역학 · 관리보고서

중증열성혈소판감소증후군 매개체인 작은소피참진드기의 살비 원제에 대한 살비 효력 평가

질병관리청 감염병진단분석국 매개체분석과 **김기훈, 김현우, 이희일***

*교신저자 : isak@korea.kr, 043-719-8561

초 록

참진드기 매개체 유래 감염병인 중증열성혈소판감소증후군(Severe Fever with Thrombocytopenia syndrome, SFTS)은 국내에서 최근 5년(2016~2020) 동안 총 1,162명의 환자 발생이 보고되었으며 주요 매개체는 참진드기 중 작은소피참진드기(*Haemaphysalis longicornis*)로 보고되었다. SFTS 환자 발생을 억제하기 위해 살비제를 이용한 방제를 수행하고 있으나, 국내 지역별 참진드기에 대한 약제 살비 효력이 확인되지 않은 상황이다. 이에 살비 원제의 방제 효력을 확인하기 위해, 이번 조사에서는 SFTS 환자가 많이 발생한 8개 지역을 선정한 후, 3가지 계열 7개 약제의 살비 효력을 비교하였다.

약제 감수성을 확인한 결과, 8개 지역에서 모두 pyrethroid 계열의 deltamethrin이 높은 살비 효력을 보였고, neonicotinoid 계열 imidacloprid의 낮은 살비 효력이 확인되었다. Deltamethrin과 imidalcopird의 살비 효력을 비교한 결과, 약 80.6~3,284.4배의 차이가 있는 것으로 확인되었다. 계열별 약제 살비 효력은 pyrethroid 계열이 organophosphate 계열, neonicotinoid 계열 보다 높았다. 다음으로 성장 단계별로 3가지 계열, 3가지 약제의 살비 효력을 비교한 결과, larvae의 경우 nymphs, adults 대비 22.3~1,518.5배 살비 효력 차이가 있는 것으로 나타났다.

본 조사 결과를 통하여 참진드기 방제에 있어 pyrethroid 계열의 약제가 더욱 효과적이며, 적은 양의 약제로도 살비가 가능한 larva가 주로 발생하는 9~10월에 방제를 수행하는 것이 효율적일 것으로 사료된다.

주요 검색어 : SFTS, 참진드기방제, 약제 감수성

들어가는 말

전 세계적으로 참진드기는 약 3과 850종이 보고되었고, 국내에서는 2과 7속 37종의 참진드기가 서식하며 그 중 작은소피참진드기(*Haemaphysalis longicorins*)가 우점종으로 알려져 있다[1,2]. 참진드기는 중증열성혈소판감소증후군(Severe Fever with Thrombocytopenia syndrome, SFTS), 라임병(Lyme disease) 등 다양한 질병을 매개한다. 이 중 SFTS는 국내 최근 5년(2016~2020)간 총 1,162명의 환자가 발생하였고, 이 중 197명의 사망자가 발생하여 매년 30명 이상의 사망자가 발생하고 있다[3].

이러한 감염병 환자 발생을 억제하고자, 몇몇 지자체에서는 살비제를 이용하여 참진드기 방제를 수행하고 있다. 방제에 사용되는 살비제는 작용 기작에 따라 약 29개의 계열로 나눌 수 있다[4]. 다양한 계열 중 방제에 주로 사용되는 organophosphate 계열과 pyrethroid 계열은 각각 Acetylcholinesterase (AChE)와 Sodium channel의 활동 억제를 통한 근육 마비, 과흥분을 통하여 살충시키는 기작을 가지고 있다[5]. 그 외로 Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR)의 기능을 차단하는 neonicotinoid 계열, chitin 형성을 억제하는 benzoylureas 계열 등이 있다.

참진드기의 살비 효력 연구는 국내보다 해외에서 활발히 이루어지고 있다. 해외에서의 참진드기 연구는 원제의 계열별,

지역별로 살비 효력 비교 및 저항성 발달 유무 확인 등의 연구가 수행되었다. 브라질의 24개 지역에서 채집한 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*를 대상으로 pyrethroid 계열과 amitraz 계열의 살비 효력을 비교한 결과, 각 지역마다 살충제 계열에 따른 살비 효력 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다[6]. 그리고 인도에서 수행된 참진드기에 대한 살비제 저항성을 비교한 결과, pyrethroid 계열의 deltamethrin에서 감수성 종 대비 약 50.71배의 저항성 발달이 확인되었다[7]. 그에 반면 국내의 연구는 1개 지역 혹은 실험실 내 사육종을 대상으로 상품화된 살비제에 대한 효력 평가, 원제에 대한 살비 효력 평가를 주로 수행하였다[8,9].

참진드기의 방제에 사용되는 살비제는 지역별로 다를 수 있기에, 참진드기의 살비 효력 비교는 다양한 지역에서 채집된 참진드기를 이용하여 수행해야 한다. 따라서 이번 연구에서는 국내 8개 지역에서 채집한 *H. longicornis*에 대하여 pyrethroid 계열, organophosphate 계열, neonicotinoid 계열의 원제에 대한 지역별 살비 효력을 비교하고자 하였다. 또한, 성장 단계에 따른 살비 효력을 비교하여 방제 시기 선정에 대한 기초 자료로 제공하고자 하였다.

몸 말

참진드기 채집 지역으로 2016년부터 2018년까지 SFTS 환자가 다수 발생한 8개 지역을 선정하였다(그림 1). 선정된 지역에서 야생 동물의 이동이 자유로운 야산을 중심으로 주변에 등산로, 밭, 과수원 등과 같은 유동 인구가 많은 1개 지점을 각각 선정하여 참진드기를 채집하였다. 참진드기 채집은 2018년부터 2019년까지 매년 4~9월간 채집하였다. 채집 방법으로 드라이아이스를 유인제로 하는 참진드기 채집용 트랩(trap)을 1개 지점당 10개씩 설치하였고, 24시간 뒤 유인된 참진드기를 진드기 채집통(tick collection tube, 특허번호 1009258820000)을 이용하여 수거하였다(그림 2). 채집된 참진드기는 Yamaguti 등의 방법에 의해 분류 및 동정하여 *H. longicornis*만을 실험에 사용하였다[8]. 국내에서 참진드기 방제는 대부분 5~9월에 이루어진다. 이 시기는 참진드기의 nymph가 많이 발생하는 시기이므로 본 연구에서는 nymph를 대상으로 실험을 수행하였다.

살비 효력 평가 방법은 Lee 등[8]의 방법을 참고하여 수립하고, 전국 보건소에서 사용하는 살충·살비제를 조사하여 주로 사용하는 원제를 계열별로 선정하여 살비 효력 평가 실험에 사용하였다.

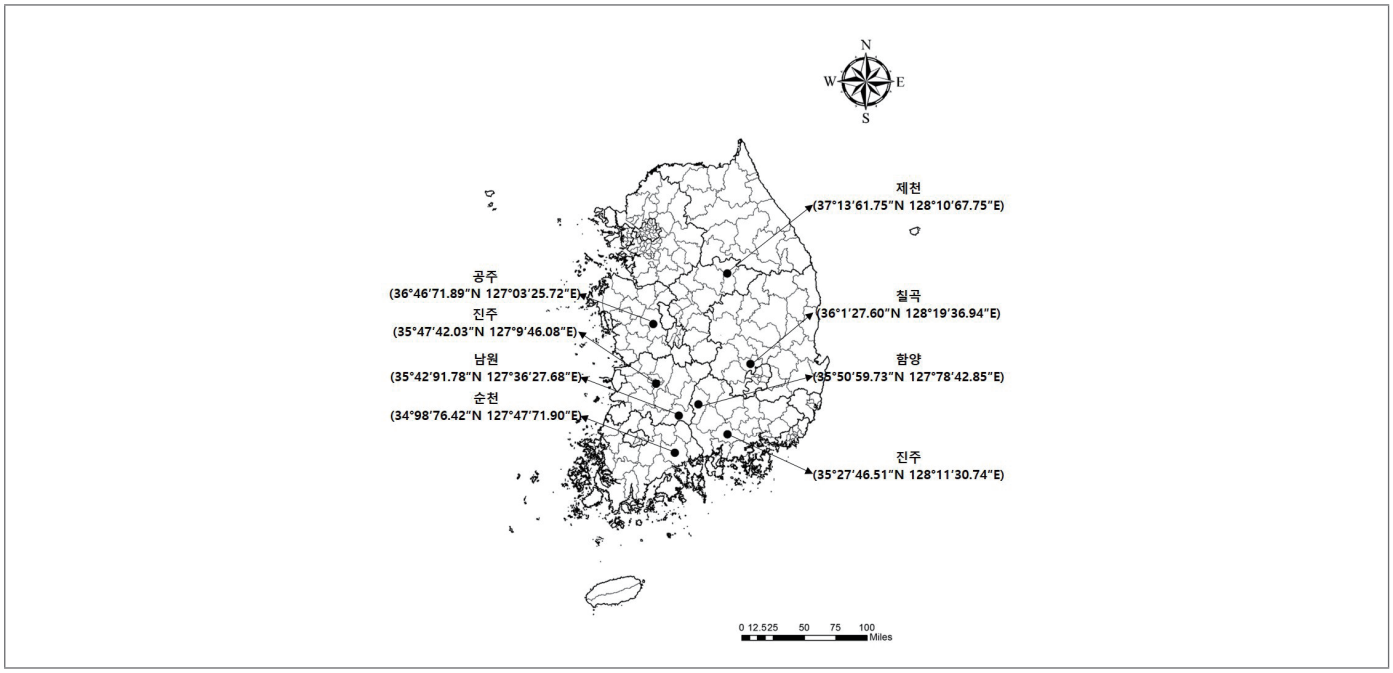


그림 1. 참진드기 채집 지역 및 지점 좌표

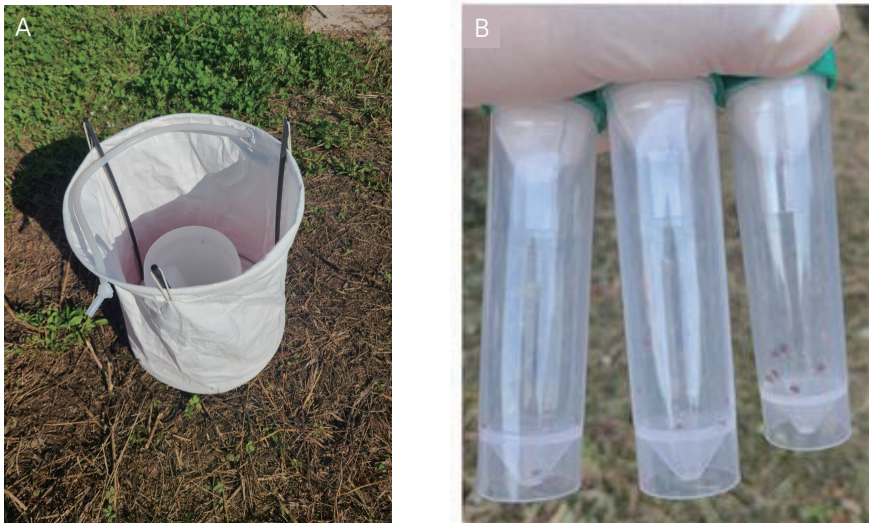


그림 2. 참진드기 채집 용품 및 포획 장비
A. 참진드기 채집 장치, B. 참진드기 채집통

용매에 녹은 약제를 튜브에 도포 후 완전 건조 시킨 뒤, nymph 5개체씩 넣어 원제에 2시간 노출 시켰다. 노출된 nymph는 약제가 도포되지 않은 튜브에 옮긴 뒤 24시간 후 움직임이 없거나, 둔한 개체를 조사하여 살비 효력을 평가하였다. 모든 실험은 5번 반복하여 진행하였으며, 대조군으로는 용매인 에탄올(ethanol)과 아세톤(acetone)을 각각 도포된 튜브에 진드기를 노출 시켰으며, 대조군에서 20% 이상의 진드기가 죽으면 폐기 후 재실험을 진행하였다.

지역별 원제 살비 효력을 확인한 결과, 모든 지역에서 pyrethroid 계열인 deltamethrin의 LD_{50}은 0.16~2.00 ㎍/㎠로 살비 효력이 높은 원제로 조사되었다. 이와는 반대로 neonicotinoid 계열인 imidacloprid는 모든 지역에서 낮은 살비 효력이 확인되었다(표 1). 살비 효력이 높았던 deltamethrin의 LD_{50}을 기준으로 Susceptibility Rate (SR)를 비교한 결과, 같은 계열인 permethrin은 4.94~23.49배, λ-cyhalothrin은 1.19~8.39배로 확인되었다. Organophosphate 계열의 경우 pyrethroid 계열 보다 낮은 약제 감수성이 확인되었는데, fenitrotion은 4.8~37.9배, chlorpyrifos는 7.3~182.9배, fenthion은 7.0~95.1배로 확인되었다. Neonicotinoid 계열의 imidacloprid는 deltamethrin 대비 약제 감수성은 23.8~3,284.4배 차이가 확인되었는데, neonicotinoid 계열은 침투이행성 약제로, 식물체로부터 흡즙을 하는 해충이 섭식을 통해 살충되는 기작을 가지고 있어, 다른 접촉독 계열보다 약제 대비 살비 효력이 낮은 것으로 추정된다.

특이적으로 몇몇 지역에서 pyrethroid 계열의 permethrin은 organophosphate 계열의 원제와 살충 효력이 차이가 없는 것으로 조사되었다. 이는 교차 저항성 발달에 의한 감수성 변화로 추정된다. 종은 다르나 *Aedes albopictus*에서 deltamethrin과 chlorpyrifos 사이의 교차 저항성을 보고하였고[10], Rodríguez 등 [11]은 *Aedes aegypti*에서의 pyrethroid 계열과 organophosphate 계열 간의 교차 저항성 발달은 Cytochrome P450 monooxygenase 혹은 Glutathione S-transferase mechanism과 연관 있을 것으로 추정하였다.

성장 단계에 따른 살비 효력 확인을 위해 원제별 살비 효력 확인 실험에서 효력 차이가 큰 전주 지역을 선정하여, 추가로 참진드기를 채집하였다. 채집된 *H. longicornis*는 성장 단계별로 실험에 사용하였다. 계열별로 1개 원제를 선정하여 수행되었다. 확인 결과, Larva 단계에서 높은 살비 효력이 확인되었다(표 2). 이는 adult, nymph와 달리 사이즈(size), 중량(weight)의 차가 커서 살비 효력이 높은 것으로 생각된다. 다음으로 살비 원제별 차이를 비교한 결과, neonicotinoid 계열의 imidacloprid의 LD_{50}(SR)은

표 1. 8개 지역에서 채집된 작은소피참진드기(*Heanmphyslis longicornis*)의 살비 효력 결과

채집 지역		Pyrethroid			Organophosphate			Neonicotinoid
		Deltamethrin	Permethrin	λ-Cyhalothrin	Fenitrothion	Chlorpyrifos	Fenthion	Imidacloprid
공주	No	150	200	ND	125	175	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.59 (0.12~3.69)	11.96 (1.64~35.81)	ND	2.83 (0.02~35.41)	16.77 (4.16~54.24)	ND	>200
	SR	1.00	20.27	ND	4.80	28.42	ND	>80.61
제천	No	150	200	ND	175	125	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.74 (0.62~0.86)	5.47 (0.57~18.72)	ND	11.69 (4.33~23.33)	5.40 (0.24~32.70)	ND	>200
	SR	1.00	7.39	ND	15.80	7.30	ND	>64.27
전주	No	150	125	ND	200	175	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	2.00 (1.71~2.33)	9.87 (9.32~10.49)	ND	26.23 (9.23~58.57)	28.32 (14.96~44.92)	ND	>200
	SR	1.00	4.94	ND	13.12	14.16	ND	>23.78
칠곡	No	150	125	ND	175	200	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.57 (0.05~2.95)	13.39 (8.73~18.76)	ND	15.41 (8.97~22.93)	14.58 (5.45~30.73)	ND	>200
	SR	1.00	23.49	ND	27.04	25.58	ND	>83.44
남원	No	150	180	150	210	180	240	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.16 (0.07~0.30)	1.68 (0.81~3.35)	0.68 (0.25~1.41)	6.35 (3.22~12.99)	3.63 (1.78~8.34)	6.06 (2.99~12.31)	407.37
	SR	1.00	10.50	4.25	39.69	22.69	37.88	2,546.1
진주	No	210	210	180	210	150	150	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	1.05 (0.90~1.22)	9.07 (7.68~10.72)	1.25 (0.91~1.80)	8.90 (4.37~18.45)	25.24 (21.19~30.00)	7.39 (3.71~14.61)	707.49 (384.54~1,227.8)
	SR	1.00	8.64	1.19	8.48	24.04	7.04	673.8
함양	No	180	150	150	150	180	150	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.65 (0.41~1.03)	8.72 (0.93~30.41)	1.29 (1.12~1.49)	24.65 (14.03~42.79)	63.44 (33.12~96.74)	25.11 (3.97~210.43)	877.29 (358.38~2,244.7)
	SR	1.00	13.42	1.98	37.92	97.60	43.25	1,349.7
순천	No	180	150	150	150	180	150	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.18 (0.09~0.32)	2.52 (2.05~3.10)	1.51 (0.30~4.86)	5.03 (4.45~5.74)	32.93 (28.45~38.23)	17.11 (8.55~44.80)	591.2 (37.05~3,009.3)
	SR	1.00	14.00	8.39	27.94	182.94	95.06	3,284.4

NO: number of *H. longicornis*

CL: Confidence limits

SR: Susceptibility rate =LD_{50} value of each insecticide/LD_{50} value of each deltamethrin

Larva 2.13 ㎍/㎠(1.0), Nymph 47.56 ㎍/㎠ 이상(22.3 이상), Adult 3,234.5 ㎍/㎠(1,518.5)로 다른 원제 대비 가장 큰 살비 효력 차이를 보였다. 성장 단계별 살비 효력 차이가 가장 적은 원제로는 organophosphate 계열의 fenitrothion으로 larva 대비 nymph, adult의 살비 효력 차이는 28.5배, 85.0배로 확인되었다. Pyrethroid 계열의 deltamethrin은 지역별 살비 효력 실험 결과와 동일하게 높은 살비 효력이 확인되었다.

표 2. 작은소피참진드기(*H. longicornis*) 성장 단계에 따른 살비 효력 결과(전주)

원제 명		성장 단계		
		유충	약충	성충
Deltamethrin	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.01 (0.00~0.02)	0.57 (0.05~2.95)	7.30 (4.85~11.32)
	SR	1.0	57.0	730.0
Fenitrothion	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.54 (0.24~1.29)	15.41 (8.97~22.93)	45.90 (14.17~156.39)
	SR	1.0	28.5	85.0
Imidacloprid	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	2.13 (1.37~3.34)	>47.56	3,234.5 (1,731.5~4,925.8)
	SR	1.0	>22.3	1,518.5

CL: Confidence limits

SR: Susceptibility rate = LD_{50} value of each insecticide / LD_{50} value of each deltamethrin.

맺는 말

국내에서는 매개체 전파 감염병 환자의 감소를 위해 주기적으로 방제를 수행하고 있다. 방제 시 주요 대상 해충은 모기와 하루살이 등 위생 해충을 대상으로 수행하고 있으나, 참진드기는 다른 매개체 대비 약제 노출 빈도가 적어 저항성 발달에 따른 살비 효력 저하는 아직 보이지 않는 것으로 추정하고 있다. 하지만 해외에서 참진드기의 약제 저항성 발달은 지속적으로 보고되고 있어, 국내에서도 참진드기의 살비제 저항성 발달의 가능성을 가지고 있다.

이에 더 효율적이며 효과적인 방제 전략 수립으로 참진드기가 주로 발생하는 5월~10월까지 pyrethroid 계열의 살비제를 사용하여 방제를 수행하면서 larva가 주로 발생하는 9월말~10월에는 낮은 농도로 광범위하게 방제를 수행하여 차년도 참진드기의 밀도를 낮추는 방법이 가장 효율적이며 효과적인 방제 전략일 것으로 생각한다.

① 이전에 알려진 내용은?

해외에서 우점도가 높은 *R. microplus*에 대한 원제 감수성 및 저항성 발달 관련 보고는 다수가 확인되나, 국내에서 우점도가 높은 *H. longicornis*에 대한 살비 효력 평가 비교는 기존 상품화된 살비제에 대한 효력 평가 및 단일 혹은 혼합 원제에 대한 살비 효력 평가를 수행하였다. 그리고 해외의 경우 다양한 지역에서 채집된 참진드기에 대한 원제 감수성 및 저항성을 확인하였으나, 국내에서는 단일 지역에서 채집된 참진드기에 대한 효력 평가를 수행하여 다른 지역과의 비교가 어렵다.

② 새로이 알게 된 내용은?

국내 8개 지역에서 채집된 *H. longicornis*에 대한 계열별 살비 효력을 비교한 결과, pyrethroid 계열의 원제가 organophosphate 계열, neonicotinoid 계열의 원제보다 높은 살비 효력을 보이는 것이 확인되었다. 또한, 성장 단계별 살비 효력을 비교한 결과, larva의 경우 nymph 대비 22.3~57.0배, adult 대비 85.0~1,518.5배 살비 효력이 우수한 것으로 확인되었다.

③ 시사점은?

국내에서의 참진드기 발생 시기는 4월~10월로, 참진드기 방제 시 pyrethroid 계열의 살비제를 사용하여 유동인구가 많은 등산로, 산과 인접한 공원 등에 방제를 수행하면서 larva가 주로 발생하는 9월말~10월에는 낮은 약제 농도로 광범위하게 방제를 수행하여 차년도 참진드기의 밀도를 낮추는 방법이 가장 효율적이며 효과적인 방제 전략일 것으로 생각한다.

참고문헌

1. Bossena Fantahun and Abdu Mohamed. Survey on the Distribution of Tick Species in and Around Assosa Town, Ethiopia. Research Journal of Veterinary Sciences 2012;5(2):32–41.
2. Sang-teak Song, Yun-ju Kim, Chang-sung Moon, Kyung-mi Oh, Eun-ok Kang, Min-young Yang, Young-hee Oh. SFTS Infection Rate of Ticks and Seroprevalence of SFTS among Local Residents in Eastern Jeju. Report of JIHE. 2016;27:13–25.
3. 질병관리청. 2021년도 진드기·설치류 매개 감염병 관리지침. 2021
4. Thomas C.Sparks and Ralf Nauen. IRAC:Mode of action classification and insecticide resistance management. Resticide Biochemistry and Physiology. 2015;121:122–128.
5. Jae Seok Song, Ki Doo Kwon, Hong Soon Choi and Ho Young Yu. Biological Monitoring of the Exposure Level of Organophosphorus and pyrethroid Pesticides in Floriculture Workers and Florists. The Korean Journal of Pesticide Science. 2014;18(1):41–47.
6. Renato Andreotti, Felix David Guerrero, Mariana Aparecida Soares, Jacqueline Cavalcante Barros, Robert John Miller, Adalberto Pérez de Léon. Acaricide resistance of Rhipicephalus (Boophilus) microplus in State of Mato Grosso do Sul, Brazil. Rev. Bras. Parasitol. Vet. Jaboticabal. 2011;20(2):127–133.
7. Anil Kumar Sharma, Rinesh Kumar, Sachin Kumar, Gaurav Nagar, Nirbhay Kumar Singh, Sumer Singh Rawat, M.L.Dhakad, A.K.S.Rawat, D.D.Ray, Srikant Ghosh. deltamethrin and cypermethrin resistance status of Rhipicephalus (Boophilus) microplus collected from six agro-climatic regions of India. Veterinary Parasitology. 2012;188:337–345.
8. Dae-Weon Lee, Kyu-Sic Chang, Min Jun Kim, Young-Joon Ahn, Hyeong-Chan Jo, Soon-Il Kim. Acaricidal activity of commercialixed insecticides against Haemaphysalis longicornis (Acari: Ixodidae) nymphs. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2015;18:715–718.
9. Myung-Jo You. Resistance and control of cypermethrin and chlorpyrifos as acaricide for control of hard tick Haemaphysalis longicornis (acari: ixodidae). Korean J Vet Res. 2014;54(2):117–120.
10. Huqi Liu, Eddie W. Cupp, Aiguang Guo, and Nannan Liu. Insecticide Resistance in Alabama and Florida Mosquito Strains of Aedes albopictus. J. Med. Entomol. 2004;41(5):946–952.
11. María M.Rodríguez, Juan Bisset, Michel Ruiz, and Alaín Soca. Cross-Resistance to Pyethroid and organophosphatee Insecticides Induced by Selection with Temephos in Aedes aegypti (Diptera:Culicidae) from Cuba. J.Med. Entonol. 2002;39(6):882–888.

Abstract

Evaluation of the acaricidal efficacy of *Haemaphyslis longicornis*, a vector of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS)

Kim Gi-Hun, Kim Hyunwoo, Lee Hee-Il
Division of Vectors and Parasitic Diseases, Bureau of infectious Disease Diagnosis Control, Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA)

In Republic of Korea, Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS) carries a great deal of medical importance for public health, with a total of 1,162 cases occurring in the past five years (2016-2020). SFTS is a tick-borne disease transmitted by *Haemaphysalis longicornis*. In Republic of Korea, chemical control with acaricides is carried out to suppress the occurrence of SFTS patients. However, the efficacy of chemicals on ticks by geographical region has not been confirmed. Therefore, to confirm the effect of acaricidal agents, this study selected eight regions with the most SFTS patients and compared the acaricidal effects of three classes of seven chemicals: organophosphate, neonicotinoid, and pyrethroid
In all eight regions, high acaricidal efficacy was confirmed with deltamethrin and low acaricidal efficacy was confirmed with imidacloprid. As a result of comparing the acaricidal effects of deltamethrin and imidacloprid, a difference of 80.6 to 3284.4 times was confirmed. The acaricidal effect by class was higher in the pyrethroid than in organophosphate and neonicotinoid. In addition, the acaricidal efficacy of each growth stage was compared. In the case of larvae, there was a difference in acaricidal efficacy of 22.3 to 1518.5 times compared to that of nymphs and adults.
Based on the results of this investigation, the pyrethroid class was more effective in controlling ticks and it was determined that efficacy can be increased by performing control measures according to the life cycle of ticks.

Keywords: Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS), *Haemaphysalis longicornis*, Insecticides, Susceptibility

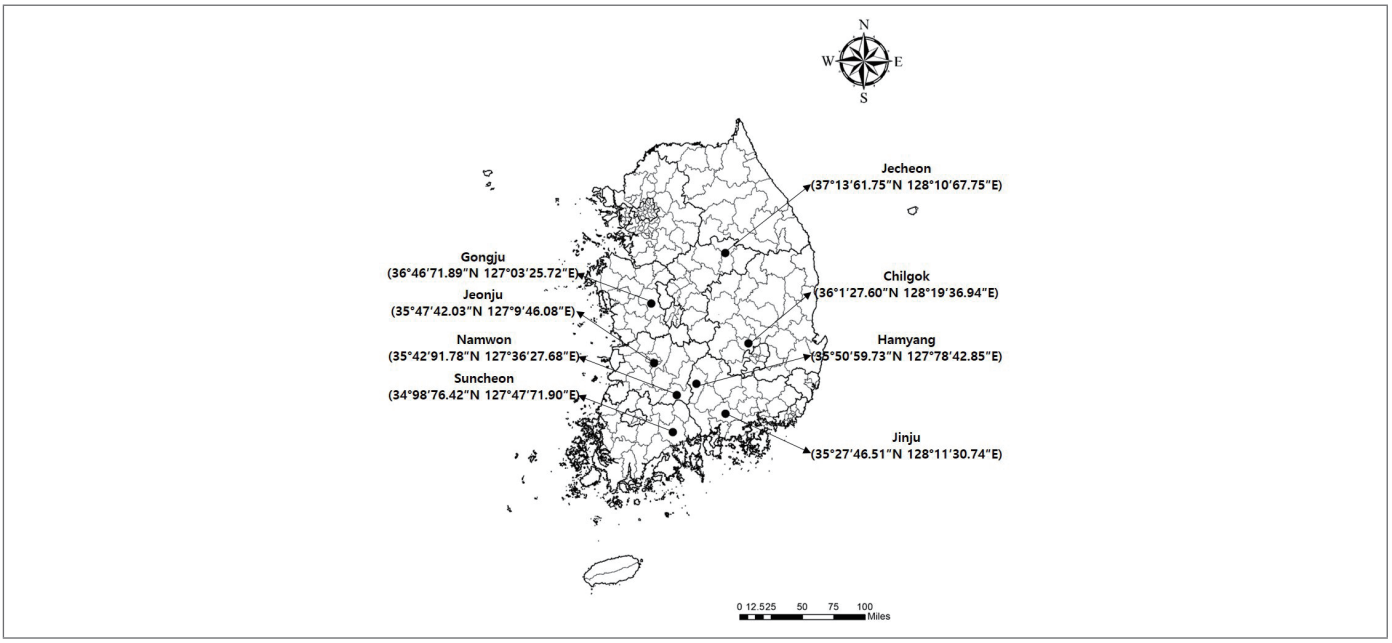


Figure 1. Location of the collected *Haemaphysalis longicornis* in Republic of Korea



Figure 2. Tick collection trap and tick collection tube

A. Tick collection trap; B. tick collection tube

Table 1. Comparative sensitivity of seven acaricide against a field collected *Haemaphysalis longicornis* from eight region using direct contact bioassay with 2h exposure

Collection area		Pyrethroid			Organophsphate			Neonicotinoid
		Deltamethrin	Permethrin	λ-Cyhalothrin	Fenitrothion	Chlorpyrifos	Fenthion	Imidacloprid
Gongju	No	150	200	ND	125	175	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.59 (0.12-3.69)	11.96 (1.64-35.81)	ND	2.83 (0.02-35.41)	16.77 (4.16-54.24)	ND	>200
	SR	1.00	20.27	ND	4.80	28.42	ND	>80.61
Jecheon	No	150	200	ND	175	125	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.74 (0.62-0.86)	5.47 (0.57-18.72)	ND	11.69 (4.33-23.33)	5.40 (0.24-32.70)	ND	>200
	SR	1.00	7.39	ND	15.80	7.30	ND	>64.27
Jeonju	No	150	125	ND	200	175	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	2.00 (1.71-2.33)	9.87 (9.32-10.49)	ND	26.23 (9.23-58.57)	28.32 (14.96-44.92	ND	>200
	SR	1.00	4.94	ND	13.12	14.16	ND	>23.78
Chilgok	No	150	125	ND	175	200	ND	100
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.57 (0.05-2.95)	13.39 (8.73-18.76)	ND	15.41 (8.97-22.93)	14.58 (5.45-30.73)	ND	>200
	SR	1.00	23.49	ND	27.04	25.58	ND	>83.44
Namwon	No	150	180	150	210	180	240	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.16 (0.07-0.30)	1.68 (0.81-3.35)	0.68 (0.25-1.41)	6.35 (3.22-12.99)	3.63 (1.78-8.34)	6.06 (2.99-12.31)	407.37
	SR	1.00	10.50	4.25	39.69	22.69	37.88	2,546.1
Jinju	No	210	210	180	210	150	150	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	1.05 (0.90-1.22)	9.07 (7.68-10.72)	1.25 (0.91-1.80)	8.90 (4.37-18.45)	25.24 (21.19-30.00)	7.39 (3.71-14.61)	707.49 (384.54-1,227.8)
	SR	1.00	8.64	1.19	8.48	24.04	7.04	673.8
Hamyang	No	180	150	150	150	180	150	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.65 (0.41-1.03)	8.72 (0.93-30.41)	1.29 (1.12-1.49)	24.65 (14.03-42.79)	63.44 (33.12-96.74)	25.11 (3.97-210.43)	877.29 (358.38-2,244.7)
	SR	1.00	13.42	1.98	37.92	97.60	43.25	1,349.7
Suncheon	No	180	150	150	150	180	150	150
	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.18 (0.09-0.32)	2.52 (2.05-3.10)	1.51 (0.30-4.86)	5.03 (4.45-5.74)	32.93 (28.45-38.23)	17.11 (8.55-44.80)	591.2 (37.05-3,009.3)
	SR	1.00	14.00	8.39	27.94	182.94	95.06	3,284.4

No: number of *H. longicornis*

CL: Confidence limits

SR: Susceptibility rate = LD_{50} value of each insecticide/LD_{50} value of each deltamethrin

Table 2. Comparative sensitivity of acaricide following each growth stage of *Heamaphysalis longicornis* in Jeonju, Chungbuk Province

Treatment		Growth stage		
		Larva	Nymph	Adult
Deltamethrin	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.01 (0.00–0.02)	0.57 (0.05–2.95)	7.30 (4.85–11.32)
	SR	1.0	57.0	730.0
Fenitrothion	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	0.54 (0.24–1.29)	15.41 (8.97–22.93)	45.90 (14.17–156.39)
	SR	1.0	28.5	85.0
Imidacloprid	LD_{50} (㎍/㎠, CL)	2.13 (1.37–3.34)	>47.56	3,234.5 (1,731.5–4,925.8)
	SR	1.0	>22.3	1,518.5

CL: Confidence limits

SR: Susceptibility rate = LD_{50} value of each insecticide/LD_{50} value of each deltamethrin