

報 文

アフリカ・サヘル地方, イスラエルを踏査して

——半乾燥地域現地調査記——

角 張 嘉 孝

この旅行記はサヘルグリーンベルト (SGB) 計画研究会 (座長: 東燃 井口取締役) の第二次調査隊に参加し, サヘル地方 (ニジェール, マリ) およびイスラエル・ネゲブ砂漠をおよそ3週間調査旅行した体験をもとにまとめたものである。

この機会を与えてくださった静岡大学村井教授, 砂漠開発協会汲田理事, SGB 研究会のみなさま, アフリカでお世話になった同和工営 (株) 土屋氏に感謝致します。

ここでは, この旅行中の体験のほか文献等をもとに, 1. 砂漠化のメカニズム, 2. 各地でみた半乾燥地の農業に対する技術的対応, 3. 対外援助計画に対するコメントの3点について述べたいと思います。

この体験記は「はじめて訪れた者がその強い印象から誰すも犯す, いくつかの誤りをもった印象記だ」との批判がおそらくあてはまる。

どうか, 私のいろいろな見方の誤り, 思い違いを批判して頂きたい。

1. 砂漠化のメカニズム (ワジの平準化について)

マリおよびニジェールを調査中, ワジの底にあたる部分でしばしば大小の湖沼を見かけた。その誘因とワジの動態について考えてみた。

サヘル地方をおそった極めて厳しい干ばつの到来 (最近の例では1983/84年) によって図1に示した Hilltop や Slope において樹木が枯死する。

こうした現象の進行とともに, 乾季は, とくにハルマッタンによって砂が多量に移動する。また, 雨季には Slope および Rock の部分で土壌侵食が起こる。それらに加えて乾季に堆積した砂および雨季に流出した細砂やシルト状細土によってワジの底部が部分的に埋め尽くされてる。こうした細土などによって, ワジ底部の灌養機能は著しく低下する。したがってワジ底部にしばしば小さな水たまりを観察できる。

その多くは降水量を20倍も超える猛烈な蒸発によって涸れ, 帯水した状態で再び雨季を迎えることは希なよ

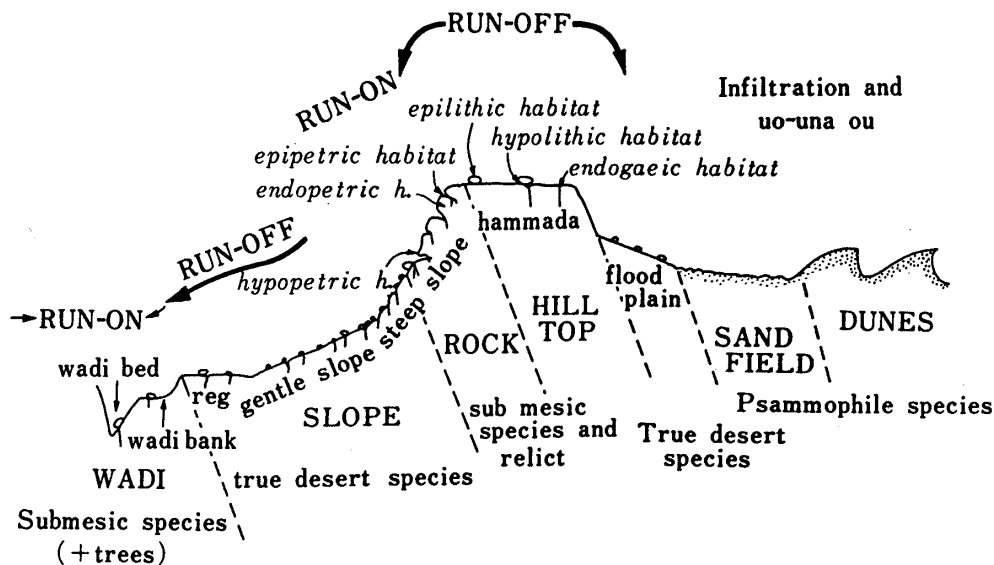


図1 ワジの地形学的シェーマ (原図 Schumida)

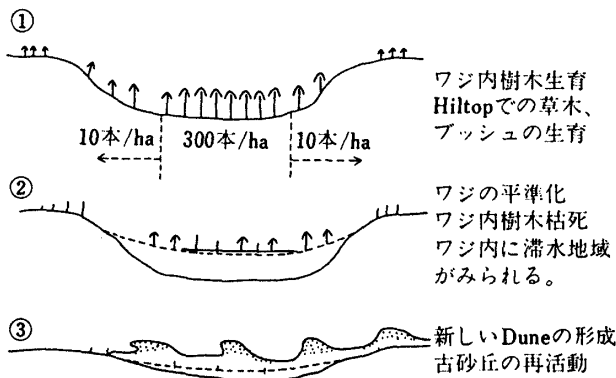


図 2 ワジの平準化のプロセス

うだ。強い日射に照らされた地面は固結し、ますます水が地中に入り込めなくなる。いくつかの条件が整い、帯水状態が次の雨季まで続くようになると、樹木はながい排水不良状態により根が呼吸障害を起こしその多くは枯死にいたる。とくにワジ内の樹木が枯死した場合、雨季初期の降雨のエネルギーを吸収することができなくなる。したがって降雨の仕方によっては、ワジの地形が極端に変化することも考えられる。こうして相対的に Hilltop の低地化、ワジの高地化が繰り返され、ワジ全体の平準化が完成する。そして平準化された台地はかつてあった古砂丘が露出し再び活発化することになる。したがって、Hilltop や Slope での耕作地を確保するため、飛砂防止のための防風林やワジ内での耕作に備えるため、天水の灌養策が必要になる。

サヘル地方では年降水量が 150 mm を下回ると、砂丘の移動が活発になるという。セネガルの Saint-Louis で調べた百年におよぶ降水量データからも、ここ 50 年の急激な降水量の減少傾向を認めることができる。とくに '83/'84 の干ばつは大規模であったことを示している。私たちがメナカ（マリ）で見たワジ内の帯水面積の急速な拡大は、この時期の大干ばつによる降水量の絶対的な不足や不安定さが直接的な引金になったと思われる。

2. 各地でみた半乾燥地の農業に対する技術的対応

① マジャプロジェクトは 1974 年に政府林業局により開始されたもので、アメリカの NGO などの協力を得て、マジャ谷一帯の緑化に成功している。

このプロジェクトの基本は数 10 km におよぶ防風林の育成にある。防風林との間は、ミレート、トーモロコシを含む主食作物の耕作地として利用されるほか、いわゆる換金作物である、綿花、オクラ、トマト、玉葱等が

栽培されている。

防風林はニームやプロソピス等が選ばれる。ニームは油の採取に、プロソピスは生長速度の速さ、萌芽性が優れていることなどのほか、複葉が比較的密につくことからその樹形や形態のもつ暴風・防砂性が認められたものである。

私たちが訪れた Saida では小さなロックヒルダムが作られていた。乾季の終わりの 6 月～7 月に溜れるがそれ以外は雨季を中心に、水路を利用した灌漑によって、耕作が可能だとのことだ。

② ケイタプロジェクトは FAO とイタリア政府の共同運営による。

ファダマ（ラテライト化土壌）における、とくにプラトウにおける栽培技術について学ぶ点が多い。その基本は「いかにより多くのランノフ（RUNOFF、地表面流下水）を地下に灌養させるか」に貫かれている。

傾斜地の場合、植栽穴の大きさを幅 100 cm、奥行 50 cm、深さ 60 cm 程度とし、掘り揚げた岩まじり土壌のほとんどは谷側に置かれる。そして、植栽穴に植えられた樹木、おもに未風化の露岩地帯（ファダマ）の場合、アカシヤ類（セネガル、アルビダなど）が植えられる。これらの樹木は活着するまでの間、きびしい日射と乾いた・強い風にさらされ、樹木個体の蒸発散が盛んになり水収支を維持するのがきわめて困難になると考えられる。この場合、谷側に掘り揚げた岩まじり土砂の塊は雨季に斜面を流下するわずかな雨水の流れを捉える集水壁となるばかりでなく、日除けや防風壁の機能を果たすことにより、過剰な蒸発から樹木をまもる。

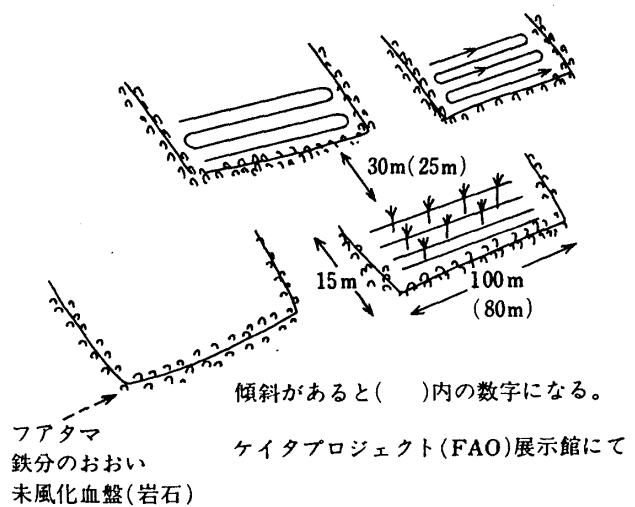


図 3 RUN-OFF の有効利用（台地でのミレート栽培）

また、半乾燥地では、しばしば朝がた、大気の高低温下により地表面や植物の枝葉が結露により濡れることがある。地表面をおおう高湿な大気が植え穴付近に滞留し、結露しやすくなると考えられる。こうした天然の条件を利用した植栽法が樹木の水収支にポジティブに作用していると考えられる。

④ マリではニジェール国境に近いメナカという部落を中心に調査した。アメリカの NGO (WISION) がメナカ部落の街路樹植栽計画を推進している。年間2万本の生産能力を有する苗畑がある。植栽木にはアカシア類(セネガル、ノトリカなど)のほか、バラニティス、ジュジュフィス等が多い。植栽木の保護のため、ここでは日干しレンガを樹木を囲うようにして組立てる。すでに述べた樹木の過剰蒸散を防ぐほか、家畜による食害を防ぐ効果もあるようだ。

⑤ イスラエルではヘブライ大学とベングリオン大学を訪問する機会を得た。いずれも乾燥地農業や半乾燥地の自然植生に関連した研究に長い歴史がある。ベングリオン大学砂漠研究所 (Sede Boquer) のベルリナ博士の案内で訪れたネゲブ砂漠はイスラエルの南部(エルサレムの南 140 km) に位置する。冬の砂漠に垂れこめる暗雲はこの地方が地中海性気候で冬雨型に属していることを実感させる。年降水量は地中海沿岸地区の 650 mm から死海付近 90 mm まで大きく変化する。大ざっぱな話で面白かったのは、南か東にともかく 10 km ほど車で走れば、その降水量は 10 mm づつ少なくなるということだ。

Avedat 農場では、故エベナリ教授の展開された Water harvesting method (日本では天水農業と訳されているようだ) について、そのバックグラウンドに触れることができた。

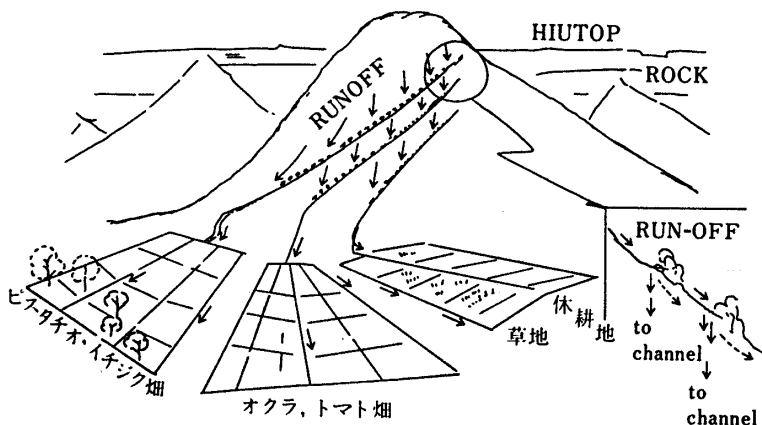


図4 Avedat で見た Water-Harvesting-Method

この考え方は Micro-Catchment システムと、仮に Stone-Wall-Channel システムと呼べるもので、これらの技術の源は古くローマ時代まで遡ることができるという。

前者は比較的平坦なワジ周辺で局所的に、後者はワジ源流付近急斜面でどちらかという大面積を対象に利用されている。

ワジの中央部(多くは畑に利用されている)の場合、この基本原理は次のように応用されている。ランノフが畑に入り込み循環した後、片方の口から水が出るように設計されている。この考え方は図3で示したケイタ・プロジェクトの台地での水の利用の仕方と同じである。水が引いた後には、畑の表面および畑を囲む小さい上手の部分には家畜の糞が残る。それは、あたかも人間が肥料をうすく蒔いたようである。もし、小型の耕うん機であれば、攪拌によってさらに地味を高めることができるだろう。ここ、ネゲブ砂漠では、農業と牧畜が調和するかたちで土地の生産性を高めている。

小さな面積をほんのすこし(0.5~3 m²程度)掘り上げ、樹木を囲むだけの簡単なもので、年降水量 120 mm のもとで灌水なしでユーカリを樹高 12 m (7年生)まで育てたり、また無灌水でピスタチオ林(4 ha)を育て年間 3.2 ton/ha の収穫を得ている。またユーカリを Micro-Catchment 内に植え込み、高さ 5 m ぐらいのところから幹を切り落とし萌芽(ひこばえ)の発生を促し、多数の株による防砂効果を利用した防風林にし立てる実験を行っている。

一次生産力の乏しい半砂漠地域の生態系を持続的に利用・発展させるための方策を考えるにあたり、こうした放牧による効果も含めて農業と林業とを高度にインテグレートしていくことが大切だと思う。

Stone-Wall-Channel と仮に呼ぶこのシステムはワジに近接した Slope や Rock に当たる部分に石垣を並べる。この石垣は斜面に幾重にも並んで、上部から流れてきたランノフを捕捉すると同時に水路の役割をも果たす。こうして捕捉された水は幾重にもなってその Channel につながる畑や水盤に送り込まれる。この場合石垣はランノフの捕捉だけでなく、急速なエロージョンを防ぐ効果もあるという。

石垣をしっくいでも完全に固めずに、いわば非常にラフに石を組み上げている。たまたま降雨がなくて実際に確かめるこ

とが出来なかったが，おそらく雨が降れば次のようになるのだろう。大ざっぱに組まれた石垣は，上部から流れてきたランノフを100% 捕捉は出来ない。実はそれがいなのだ，そのおこぼれは，より下部に位置する第2，第3のチャンネルによって捕捉される。

このように3つの粗末な出来の石垣はたったひとつの完璧なチャンネル（当時の土木技術で作れるかどうかかわからないが）が集める水の量よりも全体として少ないかも知れない。しかし，3つのチャンネルがワジ全体の広いすそ野に分散して自由に水を供給できることを考えると，このほうが完璧なチャンネルを1本作るよりも理に叶っているのかもしれない。

乾燥地農業における技術的な性格とその内容について，鳥取大津野教授は乾燥地の農業を制限する要因として，水分不足と地力維持が大きな要素であり，この要因に対する技術対策とその効果について表1のようにまとめている。

水分不足に対する消極的対策として，耐乾性作物，例えばトウモロコシ，ソルガムなどのC₄植物を栽培している。これらの植物は根張りが深く，深層の土壤水分を広範囲に利用できる。しかしながら，開花期に干ばつに

会うと収穫がゼロになるというリスクをとまなうので，干ばつに強い，イモ類あるいは開化時期が非常に長い豆類を複合して栽培して，環境の変化に対応するという。また，持続的な収穫を長い年月にわたって得るためには，物質生産の立場から考えると，収穫量とそれを作物が作る手段，つまり葉や茎の量的バランスが大切である。たとえばトウモロコシ1kgを収穫するとき，茎や葉を2～3kgもいるが，イモ1kgを収穫するのに0.2～0.5kgの葉や茎ですむという。このことはイモの栽培が土地に対する負担を軽減するので，荒れた土地の耕作に向いていることを示している。イモがlast cropと言われるゆえんである。

いっぽう，肥料を使い葉を大きく繁らせて育てると，土が保持している水分を開花期までに使い果たしてしまうため，むしろこうした乾燥地では肥料をできるだけ少なく使い，作物を大きく育てないことのほうが安全のためによい。同じ考えから，生育期間の長い作物よりは，短い早生のものを選んでおくほうが水分消費量のうえからも有利である。

こうした点を考えると，乾燥地農業を考えるためには生産性よりむしろ安定性を重点に考えることのほうが合

表1 乾燥地農業における農業技術の性格と内容（原図，津野幸人）

目的	技術区分	技術内容	主 効 果	負 の 効 果	負 の 効 果 へ の 対 策
水分不足対策	消極的	耐乾性作物の複合栽培 { C ₄ 作物—根張り い も—栄養体繁殖 まめ類—開花期の長さ 生育量抑制：Dry farming 早生種選択：栽培期間短縮	危険分散 蒸散量抑制 要水量節約	作物選択の制限 低収量 低収量	かんがい
	積極的	かんがい 耕地面の水平化 深耕+有機物施用 除草 敷草（地力維持をかねる）	水分補給 土壤保全 有効水分の増加 水の有効利用 水面蒸発の抑制	塩類集積 排水困難 労力・資材の多用 労力を要す 労力を要す	除塩かんがい 排水路
地力維持対策	消極的	休 閑 下耕起	自然生態系の回復機能に依存 土壤有機物の消耗抑制	広大な土地が必要 除草困難	常畑化
	積極的	輪 作 緑 肥 施 肥 { 堆 肥 化学肥料	養畜と結合したときの効果を発揮 土壤有機物増加 有効腐植の増加 顕著な増収	経済作物を圧迫 他作物の作付地減少 多労力を要す 経費増加 病虫害の多発	

理的といえそうだ。

また、灌水し葉をよく繁らすと、肥料の時と同じように、無灌漑の場合にくらべ、蒸散量が確実に増え、土壌要分を多量に消費する。いちど灌漑すれば収穫するまでやり続けなければならない。

一般に灌漑農業は塩類の集積により短命であるという。灌漑を行なった当初な土壌の水分不足が解決するため、投入したエネルギー通りの収穫が期待されるが土地条件が年々悪化していくと、収穫量は上がりず、イランの例のようにかえって天水に依存した粗放的な農業のほうが、相対的に「少し働いてたくさん収穫を得ている」と考えられる場合が多いという。

地力維持という観点から、炭素量の少ないサバンナではトラクター等で深耕すると、土の内部に多量の空気を送り込みかえって酸化を早め有機物の分解を促進する。表面を薄く削ったり、あるいは棒で穴を掘る伝統的な農法が腐植層を長期にわたって利用できる方法だと考えられている。

3. 対外援助計画に対するコメント

ここでは SGB 計画に対し具体的なコメントをするよりは、むしろこうした計画が半乾燥地域の社会、とくに農業について与える影響について中長期的に考えてみたい。

半乾燥地における自給的・粗放的農法が土地生産性の低く、降水量が少なくかつ不安定な地域における収穫物の安定供給にむしろ役立っていることはすでに述べた。しかしながら、サヘル地域に対する最近の諸外国による経済援助、貨幣経済のストレス、被援助国自身の人口ストレスの増大は彼らの伝統的農法である粗放農業から近代的な集約農法へと変換させている。つまり系外からの諸々の移入（主にはストレスとして現われる）によって、これまで粗放農業が成立していた生態系（エコシステム）のもつ適応能力を超えて変質をよぎなくされているといえる。

言いかえれば、自然依存型の農法から自然克服型の農法への変換にほかならない。こうした変換に応えられる地域はその基本条件としての水分条件、土地条件の恵まれたところに限られる。またその手段として換金作物や工芸樹木の導入、労働手段の改良（トラクター、耕うん機、労働者の囲い込み）などを伴うため必然的に貨幣経済の枠組みの中で進行せざるを得ない。こうした自然克服型の農業は、その立脚点である生来のエコシステムの枠を離れることから、同じエコシステムを母胎とする他の生業（例えば牧畜）との互換性を失い、自然の制約を排除

していこうとする人間の深層にある意識と深くかかわる。

これまでの援助はたとえて言えば次のようなものであったらう。

干ばつの際、援助品の中に食料を運んだトラックがあったとしよう。いま、このトラックはニアメ〜タウア街道沿線のサバンナの樹木を伐採してつくった薪を首都ニアメに能率よく運ぶのに使われている。生産手段や労働手段の近代化により農村に留まる必要がなくなった農民は都市部に活路を見いだすしかない。ある者は薪集めに駆り出され、ある者はトラックの運転手になる。この程度の職業上の差は本質的な問題ではない。問題は、サバンナで伐採された材の運搬手段がラクダやロバの時速 3 km 程度から時速 100 km 程度に加速度的に高度化する事にある。チェーンソーがこれに加われればサバンナの植生はもはや決定的なダメージを受ける。

自然に依存した生活をしている人々の深層にある意識の変化を長い目で見守りながら、遊牧民が必要になった、私たちの側の考え方やその背景をできるだけ時間をかけて、ゆっくり移入していくことが大事ではないだろうか。

不幸なことに、物だけの急速な援助に終わったならば、私たちが持っている技術と彼らとの技術との間には、先ほどのロバとトラックの話のように差があるわけだから、経済的なシステムの急激な変化によって、彼らの固有の意識、文化、伝統はたちまち不可逆的なまでに破壊されてしまうだろう。

こうした不幸を繰り返さないためには、彼らとともに暮らし、彼らは何を求めているか、深層に潜む意識を引き出すことだ。そのとき注意しなくてはならないのは余り性急になって、こちらから積極的に問いかけないことだ。一緒に暮らしながら、あくまで彼らの自然な意識の発現を待つ。そうでないと、近代化された私たちの内なる異なる意識が勝って、彼らの深層にある意識から発信されたサインを見落とすことになる。なぜ、なるだけ時間をかけるかということ、発信されたサインをうまくコンパイルするには、ある一定の共通体験（追体験）があるほうが比較的誤解なく、やりとりが出来るためである。こういう手法をとうして、私たちは彼らとの生活の体験から導き出された知恵や工夫を人間の近代化の歩んだ歴史のなかで捉え直すことができるのだと思う。

こういう時間のかかる、辛抱を根気よく私たちが出来るか、あるいは、こんなこととは関係なしに、彼らが生活のためということだけで、その深層の意識や文化、伝統、経済をこともなげ捨て去り、いわゆる近代化のグループに摺り寄って来るか。

この辺を見極めるには、私の体験はあまりにも少ない。