

한국양식학회
2003년 제1회
현장 세미나

우리나라 해산어류 양식 연구 방향

국립수산과학원
원장 안국전

우리나라 해산어류 양식 연구방향

국립수산과학원장 안 국전

1. 문제 제기

○ 양식어류의 심각한 수급 불균형 및 어가 하락의 심화

- 증산 목적의 양식어장 확대 및 양식수산물 재고 증가로 인한 과잉 공급 현상 지속
- 저가의 중국산 활어 대량반입으로 국내 양식수산물 가격 경쟁력 급속 약화

○ 현재의 양식산업 구조 : 고비용 저효율 양식시스템 유지

- 양식비용(사료비, 인건비 등) 증가에 따른 원가 상승
- 넙치 원가율 : ('94) 60~70 % → ('02) 80~90 % (※ 원가율 : 출하가격 대비 양식비용 백분율)
- 사료, 어병, 양식시설의 저효율 구조 지속

분 야	국 내		선진국
사 료	생사료	➡	배합사료
어 병	치료중심	➡	면역중심
시 설	노동력 의존	➡	자동시스템

○ 양식어류 소비 부진 및 활어회 소비패턴 고착화

- 국내 경기침체와 수입국(일본) 경기하락으로 인한 활어 소비 위축 및 양식어류 소비패턴 (外食産業)에 대한 적극적 대응 미흡

2. 우리나라 양식기술 수준

□ 국내외 양식기술 수준 비교

선진국대비 핵심 기술	국내 수준	국 외 수 준		
		일 본	미 국	유 럽
종묘 생산기술	90% 수준	100% 수준	80% 수준	80% 수준
사료 개발기술	40% 수준	80% 수준	100% 수준	90% 수준
어병(백신)기술	60% 수준	70% 수준	85% 수준	95% 수준
양식공학기술	50% 수준	90% 수준	80% 수준	80% 수준
생명 공학기술	기초투자단계	개발단계	산업화단계	산업화단계

3. 양식 패러다임의 전환

□ 새로운 패러다임으로의 전환 필요

- 양 식 정 책 : 양적 생산 위주 → 질적 수급 위주
- 양 식 환 경 : 개발, 환경오염 → 친환경화
- 생산기술구조 : 고비용·저효율 구조 → 자동화·고효율 구조
- 원 가 관 리 : 원가의식 부재 → 기술개발과 연계한 원가관리

4. 양식어업 제도약 기본방향

□ 기본 목표

기술개발을 통한 획기적 원가절감으로
경쟁력 있는 양식어업으로 제도약

□ 기술개발 방향

- **사료개발** 친환경 고효율 저오염 배합사료 개발
- **질병예방** 어류 백신의 실용화 및 무병어류 생산
- **유전육종** 열성 방지 및 속성장 내병성 품종 개발
- **양성기술** 고효율 자동 양성관리시스템 기술개발
- **소비패턴** 소비패턴개선을 통한 안정 수요기반 창출

□ 개발 목표

- 기술개발로 인한 원가절감 효과 : 원가대비 50% 절감

개발 부문	현행	향후	원가 절감율
사료개발(사료비)	40%	20%	20%
어병제어(폐사율)	25%	5%	10%
육종기술(성장률)	1배	1.2배	10%
사육기술(시설보급률)	0%	30%	10%

5. 기술개발 방향

가. 사료 기술개발

□ 현황 및 문제점

- 해산어 양식생산량
 - 1990년 3천톤 → 2001년 10만여톤으로 증가

○ 연간사료 소비량(2001년 기준)

계	생사료	배합사료
37만톤 (100%)	30만톤 (80%)	7만톤 (20%)

※ 생사료중 6만여톤은 중국산 잡어를 수입하여 충당

○ 생사료 위주의 양식

- 사료자원 확보를 위한 연안자원의 남획
- 사료허실로 인한 연안어장 환경오염(사료허실 20%수준)
- 보관 및 유통과정의 변질 및 보관비 과다(전기료 10%내외)
- 병원균 전염 등 질병 초래(전체 질병의 30%)

□ 개발목표

○ 생사료 위주의 양식사료를 완전 배합사료로 대체하여 양식 생산성 향상으로 경영비 절감(사료비 절감 : 40%→20%)

- 배합사료 사용 : ('02) 20% → ('05) 80% → ('07) 100%

※ 노르웨이의 연어양식 (50만톤)은 100% 배합사료 사용으로 양식 산업화에 성공

□ 대책

기술적인 면

○ 실용 배합사료 개발

- 양식 대상종의 성장단계별 영양 요구량 및 사료원료 이용기준을 마련하여 실용 배합사료 개발
- 사료업계에 영양 요구량 기준에 의한 사료제조 유도 (정부의 자금지원등)

※ 2003년에 대중성 어종인 넙치 배합사료 시제품 생산 위계

- 정부주도의 시범어장 운영을 통하여 어업인에게 적극 홍보

○ 기능성 사료개발 및 육질개선을 위한 연구개발

- 기능성 물질을 첨가한 사료 개발(인삼넙치 등)
- 양식어류의 맛, 탄력 등 육질 개선을 위한 기술개발

제도적인 면

○ 국립수산과학원내 사료 전문 연구기능 강화

- 사료전문 연구소 신설(기존 종묘시험장을 개편)
- 사료전문가 2명 → 6명

○ 사료관리법의 정비

- 양식사료 관리를 농림부에서 해수부로 이관
- 배합사료의 품질관리 실시 근거 마련
- 수산과학원에서 배합사료의 품질평가(영양성분 기준 등) 실시

나. 질병 예방과 방제기술 개발

□ 현황 및 문제점

○ 질병 발생동향

- 발생규모 : ('90년대) 5% 수준 → ('00년대) 25~30% 수준
- 질병감염 : ('90년대) 세균성 및 기생충성 질병 감염
('00년대) 바이러스를 포함한 혼합감염
- 발생시기 : 고수온기 → 연중 발생
- 약제내성 : ('90년대) 즉시 치료효과
→ ('00년대) 약제내성균 증가로 치료효과 저하

○ 질병 치료 동향

- 선진국의 경우 : 치료위주에서 면역강화에 의한 예방중점의 방역 대책으로 전환
- 우리나라의 경우 : 아직 치료위주에 치중

※ 질병에 의한 연간 피해 총액 : 2,500억원(추정)

○ 양식어류에 잔류 항생제 농축에 대한 소비자 불신 팽배

- 양식업자의 무분별한 항생제 남용, 약제처리 미숙 등

□ 개발 목표

- 질병 치료연구에서 예방차원 연구개발로 조속 전환
 - 양식어류 면역체계 연구 : 임파구, 인터루킨, 인터페론 등
 - 병원체와 어류 면역반응의 방어효과 및 상호작용 연구
- 무병 어류 생산 및 개발백신·면역증강제 수출산업 확립
- 약제사용 절서의 확립(수산생물질병관리사 진단에 의한 처방 등)

(단계별 개발 목표)

구 분	현 행	3년후(2005년)	5년후(2007년)
질병 발생 비율	25 ~ 30% 수준	10% 수준	5% 수준

※ 노르웨이의 경우 예방백신의 보급으로 항생제 사용의 감소에도 불구하고 양식생산성 증가 (검출방법 미확립 항생제 사용 금지)

□ 대 책

기술적인 면

- 질병발생을 사전에 예방할 수 있는 고효능의 저가 백신 개발
 - 양식어류 성장별 질병에 대한 단계적 백신연구
 - 백신 생산비용 절감 및 예방효과 증대를 위한 첨단 유전공학기법을 이용한 백신 개발 촉진

- ※ 국내 백신 개발 현황
 - 에드워드백신('00년 산업체 제조기술 이전, '03 시판 예정)
 - 이리도바이러스백신('01년 산업체 제조기술 이전)
 - 연쇄백신('03년 3월 산업체 제조기술 이전 예정)

- 천연 추출물을 이용한 고효능 치료제 개발
 - 수산용 합성 항균제 및 치료제에 대한 치료효과의 검정 의무화
 - 시판되어 있는 수산용 의약품의 치료효과 향상과 최적 사용법 구명을 위한 약물동태학적 연구 촉진
 - 치료제에 대한 내성출현이 없는 천연추출물 이용 치료제의 개발

- 항생제 대용 가능한 천연 면역증강제 개발
 - 천연 면역증강 보조제 개발에 의한 어류의 건강 증진
 - 천연 항균성 물질 탐색을 통한 양식어류의 식품안전성 확보

- ※ 천연면역증강제 개발 현황
 - 약썩 + 삼지구엽초 + 연교 등이 함유된 면역증강제를 개발 효과 입증
 - 2003. 11월경 상기 약제를 먹여 사육한 어류의 시식회 개최 계획

- 질병 조기진단 및 유행성 검증을 위한 첨단 진단기법 개발·보급
 - 조기에 질병을 정확하게 진단할 수 있는 기법 연구 개발
 - 어류전염병 진단키트 개발·보급
 - 어류 중 슈퍼박테리아 등 약제내성균 검출기술 개발 및 인체 유해성 구명

제도적인 면

○ 관련 법령의 신규 제정 또는 기존법령의 개정

- 현행 『기르는어업육성법』(2002. 1. 14)을 개정하여 어류질병에 관한 제반 규정을 삽입 보완하거나, 또는 가칭 『수산생물전염병예방법』을 신규 제정토록 함

※ 일본의 경우

1999년 『지속적 양식생산확보법』을 제정하여 전염병 예방과 방역 규정을 도입, 명시(강력한 행정명령 및 손실보전제 도입)

- 신규 또는 개정 법령에 포함되어야 할 사항
 - 특정질병에 감염되었다고 인정되는 양식생물의 이동제한, 긴급 방역 조치
 - 특정질병 방지를 위한 어장개선 계획 및 권고, 어업권 제한 등
- 어류질병에 대한 전반적 시책 수립, 시행 및 연구·기술개발 계획 수립

○ 수산용 약제 관리 관련 법령의 정비

- 수산용 의약품의 안전사용에 관한 사항을 농림부에서 해양수산부로 이관할 수 있도록 관련 규정 개정
- 약사법 제72조의 6(동물약품사용 등에 대한 특례) 개정
 - 현행 농림부장관 소관사항인 동물용약품(수산용 포함)중 수산용 약품의 소관사항(동조 제1항) 및 용량·용법·사용기준 설정 등(동조 제2항)에 대한 관리부서 변경 및 규정 개정 → 해양수산부장관
 - 현행 수의사 진료 또는 처방에 의한 약물사용 관련(동조 제3조) 규정 개정 → 수산생물질병관리사
- 항생제 오·남용 방지를 위한 규정 마련(해양수산부 또는 국립수산과학원 고시)
 - 약제 안전 사용농도 기준, 출하 전 항생제 사용 금지기간 설정

- 수산생물질병관리사에 의한 수산용 항생제 판매 현황 제출 및 보고의 의무화
- 수산용의약품의 효능 저하 방지 및 검정을 위하여 수산용 의약품 검정기관 지정(국립수산과학원)

다. 유전육종 기술개발

□ 현황 및 문제점

- 양식 어미 집단의 유전적 열성화로 생산성 낮아지고 있음
 - 비계획적인 어미집단 관리 및 근친교배에 의한 열성화 초래
 - 친어의 열성화 방지 프로그램의 운영 시급

※ 단위면적당 어류생산 : ('97) 9.3 톤/ha → ('00) 5.4 톤/ha
- 양식 생산성 향상을 위한 육종 프로그램의 부재
 - 육종 연구는 장기적 안목에서 체계적 지속적인 기술 개발이 진행되어 야 하나 현재까지 산발적 단기적 연구개발에 그치고 있음

※ 최소 3세대(1세대 : 3년소요) 이후에 가시적인 성과 발생 (넙치 등)
- 국내산 양식 어류의 생산지 추적 시스템 부재
 - 국내에서 생산된 우수한 양식 브랜드를 보호할 수 있는 유전자 표시 시스템 개발 소홀(원산지 표시관리 미흡)

□ 개발 목표

- 형질전환을 이용한 기능성 양식 품종 개발
 - 유용 유전자의 이식에 의하여 단기간에 속성장등 기능성 양식품종 개발
- 분자육종을 통한 우량 양식 품종 개발

- 유전자 표지를 이용하여 속성장 등 선발에 의한 양식품종 개발

구 분	2006년	2010년
개발종	2종(넙치, 전복)	2종(넙치, 전복)
속성장	1.1~1.2배	1.2~1.5배

- 우량 양식 품종의 브랜드화 및 생산지 추적 시스템 개발

□ 대 책

- 육종 프로그램에 의한 우량 양식 품종의 집중 개발

- 육종에 대한 지속적인 투자 및 연구에 의하여 속성장, 질병내성, 내환경성 및 고품질을 가진 새로운 기능성 양식 품종을 개발

- 국내산 양식 활어 생산지 추적을 위한 시스템 개발

- 국내에서 생산된 양식활어와 외국산 활어를 구별할 수 있는 유전자 표지 시스템을 개발하여 국내 양식 브랜드를 보호

라. 사육시설·방법 개선

□ 현황 및 문제점

- 현행 우리나라 어류양식 시설

- 육상수조식 양식 : 주로 넙치 (저서성 어종)
- 해상가두리 양식 : 조피볼락, 농어, 돔류 등 (유영성 어종)
- 축 제 식 양식 : 송어, 조피볼락 등 일부 존재
- 순환여과식 양식 : 현재 거의 없음

※ 송어, 민물장어 등 담수어종에 대하여 일부 순환여과식양식이

시도되고 있음

- 노동집약적 양식방법으로 과도한 인건비와 외국에 비해 낮은 생산성 초래

※ 우리나라와 외국의 해상가두리 생산성 비교

국 가	양성관리	양식방법	양식어종	단위용적당(m³)생산비
우리나라	노동집약형	부상식	넙치	37,000원 (100%)
노르웨이	완전자동화	부상식	연어	30,000원 (81%)

- 양식시설이 연안에 소재하여 조류소통 곤란으로 어장오염 심화
- 미국, 캐나다 경우 외해양식이 성행하여 높은 생산성 유지 및 어장 오염 극소화

※ 연안양식 대비, 외해 양식과의 생산성 비교

해역	국 가	어 종	사육밀도	성 장 륜	폐 사 율
외해	스웨덴	무지개 송어	10.4 kg/m³	15% 증가	50% 감소
	미 국	모이(열대성어종)	22.7 kg/m³	35% 증가	50% 감소
연안	한 국	조피볼락	12.5 kg/m³	25% 감소	20% 증가

□ 개발 목표

- 완전자동 양식시스템 구축으로 첨단 양성관리 실현

※ 노르웨이는 '90년대부터 양식시스템의 완전자동화 실현

- 연안가두리의 외해양식 유도로 생산성 증대 및 오염 저감
- 육상양식시설에 고도의 경제성 지닌 순환여과식 양식관리시스템 기술개발

(단계별 개발 목표)

구 분	현 행	3년후(2005년)	5년후(2007년)
완전자동양식시스템	0%	5%	20%
외해침하식양식시설	0%	10%	30%
순환여과시설	0%	10%	40%

□ 대 책

- 사료공급 및 사육관리 등 완전자동 양식시스템의 개발 및 적용으로 과학적인 양식관리 및 인건비 절감
- 연안 가두리 시설의 외해 이동으로 친환경적이며, 경제성 있는 고품질 어종의 안정적 생산
- 양수 및 가온비용 절감 등 고도의 경제성을 갖는 순환여과식시설방식으로 대체 유도 및 양식시설 규모의 경제화 도모

마. 소비패턴의 개선

□ 현황 및 문제점

- 현재 어류양식 생산물은 전량 생선회로 유통되고 있음
- 생선회소비는 범국민적 단백질 공급이 아닌 특정 소득층을 상대로 한 외식산업으로 존재
- 생선회 소비패턴은 활어회가 80%를 차지하며, 선어회 소비는 20% 미만에 불과 (일본 : 활어회 5%, 선어회 95%)

※ 선어회 : 어류 육질을 절편하여 5°C 냉장상태에서 12~24시간내 백화점, 가정 등에서 생선회로 소비되며, 씹는 맛이 쫄깃쫄깃하여 선진국에서는 선어회를 선호

□ 목 표

- 현재 소비패턴 : 특정 소비층을 상대로 한 외식산업
→ 대중적 다량소비 수요기반 창출(생선회 뿐만 아니라 구이 등 요리의 다양화)

□ 대 책

- 양식수산물 안정성에 대한 대국민 홍보로 소비자의 자연산 선호의식 불식
- 선어회 대량공급 인프라 구축을 통한 선어회 중심으로 소비패턴 개선
- 外食文化 변화유도 및 진공포장, 산지택배 체제구축을 통한 가정내에서의 소비촉진으로 대중적 수요기반 창출
- 전략품종 양산 및 토속품종 발굴로 고급브랜드 전략추진

※ 일반가자미 : 2만원/kg → 범가자미 : 5~7만원/kg

6. 결론 - 양식어업 제도약

□ 기대효과

- 양식어업 경쟁력 확보

- 출하가격 정체 또는 하락시 원가절감으로 흡수

구 분	현행	기술개발 효과(총원가 감소율)		
		1~2년차	3~4년차	5년 이후
양식원가율	80~90% (100% 기준)	65~70% (80% 수준)	55~60% (65% 수준)	45%전후 (50% 수준)
경쟁력평가	취약	열위	대등	우위

○ 수요기반 창출 효과

- 공급물량 초과에 따른 어가하락 영향이 점증함에 따라, 소비촉진 전략 추진으로 공급물량 해소를 통한 적정어가 유지

구 분	수급현황	소비촉진 전략추진 효과		
		1~2년차	3~4년차	5년 이후
양식어류	공급과잉	적체해소	수급균형	신수요창출
어가현황	어가하락	어가지지	어가지지	어가상승

※ “사료개발 및 공급방법의 개선, 위생관리, 규모있는 어류양식 투자는 한국의 어류양식어업을 현재의 10배 수준으로 성장시킬 수 있을 것으로 판단된다” - 캐나다 양식생물학자 Jamie Gaskill 박사

□ 기술개발 효과 산출근거

○ 사료분야 원가절감효과

- 전체 양식비용중 사료비 비중 40%
- 사료비×50%절감(내역 : 품질 향상 30%↓+투입방법개선 20%↓)
- 개발완료시 사료비 비중 : 40%→20%(절감율 20%)

○ 어병분야 원가절감효과

- 어병 25%수준 유지시 원가율 80%
- 어병 5%수준 유지시 원가율 70%
- 개발완료시 원가 비중 : 80%→70%(절감율 10%)

○ 육종분야 원가절감효과

- 현행 수준 유지시 원가율 80%
- 속성장 1.2배 수준 향상시 원가율 70%
- 개발완료시 원가 비중 : 80%→70%(절감율 10%)

○ 사육기술분야 원가절감효과

- 현행 수준 유지시 원가율 80%
- 순환여과 및 자동급이 도입시 원가율 70%
- 개발완료시 원가 비중 : 80%→70%(절감율 10%)

□ 우리나라와 외국의 해상가두리 시설 비교

국 가	수심	방법	재질	크기(용적)	급이방법	단가
우리나라	5 ~ 25m	부상식	목재	10×10×6m (600m³)	수 등	300만원
노르웨이	30 ~ 40m	부상식 침하식	PE관	ø32×25m (1,256m³)	자 등	2,500만원
스웨덴	30 ~ 50m	반잠수식	철제	3000, 4500, 6000m³	자 등	29,000만원
미 국	45 ~ 50m	잠수식	철제	3000, 4500, 6000m³	반자동	13,000만원