(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0046975
(43) 공개일자 2022년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/62 (2022.01) *G01B 11/04* (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/6267 (2022.01)
G01B 11/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0130348
(22) 출원일자 2020년10월08일
심사청구일자 2020년10월08일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
염규진
서울특별시 관악구 관악로30길 12, 104동 707호
박성환
서울특별시 서초구 신반포로 9, 81-401
신상언
서울특별시 강북구 덕릉로 141-5, B01호
(74) 대리인
특허법인 피씨알

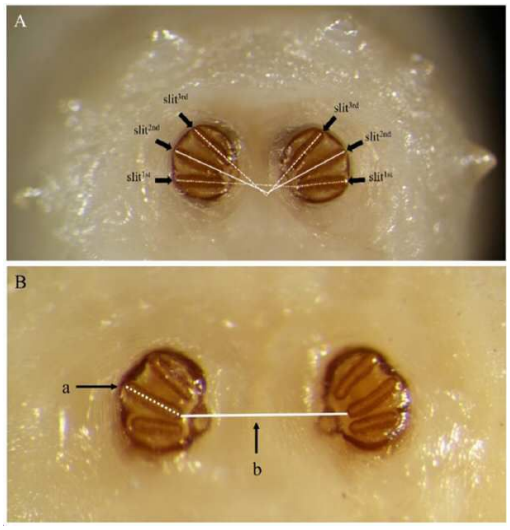
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **후기문의 슬릿 사이의 각도를 측정하는 단계를 포함하는 검정파리과 분류 방법**

(57) 요 약

본 발명은 검정파리과(Calliphoridae) 파리의 3령 유충 후기문의 제2슬릿이 향하는 방향 사이의 각도를 측정함으로써 시식성 곤충인 검정파리과 파리를 분류하는 방법으로, DNA 분석 또는 성충의 형태학적 분류 방법보다 간편하게 신속히 분류할 수 있으므로 법의학적 수사에 도움을 줄 수 있다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
G01B 11/26 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1325163934
과제번호	PA-G000001-2016-101
부처명	경찰청
과제관리(전문)기관명	경희대학교 산학협력단
연구사업명	치안과학기술연구개발(R&D)
연구과제명	법의곤충학의 과학수사 활용을 위한 기반정보와 사후경과시간 추정기법 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

검정파리과(Calliphoridae) 파리의 3령 유충 후기문의 영상을 준비하는 단계;

제2슬릿이 향하는 방향 사이의 각도를 측정하는 단계;

상기 각도에 따라 검정파리과를 분류하는 단계를 포함하는,

검정파리과 파리의 분류 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분류는 검정파리 아과(Calliphorinae), 금파리 아과(Luciliinae), 및 띠금파리 아과(Chrysomyinae) 중 어느 하나로 분류하는 것인,

검정파리과 파리의 분류 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 분류는 각도가 120도 이상이면 검정파리 아과, 90 내지 120도면 금파리 아과(Luciliinae), 60 내지 90도면 띠금파리 아과(Chrysomyinae)로 분류하는,

검정파리과 파리의 분류 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2슬릿 사이의 거리 및 제2슬릿의 길이를 측정하는 단계; 및

상기 거리/길이의 계산값을 산출하는 단계를 더 포함하고,

상기 분류하는 단계는 각도 및 거리/길이의 계산값에 따라 분류하는 것인,

검정파리과 파리의 분류 방법.

청구항 5

검정파리과 파리의 3령 유충 후기문의 영상 데이터를 생성하는 단계;

상기 영상 데이터에서 후기문의 제2슬릿의 형태를 출력하는 단계;

상기 출력된 제2슬릿의 형태에서 방향을 검출하는 단계;

상기 검출된 방향 사이의 각도값을 산출하는 단계; 및

상기 각도값으로 검정파리과 파리를 분류하는 단계를 포함하는,

검정파리과 파리의 분류 방법.

청구항 6

검정파리과 파리 유충 후기문의 영상 데이터로부터 후기문의 제2슬릿의 형태를 인식하는 형태 인식부;

상기 인식된 제2슬릿의 형태에서 방향을 검출하는 방향 검출부;

상기 검출된 방향이 이루는 각도를 측정하는 각도 측정부; 및

상기 측정된 각도로 검정파리과 파리를 분류하는 분류부를 포함하는,

검정파리과 파리의 분류 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 후기문의 슬릿 사이의 각도를 측정하는 단계를 포함하는 검정파리과 분류 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 법곤충학(forensic entomology)의 한 분야인 법의곤충학(medicolegal entomology)은 곤충을 이용하여 시신의 최소사후경과시간(minimum post-mortem interval, PMI-min)을 추정하는데 주로 이용된다.

[0003] 특히 검정파리과(Calliphoridae) 파리들은 시신에 가장 빨리 찾아오는 곤충 중 하나로, 최소사후경과시간을 추정하는 지표로 자주 사용된다. 한국에서 검정파리과(Calliphoridae)와 쉬파리과(Sarcophagidae)는 시신에서 관찰되는 파리 중 80% 이상을 차지한다. 파리는 시신에 매우 빠른 시간 내에 접근하기 때문에, 유충(larvae)의 성장속도를 이용하여 최소사후경과시간을 추정하는데 용이하다. 유충의 성장속도는 온도 및 파리 종에 따라 달라지므로 파리 종을 분류하는 것은 사후경과시간을 추정하는데 매우 중요하다.

[0004] 파리 성충의 형태학적인 종 동정은 많은 연구가 진행되었지만, 유충의 형태학적 특징을 이용한 종 동정에 대한 연구는 충분하지 않다. 또한 알, 유충, 또는 번데기를 성체로 키운 후 형태학적 특징을 식별하는 것은 많은 시간이 소요되었고, 잘 훈련된 곤충학자가 수행해야 하므로 현장에서의 적용에 어려움이 있었다. 분자생물학적 식별 방법으로는 미토콘드리아의 시토크롬 c 산화효소 I번 아단위(cytochrome c oxidase subunit I; COI) 유전자를 이용한 DNA 바코딩 및 염기서열을 통한 종 동정 방법이 있다. 하지만 이 기법은 DNA 검사 장비 및 전문 연구원이 필요할 뿐만 아니라 오랜 시간이 소요되는 단점으로 인해 현장에서 사용하기에는 비효율적일 수 있다.

[0005] 이러한 단점을 보완하기 위해서는 시간이 많이 소요되는 DNA 실험 또는 성충의 형태학적 식별법이 아닌, 전문지식 없이도 간단하게 할 수 있는 유충의 형태학적 특징을 이용한 분류 기준이 필요하다. 그러나 기존에 알려진 유충의 형태학적 특징은 성충보다 종간의 분류 기준이 더욱 모호한 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록공보 제10-2099457호(2020.04.03)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 일 구체예에 따르면, 검정파리과(Calliphoridae) 파리의 3령 유충 후기문의 제2슬릿이 향하는 방향 사이의 각도를 측정함으로써 시식성 곤충인 검정파리과 파리를 분류하는 방법 및 이를 수행하는 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 양상은 검정파리과(Calliphoridae) 파리의 3령 유충(third instar larvae) 후기문의 영상을 준비하는 단계; 제2슬릿이 향하는 방향 사이의 각도를 측정하는 단계; 상기 각도에 따라 검정파리과를 분류하는 단계를 포함하는 검정파리과 파리의 분류 방법을 제공한다.

[0009] 상기 분류 방법은 제2슬릿이 향하는 방향 사이의 각도를 기준으로 하며, 기존 형태학적 분류 기준으로 제시된 바 없는 새로운 방법이다. 상기 방법에 의하면 비전문가도 실체현미경(stereomicroscope)만으로 간단하고 신속하게 아종, 속, 또는 종을 분류할 수 있기 때문에 현장 접근성과 활용도가 우수하다.

[0010] 상기 검정파리과 파리는 국내 주요 시식성(necrophagous) 파리로써, 구체적으로 Calliphorinae에 속하는 *Calliphora vicina*, *Calliphora lata*, 및 *Triceratopyga calliphoroides*; Chrysomyinae에 속하는 *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya pinguis*, 및 *Phormia regina*; Luciliinae에 속하는 *Lucilia sericata*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*일 수 있다. 상기 검정파리과 파리는 한국에 서식하는 파리일 수 있다.

[0011] 용어 '령'은 나이를 의미한다. 알에서 갓 부화한 유충은 1령, 허물을 한번 벗으면 2령, 허물을 한번 더 벗으면 3령이다. 시신에서 발견되는 유충은 대부분 3령이며 곤충학 또는 법의학 분야의 통상기술자는 크기 등 외관으로 3령 여부를 쉽게 구별할 수 있다.

[0012] 상기 후기문(posterior spiracle)은 유충의 후방 영역에 한 쌍으로 존재하며 각각 3개의 슬릿(respiratory slit)을 포함한다.(도 5 참조) 상기 제2슬릿은 각 후기문에 있는 3개의 슬릿 중 2번째 또는 가운데 슬릿을 의미한다.

[0013] 일 실시예에 따르면, 상기 후기문의 영상은 실체 현미경으로 준비할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 영상은 사진일 수 있다. 후기문의 영상을 준비하는 단계는 본 발명이 속하는 기술분야의 통상기술자에게 잘 알려져 있다. 예를 들면, 유충을 90℃ 내지 100℃의 열수에 10 내지 60초, 20 내지 50초, 또는 30초 이상 침지시켜 열처리하는 단계, 용매에 의한 영상의 반사 혹은 왜곡을 방지하기 위해 건조시키는 단계, 건조한 유충을 실체현미경과 수직 또는 수평을 이루도록 고정하는 단계를 포함하는 방법으로 실시할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0014] 상기 제2슬릿이 향하는 방향은 다양한 방법으로 도출될 수 있다. 예를 들면 슬릿의 장축의 연장선을 기준으로 하거나, 슬릿 양단을 연결하는 직선의 연장선으로 하거나, 슬릿의 일단과 중간 부위를 연결하는 연장선을 기준으로 하거나, 또는 슬릿 형태에서 가장 곡률이 높은 양단을 연결하는 직선의 연장선을 이용할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 도 8에 따르면, Toupview 프로그램 상에서 기준점으로써 각 제2슬릿의 중앙 및 일 말단을 지정하고, 기준점을 연결한 연장선의 각도를 컴퓨터 프로그램으로 측정한 실시예가 개시되어 있다. Toupview 프로그램을 사용한 실시예는 예시이며, 이외에도 다양한 프로그램을 사용할 수 있다.

[0015] 일 구체예에 따르면, 상기 분류는 검정파리 아과(Calliphorinae), 금파리 아과(Luciliinae), 및 띠금파리 아과(Chrysomyinae) 중 어느 하나로 분류하는 것일 수 있다.

[0016] 일 구체예에 따르면, 상기 분류는 각도가 120도 이상이면 검정파리 아과(Calliphorinae), 90 내지 120도면 금파리 아과(Luciliinae), 60 내지 90도면 띠금파리 아과(Chrysomyinae)로 분류하는 것일 수 있다.

[0017] 일 구체예에 따르면, 상기 검정파리과 파리의 분류 방법은 상기 제2슬릿 사이의 거리 및 제2슬릿의 길이를 측정하는 단계; 및 상기 거리/길이의 계산값을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있고, 상기 분류하는 단계는 각도 및 거리/길이의 계산값에 따라 분류하는 것일 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 상기 각도 및 거리/길이의 비율을 모두 고려하면 검정파리과 파리의 분류 정확도를 더 높일 수 있으며, 검정파리 아과(Calliphorinae), 금파리 아과(Luciliinae), 및 띠금파리 아과(Chrysomyinae)의 속 또는 종을 분류할 수 있다. 예를 들면, 각도를 기초로 검정파리 아과(Calliphorinae), 금파리 아과(Luciliinae), 및 띠금파리 아과(Chrysomyinae)를 분류하고, 거리/길이의 계산값을 기초로 각 아과의 하위 속 또는 종을 분류할 수 있으며, 예를 들면 금파리 아과의 Lucilia sericata, Lucilia caesar, 및 Lucilia illustris를 분류; 띠금파리 아과의 Chrysomya속과 Phormia속을 분류; 및 검정파리 아과에서 Calliphora lata와 나머지 종을 분류할 수 있다.

[0019] 상기 제2슬릿 사이의 거리는 다양한 방법으로 측정될 수 있다. 예를 들면 가장 근접한 말단 사이의 거리일 수 있으며(도 5의 B 참조), 또는 제2슬릿의 중심점 사이의 거리일 수 있으나 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0020] 상기 제2슬릿의 길이는 슬릿의 장축의 길이, 슬릿 양단을 연결하는 직선의 길이, 또는 슬릿 형태에서 가장 곡률이 높은 양단을 연결한 직선의 길이일 수 있으나 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0021] 상기 검정파리과 파리의 분류 방법은 종래에 알려져 있던 유충의 전방 영역의 형태학적 분류, 몸통의 형태학적 분류, 또는 후방 영역의 형태학적 분류 방법을 함께 이용함으로써 형태학적 분류의 정확도를 높일 수 있다. 예를 들면, 종래 후방 영역의 형태학적 분류 방법으로 기문륜(peritreme)의 개폐 여부가 널리 이용되고 있었으나, 기문륜이 닫힌 형태인 것으로 알려진 루실리아속 및 칼리포라속에서도 기문륜이 열린 형태인 유충이 존재하거나, 기문륜이 열린 형태인 것으로 알려진 *P. regina*에서도 닫힌 형태인 유충이 존재하므로, 본 발명의 방법을 함께 고려하면 분류의 정확도를 높일 수 있다.

[0023] 다른 양상은, 검정파리과의 3령 유충 후기문의 영상 데이터를 입력하는 단계; 상기 입력된 영상 데이터에서 후기문의 제2슬릿의 형태를 출력하는 단계; 상기 출력된 제2슬릿의 형태로부터 방향을 검출하는 단계; 상기 검출된 방향 사이의 각도값을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 각도값으로 검정파리과 파리를 분류하는 단계를 포함하는 검정파리과 파리의 분류 방법을 제공한다.

[0024] 상기 영상 데이터는 실체 현미경으로 생성할 수 있으나 특별히 한정되는 것은 아니다. 상기 영상 데이터는 예를 들면 DICOM, TIFF, JPG, PNG 등 그림 파일 형식으로 준비될 수 있다.

[0025] 상기 제2슬릿의 형태 출력, 방향 검출, 및 각도 측정은 통상기술자에게 알려진 방법으로 실시할 수 있다.

[0026] 예를 들면 상기 제2슬릿의 형태 출력, 방향 검출, 및 각도 측정은 ImageView 소프트웨어 (MII)를 이용하여 실시할 수 있다.

[0027] 또 다른 예를 들면 상기 제2슬릿의 형태 출력, 방향 검출, 및 각도 측정은 캐니 외곽(canny edge) 추출 알고리즘, 윤곽(contour) 검출 알고리즘, 및/또는 허프 변환(hough transform) 알고리즘을 이용하여 실시할 수 있다. 캐니 외곽 추출 알고리즘에 의하면 후기문 및 슬릿의 외곽 라인을 추출할 수 있다. 윤곽 검출 알고리즘에 의하면 외곽 라인의 연결된 영역을 검출하고, 이로부터 연결 영역의 넓이 및 모양 정보를 이용하여 제2슬릿의 영역을 인식할 수 있다. 허프 변환 알고리즘에 의하면 상기 인식된 제2슬릿의 영역을 직선으로 변환하여 각도를 측정할 수 있게 한다. 상기 캐니 외곽 추출 알고리즘에 의한 실시 이전에 노이즈를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0028] 상기 측정된 각도로 검정파리과 파리를 분류하는 단계는 기입력된 분류 정보를 기초로 분류하는 것일 수 있다. 분류의 내용 및 분류 기준은 상술한 내용을 참고하여 이해될 수 있다.

[0029] 상기 검정파리과 파리의 분류 방법은 상기 제2슬릿 사이의 거리 및 제2슬릿의 길이를 측정하는 단계; 및 상기 거리/길이의 계산값을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있고, 상기 분류하는 단계는 각도 및 거리/길이의 계산값에 따라 분류하는 것일 수 있다.

[0031] 또 다른 양상은, 검정파리과 파리 유충 후기문의 영상 데이터로부터 후기문의 제2슬릿의 형태를 인식하는 형태 인식부; 상기 인식된 제2슬릿의 형태에서 방향을 검출하는 방향 검출부; 상기 검출된 방향이 이루는 각도값을 측정하는 각도 측정부; 및 상기 측정된 각도로 검정파리과 파리를 분류하는 분류부를 포함하는 검정파리과 파리의 분류 장치를 제공한다.

[0032] 상기 검정파리과 파리의 분류 장치는 상기 인식된 제2슬릿의 형태로부터 제2슬릿 사이의 거리 및 제2슬릿의 길이를 측정하는 측정부; 및 상기 거리/길이의 계산값을 산출하는 계산부를 더 포함할 수 있고, 이 경우 상기 분류부는 상기 각도 및 거리/길이의 계산값에 따라 분류하는 것일 수 있다.

[0033] 상기 분류 장치에 대한 자세한 내용은 상술한 내용을 기초로 이해될 수 있다.

발명의 효과

[0034] 일 구체예에 따른 검정파리과 파리의 분류 방법을 이용하면, 성충의 형태학적 분류 기준 또는 DNA 검사 방법을 사용하는 것보다 신속하게 파리를 분류할 수 있고, 이로부터 얻은 정보를 기초로 법의학적 수사에 도움을 줄 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 실체현미경을 통해 관찰한 3령 유충의 사진이다. A는 몸통, B는 두부-인두골격(cephalo-pharyngeal skeleton, CPS 또는 cephaloskeleton로도 지칭), C는 전기문(anterior spiracle), D는 가시(spines), E는 후기문(posterior spiracle)이다. 의두(pseudocephalon)는 유충의 머리 부분을 통틀어 일컫는 용어이며, 머리 부분의 연조직을 제거하면 드러나는 단단한 형태의 조직을 두부-인두골격(cephaloskeleton)으로 지칭한다.

도 2는 형태학적 검사를 위해 준비된 유충의 예를 나타낸 것이다. (Tuccia, Giordani et al. 2016) a는 큐티클(cuticle, 각피로 지칭될 수 있음) 천공의 위치, b는 형태학적 분석을 위한 절단 위치의 예, c는 유충의 등 부분의 절단 예이다.

도 3은 광학 현미경으로 관찰한 3령 유충의 부위를 나타낸 것이다. A는 후기문(posterior spiracle), B는 spine, C는 cephaloskeleton, D는 전기문(anterior spiracle)이다.

도 4는 실시예의 실험과정을 개략적으로 나타낸 것이다. 유충을 실체현미경으로 관찰하여 후기문의 슬릿 각도로 분류하고, 그 결과를 연조직을 이용한 DNA 검사 결과 및 각피로 제작한 슬라이드를 광학 현미경으로 관찰한 결과와 비교하여 정확도를 검증하였다.

도 5는 일 실시예에 따른 ABS 및 DBS의 측정방법이다. 도 5의 A에서 후기문의 슬릿은 아래에서 위로 번호를 매겼다. 사진의 아래는 배쪽(ventral)이고, 위쪽은 등쪽(dorsal)이다. 각도는 서로 대칭되는 슬릿의 방향이 이루는 각도를 측정한다. 도 5의 B에서 a는 슬릿의 길이, b는 슬릿 사이의 거리이다. DBS는 b/a로 계산되었다. a는 슬릿의 장축의 길이 또는 양단을 연결하는 직선거리일 수 있다. b는 슬릿의 안쪽 말단을 연결하는 직선거리일 수 있다.

도 6은 검정파리과에 속하는 Calliphora, Triceratopyga, Lucilia, Chrysomya, Phormia의 ABS 평균값을 비교한 결과이다. ABS에 의해 검정파리과의 아과를 분류할 수 있다. 각도 1(angle 1)은 1번째 슬릿쌍의 각도를 측정한 것이고, 각도 2(angle 2)는 2번째 슬릿쌍의 각도를 측정한 것이고, 각도 3(angle 3)은 3번째 슬릿쌍의 각도를 측정한 것이다. 특히 각도 2는 90도를 기준으로 (1) calliphorinae 및 luciliinae, (2) chrysomyinae 2개 그룹으로 나뉘었다.

도 7은 검정파리과에 속하는 파리들의 DBS 측정 결과를 나타낸 것이다. Se는 *Lucilia sericata*, Il은 *Lucilia illustris*, Ca는 *Lucilia caesar*, Pi는 *Chrysomya pinguis*, Mg는 *Chrysomya megacephala*, Re는 *Phormia regina*, La는 *Calliphora lata*, Vi는 *Calliphora vicina*, Cl은 *Triceratopyga calliphoroides*이다. DBS 분석 결과에 따르면 calliphorinae, luciliinae, chrysomyinae 세 종류의 아과에 속하는 종들이 분류 가능한 것으로 확인되었다.

도 8은 Toupview 프로그램을 이용하여 슬릿의 ABS를 측정하는 과정을 나타낸 것이다. 도 8의 A는 2개의 제2슬릿의 중앙점 및 일 말단을 지정한 4개의 점의 좌표(point1의 X 및 Y, point2의 X 및 Y, point3의 X 및 Y, point4의 X 및 Y) 및 measurements 메뉴의 angle(4 point) 측정 기능을 이용하여 각도값을 얻는 과정을 나타낸 것이고, 도 8의 B는 Toupview에서 결과값이 출력된 화면을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하 하나 이상의 구체예를 실시예를 통해 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 하나 이상의 구체예를 예시적으로 설명하기 위한 것으로 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0038] **실시예 1: 샘플 수집**

[0039] 국내에서 채취한 12종의 시식성 검정파리과(Calliphoridae) 및 쉬파리과(Sarcophagidae) 파리의 3령(third instar) 유충을 사용하였다. 이들 12종의 파리는 국내 주요 시식성(necrophagous) 파리이다.

[0040] 샘플들은 주로 경기도, 인천, 서울, 부산, 경상북도의 법의학적 조사 사건에서 고려 대학교 법의학 연구소 및 국립과학수사원에서 실시한 법의학적 부검을 통해서 얻었으며, 그 외 아산 경찰 수사원의 돼지 사체 실험, 고려대학교의 생장율 결정을 위한 사육 실험 등을 통해서도 얻은 샘플들도 일부 포함되어 있다.

[0041] 검정파리과에 속하는 종들은 *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Calliphora lata* (Coquillett, 1898), *Triceratopyga calliphoroides* (Rohdendorf, 1931), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *Chrysomya pinguis* (Walker, 1858), *Phormia regina* (Meigen, 1826), *Lucilia sericata* (Meigen, 1826), *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758), 및 *Lucilia illustris* (Meigen, 1826) 9종이다.

[0042] Sarcophagidae 에 속하는 파리는 *Sarcophaga crassipalpis* (Macuart, 1838), *Sarcophaga peregrina* (Robiuneau-Devoidy, 1830), 및 *Sarcophaga dux* (Thomson, 1869) 3종이다. (표 1)

[0043] 지방 경찰청 사건에서 얻은 유충들은 70% 에틸 알코올에 바로 담가서 보관하였으며, 다른 유충들은 물에 30초 이상 열탕 처리하고 70% 에탄올에 담가서 보관하였다.

표 1

Families	Genera	Species	Collection sites	Accession Numbers
Calliphoridae	*Calliphora*	*Calliphora lata*	Incheon, Gyeonggi, Busan	EU880183-EU880187
		Calliphora vicina	Seoul, Gyeonggi, Busan, KU	EU880188-EU880192
	Triceratopyga	*Triceratopyga calliphoroides*	KU	EU880176-EU880179
	Chrysomya	*Chrysomya megacephala*	Incheon, Gyeonggi	KM873618-KM873619
		Chrysomya pinguis	Incheon, Seoul, KPIA	KM873620-KM873621
	Phormia	*Phormia regina*	Incheon, Gyeonggi KU	MK509944-MK509949
	Lucilia	*Lucilia sericata*	Incheon, Gyeonggi, Seoul, KU	EU880208-EU880212
		Lucilia caesar	Gyeonggi, KU	EU880193-EU880196
		Lucilia illustris	Incheon, Gyeonggi, KU	EU880197-EU880205
Sarcophagidae	*Sarcophaga*	*Sarcophaga crassipalpis*	Gyeonsang, KU	JX861409-JX861412
		Sarcophaga peregrina	Gyeonsang, Busan	KJ420597-KJ420599
		Sarcophaga dux	Gyeonsang, Busan	JX861474-JX861475

*KU: Korea University, KPIA: Korea Police Investigation Academy

[0044]

[0046] **실시예 2: 실체현미경을 통한 형태학적 관찰**

[0047] 형태학적 관찰을 위해 ECMOS05300KPA 디지털 카메라(Sony, Konan, Japan)가 장착된 SZX10 실체현미경(Olympus, Tokyo, Japan)을 사용하였다. 몸통의spinose band, 후방(posterior) 영역 및 전방(anterior) 영역을 관찰했다.

[0048] 후방 영역은 주로 돌기(papillae) 및 후기문(posterior spiracle)을, 전방 영역은 주로 전기문(anterior spiracle) 및 의두(pseudocephalon)을, 몸통의 spinose band에서는 spine의 형태를 영상화하였다.

[0049] 상기 데이터는 ImageView 소프트웨어 (MII)를 사용하여 분석되었다 (도 1). 분석 오류를 방지하기 위해 샘플을 70% EtOH에서 분리하고 30 분 동안 건조하였다. 분석 후, -20℃의 70% EtOH에서 보관했다. 형태학적 검사를 위한 유충의 준비는 도 2를 참고로 진행하였다.

[0051] **실시예 3: 분자 바코드를 이용한 종 확인**

[0052] 정확한 종 식별을 위해 후방 영역을 절단하거나 곤충 몸통을 쪼개서 얻은 3령 유충의 연조직을 이용하여 DNA 바코드를 확인하였다(그림 2).

[0053] 제조업체의 프로토콜에 따라 Exgene ™ Tissue SV mini Kit (GeneAll, 서울, 대한민국)를 사용하여 게놈 DNA를 추출했다. DNA 농도는 NanoDrop 2000c 분광 광도계(Thermo Fisher Scientific, Wilmington, Delaware, USA)를 사용하여 측정하였다. COI 유전자의 뉴클레오티드 서열을 분석한 이전 연구에서 채택된 범용 프라이머 쌍 (F1 및 R3)을 사용하여 DNA 바코드를 통해 종을 식별하였다(Park, Zhang et al. 2009). 증폭된 영역은 tRNA-Cys부터 COI 유전자의 뉴클레오타이드 710까지를 포함한다. COI의 상류 측면 영역(upstream flanking region)을 제거한 후, 계통 발생 분석을 통한 종 식별을 위해 뉴클레오티드 서열(길이 약 650bp)을 정렬했다. ChromasPro 2.1.8.(오스트레일리아 사우스 브리즈번 소재의 Technelysium Pty Ltd)는 전기 영동도 검사에 사용되었다. 실험에 사용 된 샘플의 나머지 큐티클(cuticle)은 70 % EtOH에서 -20 ℃에 보관하였다.

[0055] **실시예 4: 광학 현미경을 통한 형태학적 관찰**

[0056] 분자 바코드 후, 10% NaOH를 사용하여 큐티클에서 남은 조직을 제거한 다음 80 %, 90 %, 100 % 및 100 % EtOH 내에서 각각 2 분 동안 연속적으로 배양하였다. 탈수된(dehydrated) 큐티클을 자일렌(xylene)에 2 분 동안 고정하고 오가노/리모넨 마운트(organo/limonene mount)를 사용하여 슬라이드를 제작하였다. DP72 디지털 카메라(올림푸스)가 장착된 BX51 광학 현미경(올림푸스)이 관찰에 사용되었다 (도 3). 형태학적 세부 사항을 확인하기 위

해 마운트된 슬라이드가 사용되었다.

[0058] 전체적인 실험과정을 도 4에 나타내었다. 요약하자면, 실체현미경으로 유충을 관찰하고, 연조직을 분리하여 COI 유전자 분석하고, 남아있는 큐티클을 슬라이드로 제작하여 광학현미경으로 관찰하였다.

[0060] **실시예 5: 슬릿 사이의 각도 및 거리**

[0061] 후기문(posterior spiracle)의 양쪽(bilateral) 대칭된 슬릿쌍(slits)이 이루는 각도를 ABS(angle between slit)으로 명명하였다.(도 5A) 각각의 속마다 측정된 ABS 값은 하기 표에 나타내었다. 하기 슬릿 1, 슬릿 2, 슬릿 3은 후기문에 있는 3개의 슬릿을 배쪽(Ventral)부터 등쪽(Dorsal)으로 번호를 매긴 것이다.

[0062] 구체적인 ABS 관찰 결과는 하기 표 2 내지 표 10에 기재되어 있다.

[0064] 하기 표 2는 *Calliphora lata*의 ABS 측정 결과이다.

표 2

[0065]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
La-135	151.17°	108.26°	80.93°
La-149	148.18°	110.98°	83.62°
La-C-1-1	165.67°	129.57°	87.87°
La-C-1-2	170.52°	139.07°	108.34°
La-C-1-3	164.48°	130.33°	105.39°
La-C-1-5	171.25°	139.99°	107.73°
La-C-1-4	163.48°	131.47°	82.86°
La-C-1-6	163.03°	122.78°	83.72°
La-C-1-13	150.31°	106.32°	78.29°
La-C-1-14	163.11°	120.15°	87.35°
La-C-1-19	150.11°	105.8°	76.74°
La-348	171.06°	143.8°	109.43°
La-349	174.09°	129.38°	89.69°
평균	162.0353846	124.4538462	90.92
범위	148.18~174.09	105.8~143.8	76.74~109.43

[0067] 하기 표 3은 *Calliphora vicina*의 ABS 측정 결과이다.

표 3

[0068]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
Vi-190	164.31°	123.31°	79.77°
Vi-192	145.68°	114.16°	89.18°
Vi-193	156.79°	127.92°	105.38°
Vi-194	159.26°	127.23°	107.23°
Vi-195	167.2°	138.63°	101.43°
Vi-C-2-11	175.69°	143.89°	124.91°
Vi-c-2-12	187.08°	147.58°	121.67°
Vi-C-2-17	157.12°	120.25°	83.68°
Vi-C-2-19	170.17°	140.91°	107.28°
Vi-C-2-20	160.81°	125.09°	85.45°
Vi-350	166.39°	125.37°	89.09°
Vi-351	146.01°	126.41°	80.9°
Vi-363	166.24°	138.11°	114.4°
평균	163.2884615	130.6815385	99.25923077

범위	145.68~187.08	114.16~147.58	79.77~124.91

[0070] 하기 표 4은 *Triceratopyga calliphoroides*의 ABS 측정 결과이다.

표 4

[0071]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
C1-221	164.51°	132.21°	110.88°
C1-222	153.69°	116.31°	96.42°
C1-223	171.98°	131.23°	107.32°
C1-224	160.04°	132.06°	114°
C1-225	156.54°	123.51°	100.15°
C1-226	160.71°	130.05°	109.25°
C1-227	159.03°	120.79°	88.35°
C1-228	170.1°	135.79°	110.44°
C1-229	152.08°	118.33°	100.08°
C1-230	170.68°	124.14°	97.66°
C1-360	155.96°	136.26°	102.08°
C1-361	154.51°	124.34°	103.18°
평균	160.82	127.09	103.32
범위	152.08~171.98	116.31~136.26	88.35~114.00

[0073] 하기 표 5는 *Lucilia sericata*의 ABS 측정 결과이다.

표 5

[0074]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
Se-180	139.16°	99.04°	82.43°
Se-181	140.3°	107.15°	80.43°
Se-182	133.97°	93.49°	68.29°
Se-185	138.6°	104.19°	81.34°
Se-187	140.75°	106.82°	82.75°
Se-188	142.35°	103.41°	75.73°
Se-199	124.81°	94.98°	78.69°
Se-358	123.69°	92.47°	68.77°
Se-359	127.93°	94.51°	77.61°
Se-375	150.54°	96.53°	69.85°
Se-376	147.68°	99.48°	78.63°
평균	137.2527273	99.27909091	76.77454545
범위	123.69~150.54	92.47~107.15	68.29~82.75

[0076] 하기 표 6은 *Lucilia illustris*의 ABS 측정 결과이다.

표 6

[0077]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
I1-197	136.07°	104.77°	68.18°
I1-200	147.96°	108.57°	77.22°
I1-201	143.81°	103.7°	66.43°
I1-203	154.51°	108.3°	71.7°
I1-205	139.28°	103.19°	75.09°
I1-206	137.21°	99.75°	68.86°

I1-207	144.83°	103.12°	70.01°
I1-208	135.94°	97.98°	67.33°
I1-209	150.35°	115.05°	78.11°
I1-370	156.49°	117.96°	78.55°
I1-371	150.84°	116.72°	81.4°
I1-372	141.34°	109.67°	77.01°
평균	144.8858333	107.3983333	73.32416667
범위	135.94~156.49	97.98~117.96	66.43~81.4

[0079] 하기 표 7은 *Lucilia caesar*의 ABS 측정 결과이다.

표 7

[0080]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
Ca-204	142.26°	100.14°	65.34°
Ca-251	154.26°	111.73°	78.06°
Ca-259	146.04°	101.79°	66.57°
Ca-262	151.78°	112.21°	76.22°
Ca-264	143.75°	99.08°	64.45°
Ca-267	154.37°	99.71°	60.47°
Ca-269	148.76°	107.69°	76.52°
Ca-270	144.25°	109.3°	80.47°
Ca-364	146.71°	107.11°	72.42°
Ca-365	144.3°	104.88°	74.77°
평균	147.648	105.364	71.529
범위	142.26~154.37	99.08~112.21	60.47~80.47

[0082] 하기 표 8은 *Chrysomya megacephala*의 ABS 측정 결과이다.

표 8

[0083]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
Mg-6	105.16°	62.2°	34.07°
Mg-12	99.01°	50.25°	22.39°
Mg-13	98.38°	62.78°	33.7°
Mg-14	109.59°	62.05°	37.3°
Mg-105	98.47°	61.87°	36.02°
Mg-107	89.81°	57°	36.75°
Mg-108	93.13°	53.18°	31.9°
Mg-109	98.89°	62.89°	33.83°
Mg-112	103.65°	61.05°	27.3°
Mg-355	107.71°	74.46°	41.26°
Mg-356	112.43°	77.2°	46.41°
Mg-357	108.66°	72.34°	35.17°
Mg-368	92.42°	61.55°	33.18°
Mg-369	111.05°	68.7°	36.22°
평균	102.0257143	63.39428571	34.67857143
범위	89.81~112.43	50.25~77.2	22.39~46.41

[0085] 하기 표 9는 *Chrysomya pinguis*의 ABS 측정 결과이다.

표 9

[0086]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
Pi-25	105.24°	68.62°	42.46°
Pi-29	98.06°	68.62°	48.33°
Pi-34	95.22°	66.49°	41.23°
Pi-35	110.49°	75.05°	50.96°
Pi-111	100.97°	66.74°	38.78°
Pi-113	104.25°	67.03°	44.68°
Pi-115	111.14°	63.29°	36.29°
Pi-116	95.35°	67.44°	47.68°
Pi-120	112.12°	69.88°	38.08°
Pi-128	103.76°	63.05°	39.41°
Pi-130	107.38°	73.75°	35.08°
Pi-231	121.17°	77.37°	50.28°
Pi-232	101.88°	63.26°	37.45°
Pi-234	115.57°	76.76°	53.32°
Pi-236	106.89°	67.16°	42.06°
Pi-237	118.69°	80°	53.59°
Pi-238	113.78°	71.27°	48.57°
Pi-239	115.09°	80.09°	50.15°
Pi-240	104.57°	62.8°	42.06°
Pi-241	107.52°	70.87°	43.03°
Pi-242	117.18°	75.07°	47.7°
Pi-243	122.55°	82.86°	55.21°
Pi-244	119.43°	82.17°	52.81°
Pi-245	126.15°	76.52°	45.99°
Pi-352	113.44°	74.04°	44.48°
Pi-353	115.52°	74.26°	47.01°
Pi-354	117.01°	81.11°	50.36°
평균	110.3859259	72.05814815	45.4462963
범위	95.22~126.15	62.8~82.86	35.08~55.21

[0088] 하기 표 10는 *Phormia regina*의 ABS 측정 결과이다.

표 10

[0089]

No.	Slit1	Slit 2	Slit 3
Re-65	118.7°	77.06°	42°
Re-68	122.11°	76.57°	49.3°
Re-69	128.29°	86.79°	63.52°
Re-79	102.9°	66.36°	43.86°
Re-80	117.9°	73.64°	43.59°
Re-210	124.48°	81.76°	55.97°
Re-211	122.86°	83.97°	49.04°
Re-212	125.47°	81.56°	47.82°
Re-213	121.09°	70.26°	38.49°
Re-214	110.81°	70.36°	43.3°
Re-215	114.97°	72.59°	51.56°
Re-216	124.51°	86.68°	49.73°
Re-217	113.9°	70.43°	32.49°
Re-218	114.52°	66.57°	33.44°
Re-219	124.48°	81.76°	55.97°
Re-366	115.19°	81.1°	41.75°
Re-367	123.81°	82.74°	44.69°
평균	119.1758824	77.07058824	46.26588235

범위	102.9~128.29	66.36~86.79	32.49~63.52

[0091] 각각의 속(genus)은 유사한 범위의 ABS를 나타냄을 확인하였다. 특히 두 번째 슬릿쌍이 이루는 ABS는 두꼬리검정파리속(Triceratopyga), 검정파리속(Calliphora), 및 금파리속(Lucilia)(이들 셋은 검정파리과(Calliphoridae)이며, 두꼬리검정파리속(Triceratopyga) 및 검정파리속(Calliphora)은 검정파리아과(calliphorinae)에 속하고, 금파리속(Lucilia)은 금파리아과(luciliinae)에 속함)에서는 둔각(obtuse angle)을 나타낸 반면, 검정금파리(Phormia)속 및 띠금파리속(Chrysomya)속(이들 둘은 검정파리과(Calliphoridae)이며, chrysomyinae 아과에 속함)은 예각(acute angle)을 나타내었다. (도 6 참조) 따라서 검정파리과에서 두번째 슬릿쌍이 이루는 ABS가 90도를 초과하면 Triceratopyga속, Calliphora속, 또는 Lucilia속으로 분류할 수 있고, 90도 이하면 Phormia속 또는 Chrysomya속인 것으로 분류할 수 있다.

[0092] 두꼬리검정파리속과 검정파리속은 일반적으로 ABS값이 120도를 초과하는 반면, 금파리속은 90 내지 120도의 범위였다. 띠금파리속은 일반적으로 60 내지 90도 범위였으며, 검정금파리속은 일반적으로 70내지 90도였다.

[0093] 동일한 속 내의 다른 종들의 ABS 범위는 유사하였다. 검정파리아과(Calliphorinae)에 속하는 두꼬리검정파리속과 검정파리속은 ABS의 범위가 유사하였고, 띠금파리아과(chrysomyinae subfamily)에 속하는 띠금파리속 및 검정금파리속은 ABS의 범위가 유사하였다. 이러한 결과는 검정파리과(Calliphoridae family)에 속하는 주요 아과 중 3개 이상의 아과를 분류할 수 있음을 나타낸다.

[0095] DBS(Distance Between Slit) 지수(factor)는 두번째 슬릿쌍의 최단 거리 및 두번째 슬릿의 길이 사이의 비율로 정의되었다.(도 5B) DBS 결과에 따르면 *C. lata*는 모든 유충에서 1.5 미만으로 관찰되었다.(하기 표 12 참조) *C. vicina*는 거의 모든 유충에서 2.0 이상으로 관찰되었다.(하기 표 18 참조) 따라서, *C. lata*와 *C.vicina*를 구분하기 위한 기준값은 1.5로 결정될 수 있다.

[0096] DBS 측정결과, Chrysomya속의 종들(Pi, Mg)은 DBS값이 비슷하였다. 그러나 Chrysomya속과 Phormia속은 DBS값이 차이가 있었다. Calliphorinae 아과에서는 Calliphora lata종이 다른 Calliphora속과 유의한 차이가 있었다. Luciliinae에 속하는 세종류의 종은 DBS 값의 차이가 있었다.

[0097] 특히, 밀접하게 관련된 두 자매종 쌍 사이의 DBS를 비교한 결과 붉은빰검정파리(Vi, Calliphora vicina) 및 큰검정파리(La, Calliphora lata), 그리고 금파리(Ca, Lucilia caesar) 및 연두금파리(Il, Lucilia illustris) 사이에 유의한 차이가 있었다. 그러나 또 다른 한 쌍의 자매종인, 큰검정빰금파리(Pi, *Chrysomya pinguis*) 및 검정빰금파리(Mg, *Chrysomya megacephala*) 사이에서는 DBS의 유의한 차이를 나타내지 않았다.(도 7 참조)

[0098] DBS의 구체적인 관찰결과는 하기 표 11 내지 표 19에 기재되어 있다.

[0099] 하기 표 11은 *Lucilia sericata*의 DBS 측정 결과이다.

표 11

[0100]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
Se-180	142.84	267.82	1.874965
Se-181	119.08	240.01	2.015536
Se-182	132.46	233.17	1.760305
Se-183	128.72	224.11	1.741066
Se-184	137.57	280.34	2.037799
Se-185	133.96	264.09	1.971409
Se-186	144.97	273.47	1.88639
Se-187	134.32	258.12	1.92168
Se-188	132.57	261.5	1.972543
Se-189	116.52	183	1.570546
Se-199	125.87	225.62	1.792484
Se-358	136.56	253.28	1.854716
Se-359	129.5	266	2.054054
Se-375	130.43	242.03	1.855631

Se-376	129.32	241.13	1.864599

[0102] 하기 표 12은 *Lucilia caesar*의 DBS 측정 결과이다.

표 12

[0103]

Ca	a(px)	b(px)	Ratio
Ca-202	162.79	142.76	1.140305
Ca-204	172.82	153.64	1.124837
Ca-251	163.2	139.79	1.167465
Ca-259	140.36	130.48	1.07572
Ca-262	185	139.63	1.32493
Ca-264	174	133.54	1.30298
Ca-267	148.66	134.54	1.10495
Ca-269	257.07	217.71	1.180791
Ca-270	266	209.4	1.270296
Ca-300	161.01	145.34	1.107816
Ca-364	167	145.21	1.150059
Ca-365	147.03	145.06	1.013581
Ca-373	172.29	137.57	1.252381

[0105] 하기 표 13은 *Lucilia illustis*의 DBS 측정 결과이다.

표 13

[0106]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
I1-200	223.01	122.07	1.826903
I1-201	160.2	121.02	1.323748
I1-203	195.37	120.43	1.62227
I1-205	185	124.54	1.485467
I1-206	162.31	133.3	1.217629
I1-207	157.89	135.96	1.161297
I1-208	181.22	115.97	1.562646
I1-209	176.41	124.53	1.416606
I1-246	177.01	134.4	1.317039
I1-247	182.7	125.9	1.451152
I1-248	190.04	124.34	1.52839
I1-250	198	133.45	1.483702
I1-252	207	124.85	1.65799
I1-253	202.36	119.27	1.696655
I1-254	179	120.6	1.484245
I1-256	173.14	121.82	1.421277
I1-257	209	120.77	1.730562
I1-258	179.1	127.64	1.403165
I1-260	169.58	135.95	1.24737
I1-261	182.62	125.26	1.457928
I1-263	184.39	130.38	1.414251
I1-265	172.1	123	1.399187
I1-266	163.15	110.21	1.480356
I1-268	169.24	129.03	1.311633
I1-370	200.06	119.47	1.674563
I1-371	182.02	120.74	1.507537
I1-372	198.12	111.66	1.774315

[0108] 하기 표 14은 *Chrysomya pinguis*의 DBS 측정 결과이다.

표 14

[0109]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
Pi-231	214.56	214.46	1.000466
Pi-232	261.23	221.93	1.177083
Pi-233	238.05	169.29	1.406167
Pi-234	236.03	220.91	1.068444
Pi-235	233.05	178.28	1.307213
Pi-236	264.32	231.68	1.140884
Pi-237	238.76	208.6	1.144583
Pi-238	260	212.85	1.221518
Pi-239	242.03	202.73	1.193854
Pi-240	252.01	218.55	1.1531
Pi-241	213.11	203.67	1.046349
Pi-242	252.03	208.66	1.20785
Pi-243	266.07	191.64	1.388384
Pi-244	227.08	199.41	1.138759
Pi-245	227.27	203.3	1.117905
Pi-282	303.01	243.56	1.244088
Pi-352	221.33	212.05	1.043763
Pi-353	273.41	231.29	1.182109
Pi-354	238.35	217.95	1.093599

[0111] 하기 표 15는 *Chrysomya megacephala*의 DBS 측정 결과이다.

표 15

[0112]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
Mg-273	279.15	202.43	1.378995
Mg-274	250.07	193	1.295699
Mg-275	270.19	224.56	1.203197
Mg-276	295.29	226.31	1.304803
Mg-277	281.03	245.84	1.143142
Mg-278	262.01	217.3	1.205752
Mg-279	260.19	224.51	1.158924
Mg-280	259	221.62	1.168667
Mg-281	298	229.14	1.300515
Mg-283	235.54	217.51	1.082893
Mg-284	285.03	221.52	1.286701
Mg-285	265.05	191.23	1.386027
Mg-355	288.14	258.88	1.113025
Mg-356	234.08	202.73	1.154639
Mg-357	263.19	237.54	1.107982
Mg-368	234.05	213.21	1.097744
Mg-369	308.47	245.2	1.258034

[0114] 하기 표 16은 *Phormia regina*의 DBS 측정 결과이다.

표 16

[0115]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
Re-210	179.25	253.86	1.416234
Re-211	168.15	234.09	1.39215
Re-212	174.27	272.62	1.564354
Re-213	177.56	262.25	1.476966
Re-214	175.35	253.14	1.443627
Re-215	177.99	264.01	1.483286
Re-216	166.83	213.15	1.277648
Re-217	160.1	273.31	1.707121
Re-218	156.4	243.99	1.560038
Re-219	157.04	238.31	1.517511
Re-366	189.76	237.02	1.249051
Re-367	171.13	251.03	1.466897

[0117] 하기 표 17은 *Calliphora lata*의 DBS 측정 결과이다.

표 17

[0118]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
La-C1-1	177.48	138.31	1.283204
La-C1-2	175.41	124.34	1.410729
La-C1-3	171.57	133.99	1.280469
La-C1-4	170.75	139.53	1.223751
La-C1-5	173.05	134.18	1.289685
La-C1-6	193.66	144.06	1.344301
La-C1-7	143.35	152.43	0.940432
La-C1-8	176.05	133.46	1.319122
La-C1-9	190.07	147.25	1.290798
La-C1-10	150.16	136.85	1.09726
La-C1-11	184.53	140.98	1.308909
La-C1-12	163.01	137.44	1.186045
La-C1-13	178.04	141.83	1.255306
La-C1-15	186.19	140.06	1.329359
La-C1-16	186.19	140.06	1.329359
La-C1-20	175.23	119.2	1.47005
La-348	215.04	173.42	1.239995
La-349	226.5	164.2	1.379415

[0120] 하기 표 18은 *Calliphora vicina*의 DBS 측정 결과이다.

표 18

[0121]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
Vi-C2-11	99.72	220.51	2.211292
Vi-C2-12	96.57	235.42	2.437817
Vi-C2-15	102.22	208.35	2.038251
Vi-C2-16	113.22	253.55	2.239445
Vi-C2-17	97.95	214.01	2.18489
Vi-C2-19	107.34	248.82	2.318055
Vi-C2-20	94.02	206.09	2.19198
Vi-190	101.98	316.51	3.103648
Vi-191	108.71	268.81	2.472726

Vi-192	109.4	265.01	2.422395
Vi-193	130.03	327.12	2.515727
Vi-194	108.47	299.71	2.763068
Vi-195	104.1	269.76	2.591354
Vi-350	103.45	291	2.812953
Vi-351	121.46	277.35	2.283468
Vi-363	102.79	232.02	2.257223

[0123] 하기 표 19은 *Triceratopyga calliphoroides*의 DBS 측정 결과이다.

표 19

[0124]

No.	a(px)	b(px)	Ratio
C1-221	89.69	195.63	2.18118
C1-222	83.19	207.06	2.489001
C1-223	89.05	216.01	2.425716
C1-224	103.82	201	1.936043
C1-225	83.52	233.19	2.792026
C1-226	90.25	213.47	2.365319
C1-227	96.18	239.17	2.486692
C1-228	91	194.25	2.134615
C1-229	97.69	217.81	2.229604
C1-230	82.22	227.32	2.764777
C1-360	93.01	214	2.300828
C1-361	92.13	250.01	2.713665
C1-362	91.05	221.04	2.427677
C1-377	76.92	240.25	3.123375

[0126] 상기 실험결과를 종합하면, ABS와 DBS를 이용함으로써 검정파리과의 아과, 종, 또는 속을 식별할 수 있다.

[0127] 하기 표 20에 ABS 및 DBS를 이용한 분류 기준을 정리하였다.

표 20

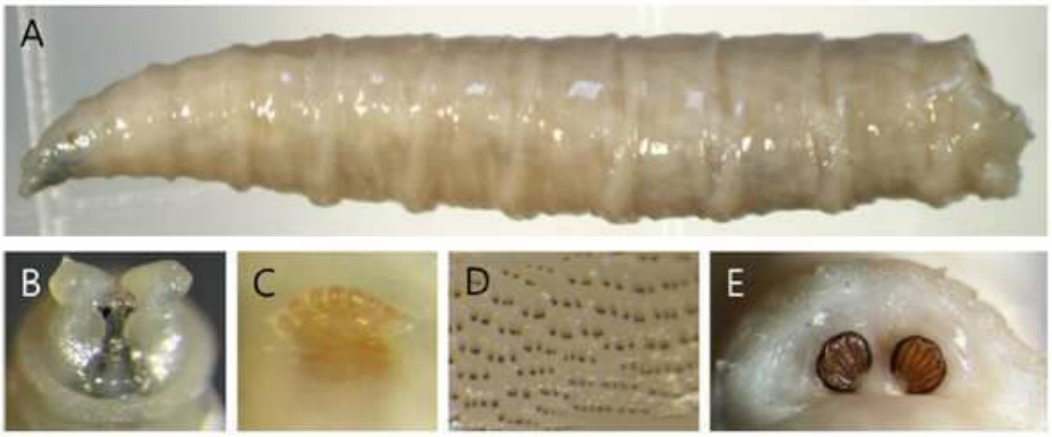
[0128]

	ABS	DBS
Calliphora lata	Obtuse (120<)	1<DBS<1.5
Calliphora vicina	Obtuse (120<)	2≤DBS< 3
Triceratopyga calliphoroides	Obtuse (120<)	2≤DBS< 3
Chrysomya megacephala	Acute (60~90)	1.2<DBS<1.4
Chrysomya pinguis	Acute (60~90)	1.1<DBS<1.3
Phormia regina	Acute (70~90)	1.4<DBS<1.6
Lucilia sericata	Obtuse (90~120)	1.8<DBS≤2.0
Lucilia caesar	Obtuse (90~120)	1<DBS<1.3
Lucilia illustris	Obtuse (90~120)	1.4<DBS<1.7

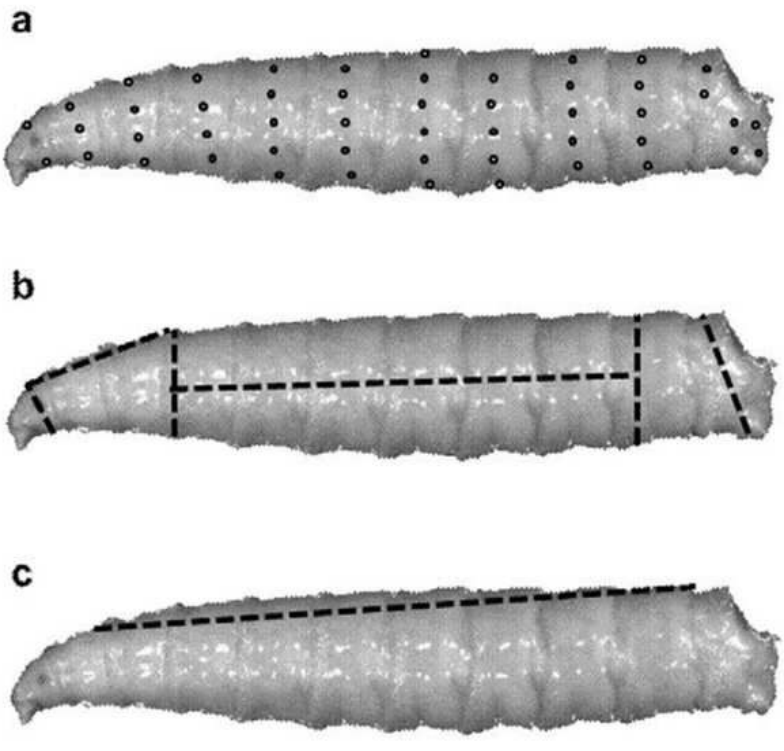
[0129] 종래 연구에서 사용된 식별키는 주로 기문륜(peritreme)의 개폐 여부였다. 이는 띠금파리(chrysomyinae) 아과를 다른 아과와 구별하는데 효과적이었다. 그러나 일부 유충은 기문륜의 형태를 정확히 관찰하기 어려운 문제가 있었고, 기문륜이 닫힌 형태인 것으로 알려진 금파리속 및 검정파리속에서도 기문륜이 열린 형태인 유충이 존재하거나, 기문륜이 열린 형태인 것으로 알려진 *P. regina*에서도 닫힌 형태인 유충이 상당수 발견되는 문제가 있었다. 본 발명의 ABS 및 DBS는 검정파리과의 분류, 특히 띠금파리 아과, 검정파리 아과, 및 금파리 아과를 분류하는데 효과적이었으므로, 본 발명의 ABS 및 DBS에 따른 분류를 이용하면 분류의 정확도를 높일 수 있다.

도면

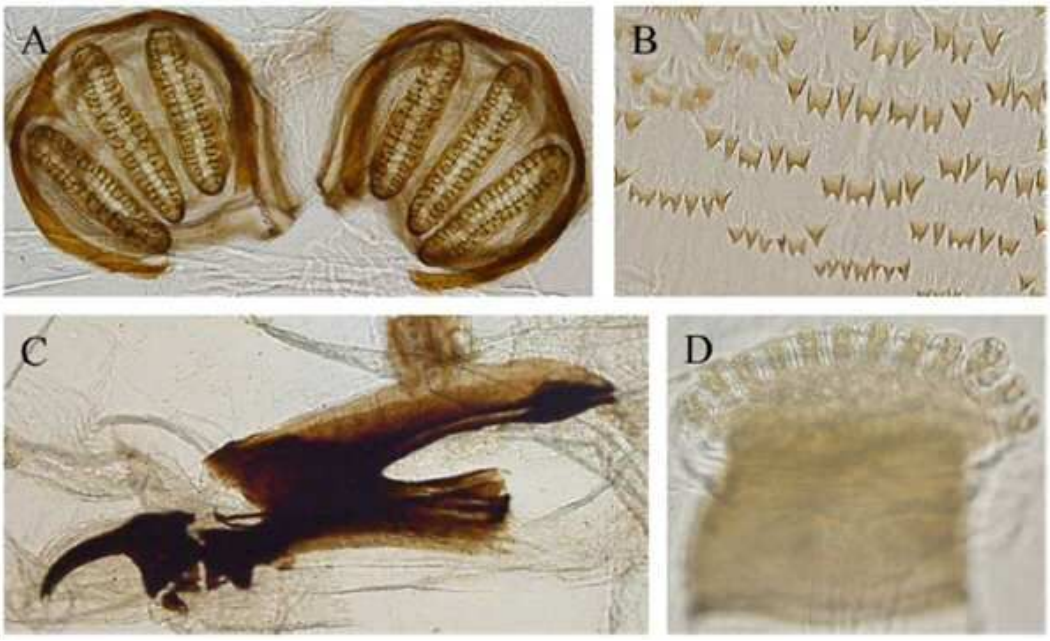
도면1



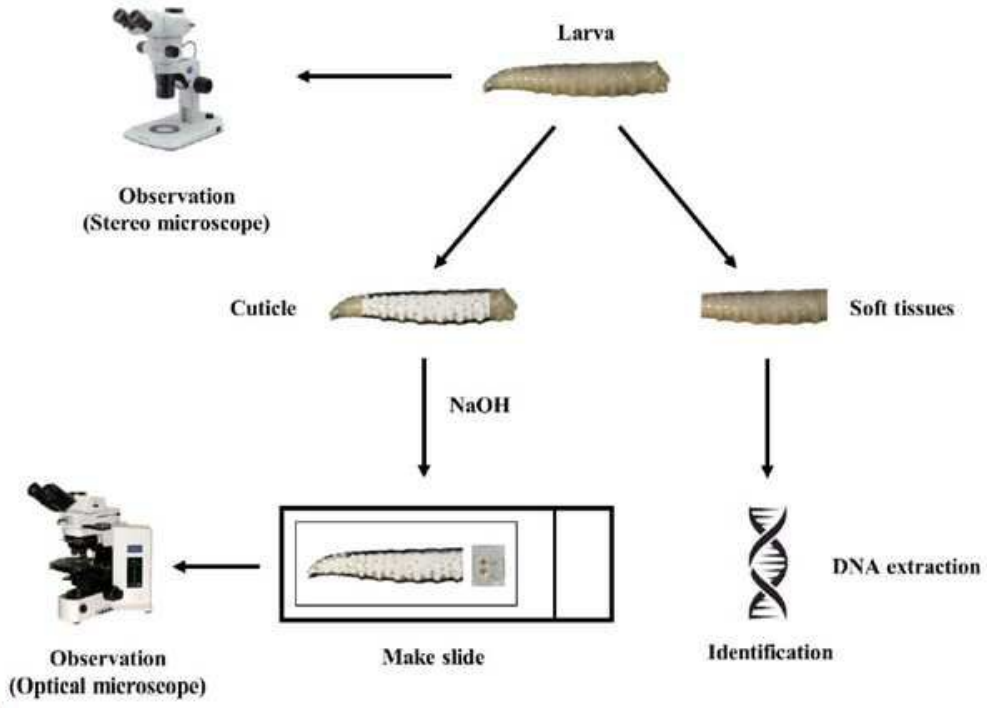
도면2



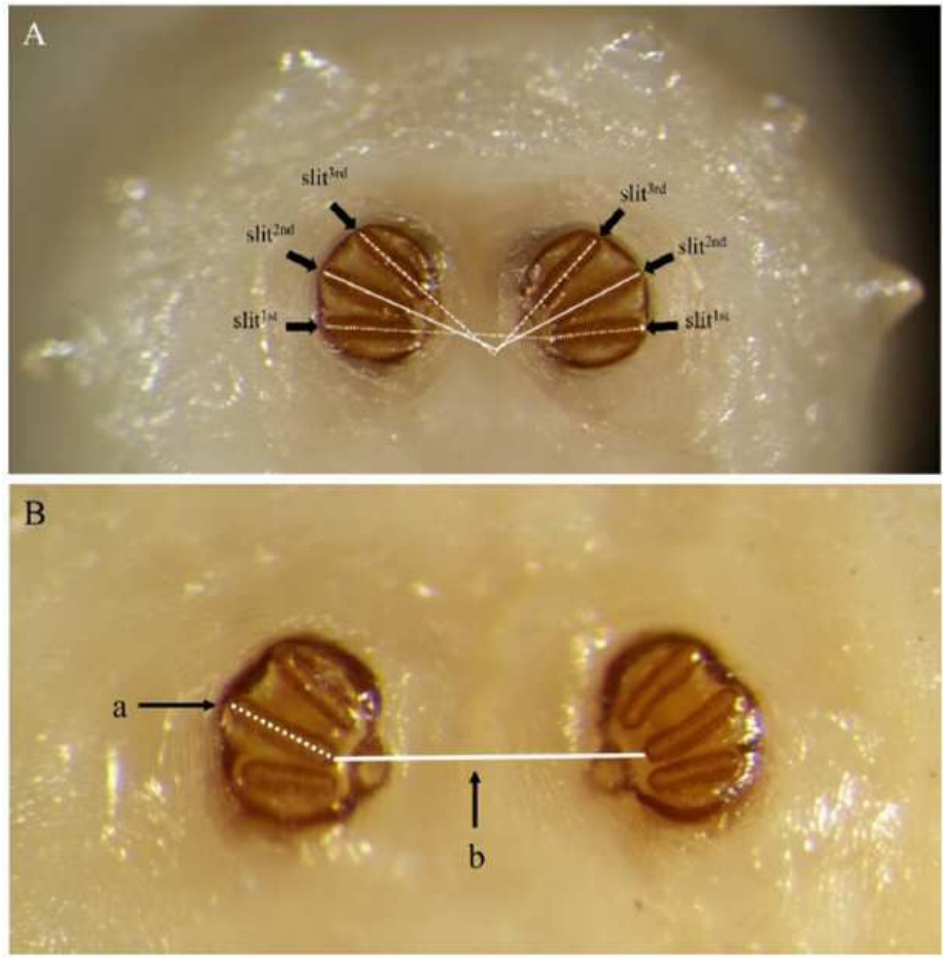
도면3


A
B
C
D

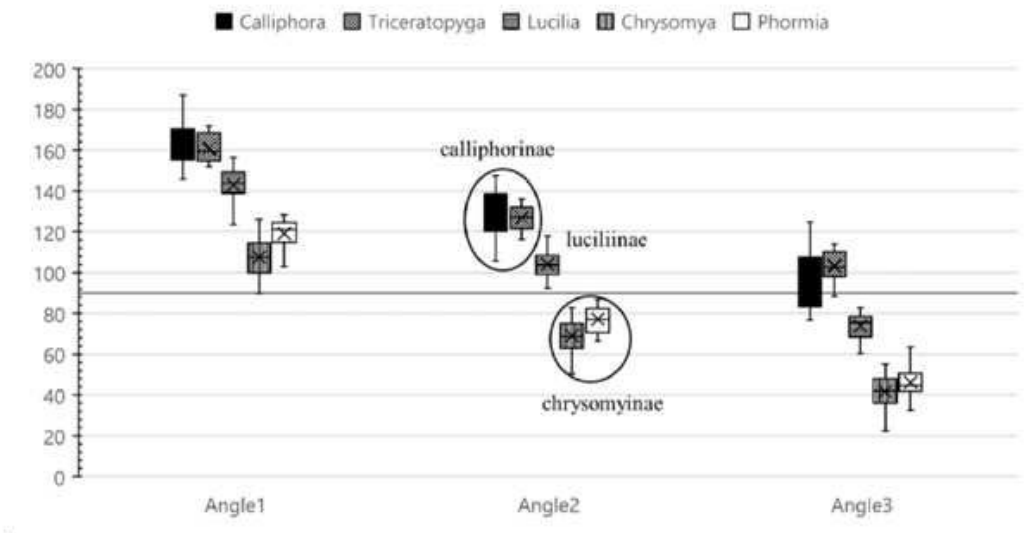
도면4


Larva
Observation
(Stereo microscope)
Cuticle
Soft tissues
NaOH
DNA extraction
Observation
(Optical microscope)
Make slide
Identification

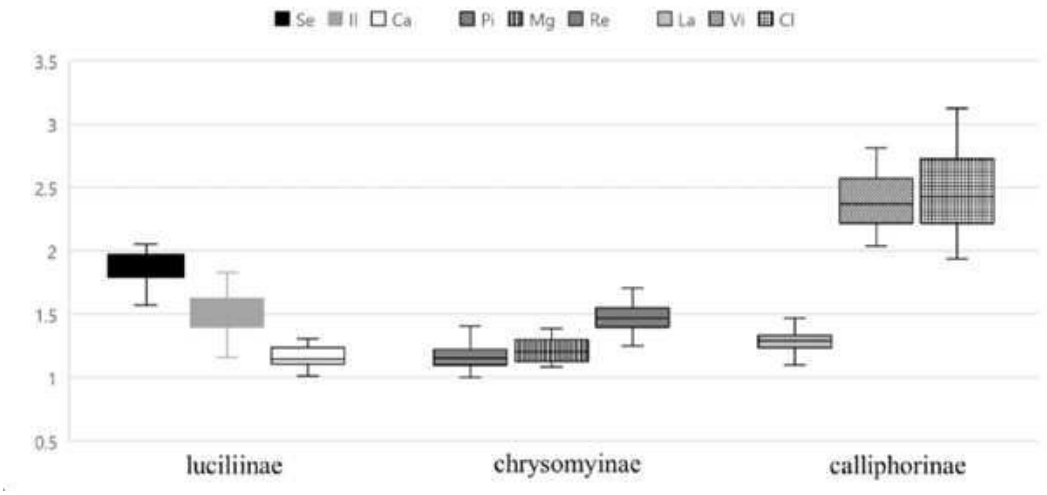
도면5


A
slit3rd
slit2nd
slit1st
slit3rd
slit2nd
slit1st
B
a
b

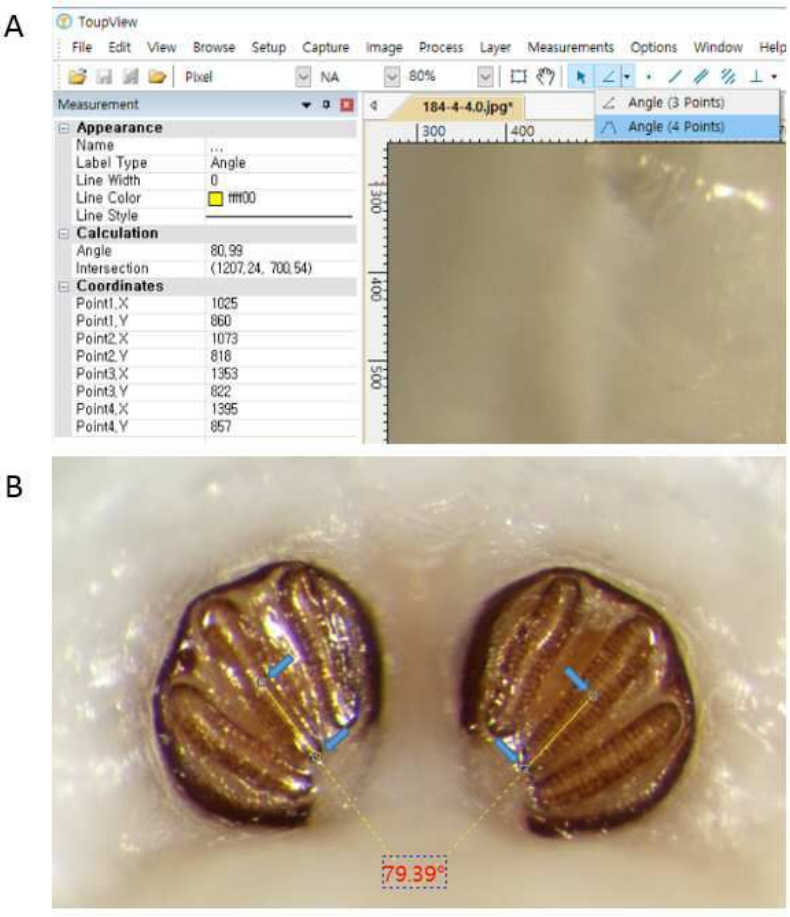
도면6


Calliphora
Triceratopyga
Lucilia
Chrysomya
Phormia
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
calliphorinae
luciliinae
chrysomyinae
Angle1
Angle2
Angle3

도면7


Se
Il
Ca
Pi
Mg
Re
La
Vi
Cl
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
luciliinae
chrysomyinae
calliphorinae

도면8


A
ToupView
File Edit View Browse Setup Capture Image Process Layer Measurements Options Window Help
Pixel
NA
80%
Measurement
Appearance
Name
Label Type Angle
Line Width 0
Line Color ffff00
Line Style
Calculation
Angle 80.99
Intersection (1207.24, 700.54)
Coordinates
Point1.X 1025
Point1.Y 860
Point2.X 1073
Point2.Y 818
Point3.X 1353
Point3.Y 822
Point4.X 1395
Point4.Y 857
184-4-4.0.jpg*
Angle (3 Points)
Angle (4 Points)
300
400
500
B
79.39°