

한국산 다람쥐 핵형의 비교연구 I. 일반염색과 C-Banding 방법에 의한 한국산 청서(*Sciurus vulgaris corea*)와 다람쥐(*Tamias sibiricus asiaticus*)의 핵형분석

김종봉 · 이회영

요.성여자대학교 생물교육학과

한국산 청서(*Sciurus vulgaris corea*)와 다람쥐(*Tamias sibiricus asiaticus*)의 핵형을 일반 Giemsa-stain과 C-banding stain 방법으로 분석하였다. 청서의 염색체 수는 $2n = 40$ 이었으며 이 중 6쌍은 중부, 8쌍은 차중부, 3쌍은 차단부 그리고 2쌍은 단부 염색체이었고 X염색체는 차중부, Y염색체는 acro 또는 차단부 염색체로서 NF (arm number) = 72(성염색체 제외)를 나타내었다. 다람쥐의 염색체 수는 $2n = 38$ 이었으며 이 중 3쌍은 중부, 4쌍은 차중부, 5쌍은 차단부, 그리고 6쌍은 단부 염색체이었고 X염색체는 차중부, Y염색체는 중부 염색체로서 NF = 60을 나타내었다. C-banding 분석결과, 청서의 염색체에서는 각 경우 대부분 동원체(centromere)부위와 말단부(telomere)에 주로 구조적이질염색질이 분포하였고 다람쥐에서는 몇몇 염색체상(제2, 3, 9번)을 제외하고는 주로 동원체 부위에 구조적이질염색질이 분포하였다.

이러한 결과들로 보아 핵형상의 분화에 non-Robertsonian 재배열과 구조적 이질염색질의 분포가 중요한 작용을 한 것으로 생각된다.

KEY WORDS: Korean squirrels, C-banding, Karyotype analysis, Chromosome

다람쥐과(Sciuridae)에 속하는 동물은 세계적으로 114종 650아종이 분포, 서식하고 있으며 (Grzimek, 1978; 문교부, 1967), 우리나라에서는 이 중 청서(*Sciurus vulgaris corea*), 다람쥐(*Tamias sibiricus asiaticus*) 그리고 하늘다람쥐(*pteryomys volans aluce*) 등의 4속, 4아종이 서식하고 있는 것으로 보고되었다(문교부, 1967).

생물의 종분화 및 진화에 핵형의 변이가 중요한 역할을 한다는 점과 관련(Bush *et al.*, 1977; Matthey, 1973; Yosida, 1983), 이들의 다양한 종형성 과정을 밝히기 위하여 일반 염색 및 여러 가지 분염법을 이용한 많은 핵형분석이 이루어져 왔다.

일반염색에 의한 핵형분석은 *Citellus* (= *Spermophilus*) (Belcheva and Peshev, 1979; Birney and Genoways, 1973; Lyapunova and Vorontsov, 1970; Nadler, 1964a; Nadler, 1964; Nadler, 1966; Nadler, 1968. Nadler *et al.*, 1971), *Tamias* (Nadler and Block, 1962), *Eutamias* (Nadler and Block, 1962), *Xerus* (Hoffmann and Nadler, 1974), *Callosciurus* (Nadler and Hoffmann, 1970; Nadler *et al.*, 1975), *Dremomys* (Nadler and Hoffmann, 1970), *Menetes* (Nadler and Hoffmann, 1970), *Sciurus* (Muldal, 1950; Nadler and Hoffmann, 1970; Nadler and Sutton 1967), *Spermophilopsis* (Nadler *et al.*, 1969) 그리고 *Funambulus* 속 (Surendra and Indurkar 1982) 등의 속에 속하는 많은 종들에서 보고되었다.

한편, 염색체분염법에 의한 연구는 Mascarello

본 연구는 1987년도 문교부 해외파견 연구 조성비의 지원에 의하여 수행된 연구의 일부임.

등(Mascarello and Mazrimas, 1977; Mascarello and Bolles, 1980)에 의한 *Ammospermophilus*속에 대한 염색체의 G-band pattern 비교와 구조적이질 염색질의 분포 및 비율 관찰을 비롯하여 *Xerus* (Hoffmann and Nadler, 1974; Hoffmann et al., 1973), *Citellus* (Ginatulina et al., 1982; Lyapunota et al., 1980; Mascarello and Mazrimas, 1977; Pathak, 1978) 그리고 *Glaucomys*속 (Schindler et al., 1973) 등 소수의 종에서만 보고되었다.

그러나 핵형의 관점에서 이들의 핵형상의 유사 관계나 변이과정은 아직 명확하게 밝혀져 있지 않다.

더우기 한국산 다람쥐과에 대한 핵형분석은 1953년 Nakamura (Nakamura, 1953)에 의하여 한국산 다람쥐의 염색체 수가 $2n = 38$ 이라는 것이 보고되었을 뿐 일반염색이나 염색체분염법에 의한 핵형분석은 보고된 바 없다.

이러한 점과 관련하여 본 연구에서는 한국산 청서와 다람쥐의 일반염색 및 C-banding에 의한 핵형을 분석하여 이들의 핵형상의 특징을 밝히고 이제까지 보고된 다른 종들의 핵형과의 비교분석을 통하여 핵형상의 변이과정을 추정해보고자 하였다.

재료 및 방법

각각 5마리의 청서와 다람쥐를 채집, 0.07%의 Colchicine 용액 1 ml씩을 복강에 주사한 다음 Tjio와 Whang (Tjio and Whang, 1965)의 방법에 따라 개체의 대퇴골에서 골수세포를 채취하였다. 채취한 골수세포를 37°C의 저장액(0.075 M KCl)에 처리한 후 고정액(methanol 3; acetic acid 1)을 가하여 고정하였다. 이를 공기건조법(Rothfelds and Siminovitch, 1962)에 의하여 염색체표본을 제작하였다. 제작된 염색체표본을 5% Giemsa 용액으로 염색, 증류수로 세척, 건조시킨 다음 permount를 떨어뜨려 영구표본을 만들었고, 광학현미경(1000배율)으로 중기분열상을 촬영, 인화하여 Nishioka (Nishioka, 1972)의 방법에 따라 핵형분석을 하였다.

C-banding의 경우 제작된 슬라이드는 염색체

를 구성하고 있는 구조적이질염색질을 선택적으로 염색하기 위하여 Sumner의 방법(Sumner, 1972)에 따라 0.2 N HCl에 1시간 동안 처리하고 증류수로 세척한 다음, 건조시키고 50°C의 포화된 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 용액에 5~10분 동안 처리한 후 0.2 N HCl로 세척하였다. 다시 증류수로 세척한 후 70%의 ethanol과 무수 ethanol로 연결시켜 공기건조된 슬라이드는 65°C의 Water bath에서 pH 7.0의 $2 \times$ SSC 용액(NaCl 17.53 g, Trisodic citrate $2H_2O$ 8.82 g, H_2O 1000 ml)으로 1시간 처리하고 증류수로 세척시킨 후 공기건조 시켰다. 염색은 실온에서 8% Giemsa 용액(pH 6.8)으로 10~20분간 염색하고 증류수로 세척, 공기건조 시켰다.

결 과

청서(*Sciurus vulgaris corea*)의 핵형

청서의 염색체 수는 Fig. 1에서와 같이 $2n = 40$ 이었고 NF (arm number) = 72(성염색체 제외)였다. 그리고 이들은 6쌍의 중부 염색체, 8쌍의 차중부 염색체, 3쌍의 차단부 염색체 그리고 2

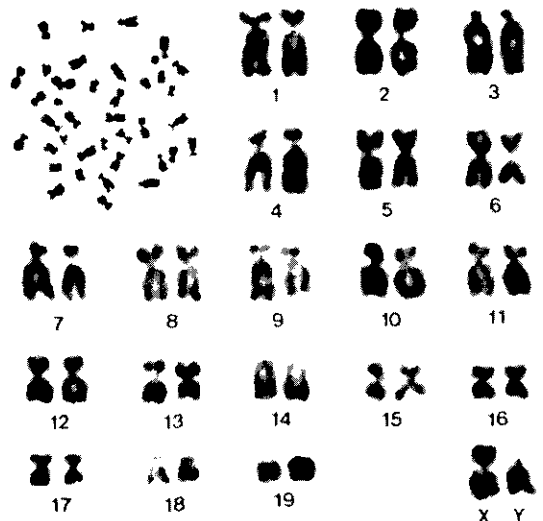


Fig. 1. Karyotype of *Sciurus vulgaris coreae*. ($2n = 40$)

Table 1. Relative length and centromere position of *sciurus vulgaris coreae*

Chrom. No	Relative length (%)			N.V.C.	Type
	Total	Long arm	Short arm		
1	6.65	4.68	1.97	29.6	sm
2	6.30	3.64	2.66	42.2	m
3	6.18	4.99	1.19	19.3	st
4	6.12	4.42	1.70	27.7	sm
5	5.69	3.42	2.27	39.9	m
6	5.67	3.04	2.63	46.4	m
7	5.60	4.00	1.60	29.1	sm
8	5.45	3.50	1.95	35.8	sm
9	5.35	4.12	1.23	23.0	st
10	5.16	3.25	1.91	37.0	sm
11	5.08	3.34	1.74	34.3	sm
12	4.52	2.86	1.66	36.7	sm
13	4.40	2.83	1.57	35.6	sm
14	4.31	4.31	0	0	t
15	3.72	2.06	1.66	44.6	m
16	3.17	1.63	1.54	48.6	m
17	3.05	1.62	1.43	46.9	m
18	2.95	2.25	0.70	23.7	st
19	2.28	2.28	0	0	t
X	5.36	3.36	2.00	37.3	sm
Y	3.38	2.92	0.46	13.6	st

*N.V.C. (Numerical value of the centromere position) = length of short arm \times 100/length of whole chromosome. m: metacentric chromosome sm: submetacentric chromosome st:subtelocentric chromosome t: telocentric chromosome

쌍의 단부 염색체로 구성되어 있으며 X염색체는 차중부 염색체이었고 Y염색체는 acro- 또는 차단부 염색체로 분석되었다(Table 1).

이들 염색체의 상대길이는 제1번 염색체가 6.65, 제19번 염색체가 2.28로서 점진적인 감소를 보였으며 X염색체는 5.36, Y염색체는 3.38이었다(Table 1).

칭서의 C-banding된 중기분열상을 핵형분석한 결과(Fig. 2), 대부분의 구조적이질염색질은 동원체와 말단부에 주로 분포하였다. 이를 바탕으로 핵형도를 작성(Fig. 3)하였는데 제1번 염색체에서는 동원체와 장, 단완의 말단부 이외에 장완의 중간부위(interstitial)에도 구조적이질염색질이 분포하였다. 제4번 염색체와 제7번 염색체

서는 중간부위에 각각 2개, 1개의 띠를 관찰할 수 있었고 제6번 염색체에서는 단완에만 구조적이질염색질이 분포하였다. 그리고 제3, 9, 11, 16번 염색체에서는 동원체 부위에서만 구조적이질염색질이 분포하였으나 제7, 13, 17, 18번 염색체의 동원체에서는 구조적이질염색질을 관찰할 수 없었다. X염색체는 동원체 부위에서, 그리고 Y염색체는 장완의 말단부에 구조적이질염색질이 분포하였다.

다람쥐(*Tamias sibiricus asiaticus*)의 핵형

다람쥐의 염색체수는 Fig. 4에서와 같이 $2n = 38$, $NF = 60$ 을 나타내었으며 이들은 3쌍의 중부 염색체, 4쌍의 차중부 염색체, 5쌍의 차단부 염색

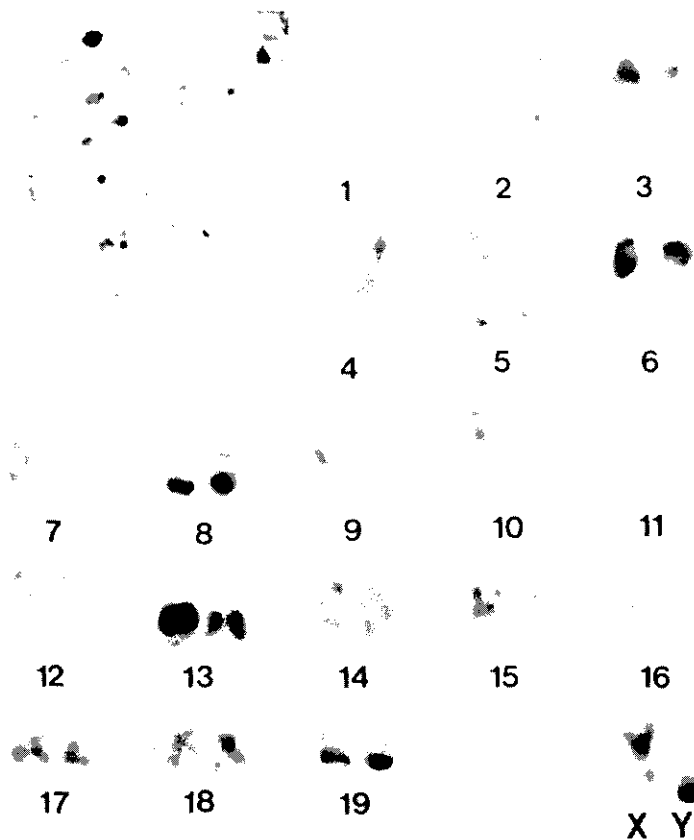


Fig. 2. C-banded karyotype of *Sciurus vulgaris coreae*.

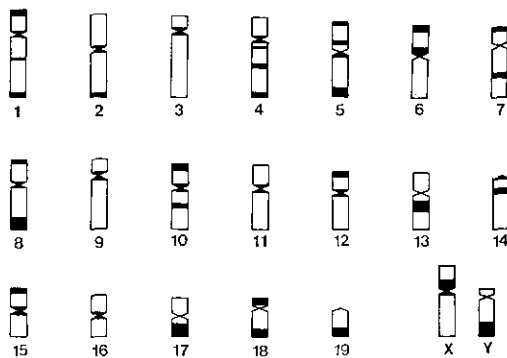


Fig. 3. Diagram of C-banded karyotype in *Sciurus vulgaris coreae*.

제 그리고 6쌍의 단부 염색체와 차중부 염색체인 X염색체 및 중부 염색체인 Y염색체로 구성되었다(Table 2).

이들 염색체의 상대길이는 제1번 염색체가 8.48, 제18번 염색체가 2.37로서 점진적인 감소를 보였으나 제11번 염색체와 제12번 염색체 사이에 다소의 차이를 나타내었다. 그리고 X염색체의 상대길이는 5.87, Y염색체는 2.22로서 가장 작은 염색체로 나타났다(Table 2).

C-banding된 중기분열상을 핵형분석한 결과(Fig. 5), 대부분의 구조적이질염색질은 주로 동원체 부위에 분포하였다. 이를 바탕으로 핵형도를 작성(Fig. 6), 요약한 것은 다음과 같다.

대부분의 염색체에서 구조적이질염색질이 동원체 부위에 분포하였으나 제2번염색체에서는 장, 단완의 말단부와 장완의 중간부위에 구조적이질염색질이 분포하였다. 제3번과 9번 염색체에서는 동원체 부위와 장완의 말단부에도 구조적이질염색질이 관찰되었다. 그리고 제17번 염색체에서는



Fig. 4. Karyotype of *T. sibiricus asiaticus* ($2n = 38$).

Table 2. Relative length and centromere position of *Tamias sibiricus asiaticus*.

Chrom. No	Relative length (%)			N.V.C.	Type
	Total	Long arm	Short arm		
1	8.48	4.87	3.61	42.6	m
2	7.60	6.49	1.11	14.6	st
3	7.26	6.10	1.16	16.0	st
4	6.88	5.75	1.13	16.4	st
5	6.54	6.54	0	0	t
6	6.18	4.48	1.70	27.5	sm
7	5.98	3.17	2.81	47.0	m
8	5.82	5.82	0	0	t
9	5.51	4.02	1.49	27.0	sm
10	5.38	3.83	1.55	28.8	sm
11	5.04	5.04	0	0	t
12	4.04	2.16	1.88	46.5	m
13	3.83	3.83	0	0	t
14	2.93	2.00	0.93	19.6	st
15	2.91	2.28	0.63	21.6	st
16	2.68	2.68	0	0	t
17	2.45	1.97	0.48	19.6	st
18	2.37	2.37	0	0	t
X	5.76	3.96	1.91	32.5	sm
Y	2.22	1.14	1.08	48.6	m

*N.V.C. (Numerical value of the centromere position) = length of short arm \times 100/length of whole chromosome. m: metacentric chromosome sm: submetacentric chromosome st:subtelocentric chromosome t: telocentric chromosome

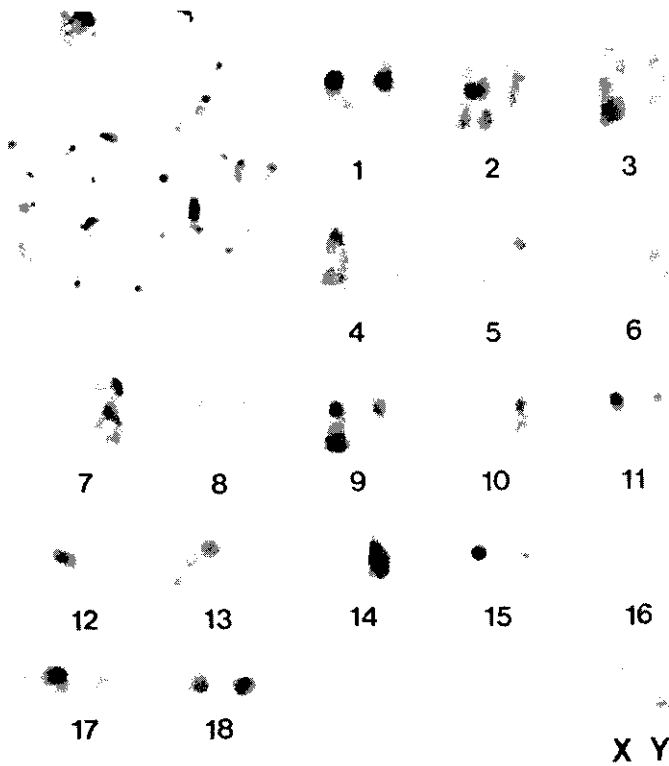


Fig. 5. C-banded karyotype of *Tamias sibiricus asiaticus*.

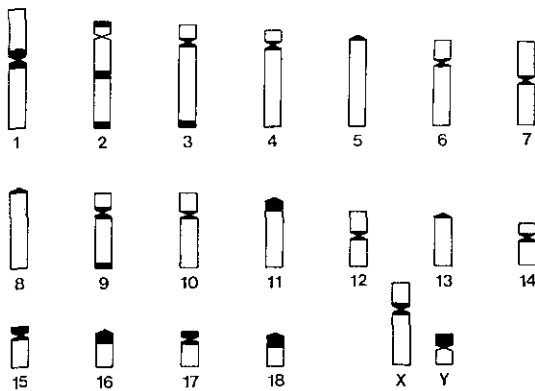


Fig. 6. Diagram of C-banded karyotype in *Tamias sibiricus asiaticus*.

단원이 전체적으로 염색이 되어 나타났다. 특히 제1, 9, 11, 15번 염색체에서는 염색 강도가 매우 강하게 나타났다. X염색체에서는 동원체 부위에 구조적이질염색질이 분포하였고, Y염색체는 단원이 전체적으로 염색이 되어 나타났다.

고찰

근연종으로 알려진(분교부, 1967) 한국산 청서와 일본산 청서(*S. vulgaris orientalis*)(Sasaki *et al.*, 1968)의 핵형을 비교했을때 두 종 모두 염색체 수는 $2n = 40$ 으로서 동일하였으나 염색체 형태에서는 한국산 청서는 차중부 염색체가 8쌍, 차단부 염색체가 3쌍이었으나 일본산의 경우는 차중부 염색체가 7쌍, 차단부 염색체가 4쌍으로서 차이를 나타내었다.

한편 다른 외국산 청서속에 속하는 종들 즉, 북미산 청서속에 속하는 *S. carolinensis* (Nadler and sutton, 1967)와 Iran산 청서속에 속하는 *S. anomalus* (Nadler and Hoffmann, 1970)을 한국산 청서와 비교해 본 결과 3종 모두 염색체 수에 있어서는 $2n = 40$ 을 가지고 있었다. 그러나 한국산에서는 2쌍의 단부 염색체를 가지나 북미산과 Iran산에서는 단부 염색체를 가지지 않는 점에서 차이

를 나타내었다. 그리고 한국산과 북미산 청서의 Y염색체는 acrocentric염색체로 동일하였으나 Iran산에서의 Y염색체는 차중부 염색체로서 차이를 나타내었다. 이러한 염색체 형태상의 차이는 Nadler등(Nadler and Hoffmann, 1970), 과 Sasaki등(Sasaki *et al.*, 1968)이 주장한 바와 같이 몇몇 상염색체와 Y염색체에서의 pericentric역위나 상호전좌에 의해 생긴 것이라 추정된다.

그러나 $2n = 42$, $NF = 78$ 을 가지는 남미산 청서속에 속하는 *S. granatensis*는 다른 청서속으로부터 centric fission에 의해 분화가 이루어졌다는 보고(Nadler and Hoffmann, 1970)와 관련하여 centric fission에 의한 염색체 수의 변화도 일어나는 것으로 추정된다.

그리고 청서의 구조적이질염색질들은 동원체 부위 뿐만 아니라 동원체가 아닌 부위에도 많이 나타났다. 그러나 염색체 수가 비슷한 *Citellus*속의 $2n = 36$ 의 수를 가진 종들(Lyapunova *et al.*, 1980)은 주로 구조적이질염색질이 동원체 부위에 분포하여 청서와 큰 차이를 나타내나 청서와 염색체 수에 있어서 큰 차이가 있는 $2n = 32$ 의 수를 가진 *Ammospermophilus*속 5종(Mascarello and Nazrimas, 1977; Mascarello and Bolles, 1980)의 경우 구조적이질염색질이 청서와 비슷한 양상을 보여 동원체가 아닌 부위에도 구조적이질염색질이 분포하였다. 이와같이 비슷한 수와 형태를 가진 것들간에도 이질염색질의 분포위치에는 큰 차이가 있거나 반대로 염색체수와 형태에는 큰 차이가 있어도 염색체상에 이들의 위치하는 부위가 비슷한 것이 많은 경우가 있는 것으로 보아 염색체수의 변이와 구조적이질염색질의 양이나 염색체상의 위치변화는 무관한 것으로 생각된다.

한국산 다람쥐의 일반핵형의 경우를 일본산 다람쥐(Sasaki *et al.*, 1968)와 비교해 보면 이들의 염색체 수는 $2n = 38$ 로서 동일하였으나 염색체 형태에서는 한국산의 경우 차단부 염색체가 5쌍, 단부 염색체가 6쌍인 반면, 일본산은 차단부 염색체가 4쌍, 단부 염색체가 7쌍으로서 차이를 나타내었다.

그리고 북미산 다람쥐속에 속하는 *T. striatus* (Nadler and block, 1962)와 비교해본 결과, 이 종의 염색체 수도 $2n = 38$ 로서 같았으나 한국산 다

람쥐의 Y염색체는 중부 염색체이었고 북미산의 경우에는 Y염색체가 단부 염색체를 가지므로서 염색체 형태상에서 차이를 나타내었다. 이러한 다람쥐속내의 염색체구조상의 차이는 pericentric역위에 의한 것이라 추정된다.

한국산 다람쥐의 구조적이질염색질을 북미산 *Citellus*속의 종들(Lyapunova *et al.*, 1980)과 비교해 보면 이들과는 염색체수, 형태에서는 많은 차이를 나타내었으나 구조적이질염색질은 두 종 모두 동원체 부위에 주로 분포하였다. 이러한 현상은 청서에서와 마찬가지로 구조적이질염색질의 양이나 염색체상의 분포변화가 염색체수나 형태의 변화와는 별도로 일어나는 것으로 생각된다.

한편, 지리적으로 같은 한국에 서식하고 있는 청서와 다람쥐의 비교에서 청서의 염색체 수는 $2n = 40$, 다람쥐의 염색체 수는 $2n = 38$ 로서 수에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았으나 그들의 염색체형태에서는 청서의 경우 중부 염색체와 차중부 염색체가 많은 반면 다람쥐에서는 차단부 염색체와 단부 염색체가 많음으로써 이들의 NF치는 각각 72, 60을 나타내어 이들 두 종간에 큰 차이를 나타내었다. 이러한 NF에서의 차이는 non-Robertsonian재배열에 의한 것으로 생각된다.

또한 두 종의 일반염색에 의한 염색체들의 형태를 비교하여 볼 때 청서의 9, 10, 12 X염색체들과 다람쥐의 각 6, 9, 12 X염색체들이 동일하고 청서의 경우 중부 염색체가 다람쥐보다 많은 것을 고려하여 볼 때 pericentric 역위가 이들의 염색체 분화에 중요한 역할을 했을 것으로 생각된다. 그러나 확실한 것을 위해서는 G-banding에 의한 두 종 및 다른 종들과의 비교 연구가 이루어져야 할 것이다.

한편 *Citellus*속의 여러 종들의 비교(Ginatulina *et al.*, 1982; Lyapunova *et al.*, 1980; Mascarello and Mazrimas, 1977; Pathak, 1978)에서 일반핵형상 동일하고 G-banding pattern에서도 유사하였으나 이들의 C-band의 분포에서는 차이를 나타낸다는 것이 보고되었다. 그리고 구조적이질염색질의 증가나 감소가 핵형진화와 높은 상관관계를 나타낸다는 보고(Hsu and Arrighi, 1971; Yosida, 1983)와 관련하여 청서, 다람쥐 두 종간의 C-banding pattern을 비교하여 본 결과 일반염색

에서 유사한 형태를 갖던 것들 간에도 C-band의 분포나 양에서는 큰 차이를 나타낸다는 것이 관찰되었다. 이러한 차이는 Yosida등(Yosida, 1983)이 주장한 바와 같이 일반핵형이나 G-banding pattern과 같은 phenotypical변이 외에 구조적이질염색질과 같은 내부염색체구조의 변화에 기인한 것이라 생각된다.

이상의 논의를 종합해 보면 이들 두종의 핵형상의 변이에 pericentric역위나 구조적이질염색질의 분포변화가 중요한 요인으로 작용한 것이라 생각된다. 그러나 이들이 어떤 과정을 통하여 핵형이 변화되어 왔는지에 관해서는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Belcheva, R. G. and D. Ts. Peshev, 1979. Intersubspecific sex chromosome difference in *Citellus citellus*. L. (Rodentia, Sciuridae). *Experientia* **35**:595-596.
- Bimey, E. C. and H. H. Genoways, 1973. Chromosomes of *Spermophilus adocetus* (Mammalia: Sciuridae) with comments on the subgeneric affinities of the species. *Experientia* **29**:228-229.
- Bush, G. L., S. M. Case, A. C. Wilson and J. L. Patton, 1977. Rapid speciation and chromosomal evolution in animals. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **74**:3942-3946.
- Ginatulina, L. K., A. A. Ginatulin, E. A. Lyapunova and N. N. Vorontsov, 1982. Genome analysis of ground squirrels of the genus *Citellus* (Rodentia, Sciuridae) I. DNA reassociation kinetics and genome size of eight species. *Genetica* **59**:221-221.
- Grzimek, B., 1978. Grzimek's Animal Life Encyclopedia. Mammals II. Van Nostrand Reinhold Company, pp. 201-295.
- Hoffmann, R. S. and C. F. Nadler, 1974. Chromosomes of the African ground squirrel, *Xerus rutilus* (Rodentia: Sciuridae). *Experientia* **30**:889-891.
- Hoffmann, R. S., C. F. Nadler, L. W. Turner and L. Deutsch, 1973. Chromosomes and Giemsa-bands of the Idaho spotted ground squirrel, *Spermophilus brunneus* (Howell). *Experientia* **29**:893-894.
- Hsu, T. C. and F. E. Arrighi, 1971. Distribution of constitutive heterochromatin in mammalian chromosomes. *Chromosoma* **34**:243-253.
- Lyapunova, E. A., L. K. Ginatulina, V. P. Korablev, 1980. Intrageneric divergence in DNA and heterochromatin content in ground squirrels of the genus *Citellus*. *Genetica* **52/53**:229-237.
- Lyapunova, E. A. and N. N. Vorontsov, 1970. Chromosomes and some issues of the evolution of the ground squirrels of genus *Citellus* (Rodentia: Sciuridae). *Experientia* **26**:1033-1038.
- Mascarello, J. T. and J. A. Mazrimas, 1977. Chromosomes of antelope squirrels (genus *Ammospermophilus*): a systematic banding analysis of four species with unusual constitutive heterochromatin. *Chromosoma* **64**:207-217.
- Mascarello, J. T. and K. Bolles, 1980. C- and G-banded chromosomes of *Ammospermophilus insularis* (Rodentia: Sciuridae). *J. Mammal.* **61**:714-716.
- Matthey, R., 1973. The Chromosome Formulae of Eutherian Mammals. In: "Cytotaxonomy and Evolution (Chiarelli, A. B. and E. Capana, eds.)." Academic Press London, New York, pp. 538-545.
- Muldal, S., 1950. Mammals. *J. Innes. Hort. Inst. Ann. Rep.* **40**:18-19.
- 문교부, 1967. 한국농식물도감. 제7권(포유류). 삼화사 162-185.
- Nadler, C. F., 1964a. Chromosomes and evolution of the ground squirrel *Spermophilus richardsoni*. *Chromosoma* **15**:289-299.
- Nadler, C. F., 1964b. Contributions of chromosomal analysis to the systematics of North American chipmunks. *Am. Midland Nat.* **72**:298.
- Nadler, C. F., 1966. Chromosomes and systematics of American ground squirrels of the subgenus *Spermophilus*. *J. Mammal.* **47**:579-596.
- Nadler, C. F., 1968. The chromosomes of *Spermophilus townsendi* (Rodentia: Sciuridae) and report of a new subspecies. *Cytogenetics* **7**:144-157.
- Nadler, C. F. and M. H. Block, 1962. The chromosomes of some North American chipmunks (Sciuridae) belonging to the general *Tamias* and *Eutamias*. *Chromosoma* **13**:1-15.
- Nadler, C. F. and R. S. Hoffmann, 1970. Chromosomes of some Asian and South American squirrels (Rodentia: Sciuridae). *Experientia* **26**:1383-1386.
- Nadler, C. F., R. S. Hoffmann and K. R. Greer, 1971. Chromosomal divergence during evolution of ground squirrel populations (Rodentia: *Spermophilus*). *Syst. Zool.* **20**:298-305.
- Nadler, C. F., R. S. Hoffmann and M. E. Hight, 1975. Chromosomes of three species of Asian tree squirrels, *Callosciurus* (Rodentia: Sciuridae). *Experientia* **31**:166-167.
- Nadler, C. F., D. M. Lay and J. D. Hassinger, 1969. Chromosomes of three Asian mammals: *Meriones meridianus* (Rodentia: Gerbillinae) *Spermophilopsis leptodactylus* (Rodentia: Sciuridae), *Ochotona rufescens* (Lagomorpha: Ochotonidae). *Experientia*

- 25:774-775.
- Nadler, C. F. and D. A. Sutton, 1967. Chromosomes of some North American Sciuridae. *Experientia* **23**:249-251.
- Nakamura, T., 1953. Chromosomes of the squirrel, *Eutamias asiaticus uthensis*. *La Kromosomo* **16**:602-604.
- Nishioka, M., 1972. The karyotypes of the two sibling species of Japanese pond frogs, with special reference to those of the diploid and triploid hybrid. *Sci. Rep. Lab. Amphibian Biol. (Hiroshima Univ.)* **1**:319-337.
- Pathak, S., 1978. Cytogenetic research techniques in humans and laboratory animals that can be applied most profitably to livestock. *J. Dairy Sci.* **62**:836-843.
- Rothfels, K. H. and L. Siminovitch, 1962. An air drying technique for flattening chromosomes in mammalian cells grown in vitro. *Stain Technol.* **33**:73-77.
- Sasaki, M., H. Shimba and M. Itoh, 1968. Notes on the somatic chromosomes of two species of Asiatic squirrels. *Chromosome Inform. Ser.* **9**:6-8.
- Schindler, A. M., R. J. Low, and K. Benirschke, 1973. The chromosomes of the New World flying squirrels (*Glaucomys volans* and *G. sabrinus*) with special reference to autosomal heterochromatin. *Cytologia* **38**:137-146.
- Sumner, A. T., 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Expt. Cell Res.* **75**:304-306.
- Surendra, G. and A. K. Indurkar, 1982. Chromosomes of the squirrel *Funambulus palmarum bellarius* Wroughton. *Experientia* **55**:558-559.
- Tjio, T. H. and J. Whang, 1965. Direct Chromosome Preparation of Bone-marrow Cells in Human Chromosome Methodology. New York, Academic Press.
- Yosida, T. H., 1983. Chromosomes Differentiation and Species Evolution in Rodents. In: Chromosomes in Evolution of Eukaryotic Group (Sharma, A. K. and A. Sharma eds.). CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, pp. 147-176.

(Accepted March 3, 1990)

**A Comparative Karyotype Study in Korean Squirrels. I. Karyotype Analysis of
Sciurus vulgaris coreae and *Tamias sibiricus asiaticus*
by Conventional Giemsa Staining and C-Banding Method**

Jong-Bong Kim and Hee Young Lee (Department of Biology Education, Hyo-sung Women's University, Kyoungbuk 713-702, Korea)

The karyotypes of Korean *Sciurus vulgaris coreae* and *Tamias sibiricus asiaticus* were analyzed by conventional Giemsa staining and C-banding method. The diploid chromosome number (2n) of *Sciurus vulgaris coreae* 40 consisting of 6 metacentric, 8 submetacentric, 3 subtelocentric and 2 telocentric autosome pairs, submetacentric X and acrocentric or subtelocentric Y chromosome. The arm number (NF) of this species was obtained as 72, excluding the gonosomal arms. *Tamias sibiricus asiaticus* has a 2n of 38. The karyotype was represented by 3 metacentric, 4 submetacentric, 5 subtelocentric and 6 telocentric autosome pairs and 2 sex chromosome. The X chromosome was submetacentric chromosome and the Y was the smallest chromosome with a median. The NF was 60. In *S. vulgaris coreae* constitutive heterochromatins were observed at the centromeres and telomeres. Constitutive heterochromatins of *T. sibiricus asiaticus* were primarily observed at the centromeres.

These results suggested that non-Robertsonian rearrangements and distribution of constitutive heterochromatin played an important role in karyological differentiation of these species.