昭和62年度

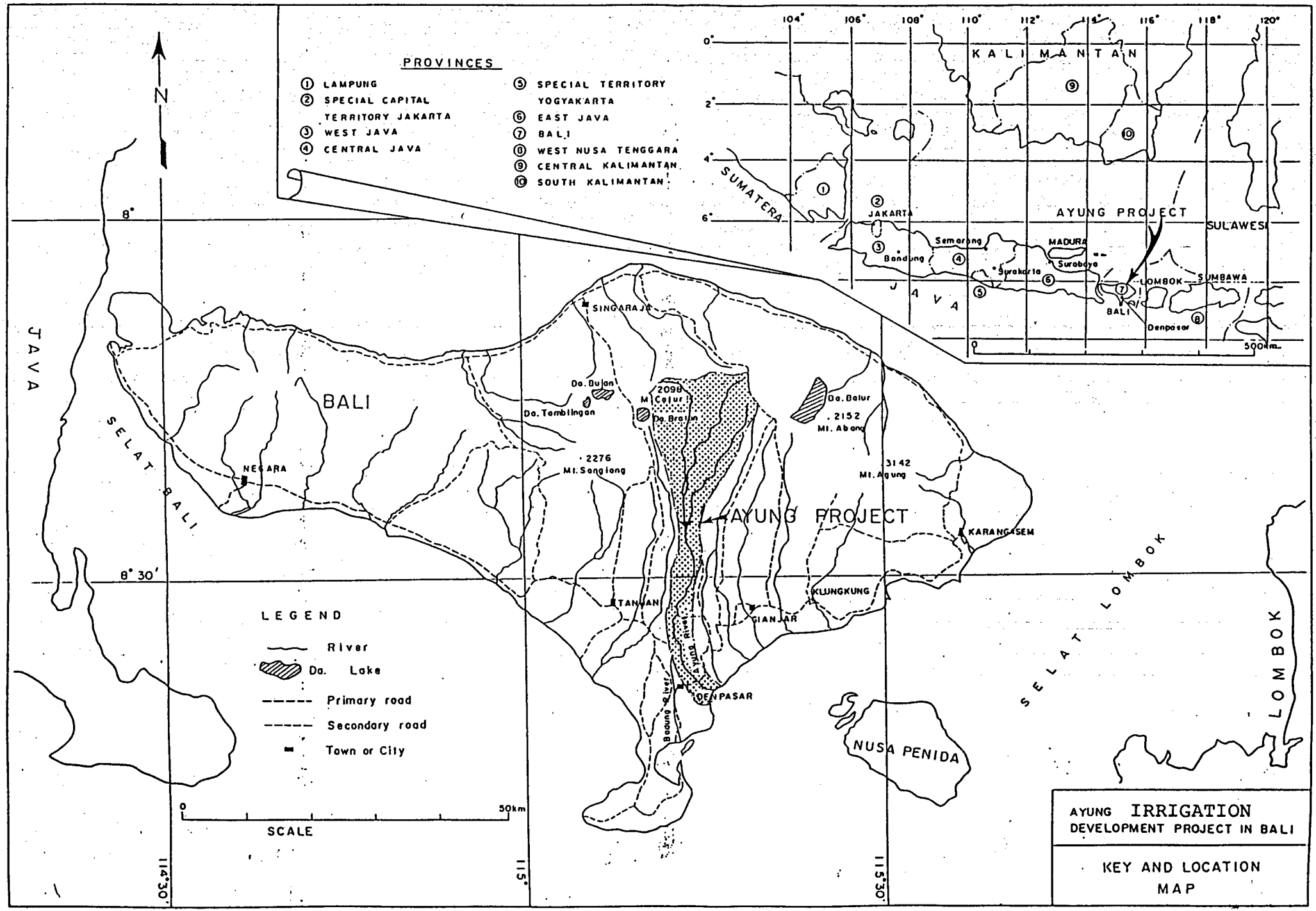
インドネシア共和国

――――バリ島アユン川下流農業開発計画
プロジェクトファインディング報告書――――

1987－12

――――― 社団法人 海外農業開発コンサルタンツ協会

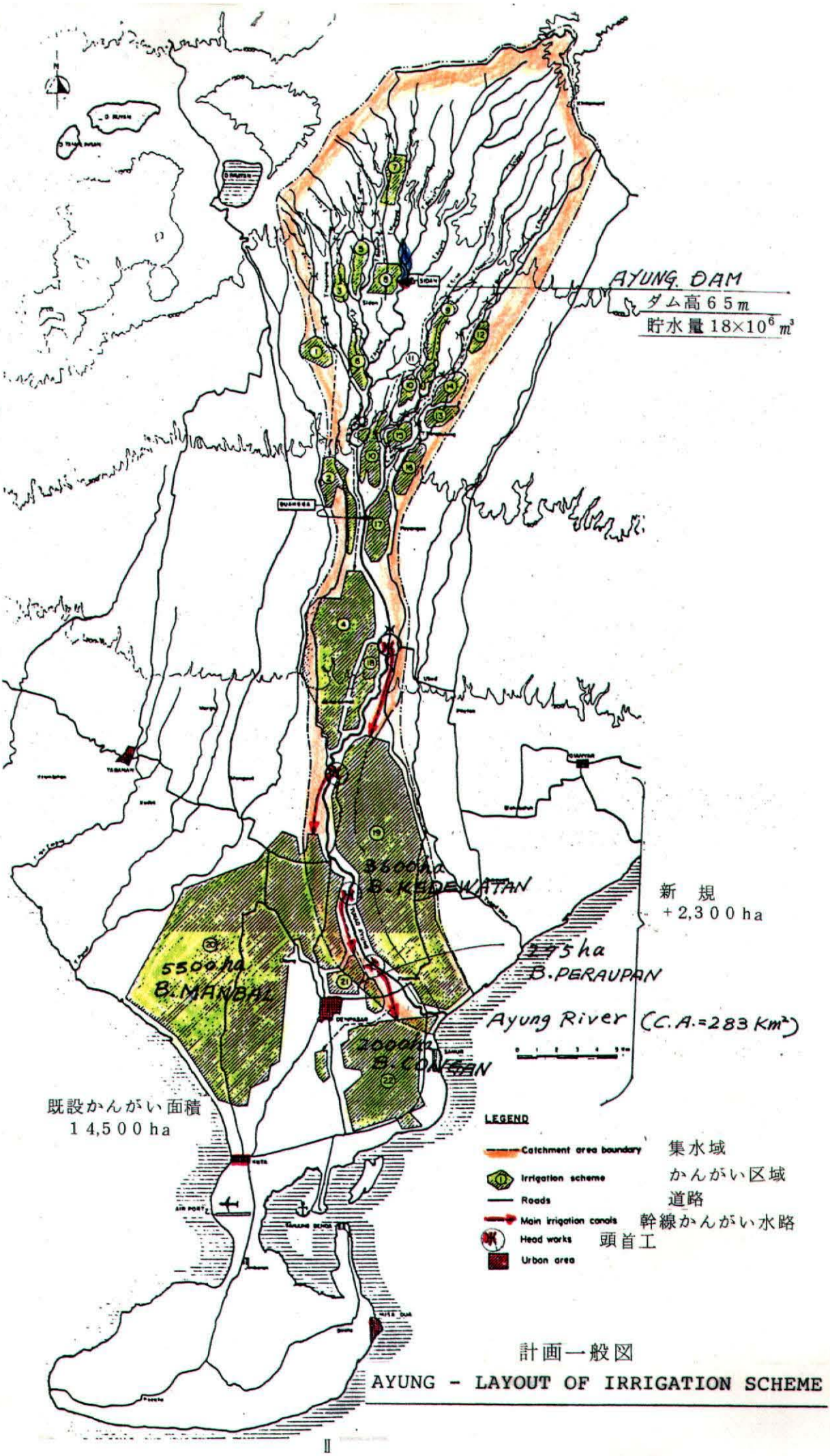
株式会社 アイ・エヌ・エー新土木研究所 ―――――



AYUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT IN BALI

KEY AND LOCATION MAP

位置図



計画一般図

AYUNG - LAYOUT OF IRRIGATION SCHEME

LEGEND
Primary Road
Secondary Road
Water Way
Dam and Reservoir
Surge Tank and Power Station
Gauging Station
Weir for Irrigation
B Bendung Yang Dikeloa D.P.U.
Water Supply for Denpasar Q=0.6 m³/s (51 840 m³/day)
Pengambilan Untuk Tambahan Air Minum Kota Denpar Kuta Dan Nusa Dua ±600L/Detik
0 5km
SCALE 1:100,000
AYUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT IN BALI
BASIN PLAN
Da.Batur
BT.PENDELISAN 1745m
KINTAMANI
10 km²
19 km²
62 km²
132 km²
11 km²
6 km²
Tongleban
Ayung
Bangkung
Ngonkong
Kilap
Mt.Catur 2098m
Da.Bratan 1247m
SIDAN G.S.
AYUNG DAM H=65m
C.A.=140 km²
AYUNG NO.1 PS P=30,000kw
66 km²
TINJAKKAYU A=365ha
B.GERANA A=1 500ha
AYUNG NO.2 PS P=30,000kw
BUANGGA G.S.
AYUNG REREGULATION DAM H=30m
C.A.=206 km² (140+66)
TRANSMISSON LINE
AYUNG NO.3 PS P=10,000kw
B.KEDEWATAN A=13 600ha
B.MAMBAL A=5 500ha
B.PERAUPAN A=275 ha
B.CONGAN A=2 000ha
DENPASAR
Badung River
Ayung River C.A.=283 km²
SELAT LOMBOK
SELAT BADUNG
Z

流域図

目　　次

頁

位　置　図　Ⅰ

計画一般図　Ⅱ

流　域　図　Ⅲ

地区の概要

1．経緯・背景 …… 1

2．地区概要 …… 1

3．計画概要 …… 3

4．総合所見 …… 4

5．添付資料 …… 5

１．経緯・背景

アユン川の上流で現在国営電力公社（ＰＬＭ）が電力開発を主体として多目的ダム計画のＦ／ＳをＪＩＣＡのファイナンスによって実施中である。このダムは、ダム高90m で総貯水量約53×10^6 で計画されており、このダムにより渇水期の水量が増え、約 2,300haの新規水田かんがいが可能になる。

今回の基礎調査は、この 2,300haの新規水田かんがい計画のプロジェクトファインディンを目的として実施した。

２．地区概要

(1) 位置・地形

バリ島はインドネシアの中央部南緯８度、東経 115度付近に位置し面積約5,500km²の島であり、本調査の対象地域はこのバリ島の首都デンパサール市の近くを流下するアユン川流域である。

アユン川は流域面積283km²で、その源は観光地として有名なキンタマニー（Kintamani)や域内最高峰 2,098m のカツール（Katur)山に発しデンパサール市の東側に沿って流下しロンボック（Lombok）海峡に流下する総延長約60kmのバリ島最大の河川である。

その河川勾配は上流域では1/45と急流であるが下流域ではゆるやかで、そのため古くから下流域にあっては約14,500haの水田かんがいが行なわれていた。

(2) 地　質

バリ島は小スンダ列島の内帯火山弧の西端に位置しており、島の東部にバツール山の他いくつかの火山が散在している。

バリ島の地質は、基盤岩をなす新第三紀中新世～鮮新世に属す

る海成堆積層および火山性地層が島をとりまき、その周辺海岸および低標高山岳地帯に分布しており、これを覆って第四紀更新世～現世の激しい火山活動に由来する数多くの火山砕屑岩類、溶岩類が島を広範囲に、かつ厚く累積している。

基盤岩地層群は、南東部の海岸から標高500m附近に至る開析山地に分布する凝灰角礫岩、溶岩、凝灰岩（炭酸塩地層を介在）などの火山性地層、南端部に分布する主に石灰岩からなる海成堆積層、および北西部から北部海岸地帯に断続して分布する凝灰角礫岩、溶岩、凝灰岩などの火山性地層に区分される。

河岸および河床下に分布する基盤岩地層群は、灰色～暗灰色の凝灰角礫岩、火山角礫凝灰岩の指交状の不規則互層であって、よく膠結された新鮮岩からなっている。

(3) 気象，水文

アユン川流域は熱帯雨林気候に属し、年雨量 1,500～3,000mm（平均 2,100mm）である。アユン川の流況は、降水量が乾期（６～10月）と雨期（11～５月）にはっきり分れているにも係わらず比較的安定している。これは流域の樹木の密度の高いことと共に、恐らく分水嶺外の湖からの湧水も原因となっているものと思われる。しかし、乾期の水量はやはり雨期に比べて少なく、はっきりとその傾向が認められる。

このため乾期には上、中流域でかんがいに水を使うため、下流域では水が非常に少くなる。

(4) 人口，産業，地図

バリ島の人口は 250万人以上と言われており、ジャワ島と共に人口の過密地帯である。

バリ島の産業基盤は古くから農業（米作）であったが、近年国際的な観光地としての収益も増えつつある。

バリ島全域にわたってＳ＝1/50,000着色地形図があり、アユン

川には、水力発電計画等の関連で部分的にＳ＝1/5,000 の地形図が在る。

３．計画概要

(1) 既設かんがい概要

計画一般図に示すように、アユン川全流域で14,500haの水田かんがいが行なわれているがアユン川下流域においては、下記４地域で11,375haの既設の水田かんがいが行なわれている。

B．KEDEWATAN	3,600 ha
B．MANBAL	5,500 ha
B．PERAUPAN	275 ha
B．CONGAN	2,000 ha
既設下流域水田かんがい面積 合　計	11,375 ha

(2) 上流ダム計画概要

アユン川上流に計画されている多目的ダム計画の諸元は以下の通りである。

流域面積	140km²
ダム型式	重力式コンクリートダム
ダム高	90m
総貯水量	53,000,000m³
かんがい用有効容量	33,000,000m³

(3) 新規かんがい計画概要

アユン川上流多目的ダム計画によってアユン川下流域において新規に 1.7m³／s の取水が可能となり、水田の２期作として2,300ha のかんがいが可能となる。

4．総合所見

(1) 技術的可能性

上流のダム計画は、発電計画のＦ／Ｓによってその技術的な可能性を確認されており、又頭首工等は既設の施設の改良により充分利用出来、当計画の主要構造物の技術的可能性については問題ない。

(2) 社会，経済的可能性及び現地政府・住民の対応

上流のダム計画は発電単独でも経済的に成り立つものであり、これにかんがい，洪水調節等の下流の便益を加えることによりその経済性は高くなる。

バリ島アユン川の農業開発は古くからの歴史があり、アユン川の新規の諸開発計画の立案に当っては農業開発を含む必要がある。現に、上流域でＰＬＮが計画している水力発電に関連して、公共事業省より農業開発を参加したい旨申し入れが行なわれている。

従って、アユン川の農業開発に関する社会的なニーズは大きく実現の可能性は大である。

(3) 問題点

アユン川の農業開発に関する調査は、「バリ島全体の農業開発マスタープラン」の一環として公共事業省がアジ銀（ＡＤＢ）のファイナンスでイタリーと韓国のＪ．Ｖ．コンサルタントに発注して現在実施中である。

従って、アユン川下流の農業開発のＦ／Ｓ，Ｄ／Ｄ等が実施される場合、イタリー及び韓国のコンサルタントとの競争になり、円高等の影響もあり日本のコンサルタントが受注できる可能性はきびしいものと思われる。

５．添付資料

① RAINFALL STATIONS AND ISOHYETS

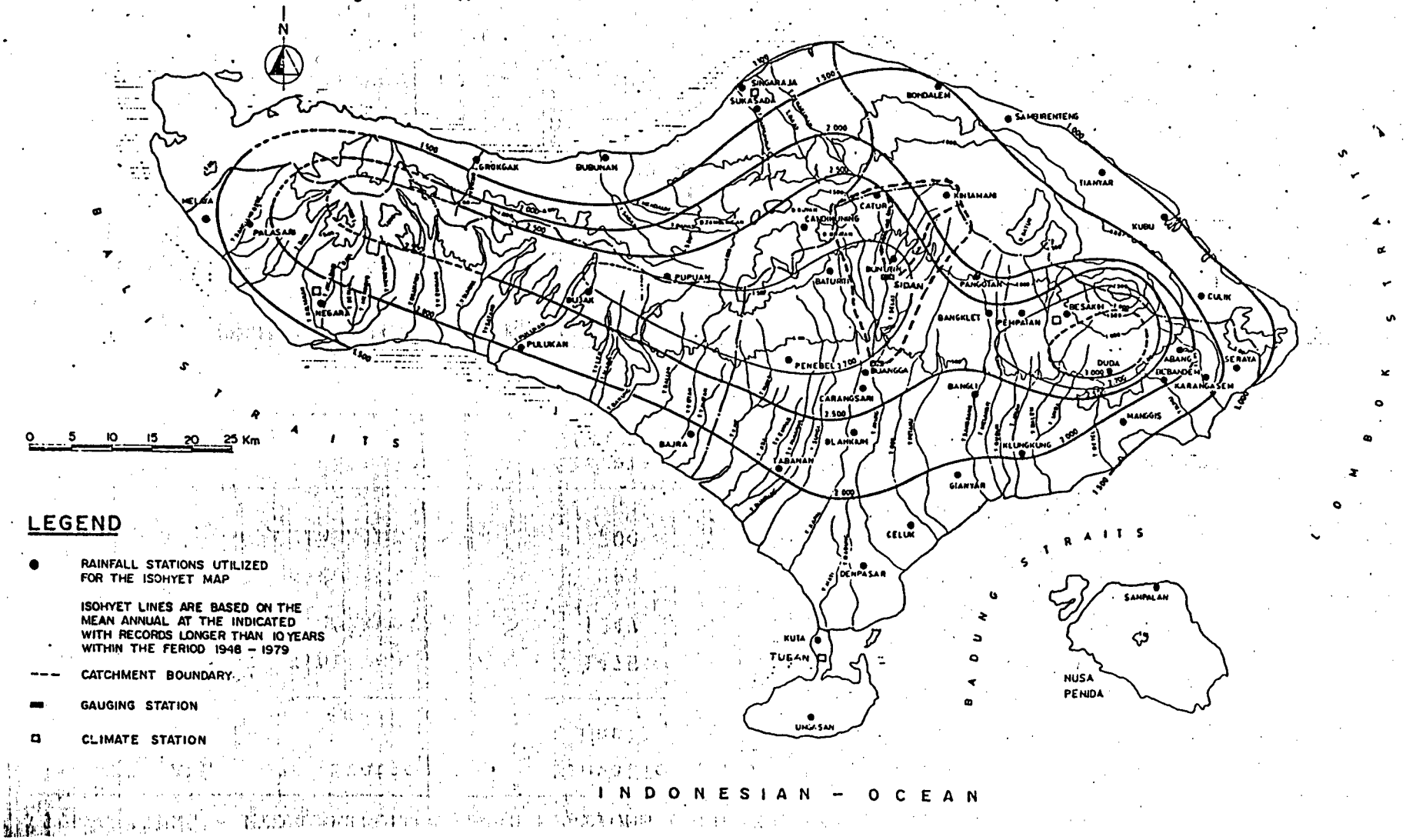
② IRRIGATION WATER REQUIREMENTS FORECAST

③ IRRIGATION WATER REQUIREMENTS IN SOUTHERN BALI

④ EXISTING IRRIGATION FACILITIES (SCHEMATIC)

⑤ 調査者経歴・調査日程

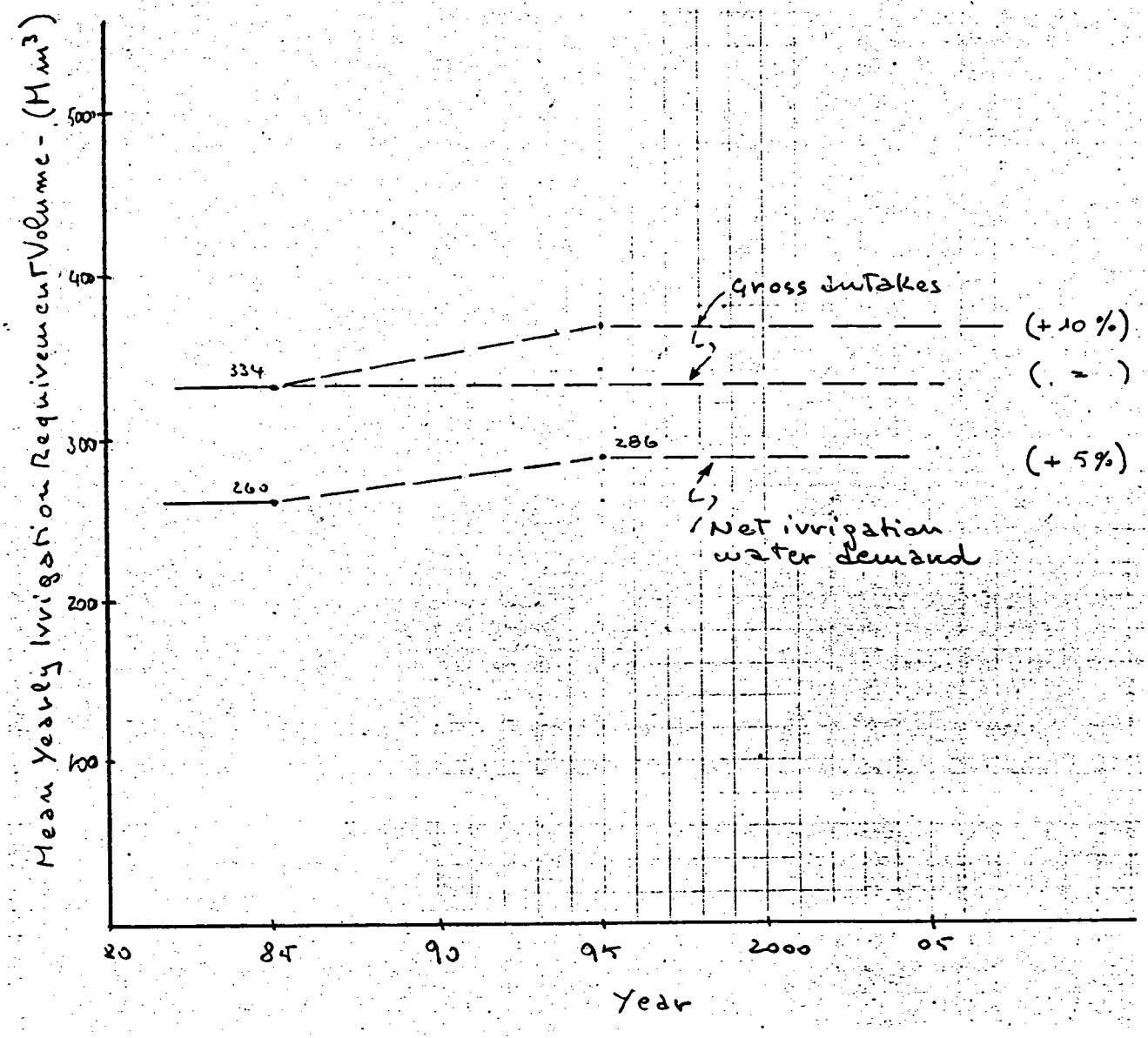
(1) TUKAD AYUNG - RAINFALL STATIONS AND ISOHYETS



LEGEND

- ● RAINFALL STATIONS UTILIZED FOR THE ISOHYET MAP
- ISOHYET LINES ARE BASED ON THE MEAN ANNUAL AT THE INDICATED WITH RECORDS LONGER THAN 10 YEARS WITHIN THE FERIOD 1948 - 1979
- --- CATCHMENT BOUNDARY
- ▬ GAUGING STATION
- ▫ CLIMATE STATION

② TUKAD AYUNG - IRRIGATION WATER REQUIREMENTS FORECAST



③ TUKAD AYUNG - IRRIGATION WATER REQUIREMENTS IN SOUTHERN BALI

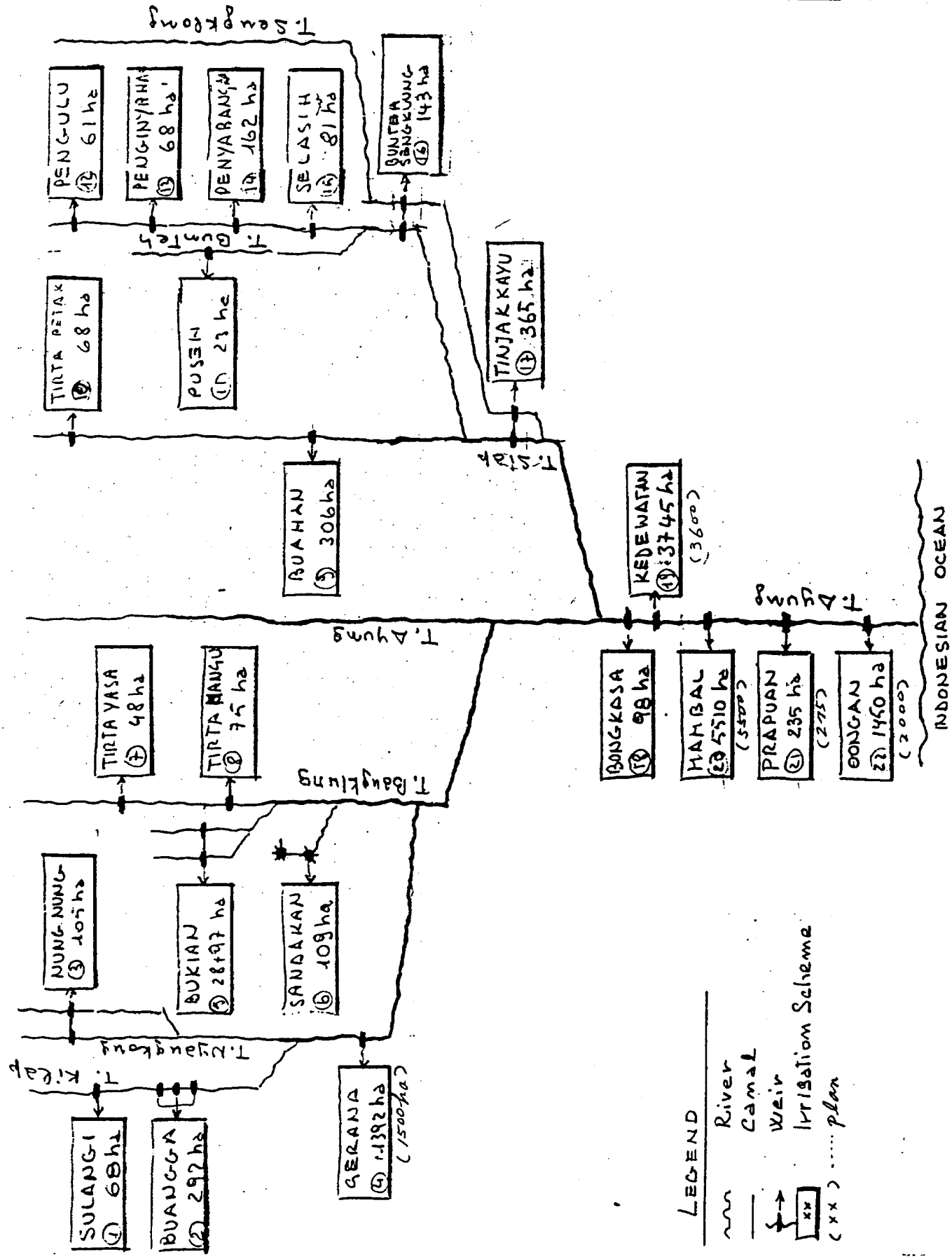
Scheme	Area (ha)	Irrigation Requirement	
		Yearly Volume ($10^6 m^3$)	Unit (l/s/ha)
A. Calculated (design 235% crop intensity)			
Taro	160	2.55	0.51
Tinjak Kayu	365	6.43	0.56
Manuaba	469	8.46	0.57
Klutug	146	2.78	0.60
Meliling	538	10.88	0.64
Bengkel	373	8.46	0.72
Nyitdah	700	17.80	0.81
Oongan	1,450	27.37	0.60
B. Recorded (assumed 200% crop intensity)			
(D/S from Buangga) Kedewatan	3,745	85.05	0.72
Mambal	5,510	138.60	0.80
Praupan	235	18.90	2.60*
Oongan	1,450	94.50	2.10*
Total intake	-	337.05	-
Return flows**	-	- 72.45	-
Total net demand	10,940	264.60	0.75 ($0.00075 m^3/s/ha$)

Note : * Large intakes infer high return flow, Oongan area enters urban area thus excess water is used by inhabitants

** Return flows, 22% of intakes include returned water from irrigated areas and inflows from additional catchment areas.

Source : A - BISP; B - DPU, Elaborated by Elc-ADC

④ TUKAD AYUNG - EXISTING IRRIGATION FACILITIES (SCHEMATIC)



調　査　日　程

日程表					
年　月　日	出発地	到着地	宿泊地	備考	調査員名
昭和62年10月28日	成田	マニラ	マニラ	出発、現地着	山田清蔵
昭和62年10月29日			〃	ＮＩＡ訪問・打合せ協議	
昭和62年10月30日	マニラ ターラック	ターラック マニラ	〃	現地調査	
昭和62年10月31日			〃	ＮＩＡ訪問・打合せ協議	
昭和62年11月1日			〃	資料整理	
昭和62年11月2日			〃	大使館訪問	
昭和62年11月3日	マニラ	バタン	バタン	現地調査	
昭和62年11月4日	バタン	マニラ	マニラ	〃	
昭和62年11月5日			〃	ＮＩＡ訪問	
昭和62年11月6日	マニラ	ジャカルタ	ジャカルタ	移動	
昭和62年11月7日			〃	公共事業省訪問	
昭和62年11月8日			〃	資料整理	
昭和62年11月9日			〃	共同組合省訪問	
昭和62年11月10日			〃	大使館、ＪＩＣＡ訪問	
昭和62年11月11日			〃	公共事業省及び計画庁訪問	
昭和62年11月12日	ジャカルタ	デンパサール	デンパサール（バリ島）	移動	
昭和62年11月13日			〃	公共事業省バリ支局訪問・打合せ協議	
昭和62年11月14日			〃	現地調査	
昭和62年11月15日			〃	〃	
昭和62年11月16日			〃	資料収集	
昭和62年11月17日	デンパサール（バリ島）			現地発	
昭和62年11月18日		成田		帰国	

業務従事予定技術者経歴書

様式－１０

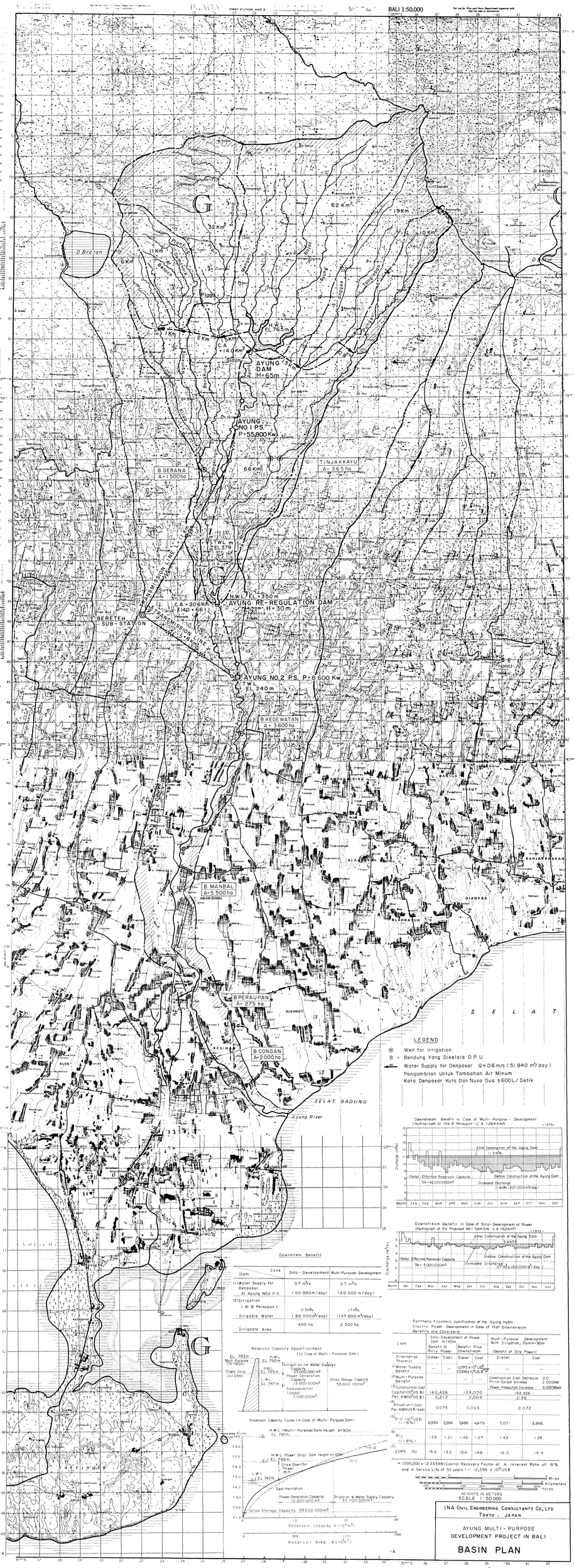
調査名	昭和６２年度　インドネシア共和国　バリ島アユン川下流農業開発計画調査			
氏名	山田　清蔵	担当業務	総括／全体計画	
ローマ字	YAMADA　SEIZO	専門技術	ダム・河川	
生年月日	昭和１３年　9月　1日生（４９歳）	取得資格	技術士（建設）	
本籍	東京都	取得年月	昭和５３年１２月	
現住所	千葉県　習志野市　秋津　3－2－22－2　電話０４７４（５１）７８６７			

外国語	資格取得者	自己申告者					研究成果	著書・研究論文等	健康診断結果			
	英検２級	外国語	読む	書く	話す	聞く			良好			
	JICA　B級	英語	A	B	A	B						
	昭和４２年１２月取得	インドネシア語	C	C	C	C			昭和６２年　6月１０日　受診			
	昭和５６年１２月取得								身長	１６５cm	体重	６２kg

学歴		校名	学部・学科・専攻等	
	高等学校			昭和　年　月　卒業
	短大・専門学校			昭和　年　月　卒業
	大学	中央大学	理工学部　土木工学科	昭和３９年　3月　卒業
	大学院			昭和　年　月　修了

職歴	期間（年月～年月）	勤務先	部・課・職位	職務内容
	昭39年 4月～39年 6月	電源開発㈱	設計室	発電計画（日本国内）
	昭39年 7月～39年11月	電源開発㈱	海外技術協力部	東南アジア発電計画（タイ，マレーシア等）
	昭39年12月～40年 1月	ＯＴＣＡ	ペルー包蔵水力調査団員	ペルー包蔵水力調査，計画
	昭40年 2月～42年12月	電源開発㈱	海外技術協力部	東南アジア，中近東，中南米の水力発電計画（タイ，マレーシア，トルコ，インド，エクアドル，ペルー等）
	昭43年 1月～43年 2月	ＯＴＣＡ	ナムサイアイ水力発電調査団員	タイ・ナムサイアイ水力発電計画
	昭43年 3月～44年 9月	電源開発㈱	海外技術協力部	東南アジア，中近東，中南米の水力発電計画（タイ，マレーシア，トルコ，インド，エクアドル，コロンビア等）
	昭44年10月～56年12月	㈱アイ・エヌ・エー新土木研究所	河川計画部課長	建設省，都道府県河川計画，水資源開発計画
	昭57年 1月～58年 3月	ＪＩＣＡ	コタパンジャン水力発電調査副団長	全体計画，発電計画（東電設計補強）
	昭58年 4月～現在	㈱アイ・エヌ・エー新土木研究所	海外部長	水力発電，水資源開発，河川計画，農業開発（Ｐ／Ｆ，Ｓ／Ｗ，Ｆ／Ｓ，Ｅ／Ｓ等担当）

その他の海外渡航歴	渡航先	期間	目的（業務名，留学先等）	業務内容・研修内容等
	フィリピン	昭59年10月～２週間	会社登録，情報収集	ＡＤＢ（アジア開発銀行）への会社登録及び情報収集
	韓国	昭58年 8月～１週間	水文セミナー講師	韓国水文学会の招きによる水文解析セミナー講師として



Downstream Benefit

Item \ Case	Solo-Development	Multi-Purpose-Development
(1) Water Supply for Denpasar At Ayung NO2 P.S.	0.7 m³/s (60.000 m/day)	0.7 m³/s (60.000 m/day)
(2) Irrigation (At B. Peraupan)	0.3 m³/s (26.000 m³/day)	1.7 m³/s (147.000 m³/day)
Irrigable Water	400 ha	2.300 ha
Irrigable Area		

Synthetic Economic Justification of the Ayung Hydro Electric Power Development in Case of that Downstream Benefits are Considered

Item	Solo-Development of Power Dam H=65m		Benefit Plus Downstream		Multi-Purpose Development With Irrigation, Dam H=90m (Benefit of Only Power)	
	Diesel	Coal	Diesel	Coal	Diesel	Coal
(1) Alternative Thermal	—	—	—	—	—	—
(1) Water Supply Benefit	—	—	1095 x 10³ US$ 83396 x 10³ US$	—	—	—
(2) Multi-Purpose Benefit	—	—	—	—	Construction Cost Decrease 0.0; Power Output Increase 2.200 KW; Power Production Increase 6.000 MWh	
(3) Construction Cost Capital (10³ US$)	142,426		129,030		142,426	
Per KW (10³ US$)	2,212		2,004		2139	
(4) Annual unit Cost Per KWH (US$/kwh)	0.074		0.069		0.072	
(5) B-C (10³ US$) (i=8%)	6,394	3,384	7,489	4,479	7,071	3,996
(6) B/C (i=8%)	1.39	1.21	1.46	1.27	1.43	1.24
(7) EIRR (%)	15.0	13.2	16.4	14.8	16.0	14.4

= 1095,000 x 12.23348 (Capital Recovery Factor at A Interest Rate of 8% and A Service Life of 50 years) = 13,396 x 10³ US$