

안주애기박쥐(*Vespertilio superans*) 새끼의 Isolation Call의 구조와 변화

서병희 · 박시룡

한국교원대학교 생물교육과

5마리의 안주애기박쥐(*Vespertilio superans*) 새끼들의 isolation call에 대해 연구를 하였다. 이들의 소리는 각각의 unit(2-9)로 구성되어 있으며 연결음을 내고 있다. 배음의 unit 가운데 기본음의 주파수 범위는 5-23 kHz에 놓여 있다. 주파수 변조 패턴에 따라 대개의 unit들은 2타임으로 분류되나, 개체적 변이가 발견되었다. 새끼들의 소리는 개체마다 특징적으로 나타났다(unit 수/call, 사용된 unit 유형; 주파수 범위); 이들의 전형적인 유형은 발달 과정을 통해 고유한 소리로 나타났다.

KEY WORDS: Structure, Variability, Isolation call, *Vespertilio superans*.

대부분의 박쥐들은 암컷끼리 모여 살며 집단적으로 새끼를 낳아 기르고 있다. 몇몇 박쥐류에 관해 지금까지 연구된 바에 의하면 어미가 사냥에서 돌아와 자기 새끼를 식별할 수 있는 데에는 새끼가 낸 isolation call에 근거하고 있다(Gould 1975, 1979; Schmidt *et al.*, 1982). 어떤 종의 박쥐들은 isolation call이 orientation call로 발전하기도 하지만(Möhres, 1953; Konstantinov, 1973; Matsumura 1979) 또 다른 종에서는 특정한 사회적 기능을 하는 소리로 남는 것으로 추측되고 있다(Brown, 1976; Häussler *et al.*, Park, 1981; Park, 1986). 그러나 아직 박쥐류에서 이에 대한 연구가 충분히 이루어져 있지 않은 실정에 있다.

안주애기박쥐(*Vespertilio superans*)는 동아시아(중국, 일본, 한국 그리고 소련의 우수리지역)에 국한하여 서식하고 있다. 이들은 여름 서식처에 암컷들끼리 모여 매년 한번에 보통 두마리씩 새끼를 낳아 기르고 있다(Funakoshi and Uchida 1981). 특히 이들은 실험실에서 어미가 먹이를 먹고 돌아와 자기 새끼를 식별하여 젖을 먹인다는 사실이 관찰되었다(Seo, 1990). 새끼들은 어미와

격리되었을 때 어미의 derective call을 듣고 isolation call로 반응하는 것으로 보아 어미가 자기 새끼를 식별할 때 isolation call에 의해 식별하리라 추측된다.

이에 본 연구는 안주애기박쥐 새끼들의 개체별 식별이 가능할 정도로 isolation call의 구조에 있어서 차이가 있는지, 또 이들의 소리의 구조가 성장과정과 함께 어떻게 변하는지를 밝히고자 한다.

재료 및 방법

충청북도 단양군 북하리 한 민가(2층 기와건물)에서 새끼를 낸 3마리의 안주애기박쥐(*Vespertilio superans*)를 잡아 실험실에서 사육하여 5마리의 새끼를 얻었다(어미 2마리로부터 새끼 2마리씩: $A_1, A_2; B_1, B_2$; 어미 한 마리로부터 새끼 한 마리: C). 이들 박쥐들은 온도 25°C, 습도 70-80%의 조건 하에서 먹이로는 매일 1회 mealworm을 공급하여 사육했으며, 실내의 조명은 12시간 간격으로 밝고 어둡도록 자동 조절하였다.

소리의 녹음을 위해 새끼들은 작은 상자에 격리

본 연구는 1990년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 지방대 육성 학술 연구 조성비에 의하여 수행되었음.

시켰으며 이때 어미들은 대략 3 m 정도 떨어진 다른 상자에 분리시켰다. 5마리의 새끼들의 소리를 3-4일 간격으로 생후 40일까지 1마리 당 20-30분 정도 녹음하였다. 녹음은 Uher4000 recorder (녹음속도 19 Cm/s)에 condenser microphone(Technica AT 815a)을 연결하여 사용하였으며, 소리 분석에는 DSP-Sonagraph(Model 5500)을 사용하였다.

결 과

Isolation call의 일반적 특성

안주애기박쥐의 isolation call은 연결된 여러가지의 unit음으로 구성되어 있다. 이러한 연결음은 2개의 unit에서 9개의 unit로 이루어 졌다. unit간의 간격은 6.5 ms-30.2 ms에 이르고 보통 이 소리는 2개 이상의 배음으로 나타나나 기본음에 강한 에너지가 주어지기 때문에 대부분의 기본음 외에는 sonagraph상에 소리가 약하게 기록되거나 없어서 버린다. 이 기본음의 주파수 범위는 5.2

kHz-22.4 kHz에 이르고 unit 한개의 지속 시간은 1.4-5.0 ms에 놓여 있었다.

대개의 unit들은 2개의 유형으로 분류되는데, 하나는 V-형으로 비교적 높은 주파수에서 소리가 시작되다가 갑자기 낮아진 후 다시 끝음이 높게 올라가는 형이고, 다른 하나는 I-형으로 처음에는 높은 주파수의 음으로 시작되나 급격히 낮은 음으로 끝나는 형이었다. 이들 unit 유형에는 개체간에 많은 변화가 있었다. 예로써 Fig. 1은 5 unit로 구성된 call들로 5개체간 명확한 차이를 보여주고 있다. 비슷한 연령의 새끼들의 소리에서도 call 유형은 물론, call 지속시간과 주파수 범위의 차이를 발견할 수 있었다. 특히 A₁과 A₂ 그리고 B₁과 B₂는 각기 같은 어미의 새끼들로서 두마리 새끼간 call 유형이 서로 유사하게 나타났다. A₁과 A₂의 isolation call은 오랫동안 V-형의 unit가 많이 나타난 반면 B₁과 B₂는 생후 초기를 제외하고는 I-형 unit로만 이루어져 나타났다.

Isolation call의 발달과정 및 개체별 특성

생후 첫날의 unit 지속시간은 3-4 ms였다가 나

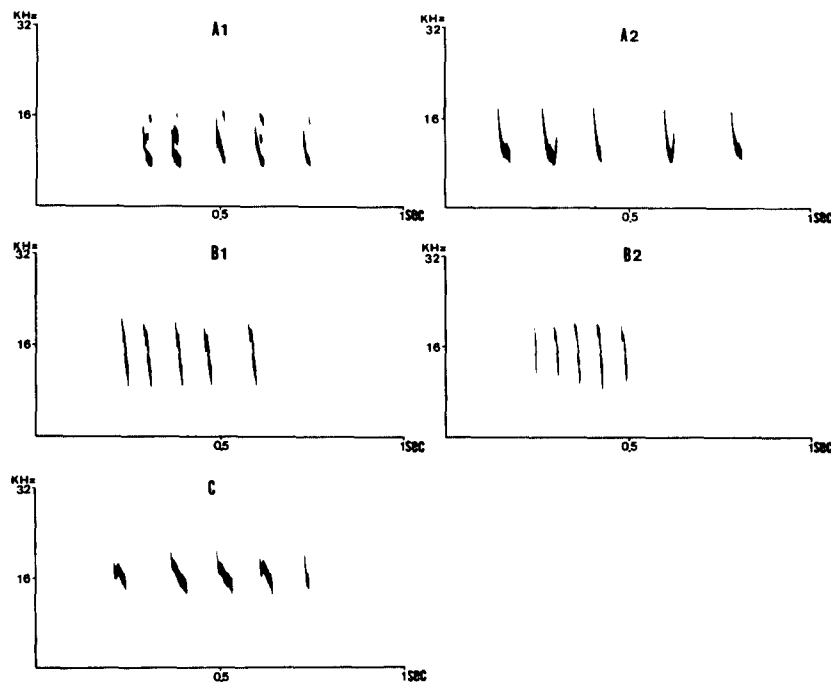


Fig. 1. Comparison of 5-unit-call from 5 juveniles (A₁ and A₂: 35 days old, B₁ and B₂: 33 days old, C: 36 days old) of *Vespertilio superans*.

이가 늙에 따라 지속시간이 급격히 짧아져 생후 40일부터는 1-2 ms로 변화하였다. unit 간의 간격은 30-35 ms에서 7-10 ms로 감소하였으며 최고음압 주파수는 7.5-8.8 kHz에서 16-18 kHz로 차츰 증가의 추세를 보였다.

이러한 차이는 개체에 따라 다소 차이가 있었으며, 생후 30일 이후부터는 개체에 따라 isolation call을 내는 빈도가 줄어들어 새끼 5마리의 비교

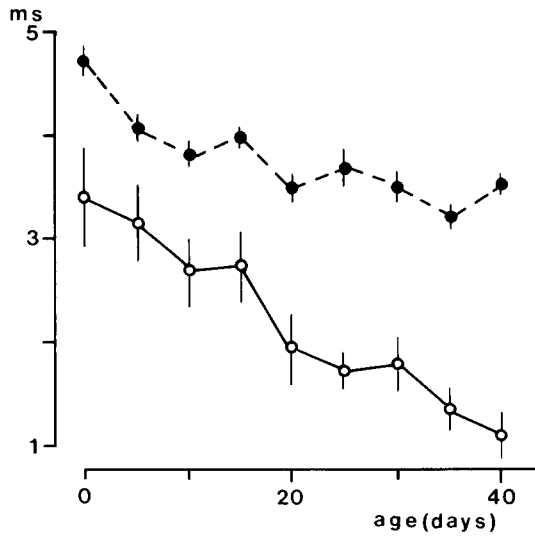


Fig. 2. Development of unit duration from juveniles B₂ (open circle) and C (solid circle) of *Vespertilio superans* (n = 20 1st units of 5-unit-call at each age).

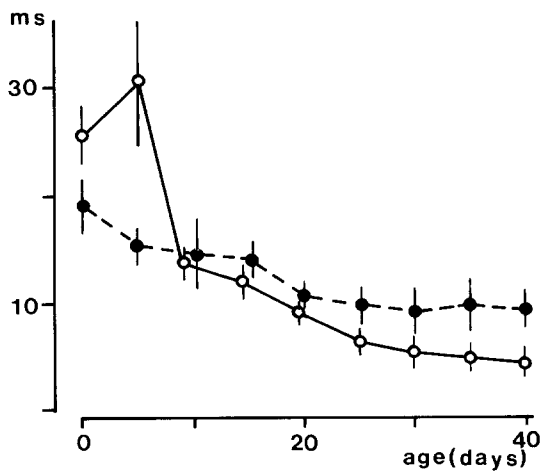


Fig. 3. Development of interval duration between two units from juveniles B₂ (open circle) and C (solid circle) of *Vespertilio superans* (n = 20 1st units of 5-unit-calls at each age).

는 불가능하였다. 그러나 B₂와 C에서의 unit 지속시간과 두개의 unit간의 간격 지속시간의 차이는 두 개체간 고유한 변화 경향을 보여주었다 (Figs. 2, 3). 그러나 이 두 개체간 최고음압주파수는 unit 지속시간과 간격 지속시간에 비하여 두드러진 차이를 보이지 않았다(Fig. 4).

Isolation call의 unit 구성 분포

생후 25-30일 된 새끼들의 소리를 녹음하여 분석한 결과, 5마리의 새끼들 간의 개체별 특유의 call을 구성하는 unit의 수적인 차이를 보여 주었다(Fig. 5). A₁은 두개의 unit로 된 소리(2-unit-call)가 50% 이상을 차지하고 있으며, 3-unit-

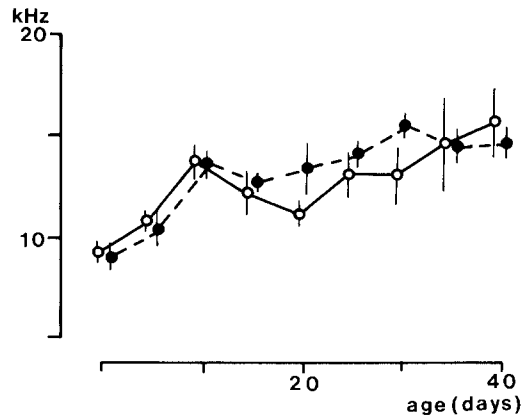


Fig. 4. Development of main intensity frequency from juveniles B₂ (open circle) and C (solid circle) of *Vespertilio superans* (n = 20 1st units of 5-unit-calls at each age).

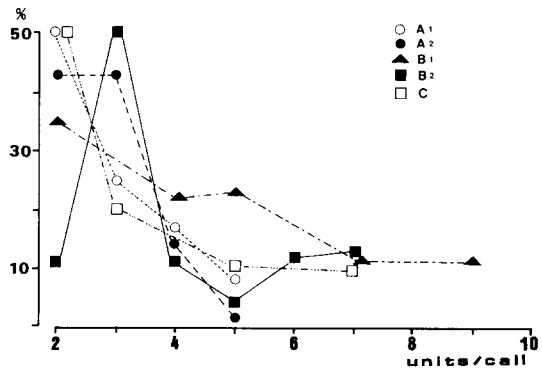


Fig. 5. Percentate distribution of units per call from 25-30 days old juveniles of *Vespertilio superans* (n = 100 calls at each animal).

call은 25%였고 나머지는 4-unit와 5-unit-call의 분포를 보여 주었다. A_2 는 2-unit-call과 3-unit-call이 거의 비슷한 분포(2-unit-call 43%, 3-unit-call 43%)로 대부분을 차지하였다. B_1 은 2-unit-call이 35%, 4-unit-call과 5-unit-call이 50% 정도였고 9-unit-call이 15% 정도의 분포를 보여 주었다. B_2 는 3-unit-call이 절반 이상을 차지하고 있었으며 6-unit-call과 7-unit-call이 각각 15%로 나타내었다. C의 경우 2-unit-call이 주종을 이루었고 3-unit-call, 5-unit-call, 그리고 7-unit-call이 각각 10-20%를 차지하였다. 그러나 같은 어미의 새끼들 간의 유사성은 unit 구성 빈도 비율에서는 찾아볼 수 없었다.

고 찰

지금까지 박쥐류의 isolation call에 관해서 보고된 바 있지만 그 소리의 발달과정과 개체간의 차이에 관해서는 아직 연구가 많이 이루어져 있지 않다(Schmidt *et al.*, 1982). Isolation call이 새끼가 성장하는 과정에서도 개체별 고유 특징으로 발달할 수 있다는 사실은 아마도 어미가 자기 새끼를 음성학적으로 식별할 수 있음을 추측케 한다. 이에 관련된 연구는 이미 몇몇 박쥐류에서 이루어진 바 있다. *Rhinolophus ferrumequinum*(Matsumura, 1979)과 *Myotis oxygnathus*(Konstantinov, 1973)의 isolation call은 매우 단조롭고 생후 3-7주 정도가 되면 orientation call로 발전한다. 이런 박쥐류와 같이 단조롭고 점진적인 소리의 변화는 이 소리에 의거한 개체별 식별을 더 용이하게 한다. 물론 자기의 새끼를 식별하는데는 후각적 요소도 작용하리라 본다(Kulzer, 1962; Kolb, 1977). 그러나 어미와 새끼간의 거리가 아주 근접한 상황을 제외하고는 음성학적인 신호가 보다 효과적이라고 가정할 수 있다.

*Myotis myotis*는 여러 종류의 call 유형을 가지고 있고(Kolb, 1981), *Molossus molossus*(Häusser *et al.*, 1981)와 *Antrozous pallidus*(Brown, 1976)의 새끼들도 아주 다양한 isolation call을 내고 있다. *Desmodus rotundus*(Schmidt *et al.*, 1982)에서 isolation call이 개체별로 다양한 변화와 함께 큰

차이가 있음이 증명되었다. 본 연구에서 나타난 안주애기박쥐(*Vespertilio superans*)의 isolation call은 여러 unit로 구성되어 있고 생후 최초의 소리는 대개가 V-형의 unit로 나타나다가 나이가 들에 따라 I-형으로 바뀌어 갔다. 비록 주파수와 소리의 지속 시간이 약간씩 변화되긴 하였지만 그 소리의 형태는 개체내에서 어느 정도 고유하게 유지되는 것 같다. 그러나 *Desmodus rotundus*는 생후 10개월 까지 isolation call을 기록하였지만 안주애기박쥐는 최고 40일 정도까지만 녹음이 가능하였다. 이것은 *D. rotundus*의 새끼의 성장 기간이 11-12개월(Schmidt and Mauske, 1973)로 안주애기박쥐의 50일 정도의 성장 기간 보다(Seo, 1990) 긴 데에 그 원인이 있는 것으로 사료된다.

대부분의 박쥐가 1년에 1마리의 새끼를 낳고 있는데 비하여 안주애기박쥐(*V. superans*)는 한번에 보통 2마리의 새끼를 낳는다(Funakoshi and Uchida, 1981). 지금까지 2마리의 새끼를 낳는 박쥐류의 isolation call에 관해서는 한번도 연구된 바가 없었다. 본 연구에서 A_1 과 A_2 의 새끼간 그리고 B_1 과 B_2 의 새끼간 비교에서 같은 어미의 새끼들은 비슷한 unit 유형을 지니고 있는 것으로 보아 어미가 두마리의 새끼를 낳아 자기 새끼들의 고유한 소리로 식별하는 것으로 보인다. 그러나 본 연구에 사용된 어미의 개체수가 많지 않았고 특히 C개체의 어미는 1마리 밖에 새끼를 낳지 않았기 때문에 같은 어미의 새끼들 간의 isolation call의 비교는 좀더 많은 자료가 요구되고 있다. 어쨌든 본 연구에서 조사된 5마리의 새끼들간의 상이한 call 구성 unit 분포 비율은 어미가 자기 새끼를 식별하는데 중요한 단서로 작용하리라 사료된다.

무엇보다 박쥐류의 orientation call이 몇몇 박쥐류에서는 isolation call에서 유래된 반면(Matsumura, 1979)에 다른 박쥐 종에서는 새끼가 isolation call을 내는 동안 orientation call도 함께 기록되는 것으로 보아 isolation call은 다른 사회적 음성 기능으로 발전하리라 생각된다(Park, 1986). 안주애기박쥐(*V. superans*)도 생후 10일 정도가 되면 눈을 뜨기 시작하며(Seo, 1990) 그 이후부터는 isolation call과 함께 orientation call을 내는 것으로 보아 isolation call은 접

단내 사회적 소리 신호로 발전될 것으로 생각된다. 이에 대한 연구는 성체간 사회 행동과 관련된 소리 기능이 먼저 밝혀져야 할 것이다.

인용문헌

- Brown, P., 1976. Vocal communication in the Pallid bat, *Antrozous pallidus*. *Z. Tierpsychol.* **41**: 34-54.
- Funakoshi, K. and T. A. Uchida, 1981. Feeding activity during the breeding season and postnatal growth in the namie's frosted bats, *Vespertilio superans superans*. *Jap. J. Ecol.* **31**: 67-77.
- Gould, E., 1975. Neonatal vocalizations in bats of eitht genera. *J. Mamm.* **56**: 15-29.
- Gould, E., 1979. Neonatal vocalizations of ten species of Malaysian bats (Megachiroptera and Microchiroptera). *Amer. Zool.* **19**: 481-491.
- Häussler, U., E. Möller, and U. Schmidt., 1981. Zur Haltung and Jugendentwicklung von *Molossus monossus* (Chiroptera). *Z. Säugetierk.* **46**: 337-251.
- Kolb, A., 1977. Wie erkennen Sich Mutter und Jungtier des Mausohrs, *Myotis myotis*. bei der Rückkehr vom Jagdflug wieder? *Z. Tierpsychol.* **44**: 423-431.
- Kolb, A. 1981. Entwicklung and Funktion der Ultraschalllaute bei den Jungen. *Z. Säugetierk.* **46**: 12-19.
- Konstantinov, A. T., 1973. Development of echolocation in bats in postnatal ontogenesis. *Perid. biol.* **75**: 13-19.
- Kulzer, E., 1962. Über die Jugendentwicklung der Angola-Bulldogfledermaus *Tadarida (Mops) condylurs* (A. Smith, 1833)(Molossidae). *Säugetierkundl. Mitt.* **10**: 116-124.
- Matsumura, S., 1979. Mother-infant communication in a horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum nippon*): Development of vocalization. *J. Mamm.* **60**: 76-84.
- Möhres, F.P., 1953. Jugendentwicklung des Orientierungsverhaltens bei Fledermäusen. *Die Naturwissenschaften* **40**: 298-299.
- Park, S. R., 1985. Die ontogenetische Entwicklung der Vokalisation bei der Vampirfledermaus, *Desmodus rotundus*. *Myotis* **23-24**: 173-180.
- Park, S. R., 1986. Sozialverhalten und akustische Kommunikation bei der Vampirefledermaus, *Desmodus rotundus*. Diss. Bonn. pp. 133.
- Schmidt, U. and U. Manske., 1973. Die Jugendentwicklung der Vampirefledermaus (*Desmodus rotundus*). *Z. Säugetierk.* **38**: 14-33.
- Schmidt, U., G. Joermann and C. Schmidt., 1982. Struktur und variabilität der Verlassenheitslaute juveniler Vampirefledermäuse (*Desmodus rotundus*). *Z. Säugetierk.* **47**: 143-149.
- Seo, B. H., 1990. Juvenile development and acoustical behaviour studies between mothers and infants in the oriental discoloured bat, *Vespertilio superans*. M. S. Thesis. Korea Nat. Univ. of Ed. pp. 39.

(Accepted February 29, 1992)

Structure and Variability of the Isolation Calls of Juvenile Oriental Discoloured Bats (*Vespertilio superans*) from Korea

Byung-Hee Seo and Shi-Ryong Park (Department of Biology, Korea National University of Education, Chongwon 363-791, Seoul)

Investigated were the isolation calls of 5 juvenile oriental discoloured bats (*Vespertilio superans*) were investigated. These calls consist of distinct units (2-9) and are emitted in series. The frequency of the fundamental of the harmonic units ranges from 5 to 23 kHz. According to the frequency modulation pattern, most of the unit belongs to two types, but individual variations are found. The calls of the different juveniles show varied characteristics (number of units/call; type of units used; frequency range), and the typical pattern remains stable throughout ontogenetic development.