

가막살나무속 몇 수종의 초식에 대한 방어전략 탐색

Exploring on the Defense Strategies against Herbivory of Several Species of the Genus *Viburnum*

김갑태¹ · 김희진²

¹상지대학교 산림과학과, ²서울대학교 대학원 산림과학부

서론

생태계를 유지하는 생산자인 식물은 지구상에 출현한 이후로 끊임없이 초식곤충이나 초식동물들의 공격을 받으며, 이에 대한 저항력을 개발하면서 진화해왔다. 지금까지 알려진 직접적 방어전략으로는 가시나 여러 종류의 털을 줄기 잎 등에 발생시키거나 대사산물인 화학물질을 분비하여 초식의 피해로부터 벗어나려는 다양한 노력을 기울였고, 간접적 방어 전략으로는 초식에 대한 반응으로 휘발성물질을 발산시켜 포식곤충을 유인하여 초식곤충을 방어하거나, 꽃 이외의 다른 부분에 감로를 분비하여(extrafloral nectary, EFN; 花外蜜腺) 개미나 말벌 등을 불러들여 초식곤충이 접근하지 못하게 하는 방법을 이용하였다(Heil, 2008).

다른 하나의 방어 전략은 Lundstroem(1887)에 의해 발견, 소개되었으며, 그는 식물의 잎 뒷면에 포식 및 식균성 응애의 피난처 역할을 하는 잎의 미세구조로 개미가 서식하는 보다 큰 공간에 대비시켜 acrodomatia(mite house)라 소개하였다. 최근 domatia라는 용어를 더 많이 쓰고 있으며, 이는 home 또는 dwelling을 뜻하는 라틴어 'domus'에서 만들어진 용어로 흔히 잎의 뒷면 주맥과 측맥 사이에 있는 공간에 만들어진 미세한 공간으로 보통의 경우 포식성 또는 식균성 응애류가 산란하고 탈피하기도 하는 서식처로 알려졌다.

O'Dowd와 Pemberton(1998)은 한국에서 수관층 응애의 분포와 풍부도를 조사하여 우점종을 포함한 목본식물의 50%는 domatia 구조를 가지고 있고, 24종의 수종에 대하여 잎의 domatia와 응애류의 서식실태를 조사하여 응애와 목본식물의 상리공생을 확인하였으며, domatia의 유무는 포식 또는 식균성 응애류의 풍부도에 영향함을 밝혔다. 이러

한 결과는 식물과 응애 간의 상리공생(mutualism)을 주장하는 보고들(Walter, 1996; Kabicek, 2003; Monks *et al.*, 2007; Weintraub and Palevsky, 2008)과 일치하며, 온대지방에서 응애와 식물간의 상리공생이 빈번하다는 것을 나타낸다고 주장하였다.

Agrawal and Karban(1997)은 목화 잎에서 초식 응애를 잡아먹는 노린재류(*Geocoris* spp.)를 확인하고 응애 피해가 일반적인 작물에서 살충제 처리를 대체할 자연적인 생물학적 방제가 가능함을 밝혔고, domatia 같은 엽형질을 개선시키는 식물육종 또는 유전공학적 개량이 천적집단과 효율성을 높일 수 있다고 주장하였다. Kim *et al.*(2006)은 시설재배 농작물을 가해하는 총채벌레의 생물학적 방제를 위하여 천적인 으뜸애꽃노린재와 오이이리응애의 총채벌레 밀도 억제효과를, Kim *et al.*(2009)은 국내 단풍나무속 8종에 대해 domatia, 포식응애 및 초식절지동물을 조사하여 포식응애와 단풍나무류의 상리공생을 보고한 바 있다. Lee와 Ryu(1989)는 한국산 이리응애는 점박이응애(spider mite)나 애응애(false spider mite)에 대한 천적으로 가장 중요하며, 3종의 미기록종을 포함한 5종을 조사 보고하고, Ryu *et al.*(1997)는 식물을 보호하는 식식성응애의 대표적인 포식자 한국산 이리응애 발생빈도를 조사하여, 우점종은 긴꼬리이리응애와 순이리응애임을 밝혔다.

이 연구는 국내에 분포하는 가막살나무(*Viburnum*)속 수종들의 초식에 대한 방어전략을 탐색하고자 가막살나무속 수종들을 대상으로 2009년 5월부터 2010년 10월까지 잎의 형태적 특성, domatia구조, 초식곤충 및 응애의 서식여부를 조사하였다.

연구내용 및 방법

2009년 5월부터 2010년 10월까지 우리나라에 생육중인 가막살나무(*Viburnum*)속 5수종의 초식에 대한 방어전략 탐색을 위하여 각 수종에 대하여 생육기간 중에 잎을 채취하여 잎의 형태적 특성과 domatia와 응애류의 서식실태 조사를 수행하였다.

모든 조사와 시험은 2009년 5월 초순부터 2010년 9월 하순까지 진행되었으며, 분꽃나무, 산분꽃나무, 가막살나무, 산가막살나무와 아왜나무를 대상으로 하였다. 원주시, 태안군, 봉화군, 태백산, 봉화군, 산청군 및 진주시에 생육중인 나무들에서 임의로 3개체씩을 선택하여 성숙한 잎을 3가지에서 3개 이상 채취하여 조사대상으로 하였다.

채취된 잎은 곧바로 플라스틱 백에 넣어 아이스박스에 담아 실험실로 운반하여 냉장실에 보관하면서 조사하였다. 가장 먼저 잎 뒷면의 엽맥 겨드랑이(vein axils)에 있는 domatia수를 20x hand lens를 이용하여 조사하였으며, 10-80x 해부현미경(Zeiss V8 Discovery) 하에서 잎의 앞, 뒷면 털의 유무 등 형태학적 특성과 잎에 서식하는 응애, 진딧물 등의 절지동물들을 관찰 및 촬영하였다.

결과 및 고찰

가막살나무(*Viburnum*)속 5수종의 초식에 대한 방어전략을 Table 1에 보였다.

가막살나무속의 5종에 대한 직접적 방어전략으로 엽신과

엽맥의 성모가 가장 일반적이었으며, 분꽃나무, 산분꽃나무 및 가막살나무에서는 잎생장이 완성될 때까지 잎의 표면에서도 성모가 유지됨을 확인하였다. 초식성 절지동물들이 천적을 피하고자 잎 뒷면에서 주로 먹이를 먹는 행태로 뒷면에는 대부분 성모가 밀생함을 확인하였다. 이러한 결과는 김 등(2009)의 털의 밀도가 높은 것은 초식에 대한 방어전략의 하나가 될 수 있을 것이라는 보고로 보아 분꽃나무 등의 세 수종은 산가막살나무나 아왜나무보다 밀생한 성모로 초식을 방어하는 직접적인 방어전략을 채택하고 있다고 사료된다. 포식응애와의 상리공생을 위한 domatia에 있어서는 아왜나무는 삼지형, 분꽃나무는 호주머니형의 domatia를 지녔고, 산분꽃나무, 가막살나무, 산가막살나무는 털복숭이형 domatia를 발달시키고 있었다. 이러한 결과는 김 등(2010)이 활엽수종의 도마티아 구조를 보고한 결과 범위 내에 포함되는 것이었다.

포식응애와 상리공생을 위해 식물이 만드는 엽당 domatia의 수에서는 산분꽃나무가 24.0개로 가장 많았고, 다음으로 산가막살나무, 가막살나무, 아왜나무, 분꽃나무 순으로 그 수가 감소하는 경향이였다. 엽당 포식응애의 수에서는 산분꽃나무가 8.1마리로 가장 많았으며, 다음으로 산가막살나무, 분꽃나무, 가막살나무, 아왜나무 순으로 그 수가 감소하는 경향이였다.

휘발성물질을 발산시켜 포식곤충을 유인하여 초식곤충을 방어하거나, 꽃 이외의 다른 부분에 감로를 분비하여 (extrafloral nectary, EFN; 花外蜜腺) 개미나 말벌 등을 불

Table 1. The defense strategies of five *Viburnum* species against herbivory.

Species	Trichome density on leaf blade			Domatia (No./leaf)		Predatory mites/ leaf (Mean±SD)	EFN	Sources
	Type	Upper	Lower	Type	Mean±SD			
<i>Viburnum carlesii</i>	Stellate	++;	+++;	Pocket	4.9	3.9±2.6	terminal vein * flower like tissue	Wonju, Taean
		on blade	on blade and vein	Tuft	±2.0			
<i>V. burejaeticum</i>	Stellate, Hispid	++ ;	+++;	Tuft	24.0	8.1±4.6	terminal vein	Bonghwa, Taean
		on blade	on blade and vein	Tuft	±6.3			
<i>V. dilatatum</i>	Stellate	++ ;	+++;	Tuft	13.6	3.3±2.3	t.v. + pellucid dot	Taean, Sancheung
		on blade	on blade and vein	Tuft	±2.7			
<i>V. wrightii</i>	Hispid	+ ;	++ ;	Tuft	17.5	5.3±4.5	t.v. + pellucid dot	Taebaek Bonghwa
		on blade	on vein	Tuft	±7.5			
<i>V. odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>	-	-	-	Pouch	9.3	2.6±0.9	terminal vein	Taean, Jinju
				Pouch	±1.6			
<i>F-values</i>					50.42**	7.34**		

** < p=0.01, *2 EFN: Extrafloral nectaries

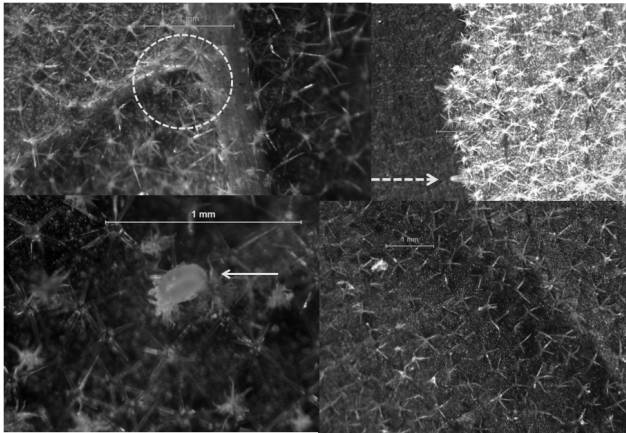


Figure 1. Defense strategies of *Viburnum carlesii*

러들여 초식곤충이 접근하지 못하게 하는 방법(Heil, 2008)인 화외밀선(Extrafloral nectaries)의 형태로 엽연부의 엽맥 끝에 넥타를 분비하는 것은 가막살나무 5 수종에서 모두 관찰되었고, 가막살나무와 산가막살나무에서는 잎 뒷면에 선점(pellucid dot)이 분포하는 것이 타 수종들에 비하여 좋은 방어전략이라 판단된다. 가막살나무의 큰 선점에서 넥타를 먹고있는 포식응애들이 관찰되었다(Figure 2). 분꽃나무의 잎 뒷면에는 성모 이외에 별모양의 부드러운 털이 있으며, 이를 포식응애가 이용하는 것이 관찰되었으며(Figure 1), 이 구조가 가막살나무와 산가막살나무에서의 선점과 같은 역할을 할 것이라 추정되나 좀더 구체적인 연구가 필요할 것이라 판단된다.

요약

화외밀선(EFN)의 형태로 엽연부의 엽맥 끝에 넥타를 분비하는 것은 가막살나무 5 수종에서 모두 관찰되었다. 가막살나무, 산가막살나무에서는 잎 뒷면 선점(pellucid dot)이 분포하는 것이 좋은 방어전략이라 판단된다. 가막살나무의 선점에서 넥타를 먹는 포식응애들이 다수 관찰되었다. 분꽃나무의 잎 뒷면에는 성모 이외에 별모양의 부드러운 털이

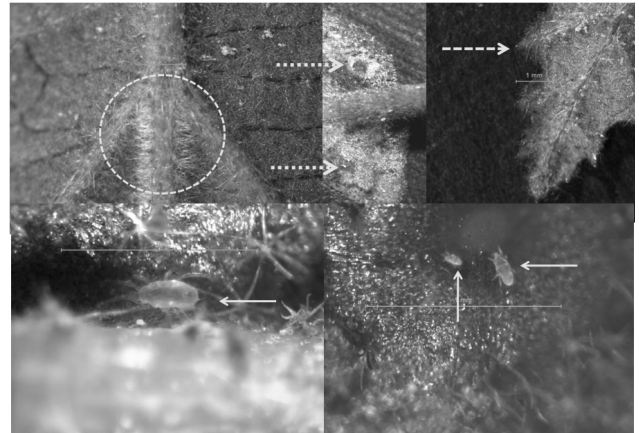


Figure 2. Defense strategies of *Viburnum dilatatum*

있으며, 이를 포식응애가 먹는 것이 관찰되었으며, 이 구조가 가막살나무, 산가막살나무에서의 선점과 같은 역할일 것이라 추정되나 좀더 정밀한 연구가 필요할 것이라 판단된다.

수종별로 독특한 방법으로 초식에 대한 방어전략을 개발하면서 꾸준히 진화하고 있다고 판단된다. 여기에 화학적 방어전략이 추가된다면 식물이 살아남기 위하여 얼마나 열심히 노력하고 있는가를 어느 정도 이해할 수 있을 것이라 기대된다.

인용문헌

- 김갑태, 추갑철, 김희진. 2010. 한국산 활엽수종의 도마티아 구조에 관한 연구. 한국환경생태학회지 24(3): 258-263.
- 김갑태, 류동표, 김희진. 2009. 단풍나무류 8종의 초식에 대한 방어 전략 탐색. 한국환경생태학회지 23(5): 385-393.
- Heil, M. 2008. Indirect defense via tritrophic interactions. *New Phytologist* 178:41-61.
- O'Dowd, D.J. and Pemberton, R.W. 1998. Leaf domatia and foliar mite abundance in broadleaf deciduous forest of North Asia. *American Journal of Botany* 85(1): 70-78.