

통보리사초(*Carex kobomugi* Ohwi)의 생육 특성[†]

민 병 미*

단국대학교 사범대학 과학교육과

적 요: 해안사구 식물인 통보리사초에 대해 생육 특성을 규명하기 위해 충청남도 태안군 원북면 신두리 해안사구에서 2001년 4월부터 2003년 6월까지 통보리사초의 지상부와 지하부를 조사하였다. 그 결과, 해안사구에서 통보리사초는 갯그렁 다음으로 만조선에 가까이 출현하는 식물종이었으며 밀도는 퇴적이 일어나는 지역에서 150개체/m²으로 가장 높았다. 그리고 개화율은 모래 퇴적지역에서 70% 이상을 유지하였으나 안정지역에서는 10% 이내이었다. 따라서 통보리사초는 모래의 퇴적지역에 적응력이 탁월한 식물종으로 나타났다. 그리고 지상부는 대단히 불규칙한 분포를 하였다. 모래의 퇴적지역과 안정지역에서 토양의 깊이별 지하경의 분포를 조사한 결과 전자에서는 깊이별로 큰 차이가 없었으나 후자에서는 대부분 20 cm 이내에 위치하였다. 이러한 결과에 의하면 지하경은 퇴적지역에서는 수직방향으로, 안정지역에서는 수평방향으로 생장하는 것으로 판단할 수 있었다. 새로운 지하경을 발생시킬 수 있는 지하경의 능력은 지표면으로부터 150 cm 이하 혹은 5년 전의 것이었다. 새로 발생하는 지하경의 수와 평균길이는 전년도의 지상부 크기와 관계가 깊었다. 즉, 지상부의 건중량이 0.5 g 미만에서는 1개, 2.0~2.5 g에서는 2개, 3 g 이상에서는 5개의 지하경을 각각 생산하였다. 한편, 지하경의 길이는 10~100 cm 범위에 있었으며 전년도 지상부의 건중량이 0.5 g 미만일 경우는 13.0 cm이었지만 3 g 이상의 경우 평균 57.6 cm로 약 4.4배에 달하였다.

검색어: 개화율, 밀도, 생육특성, 지하경, 통보리사초, 해안사구

서 론

해안사구에서 물리적 환경 변화와 사구식물의 생물학적 반응의 상호작용은 해안사구의 지형적 혹은 생육지를 다양한 형태로 만들기 때문에(Godfrey 1977, Barbour 1987), 식생은 해안선을 따라 뚜렷한 성대구조를 형성한다(Costa *et al.* 1996). 즉, 물리적 환경변화에 형성되는 식생의 성대구조는 토양의 염분도나 토양 함수량(Kach and Hirose 1979, Ishikawa *et al.* 1995), 대기를 통하여 유입되는 염분입자(Barbour 1978), 증발량(Ishikawa *et al.* 1995), 모래의 이동(Nobuhara 1967) 등의 요인과 밀접한 관계를 맺고 있다. 또한 해안사구식생은 해수에 의해 야기되는 물리적인 환경변화를 교란으로 인식하는데, 이러한 자연적인 교란은 해안식물군집의 구조와 동태에 있어 시간적 혹은 공간적으로 이질성을 유도하는 원인이 되고 있다(Watkinson and Davy 1985, Nakanish and Fukumoto 1987, Cordazzo and Seeliger 1993). 이외에도 모래의 침식 정도, 지온 변화의 폭, 무기영양분의 구배, 저질의 pH, 토성, 사구의 경사 등은 군집 내에서 종 수와 다양성을 설명해 주는 좋은 자료가 된다(Costa *et al.* 1996). 다른 한편으로 볼 때 사구식생은 부분적으로 혹은 전체적으로 교란에 대해 강한 내성을 갖고 있다(Maun 1984). 특히, 교란에 대해 내성이 강하게 작용해야 할 시기는 종자의 발아나 유묘의 활착기이다. 이

것은 자연상태에서 종자가 발아하기 위해서는 토양 내 수분이 충분해야 하는데 일반적으로 사구는 건조한 상태가 유지되기 때문이다. 이것을 회피하기 위한 번식방법의 하나가 영양번식이며 해안사구에는 무성생식을 하는 다년생 식물종이 군락을 이루는 경우가 많다(Davy and Fugueroa 1993).

한편, 해안사구는 전술한 바와 같이 물리적 교란으로 매우 취약한 생태계이다. 더욱이 근래 들어 인간에 의해 해안사구의 침식은 가속화되고 있는 실정이다. 이로 인하여 해안사구생태계는 무한한 가치를 갖고 있음에도 불구하고 인간 활동으로 인해 회복될 수 없을 정도로 위협을 받고 있다(Williams 1998). 특히 해안사구생태계는 육상생태계이지만 해양의 영향을 받는 독특한 생태계로 종다양성은 낮지만 특수하게 적응된 동식물이 서식하는 곳이다. 또한 해안사구 자체는 해안생태계의 보호에 가장 효과적이며 자연적인 수단이기도 하다(Carter 1991, Garcia-Mora *et al.* 2000). 우리 나라도 해안사구를 해수욕장이나 위락시설로 개발하여 현재 대부분의 사라진 상태이다(이와 전 1983, 환경부 2001). 더욱이 남해안의 사구식생은 이미 1980년대 초에 교란을 심하게 받은 것으로 보고되었다(이와 전 1983). 따라서 심하게 훼손된 해안사구식생을 복원하거나 남아있는 것은 보존할 필요성이 있다. 이 경우 해안식생에 관한 연구자료가 근거가 되어야 한다. 그러나 해안식물이나 식생에 관한 연구는 제주도(Park and Lee 1969), 동해안(이 등 1982), 남해안(이와 전 1983), 서해안(이

[†] 본 논문은 2003년도 단국대학교 교내연구비의 지원에 의하여 수행되었음.

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

와 전 1984), 경북지역(정과 김 1998) 등과 일부 도서 지방의 것을 제외하면 현재로서는 매우 부족한 실정이다. 특히, 해안식생에서 주요한 식물종인 통보리사초에 대한 것은 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구의 목적은 해안의 불안정한 사구에 우점종인 통보리사초에 대해 개체군 생태학적 특성을 구명하는데 있다. 여기서는 통보리사초의 지상부 및 지하부(지하경) 분포형태를 조사하여 불안정한 해안사구에서 적용할 수 있는 특성을 고찰하였다.

재료 및 방법

본 연구의 조사지역은 행정구역상 충청남도 태안군 원북면 신두리(36° 50' ~52' N, 126° 10' ~13' E)이다. 해안사구는 북동-남서 방향으로 형성되어 있고 전체길이는 3.2 km, 최대폭 500 m이며 근래에 천연기념물로 지정되었다. 주요 조사지역은 36° 51' 00"N, 126° 12' 04"E이다. 야외 조사는 2001년 4월 1일부터 2003년 6월 15일 사이에 수행되었다.

통보리사초의 지상부 조사는 2003년 6월 15일 만조선으로부터 직각의 내륙방향으로 조사선을 설치한 다음 조사선의 남북에 각각 1 × 1 m 방향구를 1개씩 설치하고 방향구 내의 밀도를 조사하였다. 이때 갯그렁의 밀도도 함께 조사하였으며 이외의 식물종에 대해서는 개략적인 피도만을 기록하였다.

지하부의 조사는 2001년 5월 13일에 실시하였다. 하나는 지하경의 깊이별 분포를 파악하기 위한 것으로서 만조선과 20 m 및 100 m 격리된 지점에서 각각 채취하였는데 이때 1 × 1 m 방향구를 이용하여 1 m 깊이까지 조사하였다. 다른 하나는 살아있는 지하경의 위치를 파악하기 위한 것으로서 불안정지역에서 실시하였다. 지상부 15개체를 대상으로 연결된 지하경을 지하 175 cm까지 절단되지 않도록 추적하여 채취하였다. 채취한 지하부는 각 마디별로, 해당연도별로 구분하였다. 지하경의 분리 후 즉시 길이를 측정하였고 건조량은 지상부와 함께 85°C 건조기에서 48 시간 건조 후 측정하였다. 토양의 채취는 5 cm 간격으로

하였으며 채취된 시료는 밀봉시켜 실험실로 운반하였다.

지상부의 크기에 따른 지하경의 성장조사는 2002년 4월 10일 실시하였으며 모래의 침식으로 인하여 지하부의 일부가 노출된 지역에서 전년도의 지상부와 2년간의 지하부를 동시에 채취하였다. 지상부나 지하부의 일부가 손상된 것은 제외한 결과 51개체가 선정되었다. 채취한 식물체는 지상부와 지하부로 구분하여 건조시킨 후 측정하였다.

토양의 함수량은 채취한 토양시료 약 100 g를 칭량병에 넣은 뒤 무게를 정확히 측정하고 105°C 건조기에서 48시간 건조시킨 후 다시 토양의 무게를 측정하여 차이를 구하였다. 함수량은 토양의 생량에 대한 무게의 차이로부터 산출하였다. 한편, 토성은 먼저 유기물을 과산화수소와 염산을 가하여 제거한 뒤 건조시켜 0.05 mm 및 2 mm 체를 이용하여 모래와 실트로 구분하였다.

결과 및 고찰

지상부의 분포

Fig. 1은 평균만조선으로부터 내륙방향으로 100 m까지 거리에 따른 식물의 분포를 모식적으로 나타낸 것이다. 갯그렁은 평균만조선으로부터 출현하기 시작하여 38 m까지, 통보리사초는 11 m부터 나타나 내륙방향으로 약 100 m까지 분포하였다. 그런데 평균만조선으로부터 11 m인 지점은 해수가 직접 영향을 주지 않는 곳이다. 따라서 통보리사초는 해수의 직접적인 영향을 받지 않는 지역에서는 해안 사구의 어느 곳에서나 생육할 수 있는 것으로 볼 수 있었다. 이외에 갯메꽃은 15 m부터, 모래지치는 16 m부터, 털갯완두는 18 m부터, 해당화는 38 m부터, 갯쇠보리는 70 m부터 각각 출현하였다. 통보리사초는 대부분 갯그렁, 모래지치, 털갯완두 및 갯메꽃 등과 혼합군락을 형성하였다. 그러나 통보리사초는 지면이 비교적 안정된 지역에서는 초장이 8 cm 이하로 낮은 갯메꽃과는 혼생하였지만 해당화 군락 내에는 분포하지 않았으며 갯쇠보리군락 내에서도 피도가 대단히 낮은

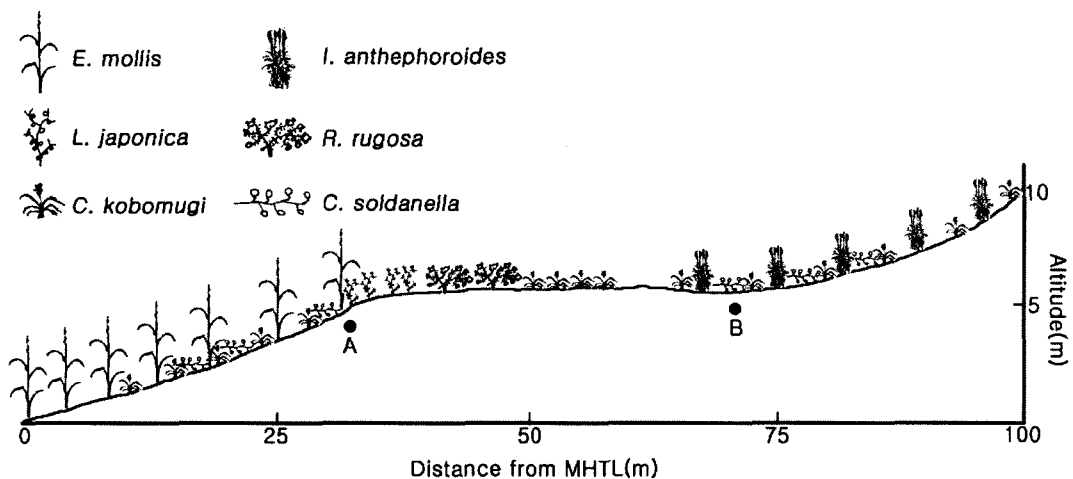


Fig. 1. Schematic diagram of vegetation from MHTL(mean high tide level) to the site of 100 m distance.

상태이었다. 해당화와 갯쇠보리의 초장은 50 cm 이상이었다. 따라서 통보리사초는 비교적 안정된 지역에서는 초장이 유사한 다른 종들과는 혼생할 수 있지만 높은 식물과는 혼생할 수 없는 것으로 나타났다. 이것은 통보리사초가 로제트형으로 생육하며 강한 광선을 요하기 때문으로 판단된다.

한편, 일본의 경우 통보리사초는 갯메꽃과 더불어 해안 사구에서 선구종으로 보고되었지만(Kachi and Hirose 1979, Ishikawa and Kachi 1998) 우리나라의 경우는 갯그렁이 선구종이고 그 뒤를 통보리사초가 따르는 것으로 나타났다.

Fig. 2는 평균만조선으로부터 거리에 따른 통보리사초의 밀도를 나타낸 것이다. 통보리사초는 평균만조선으로부터 11 m 격리된 지점부터 출현하기 시작하여 밀도가 계속 증가하였는데 29~31 m 구간에서 최고치인 150개체/m²에 도달하였고 이후로는 대체적으로 감소하였으나 변동이 심하여 일정한 경향성을 찾기 어려웠다. 그런데 평균만조선으로부터 38 m까지는 현재에도 모래가 계속 퇴적되거나 침식되는 지역으로서(서 2001) 지면의 변동이 심한 지역이다. 따라서 통보리사초는 해안 사구에서 안정된 지역에도 생육할 수 있지만 주로 불안정한 지역에 분포하는 식물종이라는 것이 잘 나타나고 있었다(이 1981).

Fig. 3은 평균만조선으로부터 거리에 따른 통보리사초의 개화율을 나타낸 것이다. 여기에서 개화한 꽃은 수꽃과 암꽃은 구별하지 않았다. 통보리사초가 분포하기 시작한 첫 구간(11~12 m)에서 개화율이 0%이었지만 이후로부터 급격히 증가하여 15~

17 m에서는 약 30%를 나타냈다. 그리고 17~33 m에서는 개화율이 대체로 50% 이상 유지되었고 26~27 m 구간에서는 최고치인 82%로 나타나 대다수의 개체가 개화하였다. 이후부터 개화율은 점차 감소하였는데 58 m까지는 10~20%를 유지하였지만 64 m 이후로는 10% 미만이었다. 더욱이 85 m 이후로는 5% 미만을 보여 대다수의 개체가 비개화체이었다. 따라서 통보리사초의 개화율은 불안정한 지역에서는 대단히 높으나 안정된 지역에서는 낮은 것으로 나타났다. 즉, 불안정한 지역에서는 종자에 의한 번식을, 안정된 지역에서는 영양번식을 선호하는 것으로 볼 수 있었다. 그러나 개화한 꽃의 대부분은 수꽃인 사실에 의하면 개화가 번식을 위한 것인지는 더 조사할 필요가 있다. 또한 자연상태에서 통보리사초의 발아율은 1% 이하로 대단히 낮기 때문에 종자에 의한 번식이 거의 없는 상태이다(Ishikawa et al. 1993). 앞으로 개화 혹은 암꽃과 수꽃을 형성에 미치는 내적, 외적 특성을 조사할 필요가 있다.

평균해수면으로부터 동일한 거리별로 조사된 밀도의 차이로부터 산출한 *t*값은 4.667(n=72)이었는데 이는 0.1% 수준에서 유의한 차이이었다. 따라서 통보리사초 지상부는 대단히 불균일하게 분포하는 것으로 나타났다.

Fig. 4는 통보리사초의 형태를 모식적으로 나타낸 것이다. 지상부는 전년도에 성장한 지하경의 선단에서 발생하는데 지면보다 아래에 있는 부분은 5~10 cm이고 아래 부분은 엽초에 싸여 있어 지상부와 지상하부가 완전히 구분되었다. 뿌리는 지상부 아래 부분의 지하경에서 발생하는데 길이는 약 20 cm이다. 따라서 뿌리는 대체로 지하 5~10 cm 근처에서 발생하여 약 25~30 cm까지 분포하고 있었다. 그리고 새로운 지하경은 뿌리가 발생하고 있는 부분에서 발생하였다. 이러한 결과에 의하면 영양번식을 하기 위해 생기는 새로운 지하경은 살아있는 지상부로부터 쉽게 에너지가 받을 수 있는 위치에서 나타나는 것으로 해석

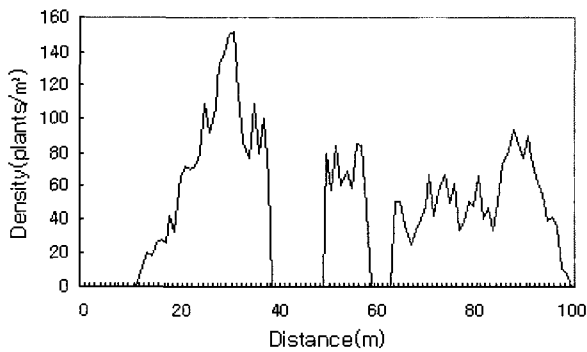


Fig. 2. Density of *Carex kobomugi* along the distance from MHTL.

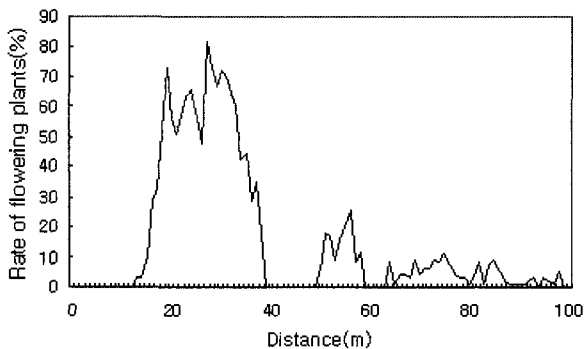


Fig. 3. Rate of flowering plants along the distance from MHTL.

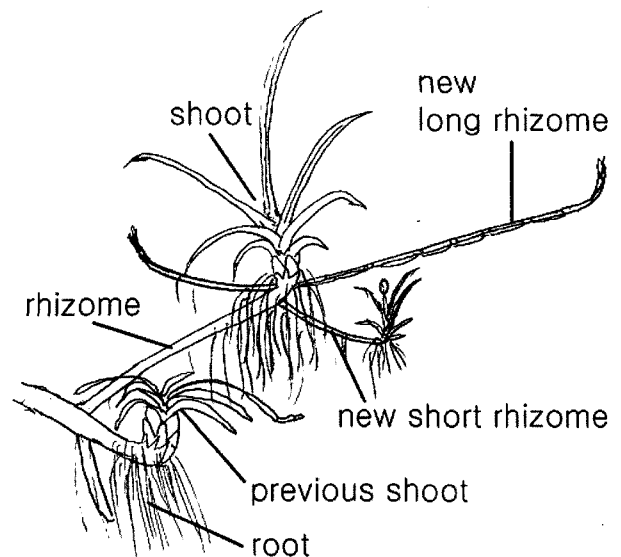


Fig. 4. Morphology and growth of *Carex kobomugi*.

할 수 있다. 그리고 통보리사초의 지하경은 매년 한 마디씩만 성장하고 있는데 이러한 사실은 이미 Sasaki(1987)가 보고한 바 있다. 안정된 지역에서 새로 발생한 통보리사초 지하경의 길이는 10 cm 미만의 짧은 것과 10 cm 이상의 긴 것으로 구분할 수 있었는데 짧은 것은 수직으로, 긴 것은 수평으로 성장하는 형태를 보여주었다.

Fig. 5는 지상부의 크기계급과 새로 생산된 지하경의 수 및 길이 관계를 나타낸 것이다. 총 51개체를 조사한 결과, 새로 생산된 지하경의 수는 지상부 건중량에 따라 증가하였다. 즉, 지상부의 건중량이 0.5 g 이하에서는 지하경을 1개만 생산하였지만 3 g 이상에서는 5개를 생산하였다. 따라서 새로운 지하경의 생산은 줄기에서 생산한 유기물에 의해 결정되는 것으로 볼 수 있었다. 또한 생산된 지하경의 평균 길이 역시 지상부의 건중량과 정비례하였다(Fig. 5B). 이러한 결과에 의하면 전년도 지상부는 익년도 영양번식에 매우 중요한 것으로 해석할 수 있다. 그런데 통보리사초는 자연상태에서 발아율이 대단히 낮으며(Ishikawa *et al.* 1993), 대부분은 지하경에 의해 번식하기 때문에(Nobuhara 1967, Nobuhara and Miyazaki 1974, Sasaki 1987) 지하경의 생산은 군락을 유지하는데 대단히 중요하다.

Fig. 6은 불안정 지역(퇴적지역, Fig. 1의 A)과 안정지역(Fig.

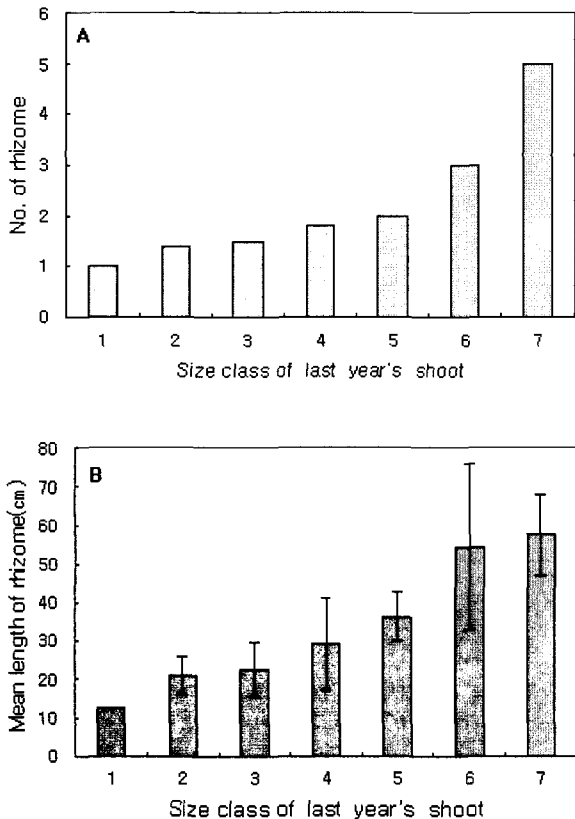


Fig. 5. Relations between dry weight of shoot and number of rhizome(A), and dry weight of shoot and mean length of rhizome(B).

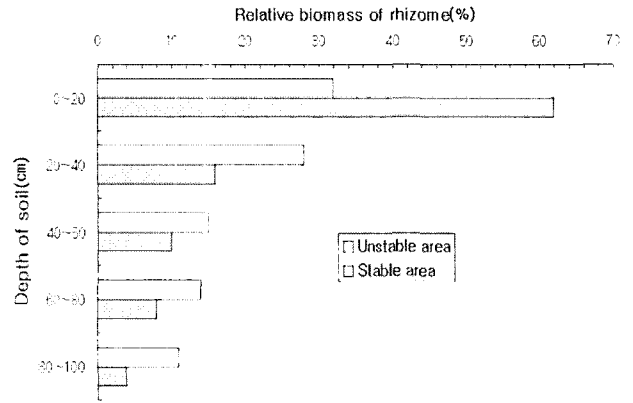


Fig. 6. Relative dry matter of *Carex kobomugi* rhizome with the depth of soil.

1의 B)에서 지표면으로부터 지하 1 m 깊이까지 20 cm 간격으로 구분한 지하경의 깊이별 분포를 나타낸 것이다. 지하경은 두 지역 모두 표토(0~20 cm)에 가장 많은 양이 분포하고 토양이 깊어질수록 감소하였다. 그러나 표토(0~20 cm)에 분포하는 지하경은 불안정 지역에서는 32%에 불과하였으나 안정지역에서는 62%으로 후자가 월등히 많았다. 이러한 결과에 의하면 모래가 퇴적하고 있는 지역은 지하경이 수직방향으로 성장하지만 안정된 상태에 있는 지역에서는 지표면과 평행하게 성장하는 것으로 해석할 수 있었다. 통보리사초가 불안정한 사구에 생육할 수 있는 이유는 지하경을 상황에 따라 상부 혹은 측면으로 발달시킬 수 있는 능력이 있기 때문으로 볼 수 있다.

Table 1은 불안정 지역에서 지표면으로부터 170 cm 깊이까지 지하경을 채취하여 마디별로 구분하고 각 마디에서 길이와 그 마디 내에서 생겨난 지하경의 수를 조사한 것이다. 이 때 지하경이 생산된 연도는 매년 1마디씩 성장하는 것을 이용하여 역으로 추정하였다. 그 결과 지하경이 성장한 길이는 매해 차이가 있었으며 특히 1999년에는 약 65 cm로 다른 연도보다 3배 이상 성장

Table 1. Rhizome properties along the year on sand dune Sinduri on May 13 2000. Total soil depth is 170 cm

Year	Mean length of rhizome (cm)	Total number of rhizome	Number of new rhizome (2000)
1994	17.20±1.21	5	
1995	13.11±5.17	10	1
1996	16.08±3.64	8 (dead 3)	2
1997	21.60±6.43	9 (dead 2)	6
1998	25.85±4.95	19 (dead 0)	4
1999	64.83±5.23	16 (dead 6)	7
2000	13.44±8.41	8 (dead 15)	9
Total	172.11		29

하였다. 그리고 실제 토양의 깊이는 170 cm이었고 지하경의 평균길이를 합한 총 길이는 172.11 cm이었다. 따라서 지하경은 대부분 수직방향으로만 생장한 것으로 나타났다. 그리고 편차가 비교적 적은 사실에 의하면 아마도 지하경의 길이 생장량은 모래의 퇴적량과 관계가 깊을 것으로 생각되었다. 한편, 조사시기인 2000년에 발생한 지하경은 1995년의 것에서 1개로부터 2000년도의 9개까지 다양하였으며, 대체로 오래될수록 지하경의 발생 능력이 낮아지는 것으로 나타났다. 그런데 지하경은 깊이 60 cm까지는 살아있으나 그 이하에서는 죽는다고 보고된 바(Park 1982) 있지만 본 조사에서는 150 cm 이하, 그리고 5년 전의 지하경도 번식능력이 있는 것으로 나타났다. 그러나 실제 1 m보다 낮은 곳에서 발생하는 지하경은 지표면까지 생장하지 못하고 고사할 것으로 생각되었다. 따라서 우리 나라의 경우 통보리사초가 해안의 불안정한 사구 특히, 모래가 퇴적되는 지역에서 우점하는 이유는 지하경에 의한 번식능력이 왕성하기 때문으로 해석할 수 있다.

Fig. 7은 Table 1의 지역에서 지표면으로부터 175 cm 깊이까지 5 cm 간격으로 조사한 토양의 함수량과 토성의 결과이다. 표토를 제외하면 토양의 함수량은 대략 5~8%으로 유사하였다. 더욱이 토양의 함수량은 깊이에 따른 경향성이 없었다. 다만 미사가 섞여 있는 곳의 함수량은 순수하게 모래로 구성된 곳보다 다소 많았다. 한편, 토성은 일부 미사가 1% 미만으로 포함된 곳도 있지만 대부분은 100% 모래로 구성되어 있었다(Table 2). 따라서 통보리사초의 지하경이 분포하는 측면에서 볼 때 지하 10 cm 이하에서는 토성이나 함수량 등 물리적 환경이 거의 유사한 것으로 볼 수 있었다. 통보리사초의 지하경이 깊은 곳에 분포하는 것이 유리할 수도 있지만 이 경우 새로 자라는 지하경이 지표면 근처까지 생장하여야 지상부를 형성할 수 있기 때문에 불리한 측면도 있다. 특히, 지하경이 수직으로만 생장할 경우 분포지역을 주변으로 확장시킬 수 없는 단점이 있다. 따라서 전술한 바와 같이 모래가 퇴적되는 지역에서는 지하경이 수직으로 생장하는 것이 유리하지만 안정된 지역에서는 수평방향으로 생장하는 것이 유리하기 때문에 지반의 안정성에 따라 지하경의 분포가 달라지는 결과를 초래한 것으로 판단되었다.

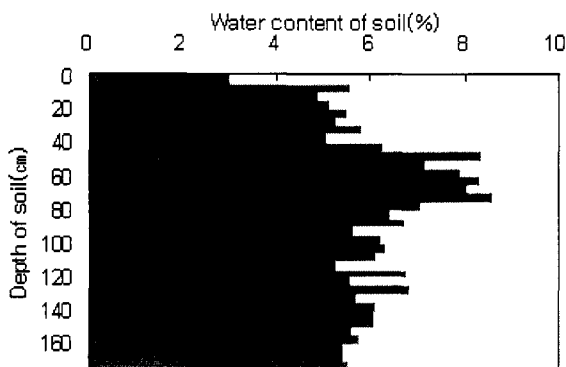


Fig. 7. Water content of soil along the soil depth (cm) at unstable area.

Table 2. Soil texture from the soil surface to the 175 cm depth at the unstable area

Soil depth(cm)	Particle size		Soil depth(cm)	Particle size	
	Sand(%)	Silt(%)		Sand(%)	Silt(%)
0~5	100.00		90~95	99.76	0.24
5~10	99.84	0.16	95~100	99.77	0.23
10~15	100.00		100~105	100.00	
15~20	100.00		105~110	100.00	
20~25	99.80	0.20	110~115	100.00	
25~30	99.79	0.21	115~120	99.77	0.23
30~35	99.79	0.21	120~125	100.00	
35~40	100.00		125~130	100.00	
40~45	100.00		130~135	100.00	
45~50	100.00		135~140	100.00	
50~55	100.00		140~145	100.00	
55~60	100.00		145~150	100.00	
60~65	100.00		150~155	100.00	
65~70	99.79	0.21	155~160	99.74	0.26
70~75	99.79	0.21	160~165	100.00	
75~80	100.00		165~170	100.00	
80~85	100.00		170~175	100.00	
85~90	100.00				

인용문헌

서종철. 2001. 서해안 신두리 해안사구의 지형변화와 퇴적물 수지. 서울대학교 대학원 박사학위논문 96 p.

이우철, 전상근, 김준민. 1982. 韓國海岸植物의 生態學的 研究. - 東海岸의 砂丘植物群落的 種組成과 現存量에 關하여-. 강원대학교 논문집 16: 113-124.

이우철, 전상근. 1983. 韓國 海岸植物의 生態學的 研究.-西海岸의 砂丘植物群落的 種造成과 現存量. 한생태지 6: 177-186.

이우철, 전상근. 1984. 韓國 海岸植物의 生態學的 研究.-西海岸의 砂丘植物에 關하여. 한생태지 7: 74-84.

이창복. 1981. 대한식물도감. 향문사. 서울 990 p.

정용규, 김종원. 1998. 경북의 해안사구식생. 한생태지 21: 257-262.

환경부. 2001. 우리 나라 해안사구 실태파악과 보전·관리 방안에 대하여. 환경부조사보고서 263 p.

Barbour, M.G. 1978. Salt spray as a microenvironmental factor in the distribution of beach plants at Point Reyes, California. Oecologia 32: 213-224.

- Barbour, M.G. 1987. Beach vegetation and plant distribution patterns along the northern Gulf of Mexico. *Phytocoenologia* 15: 201-233.
- Carter, R.W.G. 1991. Near future sea level impacts on coastal dunes landscapes. *Landscape Ecol.* 6: 29-39.
- Cordazzo, C.V. and U. Seeliger. 1993. Zoned habitats of southern Brazilian coastal foredunes. *J. Coastal Res.* 9: 317-323.
- Costa, C.S.B., C.V. Cordazzo and U. Seeliger. 1996. Shore disturbance and dune plant distribution. *J. Coastal Res.* 12: 133-140.
- Davy, A.J. and E. Fugueroa. 1993. The colonization of strandlines. *In* J. Miles and D.W.H. Walton (eds.), *Primary Succession on Land*, Blackwell, London. pp. 113-131.
- Garcia-Mora, M.R., J.B. Gallego-Fernandez and F. Garcia-Novo. 2000. Plant diversity as a suitable tool for coastal dune vulnerability assessment. *J. Coastal Res.* 16: 990-995.
- Godfrey, P.J. 1977. Climate, plant response and development of dunes on barrier beaches along the U.S. east coast. *International J. Biometeorol.* 21: 203-215.
- Ishikawa, S.-I. and N. Kachi. 1998. Shoot population dynamics of *Carex kobomugi* on a coastal sand dune in relation to its zonal distribution. *Aust. J. Bot.* 46: 111-121.
- Ishikawa, S.-I., A. Furukawa and T. Oikawa. 1995. Zonal plant distribution and edaphic and micrometeorological conditions on a coastal sand dune. *Ecol. Res.* 10: 259-266.
- Ishikawa, S.-I., T. Oikawa and A. Furukawa. 1991. Responses of photosynthesis, leaf conductance and growth to different salinities in three coastal dune plants. *Ecol. Res.* 6: 217-226.
- Ishikawa, S.-I., A. Furukawa, T. Okuda and T. Oikawa. 1993. Germination requirements in *Carex kobomugi*(Sea Isle). *J. Plant Research* 106: 240-244.
- Kach, N. and T. Hirose. 1979. Multivariate approaches of the plant communities related with edaphic factors in the dune system at Azigaura, Ibaraki Pref. I. Association- analysis. *Jap. J. Ecol.* 29: 17-27.
- Maun, M.A. 1984. Colonizing ability of *Ammophila breviligulata* through vegetative regeneration. *J. Ecol.* 72: 565-574.
- Nakanish, H. and H. Fukumoto. 1987. Zonation of coastal vegetation and coastal topography in Southern Japan. *Jap. J. Ecol.* 37: 197-207.
- Nobuhara, H. 1967. The influence of the cool temperature on the dune formation of *Carex kobomugi*. Observation of the growth form on coasts and dunes(3). *Sand Dune Research* 13(2): 23-26.
- Nobuhara, H. and H. Miyazaki. 1974. Observations on the dune vegetation of the coast of Kuju-Kuri. *Sand Dune Research* 20(2): 28-35.
- Park, B.K. and K.J. Lee. 1969. A phytosociological study of the sand dune plants on the Sung San-po Quelpart Island. *J.K.R.I.B.L.* 3: 161-174.
- Park, Y.M. 1982. An analysis for the adaptation of some coastal dune plants to water stress. Masters Thesis, University of Tokyo, Japan.
- Sasaki, Y. 1987. Relationship between wind drift and vegetation in a coastal sand dune, with special concern on *Carex kobomugi*. Masters Thesis, University of Tottori, Japan.
- Watkinson, A.R. and A.J. Davy. 1985. Population biology of salt marsh and sand dune annuals. *Vegetatio* 62: 487-497.
- Williams, A.T. 1998. Integrated management methods monitoring environmental changes in coastal dune ecosystem. *In* K.G. Barther, H. Barth, M. Bohle-Carbonell, C. Fragakis, E. Lippiatou, P. Martin, G. Ollier and M. Weydart (eds.), *Proc. 3rd European Marine Science and Technology Conference*, pp. 642-653, Brussels, European Commission 2.

(2004년 1월 3일 접수; 2004년 2월 10일 채택)

Growth Properties of *Carex kobomugi* Ohwi

Min, Byeong Mee

Dept. of Science Education, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

ABSTRACT : To verify growth properties of *Carex kobomugi*, above and belowground parts of *C. kobomugi* were surveyed on coastal sand dune at Sinduri, Choongnam Province from April, 2001 to June 2003. The results were the same as follows. In coastal sand dune, *C. kobomugi* followed *Elymus mollis* from mean high tide line. Density of *C. kobomugi* was the highest at unstable sand dune and 150 plants/m². And rates of flowering plant were 70% at unstable area and 10% at stable area. *C. kobomugi* is thus plant that adapted to unstable sand dune. Shoot distributed irregularly. The rhizome of *C. kobomugi* gradually decreased with the soil depth in unstable area, but mainly distributed to 20 cm depth. New rhizome could be generated from the rhizome which was below 150 cm depth or 5 years old. The number and length of new rhizome were related to biomass of previous year's shoot. That was, shoots which were below 0.5 and over 3 g/shoot in dry weight generated 1 and 5 rhizomes, respectively. And the mean lengths of rhizome from small (below 0.5 g) and large (over 3.0 g) shoots were 13.0 cm and 57.6 cm, respectively.

Key words : *Carex kobomugi*, Coastal sand dune, Density, Flowering rate, Growth properties, Rhizome
