



서울대학교

보도자료

보도일시: 2015년 1월 21일(수) 조간부터 보도해주시기 바랍니다

배 포 일	2015. 1. 19(월)	매 수	9매
담당과장	김 광 현	배포부서	기획처 홍보팀(880-5054)
자료문의	농업생명과학연구원 권형욱 연구교수 (880-4892, 4915)		

우리나라 토종벌 유전체 해독 및 기능유전체 연구

□ 연구진

- 서울대학교
 - 농업생명과학대학 권형욱 연구교수 연구진·양태진 교수 연구진, 나경주 박사
 - 농생명공학공동기기원(NICEM) 유전체 분석센터 연구진
- 농촌진흥청 국립농업과학원 이명렬, 최용수 박사
- 미국 Kansas 주립대학 박윤성 교수, 호주 연방과학산업연구소(CSIRO) Owain R. Edwards 박사

□ 내용 및 의의

- 1) 토종벌은 우리나라와 아시아에서 수천년 동안 양봉 및 화분수정 등에 중요하게 이용되어 왔으나, 현재까지 유전체 정보에 대한 연구와 이에 따른 체계적인 육종이 이뤄지지 않고 있다. 잠재적인 경제적 가치 및 고유 생물자원으로서의 중요성을 고려할 때 유전체 연구는 필수불가결한 연구이며, 2006년 서양벌의 유전체 해독(2006년 Nature 게재)에 이어 세계 최초로 토종벌의 유전체 해독이 이뤄졌음.
- 2) 현재까지 토종벌이 낭충봉아부패병(sacbrood virus)이라는 바이러스병에 의해 95% 정도 감소를 보여, 토종벌의 보전과 우리나라 고유 생물자원으로서의 가치 창출을 위해서 유전체 연구는 필수적인 연구임.
- 3) 본 연구는 서울대 연구진을 중심으로 국제공동연구를 통하여, 세계 최초로 수천년 역사와 함께하며 가축으로 사용되어 왔던 우리나라 고유 토종벌(*Apis cerana*)의 유전체 서열 해독하였으며, 꿀벌속(*Apis*)에 속하는 꿀벌 중에서 세번째로 전장 유전체 염기서열(whole genome information)을 완성하였고, 약 10,600여개의 유전

자를 규명하였음.

- 4) 한국 토종벌의 향후 질병 발병원인을 분석하는데 중요한 면역관련유전자 160개를 규명하였고, 및 꽃향기와 여러 냄새 감각을 담당하는 후각수용체를 119개, 당이나 여러 맛감각을 담당하는 미각수용체 10종, 신맛을 주로 담당하는 이온수용체 10종을 규명하였다. 이를 통해 **사회성을 가지는 토종벌이 다른 곤충에 비해 화학감각능력이 뛰어나다는 것을 알 수 있으며, 이러한 유전자의 기능을 향후 연구함으로써 토종벌의 사회성행동, 유전육종 및 여러 질병원인에 대한 면역관련 작용 메커니즘 연구를 할 수 있는 길이 열렸다고 할 수 있다.**
- 5) 한국 토종벌은 국내 토착종으로 종 가치적인 측면에서 생물학적 보전을 위한 학문적 연구가 필요함. 경제적 측면에서 잠재적 가치가 매우 높음에도 불구하고 전염성 질병으로 인해 개체수가 급격히 감소하면서 양봉농가에 막대한 피해가 발생하고 있음. 본 연구는 **토종벌의 유전체를 해독을 통하여 유전체 정보가 활용됨에 따라 이를 이용한 질병 저항성에 대한 연구와 가축화유전자 연구를 현장에 적용함으로써 유전육종의 가능성을 만드는데 큰 의의가 있고, 향후 세계 생물자원화의 중요성에 입각하여, 우리나라 고유 토종생물을 자원화할 수 있는 첫걸음이 됨.**
- 6) 본 연구결과는 국제저명학술지인 BMC Genomics 2015년 1월 2일(금)자로 게재되었음 (BMC Genomics 2015, 16:1 doi:10.1186/1471-2164-16-1).

□ 연구진 소개

- 본 연구는 서울대학교 농생대 권형욱 교수(전 세계적연구중심대학 WCU교수, 현 농생명공학부 연구부교수)의 분자신경생물학 및 바이오모델링 연구실의 주도 아래 이론 성과물로서, 본 연구진은 모델 곤충을 이용한 동물의 감각 신경행동학 및 유전체 비교연구, 화학감각 수용체의 기능 및 생체세포항상성유지와 분화 및 진화학적 연구 등의 분야를 다루고 있음.
- 현재 농업생명과학대학 내 연구실로 자리잡고 있으며, 인간의 질병이나 여러 화학감각능력, 뇌과학관련 연구를 꿀벌, 모기, 초파리 등의 곤충모델을 이용하여 모사 연구를 수행하고 있으며, 여러 농생명 관련 연구 및 산업화 연구에 관련한 여러 국채과제를 수행하고 있다. 현재 중요한 연구로서, 기후변화에 의한 꿀벌의 행동 이상현상의 대한 분자신경생물학적 요인, 초음파에 의한 모기 기피 현상에 대한

분자신경행동학적인 메커니즘 연구 등을 수행하고 있음.

- 이번 토종벌 유전체해독 연구는, 본 연구진, 서울대학교 NICEM 연구진, 미국 캔사스주립대학 연구팀 및 호주 CSIRO 연구진과의 국제공동연구를 지난 2년여간 긴밀한 상호연구관계를 통하여 이루어졌으며, 또한 세계 최초로 현재 토종벌 유전체 서버를 구축하여 전세계에서 사용할 수 있도록 할 예정으로, 앞으로 국제공동연구의 확립과 이 분야에 있어서 서울대학교의 위상을 더 높일 수 있는 계기를 마련하였다. 가장 중요한 것은, 이번 토종벌 유전체 해독을 통하여 많은 육종관련 연구뿐만 아니라, 토종벌 고유의 기능유전체 발굴 및 기능 분석을 통해 국가생물산업에서 매우 중요한 생물자원으로서의 가치 향상 및 보존에 관한 연구의 발판이 될 것으로 확신한다.

□ **연구비 지원 프로그램:** 농촌진흥청 농업과학기술개발 사업에 따라 수행 중인 연구사업인 ‘기후변화가 꿀벌 집단 이상 현상에 미치는 요인 분석 및 적응 대책 (PJ010487)’로 연구지원되고 있음.

□ **관련사진(연구책임자 및 연구관련 사진)**

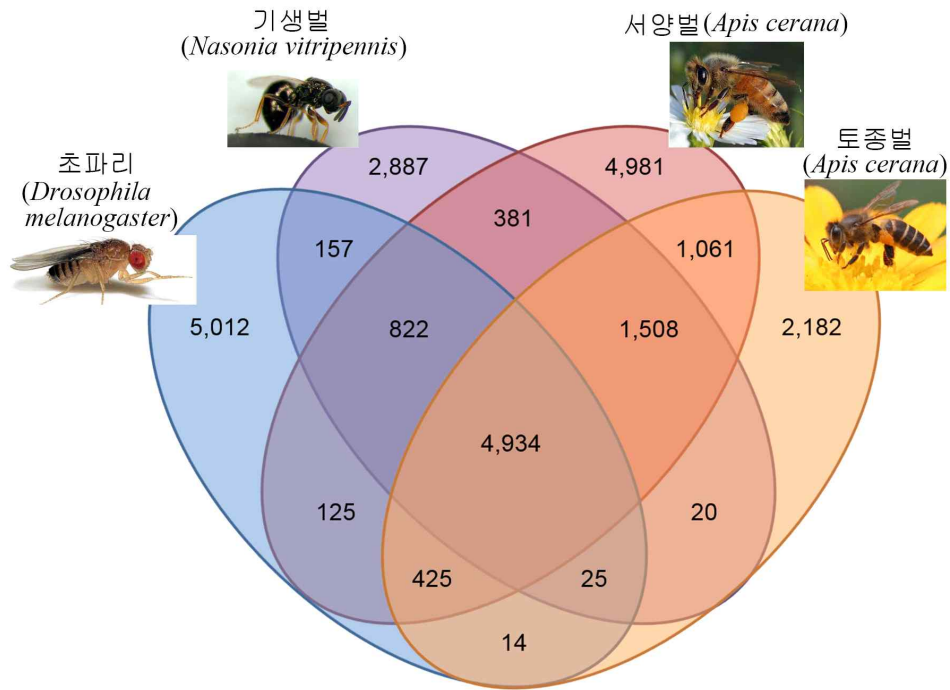
연구책임자: 서울대학교 권형욱 교수



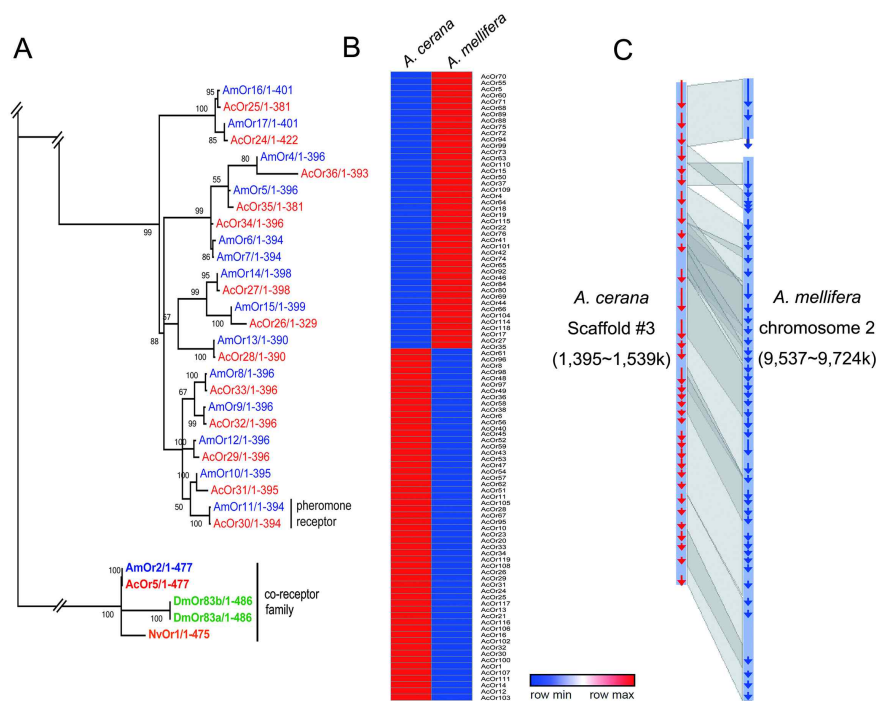
연구관련 사진

1. 토종벌 유전체 서열 해독

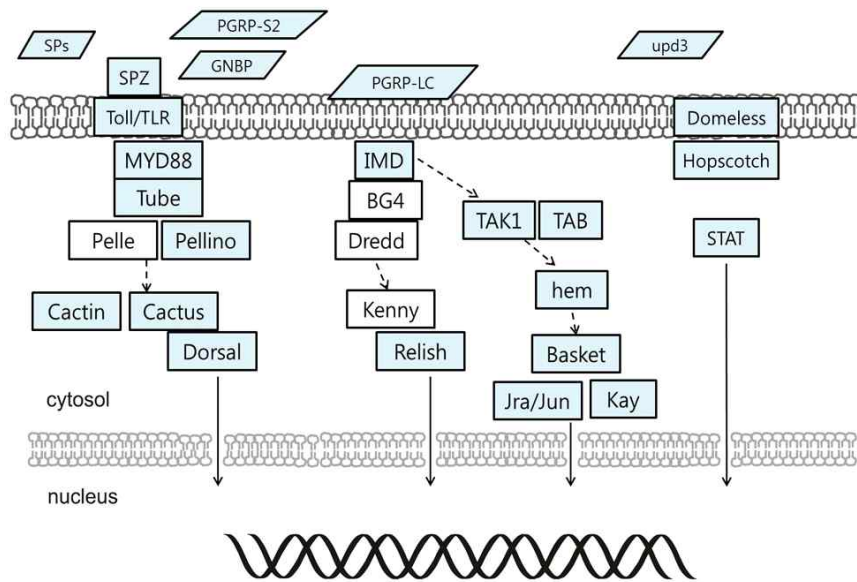
- 토종벌 유전체 해독을 통하여 10600여개의 유전자를 규명하였고, 약 2200개의 토종벌 고유 유전자를 규명하였다.



- ### 2. 토종벌 유전체 화학감각수용체 규명: 서양벌 염색체2번과 토종벌 유전체 scaffold 3번 과 진화적으로 유사한 배열을 가지고 있다는 것을 알게 됨.



3. 토종벌 유전체에서 160개의 면역관련 유전자를 규명하였으며, 앞으로 토종벌의 질병 관련 메커니즘 규명에 많은 도움이 될 것으로 판단됨. 대표적인 세가지 면역관련 세포전달계의 대표 유전자들이 규명됨



관련 자료

세계 최초 '한국 토종별' 유전체 해독 완료

2015. 1. 19

서울대학교

Title: 한국 토종벌 전체 게놈 정보 분석 국내 고유 토종벌 자원의 생물정보 확보

1. 연구배경 및 현황

- 꿀벌은 사람의 질병 및 사회성 연구를 위해 중요하게 사용되었던 곤충모델이자 다양한 생물학 연구의 주요 도구로서 2006년 서양벌의 전장 유전체 서열이 밝혀진 이래로 다양한 분자생물학적 분석이 활발히 이루어지고 있음.
- 최근 차세대염기서열분석법(NGS)을 통한 유전체 분석이 용이하게 되면서 다양한 종류의 생물체의 유전체 정보가 밝혀지고 있음. 특히 국내 고유 생물종의 정확한 유전체 정보를 확보와 이를 통한 족보완성 및 고유생물자원의 품종개발 및 보존을 하는 것이 매우 중요한 과제임
- 토종벌은 2014년 1월 한우 등과 같이 토종가축으로 인정되었으나, 아직 유전적 정보 및 활용에 대한 연구가 거의 없는 상황임
- 토종벌은 국내 토착종으로서 생물학적 연구 가치뿐만 아니라, 2차산물의 경제적인 효과가 상당함에도 불구하고, 2009년부터 바이러스병인 낭충봉아부패병으로 인한 질병 피해, 관리 기술 부족으로 인해 멸종에 이를 정도로 그 개체수가 줄어들고 있는 실정임
- 본 연구진은 우리나라 토종벌의 보존과 생물학적 연구모델로 활용하고자 NGS 기술을 이용하여 토종벌의 전장 유전체 염기서열을 해독하고, 토종벌 특이 유용유전자원을 발굴하여 유전체 분석을 통한 토종벌의 연구 가치를 재조명 하고자 함

2. 연구내용 및 결과

○ 세계 최초 한국 토종벌의 전장 유전체 시퀀스 완성

한국 토종벌(*Apis cerana*)은 벌목(Hymenoptera)에 속하는 화분매개충으로서 서양벌 (*Apis mellifera*), 꼬마꿀벌(*Apis florea*)에 이어 전세계적으로 3번째로 전장 유전체 염기서열 완성한 종이 되었다. 토종벌의 whole genome 염기서열을 완성함으로써 약 만 여개의 유전자 분석 완료. 예측된 전체 게놈 크기는 약 228Mb이다.

○ 사회성 곤충과 비사회성 곤충의 단백질 그룹 기능 비교 분석

한국 토종벌의 공식유전자세트(Official gene set)를 분석 동정하였고, 초파리, 개미, 서양벌, 기생벌의 유전자와 단백질 서열 기준으로 유사성 분석을 실시한 결과, 사회성 곤충으로 알려진 개미와 서양벌이 토종벌과 공유하는 유전자는 약

2,456개로 나타났으며, 비사회성 곤충으로 알려진 초파리와 기생벌과 공유하는 유전자는 약 559개로 나타남. 이러한 결과는 사회성 곤충이 갖는 특이 유전자 세트가 있다는 것을 의미하며, 이에 해당하는 유전자 그룹의 기능적 특성을 분석한 결과 social communication에 관련한 유전자 군이 많이 포함 되어 있는 것으로 확인함.

○ 토종벌 화학 감각 수용체 유전자 시퀀스 분석

- 본 연구진은 토종벌 전체 게놈 분석과 동시에 토종벌의 특이적인 유용 유전자 자원 발굴을 위한 접근 방법으로 감각 수용체 유전체 분석을 하였다. 사회성곤충인 꿀벌에 중요한 감각수용체와 면역관련유전체에 대한 자세한 동정을 실시하였으며, 이결과 후각 수용체는 119개, 미각수용체는 8개, 이온수용체는 19개의 유전자를 동정하였음.

- 토종벌의 후각 수용체는 서양벌과 각각 1:1, 1:2, 혹은 1:3의 homology를 갖는 것으로 나타났고, 이 중 여왕벌의 페로몬을 감지한다고 알려져 있는 서양벌의 후각수용체와 토종벌의 후각 수용체의 단백질 서열 유사성은 매우 높은 것으로 밝혀짐.

- 미각 수용체의 경우 단당류를 감지하는 것으로 알려진 초파리 미각 수용체와 서양벌, 동양벌에 존재하는 3가지의 미각 수용체가 매우 유사한 것으로 나타났으나 초파리에서 쓴맛을 감지하는 수용체는 꿀벌에는 존재하지 않는 것으로 보이며, 이는 꿀벌과 초파리의 서식지가 각각 다르고, 먹이나 생활양식이 매우 다른 데에서 기인한 것으로 보임

○ *A. cerana*의 면역관련 유전자 개수 분석 및 pathway 분석

- 전반적으로 사회성 곤충에 속하는 토종벌은 비사회성 곤충에 비해 적은 수의 면역관련 유전자를 발현하는 것으로 나타났으며 이는 사회성 면역의 발달로 인해 외부 병원균에 의한 방어에 필수적인 유전자만 남는 형태로 진화한 것을 짐작해 볼 수 있음.

- 또한 대체적으로 서양벌과 비슷한 개수의 면역관련 유전자를 발현하는 것으로 보이지만, 몇 가지 유전자의 경우 여러 카피가 존재하는 것으로 보아 두 종간 면역 방어 시스템에 차이가 있을 것으로 예상됨. 이러한 두 종간 유전학적 차이는 질병에 대한 서로 다른 민감성을 보이는 데에 중요한 이유가 될 것으로 생각되며, 현재 바이러스 감염에 의한 토종벌의 전사체 발현 패턴을 분석하기 위해 연구를 진행 중에 있음.

3. 연구성과 및 향후 계획

- 토종별 유전체 분석은 우리나라 고유 가축으로 인정된 토종별의 생물자원으로서의 가치 창출과 향후 육종기술의 밑거름이 될 것으로 기대됨
- 토종별 유용 유전자원(봉독유래 활성물질, 로열젤리 단백질, 각종 면역 방어 물질 등)의 산업으로의 활용 및 이를 이용한 신물질 개발 및 국제경쟁력 창출에 기여함
- 낭충봉아부패병으로 95% 이상의 토종별이 사라지게 된 낭충봉아부패병에 대한 치료 및 예방연구를 통하여, 위협에 처한 토종농가의 피해를 회복하고, 방제 기술 제공함