

インドネシア共和国

南スラウェシ州綿花畑灌漑開発計画

プロジェクトファインディング調査報告書

平成8年8月

社団法人 海外農業開発コンサルタンツ協会

まえがき

1996年5月26日から6月2日までの8日間、JICA専門家大泉勝利氏（農業省食用作物総局）の協力の下に、インドネシア国南スラウェシ州南端地域における農業開発プロジェクトのプロジェクト・ファインディング調査を実施した。

インドネシア国では現在180～200万俵（44万トン）の綿花の輸入が行われている。これに対し同国の綿花の生産量は約2万俵で、輸入量の1%弱を占めるに過ぎない。この少ない生産の一角を担っているのが、南スラウェシ州の南端地域であり、ここでは昔から綿花栽培が行われている。

この地域の綿花を含めた畑作物の生産における問題点は、その生産性が極めて低いことである。この最大の原因は不安定な給水にある。年平均降水量はバンタエン／ブルクンバが870mmと極めて少なく、またジュネポント、ブルクンバは2、300～2、900mmと比較的多いものの、6～8カ月にも及ぶ乾期があることから、生産性の向上を図るためには灌漑用水の確保が不可欠である。また水不足は生活用水の確保にも困難な状況を強いており、谷からの水汲みは婦女子の労働強化となっている。

この対策の一環として、世銀及び公共事業省のプロジェクトとして地下水開発を実施して来ているが、ポンプ施設に問題があり、施設が有効に活用されておらず、また完成した施設も必要数にはほど遠い状態にある。

この地域での綿花生産の安定・拡大が図られるならば、1）地元にある綿花工場での雇用拡大、2）農民の生活向上、3）婦女子の水汲み労力の軽減、4）綿花輸入の抑制と新たな輸出産業の創設、などの効果が期待されることから、同地域での水源開発の意義は極めて高く、弊社では独自に平成7年12月の雨期に現地を訪れ、同地域の現状を調査した。

今回のADCAプロジェクト・ファインディングは同地域の乾期に合わせて実施し、雨期・乾期の違いを認識することにも目的を置いた。安定した灌漑用水を得られるところは水田としての土地利用が優先し、2期作あるいは3期作が行われ、水源の手当のない地域との格差は大きく、水源開発は緊急を要している。

最後に、今回のプロジェクト・ファインディング調査に、ご指導、ご協力頂いた関係者各位に対して感謝の意を表します。

1996年7月

調査員
藤田 孝

位置図：





現場写真

農業普及所
(ブルクンバ)
庭には綿花が
栽培されてい
る。



綿花：
花の色が
徐々にピン
クから白に
変わる



綿花工場：
(ブルクンバ)



公共事業省で建設した
揚水機場
(ジュネポイント)



公共事業省の保有する
井戸掘削機械：掘削深
150mが限度



表流水取水堰
(ジュネポイント)

目 次

まえがき
位置図
現地写真

	ページ
1. 調査の背景	1
2. 現況	1
(1) 調査地域概況	1
(2) 農業の概況	2
(3) 綿花生産の実態	3
(4) インドネシアにおける繊維産業の状況	4
(5) 6次5カ年(1994/95-1999/00)計画	4
3. 開発構想	4
(1) 水源開発と綿花栽培の促進	4
(2) 水源開発	5
(3) 地下水開発の可能性検討	6
(4) 開発対象地域	12
4. 今後の課題	12
(1) 開発対象地域の設定	12
(2) 開発方法	12
(3) 節水灌漑の導入	12
(4) 維持管理主体	13
(5) 事業タイプ	13
(6) 事業主体	13
添付資料	
調査日程及び調査員の経歴	添 1
面会者一覧表	添 2
入手資料一覧	添 3
地下水の概況	添 4

1. 調査の背景

南スラウェシ南部のボネ、ブルクンバ、バンタエン、ジェネポイント周辺では伝統的に綿花の栽培が行われ、家内紡績も行われていた。最近では綿花処理工場が農家で生産した綿花を責任を持って購入する仕組みが確立し、農家は安心して作付けが出来、収穫が増加すれば工場でもそれだけ稼働率が高まり、雇用の拡大にもつながりひいては地域経済の活性化が期待できることから、州政府も綿花の作付けを奨励している。しかし綿花の作付け面積は期待に反してそれほど伸びていない。

綿花の拡大を拒んでいるのは綿花の低い生産性である。低い生産性は灌漑用水の不安定性に起因する。安定した灌漑用水を得られる地域では水田としての土地利用が優先され、綿作は用水条件の悪いところで行われているからである。しかしこのような地域では綿花の他にも多種の作物が作付けされており、これらの生産性も不安定な状態にあることには変わりがない。このような地域は主に中小河川流域の上・中流部であるが、これらの地域ではまた生活用水にも困っている。雨期には水が濁り、乾期が長引けば井戸は涸れ、水汲みに沢まで下りなければならないからである。

これらの地域にとって用水の確保は極めて重要であり、その必要性の認識の下に世銀及び公共事業省プロジェクトとして地下水開発が行われ、またOECDの資金でも20本の井戸を掘る計画が進行中である。しかしこれらのプロジェクトによっても必要数を賄うことは不可能であり、農村活性化の一環としての水源開発プロジェクトを起案すべくプロジェクト・ファインディング調査を実施した。

2. 現 況

(1) 調査地域概況

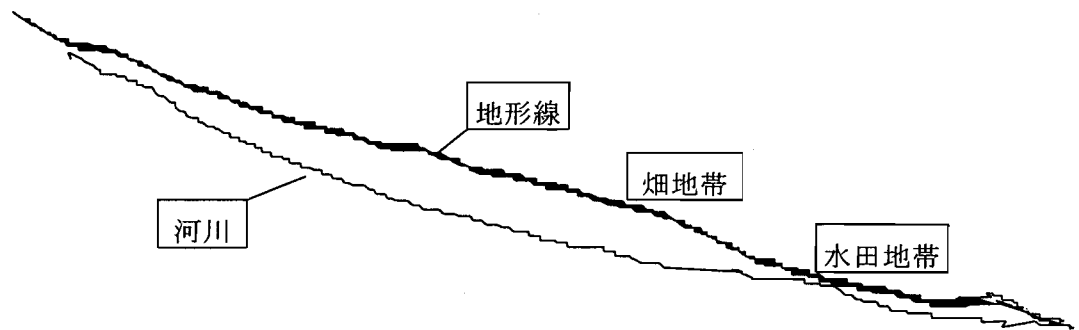
調査対象地域は南スラウェシ州南端に位置するタカラール(TAKALAR)、ジュネポイント(JENEPONTO)、バンタエン(BANTAENG)、及びブルクンバ(BULUKUMBA)の4県であり、いずれも標高2,871mのロンポバタン山の南方の裾野に展開している。州都ウジュン・パンダンから各県庁所在地までの距離は、それぞれタカラール約45Km, ジュネポイント約91Km, バンタエン約123Km, ブルクンバ約153Kmであり、幹線道路が整備されていて最も遠いブルクンバからも車で約3時間の距離にある。南に住む人の多くは経済的ポテンシャルの高い北部から移動して来ており、交通の便の良いこともあり州の人口の多くが南に片寄り、これらの各県の人口密度は南スラウェシ州平均の3～4倍になっている。

降雨パターンはロンポバタン山の影響を大きく受け地域によって雨期乾期の時期が異なるだけでなく、年平均降雨量の地域的変化も870mm～2,900mmと大きくなっている。地域によっては約7カ月も連続した乾期があり、水不足の深刻さが窺われる。

月別雨量(mm)、1994

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
ブルクンバ	232	147	223	658	143	172	28	121	0	0	35	226	1,985
バンタエン	2	335	242	122	189	65	104	-	-	33	34	81	1,207
ジュネポント	165	108	70	506	324	258	9	-	-	-	-	-	1,440
タカラール	238	383	316	144	104	-	-	-	-	-	-	-	1,185

地形的には下図のようになっており、山地では河川からの自然取り入れを難しくしており、勢い山地での給水は地下水になりがちである。しかし谷が深く、安定した給水を確保するためには 200m 級の井戸が必要になるが、日本から K R 2 で供与された公共事業省の手持ちの掘削機械では 150m が限度となっており、山地での水源開発を困難にしている。



(2) 農業の概況

南スラウェシの農業は、経済活動人口の 58.6%、生産高の 42.3%をそれぞれ占め、同地域の経済にとって極めて重要な位置にある。農地面積(1992)は水田 605,292ha、畑地 659,711ha、エステート 406,374ha となっており、特に米について南スラウェシは東部インドネシアに対する供給地として知られる。1994 年における米の生産量は 3,456,776 トン(全国の約 7%)であった。

下表は関係 4 県の地目別面積を示している。

農地面積(ha、1994)

	水田	畑	合計
タカラール	16,436 (56%)	12,955 (44%)	29,391
ジュネポント	13,884 (35%)	26,155 (65%)	40,039
バンタエン	6,721 (24%)	21,032 (76%)	27,753
ブルクンバ	20,803 (35%)	38,394 (65%)	59,197
合 計	57,844 (37%)	98,536 (63%)	156,380

水田化率はその地域の用水状況を示しており、降雨の少ないバンタエンで最も小さく、降雨や灌漑施設に恵まれたタカラールが最も高くなっている。このように土地利用は、農業用水を確保できる場所は収益性の高い米作が優先し、畑作での灌漑用水供給は不十分となっている。農業の問題点の一つは、その生産性が他の分野と比較すると低いということである。余剰労働力を農業部門で吸収し、その結果として生産性が低くなっている側面もある。南スラウェシはインドネシアの他の地区に比べて著しく貧困層が多くっており、農業分野の開発の必要性が高くなっている。

(3) 綿花生産の実態

南スラウェシにおける綿花生産の実態は下表の通りであり、作付面積 15 千 ha～19 千 ha で、約 1 万トンの生産量となっている。特質すべきはその生産性の低さである。これは、下記の世界における数値と比べると歴然である。

アメリカ綿：	約 3.0トン/ha
オーストラリア綿：	4.0トン/ha
パキスタン綿：	1.2トン/ha
インドネシア綿：	0.4～0.6トン/ha

この違いは、アメリカ、オーストラリアは灌漑であるのに対し、インドネシアは天水によるためであり、灌漑の重要性が認識できる。

南スラウェシにおける綿花生産

地区名	作付け面積(ha)	生産量(t)	生産性(t/ha)
Selayar	20	10	0.50
Bulukumba	3,177	2,926	0.92
Bantaeng	2,642	1,622	0.61
Jeneponto	2,338	598	0.26
Takalar	193	38	0.20
Gowa	716	1,880	2.63
Sinjai	-	-	
Maros	-	-	
Pangkep	-	-	
Barrau	-	-	
Bone	5,287	2,458	0.46
Soppeng	216	79	0.37
Wajo	335	209	0.62
Sidrap	-	-	
Pinrang	-	-	

Enrekang	-	-	
Luwu	-	-	
Tator	-	-	
Polmas	-	-	
Majene	-	-	
Mamuju	-	-	
Ujung Pandang	1	1	1.00
Pare Pare	-	-	
Total 1994	14,925	9,821	0.66
1993	18,932	8,409	0.44

(4) インドネシアにおける繊維産業の状況

インドネシアにおける繊維製品の輸出は、ここ数年の間に非石油ガス產品の中で、合板と並び首位を占めるまでに成長している。紡績設備規模は中国、アメリカ、インド各国が自国消費が主体であるので除外すると、BKPM(投資調整庁)の許認可から判断して8百万錘と世界でも1、2を競う設備保有国となる。量のみでなく質の向上も顕著となっており、インドネシアは21世紀には世界繊維産業の覇権を取っていくものと予想されている。

(5) 6次5カ年(1994/95—1999/00)計画

南スラウェシの第6次カ年計画では、石油関連を除く経済成長率目標を6.8%に設定し、農業部門では年平均成長率のターゲット約4%に設定している。このためには、農業部門の生産性と効率性を高め、輸出志向の農産物、特にプランテーション作物、畜産、及び漁業の多様化を図る、アグリビジネス及びビジネスや雇用機会を創設でき、かつ農漁民の収入を増やし、生活水準を高める農工業を発達させることに全力を注ぐ、農業と工業の関係を促進し、生産物の付加価値を高め、州の経済構造を強化する、としている。しかし政府としてはこれらの投資要求に対して十分に應えるだけの余裕がないので、プライベートセクターに呼びかけて必要な施設や資源の供給に参加させることを考えている。

3. 開発構想

(1) 水源開発と綿花栽培の促進

インドネシアでは現在180万俵～200万俵(44万ト)の綿花が輸入されている。これに対し「イ」国における綿花の生産量は約2万俵で約1%弱を占めるに過ぎない。農業立国として政府の奨励策も相次いで出され、南スラウェシでも綿花栽培を20万haまで拡大する構想を持っているが、生産性の低さが原因で農民の意欲が沸いて来ないのが現状である。また品質についても異物混入が多いという問題も抱えている。

地区農家の1戸当たり平均耕作面積が約0.5haと小さい中で生産性を高めるためには、集約性の高い農業を営む必要があり、安定した灌漑用水の確保は必要不可欠である。主として山地で新規に開発される水源の面積当たり開発コストは、平地でのコストより高くなり、節水型でしかも収益性の高い農業が行われる必要がある。その意味に置いて、綿花栽培は推奨品目の一つである。

灌漑用水の安定したところで優先的に行われている水田の収益が約150万ルピア/haであるのに対し、悪条件の中で作付けされている綿花は約35万ルピア/haと低くなっている。しかしポンプ給水で用水の確保された圃場での単収は約3トン/haになることが既に実証されており、これだけの収量があれば、水稻作に劣らない収益を上げることが可能である。以上のことから新規開発された水源を利用した農業に綿花栽培を取り込んでいくことの意義は極めて高いが、この他にも綿花栽培の拡大は次のような点で重要である。

- ①州政府が推進しようとしている農業と工業を結びつけるビジネスとして、綿花栽培は最適なものの1つである。
- ②農村での雇用促進が図られ、地域の活性化に貢献する。
- ③綿花の生産と品質の向上を図り、綿花の輸入量を抑制することによりインドネシア経済に貢献する。
- ④西部インドネシアに偏っている開発を東部インドネシアの開発の柱とする。
- ⑤水源開発は衛生的な水を村落に給水できる。
- ⑥乾期における婦女子の多大な水汲み労力を軽減できる。

(2) 水源開発

計画対象地域に置ける水源開発方法としては下記のものが上げられる。

表流水：

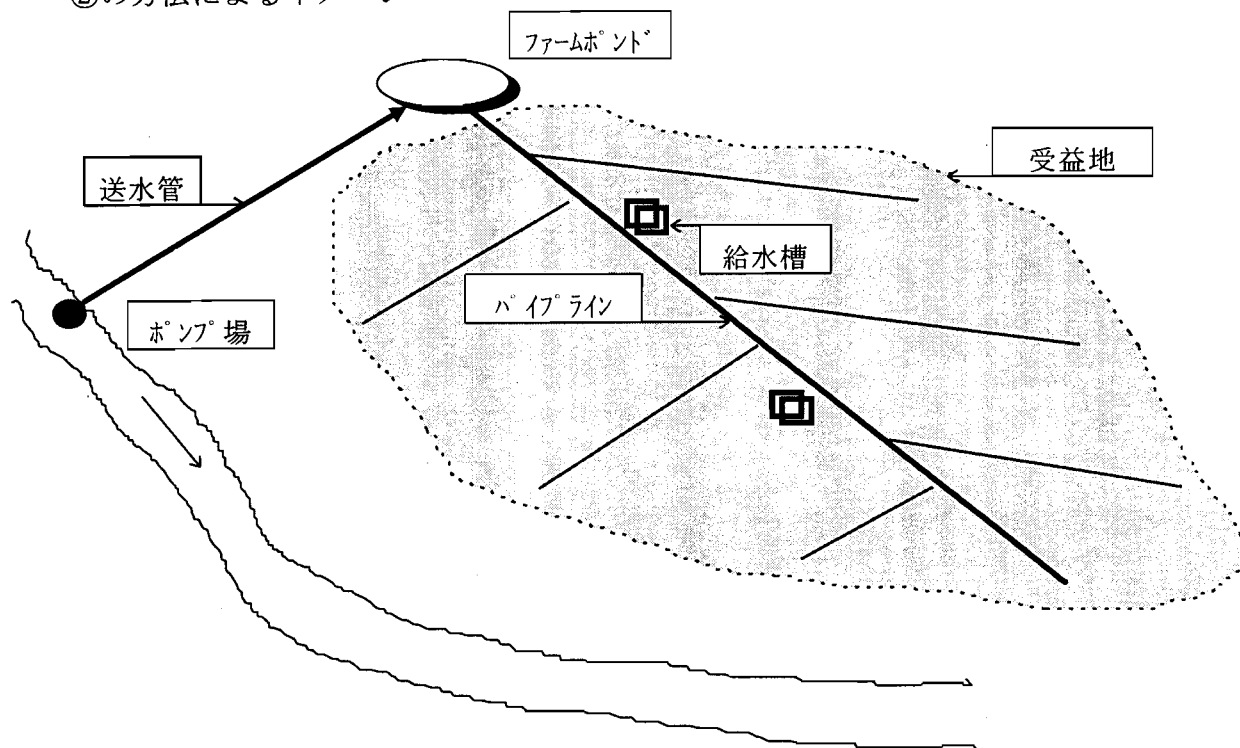
- ①河川に堰を設け、長い導水路によって受益地まで導くもので、大量の用水を安定的に給水できる。ジュネポントのトロ地区で行われている。
- ②上記の導水路をカットして、ポンプアップして台地まで水を上げる。
- ③ため池

地下水：

- ④井戸を掘って地下水を給水する。

この内③ため池は、地区内にはそれだけの潰れ地を供出するだけの余裕はないので実現困難である。また①の方法は、さらに上流域での開発は困難であり、また可能としても大量取水は水田開発を誘発する可能性があるため、本計画では不利な水源開発によって救済可能となる地域を計画に取り込むという考えの下に、これも計画から除外すべきと思われる。

②の方法によるイメージ



本計画に適用可能な高揚程のポンプは下表の通りである。

口径 (mm)	出力 (kw)	揚程 (m)	水量 (m ³ /s)	参考価格 (円)
65	15	110～70	0.75～0.4	667,000
80	30	140～70	1.80～0.8	1,196,000
100	30	120～80	1.25～0.63	1,434,000
125	45	125～75	2.0～1.0	1,808,000

(3) 地下水開発の可能性検討

地下水賦存量が地下水開発の前提となるので、これについて概略検討する。

I. 南スラウェシ南部の灌漑地下水開発地域の地形

地下水の開発対象地域は、東が後期中新世 (Late Miocene) から鮮新世 (Pliocene) のワラナ層 (Walanae Formation) - 火山累層 - で形成される丘陵の東縁から、西はジェネポント (Jeneponto) 県の始新世 (Eocene) から前期中新世 (Early Miocene) のトナサ層 (Tonasa Formation) で形成される丘陵及び山地の西縁に至る約 60km に亘る標高 500m 以下の範囲である。

この開発対象地域で最も顕著な地形は、ロンポバタン (Lompobatang) 円錐形火山-標

高 2,876m で、南に向かって成層火山 (stratovolcano) 特有の扇状地形を形成している。さらに、ジェネポントとバンタエン (Bantaeng) 両県の境界に沿って南西から北東方向に数多くの寄生火山 (parasitic volcano) である円錐丘が列んで存在する。

ブルクンバ (Bulukumba) 県北部の標高 100m 付近にかなり浸食されてはいるが、山腹が南北に延びる標高 368m の寄生火山の円錐が孤立している。

成層火山は、溶岩流 (lava flow) と火山砕屑物 (pyroclastic material) の互層から成る火山で、その地形勾配は山麓から中腹までは緩傾斜であるが、中腹から山頂にかけては大きくなり、火口壁で最も傾斜が大きくなって外壁には多くの断裂状の谷が発達する。地下水開発対象地域も同様に山麓から中腹までは、2~4 度の緩傾斜地で、火山泥流 (volcanic mud flow or lahar) で被われ火山岩塊 (volcanic block) が点在している。中腹から山頂に向かうと傾斜は 10 度以上になり、山頂の火口付近では 30 度以上の急傾斜となっている。

ジェネポント県のジェネポント川、ブルクンバ県のレモアン (Lemoang) 川およびドヌアン (Donuwang) 川など大きい河川の河口には沖積低地が展開している。なお、ドヌアン川には規模は小さいが三角州 (Delta) が形成されている。

II. 地下水開発対象地域の地質

ロンポバタン火山の標高 500m 以下の山腹表層は、第四紀完新世 (Pleistocene) に活動した同火山の火山噴出物 (volcanic products) の角礫岩 (breccia)、火山泥流 (lahar) および凝灰岩 (tuff) から構成され、いずれも未固結層である。当地域は、東側は標高 250m 程度の丘陵で、その地質は後期中新世から鮮新世のもので、砂岩、凝灰岩、礫岩 (conglomerate) の互層を主とするワラナ層であり、シルト岩 (siltstone)、泥質岩 (claystone; むしろ mudstone)、石灰岩 (lime-stone)、泥灰岩 (marl) および褐炭 (lignite) を挟在する。砂岩は、中粒から粗粒、大部分石灰質 (calcareous) であり、緻密 (compact) で多くの石英や安山岩の碎屑 (fragment) から成る。凝灰岩は、凝灰角礫岩、ラピリ (lapilli tuff; 4~32mm の火山礫) から結晶質凝灰岩 (crystal tuff; ガラス質タフ) で、多くの黒雲母を含む。礫岩は、礫径 0.5~70cm、平均 10cm で粗面岩、安山岩礫を含んでいる。

ワラナ層上位のサラヤ部層 (Salayar Member) は、塊状石灰岩 (massive lime-stone)、サンゴ石灰岩 (coral limestone)、石灰砂岩 (calcareenite) で、泥灰岩、石灰質砂岩 (calcareous sandstone) を挟在し、一般に白色、部分的に褐色から赤色を呈し貝化石を含む。このワラナ層は、ブルクンバ県の火山噴出物の下位に分布していると推定される。

当地域の西側、ジェネポント川の右岸の丘陵および山地は、古第三紀始新世 (Eocene)

から中期中新世(Middle Miocene)のトナサ層で、地質は、層状あるいは部分的に塊状の石灰岩、サンゴ、生物碎屑石灰岩 (Bioclastic limestone)、深海性有孔虫グロビゲリナ泥灰岩(Globigerina marl)や大型有孔虫を含む石灰岩および砂質石灰岩から成る。この地層は、浅海から深海と一部潟に堆積したもので、一般に白色、凝灰色、部分的に暗灰色を呈する。層厚は、1,750m 以上で、粒状安山岩質火山岩に不整合に重なり、上位には海成堆積岩から成るカンバ層 (Camba Formation)が重なっている。

カンバ層は、火山岩が進入する堆積岩で、凝灰岩、砂岩および泥質岩を主体とし、白色、褐色、赤色、淡～暗灰色などさまざまな色調の泥灰岩、石灰岩、火山質礫岩(volcanic conglomerate)、角礫岩、石炭を挟在する。凝灰岩は、細粒からラピリ、サイズ(4～32mm)、赤色粘土質凝灰岩は、多数の雲母を含有し、礫岩や角礫岩は安山岩質および玄武岩礫で2～3cm の円礫(pebble)から成る。

以上のトナサ層およびカンバ層は、ジェネポント川の右岸に露出しているが、左岸から東側の地下水開発の対象地域ではロンポバタン火山の火山噴出物の下位に分布すると考えられる。トナサ層および大部分のカンバ層は、非常によく固結した岩層であるので、これらの地層は、地下水開発地域における容水地盤の基盤層になると推察される。

III. 地下水開発地域における水文地質学的考察

当該地域の地下水はほとんど降雨によって涵養されており、河川表流が地下水を補給涵養している所は沖積低地など一部に限られている。山腹にある無数の谷川は、乾期には水無川となって雨期にしか表流を見ることはできない。扇端部に当たる地域では大きい河川に限って表流があるが、地下に浸透するよりは蒸発散が多いと思われされる。

ジェネポント川は、中腹から上流にかけて下方侵食(下刻; downward erosion)によって約 100m 近く落ち込み、右岸では基盤としたカンバ層が露出していると考えられる。この状態では排出河川となって表流は何ら地下水涵養のためにはならず、むしろ地下水が表流を涵養している。山腹の多くの谷川は、雨期には降雨による表流を地下に浸透させるが、雨期といえども蒸発散は多く雨水の地下水への転化は、全地域で 20%程度ではないかと予想される。

当該地域大半を占める火山噴出物の泥流に被覆された地域での噴出物の厚さ、基盤深度に関しては参考資料が少ないので推察が困難である。ジェネポント、バンタエンおよびブルクンバ県の扇端部の鑿井地層断面図を見るとロンポバタン火山系(寄生火山も含む)の火山噴出物の厚さは 30～50m と推定され、噴出物の下位はジェネポント県ではトナサ層ないしカンバ層で、沖積低地では、沖積層(alluvial deposit; 礫、砂、粘土)の下位に直接トナサ層が分布する。山腹部ではカンバ層が基盤を形成することになるであろう。

バンタエン県では、西側ジェネポントとの県境に沿う形で寄生火山群があつて、この火山群によって水文的にジェネポント県とは分かれている可能性がある。バンタエン県は、水文的条件はブルクンバ県に酷似していると推察され、火山噴出物の下位にはワラナ層が分布し、地層は未固結ないし半固結の砂岩、礫岩、凝灰岩で帯水層を形成している。これら地層からは場所によっては可成りの採水が可能と推察される。本層から採水する限りにおいては、標高 200m 程度までは地盤高に関係なく、乾期の綿花栽培に必要な基準灌漑量 ($100\text{m}^3/\text{day/ha.}$) を地下水で賄うことは可能と判断される。

IV. 地域の水収支について

地下水開発対象地域において、降水による地下水涵養量と灌漑計画の地下水採水量から地域の水収支につき概略の検討をする。ただし、現状どれくらいの地下水が地域内で利用されているのか詳細な資料が手元に無いので、ここでは既存の施設による利用総量は、一応除外して検討を進める。

検討段階の数値であるが、現地では当面ジェネポント、バンタエン、ブルクンバ3県で合計 3, 100ha に対する灌漑計画を優先的に考えており、これを与件とすると乾期の3ヶ月に必要とされる灌漑量は、下記の通りである。

地 区	灌漑面積	灌漑必要量
ジェネポント県	1,000 (ha.)	9.0×10^6 ($\text{m}^3/90$ 日)
バンタエン県	600	5.4×10^6
ブルクンバ県	1,500	1.35×10^7

一方、3 県の過去の月別降水量に関する平均的なデータを下表に示す。

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
ジェネポント-I	582	435	441	180	178	97	87	30	36	71	173	562	2,872
ジェネポント-II	286	347	244	269	218	163	84	15	61	32	211	385	2,315
バンタエン/ブルクンバ-II	67	35	63	173	118	104	132	73	0	25	32	46	868
ブルクンバ-IV	165	204	209	284	545	662	221	111	39	73	97	205	2,815

上表 I~IV の観測区域について、極めて粗い見積りではあるが、地形図上から平面的な面積を求めたものが下記である。

ジェネポント-I : $2.5 \times 10^8 \text{ m}^2$
 ジェネポント-II : $1.8 \times 10^8 \text{ m}^2$

バンタエン/

$$\text{ブルクンバ-III: } 7.8 \times 10^8 \text{ m}^2$$

$$\text{ブルクンバ -IV: } 6.1 \times 10^8 \text{ m}^2$$

年間降水量の 20%が地下水涵養源として見込めるとすると、各観測区域における降水が年間に地下水に転化する量は、それぞれ

$$\text{ジェネポイント-I: } 2.5 \times 10^8 \text{ m}^2 \times (2.872\text{m} \times 20\%) = 1.436 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$\text{ジェネポイント-II: } 1.8 \times 10^8 \text{ m}^2 \times (2.315\text{m} \times 20\%) = 8.334 \times 10^7 \text{ m}^3$$

バンタエン/

$$\text{ブルクンバ-III: } 7.8 \times 10^8 \text{ m}^2 \times (0.868\text{m} \times 20\%) = 1.354 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$\text{ブルクンバ -IV: } 6.1 \times 10^8 \text{ m}^2 \times (2.815\text{m} \times 20\%) = 3.434 \times 10^8 \text{ m}^3$$

となる。観測区域ジェネポイント-II の表層の大部分は地下水対象地域の基盤層と推察されるので、本区域で求められる地下水転化量をここでは見込まないものとする。従って、降水による涵養量は、ジェネポイント県では $1.436 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、バンタエンとブルクンバ県両方で $4.788 \times 10^8 \text{ m}^3$ となる。

上記涵養量にたいする灌漑汲み上げ計画量は、ジェネポイント県の場合 6.3%、バンタエンおよびブルクンバ県の場合 4.0%程度で水収支のバランス上は十分に余裕があるものと考えられる。

V. 計画施設として必要な井戸本数

前項の検討により対象地域において地下水の計画量を揚水することが総合的な水収支に悪影響を与えないことは明らかであるが、井戸を設置する地域それぞれの水理地質条件は必ずしも同一ではないので、井戸一本当たりの揚水可能量は地域ごとに求めなければならない。ジェネポイント他 2 県の既存の井戸データから、それぞれの地域における井戸の能力として下記水量が推定出来る。但し、これらの数値は、参考データ数が少ないのであまり精度が高いとは言えないが、計画の大枠を定めるために十分に使える程度のものである。

地 域	井戸 1 カ所当たり揚水量 (井内水位降下を 10m と仮定)
ジェネポイント県	18.5 ltrs/sec.
バンタエン県	20.3 ltrs/sec.
ブルクンバ県	31.8 ltrs/sec.

井戸1カ所当たり揚水量、基準灌漑量($100\text{m}^3/\text{day/ha.}=1.1574\text{ ltrs/sec./ha.}$)および計画灌漑面積から各県の井戸本数を求める。

ジェネポント県： $1000 \div (18.5 \div 1.1574) = 63$ 井
バンタエン県： $600 \div (20.3 \div 1.1574) = 35$ 井
ブルクンバ県： $1500 \div (31.8 \div 1.1574) = 55$ 井
合計 153 井

従って、井戸1本当たりの支配面積は約20haとなる。

VI. 井戸の構造および基本仕様

データを入手した既存の井戸は、ケーシングサイズが上部ポンプチャンバーで250mm口径、下部集水部分150mm口径（または上部150mm/下部75mm）の異径構造となっているものが殆どである。一部150mm口径のストレート構造のものもある。井戸の深さは100～130mでこれより深い井戸は見られない。これらの井戸仕様の技術的根拠は不明確だが、一つの大きな理由として、現在使用可能な鑿井機械が持つ能力の上限が、施工される井戸の大きさに限界を与えていることが考えられる。

今回計画する井戸の仕様は、前項で設定した各地域毎の揚水量は異なるけれどもケーシング口径250mmのストレート構造で統一するものとする。井戸を砂利充填井として仕上げるために掘鑿口径は、350mm以上とする。井戸の深度は、既存の井戸仕様が必ずしも水理地質条件から決められているものではないと思慮される点、また前述したごとく火山噴出物（層厚30～50m）とその下位に位置するワラナ層上位のサラヤ部層並びにカンバ層の一部が帯水層として考えられるが、これら下位の地層が帯水層としてどの深度まで有効であるか判断の材料が無い点、これらを考慮して一応200mまでを開発深度とする。但し、水理地質条件は、どこでも同じと言うわけではない。全体像を理解しやすいように概略の説明をしてあるが、同じ地域内でも井戸の場所が異なると、見た目には無関係と思える程の違いが出る場合が往々にしてある。従って、地域毎の井戸の深度は、更に詳細な調査を進めた上で決定されなければならないが、現時点では、この200mを最大値とし、各地域共通の平均値として150mを設定する。

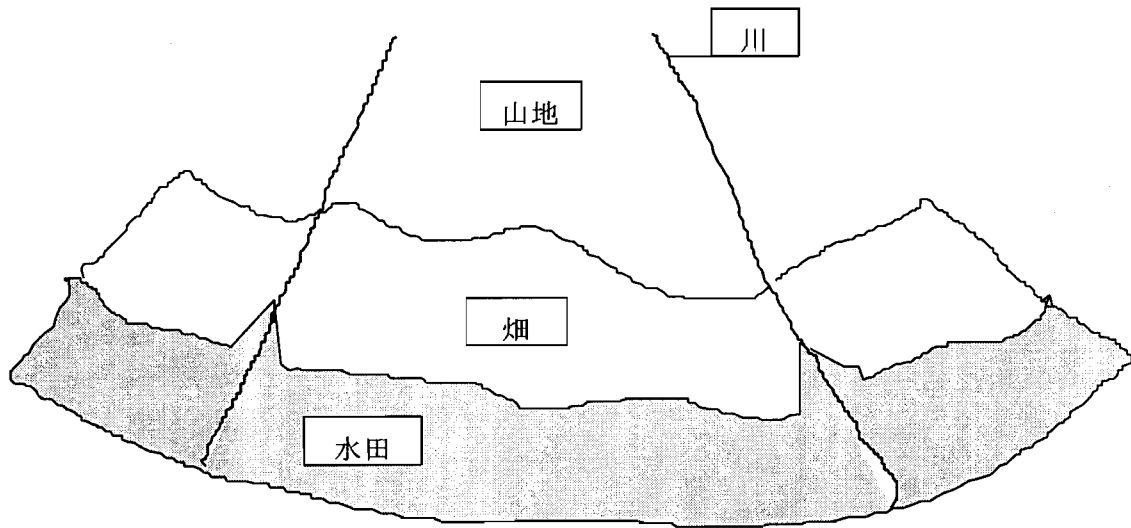
VII. 単位面積当たりの工事費

150m～200m級の井戸1本当たりの工事費は約1,500万円で、同じく井戸1本当たりの灌漑支配面積が約20haであることから、ha当たりの工事費は約75万円と概略推定できる。

(4) 開発対象地域

計画対象地域の土地利用形態は下記のようになっている。

△ロソバタン山



現況の綿花栽培面積 8,350ha は畑面積の約 10% を占めている。綿花生産を拡大して行くためには現在綿花を作付けしている地域の生産性をまず高めることが重要であり、当面の開発目標面積は約 1 万 ha 程度が妥当と考えられる。従って、開発対象地域も現在綿花を栽培している地域を中心に選定されることが望ましい。この場合、工事費は約 50 億円程度になるものと推定される。

4. 今後の課題

今回の調査では具体的な要請書を取りまとめるところまでは行かなかった。今後以下のような課題を明確にする必要がある。

(1) 開発対象地域の設定

調査地域の畑面積は約 10 万 ha あり、この中からまず調査対象地域を設定することが必要である。調査対象地域は、(i) 現在の綿花栽培地、(ii) 綿花栽培適地、(iii) 将来の綿花振興を考慮して選定されるべきである。

(2) 開発方法

開発対象地域が具体的に決定されれば、その地域に応じた最適な水源開発方法が検討されるであろう。但し、地形から判断して地下水開発が主となると推定される。具体的な位置の選定に当たっては、集落給水にも配慮すべきである。

(3) 節水灌漑

地下水開発の単位面積当たり開発単価は高くなるので、併せて節水灌漑を取り入れる

べきである。一戸当たりの農地所有面積が小さいので集約的な農業は可能であり、貴重な灌漑用水を労力で補うという姿勢が必要になる。

(4) 維持管理主体

既存の施設の中には十分に活用されていないものがあるが、この理由の一つにポンプなどの維持管理費を捻出できないことがある。維持管理費を上回る便益があることを明らかにし、受益者が主体となって施設の維持管理を実施して行ける組織をつくることが重要である。

(5) 事業タイプ

出来れば開発調査を実施して地域全体の農村・農業開発構想を立案し、これとの整合の下に綿花振興プロジェクトとし、有償案件で実施できればこれが最も望ましい。しかし、プロジェクトの早期実現を図りその有効性を確認するためには、現地で灌漑計画の優先度が高いとされているジュネポント、バンタエン、ブルクンバ三県の優先地区を対象を絞り、無償案件として推進することが現実的対応となろう。

(6) 事業主体

地下水開発が工事の中心になると公共事業省が主管となるが、本件の地域密着形の性格上南スラウェシ州が事業主体となることも一案である。

添 付 資 料

調査日程及び調査員の経歴

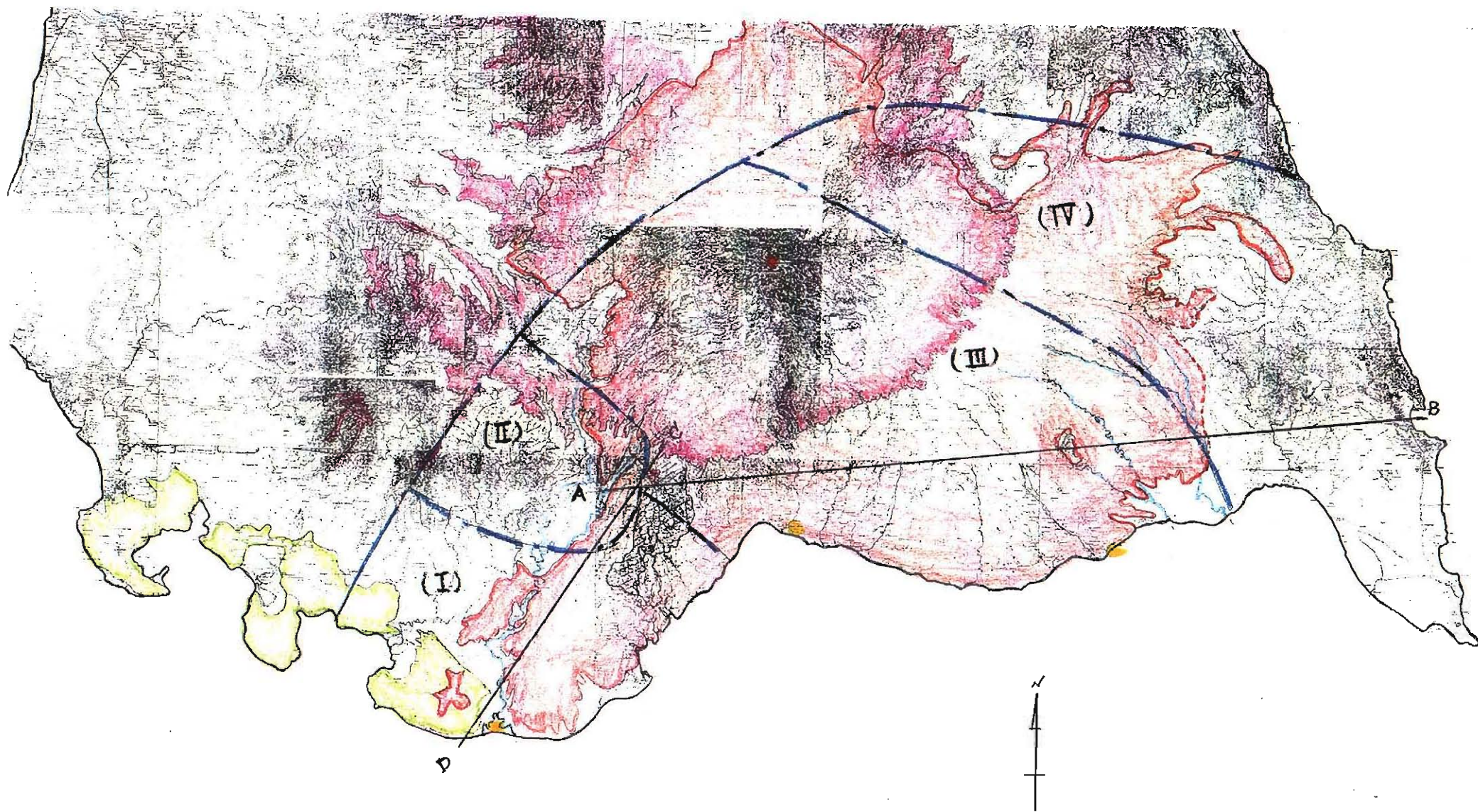
日 程 表						調査団名並びに経歴	
日	年 月 日	出 発 地	到 着 地	宿 泊 地	備 考	調 査 員 名	経 歴
1	5/26(日)	東京	ジャカルタ	ジャカルタ	出国 (JL725 10:50発 16:30着)	藤田孝	①昭和45年 東京教育大学農学部農業工学科卒業 ②昭和45年～現在 (株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル
2	5/27(月)		ジャカルタ	ウジエン・パンタ	移動 (GA740 07:00発 08:00着) 表敬：南スラウェシ州農業局、州開発 企画局、公共事業省		
3	5/28(火)			ブルクンバ	現地調査		
4	5/29(水)			ウジエン・パンタ	現地調査		
5	5/30(木)		ウジエン・パンタ	ジャカルタ	移動 (GA741 10:30発 11:30着) 表敬/打合わせ：日本大使館		
6	5/31(金)	ジャカルタ		ジャカルタ	資料収集		
7	6/01(土)			機中泊	帰国 (JL726 23:30発		
8	6/02(日)		東京		08:30着)		

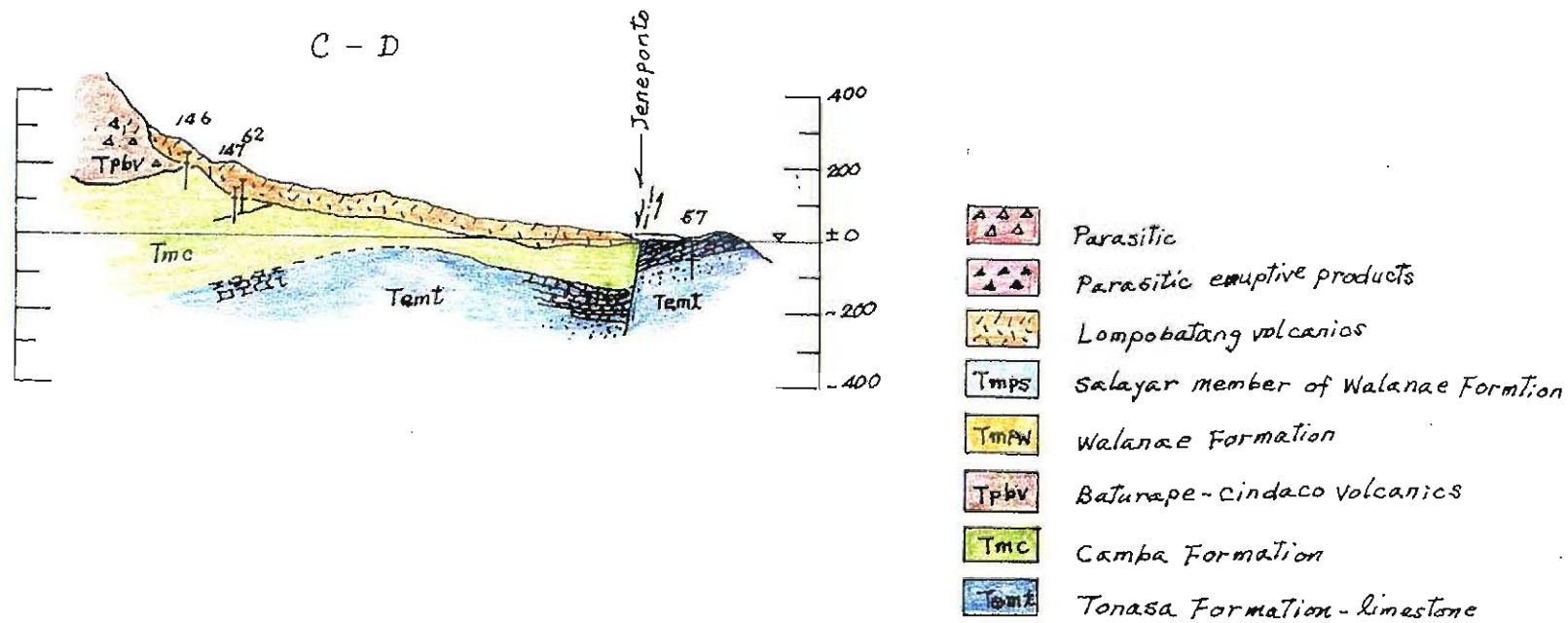
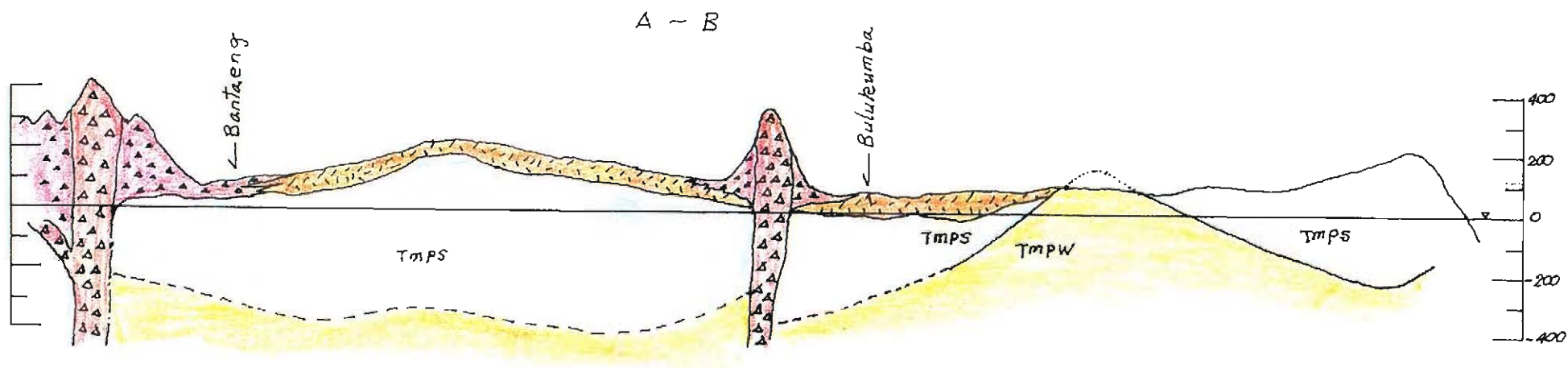
面会者一覧表

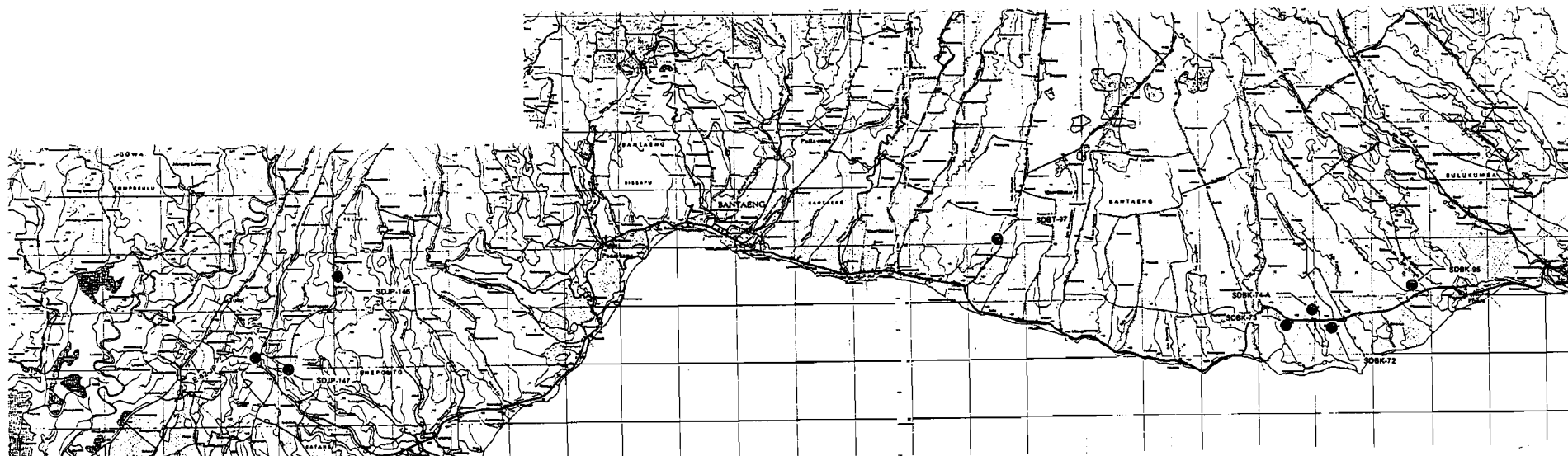
訪問先	面会者名	役職
インドネシア日本大使館	川本憲一	一等書記官
農業省食用作物総局	大泉勝利	J I C A 専門家
移住省官房計画局	望月由三	J I C A 専門家
南スラウェシ州農業局	Ir.H.A.Halim Palloge	局長
州開発企画局	Muhammad Idrus Said	地域開発計画委員会
公共事業省水資源総局南スラウェシ事務所	Ir.H.Kusnaeni,Dipl.HE	所長
PT.KAPAS GARUDA PUTIH	岡部修三	アドバイザー

入手資料一覧

No.	資 料 名	部数																																				
1.	EVALUASI MUSIM KEMARAU 1995 DAN PRAKIRAAN MUSIM KEMARAU 1996 WILAYAH PERTANAMAN KAPAS SULAWESI SELATAN (JAKARTA, OKTOBER 1995)	1 冊																																				
2.	AGPRO PAT SULAWESI SELATAN DATA SUMUR BOR B (DI KAB. KENEPONTO, BANTAENG DAN BULUKUMBA) <table border="1"><tr><td>Well No.</td><td>Location</td><td>Well No.</td><td>Location</td></tr><tr><td>E57JP</td><td>Jeneponto</td><td>SDBT152</td><td>Bantaeng</td></tr><tr><td>E58JP</td><td>Jeneponto</td><td>SDBK72</td><td>Bulukumba</td></tr><tr><td>E62JP</td><td>Jeneponto</td><td>SDBK73</td><td>Bulukumba</td></tr><tr><td>SDJP146</td><td>Jeneponto</td><td>SDBK74A</td><td>Bulukumba</td></tr><tr><td>SDJP147</td><td>Jeneponto</td><td>SDBK94</td><td>Bulukumba</td></tr><tr><td>SDBT97</td><td>Bantaeng</td><td>SDBK95</td><td>Bulukumba</td></tr><tr><td>SDBT148</td><td>Bantaeng</td><td>SDBK96</td><td>Bulukumba</td></tr><tr><td>SDBT151</td><td>Bantaeng</td><td></td><td></td></tr></table> <p>(公共事業省 Ujungpandang 支局より入手)</p> <p>上記井戸の 1)井戸デザイン 2)電気検層曲線 3)揚水試験結果 (一部についてのポンプ小屋・配管施工図)</p>	Well No.	Location	Well No.	Location	E57JP	Jeneponto	SDBT152	Bantaeng	E58JP	Jeneponto	SDBK72	Bulukumba	E62JP	Jeneponto	SDBK73	Bulukumba	SDJP146	Jeneponto	SDBK74A	Bulukumba	SDJP147	Jeneponto	SDBK94	Bulukumba	SDBT97	Bantaeng	SDBK95	Bulukumba	SDBT148	Bantaeng	SDBK96	Bulukumba	SDBT151	Bantaeng			1 式
Well No.	Location	Well No.	Location																																			
E57JP	Jeneponto	SDBT152	Bantaeng																																			
E58JP	Jeneponto	SDBK72	Bulukumba																																			
E62JP	Jeneponto	SDBK73	Bulukumba																																			
SDJP146	Jeneponto	SDBK74A	Bulukumba																																			
SDJP147	Jeneponto	SDBK94	Bulukumba																																			
SDBT97	Bantaeng	SDBK95	Bulukumba																																			
SDBT148	Bantaeng	SDBK96	Bulukumba																																			
SDBT151	Bantaeng																																					
3.	SULAWESI 島南部地区／5 万分の 1 地形図	1 式																																				
4.	PROGRAM PENGEMBANGAN PEMERINTAH PROPINSI DAERAH SENTRA PRODUKSI TINGKATI KAPAS SULAWESI SELATAN PROPINSI SULAWESI SELATAN 1995	1 冊																																				
5.	1995-12 及び 1996-5 のサイトサバー時の写真類	1 式																																				







既存井戸位置図

