

관리조방형 옥상녹화식물의 생활형 분석

Analysis on Life Form of Extensive Greenroof Plants

장하경¹ · 이은희²

¹서울여자대학교 조경연구실, ²서울여자대학교 환경생명과학부

서론

옥상녹화는 추가적인 토지 확보가 매우 어려운 도심에 녹지를 확충하는 동시에 생물서식공간 제공, 도시미기후 개선, 우수유출저감 등 도시생태환경 개선효과를 기대할 수 있는 효율적 대안으로 주목받고 있다. 특히 관리조방형 옥상녹화는 조성비용이나, 하중 및 관리요구도 등에서 관리집약형에 비해 유리한 점이 많아 도심의 옥상부 녹화기법으로 적용이 증가하는 추세이다. 그러나 자연서식지와 생육환경에 차이가 있고, 다소 열악한 옥상환경에서는 동일 지역의 자연지반에서 생육이 양호한 식물종일지라도 장기적으로 계획당시의 기대치만큼의 생육이 유지되기 어렵거나 아예 생육이 불가능할 수도 있다. 따라서 다양한 옥상녹화 식물의 소재개발과 더불어 옥상녹화 적용 식물들의 생육특성을 이해하고 장기적인 식재계획에 반영하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다.

식물의 생활형은 식물이 생육환경에 순응하여 살아오면서 적응되어온 모양과 기능을 유형화 한 것으로(Iwanami, 1996 ; 김창환과 명현, 2009) 근래 들어 일정 지역의 식생을 이해하고 변화를 예측하기 위한 관련 연구가 활발히 진행되고 있다.

지속가능한 옥상녹화는 조성 후 지속적으로 변화하는 식재 식물들이 발생부터 고사까지의 일정 생육단계의 연속성을 유지할 수 있는 옥상녹화를 의미한다. 연속성에는 식물 자체적인 변화와 더불어 다른 식물종과의 관계와 환경에의 적응이 포함되며, 조성 후 관리요구도를 최소화하고, 설계 단계에서의 의도를 최대한 유지하기 위해서는 앞서 언급한 바와 같이 식물들의 생육특성에 대한 이해가 우선되는 것이 중요하다.

따라서 본 연구는 지속가능한 옥상녹화 설계를 위하여 옥상녹화 식물의 생태적 특성을 반영한 생활형을 파악하고

유형화하는 것을 목적으로 하였다.

연구내용 및 방법

1. 연구내용

연구내용은 서울여자대학교에 조성된 관리조방형 옥상녹화지의 식물을 대상으로 하여 식재식물과 이입식물에 대한 생활형을 분석한 후 식재식물을 대상으로 하여 유형화를 하였다. 옥상녹화 대상 건축물인 서울여대 행정관은 1961년에 조성된 건축물로 옥상녹화 대상부지는 지상으로부터 13m 높이에 있는 옥상의 일부로 녹화면적은 약 90m² 규모이다. 실험구 시공은 2007년 6월 16일부터 5일간 진행되었고, 식재 및 보식을 포함하여 최종적으로 2007년 7월 20일에 조성이 완료되었다. 식재기반은 방수층, 배수 및 방근층, 토양층, 식재층의 순서로 조성되었으며, 방수를 위하여 대상 옥상 콘크리트 상부면 전체에 접착식 방수매트(T-3cm)를 부착하였다. 토양층은 옥상녹화용 인공토양을 10cm 두께로 포설하였고, 바크층은 우드칩을 이용하여 3-5cm 두께가 되도록 하였다(그림 1).

본 연구에서는 환경부(2008)의 다년간 실험에 걸쳐 제안된 식물 종들 중 기린초를 비롯한 대표적인 세덤류 4종과

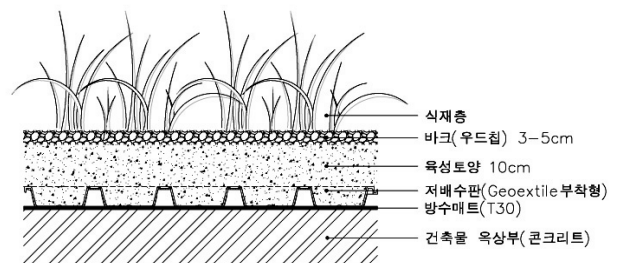


그림 1. 옥상녹화 실험지 식재기반

표 1. 옥상녹화 실험구 적용 식물

과명	식물명/학명	초장 (cm)	개화 (월)
돌나물과	기린초 <i>Sedum kamtschaticum</i>	5-30	6-7
	섬기린초 <i>Sedum takesimense</i>	50	7
	애기기린초 <i>Sedum middendorffianum</i>	20	6-8
	돌나물 <i>Sedum sarmentosum</i>	-	5
범의귀과	노루오줌 <i>Astilbe chinensis</i> var. <i>dauidii</i>	30-70	7-8
	휴케라 <i>Heuchera micrantha</i>	30	7-8
장미과	뱀딸기 <i>Duchesnea chrysantha</i>	-	4-5
	양지꽃 <i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	30	4-8
꽃고비과	지면패랭이꽃 <i>Phlox subulata</i>	10	4-9
마편초과	층꽃나무 <i>Caryopteris incana</i>	30-60	7-8
꿀풀과	섬백리향 <i>Thymus quinquecostatus</i> var. <i>japonica</i>	-	6
	용머리 <i>Dracocephalum argunense</i>	15-60	6-8
현삼과	꼬리풀 <i>Veronica linariaefolia</i>	40-70	7-8
국화과	구절초 <i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	50	9-10
	벌개미취 <i>Aster koraiensis</i>	40-60	6-10
	해국 <i>Aster spathulifolius</i>	40	7-11
백합과	각시원추리 <i>Hemerocallis dumortieri</i>	30-50	5-7
	무늬둥굴레 <i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	30-50	4-5
화본과	*들잔디 <i>Zoysia japonica</i>		

* 동선 및 구획용

기타 14종의 식물을 공시 식물로 선정하였으며, 선정된 식재식물은 기린초, 섬기린초, 애기기린초, 돌나물, 노루오줌, 휴케라, 뱀딸기, 양지꽃, 지면패랭이꽃, 층꽃나무, 섬백리향, 용머리, 꼬리풀, 구절초, 벌개미취, 해국, 각시원추리, 무늬둥굴레로 총 9과 18종이다(표 1).

2. 연구방법

본 연구는 서울여자대학교 행정관에 조성된 관리조방형 옥상녹화지를 대상으로 하였으며, 이입식물 조사는 2008년과 2009년 4월, 6월, 9월, 11월의 총 8회에 걸쳐 진행되었다.

이입식물 모니터링은 전체 실험구 내에 발생한 이입식물의 위치를 식재식물 구획별로 조사하였으며, 동정은 현지조사를 원칙으로 하되 현장에서 확인이 어려운 종은 근접촬영 후 식물을 채취하여 실험실에서 추가동정을 실시하였다.

식재식물 및 이입식물의 생활형 분석은 Raunkiaer의 생활형(Life form), Numata(沼田眞)의 산포기관형(Disseminule form)과 근계형(Radicoid form)을 기준으로 하였으며, 관련도감과 선행연구(Wang, R. Z., 2004; Lee, Sung-Je, 2007; 김창환과 명현, 2009) 등을 토대로 하여 진행하였다. 대한식물도감(이창복, 2003)을 기준으로 하여, 한국식물명고(이우철, 1996b), 원색한국기초식물도감(이우철, 1996a), 최신 자생식물학(이정식과 윤평섭, 2002), 잡초(양환승 등, 2004), 한국의 잡초도감(구자옥, 2002), 국가생물종지식정보시스템(<http://www.nature.go.kr>), 한국귀화식물원색도감(박수현, 2001), 한국의 초지연구(박봉태, 1985), 新版 日本原色雜草圖鑑(沼田眞等, 1985), 雜草學總論(伊藤操子, 1993)을 참고하였다.

결과 및 고찰

1. 옥상녹화 식물의 생활형

1) 식재식물

① 생활형(Life form)

본 연구의 옥상녹화 실험구 식재식물 18종의 생활형을 분석한 결과, 반지중식물(Hemicryptophytes)이 11종으로 가장 많았고, 지표식물(Chamaephytes)이 5종, 지중식물(Geophyte)이 2종이었다. 각각의 유형에 속하는 식물들은 반지중식물(H)은 세덤류인 기린초, 섬기린초, 애기기린초, 돌나물을 비롯하여 노루오줌, 양지꽃, 지면패랭이꽃, 용머리, 꼬리풀, 구절초, 벌개미취의 11종이었고, 지표식물(Ch)은 휴케라, 뱀딸기, 층꽃나무, 섬백리향, 해국의 5종이었으며, 지중식물(G)은 각시원추리와 무늬둥굴레였다.

② 산포기관형(Disseminule type)

산포기관형으로는 낙하산포형(D₄)이 14종, 풍수산포형(D₁), 동물산포형(D₂), 영양기관 번식형(D₅)과 동물산포 및 낙하산포형(D_{2,4})이 각각 1종씩 해당되었다. 이중 낙하산포형(D₄)의 비율이 80%로 가장 높았으며, 기린초, 섬기린초, 애기기린초, 돌나물의 세덤류 전종과 노루오줌, 휴케라 등이 이에 속하였다. 풍수산포형(D₁)에는 해국이 해당되었고, 동물산포형(D₂)으로는 뱀딸기, 영양기관 번식형(D₅)으로는 각시원추리, 동물산포 및 낙하산포형(D_{2,4})으로는 무늬둥굴레가 각각 분류되었다.

③ 근계형(Radicoid type)

번식형의 또 다른 종류인 근계형은 산포기관형 중 영양기관 번식형(D₃)을 더욱 자세히 설명할 수 있을 뿐 아니라 종자를 형성하는 식물에 대해서도 영양번식 방법에 대해 유형화 한 것으로(田川日出夫와 沖野外輝夫, 1979) 18종의 식재식물들은 R₃형 8종, R₄형 3종, R₅형 5종, R_{2,3}형 2종으로 분류되었다.

식재식물의 근계형을 분류해본 결과, R₃형으로는 세덤류인 기린초, 애기기린초, 섬기린초를 비롯하여 노루오줌, 용머리, 별개미취, 각시원추리, 무늬둥굴레가 속하였고, R₄형으로는 뱀딸기, 섬백리향, R₅형에는 휴케라, 양지꽃, 층꽃나무, 꼬리풀, 구절초가 속하였다.

식재식물 9과 18종에 대하여 생활형, 산포기관형, 근계형에 따른 유형분류 결과를 종합한 내용은 표 2와 같다.

표 2. 식재식물의 유형

과명	종명	학명	생활형		
			L	R	D
돌나물과	기린초	<i>Sedum kamtschaticum</i>	H	R ₃	D ₄
	섬기린초	<i>Sedum takesimense</i>	H	R ₃	D ₄
	애기기린초	<i>Sedum middendorffianum</i>	H	R ₃	D ₄
범의귀과	돌나물	<i>Sedum sarmentosum</i>	H	R ₄	D ₄
	노루오줌	<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>dauidii</i>	H	R ₃	D ₄
장미과	휴케라	<i>Heuchera micrantha</i>	Ch	R ₅	D ₄
	뱀딸기	<i>Duchesnea chrysantha</i>	Ch	R ₄	D ₂
꽃고비과	양지꽃	<i>Potentilla fragarioides</i> L. var. <i>major</i>	H	R ₅	D ₄
	지면패랭이꽃	<i>Phlox subulata</i>	H	R _{2,3}	D ₄
마편초과	층꽃나무	<i>Caryopteris incana</i>	Ch	R ₅	D ₄
꿀풀과	섬백리향	<i>Thymus quinquecostatus</i> var. <i>japonica</i>	Ch	R ₄	D ₄
	용머리	<i>Dracocephalum argunense</i>	H	R ₃	D ₄
현삼과	꼬리풀	<i>Veronica linariaefolia</i>	H	R ₅	D ₄
국화과	구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	H	R ₅	D ₄
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	H	R ₃	D ₄
	해국	<i>Aster spathulifolius</i>	Ch	R _{2,3}	D ₁
백합과	각시원추리	<i>Hemerocallis dumortieri</i>	G	R ₃	D ₅
	무늬둥굴레	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	G	R ₃	D _{2,4}

* L: Life form, R: Radicoid form, D: Disseminule form

* Ch : Chamaephyte, 지표식물, H :Hemicryptophyte, 반지중식물, G : Geophyte, 지중식물

* R₃ ,R_{2,3} : 근계형, R₄ : 포복형, R₅ : 단립형

* D₁ : 풍수산포형, D₂ : 동물산포형, D₄ : 낙하산포형, D₅ : 영양기관 번식형, D_{2,4} : 동물산포 및 낙하산포형

2) 이입식물

조사기간 중 이입식물 발생변화를 관찰한 결과, 2008년에는 23과 59종이 발생하였고, 2009년에는 17과 44종이 발생한 것으로 나타났다. 2008년부터 2009년까지 2년간 옥상녹화 실험지에 유입된 외부식물은 총 27과 72종이었으며, 이 중 5종 이상의 식재식물 모듈에서 발견된 주요 이입식물에 대한 생활형 분석을 통해 외부식물의 유입 특성을 살펴보았다.

① 생활형(Life form)

실험지 주요 이입식물에 대한 2008년 모니터링 결과에서는 1년생식물(Th)과 월동하는 1년생식물(Th(w))이 총 13종으로 발생율이 가장 높았고, 반지중식물(H)이 6종, 지표식물(Ch)이 2종, 지중식물(G)이 1종으로 조사되었다.

2009년에는 1년생식물(Th)과 월동하는 1년생식물(Th(w))이 10종, 반지중식물(H) 7종, 지표식물(Ch)은 3종이 주요 이입종으로 조사되었으며, 2008년과 마찬가지로 1년생식물의 발생이 높게 나타났다.

② 산포기관형(Disseminule type)

주요 이입식물에 대한 산포기관형 분석결과, 2008년에는 낙하산포형(D₄)이 12종, 풍수산포형(D₁)과 자동산포형(D₃)이 각각 4종, 동물산포형(D₂)과 풍수산포 및 낙하산포형(D_{1,4})이 각각 1종씩 조사되었다. 2009년에는 낙하산포형(D₄) 11종, 풍수산포형(D₁) 3종, 동물산포형(D₂) 1종, 자동산포형(D₃) 6종이 주요 이입식물로 나타났다.

③ 근계형(Radicoid type)

2008년의 주요 이입식물의 근계형은 R₃형 1종, R₄형 4종, R_{2,3}형 1종과 R₅형 15종으로 지상이나 지하에 연결체를 만들지 않는 단립성 식물의 발생비율이 가장높게 나타났다. 2009년에는 R₃형 2종, R₄형 3종, R_{2,3}형 2종과 R₅형 13종으로 다소 유형별 발생비율의 변화가 있었으나 전년도와 마찬가지로 R₅형 이입종 발생율이 가장 높게 나타났다.

식재식물 18종 식재모듈 모두에서 발생한 이입식물을 기간별로 살펴보면, 2008년에는 1년생식물(Th)인 강아지풀, 미국개기장, 바랭이, 방동사니, 쇠별꽃의 5종과 월동하는 1년생식물(Th(w))인 망초와 개망초의 2종, 지표식물(Ch)인 꿩이밥과 쑥의 2종, 반지중식물(H)인 꿀풀, 유럽점나도나물, 제비꽃의 3종 등 총 12종의 이입식물이 발생한 것으로 나타났다. 2009년에는 1년생식물(Th)로는 강아지풀, 바랭이, 들깨풀, 여우주머니의 4종, 월동하는 1년생식물(Th(w))

인 망초, 개망초, 얼치기완두의 3종, 지표식물(Ch)인 팽이밥과 쑥, 쑥부쟁이의 3종, 반지중식물(H)인 큰금계국, 고추나물, 제비꽃의 3종 등 총 13종이 조사되었다(표 3). 조사기간 동안 1년생 식물의 발생율이 높은 것은 옥상녹화지역의 이입종을 조사한 선행연구(강현경 등, 2009)와도 유사한 결과로 관리조방형 옥상녹화지 내에 다양한 교란요소가 작용하는 데 따른 결과로 보인다.

2. 옥상녹화 식재식물 유형화

본 연구에 적용된 식재식물은 다년간 실험(환경부, 2008)을 통해 선발된 종들로 옥상녹화 식재식물의 생태특성을 알아보기 위해 생활형 분석을 통하여 유형화를 실시하였다.

옥상녹화 식재식물 유형화는 Raunkiaer의 생활형, Numata의 근계형을 기준으로 하였는데, 초본 식물의 경우 자연상태에서 종자발아보다 생존에 유리한 영양번식을 선택하는 경우가 많아 근계형을 주요 기준으로 선정하였고, 관리조방형 옥상녹화지에 적용되는 식재식물들은 다년생으로 생육기간 중 월동시기를 거치게 되므로 월동 시 휴면아의 위치에 따른 유형분류를 재유형화의 한 기준으로 선정하였다.

산포기관형의 경우 옥상녹화지에 도입되는 식재식물들의 경우 분주등의 방법으로 번식되어 재배된 후 식재되는 원예식물로 종자발아에 의한 번식 의존도가 비교적 낮아 기준에서 제외하였다.

옥상녹화지에서의 생육 및 피복특성을 반영하는 생활형과 근계형을 조합하여 근계 특성에 따라 크게 3가지 유형으

표 3. 주요 이입식물의 생활형 및 발생현황

과 명	국 명	학 명	2008년	2009년	생활형		
					L	D	R
팽이밥과 국화과	팽이밥	<i>Oxalis corniculata</i>	◎	◎	Ch	D ₄	R ₄
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	◎	◎	Th(w)	D ₁	R ₅
꿀풀과	망초	<i>Coryza canadensis</i>	◎	◎	Th(w)	D ₁	R ₅
	뽕리뽕이	<i>Youngia japonica</i>	○	X	Th(w)	D ₁	R ₅
	쑥	<i>Artemisia princeps</i>	◎	◎	Ch	D ₄	R ₂₋₃
	쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i>	X	◎	Ch	D ₄	R ₃
	큰금계국	<i>Coreopsis anceolata</i>	○	◎	H	D ₄	R ₅
	꿀풀	<i>Prunella vulgaris var. lilacina</i>	◎	X	H	D ₄	R ₄
	들깨풀	<i>Mosla punctulata</i>	X	◎	Th	D ₃	R ₅
대극과	석잠풀	<i>Stachys riederi var. lilacina</i>	X	○	H	D ₄	R ₂₋₃
	에기땡빈대	<i>Euphorbia supina</i>	X	○	H	D ₄	R ₅
물레나물과 벼과	여우주머니	<i>Phyllanthus ussuriensis</i>	○	◎	Th	D ₃	R ₅
	고추나물	<i>Hypericum erectum</i>	○	◎	H	D ₄	R ₅
벼과	강아지풀	<i>Setaria viridis var. viridis</i>	◎	◎	Th	D ₄	R ₅
	뚝새풀	<i>Alopecurus aequalis</i>	○	X	Th(w)	D _{1,4}	R ₅
	미국개기장	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	◎	X	Th	D ₄	R ₅
	바랭이	<i>Digitaria ciliaris</i>	◎	◎	Th	D ₄	R ₄
	조개풀	<i>Arthraxon hispidus</i>	○	○	H	D ₂	R ₄
사초과	방동사니	<i>Cyperus amuricus</i>	◎	○	Th	D ₄	R ₅
석죽과	쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i>	◎	X	Th	D ₄	R ₅
	유럽잡나도나물	<i>Cerastium glomeratum</i>	◎	○	H	D ₄	R ₅
속새과	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	○	○	G	D ₁	R ₂₋₃
제비꽃과	제비꽃	<i>Viola mandshurica</i>	◎	◎	H	D ₃	R ₃
취꼬리망초과	취꼬리망초	<i>Justicia procumbens</i>	○	○	Th	D ₃	R ₅
지치과	꽃마리	<i>Trigonotis peduncularis</i>	○	X	Th(w)	D ₄	R ₅
콩과	돌콩	<i>Glycine max</i>	○	○	Th	D ₃	R ₅
	얼치기완두	<i>Vicia tetrasperma</i>	X	◎	Th(w)	D ₃	R ₅

* ◎ : 식재종 18종 중 9종 이상에서 발견된 이입종
 ○ : 식재종 18종 중 5-8종에서 발견된 이입종
 X : 발견되지 않음

로 우선 분류하였고, 이후 7가지 유형으로 세분화하였다. 근계형에 따라서는 크게 단립형(單立型), 포복형(佈匍型), 근경형(根莖型)으로 분류하였고, 세분화된 유형 중 첫 번째 유형인 단립지표형(單立地表型, RL₁)은 단립형(R₅)과 지표형(Ch)에 포함되는 종들로 월동 시 휴면아가 지표에서 0-0.3m에 위치하며 층꽃나무, 휴케라가 이에 속하였다. 두 번째 유형인 단립반지중형(單立半地中型, RL₂)은 단립형(R₅)과 반지중형(H)에 속하는 종으로 월동 시 휴면아가 지면 바로 아래에 위치하며, 꼬리풀, 양지꽃, 구절초가 이에 속하였다. 세 번째로는 포복지표형(佈匍地表型, RL₃)으로 포복경으로 번식하는 포복형(R₄)과 지표형(Ch)에 속하는 식물들이 포함되며, 이 유형에는 섬백리향, 뱀딸기가 해당되었다. 네 번째 유형인 포복반지중형(佈匍半地中型, RL₄)은 포복형(R₄)과 반지중형(H)에 속하는 종으로 세덤류 중 포복성인 돌나물이 이 유형에 속하였다. 다섯 번째 유형은 근경지표형(根莖地表型, RL₅)으로 지하경으로 번식하는 특성을 지닌 근경형(R₃)이면서 지표형(Ch)인 해국이 이에 속하였고, 여섯 번째 유형인 근경반지중형(根莖半地中型, RL₆)은 근경형(R₃)과 반지중형(H)에 속하는 종으로 세덤류인 기린초, 섬기린초, 애기기린초를 비롯하여 노루오줌, 용머리, 별개미취, 지면패랭이꽃의 7종이 이 유형에 해당하였다. 일곱 번째로 근경형(R₃)과 휴면아가 지중에서 월동하는 지중형(G)에 속하는 각시원추리와 무늬등굴레가 근경지중형(根莖地中型, RL₇)에 속하는 것으로 나타났다(표 18).

향후 이러한 유형화를 토대로 각각의 유형별 생육특성 및 다년간의 식생변화패턴을 규명하여 식재계획에 반영함으로써 지속가능한 관리조방형 옥상녹화 보급에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

인용문헌

- 강현경, 한봉호, 이경재, 김지석(2009) 옥상녹화지역 이입종 특성 및 관리방안 연구. 한국환경생태학회 학술대회논문집 19(1); 152-155쪽
- 구자옥. 2002. 한국의 잡초도감. 한국농업시스템학회.
- 김창환, 명현. 2009. 주암호 복내천 인공습지 조성 후 식물의 생활형에 대한 4년간의 변화 연구. 한국환경생태학회지 23(1):30-40.
- 박봉태. 1985. 한국의 초지 연구. 이화여자대학교 출판부. pp.428-443.
- 박수현. 2001. 한국귀화식물원색도감. 일조각.
- 양환승, 김동성, 박수현. 2004. 잡초. 이천농업자원도서.
- 이우철. 1996a. 원색한국기준식물도감. 도서출판 아카데미서적.
- 이우철. 1996b. 한국식물명고. 도서출판 아카데미서적.
- 이정식, 윤평섭. 2002. 최신 자생식물학-야생화를 중심으로-. 대신출판사.
- 이창복. 2003. 원색 대한식물도감. 향문사.
- 환경부. 2008. 차세대 핵심환경기술개발사업. 도시 인공지반의 자연생태계 복원을 위한 기술개발. pp.267-287.
- Iwanami Shoten. 1996. Pflanzensoziologie. Springer-Verlag, 1st de., Berlin, 1928, 2nd de., Vienna, 1951. pp.631, 3rd de., Vienna, New York, 1964 :865.
- Lee, Sung-Je. 2007. Ecological Studies and Artificial Propagation about Rare and Endangered Species in Ulleung Island. Master's thesis of Chung-Ang Univ., 145-149.
- Wang, R. Z. 2004. Photosynthetic pathways and life form types for native plant species from Hulunbeier Rangelands, Inner Mongolia, North China. Photosynthetica 42(2):219-227.
- 沼田 眞, 奥田重後, 桑原義晴, 淺野貞夫, 岩瀬 徹. 1985. 新版日本原色雜草圖鑑.
- 伊藤操子. 1993. 雜草學總論. 養賢堂.
- <http://www.nature.go.kr>