

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

CSI 과학수사대

『곤충 분석반』 °사후경과시간°

실험키트구성

CSI과학수사대 도안, 파리발생단계별 분류스티커
 현장감식자료

준비물

필기도구, 가위

사체에 모여드는 곤충에 대하여 알아
 보고 이를 활용한 범죄수사 중 사후경
 과시간을 직접 계산하여 봅시다.

과학수사 - 모든 범죄는 흔적을 남긴다

범죄 수사에 과학을 접목해 사건을 해결하고 범인을 잡자는 생각을 처음으로 한 사람은 누구일까요?
 그 사람은 바로 [셜록 홈스 시리즈(1887~1905년)]를 지은 코넬 도일(Arthur Conan Doyle)입니다. 그의 소
 설을 통해 과학수사의 개념은 대중에게 익숙해지기 시작했습니다.

하지만 1302년 이탈리아에서 부검을 실시했다는 기록을 비롯하여 그 이전부터 과학수사는 행해지고
 있었고 현재까지 눈부신 발전을 해왔습니다.

법과학에는 법의학, 유전자 감식학 등 다양한 분야가 있으며, 이 중 변사사건에 관련된 곤충학적 증거
 를 활용하여 범죄수사에 도움을 주는 분야를 **법의곤충학(Forensic entomology)**이라고 합니다.

사후경과시간(Postmortem interval; PMI)이나 사망장소를 추정하거나, 곤충을 사용한 범죄의 증거,
 그 외에도 곤충의 생태나 습성을 이용하여 다양한 사건의 해결에 도움을 주고 있습니다.

여러분이 잘 아는 미국의 법의학드라마 [CSI라스베이거스]시리즈의 길 그리섬 반장도 곤충학 전공자
 입니다. 드라마이지만 곤충에서 힌트를 얻은 사건의 해결은 멋지지요.

독일 등 유럽이나 미국은 법의곤충학 전공자가 범죄현장에 감식요원으로 출동하고 있고 관련 연구도
 데이터도 방대하고 활용도도 높습니다.

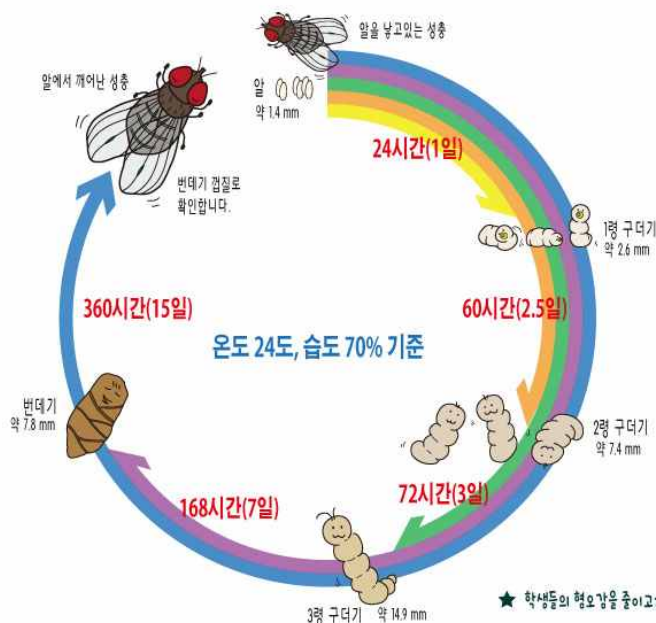
법의곤충학의 활용

1. 사후경과시간(PMI)이나 사망장소의 추정

가장 많은 활동을 하는 부분입니다.

시신의 부패단계별로 유인되는 곤충의 종류가 다르다는 점과 시신에 산란된 곤충(특히 시식성파리)이 유충, 번데기로 자라는 속도
 를 계산하여 사망시간을 추정합니다.

곤충들은 대부분 생애주기가 짧기 때문에 그 변화를 잘 읽으면 사망시간을 추정할 수 있게 됩니다.



사후경과시간(Postmortem Interval : PMI)

사망 후 현재까지 걸린 시간을 말하며 사망추정시간을
 알 수 있게 됩니다.

이를 알아내는 방법에는 사망한지 얼마되지 않은 사체의
 변화정도를 직접 확인하는 직접적인 방법과,
 사망한지 오래된 사체에 물려드는 곤충의 종류와 그 애벌
 레의 자란 정도등을 확인하는 간접적인 방법이 있습니다.

검정파리의 한살이

1. 알-구더기-번데기-성충의 완전변태를 합니다.
2. 시신 근처에 1~2 시간이면 날아와 알을 낳습니다.
3. 온도와 습도에 따라 각 발생단계에 걸리는 시간이
 큰 차이가 납니다.
4. 알에서 새로 태어난 성충은 번데기의 빈 껍질로
 확인합니다.

★ 학생들의 혐오감을 줄이고자 각 발생단계를 그림화 하였습니다.



이 외에도 곤충은 시신이 범행 후 옮겨졌는지(주변환경의 증거), 죽기전 독극물이나 약물을 복용했는지 에 대한 증거도 될 수 있습니다.

2. 곤충을 범죄에 악용하는 경우

곤충의 독이나 습성을 이용하여 범행된 범죄의 증거를 찾습니다.

독이있는 거미나 말벌 등을 이용한 범행이나, 개미의 습성을 이용한 범행 등 범죄현장에서 나타난 곤충의 모습은 이러한 증거가 되기도 합니다.

[사전 준비활동] 실험 전에 자료를 완성한 후에 범인을 찾아봅시다.

개별적으로 주어진 현장감식자료 B 면의 산장을 방문한 사람들이 쓰고간 방명록 을 살펴봅시다.
실험 전에 아래의 순서대로 방명록의 빈칸에 날짜를 써넣습니다.

방명록

여의 푸른산장을 찾아주시는 감사드립니다.
산장 및 감식로 이용시 주의사항을 잘 지켜주시기 바랍니다.

1. 현장 주변에 동물 및 식물에 대한 주의사항을 꼭 지켜주시기 바랍니다.
2. 산장 및 감식로 이용시 주의사항을 꼭 지켜주시기 바랍니다.
3. 감식로 이용시 주의사항을 꼭 지켜주시기 바랍니다.

날짜	이름	연락처	주소
10	김민수	010-345-2345	수원
11	김민수	017-6X8-9012	수원
12	김민수		수원
13	김민수	018-345-6X89	경기도 의정부시
14	김민수		
15	김민수	019-1X2-3456	서울시 강동구
16	김민수		강동구
17	김민수	010-987-0X23	구미시
18	김민수	011-X56-7890	경기도 용인시
19	김민수	012-972-876X	서울시 종로
20	김민수	013-X08-1423	종로
21	김민수	012-972-876X	종로
22	김민수	012-X23-4567	서울 동작구
23	김민수		

③ 나머지 날짜 기록
날짜란을 보면 흐린글씨로 '-2일, -3일, ... -15일'이라고 표시되어 있는데 이곳에 모두 오늘날짜 - □일로 계산하여 차례로 써넣습니다.

② 어제 날짜 기록
22번과 21번은 하나로 묶여서 '-1일'이라고 표시되어 있습니다. 이곳에 오늘날짜 -1일(어제날짜)를 적습니다.

① 오늘 날짜 기록
방명록 순서 23 번의 날짜란에는 흐린글씨로 '오늘'이라고 표시되어 있습니다. 이곳에 오늘날짜(실험하는 날짜)를 적습니다.

예시] 오늘날짜가 6월 5일인 경우

방명록

여의 푸른산장을 찾아주시는 감사드립니다.
산장 및 감식로 이용시 주의사항을 잘 지켜주시기 바랍니다.

1. 현장 주변에 동물 및 식물에 대한 주의사항을 꼭 지켜주시기 바랍니다.
2. 산장 및 감식로 이용시 주의사항을 꼭 지켜주시기 바랍니다.
3. 감식로 이용시 주의사항을 꼭 지켜주시기 바랍니다.

날짜	이름	연락처	주소
10	김민수	010-345-2345	수원
11	김민수	017-6X8-9012	수원
12	김민수		수원
13	김민수	018-345-6X89	경기도 의정부시
14	김민수		
15	김민수	019-1X2-3456	서울시 강동구
16	김민수		강동구
17	김민수	010-987-0X23	구미시
18	김민수	011-X56-7890	경기도 용인시
19	김민수	012-972-876X	서울시 종로
20	김민수	013-X08-1423	종로
21	김민수	012-972-876X	종로
22	김민수	012-X23-4567	서울 동작구
23	김민수		

숲 속 산장의 사망 사건!

가끔 드나드는 등산객 외에는 사람의 발길이 뜸한 숲 속 산장에서 산장주인이 사랑하던 흑염소의 사체가 발견되었습니다.

산장주인은 이 흑염소를 어릴 때부터 풀어놓고 애지중지 키웠으며, 이번에 부득이하게 여행을 다녀온 동안 이런 끔찍한 사건이 발생하였다며 가족과 같은 흑염소를 죽인 범인을 꼭 찾아야겠다고 사건을 의뢰하였습니다.



건강하던 흑염소

part1. 현장감식 자료에서 파리의 발생단계를 분류하고, 그 시기를 분석하여 사후경과시간(PMI)을 계산하라!

현장감식 결과 흑염소는 산장 뒷편 수풀에서 발견되었고, 둔기로 맞은 상처가 보였으며, 죽은지 며칠 지난 듯 부패가 진행되었고 주변에는 곤충들이 모여있어 이대로는 언제 죽었는지 알 수 있는 방법이 없었습니다.

여러분은 범인을 잡기위한 첫번째 단계로 주변증거를 활용하여 사후경과시간(PMI)을 확보하여야 합니다.

실험방법

1. **[곤충 관찰]** 현장감식 자료 **A** 면을 준비합니다. 이 자료에서 흑염소 사체의 곤충을 찾습니다.

2. **[곤충 분류]** 찾아낸 곤충을 관찰하여 각각의 발생단계 대로 크기와 모양을 구별해 봅니다.



곤충은 총 6단계의 발생단계가 있습니다. 단계별 차이를 찾아 구별해 봅니다.

3. **[곤충 카운트]** 각 단계별 개체수를 세어 CSI과학수사대 카드의 **part1.** 의 알맞은 곳에 스티커를 붙입니다.



알에서 새로 태어난 성충은 번데기의 빈 껍질로 확인합니다.
번데기 껍질 수를 센 다음 그 만큼의 성충스티커를 붙입니다.



스티커의 곤충은 다섯 마리씩 묶음으로 되어있습니다.
원하는 마릿수에 맞추어 가위로 잘라 붙입니다.

예) 현장감식자료에서 알, 1령, 2령, 3령구더기를 찾았다면 그 개수에 맞게 스티커를 붙입니다. 해당 칸에 자리가 좁다면 스티커를 겹쳐 붙여도 되고, 앞페이지부터 당겨서 붙여도 됩니다.

현장감식자료에 있는 파리의 발생단계를 분류하고, 순서를 세어 아래 등에 해당하는 발생단계의 스티커를 붙입니다.			
알	1령	2령	3령
00000	00000	00000	000
34시간 ago	66시간 ago	72시간 ago	168시간 ago
384시간 ago			

4. **[부화 후 시간 확인]** 발견된 마지막 발생단계에 맞는 부화 후 시간을 찾습니다.

예) 마지막 발생단계가 3령 구더기인 경우 부화 후 시간은 72시간입니다.

5. **[사후경과시간 추정]** 부화 후 시간이 바로 흑염소의 사후경과시간이 됩니다.

예) 부화 후 시간이 72시간이므로 흑염소의 사후경과시간도 72시간입니다.

6. **[사건발생일 추측]** 오늘 날짜에서 사후경과시간을 빼면 사건발생일을 추측할 수 있습니다.

예) 오늘날짜가 5월 2일인 경우 사후경과시간 72시간을 빼면 3일전인 4월30일이 사건발생일이 됩니다.



카드 아래 **분석결과** 의 빈 칸에 시간을 계산하여 적어넣습니다.

분석결과, 사후경과시간은 시간이므로
사망추정시간은 지금부터 시간 전이고
오늘날짜에서 위 시간을 빼면 사건발생일은 월 일 경입니다.

part2. 자료 분석결과 추정된 사후경과시간을 이용하여 산장의 방명록에서 용의자를 찾아라!

산장의 출입구에는 방명록이 비치되어있어 산장주인의 여행기간 동안 드나든 사람들이 작성하고 간 [방명록]을 확보 하였습니다.

확보된 방명록의 날짜를 참고하여 유력한 용의자를 지목하고, 자료분석 보고서를 작성하여 제출하십시오!!

[자료 분석 보고서 작성]

1. 현장감식 자료 **B** 면의 방명록을 확인합니다.
2. 추측된 사건발생일과 가장 비슷한 시간대의 방문자를 찾아 용의자로 지목하고, 보고서에 기록합니다.



유추한 사건발생일의 앞 뒤 1일까지도 계산하는 것이 좋습니다.



용의자가 여러명이라면 가능성이 있는 방문자를 모두 적습니다.

예) 사건발생일이 오늘부터 3일전이라면, 용의자는 방명록 17, 18번의 황철수, 이영숙이 됩니다.



3. 서명을 하고 조사를 마칩니다.
4. [명예요원증]에 이름과 코드네임을 써서 완성합니다.

part2. 자료 분석결과 추정된 사후경과시간을 이용하여 산장의 방명록에서 용의자를 찾아라!

현장감식자료 **B** 면의 산장 방명록에서 사건발생일과 가장 비슷한 시간대에 방문한 사람을 찾아 아래 [사건 용의자 목록]에 작성합니다.

자료분석 보고서

REPORT

현장자료분석 결과,
사후경과시간은 약 [] 시간이므로
사건발생일은 [] 월 [] 일 근처로 추측되며,
가장 비슷한 시간대에 산장에 다녀간 방문자
(사건용의자목록에 기재)를 용의자로 지목합니다.

[사건 용의자 목록]

용의자 성명	방문 날짜	특 이 사 항

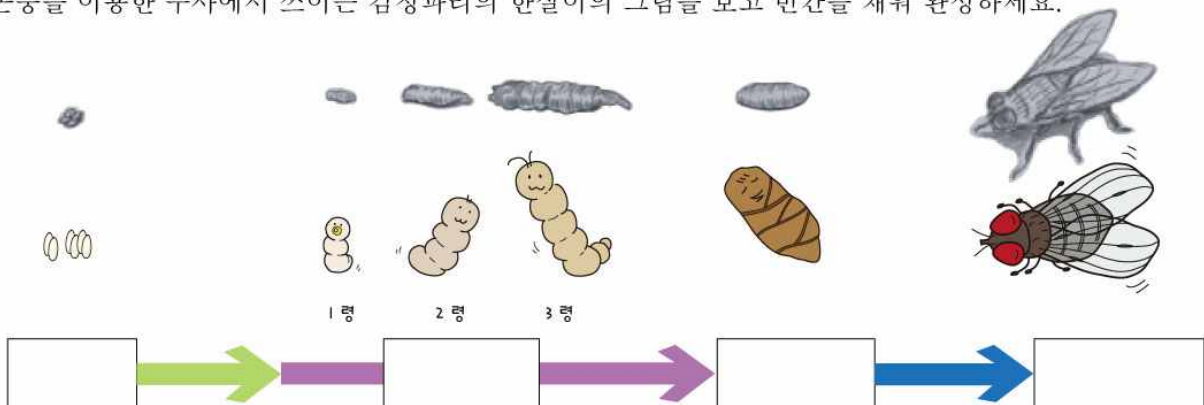
요원: [] (서명)

[실험결과에 대하여]

이번 실험은 사체 주변 온도와 습도가 **온도 24도, 습도 70% 기준**으로 설정하고 쉽게 계산하도록 한 것입니다.
실제 사건에서 곤충의 한살이에 소요되는 시간은 주변환경 및 계절에 따라 달라지는 온도와 습도를 면밀히 계산하여 결과를 보고합니다.

확인학습

1. 곤충을 이용한 수사에서 쓰이는 검정파리의 한살이의 그림을 보고 빈칸을 채워 완성하세요.

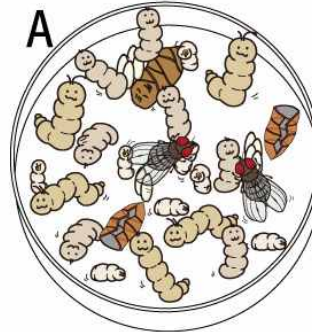


2. 1번의 검정파리와 같이 성충이 될 때 **변태기 과정**을 거치면서 유충(애벌레) 단계의 모습과 그 형태가 완전히 달라지는 경우를 **완전 탈바꿈** 이라고 합니다.

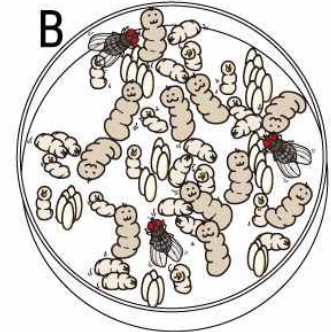
이와 같이 완전탈바꿈 하는 곤충을 아는대로 써 봅시다.

3. 다음은 서로 다른 사건에서 수집한 곤충 자료입니다.

두 사건 A, B 모두 **성충인 파리가 발견**되었지만, 사후 경과 시각은 매우 다르게 나왔습니다.
그 이유는 무엇일까요? 단서와 함께 추리해 봅시다.



사후경과시간 :



사후경과시간 :

원리학습

동물이 태어나서 어린 시절을 거치며 성장하여 자손을 남기고 죽을 때까지의 과정을 동물의 한살이라고 합니다. 동물의 한살이 모습을 살펴보면 소, 고양이, 개 처럼 어릴 때의 모습이 크게 변하지 않는 한살이도 있지만 자라면서 겉모습이 많이 바뀌는 동물도 있습니다.

곤충의 한살이를 살펴볼까요?

곤충은 어렸을 때엔 애벌레로 있다가 성충이 되면 다른 모습으로 변하는 경우가 많습니다.

나비나 잠자리, 장수풍뎅이, 파리, 매미 등 애벌레 단계를 지나 다 크면 날개를 갖게 됩니다. 이렇게 모습이 많이 바뀌는 것을 탈바꿈이라고 하며, 두 가지로 분류합니다.

완전 탈바꿈



알 → 애벌레(유충) → 번데기 → 성충

- 애벌레 단계에서 여러번의 허물벗기 과정 있습니다.
- 번데기 단계에서 단단한 껍질에서 나와 날개돋이(우화)를 합니다.
- 예: 배추 흰나비, 장수풍뎅이, 파리, 매미 등

불완전 탈바꿈



알 → 어린사마귀(약충) → 성충

- 어린사마귀 단계에서 여러번의 허물벗기 과정 있습니다.
- 번데기 과정 없이 마지막 허물벗기로 날개돋이(우화)를 합니다.
- 예: 사마귀, 잠자리 등

많은 과학자들이 다양한 동물들의 한살이를 알아보기 위해서 직접 동물을 기르면서 관찰하기도 하지만, 야생 동물들은 직접 찾아가서 관찰하기도 합니다.

또한, 동물의 몸에 무선 추적 장치를 달거나, 새의 다리에 인식표를 붙여두기도 하고, 위장막 안에 숨어서 몰래 동물을 관찰합니다. 깊은 동굴이나 구멍에 사는 동물을 관찰하기 위해서 내시경 카메라와 같은 장비를 이용하기도 합니다.

이런 여러 연구 덕분에 동물들의 생활을 잘 알게되었고 더 나아가 범죄수사에도 활용하게 되었습니다.

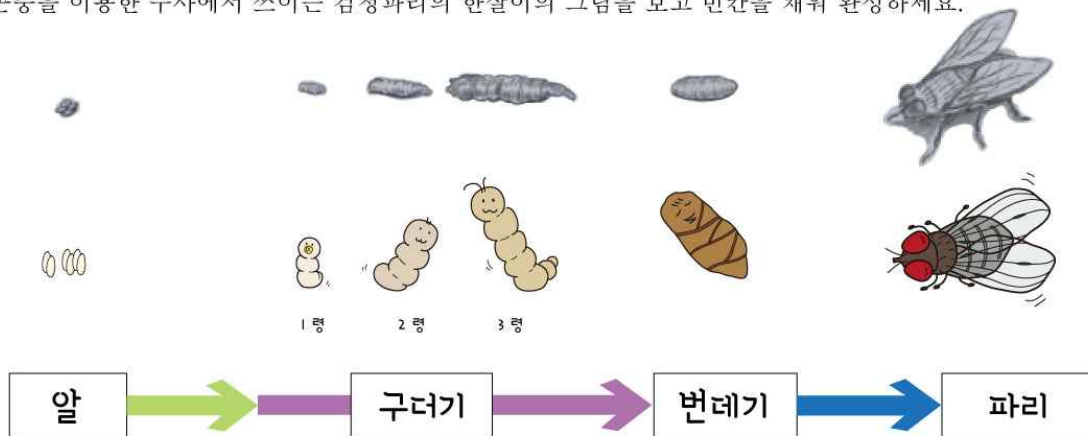
느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	CSI과학수사대 사후경과시간-곤충분석반			실험 원리	과학수사, 사후경과시간, 곤충의 한살이
실험 시간	30분	실험 분야	생물	실험 방법	4인 1조, 조별실험
실험키트 구성	CSI과학수사대 도안, 현장감식 자료, 파리의 발생단계별 분류스티커				
교사준비물				학생준비물	필기도구, 가위
실험 결과	학생 1인당 각자 CSI 과학수사대카드와 현장감식 자료를 가지고 갑니다.				
실험팁	TIP 1. <u>번데기 수를 카운트 할 때! (번데기의 빈 껍질 말고) 번데기의 수만 셉니다.</u> <u>성충의 수를 카운트 할 때! (파리 말고) 번데기의 빈 껍질 수를 셉니다.</u> 현장 감식자료에는 ‘파리의 수’와 ‘번데기의 빈 껍질 수’가 같습니다. TIP 2. 네 가지의 현장 감식 자료의 결과가 나오면, 같은 유력한 용의자를 서로 발표하며, 용의자로 지목한 이유를 포함하여 스토리를 창작하여 발표하는 시간을 가져도 좋습니다.				

확인학습

1. 곤충을 이용한 수사에서 쓰이는 검정파리의 한살이의 그림을 보고 빈칸을 채워 완성하세요.



2. 1번의 검정파리와 같이 성충이 될 때 **번데기 과정**을 거치면서 유충(에벌레) 단계의 모습과 그 형태가 완전히 달라지는 경우를 **완전 탈바꿈** 이라고 합니다.

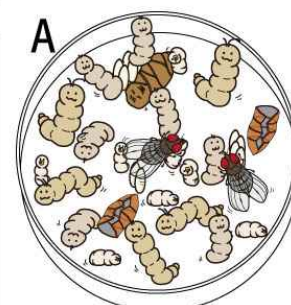
이와 같이 완전탈바꿈 하는 곤충을 아는대로 써 봅시다.

배추흰나비, 장수풍뎅이, 사슴벌레, 장수하늘소, 파리, 매미, 딱정벌레, 벌 등이 있습니다.

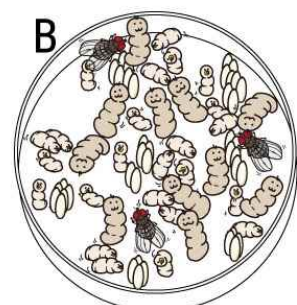
3. 다음은 서로 다른 사건에서 수집한 곤충 자료입니다.

두 사건 모두 **성충인 파리가 발견**되었지만, 사후경과시각은 매우 다르게 나왔습니다.
그 이유는 무엇일까요? 단서와 함께 추리해 봅시다.

똑같이 파리가 발견되었지만,
A는 번데기의 빈 껍질이 있으므로
알에서 태어난 파리이고 사후 경과 시간이
360시간(15일)입니다.
B는 번데기의 빈 껍질이 없으므로
외부에서 온 파리이고 사후 경과 시간은
60시간(2.5일)입니다.



사후 경과시간 : 360시간 (15일)



사후 경과시간 : 60시간 (2.5일)

[각 현장감식자료의 풀이내용]

A 노란색 현장감식 자료 결과

현장감식자료 14면에서 파리의 발생단계를 분류하고, 그 개체수를 세어 아래 표에 해당하는 발생단계의 스티커를 붙입니다.

자료에서 관찰된 각 발생단계의 개체수	부화후시간
알 10개	00000 00000
1령구더기 12개	24시간 (1일)
2령구더기 11개	72시간 (3일)
3령구더기 8개	168시간 (7일)
번데기 1개	360시간 (15일)
성충 2개	360시간 (15일)

분석결과, 사후경과시간은 360 시간이므로
 사망추정시간은 지금부터 360 시간 전이고
 오늘 날짜에서 위 시간을 빼면 사건발생일은 7월 15일 경입니다.
 (오늘-15일을 적습니다)

part2. 자료 분석결과와 추정된 사후경과시간을 이용하여 산장의 방명록에서 용의자를 찾아라!

현장감식자료 14면의 산장 방명록에서 사건발생일과 가장 비슷한 시간대에 방문한 사람을 찾아 아래 [사건 용의자 목록]에 작성합니다.

자료분석 보고서

REPORT

현장자료분석 결과,
 사후경과시간은 약 360 시간이므로
 사건발생일은 7월 15일 경으로 추측되며,
 가장 비슷한 시간대에 산장에 다녀간 방문자
 (사건용의자목록에 기재)를 용의자로 지목합니다.

[사건 용의자 목록]

용의자 성명	방문날짜	특이 사항
조일식	오늘 - 15일	용의자 세 명 중 전날 또 방문한 것이 가장 수상합니다.
김이식	오늘 - 15일	이 셋은 친구로 함께 여행했을 확률이 높습니다.
문삼식	오늘 - 15일	

요원: (서명)

A 갈색 현장감식 자료 결과

현장감식자료 14면에서 파리의 발생단계를 분류하고, 그 개체수를 세어 아래 표에 해당하는 발생단계의 스티커를 붙입니다.

자료에서 관찰된 각 발생단계의 개체수	부화후시간
알 42개	00000 00000 00000 00000 00
1령구더기 25개	24시간 (1일)
2령구더기 17개	60시간 (2.5일)
3령구더기 0개	72시간 (3일)
번데기 0개	168시간 (7일)
성충 0개	360시간 (15일)

← 스티커 붙일 자리가 너무 좁다면 그림처럼 겹쳐 붙이거나, 앞면부터 덮겨 붙어도 됩니다.

분석결과, 사후경과시간은 60 시간이므로
 사망추정시간은 지금부터 60 시간 전이고
 오늘 날짜에서 위 시간을 빼면 사건발생일은 7월 2일 또는 3일 경입니다.
 (오늘-2 또는 -3일을 적습니다)

part2. 자료 분석결과와 추정된 사후경과시간을 이용하여 산장의 방명록에서 용의자를 찾아라!

현장감식자료 14면의 산장 방명록에서 사건발생일과 가장 비슷한 시간대에 방문한 사람을 찾아 아래 [사건 용의자 목록]에 작성합니다.

자료분석 보고서

REPORT

현장자료분석 결과,
 사후경과시간은 약 60 시간이므로
 사건발생일은 7월 2일 또는 3일 경으로 추측되며,
 가장 비슷한 시간대에 산장에 다녀간 방문자
 (사건용의자목록에 기재)를 용의자로 지목합니다.

[사건 용의자 목록]

용의자 성명	방문날짜	특이 사항
황철수	오늘 - 3일	
이영숙	오늘 - 3일	
한삼규	오늘 - 2일	용의자 중 연속 이틀 방문한 것이 가장 수상합니다.
김재령	오늘 - 2일	

요원: (서명)

A 하늘색 현장감식 자료 결과

현장감식자료 12면에서 파리의 발생단계를 분류하고, 그 개체수를 세어 아래 표에 해당하는 발생단계의 스티커를 붙입니다.

지표에서 관찰된 각 발생단계의 개체수	부화후시간
알 22개	00000 00000 00000 00000 00
1령구더기 20개	
2령구더기 12개	
3령구더기 9개	72시간(3일)
변데기 0개	168시간(7일)
성충 0개	360시간(15일)

분석결과, 사후경과시간은 72 시간이므로
 사망추정시간은 지금부터 72 시간 전이고
 오늘 날짜에서 위 시간을 빼면 사건발생일은 7월 3일 경입니다.
 (오늘-3일을 적습니다)

part2. 자료 분석결과 추정된 사후경과시간을 이용하여 산장의 방명록에서 용의자를 찾아라!

현장감식자료 12면의 산장 방명록에서 사건발생일과 가장 비슷한 시간대에 방문한 사람을 찾아 아래 [사건 용의자 목록]에 작성합니다.

자료분석 보고서

REPORT

현장자료분석 결과,
 사후경과시간은 약 72 시간이므로
 사건발생일은 7월 3일 경처로 추측되며,
 가장 비슷한 시간대에 산장에 다녀간 방문자
 (사건용의자목록에 기재)를 용의자로 지목합니다.

[사건 용의자 목록]

용의자 성명	방문 날짜	특이 사항
황철수	오늘 - 3일	좀더 정밀한 방문수사가 필요합니다.
이영숙	오늘 - 3일	

요원: (서명)

A 분홍색 현장감식 자료 결과

현장감식자료 12면에서 파리의 발생단계를 분류하고, 그 개체수를 세어 아래 표에 해당하는 발생단계의 스티커를 붙입니다.

지표에서 관찰된 각 발생단계의 개체수	부화후시간
알 14개	00000 00000 00000
1령구더기 17개	
2령구더기 11개	
3령구더기 8개	72시간(3일)
변데기 0개	168시간(7일)
성충 3개	360시간(15일)

분석결과, 사후경과시간은 360 시간이므로
 사망추정시간은 지금부터 360 시간 전이고
 오늘 날짜에서 위 시간을 빼면 사건발생일은 7월 15일 경입니다.
 (오늘-15일을 적습니다)

part2. 자료 분석결과 추정된 사후경과시간을 이용하여 산장의 방명록에서 용의자를 찾아라!

현장감식자료 12면의 산장 방명록에서 사건발생일과 가장 비슷한 시간대에 방문한 사람을 찾아 아래 [사건 용의자 목록]에 작성합니다.

자료분석 보고서

REPORT

현장자료분석 결과,
 사후경과시간은 약 360 시간이므로
 사건발생일은 7월 15일 경처로 추측되며,
 가장 비슷한 시간대에 산장에 다녀간 방문자
 (사건용의자목록에 기재)를 용의자로 지목합니다.

[사건 용의자 목록]

용의자 성명	방문 날짜	특이 사항
조일식	오늘 - 15일	용의자 세 명 중 여태도 방문한 것이 가장 수상합니다.
김이식	오늘 - 15일	이 셋은 친구로 함께 범행했을 확률이 높습니다.
문삼식	오늘 - 15일	

요원: (서명)

법곤충학[法昆蟲學, Forensic Entomology]

곤충에 대해 주로 분류학과 생태학 그리고 발달생리학적인 지식을 종합하여 법적 판단이 필요한 사회적 문제를 해결하는 데 기여하는 응용곤충학의 한 분야로서 근본적으로 현실참여를 전제로 하는 실용적인 학제간 과학이다. 법곤충학의 종류는 다음과 같이 세 종류가 있다. ① 도시곤충학(都市昆蟲學·Urban Entomology): 환경의 인위적인 구조와 기능에 대한 곤충의 역할을 연구, ② 창고곤충학(倉庫昆蟲學·Stored Product Entomology): 곡물, 의약품, 의류 외에 여러 저장품에 대해 가해곤충과 저장상태의 관계를 연구, ③ 법의곤충학(法醫昆蟲學): 수사나 법의학적 사실 규명에 관련된 곤충을 이용하여 조언하는 것 등이다.

[네이버 지식백과] 법곤충학 [法昆蟲學, Forensic Entomology] (경찰학사전, 2012. 11. 20., 법문사)

고려대학교 법의학교실 박성환 교수님의 특별기고 내용입니다.

더욱 자세한 사진과 내용은 www.ksmcb.or.kr/board/download.php?code=bbs12&comm=&num=1629 를 참조
[벌레와 함께 하는 과학수사]

미국의 방송사인 CNBC는 2011년 가장 으스스한 직업 10개를 선정하였는데 법곤충학자(forensic entomologist)가 4위의 범죄현장 청소부, 7위의 도둑업자, 9위의 시신방부처리사를 모두 제치고 당당히 1위를 차지하였다. 일본의 법곤충학자인 사이구사 키요시(三枝聖) 박사는 자신의 법곤충학 홈페이지의 자주 묻는 질문(FAQ) 코너에서 “법곤충학자가 되려면 어떻게 해야 합니까?”라는 질문에 “나는 법곤충학자다라고 자기 고백을 하면 그 순간부터 법곤충학자가 될 수 있습니다.”라고 답해서 일본도 법곤충학이라는 분야가 매우 척박한 상황임을 익살스럽게 드러냈다. 한국의 경우 공식적으로 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 침입하는 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 경우에는 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 만기시체현상이라고부른다. 조기시체현상에는 사후체온하강, 수분 증발로 인한 건조, 시체의 경직, 시반 등의 현상이 있고, 만기시체현상으로는 우리 몸이 붕괴되어 가는 과정인 부패와 자가용해가 포함된다. 시체현상의 자세한 원리와 조건들은 매우 흥미로운 주제지만 본 기고의 주제는 거리가 있고 지면의 제약이 있어서 생략한다. 사후경과시간은 주로 이러한 시체현상들 및 현장/정황 증거들을 분석하여 추정되며, 특히 사후체온하강은 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 상실된다는 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 곤충

상이 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?]

인간이나 동물의 시체가 방치되면 그 자체가 하나의 작은 생태계가 된다. 이 때 가장 먼저 찾아오는 생물은 파리 인 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 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 하여 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 정정보다 오히려 크기가 점점 줄어든다. 번데기가 되기에 적당한곳에서 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.

[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.