韓國林學會誌 62 : 68-75. 1983.
Jour. Korean For. Soc. 62 : 68-75. 1983.

韓國産 *Abies*屬의 內外形態學的 特性에 관한 硏究[1]

金 榮 斗[2] · 金 三 植[3]

Studies on the Morphological and Anatomical Characteristics of Genus *Abies* in Korea[1]

Yeang Du Kim[2] · Sam Sik Kim[3]

要 約

韓國産 Abies屬 4種에 對하여 樹種間의 特性과 分類學的 類緣關係를 究明하기 위하여 몇가지 形態的 特性과 針葉의 解剖學的 特性을 調査한 結果를 要約하면 毬果 및 잎의 形態學的 特性과 解剖學的 特性 등 18個 形質中 葉厚와 下表皮의 細胞層數 등 2個 形質은 有意差가 없었고, 14個 形質은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*가 類似하고 *A. holophylla*와 *A. firma*가 類似하였으며, 2個 形質은 *A. koreana*와 *A. firma*가 類似하게 나타났고, 특히 針葉에 있어서 主樹脂溝의 位置는 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*는 葉綠部인 L, LM에 位置하고 *A. holophylla*는 L, LM, M에 位置하고 *A. firma*는 L를 除外한 全地域에 位置하나 M에 가장 많이 分布하고 있었다.

ABSTRACT

Some morphological and anatomical characteristics of four *Abies* species in Korea were investigated to find the characteristics and the taxonomical relationship between the species. The results were summarized as follows: There was no significant difference in needle thickness and number of hypodermis cell layer among 18 morphological and anatomical characteristics of cone and needle between the species. *A. koreana* and *A. nephrolepis* were similar in above fourteen characters and *A. holophylla* and *A. firma* were also similar in the 14 characters. *A. koreana* and *A. firma* showed similarity in above two characters. Main resin canals of needles in *A. koreana* and *A. nephrolepis* were situated in leaf margin (L-LM), those of *A. holophylla*, in L, L-M and M, and that of *A. firma* fully in other locations except L.

Key words: Genus Abies; *morphology; anatomy; characters.*

緖 言

最近의 山地利用에 있어서 草地造成 등으로 低地나 緩傾斜地 등 地位가 比較的 좋은 林地는 林業外 他分野의 用地로 轉換되고 森林은 차차 高地나 奧地로 移轉되는 형편이며 앞으로 이런 高山地나 奧地에 適應하는 造林樹種으로는 젓나무류, 잣나무類 等이 될 것이다. 따라서 이 樹種 等에 대한 硏究가 要請되는 實情이다.

現在 우리나라에 자라고 있는 *Abies*屬에는 *A. koreana*, *A. nephrolepis*, *A. holophylla* 등 3種의 自生種과 日本서 導入된 *A. firma* 등 4種이 자라고 있다. 이들에 대한 造林學的 特性이나 分類學的 特性

[1] 接受 10月 23日 Received October 23, 1983.
[2] 晋州農林專門大學 Jinju Agr. and For. Junior Technical College, Jinju, Korea.
[3] 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju, Korea.

등이 究明됨으로서 이 樹種들의 開發利用에 도움이될 것으로 생각되며 따라서 上記 4種에 대한 樹種間의 特性을 正確히 究明하고 相互間의 類緣關係를 究明하기 위하여 本 研究를 遂行하였다. 林木에 있어서 種間이나 品種間이나 clone間 等의 差異나 變異體에 對한 研究는 大端히 많으며 針葉의 變異體나 樹皮와 毬型, 花型이 相異한 品種 等에 關한 研究報告[9]가 있고 Sorensen[11]은 slash pine 의 次代의 針葉과 芽의 形態的 變異에 對하여 Wells[13]는 ponderosa pine 이 地理的 變異가 針葉長, 種子의 크기, 樹型 및 芽型 等에 差異가 있음에 대해서 各各 報告했다. 한편 Keng[5] 및 Critchfield[1] 等은 hybrid pine 針葉의 解剖學的 特性에 對하여 觀察했으며 種間雜種에 나타나는 毬果의 形態, 針葉의 거치 樹脂溝의 位置 等에 대한 報告[4,3,7]가 있다.

한편 *Abies*에 있어서도 種間 및 品種間에 나타나는 形態的, 生理的 差나 種子生理나 樹高 等에 關하여 報告[6,10,11,12]하였으며, 倉橋[8], Okada *et al.*[10] 와 晶山[2] 等은 *A. sachalinensis*에서 毬果의 크기, 種子發芽, 樹高 및 種子形質 等에 變異性이 있음을 報告하고 있으나 韓國産 *Abies*屬에 對해서는 이 分野에 대한 研究가 一部를 除外하고는 아직 이루어지지 않고 있는 실정이다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 研究를 위한 調査樹種은 國內自生種 3種과 日本에서 導入된 1種과 計 4種으로서 調査木의 生育地, 生育狀況, 周邊의 林況 및 生育條件 等은 Table 1과 같다.

2. 外部形態調査

各樹種에 對하여 地域別로 各各 5個體씩 計 15本

Table 1. General description of studied areas and sample trees.

Species	Region	Altitude (m)	Site quality	Forest	No. of sample trees	Age	Height (m)	D.B.H. (cm)
Abies koreana	I (A)	1700	Average hillside wet	Natural mixed forest	5	40—60	5.0—8.5	18—24
	II (B)	1600	〃	〃	5	50—70	6.5—9.0	23—34
	III (C)	1500	〃	〃	5	50—70	6.0—8.0	19—34
Abies nephrolepis	I (A)	1700	〃	〃	5	45—65	5.5—7.8	20—30
	II (B)	1600	〃	〃	5	50—70	6.5—8.5	24—30
	III (C)	1500	〃	〃	5	40—60	5.0—8.0	15—22
Abies holophylla	I (D)	1100	〃	〃	5	50—70	7.0—11.0	14—35
	II (E)	900	Excellent valley wet	〃	5	50—70	7.0—11.0	14—35
	III (F)	700	〃	〃	5	60—80	7.5—11.5	21—34
Abies firma	I (G)	150	Excellent hillside wet	Artificial pure forest	5	64	15—19	29—45
	II (G)	150	〃	〃	5	64	17—22	29—45
	III (H)	200	Average hillside dry	〃	5	25	9—14	18—28

A : Bupk Gesa-Chunwang Bong (Mt. Jiri), Sichun Myeon, Sanchung Gun, Kyeongnam.
B : Jangtur Mok, Sichun Myeon, Sanchung, Gun, Kyeongnam.
C : Sesuk, Sichun Myeon, Sanchung, Gun, Kyeongnam.
D : Naerim Pokpo (Mt. Jiri), Machun Myeon, Hamyang Gun, Kyeongnam.
E : Mumyeong Pokpo, Machun Myeon, Hamyang Gun, Kyeongnam.
F : Ganae Pokpo, Machun Myeon, Hamyang Gun, Kyeongnam.
G : College Forest of Seoul Univ., Ogyong Myeon, Kwangyang Gun, Junnam
H : College Forest of Seoul Univ., Sandong Myeon, Gurye Gun, Junnam.

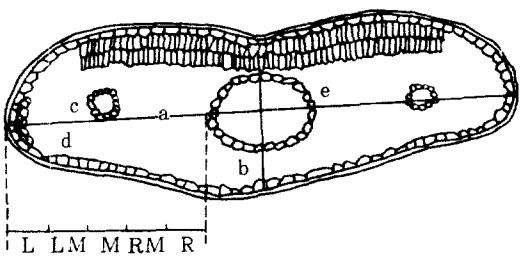
에 對한 針葉, 毬果 및 種子에 對하여 외부형태를 측정하였다.

1) 針　葉

針葉은 1982年 4月에 各 地域別로 5本의 供試木에서 南向의 力枝 中央部位에서 2年生 잎을 無作爲로 採取하여 F. A. A. solution에 넣어 0℃ 前後로 冷藏하여 使用하였으며 針葉長은 Kent 社製(1/20 mm) caliper로 地域別, 樹種別로 各 200잎을 測定하고, 針葉巾과 針葉厚 그리고 氣孔列數는 침엽의 中央部位를 樹種別, 地域別로 각 100~200葉을 micro section하여 präparat를 만들어 40倍 顯微鏡으로 測定하였다.

2) 毬果 및 種子

毬果는 1982年 9月에 各地域에 樹種別로 2~3本의 供試木에서 無作爲로 各 30個씩 採取하여 毬果의 長, 徑, 毬果軸의 長과 徑, 實片의 最大長, 最大巾, 種子의 最大長, 最大巾, 最大厚 그리고 種子 날개의 最大長 및 最大巾을 caliper로 測定하였는데 毬果의 徑과 軸의 徑은 毬果길이의 中央部位 및 軸의 中央部位의 徑을 測定하였다.



a: Needle width　b: Needle thickness
c: Resin canal　d: Hypodermis
e: Endodermis
L, M, R: A datum point of resin canal position.

Fig. 1. Cross section of *Abies* needle.

3. 잎의 內部形態調査

針葉의 內部形態로서 下表皮의 細胞層數, 主樹脂溝의 位置, 內皮의 細胞數 等을 測定하였는데 그 方法은 上記 1)에서 F. A. A. solution에 貯藏된 잎을 地域別, 樹種別로 無作爲로 各各 100~200個씩을 micro-section präparat를 만들어 40倍의 顯微鏡下에서 測定하였는데 그 各部位는 Fig. 1과 같고 特히 主樹脂溝의 位置는 維管束을 中心으로 左側의 主樹脂를 維管束과 葉緣과의 사이를 五等分하여 葉緣부터 各各 L, LM, M, RM, R로 구분하여 主樹脂溝의 位置를 調査하였다.

結果 및 考察

1. 外部形態의 特性

1) 針　葉

針葉長, 針葉巾, 針葉厚에 對한 調査結果는 Table 2와 같다. 針葉長은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*는 一般的으로 짧아서 平均長은 15.86 mm와 18.80mm이고 *A. holophylla*가 가장 길어 33.76 mm이다. 4個 樹種間에 5%의 有意差가 있으나 *A. koreana*와 *A. nephroleptis* 사이에는 1%의 유의차는 없고 나머지 樹種은 1%의 有意差가 나타났다. 針葉巾은 各樹種의 平均은 2.13~2.48mm 범위이고 *A. firma*를 除

Table 3. Number of stomata row.

Species	No. of stomata row		
	Min.	Max.	Mean
A. koreana	12	22	16.68^{A*}
A. nephrolepis	11	24	17.32^{A}
A. holophylla	14	26	19.35^{B}
A. firma	12	27	19.80^{B}

* Different subscipts mean significant difference at 1% level.

Table 2. Needle length, needle width and needle thickness of four *Abies* species.

Species	Needle length (㎜)			Needle width (㎜)			Needle thickness (㎜)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	11.0	22.2	15.86^{a*}	1.75	2.85	2.13^{A**}	0.50	0.85	0.68^{a*}
A. nephrolepis	13.0	25.0	18.80^{b}	1.50	2.75	2.11^{A}	0.45	0.85	0.65^{a}
A. holophylla	25.3	42.2	33.76^{c}	1.55	2.45	2.02^{A}	0.40	0.85	0.64^{a}
A. firma	14.0	33.5	23.71^{d}	1.90	3.15	2.48^{B}	0.40	0.85	0.62^{a}

* Different subscripts mean significant difference at 5% level.
** Different subscripts mean significant difference at 1% level.

外한 3個 樹種에는 有意差가 없었으며 針葉厚는 平均 0.62~0.68 mm로 樹種間에 有意差가 나타나지 않았다. 針葉 全面의 氣孔列數를 調査한 結果는 Table 3과 같으며 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*는 16.68과 17.32이고 *A. holophylla*와 *A. firma*는 19.35,19.80였으며 前2種과 後2種間에 1%의 有意差가 있었다.

2) 毬果 및 毬果軸, 實片

毬果의 最大長과 毬果 中央部의 徑을 測定한 結果는 Table 4와 같으며 毬果長은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*는 60.85 mm와 63.65 mm이고 *A. holophyllic*와 *A. firma*는 84.05 mm와 89.85 mm로 前2種이 類似하고 後2種이 類似하며 兩群間에는 高度의 有意差가 있었고 毬果徑의 境遇는 毬果長과 같은 傾向이나 *A. holophylla*와 *A. firma*間에 5%의 有意差가 나타났다.

毬果軸의 長과 徑을 測定한 結果는 Table 5와 같으며 毬果軸의 長은 樹種別로 56.33 mm, 59.45 mm, 78.29 mm, 86.88 mm로 4種 相互間에 5%의 有意差가 나타났고 前2種은 1%의 有意差가 없으나 後2種은 1%의 有意差가 나타났다. 또한 毬果軸의 徑은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis* 간에는 有意差가 없고 나머지 다른 樹種과는 5%의 有意差가 있었으나 1%의 有意差는 特異한 類似性을 보였다.

한편 實片의 最大長과 最大巾을 測定한 結果는 Table 6과 같으며 實片의 길이는 *A. koreana*, *A. nephrolepis*가 9.60~9.48 mm로 類似하고 *A. holophylla*와 *A. firma*가 20.59 mm, 23.17 mm로 서로 비슷하며 兩群으로 差가 많이 나타나고 實片의 巾도 實片長과 같은 傾向이나 *A. holophylla*와 *A. firma* 간에 5%의 有意差가 나타났다.

3) 種子 및 種子날개

種子의 最大長, 最大巾, 最大厚를 測定한 結果는

Table 4. Cone length and cone diameter of four *Abies* species

Species	Cone length (㎜)			Cone diameter (㎜)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	47.70	73.00	60.85^{A**}	21.00	25.80	23.55^{a*}
A. nephrolepis	53.20	82.40	63.65^{A}	21.00	30.00	24.00^{b}
A. holophylla	66.00	100.00	84.05^{B}	26.80	44.00	32.30^{b}
A. firma	68.50	104.50	89.85^{C}	30.00	40.90	35.80^{b}

* Different subscripts mean significant at 5% level.
** Different subscripts mean significant at 1% level.

Table 5. Cone-axis length and cone-axis dimeter of four *Abies* species

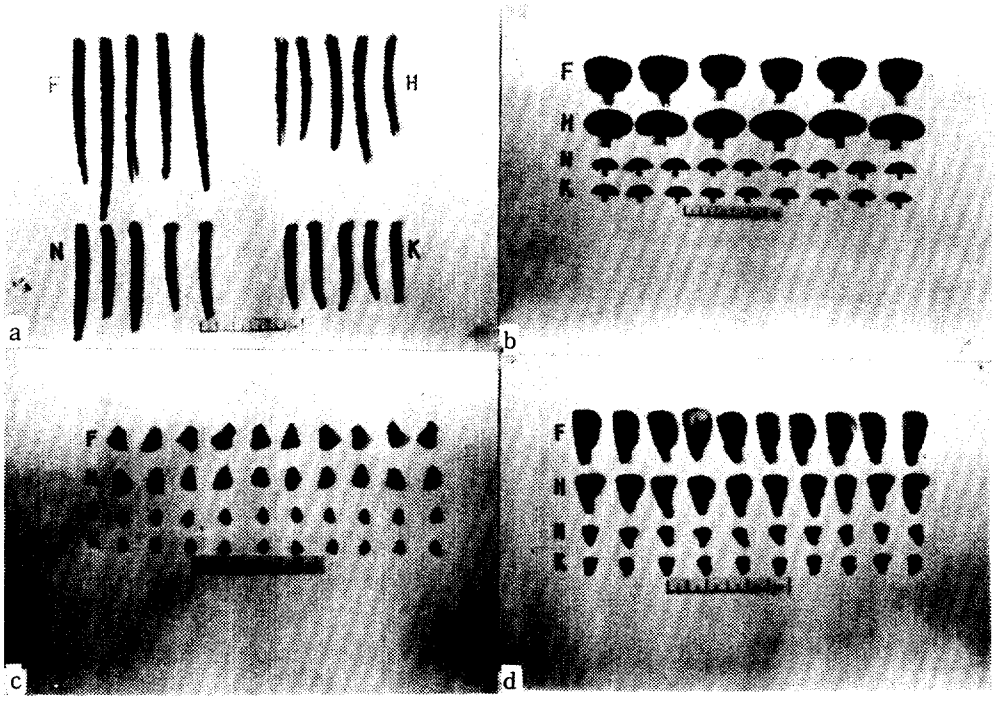
Species	Cone-axis length (㎜)			Cone-axis dimeter (㎜)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	46.00	65.10	56.33^{a*}	3.35	4.70	4.08^{a}
A. nephrolepis	42.50	75.00	59.45^{b}	3.25	4.80	3.99^{a}
A. holophylla	62.00	100.75	78.29^{c}	3.52	5.50	4.45^{b}
A. firma	61.95	119.95	86.88^{d}	3.55	5.05	4.25^{c}

* Different subscripts mean significant at 5% level.

Table 6. Cone-scale length and cone-scale width of four *Abies* species.

Species	Cone-scale length (㎜)			Cone-scale width (㎜)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	8.05	10.15	9.60^{A**}	13.05	15.10	14.15*
A. nephrolepis	8.05	11.80	9.48^{A}	11.55	16.80	14.20^{a}
A. holophylla	17.45	23.80	20.59^{B}	24.45	33.00	27.42^{b}
A. firma	19.40	26.00	23.17^{C}	25.35	34.55	30.43^{c}

* Different subscripts mean significant at 5% level.
** Different subscripts mean significant at 1% level.



K : *A. koreana* N : *A. nephrolepis* H : *A. holophylla* F : *A. firma*

Fig. 2. Cone-axis (a), cone-scale (b), seed (c) and seed wing (d).

Table 7. Size of seed in four *Abies* species.

Species	Seed length (㎜)			Seed width (㎜)			Seed thickness (㎜)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	5.50	7.25	6.34^{A**}	2.30	3.95	3.27^{a*}	1.25	2.00	1.65^{a*}
A. nephrolepis	4.95	7.55	6.17^{A}	2.10	3.85	3.32^{a}	1.20	2.00	1.64^{a}
A. holophylla	8.25	10.45	9.45^{B}	4.05	5.80	4.83^{b}	2.35	3.75	2.87^{b}
A. firma	9.55	11.90	10.74^{C}	4.05	6.00	5.25^{c}	2.45	4.00	3.30^{c}

* Different subscripts mean significant at 5 % level.
** Different subscripts mean significant at 1 % level.

Table 8. Seed-wing length and seed-wing width of four *Abies* species.

Specis	Seed-wing length (㎜)			Seed-wing length (㎜)		
	Min	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	2.85	4.20	3.42^{a*}	5.85	7.35	6.45^{A**}
A. nephrolepis	2.15	4.75	3.69^{a}	5.85	7.55	6.65^{A}
A. holophylla	7.55	12.80	10.34^{b}	10.00	14.45	12.31^{B}
A. firma	7.90	14.00	11.78^{c}	10.05	14.55	11.78^{B}

* Different subscripts mean significant at 5 % level.
** Different subscripts mean significant at 1 % level.

Table 7, Fig. 2와 같으며 種子長은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*가 6.34 mm, 6.17 mm이고 *A. holophylla*와 *A. firma*가 9.45 mm, 10.74 mm로 前 2者는 類似한 크기이나 나머지 樹種과는 1%의 有意差가 나타나고 種子巾은 樹種別로 平均値가 各各 3.27 mm, 3.32 mm, 4.83 mm, 5.25 mm로 種子長과 같은 傾向

이고 種子厚도 樹種間에 種子巾과 같은 傾向이었다.

種子날개의 長과 巾을 測定한 結果는 Table8과 같으며 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*는 3.42 mm, 3.69 mm로 서로 類似하고 *A. holophylla*와 *A. firma*는 10.34 mm, 11.78 mm로 5%의 有意差가 나타났다. 또한 種子날개 巾도 날개 길이와 같은 傾向이었다.

2. 잎의 內部形態의 特性

內部形態의 特性은 針葉의 內皮의 細胞數와 下表皮의 細胞層數 및 主樹脂溝의 位置에 對하여 觀察하였는데 그 結果는 Table 9, 10과 같다. Table 9에 의하면 針葉의 endodermis cell의 平均値는 *A. koreana*가 25.03이고 *A. nephrolepis*는 26.17이며 *A. holophylla*는 27.18이고 그리고 *A. firma*는 23.83이다. *A. koreana*와 *A. firma*의 2樹種에서 그 數가 같은 傾向이고 *A. nephrolepis*와 *A. holophylla*의 2樹種은 多少 많으면서 同一한 現象으로 잎의 다른 形質과는 相異한 類似性이고 下表皮의 細胞層數를 調査한 結果는 어느 樹種에 있어서도 共히 2層으로 種間에 差異가 없었다. 針葉의 主樹脂溝를 調査한 結果는 Table 10, Fig. 3과 같이 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*는 全個體가 L, LM에 位置하고 *A. holophylla*는 L, LM, M에 位置하고, 그리고 *A. firma*는 L을 除外한 全地域에 分布하나 特히 M에 보다 많이 位置하고 있다.

林木에 있어서 種果 및 針葉의 形質調査로 種間의 差, 産地間의 差等에 關한 硏究는 大端히 많으며 Soresen[11] 等은 slash pine의 針葉長, 維管束의 크기, 種子의 胃片의 길이 等이 遺傳力이 높은 形質이라고 하고 있고 Squilace[12]는 slash pine을 54個 産地에서 地域間 針葉長, resin ducts의 數 等과 여러 外部形態에 差異가 있다고 報告하고 있으며, Abies에 있어서도 柳澤[14,15] 等과 畠山[2] 等은 *A. sachalinensis*의 地域特性의 差異는 種果, 種子의 形態, 크기, 苗木의 子葉數 等에 差異가 있는 것을 觀察하고 있다. 本 硏究에서 얻어진 成績을 綜合하면 다음과 같이 分類된다.

調査된 總 18個 形質中 2個形質은 樹種間에 有意差가 나타나지 않았고, 12個 形質은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis* 간에는 差가 없으며 *A. holophylla*와 *A. firma* 間에는 12個 形質中 2個의 形質은 差가 없었으나 6個 形質은 5%의 有意差가 있었고 1%의 有意差는 없었으나 4個 形質에서는 1%의 有意差가 있었다. 또한 3個 形質은 *A. koreana*와 *A. nephrolepis* 간에 5%의 有意差는 있었으나 1%의 有意差는 없었고, 그 중 2個 形質은 *A. koreana*와 *A. firma* 間에 1%의 有意差는 나타나지 않는 特異한 類似性이었고 *A. holophylla*와 *A. firma* 間에는 1%의 有意差가 나타났다. 主樹脂溝의 位置가 수종에 따라 그 分布에 差異가 있었다. 따라서 本 硏究에 使用한 4個 樹種은 內外形態學的 特性에 있어서 뚜렷한 차이를 보였으며 *A. koreana*와 *A. nephrolepis*가 緣이 가깝고 *A. holophylla*는 自生種인 前記 2種보다 오히려 導入種인 *A. firma*에 더 가까운

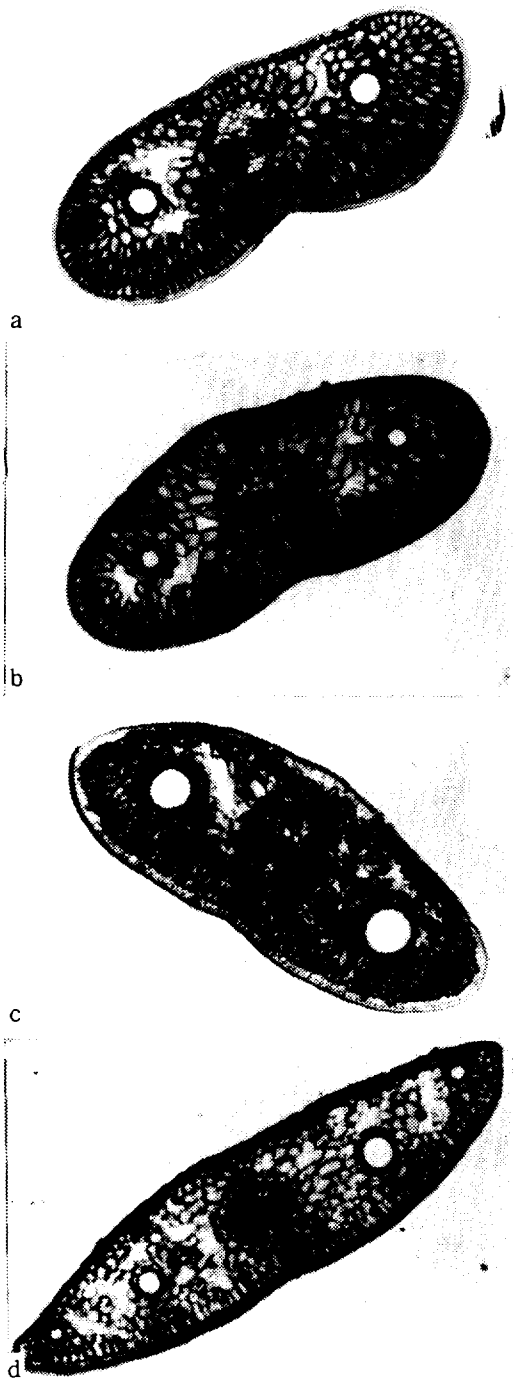
Table 9. Number of endodermis cell and cell layer of four *Abies* species.

Species	No. of endodermis cell			No. of cell layer		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
A. koreana	19	31	25.03[a]*	2	2	2
A. nephrolepis	21	34	26.17[b]	2	2	2
A. holophylla	23	32	27.18[b]	2	2	2
A. firma	18	31	23.83[c]	2	2	2

* Different subscripts mean significant at 5% level.

Table 10. Position of main resin canal in needle cross section of four *Abies* species.

Species	Numbers		Frequency				
	Tree	Needle	L	LM	M	BM	R
A. koreana	15	200	148(74%)	52(26%)			
A. nephrolepis	15	200	183(91.5%)	17(8.5%)			
A. holophylla	15	200	48(24%)	124(62%)	28(14%)		
A. firma	15	200		23(11%)	109(55%)	62(31%)	6(3%)



a: *A. koreana* b: *A. nephrolepis*
c: *A. holophylla* d: *A. firma*

Fig. 3. Needle cross section of four *Abies* species.

類緣性을 보였다.

引 用 文 獻

1. Critchfield, W. B. 1963. The austrian X red pine hybrid. Silvae Genetica 12(6): 187—192.
2. 畠山結. 1981. トドマツの産地間變異の地域性に關する遺傳育種學的硏究. 北海道林試報告 19: 1—91.
3. 福原 勝. 1964. ヒノキの交雜による 品種改良に關する硏究(第1報) ヒノキとサワラの 交雜球果の 大きさとその變異. 日林大講演: 21—216.
4. 岩村通正・石川達芳. 1962. ヤカマツ・クロマツ種間雜種における形態學上の特性. 岡山大學農學部學術報告 19: 29—36.
5. Keng, H. and E. L. R. Liffle. 1961. Needle characteristics of hybrid pines. Silvae Genetica 10(5): 125—160.
6. Klaehn, F. U. and J. A. Winieski. 1962. Interspecific hybridization in the genus *Abies*. Silvae Genetica 11(5/6):
7. Kriebel, H. B. and D. P. Fowler. 1965. Variability in needle characteristics of soft pine species and hybrids. Silvae Genetica 14(3): 73—104.
8. 倉橋昭夫・高橋延清. 佐々木忠兵衛, 賓谷稔夫. 1969. トドマツとツラベの種間雜種の 諸特性. 北海道支部講演集 22: 140—146.
9. Morrison, B. Y. 1935. A new variety of black locust. Sci. 82(2127): 326—327.
10. Okada, S., Mukaide, H. and Sakiar, A. 1973. Genetic variation in saghalien fir from different areas in Hokkaido. Silvae Genetica 22(1—2): 24—29.
11. Sorensen, F. C. 1964. Inheritance of needle and bud characterictics of slash pine. Silvae Genetica 13(4): 109—114.
12. Squillace, A. E. 1960. Geographic variation in slash pine. Forest Science Monograph 10: 1—53.
13. Wells, O. 1964. Geographic variation in ponderosa pine. Silvae Genetica 13(4): 89—

102.

14. 柳澤聰雄. 1965. トドマツ球果の形態的 變異とその地域性. 北海道の林木育種 8(1): 8--25.

15. 柳澤聰雄, 岡田茲, 成田一芳. 1966. トドマツの地域特性について. 球果 種子 並びに苗木の生長と形態. 北海道の林木育種 9(2): 36--47.