

# 절지동물의 분류를 위한 단계적인 분류 학습 프로그램 개발

박기석<sup>1</sup>, 윤경숙<sup>2</sup>, 전상학<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교, 서울특별시 151-742

<sup>2</sup>잠신고등학교, 서울특별시 138-222

## Development of Sequential Classification Program for Arthropods Taxonomy

Ki-Seok Park<sup>1</sup>, Kyung Sook Yoon<sup>2</sup> and Sang-Hak Jeon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University, Seoul 151-742

<sup>2</sup>Jamsin High School, Seoul 138-222

### 요약

생물의 다양성은 유전자, 생물종, 생태계의 세 단계 다양성을 종합한 개념으로, 생명의 궁극적인 원천이며 인간과 생태계 등을 유지하는 필수적인 자원이다. 이러한 생물 다양성 보전을 위해서는 생물들을 분류하여 생물들에 대한 최대한의 정보를 확보하는 것이 중요하다. 본 연구의 목적은 생물 다양성에 가장 기여도가 큰 절지동물을 재료로 분류 단원의 수업 자료를 제공하는데 있다. 이에 분류의 기초, 절지동물의 구조관찰, 분류의 실제에 대해 3 단계 수업프로그램을 개발하였다. 첫 단계에는 수나사와 암나사 8종과 가상의 생물 감징어(Carminalcules) 16종을 통해 분류기를 찾고, 계통도를 작성하는 분류의 기초방법을 익히는 프로그램을 개발하였다. 둘째 단계에는 메뚜기와 새우를 세밀하게 관찰하여 각 구조별 기능을 유추하여 절지동물의 특징을 살펴보는 프로그램을 개발하였으며, 셋째 단계에는 곤충의 33개 목 중 주변에서 흔히 볼 수 있고 뚜렷한 특징을 보이는 6 종의 곤충과 그 외의 절지동물 6종의 사진을 카드로 만들어 분류기와 계통도를 작성하는 실제 분류 프로그램을 개발하였다. 이상의 수업 자료들은 중학교 1학년 과정의 생물의 구성과 다양성 단원에 적용할 수 있고, 상위 학년의 분류 및 진화 관련 학습 자료를 개발하는데 기초가 될 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어** : 생물다양성, 절지동물, 계통도, 분류기

### 서론

동물계에서 가장 많은 종수를 차지하고 있는 곤충의 무리는 절지동물문에 속한다. 절지동물은 동물계 전체의 3/4을 차지하는 큰 분류군으로 현재 100만 종 이상이 알려져 있다(한국동물분류학회, 2003). 이는 지구상 동물종수의 80% 이상을 차지한다. 그 중 85%는 곤충류(나비, 파리)이고, 나머지는 협각류(거미, 전갈), 갑각류(게, 새우), 다지류(지네, 노래기) 등이 포함되어 있다. 이들은 바닷물, 민물, 땅 위나 땅속의 어느 곳에서도 발견할 수 있을 정도로 지구 상 넓은 지역에 분포하고 있고, 또한 형태적으로나 기능적으로 다양성을 보인다. 이처럼 지구상

의 생태계의 큰 비중을 차지하는 절지동물은 연구적 가치뿐만 아니라 식품, 농업, 보건위생, 관상용 등 다양한 분야에서 인간과 밀접한 관계를 맺고 있다. 모기, 진드기 등과 같은 곤충들은 우리에게 병을 옮길 수 있는 해로운 것으로 인식되어 위생을 위해 박멸해야 하는 대상으로 보고 있다. 반면 미국노랑초파리와 같은 곤충들은 생물학 연구에서 아주 중요한 실험동물로 이용되고 있어서 인간에게 유용한 곤충으로 인식된다. 그리고 곤충의 직접적인 이용이 아니라 곤충의 뛰어난 능력의 구조와 기능을 모방하는 연구인 생체모방공학(Biomimetics)도 현대에 각광을 받고 있다(김완두, 2008).

이렇게 절지동물에 속하는 다양한 생물들은 지구상의 생명의 다양성과 생물자원으로 중요성이 부각되고 있지만 학교 현장에서 이들에 대한 연구는 그렇게 활발하지 못한 편이다. 생

\* 교신저자: jeonsh@snu.ac.kr

• 2010년 8월 7일 접수, 2011년 2월 25일 수정, 2011년 4월 4일 통과

물 교과서의 곤충에 대한 연구는 제 5차 교육과정에서 제 6차 교육과정으로 넘어가는 시기에, 초·중·고 생물교과서를 대상으로 한 광범위한 연구와 김성수(1999)에 의한 제 6차 교육과정의 고등학교 생물교과서를 대상으로 한 연구가 있었다. 그러나 이러한 연구는 단순히 교과서에 나오는 곤충의 조사에 지나지 않았다. 최근에는 교과서에 실린 곤충류 사진에 대한 동정과 목별 분류 및 관련 교과 내용에 대한 연구가 이루어지고 있다(이영보, 2004; 장성홍, 2005). 하지만 이들 연구 역시 교과서 내의 곤충에 대한 기초연구이며 이들을 이용한 교육프로그램에 대한 연구는 거의 없는 편이었다. 이에 본 연구에서는 곤충류를 포함한 절지동물에 대한 이해를 돕고 이들을 실제로 분류할 수 있는 능력을 키워주는 프로그램 개발에 관심을 가지게 되었다.

학교의 과학수업에서 분류는 공통되는 성질에 따라 사물을 종류별로 구분하는 활동으로 정의 내려지고 있다. 특히 SAPA (Science-A Process Approach)에서는 분류를 탐구 과정 요소 중 기초 탐구 요소로 보고 있으며, 동효관과 신영준(2003)은 분류에서 가장 중요한 요소 중의 하나는 기준을 명확히 제시하고 그 기준에 따라 종류별로 나누는 것이라고 하였다. 이것은 특히 생물학 연구에서도 다양한 생물들을 효율적으로 이해할 수 있도록 도와주며, 생물학의 제 분야를 연구하는데 중요한 기초적인 정보를 제공해 준다. 현재 우리나라의 교육과정에서 분류 활동은 비교적 저학년에서부터 다루고 있다. 2009 개정교육과정에서 분류는 주변에서 쉽게 구할 수 있는 여러 가지 생물을 관찰하고 해부하여 특징을 찾아낼 수 있고, 동물과 식물들을 체계적인 기준에 따라 분류하는 것을 평가 기준으로 삼고 있다. 2009 개정교육과정에서는 생명과학II의 단원 III. 생물의 진화에서 생명의 기원과 다양성에서 생물분류체계를 다루고 있다(교육과학기술부, 2009(2009 문헌이 2개임)). 그러나 중학교 과학이나 고등학교 생명과학II에서 공통적으로 다른 단원에서 제공되는 자료해석이나 실험 및 탐구활동이 결여된 채 암기 위주의 주입식 방법으로 분류를 학습해 온 결과 분류학과 관련된 생물의 다양성에 대한 개념이나 생물의 진화적 계통을 가르치는 것은 매우 어려운 과제가 되어 왔다. 이에 생물 분류 학습에 효과적인 웹 기반 학습 자료를 개발하고(이현주와 김영수, 2002), 과학 창의성 향상을 위한 고등학교 생물 분류 단원의 수업 프로그램을 개발하거나(장지은 외, 2005), 생물 계통수 생성의 사고 과정 모형을 개발하기도 하였다(조은미 외, 2005). 이러한 다양한 노력에도 불구하고 생물의 다양성과 환경은 대다

수의 고교 교사들이 가장 가르치기 어려운 단원으로 생각하고 있다. 이러한 이유로는 단원이 교과서 후반부에 있어서 진도나가기 급하고, 대입수능시험 출제 비율이 낮으며, 내용이 다양하고 어려우며 교실에서 학생들에게 설명하기 곤란한 내용이기 때문이며, 이를 보완할 수업 자료의 개발도 요구되어 왔다(유해미와 김재근, 2006). 절지동물문은 제 7차 교육과정의 초·중·고등학교 과학교과서(생물)에 목 수준에서 총 34종이 나타났으며, 절지동물의 곤충류, 협각류, 다지류에서 골고루 나타난 것을 보였다. 또한 초등학교 교과서에 가장 많은 빈도를 나타낸 것으로 보고되었다(이영석, 2005). 이처럼 학생들이 일찍부터 절지동물을 사진 등을 통해 접할 수 있어 분류 학습 프로그램에 좋은 소재가 될 수 있었다.

본 연구의 목적은 현장에 적용할 수 있는 절지동물 분류를 위한 3단계 분류 프로그램을 개발하는 것이다. 1단계는 분류에 대한 기본적인 이해를 도울 수 있는 모델을 이용한 탐구활동을 제공하는 것이며, 2단계와 3단계는 절지동물의 구조적 이해하고, 이를 이용하여 실제적인 분류를 하는 수업으로 구성되어 있다. 프로그램의 구성은 CPS 모델을 활용하여 학생들이 분류 과정에서 창의적으로 분류에 대한 문제를 해결할 수 있도록 하였으며 서울대학교 과학영재센터 과학기초반 학생에게 예비적용 후 분류 활동 프로그램을 수정하였다.

## 연구내용 및 방법

### 연구 내용

본 연구에서는 동물의 분류를 이해할 수 있는 학습 프로그램을 3단계로 나눠서 구성하였다. 1단계는 분류의 기초를 위한 일반적인 탐구활동으로 구성하였다. 이미 알려진 분류 학습 프로그램을 CPS 모형에 맞게 수정하여 2가지 탐구활동으로 구성되어 있다. 이를 통해 분류하는 방법 및 실제 분류에 대한 방법을 연습하도록 하였다. 2단계와 3단계는 실제 절지동물의 분류를 위한 활동을 포함하고 있다. 특히 절지동물은 몸의 구조가 복잡하여 이들의 구조를 이해하지 않고는 다양한 동물에서 실제 분류하기가 쉽지 않다. 그래서 2단계 수업에서는 대표적인 절지동물을 선택하여 이들의 구조를 관찰하고 이들의 구조를 이해하는 수업으로 구성되어 있다. 곤충류와 갑각류의 외부와 내부의 구조를 학생들이 자세히 관찰하여 발표하도록 하여 학생들이 구조를 숙지하도록 하였다. 마지막 3단계는 학생들이

표 1. 절지동물 분류를 위한 3단계 수업 프로그램의 개요.

단 계	수업 활동	CPS 단계		수업전략	학습할 개념
1. 분류의 기초	왜 분류를 하는가	관심영역발견		발산수렴적사고	생물의 다양성
	〈탐구활동1〉 나사의 분류 조별 발표 및 토의	자료발견 문제발견	문제의 이해	발산적사고	
	〈탐구활동2〉 감징어의 분류 조별 발표 및 토의	아이디어발견	아이디어 생성	발산적사고	분류키 계통도
2. 분류의 기초가 되는 구조의 관찰	메뚜기의 관찰 조별 발표 및 토의	관심영역발견 자료발견 문제발견		발산수렴적사고	곤충류와 갑각류의 공통점과 차이점
	새우의 관찰 조별 발표 및 토의	아이디어발견	아이디어 생성	발산적사고 /수렴적사고	
3. 분류의 실제	생물의 분류	자료발견 문제발견	문제의 이해	발산수렴적사고	생물의 다양성 곤충의 분류키 절지동물
	〈탐구활동1〉 절지동물의 계통도 작성	아이디어발견	아이디어 생성	발산적사고	
	〈탐구활동2〉 곤충의 계통도 작성	아이디어발견	아이디어 생성	발산적사고	
	조별 발표 및 토의	해결발견 수용발견	행위를 위한계획	발산적사고 /수렴적사고	

다양한 절지동물을 분류해보는 탐구 활동이다. 실제로 다양한 절지동물의 실물을 학생들에게 제공하는 것이 가장 좋지만 이것은 학교 현장에 적용하기 힘들며 이를 대신할 방법으로 다양한 절지동물의 특징을 관찰할 수 있는 사진을 바탕으로 곤충카드를 제작하여 이를 가지고 분류 할 수 있도록 구성하였다. 표 1은 CPS 모형으로 개발된 프로그램의 개요를 보여준다.

**프로그램 개발**

1단계 수업 프로그램

재료 및 기구

나사 8종, 감징어 그림 자료(Gendron, 2000), 가위, 풀, A3 용지, 우드락, 투명테이프, 매직펜

탐구 방법

학생들은 5명인 1개조로 조별로 활동하였다. 1개조별 8 종의 나사(수나사, 암나사)가 제공되었으며, 감징어의 그림은 가위, 풀과 함께 별도용지로 제공되었다. 학생들은 수나사와 암나사 그리고 감징어를 이용하여 분류에 필요한 특징을 추출하여

우선 큰 그룹으로 나누고 다시 세부적인 특징들을 기준으로 나누었다. 큰 그룹을 둘로 나눌 수 있는 분류의 기준이 되는 특징을 분류키라고 하였으며, 이러한 분류 기준을 바탕으로 그룹을 나누는 것을 도표로 작성하여 생물들의 계통도를 그리게 하였다.

탐구 활동

탐구 활동 1. 암나사와 수나사를 이용한 계통도 만들어보기

- ① 그림 1과 같은 암나사와 수나사를 철물점에서 구입하여 공구 상자에 담아둔다.  
6번의 형태는 철물점에서 구입이 어려워 가운데 구멍이 있는 원형을 구입하였다.  
이들은 모두 공통 조상으로부터 만들어졌다고 가정한다.
- ② 조별 토론을 통해 유연관계를 판별할 수 있는 키(분류키)를 파악한다.
- ③ 가장 가까운 것들과 더 먼 관계인 것들은 어느 것인지 토의한다.
- ④ 조별 토의를 기초로 하여 이원분류표를 만들어 분류해보고, 계통도를 작성해 본다.
- ⑤ 조별로 발표를 한다.

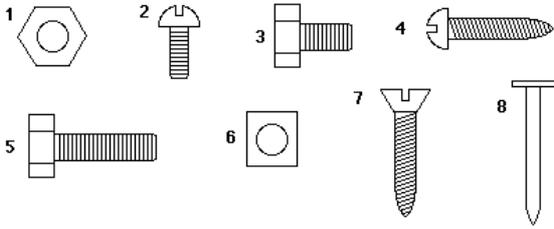


그림 1. 탐구활동 1에 사용된 암나사와 수나사.

탐구 활동 2. 잠정어를 이용한 계통도 만들어보기

- ① 그림 2와 같은 가상의 동물인 잠정어 그림을 준비한다. 이들은 모두 공통 조상으로부터 만들어졌으며, 오랜 시간 지나오면서 각 부분의 구조들이 조금씩 변화하였다고 가정한다.
- ② 조별 토론을 통해 친척 관계를 판별할 수 있는 키(분류 키)를 파악한다.
- ③ 가장 가까운 것들과 더 먼 관계인 것들은 어느 것인지 토의한다.
- ④ 조별 토의를 기초로 하여 이원분류표를 만들어 분류해보고, 계통도를 작성해 본다.
- ⑤ 조별로 발표를 한다.

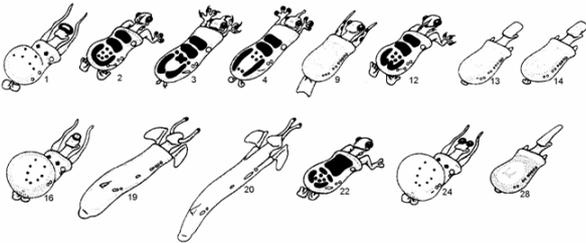


그림 2. 탐구활동 2에 제공된 가상의 동물(잠정어).

## 2단계 수업 프로그램

재료 및 기구

메뚜기(액침표본, 생물나라), 새우, 해부기 세트, 해부접시, 핀, A3 용지, 고무장갑, 마스크, 증류수, 확대경(또는 해부현미경), 투명테이프

메뚜기는 국내에서 발견되는 것보다 크기가 큰 고정된 것을 구입하여 이용한다. 포르말린 액침표본은 경우 교사가 알코올과 물로 씻어서 학생들에게 포르말린이 제거된 상태에서 제공할 수 있도록 하고, 새우는 부속지가 모두 붙어 있는 크고 싱싱한 것을 이용한다.

## 탐구 방법

탐구 활동은 먼저 메뚜기와 새우의 외형 관찰부터 시작한다. 돋보기 및 해부 현미경을 이용하여 외부의 형태를 자세히 관찰하여 절지동물 일반적인 외형을 관찰하게 한다. 그리고 핀셋 두 개를 사용하여 앞쪽에서부터 차례대로 관찰로 된 부속지를 모두 떼어낸다. 부속지를 떼어 낼 때 부속지가 붙어 있는 몸의 아래쪽까지 전체 구조를 포함하도록 떼어낸다. 특히 머리와 가슴의 작은 부속지를 떼어 낼 때 손실되지 않도록 조심해야 한다. 종이 위에 떼어낸 부속지를 올려 두고 부속지의 형태에 따라 그 기능이 어떻게 다른지 살펴본다. 부속지 이름을 나열한 표를 만들고 그 부속지가 연결되는 몸의 부분 명칭이나 체절의 번호와 부속지의 기능을 적는다. 메뚜기와 새우의 부속지를 서로 비교하고, 부속지들이 이러한 모습을 지닐 때 어떤 점이 유리한지 생각해본다.

## 탐구 활동

탐구 활동 1. 메뚜기 및 새우의 구조 관찰을 통한 절지동물의 특징 이해

- ① 알코올 속에 보관된 메뚜기를 꺼내어 물로 씻어 냄새를 제거한다.  
새우는 부속지가 모두 붙어 있는 크고 싱싱한 대하를 물에 한 번 씻은 후 해부판에 올려 놓는다.
- ② 돋보기나 실체 현미경을 이용하여 메뚜기와 새우의 외부 구조를 관찰한다. 특히, 날개, 다리의 위치, 모양과 머리, 입, 더듬이, 턱 부분 등을 자세히 관찰한다.
- ③ 호흡 및 생식기관의 구조를 관찰한다.
- ④ 입의 구조를 떼어 내어 젖은 종이 위에 차례대로 늘어놓고, 각 구조들이 어떠한 기능을 하는지 알아본다.
- ⑤ 다른 부속지들도 앞에서부터 뒤로 가면서 차례대로 떼어 늘어놓고 각 구조들이 어떠한 기능을 하는지 알아본다.
- ⑥ 조별 발표를 위해 머리에서 꼬리까지 순서대로 각 부속지를 A3 용지에 부착시킨다.
- ⑦ 준비한 자료를 이용하여 조별 발표 후 자유롭게 토론을 진행한다.

## 3단계 수업 프로그램

재료 및 기구

절지동물 사진카드 12종, 우드락, 투명테이프, 매직펜

탐구 방법

절지동물의 실제 분류에 들어가기 앞서 곤충에 대한 사전 지식이 있는 학생들에게 더욱 흥미를 불러일으키기 위해 열대우림의 곤충들에 대한 동영상(Real Amazing Bugs Collections!) (<http://www.youtube.com/watch?v=pTQZAIuDoTg>)을 보여 주면서 수업을 시작한다. 곤충을 중심으로 한 절지동물 16종의 동물을 그림 카드로 만들어 각 조별로 나누어 주고 실제로 분류하도록 한다. 학생들은 각각 팀(4인 1조)을 결성하여 이들 다양한 곤충 및 절지동물들의 형태적 특성을 관찰하여 상호간의 공통점과 차이점에 대해 토의하고, 토의 결과를 A1 크기의 우드락에 계통도를 그리고, 완성된 계통도의 각 단계의 분류기를 작성하고 이에 대해 발표 및 토론을 한다. 그리고 수업을 마치고 첨단산업에 곤충을 이용하는 예로써 Robug(Biomimetics-Technology Imitates Nature) (<http://www.youtube.com/watch?v=m7RY7Dx09g&feature=related>)와 첩보용 초소형비행물체(US Air Force Flapping Wing Micro Air Vehicle) ([http://www.youtube.com/watch?v=\\_5YkQ9w3PJ4](http://www.youtube.com/watch?v=_5YkQ9w3PJ4))에 대한 동영상을 보여 주면서 수업을 마무리 한다.

탐구 활동

탐구 활동 1 : 절지동물 분류(곤충류, 갑각류, 협각류, 다지류)의 실제

- ① 그림 3과 같은 절지동물 카드 12종을 준비한다.  
이 12종의 절지동물 카드의 앞면에는 사진과 뒷면에는 설명을 첨부하여 같은 크기의 양면으로 출력하여 코팅한

것을 제공하였다. 절지동물 카드의 번호는 임의대로 부여되었다.

- ② 탐구활동 1에서는 1번에서 8번까지 카드를 제공하고 조별 토론을 통해 연관 관계를 판별할 수 있는 키(분류키)를 파악한다.
- ③ 조별로 절지동물을 곤충류, 갑각류, 협각류, 다지류로 분류해본다.
- ④ 조별 토의를 기초로 하여 이원분류표를 만들어 분류해보고, 계통도를 작성해 본다.
- ⑤ 조별로 발표를 한다.

탐구 활동 2 : 곤충 분류의 실제

- ① 그림 3과 같은 절지동물 카드 12종을 준비한다.  
이 12종의 절지동물 카드의 앞면에는 사진과 뒷면에는 설명을 첨부하여 같은 크기의 양면으로 출력하여 코팅한 것을 제공하였다. 절지동물 카드의 번호는 임의대로 부여되었다.
- ② 탐구활동 2에서는 1번, 7번, 9번, 10번, 11번, 12번 총 6장의 카드를 제공하고 조별 토론을 통해 연관 관계를 판별할 수 있는 키(분류키)를 파악한다.
- ③ 곤충들 중에서 가장 가까운 것들과 더 먼 관계인 것들은 어느 것인지 토의한다.
- ④ 조별 토의를 기초로 하여 이원분류표를 만들어 분류해보고, 계통도를 작성해 본다.
- ⑤ 조별로 발표를 한다.



그림 3. 절지동물 및 곤충의 분류에 이용된 12 종류의 절지동물 카드. 각 곤충에 대하여 앞면의 사진과 뒷면의 설명을 보여준다.

### 프로그램 예비 적용

본 연구에서 개발된 프로그램이 학생들에게 적용 가능한 프로그램인지 확인하기 위해 2010학년도 서울대학교 과학영재센터 과학기초반 학생 21명을 대상으로 예비 적용하였다. 각 단계별 3시간으로 수업을 진행하였으며 수업 진행 방법은 위에서 소개한 탐구 방법 및 탐구 절차와 동일하게 진행하였다. 수업 후 학생들이 발표한 결과와 수업 진행 간 학생들이 이해하지 못하는 내용을 바탕으로 프로그램을 수정 보완하였다.

## 연구 결과 및 논의

### 수업 프로그램의 개발

개발된 수업 프로그램은 실제로 다양한 절지동물을 보고 분류를 할 수 있는 능력을 키우는 것을 그 목표로 유기적으로 연관된 3단계의 프로그램으로 구성되어 있다. 그리고 각 단계를 따로 따로 수행하여도 그 프로그램에서 분류에 대한 기초 및 절지동물의 구조를 익힐 수 있도록 각 프로그램은 독립적인 성격도 가지고 있다.

### 1단계 수업 프로그램 : 분류의 기초

1단계 수업 프로그램은 분류에 대한 기본적인 이해를 돕기 위해 개발되었다. 1단계 수업 프로그램은 상징물을 통해 실제 생물에 대한 지식 없이도 분류 활동을 경험할 수 있으며, 사용되는 상징물에 따라 2개의 탐구활동을 포함하고 있다. 탐구활동

표 2. 암나사와 수나사의 분류키(예시).

1a. 구멍이 있다	Go to Question 2
1b. 구멍이 없다	Go to Question 3
2a. 6 면이다	#1
2b. 4 면이다	#6
3a. 나사산이 있다	Go to Que 4
3b. 나사산이 없다	#8
4a. 끝이 뾰족하다	Go to Question 5
4b. 끝이 뾰족하지 않다	Go to Question 6
5a. 머리가 등글다	#4
5b. 머리가 등글지 않다	#7
6a. 머리가 납작하다	Go to Question 7
6b. 머리가 납작하지 않다	#2
7a. 몸체의 길이가 머리폭의 2 배이다	#5
7b. 몸체의 길이가 머리폭의 2 배가 아니다	#3

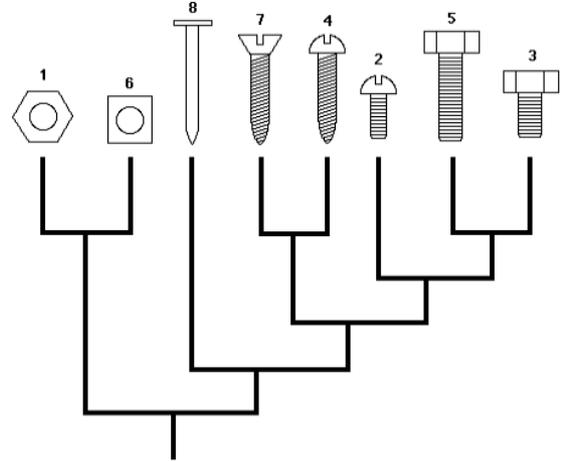


그림 4. 암나사와 수나사의 계통도.

동 1에서는 먼저 실생활에서 흔히 사용하는 다양한 나사를 모델로 사용하였다. 서로 모양이 다른 수나사와 암나사 8종을 분류하고 그들 사이의 유연관계를 파악하였다. 그리고 탐구활동 2에서는 분류 교육을 위해 개발한 가상의 동물 모델을 제공하여 학생들에게 생물의 분류 방법에 대해 생각하도록 하였다. 표 2는 탐구활동 1에서 이용된 나사의 분류에 사용된 분류키 예시이다. 여기서 사용된 첫 번째 분류키는 구멍의 유무이다. 그리고 둘째, 구멍이 있는 것은 6면인가 또는 4면인가로 구분하였다. 구멍이 없는 것은 나사에 나사산이 있는 것과 나사산이 없는 것으로 구분하였다. 셋째, 나사산이 있는 것들은 끝이 뾰족한가? 또는 뾰족한가로 구분하였다. 넷째, 끝이 뾰족한 것들은 머리가 납작한지 또는 그렇지 않은지를 구분하여 분류하였다. 마지막으로 몸체의 길이와 머리 폭과의 비를 고려하여 구분하였다. 이를 이용하여 만든 계통도는 그림 4와 같다.

그리고 탐구활동 2는 가상의 동물의 분류이다. 이때 이 동물들의 분류의 기준이 되는 외형적인 특징은 발가락 수, 발톱, 팔판, 복부의 모양, 입의 모양, 눈의 유무, 눈 자루의 모양 등이며, 이들은 중요한 분류의 기준이 되고 있다. 이러한 가상의 동물 16종은 실제 만들어진 상상 동물의 일부분이다. 따라서 수업을 위해서 만들어 놓은 예시와 다른 분류 방법도 있을 수 있음을 유의해야한다. 분류 수업을 위한 상상의 동물인 캄징어 16 종에 대한 분류키의 예시는 다음 그림 5와 같다.

### 2단계 수업 프로그램 : 메뚜기 및 새우의 구조 관찰을 통한 절지동물의 특징 이해

1단계 수업 프로그램에서 가상의 동물을 분류할 때 우리는

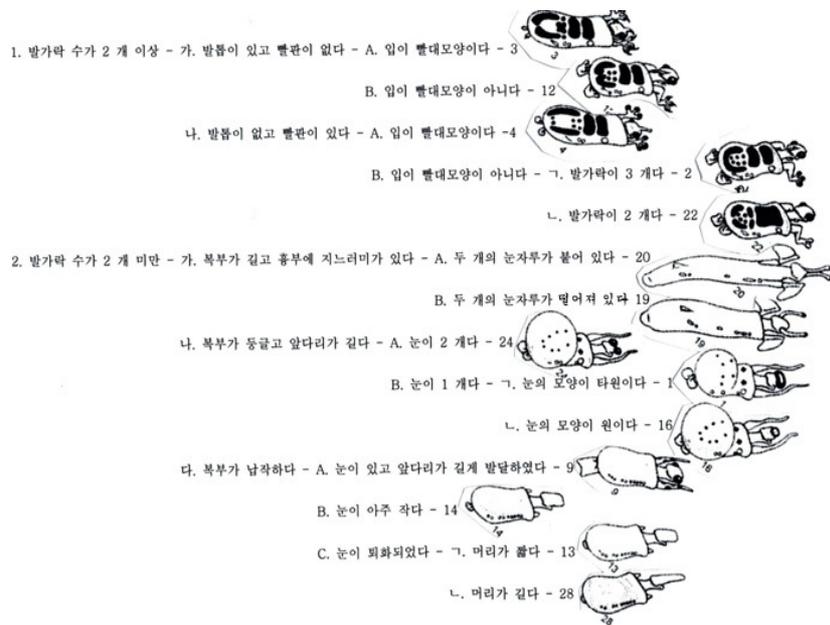


그림 5. 탐구활동 2의 가상의 동물(잠정어)의 이원 분류표.

발가락 수, 발톱, 빨판, 복부의 모양, 입의 모양, 눈의 유무, 눈자루의 모양과 같이 동물의 외형적인 구조를 분류의 기준으로 삼았다. 실제 생물의 분류에 있어서도 역시 마찬가지로 동물의 외형적인 특징이 분류의 중요한 기준이 된다. 특히 절지동물은 머리, 가슴, 배 등의 체절과 부속지, 날개 등 다양한 구조를 가지고 있어 이들의 특징을 쉽게 구별하기 힘들어 사전에 이들의 특징을 공부하지 않는다면 분류 역시 쉽지가 않다. 2단계 수업 프로그램은 3단계에서 실제 절지동물을 분류하기전 이러한 분류기준이 될 수 있는 절지동물의 외형적인 특성을 알아보기 위한 수업 프로그램이다. 또한 이러한 절지동물의 구조의 이해는 분류를 위한 사전 지식을 제공 할뿐만 아니라 생물의 외부와 내부를 공부하는 독립적인 프로그램으로도 손색이 없다고 할 수 있다.

절지동물의 분류하기 위한 외형적인 특징은 체절, 더듬이,

턱, 날개, 다리 등이 있다. 이러한 구조를 쉽게 관찰하기 위해서 선정된 모델 동물이 메뚜기와 새우이다. 메뚜기는 곤충강 유시아강 신시류에 속하는 동물로서 곤충의 전형적인 특징을 잘 볼 수 있다. 메뚜기의 몸은 머리, 가슴, 배로 세 부분되어 나누어지고, 2쌍의 날개와 3쌍의 다리를 가지고 있다(그림 6). 또한 머리 부분에 1쌍의 더듬이를 가지고 있으며 씹는 큰 턱이 발달되어 있다. 또한 메뚜기는 상대적으로 큰 곤충에 속하고 쉽게 구할 수 있는 재료라는 장점도 가지고 있다.

곤충강에 속하는 메뚜기의 특징을 조금 자세히 알아보면 다음과 같다. 메뚜기의 두부에는 1쌍의 촉각과 2쌍의 겹눈, 3개의 홑눈과 구기로 구성되어 있다. 1쌍의 더듬이는 대개 실모양으로 가늘고 많은 마디로 구성되어 있다. 가슴은 세 부분으로 나누어지며, 날개는 두 번째와 세 번째 가슴에 1쌍씩 붙어있다. 다리는 가슴의 각 체절에 1 쌍씩 붙어있다. 뒷다리는 강력한 점

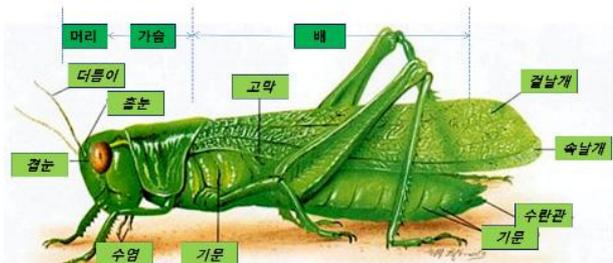


그림 6. 메뚜기의 외부 구조.

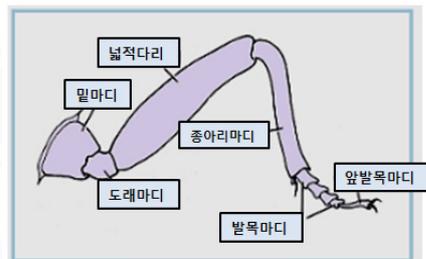


그림 7. 메뚜기의 뒷다리.

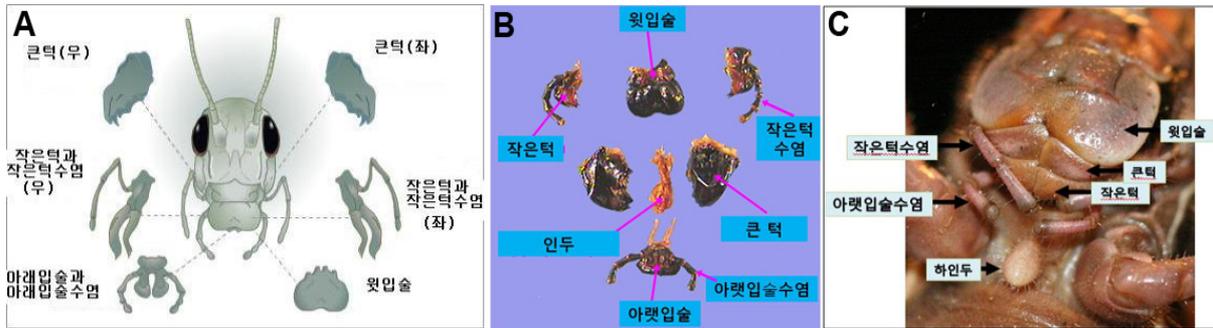


그림 8. 메뚜기 입의 구조. (A) 메뚜기 입 모식도, (B-C) 실제 메뚜기 입의 구조.

프력을 가질 수 있게 발달되어 있다(그림 7).

메뚜기의 구기는 입의 방향이 아래를 향하고 있으며, 입은 전형적으로 씹는 형태이며, 1 쌍의 큰 턱(mandibles), 1 쌍의 작은 턱(maxillae), 윗입술(labrum), 아랫입술(labium), 하인두(hypopharynx)로 구성되어 있다. 또, 아래턱과 입술에 연결된 부속지들을 수염(palps)이라고 한다. 큰 턱은 윗입술의 뒤쪽에 있으며 이빨처럼 씹을 수 있다. 이것은 주로 음식을 씹거나 자르는데 사용되며 수염을 가지지 않는다. 작은 턱은 큰 턱을 뺄 때 내엽과 함께 음식을 잡으며, 씹는 역할을 도우며, 외엽과 수염이 먹이에 접촉해야 맛을 느껴 음식을 선택하는데 도움을 준다. 작은 턱수염은 5개의 체절로 되어 있고, 아랫입술 수염은 아랫입술에 1 쌍이 붙어 있다(그림 8)(McGavin and Lewington, 2001).

곤충과 그 형태는 유사하지만 이들과는 구분되는 차이점을 보이는 새우는 가재, 게, 집게와 함께 갑각아문 갑각강, 십각목에 속하며, 외골격은 키틴질로 되어 있는데 얇고 거의 막상이다. 머리가슴(혹은 두흉부)은 등과 옆 부분이 갑피로 덮여있으며, 붙어있다. 그러나 뒤집어 아래 부분을 보면 머리와 가슴 체절로 나뉘져 있다. 새우 역시 우리들에게 친숙하여 이들 소재로 하여 곤충과 유연관계에 있는 또 다른 절지동물로 소개하기에 아주 좋은 소재이다. 이처럼 새우를 메뚜기와 비교하도록 하여 곤충과 갑각강의 분류를 위한 큰 분류기를 찾도록 하는 것이 새우를 2단계 수업 프로그램에서 선택한 목적이라고 할 수 있다.

새우에 대한 중요한 특징을 조금 알아보면 다음과 같다. 갑피 앞쪽 눈 사이에서 앞으로 돌출한 부분을 액각(rostrum)이라

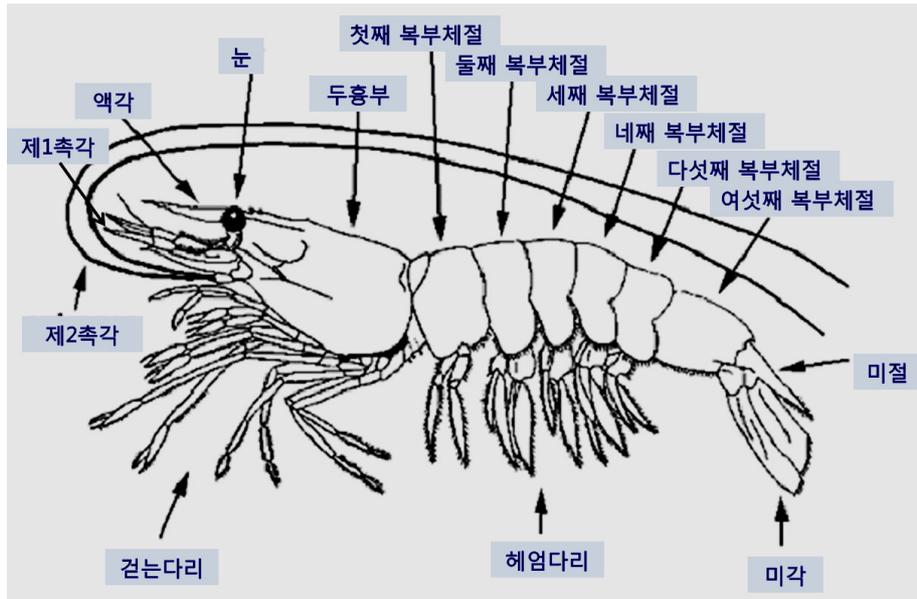


그림 9. 새우의 외부구조.

부른다. 복부의 체절은 명확히 구분된다. 복부는 배관(tergum)이라 부르는 등 부분 판과 복관(sternum)이라 부르는 배 부분 판으로 구성된다. 배 체절의 마지막은 판구조로 되어 있는데 이것은 빨리 이동할 때 사용한다. 가운데 나뉘지 않는 판은 미절(telson)이라 부른다. 항문이 미절의 배 쪽에 있다. 미절 양쪽에 있는 판은 미각(uropod)라고 부른다(그림 9).

새우의 몸은 19개의 체절로 되어 있다. 5개의 머리 체절과 8개의 가슴 체절은 융합하여 머리가슴을 형성하고 있고 복부는 나머지 6개의 체절로 구성된다. 각 체절은 관절이 있는 부속지가 연결되어 있다. 새우의 부속지는 상당히 발달되어 있어 이들의 모양은 그 기능에 맞게 분화가 되어 있다. 따라서 이러한 부속지의 기능을 연구하는데도 좋은 소재가 된다. 새우의 두흉부는 5쌍의 부속지를 가지는데, 앞에서부터 제1 촉각(antennule), 제2 촉각(antenna), 큰 턱, 제1 작은턱, 제2 작은턱 등이 있다. 2쌍의 촉각을 소유하는 것은 갑각류의 특징이다. 가슴 부속지는 처음 3 쌍이 이분지형으로 턱 다리가 되었고, 나머지 5 쌍이 외지가 없는 걷는 다리를 이룬다. 첫째 걷는 다리는 다른 것보다 크고 집게를 가지는 집게 다리가 된다. 가슴과 배의 부속지는 전형적으로 두 부분으로 갈라지는 이분지형(biramous)이다. 암수는 헤엄다리의 발달 정도와 생식공의 위치로 구별할 수 있다. 수컷은 처음 두 개의 헤엄다리(swimmeret) 쌍이 매우 크고 단단하게 변하여 암컷에게 정자를 전달

하는 역할을 한다. 암컷의 헤엄다리의 모양은 모두 유사하고 유생을 품는 기능을 한다. 생식공은 배쪽에 위치하는데, 수컷의 수정관은 다섯 번째 걷는 다리 아래로 열려 있고, 암컷의 수란관은 세 번째 걷는 다리 아래의 구멍으로 연결된다. 암컷의 네 번째와 다섯 번째 걷는 다리 사이에 튀어나오고 홈이 있는 단단한 부분이 정자 저장소이다. 수컷은 교미할 때까지 정자 저장소의 홈에 정자를 보관한다(그림 10)(한국동물분류학회, 2003).

2단계 수업 프로그램에서는 메뚜기와 새우의 외형적인 구조를 관찰에서 끝나지 않고 이들 구조의 모습을 직접 보고 이들이 기능이 무엇일까 학생들에게 생각해보게 하여 단조로운 수업을 많은 생각을 요하는 수업이 되도록 하였다. 2단계 수업 프로그램도 1단계 프로그램과 같이 독립적으로 생물의 구조와 기능을 익힐 수 있는 프로그램으로 독립적으로 운영이 가능하도록 하였다.

### 3단계 수업 프로그램 : 절지동물 분류의 실제

절지동물을 우리가 모두 분류하기란 전문적인 지식을 가지고 있지 않은 이상 불가능하다 또한 학교 내 수업시간에 이 많은 동물의 분류를 가르치는 것 역시 불가능에 가까울 것이다. 이러한 어려움 때문에 절지동물은 많은 종수를 가지고 있고 또

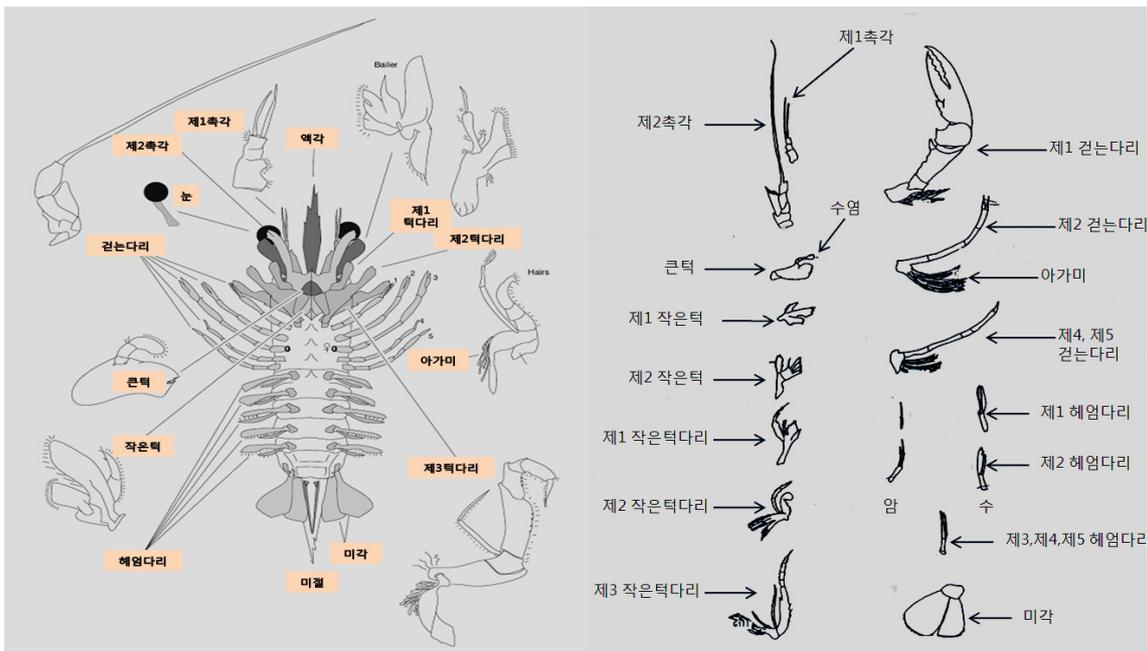


그림 10. 새우의 부속지.

한 그 중요성이 점점 증가하고 있지만 수업에 적용하는 것은 쉽지 않았다.

본 연구에서는 절지동물의 분류 학습을 효과적으로 할 수 있는 프로그램을 개발하고자 하였고 이들 절지동물의 특징을 잘 분류할 수 있도록 하는 대표적인 절지동물 선택을 위해서 고심을 하였다. 절지동물문의 영문명인 Arthropoda는 어원상 그리스어의 arthron(관절)과 podos(발)에서 유래한 것으로 알려져 있다(한국동물분류학회, 2003). 또한 절지동물에서 부속지(입틀과 다리)와 몸 구분의 특징을 기준으로 한 절지동물의 분류학적 위치는 그림 11과 같다(박규택, 2001). 우리는 이러한 사실을 바탕으로 절지동물을 부속지(더듬이, 다리)와 몸 구분의 특징, 턱의 구조 등을 분류의 기준으로 삼고 이것을 바탕으로 큰 분류를 할 수 있도록 종을 선택하여 절지동물 카드를 만들었다. 처음에 개발한 프로그램에서는 총 16종의 절지동물의 카드를 만들고 사진으로만 제공하였으나 예비적용에서 학생들이 절지동물의 특징을 찾는 것이 쉽지 않으며 분류의 기준을 선정

하는 것에 어려움을 느껴 종의 수를 12종으로 줄이고 탐구활동도 2과정으로 나누어서 좀더 쉽게 접근하도록 하였다. 새롭게 구성된 절지동물카드의 앞면에는 일반적인 사진을 포함하고 있고 사진으로 알아보기 힘든 내용들은 뒷면에 설명으로 실어 학생들이 분류키를 찾는 데 도움을 주었다.

먼저 탐구활동1에서는 절지동물을 곤충류, 협각류, 갑각류, 다지류로 크게 분류하는 것에 그 목적이 있다. 곤충류는 육아아문 곤충강에 속하는 파리목과 나비목의 대표적인 곤충을 선택하였다. 곤충의 특징은 2쌍의 날개와 3쌍의 다리 1쌍의 더듬이를 가진다는 것이 가장 대표적인 형태적 특징이다. 그리고 곤충류와 유사한 절지동물의 협각류에서 거미와 전갈 2종, 갑각류에서 새우와 게 2종, 다지류에서 노래기와 그리마 2종을 선정하였다. 협각류에 속하는 거미와 전갈은 더듬이가 없으며 큰 턱 대신 협각이라는 찌르는 부속지가 있는 것이 특징이다. 또 거미와 전갈은 곤충과 다르게 다리가 모두 4쌍이다. 그러나 전갈은 집게 다리가 있는 점이 거미와 다르다. 전갈의 집게 다

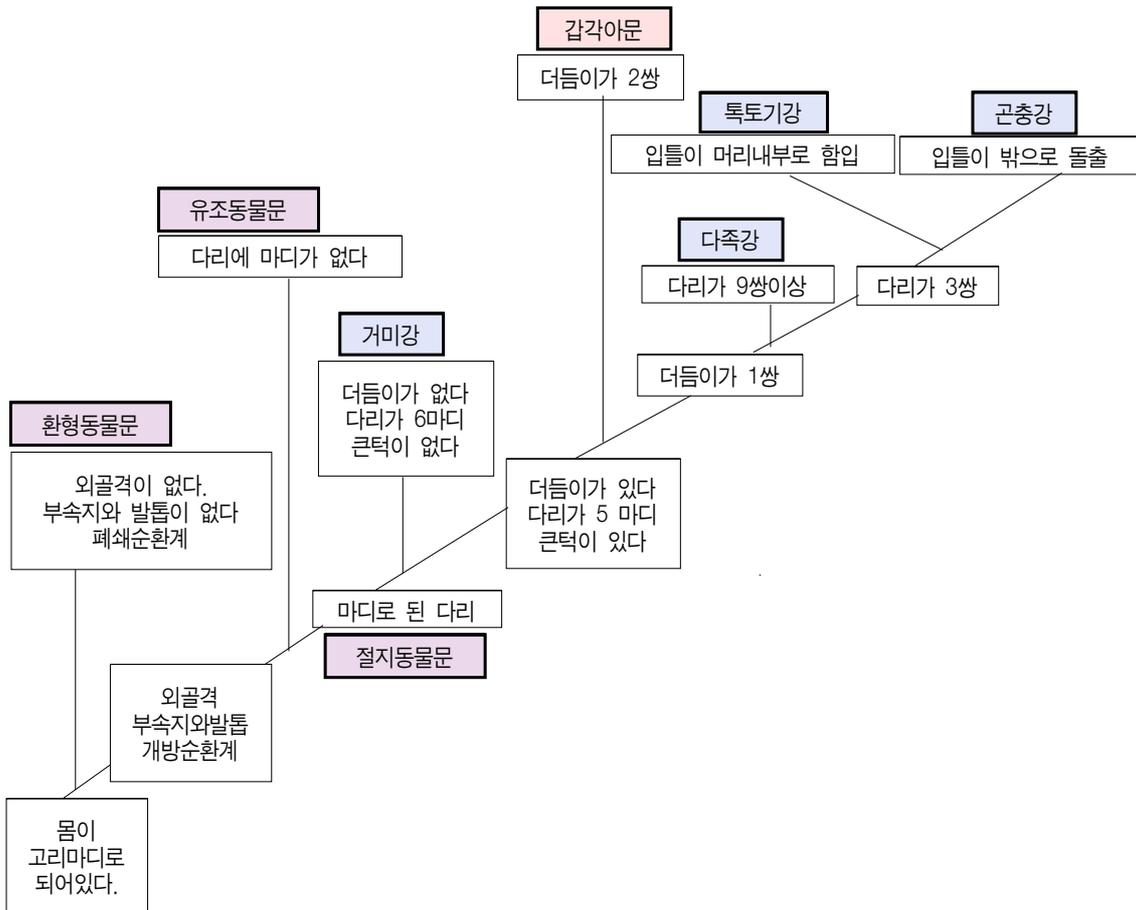


그림 11. 절지동물의 분류학적 위치.

- 무시아강(Apterygota)
    - (1) **톡토기목(Collembola : 190종)**
    - (2) 낫발이목(Protura : 22종)
    - (3) 좀붙이목(Diplura : 2종)
    - (4) 돌좀목(Microcoryphia : 4종)
    - (5) 좀목(Zygentoma : 1종)
  - 유시아강(Pterygota)
    - 고시류(Paleoptera)
      - (6) 하루살이목(Ephemeroptera : 80종)
      - (7) **잡자리목(Odonata : 107종)**
    - 신시류(Neoptera)
      - 외시류(Exopterygota)
        - 메뚜기계열Orthopteroid orders)
          - (8) 바퀴목(Blattaria : 7종)
          - (9) 사마귀목(Mantodea : 7종)
          - (10) 흰개미목(Isoptera : 1종)
          - (11) 귀뚜라미붙이목(Grylloblattodea : 5종)
          - (12) **메뚜기목(Orthoptera : 130종)**
          - (13) 집게벌레목(Dermaptera : 20종)
          - (14) 대벌레목(Phasmida : 5종)
          - (15) 흰개미붙이목(Embioptera : 0 )
          - (16) 강도래목(Plecoptera : 30종)
          - (17) 민벌레목(Zoraptera : 0 )
        - 매미계열(Hemiperoid orders)
          - (18) 다듬이벌레목(Psocoptera : 12종)
          - (19) 이목(Phthiraptera : 26종)
          - (20) **매미목(Homoptera : 90종)**
          - (21) 노린재목(Hemiptera : 600종)
          - (22) 총채벌레목(Thysanoptera : 70종)
      - 내시류(Endopterygota)
        - 밀들이계열(Panorpoid orders)
          - (23) 밀들이목(Mechoptera : 11종)
          - (24) 날도래목(Trichoptera : 72종)
          - (25) **나비목(Lepidoptera : 3000종)**
          - (26) **파리목(Diptera : 1200종)**
          - (27) 벼룩목(Siphonaptera : 40종)
        - 기타 내시류(Others)
          - (28) 뱀잡자리목(Megaloptera : 4종)
          - (29) 약대벌레목(Rapidioptera : 1종)
          - (30) 뽕잡자리목(Neuroptera : 35종)
          - (31) 딱정벌레목(Coleoptera : 3400종)
          - (32) 부채벌레목(Strepsiptera : 1종)
          - (33) 벌목(Hymenoptera : 2000종)
- \* 괄호 안의 숫자는 우리나라에서 발견된 종 수임.  
 \*\* 무시아강의 톡토기목, 낫발이목, 좀붙이목은 톡토기강으로 분류하기도 함.  
 \*\*\* **진한 글씨체**는 수업에 이용된 목임.

그림 12. 곤충강의 목 수준의 분류표.

리는 갑각류나 곤충의 큰 턱과 상동인 것으로 생각되었는데, 최근 호스(Hox) 유전자를 이용한 발생유전학적 연구 결과 갑각류의 제2 더듬이(촉각)과 상동인 것으로 밝혀졌다. 갑각류에 속하는 게와 새우는 곤충과 구별되는 차이점은 촉각이 2쌍이라는 것이고, 또 부속지가 곤충에 비해 많은 편이고 모두 가슴에 붙어 있는 가슴다리가 5쌍이라는 특징이 있다. 그리고 게는 제1 가슴다리가 집게발로 발달되어 새우와 다른 특징을 갖는다. 그리마와 노래기 모두 다지류에 속하는데, 이름에서 알 수 있듯이 이들은 많은 다리를 가지고 있으며 9쌍 이상의 다리를 가지는 것이 특징이다. 그리마는 체절 하나당 다리가 1 쌍이며, 노래기는 체절이 두 개씩 겹쳐진 겹 체절을 이루며 거기에 2쌍의 다리가 나있는 것이 차이가 있다. 이러한 구분되는 형태적인 특징을 바탕으로 절지동물내에서 이들의 분류학적인 위치와 이들의 분류를 위한 기준은 아래와 그림 11에서 잘 볼 수 있다.

탐구활동2 는 위에서 분류한 4가지 큰 분류 중 우리가 흔히 알고 있는 곤충류를 그들의 형태적인 특징에 따라 더욱 세부적으로 분류할 수 있는 능력을 키우기 위해서 개발되었다. 곤충은 그 다양성 때문에 이를 종의 수준까지 분류하기 위해서는 아주 전문적인 지식이 필요로 한다. 그래서 이번 탐구활동은 흔히 알고 있는 6종의 곤충을 바탕으로 이들이 서로 어떠한 형태적 차이점을 보이는지 찾는 것을 그 목적으로 하고 있다. 곤충의 진화적인 분류에서 날개의 유무에 따라 처음 무시류 곤충

에서 유시류 곤충으로 나누어졌고, 날개를 가지고는 유시류 중에서 복부 위로 날개를 포갤 수 없어 날개를 자유로이 움직일 수 없는 고시류와 날개의 유연성이 있어 자유롭게 움직이는 신시류로 나누어졌다고 추정하고 있다. 그리고 이들 신시류는 다시 메뚜기목, 노린재목 등의 불완전변태류와 딱정벌레목, 파리목, 벌목, 나비목 등의 완전변태류로 나누어졌을 것으로 추정된다. 곤충강의 목(Order) 수준의 자세한 분류표는 다음 그림 12과 같다(김진일과 이원규, 2002).

본 연구에서는 위의 분류표의 33개 목 중 6 개목의 곤충을 선정하였다. 우선 날개가 없는 무시아강 중 툭토기목의 툭토기 1 종을 선정하여 가장 원시적인 곤충의 형태를 보여주었다. 날개가 있는 유시아강에서 5종을 선정하였다. 날개를 자유로이 접을 수 없는 고시류에서 잠자리목을 선택하였고, 날개를 자유로이 접을 수 있는 신시류에서 4종을 선정하였다. 신시류 4 종 중 날개의 원기가 외부로 나와 있고 불완전 변태를 하는 외시류에서 메뚜기목과 매미목을 선정하였고, 날개의 원기가 내부에 있고 완전 변태를 하는 내시류에서 나비목과 파리목을 선정하였다.

선택한 곤충들의 형태적인 특징을 알아보면 다음과 같다. 날개를 자유로이 접을 수 있는 신시류 중 메뚜기, 매미는 불완전 변태를 하는 외시류에 속하는데, 이들은 입틀의 모양과 날개의 형태가 특징적이다. 메뚜기는 씹는 입이고, 매미는 찌르는 입으

- |   |
|---|
| 1. 더듬이가 없다. - 가. 집게발이 없다 - <b>거미목</b><br>( <b>협각아문/거미강</b> ) 나. 집게발이 있다 - <b>전갈목</b>  |
| 2. 더듬이가 2쌍 - 가. 제1 가슴다리가 집게다리가 아니다 - <b>새우</b><br>( <b>갑각아문/연갑강/십각목</b> ) 나. 제1 가슴다리가 집게다리이다 - <b>게</b>   |
| 3. 더듬이가 1쌍, 다리가 9쌍이상 가. 하나의 체절에 한 쌍의 다리가 있다 - <b>지네강(순각강)</b><br>( <b>육각아문 또는 다지아문</b> ) 나. 두 개의 체절이 모여 겹 체절을 이루고 여기에 두 쌍의 다리가 있다 - <b>노래기강(배각강)</b>  |
| 4. 더듬이가 1쌍, 다리가 3쌍 - 가. 날개가 없다 - <b>툭토기목</b><br>( <b>육각아문/곤충강</b> ) 나. 날개가 있다 - A. 날개를 배 위로<br>접지 못 한다 - <b>잠자리목</b><br>B. 날개를 배 위로<br>접을 수 있다 - ㄱ. 날개가 두껍다 - <b>메뚜기목</b><br>[혁질]<br>나. 날개가 얇다 - a. 날개가 투명하다 - ㄱ) 찌르는 입 - <b>매미목</b><br>[막질] 나) 핥는 입 - <b>파리목</b><br>b. 날개에 인편이 있다 - <b>나비류</b> |

그림 13. 3단계 수업프로그램의 절지동물 분류표.

로 서로 구분된다. 또 메뚜기의 겹날개는 단단하고 속날개 보다 작다. 하지만 매미의 날개는 이와 달리 투명하다. 날개의 원기가 내부에 있고 완전 변태를 하는 내시류에 속하는 파리목, 나비목의 날개는 모두 막질이지만, 나비목에 속하는 곤충의 날개는 인편(scale)로 덮여 있는 점이 파리목과 구별된다. 아래 그림 13은 선정된 절지동물 12종을 이용한 분류표를 작성한 것이다.

이처럼 3단계 수업프로그램을 위해 곤충과 절지동물의 특징을 잘 나타내고 있는 12종의 동물의 선택하였고 이들의 특징을 충분히 관찰할 수 있도록 절지동물 카드를 구성하였다. 그리고 이를 보완하기 위해서 동영상 자료를 구해서 수업 전과 후에 보여 주면서 학생들에게 흥미와 관심을 계속적으로 유지할 수 있도록 하였다.

**개발된 프로그램의 예비적용**

본 연구에서 개발된 프로그램을 확인하기 위해서 서울대학교 과학영재센터 과학기초반 중 1 학생 21명을 대상으로 3주간 3시간씩 발표 토론식 수업을 진행하였다. 먼저 첫째 주 1

단계 수업에서는 분류의 기초 방법 및 개념 습득을 위해 암나사와 수나사 8종과 감징어 16종을 분류하여 조별로 발표 및 토론 수업을 하였다. 둘째 주 2 단계 수업에서는 곤충 중 메뚜기와 갑각류인 새우의 기본 구조를 세밀히 관찰하여 그 구조들은 살아가면서 어떤 기능을 하는지 또, 이들이 생명의 다양성에 기여한 부분을 알아보았다. 셋째 주 3 단계 수업에서는 곤충을 중심으로 절지동물 16종을 선정하여 사진 카드를 만들어 절지동물을 실제로 분류해 보았다.

1 단계 수업에서 암나사와 수나사의 분류(그림 14)는 분류에 대한 기초 지식이 없더라도 부담 없이 할 수 있는 일상적인 소재였다. 같은 방식으로 분류한 조는 없었고 따라서 토의 과정도 자유롭게 진행되었다. 자신의 조에서 정한 분류키의 타당성과 다른 조의 분류키에 대한 의문점 등에 대해 활발한 토론이 진행되었다.

감징어 16 종에 대한 분류(그림 15)는 좀 더 세심한 관찰을 요하여 더욱 진지한 토의가 이루어졌다. 토의 결과를 발표하고 토론하는 과정도 더욱 구체적인 내용이 거론되었다. 우선 각 부위의 명칭에 대한 문제에 대한 토론이 이루어졌고, 등의 무늬, 발가락 수, 발톱의 모양, 눈의 모양 및 유무, 배의 모양, 몸

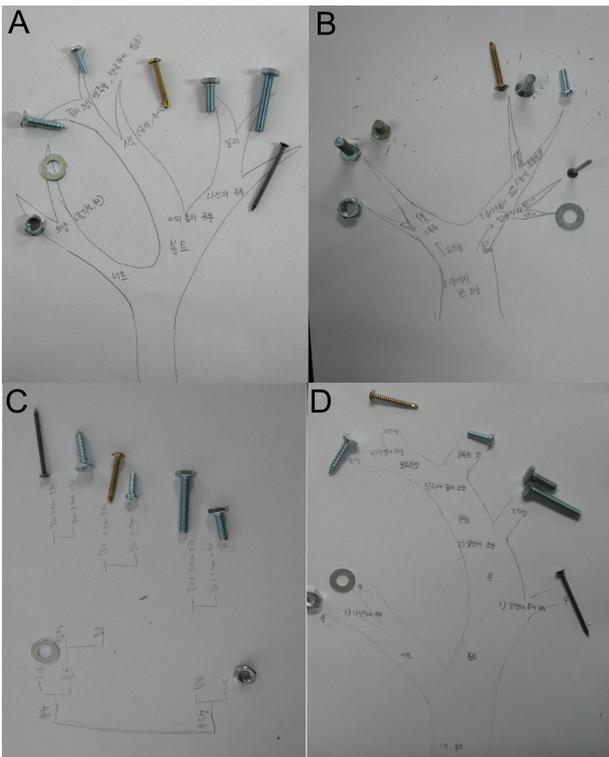


그림 14. 나사의 분류 결과.  
(A-D) 조별 학생들이 실제 분류한 암나사와 수나사의 계통도

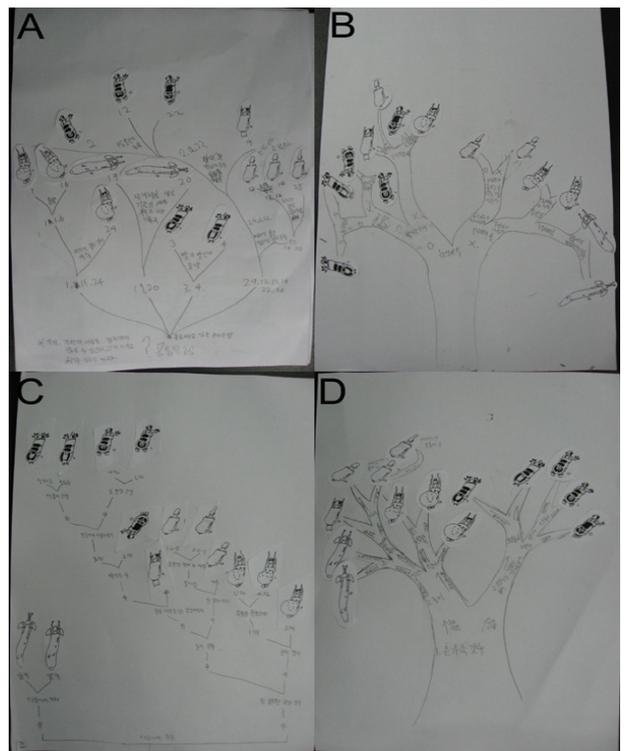


그림 15. 가상의 동물(감징어)의 분류 결과.  
(A-D) 조별 학생들이 실제 분류한 가상 동물의 계통도

절지동물의 분류를 위한 단계적인 분류 학습 프로그램 개발

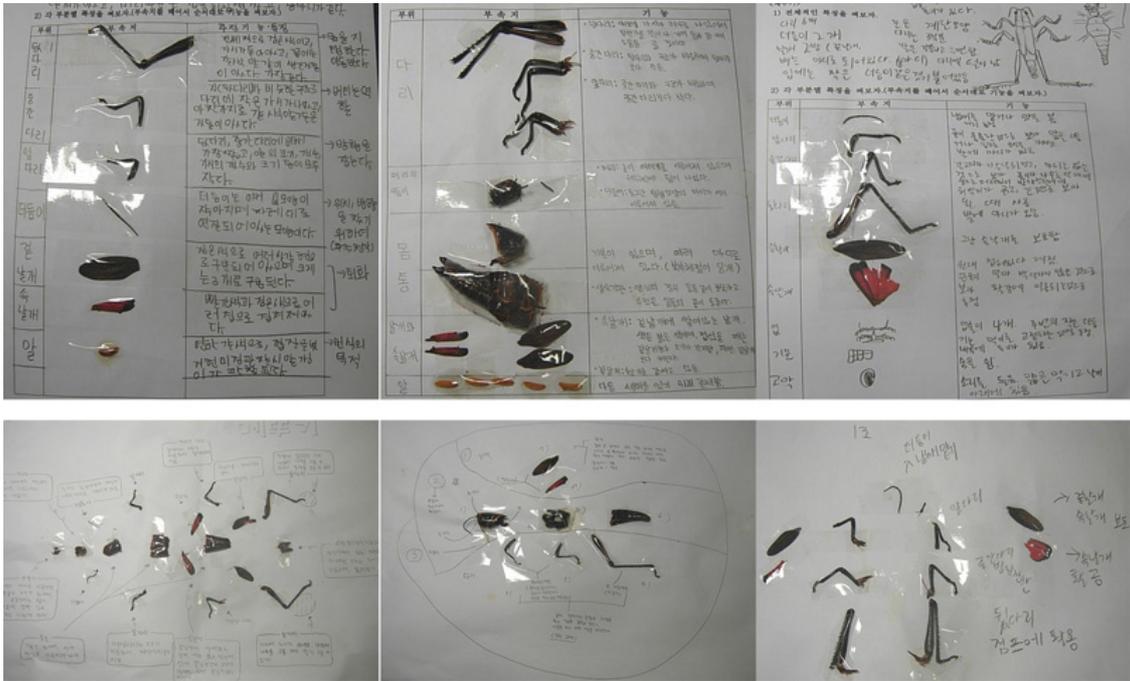


그림 16. 메뚜기 부속지를 분리하여 전후 축 순서에 따라 배열하기.

의 길이 등과 같은 세부적인 특징에 대한 토론이 이루어졌다. 여기서 어떤 기준을 먼저 적용할 것인가, 그러한 기준을 적용하는 것이 타당한지에 대해서도 토론하였다.

둘째 주 2 단계수업에서는 메뚜기의 외부구조에 대해 전체적인 것부터 시작하여 부분적인 것을 관찰하도록 하였다. 세부적인 날개, 다리, 입의 구조 등을 관찰하면서 각 구조의 기능이 무엇인지 서로 토의하도록 하였다. 조별로 발표와 토론과정을 거치는 동안 대부분의 구조별 기능을 유추할 수 있었다(그림 16).

새우도 메뚜기와 같은 방법으로 관찰을 진행하였다. 역시 다리와 부속지를 하나씩 떼어내어 A3 용지에 배열하고(그림 17), 그 기능을 유추하도록 조별 토의를 거쳤다. 새우의 경우 메뚜기에 비해 부속지가 발달되어 시간이 좀 더 소요되었으나, 다리와 부속지들의 기능을 구조로부터 유추하는 과정은 발표와 토론을 통해 성공적으로 이루어졌다.

메뚜기와 새우 모두에서 입의 구조에 대한 상세한 탐구는 이루어지지 못했는데, 그것은 입의 복잡한 구조에 대한 지식이 거의 없었고, 날개, 다리, 부속지 등을 관찰하고, 그 기능을 유추하는 것으로도 많은 시간이 소요된 때문인 것으로 생각한다.

셋째 주 3단계 수업에서는 곤충을 중심으로 한 절지동물 16종의 동물을 선정하여 그림카드를 만들어 각 조별로 나누어 주

고 실제로 분류하도록 하였다. 곤충은 동물 분류상 무척추동물의 절지동물에 속하며, 곤충의 각 부위별 명칭 및 간단한 구조, 사는 장소와 먹이에 대한 지식은 이미 알고 있는 학생이 대부분이었다. 그러한 배경지식이 있는 학생들에게 더욱 흥미를 불러일으키기 위해 열대우림의 곤충들에 대한 동영상(Real Amazing Bugs Collections!)보여 주면서 수업을 시작하였다. 학생들은 각각 팀(4인 1조)을 결성하여 이들 다양한 곤충 및 절지동물들의 형태적 특성을 관찰하여 상호간의 공통점과 차이점에 대해 토의하였다. 토의 결과를 A1 크기의 우드락에 계통도를 그리고, 완성된 계통도의 각 단계의 분류기를 작성하고 이에 대해 발표 및 토론을 하였다. 실물대신 사진을 통한 분류의 어려움을 줄이기 위해 주요 목의 대표 종들로 구성된 실제 곤충 표본 2 종을 앞에 전시하여 참고하도록 하였다.

곤충을 중심으로 한 절지동물 16종을 실제로 분류한 결과, 어떤 분류기를 먼저 적용하느냐에 따라 다양한 결과가 나왔다(그림 18). 나방과 나비의 중요한 차이인 더듬이 모양, 꿀벌과 등어의 차이인 날개의 수, 곤충들과 거미류, 갑각류, 다지류의 다리 개수의 차이와 몸의 구분의 차이 등은 대부분의 조에서 관찰하고 확인하였다. 대부분의 조에서 사진 상에서 관찰되는 특징들의 차이를 포착하여 분류기로 활용하였다. 예를 들면 다리의 개수, 날개 쌍의 수, 몸의 구분, 더듬이의 유무, 집게발의

유무, 더듬이의 모양 등의 특징을 구분하였다. 하지만 이러한 사진으로 특징을 보여주는 것에는 한계가 있었다. 예를 들어 다족강의 그리마와 노래기의 마디별 다리가 1 개, 2개로 다른 것은 단 한 조도 관찰하지 못하였다. 카드 뒷면에 좀 더 확대된

모습을 추가하거나 별도의 설명이 있으면 분류에 더욱 도움을 줄 것으로 생각되었다. 그리고 16종을 한 번에 분류하기에는 시간이 많이 걸리고 의도하지 않게 절지동물의 큰 분류인 곤충류, 협각류, 갑각류, 다지류의 분류에 어려움을 보이는 조들이



그림 17. 새우 부속지를 분리하여 전후 축 순서에 따라 배열하기.



그림 18. 중학교 1학년 영재학성에 의한 절지동물 분류표.

있어 수정이 필요한 것으로 판단 되었다.

다소 시간의 오래 걸림이 있었지만 학생들은 다른 조의 분류키와 검색도의 발표를 들으면서 활발히 질의응답을 해나가는 조별 토의 과정을 거치면서 하나의 의견으로 수렴하였고, 발표 및 토론 과정에서 다른 조의 의견을 참고하면서 자연스럽게 분류의 과정을 익혀나갈 수 있게 되었다. 이러한 학습의 기회는 곤충에 대한 관심과 흥미를 불러일으키고, 분류에 대한 기초 개념과 방법을 익히는데 충분한 역할을 할 수 있다고 생각한다.

## 결론 및 제언

생물의 다양성은 유전자, 생물종, 생태계의 세 단계 다양성을 종합한 개념으로, 생명의 궁극적인 원천이며 인간과 생태계 등을 유지하는 필수적인 자원이다. 생물 다양성에 대해서 중·고등학교 교과서에는 종 다양성만 다루고 있다. 다양한 생물들을 분류하여 얻는 생물들의 정보는 생물학의 다른 분야에서의 연구에 중요한 자료를 제공하며, 생물 이외의 다른 학문에도 기초 자료를 제공한다는 면에서 매우 중요하다.

본 연구에서는 생물 다양성에 가장 기여도가 큰 곤충을 재료로 분류 단원의 3 단계 수업 프로그램을 개발하였다. 첫 단계의 수나사와 암나사 8종과 가상의 생물 감징어 16종을 통해서는 분류키와 계통도 등 분류에 대한 기초를 익힐 수 있도록 하였다. 둘째 단계에서 메뚜기와 새우의 관찰을 통해 각 구조별 기능을 유추하여 절지동물의 특징을 알 수 있도록 하였다. 셋째 단계에서 곤충의 33개 목 중 6 종의 곤충과 그 외의 절지동물 6종을 선정하여 사진 카드로 만들어 분류키와 계통도를 작성하여 실제 분류를 해 보도록 하여 곤충의 중요한 분류키와 곤충의 풍부한 다양성을 알도록 하였다.

본 프로그램을 서울대학교 영재센터 과학기초반에 예비적용하여 프로그램의 적용 가능성을 확인해 보았다. 학생들은 첫 번째 및 두 번째 프로그램을 수행하는데 전혀 문제가 없었으며 수업 과제 또한 훌륭하게 잘 수행하였다. 하지만 세 번째 많은 곤충을 포함한 절지동물의 분류에서는 어려움을 느끼는 것을 확인하였기 때문에 현장 적용을 위해서는 절지동물의 수와 종류를 적절하게 조절하는 것이 필요하다고 생각되어 탐구활동을 수정하였다.

이상의 수업 자료들은 중학교 1학년 과학 IV. 생물의 구성과 다양성 단원과 고등학교 과정의 생명과학II에 적용할 수 있고, 상위 학년의 분류 및 진화 관련 학습 자료를 개발하는데 기초

가 될 수 있을 것으로 기대된다. 곤충을 재료로 개발한 수업자료가 곤충에 대한 막연한 호기심이나 흥미를 기초과학에 대한 열정으로 발전시키는 계기가 되기를 기대해본다.

## 감사의 글

곤충에 대한 여러 가지 조언과 함께 곤충 표본을 만들어 주신 서울대 농업생명과학대 농생명공학부의 곤충계통분류학연구실의 박사과정 김소라씨에게 심심한 감사의 뜻을 표합니다.

## Abstract

Biodiversity is a concept that integrates gene, species and ecosystem, and an essential source to maintain human beings and ecosystem. In order to maintain biodiversity, it is necessary to classify bioorganisms and gain information on them. The goal of this study is to provide learning materials with arthropods for taxonomy class. We developed three step programs including basic principle of classification, structural and functional features of arthropods, actual taxonomy class. The first program is to study how to make classification keys and phylogenetic trees with 8 kinds of bolts and nuts, and 16 artificial organisms called Carminalcules. The second program is to study structural and functional characters of arthropods by dissecting grasshopper and shrimp. The third program contains actual classification using 6 different insects and 6 other arthropods. These programs can be applied to learn biodiversity in the seventh grade, and taxonomy and evolution in high school.

**Key word** : Biodiversity, Arthropod, phylogenetic trees, classification key

## 참고문헌

- 교육과학기술부 (2009a) 고교 과학과 교육과정 해설서.
- 교육과학기술부 (2009b) 2007 개정교육과정에 따른 성취기준 평가기준(중학교 과학).
- 김성수 (1999) 고등학교 교과서에 실린 곤충. 자연보전 108: 38-44.
- 김완두 (2008) 자연모사기술과 융합기술. 한국생물물리학회 뉴스레터 13(1).
- 김진일, 이원규 (2002) 우리 곤충 백가지. (주)현암사.

- 동효관, 신영준 (2003) 7차 교육과정에 의한 고등학교 생물 II 교과서의 생물의 다양성 영역에 대한 영역비교. 한국생물교육학회지 31(2): 147-156.
- 박규택 (2001) 자원곤충학. 아카데미서적.
- 유해미, 김재근 (2001) 대학수학능력시험과 임용고사 분석을 통해 나타난 생물 II 교과서의 문제점에 관한 연구-분류와 생태 단원을 중심으로. 한국생물교육학회지 34(3): 307-320.
- 이영보 (2004) 초등학교 교과서 곤충류 경향 분석 및 개선 방안. 곤충자원 4(1): 36-54.
- 이영석 (2005) 초·중·고등학교 과학과(생물)교과서에 실린 절지동물문(곤충류)의 분류학적 조사와 교과내용 분석. 석사학위. 동국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이현주, 김영수 (2002) 고등학교 생물 분류학습에 효과적인 웹 기반 학습 자료의 구조화에 관한 연구. 한국생물교육학회지 30(2): 147-157.
- 장성홍 (2005) 현행 고등학교 생물교과서 I·II의 곤충 출현 빈도에 관한 연구. 대구카톨릭대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장지은, 이길재, 김성하, 김희백 (2005) 과학 창의성 향상을 위한 고등학교 생물 분류 단위 수업 프로그램의 개발과 적용. 한국생물교육학회지 33(4): 505-516.
- 조은미, 김수일, 정진수, 권용주 (2005) 생물 계통수 생성의 사고 과정 모형 개발. 한국생물교육학회지 33(1): 13-22.
- 한국동물분류학회 (2003) 동물분류학. (주)집현사.
- Gendron RP (2000) Classification and evolution. The American Biology Teacher 62(8): 570-576.
- McGavin GC and Lewington R (2001) Essential Entomology. Oxford University Press.
- <http://www.youtube.com/watch?v=pTQZAiuDoTg>
- <http://www.youtube.com/watch?v=rn7RY7Dx09g&feature=related>
- [http://www.youtube.com/watch?v=\\_5YkQ9w3PJ4](http://www.youtube.com/watch?v=_5YkQ9w3PJ4)