

버드나무과 버드나무屬 쪽버들의 隔離分布 및 分類學的 考察

朴完根¹⁾

Disjunct Distribution and Taxonomical Studies of *Salix maximowiczii* Kom. on the Genus *Salix* (Salicaceae)

Wan-Geun Park¹⁾

要 約

韓國産 쪽버들의 정확한 실체를 파악하기 위하여 形態學的, 花粉學的으로 재검토하였으며, 어떠한 일정한 지역에만 分布하고 있는 쪽버들의 隔離分布 특성에 대한 조사를 행하였다.

1. 쪽버들의 外部形態學的인 特性을 그림과 함께 명확히 하였다.
2. 쪽버들의 花粉學的 特性은 하나의 명확한 種임을 입증하였다.
3. 쪽버들은 江原道 설악산의 백담계곡 일부 지역과 한계령의 양쪽 계곡 지역에 隔離分布하고 있으며, 북한의 咸北 鏡城郡과 咸南 新興郡 및 豊山郡의 일부 高地帶의 계곡 지역에만 분포하고 있다.
4. 쪽버들의 隔離分布에 영향을 미치는 環境因子로는 水環境의 지배가 큰 것으로 추정되었다.
5. 쪽버들의 生態學的, 分類學的 정보들은 砂防樹種, 木材生産, 綠地空間造成 등과 같은 造林에 관한 실제적인 적용에 이용될 수 있다.

ABSTRACT

From *Salix maximowiczii* of the Korean *Salix*, morphological and palynological characters were investigated by stereoscopic, light, and scanning electron microscopes. Also, this study was conducted to investigate the effect of meteorological factors on the disjunct distribution in *Salix maximowiczii* forests grown within the restricted region.

1. Morphological characters of *S. maximowiczii* clarified with the descriptions and figures.
2. The palynological description was made to the *S. maximowiczii* and identified distinctly species.
3. *S. maximowiczii* is distributed only in Baekdam and Hangyeryong valley of Mt. Sorak

1) 江原大學校 林科大學 林學科 : Department of Forestry, College of Forestry, Kangwon National University.

- in Kangwon-do, and valley of height region in Kyeongseong-gun (Hamgyongbuk-do), Sinhueng-gun, and Pungsan-gun (Hamgyongnam-do) in North Korea.
4. Water factors was better than temperature factors in the influence of meteorological factors for disjunct distribution.
 5. These ecological and taxonomical informations could be used in practical application for silvicultural prescription, such as erosion control forest, timber production, and development of green area in river bank.

Key words : *Salix maximowiczii*, taxonomic, palynology, disjunct distribution, meteorological factors

I. 序 論

버드나무과 버드나무屬의 식물들은 일반적으로 特徵으로 되는 形質이 적고, 形態的 變異가 크며, 또한 花期에 잎을 갖지 않는 종류가 많다. 뿐만 아니라 버드나무屬의 식물들은 雌雄 異株이며, 種間 雜種을 쉽게 만든다. 그래서 버드나무屬의 식물들은 각각의 범위를 정하는 것이 어려우며, 많은 高等植物들 가운데서 分類가 곤란한 植物群으로 알려져 있다.

喬木性的 쪽버들(*Salix maximowiczii* Komarov)은 동아시아의 일부 지역에만 分布하는 樹種으로서 V. Komarov (1903)에 의해 記載되고 圖解되었다. 그 후, 일본인 T. Ishidoya와 T. Nakai에 의해 우리나라의 咸鏡北道와 咸鏡南道の 高地帶에서도 採集되었으며, Nakai (1930, 1952)에 의해 우리나라에도 分布하는 것으로 보고되어 왔다. 최근에는 任 등(1985)이 江原道 한계령 계곡에 分布한다고 보고하고 있으며, 朴(1994)은 江原道 한계령 계곡뿐만 아니라 설악산의 백담 계곡 상류에도 隔離分布하고 있음을 보고하고 있다. 쪽버들은 분명히 大陸과의 公同요소로서, 그 特異한 分布는 과거에는 일련의 分布를 했다고 생각되지만, 그 후, 기후의 溫暖化로 生育地가 좁아졌기 때문이라고 설명되어 왔다. 그러나 버드나무屬 식물 가

운데 이와 같은 隔離分布는 분버들(*S. rorida* Lack.)과 좀분버들(*S. roridaeformis* Nakai)에 서도 보여지고 있는데, 많은 버드나무屬 식물 가운데 이들 種만이 隔離分布를 하고 있는가는 의문으로 남는다. 최근 일본에서는 북해도의 일부 지방에만 分布하고 있는 채양버들(*Chosenia arbutifolia* A. Skvortz.)林에 대하여 群落의 形態와 하천 지형과의 대응 및 버드나무과 식물의 種間 分布相關이 보고되고 있다 (Ishikawa, 1987). 또한 微地形의 상태가 植生單位의 種類組成에 크게 영향한다고 하는 植生과 微地形과의 관계 등이 보고되고 있다(小平 등, 1980). 따라서 이와 같이 특이한 分布를 하는 쪽버들의 分布樣式은 地理的 分布와 生態的 特性의 양면으로부터 系統을 세운 설명이 필요하다. 또한 최근의 圖鑑類에서는 이 쪽버들을 잘못 인식하여 다른 種이 記載되는 경우가 많으므로 본 쪽버들의 실체를 정확히 파악하는 것이 필요하다.

II. 材料 및 方法

재료로 사용한 標本은 본인에 의해 1990년부터 1994년에 걸쳐 年 2회 이상 採集한 것이다. 또한 현재까지의 연구에 사용된 標本으로서는

東京大學 綜合資料研究館(TI)에 보존되어 있는 석엽 標本과 Type標本에 기초하였다. 그리고 비교를 위해서는 東北大學 理學部 生物學教室 標本室(TUS)과 버드나무標本館(Iteotheca Kimurana)의 標本을 이용하였다.

또한 식물의 실체를 명확히 하기 위하여 동일한 나무로부터 時期別로 채집한 標本에 대하여 生殖器官과 營養器官의 形質 및 花粉의 形質을 조사하였다.

- 1) 生殖器官: 花期의 標本에 대하여, 雌花는 柱頭가 성숙하여 受粉에 적당한 시기로 된 標本, 雄花는 葯이 裂開하기 바로 전의 標本을 이용하였다. 꽃의 標本은 實體顯微鏡 하에서 解剖하여 花部의 모든 形質에 대해 관찰을 행하였으며, 석엽標本과 Type標本으로부터 꽃을 채취하여 형체를 原形으로 복구시킨 후 관찰을 행하였다.
- 2) 營養器官: 葉의 形質에 대해서는 암수 모두 가지의 중부에서 충분히 展開한 재료를 이용하여 葉長, 葉幅, 葉의 先端과 基部的 형태, 鋸齒數/cm, 葉柄의 길이, 托葉의 形態, 冬芽의 形態 및 털의 有無 등에 대하여 조사하였다.
- 3) 花 粉: 雄花로부터 蒐集된 花粉은 KOH-acetolysis法으로 처리한 후, 臨界點乾燥를 실시하여 材料板 위에 올려 금속 코팅 처리를 한후 走査電子顯微鏡(SEM)으로 그 花粉에 대한 形態, 크기, 표면 모양, 網壁, 網腔, 溝口의 微粒子 등을 조사하였다. 또한 花粉의 稔性을 조사하기 위해 Darlington & La Cour(1960)의 方法으로 光學顯微鏡 하에서 花粉粒의 染色性을 조사하였다.

隔離分布 機構를 분석하기 위하여 麟蹄郡, 洪川郡, 大關嶺, 束草市의 氣象 資料를 이용하였으며, 쪽버들의 分布 상황을 파악하기 위해 現地 調査를 행하였다.

III. 結果 및 考察

쪽버들이 分布하고 있는 지역으로는 북한 지방의 咸鏡北道 鏡城郡의 冠帽山, 咸鏡南道 新興郡의 禁牌嶺과 梅田坪 그리고 豊山郡의 黃水院 일부지역으로 거의 1,000m에 가까운 高地帶의 계곡에 분포하는 것으로 나타났다. 남한에서도 역시 江原道의 한계령을 중심으로 양쪽 계곡 상류지역 즉 한계령 정상에서 束草 방향으로는 해발 750-900m, 麟蹄 방향으로는 해발 600-900m 지역에만 제한되어 分布하고 있고, 雪嶽山의 백담계곡 상류에서는 해발 600-900m 지역의 일부에만 隔離分布하고 있음을 알 수 있었다(Fig. 1).

이러한 사실들은 채양버들, 분버들, 쯤분버들 등에서 보고되고 있는 것과 마찬가지로 쪽버들이 地理的으로 隔離分布함을 나타내는 것이다. 쪽버들이 지금까지는 거의 북한의 일부 지역에만 분포하는 것으로 알려져 왔고, 江原道의 金剛山과 太白山에도 分布하는 것으로 기록하고 있지만(Nakai, 1930), 본 연구에서는 江原道 太白山에서는 쪽버들을 發見하지 못하였고, 雪嶽山 일부 계곡의 淸流가 흐르는 곳에 群集하여 分布하고 있는 것을 알 수 있었다. 따라서 Nakai의 보고에서 나타나는 지역들에 대해서도 좀 더 상세한 調査를 행하여 쪽버들의 隔離分布 機構를 究明해야 할 것이다. 일반적으로 대부분의 버드나무類는 쉽게 번식하여 群落을 형성하는 것이 보통이지만, 쪽버들은 맑고 깨끗한 계곡간에만 成立하고 있는 사실로 볼 때 어떤 특정한 지역에 대한 環境指標植物로 이용할 수 있다고 생각된다.

쪽버들이 隔離分布하고 있는 麟蹄郡의 氣象資料를 분석(Table 1)하여 인접하는 洪川, 束草, 大關嶺 지역과 비교해 본 결과, 각각의 因子들은 서로 상당한 차이를 나타냈다.

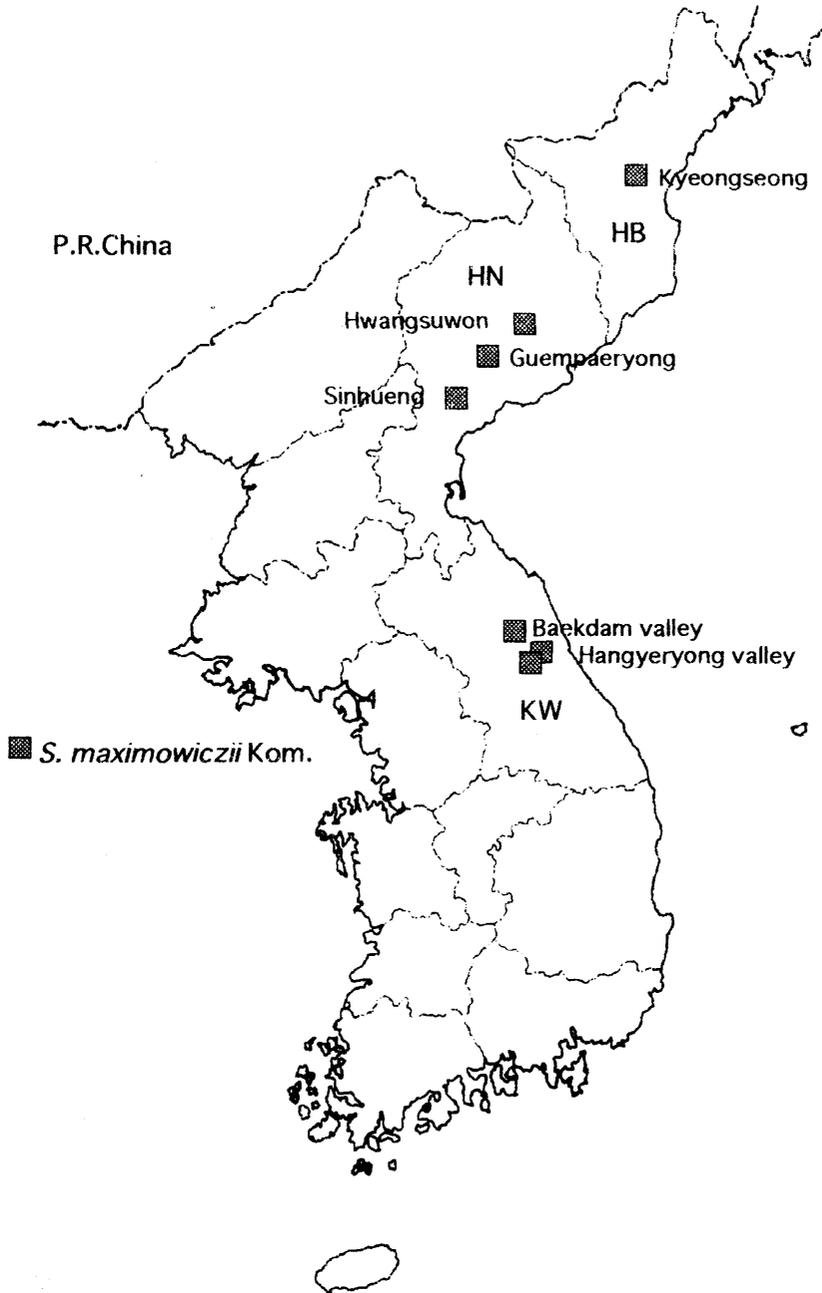


Fig. 1. Distribution of *Salix maximowiczii* Kom. in Korea.

HB : Hamgyongbuk-do, HN : Hamgyongnam-do, KW : Kangwon-do,
A symbol may represent more than one collection.

Table 1. Meteorological factors in Inje-gun(1994).

Month	Mean temp. (°C)	Mean relative humidity (%)	Precipitation (mm)	Mean wind speed (m/sec)	Fog (day)
Jan.	-4.0	79	8.8	2.3	0
Feb.	-2.4	75	3.5	2.0	0
Mar.	2.3	65	10.6	3.5	0
Apr.	12.4	56	28.0	3.5	0
May	15.3	70	101.5	2.2	0
June	19.9	71	90.5	1.2	6
July	26.2	82	129.0	1.1	4
Aug.	24.7	86	183.0	1.0	8
Sept.	17.5	84	43.1	0.9	0
Oct.	11.5	82	118.0	1.0	1
Nov.	5.6	82	34.0	1.0	1
Dec.	-1.7	77	10.0	0.9	2
Mean (Sum)	9.7	76	(760)	1.7	2

월평균 氣溫은 인접하고 있는 다른 지역에 비해 매우 낮으며, 특히 12월과 1, 2월은 더욱 낮다. 이러한 사실은 과거 구상나무, 분비나무, 잣나무 등과 같은 針葉樹 樹種들이 온도가 낮은 지역에도 살았으나, 氣候의 溫暖化로 낮은 지대에 棲息하던 이들 樹種들은 온도의 상승을 견디지 못하고 죽어 갔으며, 일부의 나무들만이 높은 지대에 남아 그곳의 環境에 적응하며 살아 남았다고 하는 제4기 氷河期 植物의 移住說로 쪽버들을 설명할 수 있다. 降水量은 타 지역과 비교하여 약 300mm 이상 적은 양이지만, 반대로 平均 相對濕度는 타 지역보다 월등히 높은 편으로 쪽버들이 分布하는 지역의

森林은 保水性이 매우 뛰어나 특이한 樹種의 隔離分布에 작용하고 있는 것으로 사료된다. 平均風速은 타 지역에 비하여 매우 약한 것으로 나타나 蒸散量이 적은 지역 즉, 大氣 濕度가 높은 지역이라는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 隔離分布에 영향을 미치는 氣象因子로는 溫度要因보다는 水環境의 영향이 큰 것으로 생각된다.

麟蹄郡의 氣象因子들을 기초로 하여 인접한 지역들에 대한 Euclidian distance를 구하여 組成的 距離만을 고려해 보면, 대부분의 因子들에서 홍천 지역이 가장 근접한 것으로 나타난다(Table 2). 그러나 쪽버들은 홍천지역에 분

Table 2. Euclidian distance of meteorological factors in Hongcheon-gun, Daegwanryong, and Sokcho-si be based on Inje-gun.

	Hongchoen-gun	Daegwanryong	Sokcho-si
Mean temperature (°C)	24.9	135.9	118.9
Mean relative humidity (%)	22.7	25.8	41.3
Precipitation (mm)	141.8	301.2	226.6
Mean wind speed (m/sec)	3.8	10.7	4.6
Fog (day)	29.2	30.0	10.6

布하지 않으며, 거리상으로 홍천보다 가까운 속초에도 分布하지 않는다. 따라서 이 쪽버들은 대략적인 氣象因子들의 분석만이 아닌 微細環境因子들에 대하여 조사할 필요가 있으며, 아울러서 立地 環境의인 要因들에 대해서도 상세한 조사가 요구된다고 할 수 있다. 이러한 연구가 수행되어 立地 環境因子들의 綜合 分析이 성취된다면 앞으로 河川邊을 이용한 砂防樹種의 開發, 用材 生産, 綠地空間造成 등에 많은 도움이 될것으로 생각된다.

쪽버들의 實體를 명백히 하기 위하여 쪽버들의 外部 形態學的인 특징을 조사하였다. 쪽버들은 冬芽가 腹面에서 合着하지 않고 서로 重複하는 것, 花序가 垂下하는 것, 雄花는 수술이 5개이며, 向軸側과 背軸側에 각각 1개씩의 蜜腺을 갖는 것, 雌花의 苞는 꽃이 핀 후 탈락하며, 蜜腺은 向軸側에서 1개로 合着 또는 2개를 갖는 것과 花柱는 길게 2裂하며, 柱頭는 꽃이 핀 후 탈락하는 特徵을 갖고 있어 버드나무屬의 다른 종류와 구별된다. Kimura (1925, 1938)는 특히 冬芽의 形質로부터 새롭게 *Toisusu*屬을 만들어 독자적인 屬으로 인정해야 한다고 기술하고 있다. 그러나 버드나무

屬의 다른 節(Glandulosae 節)에 있어서도 冬芽의 鱗片이 向軸側에서 合着하지 않고 重複되는 종류가 있으므로 이 새로운 屬의 설정은 부적당하다고 생각된다. 또한 Kimura (1928, 1934)는 쪽버들을 *Toisusu urbaniana*(syn. *Salix cardiophylla*)의 變種으로 취급하고 있다. 실제적으로 쪽버들은 外部形態學的으로, 그리고 花粉形態學的으로 일본에 分布하고 있는 *Toisusu urbaniana*와 매우 유사하다. 그러나 *Toisusu urbaniana*는 子房이 털로 덮혀 있으며, 蜜腺은 원형으로 子房柄의 양측에 나타나는 것에 반하여 쪽버들은 子房이 완전히 無毛이며, 蜜腺은 長橢圓形으로 2種間에는 形態的으로 명료한 차이점이 있다(Fig. 2). 이러한 것으로 볼 때 이들 2종류는 地理的으로 隔離된 獨立種이라고 생각되며, 쪽버들의 外部 形態學的 特徵은 種의 記載로 대신한다.

쪽버들의 花粉粒은 三孔溝型이며, 극축 길이/적도면 지름의 비가 110으로 원형에 가까운 弱長球型이다. 버드나무屬의 다른 종류들은 대부분 극축 길이/적도면 지름의 비가 115-133으로 타원형의 亞長球型인 것과 차이를 나타낸다 (Table 3).

Table 3. Morphological data of pollen grains on the *Salix maximowiczii* Komarov: Pollen axis length(P), equatorial diameter(E), colpus length(CL), and colpus width(CW); the range given in parentheses

	Pollen grain size (μm)		P/E	Shape	Colpus (μm)	
	P	E			CL	CW
<i>S. maximowiczii</i>	(19.4)-21.1-(22.3)	(17.0)-19.1-(20.7)	110	prosp.	(18.9)-20.6-(21.9)	(1.4)-2.2-(3.0)

prosp. = prolate spheroidal

花粉粒의 표면 무늬는 網狀이고, 網腔은 타원형이며, 網壁은 예리하게 돌출한다(Fig. 3).

본 연구의 결과는 Sohma (1993)가 조사한 *S. cardiophylla* Trautv. et Mey. ssp. *Urbaniana*(Seemen) A. Skv. 花粉의 形態와 크기에 거의 일치하였다. 그러나 Sohma (1993)

는 花粉粒의 표면 모양에 의해 8개의 그룹으로 分類하여 쪽버들과 유사한 *S. cardiophylla* Trautv. et Mey. ssp. *Urbaniana*(Seemen) A. Skv.를 *S. japonica* 등과 함께 網壁이 뾰족하지 않던가 혹은 약간 뾰족한 제4그룹으로 취급하고 있다. 그러나 본 연구 결과, 쪽버들

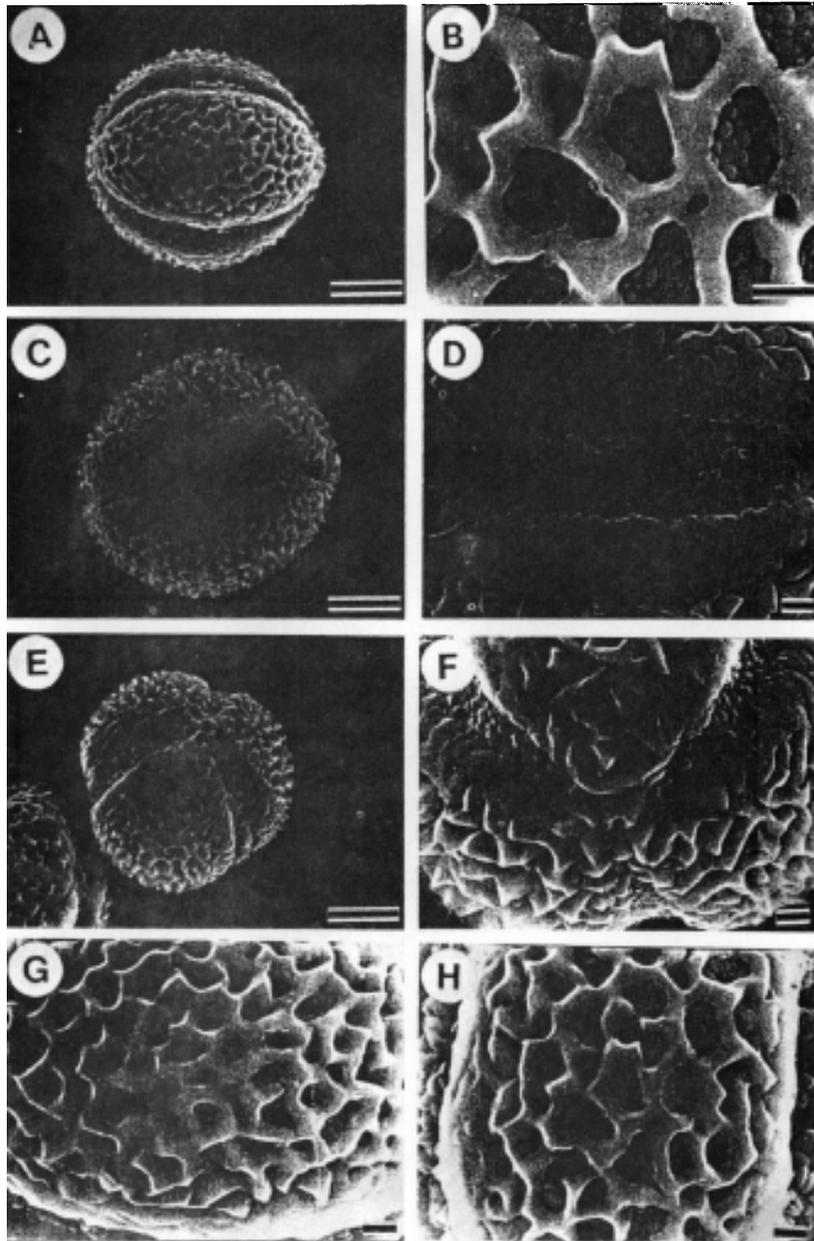


Fig. 3. SEM photographs of pollen grain of *Salix maximowiczii* Kom.

A: Pollen grain in equatorial view, B and H: Part of exine structure, showing elliptical lumen shape, C: Pollen grain in colpus area, D: Enlargement of colpus membrane studded with elliptical or polygonal process, E: Pollen grain in polar view, F: Enlargement of polar view, showing apocolpium, G: Part of exine structure, showing muri with acute edge. Scale bar indicates $5\mu\text{m}$ for A, C, and E and $1\mu\text{m}$ for B, D, F, G, and H.

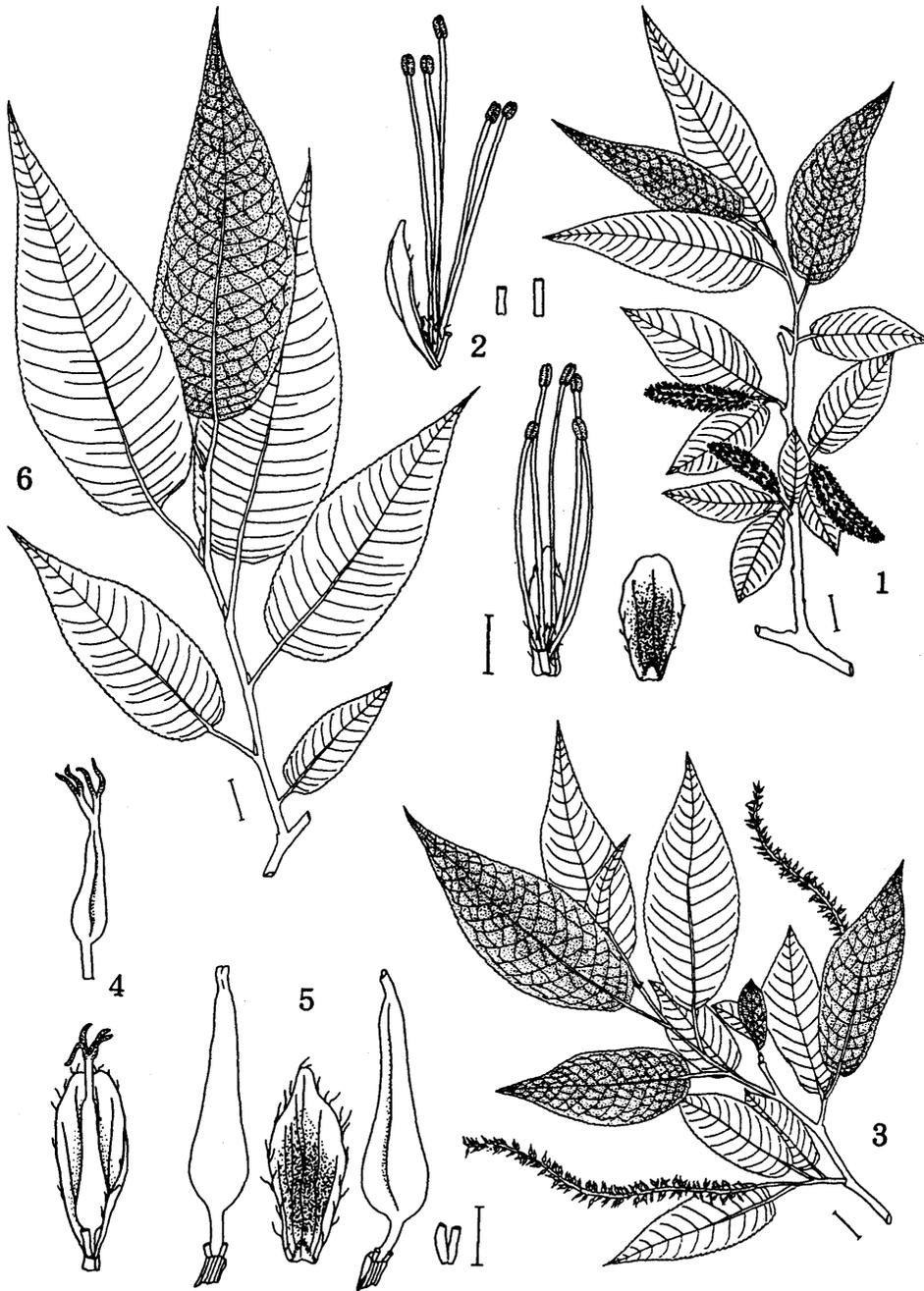


Fig. 2. *Salix maximowiczii* Kom.

1: Branch with staminate aments in anthesis, 2: Staminate flower (front and side view), nectary, and bract, 3: Branch with young pistillate aments, 4: Young pistillate flower, 5: Mature pistillate flower, 6: Vegetative branchlet. Scale bar indicates 1cm for 1,3,6 and 1mm for 2,4,5.

과 *S. cardiophylla* Trautv. et Mey. ssp. *Urbaniana* (Seemen) A. Skv.의 花粉粒은 網壁이 뾰족하며, 網腔은 원형 내지 타원형으로 Sohma의 제1그룹과 유사하다. Sohma(1993)의 제1그룹에는 *Chosenia arbutifolia*와 *S. pentandra* 등이 속해 있고, 이들 종류는 수술이 5개로 현재까지 原始的인 종류로서 알려져 있는 分類群이다. 이러한 사실로 볼 때 쪽버들과 *S. cardiophylla* Trautv. et Mey. ssp. *Urbaniana* (Seemen) A. Skv.를 Sohma의 제1

그룹으로 취급한다면 原始的인 分類群의 종류들은 花粉의 形質이 매우 유사한 패턴을 나타낸다는 사실을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 花粉粒의 形質들은 Skvortsov(1968)가 보고하고 있는 버드나무屬 分類體系와 잘 일치하여 *Salix* 亞屬에 포함되는 種임을 示唆하고 있다. 한편 쪽버들 花粉의 稔性は 약 90% 이상으로 나타나 하나의 정상적인 種임을 입증하였다(Table 4).

Table 4. Viability of the pollen grains on the *Salix maximowiczii* Komarov.

	Number of stained pollen grains	Total number examined	Viability (%)
<i>S. maximowiczii</i>	363	400	90.75

種의 記載

Salix maximowiczii Komarov, Acta Hort. Petrop. 18. 442(1901)

국명 : 쪽버들

雌雄異株의 喬木으로 樹高 15m에 달한다. 樹皮는 회갈색이며 縱으로 갈라진다. 小枝는 붉은 색을 띤 녹색으로 광택이 있으며 無毛이다. 冬芽는 황갈색의 원추형으로 無毛이며 向軸側에서 겹쳐진다. 若葉은 卵狀披針形으로 表面은 無毛, 裏面은 主脈의 하부에 열은 갈색의 短毛가 있거나 또는 無毛이다. 成葉은 길이 5-13cm, 폭 1.5-4cm의 卵狀披針形 또는 卵形으로 先端은 銳頭 또는 銳尖頭이고, 기부는 원형 또는 아심장형이며, 葉緣은 內曲하는 小鋸齒가 있다. 葉의 表面은 녹색으로 無毛, 裏面은 帶白色으로 無毛로 되며, 葉脈은 62-80度이다. 葉柄은 길이 0.8-1.8cm로 無毛이다. 托葉은 斜卵形으로 작다. 花期는 5월 중순에서 6월 초순으로 잎보다 나중에 小枝의 先端에 나타나며

밑으로 처진다. 雌花穗는 길이 6.0-7.0cm, 폭 0.5-0.7cm, 花梗은 길이 5-18mm, 花軸은 無毛이며, 下出葉은 3-4매로 크게 발달한다. 果穗는 길이 15cm, 폭 1.0cm, 果梗은 2.5cm 정도로 7월까지 伸長한다. 苞는 披針形으로 담록색이며, 길이 3.3-3.6mm로 雄花의 苞보다 크며 先端은 鈍頭 또는 尖頭이고 가장자리에는 털이 조금 있는데 早落한다. 子房은 無毛로 길이 1.7-2.0mm, 子房柄은 길이 0.6-0.7mm이다. 花柱는 0.5-0.7mm로 2裂하고, 柱頭는 길이 0.6-0.8mm로 또다시 2裂하는데 최후까지 남지 않고 早落한다. 蜜腺은 子房柄의 좌우 또는 向軸側에서 하부가 합착하여 나타난다. 胚珠는 각 태좌에 2개씩 4개가 있다. 雄花穗는 길이 2.5-5.0cm, 폭 0.7-0.9cm, 花梗은 길이 0.5-1.0cm, 花軸은 無毛이며 下出葉은 2-4매로 크게 발달한다. 苞는 倒披針形으로 담록색이며, 길이 2.1-2.5mm로 雌花의 苞보다 작고 先端은 鈍頭로 조금 오목한데 가장자리에는 털이 조금 있다. 수술은 5개이며, 5개의 花絲는

길이 3.5-6.6mm로 하부에 털이 있으며, 向軸側의 2개는 背軸側의 3개보다 짧다. 蜜腺은 向軸側과 背軸側에 각각 1개가 있으며, 길이 0.5-0.7mm의 線形이다.

花粉은 弱長球型으로 P/E(%) 110, 極軸 길이는 (19.4)-21.1-(22.3) μm , 赤道面 지름은 (17.0)-19.1-(20.7) μm 이다. 網壁의 직경은 약 0.5 μm 로 網腔보다 작고, 다소 직선적이며 표면은 균일하게 뾰족하다. 網腔은 직경 약 1 μm 로 타원형이고, 發芽口 쪽에서 작아 진다. 發芽口는 길이 (18.9)-20.6-(21.9) μm , 폭 (1.4)-2.2-(3.0) μm 이며, 양끝은 鈍形 또는 銳形인데 그 표면에는 타원형 또는 다각형의 작은 微粒이 분포한다.

IV. 結 論

쪽버들은 하나의 정상적인 種으로 다른 버드나무屬의 종류와는 달리 隔離分布 樣式을 취하고 있다. 또한 隔離分布에 影響을 미치는 氣象環境因子로는 水環境의 지배가 큰 것으로 추정되었다. 그러나 쪽버들의 隔離分布 機構를 명백히 규명하기 위해서는 分布地의 立地 特性 및 外的인 微細 環境因子들의 影響을 분명하게 밝힐 필요가 있으며, 또한 주로 溪流의 河川邊 또는 河床에 서식하는 分布 特性을 명확히 한다면 계류 砂防樹種으로 이용할 수 있다고 생각된다. 또한 본 연구에서는 밝혀지지 않았지만 種子의 發芽特性, 插木 繁殖試驗, 木材의 物理, 化學的 特性 등에 관한 연구를 진전시킨다면 河川을 이용한 木材 生産 및 하천변의 綠地空間造成에 도움이 될 것으로 생각된다. 한편, 본 쪽버들의 外部 形態學的인 特性과 花粉學的인 特性을 명백히 밝힘으로서 쪽버들 실체에 대한 잘못된 인식은 해소될 것으로 사료된다.

引 用 文 獻

1. Dionigi, C. P., Mendelssohn, L. A. & Sullivan, V. I. 1985. Effects of soil waterlogging on the energy status and distribution of *Salix nigra* and *S. exigua* (Salicaceae) in the Atchafalaya River basin of Louisiana. *Am. J. Bot.* 72 : 109-119
2. Everitt, B. L. 1968. Use of the cotton in an investigation of the recent history of a floodplain. *Am. J. Sci.* 266 : 417-439
3. 東三郎. 1964. 砂防植生工におけるヤナギ類導入に關する研究. 北大農學部演習林研報, 23 : 151-228
4. Ishikawa, S. 1983. Ecological studies of the floodplain vegetation in the Tohoku and Hokkaido districts, Japan. *Ecol. Rev.* 20 : 73-114
5. Ishikawa, S. 1987. Ecological studies on the willow communities on the Satsunai River floodplain, Hokkaido, with special reference to the development of the *Chosenia arbutifolia* forest. *Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. Ser. D(Biol.)* 8 : 57-67
6. Kim, K. H. 1984. A contribution to the pollen morphology of *Salix viminalis*. *J. Kor. For. Soc.* 66 : 64-67
7. Kim, K. H., D. S. Koh, and Zsuffa, L. 1989. A contribution to the pollen morphology of Korean *Salix* L. (Salicaceae). *J. Kor. For. Soc.* 78(1) : 35-41
8. Kim, K. H. and Zsuffa, L. 1989. A study on the pollen morphology of six sections in subgenus *Salix* L. (Salicaceae). *J. Kor. For. Soc.* 78(2) : 132-142

9. Kimura, A. 1934. Enumeratio Salicacearum in insulis Yezoensi, Sachalinensi et Kurilensibus sponte crescentium. In : Miyabe, K. & Kudo, Y. ed., Flora of Hokkaido, Saghalien and Kuriles, IV. J. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 26 : 391-452
10. 木村有香. 1928. 楊柳科の一新屬 Toisusu およびその分類學上の位置. Bot. Mag. Tokyo. 42 : 287-290
11. 木村有香. 1989. 日本の野生植物(木本I). p. 31-51. 平凡社
12. Komarov, V. 1903. Flora manshuriae II. Acta Horti Petropolitani XXII : 10-38
13. Krasny, M. E., Vogt, K. A., and Zasada, J. C. 1988. Establishment of four Salicaceae species on river bars in interior Alaska. Holarctic Ecol. 11 : 210-219
14. Lee, T. B. 1980. Illustrate flora of Korea. Hyangmoon Pub. Co., Seoul : 256-264
15. Nakai, T. 1930. Salicaceae in Flora sylvatica Koreana 18 : 19-188
16. Nakai, T. 1952. Salicaceae in A synoptical sketch of Korean Flora. 78-79
17. Nanson, G. C. and Harry, F. B. 1977. Forest succession and sedimentation on a meandering-river floodplain, northeast British Columbia, Canada. Jour. Biogeography 4 : 229-251
18. McLeod, K. W. and McPherson, J. K. 1973. Factors limiting the distribution of *Salix nigra*. Bull. Torrey Bot. Club 100 : 102-110
19. 朴完根. 1994. 韓國産ヤナギ科ヤナギ屬の分類學的再検討. 110pp. 東北大學博士學位論文
20. Phillips, W. A. and Eastham, F. D. 1959. Riverbank stabilization in Virginia. Jour. soil and water conservation 14 (6) : 257-259
21. Skvortsov, A. K. 1968. Willows of the USSR. Nauka, Moscow
22. Sohma, K. 1993. Pollen diversity in *Salix* (Salicaceae). Sci. Rep. Tohoku Univ. 4th ser. (Biol.) 40 : 77-178
23. Wang, C. and Fang, C. F. (eds.) 1984. Salicaceae in Flora. Reipublicae Popularis Sinicae, 20(2) : 79-381. Sci. Press, Beijing
24. 任良宰. 白順達. 1985. 雪嶽山斗 植生. 中央大學校 出版部 199pp.