

落葉性 참나무의 葉 및 毛茸 形態의 樹齡에 따른 變異¹

李廷鎭² · 橋詰隼人³ · 權琦遠⁴

Morphological Variations in Leaves and Foliar Trichomes Along with Developmental Age of Four Deciduous *Quercus* taxa¹

Jeong Ho Lee², Hayato Hashizume³ and Ki Won Kwon⁴

要 約

유묘상태에서 잡종을 판정하기 위해 수령에 따른 잎과 毛茸의 형태를 조사하였다. 졸참나무, 떡갈나무, 갈참나무에서 잎의 크기는 1년생묘에서 가장 작고, 수령의 증가에 따라서 커지는 경향을 보였다. 잎의 길이, 잎의 넓이, 잎자루 길이, 결각의 수, 결각의 깊이, 형상비, 잎자루 비율에 관하여서도 수령에 따른 차이가 관찰되었다. 이 때문에 1, 2년생의 유령기에 잎의 크기, 형태만으로 종을 판정하기는 어려웠다. 또한 잎 뒷면의 毛茸의 종류, 형상, 발생 밀도 등은 종에 따라서, 같은 종 중에서도 수령에 따라서 현저하게 차이를 보였다. 졸참나무의 성목은 小型星狀毛密生·長毛疎生型, 떡갈나무의 성목은 大型星狀毛密生~疎生型, 갈참나무의 성목은 小型星狀毛密生型, 일본 물참나무의 성목은 無毛~小型星狀毛散生型으로, 성목에서는 毛茸으로 종의 판정이 가능하였다. 1, 2년생의 묘목에서는 毛茸의 발생이 좋지 않으며, 졸참나무, 떡갈나무에서는 2년생 일부와 3년생에서 毛茸에 의해 종의 분류가 가능하였지만, 갈참나무, 일본 물참나무에서는 유령기에 毛茸만으로서 종을 판정하기는 곤란하였다.

ABSTRACT

Morphological variations in leaves and leaf trichomes according to tree age were investigated for the identification of *Quercus* taxa at the different stages of development. The sizes of leaves from one-year-old seedlings of *Q. serrata*, *Q. dentata*, and *Q. aliena* were the smallest and increased with tree age. Blade length, blade width, petiole length, number of serration, and serration depth was also varied with tree age. Therefore, the examined taxa by the size and form of leaves were hardly identified at juvenile stages. The type, structure, and density of leaf trichomes of each species varied remarkably along with tree age. Three types of trichomes such as small stellate hairs, large stellate hairs, and long single hairs were observed on the abaxial side of leaves of *Quercus* taxa. In matured trees of *Q. serrata* both small stellate and long single hairs on leaves were observed. On the other hand large stellate hairs were found in leaves of *Q. dentata*. There were small stellate hairs in *Q. aliena*. In *Q. mongolica* var. *crispula*, no hair or small stellate hairs were occasionally found. It is possible to identify *Q. serrata* and *Q. dentata* by the characteristics of trichome even at two to three year old seedlings, while, it is difficult to tell *Q. aliena* and *Q. mongolica* var. *crispula* of seedlings from other taxa only by those of trichome.

¹ 接受 1998年 6月 24日 Received on June 24, 1998.

² 임목육종연구소 육종과 Forest Genetics Reserach Institute, Suwon 441-350, Korea

³ 元鳥取大學農學部 Formerly, Fac. of Agric., Tottori Univ., Tottori, Japan

⁴ 忠南大學校 農科大學 College of Agric., Chungnam National Univ., Taejon 305-764, Korea

Key words : Stellate hairs, Single hairs, Identification, *Quercus serrata*, *Q. dentata*, *Q. aliena*, *Q. mongolica* var *crispula*

緒 論

참나무류 대한 葉과 毛茸形態의 특성에 관하여는 주로 성목에서 이루어져 왔으나 어린 묘목에 대해서는 연구 사례를 거의 찾아 볼 수 없다. 橋詰 등(1994)이 *Q. serrata* Thunb와 *Q. dentata* Thunb의 자연잡종이라 일컬어지는 *Q. x takatorensis* Makino 및 *Q. mongolica* var. *crispula* (Blume) Ohashi와 *Q. dentata*의 자연교잡종이라 일컬어지는 *Q. x angustelepidota* Nakai의 잎 및 종자의 형태적 특징을 보고한 바 있지만 묘목과 성목은 잎의 형태가 현저하게 다르므로, 유령기에 엽형 만으로 종 및 잡종을 판정하기가 어렵다. 종의 특징은 생식기관에 가장 잘 나타나지만, 참나무는 유령기에 결실하는데 10년 이상이 걸리며, 묘목으로 잡종을 판정하는데는 동이나 잎의 특징을 비교하는 방법밖에 없다. 참나무에는 잎 뒷면에 특유의 毛茸이 있는 것과 없는 것이 있다. 岡田(1994, 1995)는 잎 뒷면의 葉毛型에 의해 종의 판정이 가능하다고 보고하였다.

잎 뒷면의 毛茸의 형태, 크기 등은 그 종의 특징이 될 수 있고, 중요한 식별기준이 된다. 이창

복(1961a, b)은 한국산 참나무류의 계통학적 연구에서 형태학 및 유전학적 분석을 통해 엽형과 毛茸으로 한국산 참나무류를 분류하였다. 또한 Chang and Lee(1984)는 우리 나라와 일본의 12개 천연집단에서 표본을 채집하여, 형태학적 측정과 화학적 분석을 통하여 신갈나무와 물참나무의 유연관계를 구명한 바 있다. 그리고 Hardin (1979)은 SEM을 이용하여 미국의 참나무를 자료로 10가지 모용형태를 보고하였다. 김문홍 등(1992)은 한국산 참나무속 12종의 형태를 조사하고 5가지의 형태로 분류, 毛茸에 의한 종의 검색표를 발표하였다. *Quercus* 속의 毛茸은 종에 따라 그 특유의 형태를 하고 있지만, 수령에 따라서도 형태가 변화한다. 따라서 본 연구에서는 묘목의 잎에서도 종 특유의 특징이 나타나는지에 관하여 葉과 葉毛型을 중심으로 조사하였다.

材料 및 方法

1. 葉 形態의 측정

*Q. serrata*는 秋田縣(Akidaken)의 田澤湖町(Tazawaikecho)의 천연림에서 종자를 채취하여

Table 1. Relationship between tree age and leaf morphology of *Q. serrata*, *Q. dentata* and *Q. aliena*.

Species	Age (year)	No. of trees investigated	Blade length (L) (cm)	Blade width (W) (cm)	Petiole length (mm)	No. of serrations	Depth of serrations (mm)	Percentage of petiole length	Percentage of serration (%)	Percentage of serration depth (%)
<i>Q. serrata</i>	1	5	7.3	3.1	2.8	7.5	3.2	3.9	10.6	10.8
	2	5	9.6	3.8	4.6	8.7	3.5	4.8	9.3	9.3
	3	5	10.3	4.3	6.0	10.7	4.0	5.8	10.5	9.2
	5	7	10.2	4.0	8.4	10.4	4.0	8.4	10.4	10.0
	15(mother tree)	1	11.6	4.3	11.9	10.8	4.2	10.2	9.4	9.9
Akida No.9										
<i>Q. dentata</i>	1	3	21.9	6.8	3.4	7.1	10.5	2.8	5.5	15.8
	2	3	17.8	10.8	7.3	7.7	18.3	4.2	4.4	17.2
	5	5	19.8	11.6	7.9	8.8	16.3	4.0	4.5	14.0
	15(mother tree)	1	20.9	14.7	9.7	8.6	19.5	4.6	4.1	13.3
	Toridai No.2									
<i>Q. aliena</i>	1	5	11.4	4.8	5.8	5.8	5.6	5.0	5.2	11.5
	3	3	13.9	5.9	8.4	9.2	6.4	6.1	6.7	11.0
	5	5	16.5	6.2	17.2	10.0	8.3	10.4	6.1	8.9
	15(mother tree)	1	18.6	10.9	22.0	11.9	10.9	11.9	6.5	10.1
	Toridai No.1									

鳥取大學 수목원에 파종 육묘한 15년생 秋田 (Akita) 9호 및 鳥取대학 蒜山연습림에서 종자를 채취하여 鳥取大學 수목원에 파종하여 육묘한 15년생 *Q. dentata* 鳥大(Toridai) 2호 및 *Q. aliena* 鳥大(Toridai) 1호에서 모수 별로 종자를 채취하여 鳥取대학의 수목원에 육묘하였다. 2~3년에 걸쳐서 동일 모수에서 종자를 채취하였으므로 같은 묘령의 묘목은 동일풍매 가계로 생각할 수 있다. 1~5년생의 각각의 가계로부터 3~7개체를 선발하고, 1개체에서 정상적으로 발육한 잎을 5장씩 채취하였다. 모수에서는 정상적인 잎을 10장씩 채취하였다.

葉형태의 측정은 葉의 아래 면을 걸으로 하여 나열하고 복사기로 복사하여 잎의 길이, 잎의 넓이, 잎자루 길이, 결각의 수, 결각의 깊이, 형상비, 잎자루 비율 등을 계산하였다(Table 1, Fig. 1).

2. 葉毛의 측정

잎 형태의 측정에 이용한 개체에 鳥取대학 蒜山(Hiruzen), 鏡ヶ成(kagamiganaru)연습림에서 종자를 채취하여 鳥取대학 수목원에 파종하여 육묘한 15년생 *Q. serrata* 鳥取(Toridai)3호, *Q. dentata* 三平山(Mihirayama), 蒜山(Hiruzen)1호,

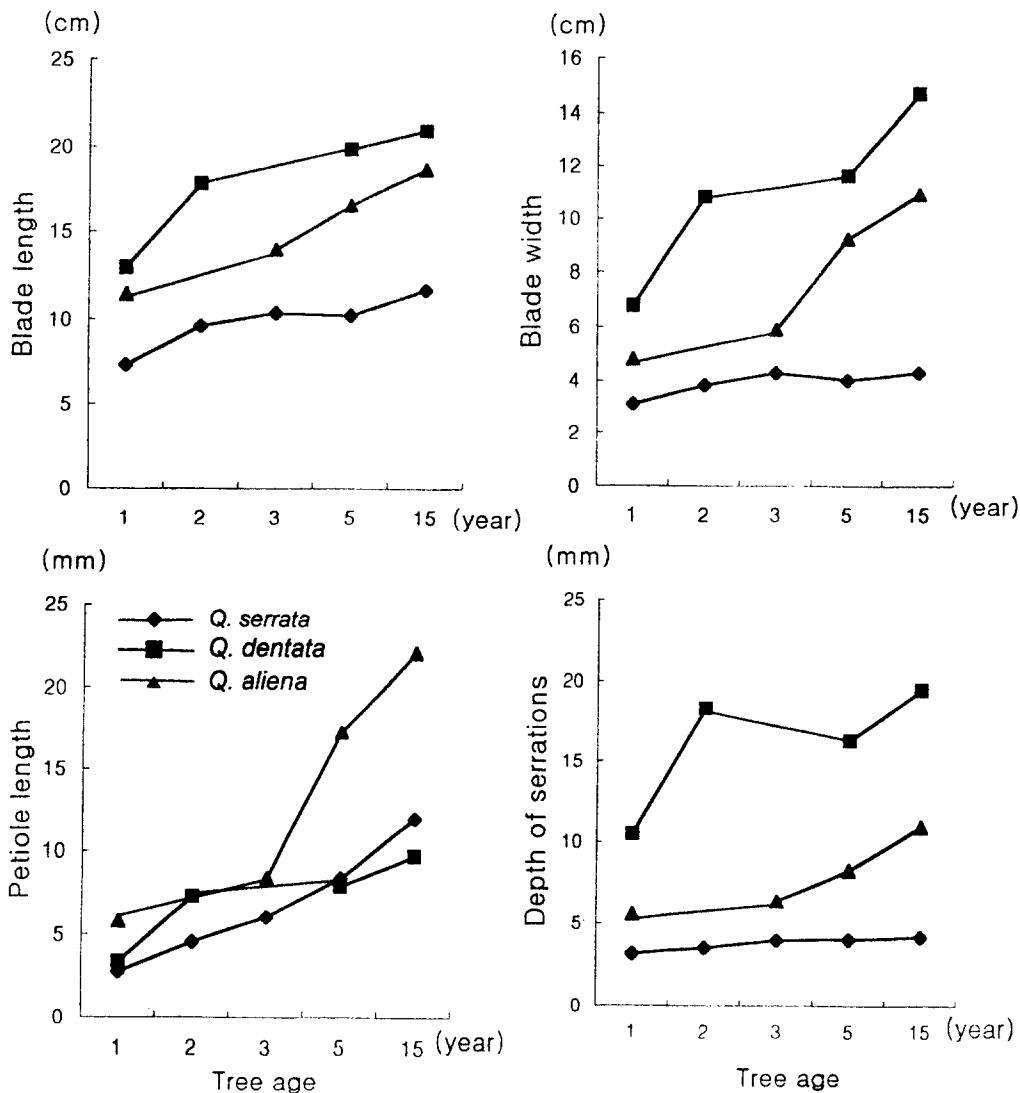


Fig. 1. Relationships between tree age and leaf morphology of *Q. serrata*, *Q. dentata* and *Q. aliena*

Table 2. Variation of trichomes at difference developmental stages of according to tree age in *Q. serrata*, *Q. dentata*, *Q. aliena*, and *Q. mongolica* var. *crispula*.

Species	Age (year)	No. of trees investigated	Stellate hair			Simple hair	
			Density (no./cm ²)	Number of ray	Length of ray(μm)	Density (no./cm ²)	Length (μm)
<i>Q. serrata</i>	2	3	4022(1636~ 6581)	3.0(2~5)	94	2522	341
	3	4	3238(613~ 4704)	2.8(2~4)	107	3272	448
	4	6	5130(2659~ 8691)	4.1(2~8)	89	1457	409
	15	6	7387(3937~10685)	5.0(2~8)	97	1138	359
<i>Q. dentata</i>	1	4	334(245~ 408)	3.2(2~5)	395	0	—
	2	3	571(311~ 973)	2.5(2~4)	353	0	—
	3	5	958(156~ 1943)	3.4(2~7)	328	0	—
	5	4	1172(622~ 973)	3.0(2~4)	339	0	—
	15	8	1483(817~ 2178)	4.5(2~8)	341	0	—
<i>Q. aliena</i>	2	3	150(0~ 451)	3.0(2~4)	100	38	341
	3	3	3383(0~ 6090)	4.7(3~8)	81	113	341
	5	7	9966(622~14351)	7.1(2~10)	91	0	—
	15	5	7861(6893~ 9586)	7.1(4~10)	140	0	—
<i>Q. mongolica</i> var. <i>crispula</i>	4	5	9(0~ 86)	3.4(2~6)	108	53	610
	15	3	197(0~ 489)	3.4(2~6)	86	34	717

Q. mongolica var. *crispula* 鏡ヶ成(kagamiganaru) 일부를 추가해 모두 69개체에서 잎을 채취하였다(Table 2). 잎은 9~10월에 채취하고 냉장고에 보존하였다. 葉毛의 측정은 走査型電子顯微鏡(SEM)에 의해서 실시하였다. 촬영에는 주로 생염을 이용하였지만, 일부는 건조 시료를 이용하였다. 촬영에 이용한 시료의 측정 부위는 잎 중앙부의 주맥과 엽연의 중간부에서 약 1cm²의 절편으로 잘라 잎의 뒷면이 표면이 되도록 하여 시료대에 양면 테이프를 이용하여 부착시켜 葉肉의 부분과 側脈의 부분을 50배와 80배의 배율로 관찰하였다. 측정에는 잎을 2장 사용하였다. SEM 사진을 이용하여 星狀毛의 밀도(1cm²당의 개수), 星狀毛 가닥의 개수, 星狀毛 가닥의 길이 및 單毛의 밀도(1cm²당의 개수), 단모의 길이를 측정하였다.

結果 및 考察

1. 수령에 따른 잎형태의 변화

줄참나무는 1년생의 잎의 길이와 폭이 가장 작고, 수령의 증가에 따라 잎은 커지는 경향을 보였다. 잎자루의 길이도 1년생이 가장 작고, 잎자루 길이의 비율은 수령이 증가함에 따라서 증가하였다. 결각의 수, 결각 깊이, 형상비도 1년생이 가장 작고, 15년생이 가장 컸다. 결각 수의

비율, 결각 깊이 비율에 관하여는 수령과의 관계가 확실하지 않았다. *Q. dentata*, *Q. aliena*에 대하여서도 잎의 길이, 잎의 넓이, 잎자루 길이, 결각의 수, 결각의 깊이, 잎자루 비율은 모두 수령의 증가에 따라서 그 값이 커지는 경향을 보였다. 그러나, 형상비는 거꾸로 수령이 증가함에 따라서 작아지고, *Q. serrata*와는 그 반대의 경향을 보였다. 결각 수의 비율, 결각 깊이 비율에 관하여는 *Q. dentata*, *Q. aliena*도 수령과의 관계가 확실하지 않았다. 잎의 길이, 잎의 넓이, 결각의 깊이의 크기는 *Q. dentata* > *Q. aliena* > *Q. serrata* 순이었다(Fig. 1).

잎의 크기, 잎자루 길이, 결각의 상태 등의 외부 형태는 1, 2년생의 유령기에는 종간의 차이가 작고, 5년생 정도에 이르러 종간의 차이가 커지는 경향을 보였다. 따라서 1년생과 2년생의 경우 소수의 유묘에서 엽형으로 잡종을 판정하는 것은 곤란하다.

2. 수령에 따른 葉毛型의 변화

잎 뒷면의 葉肉部에 있는 毛茸의 밀도, 크기 등의 측정 결과는 Table 2와 같으며, SEM을 이용하여 촬영한 사진은 Figs. 2~5와 같다.

줄참나무의 성목(15년생)에서는 毛가닥의 길이가 100μm 前後의 星狀毛가 밀생(4,000~11,000개/cm²)하고, 길이 350~450μm의 長毛가 疎生(500~

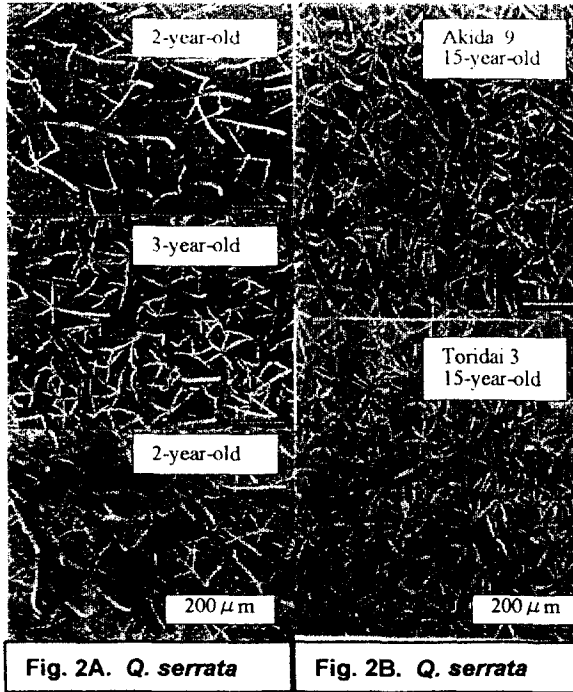


Fig. 2A. *Q. serrata*

Fig. 2B. *Q. serrata*

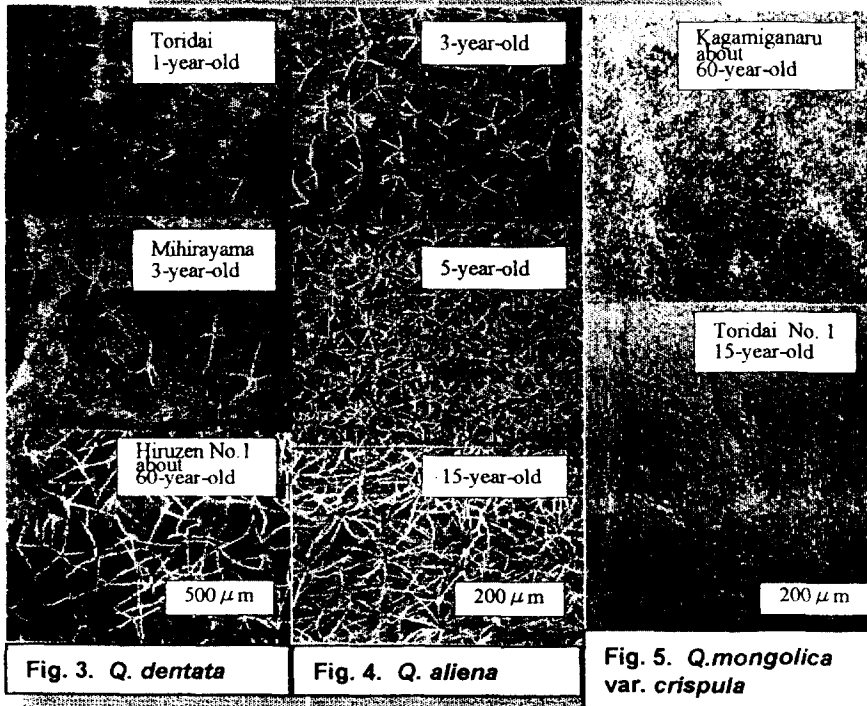


Fig. 3. *Q. dentata*

Fig. 4. *Q. aliena*

Fig. 5. *Q. mongolica* var. *crispula*

Fig. 2-5. Trichome types by the scanning electron microscope photograph of the *Quercus*.
 2A : Stellate type and Simple type(*Q. serrata*). ×80 2B : Stellate type(*Q. serrata*). ×80
 3 : Stellate type(*Q. dentata*). ×50 4 : Stellate type(*Q. aliena*). ×80
 5 : Stellate hair very rarely ever seen(*Q. mongolica* var. *crispula*). ×80

1,700개/cm²)하고 있지만, 星狀毛만 존재하고 長毛가 존재하지 않는 것과, 星狀毛가 疎生하고, 長毛가 밀생하고 있는 것도 있다(Fig. 2B). 1, 2년생의 유묘에서는 星狀毛의 발달이 저조하고, 조그마한 單毛가 많이 보이는 것도 있다(Fig. 2A의 2년생). 2, 3년생에서는 星狀毛의 밀도는 成葉의 약 절반 정도(평균 3,000~4,000개/cm²)로, 毛가닥의 수도 3분 정도의 것이 많다. 成葉의 毛가닥의 수는 평균 5본이다. 한편 長毛는 유묘에서 증가하는 경향이였다.

떡갈나무의 성목(15년생)은 毛가닥의 길이가 350 μ m 전후의 大型星狀毛가 밀생 또는 疎生(800~2,200개/cm²)하고 있지만, 長毛는 존재하지 않는다(Fig. 3). 1, 2년생의 유묘에서는 星狀毛가 疎生하고 밀도는 300~600개/cm² 정도이다(Fig. 3). 개체에 따라서는 星狀毛가 없는 개체도 있다. 5년생 정도가 되면 星狀毛가 발달하고 *Q. dentata*의 특징이 나타난다.

갈참나무의 成木(15년생)에서는 毛가닥의 길이 140 μ m 정도의 小型星狀毛가 밀생(7,000~10,000개/cm²)하고 있지만, 長毛는 존재하지 않는다(Fig. 4). 1, 2년생의 유묘에서는 星狀毛의 발생은 작고 대부분의 개체가 無毛이다. 3년생 정도에서부터 星狀毛가 생기기 시작하지만 밀도는 작다. 2, 3년생의 유묘에서는 星狀毛의 가닥의 수가 작고, 또한 毛가닥의 길이가 성목에 비교하여 작다. 성목의 星狀毛는 *Q. serrata*, *Q. dentata*에 비교하여 毛가닥의 수가 많아, 평균 7본(6~8본이 많음)이 존재하고 있다.

일본 물참나무의 성목은 대부분의 개체에 毛가 없지만, 星狀毛가 미미하게 있는 것도 있다(Fig. 5). 2~4년생의 幼苗에는 星狀毛가 거의 없지만, 長毛가 퍼져있는 것이 많다. 특히 맥상에는 長毛가 있다.

이상과 같이 葉 뒷면의 毛茸의 形態와 발생 밀도로서 *Q. serrata*, *Q. dentata*는 2, 3년생 묘목에서 종의 식별이 가능하였다. 그러나 *Q. aliena*는 1~3년생에서는 毛가 없는 것이 많아 5년생 정도가 되지 않으면 정확한 종의 판정이 어려웠다. *Q. mongolica* var. *crispula*는 유묘와 성목도 대부분의 개체에 毛가 없거나 毛의 수가 적어, 毛茸으로 종을 판정하기는 곤란하였다.

각 수종에 따른 葉肉部의 葉毛型의 특징을 기술하면 다음과 같다.

◆ 졸참나무 : 小型星狀毛密生·長毛疎生型. 성목

은 일반적으로 小型의 星狀毛가 밀생하고, 長毛가 疎生하지만, 長毛가 없는 것과 星狀毛가 疎生하는 것도 있다. 묘목에서는 2, 3년생의 星狀毛와 長毛가 발생하고, 종의 판정이 가능하였다.

◆ 떡갈나무 : 大型星狀毛密生~疎生型. 성목에는 大型의 星狀毛가 밀생 또는 疎生한다. 長毛는 존재하지 않는다. 1, 2년생의 묘목은 대부분이 毛가 없다. 이 때문에 毛茸으로 유령기에 종을 판정하기는 곤란하였다.

◆ 갈참나무 : 小型星狀毛密生型. 성목은 毛가닥의 수가 많은 小型星狀毛가 밀생한다. 長毛는 존재하지 않는다. 1, 2년생의 묘목은 대부분이 毛가 없다. 마찬가지로 毛茸으로 유령기에 종을 판정하기는 곤란하였다.

◆ 일본 물참나무 : 無毛~小型星狀毛散生型. 성목은 毛가 없거나 小型의 星狀毛가 散生한다. 묘목은 毛가 없거나 長毛가 散生하지만, 毛茸만으로 유령기에 종을 판정하기는 곤란하였다.

참나무는 보통 10년 이상 성숙하여야 도토리가 결실하므로 묘목상태에서 종을 판정하기 위해서는 잎과 동아의 형질을 조사하는 수밖에 없으나 묘목과 성목(결실 연령에 달한 것)의 잎의 형태는 현저하게 다르다. 특히 참나무에서는 1, 2년생의 유묘의 잎은 성목의 잎과 비교할 때 작고, 여러 가지 종의 특징이 잘 나타나지 않는다. 예를 들어 떡갈나무는 거치의 선단이 둥글어 구별이 되지만 다른 수종은 거치로 구별하기 어렵다. 엽병의 길이도 갈참나무의 성목은 길지만 유령기에는 짧아서, 엽병의 길이로 종을 판단하는 것은 어렵다.

일반적으로 유묘에서는 毛茸의 발생과 발육 상태가 좋지 않다. 본 연구에서 졸참나무, 떡갈나무에서는 2~3년생에서 毛茸이 발생하지만, 갈참나무의 1~2년생의 유묘는 대부분이 無毛이고, 5년생 정도가 되지 않으면 특유의 毛茸이 발생하지 않는다. 또한 일본 물참나무는 유묘와 성목도 無毛인 것이 많다. *Prinus*질 4수종 중에 떡갈나무의 성상모는 특히 크고, 식별이 쉽다. 따라서 2~3년생에서 떡갈나무와 졸참나무, 일본 물참나무, 갈참나무의 잠종 판정은 용이하다. 이창복(1961b)은 털의 밀도는 환경적 영향을 받는다고 보고하고 있으며, 김문홍 등(1992)에 의하면 참나무 속에 있어서 모용은 5월 이후에 현저하게

탈락한다 하였다. 따라서 본 연구의 잎 채취가 9~10월에 이루어져 계절변이에 대한 연구는 차후 보완할 예정이다.

引用 文 獻

1. 김문홍·송홍선·김찬수. 1992. 韓國産 참나무屬 數種의 毛茸의 形態와 季節的 消失에 關하여. 한국식물분류학회지, 22 : 13-21
2. 이창복. 1961a. 한국산 참나무類의 계통학적 연구(I). 韓國農學會誌, 7 : 87-108.
3. 이창복. 1961b. 한국산 참나무類의 계통학적 연구(II). 서울大論文集, 10 : 97-141.
4. 李廷鎬·橋詰隼人·山本福壽. 1996. 카시ワ, 코나라, 미즈나라およびそれらの中間型個体の 開花期, 花粉의 形態·稔性について. 日林誌 78 : 452-456.
5. 橋詰隼人·索志立·李廷鎬·山本福壽. 1994. 나라類의 育種에 關する 基礎的 研究(II) 카시ワ, 코나라および미즈나라의 中間型 個體의 葉と 果實의 形質 について. 日林論 105 : 325-328.
6. 岡田 滋·山本 武·中村 剛·山本福壽·橋詰隼人. 1995. 山中陰國海岸(長尾鼻, 陸上甲山)에 生する 나라類의 變異(I) 미즈나라, 코나라, 카시ワ의 葉毛를 基礎とした 葉形의 地域差. 日林關西支論 4 : 85-88.
7. 岡田 滋·中川幸尙·橋詰隼人. 1994. 中國山地(岡山縣 三平山)의 나라類의 雜種性 について (I) 走査式電子顯微鏡(SEM)에 による 葉毛型의 分類. 日林關西支論 3 : 133-136.
8. Chang, C.S. and T.B. Lee. 1984. A biosystematic study on natural populations of *Quercus mongolica* Fischer in Korea and Japan. Kor. Jour. Pl. Tax. Vol. 14, No. 2, 71-85.
9. Hardin, J.W. 1979. Patterns of variation in foliar trichome of eastern North American *Quercus*. Amer. J. Bot. 66 : 576-585.