

곤충산업 현황과 전망 *

최영철

(농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과 농업연구관)

1. 국내외 곤충산업 현황

1.1. 곤충산업 개념과 국내 현황

지구상에 존재하는 전체 동물은 약 180만종으로 알려져 있으며, 곤충은 그 가운데 3/4인 약 130만종이 살고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 이들 수치는 단지 보고된 종수를 의미한다. 실제로 이 지구상에 살고 있는 곤충의 종수는 얼마나 되는지는 정확하게 파악할 수 없으며 학자들의 견해에 따라 다르나, 일반적으로 300~500만종은 족히 넘을 것이라고 추정하고 있다. 박(1999)에 의하면, 지구상에 분포하는 곤충의 종수는 약 500~3,000만종에 이른다고 한다. 이것은 아직도 밝혀지지 않은 곤충의 종류가 다수 남아 있음을 의미한다.

이러한 곤충이 지구상에 최초로 나타난 시기는 지금으로부터 약 3억 5천만년에서 4억 년 전으로 추정된다. 최초의 곤충 화석은 톱토기류¹⁾의 일종으로 약 3억 8천만 년 전 데본기 하부 지층으로부터 출토되었다. 이외의 몇몇 곤충화석들이 북미와 러시아의 데본기 전후기 지층에서 발견되었으며, 이는 인간의 역사가 300만년 정도에 불과하

* (choi8464@korea.kr, 010-3014-6681).

1) 원시적이며 날개가 없는 곤충.

다는 사실과 비교해 볼 때 곤충상은 참으로 오랜 역사를 가지고 있다는 것을 의미한다. 이 오랜 기간을 통해 곤충은 오늘날까지 이 지구상에서 가장 번성한 생물군으로 유지되어 오고 있다. 이처럼 많은 곤충 종들에서 인간과 직·간접적으로 관련을 맺고 있는 종을 약 15,000종 정도로 추산하고 있다. 이들 중에서 서양의 전통적인 시각으로 보면 곤충은 ‘익충(beneficial insects)’과 ‘해충(insect pests)’으로 양분해서 볼 수 있다. 그동안은 익충 보다는 농업생산성의 증대와 맞물려 해충이 곤충의 대부분인 것처럼 각인되어 왔던 것이 사실이다. 인류는 수십만 년 동안 진화했다. 그 중 자원개발을 통해 달라진 인간의 삶은 ‘기적’이라 비유할 수 있다. 지구상의 수많은 자원이 인간의 손을 새로운 역할과 가치를 얻었다. 이젠 새로운 자원이란 소재가 소멸됐을 법한데, 여전히 미개발 된 자원이 적지 않다. 그 중 하나가 곤충이다. 약 130만종이란 어마어마한 종으로 나뉘어 있는 곤충은 인간의 삶에 매우 유용한 자원이다.

표 1 국내 곤충산업 시장 규모(2010)

활용분야	대상곤충종류	시장규모 (억원)	
		2010	2015추정
화분매개용	뒤영벌, 가위벌, 꿀벌	540	880
천적용	무당벌레, 진디혹파리, 칠레이리응애 등 34종	230	300
학습용, 애완용	장수풍뎅이, 사슴벌레, 꽃무지 등 50여종	400	540
이벤트	나비류, 반딧불이 등	400	560
사료용, 의약용	동애등애, 풍뎅이유충, 거미, 거머리 등	-	700
합 계		1,570	2,980

자료: 한국농촌경제연구원, 한국양봉협회(꿀벌 화분매개 시장규모, 2010).

이에 농촌진흥청은 지난 '95년부터 농업적 활용 기술개발을 위해 학습애완 곤충, 화분매개 곤충, 환경정화 곤충, 천적 곤충, 식·약용 곤충 등을 연구해 왔다. 이는 국가의 저탄소 녹색성장에도 큰 영향을 미칠 수 있는 사업으로, 국제적으로 인정받고 있는 연구개발이다. 즉 곤충산업은 우리나라 경제발전엔 새로운 비전과 희망을 제시해 줄 분야인 것이다. 현재 국내 곤충시장은 1,500억 원 규모이며, 2015년에는 3,000억 원 대로 현재보다 배 이상 성장할 것으로 예상된다<표 1 참조>. 또한 곤충의 활용 범위도 농업에서 생명과학, 의학 등으로 넓고 다양해지고 있다. 여기에 최근엔 장수풍뎅이, 사슴벌레, 왕귀뚜라미, 반딧불이 등이 자연생태 학습용과 애완용으로 인기다. 이밖에 화분매개용 유용물질을 추출해 식품 또는 약제로 개발하는 분야, 사료로 개발해 가축의 단백질 공급원으로 활용하는 분야, 축산분뇨 및 음식물쓰레기를 정화하는 환경정화

분야 그리고 합평 나비축제, 예천 곤충바이오엑스포 등 지역행사 소재로 광범위하게 이용되고 있다.

2012년 농식품부의 전국 곤충산업 실태조사 보고서에 의하면 전국의 곤충관련 농가 수는 총 395호이며, 그 중 사육농가 및 업체는 232, 유통업체 72, 곤충표본 및 용품생산업 20여 곳으로 조사되었다. 그리고 곤충 생태원 및 체험 학습장은 59개소이고 곤충 연구소는 12개소로 조사 되었다<표 2 참조>. 그러나 조사되지 않은 지역과 온라인 거래, 동호회 활동 등을 통한 보급을 감안하면 곤충산업 규모는 더욱 성장할 것으로 생각되며, 앞으로 곤충산업 성장속도는 가속화될 것이다.

표 2 국내 곤충산업 현황

사육농가 및 업체수	유통업체수	곤충표본 및 용품생산업수	생태원 및 체험학습장수	곤충관련 연구소
232	72	20	59	12

1.2. 해외 곤충산업 연망

농촌진흥청 보고(인테리뱅 4호, 2011)에 의하면, 세계 곤충산업의 시장규모는 2007년 약 11조원 규모에서 2020년 최대 약 38조원 수준으로 성장할 것으로 전망하였다. 곤충 유래 식·의약 소재개발을 위해 세계적 경쟁이 심화되고 있다. 일본은 1980년대 초부터 애완용 곤충시장이 형성 발달되었고 유럽은 화분매개 곤충 및 천적용 곤충, 중국 등 아시아 지역에서는 식의약용 곤충 등이 발달하여 매년 시장규모가 증가하는 추세이다.

세계 각국은 일찍부터 곤충산업을 국가 전략산업으로 지정하여 법적 근거를 마련하고 정책적으로 육성하고 있다. 일본은 「동물애호관리법(애완 곤충)」, 「식품위생법(식용 곤충)」 등의 관련 법률을 정비하고 곤충산업 창출에 노력하고 있다. 그리고 곤충산업 육성에 2002년부터 2005년까지 4년간 모두 200억 원을 투입하였다.

미국과 유럽연합(EU)도 「미생물농약제조법(천적)」 및 「식물상과 동물상 관리법(곤충 관리)」 등을 통해 곤충산업을 지원하고 있으며, 네덜란드는 1991년부터 10년간 천적곤충산업에 집중적으로 투자하여 생산된 농산물 수출액이 2001년 278억 달러, 2002년 325억 달러로 성장하였다.

곤충자원의 산업화 관련 특허건수는 한국, 일본, 미국이 비슷하지만 우리의 기술수준은 일본의 80% 수준이며, 국가별 특허 점유율은 일본 379건(33%), 미국 359(32%), 한국 314(28%), 유럽 85(7%) 등의 순서이다(특허청, 2010).

곤충산업 기술수준을 퍼센트(%)로 보았을 때 일본은 100%, 미국은 87%, 한국80%, 중국은 68%로 보고 있다.

애완용 곤충 시장의 경우 일본은(농림수산식품부, 2009) 사슴벌레 시장만 2~3조원 시장을 형성하고 있으나 시장 확대를 위해 곤충 마니아층에게 다양한 곤충종 제공을 위해 1,000여 곳 이상 곤충 샵을 운영하고 있다.

먹이곤충 시장에서 귀뚜라미는 과충류, 어류 등의 애완동물에 섭식 기호성 우수하여 귀뚜라미를 섭취한 애완동물은 다른 먹이를 먹지 않으려 하는 경향이 있다. 귀뚜라미의 먹이곤충시장은 1999년 기준 미국 1,500억 원, 일본 157억 원으로 시장이 매우 크다(농진청 보고, 2008). 따라서 귀뚜라미는 단백질과 불포화지방산이 풍부하여 새끼돼지의 사료원으로 매우 적합하며 가축사료소재로 이용 시 900억 원 이상의 시장이 추가 창출되고 외국 수출도 가능할 것으로 예상된다.

2. 국내외 곤충산업 연구동향

2.1. 국내 연구동향

국내에서 곤충자원화 연구를 수행하는 독립된 국가기관 또는 출연 연구기관은 아직 없으며, 다만 곤충과 관련하여 대학, 국공립연구소 및 민간연구소 등에서 곤충 산업화를 위한 연구가 일부 수행 중이다.

현재 대학에서는 농학계 및 자연계의 농생물학과, 응용생물학과 또는 천연섬유학과 등에서 곤충과 관련된 연구나 강의를 하고 있다. 곤충을 연구하기 위해서는 반드시 사육을 해야 하는데, 곤충사육의 목적은 대부분의 대학에서 실험용, 유전자원의 보존, 생태·분류연구, 해충방제, 생물검정 및 발생생리 등에 관한 연구를 하고 있다. 특히 일부 대학에서 유용곤충을 개발해서 농가에 보급하는 연구를 수행하고 있으며, 대부분의 대학에서는 연구를 위한 시설은 확보되어 있지만 사육을 위한 시설 및 장비 등은 미비한 상태이다. 또한 국공립연구기관(국립생물자원관 등)에서는 곤충을 전공한 사람을 채용해서 연구를 수행하는 경우가 대부분이나 지방에서는 농업을 전반적으로 수행하는 일반 행정직이 곤충업무를 수행하고 있는 경우도 있다. 국공립연구기관의 주요 사육목적은 해충방제, 위생곤충²⁾의 방제연구나 전시용 곤충의 수집 및 분류 등으로 국익을 위한 목적이 우선 시 되는 경향이다. 민간연구소는 개인이 설립한 경우도 있지만 대부분

2) 인간에게 직접 또는 간접적으로 병원체를 옮겨 해를 주는 곤충.

분 농약회사의 부설연구소로서, 자사 생산품의 약제에 대한 검증을 위한 목적으로 운영되고 있다. 대부분 곤충 전공자를 채용하여 살충효과 검증시험을 수행하고 있으나, 최근 곤충 산업화와 관련하여 예천곤충연구소, 전남에 곤충잡업연구소 등 지역 곤충연구소가 각 도마다 설립되어 사업을 수행하고 있는 곳이 늘어나고 있다<표 3 참조>.

표 3 곤충연구 관련기관

국립대학교		사립대학교		국공립 연구기관	민간 연구소	농진청 및 산하기관
농학계	자연계 사대	농학계	자연계			
농생물학과, 짐사곤충(생물)학과, 천연섬유학과 등	생물학과, 생물교육학과, 생명과학과, 생물응용학과 등	응용생물(동물)학과, 농생물학과 등	생물학과, 생물공학과, 생명과학과 등	국립생물자원관, 국립환경보건의, 화학연구소, 산림과학원 병해충과, 산하도 시험장 등	한국곤충연구소, 고려곤충연구소, 각 농약회사 부설 연구소 등	국립농업과학원 농업생물부 곤충산업과, 각도 농업기술원 병리곤충계 사업장 등
22개대학	14개대학	25개대학	17개대학	10개기관	10개기관	18개소

농촌진흥청 산하기관에서는 주로 농업의 생산성과 직접 관련이 있는 해충방제, 곤충의 검역문제 그리고 유용곤충자원의 개발 및 유전자원으로서의 보존 등이 주요한 사육목적이다. 중앙기관에서는 곤충전공자들이 일반 곤충관련 업무를 수행하고 있는데, 특히 일부분(농과원 농업생물부 곤충산업과)이 유용곤충자원의 개발로 농가소득 증대에 기여하거나 수입 대체효과를 위한 연구 프로젝트를 수행하고 있다. 각 도 농업기술원의 경우 농민과 현장에서 주로 작물의 해충방제에 대한 업무가 주업무로서 대부분 곤충을 전공한 사람이 업무를 담당하고 있으나, 비록 비전공자일지라도 그 분야의 많은 현장경험을 바탕으로 해충방제에 대한 남다른 비결을 습득하고 있는 곳도 있다.

한편, 한국과학기술연구원 생명공학연구소(과학기술부, 2000)에서 국내 국공립기관의 사육 곤충류를 조사한 바에 의하면 <표 4>에 나타난 것과 같이 9목에서 87종이 사육되고 있다. 한국 전체로 볼 때 농업관련 연구기관의 약 30% 정도가 곤충을 사육하고 있는 것으로 나타났는데, 그 중에서 나비목 곤충이 29종으로 유충에 대한 농약실험 또는 천적 연구용으로 가장 사육을 많이 하고 있으며, 파리목, 벌목 및 딱정벌레목의 곤충들이 기생 곤충, 포식성 곤충, 화분매개 곤충 등의 연구를 위해 많이 사육되고 있다. 대부분 연구용, 실험용으로서 이용되고 있으며 농가소득 또는 경제적 효과가 있을 수 있는 산업 곤충으로서의 이용은 아직 미약한 실정이다.

표 4 국내 사육곤충 현황

곤충목	종수	곤충명	주요 사육목적
바퀴목	5	독일바퀴 등	실험용, 유전자원보존, 생태분류연구, 해충방제, 생물검정, 발생생리 등
메뚜기목	2	벼메뚜기	
노린재목	6	광대노린재 등	
매미목	6	멸구, 매미총류	
풀잠자리목	1	풀잠자리류	
딱정벌레목	20	무당벌레, 하늘소류 등	
벌목	7	꿀벌, 호박벌, 먹종벌류 등	
파리목	11	모기류, 파리류 등	
나비목	29	호랑나비, 나방류 등	

2.2. 국외 연구동향

곤충자원의 연구 동향은 각 국가가 처한 현실에 따라 각기 다르지만, 크게는 동양과 서양으로 대별되는 특성을 나타낸다. 우리나라를 비롯한 동양에서는 식용·약용 및 물질 사용을 중심으로 연구하는 경향이 있다. 반면에 유럽과 미국을 중심으로는 환경 농업과 관련하여 천적용과 화분매개용, 축분 분해용, 및 환경 지표용의 곤충 활용에 깊은 관심과 과학적 발전을 가져왔다. 이러한 차이를 가져온 원인을 몇 가지 꼽을 수 있다. 첫째는 두 문화권 간에 기존에 이용하던 곤충의 차이이다. 즉, 동양에서는 누에 나방이란 곤충을 가지고 비단이란 물질이용과 번데기, 누에똥 등을 식용·약용으로 사용한 반면, 서양에서는 양봉을 중심으로 하되, 이를 광활한 목초지의 화분매개용으로 주로 사용하였으며 19세기 이후에는 농장에서 고전적 생물 방제가 성행하였기 때문인 것으로 보인다. 두 번째 이유는 선진국인 대부분의 서양에서는 살충제를 비롯한 농약의 이용에 대한 규제가 엄격하고, 농촌 내 생물 서식공간의 조성 창조 등 과거보다 훨씬 더 친환경적이어야만 한다는 국민의식과 관련이 깊다.

일본은 농업연구센터에서 해충의 방제 연구를 주로 하는 반면에, 농업환경기술연구소에서는 곤충의 기초연구를 하고 과거 잠업 연구기관이었던 잠업기술연구소는 곤충 자원 보존 및 산업화를 위한 연구를 하는 등 약 12개소에서 곤충자원 연구를 수행중이다. 특히, 곤충산업개발 국책사업(COE Project)이 1996부터 수행되어 곤충 다양성을 이용한 신소재 개발 및 곤충 기능이용기술의 산업화를 추진 중에 있다. 이들의 곤충자원의 이용 규모는 우리보다 매우 커서 꿀벌을 화분매개용으로 이용하는 양만 하여도

시설딸기에 31,400봉군³⁾이 한 해에 사용되고 있는 실정이다(농림수산성, 1999).

중국은 예부터 상당수의 식용·약용 곤충이 개발 이용되어 왔다. 상해곤충연구소에서는 곤충 분류 탐색 및 소재개발에 관해 연구를 하고 있으며, 곤명자원곤충연구소에서는 오배자충, 백랍충 등을 사육하여 백랍충의 밀랍은 파라핀으로, 오배자충은 염료로 대량 생산하며, 유용곤충을 사육하여 자원화 연구를 수행 중이다. 잠업연구소는 누에 사육 등을 각기 담당하고 있다. 또한 거미를 비롯한 천적 등 환경보전형 곤충연구에도 상당한 진전을 보였고 잠업기술 개발을 동시에 수행하고 있다.

미국은 Center for Economic Entomology 등 20개소에서 곤충자원을 연구하고 있다. 특히, 농무성은 ARS를 중심으로 범세계적 곤충자원을 수집해 왔으며, 이들을 주로 친환경 농업기술에 활용하고 있다. 양봉측면에서도 벌꿀의 생산보다도 화분매개에 의한 이익에 초점을 맞추고 있는 실정이다.

영국은 나비하우스와 정원 등 28개소 이상 운영되고 있으며 환경교육과 연계된 생태관광을 주로 하고 있다. 그 동안의 환경보전에 대한 관심으로 인하여 곤충서식지 복원 연구와 환경농업을 위하여 곤충 서식 공간의 조성 등 친환경적 곤충이용 방법이 주로 연구되고 있다.

네덜란드는 시설재배지의 화분 매개 곤충으로 서양뒤영벌의 연중사육의 성공과 더불어 환경농업을 위한 여러 천적의 개발 등을 주도하고 있다.

폴란드, 체코 등 동유럽권의 곤충연구는 주로 국립곤충연구소를 중심으로 곤충의 기초기반의 연구가 충실하여 분류 분야의 연구와 천적활용을 위한 기초 생태 연구에서 강세를 보이고 있다.

3. 곤충의 산업적 이용

곤충산업의 영역과 가치는 농식품, 비농식품, 융복합 영역으로 구분할 수 있으며 <그림 1 참조>, 기술의 발달에 따라 다양한 분야로 확대되는 추세이다.

따라서 농촌진흥청에서는 2009년부터 농업 R&D연구를 과거의 방식에서 탈피하여 새로운 개념의 Agenda 중심으로 연구방향을 전환하여 현장중심의 연구를 강화하고 있다. 이에 발맞추어 곤충산업도 시간적, 공간적 그리고 인력 투자가 적으면서도 큰 기대효과를 낼 수 있는 산업으로서 육성하기 위해 다양한 분야의 관련기관과 거버넌스

3) 1봉군 꿀벌 200-300마리 정도.

체제를 구축하고 농촌진흥청에서 주관하는 각 시군 작목별(딸기, 토마토 등) 12개 특성화 사업과 연계하여 추진할 계획이다.

3.1. 농식품 영역

농식품 영역으로는 천적, 화분매개, 사료, 식품분야에 다양하게 활용이 가능하다. 친환경농업과 시설원에 확산으로 해충방제용 천적 곤충이 많이 활용되고 있는데, 1988년부터 농작물에 피해를 주는 천적곤충을 상업적으로 활용해 왔다. 현재 35종의 천적 곤충이 연구개발 되었으며, 이 중 24종(토착 천적 16종)이 상품화되었다. 이렇게 개발된 천적은 시설재배 작물의 주요해충인 진딧물, 응애, 가루이, 총채벌레 등의 방제에 활용되고 있다<그림 2 참조>. 현재 약 2,000여ha의 면적의 농가에 사용되고 있다. 농식품부가 추진하고 있는 천적 지원사업이 2012년부터 중단되어 친환경 농업을 하는 농가에서는 그 면적이 조금 줄어들 것으로 전망된다.

그림 1 곤충산업의 영역



국내에는 세계 3위 수준의 기술력을 보유하고 있는 업체를 포함하여 총 11개 천적 회사가 천적 곤충을 생산, 판매하고 있다. 이에 농촌진흥청에서는 천적 대량생산 및 활용을 위한 연구를 강화해 천적산업 발전 및 농가의 천적이용을 돕고 있다.

그림 2 생물적 방제에 활용되는 천적곤충



뒤영벌(벌목 꿀벌과 벌)은 친환경 및 시설재배 작목의 다양화 등으로 활용되는 화분 매개 곤충이다. 우리나라의 경우 외국에서 수입한 서양뒤영벌에 의존해 왔다. 이에 1995년부터 연구를 시작해 2000년부터는 본격적으로 자체 생산기술 개발에 착수했다. 이 연구를 통해 토종 호박벌(*bombus ignitus*)에 대한 실내사육 환경, 인공월동 및 현장 활용법 등 주요 핵심기술을 확립했다. 후엔 호박벌보다 우수한 것으로 알려진 서양뒤영벌(*bombus terrestris*)에 대한 추가 연구도 착수했다. 여왕벌의 냉장 존 기술, 교미환경 개선 등 연중사육기술 및 시설작목별 현장 활용법도 수립한 것이다. 이를 통해 생산업체와 농가에 관련 기술을 지속적으로 보급해 왔다<그림 3 참조>.

그림 3 화분매개 곤충 실내 대량생산



그리하여 2002년까지 전량 수입에 의존하던 서양뒤영벌을 2005년에는 50%까지 국내 생산 뒤영벌로 대체했다. 현재 생산규모는 연간 1만 5천봉군⁴⁾을 상회하고 있다. 2007년에는 전국적으로 약 4만여 봉군의 뒤영벌이 보급되었는데, 그 가운데 2만 8000여 봉군이 국내생산 뒤영벌로서 수입 뒤영벌 1만 2000봉군에 비해 약 70%까지 수입

4) 1봉군 뒤영벌 200-300마리.

대체효과를 높이고 있다.

과거부터 곤충은 식용으로 이용되고 있는 데, 국내에선 메뚜기와 누에번데기 정도가 식용곤충으로 알려져 있다. 특히 누에의 경우 병이 들면 하얗게 굳어 생기는 백강잠은 옛날부터 한방 약제로 널리 쓰여 왔다. 동남아시아 및 중국은 우리나라보다 더욱 많은 종류의 곤충을 식용 및 약제로 이용하고 있다<그림 4 참조>.

그림 4 식용·약용 곤충



3.2. 비농식품 영역

비농식품 영역으로는 정서(애완·교육·예술·관광), 의약, 환경정화 분야 등에서 활용되고 있으며, 최근 애완·학습용 곤충분야는 가장 빨리 성장하는 분야이며 곤충을 주제로 한 체험관광, 예술작품, 문화콘텐츠가 증가하고 있다. 그리고 음식물 쓰레기 등 유기성 폐기물의 친환경적 처리를 위해 환경정화 곤충이 활용되고 있으며, 곤충 유래 물질에서 기능성 의약품 소재 개발이 증가하고 있다.

도시·산업화는 인간을 자연과 멀어지게 만들었다. 이에 도시인들은 다양한 방법으로 자연을 대처할 무언가를 찾는다. 그 중 도시의 대부분을 차지하는 소가족 또는 독신들이 가장 많이 선택하는 방법은 애완동물을 키우는 것이다. 과거에는 개와 고양이가 가장 흔한 애완동물이었지만 최근엔 각자의 취향에 따라 그 종류가 매우 다양해졌다. 경제발전과 더불어 애완동물시장이 커졌기 때문이다. 곤충 역시 혐오스럽다는 고정관념을 벗고 애완용으로 증가하고 있는 중이다. 특히 왕귀뚜라미는 아름다운 자연의 소리를 들을 수 있다는 점에서 인기다. 즉 곤충 역시 인간의 삶과 정서를 개선해주는 역할을 하는 것이다.

정서·애완곤충시장(농림수산식품부, 2009)은 국내 대표적 곤충산업으로 규모는 400

그림 5 나비류(호랑나비, 배추흰나비, 암끝검은표범나비)



억 원 정도로 추정되고 있다. 그러나 이웃 일본의 경우 사슴벌레 시장만 2,000~3,000억 원 규모로, 취급점도 1,000여 곳이다. 또한 8cm 사슴벌레가 1억 원에 팔릴 정도다. 국내는 아직 일본만큼은 아니지만 국민들의 정서 및 문화에 대한 욕구가 높아짐에 따라 수요가 증가하고 있는 추세다. 그래서 함평군에서는 호랑나비, 배추흰나비, 암끝검은표범나비 등을 인공 사육하여<그림 5 참조> 매년 함평 나비축제를 개최하고 있으며, 그리고 무주 반딧불축제와 같이 지자체의 관광 상품과 연계 및 학습생태원으로 관광벨트화도 가능하다. 이는 곤충시장의 한 분야로 확대 및 발전 가능성은 매우 높게 평가되고 있다.

곤충 중에는 썩은 동물질과 식물질, 동물의 배설물 등의 부식성 물질을 먹이로 이용하는 종류가 매우 많다. 이들은 자연에서 항상 발생하는 썩은 물질을 분해시켜 쾌적한 환경을 유지하게 하는 분해자로서 역할을 수행한다. 이 같은 습성을 가진 곤충군 중에서 집약 농업이나 인위적인 활동을 통해 발생하는 폐기물을 적극적으로 정화하거나 그 같은 활동에 투여할 수 있는 능력을 지닌 곤충을 환경정화 곤충이라 한다<그림 6 참조>.

그림 6 아메리카동애등에

(Hermetia illucence, Black Soldier Fly)



가축의 배설물 및 음식물 쓰레기 처리는 환경보전 차원에서 심각한 문제점으로 대두되고 있다. 이들 문제를 해결하기 위해서 국립농업과학원에서는 파리와 동애등에를 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉 집파리 대량생산 기술을 개발하여 산업체에 기술이전 하였으며, 동애등에를 이용한 음식물 쓰레기의 친환경적 분해시스템 개발 연구를 산업체와 공동으로 추진하고 있다. 뿐만 아니라 이들의 분해 산물 및 파리, 동애등에 유충을 이용한 사료화, 퇴비화 등의 연구도 활발히 진행되고 있다<그림 7 참조>. 되고 있다. 이들 문제를 해결하기 위해서 국립농업과학원에서는 파리와 동애등에를 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉 집파리 대량생산 기술을 개발하여 산업체 기술이전 하였으며, 동애등에를 이용한 음식물쓰레기의 친환경적 분해시스템 개발 연구를 산업체와 공동으로 추진하고 있다. 뿐만 아니라 이들의 분해 산물 및 파리, 동애등에 유충을 이용한 사료화, 퇴비화 등의 연구도 활발히 진행되고 있다.

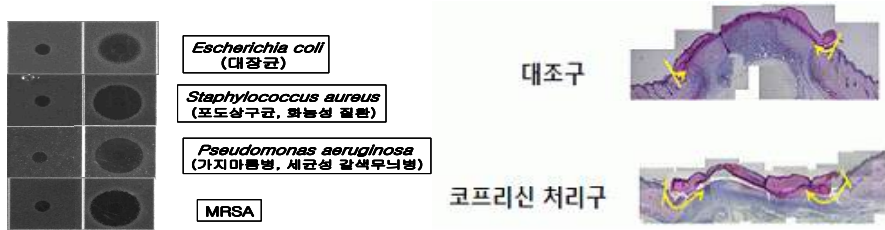
그림 7 동애등에의 활용



지구상의 수많은 생물체는 주변 환경으로부터 스스로를 보호할 수 있는 면역체계를 지니고 있다. 곤충은 몸에 상해를 입으면 체내에 항균성 화학물질을 만들어 침입하는 미생물에 대항한다. 때문에 내성이 없는 천연 항생제 소재로 의료용 및 식품보조제로의 응용이 가능할 것으로 기대된다. 소똥구리에서 항균펩타이드인 '코프리산'을 분리하여 항균성이 강한 천연연고제를 개발 중에 있으며, 이 외에도

꿀벌 부채명나방 유충으로부터 항진균 단백질을 분리한 것은 물론, 다양한 곤충으로부터 항균펩타이드 및 면역에 관련된 유전자를 발굴해 기능을 밝히고 있다.

그림 8 코프리신의 항균활성 및 포도상구균에 대한 상피세포 재생확인



3.3. 융복합 영역

곤충의 기능을 다양한 영역으로 활용하기 위해 생명공학 분야뿐만 아니라 생체모방 공학을 이용하고 있으며, 생명공학의 발달과 기술의 융·복합 추세에 따라 곤충을 활용한 유전학 연구와 곤충의 생체모방 기술이 확산되고 있다.

생명공학 기술이나 나노 기술, 전자·통신 기술이 발전하면서 생물(생체) 모방 기술도 새로운 재료와 물질의 개발, 센서 개발, 로봇 개발 등에 나서고 있다. 뿐만 아니라 전산망 설계나 특정한 문제 해결을 위해 동물들의 행동 양식을 적용하는 등 다양한 분야에서 연구가 이뤄지고 있는 데, 이런 생물 모방 기술에서 가장 주목을 받고 있는 것이 곤충이다.

생체모방 기술은 산업, 군사 분야를 넘어서 보건, 환경, 사회분야 등 커다란 시장으로 확대될 것이다. 인구 고령화, 기후변화 등의 메가트렌드에 자연모방의 대세가 기여할 여지가 매우 크다. 따라서 미래 학자들은 미래 고령사회에는 '노인은 없을 것'이라고 예측한다. 이는 60세 이상의 고령자를 대상으로 기능이 약화된 조직이나 기관을 대체, 보완하는 재생의학 기술의 발달을 의미한다.

현실적 여러 어려움에도 불구하고, 생물체의 능력을 따라 배우는 기술의 가능성은 무한하다. 아직도 인간의 손길이 미치지 않는 신의 발명품이 수없이 많고, 인간이 아무리 생명체를 만든다 해도 이미 만들어진 생명체의 다양성을 따라 잡을 수 없는 일이다. 자연에서 아이디어를 얻고 자연을 닮아 가면서 바이오칩이나 초고감도 바이오센서 등 꿈의 신기술을 만들어 낼 수 있을 것이다. 생명체를 둘러싼 비밀의 문이 열린다면 질병의 고통에서 벗어나고 곤충을 닮은 기계는 물론 사람을 닮은 기계를 만드는 것도 어려운 일이 아닐 것이다. 우리나라의 생체모방 기술 연구개발은 단기적 가능성이 높은 산업화 과제에 집중하고 있는데, 앞으로 적극적 사고로 기술, 개념에 대한 원천에 접근하고 새로운 더 큰 시장을 선점하기 위해 노력할 필요가 있다.

곤충류는 예로부터 각종 질병치료와 건강 유지를 위한 민간 약재로 많이 이용되어 왔는데 최근 참살이(well-being) 생활 패턴의 확산과 함께 곤충에 대한 관심이 증가함에 따라 신소재 등 미개척 자원의 보고로 여겨지고 있다. 이에 세계 각국에서는 생명공학 기술을 이용한 고부가 신바이오 생물소재로 활용하기 위한 경쟁적인 움직임이 벌어지고 있다. 또한, 지난 2005년 세계미래학회가 제시한 2020년 후 10대 미래 기술(농림수산식품부, 2009) 가운데 바이오기술 분야에는 ‘곤충을 활용한 신약개발이 유일하게 포함되어 있었다. 이렇듯 곤충산업의 무한한 발전 가능성을 주목함으로써 21세기 새로운 녹색성장 산업의 선두가 될 수 있도록 아낌없이 지원해야 할 것이다.

4. 국내 곤충산업의 전망 및 육성방안

4.1. 곤충산업 전망

곤충산업은 21세기 신성장 동력산업으로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 왜냐하면 곤충산업은 시간적, 공간적, 인력면에서 투자대비 기대효과가 큰 산업이기 때문이다. 곤충산업은 식용뿐만 아니라 환경정화용 그리고 학습애완용 등 다양한 산업을 창출할 수 있어 미래의 신성장 동력산업으로 발전할 가능성이 높다. 특히 천적, 화분 매개, 사료용 등 농업적으로 이용이 가능하므로 우리나라 친환경 고부가가치 농업을 하기위한 필수 산업이기도 하다.

앞으로 식용 곤충의 다양한 상품개발 및 이용, 그리고 식용곤충의 영양 및 기능성을 부각함으로써 기존 식품문화에 대한 인식을 바꾸어야 만이 사람들의 곤충식품에 대한 긍정적으로 인지도를 높일 수 있을 것이다. 기존 음식문화의 관념을 타파하고 새로운 음식관념을 수립해 사람들이 보편적으로 새로운 곤충자원을 식용으로 이용할 수 있게 함으로써 곤충산업의 발전 전망이 매우 밝다고 할 것이다.

또한 곤충산업 활성화를 위해서는 식용 곤충에 대한 개발 및 사육에서부터 식품화하기까지 연구개발 투자와 제도적 뒷받침을 통해 곤충산업이 성장할 수 있는 환경을 조성해야 할 것이다. 그리고 천적 곤충, 화분매개 곤충, 축산분뇨 및 음식물 쓰레기 분해 곤충 등은 친환경농업에 적극 활용되고 있다. 이 외에 학습애완과 의학 등에도 영향을 미치고 있어 고부가가치가 기대되는 산업 중 하나다. 이에 농촌진흥청은 앞으로도 곤충산업 관련 기술 개발 및 홍보 강화, 관련법 개정 등을 통해 녹색 신성장 동력 산업으로 육성함으로써 21세기 새로운 산업영역이 창출될 것으로 전망된다.

이를 위하여 국민들 역시 곤충산업을 '황금 알을 낳는 시장'으로 인식해야 할 것이며, 이밖에 유용곤충의 실내대량 생산 기술 및 법적 제도적 장치를 보완하고 정부의 전략적인 계획 아래 지속적인 재정 지원도 이뤄져야 할 것이다.

정부는 지난 2010년 2월 「곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률」을 공포하고 곤충의 법적지위를 부여하였고, 「곤충산업 육성 5개년 종합계획」도 2011년 1월에 발표되어 전문 인력 양성, 전문기업 및 농가의 육성 등을 추진하고 있다. 여기에 더불어 곤충산업 관련 연구개발을 강화하고, 법적 제도적 보완을 통해 산업화에 노력한다면 어떤 산업보다 미래의 새로운 경쟁력 있는 산업이 될 것으로 생각된다.

4.2. 유엔식량농업기구(FAO) '곤충을 미래 대체식품'으로 육성

유엔식량농업기구(FAO)는 인류, 가축, 애완동물의 식량으로 충분히 이용하지 못했던 메뚜기와 개미 등 식용 곤충을 적극 권장했다. FAO는 전 세계 20억 명이 이미 단백질과 미네랄이 풍부한 곤충을 먹고 있으며 곤충 식이가 환경적으로 도움이 된다고 밝혔다. 사료 대비 식품 생산에 곤충이 매우 효율적이라고 FAO는 강조했다. 보통 곤충의 경우 사료 2kg으로 1kg의 곤충 식품을 만들 수 있지만, 가축의 경우 가축에게 사료 8kg을 먹어야 1kg의 고기 식품을 만들 수 있다. FAO는 곤충은 환경적으로 해로운 온실가스를 배출하지 않고 쓰레기와 동물 분뇨를 먹으며 농업 사료로도 사용된다고 말했다.

현재 식용 곤충 대부분이 숲에 서식하며 곤충 농장은 종종 가족 경영으로 이뤄져 틈새시장에 곤충을 공급하고 있다. 그러나 유엔은 기계화가 곤충 양식 생산을 단계적으로 늘릴 수 있다고 주장하고 있다. 예를 들어 낚시 미끼 산업에서 오래 전부터 곤충 양식이 이뤄졌다.

FAO는 곤충 양식을 식량과 사료 확보 문제의 해법으로 소개하면서 "곤충은 곳곳에 있고 빠르게 번식한다"며 "곤충이 남기는 환경에 미치는 영향 '환경 족적(environmental footprint)'도 작다"고 밝혔다. FAO는 이어 "곤충이 육류와 생선보다 고단백질을 함유해 결식아동을 위한 영양 보충제로 특히 중요하다"고 말했다.

곤충에는 구리, 철, 마그네슘, 망간, 인, 셀레늄, 아연뿐만 아니라 섬유질도 풍부하다. 그리고 식용 곤충 프로그램에서 엄밀히 곤충은 아니지만, 거미와 전갈 등 절지동물의 활용 가능성도 검토할 것이라고 FAO는 지적했다. 대학의 생물학자들은 식용 곤충의 영양 가치를 분석했으며, 딱정벌레, 개미, 귀뚜라미, 메뚜기 같은 곤충의 g당 단백질 함유량이 육류, 생선에 거의 가깝다고 밝혔다.

따라서 FAO는 동남아시아의 국가들과 함께 곤충을 식량 자원으로 바꾸는 시범 사

업에 착수했다. 곤충을 대량으로 사육하고 그것을 상품화해 판매하는 시스템 마련에 골몰하는 중이다. 이제 우리는 포장지에 담긴 곤충들을 사서 아작아작 씹어 먹기만 하면 되는 것을 기대해도 될 것이다.

4.3. 곤충산업 육성방안

4.3.1. 곤충의 가치에 대한 인식전환

곤충은 지구상 마지막 미개발 생물자원으로 선진국을 중심으로 치열한 연구개발과 산업화 노력이 진행되고 있는 미래 성장 산업이라는 인식의 전환이 중요하다. 2020년 38조 원으로 성장이 예상되는(합평 세계 나비엑스포 발표자료, 2008) 세계 곤충산업 시장을 선점하기 위해 선진국은 30여 년 전부터 곤충산업 육성에 노력하고 있으며, 국내 시장규모는 2015년에 3,000억 원으로 성장이 예상되나 선진국의 노력에 비하면 우리는 아직 초기 단계이다.

그리고 현재 국내 곤충의 활용은 천적, 화분매개, 학습애완용, 관광용 등이며 환경정화, 사료, 바이오산업용 등은 아직 미약한 실정이다.

따라서 정부는 2011년 1월 '곤충산업 육성 5개년 종합계획'을 발표하고 본격적인 곤충산업 육성에 나섰으나 아직 해결해야 할 과제가 산적해 있다. 국내에 존재하는 잠재적인 곤충자원에 대한 기초자료 확보를 통한 향후 유용자원의 발굴과 활용을 위한 인프라 구축이 우선 필요하며, 곤충자원의 분포 및 서식환경 조사, 유용곤충 탐색, 발굴된 자원에 대한 DB화, 경제적 가치평가 체계 구축 등을 추진해야 할 것이다.

4.3.2. 곤충을 활용한 친환경 고부가가치 농업실연

곤충은 천적, 화분 매개, 애완용, 체험관광, 지역축제 등으로 이용이 가능하므로 친환경 고부가가치 농업의 기회로 활용할 필요가 있다. 1990년대부터 국내에 천적시장이 형성되어 매년 증가추세이나 아직 천적 활용률이 선진국에 비해 낮은 수준이며 도입천적 8종을 수입하고 있다.

국내 천적자원은 약 1,000여종으로 추정되나 국내에서 활용하는 천적은 29종으로 더욱 다양한 천적의 발굴과 산업화 노력이 요구되고 있는 실정이다. 현재 농가현장에서 도입 천적이 이용되고 있으나, 비닐하우스 등의 고온 환경에서는 효과가 낮아 한국형 천적의 개발이 절실하다.

천적산업을 발전시키기 위해서는 과도한 농약 사용을 줄여 환경오염을 방지하고 친환경

경 농산물 공급으로 농가소득 증대 및 소비자 신뢰 강화의 기회로 활용하여야 할 것이다.

고품질 안전농산물에 대한 소비자 욕구증대 및 시설원예 재배 면적의 증가로 한국형 화분매개 곤충의 다양화가 시급한 실정이며, 딸기, 토마토 등 화분매개 곤충을 활용할 수 있는 작목이 증가함에 따라 작목별로 화분매개 곤충의 개발과 산업화의 필요성이 대두되고 있다.

그리고 학습·애완용 곤충 사육농가와 체험 관광, 지역축제가 양적으로 증가하고 있으나 전문성 부족과 영세성으로 체계적인 산업화가 부진하며, 품종개발을 통한 상품 다양화, 사육농사의 지원과 규제, 전문 인력 양성, 축제의 지역별 차별화 등 체계적인 육성대책의 실행이 필요한 시점이다.

4.3.3. 곤충자원을 이용한 새로운 시장 창출

곤충을 이용한 21세기 생명 신소재 산업의 경쟁력 강화를 위한 집중적인 연구개발 및 산업화 노력이 필요하다.

선진국은 곤충자원을 BT, NT, IT 등 첨단기술과의 융·복합으로 신약, 인간질병 치료, 생체모방 기술 등 새로운 시장을 창출하고 있으며, 프랑스는 100여종의 곤충으로부터 175개의 신물질 연구를 수행하여 최근 곤충유래 물질에서 기능성, 의약품 소재를 개발하고 있다.

그리고 곤충 공생 미생물, 생체모방 및 첨단 바이오센서 등 곤충의 생체구조와 기능을 이용한 산업적 활용에 대한 연구개발이 강화되어야 할 것이다. 우리의 곤충자원 산업화 특허는 300~400건으로 선진국과 비슷하지만 기술수준은 일본에 비하여 80%로 (특허청, 2010)질적 성장이 필요하며, 생활사가 짧고 다양한 돌연변이를 보유한 초파리 연구를 확대하여 인간의 만성 난치성 질병 치료 방법 및 신약 개발을 본격화해야 할 것이다.

또한 환경정화 곤충인 동애등에 등을 이용하여 음식물 쓰레기, 가축분뇨 등의 친환경 처리기술 개발로 환경보호는 물론 신 재생에너지 분야를 개척하여 세계 시장에서 선점해야 할 것이다. 특히, 농촌진흥청에서는 동애등에 대량 사육기술을 개발하여 특허를 등록하고 산업체를 통한 산업화에 박차를 가하고 있다.

참고문헌

- 강원대학교부설생물다양성연구소. 1997. 「유용생물자원의 탐색과 활용 제5회 심포지엄 발표자료집」. pp.33-36.
- 과학기술부. 2000. 「국내토착 유통곤충자원 및 관련미생물 탐색 이용기술개발」.
- 김근영. 2002. “곤충 자원화 연구의 현재와 미래” 곤충산업기반조성 방안 심포지엄.
- 김용현. 2005. “천적자원의 보존과 이용”, 「한국곤충자원연구회보 제5권」.
- 김창효. 1995. 「산업곤충」. 경상대학교 출판부. pp.21-185.
- 농림수산성. 1999. 「화분매개 곤충 현황」.
- 농식품부. 2012. 「곤충산업실태조사」. 농업실용화재단.
- 농촌진흥청. 2002. 「유용곤충 자원화 연구동향 분석과 금후 연구방향」.
- 농촌진흥청. 2008. 「유용곤충 연구동향 및 산업화 방안」. 보고서.
- 박규태 외. 1999. 「자원곤충학」. 아카데미. pp.342.
- 박규택. 1999. 「국내 유용곤충자원의 탐색과 활용방안」. 한국과학기술한림원 농수산학부 제1회 한림 콜로키움 pp.1-14.
- 박규택 외. 2001. 「자원곤충학」. 아카데미 p.334.
- 박해철 외. 2002. 「곤충자원과 그 구분 방식에 관한 제언」. 곤충자원연구회.
- 백은하. 1982. 「한국의 식충성 곤충목록」. 농촌진흥청 산학협동보고서.
- 설광열. 2007. “국내 곤충산업의 현황 및 시장 확대 전망”, 「국내 곤충 산업 활성화를 위한 시장 확대 방안 심포지엄」.
- 윤형주, 김삼은, 이기열. 2003. 「호박벌 증식 및 화분매개 이용기술 개발」. 농특연구과제 3차년도 완결 보고서.
- 최영철. 2004. “곤충을 이용한 농촌어메니티 자원화”, 「2004년도 한국 곤충분류연구회 곤충 현장학습과 곤충산업 기반조성에 관한 심포지엄」.
- 최영철, 김남정, 박인균, 황재삼, 이상범. 2011. 「곤충의 새로운 가치(인테러뱅)」. 농촌진흥청. pp.20.
- 최영철 등. 2011. 「곤충의 새로운 가치」. 삼미기획. pp.130.
- 최영철, 송현식, 유옥승. 2012. 「갈색거저리 사육과 이용기술」. 농촌진흥청. pp.165.
- 최영철, 박관호, 남성희, 강필돈. 2012. 「동애등에 사육과 이용기술 매뉴얼-동애등에 잘 키우기와 이용기술」. 농촌진흥청. pp.78.
- 특허청. 2010. 「곤충산업 특허동향 조사 보고서」. 특허청.
- 한국농촌경제연구원. 2010. 「꿀벌 화분매개 시장규모」. 한국양봉협회.
- 함평군. 2008. 「함평 세계 나비 곤충 엑스포 발표자료」.