

한국산 달팽이과 (Bradybaenidae) 8종의 염색체 연구

이 준 상 · 권 오 길

강원대학교 자연과학대학 생물학과

= Abstract =

Chromosomal Studies of Eight Species of Bradybaenidae in Korea

Jun-Sang Lee and Oh-Kil Kwon

Department of Biology, Kangweon National University

The number of chromosomes and karyotypes in eight species of the family Bradybaenidae were analyzed by air-drying method using gonad. The mitotic haploid chromosome numbers of *Acusta despecta sieboldiana* were 29 and consisted of 12 pairs metacentric, 17 pairs submetacentric chromosomes. The mitotic haploid chromosomes were 29 and 11 pairs metacentric and 17 pairs submetacentric and 1 pair telocentric chromosomes in *Koreanohadra kurodana*; 29 and 10 pairs metacentric chromosomes in *K. koreana*; 29 and 10 pairs metacentric and 18 pairs submetacentric, and 1 pair acrocentric chromosomes in *Karatohelix adamsi*; 28 and 10 pairs metacentric, and 18 pairs submetacentric chromosomes in *Aegista chosenica*; 28 and 14 pairs metacentric and, 14 pairs submetacentric chromosomes in *A. (Plectotropis) diversa*; 28 and 15 pairs metacentric, 10 pairs submetacentric and 3 pairs acrocentric chromosomes in *A. (p.) quelpartensis*; 29 and 12 pairs metacentric and 9 pairs submetacentric and 2 pairs telocentric chromosomes in *Nesiohelix samarangae*.

서 론

염색체는 핵의 기본적인 부분이며 종에 따라 그 모양과 수가 다르기 때문에 종마다 고유한 핵형을 갖고 있다. 따라서 핵형분석은 분류학이나 진화학을 연구하는데 중요한 의미를 갖고 있다.

연체동물의 복족류에 대한 염색체의 초기 연구는 파라핀 조직절편을 통해 염색체 수를 밝혔으나, 이 방법을 통한 실험 결과는 염색체 길이가 축소되는 현상이 나타나 이러한 연구 결과는 그 신빙성이 결여되었으

이후 La Cour(1941)에 의한 압착법의 보급으로 연체동물의 염색체에 대한 많은 연구 결과가 발표 되었다. 그러나 이 압착법은 파라핀 조직절편법과는 대조적으로 염색체 길이가 늘어나는 결과를 보여 정확한 핵형 분석에는 다소 무리가 있어 압착법에 의한 핵형분석은 극히 일부분의 종에서만 이루어졌다(Burch 1962, 1968a; Patterson & Burch 1966; Inaba 1959; Patterson 1971).

근래에 들어 연체동물의 염색체에 대한 연구가 증가하였지만 염색체 수가 밝혀진 종은 현존하는 연체동물 수의 0.5% 이하이며 그 중에서도 복족강의 패류에 많은 관심을 기울였으나 대부분의 종이 아직 연구되지 못하였다(Patterson & Burch 1978).

국내 육산패류의 염색체에 관한 연구는 *Acusta*

*본 연구는 1991년도 한국과학재단 연구비 지원에 의하여 수행된 것임(과제번호 KOSEF911-0409-039-2).

despecta sieboldiana(Park et al., 1988)와 *Aegista quelpartensis*(Kwon & Lee, 1991)의 염색체수만이 밝혀져 있을 뿐이다. 따라서 본 연구는 국내에 서식하는 육산패류의 cytotaxonomy를 통한 계통 유연관계를 알아보고자 공기건조법을 사용한 달팽이과 (Bradybaenidae) 8종의 염색체 관찰 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험 대상종의 염색체 관찰은 다음과 같은 9개 지역에서 채집된 성패 8종 87개체를 실험재료로 사용하였다(Table 1, Fig. 1).

2. 방 법

살아 있는 실험 대상 종 생식소 부위의 패각을 일부 제거하여 0.05% colchicine 용액을 10 G 주사기를 이용, 주입하여 24~48시간 동안 방치한 다음 생식소 부위만을 절취하여 잘게 파쇄 시키고, 10 ml의 hypotonic solution(0.01% NaCl)이 담겨 있는 15 ml

의 원심분리관에 파쇄된 조직을 옮겨넣어 30분간 처리한 후 10분간 원심분리(1,500 rpm) 후 9 ml의 상등액을 제거 하였다. 남은 1 ml의 침전물에 9 ml의

Table 1. Eight species of Bradybaenidae were collected for the chromosome analyses

Species	Localities collected	No. of specimens used
<i>Acusta despecta sieboldiana</i>	Chunchon	14
<i>Koreanohadra kurodana</i>	Changchon, Mitan	10
<i>Koreanohadra koreana</i>	Hongdo	12
<i>Karaftohelix adamsi</i>	Ullungdo	5
<i>Aegista chosenica</i>	Mt.Soback	8
<i>Aegista (P.) diversa</i>	Chongpyongsa	9
<i>Aegista (P.) quelpartensis</i>	Cheju-Do	13
<i>N. samarangae</i>	Cheju-Do, Mitan	16

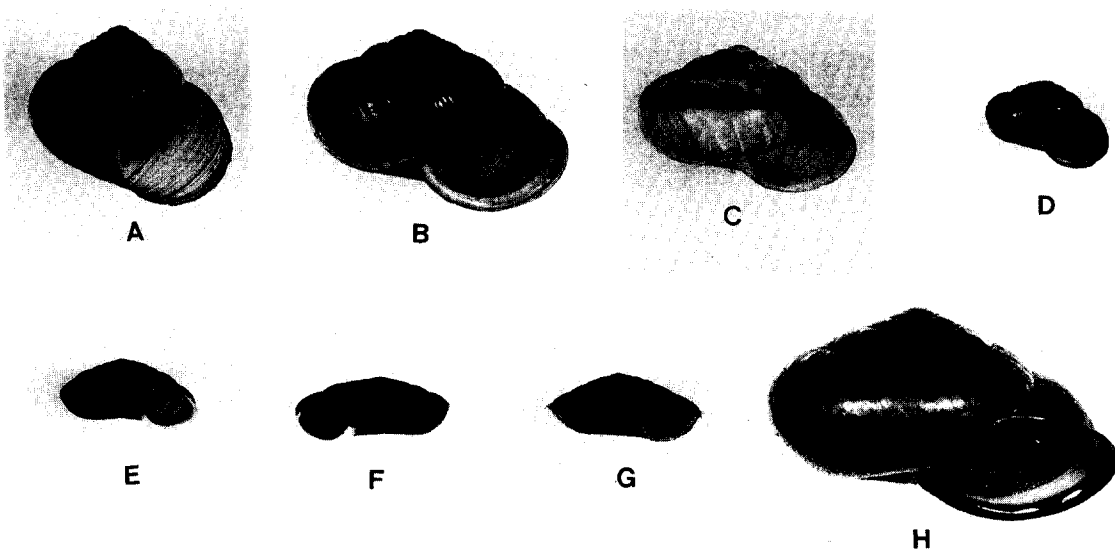


Fig. 1. Shell of *Acusta despecta sieboldiana*(A), *Koreanohadra kurodana*(B), *K. koreana*(C), *Karaftohelix adamsi*(D), *Aegista chosenica*(E), *A.(Plectotropis) diversa*(F), *A. (P.) quelpartensis*(G), *Nesiohelix samarangae*(H.).

Carnoy's solution(Methanol 3: Acetic acid 1)을 첨가하여 잘 혼합시킨 다음 15분간 고정 후 10분간 원심분리(1,500 rpm)하였다. 이와 같은 방법을 2회 반복 한 후 마지막 원심분리가 끝난 상등액의 9 ml의 용액은 세척하여 4°C의 증류수에 보관중이던 slide glass위에 2~3방울을 적하시킨 후 상온에서 건조시켰다. 완전히 건조된 slide glass는 0.02 M KH₂PO₄ (pH 6.8) 용액 45 ml에 5 ml의 Giemsa(BDH. Gurr R66) 용액을 가하여 8분간 염색 하였다. 염색이 끝난 slide glass는 증류수로 2~3회 세척 후 건조 시킨 다음, 100배의 현미경 하에서 관찰하였다.

염색체의 촬영은 Olympus Vanox(Japan)현미경으로 1,000배에서 흑백 micro film(Fuji ASA 32)으로 촬영 한 후 동일 배율로 확대, 인화 하였다. 인화된 각종의 염색체는 1/20 mm의 vernier caliper를 사용하여 염색체 전체 길이와 장완 및 단완의 길이를 측정하였고 측정된 수치를 이용하여 아래와 같은 방법으로 염색체의 상대적 길이(relative length)(Tripathy & Das 1980)와 동원체 계수(centromeric index) 및 염색체의 완장비(arm ratio)를 구하였다. 또한 large chromosome은 LeGrande(1981)에 의한 총 염색체 길이의 5%를 넘는 염색체로 정의하였다.

$$\text{Relative length} = \frac{\text{Total length}}{\text{Sum of total length}} \times 100$$

$$\text{Arm ratio} = \frac{\text{Length of short arm}}{\text{Length of long arm}}$$

$$\text{Centromeric index} = \frac{\text{Length of short arm}}{\text{Total length}} \times 100$$

염색체의 형태는 동원체 계수의 값이 46~50이면 중부염색체(metacentric chromosome)로, 26~45이면 차중부염색체(submetacentric chromosome)로, 25이하이면 차단부염색체(acrocentric chromosome)로 분류하였으며 또한 0의 값이면 단부염색체(telocentric chromosome)로 분류하여(Paris conference, 1971) 각 염색체의 형태를 기준으로 크기가 감소되는 순으로 배열하여 idiogram을 작성하였다.

결 과

1. *Acusta despecta sieboldiana*

염색체 세포를 관찰할 수 있는 9개체에서 모두 41개의 염색체 세포가 관찰되었으며 이중 22개의 세포와 6개의 세포에서 2n=58로 나타났다(Fig. 2). 핵형 분석 결과 12쌍(No. 1~12)의 중부 염색체, 17쌍(No. 13~29)의 차중부 염색체로 구성되어 있으며, 차중부 염색체의 29번 쌍은 부수체를 가지고 있다. 각 염색체의 크기는 1번 중부 염색체쌍의 길이가 7.78±0.03 μm로 가장 크며, 가장 작은 염색체는 29번의 차중부 염색체쌍으로 2.37±0.01 μm이다. 각 염색체의 상대적 길이(relative length)는 11.97~2.15%의 범위이고 large 염색체는 중부 염색체인 1번 쌍과 차중부 염색체의 13번 쌍이다. 또한 12쌍의 중부 염색체 완장비(arm ratio)는 1:1.05~1.15이며 17쌍의 차중부 염색체 완장비는 1:1.22~2.17의 범위에 있다.

2. *Koreanohadra kurodana*

8개체에서 모두 39개의 염색체 세포를 얻어 이중 32개의 세포에서 n=29의 반수 염색체와 2n=58의 배수 염색체를 확인하였고 8n의 동질배수체(auto-polyploid)도 관찰되었다(Fig. 3). 핵형분석 결과 *K. kurodana*는 11쌍(No. 1~11)의 중부 염색체와 17쌍(No. 12~28)의 차중부 염색체, 그리고 1쌍(No. 29)의 단부 염색체로 이루어져 있다. 가장 큰 염색체는 차중부 염색체인 12번 쌍으로 6.09±0.52 μm이며 가장 작은 염색체 쌍은 중부 염색체의 11번 쌍으로 2.39±0.31 μm의 길이이다. 각 염색체의 상대적 길이는 6.09~2.39% 범위이며 large 염색체는 중부 염색체의 1번 쌍과 차중부 염색체의 12번 쌍이다. 11쌍의 중부 염색체 완장비(arm ratio)는 1:1.03~1.14의 범위이며 17쌍의 차중부 염색체 완장비는 1:1.18~1.86의 범위이다.

3. *Koreanohadra koreana*

9개체에서 모두 30개의 염색체 세포를 얻어 이중 22개의 세포에서 2n=58의 배수 염색체와 1개의 세포에서 n=29의 반수 염색체를 확인하였다(Fig. 4). 핵형분석 결과 *K. koreana*는 10쌍(No. 1~10)의 중

부 염색체, 13쌍(No. 11~23)의 차중부 염색체, 1쌍(No. 24)의 차단부 염색체와 5쌍(No. 25~29)의 단부 염색체로 이루어져 있다. *K. koreana*의 가장 큰 염색체는 중부 염색체의 1번쌍으로 $2.24 \mu\text{m}$ 의 크기이고

가장 작은 염색체는 단부 염색체의 29번 쌍으로 $1.04 \pm 0.23 \mu\text{m}$ 이다. 각 염색체의 상대적 길이는 $4.77 \sim 2.21\%$ 범위이며 염색체 전체 길이의 5%에 해당하는 large 염색체는 없다. 10쌍의 중부 염색체 완장비

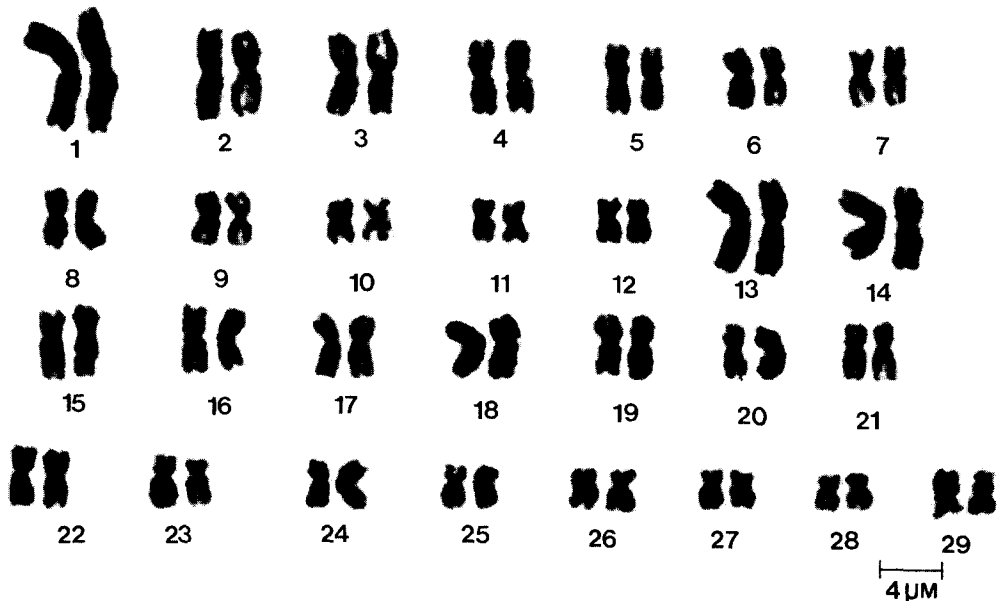
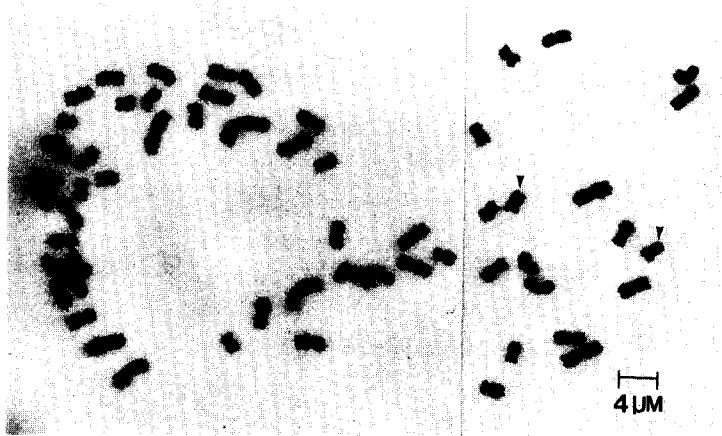


Fig. 2. Spermatogonial metaphase and karyotype of *A. despecta sieboldiana* ($2n=58$).

(arm ratio)는 1:1.03~1.14, 13쌍의 차중부 염색체는 1:1.20~2.29, 1쌍의 차단부 염색체는 1:3.39의 범위이다.

4. *Karatohelix adamsi*

5개체에서 모두 51개의 염색체 세포를 얻어 이중 36개의 세포에서 $2n=58$ 의 배수 염색체를 확인하였다

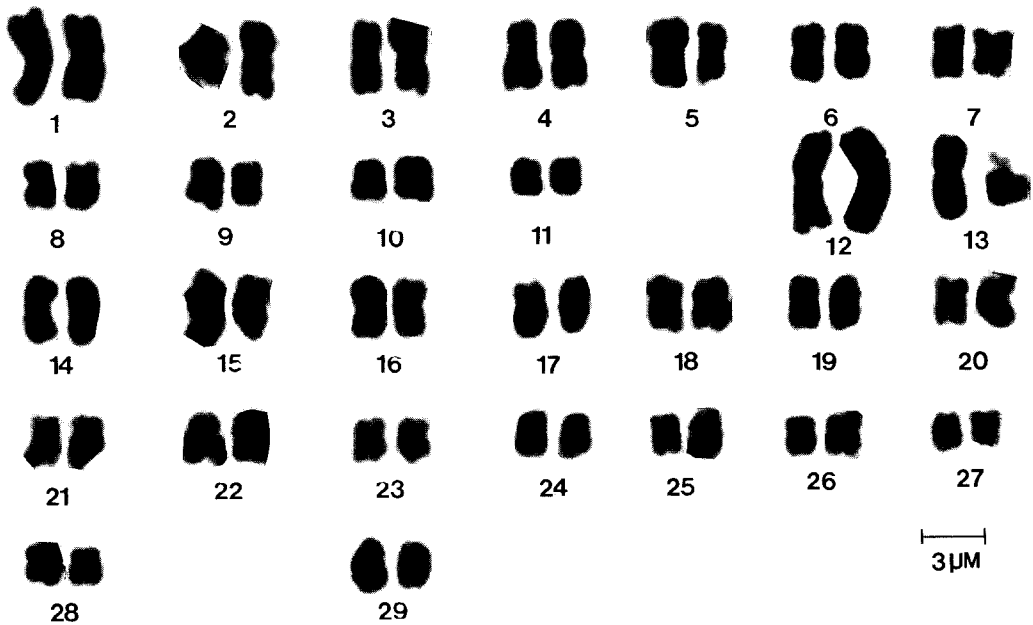
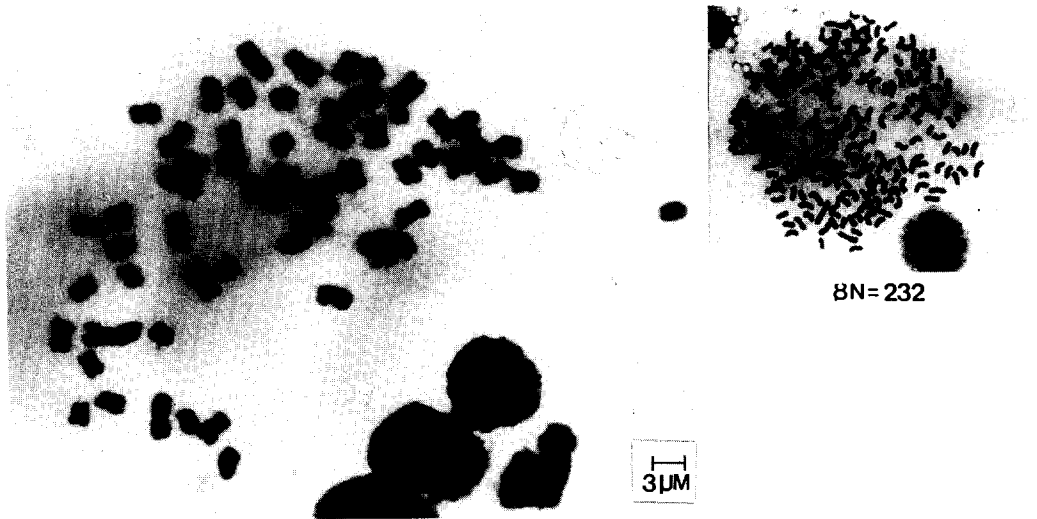


Fig. 3. Spermatogonial metaphase and karyotype of *K. kurodana* ($2n=58$).

(Fig. 5). 핵형분석 결과 *K. adamsi*는 10쌍(No. 1~10)의 중부 염색체와 18쌍(No. 11~28)의 차중부 염색체, 1쌍(No. 29)의 차단부 염색체로 이루어져 있고 28, 29번 염색체 쌍은 부수체를 지니고 있다. 가장 큰

염색체는 중부 염색체의 1번쌍으로 $7.31 \pm 0.23 \mu\text{m}$ 의 크기이고 가장 작은 염색체는 차중부 염색체의 28번 쌍으로 $1.94 \pm 0.14 \mu\text{m}$ 이다. 각 염색체의 상대적 길이는 6.81~1.80%의 범위이며 중부 염색체의 1, 2, 3번

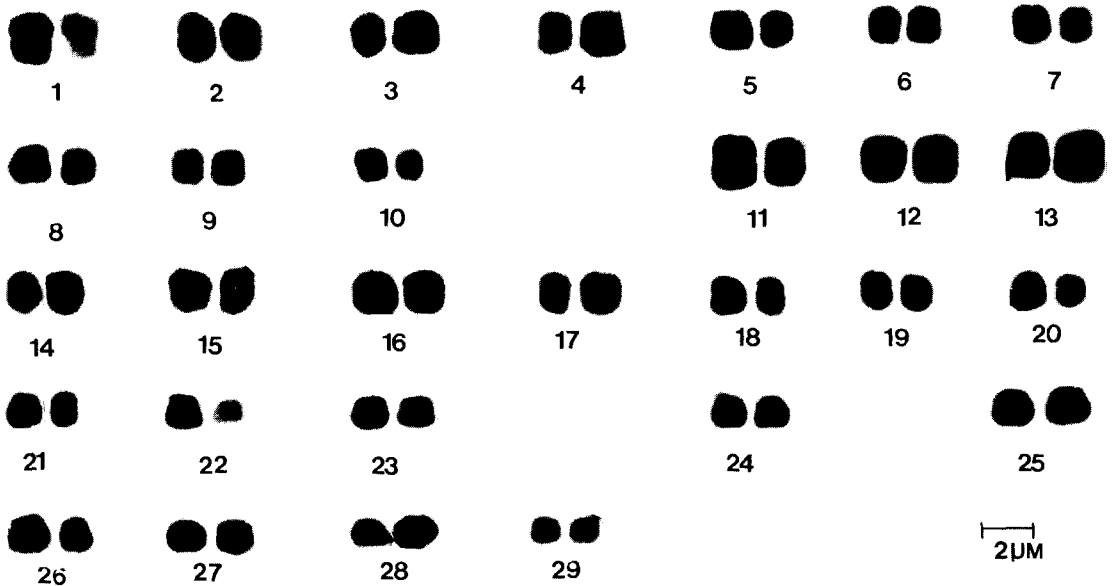


Fig. 4. Spermatogonial metaphase and karyotype of *K. koreana* ($2n=58$).

염색체쌍은 large 염색체로 분류되었다. 또한 10쌍의 중부 염색체 완장비(arm ratio)는 1:1.03~1.18, 18쌍의 차중부 염색체는 1:1.25~2.32, 1쌍의 차단부 염색체는 1:3.30의 범위이다.

5. *Aegista chosonica*

7개체에서 모두 51개의 염색체 세포를 얻어 이중 42개의 세포에서 2n=56의 배수 염색체를 확인하였다

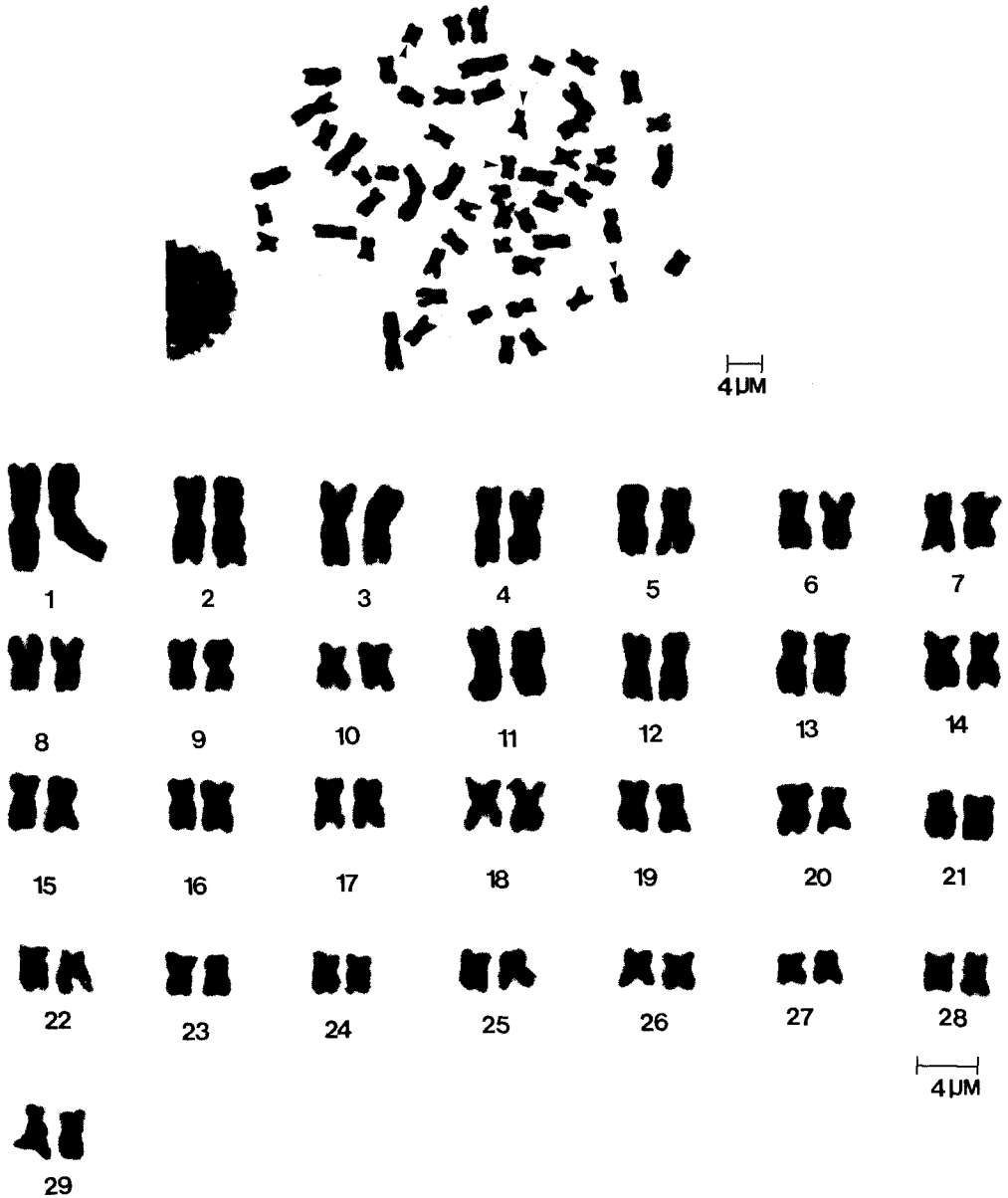


Fig. 5. Spermatogonial metaphase and karyotype of *K. adamsi* (2n=58).

(Fig. 6) 핵형분석 결과 *A. chosenica*는 10쌍(No. 1~10)의 중부 염색체, 18쌍(No. 11~28)의 차중부 염색체 쌍으로 이루어져 있고, 이중 10번과 28번 염색체 쌍은 부수체를 지니고 있다. 가장 큰 염색체는 중부

염색체의 1번쌍으로 $8.66 \pm 0.19 \mu\text{m}$ 의 크기이고 가장 작은 염색체는 차중부 염색체의 28번 쌍으로 $2.22 \pm 0.07 \mu\text{m}$ 이다. 각 염색체의 상대적 길이는 6.69~1.71% 범위이며 중부 염색체의 1, 2, 3, 4번 염색체 쌍은

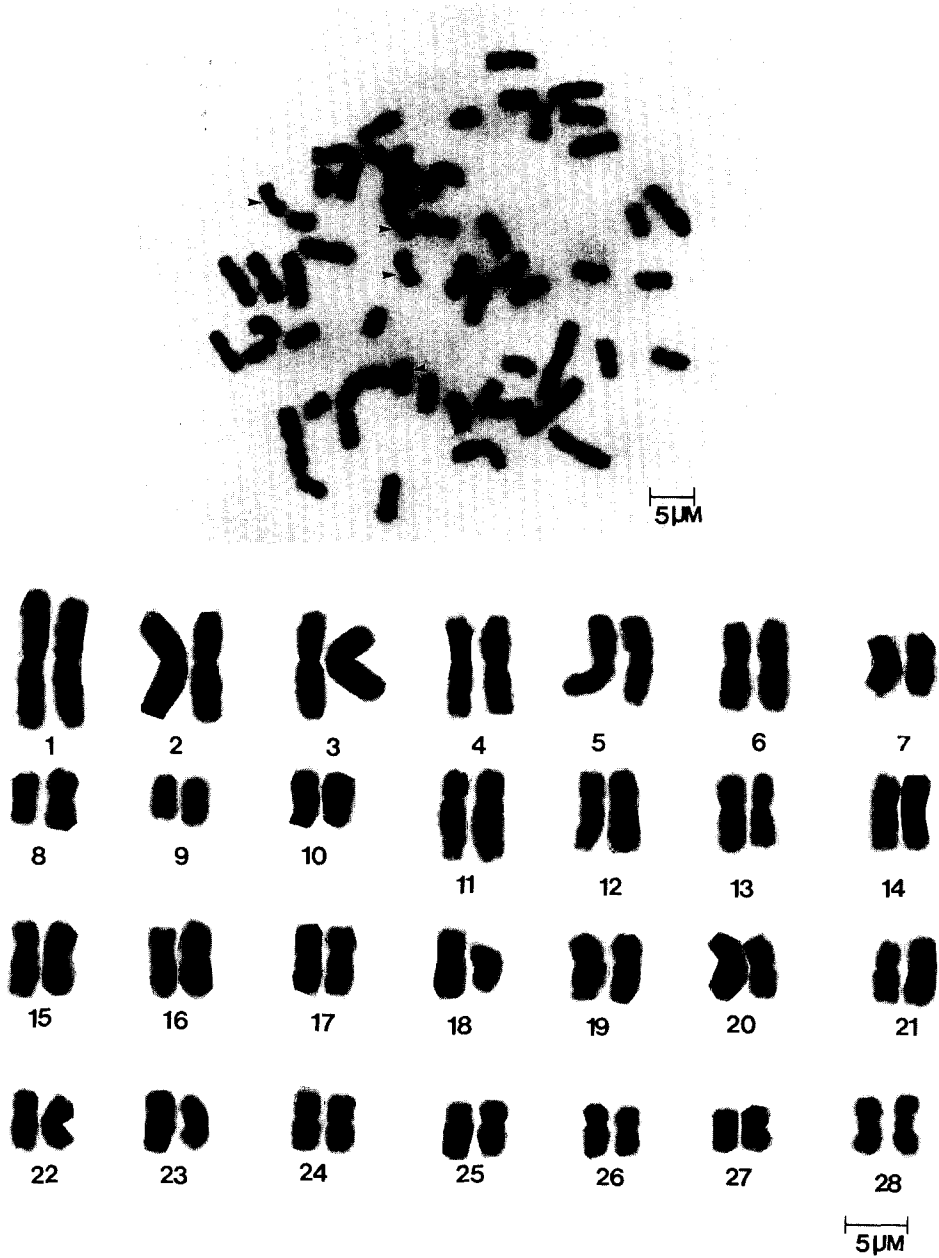


Fig. 6. Spermatogonial metaphase and karyotype of *A. chosenica* ($2n=56$).

large 염색체이다. 또한 10쌍의 중부 염색체 완장비 (arm ratio)는 1:1.04~1.14, 18쌍의 차중부 염색체는 1:1.21~2.46의 범위이다.

6. *A. (Plectotropis) diversa*

8개체에서 모두 42개의 염색체 세포를 관찰하여 이

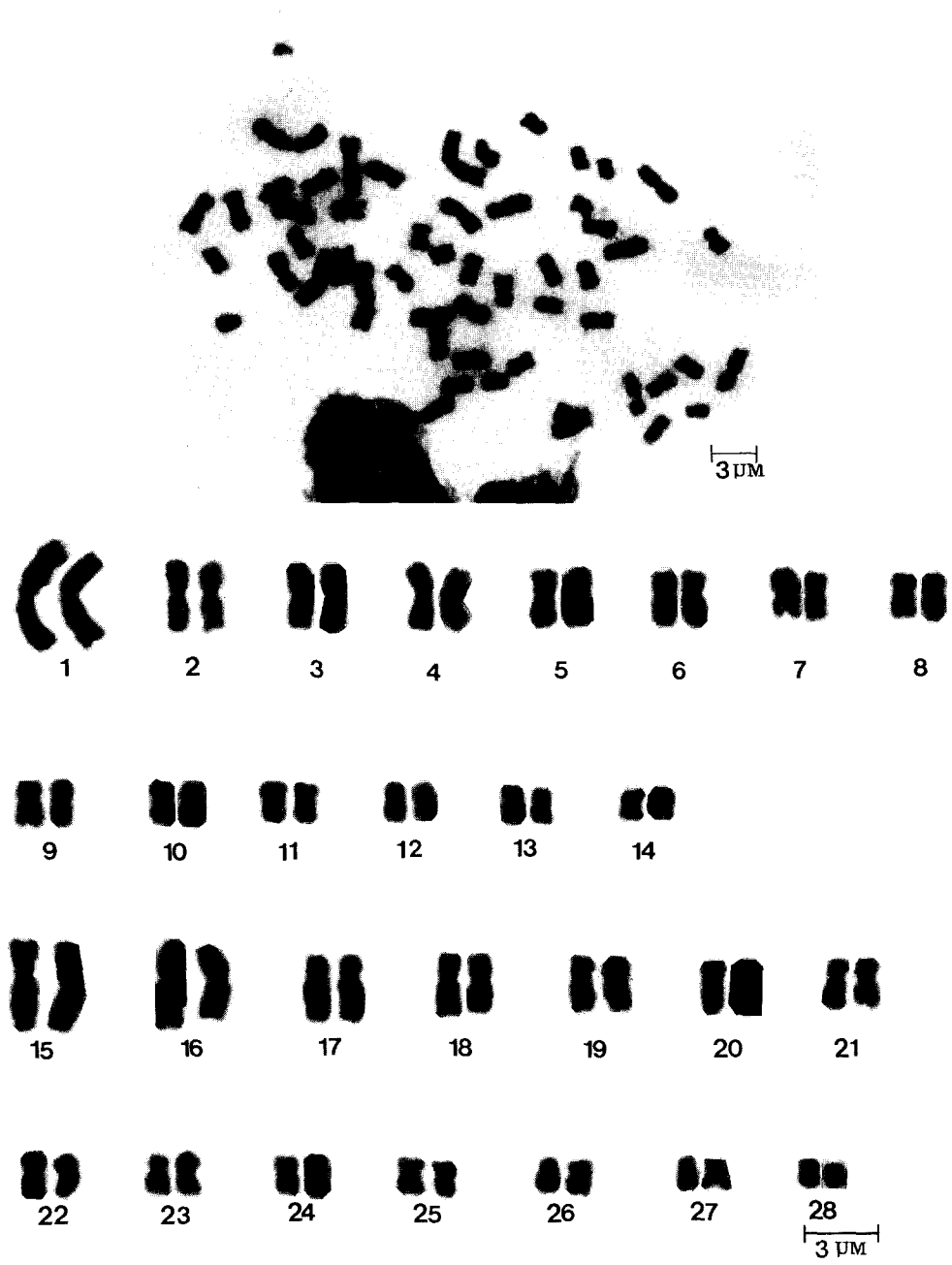


Fig. 7. Spermatogonial metaphase and karyotype of *A. (P.) diversa* (2n=56).

중 33개의 세포에서 $2n=56$ 의 배수체와 5개의 세포에서 $n=28$ 의 반수 염색체를 확인하였다(Fig. 7). 핵형분석 결과 *A. (P.) diversa*는 14쌍(No. 1~14)의 중부 염색체, 14쌍(No. 15~28)의 차중부 염색체 쌍

으로 이루어져 있다. 가장 큰 염색체는 차중부 염색체의 28번 쌍으로 $1.12 \pm 0.21 \mu\text{m}$ 의 크기이고 가장 작은 염색체는 차중부 염색체의 28번 쌍으로 $1.12 \pm 0.08 \mu\text{m}$ 이다. 각 염색체의 상대적 길이는 8.02~1.76% 범

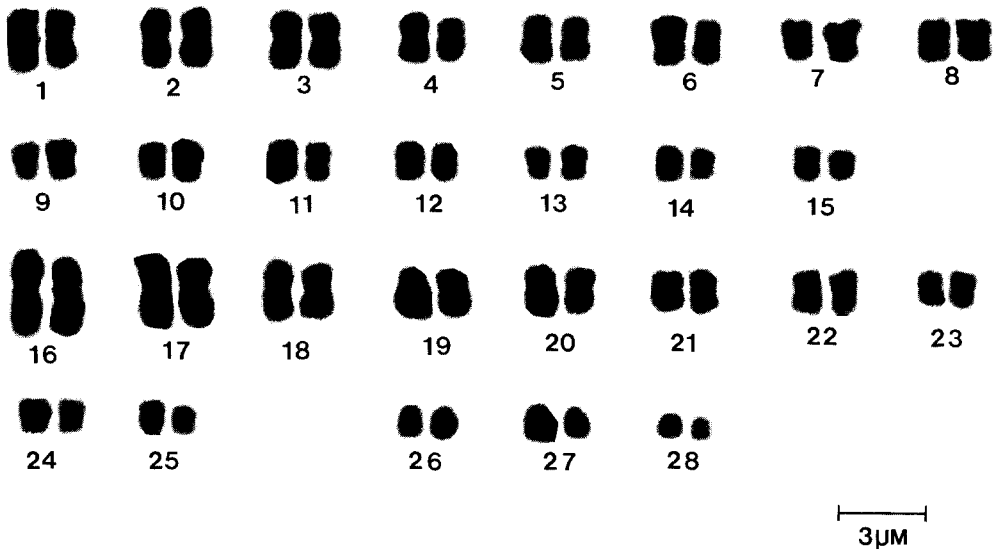
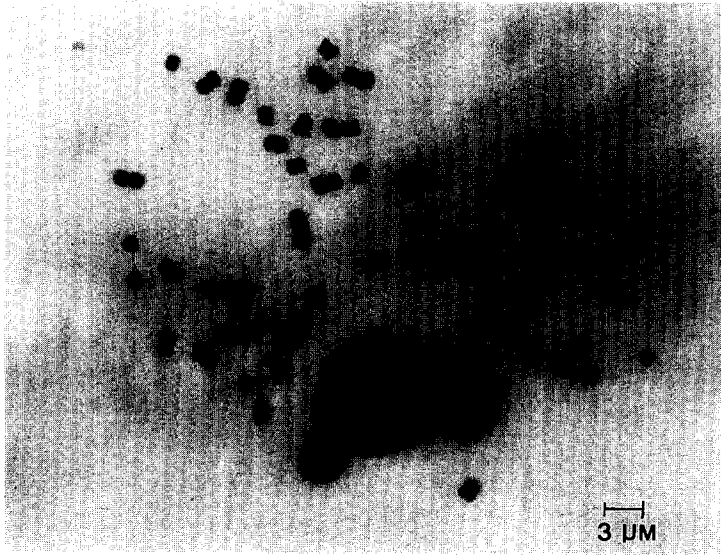


Fig. 8. Spermatogonial metaphase and karyotype of *A. (P.) quelpartensis* ($2n=56$).

위이며 중부 염색체의 1번 염색체 쌍과 차중부 염색체의 15, 16번 염색체 쌍은 large 염색체이다. 또한 중부 염색체 14쌍의 완장비(arm ratio)는 1:1.16~1.04, 차중부 염색체 14쌍은 1:1.28~2.10의 범위이다.

7. *A.(P.) quelpartensis*

7개체에서 모두 16개의 염색체 세포를 얻어 이중 11개의 세포에서 2n=56의 배수체와 2개의 세포에서

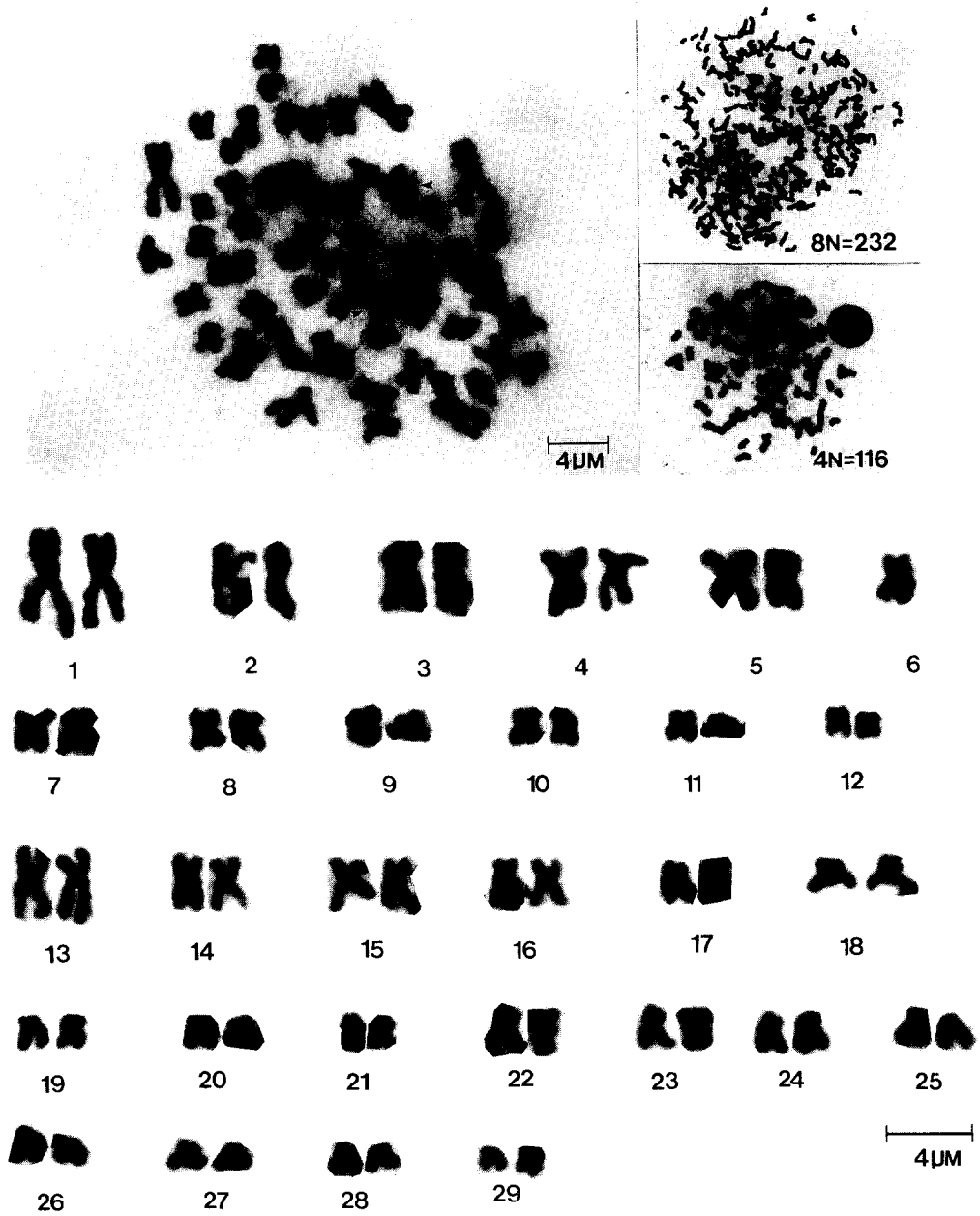


Fig. 9. Spermatogonial metaphase and karyotype of *N. samarangae* (2n=58).

n=28의 반수 염색체를 확인하였다(Fig. 8). 핵형분석 결과 *A. (P.) quelpartensis*는 15쌍(No. 1~15)의 중부 염색체, 10쌍(No. 16~25)의 차중부 염색체, 3쌍(No. 26~28)의 단부 염색체 쌍으로 이루어져 있다. 가장 큰 염색체는 차중부 염색체의 16번 쌍으로 $3.24 \pm 0.04 \mu\text{m}$ 의 크기이고 가장 작은 염색체는 단부 염색체의 28번 쌍으로 $1.01 \pm 0.06 \mu\text{m}$ 이다. 각 염색체의 상대적 길이는 6.70~2.08% 범위이며 차중부 염색체의 16, 17번 염색체쌍은 large 염색체이다. 또한 중부 염색체 15쌍의 완장비(arm ratio)는 1:1.00~1.17, 10쌍의 차중부 염색체는 1:1.25~1.25의 범위이다.

8. *Nesiohelix samarangae*

17개체에서 모두 43개의 염색체 세포를 얻어 23개의 세포에서 $2n=58$ 의 배수 염색체와 15개의 세포에서 $n=29$ 의 반수 염색체 수를 확인하였고 $4n$ 과 $8n$ 의 동질배수체(autopoluploid)도 관찰되었다(Fig. 9). 핵형분석 결과 *N. samarangae*는 12쌍(No. 1~12)의 중부 염색체, 9쌍(No. 13~21)의 차중부 염색체, 2쌍(No. 22, 23)의 차단부 염색체, 6쌍(No. 24~29)의 단부 염색체쌍으로 이루어져 있고, 차단부 염색체의 23번 쌍은 부수체를 가지고 있다. 가장 큰 염색체는 중부 염색체의 1번 쌍으로 $4.68 \pm 0.35 \mu\text{m}$ 의 크기이고 가장 작은 염색체는 차단부 염색체의 23번 쌍으로 $0.80 \pm 0.51 \mu\text{m}$ 이다. 각 염색체의 상대적 길이는 7.88~2.13% 범위이며 중부 염색체의 1, 2, 3, 4번 염색체 쌍과 차중부 염색체의 13번 염색체 쌍은 large 염색체이다. 또한 중부 염색체 12쌍의 완장비(arm

ratio)는 1:1.01~1.13, 9쌍의 차중부 염색체는 1:1.22~2.70의 범위이며 2쌍의 차단부 염색체는 1:1.22~2.70의 범위이며 2쌍의 차단부 염색체는 1:3.06~5.41의 범위이다.

본 실험 결과 *A. despecta sieboldiana*, *Koreanohadra kurodana*, *K. koreana*, *Karatohelix adamsi*, *N. samarangae*는 $n=29$ 개의 염색체를 가지고 있고 *A. gottschei*, *A. chosenica*, *A. (P.) diversa*, *A. (P.) quelpartensis*는 $n=28$ 개의 염색체를 가지고 있음이 확인되어 *Aegista*속 무리는 다른 속의 종에 비해 염색체 한쌍이 적은 $n=28$ 개의 염색체를 가지고 있는 것이 밝혀졌다. 따라서 국내에 서식하는 달팽이과 종은 Burch(1969)의 보고와 일치하는 결과를 보이고 있다.

고 찰

Burch(1968b)는 육산패류의 핵형분석을 위한 조직 배양법을 발표하면서 밀접하게 연관된 종이나 집단 사이의 유사분열 중기상의 염색체를 비교하는 핵형분석은 종의 계통적 유연관계를 밝히는데 큰 가치가 있다고 주장하였다. 그러나 연체동물을 대상으로 한 핵형분석 연구가 드문 것은 연체동물은 타 동물에 비해 분열중의 세포를 발견하기가 어렵고 완성된 중기상의 염색체가 적절히 퍼져 있는 경우가 많지 않음을 그 이유로 들고 있다. 또한 Burch(1969)는 병안목(*Stylommatophora*)에 대한 염색체 연구에서 *Achatinellidae*과의 종에서 $n=21\sim23$ 개, *Enidae*과의

Table 2. Chromosome analyses in nine species of Bradybaenidae

Species	Chromosome No.(n)	Karyotype				Range of Relative Length	No.of Large Chromosome
		Meta.	Submeta.	Acro.	Telo.		
<i>A. d. sieboldiana</i>	29	12	17	—	—	11.97-2.15	2
<i>K. kurodana</i>	29	11	17	—	1	6.09-2.39	2
<i>K. koreana</i>	29	10	13	1	5	4.83-2.21	0
<i>K. adamsi</i>	29	10	18	1	—	6.81-1.80	3
<i>A. chosenica</i>	28	10	18	—	—	6.69-1.71	4
<i>A. diversa</i>	28	14	14	—	—	8.02-1.76	3
<i>A. quelpartensis</i>	28	15	10	—	3	6.70-2.08	2
<i>N. samarangae</i>	29	12	9	2	6	7.88-1.35	5

종에서 $n=24$ 개, Clausiliidae과의 종에서 $n=24\sim 30$ 개, Succineidae과의 종에서 $n=5\sim 22$ 개의 범주에 속하고 있다고 보고하였고 일본산 달팽이과 (Bradybaenidae)의 4속 16종을 대상으로 압착법에 의해 달팽이과의 염색체는 $n=28\sim 29$ 의 범위에 있다고 하였다. 본 연구 결과 *A. despecta sieboldiana*, *Koreanohadra kurodana*, *K. koreana*, *Karatohelix adamsi*, *N. samarangae*는 $n=29$ 개의 염색체를 가지고 있고 *A. chosonica*, *A. (P.) diversa*, *A. (P.) quelpartensis* 3종의 염색체 수는 $n=28$ 로 밝혀져 모두 Burch(1969)의 Bradybaenidae의 염색체 수 범위에 속하였다(Table 2).

Burch(1967)는 복족류의 다배체 현상은 빈번하지는 않고 Euthyneura의 Basommatophora에서만 발견된다고 하였으나 Patterson(1973)은 Streptoneura의 Hydrobiidae와 Thiaridae에서 그리고 Euthyneura의 Ellobiidae와 Ancyliidae와 Planorbidae에서도 다배체 현상이 나타났다고 하였다. 본 연구에서 다배체의 현상은 *K. kurodana*와 *N. samarangae*에서 발견되었고 최고 $8n$ 까지의 염색체 수가 나타났다. 연체동물의 다배체 현상에 대하여 Burch와 Huber(1966)는 실험되어진 Euthyneuran 종의 3% 이내에서 발견되었고 자가수정을 하는 종일수록 다배체 현상이 일어날 확률이 높다고 하였다. 그러나 *K. kurodana*와 *N. samarangae*의 이러한 다배체 현상은 동위효소 분석을 통한 높은 이형접합자 빈도의 결과로 볼때(Lee, 1994)이 종이 자가수정을 하는 종은 아닌것 같으며 세포 주기가 타 종에 비해 짧아 투여된 콜히친에 상대적으로 오래 노출된 결과에 의한 것으로 생각되나 보다 분명한 원인 파악을 위한 실험이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 핵형분석이 이루어진 달팽이과의 8종은 10~15개 사이의 중부 염색체와 9~18개 사이의 차중부 염색체를 가지고 있다. 또한 단부 염색체는 *Koreanohadra koreana*, *Karatohelix adamsi*, *Nesiohelix samarangae*의 3종에서 나타났고 *Koreanohadra kurodana*, *K. koreana*, *Aegista (P.) quelpartensis*, *N. samarangae*에서 차단부 염색체가 관찰되어 동일한 핵형을 나타내는 종은 없었다. 따라서 핵형분석에 의한 유사종 간의 유의성은 파악할 수 없었다. 한편 Euthyneura의 달팽이과를 비

롯한 유폐류는 자웅동체의 생물로 성을 결정하는 성염색체의 존재는 보고된 바가 없고 본 연구에서도 성염색체는 나타나지 않았다. Burch(1960)와 Patterson(1963)은 Pomatiopsis속 2종에서 나타난 구조적 이질염색체가 성 결정에 관계가 있을것이라는 가정을 하였고, Nishikawa(1962)는 Prosobranchia의 종에서는 성염색체가 존재하지 않는다고 하였으나 Streptoneura의 분리된 성을 가지고 있는 일부종에서 성염색체에 대한 연구가 발표되었고(Patterson 1965, 1967, 1973), Patterson(1973)은 연체동물에서 나타날 수 있는 성결정 염색체는 XX-XY와 XX-XO의 2가지 형태가 존재한다고 발표한다 있다.

또한 연체동물의 복족류는 진화된 종일수록 많은 염색체 수를 보이는데 $n=5\sim 44$ 의 병안목(Stylomatophora) 염색체 범위에서 $n=44$ 의 염색체를 가지는 종은 Athoracophoridae에 속하는 *Aneitea* sp. 1종 뿐으로(Patterson 1969) 전체적인 염색체 수의 범주에서 달팽이과의 염색체 수는 $n=28\sim 29$ 의 범위에 있어 복족류 중에서 달팽이과는 진화된 무리에 속한다.

국내에 서식하는 육산패류의 염색체 및 핵형분석에 관한 연구는 아직 초보적인 단계를 벗어나지 못하고 있으며 그중 연구가 이루어진 달팽이과의 종도 이북지역 서식종을 제외한 21종 중에서 불과 8종만이 염색체 수를 알아냈을 뿐이다. 따라서 지속적인 연구를 통해 국내에 서식하는 육산패류의 cytotaxonomy를 통한 계통 유연관계의 확립이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Burch, J.B. (1960) Chromosome studies of aquatic Pulmonate snails. *Nucleus*, 3: 177-208.
- Burch, J.B. (1962) Cytotaxonomic studies of freshwater limpets (Gastropoda: Basommatophora). I. The European lake limpet, *Acroloxus lacustris*. *Malacologia*, 1(2): 55-72.
- Burch, J.B. (1967) Cytological relationships of some Pacific Gastropods. *Venus*, 25(3-4): 118-135.
- Burch, J.B. (1968a) Cytotaxonomy of some Japanese *Semisulcospira* (Streptoneura: Pleuroceridae). *Journal of Conchylologie*, 3(1): 3-49.

- Burch, J.B. (1968b) A tissue culture technique for caryotype analysis of pulmonate land snails. *Venus*, **27**(1): 20-27.
- Burch, J.B. (1969) Cytological studies of Pacific land snails. *Proc. Symp. Moll. II, Mar. Biol. Assoc. India*, 616-625.
- Burch, J.B. and Huber, J.M. (1966) Polyploidy in mollusks. *Malacologia*, **5**(1): 41-43.
- Burch, J.B., Patterson, C.M. and Natarajan, R. (1966) Chromosomes of four species of North American Succineidae. *Venus*, **24**(4): 342-353.
- Inaba, T. (1959) Cytological studies in molluscs. II. A chromosome survey in the stylommatophoric Pulmonata. *J. Sci. Hiroshima Univ.*, **18**: 71-93.
- Kwon, O.K. and Lee, J.S. (1991) cytological study of *Aegista quelpartensis* (Bradybaenidae) in Korea. *J. Sci. & Tech. Kangweon Nat. Univ.*, **30**: 102-105
- La Cour, L. (1941) Acetic-orcein: A new stain fixative for chromosomes. *Stain Techn.*, **16**: 149-186.
- Lee, J.S. (1994) Systematic studies on the land snails (Bradybaenidae) in Korea. *Dissertation for Kangweon Nat. Univ.*
- Park, G.M., Song, H.B., Lee, J.S. and Kwon, O.K. (1988) The chromosome number of *Acusta despecta sieboldiana* (Bradybaenidae) from Korea. *J. Sci. & Tech. Kangweon Nat. Univ.*, **17**: 69-71.
- Paris conference (1971) Standarization in human cytogenetics. Cytogenetics. *In: Birth defects* (ed. by Bergsma, D.). *Orig. Art. Ser.*, **22**: 317-362
- Patterson, C.M., Burch, J.B. (1978) Chromosomes of pulmonate molluscs. *In: Pulmonates* (ed. by Fretter, V. and Peake, J.). *Academic Press*, Vol. **2A**: 171-217.
- Patterson, C.M. (1963) Cytological studies of Pomatiopsid snails. *Amer. Malacol. Union Ann. Res.*, **30**: 13-14.
- Patterson, C.M. (1965) The chromosomes of *Tulotoma angulata* (Streptoneura: Viviparidae). *Malacologia*, **2**(2): 259-265.
- Patterson, C.M. (1967) Chromosome numbers and systematics in streptneurane snail. *Malacologia*, **5**(2): 111-125.
- Patterson, C.M. (1969) Chromosomes of molluscs. *Proc. Symp. Mollusca, Marine Biological Association of India*, Pt. II.
- Patterson, C.M. (1971) Taxonomic studies of the land snail family Succineidae. *Malacological Review*, **4**: 131-202
- Patterson, C.M. (1973) Cytogenetics of gastropod mollusks. *Malacological Review*, **6**: 141-150
- Patterson, C.M. and Burch, M.B. (1966). The chromosome cycle in the land snail *Catinella vermeta* (Stylommatophora: Succineidae). *Malacologia*, **3**(3): 309-325
- Tripathy, N.K. and Das C.C. (1980) Chromosome in three species of Asian Catfish. *Copeia*, **4**: 916-918