

제주고사리삼(*Mankyua chejuense* B.-Y. Sun, M.H. Kim & C.H. Kim)의 생장 형태 및 식물계절학적 특성

현화자¹, 문명옥², 최형순¹, 김찬수^{1*}

¹국립산림과학원 난대아열대산림연구소, ²제주대학교 생물학과

Growth Pattern and Phenology of *Mankyua chejuense*

B.Y. Sun, M.H. Kim & C.H. Kim

Hwa-Ja Hyun¹, Myung-Ok Moon², Hyung-Soon Choi¹ and Chan-Soo Kim^{1*}

¹Warm-temperate and Subtropical Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Seogwipo 697-050, Korea

²Department of Biology, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract - This study was conducted to analyze the pattern of growth and phenological characteristics of *Mankyua chejuense* B.-Y. Sun, M.H. Kim & C.H. Kim, which belong to the Ophioglossaceae family. *M. chejuense* asexually reproduced using rhizomes, and a clone of the species grew up to 52 cm based on root growth and new leaves was produced from rhizomes. The development of leaves were divided into four stages; leaf emergence-separation and growth of leaf-sporophyll maturation-senescence. Most leaves emerged in July and August with high temperatures and precipitation and most leaves reached full expansion during September-October and died during April-May next year. The life span of leaf was 10 months, from July to April, and the start of leaf senescence varied depending on the habitat environment and this might result from micro environmental differences among the habitats.

Key words - *Mankyua chejuense*, Ophioglossaceae, Rhizome, Life cycle

서 언

양치식물의 생활사(life cycle)는 포자, 배우체, 수정란, 어린 개체 및 성숙한 포자체 등의 생활환으로 구성되며, 이러한 일련의 과정은 포자를 이용한 유성생식을 통해 이루어진다. 양치식물의 생활사에 대한 연구는 다양한 양치식물의 유성생식 과정에서의 해부학적 특징에 대한 연구(Sheffiled and Bell, 1987)를 비롯하여 최근에는 종의 보존을 위한 개체 증식에 관한 연구를 중심으로 이루어지고 있다(Anderson and Cariveau, 2004).

한편, 다년생 양치식물들은 포자의 발아에서 시작되는 생활사 뿐 아니라 해마다 새로운 포자체를 형성하는 반복적인 주기를 갖는데, 종에 따라 계절학적 특성이 다르게 나타난다(Arens, 2001; Chiou *et al.*, 2001; Johnson-Groh and Lee, 2002; Lee *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2009a; Lee *et al.*, 2009b; Sato, 1982; Sharpe,

1997; Strandberg, 2003). 특히, 고사리삼과(Ophioglossae)의 잎의 발달단계는 잎의 발생, 영양엽과 포자엽의 분리 및 생장, 포자낭 성숙, 잎의 노화 등의 순으로 이루어지며, 발생 및 생장 시기는 종에 따라 다르다(Johnson-Groh and Lee, 2002).

고사리삼과는 고사리삼속(*Botrychium*), 나도고사리삼속(*Ophioglossum*), 제주고사리삼속(*Mankyua*), *Helminthostachys* 등 4개의 속으로 크게 구분되며(Smith *et al.*, 2006), 국내에는 *Helminthostachys*를 제외한 3속이 분포하고 있다(Sun *et al.*, 2009). 이 중 제주고사리삼속에 속하는 제주고사리삼(*Mankyua chejuense* B.-Y. Sun, M.H. Kim & C.H. Kim)은 최근에 보고된 신속, 신종으로 전 세계적으로 제주도에만 분포하고 있으며(Sun *et al.*, 2001), 근경을 이용하여 생장하고 여름철에 지상부가 발생하여 이듬해 봄에 시들어 없어지는 동록성 식물이다(Hyeon *et al.*, 2010).

제주고사리삼에 대한 연구는 제주고사리삼이 신종으로 보고된 이후 분포 및 자생지의 식물상에 대한 연구(Hyeon *et al.*,

*교신저자(E-mail) : daram@forest.go.kr

2010) 및 자생지의 식생에 관한 연구(Hyeon *et al.*, 2011)가 선행되었고 유전분석을 통한 계통분류학적 위치 구명에 대한 연구(Sun *et al.*, 2009)가 이루어졌으나 제주고사리삼의 생활사나 생육현황 등에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 특히, 몇몇 연구자들에 의해 제주고사리삼의 포자나 근경을 이용한 번식에 대한 연구가 시도되고 있으나 아직까지 구체적인 연구결과는 없는 실정이다. 따라서, 본 연구는 제주고사리삼의 모니터링을 통하여 지하부의 생장 형태와 식물계절학적 특성을 파악하고자 실시하였다.

재료 및 방법

제주고사리삼의 생장 형태

제주고사리삼의 생장 형태를 파악하기 위한 조사는 2011년 11월에 1클론(clone)의 제주고사리삼을 대상으로 이루어졌다. 생장 형태 관찰을 위하여 근경을 포함한 지하부가 손상되지 않도록 채취하여 흙을 제거한 후, 클론 전체의 길이와 근경의 길이 및 두께, 근경과 근경 사이에 있는 뿌리의 길이 등을 측정하였고 전체의 형태를 도식화하였다.

Table 1. The underground part characteristics of *M. chejuense*

	Length of rhizome (cm)	Diameter of rhizome (mm)	Length of root (cm)
Maximum	4.3	3.5	17.0
Mean	2.5 ± 0.7	2.7 ± 0.8	11.5 ± 3.0
Minimum	1.6	1.8	7.3

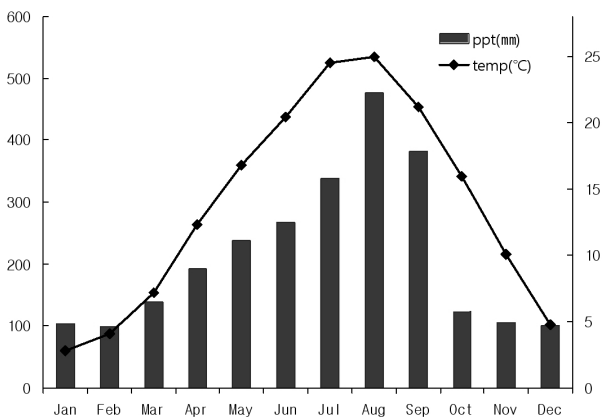


Fig. 1. Average monthly temperature and precipitation from January 2001 to December 2010 on Seon-heul in Jeju Island.

제주고사리삼 잎의 식물계절학적 특성

조사는 조천읍 선흘리 일대에 분포하는 제주고사리삼 자생지 중 3개소를 선택하여 각각 2개씩 총 6개의 고정방형구 (50×50 cm)를 설치하였으며, 2009년 7월 20일에서부터 2010년 6월 25일 까지 1년간 매월 모니터링을 실시하였다(Table 1). 제주고사리삼의 식물계절학적 특성을 파악하기 위하여 매월 새롭게 출현하는 잎의 수와 노화되는 잎의 수 등을 기록하였으며, 7월 말에 출현한 잎을 대상으로 매월 잎의 길이와 영양엽의 폭 등을 측정하여 생장률을 분석하였다. 조사된 자료는 자생지(3개소)에 따라 매월 잎의 발생률 및 노화율 등을 분석하였으며, 결과를 종합하여 제주고사리삼 잎의 생활사(Life cycle)를 모식도로 나타냈다. 한편, 제주고사리삼의 생장과 기후와의 관계를 추정하기 위하여 조사구가 설치된 선흘 지역의 10년간(2001년 ~ 2010년) 기상 자료를 이용하였다(Fig. 1, KMA, 2010).

결과 및 고찰

제주고사리삼의 생장 형태

제주고사리삼의 근경과 뿌리로 이루어진 지하부는 근경과 뿌리의 신장을 통하여 수평적으로 생장하였으며, 한 클론 전체의 길이는 52 cm로 측정되었다(Fig. 2). 제주고사리삼 근경의 평균 길이와 두께는 각각 2.5 ± 0.7 cm, 2.7 ± 0.8 mm였으며, 근경과 근경 사이의 뿌리의 길이는 평균 11.5 ± 3.0 cm였다(Table 1). 제주고사리삼 한 클론은 5 개체가 서로 연결되었으며, 가운데 부분에 위치한 개체를 중심으로 뿌리가 방사상으로 분지되어 있는 형태를 나타냈다(Fig. 2). 근경의 한 쪽 끝부분에서 잎눈이 형성되었으며(Fig. 1A), 근경의 위쪽 측면(향측면)을 따라서 엽흔이 남아있다(Fig. 2B). 이들 엽흔은 잎이 해마다 새롭게 발생하였다가 탈락되는 과정이 몇 년 동안 반복되면서 형성된 것으로 생각된다. 특히 근경 한 개에서 해마다 1개 혹은 드물게 2개의 잎이 발생하는 제주고사리삼의 특성을 고려하면(Sun *et al.*, 2001) 엽흔의 개수는 제주고사리삼의 나이를 추정할 수 있는 자료가 될 것으로 생각된다. 뿌리는 근경에서 나와 신장되었으며 각 뿌리의 중간에는 1~2 개의 근경이 형성되어 있었다. 그러나 어느 시기에 어떤 기작을 통하여 새로운 근경이 형성되는지는 본 조사를 통하여 밝힐 수 없었으며, 이에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 이들 결과를 통하여 제주고사리삼은 유성번식 뿐 아니라 지하부를 이용하여 무성번식을 하는 종으로 추정되는데, 이와 같이 근경을 이용한 번식법은 나도고사리삼속의 일부 종에서 많이 나타나는 무성번식의 방식과

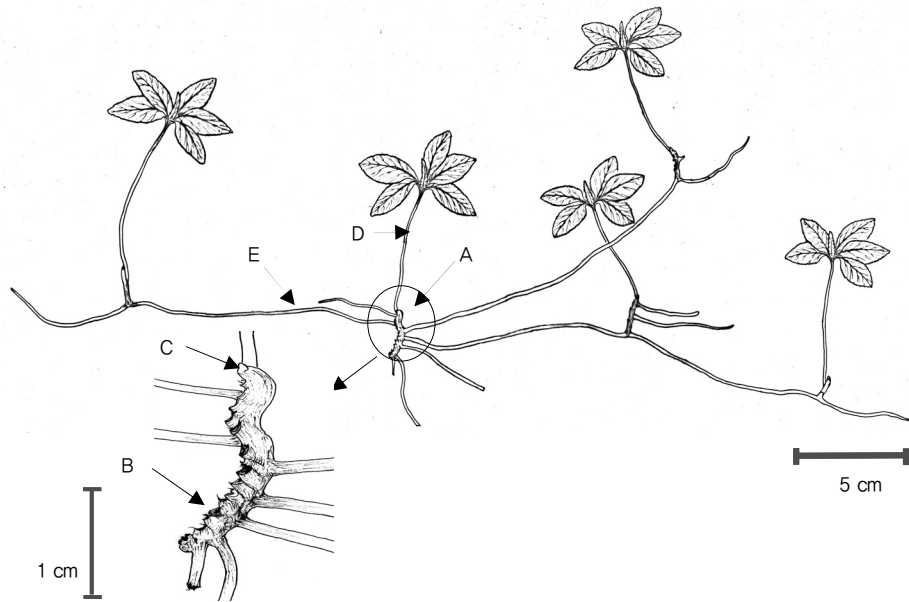


Fig. 2. Growth form of *M. chejuense*. A; rhizome B; leaf scar C; leaf bud D; petiole E; root.

유사하다(McVeigh, 1937; Goswami, 2007).

제주고사리삼 잎의 발생 및 발달과정

제주고사리삼의 잎의 발달과정은 잎의 출현, 영양엽과 포자엽의 분리 및 생장, 포자 성숙, 잎의 노화 등 크게 4단계로 구분되었다(Fig. 3). 잎의 출현은 새로운 잎이 토양으로부터 지상으로 나오는 단계로 이 시기에 포자엽은 영양엽으로 둘러싸여 있다(Fig. 3A). 잎은 엽병의 길이가 1cm 이상 신장된 후 영양엽이 퍼지면서 포자엽과 영양엽이 형태적으로 분리되었으며, 이후부터 영양엽과 포자엽은 동시에 생장하였다(Fig. 3B). 잎의 생장이 끝나면 포자낭 성숙이 이루어졌는데, 이 과정에서 포자엽의 색깔은 초록색에서 노란색으로 변화하였다(Fig. 3C). 포자가 성숙되면 가로로 포자낭이 열리면서 포자낭에서 포자가 방출되며, 포자 방출이 끝난 후 영양엽은 초록색에서 점차 밝은 갈색으로 변하고 시들어 탈락하는 잎의 노화 과정이 시작되었다(Fig. 3D).

제주고사리삼 잎의 출현은 7월부터 시작되었으며 10월까지 계속되었는데, 7월 평균 출현률이 $57.7 \pm 9.2\%$ 로 가장 높았으며, 10월에는 $1.7 \pm 1.1\%$ 로 가장 낮고 조사구 2개소에서 각각 1개씩만 출현하였다(Table 2). 이러한 점에서 해마다 새로운 잎의 출현은 7월 말~9월 말 동안에 이루어는 것으로 판단된다. 제주고사리삼 잎이 다수 출현하는 7~9월 동안 제주고사리삼 자생지 주변의 기상자료를 분석한 결과, 월평균 기온은 20°C 이상, 월 강수량은 300 mm 이상으로 기온이 높고 강수량이 집중되었다

(Fig. 1). 이와 같이 제주고사리삼 잎은 기온과 습도가 높은 환경에서 출현하여 생장하는 것으로 생각되는데, 이 시기에 자생지는 일정기간 습지와 유사한 환경을 형성함으로써(Hyeon *et al.*, 2011) 제주고사리삼의 생육에 적절한 환경을 제공하여 주는 것으로 생각된다. 이러한 습한 환경에서 자라는 생태적 특성은 열대지방에 자라는 나도고사리삼 속의 식물로 습도가 높은 토양이나 다른 식물의 그늘에서 자라는 *O. reticulatum* L.의 생육환경과 유사한 것으로 생각된다(Singh *et al.*, 2009).

7월에 출현한 잎을 대상으로 매월 잎의 길이와 영양엽의 폭을 측정하고 성장량을 분석한 결과, 잎의 길이와 폭의 생장은 9월 말까지 이루어졌으며, 이 시기에 측정한 잎의 길이와 영양엽의 폭은 각각 평균 4.2 ± 0.1 cm, 3.4 ± 0.1 cm였다(Fig. 4). 생장 초기인 7월에는 잎의 길이와 폭은 각각 2.0 ± 0.01 cm, 1.2 ± 0.01 cm로 가장 많이 성장하였으며, 8월 말에서부터 9월 말 사이의 성장량이 가장 적게 나타났다(Fig. 4). 이와 같이 제주고사리삼 잎의 생장 기간은 3개월(7월~9월)이었는데 이러한 생장 기간은 고사리삼과의 *B. gallicomontanum* Farrar and Johnson-Groh의 생장기간이 3개월(4월~6월)인 것과 유사하였으며, *B. mormo* W. H. Wagner의 경우 2개월(6월~7월)인 것 보다는 다소 차이를 보였다(Johnson-Groh and Lee, 2002).

잎의 노화는 포자엽에서 포자가 방출된 후 시작되었는데, 11월 말부터 시작되어 이듬해 3월 말까지 이루어졌다. 잎의 노화가 가장 많이 나타나는 시기는 11월로서 58.9%의 잎이 노화되었으



Fig. 3. Phenological stages of development in *M. chejuense*. A. Appearance, B. Separation and growth, C. Maturation of sporophyll, D. Senescence.

Table 2. Appearance rate of *M. chejuense* leaves

		20 Jul	25 Aug	26 Sep	29 Oct
Average(%)		57.7 ± 9.2(16.2)	26.4 ± 10.9(5.5)	14.2 ± 5.6(4.5)	1.7 ± 1.1(0.3)
I	A	59.2(16)	11.1(3)	29.6(8)	0
	B	76.2(16)	9.5(2)	9.5(2)	4.8(1)
II	C	21.4(3)	78.6(11)	0	0
	D	85.7(30)	11.4(4)	2.9(1)	0
III	E	52.6(10)	31.6(6)	10.5(2)	5.3(1)
	F	51.2(22)	16.3(7)	32.6(14)	0

I~III; habitats A~F; investigated site, (); no. leaves.

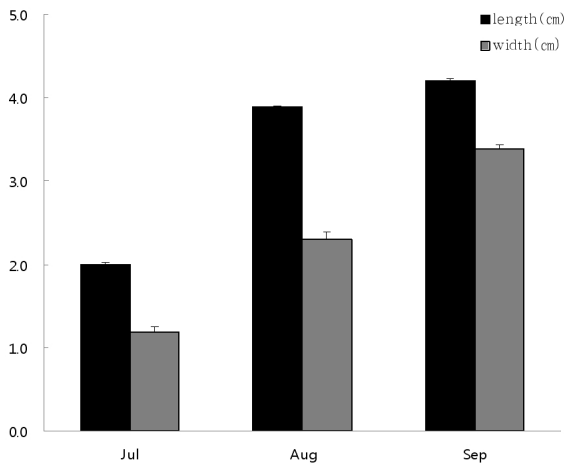


Fig. 4. Sprouting of shoot of *M. chejuense*.

며, 2월 말이 되면 전체 잎의 평균 95%가 노화되었다(Table 3). 이러한 과정은 동록성인 고사리삼의 노화 과정과는 차이를 보였는데, 제주고사리삼은 영양엽과 포자엽이 동시에 노화가 진

Table 3. Senescence rate of *M. chejuense* leaves

		29 Nov.	30 Dec.	next year		
Average (%)		2.2 ± 1.5	10.3 ± 3.6	58.9 ± 4.9	23.5 ± 3.9	5.2 ± 2.3
I	A	4.3(1)	8.7(2)	65.2(15)	21.7(5)	0
	B	0	0	66.7(12)	33.3(6)	0
II	C	0	0	69.2(9)	15.4(2)	15.4(2)
	D	8.6(3)	17.1(6)	54.3(19)	14.3(6)	5.7(2)
III	E	0	21.1(4)	36.8(7)	36.8(7)	5.3(1)
	F	0	14.6(6)	61.0(25)	19.5(8)	4.9(2)

I~III; habitats, A~F; investigated site, (); no. leaves.

행되었으나 고사리삼은 12월경에 포자를 방출되고 포자엽이 시들어 없어지지만 영양엽은 포자엽이 없어진 이듬해 6월까지 남아 있다가 새로운 잎이 나오기 직전에 시들어 없어진다(Hong *et al.*, 1993). 제주고사리삼의 노화가 진행되는 11월에서부터 이

Table 4. Summary of phenological events recorded in habitats of *M. chejuense*

Site	I		II		III	
	A	B	C	D	E	F
Peak no. leaves	27	21	14	35	18	43
Peak date of no. leaves	26 Sep.	29 Oct.	25 Aug.	26 Sep.	29 Oct.	26 Sep.
Peak leaf size (cm)	6.0	6.1	6.3	7.2	6.2	8.2
Peak emergence date	20 Jul.	20 Jul.	25 Aug.	20 Jul.	20 Jul.	20 Jul.
Date of first senescence	29 Nov.	next year 29 Jan.	next year 29 Jan.	29 Nov.	30 Dec.	30 Dec.
No. leaves completing season span	23	18	13	35	18	41

I~III; habitats, A~F; investigated site.

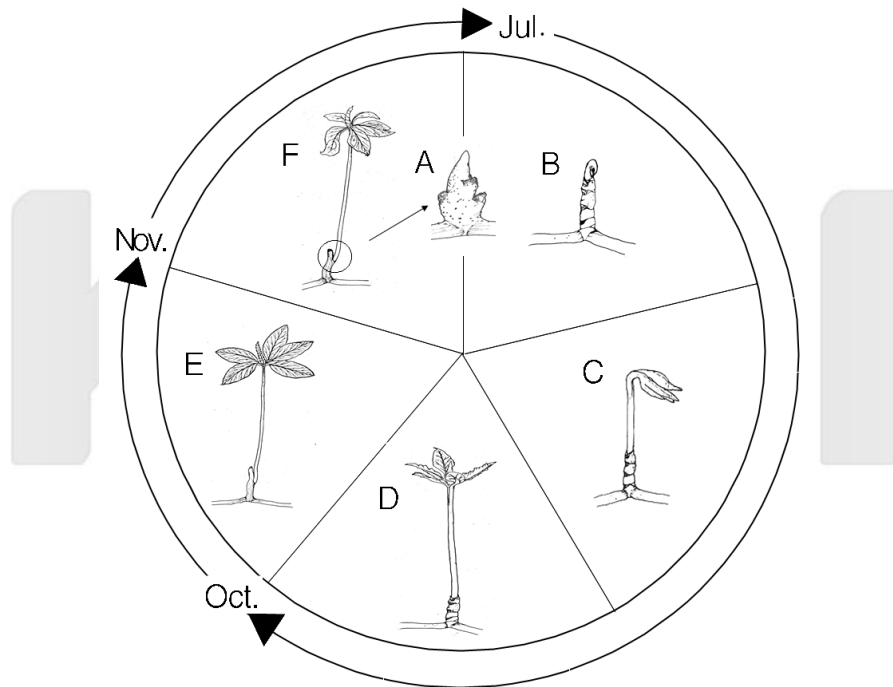


Fig. 5. Life cycle of leaves of *M. chejuense*. A: leaf bud, B; emergence of the leaf, C~D; growth and separation of the trophophyll and sporophyll, E; maturation of sporophyll, F; senescence of leaves.

듬해 3월까지의 자생지 기후는 월평균 기온이 10°C로 유지되고 월 강수량이 150 mm 이하로 자생지 내는 비교적 건조해 지는 시기로 자생지의 이러한 낮은 기온이 제주고사리삼의 노화를 촉진하는 것으로 판단된다.

제주고사리삼 잎의 생장 및 노화 등의 과정 분석을 통하여 식물계절학적 특성을 요약하였다(Table 4). 제주고사리삼의 잎은 7월에 가장 많이 출현하였으며, 생장을 마친 잎 전체의 길이는 6.0~8.2 cm로 전체 평균 7.1 ± 1.1 cm 였다. 가장 많은 잎이 관찰되는 시기는 9월 말이었으며, 잎의 수는 27~43 개로 조사구 마

다 다소 차이를 보였다. 이는 양치식물의 경우 자생지의 토양 및 광조건 등 자생지의 환경에 영향을 받아 잎 발생의 차이를 보이는 것(Sato, 1985; Strandberg, 2003)과 같이 각 조사구의 환경의 차이로 인한 것으로 추정된다. 특히 제주고사리삼 자생지는 주변과는 다른 독립적인 형태를 갖고 있으며, 각각의 자생지는 자생지 깊이, 노출된 암석의 비율 등 환경의 차이로 인해 서로 다른 식생을 나타낸다(Hyeon *et al.*, 2011). 잎의 노화는 색깔이 밝은 갈색으로 변하기 시작하는 시기로 11월 말에 처음 시작되었으며 자생지에 따라 다소 차이가 나타났다. 정상적인 생장을

마친 잎의 비율은 85~100%로 105 개의 잎 중 생장 및 포자성숙 및 노화 등의 완전한 발달과정을 갖는 잎은 99 개였다. 제주 고사리삼 잎의 수명은 7월부터 이듬해 4월까지 약 10 개월이었으며, 이와 생육 기간이 유사한 양치식물은 *Thelypteris angustifolia* (Wildenow) Proctor로 10.8개월이었으며, *B. gallicomontanum* 의 생육 기간은 각각 7.7개월, 11.9개월로서 다소 차이를 보였다(Johnson-Groh and Lee, 2002; Sharpe, 1997).

위의 결과를 종합하여 제주고사리삼의 계절적 생활사를 모식도로 나타냈다(Fig. 5). ① 제주고사리삼의 잎은 근경의 끝 부분에서 형성되어 초기에는 인편에 둘러싸여 있으며(Fig. 5A), 7월 말에 되면 지상으로 나오기 시작한다(Fig. 5B). ③ 지상으로 나온 잎은 영양엽이 서서히 퍼지면서 포자엽과 형태적으로 분리된 후 9월 말까지 생장하였으며(Fig. 5C, 5D), ④ 잎의 생장이 끝난 후 포자가 성숙되면 포자낭에서 방출되기 시작한다(Fig. 5E). ⑤ 11월 이후에는 잎의 노화가 시작되고 이듬해 4월 이후에는 잎 전체가 시들어 없어진다(Fig. 5F).

이와 같이 제주고사리삼은 근경을 이용하여 번식하는 식물로 잎은 해마다 7월에 출현하여 이듬해 4월에 시들어 없어졌다. 제주고사리삼 잎의 발생과 생장, 노화 등은 자생지의 기온 및 강수량 등에 영향을 받는 것으로 생각되며, 또한 자생지에 따라 잎의 발달 정도의 차이를 나타내는데, 이는 자생지 내 미세 환경의 차이로 추측되며 이에 대한 구체적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

적 요

본 연구는 고사리삼과에 속하는 제주고사리삼 잎의 생장 패턴 및 식물계절학적 특성을 파악하기 위하여 실시하였다. 제주고사리삼은 지하경을 이용하여 무성번식 하는 종으로서 한 클론의 길이는 52 cm까지 자랐으며, 뿌리가 생장하는 동안 새로운 근경과 잎이 형성되었다. 제주고사리삼 잎은 7월에 출현하기 시작하였으며, 생장은 기온이 높고 강수량이 많은 7월 ~ 9월 동안에 활발하게 이루어졌다. 잎은 10월까지 생장을 마치고 이후 성숙된 포자낭에서 포자가 방출되기 시작하였으며, 11월부터 잎의 노화가 시작되어 이듬해 2월이 되면 대부분의 포자엽과 영양엽이 노화되고 4월 이후에는 잎 전체가 시들어 없어졌다. 이와 같이 제주고사리삼 잎의 생육기간은 7월에서부터 이듬해 4월까지 10개월이었으며, 노화의 시기는 자생지 마다 다소 차이를 나타냈다. 이는 자생지의 미세 환경의 차이에 의한 것으로 생각되며 이에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

References

- Anderson, D.G. and D. Cariveau. 2004. *Botrychium eco* W.H. Wagner (reflected grapefern): a technical conservation assessment. [online]. USDA Forest Service, Mountain Region. 1-55.
- Arens, N.C. 2001. Variation in performance of the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) across a successional mosaic in an andean cloud forest. *Am. J. Bot.* 88(3):545-551.
- Chiou, W.-L., J.-C. Lin and J.-Y. Wang. 2001. Phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae). *Taiwan J. For. Sci.* 16(4):209-215.
- Goswami, H. K. 2007. Biology of *Ophioglossum* L. *Bionature* 27(1&2):1-173.
- Hong, S.S. 1993. Vascular meristem and secondary growth in the rhizome of *Botrychium ternatum*. *Phytomorphology* 34(3,4):251-260.
- Hyeon, H.-J., C.-H. Kang, K.-M. Song, M.-O. Moon, G.-P. Song and M.-H. Kim. 2010. Flora and the conditions of *Mankyua chejuense* habitats. *Korean J. Plant Res.* 23(4):350-359 (in Korean).
- Hyeon, H.-J., M.-O. Moon and M.-H. Kim. 2011. Vegetation characteristics of *Mankyua chejuense* habitats. *Korean J. Plant Res.* 24(4):359-403 (in Korean).
- Johnson-Groh, C. L. and J. M. Lee. 2002. Phenology and demography of two species of *Botrychium* (Ophioglossaceae). *Am. J. Bot.* 89(10):1624-1633.
- Korea Meteorological Administration. 2010. <http://www.kma.go.kr/>
- Lee, P.-H., Y.-M. Huang and W.-L. Chiou. 2008. The Phenology of *Osmunda clytoniana* L. in the Tataka area, Central Taiwan. *Taiwan J. For. Sci.* 23(1):71-79.
- Lee, P.-H., T.-T. Lin and W.-L. Chiou. 2009. Phenology of 16 species of ferns in a subtropical forest of northeastern Taiwan. *J. Plant Res.* 122:61-67.
- Lee, P.-H., W.-L. Chiou and Y.-M. Haung. 2009. Phenology of three *Cyanthea* (Cyatheaceae) ferns in Northern Taiwan. *Taiwan J. For. Sci.* 24(4):233-242.
- McVeigh, I. 1937. Vegetative reproduction of the fern sporophyte. *The Botanical Review* 3(9):457-497.
- Sato, T. 1982. Phenology and wintering capacity of sporophytes and gametophytes of ferns native to Northern Japan. *Oecologia (Berl)* 55:53-61.
- Sato, T. 1985. Comparative life history of aspidiaceus ferns in Northern Japan with reference to fertility during sporophyte development in relation to habitats. *Bot Mag Tokyo* 98:371-381.

- Sharpe, N.M. 1997. Leaf growth and demography of the rheophytic fern *Thelypteris angustifolia* (Willdenow) Proctor in Puerto Rican rainforest. *Plant Ecol.* 130:203-212.
- Sheffield, E. and P. R. Bell. 1987. Current studies of the pteridophyte life cycle. *The Botanical Review* 53:442-490.
- Singh, A.P., S. Mishra, S. Gupta, S.K. Behera and P.B. Khare. 2009. Studies on the genus *Ophioglossum* L. in Pachmarhi Biosphere Reserve, Madhya Pradesh-India. *Taiwania* 54(4): 353-364
- Smith, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettpetz, P. Korall, H. Schneider and P.G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3):705-731.
- Strandberg, J.O. 2003. Seasonal variations in production and development of leatehrleaf fern leaves. *Ann. Appl. Biol.* 143:235-243
- Sun, B.-Y., M.-H. Kim, C.-H. Kim and C.-W. Park. 2001. *Mankyua* (Ophioglossaceae): A new fern genus from Cheju Island, Korea. *Taxon* 50:1019-1024.
- Sun, B.-Y., T.G. Baek, Y.-D. Ki and C.S. Kim. 2009. Phylogeny of the family Ophioglossaceae with special emphasis on genus *Mankyua*. *Korean J. Pl. Taxon.* 39(3):135-142 (in Korean).

(Received 25 March 2013 ; Revised 7 October 2013 ; Accepted 18 February 2014)

