

温帯果実の亜熱帯における栽培の問題点

九州大学農学部 白石 眞一

Problems in Growing Tmperate Fruit Crops in Subtropics

Shin-ichi SHIRAISHI

University Farm, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Kasuya-machi,
Fukuoka 811-23

温帯起源の作物生産を高日照下の亜熱帯地域において行うには多様な工夫がある。高温乾燥のメキシコ砂漠と、高温多湿のバングラデシュにおいて進行中の農業プロジェクトについて、果実栽培の問題点を検討してみる。

1. アメリカ砂漠の特徴と農業

砂漠は地球上を熱帯から温帯にかけて、すなわち南北両半球の緯度15~40°付近に帯状に取り巻いて分布している。これらの地域では陸上は勿論のこと海上でも砂漠気候は分布し、雨のまったく降らない海域も多数分布している。砂漠は北アメリカにおいてはアメリカ合衆国の西南部からメキシコにかけて分布している。カリフォルニアは冬季に降水の見られる地中海型の気候帯に属するが、降水量からみると半砂漠の気候に属する。特に、5~9月の全降水量は僅かに20ミリ前後にすぎず、夏期は完全に砂漠状態となる。米国を南下してメキシコに入ると砂漠の分布はカリフォルニア半島とメキシコ北西部にわたって、米国からの連続として分布している。

アメリカ砂漠の特徴は、多くが海岸砂漠であるということである。北米の場合はカリフォルニア海流と呼ばれる大陸の西岸を流れる寒流の影響によって生じた砂漠である。

北米西海岸の砂漠農業の実情は、米国では一般農業と同様に大規模、粗放的、大型機械利用によるものである。灌水において写真1に見られているような大型散水機の利用によってコムギ、牧草などの栽培管理がなされている。野菜などではドリップと畦間方式が多い(写真2)。いずれにしても米国の場合は、栽培規模は極めて大きく、収穫も大型機械を使用して砂漠でも非砂漠でも農法に違いはない。

コロラドの下流域に展開するインペリアル・バレー、それに続くメキシコ北西部の沖積土地帯に展開する園芸作物栽培は、中米の比較的容易に得られる低賃金労働者によって支えられている(写真3)。メキシコ国内においても米国内と同様に米国系資本によって園芸作物生産がなされている(写真4)。コロラド水系の豊かな流れは、下流に行くに従って、悪化している(写真5~7)。

カリフォルニア半島をティファナ、エンセナダを経て国道一号線を南下して行くと、完全な砂漠地帯に入り、カルドンその他の多肉植物の植生のみが見られる原野になる（写真8）。降水量は年間40～80ミリ程度しかなく、夏期にはまったく降らない。地下百米から汲上げる地下水に頼る耐乾性作物の僅かな生産活動が窺える（写真9～10）。

これらの厳しい環境下での原野や砂地（写真11）を耕地化していくために、水盤法や畦間灌漑等をスプリンクラー法やドリップ法に改良し、伝統的農法を近代設備に置き換えている。しかし、灌漑方法の近代化は一見水節約による耕地拡大をもたらし、有利な砂漠緑化の手法ではあるが、長年の間には必ず耕地の塩類集積をもたらし、その結果耕地の荒廃につながることは過去の経緯から十分に考えられる。

2. カリフォルニア半島砂漠における園芸作物の栽培

温帯起源の園芸作物を亜熱帯地域で栽培することは、作物の生態的特性上幾つかの問題点が提起されている。特に果樹のような木本性永年性作物は独特の生活環（ライフサイクル）を有しており、落葉果樹には休眠現象が大きく関わってくる。

乾燥気候に適応性が大きい果樹としてイチジク、ブドウ、オリーブ、それにカンキツ類が導入されている（写真12～13）。イチジクは11月下旬に剪定し（写真14）、ブドウは12月から灌漑を制限して落葉させ、休眠導入を図る。カンキツ類はライム、レモンのような酸味カンキツ、およびスイートオレンジがイスラエルのドリップ灌漑システムの導入によって栽培されている（写真15）。温帯の5割増しにのぼる日射量が果実肥大期に障害を起し、オレンジ果実は日焼け症になる（写真16）。微量要素欠乏症も多く認められるが、乾燥気候が幸いして、かいよう病、ハモグリガの被害はほとんど認められない。

果菜類の栽培は、スイカ、メロン、キュウリがあるが、多くは大果生産である。米国系品種が栽培されており、大味である。チレ（トウガラシ）の栽培は北部で盛んである。

3. メキシコ・バハカリフォルニア砂漠の農業開発

1982年度の子備調査から1987年度まで文部省海外学術調査として、メキシコ国バハ・カリフォルニア州のゲレロ・ネグロにおいて行われた農業開発に一部参加する機会に恵まれた。課題名は「乾燥地域の農業開発にともなう耕地生態系の保全と生産性に関する調査研究」である。北緯28度線上の地に開かれたこの町は、カリフォルニア半島の丁度真ん中に位置し、太平洋に面し、乾燥気候（年間降水量78ミリ）のために海水の塩分濃度が高く、塩田が開かれ、世界の生産量と品質を誇っている。この半島一円が砂漠あるいは半砂漠に属しており、この町一帯がビスカイノ砂漠と呼ばれている。町の人口は約6千人、ほとんどの住民が塩田の仕事に係わっており、生活レベルは他の地域よりはるかに高い水準に達している。生活物資のほとんどは米国との国境に近いティファナ、エンセナダ、エルセントロなどの町から遠く運ばれており、国道1号線を生命線

として千キロの彼方に依存する生活を余儀なくされている。生鮮食糧品は欠乏し勝ちであり、塩田の生産活動にも影響する。

作物生育にとって、砂漠地のような光エネルギーの豊富な条件下では水と培地としての砂が最も重要な問題である。水質と砂質が種子の発芽とその後の生育に及ぼす影響についてまず検討した。実験に提供された水道水は、pH 7.9, EC 1.4mmho, 数種塩類の濃度が高かった。野菜種子の発芽試験では抑制傾向が認められたが、その後短期間で回復した。砂質は深さ50~60cmから採取されたものに種子の発芽、初期生育を抑制する傾向を認めた。これらの結果から、砂漠地の地下水は種子の発芽や根部の生長、特に挿木繁殖には障害を及ぼすことが考えられる。砂質については塩分含量との関係で、作物生育と耐塩性について考慮する必要があった。

水質の改善を図るために、実験的に行った方法は空中水分を捕集することである。砂漠は湿度20~40%と非常に低湿であるが、夜明け時には低温になり相対湿度が上がり、飽和して霧を発生する。この時除湿機を操作すると純度の高い水が得られる。試験的であるので小型のオリオン社製 RFB-750 を用いたが、最大採水能力は約58リットルで、この水を水道水に加えて EC 値を低下させ (0.8 mmho) ると、ほとんどの場合障害を受けなかった。育苗時には充分活用できる技術に成り得るものと考ええる。

砂漠では作物生産に利用できる水資源は極めて少ない。したがって、得られる水資源は可能な限り節約して使用せねばならない。砂中に与えた水を作物が利用する以外に逃がさない方法として高分子吸水性樹脂を利用することを検討した。一時的には保水剤の効果を認めたが、砂漠では灌漑用の地下水にかなりの塩分を含んでいることから、保水剤は塩分濃度の増加に伴って吸水倍率が急激に減少する性質もあって、長期にわたっての使用には検討の余地がある。砂漠農業に対する節水栽培を目的とした保水剤の利用は、当然灌漑用水中の塩分を考えなければならない。

砂漠の砂地での灌漑方法については、これまで多数の研究事例が紹介されているが、節水を目的とする場合の方法について検討した。点滴ホースは国産のウルトラドリップ、エバーフローを適宜組み合わせ利用した (写真17)。灌水量は1日当たり4~6mm 相当量とし、4~6回に分けて行なった。一度に多量の灌水を行なうことは、水を地下に浸透させ、これが地下水に連結すると、毛管水の上昇を促し、地表部に塩積害の危険を招くことが知られている。作物の吸水量と蒸発量に見合う量を、出来るだけ回数多く施用することが砂漠地では肝要である。

果実栽培としてブドウの植え付けを行った。品種適応性を見るために、米国種、欧米雑種、欧州種の代表的な品種を持ち込み、2月に定植した。米国種は生育が悪く枯死するものも認めたが、欧州種は強勢に伸長した (写真18)。翌年結実し、糖度24°に達する生食用品種もあった。台木品種に耐塩性のものを用いたが、栄養障害らしき症状が認められた (写真19)。温帯起源のブドウ品種であるために休眠が必要であると考えられるので、12月中旬に灌水を一時中止して落葉させることが必要であろう。発芽むらもあるが、温帯での営利栽培ほど均一であることは望めない。ブドウは砂漠地での節水栽培に適合できる温帯果樹であろう。

砂漠作物であるメロンの栽培を行った。日本での温室メロン品種を用いて地這い栽培で1株2～3個結実させた。成熟日数は50～55日で、1.2kgの果重に達し、糖度は18°～20°の果実を平均的に収穫した(写真20)。スイカについてもメロン同様に高糖品質のものが得られた。食味は良好であり、苦味を感じるものは無かった。高日照と低湿度、それに灌水量の適正な調節、その上に病害防除をほとんど必要としなかったことは、砂漠地に園芸果実作物の生産要素を解明するものがあるのではないかと考えられた。

バハ・カリフォルニア州ゲレロ・ネグロにおける園芸作物栽培実験は一応の成果を収め、多くの知見が得られた。国内での予備実験での成果とほぼ同様の傾向にあるもよものも多くあったが、現地砂漠の厳しい条件にたじたじすることも多々あった。いかに現地実証研究が重要であるかを痛感したしだいである。多くの国内産の機材を持ち込んで使用したが、我々の組み立てた技術を継続して現地に生かすにはそれなりの対応が必要になる。日本的というか、東洋的というか、細かい技術の集成の上に成り立つ節水栽培には、日本人の精神主義、哲学、要するに日本文化を現地の人々に理解させ、実行させることができなければ成功はおぼつかないことを強調したい。園芸技術は人によって実行されるものであり、人的資源に最も多くの比重がかかっている。現地においてインフェネロ(技術学士)の共同研究者3人と共に働き(写真21)、共に研究して技術移転を図ったが、期間が短く、少数の範囲に留まり、日本、メキシコ双方共心残りを感じながら海外学術調査を終了した。

この後メキシコ政府からの強い要請により、政府開発援助(ODA)による二国間援助の技術協力が計画されており、国際協力事業団(JICA)によるプロジェクトになる可能性がある。このプロジェクトが実現し、現地に亜熱帯砂漠緑化の研究・教育センターが開設されて、日本とメキシコの研究者がここを拠点にして、砂漠地農業の技術開発が展開されるようになることを念じている。

我々の開設した30アールのささやかな実験農場を踏み台にして、塩生産公社が生鮮野菜の自給を目指して5ヘクタールの農場を開拓し、JICAプロジェクトに備えている。水源は十数キロ離れた井戸から汲み上げて送水されたものを使用しているが、将来的には生活用水を簡易浄化し、作物生産に利用することを計画している。砂地の地力向上にアルファルファを蒔き、簡易浄化水をスプリンクラー灌漑して年間12回刈り取り(写真22)、有機資材の給源にし、輪作体系を確立することも計画している。十分に地力を養い、果樹生産を安定にできれば温帯起源の品質的に優秀な果樹品種の導入も可能になろう。

無機的な砂漠地に少しでも緑が人工的に増加することは、単に食糧生産の意味に留まらず、老若男女が混住する社会の建設に発展することができる。人間が社会生活を営むには、働ける成人のみならず、弱者である老人や子供が安心して住める環境でなければならない。それには草花、街路樹、野菜、果樹等が直接住民の目に触れ、手で触れることの出来ることが望ましい。いかに道路を造り交通機関を整備しても、緑が無く生命線を遠く千キロの彼方に預けていては人々は安

住出来ない。

文明社会の指標である工業生産には天然原料が必要である。化石燃料をはじめとして、地下資源の多くは開発し易い場所ではその終期を迎えている。残された資源はその多くが砂漠地に存在する。塩生産も資源として重要である。これらの資源開発に温帯の農業生産技術が大きく係わりを持って貢献することを念じてやまない。

4. バングラデシュの農業

バングラデシュはインドの東に位置し、ベンガル湾に面している。国土面積は北海道の1.8倍であるが、人口は我が国とほぼ同じである。人口密度は非常に高く、一部の都市国家を除くと、世界一である。国土はガンジス河、ジャムナ河等の大河による世界有数の沖積平野で国土の大半は平地である。国土の90%は高低差10m以内にある。亜熱帯性の気候は主食の稲作に適しているが、近年しばしば大洪水に見舞われて大きな被害を受けている。農業以外に産業の無いこの国の国民総生産額は一人当たり日本の150分の1程度であり、アジアでは最も貧しい国とされている。

気象表(表1)に示したのは、現在 JICA プロジェクトで進行中のバングラデシュ農業大学院計画 (IPSA Project) で測定したもので最新 (1988年) のものである。国のほぼ中心に位置し、北緯24度の北回帰線上でのデータである。この年は未曾有の大洪水に見舞われた年である。雨季は4月中旬から始まり、10月中旬まで続く。夏期の気温は30度をやや越す程度であるが、夜温は高くまさに熱帯夜の連続である。地温もほぼ気温と同じように推移する。相対湿度が高く、メキシコとは対照的である。降水量は雨季に集中しているが、2,400 mm 程度でそれほど多くはない。昨年 (1988年) の大水害は同国を取り巻く隣国から押し寄せた水量が河川の不備や川底の堆積物の上昇等によって、海に流出できずに起こったもので、そのため国内の大部分が水没する事になる (写真23)。降水量に比して蒸発量は少なく、日射量が多い。風力は小さく、雨季に比較的吹く。

多量の降水量と洪水を伴った農地こそは、バングラデシュ最大の天然資源である。この国では、農村地帯の人口圧力が増大を続けているので、ほとんどすべての土地が人々の努力の結果生産的に利用されるに至っている。自給度の高い農業を営んでいるこの国の農家は、かんばつと洪水が季節ごとに繰り返されるデルタ低地の多様な地文上の条件によく適合した栽培方法を考案してきた。そして農民の多くは、科学と技術の力を借りて環境への適応方法を改良する方向で、天然資源を最大限に利用しようとしている。

現在の JICA プロジェクトの前に、1977年から8年間「バングラデシュ園芸研究プロジェクト」が行われた。ダッカの40キロ北に位置するジョイデプールに農業技術研究所 (BARI) を中心に柑橘栽培と野菜の種子生産についての日本の専門家が長期間滞在し、果樹は柑橘の品種を導入して植栽を行った。種類はブタン、レモン、ライム、オレンジにマンダリン類を加えている。

「柑橘および野菜種子研究センター」のあるジョイデプール地域は、沖積平野で重粘土壌であり、地形は一面の平坦部で排水不良に悩まされた。土壌調査の結果、固相率が高く、硬度は20～

表 1. バングラデシュ Gazipur 州 Salna の気象 (1988年)

月	気温 (°C)		地温 (°C)		相対湿度 (%)		降雨 (日数) (mm)	蒸発量 (mm)	日照 (cal/cm ²)	風速 (m)		
	最高	最低	9:30	13:30	最高	最低				7:30	13:30	
1 月	24.5	11.9	15.9	24.7	94.3	38.5	0.00 (0)	1.94	328.77	0.62	3.25	
2 月	27.2	14.9	18.3	26.2	94.9	36.7	51.00 (3)	2.16	352.69	1.56	2.52	
3 月	29.6	18.9	21.9	29.7	93.3	38.8	40.40 (5)	3.29	405.96	2.40	3.18	
4 月	32.5	23.1	26.7	33.1	90.0	47.1	114.40 (6)	3.78	403.51	2.54	2.64	
5 月	30.9	23.8	27.3	31.2	91.7	61.7	628.10(22)	3.09	382.38	3.53	4.08	
6 月	29.7	25.2	28.1	30.5	90.7	68.1	363.30(18)	3.80	324.84	4.40	4.56	
7 月	30.1	25.8	28.8	30.9	89.8	69.1	325.50(24)	3.24	314.36	4.16	4.13	
8 月	29.6	25.9	29.0	30.5	89.8	70.4	347.50(20)	3.47	277.95	3.98	4.31	
9 月	30.5	25.5	29.2	31.3	88.3	63.9	144.00(13)	3.70	339.89	3.12	2.86	
10 月	30.2	22.6	27.0	29.7	90.3	53.1	206.00(9)	3.58	373.38	1.98	2.35	
11 月	28.7	17.1	22.8	26.1	91.7	46.1	165.50(3)	2.84	330.34	1.05	1.67	
12 月	25.3	14.0	19.8	22.9	92.3	45.7	2.10(1)	2.96	314.16	1.12	1.50	
平均	29.06	18.71	24.57	28.90	91.42	53.27	198.98(10.3)	3.15	345.69	2.54	2.59	
年計								(2,387.8mm) (124 日)	(37.85mm)	(4,148.23 cal)		

30もあって、果樹の根部の伸長制限要因になった。雨季には停滞水によって細根が障害を受け、次の乾季に水分不足の状態となる。

東南アジアの亜熱帯から熱帯地域に広く分布するマイコプラズマ様微生物によるグリーンング病がここでも問題になっている。日本国内で見掛けるカンキツの病虫害はほぼ揃っている。多くの日本人専門家の努力が注ぎこまれたが、基本的に果樹栽培の技術が存在しない国であり、国内における果樹研究者の不在は早急に解決する見込みはないものと考えられる。整枝・剪定・施肥・摘果等の栽培技術の基本を定着させるのは容易でない。

この柑橘プロジェクト終了から間もなく、供与された機材はその任務から離れ、果樹園は氣息延々の状態を見て、今回の IPSA プロジェクトの展開に思いを寄せている。

高温多湿の亜熱帯地域も乾季には厳しい水不足が襲う。多雨地帯は水には対応するのが容易であるが、乾燥に弱い。あたかも砂漠が突如襲う豪雨に無防備であるがごとく、多雨地帯では乾季のための貯水・水利の対策が永年作物栽培を導入するに当たり、第1の課題であろう。そして安易に温帯の品質本位に考えた耐病虫性の低下した果樹品種を導入することは慎重にすべきである。農薬類の使用は経済的にも、保健衛生面からも洪水常襲地帯には危険であろう。



写真1. カリフォルニアのスプリンクラーによる
灌水風景.



写真2. カリフォルニアのドリップ灌漑.



写真3. 野菜栽培でのドリップと畦間灌水.

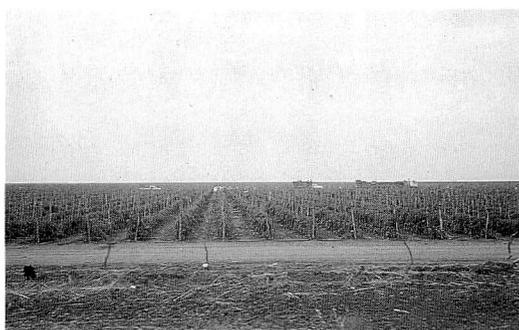


写真4. メキシコのトマト栽培.



写真5. コロラド川.

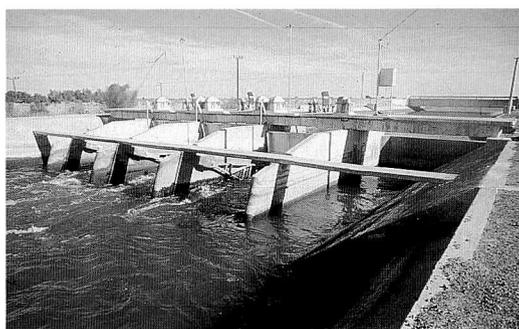


写真6. コロラド川よりの取水.



写真7. コロラド川の水を利用した用水路.



写真8. メキシコ, バハ・カリフォルニアのサボテンの多い原野.



写真9. メキシコ, バハ・カリフォルニアの乾燥地に点在する集落.

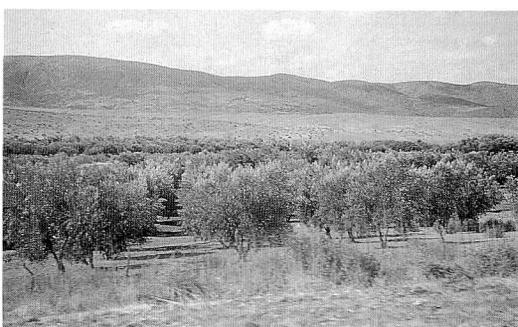


写真10. メキシコ, バハ・カリフォルニアの乾燥原野.

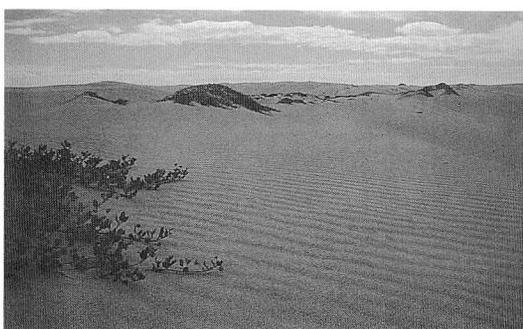


写真11. メキシコ, バハ・カリフォルニアの砂漠.

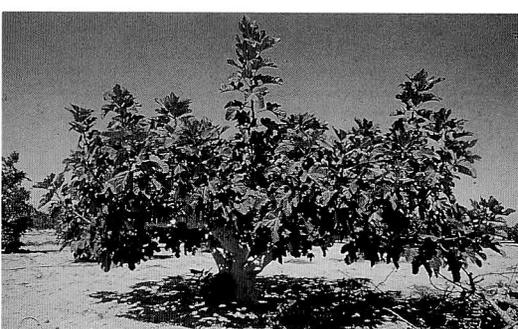


写真12. メキシコ, バハ・カリフォルニアのイチジク.



写真13. メキシコ、バハ・カリフォルニアのブドウ.

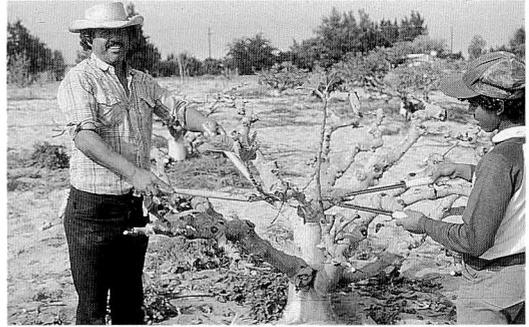


写真14. イチジクの剪定.



写真15. バハ・カリフォルニアの砂漠における
スイートオレンジの栽培.

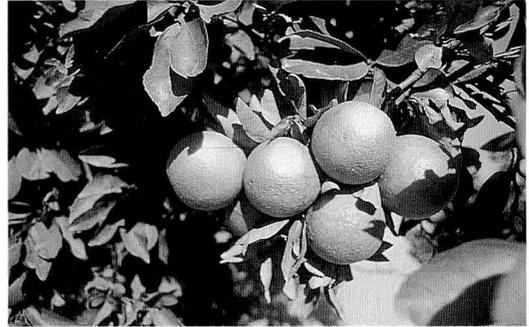


写真16. スイートオレンジ果実の日焼け.



写真17. 点滴灌水による栽培実験.



写真18. 栽培実験中の欧州ブドウ生育状態.

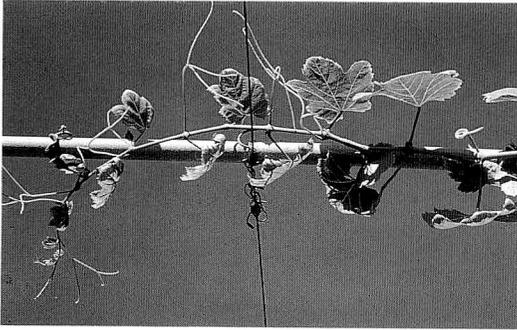


写真19. 欧州ブドウの栄養障害.



写真20. 栽培実験中のメロンの生育状態.



写真21. 栽培実験中のスイカとメロンとメキシコ側共同研究者たち.



写真22. アルファルファの栽培実験.



写真23. 洪水下のバングラデシュ.



写真24. バングラデシュでの柑橘.