

옥천군 지역의 붉은점모시나비 (*Parnassius bremeri*)의 소멸 원인과 복원 방안

김도성·조영복¹·고재기

(경산대학교 생물학과, ¹한남대학교 자연사박물관)

적 요 - 충청북도 옥천군 지역의 붉은점모시나비에 대한 소멸원인과 복원방안을 조사하였다. 붉은점모시나비는 과거 중부지역인 옥천군에서 비교적 많은 개체가 발생하였으나, 그 수가 계속 감소하여 1997년에는 두 마리의 성충만 확인되었고, 1998년에는 확인되지 않았다. 따라서 현재 옥천군지역에서 붉은점모시나비는 소멸된 것으로 추정된다. 붉은점모시나비의 소멸원인을 알아보기 위하여 1990~1998년간 옥천군 7곳의 서식지에 대한 조사 기록의 분석과 여리기관에 소장된 표본 252개체의 채집기록을 조사하였다. 그 결과, 도로 개설에 의한 서식지의 급격한 환경 변화와 빈번한 채집이 붉은점모시나비의 소멸 원인으로 나타났다. 옥천군 지역에 붉은점모시나비의 복원을 위한 프로그램으로 우선적으로 사육을 통한 붉은점모시나비의 생활사를 정리하였고, 둘째로 복원을 위한 최적지를 선정하기 위하여 서식이 확인되었던 7개 지역에 대한 서식지 환경조건을 비교·분석하였다. 복원적정지역은 섭식식물의 생육환경이 좋은 동낙정과 장화리로 나타났다.

서 론

생물 종은 각기 서로 다른 습성과 생태적 지위 (ecological niche)를 갖고 있으며 나비류는 초식자, 기생벌에 대한 숙주 역할, 수분매개자 (Elton 1927) 및 조류의 먹이원이 되고 있다 (Blair 1999). 도시화와 공업화의 과정에서 나비는 계속해서 죽어 가고 있다 (Dunbar 1993). 이런 현상은 최근 생물 다양성의 절대적 위기를 극명하게 대변해 주고 있다. 곤충 중에서도 나비는 날개의 아름다움으로 인해 많은 수집가의 애호를 받고 있으며, 심미적 관점에서 뿐 만아니라 생태계 기능의 중요한 한 부분을 점유하여 인간 생활과 불가분의 관계를 맺어 왔다.

나비는 서식환경의 변화에 따라 발생양상과 개체군의 구조가 크게 달라진다 (Warren 1987). 근래에 와서 나비의 서식지가 급격히 사라지고 있다. 서식지가 사라지는 요인으로는 기후의 변화, 지형의 변화, 서식환경의 파괴와 고립화 및 채집으로 나타나고 있는데 (Warren 1992), 특히 인간 활동영역 확장에 따른 산림의 벌채, 도로의 개설, 초지의 개간 그리고 채석 등으로 서식지 소멸이 가속화하고 있는 것으로 보인다. 영국에서는 부전나비과 의 *Lysandra bellargus* 종이 1950년대 초에서부터 62개 지역의 서식지가 반으로 줄어드는 데는 12년이 걸렸으

며, 1970~1980년대에 이르러 대부분의 서식지가 사라진 것으로 보고되고 있다 (Thomas 1983).

영국에서는 상제나비 (*Aporia crataegi*), *Lycaena arion* (부전나비류), 큰주홍부전나비 (*Lycaena dispar dispar*), *Nymphalis polyebloros* (네발나비류) 등이 이미 멸종하였고 (Dunbar 1993), 한국에서는 멸종한 나비는 없는 것으로 보고되고 있으나 1998년 환경부가 지정한 멸종위기종으로 상제나비 (*Aporia crataegi*)와 산굴뚝나비 (*Eumenis autonoe*)가 지정되었고, 보호종으로는 쌍꼬리부전나비 (*Spindasis takaninis*), 왕은점포범나비 (*Fabriciana nerippe*), 및 붉은점모시나비 (*Parnassius bremeri*) 등이 지정되어 보호하고 있다 (권 등 1998).

붉은점모시나비는 Nire (1919)에 의한 함경북도, 경성 (鎭城)의 기록이 한반도 최초 기록이며 (이 1982), 국외에는 중국, 시베리아, 및 아무르에 분포하고 있다 (석 1973; 김 1976). 남한 지역에서의 붉은점모시나비의 분포는 1976년 이전에는 39개 지역 (김 1976), 1991년 이전에는 20개 지역, 그리고 1995~1998년에는 4개 지역 (박과 김 1997)의 서식지만이 확인되었다.

본 연구의 조사 지역인 옥천군 지역은 중부지역에서 붉은점모시나비가 많이 발생하던 지역이었으나 빈번한 채집에 의한 개체수 감소와 더불어 1994년 이후 서식지 부근에 도로의 개설로 인한 서식환경의 급격한 변화로

1997년을 마지막으로 소멸한 것으로 추정되고 있다. 따라서 이 지역에 대한 붉은점모시나비의 서식지 변화 양상과 몇몇 기관 및 개인 수집가의 표본 조사를 통해 개체수의 감소추세 파악과 서식지 소멸에 대한 원인을 밝히고, 실내사육을 통한 생활사와 섭식식물의 생육 조건에 대한 변화 상태를 조사하여 붉은점모시나비의 복원 방안을 수립하고 복원 적정지를 선정하고자 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사지역의 개황

충청북도 옥천군은 북위 36° 28' 54"~36° 09' 28", 동경 127° 25' 00"~127° 59' 00"에 위치하고 1991~1997년의 연평균 기온은 13.2°C이며 5, 6월의 월평균 기온은 16.6°C과 21.9°C으로 나타났고, 연평균 강수량은 984.3 mm이며 5, 6월의 월평균 강수량은 각각 75.5 mm, 164.3 mm이었다(옥천군 1997).

붉은점모시나비는 금강 주변과 보청천에서 발견되고 있다. 붉은점모시나비의 서식지는 공통적으로 강과 계곡에 인접하고 암석의 노출이 많은 지형적 특징을 나타내고 있으며, 금강 주변의 산지는 해발 250~450 m의 산으로 급사면을 이루고 있다.

최근까지 붉은점모시나비가 출현하였던 금강 유역의 서식지는 1995년부터 도로의 포장 공사가 3년에 걸쳐 1차 포장공사를 완료하였으며, 계속 연결구간에서 공사가 진행 중에 있다. 도로의 공사가 완료되면 차량의 증가로 환경이 악화되고, 장화리의 경우는 서식지 식생 중구성의 변화로 식초량이 줄고 있으며, 상부에 위치한 채석장 출입 차량이 빈번하게 통행중에 있다.

2. 모니터링

모니터링은 발생확인을 위한 종의 유무만을 서식지별로 조사되었다. 조사 구역의 분할은 서식지에 따라서 (1)안남면 도덕리 동락정 (2)청성면 합금리 원당리 (3), (4)동이면 금암리 (5)이원면 이월리 (6)이원면 개심리 양지말 (7)이원면 장화리로 분할하였으며, (3)~(4)서식지 및 (6)~(7)서식지를 제외하면 각 서식지간의 거리는 7 km 이상 떨어져 있다(Fig. 1).

조사 지역간의 이동은 (3)~(4)서식지(약 20분 소요), (6)~(7)서식지(약 30분 소요)은 도보로 이동하였고 모니터링시간은 오전 10시 30분부터 오후 2시까지이다. 모니터링 기간은 1990~1998년에 매년 5월초부터 6월 초순에 이루어졌으며, 1995년에는 조사가 이루어지지 못하였다. 조사 횟수는 Table 1과 같다.

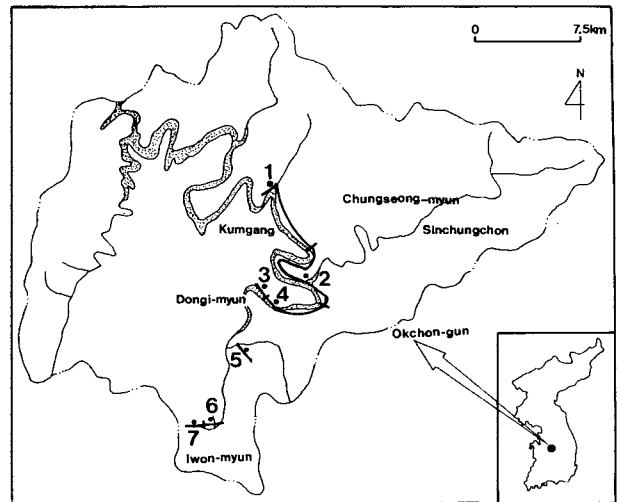


Fig. 1. Survey sites of *Parnassius bremeri* from 7 localities, Okchon-gun, Korea. 1: Dongrakjeong, 2: Wondangri, 3-4: Kumamri, 5: iweolri, 6: Yangjimal, 7: Jangwhari.

Table 1. Number of monitoring for *Parnassius bremeri* during 1990 to 1998

year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
no. of monitoring	6	3	11	2	9	0	6	3	4

3. 표본의 조사

본 조사에 이용된 옥천군의 1985~1997년에 채집된 표본은 총 252개체로 대학(2) 동아리(1) 및 개인 수집가(4) 등이 수집한 표본들을 함께 조사하였다. 대학의 표본의 경우 옥천군내에서의 세부 채집지 기록이 없이 옥천군으로만 표기되어 각 구역별 파악이 어려웠으나 1986년 이전은 이원면 이월리, 1988년 이후는 동이면 금암리의 표본임을 탐문조사로 확인할 수 있었으며 확인된 표본은 1986년 9개체, 1992년 6개체 그리고 1993년 1개체이다.

4. 사육

사육에는 붉은점모시나비(*Parnassius bremeri*)와 섭식식물인 기린초(*Sedum kamtschaticum*), 가는기린초(*Sedum aizoon*)를 이용하였다.

생활사를 알아보기 위해 사육은 세 가지 방법으로 실시하였다.

(1) 1991~1992년: 실내에서 사육상자(40×60×80 cm)에 기린초(*Sedum kamtschaticum* Fisch), 가는기린초(*Sedum aizoon* L.)를 심고 소석과 낙엽을 넣고 30 W의

백열등을 이용하여 하루에 18시간 빛을 비추었다. 실내 온도는 18~24°C를 유지하였다.

(2) 1992~1993년: 야외에서 망사 하우스(6×8×4 m)를 설치하여 서식지와 비슷한 환경을 만들어 사육하였다. 조류 이외의 천적은 차단하지 못하였으며 빛은 망사에 의해 20% 감소되었다.

(3) 1993~1994년: 사육상자는 아크릴을 이용하여 20×60×80cm의 크기로 만들어 야외에서 사육하였다. 망사를 씌워 천적을 차단하였다.

결과 및 고찰

1. 붉은점모시나비의 특성

1) 분포

붉은점모시나비는 한반도 전역에 국지적 분포를 보이고 있으며 기록으로 볼 때 대략 위도 38°~39° 상에 나타나지 않은 것이 특이한 점이다(석 1973).

남한의 서식기록은 강원도-의암, 강촌, 삼악산, 소백산, 평창, 경기도, 서울-등선포, 팔당, 천마산, 양수리, 광능, 청량리, 장춘당, 광나루, 남한산성, 불암산, 북악산, 용문산, 마석, 명지산, 신남, 무곡, 충북-옥천, 경북-경산, 안동, 대구, 김천, 동화사, 보해사, 송림사, 회방사, 비슬산, 경남, 부산-지리산, 거창, 부산, 거류산, 연화산, 전북-내장산, 전남-해남 등에 분포하였으며, 근래에 와서 서식지가 급격히 줄어들어 경남 거창과 강원도 고성 등지에서만 서식이 확인되었고 거창지역도 1998년의 조사결과 개체수가 빈약하게 관찰되었고 고성의 거류산 역시 서식지 면적으로 볼 때 서식지의 보호가 시급한 것으로 판단된다.

2) 생활사

사육과 야외관찰을 통한 생활사를 비교 조사하였다. 사육은 1991년부터 1994년까지 변태시기의 변화를 날짜별로 조사하였다(Table 2).

(1) 알: 알은 5월 중순에서 6월 초순에 산란하며 산란 직후에는 유백색이며 시일이 지날수록 흰색으로 변화한다. 산란은 식초나 식초 주변의 잔가지나 바위틈에 하나씩 산란한다(Fig. 3-A).

(2) 유충: 6~7월에 이르면 알속에서 1령 유충 상태로 여름, 가을, 겨울을 보내는 특이한 생태를 보이고 있다(Fig. 3-B). 부화는 겨울철에도 가능하며 서식지가 양지 바른 곳이므로 그해 11월이나 12월에도 부화하는 것을 관찰할 수 있었다. 관찰 결과 겨울을 지내는 동안 온도가 영상 18°C 이상 올라가면 부화하는데 알의 옆면을 갈아내서 머리가 빠져 나올 정도의 구멍을 낸 후 나온다. 부화한 유충은 난각을 먹지 않는다. 겨울철에 부화한

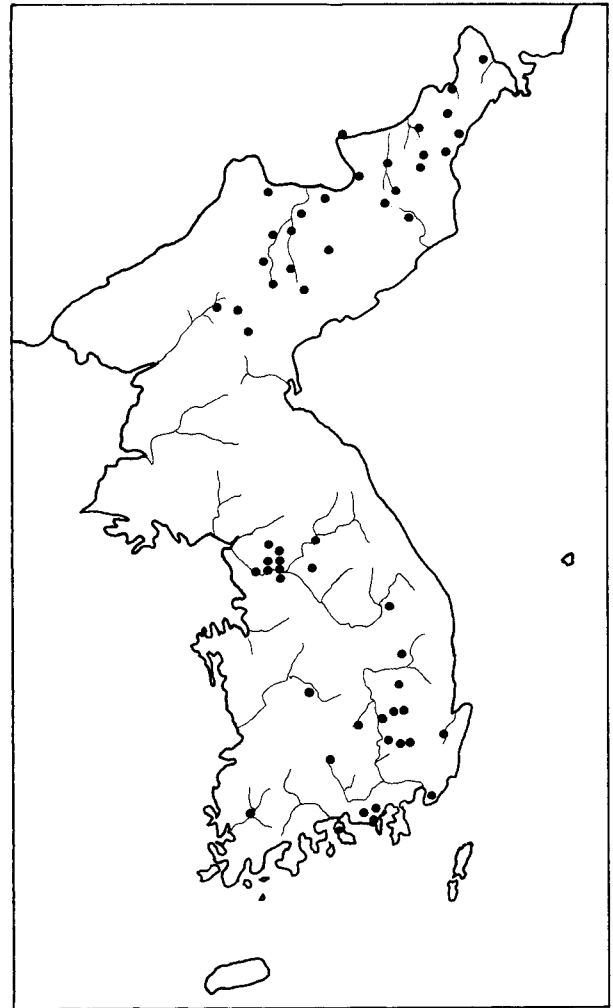


Fig. 2. Localities of *Parnassius bremeri* from Korean peninsula cited in Seok (1973), Kim (1976), and Park et Kim (1997).

유충은 1령기로 가장 긴 시간을 보내며 다시 온도가 영하로 떨어지면 유충의 상태로 월동에 들어간다. 유충(Fig. 3-C)은 주로 섭식식물의 윗쪽 부터 섭식하면서 아래로 내려온다. 먹이를 먹은 후 바위나 낙엽 등에서 일광욕을 하는데 주로 오전 10시 30분~12시경이며, 오후에 먹이를 한번 더 먹은 후 역시 일광욕을 한다. 탈피를 위하여 1~3일간 먹이를 먹지 않고 변화기를 갖으며, 탈피 후 탈피물은 먹지 않는다. 이런 과정을 5령기까지 반복한다.

(3) 번데기: 4월말에서 5월초에 번데기(Fig. 3-D)에 들어가기 위하여 유충은 실을 토해 엉성한 고치를 만든다. 이때의 고치는 낙엽, 식물의 줄기 등 주변의 물질들을 다양하게 활용하며, 고치의 위치로는 각종 틈새를 활용하여, 번데기에 들어갔으며, 사육시는 필름통안, 플라스틱

Table 2. Annual procedures of development for *Parnassius bremeri* by breeding examination during 1991 to 1994, (): accumulated days

1) 1991~1992

Codes of egg	Egg	Larva					Perpupa	Pupa	Adult
		1st	2nd	3rd	4th	5th			
1	1991, V, 24	1992, II, 14 (296)	'92, II, 18 (300)	'92, II, 23 (305)	'92, II, 28 (310)	'92, III, 6 (318)	'92, III, 6 (321)	'92, III, 11 (324)	'92, III, 21 (335)
2	1991, V, 24	1992, III, 7 (275)	'92, III, 9 (277)	'92, III, 11 (279)	'92, III, 13 (282)	'92, III, 16 (285)	'92, III, 20 (289)	'92, III, 22 (302)	'92, IV, 1 (313)
3	1991, V, 24	1992, III, 20 (263)	'92, III, 22 (265)	'92, III, 25 (268)	'92, III, 28 (271)	'92, III, 31 (274)	'92, IV, 5 (278)	'92, IV, 7 (281)	'92, IV, 23 (306)

2) 1992~1993

Codes of egg	Egg	Larva					Perpupa	Pupa	Adult
		1st	2nd	3rd	4th	5th			
1	1992, V, 23	1993, II, 16 (299)	'93, II, 26 (310)	'93, III, 3 (315)	'93, III, 19 (321)	'93, IV, 10 (342)	'93, IV, 16 (346)	'93, IV, 18 (349)	'93, V, 3 (366)
2	1992, V, 23	1993, II, 16 (299)	'93, III, 1 (312)	'93, III, 6 (317)	'93, III, 24 (335)	'93, IV, 14 (355)	'93, IV, 24 (365)	'93, V, 27 (368)	'93, V, 11 (383)
3	1992, V, 23	1993, II, 16 (299)	'93, II, 28 (311)	'93, III, 5 (316)	'93, III, 22 (333)	'93, IV, 12 (353)	'93, IV, 22 (363)	'93, IV, 24 (366)	'93, V, 10 (382)

3) 1993~1994

Codes of egg	Egg	Larva					Perpupa	Pupa	Adult
		1st	2nd	3rd	4th	5th			
1	1993, V, 20	1993, XII, 23 (202)	'94, I, 20 (230)	'94, II, 22 (263)	'94, III, 9 (277)	'94, IV, 1 (292)	'94, IV, 13 (317)	'94, IV, 14 (320)	'94, V, 3 (334)
2	1993, V, 20	1993, XII, 23 (202)	'94, II, 28 (232)	'94, III, 12 (269)	'94, IV, 10 (281)	'94, IV, 20 (304)	'94, IV, 23 (315)	'94, IV, 25 (318)	'94, V, 3 (338)
3	1993, V, 20	1993, XII, 23 (202)	'94, II, 29 (239)	'94, III, 2 (271)	'94, I, 11 (279)	'94, IV, 15 (313)	'94, IV, 29 (327)	'94, IV, 30 (330)	'94, V, 17 (346)

틱, 일회용 젓가락 등을 이용하는 것이 관찰되었다. 영성한 고치 안에서 배를 위쪽으로 향한 후 2~3일의 전변데기 기간을 갖은 후에 번데기에 들어간다.

(4) 성충: 성충 (Fig. 3-E)의 출현기는 5월초부터 6월 중순까지이다. 앞날개의 길이는 수컷 31~40mm, 암컷 36mm 내외여서, 암컷이 수컷보다 큰 경향이 있다. 수컷은 서식지 주변을 낮게 천천히 날며 간간이 길 아래로 내려오기도 하며 암컷은 서식지 주변에서 주로 활동하며 길을 따라서 이동하기도 한다. 오후가 되면 길 아래로 내려와 무리를 이루기도 한다. 성충은 꽃에서 꿀을 먹으며, 교미를 마친 암컷은 수컷의 분비물에 의하여 교미낭이 만들어진다. 성충은 3일째부터 산란에 들어갔다.

(5) 천적: 생활사 중 알로서 가장 긴 시간을 보냄으로써 유충기가 짧아져 조류, 거미, 기생벌 등의 천적으로부터 유충을 보호를 받는 것으로 추정된다. 더욱이 서식지는 다양한 천적으로부터 보호받기가 좋은 환경을 선호하는 것으로 나타났다. 서식지에서 관찰된 천적으로는 조류의 노랑턱멧새 (*Emberiza elegans elegans*), 검은딱새

(*Saxicola terpuata stejneferi*), 멧새 (*Emberiza cioides castaneiceps*), 딱새 (*Phoenicurus aureus aureus*), 붉은머리오목눈이 (*Paradoxornis webbina fulvicauda*), 박새 (*Parus major minor*), 오목눈이 (*Aegithalos caedarius mafnus*)와 거미 3종이 관찰되었으며, 1~3령기에는 주로 거미에 의하여 4~5령기에는 조류에 의하여 피해를 입는 것으로 나타났다.

3) 섭식식물과 상관관계

붉은점모시나비의 섭식식물은 주로 기린초 (*Sedum kamtschaticum*)와 가는기린초 (*S. aizoon*)이다. 기린초와 가는기린초는 산야에 널리 자라는 다년초로 높이는 각각 30cm, 50cm이며, 양지에서 잘 자라서 주로 암반의 틈이나 위에 붙어서 자라나, 그늘에서나 다른 식물과 함께 자라면 도태되고 개화기는 6~7월이고 11월에 이르면 그해의 줄기와 잎은 말라죽으며, 새로운 싹을 준비한 후 겨울을 보낸다.

붉은점모시나비의 섭식식물은 기린초와 가는기린초이

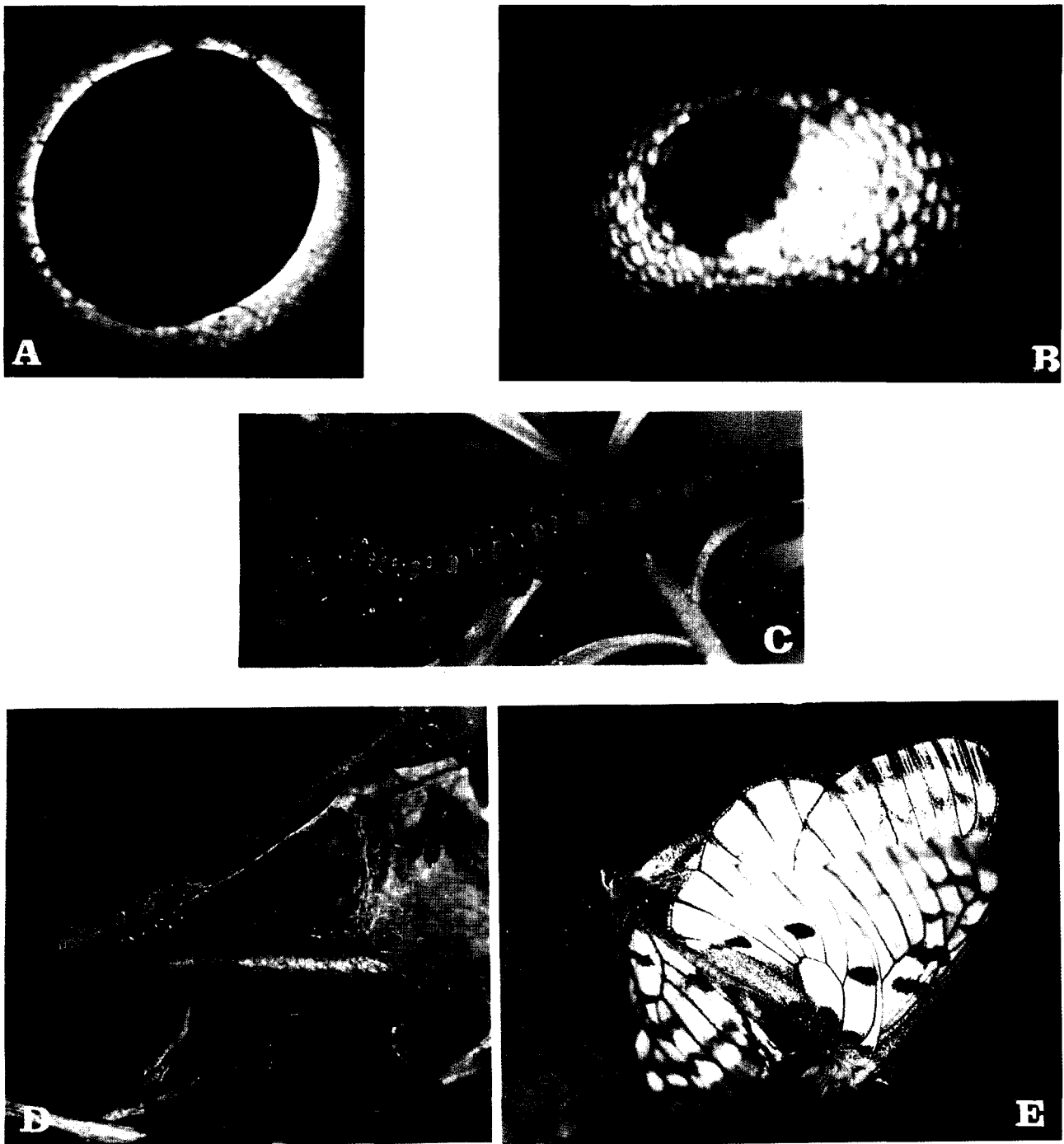


Fig. 3. Development stages of *Parnassius bremeri*.

A: I instar larvae inside of egg shell, B: egg shell hatched, C: V instar larvae, D: Pupa, E: male and female copulating.

며, 유충기에 기린초 뒷쪽의 어린잎부터 섭식하는데, 이는 초식성 유충의 어린잎의 선호는 식물의 화학적 성분 때문이고(Bowers & Stamp 1993), 이로 인해 섭식식물에게 새로운 측지를 많이 생성도록 한다. 이는 섭식식물에

게 보다 많은 꽃을 피우게 하여 재생산을 촉진하는 전략으로 보여진다. Fig. 4는 섭식식물과 초식자인 붉은점모시나비의 개체군 크기를 적절한 수준으로 유지하기 위해서는 유충의 수와 기린초의 개체수가 일정한 비율

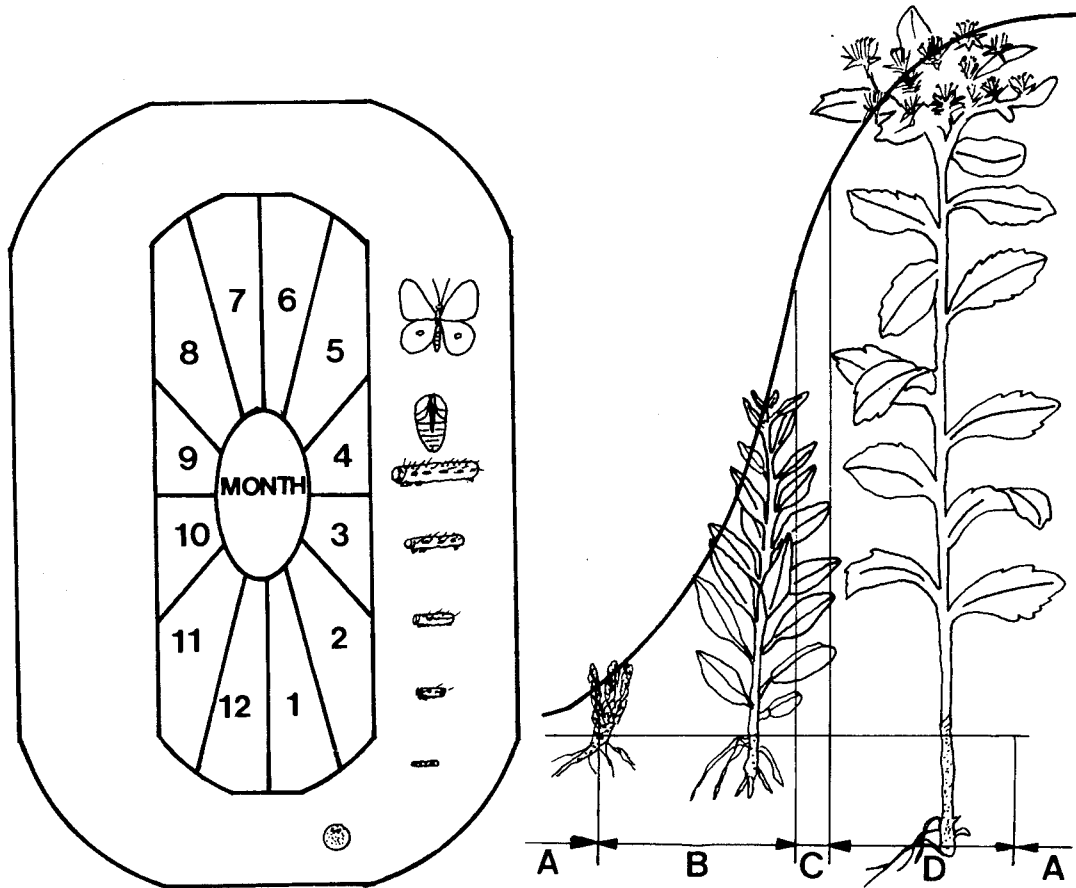


Fig. 4. Growth succession between *Parnassius bremeri* and host plant.
A: egg, B: larva, C: pupa, D: adult.

Table 3. The years of local disappearance for *Parnassius bremeri* from Okchon-gun, Korea

Site	Year														
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
1	○	×	×	×	×	×	×	
2	×	×	○	×	○	×	×	×	×	
3	.	.	.	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	×	
4	×	○	○	○	×	○	○	×	×	
5	○	○	.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
6	○	○	×	×	×	×	×	×	×	
7	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

○: development ×: undevelopment .: no data

이상으로 유지 되어야 할 필요가 있음 보여주고 있다. 따라서 초식자인 나비와 섭식식물은 적절한 개체군 변동의 범위를 유지하며 번성해 나가는 것으로 사료되었다.

2. 붉은점모시나비의 소멸

옥천군에서는 붉은점모시나비의 개체수가 비교적 풍부하였으나 1998년에 이르러 소멸된 것으로 보인다. 소

멸된 원인으로는 채집, 서식지 변화와 파괴 등인 것으로 나타났다. 서식지의 변화는 식생의 변화로 기린초의 서식 환경을 잃은 경우와 도로의 확장 및 포장을 위한 서식지 파괴에 의한 것이다. 각 서식지의 소멸 시기는 Table 3과 같다.

서식지에서의 소멸 시기는 다르게 나타나고 있는데 각 서식지별로 여러 가지 요인이 복합적으로 나타나고

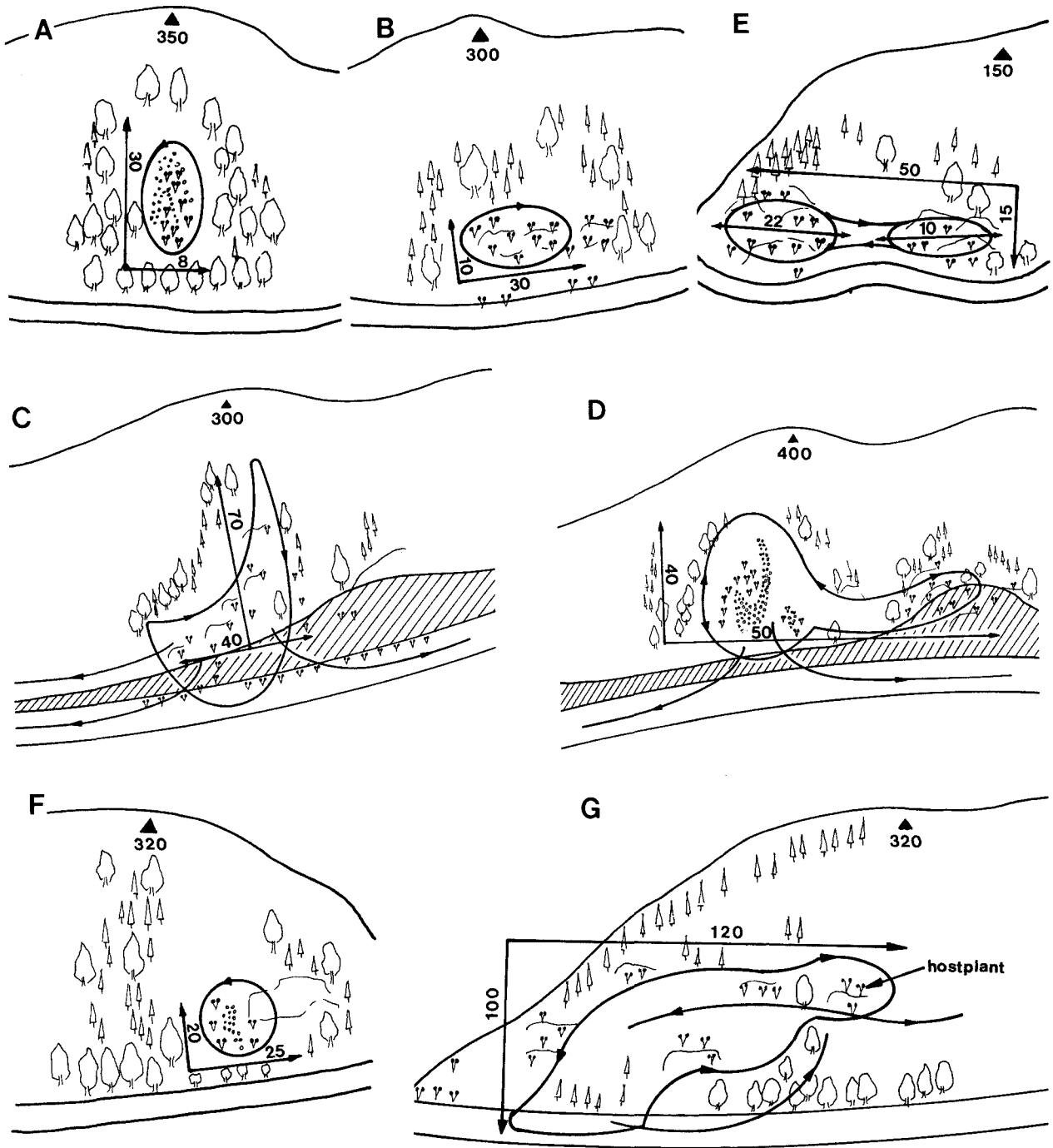


Fig. 5. Habitat circumstances and flight-scopes of *Parnassius bremeri*. from seven localities, Okchon-gun.
 A: Dongrakjeong, B: Wondangri, C-D: Kumamri, E: iweolri, F: Yangjimal, G: Jangwhari. Rounded arrow: flying scope of adult, straight arrow: habitat area of adult (unit: m).

있다.

(1) 동락정 (Fig. 5-A): 식초인 기린초가 많고 환경이 붉은점모시나비의 서식에 적합한 상태를 보이고 있으나 1992년 단 1회 1마리의 성충(♂)채집이 있었는데 이는

금암리의 개체가 이곳까지 이동한 개체인지도 확실하지 않다. 지형을 볼 때 천적(조류)의 서식 장소로는 적합한 장소로 보인다. 그러나 같은 속의 모시나비는 계속해서 발생하는 것으로 보아 천적이 소멸의 원인은 아닌 것으

로 판단된다.

(2) 원당리 (Fig. 5-B): 이곳에서는 연속 발생하지는 않는 것으로 보인다. 1992, 1994년 유충과 성충의 관찰되었는데 이는 금암리의 개체가 이동 산란한 것이 발생한 것으로 보인다. 서식 공간이 협소하여 연속 발생하기에는 적합하지 않은 것으로 보인다.

(3, 4) 금암리 (Fig. 5-C, D): 가장 안정된 서식 환경을 보이고 있으며, 서식 공간도 광범위하여 많은 개체수가 서식할 수 있는 공간이다. 더욱이 섭식식물의 풍부한 분포로 한 장소에서 소멸되어도 인접한 장소의 개체가 산란함으로써 개체군 유지를 위한 탄력성을 제공하는 중요한 역할을 하는 것으로 관찰되었다. 95년부터 도로 포장 공사로 인한 서식지의 파괴와 채집의 심화로 소멸된 것으로 보인다.

(5) 이월리 (Fig. 5-E): 1988년 관찰 결과 소멸을 확인하였으나 소멸 원인에 대하여는 알 수 없었다. 섭식식물의 변화는 없는 것으로 조사되었다.

(6) 양지말 (Fig. 5-F): 서식지의 변화로 섭식식물이 사라졌다. 능선 너머에 위치한 장화리로 부터의 개체 이동이 있었으나 장화리의 개체수 감소와 서식 환경의 변화로 1991년을 마지막으로 관찰되지 않았다.

(7) 장화리 (Fig. 5-G): 개체수는 적지만 서식 환경이 비교적 안정된 상태를 보이고 있다. 채집의 심화와 식생의 변화에 따른 섭식식물의 감소로 소멸된 것으로 보인다.

표본조사에 의한 개체수의 변화는 Fig. 6과 같다. 옥천의 7개 서식지의 붉은점모시나비의 개체수는 금암리와 이월의 장화리에서 비교적 많은 개체가 발생하였으나 두 곳 모두가 채집의 심화와 환경의 변화로 소멸양상을 보여주고 있다. 이런 소멸현상은 주변지역의 개체수 감소로 개체군 유지를 위한 탄력성을 상실함으로써 가속화되는 것으로 보여진다. 양지말과 장화리는 개체수의 감소와 서식지 식생의 변화에 따른 서식 공간이 감소하여 격리 현상이 나타났으며 금암리는 개체수 감소로 원당리와 서식지 격리가 나타났다. 1993년까지는 주로 금암리와 이월리의 개체수가 풍부하게 관찰되었으나 1994년을 정점으로 급격히 감소되어 소멸한 것으로 나타났다.

3. 복원방안

성공적인 복원을 위해서는 대상 종에 대한 과학적이고도 실질적인 계획을 수립할 수 있어야 한다(박 1997). 이는 자연자원의 관리를 위하여 생태계 구조를 전진하게 조성하고 그 기능을 유지시키는 것이 자연환경의 체계적이고 효율적인 보전을 기할 수 있기 때문이다(김

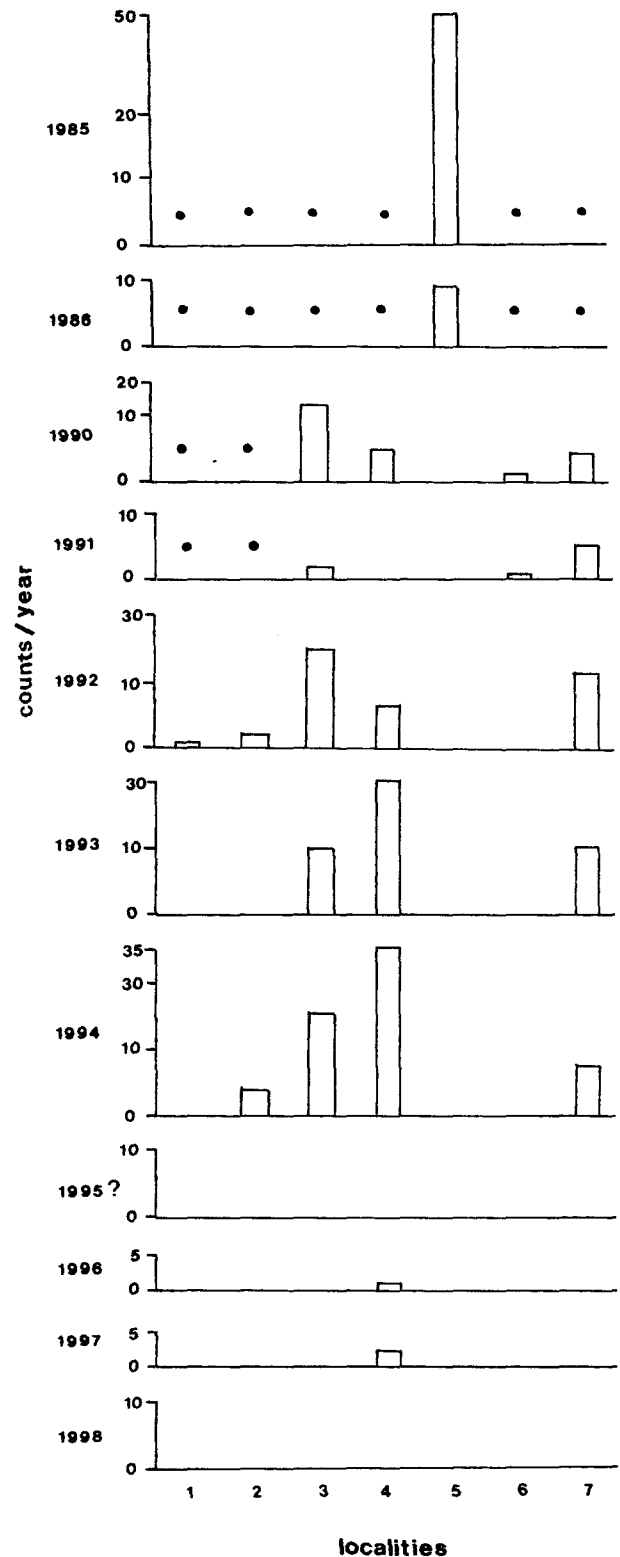


Fig. 6. Individual counts of *Parnassius bremeri* by checking species from 7 localities, Okchon-gun. (dark circle: missing data by undetection of habitat) 1: Dongrakjeong, 2: Wondangri, 3-4: Kumamri, 5: iweolri, 6: Yangjimal, 7: Jangwhari.

1997). 복원을 위해 다음과 같은 체계적인 방안을 수립하였다.

1) 포획

종의 복원을 위하여 암컷의 포획을 필요로 한다. 붉은점모시나비는 보호종이므로 암컷의 포획에 신중을 기해야 한다. 서식지를 복원하기 위해서는 기존의 서식지에서 포획으로 인한 종의 소멸을 피해야 한다. 따라서 기존의 서식지에서는 채집에 따른 영향을 평가하기 위해서는 붉은점모시나비의 개체군 유지를 위한 적정한 비율의 식초량을 정량적으로 판단할 수 있는 선행연구를 수행할 필요가 있다. 1마리의 암컷으로도 50개 이상의 알을 확보할 수 있으므로 여러 마리의 포획을 금해야 한다.

다음은 포획시 주의 사항이다.

- 포획의 필요시 뚜렷한 목적 하에 최소의 포획을 원칙으로 한다.
- 산란 중의 포획을 삼간다.
- 사육을 위한 성충의 포획은 사육실의 사전 준비를 철저히 시행 후 실시한다.
- 서식지에서 대량 채집과 매년 같은 장소에서의 포획을 금지한다.

2) 사육

사육은 나비의 기본적인 생태와 자세한 생활사의 연구를 가능하게 하여준다. 사육을 통한 생활사의 이해는 매우 중요한 요소이며 성공적인 생활사-변태과정-를 위해서는 시간과 공간에 따라서 매우 다른 요소를 필요로 한다(Fry & Lonsdal 1991).

사육의 목적은 다양하며, 그 중 하나는 생태적 조절과 서식지 변화에 따른 간접적인 보호에 있다. 또한 사육복원을 위한 첫번째 과정이기도 하다. 사육의 실행은 A단계(초기의 사육프로그램의 전체 수행과정)가 성공하면 B단계(사육단계)를 통한 종의 증식에 주력한다(Fig. 7).

붉은점모시나비의 사육은 비교적 쉽다. 짧은 유충기와 성충의 행동 범위가 매우 제한적이어서 좁은 공간에서도 사육이 가능하다. 다음은 사육 방법이다.

(1) 산란: 사육cage안에 섭식식물인 기린초를 심고 각 모서리와 바닥에 잔가지를 놓은 후 암컷을 넣는다. 사육cage의 크기는 100×40×40cm가 적당하며, 암컷은 산란을 위하여 먹이를 필요로 하는데 먹이는 5~10%의 설탕물을 준비하고 스펀지와 주사를 이용하여 먹여 주거나 스프레이를 이용 분사 후 스스로 먹도록 한다. 스프레이를 이용할 경우 나비의 몸에는 뿌리지 않는다. 그리고 산란시의 온도는 25~30°C를 유지하도록 하며 이때의 온도의 조절은 태양 광선을 이용하는 것이 효과적

이다.

(2) 알의 보관: 산란한 알은 알속에서 1령의 유충 상태로 여름, 가을 및 겨울을 보내므로 야외의 그늘에서 보관하는 것이 가장 효과적이었다. 그리고 11월에 이르면 사육cage를 준비하여 알을 넣은 후 부화한 유충의 분산과 천적의 차단을 위하여 망사를 씌워 놓는다. 알은 사육cage에 각각 10개씩 넣어 둔다. 이때의 사육cage의 온도가 야외와 비슷하게 유지시키고 식초와 함께 낙엽, 소석을 넣어 준다.

(3) 유충: 유충의 사육은 충분한 식초의 공급과 천적을 차단한다면 어려움은 없다. 유충 사육시 부화의 시점을 야외와 비슷하게 맞추기 위해서는 야외에서 사육하는 것을 원칙으로 한다. 만일 야외보다 1개월 이상 앞서 나간다면 식초의 충분한 공급을 위하여 식초를 실내에서 재배하여 충분한 양을 확보하도록 한다. 그러나 알이나 유충을 야외에 방사할 계획이면 부화 시점의 조절에 주의하여야 한다.

(4) 번데기: 5령 종령의 유충은 번데기가 되기 위하여 배회하는데 주로 잔가지를 이용하여 고치를 만드므로 잔가지를 많이 넣어 주도록 한다.

(5) 성충: 야외에서는 수컷이 암컷보다 먼저 우화 한다. 그러나 사육의 경우 발생 시기는 비슷하며, 암컷이 먼저 우화 하는 경우도 있다. 먼저 우화한 성충에게는 설탕물로 먹이를 공급하거나 흙밑식물에서 꿀을 빨도록 한다. 암수가 확보되면 교미를 할 수 있도록 같은 cage에 넣어 준다. 사육의 경우에도 교미는 비교적 잘 이루어졌으나 만일 자연 교미가 이루어지지 않으면 hand pairing을 다음과 같이 시도한다(Ekkehard 1975).

- 낮은 온도에서는 잘 이루어지지 않으므로 25~30°C에서 실시한다.
- 성충이 미끄러지지 않게 바닥에 수건이나 거즈를 깔아 준다.
- 암컷의 경우 우화 당일에는 잘 이루어지지 않았다.
- 왼손에 암컷, 오른손에 수컷을 쥐는데 각각의 교미기의 아래 부분을 가볍게 쥐는다.
- 수컷이 파악판(valva)을 벌리지 않을 때는 복부와 valva 사이를 왼손 엄지손톱으로 상하 좌우로 살짝 움직여서 자극을 준다. 무리하게 자극을 주면 교미가 잘되지 않으므로 다른 성충으로 바꾼다.
- 암수의 배가 130°를 유지하면서 수컷이 valva를 벌렸을 때 즉시 암컷의 교미기에 수컷의 valva에 가볍게 대주면 갈고리가 나와서 암컷의 배 끝에 걸고 동시에 성기가 삽입된다.
- 교미가 성사되면 바닥에 내려놓고 자극을 주지 않는다.

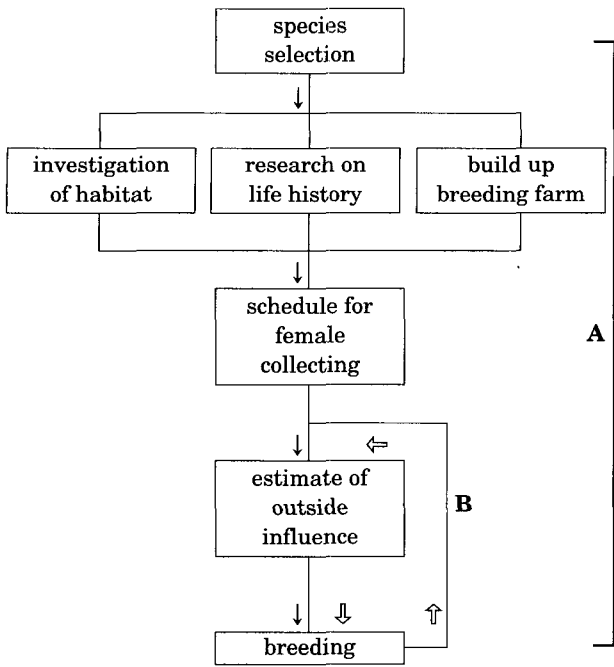


Fig. 7. The breeding program for *Parnassius bremeri*.

3) 방사

방사를 위한 장소선정에 있어서 적절한 방사프로그램을 통한 충분한 조사와 검토 및 평가가 이루어져야 한다(Fig. 8).

(1) 장소

나비의 방사를 위해서는 먼저 나비의 생활사를 완전히 이해한 후 입지를 선택하여야 한다. 방사를 위해서는 먼저 충분한 섭식식물의 분포와 넓은 서식 공간의 확보를 필요로 한다(Samways 1994). 방사지역의 선택은 기존의 발생지에서 현존 식생의 파악과 앞으로의 변화를 예측 판단할 수 있어야 한다. 판단의 기준은 기존의 서식지의 연구에 의해서 결정하되 선정지역의 미래의 토지이용에 따른 서식지 변화 유무를 예측할 수 있어야 한다. 만일 기존의 서식지 중에서 적합한 장소가 없으면 새로운 장소의 선택을 위해서는 섭식식물의 생육환경을 고려하고 방사된 개체들이 자연상태에서 번식될 수 있고 지속적으로 개체군이 유지될 수 있는 장소를 선발하여야 한다.

(2) 평가

종의 자생은 서식지의 점유 여부에 달려있다. 초식성 곤충의 서식지 점유는 섭식식물과 경쟁자에 따라서 영향을 받는다. 따라서 서식지 점유를 위한 초기 단계에서 지속적인 인위적 간섭은 다른 생물에 어떠한 영향을 끼치는지, 또한 간섭의 범위를 어디까지 할 것인지 등의 문제에 부딪치게 된다. 이런 문제의 어려움을 줄이기 위

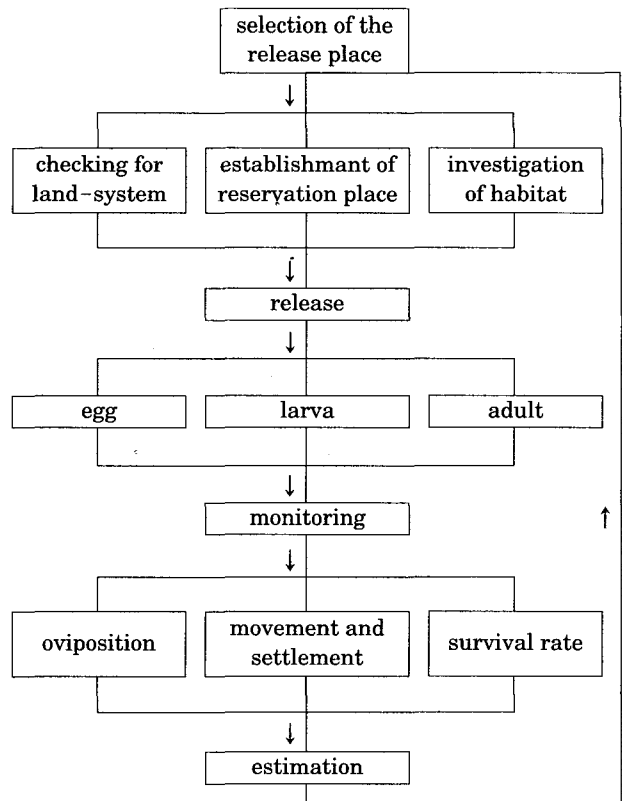


Fig. 8. Release program for *Parnassius bremeri*.

해서는 현재의 서식지 환경이 더 변화하기 전에 현존 식생의 파악, 생태계 조사 그리고 모니터링을 통한 앞으로의 환경 변화에 따른 예측도 매우 중요하리라 생각된다. 그러나 새로운 장소에서 붉은점모시나비가 어떠한 생태적 지위를 차지할 것인지를 정확히 예측하기란 매우 어려우므로, 방사에 따른 기존의 생태계에 대한 악영향도 있을 수 있으므로 기초적인 생태적 연구를 통한 신중한 판단이 요구된다.

(3) 적지선정

옥천에서의 적지는 동락정, 이원의 장화리가 성공의 확률이 높을 것으로 사료된다. 금강 유역의 장소가 서식지로서는 가장 좋은 입지조건을 갖고는 있으나 순환도로가 개통되면 빈번한 차량의 통행으로 서식 환경이 나빠질 것으로 예측된다. 동락정과 양지말은 비교적 안정된 환경을 유지하고 있으나 식초의 서식 범위가 줄어들고 있어 지속적인 관리를 필요로 한다. 그리고 천적에 대한 생존율을 최대한 높여야 한다.

논 의

옥천군 지역에서 붉은점모시나비의 소멸은 소장 표본

의 조사와 서식지의 모니터링에 의하여 확인되었다. 소장표본의 조사에서는 개인 소장자와 1985년 이전의 표본은 조사되지 않았으므로 실제로 옥천군에서 채집된 개체수는 더 많을 것이다.

야외에서 관찰된 붉은점모시나비의 섭식식물은 기린초이다. 가는기린초는 사육실험에서 섭식이 확인되었으며, 이외에도 *Sedum*속의 식물 중 속리기린초(*S. zokurense*), 애기기린초(*S. middendorffianum*), 섬기린초(*S. takesimense*) 등도 섭식이 가능할 것으로 추정된다. 일반적으로 나비목 유충은 같은 속에 속한 식물을 섭식하며, 높은 선호도를 나타낸다(Ohsaki & Sato 1994; Banno 1984; Fox & Eisenbach 1992). 경우에 따라서는 섭식식물의 종이 다르더라도 화학적 성분이 비슷한 식물은 섭식하기도 한다(Jaenike 1990). 이런 다양한 섭식식물에 대한 연구는 나비의 계통분류와 생태를 이해하는데 중요한 역할을 한다(Devries 1987).

최근에 모니터링을 통해 인간의 채집활동이 일부 종에 대해서는 종 유지에 심각한 압박으로 작용한다는 것을 인식하게 되었다(Pollard & Yates 1995). 따라서 자연환경 조사방법의 한 방법으로써 모니터링은 필요하며, 특정 종의 소멸 방지와 생태 연구를 위해서도 모니터링 생태조사법의 도입을 필요로 한다.

1997년 모니터링 결과 개체수를 하루 1~2개체 이상을 관찰하지 못하였다. 특히 주서식지(금암리)에서 산란중인 성충을 확인하였으나 1998년에는 성충의 발생을 확인할 수가 없었다. 이런 것으로 보아 서식지에서 개체군의 유지를 위한 최소개체수가 있을 것으로 예측된다. 곤충의 경우 서식지 면적, 식생, 천적, 기후, 계절 등의 다양한 요인에 의하여 생존임계개체수가 영향을 받을 것으로 사료된다. 이러한 생존임계개체수의 파악은 개체군의 보존뿐만이 아니라 개체군 변동을 파악하기 위한 연구의 기초가 되리라 생각된다.

학자들간에 광범위하게 섭식식물과 나비의 유충은 공진화하는 것으로 받아들여지고 있으며 이는 섭식식물과 나비가 동시에 발생하는 생태적 특성에 기인한 것이다(Tauer & Tauber 1981). 대부분의 초식성 곤충은 유충기나 성충기에 섭식식물에서 많은 시간을 보내며(Finch 1986), 유충과 섭식식물의 성장곡선은 상관관계를 보인다(Lubchenco & Gaines 1981). 또한 초식성 곤충이 식물의 재생산에 도움이 된다는 것이 확인되고 있지만 아직은 연구가 미약한 편이다(Hulme 1996).

큰홍띠푸른부전나비(*Scolitantides divina* Fixsen)는 일본(Fukuda 1982)과 한반도에 분포하고(석 1973), 남한에서의 분포지는 영월의 쌍릉리와 옥천군의 금강만이 알려져 있다(박과 김 1997). 1994년 환경부 지정 특정

야생동식물 중 감소 추세종으로 지정되어 보호한 바 있으나, 1998년 환경부가 새로 지정한 한국의 멸종위기 및 보호야생 동식물 목록에서는 제외되어서 우려되는 바가 크다. 큰홍띠푸른부전나비의 감소의 원인으로서는 인간의 채집활동이 작용하였는지를 판단하기는 현재로서는 어려운 일이나 감소의 원인을 밝히기 위하여 서식환경, 생활사 등 생태적 연구의 수행이 시급한 것으로 판단된다. 고산이나 오지가 아닌 낮은 산지의 초지가 급격히 줄어들면서 이런 곳에서 서식하던 나비들이 현저히 감소하는 것으로 나타나고 있다(신 1988). 이러한 지역적 소멸 현상을 파악하는 것은 자연환경관리의 측면에서 중요하며, 종의 소멸이 원래 자연적인 생태적 작용임이 분명할 지라도 인위적인 종의 소멸은 발생적 다양성과 진화의 잠재력에 있어서 대체할 수 없는 손실(손 1994)이므로 종의 보존을 위한 생태적 연구가 시급한 실정이다. 일본의 경우 큰홍띠푸른부전나비는 야외 서식지를 잃은 것으로 추정하고 있으며, 개인 사육가에 의해서 종이 유지되고 있는 실정이며 아울러 천연기념물 지정에도 노력을 기울이고 있다. 이런 상황에서도 종의 희귀성으로 인하여 큰홍띠푸른부전나비의 표본이 일본에서는 고가에 판매되고 있는 것이 현실이다. 이런 곤충표본의 판매행위는 남부아시아, 남미와 오세아니아 등 전 세계적으로 이루어지고 있다. 파푸아 뉴기니아에서는 1974년까지는 곤충표본의 상거래에 대하여 제재를 하지 못하였으나 1978년 IFTA(Insect Farming, Trading and Conservation)의 설립으로 곤충자원의 남획이나 암거래를 억제하고, 판매금액의 일정비율을 서식지 보존에 투입함으로써 곤충 표본의 상거래와 자연보존이 공존할 수 있는 모델이 되었다(Martens 1994).

환경보존의 특성은 생산활동이 필요한 것과 같이 탐미주의와 휴양지로서의 필요성과 유용한 동·식물과 광물의 합리적 이용과 재생산을 위한 균형적 순환을 유지하는 것을 계속적으로 필요로 한다(Odum 1971). 최근 국내의 경우, 나비의 생활사 연구가 일부 개인에 의해서 수행되고 있으나 전문성은 다소 미흡하다. 따라서 야생 동·식물의 서식지외보전기관 지정에 관한 법률인 자연환경보존법 10조를 활용하여, 보호대상종을 사육하는 공공기관의 설치를 정부차원에서 적극적으로 검토할 것을 제안한다. 이는 수집가의 채집 금지와 보존지구의 설정이 종의 보존 방법의 전부인 것으로 인식하고 있는 현실에서 보다 적극적인 종의 보존 방법으로 시급히 도입되어야 하며, 이는 곤충의 생활사 연구 뿐만이 아니라 생물자원의 확보라는 차원에서 그 중요성은 매우 높다. 또한 현실적으로 보호지구의 설정 등으로 자연 상태에서의 종의 보존에는 한계가 있으며, 보호지구 및 보호

종의 지정 이후의 관리의 난점을 보완하는 방법이기도 하다.

참 고 문 헌

- 권 등(1998) 한국의 멸종위기 및 보호야생 동·식물. 교학사. p. 302.
- 김 등(1986) 일반곤충학. 한국곤충학회편, 법문사.
- 김은식(1997) 자연환경보전법 개정에 관한 보전생물학적 검토 - 자연자산의 관리. 자연보존 **99** : 18-20.
- 김창완(1976) 한국곤충포도감(나비편). 고려대학교. p. 26.
- 박규태, 김성수(1997) 한국의 나비. 생명공학연구소, 한국곤충분류연구회. pp. 13-143.
- 박해철(1997) 자연환경보전법 개정에 관한 보전생물학적 검토 - 개정된 환경부 자연환경보전법과 곤충의 보전. 자연보전 **99** : 8-12.
- 석주명(1972) 한국산 점류의 연구. 승적사.
- 석주명(1973) 한국산 점류분포도. 승적사. p. 424.
- 신유황(1988) 초지성 나비의 다산지. 자연보존. **63** : 25-28.
- 손명원(1994) 생태학적 환경관리. 대운.
- 옥천근(1997) 통계연보. **37** : 49-55.
- 이승모(1982) 한국접지. INSECTA KOREANA 편찬위원회. pp. 2-3.
- 이창복(1989) 한국식물도감. 향문사. pp. 404-406.
- 환경처(1994) 특정야생동·식물 화보집. 환경처. pp. 38-41.
- Banno H(1984) The effect of various plants on the growth and food utilization of the larvae of *Neptis sappho intermedia* WB Pryer (Lepidoptera: Nymphalidae). *Jap. J. Ecol.* **34** : 9-14.
- Blair KR (1999) Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate for assessing biodiversity? *Ecological Application.* **9**(1) : 164-170.
- Bowers MD & NE Stamp (1993) Effects of plant age genotype, and herbivory on *Plantago* performance and chemistry. *Ecology (America)*, **74**(6) : 1778-1791.
- Devries PJ (1987) The butterflies of Costa Rica and their Natural history. Princeton university, pp. 3-37.
- Dunbar D (1993) Saving butterfly. Butterfly conservation.
- Ehrlich & Ravan (1964) Butterfly and plant: a study in coevolution. *Evol.* **18** : 586-608.
- Ekkehard F (1975) handbuch der Schmetterlingszucht. Kosmos Franckh. pp. 25-29.
- Elton C (1927) Animal ecology. Sidgwick and Jackson, London, pp. 63-68
- Finch S (1986) Assessing host-plant finding by insects. in "Insect-Plant interactions" (ed. Miller, JR & TA Miller). Springer-Verlag.
- Fox LR & J Eisenbach (1992) Contrary choices : Possible exploitation of enemy - free space by herbivorous insects in cultivated vs. wild crucifers. *Oecologia*, **89** : 574-579.
- Fry R & D Lonsdale (1991) Habitat Conservation for Insects-A Neglected Green Issue. *The Amateur entomologist.*, **21** : 15-41
- Fukuda H *et al.* (1982) The life historys of butterflies in Japan. Hoikusha publishing Co., LTD. pp.272-276
- Hulme PE (1996) Herbivory, Plant regeneration and species coexistence. *Journal of Ecology (British)*. **84** : 609-615.
- Jaenike J (1990) Host specialization in phytophagous insects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **21** : 243-273.
- Lubchenco J & SD Gaines (1981) A unified approach to marine plant-herbivore interactions. I. Populations and communities. *Ann. Res. Ecol. Syst.* **12** : 405-437.
- Martent H (1994) The butterfly Trade in PAPUA NEW GUINEA-a touch-stone for sustainable utilization of wildlife. *Animal Research and Development.* **40** : 88-101.
- Odum EP (1971) Chapter 15. Resources in "Fundamentals of ecology", 3rd., Stnders Philadelphia.
- Ohsaki N & Y Sato (1994) Food plant choice of *Pieris Butteries* as a Trade-off between parasitoid avoidance and quality of plant. *Ecology (America)*, **75**(1) : 59-68.
- Pollard E & TJ Yates (1995) Monitoring Butterflies for ecology and conservation. Chapman & Hall.
- Samways MJ (1994) Insect Conservation Biology. Part Four (11. Stopping the loss of individuals, populations, species and landscapes). Chapman & Hall.
- Stone JLS (1992) Keeping and Breeding Butterflies and Other Exotica. Blandford.
- Tauer CA & MJ Tauber (1981) Insect seasonal cycles : Genetics and Evolution. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **12** : 281-308.
- Thomas JA (1983) The ecology and condervation of *Lysandra bellargus* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Britain. *Journal of Applied Ecology.* **20** : 59-83.
- Tolman T (1997) Butterflies of Britain and Europe. Harper Collins, 320pp.
- Warren MS (1987) The ecology and conservation of the heath fritillary butterfly, *Mellicta athalia*. III. Population dynamics and the effect of habitat management. *Journal of Applied Ecology.* **24** : 499-513.
- Warren MS (1992) The conservation of British butterflies. in "The Ecology of Butterflies in Britain" (ed. Dennis, R.L.H.) Oxford university Press. pp. 246-274.

The Factors of Local Disappearance and a Plan of Restoration for *Parnassius bremeri* from Okchon-gun, Korea

Do Sung Kim, Young Bok Cho¹ and Jae Kee Koh

(Department. of Biology, Kyungsan university, Jeomchondong, Kyungsan 712-240, Korea,

¹Natural History Museum, Hannam University, Ojongdong, Taejon 306-791, Korea)

Abstract - The factors of local disappearance and a plan of restoration for *Parnassius bremeri* from Okchon-gun, Chungchongbukdo, Korea, were investigated. The population of this butterfly from Okchon-gun was much more abundant than the other areas of Korea in the past. But only two adults were observed in 1997 at this site and no more observation was made in 1998. So we considered that *Parnassius bremeri* is disappeared from this area. To know the factors of local disappearance of this species, we analyzed data of the monitoring from seven localities of Okchon-gun from 1990 to 1998 and also checked 252 specimens from this area by several collections. As a result of it, the habitat changes by recent road constructions and the frequent collecting activity around this area are shown as the factors for the local disappearance of this species. We are intending to establish the programs for restoration of *Parnassius bremeri* in Okchon-gun. Firstly, the breeding plan of this species was designed by investigation on life cycle. Secondly, the environmental conditions among seven localities were compared and the suitable places of the restoration were selected. The most suitable localities for restoration by this study were of two localities, Dongrakjeong and Jangwahri, which are considered as highly successful breeding places in the view of growth condition of host plant. [*Parnassius bremeri*, Local disappearance, Restoration, Okchon-gun locality, Korea].