

関東地方におけるジャヤナギの種子生産について

山口 純一¹⁾

Seed production in *Salix eriocarpa* in the Kanto area, eastern Japan

Jyunichi YAMAGUCHI¹⁾

要 旨

日本では雌株のみが知られるジャヤナギの種子生産に関わる実験・調査を行った。近縁種であるオオタチヤナギの花粉を用いたジャヤナギへの人工交配実験では種子は確認されなかった。自然条件下のジャヤナギが種子を産出するのかを関東地方で調査したところ、30個体中17個体で種子産出が見られ、種子生産能力のある個体が存在することが明らかとなった。種子の産出実績がある個体の花序に袋を掛け、花粉付着を防御した場合に種子生産があるのかを調査したところ、種子が産出され発芽を確認した。ジャヤナギは受粉・受精をともなわずに種子生成（無融合種子形成, agamospermy）を行う可能性がある。

キーワード: 栄養繁殖, 花序落下, 無融合生殖, 生殖様式, ヤナギの発芽.

(2019年7月30日受付, 2019年10月24日受理, 2019年12月27日発行)

はじめに

ジャヤナギ *Salix eriocarpa* Franch. et Savat. はヤナギ科の木本性植物であり、日本および中国・朝鮮半島に分布が知られ（大橋, 2016）、雌雄異株であるが日本では各地に雌株のみが生育し雄株は知られていない（木村, 1989; 大橋, 2016）。関東地方の河川敷には樹高10 m以上の高木から1 m未満の若木まで生育し、ジャヤナギは野生状態となっている（山口, 2016a）。ジャヤナギの枝はきわめて折れやすく（木村, 1989）、水没部分から容易に出根し、若木は栄養繁殖である可能性が考えられる。日本に生育するジャヤナギの種子生産についてはこれまでに報告がなく、種子生産の可能性やそれ以外の繁殖戦略の有無を検証するため人工交配実験と現地調査を行った。

調査方法

ジャヤナギの種子生産について、以下3種の実験・調査を実施した。図1に調査地および調査個体の位置を示した。

1. 近縁種オオタチヤナギ *S. pierotii* Miq. の花粉を用いた人工交配実験（2017年実施）
2. ジャヤナギの種子生産調査（2018年実施）
3. ジャヤナギの袋掛け調査（2019年実施）

1. **近縁種オオタチヤナギの花粉を用いた人工交配実験**
ジャヤナギとオオタチヤナギは形態的識別が困難なほどよく似ており、日本では長期にわたり両種の扱いが混乱し（山口, 2018）、同種である可能性を示唆する文献も存在する（Fang et al, 2002; 大橋, 2016; 長谷川, 2018）。雄株が生育しない日本のジャヤナギ（木村, 1989; 大橋, 2016）に対し、近縁種であるオオタチヤ

¹⁾ 植物検索研究会 〒177-0045 東京都練馬区石神井台5-25-25
Plant reference research team; 5-25-25 Syakujidai, Nerima-ku, Tokyo, 177-0045 Japan
bluegrass-JY@nifty.com

ナギを花粉親として種子生産を行う可能性を考慮し、本実験を立案した。

方法

神奈川県横浜市に生育するオオタチヤナギ群落（佐々木ほか, 2011; 長谷川, 2018）から雄株1個体を選定し、同一個体の花粉を実験で用いた。雌株はジャヤナギ4個体（E8: 東京都府中市, E19: 神奈川県川崎市, E25: 埼玉県朝霞市, E27: 東京都八王子市）を広範囲に選定した（表1）。また、横浜市のオオタチヤナギ群落から雌株6個体（A1～A6）を参考として実験に加えた（表1）。参考個体がジャヤナギより多いのは、人工交配作業が行いやすい生育環境であったことが理由である。

人工交配は2017年3月23日から4月6日にかけて実施した（3月23日: A6, 3月28日: A1～A5, 4月3日: E8, E19, 4月4日: E25, 4月6日: E27）。花粉を抽出する雄花序を作業当日採取し、雌花序に直接こすりつけ、10花序または20花序ごとに目印を枝につけ作業花序数を記録した。作業花序数が個体間で異なるのは（10花序～60花序, 表1）、脚立足場の確保や花序が作業可能な範囲に位置するかなど、作業上の制約によるものである。なお、比較のため人工交配を実施しない未作業花序も同様に目印をつけ、確認花序として記録した。作業後に花序への袋掛けは行っていない。

花序回収は2017年4月17日から20日にかけて実施した。回収日の決定はオオタチヤナギの子房のようすと、果期に花序が少なくなるジャヤナギの性質を参考にした。

種子の確認方法

ヤナギ属の種子基部には胎座の表皮細胞由来の束毛（種髪）が付着し、裂開した子房（蒴果）から束毛に包まれた種子（柳絮と呼ばれる）が浮遊し風散布される（図2）。子房が十分肥大した頃から果期までの花序を採取すると、乾燥とともに子房が裂開し束毛と種子を放出する。そこで種子放出の終息を待ち裂開子房と放出種子を記録した。正常な種子を含まない子房はほとんど裂開しないが、まれに裂開し束毛を放出する子房もある。

2. ジャヤナギの種子生産調査

関東地方に生育するジャヤナギを対象とし、自然条件下で種子を産出するのかを確認した。

方法

多摩川流域（東京都・神奈川県）の生育個体（E1～E24）を中心に、埼玉県朝霞市（E25, E26）、東京都八王子市（E27）、神奈川県湯河原市（E28～E30）から、樹高6m以上の成木30個体を広範囲に選定した（図1, 表2）。



図1 実験・調査地および調査個体の位置。種子確認調査における種子の有無、●: 種子有り、○: 種子なし。◎: 人工交配実験のオオタチヤナギ群位置。

表 1 近縁種オオタチヤナギの花粉を用いた人工交配実験（2017年）の結果。柳絮（束毛と種子）の量が多い個体は1花序あたりの柳絮量により種子を計数し概数とした（全柳絮/花序数=1花序当たりの柳絮）。

個体 No.	人工交配作業花序						未作業花序					
	作業花序数	回収花序数	肥大する子房の含有量	裂開する子房の含有量	放出種子概数	花序平均種子概数	確認花序数	回収花序数	肥大する子房の含有量	裂開する子房の含有量	放出種子概数	
ジャヤナギ												
E8	40	12	1%未満	無し	0	0.00	30	19	1%未満	無し	0	
E19	10	4	無し	無し	0	0.00	10	6	無し	無し	0	
E25	60	34	20%	無し	0	0.00	60	32	無し	無し	0	
E27	30	18	30%	無し	0	0.00	30	18	1%未満	無し	0	
参考：オオタチヤナギ												
A1	20	19	90%以上	約50%	403	21.21	10	8	無し	無し	0	
A2	20	20	90%以上	約20%	13	0.65	10	9	無し	無し	0	
A3	40	38	90%以上	約30%	315	8.29	30	26	無し	無し	0	
A4	40	40	90%以上	約50%	470	11.75	30	27	1%未満	1%未満	0	
A5	18	18	90%以上	約40%	108	6.00	10	9	無し	無し	0	
A6	17	17	80%	1%未満	0	0.00	10	9	80%	10%未満	0	

果期に各個体から20花序を採取した（2018年4月19日～23日）。花序採取日の決定と種子の確認方法は、前年の交配実験と同様である。

3. ジャヤナギの袋掛け調査

雄株の生育が知られていない樹種が種子を生産するとすれば、ほかのヤナギ属樹種の花粉により受粉・受精した可能性が考えられる。そこで、種子産出の実績がある個体E8（東京都府中市）に対し、開花前の花序に袋を掛け、送粉者（ポリネーター）および風による花粉付着を防御した場合に種子を産出するのかを調査した。

個体E8は多摩川中流域の左岸河川敷（N. 36° 12′, E. 137° 37′）に生育する。個体E8から半径1 km以内には、ジャヤナギ（少数群落と、右岸に1個体）、イトヤナギ *S. babylonica* L.（少数群落が3箇所）、カワヤナギ *S. gilgiana* Seemen（1個体）、タチヤナギ *S. nipponica* Franch. et Sav.（少数群落と2個体）、オノエヤナギ *S. udensis* Trautv. et C. A. Mey.（2個体）が生育し（山口，2016a），これらの樹種は半径100 m以内にも生育がある。

ジャヤナギの雌花は3月下旬から4月初旬にかけて受粉可能な状態となる。一方、多摩川流域周辺における前出樹種の花粉抽出は、カワヤナギが3月初旬から、オノエヤナギが3月中旬から、イトヤナギ・タチヤナギが3月下旬からそれぞれ始まる。樹上で多くの花序が花粉を抽出したのちも、若い雄花序が次々成長しながら開花するため、2週間以上は花粉の抽出が続く。つまり個体E8の受粉可能時期と、周辺に生育するヤナギ属

樹種の花粉抽出時期は重なっている。

方法

柱頭が受粉可能な状態になる前の2019年3月17日に、枝ごと花序をポリエチレン製透明袋（600 mm × 100 mm，株式会社トーダン）でおおい、合計52個の袋掛けを実施した（図3の1，2，3）。

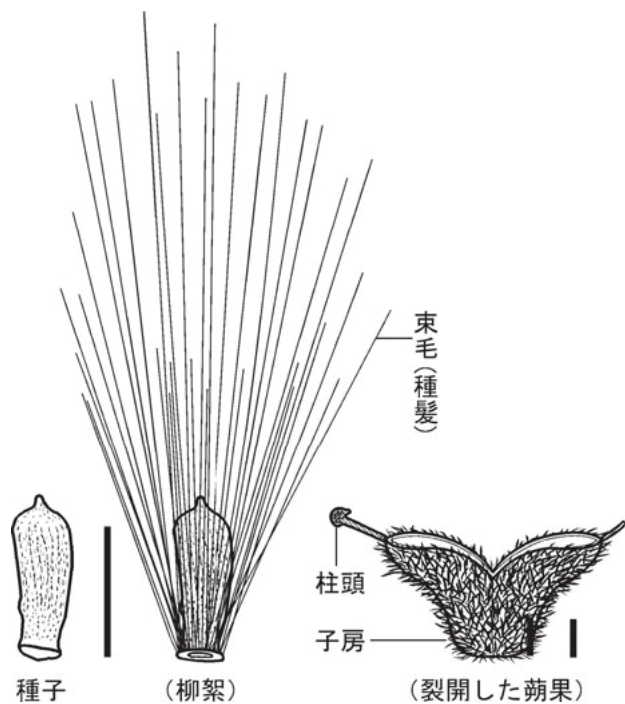


図2 柳絮（束毛と種子）と、裂開した子房（蒴果）の模式図。Scale: 1 mm.

表2 ジャヤナギの種子生産調査(2018年)の結果と生育地.

個体 No.	採取 花序数	裂開 子房数	花序平均 裂開子房数	放出 種子数	花序平均 種子数	生育地	成育環境
E1	20	17	0.85	17	0.85	東京都青梅市友田町	多摩川河川敷
E2	20	23	1.15	23	1.15	東京都日野市百草	多摩川河川敷
E3	20	4	0.20	3	0.15	東京都府中市四谷	多摩川河川敷
E4	20	13	0.65	12	0.60	東京都府中市四谷	多摩川河川敷
E5	20	15	0.75	10	0.50	東京都府中市四谷	多摩川河川敷
E6	20	10	0.50	2	0.10	東京都府中市四谷	多摩川河川敷
E7	20	6	0.30	6	0.30	東京都府中市南町	多摩川河川敷
E8	20	50	2.50	39	1.95	東京都府中市南町	多摩川河川敷
E9	20	0	0.00	0	0.00	東京都稲城市東長沼	多摩川河川敷
E10	20	2	0.10	2	0.10	東京都稲城市東長沼	多摩川河川敷
E11	20	0	0.00	0	0.00	東京都稲城市押立	多摩川河川敷
E12	20	0	0.00	0	0.00	東京都世田谷区宇奈根	多摩川河川敷
E13	20	0	0.00	0	0.00	神奈川県川崎市中原区上丸子	多摩川河川敷
E14	20	3	0.15	0	0.00	神奈川県川崎市中原区上丸子	多摩川河川敷
E15	20	0	0.00	0	0.00	神奈川県川崎市中原区上丸子	多摩川河川敷
E16	20	3	0.15	0	0.00	東京都大田区田園調布南	多摩川河川敷
E17	20	19	0.95	9	0.45	東京都大田区田園調布南	多摩川河川敷
E18	20	4	0.20	1	0.05	東京都大田区田園調布南	多摩川河川敷
E19	20	0	0.00	0	0.00	神奈川県川崎市幸区小向	多摩川河川敷
E20	20	71	3.55	38	1.90	神奈川県川崎市幸区小向	多摩川河川敷
E21	20	16	0.80	12	0.60	神奈川県川崎市幸区小向	多摩川河川敷
E22	20	1	0.05	1	0.05	東京都大田区仲六郷	多摩川河川敷
E23	20	1	0.05	1	0.05	東京都大田区仲六郷	多摩川河川敷
E24	20	67	3.35	2	0.10	東京都大田区仲六郷	多摩川河川敷
E25	20	1	0.05	0	0.00	埼玉県朝霞市田島	新河岸川土手
E26	20	99	4.95	0	0.00	埼玉県朝霞市田島	新河岸川土手
E27	20	3	0.15	3	0.15	東京都八王子市兵衛	兵衛川付近(移植)
E28	20	0	0.00	0	0.00	神奈川県湯河原町土肥	千歳川河川敷
E29	20	0	0.00	0	0.00	神奈川県湯河原町土肥	千歳川河川敷
E30	20	0	0.00	0	0.00	神奈川県湯河原町土肥	千歳川河川敷
合計	600	429	0.72	181	0.30	—	—
平均	20	14.3	—	6.03	—	—	—

ヤナギ属植物の花粉は 14 μm ~ 20 μm または 25 μm 前後とされ (斎藤, 1975; 上野, 1977), きわめて微細であり通常の網製袋では花粉の通過を防げない。紙製袋は雨に弱く風にあおられる可能性が高く, 枝が折れやすいジャヤナギには適さない。ポリエチレン製透明袋は風通しが悪く水滴などがたまりやすい欠点があるが, 日照は十分確保でき周辺樹種からの風による花粉の通過と送粉者の侵入は確実に防げると考え, ポリエチレン製透明袋を用いた。ビニールテープを用いて開口部を密閉し, 袋が外れないよう枝にテープを巻きつけ止めた。

柱頭が褐色に収縮したところで受粉可能な状態が終了したと判断し (図 3 の 4), 2019 年 4 月 19 日に袋を取り外したが, 花序枝はそのまま樹上に残し自然条件下での観察により種子放出時期を待った。

袋掛け処理枝を 2019 年 4 月 24 日に回収し, 水挿しに切り替え室内で花序を観察した (図 3 の 5)。処理枝の回収日は, 袋掛け調査対象外のジャヤナギで束毛の浮遊が観察され, 種子放出時期であると判断して決定した。水挿し枝の花序から 2019 年 4 月 28 日に種子放出が開始され (図 3 の 6), 種子紛失に備えすべての花序を採取し, 交配実験の種子確認方法に従って裂開子房と放出種子を記録した。放出種子は水道水を張った容器に当日中に納めて浸水させ, 常温で発芽の有無を室内観察した。

結果と考察

1. 近縁種オオタチヤナギの花粉を用いた人工交配実験

横浜市に生育するオオタチヤナギ群落と (図 4 の 1), 花序回収時における実験個体の花序枝を示した (図 4 の 2 ~ 11)。今回の実験ではジャヤナギ 4 個体の花序に種子放出が見られず, 裂開子房もなかった (表 1)。オオタチヤナギの花粉を用いた人工交配は, ジャヤナギの種子生産に関し有効ではなかったことを示している (図 4 の 2 ~ 5)。

一方, 参考個体のオオタチヤナギ雌株では人工交配作業花序における子房の肥大は著しく, 80 % 以上の子房が肥大した (表 1, 図 4 の 6 ~ 11), 個体 A6 以外は種子の放出があり, 最も種子放出が多いのは個体 A1 で花序平均 21.2 個 (19 花序, 種子概数 403 個), 次いで個体 A4 の花序平均 11.8 個 (40 花序, 種子概数 470 個) である。今回の人工交配が有効であったことを示している。なお, 個体 A1, A3, A4, A5 は柳絮の放出が著しく多量で正確な種子計数ができないため, 1 花序あたりの柳絮量により放出種子を計数し概数とした (全柳絮 / 花序数 = 1 花序あたりの柳絮)。また, 個体 A6 は人工交配の有無とは無関係に, 交配作業花序・無作業花序ともに 80.0 % の子房が肥大した (図 4 の 11)。横浜市のほかの個体とは異なる性質であり種子の放出もなく,

さらなる調査を要する個体である (表 1)。

2. ジャヤナギの種子生産調査

調査結果を表 2 に示した。種子を産出するジャヤナギは調査個体の 56.7 % におよび (30 個体中の 17 個体), 調査各地に点在していた。

調査ジャヤナギ全体で確認された種子は合計 181 個, 花序平均 0.3 個, 20 花序での個体平均 6.0 個である。しかし近隣に生育するほかのヤナギ属樹種では交雑種を除けば花序平均 10 個以上の種子量であることが多く, 今回確認されたジャヤナギの種子量は著しく少ないものである。

個体別で最も種子が多いのは個体 E8 の 39 個 (花序平均 2.0 個) であり, 次いで個体 E20 の 38 個 (花序平均 1.9 個), 個体 E2 の 23 個 (花序平均 1.2 個) である。個体 E8 と E20 の放出種子を図 5 に示した。個体 E20 の種子は個体 E8 よりやや小さいものが多いが, 大きな種子も見られる (図 5 の a)。両個体とも種子は大きさや形状にバラつきがある。

裂開子房は束毛のみを放出する場合がある。今回調査では個体 E26 (裂開子房 99 個, 放出種子 0 個, 束毛の放出あり), E24 (裂開子房 67 個, 放出種子 2 個, 束毛の放出あり) などで著しい。これは, 樹上の花序から放出され浮遊する柳絮には種子が含まれない場合があることを示している。なお, 裂開子房と放出種子が同数の個体 (E1, E2 など) が存在するが, ジャヤナギの子房あたりの胚珠数は 4 である (Kimura, 1962; 山口, 2016b)。1 個の子房では 4 個の種子生産が可能であり, ジャヤナギの子房と種子は同数となる関係ではない。

3. ジャヤナギの袋掛け調査

調査結果を表 3 にまとめた。袋掛けにより花粉付着を防御した花序採取時の 19 花序から計 26 個の種子が確認された。袋掛け処理 52 袋のうち, 34 日間で 25 袋 (48.1 %) が落下または消失した (2019 年 3 月 17 日 ~ 4 月 19 日)。ジャヤナギの枝は折れやすく, 袋掛けにより風の衝撃が増すなどの影響があったためと考えられる。また, 枝回収時における 17 枝の 44 花序は, 水挿し観察中の 4 日間 (2019 年 4 月 24 日 ~ 28 日) で 25 花序 (56.8 %) が落下した。ジャヤナギは花序の落下が早い特徴を持つが (山口, 2018), 種子放出時期に近いほど花序の落下率は高くなると考えられる。裂開子房を持つ花序は, 水挿し観察中に落下した 25 花序には見られず (図 3 の 7), 採取できた 19 花序中の 8 花序 (図 3 の 8) に集中していた。枝回収時の 44 花序のうち 36 花序 (81.8 %) は種子の産出がなく, 種子産出をする花序は著しく少ない。

袋掛けを施した雌花序が種子を生産したメカニズムと

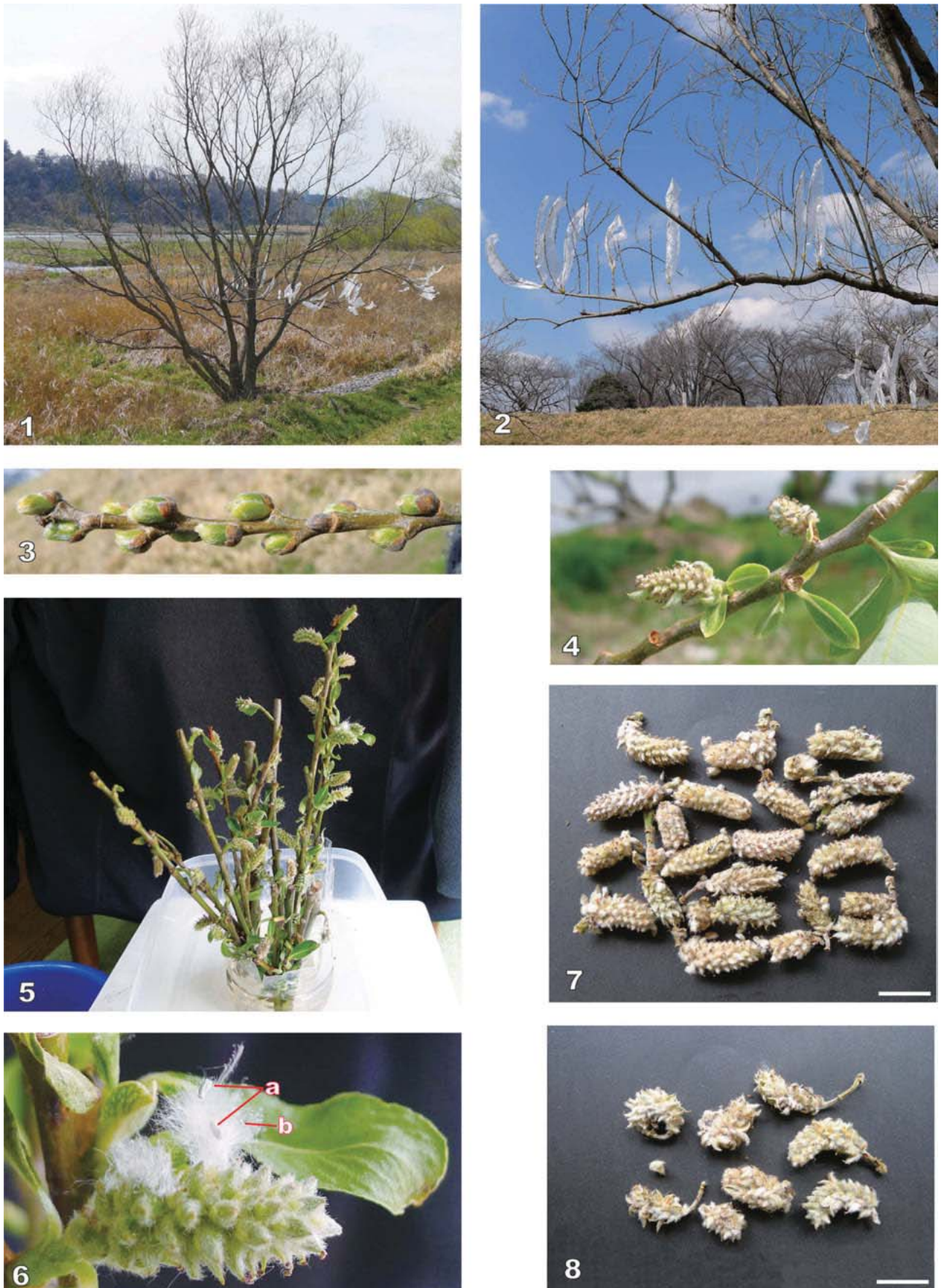


図3 1: 袋掛け調査個体. 2: 袋掛けの状況. 3: 袋掛け時の花序 (下出葉に包まれ先端が少しのぞく, 基部に茶色の芽鱗が残存する). 4: 袋を外した時点の花序 (柱頭は乾燥し受粉可能な時期が終了している). 5: 水挿し観察中の花序枝. 6: 種子の放出 (a: 種子, b: 胚珠の残骸). 7: 水挿し観察中に落下した花序. 8: 裂開子房をもつ花序. Scale: 1 cm (7, 8).

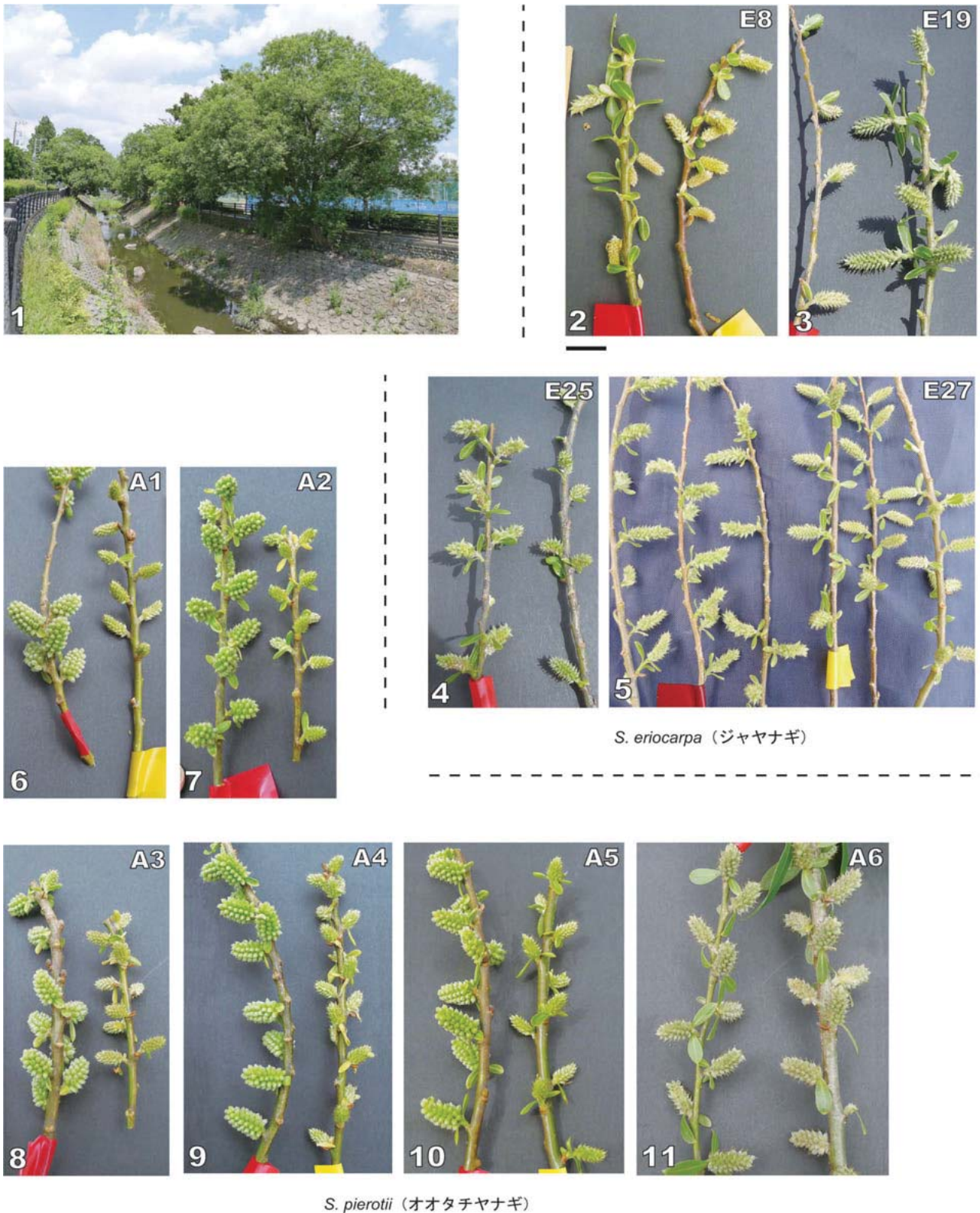


図4 1: 神奈川県横浜市, 和泉川護岸のオオタチヤナギ群 (2017/6/15). 2-11: 回収時の花序枝, 左側: 人工交配作業枝, 右側: 未作業枝 (2: E8. 3: E19. 4: E25. 5: E27. 6: A1. 7: A2. 8: A3. 9: A4. 10: A5. 11: A6). Scale: 2 cm (2-11).

表3 袋掛け調査 (2019年) 進行概要と調査結果. 発芽: 胚軸が1 mm以上伸長したものを記載した.

2019年 進行状況		袋掛け			枝数	花序			子房裂開数	種子	
月日	(処置の動機)	袋数	消失数	消失率(%)		花序数	落下数	落下率(%)		放出数	発芽数
3/17	袋掛け作業	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4/19	袋取り外し (受粉可能時期の終了)	27	25	48.1	—	—	—	—	—	—	—
4/24	枝回収, 水挿し観察に切り替える (調査外樹種の子房裂開を確認した)	—	—	—	17	44	—	—	—	—	—
4/28	花序採取 (水挿し枝の花序で種子放出を確認した)	—	—	—	—	19	25	56.8	34	26	—
5/1	発芽, 種子は採取してすぐ水に浸した	—	—	—	—	—	—	—	—	26	12

しては, 受粉・受精をとまわずに種子生産する無融合生殖 (apomixis) が考えられ, 個体 E8 は無融合種子形成 (agamospermy) を行っている可能性が示唆された.

袋掛け処理枝で得られた種子 26 個はすべて 2019 年 4 月 28 日に花序から放出され, 水を張った容器に種子 26 個を浸すと翌日には胚軸が伸長し, 基部縁よりリング状に (図 6 の 1) 多数の付着根 (砂や礫に付着し立ち上がるための細根: 斎藤, 2001) が伸びだした. 浸水 2 日目には種皮が外れ子葉が開くなど 16 個が変化を見せ (図 6 の 2), 26 個中の 12 個 (46.2 %) は胚軸が 1 mm 以上に伸長した (表 3 では発芽として記載した).

4. ジャヤナギの繁殖様式について

ジャヤナギが雌株のみで日本の各地に広く自生する理由は不明であり繁殖様式も未解明であることから, 日本のジャヤナギは大陸から渡来したと推測されることもある (木村, 1989; 大橋, 2016; 長谷川, 2018). 一方, 中国ではジャヤナギ *S. eriocarpa* を長柱柳と呼称し雌雄

があるとされている (Wang and Fang, 1984). 中国に生育する *S. eriocarpa* の花や葉の形質については, 日本に生育する *S. eriocarpa* の文献記述 (木村, 1989; 大橋, 2016; 長谷川, 2018) との違いが指摘されている (長谷川, 2018; 山口, 2018). 中国科学院植物研究所 (2008) には果期の写真が掲載され, 子房から束毛が出て種子放出を示唆させるが, 日本のジャヤナギとは異なる果序の形態を示している. 日本と中国における *S. eriocarpa* の形態に関する違いの解明には日中両国での調査が必要である.

種子生産調査では, 雌株のみで種子を生産するジャヤナギが関東地方に生育することが明らかとなった. しかし生産された種子は少なく, 種子繁殖によりジャヤナギが生育を広げていると断定するには, 発芽した幼植物が成長し自然環境下で繁殖できるのか, さらなる観察と研究が必要である.

袋掛け調査の結果は, 受粉・受精なしに種子生産が行われたことを示唆している. 多様な植物種の中には雌花だけを持つ集団が無融合種子形成により繁殖している例

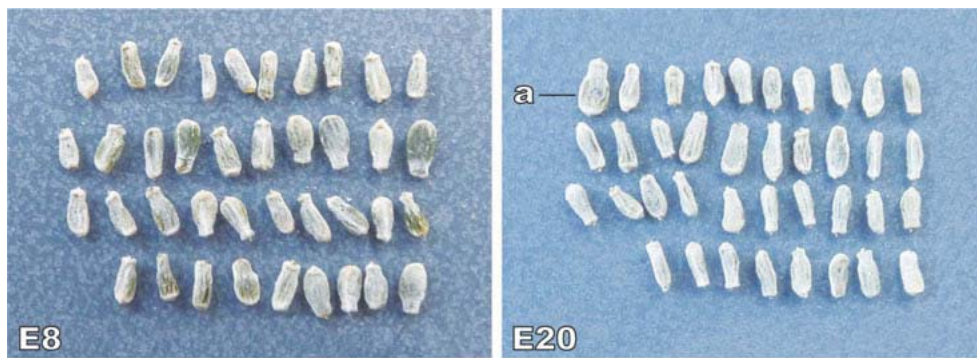


図5 20花序からの放出種子 (E8: 2018/4/20. E20: 2018/4/19), scale: 1 mm.



図6 1: 種子発芽模式図. 2: E8における種子の発芽, 2019/4/30(4/28に採取し2日目). scale: 1 mm.

があるとされる(兼本, 2016). 日本のジャヤナギが雌株のみで生育する要因が, このような生殖様式である可能性はないのか研究が望まれる.

今後の課題

オオタチヤナギの花粉を用いた人工交配実験では種子の産出が見られなかった. しかし, ジャヤナギがオオタチヤナギ以外のヤナギ属樹種と種子を形成する可能性は否定できない. ジャヤナギの種子形成について明らかにするために, 今回実施したオオタチヤナギ以外のヤナギ属樹種の花粉を用いた人工交配実験を行う必要がある.

袋掛け調査では, ジャヤナギが無融合種子形成を行っている可能性が示されたが, 1個体における結果であり, ジャヤナギが無融合種子形成を真に行うか否かは, さらなる調査が必要である. また, 個体E8と産出した種子のDNA配列が一致すれば無融合種子形成であることの傍証が加わることになり研究が望まれる.

Karrenberg et al (2002) は, ヤナギ属4樹種の花粉防御実験で種子1個を確認しているが, ほとんど種子は見つからないと結論し, 生産された種子1個は花粉が紛れ込んだ可能性があるためと述べている. この事例は, ヤナギ属樹種において無融合種子形成がおこる可能性を示唆しており, ジャヤナギ以外の樹種においても袋掛け調査などの無融合種子形成に関わる研究が求められる.

謝辞

本稿をまとめるにあたり, 細かいご指導とご助言, 励ましをいただいた人と自然の博物館の三谷雅純先生, お

よび桜井麗賀先生をはじめ博物館の研究員の方々に感謝申し上げます. 東京大学総合研究博物館の池田博先生には貴重なアドバイスを賜りました. ここに記して感謝申し上げます.

文献

- 長谷川義人 (2018) ヤナギ連 Tribe Saliceae. 神奈川県植物誌調査会 (編), 神奈川県植物誌 2018 下. 神奈川県植物誌調査会, 小田原, pp. 968–989.
- 兼本 正 (2016) 日本産サンショウソウ属 (イラクサ科) の三倍体種およびサイトタイプにおける無融合種子形成. 富山県中央植物園研究報告, **22**, 35–39.
- Karrenberg, S., Kollmann, J. and Edwards, P. J. (2002) Pollen vectors and inflorescence morphology in four species of *Salix*. *Plant Systematics and Evolution*, **235**, 181–188.
- Kimura, A. (1962) Symbolae iteologicae XIX. *Science Reports of the Tôhoku University fourth series Biology*, **28**, 37–46+pl. 1–5.
- 木村有香 (1989) ヤナギ科 Salicaceae. 佐竹義輔・亘理俊次・原寛・富成忠夫 (編), 日本の野生植物 木本 I. 平凡社, 東京, pp. 31–51+pl. 39–58.
- 大橋広好 (2016) ヤナギ科 Salicaceae. 大橋広好・門田裕一・邑田 仁・米倉浩司・木原 浩 (編), 改訂新版 日本の野生植物 3. 平凡社, 東京, pp. 184–208.
- 斎藤新一郎 (2001) ヤナギ類 その見分け方と使い方. 北海道治山協会, 札幌, 144 p.
- 斎藤洋三 (1975) 花粉 自然の中の粉粒体シリーズ. 粉体工学研究会誌, **12**, 340–349.
- 佐々木シゲ子・野津信子・埜村恵美子・和田良子 (2011) 2009年以降の横浜市内産植物について. *Flora knagawa* 神奈川県植物調査会ニュース, **73**, 878–880.
- 上野実朗 (1977) 空中花粉の同定について. *日本花粉学会会誌*, **20**, 29–40.
- Wang, C. and Fang, C. F. (1984) Salicaceae. Wu, Z. Y.

(ed.), *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* 20. Science Press, Beijing, pp. 1–403.

山口純一 (2016a) 多摩川河川敷 (東京都, 神奈川県) におけるヤナギ属植物の分布. 人と自然, **27**, 149–162.

山口純一 (2016b) ヤナギ属の子房あたりの胚珠数における種間変異. 人と自然, **27**, 163–174.

山口純一 (2018) 関東と近畿に生育する, オオタチヤナギ群とジヤヤナギ群における識別点の再検討. 人と自然, **29**, 11–34.

付 記

中国科学院植物研究所 (2008) *Salix eriocarpa*. Plant Photo Bank of China, (2019年6月24日閲覧)

[<http://ppbc.iplant.cn/sp/10901>]

Fang, C. F., Zhao, S. and Skvortsov, A. K. (2002) *Salix eriocarpa*. Flora of China 4, (2019年6月24日閲覧)

[http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200005823]