

RDA Interrobang (4호)

인터넷(www.rda.go.kr)에서 보실 수 있습니다.

작성 : 최영철 박사(031-290-8541)

김남정, 박인균, 이상범, 황재삼

곤충의 새로운 가치

- 21세기 고부가가치 생명산업 -

2011. 2. 9

< 목 차 >

요약

I. 곤충의 재발견1

II. 곤충의 새로운 가치5

III. 시사점17

《 요 약 》

곤충은 지구상에 존재하는 전체 동물의 3/4인 약 130만종으로 지금부터 약 3억 5천만년에서 4억만년 전 지구상에 출현한 것으로 추정되며 오래 전부터 양잠과 양봉 등으로 인간의 일상생활에 이용되어 왔다. 최근에는 곤충의 가치가 지구상의 마지막 미개발 생물자원으로 재평가되면서 곤충산업의 성장이 가속화되고 있다.

곤충산업은 **농식품, 비농식품, 융복합** 영역으로 구분할 수 있으며 기술의 발달에 따라 다양한 분야로 확대되는 추세이다. ① **농식품 영역**은 친환경농업과 시설원예의 확산으로 해충방제용 천적곤충, 식물의 수정을 돕는 뒤영벌 등 화분매개 곤충, 단백질 공급원인 귀뚜라미와 밀웜(Meal worm) 등 식품과 사료용 곤충의 산업화가 활발하게 진행되고 있다. 경기도 화성의 귀뚜라미 사육농가는 연매출 1억 이상을 달성하기도 하였다. ② **비농식품 영역**은 음식물 쓰레기의 친환경적 처리, 곤충유래 물질에서의 기능성 신약 개발이 새롭게 떠오르고 있으며 애완·학습용 분야도 빠르게 성장하고 있다. 곤충을 주제로 한 체험관광, 예술작품, 문화콘텐츠도 증가하고 있는데, 함평 나비축제는 지역축제를 통한 지역개발의 성공사례로 초등학교 교과서에 실리기도 하였다. 이제는 성공적인 지역축제를 세계인의 사랑을 받는 국제적인 축제로 발전시키는 노력도 중요할 것이다. ③ **융복합 영역**으로는 생명공학의 발달과 기술의 융복합 추세에 따라 초파리 등을 활용한 유전학 연구와 자벌레의 운동능력을 모방한 대장 내시경, 바퀴벌레의 이동성을 응용한 로보로치 등이 상용화되었다.

이처럼 곤충산업은 미래 고부가가치 성장산업으로 자리매김하고 있으며, 선진국들은 오래 전부터 시장을 선점하기 위한 연구개발 및 산업화에 매진하고 있다. 우리나라는 아직 천적, 화분매개, 애완용 등 일부 분야에서만 산업화가 이루어지고 있다. 그러나 최근 정부의 곤충산업 육성에 관한 법률 공포를 계기로 국내 곤충연구기관들의 네트워크를 통한 협력체계 구축, 유용 곤충 탐색, 연구개발 강화, 전문기업 및 사육농가 육성 등 곤충산업 진흥을 위한 산·학·연의 전 방위적 노력이 필요할 것으로 판단된다.

I. 곤충의 재발견

인간과 곤충

- 지구상에 존재하는 전체 동물은 약 180만종으로 알려져 있으며, 그 가운데 3/4인 약 130만종이 곤충
 - 곤충이 나타난 최초의 시기는 지금부터 약 3억 5천만년에서 4억 만년 전으로 추정
 - 최초의 곤충 화석은 톱토기류의 일종으로 약 3억 8천만 년 전 데본기 하부지층으로부터 출토
 - 인간과 직·간접적으로 관련을 맺고 있는 곤충은 약 15,000종 정도로 서양에서는 전통적으로 '익충'과 '해충'으로 구분
 - * 익충과 해충의 분류는 곤충 자체가 아닌 인간을 중심으로 한 분류
- 인간은 오래 전부터 곤충을 일상생활에 이용하여 왔으며 대표적인 사례가 양잠과 양봉
 - 양잠의 발상지는 중국으로 알려져 있으며 4천여 년 전 중국의 고서 "잠경"에 누에를 길러 옷을 만들었다는 기록이 존재
 - * 단군세기(檀君世紀)에 BC 2241년경 우리 민족이 양잠을 하였다는 기록이 존재
 - 양봉은 기원전 3,500년에 고대 이집트에서 시작되어 중국을 거쳐 고구려 동명성왕 시대에 우리나라에 전해진 것으로 추정



고부가가치 생물자원으로의 변신

- 인간과 농작물에 피해를 주는 존재로 방제대상이었던 곤충이 최근 고부가가치 생물자원으로 재평가
 - 미국 **코넬대학 로지(John E. Losey)**교수는 곤충의 미국 경제 공헌도가 연간 570억 달러라고 발표 (2000년)
 - * 화분매개 30억\$, 환경정화 3.8억\$, 먹이곤충 1.5억\$ 등
 - 세계 곤충산업 시장규모는 '07년에 11조 원 규모이고, '20년에는 38조 원까지 늘어날 전망 (합평 세계나비곤충엑스포 발표자료, '08)
 - 최근 기술의 융복합화 추세로 곤충의 활용 범위도 생명공학과 생체모방 공학 등으로 보다 다양화될 전망

- 세계 각국은 일찍부터 곤충산업을 국가 전략산업으로 지정하여 법적 근거를 마련하고 정책적으로 육성
 - 일본은 「동물애호 관리법(애완곤충)」, 「식품위생법(식용곤충)」 등의 관련 법률을 정비하고 곤충산업 창출에 노력
 - 일본은 곤충산업 육성에 '05년까지 4년간 모두 20억 엔을 투입
 - 미국과 유럽연합(EU)도 「미생물농약제조법(천적)」 및 「식물상과 동물상 관리법(곤충관리)」 등을 통해 곤충산업을 지원
 - 네덜란드는 '91부터 10년간 천적산업에 집중적으로 투자하여 농산물 수출액이 '01년 278억 달러, '02년 325억 달러로 성장

- 곤충자원의 산업화 관련 특허건수는 한국, 일본, 미국이 비슷하지만 우리의 기술수준은 일본의 80% 수준
 - 국가별 특허 점유율은 일본 379건(33%), 미국 359(32), 한국 314(28), 유럽 85(7) 등의 순서 (특허청, '10)
 - * 곤충산업 기술수준(%) : 일본(100), 미국(87), 한국(80), 중국(68)

□ 우리나라의 곤충자원 활용은 양봉·양잠과 일부 약용·식용분야를 제외하고는 2000년 이후부터 본격화

○ 국내 곤충산업의 시장규모는 '09년 1,570억 원으로 추정되며 '15년에는 약 2배 수준인 3,000억 원대로 성장할 전망

- 가장 규모가 큰 분야는 화분매개 곤충분야로 '09년 기준 전체 시장의 34%인 540억 원을 차지

- 사료 및 식·의약용 분야는 현재 국내 시장이 조성되기 시작한 단계이나 '15년에는 700억 원 규모의 시장으로 성장할 전망

국내 곤충산업 시장규모 ('09)

활용분야	대상 곤충	시장규모 (억원)	
		'09	'15추정
화분매개	뒤영벌, 가위벌, 꿀벌	540	880
천적	무당벌레, 진디혹파리, 칠레이리응애 등 34종	230	300
학습·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, '10)

□ 국내 곤충산업은 아직 화분매개, 천적, 애완용, 약용 등 일부 분야에 국한되어 있어 융복합분야의 산업화 노력과 해외시장 진출이 과제

○ 정부는 ' 10년 2월 4일 「곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률」을 공포하고 곤충산업 진흥을 위한 노력을 경주

- 곤충의 법적 지위 부여, 곤충 사육농가 지원 및 규제, 전문인력 양성 등의 내용을 포함한 최초의 곤충 관련 법안

○ 국내 곤충자원 조사, 유용곤충 탐색, 연구개발 강화, 전문기업 및 사육농가 육성 등 곤충산업 진흥을 위한 전 방위적 노력이 필요

곤충산업의 영역 확대

- 곤충산업은 농식품, 비농식품, 융복합 영역으로 구분할 수 있으며 기술의 발달에 따라 다양한 분야로 확대되는 추세
- 농식품 영역 : 천적, 화분매개, 사료, 식품
 - 친환경농업과 시설원예 확산으로 해충방제용 천적곤충, 꽃의 수정을 돕는 화분매개곤충, 식품·사료용 곤충의 산업화가 활발
- 비농식품 영역 : 정서(애완·교육·예술·관광), 의약, 환경정화
 - 최근 애완·학습용 곤충분야는 가장 빨리 성장하는 분야이며 곤충을 주제로 한 체험관광, 예술작품, 문화콘텐츠가 증가
 - 음식물쓰레기 등 유기성 폐기물의 친환경적 처리, 곤충유래 물질에서 기능성 의약품 소재 개발이 증가
- 융복합 영역 : 생명공학, 생체모방
 - 생명공학의 발달과 기술의 융복합 추세에 따라 곤충을 활용한 유전학 연구와 곤충의 생체모방 기술이 확산

곤충산업의 영역



II. 곤충의 새로운 가치

농식품	천적(天敵), 화분매개, 사료, 식품
------------	-----------------------------

이이제이(以夷制夷) : 천적 곤충

- 특정 생물을 죽이거나 먹이로 삼는 자연 속 새로운 천적(天敵)을 찾아내 농작물에 피해를 주는 해충의 방제에 이용
 - 세계적인 천적회사들은 다양한 해충에 대응하는 새로운 천적의 개발로 막대한 이익을 창출
 - * 연 매출액 : 네덜란드 Koppert사 1,200억 원, 벨기에 Biobest사 450억 원
 - 국내에도 농업환경에 적응력이 강한 토착 천적자원을 탐색하여 우수한 천적의 산업화 노력이 활발
 - * 천적 이용률 : ('08) 4% → ('13) 30, 면적 : ('08) 2,114ha → ('13) 20,000
 - * 천적곤충 개발 종 : ('08) 24종 → ('13) 40
- 세계적으로 친환경 농업에 대한 관심 증대와 농약사용량 감축정책의 강화로 국내외 천적의 활용이 확대될 전망
 - 농약 대신 천적을 이용하면 안전농산물 생산, 생태계 보전, 농민의 건강보호, 해충 저항성 유발의 우려를 해소
 - * 천적을 활용하여 화학농약 사용량을 65% 절감('03, 네덜란드)
 - * 천적 이용률(%) : 네덜란드 97, 캐나다 80 이상, 한국 7



곤충이 짓는 고품격 농사 : 화분매개 곤충

- 환경오염과 농약사용의 증대로 자연상태에서 식물의 꽃가루를 매개해주는 곤충이 감소하여 화분매개 곤충의 가치가 상승
 - 화분매개는 호르몬에 의한 화학적 방법, 바람이나 진동을 이용하는 물리적 방법, 곤충의 도움을 받는 생물적 방법으로 구분
 - 곤충을 이용한 수분은 상품성 향상과 친환경적 재배로 소비자의 신뢰를 얻을 수 있는 효과적인 수단으로 각광
 - 관행적인 호르몬제나 인력에 의한 인공수분은 과실의 상품성과 생산성의 저하를 초래



- 안전한 먹을거리와 친환경 농업의 증가에 따라 화분매개곤충의 수요는 지속적으로 증가할 전망
 - 국내 화분매개 곤충시장의 규모는 540억 원 수준으로 자연계 방화곤충의 감소 및 시설작물의 증가로 매년 늘어날 전망
 - 토마토, 시설딸기 등 18개 작목에서 화분매개곤충을 활용
 - * 국내 유통규모('09) : 꿀벌 500억 원, 뒤영벌 36억 원, 가위벌 기타 4억 원
 - * 화분매개곤충 이용효과 : 높은 수정 및 착과율에 따른 생산성 향상, 상품성 제고, 노동력 절감으로 농가소득 5~21% 증대(농진청, '10)
 - 전량 수입에 의존하던 화분매개 곤충은 농진청이 서양뒤영벌의 대량 생산기술을 개발한 후 국내 수요의 70%까지 대체
 - * 국산/수입 : ('05) 15,000/15,000 상자 → ('09) 30,000/15,000 상자

가축·애완동물의 영양식 : 사료 곤충

- 광우병 등 가축질병에 대한 관심이 높아지면서 안전한 단백질 공급원으로서 사료 곤충의 가치가 부각
 - 대표적인 사료용 곤충은 귀뚜라미로서 미국에서만 연간 1,500억 원의 시장을 형성
 - 애완동물 종류의 다양화로 도마뱀 등 파충류, 조류, 관상어류 등의 먹이로서 사료용 곤충시장은 지속적으로 확대될 전망
 - 귀뚜라미 외에 밀웜은 단백질과 지방이 풍부해서 동물들의 건강 증진 및 번식률 증대에 중요한 사료로 사용
 - 일부 동물원은 밀웜을 자체 사육하여 사료비 절감에 큰 효과
 - * 거저리의 유충인 밀웜은 다람쥐원숭이, 개구리 등이 즐겨 먹는 먹이
- 동애등에는 닭과 조류, 어류, 개구리 사료로 이용되고 있으며 낚시 미끼로도 활용이 가능
 - 동애등에 유충의 생물성분 분석결과, 단백질과 불포화 지방산인 오메가 3 지방산이 풍부
 - 단백질과 지방질 함량이 높은 먹이가 필요한 무항생제 유기란 생산을 위한 산란계 사료로도 활용

연봉 1억 이상의 귀뚜라미 CEO (귀뚜라미농원)

- ▷ 350만 마리의 귀뚜라미가 만드는 합창 교향곡
 - 경기도 화성시 소재의 곤충사육농원은 애완용 및 사료용 귀뚜라미를 생산
 - '00년 사업 첫 해에는 매출이 1천만 원 미만이었으나 농진청 특허기술을 도입하여 대량 증식에 성공한 결과 '10년 매출 1억4천만 원을 기록



풍부한 영양과 색다른 맛 : 식용 곤충

- 역사적으로 인간이 곤충을 먹기 시작한 것은 인류가 탄생한 시기와 같은 것으로 추정
 - 미국, 멕시코에서 발견된 “똥 화석”이 선사시대의 인류가 곤충을 식용으로 사용했다는 증거
 - “똥 화석”의 성분 중 딱정벌레 애벌레, 머릿니, 진드기 등이 포함
 - 곤충이 오랫동안 인류의 먹을거리 목록에 올라와 있는 이유는 저지방 고단백 식품으로 맛이 좋고 영양이 풍부하기 때문
 - * 우리나라도 오래 전부터 메뚜기와 번데기를 간식거리로 활용



- 국제식량농업기구(FAO)는 오늘날에도 세계 여러 지역에서 1,400여종의 곤충을 식용으로 사용한다고 보고
 - 중남미, 아시아, 호주, 유럽 등에서 곤충을 식용으로 이용하고 있으며, 미국에서는 곤충사탕도 판매
 - 네덜란드 와게닝겐대학은 정부로부터 1,000만 유로를 지원받아 인간 소비를 위한 곤충 단백질 생산 프로젝트를 출범
 - 최근에는 곤충을 재료로 한 다양한 요리가 소개되고 있으며, 곤충 음식 전문가도 등장
 - * 영국신문 텔레그래프는 곤충초밥 등 다양한 곤충음식을 만드는 조이치 유키야마라는 일본인을 소개

비농식품 정서(애완,학습,관광,문화), 의약, 환경정화

곤충 펫(Pet) 산업 : 애완 곤충

- 최근 애완용 곤충분야는 가장 빨리 성장하고 있는 분야 중 하나로 시장규모도 커지고 있는 추세
 - 일본에서는 1980년대 초부터 애완용 곤충시장이 발달하여 '09년 기준으로 2조 원의 시장을 형성
 - * 판매업체 : 3,000여 곳, 사슴벌레만 3,000억 원 시장
 - 국내에는 '00년을 전후하여 애완용 곤충시장이 형성되어 인터넷 동호회 160곳, 애완곤충 애호가 10~15만명 정도가 활동
 - 국내 최초의 상업용 애완곤충은 장수풍뎅이로 유충을 구입하여 성충까지의 생활사를 관찰
 - * 기존 애완동물에 비해 키우기 쉽고 유지비가 적은 장수풍뎅이와 사슴벌레에서 최근에는 소리곤충(귀뚜라미, 방울벌레, 여치 등)의 판매가 증가

장수풍뎅이 작목반?

- ▷ 표고버섯 재배에서 애완용 곤충 사육으로 전환하여 성공한 후 주변 농가와 곤충영농조합법인 설립
 - 전남 영암 소재의 곤충사육농원인 삼우곤충농장은 애완용 곤충 장수풍뎅이와 사슴벌레를 생산
 - 연간 6억 원의 매출, 2억 원의 순수익을 기록



- 애완용 곤충시장의 성장에 따라 국내 곤충 사육농가도 증가하는 추세이나 다양한 소비자의 요구와 시장 변화에 대한 대응이 과제
 - 장수풍뎅이 등 곤충을 사육하고 있는 국내 농가는 '09년 기준으로 230여 농가로, 농가당 평균소득은 약 5,000만원 수준(농진청 '10)
 - 사육농가의 증가에 따라 곤충사육 기술, 시설, 품질관리 시스템, 종의 다양화 등을 통한 차별화 노력이 요구

살아있는 생명·생태교육 : 학습 곤충

- 도시화·산업화에 따라 정서가 메말라가는 도시민들에게 살아있는 학습 교재로서 곤충의 교육적 기능이 부각
 - 곤충은 학생들의 호기심을 유발할 생명체이며, 직접 관찰을 통해 생명의 신비에 대한 이해 증진도 가능
 - 곤충을 만지고 느낄 수 있는 야외 자연체험학습과 실내교육 프로그램이 증가
 - 학생 뿐만 아니라 도시의 사회인들에게도 건전한 여가생활과 평생교육을 위한 공간으로 곤충생태공원, 체험학습장 등이 조성
 - 일본은 이미 39개현에서 곤충관을 운영하고 있으며, 국내의 경우 현재 65곳 미만이나 향후 3년 내 100여 곳 이상 증가할 전망



- 선진국은 곤충을 이용한 다양한 교재와 놀이기구를 활용하여 교육용 콘텐츠 산업을 발전시켜 부가가치를 창출
 - 영국 요크(York) 박물관, 호주 빅토리아(Victoria) 박물관 등은 곤충 교재와 놀이기구를 개발하여 수익창출과 학습효과를 제고
 - 미국의 플로리다대학은 곤충의 실내관찰과 야외탐사를 통해 곤충의 생활사를 이해하는 프로그램을 운영
 - 곤충의 생활사와 자연속 생존을 위한 위장전략 등 환경에 적응하는 방법을 직접 체험

축제의 조연에서 주연으로 : 관광 곤충

- 다양한 지역축제가 지역의 관광자원으로 부각됨에 따라 곤충을 주인공으로 한 축제가 증가하는 추세
 - 지역사회의 친환경 농업 이미지 제고, 관광수입 증대, 가공·판매 및 서비스업의 발전, 고용창출 효과가 부각
 - 함평 나비곤충엑스포는 '09년 입장관람객 53만 명, 입장료 수입 25억 원을 기록
 - 무주 반딧불축제는 지역과 지역상품의 이미지 제고 효과
 - 2007년 예천 곤충바이오엑스포는 유료 관객만 62만 명이 방문
- 단순한 관광 상품에서 벗어나 다양한 곤충을 활용한 교육형 복합 테마관광으로 부가가치를 창출
 - 영국에는 나비하우스와 정원 등이 28개소 이상 운영되고 있으며, 환경교육과 연계된 생태관광 프로그램을 제공
 - 환경보전을 위한 곤충서식지 복원과 환경농업을 위한 곤충서식 공간의 창조 등 친환경적 곤충이용 방법 관련 내용이 중심

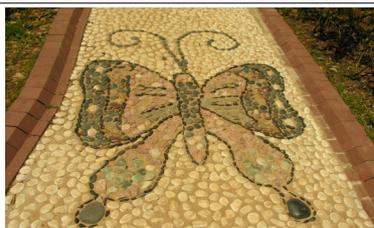
나비가 가져온 기적, 지역축제의 바이블 함평 나비축제

▷ “남들은 땅에 농작물을 심을 때 우리는 하늘에 나비를 심었지요”

- 인구 36,000명의 작은 농촌지역이 나비축제를 개최하면서 지역개발과 환경보전의 대표적인 성공지역으로 재탄생
- '08년 5월 5일 어린이날 어린이 입장객이 60,700명으로 같은 날 에버랜드 어린이 입장객수 55,000명을 넘어서는 기록으로 화제
- 최근에는 초등학교 4학년 국정교과서에 지역개발 우수사례로 수록



나비 축제 포스터



나비축제 장식물(나비길)



나비축제 마스코트

자연의 아티스트 : 문화 곤충

- 곤충의 아름다운 모양과 독특한 습성은 다양한 분위기와 이미지를 설정하는데 유용하여 예술작품의 소재로 빈번히 사용
 - 문학작품에서 인간 세상을 곤충에 빗대어 풍자하는 경우와 주인공의 심경 묘사에 곤충의 이미지를 소재로 활용
 - * 세속을 벗어나 자연에 동화하려는 마음을 나비에 빗댄 ‘나비아 청산가자’, 베르나르 베르베르의 ‘개미’ 등
 - 곤충의 아름다운 형태와 색을 활용한 회화, 조각, 공예 작품도 다양
 - * 경기도 안양시 평촌 중앙공원의 ‘똥을 굴리는 쇠똥구리’(김규민作) 등
- 최근에는 곤충을 주제로 한 광고, 애니메이션, 영화, 캐릭터 상품 등 다양한 문화 콘텐츠가 개발되어 막대한 수익을 창출
 - 꿀벌이 인간을 상대로 그 동안의 꿀 값을 청구하는 소송을 제기하여 승소한다는 내용을 그린 영화 ‘꿀벌대소동’ 이 흥행에 성공
 - * 한국 개봉 18일 만에 100만 관객을 돌파



- 곤충은 우리 민족의 문화와 역사 속에 등장하여 단순한 문양이 아닌 교훈적 의미를 내포
 - 조선시대 국왕의 익선관(翼蟬冠) 상단에 매미 날개 모양을 부착하여 왕은 항상 참다운 정치를 하려고 노력해야 한다는 의미
 - * 매미는 유교문화에서 군자가 갖추어야 할 5덕(德)인 학식(文), 깨끗함(淸), 청렴(廉), 검소(儉), 믿음(信)을 의미

신약 개발의 보물 창고 : 의약 곤충

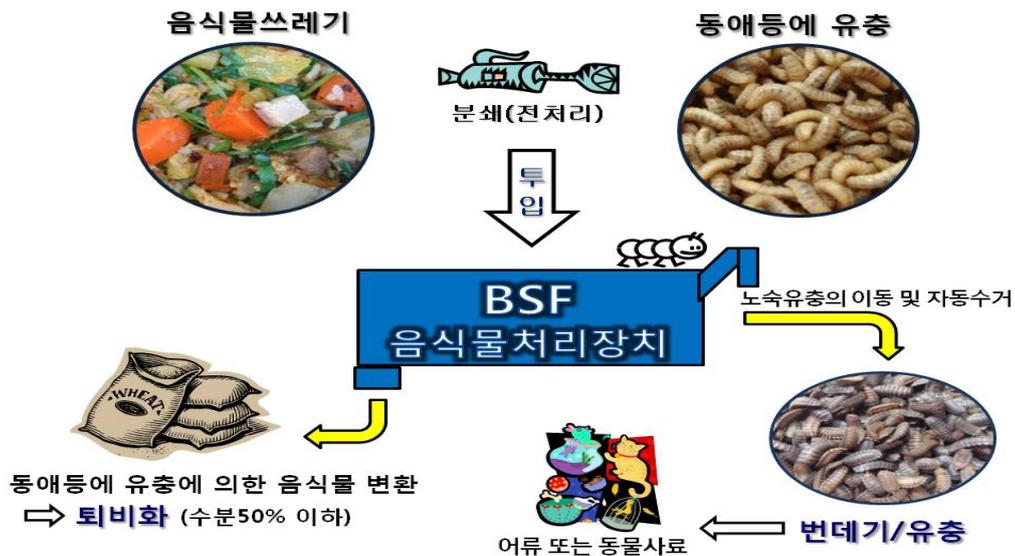
- 예로부터 우리 선조들은 곤충류를 각종 질병치료나 건강 유지를 위한 민간 약제로 이용
 - 조선시대 의학서인 허준의 '동의보감(東醫寶鑑)'에도 95종에 달하는 약용 곤충이 소개
 - 굼벵이는 단백질 보충용으로 먹거나 간을 보호하는 약제로 사용
- 최근에는 서양 의학에서도 기능성 신약 개발을 위하여 곤충에서 추출한 물질에 주목하고 연구개발을 활발하게 진행
 - 프랑스는 100여종의 곤충으로부터 175개 이상의 새로운 물질에 대한 연구를 진행하여 의약품 개발 가능성을 제시
 - 소똥구리에서 차세대 항생 물질인 천연 항생제를 개발하여 피부 염증질환 및 장염의 치료 효능을 확인
 - 무당거미의 뱃속에 사는 미생물에서 단백질 분해효소인 아라자임(Arazyme)을 추출하여 피부 각질을 없애주는 화장품을 개발
- 파리의 유충 '구더기'가 욕창과 족부궤양 등의 상처치료에 효과를 나타낸다는 연구결과가 발표
 - 구더기를 염증이 생긴 상처부위에 놓고 손상된 조직을 먹게 하는 치료
 - 200년 전 나폴레옹 군대 군의관들이 구더기로 상처를 치료했다고 기록
 - * 미국 식품의약국(FDA)은 '04년 구더기와 거머리를 '의료장비'로 승인



부지런한 자연의 청소부 : 환경정화 곤충

- 음식물 쓰레기 직접매립 금지('05) 및 해양투기 금지('13)에 따라 유기성 폐기물의 자원화 대책마련이 시급
- 국내에서 음식물쓰레기로 버려지는 자원이 연간 14조 7,000억 원으로 이를 친환경적으로 처리하여 재활용하는 기술 개발이 절실
- 기존의 건조나 미생물을 이용한 사료화, 퇴비화는 처리과정에서 악취, 침출수 등의 문제로 곤충을 이용한 처리방법이 대두
 - 동애등에(Black Soldier Fly : BSF)를 이용한 음식물쓰레기 처리는 인간에게 해가 없으며, 분해 능력도 우수

곤충을 이용한 음식물쓰레기 처리과정



* 양계장, 음식물쓰레기 전문 처리장 응용 모델

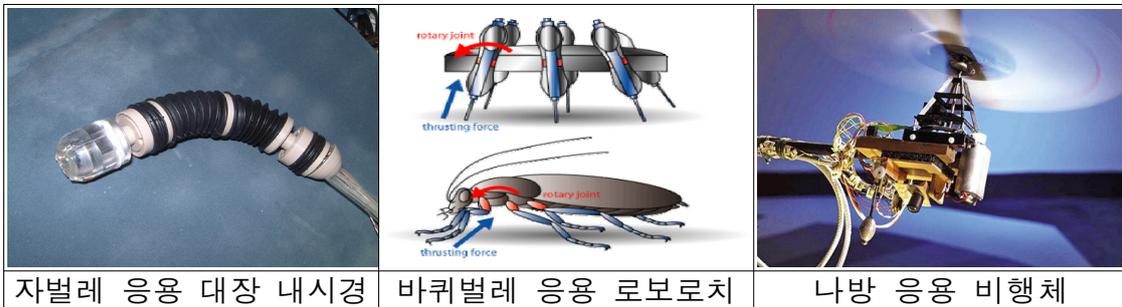
- 애기뿔 소똥구리는 소의 배설물을 먹고 분해하여 토양을 정화하는 능력을 가지고 있는 곤충으로 축산분뇨의 정화에 활용
- 목초지 가축분뇨를 자연적으로 정화하여 파리 등 해충발생을 감소시키며 무공해 사료 공급을 통한 청정한우 생산이 가능

융복합

생체모방, 생명공학

곤충을 닮자 : 생체모방 (Biomimetics)

- 인간보다 뛰어난 곤충의 감각기능, 신체구조, 행동습성 등을 공학, 의학, 구조학 등의 분야에 활용하는 생체모방 기술이 발달
- 곤충의 감각기능 원리를 응용하여 기능성 물질, 휘발성 물질, 부패 농산물을 자동검출하는 기능을 지닌 최첨단 바이오센서 개발
 - * 바퀴벌레, 개미, 딱정벌레, 집파리, 쉬파리, 초파리 등의 감각기능 조합
- 곤충의 행동을 모방한 지능로봇인 로버그(Robug)의 탄생
 - 자벌레를 응용한 내시경 로봇, 바퀴벌레의 걸음걸이를 응용한 군사용 탐색 로봇



- 나방의 더듬이를 활용하여 야간에도 정확한 비행을 하는 것에서 착안한 곤충모방 비행체 개발이 시도
 - 고도계, 속도계가 필요 없고 야간에도 적외선 장치 없이도 임무수행이 가능하여 생물학전 상황에서 군사적 활용이 가능
- 육각형 구조의 벌집을 이용한 비행기 및 건축물 구조에 활용
 - 포장지(골판지), TV 액정화면 구조, 비행기 날개, 고속철 차체 등
 - * 육각형 벌집은 낭비가 전혀 없는 완벽한 구조물(찰스 다윈)

곤충 속에 숨겨진 인간 유전자의 비밀 : 생명공학

- '00년 초파리의 전체염기서열을 분석한 결과, 초파리에 인체질환과 관련된 유전자의 61%인 177개가 존재함을 확인
 - 초파리를 이용하여 인간의 질병인 치매, 암, 파킨슨씨병, 비만, 염증성 장질환, 노화 관련 연구 등이 진행
 - 초파리는 작고 성장이 빠르며, 생명주기가 2주 정도로 짧을 뿐만 아니라 사육비용이 저렴한 장점
 - 다양한 돌연변이 라인을 보유하고 있는 초파리는 유전자 정보를 연구하는데 이상적인 조건을 보유
 - 진화학적으로 인간과는 밀접한 관련이 없음에도 불구하고 인간 체내에서 일어나는 생화학적 과정의 상당부분이 유사



- 곤충의 면역체계를 응용하여 선천성 면역 관련 질환의 치료와 인간면역체계에 관한 연구가 활발하게 진행
 - 곤충의 표피인 큐티클층이 파괴되면 상처부위에서 즉시 항균물질이 분비되어 미생물의 체내 침투를 저지
 - 항균물질 중 하나인 세코핀(Cecorpin)은 아직 완전한 기작이 밝혀져 있지 않으나 세균의 막을 용해시켜 죽이는 것으로 추정
 - 곤충의 선천성 면역 기작 연구를 통한 슈퍼박테리아를 퇴치하기 위한 천연항생제 개발 연구가 활발하게 진행

Ⅲ. 시사점

곤충의 가치에 대한 인식 전환

- 곤충은 지구상 마지막 미개발 생물자원으로 선진국을 중심으로 치열한 연구개발과 산업화 경쟁이 진행되고 있는 미래 성장산업
 - '20년 38조 원으로 성장이 예상되는 세계 곤충산업 시장을 선점하기 위해 선진국은 30여 년 전부터 곤충산업 육성에 노력
 - 국내 시장규모는 '15년에 2,980억 원으로 성장이 예상되나 우리의 곤충 산업화 노력은 선진국에 비해 아직은 초기단계
 - 국내의 곤충활용은 천적, 화분매개, 학습·애완용, 관광용 등이며 환경정화, 사료, 바이오산업용 등은 아직 미약한 실정

국내 곤충산업의 인프라 구축

- 선진국에 비해 출발이 늦은 국내 곤충산업을 육성하기 위해서는 국내 곤충자원의 확보, 발굴, 정보화 등 인프라구축이 시급
 - 산림·농업 곤충은 그 동안 주로 방제 대상으로 접근하여 자원화를 위한 유용 곤충의 분포 및 서식환경의 조사는 미흡
 - 국내 산림·농업곤충의 종류·분포 현황, 생태정보의 정밀조사 분석정보를 D/B로 만들어 곤충자원 종합정보망을 확충
 - 국내 곤충은 약 14,000여 종으로, 현재의 분류 및 수집 기준에는 산업화의 유용성 등에 대한 평가기준이 부재
 - 국내 곤충자원의 수집·평가 시에 학술적 분류·평가기준 뿐만 아니라 다양한 산업화의 가능성에 대한 평가기준도 적용
 - * 교육용, 환경정화용, 식의학용, 사료용 등 산업적 이용 가치도 평가

곤충의 농업적 활용 증대

- 곤충은 천적, 화분매개, 애완용 등 농업적으로 이용이 가능하므로 친환경 고부가가치 농업의 기회로 활용
 - 천적을 통해 과도한 농약 사용을 줄여 환경오염을 방지하고 친환경 농산물을 공급하여 농가소득 증대와 소비자 신뢰를 강화
 - * 국내 농약 사용량 : ('03) 12.9 → ('07) 13.1kg/ha (OECD국가 중 1위)
 - * 국산 파프리카 일본수출 가격 : 1,500엔/kg(일반), 2,000엔/kg(천적이용)
 - 한국형 화분매개곤충 개발 및 전문기업의 육성으로 국내 친환경 고품질 농산물 생산 촉진 및 화분매개 곤충의 수출시장 개척
 - * 화분매개 대상작목 : 13 ('07) → 17 ('10) → 20작목 ('12 예상)
 - 도시화 및 산업화로 자연을 접할 기회가 줄어든 도시인들을 위한 다양한 애완용 곤충 사육을 통해 농가소득 증대

세계적인 곤충관련 축제 개최

- 지자체별로 개최하고 있는 곤충관련 축제를 세계인의 사랑을 받을 수 있는 국제적인 축제로 발전시키는 전략이 필요
 - 전시 주제의 다양화, 지역의 전설 등 스토리텔링 강화, 외국어 팜플렛 제작, 통역도우미 배치 등을 통한 외국인 참여 유도
 - 함평 나비축제의 경우 주제를 나비에서 곤충으로 확대하고 국제 곤충관 설치, 해외홍보를 통해 국제축제로의 발전 가능성을 확인
 - 드라마, 영화, 한식 등 한류 관련 다양한 문화 콘텐츠와의 연계를 통한 문화관광 상품화 시도
 - 곤충관련 국제학회의 국내 개최, 세계적인 곤충 전문가포럼 등 전시 뿐 아니라 학술행사 등 프로그램의 국제화와 다양화 추진

표적(Target) R&D를 통한 세계시장 공략

- 곤충산업의 다양한 영역 중에서 우리가 빠르고 효과적으로 성공할 수 있는 영역에 연구역량을 집중하여 세계시장에 통할 기술 및 상품 개발
 - 약 1,000여종에 달하는 국내 미개발 토종 천적자원을 발굴하여 수입대체 및 해외시장 공략
 - * 국내 천적자원 중 외국산 보다 뛰어난 성능을 보이는 종을 다수 발견
 - 생체모방(Biomimetics)기술 중 바이오센서 분야에 세계 최고 수준인 우리의 IT 기술을 접목한 상품개발로 세계시장 선점
 - 환경처리 분야는 산업화 잠재력이 큰 분야이므로 집중적인 연구로 환경보호, 신 재생에너지 분야의 세계시장 선점이 가능
 - BT, NT, IT 등 첨단 기술과 융복합 분야인 곤충유래 생명신소재 개발 분야에 대한 집중 지원으로 경쟁력을 강화

국내 곤충산업 관련 법규 및 제도 선진화

- 곤충산업의 법적 근거, 육성 전략, 산업화를 위한 농가와 기업의 지원 및 규제 등 법규와 제도의 정비 필요
 - 정부는 '10년 2월 1일 최초의 곤충관련 법인 「곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률」을 공포하고 곤충의 법적지위를 부여
 - * 곤충을 사슴벌레, 장수풍뎅이, 반딧불이, 동애등애, 꽃무지, 뒤영벌, 그 밖에 시행규칙으로 정하는 동물로 규정
 - 또한 「곤충 산업 육성 5개년 계획」도 '11년 1월에 발표되어 전문 인력 양성, 전문기업 및 농가의 육성 등이 추진될 예정
 - 곤충관련 각종 법규 및 규정을 산업의 육성이라는 시각에서 지속적으로 정비하는 노력이 요구
 - * 디지털 정보화, 국가 R&D 강화, 전문기업 육성, 해외 시장개척, 생산기반 선진화 등

통계로 보는 농업

농산물 품목별 소득수준 (2009년)

(단위: 천원/10a)

작 목		조수입	경영비	소득	작 목		조수입	경영비	소득
식량작물	쌀	944	395	549	시설채소	수박(반축성)	4,238	1,787	2,451
	쌀 보 리	358	227	131		시설참외	7,069	2,771	4,299
	겉 보 리	422	216	206		딸기(축 성)	14,735	6,786	7,950
	맥주보리	421	226	195		딸기(반축성)	13,687	6,003	7,684
	콩	682	162	520		토마토(축 성)	17,164	8,688	8,476
	고 구 마	1,890	866	1,024		토마토(반축성)	12,843	6,739	6,104
	봄 감 자	1,795	839	956		방울토마토	15,811	10,033	5,778
	가을감자	2,059	936	1,123		시설가지	16,448	9,787	6,661
노지채소	노지고추	2,857	855	2,001		착색단고추	37,110	24,651	12,459
	마 늘	2,201	999	1,202		과 수	사 과	4,559	1,938
	양 파	2,936	892	2,043	배		4,715	2,182	2,534
	봄 무	1,421	692	729	노지포도		4,745	1,815	2,930
	가 을 무	1,426	549	877	노지감귤		2,518	922	1,596
	고랭지무	1,157	643	514	복 승 아		3,588	1,247	2,341
	당 근	3,046	1,167	1,879	단 감		2,796	936	1,860
	봄 배 추	1,643	653	990	유 자		1,872	1,004	868
	가을배추	1,638	614	1,023	참 다 래		6,591	2,269	4,322
	고랭지배추	1,430	720	711	시설포도		10,145	4,651	5,494
	노지시금치	2,292	817	1,475	시설감귤		23,974	13,696	10,278
	양 배 추	1,360	643	717	화 회	시설국화	15,054	9,802	5,252
	노지부추	5,480	1,734	3,746		시설장미	31,348	20,188	11,159
	대 파	2,489	1,074	1,415	특 작	참 깨	558	159	399
	쪽 파	2,827	1,005	1,823		엽 연 초	2,044	909	1,135
	생 강	3,811	1,500	2,311		인 삼	13,149	5,343	7,806
	노지수박	2,170	886	1,285		녹 차	2,376	993	1,383
	시설채소	시 설 무	2,051	1,114		937	오 미 자	3,520	1,376
시설배추		2,172	1,136	1,036		느타리버섯	22,949	12,109	10,839
시설시금치		2,696	1,570	1,127	축 산	한우번식(년,두)	1,595	1,330	264
시설상추(치마)		7,922	3,237	4,685		한우비육(회,두)	6,245	4,897	1,348
시설부추		9,512	4,526	4,986		육 우(회,두)	3,636	3,561	75
시설고추		18,514	8,452	10,062		젓 소(년,두)	7,282	4,603	2,680
오이(축 성)		27,784	13,929	13,856		비육돈(회,두)	357	252	105
오이(반축성)		13,228	6,275	6,953		산란계(년,100수)	3,186	3,270	-85
오이(억 제)		7,431	3,721	3,710		육계(회,100수)	221	180	41
시설호박		9,856	4,972	4,884		-	-	-	-

주) 인삼(4년1기작/10a), 느타리버섯(년/330㎡)

* 농진청 기술경영과 맹요한 제공