

붉나무의 수령, 서식지 및 기생위치에 따른 오배자 형성

조형찬*·한광수*·안은용**

Gall formation on different age, habitat, and parasite position in *Rhus javanica* L.

Hyeong Chan Jo*, Kwang Soo Han* and Eun Yong An**

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the ratio and number of the *Rhus javanica* gall formed by chinese sumac aphid, *Scheleechtendalia chinensis*, in several different conditions in which *R. javanica* lives. The density of 11 to 15-year-old *R. javanica* was more higher and the number of galls was also higher than 1 to 5- or over 16-year-old one at these sites. The formed gall according to four directions such as the East, West, South and North was founded the highest at the East and followed South, North, and West order. The formative rate of *R. javanica* gall did not differ in the mixture forest, and in the habitat having a heap of a little stone and mosses near a valley was better than in the site of road perimeter. Through an index of the gall diameter and the number of chinese sumac aphid, we evaluated the gall processing and development formed by the aphid. As the density of aphids increase, the size of the gall was also more plumped. The part of phyllotaxy of *R. javanica* gall in leaf and pinnate of was increased in the middle and upper part of terminal leaflet and leaflet was more occupied than wing. *R. javanica* which did not form a gall in natural environmental, formed gall by a artificial inoculation of *S. chinensis*. Some gall disappeared during a gall development from various environmental conditions.

Key words : *Rhus javanica* gall, *Scheleechtendalia chinensis*, *Rhus javanica*, gall formation processing

緒 言

오배자는 진딧물과(Aphidae)에 속하는 곤

충에 의하여 붉나무(鹽膚木), 紅膚楊, 青膚楊 등과 같은 옷나무과(Anacardiaceae)에 형성된 충영으로, 우리나라의 경우 붉나무(*Rhus javanica* L.)에 오배자면충

* 우석대학교 생명자원과학부(Dept. of Life Resource Science, Woosuk University, Wanju 565-701, Korea)

** 고창고수초등학교(Gosu Primary School, Gosu-myeon, Gochang, Chonbuk 585-840, Korea) <2000. 8. 9 접수>

(*Schelchtendalia chinensis*)이 기생하여 이루어진 층영(오배자)을 형성하기 때문에 오배자나무라고도 일컫는다(掘唐覺, 1957; 김, 1988). 이처럼 식물체에 흑을 형성하는 곤충은 약 13,000종 정도가 알려져 있는데(Mani, 1992; Braman et al., 1996), 이들 대부분은 기주식물과 높은 특이성을 갖는 것으로 밝혀졌다(Dreger-Jauffret & Shorthouse, 1992). 한약재용 식물체에 흑을 형성하는 곤충으로는 구기자혹응애(*Aceria macrodomis* Keifer), 오갈피나무이(*Heterotrioza ukogi* Shinji), 국화잎혹파리(*Rhopalomyia chrysanthemum* Mozen) 등을 들 수 있는데, 이들 해충들은 식물체의 잎이나 어린가지 또는 잎자루 부위에 층영을 형성하고 영양분을 흡즙한다(농촌진흥청, 1994).

산림청 임산물수출입통계에 따르면, 국내산 오배자의 주 수출국이 미국, 일본, 벨기에를 비롯한 동남아시아 지역인 것으로 나타나는데 그 수출량이 연간 차이가 있으나 500,000톤 이상(1,000,000\$) 된다고 한다. 이처럼 오배자는 주요한 임산물수출품으로서, 한방에서는 수렴약, 피멧이약, 토혈, 각혈, 장출혈, 설사 때 복용하는 전통 한약재로 이용되고 있으며(문, 1991), 최근에 수행된 일련의 연구에서 붉나무의 껍질과 오배자의 항산화 효과가 알려졌다(Lee et al., 1993). 성분으로는 탄닌이 50-60% 들어 있고 주로 penta-*m*-digalloyl- β -D-glucoside로 구성되어 있고, 소량의 몰식자산과 수지 그리고 기름이 함유되어 있다. 중국과 일본 등지에서는 일찍부터 오배자의 증수를 목적으로 한 연구가 수행되었고(掘唐覺, 1957), 특히 Taniguchi et al. (1997)은 붉나무의 조직배양을 이용한 tannic acid의 대량생산에 관한 연구를 수행하였다. 또한 국내에서는 오배자의 약리성분을 분리하여 장내세균에 대한 정화작용(Kweon,

1994)과 항암활성(Jeong, 1996)이 보고되었다. 그러나 오배자의 형성기작 및 그 성장과정에 관한 연구는 Lee et al. (1997)에 의한 연구보고가 있을 뿐이며, 오배자의 인공증식을 통한 대량생산에 대한 연구는 전혀 수행된 적이 없다.

본 연구는 전라북도내 3개 지역을 대상으로 자생하고 있는 붉나무의 실태조사를 바탕으로 오배자면층에 의해 형성되는 오배자의 생성과정, 생성부위 그리고 경과과정과 11~15년생된 붉나무 자연군락지내에 오배자면층을 인위적으로 접종하여 오배자의 대량생산 가능성을 조사하여, 오배자 인위적 증식 생산에 대한 기초자료로 활용코자 수행하였다.

材料 및 方法

붉나무 수령 및 환경요인에 따른 오배자 생성 조사는 야생 붉나무가 자생하고 있는 북위 35° 30', 동경 126° 48'으로 해발 270m~280m에 위치한 전북 정읍군 산내면 장금리, 정주시 내장면 부전, 정주시 신정동 백학 지역 등 3개소를 실험지역으로 선정하였고, 붉나무의 수령(약 1~5년, 6~10년, 11~15년, 16년생 이상)에 따라 지역별 200개체를 임의로 선정하여 오배자 생성수를 조사하였으며, 그 결과로 오배자 생성수가 가장 많은 6~15년생된 붉나무들을 대상으로 환경요인(방위별, 그리고 혼합림 분포와 서식환경)에 따라 각각 100개체와 90개체를 임의로 선정한 후, 오배자 생성수를 조사하였다.

한편, 오배자가 붉나무 잎에서 생성되는 과정과 그 형태적인 특징을 조사하기 위해 5월 1일부터 9월 22일 까지 5일 간격으로 오배자의 생성과정을 관찰하였으며, 오배자면층의 밀도 변화와 오배자의 발육상황과의 관계를 알아보기 위해 오배자가 형성된 붉나무 잎을 실험실로 가져와서 그 잎에 형성된 오배자 증

각 3개를 취하여 분지혹의 가로, 세로(높이) 직경 및 오배자내 오배자면층 개체수를 광학 현미경하에서 조사하여 평균치를 얻었다.

붉나무 잎의 위치에 따른 오배자 형성수의 차이 유무를 알아보기 위해, 산내면 장금리 붉나무 자연 군락지에서 붉나무의 잎을 따서 정소엽의 엽축날개를 1번엽으로 하여 다음 측소엽의 엽축날개를 순차적으로 제 2, 3, 4엽으로 순서를 정하고, 복엽 200매를 임의로 택하여 오배자 수를 조사하였다.

오배자의 인공증식의 가능성을 알아보고 가장 효율적인 인공증식 체계를 확립하여 오배자의 대량생산 체계를 확립하기 위해, 산내면의 혼합림지역과 혼합림지역이면서 계곡을 끼고 이끼류가 서식하고 있으나 2km 인접지에 도로가 있어 오배자가 전혀 생성되지 않는 신정동 백학마을 지역의 붉나무 자생지를 각각 시험장소로 선정하였다. 5월 상순 월동을 마친 오배자면층 5, 10, 20, 40개체씩을 오배자가 형성되지 않은 11~15년생된 붉나무의 어린잎에 임의로 3반복으로 접종하였으며, 접종시 도망을 방지하기 위하여 망(2×3m)을 사용하였으며, 접종 후 3일에 망을 제거하여 주었고, 7월 2일과 9월 20일 2회에 걸쳐 오배자의 생성수를 조사하였다.

結果 및 考察

1. 조사지역내 붉나무 수령, 식생에 따른 오배자수

3개 실험지에서 붉나무 수령에 따른 오배자 생성수의 관계는 그림 1과 같다. 오배자 생성수는 산내면에서는 수령이 11~15년 경과된 붉나무 45개체(40.2%)에서 오배자 생성을 보였으며 오배자도 253개로 가장 많았으며, 1~5년생에서는 11개체(9.8%)에서 43개로 가장 적었다. 내장면에서는 수령이 11~15년의 붉나무 34개체(37.8%)에서 136개로 가장 많은 반면, 1~5년생에서는 12개체(13.3%)와 17개로 가장 적었다. 입암면에서는 수령 11~15년생 붉나무 41개체(43.6%)에서 187개로 가장 많은 반면, 1~5년생에서는 9개체(9.6%)에서 23개로 가장 적었다. 오배자면층에 의한 오배자 생성은 3개 지역 공히 붉나무 수령이 6~15년생에서 가장 높은 생성수와 생성수를 나타내었다. 이는 이 시기의 붉나무들이 상대적으로 활발한 성장을 하기 때문에 오배자 생성에 적합한 충분한 영양분을 공급해 줄 수 있기 때문인 것으로 추측된다. 掘唐覺(1959)는 수령이 20년 이상되면 가지가 가늘고 길며 복엽이 작아 오배자 성장에 영

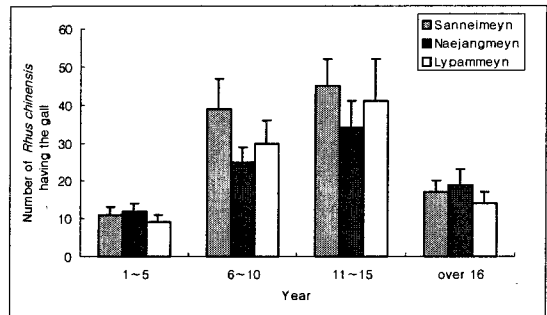
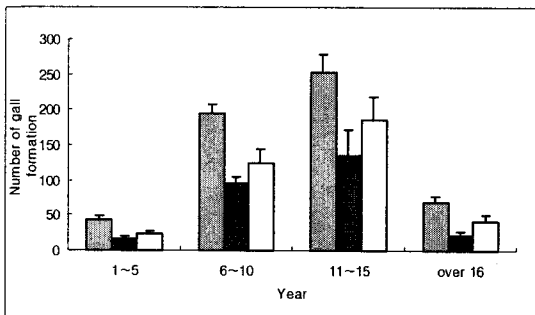


Fig. 1. The number of *Rhus javanica* having the gall and of its gall formation according to its old in three test sites.

향을 준다고 보고한 바가 있다.

붉나무의 서식지(방위)에 따른 오배자 생성과의 관계는 그림 2와 같다. 동쪽에 위치한 붉나무 62개체(39.0%)에서 279(41.3%)개의 오배자가 생성되어 가장 많은 수를 보였으며, 다음으로는 남쪽에 위치한 46개체(28.9%)에서 184(27.2%)개, 북쪽에서는 27개체(17.0%)에서 112(16.6%)개, 그리고 서쪽에서는 24개체(15.1%)에서 101(14.9%)개의 오배자가 생성되어 가장 적었다. 붉나무 서식지의 방위에 따른 오배자가 생성되는 차이는 오배자 생성을 초래하는 오배자면충의 생태에 미치는 요인에 의한 것으로 광주기, 일조량, 월동처, 또는 서식처의 토양수분에 좌우될 것으로 생각되는데, 掘唐覺(1957)에 의하면 오배자면충, 붉나무, 겨울기주인 초롱이끼가 잘 조화되어야 많은 오배자를 생성할 수 있다고 하였다. 따라서 동쪽 서식지 환경이 오배자 형성에 가장 유리했던 것으로 사료된다.

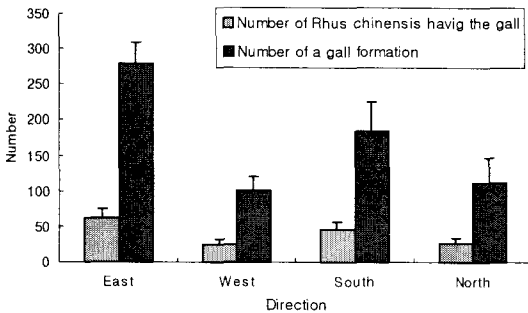


Fig. 2. The Relationship between a gall formation and habitat directions of *Rhus javanica*

붉나무 식생과 오배자 생성과의 관계는 표 1과 같다. 혼합림에서는 주위에 참나무(*Quercus acutissima* Carruthers)와 윤노리나무(*Pourthiaea villosa* Decne)가 서식하는 곳에

서 49개체(52.1%)가 오배자를 216개를 생성하였으며, 쥘레나무(*Rosa multiflora* Thunberg)와 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata* Bureau)가 서식하는 곳에서는 45개체가 오배자 187개를 생성하였다. 또한 풍화작용이나 암석의 물리적인 붕괴로 생긴 돌무더기가 쌓여 있고 물이 흐르고 있는 계곡에 이끼류가 서식하면서 습한 곳에서는 많은 오배자가 형성되었지만, 도로변에 서식하고 있는 붉나무에서는 오배자를 전혀 관찰할 수 없었다. 이와 같은 결과는 붉나무 자체의 식생과 환경요인보다는 오배자면충에 미치는 생육환경요인에 의하여 붉나무의 오배자 형성유무와 정도를 결정짓는 것으로 사료되었다.

Table 1. Number of *Rhus javanica* having a gall and of its gall formation in four different environmental factors

Environmental factors ^a	No.		
	Tree examined	<i>R. javanica</i> having a gall	Gall formation
A	90	45	187
B	90	49	216
C	90	78	445
D	90	0	0

^aA; The mixture forest of *Rosa multiflora* Thunberg and *Cudrania tricuspidata* Bureau, B; The mixture forest of *Pourthiaea villosa* Decne and *Quercus acutissima* Carruthers, C; The wet site having a moss species, D; The site near road.

2. 오배자 생성 과정 및 오배자면충 밀도변화

오배자 생성과정을 보면 오배자면충의 간모가 5월 5일경 붉나무 잎 뒷 표면에 기생하여 주둥이를 엽축날개 조직내에 꽂고 영양분을 탈취하였는데, 침입 후 약 3일정도 경과하면 엽축날개가 말리면서 간모가 그 속에 싸이며 부풀어 올라 점차 흑의 형태를 갖추기 시작하

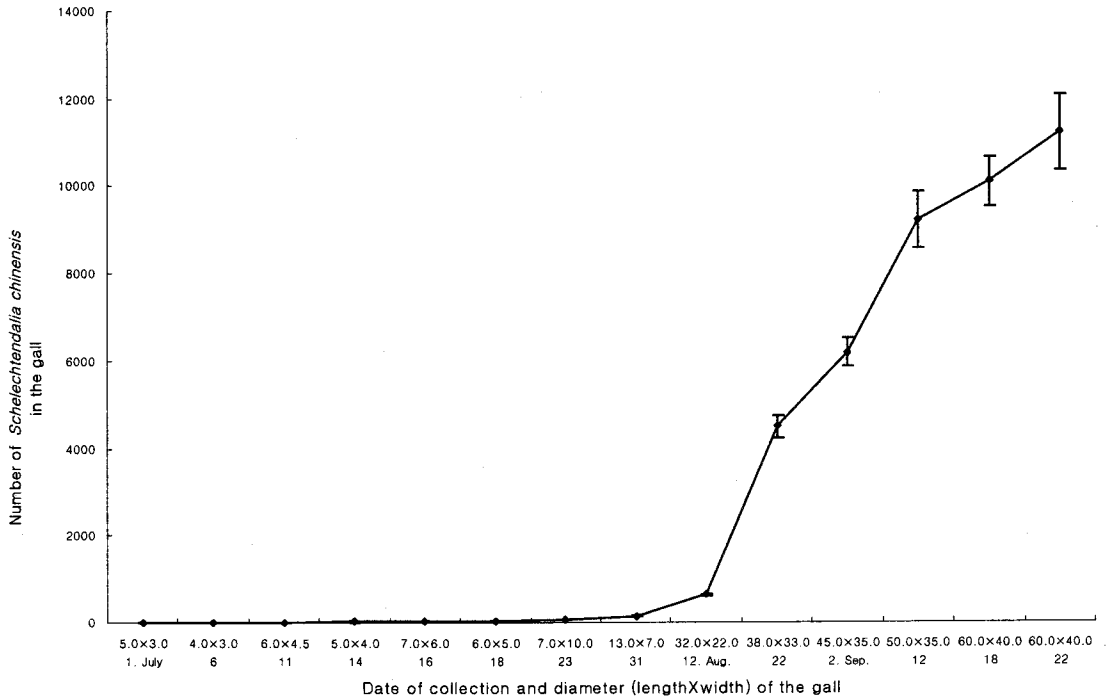


Fig. 3. The relationship between the gall size and the density of the aphid contained in it.

여 7월 5일경 충영 크기는 $4 \times 6 \times 6\text{mm}$, 충영 벽의 두께는 0.5mm 로 분리층이 생겼다. 8월 중순경 충영이 분지혹 모양을 이루면서 급격히 형성하다가 9월 하순에 오배자가 벌어지기 시작하여 유시태의 오배자면충으로 탈출하였다. 오배자면충이 탈출하고 개방된 오배자는 황갈색으로 붉나무에 달려 있다가 낙엽이 질 때 함께 떨어졌다.

오배자내 오배자면충의 밀도 변화를 그림 3에 제시하였다. 오배자면충의 밀도는 오배자 크기와 비례하여 증가하는 것으로 오배자가 완전히 성장하였을 때는 10,000여 마리가 상이 들어 있었다. 대체적으로 오배자면충은 오배자 크기와는 상관없이 그 속에는 면충이 가득 차 있었다. 이는 오배자 발육이 오배자면충 밀도와 밀접한 관계가 있다고 보고한 것 (Lee et al., 1977; Lai et al., 1993) 과 같은 결

과를 보였다.

3. 붉나무 잎의 위치에 따른 오배자 형성수

오배자 형성수를 조사한 결과는 그림 4에서 보는 바와 같이 엽축날개에서 94% (188개체)로 대부분이 부위에서 형성된 반면 소엽에서는 6% (12개체)로 매우 저조하였다. 엽축날개 중에서는 1엽축날개를 순서로 28.7%, 42.6%, 25.5%, 3.2%로 나타났으며, 엽축날개의 좌측과 우측의 차이는 보이지 않았다. 오배자는 반드시 햇빛이 들지 않는 가려진 잎의 뒷면에서 생성되었고, 앞면에서는 전혀 생성되지 않았다. 이와 같은 결과는 1개의 우상복엽 중 최하위 엽축날개를 기준으로 하였을 때 중상위 엽축날개에서 가장 많은 오배자가 형성된다는 Takagi (1937) 보고와 일치함을 알 수 있었으며, 뒷면에서만 형성된 것은 복엽의

해부학적인 특성에 대한 오배자면충의 생태와 관련이 있는 것으로 생각된다. 오배자면충이 기생하는 부위와 기주에 따라 다르고 형태 또한 각각 다르다고 하였는데 *S. chinensis*에 의한 오배자는 손톱모양에서 달걀모양까지 형태가 일정치 않으나 표면에 빨방의 균일한 돌기가 있기에 角倍라고 칭하며 이 때문에 국내에서는 붉나무를 빨나무라고도 한다(문, 1991; 掘唐覺, 1957)

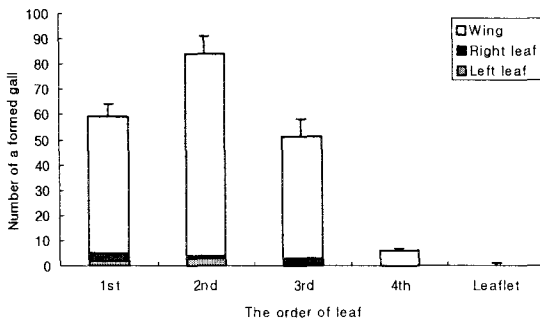


Fig. 4. Number of a gall formed on different order of leaves in *Rhus javanica*

4. 오배자 인공증식

11~15년생된 붉나무의 어린잎에 인위적으로 오배자면충을 접종시킨 결과는 표 2와 같다. 접종한 두 실험지역 모두 오배자를 생성하였으며, 지역에 따라서는 오배자 생성수에 차이를 보였다. 접종한 개체수에 비례하여 오배자 생성의 정도는 두 지역 공히 1, 2차 조사 모두 10개체를 접종한 붉나무에서 가장 많은 오배자 생성과 중량을 나타내었는데, 이는 개체간 경쟁에 의한 것이 아닌가 생각된다. 오배자를 형성할 수 없는 지역에서도 오배자면충을 인위적으로 접종시 생산할 수 있는 것으로 보아, 붉나무 서식지의 환경을 오배자면충이 서식할 수 있도록 만들어 준다면 대량생산이 가능할 것으로 사료된다. 1차조사 시보다 2차조사시 오배자 수가 감소현상을 보였는데, 이것은 오배자가 형성되었다가도 발육과정에서 환경요인에 의하여 일부는 발육하지 못하는 것으로 사료된다.

Table 2. The number and weight of *Rhus*-gall depending on individuals of *Scheleechtendalia chinensis* in two different sites

No. aphid examined ^a	A ^b			B ^c		
	Mean no. Gall formatted (%)		Weight of gall (g) ^e	Mean no. Gall formatted (%)		Weight of gall (g) ^e
	1st collection ^d	2nd collection ^e		1st collection ^d	2nd collection ^e	
5	2.7 (54.0) ± 0.5	2.3 (46.0) ± 1.1	11.5	2.6 (52.0) ± 1.0	2.0 (40.0) ± 0.6	11.2
10	6.3 (63.0) ± 2.3	5.7 (57.0) ± 3.2	13.4	6.6 (61.0) ± 3.1	5.3 (53.0) ± 1.5	13.1
20	9.7 (48.5) ± 4.5	7.7 (38.5) ± 4.5	9.7	9.3 (46.5) ± 3.7	7.3 (36.5) ± 2.1	9.5
40	22.3 (55.8) ± 10.7	18.3 (45.8) ± 7.3	8.9	21.6 (54.0) ± 8.7	17.3 (43.3) ± 7.3	8.3
Mean no. (%)	10.3 (55.3)	8.50 (46.8)	10.87	10.0 (53.4)	8.0 (43.2)	10.7

^aNumber of *Scheleechtendalia chinensis* released per leaf.

^bTest site, located in Sanney-meyn, has a complex forest composed of a variety of plant species.

^cTest site in Paekhag-ri is located near a road and it has both several mosses and water, but the formation of gall is not occurred.

^ddate of collection, July 2, ^edate of collection, September 23

摘 要

붉나무의 수령 및 환경요인에 의한 오배자 생성 영향, 오배자의 생성과정과 오배자면충의 밀도변화, 붉나무 잎의 위치에 따른 오배자 형성부위, 그리고 오배자면충을 인공적으로 접종하여 오배자의 생성관계를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

붉나무의 수령에 따른 오배자의 생성은 3개 지역 공히 평균 11-15년 경과된 나무에서 가장 많은 오배자 형성율과 개체수를 나타낸 반면, 1-5년 경과된 나무에서 가장 적은 오배자 형성율과 개체수를 보였다.

붉나무 서식방향에 따른 오배자 형성 개체는 동쪽, 남쪽, 북쪽, 서쪽 순으로 많은 수를 나타내었다.

붉나무의 식생과 오배자의 생성관계는 차이를 보이지 않았으며, 도로변에 서식하고 있는 붉나무에서는 오배자 형성을 볼 수 없었던 반면, 계곡에 이끼가 서식한 습한 곳에서는 많은 오배자가 형성되었다.

오배자의 생성과정을 보면 5월 초순경 붉나무잎 뒷면 엽축날개에 기생하면서 8월 초순까지는 적은 혹을 형성하다가 8월 중순에 충영이 급격히 크게 형성되면서 월동을 위해 탈출 직전인 9월 하순에 가장 높은 밀도를 나타내었다. 오배자면충 밀도는 오배자 크기에 비례하여 증가현상을 보였다.

붉나무 잎의 위치에 따른 오배자 형성부위는 정소엽을 기준으로 제 2 엽축날개에서 가장 많은 충영이 형성되었으며, 잎의 앞면과 복엽에는 거의 형성되지 않은 반면 엽축날개에 94%가 형성되었다.

자연 환경속에서 오배자를 형성할 수 없는 붉나무의 균락지에서 인공적으로 오배자면충을 접종하였을 경우 오배자를 생산할 수 있었

으며, 오배자의 발육과정 중 일부는 발육하지 못하고 소멸되는 것도 있었다.

LITERATURE CITED

- Braman, S. K., R. J. Beshear, J. A. Payne, and A. A. Amis. 1996. Population dynamics of Thrips (Thysanoptera : Thripidae : Phlaeothripidae) inhabiting *Vaccinium* (Ericales : Ericaceae) Galls in Georgia. *Environmental Entomology* 25 (2) : 327-332.
- Dreger-Jauffret, F. and Shorthouse, J. D. 1992. Diversity of gall-inducing insects and theirgalls. Oxford Uni. Press. New York. 8p.
- Jeong, I. H. 1996. The anticancer activities of some kinds of oriental medicinal plants, mushrooms and tochukasos, and the anticancer component from *Galla rhois*. M.S. Thesis. Seoul National University. 21p.
- Kweon, J. H. 1994. Pesticidal and pharmacological component of *Rhus chinensis* gall induced by *Schelchtendalia chinensis*. M.S. Thesis. Seoul National University 74pp.
- Lai Yongqi, Fang Ying, Jiao Yi, Li Zhenghong, and Zhang Yanping, Chen Baoshan. 1993. Biological studies on the du-ensiform gall aphid, *Kaburagia rhusicola* III. Population Dynamics. *Forest Research (China)*. 6(2) : 151-156.
- Lai Yingqi, Peng Xingmin, and Li Zhenghong. 1988. Preliminary studies on the biology of hornxd gall aphid in the gall and the growth of the gall. *Forest Research (China)*. 1(3) : 309-314.
- Lee, S. M., D. W. Lee, J. D. Park and J. I. Kim. 1997. Study on formation and Development of *Schelchtendalia chinensis* gall in *Rhus javanica*. *Korean J. Appl. Entomol.*

- 36(1) : 83-87.
- Lee, Y. J. , D. H. Shin, Y. S. Chang and W. S. Kang. 1993. Antioxidative effect of *Rhus javanica* Linne extract by various solvents. Korean J. Food Sci. Technol. 25(6) : 677-682.
- Mani, M. S. 1992. Introduction to cecidology. Oxford Uni. Press. New York. 3p.
- Takagi, G. 1937. Studies in the artificial multiplication of the sumach gall-aphid I, especially *Schlechtendalia chinensis* Bell. Bulletin of Forest Experiment Station 26. Forest experiment station government of Chosen. Keijo. Nippon. 253p.
- Taniguchi, S., S. Takeda, R. Yabu-Uchi, T. Yoshida, and K. Yazaki. 1997. Production of tannic acid by *Rhus javanica* cell cultures. Phytochemistry 46(2) : 279-282.
- 김창효. 1988. 곤충과 인간. 경양사. 176p.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1994. 약용작물해충도감. 126p.
- 문관심. 1991. 약초의 성분과 이용. 일월서각. 서울. 374p.
- 据唐覺. 1957. 五倍子綿蟲. 中國林業出版社.
- 高田肇. 1991. スルデシロアブラムシの えいの發育と有翅の えいからの脱出. 日本應用動物昆蟲學會誌 35(1) : 71-76.