

Student Code: _____

22nd INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

July 10-17, 2011

Taipei, Taiwan



PRACTICAL TEST 3

실험시험 3

ECOLOGY AND SYSTEMATICS

생태학과 분류학

Total Points: 100

총 점수: 100

Duration: 90 minutes

시간: 90 분

Dear Participants 수험생 여러분,

- In this test, you have been given the following 2 tasks:

이번 시험에서는 다음의 2 과제가 주어졌다:

Task I: Reconstruct the phylogenetic tree for the given spiders (60 points)

과제 I: 주어진 거미에 대한 계통수 구성 (60 점)

Task II: Test of species association in a community (40 points)

과제 II: 한 군집 내에 있는 종 사이의 연관(species association) 검증

- Check your **Student Code** on the **Answer Sheet** before starting the test.
테스트를 시작하기 전에 **답안지(Answer sheet)**에 적힌 자신의 **학생 코드(student code)**를 확인하십시오.
- Write down your results and answers in the **Answer Sheet**. **Answers written in the Question Paper will not be evaluated.**
실험 결과와 답을 **답안지**에 적으시오. **문제지에 적은 답은 평가를 하지 않는다.**
- Please make sure that you have received all the materials listed for each task. If any of the listed items is missing, please **raise your sign**.
각 과제 수행에 필요한 모든 실험 재료를 받았는지를 확인하라. 리스트에 적힌 재료가 없는 경우에는 **표시판(sign)**을 드시오.
- Use **pen only**. You can use a ruler and a calculator provided.
펜만을 사용하라. 주어진 자와 계산기를 사용할 수 있다.
- **Check the condition of the spiders in the first 5 minutes.** If any of the legs is missing, please **raise your sign**. **No replacement of the spiders is possible after 5 minutes.**
처음 5분 이내에 거미의 상태를 점검하라. 다리의 일부분이 없다면, **표시판(sign)**을 드시오. 5분 이후에는 거미를 교체해주지 않는다.
- Stop answering and put down your pen **immediately** after the end bell rings.
끝나는 종이 울린 후에는 **즉시** 답하기를 멈추고 펜을 놓는다.
- After test, our lab assistants will check the condition of the spiders and fill out the spider checklist at the end of your answer sheet. **Each undamaged spider in the original vial will get you one bonus point.** Please put down the **Student Code** sign after the check is done.
테스트가 끝난 후에는 실험실의 조교가 거미의 상태를 점검하고, 답안지의 맨 뒤에 있는 거미의 체크리스트에 기록을 할 것이다. **유리 관병(vial) 안에 있는 원래의 거미가 손상되지 않았다면, 거미 한 마리 당 보너스 점수를 1점 받게 될 것이다.** 점검이 끝난 후에는 **학생 코드**를 적으시오.
- Enclose both the **Answer Sheets** and **Question Paper** in the provided envelope after the spider check is finished. Our **Lab Assistants** invigilator will collect it promptly.
거미 테스트를 마친 후에 주어진 봉투 안에 **답안지**와 **문제지**를 모두 넣으시오. 시험 감독관이 봉투를 곧바로 수거할 것이다.

Good Luck!!

Equipments and Materials (도구와 재료):

Equipments (도구):

1	Dissecting microscope (해부현미경)	1
2	Four sheets of colored pictures and one sheet of black and white picture (컬러사진 4 장, 흑백사진 1 장):	
	Figures 사진 (그림 1-3 부터 1-12 까지)	4
	Figure 사진 (그림 2-1)	1
3	Forceps (핀셋)	2
4	Petri dish (페트리접시)	2
5	70% ethanol (70% 에탄올)	1
6	Plastic dropper (1 회용 스포이드)	1
7	1-m quadrat cardboard (represented by small zip lock bag) (지프락 비닐봉지에 넣은 1-m 종이 방형구)	1

Materials (재료):

1	Four spider samples in glass vials (W, X, Y, Z) 유리관병(W, X, Y, Z)에 들어있는 거미 4 마리	1
---	--	---

TASK 과제 I: (60 points 점)

Reconstruct the phylogenetic tree for the given spiders

주어진 거미에 대한 계통수 구성

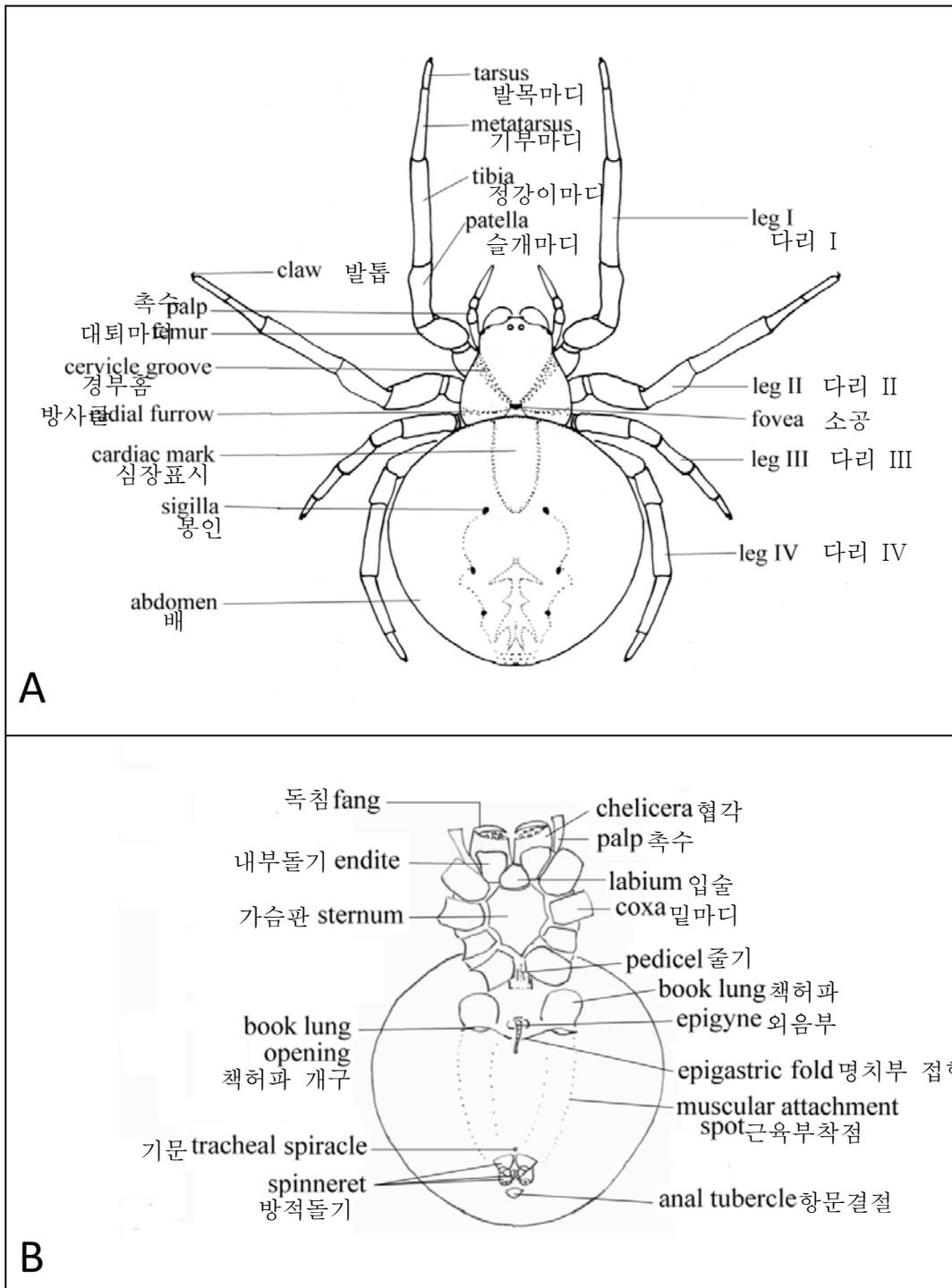


Figure 1-1 External morphology of spider. A. Dorsal view. B. Ventral view.

그림 1-1 거미의 외부 형태: A. 등쪽 모습, B. 배쪽 모습

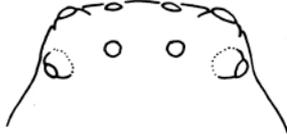
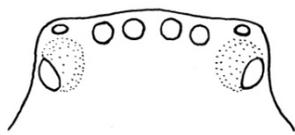
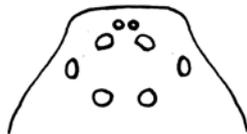
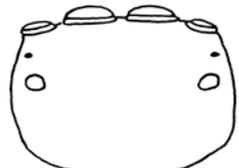
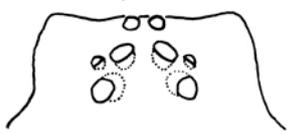
<p>A: two transverse eye rows, with 4 eyes on each eye row A: 두 개의 가로줄로 배열된 눈. 각 줄에 4 개의 눈이 배열됨.</p> 	<p>B: two rows, with 6 eyes on the first eye row B: 두 개의 가로줄로 배열된 눈. 첫 번째 줄에 6 개의 눈이 배열됨.</p> 	<p>C: four rows, with 2 first row eyes smallest and 6 posterior eyes arranged in a hexagonal configuration C: 네 개의 가로줄로 배열된 눈. 첫째 줄의 두 눈이 가장 작고, 뒤 쪽의 6 개이 눈은 6 각형으로 배열.</p> 
<p>D: three rows, with the 4 first row eyes much smaller than the others D: 세 개의 가로줄로 배열된 눈. 첫째 줄의 4 개의 눈이 다른 것보다 훨씬 작다.</p> 	<p>E: three rows, with the 2 anterior median eyes much larger than the others E: 세 개의 가로줄로 배열된 눈. 앞 줄 중간의 눈 2 개가 다른 것보다 더 크다.</p> 	<p>F: three rows, with 4 eyes on the second eye row F: 세 개의 가로줄로 배열된 눈. 둘째 줄에 4 개의 눈이 있다.</p> 
<p>G: eight eyes with one diad (a cluster of 2 eyes) and two triads (a cluster of 3 eyes) G: 2 개의 눈이 뭉쳐 있는 것이 하나와 3 개의 눈이 뭉친 것이 2 개로 이루어진 8 개의 눈</p> 	<p>H: six eyes in two triads H: 3 개의 눈이 뭉쳐 있는 것 두 개로 이루어진 6 개의 눈</p> 	<p>I: six eyes in three diads I: 두 개의 눈이 뭉쳐 있는 것이 3 개로 이루어진 6 개의 눈</p> 

Figure 1-2 Eye arrangements (A key is provided on page 7-9)
 그림 1-2 눈의 배열 (검색표가 7-9 페이지에 제시되었다)

Legends and Abbreviations of figures 1-3 to 1-12

그림 1-3 부터 1-12 까지의 그림설명과 약어

Figure 1-3 Book lungs. A. Two pairs. B. One pair.

그림 1-3 책허파 A. 2 쌍 B. 1 쌍

Figure 1-4 Spinnerets. A. Three pairs. B. Two pairs.

그림 1-4 방적돌기 A. 3 쌍 B. 2 쌍

Figure 1-5 Cribellum. A. Absent. B. Present.

그림 1-5 선모양의 판 A. 없다. B. 있다.

Figure 1-6 Calamistrum on metatarsus IV. A. Absent. B. Present.

그림 1-6 다리 IV 기부마디의 빗살모양의 즐상기 A. 없다. B. 있다.

Figure 1-7 Tarsi claw. A. Three claws B. Two claws

그림 1-7 발목마디의 발톱 A. 3 개 B. 2 개

Figure 1-8 Claw tufts. A. Absent. B. Present.

그림 1-8 말꼬리모양의 발톱 총맥 A. 없다. B. 있다.

Figure 1-9 Base of anterior spinnerets (AS). A. Widely separated. B. Close or in contact.

그림 1-9 앞쪽 방적돌기(AS)의 기부 A. 넓게 분리되었다. B. 가깝거나 붙어있다.

Figure 1-10 Grades of legs. A. Prograde. B. Laterigrade.

그림 1-10 앞다리의 뺨은 방향 A. 앞으로 B. 옆으로

Figure 1-11 Tibia and metatarsus of legs I and II with series of long spines interspersed with much shorter setae. A. Absent. B. Present.

그림 1-11 훨씬 짧은 강모가 듬성듬성 나있는 일련의 긴 가시를 가진 다리 I 과 II 의 정강이 마디와 기부마디. A. 없다. B. 있다.

Figure 1-12 Double-rowed trichobothria on femora IV. A. Absent. B. Present.

그림 1-12 다리 IV 의 대퇴마디 위에 있는 두열의 감각털 A. 없다. B. 있다.

1-1 Key to species of some common spiders 일반적인 거미의 종 검색표

There are many living creatures in the world. For unfamiliar creatures, scientists usually choose a suitable key, the most commonly used tool, to find out its name. A key uses the dichotomous statements (a or b) of diagnosed characters to divide a larger group of taxa into two smaller subgroups (indicated by numbers or taxon names). Beginning with the number 1, choose a more likely statement (a or b) for the specimen and then go to the number shown at the end of the statement, and so on. Go through the key, until a taxon name is shown. A key for some common spiders of the world is given below.

세상에는 많은 생명체들이 존재한다. 친숙하지 못한 생물들의 이름을 찾기 위해 과학자들은 보통 가장 일반적으로 사용되는 방법인 적절한 단서를 선택한다. 하나의 단서는 하나의 더 큰 분류군을 두 개의 더 작은 하위분류군(숫자 또는 분류군의 이름으로 표시됨)으로 나누기 위해 진단 형질을 이분법적(a 또는 b)으로 나누어 설명한다. 숫자 1 을 시작으로 표본에 대해 더 비슷한 설명(a 또는 b)을 선택한다. 그리고 설명의 끝에 제시된 번호를 찾아간다. 이 과정을 하나의 분류군에 대한 이름이 주어질 때까지 단서를 계속하여 찾아간다. 일반적인 거미에 대한 검색표가 아래에 주어졌다.

Key to species of some common spiders 일반적인 거미의 종 검색표

- 1a Two pairs of book lungs (Fig. 1-3A)2
 2 쌍의 책허파 (그림 1-3A)
- 1b One pair of book lungs (Fig. 1-3B) 3
 1 쌍의 책허파 (그림 1-3B)
- 2a Three pair of spinnerets (Fig. 1-4A)..... *A. aus*
 3 쌍의 방적돌기 (그림 1-4A)
- 2b Two pair of spinnerets (Fig. 1-4B) *M. bus*
 2 쌍의 방적돌기(그림 1-4B)
- 3a With a cribellum in front of the spinnerets (Fig. 1-5B), and a calamistrum on
 metatarsus IV (Fig. 1-6B)*Z. cus*
 방적돌기 앞에 선모양판을 가지고(그림 105B), 다리 IV 의 기부마디 위에
 빗살모양의 즐상기가 있다(그림 1-6B).
- 3b Without the cribellum and calamistrum (Figs. 1-5A, 1-6A)4
 선모양판과 빗살모양의 즐상기가 없다(그림 1-5A, 그림 1-6A).
- 4a With six eyes 5
 눈이 6 개이다.
- 4b With eight eyes 6
 눈이 8 개이다.
- 5a six eyes in three diads (Fig. 1-2I) *S. dus*
 두 개의 눈이 뭉쳐 있는 것이 3 개인 6 개의 눈을 가진다(그림 1-2I).
- 5b six eyes in two triads (Fig. 1-2H) *P. eus*
 세 개의 눈이 뭉쳐 있는 것이 2 개인 6 개의 눈을 가진다(그림 1-2H).
- 6a Tarsi with two claws (Fig. 1-7B), with or without claw tufts 7
 두 개의 발톱을 가진 발목마디(그림 1-7B), 발톱 총맥은 있거나 없다.
- 6b Tarsi with three claws (Fig. 1-7A), never with claw tufts (Fig. 1-8A) 10
 세 개의 발톱을 가진 발목마디(그림 1-7A), 발톱 총맥은 없다(그림 1-8A)
- 7a Eyes in three or four rows (Figs. 1-2C, D, E, F)8
 세 줄 또는 4 줄로 늘어선 눈 (그림 1-2C, D, E, F)
- 7b Eyes in two rows (Figs. 1-2A, B) 9
 두 줄로 늘어선 눈 (그림 1-2A, B)
- 8a Eyes arranged in 4-2-2 three rows; with a pair of remarkably large anterior
 median eyes (AMEs) (Fig. 1-2E).....*T. fus*
 4-2-2 세 줄로 늘어선 눈; 앞쪽 중간 눈 한 쌍(AMEs)은 매우 크다(그림 1-2E)
- 8b Eyes arranged in 2-4-2 three rows (Figs. 1-2F); AMEs not as above *C. gus*
 2-4-2 세 줄로 늘어선 눈(그림. 1-2F); 위처럼 AMEs 는 크지 않다.

- 9a Base of both anterior spinnerets separated from each other or wide apart (Fig. 1-9A); Legs prograde (Fig. 1-10A) **Z. hus**
 앞쪽 방적돌기 둘의 기부가 서로로부터 떨어져 있거나 멀리 떨어져 있다(그림 1-9A);
 앞다리는 앞쪽으로 뻗어있다 (그림 1-10A)
- 9b Bases of both anterior spinnerets in contact (Fig. 1-9B); Legs laterigrade (Fig. 1-10B) **T. kus**
 앞쪽 방적돌기 둘의 기부는 붙어있다(그림 1-9B); 앞다리는 옆쪽으로 뻗어있다 (그림 1-10B)
- 10a Eye group hexagonal, eyes arranged in 2-2-2-2 four rows (Fig. 1-2C)..... **O. lus**
 눈은 육각형으로 배열, 2-2-2-2 네 줄로 늘어선 눈(그림. 1-2C)
- 10b Eye group not hexagonal..... 11
 눈은 육각형으로 배열되지 않는다.
- 11a Eyes in two rows (Figs. 1-2A, B)..... 12
 눈은 2 줄로 배열 (그림. 1-2A, B)
- 11b Eyes in three rows (Figs. 1-2D, E, F)..... **P. mus**
 눈은 3 줄로 배열 (그림. 1-2D, E, F)
- 12a Tibia and metatarsus of legs I and II armed with series of long spines interspersed with much shorter setae (Fig. 1-11B) **M. nus**
 다리 I 과 II 의 정강이마디와 기부마디의 표면에는 일련의 긴 가시가 있고, 그 사이에 훨씬 짧은 강모가 듬성듬성 나 있음(그림. 1-11 B)
- 12b Legs I and II without such spine arrangement..... 13
 다리 I 과 II 에는 위와 같은 가시가 배열되어 있지 않다.
- 13a Femora IV with a proximal cluster of double-rowed trichobothria (Fig. 1-12B) **L. ous**
 다리 IV 의 대퇴마디에 두열의 감각털 기부 뭉치가 몸 쪽에 배열(그림 1-12B)
- 13b Femora IV without such trichobothria (Fig. 1-12A)..... **N. pus**
 다리 IV 의 대퇴마디에 위와 같은 감각털이 없음(그림 1-12A)

Now, you have four spider specimens coded W to Z, respectively, as shown on outside of the vials. Please key out all these spiders and mark some of their characters with aid of figures 1-1 to 1-12.

유리 관병의 밖에서 볼 수 있도록 각각 W 부터 Z 까지 기호를 부여한 4 마리의 거미 표본이 있다. 검색표를 이용하여 4 마리 거미의 이름을 찾고, 그림 1-1 부터 1-12 를 참고로 그들의 일부 형질 상태를 표시하라.

(Caution! You may take out the specimen from the vials for identification. When you do so, you should place a spider in the petridish with some 70% alcohol to examine its characters under the stereomicroscope. Because the spider's body is very fragile, the most ideal way to handle the specimen is gently grasping its legs with forceps to move it in or out from the vial. Don't break spider's body and its legs. Undamaged spiders in their original vials will get extra points as bonus. Please handle everything with care! Spiders should be kept in 70% alcohol at any time to prevent desiccation).

(주의! 동정을 위하여 거미를 유리 관병에서 꺼낼 수도 있다. 그렇게 할 때는 실체현미경으로 그들의 형질을 검사하기 위해 페트리접시에 70% 알코올을 넣고 거미를 올려 놓아야만 한다. 거미의 몸은 매우 잘 부서지므로 거미를 다루는 가장 이상적인 방법은 핀셋으로 거미의 다리를 부드럽게 잡고 유리 관병에서 꺼내거나 관병으로 넣는 것이다. 거미의 몸체와 다리를 부서지게 하지 말 것. 원래 들어있던 관병에 거미를 부서지지 않고 그대로 넣을 경우 보너스 점수를 받게 된다. 모든 것을 매우 조심하여 다루기 바란다. 거미는 건조를 방지하기 위하여 항상 70% 알코올에 담가 둬야 한다.)

Q1.1.1 (4 points for each correct spider; 16 points total) Match each spider code with the correct name respectively in your **Answer Sheet**. Note: each spider code can only be used once, or the grades of these cells will not be counted.

(옳게 답한 거미마다 4점; 총 16점) 답안지에 각 거미의 이름을 찾아 이름 옆 네모 칸에 거미의 기호를 쓰시오. 주의: 각각의 거미에 할당된 기호는 단지 한번만 사용하여야 한다. 그렇지 않을 경우 에 해당 기호가 쓰여진 칸은 채점하지 않는다.

Q1.1.2 (0.65 points for each cell; 13 points total) If a spider has the characters listed in the left column of the table in your **Answer Sheet**, indicate with a “+” and if the character is absent, indicate with a “-”. **(Penalty of 0.2 points for each wrong answer, minimum 0 point)**

(각 칸마다 0.65점; 총 13점) 만일 거미가 **답안지**의 왼쪽 칸에 제시된 형질을 가진다면, “+”로 표시하고 형질을 가지지 않는다면 “-”로 표시하십시오. **(잘못된 답을 쓸 경우 각각에 대해 0.2점씩 삭감할 것이며, 최소 0점이 된다.)**

1-2 Reconstruct a phylogenetic tree for eight spiders

8 종의 거미에 대한 계통수 작성

Data matrix 1-1 represents character entries (a to t) for a group of hypothetical organisms A to H. Based on Data Matrix 1-1, Taxon A serves as the outgroup and the rest 7 species (Taxa B to H) are ingroups. Character state 0 represents the plesiomorphy (ancestor character) and states 1-6 are apomorphies (derived characters), “-” represent missing character. We may reconstruct a cladogram (cladistic tree) by using the synapomorphies (shared derived characters). Each change represents one step of the evolutionary events (indicated by the character and its state, e.g., e-5, t-4). The following tree (Figure 1-13) is only resulting most parsimonious cladogram that shows all the character changes on the tree. Numbers 1 to 15 represent 15 steps of the tree.

데이터 표 1-1 은 가상의 생물 A 부터 H 까지 8 종에 대한 형질 (a 부터 t 까지) 상태를 나타낸 것이다. 데이터 표 1-1 에 근거하여 분류군 A 는 외군(outgroup)이 되며 나머지 7 종(분류군 B 부터 H 까지)이 내군(ingroup)이 된다. 형질상태 0 은 조상형을, 상태 1-6 은 파생형을, “-”는 사라진 형질을 나타낸다. 공통 파생형질을 이용하여 계통수를 작성할 수 있다. 각각의 변화는 한번의 진화적 사건(형질과 형질상태, 즉 e-5, t-4 와 같이 표시된다)을 대표한다. 다음 계통수(그림 1-13)은 변이가 가장 적은 계통수이며, 일어난 모든 형질 변화를 이 계통수에 표시하고 있다. 숫자 1 부터 15 는 계통수에서 15 번의 형질상태 변화를 나타낸다.

Data Matrix 1-1 데이터 표 1-1

Taxa 분류군	Character 형질													
	a	b	c	d	E	f	g	h	m	n	o	p	s	t
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
B	1	1	0	1	5	0	0	1	1	1	0	0	2	-
C	1	1	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	2	-
D	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	-
E	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
F	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	4
G	1	1	0	1	4	0	0	1	1	1	0	0	2	-
H	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	2	-

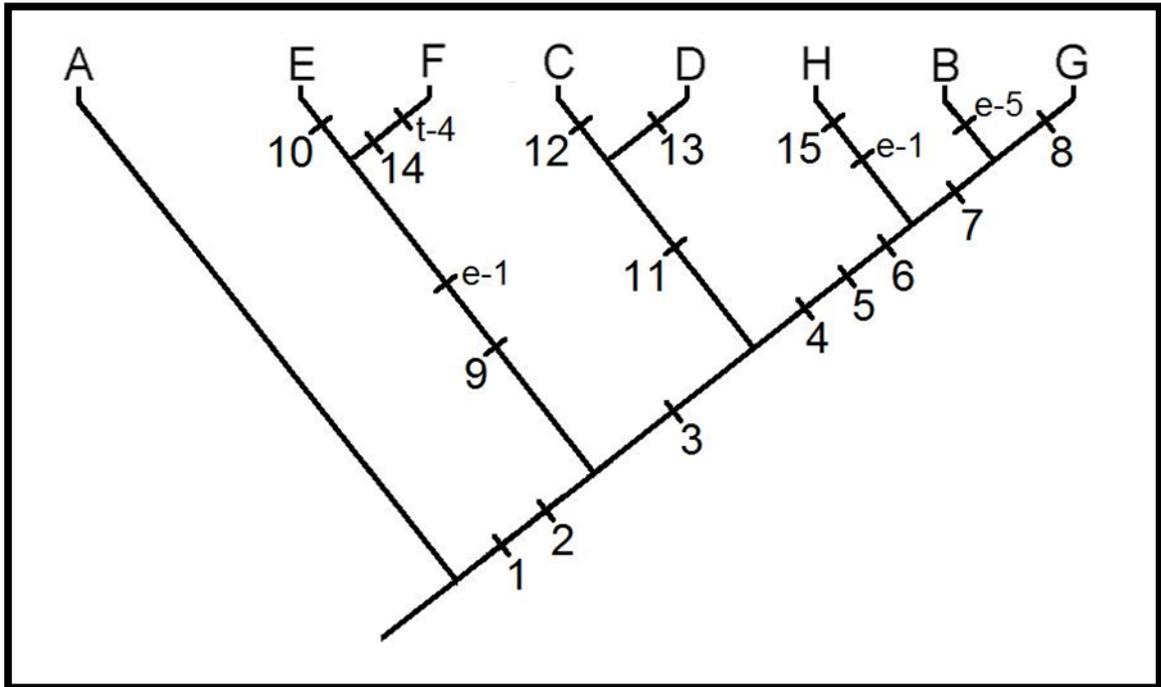


Figure 1-13 The most parsimonious cladogram reconstructed from data matrix 1-1.

그림 1-13 데이터 표 1-1 을 사용하여 만들어진 형질 변화가 가장 적은 계통수

Q1.2. (1.2 points for each cell; 18 points total) Fill in the character code and state (e.g., e-1) in

the answer sheet for each of the 15 steps.

(각 칸마다 1.2점; 총 18점) 답지에 15 번의 형질상태 변화에 대한 형질 기호와 상태(즉, e-1 과 같이)를 쓰시오.

1-3 Based on the cladogram (figure 1-13), answer following questions:

계통수(그림 1-13)에 근거하여 다음 질문에 답하십시오.

Q1.3.1. (2 points) How many steps of the cladogram are there in total?

(2 점) 총 몇 번의 형질 상태 변화가 있는가?

Q1.3.2. (2 points) Besides character e-1, which character is homoplasious (i.e., not homologous character)?

(2 점) 형질 e-1 을 제외하고 어떤 형질이 상사적(즉, 상동형질이 아닌)인가?

Q1.3.3. (2 points) Which of the following taxon is the sister group of taxon {C, D}?

(2 점) 다음 분류군 중 어느 것이 분류군 {C, D}의 자매군인가?

(A) {E, F} (B) {H, B, G} (C) {F} (D) {H} (E) {B, G}

Q1.3.4. (Each correct answer will get 0.4 points, 2 points total) Mark with an “X” in the “True” cell in the **Answer Sheet** if the characters given below appeared prior to the evolution of character m-1 in the cladogram, otherwise in the “False” cell.

(옳은 답마다 0.4 점; 총 2 점) 계통수에서 아래에 주어진 형질이 형질 m-1 의 진화 이전에 나타났다면 **답안지**의 “True 참” 칸에 “X”, 후에 나타났다면 “False 거짓” 칸에 “X”로 표시하십시오.

Character 형질
s-1
s-2
a-1
g-1
d-1

Q1.3.5. (1 point for each cell; 5 points total) To what kind of grouping do the following taxa belong? Use code “I” for polyphyletic, “II” for paraphyletic, or “III” for monophyletic grouping.

(각 칸마다 1 점; 총 5 점) 다음 분류군은 다음 중 어떤 분류군에 속하는가? 다계통군이면 “I”, 측계통군이면 “II”, 단계통군이면 “III”의 기호로 표시하십시오.

Taxon 분류군
{H}
{B, C, G, H}
{C, D, E, F}
{B, G, H}
{B, E, G}

TASK 과제 II: (40 points 점)

Test of species association in a community

한 군집 내에 있는 종 사이의 연관 검증

The basic idea of community organization is that species tend to be associated in a nonrandom manner. One way to understand their association conditions is to use a 2×2 contingency table (Table 2-1-0): If a sample contains both species x and y, it is defined as type “a”. If a sample contains only species y, species x, or no species, then it is defined as type “b”, “c”, or “d” respectively.

군집 구성의 기본적인 아이디어는 종은 무작위적으로 모이는 경향이 있다는 것이다. 그들의 모집 조건을 이해하는 한 가지 방법은 2×2 분할표(표 2-1-0)를 사용하는 것이다. 만일 한 방형구에 종 x와 y 모두 들어있다면 이를 유형 “a”로 정의한다. 한 방형구에 종 y 만, 종 x 만, 또는 어느 종도 없다면 이를 순서대로 유형 “b”, “c”, 또는 “d”로 정의한다.

Table 표 2-1-0

		Species 종 x		Total 합계
		Present 있다	Absent 없다	
Species 종 y	Present 있다	a	b	a+b
	Absent 없다	c	d	c+d
Total 합계		a+c	b+d	n

$$n = a + b + c + d$$

Probability of obtaining species x $P(x) = (a+c)/n$

종 x가 있을 확률 $P(x) = (a+c)/n$

Probability of obtaining species y $P(y) = (a+b)/n$

종 y가 있을 확률 $P(y) = (a+b)/n$

Expected Joint probability (JP): the probability of both species x and y are present

종 x와 y가 모두 있을 기대 확률 $JP = P(x) \times P(y)$

Significance level for Chi-squared statistical test (χ^2)

χ^2 검증의 유의 수준

Df (자유도)	Significance level (α) 유의 수준(α)	
	0.05	0.01
1	3.841	6.635
2	5.991	9.210
3	7.815	11.345

Figure 2-1 (The figure on a separate paper on your desk) is a distribution map of two plant species, Plant-A (○) and Plant-B (●), and a sympatric spider species, Spider (*), in a hypothetical community. Each square is $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$.

그림 2-1(책상위에 있는 낱장의 그림)은 가상의 군집에서 두 식물종 식물-A(○)와 식물-B(●), 그리고 동일한 장소에 사는 거미종 거미(*)의 분포도이다. 각각의 네모는 $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$ 이다.

2-1 Association between Plant-A (○) and Spider (*): analyzed by quadrat method.

Put a 1-m square quadrat on Figure 2-1 using the following 40 randomly assigned coordinates as the center (i.e., 2×2 complete squares) and determine the type of each quadrat.

식물-A(○)와 거미(*) 사이의 관계: 방형구법에 의한 분석

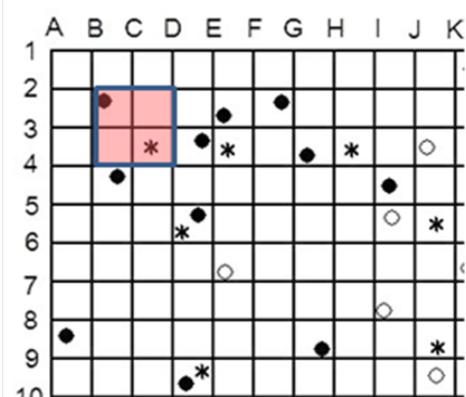
아래에 주어진 위치를 중심으로 하여 1-m^2 방형구를 그림 2-1 에 놓으시오. 이렇게 하면 완전한 2×2 개로 구성된 정사각형이 된다. 각 방형구의 유형을 분석하라.

N-11, S-8, F-10, Q-18, O-16, K-2, L-4, M-17, M-4, H-17

X-2, K-11, T-19, M-8, P-10, G-8, B-19, M-19, S-10, O-12

J-18, D-7, B-17, I-11, B-10, G-13, V-16, C-3, F-5, R-15

L-2, Q-11, R-5, G-11, K-10, T-10, X-9, R-3, O-3, F-16



C-3 for example: 위의 그림은 C-3 의 위치에 놓은 방형구의 예이다.

Q2.1.1. (1 point each; 9 points total) Write down your results in Table 2-1-1 on **Answer Sheet** and complete all the blank cells.

(각각 1 점: 총 9 점) **답안지**의 표 2-1-1 의 모든 빈칸에 해당하는 방형구의 개수를 쓰시오.

Answer the following in your **Answer Sheet**: 다음 물음에 대한 답을 **답안지**에 쓰시오.

Q2.1.2a. (0.6 points) Calculate P (Plant-A).

식물-A 가 있을 확률 P 를 계산하십시오.

Q2.1.2b. (0.6 points) Calculate P (Spider).

거미가 있을 확률 P 를 계산하십시오.

Q2.1.2c. (0.6 points) Calculate JP (Plant-A and Spider)

식물-A 와 거미가 모두 있을 확률 JP 를 계산하십시오.

Q2.1.2d. (0.6 points) Calculate the expected joint occurrences.

식물-A 와 거미가 모두 있을 기대치를 계산하십시오.

Q2.1.2e. (0.6 points) Two species are more likely to be positively associated if the actual observation of the joint occurrence is greater than the expected one, and negatively associated if the actual observation is smaller than the expected one. According to the expected joint occurrence, what can be hypothesized about the kind of the association between Plant-A and Spider? [Answer Code: P for positive association, N for negative association.]

(0.6 점) 만일 함께 존재하는 방형구의 실측치가 기대치보다 더 크다면 두종은 긍정적인 관계가 더 많을 것 같다. 만일 실측치가 기대치보다 작다면 부정적인 관계가 있을 것이다. 함께 존재할 기대치에 따르면 식물-A 와 거미 사이의 관계가 어떨 것이라는 가설을 세울 수 있는가? [긍정적인 관계라면 "P"를, 부정적인 관계라면 "N"을 **답안지**에 쓰시오.]

2-1-3 A simple Chi-squared statistical test (χ^2) with one degree of freedom (df = 1) is calculated as follows:

자유도 1(df = 1)일 때 단순한 카이제곱 통계 검증(χ^2)은 다음과 같이 계산한다.

$$n = a + b + c + d$$

$$\chi^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Q2.1.3. (2 points) Based on Table 2-1-1, Calculate χ^2 . (to the fourth decimal place)

(2 점) 표 2-1-1 의 데이터를 이용하여(χ^2)을 소수점 아래 네 자리까지 계산하시오.

2-1-4 The strength of the association between the two species can be estimated from a coefficient (V) defined as follows:

두 종 사이의 관계에 대한 강도는 다음과 같이 정의된 계수 V 를 통해 추정할 수 있다.

$$V = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}}$$

The V value varies from -1 (strongly negative association) to +1 (strongly positive association) and it is zero when there is no association.

V 값은 -1(강하게 부정적인 관계)부터 +1(강하게 긍정적인 관계) 사이에 있으며 서로 관계가 없을 때 0이 된다.

Q2.1.4a. (2 points) Calculate the V value from Table 2-1-1. (to the fourth decimal place)

(2 점) 표 2-1-1 의 데이터를 이용하여 V 값을 소수점 아래 네 자리까지 구하시오.

Q2.1.4b. (2 points) According to the V value, what can be hypothesized about the strength of the association between the two species? (Mark your answer with an “X” in the cell on the **Answer Sheet**)

(2 점) V 값에 따르면 두 종 사이의 관계 강도에 관하여 어떤 가설을 세울 수 있는가?
(답안지의 표에 “X”로 표시하시오)

2-2 The following table shows data using 40 randomly placed 2-m square quadrats.

다음 표는 40 개의 무작위로 위치시킨 2-m 방형구를 사용한 데이터이다.

Table 표 2-2-1

		Spider 거미 (**)		Total 합계
		Present 있다	Absent 없다	
식물-A(○)	Present 있다	14	16	30
	Absent 없다	8	2	10
Total 합계		22	18	40

The expected joint occurrence is 16.5.

함께 존재할 기대치는 16.5 이다.

The Chi-squared statistical test (χ^2) with one degree of freedom (df = 1) is calculated as $\chi^2 = 3.3670$.

자유도 1(df=1)의 통계검증 값 $\chi^2 = 3.3670$.

V = -0.2901

Based on Table 2-2-1 answer following questions:

표 2-2-1 에 근거하여 다음 질문에 답하시오:

Q2.2.1a. (2 points) According to the expected joint occurrence, what can be hypothesized about the kind of the association between Plant-A and Spider? [Answer Code: P for positive association, N for negative association]

(2 점) 함께 존재할 기대치에 따르면 식물-A 와 거미 사이에 어떤 종류의 관계가 있다고 가설을 세울 수 있는가? [답 기호: **답안지**에 긍정적인 관계는 P 로, 부정적인 관계는 N 으로 표시하시오.]

Q2.2.1b. (2 points) According to the V value, what can be hypothesized about the strength of the association between the two species? (Mark your answer with “X” in the cell given on the **Answer Sheet**)

(2 점) V 값에 따르면 두 종 사이에 어떤 강도의 관계가 존재한다고 가설을 세울 수 있는가?
(답은 **답안지**에 있는 칸에 “X”로 표시하시오.)

2.2.2. (6 points total) Answer questions: Mark with an “X” on the **Answer sheet** for each statement whether it is true or false.

(6 점) 다음 질문에 답하시오: 각각의 진술이 참인지 거짓인지 **답안지**에 “X”로 표시하시오.

Q2.2.2a. (2 points) Both tests of association using 1-m and 2-m square quadrats (sections 2-1 and 2-2) allowed us to reject the null hypothesis of random distribution.

(2 점) (2-1 과 2-2 에서 사용한) 1-m 방형구와 2-m 방형구를 사용하여 관계를 검증할 때 두 방법 모두 무작위 분포의 영가설을 기각하였다.

Q2.2.2b. (2 points) The larger the quadrat size used, the more accurate the results.

(2 점) 방형구의 크기가 더 큰 방형구를 사용하면 결과는 더 정확하다.

Q2.2.2c. (2 points) Increasing the sampling efforts in the quadrat method should improve the accuracy of the results of species association.

(2 점) 방형구법에서 표본의 수를 증가시키는 것은 종간 관계의 결과를 더 정확하게 한다.

2-3 Association between Plant-A (○) and Plant-B (●): analyzed by the nearest neighbor method. Tally up the frequencies of the nearest neighbor of each plant systematically for all individuals. Fill in the totals in the table printed in the Answer Sheet.

식물-A(○)와 식물-B(●) 사이의 관계: 가장 근접한 이웃을 조사하는 방법에 의한 분석.

모든 개체에 대해 각 식물의 가장 가까운 이웃의 빈도를 체계적으로 조사하시오. 답지의 표에 있는 빈칸을 모두 채우시오.

Q2.3.1. (0.5 points for each cell; 3 points total) Write down your results in Table 2-3-1 and complete all the blank cells.

(각 칸마다 0.5 점; 총 3 점) 표 2-3-1 에 있는 모든 빈칸에 결과를 적으시오.

Q2.3.2a. (2 points) Based on Table 2-3-1 with one degree of freedom ($df = 1$), calculate χ^2 . (**to the fourth decimal place**)

(2 점) 자유도가 1 인 표 2-3-1 을 사용하여 χ^2 값을 **소수점 아래 4 자리까지** 계산하시오.

Q2.3.2b. (3 points) Are these two plant species randomly distributed, associated or segregated?
(Mark your answer with an “X” in the cell on the **Answer Sheet**)

(3 점) 이 두 식물종은 무작위로 분포하는가? 서로 함께 또는 서로 분리되어 분포하는가?
(**답안지**의 옳은 칸에 “X”로 표시하시오)

2-4 Answer questions: Mark with an “X” on the **Answer Sheet** for each statement whether it is true or false. **(4 points total)**

질문에 답하시오: 각각의 진술이 참인지 거짓인지 **답안지**에 “X”로 표시하시오.

Q2.4.1. (2 points) The null hypothesis of the χ^2 test for the nearest neighbor method is that both Plant-A and Plant-B are randomly distributed.

(2 점) 가장 가까운 이웃 조사 방법에 대한 χ^2 검증의 영가설은 식물-A 와 식물-B 가 무작위로 분포한다는 것이다.

Q2.4.2. (2 points) Using the nearest neighbor method to test species association can avoid the quadrat-size effect.

(2 점) 종 사이의 관계를 검증하기 위하여 가장 가까운 이웃 조사 방법을 사용하는 것은 방형구의 크기에 따라 다른 결과를 얻을 수 있는 효과를 피할 수 있다.