

整地法は作物によって異なり、コムギ、オオムギでは平面、その他の作物ではうね立とされる場合が多い。しかし、テンサイ、そ菜などでは平面とされる場合もある。

かんがい方法についてみると、平面に整地された場合には一般に区分法またはボーダー法によってかんがいし、うね立される場合にはうね間法によっておこなっている。区分法またはボーダー法の1区の広さは1 a 未満から10 a 以上、またうね間法の場合のうねの高さは10 cm ないし50 cm と、状況に応じて変更されるため変異が大きい。そのほかの栽培技術の面でも優劣の差が大きいこと、作業期間の幅が非常に長いこと、いわゆる作業適期をきめがたい場合があることなども著しい特徴と言えよう。

第2表 イランにおける作物栽培面積

| 区 分 | 面 積 |
|---------------------|-----------------------------|
| 可耕地面積 ¹⁾ | 17,294 × 10 ³ ha |
| かんがい農地面積 | 6,099 |
| ドライファーマーミング農地面積 | 11,195 |
| 主要作物面積 (1974年) | |
| コ ム ギ | 6,325 |
| オ オ ム ギ | 1,656 |
| イ ネ | 338 |
| テ ン サ イ | 166 |
| ワ タ | 330 |
| ダ イ ズ | 22 |
| ビスタチオ | 46 |
| カンキツ類 | 40 |
| ナツメヤン | 103 |

注) 1) ドライファーマーミング農地および休耕地を含む。
出所: 文献1

B 耕起および碎土

調査期間は季節的には耕起作業が少ない時期であったが、耕起跡地、作業機の所有状況その他からみて、耕地の大半はトラクターによる耕起がおこなわれているとみてよい。

湿潤地帯では、トラクターによる耕起にはボトムプラウまたはディスクプラウのいずれでも使用される。乾燥地のイランでは、乾燥による土壌の固結がはなはだしく、ボトムプラウによる耕起は困難であるため、ディスクプラウが適している。しかしながら、極度に乾燥固結したかんがい耕地では、いずれのプラウといえども耕起不能となるため、一たん、前かんがい (pre-irrigation) により土壌を軟化させた後、耕起作業にはいる場合が多い。そのような場合には能率の良い多連のボトムプラウあるいはディスクプラウが使用される。平坦かつ広大なドライファーマーミング地帯における耕起については、耕起作業そのものには特別な問題はないけれども、休閑方法、雑草対策、土壌水分などとの関係で、耕起、碎土の時期と程度について注意が必要とされている。

作業機としては、ボトムプラウでは14インチ4連、同3連、同2連互用など能率を重視したもの、ディスク3連などが多い。碎土も耕起と同様に困難であることが多いため、ツースハローは少なく、ディスクハローが多用される。条件によってはワンウェイハローが利用される場合もある。

一方、山間部のドライファーマーミング地帯、都市周辺で耕地の狭いそ菜地帯などにおい

ては、地形、経営規模その他の理由により畜力耕がおこなわれている。畜力用のすきの1例を第2図に示した。図示したすきには鉄製すき先が取付けてあるが、それをつけないすきもかなり見られる。一般に長床りは能率、機能とも劣るとされているが、そ菜地帯では適当な土壌管理と巧みな技能により、ほぼ支障のない程度の耕起をおこなっている例が見られた。畜力用の畜種としては各種のものが利用され、かつ2頭びきを原則とすることは既に記したとおりである。同格の家畜が組合せられた場合には、首木に対するひき木（厳密に言えばすきの練り木に相当する）の取付点は中央であるが、体格の異なる家畜を組合せた場合には、取付点はけん引力に比例して変更される。畜力用碎土機としては適当なものが少なく、均平の項で後記する板ハローの類が利用されている。

日本では耕うん作業の能率がよいことからロータリー耕が広く実施されているが、イランにおいては既に記したような土壌条件から、ロータリー耕は少ない。トラクター用のローターベーターはほとんど見られない。動力耕うん機は1974年の統計(1)では21,000台と報告されているが、これらは殆んどが北部地方で使用されており、著者の調査した内陸地方ではそれほど多く

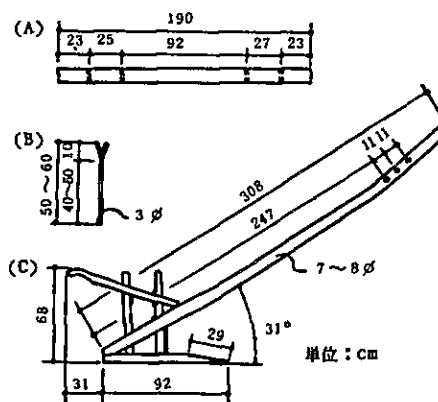
なかった。この種の小型機械は大多数の小規模農家に適した機種であり、年を追って関心を持たれるようになってきている。しかし、乾燥固結した土壌と土ぼこりの多い環境に対して無理であるため、消もう破損がはげしいこと、保守管理のまづいことなどの理由で普及しかねているのが現状であろう。

なお、耕起、碎土に使用される人力用小農具については、一括して後述する。

C 均 平

日本では畑地である耕地の均平については、通常注意が払われていない。また均平の必要性についてもせいぜい作業精度を向上するための手段程度の認識が多い。他方、たん水栽培の必要な水田においては、水平であることと同時に耕地表面がおうとつなく均平されていることが要求される。

イランにおいても、水田については日本と状況は同じであるため省略し、畑地について多少の説明を加えたい。第2表に示した耕地面積でも分るように、畑地（耕地となりうる可能地を含めて）の大部分は水の不足からいわゆるドライファームング地帯



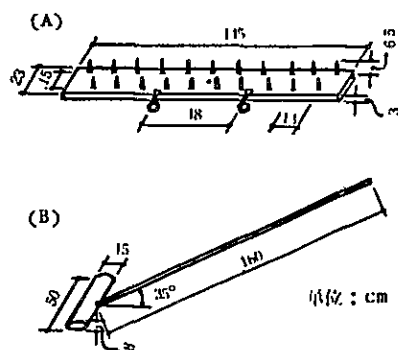
(A) 首木 (B) 首木の固定棒 (C) すき

第2図 すきと首木

となっている。このような耕地では、均平の必要性も日本の畑地の場合と同じことが言える。しかし、かんがいされる畑地の場合には日本の水田と同等の、場合によってはそれ以上の精度の均平が要求されることがある。特にそ菜類、テンサイ等のように幼植物期の不良環境適応性が弱い作物においては、塩類集積、過湿・過乾に起因する発芽障害、生育遅延などの障害が起き易い。このような障害は耕地の1区画の面積の拡大に比例して増大するため、平原地帯の広い耕地では、かんがい水の流入、滲透に必要な勾配を与え、かつ平面に仕上げるよう厳重な均平作業が行われる。

作業機としては次のようなものを使用されている。精度は荒く能率を重視するときは、日本では一般に建設用機械とされているモーターグレーダーが利用される場合もあるが、通常の均平には精度の高い均平機として、トラクターでけん引される大型のランドレイナーが使用されている。このような大型作業機を装備できない場合には、普通の直装型のもので、ブレード型のレベラーまたは箱型のアーススコップを利用する例が多い。

しかし、小区画の耕地ではこのような大型トラクター用作業機は使用できないため、第3図に示した板ハローの類が使用される。板ハローは作業目的に応じて、畜力によりけん引される場合と人力によりけん引される場合とがある。

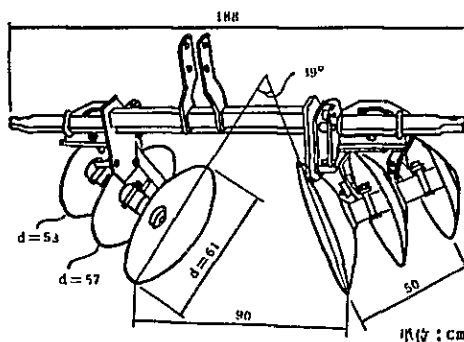


(A) 板ハロー (B) トンゴ型均平具

第3図 均平用具

D うね立と作溝

ドライファーマリング地帯では、パレイシヨのように本来うね立を必要とする作物以外はうね立あるいは作溝の必要性はないけれども、かんがい地帯ではすべての作物に対して、うね立または作溝の作業をとまなう。コムギ、ルーサンなどのように区分法またはボーダー法でかんがいされる作物では、平地に盛土して作るあぜが必要となり、その他のうね間かんがいされる作物では、かんがい水を流すために平地に掘りこんだ溝が必要となる。日本ではうね立と作溝は一般に同義語としてもちいられる場合が多いけれども、かんがい農業が行われるとこ



第4図 溝用培土機

るでは区別して考える必要がある。イランにおいても、リッジャーは両方に兼用される農具として広く利用されている。特殊な例としては、水路掘さく用の大型作溝機とか、溝底に植付けた種苗を覆土するための培土機（第4図）のごとく、かんがいに関連した作業機の形態、機能の分化発達がみられる。

E 施 肥

一部の地方または作物については、いまだ施肥されない場合もあり、施肥されるとしても家畜ふん、鶏ふんなどの占める割合が比較的高い。このような現状では機械施肥よりもむしろ人力散布が適しているとも考えられ、施肥用作業機の導入は少ない。ブロードキャスター、ドリル型のファーティライザーなどが若干使用されているようである。

F は種および関連作業

大農場ではシードドリル、グラスランドドリル、プランター等を所有している場合も見られるが、一般に、は種作業の機械化は進んでいない。広大なコムギ畑も通常散ぱんされている。テンサイではドリルによる条はんと手まきによる散ぱんとの両方がおこなわれている。日本においては移植が常識とされている種類のそ菜においても、イランでは直播される場合が多い。これらのそ菜類は種々の理由から厚まきされるにもかかわらず、間引がおこなわれなかったり、あるいは不完全であるため、極めて密植状態の場合が多く見られる。は種作業を実際に見る機会は少なかったが、第3図(A)の板ハーローによるタマネギ覆土作業の例をみても、作業精度は著るしく不良であった。また他の作物の生育状況からみても、は種直後の覆土作業が不十分であろうと推定された。しかし、この点については経営規模あるいは技術水準との関連もあって、整然と点ぱんされている畑も少なくない。特殊な作物であるサトウキビ(Khuzestan province, Haft Tappeh Sugar Cane Project, 栽培面積9,200ha)では、種苗の植付(配置)は手作業、覆土はトラクター作業である。

G かんがい

かんがい水源は、河川、泉、カナートおよびポンプの4種類であるが、水源の種類によるかんがい作業の差はそれほど大きくなく、水量の多少によるかんがい時間の長短とか、ポンプ運転作業の有無を異にする程度に過ぎない。

かんがいはA項で記したとおり3種類の表面かんがいがおこなわれており、スプリングラーは種々の理由により採用されず、トリクルかんがいは試験研究の段階にある。従って、区分法、ボーダー法、うね間法その他のうち、いずれの表面かんがい法をとる

としても、作業面では類似しており、スコップにより水路のあぜを切り開いて水を入れ、時間が来たら閉じて水を止めるに過ぎない。うね間法ではビニールパイプのサイフォンにより水を流しこむ方法を採用しているところも見られる。いずれの方法であっても、かんがい水そのものが貴重なものであるため、流量、1区画の面積、勾配、インタークレート等の相互関係が適正でない場合には、かなり煩わしい作業となる。

第3表 かんがい用ポンプと動力源

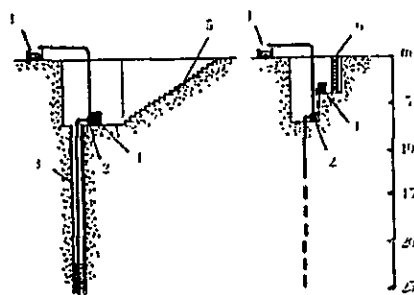
| 州 | 場所 | 動 力 種 類 | 力 | | ポンプ | | | 記 事 |
|------------|-----------|----------|------------------|---------------------|------------------|-----|------|----------------------------|
| | | | 出力 ¹⁾ | 回転数 | 口径 ²⁾ | 水量 | 揚水深 | |
| | | | HP | rpm | mm | ℓ/分 | m | |
| Fars | Jahrom | 電動機 | 50 | 1,475 | 100 | 20 | 100 | 土壌研究所試験地 |
| Kermanshah | Mahidasht | 電動機 | 120 | 1,465 | 推定 200 | 60 | 80 | 土壌研究所試験地 |
| Esfahan | Kabtarbad | ディーゼル1気筒 | 26 | 700 | 125 | — | — | エンジンBlackstone |
| Hamadan | Bahar | ディーゼル2気筒 | 22 | 1,800 | 100 | — | 15 | エンジンListar |
| Esfahan | Esfahan | ディーゼル2気筒 | — | — | 150 | — | 推定 8 | |
| Esfahan | Semirom | ディーゼル1気筒 | 8 | — | 100 | — | 加圧用 | エンジンRalistar ³⁾ |
| Esfahan | Baraan | ディーゼル1気筒 | 8 | — | 100 | — | 6 | |
| Esfahan | Esfahan | ディーゼル4気筒 | — | — | 推定 150 | — | — | |
| Esfahan | Esfahan | — | 80 ⁴⁾ | 1,850 ⁴⁾ | — | — | — | 深井戸用 |

注) 1) 電動機は 1HP = 0.75kW として換算 2) インチ表示のものは 1インチ = 25mm として換算
 3) シリンダーボア 114mm × ストローク 141mm 4) 数値はポンプのネームプレートによる。

第3表にかんがい用ポンプと動力源について若干の例を示し、第5図では農家1戸で専用している動力ポンプの設置例を示した。

H 管 理

日本では、栽培上の管理とは通常、中耕、除草、培土、病虫害防除等を意味している。また園芸作物では枝葉の処理、誘引などの作業も含まれる。イランの内陸部の乾燥した地方では日本と諸条件が異なるため、上記したような種類の管理作業はほとんど実施されていない。その理由としては、例えば中耕作業についてみれば、この作業の必要性あるいは効果に関係のある条件すなわち作物の播種法、うね型、かんがい、土壤水分、降水量、雑草の種類と発生量、経費と収入との関係等のすべてが、日本と著しく相違し



1 エンジン 2 ポンプ 3 コンクリート井戸枠
 4 水槽 5 階段 6 はしこ

第5図 浅井戸ポンプの設置例

ていることを指摘することができる。しかしながら、トラクター用カルチベーターも使用されているし、一部の企業体では除草剤の利用が栽培基準の中に組みこまれているところも存在する。乾燥地域では病害虫の発生が比較的少ないとは言え、皆無ではなく、それらの防除も必要であるから、背負型人力噴霧機による薬剤散布なども見られる。内陸部では大型散布機を必要とする作物が少ないことも一因であるが、大型機の利用は極めて少ない。

I 収 穫

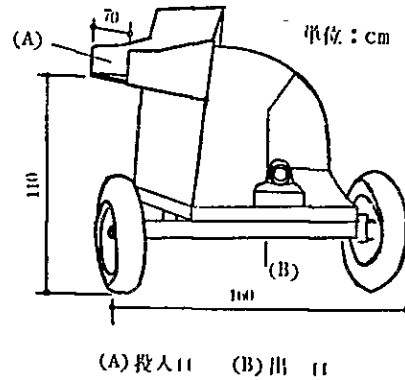
収穫作業を概括的にみれば、手作業によるものが大部分を占めている。ドライファーマーミング地帯の広いコムギ畑は経済的にコンバインの対象となりえないが、平たん肥よく地ではコンバイン(John Deere が多く見られた)のか(稼)動面積が相当広くなっている。1974年の統計によれば、コンバインの台数は2,000台であり、第5次経済開発5か年計画(1973年~78年)によれば4,000台が見込まれている。これらのコンバインが一応全部可動、1台あたり300haと仮定して最大限の面積を計算すれば180万haとなり、コムギ栽培面積の約3割に相当することになる。コムギの刈取高さは、コンバインでは通常30cm前後、手刈の場合にはドライファーマーミング地帯、かんがい地帯とも同じであって、地際(3~5cm)からである。

イランの主要牧草のルーサンは各地で栽培されている。小面積に栽培されている場合は当然のことながら手刈り収穫であるが、畜産業などの企業体が大面積に栽培している場合にはモアールが使用されている。さらに、クラッシャー、ペイラーもみられるし、さらに大規模な草地ではヘイスタッカーの使用例もあった。

J 脱 穀

コムギの収穫、脱穀の時期は天候が良く、後作しないことなど、作業を急ぐ必要がないため作業期間が非常に長く、2カ月以上にわたっておこなわれる地方もある。手刈りしたコムギは畑の一部または住居周辺に定められている脱穀場にばら積される。脱穀方法としてはスレッシャ、動力脱穀機または畜力脱穀機による3方法がある。スレッシャの1例を第6図に示した。移動方法はけん引型、機能的には投げ込み式で、トラクターPTOによって駆動される。作業は投げ入れ係1人、かき出し係—スレッシャ—下に破碎されてたまるコムギわらと穀粒をくま手がかき出す—1人、雑役1人の計3人は最低限必要である。スレッシャを通過して破碎されたコムギはフォークで空中に投げ上げられ、落下中に風選作用を受けて選別される。スレッシャによる破碎作業と風選作業は、作業人員調達の関係から同時にはおこなわれていない。

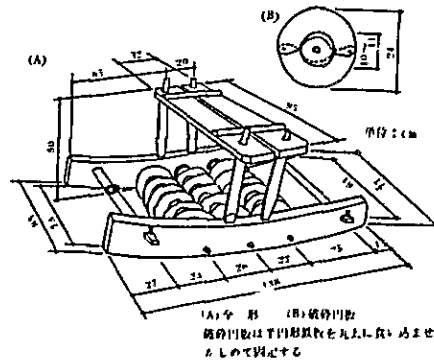
動力脱穀機は北部地方には相当普及しているが、内陸部ではまだ十分に普及していない。動力脱穀機の普及に著しい地域差のある原因は、稲作の多少と気象条件にあるのではないかと考えられる。三菱の現地生産品が使用されている。動力脱穀機による作業方法は日本におけるものと大差はない。ただし、コムギの脱穀に関しては従来の習慣から脱しきれないのか、あるいは脱穀機の機能的な原因によるものか確認できてい



第6図 スレッシュャー

ないが、脱穀後の穀粒の選別をフォーク風選でおこなっている例が多かった。従来、コムギの収穫脱穀作業が、手刈り、ばら運搬、ばら積、全かん(稈)破碎によっておこなわれて来たことによるものと考えられるが、自動脱穀機の使用は全く見られない。

畜力脱穀機は工場製品でないため各部の寸法、破碎円板の枚数などに多少の差があるが、1例を第7図に示した。牛、牛とろ馬、ろ馬などによる2頭びきで、脱穀場に円形にばら積したコムギの上を巡回する。作業は少年、老人でも可能であり、脱穀機に腰かけて家畜を制御しながら脱穀する。脱穀場1面の広さは10m四方ないし20m四方である。住居周辺の脱穀場は数面ないし10面程度1か所にまとめて設けられている場合が多い。



第7図 畜力脱穀機

畜力脱穀機により破碎された材料の風選はスレッシュャ、動力脱穀機などの場合と同様である。空気の相対湿度が著しく低いため破碎作業はそれ程困難ではないが、全かん破碎であるため風選すべき量が極めて多く、選別作業に相当の時間を必要とする。日本の常識からすれば、全かん破碎は処理量の増大、選別能率の低下などの点から不適当と考えられるが、イランにおいては脱穀かすは家畜飼料その他に利用されるため必要悪とも言えよう。ムギ以外の作物、例えばヒラマメ、インゲンマメなどの脱穀も畜力脱穀機によりコムギと同じ方法でおこなわれる。

K 運 搬

農作業全体の中で運搬作業の占める割合が非常に大きいことは各国とも同様であって、イランでも種々の運搬方法がもちいられている。しかし、個々の農家についてみると、運搬手段は比較的限られている。青果物その他の、都市への長距離輸送では一般に大型、小型トラック、軽三輪（マツダ製）などが使用されている。トラクター用トレーラーも使用されており、今次5か年計画による供給見込は、農用トレーラー10,000台、米（もみ）用トレーラー15,000台とされている。日本の兼用型動力耕うん機が導入されている地方では、トレーラーをけん引して農産物を運搬している状況も見られるが、ティラーそのものの絶対数が極めて少ないため、日本のようにどの農家も使用するという状態ではない。

むしろ、小規模農家では馬が最も多く利用されており、そのほか馬、らくだなども利用される。ろ馬、らくだではだ（駄）載であり、荷物はふろしき様の広い布（2m×2m程度）または網などで包んで、振り分けてだ載する。馬は馬車のけん引用として利用されている。馬車は2輪であるから積載量は少なく、推定1t程度である。

一輪車（猫車）は金物店で一般の小農具と共に売られており、広く利用されている。

L 人力用小農具

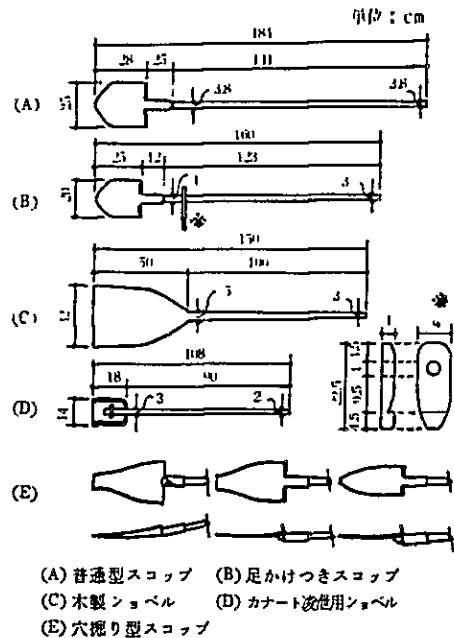
(1) 耕うん整地用具 日本では耕うん用

小道具の代表はくわ（鍬）であるが、イランではスコップである。第8図にいろいろな形状のものを示した。同図(A)の普通型のスコップは現地ではビルと呼ばれるもので、最も重要な手農具である。掘り返し、碎土、均平、土投げなど、日本におけるくわ類とスコップの各用途を1丁だけでま

せている。全長1.5m程度の短い柄の場合もあるが、先端はすべて棒状であり、日本でみられる全長1m、三角形の柄のついたスコップは全く使用されていない。柄が長い

ため垂直に立てて使用しないで、対地角度30～45度で斜にかまえて踏みこみ、または腕力で押しこんで使用する。

(B)の足かけつきスコップの使用例は



第8図 ショベル類

多くない。足かけは自由な高さに移動できる構造となっており、水路のあぜ切り、埋め戻しなどに際して足を濡らさないで作業できる。

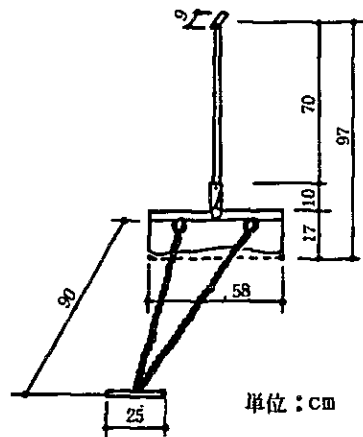
(C)は木製の大型ショベルであるが、大木の少ない土地でありながら、このような農具が作られることは珍しい例と言えよう。(D)はショベルと言うよりも、むしろ、じょれんに分類すべき農具であって、柄の取付け角が無く、かつ短いなど、カーターの狭いトンネルの中での使用に適する構造となっている。

(E)の3点はいずれも土中への貫入抵抗を少なくするため細身となっており、2点には足をかけるための幅の広い折り返しがあるのが特徴的である。硬い土地ではつるはしも使用される。

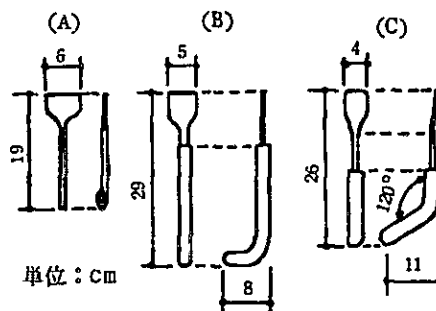
第9図に示したツーマンショベルは2人用の農具であり、用途は耕地内の小水路掘り、溝掘り、うね立などである。作業者は溝をはさんで直角方向に相対して位置し、1人は本体の柄を持って、位置ぎめと土中への押しこみを、他の1人は鎖の先端の握り柄を引き寄せる操作をおこなう。かんがい農業が生み出した農具と言えよう。

大農具を使用する均平作業については既に記したが、そ菜園芸などの狭い畑では第2図(B)に示したような木製トンボ型の均平、鎮圧用具も利用されている。

(2) 除草用具 内陸部においても北西寄りの地方では、夏の無降水期間が比較的短いため耕地雑草の繁茂が多い。従ってこのような地方では雑草防除が重要な作業となるから、刈取り、手取り除草がおこなわれているが不十分である。一方、中央部の乾燥地帯では、一般に雑草は少ないけれども、かんがいともなつて発生量が多くなるため、除草を全く無視することはできない。かんがい耕地では一般に土壌の固結が甚だしいため雑草をむしり取ることは困難であるから、第10図(B),(C)に見られるような小道具をもちいて根元から掘り取っている。いずれも柄に適当な角度がつけてあり、手首



第9図 ツーマンショベル

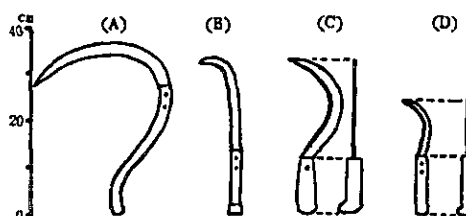


(A)泥落とし用 (B),(C)除草用

第10図 小道具

の疲労を少なくするように考案されている。また(A)はショベルの泥落とし用に作られたものである。第11図(C),(D)の小型のかまは除草用として使用される。

(3) 収穫用具 第11図にかま(鎌)の数例を示した。(A)は平刃の大きがまでコムぎの刈り取りにもちいられ、(B)はのこがまでイネまたは草の刈り取り用である。(C),(D)はのこがまであって草刈りのほか除草用とすることは前記したと



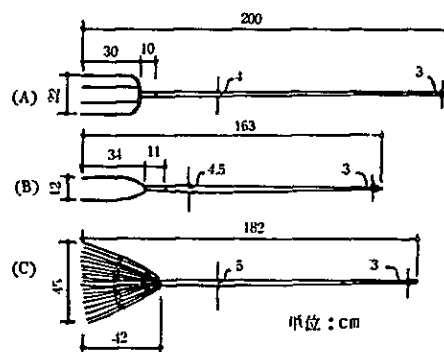
(A)平刃 (B)、(C)、(D)のこ刃

第11図 かま

おりである。いずれも柄の先端部を太くするか、突起をつけるなどの方法によって使い易くしてある。サトウキビの刈り取り用としては、テンサイのタッピングナイフと同型のナイフが使用されている。

第12図には脱穀作業に使用される小農具を示した。(A),(B)は作用部が鉄製、(C)は木製で、いずれも適当にわん曲させてある。(C)の場合、日本のくままでのように先端部で急に折り曲げた構造にはなっていない。また本数が非常に多いけれども、7~8本前後の少ないものも見られる。

選別用のふるいも種々の寸法(3mm前後から3cmくらいまで)のものが使用されている。材料としては、枠は日本と同じような薄い板を円形としたものが多く、網材としては針金の太さとの関係が適当でないものが見受けられた。珍しい材料を使用したものとしては、針金の代りに羊の皮を線状に加工したものをもちいて、網目を正方形または六角形に組んだものが見られた。網目(開口部)の



(A)、(B)鉄製フォーク、柄は木製
(C)木製くま手

第12図 フォークとくま手

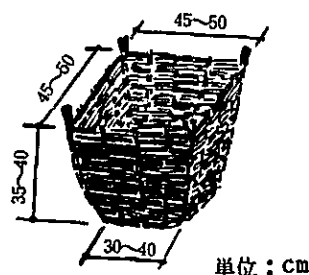
寸法は正方形のもので平均2.5mm、六角形のもので平均5.5mmであった。

脱穀場で穀粒や脱穀かすの掃き集めのため使用されるほうきについても、材料と作り方にいろいろな種類が見られる。一般にはコムギわらの先端部を束ねて作ったものが多いが、ホウキモロコシ、イネ科雑草(例えばアシの類)などを材料としたものもある。ナツメヤシの葉を編んで作ったほうきもあるが、作業用としては使用されていな

い。

(4) はかり(秤)類 工場製品としては1000~2000kgひょう量の台ばかり、10kg程度の両皿天びんなどが最も多く使用されている。農村部では、極く原始的な等重量つり合い式のさおばかりも見られる。

(5) 容器、その他 運搬用具としては前記した「ふるしき」のほか、第13図に示した木の枝を編んで作ったかごを種々な作物の収穫にもちいている。トマト、リンゴなど果菜、果実の市場出荷には専用の木箱が使用される。木箱寸法の1例を示せば27×27×50(cm)であり、木箱製造業者がある。スイカ、メロンなどの大形果菜類は、トラックにばら積みして出荷される場合が多い。



第13図 かご

雑容器としては、金属製バケツ、プラスチック製バケツ、油の空かんなどいろいろ

いろいろなものを使用されている。プラスチック製品は各種容器のほかローブ類も利用されている。しかし、安価な消もう器材といえども経済力の劣る農村部での普及はまだ充分ではない。

M 作業機の保有状況

各種作業機の保有状態は、大企業あるいは農協組織等においては当然のことながら種類、台数とともに豊富である。しかし農家数戸が共同で購入する場合とか、富農が専有で購入する場合には、トラクター本体、耕うん作業機を基本装備とし、その他の作業機の点数が少ないと言われている。民間の保有状況を調査できなかったのも、参考までに土壌研究所のShavour試験場(土地面積70ha、耕地面積および利用状況不明)に保有されている作業機を示せば次のとおりである。

トラクター: John Deere 710, 2120, 3120 計3台 710は使用不能

プラウ: ボトム14"×4連、14"×2連互用、ディスク26"×3連、計3台

ワンウェイハロー: 1列型、2列型、計2台

ディスクハロー: 2台

カルチベーター: ホー型、ツース型、計2台

リッジャー: ブレード型、ディスク型、計2台

ランドプレーナー: 1台

アースブレード: 1台

播種機: プランター、グラスランドドリル、計2台

ライムソワー：1台

モワー：自走式（推定出力 10馬力以下） 1台

トレーラー：1台

文 献

1. ECHO of IRAN. 1976. Iran Almanac. pp 180 - 208. Echo of Iran
2. 飯沼二郎. 1970. 風土と歴史. pp 12 - 132. 岩波書店
3. 石原 昂. 1973. イランにおける農業機械事情. 農業機械学会誌.
35 : 303 - 311
4. 大野盛雄. 1971. ペルシアの農村. pp 70 - 353. 東京大学出版会
5. 吉田光邦. 1956. 沙漠と高原の国. pp 29 - 222. 三一書房

VIII イランの内陸部における水質

鳥取大砂丘研 山 根 昌 勝

目 次

| | |
|--------------|-----|
| 1. ま え が き | 182 |
| 2. 調査方法および結果 | 182 |
| 3. 要 約 | 185 |

1. ま え が き

近年乾燥地の農業開発が重要な課題とされるようになったが、その問題点は非常に多い。乾燥地では水の確保が困難であり、同時にその水質の良否は水量の多少と同様に重要である。例えばイランでは第1表において水の収支と利用状況を、第2表において水源の利用状況を示したごとく、農業生産上、水の重要性はきわめて大きい。

従来、日本においては水質の問題については一部の関係者以外には知られておらず、諸外国の文献の紹介も少ない。イランにおける水質については、Soil Institute of Iranによる調査報告が原典として引用される場合が多く、企業その他による調査結果の入手は困難である。著者は今回の調査に際して、若干の簡単な測定をおこなった。サンプリング方法、調査内容等不完全なものであるが、わが国における、この種の資料の蓄積に多少なりとも役立つことを願って、不備をもちえりみず報告することとした。

2 調査方法および結果

採水は機会のあるたびに、時刻、採水箇所、その他無作為に随時おこなった。天候は調査期間中晴天が継続し、降雨にあわなかった。河川では岸辺の表面近くで、できるだけ流れている部分から採水した。カナートおよび動力ポンプによる水源についても流水から採水した。都市の上水道については、しばらく放水した後採水した。

現地では水温を測定し、約50mlを容器に採水して宿舍に持ち帰った後、携帯型電導度計(CM-3M型)で電気伝導度を測定した。電気伝導度(EC)は25℃換算値で表示した。帰国後、鳥取において若干の資料について測定し、参考値として示した。

調査地点は第1図に、調査結果を第3表に示した。第2図では電気伝導度を水源別に区別して示し、第3図では水温について示した。これらの調査結果について若干の解説と考察をしてみよう。

第1表 イランにおける水の収支と利用

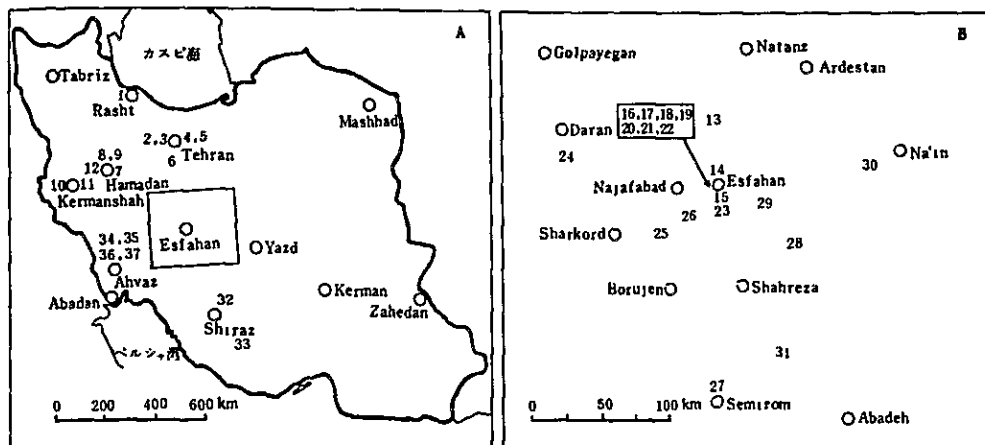
| | | |
|-----|--------------|--------------------------------------|
| | 全降水量 | 400 × 10 ⁹ m ³ |
| | 蒸発量 | 240 |
| 水収支 | 森林草地からの蒸発散 | 30 |
| | 流出水 | 90 |
| | 地下浸透 | 40 |
| | 地表水 | 30 |
| | 地下水(泉、カナート) | 7 |
| 水利用 | 地下水(浅井戸、深井戸) | 5 |
| | 飲料水・工業用水 | 1 |
| | ドライファーミング作物 | 10 |

注)かんがい利用合計 42 × 10⁹ m³
出所: Iran Almanac (1976)

第2表 イランにおけるかんがい水源

| | |
|----------|---------|
| 深井戸数 | 9,000 |
| 半深井戸数 | 31,000 |
| 自噴井数 | 2,000 |
| 浅井戸数 | 85,000 |
| カナート数 | 46,000 |
| 泉数 | 113,000 |
| 河川(全年流出) | 50,000 |

出所: Iran Almanac (1976)



第1図 調査地点分布図

A:イラン全土 B: Esfahan 付近詳細図、図中の地点番号は第3表に同じ。

上水道は良質のものを必要とするため、できる限りの手段をつくして確保しているとみなしてよいであろう。この前提に立てば、上水道の水質の良否によって、その土地の全般的な水質の良否を推定することができるであろう。調査結果によれば、Tehran では予想外に良質の水が供給されているのに対して、多雨湿潤地帯にある Rasht の水質がきわめて不良であった。取水から配水までの過程のどこかに何らかの欠陥があるものと考えられる。

調査した泉のうち№11、27は水量が豊富であった。泉はいずれも家事用として利用されるのはもちろん、末端ではかんがい用水として利用されている。これらの泉はいずれも水温は16℃以下の低温であり、水質は比較的すぐれていた。№37はタンク車により運搬したものであるため、原水の水質より悪化しているものと考えられる。

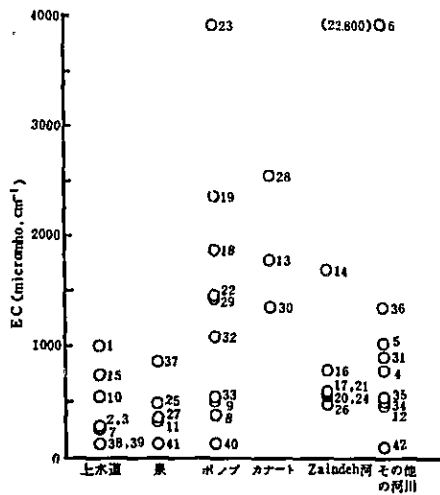
動力ポンプに区分したもののうち№18は巻取わく(枠)によって汲み上げる家庭用井戸である。大多数の動力ポンプ井戸では、汲み上げ時の水位の低下があるため、パイプ末端は休止時水面よりもかなり深くまで入れられている。また休止時水面までの深さは10m前後のものから100mに達するものまで、その地域の帯水層の性格によって種々である。水温についてみると16℃以下で低いのが、例外的に浅井戸であった№23は水温が高かった。水質についてみると、水源によって良質のものから不良のものまでみられる。例えば、№8、9、33など良質水の井戸は、地形からみて河床に近く、伏流水に近い地下水を汲み上げているものとみられるのに対して、水質の悪い№23は地形的に地下水の停滞する地域にある井戸である。

カナートは内陸部の乾燥地帯で多数利用されているが、試料点数が少なく、いずれも Esfahan 付近のものである。水温がやや高いのは流出途中で昇温するためと考えられる。電気伝導度はいずれもかなり高く、カナートの存在する地域の農業環境の悪さを示している。

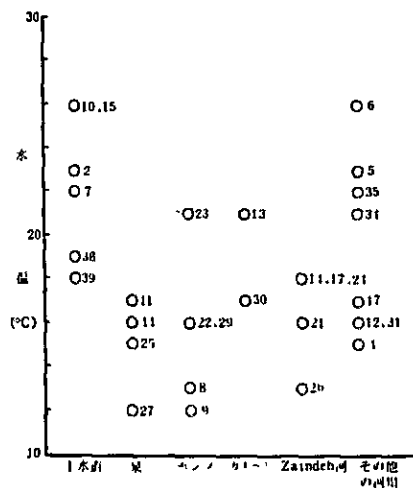
第3表 各地点の水溫と水質

| 地点 番号 | 採水 月日 | 採水場所 | | 水源 | 水溫 ℃ | EC ¹⁾ μΩ・cm ⁻¹ | 記 事 |
|----------|----------|------------|--------------|----------|---------|---|-------------------------|
| | | 州 | 地 点 | | | | |
| 1 | 9.23 | Gilan | Rasht | 上水道 | — | 1000 | ホテル |
| 2 | 7.31 | Tehran | Tehran | 上水道 | 21 | 286 | ホテル、水源はKaraj河 |
| 3 | 8.23 | " | " | 上水道 | — | 290 | ホテル |
| 4 | 9.25 | " | Gilyard | 小 川 | 15 | 765 | 清流であるが洗濯排水による汚れあり |
| 5 | " | " | Rudehen | 小 川 | 23 | 1020 | 清流、川岸に塩類集積あり |
| 6 | 8.25 | " | Hasan Abad | 河 | 26 | 22800 | 流量少、川岸に著しい塩類集積(結晶)あり |
| 7 | 8.27 | Hamadan | Hamadan | 上水道 | 22 | 260 | ホテル、水源はAbshineh河 |
| 8 | " | " | Bahar | 動力ポンプ | 13 | 380* | そさい地帯 |
| 9 | " | " | " | 動力ポンプ | 12 | 500* | そさい地帯 |
| 10 | 8.26 | Kermanshah | Kermanshah | 上水道 | 26 | 540 | ゲストハウス |
| 11 | 8.27 | " | Bisotun | 湧 泉 | 16 | 300* | 清流、水量豊富 |
| 12 | " | " | Kangavar | 小 川 | 16 | 450* | 家事汚水混入、濁水、かんがい用水 |
| 13 | 9.12 | Esfahan | Shahin Shar | カナート | 21 | 1790* | 大カナート、水量豊富 |
| 14 | 9.11 | " | Esfahan | かんがい水路 | 18 | 1690* | 水源はZaindeh河で、かた液しにより汚れる |
| 15 | 8. 3 | " | " | 上水道 | 26 | 735 | ホテル |
| 16 | 8. 6 | " | " | Zaindeh河 | — | 770* | うす濁り |
| 17 | 8. 9 | " | " | かんがい水路 | 18 | 585* | 水田用水路、水源はZaindeh河 |
| 18 | 8.18 | " | " | 家庭用井戸 | — | 1860 | 西郊外そさい地帯 |
| 19 | " | " | " | かんがい水路 | — | 2350* | 西郊外そさい地帯、水源は動力ポンプ |
| 20 | " | " | " | かんがい水路 | — | 540* | 西郊外テンサイ畑、水源はZaindeh河 |
| 21 | 9.14 | " | " | Zaindeh河 | — | 575* | うす濁り |
| 22 | " | " | " | 動力ポンプ | 16 | 1435* | 西郊外そさい地帯、水量豊富 |
| 23 | 8.10 | " | Marg Cord | 動力ポンプ | 21 | 3910* | 比較的浅井戸、水量豊富 |
| 24 | 9.10 | " | Eskandari | Zaindeh河 | 18 | 520* | Zaindehの上流(支流)、うす濁り |
| 25 | 8. 8 | " | Rokh Ared | 湧 泉 | 15 | 475* | 清流であるが湧出量は少ない |
| 26 | 9. 6 | " | Bihjatabad | かんがい水路 | 13 | 460* | 水田(イナ作)地帯、水源はZaindeh河 |
| 27 | 8.17 | " | Semirom | 湧 泉 | 12 | 340* | 石灰岩地帯、湧水量極めて豊富 |
| 28 | 8.20 | " | Hosenabad | カナート | — | 2550* | この地帯の水源はカナート又はポンプのみ |
| 29 | " | " | Ziyar | 動力ポンプ | 16 | 1420* | 水源はポンプが主体で、河川が従の地帯 |
| 30 | 8.13 | " | Homabad | カナート | 17 | 1350* | 水量少ないため扶養人口少なし |
| 31 | 9.16 | Fars | Yazd-e Khast | 小 川 | 16 | 900* | うす濁り、川幅に比較して水量多し |
| 32 | 8.23 | " | Marvdasht | 動力ポンプ | — | 1080* | Soil Instituteの試験地 |
| 33 | 8.22 | " | Jahrom | 動力ポンプ | — | 540* | Soil Instituteの試験地 |
| 34 | 9. 1 | Khuzestan | Safiabad | Dez河 | 21 | 490* | 清流、水量豊富 |
| 35 | 9. 2 | " | Haft Tappe | かんがい水路 | 22 | 540* | 清流、水源はDez河 |
| 36 | 9. 1 | " | Shavour | かんがい水路 | — | 1350 | 家事用雑用水 |
| 37 | " | " | " | 飲用水 | — | 850 | Haft Tappeの湧水を運搬 |
| 38 | 10. 4 | Tottori | Tottori | 上水道 | 19 | 115 | 砂丘利用研究施設内 |
| 39 | 10.24 | " | " | 上水道 | 18 | 110 | 砂丘利用研究施設内 |
| 40 | 10. 4 | " | " | 家庭用井戸 | — | 140 | 千代川近傍、ポンプ汲上げ |
| 41 | " | " | " | 湧 泉 | 17 | 120* | 砂丘利用研究施設内 |
| 42 | 10.24 | " | " | 千代川 | 17 | 90* | 八千代橋付近 |

注) 1) EC: 電気伝導度は25℃の数値で示す。 *はかんがい用として使用されていることが確認できたものを示す。



第2図 水源別電気伝導度
図中の地点番号は第3表に同じ



第3図 水源別水温
図中の地点番号は第3表に同じ

河川は Zaindeh 河とその他の河川を区分して示した。Zaindeh 河は Esfahan における最も重要な河で、上流には Shah Abbas ダムがあり、下流は Esfahan 近郊の平野をかんがいしている。ダムの影響によると言われているが、水温は比較的低い。薄濁りであるが EC はかなり低く、良質である。Esfahan 市より下流では、都市下水の流入のためとみられる汚濁がかなり進んでおり、かんがい水路末端にはプラスチック類の浮遊集積も見られた。No. 4 は都市下水、反復かんがいによる汚れのために EC が高くなったものと思われる。

他の地域における河川については、大小区々の河川から採水しており、水質の変異も大きかった。例えば Dez 河は Khuzestan の有名な大河であって水質も良く、Soil of Iran に記載された EC 値 $5.51 \mu\text{mhos/cm}$ とほぼ一致した。一方、No. 6 のように流量少なく、極めて EC の高い河もみられた。水温についても低温から高温まで広い範囲にあった。

参考用として鳥取市内において採取したものについてみると、イランにおける調査時期と鳥取のそれとは季節に若干のずれがあるけれども、いずれの用途の水についてみても、EC 値が著しく低く良質であることを示している。

3. 要 約

1. 水温についてみると、泉とポンプでは 18°C 以下のものが多く、河川では 18°C 以下の低温グループと 20°C 以上の高温グループが認められた。カナートは点数が少ないが地下水としては高い傾向が認められた。
2. 水質は電気伝導度によって測定した。一般に都市の上水道は比較的良質であった。泉

の水質も良好であり、ポンプでは良質のものから不良のものまであり、カナートは不良であった。河川でも良質のものから不良のものまであり、稀には著しく塩類濃度の高いものが認められた。

IX イランの気象概況

鳥取大砂丘研 山 本 太 平

目 次

| | |
|--------------------------|-----|
| 1. ま え が き | 188 |
| 2. 気 象 観 測 所 | 188 |
| 3. 気 温、湿 度 お よ び 降 霜 日 数 | 190 |
| 4. 降 雨 量 | 190 |
| 5. あ と が き | 192 |

まえがき

イラン国は、東経 $44^{\circ} \sim 63^{\circ} 30'$ 、北緯 $40^{\circ} \sim 25^{\circ}$ に位置し、東部ではアフガニスタンとパキスタンに、北部はソ連とカスピ海に、西部はイラクとトルコに、南部はペルシャ湾、オマーン湾のアラビア海に接している。国の北部においては、カスピ海沿いに走る $3,000\text{ m}$ 級のエルボルズ山脈、また西南部に、イラク国境からペルシャ湾に沿って走るザグロス山脈がある。イランの気候は、このような北のカスピ海、南のペルシャ湾、アラビア海および 2 大山脈等によって大きく左右されている。すなわち、北部の東西を走るエルボルズ山脈は、カスピ海からの雨量を遮断し、カスピ海沿岸地域に豊富な降雨を促し、またザグロス山脈に、おもに冬期の降雨量は、この山脈周辺の山麓部の河川水源となっており、とくにグーゼスタン平原の主要河川、デズ、カルフェ、カルーン川は、年中涸れることのない豊富な水量を有している。これらの降雨および河川水源を利用して、カスピ海沿岸地域は水田農業、またクーゼスタン地域は、畑作農業が盛んである。

つぎに、2 大山脈山麓部の高原地帯（標高 $1,000 \sim 1,500\text{ m}$ ）には、Tehran、Es-fahan、Shiraz、Tabriz、Rezaiyeh、Mashhad 等のイラン国の主要都市があり、現在おもな果樹園芸および畑作農業地帯となっている。しかし、これらの山脈地帯に属さない国の中央部には、カビールおよびルートの広大な沙漠があり、厳しい乾燥条件を示し、農耕地としてあまり利用されていない。

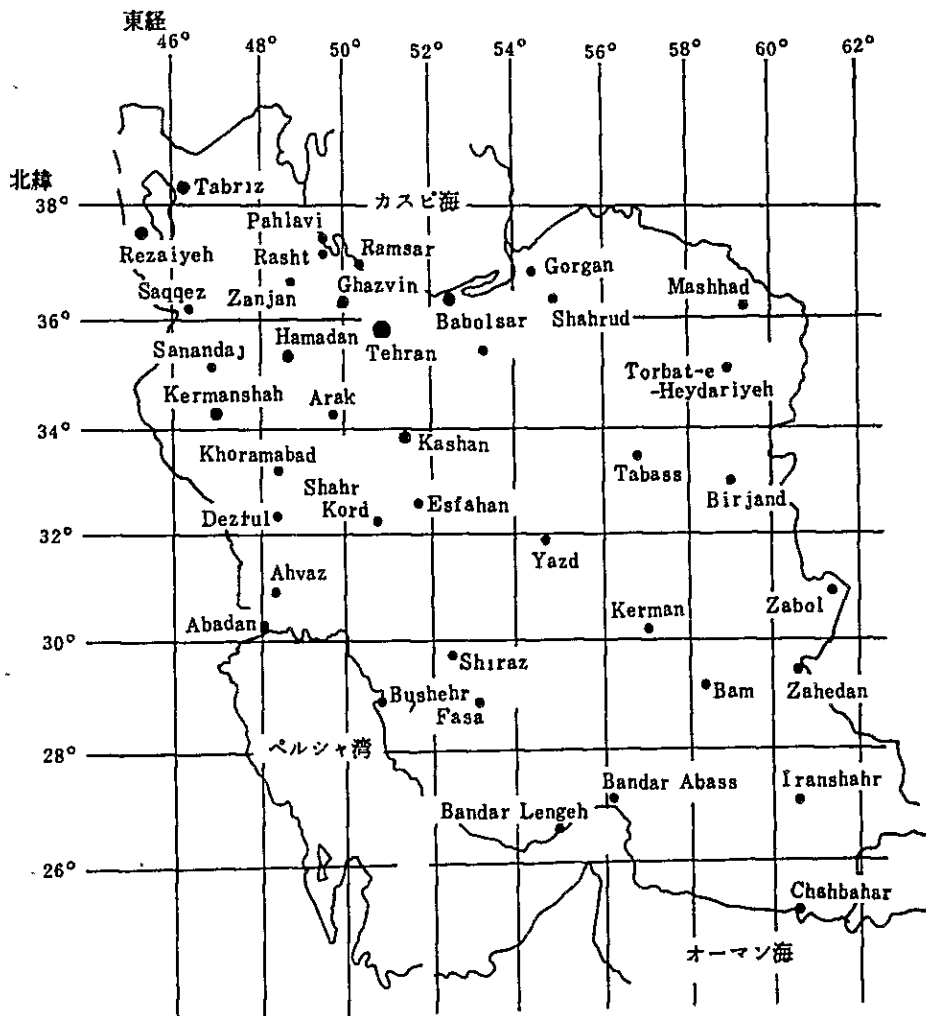
2 気象観測所

IRAN ALMANAC 1975¹⁾ によると、イラン国内には、Iranian Meteorological Department に所属する気象観測所が各地域に設置され、気象観測網が構成されている。1974年1月においては、(I) Synoptic station (測候所) 50、(II) Upper air station (高層気象観測所) 8、(III) Rainuage station (雨量観測所) 1,000、(IV) Climatological station (通報所) 500、があげられる。測候所がある各市の名前とそこの緯度および経度を第1表に示す。ここでは、このうち40ヶ所の測候所で測定された気象データについて検討した。これらの測候所の配置を第1図に示す。

第1表 測候所とその緯度および経度

| 測候所 | 緯度(北緯) | 経度(東経) | 測候所 | 緯度(北緯) | 経度(東経) |
|----------|------------------|------------------|----------|------------------|------------------|
| Khoy | $38^{\circ} 33'$ | $44^{\circ} 57'$ | Ghazvin | $36^{\circ} 15'$ | $50^{\circ} 00'$ |
| Tabriz | 38 08 | 46 15 | Ramsar | 36 54 | 50 40 |
| Rezaiyeh | 37 32 | 45 05 | Babolsar | 36 43 | 52 39 |
| Pahlavi | 37 28 | 49 28 | Gorgan | 36 51 | 54 28 |
| Rasht | 37 15 | 49 36 | Shahrud | 36 25 | 55 02 |
| Saqqez | 36 15 | 46 16 | Sabzevar | 36 13 | 57 40 |
| Zanjan | 36 41 | 48 29 | Mashhad | 36 16 | 59 38 |

| 測候所 | 緯度(北緯) | 経度(東経) | 測候所 | 緯度(北緯) | 経度(東経) |
|---------------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| Sanandaj | 35° 20' | 47° 00' | Yazd | 31° 54' | 54° 24' |
| Tehran | 35 41 | 51 19 | Zabol | 31 02 | 61 29 |
| Semnan | 35 33 | 53 23 | Abadan | 30 22 | 48 15 |
| Torbat-e-Heydariyeh | 35 16 | 59 13 | Kerman | 30 15 | 56 58 |
| Kermanshah | 34 19 | 47 07 | Bushehr | 28 59 | 50 50 |
| Hamadan | 35 12 | 48 43 | Shiraz | 29 36 | 52 32 |
| Arak | 34 06 | 49 42 | Bam | 29 06 | 58 24 |
| Khoramabad | 33 29 | 48 22 | Zahedan | 29 28 | 60 53 |
| Kashan | 33 59 | 51 27 | Fasa | 28 58 | 53 41 |
| Tabass | 33 36 | 56 54 | Bandar Abass | 27 11 | 56 17 |
| Dezful | 32 24 | 48 23 | Iranshahr | 27 12 | 60 42 |
| Shahr Kord | 32 19 | 50 51 | Bandar Lengeh | 26 35 | 54 50 |
| Esfahan | 32 37 | 51 40 | Jask | 25 38 | 57 46 |
| Birjand | 32 52 | 59 12 | Chahbahar | 25 25 | 60 45 |
| Ahvaz | 31 20 | 48 40 | | | |



第1図 イラン国における測候所の配置

3. 気温、湿度および降霜日数

各地域の測候所の高度(海拔m)、Maximum average air temperature(最高気温年平均)、Minimum average air temperature(最低気温年平均)、Absolute maximum air temperature(年最高気温極値)、Absolute minimum air temperature(年最低気温極値)、Annual average air temperature(年平均気温)、Annual average relative humidity(年平均湿度)および降霜日数¹⁾を第2表に示す。表中の年平均気温は、最高気温年平均と最低気温年平均との平均値である。第2表における各気象データはイラン歴1351年のものであり、西歴に換算すると、1972年3月21日～1973年3月20日の間に相当するので、1973年(1月～12月)の年平均気温を比較のため同表に示した。カスピ海沿岸地域では、年平均気温(t) $14\sim 16^{\circ}\text{C}$ 、年平均湿度 朝6時30分(H_1) $90\sim 93\%$ 、日中12時30分(H_2) $70\sim 76\%$ を示し温暖多湿、2大山脈の中央高原地帯では、 $t=15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 、 $H_1=50\sim 60\%$ 、 $H_2=30\sim 35\%$ で温暖乾燥、同じ高原地帯でも Mashhad、Hamadan、Tabriz、Rezaiyeh等の緯度または高度の高い地域では、気温が低く、 $t=9\sim 13^{\circ}\text{C}$ を示し、降霜日数が多い。一方、クーゼスタン平原およびペルシャ湾沿岸では、 $t=24\sim 26^{\circ}\text{C}$ の気温を示し、降霜日数も少ない。クーゼスタン平原の $H_1=61\sim 68\%$ 、 $H_2=32\sim 36\%$ に比較して、ペルシャ湾沿岸は $H_1=77\sim 80\%$ 、 $H_2=52\sim 55\%$ を示し、海の影響を受け非常に多湿である。Zahedan、Zabol地域は、クーゼスタン地域より気温が $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ 、湿度が約10%低くなっている。一方、沙漠地域では、 $t=14\sim 20^{\circ}\text{C}$ 、 $H_1=35\sim 45\%$ 、 $H_2=21\sim 28\%$ を示し、著しく乾燥している。

年最高気温極値は、AhvazとTranshahrにおいて 49°C 、年最低気温極値はSaqqezにおいて -32°C まで達し、地域による気温差が著しい。

4. 降雨量

各地域の年降雨量を前出第2表に示す。年平均気温の場合と同様に、1973年の降雨量を同表に示した。カスピ海沿岸地域では、 $1,000\sim 2,000\text{mm}$ の降雨量がおもに9月から翌年の3月の間にあり、多雨地帯に属する。しかし、2大山脈の高原地帯は、 $200\sim 400\text{mm}$ の降雨量が冬期間にあり、緯度または高度の高い地域では雪になる。クーゼスタン平原、Zabol地域およびペルシャ湾沿岸でも冬期間 $50\sim 400\text{mm}$ の慈雨があるが、沙漠地帯では 50mm 程度の少雨しか示さない。

乾燥地では、降雨量は、貴重な資源であり、これにより乾燥地農業形態が決定されている。Meigs²⁾は、降雨量によって世界の乾燥地帯を次のように細分類している。(I)極乾燥地域；12ヶ月の間、全然降雨量のない(降雨量 0mm)、完全な沙漠地帯。(II)乾燥地域

；年に1月以上降雨量のある地帯で、サバンナ地帯もこれに入る。(iii)半乾燥地域；季節的に偏るが降雨のある(雨量100~200mm)もので、灌木やトゲのある禾本科植物が特徴的な植生である。

この分類方式にもとづけば、測候所のある沙漠地帯は、多少降雨量があるので、むしろ乾燥地域、また2大山脈の高原地域、クーゼスタン平原、ペルシャ湾沿岸等は半乾燥地域に属するものと考えられる。

第2表 40ヶ所の測候所の気温、湿度、年降雨量および降霜日数(1972年3月21日~1973年3月20日)

| 測候所 | 高度 (海拔m) | 気 温 (C) | | | | | 年降雨量 (mm) | | 年平均湿度(%) | | 降霜 日数 | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|--------------|-----------|----------|------|----------|-------|
| | | 最高気温 年平均 | 最低気温 年平均 | 年最高 気温極値 | 年最低 気温極値 | 年平均気温 | | 1972-1973 | 1973 | 6:30 | | 12:30 |
| | | | | | | 1972-1973 | 1973 | | | A.M. | | P.M. |
| Tehran | 1,204 | 21.8 | 10.8 | 39 | -13 | 16.3 | 16.8 | 271 | 140 | 48 | 30 | 64 |
| Qazvin | 1,304 | 20.4 | 7.3 | 39 | -15 | 13.9 | 14.4 | 388 | 172 | 68 | 39 | 93 |
| Arak | 1,754 | 20.0 | 6.6 | 38 | -17 | 13.3 | 14.6 | 330 | 128 | 59 | 35 | 84 |
| Kashan | 955 | 25.5 | 12.4 | 44 | -12 | 19.0 | 19.6 | 112 | 45 | 52 | 34 | 52 |
| Rasht | -7 | 21.1 | 8.1 | 35 | -9 | 14.6 | 15.5 | 1,572 | 1,215 | 92 | 71 | 51 |
| Pahlavi | -15 | 19.8 | 13.2 | 35 | -3 | 16.5 | 15.9 | 1,996 | 1,439 | 92 | 76 | 18 |
| Ramsar | -2 | 19.7 | 12.3 | 33 | -3 | 16.0 | 15.4 | 1,261 | 1,002 | 90 | 75 | 23 |
| Babol | -21 | 20.8 | 13.0 | 33 | -4 | 16.9 | 16.3 | 937 | 801 | 93 | 70 | 20 |
| Gorgan | 105 | 22.9 | 12.9 | 40 | -6 | 17.9 | 17.3 | 750 | 724 | 73 | 53 | 30 |
| Tabriz | 1,367 | 17.0 | 5.8 | 39 | -18 | 11.4 | 11.3 | 320 | 359 | 65 | 42 | 124 |
| Rezaieyeh | 1,297 | 15.9 | 3.7 | 36 | -20 | 9.8 | 9.8 | 415 | 269 | 78 | 51 | 131 |
| Kermanshah | 1,313 | 21.4 | 4.5 | 40 | -21 | 13.0 | 14.1 | 397 | 290 | 68 | 39 | 114 |
| Ahvaz | 20 | 32.1 | 16.3 | 49 | -1 | 24.2 | 24.9 | 166 | 73 | 61 | 36 | 9 |
| Abadan | 3 | 31.6 | 17.5 | 47 | -1 | 24.6 | 25.2 | 126 | 79 | 68 | 33 | 4 |
| Dezful | 142 | 30.8 | 15.4 | 48 | -2 | 23.1 | 23.7 | 387 | 175 | 64 | 32 | 12 |
| Shiraz | 1,505 | 25.2 | 7.8 | 41 | -14 | 16.5 | 17.6 | 210 | 178 | 61 | 26 | 72 |
| Fasa | 1,382 | 26.5 | 11.3 | 40 | -7 | 18.9 | 20.3 | 122 | 104 | 56 | 32 | 38 |
| Kerman | 1,748 | 23.4 | 5.1 | 39 | -23 | 14.3 | 15.8 | 142 | 113 | 46 | 24 | 108 |
| Bam | 1,062 | 27.9 | 15.7 | 44 | -9 | 21.8 | 22.5 | 59 | 85 | 34 | 21 | 27 |
| Mashhad | 985 | 20.2 | 5.0 | 38 | -18 | 12.6 | 13.5 | 257 | 260 | 71 | 40 | 112 |
| Torbate-Heyda- | 1,333 | 21.1 | 6.4 | 39 | -14 | 13.8 | 14.8 | 237 | 131 | 64 | 36 | 96 |
| Birjand riyeh | 1,456 | 23.7 | 7.9 | 41 | -14 | 15.8 | 17.0 | 95 | 129 | 50 | 25 | 71 |
| Tabass | 691 | 28.1 | 11.6 | 46 | -8 | 19.9 | 20.8 | 57 | 22 | 58 | 26 | 57 |
| Esfahan | 1,597 | 22.1 | 8.5 | 40 | -11 | 15.3 | 16.2 | 94 | 49 | 54 | 30 | 76 |
| Zahedan | 1,370 | 25.8 | 8.5 | 42 | -22 | 17.2 | 18.3 | 76 | 47 | 48 | 23 | 58 |
| Zabol | 487 | 28.1 | 13.4 | 47 | -9 | 20.8 | 21.5 | 52 | 12 | 54 | 26 | 40 |
| Iranshahr | 566 | 34.4 | 17.8 | 49 | -6 | 26.1 | 26.8 | 76 | 150 | 39 | 24 | 13 |
| Chah Bahar | 7 | 30.1 | 21.3 | 40 | 7 | 25.7 | 26.1 | 121 | 29 | 78 | 58 | 0 |
| Sanandaj | 1,372 | 19.9 | 4.2 | 41 | -24 | 12.0 | 12.7 | 373 | 195 | 70 | 39 | 121 |
| Saqquez | 1,476 | 18.3 | 2.7 | 39 | -32 | 10.5 | 11.1 | 520 | 324 | 72 | 43 | 125 |
| Bandar Abbas | 10 | 31.6 | 20.9 | 45 | 2 | 26.3 | 26.3 | 41 | 48 | 80 | 52 | 0 |
| Bandar-e-Langh | 13 | 30.7 | 21.3 | 44 | 6 | 26.0 | 26.3 | 98 | 45 | 77 | 56 | 0 |
| Bushehr | 14 | 28.3 | 18.7 | 43 | 2 | 23.5 | 24.0 | 130 | 82 | 78 | 55 | 0 |
| Hamadan | 1,642 | 17.9 | 1.2 | 38 | -31 | 9.6 | 10.5 | 322 | 149 | 67 | 42 | 143 |
| Khorramabad | 1,160 | 24.2 | 9.6 | 41 | -6 | 16.9 | 18.1 | 495 | 237 | 61 | 32 | 44 |
| Shahrud | 1,366 | 19.5 | 6.9 | 38 | -11 | 13.2 | 14.1 | 309 | 113 | 65 | 39 | 91 |
| Semnan | 1,138 | 23.3 | 11.2 | 41 | -9 | 17.3 | 17.8 | 199 | 61 | 54 | 36 | 58 |
| Zanjan | 1,663 | 16.8 | 3.2 | 36 | -26 | 10.0 | 10.7 | 380 | 142 | 72 | 44 | 130 |
| Yazd | 1,238 | 25.7 | 10.9 | 43 | -12 | 18.3 | 18.5 | 40 | 19 | 44 | 28 | 58 |
| Shahr-e-Kord | 2,066 | 20.3 | 3.8 | 41 | -22 | 12.0 | 12.8 | 313 | 222 | 60 | 34 | 122 |

* 1972年3月21日~1973年3月20日

** 1973年1月1日~12月31日

5. あ と が き

1972年3月～1973年12月の間の気象データによって、イラン国内の気温、湿度、降雨量、及び降霜日数等の地域差について記したが、数少ない気象データによって各地域の気象特性を決定してしまうことは危険である。今後、長期間観測された数多くの気象データにより、統計的に検討することが望ましい。最後に、佐藤³⁾は、気象的にイラン国内を簡単に区分して、(Ⅰ)カスピ海沿岸の温帯多雨地域、(Ⅱ)ザグロス山脈山麓部の温帯少雨地域、(Ⅲ)南部、南西部の乾燥亜熱帯地域、(Ⅳ)中央部の乾燥沙漠地域、としている。

引 用 文 献

- 1) IRAN ALMANAC 1975、1976
- 2) 小堀 巖；「沙漠」遺された乾燥の世界 NHK
- 3) 佐藤 一郎・香川 邦雄；イランの農業立地と農業生産、中東協力センター、1975

X 乾燥地農業生態論

鳥取大砂丘研 津野 幸 人

目 次

| | |
|----------------------|-----|
| 1. 緒 論 | 194 |
| 2. イラン農業の特質と永続性 | 195 |
| 3. 農業の型の決まり方とエネルギー経済 | 203 |
| 4. 耕地の成立条件とその改良 | 208 |
| 5. 技術的集約化の発展過程 | 215 |
| 6. 農業開発の方向と問題点 | 221 |
| 7. ま と め | 228 |
| 8. 引用文献 | 230 |

1. 結 論

沙漠の緑化、これは近年各方面よりさまざまな報道がなされて、我々の耳に馴染んだ言葉である。とくに、世界的な食糧不足に対処する方策として沙漠に水を流して農業開発をおこなう、という計画はかなり現実味のあるものとして受けとめられている感じがする。

‘沙漠の緑化、に関しては政治的あるいは感覚的立場からの発言とは別に、農学者として冷静に現実を見つめ、資料を解析することによって、乾燥地開発の可能性と、そのあるべき姿を探索する必要を痛感する次第である。

たとえば、さきに述べた ‘沙漠の緑化、が如何に困難な問題であるかは、次の数字をみれば明らかである。我々が調査対象国として選んだイランを例にあげると、この国の平均年降水量は約250mmであるが、これに対する年間蒸発量は約3,000mmであって、降った雨を一滴も無駄にしないで集めたとしても、全国土のほぼ十分の一の面積の蒸発量と釣り合うほどのささやかな雨量である。ちなみに、東京のそれを示すと降水量1,563mm、蒸発量1,063mmで、蒸発量が降水量よりはるかに上廻っているのである。農作物が農地全面によく繁った状態では、その農地の蒸発散量は、水面からの蒸発量とほぼ等しくなるのであるから、イランのごとき気候では全国土を緑化することなどは、とても考えられないことである。

現実には乾燥地といえども大河があり、未利用の水が海に流去しているのであるから、この水をダムにたたえて農業に利用しようとする計画がある。乾燥地における農業生産力の強化は、水資源の開発と農地の拡大による外延的方向か、あるいは既存農地の単位面積当りの収量を引き上げる方向、つまり内包的発展によるべきかは議論の分かれるところであろうが、いずれにしても、客観的な資料を厳密に解析した上でなければ、にわかには決定し難いところである。

筆者の所属する鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設は、永年にわたる砂丘の農業開発に関する研究経験を生かして、中近東乾燥地域の農業的利用の研究を行うべく、全組織をあげてこれと取り組んでいる。その第一着手として、イラン農業についての学術調査を行ったのであるが、その目的は今後の具体的な研究方針をうち出すための基本的な資料をととのえることである。いわば研究のための瀬歩みとでも言うべきであって、性急な結論を得るためのものでないことを始めにお断りしておきたい。

イランの農業については、すでに大野(1971)によって農村社会学の立場からすぐれた報告が公刊されている。われわれの調査隊は7名より構成されたが、すべての隊員はいずれも作物栽培あるいは草地管理、かんがい技術などを専門とする農学者であって、主として技術学の立場から調査をおこなった。筆者はこれらの調査結果を総合考察する役割を買って出て、農業生態学的論考を行なおうとするものである。ところで、農業生態学に

について附言をすれば、これは必ずしも明確な学問分野として確立されているとはいえないが、筆者は農業のありかたと環境との関係を論ずる学問と理解しており、また、こうした学問体系の完成を念願するものである。

農業は自然の制約の下で生物の生命力の発展を利用して生産を行う産業であるから、当然、そのおかれた環境の支配を強くうける。しかし、人間の営為によって自然環境は、作物、家畜に好適するものへと次第に改変されていく。環境からの制約をはねかえしながら農業は発展するという軌跡をたどるのであるが、最後にはどうしても逃がれることのできぬ環境の制約が存在することも事実である。人間の目的からすれば、不合理きわまりない自然の制約のもとで、農業は如何なる発展をとげるのか、また、どのような形態でもって環境に適合するのか、これらの点はどうしても明らかにしておかねばならぬ課題である。さらに重要な問題は農業の永続性である。人類の歴史のうえでは、さまざまな形の農業が現れたにちがいないのであるが、今日残存し、発展をとげているのは、それら様々の農業のうちのごく一部分であると考えられる。農業の永続性を支えるものはなにか。これらに対する解答を得るのはイラン農業が有力な資格をそなえている。現在、イランでおこなわれているドライ・ファーミングやかんがいによる小麦作の歴史は、おそらく6～8千年もの昔にさかのぼることができよう。また、工業力に依存した農業技術の普及が少ない点も、上述した課題をさぐるうえでは格好の舞台である。

筆者は本論においては、まずイラン農業の特質を概述したうえで、a 農業の永続性を支える有力な基盤とみなされるエネルギー収支を問題とし、つぎに、b 人間の環境改造への熱意を示す農地の基盤整備をとりあげ、さらに、c 反収増加の方向としての技術的集約度をとりあげた。最後に今後の発展方向に対する私見を加えて、本報告のしめくりとした。

2 イラン農業の特質と永続性

イランの全国土面積は約165百万haでほぼ我國の4倍、人口は3,400万人である。農地は約765万haといわれているが、これで食糧を自給することができず、現在、大小麦で220万トン、羊肉で5.5万トンを外国より輸入している。したがって、食糧の完全自給が大きな国家目標となっている。

この国の農業を制約している最大の要因は降水量の少ないことである。平均年降水量は250mmであるが、地域によってかなり差がある。カスピ海沿岸は1,000mm以上の降水量をみる湿潤地域であるが、その面積比は第1表のごとくわずかに1%程度にしすぎない。国土の大部分は100～500mmしか降水がなく、100mm以下の沙漠が国土の13%を占めている。降水の分布は冬期にかたより、作物の生育する6月から9月にかけては

一滴の雨も降らない地域が大部分である。われわれが比較的長期間滞在した Esfahan の気候を一例として第 2 表に示した。これでも判るとおり、夏期は 40℃ に達する高温でありながら、冬期は零下 20℃ にも低下する典型的な大陸性気候である。また、気候と地形からイランを区分すると第 3 表のと

第 1 表 年降水量の区分および面積

| 降水量 (mm) | 降水面積 (百万ha) | 全面積に対する比率 (%) |
|-----------------------------|-------------|---------------|
| 100 以下 (Arid climate) | 22.0 | 13 |
| 100-250 (Semi arid) | 100.4 | 61 |
| 250-500 (Dry sub humid) | 28.0 | 17 |
| 500-1,000 (Moist sub humid) | 13.0 | 8 |
| 1,000 以上 (Humid) | 1.6 | 1 |
| 計 | 165.0 | 100 |

第 2 表 Esfahan の気候 (北緯 32° 54', 東経 51° 44', 海拔高度 1,773 m)

| | 気 温 (°C) | | | | | 湿 度 (%) | | 降 水 (mm) | | 降 水 日 数 (mm > 2.5) | 0℃ 以下 の 数 | 雪 日 数 |
|----------|--------------|------------------------|----------|------------------------|--------------|---------------------|----------------------|--------------|------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| | 最高 記録 | 日温 最 高 平 均 | 平均 気温 | 日温 最 低 平 均 | 最低 記録 | 5:30 時 の 度 | 15:30 時 の 度 | 月 量 | 24 時 間 最 大 | | | |
| 1月 | 18.3 | 8.3 | 2.4 | -4.4 | -19.4 | 74 | 53 | 15 | 25 | 3 | 25 | 3 |
| 2 | 23.3 | 11.6 | 4.3 | -1.6 | -13.9 | 68 | 40 | 10 | 25 | 3 | 22 | 2 |
| 3 | 27.8 | 16.1 | 10.3 | 2.8 | -11.1 | 57 | 33 | 25 | 43 | 2 | 5 | 0 |
| 4 | 31.1 | 22.2 | 15.6 | 7.8 | -3.3 | 55 | 25 | 15 | 36 | 2 | 0 | 0.3 |
| 5 | 35.5 | 28.3 | 21.1 | 12.2 | 2.8 | 50 | 27 | 5 | 23 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 43.3 | 33.3 | 26.1 | 16.6 | 8.9 | 42 | 18 | <3 | 15 | 0.1 | 0 | 0 |
| 7 | 41.6 | 36.6 | 29.2 | 19.4 | 8.9 | 41 | 15 | <3 | 33 | 0.2 | 0 | 0 |
| 8 | 42.2 | 35.5 | 31.3 | 17.8 | 11.6 | 42 | 15 | <3 | 8 | 0.1 | 0 | 0 |
| 9 | 37.8 | 32.2 | 24.2 | 13.3 | 5.5 | 44 | 19 | <3 | 20 | 0.1 | 0 | 0 |
| 10 | 33.3 | 25.0 | 17.8 | 7.8 | -1.1 | 51 | 24 | 3 | 8 | 0.3 | 0 | 0 |
| 11 | 25.0 | 17.2 | 11.5 | 2.8 | -8.9 | 64 | 35 | 15 | 23 | 2 | 9 | 0.7 |
| 12 | 22.8 | 11.1 | 3.6 | -1.6 | -12.8 | 72 | 45 | 20 | 38 | 1 | 23 | 0.7 |
| 年 | 43.3 | 23.3 | 16.4 | 7.8 | -19.4 | 55 | 29 | 120 | 43 | 15 | 87 | 7 |
| 統計 期間 | 93~41 (2) | 93~41 (2) | 96~40 | 93~41 (2) | 93~41 (2) | 93~41 (2) | 93~41 (5) | 93~41 (2) | 93~41 (2) | 93~41 (2) | 56~59 (4) | 56~59 (4) |

注: 統計期間でカッコを付した数は実際に統計した年数 資料: 『アジアの気候』

第 3 表 イランの地域区分

| 区 分 | 地 形 | 気 象 条 件 |
|---------------|--|--|
| 高 原 地 帯 | Zagros 山脈と Elburz 山脈が形成する V 字形のなかの高原。東方にゆるやかに傾斜し、Lut, Kavir の両沙漠が広い地域を占めている。 | 大陸性気候 年雨量 (盆地帯 130-250 mm) 山岳地帯 250-500 |
| カ ス ビ 海 沿 岸 | カスピ海と Elburz 山脈の間の沖積低平地 | 地中海式気候 夏少雨、冬多雨 年雨量 1,500 mm |
| Khuzestan 地域 | メソポタミア平原につづく平地で、地域内の河川によって形成されたデルタ低平地 | 酷暑 年雨量 200-500 mm |
| ベ ル シ ャ 湾 沿 岸 | Zagros 山脈とベルシャ湾の間の低平地 | 酷暑、多湿 年雨量 250-375 mm |

おりの4地域に分けることができる。カスピ海沿岸地域を除けば、いずれも雨の少ない夏期高温の地域である。

気候の特徴をさらに詳しく表示するために飯沼(1971)の著書よりイラン各地におけるマルトンスの乾燥指数を示したのが第4表である。一般にマルトンスの乾燥指数が20以下が乾燥地とされ、さらに5以下は沙漠といわれているが、第4表の各地とも指数20以下であり、5以下の地点もかなり多くある。飯沼(1971)はマルトンスの乾燥指数を6~8月について算出し、これを夏指数と呼び、夏指数5以下では夏作物の栽培が降水のみでは不可能としている。イラン各地とも夏指数は1を割り、如何に夏期乾燥であるかを第4表はよく示している。

第4表 イラン各地におけるマルトンスの乾燥指数 (飯沼、1971)

| 地名 | 夏指数 | 年指数 | 地名 | 夏指数 | 年指数 |
|------------|------|-------|---------|-------|-------|
| Kermanshah | 0.26 | 18.44 | Zahedan | 0 | 2.18 |
| Hamadan | 0.39 | 16.94 | Yazd | 0.06 | 2.57 |
| Mashhad | 0.41 | 10.17 | Tehran | 0.08 | 7.81 |
| Shiraz | 0.68 | 10.59 | Dezfuf | 0.08 | 8.09 |
| Shahrud | 0.15 | 1.14 | | | |
| Zabol | 0.16 | 3.05 | 東京 | 13.89 | 63.24 |
| Rezaiyeh | 0.17 | 2.28 | ベルリン | 6.37 | 29.17 |
| Tabriz | 0.19 | 2.59 | ロンドン | 6.69 | 31.03 |
| Esfahan | 0.23 | 4.54 | パリ | 6.81 | 29.80 |

(注)

$$I = \frac{R}{T + 10}$$

I: 乾燥指数

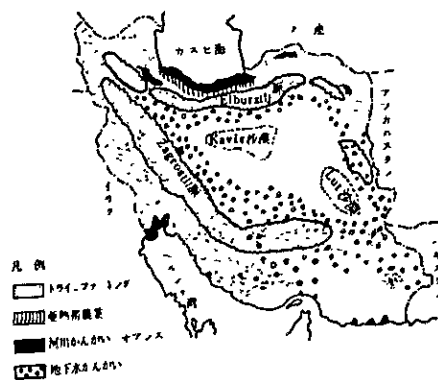
R: 一定期(年)の積算降水量(mm)

T: 同一期間内の平均気温(C)

○夏指数は6~8月について算出、これが5以下では降水のみでは夏作物の栽培は不可能

さて、上述した様な気候のもとで如何なる農業がおこなわれているか、を第1図でみよう。この図はイランにおける農業の型を山脈、沙漠と対応して表示したものである。まず、北部のカスピ海沿岸では雨量が多いため河川かんがいによる稲作が主体である。稲作の方式はわが国のものとよく似ているが、全般的にみて、常時かんがいを実施していること、重粘土壤であるために下層土の還元状態が著しく、根腐れによる秋落ち現象が広く認められる。この対策としては中干しが有効なのであるが、排水施設が不備であるために実施されていない。栽培される稲は印度型が多く、中には日本型もあるが、これは価格が安い。赤米もかなり市販されているのを見受けた。確認はしていないが、強湿田に赤米が作られるのではなかろうか。

亜熱帯農業として区分されている地域では茶の栽培が盛んであり、中には桑園も開



第1図 イランの農業類型

かれ養蚕が一部では行われている。この地域の農家は稲ワラで屋根をふいており、外見はわが国の農家と見まがうのであるが、近寄って構造を調べてみると、家屋の基本構造は他の乾燥地域のものと同様であり、乾燥地特有の土でねり上げられた箱型の家屋である。そして、泥屋根が雨で流されないためにワラ屋根をかむせた構造となっている。

この国のほとんどの大都市は乾燥地では珍しい大河川のほとりに発達している。都市周辺では、河川かんがいによる農業がおこなわれている。都市周辺の農業は集約農業であって、野菜、果樹あるいはビートなどの換金作物の栽培が主体をなしている。Esfahan近郊では河川かんがいによる小麦-水稲作の輪作もみられた。オアシスを利用したかんがい農業は面積的にみて極めて少ない。

なんといっても、われわれに珍しいのは伝統的な地下水かんがいである。地下水の利用のし方が独特のものであって、100mおきくらいに深井戸を掘り、その底を人がやっと通れるくらいのトンネルで連結したものである。その延長は短かいもので5km、長いものでは50kmにも達する。上空から見れば蟻の孔のようなものが点線状に連なり、その最下端に緑の農地が広がっているのが見える。近くでは掘り上げた土の山が塚のように並んでいるだけで、全体の配置をとらえることができない。これは山すその緩傾斜地に多くみられ、地底の細い水路は一定の勾配をもって流れ、やがていずこかの地表に表われる。その水路の出口付近に村落が形成され、水はまず生活用水に使われたあとで、農地をうるおす仕組みとなっている。

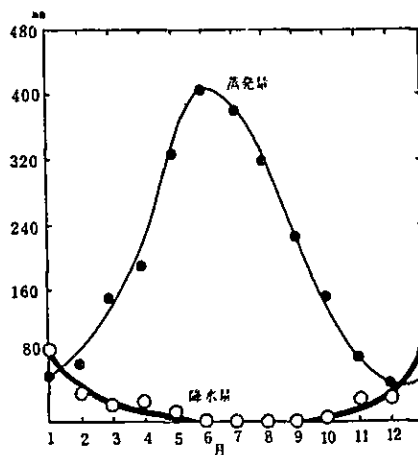
上述した地下水利用の構造はカナート、またはガナートと呼ばれ、中近東乾燥地域特有のものである。ただし、これに類似した小規模のものは三重県、長野県にも存在した様であり、その報告もある。カナートは以前は金持ちが造り、保守管理は所有者が負担した。2・3年に1度はトンネルの掃除をして土砂をとり除かなければ水は止まってしまう。たて井戸は掃除に際しての出入口として利用するのである。一般農民はカナート所有者の小作人となるか、あるいは、金を出して水を買わなければならない。

1963年から実施された農地改革によって多くの地主は追放され、農民は自作農となった。すると、カナートを補修するための資金が不足して放置されたものが多いと聞く。カナート総数は2万本とも言われているが、機能しているのは5千本程度らしい。カナートが廃止されたかわりに、現在はポンプ揚水が普及しつつある。貧農の多くはポンプ所有者から水を買っている。この揚水ポンプにしても、無闇に設置すれば乏しい地下水が底をつくので、政府機関によって厳重に設置場所の調整がおこなわれている。

ところで、地下水かんがい農業の分布を第1図でみていただきたい。Zagros、Elburzの両山脈で構成されるV字型の内側と、アフガニスタンとパキスタンの国境附近の山地に地下水かんがい農業が多く分布し、乾燥のはげしい沙漠周辺には見当たらない。この原因は

山岳地帯には比較的雨量が多く、良質な地下水が得られるためである。一般に岩石は塩類を含んでおり、それが微量ながらも雨水にとけて淡水の成分となっている。乾燥地では水分の蒸発がはげしいために、淡水が地表面を流れる間に塩分が濃縮し、ついにはそれが凝固して塩湖となる。水源地である山地から遠ざかるにつれて塩分濃度の高い水となり、かんがいには利用できなくなるのである。

イランの気候が如何に水分の蒸発を強制するものであるかを示すために、一例として第2図および第5表をあげた。この条件下で小麦の栽培を検討してみると次のとおりである。ふつう小麦は9、10月に播種され翌年の7・8月に収穫される。小麦が繁茂する4～7月の蒸発量を第2図で見れば合計1,200mmにも達する。この期間に要水量は最少限にみて1,200t/haである。かりに塩分濃度1,000ppmの水を1,200tかんがいたとすれば、耕地に残存する塩分は1.2tとなる。最低に見積もっても10年間にha当たり1.2tもの塩分が耕地に蓄積するのである。第5表はわれわれの研究施設からイランへ調査に出た別の調査隊による気温、湿度の日変化の観測記録であるが、8月1日の記録にみられる様に相対湿度が20%に低下する日が夏中続くのであるから、水分の蒸発が如何にはげしいかが想像できよう。



第2図 月別降水量および蒸発計蒸発量の年変化

第5表 気温、相対湿度の日変化 (Ahvaz 近郊 1976年)

| 月日* | 項目 | 時 刻 | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| 3 22 | 気温℃ | 10 | 8 | 7 | 11 | 15 | 18 | 20 | 21 | 19 | 16 | 14 | 13 | 12 |
| | 湿度% | 89 | 93 | 93 | 94 | 72 | 54 | 51 | 48 | 60 | 85 | 90 | 90 | 91 |
| 8 1 | 気温℃ | 35 | 34 | 29 | 27 | 34 | 40 | 45 | 48 | 48 | 46 | 42 | 37 | 34 |
| | 湿度% | 28 | 27 | 32 | 41 | 32 | 27 | 23 | 21 | 20 | 23 | 27 | 35 | 37 |

さらに、Esfahan地域におけるかんがい水の水質を第6表でみよう。この表にはかんがい水中の主要な塩類濃度を示してあるが、この他にもカリが相当多量に含まれている。かんがい水中のNaとClだけをみても如何に多量の塩を含んでいるかがわかる。水質の良好なNa 1～5でもNaClは500～1,000ppmとなり、水質の悪いNa 12～16にいたっては約1,500ppmである。これらの値と日本の河川のものと比較すれば、わが国の水が極めて良質のものであることがよくわかる。

ちなみに、イランに限らず中近東乾燥地域では塩分濃度300ppmの水までかんがい水と

第6表 Esfahan地域におけるかんがい水の分析例

| No. | 電気伝導度 ×10 ⁶ ・Ω/cm | PH | - イオン mg/l | | | | + イオン mg/l | | | |
|---------|---------------------------------|-----|------------------|-------|-----------------|---------|------------|-------|-------|---------|
| | | | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | 合計 | Ca | Mg | Na | 合計 |
| 1 | 1,560 | 7.8 | 2806 | 241.4 | 844.8 | 1,366.8 | 248.0 | 312.0 | 207.0 | 767.0 |
| 2 | 1,600 | 8.0 | 213.5 | 426.0 | 288.0 | 927.5 | 80.0 | 24.0 | 345.0 | 449.0 |
| 3 | 1,800 | 7.7 | 61.0 | 532.5 | 0 | 593.5 | 80.0 | 48.0 | 437.0 | 565.0 |
| 4 | 1,800 | 7.8 | 91.5 | 426.0 | 576.0 | 1,093.5 | 120.0 | 72.0 | 299.0 | 491.0 |
| 5 | 1,900 | 7.6 | 91.5 | 585.8 | 192.0 | 869.3 | 160.0 | 48.0 | 345.0 | 553.0 |
| 6 | 2,000 | 7.7 | 61.0 | 568.0 | 288.0 | 917.0 | 120.0 | 48.0 | 391.0 | 559.0 |
| 7 | 2,284 | 7.9 | 329.4 | 426.0 | 1,267.2 | 2,022.6 | 344.0 | 456.0 | 368.0 | 1,168.0 |
| 8 | 2,900 | 7.4 | 61.0 | 887.5 | 768.0 | 1,716.5 | 80.0 | 72.0 | 621.0 | 773.0 |
| 9 | 2,900 | 7.5 | 61.0 | 852.0 | 960.0 | 1,873.0 | 160.0 | 72.0 | 609.5 | 841.5 |
| 10 | 2,900 | 7.5 | 91.5 | 816.5 | 864.0 | 1,772.0 | 80.0 | 48.0 | 598.0 | 726.0 |
| 11 | 2,900 | 7.4 | 122.0 | 816.5 | 1,248.0 | 2,186.5 | 200.0 | 24.0 | 575.0 | 799.0 |
| 12 | 3,100 | 7.4 | 91.5 | 781.0 | 1,152.0 | 2,024.5 | 200.0 | 96.0 | 552.0 | 848.0 |
| 13 | 2,900 | 7.6 | 122.0 | 852.0 | 768.0 | 1,742.0 | 160.0 | 48.0 | 621.0 | 839.0 |
| 14 | 3,200 | 7.5 | 122.0 | 781.0 | 1,152.0 | 2,055.0 | 240.0 | 144.0 | 506.0 | 890.0 |
| 15 | 3,200 | 7.6 | 122.0 | 887.5 | 576.0 | 1,585.5 | 80.0 | 48.0 | 655.5 | 783.5 |
| 16 | 3,200 | 7.7 | 61.0 | 923.0 | 576.0 | 1,560.0 | 240.0 | 96.0 | 563.5 | 899.5 |
| 日本の河川平均 | | | 31.0 | 5.8 | 106 | 47.4 | 8.8 | 1.9 | 67 | 17.4 |

して使用されているのである。このような耕地では数年に1度は畑に水を湛えて除塩しなければならない。除塩操作のためには深い排水路と、高塩分の水を捨てる水路、または窪地がなければならない。もし、高塩分の水がかんがい水路に流入したのでは、かえって水質を本来のものよりも悪くしてしまう。また、排水路にしても現地の技術水準では大土木工事である。後で詳しく述べるが、もともと土地の基盤整備に労力をかけることの少ないこの地域では、除塩用排水路の設置は稀であって、耕地は塩類の集積により不毛化すれば放棄してきた。水質の悪い地域では、かんがい農業の持続年限は20～60年といわれている。

第1図でみられるとおり沙漠周辺は空白地域となっているが、その地域にもかつての農耕地の跡がみうけられ、それが塩積によって放棄されたものであることは、地表を雪のように覆っている塩によってたやすく知ることができた。

乾燥地において、かんがい農業の永続性を左右するものは水質であるといえる。すでに述べたとおり、水源に近い山地で農業が永続し、また、カナートによる地下水かんがい農業が永続しているのも、すべて水質の良い水が得られるということに原因している。さらに、カナートは水路が地下にあるために、水分の蒸発がおさえられ、塩分が濃縮しないという大きな利点がある。

農業の永続性という面から見れば、ドライ・ファームिंगが最もすぐれている。このドライファームिंग(乾地農法)は、イランでは比較的雨量の多い山地を中心に分布している(第1図参照)。J. A. Widtsone によれば、「ドライ・ファームिंगとは、年降水量

20時ないしそれ以下の土地において灌漑せずに、有用作物を営利的に生産することをいう」と定義されている。さらに、年雨量20時以下に属する地表は陸地の55%にも達するといわれている。この広大な土地において有史以前から延々と引きつがれてきた古い農法がドライ・ファーミングである。このやり方を略述すれば次のとおりである。

この農法の特徴は、同一の耕地で作物を連年栽培しないで、隔年または2～3年おきに作物を栽培する。土地を休ませる（休閒）期間には耕地を裸地としておき、年に1～2度ていねいに犁で浅く耕す。浅耕の目的は耕地表面を軟らかくし、砂を撒いたような状態にするためである。こうすると、毛管現象によって土中の水分が上昇するのがまたげられて、土壌表面から蒸発する量がぐっと少なくなる。それと、除草をかねておこなうので雑草葉面からの蒸散による水分の損失を防ぐことができる。

休閒の目的はあくまでも耕地に水分を貯えることであって、1作物に必要な水が土中に溜ったとき、はじめて小麦を播くのである。だから、雨量が少ない年には休閒期間が2年あるいは3年になる場合も生じる。休閒のときにていねいに除草するので作物栽培中は除草しない。また、バラ播きなので除草のやりようもないのである。あらゆる山の頂上部も土壌さえあればこのやり方で麦作に利用されているのがイランの山地における実態であった。

ドライ・ファーミングは投機的要素を多分に持ち、その年の冬に雨が少ないと収穫は皆無となる。また、肥料を与えてよく茂らせれば、それだけ葉面からの蒸散がふえて、それが土中に貯えられた水分を上廻ると収穫は得られない。確実に収穫しようとするならば播種量を少なめに抑えておくことが必要である。雨が多いということが予測できれば播種量を増やす。収量は播種量に比例するわけであるが、立毛が多くなるとそれだけに水分不足の危険がふえるのである。湿潤地帯における農業では作物を、過繁茂にならない程度まで、生育を促進させることが増収に結びつく。とくに、窒素質肥料の乏しかった段階では、作物をいかによく茂らせるか、という点に栽培の工夫が集中していた。ところが、ドライ・ファーミングでは作物の生育量と土中の水分量とのバランスをうまくとることが栽培の眼目となっている。ここに作物栽培のうえでの発想の出発点に、湿潤地帯と大きな相違点を見出すことができるのである。

以上は作物栽培についての概略であるが、乾燥地農業で大きなウエイトを占めるのは羊の飼育である。現在、イランには羊、山羊を含めて約3,800万頭が飼育されているが、これでも国内の需要を満たすことができないで、近隣国より輸入している。羊の飼育については、群を追って草を求めながら一年中移動していく形式の遊牧から、穀作を主体とした農業にくみこまれた舎飼いによる飼育まで、様々な形式がある。歴史的にみて、遊牧が先で、その後耕作を始めたか、または耕作の中から遊牧形式が分離したのかについては

論議のあるところである。

E. Werth は犁耕農法のなかから遊牧が流出したとみなし、羊の飼育段階を次の4つに分類している。①高牧：夏は高地の放牧地で飼い、冬は谷間の基地で舎飼いをおこなう。そして、基地には住居があり、穀作をおこなっている。②移牧：夏は高地放牧地で飼い、冬期になると低暖地の各放牧地へ羊を移動させる。両放牧地の間に住居があり、そこで穀作をおこなう。③巡牧：夏は高地放牧をおこない、冬は低暖地の農民がこの家畜を受託して舎飼いをする。④遊牧：夏は高地放牧地、冬は低暖地の放牧地へと移動する。農耕は全然おこなわず、住居は移動に容易な天幕である。

われわれが調査した際にも、この4つの養畜形式があり、穀作のウエイトの高さに応じて高牧から順次遊牧へ移行するのが認められた。羊の飼育について一般的にいえるのは、いずれの形式にせよ夏は作物を飼料として与えることはほとんどなく、もっぱら野草の採食にまかせていることである。われわれには崖としか思えない急斜面をゆっくりと羊の群が移動している。この光景を目のあたりにして、イランの全部といってよいほど、広大な山地に自然に生えた樹木が見当たらない理由が理解できたのである。飛行機から眺めればほとんどの禿山に等高線状に細いスジが走っている。地上に立ってみて、それが羊の足跡であるとわかった。ドライ・ファームの小麦の収穫はかなり乱雑で刈り残しの穂が随所に見られるのだが、1度羊の群が通過すれば、それこそ地面はなめたようにきれいになる。羊の群の跡にはトゲのある草しか残されていない。イラン全土の草が羊の胃袋に収まってしまおうといっても決して過言ではなからう。

とくに興味深いのは羊群における山羊である。山羊は羊よりも価格が安いにもかかわらず、数パーセントは混ざって放牧されている。これは羊よりも山羊が賢いので草をよく探し、危険な道を盲進しないという特性を利用しているようだ。羊群のリーダーは必ず山羊である。そして、羊群の周囲を犬が巡回し、盗難などを警戒している。

飼料作物の首位を占めるのはアルファルファであって、これは乾燥して貯蔵し、麦稈の先端部分、つまり花梗を細断したものに混入して冬期の舎飼い飼料としている。周知のとおり、アルファルファは耐塩性作物として著名であり、地力維持のうえでも乾燥地に好適した作物であるが、零細農家ではこれを大面積に栽培するほど耕地に余裕がない。飼料の貯蔵量に見合った頭数だけを自宅に残し、他は冬期の遊牧業者に委託するのが多い様である。

以上でイラン農業のアウトラインを述べた訳であるが、なかでもドライ・ファームと遊牧は紀元前から乾燥地において継承せられてきた農業のタイプである。ことに前者は単位面積当りの収穫量という面からみれば、甚だ低水準にあるが永続性においてすぐれて

いる。かんがい農業は収量の面では高能率ではあるが、水質の如何によっては驚くほど短年月で崩壊してしまうというもろい側面をもっている。深刻な食糧不足という今日の状態からみて、養畜にせよ穀作にせよ、単位面積当りの収量を引き上げ、同時に永続性を確保するという困難な課題に、乾燥地農業は立ちむかわねばならぬ状況におかれていることは確かである。

3. 農業の型の決まり方とエネルギー経済

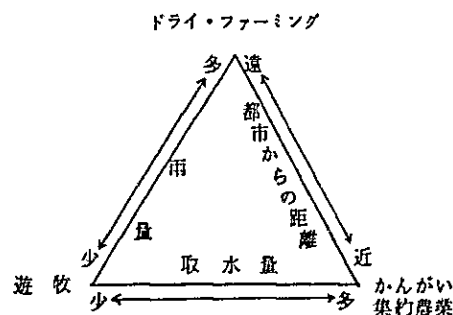
イランに限らず中近東乾燥地の農業は、遊牧、ドライ・ファーミング、かんがい農業の三者で構成されている、ということはすでに述べたとおりである。ところが現地へおもむいてみると、それぞれのウエイトが地域によって異なっている。とくに遊牧に関しては、これは頑固に固執する種族もあり、環境との関係からのみ一面的に割り切ることはできない。しかしながら、やや巨視的にとらえてみると、農業形態の分化にも環境条件との対応関係が認められる。乾燥地における農業のタイプの決まり方を概念的に図示してみたのが第3図である。

平均的なイラン農家を頭に描くとすれば、谷間あるいはカナートに住居を持ち、1 haばかりのかんがい農業と2～3 haのドライ・ファーミング、そして数十頭の羊の飼育をおこなっている。農村は集落をつくるが集落の歴史は浅いものが多い。大野(1971)の著書によっても明らかであるが、わが国のように農民と商人の区別はし難く、

同時に遊牧民と定着農民の区別も画然としないのがふつうである。つまり、遊牧をやっていた者が、たまたま水のある所に定住したという経過が多く、なんらかの事情で水が無くなれば、いつでも遊牧民あるいは商人に変身しなければ生活が成り立たないのである。

水獲得の安定度と、その量によって穀作のウエイトが異なる。取水量が多ければ問題なくかんがい農業のウエイトが高まり、同時に定着度も高くなる。良質の水が多量に安定して得られる。そういう条件のところは例外なく都市が発達する。つまり、農業の余剰生産力が高く、それが都市を支えるのである。そして、都市周辺の農業は集約農業であり、技術水準もかなり高い。丁度、わが国の明治末期に匹敵する農業技術である。

全くドライ・ファーミングだけで農業を営む農民は極めて少なく、おそらく皆無に近いのではなかろうか。考えてみれば、水がなければ河川かカナート、またはオアシスから得なければならない。そうした地域では当然かんがい農業がおこなわれることになる。



第3図 乾燥地における農業の型と環境

要するに問題は取水量である。取水量が少なければ養畜のウェイトを高めざるを得なくなる。また、雨量の少ない地域ではドライ・ファーミングも思うままに出来ない事情も関係してくる。さらに、極端に水が得られない場合は遊牧に頼って生活するしかいたしかたがない。この様なわけで第3図の底辺に示した遊牧とかんがい集約農業の関係が成立すると考えられるのである。

取水量が少なくても、かんがい農業のウェイトを高めることができなくても、雨量が多ければドライ・ファーミングで穀作は安定する。雨量の比較的多い地域(年降水量500mm)ならば、連年ドライ・ファーミングによって小麦作が可能である。これに羊の飼育を加えれば安定した農業を営むことが出来る。ただし、この場合の安定とは自給自足の意味においてである。小麦で作った酵母を使わないヌンというパンと少量の羊肉と乳製品(ヨーグルトが主体)、そして若干の野菜という食事に我慢するならば、生活はいたって安泰である。

現代における世界的な傾向かもしれぬが、農村に工業製品が流入し、その便利さと魅力のために過去の伝統的な生活は破壊されつつある。わが国でいえば山間僻地といえる地域から、都会へ出稼ぎに出かけ、その稼いだ金を工業製品とか衣料の購入にあてている。彼等農民が購入する電気製品とか日用品の多くは日本製のものが多い。日本農村の出稼ぎを深刻に受けとめている筆者にとっては、まことに痛ましく胸につきささる現実であった。

都市近郊では古くより貨幣経済の渦に巻き込まれているので、換金作物の栽培が盛んである。都市に隣接した地区では葉菜類とか、トマト、キュウリの栽培が盛んである。やや離れた地区では西瓜、メロン、そして果樹栽培がおこなわれている。これらの作物はかなり集約的な管理がなされており、様々な工夫が栽培にこらされている。とくに、近郊園芸地帯で目をひくのは土地基盤の改造である。水路と土地の区画は整然としており、耕地の水準度も良好で、比較的一筆面積が大きい。堆肥の投入も盛んにおこなわれており、地域によっては砂の客土による土性の改良も実施されていた。そして、耕地を囲む畔の低いことが印象的であった。

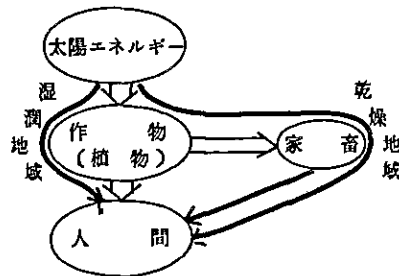
ところが、都市を離れるに従って土地基盤の整備は粗雑となり、かんがい方法も畔を高くした水盤法が優先してくる。水盤法とは、80~100cmの畔を耕地の周辺にめぐらせ、この中に水を湛えて土中にしみこませる方法である。耕地の区画も狭くなり5アール程度、あるいはそれ以下のものが多い。そして、ドライ・ファーミングのウェイトが高まるのである。都市を離れるにしたがって栽培管理の集約度が低下するのは、換金作物のウェイトが軽くなり、反面、自給自足的農業の色彩が強くなることを関係があるように見受けられた。

当然のことながら、農業の型はそこでの食事体系を強く規制する。人間は生命を維持す

るうえで、成人ならば約2,500カロリーの熱量と80gの蛋白質を食物をとおして摂取しなければならぬとされている。湿潤地域で稲作が優先する地域では例外なくカロリーの大部分はコメから摂取されている。他方、欧米では畜産物からのカロリー摂取量が圧倒的に多いことが指摘されている。中近東乾燥地域においては小麦と羊肉そして乳製品が常食であり、肉類の消費はわが国よりもはるかに多い。貧民はパンとヨーグルトの食事が主体であるが、金さえあればたちまち羊肉を主体としたものに移行するようである。

作物は最も能率のよいもので、太陽エネルギーを光合成作用によって0.1～1%内外可食部分に固定することができる。ところが、作物を家畜に与えて畜産物として利用する場合には、与えたカロリーのせいぜい5～15%程度が固定するにすぎない。エネルギー経済の立場からいえば、人間が直接食べることのできる食品を家畜に与えることは、大変なエネルギーの浪費である。

太陽エネルギーが農業という媒体をとおして人間に流れこむ経路を巨視的にみれば、第4図に示したように、湿潤地域においては作物→人間という直接的なコースが優先するが、乾燥地域においては、このコースの他に植物→家畜→人間というコースの比重がぐっと重くなっている。湿潤地域においては後者のコースは食事体系の補助的役割の意味しかないのであるが、乾燥地域ではこれがしばしば主流を占める場合もあるのである。



第4図 農業をとおしての太陽エネルギーの流れ

さきに述べたドライ・ファーマリングは年降水量250mm以下では成立しない。また、たとえ500mm地帯であろうとも、雨量の年による変動が大きいので、雨の少ない年には収穫はほとんど期待できない。第7表に年降水量と、その平年との変率を示してあるが、降水量が少なくなればなるほど年による変動の幅が大きくなる。このような訳で降水量の少ない地域ほどドライ・ファーマリングの不安定さが増してくるのである。そこで、安定して食物を獲得しようとするれば、山野に生える草を羊に食わせて、それを肉として利用する傾向を強めなければならない。このことはイランにおいても例外ではないのである。

N. Galesorkhi は大変興味深い計算をおこなっている。1972年現在のイランの家畜は、羊、山羊を含めて3,841万頭、牛は561万頭でこれを羊の単位に直せば2,805

第7表 中近東アフリカにおける年降水量とその平年との変率

| 降水量 (mm) | 平年との変率(%) |
|---------------|-----------|
| 250 以下 | 40 以上 |
| 250 - 500 | 25 - 40 |
| 500 - 1,000 | 20 - 25 |
| 1,500 - 2,000 | 15 - 20 |
| 2,000 以上 | 10 以下 |

世界大百科事典(平凡社)世界地図

万頭となる。総計 6,656 万頭の羊に換算されるわけであるが、これらの飼料の 90% は天然草地より得ている。一方、イランの草地面積は天然草地として 4,000 万 ha、林地の $\frac{2}{3}$ を草地とみなすと、これが 1,200 万 ha、合計 5,200 万 ha である。羊 1 頭当たり 2 ha が必要であるからこの草地面積では 2,600 万頭しか収容できない。現在のイランにおける家畜数は収容能力の 2.6 倍にあたる、極めて過密な状態である。

この様な過放牧がわざわざしてイランの山はほとんど禿山であり、夏の終りともなると平地には草らしい草はほとんど見当たらない状態である。試験的に放牧を禁止している地区では比較的草の量が多い事実から見て、家畜が国土から緑を奪っていることは確かである。しかしながら、人間の食えないものを家畜をとおして利用するという畜産の原則をここにみることができるのである。この原則からすれば、国土に家畜に食わすべき材料に恵まれながらも、人間の食物である濃厚飼料を輸入して、からくも成立しているわが国の畜産のあり方に疑問を抱かざるを得ない。

さきあげた、マルトンスの乾燥指数にもとづいて飯沼(1971)が算出した夏指数についてもわかるとおり(第4表参照)、イランの夏指数は5以下で降水のみでの夏作物の栽培は不可能な地域がほとんどである。作物にとって水を最も必要とする時期は発芽期と開花期である。発芽に要する水は量的にみて少量ですむが、開花期は葉面積指数が最大となり、蒸散で消費する水量の最も多い時期である。この時期の水不足は子実作物にとって致命的であって、開花受精がおこなわれなければ収穫は皆無となる。ところが、草類であれば早ばつによって子実が実らなくても、茎葉を家畜の飼料とすることができる。一般に乾燥地域における羊の飼育は、夏期はほとんどが放牧で給餌し、特別に作物を飼料として与えないのが普通である。このやり方は人間の食べることできぬ肉や乳という可食形態に変換するという極めて合理的な方法であると考えられる。まさに羊は乾地植物に貯えられた太陽エネルギーをかき集める道具として使われているのである。

さらに、農業労働の面からみれば、人は特別に腕の筋肉を使って作業する必要はなく、羊群の動きに追従し、それを管理するだけでよい。村落周辺の放牧ならば少年にでも負担できる軽度の労働である。作物栽培と比較すれば問題にならないほど少ない人間エネルギーの投入量で食物が得られるという利点があり、この点においてこそこうした養畜形態が永く存在し得たのであろう。

ここで、ふたたび第4図の農業をとおしての太陽エネルギーの流れを問題としよう。鯖田はその著書「肉食の思想」において、米作地帯はカロリー摂取の大部分を穀物に依存する食事関係をとるが、ヨーロッパ系のそれは動物性食品に依存する比が格段に高いことを指摘し、さらに、この原因を米作農業は種子量に対する収穫量の比が、小麦作に比して著しく高いところに求めている。イランの食事体系は羊肉(羊乳)、小麦が主体となり、明

らかにヨーロッパ型の分類にくみこまれるが、鯖田の説くごとく「ヨーロッパではパンはぜいたく、といったほどに動物性食品を多くは摂っておらず、先述のとおり収入の低い層ではパンのウエイトが高い。

もともと人体はタンパク質を主な成分として成立っているが、これを体内で合成するには各種のアミノ酸が必要である。このうち、8種類のアミノ酸だけは人体内で合成できない。そのため、植物あるいは動物のタンパク質からこれらのアミノ酸を摂取して、人体のタンパク質をととのえるわけである。食物に含まれているタンパク質100グラムで、人体のタンパク質を何グラム得るかという数値をタンパク質の「生物価」と呼ぶ。魚・肉・乳の生物価は約100、コメの生物価は約90である。これに対して、小麦で作られるパンの生物価は約35である。

したがって、人体を維持するためのタンパク資源をコメだけに頼るとすれば、カロリーとしての必要量の10%ばかりを余計に食べれば事足ることになるが、パンだけに頼るとすれば約3倍も食べないと、必要量のアミノ酸を補うことができない。おとな1日のタンパク必要量は最低限70グラムだとされているが、これをパンだけでまかなうとすれば、3キログラムも食べなければならぬ計算になる。もとより、これだけのパンをとり続けることは不可能であって、完全な食事体系を旨とするならば必然的に畜産物の摂取量を多くしなければならない。イランにおいて収入が増えれば羊肉を多く食べるのも極めて自然な生理的要求を満たすものといえよう。冬雨地帯における冬作物としての小麦、そして羊の結合は自然条件からみても、栄養学的見地からしても、必然的なものとみなされるのである。

さて、乾燥地農業において重要な地位を占めるこの小麦は数千年前よりトライ・ファーマーミングによって栽培されたものであって、おそらく息の長い農業である。既述のとおりこの栽培法は降水に依存するので塩類集積が伴わず、耕地が永続して使えるのが大きな利点であるが、さらに、これをエネルギー経済の立場から検討してみよう。

小麦収量が1.2トン/haとすれば、これに含まれる熱量は約400万キロカロリーである。他方、人力として投入するエネルギーを50人/haとみておけば充分であろう。すると、人力のエネルギーは15万キロカロリー（ $50 \times 3,000 \times 10^3$ ）となり、畜力として20万キロカロリーを加算すれば、投入エネルギーの合計は35万キロカロリーとなる。この値で収穫物のカロリーを割り算すると、1.4という値が得られる。

わが国の水稲栽培における投入エネルギーと収穫エネルギーの比を宇田川（1976）が算出しているので、ドライ・ファーマーミングのそれと比較してみたい。1950年（昭和25年）においては収穫エネルギーは1,160万キロカロリーであり、投入エネルギーは915万キロカロリーで、両者の比は1.27である。この時点での収穫エネルギーはイランの場合の約3倍であるが、投入/収穫比は約10分の1と低い。わが国の稲作は反収の

高さでは世界的にみて最高に位するのであるが、エネルギー経済の面ではおそらく最低にランクされるのではあるまいか。

昭和25年当時は機械化も進まず、農業資材にも不足していたので、もっぱら伝統的稲作農法に頼っていた時代である。それから20年後の1970年には、肥料、農薬、機械といった農業近代化の三要素が出廻り、反収は1950年当時よりも約50%も増加した。しかし、この時点においてエネルギーの収穫/投入比は0.47に低下したのである。つまり、収量を増加させるために石油エネルギーを多量に投入した結果、エネルギー経済の面では大幅赤字となった。

理論的にいえば、投入カロリーに対する収穫カロリーの割合が1.0以下になれば、カロリーの生産を目的とした農業は成り立たない。わが国の稲作がカロリー収支の上では赤字となっているにもかかわらず、稲作は比較的安定した作物として強固な地位を保っている。これは経済法則とエネルギー法則とが別の次元で働いているせいである。もし、投下資本に対して、利益がゼロになれば農業経済はただちに成りたたなくなる。ただ、投入カロリーの大部分を占める化石燃料に代金を支払っても、それを補っても余りあるだけの価格で生産物を販売できれば、農業は経営としては成立するのである。

しかしながら、化石燃料はいつかは消費し尽くされる時期がくる。化石燃料依存型農業は、永続性という面において不安定な要素をもっていることを念頭に入れておかねばならない。ドライ・ファーミングの収穫/投入比が、わが国の稲作に比べて著しく高いという事実は、農業の永続性を保障する条件として注目すべきものである。単位面積当たりの収穫量は少なくとも、投入する労力に比して大きな収穫をドライ・ファーミングはもたらしるのであるが、この形で収穫量を増やすためには農地をたえず拡大しなければならない。しかしながら、乾燥地においては水の制約から耕作適地には限度があり、農地拡大は頭打ちとなる。そこで、必然的に反収増加の方向を農業はたどらざるを得なくなるのである。

4. 耕地の成立条件とその改良

いうまでもなく農業の基盤は土壌である。半乾燥地あるいは乾燥地土壌は湿潤地域の土壌と比べると次のような特徴をもっている。

- a 土壌有機物含有量が少ない。
- b 土壌PHは弱アルカリ性かアルカリ性である。
- c 土層のある部分に炭酸カルシウムが多く存在する。
- d 土層の分化が貧弱である。
- e 土壌粒子は一般に粗粒である。
- f 土壌微生物の活動程度は低い。

一般には乾燥地といえただちに砂漠を連想するであろう。たしかに、地図をみれば乾燥地には広大な砂漠が分布しているが、この地域の農業利用はほとんどなされておらず、不毛の地として放置されたままである（第1図参照）。

農耕がおこなわれているのは山地、山麓部、あるいはこれに接続する平原であることはすでに述べたとおりである。

平原土壌の特徴は粘土含量が高く排水不良のものが多く、そして、表層には各種の塩が集積している。このような土壌は塩性土壌と呼ばれている。

塩性土壌も細かくみれば、(I)可溶性塩は多くないが、交換性ナトリウムを多く含み、作物の生育を阻害する。(II)可溶性塩、交換性ナトリウムをともに多く含むがpHは(I)よりも低い(8.5以下)。(III)は可溶性塩を多く含む非アルカリ土壌(pH 8.5以下)で、作物の生育を阻害するものに分けられる。概念的には(I)はアルカリ土(Sodic Soil)、(III)は塩性土(Saline Soil)と呼ばれているものである。

塩性土に含まれる多量の可溶性塩の中味は、硫酸カルシウムが主体であるが、ほかにマグネシウムおよびナトリウムの硫酸塩と塩化物を含んでいる。これらの可溶性塩は、いずれもはげしい水分蒸発のために地中の土壌水が毛管上昇して、土層の表面に凝集、沈積してできたものである。土壌有機物が乏しいために明るい土色を呈し、表層下2 cmほどの薄い塩の被膜の下には、砕けやすい粒径2 mmほどの団粒構造の発達した土層が2~3 cmの厚さで存在するのが特徴である。

アルカリ土は塩性土とは反対に土壌水の毛管上昇よりも浸透水による洗脱が上廻っている地域にできる。過剰の塩類は下層に洗脱されて、ナトリウムの一部は炭酸塩となって加水分解の結果、より強いアルカリ性を呈する。土壌の断面をみると、溶脱層と集積層がはっきりと分かれている。前者は淡色で板状構造を、後者は粘土、酸化鉄、そして少量の腐植が集積して暗色を呈する。これが乾くとナトリウムコロイドの収縮によって特徴的な円柱~角柱状構造をつくり、土壌表面には亀裂が生じる。

以上述べてきた土壌の特徴は作物栽培のうえで重要な意味をもっているのであるが、それは後段で一括して述べることにし、まずイランにおける土壌の分布と土地利用の対応関係を検討しよう。

第8表に土壌の分類と土地利用の状態が示されてある。これによると、生産力の中~高を示す土壌は現有耕作地の約半分であり、他は生産力が低いこと、そして、生産力の中~高地域のほとんどが利用されていることが指適できる。また、生産力と土壌の深さとが深い関係にあることもわかる。例えば第8表で生産力中~高を示す土壌はNo.1~3であるが、この全面積は1,410万haであり、このうちの73%に相当する1,060万haが耕作地となっている。農業の初発段階において肥沃な土壌地域が選択されており、今後農地を外延

第8表 土壌の分類と土地利用

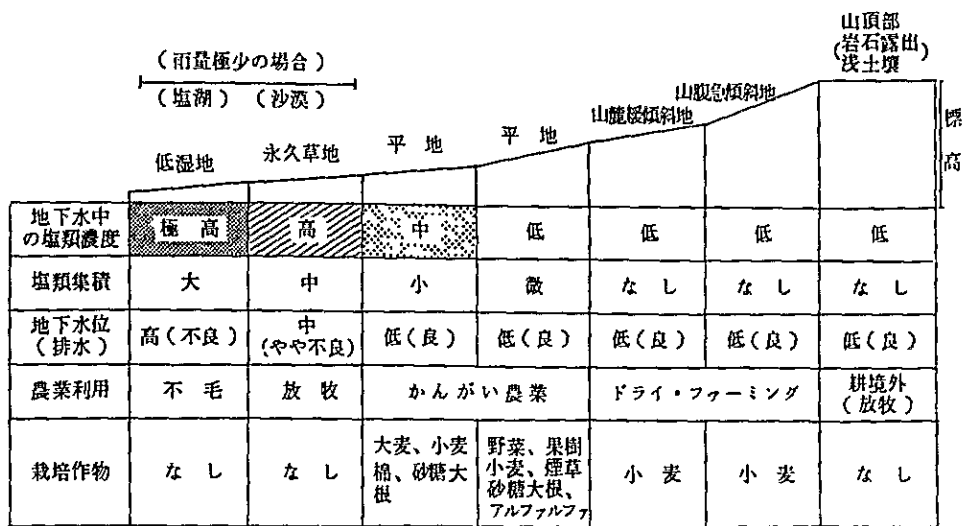
| № | 土壌の分類および特徴 | 傾斜(%) | 深 さ | 透水性 | 土壌侵蝕 | 生産力 | 土地利用 | 耕作面積 × 1,000ha | | |
|-----|--------------------------------------|-------|-----|-------------|-------------|-----|---|----------------|--------|--------|
| | | | | | | | | 全面積 | 耕作地 | 耕作可能地 |
| 1 | 排水良好、微細構造の土壌 | 0-1 | 甚 深 | 緩-中 | な し | 中-高 | かんがい農業 ドライ・ファームング、 <small>畑芸</small> | 6,100 | 4,600 | 5,500 |
| 2 | 緩傾斜で褐色または栗色土壌 | 1-3 | 深 | 緩-中 | 軽 | 中 | 一般作物 ドライ・ファームング | 8,000 | 6,000 | 7,200 |
| 3 | 急傾斜、褐色、栗色、 チェルノーゼム土壌 半乾燥-半湿潤地帯 | 3-8 | 中 | 緩-中 | 中 | 中 | 一般作物 ドライ・ファームング | | | |
| 4 | 排水不良、沖積および水成土壌 軽度の塩性土を含む | 0-1 | 甚 深 | 甚緩-緩 | なし-軽 | 中-低 | 水稲・大麦栽培 | 5,500 | 2,800 | 4,400 |
| 5 | 沙漠と乾燥地の黄色土 | 1-3 | 中 | 中 | 中-大 (風蝕) | 低 | 草地、かんがい農業 ドライ・ファームング | 30,600 | 1,530 | 15,300 |
| 6 | 湿潤、半湿潤の起伏の多い地形の土 | 15以上 | 浅 | 中・表面 面流去 | 中-大 | 中-低 | 樹木、特用作物 | 3,100 | 470 | 620 |
| 7 | 急傾斜、半乾燥地の浅い土 | 15以上 | 浅 | 中 | 大 | 低-中 | 草 地 ドライ・ファームング | 35,300 | 3,530 | 5,300 |
| 8 | 乾燥地の山地土壌 | 15以上 | 甚 浅 | 緩 | 大 | 甚 低 | 放 牧 | 27,800 | 420 | 550 |
| 9 | 高塩性沙漠土 | 0-1 | 深 | 甚 緩 | 風蝕大 | 甚 低 | 貧弱な放牧 | 4,800 | 50 | 100 |
| 10 | 砂丘(海成砂土) | 1-3 | 浅 | 速 | 風蝕大 | 低 | 草地・荒地 | 13,300 | 0 | 0 |
| 11 | 塩性沼沢地および亀裂のある荒い山地 | 区々 | 浅-深 | 緩 | | 甚 低 | 荒 地 | 29,100 | 290 | 500 |
| 合 計 | | | | | | | | 163,500 | 19,690 | 39,470 |

注) Soil of IRAN より。

的に拡大するには、劣悪な土壌地域へ進出せざるを得ない状態なのである。

耕作可能地として広い面積を有するのは第8表№5の沙漠と乾燥地の黄色土であって、ここに1,530万haの耕作可能地がある。現在、これに属する地域は草地、ドライ・ファームング、かんがい農業として一部が利用されている。この地域の農業利用をすすめるにあたって、ドライファームングの拡大は雨量の点からみて困難である。もしそれが可能であれば、すでに利用されていたであろうが、未利用のまま放置され放牧にしか使われていないという事実は、水が制限因子となってドライ・ファームングもおこなえない状態を示すものである。したがって、将来この地域の利用はかんがい農業の推進にまつほかはない。現在、立案されている乾燥地の農業開発はほとんどが、かんがい農業の推進である。しかし、そこには多くの問題をかかえている。どの様な隘路があるかは逐次明らかにしていくつもりであるが、その前に乾燥地農業がいかなる地形と水資源の基盤の上に成立しているかをまとめてみよう。

第5図は地形と水質と農業利用の形態をそれぞれ対応させた概念図である。まず、山頂



第5図 イラン内陸部における地形と土地利用の形態

部をみると、この部分は岩石が露出しているか、浅く土壤が堆積している。比較的土壤の深い山頂部はドライ・ファーミングに利用されているが、植生が無いために土壤侵蝕がはげしく、山腹の急傾斜地へ土壤がずり落ちていく過程にある。

山腹急傾斜地は崖のような所を除けば、ほとんどがドライマファーミングによって小麦が栽培されている。しかし、冬期に積もった雪がとけるときに土壤は膨潤となり、そこに若干の降雨があると、土砂は一度に押し流され、農地に甚大な被害を与えている。このような土壤侵蝕に対して、現在のところなら対策が講じられないまままで過している。ただ、試験的に等高線上に土堤を築いて土壤の移動を食い止めようとしていたが、大きな効果は期待できないように見受けられた。最も効果的な対策は植生の繁茂を促すことであるが、ドライ・ファーミングを続ける限り植生の発育は期待できない。休閑地は裸地であるうえに、いねいに除草するので植生は皆無である。また、耕作地における小麦の生育は春先にはとくに貧弱であるので、土砂の移動を食い止めようがないのである。耕作のできぬ岸の斜面には羊を放牧するので、これもまた植生の発生はとるに足りない状態である。この様なわけで、山腹急傾斜地の土壤は年毎にわずかながらも下降運動を続け、長年月の間には岩山が屹立する地形と化してしまう。山地に限って言えば、そこにある自然はすべて人間の干渉を受け農耕と過放牧によって変貌をとげてしまっており、現状から過去の自然を推定することは困難である。

山麓緩傾斜地は安定したドライ・ファーミングの舞台であって、この国の食糧確保に大きな役割をはたしている。降雨に依存する農業であるので水質を問題としないですみ、地下水位も低く、かつ地下水の塩類濃度も低いから塩類集もおこらない。ただ問題となるの

は土壤侵蝕だけである。わが国の場合は土壤侵蝕の対策として石垣、または土堤でテラス状の耕地をつくりあげてきた。周知のとおりわが国の農村風景は農民の手による地形改造がいたる処で目につくのであるが、イランのドライ・ファームング地帯では農地基盤に対して労力の投入はほとんどみられない。ただ、目につくのは山麓緩傾斜地帯におけるカナートである。これは平地におけるかんがい農業の水源として極めて重要である。自然の湧水地であるオアシスを利用したかんがい農業が古くより行われたのは当然であるが、このオアシスは特殊な地形のところではしか発見できない。そこで、伏流水のあるところに深井戸を掘り、その深井戸の底をトンネルで連結したカナートが、人工のオアシスとして登場したわけである。

カナート造りには大変な労力のかかるもので、大体100mあたりの開掘に330人役を要するそうだ。イランのカナート数は約2万本で、現在機能しているのは5千本だといわれている。これの平均水路長を10kmとすれば、総計でざっと6.6億人の労力が使われたことになる。これと比べるために日本の稲作基盤に投入された労働力を計算してみると、第9表のとおりである。わが国の溜池数は約5万ヶ所で、この造成には低く見積っても約6.3億人の労力がかかっており、イランのカナート造りとほぼ等しい。湿潤地域にありながら、かくも多量の人々の汗が水源確保に投入されているのである。

さらに、稲作基盤に投入された全労力は約29億人であり、これは500万人の人間が580日働いたことになる。概していえば、乾燥地域は地形改造に投入した労力が少ない感じを受ける。ドライファームングにみられるとおり、自然に適合して最少の労力で多くの収穫を期待するといった原理が強く働いているので

第9表 わが国の稲作の基盤に投入された延べ労力 (津野 1977)

| 項目 | 歩掛り(人) | 規模 | 延べ労力(億人) |
|-------|----------------------|---------------------|----------|
| 開田 | 600/ha | 300万ha | 18.00 |
| 溜池造成 | 1,865/m ² | 3.36億m ² | 6.27 |
| 石垣造成 | 1.18/m ² | 380億m ² | 4.48 |
| 暗きょ排水 | 97.6/ha | 25万ha | 0.24 |
| 計 | | | 28.99 |

注 古代より大正初期まで。

はあるまいか。ヨーロッパ農業、ことにオランダ、イタリア、スペイン、ポルトガルなどの風景写真をみてもわかるとおり、地形は人力によって大きく改変せられている。改変された地形のうえで、耕地生産力が発展したか、または停滞したかが、農業の展開と社会が工業化へ移行した程度に大きく影響したと考えられる。梅棹(1967)は資本主義の発達(工業化)の前段階として封建制の確立を指適し、北ヨーロッパと日本とがその条件に適合することを述べている。耕地生産力の発展と封建制の確立との間に、強いかかわりのあることを筆者は強く意識するものである。北西ヨーロッパとちがって地中海沿岸諸国は農業のための地形改造はおこなったが、耕地生産力を強化する手法を発展し得ないままで今日に至ったとみなすことができよう。

さて、イランの平地における農業であるが、ここではかんがい農業が主役を占める。カナートから得られる水の質が良ければ、かんがい農業は豊富な日射を利用して、すべての作物について高い収穫をあげることができる。ここで問題となるのは水質ばかりではなくて、地下水の位置とその塩分濃度であり、さらに土壤の排水の良否である。地下水位が高い場合は、かんがい水と地下水とが毛管によって連絡してしまう。このとき、地下水の塩分濃度が濃ければ、地下の塩分は毛管現象によって地表に吸い上げられ、作土に塩分集積がおこり、やがては不毛の地となるのである。

一方、排水不良土におけるかんがいは土壤を過湿状態におき、ここに多量の炭酸カルシウムがあると有機物は、地温の上昇にともなう土壤微生物活動の激増によって急速に分解され、土壤は還元状態となり根が被害をうける。また、アルカリ土ではかんがいによって土壤中のナトリウム、マグネシウムおよび一部の可溶性カルシウム塩が除かれる結果、相対的に不溶性カルシウム塩の占める割合が大きくなる。不溶性カルシウム塩の大部分は炭酸カルシウムであるが、これが多量に集積すると、ほう素、鉄、マンガン、銅、亜鉛などの要素欠乏が作物に発生するし、リン酸の肥効も抑制される。この様な耕地に立ち入ると、まるで微量要素欠乏症の見本園のような印象をうけた。

かんがい農業でのさらに大きな問題は土壤表面に発生する亀裂である。この現象はアルカリ土で著しいが、粘度の多い土壤ならば、かんがいを中断して土壤が乾燥凝固したとき普遍的にみられる。この亀裂は幅2~3 cm、深さは1~2 mにも達する場合がある。このために作物根は切断されて生育は不調となる。亀裂の発生を防ぐために、常時土壤を湿潤に保たねばならず、このために湿害がいたる処で見られた。極端に水が不足している地帯で湿害の発生という、まことにぜいたくともうけとれる現象である。

亀裂防止のためにも、また前述した石灰過剰の害を抑えるためにも、堆肥などの有機物の施用が最もよいとされている。ところが、排水不良土に対する有機物の投入は土壤の強い還元化をもたらせ危険性を多分に含んでいる。亀裂防止のためにも、また、硬化した土壤を軟らかくするためにも、土壤有機質の増大が最も効果があることがわかっていながら、それが実施できないのは、暗きに排水施設や良質土壤の客土など、当然土地改良としてなされねばならぬ手段が講じられていないからである。

土壤に有機質含量の少ないことは、乾燥地土壤に共通して指摘できることである。第10表にイランにおける各種土壤中の有機物質含量が示されてある。この表からわかるとおり、雨量が少なくなれば有機物含有量が低下している。これは雨量の少ない地域では植生の発育量が少ないことと、高温になるために有機質の分解がはげしいことが原因している。とくに、今後かんがい農業の開発が予定されている雨量250 mm以下の地域において、如何にして土壤有機質の含量を高めていくかが、大きな課題となるであろう。土壤中の有

機質含量を増加させることは、乾燥地、湿潤地をとわず、農業の発展のためには不可欠の条件であることを改めて確認することができた。

第5図で永久草地、低湿地として区分された地域は、雨量の少ない年にはそこが沙漠または塩湖となる。地形上から見て地下水位が極めて高く、不用意にかんがいを実施すれば地下の塩類が地表に上昇して、塩類集積のために作物は育たなくなる。将来ともに農業的には利用できにくい地域である。乾燥地に広がる沙漠砂丘地は地下水位が低いので、水さえ流せば良好な耕地となるが、かんがい水の地下浸透量が大きいのが悩みの種であり、地下にアスファルト

バリヤなどの不透水層を設ければその効果は大きい。現実的に最も農業開発の容易と考えられるのは第8表、№5（沙漠と乾燥地の黄色土）の地域であろうが、この地域に流すほどの水量が得られるかどうかに関係の成否がかかっている。もし水量が得られた場合には、土地基盤を大幅に改善しなければならない。その際に沙漠の砂を暗きょに入れるとか、表層土に客土として利用するとかの措置が是非とも必要である。

ここでもっとも基本的な問題として論議しておかなければならぬのは、耕地を外延的に拡大するのと、既存の耕地の生産力を引き上げるのと、いずれが農業生産の向上にとって効果的であるか、ということである。既述のごとく、乾燥地農業は反収向上をなおざりにしてドライ・ファームングという農法でもって、耕地をたえず外延的に拡大しつづけてきた。その結果が農耕適地の不足と、大規模な自然破壊をもたらしたとみることができる。長期的な視点で見れば、反収の低いままでのかんがい農業の拡大は、水資源の制約から不可能であろう。残された唯一の途は現在行われているかんがい農業の反収向上に期待する方向である。現在の収量水源からみて、主要作物の反収を2倍にすることは可能である。すると、当然のことながら耕地面積を2倍に拡大したのと同じ効果がある。乏しい水資源のもとで無理をして耕地拡大をはかるよりも、はるかに経済的であり、個々の農家の利益につながるのとは自明の理である。農業生産に余裕ができたならば、山腹急傾斜地のドライ

第10表 土壌の種類と有機物質含有量

| 位置 | 土 壤 | 有機物質(%) | 雨量(mm) | |
|---------|---------|---------|-----------------|---------|
| 平原および溪谷 | 微細沖積土 | 1 - 2 | | |
| | 腐植土 | 2 - 6 | | |
| | 塩性淡色土 | 0.2-1.3 | | |
| 高原および山地 | 沙漠土 | 0.2-0.7 | 250以下 | |
| | 沙漠塩性淡色土 | 0.2-0.5 | | |
| | 灰色土 | 0.1-0.2 | | |
| | 岩屑土 | 0.1-0.2 | | |
| | | 褐色土 | 1.0-1.5 | 250-500 |
| | | 栗色土 | 0.7-3.4 | |
| | | 褐色深層土 | 3.2 | |
| | | 褐色岩屑土 | 1.2 | |
| カスピ海沿岸 | 赤色沿海土 | 1.6 | 500-1,000 以上 | |
| | 褐色森林土 | 1.8-4.4 | | |
| | 岩屑森林土 | 2 - 5 | | |

注、Soil of IRANより。

・ファームングを廃止し、そこに積極的に植生の発育を促がし、国土保全をおこなうのである。そして、植生を破滅させない限度内で計画的に放牧を実施すればよい。この様な考え方にたてば、乾燥地の農業開発の第1着手は、既存のかんがい農業の反収増加からとりかからねばならない。次章では、かんがい農業の反収増加の方法を考察することにする。

5. 技術的集約化の発展過程

既存のかんがい農業の発展こそが乾燥地における農業開発の第1着手でなければならぬという論旨をすすめてきたが、ここで、まずかんがい農業の内容から検討していこう。第11表は土地利用状況を示したもので、毎年の耕作面積765万haのうち、かんがい農業はその46%を占めている。作付されるドライ・ファームング地は410万haで休閒地との割合は1:2.77であり、平均すればほぼ3年に1回の割で耕地が利用されている。かんがい耕地はもちろん毎年使用されるのであるが、作目別にみれば穀物の生産に最も多くさかされている(第12表)。しかし、作目別にかんがいされている割合をみると果樹、野

第11表 土地利用状況 (1,000ha)

| | | 1972年 | 国土総面積に対する割合 |
|----------------|------------|---------|-------------|
| 休閒地を含めた全体の耕地面積 | | 19,000 | 11.5% |
| 毎年の耕作面積 | 灌漑耕地 | 3,450 | |
| | ダムによる灌漑耕地 | 100 | |
| | ドライ・ファームング | 4,100 | |
| | 小計 | 7,650 | |
| 休閒地 | | 11,350 | |
| 牧草地 | | 10,000 | 65 |
| 森林 | | 19,000 | 11.5 |
| 可耕地 | | 31,000 | 188 |
| 非耕地 | | 86,000 | 521 |
| 合計 | | 165,000 | 100.0 |

菜、換金作物が多い。貴重な水は現金収入を得る作物に優先して使われていることがうかがえる。

さらに、かんがい地と非かんがい地における収量を比較すると第13表の

第12表 作目別にみたかんがい面積 (百万ha)

| 作目 | かんがい | | 合計 | かんがいの占める割合 (%) |
|----------|-------|------|-----|----------------|
| | 無かんがい | かんがい | | |
| 穀物 | 37 | 1.6 | 5.3 | 30.2 |
| 野菜及び換金作物 | 0.3 | 1.0 | 1.3 | 76.9 |
| 果樹 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 80.0 |
| 計 | 4.1 | 3.0 | 7.1 | 42.3 |

第13表 イランにおける灌漑地と非灌漑地の収量高 (ha当たり) (1960年)

| 作目 | 1haあたり収量高 | | 収量比 (A/B) |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 灌漑地 (A) | 非灌漑地 (B) | |
| コムギ | 1,182kg | 482kg | 2.45 |
| オオムギ | 1,153 | 508 | 2.27 |
| キビ | 1,404 | 459 | 3.06 |
| モロコシ | 1,080 | 672 | 1.61 |
| その他のミレット類 | 1,140 | 438 | 2.60 |
| マメ類 | 586 | 512 | 1.14 |
| イモ類 | 4,772 | 2,000 | 2.39 |
| ワタ | 1,133 | 957 | 1.18 |
| 野菜類 | 8,270 | 3,676 | 2.25 |
| メロン類 | 5,561 | 1,735 | 3.21 |
| アルファルファ | 2,784 | 1,187 | 2.35 |
| その他の飼料作物 | 2,799 | 1,548 | 1.81 |

とおりである。モロコシ、ワタ、マメ類を除けば、いずれの作物もかんがい地の収量は非かんがい地の2-3倍である。このことからみても、いかにかんがいの効果が大きいかが知れるのであるが、単位面積あたりの収量の絶対値は非常に低い水準にある。主力作物である小麦にしてもかんがいをおこなって、やっと120kg程度の反収にしかすぎない。

小麦栽培でのかんがいのやり方を述べておくと次のとおりである。山間の盆地や谷あいでは80~100cmくらいの高いあぜで囲まれた小区画の耕地がつくられている。そこに播種前に水が湛えられ、ゆっくりと土中にしみこませる。この耕起、播種に先だっておこなわれるかんがいは水分を土中に貯めこむ以外に、表層の塩類を地中深くおし下げる効果がある。それ故に塩類集積の進んだ畑ではたぐさの水をかんがいに使うが、普通でも20~30cmを畑全面に湛える。こうして水をしみ込ませた畑に順次種まきをしていくのであるから、播種期は8月以降4~5カ月にわたる。

種まきのやり方はバラ播きで、覆土は簡単な木製ハローでおこなう。2回目以後のかんがいは水深が浅いので、大区画の畑では土地のこぼこ状態に応じて小区画に、小さなアゼで分割する。1小区画はせいぜい2-3アールの広さである。これでわかるとおりイランのかんがい農地の均平度は概して良くない。山間部の谷あいの耕地は高いアゼに囲まれた5アール程度の区画であり、平地では10~20アールの区画であるが、いずれも、かんがいはベイズン法(水盤法)がほとんどであって、小麦の単作地ではうね間かんがい方法をとっているのは見当らなかった。ただ、野菜との混作になると幅1~2mのうねを作り、小麦はうね間に点播されている。この場合だと当然うね間かんがいである。

小麦作期間のかんがい日数は3~4日である。ただし、塩類集積のすすんだ畑では塩分を稀釈し、土中におし下げる必要上、回数、量ともに増加する。かんがい量が多いので塩積地ではしばしば湿害が発生している。施肥は尿素を60~100kg/ha程度施されるが、以前は厩肥だけであった。しかし、塩積地では湿害を助長するので厩肥を施すことができない。収穫は5月から7月にかけて人力で刈り取り、それを堆積して牛にひかせたハローで踏みつけて脱穀する。刈り残した麦稈は土地に返されている。

以上がかんがい農業における小麦栽培の実情である。ドライ・ファーミングに比べて収量は問題なく高いのであるが、それにしてもかんがい小麦の平均120kgという反収はいかにも少ない。イランにおけるすべてのかんがい農業の反収が低いかと言えば、決してそうではなく、最良の農地で適切な栽培をおこなっているものは600kgの反収を示し、他のいずれの作物についても、わが国での反収よりは高水準である。この原因として豊富な日射に恵まれていることをまずあげねばならない。雨量の少ないということは日射の多いことを意味し、水と肥料と土壌条件が完全ならば、わが国とは比較にならぬほどの高い生産力を示すのである。

イランにおける農作物の栽培実態を調査して気づくのは、かんがい農業における雑草の多さである。筆者は案内人にたびたび「イランでは作物と雑草を1:1で栽培している」と冗談をいったほどである。これはイランだけではなく伊藤(1964)のイラクにおける稲作のレポートにも、単位面積当たりでヒエなどの雑草数がイネよりも多いのが普通で、少ないところでも10%くらいあることが記されている。乾燥地のかんがい農業の生産力を覆いかくしている原因として、まず雑草の多さをあげることができる。

飯沼(1971)は世界における農業技術体系を乾燥地帯は保水農業、湿潤地帯は除草農業と二つに大区分している。そして、乾燥地におけるかんがいは乾燥地農業を湿潤地農業化することも補足している。たしかに、イランにおけるかんがい農業は除草を必要とするにもかかわらず、除草らしい除草が小麦栽培では実施されていない。この原因を一口に言えば播種方法がバラ播きだからである。除草をやりたくとも、バラ播きだと鋤とか中耕除草農具が使えないので、人手に頼ることになる。人手だけで全耕地の除草をやるには耕作面積が広すぎる。能率よく除草するにはどうしてもスジ播きにして、鋤あるいは畜力による中耕農具を使用しなければならない。

北西ヨーロッパにおいても農業革命以前の小麦栽培はバラ播きであった。それが畜力による条播機によってスジ播きとなり、さらに畜力中耕除草機の発明によって除草が可能となり、小麦収量が飛躍的に増加したことは周知のとおりである。農業技術のうえでは粗放から集約にむかい、それを畜力によって労働生産性を向上させたことが、ヨーロッパにおける農業革命の展開を可能にした。反収向上を目ざすならば農業技術は必ず粗放から集約の方向をたどるのである。

乾燥地におけるかんがい農業の収量水準を引き上げるには、中耕除草作業をくみこんだ湿潤地農業としての技術体系を完成しなくてはならない。つまり、湿潤地農業を特徴づける技術的集約化を推進する必要があるのである。乾燥地農業を特徴づけるドライ・ファーマーミングは、農業技術のうえからいえばまったくの粗放段階である。犁の使用に邪魔になる石をとり除き、荒いすき起こしで充分栽培ができる。

一方、かんがい農業となるとおびただしい手数を要する。まず、水源の確保であり、次にかんがい水路を設け、水のにげぬ様にアゼで囲った耕地をかまえる。そして、かなり精密な地ならしをおこなわぬと、水がかからぬ場所ができる。地ならしの手数を省くとすると、小区画の耕地で我慢することになる。畑地を精密に均平にするのは大変やっかいなことである。水田だと水の浮力を利用して土の移動がらくに出来る。さらに、水面を基準にすれば容易にかつ厳密に田面の水平がとれる。つまり、代かき作業で最も端的にあらわれる効果である。畑地であれば、水準をとる基準がなく目見当に頼るほかない。土の移動は近くは手農具、やや離れた処へは人力か畜力で少量ずつ運ぶ。まことに非能率きわまりない

作業である。ドライ・ファーマーミングを母胎とする農民にとっては、かんがい農業はおびただしく手間のかかるものであろう。

わが国の農村風景になじんだ者にとって、イランのそれは何か異質な印象をうける。広大な土地は人と家畜によってくまなく利用されてはいるが、その密度はきわめて薄い。たとえば農地に石垣がほとんど利用されていない。水路もかなり粗雑である。農業のための地形改造がわが国とは比べものにならぬほどゆきとどいていないことが次第に読みとれてきた。せんじつめてみると、耕地の地ならしとかんがい農業にとって最も基本的な条件が満たされぬままに、凹地に水をためるという水盤法が一般化し、耕地は小区画のままで発展を停止しているのである。せめて10～20アールの区画が精密に均平化されていればかんがい農業の様相も変わると思われる。事実、都市近郊の園芸地帯では、わが国の平地におけるそれとほとんど同じ程度の1区画の耕地であり、均平度も非常に高い。栽培方式は冊尺形の畦をつくり、野菜と小麦の混植が随所にみられる。この場合の小麦はかなり広い株間で点播されており、手どり除草によるものだろうか、雑草もほとんど見当たらない。かんがい方法はうね間かんがいであり、株際まで水をのせないで、その部分の土は乾燥しており、亀裂による断根のおそれもなし、生育は見事である。ところが、水盤法かんがいによる野菜作りは例外なくバラ播きで、水口の種子は水流におされて片側に寄り、水のかけすぎのために発芽不良や湿害の発生をしばしばみかけた。

都市近郊の園芸農家の収入は僻地の農家に比して格段に多い。聞取りによると20万リアル(80万円)から50万リアル(200万円)くらいの農家もあった。アフガニスタンの国境に近い僻地の農家収入を池田(1974)が調査した結果を第14表にかかげた。これはイランにおける平均的な農家を対象としたものであるが、年収は36,500リアル(約15万円)であり、いかに自給自足的農業の収入が低いかがよくわかる。これらの農家はわれわれの見た限りでは最少限度に必要な労働しかしていないようだ。

これに比べて土地面積の少ない園芸農家の土地改造への意欲は目ざましく、夏の炎天下でも一家総出で土砂や堆肥を運んでいる。水はけの悪い農地へは砂を入れ、播いた種子の周囲にはいねいに小石を並べている農家もあった。明治の老農がおこなった石置き法と著しく似通っている。園芸農家の技術内容は極度に集約化し、わが国の明治時代末のそれと同程度であろうと推察された。この事実からみてもわかるとおり、イラン農民は集約化農業をこなす素質をそなえているのである。ただ、その素質の発揮をさまたげているのは土地改造への熱意不足だと思われる。

第15表に乾燥地農業が技術的集約化をたどるために必要な耕地の基盤整備をまとめてみた。現在のイランにおけるかんがい農業がさらに一段前進するためには、主作物である小麦をバラ播きからスジ播きにきりかえ、中耕除草を採用しなければならない。そのため

第14表 農家経営の例

(Sistan, 1973年、池田)

| 項目 | 金額 | 内容 |
|---------|--------|---------------------------------|
| 1. 収益 | リアル | . |
| 販売農産物 | | |
| 小麦 | 18,000 | (15トン×2ha-0.3トン×2人)×7,500リアル/トン |
| 家畜 | 6,000 | 仔羊3頭×2,000リアル |
| じゅうたん | 8,000 | 2.5㎡×1枚×8,000リアル |
| 雑収入 | | なし |
| 家計仕向農産物 | | |
| 小麦 | 4,500 | (0.3トン×2人)×7,500リアル/トン |
| 計 | 36,500 | |
| 2. 支出 | | |
| 家計費 | 24,000 | 12カ月×2,000リアル |
| 賃耕料 | 2,600 | 2ha×1,300リアル(プラウとディスタハロー各1回) |
| 種子代 | 2,400 | 小麦150kg×2ha×8リアル |
| 肥料 | 900 | 尿素1袋×2ha×450リアル |
| 水利費 | 150 | 4ha×150リアル |
| 借入金利息 | 800 | 20,000リアル×0.04(短期借入金) |
| 計 | 30,850 | |
| 3. 借入金 | 20,000 | 短期借入金(1年返済)、融資公庫より |

注) 1. 経営条件: 家族2。雇用労力なし。4ha(耕作2.5ha、休閒1.5ha)。家畜は羊5頭(雌)、年1回分べんし、雄は売却。毛は年2回つみ、1回1頭1kg。小麦2haとアルファルファ0.5ha作付け。

には耕地の区画拡大をどうしても実施する必要がある。アメリカの資本によって開設されているアグロ・ビジネス農場は数千ヘクタールの規模をもつが、ここでは小山のようなランド・プレーナー(地ならし機)が運転され、100mに数センチという精度で勾配がつけられ、うね

間かんがいを実施している。もちろん収量は在来の農法よりは格段に高い。この様なやり方で全農業を改革するには問題が多いが、せめてわが国の水田程度の区画を均平にする農作業の考案が先決問題である。中耕除草は畜力に依存し、かんがい法をうね間かんがいとする。これだけの改善でも非常に大きな増収効果が期待できるであろう。しかし、最大の難関はいかにして農民を土地改造へふるいたたしめるかということである。

反収の向上を願うならば農業は集約化の方向をたどらざるを得ない。そして無除草から中耕除草農業へ移行するという、必然性を認めるべきである。イランはマルトンスの乾燥

第15表 乾燥地農業における技術的集約化の過程

| 農業の型 | 耕地の基盤整備 | 農作業の特徴 |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 無かんがい農業 (ドライ・ファームिंग) | 耕地から石の除去 | すき起こし 粗放な地ならし |
| かんがい農業 | 水源の確保 水路の付設 小区画の耕地 | あぜ造り 精密な地ならし バラ播き |
| かんがい・ 除草農業 | 大区画の耕地 | スジ播き 中耕・除草 |

指数 20 以下、夏指数 5 以下で、飯沼 (1971) の分類によると文句なく休閒保水農業の舞台である。すでにドライ・ファーミングで紹介したとおり主要な農具は犁であり、鍬の使用はほとんどおこなわれぬ地帯である。かんがい農業はもはや乾燥地農業ではない。休閒保水を軸にした農法の適用だけではすまされぬ農業である。湿潤地域の農業を特徴づける除草作業を新たな要素として、作業体系のなかに組みこまれることが要求されるのである。Werth (1954) の説にあるとおり、中近東乾燥地域の農業は犁が主体で、鍬をともしない。鍬の使用に農民が不慣れであるということが、耕地の均平度を低下させているようだ。鍬で土を手前に引くという作業が除草にも地ならしにも必要である。イランにおける手農具はシャベルが主体であり、これでは除草とうね間かんがいに必要な溝切り作業はできない。

湿潤地域における小麦作の発展の事例として、北ヨーロッパ農業が念頭に浮かんでくる。ヨーロッパにおける農業革命は小麦作に中耕除草という作業体系をくみこむことに成功したのがその発端となった。ヨーロッパの古い農法である 3 圃式農業は耕地を 3 区分して冬作用、夏作用 (いずれも麦) と休閒用にあて、中耕除草はおこなわず、ただ 3 年目に 1 度穀作用地を休閒する。休閒中は深耕用の犁で土壌を反転して、雑草を土中に埋めるやり方であった。こうして、雑草のなくなった耕地に小麦の作付をおこなったのである。このやり方ではバラ播きであったが、それをスジ播きに切りかえ、中耕除草作業を畜力でおこなう方法が完成してより、休閒地が不用となり、これを耕作用にあてたので作付面積が拡大し、生産量が増加したのはいうまでもない。この経過のなかで中耕除草が採用される発端となったのは、フランドル地方の農業であったといわれている。フランドル地方はヨーロッパでは最も小規模な農業がおこなわれていたところであり、耕地面積がせまいので園芸作物だけでなく、小麦すら鍬によるていねいな除草がやられていた。それ故に休閒地を必要とせず、平均して 2 ha 程度の農地で生活がなりたっていたのである。そして、耕地利用は多毛作でありわが国の農業に極めて類似した内容をもっていた。

農業は粗放な段階では環境の支配を強くうけ、環境決定論的な見方で割りきることができるが、集約化がすすむにつれて、人は環境の支配をはね返す方向に努力を重ねる。水が不足すればかんがいを実施し、生育に必要な温度が不足すれば、作期の移動とか、新作物の開発に知恵をしぼるのである。この様な努力の積み重ねの結果、集約農業は環境を異にしながらも、その性格は地域が異ってもおそろしく類似したものとなる。筆者は集約農業の極点にたつものとして日本農業 (ただし戦前の) を、フランドル農業を、そしてイランにおける園芸地帯の農業をとらえ、そこに著しい類似性を発見するのである。その類似性とは鍬による除草であり、多毛作による高度の土地利用であり、さらには、それらを展開する場としての耕地に対する改良の程度である。そして、これらの最大の共通点は経営規

規模が小さいということである。

乾燥地農業を特徴づけるドライ・ファーミングは、たしかに労力がかからない——それ故に永続してきたのであろうが——、収量の低いままで多くの収穫を得ようとすれば耕地を外延的に拡大する方向をたどる。第15表のとおり、耕地から石を除くだけで犂と2頭の牛によって耕地の拡大は容易であった。しかし、ドライ・ファーミングに不可欠の休耕地は、保水の必要上から植生の存在を許さない。1.135万haにも達する休耕地に草一つ生えていない実情は湿润地域の間人にとって不気味である。ドライ・ファーミングと、既述した過放牧が国土から緑を奪い、平均して250mmという少ない年降水量のもとですら、はげしい土壌侵蝕をひきおこしている。

人類は過去において数限りない自然破壊をくりかえしてきた。自然保護の立場にたてば人間ほど反自然的なものはないであろう。われわれにとっての唯一の救いは、集約農業における土地生産力が、自然生態系のそれよりも大きいという点と、自然状態では不毛の地でも人間の努力によって有用な産物を生産する土地に改変し得るという2点である。すでに述べたとおり、イランの農業開発は既存のかんがい農業の生産力を引き上げ、急斜面におけるドライ・ファーミングを廃止する方向へむかうべきだと考えられる。そのためには、どうしても反収の低さという鎖を打ち切る必要がある。極論すれば農業の集約化である。

残念ながら現状では集約化への基本的条件である耕地の整備がすすんでいない。これは個々の農民の土地改造への熱意にまたねばならぬ問題であり、また、そのような熱意をかきたてる政治の問題でもあるといえる。さらにいえば、土地改造への努力なしには農業の発展はあり得ないという原則は、今日のおが国の農業において一層その切実さがあるということである。農業の発展をいかに実現するかは、イランもわが国も共通の問題であり、ここに共同して研究をおこなう意義もある。乾燥地農業に経験のないわが国の農学者に対して、さしあたりインドの半乾燥地あたりで経験をつみ腕をみがけという小堀(1977)の提言もあるが、本論で述べた立場にたち、集約農業の進展を目論みるならば、ことさらに中間過程を設ける必要はなかろう。いきなり乾燥地におもむき、現地の農民と共に考え、在来の伝統的農法のなかから優れた部分を引き出し、さらにそれを発展させる方法を現地研究者とともに研究すべきであると思う。

6. 農業開発の方向と問題点

(1) かんがい農業の問題点

すでに、くりかえして主張したとおりイランにおける農業は、かんがい農業の反収を引き上げる方向へと発展させなければならない。現実には既存の農業はそのままにして、新たなかんがい耕地の拡大へと開発の方向をたどりつつあるように見受けられる。たし

かに、Khuzestan平原で展開しているアグロ・ビジネス農場は大きな成果をあげ、将来の農業開発のヒナ型を提示しているかにみえるのである。だが詳細に検討してみると多くの問題をかかえている。その中で最大の問題は、かんがいにもなう塩類集積をどうするかという点である。

この地方でサトウキビを栽培している農場の例をみると、かんがい水には電気伝導度 0.9 1mmhos/cmの水を使っているが、それが排水路に出るときは 1 0.8 4mmhos/cmと 10 倍以上の高い値となって排出されている(第 16 表)。つまり、耕地で塩類が濃縮されていることを示している。NaCl だけを見ても、かんがい水には 2 1 6 ppmであったのが、排水では 6.3 0 1 ppmもに増加している。これからみても判るとおり、かんがいによって莫大な量の塩類が耕地に集積するのである。さて、この農場では塩積が

すすむと除塩のためのかんがいをおこなう。1 度にやったのでは効果がうすいために数回にわけて物凄くたくさん水を畑に灌ぎ、塩類を水に溶かして 3 m 位の深さの排水路へ落してしまうのである。その全水量はヘクタール当たり 2 3,0 0 0 トンから 4 2,5 0 0 トンにも達する。こ

んなにたくさん水を 1 度にはかできないので、第 17 表の Field 1 1 8 では 1 8 0 日間に、Field 1 3 0 では 4 9 日間にわたっておこなっている。その結果、深さ 1 m のところまで除塩効果が及んでいる(第 17 表)。

ダムかんがいによる近代的装備をそなえた農場には、必ず除塩用排水路が掘られ、上述のやり方で集積した塩類を排除しており、そ

の農場に限っていえば塩類集積は解決できたことになる。しかし、問題はこの高濃度の塩類を含んだ水の捨て場である。一般に排水路は河川につながっており、排水路より下流の水質を悪化させてしまう。

松本(1977)の調査したところによれば、Khuzestan地方を流れる水質のよい

第 16 表 かんがい水および排水中の塩類濃度 (Sundら: 1974)

| イオン | かんがい水(me/l) | 排水(me/l) |
|------------------|-------------|----------|
| Ca | 347 | 2736 |
| Mg | 237 | 4035 |
| Na | 275 | 4165 |
| HCO ₃ | 3.15 | 4.92 |
| SO ₄ | 2.25 | 68.10 |
| Cl | 4.30 | 3504 |
| B | 0.15 ppm | 1.66 ppm |
| mmhos/cm | 0.91 | 10.84 |

第 17 表 除塩かんがいと土壌の電気伝導度に対する影響 (Sundら: 1974)

| 採取深さ (cm) | Field 118 | | Field 130 | | |
|-----------|-----------|-----|-----------|------|-----|
| | mmhos | | mmhos | | |
| | 前 | 後 | 前 | 後 | |
| 0-20 | 18.4 | 4.7 | 0-15 | 16.8 | 1.4 |
| 20-40 | 5.3 | 3.8 | 15-30 | 12.7 | 1.8 |
| 40-60 | 8.9 | 3.1 | 45-60 | 13.7 | 2.7 |
| 60-80 | 8.6 | 3.4 | 75-90 | 16.3 | 3.2 |
| 80-100 | - | 3.9 | | | |

注) 除塩に用いた水量 Field 118: 425cm/180日
Field 130: 230cm/49日

Dez川は電気伝導度でみて0.35～0.5mmhos/cm程であるが、同地方で除塩用の排水路のつながるShavour川のそれは1.2～1.4mmhos/cmと著しく塩類が増加し、かんがい水1㎡中に約0.7～1.1kgもの塩が含まれていることを報告している。この水をかんがいし、そして、排水をくり返せば、下流に行くほど塩の濃度は高まり、今までかんがいに適した水質も年をおって悪化することが予想できる。

排水路をもつ大農場は、除塩かんがいという逃げ道をもっているが、伝統的農法によってかんがいをおこなっている小農はどうすればよいのか。それだけでなくも乏しい現金収入から、ヘクタール当たり2～4万トンという莫大な除塩に使う水を買うことができようか。自己の責任ではなく、大農場の身勝手といえる除塩の被害をもろに小農がかぶるのである。まさに、わが国における企業のたれ流し公害と同じ現象が、農業部門内における規模の大小によって生じ、近代的大農が加害者であり小農が被害者の立場にたたされるのである。

耕地における塩類集積は、質の悪い水のかんがいで起るものではない。ダムの建設によって、洪水をなくすることによっても塩類集積は進行する。この事例として池田(1974)の報告をあげておく。アフガニスタンの国境に近いイランのシスタン地方は1953年に、ヒルマンド川上流に隣国がダムを築造したため洪水がなくなった。洪水によって洗い流されていたイラン領の農地は、この20年間に急速に塩類が集積し、生産力は劣化の一方をたどり、深刻な事態に直面しているそうである。

河川かんがいに頼る集約農業は、かんがいによる塩類集積と、自然の洪水による除塩という現象のくり返しで、からくも命脈を保っている。このバランスを近代工業技術の導入によって破ったならば、小農の営む伝統的農業はもろくも崩れ去ってしまうのである。このことを念頭において慎重のうえにも慎重を期して自然を改造しなければならない。上述の事実からみて、水質の悪い地域のかんがい農業は、非常に不安定な状況下におかれていることがわかる。かんがい農業が安定しているのは、水質の良い地域のみである。永く続いているかんがい農業の存在は貴重であり、既存のかんがい農業の発展こそが、乾燥地農業の主役をつとめるべきだ、とする根拠がここにある。

生き物を通して生産をおこなう農業は、自然との調和なしに成りたないのは当然である。気の遠くなる程の長い年月をかけて自然と農業との調和をはかり、自然改造にあたっては、自然が許容する分度を見極めてきた知恵、これが乾燥地農業を支え今日まで永続させてきたのである。乾燥地の農業は水にすべてを託しているといってよい。水があらゆるものに優先する生産の制限因子であることは確かであるが、だからといって水さえ与えれば生産が高まると考えるのはあまりにも早計である。地域によっては、かんがい水が地下水と連絡し、塩分濃度の濃い地下水を地表に吸い上げることすらある。

例えば、隣国のイラクの歴史によると、すでに紀元前2,400年に塩害の記録がある。かんがいによる地下水位の上昇が農地を荒廃させ、それが Sumerian 帝国の滅亡の原因となったとされている。また、紀元前1000年頃北バビロニアでも同様な塩害が進んだが、この場合は地下水位を下げる措置をとって、ことなきを得たという記録もあるそうだ。これらの現象は歴史のなかに求めなくとも、現在、乾燥地のかんがい農業のなかで観察することができ、古くしてなお新たな問題なのである。

(2) 土壌改良と有機質

乾燥地におけるかんがい農業は、いかに良質の水を使おうとも、長い年月の間には塩類集積が進行するのを食い止めることは不可能である。したがって、かんがいと除塩とはうらはらの関係にある。第16表でみられるとおり除塩排水によって、土壌中からナトリウム、マグネシウムおよび一部の可溶性カルシウム塩が除かれる。この結果、不溶性の炭酸カルシウムが土壌中に残存することになる。石灰過剰はほう素、鉄、マンガン、銅、亜鉛などの吸収を阻害し、これらの微量元素欠乏症が作物にあらわれる。また、リン酸の肥効も抑制される。これに対する手だてとしては、堆肥など機質の施用が最も有効であることが確かめられている (Allison and Klein, 1961)。

さらに、除塩にともなう悪条件をあげれば除塩をくり返すことによって土壌の物理性が極端に悪化することである。除塩によりマグネシウムおよびナトリウムが除かれると、土壌硬度が高まり土層全体が硬化してくる。とくに、作土層から下20~50cmに“つるはし、も受けつけないほどの硬い盤層”ができる。作物根はこの層に伸長できず、盤層上面に水平に分布する。この様な状態でかんがいをおこなうと、根は湿害のためにやられてしまう。水の不足する地域において、水のかけすぎによる湿害の発生という、奇異な現象がしばしば観察された。かんがいた土壌が乾くと大きな亀裂が生じ、それが作物の根を傷める。この亀裂の発生を防ぐために土壌は絶えず湿潤に保たなければならない。このために発芽不良や湿害が生じる。乾けば亀裂の発生、湿らせれば湿害という、何ともやりきれない状況に多くのかんがい農地は追いこまれているのである。

この状況をふり切るためには土壌中の有機物含量を増やすことが最も効果が高い。有機物は石灰過剰の害を抑え、土を軟らかくしてくれる。ただし、水分の過飽和の状態では有機物を施すと、地温の上昇につれて微生物活動が急激に高まり、土壌は強い還元状態を呈する。有機物の施用にあたっては土壌の透水性をよくしておくことが大切である。したがって、重粘土で透水性の悪い畑には下層に砂を入れるとか、あるいは表層から下層にかけて砂を多量に混合するとかの措置が必要である。集約園芸地帯では砂客土による土壌改良をしばしば見かけたが、技術指導機関は土が瘠せるとの理由で、これを廃止したい考えの様であった。

もともと、この国の土壌には有機物含量が少なく、有機物施用の効果は著しく高いにもかかわらず、それが一般に実施されていないのは、有機物の粗材が少ないためである。あらゆる植物の可食部分は家畜に食わせ、非可食部分は燃料として利用してきた。有機物を耕地以外から持ちこむことができないとなると、残された途は飼料作物の導入による輪作体系の確立である。主要な飼料作物はアルファルファであるが、この作物は耐塩性にすぐれ、根が深く張り、そして残根量もかなり多いので、さしあたりアルファルファの導入による土壌改良が最も現実的なやり方であろう。

土壌中の有機物を増やし土を肥沃にすると同時に、土壌の理化学性を客土、あるいは暗き、排水によって改善するという努力は、地域の如何を問わず農業発展のための大原則なのである。農業における土は自然物としての単なる土ではなくて、半ば人為の産物である。土の持つ属性のうち、もっとも作物の生育に適する属性を人間が拡大強化したものであり、その効果によって農業が支えられている。粗放なドライファーマーミングでは、保水のために耕地をすき起こしはするが、土そのものを改良することはない。ところが、集約農業では耕地にある土は自然の土ではなくして、人間によって作りあげられた土であり、人間のエネルギーを内包する物体でもあるといえる。

(3) 作物の繁茂度と収量

かんがい農業における作物収量を、いかにして引き上げるべきかを作物学の立場から考察してみよう。津野(1976)は多収技術の発展段階を次の3段階に区分し、それぞれの段階に対応する栽培技術のあり方を論考している。(I)葉面積段階：収量は葉面積に比例する段階で、栽培技術としては葉面積指数を増加させることを第1目標とする。(II)純同化率段階：群落の受光能率と群落光合成を引き上げることを工夫する段階で、葉の空間的配置を合理的にし、葉身の光合成速度を高く保つ。(III)時間段階：IIで達成した純同化率の高さを、できるだけ長時間持続させる。このためには根の活力を高く保ち、老化を防ぐ措置が必要である。そして、栽培技術はIからIIIにかけて複雑化し、高度化するとし、さらに時間段階では、土つくりと土地基盤の整備がともなわなければならないことを強調している。

この見解にしたがって、イランにおける作物栽培の実態をみると、いずれの作物も葉面積指数は低く、最もよく繁茂したものでも5をこえるものは稀であり、大部分は3~4以下であると観察された。ただし、水稻は5をこえるのも稀ではなかった。

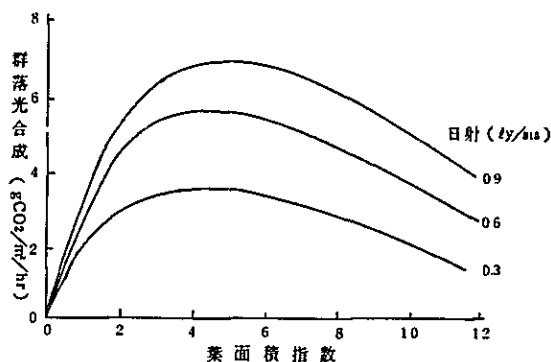
作物の最適葉面積指数は作物によって異なり、また、日射強度によっても異なる。あらゆる作物をおしなべて葉面積指数の不足を強調するわけにはゆかぬが、ただ、目でも作物葉が耕地を覆いつくす段階までには達していないものはなほ多かった。耕地に直接日射があたり、そこから水が蒸発してしまうのは余りにももったいない話である。

内藤(1969)の研究によれば、蒸散比は葉面積指数が3に達するまでは葉面積指数に比例的に増加するが、3以上ではほぼ一定して1.2という値をとる。蒸散比とは蒸散量を蒸発計の蒸発量で割った値であり、この値が1.0ということは、作物群落からの蒸散と水面からの蒸発が等しくなることを意味している。Thorntwaite(1954)は水分が不足せず均一な草丈で地表を完全に覆っている作物群落の蒸発散能は、同じ葉色をもつ作物の間では植物や土壌のタイプの如何にかかわらず一定であり、ただ気象条件にのみ支配されるとしている。よく繁茂した作物群落の蒸散は水面からの蒸発と完全に比例するものであり、水面からの蒸発量に1.0~1.4の係数をかけてやれば、作物からの蒸散量が求まる。つまり、ある限度以上に作物が茂れば、それ以上はいくら繁茂しても水分消費は増加しないのである。

現地の研究機関ではかんがい水量を決定するのに、蒸発計の蒸発量を標準にしている。他方、集約かんがい栽培をしている農家では、土面を乾燥させないことを目標としている。しかし、現実の作物の生育状態は葉面積指数が3以下のものが多いのである。したがって多くの場合、かんがいのやりすぎであるが、実際面では土壌面の亀裂防止を強く意識しているようであった。ともかく、水の有効利用のためにも、作物の収量を引き上げるためにも、現状よりは一段と作物の繁茂度を引き上げた方がよいと考えられる。

作物の繁茂度を引き上げるべきだとする根拠は他にもあるが、これに触れる前に第6図をみていただこう。同図はいろいろな日射段階のもとで、水稻群落の葉面積指数と光合成との関係を示したものである。

まず、日射が弱い場合(0.3 ky/m^2)でも、最適葉面積指数は4、日射が強くなる(0.9 ky/m^2)とそれは6まであがるのがわかる。どの作物でもこの様な関係が成り立つことが知られてのり、すくなくとも小麦、てんさい、アルファルファでは、葉面積指数を4以上に引き上げた方が群落光合成にとって有利であると考えられる。さらに、日射段階別に光



第6図 各種の日射強度下における葉面積指数と水稻の群落光合成との関係(津野)

合成の最高値をみると、日射にほぼ比例して光合成量が多くなることもわかる。イランのKhuzestan地域の日射を第18表にかかげた。これで見ると作物の主要生育期間である4~9月の平均日射量は1日あたり500 $g\ cal/m^2$ 以上もある。これはわが国における夏の快晴日の日射と等しい。秋、冬を除けば、くる日もくる日も晴天であるのでこれ

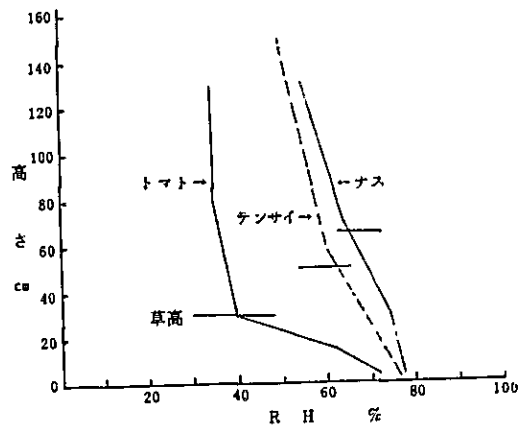
は当然といえる。イランにおける作物の最高収量は、わが国のそれよりも高いことを既に述べたが、この高収量は日射量の多さに支えられていると考えられる。

ところで、Schulze (1972)の研究によると、乾燥地で作物の葉に外界の環境と同じ条件を与えて光合成を測定すると、日中から午後にかけて著しく光合成が低下する。この原因は相対湿度の低下と高温によるものであるとしている。繁茂度が少なれば作物はもろに乾燥した空気にさらされ、葉の水分が不足して光合成が低下するものと考えられる。とくにこの現象は果樹において著しいと推測される。実際によく繁茂した群落内部の相対湿度を測定してみると、第7図に示したとおりである。トマトの例にみられるとおり、外気は乾燥しても群落内部の湿度は高く保たれている。ただし、このトマトは支柱がなくて地ばいである。キュウリにしても地ばいで作られているが、これは湿度を高く保つための必要上からとられている栽培法であるかもしれない。いずれにせよ、作物の繁茂度を引き上げ、乾燥空気にさらされる葉を少なくするのが群落光合成からみて合理的であるといえる。

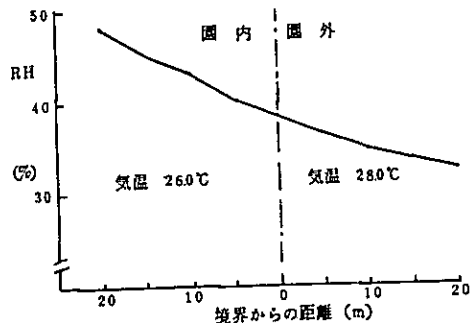
また、果樹園は土べいをめぐらせ、その内側にポプラなどで並木をつくり、こんもりと果樹園を囲んでいる。第8図は果樹園内外の湿度を測定した結果を示したものであるが、やはり園内の湿度は園外よりも高くなっている。ほとんどの果樹の光合成は乾燥空気によ

第18表 Khuzestan地域における日射量 (gcal/cm²/day, 1961-68)

| 月 | 範囲 | 平均 |
|-----|-----------|-------|
| 1 | 203 - 293 | 2496 |
| 2 | 291 - 380 | 3261 |
| 3 | 379 - 473 | 441.0 |
| 4 | 460 - 558 | 509.6 |
| 5 | 547 - 669 | 583.4 |
| 6 | 602 - 692 | 647.0 |
| 7 | 573 - 641 | 615.7 |
| 8 | 525 - 602 | 568.9 |
| 9 | 448 - 554 | 510.8 |
| 10 | 291 - 444 | 380.8 |
| 11 | 245 - 317 | 280.8 |
| 12 | 231 - 266 | 240.4 |
| 年平均 | 203 - 692 | 446.6 |



第7図 作物群落内外の相対湿度 (RH) の分布 (1976年8月18日 Esfahan 郊外)



第8図 果樹園内外における相対湿度 (RH)
注) 測定位置は地上 130cm、桃・杏・リンゴの混植園

って引き下げられるものだが、果樹園周囲の並木や土ペイは園内の湿気を保つ装置として機能していると考えられる。ここにも伝統的農業の精妙さをうかがうことができるのである。

上に述べた様な理由で、作物の繁茂度を現状よりも1段と引き上げるべきだと考えるのであるが、作物をよく茂らせるためにはどうしても肥料が必要である。乾燥地の土壌にはカリ、石灰、マグネシウムなどの肥料成分は多く含まれており、これらを特別に施す必要はない。必要な肥料成分はチッソとリン酸である。化学肥料が入手できない段階では、農民はこの成分を家畜の糞によって補ってきた。農民の肥料獲得に対する執念はすさまじいものがある。羊や牛の糞を肥料とするのは勿論であるが、果樹園に群がる小鳥の糞まで利用している。高さ20メートル、直径10メートルくらいの塔を日干レンガで造り、内部の壁面に数百の孔を設けておくと、それぞれの孔が鳥の巣となり、床にはうず高く糞が堆積する。これで年に2~10トンも糞がとれるそうである。大変珍らしく、また小鳥との共存共栄をはかっているのに感心させられた。このような塔がEsfahan郊外に数十基も林立しているのは壮観であったが、最近は化学肥料が出廻ったので、だんだんと塔の利用がすたれる傾向にあるらしい。

かんがい小麦に対する化学肥料の施用量は成分量でチッソ、リン酸ともに30~60 kg/ha程度であり、わが国の水準から比較すると随分と少ない。これ以上増肥しても増収効果があがらないのは、品種が倒伏に弱いためだと考えられる。しかし、無肥料と比較すれば、化学肥料使用による増収率は極めて大きい。園芸農家は化学肥料の使用量は多く、トマトにチッソ300 kg/haも施している例もあった。しかし、家畜糞の使用は不可欠のことである。一般作物および園芸作物のかんがい栽培をみて痛感したことは、肥培管理の精度が低いということである。特にバラ播きされたものは密度が不均等であり、欠株のために大きな空間が耕地面にでき、土地が有効に利用されていない。化学肥料を施すよりも、まず均等に作物を配置することの必要を感じた。さらに、土地改良を徹底しておこなうことである。過湿あるいは土面乾燥による亀裂防止の手だてが、まずなされねばならない。くり返して強調するが、土壌の透水性をよくし、土に有機物を増やすことが化学肥料の使用に先だって重要な課題である。このためには、農民を土地改造へふるい立たせねばならないのであるが、これがなによりも大きな課題であろう。そして、農業の問題というよりも、政治のありかたに強くかかわっている問題だといえるかもしれない。

7. ま と め

以上が筆者がとらえたイラン農業の映像である。雑然とした映像ではあるが、そのなか

ら農業についての原則をいくつか引き出すことができるような気がする。

まず、ドライ・ファーミングが数千年も続いているのはなぜか。それは、投入エネルギーに対する収穫エネルギーの比率が大きいからである。これは、ドライ・ファーミングにかぎらずあらゆる型の農業に共通する基本原則であろう。農業は粗放段階から集約段階に発展するにつれて、投入エネルギーは増大し、同時に収穫エネルギーも大きくなる。投入と収穫のエネルギー収支のバランスが崩れると農業の永続性は保障できない。

しかし、反収の低いままで農地を外延的に拡大するには限度がある。その方向をたどれば自然の荒廃をもたらす。農業は技術的集約化の方向をたどることによって、反収増加を実現するのがまともないきかたである。反収増加のためには、耕地に有機物を投入し、有効腐植をふやすという土づくりをおこなわなければならない。農業が発展するための原則は、土づくりによる反収増加への努力であるといえる。

また、集約化の方向をすすめるには、農地の基盤整備が不可欠である。基盤整備によってエネルギーを土地に蓄えること、これが農業を安定させる原則である。したがって第三番目の原則は、エネルギーを土地に蓄えることである。大地に働きかけ耕地をより高度の性能に引き上げるには、農民の自発的な土地改造への熱意がなければ実現できない。

農業の発展を経済的側面からとらえれば、それは収益の増大であろう。農業が収益の増大だけを目標として動いた場合には、自己破滅の道をたどりかねない。上に述べた三原則を踏み外すからである。農業は経済原則だけからとらえることはできないと同様に、自然科学の原則だけでもとらえることはできない。煎じつめれば農業の論理は土の論理である。乾燥地農業にみられるとおり、土が生産を拒否すれば農業は滅びる。土が貧しければ農業は粗放の段階から脱することができない。農業における土は自然物としての土ではなくて、半ば人為の産物としての土である。土の持つ属性のうち、最も作物に適する属性を人間がしつらえるのである。

ここに述べたような農業の原則、あるいは土の論理の正当性は永い時間の目を通してでなければとらえることができない。またこの原則は近視眼的な経済理論を超越したものである。10年、20年という短期間の経済行為で、農業の原則を踏みにじったならば、その反作用は農業の永続性を切り崩す方向に働く。

反収の高さは土の豊かさによって支えられるものであり、その土を支えるものは農民の努力である。農民の内面的な崩壊は収量水準の低下として端的に表現される点を見逃してはいけない。農業開発にあたって、最も基本的に重要なことは、開発が政策的な発想に端を発する押しつけであってはならないと思う。農業の発展はあくまでも農民の自律的な自己運動の一環としてもたらされるものでなくてはならぬ。そうでなければ、すべての農民を土地改造へ駆りたてることは不可能であろう。これはなにもイランに限ったことではなく、

わが国においてこの様な農業のとらえ方が、切実に必要な時期であると考えるのである。

8 引用文献

1. Allison, F.E. and Klein, C.J. ; 1961. Comparative rates of decomposition in soil of wood and bark, particles of several soft wood species, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 25. (3) 193 - 196.
2. Boumans, J.H., Hulsbos, W.C., Lindenbergh, H.L.J., and Vandersluis, P.M. ; 1963. Reclamation of salt affected soils in Iraq. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen / The Netherlands.
3. Dewan, M.L. and Famouri, J. ; 1964. The soil of IRAN. FAO. Rome.
4. 飯沼 二郎 ; 1971. 日本農業技術論. 未来社.
5. 飯沼 二郎 ; 1967. 農業革命論. 未来社.
6. 池田 弘 ; 1974. イラン・シスタン農業開発計画における技術的問題点とシスタン農業リサーチセンターの研究体制および研究課題に対する試案. 海外技術協力事業団(原稿)
7. 伊藤 博 ; 1964. イラクの稲作. 国際食糧農業. 9月号.
8. 小堀 巖 ; 1977. 5億人の食生活の改善に挑む. 朝日新聞. 6月4日.
9. 松本 聡 ; 1977. イランの乾燥地にみる塩類土壌. 化学と生物. 15 (4). 243 - 250.
10. 内藤 文男 ; 1969. 作物の蒸散量および蒸発散量に関する研究. 東近農試研報. 18, 49 - 143.
11. 中尾 佐助 ; 1966. 栽培植物と農耕の起源. 岩波新書.
12. 大野 盛雄 ; 1971. ペルシャの農村. 東大出版.
13. 鯖田 豊之 ; 1966. 肉食の思想. 中公新書.
14. Sund, K. A. and Clements, H. F. ; 1974. Production of Sugarcane under saline desert condition in Iran. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, Research Bulletin, 160, 1 - 65.
15. Schulze, E.D. ; 1972. A new type of climatized gas exchange chamber for net photosynthesis and transpiration measurements in the field. *Oecologia(Berl.)*. 10, 243 - 251.
16. 玉城 哲, 旗手 勲 ; 1974. 風土. 平凡社.

17. Thornthwaite, C.W. and Holzman, B. ; 1954 The determination of evaporation from land and water surfaces. Mon. Weath. Rev. 67. 4 - 11.
18. 津野 幸人 ; 1976 イナ作多収獲論. 農業技術大系. 作物編 2. 農文協.
19. 津野 幸人 ; 1977. 1億5千万人の食糧自給を考える. 農林経済. 7077号. 2 - 7.
20. 梅棹 忠夫 ; 1967. 文明の生態史観. 中央公論社.
21. Werth, E. ; 1954. Grabstock, Hacke und Pflug, 「農業文化の起源」 1968.
藪内・飯沼訳.
22. Wiltsoe, J. A. ; 1919. Dry-Farming ; A sytem of agriculture for countries under a low rainfall, New York.

Investigation of Iranian Agriculture

Contents

| | |
|--|-----|
| I. Introduction | 234 |
| II. A Consideration for Iranian Agriculture | |
| Masao TOYAMA | 234 |
| III. On Dry Farming in Iran | |
| Ichiro SATOH | 235 |
| IV. Crop Cultivation in Iran | |
| Toshiro KURODA | 237 |
| V. Cultivation of Horticultural Crop Plants in Iran | |
| Yoshichika TAKEUCHI | 237 |
| VI. Range and Animal Production in Iran | |
| Sumio KUMAI | 238 |
| VII. Farm Works in Inland Part of Iran | |
| Masakatsu YAMANE | 239 |
| VIII. Quality of Water in Inland Part of Iran | |
| Masakatsu YAMANE | 240 |
| IX. Meteorology of Iran | |
| Tahei YAMAMOTO | 241 |
| X. Agro-ecological Considerations in Arid-land-agriculture | |
| Yukindo TSUNO | 241 |

I Introduction

It is well known that the increasing world population has strongly stressed the problem of the world food supply in the future. Looking at the problem from a world-wide vantage point, the development of arid land agriculture will not only contribute to the food supply in the arid regions, but will also relieve the food shortages in other countries. However, there are many problems connected with the development of agriculture in arid regions. To obtain a scientific solution to this problem has recently become a world-wide project.

The Sand Dune Research Institute of Tottori University, which has been studying Japanese sand-land-agriculture for quite some time, has presently initiated a study of arid-land-agriculture by sending to Iran a research team, supported by funds from the Japanese Ministry of Education. This team worked in Iran from July to November, 1976. As a first step in the study of arid-land-agriculture, we attempted to investigate the actual agriculture conditions in Iran. This report consists of nine reports which have been written by the researchers in individually.

We were very happy to have an opportunity to investigate Iranian agriculture, and also to obtain successful results on our research projects, supported by the effective assistance of the Soil Institute of Iran. Therefore, our research team wish to sincerely express their appreciation to Mr. A. F. Mahdavi, Director General, and other researchers who participated in this work in each regional station of the Soil Institute.

II A Consideration for Iranian Agriculture

Masao TOYAMA (Sand Dune Research Institute, Tottori University)

I had the opportunity to visit Iran two times, from January to February, and from July to September, 1976. This report is a summary of my impressions of Iranian Agriculture during my stay in Iran.

In Iran, 91 percentage of the agricultural area has less than 500mm of annual precipitation. However, in the winter season it has considerable amounts of rain and snow near the top of two big mountain ranges, Elburz and Zagros, which run through the country in a V-shape. So it is not too much to say that Iran is blessed with abund-

ant underground water as compared with other middle east desert countries. Recently, many multipurpose dams have been extensively constructed from petroleum income, and many effects are being made to become self-sufficient in food. The large scale "Agro-business" in the Khuzestan Province is a special case, while the living standards of the average peasant are comparatively low. Some of the agricultural techniques are carried on by old-fashioned methods.

Iranian meteorological conditions are characteristic and are under abundant solar-energy, big diurnal range of temperatures and low relative humidity. Watermelons, melons, grapes and so on are very sweet and delicious in taste. However, apples and pears are small in size and their appearances are not so good. Iranian agriculture of today does not fully utilize these fortunate meteorological conditions.

It is necessary to prune the branches of fruit trees and to thin the flowers and fruits, and also it may be better to change the non-pole-training method, which is used today for the cucumber, tomato or eggplant cultivation, to the pole-training method. According to the perfect control of damages by weeds, diseases such as rice blast disease and rice leaf spot, and insect pests such as the red mite, it would be easy to further increase the yield and quality of agricultural production by the utilization of limited irrigation water.

As a countermeasure to salt injury, sand dunes which have an area of 8.6 million ha should be used for the cultivation. The high intensive horticulture under structure for vegetables and flowers should be done in the suburbs of city. The type of cultivation is possible because of the existing meteorological conditions, and good quality products could be harvested.

The type of agriculture known as Agro-business will be utilized only for the cultivation of wheat, sugar beet, sugar cane, and so on. Japanese cultivation techniques for such crop plants will not be available. However, for rice plants, the advanced Japanese techniques are useful for cultivation in Iran.

III On Dry Farming in Iran

Ichiro SATOH (Sand Dune Research Institute, Tottori University)

Dry farming or dry land farming is the practice of crop production in low-rainfall areas without irrigation. The dry farming regions in Iran are found in the dry sub-humid

areas along both mountain ranges of Zagros and Erburz. The dry-farmed area in Iran amounts to about 5.8 million hectares, and this area is about 63 percent of the total agricultural area.

The Ostan with a ratio of more than 50 percent of dry farming land, and more than the 0.5 million hectares in the areas of dry farming land are as follows; East Azarbayjan, Khorasan, Kordestan, Hamadan, Kermanshah, Zanjan, Lorestan, Mazandaran and West Azarbayjan.

The agricultural systems practiced in many dry-farmed regions is still extensive and primitive. The main crops in the dry-farmed regions are wheat and barley, and these crops amount to 85.5 percent of the total crop area in the dry farming regions. The crop yields in the dry-farmed regions are very low, as well as in the other arid and semi-arid regions of the Middle East. The average yields in the dry-farmed wheat in 1972 was about 575 kg per hectare, and this yield amounts to 40.8 percent of the yield in irrigated wheat.

The existing problems which decrease the yield of crops in the dry-farmed regions may be summarized as follows:

1. Soil management in the fallow season.

- (1) Deep plowing before the rainy season for the storage of soil moisture.
- (2) Cultivation before the dry season for the prevention of evaporation loss.
- (3) Control of weeds by cultivation or the using of herbicides.
- (4) Mulching with straw or maintaining stubble.

2. Erosion by wind and water.

- (1) Control of over grazing in pastures which intensifies erosion.
- (2) Prohibition of the use of natural vegetation for fuels.
- (3) Introduction of contour farming, furrowing and terracing of lands.

3. Cultivation methods of cereals.

- (1) Selection of the most suitable wheat varieties in the region.
- (2) Prepare the best seedbed possible before seeding.
- (3) Seeding at the optimum rate and date.
- (4) Fertilizing at the optimum rate and date.

In Iran, water development is being carried out in many region, but it may be difficult to make a rapid change from dry farming to irrigated farming in many areas. Therefore, it is very important that reserch on dry farming be conducted as well as

on irrigated farming.

IV Crop Cultivation in Iran

Toshiro KURODA (Faculty of Agriculture, Tottori University)

The author stayed in Iran for two months, and made a field survey on the actual conditions of crop cultivation, mainly in Esfahan.

The study results are as follows:

- 1 Cereal crops are cultivated in 90 % of the total arable land area.
- 2 Wheat is the most important crop in the arid zone.
- 3 Since the kinds of crops (species) is not enough, "Crop Introduction" is in urgent need for intensive land use.
- 4 Rice cultivation in Esfahan:

Short grain varieties (early maturing) are grown in highland fields (altitude : ca.1900 m) by the transplanting method, on the other hand, long grain varieties (late maturing) are grown in lowland fields (ca.1700 m) by the direct sowing method.

- 5 From the view point of intensive land use, rice cultivation in irrigated land is worthy of attention.

V Cultivation of Horticultural Crop Plants in Iran

Yoshichika TAKEUCHI (Sand Dune Research Institute, Tottori University)

Iran is a country which has a long history and a brilliant, traditional culture. At present, the superior originalities of old Iranian life system have remained in the farm villages. The traditional agricultural techniques were developed by the farmers' ideas and experiences over many years in the same fashion as the history and traditional culture developed. The irrigation and fertilizer methods with regard to the cultivation of vegetables under high temperatures and low relative humidity conditions suited very well the severe Iranian national conditions. The varieties of vegetables were selected naturally and artificially, so the varieties which have become adapted to the environmental conditions are still in production.

Recently, Iran has advanced technologically in its desire to develop into a modern country based on abundant oil income, and its development has been quite spectacular.

Iran has proceeded rapidly in its desire to industrialize and is approaching the level of a high-grade industrial country. So, many people have concentrated in the big cities, and foreign technicians constantly increase. These developed such social backgrounds, the demand for fresh vegetables will continue to increase in the cities. For this reason, studies on the development of techniques for increasing agricultural production, and the year round culture of vegetables will be necessary.

VI Range and Animal Production in Iran

Sumio KUMAI (Faculty of Agriculture, Ehime University)

Range and petroleum are the most valuable natural resources in Iran. Petroleum is destined for consumption as an energy source and industrial materials, sooner or later. But range continues to provide many edible grasses and forbs for grazing animals.

Rangeland in Iran is estimated to be approximately 100 million hectares at present. A once verdant and productive range was changed to desert and wasteland as a result of the destruction of plant cover. These areas are generally characterized by poor vegetation, rocky, shallow and saline soil under a semi-arid climate. Nowadays, over 60 million sheep units are grazing over these areas and the native grasses are decreasing rapidly everywhere due to the overgrazing of sheep and goats. The range grass has the multiple purposes of animal production and soil conservation. Therefore, it is a most essential and urgent problem to improve the depleted rangeland by means of range management, such as the reconstruction of climax vegetation by exclosure, reseeding, introduction of some suitable exotics, moderate grazing practices, and so on.

Sheep feeding is one of the most important industries in Iran. Sheep convert range grasses and by-products of farms to meat, wool, milk, and hides to provide many of the essential needs of human life for materials used in food, clothing, and housing. Especially, Persian carpets, which are made of wool are an important commodity for export purpose, just as crude petroleum. Moreover, Iranian people traditionally prefer lamb and mutton to any other meat.

From primitive times to present, sheep and goats move with nomads to different areas in different seasons. Sheep feeding in Iran is called nomadic pastoralism. Nomads transfer their flocks of animals, in accordance with the traditional customs, to summer ranges, intermountain areas of the Zagros or the Elburz, from their winter residences

in spring, and return again to their home until winter. Successful nomad pastoralism is directly related to obtaining optimum production of lamb and wool consistent with maintaining the rangeland in good condition.

Recently, the sheep feedlot system is being used successfully on farms near urban areas. Winter lambing may be desirable to coincide with the high market price of lamb meat and buying easily sheep for lambing from nomads. The feedlot systems for sheep and cattles must be more strongly developed to take advantage of the abundant production of domestic concentrates in Iran such as sugar beet pulp, cotton seedcake, molasses and alfalfa meal.

VII Farm Works in Inland Part of Iran

Masakatsu YAMANE (Sand Dune Research Institute, Tottori University)

In August and September, 1976, an inspection was made relating to farm works, farm machinery and implements in the western part of Iran, mainly Esfahan Province. The results of inspection were recorded by grouping farm works.

1. Farm tractors amounted to about 33,000 in 1974, and the greater part of these tractors are the Universal 651 tractors (65 HP) assembled at the tractor-factory in Tabriz. Tractors are used in conditions of heavy load, such as plowing, harrowing and so on.

2. Farm engines are used for pumping water from wells, and they are mainly diesel engines. Small powered engines are not popular, and electric motors are scarcely used.

3. Large numbers of cattle and donkeys are used in plowing, threshing and transporting, but machine power is being rapidly substituted for these animals.

4. For farm work, human labor is still important in this country, but labor of women is used very little inland.

5. Area of land under major crops and orchards was indicated. The principal crop is wheat, and it covers some 6,325 thousand hectares.

6. The greater part of the arable land is plowed by tractors. But on the hillside farms in the dry farming regions, and on the farms of small farmers, animal tillage is universal. When soil is hard owing to arid conditions, pre-irrigation is adopted before plowing. There is very little tillage using rotary tillers or power cultivators.

7. Land levelling is very important in relation to irrigation, so this is thoroughly

practiced.

8. The need of irrigation led to the development of implements and tools for ridge making or furrow opening.

9. Fertilizing machines are used very little, because fertilizer application is on a small scale.

10. On large acreages, crops are seeded by machine, but also by hand on many farms.

11. The basin, furrow and border irrigation methods are used, and irrigation water is controlled manually.

12. The tending of crops is not common, but in some cases, weeding is very important.

13. Generally speaking, many crops are harvested by hand, but the acreage of wheat harvested by combines is increasing.

14. For threshing, animal power is used mainly. Regional difference was noticed in the use of power threshers.

15. For long distance transportation, trucks are utilized, and for close distances, tractor trailers and donkeys are used.

16. Many kinds of hand tools are used. Among these tools, the bill—Persian name for a shovel—is the most important.

VIII Quality of Water in Inland Part of Iran

Masakatsu YAMANE (Sand Dune Research Institute, Tottori University)

The thirty seven water samples collected from city waters, rivers, springs, qanats and pump wells were tested for their temperature and electric conductivity.

The water temperature of springs and pump wells were below 18°C, but river waters were grouped into two categories, one was below 18°C, another was above 20°C. Water of qanats showed a high temperature.

The electric conductivity of city water showed good quality (below 1 mmho). The quality of spring waters was good, while waters from pump wells and rivers ranged from good quality to bad quality (over 1 mmho). The quality of qanat waters was bad.

IX Meteorology of Iran

Tahei YAMAMOTO (Sand Dune Research Institute, Tottori University)

Iran is situated at 25~40 degrees of north latitude and 44~63.5 degrees of east longitude, and is surrounded by the Pakistan and Afghanistan borders on the east, Persian Gulf and Oman Sea on the south, the Caspian Sea on the north, and the Iraqi and Turkish borders on the west. Furthermore, Iran has mainly two mountain systems, Elburz and Zagros, in the country.

The meteorological conditions of Iran are dependent upon these geographical features. The meteorological summary of Iran is described as follows, based on the meteorological data of synoptic stations shown in the Iran Almanac for 1975.

1. The narrow coastal areas of the Caspian Sea have 14~16 centigrades of annual average air temperature(T), 70~76 percent of annual average relative humidity at 12 o'clock 30 minute(H), and 1000~2000 mm of annual rainfall(R).

2. The plateaus (1200~1600 m above sea level) at the foot of the mountain systems in the central areas of Iran have relatively dry and warm conditions, which are $T=15\sim 20^{\circ}\text{C}$, $H=30\sim 35\%$ and $R=200\sim 400\text{mm}$.

3. The southern costal plains of Iran have relatively hot and humid conditions, which are $T=24\sim 25^{\circ}\text{C}$, $H=32\sim 36\%$ and $R=50\sim 400\text{mm}$.

4. The desert areas of Lut and Kavir are very dry and have little rainfall, such a $T=14\sim 20^{\circ}\text{C}$, $H=21\sim 28\%$ and $R=19\sim 50\text{mm}$.

X Agro-ecological Considerations in Arid-land-agriculture

Yukindo TSUNO (Sand Dune Research Institute, Tottori Univeristy)

In arid-land agriculture, crops are produced by either dry-farming or irrigation-farming. In spite of low productivity, the former continued for a very long time, from ancient times to the present, and it was concluded that the endurance of dry farming was due to its having a high ratio of efficiency in input energy (human-and animal-power) to output energy (harvested yield). However, dry farming in a high slope region of hill-sides brought about serious soil elosion and fallow field were prevented from developing vegetation under such conditions. Otherwise, the productivity of irrigation-farming was shown to have a short life regardless of its high yield because it brought about soil

salinity.

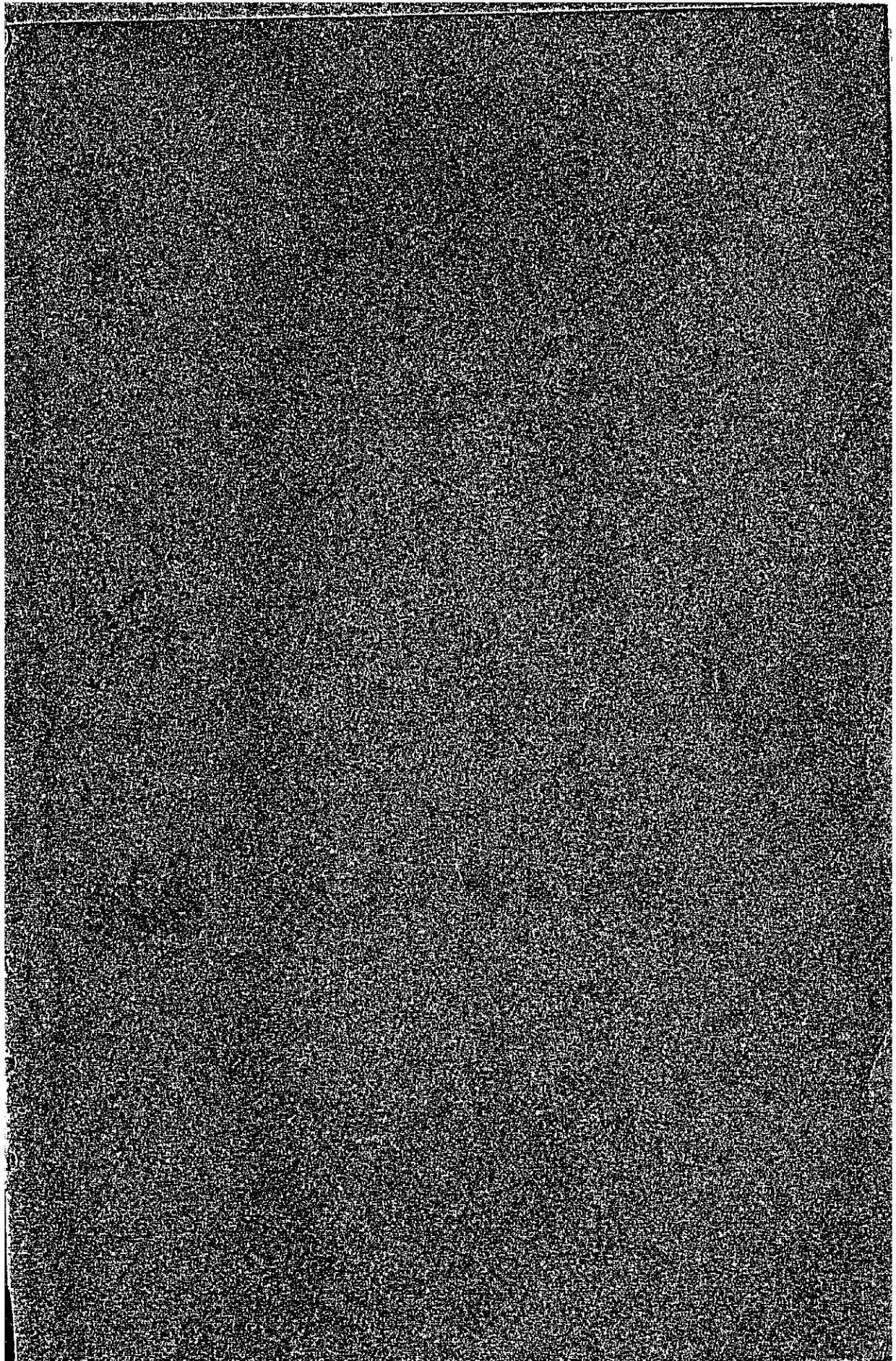
The external development of irrigated-lands by the use of dam and canals will be attended with an increase in salinity of these areas, and also the contamination of river waters due to the drainage of water with a high salt concentration. It is difficult to develop the both, dry-farming in a high slope region of hillsides and irrigation-farming under condition of low quality water. Therefore, the increase of crop production depends on irrigation-farming under condition of high quality water. There is a great possibility of increasing the yield as much as two times in the case of the existing irrigation-farming by developing intensive cultivation in these areas.

It is considered that agriculture developing a high yield will progress from extensive to intensive agriculture. The agriculture in arid-lands progressing forward by the method of intensive, agriculture will be improved in steps compared to dry-farming, irrigation-farming and weeding-farming with irrigation as a final stem. Intensive agriculture depends on the degree of the farmer's efforts, increasing of soil productivity and adjustment of land-foundation such as ground-making and draining of their arable land. From a practical point of view, in crop cultivation in irrigation farming, two important matters to consider are weeding, and the prevention of the cracking of the soil surface. Generally speaking, weeding-agriculture requires a flat of field-surface in order to adapt two agriculture methods drill-sowing and farrow-irrigation. It is necessary to improve these procedures, the leveling of the field surface and drill-sowing in irrigation-farming.

The physical properties of heavy clay soil become worse due to salt accumulation which can be caused by irrigation, and the crack on the field surface occur because of the drying of the soil. These cracks become considerably deep, and also they cause the loss of irrigation water, and are injurious to the crop plant root-system activity. In Iran, to prevent such cracks, the soil is always kept under wet conditions, so that we can easily find excessive water injury. The best countermeasure for soil cracking is to increase the amount of organic matter in the soil to keep it soft, and to mix sand with heavy clay soil thereby assisting the drainage through the soil.

According to the results of a study in Japan other places, conducted with various crops, the evapotranspiration of their population parallel with the increase of leaf area index ranged below three or four, however, the range did not increase these levels. It has been shown that a fully developed canopy of crop population is transpiring nearly the same amount of water surface which is evaporating. And also, it is well known that

the relationship between the leaf-area-index and the rate of dry matter production could be expressed as a monopeak curve, and be recognized to have an optimum leaf-area-index. The optimum leaf area index, showing the peak of rate in dry matter production, changed with an amount of solar radiation given to the crop population. Being located in a humid area, Japan has many cloudy days and a smaller amount of solar radiation. In Iran so much solar energy is given to a crop-field, that the optimum leaf area index will be higher than in Japan, and productivity of the crop population is consequently higher. From the evidence mentioned above, in arid lands, optimum leaf area index for crop-yield is existing at a higher level than that of Japan. It is fundamentally important for the improvement of crop cultivation to clearly establish the relationship between the leaf-area-index and crop-yield.



JICA