

## 초식에 대한 충남 태안군지역에 생육중인 몇 활엽수종의 방어전략

# Plant Defense Strategies Against Herbivory of Several Broadleaved Tree Species in Taean-gun, Chunchongnam-do

김갑태<sup>1</sup> · 엄태원<sup>1</sup> · 류동표<sup>1</sup> · 추갑철<sup>2</sup>

<sup>1</sup>상지대학교 산림과학과, <sup>2</sup>진주산업대학교 산림자원학과

### I. 서론

식물은 지구상에 출현한 이후로 끊임없이 곤충이나 동물들의 초식의 위협 속에서 성장하며, 이에 대한 방어 전략을 개발하면서 진화해왔다. 지금까지 알려진 직접적 방어 전략으로는 가시나 여러 종류의 털을 줄기 잎 등에 발생시키거나 2차 대사산물인 화학물질을 분비하여 초식으로부터 벗어나려는 노력을 기울였고, 간접적 방어 전략으로는 초식에 대한 반응으로 휘발성물질을 발산시켜 육식곤충을 불러들여 초식곤충을 방어하거나, 꽃 이외의 부분에 꿀을 분비하여(extrafloral nectary, EFN; 花外蜜腺) 개미나 말벌 등의 육식곤충을 불러들여 초식곤충이 접근하지 못하게 하는 방법을 이용하였다(Heil, 2008). 다른 하나의 방어 전략은 Lundstroem(1887)에 의해 소개되었으며, 잎의 뒷면 주맥과 측맥 사이의 공간에 만들어진 미세한 공간인 Domatia 구조를 육식성 또는 식균성 응애류에게 제공하여 간접적으로 초식에 대한 방어전략으로 활용하고 있다. 즉, 육식성 또는 또는 식균성 응애류와 식물간의 상리공생을 domatia라는 구조가 중재하는 셈이다. O'Dowd와 Pemberton(1998)은 한국의 광릉과 점봉산에서 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 육식 또는 식균성 응애류의 풍부도에 영향을 밝혔다. 이러한 결과는 식물과 응애 간의 상리공생(mutualism)을 주장하는 보고들(Port and Scopes, 1981; Kabicek, 2

003; Monks *et al.*, 2007; Weintraub and Palevsky, 2008)과 일치하며, 온대지방에서 응애와 식물간의 상리공생이 빈번하다는 것을 나타낸다고 주장하였다.

Skirvin and Williams(1999)는 형태와 구조가 다른 세 원예식물과 초식응애, 육식응애를 대상으로 실내실험을 하여 초식응애의 번식률, 초식응애의 이동성은 식물종간 고도의 유의차가 인정되었으나, 육식응애의 이동성은 유의차가 인정되지 않았으며, 식물의 구조는 초식응애의 밀도가 낮을 때 육식응애가 생존할 가능성에 영향을 밝혔다. 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 식물 육종 또는 유전공학적인 개량이 천적집단과 효율성을 높일 수 있다고 주장하였다. Lee와 Ryu(1989)는 한국산 이리응애는 민첩한 작은 절지동물로 응애(spider mite)나 애응애(false spider mite)에 대한 천적으로 가장 중요하며, 3종의 미기록종을 포함한 5종을 조사보고한 바 있고, Ryu *et al.*(1997)는 식물을 보호하는 식식성 응애의 대표적인 포식자 한국산 이리응애의 서식식물과 발생빈도를 조사하여, 밤나무와 뽕나무에서 가장 많은 종과 개체수가 서식하며, 우점종은 긴꼬리이리응애와 순이리응애임을 밝혔다.

이 연구는 한반도 서부 해안지역인 태안군에 생육중인 활엽수종들의 초식에 대한 방어전략을 탐색하고자 67종의 활엽수를 대상으로 방어전략을 결정하는 잎의 형태적 특성, domatia구조, 초식곤충 및 응애의 서식여부를 조사하였다.

### II. 재료 및 방법

태안군에 생육중인 활엽수종의 엽시료는 2009년 7월 5일부터 7월 7일까지 태안국립공원 및 천리포 수목원 주변에서 채취한 총 67종을 대상으로 하였다. 각 수종들은 태안군 일원에서 생육 중인 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 거드랑이(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. 곤충류는 해부현미경하에서 실체사진을 촬영 후 건조표본을 제작하면서 분류동정을 하였으며, 동정 시 각 분류군별 동정은 고려대학교 한국곤충연구소 출판의 한국곤충생태도감(1998)과 병해충방제도감(2005)과 관련 문헌을 참고하였다. 응애의 분류는 Krantz 등(2009)의 기준으로 하였으며, 응애류의 정확한 종 동정을 위하여 액침표본을 제작하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

67종의 활엽수 엽시료를 조사하여 직접적인 방어전략과 간접적 방어전략으로 나누어 주요 결과를 보였다. 직접적인 방어전략은 잎에 털을 밀생시켜 미소흡즙성 절지동물로부터 피해를 감소시키는 전략으로 태산목에서의 밀응모, 은백

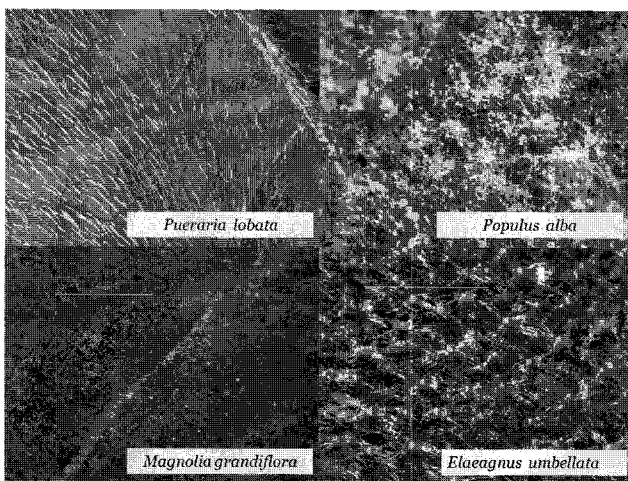


Figure 1. Specific trichomes on the lower leaf surface of four tree species

양과 포도에서의 밀면모, 보리수나무에서 비늘털 밀생, 칩의 강모 밀생 등이 대표적 사례였다(Figure 1).

화외밀선(花外蜜腺; extrafloral nectary, EFN)은 식물이 개미, 말벌, 육식응애 등의 육식곤충을 활용하려는 초식곤충에 대한 간접 방어전략(Mathews *et al.*, 2009; Heil, 2008; Heil *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 1999)이며, 조사 대상 67종 중에서 23종(34.3%)의 활엽수가 이를 채택하고 있는 것으로 나타났다. 대표적인 사례로 앵두나무, 무화과, 가막살나무 및 서어나무의 화외밀선을 Figure 2에 보였다.

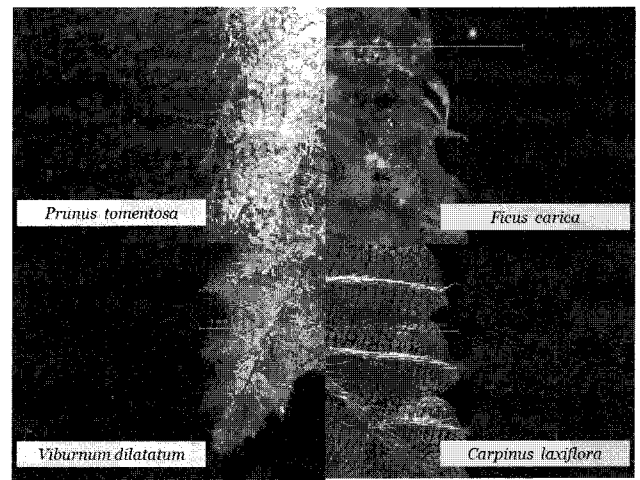


Figure 2. Extrafloral nectaries(EFNs) on the leaf margin of four tree species

다른 하나의 간접적인 방어전략은 식물체의 잎 뒷면 흔히 맥액에 육식 또는 식균성 응애가 산란하고 쉴 수 있는 공간을 제공하여 식물과 응애간의 상리공생(mutualism)을 중재하는 domatia 구조의 유무이다. 조사 대상 67종 중에서 46종(68.7%)의 활엽수가 domatia 구조를 채택하고 있는 것으로 나타났다.

참가시나무와 태산목 등을 비롯한 21종의 활엽수에서는 domatia 구조가 없었으며, 가래나무와 서어나무를 비롯한 31종의 활엽수에서는 엽맥 사이에 털이 밀생하여 공간을 만드는 tuft type domatia를 지녔고, 난티잎개암나무와 떡갈나무를 비롯한 12종의 활엽수에서는 pocket 모양구조에 털이 나있는 pocket+tuft type domatia를 지녔고, 왕벚나무와 팔배나무에서는 pocket type domatia를 지녔으며, 아왜나무에서는 pouch type domatia를 지녔음이 확인되었다(Figure 3). 이러한 domatia type은 기보고된 O'Dowd와 Pemberton (1994)의 결과와 대부분 일치하였다.

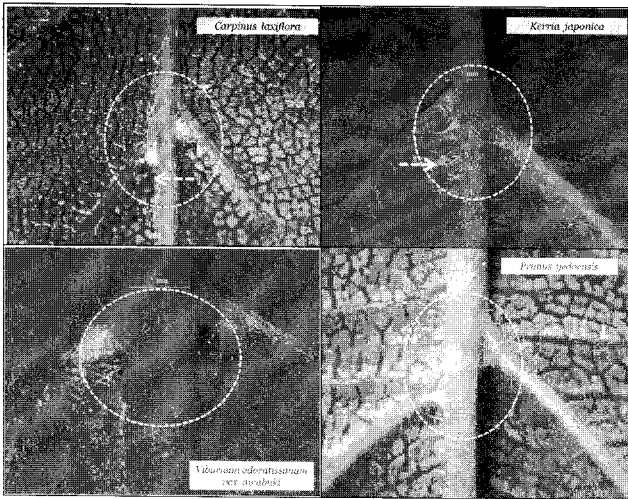


Figure 3. Domatia structures of four species( ○ ) and predatory mites( ← ).

조사 대상 67종 중에서 40종(59.7%)의 활엽수에서 육식 응애의 서식이 확인되었다. 이 결과는 Kabicek(2003)은 활엽수종이 육식응애의 저장고 역할을 한다고 보고와 같은 경향이라 판단된다. 엽에서 관찰된 소엽 또는 엽당 응애의 개체수는 수종간 편차가 많았으며, 잎에 서식하는 응애 개체수 평균은 떡갈나무에서 23.4마리로 가장 많았다. 이 결과는 Ryu et al.(1997)이 한국산 이리응애의 서식식물과 발생빈도를 조사하여, 밤나무와 뽕나무에서 가장 많은 종과 개체수가 서식한다는 결과와 조금 달랐다.

수종별로 10개의 잎에서 관찰된 잎을 가해하는 미소곤충류는 진사진딧물, 단풍알락진딧물, 나무이, 흑응애, 총채벌

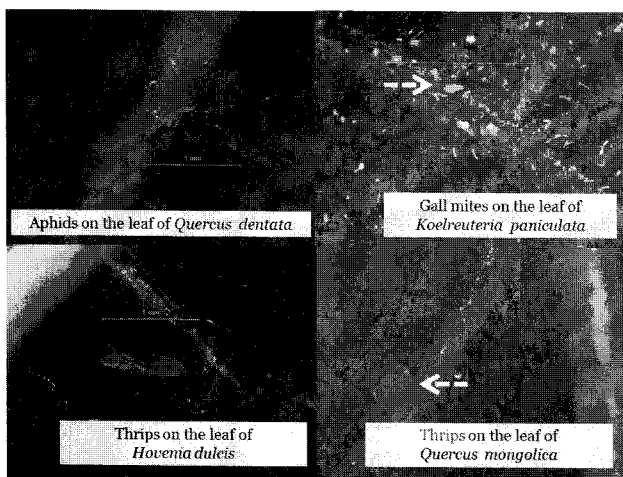


Figure 4. Observed insect pests on the leaves of broadleaved tree species

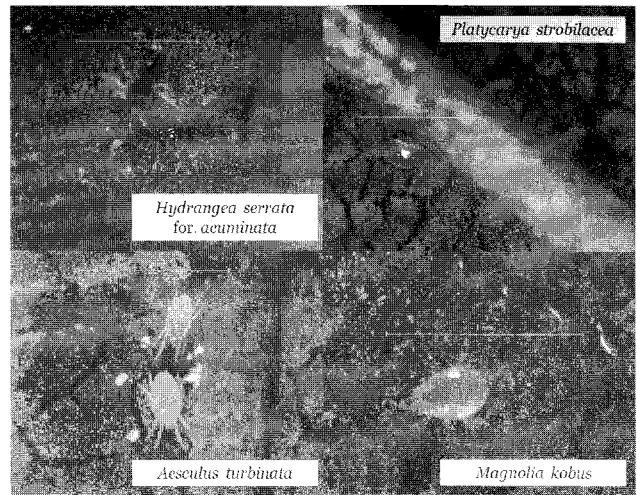


Figure 5. Observed predatory mites on the leaves of broadleaved tree species

레 등이었으며(Figure 4), 총 개체수는 흑응애, 나무이, 진딧물, 총채벌레 순이었다. 잎당 미소곤충의 개체수는 나무 개체간 편차가 심하였다. 잎을 가해하는 미소곤충 개체수는 떡갈나무, 신갈나무, 앵두나무, 단풍나무, 모감주나무 등에서 상대적으로 많은 편이었다.

산수국, 칠엽수, 굴피나무 및 목련의 잎에서 관찰된 육식 응애를 Figure 5에 보였다.

#### IV. 인용문헌

Agrawal, A.A. and R. Karban. (1997) Domatia mediate plant-arthropod mutualism. Nature 387: 562-563.

Heil, M. (2008) Indirect defense via tritrophic interactions. New Phytologist 178: 41-61.

Heil, M., Koch, T., Hilpert, A., Fiala, B., Biland, W. and K.E. Lisenmair. (2001) Extrafloral nectar production of the ant-associated plant, Macaranga tanarius, is an induced, indirect, defensive response elicited by jasmonic acid. Ecology 98(3): 1083-1088.

Kabicek, J. (2003) Broad leaf trees as reservoirs for phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). Plant Protect. Sci. 39(2): 65-69.

Krantz G.W. and Walter, D.E. and K. Hans. (2009) A Manual of Acarology. 3rd ed. Texas Tech. Univ. Press, 704pp.

Lundstroem, A.N. (1887) Pflanzenbiologische Studien. II. Die Anpassungen der Pflanzen an Thiere. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Ups. Ser. 3. 13: 1-87.

Lee, W.K. and Ryu, M.O. (1989) A taxonomic study on the Phytoseiid mites(Acarina: Arachnida) in Korea. The Korean J. Appl. of Entomology. 19(3):215-225. (in Korean)

- Mathews, C.R., Bottrell, D.G. and M.W. Rrown. (2009) Extrafloral nectaries alter arthropod community structure and mediate peach(*Prunus persica*) plant defense. *Ecological Applications* 19(3): 722-730.
- Monks, A., O'Connell, D.M., Lee, W.G. Bannister, J.M. and K.J.M. Dickinson. (2007) Benefits associated with the domatia mediated tritrophic mutualism in the shrub *Coprosma lucida*. *Oikos* 116: 873-881.
- O'Dowd, D.J. and R.W. Pemberton. (1998) Leaf domatia and foliar mite abundance in broadleaf deciduous forest of North Asia. *American Journal of Botany* 85(1): 70-78.
- Oliveira, P.S., Rico-Gray, V., Diaz-Castelazo, C. and C. Castillo-Guevara. (1999) Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta*(Cactaceae). *Functional Ecology* 13: 623-631.
- Port, C.M. and N.E.A. Scopes. (1981) Biological control by predatory mites (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) of red spider mite(*Tetranychus urticae* Koch) infesting strawberries grown in 'walk-in' plastic tunnels. *Pl. Path.* 30: 95-99.
- Ryu, M.O., Lee, W.K. and T.H. Kim. (1997) Habitats and abundances of Korean Phytoseiid mites. *Korean J. Appl. Entomol.* 36(3):224-230. (in Korean)
- Skirvin, D.J. and M.D.C. Williams. (1999) Differential effects of plant species on a mite pest(*Tetranychus urticae*) and its predator (*Phytoseiulus persimilis*): implications for biological control. *Experimental and Applied Acarology* 23: 497-512.
- Weintraub, P. and E. Palevsky. (2008) Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid field conditions. *Exp. Appl. Acrol.* 45: 29-37