

2019년 경북 상주 지역 환경별 참진드기 분포 조사 및 중증열성혈소판감소증후군 바이러스 검출

이재석¹ · 문경환¹ · 김영호¹ · 박예은² · 전지향² · 김채원³ · 박시은³ · 우지현³ · 정여진³ · 엄종원³ · 이육교⁴ · 김영호^{1,2*}

¹경북대학교 생태과학과, ²경북대학교 생물응용학과, ³우석여자고등학교, ⁴질병관리본부 매개체분석과

Distribution of Hard Ticks based on Environments and Detection of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus in Sangju city, Korea, 2019

JaeSeok Lee¹, KyungHwan Moon¹, YeongHo Kim¹, Ye eun Park², Ji Hyang Jeon², Chae Won Kim³, Sean Park³, Ji Hyeon Woo³, Yeo Jin Jeong³, Jong Won Eom³, Wook-Gyo Lee⁴ and Young Ho Kim^{1,2*}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

²Department of Applied Biology, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

³Wooseok Girls' High School, Sangju 37159, Korea

⁴Division of Vector and Parasitic Diseases, Korea Centers for Disease Control and Prevention, Osong 28159, Korea

ABSTRACT: Several hard tick species in Ixodidae are medically important pests that transmit infectious disease including severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS). In Korea, the number of SFTS patients continues to steadily increase since its first report in 2013, and Gyeongsangbuk-do (province) is the second most frequent area of SFTS patient occurrence. In order to investigate the distribution of ticks in Sangju city, we collected ticks using the flagging method from 26 sites comprising urban green area, vulnerable area of management, and rural area, and examined SFTS virus from the collected ticks in 2019. Based on Collection Index (CI = tick number / 1 h / 2 people), CI 143 ticks, including *Haemaphysalis longicornis*, *Haemaphysalis flava*, and *Ixodes nipponensis*, were collected; the most abundant species among the three tick species was *H. longicornis* (CI 138, 96.5%). Ninety two percent (CI 131) of ticks were collected in vulnerable area of management, where people cannot easily enter and are not managed by city hall, whereas only 8.4% (CI 12) were collected in the urban green area and rural area. Regarding SFTS virus detection, virus was not investigated from 26 pools containing CI 143 ticks. The results of this study are expected to be used as a recommendation for ensuring the safety of local residents from tick-borne diseases.

Key words: *Haemaphysalis longicornis*, Severe fever with thrombocytopenia syndrome, Sangju city, Vector management

초 록: Ixodidae에 속하는 일부 참진드기들은 중증열성혈소판감소증후군(severe fever with thrombocytopenia syndrome; SFTS)을 비롯한 질병을 매개하는 공중보건학적으로 중요한 해충이다. 우리나라에서는 2013년 이후로 SFTS 환자 발생수가 지속적으로 증가하는 경향을 보이며, 경상북도도 전국적으로 2번째로 많은 SFTS 환자가 발생하는 지역이다. 본 연구에서는 2019년 경북 상주 지역의 진드기 분포를 조사하기 위해 시민의 생활 환경 주변을 도심 녹지지역, 관리 취약지역 및 농촌지역으로 구별하여 flagging 방법을 통해 진드기를 채집하였고, 채집 진드기내 SFTS 바이러스 보균 여부를 조사하였다. 채집된 진드기 수를 Collection Index (CI = tick number / 1h / 2 people)로 산출한 결과, 상주시 내 총 26개 지점에서 작은소피참진드기와 개피참진드기, 일본참진드기를 포함하는 총 CI 143의 진드기가 채집되었고, 그 중 작은소피참진드기가 96.5%(CI 138)로 우점종으로 확인되었다. 채집된 진드기의 약 92%(131 CI)는 인적이 드물고 시청이나 관계 당국의 관리가 이루어지지 않는 관리 취약지역에서 채집되었으나, 도시의 녹지지역과 농촌 지역에서는 8.4%(CI 12)의 진드기만 관찰되었다. 총 CI 143의 진드기를 26개 pooling 한 후 SFTS 바이러스 존재 여부를 조사하였으나, 모두 음성으로 확인되었다. 본 연구의 결과는 지역주민들로 하여금 진드기 매개 질병으로부터 안전한 생활을 하기 위한 권고 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

검색어: 작은소피참진드기, 중증열성혈소판감소증후군, 상주시, 매개체 관리

*Corresponding author: yhkim05@knu.ac.kr

Received March 13 2020; Revised June 30 2020

Accepted August 13 2020

참진드기과(Ixodidae)에 속하는 진드기는 hard tick이라 부르며 전 세계에 약 800여 종 이상 보고되어 있는 거미강에 속한 절지동물이다. 참진드기는 유충, 약충, 성충의 3 발생 단계를 가지며 각 단계로 탈피하기 위해서 숙주동물(포유류, 조류, 파충류 등)의 혈액을 필요로 하며(CDC, 2017), 흡혈 과정 중 진드기 체내의 세균, 바이러스, 기생충 등이 숙주로 전달되어 감염이 일어난다(Moon et al., 2013; Shin, 2013). 특히 참진드기과에 속하는 일부 hard tick들은 중증열성혈소판감소증후군(severe fever with thrombocytopenia syndrome; SFTS), 라임병(lyme disease), 진드기매개뇌염(tick-borne encephalitis), 큐열(Q fever), 바베시아증(Babesiosis) 등을 유발하는 병원체를 보균하여 이들 질병을 매개하는 것으로 알려져 있다(Dantas-Torres et al., 2012; Jongejan and Uilenberg, 2004). *Boophilus* 속을 제외한 대부분의 참진드기는 3 숙주 진드기(3-host tick)로 각 발생 단계마다 흡혈 숙주를 바꾸는데 숙주 간 질병의 교차감염 가능성이 높아 역학적으로 중요한 질병 매개체로 여겨진다(Kim et al., 2013).

우리나라에 서식하는 참진드기는 5속 33종이 기록되어 있으며 국내에서 채집된 참진드기 연구들에 따르면 작은소피참진드기가 90% 이상 차지하는 것으로 보고되어 국내에 우점하는 것으로 알려져 있다(Chong et al., 2013; Kim et al., 2011; Song et al., 2016). 작은소피참진드기의 국제적 분포는 한반도와 중국, 일본 및 극동러시아 지역이 주요 서식처이며(Raghavan et al., 2019), 호주와 뉴질랜드, 피지 등을 포함하는 서태평양 지역으로 침입한 이후 성공적으로 정착 및 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(Barker and Walker, 2014; Heath et al., 2011; Hoogstraal et al., 1968). 최근 2017년 미국 뉴저지 지역에서 최초 발견된 이후(Rainey et al., 2018), 코네티컷, 뉴욕, 메릴랜드, 버지니아 등 미국 동부 지역에서도 발견되어 미국 보건당국의 관심이 증대되고 있다(Beard et al., 2018).

특히 작은소피참진드기는 혈소판감소증(thrombocytopenia), 백혈구감소증(leukocytopenia), 다발성 장기부전(multi-organ failure), 발열, 구토 등의 증상을 유발하는 SFTS를 매개하는 것으로 알려져 있으며(Yu et al., 2011; Zhang et al., 2012), 2009년 중국, 2012년 일본, 2013년 한국에서 처음으로 SFTS가 보고된 이후(Kawabata et al., 1987; Kim et al., 2013; Takahashi et al., 2014; Yu et al., 2011), 중국에서는 2011년부터 2017년까지 3,500명 이상의 환자가 발생하는 등 동북아 지역에서는 유행병 양상을 보이고 있다(Li, 2015). 우리나라에서는 SFTS가 3급 감염병으로 지정되어 관리되고 있으며, 2013년 첫 환자가 보고된 이후 2018년까지 매년 36, 55, 79, 165, 272, 259명이 보고되어 환자가 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있다. 또

한 누적 사망자 수가 173명으로 평균 치사율이 20%에 이르는 등 그 위험성은 매년 강조되고 있다(KOSIS, 2019a; Song et al., 2016; Yun et al., 2017). 특히 60세 이상 고령 감염자는 전체 감염자의 약 70%(누적 환자 수 599명)에 육박하며 환자의 대부분이 농업종사자인 점으로 보아 농촌 지역에서 각별한 주의가 요구된다(Kim and Oh, 2014; KOSIS, 2019b). 지역별 SFTS 환자 발생 비교에서는 2018년까지 경상북도의 누적 SFTS 환자 발생수가 136명으로 경기도(146명)에 이어 전국에서 2위를 차지하였다(KOSIS, 2019c).

경상북도 상주시는 농업 중심 도시로서 상주시 전체 인구 중 농업 종사자가 차지하는 비율은 30%에 이르고 2019년 기준으로 60세 이상 인구의 비율이 약 40%에 이르는 고령화 도시이다(KOSIS, 2019d). 또한 상주시는 낙동강 지류인 북천과 병성천이 합류하는 지역 주변으로 도심이 구성되어 있고, 도심에는 체육센터, 시민공원, 그린공원 등의 도심 녹지 공간과 야외 게이트볼장, 산책로, 야외무대 등의 강변 녹지 공간이 조성되어 시민들의 출입이 잦다. 야산에 둘러싸인 상주 도심의 외곽은 야생동물이 자주 출몰하며 가로등 및 포장도로의 설치가 미비하고 제초 및 예초 등의 관리가 취약한 편이며, 논과 밭 등의 경작지가 도심과 인접해있는 환경적 특징을 가진다. 13개의 다양한 환경에서 참진드기를 채집, 조사한 연구에 의하면 주거지, 논, 밭, 수로, 야산, 산책로 등에서 참진드기가 나타나는 것으로 보아(KCDC, 2019), 상주시의 산업 구조 및 도시 환경을 고려할 때 상주 시민의 참진드기와의 접촉 기회가 많을 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 도심 녹지지역(urban green area)과 농촌 지역(rural area), 그리고 인적이 드물고 관리가 이루어지지 않는 관리 취약지역(vulnerable area of management)으로 채집지를 구별하여 환경별 참진드기의 발생을 확인하고 채집된 진드기에서 SFTS 바이러스 보균 여부를 조사하여 상주 시민들로부터 참진드기 매개 감염병 예방에 대한 주의를 고취하고자 하였다.

재료 및 방법

조사지역

참진드기의 채집지는 상주시의 환경을 고려하여 도심 녹지 지역, 관리 취약지역, 농촌 지역을 포함하는 세 종류의 환경 내 26개 지점을 선정하였다(Table 1, Fig. 1). 학교시설, 도심 공원 및 체육센터 등 시민의 출입이 활발하고 주기적인 관리가 이루어지고 있는 도심 녹지지역(sites 1 ~ 14)의 경우 풀의 길이가 발목을 넘지 않고 가로등 및 야간 조명이 설치되어 있다. 이들 도

심 녹지지역의 채집지는 상주시를 가로지르는 2개의 강(북천과 병성천) 주변의 산책로 2개 지점(sites 1, 2)과 강변에 조성된

공원(sites 3, 4) 2개 지점을 선정하였고, 도심 근린공원 3개 지점(sites 5~7) 및 야산 근린공원 2개 지점(sites 8, 9), 시민체육

Table 1. Location of tick collection sites and Collection Index of ticks in 26 sites in Sangju city, Gyeongsangbuk-do, 2019.

Area	Site No.	Collection Site	Collection Date	Environment	GPS	Altitude (m)	CI*	No. of pool [§]	Species	Developmental stage
Urban green area	1	Riverside trail1	Sep. 10	short weeds, street tree	N 36° 24' 26.70" E 128° 10' 37.81"	55	3	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	2	Riverside trail2	Sep. 10	short weeds, streetlight	N 36° 25' 23.07" E 128° 10' 09.78"	56	0			
	3	Riverside park1	Oct. 16	short weeds, streetlight, wildlife trail	N 36° 22' 32.97" E 128° 08' 52.75"	63	1	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	4	Riverside park2	Sep. 6	lawn, streetlight,	N 36° 25' 26.44" E 128° 09' 13.56"	57	0			
	5	Urban park1 (flatland)	Sep. 9	lawn, artificial environment	N 36° 25' 04.53" E 128° 10' 12.63"	55	0			
	6	Urban park2 (flatland)	Sep. 9	lawn, artificial environment	N 36° 24' 53.62" E 128° 10' 08.43"	56	0			
	7	Urban park3 (flatland)	Sep. 9	lawn, artificial environment	N 36° 25' 00.36" E 128° 09' 42.87"	60	0			
	8	Urban park4 (hill)	Sep. 9	lawn, artificial environment,	N 36° 24' 22.39" E 128° 09' 11.07"	92	0			
	9	Urban park5 (hill)	Sep. 9	lawn, artificial environment,	N 36° 24' 12.30" E 128° 09' 21.21"	94	0			
	10	Sports complex	Sep. 9	short weeds, streetlight	N 36° 25' 13.61" E 128° 10' 45.75"	53	0			
	11	Stadium park	Sep. 9	short weeds, streetlight	N 36° 25' 54.81" E 128° 09' 47.29"	71	0			
	12	Gateball court	Oct. 16	lawn, streetlight, artificial environment	N 36° 25' 19.65" E 128° 11' 06.65"	53	0			
	13	High school	Oct. 16	short weeds, streetlight, artificial environment	N 36° 25' 39.54" E 128° 09' 51.76"	72	0			
	14	University	Oct. 16	short weeds, streetlight, artificial environment	N 36° 22' 43.60" E 128° 08' 39.47"	83	0			
Vulnerable area of management	15	Riverside road1	Sep. 6	wildlife trail, long weeds, nearby hillock	N 36° 25' 22.60" E 128° 08' 53.46"	61	3	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	16	Riverside road2	Sep. 6	wildlife trail, long weeds, nearby hillock	N 36° 25' 19.47" E 128° 08' 50.95"	60	2	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	17	Riverside	Aug. 23	wildlife trail, long weeds, nearby hillock	N 36° 25' 15.56" E 128° 08' 50.54"	60	53	11	<i>H. longicornis</i>	adult
	18	Mountain path	Sep. 6	copse, small valley	N 36° 22' 49.66" E 128° 08' 34.63"	107	11	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	19	Vacant lot with weeds	Sep. 11	long weeds, nearby hillock	N 36° 22' 59.80" E 128° 09' 47.27"	65	2	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	20	Vacant lot in residence	Oct. 16	long weeds, streetlight, artificial environment	N 36° 22' 40.65" E 128° 08' 57.32"	60	0			
	21	Deserted house	Sep. 11	long weeds, nearby hillock, wildlife trail, fruit tree	N 36° 23' 35.45" E 128° 10' 48.62"	121	44	2	<i>H. longicornis</i>	nymph
						1	1	<i>H. flava</i>	adult	
						1	1	<i>I. nipponensis</i>	adult	
						3	1	<i>H. flava</i>	nymph	

Table 1. Continued

Area	Site No.	Collection Site	Collection Date	Environment	GPS	Altitude (m)	CI*	No. of pool [§]	Species	Developmental stage
	22	Cattle shed	Sep. 6	long weeds	N 36° 25' 17.18" E 128° 08' 45.99"	63	3	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
	23	Experimental stock farm	Sep. 10	short weeds, wildlife trail	N 36° 22' 22.23" E 128° 08' 21.69"	78	2	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
Rural area	24	Rice paddy1	Sep. 11	short weeds, artificial environment	N 36° 24' 51.60" E 128° 08' 49.80"	61	0			
	25	Rice paddy2	Sep. 11	short weeds, artificial environment	N 36° 22' 39.49" E 128° 09' 41.93"	74	0			
	26	Farm road	Sep. 11	long weeds, wildlife trail	N 36° 24' 56.68" E 128° 08' 14.93"	65	3	1	<i>H. longicornis</i>	nymph
Total							143	26		

*CI: Collection Index (CI = ticks / 1h / 2 people)

§Number of Pools for SFTS detection

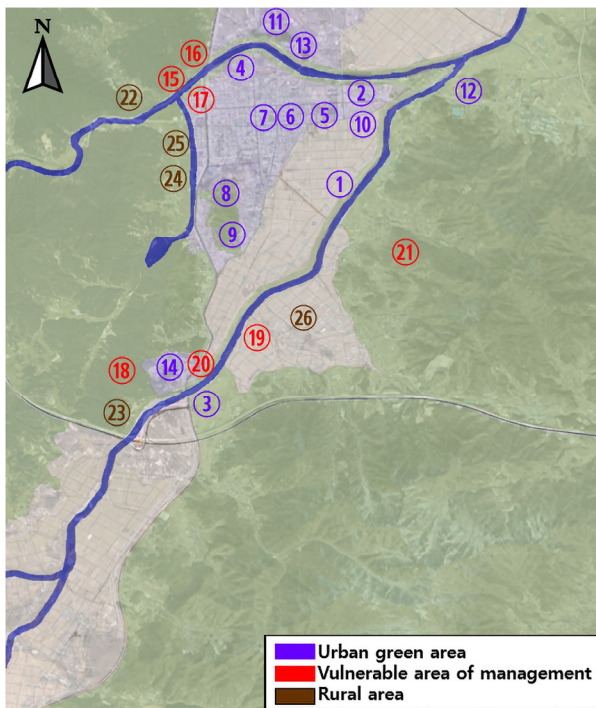


Fig. 1. Geographic location of tick collection sites in Sangju city, Gyeongsangbuk-do, 2019. Purple, red, and brown numbers indicate the collection sites in urban green area, vulnerable area of management, and rural area, respectively.

공원(sites 10, 11) 2개 지점과 두 강이 합류하는 지역에 조성된 게이트볼장(site 12) 및 고등학교와 대학교 내 잔디밭(sites 13, 14)을 포함한 총 14개 지점을 선정하였다(Fig. 1). 관리 취약지역(sites 15 ~ 21)은 강둑 위 길가의 수풀(sites 15, 16), 강변 잡초지(site 17), 인적이 드문 산길(site 18), 농가지역 공터(site

19) 및 주거지역 공터(site 20), 그리고 폐가(site 21)를 포함한 총 7지점을 선정하였다. 이들 관리 취약지역들은 인적이 드물고 풀의 높이가 1 m 가량 자라있으며 야생동물의 흔적이 관찰되는 곳이다. 농촌 지역(sites 22 ~ 26)의 경우는 축사 주변의 잡초지 2개 지점(sites 22, 23)과 논, 밭 주변의 논두렁(sites 24, 25) 2개 지점, 농로(site 26) 1개 지점으로 총 5개 지점을 선정하였다. 해당 농촌 지역은 작물을 기르는 곳만 관리가 되어 있으며 주변 논두렁과 농로의 잡초는 무성하게 자라 방치되어 있고 야생동물의 흔적이 관찰되는 곳이다.

진드기 채집

환경별 채집지에서의 참진드기의 발생 조사는 2019년 8월 말부터 10월 초까지 flagging method (백색 용천: 1 m × 1 m)를 이용하여 조사하였다(Noh et al., 2018). 강변 잡초지(site 17)의 경우 2인이 1시간 동안 채집하였고, 폐가(site 21)에서 4인이 1시간 채집하였으며, 그 외 23개 지점에서는 4인이 2시간씩 채집하였다. 채집한 참진드기는 50 ml cornical tube에 보관하며 채집 당일 상주 우석여고 과학실 또는 경북대학교 곤충 분자 생리학 실험실로 운반하였고, 물을 적신 솜을 넣어 형태학적 분류 전까지 4°C 냉장 조건으로 보관하였다. 본 연구에서는 실체현미경(SZ51, Olympus, Japan)을 이용하여 기존 문헌에 따라 동정이 가능한 성충과 약충만을 기록하였으며(Yamaguti et al., 1971), 진드기 채집 시의 인원수와 채집 시간을 보정하기 위해 채집 진드기 수는 Collection Index (CI = tick number / 1h / 2 people)로 산출하여 기록하였다.

SFTS 바이러스 조사

동정이 완료된 진드기는 동일한 종, 동일한 발생단계로 pooling 하였으며 CI 기준으로 성충은 최대 5마리씩, 약충은 최대 30마리씩 파쇄용 튜브(S1193, MP Biomedicals, Irvine, CA, USA)에 넣었다. 각 튜브에는 NucleoZoL (740404.200, Macherey-Nagel, Düren, Germany) 400 µl를 첨가하고 30분 동안 상온에서 incubation 하였다. 이후 샘플은 파쇄기(P000062-PEVO0-A, Bertin Technologies, Bretonneux, France)를 이용하여 6,600 rpm에서 30초씩 3회 파쇄하고, 14,000 rpm에서 4°C 조건으로 5분 동안 원심분리하여 상등액을 확보하였다. 확보한 상등액은 Direct Zol RNA extraction kit (R2052, Zymo Research, Irvine, CA, USA)를 이용하여 메뉴얼에 따라 RNA를 추출하였고 추후 SFTS 바이러스 진단 실험 전까지 -80°C 조건에서 보관하였다.

SFTS 바이러스 진단은 SFTS 바이러스 M 단편 증폭을 이용하였고, 추출된 바이러스의 양이 소량인 것을 고려하여 Nested-PCR을 진행하였다. First PCR primer 염기서열은 이전 연구에서 보고한 정보를 이용하였고(Table 2) (Ham et al., 2014), Dia-Star 2X OneStep RT-PCR Pre-Mix Kit (DR31-P096 SolGent, Daejeon, South Korea)에 추출한 참진드기 RNA 5µl, distilled water (DW) 8µl, SFTSV MF3 (forward primer) 1µl (10 pmol), SFTSV MR2 (revers primer) 1µl (10 pmol)을 섞은 후 First PCR을 진행하였다. PCR 조건은 50°C/30분, 95°C/15분 진행하여 역전사하였고 95°C/20초, 58°C/40초, 72/30초로 35회 반복하여 증폭한 뒤 72°C/5분 동안 최종 신장과정을 진행하였다. 이어서 Nested PCR은 AccuPower Hotstart pcr premix kit (K-5050, Bioneer, Daejeon, South Korea)에 First PCR 산물 1µl, SFTSV For (forward primer) 1µl (10 pmol), SFTSV Rev (revers primer) 1µl (10 pmol), DW 17µl을 섞은 후 94°C/5분 동안 pre-denaturation하였고, 94°C/20초, 59°C/20초, 72/20초에서 26회 반복하여 증폭한 뒤 72°C/5분 동안 최종 신장과정을 진행하였다(Table 2) (Jung et al., 2019). 증폭된 PCR 산물은 1% agarose 겔에서 100V 30분 조건으로 전기영동하였고 밴드의 유무는 GelDoc XR+ System (Universal Hood II, Bio-Rad,

Hercules, CA, USA)을 통해 확인하였다.

결과 및 고찰

경상북도 상주시에서 참진드기 발생이 예상되는 지점 26곳을 대상으로 flagging 채집을 실시하였다. 총 CI 143의 참진드기가 채집되었고, 작은소피참진드기(CI 138), 개피참진드기(CI 4), 일본참진드기(CI 1)의 3종의 발생이 확인되었다. 그중 작은소피참진드기는 총 채집 진드기의 96.5%(CI 138)를 차지하며 상주시에서 우점종으로 관찰되었다(Table 1, Fig. 2A). 국내에서 진행된 이전 연구들에 의하면, 지리산 둘레길에서 참진드기의 분포를 조사한 연구에서는 98.8%의 진드기가 작은소피참진드기였으며(Song et al., 2016), 경기도 비무장지대에서는 75.8%의 진드기가(Chong et al., 2013), 경기도 광주지역의 경우 90%(Jung et al., 2019) 작은소피참진드기로 확인되었다. 또한 우리나라 전국적인 참진드기 분포 연구에 의하면 전체 채집 진드기의 90.8%가 작은소피참진드기로 관찰되었다(Park et al., 2014). 본 연구를 비롯한 국내 참진드기 연구에 근거할 때, 작은소피참진드기는 상주지역뿐만 아니라 전국에서 우점하는 종으로 판단된다.

상주시에서 채집된 참진드기의 환경에 따른 발생률을 조사한 결과, 관리 취약지역에서 91.6%, 농촌 지역에서 5.6%, 도심 녹지지역에서 2.8%의 참진드기가 채집되어, 도심 녹지지역보다 농촌 지역에서 조금 더 높은 참진드기 발생을 보였고, 이들 두 지역보다 관리 취약지역에서 상당히 높은 참진드기의 발생률을 보였다(Fig. 2B).

세 환경중 가장 적은 참진드기 발생률을 보인 14개 지점의 도심 녹지지역에서는 강변 산책로(site 1)와 강변공원(site 3)에서 각각 CI 3, CI 1의 작은소피참진드기가 채집되어 참진드기의 발생이 확인되었으나, 나머지 12개 지점에서는 참진드기 발생이 관찰되지 않았다(Table 1). 참진드기의 발생이 확인되지 않은 12개 지점은 강변 산책로(site 2) 및 강변 공원(site 4)과 도심 공원(sites 5~9), 체육 센터(sites 10~12), 고등학교(site 13)와 대학교 내의 잔디밭(site 14)으로 예초 작업 및 해충 방제 활동 등의 체계적 관리가 이루어지고 사람들의 왕래가 잦으며 야

Table 2. The sequence information of primers for detection of M segment of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus.

PCR steps	Name of PCR primers	Primer sequences (5'-3')	Target sizes
First PCR	SFTSV MF3	GAT GAG ATG GTC CAT GCT GAT TCT	560bp
	SFTSV MR2	CTC ATG GGG TGG AAT GTC CTC AC	
Nested PCR	SFTSV For	TAA ACT TGT GTC GTG CAG GC	245bp
	SFTSV Rev	CCC AGC GAC ATC TCC TTA CA	

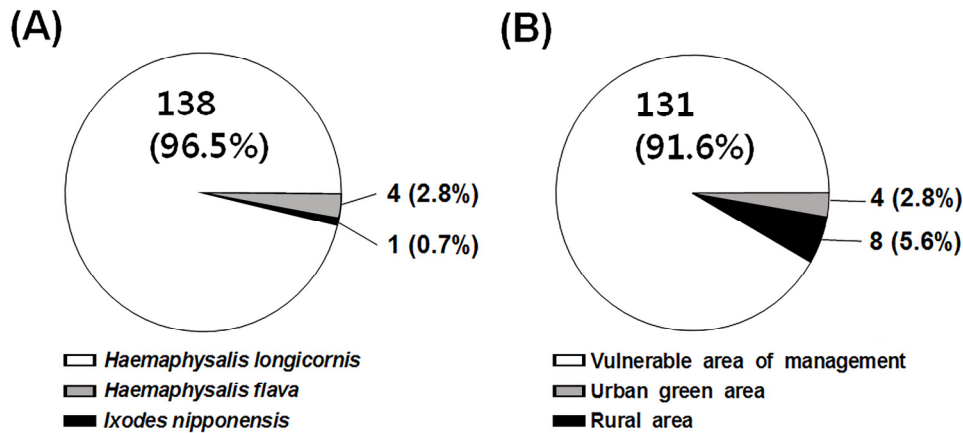


Fig. 2. Distribution of tick species collected in Sangju city, Gyeongsangbuk-do, 2019. Collection Index of each tick species and its percentage (A). Collection Index and percentage of ticks collected from different environments (B).

간 가로등으로 인한 진드기의 주요 흡혈원인 야생동물의 출현 빈도가 낮아 참진드기가 채집되지 않은 것으로 생각된다(Table 1, Fig. 1). 이는 참진드기가 채집되지 않은 원인이 인위적인 환경과 사람들의 빈번한 왕래가 야생동물의 활동에 영향을 미쳐 참진드기가 채집되지 않았다고 고찰한 이전 연구와 유사한 결과라 사료된다(Chae et al., 2017).

반면 인적이 드물고 수풀이 우거지며 관리가 이루어지지 않는 관리 취약지역 7개 지점에서는 이번 연구에서 채집한 참진드기의 91.6%가 채집되었다(Fig. 2B). 그 중 가장 높은 수치인 CI 64가 채집된 강변 잡초지(site 17)의 경우는 강둑길 아래 물가 바로 옆에 형성된 자연 잡초지로서 토양이 습하며 1 m 높이의 잡초로 이루어진 환경이 높은 상대습도를 형성하여 진드기의 발달에 유리하였기 때문에 많은 수의 진드기가 채집된 것으로 생각한다(Heath, 1979; Yoon, 2002). 또한 CI 49가 채집된 폐가(site 21)의 경우는 야산과 맞닿아 있는 곳으로, 인적이 드물고 마당에는 감나무와 1 m 높이의 무성한 잡초가 있으며 야생동물의 흔적이 관찰되는 것으로 보아 야생동물의 출입과 높은 잡초로 인해 많은 수의 진드기가 채집된 것으로 생각된다. CI 11이 채집된 산길(site 18)은 작은 계곡을 따라 형성되어 있는 잡목림 산길로 사람들의 왕래가 적고 관리되지 않아 낙엽이 무성하였다. 강둑 위 길가의 수풀 2개 지점(sites 15, 16)은 각각 CI 3과 CI 2의 진드기가 채집되었는데, 주변 잡초의 길이는 약 30 cm 정도로 낮았으나 근처에 야산이 있으며 야생동물의 흔적이 관찰되는 등 인적이 드물고 관리가 취약하여 채집된 것으로 생각한다. 농지 주변의 공터(site 19)는 관리되지 않은 잡초(1 m 이상)가 무성하고 야생동물의 흔적이 관찰되는 곳으로 CI 2 진드기가 채집되었다(Table 1, Fig. 1). 반면 주거지역 공터(site 20)는 참진드기가 채집되지 않았는데, 주거지역 공터(site

20)는 대학가 앞 형성된 주거지역 가운데 미개발된 지역으로 1 m 높이의 잡초가 무성하며 방치되어 있는 공간이지만 주변으로 사람의 왕래가 활발하며 포장도로와 가로등 등 인위적인 환경이 조성되어 있어 도심 녹지지역과 동일하게 야생동물의 출현이 제한된 것이 참진드기가 발생하지 않는 원인인 것으로 생각된다(Table 1, Fig. 1).

농촌 지역의 경우 5개 채집지에서 총 CI 8의 진드기가 채집되어 도심 녹지지역(CI 4) 보다 많이 채집되었다(Fig. 2B). 2개의 논두렁(sites 24, 25)과 농로(site 26)에서는 진드기가 채집되지 않았는데, 이는 진드기의 생존에 주변 습도가 중요하다는 점을 고려할 때(Knülle and Rudolph, 1982), 이들 주변 지역이 개방되어 그늘이 없으며 예초 작업이 이루어져 짧아진 잡초 탓에 건조한 것이 진드기가 채집되지 않은 원인으로 예상된다. 반면 축사 주변의 잡초지 2개 지점(sites 22, 23)에서는 각각 CI 3과 CI 2의 진드기가 채집되었다(Table 1, Fig. 1). 국내 방목장을 중심으로 진드기 분포를 조사한 연구에 의하면 우리나라 전 지역에 작은소피참진드기가 서식하는 것으로 보고하였는데(Kim et al., 2014), 이는 이들 지역에 흡혈 가능한 가축의 존재가 진드기 발생에 중요한 요인인 것으로 생각된다.

상주 지역에서 채집한 진드기(CI 141, 26 pool)를 대상으로 SFTS 바이러스를 검출한 결과 양성 의심 샘플은 확인되지 않았다. 이전 연구들에 의하면 SFTS 바이러스 검출률은 상황에 따라 상이한 것으로 판단된다. 지리산 주변에서 채집된 진드기 127개 pool을 대상으로 SFTS 바이러스 검출 연구에서 양성 샘플을 확인하지 못하였고(Song et al., 2016), 경기도 광주 지역에서 확보된 3,541마리(281 pool)의 진드기를 대상으로 실시한 연구에서도 양성 바이러스를 확인할 수 없었다(Jung et al., 2019). 그러나 Chae et al. (2017)의 SFTS 바이러스 진단 연구

에서는 관악산에서 채집된 총 273마리의 진드기에서 2.56% 최소아외감염률이 보고되었고, Park et al. (2014)의 전국단위의 연구에서는 11,856마리의 진드기 중 0.46%의 진드기에서 SFTS 양성이 관찰되는 등 채집 지역과 채집 시기 및 연구진에 따른 SFTS 바이러스 검출률이 상이하었는데, Song et al. (2016)은 이에 대해 진드기 샘플에서의 바이러스 진단을 위한 특이도 및 민감도 증대를 위한 지속적인 연구가 필요하다 고찰하였다. 본 연구에서 채집한 상주 지역 진드기 샘플에서 SFTS 바이러스 양성 샘플이 관찰되지 않았지만, 추후 다양한 방법을 통한 바이러스 진단법 효율 증대에 관한 추가적인 연구와 더불어 이를 적용한 지속적인 지역 사회의 SFTS 바이러스 모니터링 연구는 국민들의 안전을 위해 필수적으로 수행되어야 할 연구라 사료된다.

결론

본 연구에서는 상주시의 도심 녹지지역, 관리 취약지역, 농촌 지역으로 구별된 3개 환경내 26개 지점을 대상으로 진드기 발생을 조사하였다. 채집된 참진드기를 CI로 산출한 결과, 작은소피참진드기, 개피참진드기와 일본참진드기를 포함한 총 CI 143의 참진드기가 조사되었다. 이들 중 작은소피참진드기가 96.5% (CI 138) 채집되어 우점종으로 확인되었으며, 채집된 진드기의 91.6%는 시청의 방역이나 예초 작업 등의 체계적인 관리가 이루어지지 않는 관리 취약지역에서 채집되었다. 반면, 축사 주변과 농로 등의 농촌 지역에서는 소수의 진드기(CI 8)가 채집되었으며, 학교시설과 시민공원, 체육센터 등 체계적인 관리가 이루어지는 도심 녹지지역에서는 진드기가 채집되지 않았으나 강변산책로와 강변공원에서 CI 4의 진드기가 채집되었다. 본 연구에서 채집된 참진드기 26 pool을 대상으로 SFTS 바이러스를 검출한 결과 모두 음성으로 확인되었다. 본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 상주 지역내 참진드기에 대한 노출은 시민들이 주로 생활하는 반경의 녹지 공간과 논, 밭과 같은 농경지에서 비교적 적을 것으로 예상되지만, 축사 주변이나 농로 주변의 풀이 우거진 곳에서의 주의가 필요할 것으로 생각되며, 특히 인적이 드물고 관리가 되지 않는 잡초지의 경우 참진드기에 노출될 위험성이 높기 때문에 출입을 삼가야 할 것으로 사료된다.

사사

본 연구는 상주시 2019년 지역인재육성 및 교육환경개선사업(우석여고-창의적 지역 인재육성을 위한 명품교육)과 질병관리본부 민간경상보조사업 ‘권역별 기후변화 매개체 감시 거

점센터’(과제번호: 4851-304-320-01)의 지원으로 수행되었습니다.

저자 직책, 역할

김영호: 경북대, 교수; 실험설계 및 논문작성
 엄종원: 우석여고, 교사; 실험설계
 이육교: 질병관리본부, 연구관; 실험설계
 이재석: 경북대, 석사과정; 병원체 진단 실험 수행
 문경환: 경북대, 석사과정; 병원체 진단 실험 수행
 김영호: 경북대, 석사과정; 병원체 진단 실험 수행
 박예은: 경북대, 학사과정; 분류 및 동정
 전지향: 경북대, 학사과정; 분류 및 동정
 박시은: 우석여고, 학생; 참진드기 채집
 우지현: 우석여고, 학생; 참진드기 채집
 정여진: 우석여고, 학생; 참진드기 채집

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음

Literature Cited

- Barker, S.C., Walker, A.R., 2014. Ticks of Australia. The species that infest domestic animals and humans. *Zootaxa* 3816, 1-144.
- Beard, C.B., Occi, J., Bonilla, D.L., Egizi, A.M., Fonseca, D.M., Mertins, J.W., Backenson, B.P., Bajwa, W.I., Barbarin, A.M., Bertone, M.A., 2018. Multistate infestation with the exotic disease-vector tick *Haemaphysalis longicornis*—United States, August 2017–September 2018. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 67, 1310.
- CDC, 2017. DPDx. <https://www.cdc.gov/dpdx/ticks/index.html> (accessed on 31 December, 2017).
- Chae, J.-B., Kim, T.-H., Jung, J.-H., Park, Y.-J., Park, J.-H., Choi, K.-S., Yu, D.-H., Park, B.-K., Chae, J.-S., 2017. Prevalence of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus among ticks surveyed at Mt. Gwanak, Korea. *Korean J. Vet. Res.* 57, 169-174.
- Chong, S.T., Kim, H.C., Lee, I.-Y., Kollars Jr, T.M., Sancho, A.R., Sames, W.J., Chae, J.-S., Klein, T.A., 2013. Seasonal distribution of ticks in four habitats near the demilitarized zone, Gyeonggi-do (Province), Republic of Korea. *Korean J. Parasitol.* 51, 319.
- Dantas-Torres, F., Chomel, B.B., Otranto, D., 2012. Ticks and tick-borne diseases: A one health perspective. *Trends Parasitol.* 28, 437-446.
- Ham, H., Jo, S., Jang, J., Choi, S., 2014. No detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus from ixodid ticks collected in Seoul. *Korean J. Parasitol.* 52, 221.
- Heath, A., 1979. The temperature and humidity preferences of

- Haemaphysalis longicornis*, *Ixodes holocyclus* and *Rhipicephalus sanguineus* (Ixodidae): studies on eggs. *Int. J. Parasitol.* 9, 33-39.
- Heath, A.C., Palma, R.L., Cane, R.P., Hardwick, S., 2011. Checklist of New Zealand ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae). *Zootaxa* 2995, 55-63.
- Hoogstraal, H., Roberts, F.H., Kohls, G.M., Tipton, V.J., 1968. Review of *Haemaphysalis (kaiseriana) longicornis* neumann (resurrected) of Australia, New Zealand, New Caledonia, Fiji, Japan, Korea, and Northeastern China and USSR, and its parthenogenetic and bisexual populations (Ixodoidea, Ixodidae). *J. Parasitol.*, 1197-1213.
- Jongejan, F., Uilenberg, G., 2004. The global importance of ticks. *Parasitology-Cambridge* 129, S3-S14.
- Jung, M., Kho, J.-W., Lee, W.-G., Roh, J.Y., Lee, D.-H., 2019. Seasonal occurrence of *Haemaphysalis longicornis* (Acari: Ixodidae) and *Haemaphysalis flava*, vectors of severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) in South Korea. *J. Med. Entomol.* 56, 1139-1144.
- Kawabata, M., Baba, S., Iguchi, K., Yamaguti, N., Russell, H., 1987. Lyme disease in Japan and its possible incriminated tick vector, *Ixodes persulcatus*. *J. Infect. Dis.* 156, 854.
- KCDC, 2019. Survey of ticks based on epidemiological investigation of severe fever with thrombocytopenia syndrome patients in South Korea, 2018. https://www.cdc.go.kr/board/board.es?mid=a30501000000&bid=0031&list_no=364847&act=view (accessed on 11 September, 2019).
- Kim, B.-J., Kim, H., Won, S., Kim, H.-C., Chong, S.-T., Klein, T.A., Kim, K.-G., Seo, H.-Y., Chae, J.-S., 2014. Ticks collected from wild and domestic animals and natural habitats in the Republic of Korea. *Korean J. Parasitol.* 52, 281-285.
- Kim, H.C., Han, S.H., Chong, S.T., Klein, T.A., Choi, C.-Y., Nam, H.-Y., Chae, H.-Y., Lee, H., Ko, S., Kang, J.-G., 2011. Ticks collected from selected mammalian hosts surveyed in the Republic of Korea during 2008-2009. *Korean J. Parasitol.* 49, 331.
- Kim, K.-H., Oh, M.-D., 2014. Severe fever with thrombocytopenia syndrome. *Korean J. Med.* 86, 271-276.
- Kim, K.-H., Yi, J., Kim, G., Choi, S.J., Jun, K.I., Kim, N.-H., Choe, P.G., Kim, N.-J., Lee, J.-K., Oh, M.-d., 2013. Severe fever with thrombocytopenia syndrome, South Korea, 2012. *Emerg. Infect. Dis.* 19, 1892-1894.
- Knülle, W., Rudolph, D., 1982. Humidity relationships and water balance of ticks, *Physiology of ticks*. Elsevier, Oxford, U.K., pp. 43-70.
- KOSIS, 2019a. Outbreak status of infectious disease. http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1442 (accessed on 19 July, 2019).
- KOSIS, 2019b. Outbreak status of infectious disease by age. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_117N_A00404&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F_24&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE (accessed on 1 August, 2019).
- KOSIS, 2019c. Outbreak status of infectious disease by region. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_117N_A00402&conn_path=I2 (accessed on 31 July, 2019)
- KOSIS, 2019d. Population by city and province of farm household. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EA1011&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F_5_1_1&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=K1&path=%25EB%2586%258D%25EB%25A6%25BC%252F%25EC%2588%2598%25EC%2582%25B0%2520%253E%2520%25EB%2586%258D%25EB%25A6%25BC%2520%253E%2520%25EB%2586%258D%25EB%25A6%25BC%25EC%2596%25B4%25EC%2597%2585%25EC%25A1%25B0%25EC%2582%25AC%2520%253E%2520%25EB%2586%258D%25EC%2597%2585%2520%253E%25202010%25EB%2585%2584%7E%25ED%2596%2589%25EC%25A0%2595%25EA%25B5%25AC%25EC%2597%25AD%28%25EC%258B%259C%25EA%25B5%25B0%25EA%25B5%25AC%29%25EB%25B3%2584%2520%25EB%2586%258D%25EA%25B0%2580%252C%2520%25EB%2586%258D%25EA%25B0%2580%25EC%259D%25B8%25EA%25B5%25AC (accessed on 16 April, 2020).
- Li, D., 2015. Severe fever with thrombocytopenia syndrome: a newly discovered emerging infectious disease. *Clin. Microbiol. Infect.* 21, 614-620.
- Moon, S., Gwack, J., Hwang, K.J., Kwon, D., Kim, S., Noh, Y., Roh, J., Shin, E.-h., Jeong, K., Seok, W., 2013. Autochthonous lyme borreliosis in humans and ticks in Korea. *Osong Public Health. Res. Perspect.* 4, 52-56.
- Noh, B., Lee, W., Lee, H., Cho, S., 2018. Geographical distribution of ticks in the Republic of Korea in 2018. *Public Health Wkly. Rep.* 11, 1417-1421.
- Park, S.-W., Song, B.G., Shin, E.-H., Yun, S.-M., Han, M.-G., Park, M.Y., Park, C., Ryou, J., 2014. Prevalence of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in *Haemaphysalis longicornis* ticks in South Korea. *Ticks. Tick Borne Dis.* 5, 975-977.
- Raghavan, R., Barker, S., Cobos, M., Barker, D., Teo, E., Foley, D., Nakao, R., Lawrence, K., Heath, A., Peterson, A., 2019. Potential spatial distribution of the newly introduced long-horned tick, *Haemaphysalis longicornis* in North America. *Sci. Rep.* 9, 1-8.
- Rainey, T., Occi, J.L., Robbins, R.G., Egizi, A., 2018. Discovery of *Haemaphysalis longicornis* (Ixodida: Ixodidae) parasitizing a sheep in New Jersey, United States. *J. Med. Entomol.* 55, 757-759.
- Shin, S., 2013. Severe fever with thrombocytopenia syndrome virus. *J. Korean Vet. Med. Assoc.* 49, 359-364.
- Song, B.J., Lim, H.C., Ha, T.M., Jeon, D.Y., Yang, S.I., Song, H.J., 2016. Distribution of ticks carrying severe fever with thrombocytopenia syndrome virus (SFTSV) around Jiri walking trails of Jeollanam-do, Korea. *Korean J. Vet. Serv.* 39, 75-80.
- Takahashi, T., Maeda, K., Suzuki, T., Ishido, A., Shigeoka, T., Tominaga, T., Kamei, T., Honda, M., Ninomiya, D., Sakai, T.,

-
2014. The first identification and retrospective study of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Japan. *J. Infect. Dis.* 209, 816-827.
- Yamaguti, N., Tipton, V.J., Keegan, H.L., Toshioka, S., 1971. Ticks of Japan, Korea, and the Ryukyu islands. *Brigh. Young Univ. Sci. Bull.* 15, 1.
- Yoon, Y.-H., 2002. Effect of relative humidity by green space at p.m. 2 o'clock. *J. Korean Inst. For. Recreation* 6, 1-6.
- Yu, X.-J., Liang, M.-F., Zhang, S.-Y., Liu, Y., Li, J.-D., Sun, Y.-L., Zhang, L., Zhang, Q.-F., Popov, V.L., Li, C., 2011. Fever with thrombocytopenia associated with a novel bunyavirus in China. *N. Engl. J. Med.* 364, 1523-1532.
- Yun, S.-M., Park, S.-J., Park, S.-W., Choi, W., Jeong, H.W., Choi, Y.-K., Lee, W.-J., 2017. Molecular genomic characterization of tick-and human-derived severe fever with thrombocytopenia syndrome virus isolates from South Korea. *PLOS Negl. Trop. Dis.* 11, e0005893.
- Zhang, Y.-Z., Zhou, D.-J., Qin, X.-C., Tian, J.-H., Xiong, Y., Wang, J.-B., Chen, X.-P., Gao, D.-Y., He, Y.-W., Jin, D., 2012. The ecology, genetic diversity, and phylogeny of Huaiyangshan virus in China. *J. Virol.* 86, 2864-2868.