

현호색속 *Pes-gallinacea*절 집단의 생장특성

민 병 미

단국대학교 사범대학 과학교육과

적 요: 남한산성 지역에서 1999년부터 2000년까지 2년 동안 춘계단명식물의 생육특성을 밝히기 위해 현호색속의 *Pes-gallinacea*절에 속하는 집단에서 피경을 중심으로 생육기 동안 생장특성을 조사 분석하였다. 그 결과 생육초기 피경에서 지상부의 발생은 토양의 해빙에 따라 일어났으며 토양의 깊이가 깊을수록 지상부의 출현 시기가 늦었다. 현호색은 3월 하순에 지상부가 출현하고 5월 초순에 고사하여 총 생육기간은 평균 45일 정도 이었다. 현호색 집단에서 피경과 총 건중량에 의한 개체의 크기별 빈도는 최소계급이 가장 높았으며(총 건중량에서 40%, 피경의 건중량에서 53%) 중간계급 이하의 빈도는 전체의 93(총 건중량)~96%(피경의 건중량)을 나타내 작은 개체가 대부분을 차지하는 개체군으로 나타났다. 피경은 생육초기 지상부가 출현하여 잎이 완전히 전개되기 전까지 비중이 0.14까지 감소하였다가 생육기 말 종자가 결실하고 지상부가 고사하는 시기에 0.42까지 증가하였다가 이 후에 다시 서서히 감소하였다. 한편, 생식기관이 있는 것은 없는 것에 비하여 생육기간 동안 피경의 비중이 낮았으며 1% 이하에서 유의한 차이를 보였다. 생육기말 피경의 부피에 따른 피경의 비중은 감소하였고 엽면적은 대체로 증가하였으나 경향성이 뚜렷하지 않았으며 지상부/지하부의 비율은 일정한 경향성이 없었다. 한편, 피경의 건중량이 증가할수록 피경의 비중은 감소하였고 엽면적은 증가하였으며 증가 혹은 감소하는 경향성은 뚜렷하였다. 작은 개체일수록 피경에 많은 양의 에너지를 축적하였으며 지상부/지하부의 비율은 개체마다 다양한 것으로 나타났다.

검색어: 피경, 비중, 빈도, 생육기, 엽면적, 지상부/지하부, 춘계단명식물, 현호색속

서 론

춘계단명식물은 주로 온대낙엽활엽수에서 임관이 닫히기 전에 생활사를 마치고 식물체 전체가 죽거나 지상부만 죽는 일년생 혹은 다년생 식물을 말한다(조 1998). 따라서 춘계단명식물은 눈이 녹는 때부터 낙엽수의 생육으로 말미암아 나타나는 수관의 밀폐 때까지의 짧은 기간동안 자원이용에 고도로 특수하게 적응된 형태를 보이고 있다(Muller 1978, Nault and Gagnon 1993). 이로 인하여 춘계단명식물의 군집생태학적 역할은 삼림 내에서 상층의 다른 식물보다 빛을 먼저 이용하기 때문에 빛 이용의 효율성을 높이는 결과를 가져올 뿐만 아니라 눈이 녹아 흘러내리는 물과 더불어 생태계 내에서 유출되는 무기영양소를 흡수함으로써 생태계의 무기영양소가 다른 생태계로 이동되지 않게 하고 삼림 내에서 순환하도록 하는 것이다(Zak *et al.* 1990).

한편, 개체군생태학적으로 춘계단명식물의 분포에는 토양의 양분, 낙엽의 분해속도, 상록수의 분포 및 교란 등의 요인에 영향을 미친다(Rogers 1982). 그러나 가장 중요한 것은 이른 봄 광선을 받을 수 있는 정도로 볼 수 있다. 즉, 춘계단명식물은 광합성기간이 단지 몇 주에 불과하기 때문에 이 기간의 길이가 춘계

단명식물의 일년의 생산성을 좌우한다(Rees 1972). 또한 짧은 기간동안 모든 생활사를 마쳐야 하기 때문에 일반 식물과 다른 생활 전략을 구사하여야 생존이 가능하다. 즉, 지상부의 출현은 가능한 한 이른 시기에 출현해야 많은 양의 빛을 이용할 수 있으나 토양의 결빙은 지상부의 발생을 억제하고 지상부의 출현 후 예기치 않은 저온은 지상부를 얼게 한다. 또한 이른 시기에 활동하는 초식성 동물에 의한 피해도 감수해야 한다. 따라서 춘계단명식물에서 지상부의 출현은 여러 가지 환경요인이 적절할 때 이루어져야 성공적으로 성장한다. 이러한 생육초기의 물리적 환경요인이 춘계단명식물에게 중요하다라는 것은 이들의 생장과 노쇠에는 토양의 무기영양소가 큰 영향을 미치지 못하는 결과에서도 잘 나타나고 있다(조 1998). 게다가 작은 개체는 큰 개체보다 이른 시기에 노쇠하기 때문에 작은 개체의 생육기간이 더 짧을 수도 있다(Kawano *et al.* 1982). 그리고 춘계단명식물은 비교적 좁은 지역에서도 미기후(눈이 녹는 시기나 기온 등)의 영향으로 인하여 생육기간에 뚜렷한 차이가 있어 시간과 공간적으로 화학적 특성이 변한다(Vezina and Grandtner 1965). 다른 한편으로 춘계단명식물은 짧은 생육기간동안에 합성된 유기물을 영양기관의 생장과 번식에 동시에 사용하는데 영양물질은 한정되어 있기 때문에 생존과 번식의 두 가지를 동시에 만족시킬 수

* Corresponding author; Phone: 82-2-709-2651, e-mail: bmeemin@hanmail.net

† 본 연구는 단국대학교 2002년 교내 연구비의 지원하에 수행되었음.

없으므로 이에 대한 전략은 매우 중요하며 종마다 다르다 (Silvertown 1982). 특히, 종자로만 번식하는 경우에는 영양기관의 생장과 종자의 생산은 광합성 산물의 이용에서 서로 배타적이다.

현호색속 식물 중 sect. *Pes-gallinacea*는 Min (2003)에서 언급한 바와 같이 다년생으로서 하나의 괴경을 갖고 있으며(김과 오 1987b), 전형적인 춘계단명식물로 번식은 종자에 의한다(이 1979, 조 1998). 국내에서 이 식물에 대한 분류학적 연구(김과 오 1987a,c,d, Oh and Kim 1988, 오와 김 1989a,b, 오 등. 1993, Oh 1999, Oh and Jang 2002)는 많이 이루어진 상태이지만 생태학적 연구는 아직 미진하다. 특히, 춘계단명식물의 생태학적 특성에 대한 연구는 매우 절실한 상태이며 현호색은 대표적인 춘계단명식물이다.

전 보(Min 2003)에서는 본 조사 지역 내의 sect. *Pes-gallinacea* 집단을 하나의 개체군으로 간주할 수 있는가를 고찰하였다. 본 연구에서는 주로 왜현호색(*Corydalis ambigua*), 현호색(*C. turtschaninovii*), 빗살현호색(*C. turtschaninovii* var. *pectinata*), 댓잎현호색(*C. turtschaninovii* var. *linearis*), 점현호색(*C. maculata*) 등으로 구성된 집단에서 생태학적으로 이들은 하나의 개체군으로 간주할 수 있다는 조건하에서 조사가 이루어졌다. 따라서 본 연구에서는 sect. *Pes-gallinacea*의 식물들을 종이나 변종으로 구분하지 않았고 이들을 대상으로 춘계단명식물의 생태학적 특성을 규명하는데 목적이 있다. 이 연구를 위해 생육기간 중 sect. *Pes-gallinacea*의 괴경의 상태 변화, 괴경의 크기에 따른 다른 속성간의 관계 등을 조사 분석하였다.

재료 및 방법

본 연구의 조사 장소와 기간은 전 보(Min 2003)와 동일하기 때문에 여기서는 생략한다.

줄기의 발생과 토양상태의 관계는 1999년 3월 20일 및 2000년 3월 25일의 두 차례에 걸쳐 무작위로 토양을 채취하여 괴경이 있는 부분의 결빙 여부를 파악하였고 표토로부터 괴경이 있는 곳까지의 깊이를 대략적으로 측정하였는데 그 이유는 표토는 유기물이 많고 엉성하여 괴경이 위치한 깊이를 정확히 측정할 수 없었기 때문이었다. 그리고 토양의 결빙 상태는 해빙, 반결빙, 결빙으로 구분하였다. 이 때 채취한 현호색은 총 50개체가었으며 실험실로 운반한 후 각 개체를 괴경과 줄기로 구분한 후 건조기(85°C)에서 48시간 건조 후 각각의 무게를 측정하였다.

개체군에서 각 크기계급의 빈도는 전 보(Min 2003)에서 조사한 자료를 이용하였는데 분석에 사용한 총 개체는 346개체이었다. 괴경의 건중량과 총 건중량의 최대치를 각각 10등급으로 구분하여 급간을 정하였고 각 급간의 개체 수를 세어 전체에 대한 빈도를 구하였다.

괴경의 부피와 건중량은 주 1회 50 cm × 50 cm 방형구를 3개씩 설치하여 방형구 내의 모든 개체를 채취하였다. 채취한 시료는 줄기, 괴경 및 생식기관으로 구분하였다. 괴경의 부피는 화학천평과 4°C의 물을 이용하여 측정하였다. 이 측정방법은 자체

개발한 것으로 괴경의 토양과 수분을 완전히 제거한 후 플라스틱 용기에 물과 함께 넣었고 가라앉지 않는 것은 곤충핀으로 압력을 가해 수면 밑으로 위치하게 하였다. 그리고 괴경을 넣기 전후의 무게 차에 의해 부피를 산출하였다. 그러나 괴경의 부피가 10 ml 이하의 것은 측정오차가 심하여 통계처리에서는 제외하였다. 부피 측정이 완료된 괴경과 생식기관은 건조기(85°C)에서 48시간 건조시킨 후 화학천평으로 무게를 측정하였다. 잎은 엽병과 함께 압착 건조하여 엽면적계(Delta-T Device)로 구적한 후 건조기에서 다시 건조시킨 후 무게를 화학천평으로 측정하였다.

결과 및 고찰

토양의 상태와 지상부의 발생

생육초기인 1999년 3월 20일부터 25일 사이 토양의 상태에 따른 현호색의 지상부/지하부의 비율은 Table 1에 나타난 바와 같다. 그리고 이것을 모식적으로 나타내면 Fig. 1과 같다. 이 시기에 해빙된 토양의 깊이는 낙엽층의 깊이나 지형에 따라 달랐으며 개략적으로는 0~3 cm이었다. 그리고 반 정도 녹은 상태는 2~5 cm 깊이었으며 이 부분은 기온에 따라 해빙과 결빙을 반복할 수 있는 곳으로 생각되었다. 표토에 위치한 괴경은 지상부가 지면으로 나와 잎이 전개되었거나 전개 중에 있었으며 지상

Table 1. Relation between soil status and shoot/tuber rate (dry weight) of *Corydalis* population in Namhansung area on March 20 and 25, 1999

Soil status	No. of sample	Shoot/tuber rate(%)	Depth(cm) of soil
Thawed soil	26	21.03 ± 13.11	0 ~ 3
Semi-frozen soil	13	1.09 ± 0.67	2 ~ 5
Frozen soil	11	0.01 ± 0.00	3 ~ 10

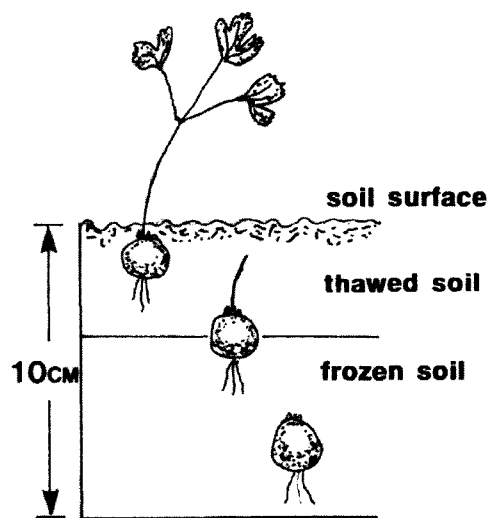


Fig. 1. Schematic diagram of shoot germination of *Corydalis* in the early spring.

부는 지하부의 약 21%에 해당하였다. 괴경의 상부의 토양은 높고 하부의 것은 녹지 않은 지역에서는 1~2 cm의 줄기가 관찰되었다. 그러나 동결된 상태의 토양 내에 위치한 괴경은 눈이 약간 트이거나 혹은 아직 줄기가 전혀 관찰되지 않는 상태이었다. 따라서 이러한 결과에 의하면 이른봄 토양이 녹는 것과 줄기의 발생은 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 볼 수 있었다. 실제 야외의 관찰에 의하면 지상부가 출현하는데는 개체에 따라 10일 이상의 차이를 보였다. 일반적으로 춘계단명식물에서 좁은 지역이라도 미기후에 의해 개체마다 화력학적 특성이 변한다(Vezina and Grandtner 1965). 현호색의 생육기간이 짧은 것을 감안하면 깊은 곳에 괴경이 위치할수록 늦은 시기에 지상부가 출현하여 광합성의 기간이 짧아 각 기관에 분배하는 에너지 전략이 달라질 것으로 생각되었다.

개체의 크기별 분포

1 m² 내에 출현한 총 352개체 중 일부 식물체가 유실된 개체를 제외한 것은 총 346개체이었다. 이것을 총 건중량은 40 mg 단위로, 지하부의 건중량은 30 mg 단위로 구분하여 계급을 나눈 크기별 빈도는 Fig. 2와 같다. 먼저, 총 무게로 구분한 결과에 의하면 가장 작은 크기의 계급의 빈도는 전체의 약 40%를 차지하고 크기가 증가할수록 현저히 감소하여 중간 크기에 해당하는 200 mg 까지의 개체는 전체의 약 93%를 차지하였다. 그런데 가장 큰 계급인 360 mg 이상의 개체도 2.6%로 이하의 계급인 200~360 mg의 것보다 빈도가 높아 개체간 편차가 심한 것으로 나타났다. 한편, 괴경의 건중량에 따른 빈도 역시 총 건중량의 결과와 유사한 형태를 보였으나 작은 계급의 빈도가 더 높아 강한 양의 왜도를 보였다. 즉, 가장 작은 계급의 빈도는 약 53%이었고 중간 계급의 것(0~120 mg)까지는 96%를 차지하였다. 따라서 이러한 자료에 의하면 본 현호색 개체군은 성장하는 단계이거나 어린 개체의 사망률이 대단히 큰 집단으로 생각되었다. 어린 개체의 사망률이 높은 것은 후술한 바와 같이 괴경이 표토에 위치하여 표토가 건조하거나 다른 동물에 의해 피식될 가능성이 높기 때문으로 생각된다. 대체로 삼림 내의 다년생 식물은 생육의 초기단계가 매우 중요한데 어릴 때 사망률이 매우 높고 성장율이 낮아 생식하기 전까지의 기간이 매우 길다(Kawano 1985, Angevine and Handel 1986, Inghe and Tamm 1985, Nault and Gagnon 1993). 어린 개체의 높은 사망률이 높을지라도 개체군에서 크기별 분포는 작은 개체가 많고 큰 개체가 적으며 시간이 경과할수록 작은 것과 큰 것의 범위는 더욱 커진다(Mohler *et al.* 1978, White 1980, Solbrig 1981). 그러나 일단 생장이 어느 정도 완료되면 생존율은 높고 몇 년 동안 생식활동을 한다. 그런데 본 조사의 현호색 집단에서는 큰 개체의 비율이 대단히 낮은 것은 더 조사할 필요가 있는 것으로 생각되었다.

총 건중량과 괴경의 건중량의 크기 계급에 따른 지상부와 지하부의 비는 Fig. 3에 나타낸 바와 같다. 지상부/지하부의 비는 대체적으로 큰 개체일수록 적어지는 경향을 보였다. 그러나 동일 계급 내의 개체간 편차가 매우 컸으며 각 계급간 유의적인

차이는 없었다. 지상부/지하부의 비는 개체가 클수록 적어지는 경향은 괴경이 적은 개체가 이른 시기에 지상부를 발생시키는 것으로 해석할 수 있는데 그 이유는 전술한 바와 같이 이른봄 지상부의 출현은 괴경이 표토 근처에 위치할수록 빠르기 때문이다. 따라서 작은 개체의 괴경이 표토에 가까이 위치하는 것으로 해석된다. 종자가 산포되면 처음에는 지표면에 위치하나 시간이 경과하면 깊은 곳으로 이동하는 것으로 볼 수 있었다.

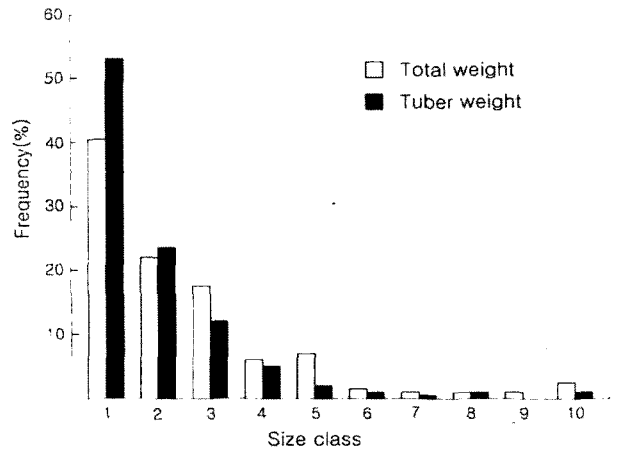


Fig. 2. Frequency of each size class on the total and the tuber weight in *Corydalis* population. Total weight: 1; 0.0~39.9 mg, 2; 40.0~79.9 mg, 3; 80.0~119.9 mg, 4; 120.0~159.9 mg, 5; 160.0~199.9 mg, 6; 200.0~239.9 mg, 7; 240.0~279.9 mg, 8; 280.0~319.9 mg, 9; 320.0~359.9 mg, 10; 360.0 mg ≤. Tuber weight: 1; 0.0~29.9 mg, 2; 30.0~59.9 mg, 3; 60.0~89.9 mg, 4; 90.0~119.9 mg, 5; 120.0~149.9 mg, 6; 150.0~179.9 mg, 7; 180.0~209.9 mg, 8; 210.0~239.9 mg, 9; 240.0~269.9 mg, 10; 270 mg ≤.

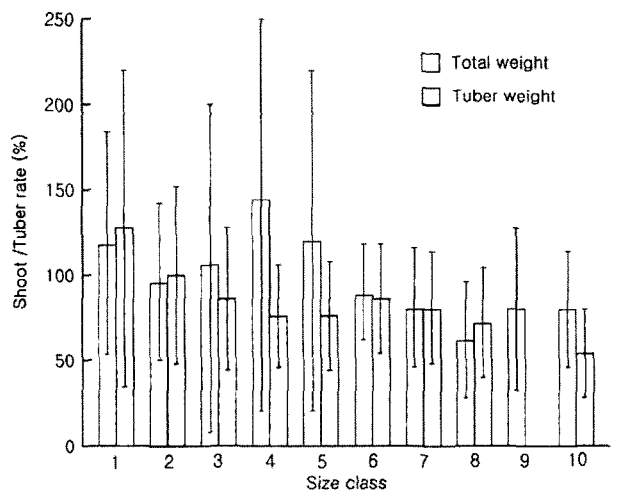


Fig. 3. Shoot/tuber rate of along the each size class on the total and the tuber weight in *Corydalis* population. The size classes were shown in Fig. 2.

생육기간 중 생장에 따른 괴경의 비중 변화

1999년 4월 4일부터 2000년 5월 13일까지 괴경 비중의 변화는 Fig. 4와 같다. 이른봄 지상부가 출현하기 전에는 비중이 약 0.20이었으나 이후부터는 4월초까지는 급격히 감소하여 0.14로 되었다. 이 때 괴경은 약하여 작은 힘에 의해서도 쉽게 형태가 변하였다. 그러나 괴경의 비중은 4월 10일 이후로는 계속 증가하여 지상부가 고사하는 5월 10일경에는 0.43을 나타내었다. 그러나 지상부가 고사하여 지하에 괴경만 남아있는 시기인 5월 중순부터 다음 해 봄까지 계속 감소하였다. 이러한 결과로부터 판단할 때 현호색의 괴경은 이른봄 지상부가 출현하여 잎이 전개되는 약 2주간은 괴경으로부터 물질이 상부로 이동되지만 이 시기를 지나면 지상부로부터 광합성 산물이 하부로 이동하는 것으로 판단된다. 지상부가 고사하는 시기에는 괴경의 가장 밀도가 높고 이후로는 낮아졌는데 이것은 괴경의 부피가 증가하였거나 호흡으로 인하여 소실되었기 때문으로 판단된다. 또한 물질의 변화가 있었을 것으로 추정된다. 한편, 괴경의 비중을 생식기관의 유무에 따라 구분한 결과 이들간에는 괴경의 비중에 차이가 큰 것으로 나타났다. 즉, 동일한 시기에 있어 생식기관이 있는 것은 없는 것보다 비중이 현저히 작았으며 생육초기와 후기를 제외하면 1% 이하의 수준에서 유의하였다(Table 2). 따라서 생식기관에 투자하는 에너지가 상당히 많은 것으로 볼 수 있었다. 극단적인 경우에는 괴경은 일부의 섬유소와 껍질만 남아 있는 상태이었다.

생식기관의 변화에 따른 괴경의 변화는 Fig. 5와 같다. 꽃봉오리만 있는 것의 비중은 0.11이었으나 꽃봉오리와 개화한 것이

동시에 있는 것은 0.14이었다. 그리고 개화한 꽃만 있는 것의 비중은 0.20이었다. 이후로는 괴경의 비중이 계속 증가하였다. 따라서 괴경의 비중은 꽃눈이 형성될 때 가장 낮고 일단 개화가 완료되면 증가하는 것으로 볼 수 있다. 야외의 관찰에 의하면 이 시기에 모든 잎은 전개를 완료된 상태이다. 이러한 사실이 의하면 개화가 완료되면 광합성속도가 매우 빠르며 광합성 산물은 생식기관에 사용되는 양보다 훨씬 많아 여분의 것은 영양기관으로 이동하여 축적되는 것으로 볼 수 있었다.

Table 2. Difference of specific gravity of the non-flowering and the flowering of plant in *Corydalis* population in Namhansung area

Year/Month/Date	No. of sample	t-value	Significant level(%)
1999/04/04	36	4.1636	0.1
1999/04/11	38	14.8091	0.1
1999/04/17	43	3.3955	1
1999/04/25	73	4.8331	0.1
1999/05/02	111	3.6234	1
1999/05/07	38	0.2343	-
2000/04/08	66	1.3124	-
2000/04/15	162	6.2381	0.1
2000/04/22	63	5.2356	0.1
2000/04/29	40	2.8347	1
2000/05/06	38	0.8903	-

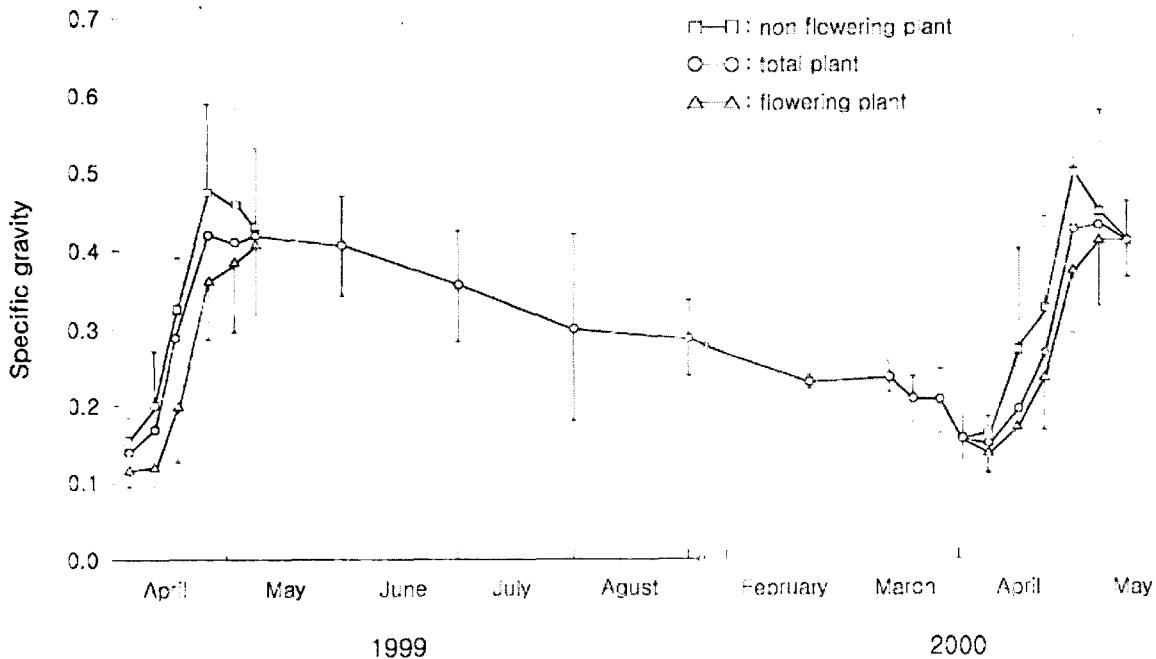


Fig. 4. The change of specific gravity of the tuber in the non-flowering and the flowering plant in *Corydalis* population during growing seasons.

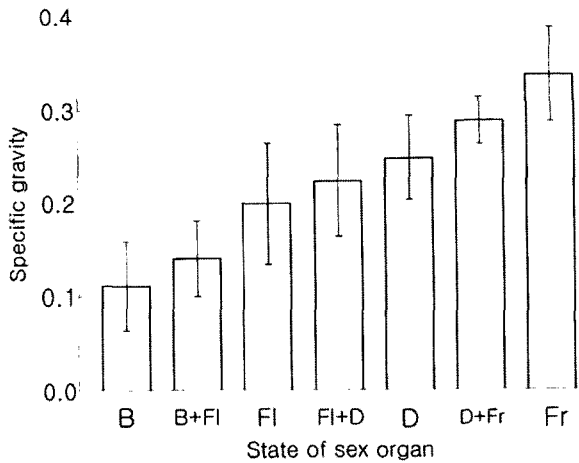


Fig. 5. The change of specific gravity of tuber along the sexual organ's state from April 15 to April 22 in 2000. B; bud, Fl; flowering, D; deflowering, Fr; fruit.

생육기간 중 지상부/지하부의 비율의 변화는 Fig. 6과 같다. 3월 하순 지상부가 출현함에 따라 지상부의 비율이 4월 중순까지 증가하고 이후로는 감소하였다. 전술한 바와 같이 지상부가 출현하게 되면 곧바로 괴경의 비중이 증가하였지만 이 때 지상부의 양도 상당히 증가하는 결과에 의하면 현호색은 잎의 전개와 동시에 광합성을 활발히 진행하는 것으로 볼 수 있었다. 또한 이 시기에는 목본식물의 잎이 거의 없어 많은 양의 광선이 잎상까지 도달하는 기간이다. 한편, 생식기관이 있는 것은 없는 것에 비하여 지상부의 비율이 생육기간 내내 높았다. 특히, 4월 중순까지 생식기관이 없는 것은 최고 0.85까지만 증가하였으나 이것이 있는 것은 1.45에 달하여 지상부가 지하부보다 건물량이 훨씬 많았다. 그리고 생식기관이 있는 개체와 없는 개체 사이에는 1%

Table 3. Difference of shoot/tuber rate of the tuber in the non-flowering and the flowering plant in *Corydalis* population during growing season in Namhansansung area

Year/Month/Date	No. of sample	t-value	Significant level(%)
1999/04/04	36	4.7019	0.1
1999/04/11	38	1.6201	-
1999/04/17	43	2.8395	1
1999/04/25	73	6.5152	0.1
1999/05/02	111	3.7600	0.1
2000/04/08	66	2.4618	5
2000/04/15	162	4.0664	0.1
2000/04/22	63	4.1841	0.1
2000/04/29	40	3.1624	1
2000/05/06	38	3.8325	0.1

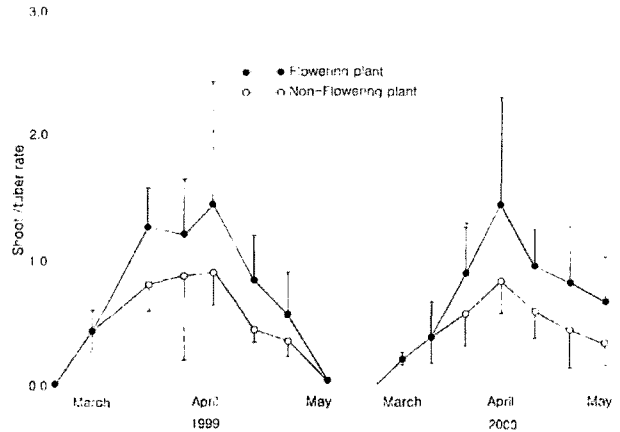


Fig. 6. The change of shoot/tuber rate of non-flowering and flowering of plant from April 15 to April 22 in 2000.

이하의 수준에서 유의적인 차이가 있었다(Table 3). 생식기관의 양은 개체에 따라 대단히 다양하였지만 대체적으로 지상부 전체의 10~50%에 해당하였다. 따라서 개체의 크기에 감안할 때 생식기관이 차지하는 비율이 대단히 높은 것으로 볼 수 있다.

생육기말 각 속성간의 관계

생육기말인 1999년 5월 2일 조사한 괴경의 체적과 건중량의 크기 계급에 따른 각각의 속성은 다음과 같다.

먼저, 괴경 체적 및 건중량의 크기 계급에 따른 비중은 Fig. 7에 나타낸 바와 같다. 대체로는 괴경이 클수록 비중이 낮아졌으나 동일 계급 내에서도 개체간의 변이가 심하고 증가 혹은 감소가 일정하지 않았다. 이러한 결과에 의하면 괴경이 작은 개체일수록 상대적으로 많은 양의 에너지를 괴경에 축적하는 것으로 해석할 수 있으나 개체마다 매우 다양한 것을 나타내는 것이다. 또한 생육초기와 생육후기의 괴경의 크기는 비례하지 않는 것으로 해석할 수 있는 것이다. 이것은 전술한 바와 같이 생육초기 괴경에 있는 대부분이 지상부로 이동되고 잎에서의 광합성량은 지상부의 출현시기에 따라 크게 좌우되며 많은 양의 에너지를 사용하는 생식기관이 개체에 따라 다르기 때문이다. 그런데 괴경의 체적과 건중량의 크기 계급에 따른 경향성을 비교하면 후자의 경향성이 더 뚜렷하였다. 이러한 결과에 의하면 전년도의 체적은 어느 정도 유지되지만 다시 채워지는 유기물의 양이 다르기 때문으로 해석할 수 있는 것이었다. 야외의 관찰에 의하면 생육후기 갈색의 괴경의 표피는 떨어져 나가고 연한 황색의 새로운 표피가 생겨나는데 기존의 부피보다 적어질 경우는 안쪽에서 새로운 표피가 생겨나며 커질 경우는 새로운 부분이 팽창하여 갈색의 표피는 과일되고 황색의 표피가 밖으로 노출되었다. 따라서 외견상으로도 충분히 괴경 크기의 감소와 증가가 확인되었다.

다음으로 괴경의 크기와 엽면적의 관계는 Fig. 8에 나타낸 바와 같다. 괴경의 체적이나 건중량이 클수록 엽면적도 대체로 증가하였다. 이러한 자료에 의하면 생육후기 괴경의 크기는 광합

성능과 관계가 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나 이들 두 속성은 정확히 비례하지 않고 편차가 심한 것으로 판단하면 전년도의 크기가 어느 정도 유지되거나 에너지의 분배가 개체마다 다른 것으로 해석된다. 특히, 괴경이 큰 개체에서 엽면적과 크기가 비례하지 않는 것은 전술한 바와 같이 생식기관의 양이 개체마다 다양한 것과 관계가 있기 때문으로 생각된다. 괴경의 크기계급에 따른 엽면적 증가의 경향성은 체적보다는 건중량에서 더욱 뚜렷하였다. 이러한 결과에 의하면 괴경의 유기물질은 그 해의 광합성량에 의해 좌우되는 것으로 볼 수 있다.

마지막으로 괴경의 크기에 따른 지상부/지하부의 비율은 Fig. 9에 나타낸 바와 같다. 각 계급의 크기에 따른 일정한 경향성이 없었고 동일 계급 내에서도 편차가 심하여 이들 속성간에는 무관한 것으로 나타났다.

각 속성간의 관계가 뚜렷하지 않은 것은 지상부의 생육기간이 2개월 미만으로 매우 짧으며, 더욱이 지상부의 고사시키는 대체로 유사하지만 괴경의 깊이에 따라 지상부의 출현시기가 큰 차이를 보여 실제 생육기간은 개체마다 다르기 때문으로 생각된다. 또한 생육기말 괴경에 새로이 축적된 물질의 양은 엽면적의 크기에 따라 물질생산량이 다르고 상대적으로 생식기관에 투자하는 것에 따라 달라지기 때문에 괴경의 크기는 개체의 상태에 따라 매해 상당히 변하는 것으로 볼 수 있었다. 특히, 생육기말 괴경의 건중량은 엽면적과 가장 깊은 관계를 맺고 있기 때문에 생육기간 중 잎의 손상은 개체의 크기변화에 크게 영향을

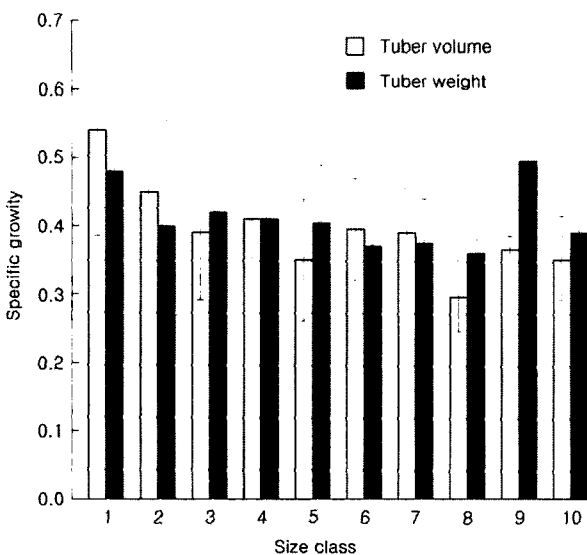


Fig. 7. Specific gravity along the each size class (tuber volume and tuber weight) on May 2, 1999. Size classes are 1; <99 mm, 2; 100~199, 3; 200~299, 4; 300~399, 5; 400~499, 6; 500~599, 7; 600~699, 8; 700~799, 9; 800~899, 10; 900 < in volume(mm), and 1; <39, 2; 40~79, 3; 80~119, 4; 120~159, 5; 160~199, 6; 200~239, 7; 240~279, 8; 280~319, 9; 320~359, 10; 360 < in weight.

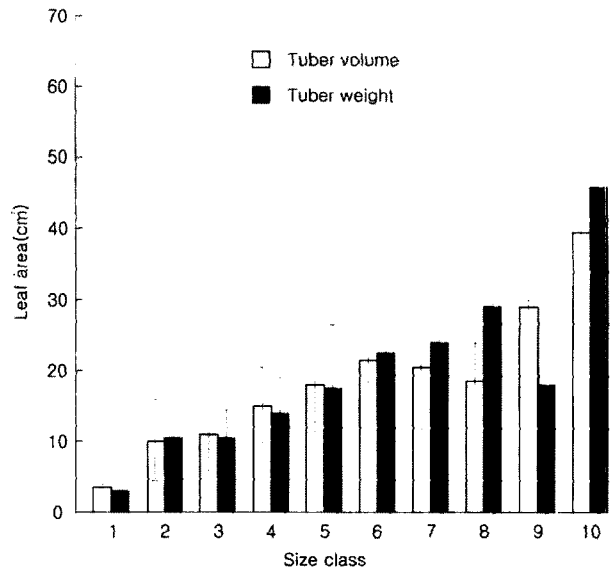


Fig. 8. Leaf area along the each size class (tuber volume and tuber weight) on May 2, 1999. Size classes are shown as in Fig. 7.

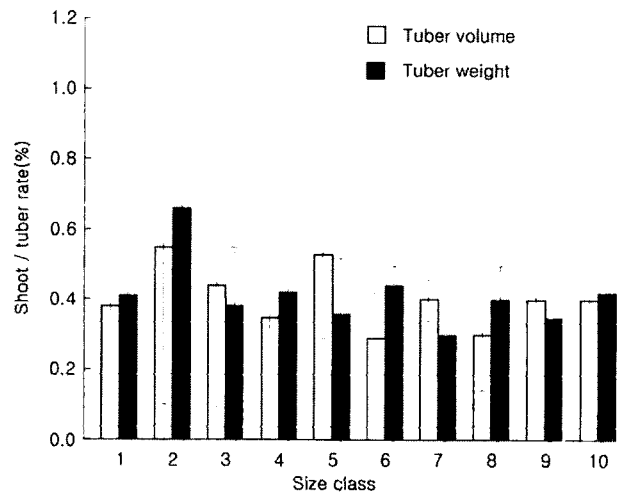


Fig. 9. Shoot/tuber rate along the each size class (tuber volume and tuber weight) on May 2, 1999. Size classes are shown as in Fig. 7.

미칠 것으로 사료되었다.

인용문헌

김윤식, 오병운. 1987a. 한국산 현호색속(*Corydalis*)의 3신종. 한국식물분류학회지 17: 21-28.
 김윤식, 오병운. 1987b. 한국산 현호색속(*Corydalis*)의 형태학적 형질에 의한 분류학적 연구. 한국식물분류학회지 17: 73-114.
 김윤식, 오병운. 1987c. 한국산 현호색속(*Corydalis*)의 해부학적 형질에 의한 분류학적 연구. 한국식물분류학회지 17: 167-

- 188.
- 김윤식, 오병운. 1987d. 한국산 현호색속(*Corydalis*) 식물의 잎표피 형태에 의한 분류학적 연구. 한국식물분류학회지 17: 259-280.
- 오병운, 김윤식. 1989a. 괴불주머니절(현호색속, 현호색과)의 1신아절. 한국식물분류학회지 19: 157-162.
- 오병운, 김윤식. 1989b. 한국산 현호색속의 주사전자현미경적 형질(주두 및 화주)과 이의 분류학적 적용. 한국식물분류학회지 19: 163-180.
- 오병운, 정규영, 김윤식. 1993. 한국산 현호색속(*Corydalis*)의 발생학적 형질에 의한 계통분류학적 연구. 1. 종피발달과정 및 구조. 한국식물분류학회지 23: 131-147.
- 이창복. 1979. 대한식물도감. 향문사. 서울, pp.383-385.
- 조도순. 1998. 춘계단명식물의 생장에 노쇠에 관한 연구. 가톨릭대학교 자연과학연구소 자연과학연구 19: 199-210.
- Angevine, M. W. and S. N. Handel. 1986. Invasion of forest floor space, clonal architecture, and population growth in the perennial herb *Clintonia borealis*. J. Ecol. 74: 547-560.
- Inghe, O. and C. O. Tamm. 1985. Survival and flowering of perennial herbs. IV. The behavior of *Hepatica nobilis* and *Sanicula europaea* on permanent plots during 1943-1981. Oikos 45: 400-420.
- Kawano, S. 1985. Life history characteristics of temperate woodland plants in Japan. In J. White (ed.), The Population Structure of Vegetation. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp.515-549.
- Kawano, S., A. Hiratsuka and K. Hayashi. 1982. Life-history characteristics and survivorship of *Erythronium japonicum*. Oikos 38: 128-149.
- Mohler, C. L., P. L. Marks and D. G. Sprugel. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stands. J. Ecol. 66: 599-614.
- Muller, R. N. 1978. The phenology, growth, and ecosystem dynamics of *Erythronium americanum* in the northern hardwood forest. Ecol. Monogr. 48: 1-20.
- Nault, N. and D. Gagnon. 1993. Ramet demography of *Allium tricoccum*, a spring ephemeral, perennial forest herb. J. Ecol. 81: 101-119.
- Oh, B. U. 1999. A taxonomic review of Korean *Corydalis*(Fumariaceae). Kor. J. Plant Tax. 29: 201-230.
- Oh, B. U. and C. G. Jang. 2002. *Corydalis hirtipes* B.U. Oh et J.G. Kim: a new species of *Corydalis* sect. *Corydalis* (Fumariaceae) from Korea. J. Plant Biol. 45: 237-239.
- Oh, B. U. and Y. S. Kim. 1988. The taxonomic characters of Korean *Corydalis* (Fumariaceae) and its significance in phylogenetic consideration. Kor. J. Plant Tax. 18: 33-51.
- Rees, A. R. 1972. The growth of bulbs. Academic Press, London.
- Rogers, R. S. 1982. Early spring herb communities in mesophytic forests of the Great Lakes region. Ecology 63: 1050-1063.
- Silvertown, J. W. 1982. Introduction to plant population ecology. Longman. London.
- Solbrig, O. T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. Evolution 35: 1080-1091.
- Vezina, P. E. and M. M. Grandtner. 1965. Phenological observations on spring geophytes in Quebec. Ecology 46: 869-872.
- White, J. 1980. Demographic factors in populations of plants. In O.T. Solbrig (ed.), Demography and Evolution in Plant Populations, Blackwell Scientific Publ. Oxford. pp.21-48.
- Zak, D. R., P. M. Groffman, K. S. Pregitzer, S. Christensen and J. M. Tiedje. 1990. The vernal dam: plants-microbe competition for nitrogen in northern hardwood forests. Ecology 71: 651-665.

(2003년 6월 2일 접수; 2003년 6월 23일 채택)

Several Growth Properties of Pes-gallinacea (*Corydalis*, Fumariaceae) Group

Min, Byeong Mee

Department of Science Education, Teacher's College, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

ABSTRACT : Frequencies of each size class, annual change of tuber state and aboveground/belowground rate in sect. Pes-gallinacea group of *Corydalis* (Fumariaceae) were studied to clarify spring ephemeral's growth characteristics from 1999 to 2000 in Namhansansung area. Shoot grew from the tuber corresponding with soil thawing in the early growth season, and the deeper tuber was located in soil, the later shoot germinated. Shoot appeared in middle March and died early in May, and the period of total growth season was 45 days. Frequencies were 40% (in total dry weight) or 53% (in tuber' dry weight) in the smallest size class, and 93% (in total dry weight) or 96% (in tuber' dry weight) below medium size, therefore, almost all of plants were small. Specific gravity of tuber (SGT) gradually decreased from late growth season to the time that leaf unfolded in next year. At this time, the value of SGT was 0.14. Thereafter, SGT increased to 0.42 at withering time of aboveground part. During growth season, the SGT of flowering plants was lower than that of non-flowering plants. And SGT difference between flowering plants and non-flowering plants was significant at 1% level. In the late growth season, SGT decreased along the increase of tuber volume. The tuber volume roughly increased along the leaf area but there was no a conspicuous trend. Shoot/tuber rate had nothing to do with tuber volume. SGT decreased and leaf area increased along the tuber dry weight, and tendencies of increase or decrease were conspicuous. Therefore, the smaller the plants were, the larger organic matter accumulated in tuber during a growth season. Shoot/tuber rates were various along each plant.

Key words : *Corydalis*, Frequency, Growth season, Leaf area, Shoot/tuber rate, Specific gravity, Spring ephemeral, Tuber
