

법곤충학자는 파리로 무엇을 할까?



박성환

고려대학교 의과대학 법의학교실
E-mail: kuforen@gmail.com

벌레와 함께 하는 과학수사?

미국의 방송사인 CNBC는 2011년 가장 으스스한 직업 10개를 선정하였는데 법곤충학자(forensic entomologist)가 4위의 범죄현장 청소부, 7위의 도축업자, 9위의 시신방부처리사를 모두 제치고 당당히 1위를 차지하였다. 일본의 법곤

충학자인 사이구사 키요시(三枝聖) 박사는 자신의 법곤충학 홈페이지의 자주 묻는 질문(FAQ) 코너에서 “법곤충학자가 되려면 어떻게 해야 합니까?”라는 질문에 “나는 법곤충학자 다라고 자기 고백을 하면 그 순간부터 법곤충학자가 될 수 있습니다.”라고 답해서 일본도 법곤충학이라는 분야가 매우 척박한 상황임을 익살스럽게 드러냈다. 한국의 경우 공식적

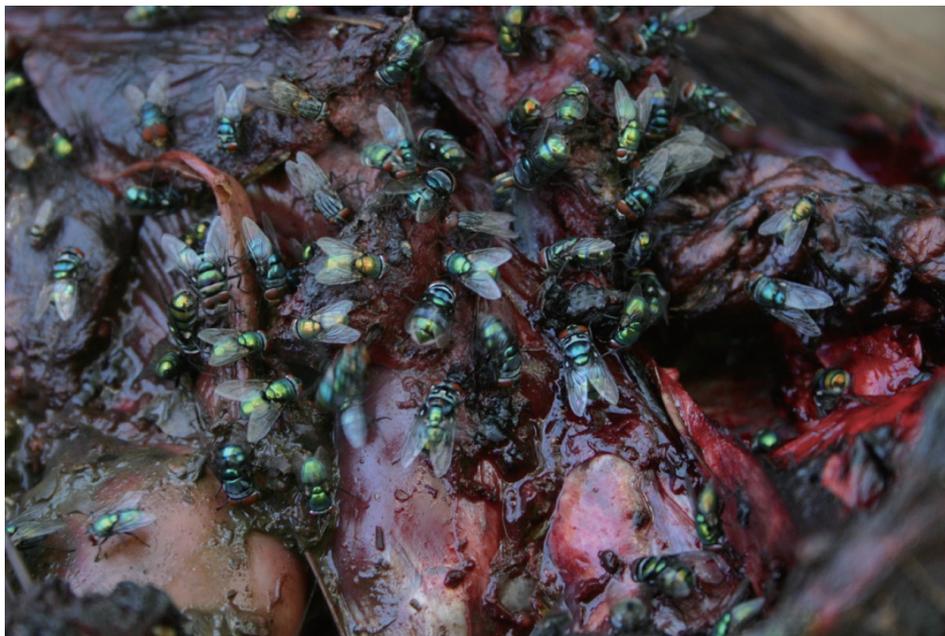
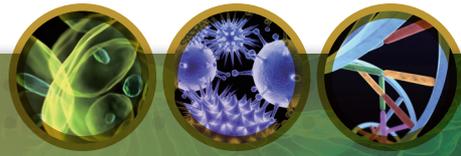


그림 1. 시체에 모여든 검정파리과의 파리들. 소름이 돋는가?(영상자료 출처: 위키미디어)



으로 법곤충학자라는 직업은 존재하지도 않는다. 단지 법곤충학을 공부하고 연구하는 법의학자, 곤충학자, 과학수사인력들과 법곤충학적으로 중요한 곤충을 분류할 수 있는 곤충분류학자가 극소수 존재할 뿐이다. 그렇다면 법곤충학이 도대체 얼마나 험악한(?) 세계이기에 이토록 전세계적으로도 소수의 전문가만이 존재하며 한국에서는 아예 학문 분야조차 성립되지 못하고 있는지 궁금해지지 않을 수 없다. 실은 이 분야가 매우 흥미로우며 제대로 적용만 된다면 과학수사에 많은 도움을 줄 수 있기 때문에 이러한 세태는 더욱 안타깝다. 험난하지만 흥미로운 모험을 원하는 독자들이라면 이 글을 계기로 삼아 법곤충학의 세계에 입문해보는 것은 어떨까?

법곤충학의 정의

법과학처럼 자연과학을 의미하는 단어에 ‘법(法)’이라는 접두어가 붙는 경우 이를 법학과 그 과학의 융합학문으로 오해하는 경향이 있다. 하지만 실제로 법과학은 과학적인 방법을 이용하여 법적인 문제의 해결에 도움을 주는 학문으로서 법학의 관련 분야일 뿐 법학의 한 분야는 아니다. 이는 법의학, 법치의학, 법화학, 법물리학, 법정신의학 등도 마찬가지라고 할 수 있다. 법곤충학(forensic entomology) 역시 곤충학적 증거를 활용하여 법적인 문제의 해결을 돕는 학문이라고 정의할 수 있다. 법곤충학은 크게 도시곤충학(urban entomology), 저장식품 곤충학(stored product entomology), 법의곤충학(medicolegal entomology)의 3개 분야로 나뉘는데, 앞의 두 가지가 건물이나 식품에 침입

하는 곤충으로 인한 법적 문제의 해결에 도움을 주는 반면, 마지막의 법의곤충학은 범죄의 해결에 도움을 주는 학문이다(그림 2). 따라서 일반적으로 법곤충학이라고 하면 법의곤충학을 의미하는 경우가 많다. 범죄수사에 있어서 곤충학적 증거가 활용되는 경우로는 다양한 상황들이 존재할 수 있겠지만 압도적으로 많은 비중을 차지하는 것은 사후경과시간(postmortem interval; PMI)의 추정이라고 할 수 있다.

사후경과시간 추정의 여러 방법들

죽은 뒤의 우리 몸은 살아있을 때와는 달라진다. 개체의 죽음과 동시에 모든 조직과 세포가 죽는 것은 아니지만 우선 숨을 쉬지 않고 심장이 뛰지 않으므로 전신의 모든 조직에는 산소와 수분과 영양분이 전달될 수 없고 노폐물의 수거도 이루어질 수 없다. 조직의 종류에 따라 시간 차이는 있겠지만 궁극적으로 우리 몸을 구성하는 모든 조직이 사멸하게 된다. 죽음 이후에 우리 몸은 단계별로 일련의 변화들을 거치게 되는데 이러한 변화들로 인한 현상들을 시체현상(postmortem phenomenon)이라고 부른다. 시체현상은 비교적 일찍 나타나는 것들과 뒤늦게 나타나는 것들로 크게 구분하여 전자를 조기시체현상, 후자를 만기시체현상이라고 부른다. 조기시체현상에는 사후체온하강, 수분 증발로 인한 건조, 시체의 경직, 시반 등의 현상이 있고, 만기시체현상으로는 우리 몸이 붕괴되어 가는 과정인 부패와 자가용해가 포함된다. 시체현상의 자세한 원리와 소견들은 매우 흥미로운 주제지만 본 기고의 주제와는 거리가 있고 지면의 제약이 있어서 생략한다. 사후경과시간은 주로 이러한 시체현상



그림 2. 법곤충학의 세 분야들. A. 도시곤충학은 거주지나 시설물에 침입한 곤충으로 인한 문제들을 다룬다. B. 저장식품곤충학은 식품에 침입한 곤충으로 인한 문제들을 다룬다. C. 법의곤충학은 곤충학적 증거를 활용하여 범죄와 관련한 사건의 해결을 돕는다. (영상자료 출처: 위키미디어, <http://warplanner.blogspot.kr>)

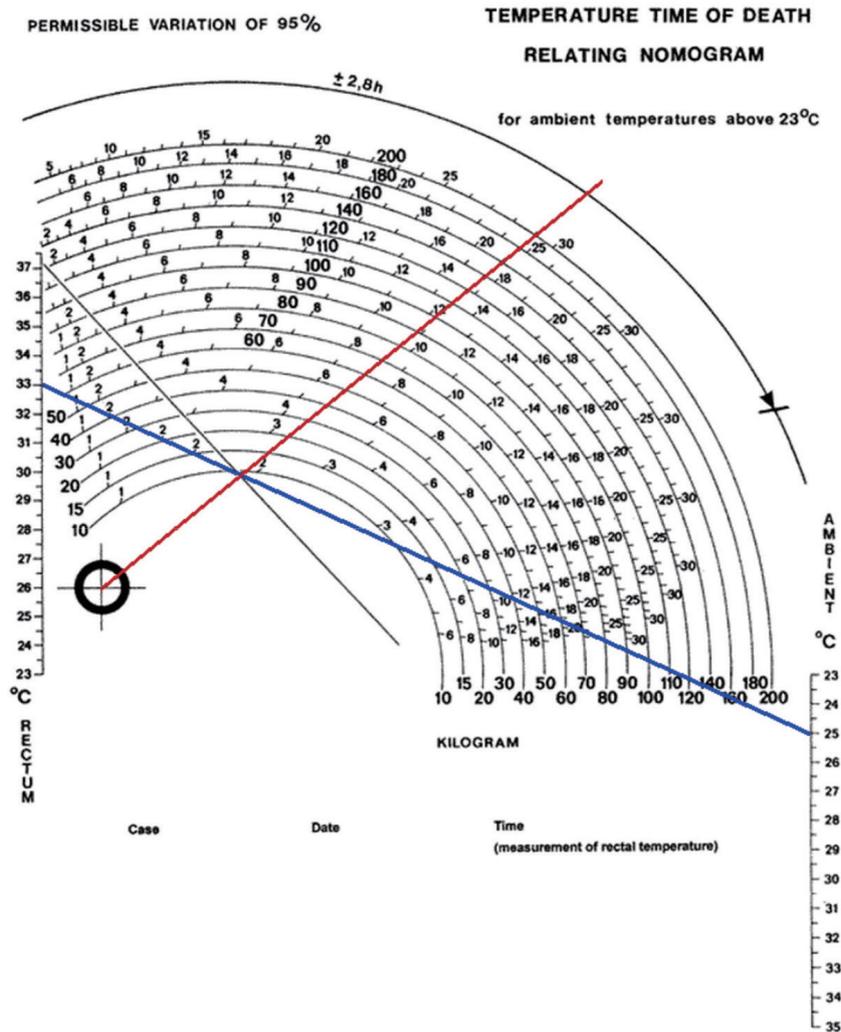
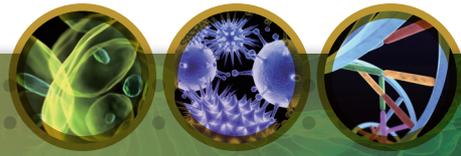


그림 3. 현장온도가 섭씨 25도, 사후 직장온도가 섭씨 33도인 경우 Henßge의 Nomogram을 이용한 사후경과시간 추정의 실제. 검은색으로 표시된 선들은 원래 인쇄되어 있는 것들이고, 파란선이 직장 체온과 현장 온도를 서로 연결한 선이다. 파란선과 원래 Nomogram 상에 존재하는 검은선이 만난 점과 동그란 원의 중심을 서로 연결한 선이 빨간선이다. 빨간선이 여러개의 동심원들과 만나는 지점이 사후경과시간을 의미한다. 동심원들의 오른쪽 끝에 표시된 10-200의 숫자들은 시체의 체중을 의미한다. 이 표에서 시체의 체중이 90킬로그램이라면 사후 경과시간은 대략 11시간이고, 오차 범위는 2.8시간 내외가 된다. 다만 시체의 착의상태, 환경 등의 인자를 고려하여 이 체 중값을 보정해주어야 더 정확한 사후경과시간을 얻을 수 있다. Henßge의 Nomogram 도표는 여기 인용된 섭씨 23-35도의 기온에서 사용하는 것과 섭씨 23도 미만일 때 사용하는 것의 두 종류가 있다. [영상자료 출처: <http://www.forens-med.ru/>]

들 및 현장/정황 증거들을 분석하여 추정되며, 특히 사후체 온하강은 시체현상들 중 가장 중요하다(그림 3). 그 외에 체액의 분석, 위 내용물 조사, 근육의 전기자극법 등이 활용되기도 한다. 문제는 전술한 현상이나 방법들은 만기시체현상이 도래하기 전에 이미 소실되거나 법의학적 의미가 상실된

다는 점이다. 또한 만기시체현상인 부패나 자가용해의 정도를 보고 사후경과시간을 추정하는 것도 매우 부정확하기 때문에 부패가 진행된 시체의 사후경과시간 추정은 늘 어려운 숙제로 남아있었다.



시체의 부패단계 및 곤충의 천이현상

시체의 부패단계에 대한 이해는 법곤충학자에겐 매우 중요하다. 그 이유는 부패의 단계별로 시체를 찾아오는 곤충상이 달라지기 때문이다. 시체의 부패단계를 구분하는 기준은 학자에 따라 약간씩 달라지지만 법곤충학자들은 신선기, 팽창기, 부패활성기, 부패후기, 백골화기의 5단계로 나누는 경우가 많다(그림 4). 신선기는 사망 이후 가장 앞 단계로서 부패 가스에 의해 시체가 부풀어오르기 이전까지의 단계다. 팽창기는 부패가스로 인해 시체가 부풀어오르는 시기이고, 부패활성기는 흉복벽이 갈라져 흉복강이 외부로 노출되고 부패가스가 유출되며 시체가 활발하게 붕괴되는 시기다. 부패후기는 주로 단단하거나 말라붙은 조직이 남고 대부분의 연한 조직은 이미 소실된 상태이고, 백골화기는 골격 이외에는 다른 조직은 거의 남아있지 않은 상태이다. 부패의 시기별로 시체에서 관찰되는 곤충상이 달라지는 현상을 천이(succession)라고 한다.

파리? Paris? Fly!

인간이나 동물의 시체가 방치되면 그 자체가 하나의 작은 생태계가 된다. 이 때 가장 먼저 찾아오는 생물은 파리인 경우가 많다. 일반적으로 우리가 파리(fly)라고 인식하는 곤충들은 파리목(Order Diptera)의 곤충 중 주로 짧은뿔아목(Brachycera)에 속하는 것들인데 다른 아목인 긴뿔아목(Nematocera)에는 모기(mosquito)들이 포함된다. 따라서 넓은 의미로 볼 때는 모기도 파리에 속한다! 사실 파리목은 매우 방대한 분류군으로서 두 쌍(네 개)의 날개를 가지는 다른 곤충과 달리 뒷날개 한 쌍이 퇴화되어 평균곤(haltere)이라는 균형을 잡아주는 기관으로 변화된 것이 특징이다(그림 5). 파리목의 학명인 Diptera 자체가 Di(two) + ptera(wing)의 합성어이므로 날개가 두 개라는 뜻이다. 파리목에 속하는 종 모두가 법의학적인 중요성을 가지는 것은 아니다. 압도적으로 높은 중요도를 가지는 분류군은 바로 검정파리과(Calliphoridae; blowflies)의 파리들이다. 검정파리과의 파리들은 시체가 아직 신선하거나 물기가 꽤 많이



그림 4. 돼지 시체의 부패실험에서 보는 부패의 단계들. 왼쪽 위 신선기, 오른쪽 위 팽창기, 왼쪽 아래 부패활성기, 오른쪽 아래 부패후기. 백골화기는 표시되지 않음. [영상 자료 출처: <http://www.pinterest.com/pin/8303580534382828/>]

특/별/기/고



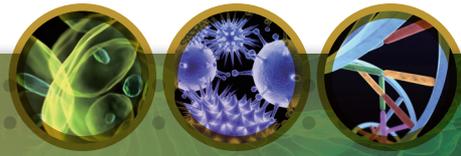
그림 5. 파리목(Order Diptera)의 특징인 평균곤(haltere). 뒷날개가 퇴화하여 균형을 잡는 추와 같은 모양으로 진화하였다. [영상자료 출처: <http://www.americaninsects.net/>]

남아있는 상태를 선호하며 시체가 방치된 후 수시간 이내에 시체를 찾아와서 산란을 한다. 부화한 구더기들이 시체에 침입하기 쉽도록 입술, 콧구멍, 눈, 항문, 상처부위처럼 얇은 피부나 점막이 노출된 곳을 산란장소로 선호한다(그림 6). 파리는 완전변태를 하는 곤충이므로 알이 부화되면 유충인 구더기가 되고, 3개의 영기(insta)를 거쳐 번데기가 되었다가 성충으로 우화되는 생활사를 가진다. 알에서 갓 나온 1령 구더기는 알과 거의 같은 크기인데 시체를 먹이로 하

여 자라면서 탈피를 할 때마다 영기가 바뀌고 두 번의 탈피를 거쳐 3령 구더기가 된다. 3령 구더기가 성장의 정점을 지나면 먹는 것을 중단하고 섭식후구더기(postfeeding larva)가 되어 번데기가 되기에 적합한 환경을 찾는다. 섭식후구더기는 모이주머니(crop)가 비어있다는 점 이외에는 3령 구더기와 모습이 같은데 이 시기에 3령 구더기의 성장의 정점보다 오히려 크기가 점점 줄어든다. 번데기가 되기에 적당한 곳에서 섭식후구더기는 번데기껍질(puparium)을 만들기 시작하는데 이를 pupariation(formation of puparium)이라고 하고 이 시기를 전용(pre-pupa; 前蛹)이라고 한다. 이윽고 완전히 번데기(pupa)가 되면 용화(pupation; formation of pupa)되었다고 한다. 섭식후구더기와 전용을 혼동하거나 pupariation과 용화(pupation)를 혼동하는 경우가 많으므로 용어 사용에 주의를 요한다. 번데기의 안에서 성충이 완성되면 그 안에서 성충이 우화되어 나온다. 파리의 기본적인 생활사는 대부분 동일하지만 알에서 성충이 나오는 데까지 걸리는 시간은 파리의 종에 따라 다르며, 같은 종이라도 지리적 분포에 따라 약간씩 달라지기도 하고, 파리가 변온동물이므로 날씨가 따뜻하면 성장이 빨라지고 서늘하면 느려진다.



그림 6. 쥐의 입술에 산란된 파리의 알. [영상자료 출처: <http://triatoma.blogspot.kr/>]



The blow fly life cycle has six parts: the egg, three larval stages, the pupa, and adult.

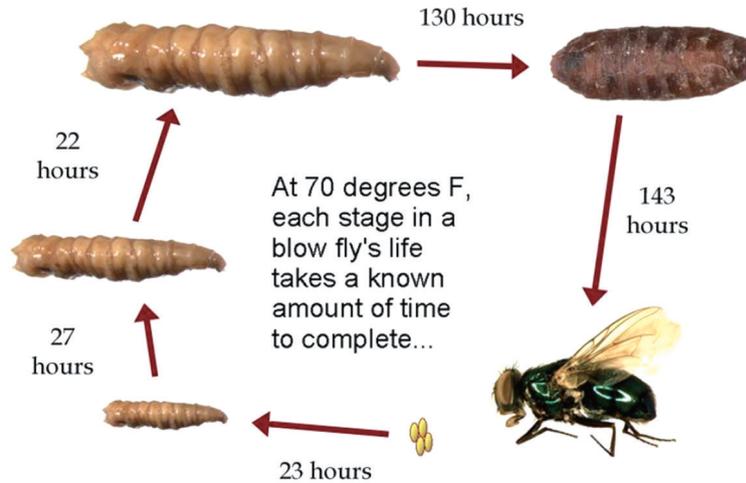


그림 7. 파리의 전형적인 생활사. 알, 1-3령 구더기, 번데기, 성충의 과정이 묘사되어 있다. 단, 쉬파리과 파리의 경우 암컷이 알을 낳는 대신에 뱃속에서 부화시킨 1령 구더기를 분만한다. [영상자료 출처: <http://www.glogster.com/catherinejessee/forensic-entomology>]

파리 다음에는?

파리가 아직 존재하고 있을 때 파리 이외의 곤충들도 다양한 목적을 가지고 시체를 찾아온다. 파리처럼 시체를 먹이로 하거나 알을 낳기 위해 찾아오는 곤충, 파리의 알이나 구더기를 먹기 위해 오는 곤충, 우연히 지나가다 들른 곤충, 시체라는 공간을 점유하는 목적을 가진 곤충 등 다양하다. 파리 다음으로 중요하면서 시간적으로도 파리보다 뒤늦게 시체를 찾아오는 곤충군이 딱정벌레들이다. 딱정벌레는 딱정벌레목(Order Coleoptera)에 속하는 곤충의 총칭인데 법의학적으로는 반날개과, 송장벌레과, 수시렁이과 등이 특히 중요한 의미를 가지며, 풍뎅이나 무당벌레도 모두 딱정벌레목에 속한다. 딱정벌레는 신선기부터 백골화기까지 다양한 종류가 시체에 찾아오므로 곤충의 천이현상을 이용하여 사후경과시간을 추정할 때 매우 중요한 지표가 된다.

한국에서 법곤충학을 실제 수사에 활용하지 못하는 이유는?

한국에 서식하는 파리목, 딱정벌레목에 대한 연구는 곤충 분류학자들에 의해 비교적 충실히 정립이 되어 있는 상태이지만 파리의 경우 법의학적으로 중요한 파리 종군인 검정파리과, 쉬파리과, 집파리과의 분류를 전공한 학자가 극히 희소한 실정이고, 치즈도둑파리나 나방파리의 경우 전공자도 존재하지 않고 체계적인 조사도 이루어지지 못한 실정이다. 딱정벌레의 경우 분류학자들의 숫자는 파리의 경우보다는 사정이 낫다고 생각되나 한국의 자연환경에 방치된 시체에서의 천이현상이 제대로 연구되지 못하였다. 뿐만 아니라 한국에서 발생한 변사사건에서 실제로 어떤 시식성 곤충들이 발견되는지에 대한 체계적인 연구도 미비한 상태다. 더욱 문제가 되는 것은 한국산 파리들의 구더기의 성장속도에 대한 자료가 전혀 없다는 점이다. 물론 외국에서 같은 종의 파리에 대한 연구를 해놓은 경우 그 자료를 사용할 수도 있지만 같은 종이라도 지리적인 차이에 따라서 성장속도가 달라질 수 있어서 가급적 그 지역에서 채집하여 사육한 파리를 가지고 성장속도 실험을 수행하는 것이 정확하다. 또한 한국에서 많이 채집되는 일부 종의 경우 외국에서 성장 속도에 대한 실험이 전혀 이루어진 바가 없는 경우도 있다.

특/별/기/고

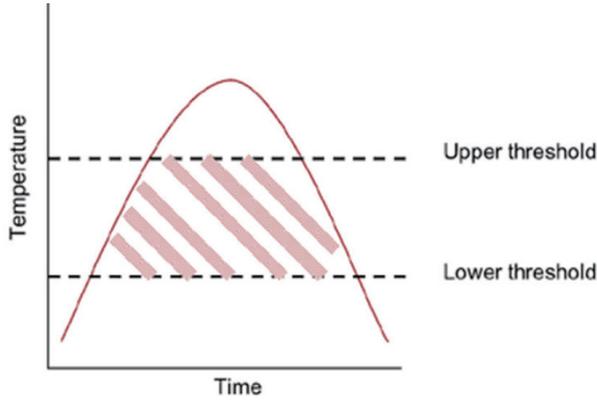


그림 8. 파리의 전형적인 생활사. 알, 1-3령 구더기, 번데기, 성충의 과정이 묘사되어 있다. 단, 쉬파리와 파리의 경우 암컷이 알을 낳는 대신에 뱃속에서 부화시킨 1령 구더기를 분만한다. (영상자료 출처: <http://www.glogster.com/catherinejessee/forensic-entomology>)

파리를 시계로 만드는 마법

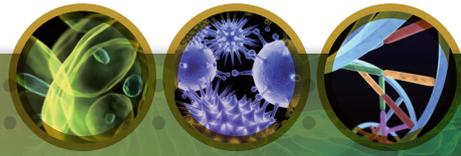
여기까지 자세히 읽은 독자들은 이미 곤충을 가지고 어떻게 사후경과시간을 추정할지 대충 짐작을 하고 있을 것이다. 아직 시체에 구더기나 파리의 번데기가 존재하면 이러한 증거물을 이용하여 사후경과시간을 추정하고, 부패가 더 진행되어 파리는 거의 떠나거나 파리가 이미 두 번째 이상의 생활사로 들어간 상태라면 부패단계별로 시체를 찾아오는 다양한 곤충상(주로는 딱정벌레들)을 분석하여 추정을 하게 된다. 파리의 유충을 이용한 방법은 물론 그 파리 종의 유충의 온도대별 성장속도 자료를 참고로 하게 되는데 크게 두 가지의 방법이 있다. 첫 번째가 유효적산온도의 법칙을 이용하는 것이고, 두 번째는 파리 유충의 길이를 이용하는 방법이다.

유효적산온도의 법칙

유효적산온도의 법칙은 구더기가 한 단계에서 다른 단계까지 성장하는 동안에 적용된 온도조건 중 유효한 범위내의 온도에 의해 가해지는 열량만을 모아보면 온도대가 달라져도 그 총량은 일정하다는 개념이다. 이는 파리 같은 곤충

뿐만 아니라 다른 변온동물이나 미생물의 생육에 대해서도 사용되는 개념이다. 즉, 어느 파리 종의 알이 성충까지 성장하는 데에 t_1 이라는 온도에서 h_1 의 시간이 걸리고, t_2 라는 온도에서는 h_2 의 시간이 걸린다고 할 때 각각의 온도대에서 실제로 성장에 사용된 열의 양은 같다는 것이다. 그러나, 섭씨 온도로 계산했을 때 단순하게 $t_1 \times h_1 = t_2 \times h_2$ 의 등식이 성립하는 것은 아니고, 그 파리 종의 성장에 있어 '유효한 온도 범위'만을 계산에 넣어야 한다. 성장 가능한 온도의 하한 값을 기저온도라고 하고, 상한 값을 최대임계온도라고 한다(그림 7). 기저온도 이하의 온도에서 구더기는 성장을 멈추는데 종마다 그 온도 값이 다르다. 최대임계온도에 가까워지면 역시 곤충의 성장속도가 둔화되고 곤충의 종류에 따라 최대임계온도가 다르지만 실제 현상이 최대임계온도를 넘어가는 경우는 많지 않아서 최대임계온도보다는 기저온도를 아는 것이 더 중요하다. 그래서 앞서 말한 어느 파리 종의 기저온도가 t_b 라면 $(t_1 - t_b) \times h_1 = (t_2 - t_b) \times h_2 = K$ (상수)의 등식이 성립한다. 기저온도는 실제로 구더기가 몇도에서 생육이 정지하는지를 실험해서 측정할 수도 있지만 실제 계산에 사용하기 위한 기저온도는 2개의 온도 범위에서 구더기를 사육한 뒤 전술한 식에 대입하여 계산하는 것이 더 정확하다.

일단 한 종의 유효적산온도의 상수 K 를 알고 있으면 후술하는 방식으로 그 구더기의 나이를 알 수 있다. 예를 들어 현장에서 채집된 구더기를 일정한 온도에서 실험실 사육을 하여 언제 성충이 나오는지 확인해보니 t_3 라는 온도에서 h_3 라는 시간이 걸렸다. 발견 이후 현장에서 실제로 측정한 온도와 같은 시기 가장 가까운 기상대의 온도를 비교하면 시체가 방치되어 있던 동안의 기상대 온도 값으로부터 시체가 놓여있던 공간의 온도 값을 추정할 수 있다. 이렇게 해서 얻은 현장의 추정 평균 온도가 t_4 이고 산란부터 채집될 때까지의 기간이 h_4 라면 다음의 등식이 성립한다. $(t_3 - t_b) \times h_3 + (t_4 - t_b) \times h_4 = K$ 이 식에서 h_4 이외의 값은 모두 이미 알고 있기 때문에 h_4 를 계산할 수 있다. h_4 는 결국 이 시체에 파리가 산란을 한 뒤 발견될 때까지의 시간, 즉 그 파리 유충의 발견 당시의 나이를 의미하며, 이는 그 시체의 사후경과시간의 근사치가 된다.



유충의 길이를 이용한 방법

유효적산온도를 이용하는 방법은 현장에서 발견한 알, 구더기, 번데기를 현장에서 산채로 실험실로 가져와서, 일정한 온도에서 사육을 해야 하고, 언제 성충이 나오는지 정확히 파악해야 한다. 따라서 항온습기와 같은 사육장비가 필요하며, 그렇지 않아도 번거로운 사육을 하면서 성충이 나오는 정확한 시점을 알기 위해 누군가가 수시로 사육통을 들여다보아야 한다. 게다가 사육중에 구더기가 죽어버리면 유효적산온도를 계산할 수 없다. 더구나 현실적으로 모든 일선 경찰서에 이와 같은 조건의 곤충사육을 위한 장비와 인력을 다 갖추는 것은 매우 어렵다. 그래서 사용하는 방법이 몇 개의 일정한 온도에서 알부터 구더기를 사육하면서 일정 시간간격으로 부화시기, 영기가 바뀌는 시기, 구더기의 길이, 번데기가 되는 시기를 관찰 및 측정하여 현장에서 잡힌 구더기, 번데기 샘플의 정보나 길이를 이 자료에 대입시켜 그 나이를 추정하는 방법이다. 이 방법은 현장에서 잡은 샘플을 바로 죽여서 보존액에 넣기 때문에 번거로운 사육과정이 없다. 하지만 고전적인 파리의 종 구분은 성충의 모습을 현미경으로 관찰하여 이루어지기 때문에 성충이 되기 전에 죽여버린 유충의 종을 알기가 매우 어렵다는 단점이 있었다. 종을 모르면 어떤 성장속도 자료를 이용해야 할지 알 수 없기 때문에 이는 심각한 문제가 된다. 그러나, 현

재는 대부분의 법의학적으로 중요한 파리 종들은 DNA를 이용한 종 구분이 가능하다. 유충의 길이를 이용한 방법은 다른 문제점들도 안고 있는데, 유충을 죽이는 방법과 보존액의 종류에 따라서 유충의 길이가 달라지고, 죽으면서 유충의 몸이 굵은 경우에도 측정에 오차가 생길 우려가 있다. 현재 가장 널리 사용되는 방법은 유충을 끓는 물에 살짝 데쳐서 바로 7-80%의 에탄올 용액에 보관하는 것이다. 채집후 끓는 물에 파리 유충을 데쳐야 하는 번거로움을 해결하고자 다른 보존방법을 연구하는 연구자들도 있다.

결론: 한국 법곤충학 연구의 현황 및 전망

앞서 말한 대로 한국에는 현재 법곤충학자라는 직업이 존재하지 않는다. 법곤충학을 연구하는 대학 실험실도 우리 실험실 한곳뿐이고, 검정파리/쉬파리의 분류를 주전공으로 하는 곤충학자도 전국에 단 한 명이 존재하며, 이 분야에 관심을 가진 경찰관이나 과학수사인력이 손가락으로 꼽을 정도로 있어서 이들과의 상호 정보교류나 파리 샘플 교환이 그나마 이루어지고 있다. 척박한 환경 속에서도 우리 교실에서는 우리나라에서 그 동안 연구가 거의 없었던 실제 사법부검시체에서 발견되는 곤충상에 대한 조사(그림 10), 법의학적으로 중요한 파리, 딱정벌레 유충의 생육속도 측정, 법의학적으로 중요한 한국산 파리들의 DNA를 이용한 종구

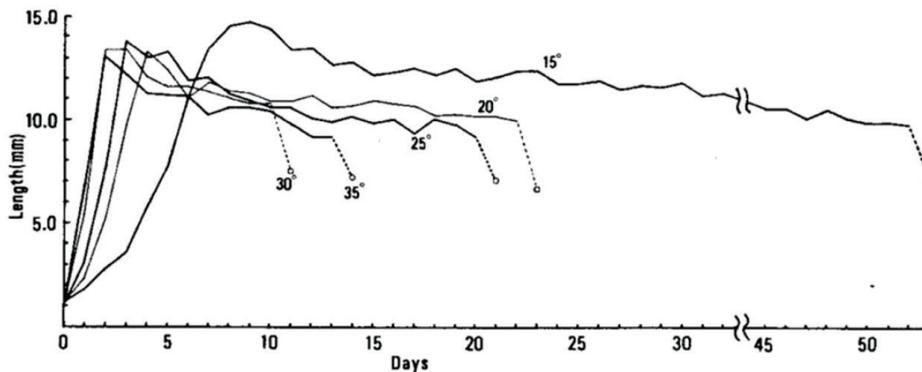


그림 9. 꼬마구리곰파리(Lucilia cuprina) 구더기의 온도대별 성장곡선 비교. 실선이 구더기, 점선이 번데기 시기를 나타냄. 섭씨 15도에서 산란 이후 성충이 되려면 약 50일이 걸리지만 섭씨 30도에서는 11일이 소요된다. (영상출처: 니시다 카즈미, 파리유충의 발육속도로부터 사람의 사후경과일수의 추정에 관한 실험적 기초연구. 일본법의학잡지 1984: 38(1).)

특/별/기/고

N.	Scientific name	Indoor	Outdoor	Forest	Total	Frequency (n-1) case (%)	Frequency (n-1) case (%)	DI	SI
(2 Order 7 Family 14 Species)					14 case	(%)	13 case	(%)	
Order Diptera									
Family Calliphoridae									
1	<i>Lucilia sericata</i> Meigen	9			9	64.3	8	61.5	100
2	<i>Calliphora lata</i> Coquillett	1			1	7.1	0	0	100
3	<i>Phormia regina</i> Meigen	1	1		2	14.3	1	7.7	75
4	<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius)	1			1	7.1	0	0	100
Family Sarcophagidae									
5	<i>Sarcophaga dux</i> Thomson	1			1	7.1	0	0	100
6	<i>Sarcophaga crassipalpis</i> Macquart	1			1	7.1	0	0	100
7	<i>Sarcophaga peregrina</i> Robineau-Desvoidy	1		1	2	14.3	1	7.7	0
Family Muscidae									
8	<i>Hydrotaea obscurus</i> (Sabrosky)*		1		1	7.1	0	0	50
Order Coleoptera									
Family Dermestidae									
9	<i>Dermestes haemorrhoidalis</i> Küster*	2			2	14.3	1	7.7	100
10	<i>Dermestes maculatus</i> (DeGeer)	1			1	7.1	0	0	100
Family Silphidae									
11	<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus)			1	1	7.1	0	0	-100
Family Staphylinidae									
12	<i>Aleochara</i> sp.			1	1	7.1	0	0	-100
13	<i>Platystethus</i> sp.			1	1	7.1	0	0	-100
Family Cleridae									
14	<i>Necrobia rufipes</i> (DeGeer)	1			1	7.1	0	0	100
Total								0.43	

그림 10. 서울 동북부 지역의 실제 사법부검에서 발견된 시식성 곤충상. 구리금파리(*Lucilia sericata*)가 가장 우점종인 것을 알 수 있다. (미발표자료. 잠정적 결과)이므로 최종 결과물과는 수치가 약간 다를 수 있음.

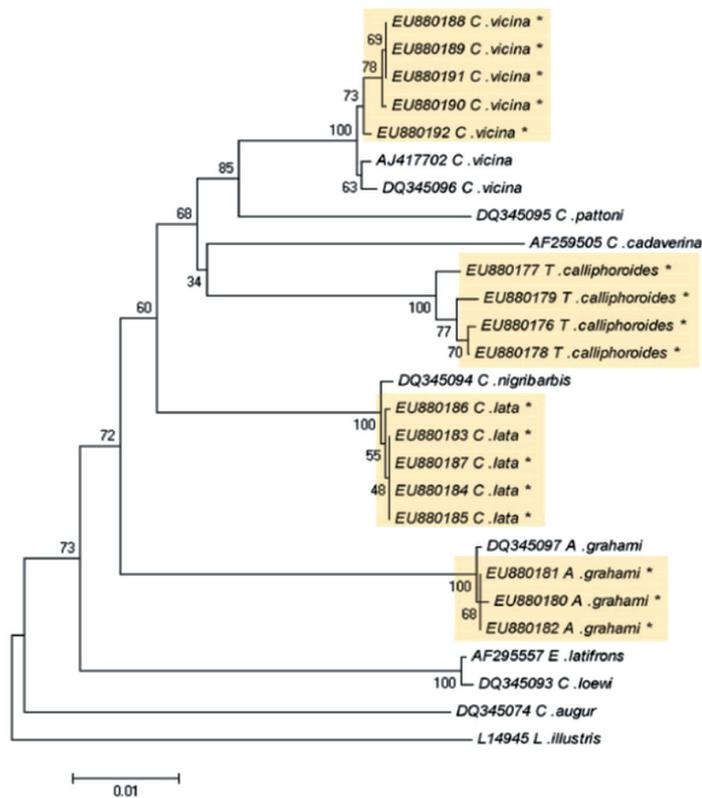
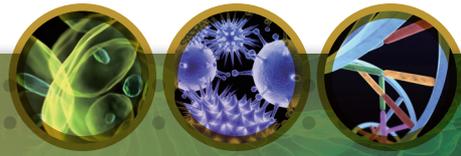


그림 11. 한국에서 채집된 검정파리아과 (suborder calliphorinae) 파리들의 미토콘드리아 COI 유전자 염기서열을 이용한 계통분석 결과.



분법 연구(그림 11), 서울, 부산, 아산, 전주 지역을 중심으로 돼지간에 유인되는 파리 종들의 조사 등이 뜻있는 연구자들의 협조에 의해 진행되고 있으며, 이미 우리나라만의 데이터들이 나와있다. 현재 진행중인 연구가 종료되고 나면 최소한 가장 중요한 파리 3-4종, 딱정벌레 1-2종의 성장속도, 실제 시신에서 발견되는 중요 파리종의 목록, 보다 간편하고 충실한 분자생물학적 종 동정 등이 가능해져서 일선에서 법곤충학을 수사에 적용하기가 훨씬 수월해질 것으로 기대하고 있다. 현장에 적용할 기회가 많아지면 관심도 늘어나고 법곤충학을 연구하고 실제 활용하는 수사인력도 늘어나서 더 많은 기관들이 법곤충학 연구에 뛰어들 것을 기대하고 있다. 부족하나마 이 글이 보다 많은 분들을 법곤충학의 세계로 이끌 수 있는 계기가 되었으면 하는 바람이다.

[참고문헌]

1. 도로시 제나드 지음. 신상언, 현철호 옮김. 곤충이 말하는 범죄의 구성 - 법곤충학자들은 어떻게 범죄를 해결하는가? 글로세움.
2. Forensic entomologists: an evaluation of their status. Magni P, Guercini S, Leighton A, Dadour I. *J Insect Sci*, 2013;13:78. doi: 10.1673/031.013.7801.
3. Forensic entomology: applications and limitations. Amendt J, Richards CS, Campobasso CP, Zehner R, Hall MJ. *Forensic Sci Med Pathol*. 2011 Dec;7(4):379-92. doi: 10.1007/s12024-010-9209-2. Epub 2011 Jan 7. Review.
4. Best practice in forensic entomology--standards and guidelines. Amendt J, Campobasso CP, Gaudry E, Reiter C, LeBlanc HN, Hall MJ; European Association for Forensic Entomology. *Int J Legal Med*. 2007 Mar;121(2):90-104. Epub 2006 Apr 22. Review.
5. Forensic entomology. Amendt J, Krettek R, Zehner R. *Naturwissenschaften*. 2004 Feb;91(2):51-65. Epub 2004 Jan 16. Review.
6. Forensic entomology: what can maggots tell us about murders? Hall M, Donovan S. *Biologist (London)*. 2001 Dec;48(6):249-53. Review.
7. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. Campobasso CP, Introna F. *Forensic Sci Int*. 2001 Aug 15;120(1-2):132-9. Review.
8. Use of beetles in forensic entomology. Kulshrestha P, Satpathy DK. *Forensic Sci Int*. 2001 Aug 15;120(1-2):15-7. Review.
9. A brief history of forensic entomology. Benecke M. *Forensic Sci Int*. 2001 Aug 15;120(1-2):2-14. Review.
10. Using the developmental gene bicoid to identify species of forensically important blowflies (Diptera: calliphoridae). Park SH, Park CH, Zhang Y, Piao H, Chung U, Kim SY, Ko KS, Yi CH, Jo TH, Hwang JJ. *Biomed Res Int*. 2013;2013:538051. doi: 10.1155/2013/538051. Epub 2013 Mar 18.
11. Use of cytochrome c oxidase subunit i (COI) nucleotide sequences for identification of the Korean Luciliinae fly species (Diptera: Calliphoridae) in forensic investigations. Park SH, Zhang Y, Piao H, Yu DH, Jeong HJ, Yoo GY, Chung U, Jo TH, Hwang JJ. *J Korean Med Sci*. 2009 Dec;24(6):1058-63. doi: 10.3346/jkms.2009.24.6.1058. Epub 2009 Nov 9.
12. Sequences of the cytochrome C oxidase subunit I (COI) gene are suitable for species identification of Korean Calliphorinae flies of forensic importance (Diptera: Calliphoridae). Park SH, Zhang Y, Piao H, Yu DH, Jeong HJ, Yoo GY, Jo TH, Hwang JJ. *J Forensic Sci*. 2009 Sep;54(5):1131-4. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01126.x. Epub 2009 Aug 6.
13. Vouchering of Forensically Important Fly

특/별/기/고

- Specimens by Nondestructive DNA Extraction, Kim SY, Park SH, Piao H, Chung U, Ko KS, Hwang JJ, ISRN Entomology 2013;2013:286182, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/286182>
14. Molecular Species Identification of Forensically Important Flies in Korea, Park SH, Shin SE, Korean J Leg Med. 2013 Nov;37(4):177-182, Korean, Review, <http://dx.doi.org/10.7580/kjlm.2013.37.4.177>
15. Molecular Identification of Necrophagous Muscidae and Sarcophagidae Fly Species Collected in Korea by Mitochondrial Cytochrome c Oxidase Subunit I Nucleotide Sequences, Kim YH, Shin SE, Ham CS, Kim SY, Ko KS, Jo TH, Son GH, Park SH, Hwang JJ, Volume 2014 (2014), Article ID 275085.

저|자|약|력

박성환

1998-2002	고대병원 병리과 전공의
2002-2005	국립과학수사연구소 남부분소 공중보건조사
2005-2007	고려대학교 의과대학 법의학교실 연구강사
2007-2008	University of Michigan 생태학/진화생물학과 박사후연구원(visiting scholar)
2008-2010	고려대학교 의과대학 법의학교실 연구강사
2011-2012	한림대학교 춘천성심병원 임상조교수
현재	고려대학교 의과대학 법의학교실 교수, 의학 박사, 병리과 전문의, 법의학 인정의