大韓바이러스學會誌 : 第 28 卷 第 1 號 1998
J. Korean. Soc. Virology, Vol. 28, No. 1, 1998

한국 박쥐에 기생하는 Exoparasites 와 *Rickettsia*, *Hantaan Virus* 감염에 관한 연구

단국대학교 자연과학대학 미생물학과

이연태 · 박철희 · 조규봉 · 윤정중

=Abstract=

Study of Exoparasites, *Rickettsia* and *Hantaan virus* in Bats

Yun-Tai Lee, Chul-Hee Park, Kyu-Bong Cho and Jeong-Joong Yoon

Department of Microbiology, College of Natural Science, Dankook University, Cheonan City, Korea

To study the relation between ectoparasite, *Rickettsia* and *hanntan virus* in bats, four order of Athropoda were colleted from *Rhinolophus ferrumequinum* captured in Cheju and *Eptesicus serotinus* captured in Chungnamin from July 1989 to March 1998. Also antibody of *Rickettsia* and *hanntan virus* were detected by immunofluoroscent antibody technique and RT-PCR. The results are as follows.

1. Five species of Acarina were identified from *E. serotinus*: *Leptotrobidium subakamushi* of Trombiculidae, *Macronyssus coreanus, Steatonyssuss spinosuss* and *Steatonychus superans* of Macronyssidae, *Argas vespertilionis* of Metastigmata.

2. *Ischnopsyllus needhami* of Siphonaptera and *Cimex* of Hemiptera were identified from *E. serotinus*.

3. *Cycteribia uenoi* and *Brachytarsina kanoi* of Diptera were identified from *R. ferrumequinum*.

4. The positive rate of rickettsial antibodies in *E. serotinus* were 17.58%, 15.15%, 22.22%, 52.73% against *R. tsutsugamushi, R. typhi, R. sibirica* and *R. thai tick typhus,* respectively. The high positive rate of antibody related to the high content of Arthropoda.

5. The Positive rate of *hantaan virus* IFA antibodies were 3.4% (27 of 802) and *hanntan virus* infection rate 36.7% (22 of 60) by RT-PCR in bats. According these result, we showed that certain species of Athropoda isolated play a role as vector of *Rickettsia* in *E. serotinus*. Also bats play a role as a reservoir of *hantaan virus* in nature.

Key Words: *Rickettsia*, *Hantaan virus*, Athropoda, bat

서 론

박쥐는 자연계에서 다수의 토가바이러스속과 일본뇌염바이러스, 한탄바이러스, 광견병바이러스 등 많은 종류의 병원체를 보유하고 있는 숙주동물로 작용하고 있다 [1,2].

또한 병원체의 매개체로 작용 할 수 있는 절지동물문 (Athropoda)들을 보유하고 있음이 밝혀졌으며, 국내에서도 이미 몇 종의 진드기가 박쥐로

This study was supported by Korean Ministry of Education through Basic Sciences Research Institute (BSRI-96-4443) and research fund of Dankook University, 1997.
Corresponding author: Yun-Tai Lee, Department of Microbiology, College of Natural Science, Dankook University, Cheonan City, Korea, Tel: 0417) 550-3456, Fax: 0417) 63-9177

부터 분류 동정되어 보고되었다. *Pipistrellus abramus, Pipistrellus savii, Vespertilio superans, Miniopterus schreibersii*로부터 *Microtrombicula pipistrelli, M. loomisi, M. miniopteri, M. kyongkiensis*가 분리되어 보고되였으며 [3], 관박쥐 (*Rhinolophus ferrumequinum*)로부터 *Eyndhovenia euryals oudemansi*, 검은토끼박쥐 (*Plecotus auritus*)로부터 *Spinturnix plecotinus*가 분리 보고된 바 있다 [4].

한편 Lee 등 [5,6]은 국내에 서식하는 박쥐들이 리케치아에 대한 면역형광항체를 보유하고 있음을 보고하였는데, 리케치아는 절지동물들이 매개하는 대표적인 병원체이다. 따라서 박쥐들이 보유한 절지동물과 리케치아의 관계성이 주목되는 바이다.

더욱이 박쥐들의 리케치아에 대한 항체보유 결과들은 월별 항체보유율등에서 사람들에게서 얻은 결과 및 리케치아의 주보유동물로 보고되고 있는 설치류들에서의 결과들과 다른 양상을 보이고 있다 [5,6,7,8]. 분리되는 절지동물의 종류도 지금까지 사람이나 설치류에 리케치아 감염을 일으키는 리케치아의 주매개 절지동물로 밝혀진 절지동물들과 다른 절지동물들의 분리가 박쥐들로부터 보고되고 있다 [3,4,9,10,11,12].

그러나 박쥐로부터 분리되는 절지동물들과 리케치아와의 관계에 대한 연구가 이루어져 있지 않은 바, 박쥐가 보유하고 있는 특정 절지동물이 박쥐와 인체의 특정 리케치아 감염에 미치는 영향 및 리케치아의 생태 등에 대하여 이해하기 위해서는, 박쥐가 보유하고 있는 절지동물의 종류와 이들이 박쥐의 리케치아 감염에 어떤 역할을 하고 있는지에 대한 규명이 먼저 이루어져야 될 것으로 생각된다. 한편 박쥐가 *Hantaan virus* 및 Puumala virus도 보균하고 있어 자연계에서 감염 역할을 할 가능성이 있으므로 이에대한 광범위한 연구가 요구되고 있다.

따라서 본연구에서는 우선 일부 종의 박쥐가 보유하고 있는 절지동물의 종류와 리케치아, *Hantaan virus*에 대한 형광항체와 RT-PCR법에 의한 실험결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 박쥐 채집

1989년 7월부터 1998년 4월까지 전국에서 표 3과 같이 9종 총 802마리 문둥이박쥐 (*Eptesicus serotinus*)외 9종을 채집하였다.

2. 절지동물 분류

포획한 박쥐로부터 절지동물을 채집하였으며, 채집한 절지동물의 영구표본은 95% lactic acid에 2일 동안 넣어 둔 후 polyvinyl lactophenol포매액 [13]을 사용하여 제작하였다. 채집한 절지동물의 분류는 Shozo [14], Jameson 와 Toshiokae 등 [15]의 방법에 의하였다.

3. 항체검사

포획한 200마리의 문둥이박쥐 중 일부에 대하여 리케챠에 대한 면역형광항체 (IFA) 보유율을 조사하였다.

1) 혈청분리

박쥐의 심장으로부터 채혈하여 혈청을 분리한 후 -70℃ 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다 [6].

2) 리케치아 균주

리케치아 균주는 Malaysia의 Kuala Lumpur에 있는 U.S. Army Medical Research Unit, Institute for Medical Research에서 분양받은 *R. tsutsugamushi, R. typhi, R. sibirica* 와 *R. thai tick typhus* - 118균주를 사용하였다 [21].

3) 항원슬라이드 준비

부화란에 증식시킨 *R. tsutsugamushi*의 종자균주들을 sucrose phosphate glutamate buffer (pH 7.2)로 20% 난황낭부유액을 만들어 -70℃ 냉장고에 보관한 후, 5~7일 된 부화란의 난황낭에 0.1ml씩 접종하고, 35℃ 부화기에서 부화시키면서 부화란의 약 20% 정도가 죽었을 때 살아있는 부화란의 난황낭막을 채취하였다.

Spotted fever group *Rickettsia* 균주들도 동일한 방법으로 접종하였으며, 4~5일 경과 후 죽은 부화란을 실온에서 1일간 방치 한 후 난황낭막을 채취하였다.

난황낭막을 0.01 M 인산완충용액 (pH 7.4)으로 20% 부유액을 만든 후, omni mixer (Dupont instrument, sorval)로 1,000 rpm에서 1분간 3회 처리하였다. 이 부유액을 96 G에서 10분간 원심분리하고, 지방층을 제거한 중층액을 채취하여 도말한 후, 염색하여 500배 광학현미경으로 한시야에 약 1,000개의 균체가 보이도록 인산완충용액으로 희석하여 항원으로 사용하였다.

항원슬라이드는 spot 슬라이드의 한 well에 위

에서 얻은 항원과 정상난황낭을 대조항원으로 각각 1μl씩 도말하여 laminar flow방식의 후드에서 건조시키고, 아세톤으로 10분간 고정한 후 -70℃에 보관하여 사용하였다. 한편 Hantan virus에 대한 항원 slide의 준비는 이 등 [5,6,21]의 방법에 따라 시행하였다.

4) 항체검사

항원슬라이드를 실온에서 건조시켜 습기를 제거한 후, 0.01 M 인산완충용액 (pH 7.2)으로 희석한 검사혈청을 20μl씩 가하고, 37℃에서 30분간 반응시킨 다음 인산완충용액 (pH 7.2)으로 세척하였다. 2차항체로는 FITC - conjugated goat anti - mouse Ig G (Cappel)을 8 unit로 사용하였으며, 반응조건은 상기와 동일하게 시행하였다. 여기에 mounting media를 가하고 커버그라스를 덮은 후, 형광현미경 (Leitz SM - LUX)으로 관찰하였다 [6].

5) RT-PCR

한탄 바이러스 감염을 알아보고저 RT-PCR법은 이 등 [22]의 방법에 따라 시행하였다.

결 과

1. 절지동물 분리

문둥이박쥐와 관박쥐로부터 거미강 (Arachida)과 곤충강 (Insecta)의 4목 총 87마리의 절지동물을 분리 동정하였다 (Table 1).

1) 거미강

문둥이박쥐로부터 거미강의 진드기목 (Acarina)에 속하는 진드기 5종 총 43마리를 채집하였다. 작은진드기 (mite)라 불리는 전기문진드기아목 (Prostigmata)의 털진드기과 (Trombiculidae)에 속하는 *Leptotrombidium subakamushi* 6마리와 중기문진드기아목 (Mesostigmata)의 집진드기과 (Macronyssidae)에 속하는 *Macronyssus coreanus* 1마리, *Steatonyssus spinosus* 1마리, *Steatonyssus superans* 1마리 및 큰진드기 (tick)라 불리는 후기문진드기아목 (Metastigmata)에 속하는 *Argas vespertilionis* 34마리를 채집하였다 (Fig. 1, 2, 3, 4, 5).

2) 곤충강

문둥이박쥐로부터 곤충강의 벼룩목 (Siphonaptera) 중 Ischnopsyllidae에 속하는 니담이박쥐 (*Ischnopsyllus needhami*) 37마리와 (Fig. 6) 노린재목 (Hemiptera) 중 빈대과 (Cimicidae)에 속하는 *Cimex* 속의 미확인종 3마리를 채집하였다 (Fig. 7, 8).

또한 관박쥐로부터 곤충강의 파리목 (Diptera) 중 Streblidae에 속하는 거미파리 (*Cycteribia uenoi*) 2마리와 박쥐파리 (*Brachytarsina kanoi*) 2마리를 채집하였다 (Fig. 9, 10).

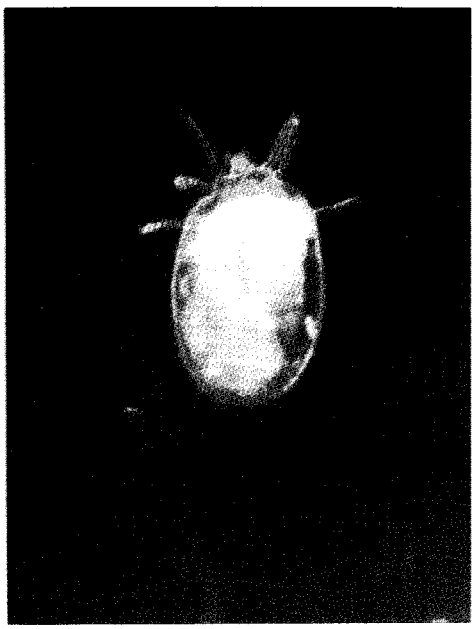
Table 1. Epidemiologic survey of Athropoda isolated from the bats in Korea

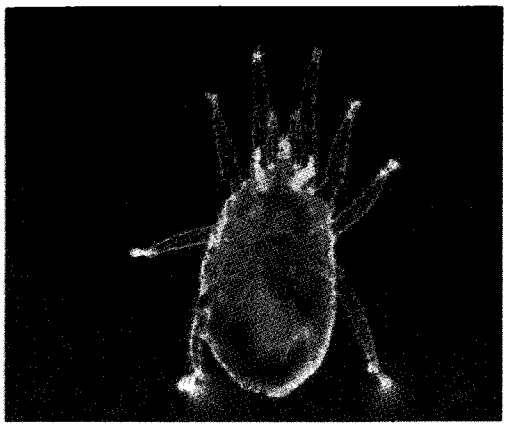
Species of arthropoda	Species of bats		Total
	Eptesicus serotinus	*Rhinolophus ferrumequinum*	
Leptotrombidium subakamushi	6	0	6
Macronyssus coreanus	1	0	1
Steatonyssus spinosus	1	0	1
Steatonyssus superans	1	0	1
Argas vespertilionis	34	0	34
Ischnopsyllus needhami	37	0	37
Cimex sp.	3	0	3
Cycteribia uenoi	0	2	2
Brachytarsina kanoi	0	2	2
Total	83	4	87

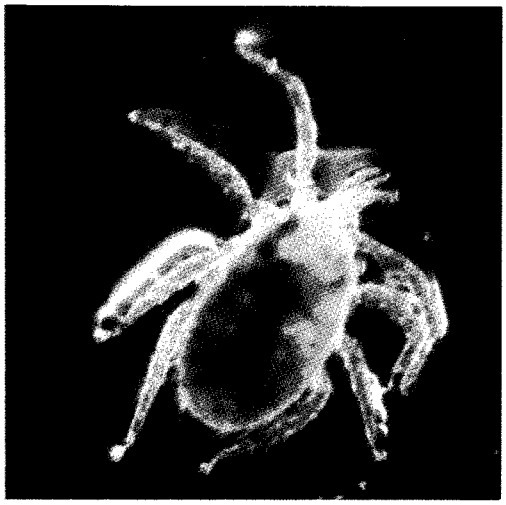
Table 2. Frequency of immunofluorescent antibody against species of *Rickettsia* in *Eptesicus serotinus* (1991-1998)

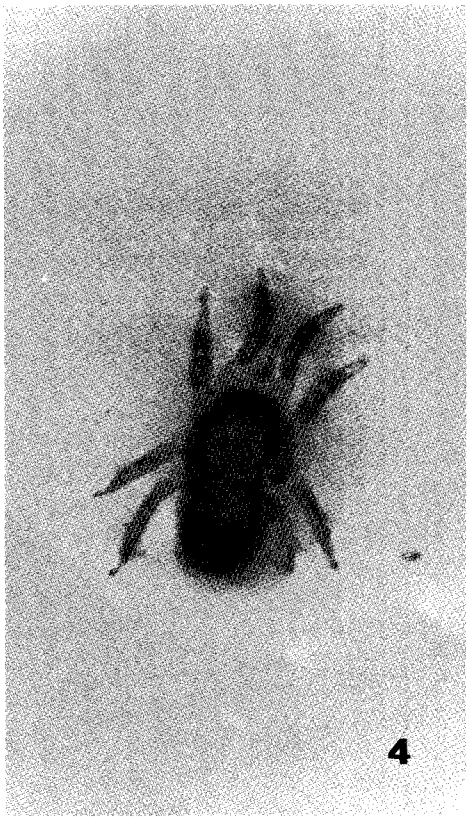
Rickettsia species			
R. tsutsugamushi	*R. typhi*	*R. sibirica*	*R. thai tick typhus*
29/165 (17.6)	25/165 (15.2)	2/9 (22.2)	87/165 (52.7)

( ): %









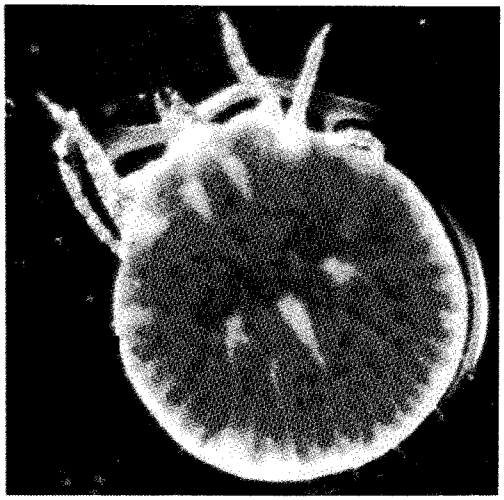
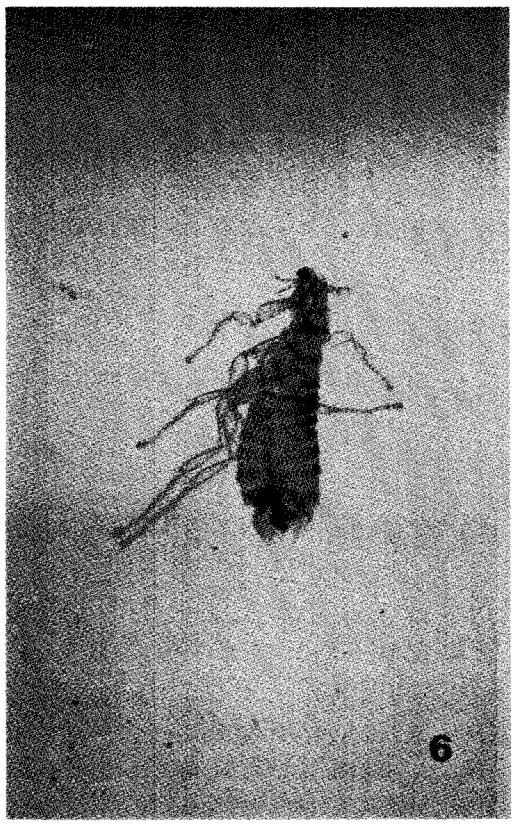
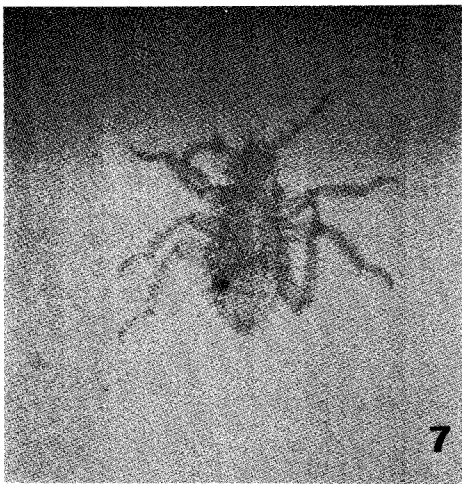
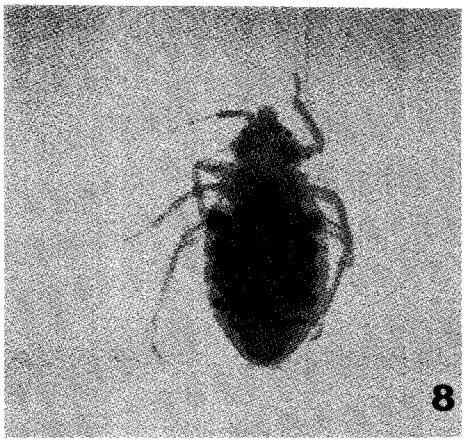
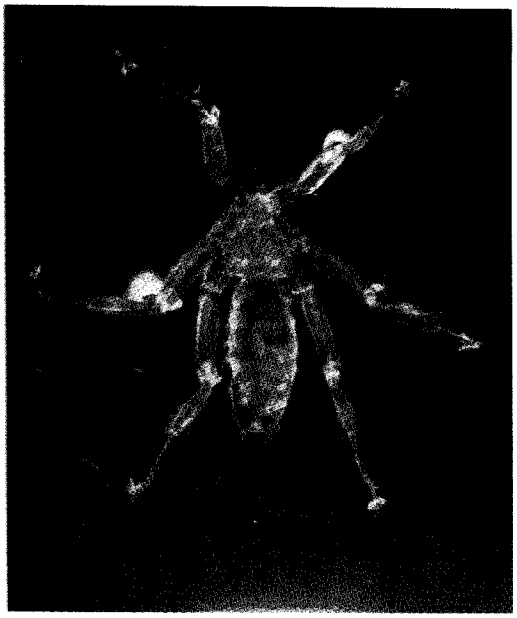


Fig. 1. Photograph of *Leptotrombidium subakamushi* isolated from *Eptesicus serotinus*. (64X), **Fig. 2.** Photograph of *Macronyssus coreanus* isolated from *Eptesicus serotinus*. (60X), **Fig. 3.** Photograph of *Steatonyssus spinosus* isolated from *Eptesicus serotinus*. (40X), **Fig. 4.** Photograph of *Steatonyssus superans* isolated from *Eptesicus serotinus*. (40X), **Fig. 5.** Photograph of *Argas vespertilionis* isolated from *Eptesicus serotinus*. (64X)









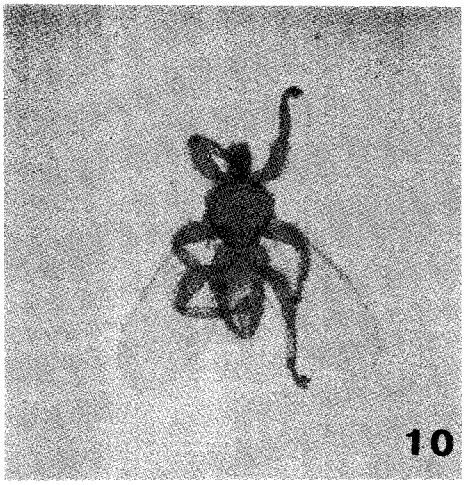


Fig. 6. Photograph of *Ischnopsyllus needhami* isolated from *Eptesicus serotinus*. (20X), **Fig. 7.** Photograph of *Cimex* sp. isolated from *Eptesicus serotinus*. (25X), **Fig. 8.** Photograph of *Cimex* sp. isolated from *Eptesicus serotinus*. (20X), **Fig. 9.** Photograph of *Cycteribia uenoi* isolated from *Rhinoliphus ferrumequinum*. (18X), **Fig. 10.** Photograph of *Brachytarsina kanoi* isolated from *Rhinolophus ferrumequinum*. (12X)

2. *Rickettsia*의 항체 보유율

채집한 박쥐 중 충청남도에서 포획한 문둥이박쥐의 리케치아에 대한 형광항체 보유율 검사에서 다음과 같은 결과를 얻었다 (Table 2). 문둥이박쥐는 *R. tsutsugamushi*에 대하여 17.58%, *R. typhi*에 대하여 15.15%, *R. sibirica*에 대하여 22.22%, *R. thai tick typhus*에 대하여 57.73%의 항체 양성율을 나타내었다.

3. *Hantaan virus*의 항체보유율

형광항체법에 의한 한탄바이러스 항체 양성율의 결과는 표 3과 같이 총 802마리의 박쥐중에서 27마리 (3.4%)가 양성이었다. 그러나 1996년부터 1998년 사이에 포획한 박쥐 총 60마리 중 22마리가 RT-PCR법에 의한 항원검출은 36.7%의 높은 양성율을 보였다 (표 4).

Table 3. Frequency immunofluorescent antibody species of *Hantaan virus* in bats captured in Korea (1989~1995)

Species	No. of positive / No. of tested (%)
Rhinolophus ferrumequinum	16/423 (3.8)
Miniopterus schreibersii	0/ 47 (0.0)
Vespertilio superans	0/ 28 (0.0)
Myotis mystatinus	0/ 8 (0.0)
Murina leucogaster	0/ 2 (0.0)
Eptesicus serotinus	11/291 (3.8)
Myotis formosus	0/ 1 (0.0)
Myotis macrodactylus	0/ 1 (0.0)
Plectotus auritus	0/ 1 (0.0)
Total	27/802 (3.4)

( ): %

고 찰

Scrub typhus의 원인균인 *R. tsutsugamushi*는 *Leptotrombidium*속에 속하는 mite의 유충 (chigger)이 피부에 부착하여 조직액을 흡수할 때 사람에게 감염된다 [12]. *R. tsutsugamushi*의 매개절지동물의 주종으로 일본에서는 *L. akamushi, L. pallidium, L. scutellare, L. dwliense*가 [11,12], 우리나라의 중부지역은 *L. pallidium*이, 제주도와 남부지방에서는 *L. scutellare*가 보고되고 있다 [10,16,17].

본 연구에서 절지동물의 분리가 시도된 문둥이박쥐 중 156마리의 박쥐혈청에 대한 *R. tsutsugamushi* 항체 검사에서 17.58%의 항체 양성율을 나타내였으나, 문둥이박쥐에서 분리된 진드기 중 설치류와 인체에 *R. tsutusgamushi*를 감염시키는 *Leptotrombidium*속으로는 *L. subakamushi* 만이 분리되었으나, 모두 항체 음성인 박쥐들로부터 분리되었다.

Murine typhus의 원인균인 *R. typhi*는 벼룩매개성질환으로, 주매개벼룩은 시궁쥐 (*Rattus norvegicus*)와 곰쥐 (*Rattus rattus*)에 기생하는 열대쥐벼룩 (*Xenopaylla cheopis*), 유럽쥐벼룩 (*Nosopsyllus fasciatus*), 개벼룩 (*Ctenocephalides felis*)으로서, 이러한 벼룩들은 전세계적으로 분포하며 숙주선택성이 약하다 [18]. 한편 박쥐로부터 벼룩분리 보고예를 보면 *Pipistrellus* 속의 박쥐로부터 *Ischnopsyllus octactenus, Nyctalus* 속의 박쥐로부터 *Ischnopsyllus intermedius*의 분리가 보고되고 있다 [18,19].

한편 본 연구에서 절족동물의 분리를 시도한 문둥이박쥐 중 156마리의 박쥐혈청에 대한 *R. typhi* 항체 검사에서 15.15%의 항체양성율을 나타내었으나, 문둥이박쥐에서 벼룩목으로서는 *Isch-*

Table 4. *Hantaan virus* infection among bats in some areas (Korea) by nested RT-PCR

Area	Year	Species	No. of Positive / No. of Tested
Won-Joo	1996	*Rhinolophus ferrumequinum*	7/10 (70.0)
	1998	*Rhinolophus ferrumequinum*	10/21 (47.6)
Jeong-Sun	1997	*Myotis macrodactylus*	5/11 (54.5)
Hwa-Cheon	1998	*Rhinolophus ferrumequinum*	0/12 (0.0)
Chung-Ju	1998	*Rhinolophus ferrumequinum*	0/ 6 (0.0)
Total			22/60 (36.7)

( ): %

*nopsyllus needhami*이 채집되었고, 이들의 대부분은 항체양성율이 높은 달에 채집되었다.

Siberian tick typhus의 원인균인 *R. sibirica*는 *Dermacentor muttalli, D. marginatum, D. pictus, D. silvauum, Haemophysalis punctata, H. concinna, Rhipicephalus anguineus* 등의 참진드기에 의해 전파되었다고 보고되었으며, *Thai tick typhus*의 원인균인 *R. thai tick typhus* - 118는 참진드기의 유충인 Ixodes와 Rhipicephelus의 혼합액으로부터 분리되었다고 보고되었다 [9, 20].

한편 본 연구에서 문둥이박쥐로부터 *R. sibirica* 대하여 22.22%, *Thai tick typhus* 대하여 52.73%의 항체양성율을 얻었으나, 앞에서 *R. sibirica, Thai tick typhus*의 매개체로 언급되어진 절지동물은 분리되지 않았다.

제주에서 포획한 관박쥐로부터는 파리목의 절지동물만 분리되었으나, 리케치아에 대한 항체검사 결과가 없어 이에 대한 분석이 어려우며, 1995년 8월에 제주에서 포획된 32마리의 *Vespertilio superans*와 1마리의 *Plecotus auritus*의 혈청에 대한 리케치아 항체검사에서는 모두 음성으로 나타났다고 보고되고 있다 [6].

이상의 본 연구의 결과에서처럼 박쥐들은 리케치아의 감염을 받고 있으면서도, 사람이나 설치류에 리케치아를 매개하는 설치류들에서 분리되어지는 절지동물들과는 다른 종의 절지동물들이 보고되고 있다. 이런 현상은 체외기생체로 존재하는 절지동물들의 숙주선택성을 고려해 볼 때 예상할 수 있었던 현상들이다.

따라서, 리케치아를 절지동물들이 매개한다는 사실 [10,11,12,13,16,17,18,20]과 박쥐들이 리케치아에 대한 항체를 보유하고 있다는 사실 [5,6] 및 본 연구결과에서 문둥이박쥐의 절지동물 보유율이 높은 7월이 절지동물보유율이 적은 4월보다 3종의 리케치아에 대한 항체보유율이 높았다는 결과에 근거하여, 본 연구에서 문둥이박쥐로부터 분리되어진 특정 종의 절지동물들이 문둥이박쥐들의 리케치아 감염에 관여 할 것으로 생각된다.

그러나, 본 연구결과로서는 박쥐에서 어떠한 절지동물이 리케치아의 감염에 관여하는지에 대하여 명확히 결론내리기 힘들므로 보다 확실한 결론을 내리기 위해서는 계절별로 고르게 절지동물의 분리를 시도하여 계절별 항체보유율과 비교분석하고, 더 나아가 절지동물들의 특정 리케치아 보유 여부를 조사하여 박쥐에서 특정절지동물과 특정절지동물의 관계를 밝혀야 될 것 같다. 또한 분리된 리케치아의 정확한 항원분석들이 이루어져야겠고, 인체감염과 연관지어서도 연구가 되어져야 될 것 같다. 그리고 박쥐에 기생하는 체외 기생체에 관하여도 계속 추적할 필요가 있고, 이런 곤충류에서 리케치아 및 바이러스도 분리해야한다.

박쥐에서 *hanntan virus*에 대한 연구는 주로 관박쥐가 자연계에서 바이러스 보유동물일 가능성이 있다고 생각된다. 면역 형광항체법으로 박쥐의 혈중항체보유결과는 3.4%였으나 RT-PCR법에 의한 한탄바이러스 감염조사한 것은 36.7%로 매우 높은 감염율을 나타내어 확실히 박쥐가 *hanntan virus*를 감염하고 있다는 확실한 증거를 보여주고 있다.

결 론

1991년 7월 부터 1998년 4월까지 충청남도에서 포획한 문둥이박쥐 200마리와 제주도에서 포획한 관박쥐 47마리로부터 4목 총 87마리의 절지동물을 분리동정하고, 리케치아에 대한 항체검사를 실시하였다. 또 1989년부터 1998년 4월까지 포획한 박쥐혈청에 대한 형광항체 검사를 하고 그중 일부 60마리에 대한 RT-PCR검사를 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 문둥이박쥐로부터 진드기목 5종을 채집하였다. 털진드기과 중 *Leptotrombidium subakamushi*와 집진드기과 중 *Macronyssus coreanus, Steatonyssuss spinosus, Steatonychus superans* 및 후기문아목 중 *Argas vespertilionis*를 채집하였다.

2. 문둥이박쥐로부터 벼룩목 중 니담이박쥐벼룩과 노린재목 중 *Cimex*의 미확인 종을 채집하였다.

3. 관박쥐로부터 파리목 중 박쥐파리와 거미파리를 채집하였다.

4. 문둥이박쥐로부터 *R. tsutsugamushi, R. typhi, R. sibirica, R. thai tick typhus*에 대한 항체보유율은 절지동물 보유율이 높은 계절에 높았다.

5. 1989년부터 1998년 4월 사이에 잡은 박쥐 802마리 중 27수 (3.4%)가 면역 형광항체 양성이었고 표 4와 같이 60마리 중 22마리 (36.7%)가 RT-PCR에 의해서 *hanntan virus*에 감염된 것을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서 문둥이박쥐로부터 분리된 절지동물의 일부종이 문둥이박쥐의 리케치아감염에 관여함을 알 수 있었다. 그리고 많은 박쥐가 자연계에서 한탄바이러스의 보유 동물이라는 사실을 알게되었다.

사 사

박쥐 분류에 도움을 주신 교원대 박시룡 교수님과 연세대 원주캠퍼스 생물학과 오영근 교수님, 절지동물 분류에 도움을 주신 인천대 홍한기 교수님, 전북대 이원구 교수님께 감사드립니다.

또한 박쥐채집에 많은 도움을 준 김광현, 홍장선, 최성학, 김승한, 이용진, 양재윤, 기영진선생님과 최승구, 송재웅 박사님께도 심심한 감사를 드리는 바입니다.

참 고 문 헌

1. Ito T, Saito S: Susceptibility of bats to *Japanese B encephalitis virus*. Jap J Bact 7: 617-622, 1952.
2. Kim GR, Lee YT, Park CH: A new natural reservoir of hantavirus; isolation of hantavirus from lung tissue of bats. Archives of Virology 134: 85-95, 1994.
3. An HS: New intranasal chiggers of the genus Microtrombicula from some bats in korea (Acarina: Trombiculidae). J Med Ent 1: 186-191, 1964.
4. Kim MH, Lee HP: Studies on Spinturnicidae (Acari: Mesotigmata) parasite on bats in Korea (1). Korean Arachnol 6: 139-148, 1990.
5. Lee YT, Lee JS, Baek LJ, Lee HW: A study on antibodies in the Korean wild bats against *Hantaan virus* and *Rickettsia*. 21th Congr Kor Soc Virol 18: 192, 1989.
6. Lee YT, Park EB, Park CH, Cho KB: A seroimmunoloogic study of bats infected with *Rickettsia* in Korea (1989-1995). J Korean Soc Microbial 31: 191-204, 1996.
7. Kim JH, Baek LJ, Lee YJ, Lee HW: Seroepidemiological survey of *Hantaan virus* and Rickettsial infections among *Apodemus agrarius* and *Rattus norvegicus* caught in Korea, 1998. J of Kor Soc of Virology 20: 167-176, 1990.
8. Kim YW, Cho MK, Kim HS, Yoon CS, Yoo KS, Lee JH, Min CH: Patterns of acute febrile illness (Muridae typhus, Scrub typhus, Leptospirosis and Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome) from 1986 to 1990 in Korea. J Korean Soc Microbiol 26: 431-441, 1991.
9. Krieg NR, Holt JG: Bergey's manual of systematic bacteriology. 1st ed Wilsons & Wilkins 694-698, 1984.
10. Ree HI, Lee HS, Lee IY, Yoshida Y: Epidemiological studies on host animal of tsutsugamushi disease in Korea. Korea J Parasitol 29: 181-188, 1991.
11. Tamya T: Recent advance in studies of tsutsugamushi disease in Japan. Medical culture Inc Tokyo 94-102, 1962.
12. Trub R, Wisseman CL: The ecology of chigger borne rickettsiosis (Scrub typhus). J Med Entomol 11: 237-303, 1974.
13. Downs WG: Polyvinylalcohol, a medium for mounting and clearing biological specimen. Science 97: 2528-2529, 1988.
14. Shozo Z: Illustration of the mites and ticks of Japan. Zenkoku Noson Kyoiku Nyokai 1980.
15. Jameson EW, Toshioka S: Notes on some chiggars (Acarna: Trombiculidae) from southern Korea. Pacific sci 8: 11-22, 1954.
16. Ree HI, Cho MK, Lee IY, Jeon SH: Comparative epidemlological studies on vector / reservoir anlmals of tsutsugamushi disease between high and low endemic areas in Korea. Korean J Parasitol 33: 27-36, 1995.
17. Ree HI, Lee IY, Cho MK: Determination of the vector species of tsutsugamushi disease in Korea. Korea J Parasite 29: 87-92, 1991.
18. Haas GE, Walton DW: Fleas (Siphonaptera) infesting small mammals from the Western Oriental Region. The Korean Journal of Parasitology 11: 102-107, 1973.
19. Farhang Azad A: The flea fauna of Iran IX. Distribution and hosts. Bull Soc Path Exot 63: 107-126, 1970.
20. Jackson EB, Danauskas JX, Smadal JE, Fuller HS, Coale MC, Bozeman FM: Occurence of the spotted fever group in West Pakistan, 2. Serological classification of isolater from West Pakistan and Thailand: Evidence for two new

species. Am J Epidemiol 97: 55, 1973.
21. Lee YT and Choi CS: Seroepidemiological of *Rickettsia* in rodents and bats. J Korean Soc Microbiol 31(3): 367-372, 1996.
22. Lee YT, Yun BK, Lee KH, Kim JG, Lee SI, Kim JS and Kim DS: *Hantaan virus* detection as Etiological Agents Among Bats and Apodemus agrariusin Korea by RT-PCR and IFA. Korean J of Immunol 19(4), 1997.