환경친화형 해산어류 양식을 위한 배합사료의 개발 방향

김정대 교수
한국양식학회 이사
강원대학교 사료생산공학과
TEL) 033-250-8634 FAX) 033-255-5482
E-mail) jdekim@kangwon.ac.kr

1. 머리말

국내의 해산어류 양식은 방어, 돔 등의 자연산 치어를 포획하여 생사료 급여로 일시 축양한 후 양식 종묘로서 일본에 수출하기 시작한 1970년대 초반이 그 시발점이긴 하지만, 1980년 중반 생사료를 이용한 가두리 방어 양식이 활성화된 것이 본격적인 해산어류 양식이라고 할 수 있다. 그러나, 방어 수출에 문제가 발생하자 양식 품종의 다양화의 필요성이 제기되었고, 1990년 국내 기술로 넙치 인공 종묘가 생산되면서 넙치 양식이 활성화되었으며, 뒤이어 1995년부터 조피볼락 양식이 급속하게 증가하였다.

그러나, 인공 펠렛사료 개발과 함께 활성화 되었던 내수면어류 양식과는 달리 해산어류 양식은 생어(raw fish)를 이용한 습사료 급여 양식의 형태로 발전하였다. 양식 생산량의 증가는 생어의 수요를 증가시켰으며, 그 결과 가격 폭등, 불법 어획으로 인한 자연 종묘어의 고갈 등과 같은 문제뿐 아니라 생어 급여로 인한 수질오염 문제까지 유발되기 시작하였다. 조피볼락의 경우 본격적인 양식과 동시에 사료 개발을 위한 다양한 연구가 이뤄졌지만, 불행하게도 넙치의 경우 사료 개발 연구는 지연 되었다. 이러한 현상은 상대적으로 생어가 풍부하여 사양가들이 펠렛사료의 사용을 선호하지 않았기 때문이며, 그로 인해 사료 생산자들은 적극적으로 사료 개발을 위한 투자를 하지 않았던 것이다. 그러나 최근들어 생어의 구매와 사용에 따른 제반 문제점들이 양식업 경영 악화 유발뿐 아니라 사회적 문제로 이어지고 있어, 환경친화형 배합사료의 개발이 주 현안 과제로 대두되고 있다.

2. 해산어류 양식용 배합사료의 생산 전망

해산어류의 경우 넙치와 조피볼락이 주 양식 어종으로, 현재까지 생어를 이용한 생사료 또는 분말사료를 혼합한 습사료 위주의 사육을 하고 있다. 그러나 숭어나 돔류의 경우 펠렛사료 형태로 생산되고 있다. 지난해 해산어류 양식용 배합사료 생산량은 63,147 톤으로, 1990년의 2,666 톤

에 비해 약 24배 증가하였다. 그러나, 해산어류 양식에 소요된 생어 양을 인공펠렛으로 환산하여 추정한다면, 지난해 약 180,000 톤의 해산어용 배합사료가 사용되었다고 얘기할 수 있다. 향후 5년이내 해산어류용 인공 펠렛사료의 개발이 완성될 것으로 추정되며, 이에 따른 국내 해산어용 배합사료 생산량을 예상한다면 표 1과 같다.

단기적으로 생사료 또는 습사료 위주의 급여 방식에서 완전히 탈피하지는 못할 것이다. 그러나, 양식업의 경영 압박과 양식장 주변 수역의 수질 오염 문제가 사회적 관심사로 대두될 것이기 때문에 생사료 급여 방식에서 펠렛사료 급여 방식으로 상당부분 전환될 것으로 예상된다. 그리고 각 사료 생산 업체들이 펠렛사료의 수요 증가를 예상하고 자체 개발을 서두르고 있기 때문에, 2005년 분말 및 펠렛사료 소요량은 약 100,000 톤 정도가 될 것이다. 이때쯤 연구자들의 영양소 요구량 자료가 확립되고 적정 급여율이 설정되어 본격적인 고효율 저오염 환경친화형 펠렛이 등장할 것으로 예상되기 때문에, 중기적으로 2010년에는 약 140,000 톤 그리고 장기적으로 2015년에는 220,000 톤의 사료 시장이 형성되고 생사료가 자취를 감추게 될 것이다. 이러한 중장기적 발전은 연구자들의 결과 도출이 빨라지고 사양가들의 펠렛 수요가 증가하면 할수록, 현저히 빠른 속도로 이뤄질 것이다.

3. 해산어류 양식용 배합사료 개발을 위한 연구 방향

해산어류용 배합사료는 크게 치자어용 미립자 사료, 육성 및 친어용 펠렛사료로 구분할 수 있다. 부화 초기 자어용 미립자 사료의 경우 각 사료업체가 개발 투자를 꺼려하여 1995년 전까지는 거의 수입에 의존하였다. 그러나 그 이후 몇몇 업체의 기술 개발로 1999년 부터는 국내 생산 사료의 판매량이 수입 사료 보다 앞서기 시작하였다. 그러나 여전히 기술적 개선을 위한 많은 연구가 수행되어야 할 분야로 남아 있다. 미립자 사료의 개발은 친어용 사료의 연구 개발과 궤를 같이 한다고 볼 수 있다. 왜냐하면 건강한 종묘 생산을 위해서는 친어의 건강 상태가 가장 중요

표 1. 해산어용 배합사료 예상 생산량(2005, 2010년 및 2015)* (단위: 톤)

어종/년도	2005	2010	2015
넙치	45,000	65,500	96,000
조피볼락	35,000	38,000	55,000
농어/돔	8,000	15,000	30,000
방어	2,500	2,500	2,000
새우	12,000	12,000	20,000
기타	1,000	10,000	15,000
계	103,500	143,000	218,000

*필자 추정치.

하며 이를 위해서는 친어용 사료 개발이 이뤄 져야만 하기 때문이다.

한편, 양적으로 소량이어서 업체들이 연구 개발 투자를 꺼리는 미립자사료나 친어용 사료와는 달리, 상대적으로 대량의 시장이 형성될 수 있는 육성용 사료는 수요만 창출되면 업체들의 연구 개발 투자가 시작될 수 있다. 그러나 사료의 모방은 쉬우나 개발은 그렇지 않다는 사실을 직시해야만 한다. 아울러, 국내에는 어류용 배합사료 개발을 위한 단미사료의 종류나 질이 극히 제한되어 수입에 의존하는 상황이므로, 개발이 이뤄지더라도 사료판매 가격의 등락은 불을 보듯 뻔하며, 그 결과 사료의 질적 가치 저하가 유발될 수 있고 사양가들의 신뢰도를 떨어뜨리게 될 것이다. 사료 개발은 기초적인 영양소 요구량 설정 연구와 응용적인 현장 적용 연구로 구분하여 다음과 같은 방향으로 전개 되어야 할 것이다.

가) 영양소 요구량 설정 연구

지금까지 해수어용 배합사료의 개발이 지연되었던 까닭은: ① 생어의 생산량이 풍부하고 가격이 저가이었며, ② 수질 오염 규제 조치가 없었고, ③ 출하어의 시장 가격이 높아 사료 가격이 총 양식생산비에 미치는 영향이 미미했기 때문이라 볼 수 있다. 그러나 이러한 세가지 요인들이 정반대 현상으로 나타나자 사료 개발의 필요성이 표출되고 있다.

사료 개발을 위해 가장 우선 되어야 할 사항은 사료내 구성소를 결정짓는 일인데 이를 위해선 첫째, 대상 어종의 소화·생리학적 요구를 충족시키기 위한 영양소의 필수성과 둘째, 어류의 섭취 행동(feeding behaviour)과 생태(ecology)에 밀접하게 연관되는 기술적이고 실제적인 문제점을 조사하는 것이다(표 2).

표 2. 사료내 구성소의 결정 요인

생물학적 요인	단백질 및 필수 아미노산, 지방 및 필수 지방산, 비타민, 광물질, 가소화 에너지, 단백질/에너지 비율
기술적 요인	유인제, 향미제, 성장 촉진제, 결착제, 안정제, 색소, 약제

표 3. 사료내 영양소 수준에 영향하는 인자

실용적 측면	영양소 요구량에 근거한 이용가능한 지식 단미사료의 확보율 및 가격 기술적 제한 요소- 입자도, 지방 수준, 결착제, 수중 안정성 사양 실험 - 사료 섭취 정도, 성장도, 수질 오염도
분석적 측면	대상 어종의 성장 단계별 영양소 요구량 영양소 이용성 항 영양성 인자의 유무 환경적, 생물학적 제한 인자 - 수질, 온도, 산소, 유속, pH, 화학적 조성, 스트레스, 질병, 유전력, 생리학적 단계 육질

사료내 함유되는 여러 필수 영양소의 수준에 영향하는 인자들은 표 3에 열거한 바와같이 많다. 실용적인 측면에서 이용 가능한 자료 또는 권장량을 고려하여 영양소 요구량과 기술적 범위를 충족시키는 사료를 배합할 때, 영양소의 생체 이용 가능성, 영양소의 상호작용 등과 같은 여러 요인에 더 세심한 주의를 기울여야 할 것이다. 지상 가축의 사양과는 달리, 어류 양식은 다양한 환경에서 사육되는 수많은 어종을 다루고 있다. 따라서 영양소 요구량의 체계적인 연구는 실제로 상당한 어려움을 수반하며, 도출된 자료의 이용 시에도 상당한 주의를 기울여야 한다.

나) 현장 적용 연구

대상 어종의 영양소 요구량 설정 연구에는 많은 시간과 자본이 투입되기 때문에, 사료 생산자 측면에서는 유사 어종의 영양소 요구량 자료에 근거하여 사료를 제조, 현장 실험을 거쳐 수정 보완 하는 작업을 전개하게 된다. 실제로 영양소 요구량이 대부분 밝혀진 어류는 챠넬메기, 송어, 잉어, 연어, 틸라피아 같은 몇 어종에 지나지 않기 때문에, 신 어종 사료 개발을 위해 사료 생산자가 의존할 방법은 응용적인 현장 연구 개발 방법이외는 없다. 현장 연구시 고려해야 할 사항으로 사료 섭취 정도, 성장도, 폐사율, 질병 발생 빈도 그리고 개발될 사료의 가격을 들 수 있다. 넙치의 경우 치어기 때 펠렛사료를 급여하다가 뒤이어 육성 단계에서 생사료(또는 습사료)로 전환하여 출하시까지 사육하는 사양 방식이 주류를 이루고 있다. 완전 펠렛사료 위주의 사양이 이뤄지지 못하는 것은 사료 생산자가 생사료를 대체할 수 있는 사료를 현장 연구 개발을 통해 개발해 내지 못했거나 또는 사양가들이 사료 값이 비싸 사용을 꺼리는 것 둘 중의 하나를 의미한다. 그러나 넙치 양식을 완전히 펠렛사료에 의존하여 성공적으로 사육하는 사양가가 있기에, 사양가의 고정 관념 또는 사료 비용 문제로 사용을 꺼리는 것으로 추정할 수 있다. 현장 연구를 통한 사료 개발은 사료 생산자와 사양가의 이해관계만 성립

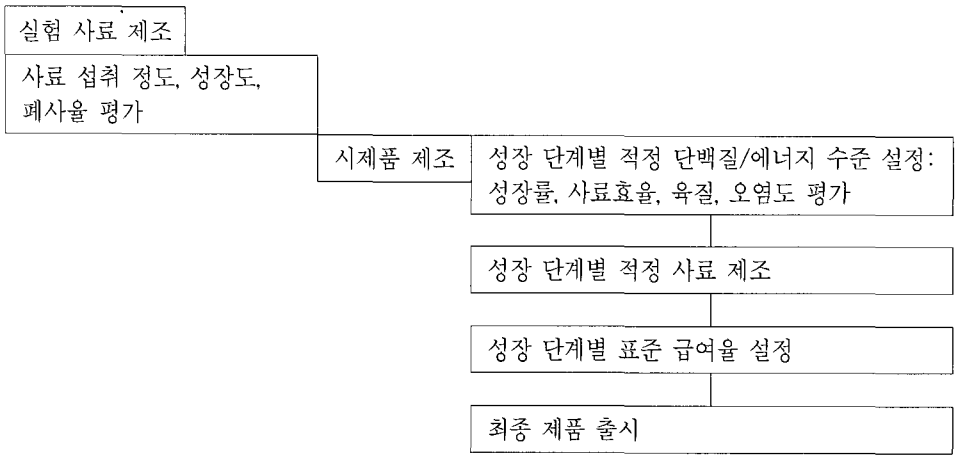

그림 1. 현장 연구를 통한 제품 개발.

되면 쉽게 이뤄질 수 있을 것이다. 이때 사료 생산자는 다음과 같은 방법으로 성공적인 사료 개발을 이룰 수 있을 것이다. 물론, 이러한 연구 개발이 연구자, 사료 생산자 및 사양가의 공동 참여로 수행 된다면 가장 이상적인 사료가 만들어질 것이다.

이렇게 개발된 사료는 연구자들의 연구 결과 도출과 함께 계속적으로 개선 되어야 한다. 예를 들면, 필수 아미노산 및 필수 지방산의 수준, 광물질 및 미네랄의 요구량이 밝혀지면, 개발된 사료에 이 자료들을 주의를 기울여 보완하면 될 것이다. 그러나, 각사의 사료 구성소가 다르기 때문에 개발된 사료의 이용 가능한 영양소 및 에너지 함유량에 대한 자료는, 각 사가 별도의 연구를 통하여 스스로 만들어야 한다. 이것은 사양가가 사료를 선택 하는데 있어 가장 핵심적인 부분이다. 사료는 어류 사육을 위한 일차적 소비재로서 인류가 직접 섭취하는 식품이나 의약품과는 구분된다. 사료는 다양한 원료 및 가공 조건을 이용하여 50여 항목 이상의 영양소를 조합하여 제조되기 때문에 최종 제품의 질이 다양하게 나타난다. 단적으로 표현하면 10가지 원료를 이용하여 제조할 수 있는 사료의 종류는 10 ! 이다. 따라서, 연구개발자가 산학 연구를 통하여 제품을 개발하더라도 유사 제품이 타회사에서 얼마든지 출시될 수 있기 때문에, 독점 상품으로 자리매김 할 수가 없는 것이다. 이런 상황에서는 업체의 마켓팅력이 판매율 확보를 좌우하는 것이다. 따라서, 국가 차원의 연구 개발이라도 기업의 참여도가 부진한 것이며, 기술 이전의 의미도 없다고 볼 수 있다.

4. 해산어류 양식용 배합사료의 개발 방향

사료는 수산동물 산업을 포함한 모든 동물 산업의 지속적인 발전을 위해 중요한 역할을 한다. 사료 비는 동물을 사육하는데 소요되는 총 경비 중 가장 많은 부분을 차지하기 때문에, 사료를 동물에게 급여하여 고기(어류 포함), 알, 우유 등과 같은 생산물의 수확율을 증가시키는 것이 동물 산업에 종사하는 사양가들의 제 일차적인 목표이다. 그러나, 엄밀히 얘기하면 생산물의 수확율 증가는 그 생산물의 시장 가격이 가장 높게 책정되는, 즉 판매가가 가장 높은 시기에 이뤄져야 한다. 그래서 이윤 발생을 극대화하는 것이 동물 생산에 종사하는 사양가들의 최대 현안이다. 따라서, 사양가는 사육하는 동물의 성장과 시장 가격의 흐름을 면밀히 파악하여 동물의 성장을 예견, 조절할 수 있는 능력을 겸비해야 할 것이다. 하지만 동물 산업이 지속적인 생산 산업으로 자리매김 할 수 있도록 하기 위해서, 이제 사양가들은 성장률과 시장 경제의 흐름뿐 아니라 오염 배설량에 대한 지식까지 겸비 하여야 한다. 사료전환효율이 우수하면 할수록 동물의 생산성은 증가하는 반면, 오염 물질(분, 뇨, BOD)의 발생량은 줄어들어 이들 오염원의 처리 비용이 감소되는 부수적 경비 절감이 뒤따른다.

깨끗한 물에 의존하는 수산동물 산업에 있어, 오염율이 낮은 사료의 사용은 산업의 지속적인 발전에 거의 강제적 일만큼 필수적인 일이다. 양식 선진국의 양어 사료 산업체들은 이미 오래전부터 저오염 사료 개발에 착수하여 환경을 책임지는 사료를 만들어 내고 있다. 10여년 전에 비해 연어나 송어 사료의 사료효율은 두배 이상 개선되었다. 아울러, 사료 배합 기술의 개선에 힘입어 양식 송어의 분과 뇨를 통한 인 배설량은 절반 가량으로 감소하였다. 따라서, 과거의 사료보

다 오늘날의 사료가 더욱 환경친화적인 것을 부인할 수 없으며, 여전히 오염도를 낮추려는 연구가 진행되고 있다.

가) 환경친화형 사료의 특징

이상적인 환경친화형 사료는 다음과 같은 특징을 가져야 한다:

1) 환경친화형 사료의 구성소는 재활용 공급원으로부터 유래한다. 즉, 일차 생산물(식물 및 그 부산물), 이차 생산물의 부산물(동물 부산물) 또는 어업 부산물(어분 및 어유) 등으로 구성된다. 이들 단미사료(배합사료를 제조하기 위하여 사용되는 각각의 원료를 말함)에는 병원균이나 유해물질이 존재해서는 안된다.

2) 이들 단미사료는 그 자체만으로서 또는 양어장에서 확보 가능한 여러 사료와 혼용시, 사육되는 어류나 갑각류의 영양소 요구량을 충족시킬 만큼 영양학적으로 적절하게 균형이 이뤄져 있어야 한다. 영양소의 공급량이 낮거나 과잉일 경우 또는 불균형적인 공급시 영양소의 허실이 발생하기 때문이다.

3) 사료는 가능한 한 완전히 소비될 수 있는 형태로 제조, 급여되어야 한다. 다시 말하면, 섭취시 손실이 없어야 한다.

4) 사료효율을 극대화하기 위한 사료 관리 및 급여율에 대한 적절한 정보를 사양가에게 공급해야 한다.

나) 단미사료 개발

환경친화형 사료 개발은 ① 단미사료 개발, ② 사료 배합, ③ 사료가공 기술, ④ 사료 관리의네 가지 분야로 구분할 수 있으나, 이 중에서도 단미사료의 개발이 가장 기본적인 요건이다. 단미사료 개발은 단미사료 공급자와 사료 생산자간의 상호협력적인 분야로서 특정 어종의 요구량을 충족시키는 원료 물질을 구분하고 개발하는 일이다. 이 분야에서의 주요한 변화는, 단미사료 공급업자들이 양어 사료는 다른 동물용 사료보다 더 높은 영양학적 질을 가진 원료 물질이 필요하다는 것을 점점 인식하고 있다는 것이다. 양질의 단미사료에 대한 필요성은 ①양어 사료는 타 동물 사료보다 전형적으로 영양소가 농축되어 있고, ②환경적 특질은 지상 동물보다 수중 동물에 더욱 쉽게 영향을 미칠수 있기 때문에, 오염물을 감소 시키기 위한 노력이 다른 동물 산업 분야보다 더욱 강렬하다는 것을 고려 하는데서 더욱 부각되고 있다. 단미사료 공급자는 이 두가지 요구사항에 부응하고 있다. 다음 예는 단미사료 분야의 주요 개발 분야이다.

1) 피틴염(Phytate)이 낮은 식물성 단미사료

일반적으로 사용되고 있는 식물성 단미사료에 함유된 인은 대부분 피틴염의 형태로 결합되어 있어, 어류를 포함한 단위 동물에 의해 이용될 수 없다. 따라서, 이러한 형태로 섭취된 인은 배설되어 환경 오염원이 된다. 식물 육종학자들은 이러한 피틴염의 함량이 낮은 옥수수와 보리 등을 개발하였는데, 이들 단미사료는 환경과 더욱 친화적이라고 할 수 있다. 아울러, 피틴염의 농도가 낮은 유지(油脂) 종자 작물의 개발이 진행되고 있다.

2) 회분 함량이 낮은 동물성 부산물

식물의 피틴염과 비슷하게 동물의 뼈내 인과 타 광물질은 동물에 의한 소화율이 낮다. 회분은

이러한 광물질의 함량을 반영하는 것으로, 회분 함량이 높을 경우 타 영양소의 소화율 또한 영향을 받게된다. 따라서, 회분 함량이 낮은 단미사료의 사용은 영양소 이용성의 개선뿐 아니라 배설되는 인의 함량 또한 감소시키는 결과를 가져온다. 이러한 점을 감안하여 동물성 부산물 단미사료 제조시, 체를 이용하거나 공기를 이용하여 회분 함량을 낮추게 된다. 이렇게 골분을 제거하여 회분 함량을 낮추는 작업은 단미사료 생산자들 입장에서는 경제성 있는 공정이 아니었으나, 환경과 친화하기 위한 그들의 노력이 작업 효율의 개선으로 이어져, 이제는 어분, 육분, 계육 부산물 등과 같은 동물성 부산물의 회분 함량이 낮아지게 되었다. 회분 함량의 감소는 단미사료 무게의 감소로 이어지는 단점은 있으나 거꾸로 단백질과 지방의 함량이 증가되어, 영양학적 질적 가치가 개선되게 된다.

3) 효소공학

유전자 조합기술과 병합된 발효 기술의 개선은 산업, 의학 및 농업분야에서의 사용을 위한 효소의 상업화를 앞당겼다. 사료에 함유된 효소는 동물이 섭취하기 전에 영양소를 분해시키거나 동물의 장내에서 소화를 촉진 시킴으로서, 사료 구성소의 영양학적 가치를 개선시킨다. 식물성 부산물의 경우 효소제의 사용은 섬유소와 단백질의 소화율을 개선시키며, 인의 이용성을 증가시키는 것으로 나타났다. 동물성 부산물의 경우 효소적 소화는 단백질 소화율을 개선할뿐 아니라, 사료 섭취 유인제로 작용하는 유리 아미노산의 생산에도 일조하는 것으로 밝혀졌다.

4) 어분과 어유의 대체 물질

수산 동물 사료내 어분과 어유의 사용은, 몇몇 기득 이권층이 묘사하는 것과는 달리, 환경 무시 행위가 아니다. 어분과 어유는 인류 식품과 경합하지 않는 즉, 사람이 직접 소비할 수 없는 어류로부터 가공되어 사육중인 어류나 갑각류등에게 재순환 되는 것이다. 이들 단미사료는 지상 동물에 이용되는 것보다 더욱 효율적으로 양식되는 수산 동물에게 이용된다. 어분과 어유는 또한 어획되는 어종의 포획 관리가 꼼꼼히 유지 된다면 식용으로도 재활용될 수 있다. 그러나, 이들 공급원은 무한한 것이 아니기 때문에, 양식 산업의 어분과 어유에 대한 의존도를 점차적으로 줄여 나가야만 양식의 지속성이 유지 될 것이다. 이에 대한 대책으로서 어분과 어유의 사용량을 줄이고 양질의 동물성 부산물의 사용 비율을 점차 증가시켜, 합성 아미노산을 첨가하여 어분에 필적 할 만한 아미노산 조성을 유지시키는 방법이 대두되고 있다. 더욱 흥미 진진한 개발 방향은, 식물 육종, 또는 유전 육종을 통하여 어분이나 어유의 아미노산 또는 지방산 조성과 유사한 식물 변종을 생산하는 것이다. 여기에는 단세포 미생물(조류, 박테리아, 효모)을 통한 개발도 포함 될 것이다.

5. 환경친화형 배합사료 발전 대책

경제 발전에 따른 축산물 소비 증가에 따라 사료 수요의 증가로 공장 수와 제조 시설 능력이 해마다 증가하게 되었으며, 지난 2000년에는 배합사료 총 생산량이 1,499만 톤으로 곡물 및 전분을 포함한 가축 사료 시장은 매출액 기준 6조3천억원의 거대한 시장 규모를 가진 산업으로 변모하였다. 이 중 양어 사료 생산량은 120,000여 톤으로 약 0.8%에 불과하지만, 매출액 기준으로는 약 1.9%에 해당하는 1,200억원의 고부가 가치

를 지닌다. 그러나 90년대에 들어서면서 수입개방 및 소비증가 둔화로, 정체 내지는 성장의 하향 곡선을 그리는 등 대내외 환경이 점차 어려워지고 있다. 수산 양식업은 사료비 인상, 환경 오염 문제, 인력난 등으로 고 비용 산업 구조로 이전되어 가고 있을 뿐 아니라, 과잉 생산, 비브리오 파동, 활어 수입 증가, 질병 만연 등의 제반 문제로 인하여 장래가 더욱 불투명해 지고 있는 실정이다.

1999년 현재 국내 가축용 배합사료 총 생산량은 14,856,000 톤으로 생산 능력 대비 가동율 165%를 보이고 있다(표 4). 한편, 2001년 현재 양어용 배합사료 생산을 위한 익스트루더 설비 현황(표 5)을 보면, 년간 적어도 224,400 톤의 EP 사료를 생산할 수 있는 시설을 보유하고 있다. 아울러 각 사가 보유한 양견 및 가축용 배합사료 생산용 익스트루더 설비까지 합치면 년간 600,000 톤 이상의 EP 사료를 제조할 수 있다. 그러나, 2000년 EP 사료 생산량은 100,000 톤에도 못 미치고 있는 실정이기 때문에 비싼 기기를 놀리거나 양견 사료 생산으로 대체하고 있는 실정이다. 표 10에서 나타나는 수치가 현실로 실현된다고 가정할 경우라도, 현재 국내의 시설만으로 얼마든지 생산이 가능 하다고 볼 수 있다. 그러나 문제는 하드웨어가 아니라 소프트웨어의 개발이다.

국제 경쟁력을 갖는 환경친화형 양어 사료를 개발하고 사양가들의 책임지는 양식 산업을 자리매김하기 위하여, 다음과 같은 제도적 수정 또는 장치 마련이 필요하다고 본다.

1) 수입 단미사료의 관세 철폐 및 공동 구매 유도

2000년 배합사료 총 생산량 14,991,000 톤 중 국산 자급 비율은 26.2%인 3,923,000 톤에 불과하다(표 6). 그러나, 어분, 어유, 대두박 및 소맥분에 기반하여 제조되는 양어용 배합사료의 경우, 국산 자급 비율은 5% 이내로 추정된다. 사료 생산자의 경영상 문제점을 해결하고 국내산 사료의 국제 경쟁력을 높이기 위해서는, 수입에 의존하는 단미사료 특히, 어분, 어유 및 전분과 같은 원료의 관세를 철폐 또는 하향 지원하고 공동 구매를 유도하여, 적어도 양질의 원료가 각 사료 회사에 입고될 수 있도록 정책적인 방향 수립이 필요하다. 그리고, 전분의 경우 뱀장어 사료 생산에만 국한 할 것이 아니라 해산어 사료에도 공히 사용할 수 있도록 규제를 풀어야 하며, 현행 할당 세율 8%를 철폐 또는 하향 조정해야 한다.

표 4. 국내 가축 사료 총 생산량 및 가동율*

년 도	사료 공장 수	생산 능력 (톤/년)	생산량 (톤/년)	가동율 (%)
1980	78	3,181,000	3,462,000	109.7
1996	83	8,441,000	15,9333,000	187.1
1998	95	8,965,000	14,259,000	157.9
1999	98	9,001,000	14,856,000	165.1

*한국사료협회(2000).

표 5. 국내 양어 사료 제조업체의 Extruder 보유 현황 및 생산 능력

회사명	EP 기종	생산 량/h	생산 량/d*	생산 량/yt**
우성사료	Buhler 125 HP 2대 250 HP 1대	3톤/대 5톤	110톤	33,000톤
이화유지	일산	300 kg	3톤	900톤
제일제당	Wenger Buhler	4톤 3톤	70톤	21,000톤
대한사료	Sprout-Matador	11톤	110톤	33,000톤
대상사료	Wenger X-185	6톤	60톤	18,000톤
퓨리나	Wenger S-185 Wenger TX-185	5톤 0.5톤	55톤	16,500톤
농협(함안)	Wenger TX-115	3톤	30톤	9,000톤
고려특수사료	Wenger X-185	6톤	60톤	18,000톤
신촌사료	Sprout-Matador EX920	6톤	60톤	18,000톤
대한제당	Wenger TX-85 Wenger X-175 Amsec / 25	0.5톤 4톤 2톤	65톤	19,500톤
제일사료	Buhler DNDH 2대 Wenger S-185 1대	4톤/대 5톤	135톤	10,500톤
서해사료	Wenger TX-85 Wenger X-175	0.5톤 3톤	30톤	9,000톤
대주사료	Extratech E750 2대	3톤/대	60톤	18,000톤
계				224,000톤

*일일 10시간 가동시, **년 300일 가동시.

표 6. 배합사료 원료의 국내 자급율* (단위: 1,000 톤)

회사명	계	국산	수입	국산비율(%)
2000	14,991	3,923	11,068	26.2%

*한국사료협회(2001).

2) 어분 및 어유 자체 생산 시설 완비

어분과 어유는 양식용 사료 제조에 있어 가장 중요한 원료이다. El Golfo 사의 어분 공장에서 생산되는 어분의 규격은 표 8과 같다. FF of Denmark 사의 어분은 LT Suprime, FF Classic 및 Special A 세 등급으로 나눠지며, 모두가 71% 이상의 단백질을 함량을 보장하고 있다. 프랑스 Sopropeche 사는 고단백(82%), 저지방(6%)의 CPSP 90

표 7. 단미사료의 관세율 표

H.S. NO.	품명	할당 세율(%)
2304-00-0000	대두박	2.16%
2301-20-1000	어분	5%
3505-10-4000	전분	8%
1005-90-1000	옥수수	0%
1001-90-9020	소맥	1%
1003-00-9010	겉보리	2%
0714-10-2020	타피오카	2%
2302-30-0000	밀기울	2.5%
1518-00-9000	동물성 또는 식물성유지	5%
1214-10-0000 1214-90-9010	알팔파	1%
2306-10-0000	면실박	2%
2306-40-0000	채종박	2%
1214-90-1000 1214-90-9090 2308-90-9000	사료용근채류, 기타 사료용식물, 사료용의 식물성물질 및 웨이스트	2%

표 8. 칠레 El Golfo 사의 어분 종류 및 규격

종류	S.Prime A	S.Prime B	Prime	Regular	Standard*
Protein	68% min	68% min	67% min	67% min	65% min
Lipid	10% max	10% max	10% max	10% max	12% max
Moisture	10% max	10% max	10% max	10% max	10% max
Salt & Sand	4% max	4% max	4% max	5% max	5% max
Ash	16% max	16% max	16% max	17% max	18% max
TVN, mg/100 g	120 max	120 max	120 max	150 max	-
FFA	7.5% max	7.5% max	7.5% max	12% max	-
Histamine	500 ppm max	1000 ppm max	-	-	-

*가금 및 양돈용.

과 저단백(70%), 고지방(20%)의 CPSP Special G 제품을 생산하고 있는데, 이들 제품은 모두가 가수분해된 어류 농축 단백질이다. 노르웨이는 해산 어류용 어분인 Norse-LT94의 제품 규격을 제도화하고 있으며, 캐나다는 어분 생산자들이 자체적으로 그들 제품의 규격을 유지해 나가고 있

다(표 9). 그러나, 국내 생산되는 어분은 신선도가 떨어지며 성분 면에서도 양식용으로 전혀 적합하지가 않다. 따라서, 국가 차원에서 양질의 어분과 어유를 생산할 수 있는 기술력을 갖춘 업체를 선정하여 육성할 수 있는 제도적 장치가 필요하다. 대부분 육식성 섭취 양상을 지니는 해산 어류용 사료는 어분과 어유로 만들어 진다고 해도 과언이 아니다. 따라서, 양질의 어분과 어유 자체 생산도 중요하지만, 장기적인 측면에서 어분과 어유의 상대적 생산량 감소를 고려해 볼 때, 이들 동물성 원료를 대체할 수 있는 원료 개발 등의 연구가 절실한 실정이다.

3) 사료 생산자의 연구 활동 지원

달러화의 가치 상승으로 단미사료의 수입 가격이 지속적으로 증가 하였으나(표 10) 사료 가격

표 9. 노르웨이와 캐나다의 어분 표준 규격

Parameters	Norwegian	Canadian	
	Norse-LT94	Herring	Whitefish meal
Protein, min.(%)	70	68	60
Fat (Soxhlet extraction),MAX.(%)	11.5	-	-
Fat (crude), min(%)	-	5	3
Ash, total, max(%)	14	16	20
Moisture, min.(%)	5	5	5
Moisture, max.(%)	10	10	10
Ammonia-N(TVN), max.(%)	0.16	0.2	0.2
Pepsin digestibility, min.(%)	94	-	-
Digestible protein, min.(%)	-	90	90
Salmonella	Not detectable	Not detectable	Not detectable
Antioxidant, added (ethoxyquin), ppm	400	200	200

*Lall (1999).

표 10. 국내 양어용 원료 사료 년도별 가격 추이(1995-2001) (단위: 원/kg)

원료	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2001/1995 %
Fish meal (Brown, 67%)	500	530	720	1320	680	650	965	**193**
대두박(44%)	189	260	324	430	219	270	304	**161**
소맥분	164	193	173	250	168	165	210	128
소맥	150	175	140	235	135	140	150	100
어유	550	600	550	1400	1100	700	1050	**191**
콘글루텐	327	357	460	660	500	430	480	147

은 그에 보조를 맞춰 인상될 수 없었기 때문에 사료 생산자가 겪는 경영상 고충은 상당히 크다. 이것은 사료의 질적 가치를 저하 시키는 요인이 되기도 한다. 사료 생산자는 수요가 있어야 대응한다는 수동적인 입장을 고수하기 때문에 연구 개발 의욕은 당연히 낮다고 볼 수 있다. 따라서, 연구 기관이 산학 공동 연구를 원하더라도 대부분 응하지 않는다. 연구는 산학 공동으로 이뤄져야 만이 현장에서의 직접적인 접목이 가능해 진다. 따라서, 연구 기관과 공동으로 산학 연구를 수행하는 사료 생산자 측에 국가에서 어떤 인센티브를 제공할 수 있는 제도가 수립되어야 한다. 아울러, 매년 사양가들의 시판 사료에 대한 선호도와 사료 생산자의 개발 상황을 고려하여, 해양수산부 차원에서 우수 사료 생산자를 선정하여 포상하는 제도를 마련하는 것도 연구 개발을 장려하는 한 방편이 될 것이다.

4) 수입 대체 사료 개발시 인센티브 제공

1995년 치자어용 인공 미립자 사료의 수입량은 약 60 톤에 달했다. 이렇게 양적으로 미미한 인공 사료를 개발하기 위해 연구 개발 투자를 한 한 두 양어 사료 생산업체는 군데에 불과 했지만, 이들 업체의 개발 덕분으로 현재 전체 소요량의 60%를 자체 생산품으로 대체하고 있다(표 11). 사료 생산자로부터 양질의 사료개발을 유도하기 위해서는 수입사료를 대체할 수 있는 양질의 사료를 개발하는 업체에 정부가 어떤 인센티브를 제공할 수 있는 제도를 수립해야 한다.

5) 사료 수출 절차의 원활화

국내의 많은 업체들이 태국, 베트남, 일본 등으로 사료를 수출하고 있으나, 광우병 파동 이후 각국들이 육분이나 육골분과 같은 동물성 원료를 사용하지 않는다는 정부 차원(수의과학 검역원)의 증명서를 요구하고 있어, 수출상 어려움을 겪고 있다. 이런 증명서 구비 절차를 간단, 신속하게 제공할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 한다.

6) 공장 설비비 지원

양식용 사료는 어분, 어유 및 오징어 분말과 같은 단미사료의 사용으로 제조시 발생하는 냄새로 인해 인근 지역의 민원을 야기하기 쉽다. 따라서, 정부적인 차원에서 이러한 민원 발생을 차단 수 있는 설비비 지원을 해야 할 것이다.

7) 사양가들의 의식 전환

생사료 4 kg 급여로 어류 1 kg을 생산한다고 가

표 11. 연도별 먹이생물 및 부화 초기 사료(750 ㎛ 이하) 수입 생산 현황(톤)*

년도		1995	1996	1997	1998	1999	2000
알테미아	수입	136.2	99.5	90.2	40.8	73.3	90.5
	생산	-	-	-	-	-	-
미립자 사료 (750 u이하)	수입	60	50	45	40	40	40
	생산	10	20	25	40	50	52

*관세청(2001) 및 추정치.

정할 경우, 사료비는 2000원이 된다(생사료 400원/kg, 기타 첨가제 및 제반 비용 100원/kg으로 가정할 경우). 그러나 kg당 판매가격 1800원의 배합사료를 급여하여 1 kg의 어류를 생산할 수 있다면, 어느쪽이 더 경제적인가를 생각해야 한다. kg 당 400원(생사료)과 1800원(배합사료)의 단순 비교를 하고 있으니, 사료가 만들어지지 않는 것이다. 흔히 사양가들이 부르짖는 양질의 저가 사료란 존재할 수가 없다. 양식 경영에 투입되는 사료비의 비중을 낮출 수 있는 사료가 고효율 사료인 것이다. 질이 좋은 제품을 제 값에 사려는 생각이 보편화 되어야만 사료 생산자들이 사료 개발을 서두를 것이다. 양식의 경영 합리화를 도모하고 친환경적인 지속적 양식 산업을 정착시키기 위해서는, 값비싼 고 효율 펠렛 사료의 개발이 필수적인 과제이다.

8) 사료 생산자들의 의식 전환

생산된 제품의 대상 어류에 대한 이용 가치, 즉 사료효율을 평가하여 판매에 임해야 한다. 업체간의 가격 경쟁이 사료의 질적 저하를 유발하는 주 요인으로 작용한다. 저가의 저 품질 사료는 어류의 생산성 저하뿐 아니라, 양식 유역의 수질 오염을 가중시킨다. 부속 양식 시설이 없다면 사양가와 제휴하여 우선적으로 자사 제품의 질적 가치를 평가한 후 그 효율에 입각한 마켓팅을 펼쳐야 한다. 이윤 추구가 기업의 우선 목적이지만 환경이 파괴된다면, 사료 산업과 양식 산업이 다 함께 폐쇄된다는 사실을 직시하여야 한다.

9) 사료 성분의 표준화

양어 사료의 성분 등록을 자유화하든 규격화하든, 사양가들이 사료내 함유된 영양소 함량을 파악하기 위해서는 화학적 성분 분석을 해야만 한다. 그러나, 성분 분석을 하더라도 어류가 이용할 수 있는 영양소 함량이 어느 정도 함유되어 있는지는, 소화율 실험을 거치지 않으면 파악할 수가 없다. 향후 개발되는 고 효율 사료에는 단백질과 에너지의 값을, 소화율에 기반하여 표시 하도록 의무화하는 제도적 장치를 마련해야 한다. 이러한 제도가 마련되면 사양가는 여러 제품의 질적 등급을 손쉽게 매길 수가 있어, 스스로 어느 제품을 선택해야 할지 판단하게 될 것이다. 그리고, 정부 차원에서는 정기적으로 각 업체 제품의 보증 성분을 평가할 수 있는 장치를 마련해야할 것이다.

6. 맺는말

양식 산업은 시설비의 규모면에서 농업과 같은 일차 산업 보다, 훨씬 집약적이며 자연 재해에 의한 위험 부담율이 높다. 그러나, 국가적인 차원에서 볼 때 공유 수면을 이용하는 것이기 때문에 사양가나 사료 생산자나 동일하게 환경 보호의 책임을 감수해야만 한다. 환경친화형 지속적 양식이란, 양적으로 계속 성장하는 산업을 일컫는 말이 아니다. 양적 성장만을 추구하게 되면, 질병의 만연과 과잉 생산에 의한 소비 부진으로 스스로 파괴되어 갈 따름이다. 국내의 양식 생산은 인공 배합사료의 개발에 힘입어 괄목할 만한 양적 성장을 도모하고 있으나, 질적 성장 측면에서 볼 때는 수정과 보완이 필요한 부분이 엄청나게 산재해 있다. 이러한 문제점들은 사료 생산자, 사양가, 연구자 그리고 정부 관계자가 공동으로 헤쳐 나가지 않으면 절대 해결 될 수가 없는 것이다. 환경과 친화하는 지속적인 양식 산업을 정착시키기 위해서는, 서로의 분야에서 연구 개발을 끊임없이 이뤄 나가야 한다.