수온이 낮을 때 잠복하거나 낮은 감염효과를 보이다가 온도가 상승하면 유생 또는 부착직후의 종묘들 전체에서 질병증상이 뚜렷해지는 경향이 있다. 따라서 온도와 염분은 굴을 포함한 해양무척추동물의 면역 방어기능을 조절할 수 있는 핵심적 환경요인이며, 특히 어린 굴에서는 질병발생 정도에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다(Gangnaire et al., 2006).

2) 어장의 노출시간

Spencer 등(1978)이 인공부화한 굴 종묘를 이용하여 노출시간에 따른 굴의 성장을 비교한 결과, 갯벌의 노출시간이 0~15%의 차이가 있을 때에는 굴의 성장에 대한 영향이 크지는 않았으며, 조석으로 인해 공기 중 노출 시간에 따라 굴의 육중량과 각고는 매우 유의적인 역상관관계가 있어서 노출시간이 길어짐에 따라 굴의 육중량과 각고 성장은 낮아진다고 하였다. 어장의 노출시간 차이에 따라 굴의 크기에 유의적인 감소가 나타나려면 어장의 노출시간은 4~9% 정도 차이가 있어야 하며, 굴이 서식하는 지점의 노출시간이 0~10% 차이가 있을 때까지는 육중량, 각중량, 건조육중량 등의 성장에 차이가 아주 적었으나, 노출시간이 10~30%의 차이가 있을 때에는 성장률에 뚜렷한 감소가 나타난다고 보고하였다.

프랑스에서는 굴의 여름철 폐사를 방지하기 위하여 여름폐사기인 4월부터 9월까지 병원생물의 확산방지를 위하여 지역 간에 굴을 옮기는 것을 자제할 필요가 있

다고 권고하고 있다. 그리고 산란 후 두 번째 해에 굴의 생존율은 일반적으로 매우 높으므로 종묘 생산 첫 해의 생존율을 높게 유지하기 위해 환경이 좋은 곳에서 굴 spat을 관리하는 것이 중요하다. 이러한 좋은 환경 중의 하나가 실내 종묘배양장이며, 자연에서는 적당히 빠른 유속이 유지되고 먹이량이 풍부하며, 노출되지 않는 환경에서 관리하는 것이라고 하였다(Dégremont et al., 2010).

참굴이 서식하는 하구역 환경에서는 갯벌의 공기 중 노출로 인하여 온도, 용존 산소, 염분, pH가 급격히 바뀌게 되므로, 온도상승, 빈산소(hypoxia), 혈중 이산화탄소 분압 상승(hypercapnia) 등과 함께 공기 중의 노출이 참굴의 여름폐사에 영향을 주는 환경요인 중의 하나로 지목된 바 있다. 굴의 조직은 빈산소 해수에 노출되거나 공기 중에 노출 시 패각을 단단히 밀폐한 상태에서는 패각내부도 저산소(hypoxic) 상태가 됨으로써 패각 내 해수 중의 CO₂ 농도가 증가하여 굴의 혈액과 조직의 pH 감소로 이어진다(Allen과 Burnett(2008)). 결론적으로, 노출시간의 증가는 굴의 먹이섭취 기회의 감소와 생리기능의 약화를 초래하여 폐사율이 증가하는 요인이 될 수 있음을 추정할 수 있었다.

3) 갯벌 표층퇴적물과 탁도

Allen Burnett(2008)은 굴의 여름 폐사가 심하게 발생하는 곳은 탁도가 높고 수온이 18℃를 초과하는 생산성이 높은 해수특성을 갖춘 지역에서 표층수의 순환이 좋지 않은 하구역의 상류지점인 경향이 있다고 보고한 바 있다.

또, Cheny 등(Unpublished Poster)은 2배체 굴과 3배체 굴을 펄이 많은 갯벌(Silty sediment)과 모래질 갯벌(Sandy sediment)의 바닥에서 키우는 방법(on-bottom)과 바닥으로부터 일정한 높이의 시설물(off-bottom)에서 초여름인 6월부터 가을인 10월 하순까지 양식하였을 때의 폐사특성을 조사하였다. 즉, 펄이 많은 양식장에서는 off-bottom 사육관리 시에 2배체와 3배체 모두 10월말의 누적 폐사율이 약 14~17% 정도에 그치지만, on-bottom 사육시에는 2배체와 3배체 모두 누적 폐사율이 60~61% 수준까지 증가한다고 하였다. 모래질 갯벌에서는 off-bottom 관리 시에 2배체와 3배체 굴의 폐사율이 약 25~27%로 silty sediment 양식장에 비해 약 10%가 더 높았지만, on-bottom 관리시에는 silty sediment에 비해 10월말의 누적 폐사율이 약 50~55% 정도로 다소 낮은 결과가 나타났다. 위의 결과는 갯벌어장의 퇴적물 구성에 관계없이 굴을 바닥으로부터 적정 높이만큼 띄워서 관리하는 방법(off-bottom)이 굴의 생존에 훨씬 유리하며, 갯벌바닥의 퇴적물 구성에 따라 펄이 많은 어장에서는 수중의 탁도가 먹이섭취에 방해가 되는 등 폐사의 직접적인 원인이 될 수 있으며, 모래질이 많은 갯벌에서는 탁도 이외에 온도나 먹이요인이 폐사요인

으로서 더 중요할 수 있음을 추정할 수 있다. 이러한 결과는 갯벌참굴의 적지선정 기본 자료로 활용될 수 있겠다.

4) 프랑스 연안 참굴 폐사와 환경요인

Soletchnik 등(2007)은 1993년부터 2005년 사이에 프랑스 연안 39개 굴 양식지역을 대상으로 굴의 폐사 유형과 환경요인과의 상관성을 조사한 결과, 1년생 참굴의 폐사와 관련된 가장 중요한 환경요인으로는 봄-여름 사이의 Chlorophyll-a와 여름철 해수의 탁도, 봄-여름의 수온이 중요함을 발견하였다. 또, 2년생 참굴의 폐사와 관련된 요인으로는 가을-겨울의 염분과 Chlorophyll-a가 유의적인 상관성이 있었고 가장 중요한 환경요인은 가을-겨울의 낮은 염분임을 확인하였다. 또, 수온이 1년생 굴의 폐사에 유의적으로 관련(특히, 봄-여름 중)되기는 하지만 온도 하나의 요인만으로 굴이 폐사하는 것으로는 여기지 않았다. 굴 자체의 높은 영양상태는 성숙속에 필요한 영양원으로서 중요하지만 여름 폐사에도 기여하는 것으로 추측하였다. 한 예로써, 부영양화 지역인 Matsushima Bay에서 굴 난모세포의 과도한 성숙은 굴의 생리 및 대사기능의 불균형을 초래하여 높은 폐사를 발생시킨 바 있다. 가을-겨울 사이의 Chlorophyll-a는 2년생 굴의 폐사와 유의적인 관계가 있음이 확인되었고, 가을-겨울의 먹이부족은 봄철이 시작될 무렵 굴의 생리적인 약화로 이어져 온도가 상승하면서 성성속으로 인한 스트레스를 더 받을 수도 있음이 밝혀졌다.

한편, 봄부터 여름 사이에 농경지로부터 유입되는 담수로 인해 갯벌의 굴은 담수와 함께 유입되는 독성물질로 인해 스트레스에 대한 감수성이 더 증가하게 되거나 영양염을 과잉 공급받는 상황이 될 수 있다. 그 예로서 프랑스 연안 중 Veys Bay, Morlaix Bay, Pen Bé 및 Penerf Bay 등은 강물이 굴을 양식하는 만으로 직접 유입되는 해역으로 굴의 연간 폐사율이 약 15% 정도였지만 만의 내측(Pen Bé Bay)에서는 1989년에 굴 폐사가 55%에 이른 경우가 있었다. 따라서 하계에 농경지나 담수호로부터 많은 담수가 유입될 가능성이 큰 지역의 만에서는 예외적으로 많은 강수량과 고온, 식물플랑크톤 blooms의 지연 등으로 굴의 폐사에 영향을 미칠 수 있다고 볼 수 있다.

다. 적지조사 매뉴얼(안) 작성

1차년도 사업에서는 갯벌참굴 해면 중간육성시범 사업장을 처음으로 시설하여 운영 중인 서산시 부석면 창리 해면의 제반 환경요인에 대한 적합성 여부를 검토하여 중간육성과과정에서 치·종묘의 폐사 등에 직접적으로 영향을 줄 수 환경요인에 대하여 적절한 대응 및 관리방안을 도출하는 것이 가장 중요한 목표이다. 갯벌참굴

양식장에 대하여는 각 어장별로 수온과 염분, 지형, 조류분포, 갯벌 표층퇴적물, 부착생물 등 가장 기본적인 환경요인과 각 조사양식장에서 갯벌참굴의 성장 또는 폐사에 의한 양식생산성에 대한 조사와 어업인들의 의견 청취 등을 바탕으로 어장 적지로서의 장·단점을 평가하고 그 결과와 선행연구 등 자료조사들에 근거하여 갯벌참굴 양식장으로서 갖춰야 할 각각의 환경요인들을 고찰하였다. 이와 더불어, 갯벌참굴 양식장 개발을 위한 실제 적지조사 수요발생을 가정하여, 현재 국립수산물자원양식장 적지조사 요령 중에서 굴에 대한 조사항목 중 현실적으로 개선할 필요성이 있는 항목에 대하여도 검토하였다. 갯벌참굴의 수출 활성화에 가장 기본적인 요인인 위생조건 충족과 관련된 사항은 수출용 패류 생산 지정해역 지정을 위한 환경요인에 대하여 간략히 검토하였다.

1) 창리 해면의 중간육성장 환경요인 고찰 및 하절기 종묘 관리방안

갯벌참굴 해면 중간육성장이 위치한 서산 창리해역은 천수만의 가장 내측으로서 부남호 담수방류 수문으로부터 약 2km 지점에 위치한다. 2010년 서산지역 여름철 기상현상의 가장 뚜렷한 특징은 장기간의 무더위와 함께 강수량이 많았으며, 겨울은 혹한의 추위가 12월부터 2월까지 계속되었다. 여름철인 7월부터 9월 사이에 서산지역의 강수량은 약 1,500 mm로서 2009년의 2배에 달하였고, 가장 더운 시기인 8월에는 일평균 기온이 29℃까지 상승하기도 하였으며, 수온은 9월 중순까지도 23~28℃ 사이를 유지하였다. 그리고 염분은 태풍 곤파스(2010년 9월)가 충남지역을 내습하던 시기를 전후로 약 10일 동안에 15~20 사이의 큰 폭의 변동이 있었다. 한편 겨울에는 12월부터 급격히 추워져 1월은 최근 수년 사이에 가장 추운 날씨를 보였고, 2월 하순 창리 해역의 해수의 온도는 2.03~3.16℃까지 하강하였다.

여름과 겨울의 기상, 수온, 담수의 영향 등을 고려하면 서산시 창리 해역은 수산생물을 양식하기에는 다소 부적합한 것으로 여길 수도 있지만, 5월 초순에 수온이 10℃ 이상으로 상승하여 5월 하순에 15℃까지 올라가고, 수심이 약 6.6~11.8m에 달하여 가두리형 중간육성 시설물의 설치가 가능하다. 또, 조금 때의 유속이 약 11.5~29cm/s로서 최간조 시기에 다소 유속이 느려지긴 하지만 해수의 소통도 원활한 편이다. 해수 중에 다량 존재하는 식물플랑크톤과 입자성 유기물들은 중간육성장의 굴 종묘들에게 풍부한 먹이원으로서 활용이 가능하다.

따라서, 서산 창리해역에서 갯벌참굴 종묘의 중간육성은 해마다 봄철 수온상승의 시기에 약간씩의 차이는 있겠지만 이르면 4월 하순부터 육상의 인공종묘배양장으로부터 해면 가두리 시설로 굴 종묘를 옮길 수 있을 것이다. 5월 초순에 1~3mm 크기의 종묘를 창리 시범어장으로 옮길 경우 7월 초순이면 중간종묘 크기인 1~3cm

크기로 성장할 수 있을 것으로 예측된다. 2010년의 경우 7월 초순에 천수만의 표층 수온이 25℃ 이상으로 7월 중순부터 9월 중순까지 고온현상이 지속되고 강수량도 많았던 시기였으나 창리 시범어장에서는 종묘를 고밀도로 수용하지 않을 경우 대량 폐사의 위험을 피할 수 있을 것으로 판단된다. 해면 중간육성장에서 3개월간 공기 중 노출에 대한 적응과정을 겪지 않고 충분한 먹이를 섭취하면서 빠르게 성장한 굴 종묘는 갯벌에 대한 적응력이 낮을 것으로 예상된다. 따라서 7월 중순 이전에 창리 해역보다 수온이 낮은 천수만 외측 해역(예, 안면읍 중장리, 고남면 영목어촌계 또는 보령시 원산도 등)의 해상가두리 시설로 종묘를 옮겨 여름을 지내면서 종묘 수용 그물망을 공기 중에 매일 일정시간 노출시켜 줌으로써 갯벌에 옮겼을 때 노출에 대한 적응력을 길러 생존율도 높일 수 있을 것으로 판단된다.

2) 조사대상 갯벌참굴 양식장 환경요인 고찰

1차년도에 조사한 갯벌 양식장들은 각각 환경요인들에 차이가 있었다. 해면 중간육장과 동일하게 천수만 내측에 위치한 서산 창리어장은 굽은 모래와 자갈로 구성된 갯벌로서 지반이 단단하여 수평망식 참굴 양식시설물의 설치에 유리하나 갯벌의 경사가 심해 조위에 따라 시설물의 노출시간이 달라 굴의 성장에 차이가 있을 것으로 예상되었다. 갯벌 바닥이 저서 미세조류가 번식할 수 있는 저질조성을 갖추지 못하여 다른 어장들에 비해 먹이원으로서 저서 미세조류의 활용비율은 크지 않을 것으로 보이며, 여름철 강우량이 많을 경우에는 부남호로부터 방류되는 담수와 부유토사의 영향 가능성도 예상되었다. 따라서 갯벌참굴 양식장을 대규모로 개발하기에는 다소 적절하지 않은 갯벌로 판단되었다.

태안군 남면 진산리의 남해포 입구에 위치하는 (주)씨에머의 양식장은 갯벌 표층 퇴적물이 사질이며 갯벌의 경사가 매우 완만하고 만의 상부 방향으로 약 3.5km, 동서 방향으로 약 2.5km 길이의 자연성이 우수한 넓은 갯벌을 배경으로 하고 있어 충분한 먹이생물을 공급받을 수 있는 장점이 있다. 어장이 만의 입구에서 남면 몽산리쪽 해변에 인접하여 유속은 15.7~32.0cm/s의 범위로 비교적 양호한 편이었고 최대 노출시간은 5시간 이하인 것으로 나타났다. 그러나, 주변 환경 개발에 따른 저질변동과 일부 시설지역에 해적생물인 따개비 등의 부착이 용이하며, 특히 어장에 인접한 육상에 관광객 유치를 위한 대규모 숙박시설이 건설 중에 있어 어장 적지로써 다소 불리한 점으로 판단된다.

3) 해면 중간육성장 적지조사 시 검토사항

갯벌참굴의 해면 중간육성은 육상의 종묘배양장에서 산란과 부화 및 착저과정

동안 실내에서 배양한 먹이를 먹고 안정적인 온도환경에서 자라던 각고 1~3mm 정도의 굴 종묘들을 자연 수온 상태로 옮겨 해수 중의 먹이생물을 이용하여 본 양성 직전 크기까지 해면에서 중간성장 시키는 방법이다.

해면 중간육성장이 갖추어야 할 기본적인 환경은 종묘의 안정적 성장에 필수적인 수온, 염분, 용존산소량, pH, 및 굴의 먹이로 이용 가능한 식물플랑크톤과 입자성 유기물질과 해수의 원활한 교환이 가능하면서 태풍이나 강한 풍파를 막을 수 있는 지형적 여건을 갖추는 것이다.

남해안 수하식 양식굴은 인공채묘한 종묘를 이용할 경우 5~7개월 만에 성장하여 판매가 가능하여 자금회전이 빠르지만, 갯벌참굴은 종묘 입식 후 12~16개월을 양식해야 성패판매가 가능하기 때문에 어업인 입장에서는 여름이 되기 전에 가급적 크기가 큰 중간종묘를 입식하기를 희망하고 있다. 따라서 갯벌참굴 해면 중간육성장은 봄철에 수온이 10℃ 이상으로 상승하는 시기가 빠를수록 좋으며, 이와 반대로 바람직하지 않은 환경요인은 종묘의 안정적인 성장을 방해할 수 있는 부적합한 온도와 대량의 담수가 유입되거나 진주담치, 미더덕 등 부착생물이 많은 곳, 가축 오폐수 및 생활하수 등 오염물질의 유입원 부근은 피해야 한다. 굴 종묘의 성장과 생존 자체에 직접적인 영향을 줄 수 있는 위의 자연환경요인과 더불어 중간육성 시설의 설치와 관리에 필요한 교통, 전력, 선박접안 등의 사회기반시설, 지역 어업인의 적극적인 참여 및 전문 기술인력을 원활하게 확보할 수 있는 사회·문화적 여건도 적지선정 요인으로서 중요하게 검토할 필요가 있을 것이다.

4) 갯벌참굴 양식장 적지선정 시 검토사항

갯벌참굴 양식장은 인공 종묘배양장에서 생산한 각고 1~3cm의 어린 갯벌참굴이나, 해면 중간육성장에서 생산된 각고 4~5cm의 중간종묘를 수평망식 세트에 사용하여 성패로 출하할 때까지 12~18개월 동안 양성관리가 이루어지는 곳이다.

갯벌 양식장의 적지 환경요인 중 굴의 성장과 생존에 필수적인 수온, 염분, 용존산소량, pH, 영양염, 먹이생물 및 먹이원으로 이용가능한 입자성 유기물질 등은 해면 중간육성장의 환경요인과 공통적인 항목이다. 이와 더불어 갯벌양식장에서는 갯벌의 노출시간, 갯벌 주변의 지형 및 갯벌의 경사도, 갯벌 퇴적물의 입도 및 이화학적 특성, 해수 중의 부유물질, 양식시설 및 굴 표면의 부착생물, 계절별 강수량, 동절기 기온 및 수온 분포, 여름철 일평균기온 및 최고기온이 적지선정시 고려되어야 한다. 굴을 식해하거나 상품성을 떨어뜨리는 납작벌레나 천공성 다모류 등의 해적생물 등은 갯벌참굴 양식 생산성에 직접적으로 영향을 줄 수 있어 어장개발을 위한 적지조사 시 충분한 검토가 필요한 환경 요인들이다.

3~6개월 정도의 중간육성 기간만 활용하는 가두리형 해면 중간육성장은 해수의 물리·화학적 환경요인과 먹이여건 중심으로 검토가 가능하지만, 갯벌양식장은 12~18개월의 양식기간을 거치면서 굴의 성장과 생존 및 상품성에 갯벌의 환경요인과 기상여건 등이 영향을 크게 미치기 때문에 정밀한 적지선정이 필요하다.

최근 우리나라 기후 특성 중의 하나는 6월 초순부터 일찍 더워져서 고온의 여름이 9월 하순까지 지속되고, 겨울은 12월부터 급격히 추워져서 3월까지 몹시 추운 날씨가 장기간 지속되는 경향이 나타나고 있다. 굴은 광온성 생물이기는 하지만 5℃이하의 저온이나 30℃ 이상의 고온이 지속될 때에는 생리기능의 약화와 질병감염 등에 취약해져 폐사가 증가하거나 양식 생산성을 떨어뜨릴 수 있다.

갯벌참굴 양식은 과거의 자연산 채취 또는 겨울중심의 굴 생산방식과는 달리 연중 생산을 목표로 종묘생산부터 양식관리, 성패의 수확과 위생처리, 가공, 포장, 유통 및 수출 등의 전 과정이 규모화, 규격화 및 단지화로 개발될 전망이다. 따라서, 양식시설물의 설치와 종묘입식, 수확 등에 필요한 장비 및 인력확보, 양식장 진입로와 규모의 양식이 가능한 충분한 갯벌어장 및 시설·운영자금 확보 등의 여건도 고려할 필요성이 있다.

특히, 갯벌참굴이 갯벌의 고부가 수출 전략품종으로서 해외로 수출되기 위해서는 양식장이 수출용 패류생산을 위한 지정해역 내에 위치할 필요성이 있다. 수출용 수산물의 생산·가공시설 위생관리기준(농림수산부고시 제2009-295호, 2009. 8. 25)에서는 “수출을 목적으로 하는 이매연체패류, 극피류, 피낭류 및 해양복족류(이하 이목에서 “패류 등”이라 한다)는 수산물품질관리법 제24조의 규정에 의하여 농림수산식품부장관이 지정·고시하는 지정해역에서 생산된 것이어야 한다.”고 명확하게 생산해역에 관하여 규정하고 있다. 이와 더불어 미국으로 수출하고자 할 때에는, 한미패류위생협정 및 대미수출 냉동패류 위생관리에 관한 양해각서에 의하여 미국패류위생계획(National Shellfish Sanitation Program; NSSP)에 의한 패류위생관리규정(Model Ordinance)을, EU에 수출하는 패류 등은 『한국산 이매패류·극피류·피낭류 및 해양복족류의 수입을 위한 특정조건(95/453/EC)』에 의하여 활이매·연체패류의 생산과 시장출하 위생조건(91/492/EEC)을, 일본에 수출하는 생식용 생굴은 『대일수출생식용생굴에 관한 구상서』의 기준을 각각 충족시켜 줄 필요가 있다. 따라서, 수출을 목적으로 갯벌참굴 양식장을 새로 개발하고자 할 때에는 농림수산식품부고시 제2011-23호(2011. 3. 8)로 고시되어 있는 제1호부터 제7호까지의 지정해역과, 잠정 제8호 해역 내의 갯벌을 대상으로 양식적지를 조사할 필요성도 있을 것이다.

5) 해면 중간육성장 적지조사 매뉴얼 (안), 1차년도 조사

갯벌참굴 해면 중간육성장의 적지조사 시 검토해야 할 자연환경 요인으로는 굴의 성장과 생존에 직접적인 영향을 주는 수온, 염분, 영양염류(인산염, 총질소), 용존 산소, pH, 식물플랑크톤의 종류와 밀도, chlorophyll-a, 유속, 부유물질, 부착생물(담치류, 우렁쟁이, 따개비, 참굴, 갯지렁이, 파래 등의 해조류), 강수량, 여름과 겨울의 기온분포, 오염발생원 등이 있다. 이외에 중간육성시설의 설치, 운영 및 관리의 효율성과 관련된 어장 접근성에 관련된 사회기반시설인 도로, 항포구, 선박접안시설, 전력 공급시설 등이 있으며, 중간육성 사업의 규모화 및 관리시설과 기술의 끊임없는 진보를 위해서는 외부로부터 자본과 기술력이 투입될 필요성이 있기 때문에 어촌계의 호응도 또는 배타성 등의 사회·문화적 요인도 조사할 필요성이 있다.

적지조사 매뉴얼 작성은 대규모의 자본이 투입되는 갯벌참굴 사업의 성패를 좌우하는 매우 중요한 요인이다. 해면 중간육성장 적지조사 매뉴얼(안)의 1차년도 조사는 6개월 정도의 조사기간에 작성된 것으로 최종 매뉴얼은 각 항목별 정밀 시험 조사가 완료되는 3차년도에 이루어질 것이다. 각 항목별 정밀조사를 위해서는 최소한 3년 이상의 반복 재현시험이 필요하며, 갯벌참굴 종묘의 해면 중간육성장에 관한 1차년도 적지조사 매뉴얼(안) 참고자료는 Table 3-2-21과 같다.

Table 3-2-1. 갯벌참굴 종묘 해면 중간육성장 적지조사 매뉴얼(안), 1차년도 조사

구분	세부항목	조사방법 및 범위	비 고
자연 환경 요인	수온	- 최저수온 2.5℃이상, 최고수온 30℃이하 - 조사방법 : 1회성 단순 조사를 지양. 과거의 조사자료 분석과 현장조사를 병행 실시하여 여름철(7~9월)의 최고수온과 겨울철(1~3월)의 최저수온의 기준온도 초과일수가 00일 이하일 때 적지	-겨울철 천수만 표층수온은 2~3℃까지 하강 -신규제한
	기온	- 일 최고기온 32℃이하, 일최저기온 -10℃ 이상 - 조사방법 : 1회성 단순 조사는 지양. 여름철(7~9월)의 일최고기온과, 겨울철(1~3월)의 일최저기온을 조사하여 일최고기온과 일최저기온의 기준온도 초과일수가 00일 이하일 때 적지	-신규제한 -하계, 동계 폐사감소 대책
	염분	- 20.0~33.7(비중 1.015~1.025) - 조사방법 : 1회성 측정 지양. 임의의 조사 기간에 조사일자를 달리하여 3회 이상 현장 측정을 하거나, 조사해역에 염분측정 센서를 설치하여 측정	-비중을 염분으로 전환하여 조사 필요 -양식장적지 기준
	용존산소	- 3~6ml/L - 조사방법 : 휴대용 용존산소 측정기로 임의의 조사기간에 날짜를 달리하여 3회 이상 현장에서 직접 측정하거나, 현장 채수시 산소를 고정하고 Winkler-아지드화 나트륨 적정법으로 분석	양식장적지조사 기준
	pH	- 7.8~8.3 - 조사방법 : 휴대용 pH 측정기로 임의의 조사 기간에 조사일자를 달리하여 3회 이상 현장에서 직접 측정, 또는 시료를 냉장운반 후 실험실에서 분석	양식장적지조사 기준
	영양염 - 인산염 - 총질소	· 인산염 0.2~1μg-at/1 · 총질소 3.6~7.1μg-at/1 - 방법 : 시료채취 후 해양오염공정시험법에 준하여 분석	양식장 적지조사 기준
	식물플랑크톤 - 종조성 - 밀도	- 유해성 적조지표생물이 1~3종류 이하일 것 - 방법 : mesh size 20~50μm의 식물플랑크톤 네트로 일정량의 해수를 여과하고 lugol 액으로 고정한 다음, 광학현미경하에서 우점종의 종류와 밀도, 적조생물의 유무와	-신규제한

Table 3-2-20 계속

구분	세부항목	조사방법 및 범위	비 고
자연 환경 요인		밀도를 조사	
	지형조건	- 풍파, 태풍 등의 내습 시 시설물의 파손 방지에 유리한 지형	신규제안
	담수영향	- 기준 : 평상시 및 집중강우 시 어장의 인접지역(2km 이내)에 반복적인 다량의 담수 유입원이 없을 것	-폐사감소 위한 신규제안
	부착생물	- 진주담치, 미더덕, 파래류, 따개비, 자연산 참굴 등이 과도하게 서식하지 않을 것	-참굴 추가
	오염원	- 어장 인접지역(2km 이내)에 축산 오폐수 유입로, 발전소 온배수 배출구, 폐기물 처리시설, 쓰레기 매립장, 공장 폐수 배출구 등 직접적 환경 오염원이 없을 것	-수출 대비 신규제안
	유속	- 최저유속이 5~10cm/s 이상일 것 - 간조시각, 만조시각, 간조와 만조의 중간시점의 유속을 측정하여 최저유속이 기준 이상일 것	- 적 지 기준 3~10 cm는 비 현실적, 기준기준 보완
사회· 문화적 환경	기반시설	- 도로, 선박접안시설, 전력공급시설 등 사회 기반시설이 양호할 것	-신규제안
	사회적 요인	- 어촌계의 호응도, 어장 활용에 대한 공감도, 어업인구의 연령구성 등이 사업수행에 긍정적 기여 가능성 높은 곳	-신규제안

6) 갯벌 양식장 적지조사 매뉴얼(안), 1차년도 조사

갯벌참굴 양식장 개발을 위한 적지조사 수요에 대비하여 현재 국립수산물과학원 양식장적지조사요령 중에서 굴 양식장 적지조사 시 조사항목 중 개선할 필요성이 있는 항목에 대하여 검토하는 한편, 갯벌참굴 해면중간육성장 적지조사 매뉴얼(안)의 조사항목 외에 갯벌양식장에서 추가로 조사가 필요할 것으로 여겨지는 항목들의 기준범위와 조사방법을 검토하였다. 또, 갯벌참굴의 수출 활성화에 기본적인 위생조건 충족과 관련된 사항은 수출용 패류 생산 지정해역 지정을 위한 환경요인들에서 필수적으로 판단되는 항목들을 최소한으로 발췌하여 적지조사 항목으로 포함시켰다.

갯벌참굴 양식장 적지조사 매뉴얼 작성은 대규모의 자본이 투입되는 갯벌참굴 사업의 성패를 좌우하는 매우 중요한 요인이다. 갯벌참굴의 양식장 적지조사 기준 설정의 1차년도 매뉴얼(안)은 6개월 정도의 일부 현상을 관찰 조사한 것으로 최종 매뉴얼은 3차년도까지 3개년 간의 재현 검정시험이 각 항목별로 이루어진 다음 완성될 것이다. 1차년도에 조사한 갯벌참굴 양식장 적지조사 매뉴얼(안) 참고자료는 Table 3-2-21과 같다.

Table 3-2-2. 갯벌참굴 양식장 적지조사 매뉴얼(안), 1차년도 조사

구분	세부항목	조사방법 및 범위	비 고
자연 환경 요인	수온	- 최저수온 2.5℃이상, 최고수온 30℃이하 - 조사방법 : 1회성 단순 조사를 지양. 과거의 조사자료 분석과 현장조사를 병행 실시하여 여름철(7~9월)의 최고수온과 겨울철(1~3월)의 최저수온의 기준 온도 초과일수가 00일 이하일 때 적지	-겨울철 천수만 표층수온은 2~3℃까지 하강 -신규제안
	기온	- 일최고기온 32℃이하, 일최저기온 -10℃ 이상 - 조사방법 : 1회성 단순 조사는 지양. 여름철(7~9월)의 일최고기온과, 겨울철(1~3월)의 일최저기온을 조사하여 일최고기온과 일최저기온의 기준온도 초과일수가 00일 이하일 때 적지	-신규제안 -하계, 동계 폐사감소 대책
	염분	- 20.0~33.7(비중 1.015~1.025) - 조사방법 : 1회성 측정 지양. 임의의 조사 기간에 조사일자를 달리하여 3회 이상 현장 측정을 하거나, 조사해역에 염분 측정 센서를 설치하여 측정	-비중을 염분으로 전환하여 조사 필요 -양식장적지기준
	용존산소	- 3~6ml/L - 조사방법 : 휴대용 용존산소 측정기로 임의의 조사 기간에 날자를 달리하여 3회 이상 현장에서 직접 측정하거나, 현장 채수시 산소를 고정하고 Winkler-아지드화 나트륨 적정법으로 분석	양식장적지조사 기준
	pH	- 7.8~8.3 - 조사방법 : 휴대용 pH 측정기로 임의의 조사 기간에 조사일자를 달리하여 3회 이상 현장에서 직접 측정, 또는 시료를 냉장운반 후 실험실에서 분석	양식장적지조사 기준
	영양염 - 인산염 - 총질소	· 인산염 0.2~1μg-at/1 · 총질소 3.6~7.1μg-at/1 - 방법 : 시료채취 후 해양오염공정시험법에 준하여 분석	양식장 적지조사 기준
	식물플랑크톤 - 종조성 - 밀도	- 유해성 적조지표생물이 1~3종류 이하일 것 - 방법 : mesh size 20~50μm의 식물플랑크톤 네트로 일정량의 해수를 여과하고	-신규제안

Table 3-2-21의 계속

구분	세부항목	조사방법 및 범위	비 고
자연 환경 요인		lugol 으로 고정한 다음, 광학현미경하에 서 우점종의 종류와 밀도, 적조생물의 유무와 밀도를 조사	
	갯벌노출 시간	- 5시간 이하 - 조사방법 : 5~10물 사이에 최소 48시간 연속관측, 주-야간 최대 노출시간이 5시 간 이하인 곳	-신규제안
	갯벌지형 과 경사도	- 지형 : 하계 및 동계 풍파로부터 굴 양식 시설물이 파손되지 않고 유지될 수 있는 내만형태 또는 적절한 지형을 갖출 것 - 경사도 : 가장 깊은 지점과 가장 낮은 지 점의 노출시간의 차이가 10% 이하일 것	-노출시간차 이 10%이하 까지는 성장 차이 적음 -신규제안
	퇴적물 입도와 경도	-입도 : 사니질~자갈질 -경도 : 몰죽 5cm 이하	-신규제안
	지형조건	- 풍파, 태풍 등의 내습 시 시설물의 파손 방지에 유리한 지형	-신규제안
	담수영향	- 기준 : 평상시 및 집중강우 시 어장의 인 접지역(2km 이내)에 반복적인 다량의 담 수 유입원이 없을 것	-폐사감소를 위한 신규제안
	부착생물	- 진주담치, 미더덕, 파래류, 자연산 참굴 등이 과도하게 서식하지 않을 것	-참굴 추가
	오염원	- 어장 인접지역(2km 이내)에 축산 오폐수 유입로, 발전소 온배수 배출구, 폐기물 처리시설, 쓰레기 매립장, 공장 폐수 배 출구 등 직접적 환경 오염원이 없을 것	-수출 대비 신규제안 -거리는 추가 검토 필요
	유속	- 최저유속이 5~10cm/s 이상일 것 - 간조시각, 만조시각, 간조와 만조의 중간 시점의 유속을 측정하여 최저유속이 기 준 이상일 것	-3~10 cm 비현실적, 기준 및 방법 보완
위생학적 기준	지정해역 기준	- 수질기준 : 분변계 대장균 기준 충족 - 패류독소가 기준치 이하 검출될 것 - 굴 등 패류에서 OTC 불검출 - 인체병원세균, 식중독균 불검출	-수출 대비 신규제안
사회· 문화적 환경	기반시설	- 도로, 선박접안시설, 전력공급시설 등 사 회 기반시설이 양호할 것	-신규제안
	사회적 요인	- 어촌계의 호응도, 어장 활용에 대한 공감 도, 어업인구의 연령구성 등이 사업수행 에 긍정적 기여 가능성 높은 곳	-신규제안

제3절 갯벌참굴 중간육성 모델개발 및 굴 수평망식 양식시설의 실시 설계, 시공

1. 서론

갯벌참굴의 중간육성은 미국, 프랑스 등지에서는 개발 초기에는 육상의 축제식 양식장에서 간단한 차이를 이용하여 해수의 재 순환방식에 의한 중간육성 방법이 개발되어 산업적으로 활용되어 왔다. 그러나 육상의 부지면적이 많이 소요되고, 대량 생산시 먹이생물 공급에 한계가 있으며, 관리에 필요한 노동력이 많이 소요되어 2009년경부터는 해면을 이용한 채롱수하식 방법으로 갯벌참굴의 대량 중간육성 사업이 산업적으로 이루어지고 있다. 갯벌참굴의 대량 산업화 생산을 위해서는 육상보다는 갯벌과 해면을 이용한 중간육성장과 단련장을 개발하여 자연의 해수에 서식하는 먹이에 의존하는 양성방법의 개발이 요구되고 있다.

따라서 갯벌참굴 양식산업의 조기 정착과 활성화를 위해서는 중간종묘의 대량생산기술 개발과 종묘의 공급, 갯벌참굴 양성기간의 단축, 양식생산 과정 중에서 대량 폐사 및 재해 등의 손실피해를 최소화하기 위한 분업화 산업으로 발전되어야 한다.

해면중간육성 시설 소재는 기존에 산업적으로 많이 개발 활용되고 있는 목재가 두리 소재, PE 가두리소재, 부두잔교 시설, 해상낙시터 등의 소재를 활용하여 갯벌참굴의 중간육성 시설에 알맞도록 시설모델을 고안하여 제작하였다.

지금까지 본 갯벌참굴 해면 중간육성 모델 소재와 관련한 특허는 한국해양연구원(2007.7.30), 출원번호 10-2007-0077907이 있으며, 주요 출원 청구항목은 미끄럼 방지 돌기부가 형성된 발판, 브라켓 등의 조립식 부양 구조체에 관한 것이다. 따라서 본 시범 연구사업에서는 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물에 대한 모델개발과 경제성 유무를 평가하는데 데 있다.

갯벌참굴(수평망식) 양식의 시범연구 사업에서는 이미 특허기술과 산업화가 이루어지고 있는 양식방법으로 갯벌참굴 양식의 최적 시설을 위한 어장면적에 대한 시설비율과 배치안, 수평망식 양식시설의 적정 공간배치를 위한 실측·설계·시공, 양식시설과정, 생산비용 절감을 위한 양식기술개선 방안을 제시하고자한다.

갯벌참굴(수평망식) 양식방법은 하나하나씩 떨어진 종묘를 굴 수평망식 세트 위에 종묘를 수용한 후 양성망 내에서 갯벌참굴을 생산하는 방법이다. 시설방법은 굴 수평망식 양식세트를 조간대 2~5시간 노출선 지역에 굴 수평망식 구조물을 갯벌 바닥에 설치한 후 저질로부터 약 60cm 높이의 굴 양성망 내에서 수평적으로 양성

하는 방법이다. 국외에서는 미국 등 프랑스 등지에서 양식이 성행되고 있지만 국내에서는 기술이 보급되지 않아서 국내 보급을 위하여 1997년 12월에 가상 세트식 굴 양식구조물 및 이를 위한 하나굴 종묘의 생산, 양식방법에 관한 특허출원(특허 제 0261437, 김과 이 등)이 되어 웅진군 지역에 시험양식을 실시한 바 있으며, 본 특허 기술에 대한 청구항에는 굴 수평망식 양식세트 구조물, 양식방법, 종묘의 크기별 양성망, 자연채묘에 의한 하나굴 생산방법, 시설배치방법 등에 대한 기술 특허 권리가 되어 있다. 본 양식방법에 대한 산업화를 위하여 1991년도에 굴 양식기법 개발연구(인하대학교, 1991)를 수행한바 있으며, 2004년부터 황해수산영어조합법인에서 굴 수평망식 양식사업을 시도하여 현재의 산업적 생산 모델로 발전하여 왔다. 개체굴 종묘생산방법에 관한 특허(주식회사 씨에버), 자동세트체결 브라켓 체결장치(김과 정 등) 등 특허기술이 있으며, 연구논문으로는 가상식 참굴의 종묘생산과 성장에 관한 연구(김 등, 2001.2.), 참굴의 4m 생산기술에 관한 특허(주식회사 씨에버) 등이 있으며, 이미 많은 특허와 안정화된 산업화로 정착되어 있는 기술수준이다.

본 시범 연구사업에서는 굴 수평망식 양식시설에 대한 어장면적에 대한 시설비율, 개선방향과 실시설계서를 작성하여 시설에 대한 원가 절감을 제시하는 데 있으며, 각 지역별 특성을 고려한 양식시설 기술개발의 최종 결과는 2012년 말까지 도출될 수 있을 것이다.

2. 재료 및 방법

갯벌참굴 해면 중간육성 구조물 설치를 위한 시설 소재로는 기존의 목재식, 강관파이프식, 로프식, FRP 코팅관, 아연도금관, PE관 등을 이용한 방법이 사용되고 있으나, 그중에서 파도의 영향이나 각종 외부환경으로부터의 피해저감 및 안정성 면에서 가장 효율적인 HD PE관을 중간육성 시설 소재로 설계·제작하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 갯벌참굴 해면 중간육성 구조물의 시설 모델개발

1) 갯벌참굴 해면 중간육성 구조물의 재질 검토

해역의 특성을 고려한 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 재질은 친환경 소재로 내구성이 강하면서 유속이 1-2knot에서도 수면에서 부양이 가능하고 태풍 등의 유의파고(4m)에서도 견딜 수 있도록 HD PE재질로 설계·제작하였다. 중간육성 구조물은 인장강도 250~280kgf/cm², 신장률 600% 이상, 부력은 m당 70kg, 자하중은

m당 30kg로 계산하여 제작하였으며, 재질의 기능성에 있어서는 수질보전에 양호하고, 경제성에 있어서는 소켓 등 전기융착에 의한 조립방식으로 제작성과 환경성, 공급성에서 양호한 재질이다. 조립제작시 6m 간격으로 수밀격벽을 설치하여 외부 환경피해로부터 안정성을 확보하였으며, PE PIPE 재질의 규격은 315, 15t 소재를 이용하였고, 제작 규격은 7.3×35m 1Set, 7.3×11m 1Set를 크기별로 제작하여 시범어장에 설치하였다(Table 3-4-1).

Table 3-3-1. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 재료 검토

구 분		HDPE 관	PE코팅 관	FRP 관
안정성	인장강도	250~280kgf/cm ²	300kgf/cm ²	2,500-3,000kgf/cm ²
	강성도	3.5kg/cm ²	-	1.3-1.5kg/cm ²
	가소성	1.0*10 ⁴ kgf/cm ²	2.1*10 ⁴ kgf/cm ²	-
	신장률	600이상	-	1.6-2.0
	비중	0.95~0.96	7.0	1.8-2.0
	변성	열화미약	부식대책필요	열화미약
기능성	열전도	0.3kcal/mhr℃	54kcal/mhr℃	0.22kcal/mhr℃
	수질보전	양호	양호	양호(경시변화)
	표면조도	150	150→100	100
경제성	단가	7만원/m	15만원/m	10만원/m
	용접	소켓/전기융착	용접/플랜지	플랜지(볼트)
	시공	가소성 양호, 강도부족	가소성 양호 강도 양호	가소성부족 강도양호
환경성		양호	손상지부족	유리섬유 노출
제작성		내경1,000mm	내경 2,500mm이하	내경3,600mm이하
공급성		양호	양호	양호

주 : HD PE관의 일반적 특성(해양심층수개발. 해양연구원 2003)

2) 갯벌참굴 해면 중간육성장 시설물 설치를 위한 현장 실측조사

충남 서산시 부석면 창리에서 갯벌참굴 중간육성장으로 개발할 수 있는 총 어장 적지조사 면적은 1,008m(W)×1,721m(L)로 약 173ha 이며, 이중 기존 면허어장은 서산양식 어업면허 제291호(4.5ha)의 가두리양식장이다. 본 해역을 중간육성장 적지로 개발할 경우 개발가능 면적은 423m(W)×1,561m(L)로 약 66ha 면적규모이다(Fig. 3-4-1).



위치	위도 (N)	경도 (E)	위치	위도 (N)	경도 (E)	개발면적 (1~4)	적지면적 (가~라)	비고
가	36 37 28.15	126 21 53.27	나	36 36 51.49	126 22 37.28	1,721×1,008m 173ha	1,561×423m 66ha	패류 중간 육성
다	36 37 19.42	126 21 40.01	라	36 36 42.34	126 22 23.98			

Fig. 3-3-1. 갯벌참굴 해면 중간육성장 적지 실측 조사면적, 좌표(서산시 부석면 창리)

갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 규격이 7.3(W)×35m(L)일 경우 본 해역에서 해면 중간육성장으로 어장 개발시 해면 중간육성 시설물의 시설량은 총 216조, 양성가두리는 18,114조, 중간 종묘 생산 가능량은 약 900,000천개체이다(Table 3-4-2)

Table 3-3-2. 창리 시험어장의 해면 중간육성장 개발시 중간종묘의 생산능력

시설명	규격	수량(조)	양성가두리 시설량	중간종묘 생산능력	비고
중간육성 가두리	7.3(W)×35m(L)	216	18,144조	907,200천개	

3) 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 설계모델

갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 모델 규격은 A Type은 7.3m(폭)×35m(길이)로 제작하여 시설구조물 내에 양성가두리(폭 50cm, 길이 175cm, 높이 50cm 크기)를 설치하였다. B Type은 대조구에 시설하기 위하여 7.3m(폭)×11m(길이)로 제작하였다. 본 시설모델은 중간육성 종묘의 생산규모에 따라서 서로 연결할 수 있도록 단위 규

격모델로 설계·제작하였으며, 시설구조물 내에 약 84개의 양성가두리를 설치할 수 있도록 하였다(Fig. 3-4-2, Fig. 3-4-3, Fig. 3-4-4).

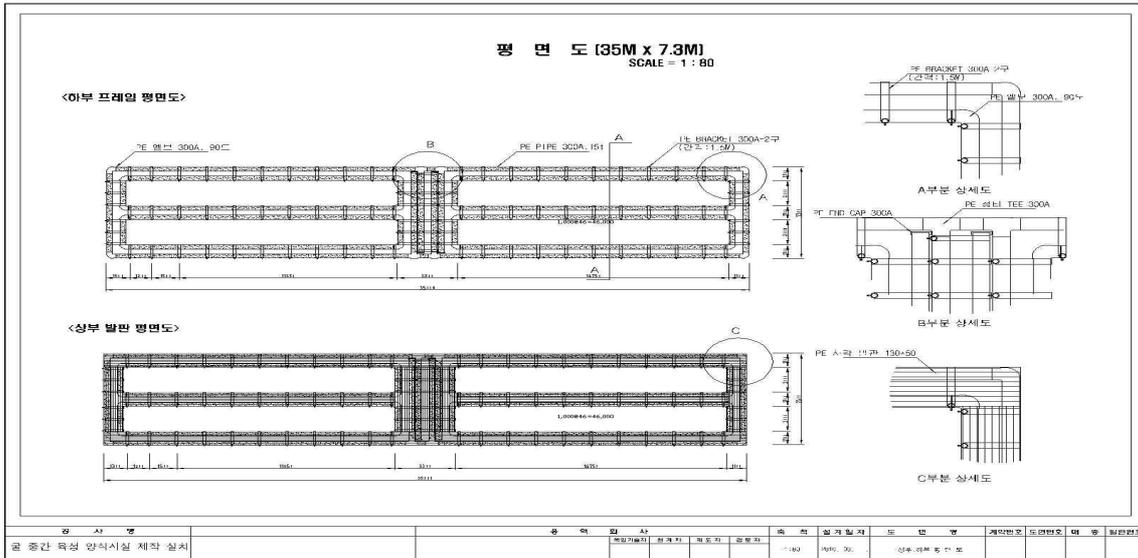


Fig. 3-3-2. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 설계 모델(창리)

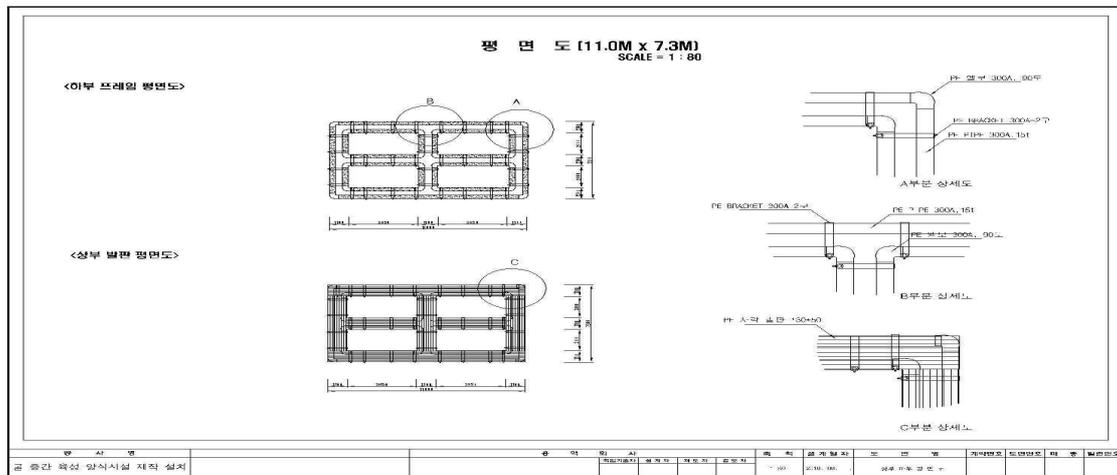


Fig. 3-3-3. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물의 설계 모델(원산도)

4) 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물 제작 및 시설 매뉴얼

시 설 내 역	작 업 방 법	비 고
	<p>▶ 해면중간육성 시설구조물 제작을 위한 자재를 해안가의 조립작업이 용이한 장소에 사전에 운반하여 둔다(2구형 브라켓)</p>	
	<p>▶ 해면 중간육성시설 구조물 제작을 위해 PE관(직경 315) 자재를 사전에 준비하여 둔다.</p>	
	<p>▶ 해면중간육성 시설구조물의 제작규격에 맞게 절단 및 용착작업을 실시한다.</p>	
	<p>▶ 해면중간육성 시설구조물의 크기에 맞게 PE관의 절단 및 용착작업을 실시한다.</p>	
	<p>▶ 해면중간육성 시설구조물을 육상에서 조립·제작하여 시설지역에 선박으로 예인하여 이동한다.</p>	
	<p>▶ 해면중간육성 시설구조물 계류시설을 위하여 사전에 사계에 멩을 투하해둔다. ▶ 계류시설을 위한 닻줄의 길이는 수심의 5~10배 거리에 위치하도록 한다.</p>	

시 설 내 역	작 업 방 법	비 고
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 구조물의 배치시 방향은 조류방향과 일치하도록 시설하여 조류의 저항을 적게 받도록 설치한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 해면 중간육성 시설 구조물의 설치작업이 완료되면 해면 중간육성 양성가두리 설치작업을 실시한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 해면 중간육성 양성가두리 설치가 완료되면 중간육성을 위한 치패를 입식한다. ▶ 해면 중간육성을 위한 양성가두리 규격 <ul style="list-style-type: none"> - 180 cm×60 cm×50 cm - 양성가두리 망목크기 : 1~5 mm 	1차년도 결과
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 해면 중간육성을 위한 양성가두리의 규격별 양성밀도 <ul style="list-style-type: none"> - 1 mm 양성가두리 : 15~25만 개체 - 3 mm 양성가두리 : 10~15만 개체 - 5 mm 양성가두리 : 5~10만 개체 	1차년도 결과
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 해면 중간육성을 위한 양성가두리의 규격별 양성밀도 <ul style="list-style-type: none"> - 1 mm 양성가두리 : 15~25만 개체 - 3 mm 양성가두리 : 10~15만 개체 - 5 mm 양성가두리 : 5~10만 개체 	1차년도 결과
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 해면 중간육성을 위한 선별·분망작업 <ul style="list-style-type: none"> - 1 mm 양성가두리 : 3~5일 - 3 mm 양성가두리 : 5~7일 - 5 mm 양성가두리 : 7~15일 ▶ 해면 중간 육성 기간 <ul style="list-style-type: none"> - 45일 : 2~7 mm → 3~5 cm 	1차년도 결과

5) 갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 PE관경 및 두께

갯벌참굴 해면 중간육성 시설 가두리 파이프 규격은 Ø315mm, 가두리 표준 둘레 60~100 m, 가두리 표준 직경 19~32 m로 브라켓(HDPE) 타입으로 조립 제작하였다 (Table 3-4-3).

Table 3-3-3. HD PE재료를 이용한 원형가두리 제작관의 적정 관경 및 두께

가두리모델(Ø)	225/250/280	315	400	450	500
가두리 파이프규격(Ø)	225/250/280mm (9T/10T/11T)	315mm (12T)	400mm (16T)	450mm (18T)	500mm (20T) *2차(32T)
가두리 표준둘레	40-90mm (130-300')	60-100m (200-330')	90-160m (300-530')	120-160mm (400-530')	157m (430-660')
가두리 표준직경(Ø)	13-29mm (42-94')	19-32m (63-104')	29m-51m (94-167')	38-51m (125-167')	50m (136-209')
브라켓(HDPE) 삽입	○	○	○	○	○

주 : 설계과 7M기준, (AKVA, 2008)

6) 갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 계류시설

충남 서산시 부석면 창리 토끼섬 지선 해역은 수심 15 m 내외로 저질은 딱딱한 펄질로 되어 있어 철재앵커보다는 수중거치시 안정성이 높은 자연석 석괴(2.7톤, 4 개)를 이용한 계류시설의 고정앵커를 이용하였다.



Table 3-3-4. 해면 중간육성 시설물의 계류시설 재료 비교

재료명	장 점	단 점
철재 앵커	- 내구성이 강하며, 중량이 가벼움	- 부식성이 강함 - 보존기간이 짧음
석 괴	- 수중 거치시 안정성이 높음	- 중량이 무겁고 거치 비용이 높음

7) 갯벌참굴 해면 중간육성 시설물의 실시설계를 위한 시설내역

Table 3-3-5. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물(11m×7.3m)

자재명	규격	단위	수량	비고
PE PIPE	315A, 15T	M	86	
PE 브라켓	315A	EA	42	
PE 사각파이프	130*50, 130*150	M	322	
계류용 로프	32mm	M	400	
SUS304 볼트	1.2M*12M	SET	386	

Table 3-3-6. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설 구조물(35m×7.3m)

자재명	규격	단위	수량	비고
PE PIPE	315A, 15T	M	244	
PE 브라켓	315A	EA	96	
PE 사각파이프	130*50, 130*150	M	1,030	
계류용 로프	32mm	M	400	
SUS304 볼트	1.2M*12M	SET	865	

Table 3-3-7. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물 자재 수량 집계표(11m×7.3m)

공종	규격	단위	수량 (11M*7.3M)	비고
1) 자재비				
PE PIPE	315A, 15t	M	83.4	
PE 90°엘보	315A	EA	20	
수밀단관	315A	EA	7	
PE 브라켓	315A, 2구	EA	42	
PE 논슬립 사각파이프	노랑, 130*50, 6t	M	156	
PE 논슬립 사각파이프	검정, 130*50, 6t	M	156	
볼트, 너트	M12*110L	SET	326	
볼트, 너트	M12*220L	SET	42	
2) 시공비				
맞이음 접합	315A	개소	49	
맞이음 접합	130*50	개소	35	
볼트 접합			368	
브라켓 정열	315A, 2구	개소	42	
부체해상예인		HR	8	

Table 3-3-8. 갯벌참굴 해면 중간육성 시설구조물 자재 수량 집계표(35m×7.3m)

공 종	규 격	단 위	수 량 (35M*7.3M)	비 고
1) 자재비				
PE PIPE	315A, 15t	M	236.6	
PE 90°엘보	315A	EA	20	
수밀단관	315A	EA	15	
PE 브라켓	315A, 2구	EA	96	
PE 정TEE	315A	EA	4	
PE 엔티캡	315A	EA	4	
PE 논슬립 사각파이프	노랑, 130*50, 6t	M	500.4	
PE 논슬립 사각파이프	검정, 130*50, 6t	M	500.4	
볼트, 너트	M12*110L	SET	704	
볼트, 너트	M12*220L	SET	96	
볼트, 너트	M16*65L	SET	24	
계류용 로프	32mm	개소	400	
2) 시공비				
맞이음 접합	315A	개소	82	
맞이음 접합	130*50	개소	112	
볼트 접합			824	
브라켓 정렬	315A, 2구	개소	96	
계류명	20ton	개소	4	
부채해상예인		HR	8	

나. 갯벌참굴 수평망식 양식 시설의 적정 공간배치를 위한 실측·설계·시공

가) 갯벌참굴 양식장 적지선정

서해안의 갯벌은 조석 간만의 차이가 클 뿐만 아니라 간조시에는 하계의 고온과 동계 저온의 대기에 노출되는 극한의 환경을 보이며, 갯벌에 서식하는 생물들도 이러한 극도의 어려운 환경에 적응하면서 생활한다. 이곳에 사는 패류들은 밀물을 따라 유입되는 물속의 플랑크톤을 섭취하기도 하지만 썰물 때 태양 빛에 의해 생성되는 갯벌의 펄 위에 자란 규조류와 펄 속의 유기물 등을 여과하여 먹기도 한다. 따라서 수중에서 24시간 먹이활동을 하는 패류들과는 생활방식이 매우 다르다.

갯벌참굴은 갯벌에 서식하는 다른 패류들과 같이 간조시에는 하계의 고온과 동계 저온의 대기에 노출되는 극한의 환경에 적응하면서 생활한다. 갯벌참굴은 생존력이 다른 갯벌패류에 비해 매우 강하지만 극도의 온도편차 또는 수질환경이나 노

출, 먹이환경 등의 여건이 불리할 경우 결국 폐사에 이를 수 있다.

따라서 갯벌참굴 양식장의 적지선정은 사업수행의 성공여부를 결정하는 매우 중요한 요소이며, 대규모 투자시 사전에 면밀한 조사가 이루어져야 한다. 양성장 적지선정 조건으로는 주변에 오염원이 없는 곳으로 일부 담수유입의 영향을 간접적으로 받으면서 그 양의 변화가 적은 곳은 영양염류와 먹이생물이 풍부하여 굴의 비만시기를 빠르게 한다. 저질은 조간대 갯벌지역으로 트랙터 등 장비의 진입이 가능한 곳을 선정하며, 양식시설 자재의 운반과 분망작업, 채취작업 등 대부분 장비를 이용한 운반작업이 이루어지므로 기계화 작업이 가능한 곳이다.

이러한 조건이 아닐 경우에는 순수한 인력으로 현장에서 이동과 운반 작업이 이루어지므로 모든 작업과정을 인력에 의존하여야 한다. 장비가 진입할 수 있는 적지에서는 작업인력이 많이 투입되지 않기 때문에 시설 등 관리작업 비용을 절감할 수 있으며, 계획적인 출하관리가 가능하여 고품질의 상품생산에 유리하다.

또한 양성장은 조류소통이 잘되며, 바람의 영향이 있는 곳은 양성망 내에서 하나하나씩 분리되어 성장하는 갯벌참굴이 망 내에서 자유롭게 이동하면서 서로 달라붙지 않을 뿐만 아니라 굴 껍데기에 부착할 수 있는 따개비나 자연산 굴 종묘 등도 굴끼리의 상호 마찰에 의해 해적생물의 부착을 방지하는 효과가 있다.

나) 갯벌참굴 양식장(수평망식) 적지 요건

○ 수심

갯벌참굴(수평망식)의 노출시간은 조석물 때 8물~10물 사이에 주간 노출시간이 2~5시간 유지되는 곳

○저질

양성장의 지반이 사니질 지역으로 바닥이 비교적 안정되고 평탄하며 양식시설물의 설치가 용이한 곳

○ 지형

파도나 조류의 영향을 간접적으로 받는 내만으로 외해의 만의 입구에 가까운 곳

○ 조류

표층유속은 일반적으로 1 knot 이하가 좋으나 유속이 너무 약하면 불리하다. 2m 수층보다 깊은 곳인 중층이나 하층의 유속이 5 cm/sec 이하이면 대체로 성장이 좋지 않다.

다) 종묘 입식 시기

인공종묘의 생산시기에 따라 바다에 입식하는 시기가 다르지만 1~3월 사이에 만들어진 종묘는 육상수조 내에서 사육수의 가온에 의한 양성이 이루어지기 때문에 가온 사육한 종묘의 수온을 서서히 내려 4~5월경 수온이 10℃ 내외의 자연수온에 가깝게 상승하는 시기에 바다에 입식한다.

라) 갯벌참굴 양식의 적정수용밀도 및 양성기간

양성용 종묘는 입식크기에 따라 10~30 mm 종묘를 양성망(105×55cm)에 220개체 내외의 밀도로 수용하여 약 12~18개월 양성하면 출하 가능한 80~150 g 내외 크기로 성장한다.

갯벌참굴의 종묘는 1월부터 어미굴의 관리가 시작되며, 보통 바다의 환경에 따라 세균이나 바이러스 등이 활발하게 증식되는 시기 이전인 2월~5월경에 종묘의 생존율은 약 70%내외로 가장 높고, 수온이 상승하는 6월 이후에는 약 30% 내외로 생존율이 낮아진다. 따라서 생존율을 고려한 인공종묘의 주 생산 시기는 2~5월이 적합하다.

육상수조에서 중간육성과정을 거친 종묘는 5월경부터 우량종묘만을 선별하여 갯벌에 설치된 수평망식 양식세트에 입식한다. 이후 종묘가 성장함에 따라 크기별로 선별하여 적정 밀도로 분망을 계속하면서 양식세트에 수용하여 양성한다. 종묘 입식 후 약 12~18개월이 경과하면 각고 7~10 cm, 각중량 80~150 g, 육중량 15~40 g 내외의 상품이 된다.

마) 갯벌참굴 종묘 입식량(1 ha 기준)

- 갯벌참굴 수평망식 양식세트 : 540 set126
 - 종묘 양성망 : 2,700개(1세트 당 양성망 5개 설치, 망규격 105×55cm)
- 종묘입식량 : 종묘 1~3 cm 675,000개, 중간종묘 3~4cm 540,000개
 - 종묘 양성망 2,700개×200~250개체(종묘)
- 국내 연간 입식 종묘(각고 1~3cm)확보 가능량 : 1억개

바) 갯벌참굴 종묘의 확보 방안

- 갯벌참굴 종묘의 안정적 확보를 위해서는 실내에서 인공종묘로 생산된 각고 2~7mm 크기의 종묘를 6~7hr 노출되는 단련장에 입식하여 양식어업인이 필요로 하는 시기에 중간종묘를 연중 공급할 수 있는 체계를 갖추어야 한다. 단련장에서 약 1~3cm 내외 크기의 중간종묘로 성장을 억제시킬 경우 중간종묘의 입식

시 종묘의 취급과 운반이 용이하며, 패각에 상처가 나지 않아 생존율을 향상시키는 장점이 있으며, 연중 출하시기에 맞추어 종묘의 공급이 가능하다.

사) 갯벌참굴 수평망 양식 작업공정

- 입식용 종묘는 육상에서 종묘망에 수용한 다음, 망 입구를 봉합하여 미리 설치해 놓은 수평망 양식시설에 1세트에 5개의 종묘망을 올려놓고 파도나 조류, 태풍 등에 유실되지 않도록 코팅철사로 종묘망을 4~5군데 잡아매어 고정시킨다.
- 종묘입식은 매회 작업 때마다 조석 시간대별로 양식장의 노출시간이 다르기 때문에 당일 입식이 가능한 수량만큼 사전에 종묘망에 입망하여 축양장에 준비해 두고 당일 입식작업을 마친다.
- 간조시 경운기 또는 트랙터 등으로 운반하여 종묘 입식 작업을 마친다.
- 종묘입식 후 굴이 성장함에 따라 크기별로 선별, 부착생물제거, 분망 작업 등을 실시한다.

아) 갯벌참굴 양성관리 방법 및 작업 조건

- 육상에서 2~7mm 내외 크기의 인공종묘를 중간육성장 또는 양성장, 단련장에 입식하여 약 45일 정도 중간육성시킨 1~3cm 크기의 종묘를 갯벌참굴 양성용 종묘라 한다.
- 중간육성한 종묘를 크기별로 선별하여 1~3cm 크기의 종묘를 본양성 종묘로 입식하며, 양성망당(규격 : 105×55cm) 입식 개체수는 200~250개체 내외 밀도로 수용한 후 수평망식으로 본 양성을 시작한다.
- 중간육성 종묘는 양성기간에 따라 개체별로 성장 차이가 나타나므로 필요한 시기에 선별작업과 분망작업을 마친 후 바다에 입식한다.
- 갯벌참굴의 판매상품은 전중량 80~100g 전후가 될 때(출하시기 2~3개월 전) 크기별로 선별작업을 실시하여 양성 출하관리를 할 경우 상품등급 비율을 70% 이상으로 높일 수 있다.
- 바다에 양성 중인 갯벌참굴의 양성망은 매 사리마다 정기적으로 망 뒤집기, 흔들어주기, 부착생물제거 등의 작업 관리를 실시한다.
- 매회 채취하기 15일 전에 상품 규격별로 사전에 전중량, 각고, 비만도 등을 조사하여 채취작업을 실시한다.
- 갯벌참굴을 채취할 때에는 트랙터나 작업선박에 의해 양성기체로 수확하여 가공공장에서 세척·선별 작업과정을 통해 축양 또는 출하를 한다.

자) 갯벌 양성장 관리시 주의사항

- 태풍 또는 기상악화시 갯벌참굴 양성망의 유실방지를 위하여 수시로 점검한다.
- 갯벌참굴의 작업순기별로 상품에 도달하기까지 적정시기에 양성 굴의 크기별 선별 및 분망, 적정 수용밀도를 철저히 준수한다.
- 갯벌참굴이 성장하는 동안 양성망 안쪽에서 굴끼리 서로 달라붙지 않도록 선별, 분망 또는 흔들어주기 등을 주기적으로 실시하며, 수시로 양성상태를 점검한다.
- 양성망을 고정하는 코팅철사의 주기적인 점검을 실시하여 양식세트에서 이탈되지 않도록 한다.
- 매년 양성망에 부착생물 등이 다량 부착하여 망내 해수소통과 흐름에 방해가 되지 않도록 제거하여 먹이활동이 원만하게 이루어지도록 한다.

다. 갯벌참굴 양식장의 최적 시설 배치 안

갯벌참굴 양성장 시설물의 적정 공간배치는 성장과 생존을 향상은 물론 우량상품 생산에 매우 중요하므로 실측·설계·시공에서 최적 시설배치가 이루어져야 한다. 적지면적 내의 시설 구간과 구간사이의 간격은 양성망의 설치와 채취작업을 고려하여 약 1.5 m 간격을 유지한다. 통로구간은 어장시설 및 작업관리에 필요한 장비 반입 등을 감안하여 4~6 m 폭으로 설정 규격화시켜 시설 구조물을 배치한다. 이 경우 작업공정을 편리할 수 있고, 해수의 흐름을 원활하게 하여 집약적 양식시설이 가능하게 하며, 먹이의 균등 섭취 기회 제공으로 양식생물의 생산성을 높이고, 좁은 면적 내에서 어장관리의 이동 범위를 단축시켜 노동 생산성을 높일 수 있다. 본 란에서는 어장 시설면적과 시설량, 시설면적에 대한 비율을 개선하여 갯벌의 효율적인 공간 활용 방안을 제시하고자 한다.

1) 국외사례

갯벌참굴 수평망식 양식방법의 어업면허 면적에 대한 시설면적 비율은 프랑스 노르망디 지역의 경우 1ha 당 6,000망(수평망 양식세트 1,200세트/ha)을 설치하여 양식하고 있는데, 1,200세트/1ha의 시설 내역을 보면 세트 폭 1m, 세트 간격 1.1m, 어장 통로 3.4m로 1열당 20세트를 연결하여 60열을 배치하는 것이다. 이 경우 어업면허면적에 대한 시설비율은 약 33%의 비중을 차지하고 있다(Fig. 3-4-6).

○ 갯벌참굴 양식의 시설배치도(1,200세트.ha)

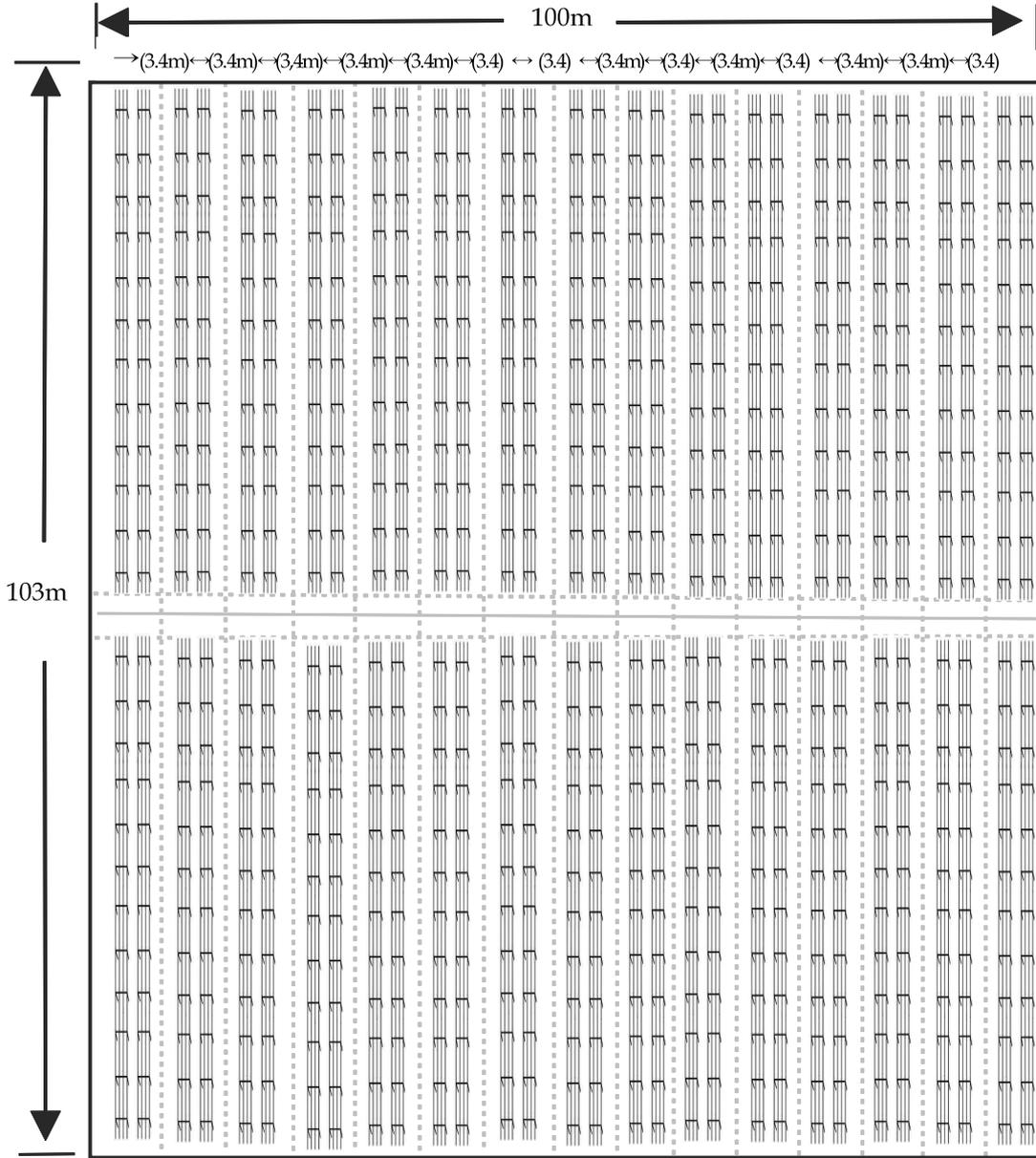


Fig. 3-3-4. 갯벌참굴 양식방법의 시설 배치도(국외사례, 프랑스 노르망디지역)

- 굴 수평망식(10,000m², 1세트 규격 1.0(W)×2.65(L)×0.6m(H))
- 1구간 : 1열 20세트(50m)×30열 : 600세트×2구간 : 1,200세트
- 1열세트간 간격
1.1m→ 2열세트 간격 3.4m→ 구간거리 3m ↓

2) 국내사례

국내의 경우 1ha 면적 내에 갯벌참굴 수평망식 시설량은 약 1,000세트로 어장면적에 대한 시설비율은 약 29.15%로 시설되고 있다.

현행 면허규칙에서 정하는 어장면적에 대한 시설면적 비율은 5~10%로 1ha면적(100×100m)내에서의 시설량을 171~343세트로 규정하고 있다.

갯벌참굴 수평망식 양식세트의 적정 공간배치를 위한 최적 시설방법은 1ha(100×100m) 1구간 1열 15세트(37.5m)×18열, 270세트×2구간 540세트, 1열세트간 간격 1.5m→ 2열세트 간격(6.67m→) 구간거리(10m↓), 중앙 구간 통로 확보(13m), 어장 경계 좌우 통로 확보(10m), 어장 상하 통로를 확보(6m)하여 시설 배치하는 것이 작업의 편리성과 해수의 흐름을 원활하게 하여 집약적인 양식시설이 가능하게 되며, 먹이의 균등 섭취 기회 조성은 물론 양식생물의 생산성을 높이고, 좁은 면적 내에서 어장관리의 이동 범위를 단축하여 노동 생산성을 높일 수 있도록 어장 시설면적에 대한 시설비율을 개선하여 갯벌의 어장의 효율적으로 공간을 활용하는 방안을 제시하고자 하였다(Fig. 3-4-7).

본 연구에서는 1ha어장에 540세트를 시설할 경우 어장면적에 대한 시설비율은 약 15.74%이며, 국외(프랑스 노르망디지역)의 경우 1ha 당 6,000망(수평망 양식세트 1,200세트/ha)을 설치하여 양식되고 있으며, 어장면적에 대한 시설비율은 약 35.4%로 차지하고 있다.

따라서 갯벌참굴 수평망식 양식세트의 시설기준을 현행 5~10%에서 16~30%이상으로 상향 조정하여 시설할 수 있도록 조정이 요구된다.

○ 굴 수평망식 시설배치도 (540세트/ha)

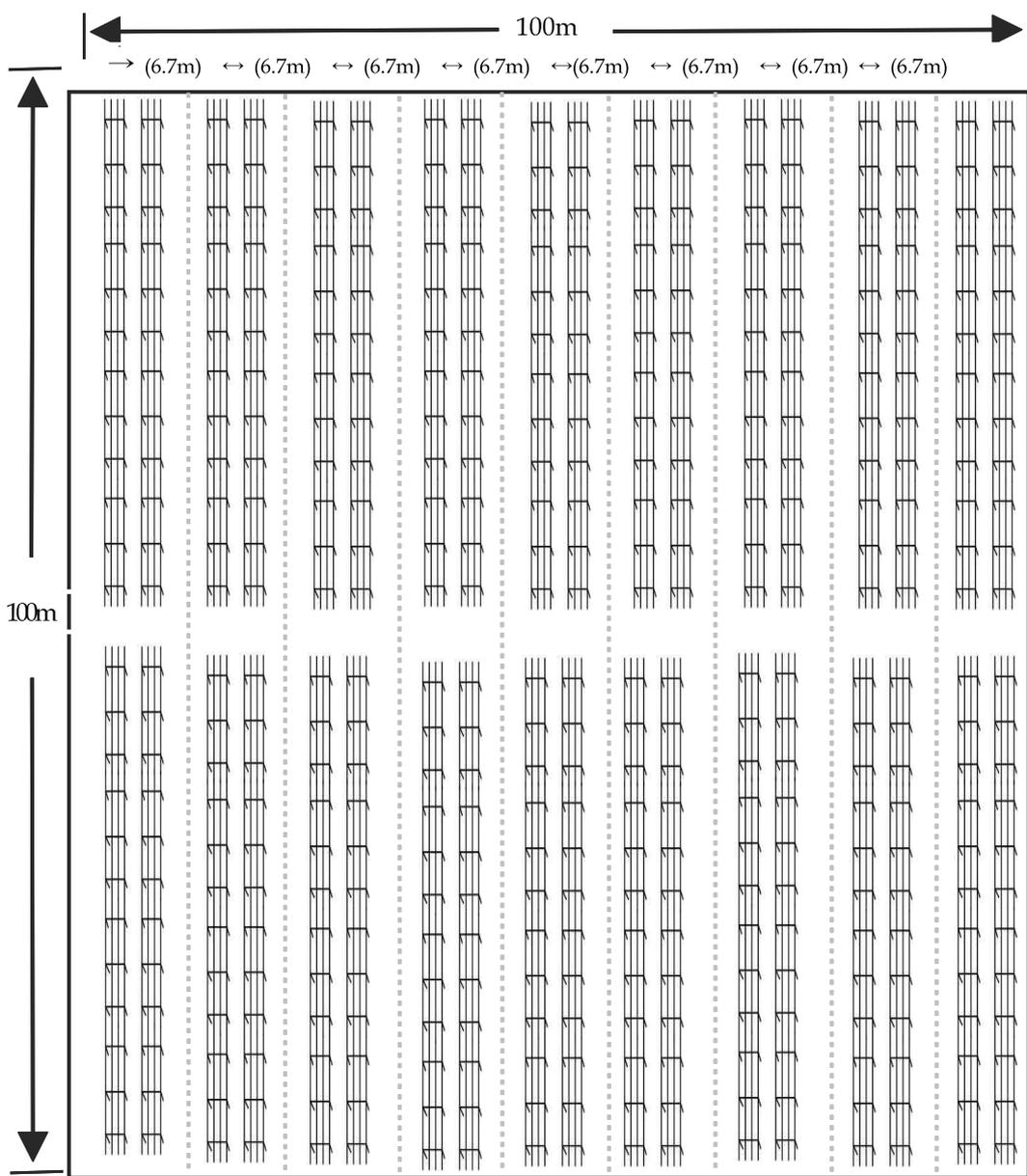


Fig. 3-3-5. 갯벌참굴(수평망식) 양식방법의 시설배치도

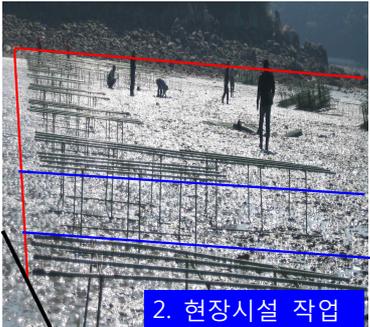
- 굴 수평망식(10,000㎡, 1세트 규격 1.1(W)×2.65(L)×0.6m(H))
- 1구간 : 1열 15세트(37.5m)×18열 : 270세트×2구간 : 540세트
- 1열세트간 간격 1.5m→ 2열세트 간격 6.67m→ 구간거리 10m ↓
- 중앙 구간 통로 확보 : 13m
- 어장 좌우 통로 확보 : 10m
- 어장 상하 통로 확보 : 6m

라. 갯벌참굴 양식(수평망식) 시설과정

1) 갯벌참굴(수평망식) 양식시설

갯벌참굴 시범어장의 선정은 연구교습어업 허가 신청에 의해 충남 서산시 부석면 창리 지선을 선정하였다. 양성장 시설물의 적정 공간배치를 위해 1ha(100×100m) 적지면적 내에 1세트 규격이 1.0(W)×2.65(L)×0.6m(H)에 이르는 총 70세트의 굴 수평망식 세트를 시설지역의 지형을 고려하여 2구간에 3열씩 배치하여 시설하였다. 1열 세트간 간격 1.5m→ 2열 세트 간격 6.67m→ 구간거리 10m↓, 중앙 구간 통로 확보 13m, 어장 좌우 통로 확보 10m, 어장 상하 통로 확보가(6m) 되도록 시설 구조물을 배치하였다.

2) 갯벌참굴(수평망식) 양식 현장시설 매뉴얼

시 설 내 역	작 업 방 법	비 고
 <p>1. 세트 해상운반</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 세트하역(카고크레인)작업 - 15~20세트씩 포개진 채로 하역한다. ▶ 현장운반 : 선박, 경운기 이용 운반한다. - 세트 운반시 갯벌이 연약하여 경운기 출입이 어려운 지역은 만조시 선박으로 운반한다. ▶ 시설지역 위치를 표시하고 배열작업시 작업이 방해되지 않는 공간에 분산 투하한다. 	
 <p>2. 현장시설 작업</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 시설배치도면에 의한 사각 4군데에 말목을 고정 시키고 줄을 띄운다. 사전에 줄에 세트 간 간격, 통로, 구간 등을 색깔로 표시하여 배치되도록 종과 횡을 맞춘다. ▶ 첫 번째 세트를 횡으로 우선 배열시키고 세트 간 간격, 통로 등 배치 지점에 배열 작업을 한다. ▶ 세트가 20개 단위 세트로 포개진 상태로 투하된 상태이므로 세트의 분리작업을 위한 2인 1조씩 편성하여 세트 분리 작업 	 
 <p>3. 세트 현장 이동 분산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 분리한 세트를 2인 1조씩 현장 이동 분산 운반작업을 한다. ▶ 시설 배치조를 2인 1조로 구성하여 운반해온 세트를 줄에 맞추어 배치작업을 한다. ▶ 말목은 세트 당 2개, 세트 간 15cm 정도 교차로 겹쳐진 부위에 말목을 박고 교차부위를 매심 작업 한다. 그 다음 말목을 세트에 고정하여 매심작업 한다. 	

	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 매심작업을 위한 스트랑 로프는 사전에 1m길 이로 절단하여 절반 가닥을 갈라서 사용한다. ▶ 매심방법은 낚시매듭 방식으로 하되 10회 이상 넓게 감아 돌려 매듭 한다. ▶ 세트간 4개의 교차부분을 매심작업 한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 입망전 종묘의 크기별 선별작업을 한다. ▶ 입식할 양성망에 종묘를 망당 220개체씩 수용 한다. ▶ 입망작업의 진행은 입망 작업조와 봉합 작업조로 구분하여 진행한다. ▶ 양성망의 봉합 작업시 양성망의 입구를 코팅사로 종묘가 빠져나가지 못하도록 3~4 cm간격으로 엮어 봉합한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 1ha당 입식량 - 54~67.5만개
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 입식작업을 위한 양성망의 운반은 선박, 경운기 등을 이용하여 어장 세트 위치까지 운반하여 둔다. ▶ 입식할 양성망을 세트 위에 운반하는 작업조와 양성망 입식 체결 작업조로 구분하여 작업을 진행한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 종묘의 입식작업은 1열에 2인 1조로 편성하여 서로 반대방향에서 마주보고 양성망의 입식 체결 작업을 진행하여 나간다. ▶ 양성망 입식 체결시 양성망과 세트가 서로 밀착 되도록 힘을 가해 유격이 없도록 체결한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 코팅철사/세트당 - 규격 40 cm - 수량 20개 - 유지보수용 60개 소요
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 갯벌참굴 수평망식 양식세트에 양성망의 입식 작업이 완료된 시설장면 ▶ 매월 사리 때 망의 유실된 양성망의 보수, 양성 초기에 망의 한쪽에 종묘가 몰려 있는 굴의 분산작업, 양성망에 자연산 굴 및 따개비 제거 작업 등을 관리한다. ▶ 수확작업 2~3개월 전에 크기별로 선별작업 하여 출하준비를 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ha : 540 Set - 예비세트 : 162 Set ▶ 양성망 : 2,700개 - 예비망 : 810개
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 갯벌참굴 수평망식 양식 세트에서 양성중인 굴 육성장면 ▶ 수확시기 3~4개월(50g 전후)전에는 굴의 성장으로 양성망의 공간 용적이 비좁아져 망의 중간 및 아래 쪽에 위치한 굴들은 망의 팽창으로 성장이 저하되고 껍데기의 모양이 변형되어 상품가치를 하락시킬 수 있음. 이때에는 굴을 분망하여 망의 공간 면적을 확보시켜 주어야한다. ▶ 수확기 직전에는 양성망을 뒤집어 굴의 위치를 바꾸어 좁으로서 굴이 균일하게 성장하고 상품 등급을 향상시킬 수 있다. ▶ 굴이 성장함에 따라 양성망의 초기 종묘 수용 밀도를 망당 250개(1~3 cm) → 220개(80~100 g) → 150개(100~150g) → 70~100개(150g이상) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 갯벌참굴 상품규격 - 80~100g/개체 ▶ 양성망의 규격 - 105×55 cm(250개)

3) 갯벌참굴(수평망식) 양식시설 과정





g. 세트 현장 이동 분산작업



h. 세트 현장 시설배치작업



i. 세트간 연결 매심작업



j. 세트간 연결 매심작업



k. 세트 말목작업 및 매심작업



l. 세트 시설배치, 말목, 매심작업 완료장면



m. 해면 중간종묘 입망작업(선박)



n. 해면 중간종묘 입망을 위한 선별작업



o. 해면 중간 육성종묘 입망작업



p. 해면 중간 육성종묘 입망작업



q. 중간종묘 입식작업(코팅철사 체결)



r. 중간종묘 입식작업



s. 종묘입식 완료작업



t. 중간육성 종묘 입망장면

마. 갯벌참굴 수평망식 양식 시설의 제작 및 생산 공정별 비교 검토

1) 갯벌참굴(수평망식) 양식의 공정별 비교 검토

시설규모에 따른 갯벌참굴 수평망 양식의 생산관리 공정별 생산비용 절감을 위해 종묘의 입식 후, 상품 출하까지의 생산 공정에 소요되는 공정별(입망작업, 선별작업, 분망작업, 채취작업 등) 과정을 조사 분석하여 개체굴 생산비용 절감을 위한 양식시설 및 양식생산 공정별 개선방안을 비교 검토하고자 하였다(Table 3-4-9).

Table 3-3-9. 갯벌참굴(수평망식) 생산비용 절감을 위한 공정별 개선방안 비교

관리항목	현재공정	개선공정	비고
세트조립제작	·철근재료를 이용한 절단, 절곡, 코팅 등 수작업에 의한 세트의 조립·체결방식	·반침주 구조물의 금형에 의한 단순 세트 조립방식으로 개선 전환	조립작업 인건비 49% 절감효과
입망·설치작업	·입망 : 인력에 의한 양성망에 수작업 방식 ·입식설치 : 수평망식 세트에 코팅철사에 의한 망의 체결 방식	·입망 : 자동화 종묘입망기에 의한 입망작업 ·입식설치 : 수평망 세트에 단순체결 방식을 개발하여 개선 적용	입망·설치작업 인건비 30% 절감 가능
선별·분망작업	· 종묘생산 업체에서 초기 종묘입식 후 중간육성 및 본 양성종묘에 이르기까지의 분망 과정은 망당 5,000개체, 1,000개체, 500개체, 300개체의 밀도로의 분망작업과 폐사 개체 선별작업 등을 실시하고 있으나 양성망의 해체·입식 설치 작업방법이 코팅철사에 의한 체결방식으로 인력이 많이 투입되는 단점이 있음.	· 굴 수평망식 세트에 양성망을 브라켓으로 단순 체결하는 방식을 고안하여 약 30%의 인건비 절감효과가 기대됨 · 양성과정에서 중간에 분망작업을 생략하기 위해서는 양성망당 개체수를 300개체에서 200개체로 조정 양성관리 할 수 있도록 수량 조정	선별·분망작업 인건비 30% 절감 효과
채취작업	양성망의 해체·입식설치 작업방법이 코팅철사에 의한 체결방식으로 인력이 많이 투입되는 단점	양성망을 브라켓으로 단순 체결하는 방식을 고안하여 약 30%의 인건비 절감효과가 기대됨	채취작업 인건비 30% 절감 효과

2) 갯벌참굴(수평망식) 양식 시설의 제작 및 시설 공정별 세부내역 검토

Table 3-3-10. 세트조립 작업비 (현재 공정, 굴 수평망식 양식세트 540Set)

세부작업명	인원	작업일수	노임단가	금액(원)	비고
세트 조립작업	4	11	109,325	4,810,300	540세트분
도장공	1	11	96,119	1,057,309	
용접봉	2	11	110,123	2,422,706	
세트야적	1	11	74,998	824,978	8,812/ 세트당
지게차		11		2,789,952	253,632/일
소 계	8			11,905,245	

○ 세트조립작업

- 540세트(8인/일× 11일) : 세트조립자재 체결 4인, 도장공 1인, 용접공 2인, 세트야적 1인
 - 세트 조립작업 : 540세트 × 100세트/일 = 11일 × 50세트/일 = 540세트
 - 조립자재 체결작업 : 총 540세트 체결작업 4인, 50세트/4인= 4인×11일
 - 도장공 : 총 540세트분 도장작업 1인 50세트/1인= 1인×11일
 - 용접봉 : 총 540세트분 용접작업 2인 50세트/2인= 2인×11일
 - 세트야적(지게차 포함) : 총 540세트분 세트야적 1인 50세트/1인= 1인×11일

Table 3-3-11. 세트조립작업비 (개선 공정, 굴 수평망식 양식세트 540Set)

세부작업명	인원	작업일수	노임단가	금액(원)	비고
세트 조립작업	4	5.4	109,325	2,361,420	540세트분
도장공	1	5.4	96,119	519,042	
용접봉	2	5.4	110,123	1,189,328	
세트야적	1	5.4	74,998	404,989	8,812/ 세트당
지게차		11		1,369,612	253,632/일
소 계	8			5,844,391	

○ 세트조립작업

- 540세트(8인/일× 5.4일) : 세트조립 자재 체결 4인, 도장공 1인, 용접공 2인, 세트야적 1인
 - 세트 조립작업 : 540세트 × 100세트/일 = 5.4일 × 100세트/일 = 540세트
 - 조립자재 체결작업 : 총 540세트 체결작업 4인, 100세트/4인= 4인×5.4일
 - 도장공 : 총 540세트분 도장작업 1인 100세트/1인= 1인×5.4일
 - 용접봉 : 총 540세트분 용접작업 2인 100세트/2인= 2인×5.4일
 - 세트야적(지게차 포함) : 총 540세트분 세트야적 1인 100세트/1인= 1인×5.4일

Table 3-3-12. 현재공정(종묘입망, 설치, 선별, 채취작업)

세부작업명	인원	작업일수	노임단가	금액(원)	비고
종묘입망작업	10	8	72,415	5,793,200	
종묘설치작업	10	8	"	5,793,200	
종묘선별작업	10	8	"	5,793,200	
채취작업	10	8	"	5,793,200	
소 계	40	32		23,172,800	

○ 현재 공정(종묘입망, 설치, 선별, 채취작업)

- 2,700망(10인/일× 32일) : 종묘입망작업 8일, 종묘설치작업 8일, 종묘선별 8일, 채취작업 8일
 - 종묘입망수량 : 540세트 × 5망/세트 = 2,700망 × 200개체/망 = 540,000개체
 - 종묘입망작업 : 총 2,700망(540세트분) 입망작업 1일 350망/10인= 10인×8일
 - 종묘설치작업 : 총 2,700망(540세트분) 설치작업 1일 350망/10인= 10인×8일
보통인부 : 72,415원
 - 종묘선별작업 : 총 2,700망(540세트분) 선별작업 1일 350망/10인= 10인×8일
 - 채취작업 : 총 2,700망(540세트분) 설치작업 1일 350망/10인= 10인×8일

Table 3-3-13. 개선공정(종묘입망, 설치, 선별, 채취작업)

세부작업명	인원	작업일수	노임단가	금액(원)	비고
종묘입망작업	10	5.9	72,415	4,272,485	
종묘설치작업	10	"	"	4,272,485	
종묘선별작업	10	"	"	4,272,485	
채취작업	10	"	"	4,272,485	
소 계	40	23.6		17,089,940	

○ 개선공정(종묘입망, 설치, 선별, 채취작업)

- 2,700망(10인/일× 23.6일) : 종묘입망작업 5.9일, 종묘설치작업 5.9일, 종묘선별 5.9일, 채취작업 5.9일
 - 종묘입망수량 : 540세트 × 5망/세트 = 2,700망 × 200개체/망 = 540,000개체
 - 종묘입망작업 : 총 2,700망(540세트분) 입망작업 1일 455망/10인= 10인×5.9일
 - 종묘설치작업 : 총 2,700망(540세트분) 설치작업 1일 455망/10인= 10인×5.9일
보통인부 : 72,415원
 - 종묘선별작업 : 총 2,700망(540세트분) 선별작업 1일 455망/10인= 10인×5.9일
 - 채취작업 : 총 2,700망(540세트분) 설치작업 1일 455망/10인= 10인×5.9일

바. 갯벌참굴 해면 중간육성시설 규모의 경제성

Table 3-3-14. 중간육성 시설 규모의 주요 시설내역

품명	규격	수량	단가(원)	금액(원)	비고
중간육성시설	7.3(W)×35m(L)	1식	80,000,000	80,000,000	
중간육성 양성기	0.6(W)×1.8(L)×0.5m(D)	84	400,000	33,600,000	PVC, 네트론망
종묘 수용능력	2~5mm	150만개	15	22,500,000	1회생산 : 45일
종묘생산능력	"	420만개	50	210,000,000	4회차 생산
관리선박 임차	3톤	1	500,000원/월	500,000원/월	
선별기	EA	12	35,000	420,000	
고압청소기	1	1	1,200,000	1,200,000	

Table 3-3-15. 관리인원

내역	인원	작업일수	노임단가	금액(원)	비고
종묘입식작업	6	1	24인×72,415	1,737,960	1회차 : 1회
종묘분망 및 선별	12	20	240인×72,415	17,379,600	1회차 : 5회
종묘수확	12	4	48인×72,415	3,475,920	
관리자	2	140	280인×72,415	20,276,200	
소 계	32	165	592	42,869,680	

○ 개체굴 해면 중간육성 시설규모에 대한 생산능력

- 시설규모 : 7.3 × 35m
- 중간육성 시설의 양성가두리 시설량 : 0.6m×1.8m×50cm 규격, 84조
- 1회차 수용능력 : 150만개체, 각장 2~5mm
- 개체굴 중간육성 출하 종묘 크기 : 3~4cm
- 1회차 생산능력 : 105만개체
- 1회차 생산기간 : 45일
- 연간 생산 회차수: 4회차
- 연간 중간종묘 생산가능개체수 : 420만개체(생존율 70%)

○ 경제성

- 종묘구입비 : 6,000,000개체 × 15원 = 90,000,000원
- 중간육성종묘 판매 : 4,200,000개체×50원/종묘= 210,000,000원
- 인건비 : 42,896,680원
- 시설감가상각비
 - 중간육성시설 : 80,000,000원/30년 = 2,700,000원/년
 - 중간양성가두리 : 33,600,000원/5년 = 6,720,000원/년
 - 소모성자재 : 1,620,000원/5년 = 324,000원/년

○ 수익성

- 210,000,000원 - 142,640,680원= 67,359,320원

제4절 갯벌참굴 양성 시험

1. 서론

우리나라의 참굴생산은 남해안에서 수하식 양식방법으로 전체의 약 94%가 생산되고 있으며, 투석식 등 자연산 생산은 6% 내외수준에 불과하다. 그러나 생굴(활굴)의 소비문화가 형성되어 있는 프랑스와 미국 등은 오래 전부터 갯벌참굴의 생산기술개발에 노력한 결과 프랑스의 경우는 연간 약 100억개 정도의 갯벌참굴을 양식 생산하여 전 세계 소비시장에 공급하고 있어 우리나라도 한계수준의 생산력에 도달한 수하식 양식의 생산 감소분을 갯벌참굴로 대체 생산할 필요성이 있다.

국내에서 갯벌참굴 양식 기술개발은 1997년부터 민간차원에서 소규모로 이루어져왔으나 2010년부터는 차세대의 갯벌 친환경 성장 동력사업으로 「신 갯벌어업 프로젝트」를 통해 정부주도로 수출산업화 양식개발이 이루어지고 있다.

갯벌참굴 양식은 물속에 잠긴 상태로 양식하는 수하식과는 달리 개펄 위에 평상(폭 1.1m×길이 2.65m×높이 0.6m)처럼 지주를 세우고 그 위에 하나하나씩 분리시킨 새끼 굴(각고 1~3cm 내외)을 직사각형의 플라스틱 주머니 등에 넣어 8~18개월 정도 기르는 친환경 양식방법으로 조석간만의 차가 큰 우리나라 갯벌에서 고품질 양식생산이 가능한 경쟁력을 지니고 있다. 갯벌참굴은 개체굴 형태로 암반 자연산 굴의 특성에 가까운 고품질의 특성을 지니면서 대량생산이 가능하고 성장속도가 빨라 경제적 부가가치를 높일 수 있겠다.

본 양성시험에서는 갯벌참굴의 양식 특성을 파악하여 고품질의 명품굴 생산기술을 개발하는데 있다. 특히 기후변화 등으로 양식패류의 폐사가 심한 어장이나 유히갯벌로 방치되고 있는 미활용 어장, 고부가가치 품종의 대체양식장 개발에 필요한 양식기술 개발에 목표를 두고 있다. 본 양성시험 결과는 1차년도 사전예비시험 결과로서 2011년부터 2012년까지는 고부가가치의 상업적 생산이 가능한 적정 양식 기술을 개발할 계획이다.

2. 재료 및 방법

가. 갯벌참굴 중간육성 및 본양성 시험

1) 조사지역

갯벌참굴의 중간육성 시험은 충남 서산시 부석면 창리 해면과 충남 보령시 오천면 원산도리 해면에서 수행되었다. 서산시 창리 해면은 천수만 내측에 위치하며 서

산 A·B지구의 담수 영향을 많이 받는 지역으로 영양염류가 풍부하나 계절적으로 수온 변동 폭이 크고, A·B지구에서 담수 방류시 염분농도 차가 큰 지역이다. 보령시 원산도리 해면은 천수만 입구의 외해지역으로 수온 및 염분 변동 폭이 창리에 비해 안정된 곳이다. 갯벌참굴의 본양성 시험은 창리 갯벌 및 내만과 외해의 중간 해역에 위치한 태안군 남면 진산리 갯벌에 시행되었다(Fig. 3-1-1).

2) 참굴 성장도 조사

참굴 시료의 성장도 조사는 각장, 각고, 각폭은 버니어캘리퍼스로 0.01mm까지 측정하였고, 전중량과 육중량은 전자저울(HM-200)로 0.001g 까지 측정하였다(Fig. 3-3-1~3-3-9).

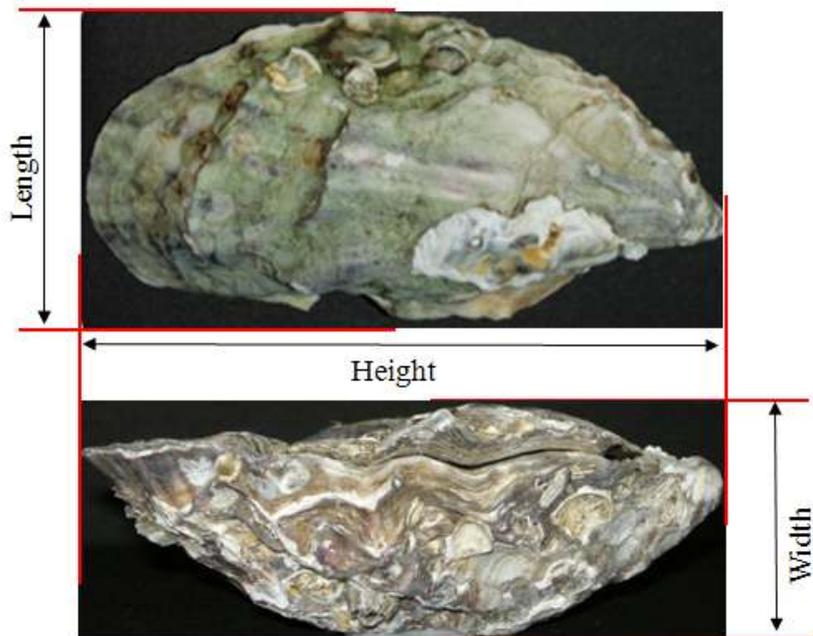


Fig. 3-4-1. 갯벌참굴 패각의 성장도 조사 측정 부위



Fig. 3-4-2. 갯벌참굴 중간육성 종묘선별



Fig. 3-4-6. 종묘 중간육성 해면가두리 조사



Fig. 3-4-3. 중간육성 시험종묘 측정



Fig. 3-4-7. 갯벌참굴 수평망 성장시험(1)



Fig. 3-4-4. 중간육성 시험종묘 무게 측정



Fig. 3-4-8. 갯벌참굴 수평망 성장시험(2)



Fig. 3-4-5. 해면 중간육성시험 가두리 입식



Fig. 3-4-9. 갯벌참굴의 시험 성장

3. 결과 및 고찰

가. 갯벌참굴 중간육성 및 본양성 시험

1) 갯벌참굴의 해면 중간육성시험 밀도별 성장도 비교

가) 창리 해면 중간육성 시험

갯벌참굴 종묘의 해면 중간육성은 실내 인공종묘 배양장에서 산란·수정·부화·착저 단계를 거쳐 어느 정도 안정단계에 도달한 각고 2~7mm 내외 크기의 종묘를 자연 먹이가 풍부하고 풍파가 거세지 않은 내만의 가두리 시설로 옮겨 각고 2~4cm 크기의 양식용 종묘단계까지 안정적으로 사육관리가 가능한지를 구명하기 위함이다.

충남 서산시 부석면 창리 해면에서 갯벌참굴의 본양성 종묘생산을 위한 해면 중간육성시험의 1차년도 결과는 Table 3-3-1과 같다. 양성가두리(L 1.8m×W 60cm×H 50cm)에 수용밀도별로 종묘(각고 5.2~5.5mm)를 입식한 후 시기별로 250, 200, 150, 120, 100, 90천개체 밀도로 분산해가면서 성장도 변화를 조사한 결과, 종묘의 시기별 성장은 이식시기인 2010년 7월 12일 각고 5.2~5.5mm 크기의 종묘는 45일이 경과한 8월 26일에 각고 40.3~45.0mm의 본양성이 가능한 크기로 성장하였으며, 이 기간 중 일간 성장량은 0.78~0.88mm/day였다.

시험기간 중 최종 밀도별 각고성장은 수용밀도 250천개체에서 40.3mm, 200천개체는 43.1mm, 150천개체는 45.0mm로 나타났으며, 전중량은 250천개체에서 3.21g, 200천개체 3.95g, 150천개체 4.2g으로 각각 증가하였다. 생존율은 250천개체에서 71.2%, 200천개체 75.6%, 150천개체 76.1%로 나타났다.

중간육성 종묘의 1차 밀도별 성장시험 결과, 양성망 가두리 내에서 종묘는 조류 및 파도에 의해 바닥에 균일하게 분포하지 않고 한쪽에 몰려 쌓이는 현상이 발견되었으며, 이 때 밀바닥에 깔려 있는 개체들은 성장이 느리거나 일부 폐사가 나타났다. 따라서 종묘의 중간육성 관리는 개체들이 한쪽으로 몰리지 않게 수시로 골고루 분산시켜 주는 작업이 필요하며, 종묘의 크기에 따른 성장차이를 줄이기 위해서는 분망작업을 주 1회씩 실시하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

밀도별 시험 결과 양성가두리(L 1.8m×W 60cm×H 50cm)에 각고 4~5mm 크기의 종묘를 입식하여 해면에서 중간종묘(크기 약 3~5cm)로 육성할 경우 최적 입식밀도는 150,000개체, 100,000개체, 90,000개체, 80,000개체, 60,000개체, 50,000개체로 수용밀도를 점차적으로 낮추어 7일마다 분망하여 밀도를 조정하는 것이 전체적으로 균

일하고 빠른 성장도를 보일 수 있을 것으로 판단된다. 1차년도 중간육성 이식시험은 7월중에만 실시된 것으로 조기 종묘생산에 의한 시기별 중간육성의 최적이식 시험은 2차 및 3차 년도에 지속적으로 실시될 예정이다.

Table 3-4-1. 갯벌참굴 해면중간육성 밀도별 성장도(창리 어장)

구 분	해면중간육성기간 (10. 7. 12~8. 26)																	
	7.12			7.22			8.5			8.12			8.22			8.26		
밀도별 (천개체)	250	200	150	200	150	100	150	120	90	120	100	80	100	80	60	90	70	50
각고(mm)	5.2	5.5	5.4	8.4	10.3	12.6	17.3	20.1	23.3	26.1	28.0	30.2	36.4	38.1	41.2	40.3	43.1	45.0
각장(mm)	4.3	4.3	4.3	5.7	6.0	7.9	10.6	12.3	13.6	14.2	16.2	16.4	18.2	18.6	19.4	19.1	21.1	21.8
중량(g)	0.024	0.024	0.024	0.11	0.15	0.25	0.45	0.74	0.93	1.27	1.56	1.81	2.58	2.88	3.11	3.21	3.95	4.20
생존율 (%)	100	100	100	81.3	85.5	89.4	76.8	78.7	79.9	76.1	77.4	78.7	74.3	76.4	78.2	71.2	75.6	76.1

나) 원산도리 해면 중간육성 시험

충남 보령시 오천면 원산도리 해면에서 갯벌참굴의 본양성 종묘생산을 위한 해면 중간육성시험의 1차년도 결과는 Table 3-3-2와 같다. 양성가두리(L 1.8m×W 60cm×H 50cm)에 수용밀도별로 종묘(각고 5.0~5.2mm)를 입식한 후 시기별로 250, 200, 150, 120, 100, 90천개체 밀도로 분산해가면서 성장도 변화를 조사한 한 결과, 종묘의 시기별 성장은 이식시기인 2010년 7월 12일 각고 5.0~5.2mm 크기의 종묘는 45일이 경과한 8월 26일에 각고 34.8~39.7mm의 본양성이 가능한 크기로 성장하였으며, 이 기간 중 일간 성장량은 0.66~0.77mm/day였다.

시험기간 중 최종 밀도별 각고성장은 수용밀도 250천개체에서 34.8mm, 200천개체는 37.8mm, 150천개체는 39.7mm로 나타났으며, 전중량은 250천개체에서 2.54g, 200천개체 3.04g, 150천개체 3.18g으로 각각 증가하였다. 생존율은 250천개체에서 69.8%, 200천개체 73.0%, 150천개체 74.8%로 나타났다.

Table 3-4-2. 갯벌참굴 해면중간육성 밀도별 성장도(원산도리 어장)

구 분	해면중간육성기간 (10. 7. 12~8. 26)																	
	7.12			7.22			8.5			8.12			8.22			8.26		
밀도별 (천개체)	250	200	150	200	150	100	150	120	90	120	100	80	100	80	60	90	70	50
각고(mm)	5.0	5.2	5.0	8.1	9.7	11.4	16.1	19.8	21.2	23.3	24.8	26.2	31.2	33.3	37.6	34.8	37.8	39.7
각장(mm)	4.1	4.1	4.1	5.5	5.9	6.9	9.9	11.8	11.9	13.9	14.3	15.1	16.7	17.1	18.4	17.4	18.8	19.4
중량(g)	0.024	0.024	0.024	0.09	0.12	0.18	0.41	0.58	0.67	0.92	1.18	1.21	2.03	2.22	2.51	2.54	3.04	3.18
생존율 (%)	100	100	100	81.8	82.3	84.2	75.9	77.7	79.8	73.2	75.0	77.3	71.6	73.8	75.2	69.8	73.0	74.8

갯벌참굴의 해면 중간육성 시험결과 담수 영향을 많이 받으면서 영양염류가 풍부한 서산 창리해면·창리갯벌 지구는 종묘의 성장과 중량 및 생존율 모두 외해역인 원산도에 비해 높게 나타났다. 그러나 양 해역 모두 종묘의 중간육성장으로 적합한 것으로 판단된다. 한편, 성장과 생존율을 고려한 본양성 종묘(각고 3~5cm 크기)생산의 적정 해면 중간육성 수용밀도는 최초 150천개체를 입식한 후 매 7일마다 각각 100, 90, 80, 60, 50천개체로 밀도를 순차적으로 낮추어 분망 조정하는 것이 생존율을 높이면서 균일한 성장을 유도하는데 효과적이라고 판단된다. 특히 중간육성 시 밀도가 높을 경우 양성망 가두리 내에서 조류 및 파도의 유동에 의해 종묘가 바닥에 균일하게 분포하지 않고 한쪽에 몰려 쌓이는 현상이 발생할 수 있으며, 이때 밑바닥에 깔린 개체들은 대부분 성장이 느리거나 폐사에 이를 수 있다. 본 시험은 여름철인 7월 중에만 실시된 것으로 2차 및 3차년도 조사에서는 시기별로 중간육성 적정시기를 구명할 예정이다.

2). 갯벌참굴의 본 양성기간 중 밀도별 성장도 비교

가) 창리 수평망식 본양성 시험(시험구)

충남 서산시 부석면 창리 갯벌참굴 수평망식 본 양성장에서 밀도별 성장도 시험의 1차년도 조사결과는 Table 3-3-3, Fig. 3-3-10, Fig. 3-3-11과 같다. 해면 중간육성장에서 성장한 중간육성 종묘를 밀도별(300, 250, 200개체/양성망)로 본양성 시험한 결과 8월 26일 각고 45.2~46.0mm 크기에서 9월에 51.2~54.0mm, 10월에 59.0~60.2mm, 11월에 65.4~72.0mm로 9월에서 11월 사이에 성장이 빨랐다. 그러나 12월에는 성장이 크게 둔화되다가 이듬해 2월까지의 성장이 거의 정지 상태에 머물렀다. 겨울철 저성장 원인은 1일 2회에 걸쳐 조석에 따라 갯벌 위로 노출되는 갯벌참굴 양식의 특

성으로 노출시에는 냉각된 대기의 영향과 저수온의 영향을 크게 받기 때문인 것으로 여겨지며, 특히 2010년 12월 중순부터 2011년 2월까지 지속된 한파(2010년 12월 중순과, 1월 중순부터 1월 하순 사이의 평균기온이 $-5.5\sim-7.2^{\circ}\text{C}$ 까지 하강)의 영향을 크게 받았던 것으로 추정된다. 각고 성장은 3월 이후부터 점차 빨라졌다.

밀도별(300개체, 250개체, 200개체/양성망) 성장은 고밀도인 300개체 시험구는 2010년 8월 26일 입식시 각고 46mm였던 것이 2011년 4월 20일에 78.0mm로 성장하였고, 250개체 시험구는 45.2mm에서 82mm로, 200개체 시험구는 45.4mm에서 84.2mm로 밀도가 낮을수록 성장이 빨랐다. 일간성장량은 300개체 시험구는 0.14mm/day, 250개체 시험구는 0.15mm/day, 200개체 시험구는 0.16mm/day를 보였다.

창리 시험어장 갯벌참굴의 각장, 각고, 각폭과의 관계는 직선식으로 표시되었다. 특히 갯벌참굴은 좌각의 깊이가 수하식 양식 굴에 비해 깊게 나타나고 있는데, 이는 집단으로 부착생활을 하는 수하식 양식 굴과는 달리 비부착성으로 개체간의 고밀도 영역경쟁을 회피할 수 있는 개체굴의 특성인 것으로 여겨진다(Fig. 3-3-15, Fig. 3-3-16, Fig. 3-3-17).

수용밀도별 중량증가는 고밀도인 300개체 시험구는 2010년 8월 26일 입식시 4.38g에서 2011년 4월 20일에 41.4g으로 증가하였고, 250개체 시험구는 4.28g에서 43.4g으로, 200개체 시험구는 4.32g에서 46.5g으로 밀도가 낮을수록 중량증가가 빨랐다(Fig. 3-3-12). 수용밀도별 성장량은 2011년 4월에 3~5g 정도의 차이를 보이고 있으나 양성망 내부 공간용적이 굴이 성장함에 따라 서서히 부풀어 차게 되는 시점인 개체당 약 70g 전후 크기부터 점차적으로 굴의 양성망이 협소해지는 시점에서 수용밀도별 성장 차이와 껍데기의 상품성 차이가 현저해질 것으로 예측된다. 따라서 현재 시점에서는 상품출하 크기까지의 적정 수용밀도를 도출할 수 없으며, 상품크기 출하시점인 2011년 9월 이후부터 12월 사이에 적정 수용밀도의 1차 시험결과가 도출될 수 있을 것이다.

1차시험 결과 시험밀도별 생존율(Fig. 3-3-13, Fig. 3-3-14)은 300개체 시험구에서 73.3%, 250개체 시험구에서 76.7%, 200개체 시험구는 79.6%로 나타났다. 폐사율이 높은 시기는 2011년 1월과 2월 사이로 장기간 지속된 한파에 의한 동해(凍害) 피해가 직접적인 원인으로 추정되었으며, 폐사는 2월 하순까지 지속된 것으로 여겨진다.

Table 3-4-3. 충남 서산시 부석면 창리 갯벌참굴 수평망식 본 양성장에서의 양성망 밀도별 성장도 비교(시험구)

구 분	갯벌참굴 수평망식 본 양성장기간 (10. 8. 26. ~ 11. 4)																																
	8.26			9			10			11			12			1			2			3			4. 2			4. 20					
밀도별 (개체)	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200
각고(mm)	46.0	45.2	45.4	52.2	51.2	54.0	59.0	59.0	60.2	65.4	68.0	72.0	73.2	74.6	75	73.8	75.2	76	74.0	75.0	77.0	74.8	77.3	79.0	76.0	79.0	82.0	78.0	82.0	84.2			
각장(mm)	21.8	21.8	21.8	32.0	32.0	32.4	36.6	37.0	37.0	39.6	40.4	42.3	42.8	43.3	43.1	42.8	43.0	43.4	42.8	43.0	45.2	42.8	43.2	45.3	44.7	45.2	47.1	48.1	48.4	49.5			
전중량(g)	4.38	4.28	4.32	9.04	9.03	9.21	13.6	13.8	14.4	25.4	26.2	27.2	28.0	29.2	30.2	29.6	30.2	31.2	31.0	31.6	32.5	32.0	32.8	34.8	35.1	36.6	39.7	41.4	43.4	46.5			
생존율 (%)	100	100	100	98.2	96.5	98.4	96.0	95.3	97.2	93.3	95.0	95.6	90.1	93.3	94.6	87.4	89.1	90.0	78.3	80.0	84.4	76.0	78.3	82.1	74.2	77.4	80.1	73.3	76.7	79.6			
누적 폐사율(%)	-	-	-	1.8	3.5	1.6	4.0	4.7	2.8	6.7	5.0	4.4	9.9	6.7	5.4	12.6	10.9	10.0	21.7	20.0	15.6	24.0	21.7	17.9	25.8	22.6	19.9	26.7	23.3	20.4			

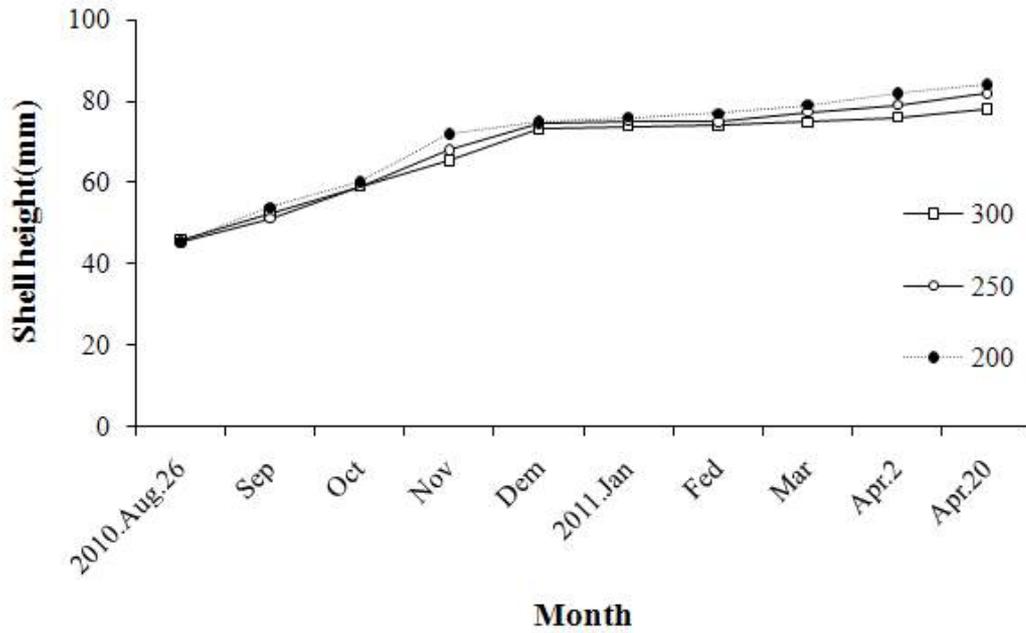


Fig. 3-4-10. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 각고 성장

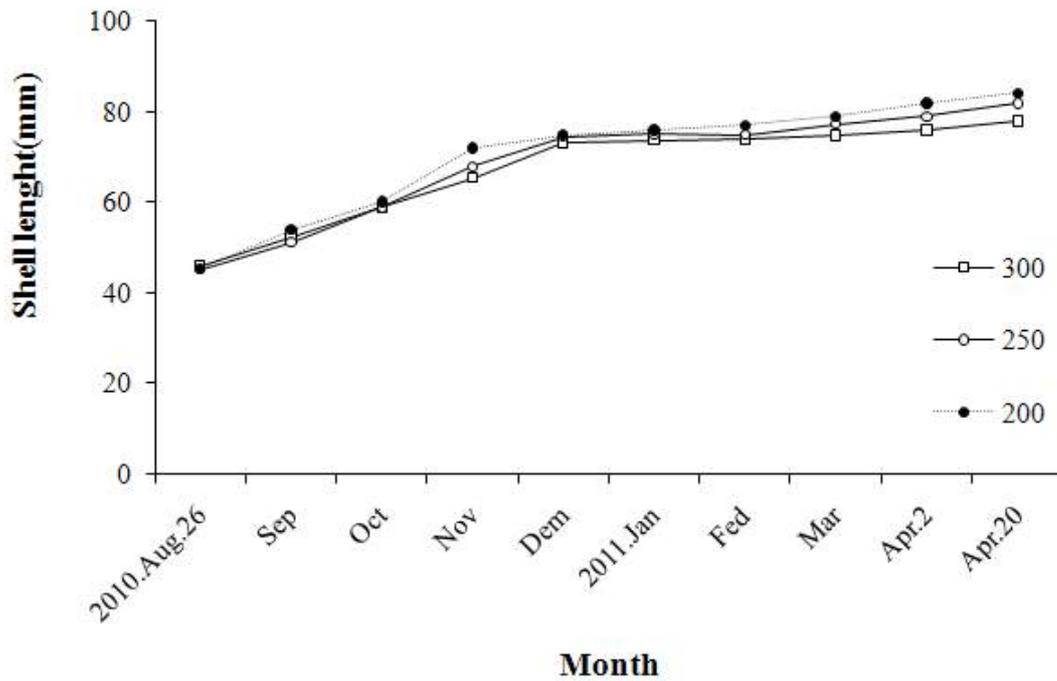


Fig. 3-3-11. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 각장 성장

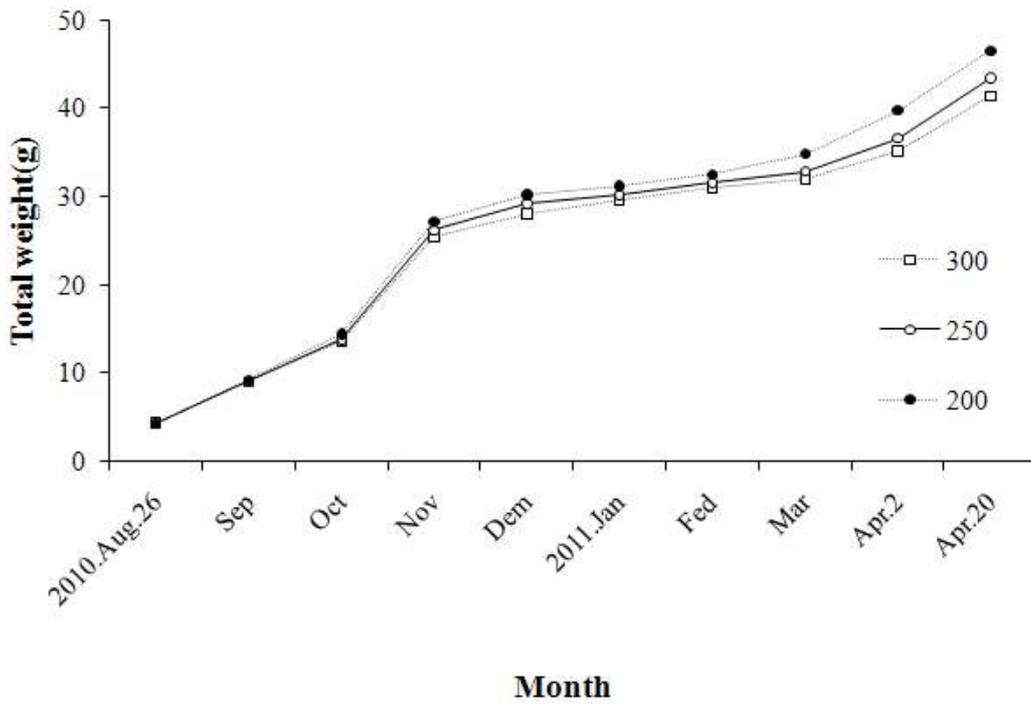


Fig. 3-4-12. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 전중량 변화

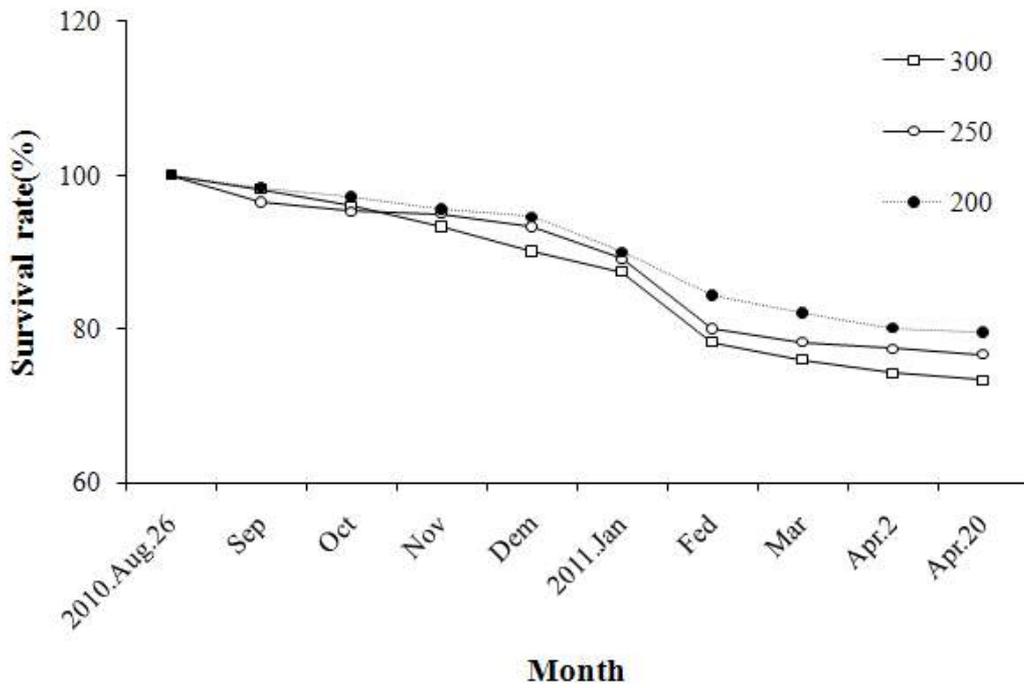


Fig. 3-4-13. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 생존율

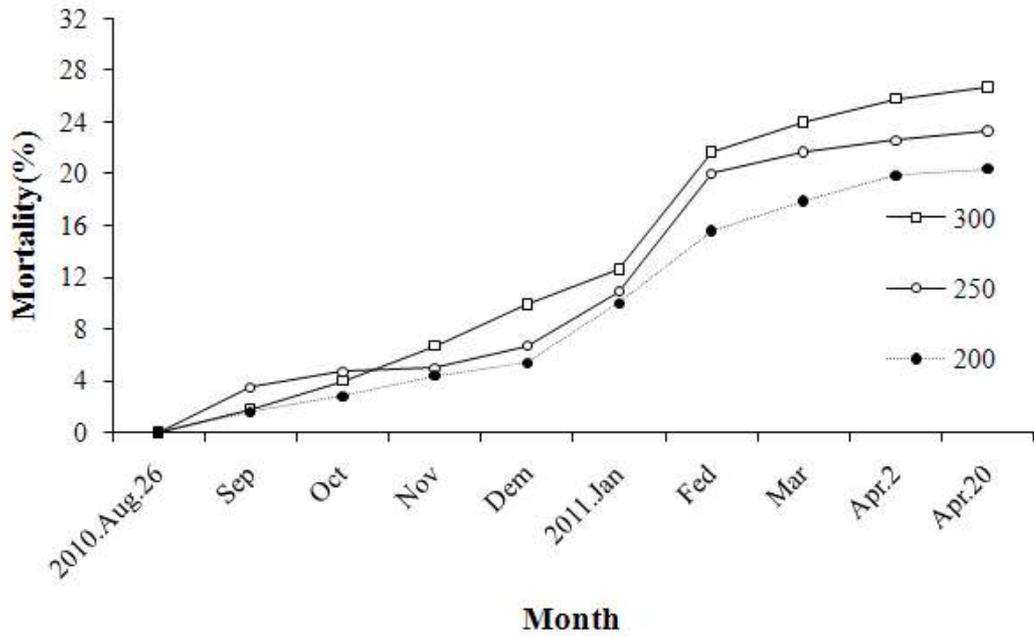


Fig. 3-4-14. 창리 시험어장의 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 폐사율

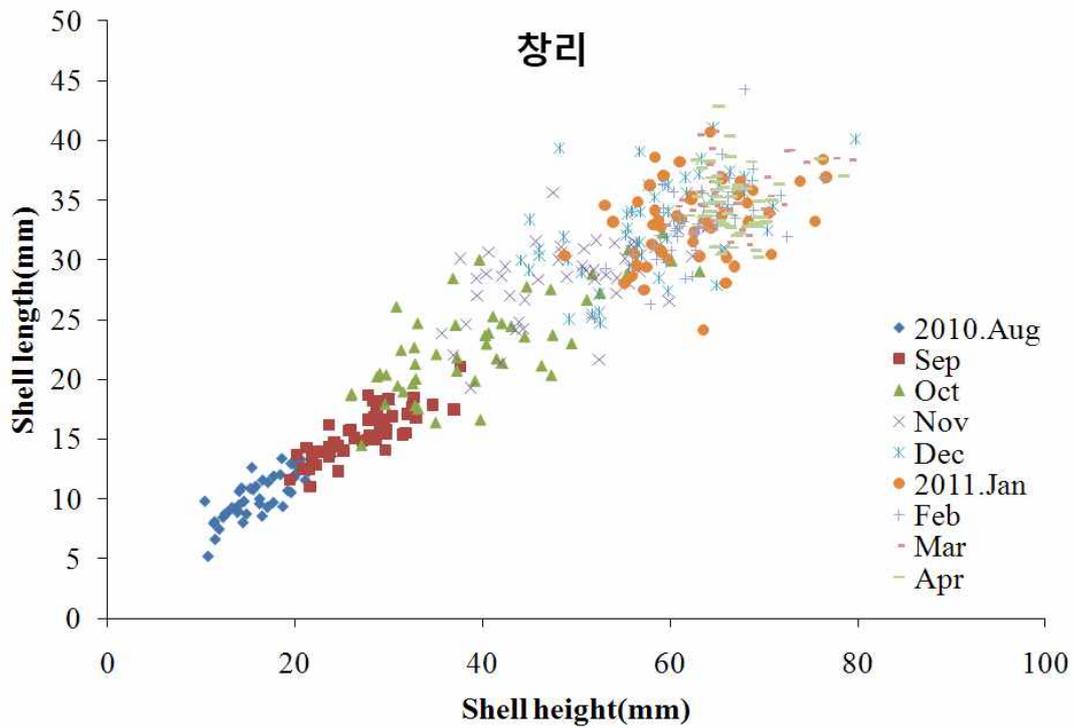


Fig. 3-4-15. 창리 시험어장 갯벌참굴의 각장, 각고와의 관계

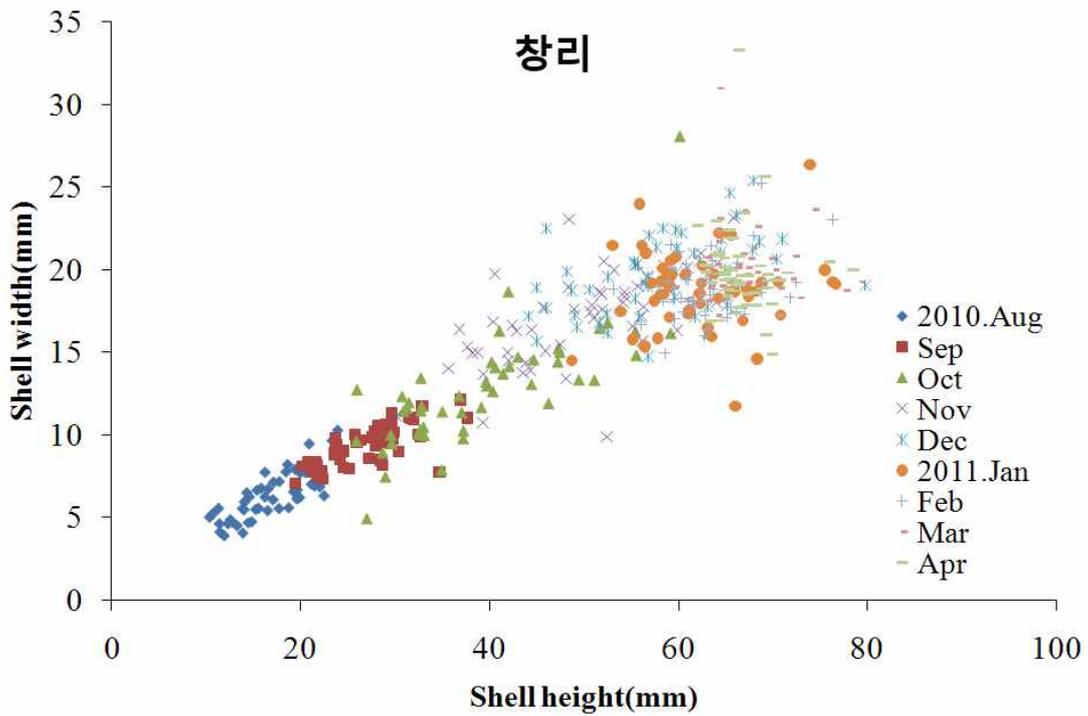


Fig. 3-3-16. 창리 시험어장 갯벌참굴의 각폭, 각고와의 관계

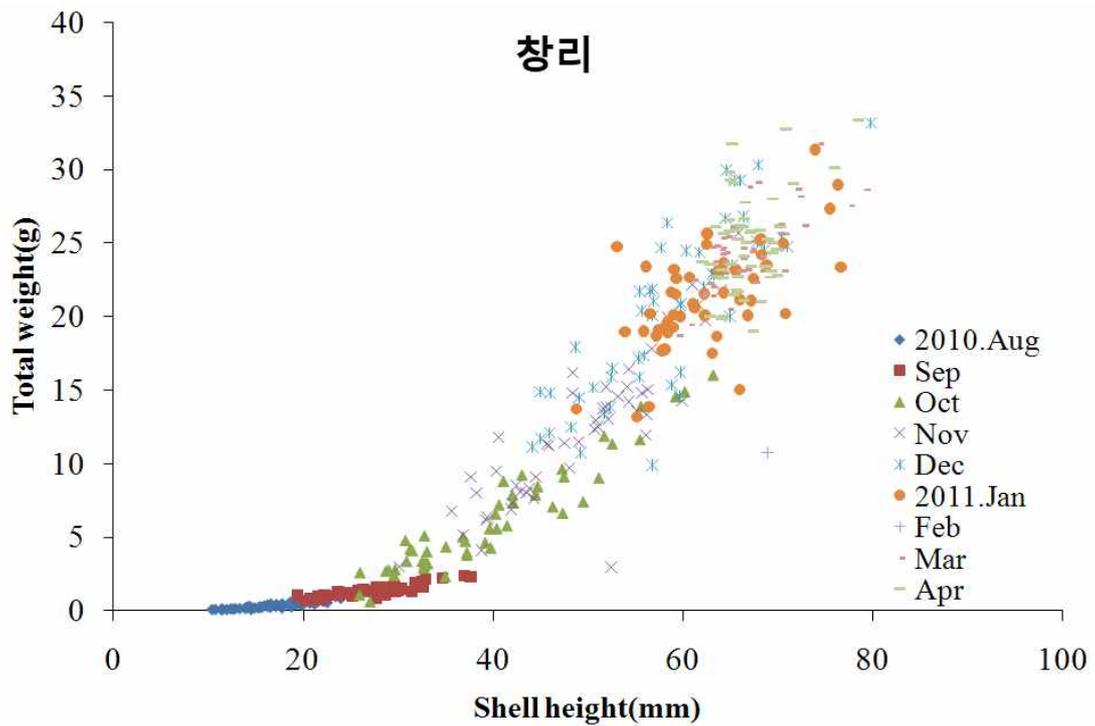


Fig. 3-3-17. 창리 시험어장 갯벌참굴의 전중량, 각고와의 관계

나) 진산리 수평망식 본양성 시험(대조구)

Table 3-3-4는 해면 중간육성을 거치지 않고 곧바로 종묘배양장에서 생산된 유패(각고 9.2~9.4mm)를 충남 태안군 남면 진산리 갯벌참굴 수평망식 본양성장(대조구)에 이식하여 밀도별로 성장도 변화를 조사한 것이다.

중간육성을 생략한 유패를 밀도별(300, 250, 200개체/양성망)로 본양성 시험한 결과 8월 26일 각고 9.2~9.4mm 크기에서 9월에 18.0~18.4mm, 10월에 31.5~32.4mm, 11월에 37.2~39.4mm로 특히 9~10월에 급격한 성장을 보였으며, 10월~11월까지도 성장이 지속되었다(Fig. 3-3-18, Fig. 3-3-19). 그러나 12월에는 성장이 크게 둔화되었으며, 이듬해 2월까지의 성장이 거의 정지상태에 머물렀다. 겨울철 저성장 원인은 1일 2회에 걸쳐 조석에 따라 갯벌 위로 노출되는 갯벌참굴 양식의 특성으로 노출시에는 냉각된 대기의 영향과 저수온의 영향을 크게 받기 때문인 것으로 여겨지며, 이는 창리와 같이 2010년 12월 중순부터 2011년 2월까지 지속된 한파의 영향을 크게 받았던 것으로 추정된다. 각고 성장은 3월 이후부터 점차 빨라졌다.

밀도별(300개체, 250개체, 200개체/양성망) 성장은 고밀도인 300개체 시험구는 2010년 8월 26일 입식시 각고 9.4mm였던 것이 2011년 4월 20일에 50.4mm로 성장하였고, 250개체 시험구는 9.2mm에서 54.3mm로 200개체 시험구는 9.4mm에서 56.4mm로 밀도가 낮을수록 성장이 빨랐다.

일간성장량은 300개체 시험구는 0.15mm/day, 250개체 시험구는 0.17mm/day, 200개체 시험구는 0.17mm/day를 보였다. 시험밀도별 중량증가는 고밀도인 300개체 시험구는 2010년 8월 26일 입식시 2.7g에서 2011년 4월 20일에 25.0g으로 증가하였고, 250개체 시험구는 2.7g에서 26.7g으로, 200개체 시험구는 2.7g에서 27.8g으로 밀도가 낮을수록 중량증가가 빨랐다(Fig. 3-3-20). 밀도별 성장량은 2011년 4월에 1.1~2.8g 정도의 차이를 보이고 있으나 양성망 내부 공간용적이 굴이 성장함에 따라 서서히 부풀어 차게 되는 시점인 개체당 약 70g 전후 크기부터 점차적으로 굴의 양성망이 협소해지는 시점에서 수용밀도별 성장 차이와 껍데기의 상품성 차이가 현저하게 나타날 것으로 예측된다. 그러나 1차년도 시험에서는 입식시기가 8월로 늦어져 상품출하 크기까지의 적정 수용밀도를 정확히 도출하는데는 어려움이 있다. 따라서 2차(7월 중) 및 3차년도 시험(6월 중)에서는 입식시기를 앞당겨 상품크기까지의 양식기간 단축시험을 실시할 계획이다.

진산리 시험어장 갯벌참굴의 각장, 각고, 각폭과의 관계는 창리와 같이 직선식으로 표시되었으며, 좌각의 깊이도 수하식 양식 굴에 비해 깊게 나타나는 갯벌참굴의 특성을 지니고 있다(Fig. 3-3-23, Fig. 3-3-24, Fig. 3-3-25).

시험밀도별 생존율은 300개체 시험구에서는 70.6%, 250개체 시험구는 73.0%, 200

개체 시험구는 78.0%로 시험개시 때의 각고 크기가 큰 서산 창리(45.2~46.0mm)에 비해 대조구인 태안 진산리(9.2~9.4mm)의 생존율이 낮게 나타났다. 이러한 원인은 시험개체의 크기에 따른 영향도 있겠으나 천수만에 위치한 창리에 비해 외해쪽에 위치한 진산리의 겨울철 양식환경이 더 좋을 것으로 여겨지나 생존율은 오히려 낮은 결과를 보이고 있어 이에 따른 원인구명이 필요한 것으로 나타났다(Fig. 3-3-21, Fig. 3-3-22).

본 시험 결과(2011년 4월 20일 조사) 해면에서 중간육성을 실시하지 않고 곧바로 갯벌 본양성장에 입식한 종묘(씨에버 진산리 양식장, 대조구)의 성장도는 각고 50.3~56.4mm, 전중량 25.0~27.8g였고, 해면중간육성을 거쳐 입식한 종묘(서산 창리, 시험구)의 성장도는 각고 78.0~84.2mm, 전중량 41.4~46.5g이었다. 따라서 중간육성을 거친 후 갯벌 본양성장에 입식(창리, 시험구)한 종묘의 성장도가 중간육성을 거치지 않은 것보다 각고 성장량은 27.6~27.8mm 더 컸고, 전중량은 16.4~18.7g이 더 증가하였다. 또한 현저한 성장 차이는 물론, 성장시기에 있어서도 해면중간육성을 거친 종묘 굴의 성장기간이 약 8개월이 소요(2010. 8.26~2011. 4.20일)된 반면, 갯벌양성장에 곧바로 입식한 종묘의 굴의 성장기간은 10개월(2010. 5~2011. 4. 20일)로 해면에서 중간육성을 거친 후 본양성할 경우 약 3~5개월의 양성기간 단축 효과가 있는 것으로 여겨진다. 보다 자세한 결과는 상품 출하시기에 도달하는 2011년 9월 이후부터 2012년 12월 사이에 일부 결과가 도출될 수 있을 것이다. 따라서 상품출하시기를 단축시키고 겨울철 저수온시 생존율을 향상시키기 위한 본양성용 이식종묘 크기는 중간육성을 거친 각고 20~40mm 내외크기가 적정한 것으로 판단되며, 2차 및 3차년도 연구에서는 생산성 향상을 위한 시기별 입식시기의 최적기와 적정 입식크기를 도출할 계획이다.

Table 3-4-4. 해면중간육성을 생략한 본 양성장에서의 양성망 밀도별 갯벌참굴의 성장도 비교(대조구)

- 시험장소 : 태안군 남면 진산리 갯벌참굴 수평망식 양식장

구 분	갯벌참굴 수평망식 본 양성기간 ('10. 8. 26. ~ '11. 4)																																
	8. 26			9			10			11			12			1			2			3			4. 2			4. 20					
밀도별 (개체)	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200	300	250	200
각고(mm)	9.4	9.2	9.4	18.0	18.0	18.4	31.5	32.0	32.4	37.2	38.0	39.4	41.2	41.4	43.2	42.8	43.5	45.4	43.0	43.1	45.2	44.0	45.4	47.2	46.3	47.0	50.2	50.4	54.3	56.4			
각장(mm)	5.8	5.8	5.8	9.5	9.4	9.8	20.5	20.8	21.2	24.0	24.2	26.3	26.8	27.0	28.2	27.0	27.4	28.4	27.0	27.3	28.5	27.8	28.0	28.8	29.2	30.6	30.8	31.5	32.4	33.1			
전중량 (g)	2.7	2.7	2.7	3.91	3.8	3.9	8.1	8.2	8.2	15.0	15.1	15.2	17.0	17.2	17.5	18.0	18.3	18.5	18.0	18.3	18.5	18.0	18.3	18.8	23.0	23.4	24.6	25	26.7	27.8			
생존율 (%)	100	100	100	95.8	98	97.4	93.6	93.6	94.9	90.9	92.7	92.9	87.6	88.2	90.4	83.7	85.8	87.5	72.7	74.8	79.5	71.8	73.6	78.3	71.2	73.2	78.0	70.6	73.0	78.0			
누적 폐사율(%)				4.2	2.0	2.6	6.4	6.4	5.1	9.1	7.3	7.1	12.4	11.8	9.6	16.3	14.2	12.5	27.3	25.2	20.5	28.2	26.4	21.7	28.8	26.8	22.0	29.4	27.0	22.0			

주 : (주)씨에버 양식장

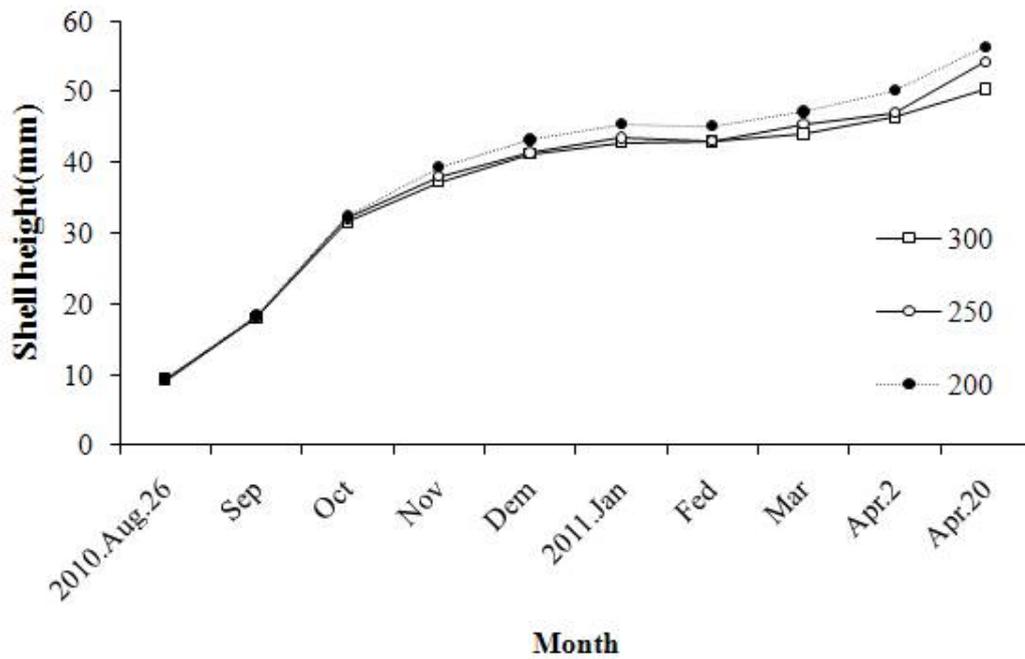


Fig. 3-4-18. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 각고 성장

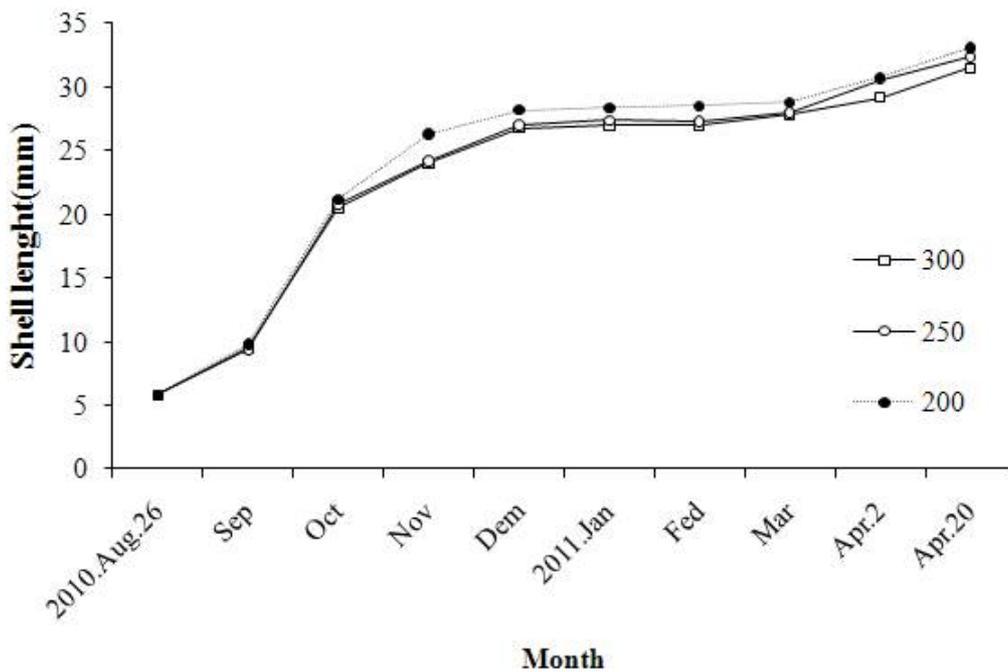


Fig. 3-4-19. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 각장 성장

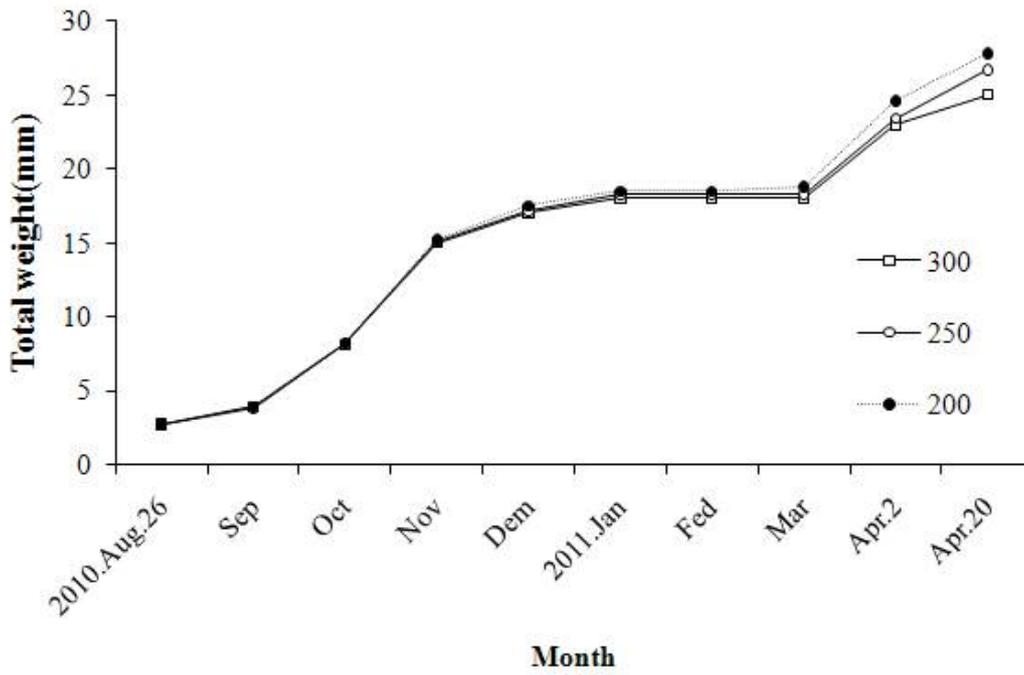


Fig. 3-4-20. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 전중량 변화

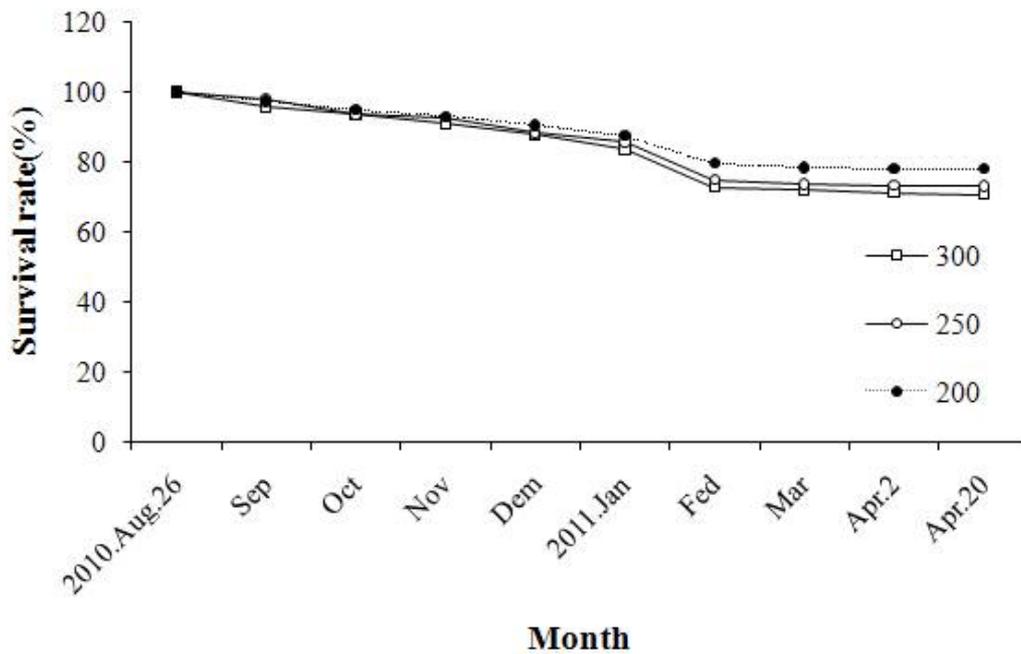


Fig. 3-4-21. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 생존율

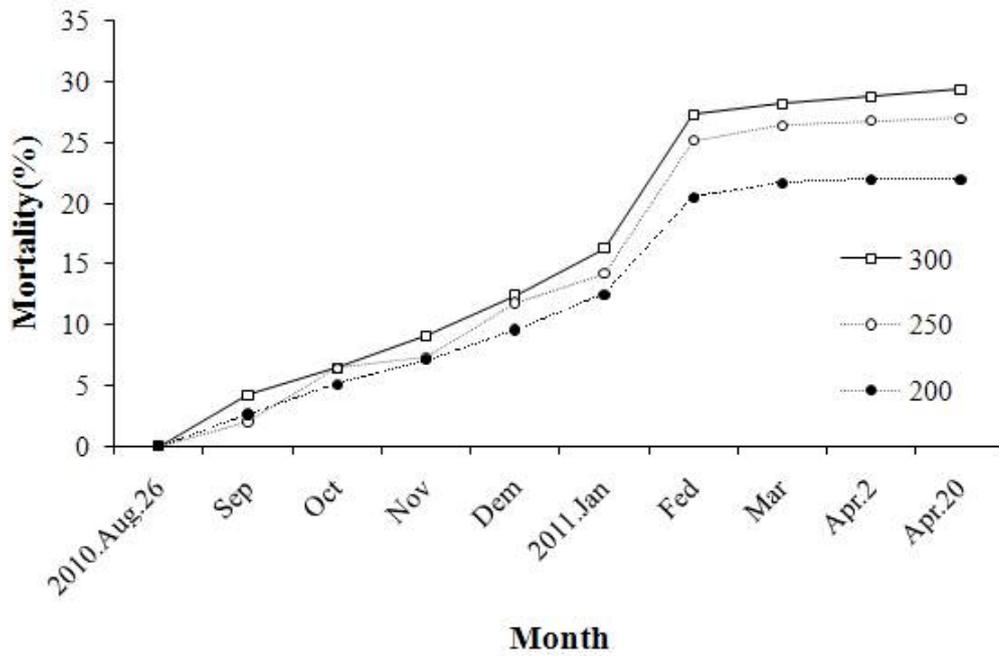


Fig. 3-4-22. 진산리 시험어장 수평망식 갯벌참굴의 밀도별 폐사율

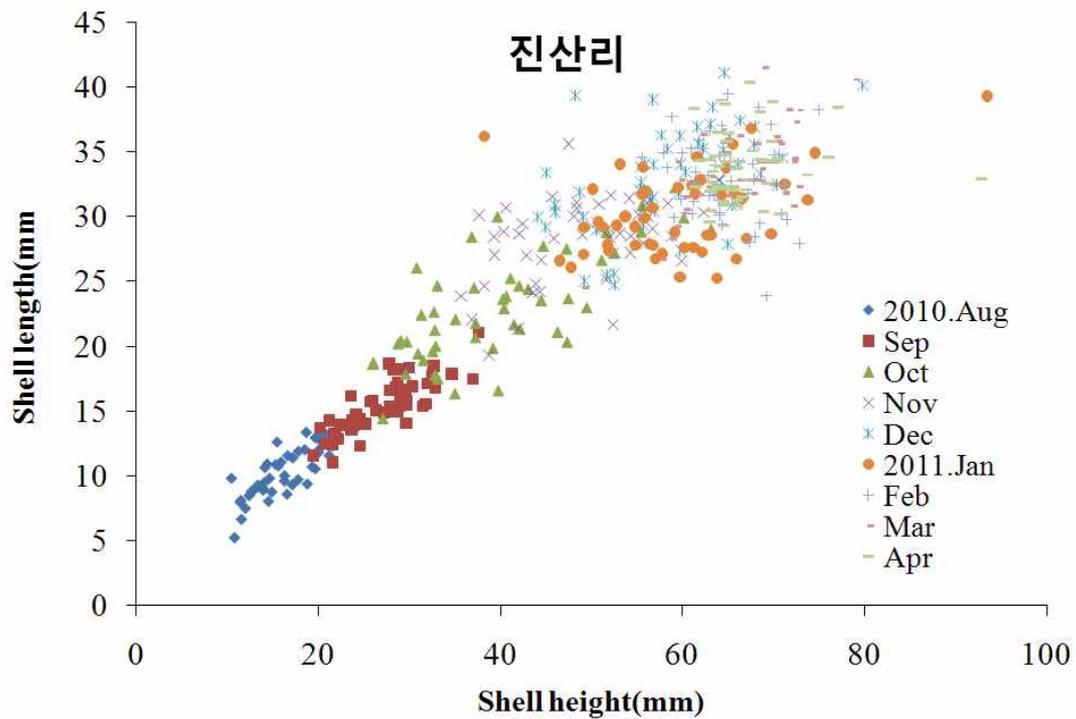


Fig. 3-4-23. 진산리 시험어장 갯벌참굴의 각고, 각장과의 관계

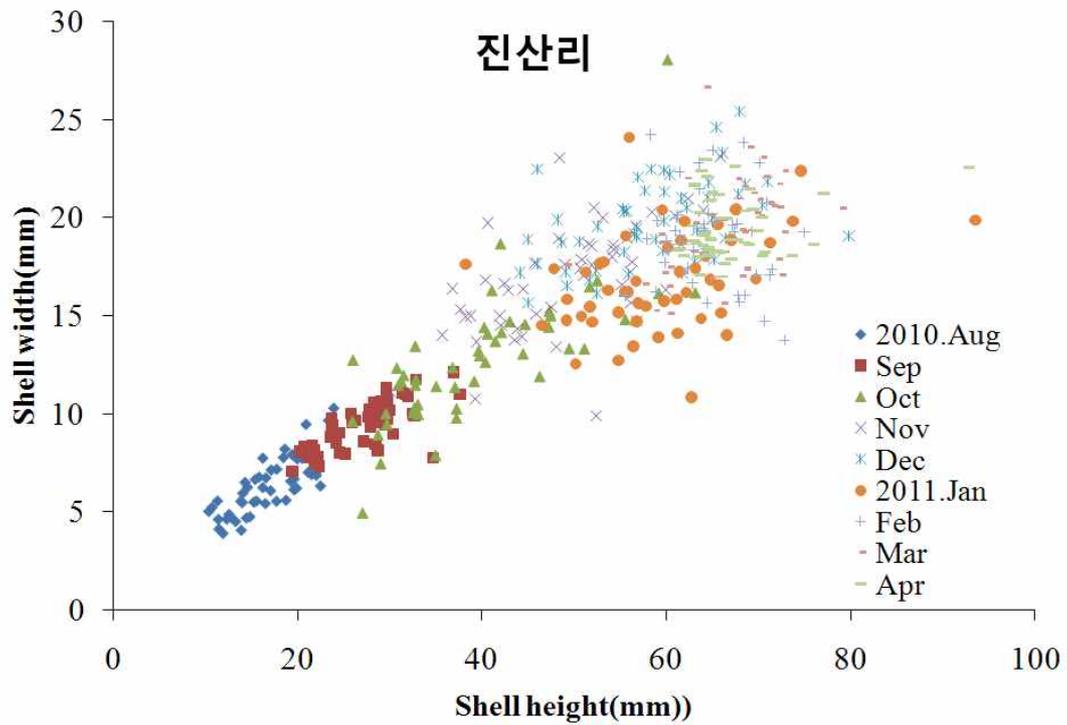


Fig. 3-4-24. 진산리 시험어장 갯벌참굴의 각폭, 각고와의 관계

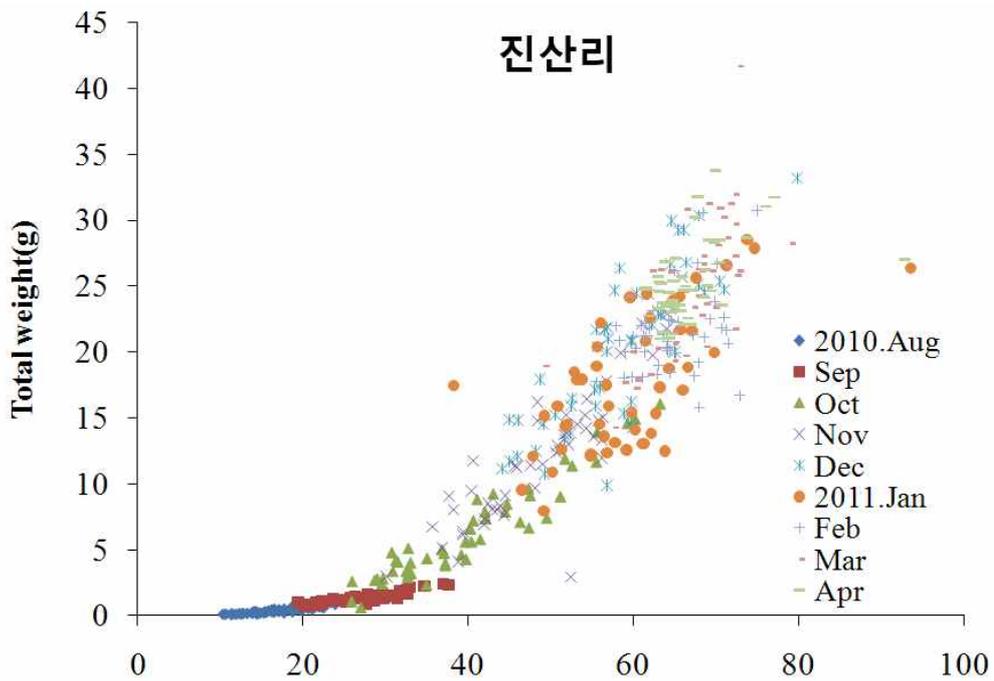


Fig. 3-4-25. 진산리 시험어장 갯벌참굴의 각고와 전중량의 관계

다) 원산도리 수평망식 분양성 시험

충남 보령시 오천면 원산도리 갯벌참굴 수평망식 분양성에서의 성장도 시험조사 결과는 Table 3-3-5와 같다. 본 시험어장은 2010년 9월 2일부터 9월 3일 사이에 발생한 제 7호 태풍(곶과스)의 피해영향으로 250개체 밀도구의 시험결과만 제시되었다.

해면 중간육성장에서 성장한 중간육성 종묘를 250개체/양성망 밀도로 분양성 시험한 결과 8월 26일 평균 각고 32.2mm 크기에서 9월에 42.4mm, 10월에 51.6mm, 11월에 63.6mm, 12월 68.0mm로 나타났고, 이듬해 2월에 69.8mm, 4월에 73.4mm를 나타내었다(Fig. 3-3-26, Fig. 3-3-29). 성장은 9월에서 12월 사이에 빨랐고, 이듬해 1월과 2월은 정체상태에 머물렀으나 같은 시기에 성장이 거의 멈춰버린 창리와 진산리에 비해서는 꾸준한 성장을 보였다. 겨울철의 저성장은 창리 및 진산리와 같이 갯벌참굴 양식장의 특성에 기인되며, 이들 내만지역에 비해 원산도의 경우 외해수의 영향을 더 많이 받는 곳으로 겨울철 성장기간이 길었다. 시험기간 중 일간 성장량은 0.19mm/day로 창리의 0.15mm/day, 진산리의 0.16mm/day에 비해 빨랐다(Fig. 3-3-28). 이러한 원인은 원산리의 경우 겨울철 수온이 높은 천수만 입구에 위치하여 겨울에도 성장이 이루어지고 있기 때문으로 여겨진다. 중량증가는 2010년 8월 26일 입식시 1.92g에서 2011년 4월 20일에 38.3g으로 증가하였다(Table. 3-3-5, Fig. 3-3-30). 그러나 생존율은 72.6%로 창리의 76.7%, 진산리의 73.0%에 비해 낮게 나타났다(Fig. 3-3-27).

Table 3-4-5. 갯벌참굴 수평망식 분양성에서의 양성망 밀도별 성장도 비교(시험구)

- 시험장소 : 충남 보령시 오천면 원산도리 갯벌참굴 수평망식 양식장

구 분	갯벌참굴 수평망식 분양성기간 ('10. 8. 26.~'11. 4)									
	8.26	9	10	11	12	1	2	3	4. 2	4. 20
밀도별(개체)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
각고(mm)	32.2	42.4	51.6	63.6	69.0	70.1	70.4	72.0	75.2	78.2
각장(mm)	20.1	26.6	31.3	37.7	39.6	39.8	40.2	41.6	43.2	44.2
전중량(g)	1.92	3.86	11.4	21.6	26.4	26.8	27.6	30.4	33.5	38.3
생존율(%)	100	96.4	94.0	92.8	91.0	87.4	80.2	78.6	74.2	72.6
누적 폐사율(%)	-	3.6	6.0	7.2	9.0	12.6	19.8	21.4	25.8	27.4

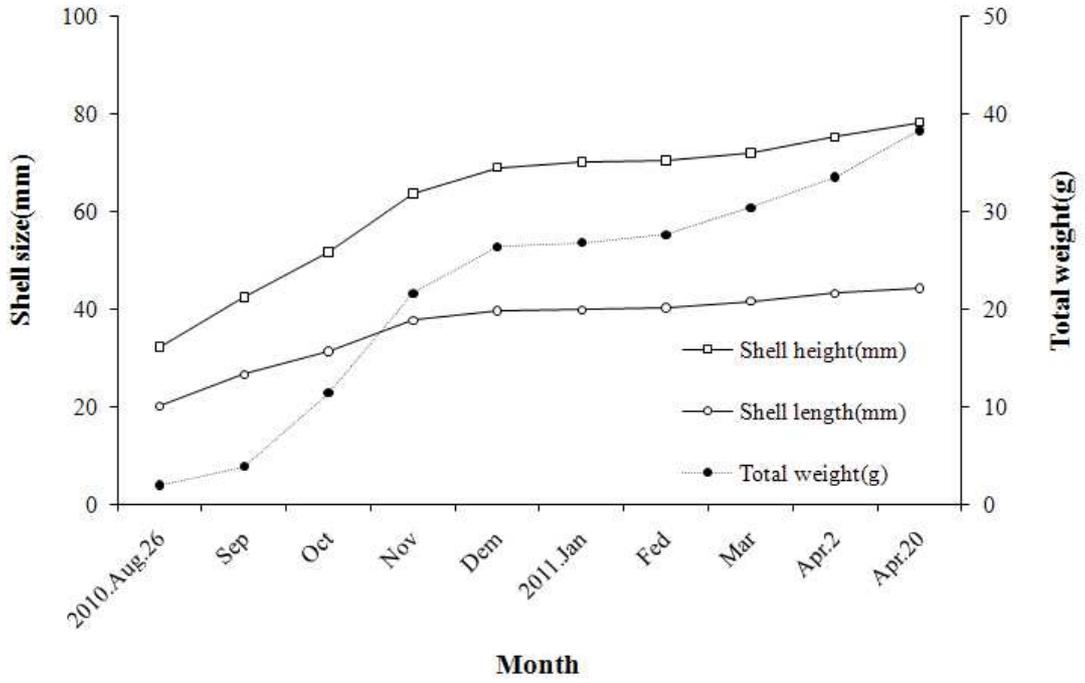


Fig. 3-4-26. 원산도 시험어장 갯별참굴의 각고, 각장, 전중량의 변화

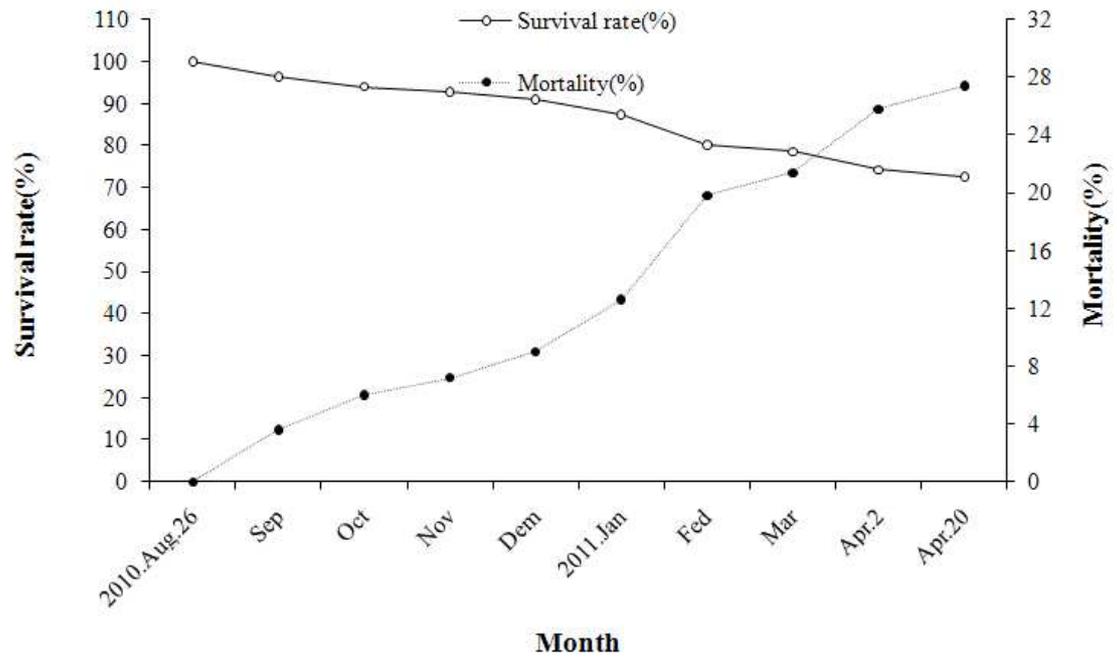


Fig. 3-4-27. 원산도 시험어장 갯별참굴의 생존율과 폐사율

라) 시험어장별 성장도 비교

2010년 8월 26일부터 2011년 4월 20일까지 3개소의 시험어장에서 서로 다른 크기의 갯벌참굴을 입식 시험한 결과는 Fig. 3-3-28, Fig. 3-3-29, Fig. 3-3-30과 같다. 최초 입식크기별 성장은 진산리가 각고 9.4 mm에서 56.4 mm(47 mm 성장)로, 원산도가 32.2 mm에서 78.2 mm(46 mm 성장)로, 창리가 45.4 mm에서 84.2 mm(38.8 mm 성장)로 성장하였다. 따라서 같은 시험기간 중의 성장량은 진산리 > 원산도리 > 창리 순으로 나타나 입식크기가 작을수록 성장이 빨랐다. 그러나 상품 출하가능 시기에 있어서는 보다 큰 개체를 입식한 창리는 84.2 mm로 가장 커서 종묘를 입식한 진산리에 비해 상품 출하 가능시기를 앞당길 수 있는 것으로 나타났다. 본 시험은 출하기간 단축을 위한 적정 입식크기의 결정에 중요한 요소로서 2차 및 3차년도에 걸쳐 입식시기별로 정밀시험을 추진할 계획이다.

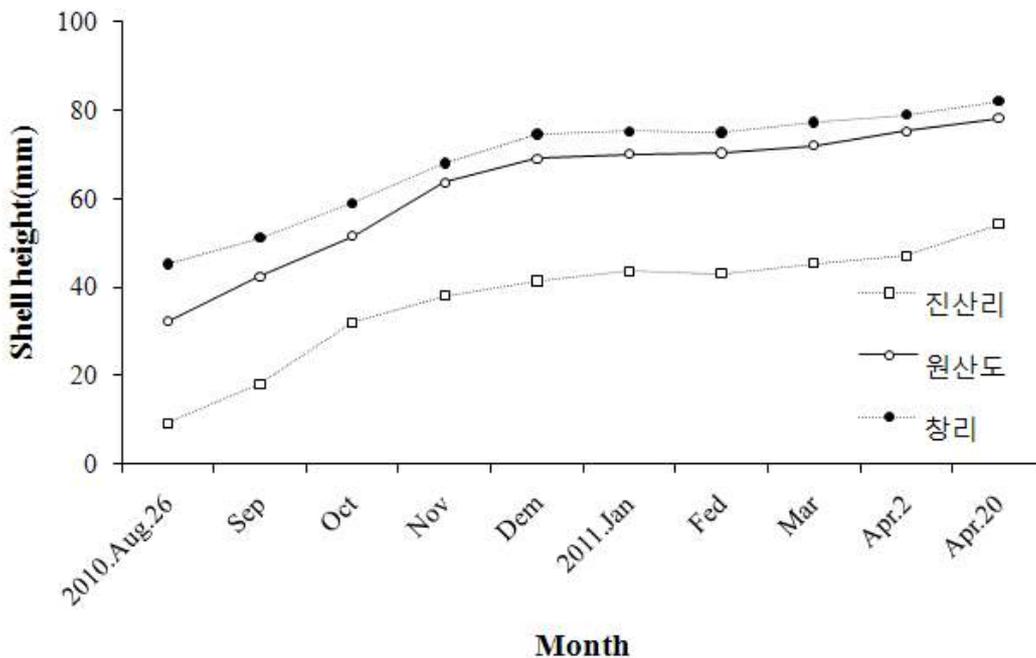


Fig. 3-4-28. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 각고 성장 비교

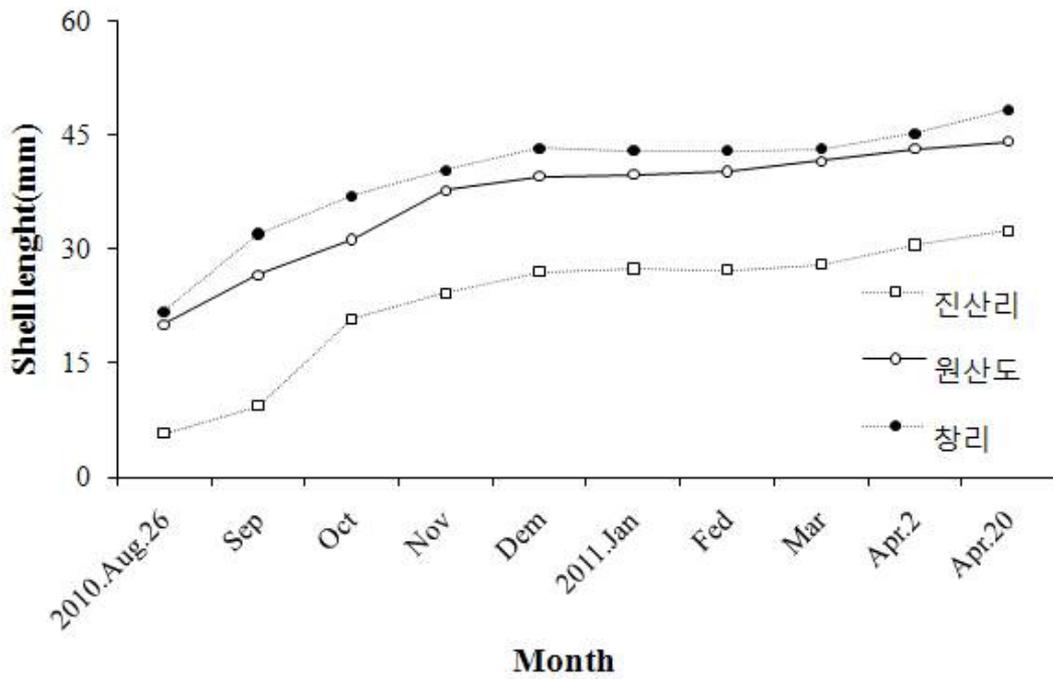


Fig. 3-4-29. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 각장 성장 비교

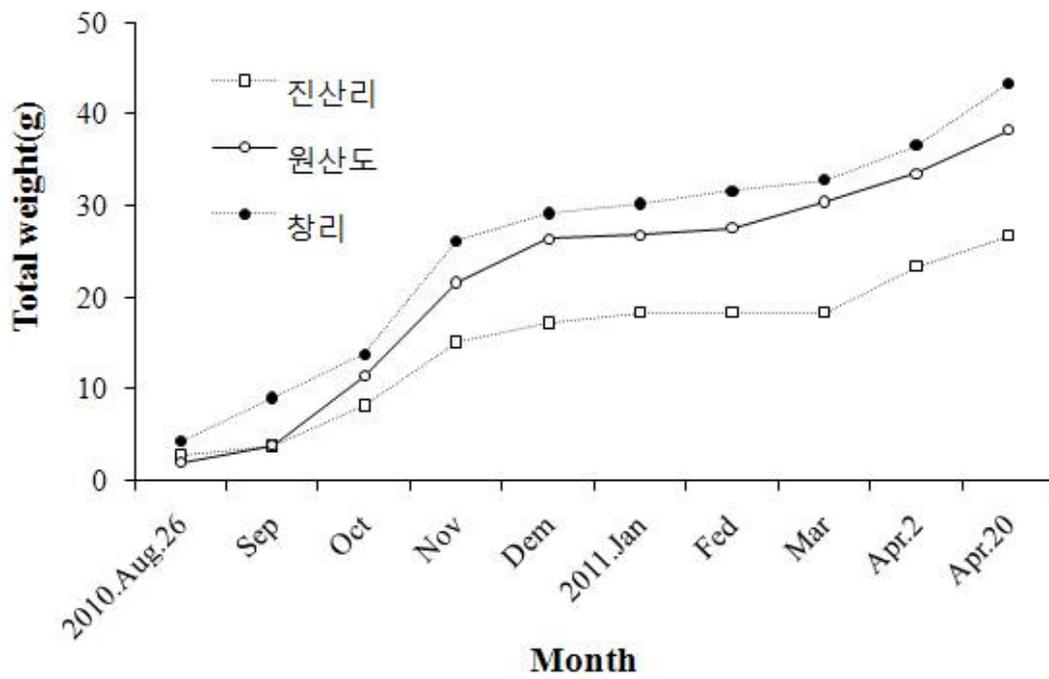


Fig. 3-4-30. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 전중량 비교

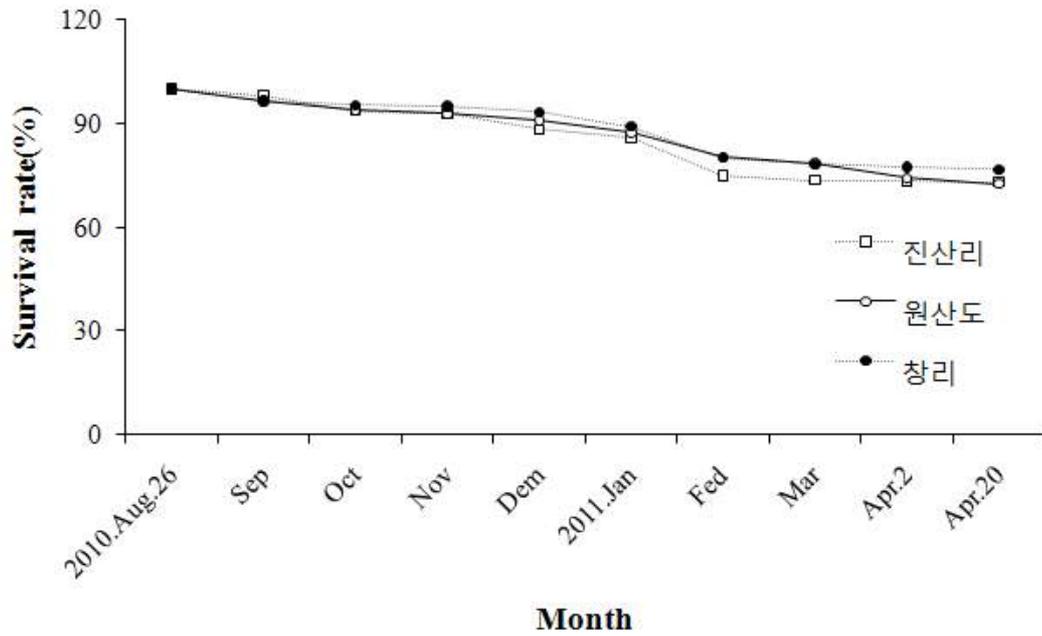


Fig. 3-4-31. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 생존율 비교

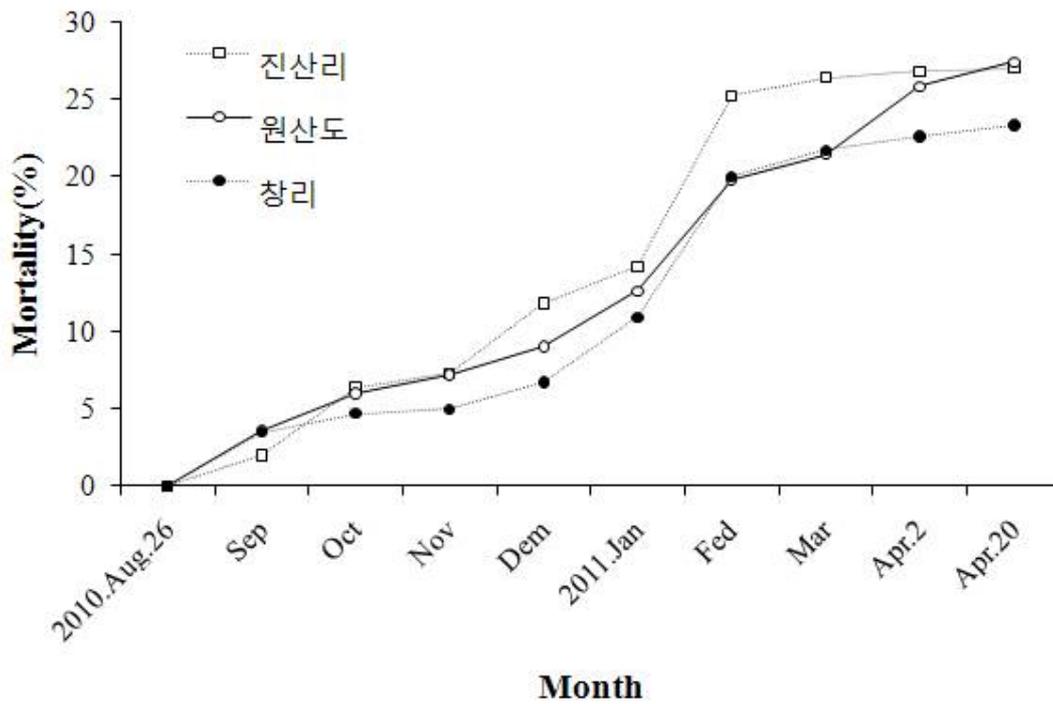


Fig. 3-4-32. 시험어장별 수평망식 갯벌참굴의 폐사율 비교



Fig. 3-4-33. 시험어장에서 성장 중인 갯벌참굴

제5절 갯벌참굴 유통·수출전략 수립

1. 연구배경 및 목적

가. 연구배경

- 조수간만의 차가 큰 갯벌을 활용한 갯벌참굴의 생산기반을 강화하고, 유통 구조를 개선함으로써 어가소득 증대 도모
 - 우리나라 갯벌은 생물종의 다양성이 풍부하고, 생태계가 잘 발달되어 갯벌에서 생산되는 수산물이 품질면에서 우수하다는 인정을 받고 있음
 - 조수 간만의 차이가 크고, 수심이 얕으며 지면이 평평한 특성을 지니고 있고 강을 통해 퇴적물이 지속적으로 유입되어 갯벌이 발달할 수 있는 조건을 갖추
 - 생물의 종수는 규조류를 포함하여 식물 164종, 동물 687종으로 총 851종이 분포되고 전 세계적으로 멸종위기에 처한 물새 중 47%가 서식지로도 이용
 - 갯벌을 활용하여, 갈수록 줄어드는 연근해 어족자원을 대상으로 잡는 어업에 의존한 수산업의 생산성 저하의 한계를 극복하고 어가 소득 증대를 위해서 다양한 양식수산물 개발 필요
 - 우리나라의 갯벌면적은 약 5,220km²(남한 2,550, 북한 2,670)로, 갯벌을 활용한 양식수산물을 생산하여 세계시장에 공급할 수 있는 토대는 마련되어 있으나 활용면에서는 미흡
 - 갯벌을 활용하여, 서남해안에서 생산되는 주요 산물은 김, 바지락, 천일염 등이 있으나, 앞으로도 갯벌을 활용하여 생산을 확대할 수 있는 여지가 많음
 - 바지락, 굴 등은 일본, 미국, 유럽 등에서 수요가 늘어나고 있어, 양호한 생산기반을 활용하여 생산을 확대해 나간다면, 어가의 소득 증대 가능
- 특히, 굴 생산양식을 변화시킨 갯벌참굴을 산업화하여, 새로운 수출 성장 동력원으로 활용할 수 있는 방안 모색 필요
 - 국내 굴 산업이 성장기에서 쇠퇴기로 전환되고 있어, 이를 대체할 신규 품목 발굴이 필요하며, 갯벌참굴을 육성한다면 새로운 수출동력으로 활용 가능
 - 중국, 일본 등 굴 주요 생산국의 생산방식이 자연채묘에서 인공채묘로 발전하여 제품의 품질과 상품성이 향상되고 있음
 - 이에 대응하기 위해서도, 갯벌어업에 참굴을 포함하여 육성하는 등의 새로운 발전전략을 수립하여 경쟁력 있는 수출 신상품을 지속적으로 발굴 필요

나. 연구목적

- 갯벌참굴의 대량 생산기반 조성에 앞서 유통·수출을 위한 기초연구를 통해 국내 생산 및 유통구조 개선 방안 모색
 - 갯벌참굴의 생산 및 유통기반을 구축하기에 앞서 국내외 생산 및 시장동향을 분석하여 산업화의 방향을 제시함으로써 사전 시행착오 방지
 - 현재 생산이 적어 유통체계 정립의 필요성이 적으나 양식면적의 확대에 따른 수급조절과 수출체계를 새롭게 구축할 필요성 대두
 - FTA 체결 및 DDA 협상에 따른 시장개방에 대응한 수산업의 육성을 위해 생산에서 유통·수출까지 계열화하고 통합된 산업화 기반 조기 구축 필요

- 갯벌참굴의 생산 유통의 초기단계에서 신 유통·수출체계를 구축하여 경제적 이익 제고
 - 갯벌참굴은 소규모 생산 및 유통구조에서 산업화로 전환함에 따른 대량 생산 대량 유통체제로 변화할 때 발생하는 경제적 이익을 생산자와 소비자에게 전가되는 체계를 구축
 - 양식수산물은 농산물과 유사한 생산구조를 가지고 있으나, 출하는 어획수산물과 같은 유통구조를 띄고 있어 물류비용이 농산물 보다 높게 발생하여 생산자와 소비자에게 경제적 부담 발생

다. 연구내용 및 방법

1) 연구내용

- 본 연구는 국내외 굴 생산, 유통 및 소비, 수출, 검역 및 위생관리 현황분석, 갯벌참굴의 수출 가능성 및 산업화 방안 제시
 - 제1장은 연구배경 및 목적, 연구내용과 방법 기술
 - 제2장은 국내산 굴의 생산·유통·가격·소비 및 수출동향 조사를 통해 국내 굴 시장동향 종합검토
 - 제3장은 해외 굴시장 개황 및 주요 생산 및 소비국(일본, 중국, 프랑스, 미국)의 시장동향 조사를 통해 해외 개체굴 시장 종합검토
 - 제4장은 갯벌참굴 산업화 전략수립을 위한 국내외 굴산업 동향을 분석
 - 제5장은 갯벌참굴 산업화를 통한 생산 유통 수출기반 확충전략 제시

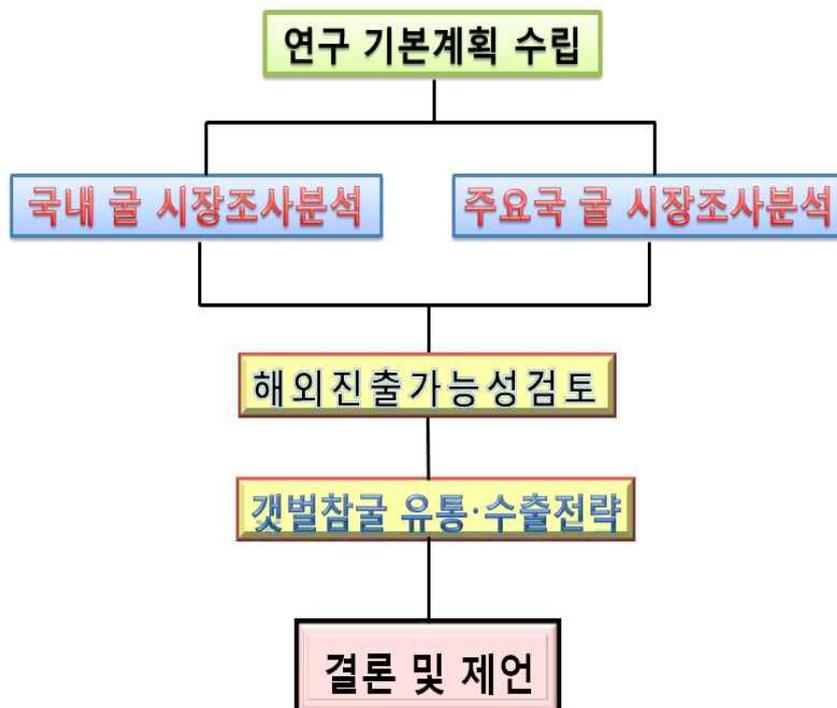
- 제6장은 연구내용 및 결과를 전체적으로 요약하여 제시

2) 연구방법

- 국내 굴 생산은 주로 2배체로 수하식에 의해 패각을 제거한 알굴로 유통하나 본 연구는 3배체 굴로 수평망식으로 생산한 개체굴에 대해 연구
 - 2배체 굴은 산란기를 가지고 있으며 자연채묘 방식을 위주로 종묘를 생산하고 수하식으로 양성하여 10~5월까지 생산
 - 3배체 굴은 인공채묘로 종묘를 생산하고 수평대 위에 망에 종묘를 넣어 양성과정에서 산란기가 없이 연중 출하가 되도록 생산
 - 갯벌참굴은 3배체 굴로서 수평망식으로 양성하는 개체굴이며 국내는 서해안에서 소량 생산되고 세계적으로는 프랑스, 미국 등 일부 국가에서 생산
- 개체굴은 수평망식에 의해서 주로 생산되나 수하식, 투석식으로 생산된 굴 중에서 상태가 양호한 개체굴을 손질하여 유통
 - 개체굴, 개체굴 등 명칭에 대해 규정되어 있지 않으며 날개 굴의 의미로 명칭을 혼용하여 사용
 - 갯벌참굴은 정부에서 서해안의 갯벌과 조수간만을 활용하여 생산하여 어가소득 제고의 품목으로 육성하기 위해 명칭을 사용
- 갯벌참굴 산업과 관련된 공식적 통계자료가 없고, 관련분야에 대한 선행연구 실적이 거의 없어 일반적인 굴과 관련된 사업체 방문 및 기본통계 자료를 토대로 연구 진행
 - 국내외 굴 시장 동향 : 방문 및 문헌조사
 - 굴의 국내 시장동향 : 생산지역의 수출업체, 수협 등 방문조사
 - 세계 생산, 수출입동향 : 인터넷, 문헌 및 aT의 해외지사를 통해 자료조사
 - 수출대상국 시장조사 : aT의 해외지사 조사 및 현지 방문조사
 - 해외(일본, 중국, 프랑스, 미국) 품질기준 : 방문 및 문헌조사
 - 해외 aT센터를 통해 현지 기관 방문 및 문헌 조사
- 연구체계 굴 산업여건 분석 및 해외 진출 가능성
 - aT의 굴 수출대책 및 해외시장 개척사업 전략 등을 반영

- 갯벌참굴의 유통·수출을 위한 산업화의 기본방향 및 시설규모 산정
 - 농산물 산지 유통구조 개선 연구내용을 응용하여 산업화 방향 검토
 - 갯벌어업 육성을 위한 연구개발(KMI)의 연구용역 및 갯벌어업 연구회, 수산물 신 성장동력 육성 T/F 등을 통해서 산업화 규모 산정

- 조사연구 및 분석체계
 - 굴의 생산, 유통 및 수출에서 개체굴, 갯벌참굴에 대한 별도의 통계, 연구가 구분되지 않아 굴에 대한 자료조사를 통해 구분하여 분석, 연구 실시



2. 국내 굴 시장동향

가. 생산 및 유통실태

1) 생산동향

- 국내 굴 양식은 1897년 원산만에서 처음 시작되었으며, 1959년 경남 창원에서 연승수하식 방법이 최초로 시도
 - 굴 양식은 대부분 수하식으로 이루어지며, 수하식은 연승수하식과 간이수하식으로 구분됨
 - * 연승수하식 : 해면에 부자를 띄운 다음 이것을 로프로 연결한 후 양 끝을 닳으로 고정하여 로프에 양성용 수하연을 매달아 물에 잠기게 하여 양식하는 방법
- 뗏목수하식에서 1960년대말 경남지역을 중심으로 연승수하식 방법이 확대되면서 생산량 증가하여 현재까지 남해안에서 생산되고 있으며 경남과 전남의 생산량이 전체의 90%를 차지¹⁾
 - 1973년 미국과 「한미패류위생협정」을 체결하면서 굴양식업이 급속도로 성장하고 1980년대에 경남을 중심으로 남해안 일대가 지정해역이 되면서 세계적인 굴 생산지역으로 자리잡음
 - 경남, 전남 및 강원지역은 연승수하식이고 수심, 조석간만의 차 등 해역의 특성이 반영된 경기지역은 간이수하식을 이용
- 양식수산물 중에서 수출주력품목이며, 농림수산물식품부에서 선정하는 세계일류상품으로 선정되는 등 수산물 수출 대표품목 중의 하나였으나, 중국산과 경쟁심화와 수입국에서 위생조건을 강화함에 따라 어려움 직면
 - 생산량의 50% 정도를 수출하였으나 중국과 가격경쟁력에서 열세에 있고, 노로바이러스 발생 등 양식환경이 악화되어 대량 폐사현상이 발생하고, 수입국에서 굴의 위생조건을 강화하고 있어 수출여건이 악화되어 굴산업 전반에 어려움 가중
- 과거 10년간 굴 생산물량은 2001년 184천톤에서 2010년 239천톤으로 29.6% 증가하였으나, 2007년 생산물량 350천톤을 정점으로 감소하고 있음
 - 생산량이 줄어드는 이유는 여러가지 있으나, 노로바이러스 발생·수출감소·산지 인건비 상승 등으로 채산성이 떨어지기 때문임

1) KMI 수산물관측센터, 「2008년산 굴 수급동향과 굴 양식업의 당면과제」

Table 3-5-1. 연도별 굴 생산량

(단위 : 톤)

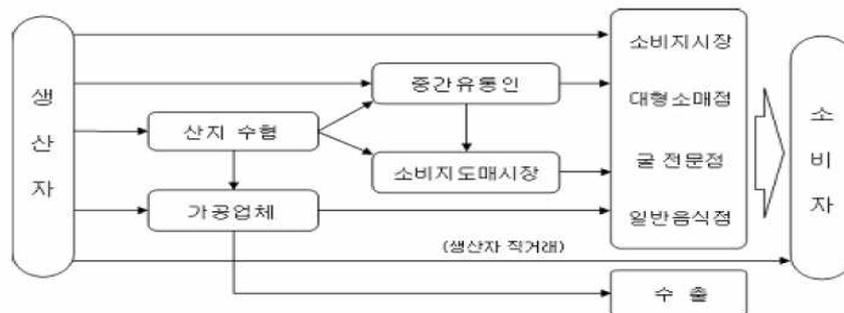
구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
일반해면	10,056	7,950	20,201	25,690	27,320	31,016	29,316	29,185	24,254	17,606
천해양식	174,117	182,229	238,326	239,270	251,706	283,296	321,276	249,976	240,911	221,153
계	184,173	190,179	258,527	264,960	279,026	314,312	350,592	279,161	265,165	238,759

자료 : 어업생산통계시스템(<http://fs.fips.go.kr>)

2) 유통실태

□ 유통경로

- 굴의 산지유통 주체는 산지수협과 가공업체이며, 산지수협에서 전체 생산량의 40% 가량이 위판의 방식으로 중간유통인과 소비지 도매시장을 통해 출하되어 계통판매 비중이 높으며, 수출은 대부분 가공업체를 통해 이루어짐



주 : '소비지도매시장' 은 굴을 경매하는 노랑진, 가락 및 구리시장 등의 도매시장을 말하며, '소비지시장' 은 경매를 하지 않는 법정도매시장과 재래시장이 포함되어 있음.

Fig. 3-5-1. 굴의 주요 유통경로

자료 : KMI 수산관측센터 「2008년 굴 수급동향과 굴 양식업의 당면과제

□ 유통형태

- 굴 제품의 유통형태는 2001년까지는 가공굴의 비중이 높았으나, 2006년에는 생굴이 66.2%까지 높아졌음
- 이는 수출 부진이 주된 원인으로 수출용 가공굴 비중이 줄어들고, 생굴 위주의 내수 유통물량 증가한데 기인함

□ 유통상황

- 수하식 또는 투석식으로 생산된 굴 중에서 개체굴 또는 반패각으로 형태로 유통된 물량은 통계가 없어 정확히 파악할 수 없으나, 주로 12~2월에 20여개 업체가 거래를 주도함
 - 외식업체, 대형유통업체 및 재래시장에서 상온 유통으로 품질 저하가 발생하지 않는 시기에 주로 거래가 이루어짐
 - 알굴로 상품화하는 작업이 어려운 시기인 설날 즈음의 굴 수요 물량은 개체굴형태로 시장 출하
- 포장규격은 특별히 정해진 것은 없으나, 포장단위는 개체굴은 5, 10, 20kg이며 반개체굴은 90~100개체, 10~150개체, 17~180개체 등이 주류를 이룸

나. 가격 및 소비동향

1) 가격동향

□ 연차별 생산금액

- 과거 10년간, 굴 생산금액은 '01년 924억원에서 '10년 1,497억원으로 62.0% 증가하여 생산금액 증가율이 생산물량 증가율보다 상대적으로 높게 나타남
 - 예로, 생산량이 최대로 많았던 '07년 대비 '10년에 생산물량은 31.9% 감소하였으나, 국내 소비수요 증가로 생산금액은 3.7% 감소에 그쳐 어가소득 안정화를 유지

Table 3-5-2. 연도별 굴 생산액

(단위 : 백만원)

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
일반해면	8,847	9,333	18,601	23,490	23,562	26,773	24,877	23,991	17,703	17,572
천해양식	83,554	82,807	98,101	112,689	130,894	131,410	130,555	118,444	155,129	132,174
계	92,401	92,140	116,702	136,179	154,456	158,183	155,432	142,435	172,832	149,746

자료 : 어업생산통계시스템(<http://fs.fips.go.kr>)

□ 산지 가격동향

- 굴의 산지가격은 양식형태에 따라 크게 차이가 있어, 천해양식 보다는 일반해면 방식으로 생산한 굴의 가격이 약 배정도로 높게 형성됨
 - 2009년 산지가격이 상승한 원인은 천해양식 굴의 가격이 상승한데 기인하며, 643.9원/kg으로 최고가를 형성하였고 '08년에 비해 35.9% 상승함

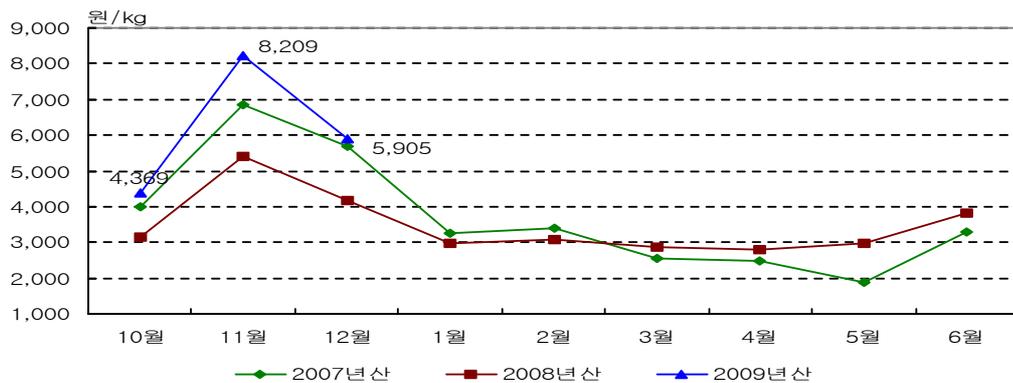
- 산지가격이 2000년대 이후에 높게 형성된 이유는 월하연 감소와 양성상태 부진으로 생산량은 감소하였으나, 낮은 채소 가격과 중국산 굴의 위생문제가 대두되어 국내산 수요가 증가하였기 때문임

Table 3-5-3. 연도별 굴 평균판매단가 (단위 : 원/kg)

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
일반해면	879.8	1,174.0	920.8	914.4	862.4	863.2	848.6	822.0	729.9	998.1
천해양식	479.9	454.4	411.6	471.0	520.0	463.9	406.4	473.8	643.9	597.7
계	501.7	484.5	451.4	514.0	553.6	503.3	443.3	510.2	651.8	627.2

□ 월별 산지가격 동향

- 월별 가격은 1월~6월까지 생산 및 출하가 지속되기 때문에 일정 수준의 가격을 유지하다가 출하가 종료되는 6월부터는 출하물량이 줄어들면서 가격이 상승하다가 햇굴이 본격적으로 생산되는 11월에 가장 높은 가격을 형성함
- 11월은 김장철 시기로 김치를 담그면서 굴 넣기 때문에 생산은 적는데 수요가 증가하면서 높은 가격을 형성
- 김장용으로 굴의 구입 비율이 약 25%에 달하여 상당한 소비 수요 비중 차지



자료 : 굴수하식수협

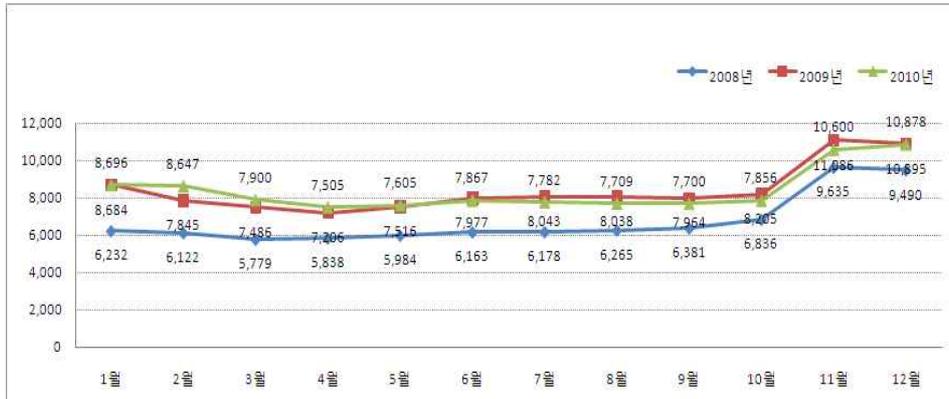
Fig. 3-5-2. 월별 산지가격 추이

□ 소비지 도매가격 동향

- 산지가격의 등락 흐름과 연동되어 소비지 도매가격도 등락을 보이고 있음
- 도매가격은 중도매인이 소매상에게 공급하는 가격으로 등락폭이 완만한 상태

이며, 산지가격, 도매시장 가격은 같이 연동하며 가격이 급등락 하면 소매상이 판매를 기피하므로 가격 등락으로 인해 발생하는 손실과 이익을 도매상이 흡수하기 때문에 가격변동폭이 적음

- 전국 도매시장의 가격은 햇굴 공급시기인 11월에 급등한 이후 하락세를 보이는 형태이나 7월 이후에는 공급 부족에 따라 강보합세를 유지



자료 : KAMIS(aT, 농수산물유통정보)

Fig. 3-5-3. 굴 월별 도매가격 동향

□ 소매 가격동향

- 대형유통업체 등에서 거래되는 소매가격은 주 생산시기인 11월에서 익년 3월까지는 가격 등락을 보이거나 출하가 감소하는 4월에서 공급이 거의 없는 10월까지는 생산량의 증감에 영향을 받지 않고 일정한 가격을 유지

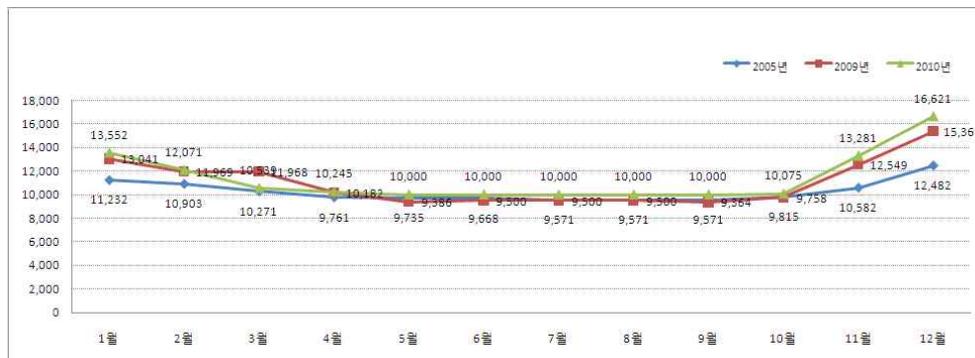


Fig. 3-5-4. 굴 월별 소매가격 동향

자료 : KAMIS

□ 개체굴 유통 및 가격동향

- 수하식굴 또는 투석식으로 생산된 굴 중에서 개체굴 또는 반패각으로 유통

- 된 물량을 파악할 수 없으나 주로 12~2월에 20여개 업체가 공급 거래
- 외식업체, 대형유통업체 및 재래시장에서 상온 유통으로 품질 저하가 발생하지 않는 시기에 거래
- 설날의 굴 수요에 알굴 공급작업이 어려운 시기에 개체굴로 시장 출하
- 유통규격은 없으며, 거래단위가 개체굴은 5, 10, 20kg이며 반개체굴은 90~100미, 10~150개체, 17~180개체 등임
- 가격동향(2011.2월 인터넷 판매기준)
 - 개체굴 판매가격은 5kg 15천원, 10kg 18~20천원, 20kg 30~36천원
 - 반개체굴 판매가격은 수량이 적은 90~100개체 20~23천원, 170~180개체 30천원

2) 소비동향

- 외식과 가정식으로 구별에 따른 소비동향2)
 - 외식 시 '굴회' 선호도 압도적으로 나타남
 - 외식 시 굴을 먹는 장소를 묻는 질문에 응답자의 55.0%가 '횃집'이라고 답했으며 19.1%는 '굴 전문점', 11.7%는 '일반식당'이라고 응답
 - 외식 시 주로 먹는 굴 요리를 묻는 질문에 응답자의 70.1%가 '굴회'라고 답했으며, 다음으로 '굴 국밥' 7.5%, '굴밥' 7.3% 등의 순으로 나타나 굴회에 대한 선호도가 압도적으로 높은 것으로 나타남
 - 가정식 시에도 주로 횃감용으로 구입
 - 가정식 시 굴의 용도를 묻는 질문에 응답자의 54.6%가 '횃감용' 이라고 답했으며, 다음으로 '김장용' 24.8%, '부침용 또는 튀김용' 8.2% 순으로 나타남
 - 굴 구입 시 가장 중요하게 생각하는 것을 묻는 질문에 응답자의 약 84.6%가 '신선도'를 꼽았고, 다음으로 '자연산·양식산 여부'(7.2%), '원산지'(4.6%) 등의 순으로 조사
- 가정에서 먹기 위한 굴 구입처 및 구매형태
 - 2008년도에 가정식용 굴의 구입처로 응답자의 49.6%가 '시장'에서 구입하고 '마트 또는 백화점'에서 28.5%가 구입한다고 답했으나, 2010년에는 대형 소매점 42.8%, 재래시장 42.7%로 나타나 대형소매점의 비중이 증가

2) KMI 수산물측센터 관측월보 2008.12월

- 구매형태는 봉지굴 50.9%, 벌크 44.5%, 기타 4.6%이며 외식 시에 취식 장소는 횡집 38.6%, 굴 전문점 29.1%, 일반 식당 21.7% 순임

□ 굴 소비의 외식과 가정식에서 선호요리³⁾

- 굴 소비 장소의 비중이 가정식 60.7%, 외식 39.3%로 가정식이 높으며 소비의 요리방식은 굴회 59.3%, 굴 무침 22.1, 굴전 13.6% 순이며, 외식은 굴회가 51.8% 가장 많으며, 굴국밥, 굴밥의 비중이 높게 나옴
- 가정식에는 기호성과 경제성, 외식 시에는 다양성이 중요
 - 가정 내에서 굴을 소비하는 이유는 취향에 맞는 요리가 가능해서 36.9%, 외식보다 비용이 저렴해서 29.6%, 외식보다 위생적이어서 17.2%이며, 외식 시에는 다른 수산물과 같이 먹을 수 있어서 45.8%, 다양하게 먹을 수 있어서 38.6%, 집에서 요리하기 번거로워서 13.2%

Table 3-5-4. 내·외식 시 선호하는 굴 요리 형태

구 분	가정식	외 식	비 고
굴회	59.3	51.8	
굴무침	22.1	11.1	
굴전	13.6	9.5	
굴밥	5.0	15.0	
굴국밥	0.0	12.5	
합계	100.0	100.0	

자료 : KMI 관측자료

□ 굴에 대한 선호도

- 굴 선호도는 응답자의 58.7% 좋아하고 17.7%는 싫어함
 - 좋아하는 이유는 식감이 좋아서 41.4%, 건강에 좋아서 37.1%, 특유의 향이 좋아서 19.7% 순임
- 굴 소비 증가를 위해서 필요한 것은 식품 안전성 강화 35.1%, 가격인하 31.0%, 굴 요리 개발 및 홍보 18.6%, 굴 상품의 다양화 11.5%, 굴 전문식당 확대 3.0% 나타남

□ 김장용 굴의 소비량⁴⁾

- 주요 8대도시 가구의 김장용 굴 소비량 추정에 의하면 2,322톤으로 국내 굴 생산량의 22.6% 해당

3) KMI 관측센터, 관측월보 2010년 2~3월

4) KMI 수산물관측센터 관측월보 2010.12월호

Table 3-5-5. 김장시기 굴생산량과 소비량 비율

구 분	생산량(A)(11~12월)	김장용 굴 소비량(B)	B/A(%)
2006	10,126	1,875	18.5
2007	12,499	1,646	13.2
2008	9,872	2,026	20.5
2009	9,360	2,308	24.7
2010	10,276	2,322	22.6

주 : 1) 2010년은 2005~2009년 5년 중 최대 최소를 제외한 11~12월 평균값 적용
 2) 김장용 굴 사용량은 배추 20포기당 알굴 0.6kg 소요(서울시 농수산물공사)

다. 수출입 동향

1) 수출입 개황

□ 수출입 동향

- 주요 수출품목은 냉동굴, 건조굴, 통조림굴 그리고 신선굴이며, 수입은 냉동굴, 통조림굴임. 일부 굴종묘가 종묘가 있음
 - 수입품인 냉동굴, 통조림굴은 국내산 수출로 인한 공급 부족으로 외식업체에서 조달하는 것임
- '09~'10년에 수출이 가장 많은 품목은 냉동굴로 일본, 미국이며, 신선굴은 운송이 편리한 일본을 위주로 11~1월의 겨울철 생산시기에 이루어짐
 - 굴은 수출대상국에 따라 선호하는 굴 제품에 차이가 뚜렷함. 미국은 통조림이 가장 많고 일본은 냉동굴이며, 중국은 건조굴과 냉동굴로 해당 제품별로 목표시장 및 제품 차별화 전략이 필요
- 생산 초기인 11월의 김장용 및 횃감용 소비수요와 신선굴의 일본 수출량이 산지가격 형성을 결정하여 냉동굴, 건조, 통조림 등의 가공량에도 영향을 미침

Table 3-5-6. 품목별 수출실적

(단위 : 천톤, 천불)

HSCODE	명 칭	2006년		2007년		2008년		2009년		2010년	
		중량	금액	중량	금액	중량	금액	중량	금액	중량	금액
	합계	10,578	55,508	7,977	40,145	9,059	46,260	7,435	42,247	9,544	66,057
0307101090	굴(산것/신선,냉장)	1,297	8,408	524	2,775	667	3,871	447	3,320	742	5,562
0307101019	굴(종묘(기타)/신선,냉장)					8	27	8	67	24	231
0307102000	굴(냉동)	5,913	27,068	4,277	19,188	4,810	22,221	4,448	21,701	5,942	33,351
0307103000	굴(건조)	557	7,101	577	6,554	582	7,487	357	6,010	713	14,791
0307104000	굴(염장, 염수장)							1	7	2	15
1605901010	굴(말뚝에 넣어 넣은 것)	2,812	12,932	2,599	11,629	2,992	12,653	2,175	11,143	2,121	12,107

자료 : www.kati.net

□ 수출 추이

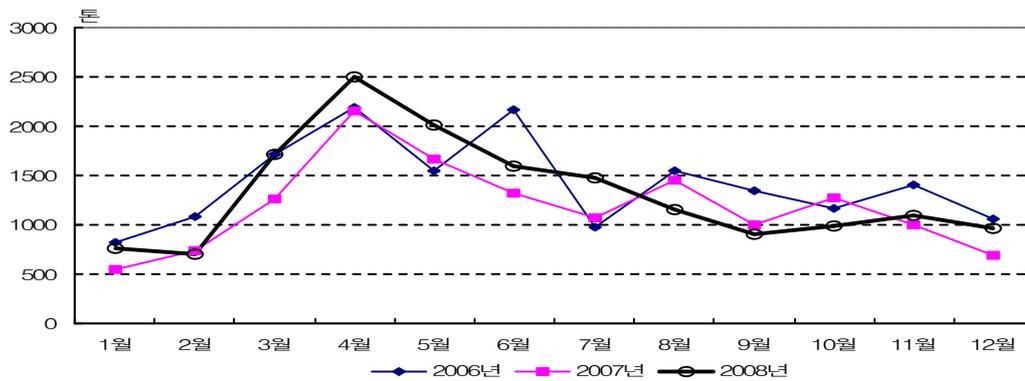
- '92~'10년간 수출물량의 추이는 '09년 최저 7천톤에서 '01년 최대 23천톤을 수출하였는데 생산량이나 산지가격 상승과 연동하지 않음
- '92~'10년간 수출액의 추이는 '09년 최저 42백만불에서 2000년 최대 130백만불을 수출하였는데 생산량이나 산지가격 상승에 연동하지 않아, 수출국(일본, 미국)의 작황 및 생산량이 보다 많은 영향을 끼치는 것으로 보임
- 2000년과 2001년에 수출이 정점에 도달한 이후 하락세가 '02년~'09년까지 지속되었으나 수출확대를 위한 대책이 거의 없음
 - '01년 대홍콩 수출의 반개체굴에서 노로바이러스 검출, 대일 수출의 생굴에서 이질균 검출로 수출 중단 사태 발생으로 급감
- '06년 일본에서 굴 관련 위생사고 발생으로 소비가 감소하고 가격이 크게 하락하여 국내산 수출에 영향을 미침



자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-5. '92~'10년 수출 추이

- 월별 수출량의 추이를 보면 3월~6월에 집중적으로 수출되고 가공이 종료되는 7월~10월까지는 재고 보유량으로 수출에 공급
 - 수출시장에 지속적인 공급을 하기 위해 수출업체에 저리의 구매자금을 지원하여 일시 수출로 인한 업체간 과장경쟁에 의한 저가격 수출을 지양
 - 굴 제품의 시장관리를 위해 경쟁력을 높일 수 있도록 생산원가를 절감하는 방안에 대해 연구가 필요



주 : 관세청 및 한국무역정보통신(KTnet)의 「수출입통계」를 바탕으로 알골로 환산(마른골은 5배, 통조림은 2.5배 수출 적용)하였고, 종묘는 제외하였음.(2008년은 잠정치임)

Fig. 3-5-6. 연도별 월별 수출량 추이

- 중국산 식품의 위생문제와 더불어 환율이 상승하면서, 2008년부터 수출여건이 개선되고 있으며, 최근 중국의 소득 증가에 따라 자국 내 굴, 전복, 해삼 등의 소비가 증가되고 있어 내수 공급 차증
- 중국의 최저임금 인상, 위안화 절상 등으로 가격경쟁력이 높아지고, 미국의 멕시코만 유류사고, 프랑스의 종묘폐사에 의한 생산 감소, 일본 동북지역의 지진 및 원전사고 등에 의한 굴의 공급 부족으로 수출확대가 예상됨

□ 무역 수지

- 굴 생산 2위국(중국 1위) 으로 국내 소비의 자급이 가능하고 잉여분의 수출로 수입량이 매우 적어 무역수지에 영향이 없음
- 생산이 많았던 2006년에 굴종묘, 냉동굴, 통조림의 수입이 많았으나 최근에는 국내 가격이 상승함에도 안전성 등을 고려하여 수입이 많지 않음

Table 3-5-7. 굴 무역수지

(단위 : 천불)

HSCODE	명 칭	2006년		2007년		2008년		2009년		2010년	
		수입	수출								
	합계	1,409	55,508	1,213	40,145	35	46,260	477	42,247	251	66,057
0307101010	굴종묘(산것/신선 냉장)	943									
0307101011	굴종묘(산것/신선 냉장)			975						13	
0307101090	굴(산것/신선 냉장)	37	8,408	5	2,775	28	3,871		3,320	1	5,562
0307101019	굴종묘(기타/신선냉장)			48			27		67		231
0307102000	굴(냉동)	239	27,068	1	19,188		22,221	288	21,701	134	33,351
0307103000	굴(건조)	0	7,101		6,554	0	7,487		6,010		14,791
0307104000	굴(염장, 염수장)	54		184		7			7		15
1605901010	굴(밀폐용기에 넣은 것)	136	12,932	0	11,629	0	12,653	189	11,143	103	12,107

자료 : www.kati.net

□ 2009년 굴 국내 수급동향

- 국내 공급은 알굴 생산량 32,627톤에 수입 60톤을 더한 32,687톤이며, 수출이 생산량의 22.5%인 7,435톤이며 국내소비가 25,252톤으로 77.5% 차지
 - 일본으로 수출량은 지난 5년 전에 비해 3천톤 내외 감소, 미국은 상대적으로 감소폭이 적어 2007년에 미국이 일본을 상회하였음
 - 일본 수출 감소 원인은 국내 굴 가격이 높아 수출단가가 높아지는 반면, 일본 내 굴 가격은 수요 감소로 낮게 형성되었기 때문임
- 굴 수출은 대부분 OEM으로 진행되고 있어 한국산에 대한 소비자 인지도 제고를 위한 홍보 등이 어려움
 - 굴 수출의 활성화를 위해 생산성 및 안전성 제고를 위한 생산 환경개선, 박신 등 가공 작업의 인프라 지원을 통해 가격경쟁력 제고 노력이 필요

Table 3-5-8. 굴 생산량과 수출량 비교

(단위 : 톤, %)

구 분	2005(A)		2006		2007		2008		2009(B)		(B/A)	
생산량	27,320		31,016		32,706		33,600		33,001		20.8	
수출량	합계	11,308	100.0	10,579	100.0	7,978	100.0	9,042	100.0	7,435	100.0	-34.2
	미국	3,717	32.9	4,044	38.2	3,416	42.8	3,819	42.2	3,223	43.3	-13.3
	일본	5,806	51.3	4,816	45.5	3,032	38.0	3,570	39.5	2,821	37.9	-51.4
	중화권	975	8.6	994	9.4	867	10.9	925	10.2	697	9.4	-28.5
	기타	810	7.2	725	6.9	663	8.3	78	8.1	694	9.4	-14.3
수출국 수	22		22		24		26		25			

자료 : KMI 관측조사자료

2) 수출용 패류생산해역 지정

□ 수출용 패류생산 지정해역의 정의 및 관리기준

- 농림수산식품부장관이 외국과의 협약을 이행하거나 외국의 일정한 위생관리기준을 지키도록 하기 위하여 수출을 목적으로 하는 수산물의 생산·가공 시설 및 해역의 위생관리기준을 정하여 고시하며, 고시된 위생관리기준에 맞는 해역을 수출용패류생산지정해역(이하 '지정해역')이라 지정한 해역을 말함(근거법령 : 수산물품질관리법 제4장 제22조).

□ 지정해역 위생관리기준은 해수, 패류, 관리선으로 나누며 그 기준은 다음과 같음

1. 수질기준

- 바닷물의 분변계대장균 오염여부 실험은 최확수법으로 하되, 5개의 시험관으로 실시하는 때에는 바닷물시료 100ml 당 최확수(MPN)의 중앙치 또는 기하평균치가 14 이하이고 계산된 백분위수의 90번째 값이 다음의 기준에 부합되어야 합니다.
- 5개 시험관법을 사용한 해수 100ml 당 MPN이 43 이하
- 3개 시험관법을 사용한 해수 100ml 당 MPN이 49 이하
- 그 밖에 지정해역의 바닷물에 관하여 외국과의 협정 및 외국의 일정한 위생관리기준이 정하여져 있는 경우에는 그 기준에 적합하여야 합니다.

2. 생산·채취하는 패류의 위생기준

- 패류독소의 기준
- 마비성패류독(PSP) : 100g 당 80 μ g 이하
- 기억상실성 패류독소(ASP) : 20ppm 이하
- 설사성패류독소(DSP) : 0.05MU/g 이하
- 옥시테트라사이클린 : 불검출
- 병원성세균, 식중독균 : 불검출

3. 관리선의 관리

- 수산업법 제27조 제1항의 규정에 의하여 관할 시청, 군수 또는 자치구의 구청장으로부터 관리선으로 지정(변경 포함)을 받은 선박은 다음의 조건을 준수하여 지정해역에 출입하여야 합니다.
- 선박의 승무원은 국립수산과학원으로부터 해역위생관리기준에 관한 교육을 이수할 것
- 선박에는 지정해역을 출입할 수 있는 선박임을 증명할 수 있는 관리선 지정서를 비치할 것

□ 수출용패류생산 지정해역의 지정절차

- 지정해역은 농림수산식품부장관 및 시·도지사가 지정해역으로 지정받고자 하는 해역을 위생조사, 점검계획이 수립되어 요청하게 되면 국립수산과학원에서 일반 지정해역기준으로 2년 6개월 이상 매월 1회 이상 위생조사를 실시하며, 위생조사 결과를 토대로 구비서류를 농림수산식품부장관에게 제출하여 **수산물품질관리법** 제22조의 규정에 의한 해역의 위생관리기준에 적합하다고 인정하는 경우 지정해역으로 지정 및 고시함

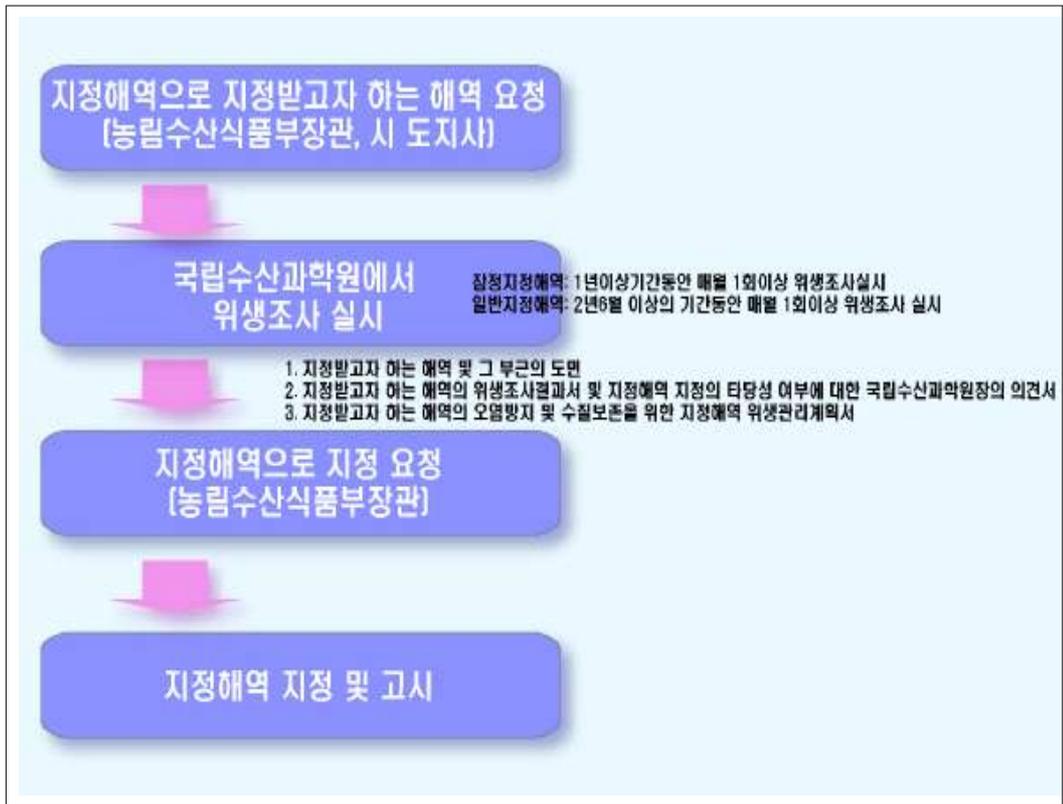


Fig. 3-5-7. 지정해역 고시 절차

- 수출용패류생산을 위한 지정해역 현황
 - 농림수산식품부는 7개의 해역(한산·거제만해역, 자란만·사랑도해역, 미륵도해역, 가막만해역, 나로도해역, 창선해역, 강진만해역) 총 34,385ha를 수출용패류생산해역으로 지정·고시하여 관리
 - 지정해역에서 생산되는 주요 품목으로는 굴, 피조개, 새조개, 바지락, 진주담치 등임

Table 3-5-9. 지정해역 현황(2008년) (단위 : ha)

지정해역	해역명	위치	면적	주 생산패류
제1호 해역	한산·거제만 해역	경상남도 통영시 및 거제시	2,050	굴
제2호 해역	자란만·사랑도 해역	경상남도 통영시 및 고성군	9,492	굴, 피조개
제3호 해역	미륵도 해역	경상남도 통영시	3,107	굴, 피조개
제4호 해역	가막만 해역	전라남도 여수시	4,188	굴, 피조개, 새조개
제5호 해역	나로도 해역	전라남도 고흥군	4,398	바지락
제6호 해역	창선 해역	경상남도 남해군	5,860	진주담치, 피조개
제7호 해역	강진만 해역	경상남도 남해군	5,290	피조개, 굴

□ 수출용패류 위생조사 항목

- 지정해역에 대한 위생조사는 매월 1회 이상 위생조사를 실시하고 실시결과 위생관리기준에 부합하지 아니하는 경우에는 농림수산물식품부장관, 국립수산물품질검사원장 및 시·도지사에게 통보
- 지정해역 위생조사는 국립수산물과학원(본원), 남해수산연구소(여수시 소재) 및 양식환경연구센터(통영시 소재)에서 담당
 - 국립수산물과학원에서는 패류독소, 항생물질 및 노로바이러스를 모니터링
 - 남해수산연구소 및 양식환경연구센터에서는 지정해역 해수 및 패류에 대한 세균학적 위생조사를 담당하고 있으며 조사항목은 대장균군, 분변계대장균(E.coli), 생균수, 이질균, 살모넬라, 중금속 등임
- 각 7개 지정해역 및 그 주변해역의 해수에 대한 세균학적 위생조사 지점
 - 제1호 해역(한산·거제만 해역) : 37개소 (지정해역 21, 주변해역 16)
 - 제2호 해역(자란만·사랑도 해역) : 35개소 (지정해역 29, 주변해역 6)
 - 제3호 해역(미륵도 해역) : 26개소 (지정해역 9, 주변해역 17)
 - 제4호 해역(가막만 해역) : 51개소 (지정해역 28, 주변해역 23)
 - 제5호 해역(나로도 해역) : 47개소 (지정해역 18, 주변해역 29)
 - 제6호 해역(창선 해역) : 46개소 (지정해역 27, 주변해역 19)
 - 제7호 해역(강진만 해역) : 47개소 (지정해역 32, 주변해역 15)
- 7개 지정해역 및 그 주변해역에서 생산되는 패류의 시료채취 지점
 - 제1호 해역(한산·거제만 해역) : 7개소 (굴 지정해역 5, 주변해역 2)
 - 제2호 해역(자란만·사랑도 해역) : 4개소 (굴 지정해역 3, 주변해역 1)
 - 제3호 해역(미륵도 해역) : 4개소 (굴 지정해역 1, 주변해역 3)
 - 제4호 해역(가막만 해역) : 5개소 (굴 지정해역 5)
 - 제5호 해역(나로도 해역) : 7개소 (바지락 지정해역 3), (굴 주변해역 4)
 - 제6호 해역(창선 해역) : 5개소 (진주담치 지정해역 3, 주변해역 2)
 - 제7호 해역(강진만 해역) : 8개소 (피조개 지정해역 5), (굴 지정해역 3)

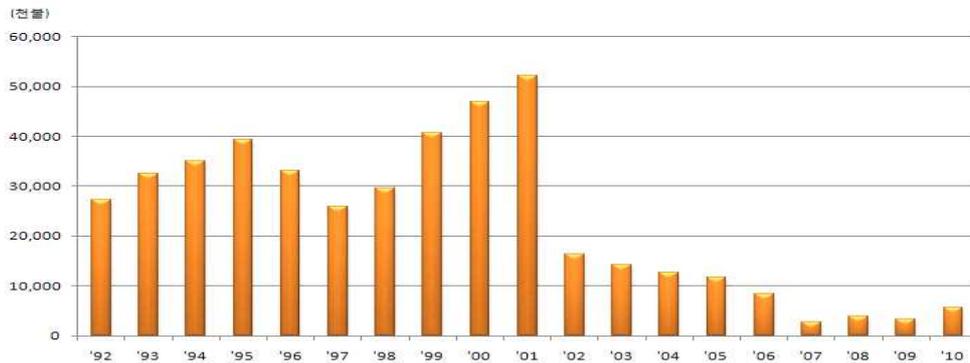
3) 제품별 수출동향

□ 신선굴

- 굴 수출의 비중이 8.4% 차지
- 수출시기가 11월에서 2월까지이며 대부분 일본으로 수출
- 국내 김장철 시기이고 햇굴로 맛과 향이 좋아 회로 국내에서 소비가 많아

가격이 높아 수출물량 확보 애로

- '01년에 일본으로 50백만불 이상으로 99% 수출되었으며 수출단가가 높으나 최근 안전성관리 부족으로 수출 감소
 - '06년까지 8백만불을 수출하였으나 11월~1월의 생산시기에 산지가격이 높게 형성되고 일본의 안전성 관리를 위해 위생조건과 원산지 단속 강화로 수출이 '07년에 급감하면서 '09년까지 3백만불 수준으로 감소
- 신선굴 수출의 대부분은 알굴로 공급하여 일본산, 중국산과 경쟁관계
 - 일본의 소비지에 공급되는 알굴의 대부분은 히로시마에서 생산되어 품질이 낮고 맛이 떨어져 한국산 수입을 희망하나 산지가격이 높아 거래가 적음

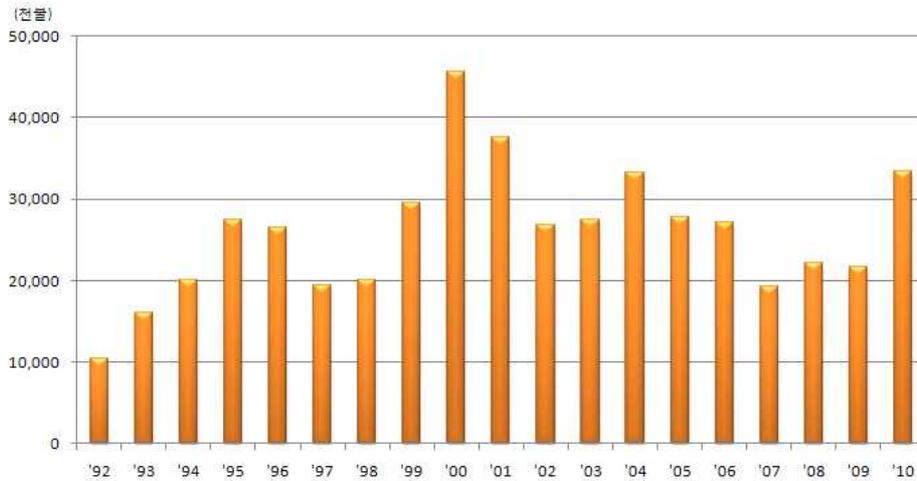


자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-8. '92~'10년 신선굴 수출 추이

□ 냉동굴

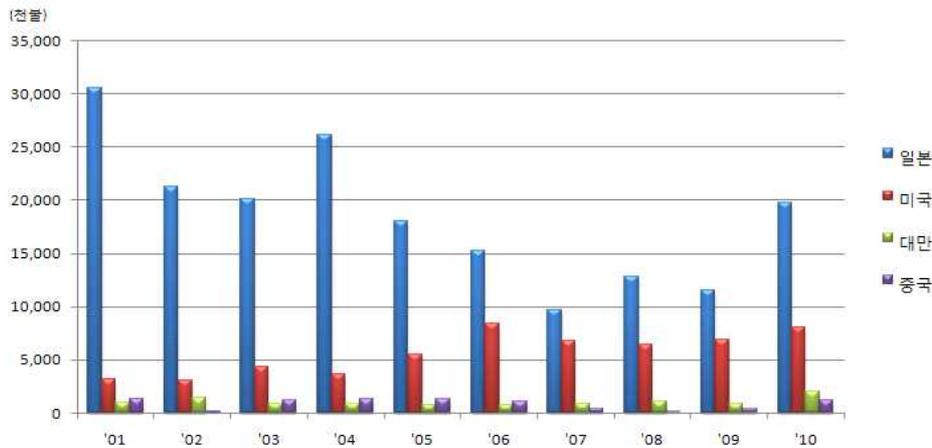
- '10년 기준으로 굴 수출 비중의 51% 차지
 - 수출이 가장 많이 되는 품목으로 IQF 냉동으로 처리하여 수출물량의 대부분이 일본과 미국으로 수출되며 일부 대만과 중국으로 수출



자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-9. '92~'10년 냉동굴 수출 추이

- '01년 130백만불 수출하였던 시기에 일본에 30백만불 이상 수출하였고 미국 수출은 '06년에 급증한 이후 다소 하락함

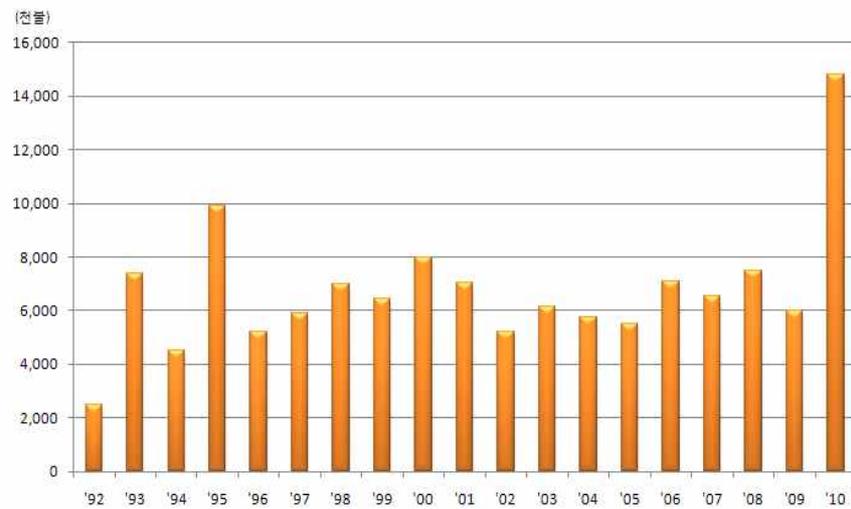


자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-10. '92~'10년 냉동굴 국가별 수출 추이

□ 건조굴

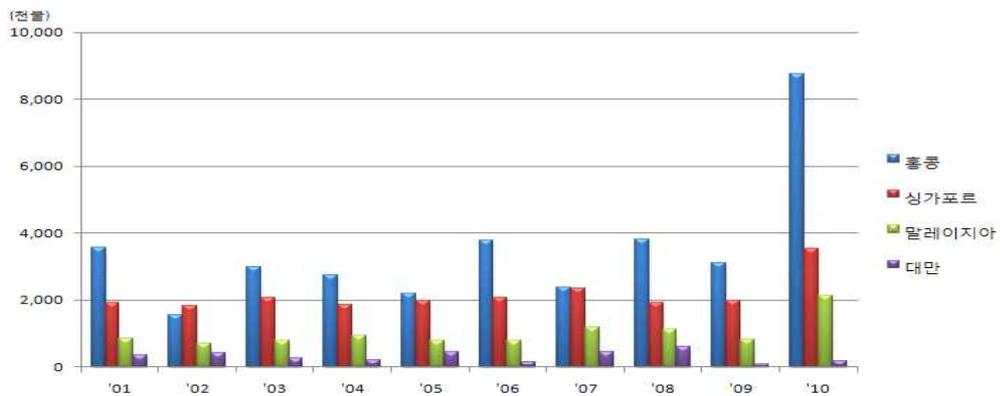
- 굴의 수출 비중이 22% 차지
 - '10년 이전까지는 6~7백만불로 비중이 낮았으나 홍콩으로 수출물량이 급증하여 14백만불 이상 수출
 - 건조굴은 보관과 운송이 편리하여 중국에서 소비가 많은 품목으로 홍콩내의 소비 이외 안전성 등을 이유로 중국으로 반입이 예상됨



자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-11. '92~'10년 건조굴 수출 추이

- 건조굴이 홍콩으로 급증한 것 이외 싱가포르, 말레이시아 등 동남아 중화권 시장으로 수출이 두드러짐

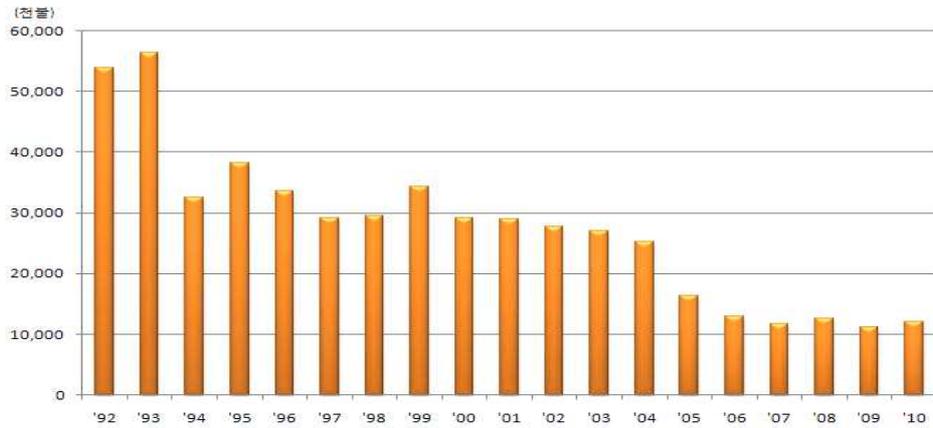


자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-12. '01~'10년 건조굴 국가별 수출 추이

□ 통조림굴

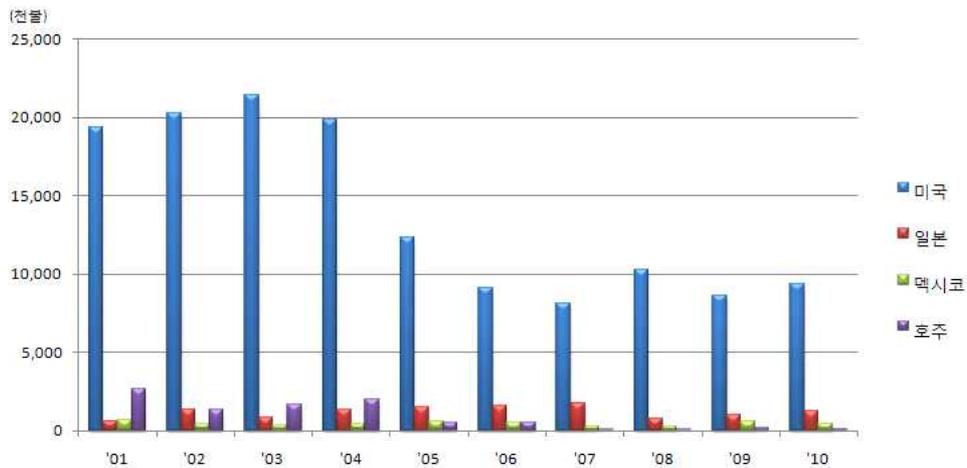
- 굴의 수출 비중이 18% 차지
 - '90년대에 30백만불 이상 수출을 많이 하였으나 냉동굴과 건조굴의 수요가 증가하면서 통조림굴은 감소하여 10백만불 수준으로 유지



자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-13. '92~'10년 통조림굴 수출 추이

- 통조림굴의 주 수입국은 미국으로 수출액이 '10년 10백만불에 미치지 못하며 냉동굴의 소비가 증가하면서 감소
- 일본 이외 멕시코, 호주에서 소량 수입하고 있으며 실적이 미미함



자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-14. '01~'10년 통조림굴 국가별 수출 추이



> 원료입고
세척된 원료 입고



> 탈각



> 세척 및 선별
자외선 살균 현수 사용 세척, 이물 제거, 껍, 사이즈 선별



> 포장 및 출하
내용 중량 10kg 단위의 스티로폼 박스에 포장하여 출하

Fig. 3-5-15. 신선굴 생산과정



> **원료입고**
 세균검사, PH, 염도, 이물 및 파손율 검사한 시선훈 굴



> **1차세척**



> **2차세척 및 선별**
 자외선 살균 해수사용세척, 이물 제거, 사이즈선별



> 세척 후 수분을 제거하고 신발해 SIZE별로 등결선에 담는다



> **급속동결**
 Tunnel freezer로 급속동결한다



> **glazing 및 이물검사**
 등결된 굴을 glazing 후 급속탐자기를 통과시켜 이물을 제거



> **금속탐지기 통과**



> **포장**
 완료된 제품을 size별 선별, 검량해 포장 후 냉장

Fig. 3-5-16. 냉동굴 생산과정



> 원료입고
자숙탈각한 원료



> 세척 및 수분제거
원료를 세척하여 수분을 제거한 후 건조기에 투입



> 1차건조(냉풍)
1차건조기 투입



> 2차건조(열풍)



> 원료입고
자숙탈각한 원료



> 세척 및 수분제거
원료를 세척하여 수분을 제거한 후 건조기에 투입



> 1차건조(냉풍)
1차건조기 투입



> 2차건조(열풍)



> 3차건조
냉풍 건조기로 건조



> 선별
완성품의 이물질을 제거하고 크기별로 선별



> 포장
완료된 제품을 size별 선별, 검량해 포장 후 냉장

Fig. 3-5-17. 건조굴 생산과정



> 원료입고
자숙탈각한 원료



> 훈제
세척된 원료를 훈제기에서 훈제



> 관담기
검량, size 등을 선별, 검사하여 살균 세척한 관에 담는다.



> 탈기
품종과 건조도를 확인하여 탈기한다.



> 밀봉
살균유주입, 밀봉후 규격, 외관을 검사



> 관세척
관 외면의 이물질을 제거



> 살균
고온에서 살균



> 냉각
건조냉각



> 관건조
통조림 건조기 통과



> 포장
상자에 포장하여 보관

Fig. 3-5-18. 통조림 굴 생산과정

4) 지역별 수출동향

□ 개황

- '06~'10년 5년간 수출국은 34개국으로 '01~'05년의 28개국에 비해 다소 증가
- 주 수출국은 일본, 미국, 홍콩, 싱가포르이며 총 수출액의 85% 정도를 차지
- 수출에 영향이 가장 많은 국가는 일본이며 미국, 홍콩, 싱가포르는 증감이 많지 않음
- 노로바이러스, 이질균 등에 의한 일본 수출의 급감으로 국내 굴 산업에 영향이 미칠 것으로 예상되었으나 국내 수요의 증가로 생산량이 확대되고 있음



자료 : www.kati.net(aT, 농수산물무역정보)

Fig. 3-5-19. 굴의 주요국 수출 추이

□ 일본

- 일본의 수입규모는 약 16백만불 정도로 최근 경기침체 영향으로 매년 감소 추세
 - 주 수입국인 한국이 90% 이상을 차지하고 이외 뉴질랜드, 중국에서 소량 수입
 - '09년 수입단가는 한국이 kg당 5.5불 수준으로 뉴질랜드산에 비해 저렴하고 중국에 비해 높은 편 (뉴질랜드 12.8불, 중국 4.3불)
- 수입형태는 생굴(간굴)은 10kg 발포합성수지상자에 빙장하여 유통하고 냉동굴은 IQF동결(급속벌크동결)하여 골판지 상자로 유통
- 굴 소비는 굴튀김처럼 튀김요리와 냄비요리 등에 주로 이용되며, 신선한 것은 굽거나 생식으로 이용됨

□ 미국

- 미국의 굴 수입규모는 연간 48백만불 정도이며, 2000년 이후 증가 추세. 주요 수입국은 한국, 중국, 캐나다, 멕시코 등임.
 - 굴(냉장·냉동·건조등) : 한국 42%(5.4불/kg), 캐나다 39%(5.0불), 멕시코 9%(2.9불)
 - 훈제굴 : 중국 88%(6.1불/kg), 한국 11%(7.7불/kg)
 - 기타 가공굴 : 한국 78%(3.5불/kg), 중국 20%(3.45불/kg)
- 한국산은 냉동굴과 캔 제품이 주류를 이루며, 2004년 이후 캔 제품 위주의 중국산 수입 증가로 감소 추세임.
- 굴 유통은 일반적으로 도매상과 가공업자에 넘겨져 크기별로 분류하여 레스토랑, 소매점, 2차 가공업자 등 수요처에 공급됨.
- 소비자들은 신선굴(반개체굴)을 외관, 향, 단맛·짠맛의 정도, 육질의 단단함 등을 기초로 평가하며, 일반적으로 컵 모양의 껍데기에 담겨 먹기 좋은 크기를 선호하고 색깔보다는 신선도와 직결되는 향(냄새)에 민감하게 반응
- 굴튀김 등의 다양한 요리형태와 함께 Seafood 전문식당 등을 통한 고급 appetizer용의 신선굴의 소비 및 선호도가 높고, 일반마켓에서는 신선굴 보다는 여러 형태의 캔 제품이 유통됨
 - 한인마켓의 경우 한국에서 수입된 냉동굴이 주로 유통되고 있으며, 현지인 마켓에서 유통되고 있는 캔 제품류의 유통은 미미

Table 3-5-10. 주 수출국의 수입규모

(단위 : 천불, %)

주 수입국가		수입 규모(우리나라 점유율)				
		'05	'06	'07	'08	'09
일본 (천불)	굴(냉장,냉동,건조)	34,267 (88.3%)	26,985 (86.1%)	15,845 (79.0%)	19,198 (87.0%)	16,525 (90.2%)
미국 (천불)	굴(냉장,냉동,건조)	20,470 (37.1%)	25,263 (42.5%)	22,892 (40.1%)	18,645 (41.0%)	20,036 (41.8%)
	훈제굴	20,693 (31.0%)	18,636 (11.4%)	22,184 (10.6%)	18,808 (9.0%)	18,408 (9.0%)
	기타 가공굴	7,423 (83.4%)	9,478 (75.0%)	8,837 (76.3%)	9,290 (84.7%)	9,231 (77.5%)

자료 : Global Trade Atlas (<http://www.tradestatistics.com/gta/>)

라. 굴 산업 발전과제

1) 생산부문

- 생산어장의 고령화 및 원가상승 등으로 어업인의 안정적 소득원 확보 필요
 - 유류비와 금리상승 등 영세한 양식어가에 큰 재정적 어려움 안겨줌
- 생산 과잉시에 가공 등으로 비축하여 수급조절 대책 마련
 - 생산 과잉으로 가격 하락을 우려하기 보다 수매를 통해 냉동굴 또는 건조 굴로 가공하여 비축한 후 생산 감소로 가격 상승시에 홍콩 및 동남아의 중화권에 수출하여 수급 조절
- 고품질 상품생산을 위한 인공종묘 생산시설 확충
 - 고품질 상품의 지속적 생산을 위한 모패 종보존 및 인공종묘 생산시설 지원
- 3배체, 다배체 굴 생산을 위한 육종 기술 개발 및 보급
 - 2배체굴은 산란으로 인해 상품성이 떨어져 생굴을 연중 공급하기 어려우나 3배체는 산란이 억제되어 품질이 우수하고 지속적으로 공급 가능
- 생산 및 가공의 안전성과 지속적 공급능력을 확보하는 수출단지 지정 및 HACCP 인증
 - 수출업체에서 운영하는 가공시설은 HACCP 인증을 받았으나 국내 유통의 생산시설은 HACCP 인증이 없어 안전성 확보에 어려움 내재
- 굴 박신 등 가공시설에 안정적 인력조달, 인건비 부담 완화 및 기계화 등 원가절감 방안 강구
 - 산지 고령인력의 공공 근로에 집중하여 작업이 힘든 박신 작업장 기피로 인력 확보 애로
 - 외국인 근로자 확보 곤란 및 인건비 상승으로 원가 부담 증가

2) 수출부문

- 굴 양식어가들의 출하조절 등 생산량 감소로 인한 안정적 원료확보 애로 및 원료가격 상승으로 굴 가공수출업체 채산성 악화 및 수출 감소
 - 수출용 가공원료 확보를 위한 수산물 수출 원료구매자금 지원 확대
- 세계 각국이 국민건강을 이유로 한 비관세 장벽인 위생조건 강화 및 자국내 어업인 보호를 위한 원산지 표시제 강화
 - 굴은 오염된 해수중에서 이질균, 바이러스 등을 함유할 경우 검역, 위생관

- 리 등으로 시장진입이 제한될 수 있음
- 생굴 형태 이외의 식문화와 연계한 다양한 가공제품 및 요리법 개발 보급 미흡
 - 알굴, 냉동굴은 생굴로 헛감으로 많이 소비하고 있어 주 생산시기 이외는 소비가 적으나 비생산기에 소비가 많이 될 수 있도록 가공제품과 요리 개발 보급
- OEM 방식 수출에서 한국산을 인지토록 브랜드 개발 및 홍보
 - 수출의 대부분이 OEM으로 이루어지고 있어 한국산의 우수성과 수출확대를 위한 판촉 홍보에 어려움이 많음
 - 굴 수출의 브랜드를 제작하여 수출업체가 공동으로 사용함으로써 대외 인지도를 높여 한국산의 수출을 확대
- 생산과 수출의 수직계열화로 경쟁력을 높이는 수출선도조직 육성 및 운영
 - 일본, 미국 주 수출국 이외 신시장 개척을 위한 판촉홍보
- 국내외 소비자 기호에 맞는 가공품 개발, 홍보를 통한 국내 소비확대로 내수 안정화 및 수출확대 도모
- 굴 위생안전 확보 및 품질 향상을 통한 품질경쟁력 제고 추진
 - 수출·내수용 구분 없이 생산·가공 및 유통 등 생산이력 추적제 도입
 - 굴 간이 박신장에 대한 현대화 사업 추진
- 주력시장(일본, 미국) 및 유럽 등 신시장개척을 위한 판촉홍보 강화
 - 대형유통업체 판촉, TV 등 언론매체를 활용한 다양한 홍보활동 전개
 - 다양한 요리법을 개발, 식품박람회 참가시 굴 요리 시연 및 시식회 개최
 - 해외바이어 등 초청, 가공현장과 생산해역 견학을 통한 안전성 홍보

3. 해외 굴시장 동향

가. 개황

1) 글로벌 생산동향

- FAO 굴 생산통계에 따르면 2008년 63개국에서 생산한 물량(개체굴 기준)은 4,291,452톤이며, 1천톤 이상을 생산하는 21개국의 생산량이 99.9%를 차지
 - 생산량 100천톤 이상인 국가의 점유율은 중국 3,354,382톤 78.2%, 한국 279,161톤 6.1%, 일본 190,400톤 4.4%, 미국 173,239톤 4.0%, 프랑스 113,144톤 2.6%이며 생산량의 95.3% 차지
- 생산품종은 Cupped Oyster nei, Pacific Cupped Oyster 등 14종이 있음

- 생산량이 가장 많은 품종은 Cupped Oyster nei로 중국 등 13개국에서 78.6%를 점유하고, 한국, 일본에서 생산하는 Pacific Cupped Oyster는 14.8%를 차지
- 미국은 13개 품종 중 8개로 가장 많으며 주종은 America Cupped Oyster
- 프랑스는 기존 종묘의 폐사로 일본종을 수입하여 양식하는 Pacific Cupped Oyster가 대부분을 차지함. 가격이 높은 품종은 European Flat Oyster로 2천톤 정도 소량 생산됨. 유럽 등 생산국가 수는 24개국에 달함

Table 3-5-11. 품종별 생산량 현황

(단위 : 개소, 톤, %)

품 종	국가수	'07생산(A)	'08생산(B)	B-A	비중
계	63	4,554,797	4,291,452	- 263,345	100
America Cupped Oyster	4	201,864	179,402	- 22,462	4.1
Cupped Oyster nei	21	3,550,454	3,393,549	- 156,905	78.6
European Flat Oyster	24	9,251	6,322	- 2,929	0.2
Indian back water	2	2,152	2,406	254	
Mangrove Cupped Oyster	8	1,966	3,237	1,271	
Pacific Cupped Oyster	31	763,164	680,541	- 82,623	14.8
Slipper Cupped Oyster	1	20,596	20,276	- 320	0.5
Sydney Cupped Oyster	1	4,000	4,000	-	
기타(Chilean Flat, NewZealand Flatan Cupped nei, Cortezo 등)	7	1,350	1,719	369	

자료 : FAO 생산통계

Table 3-5-12. 국가별 품종별 생산량

(단위 : 톤)

국 가	품 종	2005	2006	2007	2008
Australia	Cupped oysters nei	4,650	5,397	7,720	5,448
	Pacific cupped oyster	2,737	2,584	2,654	3,012
	Sydney cupped oyster	4,456	4,071	4,000	4,000
Brazil	Cupped oysters nei	3,478	4,819	2,185	2,200
Canada	American cupped oyster	8,191	6,639	6,010	4,601
	Pacific cupped oyster	8,011	8,149	7,493	5,300
China	Cupped oysters nei	3,346,963	3,403,446	3,508,934	3,354,382
China, Hong Kong SAR	Pacific cupped oyster	694	694	1,055	1,118
Cuba	Mangrove cupped oyster	1,046	1,109	1,086	1,571
Denmark	European flat oyster	942	911	1,212	1,490
France	European flat oyster	1,359	2,083	2,123	2,079
	Pacific cupped oyster	109,126	101,926	102,063	102,065
		9,000	8,810	8,800	9,000
India	Indian backwater oyster	900	1,500	2,150	2,400
Indonesia	Cupped oysters nei	178	370	338	590
		683	199	271	150
Ireland	Cupped oysters nei	-	-	192	2,118
	European flat oyster	342	793	1,023	538
	Pacific cupped oyster	5,811	6,511	7,661	7,600
Japan	Pacific cupped oyster	218,896	208,182	204,474	190,400
Korea, Republic of	Pacific cupped oyster	279,026	314,312	350,592	279,161
Mexico	American cupped oyster	42,621	44,651	44,640	36,010
	Cortez oyster	593	619	300	1,000
	Cupped oysters nei	1,505	1,571	4,316	3,981
	Pacific cupped oyster	.	.	200	700
		1,417	1,479	808	2,762
Netherlands	Cupped oysters nei	3,120	3,268	3,300	1,835
	European flat oyster	75	85	90	40
New Zealand	New Zealand dredge oyster	546	518	512	434
	Pacific cupped oyster	2,800	2,800	3,000	3,170
Philippines	Slipper cupped oyster	16,569	16,922	20,596	20,276
	European flat oyster	3,005	3,256	3,223	1,262
		<0.5	<0.5	<0.5	31
	Pacific cupped oyster	1,881	1,252	1,718	625
		-	-	-	293
Taiwan Province of China	Pacific cupped oyster	28,430	28,547	28,199	34,514
Thailand	Cupped oysters nei	770	803	800	800
		18,337	20,809	21,000	21,000
	European flat oyster	776	715	747	593
	Pacific cupped oyster	924	1,384	1,349	4,268
United States of America	American cupped oyster	10,406	10,390	12,069	11,119
		126,740	126,487	139,145	127,672
	Cupped oysters nei	<0.5	1	8	42
		531	601	353	539
	European flat oyster	50	61	76	14
	Olympia flat oyster	43	81	1	<0.5
	Pacific cupped oyster	1,283	8,344	5,187	2,235
	41,716	38,780	35,131	31,618	
Venezuela, Boliv Rep of	Mangrove cupped oyster	1,900	1,120	800	1,550
소계(1,000M/T 이상 생산국)		4,312,527	4,397,049	4,549,604	4,287,606
Total		4,318,610	4,402,142	4,554,797	4,291,452

2) 세계 수출입 동향

□ 교역규모

- 세계 굴의 수출입 규모는 '10년에 514,621천불로 수입 270,301천불, 수출 244,320천불이며, 수입이 25,981천불 많음
- 굴 교역 통계품목은 Global Trade Atlas 통계 프로그램의 030710 해당되는 활, 신선, 냉장, 냉동, 건조, 염장 및 훈제이며, 통조림은 제외되어 다소 적은 실적임
- * Global Trade Atlas 이용신청 시에 정보대상 국가를 선택을 제한하여 일부 국가 누락으로 수출입 합계에 차이 발생

Table 3-5-13. 세계 굴 수출입 규모(알굴 기준) (단위 : 톤, 천불)

구 분	2008		2009		2010	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
수입	38,051	190,430	40,734	201,995	46,550	270,301
수출	45,619	185,572	39,835	190,502	48,393	244,320

자료 : Global Trade Atlas (<http://www.tradestatistics.com/gta/>)

- 수입액은 '08년 190백만불에서 '10년 270백만불로 연평균 증가율이 19.9%이며, 수입물량은 연평균 증가율 10.7%로 수요가 계속 늘어나고 있음
- 수출액은 '08년 186백만불에서 '10년 244백만불로 연평균 증가율 15.5%이며 수출물량은 연평균 증가율이 4.4%로 공급부족에 따른 수출가격이 상승하고 있음
- 굴 주요 수입국은 55개국으로 수출국 42개국에 비해 수입국이 더 많음
 - 주요 굴 수입국은 홍콩, 일본, 이태리, 스페인, 미국, 프랑스, 캐나다, 벨기에, 싱가포르로 수입규모가 10백만불 이상임
 - 주요 굴 수출국은 프랑스, 한국, 미국, 아일랜드 캐나다, 뉴질랜드가 수출 규모 10백만불 이상임
- 굴 최대 수출국은 프랑스로 55.7백만불이며, 한국은 2위로 53.9백만불, 3위 미국으로 23.2백만불로 차이가 큼
 - 프랑스는 주로 신선 및 냉동의 개체굴 위주로 수출하는 반면 한국은 알굴로 신선, 냉동, 건조로 수출하고 있으며, 통계에 가공품인 통조림이 누락된

점을 감안하면 '10년에는 66백만불을 수출한 한국이 1위로 예상됨

□ 주요 수입국 현황

- 홍콩은 수입액과 수입량이 가장 많은 국가로 수입량이 '08년 4,436톤에서 '10년 6,441톤으로 연평균 증가율이 21.0%이며 수입액의 연평균 증가율은 47.3%
- 일본은 수입 2위국으로 수입량이 '08년 3,685톤에서 '10년 4,201톤으로 연평균 증가율이 11.8%이며, 수입액의 연평균 증가율은 26.4%
- 수입량의 연평균 증가율이 높은 국가는 아일랜드 2,586%, 그리스 785%, 한국 375%, 중국 148%로 수입규모는 적으나 최근 급증세이며, 물량이 많은 스페인 41.0%, 싱가포르 26.2%, 홍콩 및 미국 21%, 프랑스 20%, 일본 11.8%
- 갯벌참굴의 주 수출대상국으로 최근 수요가 급증하고 있는 홍콩, 중국, 스페인, 프랑스 등을 대상으로 심층시장 조사를 실시하여 바이어 및 벤더를 발굴

Table 3-5-14. 주요 국가의 굴 수입실적

(단위 : 톤, 천불, %)

구 분	2008		2009		2010		연평균 증가율
	물량	금액	물량	금액	물량	금액	
Total	38,051	190,430	40,734	201,995	46,550	270,301	19.9
Hong Kong	4,436	30,034	5,838	37,815	6,441	63,801	47.3
Japan	3,685	19,198	2,900	16,525	4,201	27,557	26.4
Italy	6,887	27,423	6,040	22,934	6,634	26,876	0.4
Spain	3,007	14,431	6,051	21,184	4,883	26,106	35.0
United States	3,685	18,645	4,046	20,023	5,328	25,364	17.0
France	4,324	15,919	5,012	20,735	6,214	25,015	25.5
Canada	1,440	9,972	1,489	10,251	1,785	12,471	12.2
Belgium	2,245	13,678	2,121	13,017	2,221	12,315	-5.1
Singapore	816	6,317	793	6,721	1,231	10,783	33.4
Australia	769	6,860	727	6,349	592	5,911	-7.1
China	122	726	261	1,612	735	5,820	191.5
Germany	865	5,229	674	4,622	604	4,306	-9.2
Taiwan	1,825	3,221	1,167	2,273	1,765	4,122	26.0
Russia	385	4,006	280	2,996	287	3,028	-12.1
Ireland	5	38	277	1,446	386	2,149	1889.6
Thailand	310	1,718	371	1,503	275	1,917	7.5
United Kingdom	451	2,591	348	2,988	282	1,698	-13.9
기타 국	2,794	10,424	2,339	9,001	2,686	11,062	-

자료 : Global Trade Atlas (<http://www.tradestatistics.com/gta/>)

□ 주요 수출국 현황

- 수출액이 가장 많은 프랑스가 종묘 폐사로 성패 공급이 감소할 것으로 예상하고 있으나 수출량이 '08년 8,885톤에서 '10년 9,692톤으로 연평균 증가율 4.4%이며 수출액의 연평균 증가율은 감소세임
- 한국은 생산량이 중국 다음으로 많으나 수출량은 '08년 6,067톤에서 '10년 7,422톤으로 연평균 증가율 13.9%이며 수출액의 연평균 증가율이 33.0% 급증
- 미국은 수출 3위국으로 '08년 5,473톤에서 '10년 3,582톤으로 감소. 멕시코만의 유류피해에 따른 생산 감소로 수출 부진
- 캐나다는 미국 유류피해에 따른 수출 증가로 수출량의 연평균 증가율이 14.9%이고 수출액의 증가율은 22.3%
- 뉴질랜드는 반패각의 냉동수출량이 '08년 1,795톤에서 '10년 2,153톤으로 연평균증가율 9.6%
- '08년 대비 '10년 수출물량 증가율이 가장 높은 국가는 일본 113%, 아일랜드 78%, 홍콩 66%, 캐나다 29% 등으로 나타남

Table 3-5-15. 주요 국가의 굴 수출실적

(단위 : 톤, 천불)

구 분	2008		2009		2010	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
계	45,619	185,572	39,835	190,502	48,393	244,320
France	8,885	56,100	9,130	51,888	9,692	55,691
South Korea	6,067	33,607	5,260	31,105	7,423	53,950
United States	5,473	32,990	5,211	31,060	3,582	23,205
Ireland	2,851	9,501	4,785	17,250	5,093	20,799
Canada	2,142	12,213	2,114	12,762	2,772	17,875
New Zealand	1,869	11,304	2,090	10,805	2,243	12,729
Netherlands	1,620	8,623	1,275	6,857	1,987	9,052
China	2,402	4,491	2,629	5,698	2,710	7,639
Japan	256	2,533	429	4,022	547	5,889
Hong Kong	287	2,918	330	4,726	477	5,887
Denmark	1,132	6,741	1,142	7,023	1,013	5,073
United Kingdom	917	3,923	930	4,261	1,050	4,944
가타 국	11,792	19,628	4,593	13,045	9,894	21,587

자료 : Global Trade Atlas (<http://www.tradestatistics.com/gta/>)

나. 일본 굴 시장 현황

1) 생산동향

가) 생산량

- '09년 굴류 양식생산량은 210,188톤(개체굴 기준)으로 '08년 대비 10.4% 증가 하였으며, 알굴 양식생산량은 33,830톤으로 전년대비 12.6% 증가함
 - 굴의 주요 생산지로는 히로시마현, 미야기현, 쿠마모토현, 미에현 등이며 여름이 제철인 석화(岩ガキ)는 동해에서 채취
 - 주요 산지는 히로시마현 105,882톤(패각 기준)으로 전체 생산량의 50.4%로 전국 1위임. 다음으로 미야기현(49,175톤, 23.4%), 오카야마현(18,260톤, 8.7%) 순임

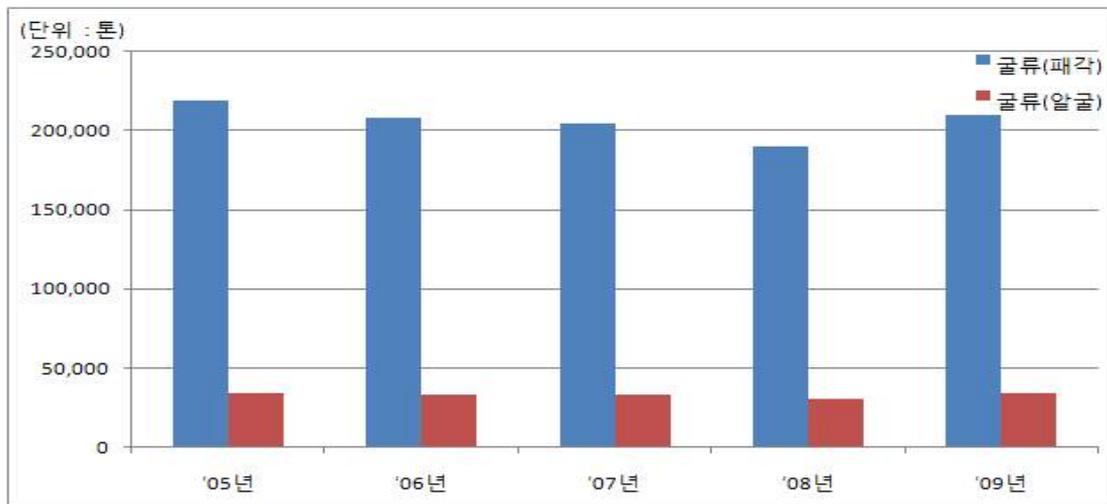


Fig. 3-5-20. 연도별 일본 굴 생산현황

- 주산지 히로시마현의 굴 생산관리
 - 동쪽 해안보다는 서쪽 해안의 강 하류지역에서 성행하며 해역 7개소를 지정 해역, 조건부해역, 지정외 해역으로 나누어 관리
 - 지정해역은 주로 생식용 굴, 조건부 해역과 지정 외 해역에서는 인공정화 후 가열조리용으로 유통 판매함
 - 생산 굴의 90% 이상이 가열조리용, 약 10% 정도 생식용으로 소비
 - 통상적으로 생식용으로 출하되는 경우에도 2~3%만이 생식되고, 나머지는 가정이나 음식점에서 가열 조리하여 섭취
 - 주로 내만에서 생산되는 것은 조리용으로 외해에서 생산되는 것은 생식용으로 출하되고 있음

Table 3-5-16. 히로시마현 브랜드 양식 굴

구 분	브랜드명	특징	취급조직 단체
かき小町	 (지역단체상표등록)	3배체굴 * 1, 산란이 억제되어 보통 굴 보다 성장이 좋음	히로시마어업 협동조합연합회
ひとつぶ くん	 ひとつぶくん実物大	2004년도부터 3배체 굴 의 바구니 양식을 도입 하여 「에다산 여름 굴」 로 전개 중	에다지마시(江田島市) 수산물판매협의회
縞がき		옛 히로시마 굴의 특징 을 강하게 가진 굴(패각이 줄무늬로 뚜렷한 검은 색) * 2	온도(音戸) · 타하라(田原) · 오가(阿賀)어협청년부
安芸の一 粒, 巖蠣	 (安芸の一粒 일년양식물)	2000년부터 인공종묘생 산 및 채룡양식을 도입하 여 알 굴의 오리지널 브랜 드 확립	오노(大野)어협 청년부

* 1, 2 히로시마현립종합기술연구소 수산해양기술센터가 종묘생산 기술을 개발

나) 출하체계

□ 생산이력제 시스템으로 안전성 관리

- 미야기현 시스템 도입의 발단은 '02년 발생한 한국산 굴과 미야기현 굴의 혼입 문제로 「식품 트레이서빌리티 개발·실증시험」의 일정 평가가 실용화의 직접적인 계기가 되었음
- 주요 특징은
 - ① 출하 케이스, 가공 루트, 팩의 각 단계에서 ID번호를 달아 각각을 데이터베이스화
 - ② 투입된 가공원료와 제품중량의 정합성 확인

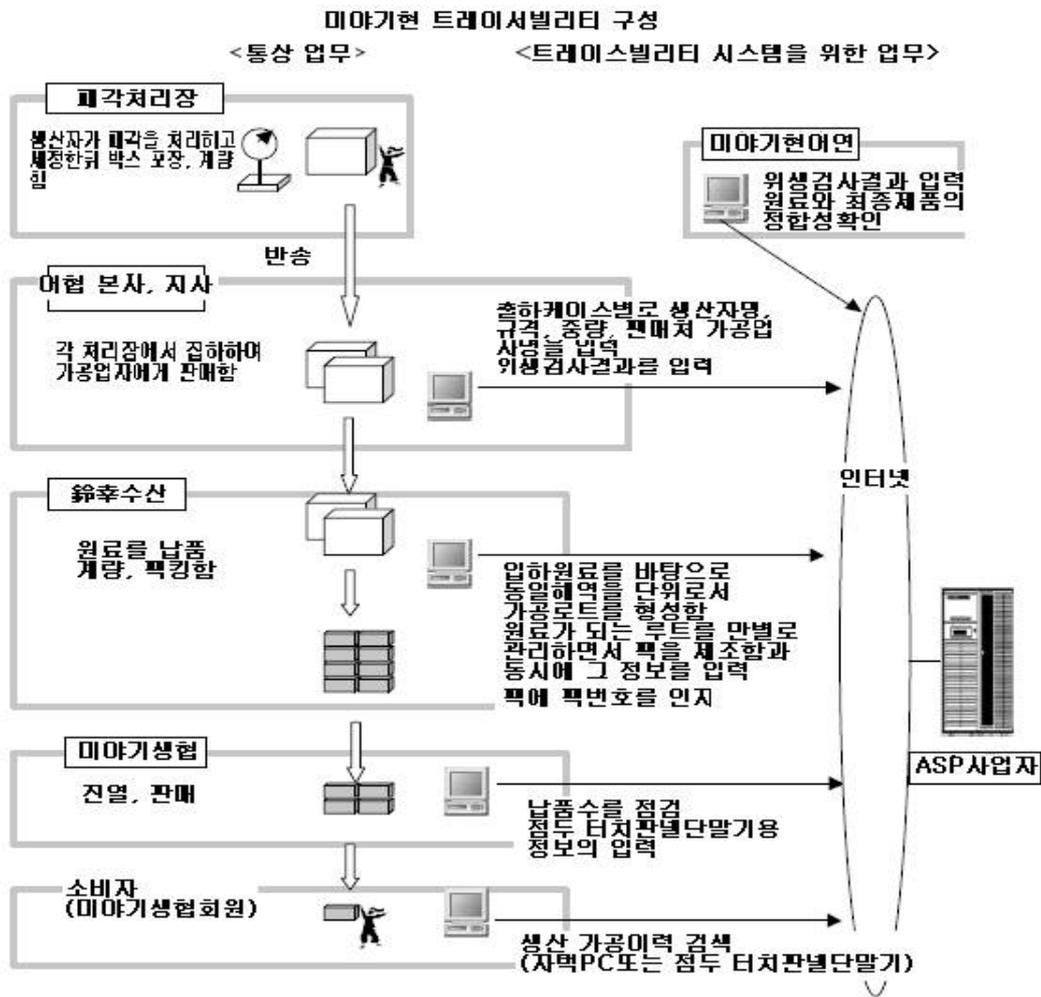


Fig. 3-5-21. 미야기현 생산이력제 시스템

- 본 시스템의 목적은
 - ① 표시(원산지·품질·날짜)에 대한 신뢰성의 향상,
 - ② 위기발생시(식중독의 발생 등)의 신속하고 정확하게 상품회수에 공헌,
 - ③ 식중독에 관한 정보제공·정보수집(소비자를 포함한 리스크 커뮤니케이션),
 - ④ 소비자, 가공·유통업자, 생산자의 정보교환에 의한 상품의 미력 향상
- 실용화에 있어 변경점은 바코드와 밀봉용기의 채용임
 - 바코드는 매수인 상호간에 매매가 있을 경우(※)도 중량 정합성 확인이 가능하고 밀봉용기는 유통 도중에 혼입방지를 목적으로 채용하고 있으며 수입 굴의 위장혼입 문제에 따른 소비자의 신뢰회복이 얼마나 중요한 문제인지를 나타내는 것임
 - ※ 실제로 입찰회장에서 필요수량을 낙찰할 수 없었던 업자가 낙찰업자에 양도를 교섭하는 일이 있음

- 소비자는 제품 팩에 인자(印字)되어 있는 소비기한 일과 팩 번호를 입력하면 인터넷의 홈페이지나 터치판넬식 점두단말기 등에서 당 제품의 이력을 검색할 수 있음
- 생산단계정보로 가공단계에서는 가공업자, 가공일, 정미중량, 염수농도 등과 위생검사 결과도 일람 확인할 수 있음

다) 품질기준

□ 생굴 출하기준은 다음과 같음

Table 3-5-17. 생굴 출하기준

구 분	식품위생법 기준	굴 기준
생식용	○ 일반세균 : 50,000/g 이하 ○ 대장균군 : 230/100g 이하	○ 일반세균 : 3,000/g 이하 ○ 대장균군 : 100/100g 이하
가열용	상기기준을 상회하는 경우	
공통	○ 병원성대장균 : (O157, O26등) : <음성이어야 함> ○ 장염비브리오 : <음성이어야 함> ○ 패독, 기타 병원성균류 : <없어야 함>	○ 좌측 기준합격 ○ 공정기관의 정기검사+주 1회 이상의 자주검사에 의한 확인을 하고 있음. 또 월 1회의 전균종 16종류의 자주검사를 실시하고 있음.
SRSV	법규 없음	검사해역+주변해역 : <음성>

□ 생식용 굴에 대해서는 규격기준에 일치해야만 함

【 생식용 굴 성분규격 】

- ① 세균수는 검체 1g에 대해 50,000 이하
- ② E. coli(대장균수) 최확수는 검체는 100g에 대해 230 이하
- ③ 생식용 알굴의 장염 비브리오 최확수는 검체 1g에 대해 100 이하
 - 장염 비브리오 최확수의 측정방법은 제1식품의 部 D 각조의 항에 ○ 생식용 신선어패류의 1 생식용 신선어패류(생선토막 또는 조갯살의 신선어패류(생굴을 제외)로서 생식용의 것(동결시킨 것을 제외)에 한하며 이하 이 項에서 동일)의 성분규격 1 및 2에 준하여 행함
- ④ 생식용 굴의 세균수의 측정법 및 E.coli최확수의 측정법
- ⑤ oxytetracycline을 0.2ppm, SPIRAMYCIN 및 neospiramycin의 和로서 0.2ppm을 초과해서 함유해서는 안됨

【 생식용 굴의 보존기준 】

- ① 생식용 굴은 10℃ 이하에서 보존. 단, 생식용 냉동굴에 대해서는 -15℃ 이하에서 보존해야 함
- ② 생식용 굴은 청결하고 위생적인 뚜껑이 있는 용기에 보관하든가 또는 청결하고 위생적인 합성수지, 알루미늄박 혹은 내수성의 가공용지로 포장하여 보존해야 함
단, 생식용 냉동굴에 대해서는 청결하고 위생적인 합성수지, 알루미늄박 또는 내수성의 가공용지로 포장하여 보존해야 함.
(1959년 12월 28일 후생성 고시 제 370호 식품, 첨가물 등의 규격기준 발췌)

2) 유통경로

- 생산량의 대부분은 일본 내 중간업자에게 출하되어 소포장한 후 전국의 시장과 소매업자에게 유통됨
- 수입산 유통경로
 - 한국산
 - 경상남도가 굴양식의 중심지로 일본 수출량의 대부분은 부산 → 시모노세키의 선박편을 이용. 나머지는 부산 → 나리타공항으로 수송되어 야마구치, 효고, 히로시마, 후쿠오카, 동경, 사이타마 등의 수입업자로부터 히로시마, 미야기, 야마구치, 오사카, 동경 등의 중간업자(중매인, 가공포장업자)와 도매업자에게 판매되어 소포장된 후 전국 시장과 소매업자 등에 유통되고 있음
 - 기타 국가
 - 중국산, 뉴질랜드산, 칠레산, 호주산은 선박으로 동경항, 요코하마항, 코베항 등으로 수송되며, 미국산은 항공(관서공항 등)으로 수입되어 전국의 중간업자, 도매업자, 식품가공업자, 소매업자, 음식점 등에 유통

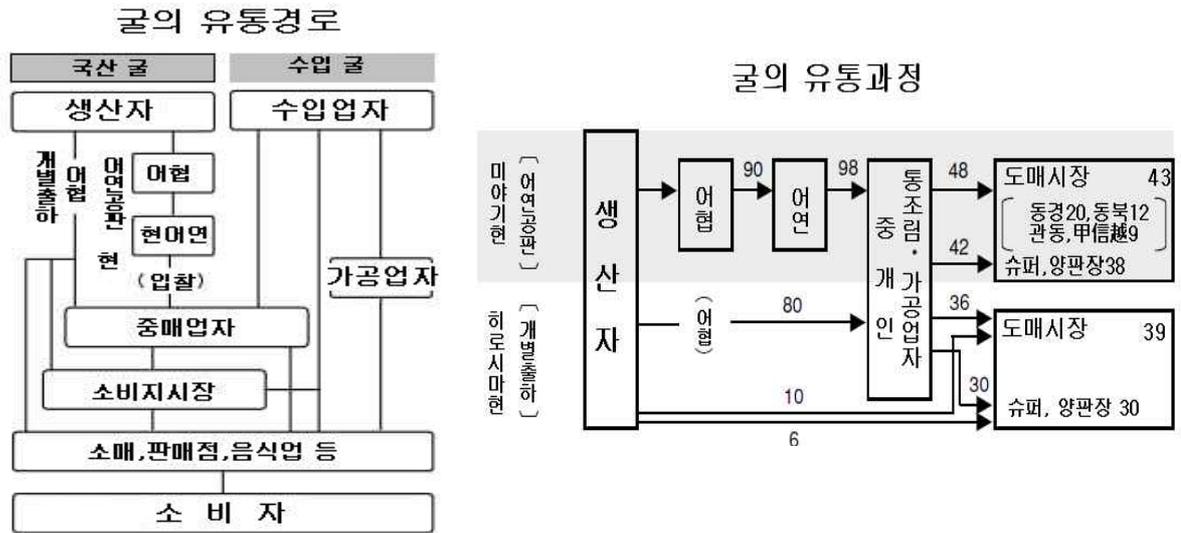


Fig. 3-5-22. 굴의 유통경로

- '09년 오사카시 중앙도매시장 신선 굴 도매량은 1,504톤으로 전년대비 93.1%의 감소를 보였으며, 금액은 1,861백만엔으로 전년대비 101.4%, 평균금액 6,793천엔 101.4%의 증가를 보였음

3) 생식용 개체굴 유통상황

가). (주)일본굴센터 사례

- 개체굴 생산자와 오이스터 바 등 굴 전문음식점 간에 유통에서 위생문제 발생으로 안전성에 불신이 많아져 굴센터를 설치하여 해소
- 유통절차
 - 오이스터바에서 물량요청 → 생식굴을 집하하는 굴 세척장에서 굴 산지에 주문 → 翌日 오전 굴 세척장으로 집하 → 자외선 살균처리(36~48시간) → 유통기한 등 라벨링 → 오이스터바에 운송 → 판매
- 생식용 개체굴의 공급
 - 주로 히로시마현(11월초~3월말), 미야기현, 오카야마현, 이와테현, 효고현에서

생산되며 이외 지역은 유통량이 적은 편임

- 히로시마현처럼 400년 이상의 역사로 인해 어업자의 영향이 강한 지역은 어업자와 직접 거래하고, 어협이 우세한 현은 어협과 거래
 - 여름에는 홋가이도(연중 생산) 등 동북지역에서 공급받으나, 물량이 과소하여 호주 굴 생산업체와 연중 계약을 체결 공급
 - 히로시마는 오랜 양식으로 수질이 악화되어 품질이 좋지 않으며, 반면 호고현의 경우 굴양식 기간이 10년 정도로 짧아 최상 품질의 굴을 생산

Fig. 3-5-23. 일본 생식용 각굴 유통라벨 샘플

名称	殻付きかき			<ul style="list-style-type: none"> ○ 명칭 : 개체굴 ○ 용도 : 생식용 ○ 가공일 : 2011.3.7 ○ 유통기한 : 2011.3.10 ○ 보존방법 : 10℃ 이하 냉장 요 ○ 가공자 : (주)일본굴센터
用途	生食用			
加工日	2011年 3月 7日	消費期限	2011年 3月10日	
保存方法	要冷蔵 10℃以下で保存			
加工者	株式会社 日本かきセンター 広島県呉市倉橋町大亀13490番4号 TEL : 0823-50-3033			
採取海域	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
<small>※注意 ●生鮮食品ですのでお早めにお召し上がりください。●殻が汚れている場合がありますので、たわし等で洗ってお召し上がりください。●お召し上がりになる際、殻で手等を傷つけないように十分に注意してください。</small>				

□ 위해요소 관리

- 1차적으로 1년에 수차례 직접 굴 생산지 점검관리 및 미흡한 사항 개선을 지시하나 생산자측에서는 출하기준 관리에 소극적인 편임
- 2차로 굴 세척장에서 자외선 살균처리를 통해 불순물 및 대장균 등 위해요소 제거
- 굴세척장의 살균처리 과정
 - ① 굴세척장 근처 바다로부터 해수 공급 → ② 해수 정화 → ③ 자외선 살균기와 해수 혼합 → ④ 개체굴에 자외선 살균 해수 살포하여 멸균 소독 실시



□ 위해요소 조사

- 거래량이 많은 생산지 생식용 개체굴은 주 1회(또는 1월) 조사 실시
 - 조사비용은 케이스별로 상이(예. 5:5부담, 생산자 전액부담, 오이스터바 부담)
 - 유통시 검사기관 증명서가 필요하므로 반드시 검사 실시
- 검사기관
 - 후생노동성에서 인가받은 검사기관은 총 5곳에 불과하며 이 중 한 검사기관과 거래 중이나 최근 도쿄도의 노로바이러스 0.1 미만 요청으로 노로바이러스 수치를 명기할 수 있는 검사기관 제외 중

노로바이러스 검출 기준

- 》 일본 후생성 : 노로바이러스 10 미만 검출
- 》 도쿄도 : 노로바이러스 0.1 미만 검출 ('11년부터 기준 강화)
 도쿄도 보건소를 통해 점검하며 점검결과 기준에 부합하지 않을 경우 영업정지 등의 조치를 취하도록 규정

- 현재 검사를 통해 확인하는 내역은 다음과 같음

- ① 일반 생균수 : 300미만 (개/g)
- ② 대장균 : 18미만(MPM/100g)
- ③ 장염 비브리오 : 음성
- ④ 노로바이러스 : 검출 안됨(10 미만)

□ 운송과정

- 굴 세척장까지의 운송
 - 굴 생산지에서 굴 세척장까지 운송은 산지에 따라 스티로폼 하나당 150개에서 300개 정도 담아 트럭 또는 항공 운송
 - 산지에서는 보통 하루면 굴 세척장까지 도착하나, 홋카이도, 미야기현 등 거리가 먼 경우 이틀 정도 소요
- 오이스터바까지의 운송
 - 멸균된 생식용 굴에 얼음 등 보냉제를 넣어 각 오이스터바 등에 운송
 - 약 이틀간 자외선 소독 후 굴 세척장에서 공급 요청한 오이스터바에 하루 정도면 도착

□ 오이스터바 공급

- 굴 세척장 출하시부터 4일 정도 유통
 - 동 기간은 히로시마현에서 권장하는 기간이며, 법률상 별도규정은 없음
 - 동 기간이 경과된 미판매 생식용 개체굴은 가열용 굴로 활용

□ 대금정산

- 대금정산은 월말 마감 후 익월 말 지급 형태가 일반적이며, 판매단가는 지역마다 천차만별이나, 개당 평균 50~90엔 정도이며, 크기는 패각 포함 신용카드 크기보다 약간 큰 사이즈임

□ 오이스터바 운영 및 굴 소비현황

- 판매규모
 - '10년 연간 400만개 생식용 개체굴 유통
 - 판매처는 (주)일본굴 센터 운영 오이스터바, 생식용 굴 판매 타 Oyster Bar, 레스토랑 등 외식업체이며, 매년 약 20% 성장
 - 판매형태는 대부분은 생식용이나 일부 냉동굴 유통
- 오이스터바는 전국 20개소를 운영, 백화점 또는 대규모 상업시설 내에 개설
- 주로 저녁시간에 생식용 굴 수요(약 70%)가 많으며, 저녁시간 5,000엔~10,000

엔(음료 포함), 점심시간은 1,000엔~2000엔 정도임

- 연말 선물시즌인 12월부터 2월까지, 7월 백화점 바겐세일 시즌이 가장 수요가 많으나, 맛으로 볼 때 3~4월이 가장 좋은 시기임
- 수요층은 부유층이며, 연령은 20대부터 50대까지 다양함
- 주 판매크기는 S사이즈(명함보다 약간 큰 크기)로 외관상 패각과 알맹이의 크기가 한번에 먹기에 좋은 크기로 여성이 선호
- 이에 반해 스시집, 여관, 요정 등은 큰 사이즈의 생굴을 선호
- 판매가격은 개당 평균 400엔 전후(호주산은 운송비용으로 인해 500엔 전후)의 고가로 접시단위 판매전략을 통해 평균구매 단가를 낮게 책정
- 생식용 굴은 주로 맥주로 시작하여 화이트 와인과 곁들여 먹는 편임

나) 오이스터바 운영 (주)WDI 사례

□ (주)WDI 개관

- 뉴욕의 그랜드센트럴역 지하에 있는 Oyster Bar를 '04년 일본으로 도입
- '11년 3월 현재 시나가와(1호점, 185석, 약 7년 운영), 마루노찌(2호점, 200석, 약 2년 운영) 2곳 운영
- 개체굴 소비규모는 연간 30,000개~35,000개 정도임

□ 생식용 개체굴 공급경로

- 산지로부터 직접 공급 또는 중도매인을 통해 공급
 - 중도매인을 통한 공급은 산지 직접공급과 품질은 비슷하나, 다량운송에 따른 비용이 다소 저렴
- 주요 조달 산지는 홋카이도, 나가사키, 사세보, 후쿠오카, 효고, 히로시마 등 임
 - 홋카이도의 양은 많지 않으나 연중 공급받으며, 봄철은 짧지만 석굴을 시마네현으로부터 공급받아 유통하고 있음
 - 시기별 개체굴 조달

10월~3월	~6월	~8월 중순	9~10월
일반적 수요기 (일본 생식굴)	참굴	석화	해외 굴 (미국, 캐나다, 아일랜드, 호주, 뉴질랜드 등)

□ 개체굴 단가

- 일본산 80엔~100엔 전후(운송비 포함)이며, 외국산은 150엔~180엔(운송비 제외)
- 규격은 다양(큰 사이즈 5종류, 작은 사이즈 5종류)

□ 운송 및 유통기간

- 산지에서 오이스터바까지 1일 정도 소요(정오에 출발시翌日 아침 도착, 홋가이도는 항공으로 운반)
 - 30~50개 들이 스티로폼 상자에 보냉제를 포함 쿨링시스템 장착 차량을 활용·운반
- 오이스터바에 입하된 경우 입하된 날을 포함한 3일간 유통(단, 겨울은 노로바이러스 발생 염려로 2일 정도 유통)
 - 유통기한은 생산자가 적시하며, 문제발생시 생산자 책임
- 대금결제 : 월말 마감 다음달 말일 결제

□ 생식용 개체굴의 수요

- 수요층은 폭이 넓고 연령층이 다양하나 직장여성이 주 타겟임
- 매출액은 시나가와 3,000~4,000만엔/월, 마루노찌는 2,500만엔/월
 - 최초 런칭시(7년전) 3~4시 사이 만석이 되는 등 수요가 많았으나, '04년부터 경기불황으로 수요가 감소하여 현재는 정체상태임
- 1인당 소비액은 평균 약 500엔대임
 - 점심 1000엔대, 저녁 7000엔대 정도이며, 저녁시간대를 선호
 - 샐러리맨에게 보너스가 지급되고 굴 생산이 많은 연말연시에 수요가 많음
 - 생식용 개체굴과 화이트와인을 곁들여 먹는 것을 선호
- 홋가이도의 깨끗한 지역이미지로 홋가이도산을 선호하며, 크기는 한입에 먹을 수 있을 정도의 크기 선호
- 생식용 개체굴 외에 굴 요리는 냉동굴(주로 히로시마산)을 활용
 - 주로 3월~4월 출하된 굴 중 균일한 굴만을 냉동하여, 생굴이 출하되지 않는 3월경 부터 가을까지 냉동굴을 활용
 - 냉동굴은 12~13톤/년을 소비하며, 산지로부터 900엔/kg에 공급

□ 오이스터 바 내 안전관리

- 개체굴 납품시 종류별로 샘플을 랩으로 싸서 냉동 보관
 - 품질검사에 따른 결과가 1주일 정도 소요되어 추후 문제발생시 원인 파악에 활용
 - 검사를 매일 할 수 없으며, 생산자가 최종적으로 문제발생에 책임
- 내부적으로 손씻기 등 위생교육 실시

다. (주)토센보의 냉동 반개체굴 수입 유통 사례

□ 거래규모 및 가격

- 뉴질랜드산 굴을 수입하고 있으며, 규모는 연간 140톤 정도이며, 생식용 굴을 반패각 상태로 냉동하여 수입
 - 11년 전 처음 144천개로 시작하여 '10년 약 126만개까지 수입하였으며, 최대 250만개를 수입한 바 있음
 - 알이 튼실하고 일본인이 선호하는 굴을 생산하는 북섬 지역으로부터 수입하며, 남섬 지역에서 생산된 굴은 주로 유럽지역으로 수출
- 생산자로부터 직접 거래하고 있으며, 일본산이 산란기로 품질이 저하되는 4월에서 11월 사이에 수입 유통하고 있음
 - 운송기간은 냉동포장 후 선박으로 운반하여 3주 정도 소요
 - 수입단가는 크기에 따라 상이하나 C&F 기준으로 60~80엔/개 정도임
 - 최근 뉴질랜드내 생산이 감소하여 단가 상승 예상

□ 거래규격

- 뉴질랜드산 개체굴의 크기는 4가지로 분류되나 주로 J1(패각 길이 90mm +), J2(75~90mm) 수입

구 분	규 격	비 고
J1(Large)	패각 길이 90mm +	
J2(Premium)	75~90mm	
J3(Standard)	60~75mm	
J4(bistro)	50~60mm	

□ 뉴질랜드의 생산, 선별 및 포장과정





Fig. 3-5-24. 생식용 반패각 냉동굴 가공과정

□ 통관 과정

- 통관은 매년 최초 수입물량에 대해 수입검사를 실시. 반개월 정도 소요되며, 그 외 물량은 일주일 정도 소요
- 통관후 판매처 결정시 바로 송부 또는 일정 기간 냉동상태 보관 후 유통
 - 수요처에 공급된 굴은 해동 후 냉장상태로 2일 정도 유통
 - 유통처 비율 : 오이스터바 20%, 이자카야 술집·음식점(레스토랑 등) 80%
 - 소비자 가격은 수입가격의 약 3배 정도
 - 한 컨테이너 수입시 2주에서 1달 반 정도 판매기간 소요
- 안전검사는 자주검사, 후생성 검사, 양식장 검사를 실시하고 있으며, 이력 추적이 가능하여 문제 발생시 뉴질랜드 양식장에 통보 가능

4) 소비실태

- 굴튀김처럼 튀김요리와 냄비요리 등에 사용되는 것 외에 신선한 것은 굽거나 생식으로 이용되고 있음
- 일본 내 조개류는 회 또는 진미가공의 원료나 통조림으로 넓게 사용되고 있으며 최근에는 식생활의 미식지향 및 간이화 지향으로 외식산업 및 일반 가정에서 소비하는 회용(초밥용 포함)으로의 소비가 증가하고 있음

5) 수출입 동향

가) 수입동향

- 굴은 활어, 신선, 냉장 또는 냉동으로 수입되며, 그 대부분은 한국산 양식 굴임
 - '10년 기준 수입량은 전년대비 66% 증가한 27,560천불로 주 수입국은 한국임
 - 뉴질랜드, 호주에서 반각 냉동굴을 수입하고, 미국, 캐나다 등에서 개체굴 및 반개체굴을 수입하는 것으로 추정
- 신선조개류에 대한 수요는 초밥, 회 등의 경향이 강하여 앞으로도 대폭 감소할 징후는 없을 것으로 예상되며 수입도 순조로울 것으로 보임

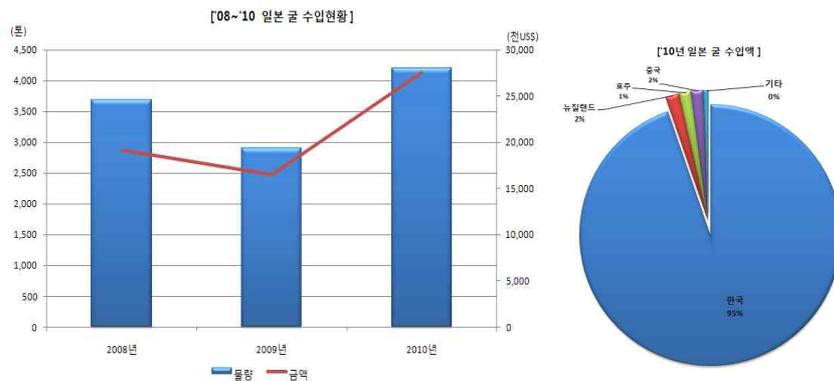


Fig. 3-5-25. 굴 수입실적

나) 수출동향

- '10년 기준 수입액은 전년대비 46% 증가한 5,889천불. 대부분 홍콩으로 수출

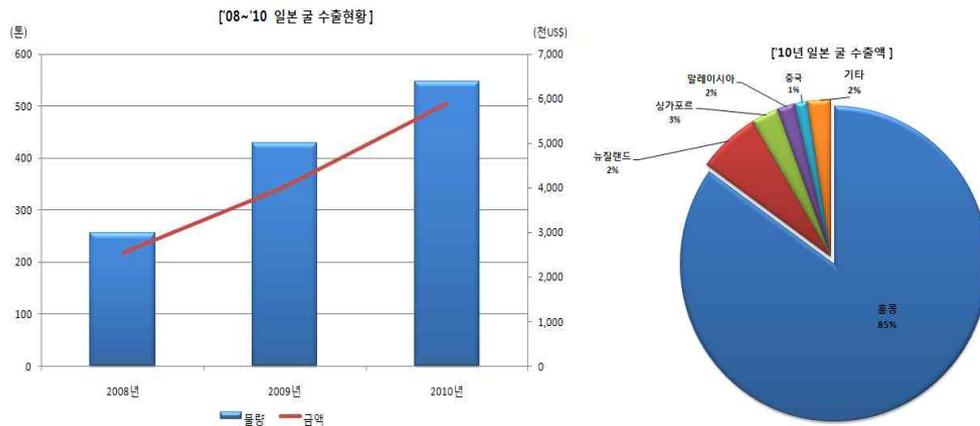


Fig. 3-5-26. 굴 수출실적

다. 중국 굴 시장 현황

1) 생산동향

가) 개황

- 해수 양식산업 생산량의 75% 이상은 조개류이며, 조개류 중 굴 생산량이 약 35%를 차지하고 있음. 2009년 기준 양식 굴 생산량은 약 3,800천톤임

Table 3-5-18. 중국 조개류 및 굴 양식 생산량, 면적 (단위 : 천톤, 천ha)

구분	2006년		2007년		2008년		2009년	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
조개류	9,696	780	9,938	792	10,081	967	10,237	1,039
굴	3,455	95	3,509	90	3,354	105	3,784	115

자료 : 중국어업연감

- 굴 양식의 주요 산지는 산둥, 광서, 복건, 광둥, 절강, 요녕 등 연해지역에서 집중되며 대부분 개별어가 이고, 일부 지역에 대규모 양식 생산기지가 있음
 - 복건성이 전국 생산량의 약 42%로 1위를 차지하며 광둥(25%), 산둥(15%),

광서(11%) 순으로 생산량 점유율이 높고, 이 지역의 생산량이 전체 생산량의 90%이상을 차지

Table 3-5-19. 지역별 양식굴 생산면적 및 생산량 (단위 : 톤, ha)

구 분	2008		2009	
	생산량	재배면적	생산량	재배면적
북 건	1,419,083	32,871	1,449,537	35,324
광 동	825,102	27,226	864,274	29,981
산 동	498,419	15,431	581,452	15,078
광 서	345,957	13,756	360,255	15,257
요 녕	143,545	10,033	130,715	11,505
절 강	111,229	4,818	105,235	4,877
강 소	6,182	616	10,988	556
해 남	1,398	229	1,326	300

자료 : 중국어업연감 2009

- 양식 해역 및 양식장의 위생관리 상황, 제품 품질에 대해 검사하며 조개류 제품 중 E.coli (검측방법은 GB4789.38-2008호 규정에 의거)를 주요 분류 근거로 삼음. 해수 조개류 생산구역을 3종류로 분류
 - 제1류 생산구역 : 100g당 조개살 E.coli 수치 ≤ 230 MPN. 이 구역에서 생산한 조개류 제품이 바로 시장에 들어갈 수 있고 생것으로 먹을 수 있음
 - 제2류 생산구역 : 100g당 조개살 E.coli 수치 ≤ 4600 MPN. 이 구역에서 생산한 조개류 제품은 바로 시장에 들어갈 수 있음
 - 제3류 생산구역 : 100g당 조개살 E.coli 수치 ≤ 46000 MPN. 이 구역에서 생산한 조개류 제품은 바로 시장에 들어갈 수 없음

나) 출하체계

- 중국의 굴 양식은 대부분 가족단위 어가에서 양식해 왔으며, 그 결과 경영이 분산되고 관리시스템도 낙후되어 있음
 - 개별 양식업자들은 자연 재해 등의 리스크를 대처하는 능력이 낮으며, 자연 재해로 인해 원가이상의 손해를 보는 것은 물론 소매업자들의 경쟁적 가격 인하로 양식업자들의 손실은 더욱 커짐

- 이에 따라 최근 몇 년간 굴 양식업자들이 밀집해 있는 일부 지역에서는 굴 산업 협회가 설립됨(유산시(乳山市)굴 협회, 낙청시(樂淸市) 청강진(淸江鎭) 굴 양식협회 등)
 - 협회는 종묘 선별 구매, 생산컨트롤, 제품판매 등의 단계에서 주도적인 역할을 하고 있음
 - 양식업자들의 이익보호, 무공해 식품 인증, 친환경 식품 인증 및 수출 양식장 설립 등을 하고 있음. 본 지역 굴 제품의 인지도 및 시장경쟁력 제고, 인력 및 기술 우위를 활용한 올바른 시장정보 및 신기술 제공, 전문시장의 설립 등에 적극적으로 참여하고 해외지향형 유통 업체와의 연락을 강화하여 굴의 시장 점유율을 확대시키고 있음

다) 품질기준

□ 생굴 및 냉동 굴의 규격별 품질 기준은 아래와 같음

- 외관으로 판단시 두껍고, 색깔이 노랗고 광택이 나며, 크고 균일한 것이 최상품임
 - 일반적으로 규격이 큰(8~10cm, 10~12cm, 12cm이상 등) 굴의 경우 크면 클수록 낱개로 판매하며, 고가이면서 소비자들에게 인기가 있음. 굴의 규격이 6cm 미만으로 작은 경우 근 단위로 판매하며 가격은 짝 편임
- 감각으로 판단 시 가볍고 손으로 흔들어 반응이 없거나 물체가 따로 움직이는 것이 느껴지면 굴은 비어 있거나 죽은 것이며, 무겁고 흔들어도 반응이 없고 손으로 만지면 껍데기를 닫는 것은 신선하고 살아 있는 것임
- 생굴을 익힌 후 식별 방법으로는 굴 껍데기가 조금 벌어져 있는 것은 신선한 것이며, 죽은 굴의 경우 삶게 되면 껍데기가 열리지 않음(생굴을 삶으면 껍데기는 저절로 벌어져 있는데 죽은 것이라면 반응이 없음)
- 신선 굴은 온도가 매우 낮은 조건(0℃이하) 하에서도 5~10일 동안 더 살 수 있으나, 굴의 두께가 줄어들고, 맛도 따라서 변화하므로 살이 두툼한 굴을 상품(上品)으로 취급하며, 소비자들에게 구매 후 즉시 식용하는 것을 권장함

라) 정부지원제도

□ 각 지역별 정부의 굴 산업에 대한 지원은 차이가 있음

○ 산둥 유산시(乳山市)정부의 굴 산업화 지원제도

① 심층가공업체 집중지원

- 신규 굴 심층가공 기업이고 투자금액이 1,000만 원 이상일 경우 시정부에서 용자를 우선 제공해주며, 투자금액이 일정규모 이상 큰 기업일 경우 개별 협의를 통해 일정한 혜택을 부여함
- 새로 설립한 굴 심층가공 기업에 대해서는 정식 투자 일부터 3년 내에 납부한 세금 중 지방 소속부분을 시 재정 부분의 해당 금액으로 보조
- 굴 심층가공 기업이 상급 기관에 프로젝트를 신청하는 것을 장려하고, 위해시(威海市) 등과 같은 시급 이상의 과학기술부문에 지지하는 굴 산업 과학기술 프로젝트일 경우 해당 자금을 지원(구체적인 금액은 실제 상황에 따라 확정)
- 굴 심층가공 기업이 기술센터를 설치하고 자체 기술혁신을 장려함. 국가급 기업기술 센터를 인증 받은 기업이라면 10만 원의 상여금을 통해 장려하고, 성급(省級)에서 인증을 받으면 4만 원을 장려, 위해시에서 시급(市級) 인증을 받은 기업은 2만 원을 장려함. 그 중에서 50%는 굴 심층가공 기업 주요 책임자를 장려하고 굴 심층가공 기업이 기술센터의 창립 기초 업무를 잘 하도록 격려하기 위해서 유산시급 기업 기술센터를 설립하고, 이 센터가 인증되면 10만 원을 보조금으로 지급함. 위해시급 이상 기업 기술센터 평가 시 우선 추천함

② 2008년부터 시정부에서 매년 전문 장려자금을 마련하고 굴 종묘 양육, 양식, 가공, 판매업체의 발전에 주로 보조

- 다수체, 3배체 굴의 종묘 배양을 적극 촉진하고, 연간 종묘 생산량이 5만 개 이상인 업체에게 3~5만 원을 장려해 줌
- 굴 양식 면적 증가시 장려금을 지원하며, 매년 양식면적이 100무 이상 증가한 기업이나 개인에게 1~3만 원을 장려함
- 기업이 무공해 굴 양식 기지를 설립하는 것을 지원, 국가급 인증을 새로 받은 무공해 굴 양식 기지에는 1만 원을 장려함
- 기업의 신제품 개발 및 판매시장 개척을 장려, 신제품의 정식 생산 후 연간 판매액이 100만 원 이상에 달하는 기업에게 1~3만 원을 장려함

③ 산학연합 연구 활동 전개

- 굴 산업 기술발전 세미나 개최를 통해 전국 해양 대학, 연구소 전문가, 교

수, 성(省) 과학기술 관리부문 리더, 유관 수산양식 기업인을 초청

- 굴 양식 가공업체가 대학교, 연구소와 함께 산학 협력하는 것을 장려하고 기업과 대학교가 기술연구센터 등 혁신 플랫폼을 설치하고, 각 혁신 자원을 기업과 공유토록 지원함

④ 우수 브랜드 육성을 통한 시장 경쟁력 제고

- “유산굴(乳山牡蠣)” 브랜드를 출시하고 원산지의 명예를 유지하기 위해 시 위원회와 시정부는 표지 상표등록을 매우 중시하며, 시 해양어업국(海洋漁業局), 공상국(工商局)등 부문의 적극적 노력으로 ‘유산굴(乳山牡蠣)’ 지리 표지 상표가 최근 국가 공상총국에서 비준을 통과할 예정임

⑤ 굴 산업화 시범 기지 설립

- 시범 기지 운영을 통해 굴 산업화를 촉진하고 굴 산업이 견고하게 발전할 수 있도록 함

○ 광서 친주시 정부의 굴 산업 지원제도

① 수산양식 선두업체 및 업계 리더 지원

- 농업 시스템 중 선두업체의 발전을 대폭 지원함. 특히 과학기술, 공급, 무역이 일원화된 수산 과학기술 선두업체를 지원하며 정책, 자금 상 지원 및 ‘회사+기지+개인’의 경영 모델을 발전시켜 굴양식 산업발전을 강화, 특히 천해 수역자원을 이용하여 굴을 양식하는 회사나 개인을 장려

② 기술교육 및 제품 홍보 강화

- 기술교육을 강화하기 위해 촌 단위까지 홍보 및 교육서비스 활동을 지원하며 많은 어업인들이 1~2가지 기술을 습득할 수 있도록 함. 특히 양식에 따른 리스크와 투자규모가 작고 기술을 쉽게 파악할 수 있는 굴 양식방법을 보급

③ 합작 강화 및 산업 발전 촉진

- 광서와 인접한 광둥 서쪽지역의 수산업계와 합작을 강화하고 두 지역의 굴양식 산업대를 구성한 후 두 지역의 과학기술 부문에서 산업대의 발전을 위해 필요한 연구자금, 과학기술정보, 기술지원을 제공

2) 유통상황

가) 개황

- 생식용 알굴은 전체 생산량의 약 35%를 차지하고 있으며, 주로 수산물시장, 호텔, 요리전문점, 술집 등에서 구이나 회로 소비되고, 가공용 알굴은 전체 생산량의 약 65%로 냉동, 건조, 염장 등의 방식으로 찜, 튀김, 구이, 전골, 통조림, 조리 조미료 등으로 소비
- 중국해양대학, 광둥 및 심천 보양식품회사 등에서는 가공 알굴과 굴 껍데기로 기능성 제품을 개발했으며, 이는 신장, 폐기능의 보강, 면역력 강화, 간염 치료, 위점막 보호, 간세포 보호, 칼슘 보충 등의 제품으로 판매되고 있음

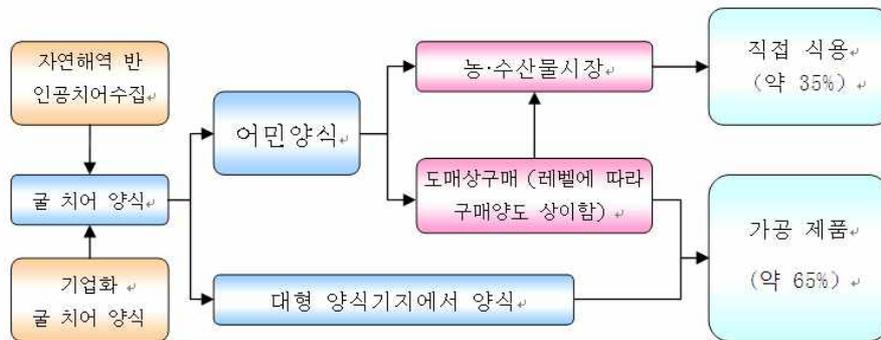


Fig. 3-5-27. 중국 생굴 생산출하체계 및 출하비중

< 굴 생산·소비·유통 통합마케팅 성공사례 >

- 복건성 하미진(霞美鎮)의 '하미굴(霞美牡蠣)' 브랜드화 성공사례
 - 장포(漳浦)지역 하미진(霞美鎮)에서는 20년에 걸쳐 3만무 면적의 굴 양식장을 육성해왔음. 굴 종묘생산장은 37개에 달하며, 알굴, 건조 알굴, 굴 소스, 굴 껍데기 등을 가공하는 업체들이 100여 개에 달하며, 약 2만 여명의 인력이 굴 종묘배양, 양식, 가공, 판매 등의 분야에 종사하고 있음
 - 신선 알굴의 연간 생산량은 8,000여 톤에 달하며, 연간 매출액은 1억元に 달해 전국 굴 생산, 경영, 판매의 최대 집산지 중 하나가 되었음
 - 하미진(霞美鎮)에서는 껍데기 제거, 세척, 가공, 포장, 운송 등 일원화된 가공시스템을 구축하고 있는 공장들이 다수 분포하고 있어 굴 가공공장이 지역 주력 산업으로 성장하여 굴의 생산, 경영, 판매가 규모화 되어 있음
 - 선진화된 양식기술의 지속적인 보급과 산업망의 확대, 브랜드 설립 등을 통해 현재 하미진은 복건성을 비롯해 중국 내 굴 생산, 경영, 판매의 최대 집산지 중의 하나로 자리 잡고 있으며, 현재 '하미굴(霞美牡蠣)'이라는 브

랜드로 유통되고 있음. 이는 국가 '녹색식품', 복건성 농산품 유명 브랜드 제품상 등을 수상한 바 있으며, 동 브랜드 제품은 중국의 각 도시 및 홍콩, 마카오, 대만, 싱가포르, 일본 등지의 시장에서 인기가 있음

나) 가격현황

□ 거래규격 및 포장단위

○ 생굴의 거래방식은 크기에 따라 상이함

- 생굴 크기가 6 cm 보다 작을 경우 근 단위로 판매
- 생굴의 크기가 8 cm 보다 클 경우 개수 단위로 판매
- 생굴의 크기가 6~8 cm인 경우 근 단위나 개수 단위판매가 모두 이루어짐

□ 도소매 가격 동향

- 생굴의 도매가격은 각 지역별 시장별로 상이하지만 대체적으로 13~16元 사이이며, 연해안 지역의 두 도매시장 가격자료는 아래 표와 같다. 특히 위해수 산물 도매시장의 경우 2008년부터 2010년 상반기까지 생굴의 도매가격이 13元~14.75元으로 약 13.5% 증가하였음

Table 3-5-20. 생 알굴 거래 현황

지역	회사명	제품명	규격	가격	비고
산동	연태회결식품유한공사	병옥 생굴, 반겍데기 생굴 및 생알굴	7-8cm제품 : 156개/박스	80元/박스	-
			8-10cm제품 : 156개/박스	120元/박스	
			10-12cm제품 : 120개/박스	130元/박스	

지역	회사명	제품명	규격	가격	비고
산동	유산유동수 산식품유한 공사	냉동 알굴	(2)5kg, 5kg, 10kg 및 15kg 등	12,000元/톤	생굴은 10월쯤 공급 양식기지 및 수출제 품 검측검역중심을 소유 대외수출 등록
		냉동 반 껍데기 알굴	6-8cm 제품 :	80元/박스	
			7kg/박스 156개/박스)		
			8-10cm 제품: 10kg/박스 156개/박스)	120元/박스	
		10-12cm 제품: 10kg/박스 120개/박스)	125元/박스		
산동	봉래광화식 품유한공사	반껍데기굴, 냉동굴	108개/박스	-	11월 굴 제품 출하 양식기지 소유
요녕	대련봉성수 산유한공사	냉동굴, 반껍데기굴	반 껍데기 굴 규격: 8-9cm, 9-10cm, 10cm이상	-	10월 중순 이후 수확기 11월 제품 출하 양식기지 소유

3) 소비실태

가) 개황

- 중국 국내에서는 국내산 위주로 소비가 이루어지며, 굴의 출하시기는 11월 부터 익년 4월까지이나 대량양식 및 가공제품의 다양화 추세에 따라 현재는 연중 소비가능
- 주요 소비지역은 동남 연해안 각 성(광둥, 복건, 강소, 절강, 해남, 산둥) 및 일부 소비수준이 높은 대도시(상해, 천진, 요녕, 북경)에 분포되어 있음
 - 광둥, 복건, 광서, 요령성에서 일본, 홍콩, 싱가포르, 한국, 베트남 등의 수출용으로 공급
- 주로 가정소비, 외식소비 2가지 방식으로 소비되며, 가정에서는 주로 육수로 많이 사용하지만 일부 가정에서는 전, 무침, 요리로도 사용하며, 외식분야에서는 주로 호텔, 식당에서 식재료로 소비됨
- 지역별로는 상해의 경우 북경이나, 천진, 요녕에 비해 굴을 먹는 사람이 상대적으로 적고 굴의 보건 효능 및 약용 가치에 대한 인식이 부족하여 시장 공급량도 제한적이므로 주로 일부 도매상에 의해 유통
- 굴을 많이 소비하는 광둥성 조주(潮州) 지역의 경우 크기가 작은 굴은 큰 것

에 비해 색깔이 하얗고 육질이 연하고 부드러우며, 맛이 담백해 직경이 4~5 cm에 달하는 생굴을 선호함. 광동 소비자들의 식용방법이 가장 다양하여 회, 볶음, 무침, 튀김, 찜, 탕 등으로 이용되며, 특히 생굴의 경우 레몬즙이나 소스를 뿌려서 보쌈 등으로 이용

- 중국산 생굴은 유럽, 미국, 일본에서 개당 U\$1에 달하는 고가의 해산물임에도 불구하고 매우 인기가 있으며, 중국 국내에서도 생굴의 보건 기능과 약용효과에 대한 인식이 퍼짐에 따라 최근 2년 간, 특히 남방지역에서 생굴의 수요량이 지속적으로 증가하여 전국에서 '생굴열풍'을 일으켰으며, 현재 중국에서의 굴 소비는 대중적인 트렌드로 자리 매김하고 있음

나) 굴 요리 전문점

< 장태무이 일본요리점 >

- 캐나다에서 온 북미주 혈통이 있는 신파 일본요리점으로 창립자는 북미주 스타일의 서양식 문화를 전통적인 일본식 요리에 도입하고 음식 개발뿐만 아니라 음식점 스타일의 디자인에서도 서양식 패션과 일본요리의 동방 매력을 나타내고 있음
- 2005년부터 북경에 입주 이후 장태무이는 이미 분점 5개를 갖고 있는 음식 유한공사로 발전하였음



Fig. 3-5-28. 장태무이 일본요리점 현황

< 잔강 굴 주제 술집 >

- 굴 재료는 잔강시 관도진 석문해역의 자체 굴 양식장에서 공수
 - 잔강 석문 해역일대의 홍수립 양식장은 현지에 제일 유명한 굴 양식장으로 현지 정부 양식업 시범지 및 해양대학의 실험기지임



Fig. 3-5-29. 잔강 굴 주제 술집

4) 수출입 동향

가) 수입동향

- 최근 10년간 중국의 굴 수입은 2003~2006년에 수입량이 많은 편이었으나 2007년 큰 폭으로 감소한 이후 2008년부터 다시 증가세를 보이고 있음
- 국가별 수입현황은 2009년 기준 한국산이 전체 수입량의 23.7%로 가장 많고 그 뒤를 이어 미국이 22.4%를 차지
 - 수입산 중에서 국내 소비자들은 주로 미국, 캐나다, 호주 등 국가에서 수입하는 굴을 선호하며, 보통 호주산 굴 수입 시기는 6~9월에 집중되고 9월 이후는 미국산과 캐나다산 굴이 시장에서 유통

Table 3-5-21. 2009년 국가별 수입현황

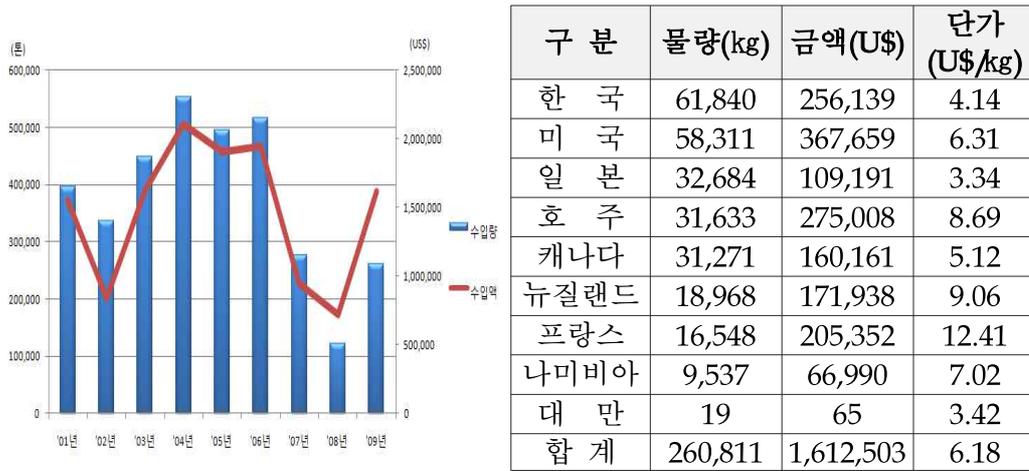


Fig. 3-5-30. 2001~2009년 굴 수입 현황 자료 : 중국해관총서

□ 수입국별 굴 경쟁력 비교

- 중국 농업부에서 조사한 주요 수입국별 경쟁력 비교 결과에 따르면 수입단가는 일본산이 US\$15.74/kg로 가장 높고, 이어서 프랑스 US\$11.68, 호주 US\$10.32, 뉴질랜드 US\$7.83 순으로 나타남
- 한국산 굴의 경우 US\$6.10로 가격경쟁력이 높은 편임

Table 3-5-22. 수입 국가별 굴 경쟁력 비교

구분	제품 품질	평균단가 (US\$/kg)
한국	○ 육질이 신선하고 연하며 육즙이 많음	6.10
미국	○ 형태가 납작하고 굴이 두터우며 중국시장에 처음 진출한 외국산 굴임	6.18
일본	○ 일본산 굴은 입맛이 부드럽고 매끄러우며 식감이 상큼한 편임	15.74
호주	○ 굴의 크기가 작고 미국 굴보다 신선하지 않으며 해수 냄새가 심하고 맛이 좀 짠 편임	10.32
캐나다	○ 굴 껍데기가 두껍고 잡물이 없으며 육질이 비만하고 연하며 맛이 상큼함	4.98
뉴질랜드	○ 뉴질랜드산 생굴은 규격이 프랑스 굴보다 크지만 육질이 담백하고 잡냄새가 없음	7.83
프랑스	○ 프랑스 굴 Belon은 해수, 담수가 교차한 뵈브롱강에서 자라 풍부한 광물질을 섭취하여 입맛이나 굴의 두께 측면에서 우월함	11.68

자료 : 중국농업부

- 품질 측면에서 각 국가별 고유의 특성이 있으나 프랑스산은 광물질 섭취 등으로 인해 우수한 품질로 평가받고 있으며, 한국산의 경우 신선하고 연하며 육즙이 많은 것으로 평가됨
- 시장 점유율 측면에서는 2009년 기준 한국에서 수입한 굴 제품은 62톤으로 전체 수입량의 23.7%를 차지

나) 수출동향

- 2001~2005년 수출량은 75,134톤으로 가장 많고, 그 중에서 2003년의 수출량이 가장 많음
 - 2005~2006년 수출량은 급격하게 하락하여 2,462톤에 그쳤음
- 수출단가 측면에서 중국산 굴은 US\$1~2/kg 사이의 평균단가를 형성하고 있으며, 2008년 이후 상승세를 보임
- 국가별 수출현황은 2009년 기준 對홍콩 수출량이 전체 수출량의 65%로 수출 1위 대상국임

Table 3-5-23. 2009년 국가별 수출실적

구 분	물량(kg)	금액(U\$)	단가(U\$/kg)
홍 콩	1,740,702	4,637,158	2.66
마카오	746,301	389,149	0.52
일 본	79,049	921,614	11.66
베트남	46,851	152,266	3.25
싱가포르	19,085	108,433	5.68
말레이시아	14,500	33,400	2.30
필리핀	7,000	47,600	6.80
뉴질랜드	1,000	4,500	4.50
합 계	2,654,488	6,294,120	2.37

자료 : 중국해관총서

라. 프랑스 굴 시장 현황

1) 생산동향

가) 생산량

- 프랑스 굴 생산량은 연간 130,000톤 내외임
 - 프랑스 전체에서의 패류양식 생산량은 연간 약 20만톤(774만 유로)이며, 신규 양식적지 부족으로 10년간 거의 변화가 없는 상태임
 - 프랑스의 굴 생산량 가운데 참굴이 128,500톤, 넓적굴이 1,300톤, 홍합 53,600톤이며, 굴은 연간 9,000톤을 수출하고 3,700톤을 수입함으로써 연간 무역흑자가 2,800만 유로에 달함
 - 양식업체는 2,500개업체에 종사자 18,000명이며, 소규모를 포함하면 이보다 더 많음
 - 굴 종묘는 인공채묘(3배체)와 자연채묘(2배체)를 확보하고 비율은 3:7 정도
 - 현재 굴양식은 질병에 의한 폐사량 증가가 큰 문제점으로 대두됨
 - 연구기관에서 질병대책에 대한 연구를 진행 중이나 뚜렷한 대책이 없으며 일부 학자들은 헤르페스라는 바이러스 때문이라고 주장하고, 헤르페스 바이러스는 예전부터 존재하던 바이러스임
 - 폐사량 증가는 양식업자에게 생산성을 저하시키고 소비자에게는 가격부담이 가중되며 2010년에는 평년 생산량의 70% 수준으로 감소 전망

Table 3-5-24. 프랑스 지역별 생산량

지역 구분	생산량(톤)			참굴	넓적굴
	1986	1993	2002		
SRC Mer du Nord-Normandie	10,200	30,000	27,000	27,000	
SRC Bretagne-Nord	6,200	15,000	16,000	25,000	1,500
SRC Bretagne-Sud	10,600	15,000	20,000	20,000	
SRC Ré-Centre-Ouest	19,000	25,000	18,000	10,000	
SRC Marennes-Oléron	40,000	35,000	25,000	27,500	
SRC Arcachon	11,000	14,000	10,000	9,000	
SRC Méditerranée	7,800	10,000	10,500	10,000	
Total	104,800	144,000	126,500	128,500	

자료 : CNC (Comité National de la Conchyliculture)

나) 굴 양식 자격조건

- 굴 양식 업자로 공유 해역을 점유하는 양식업자가 되기 위한 조건
 - 조개류 양식 전문인 자격 취득자 le BEPM cultures marines,
 - 해양 양식 전문 예비고사 합격자 le Bac Pro cultures marines,
 - 해양 농업 전문 자격 le BPAM option "productions aquacoles",
 - 해양경작을 위한 인턴십 240시간 이수자 le stage préparatoire à l'installation en cultures marines 240h (+3 ans déclarés, ou 1 an déclaré avec le CAPMC)
 - 1958년 이전 출생자는 5년의 세금 신고로 자격 취득 5 ans déclarés si né avant le 25/09/1958
 - 양식장 허가조건은 만 18세 이상이며, 프랑스인이든지 유럽 연합 회원국 국민이어야 함

- 양식장 관리선 운항을 위한 조건
 - 프랑스인
 - 21세 이상
 - 조개 운반용 관리선을 운항하기 위한 자격증
 - 12개월의 운항 경력

다) 굴 양식과정

- 채집
 - 여름동안 자연 상태로 산란된 유생들은 해류를 따라 부유하다가 어느 한 곳에 자리를 잡음
 - 부유유생의 채집을 위해 어부들은 Roman tile, pipes, plates, piles of slate, shells 라고 불리는 채집기를 사용

- 중간 양식(Half the breeding)
 - 유생들이 부착하면 Spat이라 불리는 새끼 굴이 되며, 4개월 후 200배정도가 커진 2~4cm 크기를 형성하고, 그 다음 이식하기 시작해서 1년에서 2년 동안 중간 양식을 위하여, 채룽에서 새끼 굴들을 채집

□ 양식

- 양식을 위하여 1~2년을 더 두어야 하며 성장을 위해서 식물플랑크톤이 많이 있는 곳에 자리 잡음
- 수평망식 틀 내구연한 : 15년 (철근 : 다리 20 mm, 상부 16 mm)
 - 다리길이 : 60 cm (지상 50 cm, 지하 10 cm)
- 종묘 입식후 출하시까지 생존율은 60% 전후
- 종묘 입식후 출하시까지 소요기간은 3년 소요
 - 노르망디 해안은 플랑크톤이 부족하기 때문에 성장기간이 장기간 소요
- 망 뒤집기는 년 2회 정도를 실시하고 있으나, 종묘일 경우에는 2개월에 1회 정도 뒤집는 횟수가 많음
- 30개 월령의 개체굴은 망당 160개 밀도로 수용

□ 정제

- 정제작업은 물속의 염분을 줄이고, 재배시보다 플랑크톤을 많게 하기 위하여 필수적인 작업으로 주로 점토성이 있는 얇은 물에서 잡혀진 굴에 시행되며 이때 microscopic algae로 인해 아름다운 녹색을 띠

□ 마무리

- 성숙된 굴은 자연 상태에서 가져온 깨끗한 해수물에 보관이 되며 그 다음 굴은 씻겨지고, 분류되어 등급을 매기고, 포장

□ 위생관리

- 수질 및 패류양식장에 관한 262개 조사점에 대한 감시체계를 갖추고 규칙적으로 66개의 샘플을 검사함. 겨울에는 2주에 한번 3월부터 10월까지 매주 검사하며, 패독 발견 시에는 수시로 점검
 - * '10년 2월에도 마렌올레롱의 굴은 도 경찰 당국으로부터 생산 금지조치를 받았고 2009년에도 아르까송 지역의 굴 업자들이 12월 성수기에 판매금지 조치를 받음
- 패독이 많이 발견되는 경우 관금에 들어가고 독성이 제거 될 때까지 외부 반출이 금지
 - * 굴은 바이러스에도 약하고 백신도 개발되지 않아 2010년에는 여러 지역이 사투를 벌이고 있음

라) 정부의 지원제도

□ 양식시설을 위한 재정 보조

- 굴양식 업자에게 해조류(홍조류 및 갈조류를 바이오연료나 사료용으로 양식)를 양식하도록 전업자금 지원
- 시설자금 및 기자재 비용 등을 총사업비의 40% 범위 내에서 보조지원
 - 20%는 EU에서 지원하고, 지역 국가에서는 20% 범위 내에서 지원 중
 - 보조금은 개인에게 지급하지 않고 조합이나 단체에 지급하고 있으며, 젊은 경영자 일수록 보조율이 높음
- 이밖에, 폐사율을 낮추기 위해서 유전자 단계까지 연구를 진행 중
 - 근친교배에 따른 열성화 여부 등을 연구하고 있으며, 2009년도에는 많은 연구결과가 나왔음

□ 양식시설 재정 보조를 받기 위한 자격

- 농업 전문인 능력을 보유자로 1980년 이후 출생자
 - 해양 농업 전문 예비고사 합격자이거나 그 이상의 학력 요망
 - 1980년 이전 출생자는 다음 조건 중 하나를 충족해야 한다.
 - 농업 자격 + 3년 세금 신고+ 240시간 실습 le CAPMC + 3 ans déclarés + le stage 240 h,
 - 패류 양식 전문인 자격증 le BEPM de conchyliculteur,
 - 해양 농업 전문인 자격증 le BPAM
 - 농업 전문 경영인 자격증 le BPREA

마) 품질기준

□ 일반적으로 3~4년 된 양식을 기준으로 하며, 양식장을 벗어난 야생굴의 경우 10년이 넘은 대형 굴도 채취하기도 함

□ 일반 시장이나 레스토랑에서 주문할 때 사용하는 선별 품위 기준

- 번호 : 숫자 6번에서 0번까지로 숫자가 크면 클수록 굴의 크기는 작음
 - ex) N6, N5, N4, N3, ...
- 가장 많이 팔리는 굴은 3번과 4번으로 일반 레스토랑에서 가장 많이 이용함
- 가장 큰 굴은 000번으로 희귀한 종이며, 야생굴로 일반 시장에서는 찾아보기 힘들고 생산지의 레스토랑에서 맛 볼 수 있음

Table 3-5-25. 넙적굴과 참굴 번호별 중량

참 굴		넙적굴	
N°0	150g 이상	000	100~125g
N°1	111~150g	00	90~100g
N°2	86~110g	0	80g
N°3	66~85g	1	70g
N°4	46~65g	2	60g
N°5	30~45g	3	50g
		4	40g
		5	30g
		6	20g

2) 유통상황

가) 개황

- 프랑스 굴 유통의 80% 이상은 신선임
 - 냉동 굴은 일부 요리의 식재료로 이용되고 있으나, 일반 소비자들은 직접 이용하는 경우는 거의 없음
- 굴(참굴) 유통 과정
 - 상품 상태 관리 : 상태와 관리 기준은 해양모임 Maritime Affairs와 l'IFREMER 같이 전문적인 상담을 거쳐 제시된 구조적인 개요에 따라 규정되며, 이러한 패턴은 양식의 상태와 밀도, 관리방법, 종에 따른 양식 등을 결정함
 - 원정 : 기관들은 판매를 위한 상품수송을 인가하기 위해서 반드시 규정된 기준(장소, 재료의 사용, 환기, 빛, 세척기구, 운반, 창고 등)을 만족시켜야 하며, 수의학 서비스는 좋은 시스템과 더불어 J.O가 집행한 보증서를 발행
 - 포장 : 굴 등을 시장에 내 놓기 위해서는 라벨링과 밀봉 포장이 필수이며 이러한 판매는 보증된 기관 포장 수치정보를 포함하고 소비자에게 판매될 때까지 원산지를 표시해야함
 - 제품가공 전 1일 정도 청정해수 탱크에서 해감을 실시
 - 가공·포장된 개체굴은 15일 정도까지 활력유지 가능(다만, 진공포장시는 21일까지 활력 유지)
 - 제품 선별·포장 후 보관실 온도는 4~8℃를 유지

- 분배 : 도매업자들은 어업인으로부터 상품을 받아 생선가게나, 식당, 지역상인 소매상에게 다시 판매함. 그들은 수산물과 기름들을 동시에 다루며 갑각류를 취급하는 큰 규모의 도매상일 수 있음. 그러나 슈퍼마켓이나 레스토랑 등이 진화해가면서 유통과정을 줄이려고 힘쓰고 있어, 도매상의 역할이 점차 약해지고 있음

나) 유통경로

□ 프랑스 굴 유통경로는 아래와 같음

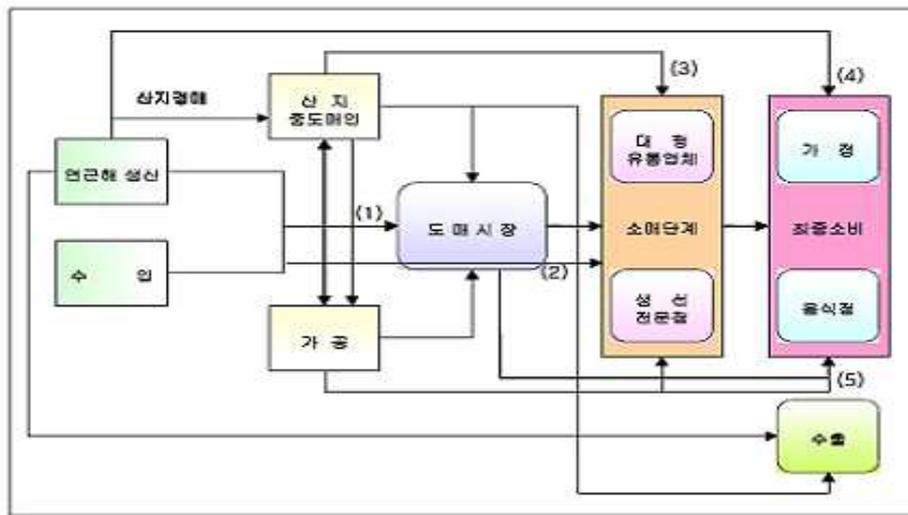


Fig. 3-5-31. 프랑스 수산물 유통경로

- (1) 생산자 → 도매시장 → 대형유통업체 → 소비자
- (2) 생산자 → 대형유통업체 → 소비자,
- (3) 생산자 → 산지 중도매인 → 소비자
- (4) 생산자 → 소비자, (5) 생산자 → 가공업자 → 소비자

□ 프랑스 전체 굴 판매량 : 112,676톤

Table 3-5-26. 프랑스 지역별 판매량

지역	판매량(톤)
Nord - Normandie	11,699
Bretagne Nord	10,759
Bretagne Sud	11,140
Pays de la Loire	8,193
Poitou-Charentes	55,791
Aquitaine	6,221
Méditerranée	8,870

자료 : MAP - DPMA - Enquête aquaculture 2006

굴(참굴)의 유통 비율

- 직판 32%, 수산물 도매시장·대형마켓 31%, 어물전(소규모 해산물 전문 판매점) 23%, 해물 전문 레스토랑 14%
- 주요 큰 상점들이 굴 판매를 휴가철에 집중시키고 있는 반면, 생선가게 같은 소규모 상점들은 연중 굴을 공급함

< 굴의 생산 소비·유통 통합 마케팅 성공모델 사례 >

Marennes Oleron 지역 : SRC Poitou-Charentes 27개 지방 자치단체들이 모여 만든 양식조합으로 자기들만의 라벨을 만들어 시장에 내놓아 성공

- 1974년 마렌올레롱 지역의 양식업자들이 모여 자기들만의 고유상표 등록을 출원하여 1989년과 1998년에 두 가지 상품에 상표를 획득

① FINE DE CLAIRE VERTE (640톤)

② POUSSE EN CLAIRE (170톤)

- 이 지역은 브랜드 개발 이후 2008년 현재 프랑스 굴 생산의 거의 절반에 해당하는 55,000~60,000톤을 생산 공급하고 있음
- 직접 고용인원은 10,000명, 간접 고용이 20,000명에 이르며, 양식 갯벌 3,000 ha에 양식장은 2,100ha에 달함
- 생산 규모화를 통하여 경제적 효율성을 높임으로서 매출성과 제고

다) 가격현황

생산자 출하가격

- 개체굴(No. 3기준) : 2.50 유로/kg(한화 3,750원)
- 개체굴(No. 2기준) : 2.30 유로/kg(한화 3,450원)
- ※ No. 3 : 패당 65~85g로서 상품성이 가장 좋은 것으로 인정받는 크기

선별·출하업체의 출하가격

- No 3기준 : 3.50~4.00 유로/kg, No 2기준 : 3.30~3.80 유로/kg

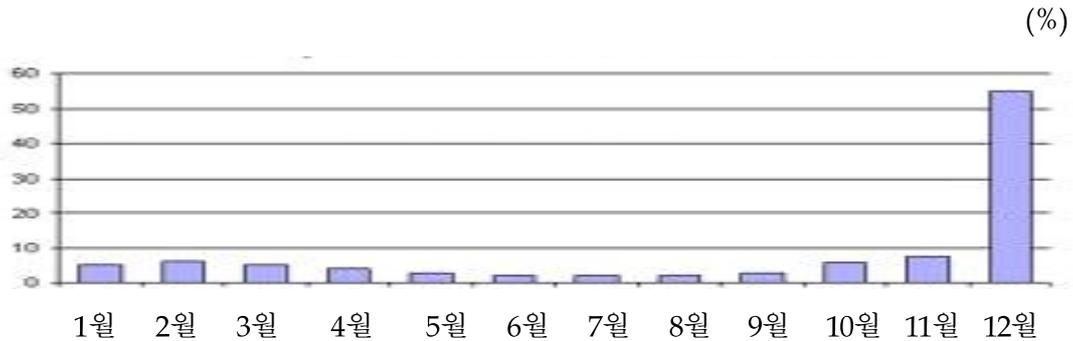
소비자(재래시장, 대형유통업체) 가격

- 재래시장 : 6.70~9.00 유로/12개, - 까르프 : 9.90 유로/1.87kg

3) 소비실태

- 프랑스 굴 소비량은 2007년 기준 112,677톤, 소비액은 258백만 유로에 해당

- 가정 소비는 전체의 20% 수준이며, 1인당 연간 소비량은 2kg 정도임
- 생굴을 선호하고 있지만, 40~60대가 주류를 이루고 있으며, 그 외 연령대에서는 탈각이 귀찮아 회피하는 경향을 보이고 있음



자료 : franceagrimer/TNS 2009년

Fig. 3-5-32. 월별 소비량 분석표 ('96년 이후 10년 평균)

- 굴 전문 레스토랑인 굴 바(le bar a huitres)는 11월부터 2월까지가 성수기임
 - 굴의 계절적인 선호도가 뚜렷한 소비특성으로 기타 시즌에는 다른 해물요리를 제공하며, 최근 스테이크 등 육류 메뉴를 제공하는 곳도 있음
 - 굴 바도 다른 레스토랑과 같은 위생검사 기준을 적용받고 있으며, 별도의 특별한 규제나 검사가 없이 어패류에 합당한 위생기준을 지키면 됨

4) 수출입 동향

가) 수입동향

- 2010년 기준 프랑스 굴 수입액은 전년대비 11.4%증가한 23,106천불로 주 수입국은 아일랜드, 영국, 네덜란드 등임

Table 3-5-27. 굴 국가별 수입실적 (단위 : 톤, 천불)

구 분	2008		2009		2010		
	물량	금액	물량	금액	물량	금액	비중(%)
전 체	4,324	15,919	5,012	20,735	5,719	23,106	100.0
아일랜드	2,714	10,196	3,399	15,238	3,961	17,046	73.8
영 국	563	2,300	738	2,585	632	2,517	10.9
네덜란드	114	363	135	334	612	1,584	6.9
포르투갈	350	942	299	745	222	713	3.1
스 페 인	344	940	323	972	189	624	2.7
기 타	239	1,178	118	861	103	622	2.7

- 자료 : Global Trade Atlas (HS : 030710/ 신선, 냉장, 냉동, 건조, 기타 염수장 굴)

나) 수출동향

- 2010년 기준 프랑스 굴 수출액은 전년대비 6.8% 증가한 55,106천불로 주 수출국은 아일랜드, 영국, 네덜란드 등임

Table 3-5-28. 굴 국가별 수출실적 (단위 : 톤, 천불)

구 분	2008		2009		2010		
	물량	금액	물량	금액	물량	금액	비중(%)
전 체	8,885	56,099	9,130	51,888	9,637	55,436	100.0
이태리	5,694	27,356	5,894	24,654	5,370	23,737	42.8
벨기에	797	6,508	762	5,832	613	4,332	7.8
독 일	317	3,864	466	3,805	580	4,182	7.5
네덜란드	354	3,210	412	3,070	550	3,633	6.6
스페인	225	1,932	190	1,530	459	2,606	4.7
스위스	213	1,474	243	1,856	334	2,583	4.7
홍 콩	68	602	107	1,029	238	2,297	4.1
기 타	1,217	11,153	1,056	10,112	1,493	12,066	21.8

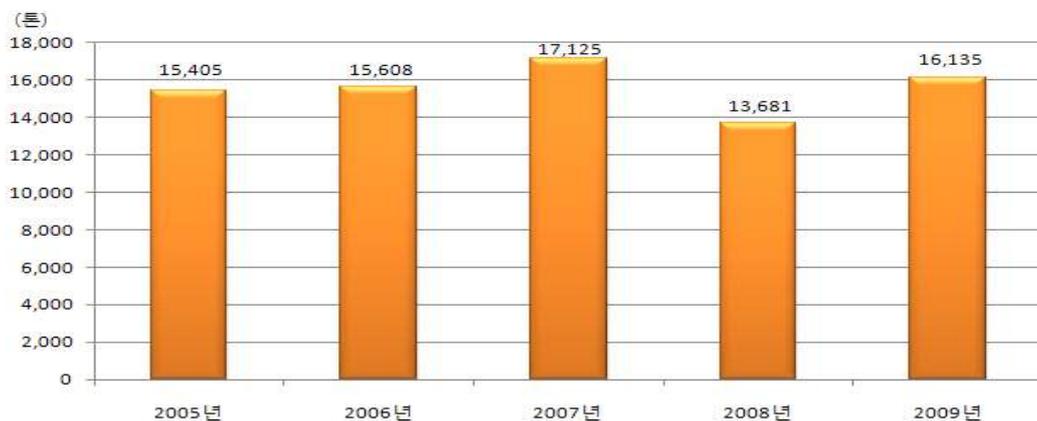
- 자료 : Global Trade Atlas (HS : 030710/ 신선, 냉장, 냉동, 건조, 기타 염수장 굴)

마. 미국 굴 시장 현황

1) 생산동향

가) 생산량

- '09년 굴 생산량은 전년대비 14% 증가한 16,135톤임
 - 최근 굴 수요 증가에 따라 향후 증가할 것으로 전망



1. 자료: National Marine Fisheries Service, Fisheries Statistics Division
2. 껍데기 제외 굴 무게로 통조림, 훈제제품 포함

Fig. 3-5-33. '05~'09년 미국 굴 생산량

- 미국 굴 주요 생산지는 멕시코만 인근지역인 루이지애나주, 체서피크만 지역의 메릴랜드주, 그리고 태평양 인근의 워싱턴주 임
 - 미국 굴 주산지인 루이지애나주의 경우, '10년 4월 걸프만 BP 기름유출사고 이후 주정부 지정 굴 어획구역 28개 중 10개 구역이 폐쇄('10년 5월 기준) 되었으며, 생산량은 40~50% 감소할 것으로 전망되었으나, '10년 12월 기준 28개 중 Area 8과 Area 12 일부 지역만 폐쇄구역(closure area)으로 지정
- 미국 굴 양식산업은 자연산 굴의 생산 감소에 따라 1998년 양식장 172개, 생산액 27,012천달러에서 2005년 양식장 589개, 생산액 102,896천달러로 급증
 - 미국 북서지역에서 규모가 가장 큰 패류생산 업체(약 120년간 운영)로 연간 굴을 1,500만개 생산하는 Taylor Shellfish 사의 경우 종묘배양장에서 부화시켜 종묘를 생산하고, 인근 양식장에 1,000개에 \$12에 판매하며, 생산에서 가공 유통까지 수직 통합 구조로 운영됨



Fig. 3-5-34. 미국 굴 주요 생산지역

나) 위생관리 및 품질기준

- 워싱턴 주정부(Washington State Department of Health)에서는 패류 안전성 관리를 위해 수질 모니터링 시스템(Water quality monitoring system), 비브리오균 모니터링 프로그램(Vibrio Program), 패독 관리 프로그램(Biotoxin Program) 등을 운영하고 있으며, 온라인을 통해 비브리오균 경보 등 품질 관리에 필요한 정보를 제공하고 있음
 - 양식장 수질검사는 한 달에 1회 정도 이루어지고, 양식장 및 위생시설 또한 연간 최소 1회 이상 점검하고 있으며, 필요시 수시 검사 병행
 - 효과적인 패류(굴 포함) 관리를 위해 패류관련 사업에 종사를 위해서는 주정부에서 발행하는 자격증(license)을 취득해야 하며, 자격증 종류는 아래와 같음

자격종 종류	허가범위
Harvester	양식 및 워싱턴주 내에서 판매 허가
Shellstock Shipper	양식 및 워싱턴주 및 국내 다른 지역으로의 판매를 허가
Shucker Packer	Harvester와 Shellstock Shipper에서 허용하는 활동 외 굴을 껍데기로부터 분리하는 작업(shucking) 및 포장(packing) 작업을 허용

- 개체굴은 사이즈별로 분류되며 생산자 및 정부당국은 굴과 바닷물에 대한 정기적인 미생물 실험을 통해 품질관리의 안전을 기하고 있으며, 생산되는 제품의 지리적 정보체계(Geographic Information System)를 통해 문제발생 시 이력추적이 가능하도록 하고 있음
 - 굴을 취급하는 유통업자(도, 소매상)는 허가되지 않은 굴 생산자로부터의 구매가 금지되어 있으며, 대부분의 생굴취급 도매상들은 운송된 굴의 크기나 신선도에 따라 반송하는 경우도 있음
- 굴 유통을 위한 필요조건
 - 제품라벨과 필요한 운송서류의 구비
 - 살아 있는 생굴의 경우 굴의 온도가 섭씨 10℃ 이하를 유지할 것
 - 알굴의 경우 섭씨 7.2℃ 이하를 유지할 것
- 운송시간이 4시간 이내인 경우
 - 생굴을 얼음에 채우거나 다른 적절한 냉장조치를 취해야 함
 - 냉장장치 가동시 섭씨 7.2℃ 이하를 유지하여야 함
- 운송시간이 4시간 이상인 경우
 - 자동조절 냉장장치에서 섭씨 7.2℃ 이하를 유지
 - 유통단계에서의 운반 컨테이너 온도측정기록 유지
- 유통되는 굴에 대한 미생물 샘플검사
 - 타주에서 반입된 생굴의 미생물 검사는 반입이 이루어진지 24시간 내에 이루어져야 함
 - 굴에 대한 미생물검사는 다음과 같은 경우 실시함
 - 굴껍데기 내부 온도가 섭씨 10℃ 이상 15.6℃ 이하인 경우
 - 알굴제품의 경우 온도가 섭씨 7.2℃ 이상 10℃ 이하인 경우
 - 굴의 운송시간이 4시간을 초과하였으며, 온도측정/기록장치가 없는 경우
 - 관계당국이 필요하다고 판단할 때

다) 출하체계

- 일반적으로 굴 산업에 있어 4대 주체로는 생산자, 도매업자, 가공업자, 소매업자이며, 양식장에서 수확된 굴은 도매상이나 가공업자들에게 넘겨지는데, 산지의 경우 생산자들로부터 수산물 레스토랑이나 슈퍼마켓으로 바로 출하되는 경우도 있음
- 굴 가공업자들은 굴을 주로 도매상으로부터 구매하나 생산자로부터 직접 구입하는 경우도 있음. 굴 산업에 있어 수직통합이 이루어진 경우가 있는데 Taylor Shellfish 사와 같이 대규모 회사의 경우와 같이 종묘배양장, 양식장, 가공시설을 동시에 운영하며 도, 소매 유통에 관여하고 있음

2) 유통상황

가) 개황

- 산지에서 가져온 굴은 알굴 및 반껍데기 냉동 굴 등 용도에 따라 세척 후 크기별로 분리 가공되어 포장(그물망 혹은 Carton box)된 후 유통
 - 신선굴은 유통기한 및 신선도 문제로 인해 주로 산지 주변에 유통되며, 산지 이외 지역은 주로 냉장 또는 반껍데기 냉동굴, 신선병입제품(알굴), 훈제굴 등으로 가공되어 유통
 - Motivatt社의 경우 가공과정에서 고압가공(HPP : High Pressure Process)을 이용하여 비브리오 박테리아 살균 등은 물론 알굴과 껍데기를 자동으로 분리시킨 고품질의 「Gold Band Oysters」 브랜드 제품 유통
 - HPP시 알굴과 껍데기가 분리되어 노란색 밴드(Gold Band) 고정



나) 유통경로

- 생산되는 굴 중 껍데기가 붙은 생굴은 산지에서는 모든 유통채널에서 흔히 찾아볼 수 있으나 유통기한 및 신선도 문제로 인해 다른 지역에서는 주로 일식당이나 해산물 레스토랑에서만 취급하고 있으며, 대부분 가공되어(반껍데기 냉동굴 제품, 신선병입 제품, 통조림 훈제굴 제품) 유통되고 있음

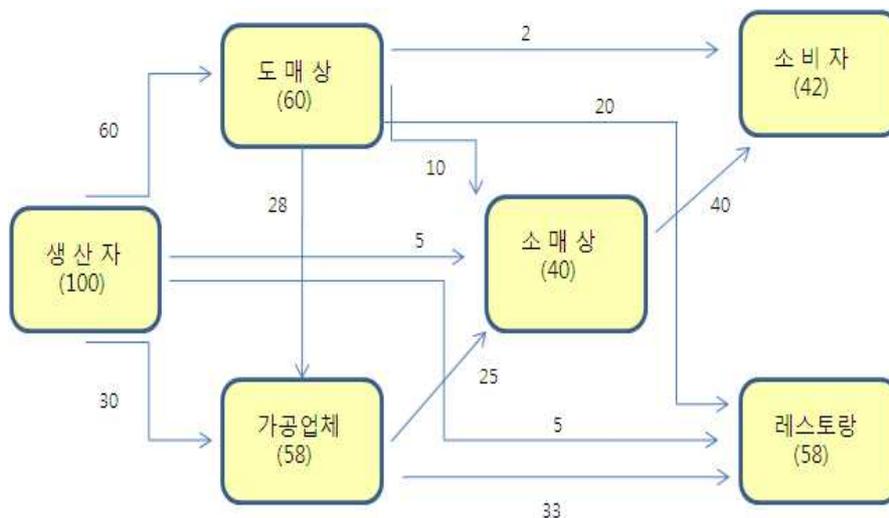


Fig. 3-5-35. 굴 유통경로

라) 가격현황

- 껍데기가 붙은 생굴의 경우 주로 12개(Dozen) 단위로 판매되나, 슈퍼마켓에서는 낱개로 판매되며, 지역 및 품종에 따라 차이는 있으나 개당 \$0.5~1.3에 판매
- 알굴병입 제품의 경우 주로 현지 Local Market 중심으로 판매되고 있으며 가장 보편적인 10온스 중량의 제품이 \$4.99~5.99(\$17.6~21.1/kg)에 판매
- 한국산 냉동굴 제품은 한인마켓을 비롯 아시안 마켓에서 주로 판매되며, 8온스 중량의 제품이 \$2.99~3.99(\$13.2~17.6/kg)에 판매

□ 굴 판매가격 현황

Whole Foods Market(현지 유기농 마트)



미국산 \$1.29/개



캐나다산 \$1.29/개

Seattle : H-Mart(한인마트)



미국산 \$0.49/개

Albertsons



미국산 신선굴 \$0.69/개

Taylor Shells Farms (양식장 운영 소매점)



X-small : \$0.5, S : \$0.6, M : \$0.75/개



Kumamoto : \$1, Kusshi \$0.8, Olympia \$0.6/개

- 조사처 : Pikes Place Market(재래시장)



Small \$7.99/DZ(\$0.67/개)

Medium \$7.99/DZ(\$0.67/개)

Kumamoto \$16.99/DZ(\$1.4/개)

Kushi \$14/DZ(\$1.2/개)

병입굴 \$5.99/10OZ(\$21.1/kg)

병입굴 \$4.99/10OZ(\$17.6/kg)

3) 소비실태

가) 개황

- 굴튀김 등의 다양한 요리형태와 함께 Seafood 전문식당 등에서는 고급 appetizer용 신선굴에 대한 소비 및 선호도가 높고, 일반 마켓에서는 신선굴 보다는 여러 형태의 가공제품이 유통됨
 - 산지의 경우 레스토랑 외에 마켓에서도 껍데기가 있는 생굴을 많이 찾아볼 수 있음
- 신선 굴은 대부분 고급호텔식당, Oyster bar, 스시집 등 외식업체로 유통되며, 주로 중년의 남성에게 인기가 있음
 - 생굴은 한입 크기로 먹을 수 있는 S사이즈(7.5~10cm)를 선호하며 크기가 비교적 큰 M(10~12.7cm), L(12.7cm 이상)사이즈는 굴튀김 조리용으로 소비
- 소비자들은 생굴을 외관(크기, 모양, 색깔), 향, 단맛과 짠맛의 정도 및 육질의 단단함 등을 기초로 하여 평가
 - 일반적으로 컵 모양의 껍데기에 담겨 먹기 좋은 크기를 선호하고 색깔보다는 신선도와 직결되는 향(냄새)에 민감하게 반응함

나) Oyster Bar 운영현황

- Oyster Bar에서 반깍데기 생굴은 주로 Appetizer로 6개 혹은 12개로 제공되며, 시애틀 및 뉴올리언스 기준 가격대는 6개에 \$8~10(개당 \$1.3~1.7) 정도임
- Main dishes는 Fried Oyster(굴튀김), Baked Oyster(밀가루를 입혀 버터에 구운 굴), Charbroiled(마늘, 버터 등을 올려 숯불에 구운 굴) 등이 있으며 메뉴에 따라 차이는 있으나 가격대는 약 \$10~20 수준임
- 기타 굴 요리 외에도 해산물 등도 있음



Fig. 3-5-36. Oyster Bar 주요 메뉴

4) 수출입 동향

가) 수입동향

- 2010년 굴(신선·냉장·냉동 등) 수입규모는 전년대비 26.7% 증가한 약 25백만불로, 2000년 이후 증가 추세로 주 수입국은 캐나다(전체 수입액의 43%), 한국(37%), 멕시코(11%) 등으로 주 수입시기는 5~8월 사이임
- LA 현지 굴 수입업체(Ocean Fresh) 면담결과 최대 수입국인 캐나다산의 경우 품질과 가격에 있어서 워싱턴주 생산 굴과 큰 차이가 없어 수입업체는 국내 공급 여건에 따라 수입량을 조절하고 있음
 - 신설굴 수입시 Carton 박스에 포장되어 트럭으로 운송되며, 주문일로부터 보통 4일후 도착, 3일간 시장에 공급하고 있음
(예) 월요일 주문시 목요일 도착, 금요일~일요일까지 공급 및 유통, 월요일 재주문
 - 캐나다산의 경우 미국과 유사한 시스템으로 생산 및 유통이 엄격하게 관리된다고 인정받아 수입통관은 비교적 용이한 편임
 - 수입가는 개당 \$0.3~0.35(M사이즈 기준)이며, 대부분 스시집으로 공급되며

공급가는 \$0.6~0.7 수준으로 수요는 지속적으로 증가추세에 있음

- LA 현지 한국산 굴 수입업체에 따르면 한국산은 냉동형태로 해상 운송시 -25℃에 보관되며, 운송시간은 10일이 소요(부산→LA기준)됨. 통관을 위한 샘플링 검사는 약 4주 소요되며, 대부분 한인마트 및 현지 Oyster bar에 공급

Table 3-5-29. 미국 굴(신선·냉장·냉동) 국가별 수입실적 (톤, 천\$, US\$/kg)

구 분	2008			2009			2010		
	물 량	금 액	단 가	물 량	금 액	단 가	물 량	금 액	단 가
전 체	3,684.8	18,645	5.1	4,046.6	20,026	4.9	5,329.2	25,368	4.8
캐나다	1,656.4	7,952	4.8	1,537.3	7,731	5.0	2,052.6	10,980	5.3
한 국	1,392.9	7,640	5.5	1,565.6	8,382	5.4	1,643.4	9,396	5.7
멕시코	418.6	1,572	3.8	598.7	1,731	2.9	1,168.2	2,722	2.3
일 본	59.0	502	8.5	223.4	1,500	6.7	282.2	1,409	5.0
중 국	64.1	261	4.1	24.0	119	5.0	113.8	490	4.3
기 타	94.0	718	7.6	98.0	563	5.7	69.0	371	5.4

- 자료 : 미국 USDA FAS Global Agricultural Trade System Online

나) 수출동향

- 2010년 신선·냉장·냉동 굴 수출규모는 '09년 대비 13.2% 증가한 약 22백만불이며 주 수출국은 캐나다(전체 수출액의 46.6%), 홍콩(22.5%), 대만(7.6%) 등임
- 홍콩 등 아시안 마켓은 주로 M, L사이즈가 수출되며, 항공으로 수출시 약 2일 정도 소요

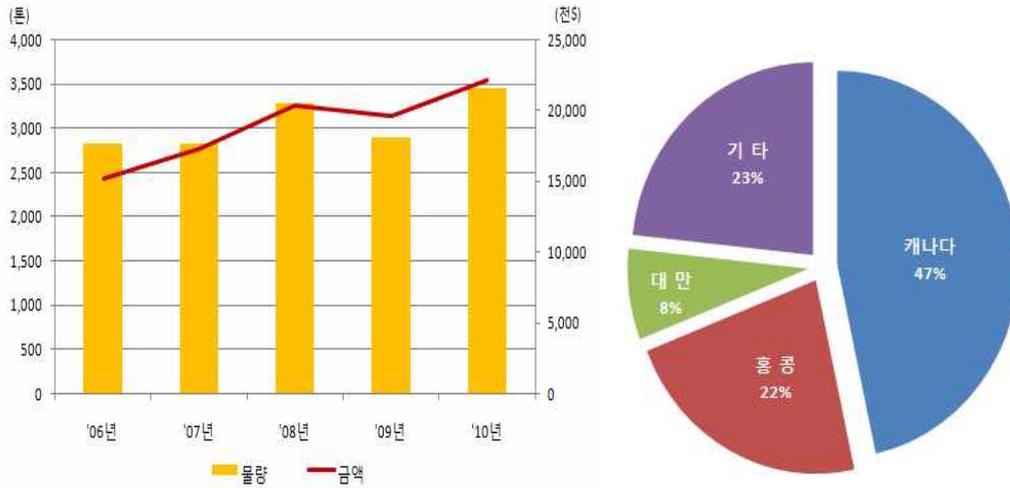


Fig. 3-5-37. 미국 굴(신선·냉장·냉동) 수출동향

4. 갯벌참굴의 생산·유통 및 수출 전략

가. 국내 갯벌참굴의 생산·유통동향

- 생산해역이 서천, 태안, 웅진, 영광 등 주로 서해안 지역
 - 2010년 입식규모가 웅진군 15ha 등 인천광역시 18ha, 충남 태안 12ha, 서천 15ha로 27ha이며 전남 1ha 정도임
 - 2005년 이후, 갯벌참굴의 입식 및 생산량은 2006년을 정점으로 감소하여 2010년도는 2006년도의 약 절반 수준으로 줄어든 것으로 추정됨

Table 3-5-30. 갯벌참굴 생산량 추정 (단위 : 천개, 천원)

구분	입식량	생산량	생산액
2005	3,375	2,362	590,625
2006	6,750	4,725	1,181,250
2007	360	252	63,000
2008	2,250	1,575	393,750
2009	4,809	3,366	841,575
2010	3,984	2,789	697,200

- 자료 : KMI 갯벌어업 육성을 위한 연구개발

- 갯벌참굴은 백화점, 이마트, 호텔 등으로 유통되어 소비됨
 - (주)씨에버가 종묘 공급, 시설 설치하여 수확한 상품을 유통 및 외식업체에 공급 담당
 - 생산규모가 크지 않고 내수 소비시장이 성숙되지 않아 유통체계가 단순한 상태로 유지되고 있음

나. 갯벌참굴의 수출여건 분석

1) 갯벌참굴의 수출상품화 가능성

- 갯벌참굴의 상품성
 - 수하식 굴에 비해 갯벌참굴은 3배체로 수평망에 양식하여 연중 생산으로 소비자에게 신선한 굴을 지속적으로 공급 가능
 - 개체굴 생산은 수하식 양식으로도 가능하나 맛과 향 및 중량과 형태 등의 품질 면에서 상품성이 갯벌 수평망식에 비해 낮음
 - 소비시장 유지를 위해서는 연중 중단없는 공급이 필수적이나 수하식 개체굴은 패독 발생 또는 육질이 약해지는 5월부터 10월까지 공급이 어려워 외식업체에서 소비자에게 메뉴상품이 중단되는 단점이 있음. 그러나 갯벌참굴은 활굴 상태로 소비자에게 지속적으로 공급이 가능함으로써 안정성 확보를 통한 시장 확대 가능
 - 굴은 신선 상태를 유지하기 위해 냉장유통을 하고 있지만 유통기한이 짧음. 그러나 갯벌참굴은 신선도 유지 및 생존기간이 길어 상품성에 있어 유리함
 - 갯벌참굴은 조간대에서 양식하여 썰물시에 물이 없는 상태로 태양과 공기 중에 1일 2회씩 5시간 정도의 노출을 반복하여 수하식에 비해 생명력은 물론 저장성이 강함
- 갯벌참굴의 시장성
 - 국내 수하식 굴과 갯벌참굴의 유통 및 소비 경로에 차이가 있어 경합성이 적고 시장에서 우월적 위치를 확보
 - 갯벌참굴은 개체굴로서 신선한 맛과 향을 즐기는 상품으로 호텔 등에서 취급하고 있으며, 외국인이 거주하는 아파트 단지의 소매유통 매장에서 소비자를 대상으로 판매되고 있음. 프랑스 등의 Oyster Bar 같은 신규 외식 문화를 창출할 경우 소비시장 확대 가능성 높음

- 수하식 굴의 소비는 주로 알굴로서 회, 무침, 전, 국밥의 식재료로 사용하고, 12월~2월 주 생산시기에 일부 소량이 개체굴 또는 반개체굴로 외식업체와 대형유통업체 및 재래시장에 헛감으로 공급
- 갯벌의 조간대에서 생산하여 공급하는 개체굴의 생산규모가 적어 소비시장이 크지 않으나 생산량 증가 및 안전성 확보 시에 수출시장 확대 가능
- 홍콩은 대형 유통매장과 수산시장에서 신선의 개체굴이 연중 수입되어 외식업체에서 요리하여 소비
- 일본은 미야기현, 미에현 등에서 생산한 개체굴을 (주)일본굴센터를 통해 Oyster Bar 등 전문음식점에 공급하고 있으며, 신선도 유지 및 안전성 확보 시 소비시장 확대가 예상된다는 것이 토센보 등 바이어 의견임
- 뉴질랜드, 호주의 경우, 개체굴로 생산하여 반개체굴을 냉동 처리하여 미국, 일본, 홍콩 등으로 수출시장 확대를 추진

□ 수출 유력시장인 일본의 수출여건

- 지진 및 원전사고에 의한 굴 생산시설 피해로 원상회복이 지연되어 수급 차질
- 미야기현과 이와테현의 굴 생산량이 일본 전체 생산량의 20% 가량 차지하는데 양식장 시설물 유실과 방사능 물질의 바다 오염에 따른 소비자의 신뢰도 저하로 구입을 기피하고 있어 대체상품 공급 필요
- 개체굴은 주로 히로시마현(11월초~3월말), 미야기현, 오카야마현, 이와테현, 효고현에서 생산되며 이외 지역은 적은 편임
- 여름에는 홋카이도(연중 생산) 등 동북지역에서 공급이 이루어지고 있으나 물량이 적어 호주 굴 생산업체와 연중 계약을 체결 공급

Table 3-5-31. 일본 지진피해 및 원전사고 지역 양식수산물 생산현황 (단위 : 톤)

지역	계	굴	미역	멍게	김	다시마	가리비	기타
계	499,036	59,075	41,693	10,655	20,433	17,071	107,524	242,585
미야기현	205,177	45,040	17,036	9,002	19,020	1,551	14,468	99,060
아오모리현	172,467	-	12	326	-	54	85,984	86,091
이와테현	117,134	14,026	24,645	1,327	-	15,466	7,072	54,598
후쿠시마현	4,258	9	-	-	1,413	-	-	2,836

- 자료 : 일본 농림수산성 통계연보

○ 외국산 수입굴 동향

- 미국에서 수입되는 굴은 서해안에서 생산된 생식용 굴을 1년 연중 공급받고 있으며, 그 외 캐나다, 아일랜드 등으로부터 수입
- 스티로폼 박스를 활용 300CTN~400CTN(한 CTN당 300~400개)정도를 비행기로 운송
- 해외지역에서 수입업체가 관리하는 수조에 보관·세척하여 필요시 공급하며, 안전 관련 위험을 수입업체에서 부담

□ 미국의 수출시장 여건

- 미국 연간 굴 생산량은 알굴 기준 약 15~16천톤으로 매년 비슷한 수준이나, 최근 굴 수요 증가에 따라 향후 증가할 것으로 전망
- 생산증가와 더불어 소비 또한 증가 추세에 있으며, 신선 굴은 대부분 스시하우스, Oyster bar 등 외식업체로 유통(대부분 자국산 혹은 캐나다산)
 - True World, Ocean Fresh 등 현지 수입업체는 미국 내 굴 수요 증가에 따라 한국 갯벌참굴에 대해 관심을 보이며, 가격경쟁력을 보유할 시 시장성이 있을 것으로 전망
- '11년 보스톤 수산박람회의 이슈는 지속가능성(Sustainability) 및 식품안전성을 강조하여 시장개척을 위해 만족할 수 있는 관리체계 구축 필요
 - 대다수의 북미지역 수산물은 어류자원보호 및 안전성 확보 등 지속 가능한(Sustainable) 방법으로 어획/양식한 상품이 다수였으며 포장에 품질 인증서 표기
 - Costco, Walmart, Whole Foods Market 등 대표적인 대형식품 마트의 미국산 수산물 코너는 Sustainability 인증을 획득한 제품과 그렇지 않은 제품으로 코너를 분리운영하고 자신들이 해당 제품을 취급한다는 사실을 대대적으로 홍보중임
 - 맛에 대한 홍보는 없고 살균방법 및 안전성에 대한 홍보가 주를 이루며 살균방법은 고압살균, 질소살균, 방사선살균 등 세가지가 보편적임. 대부분 고압살균으로 비브리오, 박테리아 등의 유해 세균이 없다고 홍보

인증 마크		
설명	<p>Whole Foods Market에서 도입한 인증서/자체에서 양식수산물 중 마련한 엄격한 안전기준을 통과한 제품에만 인증서 부여</p>	<p>어류자원보호 및 안전성확보를 위하여 어획과정에서 운반/보관 과정까지 전과정을 모니터링하여 품질에 따라 녹색, 노란색, 빨간색 순으로 색깔을 달리하여 인증마크 부여(Walmart, Whole Foods market, Safeway 등)</p>

Fig. 3-5-38. 미국 수산물이 사용하는 인증마크

□ 미국의 전문바이어 의견

- 면담자 : South Fresh(Sysco 등에 굴을 공급하는 벤더/Steve Crawford 부사장)
- 조사내용
 - 신선 상태로 굴을 수입하기보다는 냉동형태로 수입하는 것을 선호
 - 한국산 굴은 강한 맛이 단점
 - 4년전 New Zealand산 굴도 강한 향과 맛으로 미국시장 진출에 실패
 - 대서양산 굴의 맛있는 맛에 익숙해진 미국 소비자에게 한국산 굴의 맛이 익숙해지기까지는 많은 시간이 걸릴 것으로 예상
 - 한국산 수산물이 미국에 성공적으로 진출하기 위해서는 아래의 4가지 기준을 충족시켜야 함
 - ① FDA의 엄격한 통관 ② 지속가능성과 같은 사회적 책임 ③ 포장디자인 및 라벨링 ④ 식품 안전기준
 - 신선 상태로 수입하기 위해서는 고압살균 등의 방법으로 비브리오, 박테리아를 확실히 제거해야 하며, 껍데기 두개를 묶어서 운송하거나, 껍데기를 떼고 밀봉한 후 식당에서 바로 꺼내 쓸 수 있는 형태로 운송해야 함
 - Sysco에 공급하는 모든 제품은 물류서비스를 전담하는 회사인 Chefex를 통해야 하기 때문에, 한국 식품 역시 벤더 및 Chefex를 거치면 공급 가능
- 중국에서만 연간 40컨테이너 이상 수입하는 Crab Source LLC사의 대표 Kevin을 한국관으로 초청하여 미국산 굴과 비교 시식 실시
 - Kevin뿐만 아니라 시식에 참여했던 대부분의 내방객들이 특유의 풍미가 있는 한국산 굴이 더 맛있다고 평가

제품		
설명	미국 굴 바이어(Crab Source)를 초청하여 비교시식 실시	위쪽이 한국산이고 아래쪽 큰 굴이 미국산 굴 (크기와 까만색 테두리가 큰 차이)

Fig. 3-5-39. 한국산 굴과 미국산 굴 비교시식 실시

2) 수출시장 수요분석

가) 수요량 추정 근거

- 갯벌참굴의 수출 시장개척을 위해 주요 소비국과 잠재 소비국으로 구분
 - 주요 소비국은 자국 내에서 개체굴의 유통비중이 높거나 수입실적이 많은 국가로 프랑스, 미국, 이태리
 - 잠재 소비국은 자국 내에서 굴이 생산되거나 수입하여 소비가 많은 국가이며, 개체굴의 소비 확대 가능성이 높은 일본, 중국, 홍콩, 독일, 동남아의 중화권 대상

- 국가별 수요량
 - 자국 내 생산량에서 개체굴의 유통, 소비실태를 감안하여 소비량과 수입실적에서 개체굴의 규모를 추정하여 산출
 - 신선, 냉동 굴의 수입통계에 패각과 알굴이 포함되어 구분하기 어려움
 - 국가별 소비동향과 수출국의 수출형태를 감안하여 수요량을 추정

- 개체굴의 수입 증가율
 - Global Trade Atlas (<http://www.tradestatistics.com/gta/>)의 수입통계에서 2008~2010년 3년간 수입실적의 년평균 증가율을 산출하여 반영

- 추가 수요

- 수입 증가율에 다소 반영되었으나 최근 수출대상국에서 발생한 생산과 소비 및 시장개척을 통해 추가적으로 수요가 증가될 요인을 감안
 - 프랑스 : 바이러스 등에 의한 중간육성 종묘의 폐사로 30% 정도 생산량 감소가 예상되어 수입 확대 불가피
 - 미국 : 멕시코만의 유류 피해에 대해 28개 구역 중 2개 구역이 폐쇄되어 당초 30~40%의 생산량 감소 예상 보다 축소되었으나 소비지에서 안전성에 대한 신뢰 저하에 따른 수입 증가 전망
 - 일본 : 일본 굴 생산의 20%를 차지하는 미야기, 이와테 등의 지진 및 원전 사고로 양식시설 유실에 따른 생식굴 및 개체굴의 공급 감소로 수입 증가 전망
 - 중국 : 국가경제 발전에 따른 소득 증가와 위안화의 인플레로 기존의 저가의 건조굴 소비방식에서 대형, 생굴 등 서구화로 변화되고 최근 “생굴 열풍”의 대중적 트렌드로 수요가 급증 추세
 - 홍콩 : 신선굴을 요리하여 맛을 위주로 소비하는 식문화가 확대됨에 따라 음식점에서 신선굴 요리의 소비가 증가하고, 대형 유통매장에서도 개체굴을 판매하고 있어 소득 증가와 함께 수요가 증가
 - 동남아(중화권) : 동남아 지역의 경제권을 좌우하는 화교들의 소비가 중국, 홍콩의 소비 유형을 따라가고 있으며, 굴 생산이 거의 없어 수입에 의존하고, 한류 무드로 시장개척이 용이하여 수요 증가 예상
 - 독일, 이태리 등 유럽 : 개체굴의 수요를 수입에 의존하고 있으며, 굴 수입단가 상승 및 세계경제 침체 등으로 소비 위축의 영향을 보이고 있으나 향후 굴 수입가격 하락 및 경제 여건 안정시에 수요 증가 전망

나) 갯별참굴 수출시장 규모

□ 주요 국가별 수요량

- 개체굴의 현 소비 규모를 중심으로 많이 소비하는 국가를 주요 소비국, 향후 소비 증가가 예상되는 국가를 잠재 소비국으로 구분
 - 일본, 중국은 소비물량은 많으나 개체굴 위주의 소비가 아닌 신선 알굴 소비를 위해 유통되고 있어 미국, 프랑스와 차이가 있어 잠재소비국으로 구분함

- 굴의 소비는 생산을 많이 하는 국가에서 수입과 수출이 많은 편임

Table 3-5-32. 갯벌참굴 수출대상국 수요량

(단위 : 톤, %)

구 분	'08년 굴 생산량	'10년 굴 수입량	갯벌참굴 수요량	수입 증가율	갯벌참굴 수출량		
					단기	중기	장기
계	4,291,452	46,550	914,887	19.9	167,960	416,979	1,127,755
홍콩	1,118	6,411	7,529	47.3	9,097	22,006	53,233
일본	279,161	4,201	27,916	26.4	59,159	106,014	189,976
이태리	-	6,634	6,634	40.0	7,961	17,514	38,530
스페인	-	4,883	4,883	35.0	5,127	10,511	21,547
미국	173,239	5,328	103,943	17.0	20,041	30,262	45,696
프랑스	113,144	6,214	107,487	25.5	38,697	68,300	120,550
캐나다	9,901	1,785	11,686	12.2	653	892	1,219
싱가포르	-	1,231	1,231	33.4	1,233	2,469	4,944
중국	3,354,382	735	603,789	191.5	4,223	50,000	337,250
대만	34,514	1,765	6,903	26.0	1,377	2,451	4,362
러시아	-	287	287	1889.6	16,269	100,000	300,000
태국	21,800	275	2,180	7.5	62	76	93
기타 국	304,193	6,801	30,419	19.9	4,060	6,484	10,355

□ 단계별 수출 가능량 검토

○ 단계별 수출대상국

- 단기('11~'13) : 일본, 홍콩, 중국
- 중기('14~'16) : 프랑스, 독일, 이태리, 동남아
- 장기('17~'20) : 미국, 중동, 기타유럽 등

○ 갯벌참굴을 수출하기 위해서는 생산기반 조성, 위생관리체계 구축, 인지도를 기반으로 한 시장진입, 가격경쟁력 확보 등 사전 준비가 필요

- 갯벌참굴의 수출 준비가 부족한 상태에서 갯벌참굴의 소비 기준이 되는

프랑스, 미국 등지의 시장 진출 추진은 품질, 가격, 인지도 및 지속적 공급 능력 등이 미흡할 경우 어려움을 겪을 수 있음

○ 단계별 시장진입 분석

- 단기 시장인 일본, 홍콩, 중국 등은 시장규모가 적어 공급량을 단계적으로 확대할 수 있으며, 기존의 알골 수출시장이 형성되어 있어 진입이 용이할 뿐만 아니라 근접하여 운송조건이 좋으며, 한류의 인지도 및 안전성에 높은 평가를 받고 있음
- 중기 시장인 프랑스, 독일, 이태리, 동남아는 프랑스의 공급부족과 유럽지역의 현지 거래가격 상승으로 항공운송을 통해서도 가격경쟁력이 있어 수출 가능
- 장기 시장인 미국은 공급 부족분을 일부 캐나다로부터 받고 있으며, 가격이 낮아 중단기적으로 경쟁력 확보에 어려움이 예상되기 때문에 원가절감 등의 경쟁력을 갖추어 시장개척을 추진

Table 3-5-33. 단계별 수출 가능량

(단위 : 천톤, 백만개, 억원)

구 분	단기('11~'13)	중기('14~'16)	장기('17~'20)
수출시장규모	168	417	1,128
수출대상국	일본, 홍콩, 중국	프랑스, 독일, 이태리, 동남아	미국, 중동, 기타유럽
수출가능량			
- 물량	40(500)	200(2,500)	400(5,000)
- 수출액	400	2,000	4,000

다. 개별참굴의 생산·유통 및 수출 전략

1) SWOT 분석

- 대내외적인 관점에서 기회(Opportunity)와 위협(Threat), 강점(Strength)과 약점(Weakness)을 파악하여 산업화 추진방향 도출
 - 강점은 강화하고 기회를 살리면서, 약점을 줄이고, 위협을 피해가는 산업화 추진전략 강구

<p><강점></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생산지역의 청정성으로 우수품질 생산여건 양호 ○ 수하식 굴과 차별화된 고품질 갯벌 참굴 생산가능 ○ 차별화된 갯벌참굴의 소비기반 확실 	<p><약점></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 갯벌참굴에 대한 대외적 인지도 미흡 ○ 대량 생산·수출 추진의 주체가 부재 ○ 어촌계 중심의 폐쇄적 어장이용으로 규모화 한계 ○ 부가가치가 높은 활굴 유통의 인프라 부족
<p><기회></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 생산국 굴 생산여건 악화 ○ 신 성장동력의 주력 품목으로 정책적 지원 강화 ○ 소득증가 등으로 고품질 갯벌참굴에 대한 국내외 소비시장 확대 전망 	<p><위협></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생산이력제, 위생 및 품질관리 등 안전성 관리 강화 추세 ○ 오염원 증가에 따른 갯벌 환경 악화 ○ 개체굴 또는 반개체굴 시장 진입 추진 국가 증가

□ 강점

- 생산지역의 청정성으로 우수 품질 생산여건 양호
 - 굴 소비가 많은 중국, 일본, 프랑스는 양식어장의 대부분이 노후화되어 바이러스 피해, 굴 품종의 열성화에 의한 성장 부진으로 품질 저하 및 생산량 감소를 초래하고 있으나 우리나라의 갯벌참굴은 미네랄 및 먹이생물이 풍부한 세계 5대 갯벌인 서해안의 신개발 어장에서 생산을 시작하여 품질이 우수하고 맛과 향에서 월등한 차별화가 가능함
- 수하식 굴과 차별화된 고품질 갯벌참굴 생산 가능
 - 수하식 굴은 11월부터 4월까지 생산하여 냉동, 훈제 및 통조림으로 가공하여 연중 소비할 수 있도록 유통하고 신선굴은 11월에서 2월까지 출하가 가능하나, 갯벌참굴은 수평망식으로 양식하여 연중 활굴 내지 신선굴로 공급할 수 있어 주 소비국인 미국, 프랑스, 홍콩 및 일본 등에 수출 확대 가능
- 차별화된 고품질의 갯벌참굴의 소비기반 확실
 - 수하식 굴은 대량 생산을 목적으로 줄에 매어 단체(團體)로 양성함으로써 패각끼리 서로 엉켜 자라면서 패각의 모양이 일정하지 않으나 갯벌참굴은 망에서 각각 분리되어 개체로 양성이 이루어져 규격화 생산이 가능
 - 수하식 굴이 주로 알굴로 유통되는 것에 반해 갯벌참굴은 패각이 있는 활굴 또는 신선굴로 유통되어 Oyster Bar 등 전문음식점에서 소비되어 신선도 등 품질 유지로 시장 진입 가능

□ 약점

- 갯벌참굴에 대한 대외적 인지도 미흡
 - 국내 굴 소비는 개체굴 보다 알굴로 소비되고, 수출은 알굴에 의해 냉동, 훈제, 통조림, 건조 등으로 가공하여 공급하고 있어 인지도가 낮음
 - 갯벌참굴의 생산이 적고 유통시스템이 구축되지 않아 대외적으로 활성화 되지 않고 있음
- 대량 생산·수출 추진의 주체가 부재
 - 갯벌참굴을 생산하는 수평망 방식은 어업면허에 포함되지 않아 불법적인 시설로 어촌계가 생산할 수 없는 상태에 있어 제도개선이 요구되며, 생산과 수출을 추진할 수 있는 자본력 있는 주체가 없음
 - 대량 생산을 위한 시설투자가 필요하나 어촌계의 영세성과 기업 등의 투자유치가 확대되지 않고 있어 사업을 진행할 수 있는 주체가 부재
- 어촌계 중심의 폐쇄적 어장이용으로 규모화 단지조성에 한계
 - 갯벌어장의 대부분이 마을 어장으로 어촌계가 배타적인 지배로 신규 인력 및 자본 유입이 제한되어 기업화가 어려움
 - 채취, 포획 및 증식만 가능하고 양식업은 어려워 대량 생산이 곤란하며 영 어조합법인 이외는 어장 임대 불가
- 부가가치가 높은 활굴 유통의 인프라 부족
 - 활굴을 유통하기 위해서는 갯벌 주변의 산업용지 개발이나 생활하수 유입 및 오염사고 등 갯벌어장의 환경을 악화시키는 요인의 억제 필요
 - 채취에서 소비지 유통까지 따개비 등 이물질의 제거, 선별 및 포장 등의 체계적 품질유지를 위한 인프라 시설이 미흡하여 부가가치 증진에 어려움이 있음. 따라서 품질 및 유통관리를 위한 전문 유통체계가 갖추어져야 함

□ 기회

- 주요 생산국 굴 생산여건 악화
 - 신선굴의 수출국인 프랑스의 종묘 바이러스 등의 피해로 금후 2~3년간 종묘 공급 부족이 전망되고 있음. 또한 일본의 대지진으로 쓰나미 피해를 입은 미야기현, 이와테현의 굴은 히로시마 알굴 유통과는 다른 개체굴 공급 시장을 형성해 왔으나 양식시설의 유실과 방사능 오염으로 당분간 생산에 어려움이 있어 일본, 홍콩 등 수출대상국의 시장진입이 용이하겠음
- 신 성장동력의 주력 품목으로 부상 전망

- 정부에서는 수산물 수요가 급증하여 양식수산업이 향후 수산의 주력산업으로 부상할 것으로 전망하고 있음. 따라서 갯벌참굴을 주요 대상품목으로 선정하여 6,000ha의 양식장을 조성, 연간 1조 1천억원의 수출산업으로 육성할 계획임
- 생산방식 차이의 상품개발로 시장 확대 전망
 - 국내에서 굴 양식 방법은 연승수하식과 간이수하식 및 투석식으로 구분되고 있으며, 경남, 전남, 강원지역은 연승수하식으로, 충남, 인천, 경기지역은 간이수하식으로, 어촌계에서는 투석식 양식을 주로 사용하고 있음. 갯벌참굴 양식방법은 간이수하식 및 투석식의 장점을 활용한 고부가가치의 친환경 양식 방법으로 생식용 개체굴 수요의 세계적인 추세로 보아 시장 확대 전망이 밝음
 - 지역별 굴 판매는 경남, 고흥, 충남지역은 대부분 알굴로 판매하는 반면, 여수지역은 개체굴 판매 비중이 높으나 생산량이 적고 겨울철에만 공급되어 시장확대에 어려움이 있으나 갯벌참굴은 3배체로 연중 생산이 가능하고 상품성에 차이가 있어 백화점, 호텔 등 고급시장으로 확대 가능

□ 위험

- 생산이력제, 위생 및 품질관리 등 안전성 관리 강화 추세
 - 활굴 또는 신선굴은 어장에서 바닷물의 바이러스 등의 오염과 변질로 인한 패독 발생 등으로 섭취시 식중독 등 위험성이 있어 철저한 관리가 요구되며, 위생관리 체계를 초기단계부터 구축 필요
- 오염원 증가에 따른 갯벌 환경 악화
 - 갯벌 주변의 산업용지 개발과 생활하수의 유입 등으로, 오염이 증가하여 갯벌 환경이 악화되고 있음
- 개체굴 또는 반개체굴 시장 진입을 추진 중인 국가 증가
 - 굴은 영양성분으로 소비 선호도가 높아 수요가 증가하고 있어 뉴질랜드, 호주 등에서 개체굴로 생산하여 반패각으로 IQF 처리하여 일본, 홍콩, 미국 등으로 수출하고 있음

2) 갯벌참굴의 생산, 유통 및 수출전략 방향

□ 생산기반 조성

- 갯벌참굴을 안정적으로 생산할 수 있도록 어촌계 등과 계약을 통한 생산단지 조성
 - 중간육성 및 성패 생산의 구역을 정하여 안정적인 공급 기반을 조성
- 생산단지에 대해 지정해역으로 등록될 수 있도록 주변환경의 청정화 및 정기적인 안전성 검사 실시
- 생산이력제를 실시하기 위해 종묘에서 중간육성 및 성패까지 생산과정 철저 관리 및 ISO 인증
- 생산 시설 적지 설치 및 기계화를 통한 원가 절감
- 생산 품질에 대한 정기적인 점검 및 관리
- 성패 생산관리 및 수확을 위한 작업인력 확보

□ 수출대상국과의 위생관리 준비 및 협정

- 굴은 수출대상국 내에서 위생관리가 엄격하여 안전성을 사전에 입증
 - 갯벌참굴의 생산해역에 대해 해수검사, 병원성 세균검사 등을 지속적으로 실시하여 데이터를 제시
 - 생산해역에 대해 안전성 관리의 체계 및 매뉴얼을 제시
- 안전성 관리를 수출대상국의 기준에 적합하게 준비
 - 최근 위생협정에서 안전성 관리 추세는 동등성을 위주로 현장 점검을 실시
 - 자국의 안전성 관리 체계와 비교하여 부족한 부분에 대해 적합하도록 요구
- 위생, 검역 담당자의 방문에 앞서 수입바이어, 전문기자 등을 초청하여 안전성 관리 상태를 설명하여 자국에 알릴 수 있도록 홍보

□ 수확 후 관리 및 수출거점 기능 조성

- 산지별 집하, 세척, 선별 및 포장 등을 위한 시설 설치
- 활굴, 신선굴, 냉동굴로 공급할 수 있는 다양한 시설 설치
- 생산자의 집하, 상품의 분석, 연구 및 지도 등 품질관리 기능
- 생산, 출하·수출 및 가공, 소비 등에 대한 정보조사 및 전파로 안정적 수급관리를 기능
- GAP 및 HACCP 등 인증을 받도록 공정기준 및 안전성에 대한 기준 마련
- 규격화를 통해 맛이 균질화 되도록 품평회 등 평가 및 등급화 제도 도입

- 크기의 규격화, 성분분석 등에 의한 등급화로 국가별 선호하는 맛의 상품 발굴

□ 생산 및 마케팅을 종합관리 할 전문법인 설립

- 갯벌참굴의 생산과 마케팅을 주관할 갯벌참굴수출사업단 설립 운영
- 수확에서 선적 및 수출 현지도착의 상품성 관리 등 통합관리 시스템 구축
- 생산 어촌계의 지원 등 조직화 관리 기능 담당
 - 생산자에게 필요시기에 대금 지급 등 사업자금 관리
- 초기단계는 수출부문을 통합하여 운영한 후 생산 확대 및 수출국 증가시에 수출조직을 별도 분할
- 수출시장 개척, 바이어 관리 DB 구축 및 판촉홍보 마케팅 기능
- 시설자금 조성을 위한 펀드 유치
- 산, 관, 학, 연의 네트워크 구축 및 발전

□ 새로운 해외 수출시장 개척을 위한 토털 마케팅 강화

- 타겟 대상국가 선정 및 시장공략 전략 개발
 - 사전 공략 대상의 국가를 선정하고 유통 및 소비실태를 분석
 - 맛, 테스트 등 마케팅을 집중하여 소비자에게 접근하는 전략 개발
- 일본, 홍콩, 중국 및 미국 등 시장개척을 위한 시험 수출
- BKF, 박람회 및 전시회 등을 통해 상품 홍보 및 바이어 발굴
- 한국산 갯벌참굴을 인식시킬 상품 브랜드 개발
 - 수출대상국의 소비자가 쉽게 인식할 수 있는 브랜드 개발 및 다양한 홍보
- 프랑스, 캐나다, 뉴질랜드 등 상품과 차별적 요소를 발굴하여 홍보
 - 미네랄의 함유, 생산지역의 청정성, 산지의 신규지역, 맛의 차이 등 차별화를 통해서 스토리텔링
- 식재료로서 요리사 등 전문가, 관련분야 전문가 및 오피니언 리더를 통한 상품성 입증
 - 초기단계에 시장진입을 조기 정착하기 위해 요리 홍보행사를 실시하고 매스컴을 통해 인지도 확대
 - 일간지 등 매스컴 및 전문지 기자, 유명 요리사 등을 초청하여 현장방문을 실시하여 기사마케팅 실시

□ 고품질 상품화를 위한 R&D 및 교육 강화

- 모패의 안정적 관리

- 종묘의 규격화 및 안전성 점검
 - 중간육성 우량종묘의 대량생산체계 구축
 - 갯벌참굴의 품질 표준화 및 등급 기준 개발
 - 생산기술의 과학화 및 원가절감의 현대화 등 시설 연구
 - 생산기반 조성, 마케팅에 대한 전문가 육성
 - 바이러스, 패독성 등에 대한 안전관리 방안
 - 갯벌참굴의 품질관리를 위한 DB 구축 및 생산이력제 방안
 - 생산 현장 안전 지킴이 및 현장애로 기술지도 실시
 - 국내 굴 소비문화 발굴을 위한 연구
 - 생산지별 성패 성장 분석
 - 활굴, 신선굴 품질 유지 기술 개발
- 운송 및 소비성향에 맞추어 타겟상품 개발
- 일본은 해상, 항공 운송이 가능하고 유통기한이 7일 이내로 활개체굴, 신선개체굴 위주로 수출 가능
 - 해상운송은 넙치, 전복 등 활 수산물이 시모노세키, 오사카 등으로 도착하여 소비지로 이송되며, 현지 바이어가 보관 수조 등을 보유하여 통관 및 현지의 유통기한 유지에 차질이 없고 대량 수출이 가능
 - 항공운송은 선별작업에서 일본 외식업체 소비지에 저온상태로 유지하여 12시간 내 도착하여 소비할 수 있는 체계로 수출 가능
 - 홍콩은 해상으로 활 수산물을 수출하는 노선이 없어 신선개체굴은 항공운송이 적정하며 현지 기후상 저온유통시스템이 요구됨. 각국에서 다양한 상품이 수입되고 있어 차별화 요소를 발굴하여 USP(Unique selling Point) 마케팅 실시
 - 미국은 항공운송으로 신선개체굴이 적합하며, 해상운송은 냉동개체굴로 수출하여야만 유통기한 내 거래가 가능함. FDA 규정상 비브리오, 박테리아 등의 문제 발생시 수출 곤란
 - 대체로 활굴의 유통기한이 산지에서 채취하여 포장한 날로부터 7일이며 재고처리 등을 감안 외식업체는 공급 가능일을 5일 이내로 운영
 - 수확에서 선별·포장, 검사 및 운송에 0.5~1일 이내의 생산체계를 확립하여야만 판매기간이 길어지고 유통업체의 부담을 줄일 수 있음
 - 수확에서 외식업체까지 운송기한을 최대한 단축하는 운송 시스템 개발

3) 개별참굴의 품질기준

가) 국가별 품질기준

[일본]

□ 품질검사 기준

구 분	식품위생법 기준	굴 기준
생식용	○ 일반세균 : 50,000/g 이하 ○ 대장균군 : 230/100g 이하	○ 일반세균 : 3,000/g 이하 ○ 대장균군 : 100/100g 이하
가열용	상기기준을 상회하는 경우	
공통	○ 병원성대장균 : (O157, O26등) : <음성이어야 함> ○ 장염비브리오 : <음성이어야 함> ○ 패독, 기타 병원성균류 : <없어야 함>	○ 좌측 기준합격 ○ 공정기관의 정기검사+주 1회 이상의 자주검사에 의해 확인하고 있음. 또 월 1회의 전군종 16종류의 자주검사를 실시하고 있음.
SRSV	법규 없음	검사해역+주변해역 : <음성>

- 유통시 크기에 대한 규제는 별도로 없으며 일반적으로 Small, Medium, Large로 구분
- 굴 세척장 출하시부터 4일 정도 유통
- 노로바이러스 검출 기준
 - 일본 후생성 : 노로바이러스 10 미만 검출
 - 도쿄도 : 노로바이러스 0.1 미만 검출 ('11년부터 기준 강화)

도쿄도 보건소를 통해 점검하며 점검결과 기준에 부합하지 않을 경우 영업정지 등의 조치를 취하도록 규정
- 보존방법 : 10℃이하 냉장 보관

□ 수입시 검사항목

수입식품증명서상 검사항목
○ 검사대상 : 냉동 하프셀 굴 ○ 검사항목 - 세균수 : 3,000 이하/ g - E.coli : 18 이하/ g - 장염 비브리오 : 3.0 이하/g

자체 검사항목
○ 검사항목 - 일반세균수, 대장균(군) 황색포도상구균, 장염비브리오 살모넬라균, O157 대장균(MPN법) 18이하/100g 노로바이러스

생식용 굴 성분규격

- 세균수는 검체 1g에 대해 50,000 이하
- E. coli(대장균수) 최확수는 검체 100g에 대해 230 이하
- 생식용 알굴의 장염 비브리오 최확수는 검체 1g에 대해 100 이하

[프랑스]

참굴 유통규격 기준

구 분	N°0	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
중량	150g이상	111~150g	86~110g	66~85g	46~65	30~45g

[뉴질랜드]

굴 선별 기준

구 분	규 격	비 고
J1(Large)	패각 길이 90mm +	
J2(Premium)	75~90mm	
J3(Standard)	60~75mm	
J4(bistro)	50~60mm	

[미국]

굴 유통을 위한 필요조건

- 제품라벨과 필요한 운송서류의 구비
- 살아 있는 생굴의 경우 굴의 온도가 섭씨 10℃ 이하를 유지할 것
- 알굴의 경우 섭씨 7.2℃ 이하를 유지할 것

운송시간이 4시간 이내인 경우

- 생굴을 얼음에 채우거나 다른 적절한 냉장조치를 취해야 함
- 냉장장치 가동시 섭씨 7.2℃ 이하를 유지하여야 함

- 운송시간이 4시간 이상인 경우
 - 자동조절 냉방장치에서 섭씨 7.2℃ 이하를 유지
 - 유통단계에서의 운반 컨테이너 온도측정기록 유지

- 유통되는 굴에 대한 미생물 샘플검사
 - 타주에서 반입된 생굴의 미생물 검사는 반입이 이루어진지 24시간 내에 이루어져야 함
 - 굴에 대한 미생물검사는 다음과 같은 경우 실시함
 - 굴껍데기 내부 온도가 섭씨 10℃ 이상 15.6℃ 이하인 경우
 - 알굴제품의 경우 온도가 섭씨 7.2℃ 이상 10℃ 이하인 경우
 - 굴의 운송시간이 4시간을 초과하였으며 온도측정/기록장치가 없는 경우
 - 관계당국이 필요하다고 판단할 때

나) 갯별참굴 품질기준

- 갯별참굴을 수출하기 위해서는 외국의 기준을 중심으로 가장 엄격한 기준을 적용하여 실시
 - 갯별참굴의 수출을 일본, 홍콩, 중국, 미국, 프랑스 등 대상국가를 다변화하기 위해서는 엄격한 기준 적용이 불가피
 - 품질기준은 대상국가의 기후 및 풍토 등을 감안하여 설정되었기 때문에 한국을 기준으로 설정하기 어려움

- 수출하기 전에 대상 국가별 기준에 맞추어 검사를 실시하여 저축 여부를 검토
 - 위생관리 기준은 하루아침에 맞출 수 없으므로 지속적으로 검사를 실시하여 부적합한 사항에 대해 개선하도록 노력

5. 결론 및 제언

- 국내 굴 산업은 중국에 이어 세계 2위 생산국으로 품질면에서 우수하여 산지에서의 철저한 위생관리를 통해 식품의 안전성 기반아래 상품성을 높이고, 생산의 지속가능성(Sustainability)을 높일 수 있는 생산기반과 통합적 마케팅 시스템을 갖춘다면 쇠퇴기에 있는 굴 산업을 활성화시킬 수 있을 것임
 - 주산지에서의 이질균, 노로바이러스 등에 대한 철저한 관리를 통해 지속가

능성(Sustainability) 및 안전성이 높음을 해외에 홍보 필요

- 갯벌참굴의 수출을 위해서 안전성 관리를 수입대상국에 적합하게 준비
 - 지정해역의 인정과 선별·포장의 산지유통시설에 항온습 시스템 구축으로 HACCP 인증 획득
 - 국가별 품질기준에 맞게 선별·포장 및 콜드시스템으로 신속하게 현지에 도착할 수 있는 체계 구축
 - 미국, 호주뿐만 아니라 태국, 베트남 등 수산물 수출이 큰 비중을 차지하는 동남아 국가도 미국시장의 이와 같은 특징을 이용한 마케팅·홍보에 주력하고 있어 이에 대한 대응을 사전 준비
 - 국내 소비가 증가하여 수출량 감소에도 불구하고 생산량을 유지하고 있어 성장기로 진입할 수 있도록 여건 조성
- 주요 굴 생산 및 소비국인 일본, 프랑스의 생산여건이 악화되고 있는 점을 우리 굴산업 육성의 호기로 활용하여 어업인 소득증대 도모
- 일본의 지진 및 원전 사고로 굴 주산지 지역 양식시설 유실 및 어장 오염으로 공급 부족, 안전성이 약화되어 수출가격 상승
 - 굴 수급안정을 위해 후생노동성의 위생관리 강도가 약해져 검역 통관 용이
 - 미야기현 등에서 신선굴 공급 곤란에 따라 갯벌참굴 공급 가능
 - 프랑스는 종묘의 바이러스로 인한 폐사 발생으로 수급여건이 악화되어 타 국가 수출 축소 예상
 - 중국은 굴 생산이 많으나 소득 증가로 굴 소비가 증가하여 건조 굴 제품의 수입이 급증하고 있으며, 고소득 층이 확대되고 있어 고품질 상품에 대한 선호도가 높아져 수요증가 예상
- 이 같은 국내 외 시장상황을 우리의 갯벌참굴 산업화를 위한 계기로 삼아, 쇠퇴기에 있는 굴 산업을 활성화시킬 수 있는 새로운 통합마케팅 시스템 조기 구축 필요
- 갯벌참굴은 기르는 양식수산물이므로 생산에서 상품화 및 마케팅을 일괄 수행하는 시스템을 도입하여야 만 경제효과의 극대화가 가능
 - 규격화, 규모화 및 공동계산제 방식을 도입하여 유통의 초기단계에 정착화
 - 기존 생산자와 유통업체를 통합하는 융복합형 기업을 도입하여 산지유통

이 개선되도록 유도하고 향후 통합조직의 운영 기반 구축

- 전북에서 시군유통회사인 청해진미완도전북(주)를 설립하였으나 기존 유통업체와 경쟁관계 형성, 생산자를 위한 역할을 마련하지 못해 설립 취지를 활용하지 못하는 사례가 반복되지 않도록 초기단계에 정착화 필요

□ 따라서, 갯벌참굴의 산업화가 수출 중심으로 진행하려면 생산단지 조성, 산지가공 및 상품화 시설 및 물류효율화에 필요한 운송시설 등이 필요하므로 이와 같은 기능을 종합적으로 담당할 사업주체 설립이 요구됨

- 가칭 「갯벌참굴수출유통사업단(가칭)」을 설립하여 산업화 주체로서 역할을 수행할 수 있도록 관계기관의 지원과 정부의 정책적 재정지원이 필요
 - 어업인과 수산 유통인 등이 함께 참여하는 갯벌참굴 전문마케팅 법인 설립
 - 산지유통시설의 운영, 판매창구의 일원화 및 규격화, 표준화 기능을 수행
 - 운영방식을 수탁사업으로 공공계산제를 실시하고 사업단의 법인화로 독립성을 가지고 물류정보시스템을 구축

참고문헌

- 국립수산과학원, 2008. 국립수산과학원양식장적지조사요령.
- 국립수산과학원, 2010. 서해안 패류생산해역 위생조사. 2009년도 국립수산과학원 사업 보고서, 126pp
- 조창환., 김용술. 1977. 굴양식장의 미세환경에 관한 연구. Bull. Korean Fish. Soc. 10(4), 259 ~ 265
- 김동환 외, “생산·유통 통합경영체 육성방안 연구” 농식품신유통연구원, 2009.11
- 김병률 외, “농산물 포장센터 설치 및 운영방안”, 농촌경제연구원, 1995.7
- 경제산업성 무역경제협력국 농수산물실 <http://www.meti.go.jp>
- 농림수산식품부, “신 성장동력 창출 민관합동 워크샵”, 2010.12
- 농림수산식품부, “수산양식산업 수출정책개발 현지실태결과보고서”, 2010.5
- 농림수산식품부, “수산물 유통 효율화를 위한 비용절감 방안 연구” 2010.12
- 농림수산식품부, “제2차 수산분야 신 성장동력 창출 워크샵, 2011.2
- 농수산물유통공사 KAMIS
- 농수산물유통공사 kati.net
- 농림수산성 통계부
- 농림수산성 『어업·양식업생산통계연보』, 2010
- 농림수산성 종합식량국 품질과 <http://www.maff.go.jp>
- 박광서·김효진, “2008년산 굴 수급동향과 굴 양식업의 당면과제” 한국해양수산개발원
- 박영제, “참굴 수평망 각굴 양식”, 2010
- 박영제, 우리바다 신갯벌어업 전략. 『우리바다』 2011. 1+2월호 : 28~31
- 박종수, 김형철, 최우정, 이원찬, 김동명, 구준호, 박청길. 2002. 굴양식수역의 환경용량 산정 II. 거제·한산만의 환경용량. J. Korean fish. Soc. 35(4), 408 ~ 416
- 배평암, 한창희, 1998. 양식어장 환경요인이 참굴(*Crassostrea gigas*)의 성장에 미치는 영향. Journal of Aquaculture 11(3), 391~400.
- 백승호., 이주연., 이해옥., 한명수. 2008. 태안 조간대에 서식하는 참굴과 바지락의 먹이특성에 관한 연구. Korean J. Environ. Biol. 26(3) : 145 ~ 158
- 수산물품질관리법 제22조~제26조(법률 제10331호, 2010. 5. 31)

수산물품질관리법시행령 제38조~제43조(대통령령 제22822호, 2011. 4. 4)

신윤경, 허영백, 명정인, 이식. 2008. 굴, *Crassostrea gigas*의 대사율에 미치는 수온 및 개체크기의 영향. Korea J. Malacol. 24(3) : 261 ~267

어업생산통계시스템(<http://fs.fips.go.kr>)

오사카시중앙도매시장

이문옥., 권영아. 2007 해양환경이 굴 양식에 미치는 영향Ⅱ. 한국해양환경공학회

이정미, 박애전, 조상만, 박경대. 2008. 수하시기에 따른 참굴 인공종묘의 성장비교. Korean J Malacol. 24(2) : 109 ~ 119

정우건, 조상만, 조창환, 1999. 북만의 양식 참굴, *Crassostrea gigas*의 수하시기에 따른 육중량 변화. Korean journal of Malacology 15(1), 41 ~ 47

정우건, 최종덕, 김용술, 조창환, 염말구. 1999. 통영 북만의 굴양식장 적정관리에 관한 연구. I. 수질 및 저질에 관하여. J. Ins. Marine Industry 12, 83 ~ 93

최상덕, 김성연, 양문호, 박종수, 라성주, 우찬열, 김두용, 정대신. 1999. 가막만 양식 굴의 대량폐사에 관한 연구 I. 굴 양식장 환경요인. Journal of Research Institute of Industrial Technology and Regional Development Yosu National University, Vol. 8. 259 ~ 266

최옥인, 고병설, 조영조, 송재희, 권대현, 최용석, 2008. 갯벌어장 생물서식 환경연구. 2007 국립수산과학원 사업보고서. 235~261.

한국해양수산개발원 수산관측센터, “관측월보” 2008.12, 2010. 2,3월, 2010.12월

한국해양수산개발원, “해양수산동향 Vol.1232, 2006.11

해양수산부 고시 제 2002-122호, “생식용 생굴 대일 요령”

후생노동성 의약국 식품보건부 검역소업무관리실 <http://www.mhlw.go.jp>

후생노동성 의약국 식품보건부 기준과 <http://www.mhlw.go.jp>

히로시마현 농림수산통계연보

씨에버, “종묘, 각굴, 가공시설 생산원가”, 2010

Andrea D., Giovanni M., Alessandra R., Lorenzo G., Paolo M. 2006. Rearing of cupped oyster (*Crassostrea gigas*) in the Middle Adriatic sea. Research supported by Region Marche, S.F.O.P Project 2000/2006 N.06MI050505

Arnaud L., Shelagh K M., Florence G., Anne C., Serge A P. 2002. Stress-induced immune changes in the oyster *Crassostrea gigas* Developmental and

- Comparative Immunology 26, 1 ~ 9
- Cheny D., Suhrbier A., Middleton M., Davis A.C.J., Eudeline B., Friedman C. and Hedgecock D. Pacific Oyster Summer Mortality Disease on the U.S. West Coast : 50 Years Later.(Poster).
- Choi K S. 2008. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea. Fisheries Technical paper. No.508. 271 ~ 286
- Dégremont L., Boudry P., Ropent M., Samin J. F., Bédier E. Soletchnik P. 2010. Effects of age and environment on survival of summer mortality by two selected groups of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas*. Aquaculture 299, 44~50.
- Frederic M., Thomas B., Mark P J., Christine A M., Maggs & Marc V. 2007. Experimental assessment of oyster transfers as a vector for macroalgal introductions. Biological Conservation 137, 237 ~ 247
- FAO, 2011. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service- 24/06/2011
- Gustavo W C., Mark W L., Standish K A Jr., Eugene M B. 2000. A Comparative Field Study of *Crassostrea ariakensis* and *Crassostrea virginica* in Relation to Salinity in Virginia. Special Report in Applied Marine Science and Ocean Engineering No. 360
- Gangnaire B., Froiun H., Moreau K., Thomas G. H., Renault T. 2006. Effects of Temperature and Salinity on haemocytes activities of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*(Thunberg). Fish and Shellfish Immunology 20, 536~534.
- Gouilletquer P., Ifremer - Dierction. 2009. History and Economic Consequences of Species Invasions on Atlantic coast: 'good' & 'bad' examples. Ifremer
- Global Trade Atlas. 2011. (<http://www.tradestatistics.com/gta/>)
- Jing W., Kenn C., Sine B., Ying T. 2007 The Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) in the Isefjord, Denmark. Roskilde Department of Environmental, Social and Spatial Change
- Juliette R., Michel R., Katherine C. 2007. Spatio-Temporal changes in mortality, growth and condition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* ,in NORMANDY(FRANCE) Journal of Shellfish Research. Vol.26, No,4 973~984

- Ludovic D., Hong H k., Lee H J., Jun J C., Park Y J., Choi K s., 2010. Hemocyte parameters of the pacific oyster *Crassostrea gigas* a year after the *Hebei Spirit* oil spill off the west coast of korea. Helgol mar Res 64:349~355
- Laurence M., Rose M L D., Philippe G. 2009. Alien species alert : *Crassostrea gigas* (*Pacific oyster*) ICES Cooperative Research Report No.299
- Park K I., Choi J W., Choi K S. 2003. Quantification of Reproductive Output of the Butter Clam, *Saxidomus purpuratus* (Sowerby, 1852) Using Enzyme-Linked Immunosorbent Assay(ELISA). Ocean and Polar Research Vol. 25(3) : 249 ~ 256
- Patrick S., Christophe L., Katherine C. 2005. Summer Mortality of *Crassostrea gigas*(Thunberg) in relation to environmental rearing conditions. Journal of Shellfish Research 24(1): 197 ~ 207
- Rico-Villa B., Pouvreau S., Robert R. 2009. Influence of food density and temperature on ingestion, growth and settlement of pacific oyster larvae, *Crassostrea gigas*. Aquaculture. 287 395 ~ 401
- Soletchnik P., Ropert M., Mazurie J., Fleury P.G., Coz F.L. 2007. Relationships between oyster mortality patterns and environmental data from monitoring databases along the coasts of France. Aquaculture 271, 384~400.
- Spencer B. E., Key D., Milican P.F., Thomas M. J. 1978. The Effects of Intertidal Exposure on The Growth and Survival of Hatchery -Reared Pacific Oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) Keep in The Trays During Their First Ongrowing Season. Aquaculture 13, 191-203.
- 일본 수산청 수산물유통조사(양판점 점두조사)
 (社)일본농림기준협회 <http://www.jasnet.or.jp>
 (社)일본냉동식품검사협회 <http://www.jffic.or.jp>
 중국해관총서
 Ofimer, Ifremer
 CNC (Comité National de la Conchyliculture)
http://ec.europa.eu/food/training/index_en.htm
http://ec.europa.eu/comm/external_relations/delegations/web_en.htm

2005 census of aquaculture

Lori McKean&Bill Whitbeck, "The Joy of Oysters" 2002

Washington State Department of Health