沙漠の農業立国イスラエルに学ぶ

独立行政法人　農業・食品産業技術総合研究機構　野菜茶業研究所
主任研究員　中野有加

はじめに

イスラエルは自然条件に恵まれていないにもかかわらず、斬新なアイデアや技術開発を武器に輸出も盛んである。今回、（一社）日本施設園芸協会主催の視察（平成 26 年 11 月 22 日～28 日）に参加し、イスラエル農業の原動力を垣間見ることができたので、報告する。

イスラエル基本情報

面積は 20,770km²（日本の四国程度）（図１）、人口は約 818 万人（表１）。建国が 1948 年で、14 歳以下の若年層が国民全体の 27 パーセント（2010 年 FAO 統計）を占めている大変若い国。人口の 90%が都市に、10%が地方に居住。人口の 3/4 がユダヤ人、1/4 がアラブ人。主要な産業は、鉱工業（情報通信、ハイテク、医療・光学機器、ダイヤモンド加工、化学製品、繊維等）、金融・サービス業。輸出 667 億ドル、輸入 720 億ドル（2013 年　イスラエル中央統計局）。イスラエルの重要な外貨獲得源は観光産業。輸出品目はダイヤモンド、医療精密機器、化学製品、電子部品等。輸入品目は機械類、輸送機器、燃料、化学品。

農業については、農地面積は日本の 8 分の 1 以下、従事者数は 30 分の 1 に満たない。農業総産出額は少ないものの、輸出額は多く、国内消費分と同じくらいである。

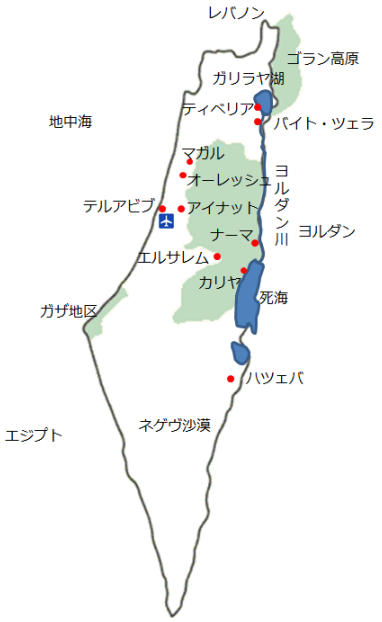

図１　イスラエル地図
（緑の部分はパレスチナ自治政府（ヨルダン川西岸及びガザ地区）およびゴラン高原）

表１　イスラエルと日本の基本情報

項目	イスラエル		日本	
国土面積	20,770 km²	（2010 *1）	377,960 km²	（2012 *5）
人口	818万 人	（2014 *3）	1億2711万 人	（2014 *5）
一人当たりの名目GDP	36,926 USドル	（2013 *4）	38,467 USドル	（2013 *4）
農地面積	523,200 ha	（2012 *2）	4,549,000 ha	（2012 *2）
農業従事者数	64,000 人	（2010 *1）	2,390,000 人	（2013 *6）
	=全労働者の2.0%	（2010 *1）	=全労働者の3.6%	（2013 *7）
農業総産出額	4,884 百万 USドル	（2011 *2）	81,908 百万 USドル	（2011 *2）
農産物輸出額	2,371 百万 USドル	（2011 *2）	3,273 百万 USドル	（2011 *2）
農産物輸入額	5,045 百万 USドル	（2011 *2）	68,470 百万 USドル	（2011 *2）

*1:　イスラエル農業・地域開発省資料
*2:　FAO
*3:　イスラエル中央統計局
*4:　IMF – World Economic Outlook Databases
*5:　総務省統計局
*6:　農林水産省「農業就業人口」
*7:　農林水産省「農業就業人口」/統計局「労働力人口」×100

現地ガイドさんの話によると、税金の負担は重く（消費税率 18%）、物価は高く、国民の生活は楽ではない。平均月収は 24 万円／世帯だが、家賃は 3LDK で約 12 万かかるので、40 万円ないと生活が苦しい。政情が不安定なため兵役もあり（男子 3 年、女子 19-24 ヶ月）、国防費は国家予算の 16%を占める。貧富の格差解消のためには、国防費を減らして社会保障費を増やすことが望まれる。パレスチナ・イスラエル問題が根深く衝突が絶えないが、一般の国民は共存共栄を願っているとのこと。

世界各国の企業がイスラエルに拠点を置き、日本との経済的交流も活発になっている。平成 26 年 5 月にはネタニヤフ首相が訪日し、首脳会談では産業分野での共同研究開発の促進や投資協定の締結を目指すことなどで一致した。

11 月 23 日（日）視察 1 日目：テルアビブ（Tel-Aviv）

テルアビブは、イスラエル第 2 位の人口をもつ都市で、国際空港、各国大使館がある。イスラエルはエルサレムを首都と主張しているが、国際的には認められていない。温暖な地中海性気候を活かした、柑橘類や野菜、切り花栽培がさかん。都市化のため、農地が減っている。

気温（平年値）：最低気温／最高気温：9.8／17.5℃（1 月）～23.4／29.8℃（8 月）

降水量（平年値）：582 mm／年

１．イスラエル農業・地域開発省（The State of Israel Ministry of Agriculture and Rural Development）

HP：http://www.moag.gov.il/agri/English/

所在地：P. O. Box 28, Beit Dagan 50250, Tel-Aviv

応対者：Mr. Omar Zeidan（技術普及部次長　Deputy Director, Extension Services）

視察先概要：イスラエルの農業政策、地域政策を企画・立案・実施。

１）プレゼンテーション：イスラエルの農業について

講演者：Dr. Arie Regev（国際関係部部長 Director, foreign relationship department）、Mrs. Smadar Moise（国際関係部次長 Deputy Director, foreign relationship department）

・農地　国土面積 20,770km² のうち、耕作可能面積 437,000 ha（国土の 20%）、灌漑面積 162,000 ha、非灌漑面積 138,000 ha（主に麦が栽培される）。

・用水　年間降水量の多くが 3 カ月間（12～2 月）に降る。水源は、ガリラヤ湖、地中海沿岸の地下水、ユダヤ山地の地下水の 3 つ。ガリラヤ湖の水は約 200km の導水管でテルアビブや南のネゲブ沙漠まで運ばれる。イスラエルの水使用量に占める地下水の比率は 51%（2007 年）（日本は 2008 年に 12%）。地下水の使用量に占める農業分野の比率は 30%（2007 年）（日本は 2008 年に 30%）（OECD、2013）。80 年代まで、水の需要と供給のバランスが取れていたが、需要が増え、水不足が深刻。水の 57.8%が農業部門で消費される（FAO 、2010）その対策として、（1）再利用：下水道処理、砂ろ過。排水は浄化して南の農業地帯へ運ぶ（2）海水の除塩：6 ヶ所あり、6 億 t 生産。コストは＄0.75/m³。（3）雲を作る（cloud seeding、雲の種まき）ヨウ化銀散布。効果はドラスティックではない。

・栽培作物　多様な品目が栽培されるが、穀物は少ない。たとえば単位面積当たりの収量を比べると、トマトでは日本より多く、コムギでは日本より少ない（図２）。食料自給率は 93%。90 年代から園芸作物の施設栽培がさかんになった。穀物、マメ類、油脂は輸入。乳牛の飼料は輸入、牛乳は輸出する。気候が多彩なことから、野菜、果実の種類が豊富。北ではリンゴ、サクランボ、地中海性気候の地域では、アボカド、バナナ、オレンジ、南のネゲブ沙漠ではナツメヤシ。野菜・果実の全生産量の 1/4～1/3 が輸出（主にヨーロッパ）。特に、パプリカ、ミニトマトが多い。東洋は市場規模が大きく魅力的だが、検疫基準の高さや距離などの障害があり、少ない。果物ではスウィーティが日本への輸出品として一時流行。カキは日本品種が導入され、イスラエルでも一般的な果物である。日本に輸出したい品目としては、パプリカがある。切り花生産は、80 年代ピーク、現在は当時の半分以下に低下。中国と関係が強い。

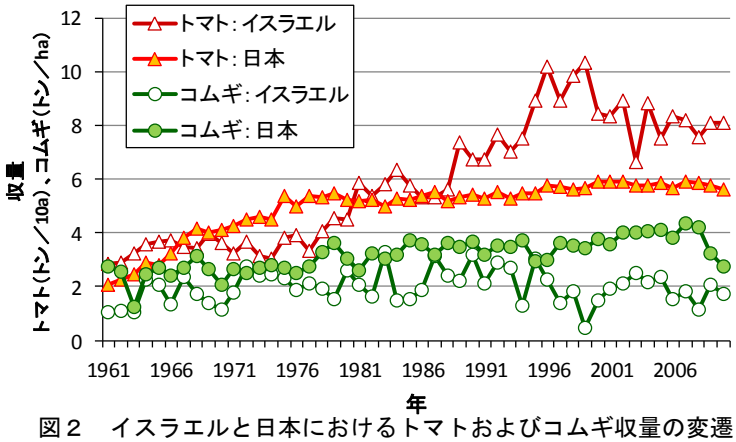

図２　イスラエルと日本におけるトマトおよびコムギ収量の変遷
（FAO stat より筆者作図）

・営農　イスラエル独特の農業の経営体が‘キブツ（集産(主義)的農場）’と‘モシャブ（協同組合村）’で、全体の生産量の 8 割を占める。残りの 2 割は昔から農業をしている個人の農家。キブツのうち昔からの社会主義共同体的なものは 80 あまり。農地と居住区を合わせた面積は 400～800 ha（1 つ当たり）。モシャブはかつて生産資材や農産物の販売も担っていたが、現在では個々の農家が行っているケースが多い。
・園芸用施設面積　1990 年代から、周年栽培、高品質化、害虫防除のために施設栽培が盛んになった。面積は 1980 年代の 900 ha から 2012 年には 13,000ha に増加（うち、野菜 8,000 ha、花 5,000 ha）、他に果樹 2,500-2,900 ha（ネットハウス）。経営面積は野菜では 4～8 ha／戸、花では 8 ha／戸。現在、野菜の露地面積は 5 万 ha、ハウス面積は 1 万 ha。バレイショ、ニンジンは露地。キュウリは全てハウス。トマト、パプリカは 80～90%がハウス。
・ハウス構造　台風や積雪がないため、パイプハウスの構造は簡易。イスラエル基準は風速 100 km/h（=27.8 m/秒）に耐えるもの。ネットハウスは、支柱にネットを被せるもの。最近の高度なものは、二重被覆、遮光カーテン、補光を備える。軒高 5m、間口 9.6m という大型のハウスもあり。
・被覆資材　ハウス用フィルムはポリエチレン製のものが主。砂漠地帯では埃がつきやすい。夏場はフィルムを張ると高温になることから、春～秋にはネットのみを被覆し、フィルムは秋～春までの間展張する。
・環境制御　パットアンドファンは主に花生産で使用。暖房はほとんどない。国内で開発された、ハウス内の環境と灌水・施肥を制御する機器が普及している。
・環境保全的農業　総合的作物管理（ICM）に取り組み、できるだけ化学物質を使わぬようにしている。例えば、ナツメヤシをネットで包み、虫・鳥害を防ぐなど。有機農業はヨーロッパ基準と同レベルの認証基準。約 400 戸（約 7,000ha）で行われ、全体の 15%にあたる。認証を得るのに 3 年程度かかる。有機栽培の作物はバレイショ、ニンジン、ピーマン、アボカドなど。全農地に占める有機栽培の割合は 1.36%（FAO、2010）。

Q&A
Q：付加価値の高い農業資材の開発や導入に対する補助はあるか？
A：日本に比べて少ない。過去には園芸用の施設の建設に対して援助があった。

Q：農業機械・資材は輸入？国産？
A：灌漑用のドリッパーなどの小さな資材は輸出。トラクターなど大型機械は輸入が多い。

Q：ヨーロッパへ輸出する際の優位性はどこにある？
A：季節的な優位性がある。フランスやモロッコ産が出る前に出せる。最近はロシアへの輸出も増えている。

Q：農業の後継者問題はある？
A：日本と同様、農業は子どもの１人が継ぐのが一般的。農家出身者ではない若者に技術を教える講習を国が開催している。

２）プレゼンテーション：イスラエル農業研究所（Agricultural Research Organization Volcani Center）について

HP：http://www.agri.gov.il/en/home/default.aspx
講演者：Dr. Yoram Fuchs（ポストハーベスト＆食品科学部　生鮮品ポストハーベストサブユニット　研究員）
（１）研究組織
　1921 年設立の農業試験研究機関で、全国数ブロックに分かれている地域別の農業研究所の中心。組織は、6 つの専門研究所（植物科学研究所、動物科学研究所、植物防疫研究所、土壌、水と環境科学研究所、ポストハーベスト食品科学研究所、農業工学研究所）と 2 つの地域農業研究センター（Gilat、Newe Ya'ar）からなる。200 人の研究者、340 人の技術者、220 人の大学院生を擁する。農業省の開発部門の 70%を担う（残りは大学、地域別の研究所）。予算は 6400 万ドルで、国から 60%、競争的資金 25%、他に民間企業の資金 8%、寄付 7%。現場ニーズ優先の Research & Development 体制となっている。普及は別の組織（SHAHAM）があるが、時々直接農家に伝えることもある。技術開発から普及までの時間はとても短い。
（２）研究テーマ
・持続可能な農業（Sustainable agriculture）推進　土・水の保全。
・育種　目標は、作期の拡大、節水、機械化への適合、棚もちの向上、ビタミン含有量など健康志向に応える、などがある。
・カラーネット　光選択性ネット（photoselective Netting）と称し、研究中。波長を変えることによって、生産性向上、要水量、害虫の行動、作物の色などへの影響を調べている。
・水の有効活用のための技術開発　①精密農業。衛星を使って赤外線画像を入手し、リアルタイムで灌漑量を把握する。赤外線カメラの画像を用いて、過剰灌漑と通常灌漑によるワタの葉温の違いを区別し、適正な灌漑量を求めることができる（参考文献 1）。②果樹の蒸散流量を Granier 法で計測し、植物体全体の水利用と根の水吸収を定量的に評価する（参考文献 2）。③回収汚水の再利用は作物の生産性を低下させない。ネゲブ沙漠の 8 割の農園は再利用水を使用（参考文献 3）。
・農業用の機械開発　作業ロボット、収穫機を開発中。農薬散布機は開発し、普及しつつある。他に、ザクロの調製機がある（皮には有用成分が多く含まれるため、牛のエサになる）。
・食品衛生の試験研究。食中毒の予防。
・遺伝子組み換え研究。研究用で、栽培はしない。
　その他、ジーンバンク（保存種子 2,500）、途上国支援、児童のための教育プログラムが紹介された。

Q：乾燥地で問題となる塩類の地下からの上昇は解決済み？
A：この視察の後半に訪れる、キブツカリヤで紹介する。EC 2.5dS/m までなら栽培に使用可能。

Q：カラーネットは普及しているのか？
A：黒は遮光のために一般的、白・パールは野菜でよく使う、赤はある品種で良い結果を得ているが普及していない。

３）実験棟見学：ポストハーベスト＆食品科学部

　輸出の運送手段を飛行機から船へとシフトしたいと考えている。そこで、貯蔵条件（温度・湿度・空気）を作物毎に検討中（所内には冷蔵庫が 52 庫ある）。試験サンプルを展示して説明された。

バレイショの発芽抑制法：ミントオイルを１ヶ月に１回バレイショに噴霧すると、8 ヶ月間発芽を抑制できる。（著者注：ミントオイルや菜種油がバレイショの発芽を抑制することが知られている。化学的な発芽阻害剤ほどの効果はない。）

柑橘類・リンゴの貯蔵病害の防除（写真 1）：酵母類を有効成分とした生物農薬。実用化済み（現在は米国の農薬メーカーから販売）。

MAP（Modified Atmosphere Packaging：低酸素、高二酸化炭素の状態にして呼吸を抑制する包装法）の利用により、棚もち性を向上。例えばザクロ用の特殊な包装は 4 ヶ月間もつ。

官能検査室（写真 2）。色による先入観を抱かぬよう、照明の色が変えられる。

写真 1

写真 2

２．Hod hsharon イチゴ農場

応対者：Mr. Effi Ben-Yosef（生産者）
所在地： Tel-Aviv 近郊（中心部から約 10km）
視察先概要：イチゴ栽培、新品種の育成、苗生産を行っている個人の農場。

１）ハウス栽培イチゴ

・育種　フィルムで仕切られた区画内で、交配した F1（ハイブリッド）を 8,000 株植え、100 本程度に選抜。果実の味と形、耐病性について調べ、圃場試験で生産性など調査を行い、3 年目に品種または母本にするかを決める。品種は、組織培養でウィルスフリー苗を生産し（写真 3）、生産者に販売。親株 1 本から 300～500 株に増殖する。1 季成り品種の年間のスケジュールは、1 月に苗の冷蔵開始、3 月から発根させ、4 月に生産者に親株を販売、農場でも圃場に親株を定植する、9 月中旬に定植、11 月～5 月まで果実を収穫。5 月末に耕起、夏季は太陽熱消毒。

・ハウス栽培（2.2 ha）

ハウスは 50 メッシュのネットを天面・側面に張り、天面はフィルムを重ねる。栽培ベッドは発泡スチロールにパーライトを充填し、ドリップチューブで点滴。電照も行なっている。

写真 3

２）露地圃場栽培イチゴ（3.5 ha）

・露地栽培　ポリエチレンフィルムのトンネル栽培（写真 4)、ドリップ灌漑。トンネルは毎日開閉。選抜した系統を植え、さらに選抜中。収穫したイチゴは圃場の横のハウスで直売する他、出荷もする。畝幅 110 ㎝、通路 50 ㎝、栽植密度は約 8,000 株/10a、収量は 4～5t/10a。農薬はほぼゼロで、ハダニの天敵のチリカブリダニ（*Phytoseiulus persimilis*）を使用。プラスチックマルチは全て回収し、リサイクルされる。従業員は 15 名、臨時でプラス数名、一人 30a 程度を担当。

　イチゴを試食させてもらった（写真 5)。試食したイチゴはやや硬め、酸味も甘みもあるが、日本の品種ほど濃厚ではない。視察団メンバーの感想は、当地の気象条件（寒暖の差、日照時間の長さ）の良さでこの味ということを考えると、イスラエル品種を日本で栽培したら薄味だろうとのこと。

写真 4

写真 5

３．Olesh 水耕栽培農場（TAP - Project 社）

応対者：Mr. Uzi Teshova（生産者）

HP： http://www.taprojects.com/（ハウス内の様子が動画で見られます）

所在地： モシャブ　オーレッシュ（Moshav Olesh：Tel-Aviv から約 32km 北東）

視察先概要：葉物野菜等の水耕栽培農場。水耕とココヤシ培地耕。

・経営　60 年前に先代が露地のバラ栽培から始めた。バラは生産コストが高く、パレスチナ問題のためにアラブ諸国を経由する陸路では輸出ができないため、葉菜類の生産に変えた。Teshova 氏曰く、「ユダヤ人は問題あるほど頑張る。ニーズを調べて栽培品目を選択する。社内に農学者もいるし、農業省も指導してくれる。重視しているのは、単位面積当たりの収益、さらに 1 時間当たりの収益である」。現在はフレッシュハーブ、スプラウト（micro salad と呼ぶ)、葉菜、切り花、野菜・バラの苗などの生産を行っている。さらに、栽培技術も含めて海外に輸出している。12ha のハウスで 30 人（イスラエル人 20 人、パレスチナアラブ人（西岸地区）5 人、イスラエル以外のアラブ人 5 人）雇用している。人件費は 1,500 ドル／人・月。たとえ外国人がおらずイスラエル人のみでも経営は可能。

・ハウス　ハウスの新しいものは棟高 6.5 m、軒高 4 m、換気扇、循環扇、天窓開閉装置、遮光カーテン、照明（早朝の作業用）を備える。夏は高温になるのでフィルムをはずす。

・スプラウト栽培　7 年前に始め、現在 1ha あり国内では最大（写真 6)。スプラウトは、日本のものより太めで短い。カットしてパック詰め。飛行機で輸出し、香港には 2 日間で到着する。残さはコンポストにする。

・養液栽培　チンゲンサイの NFT 栽培（写真 7)、レタス（約 10 種類）やチンゲンサイのココヤシ培地耕（写真 8)。培地は 24～30 回使用し、最後は鉢物の培地にする。レタスは日本と比べて大きい（250～350g で収穫)。排液の濾過や養液の制御技術により、用水はリサイクルしている（Galcon 社のフィルター装置を使用)。培養液の加温はコストに見合わないのでしない。灌漑ホースを地中 2.5 m の深さに埋めて保温することを試験中。

写真 6

写真 7

写真 8

11 月 24 日（月）視察 2 日目

１．A. A. POLITIV 社（ポリエチレンフィルムメーカー）

HP：http://www.politiv.com/HTMLs/home.aspx
所在地：キブツ　アイナット（Kibutz Einat, P. O. Box 3, Einat 48805：Tel-Aviv から約 25km 東）
応対者：Mr. Ahed Watted（技術部長）、Moshe Arigad（輸出営業部長）
視察先概要：農業及び工業目的のためのポリエチレン・シートの生産を専門としている。1985 年に設立され、国内、国際市場において主要なプレーヤーとなっている。

１）会社紹介（写真 9）

・生産能力は 30,000 t /年（2015 年までに 35,000 トン／年を目標）、工場は 2 ヶ所（イスラエル、メキシコ）で、社員はそれぞれ 100 名、50 名。子会社は 4 ヶ所（アメリカ、南アフリカ、オーストラリア、インド）
・製品　すべてポリエチレン。ハウス用被覆フィルム（拡散 40－70%、透明、防滴、防霧、赤外線遮断、ニッケル（耐硫黄）、複合加工）、トンネル用フィルム（拡散、透明、防霧、赤外線遮断、ニッケル（耐硫黄）、複合加工）、ミニトンネル用フィルム（30～80 ミクロン、安定化、複合加工）、マルチ用フィルム（透明、黒色、光選択性マルチ、酸化型および加水分解型生分解性マルチ）。
・輸出先　製品の 60%が輸出。北米（アメリカ、カナダ）、南米（メキシコ、ブラジル、エクアドル、コロンビア、チリ）、ヨーロッパ（フランス、ルーマニア、マケドニア、ウクライナ、ロシア）、アフリカ（南アフリカ、ケニヤ、エチオピア、ウガンダ、エジプト、モロッコ）、アジア（インド、ベトナム、タイ、ヨルダン、カザフスタン）、オーストラリア・・・日本には販売実績なし。その理由として、基準が厳しいこと、日本では PE 需要は少ないこと、を挙げた。
・国際基準　ASTM、ISO 及びイスラエルの基準によって検査されており、工場は ISO-9001:2008 品質マネジメントシステムのガイドラインに準拠している。

２）ハウス用フィルム
・機能性フィルム　UV カット（害虫防除）、拡散光（光合成促進、トマトの節間 1／2 になる）、IR（赤外線）反射（保温性、夜温 2～3℃アップ）、防霧・防滴性
・寿命　PE は太陽光で劣化して 1～2 年で分解されるが、安定剤を入れて 2～5 年もつ。代表的なフィルムは 200μm 厚さ、３年保証期間。
・化学物質耐性　ハウス内で散布する薬剤には硫黄や塩素を含むものがあり、フィルムの結合部分が反応してしまう。ニッケルを入れることで強度が増す（ただし、黄色く着色する）。そこで、NOR-HALS という表面処理剤を開発している。高価になるが着色はない。
・UV カットフィルム　300～400 nm をカット。375 nm カットではバラの花が黒くなるため 330 nm カットとする、385 nm カットではコナジラミを防ぐ、等波長により異なる効果。

写真 9

３）工場見学
・エクストルーダー（押し出し成形機：写真 10）が 10 台あり、製造可能なフィルムは、幅 0.3m～13m、厚さ 20～400μm のもの。
・製法　機械に原料を注入して加熱（400℃）。風船のように膨らませ、高い位置（約 4m）まで上げて下ろしながら冷やす。上で折りたたみ、中央をカットして巻く。
・品質管理室　30 分毎にサンプルをとり、製品の最終チェック（厚さ計測など）。サンプルは 4 年間保管。

Q&A
Q：使用後のフィルム処理は？
A：法律は十分ではない。リサイクル業者が回収し、灌漑ホースなどに再利用。昔のように農家が燃したりはしていない。運搬や洗浄のコストの問題がある（政府の補助はない）。現在の負担はリサイクル業者。POLITIV は販売元としてリサイクルには関与していない。PE フィルムには再生できない。

Q：原料はどこから仕入れているか？
A：イスラエル国内の石油精製所から購入。元の原油がどこから輸入しているかはわからない。添加物はイスラエル国内、台湾、日本などから購入。

Q：UV カットフィルムのように、可視光域をカットすることは可能か？
A：20 年くらい前に光合成促進を目的として赤い PVC フィルムを試験したことがある。初めの 2,3 カ月は効果があったが、その後はなかった。埃による透過率低下を防ぐ方が効果は大きい（20-30％違う）。いかにきれいに保つか、が重要。コロンビアなどでは藻の発生が問題となり、それに応じたフィルムを作った。

Q：1 本の最大の長さは？
A：30m 最短～1,000m 最長（重さは１ｔ）。長いものは、海外の子会社でカットする。

Q：イスラエルでの代表的な製品、その価格は？
A：厚さ 150 ミクロン、2 年保証のものが多い。キロあたりの価格は＄2.5～3.5。

写真 10

２．エルサレム市内の市場、スーパー

１）マハネ・ユダ市場

屋根つき、屋根なしの両方ある。価格はキロあたりシェケル表示。野菜（写真 11）や果物（写真 12）はスーパーマーケットよりやや安い。生鮮食品、パン、菓子、雑貨、服、等々。

２）スーパーマーケット

入り口に特売のビラが掲示。生鮮食品のほとんどが秤売り。野菜、果物、肉、魚、チーズ、冷凍食品、加工食品、菓子

野菜や果物は、大きさも均一ではなく、傷んだものも混ざっていて決して良くはない（写真 13、写真 14）。野菜や果物のネット・袋の包装は破いてもよいそうだ。価格はタマネギ・バレイショ・キャベツ 2.9 シェケル（¥87）、キュウリ・トマト 4.9 シェケル（¥147）。

写真 11

写真 12

写真 13

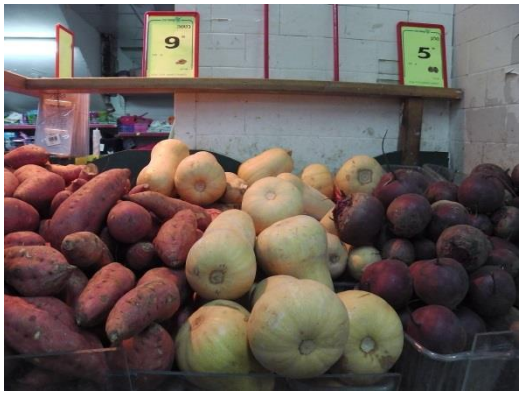

写真 14

11 月 25 日（火）視察 3 日目：アラバ（Arava）地方

イスラエル南部のアラバ地方は、北は死海から南は紅海までの 180 km、東西 3～10 km の細長い地域で、ほとんどが沙漠地帯である。雨が降っても土壌に浸透せず、表面を流れる（地元の人は“洪水”と呼ぶ）。ワジ（水なし川）の付近に自生する樹木はアカシアが多い。

気温（平年値）：最低気温／最高気温：6.6／13.3℃（1 月）～19.7／31.0℃（8 月）

降水量（平年値）：69.2 mm／年（Hatzeva から約 40km 離れた Mizpe Ramon の値）

１．沙漠の野菜研究の拠点

中央・北部アラバ研究開発拠点（Central-and Northern-Arava Research and Development）、**ヤイール試験場**（Yair Experimental Station）

所在地：ハツェバ（Hatzeva）

HP：http://agri.arava.co.il

応対者：Mr. Boaz Horovitz（所長）、Mrs. Maayan Ketron（普及専門家）、農業委員会委員長

視察先概要：地域研究拠点、普及指導、教育

１）プレゼンテーション：中央・北部アラバの農業の概要（写真 15）

・地域の特徴　約 50 年前に入植。5 つの村と 2 つの居住区に 560 戸の農家があり、計 3,500 人の住民。地域の農地面積は 3,700ha、うち野菜 3,000ha（写真 16）、ナツメヤシやブドウ、マンゴー等の果樹 600ha、切り花 80ha である。イスラエルでの冬の生産の 60%を占める（野菜 15 万 t）。輸出主体（ヨーロッパ、ロシア、アメリカ）。野菜で多いのはパプリカ（66%）、トマト、メロン、スイカ、ハーブ、ナス、タマネギ、ウリなど他の品目は全て一桁台。1,800ha のハウスで 12 万 t／年のパプリカを生産し、その大部分は欧州とロシアへ輸出されている。ネットハウスが半分くらい、次いでトンネル、ビニルハウス、露地の順。

・灌漑　ガリラヤ湖からの導水管はここにはきていない。地下水（200～1,500 m 深さから汲み上げ）を使用。地域全体の水不足による水質の悪化が顕著で、EC 2.6～3.4 dS/m の水の割合が 10 年で 22%から 71%に上昇。ドリップ灌漑は 1960 年代初頭に発明され、その後も性能が向上し、土壌や水質に応じて、効率よく均一に養水分を根域に届けることができるようになった。

・現在 3,500 人の人口を将来 7,000 人に増やす計画。ビジネスプロジェクト企画、観光地であることを活かして、ビジターセンター、アトラクションを作って立ち寄ってもらうようにしたい。

２）プレゼンテーション：研究拠点について

・設立　アラバ R&D は 1986 年に設立。アラバ地区は北、中央、南の 3 つに分かれている。研究拠点は 2 ヶ所（ヤイール、ゾハル）。資金は政府から 50%（農業省、観光省、科学省）、ユダヤ基金から 11%、 など。

・業務内容　野菜、花、果樹、有機栽培、養殖について研究開発と普及活動。当研究拠点と農家の関係は密接。最近は、伝統的な野菜生産の代替として、工業用の植物色素の研究、養殖技術、など多岐にわたる。

・新規導入品目　輸出市場は厳しさを増している。競争相手はアフリカ諸国。最も低いコストで最も高い収益をあげることのできる作物を探している。30 年前にはメロン、トマト、カスミソウの栽培が多かったが、メロンは価格低下、トマトはモロッコ産の増加、労働コスト増加のために減少。現在、パプリカがアラバ地域で最も強い作物（生産性・品質が高く、労働力少なくてすむ）。次は、イチゴが有望だが、イチゴ用の灌漑水は除塩が必要。

Q&A

Q：光の研究はしているか？

A：栽培環境を最適化するため、光に関する研究も実施している。光の拡散、フィルムについて、など有効な栽培法を求めている。

Q：ARO　volcani center との関係は？
A：研究者といっしょに活動している。volcani center の研究者が顧問としてアドバイスをくれることもある。ここは地域の R&D なので、一般的な情報はもらうが、この土地に合う方法を考えている。

Q：農家は農機、資材の情報はどこから得るか？
A：農家はインターネットなどから情報を得る。ここでの指導、講演会の機会もある。

写真 15

写真 16

３）展示室（写真 17）
・ランドスケープ模型　死海付近の地形を表す（砂でできている）。砂をさわって動かすと、色が変化し、水の流れが視覚的に分かる。
・栽培方法の説明：ネゲブ沙漠は土壌がないため、シートで隔離し砂を客土。毛管上昇を防ぐため、底にはレキを入れる（写真 18）。砂の入手が困難になってきていることが問題。
・養殖：グッピーなど観賞用魚の水槽を展示。小面積で効率的。魚は全て輸出（ヨーロッパなど）。

写真 17

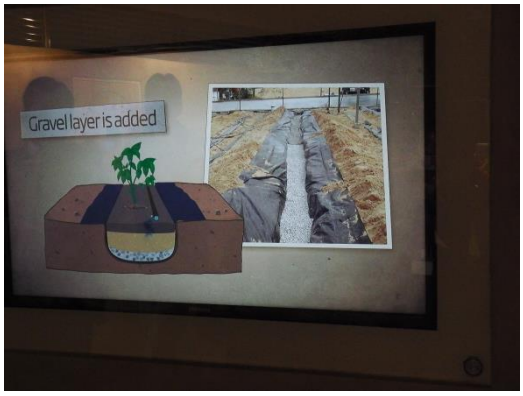

写真 18

４）栽培試験
・デルフィニューム　この地域で長年栽培。作期拡大の試験中。11 月から 4 月までフィルムを張る。夏は被覆なし。
・パプリカ　用水の試験（写真 19）。除塩した地下水（EC 0.7 dS/m）、地下水（EC 2.5 dS/m）、高 EC（EC 4 dS/m）。天井・側面ともにネットのみ（写真 20）。夏はプラス遮光（気温 40℃以上になる）。無加温（暖房費をかけても収益は上がらない）。7 月末準備開始、8 月定植、4 月まで収穫。7 月末までに太陽熱（あるいは薬剤）で土壌消毒。ふつうは単一作物の連作。ドリップ灌漑のため根は浅いので倒れやすい。紐 2 本の間に茎を通して支える。冬季は伸長が止まるので、摘心なし。

・ツルムラサキ　新規導入品目として試験中。冬季の栽培。トンネルハウスと呼ぶ、棟高2m 程度の小さなパイプハウス。ネットのみ、11 月末にはフィルムを張る。
・切り花　根の冷却のため、ヒートポンプを使用する試験。10～15 m 深さに水を通す、冬季は保温する。キュウリでは効果があった。

写真 19

写真 20

・イチゴ　現在は用水の EC が高く栽培できないが、将来導水管で真水が送られてくる予定。その準備試験。スリランカのココヤシ培地を使用した高設栽培。パットアンドファンには除塩した水が必要（写真 21）。
・新規導入作物　コッカメロン（小さなメロン、アメリカで市場性あり）、食用ホオズキ（収穫作業がネック）、ニガウリ（害虫や病害に強く有望）。

写真 21

２．死海近郊の生産者視察

１）トマトの有機栽培（所在地　ハツェバ（Hatzeva））

・ハウス（写真 22）　面積は 1ha／棟、計 5 ha。作業従事者は 14 人。収穫の終盤には天井のフィルムを剥ぐ。高温に加え、風が強い土地なので外す必要がある。夏はネット（張替えはしない）、遮光カーテン（外張りあるいは内張り）をする。日本のフィルムを試験場で試したが、8 年もつというフィルムがここでは 2 年しかもたなかった。
・栽培方式　オランダ方式のハイワイヤー栽培（写真 23）。栽培終了時の茎の長さは 16～18m。土壌は黒マルチ被覆だが、マルチ無しもテスト中。目的は土の保湿、ボトリチスの予防。収量は 25t/10a。
・販売　売り先は季節で変わる（国内、海外）。有機栽培のトマトは高値で売れる。マルハナバチのみで着果させる。

写真 22

写真 23

２）メロンの栽培（所在地　アインヤハブ（Ein Yahav：Hatzeva の南 12km））
・ハウス　軒高の低いトンネルハウス。48 棟で計 4 ha。作業従事者は 3 人（タイ人）。天井にはフィルム（2 列の換気孔あり、孔の部分のみ不織布を被覆）。入り口には何も展張していないが、ネットを張った時に病気が増えた。フィルム側面は手動巻き上げ。フィルムは毎年張替え。夏には太陽熱で土壌消毒。
・栽培方式　地這い栽培（写真 24）と立体栽培（写真 25）。ミツバチ受粉で、受粉日は不明だが、1 週間後の状態で受粉日を推定できる。定植後 60 日くらいで収穫（写真 26）。
・販売　国内市場は梱包しなくて良いので楽。4,5 年前までヨーロッパへの輸出が多かったが、現在はアフリカ産が進出して価格が低くなった。

写真 24

写真 25

写真 26

３）集出荷場
・設備　イスラエルでおそらく最大の規模。面積 33 a で処理量は 12,000 t/シーズン。30 戸の生産者が出荷。パプリカ、トマト、ミニトマトなど。生産者からはプラスチックコンテナで持ち込まれ、ダンボールで出荷。
・選果・梱包　ベルトコンベアにコンテナを載せ、洗浄、塩素殺菌、乾燥、大きさ選別、目視チェック、梱包（写真 27）。
・運営　個人生産者の経営（写真 28）。雇用は 14～15 人。繁忙期は 80～90 人の臨時雇用。手数料収入で運営。運営はもちろん、建設時の公的な補助はない。
・トレーサビリティ　商品のバーコードで生産者、出荷日などの情報を遡ることが可能。
・販売　販路は集出荷場で開拓。たとえばトマト価格は 4～7 シェケル（120～210 円）／kg。ちょうど集出荷場にはオランダのトラックが停車中で、フェリーでイスラエルからギリシャへ行き、ヨーロッパの市場へ向かうとのこと（写真 29）。

写真 27

写真 28

写真 29

11 月 26 日（水）視察 4 日目

１． Gadash Kalia

所在地：キブツ　カリヤ（Kibbutz Kalia：死海沿岸、クムラン遺跡の東側、標高は-375m）
応対者：Mr. David（1988 年から農業指導員、野菜専門）、Mr. Shlomo Hirshfeld（個人農家、24 年前からここで営農（出資し、共同経営）。ガリラヤ湖の近くから 1.5 時間かけて通勤）
視察先概要：個人農家 Shlomo Hirshfeld とキブツカリヤとの合弁会社。土地と水の所有はキブツカリヤ。
・経営　シュロミ氏の栽培品目は、スイカが最も多く、ミディトマト、トウガラシ、メロン、タマネギ、ニンニク、ナス、カボチャ、チャイブ。このうち輸出用は有機栽培のミディトマト、ミニトマトとチャイブ。ヨーロッパ基準にあわせた高品質なトマトを高生産性、ローテクで栽培している。他は国内用で、露地栽培主体。ダビデ氏曰く、イスラエルの生産者の競争力は、多様な品目の栽培にある。
・立地　死海の底だった場所なので、今も土壌はなく、礫だけ。塩分濃度は高い。夏は気温 45℃以上、ナツメヤシ以外何も栽培できない。冬の栽培が中心。スイカは国内で最も早く出荷可能（4 月から）。全てドリップ灌漑。用水は山の地下水。

１）トマト

・ハウス　高軒高ハウス（連棟、2 ha）（写真 30）。
・作型
　9 月中旬　定植。マルチは、太陽熱消毒用の透明マルチの上に、銀色／黒色のマルチを張る。栽培初期は暑いのでネット＋遮光。
　11 月　ネットを外し、フィルム展張。フィルムは IR、UV（少し）カット、防滴のものを使用。樋の下には水滴が落ちるのでトマトは植えない。
　12 月　収穫開始
　3 月　フィルムを外し、ネット展張。

5 月　収穫終了（暑さのため、品質は低い）。茎は 15m くらいまで伸ばす。
8 月　太陽熱消毒（最低 1 カ月間）
・栽培　つる下ろし栽培（写真 31）。受粉はマルハナバチ。できるだけ巣箱が涼しくなるように、地面を掘り低い位置に置く（写真 32）。
・トマト試食　国内用の‘リコピントマト’リコピン濃度が 3 倍。色は茶色。区別できるように、赤くなるまで置かないでグリーンのラインが混じる茶褐色の状態で販売。輸出用、有機栽培の高糖度トマト（新品種）と房取りミディトマト。日本は防疫上（害虫）の規制が厳しいため輸出不可。新品種の高糖度トマトがやはり美味しいが、日本高糖度トマトと比べると薄味。イスラエルの育種は、冬季も無加温で栽培できる品種（最低気温 5℃くらいまで OK）。

写真 30

写真 31

・有機栽培　小型の低軒高ハウス内で、斜め誘引（写真 33）。1 棟が小さく、大きなハウスよりも病虫害が少ない。病虫害の発生時に隔離できるので低リスク。元はパプリカ用。ブドウ用の鉄の支柱を使い、ハウスにトマトの荷重がかかりにくいようにしている。ミスト冷房。自作のコンポスト（牛・七面鳥のフン）60～100 m^3/ha 投入。元肥としてグアノ（鳥のフンの粉末（参考文献 4））を手で苗の下にいれる。ドリップは水のみ。有機の液肥もあるが高価なので使用せず。有機農業で許可される農薬（油、硫黄剤）を散布。収量は 15 t/10a。トマトの苗は必ず前作と同じ位置に植える。もし塩分が上昇している場所であれば、塩類障害が起こるため。
・苗　苗は苗屋から購入。トマトの種子の価格＝1～2 シェケル（30～60 円）、トマト接木苗＝3 シェケル（90 円）、スイカ接木苗＝4 シェケル（120 円）
・廃プラ処理　マルチはリサイクル回収場所に運ぶ。

写真 32

写真 33

2）チャイブ
・ハウス　ハウス面積 3.5 ha。
・栽培　チャイブはここの気候には合わないが、努力して栽培。トマトはもとの土壌で栽培できるが、チャイブはできない。ゴラン高原の軽石を客土（20 cm 厚さ）（写真 34）、コ

ストは、20 万シェケル/ha（600 万円）。1 回客土すれば 30 年はもつ。有機栽培では土に直接植えないといけないため、軽石の下にフィルムは敷かない。灌漑も冷却になる。ホース内の水が抜けないものを使用し、ロスを減らし、バラつき回避。
・作型
　9 月初旬　苗を定植。ネット＋フィルム＋遮光。
　11 月初め　遮光資材外す。
　収穫は 6、7 回刈り取り（人手）。カットしてゴムで結束。
・防除　農薬散布機（写真 35）は、この栽培に合うものを開発してもらった。タンク容量小さい。問題は、スリップス、葉先枯れ。
・販売　チャイブ（サラダ用）の店頭価格は 720 シェケル/kg（21,600 円）。このうち生産者の取り分は 25 シェケル（750 円）。

写真 34

写真 35

２．The　Rosenbloom 農場

所在地：モシャブ　ナアマ（Moshav Naama：死海から北へ 17 km、1982 年に作られたモシャブで 250 戸のうち 207 戸が農業に従事）
応対者：Mr. David（1988 年から農業指導員、野菜専門）、Mr. Ninon（個人農家）
視察先概要：　家族経営。ハウスで地元市場向けのキュウリを栽培。輸出用にハーブ（ハウス）、ブドウ（露地）、ナツメヤシ等多品目を栽培。
・ハウス　0.2 ha のハウスが 10 棟。有機栽培のリスク管理のため、あえて小さめのハウスを建てている。作業者は 12～14 人。
・栽培　キュウリ数品種を用いての有機栽培（周年生産）（写真 36、写真 37）。海外の品種も導入。いずれも果実は短い。培地はゴラン高原の軽石。コンポスト 30～40 m3/ha 施用。有機の養液（自作）施用。N 成分を減らしても育つ処方をみつけた。天敵農薬。キュウリの主な病害＝うどんこ病、硫黄散布で防除。
・作型
　4，5 月　フィルムを外し、ネット展張。
　夏季　　遮光ネットをフィルムの上から展張。ミスト冷房。
　冬季　　夜温が 15℃以上。年に 2,3 度 15℃をきる。
　降水量は 70～100 mm/年。ハウス内湿度は日本のキュウリハウスと比べるとかなり低い。乾燥気味に管理。しかし、ハウスの外よりも内部の湿度が高いため、虫が入りたがる。つる下ろしはせず、上部に届いたら横に誘引。主枝 1 本仕立て。主枝のみでも多数着果する。1 作終了後、すぐに定植。苗は購入（セルトレイ、若苗で植えていた）。年に約 3 作連作（作付しない期間は 1～2 ヶ月）。土壌消毒は年に 1 回（8 月）。まず土壌を乾燥させ、フィルムをかぶせて太陽熱消毒。収量は季節変動大。1 作あたり、夏 30 t/ha（1～1.5 ヶ月間／作）、冬 50 t/ha（2～2.5 ヶ月間／作）。今は 2 日に 1 度の収穫頻度。
・経営　従業員給与は時給 24 シェケル（720 円）。キュウリは輸出用で周年栽培。有機栽培のキュウリは通常のキュウリより 50～200%の高値で売れる。

写真 36

写真 37

３．Amiad Water Systems、Arkal Filtration Systems

所在地：キブツ　バイトツェラ（Kibutz Biet-Zera：ヨルダン渓谷　ガリラヤ湖の南）
HP：http://www.arkal-filters.com/index.html、http://www.amiad.com/
応対者：Mr. Ron Etzioni
視察先概要：各種産業・上下水道・農業分野を対象とした用水のフィルターを製造、販売。アミアド社はアーカル社を 2010 年に買収。アーカル社はディスクフィルター、アミアド社はスクリーンフィルターを製造。日本へはそれぞれサンホープ、ES ウォーターネットが代理店となっている。

１）プレゼンテーション

・会社概要　アミアド社 1962 年設立。世界 70 カ国以上に販売。
・品質管理　ISO9001：2008（品質マネジメントシステム）、ISO 14001:2004（環境マネジメントシステム）、CE 認証（EU 加盟国の基準）、OHSAS 18001:2007（労働安全衛生マネジメントシステム）等に準拠。
・製品　自動、半自動の洗浄機能付きろ過装置、フィルター、液肥混入器。マイクロファイバーのろ過精度は 3,500～2μm。
・実演　自動洗浄機能付きのろ過装置を用いて、仕組みを紹介。バックアップシステム。1 つのフィルターを自動洗浄する時には、もう 1 つのフィルターで浄化する。処理能力 54L/秒。洗浄水の必要量は 450L／回（30 L/秒×15 秒）。
（参考資料ＶＴＲ：アーカル社自動逆洗浄フィルタースピンクリン（日本語字幕付き）
https://www.youtube.com/watch?v=v9y-epmPlgA）

２）工場見学（写真 38）

・組み立て　1、2 インチの小さなスクリーンフィルターを 1 人で組み立て（写真 39）。ディスクフィルターの組み立て機械。部品は全てプラスチック（錆びない、強い）。ポンプ、バルブなどは他社製品を購入。
・製品検査　水漏れがないかどうか全ての製品を確認。フィルターはよほど大きな製品でない限り工場で組み立て、動作確認後、発送する。もし大きすぎて送れない場合は、技術者を派遣して現地で組み立てる。

３）関連会社　ガルコン社の紹介

HP：http://www.galconc.com/
・製品　灌漑用コントローラ。インターネットとクラウドを使い、灌漑にトラブルが発生すると携帯電話やアラームを鳴らすもの、市水道局用の大型のシステムや液肥の配合を行うもの、家庭用の電池式の簡易なものなど。
・販売　海外市場が主。イスラエル国内ではハウス内の環境制御はあまり行わないため。競争相手はオランダのプリバ、イスラエルのネタフィムなど。ガルコン社の製品価格は安

い（プリバ社の 1/3）。

写真 38

写真 39

11 月 27 日（木）視察 5 日目

１．Netafim（写真 40）

所在地：キブツ　マガル（Kibutz Magal D. N. Hefer 38845）
HP：http://www.netafim.com/、http://www.netafim.jp/（ネタフィムジャパン）
応対者：Mr. Ziv Kremer（日本法人社長）、Mr. Ortal Erez、Mr. Moshe Lawrence
視察先概要：　農業用灌水装置の世界的なメーカー。

１）プレゼンテーション

（１）全体説明

・会社概要　イスラエルの技術者 Simcha Blass のコンセプト（写真 41）に基づいて、1965 年にキブツ Hatzerim で設立、ラビリンス（迷路）構造をもつ世界初のドリッパーを開発した。現在、点滴・マイクロ灌漑の分野の世界的なメーカーに成長した（2010 年の売上高は 750 百万億ドル以上）。
・ネットワーク　国内 3（Hatzerim、Magal、Yiftah）および海外 13 の工場、27 の子会社。来年は中国にも工場を建設予定。従業員 3,000 名。2 つのプライベート・エクイティ・ファンドをもつ。
・品質管理　ISO9001：2008（品質マネジメントシステム）、ISO 14001:2004（環境マネジメントシステム）、CE 認証（EU 加盟国の基準）、OHSAS 18001:2007（労働安全衛生マネジメントシステム）等に準拠。
・製品　農業用・緑化用・鉱業用の灌漑製品、温室プロジェクト、園芸用施設（ガラス温室からトンネルハウスまで）、施設園芸の設備・資材

写真 40

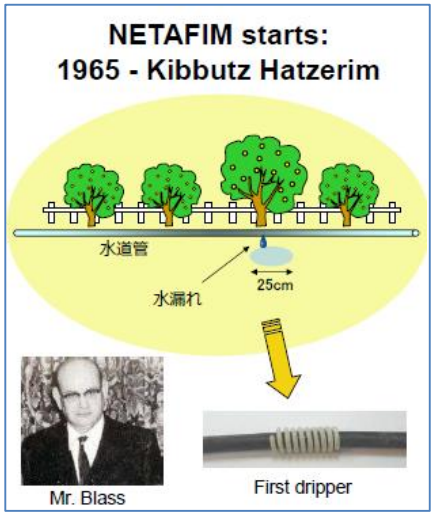

写真 41（Netafim 社プレゼン資料より引用）

（２）点滴灌漑技術

・メリット　①水と肥料の利用効率アップ、②植物の生育良好になる、③肥料による環境汚染を防ぐ、など。イスラエルの農業における水使用量は減少した（1999 年より 2009 年は 12%減）にもかかわらず、生産量は 26%増加、水 1 トン当りの農業生産額は 47%増加した。

・モニタリング　土壌水分センサを埋設し、リアルタイムの制御を行う。普通は 30 cm、60 cm、90 cm の 3 深度に設置し、深さ 90 cm に水が届く前に灌水を停止。土壌溶液中の肥料成分の濃度を推定する EC（電気伝導度）センサもある（さほど一般的ではない）。

・露地のトウモロコシ（メキシコ）、サトウキビ（ペルー）、綿花（トルコ）、ブドウ（南アフリカ）、茶（タンザニア）、バレイショ（フランス）などで、節水、増収効果あり。日本でも露地栽培の茶（奈良）、キュウリ（秋田）、バレイショ（千葉）、ウンシュウミカン（香川）、水稲（茨城、メタン発生量と肥料溶脱量の削減効果あり）、長ネギ（茨城）、加工用トマト（栃木）で実証中。

・地中点滴灌漑（SDI）　地中に埋設したチューブから養液を供給。高効率・高精度の灌水施肥が可能。GPS を使用し、チューブを地中に埋設する機械、チューブを掘り出す機械あり。（著者注：イスラエルでは、地中点滴灌漑が緑化や農業生産（一年生作物、果樹）で普及している。作物の水吸収を最大化するための設計について検討されている（参考文献 5）。日本における研究例は少ないが、中村ら（参考文献 6）は地中点滴灌漑と地表点滴灌漑を比較し、地中点滴灌漑は生育初期に養水分供給位置付近の根の分布が少ないため、生育が遅れること、多くの根が養水分供給位置付近に達する生育後期に根の活性が高まり生育が促進されることで初期生育の遅れが補われることを示している）。

・制御　目的は 4 つ：土壌に水分を供給、土壌空気を減らさない、節水、塩類の蓄積を防止。How、When、Hou much の 3 つの観点で制御。土壌の違いにより、灌漑頻度、量をかえる必要あり。灌水要求量の推定は、FAO のガイドライン（FAO Irrigation Drainage Paper No.56）に基づき、$ETc=Kc・ET_0$（推定蒸発散量＝作物係数×基準蒸発散位）で求める。たとえば有効水分（40 mm）土壌の場合、推定蒸発散量が 20mm/日と計算できたら、2 日に 1 回灌水すればよい、となる。

・コントローラ　灌水コントローラ、環境制御コントローラ。この工場で組み立て、年間 1,000 台を販売。受注生産で在庫は置かない。

Q&A

Q：トウモロコシ、バレイショなどの一年生作物では地中灌漑の配管はどうするのか？

A：毎年片付ける。チューブは 3～5 年使用。引っ張る、取る、巻く、それぞれの機械がある。30 cm など深く設置する場合は、そのまま何年間か使う。

Q：地中灌漑でチューブのつまりは大丈夫？

A：つまりは問題となる。良いチューブはつまりにくい。ゴミが入っても出るような設計になっている。ただし、適切なクリーニング（pH を下げてフラッシングする）をしたり、プレフィルターをつけたりする必要あり。

Q：チューブに根が入らないのか？

A：根が入りづらいような設計。化学薬品（著者注：トリフルラリンなどを含む除草剤）を入れて根の侵入を防ぐ方法もある。ただの孔ではなく、フラップ付きで開閉する。

（３）ハウスプロジェクト

・日本での導入実績　広島県の世羅菜園（8.6 ha）、高知県のみはら菜園（3 ha）、千葉県の日東紡（1 ha）など。より簡易なシステムとして、全農と協力し、トロ箱養液栽培システム「うぃず one」を作っている。

・ハウス　フェンロー、従来型、Tropic（高温多湿環境用）、ネットハウスまで広く取り扱う。

・サポート　見積もり時から、ハウスの専門家、栽培の専門家などが入って各システムの導入効果を試算する。施工後は、栽培技術面についてもサポートする。

（４）灌漑システムの設計

・設計法　使用する培地や栽培品目により、必要灌水量（mm/ha/日）が決まる。バックアップシステムも必要。排液回収の有無や水処理法により、貯水タンクの大きさが決まる。普通は 1～2 日分を貯める。
・殺菌　有機培地でも UV 殺菌可。ただし、UV の前にサンドフィルターやスクリーンフィルターを入れる。
・露地　1000 ha のカンキツ園（ブラジル）、8000 ha のサトウキビ畑（ペルー）などの実績あり。親機、子機は無線で通信。市販の多くのセンサ（用水、気象環境、土壌水分など）と接続可。
・灌漑用コントローラ　規模別に製品あり：小規模（NMC-NANO、バルブ 8 個まで制御可、水量を測定しつつ、灌漑）、大規模（NMC-xl、バルブ 250 個まで制御可、用水 6 系統まで）など。
・モニタリングシステム　センサのデータをクラウド上に保存、スマートフォンにアラームを送信。

２）工場見学

・ドリップチューブの製造　見学時には 20 名ほどが作業中。原料を溶かしてパイプ製造、途中でドリッパー埋め込み、巻取りまでの工程を一つのラインで連続的に製造できる。No でトレーサビリティ。
・灌水コントローラの組み立てライン　バルブ、ポンプ、塩ビ管などの部品を組み立て、電気配線、動作確認し、出荷。在庫はもたず、全て受注生産（発注から出荷まで 2～4 週間）。年間 1,000 システム製造可。No でトレーサビリティ。部品は交換可能。

２．イチゴ農場

所在地：キブツ　マガル（Kibutz Magal）近郊
応対者：Mr. Simon（経営者）、Mr. Omar Zeidan（農業省技術普及部次長　Deputy Director Extension Services）
視察先概要：　家族経営。キュウリ（5 ha）、イチゴ（1.5 ha）。
・ハウス　天面はフィルム、側面はネット。フィルムは側面には張らない（湿度を低くして病気を予防）。冬季は 6℃まで下がるがイチゴは OK。ハウスはトマト用のもので、構造が堅牢。トマトは労働力不足でやめた。
・栽培方式　ハンギングガター（写真 42）。培地はイスラエルのメーカー（ピートモス＋ココヤシ）、ドリップチューブ。培地は毎年更新。1 日に 0～5 回給液、排液は回収（排液率 40%）し、キュウリ（土耕）に施用。栽植密度は 20,000 株/10 a（日本の約 2 倍）。果実が通路側に出るように、横向きに定植。無農薬栽培。天敵農薬。受粉はミツバチ。

写真 42

写真 43

・作型　イスラエルの品種（1 季成り）で、高温長日でも花芽分化しやすい。8 月苗発根、9 月中旬定植、10 月中旬から 5 月中旬まで収穫。収量 7～8 t/10a。日本の品種と比べると果実は硬め、味は糖度低め、酸が多い。ランナー購入、発根。収穫は専用の作業台車を使用（写真 43）。椅子に腰掛けて足で蹴って移動。ウレタンを敷いた発泡スチロール容器に入れる。他に散布機もガター下を走るために工夫。
・経営　兄弟で経営、雇用は 14 名（全てタイ人）。キュウリとイチゴの繁忙期がずれているため、作業量の平準化ができている。イチゴは輸出（ヨーロッパ）。価格は 3～100 シェケル（90～3000 円）/kgと、終盤はかなり安い。生産コストは 1 万シェケル（30 万円）/10a。

イスラエルの食事

主食が独特のピタ（丸いパン）、それにフムス（ヒヨコマメのペースト）やその他ペースト状のもなど数種類、カットした生野菜、キューリ・赤カブのピクルスが一般的。肉類は鶏の丸焼き、ヤギ肉や羊肉の一口刺し焼き肉、羊肉の挽肉団子など。ホテルではスクランブルエッグ、ウインナー、ハム、チーズ、塩漬けのオリーブ、ヨーグルト、果物（リンゴ、スイカ、オレンジ等）等があった。

また、ユダヤ教の旧約聖書に基づく食材や調味料を使用する料理（コーシェル料理）（写真 44）がある。4 つ足の獣のうち蹄が全く分かれ、反芻をするもの（牛、羊、鹿）は食べてもよい。海や川・湖に住む生き物で、ヒレと鱗のあるものは食べてもよい。食べてよい動物でも、血抜きをしないとコーシェルにならない。「子やぎをその母の乳で煮てはならない」から、肉類と乳製品を一緒に食することが禁じられている。夕食のメニューに肉類があると、スープには牛乳が入れられない、バターも使えない。食器も台所も別々にするそうだ。一方、イスラームの食事規定「ハラール」があるが、ブタを食べてはいけないという点については共通しているが、それ以外は必ずしも重ならない。コーシェル料理のレストランでは、ピタパン、フムス、細かく刻んだキュウリとトマトのサラダ、徹底して血抜きされたパサパサしたステーキ、が供された。日本人にとっては、量が多いことを除けば、野菜・果物も豊富、ほどよい塩加減でシンプルなので、まあまあではないかと思う。

写真 44

水資源

1964 年に完成したナショナル・ウォーター・キャリアと呼ばれる主要水路は、北のガリラヤ湖から南部の人口密集地、ネゲブ砂漠まで水を運ぶ。長い間、ヨルダン川の水利権は、イスラエル、レバノン、シリア、パレスチナ自治区、ヨルダンで争われてきた。1994 年にヨルダンとイスラエル間で水利権が設定されたものの、他の国との間にはまだ和平が進んでいない。川の流量のほとんどがイスラエル、シリア、ヨルダンによって生活用水および農業用水のために利用され、流量が低下し下流の水質が悪化している。ヨルダン川を唯一の水源とする死海の水位も低下する一方で、このままでは干上がるという。

水の欠乏は、水資源の最大限の有効活用と新しい資源の探求につながっている。天然の水資源はヨルダン川水系と地下水であるが、これに海水の脱塩が加わった。さらに、海水の脱塩でできる真水をヨルダン川に加え、川の再生に取り組む。こうした水への投資が増えるにつれて、農業への水の支援が減少してきた。水の 6 割弱が農業部門で消費されるので、さらなる節水が求められる。

イスラエルの土地（入植地）

ちょうど視察ツアー前に、イスラエル国内の武力衝突についてのニュースが多く流れた。行ってみると、現地ガイドの方は「全く心配ない」とおっしゃって、スリや置き引きに注

意するなど、ヨーロッパと変わらない様子である。ただ、ホテルの警備員は銃を携帯していたり、検問所ではイスラエル軍の兵士がバスに乗り込んできたりと、日本では遭遇しない場面もあった。

イスラエル人が、占領地である東エルサレムを含むヨルダン川西岸地区に入植している問題がある。「入植地に対しては、パレスチナ側の強い反発があり、また、これを国際法違反とする国連安保理決議もあり、日本を含む国際社会は、イスラエルに対し、入植活動の凍結・停止を呼びかけてきています」（外務省 HP）。長い年月にわたって国をもたなかった「彷徨えるユダヤ人」は、土地に定住することに強い執着があるといい、それが不適地における農業を発展させることにもつながっていると思われる。

イスラエル農業の成功の秘密

OECD レポート（参考文献 7）は、イスラエル農業“成功の理由”として、気象条件の優位性、技術の進歩と農場経営の専門的知識の蓄積、レベルの高い研究開発、発達した教育システム、効率のよい組織された普及部門などを挙げている。

イスラエルの農業は、先進国の中で他に例を見ない。土地と水源はほぼ全て国の所有で、農業生産は共同体（キブツ、モシャブ）による場合が主であった（最近でも農業生産の 8 割を占める）。政府の補助は OECD 加盟国平均よりも少ないが、政府は重要な役割を果たしている。

シモン・ペレス大統領曰く「キブツは農業生産のインキュベータとなり、農民は科学者となった」。共同社会として農業や技術を重視する「キブツ」から生まれた農業イノベーションも多く、Netafim や Amiad、Arkal が代表例である。イスラエルは農産物の輸出に積極的であり、農業技術そのものも輸出している。灌漑、温室、品種改良といった技術を開発し、沙漠を緑化して高収益を達成している。さらに農業技術を途上国に輸出し、国際的に貢献していると自負する。

視察参加者のお一人、日本を代表するトマト生産者の方からは、「日本の生産者＝技術屋、何年も徹底的にトマトを作る、品質にこだわる。イスラエルの生産者＝経営者。栽培する品目が売れなくなったらすぐ次を探す、細かなことにはこだわらない。」というご意見を伺った。たしかにイスラエルでお会いした生産者の方々からは、積極的に新しい品目や技術を導入し、収益を上げて競争に勝つ、という強い熱意と誇りが感じられた。豊かな土壌と水に恵まれた、平和な日本にはないパワーなのかもしれないが、そこから学ぶことも多い。

参考文献

1) Y., Cohen, et al. 2005. Estimation of leaf water potential by thermal imagery and spatial analysis. Journal.of Experimental Botany, 56, (417), 1843-1852.

2) I. Paidel, et al. 2013. Inactive xylem can explain differences in calibration factors for thermal dissipation probe sap flow measurements. Tree Physiology, 33, (9), 986-1001.

3) E. Segal, et al. 2011. Olive orchard irrigation with reclaimed wastewater: Agronomic and environmental considerations. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140, 454-461.

4) A. Hadas and R. Rosenberg. 1992. Guano as a nitrogen source for fertigation in organic farming. Fertilizer Research, 31, 209-214.

5) G. Communar and S. P. Friedman. 2010. Relative Water Uptake Rate as a Criterion for Trickle Irrigation System Design: III. Subsurface Trickle Irrigation. Soil Science Society of America Journal, 74, (5), 1518-1525.

6)中村ら. 2005. 地中点滴灌漑では地表点滴灌漑に比べ初期生育が遅れるが、生育後期に根の活性を高めることでそれを補う. 国際農林水産業研究成果情報, https://www.jircas.affrc.go.jp/kankoubutsu/seika/seika2005/pdf/2005_23.pdf.

7) OECD. 2010. OECD review of agricultural policies: Israel 2010. DOI: 10.1787/9789264079397-en.