

隠岐の花 トウテイラン  
(*Veronica ornata* Monjuschko) の  
園芸化に関する研究

Studies on Utilization for Ornamental Plants  
of *Veronica ornata* Monjuschko  
Native in Oki Islands, Shimane, Japan

加古哲也

2022

第 1 章	緒言	1
第 2 章	隠岐諸島に自生するトウテイランの園芸利用を目的 とした評価	10
	実験 1 . 隠岐諸島における自生地調査	
	実験 2 . 実生個体の特性調査	
第 3 章	トウテイランの鉢物栽培における夏秋期出荷に向け た開花調節	27
	実験 1 . 摘心時期が及ぼす影響	
	実験 2 . 摘心節位が及ぼす影響	
第 4 章	トウテイランとサンイントラノオの種間雑種の育成 とその形質	45
	実験 1 . 交雑親和性と雑種検定	
	実験 2 . 交雑種子の形成能力ならびに発芽率	
	実験 3 . 雑種個体の特性調査	
第 5 章	総合考察	70
	摘要	80
	Summary	84
	引用文献	89
	謝辞	98
	本学位論文の基礎となった論文	101

## 第 1 章 緒 言

花きは人々の日々を彩る重要な役割を担っており，特に，慶弔の飾花や物日の贈答に，喜びや悲しみの感情を表現するものとして古くより人間生活に取り入れられている．我が国において葬送や仏花として利用されるキクや，母の日の贈答に利用されるカーネーションはその最たるものと言える．これらの花きは，野生種の栽培にはじまり，人の手による育種を経て，現代の花が成立した（柴田，2016）．現代においても，毎年200品種前後の草花類の新品種が育成，品種登録出願され（農林水産省輸出・国際局，2021），新たな花きが人々の目を楽しませている．一方，現在，園芸的に利用されている主要な草花品目の多くは海外に由来するものであり，日本原産のものは決して多くはない．本研究は，日本海に浮かぶ島根県隠岐諸島を代表する夏秋の花であるトウテイラン（野津，1992）について，地域遺伝資源と位置づけ，その園芸化を目指して研究を行ったものである．

## トウテイランについて

トウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko) はオオバコ科クワガタソウ属の多年草で、島根県隠岐諸島、京都府および鳥取県にのみ分布する日本固有種である。本種は海岸部を中心に自生し、隠岐諸島では島前、島後に多数の群落を形成しているものの、本州では鳥取県および京都府の日本海側の数か所にのみ自生する(大橋, 2017)。本種は自生地開発や採取により個体数を急激に減らしており(矢原, 2015)、環境省においては絶滅危惧 II 類 (VU) に、島根県では準絶滅危惧種 (NT) に、また、鳥取県および京都府においても島根県同様の指定を受けている(環境省自然環境局野生生物課, 2012; 京都府環境部自然環境保全課, 2015; 島根県環境生活部自然環境課, 2013; 鳥取県生活環境部公園自然課, 2012)。

トウテイランの属するクワガタソウ属 (*Veronica* L.) は、主に北半球のユーラシアに広く分布する一年草、越年草または多年草であり、約 300 種からなる。そのうち、21 種は日本原産であり、海岸から高山の岩地まで幅広い環境に自生する(大橋, 2017)。そのうち、ヨー

ロッパ原産の *V. longifolia* L. や *V. spicata* L. はガーデニング素材 (Hamrick, 2003) や切り花 (浜田, 2001) として利用されており, 園芸上重要な属である. 一方, 日本原産の種は, ルリトラノオ (*V. subsessilis* (Miq.) Carriere) などの一部が山野草として利用されるに留まり, 幅広く園芸的には活用されておらず, 園芸的に利用しようにもその園芸的な価値についても評価がなされてきていないため, その生産方法も明らかでないのが現状である.

トウテイランの特徴について, その開花期は 7~11 月で, 青紫色の小花が集合した総状花序を形成する. また, 葉の両面には白い毛じが密生しており, 開花期以外の時期においても, いわゆるシルバーリーフプラントとして観賞することが可能である (小林ら, 2015; 野津, 1992). このように花穂, 茎葉ともに観賞価値が高い植物であるが, 現在その活用は山野草としての利用の範疇で, 商業的な園芸利用は限定されており, 未利用遺伝資源の一つといえる. トウテイランに関して, これまで住民らによる自生地保護活動 (稲村, 2000) や, 自生地保護を目的とした各地域の自生状況調査 (鐵ら, 2017)

が行われている。また、遺伝的多様性について ISSR マーカーを用いた評価（手嶋・大迫，2010）が行われている一方で、形態的多様性について調査が行われた報告はない。トウテイランを新たな遺伝資源として、その形態や生育特性の評価を行い、その利用方法を検討することで幅広い活用が見込まれる。

#### **鉢物花きの現状とトウテイラン鉢物化の課題**

国内の鉢物花き流通について、その流通量は年々減少しており、東京都中央卸売市場での取扱額は2002年の103億円から2021年の47億円まで、20年間で54%減少している（東京都中央卸売市場，2022）。また、鉢物は物日需要に対応した商材であり、鉢物が流通する物日のない1～3月および6～9月は需要が減少し、その時期における鉢物の流通量は母の日前の4～5月や年末の11～12月の約半量に留まっている。花き業界では、2011年から2月14日をフラワーバレンタインとして1～2月期の需要の創出に取り組んでいる（農林水産省，2021）。一方、秋季の物日には9月第3月曜日の敬老の日があるが、敬老の日は鉢物の物日としては認識さ

れていない。現在，敬老の日出荷が可能な鉢物品目として，ルクリアやリンドウなどが挙げられる。それらに加え，トウテイランは自然条件で夏秋期に開花することから，敬老の日出荷が可能な本邦原産の新たな鉢物花き品目として，夏秋期の需要喚起が期待できる。物日出荷のような特定の日を目標に生産する場合，開花調節技術が必須となる。トウテイランが属するペロニカ属の開花調節方法に関する報告は，初夏に開花する *V. longifolia* L. や *V. virginica* L. を早期出荷するための加温による半促成栽培（浜田，2001）や冷蔵後に加温する促成栽培技術（Hamrick，2003）がある。しかし，トウテイランのように夏秋期に開花する種では見当たらず，新たに開花調節技術を開発する必要がある。

#### 地域遺伝資源を活用したトウテイランの交雑育種

花きの品種発達において，交雑育種は草姿や花容，花色の多様化，開花期間の延長による観賞性の向上，また，栽培特性の改善による生産性の向上に重要な役割を担ってきた（斎藤，1969）。トウテイランにおいても，園芸化を進めるにあたり種内交雑ならびに種間交雑育種

により特性を改善することは重要な課題である。トウテイランを育種利用した例では、*V. spicata* ‘Rosea’との種間交雑によって‘西宮花1号’が育成されており（農林水産省，1999），種間雑種形成能力を有することが知られている。また，佐藤ら（2015）は，絶滅危惧種の保全において，自生地保護とならび，遺伝資源として活用することも重要であると指摘している。トウテイランにおいても，その交雑種を育成し，地域特産花きとして普及を進めることにより，商業的な利用機会の拡大のみならず，一般市民における認知度を高め，絶滅危惧植物の保全活動の推進も期待される。

島根県に自生するクワガタソウ属は10種（杵村，2005）であり，トウテイランを含み，ダイセンクワガタ（*V. schmidtiana* Regel subsp. *senanensis* (Maxim.) Kitam. et Murata f. *daisenensis* (Makino) T.Yamaz.），イヌノフグリ（*V. polita* Fr. var. *lilacina* (T.Yamaz.) T.Yamaz.），サンインクワガタ（*V. muratae* T.Yamaz.），サンイントラノオ（*V. ogurae* (T. Yamaz.) Albach）の5種は絶滅危惧種または準絶滅危惧種に指定されている（島根県環境生活部自然環境課，2013）。サンイン

トラノオは島根県東部および中央部の岩山および林縁の露岩上にのみ自生する島根県固有の夏緑性宿根草である。ルリトラノオ亜属の中では唯一地下茎を持ち、同亜属の中では最も特殊化した種である（山崎，1982）。地上部は、匍匐あるいは下垂する枝に細かい照葉が密生し、7～9月に開花する小型で青紫の花穂が美しく（稲村，2001）、観賞価値が高いが、これまで園芸的な商業利用に関する報告はない。サンイントラノオは自生地がきわめて限られている上に、各自生地での個体数が少ない稀少植物である。観賞目的での採取や自生地の遷移により激減しているため、環境省では絶滅危惧 II 類（VU）に、島根県では絶滅危惧 I 類（CR+EN）に指定されている（環境省自然環境局野生生物課，2012；島根県環境生活部自然環境課，2013）。トウテイランおよびサンイントラノオにおいても 2 種の種間交雑によって、両種の特徴を併せ持つ観賞性が高い品種を育成、園芸化することにより、一般市民における認知度を高め、絶滅危惧植物の保全活動の推進が期待される。

## 本研究の構成

本研究では隠岐諸島のトウテイランの園芸化を目標とし、以下のような3課題を設定し、研究を行った。

1. トウテイランの園芸植物としての評価
2. 開花調節技術の開発
3. 新品種育成に向けた交雑に関する知見の蓄積

第2章では、隠岐諸島に点在するトウテイランの自生地を踏査し、自生状況を把握した。また、自生地で採集した種子に由来する実生を栽培、その特性を明らかにし、園芸的な用途を考察した（加古ら、2020）。

第3章では、トウテイラン鉢物の夏秋期における物日出荷を目標として、摘心時期、摘心位置が開花時期および鉢物品質に及ぼす影響を調査し、敬老の日出荷を目標とした開花調節技術を開発した（加古ら、In press）。

第4章では、トウテイランを活用した新たな地域特産花き品目の開発を目的に、島根県内に自生する同属のサンイントラノオとの種間交雑を試み、交雑親和性を確認し、種間交雑種子の獲得効率およびその実生個体の特性を評価した（加古ら、2021）。

そして第5章において、トウテイランの園芸的評価、鉢物生産のための開花制御方法の開発、自生種との種間交雑による新品種育成を通じ、園芸化に向けた課題の解決と、トウテイランの園芸利用についての考察を行った。

## 第 2 章 隠岐諸島に自生するトウテイランの園芸利用 を目的とした評価

野生植物を地域遺伝資源として園芸化する場合，作型開発のために自生環境や生育の周期を把握すること，また，自生集団の形質の多様性を把握し，用途に応じた形質をもつ個体の選抜を行うことが重要である．

本章では，トウテイランを地域遺伝資源として活用（小林，2012）することを目的に，園芸的利用価値の評価を行うため，隠岐諸島内の多様な環境下に自生する個体から収集した種子に由来する実生集団を用い，個体ごとの開花や形態に関する各種形質を計測し，産地ならびに個体間で比較した（加古ら，2020）．

## 実験 1 . 隠岐諸島における自生地の調査

### 材料および方法

2011～2013年に、島根県隠岐諸島の島前に属する西ノ島（西ノ島町）、中ノ島（海士町）、知夫里島（知夫村）および、島後（隠岐の島町）の計4島および島後の周囲の無人島において、トウテイランの自生集団の確認とその自生環境を調査した。

### 結 果

自生を確認した地点および採種地点を第2-1図に、採種地点の生育立地を第2-1表に示した。西ノ島では4地点、知夫里島では5地点、島後およびその周囲の無人島では12地点で自生を確認した。一方、中ノ島では自生が確認できなかった。島後内陸部の1地点を除き、いずれの自生地も海岸もしくは海岸近くに存在し、その多くは日当たりのよい海食崖およびその上の草地、もしくは工事に伴い開削された海岸近くの切土法面およびその上の草地であった。島後の内陸で確認された1地点の自生地においても、いずれの個体も日当たりの

よい自然崖の露岩上に自生していた（第 2-2 図）。

## 実験 2 . 実生個体の特性調査

### 材料および方法

供試材料は 2012 年 10 月に環境省許可のもと，島根県隠岐諸島の知夫里島（知夫村），西ノ島（西ノ島町）および島後島（隠岐の島町）の各自生地に自生する複数の個体よりランダムに採取した種子を使用した。2014 年 1 月 6 日に Metro-Mix 350 (Sun Gro Horticulture 社) を充填したポットに自生地ごとに播種し，3 月 10 日に 200 穴プラグトレイに同様の用土で定植した。4 月 7 日に真砂土と PRO-MIX BX (Premier Tech Horticulture 社) を 1 対 1 で混合し，基肥としてロングトータル 391-70 (ジェイカムアグリ (株)) を  $4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  混和した用土で鉢替えした。生育した実生 47 個体を 4 月 18 日に島根大学内圃場（島根県松江市）に定植し，前述のロングトータル 391-70 を株当たり  $4 \text{ g}$  施用して栽培したものを用いた。

各個体の形質調査は、2014年および2015年の7～11月にかけて実施し、2年の平均値を用いた。開花期は各個体における第1花の開花日から株全体の開花終了日までの日数を開花期間とした。形態調査は、各個体の開花初期に、農林水産植物種類別審査基準のペロニカ属特性審査基準（農林水産省、1998）に基づく形態・生態学的特性を一部改変した21項目とし、草型、草丈、葉の向軸面および背軸面の色、主茎茎径、一次分枝数、小花の形状、花弁の形状、花弁先端の形状、がく片の形状および雌ずいの長短は1個体当たり1か所、葉身長、葉身幅、花序長、花序径、小花径、がく片長、小花柄長、1花序当たりの小花数、小花密度（開花部位1cm当たりの小花数）、および開花部位長（同一日に花序内で開花している部位の長さ）は1個体当たりそれぞれ5か所測定し、その平均値を用いた。花色の調査には上記47個体に島根県農業技術センターが保有する隠岐諸島原産の12個体を加えた合計59個体を供試し、1個体当たり3枚の花冠裂片を色彩色差計（CR-10、コニカミノルタジャパン（株））を用いてCIE L\*a\*b\*値を計測した。

## 結 果

### 1) 生態的特性

開花日を第2-2表に示した。開花日は、早い個体で7月23日、遅い個体で9月9日、開花終了日は、早い個体で9月10日、遅い個体で11月23日、開花期間は33～105日であった。なお、開花期について、最も早い個体と最も遅い個体との差は、開花日で48日、開花終了日で74日あり、最も開花が早い個体の開花終了期に、最も開花が遅い個体の開花が始まっていた。

### 2) 草姿

供試個体の開花時の草姿を第2-1表に示した。開花時の草型は傾状および直立のものが多いが、西ノ島①のように直立の個体のみの採種地がある一方、島後③のように平状の個体のみの採種地があり、産地によって異なる傾向があった。草丈は32.2～75.5 cm、主茎茎径は1.4～4.3 mm、一次分枝数は0～13本の範囲にあった。葉の形態は、葉身長は3.9～10.4 cm、葉身幅は1.0～2.2 cmであり、葉形比は3.2の楕円形の葉身の個

体から，7.8と狭披針形の葉身の個体が観察された．

### 3) 花器形質

花序の形質を第2-3表に，小花の形質を第2-4表に示した．花序長は9.9～37.2 cm，花序径は1.9～3.1 cm，1花序当たりの小花数は55～239輪であった．開花部位長は2.8～7.0 cmであり，小花密度は花序1 cmあたり4.5～9.8輪であった．小花径は7.3～11.8 mmの範囲にあり，小花の形状は皿形もしくはは椀型，花弁の形状は卵形もしくはは広卵形であったが，多くの個体で花弁は卵形であった．花弁の先端の形状は円形から鋭形までの多様性がみられた．がく片の形状は卵形ないし長楕円形であり，雌ずいの長短は短から長までの，小花柄長は1.1～3.2 mmの多様性がみられた．

### 4) 花色

第2-3図にa\*値をx軸，b\*値をy軸とし，各個体の花色をプロットした．第2象限にプロットされた白色の1個体を除き，残りの58個体はすべて第4象限にプロットされ，紫～青紫色であった(第2-3図，第2-4図)．

## 第 2 章 の 考 察

隠岐諸島におけるトウテイランの自生地調査の結果、多くの自生地は既報のとおり海岸近傍であったが、その自生環境は多様であり、日当たりのよい自然崖や、他の草本と混生する草地等において自生集団を形成していた。また、本種は海岸のみならず、内陸部にも自生することが示されており（島根県環境生活部自然環境課，2013），近年の調査では，鐵ら（2017）は島前・西ノ島の海岸線から1 km内陸の位置での自生を確認しているが，今回の調査でも島後の海岸線より5 km内陸部の山地に自生地を確認したことから，島後の自生地は海岸線のみではなく，内陸部まで及んでいることが明らかになった。

草姿について，今回の調査個体における最大個体と最小個体の草丈の高低差は43.3 cmと大きく，一次分枝数も0～13本の多様性が観察された。園芸植物には，カーネーションやキンギョソウ，ストックのように，草

姿によって鉢物用と切り花用が別品種群として成立している植物が存在する (Hamrick, 2003). 本種の園芸化においても, 草姿の多様性を利用し, ガーデニング用途のみならず, コンパクトな草姿が望ましい鉢物から, 直立で草丈が高いことが望ましい切り花などへの, 幅広い用途に対応した品種育成が可能であると考えられる. 一方, 本種の茎葉はシルバーリーフプランツとしての観賞価値を有することから, 葉の形態や草姿は開花期以外においても観賞性に影響を及ぼす. 今回の調査個体において, 葉や草姿に多様性が観察されたことから, 観葉植物の育種素材としても活用が期待できる.

同一条件で栽培した調査個体全体の開花期について, 最も早い個体の開花から, 最も遅い個体の終了までの日数は 123 日であった. この結果は, トウテイランを花壇植物あるいは修景植物として使用する際に, 開花期間が長い単一の系統で長期間観賞できるだけでなく, 開花期の異なる系統を組み合わせることで, より長期間にわたり開花観賞できることを示している. また, 鉢物利用する際にも, 開花期の異なる系統の利用により, 継続的に市場出荷できる可能性がある.

花器形質について，花序には花序長および花序径いずれの項目も個体差があり，その多様性は切り花から鉢物，花壇苗等の素材として幅広く利用できると考えられる．また，開花部位長が長く，小花密度の高い個体は観賞性を向上させる育種素材として有用である．これまでトウテイランでは青紫以外の花色は報告されていなかったが，今回の調査で新たな花色変異を見出すことができた．今後，花色変異個体を育種素材に活用することで今回の調査で見出した白花や紫花の個体のみならず，より幅広い花色変異を創出することが期待される．

以上のことから，隠岐諸島に自生するトウテイランは同一栽培条件下においても草姿，花器形質，開花期に幅広い多様性があり，有用な花き遺伝資源であると評価された．トウテイランを活用するにあたり，様々な草姿に加えて花色や葉型の多様性を取り込むことで，花器，観葉の両面で観賞価値の高い，日本原産の切り花，鉢花，花壇苗と，幅広く適応した新規花き品目として利用できると考えられる．

第2-1表 隠岐諸島におけるトウテイランの自生立地および実生の栽培条件下での草姿

採種地	採種地の 自生立地	草型	草丈 (cm)	主茎茎径 (mm)	一次分枝 (本)	葉身長 (cm)	葉身幅 (cm)	葉形比 <sup>z</sup>	
西ノ島	① 草地	1	直立	51.2	2.0	1.2	5.6	1.2	4.8
		2	直立	50.0	1.7	1.5	4.6	1.0	4.7
		3	直立	48.5	1.6	1.5	4.8	1.0	4.8
		4	直立	36.7	2.1	0.0	5.2	1.2	4.2
		5	直立	50.2	1.8	1.0	3.9	1.0	3.9
		6	直立	53.5	1.9	2.2	5.0	1.1	4.8
	② 海食崖	1	直立	52.5	2.6	0.0	7.3	1.8	4.1
知夫里島	① 海食崖	1	直立	55.0	3.0	0.0	8.2	1.7	4.9
		2	直立	47.5	2.6	2.0	4.9	1.0	4.7
		3	傾状	40.0	2.6	0.0	6.9	1.3	5.2
		4	傾状	52.8	2.6	2.0	6.6	1.6	4.0
		5	直立	37.5	2.3	0.0	6.2	1.3	4.8
		6	直立	61.8	3.2	2.5	10.4	1.5	7.1
	② 草地	1	直立	73.2	3.2	2.0	7.8	1.7	4.6
	① 海食崖	1	傾状	51.0	3.9	1.0	7.0	2.0	3.5
		2	傾状	65.9	3.2	0.0	8.3	2.0	4.1
		3	傾状	43.0	3.9	3.0	8.5	2.0	4.4
		4	傾状	61.3	3.6	3.0	8.2	2.1	3.9
		5	傾状	40.1	4.1	4.0	9.0	2.2	4.0
			② 海食崖	1	傾状	40.0	2.2	2.0	5.8
		2	傾状	58.0	4.3	6.0	8.0	1.8	4.4
		3	傾状	60.0	3.5	5.0	8.7	1.9	4.6
	③ 海食崖	1	平状	50.3	3.2	2.0	7.4	2.1	3.6
		2	平状	62.5	2.5	2.0	6.7	1.9	3.5
		3	平状	63.5	2.7	2.0	7.5	2.1	3.5
		4	平状	61.5	2.8	2.7	6.7	1.8	3.7
		5	平状	61.1	2.8	2.0	6.4	1.7	3.8
		6	平状	72.0	3.0	3.5	6.9	1.9	3.7
島後	④ 草地	1	傾状	50.5	2.7	2.8	8.2	1.7	4.9
		2	傾状	60.7	2.3	0.0	5.1	1.5	3.5
		3	傾状	52.0	2.6	3.3	7.5	1.5	4.9
		4	直立	60.5	3.1	2.0	8.5	2.1	4.1
		5	直立	50.5	2.4	2.0	6.7	1.7	4.1
		6	傾状	63.7	2.9	4.0	7.2	1.9	3.9
	⑤ 内陸の自然崖	1	傾状	50.5	2.0	1.3	4.8	1.0	4.7
2		直立	43.0	1.5	1.5	4.5	1.1	4.0	
3		傾状	44.3	1.8	0.0	4.4	1.1	3.9	
	⑥ 海岸近くの 切土法面	1	直立	55.0	2.1	13.0	6.6	1.2	5.3
2		直立	48.5	2.0	2.3	6.6	1.0	6.5	
3		直立	71.5	2.8	4.0	6.5	1.5	4.2	
4		直立	52.0	2.8	7.8	9.7	1.9	5.2	
5		直立	45.0	1.9	2.3	6.0	1.1	5.3	
6		直立	75.5	3.2	4.0	9.1	1.2	7.8	
7		平状	32.2	2.1	1.0	7.4	1.0	7.2	
8		傾状	43.0	1.8	3.5	6.3	1.0	6.1	
9		平状	50.7	1.4	6.5	6.8	1.3	5.3	
10		平状	47.3	1.7	2.0	6.5	1.1	5.7	

<sup>z</sup>葉身長／葉身幅

第2-2表 隠岐諸島に由来するトウテイラン実生の栽培条件下での開花期

採種地		開花日	開花終了日	開花期間 <sup>2</sup> (日)		
西ノ島	①	1	8月26日	10月15日	50	
		2	8月26日	10月20日	55	
		3	8月22日	10月19日	58	
		4	9月5日	10月8日	33	
		5	8月29日	10月15日	47	
		6	8月18日	10月13日	56	
	②	1	9月7日	10月15日	38	
		①	1	8月30日	10月19日	50
			2	8月15日	9月25日	41
			3	9月9日	10月21日	42
			4	8月24日	10月13日	50
			5	8月15日	9月29日	45
6	8月13日		10月1日	49		
知夫里島	②	1	8月13日	10月8日	56	
	①	1	9月9日	11月23日	75	
		2	8月10日	10月13日	64	
		3	8月10日	10月15日	66	
		4	8月20日	10月24日	65	
		5	8月10日	11月23日	105	
②	1	8月18日	10月20日	63		
	2	8月11日	10月4日	54		
	3	8月10日	10月10日	61		
島後	③	1	8月31日	10月30日	60	
		2	8月14日	10月24日	71	
		3	8月24日	10月24日	61	
		4	8月24日	10月24日	61	
		5	8月24日	10月28日	65	
		6	7月28日	10月16日	80	
	④	1	8月12日	10月10日	59	
		2	9月7日	10月19日	42	
		3	8月7日	10月11日	65	
		4	9月9日	11月10日	62	
		5	8月28日	10月15日	48	
		6	8月30日	10月28日	59	
⑤	1	7月26日	9月10日	46		
	2	7月26日	9月10日	46		
	3	7月23日	9月13日	52		
⑥	1	8月10日	9月15日	36		
	2	8月11日	9月24日	44		
	3	8月1日	9月27日	57		
	4	8月27日	10月21日	55		
	5	8月24日	10月18日	55		
	6	8月5日	9月24日	50		
	7	8月22日	9月28日	37		
	8	8月14日	10月3日	50		
	9	8月24日	10月15日	52		
	10	8月24日	10月18日	55		

<sup>2</sup>開花日から開花終了日までの日数

第2-3表 隠岐諸島に由来するトウテイラン実生の栽培条件下における花序の形質

採種地		花序長 (cm)	花序径 (cm)	小花数 (輪/花序)	開花部位長 <sup>z</sup> (cm)	小花密度 <sup>y</sup> (輪/cm)		
西ノ島	①	1	20.3	2.5	126	4.0	6.2	
		2	14.5	2.5	90	3.8	6.2	
		3	14.0	2.4	76	3.6	5.4	
		4	9.9	2.4	60	2.8	6.1	
		5	17.4	2.4	106	4.0	6.1	
		6	19.2	2.5	111	3.9	5.8	
	②	1	14.3	3.1	93	3.0	6.5	
	知夫里島	①	1	23.8	2.6	137	4.7	5.8
			2	17.4	2.3	122	3.6	7.0
			3	13.9	2.8	89	3.4	6.4
			4	17.5	2.4	133	3.7	7.6
			5	17.8	2.5	141	3.6	7.9
6			25.2	2.8	181	3.7	7.2	
②		1	37.2	2.9	233	4.4	6.3	
島後		①	1	25.4	3.0	231	5.3	9.1
			2	21.2	3.1	204	6.5	9.6
			3	14.8	2.8	144	6.3	9.8
			4	29.8	2.8	239	7.0	8.0
			5	15.2	2.8	126	6.5	8.3
	②	1	18.2	2.5	131	4.7	7.2	
		2	22.1	2.5	166	3.9	7.5	
		3	17.6	2.4	136	3.7	7.7	
		1	24.3	3.1	151	5.9	6.2	
		2	20.9	2.9	125	5.0	6.0	
		3	25.5	3.0	141	4.8	5.5	
	③	4	23.4	3.0	131	5.5	5.6	
5		31.8	3.0	181	5.8	5.7		
6		23.8	3.0	142	6.0	6.0		
1		24.5	2.6	148	3.3	6.0		
2		21.5	2.3	105	4.0	4.9		
3		20.0	2.5	120	3.8	6.0		
④	4	22.6	2.6	111	4.3	4.9		
	5	22.3	2.6	135	3.8	6.1		
	6	17.9	2.6	83	3.6	4.6		
	1	20.5	2.1	106	3.1	5.2		
	2	17.8	2.1	124	3.2	7.0		
	3	16.4	2.1	131	3.0	8.0		
⑤	1	18.0	2.4	95	3.1	5.3		
	2	17.4	2.7	86	2.8	4.9		
	3	30.5	2.9	166	2.8	5.4		
	4	19.2	3.1	128	4.5	6.7		
	5	18.6	1.9	118	2.8	6.4		
	6	20.5	2.7	131	3.6	6.4		
	7	11.8	2.6	55	3.2	4.6		
	8	17.9	2.5	81	3.0	4.5		
	9	24.7	2.9	159	3.0	6.4		
	10	18.7	2.7	105	3.0	5.6		

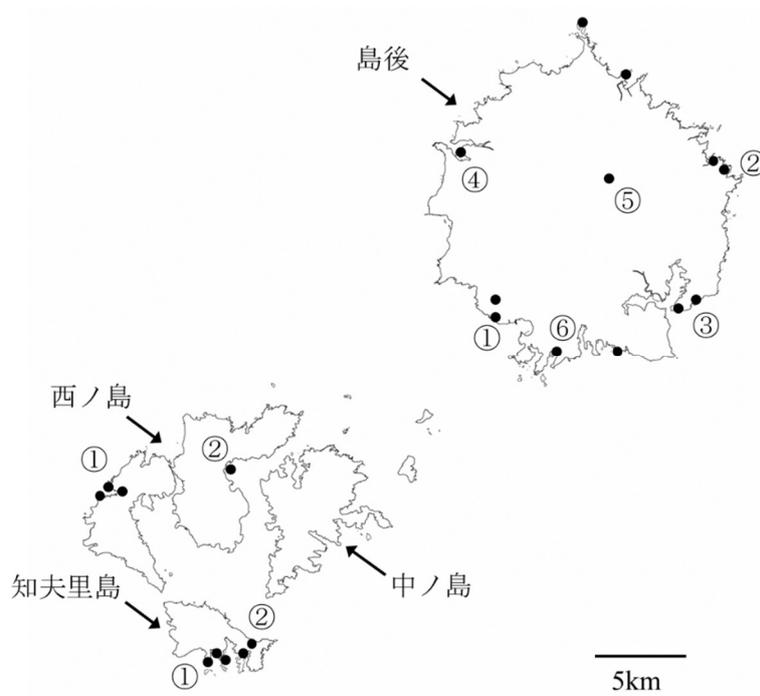
<sup>z</sup>同一日に花序内で開花している部位の長さ

<sup>y</sup>花序の開花部位1 cmあたりの小花数

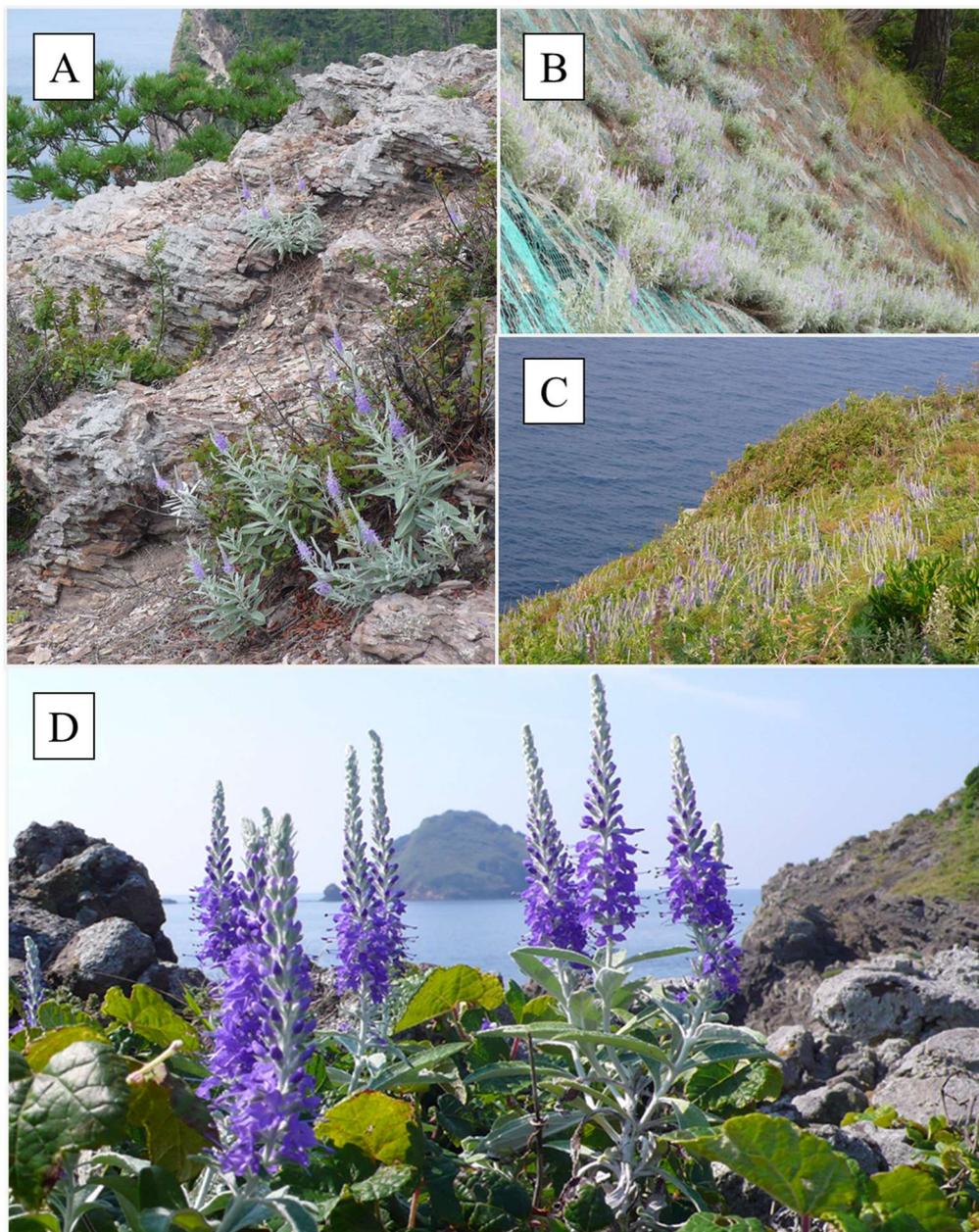
第2-4表 隠岐諸島に由来するトウテイラン実生の栽培条件下における小花の形質

採種地		小花径 (mm)	小花の 形状	花弁の 形状	花弁先端の 形状	がく片長 (mm)	がく片の 形状	雌ずいの 長短 <sup>2</sup>	小花柄長 (mm)		
西ノ島	①	1	8.7	椀形	卵形	鈍形	2.4	卵形	中	1.4	
		2	9.5	皿形	卵形	鈍形	2.7	卵形	長	1.8	
		3	9.2	皿形	卵形	鋭形	2.7	卵形	中	1.6	
		4	9.4	皿形	広卵形	鈍形	3.1	卵形	中	1.6	
		5	9.0	椀形	卵形	鈍形	2.6	卵形	中	1.8	
		6	8.4	椀形	卵形	鈍形	2.7	卵形	中	2.0	
	②	1	11.8	椀形	広卵形	鈍形	3.5	卵形	中	2.6	
		1	9.8	椀形	広卵形	鈍形	3.8	卵形	中	2.6	
		2	8.7	皿形	卵形	円形	2.4	卵形	中	1.4	
		3	9.4	皿形	卵形	鈍形	3.8	長楕円形	短	2.7	
		4	9.8	椀形	広卵形	鈍形	3.5	卵形	中	2.2	
		5	9.5	椀形	広卵形	鈍形	3.6	卵形	中	2.1	
知夫里島	①	6	10.6	椀形	卵形	鋭形	5.2	長楕円形	短	1.8	
		②	1	10.1	皿形	卵形	鈍形	3.4	卵形	中	2.9
		1	9.5	椀形	卵形	鋭形	3.9	長楕円形	短	2.4	
		2	8.1	椀形	卵形	鈍形	3.8	長楕円形	短	2.7	
		3	8.5	椀形	卵形	鋭形	4.2	長楕円形	短	2.6	
		4	7.8	椀形	卵形	鋭形	4.6	卵形	長	2.5	
	②	5	7.5	椀形	卵形	鈍形	4.2	長楕円形	長	3.1	
		1	10.8	皿形	卵形	鈍形	3.7	卵形	長	1.9	
		2	8.6	椀形	卵形	鋭形	3.8	卵形	短	1.6	
		3	8.6	椀形	卵形	鋭形	4.3	卵形	短	1.5	
		1	10.9	皿形	卵形	鋭形	3.5	長楕円形	長	2.6	
		2	9.2	皿形	卵形	鋭形	3.0	長楕円形	中	2.4	
	③	3	10.9	皿形	卵形	鋭形	3.6	長楕円形	中	3.2	
		4	9.1	皿形	卵形	鋭形	2.8	長楕円形	中	2.6	
		5	10.5	皿形	卵形	鋭形	3.3	長楕円形	中	2.6	
		6	10.0	皿形	卵形	鋭形	3.7	長楕円形	短	2.0	
		1	9.2	皿形	広卵形	鈍形	4.5	長楕円形	中	2.3	
		2	9.1	椀形	卵形	鋭形	3.6	長楕円形	中	2.6	
島後	④	3	9.9	椀形	卵形	鋭形	4.0	長楕円形	中	1.7	
		4	11.1	椀形	広卵形	円形	3.7	卵形	短	1.9	
		5	10.0	椀形	卵形	鈍形	3.8	長楕円形	中	2.3	
		6	10.5	椀形	卵形	鋭形	3.7	卵形	中	1.8	
		1	7.9	椀形	卵形	鋭形	3.3	卵形	短	1.1	
		2	7.5	皿形	卵形	鈍形	3.6	卵形	短	1.7	
	⑤	3	7.3	椀形	広卵形	鈍形	2.4	卵形	短	1.3	
		1	8.7	椀形	卵形	鋭形	3.5	卵形	短	1.7	
		2	8.4	椀形	卵形	鋭形	4.0	長楕円形	長	3.1	
		3	9.1	椀形	卵形	鋭形	3.8	卵形	短	2.4	
		4	9.9	椀形	卵形	鈍形	3.9	卵形	中	2.5	
		5	8.4	皿形	卵形	鈍形	3.5	卵形	中	2.5	
	⑥	6	9.5	椀形	卵形	鈍形	4.0	卵形	中	3.1	
		7	9.9	椀形	卵形	鈍形	3.9	卵形	中	2.5	
		8	10.1	皿形	卵形	鋭形	3.8	卵形	短	2.5	
		9	8.2	椀形	卵形	鈍形	3.3	卵形	中	2.8	
		10	8.0	椀形	卵形	鈍形	3.2	卵形	短	2.4	

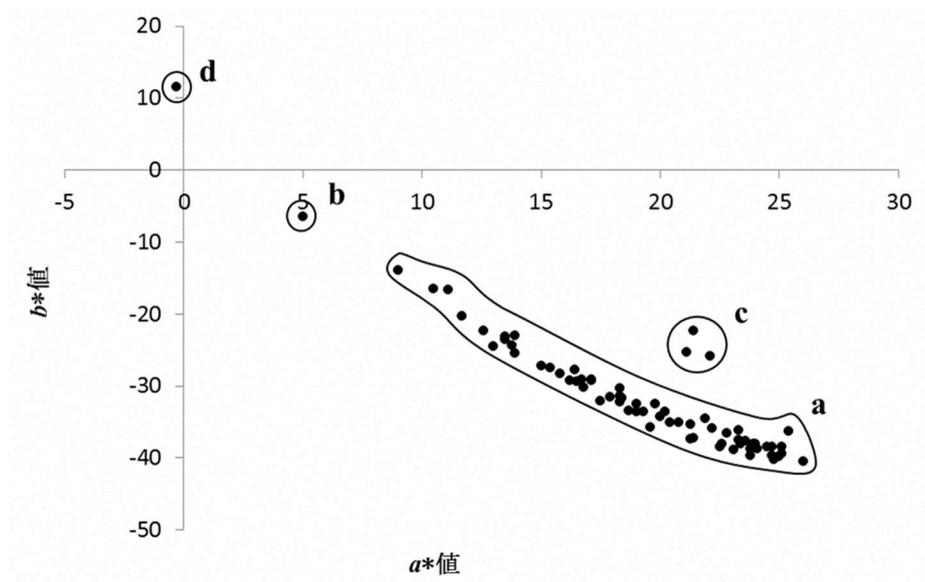
<sup>2</sup>雌ずい先端が雄ずい先端より突出しているものを長、雌ずい先端と雄ずい先端が同程度のものを中、雄ずい先端が雌ずい先端より突出しているものを短とした(農林水産省, 1998)



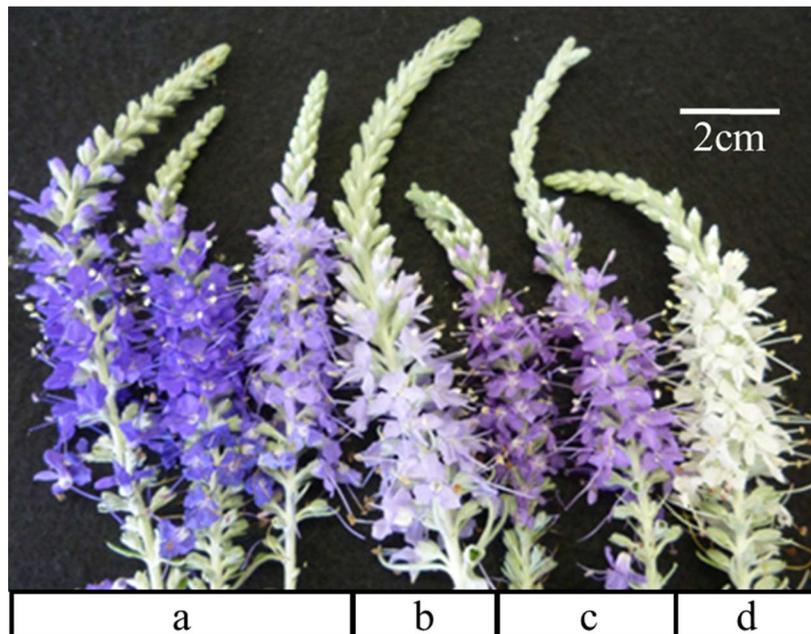
**第2-1図** 隠岐諸島におけるトウテイランの自生地および採種地  
 図中の●は自生を確認した地点を，各島の数字は採種地を示す



**第 2 - 2 図** 隠岐諸島におけるトウテイラン自生状況  
 A : 島後① B : 島後⑥ (隠岐の島町)  
 C : 西ノ島① (西ノ島町) D : 知夫里島① (知夫村)



**第2-3図** CIE L\*a\*b\*表色系における隠岐諸島に由来する  
 トウテイラン実生の花卉色分布  
 図中の線で囲われた集団を示すアルファベットは  
 第2-4図の花色を示すアルファベットと対応している



**第2-4図** 隠岐諸島に由来するトウテイラン実生の花色変異  
図中の花色を示すアルファベットは第2-3図の  
線で囲われた集団を示すアルファベットと対応している

### 第 3 章 トウテイランの鉢物栽培における夏秋期出荷 に向けた開花調節

トウテイランは、第 2 章で明らかにしたとおり、高い観賞性を有しているにもかかわらず、現在、一部の山野草愛好家に向けた少量の流通に限られており、本種の自生地である隠岐諸島では地域特産花きとして一般に流通、利用する方法の開発が望まれている。

トウテイランは、自然条件で夏秋期に開花することから、夏秋期出荷の新規鉢物品目としての利用が可能であると考えられ、9 月第 3 月曜日の敬老の日需要を目標に鉢物として出荷できると考えられる。一方、敬老の日のような物日需要に対応するには、物日に対応した特定の期間に出荷を行う必要があり、そのためには開花調節等の出荷期調節を行う必要がある。

そこで、第 3 章では、島根県に自生するトウテイランの夏秋期出荷に向けた鉢物生産体系の開発を目的に、生産現場への導入が最も容易な摘心処理について、摘心節位、摘心時期が開花時期ならびに鉢物品質に及ぼす影響について検討した（加古ら、In press）。

## 実験 1 . 摘心時期が及ぼす影響

### 材料および方法

トウテイランは、島根県農業技術センターにおいて草丈の低いわい性の草姿に着目し、鉢物向けに選抜した‘NG-1’を各処理区 12 株供試した。2015 年 2 月 10 日に、越冬株を 2 芽ごとに株分けし、Metro-Mix 350 (Sun Gro Horticulture 社) を充填した 128 穴セルトレイに仮植した。鉢上げは、4 月 1 日に真砂土と PRO-MIX BX (Premier Tech Horticulture 社) を容積比 1 対 1 とし、元肥に被覆複合肥料 (ロングトータル 391-70 (N:P2O5:K2O=13:9:11)、ジェイカムアグリ(株)) を 4 g・L-1 混和した培地を用いて 9 cm 黒色ビニルポットへ行った。定植は 7 月 2 日に同様の培地を用いて 15 cm 白色プラスチック鉢に行った。栽培は雨除けなしの露地で行い、追肥は行わなかった。処理区は、定植後摘心を行わない無摘心区を対照に、3 月末に摘心を行う 3 月末摘心区、以下同様に、4 月末摘心区、5 月末摘心区および 6 月末摘心区を設けた。摘心節位は、いずれの区も主枝基部より 3 節目の直上とした。調査項目は最初

の小花が開花した開花日，無摘心区では株分け日から，摘心を行った区では各摘心日から到花までの積算温度，最後の小花が萎凋した開花終了日および出荷適期日の生育とした．積算温度の算出には，島根県農業技術センター内にある気象庁地域気象観測システム出雲観測所のデータを使用した（気象庁，2016）．生育の調査は10月31日までに開花した株について行った．開花日から3～7日経過し，最も開花が早い花穂における小花の開花部位が1cm程度になった日を出荷適期日とし，同日に，無摘心区では主枝の，摘心を行った区では摘心後に主枝から伸長した新梢のうち，開花したものを開花枝，開花しなかったものを不開花枝とし，各枝数ならびに株幅を調査した．一次側枝数，開花枝長，開花節位，最大葉対長，莖径，花穂長の調査は株の中で最も開花が進んでいる開花枝を対象に行った．

## 結 果

開花は摘心時期が遅くなるほど遅くなり，無摘心区と6月末摘心区の間で69日の差があった．また，開花日のばらつきは6月末摘心区において他の区に比較し

て大きくなった。摘心からの到花日数は、6月末摘心区を除いて摘心時期が遅い区ほど少なく、到花までの積算温度も少なくなる傾向が見られた。開花終了日は無摘心区、3月末摘心区、4月末摘心区は10月下旬であったが、5月末摘心区は11月下旬であり、6月末摘心区は調査を打ち切った12月20日までに観察されなかった(第3-1表)。出荷適期日も開花日と同様に、摘心時期が遅い区ほど遅くなった。開花枝数は、摘心を行うことで増加し、5月末摘心区が最も多く、7.4本であり、無摘心区に比較して5.7本増加した。無摘心もしくは5月末までに摘心した区は主枝ならびに主枝より発生した新梢すべてに着花したが、6月末に摘心した区は着花しない枝が生じた。1開花枝当たりの一次側枝は無摘心区で最も多く、次いで3~5月末摘心区が同等となり、6月末摘心区で最も少なくなった(第3-2表)。出荷適期日の生育について、開花枝長は摘心時期が遅くなるほど短く、開花節位は低くなる傾向にあった。茎径は摘心したすべての区で、花穂長は3月末摘心区、4月末摘心および6月末摘心区で無摘心区に比較して小さくなったが、摘心した区ではいずれの区間にも有意な差は

見られなかった（第 3-3 表，第 3-1 図）。

## 実験 2 . 摘心節位が及ぼす影響

### 材料および方法

トウテイラン‘NG-1’を各処理区 12 株供試した。越冬株を 2016 年 1 月 28 日に 2 芽ごとに株分けし，Metro-Mix 350 を充填した 128 穴セルトレイに仮植した。鉢上げは 4 月 4 日に前述の培地で 9 cm 黒色ビニルポットへ行った。定植は 7 月 7 日に同様の培地で 15 cm 白色プラスチック鉢へ行い，実験 1 同様に雨除けなしの露地で追肥は行わずに管理した。摘心は，前述の実験 1 において 9 月上旬出荷には 5 月末の摘心が適することが判明したことから，6 月 2 日に実施した。処理区は，主枝基部より 1 節目の直上で摘心する 1 節区，以下同様に 2，3，4 および 5 節区を設けた。調査項目は開花終了日を除き，実験 1 と同様とした。積算温度の算出についても，実験 1 同様に出雲観測所のデータを使用した（気象庁，2016）。

## 結 果

開花日は摘心節位が低くなるほど遅くなり、最も早かった5節区は8月10日で到花日数は69日、最も遅かった1節区は9月12日で到花日数は103日となり、34日の差があった。到花までの積算温度も摘心節位が低くなるほど大きくなった(第3-4表)。出荷適期日は、開花日同様に約1か月の差があった。開花枝は、摘心節位が低い1節区に比較して、摘心節位が高い5節区で多く、不開花枝は逆に摘心節位が高い5節区に比較して、摘心節位が低い1節区ならびに2節区で多くなった。一次側枝数にはいずれの区にも有意な差は見られなかった(第3-5表)。生育について、株幅、開花枝長および最大葉対長は摘心節位が低いほど大きくなった。開花節位も同様の傾向を示し、1節区の13.6節に対し、5節区では11.3節となり、1節区と5節区の間には2.3節の差が生じた。一方、花穂長は1節区から4節区では15.2~15.6 cmで差はなかったが、5節区では13.2 cmで、他の区と比較して有意に短くなった(第3-6表、第3-2図)。

### 第 3 章 の 考 察

トウテイラン‘NG-1’の鉢物栽培において，摘心時期が遅いほど開花時期も遅くなることが示された．一方，摘心時期が遅い区ほど到花日数は短く，開花節位は低くなる傾向があった．6月末摘心区は5月末摘心区と比較して到花日数や開花節位は同等であったが，到花日数のばらつきは大きく，また，開花枝は減少し，不開花枝が発生した．多くの植物は，ある程度の期間成長し花熟状態になり，その状態で好適条件が揃うと花芽分化に至ると考えられている（小西，1982）．トウテイラン同様，当年に花芽分化し，その後，夏期に開花する花木の一歳サルスベリでは，7月末に切り返した場合は8月中旬に開花するが，8月上旬に切り返した場合は著しく開花率が低下し，8月下旬に切り返した場合は自然条件下では開花しない．また，短日条件下では暗期中断を行わないと開花せず，開花に日長の影響が示唆されている．加えて，開花には温度も影響し，25℃では開花するが，15℃および20℃では開花に至らないことが知ら

れている（五井・田中，1976）．トウテイランにおいても摘心時期によって，開花枝長や開花節位の変動や不開花枝が発生したことから，花芽分化には植物体の成長による花熟に加えて日長や温度などの環境条件の影響があると考えられた．

開花節位や到花日数は摘心節位によっても変動し，摘心節位が高い区ほど開花時期は早くなった．また，到花日数は摘心節位が高い区ほど少なく，到花までの積算温度は少なく，開花節位は低くなる傾向があった．同様の傾向はキンギョソウにおいても知られており，高節位での摘心が低節位での摘心に比較して早期に開花することは，栄養成長から生殖成長への移行が早期に起こることが一つの要因と考えられている（稲葉ら，2010）．また，軸性成長する植物は軸の基部から頂部に向かって成熟度が異なり，上部の組織ほど成熟度が進んだ分化組織から分化したものである（小西，1982）．トウテイランにおいて，摘心節位によって開花節位と開花枝長が変動したことは，摘心により残った部位の成熟度が異なり，摘心後に伸長した枝が花熟に要する生育量まで成長する期間が摘心節位により異なるため

であると考えられた。

一般的な開花調節の方法としては、日長や温度などの環境制御、薬剤処理（小西ら、1988）および摘心処理による抑制（西村ら、2007）などがある。しかし、環境制御は設備導入コストやそのランニングコストの点から、薬剤処理は農薬登録の点から、技術導入には障壁がある。一方、トウテイランの開花調節は、環境制御や薬剤処理に依らず、摘心時期ならびに摘心位置の調整で開花調節できることが明らかとなった。近年、化石燃料の高騰による環境制御コストが上昇していること、また、薬剤処理による環境負荷への注目が増していることを考えれば、トウテイランは鉢物生産導入しやすい品目であると言えよう。

トウテイラン鉢物の利用について、‘NG-1’を用いた今回の結果から、夏秋期の物日である敬老の日出荷を目標とする場合、5月末から6月上旬に基部から2あるいは3節上で摘心することで9月上旬に出荷できることが示された。また、摘心により観賞対象となる部位である開花枝数が増加したことから、適期出荷と観賞性の向上が両立できることが示された。観賞期間につい

でも，5月末に摘心した区では無摘心の区や3月，4月に摘心した区より開花終了日が約30日遅く，消費者の手元で長期間にわたり観賞できることが示唆されており，商品性も高いと考えられた．

以上より，トウテイランの鉢物生産における摘心時期ならびに摘心節位について，鉢物用‘NG-1’を用いて検討を行った結果，摘心時期，摘心節位を変化させることにより開花時期や生育の制御が可能であること，5月末から6月上旬に基部から2～3節の直上で摘心することで敬老の日需要に対応した9月上旬出荷が可能であることが示された．また，摘心節位や摘心時期によって到花日数，開花枝長および開花節位が変動したことから，花芽分化には生育量以外に温度や日長などの要因が関与していることが示唆された．

第3-1表 摘心時期がトウテイランの開花時期に及ぼす影響

処理区	開花日 <sup>z</sup>	到花日数 <sup>y</sup> (日)	到花までの積算温度 <sup>x</sup> (°C日)	開花終了日
無摘心	7月30日 ± 3.3 d <sup>w</sup>	170.9 a	2692 a	10月24日 ± 30.4 a
3月末摘心	8月7日 ± 3.1 d	129.9 b	2540 ab	10月27日 ± 23.3 a
4月末摘心	8月19日 ± 3.9 c	111.5 c	2453 bc	10月22日 ± 14.2 a
5月末摘心	8月31日 ± 3.5 b	92.5 d	2176 d	11月23日 ± 18.8 b
6月末摘心	10月7日 ± 17.3 a	99.8 d	2296 cd	- <sup>v</sup>

<sup>z</sup>開花日，開花終了日は，平均値±標準偏差を示す

<sup>y</sup>無摘心区は株分け日（2月10日）からの，その他の区は摘心日からの到花日数を示す

<sup>x</sup>無摘心区は株分け日（2月10日）からの，その他の区は摘心日からの積算温度を示す

<sup>w</sup>同一列の同一文字間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差なし

<sup>v</sup>調査終了時（12月20日）まで開花終了せず

**第3-2表** 摘心時期がトウテイランの出荷期および開花枝，不開花枝，一次側枝の発生に及ぼす影響

処理区	出荷適期日 <sup>z</sup>	開花枝数 (本/株)	不開花枝数 (本/株)	一次側枝数 <sup>y</sup> (本)
無摘心	8月3日 ± 3.7 e <sup>x</sup>	1.7 d	0 b	13.9 a
3月末摘心	8月12日 ± 4.3 d	4.6 bc	0 b	8.0 b
4月末摘心	8月25日 ± 4.9 c	5.4 b	0 b	8.3 b
5月末摘心	9月5日 ± 4.0 b	7.4 a	0 b	5.7 b
6月末摘心	10月12日 ± 14.4 a	3.7 c	2.5 a	1.0 c

<sup>z</sup>株の中で最も開花の早い花穂の開花部位が1 cmとなった日の  
 平均値±標準偏差を示す

<sup>y</sup>開花枝1本当たりの一次側枝数

<sup>x</sup>同一列の同一文字間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差なし

**第3-3表** 摘心時期が出荷適期のトウテイランの出荷期の生育に及ぼす影響

処理区	株幅 (cm)	開花枝長 <sup>z</sup> (cm)	開花節位 <sup>y</sup> (節)	最大葉対長 (cm)	茎径 (mm)	花穂長 (cm)
無摘心	32.2 bc <sup>x</sup>	24.5 a	19.9 a	19.4 a	3.5 a	15.4 a
3月末摘心	35.3 a	20.5 b	16.8 bc	19.0 a	3.0 b	13.9 b
4月末摘心	33.0 ab	19.4 bc	17.7 b	20.2 a	3.1 b	13.7 b
5月末摘心	34.8 ab	18.4 c	15.3 c	21.0 a	3.1 b	14.2 ab
6月末摘心	29.2 c	15.7 d	15.4 c	18.3 a	2.9 b	13.9 b

<sup>z</sup>無摘心区は主枝基部から，各摘心区は摘心後に伸長した新梢基部からの枝長

<sup>y</sup>無摘心区は主枝基部から，各摘心区は摘心後に伸長した新梢基部からの節位

<sup>x</sup>同一列の同一文字間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差なし

**第3-4表** 摘心節位がトウテイランの開花時期に及ぼす影響

処理区	開花日 <sup>z</sup>	到花日数 <sup>y</sup> (日)	到花までの積算温度 <sup>x</sup> (°C日)
1節	9月12日 ± 7.5 a <sup>w</sup>	102.9 a	2515 a
2節	9月1日 ± 6.1 b	91.2 b	2243 b
3節	8月26日 ± 6.0 b	85.2 b	2091 b
4節	8月19日 ± 2.9 c	78.0 c	1902 c
5節	8月10日 ± 4.5 d	69.1 d	1659 d

<sup>z</sup>開花日は平均値±標準偏差を示す

<sup>y</sup>摘心日（6月2日）からの到花日数を示す

<sup>x</sup>摘心日（6月2日）からの積算温度を示す

<sup>w</sup>同一列の同一文字間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差なし

**第3-5表** 摘心節位がトウテイランの出荷期および開花枝，不開花枝，一次側枝の発生に及ぼす影響

処理区	出荷適期日 <sup>z</sup>	開花枝数 (本/株)	不開花枝数 (本/株)	一次側枝数 <sup>y</sup> (本)
1節	9月18日 ± 7.0 a <sup>x</sup>	4.6 b <sup>x</sup>	3.4 a	4.5 a
2節	9月9日 ± 8.7 b	5.2 ab	2.0 a	4.1 a
3節	9月1日 ± 6.4 c	5.6 ab	1.3 ab	5.5 a
4節	8月24日 ± 4.0 d	6.2 ab	1.5 ab	5.0 a
5節	8月14日 ± 3.2 e	6.6 a	0.3 b	4.5 a

<sup>z</sup>株の中で最も開花の早い花穂の開花部位が1 cmとなった日の平均値±標準偏差を示す

<sup>y</sup>開花枝1本当たりの一次側枝数

<sup>x</sup>同一列の同一文字間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差なし

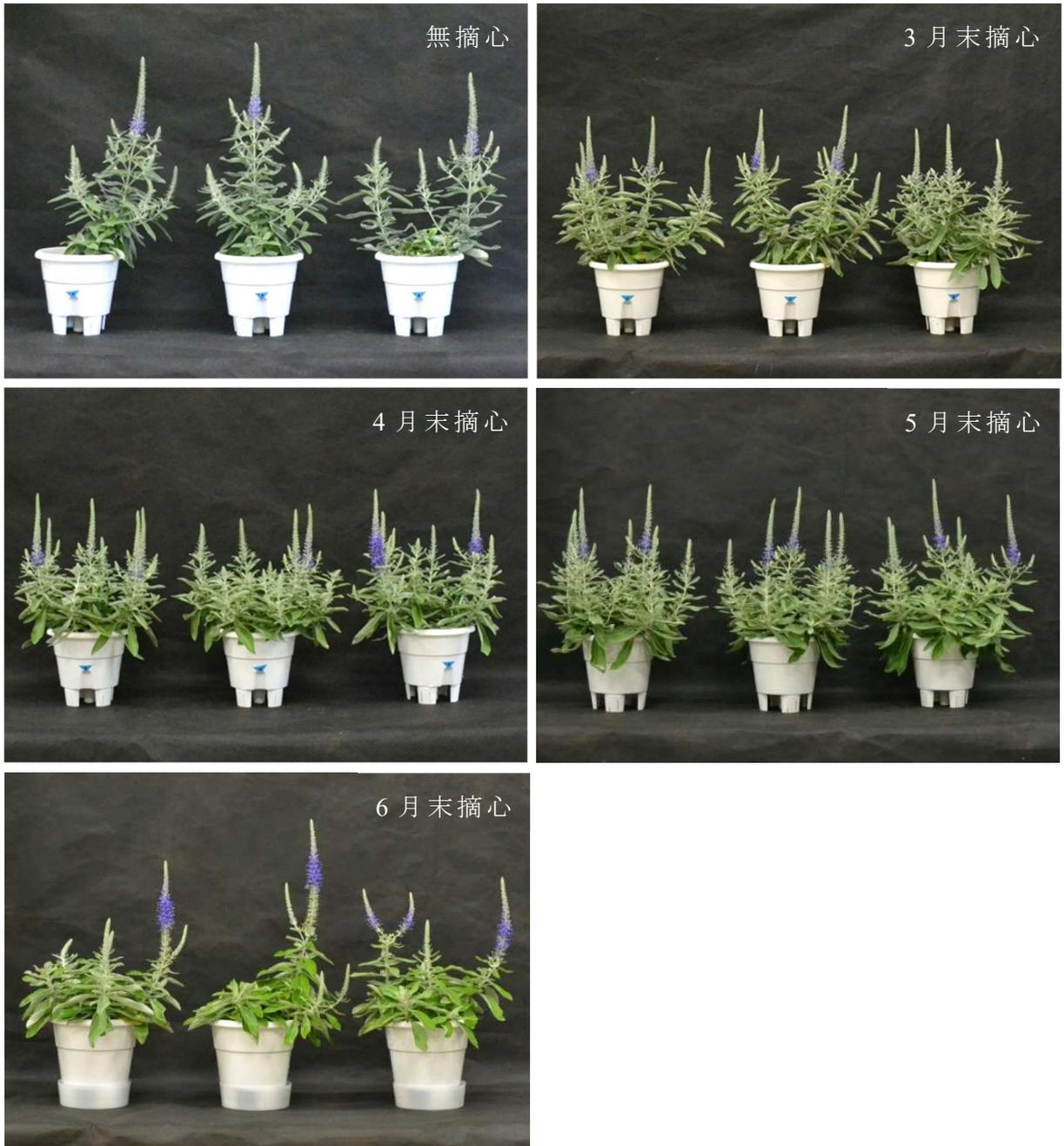
**第3-6表** 摘心節位が出荷適期のトウテイランの出荷期の生育に及ぼす影響

処理区	株幅 (cm)	開花枝長 <sup>z</sup> (cm)	開花節位 <sup>y</sup> (節)	最大葉対長 (cm)	茎径 (mm)	花穂長 (cm)
1節	31.5 a <sup>x</sup>	16.7 a	13.6 a	17.9 a	2.9 abc	15.2 a
2節	31.8 a	14.3 b	12.2 bc	16.5 ab	3.1 a	15.4 a
3節	30.6 ab	14.3 b	12.6 ab	15.4 b	3.0 ab	15.6 a
4節	29.5 ab	12.8 bc	12.3 bc	13.6 c	2.8 bc	15.2 a
5節	28.5 b	11.6 c	11.3 c	12.2 c	2.7 c	13.2 b

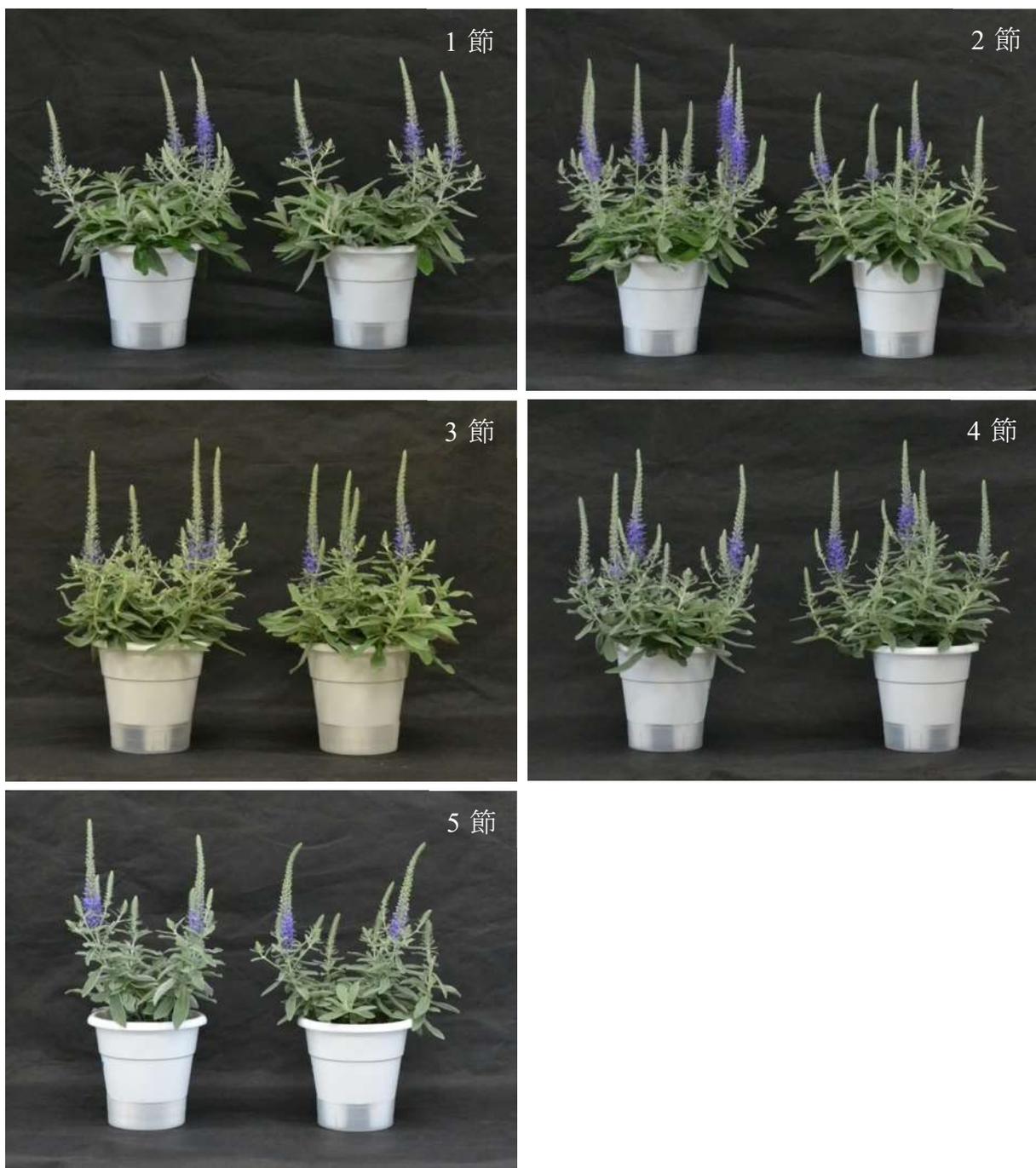
<sup>z</sup>摘心後に伸長した新梢基部からの枝長

<sup>y</sup>摘心後に伸長した新梢基部からの節位

<sup>x</sup>同一列の同一文字間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差なし



**第3-1図** 摘心時期が開花期のトウテイラン‘NG-1’の生育に及ぼす影響  
 各図の撮影日は、無摘心区は7月30日、3月末摘心区は8月9日、  
 4月末摘心区は8月18日、5月末摘心区は9月2日、6月末摘心区は  
 9月29日



**第3-2図** 摘心節位が開花期のトウテイラン‘NG-1’の生育に及ぼす影響  
 各区の撮影日は、1節区は9月8日、3月末摘心区は8月30日、  
 3節区は8月22日、4節区は8月16日、5節区は8月10日

#### 第 4 章 トウテイランとサンイントラノオの 種間雑種の育成とその形質

新規品目の園芸化を進める上で，その園芸的な価値を高めるためには新品種の育成は重要な課題である．トウテイランをはじめとして，県内に自生するクワガタソウ属においても，その園芸化を進めるため，また，その利活用を通じた自生地保護活動推進のため，園芸的な観賞価値の高い品種の育成に取り組む必要があると考えられる．

本章では，島根県に自生するクワガタソウ属を活用し，高い観賞性を有する地域特産花き品目を創出すべく，シルバーリーフが美しいトウテイランと，島根県固有のサンイントラノオを交雑した．得られた実生個体について，雑種検定により 2 種間の交雑親和性を確認し，種間交雑種子の獲得効率およびその実生個体の観賞性に関連する形質について評価した（加古ら，2021）．

## 実験 1 . 交雑親和性と雑種検定

### 材料および方法

2 種間の交雑親和性を調査するため，試験交雑と雑種検定を行った．2014 年 7～9 月に，トウテイラン 3 系統とサンイントラノオ 1 系統を用い，正逆交雑を含む 3 組み合わせの交雑を行った．得られた種子を 2015 年 2 月に播種し，生育した実生 120 個体を島根大学内圃場（島根県松江市）に定植した．

雑種性は，交配親のバンドの遺伝性を *Sequence-related amplified polymorphism (SRAP)* 法 (Li・Quiros, 2001) により検出することで判定した．各交配組み合わせから得られた実生には，形態的特徴から種間雑種と推定される個体と種子親の自殖と推定される個体がみられたため，種間雑種と推定される 4～11 個体について，改変 CTAB 法 (Kobayashi ら, 1998) を用いて葉から全 DNA を抽出し， $10 \text{ ng} \cdot \mu\text{L}^{-1}$  に濃度調整した．PCR 反応は，最初に  $94^\circ\text{C}$  で 3 分の熱変性を行った後， $94^\circ\text{C}$  30 秒の熱変性， $37^\circ\text{C}$  30 秒のアニーリング， $72^\circ\text{C}$  90 秒の伸長反応を 8 サイクル行い，その後  $94^\circ\text{C}$  30 秒の熱変性，

56℃30秒のアニーリング，72℃90秒の伸長反応を35サイクル行った．PCR反応液の組成はDNA 10 ng，10×PCR Buffer for *Ex Taq*（タカラバイオ（株））1 μL，*Ex Taq*（5 U・μL<sup>-1</sup>）0.05 μL，各プライマー（10 μM）0.2 μL，2 mM dNTPs 0.8 μLとした．得られた増幅産物について，2%のアガロースゲルを使用し，TBEバッファー中で100 V 1時間の電気泳動を行った．泳動終了後，エチジウムブロマイド染色を行い，UV照射下で増幅バンドを検出した．プライマーはHanら（2008）が設計したものから，4組み合わせについてPCRを試行し，明瞭なバンドが得られたプライマーMe5（forward;5'-TGAGTCCAAACCGGAAG-3'），Em10（reverse;5'-GACTGCGTACGAATTCAG-3'）の組み合わせを用い，両親由来のバンドを受けついでいるものを雑種個体と判定した．

## 結 果

トウテイラン，サンイントラノオおよびその種間交雑実生個体におけるPCR産物の電気泳動の結果を第4-1図に示した．

トウテイラン 3 個体に共通した，約 1250 bp，1000 bp および 800 bp のバンドが検出された．一方，サンイントラノオでは，いずれのトウテイランでも検出されない約 1050 bp，700 bp，200 bp のバンドが検出された．

トウテイラン A とサンイントラノオを交配して得られた実生およびトウテイラン B とサンイントラノオを交雑して得られた実生では，トウテイランから 1250 bp，1000 bp および 800 bp のバンドを，サンイントラノオから 200 bp のバンドを受けついでいた．一方，トウテイラン C とサンイントラノオを交雑した 2 つの個体では，トウテイランから 1250 bp，1000 bp および 800 bp のバンドを，サンイントラノオから 700 bp のバンドを受けついでおり，種間雑種であることが示され，2 種間に交雑親和性を有することが確認された．

## 実験 2 . 交雑種子の形成能力ならびに発芽率

### 材料および方法

交雑試験は 2015 年 7～9 月に網室内において，種子

親を除雄の上で行った。種間交雑は、トウテイラン 3 系統とサンイントラノオ 3 系統を用い、正逆含め 10 組み合わせの交雑を行った。種内交雑は、トウテイラン 6 個体を用い、正逆および自家交配を含め 16 組み合わせ、サンイントラノオ 3 個体を用い、自家交配を含め 3 組み合わせの交雑を行った（第 4-1 表）。種子の獲得効率は、1 組み合わせ当たりの結果数および 1 蒴果当たりの正常種子数を、各組み合わせ 5 果について計測した。得られた種子は、種子が 100 粒以上得られた組み合わせでは 50 粒を 2 反復、100 粒未満の場合は全量を 2 等分し、2016 年 1 月に、Metro-Mix 350（Sun Gro Horticulture 社）を充填したポットに播種し、12℃加温した温室で管理した。播種 15 日後に発芽数を調査し、発芽率を求めた。

## 結 果

トウテイランおよびサンイントラノオを用いた種内および種間交雑による種子の獲得数および発芽率に関する結果を第 4-1 表に、種ごとにまとめた平均値を第 4-2 表に示した。

トウテイラン種内の交雑では，結果率は低いもので33.3%，高いもので100%，平均75.1%であった．1果当たりの種子数は少ないもので16.2粒，多いもので40.7粒，平均27.1粒であった．発芽率は低いもので35.0%，高いもので100.0%，平均85.5%であった．なお，トウテイランは，他家受粉，自家受粉ともに結果し，発芽能力のある種子が得られた．

サンイントラノオ種内の交雑では，結果率は低いもので38.9%，高いもので57.1%，平均50.5%であった．1果当たりの種子数は少ないもので4.4粒，多いもので7.2粒，平均6.0粒であった．発芽率は低いもので36.0%，高いもので76.0%，平均52.6%であった．サンイントラノオもトウテイラン同様に他家受粉，自家受粉ともに種子が得られ，発芽した．

トウテイランを種子親，サンイントラノオを花粉親にした交雑では，結果率は低いもので39.9%，高いもので94.4%，平均65.2%であった．1果当たりの種子数は少ないもので0.2粒，多いもので1.4粒，平均0.7粒であり，交雑後に結果したものの，正常種子が形成されない蒴果が多数みられた．発芽率は低いもので

57.9% , 高いもので 97.5% , 平均 78.3% であった . 一方 , サンイントラノオを種子親 , トウテイランを花粉親にした交雑では , 交雑後に子房が成長せず , 結果しなかった .

結果率はトウテイラン種内の交雑およびトウテイランにサンイントラノオを交雑した組み合わせに対し , サンイントラノオにトウテイランを交雑した組み合わせで有意に低くなった . また , 1 果当たりの正常種子数は , トウテイラン種内の交雑が他の組み合わせに対して有意に高くなった . 発芽率はトウテイラン種内の交雑に対し , サンイントラノオ種内の交雑で有意に低くなった .

### 実験 3 . 雑種個体の特性調査

#### 材料および方法

交雑種子の形成能力ならびに発芽率の実験で得られた交雑実生を 3 月に 200 穴プラグトレイに Metro-Mix 350 を用いて仮植した . 4 月に , 真砂土と PRO-MIX BX

( Premier Tech Horticulture 社 ) を 1 対 1 で 混 和 し , 基 肥 と し て ロ ン グ ト ー タ ル 3 9 1 - 7 0 ( ジ ェ イ カ ム ア グ リ ( 株 ) ) を 4 g ・ L - 1 混 和 し た 混 合 用 土 を 用 い て 9 c m 黒 色 ビ ニ ル ポ ッ ト へ 定 植 し た . 同 時 に , 交 雑 親 に 用 い た ト ウ テ イ ラ ン お よ び サ ン イ ン ト ラ ノ オ の 株 分 け 苗 も 同 様 に 定 植 し た . 生 育 し た 1 2 交 雑 組 み 合 わ せ 9 2 個 体 の 交 雑 実 生 , ト ウ テ イ ラ ン の 交 雑 に 用 い た も の の う ち 3 系 統 各 4 個 体 , サ ン イ ン ト ラ ノ オ 3 系 統 各 4 個 体 の 株 分 け 苗 を , 5 月 に 1 5 c m 硬 質 黒 色 ポ リ ポ ッ ト に 同 様 の 混 合 用 土 で 鉢 替 え し , 島 根 県 農 業 技 術 セ ン タ ー ( 島 根 県 出 雲 市 ) 内 の 露 地 棚 で 栽 培 し た も の を 形 態 調 査 に 用 い た .

特 性 調 査 の う ち , 開 花 期 に 関 す る 項 目 は , 各 個 体 に お け る 第 1 花 の 開 花 日 , 株 全 体 の 開 花 終 了 日 , 開 花 日 か ら 開 花 終 了 日 ま で の 日 数 ( 開 花 期 間 ) と し た . 形 質 調 査 は , 2 0 1 7 年 の 9 月 4 日 お よ び 5 日 に 実 施 し た . 農 林 水 産 植 物 種 類 別 審 査 基 準 の ベ ロ ニ カ 属 特 性 審 査 基 準 ( 農 林 水 産 省 , 1 9 9 8 ) に 基 づ く 形 態 ・ 生 態 学 的 特 性 を 一 部 改 変 し た 2 3 項 目 と し た . す な わ ち , 草 型 , 主 茎 数 , 茎 の 毛 量 , 葉 の 向 軸 面 お よ び 背 軸 面 の 毛 量 , 小 花 の 形 状 , 花 弁 の 形 状 , 花 弁 先 端 の 形 状 お よ び が く 片 の 形 状 は 1 個

体当たり 1 か所，主茎長，主茎径，一次側枝数，葉長，葉幅，花序長，花序径，開花部位長（同一日に花序内で開花している部位の長さ），雌ずい長，小花径，がく片長，小花柄長および小花密度（開花部位 1 cm 当たりの小花数）は 1 個体当たりそれぞれ 3 か所測定し，その平均値を用いた．得られたデータのうち，観賞性に重要と考えられる 11 項目（第 4-6 表）について，エクセル統計 3.20（（株）社会情報サービス）を用いて主成分分析を行った．

## 結 果

トウテイラン，サンイントラノオおよび雑種個体の外観を第 4-2 図，トウテイラン，サンイントラノオおよび雑種個体の開花期を第 4-3 表，形態的特徴を第 4-4 表および第 4-5 表に示した．また，形態形質のデータを用いて主成分分析を行った際の固有値，寄与率および固有ベクトルを第 4-6 表に，主成分得点散布図を第 4-3 図に示した．

開花期について，種間雑種が最も早くから開花し，サンイントラノオと同等であり，トウテイランに比較し

て有意に早かった。開花終了はサンイントラノオが最も早く，次いで種間雑種であり，トウテイランが最も遅くまで開花した。一方，開花期間は，種間雑種は長期にわたって開花し，トウテイランおよびサンイントラノオに比較して有意に長かった。

草姿に関して，草型はトウテイランは直立，サンイントラノオは平状であり，種間雑種は中間的な個体が多かった。主茎径，茎の毛量，葉長，葉幅，葉の向軸面および背軸面の毛量について，種間雑種は有意に両親の中間的な値を示した。一方，種間雑種の一次側枝数はサンイントラノオに比較して有意に少なく，トウテイランと同等であった。

花器の形質に関して，花序長は種間雑種で最も長く，サンイントラノオより有意に長かった。小花密度も同様の傾向を示した。花序径はトウテイランで最も大きく，サンイントラノオ，種間雑種より有意に大きかった。雌ずい長はトウテイランおよび種間雑種が，サンイントラノオより有意に長かった。小花の形状はトウテイランは平型，サンイントラノオは椀型を示し，種間雑種は中間的であった。がく片長はトウテイランがサンイ

ントラノオおよび種間雑種より有意に長かったが、がく片の形状はトウテイランおよび種間雑種が長楕円であったのに対し、サンイントラノオは線形で、有意に異なった。一方、小花柄長はトウテイランとサンイントラノオが同等であったが、種間雑種は有意に短かった。

主成分分析の結果について、固有値が1を越える主成分が4成分得られた。そのうち上位2つの主成分についてみると、第1主成分は全データの分散の36.8%を説明しており、その固有ベクトルのうち葉長、葉幅、葉の向軸面の毛量、花序径および開花部位長は正の方向に0.25~0.46の値を示し、草型は負の方向に-0.35の値を示した。第2主成分は全データの分散の15.6%を説明しており、その固有ベクトルのうち草型、主茎長および花序長は正の方向に0.28~0.65の値を示し、主茎数および葉の向軸面の毛量は負の方向に-0.37と-0.42の値を示した。第1主成分および第2主成分の主成分得点を用いた散布図(第4-3図)では、トウテイランはすべての個体が第4象限に、サンイントラノオは第2および第3象限にプロットされた。種間雑種は、第1主成分はトウテイランおよびサンイントラノオの中間に

分布したが，第 2 主成分は交配親よりも大きな値となる個体が多数あり，すべての象限にプロットされた．

## 第 4 章 の 考 察

### 交 雑 親 和 性 と 種 子 生 産 能 力

島根県内に自生する 2 種の絶滅危惧植物，トウテイランとサンイントラノオの遺伝資源としての活用と保全を目的に，種間交雑を行い，雑種検定により交雑親和性を評価し，交雑種子の獲得効率ならびに種間雑種実生の特性評価を行った．

本研究の結果，トウテイランとサンイントラノオを交雑すると，1 果当たりの種子形成数は種内交雑より著しく少ないものの，通常の交雑で発芽可能な種子が獲得でき，生育，開花することが示された．また，得られた実生はトウテイランとサンイントラノオの雑種であることが確認され，両種は交雑親和性を有し，種間雑種の育成が可能であった．なお，本研究において SRAP 法により検出したバンドのうち，サンイントラノオに由

来する 700 bp ならびに 200 bp のバンドは種間雑種個体によって遺伝性が異なっており，これらのバンドは交雑親のサンイントラノオがヘテロで有している配列に由来すると考えられた．

トウテイランとサンイントラノオの交雑において，実生が得られたのはトウテイランを種子親にしたときのみであった．このことから，2種間には，アジサイ属（工藤・新見，1999；巢山ら，2008）や，ユリ属（Niimiら，1996）で報告されているような，一側性不和合性の機構を有することが示唆された．

本研究の種内交雑結果では，自家受粉と他家受粉の間に結果率，1果当たりの種子数に一定の傾向は見られず，生育可能な種子が得られたことから，トウテイラン，サンイントラノオともに自殖が可能なことが示された．一方，自生地 of トウテイランでは，海浜性の有剣ハチ類やシジミチョウが，複数個体の間を訪花している報告（中尾ら，2018）があることから，トウテイランは自殖可能な他殖性の植物であると考えられた．

上述のように，両種は種間雑種形成能力を有し，また，開花期も重複していることが明らかとなった．しかし，

トウテイランの自生地とサンイントラノオの自生地が記録上で最も近接しているのは、隠岐諸島の知夫里島と島根県出雲市の間であり（杵村，1997），日本海を隔てて70 kmあまりの距離があることから，地理的な隔離によって両種が隔離されていることが示唆された．

トウテイランとサンイントラノオの交雑では結果率は65.2%で，1果当たり0.7粒の種子が得られ，これらから算出される1交配作業当たりの獲得種子数の期待値は0.5粒である．種内交雑での期待値は，トウテイランでは1交配作業当たり20.4粒，サンイントラノオでは3.0粒である．種間交雑での1交配作業当たりの獲得種子が少ないため，種間交雑当代の一代雑種品種の育成は困難と考えられる．また，雑種個体の後代の獲得が可能であることは確認しているものの，雑種個体も同様に結果率は低く，また，1果当たりの種子数が少ないため，後代を固定することによる種子繁殖品種の育成は困難であると推察された．一方，クワガタソウ属の植物は挿し木や株分けによる繁殖が可能であり，本研究で得られた雑種も栄養繁殖が容易であることを確認している．すなわち，1個体でも有望な個体を獲得でき

れば，栄養系品種として商業的な園芸利用が可能であると考えられた．

### 種間雑種個体の特性

種間雑種の特性は，各器官の大きさや形状，毛量など，多くの項目で両親の中間的な値を示した．主成分分析においても，第1主成分においてそれを支持する結果が得られている．そのうち，トウテイランに由来する茎，葉の毛量はシルバーリーフプランツとしての観賞性に大きな影響を及ぼすと考えられる．雑種個体は，トウテイランとサンイントラノオの中間的な毛量を示していることから，雑種個体同士での交雑やトウテイランとの戻し交雑を進めることで，雑種個体にもシルバーリーフプランツとしての観賞性を付与できると考えられた．トウテイラン，サンイントラノオおよび雑種個体における花器の観賞性はその形状から，個々の小花の形質より，花序径や開花部位長，小花密度によって評価されると考えられる．そのため，雑種個体のうち，花序径の大きな個体の選抜や，トウテイランとの戻し交雑で花序径を大型化することで，より花器の観賞性は高め

られると考えられた。第 2 主成分は草丈や花序長に対し正の相関関係があり，雑種個体にトウテイランやサンイントラノオよりも高い値を示す個体が多く見られた。また，雑種個体は交配親に比較して花序が長く，開花期も長くなっていることから，第 2 主成分の結果はそれを支持している。これらのことより，本研究で得られた雑種個体は交配親であるトウテイランとサンイントラノオより大半の器官で形質を中間的に受けつぎつつも，開花期や花序長で交配親より優れる形質を持ち合わせていることが確認された。今後は雑種個体同士の交雑により各種形質を分離させることや，トウテイラン，サンイントラノオを戻し交雑を行い，観賞性に関与する形質に着目して選抜，育種を進めることで，より優れた新品種の育成が可能であることが示唆された。

**第4-1表** トウテイラン，サンイントラノオの種内および種間交雑における交雑組み合わせ別の結果率，1果当たり種子数および発芽率

種子親	花粉親	交配小花数	結果数	結果率 (%)	1果当たり種子数 <sup>z</sup>	総獲得種子数	発芽率 (%)
<i>V. ornata</i>	×	<i>V. ornata</i>					
DG-W <sup>y</sup>	DG-W	38	35	92.1	— <sup>x</sup>	691	65.0
DG-W	CB-DB	23	23	100.0	28.0	311	—
DG-W	NG-1	60	46	76.7	20.7	656	—
DG-W	NS-W	59	54	91.5	19.9	777	100.0
DG-W	CB-R	27	25	92.6	17.3	303	90.0
NG-1	NG-1	177	145	81.9	30.2	4052	35.0
NG-1	DG-W	89	62	69.7	35.6	1285	89.0
NG-1	CB-DB	19	19	100.0	33.2	622	94.0
NG-1	NS-W	202	169	83.7	40.7	3544	77.0
NG-1	CB-R	69	23	33.3	19.4	447	90.0
NS-W	NS-W	22	17	77.3	16.2	184	94.0
NS-W	DG-W	32	14	43.8	19.8	187	94.0
NS-W	NG-1	61	27	44.3	45.6	325	86.0
NS-W	CB-R	65	25	38.5	34.8	369	100.0
(NS-W × CB-R2)	NS-W	26	24	92.3	26.0	512	87.0
(NS-W × CB-R2)	CB-R	43	36	83.7	19.9	548	96.0
<i>V. ogurae</i>	×	<i>V. ogurae</i>					
Vo-B	Vo-B	21	12	57.1	7.2	76	36.0
Vo-P	Vo-B	18	7	38.9	4.4	35	45.7
Vo-W	Vo-B	18	10	55.6	5.3	62	76.0
<i>V. ornata</i>	×	<i>V. ogurae</i>					
DG-W	Vo-P	18	17	94.4	0.6	9	91.4
DG-W	Vo-W	22	20	90.9	1.0	35	97.5
NG-1	Vo-B	158	63	39.9	0.2	17	82.4
NG-1	Vo-P	214	86	40.2	0.6	19	79.7
NG-1	Vo-W	260	123	47.3	0.8	123	70.6
NS-W	Vo-P	68	48	70.6	0.6	32	57.9
NS-W	Vo-W	52	38	73.1	1.4	38	68.8
<i>V. ogurae</i>	×	<i>V. ornata</i>					
Vo-B	NG-1	32	0	0	0	0	—
Vo-P	NG-1	21	0	0	0	0	—
Vo-W	NG-1	28	0	0	0	0	—

<sup>z</sup>充実した蒴果から無作為に抽出した5果の平均値

<sup>y</sup>表中の略号は系統番号を示す

<sup>x</sup>データなし

**第4-2表** トウテイラン，サンイントラノオの種内および種間交雑における結果率，  
1果当たり種子数および発芽率の平均値

種子親	花粉親	組合せ数	総交配 小花数	結果数	結果率 (%)	1果当たり 種子数	1交配当たり 獲得種子数の 期待値	発芽率 (%)
<i>V. ornata</i>	× <i>V. ornata</i>	16	1012	744	75.1 a <sup>z</sup>	27.1 a <sup>y</sup>	20.4 <sup>x</sup>	85.5 a
<i>V. ogurae</i>	× <i>V. ogurae</i>	3	57	29	50.5 ab	6.0 b	3.0	52.6 b
<i>V. ornata</i>	× <i>V. ogurae</i>	7	792	395	65.2 a	0.7 b	0.5	78.3 ab
<i>V. ogurae</i>	× <i>V. ornata</i>	3	81	0	0.0 b	0.0 b	0	— <sup>w</sup>

<sup>z</sup>結果率ならびに発芽率について，Arcsin変換後に行ったTukeyのHSD検定で同一列の同一符号間に5%水準の有意差がないことを示す

<sup>y</sup>TukeyのHSD検定で同一列の同一符号間に5%水準の有意差がないことを示す

<sup>x</sup>1果当たりの種子数に結果率を乗じた値

<sup>w</sup>データなし

**第4-3表** トウテイラン, サンイントラノオおよび種間雑種個体の開花期

	開花日 (月/日)	開花終了日 (月/日)	開花期間 (日)
<i>V. ornata</i>	8月22日 ± 3.6 <sup>z</sup> b <sup>y</sup>	10月26日 ± 2.9 c	64.3 ± 1.7 b
Hybrids	7月31日 ± 3.4 a	10月17日 ± 4.5 b	77.7 ± 2.9 a
<i>V. ogurae</i>	8月3日 ± 1.2 a	10月8日 ± 1.2 a	66.0 ± 1.5 b

<sup>z</sup>平均±標準偏差

<sup>y</sup>同一列内の同一符号間にTukeyのHSD検定で 5%水準の有意差がないことを示す

第4-4表 トウライラン, サンイントラノオおよび種間雑種個体の草姿に関する形態形質

草型 <sup>z</sup>	主茎数 (本)	主茎長 (cm)	主茎径 (mm)	一次側枝数 (本)	茎の毛量 <sup>y</sup> (cm)	葉長 (mm)	葉の向軸面の 毛量	葉の背軸面の 毛量
<i>V. ornata</i>	1.0 b <sup>x</sup>	20.9 a	3.7 a	8.3 b	5.0 a	8.3 a	4.7 a	5.0 a
Hybrids	2.3 a	29.1 a	2.9 b	6.8 b	2.8 b	5.4 b	2.2 b	2.6 b
<i>V. ogurae</i>	3.0 a	22.6 a	2.2 c	15.6 a	1.0 c	3.3 c	1.0 c	1.0 c

<sup>z</sup>直立を1, 傾斜を2, 平状を3とした

<sup>y</sup>毛量は, 各部位の毛の量を, 多(5)~無(1)の5段階で評価した

<sup>x</sup>同一列内の同一符号間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差がないことを示す

第4-5表 トウテイラン, サンイントラノオおよび種間雑種個体の花器に関する形態形質

	花序長 (cm)	花序径 <sup>z</sup> (mm)	開花部位長 <sup>y</sup> (cm)	雌ずい長 (mm)	小花径 (mm)	小花の 形状 <sup>x</sup>	花弁の 形状 <sup>w</sup>	花弁先端の 形状 <sup>v</sup>	がく片長 (mm)	がく片の 形状 <sup>u</sup>	小花柄長 (mm)	小花密度 (個・cm <sup>-1</sup> ) <sup>t</sup>
<i>V. ornata</i>	20.8 ab <sup>s</sup>	27.8 a	5.2 a	9.4 a	9.6 a	1.3 a	1.7 a	1.3 a	4.2 a	2.2 a	3.1 a	9.8 ab
Hybrids	28.1 a	21.8 b	4.2 a	8.2 a	9.8 a	1.5 ab	1.9 a	1.6 a	3.2 b	1.9 a	2.0 b	10.1 a
<i>V. ogurae</i>	17.4 b	19.4 b	4.4 a	6.4 b	8.4 a	2.0 b	1.7 a	2.0 a	3.2 b	1.0 b	3.1 a	7.8 b

<sup>z</sup>花序の開花している部位の中央を測定

<sup>y</sup>花序の開花している部位の長さ

<sup>x</sup>皿状を1, 椀状を2, 筒状を3とし, 3段階で評価した

<sup>w</sup>細卵形を1, 卵形を2, 広卵形を3とし, 3段階で評価した

<sup>v</sup>鋭型を1, 鈍形を2, 円形を3とし, 3段階で評価した

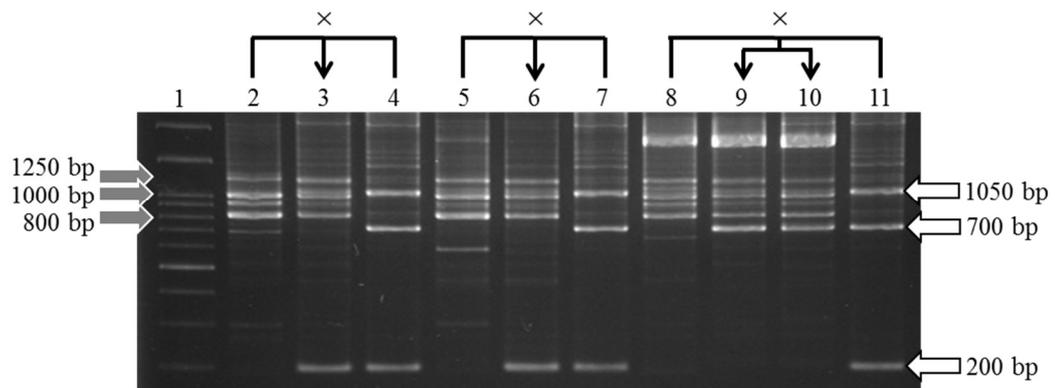
<sup>u</sup>線形を1, 長楕円を2, 卵形を3とし, 3段階で評価した

<sup>t</sup>花序の開花している部位の花茎1 cm当たりに着生している小花数

<sup>s</sup>同一列内の同一符号間にTukeyのHSD検定で5%水準の有意差がないことを示す

**第4-2表** トウテイラン，サンイントラノオおよび種間雑種個体の形態形質について主成分分析を行った際の第5主成分までの固有値，寄与率および固有ベクトル

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
固有値	4.044	1.718	1.561	1.247	0.730
寄与率	0.368	0.156	0.142	0.113	0.066
累積寄与率	0.368	0.524	0.666	0.779	0.846
	固有ベクトル1	固有ベクトル2	固有ベクトル3	固有ベクトル4	固有ベクトル5
草型	-0.353	0.282	0.044	-0.215	0.012
主茎数	-0.154	-0.371	0.488	-0.121	0.479
主茎長	0.122	0.648	0.014	0.163	0.294
一次側枝数	-0.167	0.043	-0.669	0.173	-0.034
葉長	0.467	0.091	-0.016	-0.005	0.033
葉幅	0.472	-0.006	-0.047	0.016	-0.042
葉の向軸面の毛量	0.302	-0.423	0.008	0.031	-0.356
花序長	0.038	0.393	0.535	0.091	-0.449
花序径	0.431	0.074	0.007	-0.189	-0.018
開花部位長	0.251	0.094	-0.131	-0.557	0.421
小花密度	0.162	-0.073	0.085	0.726	0.417



**第4-1図** トウテイラン，サンイントラノオおよびその種間交雑実生個体のPCR産物の電気泳動結果

図左側の灰色矢印はトウテイラン (*V. ornata*) に，右側の白矢印はサンイントラノオ (*V. ogurae*) に由来するバンドを示している

1 : 100 bp DNA サイズマーカー

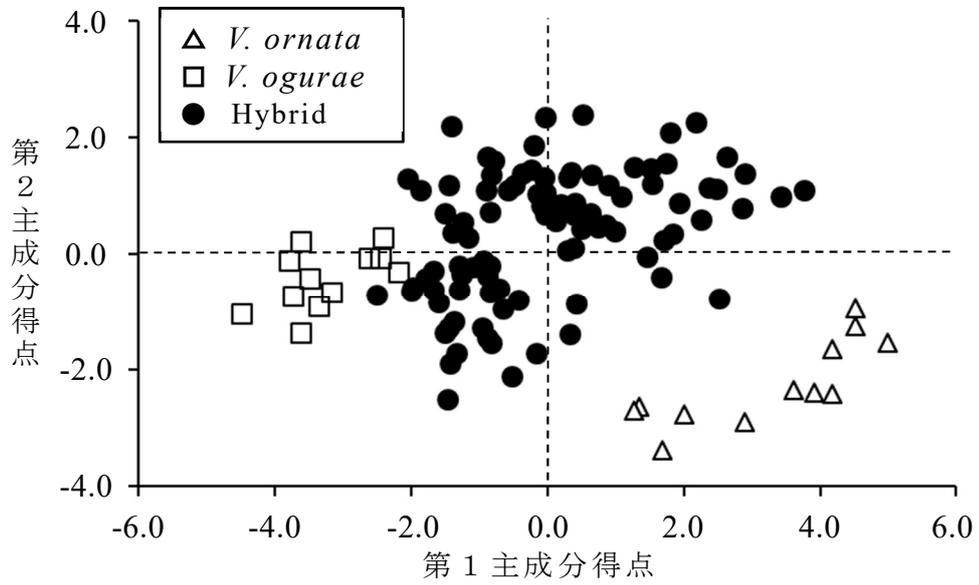
2 : トウテイラン A, 5 : トウテイラン B, 8 : トウテイラン C,

4, 7, 11 : サンイントラノオ A, 3 : 2 と 4 の種間雑種, 6 : 5 と 4 の種間雑種,

9, 10 : 7 と 4 の種間雑種



第4-2図 トウテイラン，サンイントラノオおよび種間雑種個体の形態



第4-3図 トウテイラン，サンイントラノオおよび種間雑種個体の形態形質について主成分分析を行った際の主成分得点散布図

## 第 5 章 総合考察

本研究では，隠岐諸島に自生する花き遺伝資源トウテイランの園芸化を目標に，自生地調査ならびに自生地に由来する実生個体の園芸的観点からの評価（加古ら，2020），鉢物生産方法の開発（加古ら，*In press*），島根県内のクワガタソウ科遺伝資源の活用と新規品目開発を目的としたサンイントラノオとの交雑による種間雑種の育成とその評価（加古ら，2021）を行った。

### トウテイランの多様性と園芸的な利用価値

第 2 章で述べたトウテイランの自生地調査では，隠岐諸島の多様な環境に自生することが確認され，自生個体数は豊富であり，比較的良好な生育環境が維持されていると推定された。また，隠岐諸島より収集した個体に，開花期や，草姿および花器の形質に幅広い多様性が認められた。

これまでの研究で，トウテイランに関する消費者アンケート調査により，本種はガーデニング素材として

活用できる可能性が示されている（金森，2001）。一方，園芸植物には，カーネーションやキンギョソウ，ストックのように，草姿によって鉢物用と切り花用が別品種群として成立している植物が存在する

（Hamrick，2003）。本種の園芸化においても，本研究によって明らかとなった草姿の多様性を利用し，ガーデニング用途のみならず，コンパクトな草姿が望ましい鉢物から，直立で草丈が高いことが望ましい切り花などへの，幅広い品種育成が可能であると考えられる。一方，本種の茎葉はシルバーリーフプランツとしての観賞価値を有することから，葉の形態や草姿は開花期以外においても観賞性に影響を及ぼす。今回の調査個体において，葉や草姿に多様性が観察されたことから，観葉植物としても活用が期待できる。

開花に関する形質では，開花期に多様性が認められ，複数の系統を組み合わせることで，長期間の生産，出荷が可能であることが示唆された。さらに，花器の形質にも多様性があり，花穂や小花の形質に着目して育種を進めることで，観賞性の向上が図れると考えられた。また，花色が幅広いことは園芸化にとって非常

に重要なことである（斎藤，1969）。本種の花色は青紫色であることが知られていたが，本研究によって白色～赤紫～濃青紫まで，幅広い花色を有することが明らかとなり，園芸的な価値が高いことが明らかとなった。一方，クワガタソウ属の花色素については，*Pocilla* 亜属のオオイヌノフグリ（*V. persica* Poiret）に関する報告（Moriら，2009; Onoら，2010）があるが，トウテイランを含む *Pseudolysimachion* 亜属では見当たらない。トウテイランの同一種内で得られた花色変異については今後色素分析の必要がある。

これまでに，実生個体より，開花期や草姿に着目し，鉢物用（加古ら，2018）ならびに花壇植栽用の系統および育種素材を選抜している。特に，育種素材として選抜した個体を交雑して得られた花壇植栽用の F1 系統は‘F1 ジャパンブルー’として，東京大会 2020 の修景を目的とした夏花トライアル（臨海副都心「花と緑」のおもてなしプロジェクト事務局，2018）において入賞の評価を得ている。引き続き育種を進めることで，花色や葉型の多様性を取り込むことで，花器，観葉の両面で観賞価値の高い，日本原産の新規花き品目として利用でき

ると考えられる。

### トウテイランの鉢物生産と開花調節

第3章では、トウテイランを敬老の日出荷の鉢物として利用するための生産方法の検討を行った。トウテイランを鉢物として生産する場合、摘心位置や摘心時期で開花や品質の制御が可能であることが示された。

鉢物は物日需要に対応した商材である一方、1～3月および6～9月は鉢物の需要も減少し、鉢物の流通量は母の日前の4～5月や年末の11～12月の約半量に留まっている（東京都中央卸売市場、2020）。トウテイランを、秋期の物日である敬老の日の需要に合わせて出荷する場合、鉢物向きに選抜された‘NG-1’を利用し、5月末から6月上旬に基部から2あるいは3節上で摘心することで9月上旬に出荷でき、品質も向上することが示された。現在、敬老の日出荷が可能な鉢物品目に加え、本邦原産の新たな花き品目としてトウテイランの活用が期待できる。今後は、花芽分化要因を明らかにし、より幅広い時期や異なる選抜系統を対象とした開花調節方法の検討が必要である。

本研究において，トウテイランの花芽分化には，内的要因として生育量に応じた花熟があることが示唆された．また，花芽分化には日長や温度など，外的要因が存在することも示唆されたが，その要因は明らかにできなかった．クワガタソウ属の花成における日長感受性について，大韓民国に自生する *V. dahurica* ならびに *V. pusanensis* は中性を示し，*V. kiusiana* var. *diamantiaca* ならびに *V. pyrethrina* は相対的長日を示すことが報告されている（Songら，2020）．一方，トウテイランにおいては花成における日長感受性や，花芽形成に有効な温度は明らかにされていない．鉢物の営利生産において，開花生理に基づき，出荷期の制御や，出荷期のばらつきを軽減することは経営の安定化に重要な課題である．今後，トウテイランの開花生理を明らかにするために，花芽分化要因を特定する必要がある．

#### 地域遺伝資源を活用した種間交雑による新品種育成

第4章では，島根県内のクワガタソウ科遺伝資源の活用と新品種の育成を目的に，トウテイランとサンイストラノオを交雑し，その親和性と後代の形質を調査

した。

トウテイランとサンイントラノオの交雑は，トウテイランを種子親に，サンイントラノオを花粉親にしたときのみ種子が得られ，一側性不和合性であることが示唆された。トウテイランを種子親に，*V. spicata* を花粉親に交雑することで雑種個体を得られることが‘西宮花1号’の例から知られているが，我々は *V. spicata* を種子親に，トウテイランを花粉親に逆交配した場合にも同様に実生が得られることを確認している。他にも，トウテイランを種子親に，ハマトラノオ (*V. sieboldiana* Miq.) を花粉親にした場合にも実生が得られている（加古，未発表データ）。これらの結果より，トウテイランは種間交雑親和性が高いことが推察された。種間交雑は，品種改良において新たな形質を取り込むために重要な手法の一つである（日向，1984）。トウテイランをはじめとしたクワガタソウ属の育種においても，トウテイランを橋渡しとした種間交雑が新たな形質の導入に有用であることが考えられる。

本実験の交雑で得られた雑種は，各器官の大きさや形状，茎葉の毛量など，多くの形質で両親の中間的な特

徴を示した。一方で，開花期間，花序の大きさといった，観賞期間に影響する形質では，両交配親より長期間にわたり開花する個体もあり，交雑により，優れた品種の育成が可能であることが示された。

また，本実験で得られた種間雑種は，いずれの個体も種子を形成する能力を有するものの，種子稔性は両交配親より著しく低く，増殖はもっぱら挿し木や株分けによる栄養増殖となる。種子増殖が困難なことは園芸化において障壁とも考えられるが，近年，従来種子繁殖性の花きであるペチュニアなどでも，種子系品種にはない生育力や育苗期間の短縮を理由に栄養系品種の割合が増えていることを鑑みれば，これらの種間雑種も増殖方法の検討を行う事により栄養繁殖性の花きとして園芸化が可能と考えられる。一方，緑化目的に導入された園芸植物の野生への逸脱が問題化している（藤井，2010）ことを考えれば，稔性が低いことはその危険性が低いことを示すものでもあり，環境への影響を軽減できる形質であるともいえる。

本実験に用いたトウテイラン，サンイントラノオはいずれも絶滅が危惧されている植物である。日本国内

に自生する絶滅危惧種の産業利用を目的に育成された品種として、野生絶滅種のリュウキュウベンケイ（ベンケイソウ科）と園芸種のベニベンケイを交配して育成された‘ちゅらら’シリーズの例があげられる。‘ちゅらら’シリーズは、切り花として沖縄県内での生産に向けた活動を展開している（佐藤ら，2015）。佐藤らは、絶滅危惧種を商用の花き類として一般生活に結びつけることで、一般市民が環境行動に参加するための選択肢の提供になることを指摘している。本研究で育成した種間雑種も高い観賞価値を有しており、新たな花き品目として、園芸利用を通じた絶滅危惧種保護活動に活用できると考えられる。

#### トウテイランの活用における環境への配慮

トウテイランは環境省絶滅危惧II類に分類される絶滅危惧植物であるため、その利用は自生地保護にも十分な配慮が求められる。現在、絶滅危惧植物保護における生育域外保全の1つの方策として、種子収集・保存事業が進められている（環境省新宿御苑管理事務所，2010）。また、とっとり花回廊では、鳥取県の自生地に

由来するトウテイランを園内に植栽利用するとともに、種子による繁殖と保存が行われている（足立，2007）。トウテイランの園芸利用にあたっては、植物園等の専門機関と連携を図ることで自生地保護との両立に留意する必要がある。一方、手嶋・大迫（2010）は、トウテイランに各自生地域間の遺伝的な分化がみられることを指摘している。トウテイランの園芸化、普及が進み、自生地周辺で人為的な移植が行われることにより、前述の逸脱に対する懸念の他にも、意図せぬ交雑による遺伝的な攪乱が起こる可能性がある。そのため、自生地周辺での利用に際しては、自生個体との交雑が起こらないように注意するとともに、今後は不稔系統の育成により、自生地への影響が少ない品種の作出も重要な課題である。

## 本研究の成果と意義

隠岐諸島に自生するトウテイランは、本研究において園芸的な利用価値の高い、有用な遺伝資源であることが示され、加えて、種間雑種を含む交雑育種による園芸的価値の向上が図れることも示された。また、その鉢

物利用についても，花き生産技術の基礎となる開花制御，草姿制御の知見が得られ，これらのことから園芸化が達成されたと言える．現在，日本国内に流通する花き品目の多くは海外の遺伝資源に由来するものであるが，トウテイランは本邦固有の遺伝資源であり，本種の活用により本邦原産の花き品目による園芸業界の活性化が期待される．今後，生産技術，使用用途の拡充，育種の進展により，「隠岐の花トウテイラン」のさらなる活用が進むことを期待したい．

## 摘 要

本邦固有の未利用花き遺伝資源であるトウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko; オオバコ科クワガタソウ属; 環境省絶滅危惧II類(VU))の園芸化を目的に、自生地の調査と実生個体の園芸的な価値の評価、夏秋期出荷鉢物としての開花調節方法の開発、島根県固有種であるサンイントラノオ (*V. ogurae* (T. Yamaz.) Albach)との種間交雑による新品種の育成について検討した。

### 1. 隠岐諸島に自生するトウテイランの園芸利用を目的とした評価

トウテイランの隠岐諸島における自生状況の調査を行い、さらに自生個体に由来する実生を栽培し、園芸的観点から評価を行った。隠岐諸島内の幅広い環境に分布する本種には、草姿、花器形質、開花期に多様性が確認された。その草姿および花器形質の多様性を活用し、切花、鉢花、苗物など幅広い用途に利用可能であることが示唆された。花色についても従来の青紫色に加え、白色、紫

色の個体が見いだされ，育種素材として活用することで花色の幅の拡大が期待される．また，開花期間の異なる個体を利用することで長期間にわたり生産，観賞できることが示唆された．

## 2．トウテイランの鉢物栽培における夏秋期出荷に向けた開花調節

トウテイランの夏秋期出荷の鉢物生産方法の開発を目的に，摘心時期，摘心節位が開花時期ならびに生育に及ぼす影響について検討した．鉢物用品種‘NG-1’を用いた実験の結果，摘心時期が遅い区ほど開花は遅くなった．一方，摘心時期が遅くなると到花までの積算温度は少なくなった．出荷期の生育は，摘心時期が遅くなると開花節位は低下し開花枝長は短くなった．高い節位で摘心を行った場合，開花は早く，到花までの積算温度は少なくなり，開花節位は低下し，開花枝長は短くなった．開花枝は，摘心時期や摘心節位にかかわらず増加した．一方，6月末の摘心，また，低節位での摘心では不開花枝も増加した．これらのことから，トウテイランの鉢物利用において，摘心時期ならびに摘心節位により

鉢物生産における開花期や生育の制御が可能であることが明らかとなった。なお，5月末前後に基部から2～3節の直上で摘心することで敬老の日を目標とした9月上旬の鉢花出荷が可能であると考えられた。

### 3. トウテイランとサンイントラノオの種間雑種の育成とその形質

トウテイランならびに同属で島根県固有のサンイントラノオの遺伝資源活用と園芸化による絶滅危惧種保護を目的に，2種間で種間雑種の作出を試みた。2種間の正逆交雑において，トウテイランを種子親に，サンイントラノオを花粉親にしたときのみ交雑種子が獲得でき，1交配当たりの種子獲得数の期待値は0.5粒であった。得られた種子から生育した個体をSRAP法によって雑種検定したところ，両親のバンドを受けついでおり，雑種性が確認された。両親とその種間雑種92個体の開花期における特性調査の結果，雑種個体の葉の大きさや茎，葉の毛量は両親の中間的な値を示し，花序長や開花期間などは両親より長かった。これらの観賞に関与する形質の遺伝性は，主成分分析によっても支持され

る結果が得られた。以上より，トウテイランを種子親に，サンイントラノオを花粉親にすることで種間雑種を獲得でき，観賞性に関与する形質に着目して選抜，育種を進めることで，より優れた品種の育成が可能と考えられた。

これらのことより，島根県の地域特産遺伝資源であるトウテイランの園芸的価値が示され，開花調節方法の確立や，交雑育種による観賞価値の向上により，園芸的利用が可能であることが示された。

## Summary

For the purpose of horticultural use of *Veronica ornata* Monjuschko (Plantaginaceae) as unutilized Japanese flower genetic resource, investigation of native habitats of Oki islands, evaluation of ornamental value, development of regulation methods of flowering for summer to autumn potted flower, and breeding of new interspecific hybrids crossed with *V. ogurae* (T. Yamaz.) Albach endemic in Shimane prefecture, were studied.

### 1. Characterization of Ornamental Plants in

#### *Veronica ornata* Monjuschko Native to Oki Islands

The natural habitats of *Veronica ornata* Monjuschko (Plantaginaceae), an endangered perennial plant endemic to Japan, were investigated on the Oki Islands of Japan. Seedlings obtained from wild plants were characterized as ornamental plant resources. The morphological

diversity of the plant form, flower characteristics, and flowering periods were observed in this species distributed in various environmental habitats on the Oki Islands. The varietal characteristics of this species make them applicable wide-ranging utilization for pot and cut flowers and bedding plants materials. Besides the predominant purplish-blue flower color, white and purple flower plants were found, and they are considered potential breeding resources to develop new flower color varieties. It was also suggested that flowering plants could be produced that bloom for long periods by combining varied flowering periods.

## 2. Regulation of Flowering in *V. ornata* as Summer to Autumn Potted Flower

To develop potted flower production of *V. ornata*, the effects of pinching season and node order on flowering time and quality were investigated. As the pinching

season become later, the flowering become later in the experiment using the potted flower 'NG-1'. Also, as the pinching season become later, the accumulation of heat units until flowering was decreased. Regarding the potted flower quality at harvest, as the pinching season become later, the node number to flowering and the shoot length were decreased. In the case of a higher pinching position, flowering became earlier, the accumulative temperature to flowering was decreased, and the node number to flowering and shoot length were decreased. Flowering shoots were increased by pinching in all seasons and the node order in this experiment. Blind shoots were also increased by pinching at the end of June or with a low node order. These results indicate that the flowering time and quality can be controlled by means of pinching timing and the node order on potted flower production of *V. ornata*. Shipping of the potted flowers may be possible in early September for Respect for the Aged Day by means of pinching above 2 or 3 nodes from the base at the end of May.

### 3. Interspecific Hybrids Between *V. ornata* and *V. ogurae* (T. Yamaz.) Albach and Their Characteristics

For the purposes of utilizing genetic resources and conserving endangered endemic Japanese species, interspecific hybrids between *V. ornata* and *V. ogurae* were created. In the reciprocal crossings, hybrid seeds were obtained from only the cross involving *V. ornata* as the seed parent and *V. ogurae* as the pollen parent. The expected number of obtained seeds on interspecific crossing was 0.5 per flower. The hybridity of the obtained seedlings was confirmed as the original bands were inherited from both parents in the SRAP method. In the characterization of the parents and their 92 hybrids in the flowering season, the leaf size and amount of pubescence in the stems and leaves of the hybrids were intermediate between the parents, and the spike length and flowering period of the hybrids were longer than those of the parents. The inheritance of these ornamental characteristics was supported by the results

of principal component analysis. The results of this study suggest the possibility of being able to develop superior cultivars by crossing and selection focusing on ornamentally important characteristics.

The results of this study indicate that *V. ornata* as regional genetic resources from Oki islands in Shimane prefecture has high ornamental value and possible to use for ornamental plants by means of developing of flowering regulation methods and the enhancement of characteristics through crossbreeding.

## 引用文献

- 足立仁志．2007．鳥取県内自生の稀少植物「トウテイラン」．日本植物園協会誌．41: 85-87．
- 藤井義晴．2010．外国産緑化植物の問題点．農業および園芸．85:27-35．
- 五井正憲・田中康之．1976．一歳サルスベリ (*Lagerstoroemia indica* L.) の開花特性．香川大農学報．27: 77-83．
- 浜田豊．2001．ペロニカ．p. 644 の4-5．農業技術大系花卉編．第9巻．宿根草．農文協．東京．
- Hamrick, D. (ed.). 2003. Part 2: Crop culture A-Z. *Veronica*. p. 674-676. In: BALL REDBOOK 17<sup>th</sup> edition volume 2: crop production. Ball Publishing, Batavia, IL, USA.
- Han, X., L. Wang, Z. Liu, D. R. Jan and Q. Shu. 2008. Characterization of sequence-related amplified polymorphism markers analysis of tree peony bud sports. *Sci. Hort.* 115: 261-267.
- 日向康吉．1984．植物の種間交雑による育種．化学と生

物 . 22 : 833 - 840 .

稲葉善太郎・加藤智恵美・村上 覚・石井ちか子・馬場  
富二夫・堀内正美・大塚寿夫 . 2010 . 摘心節位がキン  
ギョソウの生育・開花に及ぼす影響 . 園学研 . 9 :  
351 - 356 .

稲村博子 . 2000 . トウテイラン . 農業技術大系花卉編 5 .  
育種・苗生産・バイオテク活用 . p . 330 の 44 - 46 . 農  
文協 . 東京 .

稲村博子 . 2001 . サンイントラノオ . p . 330 の 38 - 40 .  
農業技術大系花卉編第 5 巻 . 育種 / 苗生産 / バイ  
テク活用 . 農文協 . 東京 .

加古哲也・持田耕平・郷原 優・中務 明・小林伸雄 .  
2021 . 島根県に自生するトウテイラン (*Veronica*  
*ornata* Monjuschko) とサンイントラノオ (*V.*  
*ogurae* (T. Yamaz.) Albach) の種間雑種の育成とそ  
の形質 . 園学研 . 20 : 399 - 406 .

加古哲也・持田耕平・郷原 優・中務 明・小林伸雄 .  
2022 . トウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko)  
の夏秋期の鉢物利用における摘心時期および摘心  
節位が開花期ならびに品質に及ぼす影響 . 園学研 .

( In press ) .

加古哲也・持田耕平・神門卓巳・小林伸雄．2018．隠岐の花トウテイラン鉢物の開花時期および草姿に及ぼす摘心位置の影響．園学研．17（別2）：542．

加古哲也・持田耕平・中務明・小林伸雄．2020．隠岐諸島に自生するトウテイラン（*Veronica ornata* Monjuschko）の園芸化を目的とした各種形質の評価．園学研．19：339-347．

金森健一．2001．島根県におけるトウテイラン園芸化への取り組み．農耕と園芸．56（8）：174-177．

環境省新宿御苑管理事務所．2010．絶滅危惧植物の種子収集・保存ガイドブック．<[http://www.env.go.jp/garden/shinjukugyoen/1\\_intro/pdf/rdb-02.pdf](http://www.env.go.jp/garden/shinjukugyoen/1_intro/pdf/rdb-02.pdf)>．

環境省自然環境局野生生物課．2012．別添資料7-

⑧．植物I（維管束植物）．環境省第4次レッドリスト（2012）<分類順>．p. 31．<<https://www.env.go.jp/press/files/jp/20557.pdf>>．

気象庁．2016．過去の気象データ検索．<<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>>．

小林伸雄．2012．島根県隠岐諸島に自生するトウテイ

- ランの分布状況と開花形質変異．園芸学会中四国支部研究発表要旨．51: 47.
- 小林伸雄・加古哲也・馬田なつみ・中務明．2015．隠岐の花トウテイラン（ゴマノハグサ科）の園芸化を目的とした各種形質の評価および有望系統の選抜．園芸学会中四国支部研究発表要旨．54: 33.
- Kobayashi, N., T. Horikoshi, H. Katsuyama, T. Handa and K. Takayanagi. 1998. A simple and efficient DNA extraction method for plants, especially woody plants. *Plant Tissue Cult. Biotechnol.* 4: 76-80.
- 小西国義．1982．6．幼若と老衰．p. 80-107．植物の生長と発育．養賢堂．東京．
- 小西国義・今西英雄・五井正憲．1988．2．開花調節の手段．p. 7-34．花卉の開花調節．養賢堂．東京．
- 京都府環境部自然環境保全課．2015．京都府レッドデータブック 2015．<<http://www.pref.kyoto.jp/kankyo/rdb/bio/db/flo0535.html>>．
- 工藤暢宏・新見芳二．1999．セイヨウアジサイとアメリカノリノキとの種間雑種の獲得に関する研究．園学雑．68: 428-439.

- Li, G., and C. F. Quiros. 2001. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in *Brassica*. *Theor. Appl. Genet.* 103: 455-461.
- Mori, M., T. Kondo and K. Yoshida. 2009. Anthocyanin components and mechanism for color development in blue *Veronica* flowers. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73: 2329-2331.
- 中尾史郎・大迫敬義・郷右近勝夫・黒田悠三・松尾秀行．  
2018．京丹後市と舞鶴市の海浜に生息する有剣ハチ類の記録と比較：ハマボウフウとトウテイランの送粉者に注目して．京都府大学報．生命環境学．  
70: 19-24.
- Niimi, Y., M. Nakano and K. Maki. 1996. Production of interspecific hybrids between *Lilium regale* and *L. rubellum* via ovule culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64: 919-925.
- 西村林太郎・工藤則子・高橋佳孝．2007．ハイドランジア アルボレスケンス ‘アナベル’ の摘心による抑

- 制栽培．東北農業研究．60: 163-164.
- 野津 大．1992．隠岐の花．p. 90．五箇村ふるさとづくり実行委員会．島根．
- 農林水産省．1998．品種登録ホームページ 農林水産植物種類別審査基準 ベロニカ属．<<http://www.hinsu2.maff.go.jp/info/sinsakijun/kijun/1648.pdf>>．
- 農林水産省．1999．品種登録ホームページ 品種登録データベース ‘西宮花1号’．<[http://www.hinsu2.maff.go.jp/vips/cmm/apCMM112.aspx?TOUROKU\\_NO=8502&LANGUAGE=Japanese](http://www.hinsu2.maff.go.jp/vips/cmm/apCMM112.aspx?TOUROKU_NO=8502&LANGUAGE=Japanese)>．
- 農林水産省 輸出・国際局．2021．品種登録制度をめぐる情勢．<<https://www.maff.go.jp/j/council/sizai/syubyou/21/attach/pdf/index-22.pdf>>．
- 大橋広好．2017．クワガタソウ属．p. 82．大橋広好・門田裕一・木原 浩・邑田 仁・米倉浩司（編）．改訂新版 日本の野生植物 5 ヒルガオ科～スイカズラ科．平凡社．東京．
- Ono, E., M. Ruike, T. Iwashita, K. Nomoto and Y. Fukui. 2010. Co-pigmentation and flavonoid glycosyltransferases in blue *Veronica persica*

- flowers. *Phytochemistry* 71: 726-735.
- 臨海副都心「花と緑」のおもてなしプロジェクト事務局.  
2018. トウテイラン. p. 55. 2020 夏花利用マニュアル お台場おもてなしセレクション実施報告書.  
東京港埠頭株式会社. 東京.
- 斎藤 清. 1969. 花色発現のしくみ. p. 32-42. 花の育種. 誠文堂新光社. 東京.
- 佐藤裕之・三位正洋・泉川康博・宮里政智・下地俊充・  
峯本幸哉・花城良廣. 2015. 沖縄の絶滅危惧植物リュウキュウベンケイを用いた園芸品種作出と保全.  
日本植物園協会誌. 50: 126-129.
- 柴田道夫. 2016. はじめに. p.1-6. 柴田道夫(編). 花の品種改良の日本史. 悠書館. 東京.
- 島根県環境生活部自然環境課. 2013. 改訂 しまねレッドデータブック 2013 植物編. p. 172. (公財)しまね自然と環境財団. 島根.
- Song, S. J., M. J. Jeong and S. Y. Lee. 2020. Ecophysiology of growth and flowering of four Korean native *Veronica* taxa in response to the photoperiod and cold treatment. *Acta Hort.* 1291:

205-214.

杵村喜則．1997．サンイントラノオ；トウテイラン．p. 19-20, p. 76-77．島根県環境生活部景観自然課編著．しまねレッドデータブック 島根県の保護上重要な野生動植物 植物編．島根県環境生活部景観自然課．島根．

杵村喜則．2005．島根県の種子植物相．島根県立三瓶自然館研究報告．3: 1-49．

巢山拓郎・谷川孝弘・山田明日香・松野孝敏・國武利浩．2008．*Hydrangea serrata* (Thunb.) Ser. と *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. との交雑親和性の解明と胚珠培養による雑種獲得の効率化．園学研．7: 337-343．

手嶋立・大迫敬義．2010．絶滅危惧植物トウテイラン (*Pseudolysimachion ornatum*) の自生集団間および集団内における遺伝的変異の解析．育学研．12 (別2) : 202．

鐵慎太郎・黒田有寿茂・石田弘明．2017．絶滅危惧種トウテイラン(オオバコ科)の分布・生育立地と現存個体数．植物地理・分類研究．65: 69-75．

鳥取県生活環境部公園自然課．2012．レッドデータブックとっとり 改訂版 — 鳥取県の絶滅のおそれのある野生動植物 — ．p. 305．鳥取県生活環境部公園自然課．鳥取．

東京都中央卸売市場．2020．市場統計情報（月報・年報）．  
<<https://www.shijou-tokei.metro.tokyo.lg.jp/>>．

矢原徹一．2015．トウテイラン．p. 113．矢原徹一・藤井伸二・伊東元己・海老原 淳（監修）・永田芳男（写真）．絶滅危惧植物図鑑 レッドデータプランツ 増補改訂新版．山と溪谷社．東京．

山崎 敬．1982．ルリトラノオ属の新種，サンイントラノオ．植研雑．57: 349-352．

## 謝 辞

本論文を取りまとめるにあたり，島根大学生物資源科学部教授 小林伸雄 博士には，終始懇切丁寧なご指導を賜った．小林博士には，筆者が学生の頃より現在に至るまで，長きにわたりご指導，ご助言と激励のお言葉を数多くいただいた．心より感謝申し上げます．

島根大学生物資源科学部准教授 中務 明 博士には終始丁寧なご助言・ご指導を，鳥取大学副学長 田村文男 博士，鳥取大学農学部准教授 田中裕之 博士には貴重なご助言とご鞭撻を賜った．また，島根大学生物資源科学部助教 足立文彦 博士には貴重なご助言と激励をいただいた．厚く感謝申し上げます．

本研究を遂行するにあたり，農研機構野菜花き研究部門 道園美弦 博士，千葉県農林総合研究センター 中島 拓 博士からは公私に渡りご助言と激励をいただいた．厚く感謝申し上げます．

鳥取大学連合農学研究科では，同時期に在籍した枡川貴紀 博士，持田耕平 氏，郷原 優 氏には在学期間，公私にわたりご協力，温かい激励をいただいた．

また，島根大学生物資源科学部農林生産学科育種学研究室の馬田なつみ氏，東根千紗氏，井田大貴氏，西澤伸汰氏には，実験の遂行にあたり多大なご協力をいただいた．厚く感謝申し上げます．

社会人学生としての勉学，職場での実験の遂行にあたり，島根県農業技術センター栽培研究部の川村通部長，西部農林振興センター益田事務所の神門卓巳課長，商工労働部大阪事務所の田中博一課長，西部農林振興センター大田事務所の北川絵理主任農業普及員，西部農林振興センター浜田事務所の伊藤志穂主任農業普及員，西部農林振興センター浜田事務所の今井達也農業普及員，農業技術センター産地支援科の引野誠治氏，山中光司氏，今岡由美氏，島根県農林大学校の平佐聡尚教授には多大なるご理解とご支援をいただいた．また，本研究を行うにあたり実験補助を行っていただいた島根県農業技術センターの会計年度職員の方々には実験に際し多大なるご協力をいただいた．また，島根県農業技術センターの持田守男元所長，吉田政昭元所長，長野正己元所長には，通学，研究遂行にあたりご理解，ご高配をいただいた．

深く感謝の意を表する。

最後に，社会人大学院生としての研究生活を支えてくれた妻，子供たち，友人たちに心から感謝する。

## 本学位論文の基礎となった論文

### 第 2 章

加古哲也・持田耕平・中務 明・小林伸雄．2020．隠岐諸島に自生するトウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko) の園芸化を目的とした各種形質の評価．園学研．19: 339-347．

### 第 3 章

加古哲也・持田耕平・郷原 優・中務 明・小林伸雄．2022．トウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko) の夏秋期の鉢物利用における摘心時期および摘心節位が開花期ならびに品質に及ぼす影響．園学研．(In press) ．

### 第 4 章

加古哲也・持田耕平・郷原 優・中務 明・小林伸雄．

2021. 島根県に自生するトウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko) とサンイントラノオ (*V. ogurae* (T. Yamaz.) Albach) の種間雑種の育成とその形質. 園学研. 20: 399-406.