

며느리밥풀속 서식지 특성 및 개미와의 공생관계에 관한 연구¹

- 강원도의 꽃며느리밥풀, 새며느리밥풀 및 알며느리밥풀을 중심으로 -

이재현² · 류동표³ · 김갑태^{3*}

A Study on the Habitat Environment and Mutualism with Ants of Genus *Melampyrum*¹

- focusing on *M. roseum*, *M. setaceum* var. *nakaianum* and *M. roseum* var. *ovalifolium* in Kangwondo -

Jae-Hyeon Lee², Dong-Pyo Lyu³, Gab-Tae Kim^{3*}

요 약

우리나라에서 개미가 종자를 분산시키는 반기생 한해살이풀 며느리밥풀속 식물종의 서식지, 전파체 특성과 관련 개미를 밝히고자, 2012년 5월부터 2015년 11월까지 며느리밥풀속 3종의 서식지 특성, 열매 수집, 전파체 특성 및 급여시험을 실시하였다. 며느리밥풀속 서식지는 약산성의 토양층이 비교적 얇은 남향사면 수관층이 열린 숲 가장자리였다. 공통적으로 출현한 식물종은 신갈나무를 포함한 4수종과 대사초를 포함한 4종의 초본식물이었다. 이들 식물종들이 며느리밥풀속의 숙주식물일 가능성이 높다고 사료된다. 며느리밥풀속 전파체의 모양은 타원형의 종자 한 쪽에 백색의 지방체가 모자처럼 붙어있는 형태였다. 전파체 중량은 새며느리밥풀이 10.6mg으로 가장 무거웠고, 알며느리밥풀이 8.0mg, 꽃며느리밥풀 7.2mg의 순으로 나타났다. 지방체 중량은 알며느리밥풀이 1.2mg으로 가장 무거웠고, 새며느리밥풀 1.0mg의 순이었으며, 꽃며느리밥풀이 0.8mg으로 가장 가벼웠다. 며느리밥풀속 서식지에서 전파체를 활발히 물어가는 개미는 두마디개미아과(Myrmicinae)에 속하는 3속 4종의 몸집이 작은 개미들로 코토쿠빨개미, 향아리빨개미, 가시방패개미와 일본장다리개미로 확인되었다. 반기생 한해살이풀이며 개미가 종자를 산포하는 며느리밥풀속 식물체들은 개체의 생육상태에 따라서 변이가 크며, 환경조건의 변화에 민감하므로 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

주요어: 반기생, 전파체, 개미종자산포, 두마디개미아과

ABSTRACT

To search for habitat characteristics of myrmecochory *Melampyrum* species, diaspores and related ant species, habitat characteristics, collecting fruits and diaspores of three *Melampyrum* species, cafeteria experiments, and the related ant species were studied from May 2012 to November 2014. The habitat of *Melampyrum* species was south-facing open forest edge with slightly acidic soil and relatively shallow soil layers. Major plants coexisting with *Melampyrum* species were four woody species including *Quercus mongolica* and four herbaceous species including *Carex siderosticta*. These Plants might be host plants of the *Melampyrum* species. The shape of the diaspore was an oval seed attached to the white cap on one side. Significant differences is proved between three plant species in weight of diaspores, seeds and elaiosome

1 접수 2015년 12월 15일, 수정 (1차: 2016년 2월 17일), 게재확정 2016년 2월 18일

Received 15 December 2015; Revised (1st: 17 February 2016); Accepted 18 February 2016

2 국립공원연구원 Korea National Park Research Institute

3 상지대학교 산림과학과 Dept. of Forest Sciences, College of Life Sci. & Resour., Sangji Univ., Wonju, 26339, Korea

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-33-730-0522, Fax: +82-33-730-0503, E-mail: gtkim@sangji.ac.kr

ratios. Mean values of diaspores weight showed 10.6mg, 8.0mg and 7.2mg in *M. setaceum* var. *nakaianum*, *M. roseum* var. *ovalifolium* and *M. roseum*, respectively. The heaviest elaiosome is *M. roseum* var. *ovalifolium* with 1.2mg, *M. setaceum* var. *nakaianum* has 1.0mg and the lightest elaiosome is *M. roseum* with 0.8mg. Major ant species frequently transporting the diaspores of *Melampyrum* species are *Myrmicinae* four species; *Myrmica kotokui*, *M. excelsa*, *Myrmecina nipponica* and *Aphaenogaster japonica*. Further studies on *Melampyrum* species, hemiparasite annual myrmecochorous plant, and related ant species should be needed.

KEY WORDS: HEMIPARASITE, DIASPORE, MYRMECOCHORY, MYRMICINAE

서론

현삼과(Scrophulariaceae) 머느리밥풀속(Genus *Melampyrum*)은 전 세계적으로 약 40종이 북반구에 분포하고, 특히 유럽 쪽에 집중적으로 분포한다(Kitamura, 1941; Shin, 1992). 우리나라에 자생하고 있는 머느리밥풀 속에는 꽃머느리밥풀, 털머느리밥풀, 알머느리밥풀, 흰알머느리밥풀, 수염머느리밥풀, 흰수염머느리밥풀, 애기머느리밥풀, 새머느리밥풀, 긴꽃머느리밥풀 등이 있고, 반기생(半寄生; hemiparasite)의 한해살이풀이다(www.nature.go.kr). 대체로 산지에서 등산로 주변이나 건조한 풀밭에 자라며, 지역별로 식물체의 생육상태가 크게 차이를 보이는 것으로 보아 주변 식물들이 본 속 식물에 많은 영향을 주는 것으로 판단된다(Yeom, 2009). 그리고 머느리밥풀류는 종자에 지방체(elaiosome)를 부착하여 개미가 종자산포를 하는 식물(myrmecochory)이다. 개미에 의한 종자산포는 지방체를 부착한 전파체(diaspore)를 개미가 물어가 지방체를 먹이로 이용하고, 식물체는 지속적인 편익(종자 이동, 산불과 종자포식자로부터의 보호와 양료가 풍부한 환경을 제공받는 등)을 얻기에 상리공생의 좋은 사례이다. (Kim, 2014, 2011; Fischer *et al.*, 2008, 2005; Rico-Gray and Oliveira, 2007; Gorb and Gorb, 2003; Beattie, 1985). 이러한 상리공생은 개미, 초식 곤충, 피자식물 등의 다양성이 풍부해지는 시기인 백악기 후반에서 에오세기 초반에 시작된 것이며, 피자식물과 함께 상호작용하며 개미의 종 분화가 이루어진 것이라 보고 하였다(Moreau *et al.*, 2006). Gibson(1993)은 미국 미시간주 Keweenaw반도 참나무·소나무 혼효림에서 *M. lineare*의 전파체(Diaspore)를 개미가 물어간 것과 임의 파종한 비교 실험에서 발아성공률, 생존율, 번식률이 전자에서 월등히 높았음을 보고하였다. Guitián and Garrido(2006)는 식물과 개미의 상호작용은 두 집단 간의 개체 간 생육 및 번식에 유리한 방향으로, 효율적인 전략을 택하여 진화하였으며, 개미가 종자를 분산하는 식물은 다른 식물들보다 먼저 개화하고

개미 개체수가 많은 시기와 종자 이용률이 높은 시기가 일치하는 등 스페인 서부 지역에서 이른 봄에 개화하는 개미가 종자를 분산시키는 식물들은 곰개미류(*Formica rufibarbis*)에 적응했음을 보고하였다. Dalrymple(2007)은 영국에 서식하는 반기생 한해살이풀 *M. sylvaticum*은 스코틀랜드 고지대의 배수가 양호하고 수관층이 열린 낙엽수림의 약산성 토양에서 자라고, 독특한 환경을 선호하는 특성으로 종자가 큰 K-전략을 가져 환경적응에 실패하는 일이 많아 위기식물로 지정된 것이라 보고하였다. Crichton *et al.*(2012)은 멸종위기종 *M. sylvaticum*의 부수체 마커유전자를 이용하여 번식체계, 유전다양성, 집단구조를 조사하였으며, 이들은 근친교배를 할 것이라 주장하였다. Kirmizibekmez *et al.* (2011)은 터키산 머느리밥풀(*M. arvensis*)의 대사물질이 항원생동물 효과가 있음을 보고한 바 있다. 꽃머느리밥풀의 전초를 생약명 산라화로 약용하며(Ahn, 1998), 머느리밥풀속의 iridoid 배당체에 관한 연구를 꽃머느리밥풀(Chung and Kim, 1982), 새머느리밥풀(Shin *et al.*, 2002), 등 유기화학적 성분에 관한 연구 외에는 생태적 특성 및 숙주식물에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

개미가 종자를 분산시키는 반기생 한해살이풀 머느리밥풀속 3종, 꽃-, 새-, 알머느리밥풀-의 서식지, 전파체 특성과 관련 개미를 밝히고자, 2012년 5월부터 2015년 11월까지 3종의 머느리밥풀류의 서식지 특성, 열매 수집, 전파체 특성 및 급여시험을 실시하였다.

연구방법

1. 조사 대상지

본 연구는 2012년 강원도 지방에 자생하고 있는 머느리밥풀속의 서식지를 예비 조사하였으며, 원색 대한식물도감 및 검색표(Lee, 2003)를 이용하여 머느리밥풀속(Genus *Melampyrum*)을 동정하였으며, 평창군 진부면 동산리 오대산 일대 비로봉 구간과 강릉시 옥계면 산계리 석병산 구간

에서 새머느리밥풀(*M. setaceum* var. *nakaianum*)의 생육지를 확인하였고, 평창군 대화면 하안미리에 위치한 중왕산 일대 꽃머느리밥풀(*M. roseum*) 자생지를 확인하였다. 알머느리밥풀(*M. roseum* var. *ovalifolium*)은 양구군 해안면 돌산령터널 인근 산지에서 자생지를 확인하여 조사 대상지 (Figure 1)로 선정하였다.

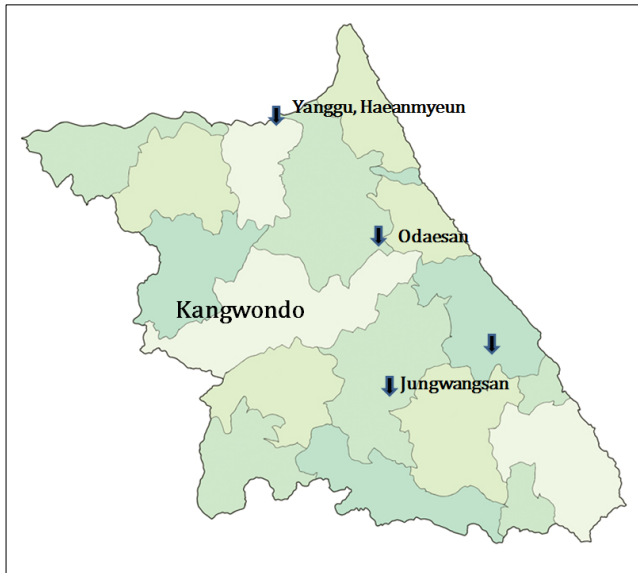


Figure 1. Location of study sites in Gangwondo

2. 머느리밥풀속 서식지 환경 및 식생 조사

머느리밥풀속 자생지의 환경특성을 알아보기 위하여 환경인자(고도, 방위, GPS, 경사, 율폐도, 토양수분, 토양pH, 토심 등)를 조사하였다. 서식지 식생조사는 머느리밥풀속이 생육하고 있는 대상지에 방형구조사법(10 × 10m)으로 수관의 위치에 따라 상·중·하층을 구분하여 조사하였으며, 상·중층의 수목은 직경테이프(Diameter Rule, Malaysia)를 이

용하여 흉고직경(cm)을 측정하고, 하층은 피도(m²)를 측정하였으며, 총 19개소를 표준지를 조사하였다. 초본식생조사는 각 방형구 내에 소방형구(1 × 1m)를 각 4개소씩 총 76개를 조사하였으며, 조사구내 초본은 각 종의 개체수를 조사하였다.

3. 전파체(Diaspore) 특성, 급여시험(Cafeteria Experiment) 및 관련개미 조사

연구 대상지별로 2013년 9~10월에 종자를 수집하였으며, 머느리밥풀속 종자 및 엘라이오솜 형태 등을 10-80× 실체현미경(V8 Discovery, Zeiss, Germany)으로 관찰하고 필요한 사진을 촬영 하였다. 전파체를 분석용저울(AJ100, METTLER, USA)로 5립씩 4반복 하여 평량하고, 확대경(Megaview ProG5, TERASAKI, JAPAN)과 핀셋을 이용하여, 엘라이오솜을 떼어내고 종자와 지방체(elaiosome)의 중량을 산출하였다. 산출된 값은 Microsoft Excel의 통계프로그램을 이용하여 분산분석하였다.

전파체 급여시험은 Kim(2011)의 방법에 따랐으며, 각 조사대상지에서 채집된 전파체를 목재접시(11cm×8cm×0.5cm)에 10립을 배열하고, 조사구 내에 설치하여 전파체를 물어가는 개미를 조사하였다. 머느리밥풀속 각 식물종의 전파체를 물어가는 개미는 카메라(RICOH CX6)로 촬영하였으며, 흡충관을 이용하여 개미를 채집하여, 상지대 곤충학연구실에서 동정하였다.

결과 및 고찰

1. 머느리밥풀속 서식지의 환경조건

머느리밥풀속이 생육하고 있는 오대산, 석빙산과 중왕산에서 조사된 환경인자들을 Table 1.에 보였다. 머느리밥풀속 서식지는 대부분 남사면으로 광양이 풍부하고, 배수가

Table 1. Description of physical features, soil and tree cover for each plot

Items	Study Area	Mt. Odae	Mt. Sukbyeong	Mt. Jungwang	Total
	No. of sites	7	7	5	19
Altitude(m)		1,168~1,353	786~857	905~914	905~1,353
Aspect		S~SW	SE~SW	SW~W	S~W
Slope(°)		25~30	22~27	17~26	17~30
Soil Moisture(%)		5~22	5~10	8~12	5~22
Soil pH		6.7~7.0	6.4~6.9	6.4~6.9	6.4~7.0
Litter Depth(cm)		2~3	3	3~4	2~4
Soil Depth(cm)		25~28	27~30	29~31	25~31
Tree cover(%)		70~80	70~80	75~85	70~85

Table 2. Mean Importance Percentage(M.I.P.) of major woody species common distributed for each study area

Woody Species	Study Area				Mt. Odae				Mt. Sukbyeong				Mt. Jungwang			
	U	M	L	M.I.P	U	M	L	M.I.P	U	M	L	M.I.P	U	M	L	M.I.P
<i>Quercus mongolica</i>	76.6	2.3	7.0	40.2	69.3	31.0	12.8	47.1	82.8	45.6	8.1	58.0				
<i>Pinus koraiensis</i>	23.4	24.3	1.6	20.0	2.8	1.0		1.7								
<i>Pinus densiflora</i>					25.1		1.1	12.7	9.3							4.6
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>					2.8	1.8	2.8	2.5				11.2	1.9			
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		19.6	45.1	14.1		27.2	19.3	12.3				1.7	0.3			
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		16.4	6.4	6.5		4.6	2.8	2.0								
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>		14.0	9.9	6.3		4.9	8.5	3.0		8.3	5.2	3.6				
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>		1.2		0.4						1.8	1.6	0.9				
<i>Tilia amurensis</i>		1.0	8.2	1.7		4.8		1.6								
<i>Acer komarovii</i>		1.0	1.7	0.6		1.0		0.3								
<i>Tripterygium regelii</i>			2.3	0.4		3.1	12.8	3.2				31.5	5.2			
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>			1.7	0.3		2.8	7.6	2.2				2.2	0.4			
<i>Symplocos chinensis</i>						3.7	1.3	1.4		5.5	11.8	3.8				
<i>Lindera obtusiloba</i>						3.3	8.7	2.5		22.3	14.4	9.8				
<i>Rhus tricocarpa</i>						2.2		0.7		10.3	3.1	4.0				

U*: Upper layer, M*: Middle layer, L*: Lower layer, MIP*: Mean importance percentage

원활하며, 토양 습도가 비교적 낮은 지역에서 생육하는 것으로 판단된다. 토양조사 결과는 Dalrymple (2007)이 영국에서 반기생 한해살이풀인 *M. sylvaticum*이 배수가 양호하고 수관층이 열린 낙엽수림의 약산성토양에서 자란다는 보고와 유사한 결과를 나타냈으며, 본 조사에서도 머느리밥풀속 서식지의 토양pH는 약산성을 보였고, 낙엽층과 토양층이 비교적 얇은 남향사면 수관층이 열린 숲 가장자리에서 서식하였다. 대상지 4곳 중 양구군 해안면의 알머느리밥풀 자생지는 연구 수행 중 개별되고 전나무를 조림하여 머느리밥풀속의 생육환경 및 식생조사는 진행하지 못하였으며, 2013-2014년 조사에서는 알머느리밥풀 개체수가 현저히 줄어들었음을 확인하였다. 타 머느리밥풀류도 해마다 서식하는 개체수와 장소가 이동되는 것을 확인하였으나 정밀조사를 수행하지는 못 하였다. 이러한 결과는 머느리밥풀속이 개미의 종자산포로 번식하는 한해살이풀이며, 반기생하는 생육특성으로 환경변화에 민감하게 반응함을 암시한다고 사료된다.

2. 머느리밥풀속 서식지의 주요 공서식생

각 서식지에서 공통적으로 출현한 주요 수종에 대한 수종별 상대우점치(IP)와 평균상대우점치(MIP)를 Table 2.에 보였다. 각 서식지별 조사구에서 공통적으로 상층의 신갈나무가 우점하고 있었다. 석빙산과 중앙산 지역은 직경급이 큰 소나무의 분포가 나타났으며, 소나무가 쇠퇴하고 신갈나

무림으로 천이가 이루지는 숲으로 판단된다. 세 지역에서 공통적으로 나타난 수종은 신갈나무, 당단풍나무, 철쭉, 참

Table 3. Importance Percentage(I.P.; %) of major herb species common distributed for each study area

Herb Species	Study Area		
	Mt. Odae	Mt. Sukbyeong	Mt. Jungwang
<i>Melampyrum setaceum</i>	9.6	20.3	
<i>Melampyrum roseum</i>			10.4
<i>Carex lasiolepis</i>	10.3	3.6	
<i>Carex siderosticta</i>	10.0	11.0	14.1
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	7.7	6.3	3.1
<i>Artemisia keiskeana</i>	4.0	12.0	7.6
<i>Festuca ovina</i>	3.4	9.8	3.2
<i>Disporum smilacinum</i>	0.7		26.1
<i>Saussurea grandifolia</i>	6.3		2.8
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	5.0	0.8	7.1
<i>Polygonatum odoratum</i>	2.8	2.2	0.7
<i>Viola orientalis</i>	1.8		0.6
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	1.4	0.3	0.4
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	1.1	1.4	
<i>Tripterygium regelii</i>	1.0	2.0	
<i>Quercus mongolica</i>	0.5	3.6	
<i>Artemisia japonica</i>	0.5	2.3	2.0
<i>Smilax nipponica</i>			1.8
<i>Viola diamantiaca</i>			0.9
<i>Atractylodes ovata</i>			0.5

싸리, 미역줄나무였으며, 척박하고 건조한 지역에서도 흔히 나타나는 수종들이었다. 이는 며느리밥풀속의 생육환경과 비슷하고, 며느리밥풀속의 숙주식물일 가능성이 높은 수종들이라 추정된다.

각 서식지에서 공통적으로 출현한 주요 초본식물종을 Table 3.에 보였으며, 세 지역에서 공통적으로 대사초가 높은 수치를 나타냈고, 맑은대쭉과 김의털, 실새풀이 공통적으로 나타났다. 따라서 대사초, 맑은대쭉, 김의털 및 실새풀 등이 새며느리밥풀과 꽃며느리밥풀의 숙주식물일 가능성이 높은 것으로 추정된다.

3. 며느리밥풀속 전파체 특성과 관련 개미종

새며느리밥풀, 꽃며느리밥풀과 알며느리밥풀의 종자를 채집하여 실체현미경으로 촬영한 사진은 Figure 2.에 보였으며, 전파체 특성을 분석한 결과를 Table 4.에 보였다. 전파체의 모양은 타원형의 종자 한 쪽에 덮개처럼 백색의 엘라이오솜(지방체)이 붙어있는 형태였다(Figure 2). 엘라이오솜의 이런 형태는 Kim(2011)이 보고한 고리 형태(엘레지), 종자의 일부를 덮어 싸는 보자기 형태(산괴불주머니), 종자를 완전히 감싸고 있는 형태(괭이밥과 큰괭이밥), 종자의 측면에 붙어있는 손잡이 형태(피나물과 애기똥풀) 등과 구별되었다. 며느리밥풀속 종간에 형태적 차이는 뚜렷하지 않고 크기와 중량이 서로 차이가 있었다. 전파체(종자+엘라이오솜), 종자, 엘라이오솜 등의 중량을 측정한 결과, 전파체, 종자 및 지방체 비율은 중간 고도의 통계적 유의성이 인정되었다. 며느리밥풀속 3종 중에서 전파체 중량은 새며느리밥풀이 10.6mg으로 가장 무거웠고, 알며느리밥풀이 8.0mg, 꽃며느리밥풀 7.2mg의 순으로 나타났다. 엘라이오솜 중량은 알며느리밥풀이 1.2mg으로 가장 무거웠고, 새며느리밥풀 1.0mg의 순이었으며, 꽃며느리밥풀이 0.8mg으로

가장 가벼웠다. 엘라이오솜 중량비는 알며느리밥풀이 15.0%로 가장 높게 나타났고, 새며느리밥풀이 9.43%로 가장 낮게 나타났다. 이러한 결과는 Lee(2013)의 자료를 바탕으로 추가 조사를 수행하여 얻어진 것이다.

각 종별로 측정된 자료를 바탕으로 분산분석한 결과, 엘라이오솜 중량을 제외하고 모두 통계적 유의차를 나타냈다. 이는 새며느리밥풀과 꽃며느리밥풀이 종자중량에 비하여 엘라이오솜의 중량은 비교적 일정하게 나타났으며, 며느리밥풀속의 종자중량은 생육지의 조건에 따라 크기와 무게의 변이가 큰 것으로 판단된다. 이러한 결과는 Yeom(2009)의 지역별로 식물체의 생육상태가 크게 차이를 보인다는 보고와 같은 경향이며, 구주적송과 며느리밥풀(*M. partense*)의 반기생이 생장과 번식에 영향한다(Salnen *et al.*, 2000)는 보고로 보아 반기생하는 생육특성 때문이라 사료된다. 8종의 개미가 종자를 산포하는 식물종(myrmecochory)의 전파체와 엘라이오솜의 중량을 보고한 Kim(2011)의 결과와 비교할 때, 며느리밥풀속의 전파체 중량(7.2~10.6mg)은 엘레지(전파체 중량 14.8mg)에 비하여 조금 낮은 값이었으나 다른 식물종들에 비하여는 월등히 큰 값을 확인하였다. 이러한 결과는 Dalrymple(2007)이 반기생 1년초 *M. sylvaticum*은 종자가 큰 K-전략을 가진다는 보고와 같은 경향이라 판단된다. 이는 개미와의 상리공생을 위하여 개미에게 선호되고 번식에 적합하도록 적응한 것이라 사료된다.

4. 전파체를 물어가는 개미들

새며느리밥풀이 서식하는 오대산 비로봉 구간에서는 코토쿠빨개미(*Myrmica kotokui*)가 전파체를 물어가고, 석빙산 구간에서는 향아리빨개미(*Myrmica excelsa*)와 가시방패개미(*Myrmecina nipponica*)가 전파체를 물어가는 것이 관찰되었다. 알며느리밥풀이 서식하는 양구에서는 코토쿠빨개미가, 꽃며느리밥풀이 서식하는 중왕산에서는 일본장다리개미(*Aphaenogaster japonica*)가 각각 전파체를 물어가는 것이 관찰되었다. 이들 개미종 이외에도 스미스, 밑들이개미류 등이 관심을 가지고 전파를 다루는 것이 관찰되었으나 몸집이 너무 작아 전파체를 물어가지는 못하였다. 새며느리밥풀의 종자가 엘라이오솜이 잘려나간 상태로 숲 바닥에 떨어져 있는 것이 관찰되었다. 이러한 결과는 작은 일개미가 큰 종자를 가장 많이 떨어뜨린다는 Gorb and Gorb(1999)의 보고로 보아 몸집이 작은 개미들이 전파체가 너무 무거워 엘라이오솜만 떼어가고 버려진 것이라 판단된다(Figure 2, D). 숲 바닥에 버려진 종자는 설치류에 의한 종자 포식(Gibson, 1993)과 딱정벌레에 의한 종자 포식(Ohkawara *et al.*, 1997)으로 보아 소형 설치류나 보행성 딱정벌레들의 먹이로 소비되며, 새며느리밥풀은 번식에 실패하게 될 것이

Table 4. Diaspore characteristics of Genus *Melampyrum*

Plant species	Weight (mg; mean±sd)			Elaiosome ratio(%)
	Diaspore (D=S+E)	Seed (S)	Elaiosome (E)	E/D×100
<i>M. setaceum</i> var. <i>nakaiianum</i>	10.6±1.0	9.6±0.6	1.0±0.42	9.43±3.05
<i>M. roseum</i>	7.2±0.8	6.4±0.6	0.8±0.08	11.11±1.05
<i>M. roseum</i> var. <i>ovlifolium</i>	8.0±0.8	6.8±0.8	1.2±0.16	15.00±3.17
F-values	17.91**	26.55**	2.37NS	12.42**

** mean significant at 0.01% levels, and NS mean not significant

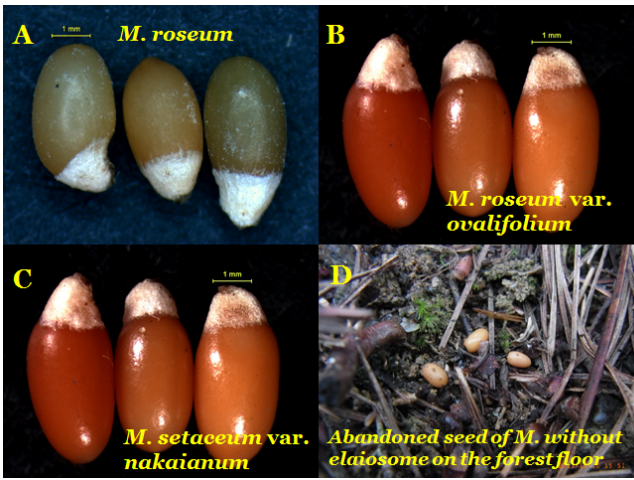


Figure 2. Diaspores of three species Genus *Melampyrum*

라 사료된다. 서식지가 아닌 원주의 상지대학교 구내 급여 시험에서는 곰개미와 누운털개미가 활발하게 며느리밥풀 속의 전파체를 물어가는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 개미가 역사적 강제성(historical constraints)에 의하여 특정 식물의 전파체를 선택하는 것이 아니라 식이전략으로 선택한다는(Peters *et al.*, 2003) 보고와 개미의 선택행위가 종자 형질에 영향하며, 개미는 보다 많은 보상을 원한다는(Edwards *et al.*, 2006)의 보고가 설득력을 지닌다고 사료된다. 며느리밥풀속 서식지에서 전파체를 활발히 물어가는 개미는 모두 두마디개미아과(Myrmicinae)에 속하는 3속 4종



Figure 3. Diaspores of Genus *Melampyrum*. and ant species transporting thr diaspore. A; *M. roseum* and *Aphaenogaster japonica*, B; *M. setaceum* var. *nakaianum* and *Myrmica kotokui*, C; *M. setaceum* var. *nakaianum* and *excelsa*, D; *M. roseum* var. *ovaliflorum* and *Aphaenogaster japonica*.

의 몸집이 작은 개미들로 코토쿠뿔개미, 향아리뿔개미, 가시방패개미와 일본장다리개미로 확인 되었으며, 두마디개미아과에 속하는 개미들은 대부분 잡식성이며, 일부 종류는 포식성, 씨앗을 먹고, 곰팡이를 사육하는 개미들로 이루어진 집단으로 서식처와 먹이의 다양성 등 생육특성을 고려하면, 며느리밥풀속의 종자산포에 유리한 종이라 판단된다. 반기생 한해살이풀이며 개미가 종자를 산포하는 며느리밥풀속 식물체들은 개체의 생육상태에 변이가 크며, 환경조건의 변화에 민감하므로 지속적인 정밀 조사가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

이 연구에서 여러 지역 현장조사의 어려움에도 적극적으로 참여해 준 상지대학교 늘푸른솔 회원들의 조사활동 지원에 진심으로 지면을 통하여 감사드립니다.

REFERENCES

Ahn, D.K.(1998) Illustrated Book of Korean Medicinal Herbs. Seoul. Kyo-Hak Publishing Co, 855pp.(in Korean)

Beattie, A.J.(1985) The Evolutionary Ecology of Ant-Plant Mutualism. Cambridge Univ. Press. New York, USA. 182pp.

Chung, B.S. and Y.H. Kim(1982) Iridoid Glycosides(IV); Studies on the Iridoid Glycoside of *Melampyrum roseum* Max. Korean Journal of Pharmacognosy 13(3): 106-111.

Crichton, R.J., Squirrel, J, Woodin, S.J., Dalrymple, A.E. and P.M. Hollingsworth(2012) Isolation of microsatellite primers for *Melampyrum sylvaticum* (Orobanchaceae), an endangered plant in the United Kingdom. American Journal of Botany: e457-e459.

Dalrymple, S.E.(2007) Biological flora of the British Isles: *Melampyrum sylvaticum* L. Journal of Ecology 95: 583-597.

Edwards, W., Dunlop, M. and L. Rodgerson(2006) The evolution of rewards: seed dispersal, seed size and elaiosome size. Journal of Ecology 94: 687-694.

Fischer, R.C., Mayer, V., Richter, A., Hadacek, F. and V. Mayer(2008) Chemical differences between seeds and elaiosomes indicate an adaptation to nutritional needs of ants. Oecologia 155: 539-547.

Fischer, R.C., Ölzant, S.M., Wanek, W. and V. Mayer(2005) The fate of *Corydalis cava* elaiosomes within an ant colony of *Myrmica rubra*: elaiosomes are preferentially fed to larvae. Insectes Sociaux 52: 55-62.

Gibson, W.(1993) Selective advantages to hemiparasitic annuals, genus *Melampyrum*, of a seed-dispersal mutualism involving ants: 1. Favoral nest sites. OIKOS 67: 334-344.

- Gorb, E. and S. Gorb(2003) Seed Dispersal by Ants in a Deciduous Forest Ecosystem: Mechanisms, Strategies, Adaptations. Kluwer Academic Publishers, 225pp.
- Gorb, S.N. and E.V. Gorb(1999) Dropping rates of elaiosome-bearing seeds during transport by ants(*Formica polyctena* Forest.): Implications for distance dispersal. *Acta Oecologica* 20(5) 509-518.
- Gutián, J. and J.L. Garrido(2006) Is early flowering in myrmecochorous plants an adaptation for ant dispersal? *Plant Species Biology* 21: 165-171.
- Kim, G.T.(2011) A study on the myrmecochorous plant species and their diaspore characteristics in middle part of the Korean Peninsula. *Korean Journal of Environment and Ecology* 25(5):685-690.(in Korean with English abstract)
- Kim, G.T.(2014) A Study on the Ant,s Selection of the Diaspores of Four *Corydalis* Species. *Korean Journal of Environment and Ecology* 28(5):495-499. (in Korean with English abstract)
- Kirmizibekmez, H., I. Atay, M. Kaiser, R. Brun, M.M. Cartagena, N.M. Carballeira, E. Yesilada and D, Tasdemir(2011) Antiprotozoal activity of *Melampyrum arvense* and its metabolites. *Phytotherapy Research* 25:142-146.
- Kitamura, S.(1941) *Melampyrum Japonica*. *Acta Phytotaxonomy et Geobotany* 10:1-14
- Lee, J.H.(2013) A Study on Seed Dispersion and Habitat Characteristics of Genus *Melampyrum*. M.S. Thesis, Sangji University, 53pp.(in Korean with English abstract)
- Lee, T.B.(2003) Coloured Flora of Korea volumes 2. Hyangmunsa, Seoul, 910pp.(in Korean)
- Marquardt, E.S. and S.C, Pennings(2010) Constraints on host use by a parasitic plant. *Oecologia* 164: 177-184.
- Moreau, C.S., Bell, C.D., Vila, R., Achivald, S.B. Pierce, N.E. Pierce(2006) Phylogeny of the ants: diversification in the age of angiosperms. *Science* 312: 101-104.
- Ohkawara, K., Higashi, S. and M. Ohara(1996) Effects of ants, ground beetles and seed-fall patterns on myrmecochory of *Erythronium japonicum* Decne. (Liliaceae). *Oecologia* 106: 500-506.
- Ohkawara, K., Ohara, M. and S. Higashi(1997) The evolution of ant-dispersal in a spring-ephemeral *Corydalis ambigua*(Papaveraceae): timing of seed-fall and effects of anta and ground beetles. *Ecography* 20: 217-223.
- Peters, M., Oberrath, R. and K. Bohning-Gaese(2003) Seed dispersal by ants: are seed preferences influenced by foraging strategies or historical constraints? *Floral* 198: 413-420.
- Rico-Gray, V. and P.S. Oliveira(2007) *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. the Univ. of Chicago Press. Chicago, USA. 331pp.
- Shin, H.J., X.F. Cai, K.W. Bae, and Y.H. Kim(2002) Iridoid Glycosides from *Melampyrum setaceum* var. *nakaianum*. *Korean Journal of Pharmacognosy* 33(1): 42-44.(in Korean with English abstract)
- Shin, J.H.(1992) A Palynotaxonomic Study of the Genus *Melampyrum* (Scrophulariaceae). M.S. Thesis, Sung Kyun Kwan University, 46pp.(in Korean with English abstract)
- Salnen, V., H. Setala and S. Puustinen(2000) The interplay between *Pinus sylvestris*, its root hemiparasite, *Melampyrum pratense*, and ectomycorrhizal fungi: Influences on plant growth and reproduction. *ECOSCIENCE* 7(2): 195-200.
- Yeom, G.H.(2009) A Taxonomic Study of the Genus *Melampyrum* in Korea. M.S. Thesis, Hanseo University, 41pp.(in Korean with English abstract)

http : //www.nature.go.kr