

モロッコ国

ウェルガ川流域農業開発計画調査

主報告書

1992年11月

モロッコ国 ウェルガ川流域農業開発計画調査 主報告書

平成4年11月

41
07
AFA
LIBRARY

農林省
92-45

JICA LIBRARY



1101775(3)

243/

モロッコ国

ウェルガ川流域農業開発計画調査

主報告書

平成4年11月

国際協力事業団



国際協力事業団

24431

序 文

日本国政府は、モロッコ王国政府の要請に基づき、同国のウェルガ川流域農業開発計画にかかる開発調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年2月から平成4年8月までの間、4回にわたり、日本技研株式会社の藤岡正満氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モロッコ王国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

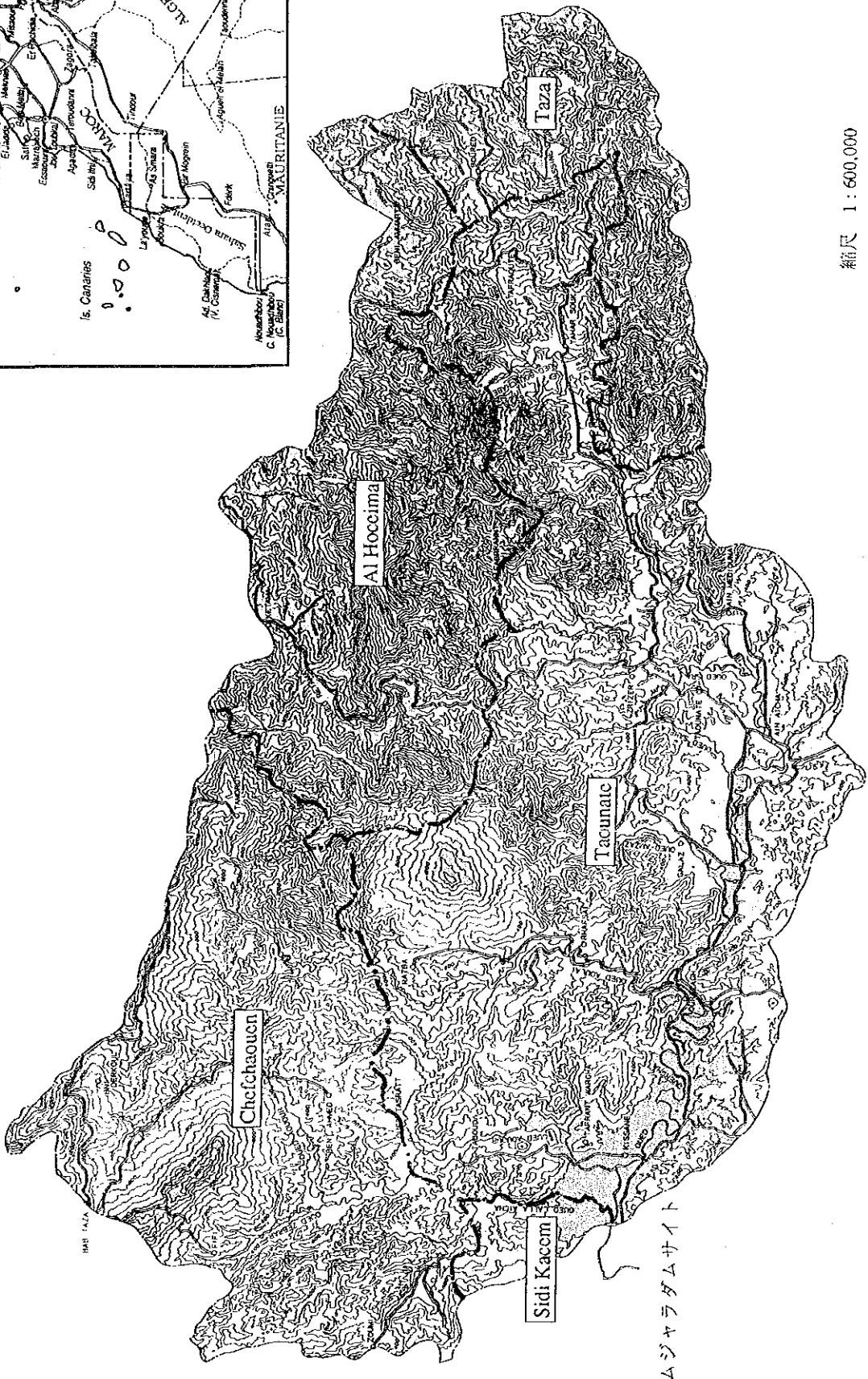
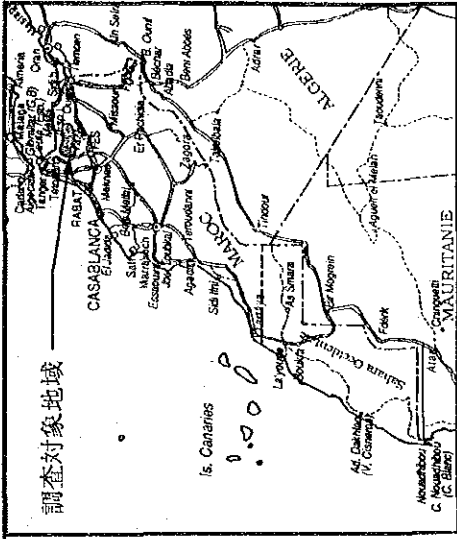
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年11月

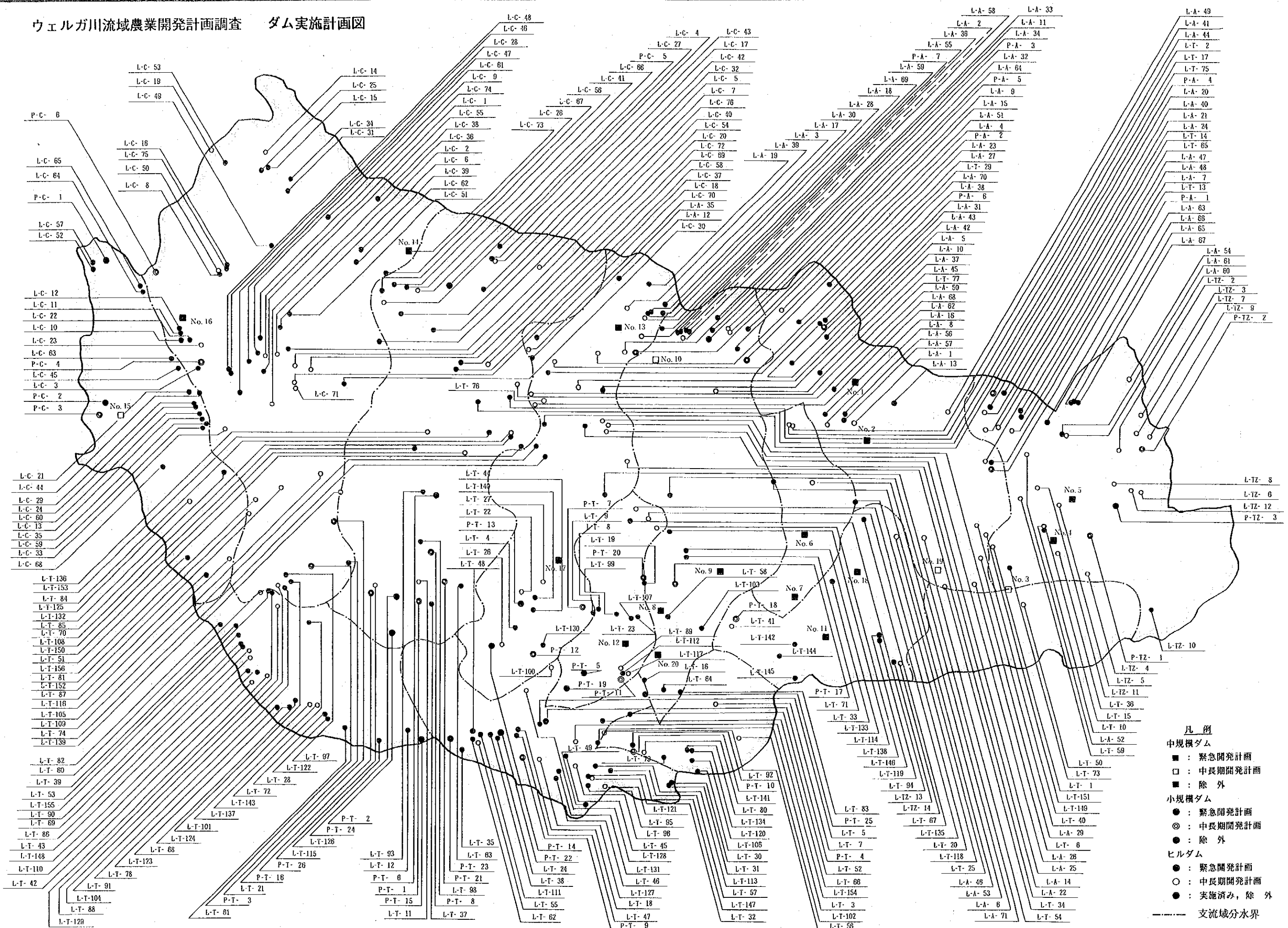
国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

調査対象地域



調査対象地域位置図

ウエルガ川流域農業開発計画調査 ダム実施計画図



- 凡例
- 中規模ダム
- : 緊急開発計画
 - : 中長期開発計画
 - : 除外
- 小規模ダム
- : 緊急開発計画
 - : 中長期開発計画
 - : 除外
- ヒルダム
- : 緊急開発計画
 - : 中長期開発計画
 - : 実施済み, 除外
- 流域分水界

要 約

まえがき

モロッコ国では、構造調整政策の下での持続的な経済成長と、食糧自給率の向上を大きな国家目標として掲げ、その具体的な対策の一つとして水源開発、砂漠化防止をうたっている。

この一環として、モロッコ国政府は、ウェルガ川流域を農業開発及び農地保全の最重点開発地域と位置づけ、中小溜池群の建設を通じて食糧自給率の向上、砂漠化の防止を目指す灌漑及び農業開発を計画し、日本国政府にその技術援助を要請した。

この要請を受けて、日本国政府は事前調査団をモロッコ国に派遣し、1990年11月9日にモロッコ国政府との間でマスタープラン調査実施にかかわるS/W（Scope of Works：実施細則）に調印した。国際協力事業団はこのS/Wに基づいて、1991年2月より本開発調査を開始し、1992年8月に全調査を完了し、ここに本開発調査報告書を取りまとめた。

急峻な山地からなる本調査対象地域（ウェルガ川流域；6,153 km²）の開発の制約は、農業生産・農村生活に不可欠な水源開発の遅れと農業・農村インフラストラクチャーの未整備に集約することができる。

本地域の開発戦略としては、中規模、小規模およびヒルダムの建設による水源開発を核として、それらに関係する農業生産・農村生活関連インフラ整備を行うこととし、工事実施による波及効果も考慮した有機的な地域開発の達成を旨とする。

本開発調査はこの開発戦略に基づいて、次の流れにそって検討を進め、マスタープランを策定するとともにこの事業評価を行ったものである。

- － 調査対象地域の詳細な調査
- － 効率のよいダムの建設が可能なダムサイトのリストアップと、それらダムインベントリーの作成
- － ダムインベントリーの中の6地区を選定して、農業開発のプレF/S調査を実施
- － 流域開発コンポーネントの確定
- － ダムインベントリーに基づいて、各開発コンポーネントに効果的に寄与するダムの選定と、それ

らダム群による開発計画の策定

- － プレF/S調査結果を援用して、各ダム事業の評価と実施可否の判断
- － マスタープランの作成、および事業評価

計画の背景

モロッコ国は、北アフリカ西部に位置する国土面積710,850 km²（西サハラを含まない面積は459,000 km²）の立憲君主国であり、全国平均年降雨量は400～600 mmと少ない。

人口は、23,958千人（1988年政府予測値）で人口密度は33.7人/km²、人口増加率は年2.4 %と推定されている。

部門別GDP構成比では、農林水産業が最も高い19.6 %を示しており、干ばつや国際価格の低迷など農業部門不振が全体のGDP成長率に大きく影響を及ぼす産業構造にある。

1988年の失業率は14.0 %とみられ、現在の雇用状況はさらに悪化している中で、人口の都市集中が続いている。農業就業人口は全体の41.4%と高いが、人口の都市集中によって農民の離農が無視できず同比率は年々減少傾向にある。

このような中で、第5次5ヶ年計画では「農業・農村開発促進と砂漠化の抑止」を国家開発戦略のガイドラインの一つとして掲げ、水資源開発の促進、水資源の保全、水利用の向上をうたっている。

1989年のモロッコの全耕地面積は約890万haで、そのうち約730万haに畑作物、飼料作物及び果樹が作付され、残りは休閑地である。

穀物作物面積は551万haで全作付面積の約75 %を占め、次いで、豆類及び果樹が作付面積のそれぞれ約7 %、工業作物、油料作物、野菜はいずれも2～3 %の面積で作られている。

また、灌漑地の拡大と政府の新規政策により、1960年代にはほとんど栽培面積のなかった砂糖きび、甜菜の糖料作物が今日では広大な面積に作られるようになった。

このように、モロッコ農業の発展は著しいものであるが、基礎食料の自給率は、現在でも穀物 80 %、

砂糖 70 %、食料油 30 %程度であって、農業生産力の一層の発展が政府の最重要課題の一つになっている。

モロッコ農業のもう一つの特徴は、生産性の低い伝統的な零細経営と生産性の高い近代的な大規模経営が併存していることである。経営総数の69 %は5 ha未満の零細経営であるにもかかわらず、所有する耕地は全体の23 %に過ぎず、RifあるいはAtlasの山地や南部及び東部内陸地帯に多い零細経営の近代化と収益改善が、強く望まれている。

モロッコ食肉及び牛乳の自給率はそれぞれ100 %、58 %に達しているが、年間2.4 %を超える人口増加の圧力もあって、飼養方法の改善を含めた畜産の生産性の向上、近代化もまたモロッコ農業の大きな課題である。

調査対象地域

調査対象地域は、同国最大の灌漑地帯であるガルブ平原の主要河川、セブ川の上流に展開する6,153 km²のウェルガ川流域である。現在建設中のムジャラダムはガルブ平原への灌漑用水供給、及び洪水被害軽減を目的としているもので、本調査対象地域はこのムジャラダムサイトの直上流に広がる。

ウェルガ川は主要な9支川によって形成されており、これらはすべて北側の山地に発し、南下してウェルガ川本川に流入している。この支川を横切るかたちで、北側から高山、中山間地、丘陵及び谷底平坦地が東西に広がり、標高は2,500 mから100 mと較差が大きい。

調査対象地域の地質は、中世代及び新生代の泥質岩を主体とし、砂岩、石灰岩が孤状に狭在している。この地域は、アルプス造山帯の西縁に位置しており、大規模な褶曲、断層が多数分布した複雑な地質構造となっている。

調査対象地域は地中海性気候に属し、冬期に降雨が集中し夏期は乾燥する。月平均気温は1月が最低で11.4℃、8月が最高で28.8℃となっている。夏の最高気温は45℃を超えることがある一方、冬の最低気温は氷点下に下がることもあり山間地では積雪を見る。

年降水量は北部山地で1,000 mm～1,400 mmと多く、一部の地区では1,800 mmを記録する。南部または東部の平坦地にいくほど降雨量は減少し、下流部では600 mm程度となっている。モロッコにおける最多

降雨地帯であることから、流出量も豊富で最下流地点での年平均流出量は2,870 百万 m^3 とされている。

調査対象地域の耕地面積は251,025 haで流域全面積の40.7%に相当する。耕地全体の42%では穀物が作付されており、次いで果樹(39%)、豆類(11%)となっている。

森林は153,752 ha、流域全体の25%を占めるが、主に山地に分布しており、全体としてみると永久草地、非農用地の比率が高い。このように森林で覆われている山が乏しいことから、土壌侵食、土壌流出が激しく流域保全上の問題点となっている。

調査対象地域の畑作は、秋に播種して春～初夏に収穫する冬作物が大部分を占める。調査対象地域の既存灌漑耕地率は1.7%にすぎず、灌漑地区で夏野菜の栽培がわずかに行われている程度である。

オリーブ、アーモンドを主体とする果樹栽培は全耕地の39%を占める。特にオリーブは、調査対象地域の中心果樹であり、モロッコ全体の20%近くが本地域で生産されている。柑橘栽培面積は全耕地の1%にも満たないが、ウェルガ川本川沿いの平坦地に集中しており、その大部分がポンプ揚水により灌漑を実施している。

調査対象地域の牧畜生産性は一般的に低く、牛乳、牛・羊・山羊の肉とも自家消費が多い。ほとんどの農家では数頭の家畜を飼育しているが、これらは自家消費用と交通・輸送・耕耘手段として利用されている。

調査対象地域の営農形態は、平坦地帯、中山間地帯、および山間地帯の3つに分類できる。平坦地は、平均経営規模3.7 haで穀物作を中心にして一部に機械化も進んでおり、産業としての農業形態が整いつつある。山間地は、平均経営規模1.3 haと零細で畜耕と手作業による伝統的な耕作法に頼っており、自給自足的な農業の域を脱していない。中山間地は、平均経営規模は3.6 haと両者の中間的な特徴を示しながらも、全体としては山間地に近い性格が強い。

調査対象地域の人口は642,011人、人口密度は104.3人/ km^2 と推定される。就業人口の80%以上が農業に従事している。本地域においても、住民の農村離脱は顕著にみられ、人口の都市集中の一因となっている。

調査対象地域の道路事情は、急峻な地形からも支線道路以上の道路密度が 72.3 m/km^2 と低く良好とはいえない。地域内の往来は、徒歩、ロバが主流である。

調査対象地域内の生活用水は、泉、井戸、河川水利用が一般的である。地域内の泉、井戸の総数は、2,000ヶ所を超えるといわれているが、その供給能力にも限度があり地域全体で20 l/人/日程度の利用量と推定される。

調査対象地域の電化率は低く、10%程度にすぎない。潜在電力需要は90百万kWhと推定され、今後の電化促進のための配電網の整備と発電量の確保が急務である。

農業支援組織は、普及組織、農民組合、農業信用機関に分類される。農業普及組織としては、調査対象地域に設置されている11ヶ所の農業普及所が活動しているにすぎない。農民組合は多くの形態があるが、種子や肥料等の農業生産資材の調達を目的とするものが多く、いずれも小規模で目立った活動はみられない。農業信用機関としては、貸出金利3~10.5%のCLCAと、6~13%のCRCAの2つがある。本調査対象地域では主に、年間所得6,000 DH以下の農民を対象とするCLCAの利用者がほとんどを占めている（現地通貨単位はDH（デラハム）で、1 DHは1992年1月時点では約15円、0.113米ドルである）。

調査対象地域の土壌流亡量は 19.5 t/ha に達すると見られ、緊急な流域全体の保全対策が必要である。

ダムインベントリー

調査対象地域には、数多くの有望なダムサイトが存在する。本開発調査では、水の需要に対応した適切な水源計画を樹立していくための基礎資料として、効率のよいと思われるダムサイトの大多数を網羅するダムインベントリーを作成した。

ダムインベントリーは、1988年にモロッコ国側によって作成されたダムサイトリストをもとに、最新のモロッコ国側の調査結果も加味し、現地調査を実施して確立された。当初のダムサイトリストのダム数は、中規模ダム15ヶ所、小規模ダム・ヒルダム301ヶ所であったが、最終的には中規模ダム20ヶ所、小規模ダム42ヶ所、ヒルダム316ヶ所となった。

さらに、中規模ダムサイトは、すべてが現地調査によって確認された他、小規模ダム、ヒルダムではイ

ンベントリー調査を行ない各ダムサイトの長が明らかにされた。

プレF/S調査

開発計画（マスタープラン）を策定するうえで必要な検討資料を準備するために、モデル的に数地区のプレF/S調査を実施した。

プレF/S調査対象地区は、ダムサイトインベントリーの中から、事業の効果、規模、立地条件から6地区が選定された。また、それぞれの調査結果は次表の通りであった。

プレF/S調査対象地区および調査結果

地区	規模	所在州	灌漑面積 (ha)	内部収益率 (%)
No. 8	中規模	Taounate	2,500	7.3
No. 17	中規模	Taounate	3,600	5.7
P-C-4	小規模	Chefchauen	207	5.5
P-TZ-3	小規模	Taza	95	-
P-T-22	小規模	Taounate	108	10.7
L-A-34	ヒルダム	Al Hoceima	40.5	5.6

ただし、上表の内部収益率は、経済的内部収益率であり、市場価格で収益と費用を比較した財務内部収益率としては、上表より2~3%低い値を示す。

いずれにしても、各プロジェクトともそれほど高い収益性を示していないように見えるが、建設工事にかかわる雇用の創設や農村生活上の社会的効果の高いことから、補助金等による初期投資の軽減が考えられ、ほとんどの地区は実施妥当性が高いものと判断される。

プレF/S調査の結果、開発計画策定に重要な次の各項目の標準的な情報が得られた。

- 単位農地面積あたりの必要貯水容量
- 建設コスト
- 農業便益

開発計画

本開発調査は、開発対象地域（調査対象地域と同じ）の厳しい立地条件、遅れた社会環境整備を克服するための農業開発計画を策定するものである。開発対象地域の開発阻害要因の分析にもとづいて、同地域の開発目的は、次の3点に集約できる。

- － 農業生産性の向上、効率のよい農業生産地の創設、山間部における食糧自給自足の達成と換金作物の生産
- － 農村社会環境の整備を通じた生活水準の向上
- － 永続的な生活、生産空間を維持するための流域保全

開発のコンポーネントとしては、中規模ダムによる基幹的灌漑開発、小規模ダム・ヒルダムによる農村総合開発、農村電化、農村道路網再構築、および流域保全の5項目とする。

ダムサイトインベントリーの各ダムは、それぞれの特長に合致した最適な開発コンポーネントの構成要素として検討され、プレF/S調査成果を活用して事業実施評価を行ない、優良なものを事業実施対象とする。

基幹的灌漑開発は4地域、純農地面積8,380 haの開発可能地が対象とされ、中規模ダムインベントリーの中から最適な水源となりうるダムを選定して開発計画を検討した結果、2地域、純農地面積7,180 haの計画実施が妥当と判断された。

農村総合開発は、小規模ダム・ヒルダムインベントリーにある合計358ヶ所の各ダムについて個々の開発計画を検討した。各ダムの開発可能水源量をもとに灌漑可能面積を推定して、農業開発を考えた場合の各ダムの経済評価結果は次表の通りであった。

小規模ダム ヒルダムの経済評価結果

	小規模ダム	ヒルダム
内部収益率 5%未満	12 ケ所	96 ケ所
5~10%	21	16
10%以上	4	4
内部収益率算定不可能	4	149
実施済	0	13
サイト不適切	1	38
計	42	316

これらの結果を利用し、さらに各ダムの生活用水供給可能人口、流域保全効果も考慮して、以下の評価基準に基づいて開発妥当性を検討した。

農村総合開発

計画の妥当性 = (農業開発の内部収益率) × 40% + (生活用水供給に関するファクター) × 40%
 評価基準 + (流域保全に関するファクター) × 20%

この妥当性評価の高い順に事業実施の優先度が高いと判断し、小規模ダムは、上記の評価基準式得点の上位から事業実施効果があると思われる36事業を実施対象とする。ヒルダムは、同じく評価基準式得点の上位から同じく事業実施効果の認められる171事業を実施対象とする。

農村電化計画は、発電効率がよいと思われる3中規模ダムについて検討した結果、2ダムについて良好な経済性を示した。2ダムを実施した場合の発生発電量は74.8 Gwhと推定される。

道路網再構築計画では、幹線道路ネットワークを見直した結果、42.4 kmの新設と331.2 kmの拡幅が必要と判断された。また、これに開発対象となる小規模ダム、ヒルダムのアクセス道路も支線道路、副支線道路として活用されることを考慮すれば、副支線以上の道路密度は111.9m/km²から225.6 m/km²とほぼ倍増する。

流域保全としては、水食防止農法を提案するとともに、ダム建設上流部にはテラス工、周廻道路を設け

土壌の流出防止と、あわせて水源涵養の促進を図る。この場合の流域保全面積は、開発対象ダム流域面積1,100km²である。

このような開発計画内容を、開発の効果および緊急性から緊急開発計画および中長期開発計画の2つのステージに分割する。

それぞれの工事量は次表のとおりである。

開発計画のステージ分け

コンポーネント	規 模	緊急開発計画	中長期開発計画
基幹的灌漑開発	中規模ダム	4	0
農村電化	中規模ダム	0	2
農村総合開発	中規模ダム ^{注)}	0	2
	小規模ダム	12	24
	ヒルダム	53	118
道路網再構築	幹線道路	149.0 km	224.6 km
流域保全	(各ダムの建設に付帯して実施)		

注) 中規模ダムで生活用水、家畜用水供給及び流域保全を目的とするもの

事業費および事業実施計画

各ステージの事業費は次表の通りである。

各開発計画ステージの事業費

(千DH, ただし()内は米ドル換算額)

項 目	緊急開発計画		中長期開発計画	
調査設計費	63,161	(7,113)	86,824	(9,777)
間接費用 ^{注)}	30,193	(3,400)	51,653	(5,817)
ダム及びその他施設事業費	1,006,454	(11,340)	1,721,793	(193,896)
幹線道路改修費用	199,660	(22,484)	300,964	(33,892)
流域保全費用	10,388	(1,170)	18,262	(2,057)
計	1,309,866	(147,507)	2,179,496	(245,439)
維持管理運営費用 (年間)	3,019	(340)	5,165	(582)

注) 用地補償費, 施工管理費等

緊急開発計画は工事期間5ケ年とする。また中長期開発計画は緊急開発計画完了後10ケ年間で実施するものとする。各ステージ内の事業量の配分は、地域内でのかたよりのない事業効果の発生と、各年度間でできるだけ均等な事業費となるような配慮に基づいて行なわれた。

事業実施体制は、公共事業省、農業省及び内務省の技術者を配属した事業実施事務所を設立し、州関係機関と協力して事業実施にあたる。事業実施事務所は中規模ダムの事業実施を直接担当する他、各州で実施する小規模ダム、ヒルダム事業の技術的支援も行う。

小規模ダム、ヒルダム事業では各受益者が各事業単位で独立した水利組合を結成し、組合員相互で施設の運用、維持管理及び、水利費の徴収などを行う。中規模ダムでは各2次用水路単位で水利組合を結成し、さらに幹線用水路ごとで代表水利組合を構成する。個々の水利組合は、行政区域ごとに組合連合を作り、相互協力による各組合内の問題点の処理、関係省庁への技術的支援の要請などを行う。

事業評価

各ステージの開発計画が実施された場合、流域内での灌漑面積は次表のように増大する。

地帯地区	緊急開発計画実施後	中長期開発実施後
平坦地	8,927.0	1,573.0
中山間地・山間地	875.0	2,615.0
合計	9,802.0	4,188.0

事業計画に盛り込まれた発電用の2中規模ダムが建設されれば、地域内の潜在電力需要の75%にあたる、合計74.8百万kwの電力量が発生される。

この事業実施によって11,490戸の農家が農業生産面で効果を得るとともに、6.9万人が生活用水供給の改善などで裨益する。

ダムそのものによる流砂の阻止や、各ダム流域で実施されるテラス工などの保全対策による土砂生産の抑止などによって、全流域の41.3%の生産土砂量がコントロールされる。

幹線水路ネットワークの整備とともに、各計画ダムのアクセス道路の整備によって、一般交通及び農業資材の搬入、生産物の出荷に支障のない道路事情となる。

本事業で計画されたダムは、各々の規模は大きくはないが、多数が流域内に適当に散在することから、各ダムの空容量に応じたピーク洪水量の遮減に寄与する。

また、事業実施による雇用の創設は合計724万人におよぶ。緊急開発期間では年平均50.2万人の雇用機会が生まれるとともに、中長期開発期間でもなお年平均47.2万人の新規雇用が発生する。

事業の実施によって農家経済状況は飛躍的に向上する。平均的な農家を例にとれば、年収は6,944 DHより27,416 DHに向上し、年1,170 DHの水利費を差し引いても現状のほぼ3.8倍の収入が期待できる。

このような事業の直接的効果が期待できるばかりか、地域住民定着化の促進、婦人労働力の活用、営農技術の改善と普及効果、農民組織の強化など、様々な社会的効果も得られる。

本事業は、ダム貯水池の水没問題さえ適切に処理されれば、特に大きな環境へのインパクトも見受けられず、ムジャラダムへの影響も最小限におさまり（流出量が本事業実施前の88%に減少）、効果の高い事業目的の達成が期待できる。

勸 告

モロッコ国では、1988年に発表したウェルガ川流域総合開発計画に基づいて西暦2000年までに合計315ヶ所の中規模ダム、小規模ダムの実施を予定しているが、必ずしも予定通りに進捗しているとは言い難い。

本開発調査で提案された開発計画は、各ダム計画を利水面と関連づけた妥当な規模、妥当な流域内での配置となるよう再構成したものである。計画対象地域の効果的な開発と資金の効率的な運用のためにも、本開発計画案に即して、既存のウェルガ川流域総合開発計画が改訂されることを勧告する。

本事業を成功裡に実施、運用するためには、技術者の確保と技術水準の向上、事業上の問題の整理と速やかな解決が不可欠である。

技術者の確保と技術水準の向上には、州政府技術者への依存度を高めて人材の活用を進めるとともに、技術トレーニングの方法を確立しなければならない。このためには、本開発調査成果の活用と、計画・設計ガイドラインの普及が効果的であると考えられる。

また、事業実施のための資金調達と、事業実施事務所の設立及び事業実施体制の確立は、関係省庁の役割分担の明確化と、協力体制の強化を基礎とした早急な対処が必要である。

さらに、各ダム水没地の用地補償問題の解決なども、その完遂が強く望まれるものである。

モロッコ国ウェルガ川流域農業開発計画主報告書目次

要 約
勸 告
表 目 次
図 目 次
資料編目次
略 語 表

	頁
第1章 緒 論	
1. 1 プロジェクトの経緯	1
1. 2 調査の目的	1
1. 3 調査対象地域	2
1. 4 調査の範囲	2
1. 5 調査の工程	2
第2章 計画の背景	
2. 1 国家の社会経済的背景	3
2. 1. 1 モロッコ国の概要	3
2. 1. 2 産業構造	3
2. 1. 3 社会状況	4
2. 1. 4 第5次5カ年計画	4
2. 2 農業及び農村の概要	5
2. 3 計画対象地域の概要	8
2. 3. 1 調査対象地域	8
2. 3. 2 ムジャラダム計画	8
2. 3. 3 ウェルガ川流域総合開発計画	9

	頁
第3章 調査対象地域	
3.1 地形、地質及び土質	11
3.1.1 地 形	11
3.1.2 地 質	13
3.1.3 土 質	13
3.2 気象・水文	17
3.2.1 気 象	17
3.2.2 水 文	23
3.2.3 各支流域ごとの水源開発可能性	29
3.3 土 壤	31
3.3.1 土壌調査	31
3.3.2 調査地区の概況	31
3.3.3 調査結果	32
3.3.4 土地分級	34
3.4 土地利用	36
3.4.1 土地利用概要	36
3.4.2 耕地利用	38
3.4.3 森 林	38
3.4.4 各支流域別の土地利用	41
3.5 農業・牧畜	41
3.5.1 作物と作付体系	41
3.5.2 地帯区分	44
3.5.3 畑 作	44
3.5.4 果 樹	46
3.5.5 牧 畜	46
3.5.6 平坦地及び山間地の営農形態	47
3.6 灌漑・排水	48
3.6.1 灌 漑	48
3.6.2 排 水	53

	頁
3. 7 社会インフラ	55
3. 7. 1 通信・交通	55
3. 7. 2 病 院	57
3. 7. 3 学 校	57
3. 7. 4 生活用水	57
3. 7. 5 電 気	58
3. 8 農業経済	59
3. 8. 1 人 口	59
3. 8. 2 土地所有	59
3. 8. 3 流 通	60
3. 8. 4 農業支援組織	61
3. 8. 5 農業経済	63
3. 9 流域保全	64
3. 9. 1 土壌侵食の要因	64
3. 9. 2 土壌侵食の現況	68
 第4章 ダムインベントリー	
4. 1 基礎インベントリー	71
4. 1. 1 従来計画	71
4. 1. 2 基礎インベントリーの作成	71
4. 2 インベントリー調査	73
4. 3 ダムインベントリー事前評価	75
4. 3. 1 事前調査の目的及び方法	75
4. 3. 2 事前評価の結果	76
 第5章 プレF/S調査	
5. 1 プレF/S調査の目的	79
5. 2 プレF/S地区の選定	79

	頁
5. 3 プレF/S調査結果	82
5. 3. 1 プレF/S調査地区の概要	82
5. 3. 2 プレF/S調査結果	83
5. 3. 3 事業実施計画	84
5. 4 プレF/S調査結果の総括	93
5. 4. 1 単位農地面積あたりのダム貯水池必要容量	93
5. 4. 2 事業規模と経済性の関係	94
5. 4. 3 開発計画策定への活用	95
第6章 開発計画	
6. 1 開発の目的と開発コンポーネント	99
6. 1. 1 開発の目的	99
6. 1. 2 開発コンポーネント	100
6. 1. 3 開発対象ダムサイト候補	103
6. 2 基幹的灌漑開発	105
6. 2. 1 灌漑開発可能地域	105
6. 2. 2 計画作付体系及び灌漑用水量	106
6. 2. 3 開発計画案	110
6. 3 農業総合開発計画	114
6. 3. 1 開発方針及び内容	114
6. 3. 2 農業開発	114
6. 3. 3 生活用水供給	116
6. 3. 4 その他	117
6. 4 農村電化計画	117
6. 5 農村道路網再構築計画	119
6. 5. 1 現況道路状況	119
6. 5. 2 計画道路網	120
6. 5. 3 道路標準断面	124

	頁
6. 6 流域保全計画	124
6. 6. 1 基本方針	124
6. 6. 2 保全計画	128
6. 7 開発計画	128
6. 7. 1 各ダム計画の評価	128
6. 7. 2 緊急開発計画	132
6. 7. 3 中長期開発計画	133
6. 7. 4 流通・農業普及	133
第7章 流域開発における水の需給バランス	
7. 1 各支流域ごとの需給バランス	135
7. 2 将来の水利用	137
第8章 事業費及び事業実施計画	
8. 1 事業費	139
8. 1. 1 各開発分類別の事業費	139
8. 1. 2 維持管理運営費	140
8. 2 実施計画	141
8. 2. 1 工事開始前準備作業期間	141
8. 2. 2 工事期間	141
8. 3 全体事業実施スケジュール	143
8. 4 事業実施体制	144
8. 4. 1 現行の事業実施体制	144
8. 4. 2 事業実施事務所	144
8. 4. 3 事業の推進	145
8. 5 維持管理体制	145

	頁
第9章 事業評価	
9.1 事業の効果	147
9.1.1 農業効果	147
9.1.2 発電の効果	147
9.1.3 生活用水・牧畜用水供給による効果	148
9.1.4 流域保全効果	148
9.1.5 道路網整備による効果	148
9.1.6 治水による効果	149
9.1.7 雇用機会の増大	149
9.2 財務評価	149
9.2.1 財務コスト	149
9.2.2 農家経済	149
9.3 社会的効果	150
9.4 環境へのインパクト	152
9.4.1 社会環境	152
9.4.2 自然環境	153
9.5 事業実施による下流への影響	154

添付資料

プレF/S調査地区調査結果概要

小規模ダム・ヒルダムの内部収益率算定結果

小規模ダム・ヒルダムの事業実施評価結果

補足検討（水資源開発）

表 目 次

表 2. 3. 1	経営規模の分布
表 3. 2. 1	気象総括表
表 3. 2. 2	流域平均月降水量
表 3. 2. 3	各支流域別平均年流出量
表 3. 2. 4	支流域平均月流出量
表 3. 2. 5	支流域別の年平均流出土砂量
表 3. 2. 6	支流域水文学量総括表
表 3. 2. 7	支流域確率渇水年流出量
表 3. 3. 1	調査対象地域の土壌化学分析値
表 3. 3. 2	分級項目と分級基準
表 3. 3. 3	Ouergha川沿岸地域の土地分級結果
表 3. 4. 1	Ouergha川流域の土地利用状況
表 3. 4. 2	Ouegha川流域の耕作利用状況
表 3. 4. 3	天然林の主要構成樹種と占有面積
表 3. 4. 4	最近10年間における関連各州の植林面積
表 3. 4. 5	各支流域別の土地利用面積
表 3. 4. 6	各支流域別の農地区分面積
表 3. 5. 1	平坦地帯、中山間地帯及び山間地帯の農業主要指標
表 3. 6. 1	調査対象地域内灌漑面積と灌漑面積比
表 3. 6. 2	調査対象地域の月別 ET_0 推定値
表 3. 6. 3	e_p と e_t の一般値
表 3. 6. 4	確率降雨強度曲線式
表 3. 7. 1	社会インフラストラクチャー施設
表 3. 7. 2	調査対象地域内各州の既存道路延長
表 3. 8. 1	経営規模別にみた農家数
表 3. 8. 2	農業信用機関の貸付率
表 3. 8. 3	調査対象地域の穀物自給率
表 3. 9. 1	ウェルガ川流域（ムジャラダム）土地利用と土壌侵食

- 表 3. 9. 2 支流域別土壌侵食
- 表 4. 2. 1 インベントリー調査項目
- 表 4. 3. 1 項目別得点表
- 表 4. 3. 2 優先度グループ表
- 表 5. 2. 1 プレF/S調査対象地区
- 表 5. 3. 1 プレF/S調査地区における家畜収益
- 表 5. 3. 2 プレF/S調査結果 (No. 8地区)
- 表 5. 3. 3 プレF/S調査結果 (No. 17地区)
- 表 5. 3. 4 プレF/S調査結果 (P-C-4地区)
- 表 5. 3. 5 プレF/S調査結果 (P-TZ-3地区)
- 表 5. 3. 6 プレF/S調査結果 (P-T-22地区)
- 表 5. 3. 7 プレF/S調査結果 (L-A-34地区)
- 表 5. 3. 8 プレF/S調査結果 (No. 12地区)
- 表 5. 4. 1 プレF/S調査での比貯水量～流域面積・灌漑面積比
- 表 5. 4. 2 小規模ダム・ヒルダム事業単価
- 表 5. 4. 3 農業便益単価
- 表 6. 1. 1 開発対象ダムサイト候補
- 表 6. 2. 1 基幹的灌漑開発可能地域
- 表 6. 2. 2 基幹的灌漑地域における主要作物の計画目標収量
- 表 6. 2. 3 基幹的灌漑開発計画案
- 表 6. 4. 1 推定可能発生電力量
- 表 6. 5. 1 調査対象地域の既存道路延長及び道路密度
- 表 6. 5. 2 新規幹線道路網工事量
- 表 6. 7. 1 中規模ダムの評価一覧表
- 表 6. 7. 2 中規模ダムの生活用水・牧畜用水供給対象
- 表 6. 7. 3 小規模ダム評価結果
- 表 6. 7. 4 ヒルダム評価結果
- 表 6. 7. 5 実施対象事業数
- 表 6. 7. 6 緊急開発計画ダム数
- 表 6. 7. 7 中長期開発計画ダム数

- 表7. 1. 1 各支流域の平均年水源量
- 表7. 1. 2 開発計画による水利用量
- 表7. 1. 3 開発後の需給バランス
- 表7. 2. 1 給水対象人口
- 表7. 2. 2 給水人口に対応した水の需給関係の変化
- 表8. 1. 1 緊急開発計画事業費
- 表8. 1. 2 中長期開発計画事業費
- 表8. 1. 3 維持管理運営費
- 表8. 2. 1 工事開始前準備作業期間
- 表8. 2. 2 各規模別工事期間
- 表8. 2. 3 ダム工事期間
- 表8. 2. 4 1日あたりダム盛立て量
- 表9. 1. 1 事業実施による灌漑面積
- 表9. 1. 2 流域保全対象範囲
- 表9. 2. 1 プレF/S地区における農業の収益増加率
- 表9. 5. 1 砂防効果発生対象流域面積

図 目 次

- 図 3. 1. 1 平坦面模式図 (Taounate - Ain Aicha地域)
- 図 3. 1. 2 地質構造図
- 図 3. 1. 3 模式柱状図
- 図 3. 2. 1 等雨量線図
- 図 3. 2. 2 年降水量比較図
- 図 3. 2. 3 年降水量時系列及び移動平均
- 図 3. 2. 4 ウェルガ川流域分割図
- 図 3. 2. 5 年平均流量比較図
- 図 3. 5. 1 調査対象地域の地帯区分
- 図 3. 9. 1 流域内における森林面積
- 図 4. 1. 1 中規模ダムサイト位置図
- 図 4. 3. 1 ダムサイトインベントリ-検討フロー
- 図 5. 2. 1 プレF/S調査地区選定フロー
- 図 5. 2. 2 プレF/S調査地区位置図
- 図 5. 3. 1 プレF/S調査地区事業実施スケジュール
- 図 5. 4. 1 比貯水量～流域面積・灌漑面積比
- 図 5. 4. 2 No. 17地区における内部収益率の変化
- 図 6. 1. 1 開発計画策定の概略フロー
- 図 6. 2. 1 基幹的灌漑地域水源位置図
- 図 6. 2. 2 基幹的灌漑開発地域の計画作付体系モデル
- 図 6. 4. 1 発電ダム計画図
- 図 6. 5. 1 開発対象地域の現況道路網
- 図 6. 5. 2 幹線道路網計画
- 図 6. 5. 3 道路標準断面図
- 図 8. 3. 1 全体事業実施スケジュール
- 図 8. 4. 1 事業実施事務所案

資料編目次

アペンディクス A

- A1. 地形・地質
- A2. 水文・気象
- A3. 土地利用・土壌
- A4. 農業・牧畜
- A5. 灌漑・排水
- A6. 農村社会・経済
- A7. 流域保全
- A8. ダムインベントリー
- A9. 施設設計
- A10. 事業評価
- A11. 図面集

アペンディクス B

- B1. プレF/S地区選定
- B2. No. 8地区プレF/S調査
- B3. No. 17地区プレF/S調査
- B4. P-C-4地区プレF/S調査
- B5. P-TZ-3地区プレF/S調査
- B6. P-T-22地区プレF/S調査
- B7. L-A-34地区プレF/S調査
- B8. No. 12地区プレF/S調査

アペンディクス C

計画・設計ガイドライン

注：上記の各アペンディクスは仏文

略 語 表

M.I.I.	Ministère de l'Intérieur et de l'Information
D.G.C.L.	Direction générale des Collectivités locales
D.P.N.	Direction de la Promotion nationale
D.P.P.N.	Délégation provinciale de la Promotion nationale
M.A.R.A.	Ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire
D.E.R.	Direction de l'Équipement rural
D.E.F.C.S.	Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des sols
S.D.S.	Service des Statistiques
S.I.P.	Services des Incitations à la production
S.E.P.	Service des Etudes des Prix
D.P.A.	Direction provinciale de l'Agriculture
C.T.	Centre de Travaux
S.C.T.	Sous-centre de Travaux
D.P.A.E.	Direction de la Planification et des Affaires économiques
M.T.P.	Ministère des Travaux publics
D.B.C.	Division des Barrages collinaires
D.A.H.	Direction des Aménagements hydrauliques
D.P.T.P.	Direction provinciale des Travaux publics
D.R.H.	Direction régionale hydraulique
I.N.R.A.	Institut National de Recherche Agronomique
D.I.F.	Direction de l'Information et de la Formation
D.M.P.	Département du Milieu physique
D.D.C.	Département de la Diffusion et de la Communication
J.I.C.A.	Agence Japonaise de Coopération internationale

AUTRES ETABLISSEMENTS

L.P.E.E.	Laboratoire public d'Essais et d'Etudes
O.N.I.C.E.L.	Office national interprofessionnel des Céréales et Légumineuses
O.N.E.	Office national de l'Electricité
O.N.E.P.	Office national de l'eau potable

第1章 緒 論

1. 1 プロジェクトの経緯

モロッコ国は、第5次5ヵ年計画（1988～1992）において新しい国家開発戦略のガイドラインとして次の6項目を掲げ、構造調整政策の下で持続的な経済成長を目指している。

- － 農業・農村開発促進と砂漠化の抑止
- － 民間主導型の中小規模事業の促進
- － 準官庁も含んだ各官公庁の職務・権限の見直し
- － 地域開発計画の強化・促進
- － 輸出の振興
- － 教育・訓練システムの改革

特に農業については、食糧自給率の向上を大きな国家目標と位置づけ、その具体的な対策として水源開発、砂漠化防止をうたっている。

この一環として、モロッコ国政府は、ウェルガ川流域を農業開発及び農地保全の最重点開発地域と位置づけ、中小溜池群の建設を通じて食糧自給率の向上、砂漠化の防止を目指す灌漑及び農業開発を計画し、日本国政府にその技術援助を要請した。

この要請を受けて、日本国政府は事前調査団をモロッコ国に派遣し、1990年11月9日にモロッコ国政府との間で本開発調査実施にかかわるS/W（Scope of Works：実施細則）に調印した。

国際協力事業団はこのS/Wに基づいて、1991年2月より本開発調査を開始し、1992年8月に全調査を完了しここに本開発調査報告書を取りまとめた。

1. 2 調査の目的

本開発調査はモロッコ国北部のウェルガ川流域において、中小溜池群を水源とする農業開発のマスタープランを策定するものである。

本調査においては、マスタープランを実証する目的で数地区のプレ・フィージビリティ調査を実施するとともに、個々の中小溜池灌漑プロジェクトの調査・計画・設計のためのマニュアル（ガイドライン）作成も行なう。

1. 3 調査対象地域

調査対象地域は、ムジャラダム地点、ウエルガ川流域（流域面積6,153 km²）でムジャラダム及び同貯水池を除外した全域である。同地域は、5州（Taounate, Al Hoceima, Chefchaouen, Taza, Sidi Kacem）、45コミューン・ルーラルに関係している。

1. 4 調査の範囲

本開発調査業務は、フェーズⅠ調査（平成2年度及び平成3年度）とフェーズⅡ調査（平成3年度）に分けて実施された。

フェーズⅠ調査では、中小溜池灌漑プロジェクトのインベントリーデータの収集、関連資料・情報の収集及び整理、現地調査を実施した。また、現地調査と並行してインベントリー調査も行ない、その結果及び収集されたインベントリーデータを分析して、ダムサイトインベントリーが確立された。さらに、計画対象となっているウエルガ川流域全体の開発基本計画案も策定され、中間報告書が作成された。

フェーズⅡ調査では、中小溜池灌漑プロジェクトのインベントリーデータに基づいて、個々のプロジェクトの実施優先順位を概定した。また、このインベントリーの中から最大6地区を選定して、プレ・フィージビリティ調査を実施し、これらの調査結果を踏まえて、最終的な調査対象地域の農業開発計画（マスタープラン）がここに確立された。これらに加えて、中小溜池灌漑プロジェクトの調査・計画・設計のためのマニュアル（ガイドライン）も作成された。

1. 5 調査の工程

本開発調査は以下の工程のとおり実施された。

1)	フェーズⅠ調査	現地（前期）調査	.....	1991年	2月27日～	3月26日
2)	フェーズⅠ調査	現地（後期）調査	.....	1991年	6月1日～	8月13日
3)	フェーズⅠ調査	国内解析調査	.....	1991年	8月14日～	9月27日
4)	フェーズⅡ調査	現地調査	.....	1991年	10月8日～	1992年 2月13日
5)	フェーズⅡ調査	国内解析調査	.....	1992年	6月1日～	7月30日
6)	ドラフト・ファイナル・レポート説明	.....		1992年	8月24日～	9月7日

第2章 計画の背景

2.1 国家の社会経済的背景

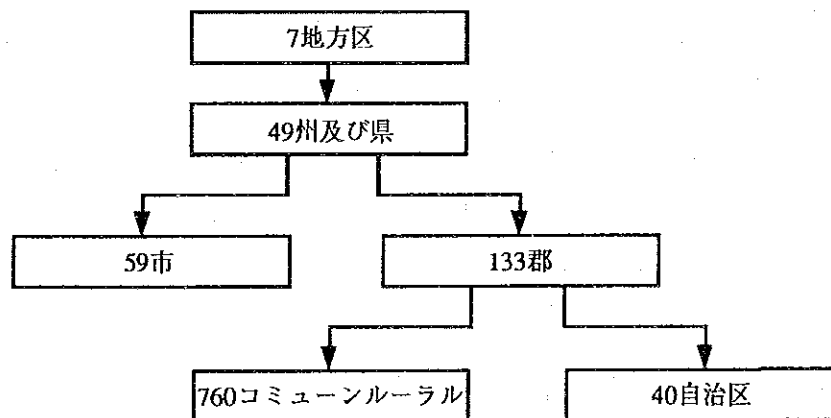
2.1.1 モロッコ国の概要

モロッコ国は、北アフリカ西部に位置する国土面積710,850 km²（西サハラを含まない面積は459,000 km²）の立憲君主国である。

地中海及び大西洋に面する沿岸距離は3,446 kmに及び、海洋の影響を強く受ける沿岸地域と、砂漠を含む内陸部とは気候的に顕著な差異がみられる。特に、内陸部では降雨が少なく、全国平均年降水量としても400～600 mm（例えば、Ifrane 1,000 mm、Casablanca 443 mm、Laayoune 29 mm）となっている。

人口は、23,958千人（1988年政府予測値）で人口密度は33.7人/km²、人口増加率は年2.4%と推定されている。

モロッコ国は、7つの地方に分けられ、それらはさらに下図のような地方行政単位で構成されている。



2.1.2 産業構造

モロッコ国における近年の各産業別対GDP比は、第1次産業が20%、第2次産業が20～25%及び第3次産業が40%と概観できる。

部門別GDP構成比を1988年時点でみれば、農林水産業19.6%、工業・エネルギー7.1%、製造業17.0%、建設・土木4.7%、運輸・通信5.3%、商業16.5%及びその他サービス14.7%となっている。

また、全体のGDPの推移をみると、1970年代では7.0%以上の成長率を記録していたものの、1980～1985年では2.7%に低落している。これらは、記録的な連続早魃や、国際価格の

低迷などによる農業部門の不調が原因となっており、同国における農業部門の影響力の高さを物語っている。

早魃の終焉とともに、1989年のGDP成長率は、4.9%に回復しているものの、依然として外因に左右されやすい産業構造に大きな変化はなく、今後特に農業基盤の強化が強く求められている。

2. 1. 3 社会状況

1982年センサスにおける雇用人口は5,357千人で、失業者は642千人、失業率は10.7%とされている。さらに、1988年の失業率は14.0%とみられ、現在の雇用状況はさらに悪化している。

このような状況の中で人口の都市集中が続いている。農村部での人口増加率が1.5~2.0%であるのに対し、都市部の人口増加率は1973~1984年平均で5.5%、1980~1987年平均でも4.5%と高い数値を示している。1988年時点では、全人口の46%は都市部に生活しており、各都市とも飽和状態にあると考えられる。現在、人口の都市集中は3.6%と鈍化しているものの、依然として深刻な状態が続いている。

1985年における産業別就業人口比率は、農業が41.4%と最高で、次いで商業が22.8%、工業関係が12.7%及び建設関係が9.1%となっている。

一方、1980年の農業就業人口比率は47.7%であったことを考えれば、人口の都市集中の影響は、産業構造にも影響を及ぼしていることを物語っている。

2. 1. 4 第5次5ヵ年計画

モロッコ国は1956年の独立以来、1986年、87年の2年間の空白期間を除いて8回にわたり国家開発計画（5次の5ヵ年計画と、3回の臨時国家計画）を策定している。

1981~1985年を対象とした第4次5ヵ年計画は未曾有の早魃に見舞われ、その後半には経済構造調整が実施されるに至った。同計画期間終了後の1986、87年の2年間は、次期開発計画スタートのための準備期間として国際収支、財政収支の均衡達成が図られることになり、第5次5ヵ年計画は、1988年から実施されることとなった。

第5次5ヵ年計画は、第一に経済的バランスの回復（国際収支、財政収支の均衡達成）、第二に高い人口増加率を考慮した適正な経済成長率の確保、第三に農業及び工業の振興、第四に民間主導の経済発展の4点を基本方針としている。そしてこの基本方針に基づき、国家開

発戦略のガイドラインとして次の6項目を掲げている。

- 農業・農村開発促進と砂漠化の抑止
- 民間主導型の中小規模事業の推進
- 準官庁も含んだ各官庁の職務・権限の見直し
- 地域開発計画の強化・促進
- 輸出の振興
- 教育・訓練システムの改革

この中で、モロッコ国の基幹産業としての農業部門では、次の5点を基本目標としており、その具体的な方法として水資源開発の促進、水資源の保全、水利用の向上をうたっている。

- 食糧自給の達成
- 農村所得の引き上げ
- 農産物輸出の拡大と輸入の抑制
- 天然資源の保護
- 農産物の価格維持

また、第5次5ヵ年計画では、国民食生活の動向、国際価格の変動を考慮して、硬質小麦の生産をおさえて軟質小麦の増産をはかること、食用油及び砂糖の生産に力を入れること、及び豆あるいは野菜の生産も促進することなどを盛り込んだ主要農産物の生産目標を新たに示している。

2. 2 農業及び農村の概要

1989年のモロッコの全耕地面積は約890万haで、そのうち約730万haに畑作物、飼料作物及び果樹が作付され、残りは休閑地である。

1988/89年度の耕地利用状況は、穀物が551万haで全耕地の約65%、全作付面積の約75%を占め、小麦・大麦を主体にした穀物作がモロッコ農業の中心であることを示している。次いで、豆類及び果樹が作付面積のそれぞれ約7%を占め、工業作物、油料作物、野菜はいずれも2~3%の面積で作られている。休閑地は近年減少しつつあるが、それでも乾燥地帯を主にして約160万ha、全耕地の約19%を占めている。

1980年代に、全作付面積は、耕地の拡大約70万ha、休閑地の減少約90万haで合わせて約160万ha増加した。増加分のうち穀物が100万ha以上を占めるが、伸び率の高かったのは豆類、油料作物及び野菜である。また、1960年代にはほとんど栽培面積のなかった砂糖きび、甜菜の糖料作物が今日では広大な面積に作られるようになった。これらは灌漑地の拡大と政府の政策によるところが大きい。

このように、モロッコ農業の発展は著しいものであるが、基礎食料の自給率は、現在でも穀物80%、砂糖70%、食料油30%程度であって、農業生産力の一層の発展が政府の最重要課題の一つになっている。

モロッコ農業の持つ構造的な問題点の一つは、その地理的・気候的な特性から、しばしば激しい旱魃に襲われ、農業政策が安定を欠くことである。例えば、最近10年間で最も旱魃被害の大きかった1980/81年度には、穀物収量が例年の約2分の1、豆類は3分の1近くに落ち込むという大きな被害を受けた。その後も1982/83年、1986/87年と数年ごとに旱魃に見舞われている。そこで、政府は独立以来、灌漑事業に力を入れ、現在モロッコは第三世界で最も灌漑の普及した国の一つになっているが、灌漑面積は季節的灌漑、河川氾濫による灌漑を含めて約126万haで、灌漑事業の一層の発展が課題となっている。

モロッコ農業のもう一つの特徴は、生産性の低い伝統的な零細経営と生産性の高い近代的な大規模経営が併存していることである。表2. 3. 1に示した経営規模の分類からもわかるように、1982年の農業調査では、経営総数の69%が5ha未満の零細経営であるにもかかわらず、所有する耕地は全体の23%に過ぎない。他方経営数の3.4%に過ぎない50ha以上の大経営が全耕地の32%を保有しており、かつ、これらの大経営は灌漑や土地の肥沃性の面でも有利で、糖料作物や輸出用のオレンジ、野菜などは大半が大経営によって生産されている。RifあるいはAtlasの山地や南部及び東部内陸地帯に多い零細経営の近代化と収益改善が、今後の大きな課題である。

表 2. 3. 1 経営規模の分布

経営規模	経営数		耕地面積		経営あたり 平均耕地面積 (ha)
	戸数	%	ha	%	
< 5 ha	921,564	68.8	1,860,750	23.4	2.02
5~20 ha	358,981	26.8	3,530,654	44.4	8.45
20~50 ha	46,882	3.5	1,351,827	17.0	28.83
> 50 ha	12,055	0.9	1,208,692	15.2	100.26
合 計	1,339,482	100.0	7,951,923	100.0	5.94

資料： Résultats de l'enquête agricole selon les classes-taille.
MARA/DPAE (1981/82)

主な家畜の飼養頭数は、年によって変動はあるものの、牛300万頭内外、羊1,300万頭内外、山羊500万頭内外で、ここ10年間に特に著しい増加または減少の傾向は見られない。そのほか、交通・輸送・耕耘の手段として使われている馬、ロバ、ラバ、ラクダもかなり多数飼われている。

これらの家畜は、一部の近代的な乳牛経営や養鶏経営を除いて、ほとんどが伝統的な放牧によって飼養されている。主な放牧地は、自然草地 (parcours)、非農用地 (incultes)、森林、休閒地、並びに収穫後の穀物畑で、飼料が乏しくなる乾期には、小麦、大麦等のわらや砂糖きび、甜菜の精糖残渣が多く利用される。南部地方では、夏期に草を求めて山地に移牧することも多い。牧草、飼料作物の栽培は、灌漑地を除いてまだまだあまり普及していない。

こうした飼養方法から、旱魃年には牧畜も大きな被害を受ける。自然草地等の草が乏しい上に、もう一つの飼料源である穀物わらが不作で不足するからである。さらに、旱魃年には、牧畜農家が大量に売りにだすため、家畜価格が暴落し、畜産農家は二重の打撃を受ける。その結果、旱魃年の後も数年にわたって畜産は立ち直れないことになる。1981年の大旱魃年には、この傾向が特にはっきり現われた。

しかし、モロッコの畜産は着実に発展しており、食肉及び牛乳の自給率はそれぞれ100%、58%に達している。

上述のように、モロッコの農業・畜産は、大きな困難を抱えながらも、着実に発展している。しかし、年間2.4%を超える人口増加の圧力もあって、農村の生活水準は都市に比べてまだまだ低い。1984/85年に行われた全国家計調査では、農村の平均家計支出は、世帯あたりで都市の63%、個人あたりで54%であったが、現在でもそれほど変わっていないと思われる。特に零細経営

が多く、近代化の立ち遅れている山間地帯での経営改善は、今後のモロッコ農業の発展にとって大きな課題の一つであろう。

2. 3 調査対象地域の概要

2. 3. 1 調査対象地域

調査対象地域は、同国最大の灌漑地帯であるガルブ平原の主要河川、セブ川の上流に展開する6,153 km²のウェルガ川流域である。セブ川はガルブ平原を中心としたセブ川流域開発の主水源であり、現在建設中のムジャラダムはガルブ平原への灌漑用水供給、及び洪水被害軽減を目的としているもので、本調査対象地域はこのムジャラダムサイトの直上流に広がる。

調査対象地域は、このガルブ平原を含むセブ川流域の東端に位置するセブ川の水源地帯であることから、セブ川流域農業開発の一翼をになうとともに、水源としての保全が課題となっている地域である。

2. 3. 2 ムジャラダム計画

ウェルガ川流域の流出量は、セブ川全流量の約1/2を占めており、特に洪水時における流出はセブ川洪水量の3/4にも達するとされており、水利用面のみならず、洪水制御の点で注目されている。通常は2年に1度の割合で洪水が起こり、ガルブ地域15万haの広大な地域に洪水被害を与えており、洪水防御の重要性が高い。

他方水源としてのウェルガ川流域は、年降雨量が800 mm～1,500 mmに達する地域で同国の最多降雨地域であり、ウェルガ川は豊富な水資源であるといえる。しかし、降雨は雨期の3～4ヶ月に集中するため、そのほとんどが直接海に流出しており、有効利用はほとんどなされていない状況である。

これらの背景から、水資源の有効利用、洪水防御、発電を目的とし、フェズ (Fez) 北西60 kmの集水流域面積6,153 km²を有する地点にムジャラダムの建設が計画され、実施に移されている。ダムの利用目的は、ガルブ平原100,000 haへの灌漑用水の供給、同150,000 haの洪水防御に加えて最大240 MWの発電となっており、総貯水量3,800 Mm³、堤高88 mのフィルダムを7年の工期で完成する予定となっている。

2. 3. 3 ウェルガ川流域総合開発計画

1988年、モロッコ国政府は、ウェルガ川ムジャラダム流域の保全と開発を目的としたウェルガ川流域総合開発計画 (Projet d'aménagement et de développement intégré du bassin de l'Oued Oucrgha) を発表した。

同プロジェクトは、国家開発、地方開発の双方の観点から、ウェルガ川流域内に多数の溜池群を計画して地域開発促進を目指す内容と、ムジャラダムを建設して、より広い地域の水供給を達成する内容から成り立っている。

この流域総合開発計画は、1985年以降、本格的に実施されてきているモロッコ国の小規模溜池建設の流れの中での最重点計画となっており、ウェルガ川流域の開発という地域開発的意義のみならず、全国的な小規模溜池建設計画の指導的プロジェクトとされる構想であった。

ここで提案されるダムの内訳は次のとおりである。

- 15地点.....貯水量2千万 m^3 程度の中規模ダム
- 100地点.....貯水量50万 m^3 から100万 m^3 の小規模ダム
- 200地点.....貯水量2万 m^3 から5万 m^3 のさらに規模の小さな溜池 (ヒルダム)

モロッコ国では、この315ヶ所のダム及び関連施設の調査・設計、工事実施を2000年までに完了する予定をたてている。しかし、近年農業開発としての新しい視点に注目され始めたことから、同スケジュールの見直しを含めたマスタープラン調査が必要となっている。

第3章 調査対象地域

3.1 地形・地質及び土質

3.1.1 地形

(1) 山系及び水系

山系及び水系は、地質構造に強く規制されている。調査対象地域には孤状の構造方向がみられ、この孤の北縁には堅い岩石（片岩；砂岩互層、石灰岩類）が分布するため、山地が発達し分水嶺を形作る。これに対し、孤の南縁付近は軟質岩石（泥灰岩）が多く、ウエルガ川本流の侵食作用により丘陵地及び平坦面が形成されている。ウエルガ川には、幹線支流が9本注ぎ込んでいる。これらはすべて北側の山地に発し、南下して本流に注ぎ込む。

また、各支流が本流に注ぎ込む少し手前の部分では、中山間地を横切るため、河道の狭窄部（横谷）を生じている。

(2) 山地及び丘陵地

調査対象地域は、標高400 m前後及び1,200 m前後を境に3つの地形カテゴリーに区分できる。低位より順に(1)丘陵、(2)中山間地及び(3)高山と仮称する。このうち、(3)高山は硬砂岩、片岩、石灰岩等硬い岩石よりなり、急峻な山容を呈し、現河谷に面する部分には、急斜面が発達する。(2)中山間地は、山頂付近が丘陵に似たなだらかな地形を呈すること及び現河谷の侵食による急斜面が少ない点に特徴がある（ただし、境界の標高は上流に向かうにつれ、次第に高くなる傾向がみられ、多少地域差がある）。

(3) 平坦面

調査対象地域には河谷沿いに発達する沖積面及び洪積世の段丘面のほか、高山山麓に広がる扇状地面が認められる。

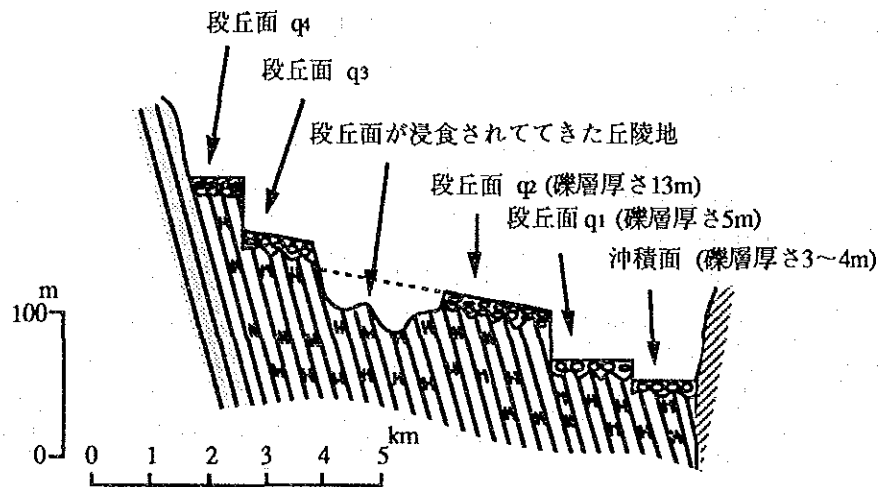


図3. 1. 1 平坦面模式図 (Taounate - Ain Aicha地域)

河谷沿いの平坦面中、広い面積を占めるのは、沖積面及び段丘面 q_1 であり、段丘面 q_2 がこれに次ぐ。他の高位の段丘面は局部的に散在する。

(4) 地形と土地利用

本地域の土地利用状況は高山、中山間地、丘陵及び谷底平坦地という3区分にはほぼ対応しており、次のような特色が認められる。

標高400 m以下の丘陵及び谷底平坦地は調査対象地域で最も肥沃な土地であり、ほぼ全域が畑地または果樹園に利用されている。

標高400 m～1,200 mの中山間地においても畑地及び果樹園が広く展開する。しかしながら、耕地に適さない急斜面も多く、耕作は比較的傾斜の緩い山頂部及び山腹や古い扇状地を対象としている。

標高1,200 m以上の高山になると耕作適地は少なく、狭い谷底や急斜面にわずかの畑地が認められるに過ぎない。またこの高度になると気候が冷涼となり、小麦の作付が極めて少なくなる。

こうした耕作状況を反映して、かなりの山奥まで集落が立地している。しかしながら、道路網の発達は充分といえず、これが地域発展に対する阻害要因の1つとなっている。

3. 1. 2 地 質

(1) 地質構造

図3. 1. 2に調査対象地域及び周辺地域の地質構造図を示す。

調査地域には中世代及び新生代の泥質岩（片岩、泥灰岩及び頁岩）を主体とし、砂岩、石灰岩を挟在する厚層が孤状に配列している。この地域はアルプス造山帯の西縁に位置し、大規模な褶曲、断層が多数分布し、地質構造が非常に複雑になっている。

調査対象地域の北部は東部と西部に区分される。このうち東部は山地を形成し、ジュラ紀及び下部白亜系の泥質片岩が広く分布する。西部は上部白亜系泥灰岩が分布し、中山間地となる。

調査対象地域中部ウェルガ川本流の河岸地域は三疊紀より新第三紀に至る各層が断層で分断されブロック状に散点しており、調査地域の中で最も構造の複雑な地形となっている。

調査対象地域南部は新第三紀の泥灰岩を主体とする丘陵地となっている。前記中部との境界付近は、特にSol線と呼ばれ、ジュラ紀及び白亜紀の各層が分布し、中山間地を形成する。

(3) 地質層序

図3. 1. 3に調査対象地域地質層序模式図を示す。

新生代中新世の不整合面(B)を境に泥質岩の固結度に著しい差を生じている。(B)より上位の泥質岩は軟岩、下位は中硬岩となる。地質工学上、両者を区別する目的で上位を新期堆積岩類、下位を古期堆積岩類と仮称する。

3. 1. 3 土 質

(1) ダム基礎岩盤の状況

今回視察を行なった代表的ダムサイト約50地点のダム基礎地質をみると、約70%が泥質岩中硬岩（片岩及び硬質泥灰岩）、15%が泥質岩軟岩よりなるサイトであり、他に石灰岩、凝灰岩類、硬砂岩及び第三紀砂岩を散見する。

第四系の堆積層厚をみると85%が6m以下であり、6~10mを示す中規模、小規模サイト8ヶ所の内4ヶ所は段丘堆積層、1ヶ所は地入り（No. 9）、他3ヶ所（No. 5、No. 19、P-C-4）は河床砂礫となっている。

これら代表サイトにおけるダム基礎岩質及び堆積層厚の分布状況は、本調査のダムイン

時代		柱状図	記号	岩相	層厚			
新生代	第四紀	完新世	A	砂礫・砂		第四紀層		
		洪積世	←q1 ←q2 ←q3 ←q4 ←q5 ←q6	砂礫				
	第三紀	鮮新世 ↳ 中新世後期	M-P 及び M _u	泥灰岩		2,000 m 前後	新期堆積岩類	
			M _u	泥灰岩	(B)			
		中新世中期 ↳ 同前記	M _i	フリッシュ (砂岩・頁岩の互層, 頁岩卓越)		1,000 m		
		始新世中期~漸新世	Em-g	石灰岩				
		晩新世~始新世前期	Ei	泥灰岩				
	中生代	白亜紀	後期	Cs	泥灰岩		1,500 m	古期堆積岩類
			中期	Cm	石灰岩-泥灰岩			
			前期	Cf	フリッシュ (砂岩・頁岩の互層, 頁岩卓越)			
ジュラ紀		ジュラ紀後期	Jc	石灰岩		3,500 m		
		ライム後期~ ドッガー	Jf	フリッシュ (砂岩・頁岩の互層, 頁岩卓越)				
		ライム前期~ 中期	Ls-Jm	頁岩 (一部泥灰岩伴う)				
		三疊紀	Lim	石灰岩及び苦灰岩				
			T	頁岩 (石膏・岩塩薄層を伴う), 火山岩類				
先三疊紀			S	基盤岩 (花崗岩類等)		基盤		

図3. 1. 3 模式柱状図

ベントリーに示されたダムサイト全般についても同傾向とみてよい。

調査対象地域ダム基礎岩盤の一般的特徴としては、以下が略記される。

- (1) ダム基礎岩盤として良好である。
 - ・ 基盤岩風化が浅い。
 - ・ 基盤岩が不透水層よりなる。
 - ・ 断層、破碎帯等の成立年代が古く、破碎部でも固結している。
- (2) ダム基礎岩盤掘削線は堆積層（河床礫、段丘礫及び崖錐）厚さに大きく左右される。
- (3) 透水性岩石、裂かを持つ岩石を基礎地盤とするダムサイトが少数あり、透水性検討を要する。
 - ・ 透水性岩石としては新規堆積岩類中の礫岩、時代未詳火山碎屑岩類がある。
 - ・ 裂かを持つ岩石としては石灰岩類がある。硬砂岩も表層に裂かを持つ。

岩種別にダム基礎としての特徴をみると以下の点が指摘できる。

(1) 泥質岩中硬岩（片岩及び硬質泥灰岩）

ダム基礎岩盤として調査対象地域中、最も良好な岩盤であり、地盤強度、透水性とも問題ない。また、風化帯の厚さも一般に小さく1~3 mの例が多い。

(2) 泥質岩、軟岩（泥灰岩）

固結度は上記(1)泥質岩中硬岩に比し、著しく小さく軟岩に区分されるが、ダムサイトとして中規模ダムの例はなく、小規模ダム、ヒルダムが位置する。

ダム基礎岩盤として(1)泥質岩中硬岩に次いで良好な岩盤であり、地盤強度、透水性とも問題ない。また、風化帯の厚さも一般に薄く1~3 mの例が多い。

(3) 第三紀砂岩

ダム基礎岩盤として一般に地盤強度、透水性とも良好であるが、部分的な透水性岩層の挟在及び地這りに注意を要する。

(4) 石灰岩

石灰岩中には亀裂、空洞が発達しており、通水路となる例が多い。サイト選定にはこの点の調査・検討が鍵となる。

(5) 凝灰岩類

ダム基礎としては強度、透水性とも一般には問題ないが、部分的に透水性の凝灰質砂岩等を挟在すること、大規模な断層、破碎帯に沿うことが多い点及び古い地形面では風化帯が深いことがあり、サイト選定には弾性波探査を含め詳細な地質調査の実施を要する。

(2) 築堤材料

調査対象地域の築堤材料としては、土質材料の入手に不安はなく、ロック材の賦存状態が最も重要な要素である。代表的なダムサイト約50ヶ所について、ロック材岩質及び運搬距離を調査した結果、岩種別では石灰岩類が全体の1/2、硬砂岩及び河床礫、段丘礫が各々1/4を占める。運搬距離別では2 km未満が71 %、2～5 kmが16 %、5～10 kmが13 %となる。

これら代表サイトにおけるロック材岩種及び運搬距離の分布状況は、本流域のダムサイト全般についても同傾向とみてよい。

このうち、河床礫、段丘礫については、ロック材料としての岩質、礫径及び採取条件の地域差が著しいので、材料調査を詳細に実施し、ダムタイプ選定、原石山選定等、ダム計画基本方針を固めて行なう必要がある。

3. 2 気象・水文

3. 2. 1 気 象

(1) 対象地域と気象データ

調査対象地域は、北緯34° 20'～35° 10'、西経3° 50'～5° 30'に位置し、標高は概ね100 m～2500 mの範囲にある。北部の分水嶺と地中海の距離は約30 kmであり、西辺部は大西洋からおよそ100 km隔たっている。気候は地中海性気候で、冬に雨が集中し夏は乾燥する。本地域はモロッコ国では、最も水資源が豊富な地域に含まれるが、季節的、経年的降水パ

ターンが偏っており、年流出量のばらつきが大きい。夏にはほとんど降水が期待できないが、雨期である冬でも干天が続くことがある。

調査対象地域内には9ヶ所の水文観測所があり、雨量を観測しており、その内2ヶ所 (M'jara, Ourtzagh) は気象観測も行っている。それに加え、調査対象地域内及び周辺には約20ヶ所の雨量観測所が点在しており、周辺の1ヶ所 (Ouled Yacoub) は気象観測も行っている。各気象観測所におけるデータ完備期間は、気象データは10年程度、降水量データは大部分が30年程度である。

(2) 気象要素

調査対象地域南西部のOuergha川沿いに位置するOurtzagh観測所の気象要素平均値は、表3.2.1に示す通りである。

表3.2.1 気象総括表

気象要素	Ourtzagh気象観測所												年平均/合計
	Sept 9	Octo 10	Nov 11	Dccc 12	Janv 1	Fevr 2	Mars 3	Avri 4	Mai 5	Jun 6	Jul 7	Aout 8	
気温(°C:1964-1989)													
平均	26.2	20.4	16.0	12.1	11.4	13.0	15.0	16.5	19.9	24.5	28.3	28.8	19.3
平均最高	33.5	27.0	21.3	17.1	16.8	17.9	20.8	22.0	26.3	31.8	36.6	36.8	25.7
平均最低	19.0	14.5	10.4	6.9	6.1	8.1	9.3	11.0	13.7	17.2	19.9	21.0	13.1
相対湿度(%:1982-1990)													
平均	49	59	72	72	75	74	69	70	64	56	46	49	63
平均最大	69	78	86	87	90	87	87	88	82	78	68	71	81
平均最小	29	39	57	57	60	60	50	51	45	35	25	27	45
蒸発量:(mm:1975-1989)													
	225	138	76	47	49	49	90	105	145	220	284	268	1697
風速(m/s:1966-1989)													
平均	1.63	1.81	1.92	2.09	2.06	1.86	1.83	1.53	1.46	1.52	1.66	1.63	1.75
日照時間(heure:1977-1989)*													
	252	225	162	183	129	130	238	196	248	280	308	292	2642
降水量(mm:1956-1989)													
	12	57	101	130	112	109	92	81	41	13	3	1	752

*: Ouled Yacoub 観測所観測値

気温: Ourtzaghの各月平均気温は、1月の11.4°Cと8月の28.8°Cの間にあり、年平均気温は19.3°Cである。最高気温及び日最低気温の各月平均値は、それぞれ16.8°C~36.8°C、6.1°C~21.0°Cの範囲にある。夏の最高気温は45°Cを越えることがあ

り、冬の最低気温は氷点下に下がることもある。山間部では標高に応じて気温が下がり、高位部では冬期に積雪を見るところがある。

湿度： Ourtzaghの平均相対湿度は、49%~75%で夏は低く冬は高い。月別平均最高及び最低湿度は、それぞれ68%~90%、25%~60%の範囲にある。

蒸発量： Ourtzagh観測所におけるColorado法での計測蒸発量は、12月の47 mmから7月の284 mmまで変化し、年蒸発量は約1,700 mmと計算される。4月から10月の期間は、平均蒸発量が平均降水量を越える。

風： Ourtzaghの年平均風速は1.75 m/sで、各月平均値は5月の1.46 m/sと12月の2.09 m/sの間にある。Cherguiと呼ばれる乾燥した東風が、Taza州を中心とする調査対象地域東部に吹くことがある。

日照時間： Ouled Yacoubの年間日照時間は約2,640時間で、1月の129時間から7月の308時間まで変化する。

(3) 降 水

1) 降水の特徴と年流出量

調査対象地域を含むモロッコ北部地方は、夏には中緯度高圧帯におおわれ雨が少なく、冬には寒帯前線帯に生じる低気圧が雨（または雪）をもたらす。Ourtzaghの平均年降水量の80%以上は、11月から4月の半年に集中している。8月から9月には、ほとんど降雨が期待できない（年平均降水量の4%）。

図3. 2. 1の等雨量線図に示すように、年降水量は北部山地で多く1,000 mm ~ 1,400 mm程度であるが、一部で1,800 mmを記録している。南部のOuorgha川沿いの丘陵と平坦地、並びに東部の上流域では、600 mm~1,000 mmで、南または東にいくほど雨が少なくなる。本地域の流域平均年降水量は、約1,020 mmである。

図3. 2. 2は調査対象地域内のいくつかの雨量観測所における年降水量の推移を示したものであるが、年による変動は、かなり大きい。図3. 2. 3は、この年間降水量系列の周期性を知るために、移動平均をほどこしたものである。8年周期を示すととも

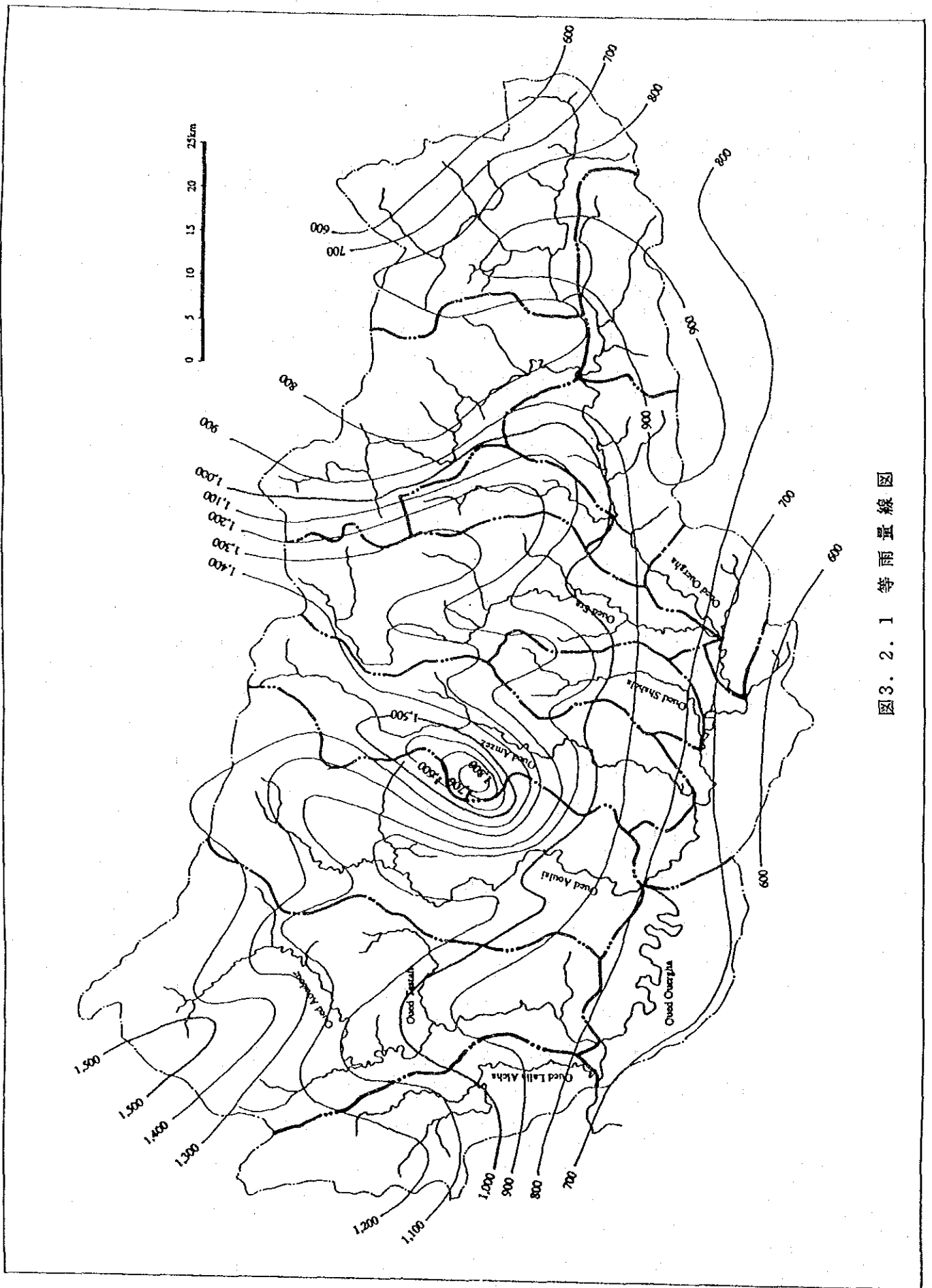


图3. 2. 1 等雨量线图

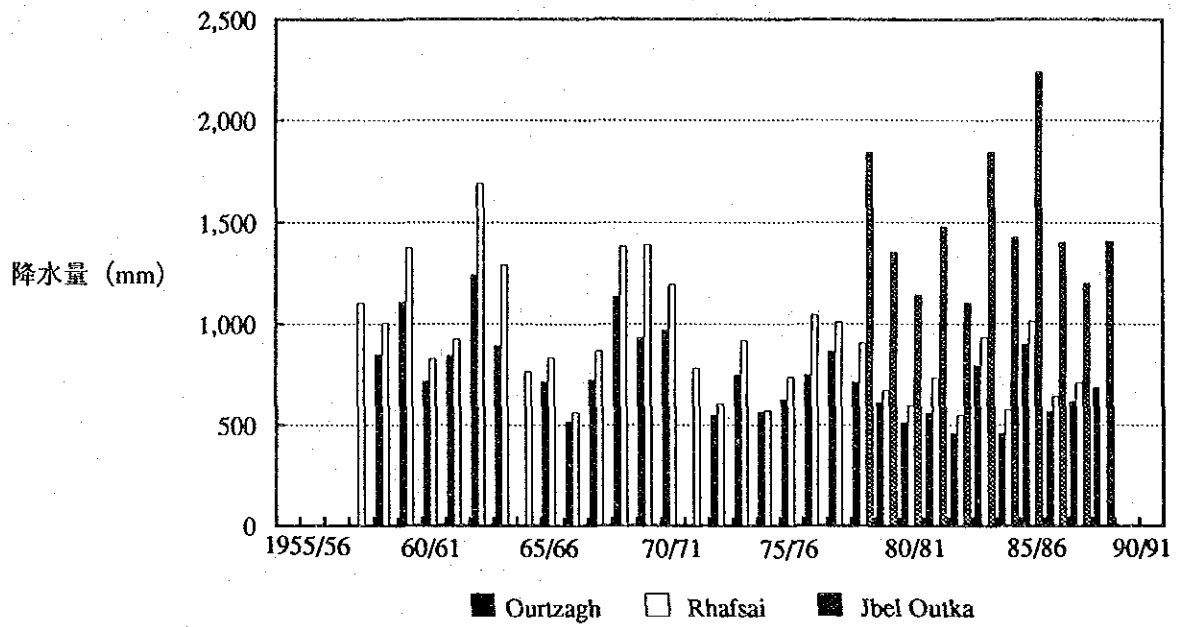


図3. 2. 2 年降水量比較図

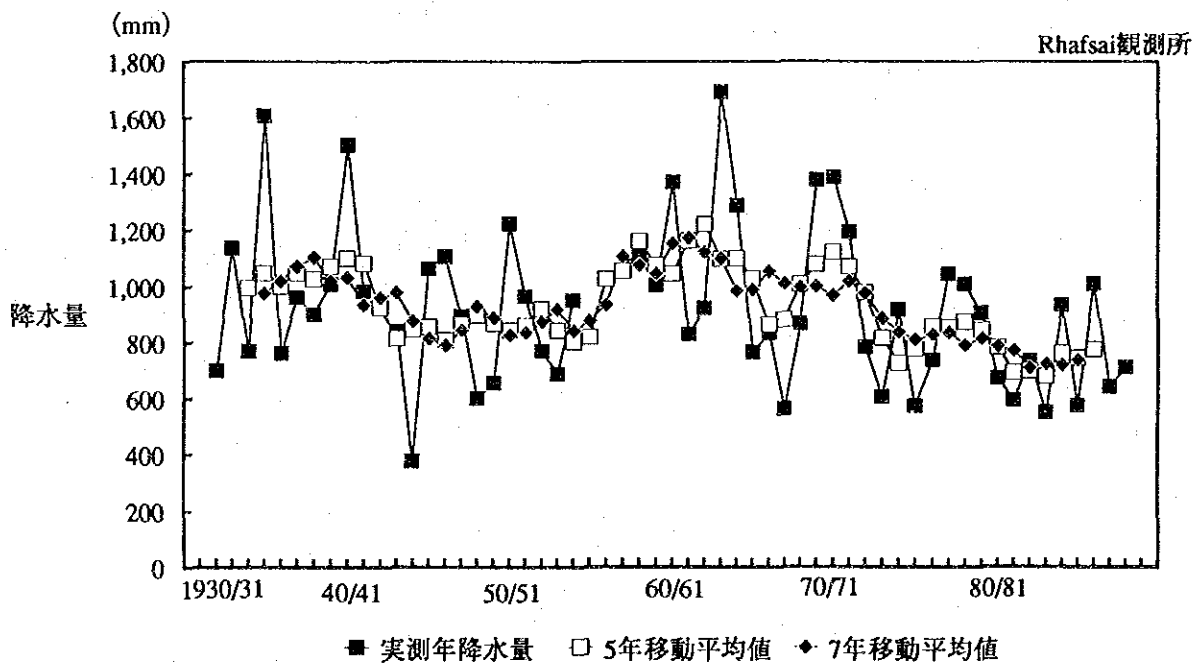


図3. 2. 3 年降水量時系列及び移動平均

に、1940年代と60年代始めから80年代にかけて下降傾向を示していることがわかる。

2) 月降水量

本開発調査では支流域あるいは各ダムの灌漑受益地等などの任意の点での降水量は、その地域の近傍観測所降水量を用いて算定する。各観測所データを用いて算出した流域全体の平均月降水量は、下表のとおりである。

表3. 2. 2 流域平均月降水量

月	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	年合計
平均降水量 (mm)	13	74	138	185	160	149	120	106	53	17	2	2	1,019

3) 年最大日降水量と降雨強度

年最大日降水量は、Ouergha川沿いの丘陵・平坦地では100 mmに達する年は少ないが、山地では100 mmを越える年も多く、200 mmを記録する年もみられる。

洪水解析のために必要な降雨強度値は、年平均降雨量から最大日雨量を得る方法と、さらにその日雨量から短時間降雨強度を求める方法を組み合わせて推定する。

(i) 年最大日雨量の計算

年平均降雨量 P_a (mm) より再現期間がT年の最大日雨量 $P(24, T)$ (mm) を求める方法 (PD-SBOによる) は、極値分布 (Gumbel) の定数 (gradex) を媒介として導きだされた。

$$P(24, T) = a'(T) \cdot P_a + b'(T)$$

$$a'(T) = 0.062 + 0.024 \cdot u(T)$$

$$b'(T) = 10 + 3.7 \cdot u(T)$$

ただし、 $u(T)$ は基準極値変数、 $a'(T)$ 、 $b'(T)$ はTで決まる定数。

(ii) 降雨強度

日降水量 $P(24)$ (mm) より降雨継続時間 t (h) の降雨強度 I (mm/h) を求める方法を下式に示す。

$$I = P(24) / 24 \cdot (24 / t)^n \quad \text{この式で } n = 1/2 \text{ とすれば}$$

$$I = 0.204 \cdot P(24) \cdot t^{-0.5}$$

3. 2. 2 水 文

(1) 流域の現況と水文データ

1) 流域の現況

本流域の面積は国土の1%未満であるにもかかわらず、流出量は全国の流出量の約13%を占めるとされている。Ouergha川がSebou川に合流する点におけるOuergha川の流域面積は約7,300 km²で、Sebou川全流域の19%にあたるが、大洪水のピーク流量はOuergha川の方がはるかに大きい。

Ouergha川流域は、北のリフ山脈と南のプレリフ丘陵に囲まれ、Mjara地点で流域面積はおよそ6,153 km²である。図3. 2. 4に示すように、本流域は14の支流域に分割できる。

冬の増水期と夏の渇水期の流量の比は大きい。洪水時には、流路から溢れた水が、兩岸の耕地上を覆うこともある。しかし、柑橘類等の果樹畑が多いこと、湛水時間が比較的短いことなどから、洪水による被害はそれほど顕著ではない。ただし、Ain Aicha上流左岸や一部山間盆地で、洪水問題が発生している。

2) 観測所と利用可能データ

調査対象地域内には9ヶ所の水文観測所があり、データ完備期間は、35年程度である。

9ヶ所の観測所のうち、Mjara、Tafrant、Ourtzagh、Rhafsai、Pont du Sker、Bab Ouenderの6ヶ所のデータは、比較的長期間のものが使用できる。

Ouergha川本支流の9観測所では、原則として1日3回の水位読み取りを行なっている。高水時には、毎時ないし半時間ごとに水位を観測しRabatへ送信する体制をとっている。

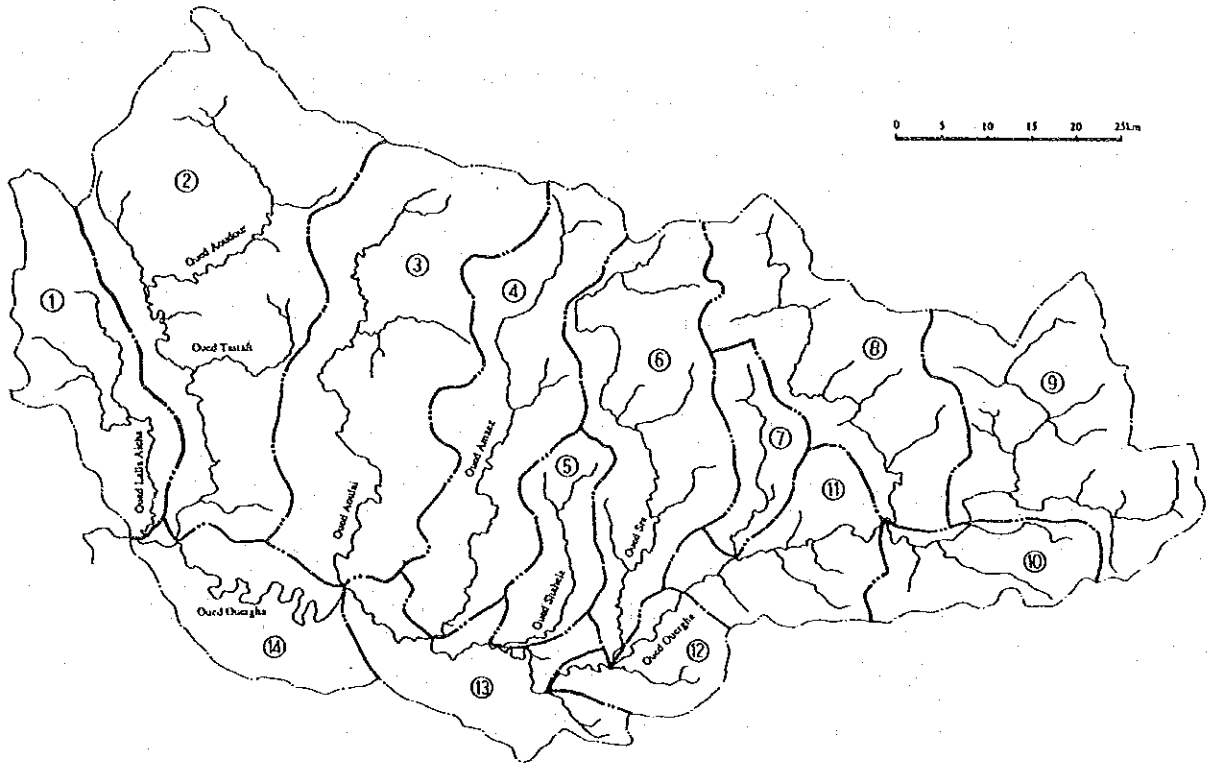


図 3. 2. 4 ウエルガ川流域分割図

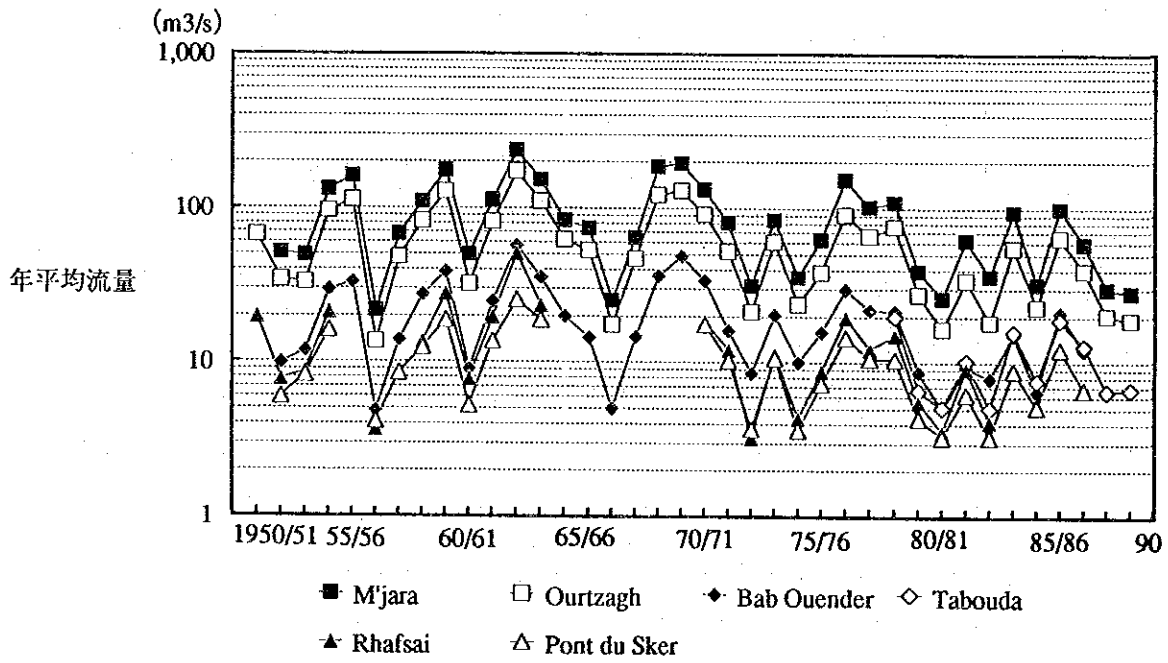


図 3. 2. 5 年平均流量比較図

(2) 流出量の検討

1) 年流出量

年平均流量あるいは年間流出量の年ごとの変動は、非常に大きく、図3.2.5に例示するように、最大値と最小値の間には十数倍ほどの開きがある。

次の項の月流出量計算より得られた各支流流域の年流出量は表3.2.3に示す。流域全体の年平均流量は91 m³/s、年平均比流量は15 l/s/km²である。

表3.2.3 各支流流域別平均年流出量

1952/1953～1986/87平均

項目	支流流域番号														合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
流出量	232	620	450	322	98	350	78	181	168	84	136	32	62	57	2,870
流出高	561	589	527	562	506	638	486	370	301	401	405	209	199	192	467

上段は(百万m³)，下段は(mm)

2) 月流出量と月流出高

支流流域別流出量の推定方法の検討にあたっての条件は以下の通りである。

- 主要な観測所網で利用可能な日、月降水量及び日、月平均流量データの観測期間は、いずれも30年間程である。
- 調査対象流域内には、大きな貯水池や遊水地は存在しない。
- 流出量の大部分は、地表流出成分と考えられる。
- 灌漑計画で必要とする流出量の単位は、月単位である。

以上より、推定方法は次の点を前提とする。

- 主要6観測所の月流量より換算した月流出量を基礎とする。
- いくつかの支流流域のある月の流出量の計が、それらの支流流域全体を含む合流点での流出量と一致する。
- 各支流流域で、9月から8月までの月流出量の計が同水文年の年流出量と一致する。

満足すべき関係は

- 全流域 (No. 1~14) 合計流出量.....Mjara流出量
- 流域No. 3~13の計.....Ourtzagh流出量
- 流域No. 7~11の計.....Bab Ouender流出量
- 流域No. iの流出量.....近傍観測所流出量×係数

実際には、観測誤差があるので上の関係は満たされないが、上の各流域流出量を計算する式は第一近似式として使い、できるだけ全部の関係式を満足するよう調整して各月流出量を推定する。この方法による流域の月流出量の平均値を表3. 2. 4に示す。

表3. 2. 4 流域平均月流出量

Duree:1952/53-1986/87													(1000 000 m ³)
流域 番号	Sept 9	Octo 10	Nove 11	Dexe 12	Janv 1	Fevr 2	Mars 3	Avri 4	Mai 5	Juin 6	Juil 7	Aout 8	合計
1	0.26	2.53	10.49	38.54	50.89	50.84	37.54	24.08	13.01	2.81	0.56	0.25	231.8
2	0.69	6.76	28.06	103.1	136.0	136.0	100.5	64.43	34.80	7.52	1.51	0.66	620.1
3	0.67	5.05	19.76	64.05	100.1	99.75	77.53	48.73	26.02	6.16	1.50	0.58	449.9
4	0.48	3.61	14.14	45.83	71.59	71.38	55.48	34.87	18.62	4.41	1.07	0.42	321.9
5	0.25	1.27	4.31	14.08	18.54	19.70	17.38	11.95	7.16	2.13	0.60	0.25	97.6
6	0.89	4.56	15.48	50.52	66.62	70.70	62.40	42.90	25.67	7.66	2.14	0.88	350.4
7	0.54	1.47	3.12	10.83	14.65	14.73	13.27	10.08	5.58	2.10	0.86	0.49	77.7
8	1.26	3.42	7.29	25.27	34.19	34.37	30.96	23.53	13.01	4.90	2.00	1.14	181.4
9	1.17	3.18	6.77	23.47	31.75	31.92	28.75	21.85	12.08	4.55	1.85	1.06	168.4
10	0.59	1.59	3.38	11.73	15.87	15.96	14.37	10.92	6.04	2.28	0.93	0.53	84.2
11	0.95	2.57	5.47	18.95	25.64	25.78	23.22	17.65	9.76	3.68	1.50	0.86	136.0
12	0.21	0.61	1.34	4.60	5.89	6.19	5.60	4.21	2.33	0.85	0.34	0.19	32.4
13	0.19	0.81	2.52	9.21	12.18	13.02	10.96	7.40	4.13	1.17	0.37	0.19	62.2
14	0.14	0.75	2.48	8.83	11.77	12.10	9.34	6.09	3.63	1.03	0.29	0.13	56.6
合計	8.28	38.17	124.6	429.1	595.7	602.5	487.3	328.7	181.8	51.26	15.50	7.63	2870.5

ダム流域の月流出量は、ダム流域の年平均降水量とダム流域を含む流域の年平均降水量の比を考慮して、流域の流出量を流域面積比で補正して算出する。

(3) 洪水の検討

調査対象地域は約6,153 km²と大きく、対象となる流域面積が1 km²以下～500 km²以上と非常に広範囲であるので、年最大（ピーク）流量の計算方法は、流域の規模別に実用的で簡単な方法を採用する。

(i) $S > 50 \text{ km}^2$: 中規模ダムの大部分と支流流域が対象である。

モロッコ国のPD-SBOレポートで提示されている修正gradex法を基本的に採用する。ただし、Ouergha川流域のデータによるチェック、検討を通じて、一部Ouergha川流出の計算法に修正する。

(ii) $S \leq 50 \text{ km}^2$: 小規模ダム、ヒルダムと一部の中規模ダムが対象である。

ブレF/S調査地区のように、流域の地形諸元が確定している場合は、合理式を用いる。洪水到達時間算定式は、イタリアで実績のあるGiandotti式とする。合わせて、比流量式でも計算し、確証する。

(4) 流出土砂量

1) 方法論

水文観測所の浮遊含土砂量記録によると、含砂量は同じ規模の流量の中でもかなり異なった値を示すが、概して雨期の始まりには大きな値を示す。降雨強度、表面流出と基底流出の割合、地表被覆状況等が影響している。流量と含砂量、あるいは流量と流砂量の間には、相関式で表せるような明確な関係が見られない。3. 9「流域保全」にあるように、比較的平均的な年である1964年の比流砂量（浮遊）は約2,000 t/km²/年である。年流出土砂量の大部分は洪水期のもので、渇水期のものは量的にわずかである。

上の条件に基づき、まず各支流流域の年平均流砂量式を求め、次に各支流流域内のダム流域用の土砂量式を求める。各支流流域の流砂量はその合計がMjaraの流砂量と等しくなるように配分する。Mjara流砂量は浮遊流砂量と掃流砂量の計で2,000～2,500 t/km²/年と推定される。各支流流域への配分は観測所間比率を考慮して行なう。流砂量に影響を与える因子として、植生、地質・地形、標高差を考慮する。

2) 計算方法

(i) 各支流の流出土砂量

$$A_s = DS \cdot S = DSL \cdot L_r \cdot S$$

$$DSL = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot h^{0.5}$$

- ただし、 A_s : 年平均流出土砂量 (m^3 /年, t/年)
 DS : 年平均比流出土砂量 (m^3/km^2 /年, t/ km^2 /年)
 DSL, K : 単位流出高当たり年平均比流出土砂量
 ($m^3/km^2/mm$ /年, t/ km^2/mm /年)
 L_r : 年平均流出高 (mm/年)
 k_0, k_1, k_2 : 単位換算、植生、地形地質等による係数
 S : 流域面積 (km^2)
 h : 流域平均標高と流域最低標高の差 (m)

支流の年平均流出土砂量 A_s (1,000 m^3 /年) は下表のとおりである。同時に、土砂の単位重量を1.5 t/ m^3 として $DSL = k$ ($m^3/km^2/mm$ /年)、 DS (m^3/km^2 /年) も示す。

表3. 2. 5 支流別々の年平均流出土砂量

項目	支流番号														合計 あるいは 平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
DSL	2.62	3.40	2.87	2.55	2.67	2.61	3.38	5.56	6.52	4.37	2.70	1.94	1.80	1.91	3.28
DS	1,470	2,000	1,510	1,430	1,350	1,670	1,640	2,060	1,960	1,750	1,090	400	360	370	1,530
A_s	610	2,110	1,290	820	260	920	260	1,010	1,100	370	370	60	110	110	9,400

(ii) ダム流域の流出土砂量

$$A_s = DS \cdot S = k_e \cdot DSL \cdot L_r \cdot S \quad DSL = K \text{とする。}$$

ただし、DSL, K: 上記(i)で各支流域ごとに決まる単位流出高当たり比流出土砂量 ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{mm}/\text{年}$, $\text{t}/\text{km}^2/\text{mm}/\text{年}$)

k_e : 各支流域の標準に対する侵食度、普通は1とする
(0.8~1.2)

(5) 水質

1991年7月(湧水期)と11、12月(雨が少なく小流量であった)に現地で流量観測と水質(pH、EC)調査を行なった。調査の位置及び結果は、アペンディクスA2に示す。河川水、湧水ともにpHは、8から9程度で、アルカリ性であった。電気伝導度(EC)は、湧水で0.2~1.2 m Ω /cm、表流水で0.2~4 m Ω /cm程度が多かったが一部は20 m Ω /cmを越えた。Ketamaのやや南では0.1 m Ω /cm以下であった。一部の沢水は、高塩分を含んでおり、河床に塩が白く集積しているのが見られたが、北部山地上流部の塩類濃度が比較的低かった。

U. S. Salinity Laboratoryの分類方法によると、調査した水は、低塩類水C1から極高塩類水C4に相当する。土壌分析結果を参考にすれば、表流水はCaイオンが多いと推定され、調査時期が最も塩類濃度が大きくなる時期であったことを考慮すれば、北部を含む大部分の地域では、塩類問題はそれほど大きくないと考えられる。

3. 2. 3 各支流域ごとの水源開発可能性

(1) 支流域の特徴

支流域の水文量等をまとめたものを表3. 2. 6に示す。年平均流出高 L_r と長期の流出率 $C (=L_r/P_r)$ 、年平均降水量 P_a と L_r の関係はそれぞれ相関が強い。

$$C (\%) = 0.056 \cdot L_r + 19 \quad (\text{相関係数} = 0.94)$$

$$L_r = 0.76 \cdot (P_a - 405) \quad (\text{相関係数} = 0.95)$$

これらの結果を総括すれば14の支流域は次の3グループに分けられる。

- No. 1~No. 7 : P_p , L_r , C が大きい北部山地
- No. 12~No. 14 : P_p , L_r , C が小さい南部沿岸平坦地~丘陵地、農地面積率が大きい
- No. 8~No. 11 : 上2つの中間である東部山地

表3. 2. 6 支流域水文量総括表

項目	支流域番号														合計 あるいは 平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
S (km ²)	413	1053	853	573	193	549	160	490	560	210	336	155	313	295	6153
A (mil.m ³ /an)	232	620	450	322	98	350	78	181	168	84	136	32	62	57	2870
A/A total	0.08	0.22	0.16	0.11	0.03	0.12	0.03	0.06	0.06	0.03	0.05	0.01	0.02	0.02	1.00
Q (m ³ /s)	7.3	19.7	14.3	10.2	3.1	11.1	2.5	5.7	5.3	2.7	4.3	1.0	2.0	1.8	91.0
q (l/s/km ²)	17.8	18.7	16.7	17.8	16.0	20.2	15.4	11.7	9.5	12.7	12.8	6.6	6.3	6.1	14.8
Lr (mm/an)	561	589	527	562	506	638	486	370	301	401	405	209	199	192	467
Pa (mm/an)	1050	1150	1150	1250	1000	1200	1100	850	800	900	900	750	700	750	1020
c=Lr/Pa	0.53	0.51	0.46	0.45	0.51	0.53	0.44	0.44	0.38	0.45	0.45	0.28	0.28	0.26	0.46
ET=P-L	489	561	623	688	494	562	614	480	499	499	495	541	501	558	553

(2) T年確率の渇水年流出量

支流域の35年間の年流出量に基づき、対数正規確率法で確率計算を行ない再現期間がT年の渇水年流出量を確定した結果を表3. 2. 7に示す（アベンディクスA2, 表A2.5.1には豊水年流出量も示している）。

表3. 2. 7 支流域確率渇水年流出量

(1 000 000 m³/年)

確率年	支流域番号														合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A (moyen)	232	620	450	322	98	350	78	181	168	84	136	32	62	57	2870
Af															
T= 2 ans	198	529	373	267	84	301	65	152	141	71	114	27	53	48	2424
T= 5 ans	114	305	210	150	50	179	36	85	79	39	63	15	29	27	1394
T= 10 ans	83	223	152	109	37	134	26	60	56	28	45	11	21	20	1023
T= 20 ans	63	169	114	82	29	104	19	45	42	21	34	8	15	15	779
T= 50 ans	45	120	80	58	21	77	13	31	28	14	23	5	10	11	560
T=100 ans	35	93	62	44	17	61	10	23	21	11	17	4	8	8	439

3. 3 土 壤

3. 3. 1 土壤調査

本調査の目的はウエルガ川流域において、中小溜池群を水源とする農業開発計画の策定にある。したがって土壤調査目的も、土壤の特性を明らかにし、土地利用や灌漑計画の基礎資料を得ることにある。

一方、ウエルガ川全流域は6,153 km²に及ぶ広範囲の地域であるが、モロッコ関係機関には全域をカバーする現存の土壤図はない。したがって調査目的、調査期間、対象地域の広さ及び調査作業の能率を考慮すると、全地域を土壤調査の対象とするよりはウエルガ川流域の中の灌漑可能と思われる地区（9地区、対象面積約13,000 ha）に絞ることが妥当と考えた。

現地調査期間中に調査地域の一地域ではあるが、土壤に関する唯一の資料〔セブ川流域整備計画調査（1963～69）〕を入手することができたので、この成果を参考にしつつ、現地での調査結果をまとめた。

3. 3. 2 調査地区の概況

(1) 地 形

調査地区は、大部分が平坦地又は10%以下の緩傾斜地の畑である。標高は、流域下流で180～330 m、上流で850～1,080 mの範囲にわたっている。

各地区とも、数層の段丘（地質図における区分名：SOLTANIEN, TENSIFTIEN, AMIRIEN）と4種類の地形面（氾濫原、沖積面、低位段丘面、高位段丘面）に区別される。

(2) 土壤母材

調査地区の土壤母材は、氾濫原の河成沖積物、現世の堆積物（沖積層）、更新世の堆積物（洪積層）及び一部であるが段丘地の残積が認められる。残積は堆積岩類が分布し、特に泥質岩が多く、部分的に石灰岩類及び砂岩類が分布している。

分布面積は準現世及び更新世の堆積物が極めて大きい。

(3) 土壤分類

調査地区の代表的な土壤はフランスの土壤分類法にしたがうと6クラス、7亜クラス、9群、1亜群に分類される。詳しくはアベンディクスA3.2「土壤」及びアベンディクスBの5調査地区の土壤図参照。

3. 3. 3 調査結果

(1) 有効土層

有効土層が浅い場所は、河川沿いの沖積層の多くと洪積層の一部にみられ、下層に礫層が現われる。しかし多くの場合、有効土層は100 cm以上あり、作物栽培に明らかに支障をきたす場所は一部である。

最もデータがそろったTaounate地区に関しては非有効土層図を作成した（アペンデックスB参照）。

(2) 傾 斜

調査対象地区は、ウェルガ川流域の中で灌漑可能と判断される比較的平坦な地域を選んだため、いずれも0~8%の傾斜で、大部分は0~3%の平坦地又は緩波状地である。

(3) 土 性

粘土が30~40%、シルトが30%の軽埴土が7割近く占める。重埴土、埴壤土が1割前後あり、そのほか壤土、シルト質埴土、砂質埴壤土もみられる。したがって、一般に粘着力が高く保水力（有効水分はやや低い）のある土壌といえる。

最もデータがそろったTaounate地区に関しては土性図を作成した（アペンデックスB参照）。

(4) 土壌硬度

調査はフェーズⅠが乾期中、フェーズⅡは雨期中ではあったが、雨は少なく土壌含水量が低い状態で測定を行った。したがって指標硬度は極めて高く、乾期で土壌が"非常に緻密"であると表現できる平均28 mmの値を示し、雨期でも"緻密"と表現できる値15~20 mmを示した。

(5) 化学性

簡易分析結果、表層土の分析値は平均で表3. 3. 1のようになる。

依頼分析結果から塩基交換容量をみると平均で33 m3/100gと高い値を示した。

したがって、作物栽培に際しては、N-P-K肥料の施肥は必要とするが、微量元素は取り立てて問題とはならず、塩基交換容量からみても土壌肥沃土は高いといえる。

表 3. 3. 1 調査対象地域の土壌化学分析値

分析項目	平均分析結果	
NH ₄ -N	0.8 mg/100g	
NO ₃ -N	0.15 mg/100g	
P ₂ O ₅	13 mg/100g	注：調査地点，調査結果は
K ₂ O	14 mg/100g	アベンディクスA3.2
CaO	500 mg/100g	「土壌」参照
MgO	25 mg/100g	
Fe	21 ppm	
Mn	11 ppm	
NaCl	0.02 %	

(6) pH

土壌反応は2~3の例 (pH 5.7~6.8) を除き、各調査地点とも中性~微アルカリ性 (pH 7.0~8.5) を示した。最高値8.5、最低値5.7、平均値7.6であった。

このアルカリ性を示す原因は、前記の化学性から見て大部分がカルシウムによると考えられるので顕著な問題とは考えられない。

また層位間でのpHの違いをみると、下層程アルカリ性が高くなる傾向を示しており、これも本地域土壌の特徴といえる。

(7) EC

塩類集積の指標となる電気伝導度 (EC) は、各地点の各層とも720~1,550 μ S/cm (μ mho/cm, 25°C) の範囲に分布している。

作物の塩類に対する抵抗性は作物の種類によって異なるが、土壌の種類によっても、障害発生 の程度が異なり、粘土や腐植含量の多い土壌ほど障害発生が少なくなる。一般的には0~4,000 μ S/cmまでは、作物栽培に目立った障害は現われないとされている。したがって、現状では調査地区での塩類集積による懸念はないといえる。

しかし、調査地区のECの値は農耕地の一般的土壌に比べてかなり高いこと、層位間でのECの違いをみると上層ほどECの値が高くなる傾向にあること、また、井戸水の調査結

果からもECの高い箇所や塩の露出も数ヶ所みられ、塩性土層の存在がうかがわれることなど、本調査では特定できなかったが、地域によっては灌漑後、塩類集積が懸念される場所もでてくるものと考え。

特にECが高い値を示した土壌、井戸水及び塩の露出箇所がみられた箇所は、非有効土層図（アベンデックスB参照）の中に示した。

(8) 調査地区井戸水のEC

土壌中の塩類集積問題に関連して、地下水の水質をみるため、調査地区内の井戸水をサンプリングし、EC、pH、水深を測定した。それと同時に、踏査中、塩の露出が観察される箇所をチェックした。

井戸水のpHは最高値9.6、最低値7.5、平均値8.4のアルカリ性を示した。また、塩類集積に関連の深いECは最高値4,800から最低値670 $\mu\text{ S/cm}$ の開きがあり、平均では1,730 $\mu\text{ S/cm}$ の値を示した。最高値を示した井戸水は飲料水としても塩分が高いうえに、過去に野菜の灌漑用水として利用し枯らしたことがあり、現在は使われていない。

また土壌のEC、井戸水のEC及び塩の露出箇所の間には関連がみられ、塩の露出が多い箇所の周辺でサンプリングした土壌、井戸水のECは高い値を示した。

3. 3. 4 土地分級

(1) 土地分級の概要

土壌調査結果とモロッコでの土地分級法を参考に、灌漑下の作物栽培を前提として、ブレフ/S調査地区の土地分級と評価を行った（アベンデックスB参照）。

農耕地の分級は、作物の生育を阻害する原因の程度を区分することによって、土地の生産力を予測しようとするものであり、土地の生産性の程度を次の4つに分類した。

Case 1: 適正な土壌管理を行えば、灌漑したすべての作物について高い生産が期待できる土地。

Case 2: 若干の阻害因子があるが、適切な土壌改良と管理を行えば通常の実産を上げることができる土地。

Case 3: ほとんどの作物に対して生産性の上で制約があるが、土地の特性上、開発と管理に費用が比較的高くかかる土地。

Case 4: 灌漑での作物生産が不適な土地。

(2) 分級の項目と基準

評価に用いるべき因子は傾斜、土層の厚さ、土性、礫の含有度の4因子を主因子とし、それに塩類濃度、洪水の項目を加味して検討した。

またpH、化学分析及び土壌硬度の結果からは、特に際立って作物栽培の阻害因子となるものがなかったこと、土壌間の優劣をつけるほどの差異がなかったことで、評価に用いる因子としなかった。

主因子はあらかじめ4等級に分け、ある土地の因子が最劣等の等級を示せば、他の因子の等級の如何を問わず、その等級に格付ける。

またその他の因子については、その程度を検討し分級に加味した。

この段階での調査には、データに限りがあるため、土地の分級はあくまでもおおまかなものであるとのことを考慮されるべきであり、実施にあたっては、その段階に応じた詳細な検討が繰り返されるべきである。

表 3. 3. 2 分級項目と分級基準

評価因子	I 級	II 級	III 級	IV 級
傾 斜 :	0~3°	3~6°	6~10°	10° 以上
有効土層 :	100 cm以上	50~100 cm	50 cm以下	表層
土 性 :	- Moyenne - Fine & Moyenne - Moyenne & Grosseière	- Très fine - Très fine & Fine - Fine	- Grossière - Grossière & T gorosseier - Très grossière	- Pes de chittes
礫 :	なし	ほとんどなし	除礫に100人/ha	除礫に300人/ha以上

(3) 土地分級結果

上記分級項目と分級基準にしたがい、調査対象地域内最大の灌漑可能地である Taounat 州の Ouergha 川沿岸地域を4クラスに土地分級したものを表 3. 3. 3 に示す。

表 3. 3. 3 Ouergha川沿岸地域の土地分級結果

土地分級	面積	割合
I 級	937 ha	9.1 %
II 級	6,535 ha	63.5 %
III 級	1,850 ha	18.0 %
IV 級	965 ha	9.4 %
分級対象面積	10,287 ha	100.0 %
分級対象外面積	1,368 ha	
合計	11,655 ha	

注：アベンディクス B,
図B2.2.3.8参照

3. 4 土地利用

3. 4. 1 土地利用概要

土地利用に関しては、モロッコでは一般に次の4区分が用いられる。

- 耕地 (Suerficies Agricoles Utiles = S.A.U.) : 果樹園、人工草地を含めた農耕地
- 永久草地 (Parcours) : 農耕には適さないが、家畜の放牧に利用される自然草地または野草地
- 非農耕地 (Incultes) : 居住及び岩石の露出した荒地など
- 森林 (Forêts) : 樹木が支配的に生育する土地

調査対象地域に関連するコミューン・ルーラルごとの調査結果と、各コミューン・ルーラルのOuergha川流域内比率から推定した調査対象地域の土地利用状況を表 3. 4. 1 に示した。

表3. 4. 1 Ouergha川流域の土地利用状況

	流域面積 (km ²)	土地区分 (ha)			
		耕 地	永久草地	非農用地	森 林
Taounate	2,848	182,130	16,152	32,737	53,780
Taza	548	16,872		27,554	10,374
Al Hoceima	1,262	10,355	40,760	19,414	55,671
Chefchouen	1,413	36,382		71,168	33,750
Sidi Kacem	82	5,286	2,600	138	176
流域合計	6,153	251,025		210,523	153,752
(比率%)	(100.0)	(40.7)		(34.3)	(24.9)
(参考) ランドキット面積率					
1989年 夏期	6,151	33.9 %	26.3 %	18.6 %	21.2 %
1988年 冬期	6,151	24.2 %	32.9 %	24.8 %	18.1 %

この調査地域の土地利用の特徴は山地が多いにもかかわらず、全体として耕地率が高いことで、平均41%にもものぼる。平坦地、丘陵地では、耕地率が70%を超えるコミューン・ルーラルも相当あり、地形条件によって耕地の分布は著しい不均等がみられる。

森林は流域面積の25%を占めるが、分布は山地に偏っており、流域の北部及び東部に森林率50%以上のコミューン・ルーラルがまとまって存在する。しかし、山間地の耕地率の低いコミューン・ルーラルが必ずしも森林に富むとはいえず、全体としてみると、むしろ永久草地や非農耕地の増加が目立つ。これは森林で覆われている山が乏しいためで、土壌侵食、土壌流出が激しく、流域保全の大きな問題になっている。

3. 4. 2 耕地利用

土地利用と同じ方法で推定した調査対象地域の耕地利用状況を表3. 4. 2に示す。

表3. 4. 2 Ouergha川流域の耕地利用状況

	耕地利用区分 (ha)				
	穀物	豆類	その他作物	果樹	休閑
Taounate	68,711	19,236	9,485	77,423	7,273
Taza	9,145	4,507	2,416	4,006	665
Al Hoccima	6,371	914	433	4,601	2,692
Chefchouen	17,555	2,494	5,963	11,260	3,308
Sidi Kacem	3,514	622	315	1,086	-
流域合計	105,296	27,773	18,612	98,376	13,938
(比率%)	(41.9)	(11.1)	(7.4)	(39.2)	(5.6)

作物の種類別に耕地利用をみると、最も作付率の高いのが穀物で、耕地の42%を占め、次いで果樹の39%であり、この地域がモロッコでも有数の穀物及びオリーブの生産地である事実を裏付けている。食用豆類は耕地の11%に作られているが、上記以外の工業作物、野菜、飼料作物は合計しても7%程度で、栽培は多くない。休閑は20年前までは比率が高かったといわれているが、現在は6%以下で、全国平均の約20%に比べて著しく低い。

耕地に対する作付面積の比率は99.6%であるが、休閑地を除いた耕地に対する比率では105.5%になり、100%を超える。これは樹園地の果樹の下に穀物や豆類を栽培する間作がかなりの割合で行われているためである。

耕地利用のパターンは地域によって大差があり、また、平坦地と山間地といった単純な区分けはできない。しかし、注目に値するのは、山間地で穀物の作付比率が高くなる傾向の強いことで、山間地農業の自給的性格を示唆している。

3. 4. 3 森林

森林は、調査対象地域の特に山間・中山間地帯で、侵食防止、流域保全の役割のほか、家畜の放牧地及び薪炭の供給源として、農村生活に重要な役割を果たしている。

森林の占める面積比率は、調査対象地域全体では約25%であるが、平坦地で低く、山間

地で高い傾向にあり、コミヨーン・ルーラルごとには1~83%と大きな差がある（図3.9.1参照）。

森林の主な構成樹種は表3.4.3の通りで、州ごとに特色がある。

調査対象地域は土壌侵食の激しいこともあり、モロッコ政府は積極的に植林を進めている。最近10年間における各州ごとの植林面積は表3.4.4に示す通りである。また、傾斜地における果樹の植栽も流域保全の立場から奨励されており、関連5州において、1990/91年度には62.5万本、1991/92年度には61.2万本のオリーブ、アーモンド、いちじく及びくるみなどの果樹苗木が各農家に無償で配布されている。

しかし、全体から見れば、植林計画はまだ緒についたばかりであり、今後一層の推進が期待される。

表3.4.3 天然林の主要構成樹種と占有面積

(単位：ha)

州名	スギ	常緑松	コハガシ	コハガシ	マツ	ネズ	7M7草	その他	合計
Taounate	-	6,600	5,900	100	-	-	-	23,800	36,400
Taza	14,900	153,800	12,000	60,800	32,700	2,100	153,300	74,600	504,200
Al Hoceima	11,500	400	8,700	-	600	-	4,100	70,100	95,400
Chefchaouen	3,600	300	28,700	2,000	6,800	-	-	117,700	159,100
Sidi Kacem	-	-	66,900	-	-	300	-	5,800	73,000
合計	30,000	161,100	122,200	62,900	40,100	2,400	157,400	292,000	870,100

出典：Données publiées en 1987

表3.4.4 最近10年間における関連各州の植林面積

(単位：ha)

州名	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
Taounate	-	-	-	-	-	-	-	-	521	295
Taza	2,080	1,974	1,679	1,035	1,091	2,296	3,417	1,207	3,761	2,326
Al Hoceima	837	786	813	460	533	200	926	385	1,121	1,143
Chefchaouen	503	592	803	760	820	1,709	1,650	90	1,509	2,070
Sidi Kacem	-	-	-	-	-	-	-	-	1,286	668
合計	3,420	3,352	3,295	2,255	2,444	4,205	5,993	1,682	8,198	6,502

注：各州の森林部局資料による。

表3. 4. 5 各支流域別の土地利用面積

流域番号	流域面積 (km ²)	土地区分 (ha)			既灌漑面積
		農地面積	永久草地及び 非農用地	森林面積	
1	413	12,874	19,617	8,809	425
2	1,053	36,174	52,673	16,453	867
3	853	45,228	19,584	20,488	375
4	573	19,390	16,850	21,060	209
5	193	13,620	3,928	1,752	85
6	549	20,927	14,737	19,236	171
7	160	3,924	3,908	8,168	89
8	490	7,660	21,674	19,666	203
9	560	13,089	28,068	14,843	359
10	210	7,292	9,429	4,279	176
11	336	15,275	5,363	12,962	248
12	155	10,858	3,001	1,641	308
13	313	23,687	5,799	1,814	469
14	295	21,027	5,892	2,581	406
合計	6,153	251,025	210,523	153,752	4,390

表3. 4. 6 各支流域別の農地区分面積

流域番号	農地面積 (ha)			
	平坦地	中山間地	山間地	計
1	6,511	5,165	1,198	12,874
2	9,829	7,498	18,847	36,174
3	37,411	1,699	6,118	45,228
4	17,948	0	1,442	19,390
5	13,620	0	0	13,620
6	18,068	0	2,859	20,927
7	2,471	0	1,453	3,924
8	0	4,255	3,405	7,660
9	0	9,288	3,801	13,089
10	0	6,739	553	7,292
11	9,309	4,677	1,289	15,275
12	10,858	0	0	10,858
13	23,687	0	0	23,687
14	21,027	0	0	21,027
合計	170,739	39,321	40,965	251,025

3. 4. 4 各支流域別の土地利用

農地を灌漑用水供給の対象としてみる場合には、水源利用可能量との対比が容易なように各支流域単位での検討が便利である。ここでは、灌漑開発計画策定の便宜のために、農地を含む各土地区分面積を支流域単位で整理する。

調査対象地域は、14の支流域に分割されるが、各支流域ごとの土地区分面積は表3. 4. 5に示す通りである。この表における既灌漑面積は、各コミューンルーラル単位で得た既灌漑面積推計値を、分水嶺を考慮してそれぞれの支流域に配分したものである。

また、調査対象地域の農地は、3. 5. 2「地帯区分」で述べるように平坦地、中山間地及び山間地の3タイプに分類できる。表3. 4. 6は各支流域別のそれらの農地区分面積を示したものである。

3. 5 農業・牧畜

3. 5. 1 作物と作付体系

ウエルガ川流域の農業は、畑作、果樹作及び牧畜が緊密に結び付いた複合農業であること、中心をなす畑作では冬穀物を主体にした輪作が基本になっていることなど、典型的な地中海農業の特徴を具えている。

畑作は、年間雨量の大部分が冬期に集中する地中海性気候の特徴から、秋に播種して春～初夏に収穫する小麦、大麦、そらまめ、えんどう等の冬作物が大部分を占め、乾期にあたるおよそ7月～10月の期間は、畑には事実上なにも栽培されない。これは、調査対象地域で既灌漑耕地が1.7%程度しかないため、灌漑の必要な夏野菜の栽培は極くわずかである。

果樹は、南部の丘陵地位がオリーブの大生産地になっており、全体でもオリーブが多いが、山間地など条件の悪いところではアーモンドやいちじくが増加してくる。これらの果樹の下には、間作として小麦、大麦、豆類が作られることが多い。反面、夏期の灌漑を必要とする柑橘の栽培は極めて限られている。

畑作では、全体として輪作がよく守られており、穀物－豆類が標準的であるが、穀物－飼料作物の型も見られる。しかし、山間地では穀物－休閑がかなり存在し、また穀物の連作も少なくなく、技術指導上の問題点になっている。

表3. 5. 1 平坦地帯、中山間地帯及び山間地帯の農業主要指標

	平坦地帯	中山間地帯	山間地帯	調査対象地域合計
コミュニティ・ルーラル数	20	9	16	45
面積 (km ²)	2,630	1,134	2,389	6,153
(比率)	(42.7%)	(18.4%)	(38.8%)	(100.0%)
農業経営数	51,629	11,028	20,010	82,667
(比率)	(62.5%)	(13.3%)	(24.2%)	(100.0%)
耕地面積 (ha)	184,546	40,339	26,140	251,025
(比率)	(73.5%)	(16.1%)	(10.4%)	(100.0%)
耕地率 (%)	70.2	35.6	10.6	40.8
経営あたり平均耕地面積 (ha)	3.57	3.66	1.31	3.04
作物作付面積 (ha)	68,215	20,235	16,846	105,296
(比率)	(64.8%)	(19.2%)	(16.0%)	(100.0%)
穀物生産量 (t)	89,321	20,252	15,008	124,581
(比率)	(71.7%)	(16.3%)	(12.0%)	(100.0%)
穀物平均収量 (t/ha)	1.31	1.00	0.89	1.18
豆類作付面積 (ha)	18,928	6,547	2,298	27,773
(比率)	(68.2%)	(23.6%)	(8.3%)	(100.0%)
果樹作付面積 (ha)	75,284	11,842	11,250	98,376
(比率)	(76.5%)	(12.0%)	(11.4%)	(100.0%)
オリーブ作付面積 (ha)	50,467	6,267	4,817	61,551
(比率)	(82.0%)	(10.2%)	(7.8%)	(100.0%)
オリーブ生産量 (t)	160,467	17,174	13,884	191,525
(比率)	(83.8%)	(9.0%)	(7.2%)	(100.0%)
オリーブ平均収量 (t/ha)	3.18	2.74	2.88	3.11
休閒地面積 (ha)	6,993	2,504	4,441	13,938
耕地に対する比率 (%)	3.8	6.2	17.0	5.6
家畜頭数 (家畜単位)	136,887	49,683	70,759	257,329
(比率)	(53.2%)	(19.3%)	(27.5%)	(100.0%)
牛頭数	57,322	18,738	27,911	103,971
(比率)	(55.1%)	(18.0%)	(26.8%)	(100.0%)
羊、山羊頭数	122,107	63,763	105,945	291,815
(比率)	(41.8%)	(21.9%)	(36.3%)	(100.0%)
森林面積 (ha)	25,547	32,256	95,949	153,752
(比率)	(16.6%)	(21.0%)	(62.4%)	(100.0%)

注：各州D.P.A.の統計資料による

3. 5. 2 地帯区分

調査対象地域は、平坦地、丘陵地から山岳地帯まで、極めて立地上の変化に富んでおり、それらを画一的に論ずることは必ずしも適当ではない。そこで、調査対象地域に関連するコミュニケーション・ルーラルの耕地率を基準にとり、耕地率50%以上を平坦地帯、20~50%を中山間地帯、20%以下を山間地帯として3区分した。こうして得られた地帯区分は図3. 5. 1に示すとおりで、各地帯の主要な農業指標は表3. 5. 1に示す通りである。

全面積比率では、平坦地及び山間地が調査対象地域のそれぞれ約40%を占め、20%弱が中山間地ということになるが、耕地は圧倒的に平坦地に偏っており、約74%がここに集中して、中山間地には16%、山間地には10%程度が存在するにすぎない。その結果、調査対象地域の平均耕地率が41%であるのに対して、平坦地では耕地率が70%に達する一方、中山間地では36%、山間地では10%に過ぎず、地帯別の差異が著しい。

営業経営数も63%が平坦地に集中しているが、山間地にも24%が存在する。そのため、経営あたりの平均耕地面積は、平坦地の3.57 ha、中山間地の3.66 haに対して、山間地では1.31 haであって、大部分が零細経営である。

主要な畑作物である穀物も、平坦地帯が生産の中心で、作付面積の65%、生産量の72%が平坦地に集中しており、生産量のシェアは中山間地で16%、山間地で12%にすぎない。収量も平坦地の方が高い。豆類についても状況はほぼ同じである。主要な果樹のオリーブでは、平坦地への集中がさらに顕著で、80%以上がここで生産される。

一方、山間地帯では経営あたりの耕地面積が極めて零細であるにもかかわらず、休閒地が耕地の17%を占めており、山間地農業の厳しさと問題点を示している。

牧畜の中心畜種である牛は、全地域をつうじてほぼ経営数に対応した頭数が飼養されている。羊、山羊は平坦地に比べて、中山間地及び山間地で牛に対する比率がやや高い。

森林は、山間地に全体の62%が存在し、平坦地には極くわずかしかない。しかし、山間地でも森林で覆われている地帯は決して多いといえない。

3. 5. 3 畑 作

調査対象地域の畑作は、現在のところ、ほとんどが降雨に頼っており、穀物及び豆類が全畑作面積の88%を占めている。

穀物はこの地域の主作物であって、地域平均で全耕地の42%、関連するコミュニケーション・ルーラルの多くで30~60%に作付けられている。穀物の種類はパン小麦、マカロニ小麦及び

大麦が大部分を占め、他にソルガム、とうもろこしがあるが、栽培面積は極く少ない。

穀物栽培の動向で注目されるのは、近年の食生活の変化から、マカロニ小麦がやや減少、大麦が減少しているのに対して、パン小麦の作付が年々増加していることである。一方、穀物には地域別の特色があって、平坦地ではパン小麦、中山間地ではマカロニ小麦、山間地では大麦の作付面積が最も大きい。

収量は地域全体の平均でパン小麦1.39 t/ha、マカロニ小麦1.04 t/ha、大麦1.08 t/haであり、地帯別ではいずれも平坦地の収量が高い。これらの収量水準はけっして高いものではないが、もう一つの問題は収量の年次変動が大きく、不安定なことである。これは、降雨の不足や降雨分布の不良によって、しばしば早魃の害を受けるからで、特に平均降雨量の少ない東部及び南部で著しい。最近では1980/81年と1986/87年に大きな早魃被害があった。

この地域の穀物作のもう一つの特色は、収穫後の麦わらが家畜の重要な飼料になることで、大部分の畑で麦わらは収集、圧縮して運び出され、自家用に供したり、一部販売に回されたりしている。

豆類は、穀物との交互作として栽培されることが多く、種類ではそらまめが70%を占め、次いでレンズ豆、チャックビー、えんどうの順である。豆類栽培の問題点は、収量が1 t/ha以下で極めて低く、しかも不安定なことである。低収量の原因は、そらまめを除いてほとんどが無肥料栽培であること、収量不安定の原因は、早魃と寄生植物のorobancheの多発のためである。

ひまわりは、現在調査対象地域で栽培されているほとんど唯一の工業作物であるが、栽培面積は2,000 ha強で極く少ない。それは、ひまわりが春作物であるため、地下水水位の高い土地でしか栽培できず、それでも早魃による被害をしばしば受けて、収量が低く、しかも不安定であるからである。モロッコは植物油の自給率が極めて低いので、政府は油料作物の奨励政策をとっており、ひまわりについても支持価格を設定するほか、COMAPRA (Compagnie Marocaine des Produits Agricole) が一括集荷、購入の便宜をはかっている。したがって、収益性がよく、販路が安定しているので、現地では、灌漑が可能になれば、作付を拡大したいという意向が強い。

野菜栽培は、現在のところ、地下水水位が高い限られた土地でメロン、すいか、かぼちゃ等がやや大規模に無灌漑下で作られているほかは、馬鈴薯、トマト、たまねぎ、なす、ピーマン、カリフラワー、ミント等が家庭菜園的な規模で、極く小規模な灌漑下で作られているにすぎない。地域全体での野菜栽培面積は約3,000 ha、そのうち約1,550 haがメロン及びすいか

である。山間地で小規模灌漑による野菜栽培が比較的多いことが注目される。収量は、すべての野菜について概ね10 t/ha以下で、極めて低い。

現地では、灌漑が可能になれば、収益性のよい作物あるいは自給用として、野菜を導入したいとの希望が強い。

3. 5. 4 果 樹

果樹栽培は、調査対象地域の農業の特色の一つであって、地域全体では全耕地の39%、関連するコミュニン・ルーラルでは概ね耕地の20~60%が果樹園になっている。果樹の種類はオリーブ、アーモンド、いちじくが主で、この3種で作付面積の94%を占める。

オリーブは、調査対象地域の中心果樹であって、その作付面積は果樹全体の63%、約61,000 haに達する。これはモロッコ全体のオリーブ作付面積の20%に近い。地帯別にみると、オリーブ生産の80%以上が平坦地帯に集中し、中山間地及び山間地での生産はいずれも10%以下である。平坦地帯への集中は、収穫オリーブの約85%が搾油用に向けられ、さらにその大半がFésやSefrouの搾油工場へ送られる関係上、集荷・出荷の便が大きな影響を及ぼすからである。

オリーブ栽培の問題点は、経営間の技術格差が大きいことで、剪定、施肥を確実にを行い、灌漑までしている経営がある一方、大多数の経営では剪定、施肥とも不十分なため、各年変動が著しく、さらに病害虫の多発によって収量は低位不安定な状態に止まっている。政府は大規模な病害虫防除プロジェクトを進めているが、実施地区はまだわずかである。しかし、このプロジェクトで、総合的な技術改善により収量が60%以上増加することが実証された。

アーモンド及びいちじくは、それぞれ全果樹作付面積の5%、27%を占めるが、いずれも条件のよくない傾斜地に多く、ほとんどが無肥料栽培で収量も低い。

柑橘栽培は全果樹面積の1.5%に過ぎず、しかも全部が平坦地帯、とりわけOuergha川本川の中・下流域に集中している。これは柑橘が夏期に少なくとも2回の灌漑を必要とするため、事実、柑橘園では大部分がポンプによる揚水灌漑を行っている。

3. 5. 5 牧 畜

牧畜は畑作、果樹とともにこの地域の農業の重要な構成要素であって、牛、羊、山羊、それに交通・輸送・耕耘手段としての馬・ロバ・ラバが放牧によって飼養されている。

牛は農家にとって最も基本的な家畜で、平坦地帯、中山間地帯、山間地帯を通じて、ほぼ

経営数に比例した頭数が飼われており、事実上たいていの農家で1頭ないし2頭を飼養している。

羊は平坦地、山羊は中山間地と山間地に多く、山羊が山地に適した家畜であるとの通念を裏付けている。

馬、ロバ、ラバもまた相対的に平坦地に多いが、このことは道路が比較的よく整備され、耕耘の機械化が進んでいる平坦地でも、今なおこれらの家畜が交通・輸送・耕耘手段として重要なことを示している。

牛、山羊、羊、役畜とも、ほとんどの場合、自然草地、休閑地、森林、そして小麦・大麦を収穫した後の畑を利用した放牧で飼養されている。飼料の不足する乾期には、小麦及び大麦のわらが主に用いられ、肥育用には大麦、そら豆、ビターベッチ (orobe) などが使われている。濃厚飼料による肥育は行われていない。

一方、飼料作物の作付は、地域全体で約13,000 ha、耕地の5%に過ぎず、極くわずかである。牧草は、夏期の厳しい乾期のため、すべて1年草でベッチ・えんぱく、ベッチ・大麦の混播が主で、その他メディカゴ (medicago)、ビターベッチ等が作られている。

牧畜の生産性は一般に低い。牛を例にとると、年間の牛乳生産は600 kg/頭、肥育後の肉牛の平均体重は200 kg程度である。牛乳、牛・羊・山羊の肉とも自家消費が多く、一部販売に回るものも地方的な定期市 (souk) が主な取引の場である。

3. 5. 6 平坦地及び山間地の営農形態

調査対象地域の営農形態を総括すると、平坦地帯と山間地帯では性格が著しく異なり、中山間地帯は両者の中間的な特徴を示しながらも全体として山間地帯に近い性格であるといえる。

平坦地及び山間地・中山間地の農業の特徴をまとめると、次のようになるであろう。

第一に、農業生産の平坦地への集中である。生産基盤である耕地についていえば、74%が平坦地にあり、中山間地は16%、山間地は10%にすぎない。そして、レンズまめ、アーモンド、山羊などわずかな例外を別にすれば、すべての作物及び家畜に関して平坦地の生産シェアは圧倒的である。

第二に、作目の多様性についてである。山間地、中山間地では、穀物が畑作の大半を占め、他の作物は作付面積も種類も少なく、多様性に乏しい。また、換金作物はほとんど作られていない。山間地では地形・気候条件の厳しさに加え、社会・経済条件の未整備がこのことに反映しているとみられる。