韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 11(2) : 122 - 126(2003)

한국산 겨우살이의 생장과 조직해부학적 특성

박충헌*† · 박춘근 · 방경환 · 박희운 · 성낙술

작물시험장 특용작물과

Plant Growth and Anatomical Characteristics of Korean Mistel(*Viscum album* var. *coloratum*(kom.)Ohwi)

Chung Heon Park*†, Chun Geun Park, Kyong Hwan Bang

Hee Woon Park, Nak Sul Seong

Nat'l Crop Experiment Station, RDA

ABSTRACT : This study was conducted to investigate plant growth characteristics and anatomical studies of Korean mistel (*Viscum album* var. *coloratum* (Kom.) Ohwi). Parasite position was upper part that has a plenty of sunshine area 5 to 10m apart from the ground, regardless host tree. Stem developed two branch stems from the each basal stem, leaf was grown from the end stems as opposite. Fruit has a light yellow color and berry size was 7 to 8 mm long diameter and it contains seed. Floral bud differentiation initiated with forming rounded dome and arch-shaped floral apex at the beginning stage, and produced heart-shaped sepal following the differentiation of leaf primordia. Floral bud formation processed centeral part first and following bilateral sides were developed in order. Leaf was thick and stoma and guard cell were observed from the two or three inner layers from the epidermis. Mistletoe penetrated cork cambium of host plant and was growing by rooting on xylem. Korean mistel connected to host plant through parasitic organ, haustorium structurally and physiologically.

Key words : mistel, parasate, haustorium

서 언

겨우살이는 겨우살이과(Loranthaceae)에 속하는 다년생 기생식물로 북유럽에서 남아프리카까지 세계 전역에 걸쳐 약 30속 1,500여종이 다양하게 분포하고 있다.

겨우살이는 기주식물(host plant)로부터 수분과 무기물 및 유기물 등을 취해서 살아가는 피자식물이면서 자체적인 광합성 능력을 지니고 있어서 기주식물에 전적으로 의지하지 않는 반기생성 식물(hemiparasite)로 분류된다(Visser, 1981).

국내에서는 상수리나무와 밤나무 같은 낙엽활엽수를 기주목으로 하여 줄기에 뿌리를 내리고 생장하는 3속 6종이 보고되고 있다. 즉 겨우살이 (*Viscum album* var. *coloratum* (Kom)Ohwi), 붉은겨우살이 (*Viscum album* for. *rubroautiacum* Ohwi), 뽕나무겨우살이 (*Loranthus parasaticus* Merr), 참나무겨우살이 (*Loranthus yadoriki* Sieb), 꼬리겨우살이 (*Loranthus tanakae* FR et SAV), 동백나무겨우살이 (*Pseudixux japonicus*) 등이다(이창복, 1985). 겨우살이는 잎과 줄기가 모두 진한 녹색이고 가지가 두 갈래로 계속 갈라지며 신장한다. 끝가지에 잎이 마주나는데 두꺼운 특성이 있고 겨울에 콩알 모양의 노란열매가 맺는다. 한방에서는 상기생(桑寄生)이라 하며 여름

† Corresponding author(phone) : 031-290-6716 , E-mail : parkOch@rda.go.kr

Received 28 March 2003 / Accepted 5 June 2003

철에 전초 즉 잎이 붙은 줄기를 수확하여 그늘에 말려 사용하며 거풍습, 보간신, 고혈압, 동맥경화, 관절염, 당뇨 등의 치료에 사용된다. 함유성분으로 Amyrin, Inositol, Viscotoxin, Viscine, Flavonoids 등이 알려져 있고 약리작용으로는 Cholesterol 저하 및 혈압강하 작용, 이뇨, 항균 및 항바이러스 효과와 함께 최근에는 항암 및 면역활성 기능의 우수함이 보고되고 있다(박진수, 1994).

야생 채취에 의존하던 국내 수요량이 증가함에 따라 1995년에 21,214kg, 1997년에는 38,922kg을 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 유럽에서의 관심이 매우 높아 스위스 Hiscia연구소는 다양한 겨우살이 유전자원을 확보하여 항암제를 상용화하여 암치료에 이용하고 있고, 독일의 경우도 Helixor사 등에서 자궁경부암 치료용 주사제 생산 등의 목적으로 매년 300 M/T정도를 수입하여 이용하고 있다(한국의약품수출입협회, 1997).

본 연구는 국내외에서 생약재 수요의 증가와 함께 관심이 증가되고 있는 기생성 약용식물인 겨우살이(*Viscum album* var. *coloratum* (Kom)Ohwi)의 자생지 생태조사와 외부형태적 특성을 조사하고 식물부위별 조직해부학적 구조를 관찰하여 인공재배를 위한 기초자료를 얻고자 수행한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

우리나라에 자생하는 겨우살이 군락지의 환경과 생육특성을 조사하였는데, 조사지역은 강원 정선, 충북 청원과 전북 정읍 3지역에서 자생군락지의 특성을 조사하였고, 시기별 생육은 충북 청원군 미원면 금관숲을 대상으로 1997년 12월부터 1998년 7월까지 잎, 줄기 및 열매의 생장을 조사하였다. 겨우살이의 조직해부 특성 관찰을 위해서는 화뇌, 잎, 기주목 흡근부위 등의 부위별 시료를 채취하여 Carnoy's 용액에 24시간 고정한 후 파라핀에 포매하였다. 마이크로톰으로 10㎛의 연속절편을 만들어 Haematoxylin에 2시간 염색하고 Iron alum으로 탈색시켜 영구 프레파라트를 작성한 후 광학현미경하에서 검경 조사하였다.

결과 및 고찰

국내 겨우살이 자생지 환경을 조사한 결과는 표 1과 같다. 강원 정선의 동면 지역은 고도 600~800m의 산간지역으로 북향의 경사진 언덕에 감나무, 벗나무, 상수리나무 등 3종의 기주목에 겨우살이의 착생높이는 7~8m로 높아 접근하기 어려웠다. 충북 청원군 미원면 금관숲은 도립관광지로 지정된 대규모 군락지로 해발 150~200m의 분지형 평지로 굴참나무, 버드나무 등의 숙주목 상단에 기생고도는 9~10m로 매우 높았다. 전북 정읍 내장산의 자생지는 북동향의 경사진 산간지로 상수리나무등의 숙주목에 기생하고 있었으며 조사지역 모두 숙주목의 종류와 관계없이 일사량이 많은 기주목의 5-6m이상인 상단부에 착생하여 생장하고 있었다. 현삼과에 속하는 기생식물들은 기주의 뿌리에 기생한다고 보고되었지만 겨우살이는 메꽃과의 새삼속 식물등과 같이 지상부 기관의 상단부에 기생하는 특성을 보였다.

Table 1. Environmental characteristics of mistel indigeous regions in Korea

Location	Altitude(m)	Geological status	Host tree	Parasitic position(m)
Kangwon, Jeonseon	600-800	Mountainous(N)	*Diospyros kaki*	7~ 8
Chungbuk, Cheongwon	150-200	Plain	*Quercus variabilis*	9~10
Cheonbuk, Jeongup	500-600	Mountainous(NE)	*Prunus serrulata*	5~ 6

시기에 따른 겨우살이 생장특성을 충북 청원지역에서 조사한 결과는 표2와 같다. 3월말경 개화가 먼저 진행한 다음 4월 상순경에 잎의 출현과 전개가 시작하는데 줄기의 길이는 신장초기로 1-2mm 정도이다. 개화 후 과실의 형성은 4월 하순경부터 1mm크기의 자방이 신장하기 시작하며 이때 잎 길이는 1.5cm 정도이고 새 줄기마디의 길이는 1.1cm 정도로 신장초기 이다. 약 1개월이 경과한 5월 하순경에는 과실의 생장이 어느정도 진행되어 과실 크기는 6mm정도에 이르며 잎과 줄기 마디는 왕성한 생육을 하였다. 4월 상순경 전년도에 생육한 잎의 생장특성을 조사한 결과는 표 3과 같다. 가지당 평균 엽수는 22개 정도로 조사되었고 잎 길이는 4.4cm, 엽폭은 1.1cm의 길다란 선형의 잎이었고, 잎 두께는 0.8mm로 두꺼운 후엽의 특성을 보였다.

6년생 가지의 생육특성을 조사한 결과는 표 4와 같다. 기주목에 부착한 1차 분지는 경경이 8.9mm로 굵은 반면 상부로 갈수록 경경은 가늘어져 5차 분지는 2.3mm로 현저히 가늘게 조사되었다. 줄기마다의 길이는 1차 분지가 6.8mm로 가장 짧았고 중앙부인 3차 분지가 5.8cm로 가장 길었으며 전년도에 생장한 5차 분지는 4.2cm로 조사되었다.

Table 2. Seasonal change of mistel growth in Cheongwon, Korea

Growth stage	Date	Leaf length (㎜)	Stem length (㎜)	Fruit size (㎜)
Flowering	Late March	-	-	-
Leaf emergence	Early April	-	1~2	-
Fruit forming	Late April	15.2	11.0	1.0
Fruit growing	Late May	48.5	85.0	6.0

Table 3. Leaf growth of mistel on late March in Korea

Leaf No.	Leaf length (㎜)	Leaf width (㎜)	Leaf thickness (㎜)
22	44	11	0.8

Table 4. Stem growth of mistel on late March in Korea

Branch	order	1st	2nd	3rd	4th	5th
Stem growth(㎜)	Length	6.8	24	58	51	42
	Diameter	8.9	4.8	3.7	2.9	2.3

표 5는 겨우살이 과실 및 종자 특성을 조사한 것으로 겨우살이 과실은 연황색의 과피를 가진 장과였는데 종자는 alginate 물질로 알려진 끈적끈적한 점성을 지닌 보호질에 쌓여 과실중앙부에 진한 초록색 자엽과 함께 위치하고 있었다. 과실의 크기는 8×7 mm로 거의 구형에 가까운 작은 과실이었고 과실속의 종자는 6×4mm 정도의 크기였다. 이와같이 겨우살이의 형태적 특성에 대한 기록은 식물도감 등에 교과서적인 기술 이외에 세부사항에 대한 보고를 찾을 수 없어 본 조사가 국내 겨우살이 생태 및 형태적인 특성 구명의 기초자료로 활용되기를 기대한다.

Table 5. Morphological characteristics of mistel fruit and seeds in Korea

Fruit type	Fruit color	Fruit size (㎜)	Seed color	Seed size (㎜)
Berries	light yellow	8×7	dark green	6×3.9×0.8

cf. * : length/diameter, ** : length/diameter/height

겨우살이의 화아형성과 분화 발달에 관하여 조사한 결과는 다음과 같다. 분열조직원기에 5월 중순부터는 차상아들이 겨우살이의 구형형태로 배열된다(그림 1). 연이어 지는 형성조직은 증식된 세포분열 활동에 의해 아치형으로 발달되어 진다. 화분모세포들은 중간의 공간이나 격실이 없이 밀착해 서로 연결되어 위치해 있다. 중심부에 인을 가진 세포핵들이 그들의 크기를 나타낸다. 화분모세포들은 아직 완전히 발달되지 않은 tapetum 세포들에 경계를 이룬다(그림 2).

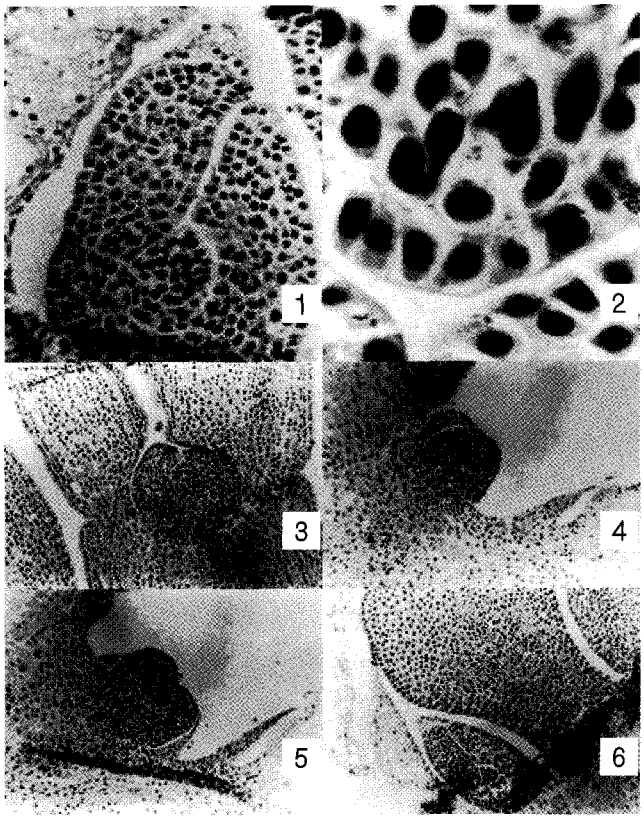

Fig. 1) Floral bud differentiation of Korean mistletoe, **2)** Pollen mother cell development, **3)** Differentiation and growth of flower buds, **4)** Formation of lateral buds, **5)** Depression in the central part of flower bud, **6)** Development of apical and lateral buds Korean mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum* (Kom)Ohwi).

그림 3과 4는 제시된 조직학적 표본의 절단면으로 늦겨울의 차상아 종단면을 보여주며 엽원기와 화서원기 사이의 엽액이 구분됨이 관찰된다. 2차 영양시기인 봄에는 차상아가 생장하고 엽편이 확장된다. 5월에는 꽃원기의 형성조직이 주변부에서의 강화된 세포분열이 활발함을 보여준다. 가장자리는 상승하여 융기되고, 중심점의 성장이 저해됨으로써 컵모양의 함몰이 일어난다(그림 5). 주변 분열조직의 분할은 주변부의 전생장을 촉진시킨다. 이에 반해 중심부는 세포분할에도 불구하고 타원형의 함지형태를 이룬다. 영양기관과 생식기관 원기로의 이러한 동시적인 분열조직 분화는 겨우살이에 있어서 매우 독특한 특성이다. 겨우살이의 발생사, 즉 차상아 형성의 연간 생장지속 기간은 지극히 늦추어져 있다. 하나의 차상아 기관원기의 분열조직 분화로부터 숙성한 상태에 이르기까지는 원기에서 동시에 진행된다는 것이다.

그림 7은 겨우살이 잎 표면을 종단한 것으로 표피 위의 두꺼운 왁스층과 함께 내피가 1~2층 분포하고 있으며 잎의 이면에는 비교적 상부에 비하여 체적이 큰 세포들 사이에 기공이 존재하고 있었다.

겨우살이 뿌리가 기주목에 뿌리를 내리는 과정은 그림 9~12와 같다. 기주목의 표피를 침투하여 초기에 뿌리끝이 생장하는 모습(그림 9)과 더욱 진행한 후에 표피가 소실되고 기주목과 겨우살이의 두층만이 치밀하게 구분되는 중기단계(그림 10)를 거쳐 진행말기에는 기주목의 목질화된 부분과 겨우살이 접착부위의 세포조직이 구분되었으며(그림 11), 횡단한 경우 겨우살이의 뿌리가 기주목에 침입하여 다양하게 형성한 흡기를 관찰할 수 있었다.

이는 *Viscum*속 식물로 겨우살이과에 속하는 기생식물들은 일단 기주조직에 침입한 endophyte가 다시 여러 갈래로 분지하여 생장하기 때문에 대단히 복잡한 구조로 발달하여 endophytic system을 형성하는 특성을 보여주는데 Salle(1978)의 보고와 일치한다. 또한 여러가지 화학물질들과 기주식물에서 추출된 물질도 흡기의 발생을 유도한다고 하였으며 이러한 연구 결과들은 흡기의 발생에 요구되는 식물체 내부의 자극을 유발시키기 위해서, 일차적으로 외부에서의 물리적인 자극과 화학적인 자극이 필

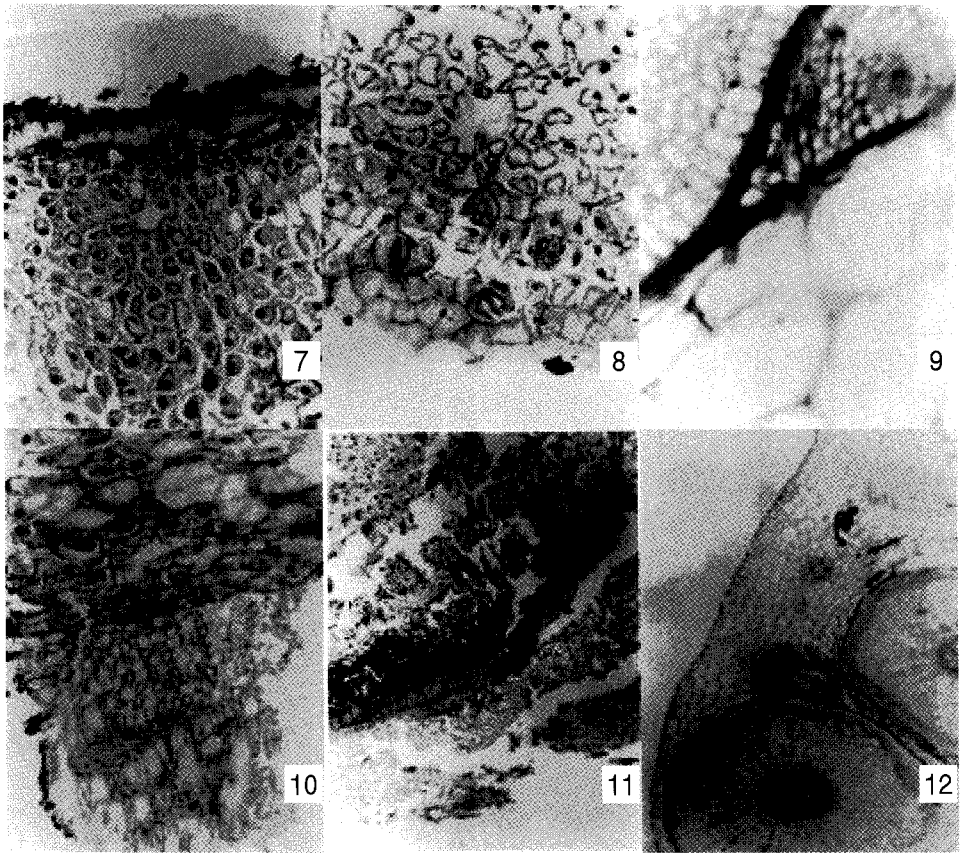

Fig. 7) Waxy layer in the leaf surface, **8)** Stomatas on the backside of leaves, **9)** Mistletoe's roots penetrating host plant, **10, 11)** Mistletoe(upper) stuck to host plant(bottom), **12)** Mistletoe's parasitic organ, haustorium growing on the host plant.

요함을 시사한다고 하였다(Riopel and Masselman, 1979). Onofeghara(1972)는 겨우살이과와 새삼속의 흡기의 피층에서 acid phosphatas의 활성을 관찰하였는데, 이 효소는 기주조직 진입에 참여하지 않는 흡기자체의 세포들이 자기분해한 후에, 기주세포에도 작용하여 흡기세포들의 진입을 용이하게 한다고 보고하였다.

적 요

겨우살이 기생위치는 숙주목(상수리나무 등)의 종류에 관계없이 대부분 지면에서 5-10m 높이의 일사량이 많은 상단부에 기생하였다. 줄기의 분화는 주경에서 2개씩 연속분지를 형성하였고, 잎은 정단줄기의 상단부에 2매씩 대생하였으며, 종실은 연황색의 7-8mm 크기의 장과였다. 겨우살이 화아분화는 초기 둥근돔형의 화아정단이 형성되고 엽원기가 1, 2매 차례로 분화한 다음 심장형으로 발달하며 악편이 발생하였는데, 중앙부에서 먼저 진행되었고 이어 양측면에 2개를 형성하였다.

잎은 이면의 표피 2-3층 아래에 기공과 공변세포가 관찰되었고, 겨우살이는 기주목의 흡착부에서 기주조직의 코르크층을 통과하여 목질부에 뿌리를 내리고 여러갈래로 분지하여 생장하는 것을 확인하였다.

LITERATURE CITED

Grazi G. and Urech K (1992) Meisen und misteln arlesheim/schweiz Beobachtungen 206-207.

Han SS, Kim YM and Kang SC (1988) The study on photosynthesis and respiration of Mistletoe (*Viscum album* var *coloratum*). Res. Bull of Exp. Forests, Kwangweon Nat'l Univ. 8 : 3-8.

Lee KB. On the structure of the haustoria of same parastic flowering plants. Korean J. Bot 35(2) : 173-182.

Onofeghara FA (1972) Histochemical localization of enzymes in *Tapinanthus bangwenis* : acid phosphatase. Amer. J. Bot. 59 : 549-556

Rainer S, Hans B and Peter AB (1995) Zur raum-und zur zeitgestalt der weiBbeerigen Mistel, *Viscum album* L. Grundlagen der Misteltherapie 1-45.

Riopel JL, Musselman LJ (1979) Experimental initiation of haustoria in *Agalinis purpurea*. Amer. J. Bot. 66 : 570-575.

Salle G (1978) Origin and early growth of the sinkers of *Viscum album* L. Protoplasma 96 : 267-273.

Schaller G, Urech K, Giannarrasio M and Jaggy C (1990) Viscitizinspektren von *Viscum album* L. Auf Cerschiedenen Wirtsbaumen 105-110.

Urech K, schaller G, Ziska P and Giannattasio M (1995) Comparative study on the cutotoxic effect of viscotoxin and mistletoe lectin on tumout cells in culture. Phytotherapy Research Vol. 9 : 49-55.

Visser HR (1981) South African parasitic flowering plants. Juta and Co. Cape Town. South Africa.

Von Gianfranco Grazi und Konrad Urech (1995) Einige morphologische merkmale der mistelbeere und deren taxonomische bedeutun Beitr. Biol. Pflanzen 56 : 293-306.

Von Giangranco Garzi und Konrad Urech (1996) Bekampfungsmittel gegendie eichemistelplage. Beitr. Biol. Pflanzen 60 : 467-474.

한국의약품수출입협회. 1997. 의약품 등 수출입 실적표

이창복. 1985. 대한식물도감. 향문사 295-296

농림부. 2000. 겨우살이 인공재배 및 이용기술개발. 농림특정최종보고서

한국의약품수출입협회. 1997. 의약품 등 수출입 실적표

박진수. 1994. 한국산 겨우살이(Viscum album C.) 추출물의 동물체 내에서의 암세포 증식에 미치는 영향. 건국대학교 석사학위논문