

오배자면충(진딧물상과: 매미목) 총영의 생태

이원구 · 황창연* · 소상섭

전북대학교 자연과학대학 생물과학부, 전북대학교 농과대학 생물자원과학부*

적 요: 저자들은 1998년 4월부터 10월 사이에 전북 전주시 인근의 고덕산에서 붉나무(*R. javanica*)에 오배자면충(*S. chinensis*)의 총영이 형성되는 과정을 조사하였다. 오배자 총영의 대다수(56.8%)는 붉나무 잎의 첫 번째 익엽(pinnate), 24.3%는 두 번째 익엽에 형성되었다. 총영은 6월 1일에 형성되기 시작했으며 6월 24일까지는 서서히 자랐다. 총영은 8월 11일 이후에는 급격하게 커졌으나, 성장률은 8월 26일 이후에는 감소하고 9월 8일 이후에는 성장이 정지되었다. 유시대생암컷(alate viviparous female)은 9월 24일 이후에 총영으로부터 탈출하였다. 간모(총영내의 제 1 세대)는 세 번 탈피하여 6월 24일에 성체가 되었다. 간모 성체는 체내에 1~10개의 알을 가지고 있었고 1~16개체의 제 2 세대 약충을 출산하였다. 제 2 세대의 약충은 6월 17일에 나타나기 시작하여 7월 14일에 알을 내포하는 개체가 출현하기 시작하였으며 7월 24일에 완전히 성숙하였다. 제 2 세대의 성체는 체내에 알을 간직하고 있었다. 그러므로 제 2 세대의 발육 기간은 27~37일이었다. 제 3 세대의 약충은 7월 14일에 나타났고 최종적으로 유시대생암컷(alate viviparous female)은 9월 24일에 발육되었다. 제 3 세대의 시작과 최종 유시대생 암컷의 출현 사이의 두 달 동안에는 최소한 두 세대 즉, 제 3, 제 4 세대가 존재해야 할 것이다. 제 4 세대는 8월 20일 경에 시작될 것인데 왜냐하면 8월 26일의 총영내 면충 개체수(2,859마리)는 8월 19일의 개체수(263마리)보다 10배 이상 증가되었기 때문이다. 총영의 탄닌 함량은 65.04~68.23%이었고 한편 붉나무 잎과 줄기에서의 함량은 각각 11.56, 3.49%였다.

검색어: 생활사, 오배자면충, 진딧물, 총영

서 론

오배자면충(*Schlechtendalia chinensis*)은 붉나무(*Rhus javanica*)의 잎에 기생하여 총영을 형성하는 곤충으로서 일본(Takada 1991) 우리 나라(高木 1934, 1937, 白 1972, Lee et al. 1993), 중국(陶 1948, Zhang and Zhong 1983)에 분포하고 있다. 동양에서는 오래 전부터 한약재로 사용되어 왔으며 李時珍(1596)이本草綱目中 작은 벌레들이 기생하여 만든 생성물임을 기록한 바 있다. 학술적으로는 Bell(1848)이 중국산 오배자면충 총영 내의 무시성충을 *Aphis chinensis*로 명명하였다. 그 후 Lichtenstein(1883)은 *Schlechtendalia* 屬을 신설하고 오배자면충의 학명을 *S. chinensis*(Bell 1848)로 개정하였다.

한반도의 오배자면충은 高木(1937)이 대만, 중국, 일본산과 같은 *S. chinensis*라는 것을 확인하였다. 또한 高木(1934, 1937)은 오배자면충의 월동이 이끼에서 이루어진다는 사실을 알아냄으로서 비로소 그들의 생활사를 완전히 파악하였다. 이어서 백(1972)은 대관령, 단양, 평택, 수원에서 채집 기록을 남겼다. Lee et al.(1993)은 무주, 전주 고덕산에서 채집하였다. 최근에 이 등(1997)은 경남 거창군에서 오배자의 형성과 발육에 관한 연구를 수행하였다.

한편 高田(1991)은 일본의 京都에서 오배자면충이 총영

내에서 4세대를 경과한다고 하였으며, 중국(Tang 1976)과 일본에서는 모두 4세대이지만 한반도(高木 1937)에서 3세대를 경과하는 원인이 한반도가 상대적으로 기온이 낮기 때문일 것으로 추정하였다. 이에 대해서 최근에 이 등(1977)은 한국의 오배자면충이 총영 내에서 경과하는 세대 수를 미해결의 문제로 남겨 두었다.

저자들은 1998년도에 전북 전주에서 오배자면충 총영의 발육에 관하여 조사하였다. 간모(fundatrix)가 붉나무 잎을 침입하여 총영을 형성하는 초기 단계부터 유시대생암컷(pterous viviparous female)이 출현하여 총영을 탈출할 때까지의 발육 과정을 관찰하였고 정기적으로 측정하였다.

또한 기주식물인 붉나무와의 상호관계, 총영 내에서의 제 1 세대와 제 2 세대의 발육 과정, 제 3~4 세대의 개체수 변동 및 완성된 총영의 tannin 함량을 조사하여 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

1997년 9, 10월에 오배자면충의 총영을 채집하여 80% 알코올에 고정 보관하였다. 1998년 4월부터 10월까지 전북 전주시 근교의 고덕산(Fig. 1)에서 붉나무로부터 오배자면충 총영의 형성과정을 조사하였다. 조사 기간 중의 기후조건은 Table 1과 같다.

* 이 연구는 1996년도 한국과학재단 연구비의 지원에 의한 결과임: 과제번호 96-0401-15-01-3

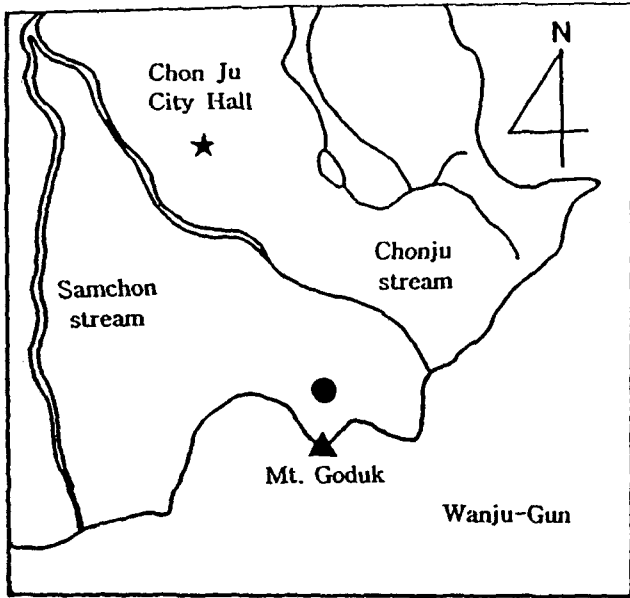


Fig. 1. Map showing the survey site (●) in Chonju city, Chonbuk province.

충영의 성장 측정.

충영이 형성되기 시작한 붉나무의 잎에 비닐 인지표를 달았고 1998년 6월 1일부터 9월 24일까지 7~14일 간격으로 14회에 걸쳐 충영의 길이와 폭을 Vernier caliper (Mod CD-15, Mitutoyo)로 측정하였다.

붉나무 잎의 측정

6월 1일부터 8월 24일까지 6회에 걸쳐서 충영이 형성되어 있는 잎의 길이를 재어 충영의 성장과 비교하였다.

충영내 경과 세대의 측정

6월 1일부터 7월 24일까지 7회에 걸쳐서 매회 10개 썩의 충영을 채집하여 절개하였다. 제 1세대는 7~10일 간격으로 7회에 걸쳐서 탈피각의 유무, 탈피각 수 및 알의 포함여부를 참조하여 제 1세대의 발육단계를 판정하였으며, 제 2세대는 7~10일 간격으로 5회에 걸쳐서 크기, 탈피각의 수

Table 1. Meteorological data at Chonju (by Korea meteorological administration 1998)

		April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.
Average temperature	'98	15.8	17.9	22.7	25.9	25.9	24.1	16.8
	Ordinary year	12.6	17.9	22.0	25.7	26.3	21.1	14.6
Precipitation	'98	159.8	97.1	265.2	187.9	391.8	269.5	71.6
	Ordinary year	99.4	97.2	146.7	278.5	244.5	143.8	60.2

및 알의 포함여부를 측정하였다. 충영내 제 3세대 이상은 7~15일 간격으로 9회에 걸쳐서 개체수를 측정하였다.

면충의 표본 제작 및 관찰

충영으로부터 분리된 면충은 50% lactic acid에 넣어 투명화시킨 다음 Danielsson(1985)의 방법에 따라 PVA 포매액으로 영구 슬라이드 표본을 제작하였다. 슬라이드 표본의 관찰과 측정은 위상차현미경(Nikon, Optiphot-2) 하에서 이루어졌다.

Tannin 함량의 측정

또한 붉나무 잎, 줄기 및 오배자 충영에서 Tannin 함량의 변화를 조사하였다. 건조 시료 1g에 400 ml의 증류수를 가하여 가열한 후 냉각 시켰다. 50 ml가 되도록 증류수를 첨가한 다음 여과하여 시험용액으로 사용 하였다. 시험용액 1 ml에 증류수 75 ml, Folin-Denis 시약 5 ml, Na₂CO₃ 포화용액 10 ml를 차례로 넣었다. 증류수를 가하여 100 ml가 되게 하고 교반하여 30분간 정지시킨 후 760 nm에서 비색 정량하였다.

결 과

오배자면충 관찰 장소의 선정

1997년 가을에 예비적으로 오배자면충의 충영을 채집 하였다. 채집은 주로 전북을 중심으로 이루어졌으나 지리산 피아골과 전남 담양이 포함되어 있다. 채집일자와 지역은 Table 2와 같다.

오배자가 채집된 여러 지역 중에서 전북대에 가깝고 오배자의 양이 풍부한 전주 고덕산을 관찰 장소로 선정하였다. 먼저 1998년 4월 3일 고덕산의 붉나무 아래 개울 가에서 초롱이끼(*Mnium trichomanes* Mitten)를 채취하여 해부 현미경 하에서 관찰한 결과 13개체의 월동형 약충을 채집하여 오배자 면충의 생활사가 원만히 이루어지고 있음을 확인하였다 (Table 3). 월동형 약충은 이끼의 줄기에 흰 실 형태의 밀납으로 덮혀 있었으며 운동능력은 활발하지 않았다 (Fig. 2A). 채집 당시의 개울 물의 온도는 9 °C였다.

Table 2. Collection dates and localities of *S. chinensis* in 1997

Date	Localities	Number of galls	State of galls
Sept. 25, 26	Chonbuk Muju, guchondong	4	closed
Sept. 27	Chonbuk Imsil, Mt. Sungsoo	15	closed, open
Oct. 3	Chonbuk Jinan, Mt. Manduk	2	open
Oct. 4	Chonnam, Mt. Jiri piagol	4	open
Oct. 6, 8, 12	Chonbuk Chonju, Mt. Goduk	10	open
Oct. 11	Chonnam damyang	5	open
Oct. 15	Chonbuk chongseup mogyokri	2	open
Oct. 20	Chonbuk wanju daeari	5	open

Table 3. Collection data of hibernating nymphs of *S. chinensis* in mosses at mt. goduk at 3th April, 1998

No. of specimen	Body length(μm)		Body width(μm)	
	Mean ± S.D.	Range	Mean ± S.D.	Range
13	708.5 ± 117.60	516~1,020	403.0 ± 63.84	305~509

오배자면충 충영의 생성 및 크기 변화

고덕산의 붉나무 잎에서 충영이 처음 확인된 것은 6월 1일이었다. 충영은 익엽(pinnate)의 윗면에서 형성되기 시작하여 잎의 아랫면으로 자라며 윗면에 개구부가 있고 아랫면에 충영부가 형성되었다 (Fig. 2B, C). 충영이 형성된 12개의 붉나무 잎을 7~14일 간격으로 14회에 걸쳐서 충영의 크기 변화를 측정하였다 (Table 4). 6월 1일에 충영의 길이와 폭을 조사한 결과 길이는 2.0 mm, 폭은 1.9 mm이었다. 충영의 형성 초기에는 길이와 폭이 비슷하였으나, 6월 24일에는 길이가 2.3 mm, 폭이 2.9 mm이었다. 6월 24일에는 충영이 가지를 치기 시작하였다 (Fig. 2D). 충영의 크기는 7월 24일에 7.2 mm × 10.3 mm로 느리게 증가하다가 8월 1일에는 21.5 mm × 23.7 mm로 급속하게 증가하기 시작하였고 8월 26일 이후에는 다시 완만하게 증가하여 9월 8일 이후에는 성장이 멈추었다. 9월 24일에는 충영의 정단 부위의 일부가 열려서 유시충이 탈출하기 시작하였다.

오배자면충 충영의 생성과 붉나무 잎의 관계

오배자면충이 충영을 형성하는 붉나무 가지와 잎의 위치를 조사하였다. 고덕산의 붉나무 잎 100개를 무작위적으로 채취하여 소엽(leaflet)의 수를 조사해 본 결과, 소엽 9개(정엽 1 + 복엽 8)를 가진 경우가 51.0%로 가장 많았고 11개의 소엽을 가지고 있는 경우가 28.0%이었다 (Table 5). 소엽의 수는 익엽의 수를 결정한다. 따라서 4개의 익엽을 가진 경우가 가장 많았고 그 다음이 5개의 익엽이었다.

충영의 형성위치를 알기 위하여 111개의 오배자면충 충영이 형성된 잎을 조사한 결과 56.8%가 잎자루로부터 첫 번째 익엽에 충영이 형성되었고, 24.3%가 2번째 익엽이었다 (Table 6). 그 이상의 익엽에서는 매우 드물었고 소엽 위에 충영을 형성하는 경우는 없었다.

Table 4. Changes in lengths and widths of the galls induced by *S. chinensis* on the leaves of *R. japonica*

(n=12)

Date	June				July		
	1	7	17	24	4	14	24
Gall							
Length (mm)	2.0 ± 0.52	2.1 ± 0.47	2.2 ± 0.15	2.3 ± 0.64	3.0 ± 1.61	4.1 ± 1.9	7.2 ± 2.45
Width (mm)	1.9 ± 0.86	2.3 ± 0.53	2.6 ± 0.32	2.9 ± 0.37	5.0 ± 1.78	5.6 ± 2.17	10.3 ± 2.89

Date	August				September		
	1	12	19	26	8	16	24
Gall							
Length (mm)	21.5 ± 4.66	23.1 ± 8.24	36.1 ± 13.32	38.5 ± 12.15	39.2 ± 15.39	40.0 ± 14.28	40.0 ± 18.37
Width (mm)	23.7 ± 9.59	30.5 ± 9.26	49.7 ± 15.61	50.2 ± 14.65	50.3 ± 13.25	51.6 ± 11.68	51.6 ± 9.57

Table 5. Number of the leaflets per leaves of *R. japonica*

(n=100)

Leaflets per leaf	7	9	11	13
Number of leaves (%)	10 (10.0)	51 (51.0)	28 (28.0)	11 (11.0)

Table 6. Order of the pinnates and galls of *S. chinensis*

(n=111)

Order of the pinnates*	1st	2nd	3rd	4th	5th
Number of galls(%)	63 (56.8)	27 (24.3)	19 (17.1)	1 (0.9)	1 (0.9)

*Order from the base of leaves.

Table 7. The length of the leaves of *R. japonica* at the time beginging of gall formation

(n=12)

Leaf Date length	June				July	August
	1	7	17	24	4	24
Range (cm)	20~31	25~38	29~39	33~39	33~41	33~45
Mean	25.6	31.3	34.8	35.5	36.1	36.6
± S.D.	± 3.42	± 4.11	± 3.14	± 2.54	± 2.97	± 3.58

충영의 성장과 잎의 성장을 비교하기 위하여 충영이 형성된 붉나무 잎 12개의 크기를 6월 1일부터 8월 24일까지 측정하였다 (Table 7). 잎은 6월 24일 경에 완전히 성장하였고 그 이후에는 자라지 않았다.

붉나무 잎이 나오기 시작한 것은 4월 12일이었다. 4월 20일에는 소엽들이 펼쳐졌고, 4월 25일에는 붉나무 잎의 익엽이 나타나기 시작하였다. 그러나 충영의 형성은 6월 1일에야 시작되었다. 6월 7일에 2개의 충영이 더 발견되었고 그 이후에는 새로운 충영 형성이 일어나지 않았다. 따라서 충영의 형성은 5월 말이나 6월 초의 짧은 기간에 국한하여 일어나고 있으며 가지의 끝부분의 새로운 잎에서만 형성되었다.

충영내 제 1 세대(간모 세대)의 발육

6월 1일부터 7월 24일까지 7회에 걸쳐서 매회 10개씩의

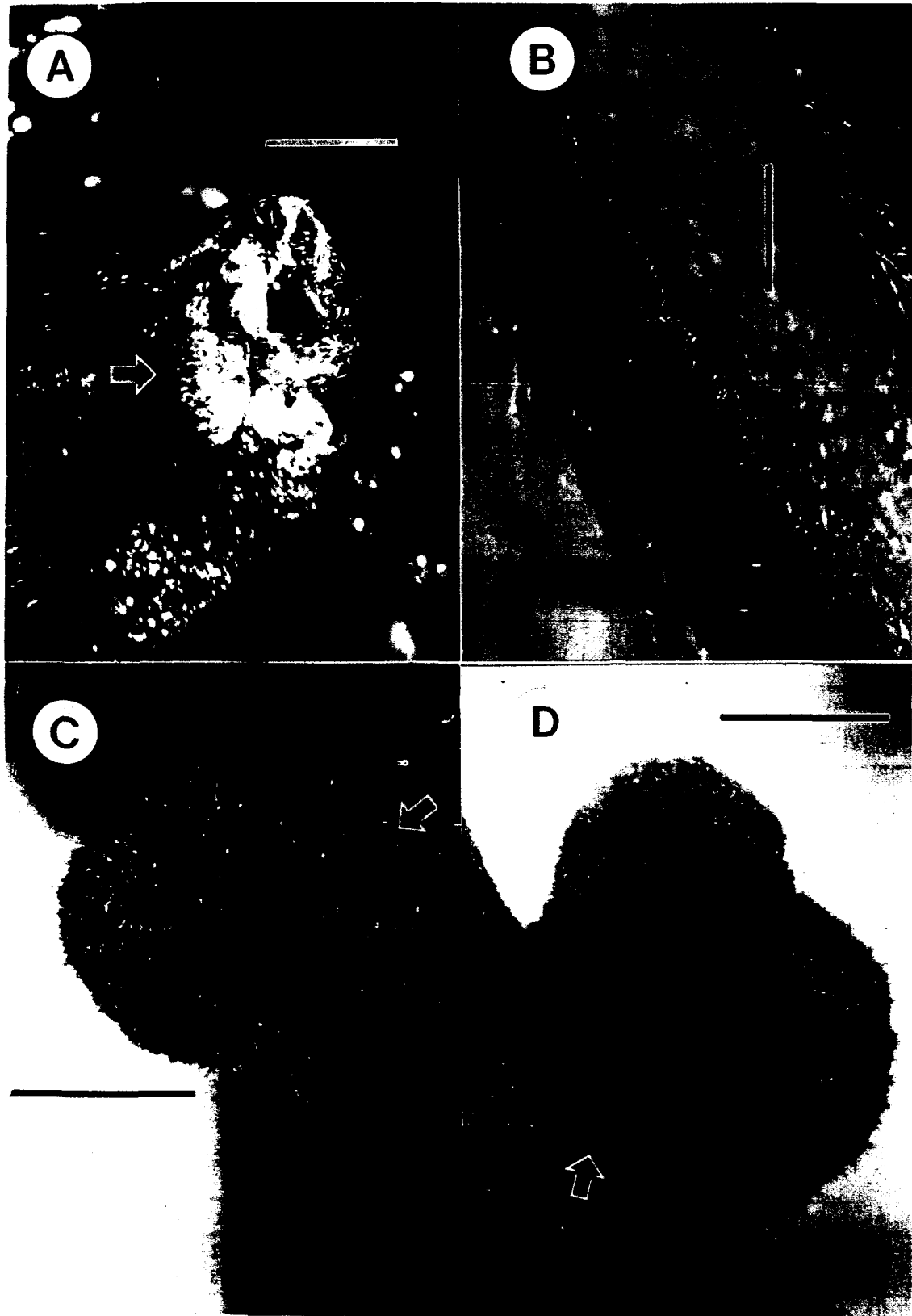


Fig. 2. Overwintering nymph and gall formation process of *S. chinensis* (bar=0.5mm). A; Overwintering nymph in moss B; Fundatrix on pinnate of *R. javanica* (upper view) C; A newly formed gall at 1st June (upper view) D; A lobed gall at 24 th June (upper view)

충영을 해부현미경 하에서 절개하여 오배자면충의 발육상황을 조사하였다 (Table 8). 6월 1일에 90%가 1개의 탈피각을 가지고 있어서 간모(fundatrix)의 2령충(2nd instar)이었다. 6월 7일에는 30%가 3령충, 6월 17일에는 탈피각이 2개인 3령충(3rd instar)과 탈피각이 3개인 간모 성체(fundatrix adult)가 각각 60%와 40%이었다. 6월 24일에는 간모 성체가 100%이었다. 6월 17일부터 제 2 세대의 약충이 출산되기 시작하였다.

제 1 세대 각 단계의 영충들을 측정된 결과 제 1 약충은 280~350 μ , 제 2 약충은 320~400 μ , 제 3 약충은 440~560 μ 이었고 간모 성체는 640 μ 이상이였다 (Table 9).

간모 성체는 모두 1~10개씩의 알을 체내에 간직하고 있었고 1~16개체의 제 2 세대 약충을 산출하고 있었다. 7월 24일에 이르러 간모 성충의 50%가 사망하였다.

이상의 결과를 종합하면 간모는 5월 말~6월 초에 충영을 형성하기 시작하고 3회 탈피하여 간모 성체가 6월 중~하순에 나타나므로, 제 1 세대의 발육기간이 25~30일에 해당하였다.

충영내 제 2 세대의 발육

제 2 세대는 6월 17일부터 제 1 약충이 나타나기 시작하였다. 6월 24일에는 제 2, 3 약충이 나타나고 7월 4일에는 완성된 제 2 세대의 성체가 나타나기 시작하였으며 7월 14일에는 제 3 세대의 알을 내포하기 시작 하였다. 7월 24일에 제 2 세대가 완전히 성숙해서 대부분 체내에 알을 포함하고 있었다. 이러한 점으로 미루어 보아서 제 2 세대의 발육에는 27~37일이 소요되었다 (Table 10).

제 3~4 세대의 개체수 변동

7월 24일 이후에는 면충의 발육과정을 직접 관찰하기는 불가능했다. 9월 15일 경에는 날개싹(wing bud)을 가진 개체가 나타나고 9월 하순에는 날개를 가진 유시형태생

Table 8. Developmental growth and larviposition of fundatrix (1st generation) of *S. chinensis* (n=10)

Stadium	June				July		
	1	7	17	24	4	14	24
1st instar	1						
2nd instar	9	7					
3rd instar		3	6				
Fundatrix							
Adult			4	10	10	9	5
Larviposition			+	++	++	++	++

* Number of galls among 10 galls examined.

Table 10. Developmental growth and larviposition of 2nd generation of *S. chinensis* (n=10)

Stadium	Body length M. \pm S.D.	June		July		
		17	24	4	14	24
1st instar	272.0 \pm 17.89	3	4		3	1
2nd instar	362.2 \pm 39.85		3	3	7	4
3rd instar	502.1 \pm 48.39		10	9	6	10
Adult female	822.5 \pm 154.69			1	2	21
Eggs					+	++
Larviposition						+

암컷(pterous viviparous female)이 나타나므로 이것은 구분하기가 용이하였다. 그러나 그 외의 발육 시기는 간모, 제 2 세대, 제 3 세대가 출산한 약충이 혼재되어 있어서 탈피의 여부와 탈피각의 수를 일일이 측정할 수가 없었다. 따라서 날개싹을 가진 개체와 유시형을 제외하고는 개체수의 변동을 측정함으로써 세대 수를 추정하였다. 8월 1일부터 10월 15일까지 제 3~4 세대의 개체수를 측정하여 본 결과는 Table 11과 같다.

Table 9. Sizes of developmental fundatrices of *S. hinensis* (n=10)

Stadium	Body length (μ m)		Body width (μ m)		No. of eggs in the body	No. of nymph laid
	M. \pm S.D.	Range	M. \pm S.D.	Range		
1st instar	288.0 \pm 25.88	250~300	176.0 \pm 16.73	160~200	-	-
2nd instar	374.8 \pm 44.89	330~440	187.2 \pm 25.04	176~224	-	-
3rd instar	554.0 \pm 88.20	450~640	418.0 \pm 99.57	340~560	-	-
Fundatrix adult	756.7 \pm 89.44	640~880	573.3 \pm 74.83	480~640	1~10	1~16

Table 11. Development of emigrants (alatae) of *S. chinensis* (n=10)

	August				September			October	
	1	12	19	26	8	16	24	7	15
Nymphs	76 \pm 49	105 \pm 18	263 \pm 72	2,859 \pm 302	3,396 \pm 815	5,347 \pm 830	656 \pm 89	257 \pm 35	0
Nymph (wingbud)	0	0	0	0	0	55 \pm 24	469 \pm 63	579 \pm 75	0
Alate adult	0	0	0	0	0	0	3,157 \pm 231	2,378 \pm 197	1,537 \pm 631

Table 12. Tannin contents of stems and leaves of *R. japonicus* and galls formed by *S. chinensis*

Tissue	Tannin contents (mg/g.F.W.)		
	Sept. 25	Oct. 3	Oct. 15
Gall	650.4 ± 0.2	655.4 ± 0.1	682.3 ± 0.1
Leaf	111.5 ± 0.1	115.6 ± 0.1	
Stem	34.2 ± 0.1	34.9 ± 0.1	

세대 수를 고려해 보면, 제 3 세대의 약충이 7월 24일에 나타나고 마지막으로 유시충이 9월 24일에 출현하므로 2개월 동안에 두 세대가 경과한다고 보는 것이 합리적이다. 실제로 8월 19일에는 263이던 개체수가 8월 26일에는 2,859로 10배 이상 급증하였다. 따라서 8월 19일을 전후해서 제 3 세대와 제 4 세대의 경계선이 이루어지는 것으로 추정된다.

유시형은 9월 24일 이후에 출현하였다. 그 후로는 충영의 윗부분이 열려 유시형 성충이 날아서 제 2 기주식물인 이끼로 이주 하였다. 그러나 10월 7일에도 무시형 약충과 날개삭을 가진 약충이 유시형 성충과 함께 존재하는 것으로 보아 충영 내의 발육 단계가 어느 시점에서 명확하게 제 3 세대와 제 4 세대로 나누어지는 것은 아닌 것으로 판단된다.

오배자면충 충영의 Tannin 함량

붉나무에서 오배자면충 충영을 9월 25일, 10월 3일 및 15일에 채집하여 tannin 함량을 측정하였다. 9월 25일에 건물중 g당 650.4 mg이었으며 10월 15일에는 682.3 mg으로 전체 건물중량의 68.2%에 달하는 높은 함유율을 보였다 (Table 12). 또한 붉나무 줄기와 잎부위의 tannin 함량은 각각 34.2~34.9 mg 및 115.6 mg이었다.

고 찰

오배자면충은 최소한 4,800만년 전에 나타나서 붉나무와 이끼를 번갈아 기주식물로 삼아서 주로 극동에서 분포하는 진딧물의 일종이다 (Moran 1983, Takada 1991). 高木 (1937)은 한반도의 오배자면충에 관하여 상세한 형태학적 연구를 수행하여 대만, 중국 및 일본의 오배자면충과 동일한 종임을 확인하였으며 학명으로는 *S. chinensis* (Bell 1848)를 사용하는 것이 타당하다고 하였다. 본 연구에서 조사한 오배자면충은 高木(1937)의 기록과 잘 일치하였다.

본 연구에서는 1997년 가을의 예비조사 결과 오배자가 전북의 산간 지역에 광범위하게 분포함을 알게 되었고, 그 중에서도 연구실에 가깝고 재료가 풍부한 전주 근교의 고덕산을 관찰 장소로 정하여, 1998년 4월부터 10월까지 오배자면충에 의한 충영의 생성과 성장을 관찰하고 측정하였다. 고덕산의 관찰 장소는 북방으로 골짜기가 열리고 개울의 양 옆에 붉나무가 있어서 입지 조건이 좋았으며, 4월 초에 개울가의 이끼로부터 월동형 약충을 다수 채집할 수

있었다. 관찰 기간의 기후 조건은 평년에 비하여 강우량이 많았으나 기온은 비슷하였다.

충영은 6월 1일에 최초로 관찰되었으며 6월 7일 이후에 새로이 형성되는 충영은 없었다. 따라서 면충이 침입하여 충영을 형성하는 시기는 그다지 길지 않았다. 高木(1937)도 1936년 6월 4일에 충영의 입구가 완전히 폐쇄되었다고 기록하고 있어서 본 연구와 비슷한 시기에 충영이 형성되었음을 알 수 있다. 그러나 이 등(1997)이 경남 거창군에서 조사한 바로는 간모의 기생시기를 6월 14일로 기록하여 본 연구보다 10~14일 정도 늦었다.

충영이 형성되는 위치는 주로 가지의 끝부분이었다. 새로이 돌아나는 잎이 간모가 침입하기가 용이하기 때문일 것이라고 판단된다. 충영은 붉나무 잎의 익엽에 형성되었으며 기부에 가장 가까운 익엽에 56.8%, 두 번째 익엽에 24.3%로 대부분을 차지하였는데 이것은 高木(1937)의 33.6%, 41.9%와는 약간 달랐지만 이 등(1997)의 42.1%, 27.3%와 비슷하였다.

간모는 익엽의 윗면에서 머무르며 구침으로 자극하여 충영의 형성을 유도한다 (Fig. 2B). 이처럼 충영은 익엽의 윗면에서 시작되므로 충영의 개구부는 익엽의 윗면에 있다. 그러나 주머니 모양의 충영부는 익엽의 아래로 자라고 돌기를 만든다 (Fig. 2C, D). 처음에는 2 mm 정도로 작고 눈에 띄지 않다가 조금씩 커지는데 그 성장속도는 7월 말까지 완만하였다.

충영을 절개해 보면 6월 1일에는 전부 간모만 있고 까만 색이었다. 6월 14일에는 3개의 탈피각을 남겨두고 체색이 얼어졌는데 체내에 알을 품고 있는 개체가 나타나기 시작한다. 6월 24일에는 모두 성체가 되었고 제 2 세대의 약충을 출산하기 시작하였다. 그러므로 간모가 완전히 자라기에는 24일 가량 걸린다고 보여진다. 한편 高木(1937)은 간모가 침입하고 충영이 완전히 폐쇄될 때까지는 일주일 정도 경과한다고 했다. 이 기간을 감안한다면 31일이 된다. 간모는 계속 제 2 세대의 약충을 낳는데 본 연구에서 관찰된 바로는 16개체가 가장 많았으나, 체내에 포함되어 있는 알의 수, 10을 더하면 30개체 이내일 것으로 여겨진다. 高木(1937)은 간모가 10~23 개체의 약충을 출산하는 것을 관찰하였으나 전체적인 출산 약충 수는 미상이라고 하였다.

7월 20일 경이면 제 2 세대의 약충이 다 자라서 다음 세대를 출산한다. 이 때는 간모가 낳은 약충, 제 2 세대가 낳은 약충이 혼재 되어서 세대를 구분하기가 어렵다. 高木(1937)도 또한 제 3 세대 이후를 알팔해서 無翅胎生雌筮 (apterous viviparous female)으로 취급하였으며 평균 산자수는 27.9 개체로 추산하였다. 한편 高田(1991)은 일본 京都에서 오배자면충이 충영 내에서 4 세대를 거친다고 하였으며, 중국에서도 역시 4 세대를 경과하는데 (Tang 1976), 高木(1937)이 한반도에서 3 세대로 기록한 것은 중국의 절강성이나 일본보다 차가운 기온 때문일 것이라고 지적하였다.

高田(1991)은 ① 간모가 6월 하순에 출산을 개시했고, ② 제 2 세대의 성체는 7월 말에 출산하며, ③ 최종 세대의

유시대생 암컷은 9월 중순에 날개짜를 가진 3령 약충이 된다는 3가지 점을 들어서 8월에는 세대의 중복이 있어야 한다고 보았다. 본 연구의 결과도 간모 세대가 6월 하순에 출산을 개시했고, 제 2 세대의 성체가 7월 말에 출현했으며, 날개짜를 가진 유시대생암컷의 제 3 령충이 9월 중순에 나타나서 高田(1991)의 결과와 시간적으로 일치한다. 따라서 한반도의 오배자면충도 역시 충영 내에서 4세대를 거친다고 보는 것이 합리적인 것이다. 한편 본 연구 결과는 高木(1937)의 결과와 몇일간의 차이 밖에 없었으므로 기온의 차이에 의한 세대 수의 축소는 아니라고 판단된다.

본 연구에서는 8월 19일에 평균 263개체이었던 것이 8월 26일에는 2,859 개체로 10배 이상 크게 증가하였으며 高木(1937)도 8월 12일에 평균 582.7 개체이었던 것이 8월 22일에는 4,437 개체로 급격하게 증가하고 있어서 대체로 8월 20일 경에 제 4 세대가 시작될 것으로 보여진다.

한편 오배자면충의 충영과 기주식물과의 관계는 매우 복잡하다. 처음에는 간모가 식물의 성장력을 이용해서 충영을 형성한다고 말할 수 있을 것이다. 그것은 느티나무 잎에 충영을 형성하는 외줄면충(*Parocolopha morrisoni*)의 경우에서 통계적으로 증명된 바 있다 (이와 황 1999). 그러나 오배자면충은 잎이 완전히 자란 이후에도 계속해서 성장한다. 그것이 오배자면충이 붉나무의 소엽보다는 익엽을 선택하여 충영을 형성하는 이유인지도 모른다. 충영내에서 두 세대만 거치는 외줄면충에 비하여 오배자면충은 4 세대를 번식해야 하니까 많은 영양과 충분한 공간이 필요할 것이다. 오배자면충은 익엽에 충영을 형성함으로써 줄기와 잎의 연결을 더 긴밀하게 만들었을 것이다.

高木(1937)은 한반도의 오배자면충 충영의 tannin 함량을 측정하였다. 1935년 9월 25일에 40.65%, 10월 5일에 52.25%, 10월 9일에 58.85%를 기록하였다. 동시에 그는 중국산의 오배자면충 충영도 측정하였는데 65.6~66.0%로서 한국산보다 중국산의 충영에서 tannin함유량이 높다고 하였다. 그러나 본 연구의 결과는 65.04~68.23%로서 高木(1937)의 그것보다 높았다. 또한 줄기와 잎에서도 각각 3.49%, 11.56%의 상당히 높은 tannin이 함유되어 있어서 앞으로 붉나무의 잎을 tannin 추출원으로서 개발할 가능성을 가지고 있다고 판단된다.

본 연구 결과는 장차 꽃오배자면충(*Nurudea* sp.)의 충영 형성 과정과 생태학적인 연구에 비교 자료가 될 것이다.

인용문헌

백운하. 1972. 한국동식물도감 13. 곤충류 V. 문교부, 서울. 751 p.

- 이상명, 이동운, 박지두, 김종인. 1997. 붉나무(*Rhus javanica*)에서 오배자 형성과 발육에 관한 연구. 한응근지 36: 83-87.
- 이원구, 황창연. 1999. 충영을 형성하는 외줄면충(진딧물상과: 매미목)의 생태. 한국생태학회지 22: 31-37.
- 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사, 서울: 990 p.
- Bell, J. 1848. Pharm. Journ. 7. 310 p.
- Danielsson, R. 1985. Polyviol as mounting medium for aphids (Homoptera: Aphidoidea) and other insects. Entomol. Scand. 15: 383-385.
- 李時珍. 1596. 本草綱目.
- Lee, W.K., H.Y. Seo and C.Y. Hwang. 1993. Taxonomic study on pemphigidae (Aphididae: Homoptera) from Korea. Korea J. Syst. Zool. 9: 237-249.
- Lichtenstein, 1883. Schlechtendalia, eine neues Aphididen Genus. Stettin. Entomol. Zeitg. 44: 240.
- Moran, N.A. 1989. A 48-million-year-old aphid-host association and complex life cycle: Biogeographic evidence. Science 245: 173-175.
- Takata, H. 1991. Does the sexual female of Schlechtendalia chinensis (Bell) (Homoptera: Pemphigidae) "Viviparously" produce the fundatrix? Appl. Ent. Zoel. 26: 117-121.
- 高田肇. 1991. ヌルデシロアブラムシの筮えいの發育と有翅筮の筮えいからの脱出. 日本應用動物昆蟲學會誌 25: 71-76.
- 高木五六. 1934. ヌルデ五倍子の生活史及び靈筮の人工接種による筮生成に就て. 動物學雜誌 46: 473-481, Plate I, II.
- 高木五六, 1937. 鹽膚木五倍子の人工増殖の研究 第1報. 主としてヌルビノミミフシ Schlechtendalia chinensis Bell就て. 朝鮮總督府林業試験場報告 26: 253. 29 plates.
- Tang, C. 1976. The Chinese gallnuts, their multiplication and means for increasing production. Acta Ent. Sinica 19: 282-296. (In chinese).
- 陶家駒. 1948. 漆類 學名之檢討與人工増殖方法. 臺灣省農業試驗所 農報. 2: 398-405.
- Zhang, G. and T. Zhong. 1983. Economic insect fauna of China. Fasc. 25. Homoptera: Aphidinea, Part I. Science Press, Beijing 387 p. (In Chinese).

(1999년 4월 1일 접수)

Bionomics of *Schlechtendalia chinensis* (Aphidoidea: Homoptera) in the Galls

Lee, Won-Koo, Chang-Yeon Hwang* and Sang-Sup So

Department of Biology, Chonbuk National University

Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University* Chonju 651-756, Korea

ABSTRACT: During the period from April to October, 1998 the authors investigated the gall development process of Chinese gallnuts (*Schlechtendalia chinensis*) on sumac (*Rhus javanica*) at Mt. Goduk near Chonju city in Chonbuk province. The majority (56.8%) of chinese gallnuts were formed on first pinnates and 24.3% on second pinnates of sumac leaves. Galls began to form from the 1st of June and grew slowly until the 24th of June. Galls enlarged rapidly after the 1st of August, but their growth rates decreased after the 26th of August and stopped growing after the 8th of September. Alate viviparous females escaped from galls after the 24th of September. Fundatrices, the second generation in the galls, exuviated three times to become adults on the 24th of June. Fundatrix adults bore 1~10 eggs in the body and laid 1~16 nymphs of the second generation. Nymphs of the second generation began to appear on the 17th of June and had matured completely on the 14th~24th of July. Adults of the second generation bore eggs in the body. Thus the developmental period of the second generation was 27~37 days. Nymphs of the third generation appeared on the 14th of July and finally alate viviparous females were developed on the 24th of September. During the two months from the beginning of the third generation to the appearance of the final alate viviparous females, there should be at least two generations, that is, the third and fourth generations. The fourth generation seems to begin at about the 20th August because the number of inhabitants (2,859 individuals) in galls on the 26 th of August had increased more than 10 times those (263 individuals) on the 19 th of August. The tannin content of galls was 65.04~68.23% while that of sumac leaves and stems was 11.56%, 3.49% respectively.

Key words: Aphid, Chinese gallnut, Life history
