農業気象 (*J. Agr. Met.*) 37 (4): 343–349, 1982

イスラエルの施設園芸

高倉 直

(東京大学農学部)

Protected Cultivation in Israel

Tadashi TAKAKURA

(College of Agriculture, University of Tokyo,)
(Yayoi 1-1-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113)

1. はじめに

日本学術振興会の特定国派遣研究者として昭和55年7月5日より9月2日までイスラエルに滞在した。またこれに先立って昭和52年2月2日から2月8日まで、短期間ではあるがやはり日本学術振興会から派遣されて、イスラエルの農業事情を調査した。したがって、この2度にわたる経験からイスラエルの施設園芸を中心に、農業気象研究に関してえた多少の知見を報告したいと思う。

日本からイスラエルへの旅は、地理的にもまた国際事情からも欧米への旅というより、むしろ中南米への旅と似ているといえよう。初回はPAN AMの世界一周便(南回り)でテヘランまで、そこからはEL AL (イスラエル航空)でテラビブという航路であった。しかしこれは順調にいったときの航路であり、我々の場合は、南回りではよくあることであるが、途中の給油地ですこしずつ出発時間が遅れたばかりでなく、テヘラン空港は雪のため着陸できず、給油のため着陸したキュート空港では、米国の航空機ということで、塔乗客は機外へ出ることはおろか、窓のブラインドもすべて下したままという、ハイジャックなみの状態で、給油後、再度テヘランに向ったのであるが着陸できず、次の目的地のフランクフルトへ行き、翌日そこから引きかえすという大変な旅となった。南回りの不安定さと、帰路アイルランドへ寄ることを考えて、今回は北回りにした。ただ今回は旅費及び滞在費共にイスラエル側が支給するというので、実際に送られてきたのはSABENAの割引航空券でSABENA以外の航空機には塔乗できないもので、そのためダブリンでの国際シンポジウムには最終日まで出席できず、大変残念な思いをした。今年度からは、日本学術振興会の努力

によって、旅費はそれぞれ派遣する側(したがって我々の場合日本)が支給することになったそうで、有効な旅行ができるものと思う。日本学術振興会の関係の方々の努力に感謝したい。

2. イスラエルの農業事情

1969年から1978年までの10年間で工業生産の伸び率は1年あたり2.2%であったのに対し、農業生産のそれは7.9%であった。この2年間においても同じ傾向であるが、労働生産性は僅かに農業の方が低い。農業生産におけるこの驚くべき伸び率は、巨大な投資や政府補助によるのではなく、研究の成果を農家が即座に実践してきたからであり、かつ農学の研究開発予算が工学のその約4倍であることにもよっている。以上はThe Jerusalem Post (1980年7月23日)の記事である。

たしかに、私の眼にもこの発展のスピードがよくわかった。この3年半の間に施設園芸も大きく変化していた。新しく決定した北と南の国境近くに、いくつかのキブツ建設が進んでいるが、建設される場所は荒廃した丘陵地や砂漠地が多く、施設園芸による換金作物(バラ、カーネーション、トマト)の栽培が一つの目玉となっており、これに関する研究が集中的に行われている感じである。

イスラエルの農業は、ある側面、たとえば狭小な土地の高度利用など、わが国のそれと多くの類似点を持つと考えられる。一方農業生産形態はかなり異なった面も多い。耕地は約4万ha、10億m³(2,500mm)の水を利用し、その主な水源は北方で、ガリレー湖からのカンガイ水路は有名で、南のテラビブはおろか、ベルシバさらにエルハムまで幹線水路が延びており、水利計画のみごとさうかがわれる。農業人口は約6万人、全就業人口の約

図1 イスラエルの地図と主要な地名

6%である。この国の農業あるいは農学研究の尺度は、まず第1に単位水量あたりの収益の高さ、次に単位土地面積あたりの収益の高さ、さらに単位労働力あたりの収益の高さとなる。したがって、水を多量に消費し、国際競争力の弱い穀類は輸入に頼り、カンガイ水は使用するものの、収益の高い綿花、柑橘類、施設園芸産品を輸出している。農産物だけの収支は黒字である。

3. ボルカニセンター

テラビブからエルサレムへのハイウェイ沿い、テラビブの中心より10 kmはずれた町ベトダガンにある。ベングリオン空港はさらに10 kmほどエルサレム寄りにある。ボルカニセンター(Agricultural Research Organization, The Volcani Center)は農林省最大の研究機関で、七つのInstituteと統計計算や出版関係のサービス部門、各地に点在する八つの試験場や農場から成り立っている。ベトダガンのセンターは敷地も広大であり、Institute of Agricultural Engineeringはヘブライ大学(The Hebrew University of Jerusalem)の農学部や、かの有名なワイツマン研究所(Weizmann Institute of

Science)のあるレホボという町へ向う道をへだてた反対側にある。

私が主として滞在したのはInstitute of Soils and Waterの中にあるDepartment of Agricultural Meteorologyである。現在のDepartment HeadはMarcel Fuchs博士で、かつてInstitute HeadをしていたGerald Stanhill博士、私の今回のホストであるZvi Enoch博士、Yeheskiel Cohen, Samuel Moveshet両博士が研究員として、他に研究助手が3名、技士が1名、ヘブライ大学農学部の大学院生2名からなっている。前述のFuchs, Stanhill両博士がヘブライ大学の講師も兼務していることもあって大学院生がこのDepartmentで博士論文のための実験研究を行っている。私のためにホストのEnoch博士が一部屋用意して、私の名札までかけておいてくれたのは有難かったが、建物全体がセントラル冷房で、その設定室内気温は約23℃で、屋外と10℃以上のひらきがあり、私は部屋では長袖を一枚着こむほどであった。外気は比較的乾燥していたので、冷房しなくてもなんとかやれるので、窓をすこし開けたり、室内のサーモスタットを高めにセットしたりしたが、サーモスタットは隣りのコーヒープレイク用の部屋と共用のため、いつのまにか、また低めにセットされて閉口した。

ボルカニセンターの設備は空調設備を除けば、かなり質素であるといえよう。この地域では何ととってもワイツマン研究所にすべての設備が集中していて、ボルカニセンターはその一つのサテライトでしかない。これだけのセンターであれば大型計算機センターの一つもあっておかしくないところであるが、実際にはワイツマン研究所のリモートバッチステーションが一つあるだけである。設置してあるカードリーダー、ラインプリンターもかなりの時代物で、1日1回程度は故障して、ジョブが中断する。センター全体の停電は1回/月程度、1度電圧の変動を測ってみたら±20%程度で想像以上であった。コピーの機械は2台がメインビルディングにあるだけであり、これも日本では、今ではとうていお目にかかれなほどの時代物であった。研究用のスライド作製も1日1回ワイツマン研究所へ連絡便が出るので、ワイツマン研究所で処理される。何事につけても、つい日本でのくせが出て、せっかちになりがちであったが、イスラエルは欧米なみと考えていたこともあって、帰国直前におおわての一幕があった。ダブリンでの発表のためのスライドを余裕を考えて出発2週間前に発注したのであるが、誤配と9月から新学期が始まってセンターの女性事務官(ほとんどが結婚しており子供がいる)が仕事より家庭第一という行動のために、出発数時間前にやっと手に入れ

ることができるありさまであった。それも研究室のCohen博士がワイツマン研究所まで取りに行ってくれたおかげである。私が取り行ってもよかったのであるが、事務官の怠慢をせめて大ゲンカした手前、自分ではどうしても行く気にならなかった。とはいえ計算機はIBM 360であるため、農学のシミュレーションに最適のCSMPが使える、多勢の研究者がひっきりなしに使っていたのはうらやましい限りであった。私の使用した統計処理プログラム(SAS)もなかなかよくできていた。米国ではかなり標準的に学校などで使用されているようで、Introduction GuideとUser's Guideが出版され、大変使いやすくなっている。

一方Institute of Agricultural Engineeringには環境工学(Department of Environmental Engineering)があり、2度来日したことのあるNahum Levav氏がいる。また私が米国ミネソタ大学を離れた直後、Jordan教授のもとで温室に関する研究により学位をえたSheike Segal博士もこのInstituteに所属している。ただこのInstituteはオランダのIMAG(国立農業工学研究所)と同様で、実務的な仕事が多く、それは研究員構成にも現われている。すなわち研究員はScientistとEngineerに区別されており、前者は毎年海外出張が認められ、また6年に1年間はサバティカルがあるが、後者は2年に1度の出張のみ認められている。前述の農業気象の研究員はすべて前者であるのに、この環境工学ではHeadのNahum Zamir氏のみで、Levav氏はEngineerである。ヘブライ大学農学部には農業工学がないこともあって、ハイフェ工科大学(Technion)の農業工学科やワイツマン研究所との共同研究が多い。

写真1 柑橘群落内の微気象観測

写真1は大学院生のShabtai Cohen氏が行っている柑橘群落の植生と群落内外の微気象観測の模様を示すもので、大変大がかりな実験である。写真には写っていないが、群落の葉面積密度測定のため、気象観測用のヤグラと同様なヤグラを組み、メッシュ状に区切っている装置も大変大がかりなもので、平面分布を測るため、これを定期的に移動させるのも簡単な仕事ではない。彼は7年前に米国から移住してきた有望な青年で、ヘブライ語はまだたどたどしいので、私も気軽に英語で話しかけられた。私の滞在中に結婚したが、イスラエルの結婚式に出席する貴重な機会ができたこと、彼の親戚が大勢米国から結婚式に参加するため来たこと、特にカリフォルニアから来た彼の叔母さんに、私がなぜこのイスラエルなどに来てカリフォルニアに来ないのか、来たら是非寄るようにと、名前はTadashiは呼びにくいのでTedにしようなどと米国人気質まるだしで楽しい会話ができたこと、私がマイコンといっしょに持ち込んだゲーム(Startreck)に彼が夢中になったことなど楽しい思い出が多い。

Stanhill博士は温室の熱収支や農業におけるエネルギー分析などの論文をJ. of Ag. Met.(国際誌)などに発表しているが、Fuchs博士ともども、Monteith教授編集のVegetation and The Atmosphereの第2巻に綿と柑橘群落に関して執筆している。Fuchs博士はイスラエルの野生の草花収集を趣味としており、彼の写真集を出版するのを夢みている。

Enoch博士は南の国境近くのハバトベッソルにある試験場で、Ehud Dayan博士と共同して、温室の被覆材の相違による温室内環境の変化や、温室内植物の光合成測定を中心として温室内環境と植物生育の関係に関する研究を行っていた。使用している被覆材はポリエチレン2層、ポリカーボネイトの複層板(Qualexという商品名で国産化され、2層の間隔も4, 6, 8, 10 mmと豊富に市販されている、PC板)、ガラス、ファイバークラスである。この辺は砂漠的気候で、夏期には冷房が必要であることはいうまでもないが、冬期(12, 1, 2, 3月)には外気温が5℃程度になるので、作物によっても異なるが、保温や暖房装置が必要である。そのため、保温性の高い被覆材の研究も盛んに行われている。一方実用規模の温室内での光合成測定はLakeの提唱した方法によって行っている。すなわち、換気のトレーサースガスとしては大気中に皆無で無害な亜酸化窒素(N_2O)を温室内で一定量発生させ、その減少量を赤外線ガス分析計で測定し換気量を算出する。換気量がわかれば、温室内外の炭酸ガス濃度を同じく赤外線ガス分析計により測定することによって、植物の光合成速度が算出できる(水耕栽培で土壌からの発生量はないと考えている)。この研究に関して

写真2 ハバトベッソルにある試験場のパッド・アンド・ファン温室と Enoch 博士

温室北壁にパッドとファンよりなる冷却室を設け、パッドで加湿冷却された空気をファンで温室内に押込む方式である。この方式の特長は温室全体での吸引排気方式と異なり、温室本体の気密性は問題でなく、冷却室のみの気密性でよい、実用性が高い。

私はも研究メンバーの一員として参加し、主としてえられたデータの電子計算機による解析の面でお手伝いをした(高倉と Enoch, 1981)。写真2はこの試験場で行っているパッド・アンド・ファンによる冷房実験用温室である。

この試験場に勤務する Dyan 博士は近くの有名な海水浴場ヤミットの近くの町から通勤していたが、この辺はやがてエジプトに返還される地域であり(図1参照)、1年後にせまった移転を考えると、研究にも身が入らないようであった。まったく砂以外何もなかったところに見事な町を作り定住した人達の努力を思うにつけ、また帰路通過したガザ地区との格差を眼にして、何となく割り切れない気持であった。またこの近くではあるが、試験場と同様にイスラエル側に残るところにあるモシャブ(キブツと同様に砂漠の開発や国境近くの戦略拠点として、重要な役割をはたしているが、キブツと異なり完全共同生活でなく、家族単位で土地の所有や収入が認められている集落)に Enoch 博士の友人をたずね、昼食を御馳走になった。この地方のモシャブでは1軒の家(4人家族用)に1 dunam (イスラエルの面積の単位でちょうど日本の1反に等しい)の温室2棟と2 dunamの耕地が与えられ、規模の拡大はさらに6 dunam (合計1 ha)まで認められている。温室では主として輸出用のバラとトマトを栽培しており、夏期にはパッド・アンド・ファン方式の冷房を採用している。耕地には各種の花卉を栽培しており、現在の4 dunamでも収入は十分であるということであった。米国から移住してあまり歳月のたっていないこの一家のみならず、最近米国から移住してきた人達や、将来移住することを考えて、経験のために一時的に滞在する

人達がかんりの数になっているが、彼等の共通の話題は最近の米国の治安の悪さ、風紀の乱れであり、かつては建国の理想に燃えた人達が、この現状に幻滅して、自分らの夢をイスラエル建国にかけるという傾向があるようである。

ボルカニセンターの農業工学部門での関連ある研究をいくつか紹介しよう。Levav 氏の研究は主として温室の省エネルギーに関するものと、ギバトハナニアで行っているバラ栽培のための傾斜温室に関するものである(写真3参照)。前者は太陽エネルギーの蓄熱用水槽と蒸発冷却装置をもつ断面がカマボコ型の温室である。温室地下部が蓄熱水槽になっており、作物は発泡スチロール板に固定され、一定速度(数 cm/sec)で温室内を楕円軌道で水平方向に回転するようになっている。この水槽の水はポンプで温室北妻面の黒色ビニールでおおわれた熱交換器部に導かれ、スプレーされる。ファンによって流入した空気はこの水の気化熱によって加湿冷却される。この温室では夜間、外気温より5~10℃高く室内気温を維持できる(詳しくは文献2に発表されている)。この原理を用いた1,000 m²の商用温室の計画が進んでいる。水はベンチ下のコンクリートタンクに蓄えられる。ベンチ上では水耕栽培が可能ようになっており、ベンチとその下の貯水槽の仕切りを除くと、スプレーに使用した水でも水耕が可能になる。

写真3 20度の傾斜地に建設されたファイロンハウス(22 m×37 m)

後者はこの研究部門のプロジェクトの一つで、レバノンの国境からあまり遠くない避暑地ジファットの近くのギバトハナニアで行われている。新たに開発しようとする土地は、綿、トウモロコシ、オクラ、トマトなどが栽培可能な肥沃な低地ではなく、オリーブしか出来ないような土地のやせた丘陵地が多く、このようなところに写真3にあるような温室を作り、代表的な換金作物であるバラ栽培を成功させることによって、このような地に

キブツを作り農家を定着させるというのが、一つの大きな農業政策ということであった。この試験もそのためのものである。冬期には、ヨーロッパの施設園芸地帯では光不足のため、大規模にバラ栽培は行えない。イスラエルでは、多少暖房することによって栽培が可能である。夏期に摘花せず、放置しておく、光合成産物はすべて根の生長へとまわり、冬期に良質の花を出荷できるということで、冬期の集中出荷を目的とした栽培法が確立されている。この温室ではポリフィルムでポットを作り、その中にピートモスを入れたポット栽培でトリクルカンガイを行っている。しかし、傾斜地温室の環境調節に関しては何もわかっていないといってよい。冬期には、外気温は0～5℃にもなるので、温風ヒーターを設置し、ポリダクトによる配風を考えているが、傾斜地上部と下部の妻面にかんりの温度差がつきそうである。夏期には温室内は35℃以上にもなる。南北棟で両妻面には換気窓があるが、東西側壁にはない。上部、下部の温度差は3℃程度でありあまり大きくないが、夏期の温室内温度を全体的に低下させる方法を模索中であつた。屋根面で水をスプレーして蒸発冷却による方法を試みたが、水質が悪く、炭酸カルシウムなどの、塩の付着が問題となり中止している（見学したとき、写真3の温室の上部の屋根面のみ白色になっていた）。夏期の主風向が東西であるので、東西に換気窓を設けることも考えられてはいるが、外気は砂漠特有の熱風であり、これが直接作物に吹きつけた場合の作物への影響が未知であるため、簡単にこの方式を採用できないとのことであつた。

センター直属の農業普及員Moti Gazit氏の案内で、Levav氏らとモンジャケフェハイムの施設園芸の現状と展示会の見学を行った。一般の温室は間口7～9mのものが多く、バラ温室は大型で22mのものが建設されている。バラ温室の場合、天井が高いため、温室内の温度があまり高くないとのことであつた。大型温室では、冬期の暖房負荷が大きくなると考えられるが、温風ダクトによるうね間暖房で、温室上部からの損失も最小限におさえることができている由で、油の消費量は約35 l/dunam/日であるとのことであつた。初期の温室はオランダの業者が作った温水暖房方式のものであつたが、現在はこのタイプのものはない。展示されているハウスでは、フィルムを固定するのに木材にフィルムをまきつけ、クギで固定する方式を採用しており、我が国の一昔前の方式であつた。一方ではパイプハウスの側壁部のフィルムをカーテンと称して一本の長いパイプにまきつけ、手まきでまきあげる近代的な換気方式が話題になっていた。フレームの部分は過熱するので、フィルムの劣化を防止するため、白色に塗装している。一般に使用されている

フィルムは0.12mm厚さのポリエチレンフィルムで、通常年に1回はりかえる。したがって夏期は破れたままの状態で放置されているものがほとんどである。Moti Gazit氏の説明によると、ある観葉植物の栽培農家が塩化ビニールフィルムを使用してトンネルで試験したところ、ポリエチレンに比較して無加温で2～3℃高く、凝結もなく、生育もよかったとのことである。ただ塩化ビニールフィルムはわずか1社が販売しているだけで、価格も高く、フィルムの幅も1mのもののみであるとのことであつた。こちらでの温室の熱貫流率が大きいことが話題になった(8～10 kcal/m²/hr/℃)。Levav氏は夜間放射が大きいことを理由にあげていたが、夜間放射だけでなく、実際のハウスの作りをみると、すき間換気の大きいことが考えられ、この両方によるためと思われる(夜間放射の値については、測定した一般値を誰も知らないのには驚かされた)。我が国でも農業あるいは施設園芸のみかもしれないが、ムードによる普及というか、学問的に立証されないが、ある理屈のもとで普及するケースがある。イスラエルにおいてもそうでAgro Psychologyと称しているという。大笑いであつた。

4. ワイツマン研究所

イスラエルにおける自然科学研究のメッカであることはあまりにも有名である。正式な部門として農学はないというものの、前述のように、距離的に近いこともあって、大型計算機はここを中心にネットワーク方式を採用しており、また同じ町にはヘブライ大学の農学部が道をはさんで反対側にあることは既に述べた。最近はこの研究所のスタッフの研究テーマも農学に含まれるもののがかなりあるのは、農業の発展を重視している国情を反映してのことであろう。アイソトープ学科のNir教授及びAmiel博士の研究はその例であろう。Amiel博士は自分の農場の温室にカンガイ用の黒色プラスチックパイプを幅1m長さ16mに22本配列した温水コレクターを自作し、これを温室南側の温室腰部に配し、約55℃(最大で)の温水をえて、これで温室の地中加温を行っている。温室は間口9m、奥行き30mの東西棟で、ガーベラを栽培しており、幅約50cmの1うねに2本のプラスチックパイプ(コレクターに使用しているものと同じもの)を深さ60cmに埋設している。ガーベラは低温でも十分生育するので、特に問題はなかったようであるが、バラ栽培にも拡張したいとの意向であつた。Nir教授はこのシステムのシミュレーションモデルを開発しており、その概要は文献4)に報告されている。

5. ハイファ工科大学

ハイファにあるハイファ工科大学には、かねてから温室の研究で知り合っている Seginer 教授がいる。ハイファ港を一望にみわたせる彼の新居に3泊させてもらい、大学と周辺の農業を十分みせてもらった。ベトダガンより湿気はあるものの、気温は低く、大学では冷房していないところが多かった。農業工学科の図書室には日本農業気象学会の学会誌があるばかりでなく、Seginer 教授自身も学会員である。私自身、大学に長くいるせい、研究所より大学のキャンパスの方が気持ちが落ち着くような気がしてならなかった。夏休みとはいえ学生で結構にぎわっている大学のキャフテリアでの食事の方が、ベトダガンのボルカニセンターの食堂より気楽であった。メニューは似たりよったりで、鶏や豚肉を中心としたホットミールに、各種の野菜サラダや果物というところである。どちらも多少の補助があり、300円程度であるから日本に比較すればかなり安く、豪華である。一般の家庭では1日に1回、このようなホットミールを食べ、あとの2回はパンとチーズあるいはサラダだけというコールドミールが普通である。したがってホットミールのディナーを昼食にするか、夕食にするかは、それぞれの家庭の事情による。独身や共かせぎの家庭だと昼食がディナーになる場合が多い。その意味でも研究所や大学食堂のメニューは豪華なのであろう。Seginer 教授には、彼がコーネル大学の Albright 教授と始めた共同プロジェクトに関していろいろ相談を受けた。主としてマイコンによる温室の制御に関するものであった。彼のところの大学院生はすでに結婚している女子学生が1人で、フィルムトンネル栽培における多湿問題を中心に実験をやっていたが、御主人が軍隊におり、子供の面倒もみなければならず大変なようであった。フィルム温度、室内乾球・湿球温度を測って水蒸気の移動方向だけでも知りたいとのことだったので、日本の学生なら、夜中に懐中電灯でフィルム面も同時に調べ凝結が起っているかどうかをみるように言うのだけれどと話しておいた。ちょうどデータロガーにつないだ熱電対の検定がうまくゆかず困っていたところで、いっしょに調べたところ、ロガー内にある電気0接点の温度変化によるものであることがわかったので、ドライヤーで熱風をこの部分に吹きつけて証明してみた。熱電対は米国の Leeds and Northrop 社が出している、かしめ器により簡単にかしめて接点を作る方式を行っており、誤差はないとのことであった。とにかく研究のための人手がなく、Seginer 教授のみでなく、Enoch 博士も滞在費を負担してもよいから、日本から若手の研究者を是非6ヶ月～1ヶ年程度招へいして、いっしょに

仕事をしたいといていた。

6. ベングリオン大学(ケネブ)

主要な学部はベルシバにある。ベルシバにある農学部では地下水による暖房とカンガイ方式の研究が行われていた。地下300mから40℃の硬水(44 m Ω , 2300 ppm)をくみあげ、これをカンガイに用いる前にハウス内土壌加温、さらには空気加温に用いる施設を開発している。利用可能水量 30 m 3 /ha/hr, ハウス内の土壌を加温するだけでキュウリの生育が1ヶ月はやり、130 t/haの収穫があったという。さらにポリフィルムを2層にしてこの間にもこの温水を流し、これによって温室内を15℃に維持でき、対照区に比較して生育が著しくよい、という。

ズデボケールにある Arid Research Station では写真4に示されているような、2層のPC板でできた約5m 2 の小温室を用いて、太陽エネルギーの蓄熱の実験している。2層のPC板内に、温室の下部から上部に向けて、太陽光の400～700 nm 以外を約80%吸収する溶液(最初はフランスの Damagnez らと同様、CuCl $_2$ 溶液を用いていたが、現在はより効率のよいものを用いており、特許の関係でその物質名は公開できないといていたが、多分ごくありふれたもので、名称を聞いただけで簡単に真似されることを恐れたのであろう)を温室表面積あたり200 l/m 2 流し、昼間蓄熱し、夜間はこれを保温に用いる方式である。このような高温乾燥地域においては、冷房に関しては、蒸発冷却が一般的であるが、冷房効果を上げようとするれば通風量を増さねばならず、そうすると蒸発量が盛んになり、消費水量が増すことはいうまでもない。この方式の一つの特徴としてはこのような消費水量を減らすことでもあることを強調していたが、システムの複雑さからいって、実用規模の温室への拡大を考えたとき大きな問題が残るであろう。

写真4 液体による熱線吸収フィルター方式による温室の冷暖房

この実験場ではソーラハウス(一般住宅)で有名な Givoni 教授もいくつかのソーラハウスを建設し、データを取っていた。その一つで、興味ある方式は、長期の蓄熱で、地下 2 m にパイプを埋設し、地表には礫をしきつめ、夏期はこれをドリップカンガイで冷却し、また冬期には、地温で空気温度を下げ、ともに夏の冷房に使用するというもので、1 年サイクルの冷房実験であった。

50 シェケル札の絵にもなっているベングリオン記念図書館は、米国グランドキャニオンに似た、砂漠の切り立った崖の上にあり、ベングリオン夫妻の希望によりその墓もネゲブ砂漠を一望にみわたせる位置にある。

砂漠の開発、特に農業開発に関する逸話はいくつもあるが、この近く Avdat の実験場は旧約聖書にそのヒントをえて成功している一つの例であり、そのプロジェクトの進め方など参考になる点が多かった(米国の若手研究者 3 名がここで実験研究を行い、米国で学位を取得したという)。

参考文献

- 1) Avraham Levi (prod.), 1980: *Bazak Guide to Israel* 1980–1981. Bazak Israel Guidebook Publishers Ltd.
- 2) Levav, N. and Zamir, N., 1978: Energy saving methods in the israeli industry. *Acta Horticulturae*, **87**, 421–432.
- 3) Ministry of Information (ed.), 1975: *Facts about Israel*. W. Turnowsky & Son Ltd. 206 pp.
- 4) Nir, A., Amiel, A., Krant, J. and Epstein, M., 1981: Solar heat supply for greenhouses with stratified soil heat storage: Data collection and feasibility study. *Acta Horticulturae*, **115**, 591–597.
- 5) 高倉 直, Enoch, Z. H., 1981: 作物光合成からみた乾燥地域における温室の複合制御. 日本農業気象学会全国大会研究発表要旨, p. 90.