

インドネシア共和国

南スラウェシ州農業用地下水開発計画
マラン・パスルワン地域山麓農業農地保全計画

プロジェクトファインディング
調査報告書

平成6年2月

社団法人 海外農業開発コンサルタンツ協会

序 文

本調査報告書は、インドネシア共和国の南スラウェシ州の農業用地下水開発及び東ジャワ州、マラン（Malang）・パスルワン(Pasuruan)県のプロモ山(G. Bromo : 2,392m)、アルジュノ（G. Arjuno）及びビュタック(G. Gutak : 2,868m) 山麓の高冷山地における農地保全開発に関するプロジェクト・ファインディング調査の結果をとりまとめたものである。

本調査は、(株)海外農業開発コンタルサントツ協会（ADCA）の委託を受け平成6年2月8日から2月20日までの14日間にわたり実施した。

インドネシア共和国は、大小あわせ約13,700の島嶼(1,905千km²)に、1億7,900万人が生活している。しかし、総面積の6.6%しかないジャワ島に全人口の60%が集中している。

この国の第4次経済開発計画（84～89年）の目標は食糧の自給であり、1985年には米の自給を達成した。しかし、米産地の中心であったジャワ島の都市化現象に伴い、外州への米生産の依存、生鮮野菜の供給が求められてきた。このため、スマトラ州の米生産体制の整備、ジャワ島南岸沿に連なる火山山麓での高冷地蔬菜・園芸作物の増産が進められてきている。此の度の調査はこのような状況の一環として、外州のスラウェシ島での地下水利用による三毛作（水稻、蔬菜、水稻）体制や火山性土壌からなる高冷地農業地帯の土壌侵食、連作障害の除去など農地保全対策について調査した。これらは今後の農業の重要な課題となってきた。

南スラウェシ州における農業用地下水開発は、地下水調査手法の未熟に伴うさく井成功率の低さ、また、塩水侵入等の地下水障害の発生もみられている。これに対応した技術移転をなし、地下水盆管理システム（Ground Water Basin Managiment System）を確立し、保全に配慮した合理的な地下水開発手法を導入して行く必要がある。また、火山山麓の高冷地蔬菜生産においても、急傾斜農地の保全や牧畜農業、林業との輪作体系の導入を行なうことで農地保全技法を確立しなければならない。これらの障害を克服し、持続性のある農業開発計画の策定は必須であると考えられる。

本報告書は、これらの計画に関する調査結果をとりまとめたものであり、今後実施される技術協力に活用され、役立てば幸いである。

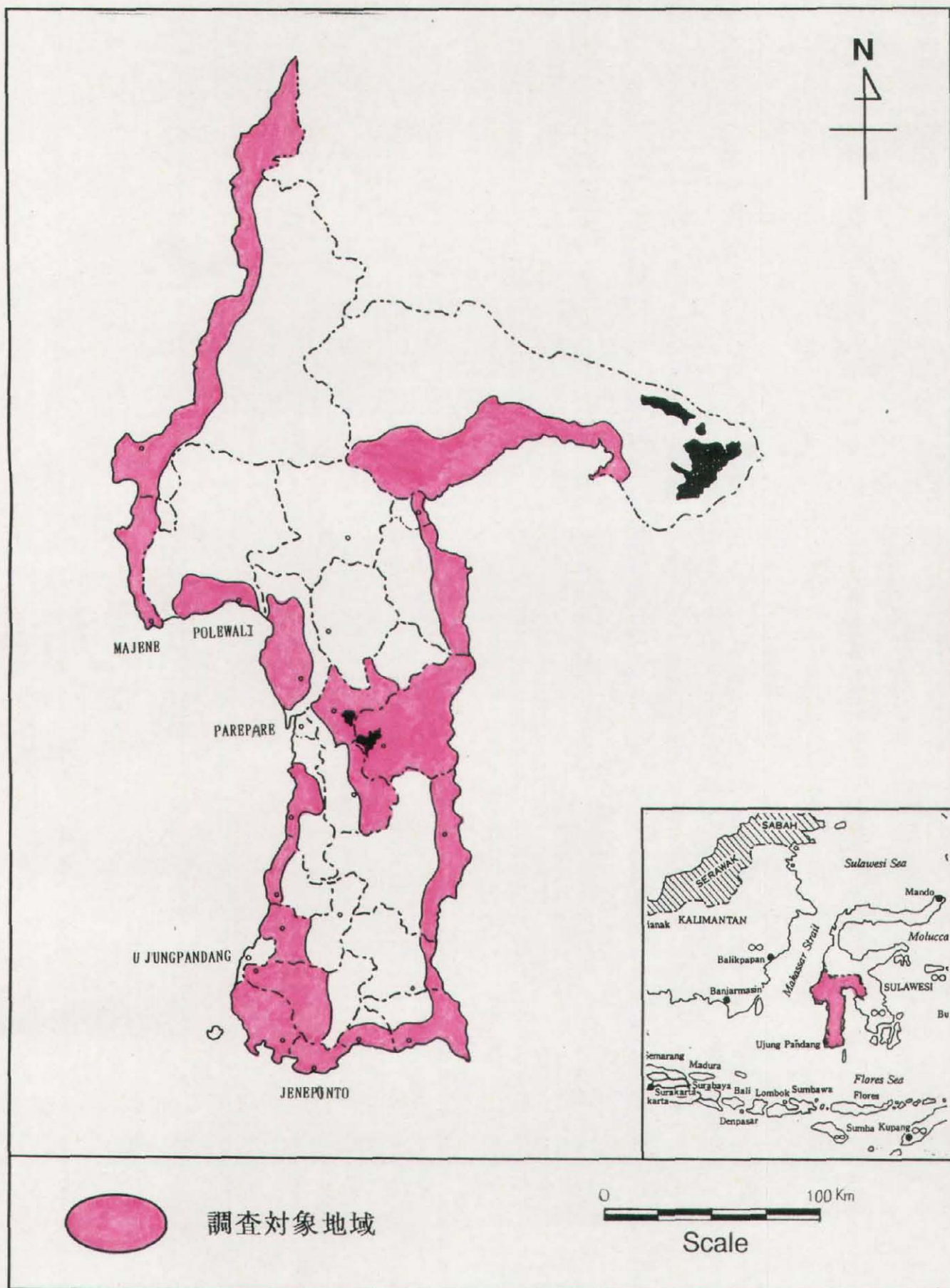
終りに、本調査に際し、御協力をいただいた在インドネシア大使館、JICA事務所、インドネシア公共事業省・農業省などの関係機関及び両省のJICA専門家の方々に対し、深甚の謝意を表します。

なお、調査団員は次のとおりである。

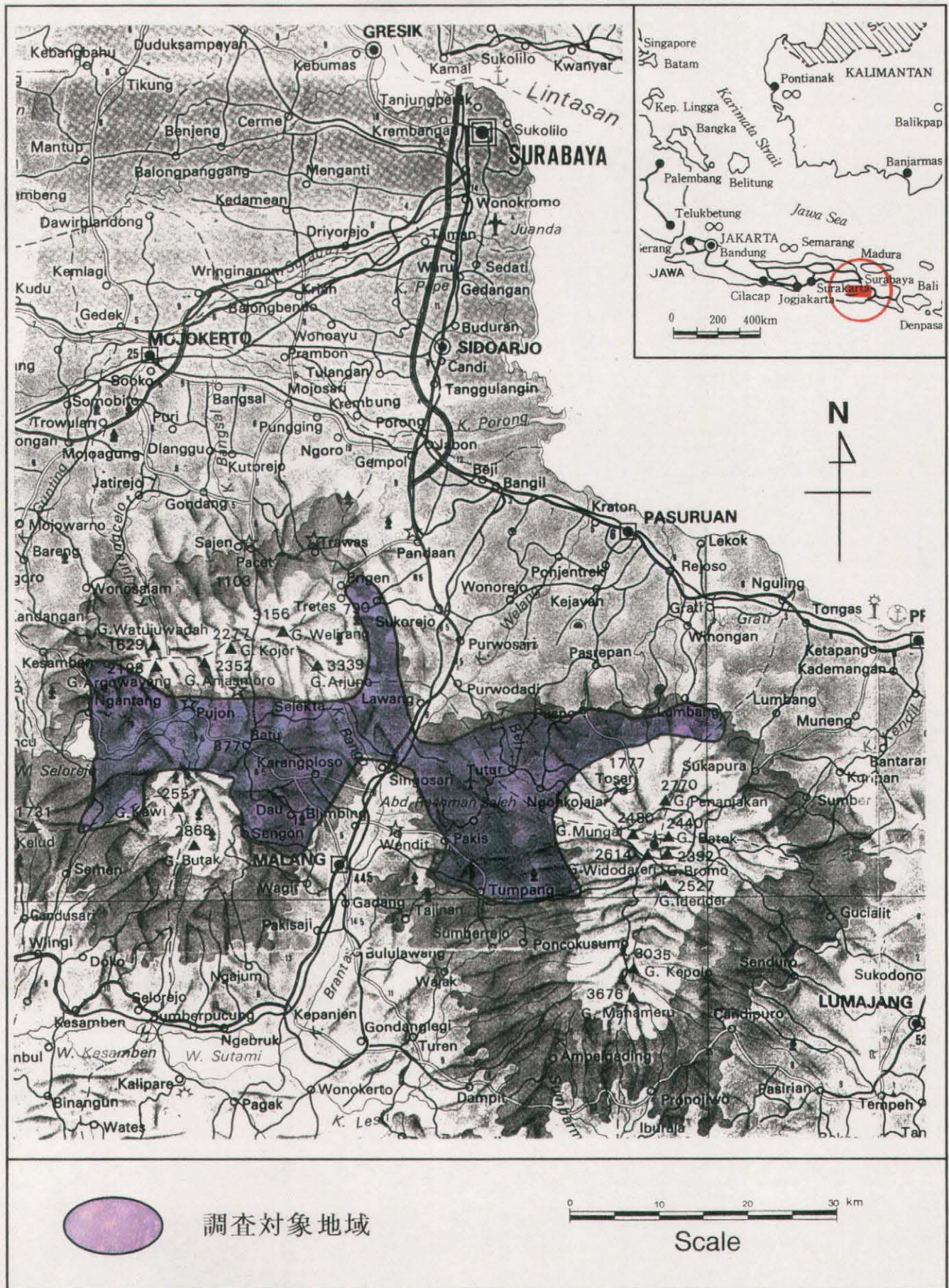
農業開発担当： 永 田 博 中央開発株式会社 海外事業部主任
地下水開発担当： 西 嶋 輝 之（技術士） (株)中央開発インターナショナル技師長

平成 6 年 3 月

中 央 開 発 株 式 会 社
取締役社長 瀬 古 隆 三



南スラウェシ州農業用地下水開発計画
調査対象地域位置図



マラン・パスルワン地域山麓農業農地保全計画
調査対象地域位置図

目 次

序 文

位 置 図

頁

I. 南スラウェシ州農業用地下水開発計画

I-1 背景と経過	1
I-2 地区の概要	8
I-3 計画の概要	14
I-3.1 計画の目的	14
I-3.2 計画の内容	14
I-4 総合所見	20
I-4.1 技術的可能性	20
I-4.2 社会・経済的可能性	20
I-4.3 現地政府・住民の対応	21

II. マラン・パスルワン地域山麓農業農地保全計画

II-1 経緯と背景	22
II-2 地区の概要	23
II-3 計画の概要	28
II-3.1 計画の目的	28
II-3.2 計画対象地域	28
II-3.3 計画の内容	29
II-4 総合所見	30
II-4.1 技術的可能性	30
II-4.2 社会・経済的可能	31
II-4.3 現地政府の対応	31
II-5 今後の対応	32

添付資料

- (1) 調査団の構成
- (2) 調査日程
- (3) 収集資料
- (4) 面会者リスト
- (5) 現地写真

I. 南スラウェシ州農業用地下水開発計画

I - 1 背景と経過

1) 背景

インドネシア経済において、農業は重要である。1985年における農業部門は、同国のGDPの24%、石油を除く輸出額の56%を占めている。また、雇用の55%を占め、農村部では人口の約33%、都市部でも約10%の世帯が農業に従事している。全国の耕地適地は約 5,700万haであるが、現在の耕作地は約 2,350万ha、その内灌漑されているのは 530万haである。

インドネシア政府の経済開発政策は、地方の開発と農村部の活性化に重点を置いている。これは増大する国内需要に対する食糧の確保、特に米の増産、農村部における雇用創出、同時に適切なる地域開発の達成である。

第1次国家開発5ヶ年計画（1969～73年）および第2次国家開発5ヶ年計画（1974～1978年）では、開発の重点を米の増産に置いており、農業部門における開発予算の50%は灌漑施設の修復と新規拡張に充てられてきた。その後の第3次国家開発計画（1979～83年）および第4次5ヶ年計画（1984～1988年）では、他の農作物の生産振興にも重点を置いてきた。

この結果、第1～第4次5ヶ年計画における米の増産は著しく、1969年に初換算で 1,800万t であったが、1988年には 4,100万t に増加し、1985年には米の自給を達成した。しかし、国内の米生産の中心であったジャワ島において、生産性の高い水田が、宅地・工場用地など都市的土地利用に転換されるため、1985年以降、米の生産量は実質的に頭打ちとなった。

このような状況の下に、1989年4月第5次5ヶ年計画がスタートした。その目的は、(1)広く等しく住民の福祉を改善し、生活水準の向上を図ること、(2)次期の開発のための確固たる基礎を築くことである。このため、農業および工業部門に重点を置いた経済開発が実施された。農業部門の最重点政策として、米自給の持続があげられ、米自給の確立のための灌漑開発計画として、(1)既存灌漑・排水システムの改善と維持（775,000ha）、(2)灌漑システムの新設（500,000ha）、(c)湖沼地帯の開発（444,200ha）が策定された。

第3次5ヶ年計画以後、灌漑開発の重点は外領に移行されているが、第5次5ヶ年計画では、それが一層促進された。

このような背景を受けて、外領の中でも比較的灌漑開発の進んだ南スラウェシ州でも、更に食糧の増産を図るため地下水開発による灌漑用水の確保が重要な課題となっている。

南スラウェシ州には、約 475,000haの水田があり、その内約 220,000haには表流水灌漑施設が導入されているが、用水の不足する 6,000haについては、地下水による補水も行っている。しかし、まだ約 254,000haの天水田があり、その作付け率は 135～150 %である。天水田の20%にあたる約50,000haについては、地下水による灌漑が可能であり、この整備により作付率を 250～315 %に向上させ、米の増産と共に他の農産物の増産も図っている。

2) 経 緯

1984年公共事業省灌漑2局地下水開発部が設立され、下部機関として18の地方「地下水開発事業所」をもち、地下水開発事業を実施してきた。更に1988年以來は、国家開発計画を受けて「農業用地下水の開発と灌漑施設の整備」をすすめてきた。

この政策の下に南スラウェシ地下水開発事業所 (Badan Pelaksana Proyek Pengembangan Air Tanah Sulawesi Selatan)では、南スラウェシ州内の天水田254,000ha から地下水開発の可能な50,000haについて 5,000本のさく井を実施して、灌漑用水の確保を計画している。

現在までの事業進捗状況は、灌漑用さく井83眼が掘削されたが、全掘削に対して成功率は58.8%と低い。これは、南スラウェシ州の複雑な水理地質と事前の各種探査技術力の不足にあると考えられる。このため、探査用の機材の供与と技術移転を図り、地下水保全に配慮した合理的な地下水開発手法を確立させるために本計画を実施する。

3) 上位計画

国家開発5ヶ年計画に伴い、南スラウェシ州地下水開発事業所は、州内の米の自給体制、食用作物の増産を図るため、天水田地域で地下水開発を行い、灌漑用水の確保、

特に乾季における灌漑用水の改善をし、作付率を 150%から 250～315 %に向上させるため上位計画である「南スラウェシ州地下水開発事業」を策定した。この事業の内容は次のとおりである。

(1) 目 的

この事業は、①天水田の灌漑のため、地下水の開発、利用、供給を行い、補水及び乾季間の灌漑の改善、②食用作物の増産、③農民の福祉と所得の向上、④水不足地域や周辺地域の雇用の増大、⑤地下水による家畜用雑用水の確保と共に地域内農民への生活用水の供給、⑥灌漑地域における水利用技術及び管理技術について農民への指導と啓蒙を行うことを目的としている。

(2) 目 標

南スラウェシ州内の22地域（調査対象地域図参照）50,000ha の天水田を対象にし、5,000 眼のさく井を行うと共に、灌漑地域の整備を行うことを目標としている。

対象地域としては、(1)地下水賦存可能性の高い天水田地域で、開発後十分に灌漑に利用される地域、(2)人口密集地域については、農住都市として農業開発効果があると考えられる地域、(3)農民が、十分に灌漑用水を使いこなせること。(3)行政当局と協力して水利組合を設立し、揚水施設の運転及び施設の維持管理ができる人材を有することが条件となっている。

(3) 事業計画と実施状況

事業計画は、深井戸（深度100m以上：D T W）又は中間深度井戸、Intermediate Well（深度 60m程度：I T W）を建設し、動力源・揚水ポンプ・管理上屋からなる揚水施設と配水パイプライン・分土工からなる灌漑施設をもって「地下水灌漑ネットワーク」を設けるものである。

本事業は長期計画と、5ヶ年単位の中期計画から策定されている。長期計画は表-1のとおりである。

表－１ 長期計画における事業目標

対 象 面 積	灌 漑 ネットワーク	農村上水道整備	さ く 井 数		
			試 掘 井	深 井 戸	中間深度井戸
天水田 ha 50,000	地区 500	地区 100	眼 75	眼 500	眼 1,750

これらの事業は、５ヶ年を単位とする中期計画の下に実施されており、1988年～1992年度までの第１期中期計画での実施状況は表-2のとおりである。

表－２ 第１期中期計画の事業状況

受益面積	灌 漑 ネットワーク	農村上水 道整備	さ く 井 数			
			試 掘 井	深 井 戸	中間深度井戸	地下水観測井
ha 601.56	地区 60	地区 1	眼 48	眼 19	眼 58	眼 5

建設された69眼の深井戸及び中間深度井戸中、19眼については揚水施設・灌漑施設が整備され、水利組合に移管された。また41眼については1995年中に移管を予定している。実施状況は表-3に示す。

表-3 第1期中期計画実施状況(1988~1992年)

No.	District/City	井戸掘削済							
		かんがい施設整備済						灌漑施設未整備	
		水利組合 (WUA) 引渡済		95年度 水利組合 引渡予定		小計		未整備	内95年度 OECSセクター ローン予定
		(眼)	(ha)	(眼)	(ha)	(眼)	(ha)	(眼)	(眼)
1	Kab. SELAYAR								
2	Kab. BULUKUMBUA			3	69.65	3	69.65	2	2
3	Kab. BANTAENG							1	1
4	Kab. JENEPONTO			11	82.29	11	82.29		
5	Kab. TAKALAR			2	39.75	2	39.75		
6	Kab. GOWA	14	111.46	5	33.20	19	144.66	2	2
7	Kab. SINJAI								
8	Kab. MAROS	1	8.11	6	46.65	7	54.76		
9	Kab. PANGKAJENE KEPULAUAN								
10	Kab. BARRU								
11	Kab. BONE			5	44.37	5	44.37		
12	Kab. SOPPENG								
13	Kab. WAJO	4	29.85	5	51.73	9	81.58		
14	Kab. SIDENRENG-RAPPANG							4	4
15	Kab. PINRANG								
16	Kab. ENREKANG								
17	Kab. LUWU								
18	Kab. PALOPO								
19	Kab. TANATORAJA								
20	Kab. POLEWALI								
21	Kab. MAJENE			1	18.05	1	18.05		
22	Kab. MAMUJU			3	66.45	3	66.45		
23	Kab. UJUNG PANDANG								
24	Kab. PAREPARE								
		19	149.42	41	452.14	60	601.56	9	9

資金としては、井戸掘削は主として南スラウェシ州政府予算で、揚水施設・灌漑施設は I B R D、U S A I D ローン、O E C F セクターローンによっている。

1993年～1997年に至る第2期中期計画の目標は、表-4に示す。1993年のさく井及び1994年度事業地区の状況は、表-5に示すとおりである。

表-4 第2期中期計画の事業目標（1993～1997年）

対 象 面 積	灌 漑 ネットワーク	農村上水道整備	さ く 井 数	
			深 井 戸	中間深度井戸
ha 5,000	地区 500	地区 30	眼 100	眼 350

資金は、世界銀行ローン、O E C F セクターローン及び南スラウェシ州予算で実施予定である。

4) 建設コスト

中間深度井戸（深さ60m）のさく井及び揚水施設建設費用は次のとおりである。また、深井戸のさく井では掘削費用は44.0%程度高くなる。

掘削（ドリリング）	RP 16,500,000(¥ 825千円)
ケーシング・揚水試験	RP 22,500,000(¥1,125千円)
動力源、ポンプ	RP 7,000,000(¥350千円)
計	RP 46,000,000(¥2,300千円)

これは、本井戸掘削の成功率が本事業の遂行に大きな影響を与えていることを物語っている。

なお、ha当りの建設コストはRP4,600,000(¥ 230千円) であるが、深井戸の場合はRP6,760,000(¥ 338千円) 程度と考えられている。

表－5 第2期中期計画実施状況（1993～1997年）

No.	District/City	1993年	1994年	備 考
		井戸掘削 本井戸作井	事業地区 受益面積	
1	Kab. SELAYAR	眼	ha	
2	Kab. BULUKUMBUA			
3	Kab. BANTAENG			
4	Kab. JENEPONTO			
5	Kab. TAKALAR			
6	Kab. GOWA			
7	Kab. SINJAI			
8	Kab. MAROS			
9	Kab. PANGKAJENE KEPULAUAN			
10	Kab. BARRU			
11	Kab. BONE		450	
12	Kab. SOPPENG		50	
13	Kab. WAJO		600	
14	Kab. SIDENRENG-RAPPANG		500	
15	Kab. PINRANG		250	
16	Kab. ENREKANG			
17	Kab. LUWU	7	1,000	'93年の内2本、'95年 OECFセクターローン予定
18	Kab. PALOPO			
19	Kab. TANATORAJA			
20	Kab. POLEWALI	7	400	'93年の内3本、'95年 OECFセクターローン予定
21	Kab. MAJENE			
22	Kab. MAMUJU			
23	Kab. UJUNGPAJANG			
24	Kab. PAREPARE			
			3,300	

1-2 地区の概要

1) 位 置

スラウェシ島は、インドネシア中央部東寄りにある面積 189,216km²の大島である。海岸線はきわめて複雑でK字状を呈し、南には南東半島、南西半島が突出する。この内の南西半島に位置するのが、南スラウェシ州であり、その面積は72,781km²である。

2) 地 形

南スラウェシ州は、半島状をなし、北方から南方に連なる2列の平行な山脈と、中央部の Walanae地溝帯からなる。

西部山脈は、最高峰（1,964m）を中心に南北に連なる。東部山脈は、ほそ長い丘陵地をなし、北方に延び古期岩類からなるランテマリオ(Rantemario)山を主峰とする山塊に至る。これら山脈の沿岸沿いには大規模な海岸平野が、Walanae 地溝帯には沖積低平地が広がり、穀倉地帯となっている。

最南端部には、ランポバタン(Lampobatang) 火山（主峰 2,876m）がある。

3) 地 質

西部山脈は、中生代の変成岩、超塩基性岩などを基盤として、第三紀火山岩からなるが、局所的に珊瑚礁石灰岩やカルスト石灰岩が発達し、有力な帯水層となっている。東部山脈は、上部中新世～鮮新世の半固結の堆積物を主体とするが、珊瑚礁石灰岩もみられる。最南端部には、第四紀火山があり、溶岩・火砕岩類が発達する。海岸沿いの平野や中央部地溝帯の低平地には厚い沖積層が分布する。

4) 気 象

スラウェシ島は、山脈が縦横に走り地形が複雑であるため、気象も場所によってかなり異なっている。

南スラウェシ州の降雨は、西海岸では 3,000～4,000mm の所が多く、内陸では 2,000mm、東海岸では 2,500～3,000mm である。暖かいジャワ海を渡ってくる極めて

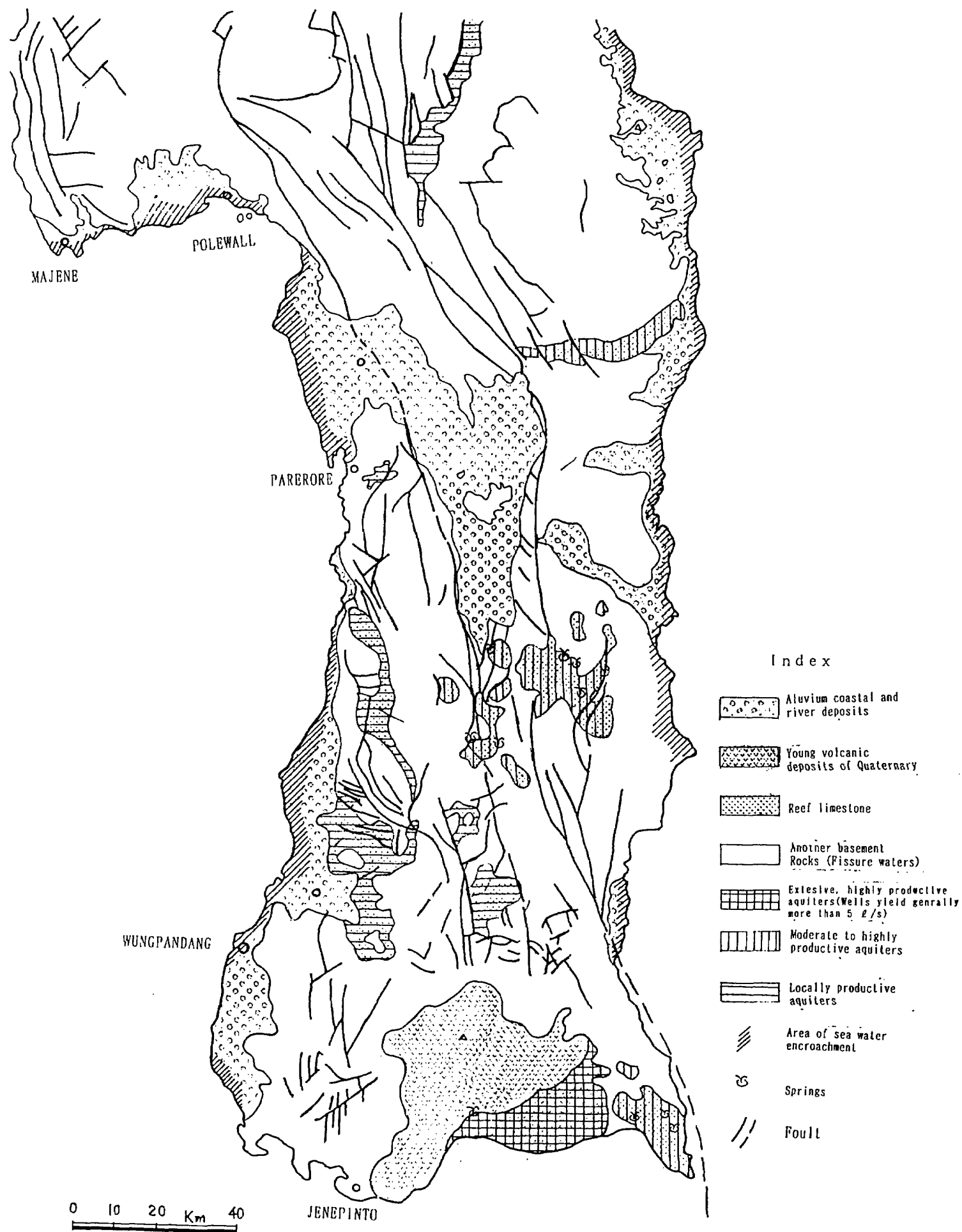


Fig1 Hydrogeological Map of South Sulawesi

高温多湿の南西季節風の影響を受けて、12月、1月及び2月に月量 700mm前後となつて年間ピークを示す。

気温は、大部分が山地となっていること、降水量が多いことと海陸風、山谷風が発生することで、他の島に比べて低い（表-6参照）。

表-6 ウジュウパンダにおける気象表（1979～1988年の平均）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
降水量 m/m	686	536	424	150	89	74	36	10	15	43	178	610	計 2,851
気 温 ℃	26.0	26.2	26.2	26.6	26.6	26.1	26.6	25.8	26.1	26.7	26.6	25.9	平均 26.2

5) 水 文

ピンラン（Pinrag）平野を西流するサダン（Sadang）川や、中部地溝帯に源を発しテンブ湖を経てワジョ（Wajo）平野を東流するセンラナァ（Cenrana）川を始として、大小河川が発達し、農業用水としても広く利用されている。サンタ川から取水するベキカバタ（Pekkabata）用水（受益面積 5,400ha）、ジンビエ（Jampue）用水（受益面積14,950ha）をはじめとして、取水堰は多く、その受益面積は 220,000haに達する。

地下水文は地形、地質、降雨量条件によりジェラ系～鮮新統からなる山地の裂か水型、石灰岩裂か水型、火山山麓型及び沖積層状水型の4タイプに分類できる。

裂か水型は、割れ目、断層帯や礫岩、砂岩中に胚胎する地下水であるが、大量の地下水を賦存していることもある。石灰岩裂か水型は、珊瑚礁石灰岩やカルスト型石灰岩中に賦存しており、簡単に取水することができる。火山山麓型は南部のランテマリオ（Rantemario）山山麓に賦存しているが、地下水脈の確認ができれば大量の地下水開発が可能である。沖積層状水型は、沖積層中に胚胎しており、テンブ湖周辺には自噴帯もある。地域で最も利用されている地下水であるが、沿岸沿いでは塩水化が起きている。図-1に南スラウェシ州の水文地質図を示す。

6) 人 口

スラウェシ島の人口は12,521,000人（1990年）であり、インドネシア人口の約7%

を占めている。このうち南スラウェシ州の人口は 6,982,000人で、島内人口の55.7%に達している。また人口密度は90人/㎢である。

農業関係就業人口（10才以上）は、1,679,390人で就業人口の66.5%を占めている。またジャワ島からの移住農民も 350,000人（移住者総数 674,000人）に達している。

7) 産 業

1988年の南スラウェシ州の総生産額は3.32兆RPであり、この内44.1%が農業セクターによる。食用作物サブセクターは州内総生産の25.8%、また農業セクターの58.0%を占めている。人口一人当たり州内総生産額は48.7万RPであり、インドネシア平均を大きく下廻っている。

南スラウェシ州は輸出超過州である。1989年の輸出総額は1.53億ドルである。主な輸出品目はニッケル、エビ及び木材である。

農業部門についてみると、土地利用状況は次のとおりである。

居住地	159,049 ha
水 田	643,382 ha
畑・樹園地	339,275 ha
農業施設敷	109,100 ha
休耕地	193,608 ha
エステイト	390,952 ha
林 地	530,572 ha
湿 地	593,588 ha
計	2,959,526 ha

また、農家一戸当りの農地所有状況は次のとおりである。

	水田面積	畑・樹園地面積	計
南シラウェシ州	0.72 ha	0.38 ha	1.10 ha
インドネシア平均	0.57 ha	0.11 ha	0.68 ha

これによると、南スラウェシ州の土地所有はインドネシア平均の1.62倍で比較的豊

かである。

主要農産物の収量をみると次のとおりである。

米	3,104,702 ton(4,308 kg/ha)
キャッサバ	483,122 ton(11,300 kg/ha)
トウモロコシ	451,267 ton(1,788 kg/ha)
大 豆	79,939 ton(1,121 kg/ha)
ピーナツ	45,760 ton(1,031 kg/ha)
馬鈴薯	10,789 ton(8,998 kg/ha)
さつま薯	57,895 ton(8,000 kg/ha)
キャベツ	18,036 ton(17,964 kg/ha)
ワケギ	17,961 ton(5,951 kg/ha)
そら豆	2,878 ton(1,014 kg/ha)
タマネギ	7,543 ton(9,034 kg/ha)
人 参	1,588 ton(5,495 kg/ha)
マンゴ	67,930 ton
ランズン	11,366 ton
ドリヤン	9,919 ton
オレンジ	11,623 ton
パパイヤ	21,142 ton
パイナップル	7,331 ton
バナナ	213,543 ton

収量に関してインドネシア平均と比較すると、米はおおむね同じであるが、他の作物は一般に10～15%少ない。

米の作付け状況は表-7のとおりである。

表-7 南スラウェシ州の米の作付け状況

	水 田 作 付 け 面 積 (h)			収 量 (ton)		
	湿 田	乾 田	計	湿 田	乾 田	計
南スラウェシ州	706,058	14,538	720,596	3,073,423	31,279	3,104,702
インドネシア平均	9,168,502	1,113,017	10,281,519	42,330,934	2,357,313	44,688,247

	単 位 収 量 (kg/ha)		
	湿 田	乾 田	計
南スラウェシ 州	4,350	2,150	4,308
インドネシア平均	4,620	2,180	4,346

稲作の作付け率は 115%である。

稲作に伴う農業機械保有状況は表-8のとおりである。

表－8 南スラウェシ州農業機械保有状況

	二 輪 トラクター	四輪トラクター (小型)	手 動 スプレー	自 動 スプレー	籾すり 機	精 米 センター	揚 ポ ンプ
南スラウェシ 州	5,612	589	102,831	830	615	6,108	3,024
(保有比率 %)	19.4	16.7	9.3	5.9	4.9	18.4	7.0
インドネシア	28,894	3,534	1,109,069	13,976	12,643	33,230	43,345

南スラウェシ州における水田作付け面積は 720,596haで全国作付け面積の 7%であるが、農業機械保有状況は、作付け比率に比べて、保有比率は高い。特に耕起トラクターは、多く機械化が進んでいる。

1-3 計画の概要

1-3.1 計画の目的

南スラウェシ州地下水開発事業所は、上位計画である農業用地下水開発事業に基づく「南スラウェシ州地下水開発事業」を1988年以来実施してきた。しかし、前述のように第1次5ヶ年計画における本井戸成功率は低く、その損失経費も大きく、また塩水侵入などの地下水障害井もみられる。これらはさく井地点選定前に実施される各種調査の不足に起因している。このため、これらの調査機器の供与及び地下水保全に配慮した合理的な地下水開発・管理手法を技術移転し、これによって受益農民の償還金の低減を図ると共に上位計画である地下水開発事業を一層推進するものである。

1-3.2 計画の内容

(1) 上位計画の問題点

「南スラウェシ州地下水開発事業」における長期計画によると75眼の試掘井（試験井）と500眼の深井戸（D T W）、1,750眼の中間深井戸（I T W）の建設と揚水施設、灌漑施設の整備を予定している。ここで言う試掘井とは、本井戸掘削に先立って実施される試験的なものであるが、掘削費用は、本井戸掘削と同等である。この試掘井の掘削は、本井戸30眼に付き1眼となっている。

第1期中間計画における掘削数に対する試掘井、本井戸数をみると、表-9第1期中期計画におけるさく井状況のとおりである。本井戸成功率は61%である。

プロジェクト地域の水理地質を見ると、地下水賦存形態では、①沖積層を帯水層とする沖積層状水型、②第四紀火山噴出物を帯水層とする火山山麓型、③石灰岩を帯水層とする石灰岩裂か水型、及び④基盤岩類の裂か等に賦存する裂か水型に大別される。表-10にプロジェクト地域の水理地質と井戸成功率について示す。沖積層状水型の成功率は82.3%、沖積層状水型／火山山麓型は66.6%、沖積層状水型／裂か水型は70.0%、火山山麓型は50.0%、石灰岩裂か水型は77.7%、裂か水型は36.6

%である。沖積層が比較的厚く分布する地域や石灰岩地域での成功率は高いが、その他については低い。また、沖積層状水型でも、海水侵入による塩水化、不透水性粘土のため帯水層として不適な地層も多く、塩水化井戸や過掘井（掘過ぎて不透水地層をセメント等で埋め戻した井戸）なども多く、さく井点選定などに多くの問題を残している。

表－ 9 第 1 期中期計画におけるさく井状況

さく井状況 年度	8 9	9 0	9 1	9 2	計	備 考
掘 削 数 (眼)	24	35	44	20	123	
試掘井数 (眼)	1	9	28	10	48	試掘井・塩水化井 5 眼
本井戸数 (眼)	23	26	17	13 (2)	79 (2)	() 本井戸後試掘井にも どったもの
ポンプ取付井 (眼) (本井戸の内)	20	23	16	1 (6)	60 (9)	92年の 9 眼は95年にOECD ローンで設置予定
水利組合移管井 (ポンプ取付井の内) (眼)	10 (10)	10 (13)	0 16	1 (9)	21 (48)	() 内は95年移管予定 合計69眼
農村水道用本井戸 (本井戸の内) (眼)	—	1	—	—	1	
試掘井／掘削数	4.2%	25.7%	63.6%	50.0%	39.0%	
本井戸／掘削数	95.8%	74.3%	38.6%	50.0%	61.0%	

問題点について考察すると、①地形・地表地質踏査の不足、②物理探査の不備、③検層技術の不備、④水理解析技術・水収支調査等の技術力不足などがある。このため探査結果に基づく適切なさく井地点の選定がされていないためと考えられる。

これらのことから考え、地下水探査器具及び地下水開発調査、分析技術を供与・技術移転することによって、本プロジェクトは大きな成果をあげることができる。

表-10 プロジェクト地域の水理地質と井戸成功率

プロジェクト 地 域 名	水 理 地 質	地 下 水 賦 存 形態 (帯水層)	掘削数 (眼)	試掘井 (眼)	本井戸数 (眼)	成功率 (%)	備 考
G o w a	Jengberang川流域の沖積地は地下水が豊富である。山地では中新～鮮新の火山屑砕岩中に裂か水をもつ。	沖積層状水型 裂か水型	30	9	21	70.0	Soppeng の1眼を含む
T a k a l a r	地表近くは沖積層が分布するが、下部は中新世の玄武岩質の溶岩・火山屑砕岩互層で裂か水を賦存をする。	裂か水型	5	3	2	40.0	技術的に難しい
M a r o s	暁新世～漸新世の石灰岩からなり、裂か水、層状水型の地下水を豊富に胚胎する。	石灰岩裂か水型	9	2	7	77.7	
Jeneponto	Keloro川沿いの沖積地は豊富な地下水賦存する。 Lompabateng 山麓は火山屑砕岩・溶岩互層中に賦存する。	沖積層状水型 火山山麓型	17	6	11	64.7	技術的に難しい
B a n t a e n g	Lompabateng 山麓の火山屑砕岩・溶岩互層中に賦存する。 一部に薄い沖積層が発達する。	火山山麓型	2	1	1	50.0	技術的に難しい
B u l u k u m b a	同 上	沖積層状水型 火山山麓型	5	0	5	100.0	
B o n e	鮮新世の砂岩・凝灰岩・泥岩・泥灰岩・礫岩・石灰岩の互層で、裂か水型であるが、層状水的地下水賦存形態をとる。	裂か水型	18	13	5	27.7	地下水観測井3眼は除く
W a j o	Danautombe湖周辺の沖積層状水とその下部の鮮新世の砂岩、凝灰岩、礫岩互層中に裂か水～層状水的に賦存する。	沖積層状水型 裂か水型	23	14	9	39.1	地下水観測井2眼は除く
S i d r a p	沖積層状水であるが、下部は洪積世 (更新世) の火山噴出物で火山性裂か水を賦存する。	沖積層状水型 裂か水型	8	4	4	50.0	技術的に難しい
L u w u	沖積層状水であるが、その分布状況からみて、沿岸部を除き、豊富に地下水を賦存する。	沖積層状水型	8	1	7	87.5	
P o l m a s	沖積層状水であり、その分布状況からみて、沿岸部を除き、豊富な地下水を賦存する。自噴井もみられる。	沖積層状水型	9	2	7	77.7	Pinrang の3眼を含む
M a j e n e	鮮新世の砂岩、礫岩、泥岩、凝灰岩互層中の裂か水であるが、一部は層状水的に賦存する。	裂か水型	4	3	1	25.0	技術的に難しい
M a m u j u	同 上	裂か水型	3	0	3	100.0	技術的に難しい
合 計			141	58	83	58.8	

(2) 援助計画

地下水灌漑ネットワークのような深井戸等の井戸群による地下水開発に当っては、事前に各種の調査を行うことが必要である。本計画における本井戸掘削地点選定までのフローを、図-2南スラウェシ州における地下水試験調査フローに示す。

現地調査の結果からみると、南スラウェシ州地下水開発事業所が所有する探査機器は、電気探査器と電気検層器のみである。地下水賦存形態からみると火山山麓型、裂か水型のリモートセンシング地形判読、各タイプにおける物理探査が重要である。

表-11 に地下水賦存形態と物理探査について示す。

表-11 地下水賦存形態と物理探査

地下水賦存形態	物理探査 事項	放射能探査	地震探査	電磁探査		電気探査			速度検層	電気検層
				VLF	CSA-MT	垂直	水平	高密度		
沖積層状水型	地質構造		○		◎	◎		◎		
	帯水層分布					◎		◎		◎
火山山麓型	地質構造	◎	◎	○	◎	◎		◎	◎	◎
	帯水層分布				○	◎		◎	◎	◎
石灰岩裂か水型	地質構造		○	◎			○	◎	○	○
	帯水層分布		○			○	○	◎	○	○
裂か水型	地質構造	◎	◎	◎	◎		○	◎		○
	帯水層分布		○		○		○	◎		○

◎：最適 ○：適

電気探査器は、高電圧（1,000V）、高電流（5 A）のものを使用すると、垂直・水平・高密度探査に使用できる。また、電気探査では、塩水化状況も把握することができる。

水質状況を調査するため、PH測定器、電気伝導計、塩分濃度計の他にパック式水質分析器を使用する。

本計画における供与資材としては、電気探査器、放射能探査器、電磁探査器、地

震探査器、速度検層器、電気検層器、各種水質測定機器とそれらの付属機器、水収支用コンピューターと付属機材及び調査用車輛等とする。

同時に各種の解析・水収支プログラム、地水盆管理手法などソフト技術についても技術移転を行う。

なお、さく井用機材等については、トラック搭載型掘削機を3台所有しており、援助等の必要はないと考えられる。

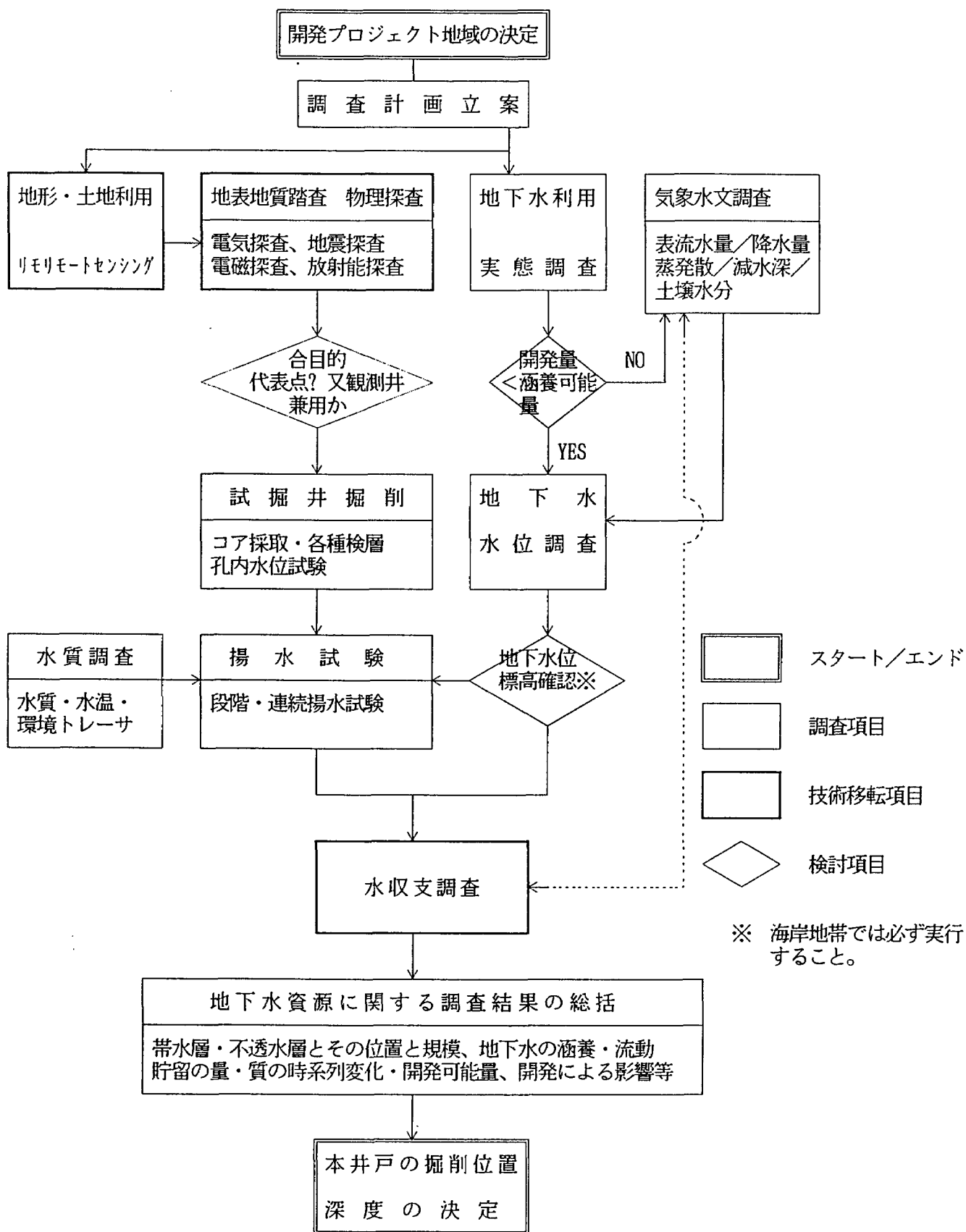


図-2 南スラウェシ州における地下水資源調査フロー

1-4 総合所見

1-4.1 技術的可能性

前項で記述した供与機材と各種の解析、水収支プログラム、地下水管理手法などのソフト技術の受入れ機関としては操作検討技術者の層の厚さが必要であり、現場技術者との連携プレーイが常時できないと効率的に機能しない。

公共事業省灌漑2局地下水開発部の機構は、予算課 (Section of Beneficiarios)、技術支援課 (Section of Execution & Preparation)、掘削課 (Section of Drilling Operation)、開発課 (Section of Development) からなり、また南スラウェシ州地下水開発事業所は、水理地質課、掘削課、灌漑課の3課からなる。これらの各課には地質・水文地質、地球物理、土木などの専門家が所属しており、技術移転については問題はない。

リモートセンシングによる地形解析・物理探査及び水収支手法は、技術支援課及び水理地質課に、検査技術は、掘削課に技術移転するものとする。

これらの探査機器の供与と、各種技術ソフトの技術移転により、本井戸さく井地点の選点精度が向上することは確実であり、掘削費用の低減、本井戸の成功率のアップにより、上位計画である地下水開発事業が一層促進されるものと考えられる。

1-4.2 社会・経済的可能性

南スラウェシ州における天水田営農は作付け率 135～150 %であるが、乾季の灌漑用水の確保に伴い作付け体系は、

作付体系Ⅰ：稲作Ⅰ期→稲作Ⅱ期

作付体系Ⅱ：稲作Ⅰ期→園芸（野菜）Ⅰ期→園芸（野菜）Ⅱ期→稲作Ⅱ期

と改善され、作付け率も 250～315 %へと向上する。また、地下水調査、管理技術の技術移転により、地下水資源の合理的な開発、管理体制が確立され、地下水の塩水化など地下水障害に対する保全体制も整備される。

上位事業は、乾季の作付を容易にし、食用作物の増産等による農家所得の増加、農村地域の生活用水の確保による農民の保健衛生の向上等、地域に与える影響が大きい。加えて、地下水開発、維持管理に関する新技術の導入により、さく井コストの低廉化、地下水の塩水化防止など自然環境の保全にも寄与でき、その波及効果は大きい。

本計画は、地下水の開発、維持管理に関する新技術の移転で、地下水資源の保全と有効利用を図る基礎的調査であるが、上位事業を経て、農産物の増産、地域の生活環境改善、更に自然環境の保全にも配慮した環境プロジェクトでもあり、地域社会に与える社会・経済的効果は大きい。

1-4.3 現地政府・住民の対応

インドネシア政府公共事業省灌漑2局地下水開発部は、上位事業である灌漑用の地下水開発事業を実施しているが、世界銀行でも1993年9月から地方地下水開発計画所の協力の下に「全国灌漑地下水開発事業」を実施しており、農業部門における灌漑用地下水開発は重要な政策となっている。

このような状況を反映して南スラウェシ州地下水開発事業所でも、積極的に地下水灌漑事業を推進している。しかし、地下水調査技術、特に物理探査、水質分析、水収支シミュレーション等の技術水準向上の必要性を感じており、技術移転を希望している。

地域の農民は勤勉実直で、農耕地の管理も行き届いており、稲作営農に熱意をもっている。所得向上のため灌漑施設の整備による園芸・蔬菜の2期作、稲作の2期作も望んでいる。既設の事業地区では、水利組合が設立されており、揚水施設・灌漑施設の維持、管理も農民自身によってなされている。上位事業は農民からも歓迎されている。また、未実施地区農民からも要望は多い。

今後、地下水開発計画事業所・地方公共団体の指導の下に、上位の地下水開発事業は益々拡充されて行くものと思われる。さく井に当り井戸の成功率の向上を図ることが、ローン償還コストの低減に繋がるもので、事業推進のためにも、現地政府・住民から強く技術移転が要望されている。

Ⅱ. マラン・パスルワン地域山麓農業農地保全計画

II-1 経緯と背景

インドネシアにおける米の生産は、近年のめざましい増産体制強化の結果、ほぼ自給の水準に達した。このような状況の下で、昨年（1993年）9月に発表された第6次5カ年開発計画（1994～1999）による4つの農業開発基幹プログラムの中の一つに「食糧栄養配分プログラム」が示され、国民の食生活の質的（栄養配分）改善を図るため、高品質・多種の食品の消費環境の充実が促されている。

また、既に、人口の都市集中化と都市における所得水準の上昇にともない、食生活に変化が生じてきており、特に、ジャワ島の都市部においては、食糧消費支出の構成は穀類およびいも類で減少の傾向があり、肉、卵、乳製品等の蛋白質食品および、野菜、果実類については増加が顕著にみられるようになった。（表2-1 参照）

表2-1 年間1人当たりの野菜の消費の推移
（単位：kg）

	1980年	1990年
キウリ	1.07	1.94
豆類	1.42	2.16
バレイショ	1.42	2.78
キャベツ	1.83	5.28
トマト	0.62	1.53
ニンジン	0.27	0.85
ナス	0.86	1.35
ワケギ	0.47	1.20

インドネシアの野菜には大別して2つのタイプがある。一つは古くから人々の食生活に取り入れられてきたいわば、伝統的野菜といえるものであり、ナス、キウリ、ワケギ、ニンニク等のほか、熱帯あるいはインドネシア特有のものも多く見られる。

もう一方は、温帯地方の良質な種類が導入されたものであり、いわば高冷地（高級）野菜と呼ばれ、都市部において大きな需要を持っている。これらは、元来温帯野菜であるので、その栽培は、一般に標高の高い冷涼な地帯に限られている。これらの野菜は前述の伝統的野菜に比べると良質かつ高価であり、生産農家に対して高い収益性をもたらしている。インドネシアにおける代表的な高冷地野菜として、キャベツ、バレイショ、

ハクサイ、タマネギ、ブロッコリー等が挙げられる。また、元来は、伝統的野菜として、栽培されていた種類でも、例えば、ナス、キウリ等のように、海外からの導入された良質な品種については、高冷地野菜とみなされている。

本調査対象地域は、ジャワ島東部の大都市であるスラバヤの南方約60-100km圏内に位置する火山山麓地帯であり、冷涼な気象条件と肥沃な土壌条件を生かし、大市場スラバヤに向けての高冷地野菜および果実類の生産が急速に進展している。また、同時に、近年、今後の市場拡大が有望視されている乳牛の飼育の普及も活発に行われている。

しかしながら、これら高冷地野菜・果実および飼料作物の生産基盤は、恵まれた自然条件（肥沃な土壌、冷涼な気象条件等、近隣の大市場）により、現在まで進展してきたものの、今後、安定・拡大生産を図る為には、解決すべきいくつかの課題が残されている。

特に、土壌保全に関しては、農民の慣行農法や、政府の指導等により、現在のところ大きな被害には、至っていないものの、傾斜地上に展開されている農地の土壌浸食はスローテンポながら進展中であり、潜在的に危険な要素を含んだ状態であるといえる。したがって、今後、土壌浸食が進行し、被害が明るみに出て、もはや手遅れの状態となる前に、農地保全対策を施すことが、望まれている。

II-2 地区の概要

(1) 自然条件

調査対象地域は、ジャワ島の東部、東ジャワ州のほぼ中心部に位置し、州都スラバヤの南方約60-100Kmに位置する。

東西に細長いジャワ島の背嶺部には、多くの火山山麓が連なっており、東ジャワ州だけでも州境も含めて、7つの火山山麓がある。このうち、本調査の対象地域であるマラン（Malang）県およびパスルワン（Pasuruan）県にまたがるプロモ（Bromo）山麓およびアルジュノ（Arjuno）・ビュタック（Butak）山麓は、東ジャワ州のほぼ中央部に位置し、活火山をそれぞれ、2つずつ含んでいる。

年間降雨量は、表2-2の月別降雨量から明らかなように、年間降雨量の85%が11月

から4月の雨季に集中している。また乾季のうち、特に6月から9月の間の降雨量が最も少ない。

同地域および周辺地域に限定するならば、山麓の端部（例：マラン／標高445m、プルウオダディ（Purwodadi）／標高390m：いずれも対象地域外）よりも標高が高い野菜生産が盛んな地域（例：バトゥ・標高877m：対象地域内）の方が降雨量が少ない傾向が見られた。また、正式な観測データは、未入手であるが、乾季の間も、霧の発生が観測されているとのことであった。

ちなみに、全国平均の降雨量は、約2,190mmである。

表-2-2 月別降雨量

（単位：mm）

地区名	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
バトゥ	369	229	216	136	87	30	15	4	23	76	163	237	1,585
マラン	351	298	268	164	82	116	99	18	14	63	194	248	1,915
プルウオダディ	425	314	308	262	153	78	24	7	22	42	167	318	2,120

土壌は、主に茶褐色から黒褐色の火山灰土であり、有機質に富み、かつ粘土質が多く含まれていることから、比較的土壌浸食を受け難い傾向にある。また、表土層は厚く（場所によっては、150cm以上）、いずれにしても恵まれた土壌条件であると言える。

（2）社会経済状況

（2）-1 東ジャワ州の概要

東ジャワ州の総面積は47,921km²で、インドネシア全国土の2.5%程であるが、人口は、32,504,000人（全体の18.12%）、人口密度は、678人/km²（全国平均は、93人/km²）となっている。

また、表2-3 に、東ジャワ州、ジャワ島およびインドネシア全国の主な農業生産品目の一部を示すが、これより、東ジャワ州は、インドネシア国における、野菜、果実、酪農の主要生産地であることが伺える。

表2-3 主要農産物の生産状況（1991年）

農産物名	単位	東ジャワ州		ジャワ島全体		インドネシア全体
イネ（水田）	M. Ton	8,205,880	18.36 %	26,392,552	59.06%	44,688,247
メイズ	M. Ton	2,504,905	40.04 %	4,005,470	64.03%	6,255,906
キャッサバ	M. Ton	3,718,242	23.31 %	9,841,803	61.69%	15,954,467
ピーナッツ	M. Ton	151,683	23.26 %	428,485	65.71%	652,119
大豆	M. Ton	481,001	30.92 %	869,525	55.90%	1,555,453
マンゴ	M. Ton	202,509	39.79 %	367,935	72.30%	508,889
オレンジ	M. Ton	76,794	30.27 %	125,930	49.64%	253,661
パパイヤ	M. Ton	106,324	30.68 %	223,213	64.41%	346,531
リンゴ	M. Ton	62,484	17.03 %	280,789	76.53%	366,888
乳牛	頭	100,500	32.81 %	295,200	96.38%	306,300

注：表中の％表示は、インドネシア全体のうちに占める割合を示す。

(2)-2 調査対象地域の概要

調査対象地域は、標高約600-1500mの、プロモ山、アルジュノ山およびビュタック山の山麓地域である。行政区分としては、マラン県および、パスルワン県の2県にまたがり、このうち、下記の17郡(kecamatan)が、計画対象地域候補と考えられる。

マラン県	ブジョン＊、バトゥ＊、カランプロソ＊、ダウ、ワジール、ラワン、 ジャバン＊、テュンパン、ポンコクスモ
パスルワン県	ブリジェン、プルオサリ、プルオダディ、チュチュール＊、 パスレパン、プスポ＊、トサリ＊、ルンバン

注：＊は、現段階で特に有望と考えられる郡

このうち、上記マラン県における合計9郡の土地利用状況は、下表の通りである。
これによると、地域の総面積のうち、約31%が畑地とし利用されていることになる。

表2-4 マラン県における計画対象地域候補群の土地利用状況

郡 名	水田		畑地		森林	エステート	家屋	その他	合計
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
プジョン	809	6	2,185	17	9,340	11	430	259	13,034
バトゥ	2,107	22	2,964	31	1,950	642	1,915	—	9,578
カランプロソ	1,956	25	2,303	29	2,628	—	909	174	7,970
ダウ	618	10	2,382	40	1,934	81	472	537	6,024
ジール	1,117	12	2,850	31	1,281	1,650	1,012	1,380	9,290
ラワン	720	12	3,027	50	—	—	1,650	609	6,006
ジャワン	1,169	9	3,493	26	7,932	—	974	41	13,609
チュンパン	1,481	21	2,592	37	—	—	1,166	1,790	7,029
ポンコクスモ	1,521	8	6,524	33	9,376	—	1,810	456	19,687
合 計	11,498	12	28,320	31	34,441	—	10,338	5,246	92,227

注：表中の%表示は、総面積（合計）のうちに占める割合を示す。

なお、道路の整備状況は大変良く、特に州政府所在地である、スラバヤ(Surabaya)からは、片道3車線の高速道路が計画対象地域の約30km手前のパンダーン(Pandaan)まで開通しており、これより県庁所在地のマランまでも、幹線国道により容易にアクセスが可能である。

地域内の農家一戸あたりの平均土地所有面積は、約0.3ha.と極めて小さく、零細化が進んでいる。これは、農家の所得向上を図る上で、大きなマイナス要因となっている。したがって、商品価値の高い作物の栽培の重要性は、益々注目されるようになってきている。

地域内では、キャベツ、ジャガイモ、インゲン、ニンニク等の高冷地野菜類や、柑橘類（マンダリンオレンジ等温帯向品種）、リンゴ（標高1,000m以上）等の温帯果物の栽培が集約的に行われている。野菜の栽培は、年3作が可能であり、連作障

害を防ぐため、いくつかのパターンにより、輪作が行われている。

また、果樹と野菜の混作も標高や気象条件に応じて様々な組み合わせにより行われており、土壌浸食防止、雑草の防除等にも効果をもたらしている。

柑橘類については、約5年前に、州農業事務所の指導により、メイズからの転作が図られ、途中、ウイルス病の発生等の問題も生じたが、現在では克服され（果樹の品種改良、病虫害予防のための、果樹試験場が地域内、ノンコジャジャール（Ngonkojajar）にあり、高品質、高収量を目指した高度な果樹の栽培技術の研究が行われている。）、現在では、安定した生産が行われている。

また、近年酪農の普及も進展中であり、地域内のテュチュール（Tutur）等は、全国的にも有名な酪農生産地である。また、マランには日本の援助による畜産試験場が設立され、優良品種の普及活動等が行われている。

(3) 調査により確認された問題点

現地調査の結果確認された地域内の農業基盤体制に関する主な問題点を下記に示す。

(3)-1 表土の流失（土壌浸食）

現地調査の結果、現時点では広範囲における大規模なガリ浸食などの現象は見あたらなかったが、圃場によっては、細流浸食による表土の流失がかなり進行中の圃場や、畝間に基盤が露出している場所も確認された。

また、農民により掘削された排水路についても、牧草の植え付け、土壌条件等により、浸食の速度こそ、抑えられてはいるものの、末端部や、道路沿いの集水路等では、小規模なガリ浸食や、水路底部の洗掘による、表土の崩落等がみられた。

したがって、現在のところ、表土層が全層流失し、農業生産を脅かすといった致命的な被害には至っていないものの、今後、現体制のまま営農活動を継続、拡大した場合、深刻な事態に陥る危険性を大いにはらんだ状態にある。

当該地域の肥沃な表土層は、一般的に厚く（40-80cm程）、多少の浸食があっても、ひきつづき、肥沃な表土が利用可能であるため、農作業を進める上では、土壌浸食の進行を認識し難くしており、危険性を見落とす要因になっている。

(3)-2 農地の細分化

昔ながらの伝統的農法により、テラス畑が造成されている地区もあるが、規模が小さく、これは作業効率のマイナス要因となっている。その上、相続等により、農地の細分化が年々進行しており、事態を更に悪化させている。

また、飼料用作物となる牧草は、高冷地野菜等と比べて収益性が劣るため、種類によっては、テラス畑の法面等に作付けされているが（これは法面保護の役割も兼ねている）、入り組んだ地形条件では労働生産性に支障をきたしており、牧草の絶対量不足は、地域内の酪農振興の阻害要因となっている。

II-3 計画の概要

II-3.1 計画の目的

今後も需要の増加が見込まれる高冷地野菜・果実栽培のための各圃場について、現在進行中の土壌浸食を抑止すべく、各現地調査を実施のうえ農地保全対策を施す。

この中で、地域内の酪農の振興の助力となるべく、また環境配慮面からも、各種構造物、斜面保護工などについては、できる限り、草生工、植生工で対処する。

このときに用いる、植栽種については、既に現地で法面保護兼乳牛用の飼料作物として普及しているイネ科の牧草類の適用が有効かつ有益である。

また、農地保全対策の中で計画される、圃場計画においては、区画整理を実施し、遺産相続等により散在した農地の統合化を図る。

II-3.2 計画対象地域

計画対象地域は、高冷地野菜・果実栽培が可能なマラン県およびバスルワン県に位置するプロモ山麓、アルジュノ・ビュタック山麓に広がる高原地帯（標高600-1,500m）である。

これら地域の全体面積は、約790km²と見積もられるが、後述するマスター・プラン調査により、モデル地区の選定を行い、対象地域の絞り込みが必要となる。

II-3.3 計画の内容

計画内容（案）を以下に示す。

1) 慣行農法の検討・見直し

既に農民により慣行的に実施されている農地保全農法（間作・混作、深耕、厩肥・雑草等の鍬込、畝立て（立畝）、承水溝等）の現状を調査し、問題があれば、対処法を検討、提案する。

2) 牧草の植栽

農家規模が小さい本地域においては、乳牛の飼料用の牧草地の確保が極めて難しく、その多くは、テラスの法面や、道路端等を利用して栽培されている。これらは、法面保護等の土壌保全も兼ねたものであるが、本計画においても積極的に牧草類の植栽を行う。

3) 集水路、幹線排水路の統合・整備

前述の通り、既に地区内に普及しているイネ科の牧草類を用いた、草生水路を優先的に計画する。ただし、水路の湾曲部、合流部等構造物として強度が必要な部分については、石積工、コンクリート工等で対処する。

また、上記の承水溝も含めた排水路網の統合化と整備を行い、すみやかな地区内排水を促す。

4) 各種水路構造物の整備

落差工、急流工等により流下水の水勢を制御し、地区内排水によるガリ浸食を防止する。この場合、現地の状況を留意した配置、構造の検討も同時に行う。

5) 土砂溜（沈砂池）の設置

堆積した土砂の農地への還元だけでなく、用水確保の手段としても用いる。

6) ガリ防止工の整備

ガリ発生部については、石積み堰・板堰と植生による簡易ガリ阻止工か、または、状況により、練石、コンクリートによるガリ阻止堰工を設置し、現存するガリの拡大を抑止する。

7) ベンチテラス工

一部の地区では、既に慣行農法の一貫として小規模なベンチテラス工が施されているが、区画整理も兼ねて、まとまった範囲でのベンチテラス工を計画する。

なお、テラスの規模および傾斜方向等に関しては、詳細な現地調査のうえ検討する。

8) 法面保護

各法面保護工についても、既に用いられているイネ科の牧草による植生工を積極的に適用する。

9) 区画整理

区画整理は、各圃場内の生産性の向上に留まらず、テラス工などの法面における牧草の植栽、収穫作業等についても有益であり、実施効果は大きい。

II-4 総合所見

II-4.1 技術的可能性

前述のとおり、現在普及しつつあるイネ科の牧草類を、水路や法面保護等の植栽に積極的に活用することは、地域内の酪農の発展に寄与するのみならず、厩肥の農地還元促進（農地保全）、各事業費の節約、土地の有効利用が図れる等、作物栽培と酪農の有機的なリンクによる相乗的な波及効果が大きいと期待される。

一方、管轄機関である農業省は、これまで、農地開発等の土木事業も手がけてきているので、特に困難な工事は伴わない本計画に対して工事施工面についての問題は見あたらない。ただし、表土扱いについては、事前に手法を確認したうえ、必要に応じて指示・指導が必要な可能性はある。

また、テラス工（テラス斜面の方向、傾き等）、畝立の方向、承水溝の傾斜角度等は農民による慣行農法の検討が必要があるが、必ずしも慣行法を優先させる必要はなく、詳細な調査に基づいた適正な計画の樹立が必要である。

II-4.2 社会・経済的可能性

肥沃な火山灰土と、適度な気象条件に恵まれたジャワ島全域に広がる火山山麓地域は、高冷地野菜・果実の栽培適地として、今後も、生産基盤を拡大しつつある。この中において、本地域は、作物・果樹栽培、乳牛の飼育等の分野では、インドネシア国内においても、トップクラスの技術が導入され、地域農民への普及が推進されている地域である。

こうした状況下において、同地域内の生産基盤整備の立ち遅れ、農地の細分化等が、生産性向上を阻む大きな阻害要因となっており、また、環境破壊につながる土壌浸食に対しても、早期に対応策を施すことが急務となっている。

したがって、「傾斜地農業の振興・牧草による農地保全・土地の集約的活用・酪農の発展・厩肥の農地への還元・農産物生産性の向上・地域全体の環境保全」といった一連の有機的にリンクした農業生産システムの確立は、同地域の農業・農村の発展に大きな効果をもたらすだけでなく、ジャワ島全域に広がる他の火山山麓地帯のモデル事業として重要な役割を果たすものでもあり、ひいては、インドネシア国全体の農業発展に大きく貢献するものである。

II-4.3 現地政府の対応

農業省レベルでは、他省庁との事業管轄区分の見直し等との兼ね合いも含めて、今後、農地保全事業を重視してゆく傾向にあり、資金のおよび技術的援助を海外からの協力に期待している。

II-5 今後の対応

本計画の実施にあたっては、まず地域内の農地保全の基本計画（マスタープラン）を策定し、モデル地区を選定し、農地保全計画のフィージビリティ・スタディを早期に実施することが重要である。

そのためには、インドネシア国農業省はもとより、他の関係諸機関に対しても積極的な働きかけが重要であり、それと同時に、計画内容の具体的コンポーネント、事業計画の進め方についても関係者との事前の話し合いが早期に必要となる。

添 付 資 料

(1) 調査団の構成

<農業開発担当>

中央開発(株)海外事業部 農業開発部主任 永 田 博

<地下水開発担当>

(株)中央開発インターナショナル 技師長 西 嶋 輝 之

(2) 調査日程

日 付	調 査 行 程	宿 泊 地
2月8日(火)	移動(東京>ジャカルタ)	ジャカルタ
2月9日(水)	公共事業省灌漑II局にて聞き取り、打合せ	ジャカルタ
2月10日(木)	農業省にて打合せ 移動(ジャカルタ>ウジュンパンダ)	ウジュンパンダ
2月11日(金)	南スラウェシ州地下水開発事業所 調査内容打ち合わせ、資料収集 (午後)現地調査	ポーマス
2月12日(土)	現地調査	ウジュンパンダ
2月13日(日)	現地調査 移動(ウジュンパンダ>スラバヤ)	スラバヤ
2月14日(月)	東ジャワ州食用作物農業事務所にて 調査内容打ち合わせ 現地調査	スラバヤ
2月15日(火)	東ジャワ州食用作物農業事務所にて 聞き取り及び資料収集	スラバヤ
2月16日(水)	移動(スラバヤ>バンドン) 地質研究所にて資料収集 移動(バンドン>ジャカルタ)	ジャカルタ
2月17日(木)	大使館報告、説明 農業省報告、説明 資料収集整理	ジャカルタ
2月18日(金)	公共事業省報告、説明 帰国準備	ジャカルタ
2月19日(土)	移動(ジャカルタ>シンガポール)	シンガポール
2月20日(日)	移動(シンガポール>東京)	

(3) 面会者リスト

日 本 側

日本大使館	一等書記官	角谷 徳道
JICA専門家	公共事業省 水資源総局 灌漑Ⅱ局	工藤 浩
〃	農業省官房計画局	及川 章
〃	農業省食用作物総局農地整備開発局	菅谷 義之

インドネシア側

公共事業省水資源総局灌漑Ⅱ局地下水開発部

部 長	Mr. Wahyu Hartomo
次 長	Mr. Ismara P. Sihombing
水文担当	Mr. Krisno D. Herwantoko

南スラウェシ州地下水開発事業所

所 長	Mr. Emmawan Haryono
灌漑課長	Mr. Syamsuh Anam
掘削課長	Mr. Asri
主計課（現地調査通訳担当）	Mr. Ruky Iskandar

農業省

海外協力局計画官	Dr. T. Edward M. Napitupulu
海外協力局事業計画課長	Mr. Achmad Fuadi

東ジャワ州食用作物農業事務所

所 長	Mr. Antarno
事業計画部長	Mr. Soehardjo
営農担当	Mr. Sagono
作物栽培担当	Mr. Kethui Marsuai

(4) 収集資料リスト

地質図、水理地質図

Explanatory Note and Geological Map / 1:250,000 / 1982

<Ujung Pandang (Surawesi)>

<Pangkajene (Surawesi)>

<Ujung Pandang (Surawesi)>

Geologic Map / 1:250,000 / 1974 <Majene (South Surawesi)>

Urban Geologic Map of Indonesia / 1:10,000 / 1986

<Surabaya-Sidoarjo-Kriyan>

Geological Map of Java and Madura / 1:50,000 / 1989

<Sheet-I West Java>

<Sheet-II Central Java>

Hydrogeological Map of Indonesia / 1:250,000 / 1984

<Ujung Pandang (Surawesi)>

<Pangkajene (Surawesi)>

<Lembar (Surawesi)>

Hydrogeological Map of Indonesia / 1:250,000 / 1985

<VIII Surabaya (Java)>

<X Kediri (Java)>

<XI Jember (Java)>

<VII Semarang (Java)>

<VIII Surabaya (Java)>

(以上、Directorate General of Geology and Mineral Resources,
Ministry of Mines and Energy 発行)

その他の資料

The Land Resources of Indonesia: A National Overview, ATLAS (Land Resources Department and Overseas Development Administration, Foreign and Commonwealth office, 1990)

The Land Resources of Indonesia: A National Overview
(Directorate General of Settlement Preparation, Ministry of Transmigration)

Directorate of Environmental Geology, 1991

Bulletin of the Directorate of Environmental Geology, Jan. 1987

Bulletin of the Directorate of Environmental Geology, Aug. 1992

Bulletin of the Directorate of Environmental Geology, Jan. 1993

Legislation and Institutional Arrangement of Groundwater Development in
Indonesia

(Directorate General of Geology and Mineral Resources, Ministry of Mines
and Energy)

Agricultural Survey, Production of Cereals in Indonesia 1992

Agricultural Survey, Production of Cereals in Java 1992

Agricultural Survey, Production of Vegetables in Indonesia 1991

Agricultural Survey, Production of Fruits in Indonesia 1991

(Biro Pusat Statistik, Jakarta)

Integrated Agricultural and Rural Development in Southeast Sulawesi Province
(JICA)

(5) 現地写真

(5)-1 南スラウェシ州農業用地下水開発計画



手入れの行きとどいた水田地帯 95年灌漑予定 POLMAS地区



塩水侵入のため使用不能深井戸
JENEPONTO地区



完成した地下水かんがい施設 '95年水利
組合利管予定 JENEPONTO地区



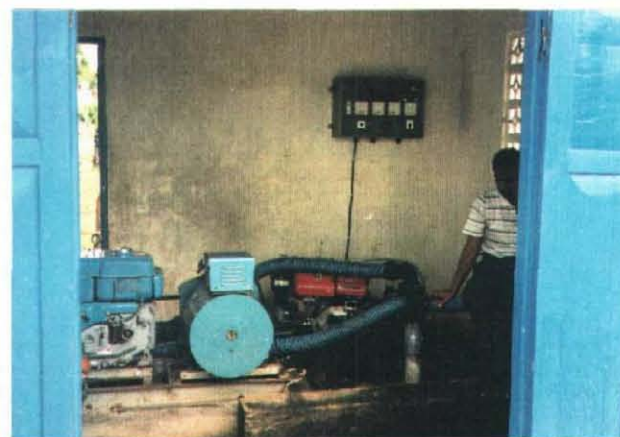
自噴さく井、'95年に揚水施設、灌漑施設
設置予定 POLMAS地区



JENEPONTO地区 No.11号井の
揚水施設上屋



自噴さく井、'95年に揚水施設、灌漑施設
設置予定 POLMAS地区



JENEPONTO地区 No.11号井の揚水
ポンプディーゼルエンジン及び発電機（修理中）

(5)-2 マラン・パスルワン地域山麓農業農地保全計画



新規に開畑された高級野菜畑。
山成畑の底縁部では、ガリ浸食が進行しつつある。



ノンコジャジャールにある果樹試験場
(写真は、リンゴ)。
耐病性のある優良品種の研究が行われている。



慣行農法により土壌保全対策は施されているが、その効果は不十分であり、表土の浸食はまぬがれない。



洗堀が進行中の圃場内の集水路



圃場内の、通路兼集水路。基盤部まで掘り下げ、
浸食を抑制しているが、末端部は崩壊している。