

平成 29 年度

なしの安定生産に向けた西洋なし花粉の利用可能性調査
報告書

平成 29 年 12 月

公益財団法人 中央果実協会

はしがき

なしはほとんどの品種が自家不和合性であり、結実には他品種の花粉の受粉が必要であるため、受粉樹の混植により自家採取した花粉や輸入花粉を使用した人工授粉が広く実施されています。

植物検疫統計によれば、近年の輸入花粉は中国産ですが、過去には中国の国内事情により輸入環境が悪化する事態が発生したことがあり、今後も、病害虫の発生や天候不良等により、輸入環境の悪化が日本の国内産地のなし生産に影響を及ぼすことが懸念されます。

以上のことから、平成28年度は国内外における花粉の利用状況を把握する調査を実施しましたが、この中で、西洋なし花粉の利用可能性について有望との結論が得られました。

なしの安定生産に向けた西洋なし花粉の利用可能性調査は、花粉の安定供給に向けた対策の検討に資するため、西洋なし花粉と我が国のなしとの和合性について確認を行うとともに、輸入可能な西洋なしの生産国における生産実態、花粉の輸入可能性について、一般社団法人日本果樹種苗協会に委託して調査を実施しました。

本調査にご尽力いただきました方々に深く感謝申し上げますとともに、調査結果が、様々な場面で活用され、今後の我が国果樹産業の発展に少しでもお役にたてれば幸いです。

公益財団法人 中央果実協会
理事長 弦間 洋

目 次

I	調査概要	1
1.	調査目的	1
2.	調査体制	1
3.	調査の内容及び方法	2
II	西洋なし花粉の調査対象国としてチリを選定した理由	3
III	日本なしと西洋なしの和合性に関する調査	5
1.	日本なしと西洋なしの和合性	5
2.	和合性調査の方法及び結果	8
IV	チリにおける西洋なし花粉輸出の可能性調査	14
1.	チリにおける調査日程と内容	14
2.	西洋なし花粉の輸出可能性に関する現地調査の結果	17
3.	チリからの西洋なし花粉の輸出量と価格の見通し	30
V	まとめ	31
1.	チリからの西洋なし花粉の輸入可能性	31
2.	なし花粉の安定供給に向けた今後の方向性と課題	32

I 調査概要

1. 調査目的

なしはほとんどの品種が自家不和合性であり、結実には他品種の花粉の受粉が必要であるため、受粉樹の混植、自家採取した花粉や輸入花粉を使用した人工授粉が広く実施されている。

植物検疫統計によれば、近年の輸入花粉はほとんど中国産であるが、過去には中国の国内事情により輸入環境が悪化する事態が発生したことがあり、今後も、病害虫の発生や天候不良等により、輸入環境の悪化が日本の国内におけるなし生産に重大な影響を及ぼすことが懸念される。

以上のことから、平成28年度は国内外における花粉の利用状況を把握する調査を実施したが、この中で、西洋なし花粉の利用可能性について有望との結論を得た。

このため、西洋なし花粉と我が国の主ななし品種との和合性について確認を行うとともに、輸入可能な西洋なし生産国における生産実態、花粉の輸入可能性について調査を行い、花粉の安定供給に向けた対策の検討に資する。

2. 調査体制

1) 推進体制

公益財団法人中央果実協会が学術経験者等からなる「なしの安定生産に向けた西洋なし花粉の利用可能性調査検討会」を組織して委員会を開催し、調査内容、調査方法、調査結果の検討を行った。検討会委員は下記の通りである。

「なしの安定生産に向けた西洋なし花粉の利用可能性調査検討会委員」

座 長	駒村 研三	一般社団法人日本果樹種苗協会 専務理事
委 員	阪本 大輔	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門生産・流通研究領域栽培生理ユニット 主任研究員
	佐藤 義彦	日本園芸農業協同組合連合会 技術主管
	前島 秀明	埼玉県農林技術研究センター久喜試験場 高度利用・生産性向上研究担当部長
	宮嶋 恭宏	農林水産省生産局園芸作物課 課長補佐
	森永 邦久	一般社団法人日本果樹種苗協会 業務部長

(敬称略・50音順)

2) 検討会の開催と検討課題

第1回検討会 平成29年 6月21日(水) 三会堂ビル2階 B会議室

- ・調査の目的及び検討会の進め方について
- ・西洋なし花粉と我が国のなしの和合性等の確認について
- ・西洋なし生産国現地調査において調査すべき事項について

第2回検討会 平成29年11月15日（水） 三会堂ビル2階 B会議室
・西洋なし花粉生産国現地調査結果について

第3回検討会 平成29年12月19日（火） 三会堂ビル2階 B会議室
・報告書案について

3. 調査の内容及び方法

1) 調査の実施期間

平成29年4月～平成29年12月

2) わが国の主要な日本なし品種と西洋なしとの和合性

- (1) チリで広く栽培されている主要な西洋なし3品種の精製花粉（冷凍保存）をチリ大使館農務部の協力を得て入手し、発芽率を調査した。
- (2) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門ナシ・クリ育種ユニットの協力を得て、日本なし「豊水」及び「幸水」に、西洋なし花粉を授粉させ、その後の結実ならびに果実成長、種子形成を調査し、日本なしと西洋なしの交雑和合性を評価した。
- (3) 西洋なし及び日本なしの自家不和合性に係る遺伝子であるS遺伝子に関する情報を、西洋なしや日本なしの研究を行っている山形県や農研機構から収集した。

3) チリにおけるなし生産となし花粉の利用実態の把握

- (1) 在日チリ大使館農務部からチリにおける果樹生産及びなし栽培の状況、花粉利用状況、花粉輸出・販売業者等に関する情報を収集した。また、チリにおける現地調査のための協力を依頼した。

対応者 在日チリ大使館 農務部 農務参事官 ヌリ ディセニ
瀬戸口 知沙

- (2) チリのサンチャゴ及びなし生産現地に赴き、政府関係機関及び民間花粉生産販売企業、なし生産農家を訪問し、同国における農業、果樹産業、花粉生産の実態を調査するとともに、西洋なし花粉精製法、利用実態、日本へ輸出の可能性を調査した。

Ⅱ 西洋なし花粉の調査対象国としてチリを選定した理由

わが国における日本なしの生産は、年々栽培面積が減少傾向にあり、2016 年（平成 28 年）では結果樹面積 12,100ha（前年比 2%減）、生産量 247,100 トン（前年並み）であるが、温州みかん、りんご、柑橘類に次ぐ生産規模がある極めて重要な果樹である。

このように主要果樹品目の一つである日本なしは、自家不和合性を示す品種がほとんどで、その安定生産には他品種の花粉の人工授粉が基本技術として欠かせないが、自家採取による花粉調達を基本とする鳥取県を除き、多くのなし産地では輸入花粉を利用している実態がある。現在、輸入花粉は、中国なし「雪花梨」の精製花粉がほとんどを占め、名古屋港や新潟空港、関西空港などを通じ、中国から輸入され、国内の農業資材販売業者等により国内に供給されているが、2008 年（平成 20 年）は中国の輸出検疫強化による輸入遅滞、2014 年（平成 26 年）は中国国内での花粉需要増や天候不良による供給不安定化など、輸入環境が悪化する事態が発生し、供給の不安定性をはらんでいる（表 1）。

表 1 日本のなし花粉国別輸入量の推移

年	中国	チリ	合計
2010 年	1,070	0	1,070
2011 年	110	0	110
2012 年	300	0	300
2013 年	708	0	708
2014 年	784	0	784
2015 年	514	1	515
2016 年	423	6	429

単位：kg、資料：植物検疫統計（農林水産省）

さらに 2015 年（平成 27 年）5 月には韓国のなし園で火傷病の発生が確認され、韓国産の日本なし、西洋なし、りんごなどの苗木、切り枝、生果実と共に花粉の日本への輸入が全面的に停止され、全国の空港・港における植物防疫所による水際検査が徹底されている。今後、万一火傷病が隣国の中国へ伝播した場合には、同様に中国からの花粉を含む宿主植物の輸入も全面的に禁止となる恐れがある。

このように、中国からの花粉輸入に当たっては、供給の不安定性に加え、防疫上の安全性についての懸念が生じている。こうした中国に多くを依存する輸入花粉のリスクを回避するためには、早急に他のなし生産国からの花粉輸入の道を切り開くことが必要である。

今日の世界のなし生産国の火傷病発生状況を考慮すると、花粉輸入の検討対象となりうる国は、非発生国であるアルゼンチン、南アフリカ、インド、チリ、ポルトガル、ウクライナ、北朝鮮、台湾であるが、その生産規模を加味すると、アルゼンチン、南アフリカ、インド、チリに絞られ、いずれも西洋なしの生産国である。

さらに、花粉採取時期を考慮すると、花粉採取から我が国における受粉作業までの期間が短い南半球が有利である。また、花粉生産が一般的に行われていない西洋なし生産国においては、花粉を生産し販売する業者が現に存在することが望ましい。加えて、我が国との交流が緊密であることも選定に当たって欠かせない要件である。以上を勘案すると、全ての要件に当てはまるチリが最も相応しいと判断される。このため、本調査ではチリを西洋なし花粉に関する調査対象国とした。

表2 主な国のなし生産量(2015 年)

順位	国名	生産量(万トン)	花粉輸入の可否
1	中国	1870	通常の検査で可
2	アルゼンチン	87	通常の検査で可
3	イタリア	75	不可(火傷病)
4	アメリカ	74	不可(火傷病)
5	トルコ	46	不可(火傷病)
6	南アフリカ	39	通常の検査で可
7	ベルギー	37	不可(火傷病)
8	スペイン	36	不可(火傷病)
9	オランダ	35	不可(火傷病)
10	インド	30	通常の検査で可
11	イラン	29	不可(火傷病)
12	チリ	28	通常の検査で可
13	日本	28	—
14	韓国	26	不可(火傷病)
15	アルジェリア	26	不可(火傷病)
16	ウクライナ	17	通常の検査で可
17	北朝鮮	15	通常の検査で可
18	ポルトガル	14	通常の検査で可
19	フランス	14	不可(火傷病)
20	台湾	13	通常の検査で可

出典:生産量 FAOSTAT, 花粉輸入の可否:輸入条件DB(農水省植物防疫所)

Ⅲ 日本なしと西洋なしの和合性に関する調査

1. 日本なしと西洋なしの和合性

日本なしの結実に関して、これまでの不和合性を支配する *S* 遺伝子タイプの解明研究から、主な日本なし品種相互間の和合性・不和合性は、それぞれの品種に特有の不和合性遺伝子 (*S* 遺伝子) のタイプにより整理されている (表 3)。同様に、国内外の西洋なし品種の *S* 遺伝子型の解明研究により、西洋なし品種間の和合性・不和合性が整理されている (表 4)。すなわち同一品種間での授粉の場合は、花粉と雌しべの *S* 遺伝子型が同じであるため、花粉管の伸長阻害などが生じて、受精できないと考えられており、品種が異なる場合でも同じ *S* 遺伝子型を有していると受精しない (交雑不和合性) ことが明らかにされている。この性質により、日本なし果実を安定生産するためには、異なる *S* 遺伝子型の品種の混植や、訪花昆虫による授粉やその花粉による人工授粉を毎年行うことが不可欠となっている。

しかし、日本なしと西洋なしの和合性については、それぞれの *S* 遺伝子型は、別個に研究され、異なる表記法 (日本なし: *S* 一桁の数字、表 3。西洋なし: *S* 三桁数字、表 4) で整理されており、相互の和合性は *S* 遺伝子型の照合のみでは明らかでなく、両遺伝子型の適合性の検討や和合性試験が必要とされる。実際の栽培現場においては、西洋なしの花粉を日本なしに授粉させ、あるいは逆のパターンでの授粉によって結実をさせている事例があるが、現時点では西洋なしと日本なしの主要な組み合わせについて授粉により結実性や果実肥大を明らかにし、西洋なし花粉の輸入にあたって有望な品種を明らかにする必要がある。

こうしたことから、本調査では、国内の主要な日本なし品種とチリにおいて栽培される西洋なしのうち生産規模の大きな品種との和合性の確認を行った。

表3 日本なし品種における自家不和合性遺伝子型

S遺伝子型	品 種	S遺伝子型	品 種
$S_1 S_2$	独逸、早玉、越後錦、初秋	$S_3 S_4$	あきづき、筑水、なつしずく、秋麗、清玉、新世紀、なつひかり、若光、稲城、甘太
		$S_3 S_5$	豊水、赤穂、真鍮、あけみず、彩玉
$S_1 S_3$	雲井、凜夏	$S_3 S_9$	新高、秋高、石井早生
$S_1 S_4$	八雲、翠星、東野、はつまる	$S_3 S_e$	千両
$S_1 S_5$	あきあかり、長寿、君塚早生	$S_{4sm} S_{4sm}$	ナシ中間母本農1号
$S_1 S_6$	今村秋	$S_4 S_5$	幸水、愛甘水、王秋、喜水、清澄、国富、幸菊、新水、寿新水、幸菊、三光、相模、秀玉、丹沢、八幸、多摩、早生赤、鳥幸、太白、百枝月、旭
$S_1 S_7$	豊月、青竜	$S_{4sm} S_5$	秋栄、秋甘泉、なるみ
$S_1 S_8$	市原早生、明月	$S_4 S_8$	平和
$S_1 S_9$	天の川	$S_4 S_9$	新興、南水、新星、南月、八千代、新甘泉
$S_2 S_3$	長十郎、北甘、吉香、晩六	$S_4 S_k$	巾着
$S_2 S_4$	二十世紀、ゴールド二十世紀、菊水、北新、祇園	$S_5 S_6$	新雪
$S_2 S_{4sm}$	おさ二十世紀、おさゴールド	$S_5 S_7$	晩三吉
$S_2 S_5$	八里、早生幸蔵、弥長	$S_5 S_9$	にっこり、平塚16号(かおり)
$S_2 S_9$	愛宕	$S_5 S_k$	ほしあかり
$S_2 S_{12}$	黒木	$S_k S_{30}$	宝玉

齊藤（2012年）改訂版

表4 西洋なし品種における自家不和合性遺伝子型

S遺伝子型	品種名	S遺伝子型	品種名	S遺伝子型	品種名
S101/S102	エイヤーズ	S101/S107	エルドラド	S102/S106	Beurre de l'Assomption
	パートレット		メロウリッチ	S102/S107	ミクルマスネリス
	Bon-Chretien		シリーネ	S102/S108	ドワイエネグリス
	ボンルージュ	S101/S108	ウィンターコール	S102/S109	Akca
	デリス・ダルタンボン		ボートヌ	S102/S110	ブリックリング
	ハーベストクイーン		クラブスフェボリット		コントドランベルティエ
	マックスレッドパートレット		スタークリムソン	S102/S111	コントドフランドル
	ナポレオン		フレミッシュビューティ	S102/S114	エワート
	オリエント		シエラ	S102/S115	チャピン
	Pera d'agua		スター	S102/S118	ゼネラル・レクラーク
	Precoce du Trevoux	S101/S109	Delbard premiere		オビッド
	レッドジュエル	S101/S110	ブーレスベルフィン	S102/S119	プリストルクロス
	ロージーレッドパートレット		エスパドーナ		Emile d'Heyst
	セツケル	S101/S111	オリビエドセール		キーファー
	セニョールデスペラン		ダナホーベイ	S103/S104	越さやか
S101/S103	Beurre Precoce Morettini	S101/S113	ワイルダー		アレキサンドリンドウイロード
	Fondante Thirriot		オールドホーム	S103/S107	Coscia
	パッカムズトリンフ	S101/S114	スターキングデリシャス	S103/S109	ウィンターネリス
	Precoce di Fiorano		マキシン	S103/S109	アンカラ
	スパドナ	S101/S115	ブーレダンジュ	S104/S105	アベフェテル
S101/S104	ワシントン		ムーングローウ		ドワイエネ・デュ・コムス
	ブーレリュブラン	S101/S116	レッドアンジュ	S104/S108	コンコルド
	カリフォルニア		Coloree de Juillet	S104/S110	グルーモルソー
	カスケード	S101/S118	フロレール	S104/S113	ターンブルジャイアント
	グランドチャンピオン		ローズマリー	S104/S114	ライマーレッド
	ハートマン		Besi de Saint Waast	S104/S118	ルルクチェ
	ハイランド	S101/S119	Bon-Chretien d'hiver	S104/S119	コンド
	ホーエル		コバート		ユルバニスト
	ジャンヌダルク		ピエールコーネル	S105/S110	チャールズアーネスト
	ノルマ	S102/S103	バラード		トリオンフドビエヌ
S101/S105	オンワーズ		Doyenne d'hiver	S105/S114	エレタモレチーニ
	ダガン		アイダホ		ローグレッド
	オーロラ	S102/S104	ラフランス	S105/S118	ブーレクレルジョー
	フレンチパートレット		Verdi	S105/S119	アンジェリーズ
	Duchesse d'Angouleme	S102/S105	サンタマリア	S107/S114	ブーレボスク
	ハロークリスプ		スパドンシナ		Nouveau Poiteau
	ハローデライト		Beurre Jean Van Geert	S107/S115	ガーバー
	マグネス	S108/S114	キャナルレッド		ファーターリティー
	ロジャ		ハニースイート	S108/S118	ブーレハーディー
	タイソン		ジョセフィンデマリー		ロイヤルレッド(レッドハーディー)
S101/S106	ジェイドスイート	S114/S116	トスカ	S108/S118	デボー
	エスティバル		ハロースイート	S108/S119	コンファレンス
			クーンズ	S110/S118	プレジデントヘロン
		S115/S117	マルゲリットマリーラ	S110/S119	バスクラサン
			ピエールツラス		シルバーベル
				S114/S116	セントマシュー
				S115/S117	ローソン

(山形農総研セとりまとめ 2014)

データの一部は、Goldway M., et al. Renumbering the S-RNase alleles of European pears (*Pyrus communis* L.) and cloning the S109 Rnase allele. Sci. Hort. 119(2009): 417-422 を引用

2. 和合性調査の方法及び結果

1) 西洋なし花粉の入手と発芽力調査

(1) 西洋なし花粉の入手

わが国の主な日本なし品種とチリで栽培される西洋なし品種の交雑和合性を検討するため、チリ大使館農務部の協力を得て、チリにおける主な西洋なし3品種4点の精製花粉（冷凍保存）を Polen Chile 社から 2017 年 1 月 26 日に入手した。

(2) 西洋なし花粉の発芽力調査

Polen Chile 社からアグリズ(株)（福岡県八女市）を經由し送付されたプラスチック容器に封入された「Beurre Bosc」、「Packham's Triumph」(16*)、「Winter Nellis」、「Packham's Triumph」(15**)の4種類のなし花粉について、それぞれ一部を葉包紙にとり、水を含ませた濾紙上に 15℃で3時間置いて吸湿順化させたのち、しよ糖 10%液を加えた 1%寒天培地のスライドグラスに花粉をガラス棒で拡げ、20℃の恒温器内に 20 時間静置し発芽させ、顕微鏡で花粉管の伸長程度を観察し、花粉の発芽状況を調査した。

調査は、農研機構果樹茶業研究部門ナシ・クリ育種ユニットの協力を得て、同実験室にて行った。

注) * : 2016 年産花粉で、以下「Packham's 16」と表記。

** : 2015 年産花粉で、以下「Packham's 15」と表記。

2) 西洋なし花粉の日本なし品種との和合性試験

(1) 日本なし品種との組み合わせ処理

Polen Chile 社から入手し、農研機構果樹茶業研究部門ナシ・クリ育種ユニット実験室の -20℃冷凍庫で保管した西洋なし3品種4種類の精製花粉を、2017 年 4 月に同研究部門試験圃場に植栽されている日本なし「幸水」および「豊水」に授粉し、代表的日本なしと西洋なしとの交雑和合性を調査した。なお、同研究部門で採取された日本なし「あきづき」の花粉を対照花粉として、同様に授粉を行った。

これら西洋なし3品種の由来や特性は表5に示した通りである。

表5 チリ産西洋なし品種の来歴特性

品種名	来歴	自家不和合性 遺伝子型	備考
Packham's Triumph (Packams) (パッカムズ トライアンフ)	オーストラリアのチャールズ・ヘンリー・パッカムにより育成され、19世紀終わり頃に紹介された。	S ₁₀₁ S ₁₀₃	火傷病に高い感受性を示す。
Beurre Bosc (Berry Bosc) (ブーレ・ボスク)	ベルギーのバン・モンスが1807年に実生から育成した。	S ₁₀₇ S ₁₁₄	単にボスクともいい、ドイツではカイザー・クローネと呼ばれる。
Winter Nellis (Winter Nerry) (ウインターネリス)	19世紀初頭にベルギーのジャン・シャルル・ネリス氏が育成した。	S ₁₀₃ S ₁₀₇	

(2) 日本なし品種への授粉方法

開花直前の下記に示した日に、各供試樹の目通りの枝の2花そうを選び、それぞれ側花2花を残し摘花し、残した花は雄しべを除去し、雌しべにガラス棒を用い供試花粉を授粉した。供試樹は日本なし「豊水」及び「幸水」とし、西洋なし3品種4種類の花粉及び対照花粉として日本なし「あきづき」の花粉を授粉した。

①「豊水」花そうへの西洋なし花粉の授粉：4月14日に1花そうあたり2花を残し摘花し、残した花に雄しべを除去した後、ガラス棒に供試花粉をとり授粉した。1処理あたり15花そう30花に処理した。

②「幸水」花そうへの西洋なし花粉の授粉：4月18日に、同様に1花そうあたり2花を残し摘花し、残した花に雄しべを除去した後、ガラス棒に供試花粉をとり授粉した。15花そう30花に処理した。

③「豊水」、「幸水」への対照花粉（日本なし「あきづき」花粉）の授粉：4月19日に、「豊水」並びに「幸水」において、10花そうを選び1花そうあたり2花を残し摘花し、残した花に雄しべを除去した後、ガラス棒に供試花粉をとり授粉した。「豊水」、「幸水」それぞれ10花そう20花に処理した。

これらの各区はすべて授粉後、他の花粉がかからないよう、花そう全体を白色紙袋で覆い、ワイヤーで止め、袋に処理区番号を明記した。

(3) 結実率及び果実肥大の調査

授粉後約1か月経過した2017年5月16日に処理したすべての花そうについて、袋をはずし、樹上で結実数と果実径を測定したのち、再び袋をかぶせた。

(3) 授粉後の和合性調査結果

①結実率と果実肥大

授粉処理後約1ヶ月の5月16日に、処理した花そうの2花の結実を確認し、果実の横断径をノギス(キャリパー)で測定した。結果を表6に示した。

表6 授粉後の結実及び果実肥大 (2017年5月16日調査)

処理区 番号	授粉組合せ	授粉 花そう数	結実 花そう数	果実径 (mm)	結実率 (%)
200	豊水 X Beurre Bosc	15	6	—	40
201	豊水 x Packhams16	15	15	15-17	100
202	豊水 x Winter Nellis	15	8	15	53
203	豊水 x Packhams15	15	14	27-18	93
204	幸水 X Beurre Bosc	15	11	15-17	73
205	幸水 x Packhams16	15	15	20	100
206	幸水 x Winter Nellis	15	13	14-20	87
207	幸水 x Packhams15	15	13	22-24	87
208	豊水 x あきづき	10	9	19-24	90
209	幸水 x あきづき	10	10	22-23	100

3) 授粉後の果実発育ならびに種子形成調査

(1) 調査方法

上記各授粉の組合せ区のすべての結実果実について、生理落果が終了した後の7月10日に果実を採取し、発育（果実重量および果実直径）の計測、ならびに果実を切断して種子数、心室数を調査した。

表7 果実発育と種子形成（平均値）（2017年7月10日調査）

処理区番号	授粉組合せ	果重(g)	果実肥大(果実径、mm)		種子数	心室数	種子数/心室
			縦径	横径			
200	豊×B	38.4	35.5	42.5	0.0	5.0	0
201	豊×P16	85.5	48.4	54.4	2.1	5.0	0.42
202	豊×W	31.7	34.1	39.2	0.7	5.3	0.13
203	豊×P15	93.5	50.7	55.8	1.9	5.0	0.38
204	幸×B	44.9	37.4	45.4	0.1	7.3	0.01
205	幸×P16	82.0	45.7	54.9	3.4	6.5	0.52
206	幸×W	49.7	37.8	45.6	1.3	6.6	0.20
207	幸×P15	90.6	46.4	57.2	2.7	6.8	0.40
208	豊×あ	67.1	44.5	49.9	4.7	5.1	0.92
209	幸×あ	102.6	48.1	60.4	4.2	6.7	0.63

豊×B：豊水×Beurre Bosc、豊×P16：豊水×Packhams16、豊×W：豊水×Winter Nellis、豊×P15：豊水×Packhams15、幸×B：幸水×Beurre Bosc、幸×P16：幸水×Packhams16、幸×W：幸水×Winter Nellis、幸×P15：幸水×Packhams15、豊×あ：豊水×あきづき、幸×あ：幸水×あきづき

(2) 果実重量

各処理区の開花後85～90日目の果実の重量は図1に示した。

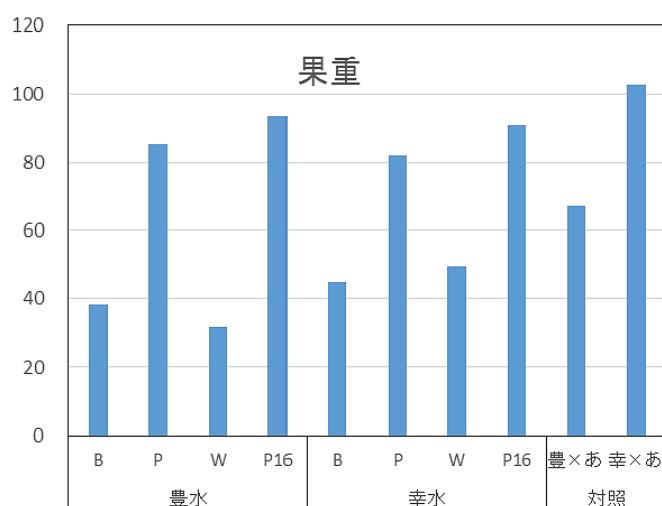


図1 豊水及び幸水における西洋なし花粉授粉後の果実重
(縦軸単位 g、2017年7月10日調査)

(3) 果実肥大

各処理区の開花後 85～90 日目の果実の直径を図 2 に示した。

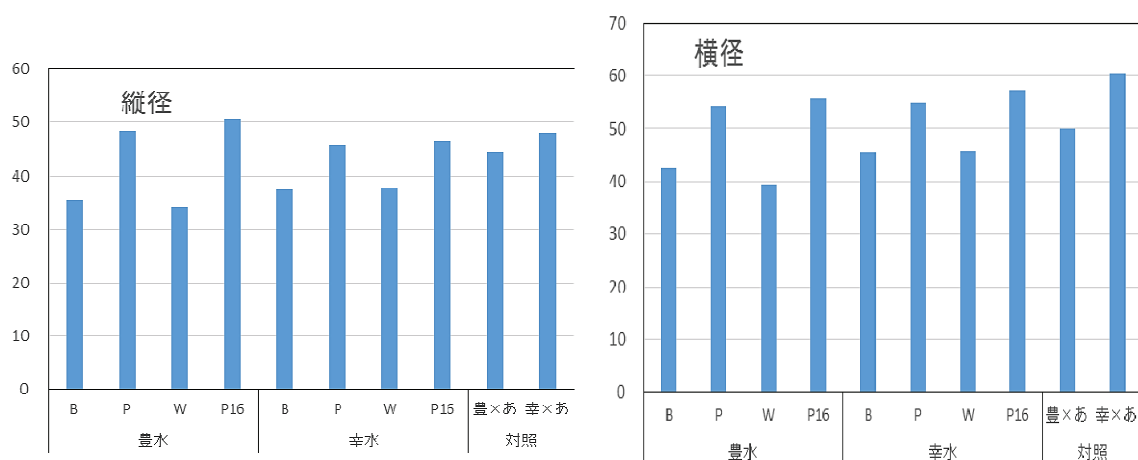


図 2 豊水及び幸水における西洋なし花粉授粉後の果実径
(縦軸単位 mm、2017 年 7 月 10 日調査)

(4) 種子形成

各処理区の開花後 85～90 日目の果実の種子数を図 3 に、果実横断面での種子形成の様子を図 4 に示した。

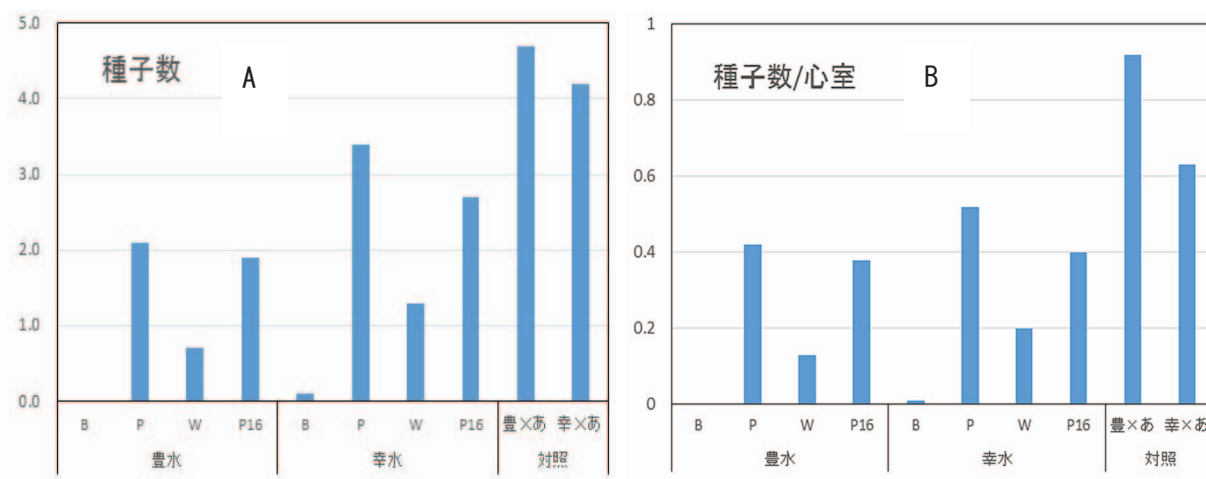


図 3 豊水及び幸水における西洋なし花粉授粉後の種子数
(A: 種子の個数、B: 1 心室あたりの種子数、2017 年 7 月 10 日調査)

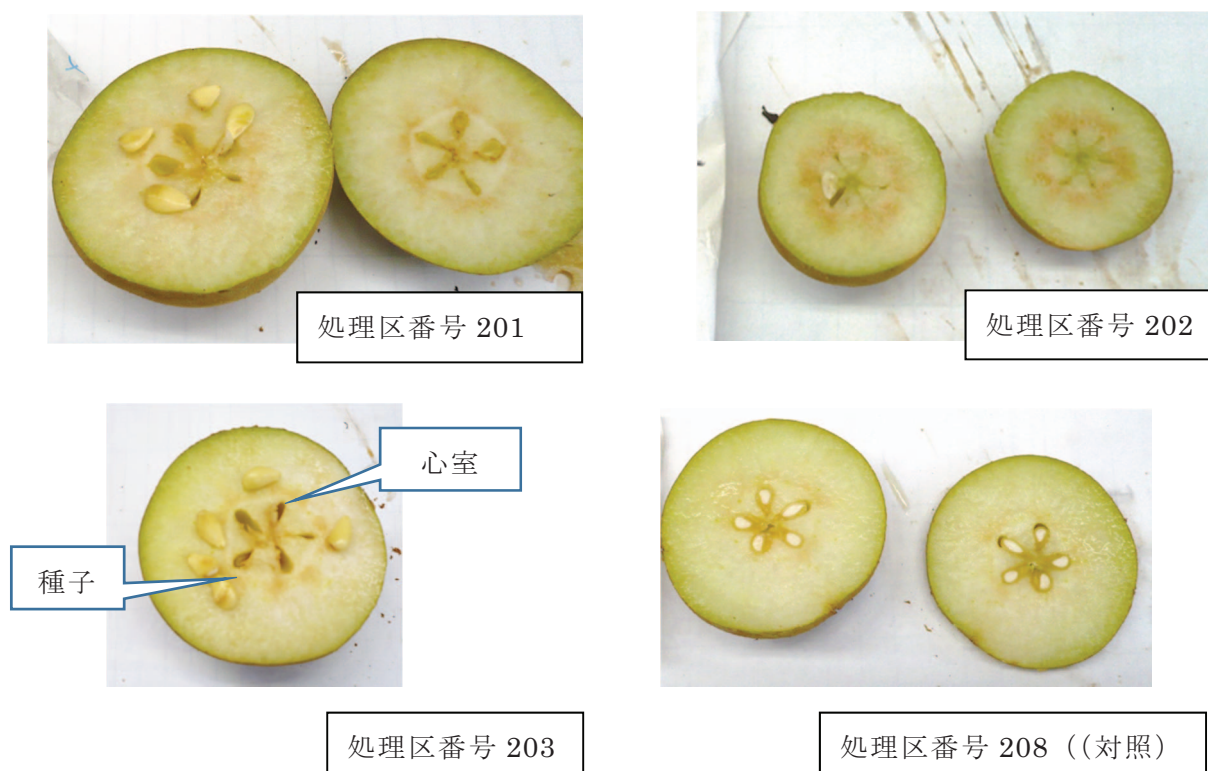


図4 西洋なし花粉授粉果実の種子形成の例（2017年7月10日撮影）

4) 和合性試験の結果と考察

(1) 試験結果

- ①「豊水」および「幸水」に、西洋なし3品種の花粉を授粉させた試験の結果、結実率ならびに果実発育（果実重、果実径）において、「Packham's Triumph」で最も優れた結果が得られた（表6、表7）。
- ②「豊水」、「幸水」とともに種子形成は「Packham's Triumph」が他の2品種より高い値を示したが種子数については対照区より低い値であった。種子の形成は、より新しい花粉の方が優れていた（表7）。
- ③これら3品種で行った花粉発芽試験（試験条件；吸湿：15℃3時間、発芽：20℃、20時間）では、やや「Packham's Triumph」の発芽が良好であった（図5）。

(2) 考察

- ①「Packham's Triumph」と比較し「Beurre Bosc」、「Winter Nellis」の発芽率や結実率などが低かった理由については、何れの品種の花粉も同様な方法で採取・調整・保管されたとのことであるが、花粉採取時の気象や樹体の条件の違い、採取後の精製・貯蔵など管理条件の違い、あるいは貯蔵温度（約－20℃）への適合性などが3品種の花粉で異なった可能性が考えられた。
- ②「Packham's Triumph」、「Beurre Bosc」、「Winter Nellis」の3品種の花粉による結実率は、授粉後90日弱の時点における調査で果実肥大や品質を完全に評価することは困難であるが、全体的に種子数がやや少ないものの「Packham's Triumph」は他の2

品種に比べ種子数が多かった。

- ③ 3品種のS遺伝子型は、表4に示すとおり、「Packham's Triumph」は S_{101}/S_{103} であるのに対し、「Beurre Bosc」は S_{107}/S_{114} 、「Winter Nellis」は S_{103}/S_{107} とそれぞれ異なり、いずれも「幸水」「豊水」とは不和合ではないが、和合性に若干の差異が生じたことが考えられた。
- ④ 以上の結果より、チリにおける西洋なしの主要3品種の中では、「Packham's Triumph」の花粉は、日本なしの主要品種である「豊水」「幸水」との和合性が最も高く、日本なしの授粉用花粉として安定的に利用できる可能性が高いと考えられた。また「Packham's Triumph」は、チリにおいて栽培される西洋なしの30%以上を占める主要品種であることから、花粉の安定供給の点でも適していると考えられる。
- ④ 本試験では、チリの主要な西洋なし3品種と、日本なし2品種の和合性の評価を行ったが、「豊水」の自家不和合性遺伝子型(S遺伝子型)は、表3に示すように S_3S_5 で「彩玉」などと同じ遺伝子型であり、一方「幸水」は S_4S_5 で「愛甘水」「王秋」「秋玉」など同一である。今後のさらなる検証が必要ではあるが、わが国で栽培される日本なしの多くの品種と和合性があると考えられた。
- ⑤ チリにおける西洋なし品種には、南アメリカで広く栽培される「Packham's Triumph」に加え、北アメリカやヨーロッパで栽培されている品種の「Abate Fettel」、「Forelle」など近年面積が拡大している品種もあり、一方、日本なしでも「あきづき」や「秋麗」、「甘太」など S_3S_4 型品種や「ゴールド二十世紀」や「おさゴールド」など S_2S_4 タイプの品種もあることから、今後、これらの品種との和合性の確認を行うことが必要と考えられる。

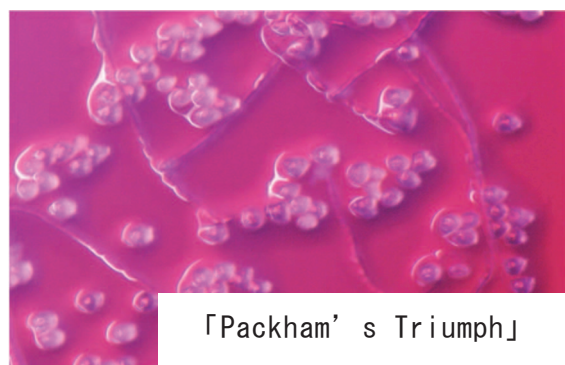
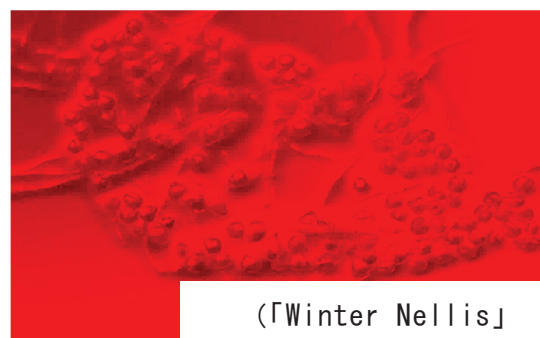


図5 チリ産西洋なし花粉の発芽状態

Ⅳ チリにおける西洋なし花粉輸出の可能性調査

1. チリにおける調査日程と内容

1) 調査日程

チリ現地において関係機関や企業を訪問し、なし花粉の生産実態及び輸出可能性に関する調査を行うため、駐日チリ大使館や在チリ日本大使館等の協力を得て、下記の日程で現地調査を行った。

2) 調査参加者

一般社団法人 日本果樹種苗協会	専務理事	駒村研三
同	業務部長	森永邦久

3) 調査した政府機関

(1) 政府機関

チリにおける調査日程表(2017年10月9日～16日)

月	日・曜日	スケジュール		備考
10	9 月		成田 発	機内泊
	10 火		サンチアゴ空港 09:15着 調査内容、日程等ミーティング	サンチアゴ宿泊
	11 水	AM PM	10:30 ODEPA、INIAとの合同ミーティング(農林省内)	同上
	12 木	AM PM	9:30～ Polen Chileとのミーティングおよびナシ授粉園視察(ランカグア)	同上
	13 金	AM PM	10:30～ INIA研究所および現地ナシ栽培園視察(ランカグア) 16:00 調査報告等(日本大使館倉田一等書記官)	同上
	14 土		サンチアゴ空港 発	機内泊
	15 日			機内泊
	16 月		14:00成田着	

調査機関：チリ農業省 農業政策調査庁（ODEPA、サンチアゴ）

農牧調査研究所（INIA、サンチアゴおよびランカグア）

調査実施日：10月11日（水）、13日（金）

対応者：ODEPA：Marcero Munos氏（国際政策部）

Karen Greenhill氏（国際政策部）

INIA：Gamalier Lemus氏（果樹研究部）

Jose M. Donose Contreras氏（果樹研究部）

調査は、下記の調査予定項目を事前に伝えた上で、10月11日にサンチャゴ市内のチリ農業省を訪ね、省内の農業施策や統計調査を担う農業政策調査庁（ODEPA）と、

果樹など農業および牧畜の試験研究を担う農牧調査研究所（INIA）の2政府機関（図6）の果樹関係者と合同会議を持ち、調査趣旨を説明した後、各機関からプレゼンテーション及び資料提供を受け、質疑や意見交換を行った。10月13日には、ランカグア市のINIA研究所において説明及び圃場視察を行った。調査団からは、わが国のなし栽培や授粉の現状などを紹介した。

（2）政府機関における主な調査項目

- ①チリにおける農業と農産物の輸出（主な生産地と生産・流通、輸出量）について
- ②チリにおける果樹生産、特になし生産の現状（樹種別生産量、生産地域、なしの品種変遷ならびに生産管理法）について
- ③なしの栽培における授粉作業（授粉樹、放花昆虫利用など）について
- ④授粉技術の向上に関する研究開発の状況把握について
- ⑤果樹品種育種プログラムと品種の普及について

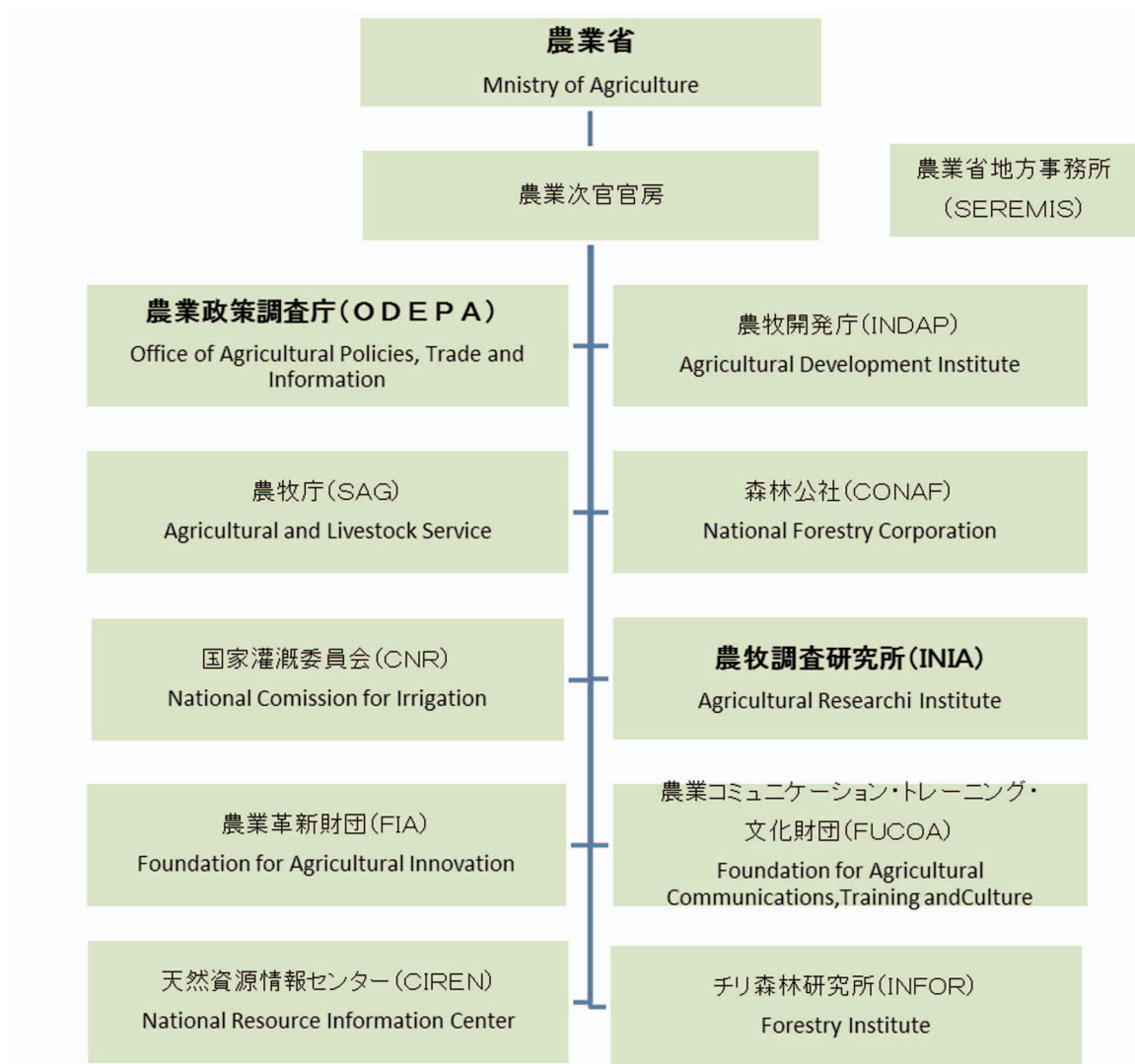


図6 チリ農業省の組織図

4) なし生産園地

オイギンス州ランカグア地域におけるなし生産農家の圃場 2 園を調査した。

調査日：10 月 12 日(木)および 13 日(金)

対応者：ランカグア市 A 園（法人組織 Unifrutti 園）園主および B 園園主

調査内容：

- ・主な産地と生產品種、収穫期、栽培管理について
- ・なしの授粉方法及び授粉作業について
- ・人工授粉の実施状況や花粉の確保方法などについて

5) 花粉製造・販売会社

チリにおける唯一の果樹花粉の採取・販売企業である Polen Chile 社（オイギンス州ランカグア市）を訪問し、花粉生産事業の概要、花粉生産施設、圃場、花粉輸出の現状や課題などについて調査を行った。なお、当該企業は、近年キウイフルーツ花粉を日本へ輸出している実績がある。

調査日：10 月 12 日(木)

対応者：Polen Chile 社

Mrcial A. Pablo Contreras 氏（会長）

Matias Pablo F. 氏（社長）

Carlos Pablo F. 氏（花粉管理担当社員）

調査内容：

- ・花粉生産の実態把握（花粉採取品種と開花期、花粉採取法及び調製法、貯蔵法、花粉生産量）について
- ・花粉の流通実態の把握（販売数量及び販売先、輸出数量及び輸出先、販売価格）について
- ・花粉の発芽率及び授粉方法の把握（授粉作業の方法、花粉の希釈方法、花粉採取品種となし生產品種の組合せなど）について
- ・今後の人工授粉方法開発について
- ・日本への花粉輸出の可能性（価格、輸出量）について

6) 在チリ日本大使館

サンチャゴ市内の日本大使館の駐在書記官に依頼し、事前にチリの農業・果樹産業に関する概況を調査した。今回の現地調査では、帰国前に調査結果の概要ならびに今後の展開方向などについて報告すると共に意見交換を行った。

訪問日：10 月 13 日(金)

対応者：倉田 進 一等書記官

意見交換内容

- ・ 調査結果の概要について
- ・ 今後の展開方向について

2. 西洋なし花粉の輸出可能性に関する現地調査の結果

1) チリにおけるなし生産、花粉生産及び利用の現状

(1) 近年は、小麦などの伝統的農業が衰退する中、野菜・果実等の生産、特にぶどうの生産が盛んである。チリでは農産物の輸出を促進しており、ここ 9 年間の輸出量の伸びは年間 4%に達し、日本への農林水産物の輸出は全輸出量の 5.7% (2016 年) を占めている。

(2) 果樹生産はチリ中央部を中心とした地中海性気候の地域で盛んであり、品目では生食用ぶどうの生産が最も多く、次いでくるみ、アボカド、りんご、オウトウなどが続いている。北部の州は乾燥気候下で、早期のブドウ生産やアボカド、チェリモヤなど亜熱帯果樹の生産が盛んなのに対し、中央地域は地中海性気候で、温帯性果実のほとんどや亜熱帯性果実、ベリー類やナッツなどの生産が盛んで、全国の果樹作付面積の 85%を占めている。さらに、南部州ではりんご、オウトウ、キウイフルーツなどが生産されている。

なしについては、中央部で生産され、生産面積割合では全果樹の 2.8%、果樹のうち 10 番目の規模である (図 7)。また、チリの果樹産業は果実輸出が盛んで、特にりんごと生食用ぶどうが著しく多く、キウイフルーツ、なしが続いている (図 8)。なしの輸出では、「Packham's Triumph」種が最も多い (表 8)。

(3) 全国的ななしの栽培面積は 2006 年くらいまでは減少してきたが、その後の 10 年間は毎年およそ 4%ずつ増加しており、2016/17 年の面積は 9,146ha である (図 9)。生産地は、中央部の首都サンチャゴ市のある首都州に南接するオイギンス州が主産地で、次いでさらに南のマウレ州が大きな産地である (図 10、11)。2016/17 年の全国のなし栽培面積に占める割合では、それぞれ約 57%、31%と両州に集中し、両州とも 2003 年から 2016 年の間に栽培面積が増加している。

(4) ナシの栽培品種では、「Packham's Triumph」が最も多く栽培され、33%を占めている (図 12)。最近では「Abatte Fetel」、「Forelle」、「Coscia」などの収穫期の異なる品種も増えてきている。

(5) なし果実の総供給量 28.8 万トンのうち、15.0 万トン (52%) が輸出され、8.4 万トン (31.1%) が国内市場に向けられ、5.6 万トンが加工に向けられている (2016/17)。主な輸出先は EU であり、2016/17 年には 19%がオランダに、11%がイタリアに輸出されている。南米では、コロンビアが最大の輸出先で 2016/17 年に

は13%のシェアを占めている。このように、チリではナシは輸出果実として重要な位置を占めている。輸出市場では、アルゼンチン、南アフリカ、欧州産と競合しているが、ロシアでは「Abatte Fetel」の輸出に成功し、2016/17年には1.3万トンが輸出された。さらに中国は将来の有望な市場と見込まれ、カナダも近い将来有望とみられている。2017/18年の輸出量は、新植園が結果樹齢に達することやこれまでの気象条件に恵まれているため、前年を3%上回る155,000トンと予測され、一層輸出に力が入っている（米国農務省海外農業局GAINレポート2017）。

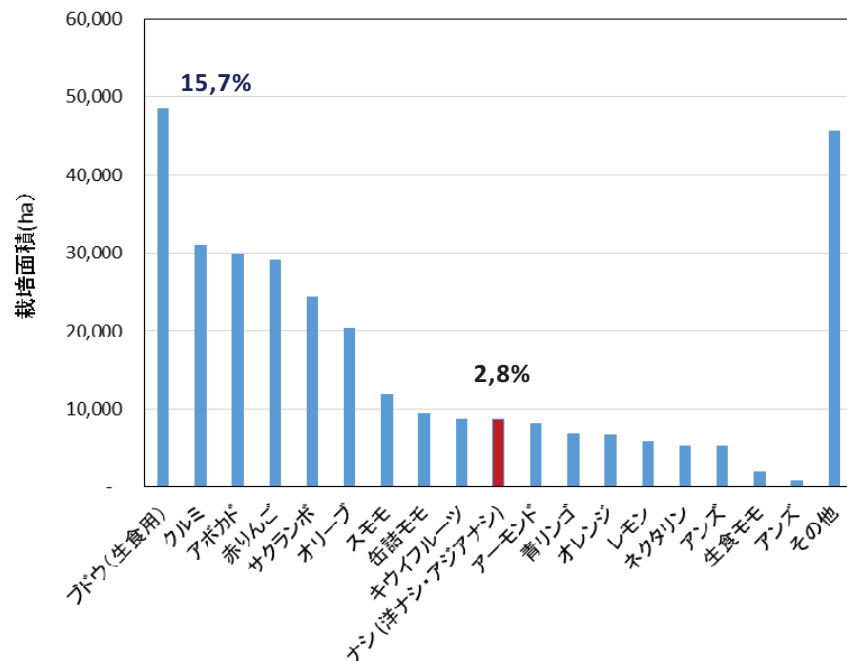


図7 チリにおける果樹の栽培面積
(2016年、INIA資料)

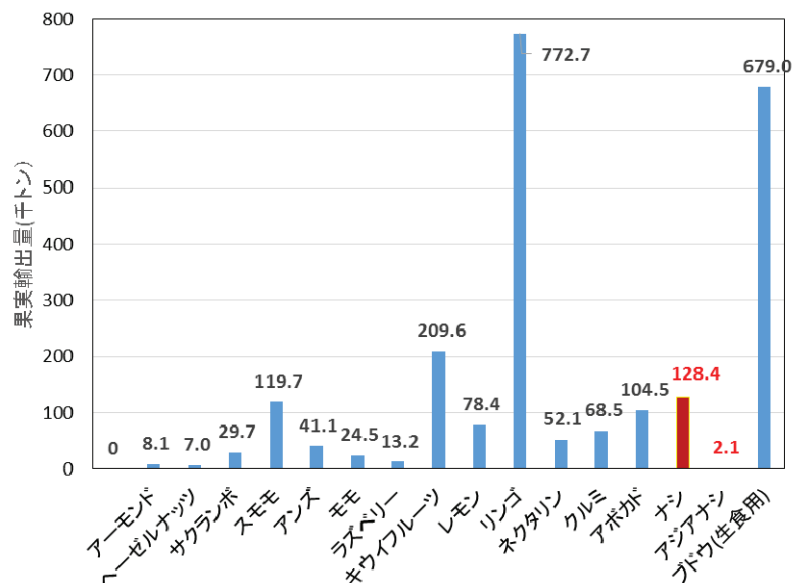


図8 チリにおける果実輸出量
(2016年、INIA資料)

表 8 チリにおけるナシの品種別果実輸出量（トン、2016 年）

なし品種	2013年	2014年
Packham's Triumph	55,239	48,470
Abate Fetel	31,273	23,383
Beurré Bosc	11,208	11,668
Bartlett	5,565	5,321
Coscia	10,208	5,211
D'Anjou	2,165	2,039
Nashi（日本なし）	2,594	1,331
他の品種	24,983	22,327
計	162,700	119,052

ODEPA 資料

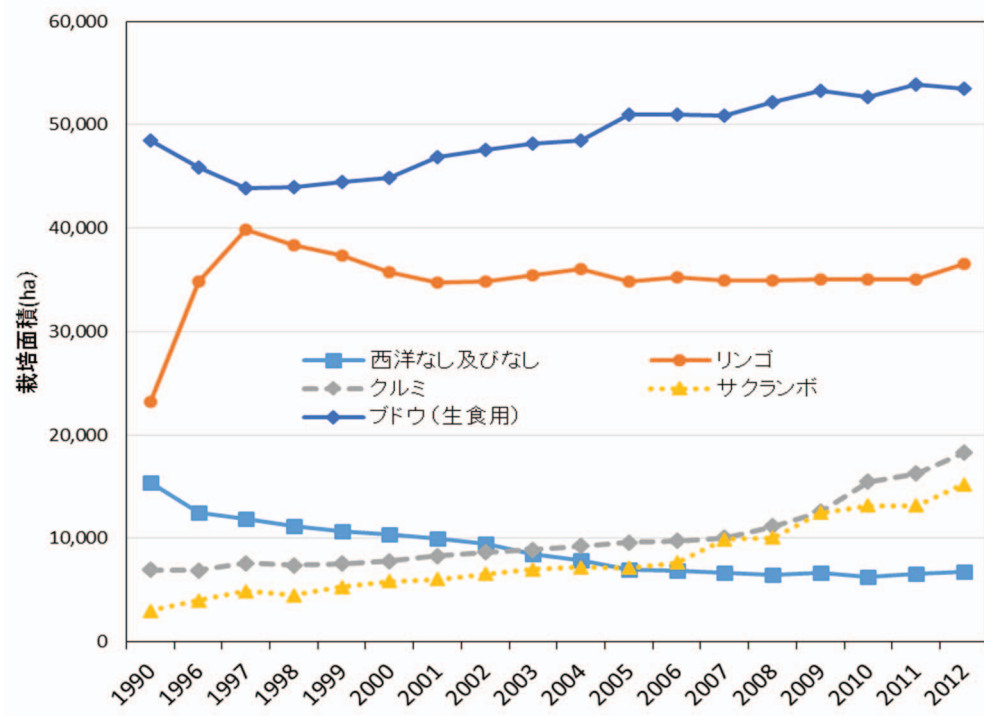


図 9 チリにおける主要果樹の生産面積の推移
(ha、2016 年、INIA 資料)

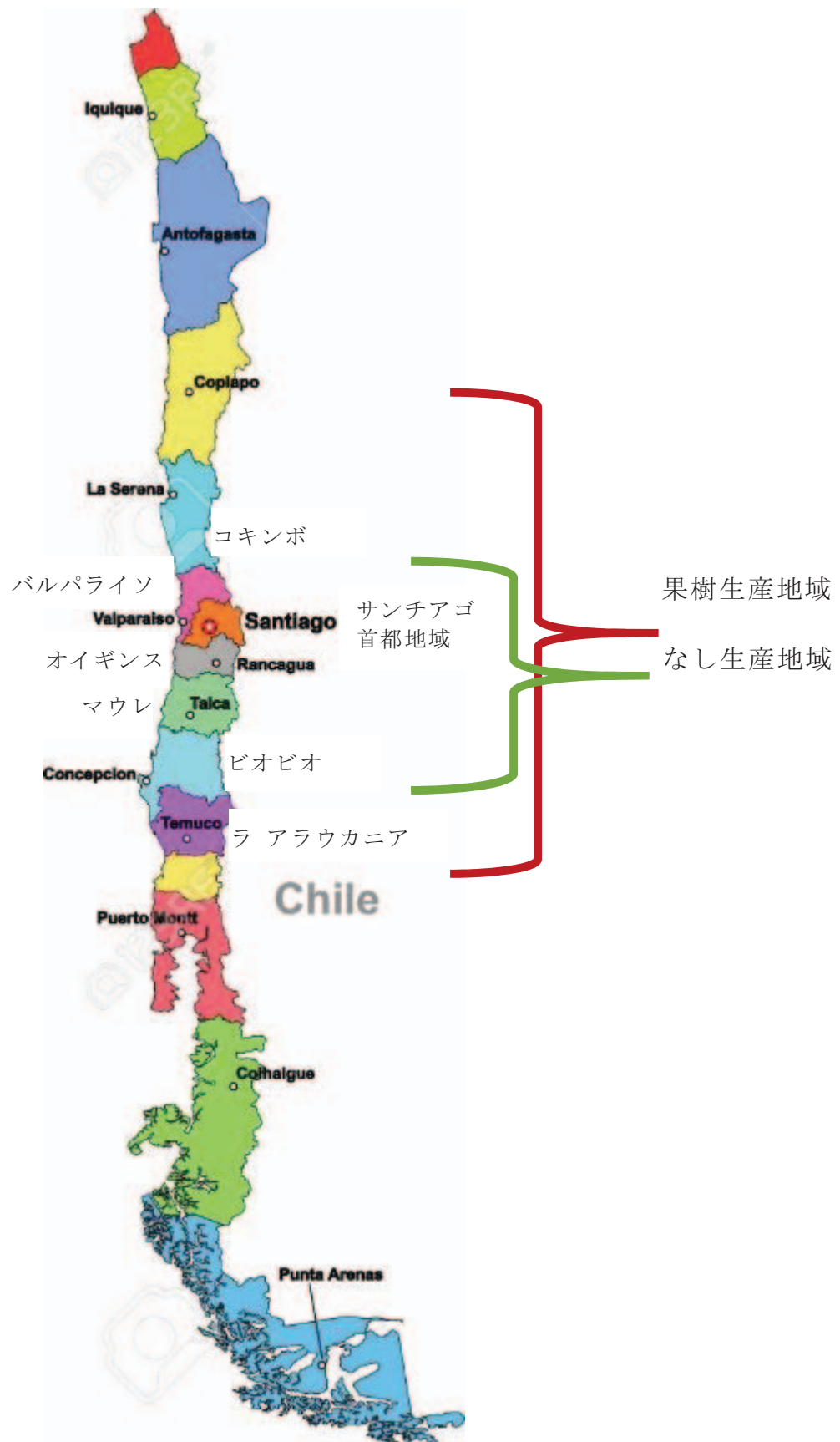


図 10 チリにおける果樹およびなしの生産地域（州）
（2016 年、INIA 資料）

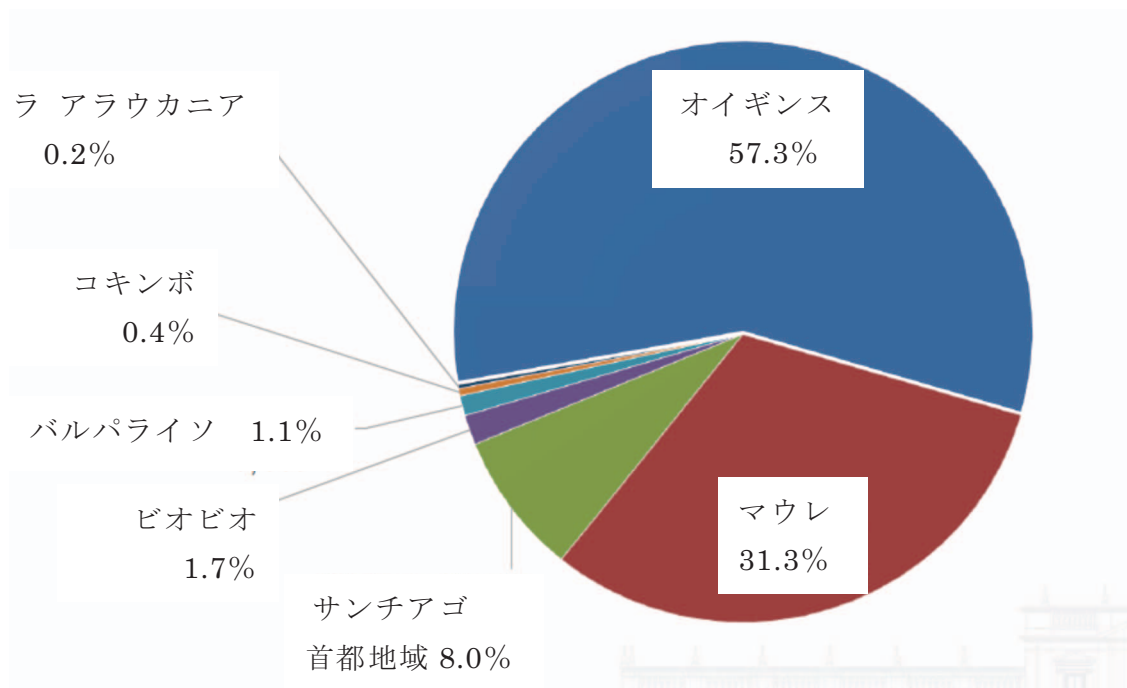
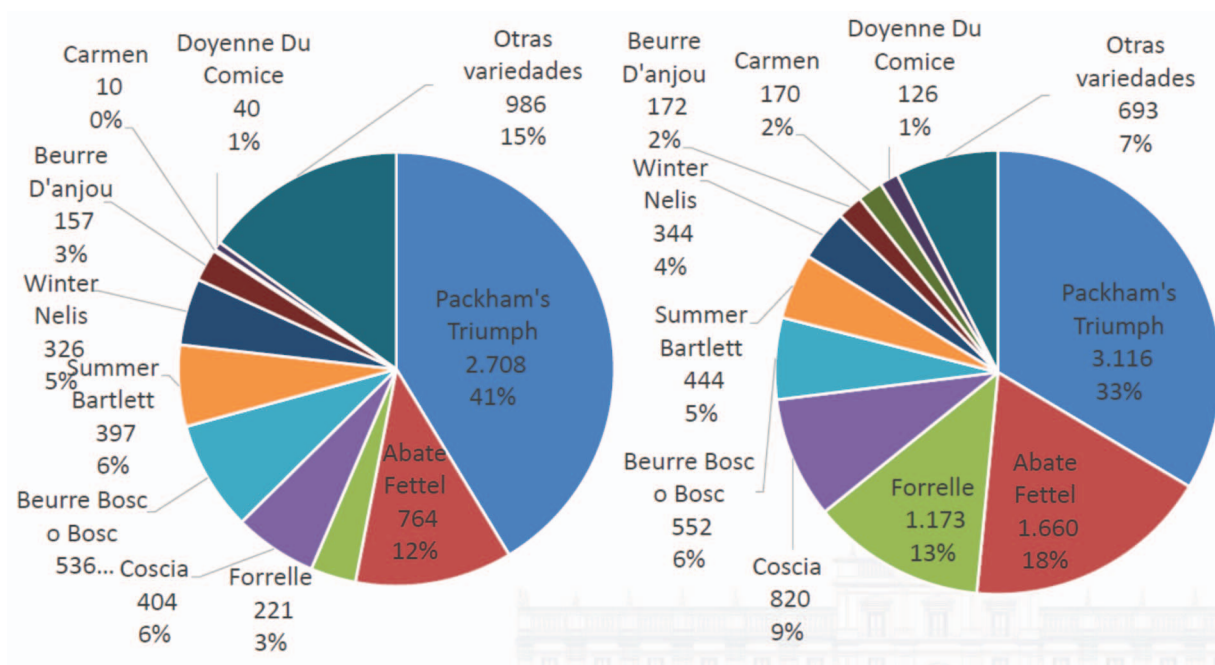


図 11 チリにおけるなし生産の地域 (州) 別割合
(2016 年、INIA 資料)



2006 年

2016 年

図 12 チリにおける西洋なし品種の変遷
(ODEPA 資料)

2) チリにおける果樹及びなしの栽培管理と授粉技術

(1) 栽培管理

- ①チリにおいて調査した2カ所のなし園地(図13左:A園(法人組織 Unifrutti)、右:B園)では、なし樹の樹高は3.5m~4mで主幹仕立て(1本仕立て)が多かった。B園では一部にわい性中間台木(マルメロ)を用いた密植わい化栽培による省力化や収量の向上が図られていた。また複数の品種を植栽し、収穫時期の違いによる労力集中の回避、輸出や果実供給期間の長期化などの効果を上げていた(「Forrelle」:1月中旬収穫、「Coscia」:1月下旬収穫、「Packham's Triumph」:2月中旬収穫)。
- ②チリにおけるなしの年間の栽培管理は図14の通りであるが、産地はチリ中央部で南北に長く広がっているため、産地あるいは品種によって開花や収穫などの時期は異なっており、諸作業の分散を図りやすい。
- ③主産地のオイギンス州では9月が主な開花期であるが、9月下旬から11月初旬まで広がっており、オイギンス州より南の地域では開花期は遅く、開花時期に応じた花の採取も可能とされている。



図13 チリにおける調査したなし園地の様子
(左:A園 Unifrutti, 右:B園)

月	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12																	
週	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
管理作業	COSECHA																										RECESO			PODA			FLORACION			CUAJA			FRUCTIFICACIÓN Y/O RALEO												
	収穫																										休眠			剪定			開花			結実			摘果												

図14 チリにおけるなしの年間栽培管理
(ODEPA 資料)

(2) 授粉方法

受粉が必要な果樹（なし、おうとう、りんご、ナッツ類、キウイなど）においては、一般的に放花昆虫（蜂）の利用と授粉樹の混植法が主である。調査した A 園では放花昆虫（蜂）と授粉樹利用を併用しており、一方、B 園では授粉樹の利用が主であった。

また、チリでわずかに栽培されている日本なし（「豊水」、「幸水」）では、「Packham's Triumph」の花粉を毛バタキを用いて手で授粉をしている。

①なしにおける授粉樹の利用

なし栽培における授粉樹用品種の選択については、下記のように整理されており、主要品種に対しては、「Winter Nellis」、「D'Anjou」などが広く利用されている。

「Bosc」や「Conference」は同一品種間でもある程度の授粉能力があると考えられ、授粉樹としても評価されている。

なし品種と授粉樹の主な組み合わせ（INIA 資料）

栽培品種	授粉樹
Packham's Triumph:	Winter Nellis D'Anjou
Coscia:	D'Anjou
Abatte Fetel:	Coscia D'Anjou
Bosc:	Bosc Winter Nellis
Conference:	Conference Winter Nellis

なし生産園における授粉樹の栽植基準としては、「Packham's Triumph」8 樹に対し、授粉樹として「Winter Nellis」1 樹の割合で混植することが基準とされている。両品種の開花日の差は、年にもよるが、およそ 2 日程度で、授粉の実用上は問題になっていない。

②なしにおける放花昆虫（蜂）の利用

訪花昆虫としてハチを利用するなし園では、園地 1 ヘクタール当たり 6 ～ 10 個の蜂巣箱（図 15）設置が基準とされている。蜂は開花期でも低温時には飛翔活動が鈍り、授粉効果が不安定になりやすい弱点があるが、低温期には低温に強い

蜂（マルハナバチ「Bombus」）を利用すると効果があるとされている。なお、マルハナバチは行動範囲が広くないため、施設栽培には適しているといわれるが、露地園では設置巣箱数が多く必要となるとの意見も聞かれた。

前述したように調査した A 園 Unifrutti では、Polen Chile 社から薬付きの花粉を購入して、「Packham's Triumph」や「Beurre Bosc」品種の栽培園で、設置した蜂巢箱（図 15）の出入り口に薬付花粉をおいて、蜂が箱を出入りする際に体に付着させて授粉する方法がとられている。



図 15 蜂による授粉のための巣箱とその改良
（左：INIA なし園、右：Polen Chile 社提供）

③その他の果樹における授粉法

ヘーゼルナッツは花粉必要量が多いため、増量剤を入れた花粉を乗用型散布機などを利用（図 16）して散布する方法もとられ、キウイフルーツでは授粉樹混植による方法がとられている。



図 16 チリで用いられている授粉用機械
（左：乗用散布機、右：肩掛け手持ち散布機、Polen Chile 社）

3) チリにおける花粉の調製・生産

(1) Polen Chile 社の沿革、概況

- ①なしの産地であるオイギンス州ランカグア市（サンチアゴから南に約 80km）の地域に所在するチリで唯一の花粉製造販売企業である。
- ②果実生産販売、果実加工販売とともに、花粉採取販売が主事業の会社で、りんごやさくらんぼ、なし等を 13～14ha 経営している（図 17～18）。
- ③30 年ほど前からアメリカ Farm Yield 社と共同でアメリカへの花粉輸出を行っている（プラム、なし、りんご、くるみ等）。
- ④日本へは 4 年前からキウイフルーツ花粉を輸出しており、西洋なし花粉は 2016 年に試験的に輸出している。
- ⑤南部地域も含めて果樹農家圃場約 50ha と契約し、花粉を採取している（りんご、なし、キウイフルーツ、アーモンド等）。花粉採取時期には、200～300 人の臨時雇用を行い、花を集め精製を行っている。
- ⑥花粉はアルゼンチン、アメリカ、ブラジル、スペイン、イタリア、南アフリカ、オーストラリアなどに輸出した実績がある。
- ⑦同社の最近の花粉輸出実績としては、アルゼンチンへすもも 6 kg（2017 年）、アメリカへアーモンド 50kg（2011 年）、ブラジルへりんご 20kg（2015 年）等である。

(2) Polen Chile 社におけるなしの花粉採取

- ①なしの主要品種である「Packham's Triumph」は 1 樹当りの花数が非常に多く、花の採取率が高く花粉の採取も効率が良くとされる（図 19）。
- ②主産地のオイギンス州でのなし花粉採取時期は、開花が 9 月 8 日～28 日（2017 年）で 1 日 4～5 kg の蒔付きの花粉（粗花粉）を採取することが可能である。全期間でなし 3 品種からおよそ 80 kg の粗花粉を採取している。これから 30～40% の精製花粉（純花粉）を生産することが可能である。



図 17 Polen Chile 社の花粉精製室(左)と西洋なし採花圃場(右)



図 18 Polen Chile 社のりんご、さくらんぼなどの花粉採花圃場



図 19 なし「Packham's Triumph」の開花の様子（INIA 資料）
 ‘Packham’ s Triumph/ *Pyrus communis*. 授粉樹 ‘Winter Nellis’

（3）Polen Chile 社における花粉の精製・貯蔵法

- ①集められた花は、ドラムに入れ、順次大きさでふるい、最終的には葯付きの花粉以外を取り除いている（図 20 右、図 21、キウイ用となし用は別機械）。
- ②パネル板上に葯付きの花粉を敷き、温度と湿度を制御した部屋に 10～12 時間置き、開葯させる（図 22 左）。樹種などにより乾燥時間は異なる。
- ③葯と花粉を分離機により重さで分け（図 22 右）、さらに篩で分離する。
- ④集めた花粉は、乾燥剤を蓋裏につけた貯蔵用の瓶に入れて－20℃の冷凍庫で貯蔵する（図 23）。
- ⑤花粉の精製には化学物質（有機溶媒など）は用いていない。



図 20 花粉採取・精製室(左)と精製装置(右)



図 21 花卉、花糸と生薬の分離採取装置



図 22 薬の乾燥に用いるパネル(左)ならびに花粉と夾雑物の分離機

(4) Polen Chile 社における花粉の貯蔵と品質管理

- ①貯蔵花粉は経年的に発芽率を検査している(図 23)。最も古いものでは 13 年間貯蔵している。
- ②花粉の活力については、発芽率のほかに TTC 酸化還元力の検査(細胞呼吸や代謝活性を測定するために用いられる測定法)などを行い、データを開示している。
- ③出荷前には、発芽率を検査し、70%以上の発芽率を確認して販売しているが、目標は 80%以上としている。



図 23 花粉の発芽率の検査(左)と花粉貯蔵庫(右)



図 24 精製花粉製品のパッケージ

(5) Polen Chile 社における省力授粉法の検討

研究機関など共同で一層効率的な授粉法について、下記のような機械開発などを検討しているが、まだ実用段階には達していない。

- ①溶液授粉
- ②ドローン利用散布
- ③GPS トラクターによる散布 など

4) 在チリ日本大使館における意見交換

日本大使館においては、倉田一等書記官と面談し、今回のチリにおける現地調査の結果概要を説明し、協力への謝意を伝え、意見交換を行った。調査団側からは、以下の概要の報告を行った。

- ①国内で行った日本なしと西洋なしの和合性試験では、「Packham's Triumph」が適している。
- ②チリの西洋なし栽培品種では「Packham's Triumph」が主要な品種であることや花数が多いなどの利点があることから、採取に適している。
- ③チリにおいて Polen Chile 社で調査した結果、なしをはじめとした果樹の花粉の生産や管理は整っている。ただし、輸出花粉の価格面からは、中国産に対抗するには課題がある。

これらの報告に関し、倉田一等書記官からは、いくつかの質疑と共に、今後、チリからの日本への花粉輸出が進展し、日本におけるなし生産に向けた諸課題の解決のために日本とチリの結びつきが一層深まることを希望するとの表明があった。

3. チリからの西洋なし花粉の輸出量と価格の見通し

Polen Chile 社における調査の中で、日本への花粉輸出の可能性に関して意見交換を行った。同社から示された見解及び考察は以下の通りである。

1) なし花粉の輸出量見通し

＜先方の見解＞

現在のなし花粉の生産量は、粗花粉で概ね 80 kg である。輸出向けの花粉の生産量は、純花粉で 10 kg 程度である。ただし、花粉の生産量は、毎年の開花量にともない変動がある。

花粉の製造に当たっては、9～11月の開花期に多数の雇用労働力を活用し花粉採取用の花を集めている。製造量を拡大するとすれば、産地の中から花を採取する果樹園と幅広く契約を結び、雇用労働力を拡大して臨むことが必要である。

日本へ大量の花粉を輸出することは直ちには困難であるが、安定した需要が見込まれるなら、初年度は純花粉で 50 kg、翌年度は 100 kg と段階的に増産することは可能である。

＜考察＞

増産の過程では契約果樹園数を増加し、雇用労働力を拡大することが必要となるため、日本における詳しい需要情報を提供することが必要と考えられる。

2) なし花粉の価格見通し

＜先方の見解＞

チリ国内でのなし花粉の販売価格は、現在 1,300 チリペソ(約 235 円)/g (粗花粉) である。純花粉に換算すると、歩留まりを 40% と見積れば、590 円/g (純花粉) となる。

＜考察＞

現在、日本で販売されている中国からの輸入花粉(「雪花梨」の精製純花粉)の価格は約 275 円～500 円/g である。

注) 価格は業者からの聞き取り、県資料、インターネット上の販売価格を勘案したもの。

チリでの国内販売価格は中国産に比べると 1.2～2 倍高いが、高価格の要因は雇用労働者の人件費と採花果樹園との契約料金によるものである。

Polen Chile 社からは、中国産との価格差が輸出の阻害要因となる可能性について危惧の念が示された。しかし、後述するように、中国産の価格とチリ産の価格を一概に比較するのは無理があると考えられる。さらに、今後、増産が行われれば一定程度の生産コストの逡減効果も期待される。

なお、チリ産の価格は国内での販売価格であり、輸出に当たっては諸経費が上乗せされることに留意する必要がある。

V. まとめ

1. チリからの西洋なし花粉の輸入可能性

1) 和合性等の確認

日本なしの主要品種である「豊水」、「幸水」と西洋なしの「Packham's Triumph」の間では和合性があると確認された。また、豊水、幸水の S 遺伝子型を踏まえると、我が国で栽培されている他の多くの品種と「Packham's Triumph」は和合性が高いと想定される。また、チリにおける西洋なしの栽培においては、「Packham's Triumph」が 3 分の 1 を占める主要品種であることから、花粉を大量に採取することが容易と考えられる。さらに、「Packham's Triumph」は 1 樹当たりの着果数が多く、採取作業も容易である。

2) チリにおけるなし花粉生産の有利性

チリにおけるなしの栽培は、チリ中央地域のオイギンス州、マウレ州、サンチアゴ首都地域に集中（図 9）している。オイギンス州に位置する Polen Chile 社は、150 km 程度の範囲に集中して広がるなし産地の中心部にある。このため、効率的になし花を収集・採取することが可能であり、花粉の生産拡大を展開できる強みを持っている。

3) なし花粉の生産流通基盤

Polen Chile 社は、花粉の生産、貯蔵、検査等の施設を有し、既に、なし、キウイフルーツ、その他の果樹の花粉の採取、調整、製品化を行っており、国内販売並びに海外輸出の実績がある。このように、花粉の生産・流通基盤を既に有している。

4) なし花粉生産の技術基盤

Polen Chile 社の技術基盤については、同社が花粉の分離・精製・貯蔵等の基本的技術を持ち、近代的な設備を有していることから、問題となる点は認められない。花粉の品質管理においても、最新の検査機器と管理体制を有し、発芽試験等の製品管理も行われていると判断できる。このため、我が国が求める高品質な花粉の供給は可能と考えられる。

5) チリ政府の果樹振興

チリでは国をあげて農産物の輸出促進に力を注いでおり、火傷病を始めとした病虫害の侵入防止にも大きな注意を払っている。

以上のことから、チリからのなし花粉の我が国への輸入は可能であり、花粉輸入先国として有望であると判断される。

2. なし花粉の安定供給に向けた今後の方向性と課題

1) なし花粉の安定供給のための基本的考え方

なしの結実確保に最も重要となる人工授粉では花粉の採取や授粉作業等に多くの労力を比較的短い期間に必要とする。また、昨今の地球温暖化に伴い気象変動が激化する傾向にあることから、開花期の低温や曇天、強風等で昆虫の活動が妨げられ、授粉樹混植によっても訪花昆虫による授粉の効率が低下するなど、結実の不安定化が懸念される。このような現状の中で、安定した結実と高品位の果実生産を確保するためには、花粉の安定供給に資する対策が欠かせない。

このような中で、なし生産者自らが、あるいは産地ぐるみで花粉を確保し、輸入花粉に頼らない生産体制を構築することが何よりも重要である。平成28年度に実施した「なしの安定生産に向けたなし花粉の利用実態調査」（以下「28年度調査」という）においても、大部分の県から、「今後は自家採取を増やしていきたい」、「増やす必要がある」との回答が出されており、この方向性を支援することが不可欠である。

一方、なし産地の多くでは、栽培従事者の高齢化や後継者不足が大きな問題となっており、雇用労働力確保が困難な中で、花粉の自家採取は困難となっており、輸入花粉に頼らざるを得ない現実があることも事実である。28年度調査では、輸入花粉の購入に頼る農家が約33%と推計され、なしの安定生産のためには輸入花粉の安定確保は直面する大きな課題である。

輸入花粉は、ほぼ全量を中国からの輸入に依存している状況にあるが、過去10年間で、輸出検疫強化による輸入遅滞の発生、中国国内の天候不良による供給の不安定化の発生と二度の危機的状況を経験した。加えて、世界的に拡大している火傷病がなしの生産大国である中国に侵入する恐れが無いとは保証できない。このように、中国一国に花粉の輸入を頼っている現状は、大きなリスクを抱えている。

このリスクを回避するためには、今回の調査で利用の可能性が明らかになったチリからの花粉輸入を並行して行い、輸入花粉の安定確保を図ることが不可欠である。並行輸入を行うことにより、仮に中国からの輸入が途絶えるといった不測の事態への緩和策ともなりえる。従って、早期にチリからの花粉輸入体制を構築するとともに、産地サイドにおいては、これまで馴染みがなかったチリ産花粉の使用実績を積み上げ、適切な利用技術を構築することが望まれる。

以下、チリ産花粉の輸入及び使用に当たり早急に対応すべき課題をとりまとめるとともに、中長期的には花粉の国内自給が不可欠であるとの観点から産地サイドとして取り組むべき課題について整理した。

2) チリ産花粉の輸入及び使用に当たり対応すべき課題

(1) 品種間の和合性の調査

今回、チリで最も栽培面積が多い「Packham's Triumph」と我が国の主要品種である「豊水」、「幸水」との和合性が確認されたが、チリで栽培されているその他の品種と我が国の品種との間の和合性は確認されていない。利用品種の拡大を図るため、試験

研究機関においてチリでの栽培面積が大きい品種と我が国の品種の和合性について調査を行うことが必要である。

（２）有機溶媒を利用した花粉精製による花粉品質の向上

チリにおいては花粉の精製過程で有機溶媒の使用による水分含量の調整を実施していない。我が国における花粉使用に当たっては品質確保が不可欠であることから、有機溶媒を使用した精製方法への変更について、チリ側と調整を行うことが必要である。

（３）花粉の輸行程の取決め

チリからの花粉輸入に当たって、輸行程における品質保持のための運搬方法を取決めることが必要である。

（４）花粉輸入量の調整

南半球に位置するチリは、花粉の生産時期が９月～１０月であり、我が国の花粉の需給状況を踏まえて対応することが可能である。このため、チリ側業者と我が国の生産者団体、関係事業者との間での毎年の輸入量の調整が行えるような仕組み作りが必要である。さらに、チリからの輸入を継続・拡大することにより、チリ国内での花粉増産を促していくことが必要である。

（５）輸入・販売価格の取決

花粉の輸入・販売価格等の取決が円滑に進められるような体制を設けることが望まれる。

３）我が国の産地サイドが取り組むべき課題

（１）授粉樹の植栽

樹園地における花粉採取専用樹の適正な配置を進めることが必要である。実施に当たっては、平成２９年度から果樹農業好循環形成総合対策事業において、なしの授粉樹について、新植支援の拡充が図られたので、これを活用し、花粉採取用品種として優れた性質を持つ品種の植栽を進め、産地としての花粉採取可能量を増やす取り組みが必要である。

（２）花粉採取用品種の選定

気象変動に左右されにくく、主要品種より早く開花期を迎え、花付きや花粉量が多く、病害虫に強く、花粉の貯蔵性が優れた品種（２８年度調査で紹介した台湾の「横山梨」等）の選定が必要である。

（３）産地での花粉生産・供給の連携体制の構築

鳥取県におけるなし花粉の自家採取・共同調製システムとＪＡいちかわ梨共同花粉採取所（花粉銀行）では、一連の過程のうち、授粉樹の管理、花の採取は農家が行い、その後の施設や技術を要する過程（開葯や精製など）は農協が行っている。これは、開花期の農家の労力を軽減させ、安定的に花粉採取できるシステムである。また、鳥取県では余分な花粉を農協が買い取り、花粉が足りずに困っている生産者に販

売しており、花粉の融通を行うことも重要である。このような事例を広く普及することが必要である。

（４）自家和合性品種の普及

自己の花粉でも受精・結実する自家和合性品種の開発が進められ、「おさゴールド」（平成 9 年品種登録）、「秋栄」（平成 9 年品種登録）、「秋甘泉」（平成 21 年品種登録）、「なるみ」（平成 28 年品種登録）等の品種が育成されたが、まだ十分普及するには至っていない。これらの普及を図るとともに、高品質で自家和合性を兼ね備えた熟期の異なる品種の開発をさらに進める必要がある。

（５）花粉の貯蔵体制の構築

花粉の生産には年次間格差があるとともに、輸入可能な花粉と使用する花粉の量にギャップが生じる場合が想定される。花粉は低温貯蔵が確保されれば、長期貯蔵が可能であることから、花粉量に余裕がある年の花粉を貯蔵する体制を産地レベル又は全国レベルで構築することを検討する必要がある。

