일본의 곤충산업 현황과 시사점 *

주 재 창
(농촌진흥청 농산업경영과 전문연구원)

1. 일본의 곤충산업 현황

최근 세계적으로 곤충이 식재료, 신소재 개발, 의약품 및 의료소재 등 산업 전반에 걸쳐 활용가치가 점점 높아지고 있다. 특히 유럽의 화분매개용 곤충시장, 북미지역의 천적곤충시장, 아시아 지역의 식·의약용 곤충시장, 일본의 애완용 곤충시장 등 영역과 범위의 확장 및 심화에 따라 시장규모도 매년 증가하고 있다. 이에 따라 선진국에서는 경제발전을 위한 신성장 동력의 하나로 곤충산업이 새로운 고부가가치 산업으로 급부상하고 있다. 또한 유용(有用) 곤충자원의 활용범위가 식품산업과 생명과학, 의학 등 다양한 분야에서 확대될 것으로 전망하고 있다.

이에 일본에서도 곤충산업의 육성을 위해 1993년 '곤충기능 이용기술 개발연구'를 국가 생명공학 연구의 중점과제 중 하나로 선정하여 산학연 협동연구를 진행하고 있다. 2002년 이후 4년간 약 200억 원 이상을 투입하여, 식·약용 소재에 곤충을 이용하기 위한 유전자 해독 프로젝트를 독자적으로 추진하고 있다.

이처럼 일본에서 곤충산업의 새로운 면모가 주목되는 배경에는 잠사업의 쇠퇴가 작용하고 있다. 잠사업을 지탱한 잠사 과학분야의 지식이나 기술은 누에나 비단을 재

* (mariajjc@korea.kr). 본고는 농촌진흥청 국립농업과학원이 2016년 12월 발간한 "국내외 곤충산업별 연구동향분석보고서"와 한국농촌경제연구원에서 2016년 1월 발간한 "미래농업으로 곤충산업 활성화 방안" 보고서의 일부내용을 참고하여 작성하였음.

료, 소재로 한 새로운 곤충산업에 효과적으로 활용될 것으로 보고 있다. 2000년대에 접어들어 양잠·곤충농업기술연구소는 곤충의 기능성을 연구하는 핵심부서로 격상되었다. 그리고 누에를 이용하여 유용물질 생산 및 새로운 의약품 개발과 의약 신소재 등을 생산할 수 있는 기반체제 변화를 도모하였다.

또한 일본은 최근 기상변동에 따른 환경문제와 미래의 식량안전에 대한 관심이 높아짐에 따라 천적용 곤충 개발에도 많은 노력을 기울이고 있다. 이에 농림수산성에서는 종합병해충관리(Integrated Pest Management, IPM) 실천지침을 마련하여 시행 중이다. 또한 천적곤충 개발 역시 IPM 실천지침에 따라 진행되고 있으며, 곤충의 행동제어물질과 게놈정보를 이용한 연구를 진행 중에 있다. 아울러 일본은 해충 발생예찰의 방법으로 교신교란 제제가 시판되어 이용될 정도로 천적곤충 관리를 국가가 담당하는 종합적 시스템을 구축하기도 하였다. 또한 일본은 "양봉진흥추진사업"을 통해 화분매개용 곤충과 관련된 지원을 하고 있다. 이와 관련하여 산지활성화 종합대책사업 중 양봉에 대한 진흥 예산을 23억 9,000만 엔으로 편성하기도 하였다. 아울러 현재 밀원식물 면적의 감소에 대응해 밀원확보에 힘쓰고 있다. 또한 꿀벌의 농약피해 방지를 위한 위생 및 사양관리 기술의 보급도 추진하고 있는 상황이다.

2. 일본 곤충산업 활용 현황

2.1. 양잠산업 분야

양잠산업은 1차 산업인 양잠과 양잠 부산물 생산뿐만 아니라, 2차, 3차 산업을 포함하고 있는 산업으로서 인체에 유용한 식품과, 소재 산업을 포함한 종합적인 산업이다. 일본에서 양잠산업은 20세기 세계 생산량의 약 60%를 차지할 만큼 핵심산업 중 하나였으나 현재 생산량이 크게 줄면서 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다.

일본의 양잠산업이 쇠퇴한 계기는 1929년의 세계공황 이후이다. 태평양 전쟁 전후(戰後)의 물자·식료 부족, 값싼 화학 섬유인 나일론의 보급, 수입 비단 직물의 증가, 경영을 계승할 후계자 부족과 함께 엔고현상 등이 겹치면서 양잠 농가는 점차 사라져 갔다. 양잠산업의 전성기였던 1929년에는 일본의 전체 농가의 약 40%(220만 채)가 양잠을 하고, 뽕나무 밭은 전체 농지의 10%(62만 ha)에 이르렀지만 2013년 기준, 양잠 농가는 불과 486호까지 줄어든 상황이다. 현재 일본의 생사 생산량은 일본 내 비단 소비량의 0.5%에 못 미치는 실정이다. 또한 양잠 관련 제조업체 수도 1931년 잠사조합법 공포 시

에는 5,600업체가 운영되어 왔지만, 전후(戰後) 65개 업체 정도로 감소한 이후 현재는 4개 업체만이 운영되고 있다. 하지만 최근 일본에서는 양잠산업의 유지를 위한 산학간의 공동연구를 수행하고 있으며, 뽕잎차, 실크 지지체 등 양잠산물 소재 개발 연구를 추진 중에 있다. 비단을 섬유로 이용하고 분말이나 액체로 가공하거나, 식품이나 화장품의 소재로 이용하거나 견사를 구성하는 피브로인(명주실이 되는 층)으로 세리신[1] 등 각각의 특징을 살린 소재 개발이 진행되고 있다.

그림 1. 일본 양잠산업 혁명에 의한 신산업 창출 프로젝트 1

현황 및 과제

○ 일본에서는 최근 유전자 재조합 누에를 이용한 새로운 기능성 소재나 의약품 등의 생산이 시작되고 있으며, 이러한 장기기술의 개발, 보급을 가속화함으로써 지역의 생물자원(뽕나무, 누에)을 활용하여 새로운 시장을 창출하여 중산간 지역과 도서 지역의 산업 및 고용할 가능성 제시

1. 신 실크소재
   - 형광실크
   - 강인실크

2. 의약품
   - 진단 검사제
   - 화장품(콜라겐 등)
   - 의약품(섬유소원 등)

3. 의료용 소재
   - 연골재생 스펀지
   - 부직포 투염시트(반창고)

인공관절

【기대되는 효과】

1. 농가소득의 향상
   - 진단검사제용 누에를 생산한 경우에는 현행보다 10배 향상

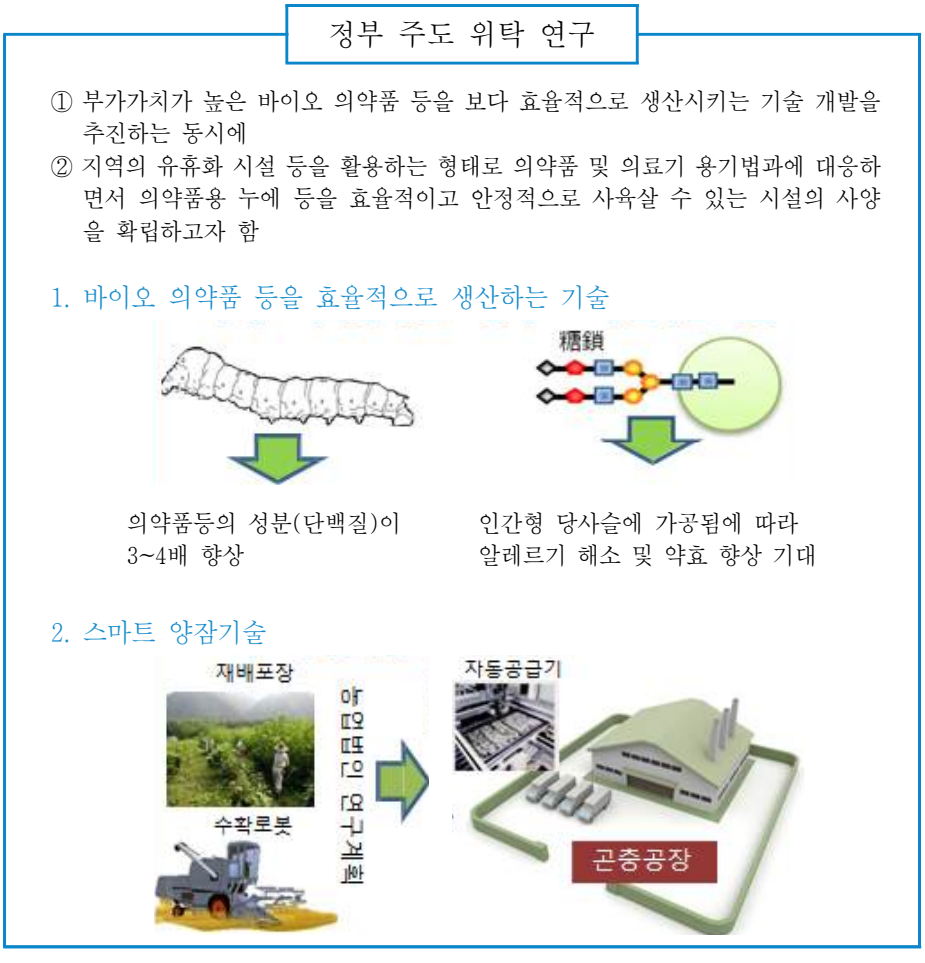
2. 농업·농촌에 새로운 시장 창출
   - 세계 바이오 의약품 시장은 350조원(2020년)
   - 세계의 화장품·미용 시장은 480조원(2020년)

자료: 일본 농림수산성 홈페이지.

1) 경단백질의 하나로 피브로인과 함께 누에고치 섬유를 구성하는 단백질을 일컬음(네이버 지식백과 사전 참조).

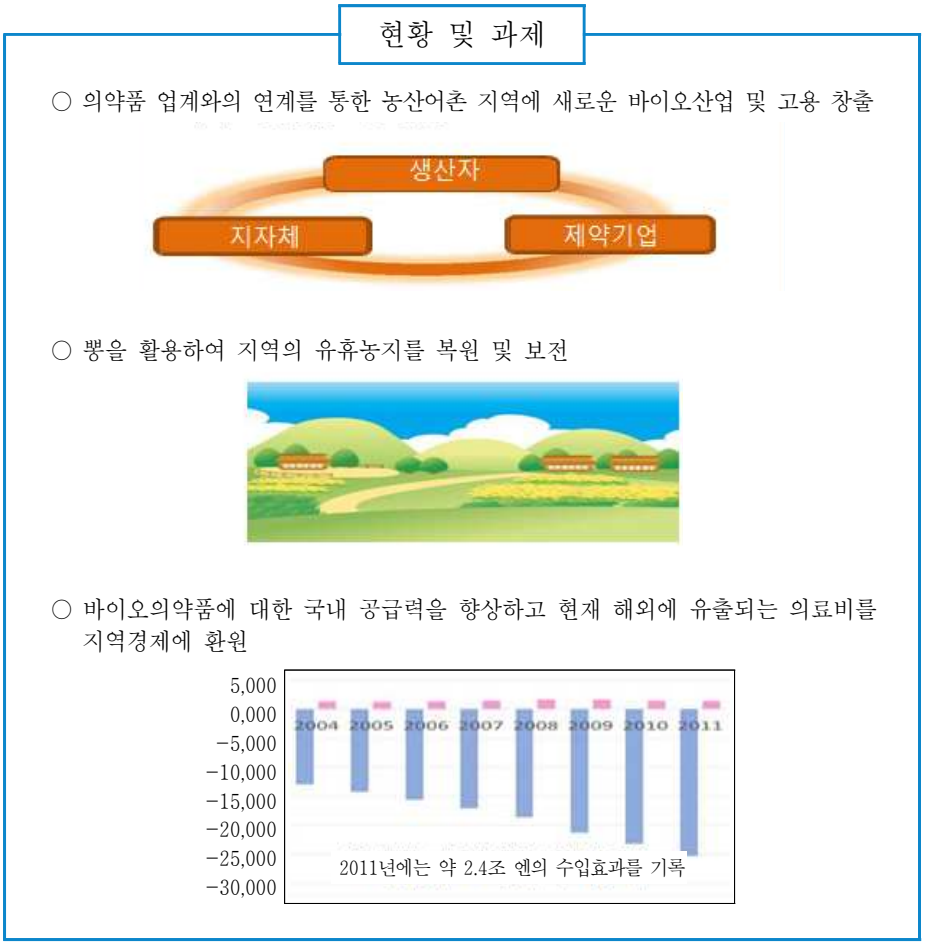
아울러 NAT INST OF AGROBIO SCIENCES(NIAS-농업생물자원 연구소)는 농업 바이오 기술연구 수행 핵심기관으로 형질전환 누에 및 실크섬유에 관한 연구를 진행하고 있다. 일본에서 누에를 활용한 주요 연구 동향을 살펴보면, 날도래목 곤충 유래 fibroin 유전자와 인시목 곤충인 누에 유래 fibroin유전자를 합하여 비단실의 결점을 보완한 신규 실크섬유에 관한 연구가 진행되고 있다. 또한 유전자 변형을 통한 임의의 세포와 조직으로 세포사멸 유도 및 특이적 세포사 유도 누에 작출에 관한 연구, 변이형 Masc유전자 및 발현 벡터를 통한 암형누에 치사 누에 계통 작출에 관한 연구가 주로 이루어지고 있다.

그림 2. 일본 양잠산업 혁명에 의한 신산업 창출 프로젝트 2



자료: 일본 농림수산성 홈페이지.

그림 3. 일본 양잠산업 신산업 창출을 통한 지역경제 활성화 비전



자료: 일본 농림수산성 홈페이지.

2.2. 식용 곤충산업

해외 식용곤충 시장은 약 20억 명의 인구가 2,037여 종의 식용곤충을 섭취하고 있는 것으로 추정되고 있다. 최근 곤충에 대한 환경적, 영양적 가치가 높아짐에 따라 곤충이 미래 식량으로 부각되고 있다. 이에 곤충산업에 대한 관심 증가로 식용곤충 시장의 규모는 지속적으로 확대되고 있는 가운데 식용곤충 레스토랑과 카페 등 새로운 형태의 업태들이 속속 출현하고 있다.

일본의 중세 이전 실태는 확실하지 않지만, 에도시대 이후에는 많은 기록이 남아

있다. 이 시대에 서민들이 자주 먹던 곤충은 메뚜기, 말벌류의 유충, 하늘소의 유충(버드나무 벌레) 등이었으며 조리법도 다양한 것으로 전해지고 있다. 또한 1919년에는 농상무성의 곤충학자 미야케 히사시에 의해 처음으로 식용, 약용 곤충 등에 대한 조사가 이루어졌다. 그 결과 벌 14종을 시작으로, 나방류 11종, 메뚜기류 10종 등 총 55종에 대한 곤충섭취가 이루어졌으며 각 도도부 현 별로 섭취방법은 각각 다른 것으로 조사되었다.

현재 일본에서는 식용곤충이 일부 상품화되어 시판되고 있다. 나가노현의 한 식품업체에서는 말벌의 유충이나 번데기를 이용한 제품과 누에나방을 삶아 만든 제품 등이 판매되고 있다.

그림 4. 일본 나가노 현 내에서 판매되고 있는 식용곤충

자료: 일본 식용곤충과학연구회 홈페이지(https://e-ism.jimdo.com/).

일본에 있어 식용곤충 산업에 대한 정부차원의 정책 추진은 없는 상황이며, 대부분이 민간부문으로 이양되어 자체적으로 식용곤충에 대한 제품개발이나 연구가 이루어지고 있다. 이 중 대표적인 모임이 '식용곤충과학연구회'이다. 식용곤충과학연구회는 2011년 5월 일본 최초로 곤충식에 관심 있는 사람들이 모여 곤충식을 연구하는 비영리단체(Non-profit organization, NPO)법인[2]이다. 2017년 현재 이 단체에 가입되어 있는 회원수는 21명으로 곤충요리전문가, 대학교수, 식용곤충 손질업자, 국제NGO직원, 국제협력NPO직원, 식품제조회사 직원 등 각층각계의 전문가들이 활발하게 활동하고 있다. 이 단체의 주요 목적은 연구와 토론을 통해서 식용곤충에 대한 가치를 발견하고, 사회에 필요한 식용곤충을 안전하고 효율적으로 제공하는 방법을 제안하는 것이다.

2) 국가와 시장영역에서 분리된 제3영역의 조직과 단체를 통칭하는 포괄적 개념으로, 이윤을 추구하지 않는 영역에서 주로 활동하는 준공공(semi-public) 및 민간조직을 가리킴(네이버 지식백과).

그림 5. 일본 식용곤충과학연구회 활동 모습

자료: 일본 식용곤충과학연구회 홈페이지(https://e-ism.jimdo.com/).

2.3. 화분매개용 곤충산업

꽃가루를 옮기는 화분매개는 생태계의 기능을 유지하는 한편, 농업소득을 결정하는 주요 요인이기 때문에 화분매개 곤충의 역할은 크다고 할 수 있다. 화분매개를 위한 주요방법으로는 바람, 물, 곤충, 동물 등의 운반에 의해 이루어지고 있으며, 특히 곤충에 의해 현대 인류가 일상적으로 먹는 농산물의 약 35%가 수정되고 있을 정도로 그 중요성은 나날이 높아지고 있는 상황이다. 미국의 경우 아몬드 수정을 위한 꿀벌 이용, 뉴질랜드에서의 목초류 수정을 위한 뒤영벌 이용, 일본에서는 사과 생산을 위한 가위벌류 이용이 시작되면서 인공적으로 대량 사육하여 생산·판매하는 신산업이 등장하게 되었다.[3)]

일본에서는 화분매개용 곤충에 대한 관련 지원사업으로 널리 알려져 있는 것이 '양봉진흥추진사업'이다. 한국농촌경제연구원의 보고서에 따르면, 일본에서 화분매개용으로서 가장 많이 이용되고 있는 것은 서양 호박벌이다. 하지만 2006년도에 서양 호박벌은 특정 외래 생물로 지정되어, 야외방출 방지대책의 의무화 및 기존 이용농가 이외 사용이 금지되었다. 이에 시설원예 화분매개용 곤충의 안정적 확보를 위해서 재래종 개발에 주력하고 있는 상황이다.

또한 식량 생산에서 중요한 역할을 하고 있는 화분매개 곤충에 관한 보고서가 2016년에 공표되었고, 생물 다양성, 생태계 보전의 중요한 과제로 판단하고 있다.

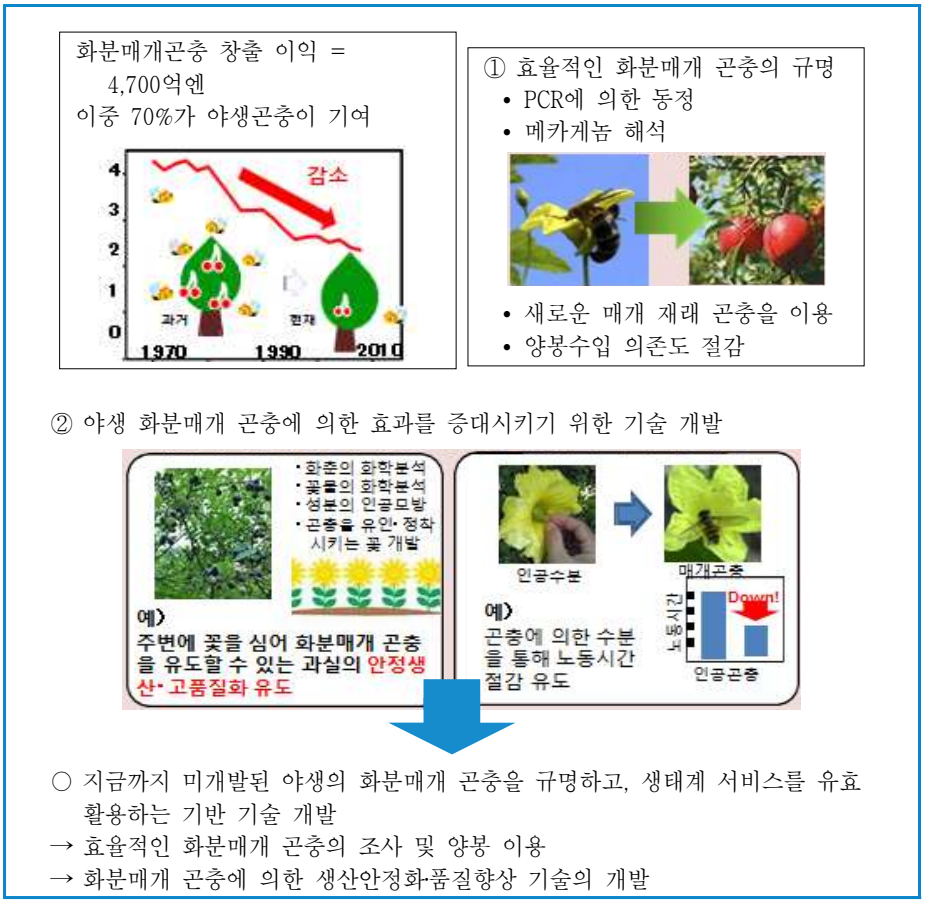
일본에서 화분매개 곤충이 농업에 미치는 이익은 무려 4조 7,000억 원에 이르고 그 중 약 70%가 야생의 화분매개 곤충이 기여한 것이라고 보고 있다. 그러나 생태계 환

3) 농촌진흥청 인테러뱅 101호"식물의 중매쟁이-곤충산업을 선도하는 화분매개 곤충"참조.

경변화, 기후 변동 등으로 국내외에서 화분매개 곤충의 감소에 따른 대안 마련을 통해 농업생산의 지속화·안정화가 시급한 상황이다.

이러한 상황 하에서 농림수산성에서는 농업에 있어서 곤충 등의 적극적 활용을 위한 기술개발 사업을 추진하고 있다. 연구사업의 주요 내용과 목표 등을 살펴보면, 농업생산에 기여하는 화분매개 곤충을 조사하고, 효율적인 화분매개 곤충을 규명하는 동시에 화분매개 곤충이 좋아하는 식물·조경 등의 특성 등을 규명하는 것이다(소과제 ①). 아울러 새로운 화분매개 곤충의 이용·증식 기술의 구축(소과제 ②) 등을 통해서 농업생산의 안정화 및 농산물의 고품질화에 기여하는 기술 기반을 개발하는 것이 주요 목적이다.

그림 6. 일본 농림수산성 주도 화분매개곤충 기술·보급 사업 개념도



자료: 일본 농림수산성 홈페이지.

2.4. 애완 곤충산업

일본에서는 1980년대 초부터 시장형성이 시작되었고, 1990년에 외래 애완곤충의 대규모 수입을 통하여 애완용 곤충시장에 대한 붐이 형성되었다. 일본의 애완곤충의 시장규모는 우리나라 대비 약 10배 이상 능가하고 있는 상황이다. 일본 애완곤충시장 붐이 일어난 초기에는 장수풍뎅이가 가장 인기 높은 곤충 중의 하나였으나 왕사슴벌레가 수명이 길고(대략2~5년), 왕사슴벌레만의 특유의 모습과 행동으로 최근에는 애완용 곤충 시장을 주도하고 있다. 이 외에도 수십 종의 외래 애완곤충이 사랑받고 있으며, 그 시장규모는 약 2조 원이다. 이 중 왕사슴벌레의 시장규모만 3,000억 원에 이른다.

그림 7. 일본 대형 온라인 쇼핑몰에서 판매중인 애완용 곤충

むしや本舗	むしや本舗	むしや本舗	カブトムシ用品通販 クワガタ天国	カブトムシ用品通販 クワガタ天国
ヘラクレスオオカブト（ヘラクレスヘラクレス） 3令初期 幼虫 オスメ	カブトムシ幼虫のエサ 廃菌床カブトムシマット「スーパーBIG」【徳	国産オオクワガタ 成虫 大型ペア+産卵飼育セット	【緊急追加販売】昆虫ランキング1位獲得商品！ お試し特価！◆「オ	H.ヘラクレス幼虫5頭セット！H.ヘラクレス幼虫（1.2令）5頭オス、メ
4,298円	7,830円	8,480円 送料無料	718円	3,780円
ポイント5倍	ポイント5倍	ポイント5倍	★★★★½ 4.71 (241件)	★★★★½ 4.47 (43件)
★★★★½ 4.55 (53件)		★★★★★ 4.75 (4件)		

カブトムシ用品通販 クワガタ天国	カブトムシ用品通販 クワガタ天国	charm 楽天市場店	charm 楽天市場店	カブトムシ用品通販 クワガタ天国
初心者にオススメ！世界一美しいクワガタ！ニジイロクワガタ幼虫飼育	カブトムシ幼虫飼育の完熟マット10Lに、H.ヘラクレス幼虫1頭と	（昆虫）国産カブトムシ 幼虫（2～3令）（12匹） 北海道・九州	（昆虫）国産カブトムシ 幼虫（2～3令）（6匹） 北海道・九州	◆「国産オオクワガタ幼虫1.2令：1頭」※オス、メス判別していませ
718円	1,317円	1,810円	1,060円	500円

자료: 일본 라쿠텐 시장 홈페이지.

그렇다면 일본에서 애완 곤충산업이 성장한 배경은 무엇일까? 아이러니하게도 취미로 곤충을 키우던 한 회사원에 의해 이뤄졌다고 해도 과언이 아니다. 1999년 8월 18일 도쿄의 한 애완용 곤충 매장에서 대형 왕사슴벌레가 한화 기준 약 1억 원에 팔린 일이 일어났다. 이는 한 회사원이 취미로 왕사슴벌레를 82mm까지 키워내 경매에 붙여 가능한 일이었다. 이 일은 삽시간에 일본 언론을 타고 전국에 알려졌고, 기존 곤충 사육에 회의적이었던 사람들의 인식까지 변화시켰다. 이로 인해 수많은 애완용 곤

충을 팔고 사는 애완용 곤충가게가 성업하기 시작하였고, 대형 온라인 쇼핑몰에서도 애완용 곤충을 팔기 시작하면서 본격적인 애완용 곤충산업 시장이 형성되었다고 할 수 있다. 또한 각종 축제, 박람회, 박물관 등에서의 애완용 곤충에 대한 전시가 이루어지면서 학습용으로도 애완용 곤충은 향후에도 지속적인 성장이 예상되고 있다.

2.5. 사료용 곤충산업

2013년 유엔식량농업기구(FAO)에서는 미래의 식량 대안으로 곤충을 주목하면서 곤충이 단순한 영양원의 한계를 뛰어 넘어 고기능성 프리미엄 사료로서의 가능성이 점차 높아지고 있다. 이는 국제 곡물가격 상승으로 인해 가금 및 가축 경영의 대부분을 차지하고 있는 사료비용이 지속적으로 증가하고 있어 농가 수익을 악화시키는 주요 원인이 되고 있다.

그림 8. 곤충을 이용한 대체사료의 개발

자료: 일본 농림수산성 홈페이지.

이에 곤충은 고지방(25~36%), 고단백질(40~65%), 비타민, 섬유질, 미네랄 등이 풍부한 영양가 높은 사료자원으로 동물 유래의 단백질을 대체할 수 있는 영양성분을 함유하고 있어 대두되고 있는 사료문제를 해결할 수 있는 대안으로 인식되고 있다.

일본 농림수산성에서는 효용이 높은 곤충자원을 활용하여 값비싼 기존 사료를 대체할 수 있는 곤충 사료의 개발이 활발하게 추진되고 있다. 이 중 양식사료의 절반을 차지하는 어분에 대한 공급량 부족에 따라 이를 대체할 수 있는 자원으로 곤충사료 개발에 힘쓰고 있다. 이는 식품폐기물을 양질의 단백질과 영양소를 포함한 사료로 전환하는 것을 주요 목표로 하고 있다.

식품폐기물을 이용하여 곤충을 대량 증식시키고, 이를 통해 고품질·저가격 양식용 사료의 기술개발 및 보급을 추진하고 있는 상황이다. 또한 새로운 사료용 곤충의 연구 개발, 저비용·저노동력 사육시스템 구축 개발과 함께 다른 선진국의 곤충 이용을 통한 사료개발 정보 수집을 통해 곤충을 이용한 대체사료 개발에 주력하고 있다.

3. 시사점

일본에서는 곤충이 벌레라는 부정적 시각에서 벗어나 기존 자원을 대체할 수 있는 유망자원 중의 하나로 잠재적 가치가 무한하다는 인식의 전환을 기점으로 체계적인 연구개발이 진행되고 있다. 또한 곤충을 활용한 고부가가치 신산업 소재 원료, 식품 및 의약품 소재, 농업생산 등 다양한 분야에서 곤충산업에 대한 연구가 이루어지고 있다. 아울러 일본에서는 곤충의 산업적 가치와 더불어 환경, 위생, 생태, 레저 등 다방면에 있어 곤충산업의 성장이 지속되고 있는 가운데, 우리나라도 다른 선진국과 비교하였을 때 뒤쳐져만 있다는 생각에서 벗어나 향후 국가경제의 신성장 동력이 될 새로운 산업영역으로 인지하고 대응해 나갈 필요성이 있다.

참고문헌

국립농업과학원.2016.「국내외 곤충산업별 연구동향분석 보고서-외국의 산업곤충연구 동향분석 및 국내 중점추진과제 발굴- 」 pp.3~105.국립농업과학원.
김연중, 한혜성, 박영구. 2015.「미래농업으로 곤충산업 활성화 방안」. pp.103~111. 한국농촌경제연구원.
매일일보. 2016.03.29. "②미래동력원 곤충산업 어디까지 왔나? 해외 곤충산업, 이미 고도화 단계". 매일일보
매일신문. 2015.08.01. "곤충은 녹색 신성장산업.... 일자리 창출 효자". 매일신문
최영철, 김남정, 박인균, 이상범, 황재삼. 2011.「곤충의 새로운 가치 - 21세기 고부가가치 생명산업 -」. 인테러뱅 제4호. 농촌진흥청
박인균, 윤형주, 김미애, 이경용, 강필돈. 2013.「식물의 중매쟁이 - 곤충산업을 선도하는 화분매개곤충 -」. 인테러뱅 제101호. 농촌진흥청.
김미애, 황재삼, 윤은영, 강필돈. 2014.「식의약 시장에 도전하는 곤충」. 인테러뱅 제119호. 농촌진흥청.
박해철, 김성현, 박인균, 한태만. 2016.「마음이 즐거워지는 곤충 - 애완에서 정서곤충으로의 도약-」. 인테러뱅 제182호. 농촌진흥청.

참고사이트

http://www.imaeil.com/sub_news/sub_news_view.php?news_id=43113&yy=2015
http://blog.naver.com/thtjr0916/221070780813
http://www.m-i.kr/news/articleView.html?idxno=217849
https://e-ism.jimdo.com/
https://search.rakuten.co.jp/search/mall/-/409839/
http://www.tokaibussan.com/bin/cms/see_more.cgi?d=7&c=7
http://www.toyo-keizai.co.jp/news/hosenka/2010/post_3854.php
https://r.lne.st/2016/06/20/insect/
http://www.bio.kit.ac.jp/laboratories/laboratories_08
https://ameblo.jp/nagare-juza/entry-12147082873.html
https://prw.kyodonews.jp/opn/release/201706132682/