

# 19<sup>th</sup> INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

13<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> July, 2008

Mumbai, INDIA



실험 평가 2

동물 형태 및 생리

총점: 66

시간: 60분

학생에게,

- 이 시험에서 학생은 다음 두 실험 평가 과제를 수행합니다 :
  - 과제1 : 동물 골격계에 대한 실험 과제 (54점)
  - 과제2 : 질소 함유 노폐물의 반정량적 측정방법 (14점)
- 실험 결과와 답은 반드시 답안지에 쓰시오.  
문제지에 기록한 답은 채점되지 않습니다.
- 각 실험 과제에 필요하다고 적힌 실험 재료와 기구를 모두 받았는지 반드시 확인하십시오.  
준비물에서 빠진 것이 있으면 노란색 카드를 드시오.
- 시험이 끝나면, 답안지와 문제지를 모두 봉투에 넣으시오.  
감독관이 이 봉투를 회수할 것입니다.

행운을 빕니다!

---

국가명: \_\_\_\_\_

국가 코드 번호: \_\_\_\_\_

이름: \_\_\_\_\_

성: \_\_\_\_\_

학생 번호: \_\_\_\_\_

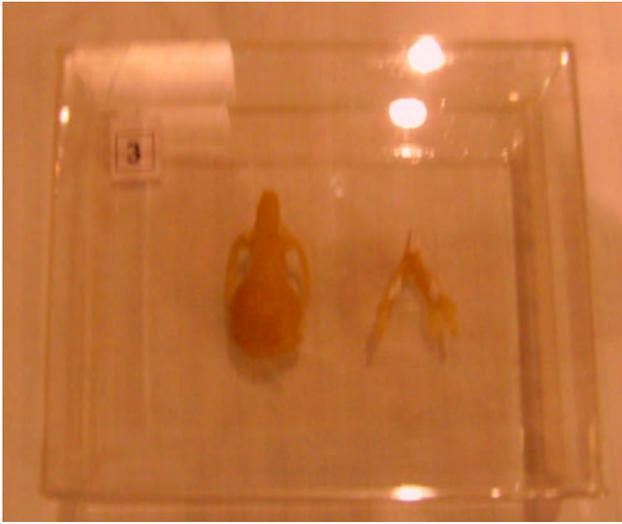
## 과제1 (54점)

### 동물 골격계에 대한 실험 과제

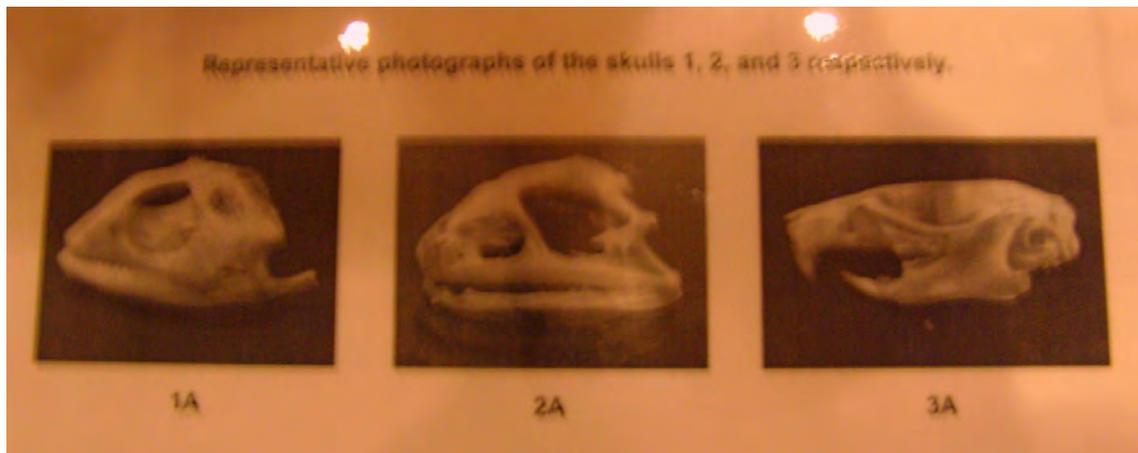
45분 안에 이 시험문제를 완성하시오.

재료 및 기구	(수)
1. 봉해진 박스에 1~9까지 표시된 골격 표본 세트 (박스를 열지 마시오!)	9
2. 1A, 2A, 3A로 표시된 세 골격에 대한 그림 세트	1
3. 돋보기	1









## 들어가기

골격계는 신체에 대하여 물리적으로 지지를 하며, 뼈대로 작용하는 것으로 동물의 형태를 결정짓는다. 골격계의 세 가지 형태는 외부에 있는 외골격, 내부에 있는 내골격, 액체로 차 있는 수골격계를 포함한다.

척추동물에서 내골격은 신체의 모양을 결정하며, 몸무게를 지탱해주고, 근육이 붙는 자리를 제공해준다. 골격의 구조적인 변형이 동물의 다른 그룹에서 나타난다고 할지라도 기본 계획은 대체적으로 똑같이 남아있다.

이번 시험에서 세 종류의 현존하는 척추동물의 내골격계를 관찰하고 비교할 것이다. 여러분들에게 제공되는 골격계를 구성하는 부분들에 대한 모델들은 두개골, 척추와 다리뼈를 포함한다. 이 과제의 끝 부분에 여러분들은 세 종류의 척추동물 각각에 대하여 완전한 골격계를 만들기 위해 이러한 부분을 맞추어야 한다.

## Part A : 두개골의 비교

### (i) 두개골의 형태

척추동물의 두개골은 머리의 형태를 결정하는 경골 구조이다. 구조적인 면에서 살펴보면, 두개골은 전두엽 뼈, 두정엽 뼈, 후두엽 뼈, 측두엽 뼈인 네 부분으로 구성되어 있다. 두개골의 다른 부분에는 여러 구멍들이 있으며, 코, 안와(눈구멍), 관자놀이 구멍 등을 포함한다. 두 눈이 상대적으로 놓여있는 상태에 따라 동물의 시계가 결정된다. 측두의 정원창의 수와 이러한 구멍의 위치를 이용하여 척추동물의 두개골을 다음과 같이 크게 4가지로 나타낸다.

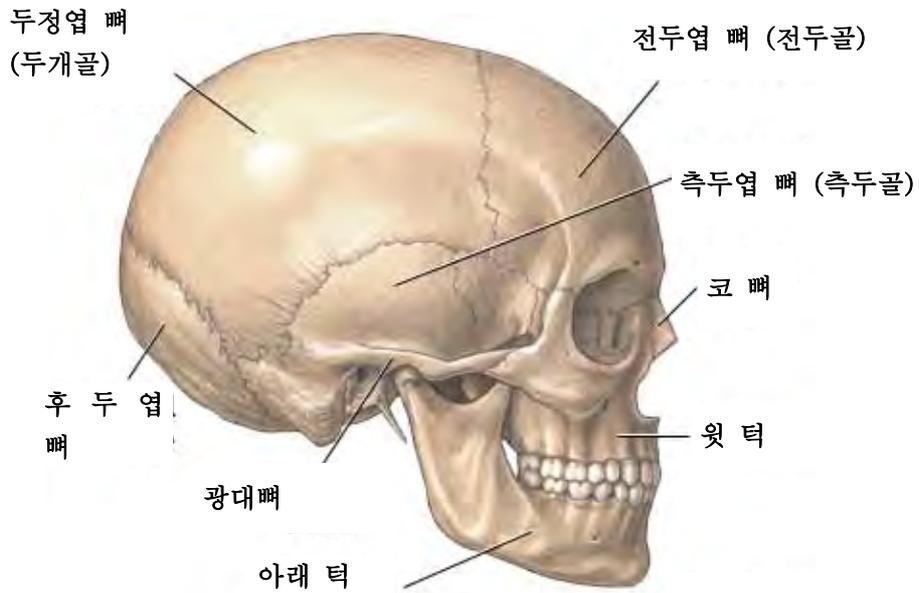


그림 1

(A) 무와(구멍이 없는) 두개골 : 무와류에 대한 이름의 기원은 이들의 두개골에서 눈구멍과 코구멍을 제외한 구멍이 없는 것으로부터 나왔다. 관자놀이 부분은 완전히 뼈로 되어 있다. 이런 형태의 두개골은 어류, 양서류 및 초기 파충류의 특징이 나타난다 (그림 2).

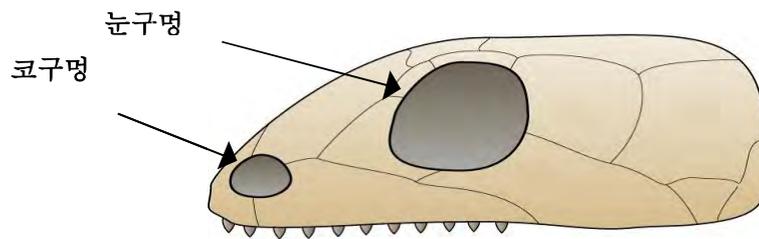


그림 2

(B) 단와 두개골 : 한 쌍의 관자놀이 구멍이 나타난다. 포유동물의 조상과 무와류에서 진화한 초기동물에서 나타난다. 현존하는 포유류의 두개골은 단와 두개골의 변형된 형태를 보여준다 (그림 3).

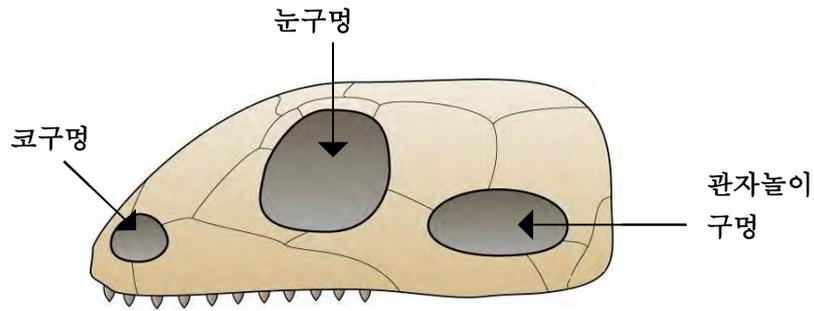


그림 3

(C) 쌍와 두개골 : 두 쌍의 관자놀이 구멍이 있다. 이 형태는 무와류로부터 나왔으며, 커다란 변형을 겪었다. 이것은 익룡과 공룡 화석에서 발견되며, 또한 조류와 모든 현존하는 파충류에서 나타난다. 쌍와 두개골의 매우 변형된 형태 중의 하나는 도마뱀에서 나타나는데 이 동물에서는 아래 관자놀이 구멍이 위의 관자놀이 구멍처럼 명확치 않다 (그림 4).

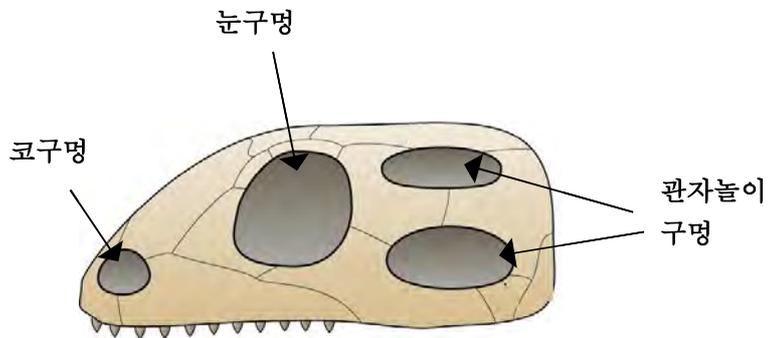


그림 4

(D) 진정와 두개골 : 한 쌍의 관자놀이 구멍을 가지고 있다. 진정와 두개골은 쌍궁류 조상으로부터 나온 것처럼 보이며, 아래의 관자놀이 구멍이 소실되어 나온 것으로 생각된다. 중생대의 해양 파충류의 두 그룹(수장룡 및 어룡)은 이러한 형태의 두개골을 가지고 있었다 (그림 5).

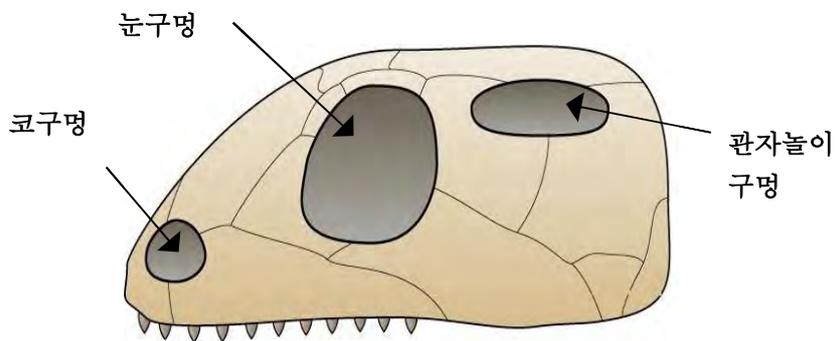
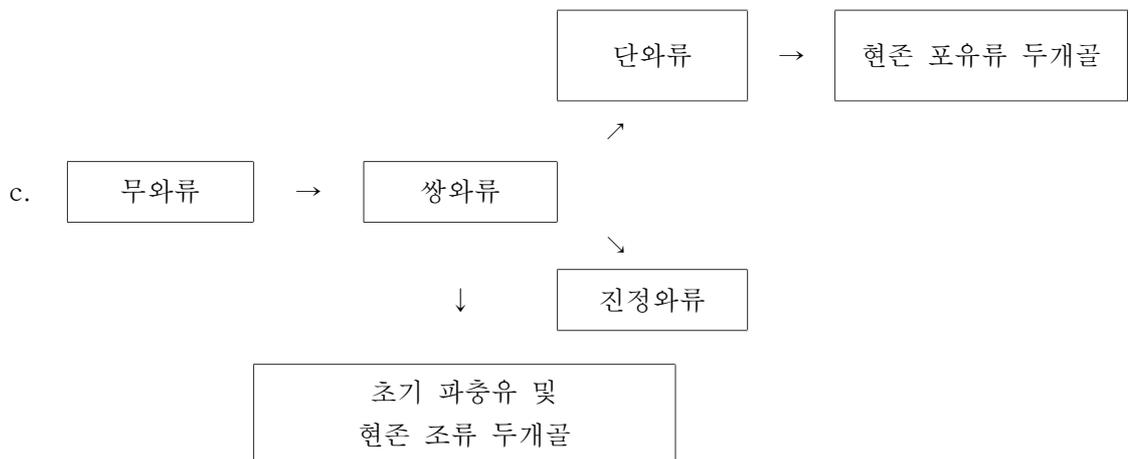
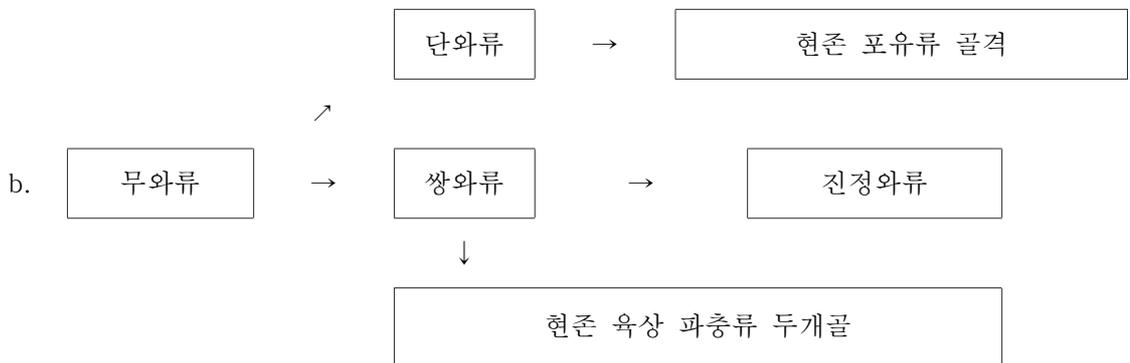
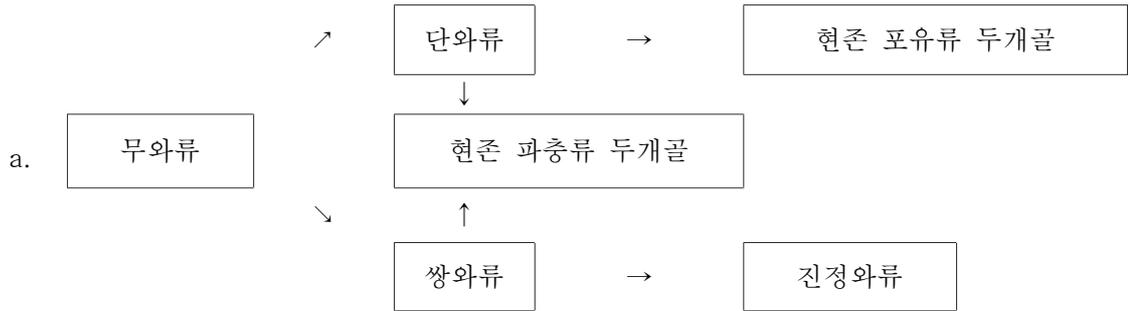
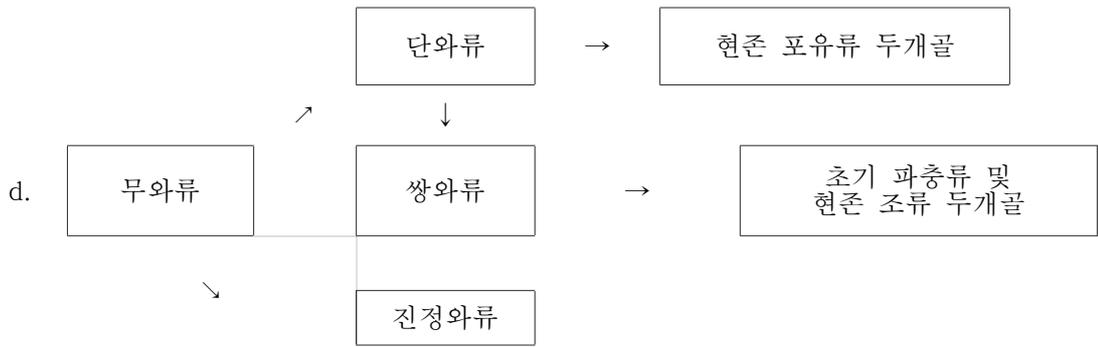


그림 5

문제 1.A.1. (2점) 앞에서 주어진 정보를 참조하여 두개골의 진화를 가장 잘 설명해주는 분기도를 선택하시오. 답안지의 표 1.A.1.에 적절한 답을 (✓)로 표시하시오.





a.	
b.	
c.	
d.	

(ii) **치열** : 치열은 한 동물에서 이빨의 형태와 배열을 나타내며, 음식을 섭취하는 습성에 대한 적응 결과이다. 치열에 기초하여 척추동물은 동형치열 혹은 이형치열로 구분할 수 있다. 동물이 살아가는 동안에 이빨을 가는 횟수에 따라 동물은 두 번 가는 2생치 혹은 다생치로 구분할 수 있다.

**문제.1.A.2. (6점)** 두개골의 표본 1, 2, 3과 이들의 치열을 나타내는 1A, 2A, 3A를 관찰하시오. 답안지의 표 1.A.2.에 적절한 답에 해당되는 곳에 (√)로 표시하시오.

표 1.A.2.

특징		1	2	3
두개골의 형태	무와류			
	쌍와류			
	단와류			
	진정와류			
치열의 형태	동형 치열			
	이형 치열			

문제 1.A.3. (6점) 눈구멍의 위치와 치열의 형태를 나타내는 표본을 관찰하시오. 답안지의 표 1.A.3.에 적절한 답을 (√)로 표시하시오.

특징		1	2	3
시각	주로 입체적으로 보는 시각			
	주로 비입체적으로 보는 시각			
음식 먹는 식성	주로 육식동물			
	주로 초식동물			

## Part B : 척추(등뼈)와 갈비뼈의 비교

척추(등뼈)와 갈비뼈는 축 골격계의 성분이다. 척추(등뼈)는 신체의 주요 축으로 정의하며, 일련의 분리된 척추뼈로 구성되어 있으며, 등뼈를 형성하기 위해 연결되어 있다 (그림 6).

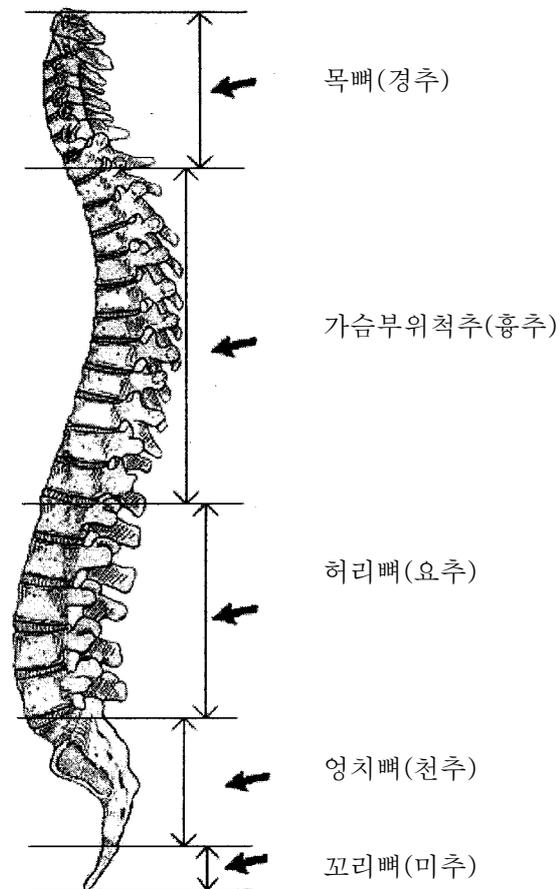


그림 6

척추의 첫 번째 세트인 목뼈는 바로 아래의 흉추에 비해 옆으로 뻗어 나가는 부분이 매우 작은 형태를 가지고 있다.

주로 목뼈의 수는 목의 운동 정도와 관련이 있다.

고등한 동물에서 흉추는 흉곽을 형성하기 위해 복부 가슴판과 갈비뼈와 관절로 연결되기 때문에 중요하다.

갈비뼈는 또한 근육이 안전하게 부착하기 위한 자리를 제공하며, 신체 장기를 유지하며, 내장낭 주위에 보호 케이스를 형성하며, 때때로 호흡할 때 도움을 주는 구조로 작용한다 (그림 7).

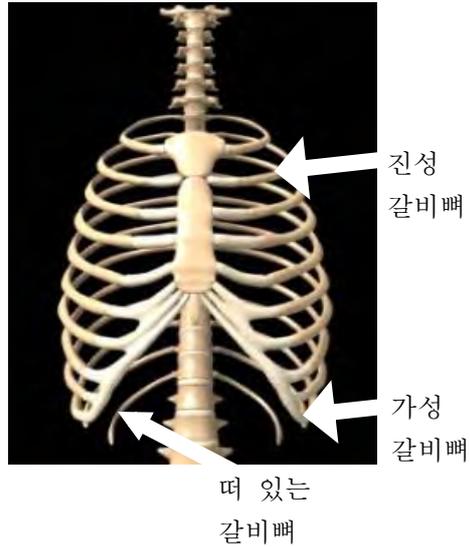


그림 7

가슴판은 중앙의 복면 골격구조로 가슴 근육이 나오는 자리를 제공하며, 진짜 갈비뼈의 복면 끝을 안전하게 하여 보호성 갈비뼈 케이스가 완성되도록 한다. 잘 발달된 갈비뼈 케이스는 포유류에 나타나는 특징이다.

네 발 달린 동물에서 갈비뼈를 분류하는 것은 가슴판과 붙어 있는 형태에 따른다. 세 종류의 갈비뼈가 있다 :

**진성 갈비뼈** - 갈비뼈가 가슴판과 복면에서 만난다.

**가성 갈비뼈** - 갈비뼈가 서로 서로 관절로 되어 있으나 가슴판과 만나지 않는다.

**떠 있는 갈비뼈** - 갈비뼈가 가슴판 혹은 어떤 다른 구조와도 관절로 연결되어 있지 않다.

이러한 갈비뼈들이 많은 수로 나타날 때 이동하는 동안에 신체에 유연성을 제공한다.

**문제 1.B.1.과 문제 1.B.2. (8 + 3 = 11점)** 표본 4, 5, 6을 관찰하고 **답안지의 표 1.B.1.과 1.B.2.의** 맞는 곳에 (√)로 표시하시오.

**표 1.B.1.**

특징		4	5	6
갈비뼈	있음			
	없음			
갈비뼈의 주요형태	진성 형태			
	가성 형태			
	떠 있는 형태			
꼬리	있음			
	감소됨 / 없음			

**표 1.B.2.**

특징		4	5	6
목 운동	제한됨			
	자유스러움			

### Part C : 다리 뼈의 비교 실험 과제

수상 동물에서 육상동물로, 그리고 육상동물에서 조류와 같은 공중 생활 동물로의 전환은 부속지의 설계 및 재설계에 대한 영향을 포함하고 있다. 부속지 골격은 쌍으로 된 지느러미 혹은 사지, 그리고 등근 모양의 연결 뼈를 포함한다. 대표적인 사지 배열의 모식도는 그림 8과 9에 있다.

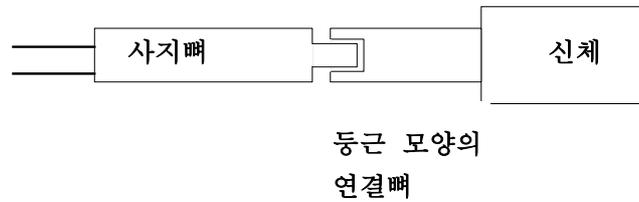


그림 8 : 거북이처럼 어그적 어그적 걷는 다리의 관절에 대한 모식도

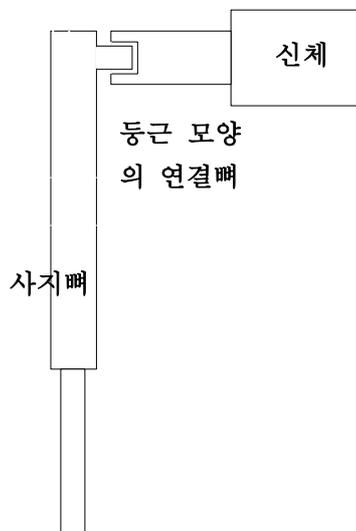


그림 9 : 바닥에서 떨어져서 걷는 다리의 관점에 대한 모식도

**문제 1.C.1. (12점)** 표본 7, 8, 9를 관찰하고, **답안지의 표 1.C.1.**에 답을 (√)로 표시하십시오.

특징		7	8	9
신체에 대한 다리의 위치	어그적 걷는			
	바닥에서 떨어져서 걷는			
앞 다리와 뒷다리의 길이	유사함			
	앞 다리가 더 긴			
	뒷다리가 더 긴			
발톱	있음			
	없음			
변형	정강이 뼈와 종아리 뼈가 완전히 융합된			
	정강이 뼈와 종아리 뼈가 부분적으로 분리된			

**문제 1.C.2. (8점)** 관찰한 것을 참고하여 **답안지의 표 1.C.2.**에 (√)로 표시하십시오.

**표 1.C.2.**

특 징		7	8	9
이동 중일 때 다리의 움직임	회전하는			
	추처럼 움직이는			
동물의 습성	점프하는			
	걷는			
	구멍을 파는			



## 과제 2 (12점)

### 질소 함유 노폐물의 반 정량적 측정 방법

당신은 이 과제를 15분 만에 수행하고 완성해야 합니다.

재료	양
1. 1판에 6개의 홈이 있는 사기로 된 판	3
2. 이쑤시개	20
3. 유성 마킹펜	1
4. 두루마기 휴지	1
5. 쓰레기통	1
6. 플라스틱 통에 제공되는 시약들	각 1병 씩





**표지**

**시약**

A	텅스텐 인산(PTA)
B	탄산나트륨 (20%)
C	요산 (표준용액)
D	얼리히 용액 (약한 부식성의)
E	요소 (표준용액)
F	질화 침산 나트륨
G	산화용액
H	페놀용액 (약한 부식성의)
I	암모니아 (표준용액)
S1	가상의 재료 1
S2	가상의 재료 2
S3	가상의 재료 3
H <sub>2</sub> O	증류수

## 서론

척추동물들은 대부분이 단백질과 핵산이 분해되면서 생성되는 질소 함유 노폐물을 배설하는 다양한 방법을 갖고 있다. 척추동물들은 수중생활에서 육상생활로 진화되는 전환기 동안 각기 다른 배설 방법들을 이용하였다. 이 노폐물의 세 가지 주요한 형태는 암모니아, 요소, 그리고 요산이다. 암모니아는 물에 아주 잘 녹는 반면에 요산은 가장 적게 녹는다. 암모니아는 독성이 가장 강해서 많이 희석된 형태로 배설될 필요가 있다. 요산은 대부분 반고체의 결정상태로 배설된다.

제공된 3개의 가상 재료 (S1, S2, S3)는 3 종류의 다른 동물에서 배설된 질소 함유 노폐물이다. 각각의 재료에 포함된 요산, 요소, 그리고 암모니아의 상대적 함유량을 알아보기 위해 아래의 실험방법을 따라 해보라.

## 일반 지시사항

1. 각각의 실험에서, 제공된 표준용액들과 증류수를 각각 양성 대조구와 음성 대조구를 이용하라.
2. 양성 대조구 색깔의 정도를 ‘+++’로, 음성 대조구를 ‘-’로 한다.
3. 각각의 실험에서 실험결과를 정리할 때 양성 대조구와 음성 대조구의 결과에는 점수를 부여하지 않는다.

## 측정 방법

### 1. 텅스텐 인산(PTA) 환원 방법에 의한 요산의 측정 원리

#### 원리

염기성인 조건에서 요산은 텅스텐 인산을 환원시키면서 푸른색의 생성물을 만든다.

#### 방법

- (i) S1, S2, S3의 각 시료와 대조구 용액을 채취하여 사기판의 각각 다른 홈에 3방울씩 떨어뜨린다.
- (ii) 1방울의 용액 A를 각 홈에 떨어뜨리고 용액 B도 같은 방법으로 떨어뜨린 후 각각 다른 이쭝기개를 혼합한 후 색깔의 변화를 관찰한다.
- (iii) 양성 대조구의 색깔의 정도를 ‘+++’로, 음성대조구는 ‘-’로 표시한다.

**문제 2.1.1. (3점) 답안지의 표 2.1.**에 각각의 색깔의 정도를 ‘+++’, ‘++’, 또는 ‘+’로 기

입하고 색깔이 없으면 '-'로 표기하라.

## 2. 얼리히 시약을 이용한 요소의 측정

### 원리

강산의 조건에서 요소는 얼리히 시약(p-2 메틸 아미노 벤즈 알데히드)과 반응하여 노란 색으로 염색된다. (Schiff's 염기의 양성화)

### 방법

- (i) S1, S2, S3의 각 시료와 대조구 용액을 채취하여 사기판의 각각 다른 홈에 3방울 씩 떨어뜨린다.
- (ii) 1방울의 용액 D를 각각의 홈에 떨어뜨리고 각각 다른 이쑤시개로 혼합한다.

**문제 2.1.2. (3점)** 즉시 답안지의 표2.1.에 결과를 기록하되 색깔의 강도에 따라 '+++', '++', 또는 '+'로 표기하고 색깔이 없으면 '-'로 표기한다. 양성 대조구의 색깔의 정도는 '+++', 음성 대조구는 '-'로 표기하여 비교한다.

## 3. 인도페놀블루 방법을 이용한 암모니아의 측정

### 원리

염기성 용액에서 암모늄 이온은 산화제와 반응하여 단일클로라민을 형성한다. 페놀이 존재하고 과량의 산화제가 단일클로라민은 질화침산을 촉매제로 이용할 때 인도페놀이라는 파란색의 산물을 형성한다.

### 방법

- (i) S1, S2, S3 각 시료와 대조구 용액을 채취하여 사기판의 각각 다른 홈에 3방울 씩 떨어뜨린다.
- (ii) 용액 F, 용액 G, 용액 H를 순서대로 한 방울 씩 시료에 떨어뜨리고 각각 다른 이쑤시개로 혼합한다.

**문제 2.1.3. (3점)** 2분이 경과한 후에 답안지의 표 2.1.에 결과를 기록하되 색깔이 생성된 정도에 따라 ‘+++’, ‘++’, 또는 ‘+’로 표기하고 색깔이 없으면 ‘-’로 표기한다. 양성 대조구의 색깔의 정도는 ‘+++’, 음성 대조구는 ‘-’로 표기하여 비교한다.

**표 2.1.**

시료	요산 실험	요소 실험	암모니아 실험
S1			
S2			
S3			
양성 대조구			
음성 대조구			

**문제 2.2. (3점) :** 얻어진 결과에 근거하여 각각의 시료와 아래에 제시된 보기의 척추동물들을 강 수준에서 적절하게 연결하여 문제 2.2.의 답안지에 적절한 알파벳 기호를 적어 넣어라.

답 : \_\_\_\_\_

- |              |           |           |
|--------------|-----------|-----------|
| a. S1 : 어 강  | S2 : 포유강  | S3 : 파충강  |
| b. S1 : 양서류강 | S2 : 조 강  | S3 : 어 강  |
| c. S1 : 포유강  | S2 : 파충강  | S3 : 조 강  |
| d. S1 : 포유강  | S2 : 어 강  | S3 : 조 강  |
| e. S1 : 조 강  | S2 : 어 강  | S3 : 포유강  |
| f. S1 : 파충강  | S2 : 양서류강 | S3 : 포유강  |
| g. S1 : 조 강  | S2 : 파충강  | S3 : 양서류강 |

\*\*\*\*\* 실험평가 2의 끝입니다 \*\*\*\*\*