

# 제주도 갯금불초(*Wedelia prostrata* Hemsl.) 자생지의 환경특성<sup>1a</sup>

김경아<sup>2</sup> · 한준수<sup>2</sup> · 천경식<sup>2</sup> · 유기억<sup>2\*</sup>

## Environmental Characteristics of *Wedelia prostrata* Hemsl. Habitats in Jeju-do<sup>1a</sup>

Kyung-Ah Kim<sup>2</sup>, Jun-Soo Han<sup>2</sup>, Kyeong-Sik Cheon<sup>2</sup>, Ki-Oug Yoo<sup>2\*</sup>

### 요 약

본 연구는 산림청의 희귀식물 중 취약종으로 구분되어 있으며 제주도에만 제한적으로 분포하는 갯금불초의 자생지 환경을 조사하여 보전 및 복원 시 기초자료를 제공하고자 하였다. 조사결과 갯금불초의 자생지는 경사 1-40°의 해안사구에 위치하고 있었으며, 대부분 전사구를 중심으로 띠모양의 군락을 형성하고 있었다. 식생분석결과 7개 지역의 19개 방형구 내에서 조사된 관속식물은 총 38분류군이였다. 중요치는 갯금불초가 44.77%로 가장 높았으며, 다음으로는 순비기나무(13.32%), 좁보리사초(6.75%), 갯메꽃(4.24%), 갯썩부쟁이(2.54%), 사철썩(2.43%) 등이 높은 값을 보여 이 분류군들이 갯금불초와 친화도가 높은 것으로 판단된다. 종다양도는 평균 0.79로 산출되었으며, 우점도와 균등도는 각각 0.25와 0.67이었다. 토양분석결과 포장용수량은 4.51%, 유기물함량은 3.37%, pH는 8.17, 유효인산함량은 1.33 $\mu$ g/g, 그리고 전기전도도는 802.01 $\mu$ s/cm로 측정되었다.

주요어: 식생, 중요치, 토양분석

### ABSTRACT

The habitats characteristics of *Wedelia prostrata* were investigated to compile basic data for conservation and restoration. Natural habitats were located at inclinations of 1-40°. Thirty eight vascular plants were identified from 19 quadrats in 7 habitats. The importance value of *Wedelia prostrata* is 44.77% and 5 highly ranked species such as *Vitex rotundifolia*(13.32%), *Carex pumila*(6.75%), *Calystegia soldnella*(4.24%), *Aster hispidus*(2.54%) and *Artemisa capillaris*(2.43%) are considered to be an affinity with *Wedelia prostrata* in their habitats. Species diversity was 0.79, and dominance and evenness were found to be 0.25 and 0.67, respectively. Average field capacity was 4.51%, the organic matter was 3.37%, pH was 8.17, available phosphorus was 1.33  $\mu$ g/g, and electrical conductivity was 802.01  $\mu$ s/cm.

**KEY WORDS: VEGETATION, IMPORTANCE VALUE, SOIL ANALYSIS**

### 서 론

해안사구(coastal dune)는 해변의 모래가 바람에 의해 내

륙으로 다시 운반되어 해안선을 따라 평행하게 쌓인 모래 언덕으로 풍속, 풍향, 모래 공급량 그리고 주변 지역의 지형 및 기후 등의 요인에 의해 형성되며(Oh and Kim, 2008),

1 접수 2012년 10월 24일, 수정(1차: 2013년 2월 12일, 2차: 2013년 2월 25일), 게재확정 2013년 2월 26일

Received 24 October 2012; Revised(1st: 12 February 2013, 2nd: 25 February 2013); Accepted 26 February 2013

2 강원대학교 생명과학과 Dept. of Biological Sciences, Kangwon National University, Chuncheon(200-701), Korea

a 이 논문은 산림청의 2010년도 산림과학특정연구과제(과제번호: S120810L070120)에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author(yooko@kangwon.ac.kr)

일차적으로는 해안선을 따라 형성되는 전(前)사구와 퇴적된 모래가 다시 침식, 운반 그리고 퇴적되면서 형성되는 이차사구로 구분할 수 있다(Ministry of Environment, 2006). 해양과 육상 환경의 접이시대인 해안사구는 경관이 뛰어나고 육지와 바다 사이의 퇴적물 교환에 의하여 사구와 해안의 평형을 유지하며, 염수의 침투에 의한 지하수 오염을 방지함으로써 식수원을 보호하는 기능을 가지고 있다(Beon and Oh, 2006). 또한 빠른 지형 변화와 강한 일조량 및 바람, 물 부족 등과 같은 특이한 서식 환경으로 인해 다른 장소에서는 볼 수 없는 희귀한 동·식물이 많이 생육하여 독특하고 보존가치가 높은 생태계로 알려져 있다(Park *et al.*, 2009).

해안사구에 분포하는 식물은 먹이연쇄의 근간으로써 매우 중요한 생태적 지위를 갖는다. 특히 초본식물은 모래땅을 피복하여 풍식에 의한 모래 이동을 방지하고 토양을 고정화하는데 매우 유리한 것으로 알려져 있으며, 배후지를 보호하여 해안림의 유지 및 관리에 중요한 역할을 하는 것으로 보고된 바 있다(Chun *et al.*, 2005). 하지만 해안사구는 외부 영향에 대해 매우 민감하게 반응하는 지역으로써 일시적인 교란에도 생물종의 감소 또는 소멸이 급속하게 일어남에도 불구하고(Wilson, 1988), 최근 해안을 중심으로 한 각종 개발 사업이 진행되고 있으며 그에 따른 여러 시설물 등이 유치되고 있는 실정이다(Oh and Kim, 2008). 이로 인하여 사구식생 파괴를 비롯한 해안침식, 연안 해양오염, 지형 변형 등 다양한 각도에서의 환경적인 문제가 발생함에 따라 생태계 보전과 복원을 위하여 사구에 분포하는 식물 군락의 생육지 특성에 관한 연구의 중요성 제시된 바 있다(Kim, 2003).

갯금불초는 국화과(Compositae)에 속하는 다년생 초본으로써 잎은 대생하고 꽃은 8-10월에 황색으로 화경 끝에 1개씩 달리며 지상경을 이용하여 번식하는 전형적인 사구 식물에 해당한다(Lee, 1996a). 일반적으로 해안사구에 분포하는 식물은 건조한 상태가 장기간 유지되기 때문에 생장점이 줄기 상단에 위치하여 지상경이나 덩굴성 줄기 형태로 번식하는 등 특수하게 적응된 생존전략을 가지는 것으로 알려져 있는데(Min, 2004), 갯금불초가 속해 있는 *Wedelia* 속 식물의 경우 화분의 생존력과 암술머리의 수용성이 낮고 수분이 이루어지더라도 결실율과 발아율이 매우 낮은 것으로 밝혀진 바 있다(Wu *et al.*, 2005). 특히 우리나라의 경우 제주도에만 제한적으로 분포하며(Lee and Yim, 2002), 환경부의 식물구계학적 특정식물 IV 등급(Ministry of Environment, 2006)과 세계자연보전연맹(IUCN; The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)에서 제시한 평가기준에 의하여 작성된 국내 희귀식물목록에는 자생지 및 개체 수 감소로 인해 가까운 미래에 멸종 될 확률이

높은 취약종(VU; Vulnerable)으로 평가된 바 있어(Korea National Arboretum, 2008), 향후 보전을 위해서 자생지 환경 및 생태적 특성에 대한 자료가 요구되고 있는 실정이다.

하지만 현재까지 갯금불초에 관한 연구는 대부분 갯금불초속(*Wedelia*)을 대상으로 한 약학적 측면에서 수행되었을 뿐(Li *et al.*, 2007) 보전을 위한 자생지 환경에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 갯금불초 자생지의 분포 현황과 환경 특성을 파악하고, 이를 토대로 자생지 내외 보전을 위한 기초자료로 활용하게 하고자 한다.

## 연구방법

자생지 환경요인과 식생분석을 위해 2010년 8월부터 2011년 9월까지 개화기와 결실기를 중심으로 제주도의 협재리(3개), 김녕리(2개), 종달리(2개), 성산리(6개), 표선리(2개), 천진리(2개), 오봉리(2개) 등 총 7개 지역에 5m×5m(25 m<sup>2</sup>)의 방형구 19개를 설치하여 조사하였다(Figure 1).

환경요인은 방위(Starter 1-2-3, Silva), 경사(PM-5/360PC, Suunto), 고도(GPS-V, Garmin) 등을 각 방형구마다 기록하였고, 식생조사는 방형구 내에 출현하는 관속식물 이상의 전 분류군을 대상으로 피도와 빈도를 조사한 후 상대피도(Relative coverage, RC), 상대빈도(Relative frequency, RF) 및 상대밀도(Relative density, RD)를 구하고 이를 바탕으로 중요치(Importance value, IV)값을 산출하여 우점종을 결정하였다(Curtis and McIntosh, 1951).

식생에 따른 지역별 특성을 알아보기 위한 군집분석(cluster analysis)은 Euclidean distance값을 사용하였고 분석은 SYSTAT(vers. 11, SYSTAT Inc., 2004)을 이용하였다.

또한 자생지 식생의 상대적인 양적 지수를 비교하기 위해 종풍부도(Barbour *et al.*, 1987)와 중요치에 기초한 종다양도(Shannon and Weaver, 1963)와 우점도(Simpson, 1949) 및 균등도(Pielou, 1975)를 산출하였다. 식물의 동정은 도감류(Lee, 1996a, 1996b; Lee, 2003a, 2003b; Lee, 2006a, 2006b)를 참고하였으며, 학명과 국명은 국가표준식물목록(Korea National Arboretum, The Korean Society of Plant Taxonomists, 2007)을 따랐다. 또한 조사된 식물을 대상으로 특산식물(Oh *et al.*, 2005)과 귀화식물(Lee *et al.*, 2011) 현황도 파악하였다.

토양은 물리·화학적 특성조사를 위해 각 방형구 내에서 표층으로부터 10cm 내외의 깊이에서 채취하였으며, 실험실로 운반 후 음건하여 2mm 체로 걸러 통과한 것을 분석용 시료로 사용하였다. 분석 항목 중 포장용수량은 지름 2.5cm 크기의 원통관 밑을 천으로 막고 물을 부어 충분히 적신 다음 윗부분을 parafilm으로 막고 원통 내의 토양보다 6배 이상 많은 건조한 모래를 담은 비이커에 묻은 다음, 48시간

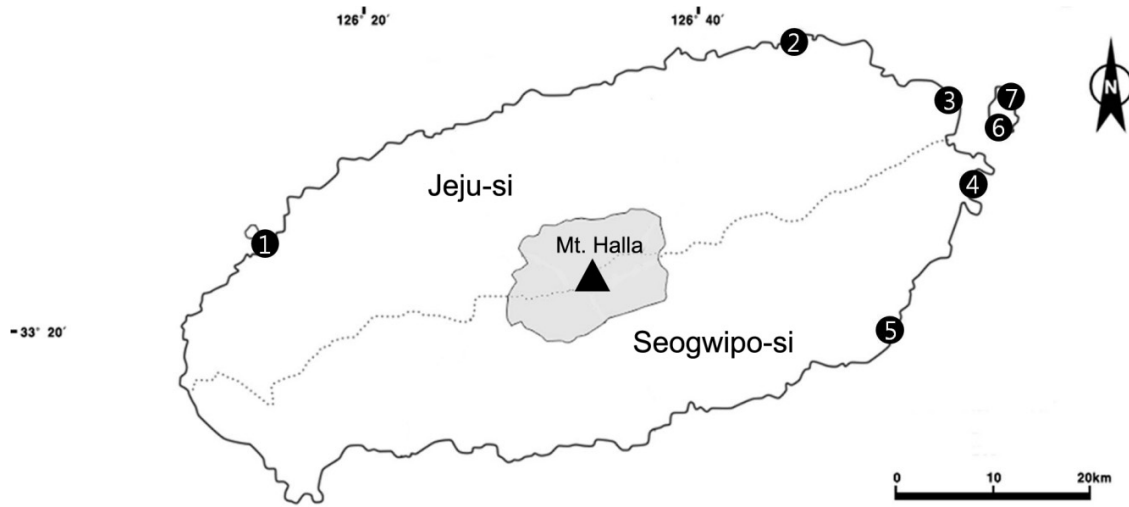


Figure 1. Map of investigated areas(1: Hyeopjae-ri, 2: Gimnyeong-ri, 3: Jongdal-ri, 4: Seongsan-ri, 5: Pyoseon-ri, 6: Cheonjin-ri, 7: Obong-ri)

동안 방치 후 함수량을 구하여 포장용수량으로 환산하였다 (Feodoroff and Betriemieux, 1964). 또한 토성은 비중계법 (Kalra and Maynard, 1991), 유기물함량은 Tyurin법 (Schol lenberger, 1927), pH는 진탕법(Allen, 1989), 유효인산함 량은 Bray I법(Buurman *et al.*, 1996)을 이용하였고, 각 방 형구 별 토양 내 전기전도도(YSI 30-10FT, YSI)도 측정하 였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 환경요인

갯금불초(Figure 2-A, B)는 제주도의 해발 6-22m의 해안 사구에 위치하고 있었으며, 지역별 평균 고도는 협재리가 18m로 가장 높았고, 다음으로는 김녕리(16m), 종달리 (14m), 천진리(13m), 표선리(10m), 성산리(9m), 오봉리 (7m) 등의 순으로 확인되었다(Figure 3-A). 경사는 평균 8° 로 대부분 완만하였으나, 표선리와 성산리의 일부 지역에서 는 40° 이상의 급경사지와 10° 이하의 완만한 지대에 폭넓 게 분포하는 것으로 조사되었는데(Figure 3-B), 이는 발달 된 뿌리와 활발한 번식능력을 가진 지하경이 이러한 입지에 대해 효율적인 적응력을 보였기 때문에 사료된다. 방위는 동, 서, 남, 남동, 북, 북동 방향으로 19개 방형구 중 5개가 각각 동쪽과 남쪽 방향에 위치하였다(Figure 3-C).

해안사구에 분포하는 식물 생육지의 다양한 형태 변화는 물리적 환경 변화와 사구식물의 생물학적 반응의 상호작용 으로 이루어지기 때문에(Barbour, 1987) 식생은 해안선을 따라 뚜렷한 대상분포(zonal distribution)를 이루는 것으로



(A)



(B)

Figure 2. Flower(A) and habitat(B) of *Wedelia prostrata*

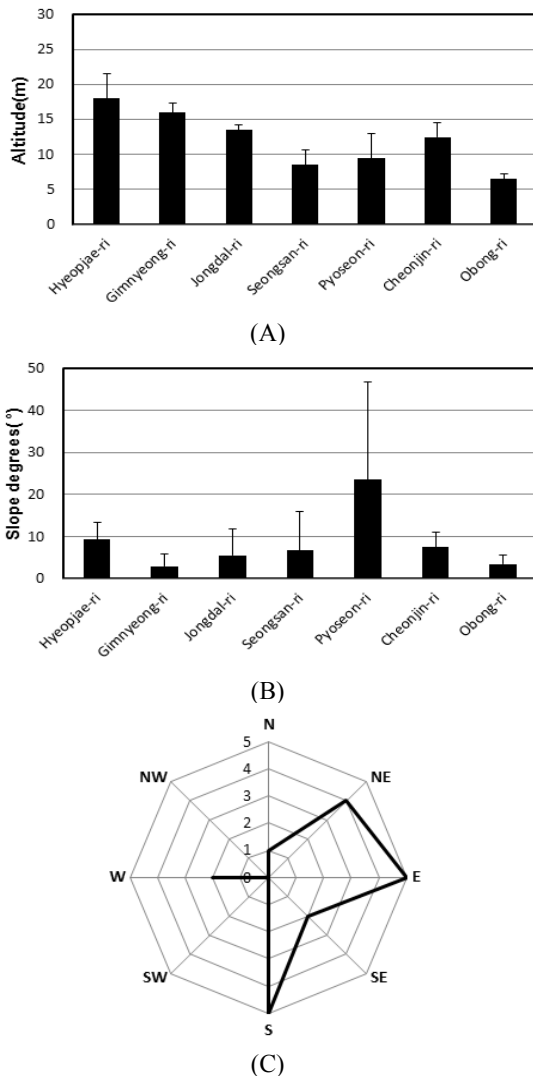


Figure 3. Altitude(A), slope degrees(B) and direction(C) of *Wedelia prostrata* habitats

알려져 있는데(Costa *et al.*, 1993), 본 조사에서도 갯금불초가 전(前)사구를 중심으로 띠 모양의 군락을 형성하고 있는 것으로 확인되었다.

한편 조사 지역 중 갯금불초의 분포 면적이 가장 넓었던 성산리의 경우 1km 이상의 해안을 따라서 불연속적으로 크고 작은 군락을 형성하고 있었는데, Kim(2012)에 의해 수행된 ISSR 표지자를 이용한 갯금불초 7개 집단의 유전다양성 분석 결과, 성산리의 유전다양성은 0.261로 자생지 전체의 유전다양성(0.198)보다 비교적 높은 것으로 확인되었다. 따라서 갯금불초의 생육 특성상 자생지 내 보존 전략 수립 시에는 이와 같이 유전다양성이 높은 지역을 우선적으로 보호해야 할 필요가 있을 것으로 생각되나 최근 축조물 건축을 위하여 성산리의 사구 일대를 매립하고 있는 것으로

확인된 바, 해안에 가해지는 인위적인 교란이 계속되는 한 갯금불초 집단의 크기는 지속적으로 감소할 것으로 예상된다.

## 2. 식생

### 1) 종풍부도(Species richness)

갯금불초 자생지 7개 지역의 19개 방형구에서 조사된 관속식물은 총 38분류군으로(Appendix 1) 지역별로는 성산리가 17분류군으로 가장 많았으며 험재리(16분류군), 오봉리(15분류군), 천진리(13분류군) 등의 순으로 나타났다(Table 1). 한편 사구는 건조한 상태가 장기간 동안 유지되기 때문에 이로 인한 피해를 최소화하기 위하여 종자발아에 의한 방법보다는 영양번식을 하는 다년생 식물종이 군락을 이루는 경우가 많고(Davy and Fugueroa, 1993) 대부분 단층으로 구성된 군락구조를 가지고 있는데(Min, 2004), 본 조사결과에서도 갯금불초가 생육하고 있는 해안사구지역은 주로 초본류로 구성된 단순한 식생구조를 보였으며 갯메꽃, 쯤보리사초, 갯쇠보리 등 대부분 무성번식을 통해 번식하는 분류군들로 확인되었다.

조사된 38분류군 중 한국 특산식물은 없었고(Oh *et al.*, 2005), 귀화식물은 애기달맞이꽃, 창질경이, 큰방가지똥, 서양민들레, 서양금혼초 등 5분류군으로 전체 출현 종의 약 13%를 차지하였다(Lee *et al.*, 2011). 이러한 결과는 기존의 남해안 및 제주도 일대 해안에서 조사된 귀화식물의 비율인 약 10%(Oh and Kim, 2008)인 것에 비해 비교적 높았으나, 대규모 군락을 형성하기 보다는 몇몇 개체가 간헐적인 분포를 보이는 것으로 나타났다. 이는 갯금불초의 대표적 서식지인 해안사구지역에 사람들의 출입 빈도가 높아 상대적으로 귀화식물의 침입 기회가 많았던 반면 지리적 특이성으로 인해 비교적 넓은 면적을 우점하지는 않은 것으로 판단된다. 하지만 귀화식물의 종 또는 개체 수는 점차 증가할 것으로 예상되므로 장기적인 사구 군락의 보전을 위해서는 이러한 분류군들의 제거가 우선시되어야 할 것으로 생각된다.

### 2) 중요치(Importance value, IV)

자생지 조사 결과, 중요치는 갯금불초가 44.77%로 가장 높았으며 다음으로는 순비기나무(13.32%), 쯤보리사초(6.75%), 갯메꽃(4.24%), 갯쑥부쟁이(2.54%), 사철쑥(2.43%) 등의 순으로 나타났다(Appendix 1). 이 중 순비기나무는 우리나라 울릉도, 거제도, 완도, 진도, 제주도, 대흑산도, 고하도, 태안반도, 영종도, 변산반도 등의 해변가 사구지에 분포하는 것으로 보고된 바 있으며(Yang and Kim, 1970) 수목 특성상 1개체가 땅속 지하경으로 빠르게 번식하여 매우 넓은 생육 면적을 차지함으로써(Oh and Kim, 2008), 해풍이

나 파도로 부터 해안사구를 보호하는 등 중요한 역할을 담당하고 있는 것으로 알려져 있다(Beon and Oh, 2006). 그러나 본 조사 결과 순비기나무의 피도가 높을수록 갯금불초는 피도는 상대적으로 낮게 나타나 이러한 분류군들의 종간 경쟁에 의한 식생형의 변화가 예상된다. 한편 무성번식이 빈번하게 일어나는 분류군의 경우 유전다양성 감소와 근친 교배의 영향으로 절멸의 위험에 처할 수 있는 것으로 알려져 있는데(Sydes and Peakall, 1998), 본 조사 결과 갯금불초는 자생지 내에서 강한 우점을 보였으나, 2m 이상의 긴 지상경을 통해 하나의 집단을 형성하는 것으로 확인되어 이에 따른 유전다양성의 감소가 우려된다.

**3) 종다양도(Species diversity), 우점도(Dominance) 및 균등도(Evenness)**

갯금불초 자생지 식생의 양적지수를 산출한 결과 종다양도는 평균 0.79였으며, 협재리가 0.94로 가장 높았고 종달리가 0.63으로 가장 낮았다(Table 1).

우점도는 평균 0.25로 산출되었으며 지역별로는 천진리가 0.31로 가장 높았고 오봉리가 0.16으로 가장 낮았다(Table 1). 일반적으로 우점도가 0.9이상일 때는 1종이 압도적으로 많음을 의미하고, 0.3-0.7이면 1종 또는 2종이 우점하며, 0.3 이하일 때는 여러 종이 우세를 보이는 것으로 알려져 있는데(Whittaker, 1965), 갯금불초 자생지는 협재리와 오봉리를 제외한 나머지 지역의 우점도가 약 0.30 이

상으로 갯금불초 또는 순비기나무에 편중된 식생형으로 나타났다.

한편 균등도는 1에 가까운 값을 나타낼수록 종별 피도와 빈도가 균일한 상태를 의미하는데(Brower and Zar, 1977), 조사 결과 갯금불초 자생지의 균등도는 평균 0.67로 산출되었다(Table 1).

**3. 토양분석**

갯금불초 자생지 토양의 물리·화학적 특성을 분석한 결과, 토성은 모든 지역이 사토로 확인되었다. 토양의 입경분포는 모래 88.13-97.50%, 미사 1.88-11.88%, 점토 0.00-2.50%의 구성비를 보였고, 평균은 각각 92.29%, 6.49%, 1.22%로 (Table 2) 우리나라 평균 산림토양의 입경분포인 모래 37.30%, 미사 44.80%, 점토 17.90%에 비해(Jeong *et al.*, 2002), 높은 모래 함량을 보여 일반적인 해안사구의 토양 특성(Cho, 2006)과 일치하였다.

포장용수량은 평균 4.51%였고, 지역별로는 모래 함량이 가장 낮았던 표선리가 6.24%로 가장 높았으며 다음으로 협재리(5.51%), 김녕리(4.79%), 오봉리(4.43%) 등의 순이었다(Table 3). 이와 같은 결과는 사토의 보수능이 1.5-6.0%로 다른 모재에 비해 수분 함량이 비교적 낮다는 기존의 연구(Salisbury, 1952; Lee, 2005)와 일치하는 결과로써, 갯금불초를 비롯한 사구식물들은 육지에 분포하는 산림식물에 비

Table 1. Structural properties of *Wedelia prostrata* habitats

Investigated area	Species richness	Species diversity	Dominance	Evenness
Hyeopjae-ri	16	0.94	0.17	0.78
Gimnyeong-ri	11	0.76	0.30	0.73
Jongdal-ri	5	0.63	0.27	0.90
Seongsan-ri	17	0.81	0.29	0.66
Pyoseon-ri	10	0.75	0.28	0.75
Cheonjin-ri	13	0.77	0.31	0.69
Obong-ri	15	0.89	0.16	0.16
Average	12.43	0.79	0.25	0.67

Table 2. Soil texture of *Wedelia prostrata* habitats

Investigated area	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Soil texture
Hyeopjae-ri	90.00	8.75	1.25	Sand
Gimnyeong-ri	89.50	8.00	2.50	Sand
Jongdal-ri	97.50	1.88	0.63	Sand
Seongsan-ri	94.79	4.79	0.42	Sand
Pyoseon-ri	88.13	11.88	0.00	Sand
Cheonjin-ri	95.00	2.50	2.50	Sand
Obong-ri	93.13	5.63	1.25	Sand
Average	92.29	6.49	1.22	-

해 수분 스트레스에 대한 적응력이 높은 것으로 생각된다.

유기물함량은 종달리가 4.09%로 가장 높았고 협재리가 2.83%로 가장 낮았으며 평균은 3.37%로 나타나(Table 3) 제주도 산림토양의 평균 유기물함량인 10.40%(Jeong *et al.*, 2002)에 비해 매우 낮은 것으로 확인되었는데, 이는 토양 입자가 클수록 유기물을 저장하는 능력이 감소하는 (Cho, 2006) 토양 특성에 기인한 것으로 판단된다.

pH는 평균 8.17의 약알칼리성으로(Table 3) 우리나라 산림 토양의 평균인 5.48(Jeong *et al.*, 2002)보다 높았으나, 제주도 사구에 분포하는 갯방풍 자생지의 pH인 8.2(Xu, 2009)와는 유사하였다. 이러한 결과는 일반적으로 해변 사토의 pH가 해수의 영향을 많이 받는 것과 달리 갯금불초와 같은 사구식물이 분포하는 사구의 경우 비교적 조수의 영향이 적어, 토양의 알칼리화가 진행되었기 때문으로 판단된다 (Kim and Jung, 1995).

유효인산 함량은 평균 1.33 $\mu\text{g/g}$ 으로(Table 3) 우리나라 전체 산림 토양의 유효인산 함량인 25.6 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮은 것으로 확인되었다(Jeong *et al.*, 2002). 이는 갯금불초가 분포하고 있는 해안 사구에 해수나 지표수를 통해 유입되는 영양염류의 공급이 원활하지 않았기 때문으로 판단되나, 유효인산은 동일한 지역 내에서도 편차가 큰 것으로 알려져 있으므로(Lee, 1981) 객관적인 결과를 도출하기 위해서는 추가적인 분석 자료를 확보해야 할 것으로 생각된다.

전기전도도는 해변식물의 군락 구조에 큰 영향을 미치며 (Han, 2008), 염류 이온의 농도와 비례하여 토양 중의 염분 농도를 가늠할 수 있는 것으로 알려져 있다(National Institute of Agricultural Science and Technology, 2000). 본 조사 결과 갯금불초 자생지의 평균 전기전도도는 802.01 $\mu\text{S/cm}$ 로 (Table 3) 해수의 침수 영향이 가장 빈번하게 발생하는 점토성 염습지의 전기전도도인 2,160 $\mu\text{S/cm}$ 에 비해 매우 낮은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 해안 사구가 조수의 영향을 거의 받지 않을 뿐만 아니라, 강수로 인한 토양 탈염 현상이 빈번하게 발생했기 때문인 것으로 생각된다.

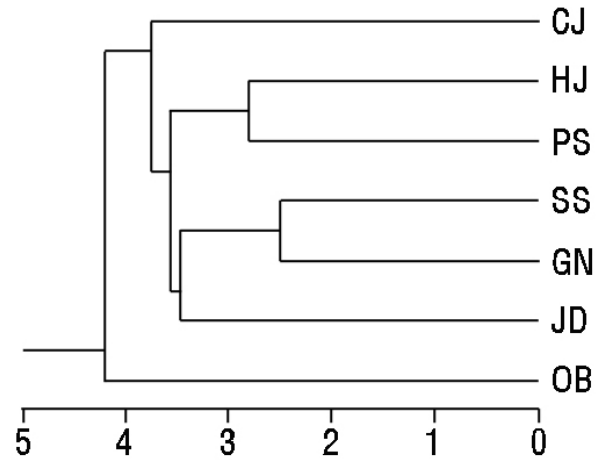


Figure 4. Dendrogram constructed using cluster analysis based on importance value of investigated species in *Wedelia prostrata* habitats(CJ: Cheonjin-ri, HJ: Hyeopjae-ri, PS: Pyoseon-ri, SS: Seongsan-ri, GN: Gimnyeong-ri, JD: Jongdal-ri, OB: Obong-ri)

#### 4. 군집분석

군집분석결과 갯금불초 자생지는 크게 2개의 그룹으로 구분되었는데, 먼저 오봉리가 다른 지역들과 독립적으로 구별되었고 종달리, 김녕리, 성산리, 표선리, 협재리 그리고 천진리가 유사한 집단으로 유집되었다(Figure 4). 오봉리 지역은 다른 지역에서 출현하지 않은 변형초의 중요치가 비교적 높게 산출되었으며 갯기름나물, 갯질경 등이 확인되어 다른 자생지와 식생의 구성중에 차이를 보였다. 두 번째 그룹을 형성한 지역들 중 가장 멀리 유집된 천진리의 경우 갯금불초와 갯쭉부쟁이의 중요치가 높게 나타나 갯금불초와 순비기나무가 우점한 다른 지역과 구별되었다. 또한 표선리와 협재리의 경우 갯금불초와 순비기나무를 비롯한 사철쭉

Table 3. Soil characteristics of *Wedelia prostrata* habitats

Investigated area	Field capacity(%)	Organic matter(%)	pH	Available phosphorus( $\mu\text{g/g}$ )	Electrical conductivity( $\mu\text{S/cm}$ )
Hyeopjae-ri	5.51	2.83	8.26	0.75	613.33
Gimnyeong-ri	4.79	3.63	7.80	0.72	972.25
Jongdal-ri	3.27	4.09	7.97	1.40	883.75
Seongsan-ri	4.00	3.02	7.99	1.42	644.75
Pyoseon-ri	6.24	3.75	8.41	1.80	850.00
Cheonjin-ri	3.31	3.25	8.38	1.33	649.75
Obong-ri	4.43	3.01	8.39	1.93	1,000.25
Average	4.51	3.37	8.17	1.33	802.01

의 중요치가 매우 높게 산출되었으며 인동덩굴과 용가시나무, 쯤보리사초, 갯메꽃, 계요등 등이 공통적으로 출현하였다. 다음으로 종달리와 김녕리, 성산리 자생지는 갯금불초와 순비기나무가 높은 우점을 보이는 지역들로 쯤보리사초와 갯메꽃 등이 동일하게 출현하였고 특히 김녕리와 성산리 지역은 갯강아지풀과 수송나무가 공통적으로 확인되어, 이와 같은 분류군들의 종 조성 차이가 유연관계를 형성하는데 영향을 미친 것으로 판단된다.

### 5. 보전방안

해안은 내륙과 해안 생태계를 연결해주는 추이대로서 교량 및 완충적 기능을 가지며, 다양한 생물들의 서식지 역할을 하는 등 독특한 비오톱을 형성하기 때문에 생태적 보전 가치가 매우 높은 지역이다(Cho, 2006). 그러나 이러한 해안 및 사구 지역은 오래 전부터 인간 활동이 집중되었던 곳으로써(Seo, 2002) 지속적인 관광객 증가와 각종 개발로 인하여 생물종의 급격한 소실이 발생하고 있는 실정이다(Wilson, 1988).

그 중에서도 제주도 해안의 대부분은 접근이 쉽지 않은 암석해안으로 모래해안이 차지하는 비중이 약 7.1%에 불과하며 모래와 해안 간의 연계성이 높지 않다(Kim and Park, 1998). 이에 갯금불초를 비롯한 제주도의 다양한 사구식물은 화순, 협재, 함덕, 김녕, 성산, 화순, 표선 등 생육이 가능한 일부 해안가에 제한적으로 분포하고 있다. 그러나 이러한 지역은 해수욕장과 같은 휴양지가 밀집되어 있을 뿐만 아니라 위락시설, 도로, 농경지, 방풍림 등으로 활용되고 있어, 외부의 간섭에 대해 낮은 수용 능력을 가진 해안사구에 가해지는 훼손 정도가 점차 증가하고 있는 실정이다(Wilson, 1988; Oh and Kim, 2008). 또한 관광객을 위한 편의시설, 방파제 및 옹벽 등 인위적인 축조물의 무분별한 설치는 사구 환경을 크게 악화시키고 있으므로(Chun, 2007) 이로 인한 갯금불초의 개체 수 감소 및 해안사구식생의 파괴를 최소화하기 위한 적극적인 규제가 필요할 것으로 생각된다.

모든 생물종은 환경에 적응하여 생식을 극대화할 수 있는 독특한 전략을 가지며 이러한 생태 및 생식 특성은 생물 집단의 유전다양성과 유전구조에 큰 영향을 미친다(Hamrick and Godt, 1996; Nybom, 2004). 그 중에서도 영양 번식의 강도는 집단 내에서의 유전다양성 정도를 결정하는 중요한 인자로 알려져 있는데(Soane and Watkinson, 1979; Watkinson and Powell, 1993), Kim(2012)에 의해 수행된 연구 결과 ISSR 표지자에 의한 갯금불초의 유전다양성은 0.198로 다년생(0.242)과 유성생식을 하는 종(0.260)보다 낮았다. 이는 갯금불초의 생식방법이 매우 긴 지상경을 이용한 영양번식에 기인한 것으로서 현시점에서 갯금불초가 비교적 높은 피도

로 우점 한다 하더라도 작은 교란에도 쉽게 집단의 크기가 변화할 수 있을 것으로 판단된다.

한편 자생지 내에서 강한 우점을 보였던 순비기나무는 갯금불초와 유사한 생식 방법을 가질 뿐 만 아니라 해안사구라는 제한된 범위를 공유함에 따라 갯금불초와의 공간 경쟁이 불가피할 것으로 생각되는 바, 순비기나무의 분포 확대는 갯금불초의 자생지를 축소시킬 수 있는 큰 위협요인으로 작용할 것으로 예상된다.

따라서 갯금불초 자생지를 보전하기 위해서는 유전적으로 다양한 clone이 섞여있는 집단을 선별하고 자생지 내에 분포하는 분류군들의 교배 또는 번식형태에 따른 분포 특성을 파악하여 서식지에서의 물리적인 경쟁을 최소화하는 동시에 해안사구면적을 감소시키는 인위적인 교란으로 인한 생물종의 소실을 방지해야 할 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Allen, S.E.(1989) Chemical analysis of ecology materials(2nd ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 1-380.
- Barbour, M.G.(1987) Beach vegetation and plant distribution patterns along the northern Gulf of Mexico. *Phytocoenologia* 15: 201-233.
- Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts(1987) Terrestrial plant ecology(2nd ed.). The Benjamin Publishing Company Inc., California, pp. 1-634.
- Beon, M.S. and H.Y. Oh(2006) Analysis of the change of the flora and vegetation association of Ui island sand dune. *Kor. J. Env. Eco.* 20(1): 41-41. (in Korean with English abstract)
- Brower, J.R. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory method for general ecology. W. C. Brown Co., Iowa, pp. 1-208.
- Buurman, P., van Langen and E.J. Velthorst(1996) Manual for soil and water analysis. Backhuys Publishers, Leidin, pp. 58-61.
- Cho, D.S.(2006) Ecological characteristics of plant communities structure and soil environment of coastal dune in Korea, Ph. D. Dissertation, Kunsan National University, Gunsan, pp. 90-156. (in Korean with English abstract)
- Chun, K.W., S.W. Kim, Y.J. Kim and J.H. Lee(2005) Growth characteristics and soil conditions of *Inperata cylindrica* which invaded in coastal sand dune. *Jour. Korea Soc. For. Eng. Tech.* 3(3): 227-244. (in Korean with English abstract)
- Chun, Y.M.(2007) Synecology and habitats environment of coastal sand dune vegetation in Uido(island), Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 25(1): 55-65. (in Korean with English abstract)
- Costa, C.S.B., C.V. Cordazzo and U. Selliger(1993) Shore disturbance and dune plant distribution, *J. Coastal Res.* 12: 133-140.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest optimum in

- the prairie forest border region Wisconsin. Ecology 9: 161-166.
- 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.
- Feodoroff, A. and R. Betriemieux(1964) Une méthode de laboratoire pour la détermination de la capacité au champ. Science du sol, Bucarest, 109pp. (in Russian)
- Hamrick, J.L. and M.J.W. Godt(1996) Effects of life history traits on genetic diversity in plant species. Philosophical Transactions of the Royal Society in London series B(351): 1291-1298.
- Han, Y.U.(2008) The characteristics of halophyte vegetation of salt marshes in the southern and western coasts of Korea, Master's thesis, Mokpo National University, Mokpo, 51pp. (in Korean and English abstract)
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physico-chemical properties of Korean forest soils by regions. Jour. Korean. For. Soc. 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)
- Kalra, Y.P. and D.G. Maynard(1991) Methods manual for forest soil and plant analysis. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre, Edmonton, CA, pp. 1-116.
- Kim, J.S.(2012) Development of sampling strategy for forest plant conservation-with emphasis on genetic diversity and ecological characteristics. Korea forest service, Daejeon, pp. 333-342. (in Korean and English abstract)
- Kim, J.W. and Y.K. Jung(1995) Ecological division of habitats by analysis of vegetation structure and soil environment-A case study on the vegetation in the Kimpo landfills and its periphery region. Korean J. Ecol. 18(3): 307-321. (in Korean and English abstract)
- Kim, S.H.(2003) Ecological characteristics of Japanese Black Pine(*Pinus thunbergii*) forests of east coastal sand dune in Korea. Ph. D. thesis, Seoul National University, Seoul, 6p. (in Korean with English abstract)
- Kim, T.H. and S.H. Park(1998) Natural environment research about coastal areas of Jeju-do. In Ministry of Environment(ed.), 2nd National Natural Environment Research, Ministry of Environment, Gwacheon, pp. 3-103. (in Korean)
- Korea National Arboretum(2008) Rare plants data book in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon, pp. 1-332. (in Korean)
- Korea National Arboretum, The Korean Society of Plant Taxonomists(2007) A synonymic list of vascular plants in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon, pp. 1-534. (in Korean)
- Lee, J.Y.(2005) Studies on the growth dynamics and soil properties of halophytes on the salt marsh of western and southern coast in Korea, Master's thesis, Mokpo National University, Mokpo. pp. 25-41. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.W.(1981) Studies on forest soils in Korea(II). Jour. Korean For. Soc. 54: 25-35. (in Korean and English abstract)
- Lee, T.B.(2003a) Coloured flora of Korea( I ). Hyangmunsa, Seoul, pp. 1-901. (in Korean)
- Lee, T.B.(2003b) Coloured flora of Korea( II ). Hyangmunsa, Seoul, pp. 1-914. (in Korean)
- Lee, W.T. and Y.J. Yim(2002) Plant geography. Kangwon National University Press, Chuncheon, pp. 1-412. (in Korean)
- Lee, W.T.(1996a) Lineamenta Flarae Koreae. Academy Publishing Co., Seoul, pp. 1-1688. (in Korean)
- Lee, W.T.(1996b) Standard illustrations of Korean plants. Academy Publishing Co., Seoul, pp. 1-624. (in Korean)
- Lee, Y.M., S.H. Park, S.Y. Jung, S.H. Oh and J.C. Yang(2011) Study on the current status of naturalized plants in South Korea. Korean J. Pl. Taxon. 41(1): 87-101. (in Korean with English abstract)
- Lee, Y.N.(2006a) New flora of Korea. Kyohaksa( I ), Seoul, pp. 1-975. (in Korean)
- Lee, Y.N.(2006b) New flora of Korea. Kyohaksa( II ), Seoul, pp. 1-885. (in Korean)
- Li, X., M. Dong, Y. Lin, Q.W. Shi and H. Kiyota(2007) Structures and biological properties of the chemical constituents from the genus *Wedelia*. Chemistry&Biodiversity 4: 823-836.
- Min, B.M.(2004) Growth properties of *Carex kobomugi* Ohwi. Korean J. Ecol. 27(1): 49-55. (in Korean with English abstract)
- Ministry of Environment(2006) The investigation guide for specially designed species by floristic region(3rd ed.). Ministry of Environment, Gwacheon, pp. 1-298. (in Korean)
- National Institute of Agricultural Science and Technology(2000) Analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, 126pp. (in Korean)
- Nyblom, H.(2004) Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. Molecular Ecology 13: 1143-1155.
- Oh, B.U., D.G. Jo, K.S. Kim and C.G. Jang(2005) Endemic vascular plants in the Korean peninsula. Korea National Arboretum, Pocheon, pp. 1-205. (in Korean)
- Oh, S.H. and H.J. Kim(2008) The plant resources of the sand dune on southern coast and Jeju island, Korea. Korean J. Plant Res. 21(5): 374-387. (in Korean with English abstract)
- Park, S.J., S.J. Park and S.W. Son(2009) The flora of coastal sand dune area in Gyeongsangbuk-do. Kor. J. Env. Eco. 23(5): 392-410. (in Korean and with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
- Salisbury, E.J.(1952) The weed problem. Proc. R. Inst. G. B. 31:



1-15.

- Schollenberger, C.J.(1927) A rapid approximate method for determining soil organic matter. *Soil Sci.* 24: 65-68.
- Seo, J.C.(2002) Analysis of geomorphological changes using RS and GIS techniques in Shinduri coastal dune field. *Korean Association of Regional Geographers* 8(1): 98-109. (in Korean with English Abstract)
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1963) The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, pp. 1-125.
- Simpson, E.H.(1949) Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Soane, I.D. and A.R. Watkinson(1979) Clonal variation in populations of *Ranunculus repens*. *New Phytologist* 82: 557-573.
- Sydes, M.A. and R. Peakall(1998) Extensive clonality in the endangered shrub *Haloragodendron lucasii*(Halorgaceae) analysis of the endangered island endemic *Malacothamnus fasciculatus* (Nutt.) Greene var. *nesioticus* (Rob.) Kearn (Malvaceae). *Conservation Biology* 9(2): 404-415.
- Systat Software Inc. 2004. SYSTAT 11. Systat Software Inc., Chicago.
- Watkinson, A.R. and J.L. Powell(1993) Seedling recruitment and the maintenance of clonal diversity in plant populations. *J. Ecol.* 81: 707-717.
- Whittaker, R. H.(1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.
- Wilson, E.O.(1988) Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C., 521pp.
- Wu, Y.Q., Y.J. Hu and J.N. Chen(2005) Reproductive characteristics of alien plant *Wedelia trilobata*. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni* 44: 93-96. (in Chinese with English abstract)
- Xu, Z.Y.(2009) Natural habitats and ecological characteristics of *Glehnia littoralis* in Korea. Master's thesis, Dankook University, Yongin, pp. 27-31. (in Korean with English abstract)
- Yang, I.S. and W. Kim(1970) The flora of Namhae-koon. *Korean J. Pl. Taxon.* 2(1-2): 1-10. (in Korean with English abstract)

Appendix 1. Importance value of species in *Wedelia prostrata* habitats

Species	HJ			GN			JD			SS						PS			CJ			OB		RC(%)	RF(%)	RD(%)	IV(%)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2				
<i>Wedelia prostrata</i> Hemsf. 갯블름초	20*	50	75	80	30	85	50	55	30	25	75	80	70	45	80	25	40	56.84	13.67	63.80	44.77						
<i>Vitex rotundifolia</i> L.f. 손비기나무	80	30	10	+	50	5	20	30	+	65	10	10	20			10	18.82	10.07	11.06	13.32							
<i>Carex pumila</i> Thunb. 좁보리사초	30	5	+	+	5	5	10		5	+	+	+	+	+	+	30	5.30	7.19	7.75	6.75							
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schultb. 갯메꽃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0.66	10.79	1.28	4.24							
<i>Aster hispidus</i> Thunb. 갯쭈부쟁이	15	30			20				5	5				25	10		2.51	3.60	1.50	2.54							
<i>Artemisia capillaris</i> Thunb. 사철쭉																	3.59	2.16	1.53	2.43							
<i>Setaria viridis</i> var. <i>pachystachys</i> (Franch. & Sav.) Makino & Nemat 갯강아지풀						15			+	+	+	+	+	+	+		0.99	5.04	1.22	2.42							
<i>Ischaemum anaphoroides</i> (Steud.) Miq. 갯쇠보리	5	10							+	+						+	0.94	4.32	1.45	2.24							
<i>Cnidium japonicum</i> Miq. 갯사상자							40										2.51	2.16	1.81	2.16							
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel. 바랭이									+								0.14	3.60	2.06	1.93							
<i>Salsola komarovii</i> Ilijin 수송나무	+	+				5											0.39	3.60	0.81	1.60							
<i>Rosa maximowicziana</i> Regel 옹가시나무	+																1.99	2.88	0.47	1.78							
<i>Oenothera laciniata</i> Hill 예기달맞이꽃																	0.63	2.88	0.31	1.27							
<i>Carex kobomugi</i> Ohwi 통보리사초	5																0.83	2.16	0.56	1.18							
<i>Ixeris repens</i> (L.) A.Gray 갯씀바귀	+																0.11	2.88	0.30	1.09							
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze 변행초																	1.10	1.44	0.55	1.03							
<i>Euphorbia humifusa</i> Willd. ex Schlttdl. 땅빈대																	0.86	1.44	0.33	0.87							
<i>Sedum oryzifolium</i> Makino 땅채송화																	0.08	2.16	0.28	0.84							
<i>Scutellaria strigillosa</i> Hemsf. 참골무꽃	+																0.06	1.44	0.97	0.82							
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill 큰방가지뚥																	0.06	1.44	0.55	0.68							
<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr. 계요동																	0.06	1.44	0.14	0.54							
<i>Lathyrus japonicus</i> Willd. 갯완두																	0.06	1.44	0.03	0.51							
<i>Elymus mollis</i> Trin. 갯그림																	0.55	0.72	0.14	0.47							
<i>Lonicera japonica</i> Thunb. 인동덩굴																	0.06	1.44	0.09	0.53							
<i>Artemisia princeps</i> Pamp. 쑥																	0.28	0.72	0.20	0.40							
<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc. 들콩																	0.28	0.72	0.20	0.40							
<i>Plantago lanceolata</i> L. 창질정어리																	0.03	0.72	0.22	0.32							
<i>Peucedanum japonicum</i> Thunb. 갯기름나무																	0.03	0.72	0.09	0.28							
<i>Rubia akane</i> Nakai 꼭두서니																	0.03	0.72	0.06	0.27							
<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnep. 거지덩굴																	0.03	0.72	0.05	0.26							
<i>Glehnia littoralis</i> F. Schmidt ex Miq. 갯망풍																	0.03	0.72	0.05	0.26							
<i>Suaeda glauca</i> (Bunge) Bunge 나문재																	0.03	0.72	0.02	0.25							
<i>Brassica napus</i> L. 유채																	0.03	0.72	0.02	0.25							
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino 명아주																	0.03	0.72	0.02	0.25							
<i>Clematis temiflora</i> var. <i>mandshurica</i> (Rupr.) Ohwi 으아리																	0.03	0.72	0.02	0.25							
<i>Hypochoeris radicata</i> L. 서양금혼초																	0.03	0.72	0.02	0.25							
<i>Linonium tetragonum</i> (Thunb.) Bullock 갯질경																	0.03	0.72	0.02	0.25							
<i>Taraxacum officinale</i> Weber 서양민들레																	0.03	0.72	0.02	0.25							