

한국산 또아리물달팽이과 (Family Planorbidae) 3종에 대한 계통 분지 분석*

鄭 坪 林 · 鄭 英 憲 · 鄭 銀 景

仁荷大學校 醫科大學 寄生蟲學敎室

= Abstract =

Cladistic Analyses of Three Planorbid Snail Species (Gastropoda: Planorbidae) in Korea: *Gyraulus convexiusculus*, *Hippeutis cantori* and *Segmentina hemisphaerula*

Pyung-Rim Chung, Younghun Jung and Eun-Kyung Jung

Department of Parasitology, Inha University College of Medicine
Inchon 402-751, Korea

A cladistic analysis for phylogenetic relationship among 3 freshwater planorbid snail species was carried out on the basis of their conchological and anatomical characteristics.

The intestinal loop in the digestive systems was mainly distinguishable among 3 species of the planorbid snails. The loops in *Hippeutis cantori* and *Segmentina hemisphaerula* coiled around stomach, extended down to the distal part of the liver and finally connected with the anus, while the loop in *Gyraulus convexiusculus* was short and small, and connected directly to the anus after coiling around the stomach. However, the intestinal loop of *Hippeutis cantori* was the largest among those of 3 target snail species.

In the main morphological differences of the reproductive systems, *Gyraulus convexiusculus* uniquely had a calcareous stylet in the penis sheath. Although there was no stylet in the penis sheath in the other snail species, the penis sheaths connected with 1 and 2 flagella in *Segmentina hemisphaerula* and in *Hippeutis cantori*, respectively were different from each other.

Two planorbid species, *Hippeutis cantori* and *Segmentina hemisphaerula* have a more recent phylogenetic ancestor out of three species employed including *Gyraulus convexiusculus*.

서 론

담수 권패류(freshwater snails)는 여과 섭식자

(filter feeder)로서 담수 생태계내에서 수질 탁도 조성에 중요한 위치를 점유하고 있는 반면, 인체 및 조류를 위시한 각종 척추동물에 기생하는 흡충류(trematodes)의 제 1 중간 숙주로서의 역할을 하고 있기 때문에 공중 보건학적 의의를 갖고 있다.

* 본 연구는 1993년도 한국 과학재단 연구비의 일부 지원에 의한 결과임.

우리 나라에 서식하고 있는 또아리물달팽이과(family Planorbidae)에는 또아리물달팽이(*Gyraulus*

convexiusculus(Hutton, 1849)), 수정또아리물달팽이(*Hipppeutis cantori*(Benson, 1850)) 및 배꼽또아리물달팽이(*Segmentina hemisphaerula*(Benson, 1842))의 3속 3종으로 보고되어져 왔다(Burch *et al.*, 1988; Kwon, 1990).

그러나, 이들 또아리물달팽이류에 관한 체계적인 계통 분류학적 연구가 극히 미흡한 실정이며 이들의 기초 자료가 되는 껍질의 형태학적 연구(conchology) 및 연체부 내,외의 해부학적 형태 관찰(anatomy)에 관한 보고도 몇몇에 불과하다(Baker, 1945; Hubendick, 1955; Pace, 1973; Meier-Brook, 1983; Kim and Song, 1983).

이에 본 연구는 우리 나라에서 널리 분포, 서식되고 있는 또아리물달팽이류의 껍질 형태의 차이점을 관찰하고, 그 해부학적 특징들을 비교, 기술함으로써 패류 분류학적 기초자료를 마련하고자 한 것이다.

재료 및 방법

1. 채집 및 배양

경기도 고삼, 양성 지역, 충청남도 온양지역, 전라남도 곡성 지역을 중심으로 대상 패류를 채집하여 실험실내에서 배양하면서 실험에 사용하였다(Table 1). 배양수는 0.005% sodium thiosulfate를 첨가한 수돗물을 사용했으며 pH는 6.5~7.0으로 조정하였고 수조는 항상 기폭기로 공기를 주입 시켰으며 수온은 25~27°C로 유지 시켰다. 말린 상추잎이나 Tetra SML[®]과 같은 열대어 먹이로 사육하였다.

2. 형태 및 해부학적 관찰

형태 및 해부학적 관찰은 Jung 및 Burch(1990)의 방법에 따랐으며, 해부 현미경 하에서 껍질의 형태 관찰 및 No. 1, 2, 3의 insect pin을 사용하여 각 분류군의 대상 패류를 각각 50 마리 이상씩을 생체로 해부하여 관찰하였다.

1) 외부 형태의 특징

표본의 신축을 막기 위해 살아 있는 대상 패류를 mentol(Dekyang Pharmacological Co., Korea)로 마취시켜 껍질을 제거한 후 head, tentacle, foot, velum, mantle, pseudobranch(siphon), lung, kidney, ureter, heart, liver 등의 기관을 집중 관찰, 기록하였다.

2) 내부형태의 특징

소화계: 관찰 대상기관은 buccal mass, esophagus, stomach, intestine, anus 였다.

생식계: 웅성 생식 기관으로는 preputium, penis sheath, vas deferens, prostate gland, sperm duct 등이고, 자성 생식 기관으로는 spermatheca, vagina, nidamental gland, oviduct이며, 양성동일 생식기관(hermaphrodite organ)으로서는 albumin gland, carrefour, ovisperm duct, seminal vesicle, ovotestis 등의 기관들을 집중 관찰 하였다.

해부하여 관찰된 특징적인 부위를 camera lucida가 달린 Wild M-5 stereoscopic microscope을 이용하여 도해하였다.

Table 1. Snail specimens of *Gyraulus convexiusculus*, *Hipppeutis cantori* and *Segmentina hemisphaerula* collected from various localities in Korea

Species	Localities collected	Date collected	Habitat	Catalog number*
<i>G. convexiusculus</i>	Kosam, Kyonggi-do	June 2, 1993	fish farm	IUMC 55
	Onyang-1, Chungchongnam-do	July 7, 1993	rice field	IUMC 50
	Onyang-2, Chungchongnam-do	July 7, 1993	pond	IUMC 56
<i>H. cantori</i>	Kosam, Kyonggi-do	June 2, 1993	fish farm	IUMC 48
	Onyang-1, Chungchongnam-do	July 7, 1993	rice field	IUMC 57
	Koksung, Jeonranam-do	Sept, 1, 1993	ditch	IUMC 52
<i>S. hemisphaerula</i>	Yangsung, Kyonggi-do	June 2, 1993	pond	IUMC 49
	Onyang, Chungchongnam-do	July 7, 1993	rice field	IUMC 58

*Catalog numbers recorded as Inha University Medical College (IUMC) voucher specimens.

3. 계통 분류학적 분석

대상 패류의 분류학적 위치를 구명하기 위하여 패각

의 형태 및 해부학적 모든 형질(character)들을 정량 및 정성적으로 종합하여 computer program (PAUP, Swofford, 1985)을 통하여 계통 분지 분석

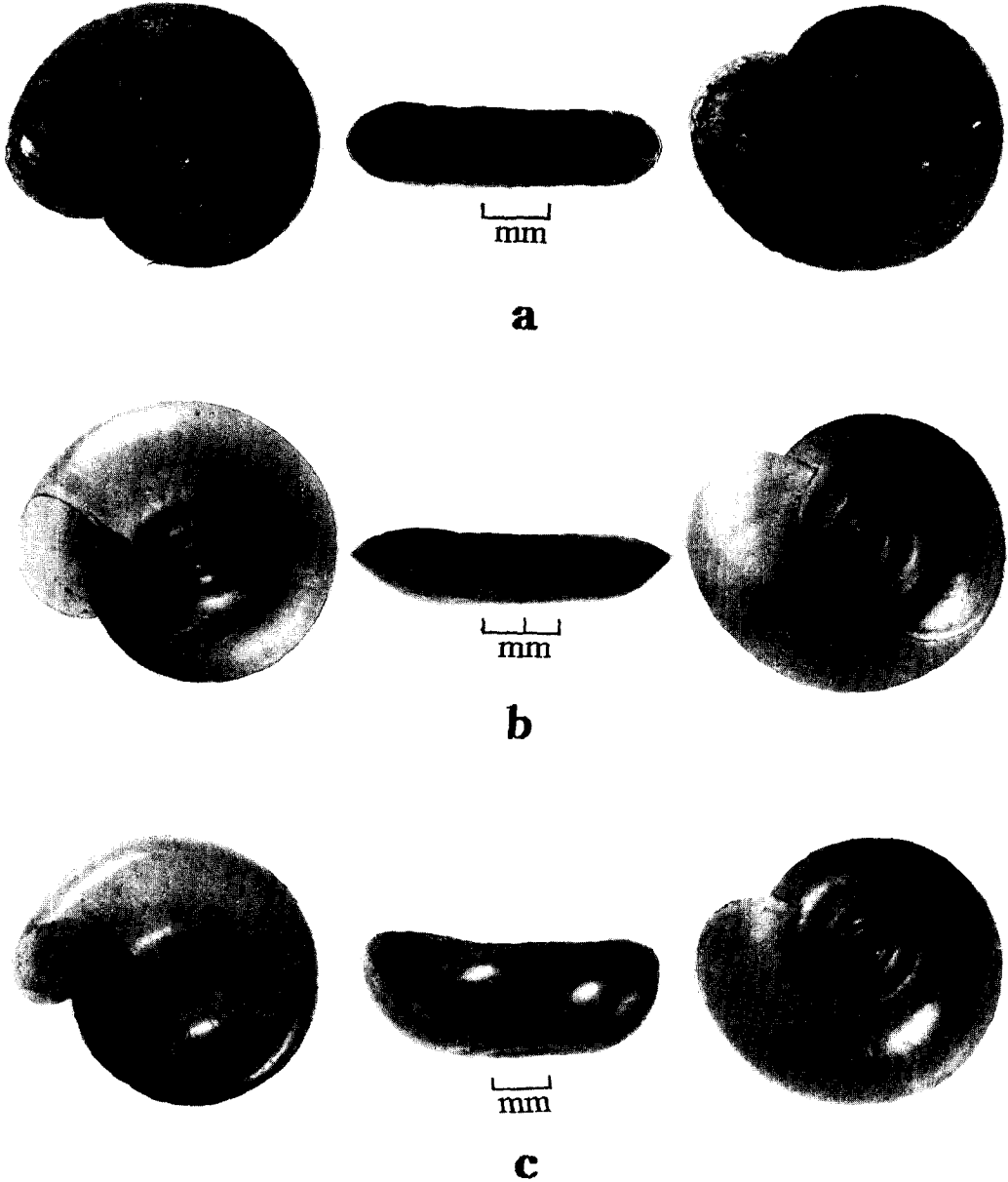


Fig. 1. Shells of three species of Korean planorbid snails.

a. *Gyraulus convexiusculus*; b. *Hippeutis cantori*; c. *Segmentina hemisphaerula*

을 하였다. 형질 상태(character state)는 다음 방법에 의해 극화(polarize)하였다. Ancestral criteria, common character 및 outgroup character를 primitive states로 잡았으며 ancestral 및 outgroup characters는 화석 기록(fossil record) (Zilch, 1959~1960)에 준하였다. 또한 또아리물달팽이 내에서의 outgroup뿐만 아니라 멀리는 sister taxa인 Lymnaeidae, Physidae, Ancyliidae의 특징까지도 outgroup의 형질로 이용하였다. 각 형질을 같은 중요정도로 놓기 위해 독립적으로 극화했으며, 경우에 따라서는 하나 내지 두가지 방법을 이용하여 극화하였다. Hypothetical ancestor의 모든 형질 상태를 0(primitive)으로 놓고 이들을 PAUP program으로 부터의 진화수 뿌리(phylogenetic root)로 이용하였으며 derived character를 1 또는 2로

놓았다. 모든 multi-state character들은 unordered 상태로 하여 PAUP program을 통해 가장 짧은 진화수를 찾도록 하였다. Unorder의 의미는 character state가 0→1→2의 순서로만 전환되는 것이 아니라 0→1, 또는 0→2등으로 동등하게 전환될 수 있음을 가정한 것이다. 대부분의 character는 outgroup과 common으로 극화되었다. PAUP program을 위해서는 SWAP=GLOBAL, HOLD=3, MULPARS, Farris optimization, 42NCHAR등의 relevant option들을 이용하였다.

결 과

1. 패각의 형태

한국산 또아리물달팽이류의 형태학적 주요 특성으로

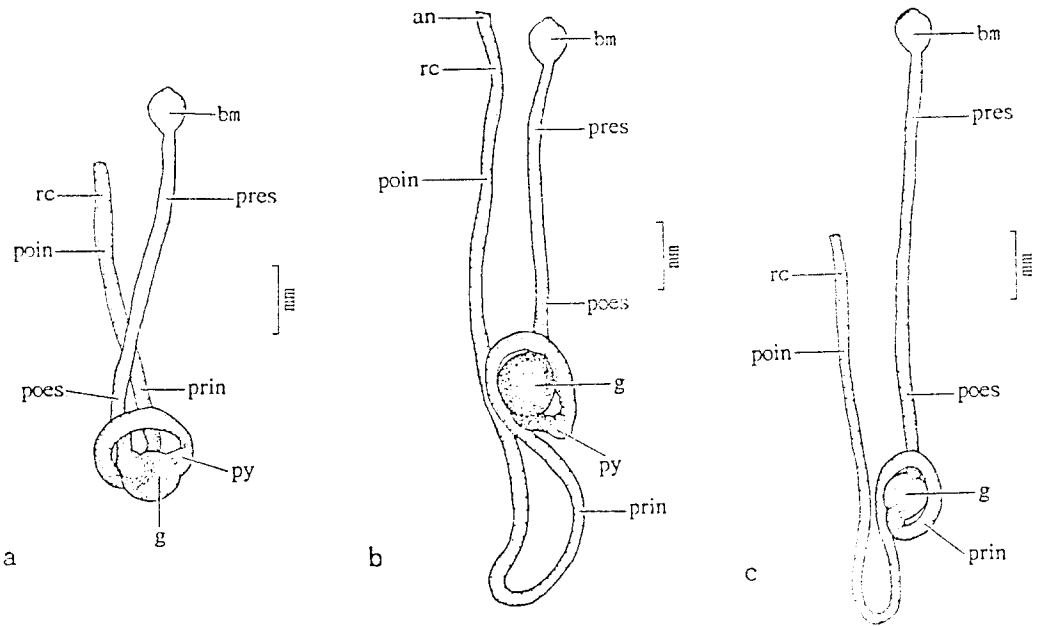


Fig. 2. The digestive system of three Korean planorbid snails.

a, *Gyraulus convexiusculus*; b, *Hippeutis cantori*; c, *Segmentina hemisphaerula*

List of abbreviations in Figures. 2-5.: an, anus; ad, accessory duct; ag, albumen gland; bm, buccal mass; ca, carrefour; fl, flagellum; fp, free portion between seminal vesicle and ovotestis; g, gizzard; li, liver; ng, nidamental gland; od, ovisperm duct; ot, ovotestis; ots, ovotestis diverticulum; ov, oviduct; p, penis; pd, prostate diverticulum; pg, prostate gland; poes, postesophagus; poin, postintestine; pp, preputium; pres, proesophagus; prin, prointestine; ps, penis sheath; pt, prostate tubule; py, pylorus; rc, rectum; sd, sperm duct; sp, spermatheca; spd, spermathecal duct; st, stylet; sv, seminal vesicle; vd, vas deferens

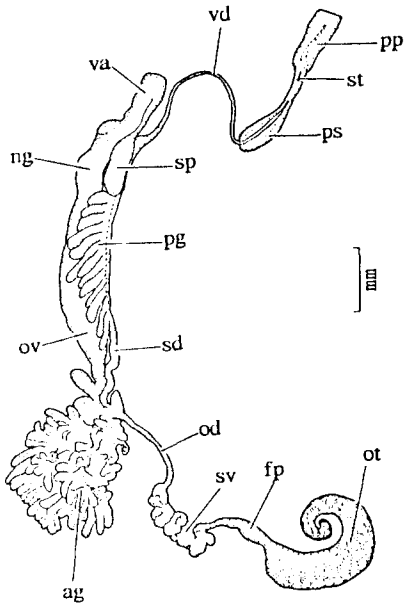


Fig. 3. The reproductive system of *Gyraulus convexiusculus*.

서 또아리물달팽이(*Gyraulus convexiusculus*)(Fig. 1a)는 패각의 기저부는 평평하게 되어 있고 나뎠은 넓고 얇으며, 패각은 광택이 나지 않거나 약간 나 있고, 수정또아리물달팽이(*Hippeutis cantori*)(Fig. 1b)와 배꼽또아리물달팽이(*Segmentina hemisphaerula*)(Fig. 1c)는 패각의 기저부가 둥글고 불룩하며, 나뎠은 다소 좁거나 깊고 패각은 보통 정도 또는 매우 광택이 나 있음을 볼 수 있다. 특히 배꼽 또아리 물달팽이의 주요한 특성 중의 하나는 내측 층상 구조(inter-lamellae)를 갖는다는 점이다.

2. 해부학적 관찰

외부형태(external feature)는 3종에서 매우 유사하나, 연체부의 일반적인 체색에서 매우 큰 차이를 보이는데 두부 및 경부가 배꼽또아리물달팽이와 또아리물달팽이는 연갈색인데 비해 수정또아리물달팽이는 흑적색이다. 또한 수정또아리물달팽이는 배꼽또아리물달팽이와 또아리물달팽이에 비해 긴 경부를 갖고 있었

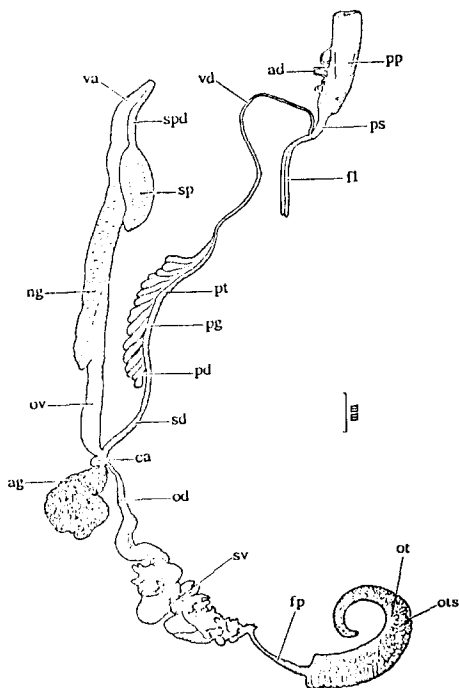


Fig. 4. The reproductive system of *Hippeutis cantori*.

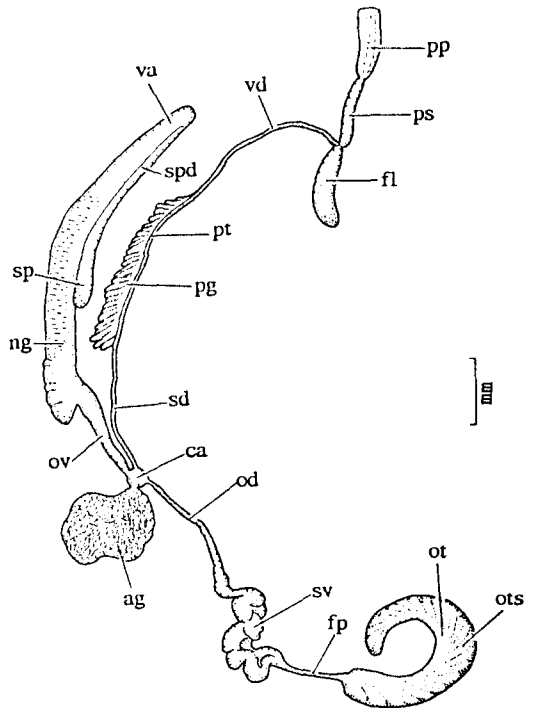


Fig. 5. The reproductive system of *Segmentina hemisphaerula*.

Table 2. The characters, character states and polarizing used for the phylogenetic analysis using parsimony (PAUP) for Korean planorbids

Character No.	Characters	Polarizing	Character state*	Description of character states	
C1	size of shell	outgroup	0	H**	small to medium
			1	S, G	very small
C2	height of shell	outgroup	0	G	depressed,
			1	S	spire depressed
			2	H	last whorl elevated spire depressed, last whorl depressed
C3	umbilicus of shell	common	0	G, S	wide
			1	H	narrow
C4	inverted spire	common	0	G	shallow
			1	H, S	deep
C5	size of spire	common	0	G	wide
			1	H, S	narrow
C6	lamella	outgroup	0	G, H	absent
			1	S	present
C7	spiral sculpture	common	0	H, S	absent
			1	G	present
C8	shape of aperture	ancestral	0	G	ovate
			1	H, S	triangular
C9	neck	common	0	S, G	short, moderately brown
			1	H	long, very black, reddish
C10	tentacle	common	0	S, G	short, black band
			1	H	long, no band
C11	color of head	common	0	H	black
			1	S, G	brown
C12	eye	common	0	S, G	black, shown
			1	H	not shown
C13	pseudobranchia	outgroup	0	G	long tube-like flap
		common	1	S, H	short, large flap
C14	color of kidney	common	0	H	yellowish orange
			1	G, S	white, little yellow
C15	color of stomach	common	0	H	reddish brown
			1	S, H	weak brown
C16	position of intestinal loop	outgroup	0	G, S	until upper liver
			1	H	until lower liver (middle of seminal vesicles)
C17	width of preputium	outgroup	0	G, S	narrow
			1	H	wide
C18	length of preputium	outgroup	0	G, S	short
			1	H	long
C19	ratio of length of preputium and penis sheath	common	0	G, S	same as penis sheath
			1	H	preputium longer than penis sheath
C20	accessory duct	outgroup	0	G, S	absent
		common	1	H	present
C21	ratio of width of preputium and penis sheath	common	0	G, S	penis sheath as 1/2 as preputium
			1	H	penis sheath as 1/4 as preputium

(to be continued)

Table 2. Continued

Character No.	Characters	Polarizing	Character state*	Description of character states
C22	ratio of length of preputium and penis sheath	common	0 G, S	penis sheath same as preputium
			1 H	penis sheath shorter than preputium
C23	penis sheath	common	0 S, H	same width throughout
			1 G	distal half has same width, proximal half is bulbous
C24	flagellum	outgroup	0 G	absent
			1 S	one
			2 H	two
C25	penis sheath	common	0 G	muscular
			1 G	glandular
C26	penis sheath	common	0 S, H	not transparent
			1 G	transparent
C27	stylet	common	0 H, S	absent
			1 G	present
C28	length of vas deference	outgroup	0 H, S	long
			1 S	short
C29	no. of diverticular	outgroup	0 G, H	moderate
			1 S	many
C30	shape of diverticular	outgroup	0 S	short, narrow cylindrical
			1 G	long, wide cylindrical
			2 H	long, some bilobed
C31	ratio of width of sperm duct and vas deferens	common	0 S	same
			1 G, H	2 : 1
C32	shape of spermathical gland	common	0 G	small ovate
			1 H	large ovate
			2 S	slender
C33	color of material inside spermathical gland	common	0 H, S	yellowish
			1 G	whitish or little yellowish
C34	width of spermathical gland	common	0 G, S	narrow
			1 H	wide
C35	size of nidamental gland	common	0 H	long, large
		outgroup	1 G, S	short, small
C36	shape of nidamental gland and oviduct	common	0 H, S	distinct
		outgroup	1 G	not distinct
C37	color of albumen gland	common	0 G	white
			1 G, S	little brown, yellowish brown
C38	size of lobes of albumen gland	common	0 H, S	small, narrow cylindrical
			1 G	long, wide cylindrical
C39	color of seminal vesicle	outgroup	0 G	white
		common	1 S, H	yellowish brown
C40	size of seminal vesicle (pieces)	common	0 G	small
			1 S, H	large
C41	size of lobes of ovotestis	outgroup	0 G	small
			1 S, H	large
C42	color of the tip of ovotestis	outgroup	0 G	white to mild yellow
			1 S, H	yellow to dark orange

*Character states(0, 1, 2: unordered)

**G: *Gyraulus convexiusculus*; H: *Hippentis cantori*; S: *Segmentina hemisphaerula*

다. 배꼽또아리물달팽이와 또아리물달팽이의 측수는 짧고 검은 띠를 갖는 반면 수정또아리물달팽이는 긴 측수를 갖고 있었다. 또한 호흡 기관인 *pseudo-branchia* 의 형태가 또아리물달팽이는 길고 *tube-like flap* 모양인데 비해 배꼽또아리물달팽이와 수정또아리물달팽이는 짧으며 큰 *ear-like flap* 형태를 갖고 있음이 특이하였다.

소화 기관의 각 기관들(*buccal mass*, *esophagus*, *stomach*, *intestine*, *anus*)에서는 3종에서 큰 차이점을 찾아 볼 수 없으나 *intestinal loop* 의 형태 및 길이의 차이점이 3종간에 뚜렷하였다(Fig. 2). 즉, 또아리물달팽이는 짧고 작은 *intestinal loop*가 *stomach* 주위만을 감싼 다음 직접적으로 *rectum*, *anus*로 연결 되는 반면 배꼽또아리물달팽이와 수정또아리물달팽이는 길고 커다란 *intestinal loop*가 *stomach* 주위를 감싼 다음 *liver*의 중하단까지 돌아 감은 후 *anus*와 연결된다. 수정또아리물달팽이의 경우는 특이하게 배꼽또아리물달팽이에 비해 매우 크고 긴 *intestinal loop*를 갖고 있었다.

본 실험에서 관찰한 우리나라 또아리물달팽이들의 생식 기관은 각기 매우 다른 형태를 갖고 있었다(Figs. 3~5). 특히 웅성 생식기관에 있어서 또아리물달팽이는 *distal end part*에 있는 *penis sheath*에 *calcareous stylet*을 갖는 반면 수정또아리물달팽이와 배꼽또아리물달팽이는 *penis sheath*에 *stylet*은 보이지 않으나 *flagellum*을 갖고 있었다. 즉, 배꼽또아리물달팽이는 하나의 *flagellum*을 갖는 반면 수정또아리물달팽이는 두개의 *flagellum*을 갖고 있으면서 *preputium area*에 *accessory duct*를 갖고 있었다. 일면, *prostate gland*의 경우 또아리물달팽이에 비해 배꼽또아리물달팽이와 수정또아리물달팽이에서는 *prostate diverticulum*의 수가 현저히 많았다. 자성 생식기관에서는 *spermatheca*의 모양이 또아리물달팽이는 작고 둥글며, 수정또아리물달팽이는 크고 둥근형인데 비해 배꼽또아리물달팽이에서는 길고 가는 형으로 되어 있고, 배꼽또아리물달팽이와 수정또아리물달팽이에서만 *nidamental gland*와 *oviduct*가 분리되어져 있었다. 자웅동체인 또아리물달팽이류에서 배꼽또아리물달팽이와 수정또아리물달팽이의 *ovotestis*는 두 줄로 놓여진 긴 *lobe*형인데 반해 또아리물달팽이의 *ovotestis*는 한 줄로 된 작은 *ocini*

Table 3. Data matrix for the Korean planorbid snails

Character No.	<i>Gyraulus convexiusculus</i>	<i>Hippeutis cantori</i>	<i>Segmentina hemisphaerula</i>
1	1	0	1
2	0	2	1
3	0	1	0
4	0	1	1
5	0	1	1
6	1	0	1
7	0	0	0
8	0	1	1
9	0	1	0
10	0	1	0
11	1	0	1
12	0	1	0
13	0	1	1
14	1	0	1
15	1	0	1
16	0	1	1
17	0	1	0
18	0	1	0
19	0	1	0
20	0	1	0
21	0	1	0
22	0	1	0
23	1	0	0
24	0	2	1
25	0	1	1
26	1	0	0
27	1	0	0
28	0	0	1
29	1	2	0
30	1	1	0
31	1	1	0
32	0	2	1
33	1	0	0
34	0	1	0
35	1	0	1
36	1	0	0
37	0	1	1
38	1	0	0
39	0	1	1
40	0	1	1
41	0	1	1
42	0	1	1

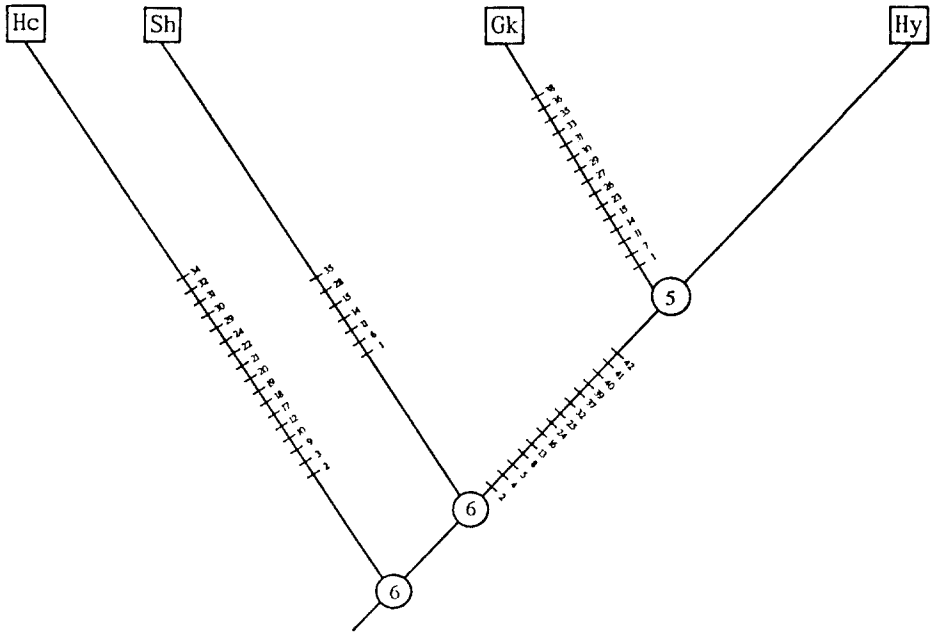


Fig. 6. Cladogram showing relationship among Korean planorbids from shell morphology and anatomy characters using PAUP.

Hc: *Hippeutis cantori*; Sh: *Segmentina hemisphaerula*; Gk: *Gyraulus convexiusculus*; Hy: Hypothetical ancestor

형태로 되어 있었다.

3. 계통 분류학적 유연 관계

한국산 또아리물달팽이류 3종에 대한 패각의 형태 및 연체부 내, 외부의 해부학적 특성들을 기초로 하여 각 종별 형질 상태(Table 2) 및 data matrix (Table 3)를 마련하였다. 여덟 가지의 패각의 특성, 8 가지의 외부 연체부 특성, 14가지의 웅성 생식 기관의 특성, 5가지의 자성 생식 기관의 특성 및 6가지의 자웅 동체 생식 기관의 특성 등 총 42가지 특성을 종합하여 Fig. 6과 같은 계통수(phylogenetic tree)를 만들어 냈다. 계통수의 길이는 53이었고 consistency index는 0.868이었다. 다양한 웅성 생식 기관의 특성들이 3종을 구분하는데 매우 중요한 역할이 되어 있음을 알 수 있고 수정또아리물달팽이와 배꼽또아리물달팽이가 또아리물달팽이에 비해 공통된 특성들을 갖음으로써 상호 유사한 계통학적 근연 관계를 보였으며, 또아리물달팽이는 수정또아리물달팽이, 배꼽또아리

물달팽이에 비해 이들의 진화적 조상(evolutionary ancestor)과 보다 밀접히 접근해 있음을 알 수 있었다.

고 찰

한국산 또아리물달팽이류의 체계적인 분류를 위해서는 패류의 형태학적 특성 뿐만 아니라, 연체부의 해부학적 특성을 관찰, 기술한다는 것은 대단히 중요하다. 담수 패류 분류를 위한 또아리물달팽이의 해부학적 연구가 Baker(1945) 및 Hubendick(1955)에 의해 시도 되어 왔다. 당시의 이들 연구는 패류 분류학분야에 커다란 도움이 되었으나 종 명명의 오류 및 액침 고정된 재료 사용 등에 따른 각 기관들의 불확실한 형태학적 특징들의 기술로 인하여 여러가지 문제점들이 있어 왔다.

Pace(1973)에 의하여 대만산 또아리물달팽이류인 *Hippeutis umbilicalis cantori*, *Segmentina*

hemisphaerula 및 *Gyraulus spirillus*에 대한 연구가 있었고, Meier-Brook(1983)은 우리나라 청평산, 군산산 *Gyraulus spirillus*를 재료로 하여 해부학적 특성을 구명한 바 있었다. Jung 및 Burch(1990)는 북미산 *Gyraulus* subgenus *Torquis* 군에 대한 자세한 해부학적 도해를 한 바 있었고, 1992년 Jung은 10종의 북미산 또아리물달팽이의 해부학적 특성들을 이용해 그들 사이에서의 계통학적 근연 관계를 알아본 바 있었다.

또아리물달팽이(*Gyraulus convexiusculus*)에 관한 문헌적 고찰을 해보면 Baker(1945)는 India산 또아리물달팽이를 *G. convexiusculus*로 기술하였고 Pace(1973)는 대만산 또아리물달팽이를, Meier-Brook(1983)은 한국의 군산산, 청평산 또아리물달팽이를 *G. spirillus*로 명명한 바 있었다. 본 연구에서 관찰된 또아리물달팽이의 생식 기관 특성들은 Pace(1973)의 것들과 유사하므로 *G. convexiusculus*는 *G. spirillus*와 동일 종일 것으로 추측되나, *G. convexiusculus*는 북미산 *G. huronensis*(Burch and Jung, 1988)와 생식 기관의 형태가 전반적으로 매우 유사하다. 그러나 소화기관의 intestinal loop 및 penis sheath는 *G. deflectus*(Jung, 1992)와 동일 형태이며 penis sheath 내에 있는 stylet은 subgenus *Torquis* 군(Jung and Burch, 1990)과 동일하다. 일단, 본 연구에서는 *G. convexiusculus*로 기록하고 적어도 *G. spirillus*와 동일 종으로 추측되나 또아리물달팽이류에 대한 세밀한 분류학적 분석이 요망 된다.

수정또아리물달팽이(*Hippeutis cantori*)의 주요 해부학적 특성은 웅성 생식기관의 penis complex인데 Baker(1945, Pl. 4, Figs. 2~8), Hubendick(1955, Figs. 75,77) 및 Pace(1973)들은 모두 verge sac으로 부터 갈라진 2개의 flagella를 갖고 있고 verge sac은 preputium보다 짧다고 보고하고 있는 본 연구에서는 verge sac을 penis sheath로 기술했을 뿐 형태적 특성은 모두 위의 연구 결과들과 일치하였다. 또한 수정또아리물달팽이의 preputium에 있는 accessory duct는 Jung(1992)이 보고한 북미산 *Planorbella trivolvis*에서의 accessory duct와 동일 기관임을 알 수 있어 앞으로의 근연 관계 추적에 있어 좋은 표적이 되리라 사료된다.

배꼽또아리물달팽이(*Segmentina hemisphaerula*)의 pseudobranch 를 기술함에 있어 Baker(1945)는 길고 가느다랗게 접힌 형태라 했고 Hubendick(1955)은 mantle cavity 바닥에 있는 anus의 부풀어진 부분이라 기술하였다. 본 연구에서는 pseudo-branch가 짧고 커다란 ear-like flap의 형태로 siphon의 역할을 하고 있음을 밝힌 바 있어 상호 모식종(type species)들의 대조가 필요할 것이다. 배꼽또아리물달팽이의 웅성 생식기 중의 하나인 flagellum의 수와 형태에 있어 본 연구 결과는 Baker(1945)의 기술과 일치함을 알 수 있다. 즉, flagellum의 수는 하나로서 가늘고 긴 형태를 가지면서 끝이 뭉툭하게 되어 있었다(bulbous end). 그러나, Pace(1973)는 한 개의 flagellum이 가늘고 긴 관상형을 하고 있으나 끝이 부풀지 않는다고 했으며 Hubendick(1955)는 flagellum의 수를 2개로 기술하고 가늘고 긴 관상형을 하고 있으나 그 끝이 뭉툭한 것은 일시적 생리 조건에 따른 것이라 하였다. 배꼽또아리물달팽이에 대한 Hubendick(1955)의 기술은 다소 특이함을 알 수 있다.

결 론

한국산 또아리물달팽이과의 3종, 즉 또아리물달팽이(*Gyraulus convexiusculus*), 수정또아리물달팽이(*Hippeutis cantori*) 및 배꼽또아리물달팽이(*Segmentina hemisphaerula*)는 패각의 형태 및 외, 내부 연체부의 해부학적 특성에서 많은 차이점을 보이고 있었다.

주요 차이점으로는 소화 기관 중 intestinal loop가 또아리물달팽이에서는 짧고 작으며 stomach 주위만 감싼 다음 직접 anus로 연결되나, 수정또아리물달팽이와 배꼽또아리물달팽이의 경우는 길고 커다란 intestinal loop가 stomach 주위를 감싼 다음 liver의 준하단까지 돌아 감은 후 anus와 연결 된다. 특히 수정또아리물달팽이의 경우에는 보다 크고 긴 intestinal loop를 갖고 있다.

생식기관의 주요 특성으로는, 웅성 생식기관 중 또아리물달팽이는 penis sheath에 stylet를 갖고 있으며 수정또아리물달팽이는 2개의 flagella를, 배꼽또아리물달팽이는 단일 flagellum을 갖는다는 점이다.

세 종간의 계통 분류학적 유연 관계는 배꼽또아리물 달팽이와 수정또아리물달팽이가 또아리물달팽이에 비해 보다 많은 공통된 특성들을 가짐으로서 상호 밀접한 근연 관계를 보이며 또아리물달팽이는 수정또아리물달팽이와 배꼽또아리물달팽이에 비해 그들의 조상과 보다 가까운 근연 관계를 갖는다.

감사의 말씀

본 연구를 수행함에 있어 여러면으로 기술적 지원을 해 주시고 패류 채집에 시간을 할애해 주신 본 교실 金載立 기사님께 심심한 사의를 표합니다.

참 고 문 헌

- Baker, F.C. (1945) The molluscan family Planorbidae. University of Illinois Press, Urbana, pp. i-xxxvi, 1-519, 141 pls.
- Benson, W.H. (1842) Mollusca. In: General features of Chusan, with remarks on the flora and fauna of that island by Cantor T. *The Annals and Magazine of Natural History; Zoology, Botany and Geology*, Vol. 9: 481-496.
- Benson, W.H. (1850) Characters of nine new or imperfectly described species of Planorbis inhabiting India and China. *The Annals and Magazine of Natural History; Zoology, Botany and Geology*, 5: 348-352.
- Burch, J.B. & Jung, Y. (1988) *Gyraulus (Torquis) huronensis*, a new species of freshwater snail (Lymnophilia, Planorbidae) from the North American Great Lakes. *Walkerana*, 3(10): 217-227.
- Burch, J.B., Chung, P.R. and Jung, Y.H. (1988) Freshwater snails of Korea. *Korean J. of Malacology*, 3(1): 44-67.
- Hubendick, B. (1955) Phylogeny in Planorbidae. *Transactions of the Zoological Society of London*, 28(6): 453-542.
- Hutton, T. (1849) Notices of some land and freshwater shells occurring in Afghanistan. *J. of the Asiatic society of Bengal*. Vol. XVIII: 649-661.
- Jung, Y. (1992) Phylogenetic relationships of some North American Planorbidae. *Malacological review*, 25(1-2): 73-102.
- Jung, Y. and Burch, J.B. (1990) Comparative and anatomy and radulae of the *Gyraulus* subgenus *Torquis* in North America (Gastropoda: Planorbidae). *Journal of Medical and Applied Malacology*, 2: 59-77.
- Kim, C.H. and Song, I.S. (1983) Classification of Planorbidae collected from Geum river basin. *The Korean Journal of Parasitology*, 21(1): 118-124.
- Kwon, O.K. (1990) Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Vol. 32, Mollusca(I), pp. 1-466.
- Meier-Brook, C. (1983) Taxonomic studies on *Gyraulus*(Gastropoda: Planorbidae). *Malacologia*, 24(1-2): 1-113.
- Pace G.L. (1973) The freshwater snails in Taiwan (Formosa). *Malacological Review. Supplement*, 1: 1-118.
- Swofford, D.L. (1985) PAUP, Phylogenetic analysis using parsimony, Version 2.4.
- Zilch, Aobl. (1959-1960) Gastropoda, Eutagyneura. In: Schindewolf, Otto H., *Handbuch der Paläozoologie*, Gebruder Borntraeger, Berlin. Bd. 6, Teil 2, pp. 834.