

第 2 章 計 画 地 域 の 現 状

2.1 概 論

2.1.1 位 置

計画地域は、中部ジャワのメラピ山（標高2968m）の南側山麓からインド洋にかけて広がるプロゴ河・オバ河及びデンケン川の上流地域を一部含む約1,500km²の地域である。

行政区分からみた計画地域の位置は、主にジョグジャカルタ特別区のスレマン郡・パントウル郡・ジョグジャカルタ市を中心として東側及び西側の一部をそれぞれ中部ジャワ州のクラテン郡・マゲラン郡に位置している。（図1）

2.1.2 地域区分

計画地域は、被害の形態及び社会・経済現況により5地区（ゾーン・1～5）に、防災対策の内容及び緊急度合によって次の2地域に区分した。

(1) 第1計画地域：ゾーン1, 2, 3, 4

メラピ山麓の主に支川地域（約850km²）

(2) 第2計画地域：ゾーン5

プロゴ河・オバ河のトラブルスポット地域

なお、第1計画地域の各支川は、荒廃の度合・被害頻度及び生産・流出土砂量の多少によって3タイプ（タイプⅠ・Ⅱ・Ⅲ）に区分している。河川タイプ及び被害形態とゾーン区分は表-1及び図-2, 3に示す。

表1 河川タイプと計画区域区分

(1) 第1計画地域

| タイプ | 支川名 | 水系 | ヌエアルダンテ (上流域) | ラハール/バンジール (中・下流域) | その他 (隣接地域) |
|-----|--------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------|---------------|
| I | ブロンケン川 ブティ川 パタン川 クラサ川 | プロゴ河 # # # | ゾーン-1 | ゾーン-3 | ゾーン-4 |
| | II | グンドール川 ウオロ川 | | | |
| III | バベラン川 ボヨン川 クニン川 | プロゴ河 オバ河 # | | | |

(2) 第2計画地域

| 河川名 | トラブルスポット |
|-------------|----------|
| オバ河 プロゴ河 | ゾーン-5 |

図2 河川タイプ区分図

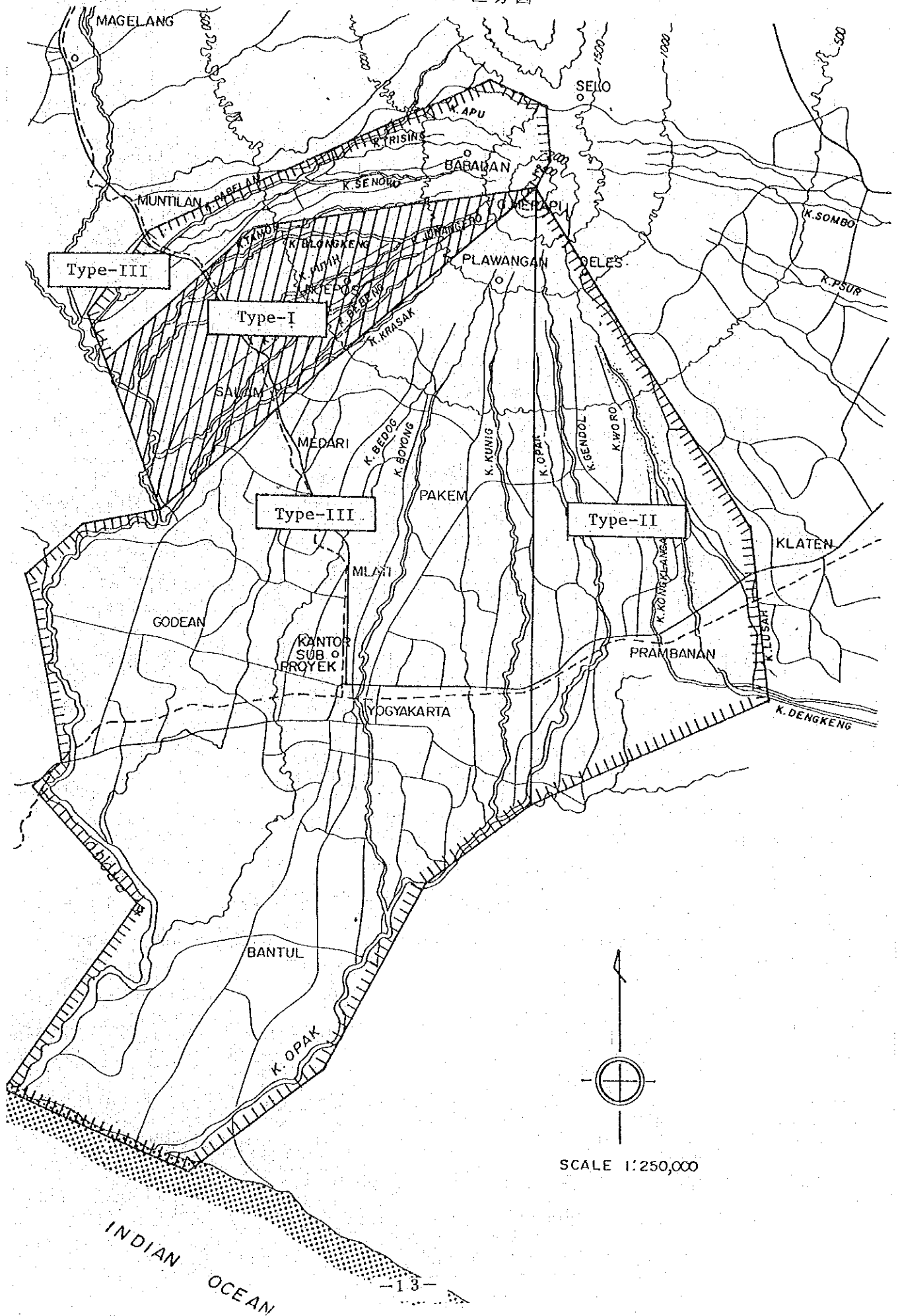
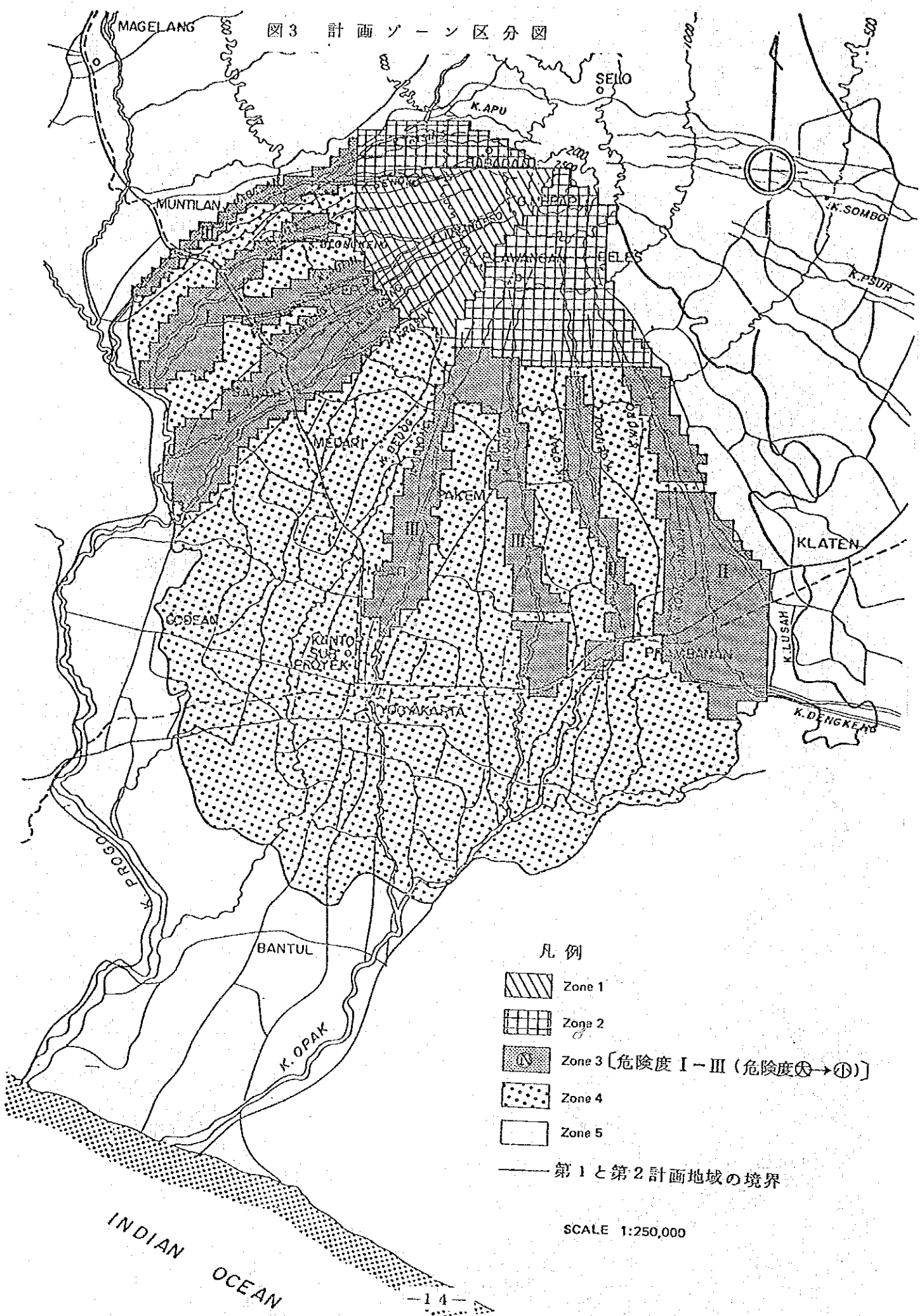







図3 計画ゾーン区分図



凡例

-  Zone 1
-  Zone 2
-  Zone 3 [危険度 I-III (危険度⊕→⊙)]
-  Zone 4
-  Zone 5

— 第1と第2計画地域の境界

SCALE 1:250,000

INDIAN OCEAN

2.2 自然現況

2.2.1 地形・地質

1) 地形概要

計画地域は、メラピ山(2968m)の西～南山麓にあたる。メラピ山はコニーデ型の活火山であるが、中腹部は南西部を除き古い山体が取り囲んでいるので、現在の火山活動の影響は南西部に顕著にあらわれている。

メラピ山を水源とする主な河川は、a 南～南西に流下してプロゴ河に入るバベラン川・ブロンケン川・ブティ川・ブブン川・クラサ川、b 南に流下してオバ河に入るボヨン川・クニン川・ゲンドール川及び c デンケン川に入るウォロ川がある。

地域を地形的に区分すると、上部斜面(2000m以上)、中部斜面(500～2000m)、下部斜面(500m以下)に分けられる(図-4.5)。

各々の特徴は次の通りである。

上部斜面は火山活動の影響を直接受けている地域であり、火山碎屑物や溶岩により形成されている。地形は極めて急峻で35°以上の傾斜を示している。又、この地域は常に新しい噴出物による影響により、植生はみられず、火山碎屑物の斜面には無数の細いガリーが発達している。現在南西側に火口が開き、長大な崩壊斜面が形成され、火山噴出物はほとんど南西山麓のタイプ-Iの諸河川に流入している。

中部斜面は新メラピ火山噴出物から成る斜面と古メラピ火山の形成した山体からなり、複雑な地形を形成している。新メラピ火山の噴出物は、古メラピ火山の谷を流下し、古メラピ火山の谷口から扇状に広がって堆積する。この地域は大噴火の際には噴出物(ヌエ・アルダンテ, ラハール)の流下によって谷が埋められたり、河道が変移したりするが、噴火活動が弱まると、堆積物は侵食され、たちまち深い谷が形成される。この結果、深い谷がメラピ山を中心に放射状に形成されている。地形面は小起伏に富み、緩斜面と急斜面が繰り返し現われ、下方に行くに従って次第に勾配が小さくなっている。この小段状の急斜面はメラピ山山頂から同心円状に分布している。これは、ヌエ・アルダンテの停止により形成されたものと考えられる。

下部斜面は中部斜面の深い谷が消失する地域から下方に広がり、起伏の少ない緩く傾いた3°以下の平坦面を形成している。プロゴ河やオバ河はこの面を深くえぐって流れているため、メラピから放射状に発達する谷は、この地域に達した地点で浅くなるが、再び深い函型を形成し、プロゴ河やオバ河に合流する。しかし、デンケン川に達するウォロ川は、デンケ

ン川が谷を形成せず天井川化しているため、下流部では一般面よりも河床が5~6 m以上高い天井川となる。このデンケン川の流れる地域は、デンケン川右岸の丘陵地に規制されて、全体的には後背湿地的な地域となっている。下部斜面は火山噴出物の堆積によって形成された地形であり、また、ボヨン川・クニン川・ウォロ川では扇状地形が認められる。

メラピ山の火山噴出物及び堆積物に伴うラハール/バンジールの氾濫を火山山麓地形形成の一過程としてとらえると、地形的特徴と近い過去のラハール/バンジールの氾濫との関係から、地形条件とラハール/バンジールの氾濫状況はよく対応を示すことが明らかになった。地形からみた主な氾濫地点は①河川勾配の変化点及び屈曲点②斜面勾配変化地域にあり、又河谷を溢流したラハール/バンジールは旧河道・浅い谷付近に発達する中小の河谷に流入し再度氾濫を繰り返す傾向を示している。

2) 地 質

メラピ山麓部の地質は、第三紀の火山岩類及び堆積岩類を基盤として、古期メラピ、新期メラピの噴出物及びその堆積物によって形成されている。

生成の時期及び堆積の形態によって次に示す5グループに大別される。

(1) 最新期メラピ火山噴出物

噴出時代の明らかな1888年以後の溶岩とその碎屑物および1930年以後のラハール堆積物を主体とするグループ。

(2) 段丘等未固結堆積物

主として河道内に分布する現河床堆積物と下流部の扇状地堆積物および沖積層からなるグループ。

(3) 新期メラピ火山噴出物

時代未詳(1930年以前)のラハール堆積物と溶岩流からなるグループ。

(4) 古期メラピ火山噴出物

古メラピ火山の溶岩流・貫入岩・火山碎屑岩からなるグループ。

(5) 基盤岩類

メラピ火山の基盤をなす第三紀の火山岩類および堆積岩類。

以上の結果をまとめると表-2「地質層序表」のとおりである。

3) 火山活動

メラピ火山は歴史時代に入ってから数多くの噴火を繰り返している。サンスクリットや古いジャワの物語を刻んだ石碑には、1006年の大洪水による被害が記されている。

また、記録に残っている土砂災害に伴う大規模な噴火には1672年の熱雲と火山泥流による死者3000人などがある。1800年以降のメラピ火山の活動は1～7年の活動期間と、1～6年の休止期間が繰返されている。

火山活動は概ね3～6年、大規模噴火は9～16年(平均12.5年)に再発している。

近年の溶岩の流出方向は、北西-西-南西-北-北西-西-南西と変化している。これは南東方向に旧メラピの火口壁が残存しており、ある程度溶岩の溢流を規制すると考えられるので、今後ともエヌ・アルダンテの危険区域は、南西-西、北西の方向が主体となる。

R.V.Bemmelen, I.Suryoなどの記述をもとに、現地における堆積物の観察をふまえて、調査団が基本計画策定調査で使用する火山生成物の名称は次のとおりである。(図-6参照)

(1) なだれ型のエヌ・アルダンテ

メラピ火山の活動期において、粘着性溶岩が火口の縁から流出し溶岩舌を形成する。その前縁が崩壊し、赤熱した溶岩塊が細片化されつつ、本質及び類質火山砕屑物をまき込んで岩屑なだれとなり、煙や塵を伴って流下する。R.V.Bemmelenによると、溶岩塊の量が100 m^3 以下だと単なる岩石なだれとなり、煙や塵は小さいが、1000 m^3 以上だと熱と細片化された溶岩片も多くなりヌエ・アルダンテ的な外観を呈する。

これらの白熱した火山砕屑物の流れをインドネシア語でラドゥーと呼ぶ。

なだれ型のヌエ・アルダンテは、通常火口から1～3 km まで到達するが大きなものでは9 km にも達する。

(2) 噴火型のヌエ・アルダンテ

活動の最盛期やガスの多い時期に、溶岩塊は火道から放出され、その一部は火口壁をこえて落下し、火山砕屑物をまきこんで熱雲を伴う白熱岩屑流となって流下する。なお、なだれ型と噴火型のヌエ・アルダンテの相違点は噴出型は常に上昇するカリフラワー状の噴煙を伴うという点である。

(3) ラハール(土石流)

ラハールはもともとクルー火山とメラピ火山の火山泥流に対して用いられたインドネシア語である。

メラピ火山のラハールはすべて降雨に起因する。噴火の最中あるいは直後に堆積した熱い火山灰が高密度の飽和状態となって流下するものを、まだ熱を有するためホットラハールと呼ぶ。また、この現象が冷えた状態で発生した場合はコールドラハールと呼ばれる。

ラハールの性質としては集合運搬の形態をとる事、大～巨礫を多数混入する事、堆積物は厚くかつ層状構造をもたない事、直進性がある事などがあげられる。

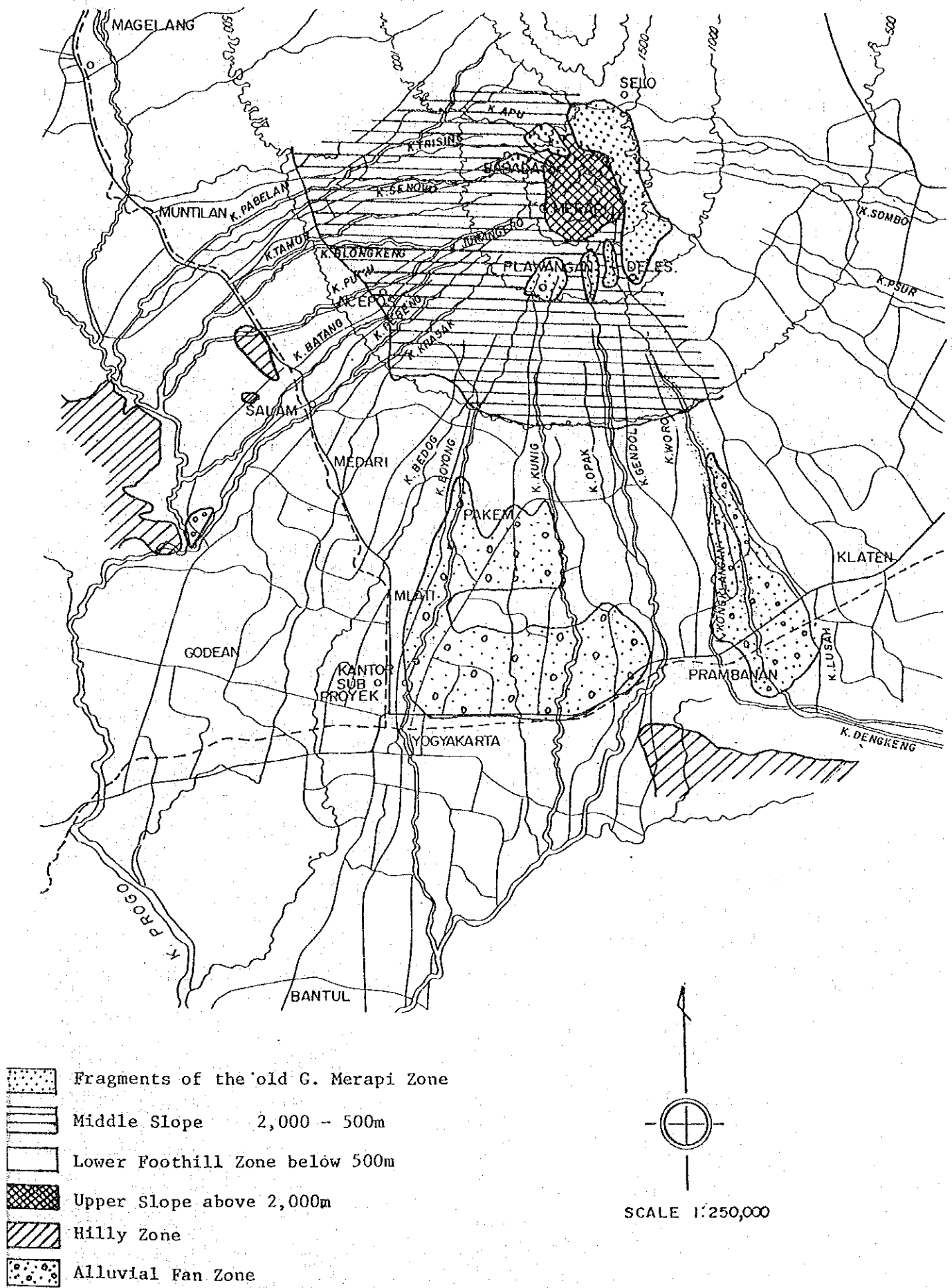
(4) バンジール (土砂流, 洪水)

日本の土砂流や洪水流に相当し、非常に水分が多く、主として、掃流形態で流下する。その堆積物は、小～中礫や砂を主体とし、堆積層はうすくかつ明瞭な層状構造を有する。破壊的な力はないが、広範に氾濫するため耕地等に多大の被害を与えることが多い。

表2 メラピ山地質層序

| Group Name | Formation Name | | Geological Component |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------|--|
| Recent Merapi Volcanic Products | Recent pyroclastic materials | | Volcanic ash, lapilli, block, volcanic bomb. |
| | Lahar deposit of 1969 | L ₃ | Volcanic ash, sand, block, etc. |
| | Lahar deposit of 1961 ~ 1962 | L ₂ | " |
| | Lahar deposit of 1930 | L ₁ | " |
| | Dome and lava flow | | Andesitic lava flow, flow ages are identified |
| Unconsolidated deposits | Alluvial deposit | A ₁ | Sand, gravel, clay |
| | Terrace deposit | | Gravel, sand, etc. |
| | Alluvial fan deposit | F ₁ | " |
| Young Merapi volcanic products | Fan like deposit | F _u | Gravel, sand, etc. |
| | Pyroclastic deposit | Y _{Mp} | Volcanic breccia, ash, etc. |
| | Lavas | Y _{M1} | Hypersthene-augite andesite lava |
| Old Merapi volcanic products | Loam | L ₀ | Pumice bearing loam |
| | Pyroclastics | O _{Mp} | Volcanic breccia, tuff breccia, tuff etc. |
| | Lavas | O _{M1} | Olivine bearing hypersthene augite basalt and andesite |
| Base Rock | Bemmelen formation | T _b | Andesitic lava and breccia |
| | Semilir formation | T _s | Tuff breccia, tuff, clay stone |

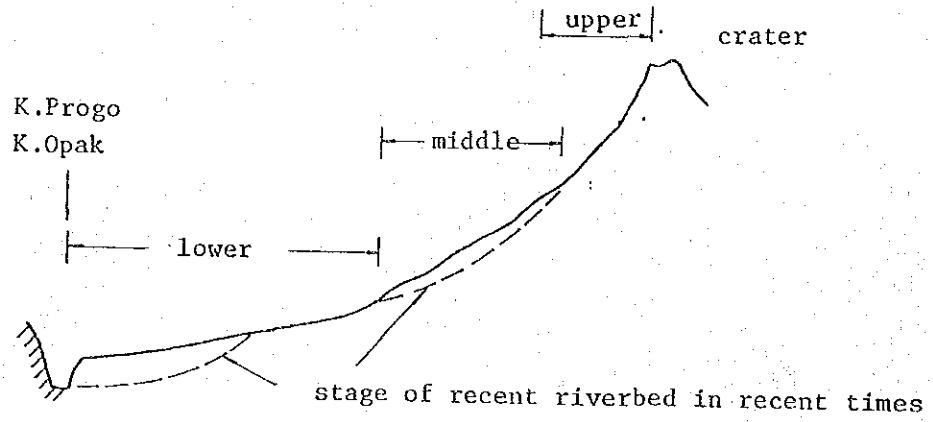
图 4 概略地形图



注：国道（太実線表示）沿いの主要地名は大文字で示されている。

圖 5 河川、山体模式縱断面

K. Krasak Profile



K. Woro Profile

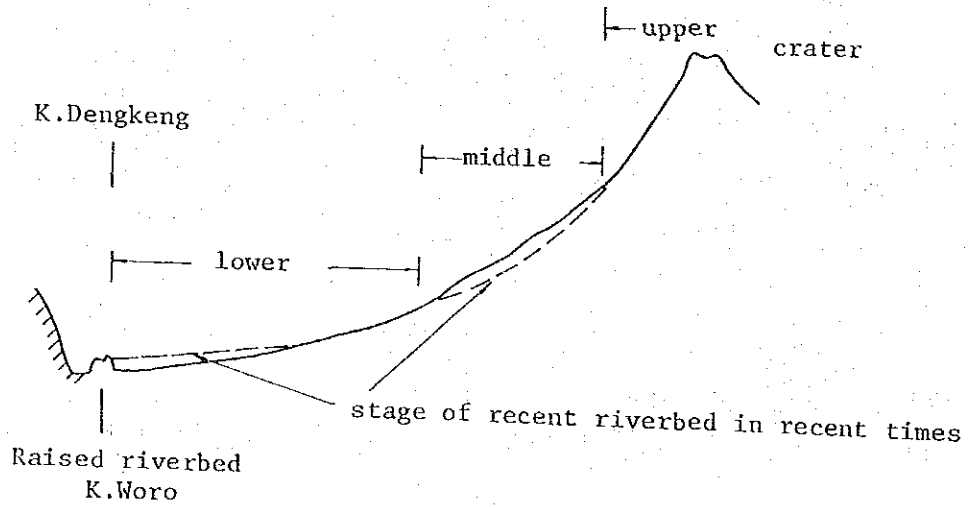
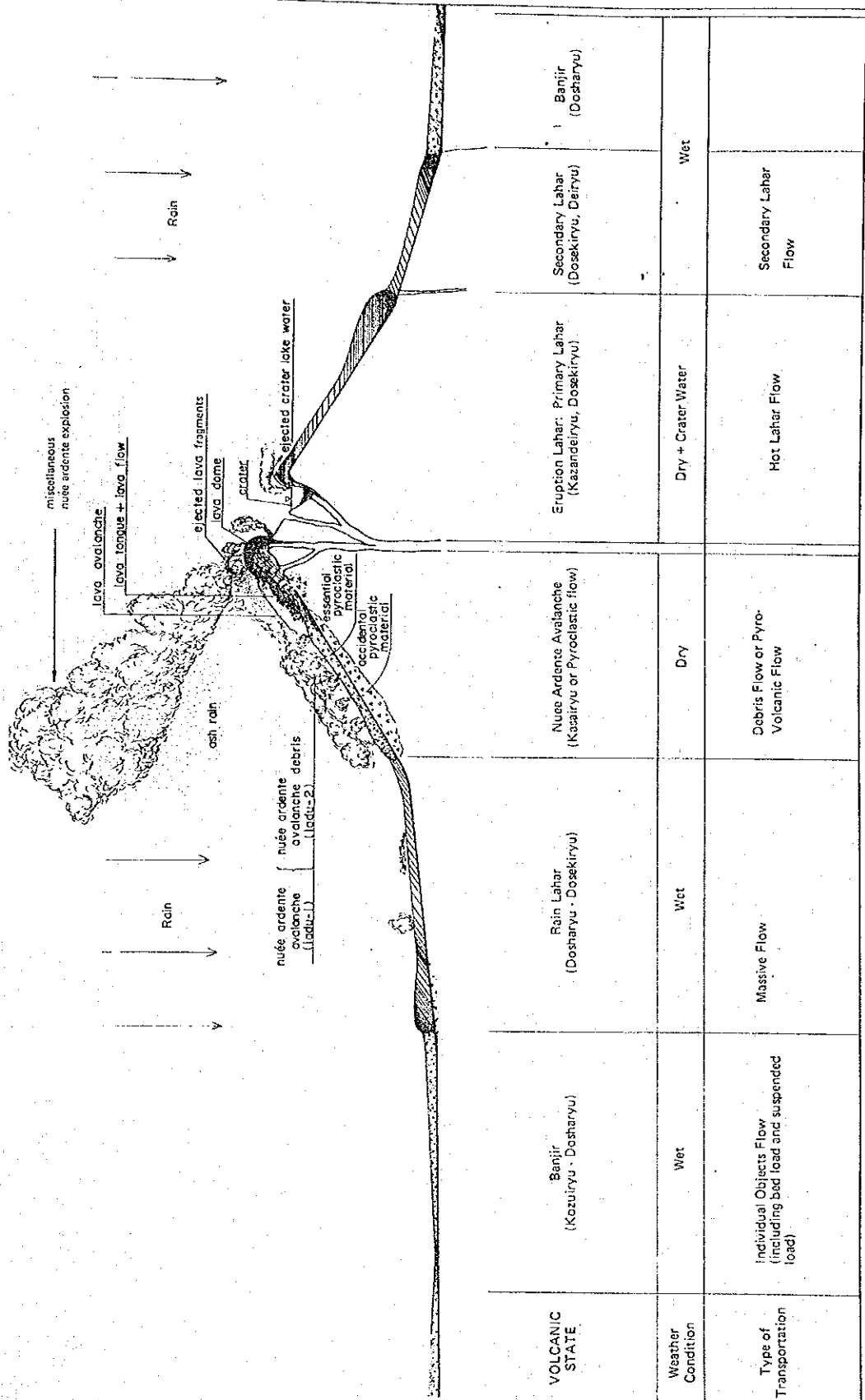
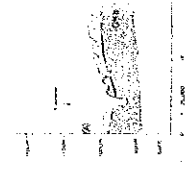
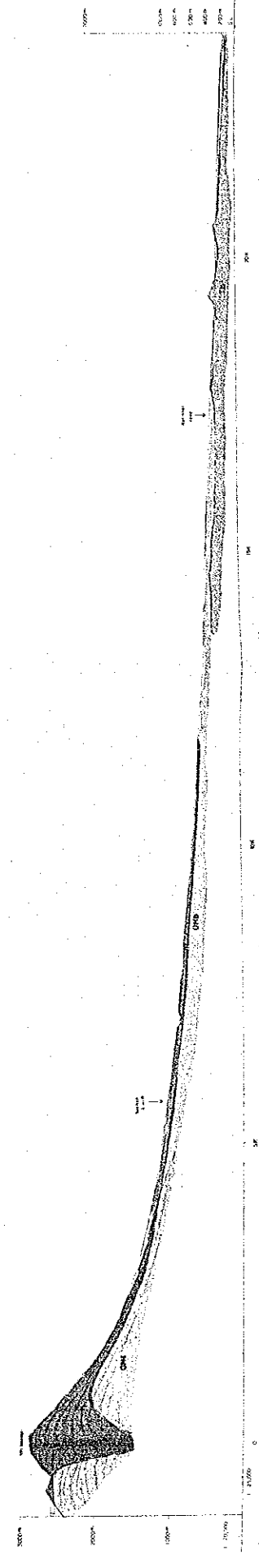
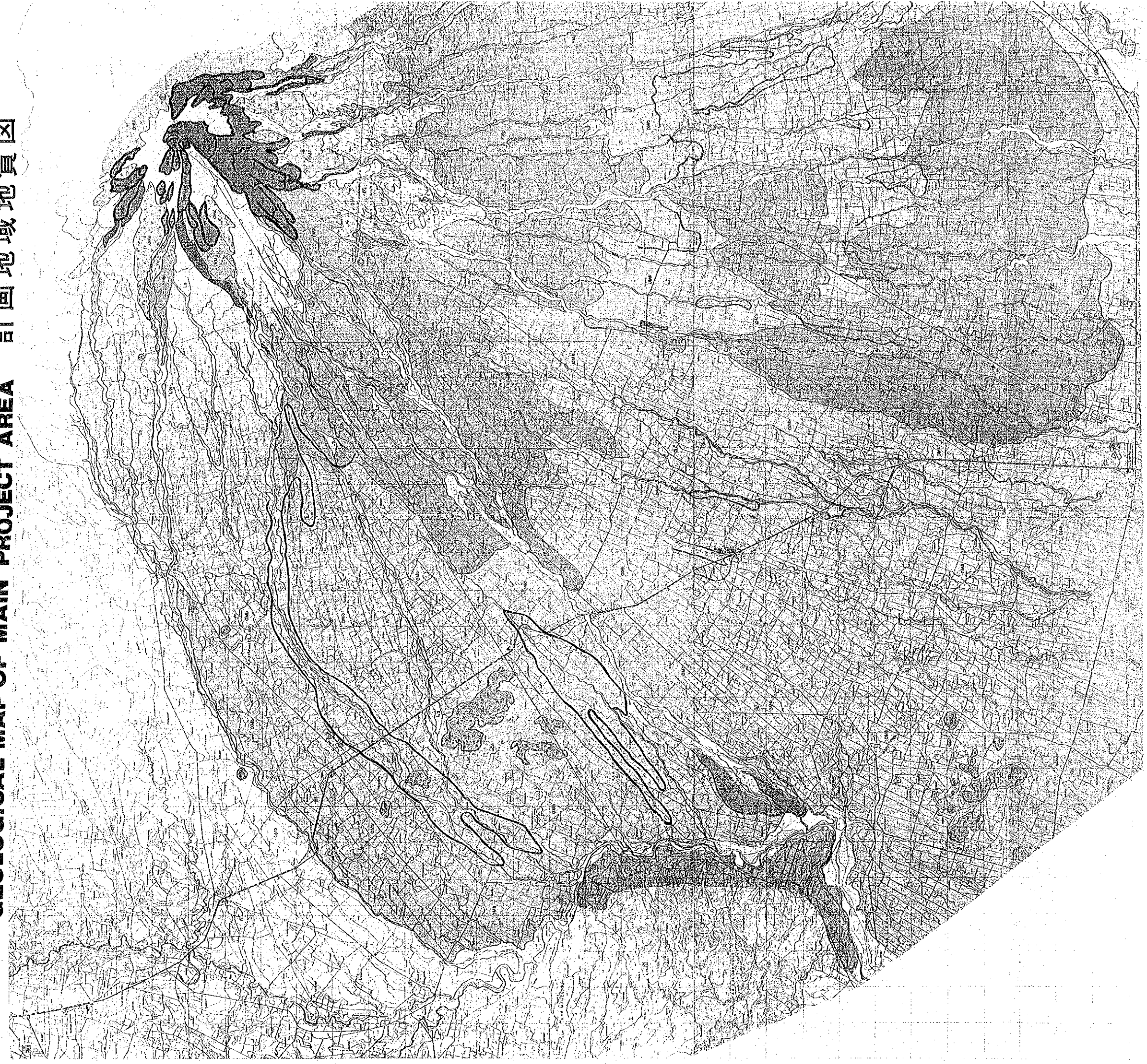


图 6 火山噴出物流下形態



GEOLOGICAL MAP OF MAIN PROJECT AREA **計畫地域地質圖**



2.2.2 気象・水文

1) 気 象

地域の気候は、典型的な熱帯性であり、気温は 24°C ～ 25°C で年間を通じあまり変わらず概ね一定である。季節的に雨季(10月中旬～5月中旬)と乾季(5月中旬～10月中旬)に分れ、雨季は西風、乾季は南東の風が卓越するが、風速は $2\sim 3\text{m/s}$ と小さい。湿度は、乾季は約75%、雨季は約85%と10%前後の開きがある。日平均蒸発量は約5mm、日照時間は年平均約60%である。

2) 降 雨

年間の降雨量は $1,500\sim 4,500\text{mm}$ あり、標高が上がるにつれて増加する傾向にある。降雨量の約80%が雨季に降る。

日雨量は午後が多く、降雨量の60%は14時～18時に降っている。又、降雨の雨域は比較的小さい。デンケン川中流域の調査によると、日雨量の雨域は $50\sim 100\text{km}^2$ の範囲にあり、頻度的に多いのは $30\sim 50\text{km}^2$ の降雨である。流域平均雨量は流域が増加すると減少し、平均降雨量は概ね 100mm で地点降雨の約60%、 700mm では約50%に減少する傾向を示している。

日雨量は、標高により地域的に多少の差はあるが、確率 $1/100$ で 200mm/day 前後である。

また、大雨(100mm/day 以上)の場合の雨量強度は降雨継続時間が1時間の場合で日雨量の約46%に相当する量となっている。(図-7～9、表-3.4)

3) 流 量

流量についての長期に亘る記録は少ないが、日平均流量ではプロゴ河・デュウェット地点(流域面積 $1,763\text{km}^2$)の1969～1976年の平均値で、湧水量(355日流量)で $13\text{m}^3/\text{s}$ ($0.74\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)、低水量(275日流量)で $3.2\text{m}^3/\text{s}$ ($1.8\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)、平水量(185日流量)で $6.8\text{m}^3/\text{s}$ ($3.4\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)、豊水量(95日流量)で $11.5\text{m}^3/\text{s}$ ($6.5\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)となっている。

洪水流量はオバ河・ブラウン堰(流域面積 390km^2)及びクラサ川・クラサ堰(流域面積 31.3km^2)の記録から確率計算すると、ブラウン堰の $1/100$ 年確率流量は $1100\text{m}^3/\text{s}$ ($2.8\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)、クラサ堰の $1/100$ 年確率流量 $580\text{m}^3/\text{s}$ ($18.5\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)となっている。

また、クラサ川等の支川については合理式、プロゴ河、オバ河については貯留関数法により洪水流量を算定した結果は図-10のとおりである。これによると、既往最大洪水は、今回算定した $1/100$ 確率流量に近い。

この地域では、雨域が非常に狭いため、流域面積が大きくなると、流域平均雨量は観測地点雨量に比し急激に少なくなる。このため、洪水の比流量は、下流に行くに従い急激に少なくなっている。

表3 確率日雨量

単位： mm/日

| 再現期間 | Temanggung | Srumbung | Kaliulang | Yogyakarta |
|------|------------|----------|-----------|------------|
| 2-年 | 105 | 113 | 145 | 115 |
| 5 | 130 | 164 | 175 | 135 |
| 10 | 150 | 173 | 190 | 150 |
| 50 | 190 | 209 | 230 | 175 |
| 100 | 200 | 228 | 245 | 185 |

表4 流域面積と確率日雨量の関係

単位： mm/日

| 再現期間 | 0.0 sq. km. (Point Rainfall) | 79 sq. km | 314 sq. km | 707 sq. km | 2297 sq. km | 4383 sq. km |
|------|---------------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 2-年 | 113 | 77 | 54 | 47 | 46 | 43 |
| 10 | 164 | 102 | 82 | 77 | 76 | 72 |
| 30 | 195 | 120 | 101 | 95 | 87 | 89 |
| 50 | 209 | 124 | 109 | 103 | 102 | 97 |
| 100 | 228 | 133 | 120 | 114 | 113 | 108 |
| 150 | 238 | 138 | 126 | 121 | 191 | 114 |
| 200 | 247 | 142 | 130 | 125 | 124 | 119 |

- (注) (1) 点雨量は Srumbung 観測所を中心としている。
 (2) データは 1951～76年の26年間を用いている。
 (3) 確率解析はガンベル法である。

图7 月别雨量分布图

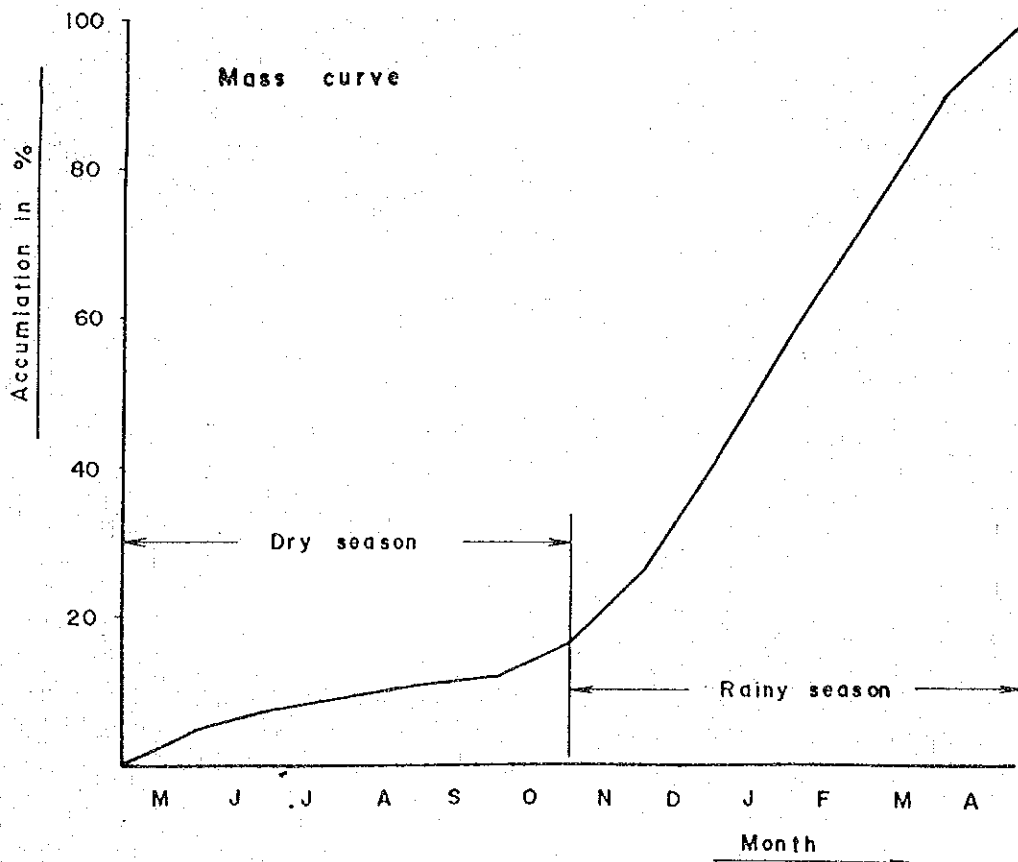
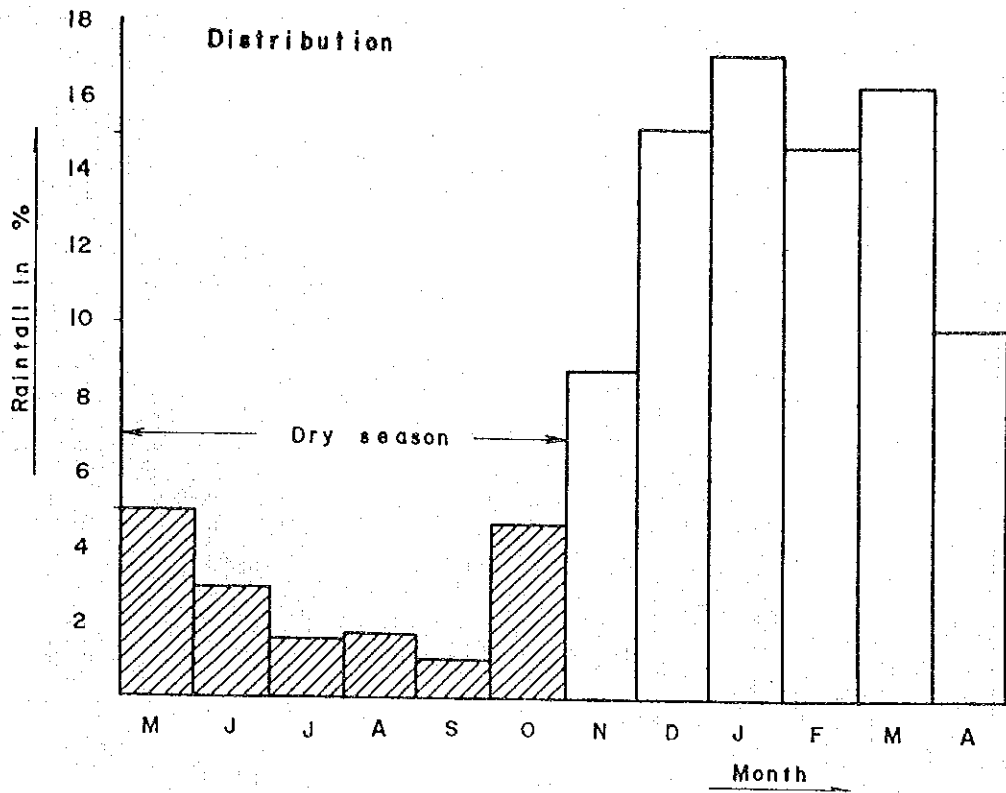


図8 年雨量と標高の関係

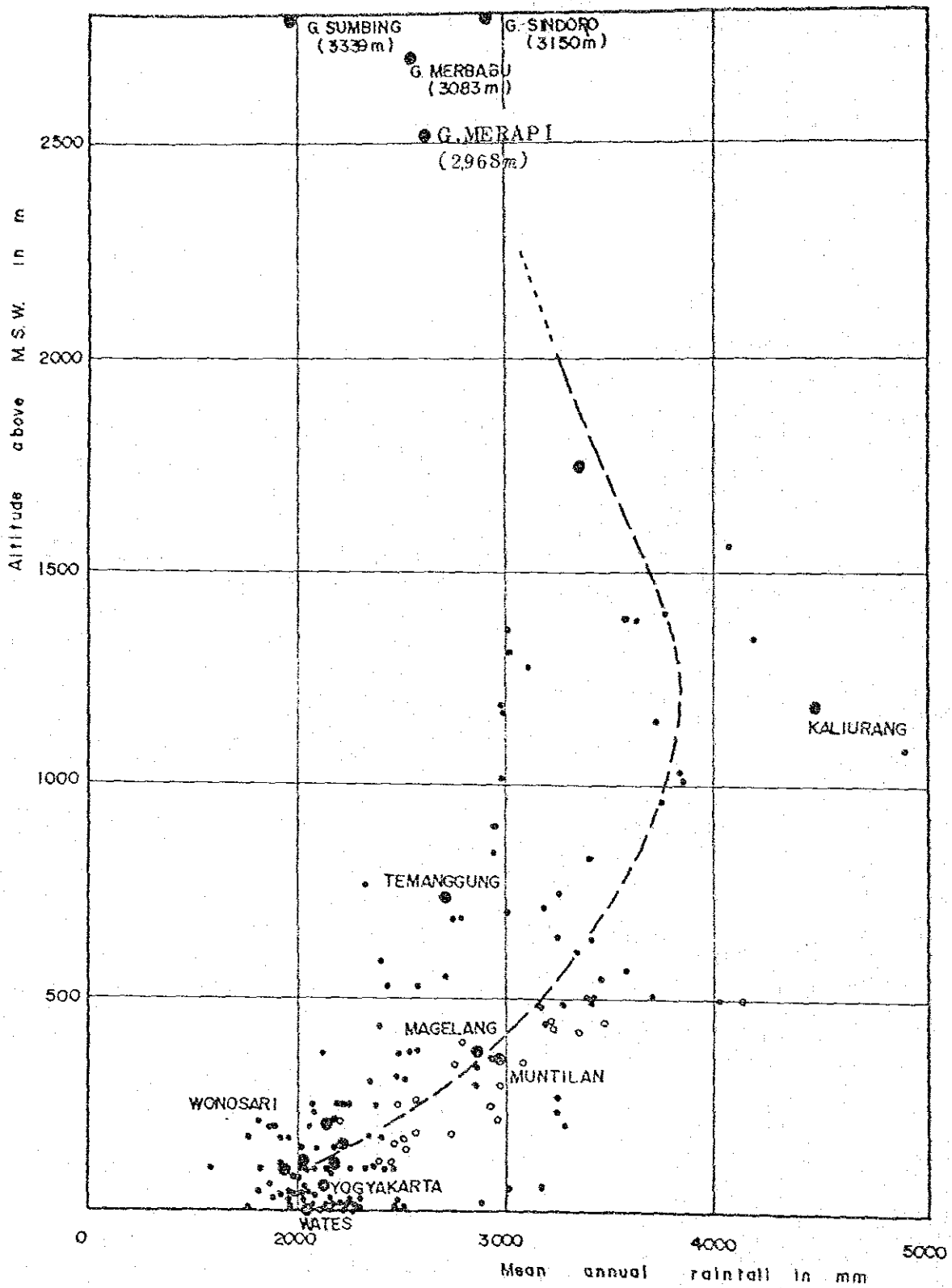


图9 年雨量等分布图

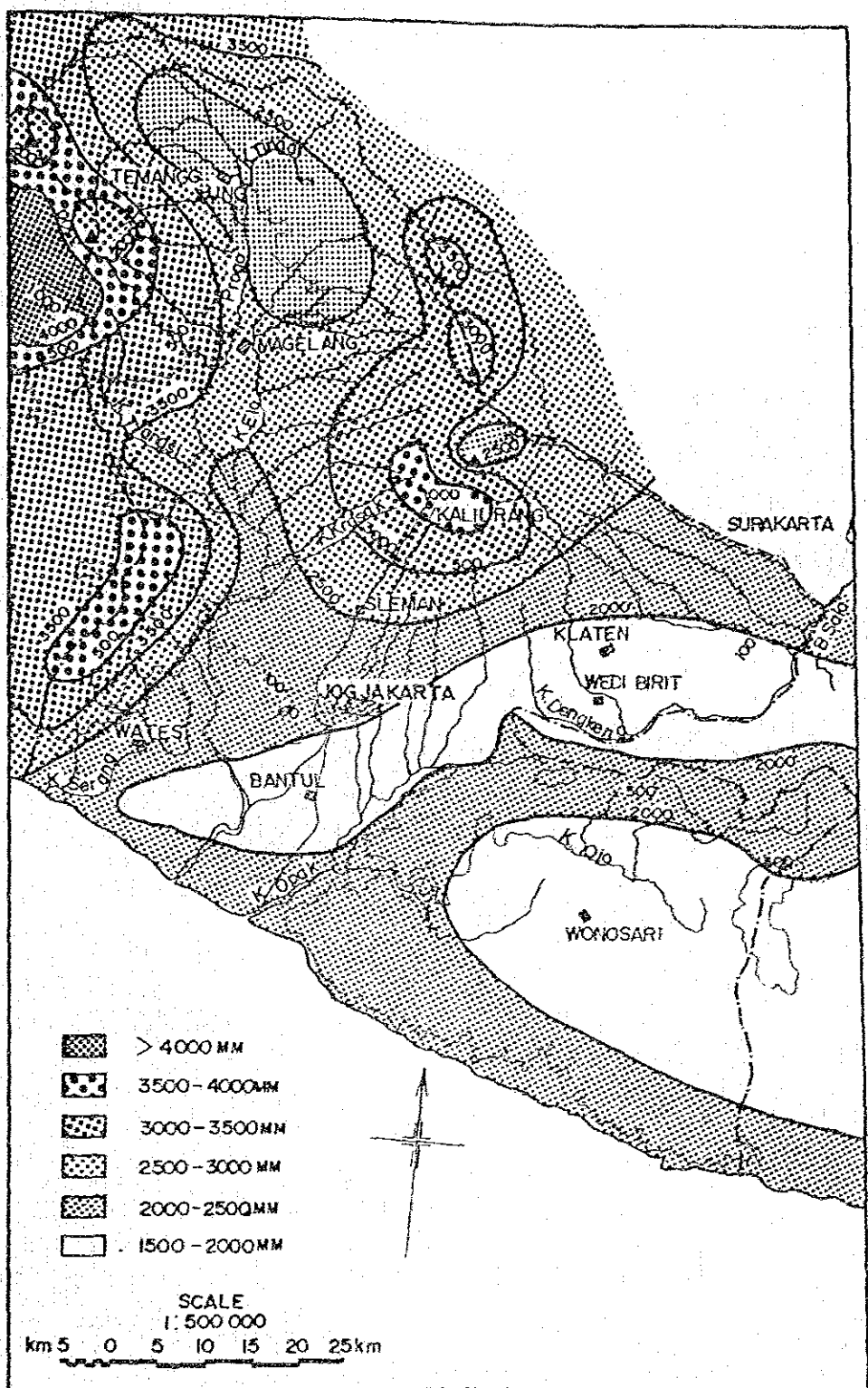
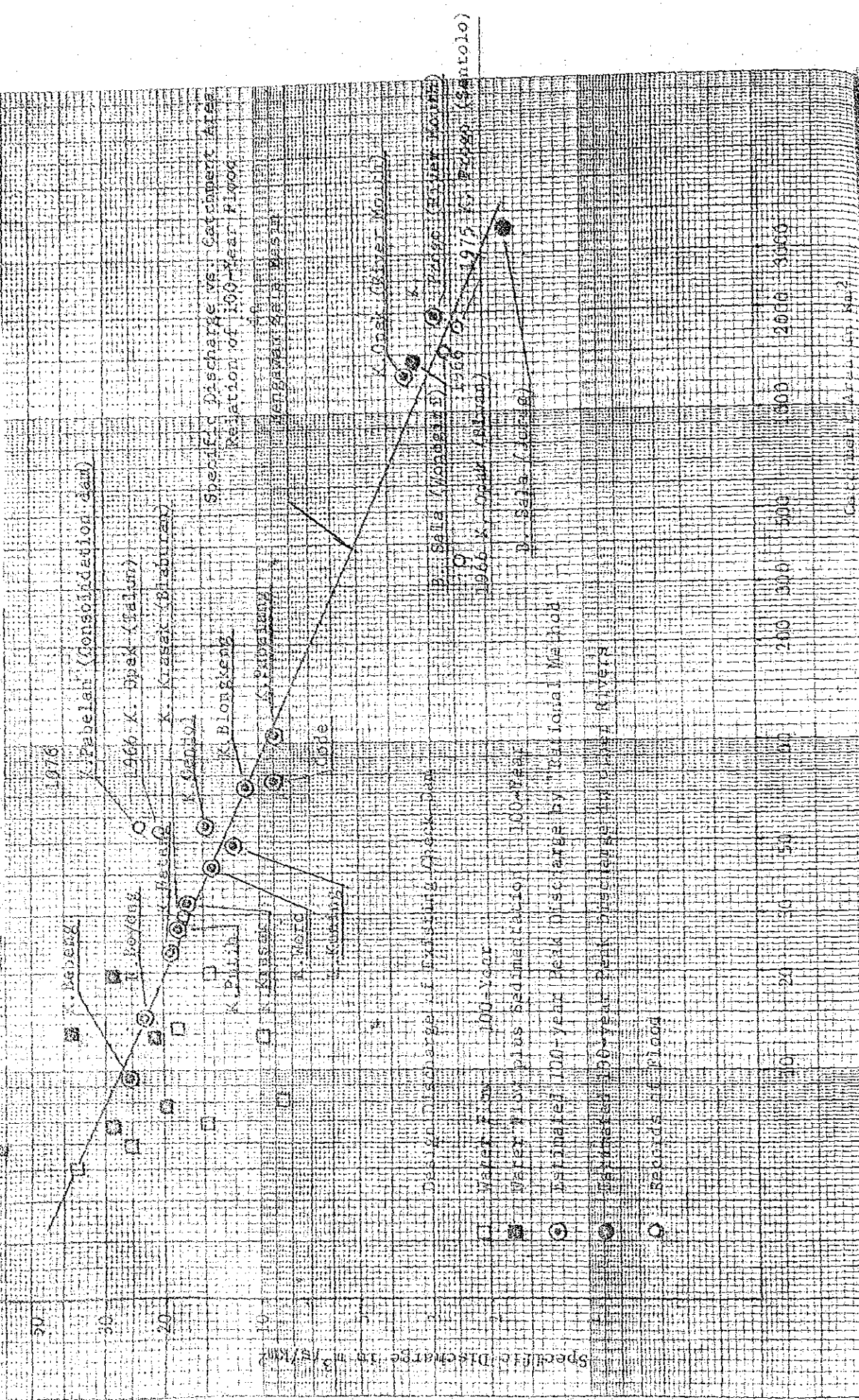


図10 比流量と流域面積の関係



2.2.3 河川

1) 河川概況及び河床変動状況

計画地域の河川は、プロゴ河・オバ河・デンケン川の3水系より成る。(図-11、12)

a) プロゴ河水系

プロゴ河は、スンドロ山(3,138m)、サンピン山(3,296m)、ムルブブー山(3,119m)、メラビ山(2,968m)に囲まれた流域の水を集めて南下し、インド洋に注ぐ流域面積約2,300km²、流路延長約140kmの河川である。

メラビ山からの支川はプロゴ河河口より約60～40kmの間で、上流よりバベラン川・ブエンケン川(ブティ川)・バタン川・クラサ川の順に合流する。

これらの支川は、メラビ山の噴火の影響を最も強く受けており、噴火後の降雨により大量の土砂生産を行い下流に流出する。

この生産土砂は非常に細粒であるため流送され易く、平常時に於いても流砂量が多いが、特に洪水時には大量の土砂を流送し、沿川に氾濫して大きな被害を与えるとともに、プロゴ河に多量の土砂を流出している。

プロゴ河の河床勾配は、バベラン川合流点上流では約1/600であるが、バベラン合流点からクラサ川合流点下流区間では約1/100となっていて流砂能力が大きい。

従って、この区間は土砂の流送地帯となり、河床は洗掘され深い谷となっていて、メラビ山諸支川からの流出土砂をだだちに下流に流送している。

このため、プロゴ河下流部、特に河口より20km地点下流では、河床勾配が約1/600と緩く、河幅も400～700mと広いため土砂の堆積が著しく、取水口の障害や氾濫などの被害が大きい。

1930年以降のカミジョロ取水口(河口より17.5km地点)附近の河床上昇と噴火の関連を見ると、噴火の影響はすぐに河床上昇となって現れるが、数年で元の水準近くに低下している。

1969年の噴火の際にはクラサ川合流点より下流区間で約700万m³の堆積があったと推定されるが、その後、下流部を除いて河床は元の水準に近づいている。

このようにプロゴ河では、噴火直後の大量の流出土砂量がトラブルの主たる原因となっている。

b) オバ河水系

オバ河は、流域面積1,250km²、河川延長約70kmである。

オバ河は、メラビ山の南斜面に位置するボヨン川・クニン川・ゲンドール川の支川の流入を受け南下し、本川の河口から約13kmの地点に左岸側より流入する流域面積約700km²を有する最大の支川の合流を受けインド洋に注いでいる。河川勾配は、河口から12kmまでが1/780、これより18kmまでが1/150、さらに7km上流川が1/260となっている。河川幅は平均120mである。

ボヨン川等のメラビ山諸支川は、噴火の直接影響を受けないため、プロゴ河水系支川に比べ生産・流出土砂量は少く一般に深い谷となっている。しかし、過去の堆積土砂により中流部においてネックとなり氾濫被害を起こしている。

オバ河本川は洪水時には堆積により、全般に河床上昇をきたすが、平常年では流出土砂量が比較的少なく、かつ上流に堰が多いため、下流では河床の低下が早い。

このように、オバ河では大洪水時の土砂の流出が問題であり、平常年における問題は少ない。

c) デンケン川水系

デンケン川は、ソロ河の一大支川である。

メラビ山から発する支川ウォロ川は、噴火の直接影響は受けないが、クラサ川・プティ川に次いで土砂生産の活発な河川である。

デンケン川は、ウォロ川が合流する附近の河床勾配が約1/950と非常に緩く、洪水時はもとより平常年においても上流からの流出土砂を流送する能力が少ないため、上流からの流出土砂はウォロ川の中・下流部に堆積し、広大な扇状地を作っている。

また、長期間に亘るサンドポケット及び築堤工事により、河床が周辺の地盤より高い天井川となっていて氾濫の危険が高い。

このように、デンケン川水系においては、デンケン川への流出土砂量は問題ではなく、支川のウォロ川における平常年を含めた流出土砂対策が問題となっている。

2) 河床材料

計画地域の河床材料は、噴出物の影響を受け一般に細粒である。

特に流出土砂の多いクラサ川・プティ川・ウォロ川等では平均粒径は下流部で2~5mm、上流部で10~30mmである。

これが、平常時も含め流砂量が大きく、かつ河床の変動が激しい原因となっている。

流出土砂の少ない河川では、細粒部が流下し、粗粒部が残存するため、平均粒径は20~30mmとやや大きくなっており、流砂量は少なくなっている。

また、噴火後の大洪水時の流出土砂の平均粒径は、火山噴出により現河床より小さくなるこ
とが予想され、これが大洪水時に大量の土砂を流送する原因であると推定される。

图11 主要河川水系图

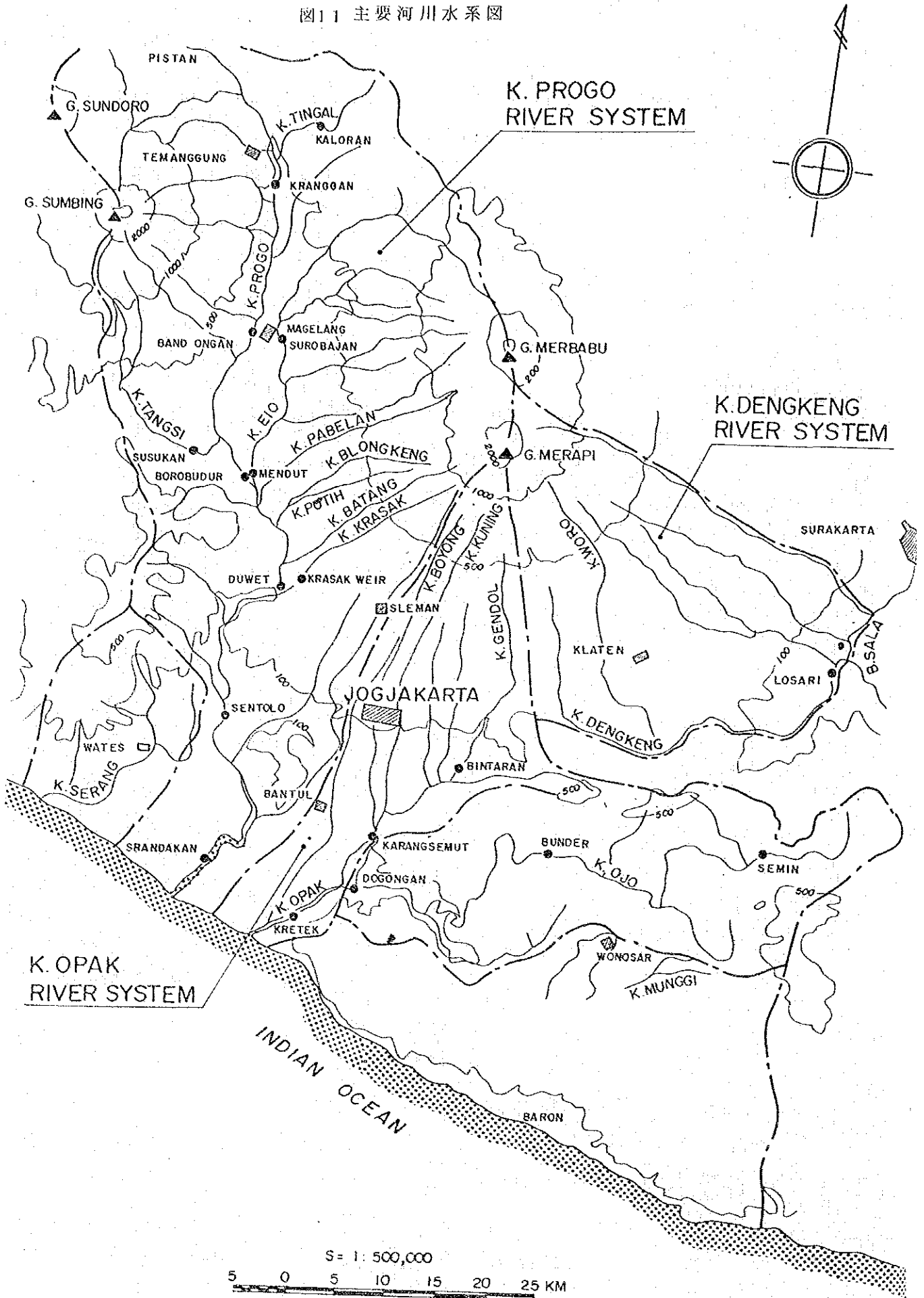
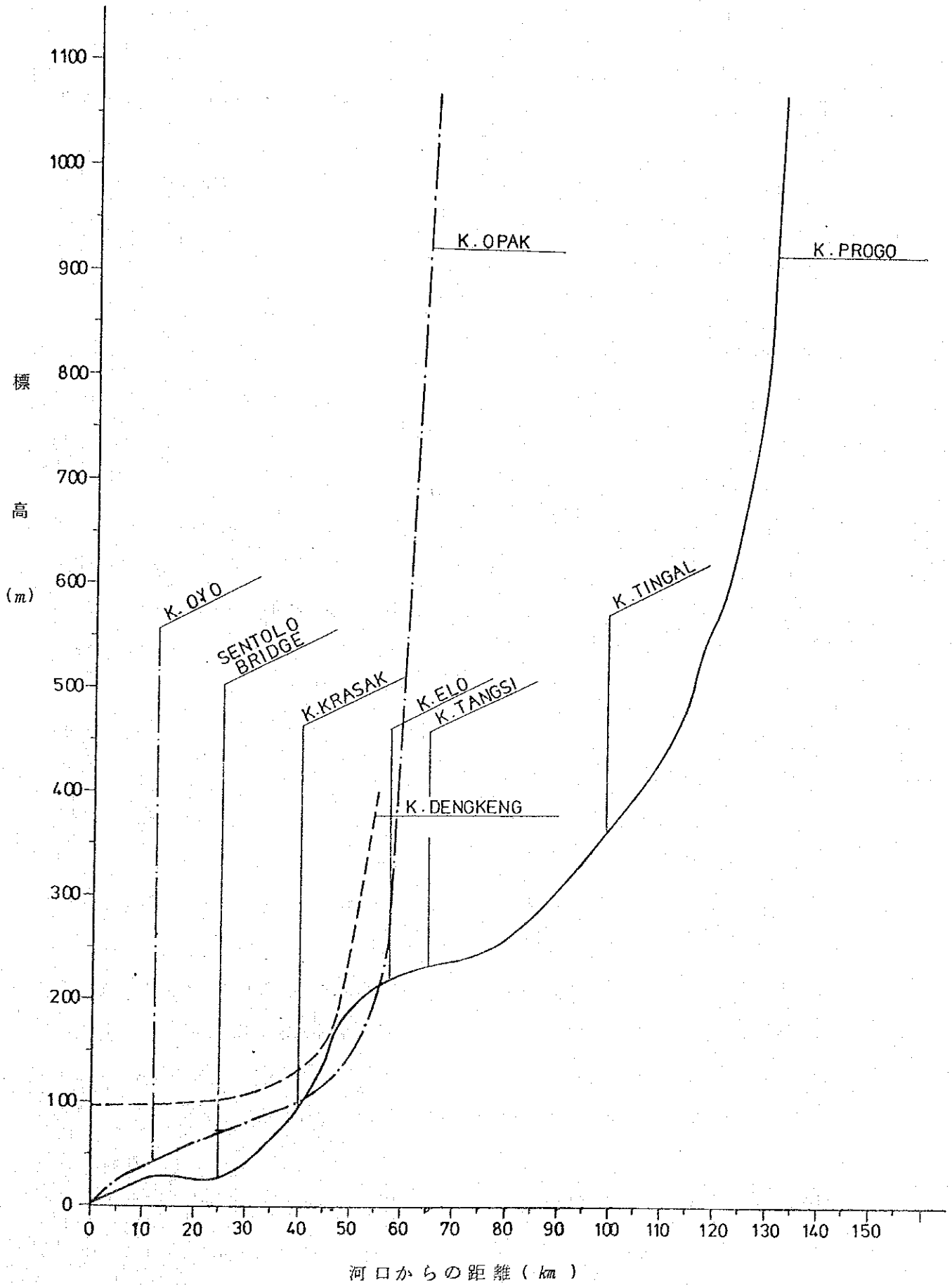


図12 主要河川縦断面図



2.2.4 生産・流出土砂

計画地域における土砂の生産・流出は、メラピ山の斜面を流下する諸河川により行われている。

これら諸河川は噴火の影響等により、土砂の生産流出及び災害状況に特徴があり、3タイプに分けることができる。

1) 流域の概要

a) タイプI地域

クラサ川(ブブン川)

バタン川

ブティ川

ブロンケン川

この地域の河川は、噴火の流出方向に源頭部を持ち、現在土砂の流出が著しく、大きな災害を引き起こしている河川(クラサ川・ブティ川)とその恐れが強い河川(バタン川・ブロンケン川)である。

この地域では噴火によって生じた土砂の大部分は、標高1,800~900m附近に一旦停止する。

下流に流出する土砂の大部分は、その後の降雨により上記の堆積物及び過去の堆積物が侵食されることにより生産されるものである。

このため、この地域では水系網は固定されず、噴火のたびに流域及び流路の変更が行われている。河谷の開析は進んでおらず、河床と河岸との比高は低い。

また、クラサ川・ブティ川では、1969年以降の多量の流出土砂のため河床は上昇しており、氾濫の危険が非常に高い。

この地域は1930年から現在までに噴出方向の変化により、各河川ともヌエ・アルダンテ及びラハールにより大きな災害を受けており、火口の状況から見て今後も同じような災害を受ける恐れが強く、砂防計画の上では同一地域として取扱うことが適当である。

また、この地域の諸河川は、プロゴ河の上流部で合流しており、河床勾配も大きいので、流砂能力が高く、プロゴ河に対する流出土砂の影響が強い。

b) タイプII地域

ウォロ川

ゲンドール川

この2河川は、タイプIのように噴火による直接的影響はないが、土砂の流出はクラサ川・ブティ川に次いで激しい地域である。

河谷の開析状況は、3タイプの中で最も大きく、ウォロ川では標高1,100m附近上流では深さ100mを起すU字谷となっている。

これは、長期間に亘って、噴火による大規模な土砂の供給がなかったためと考えられる。

現在の土砂の生産は主として河床及び河岸堆積物の侵食により行われている。

この地域は噴火による直接影響が長期間ないという点では同じ条件下にあるタイプIII地域に比較し、流出土砂量が大きい。

この理由は、当地域では、1930年等の不安定なラハール堆積物が河道に多量に残存していること及び標高2,000m上部に火山灰が分布しており、それが侵食を受けるためである。

また、ウォロ川では、本川であるデンケン川の河床勾配が緩で流砂能力がないため、中・下流部で大きな堆積地を作っている。

この区域では古くより築堤により防災対策を行っており、この結果、河川は河床が後背地より高い、いわゆる天井川を形成しており、氾濫により大きな被害を受ける可能性がある。

c) タイプIII地域

クニン川

ボヨン川

バベラン川

この地域の河川は、土砂の流出は少なく落ちついた河状を示している。

河川は、上流部では切り立った深い谷を示すが、クニン川・ボヨン川においては標高450m附近より扇状地状の堆積地形を呈している。

また、クニン川・ボヨン川の源頭部は侵食され難い地質（溶岩）であることや、古メラビの山塊が火山噴出物の下流への流れを抑止しているため、上流部での土砂生産は少ない。

しかし、上流の河床・河岸には、不安定堆積物が残存しており、大洪水時には流出する危険がある。

中流部は過去の堆積により、河積の狭少部分や乱流によって、局部的に氾濫や岸欠壊を起す危険がある。

バベラン川は、クニン川・ボヨン川とは異なり、噴火の影響を1950年代に受けているが、流量が大きいため侵食の進み方は非常に早く、現在は比較的安定している。

2) メラビ火山における生産・流出土砂の特徴

a) 土砂の生産に関する特徴

(1) メラビ火山は、数年(5~7年)に1度、火山から直接大量の溶岩と火山灰を供給する。

(2) 縦断勾配は、各河川の河床に所々分布している古期メラビ火山噴出物が、1種の侵食基準面(安定勾配)を形成しており、この面以下の下方洗掘はあまり進まない。したがって、この面まで達した河川では、側方侵食(河岸洗掘)が有力な生産源となる。

(3) 各河川の河岸を構成するものが、いずれもルーズな火山噴出物であるため、その洗掘による土砂の再生産は無尽蔵に近い。したがって、河谷の大部分はU字谷を形成している。

(4) 河床の構成物は、火山灰を主としたシルト・粘土分が非常に多い。したがって、大~巨礫も容易に転動して下流まで流下する。

(5) 現在土砂の生産が活発に行われているのは、タイプ-I地区では頂上から $3^k \sim 12^k$ 間、タイプ-II・III地区では $3^k \sim 8^k$ 間である。

b) 流出形態に関する特徴

(1) 流出土砂量の大小は、火山活動と密接に関連している。つまり、ヌエ・アンダンテによる不安定な土砂の供給と上流部の荒廃が進んだ時に大規模なラハールが発生しやすい。

(2) ヌエ・アンダンテや大規模ラハールが発生すると、上流部で河川争奪が頻発に行われるため、小河川が大規模に洗掘をうけて容易に大河川となる。

(3) ラハールは、土砂と水が混合した集合運搬の流下形態を有し、直進性が強いいため、河岸の攻撃側で不規模な洗掘と氾濫をくり返す。

(4) バンジールは土石の含有の多い洪水で、旧河道沿など広範囲に氾濫する。

c) 生産・流出土砂の量的特徴(図-13, 14)

(1) タイプ-I地域のクラサ川、プティ川は、噴火直後の降雨による生産・流出土砂量の規模は非常に大きく、我々が知る活火山の中でも最大級のものである。

(2) (1)における生産・流出土砂量は噴火直後を頂点として、指数曲線的に減衰していく。

(3) タイプ-II地域の河川は、平年時は安定しているが、大出水時にはかなりの土砂生産能力を有する。

(4) タイプ-III地域の河川は、平年時は安定しているが、大出水時には土砂生産を行う。量的には、3タイプの中で最も小さい。

(5) 現在土砂生産の活発な河川では、生産土砂の粒径が小さいため、平常年における流出土砂量も多い。

3) タイプ I 地区の生産・流出土砂量

a) 1969年～1970年

1969年の噴火により、数回の大規模なヌエ・アルダンテが発生しホットラハールも発生した。また、この直後に大規模な洗掘が行われ、下流部一帯には大量の土砂が供給された。

ラハールの1つはブブン川からクラサ川へ、他の1つはジュランジェロでブロンケン川をせき止めブティ川へと大きく2つに分れて流下した。

生産流出土砂の特徴をまとめると次のとおり。(図-15)

(1) 土砂の生産は河川侵食による再生産量がほとんどであり、火山からの直接生産量は少ない。

(2) クラサ川では12^kまでが土砂生産区間であり、13^k～15^k間に大量に堆積がみられる。ブティ川は9^kまでが土砂生産区間である。

(3) ブティ川の上流部には、不安定な土砂が大量に存在している。

(4) クラサ川・ブティ川の既存資料及び現地踏査により求めた生産流出土砂量は次のとおり。

○クラサ川

| | |
|-------------|----------------------------|
| 生産(侵食)土砂量 | $11.804 \times 10^3 (m^3)$ |
| 堆積土砂量 | $5.425 \times 10^3 (m^3)$ |
| ブロゴ河への流出土砂量 | $6.379 \times 10^3 (m^3)$ |

○ブティ川

| | |
|-------------|---------------------------|
| 生産土砂量 | $6.060 \times 10^3 (m^3)$ |
| 堆積土砂量 | $5.052 \times 10^3 (m^3)$ |
| ブロゴ河への流出土砂量 | $1.008 \times 10^3 (m^3)$ |

b) 1976～1978年

1969年のラハール以後(1970年～1976年まで)は、上流部での河岸洗掘が進み、下流へ大量の土砂を供給しつづけたものの、噴火による新たな土砂の生産はなかった。

1976年に比較的大規模なラハール/パンジールが発生し、クラサ川下流部及びブティ

川中流部で広範囲に氾濫した。その後もクラサ川の下流部は河床上昇に伴いたびたび小規模な氾濫をくり返している。

1976、1977、1978年の3時期に撮影した空中写真を用いた河床変動計算及び現地踏査の結果をまとめると次のとおり。(図-16、表-6)

(1) クラサ川を除く河川の流出土砂量は、ほぼ $50\sim 100\times 10^8 m^3$ であり、上流部で大きな変化がない限り、毎年コンスタントにこの程度の流出規模が続くと思われる。

(2) 1976～1977年間のクラサ川からプロゴ河への流出土砂量は $128\times 10^8 m^3$ と少ないが、下流部での氾濫・堆積がなければ、 $1,000\times 10^8 m^3$ 以上流出したであろうと思われる。

(3) 1977～1978年間のクラサ川での流出土砂量も、 $558\times 10^8 m^3$ と他の河川より1桁多い値を示している。

c) 1969～1977年

上・中流部での現河積の計測・聞き込み調査による1969年以前の河積の復元と下流部での河床上昇資料などをまとめて1969～1977年間の生産・流出土砂量を算出した。この結果は表-5に示す。

以上の結果についてまとめると、次のことが言えよう。

(1) 1969～1977年間(9年間)におけるタイプ-I地区河川からプロゴ河への総流出土砂量は、 $13\times 10^8 m^3$ となる。

(2) 全流出土砂量のうち、クラサ川が約77%、プティ川が15%であり、この2河川で全体の92%を占める。

(3) クラサ川について図-13にしたがって経年変化をみると、1969年の大ラハール直後に大規模な流出がみられ、その後徐々に減少しおちついていく傾向が認められる。

d) クラサ川上流部(ブブン川合流点上流)及びラマ川のプロダクト土砂量

クラサ川上流部(ブブン川合流点上流)及びラマ川のプロダクト土砂量は、最近のラハールの実績がなく、河谷の開析が進んでいるので、タイプ-II・IIIと同様な方法で算出した。

4) タイプ-II・III地区のプロダクト土砂量

a) 現存不安定土砂量

タイプ-II・III地区における現存不安定土砂の種類としては、山腹の新しい火山灰・岩屑崖錐・扇状地性堆積物及び河道内の段丘堆積物・現河床堆積物などがあげられる。また、各

河川の中・上流部では河岸自体が未固結～半固結のルーズな火山灰層や角礫層から構成されているがここではこれは不安定土砂量の対象とはしない。

算出方法は、空中写真判読により堆積物の平面的分布を把握し、現地調査でその堆積厚をチェックする手法を用いたが、現河床堆積物の深さについては、タイプⅠ地区で実施した河床変動量調査から平均的な変動深、つまり2 mを採用した。これらをまとめると表-7のごとくなる。

算定の結果、不安定土砂量はタイプⅡの河川では約 $6000 \times 10^3 m^3$ 、タイプⅢの河川では $2,000 \sim 3,000 \times 10^3 m^3$ となった。

b) 生産土砂量

タイプⅡ・Ⅲ地区の各河川における経年的流出土砂量の規模は、クラサ川・プティ川を除くタイプⅠ地区の河川と同様、数千～数万 m^3 /年と推定される。しかし、ウォロ川やゲンドール川においては、1930年前後と1969年前後に大規模なラハールやバンジールが発生し、上流部における段丘の形成と中・上流部での大量の土砂氾濫・堆積をひきおこした。

したがって、流出可能土砂量、いわゆる生産土砂量も大規模な洪水を対象として算出し、今後の防災計画へと結びつける必要がある。生産土砂量としては、現存する不安定な土砂の内、大洪水時に生産・流出すると思われる土砂として、現河床不安定堆積物・低位段丘堆積物・中・高位段丘堆積物の全部及び攻撃斜面の河岸崩壊ならびに源頭部に存在する火山灰や岩屑の一部とした。

生産土砂量の算定結果は、タイプⅡ地区のウォロ川で $4,219 \times 10^3 m^3$ ($594 \times 10^3 m^3/km$)、ゲンドール川では $3,158 \times 10^3 m^3$ ($301 \times 10^3 m^3/km$)となり、タイプⅢ地域では $1,500 \times 10^3 m^3 \sim 2,000 \times 10^3 m^3$ であった。

生産土砂の発生場所は、タイプⅡ地域においては上流部(火口)より約5 km地点までで約40%、河岸段丘で約40%、河床で約20%の割合を示し、タイプⅢ地域では、上流部10～20%、河岸段丘50～60%、河床20～30%であった。

以上の結果からタイプⅡ地区にはタイプⅢ地区に比較して、上流部及び中・高位段丘堆積物からの生産量が多いことを示している。また、侵食は主として火口より10～13 km地点までの間で行われている。

表5 1969～77年 土砂収支

単位 x 10³m³

| 河川 | 期間 | 源頭部からの生産土砂量 | 河岸洗掘による再生産土砂量 | 上部扇状地での堆積及び氾濫土砂量 | 中・下流部での堆積量 | プロゴ河への流出土砂量 |
|------|---------------|-------------|---------------|------------------|------------|-------------|
| クラサ川 | 1969 ～1970 | 1,235 | 10,569 | 2,449 | 2,976 | 6,379 |
| | ～1976 | 0 | 10,713 | 0 | 7,254 | 3,459 |
| | ～1977 | 0 | 1,992 | 0 | 1,864 | 128 |
| ブテイ川 | 1969 ～1970 | 2,480 | 3,580 | 2,480 | 2,572 | 1,008 |
| | ～1976 | 0 | 1,457 | 0 | 558 | 899 |
| | ～1977 | 0 | 129 | 0 | 26 | 103 |

表6 1976～78年 流出土砂量

単位 × 10³(m³)

| 期 間 | 河 川 名 | 現 地 踏 査 に よ る 推 定 | 空 中 縦 横 断 河 床 変 動 量 計 算 | ブ ロ ゴ 河 へ の 流 出 土 砂 量 |
|-------------------|------------------------|---|-------------------------|------------------------------|
| 1976 | ブ フ ン 川 | 7 Km より 上 流 -1,797 | 7km-15km 69 | (ク ラ サ 川 へ の 流 出) 1,728 |
| | ク ラ サ 川 (本 川 の み) | 20 Km 付 近 で 氾 濫 +1,180 | 5km-22km 420 | |
| | ク ラ サ 川 (全 流 域) | -617 | 489 | 128 |
| 1977 | ブ テ ィ 川 | 7 Km より 上 流 -124 11 Km 付 近 の 氾 濫 +26 | 7km-23km -5 | 103 |
| | バ タ ン 川 | 7 Km から 上 流 0 | 7km-23km -64 | 64 |
| | ブ ロ ン ケ ン 川 | 7 Km から 上 流 0 | 7km-24km -52 | 52 |
| 1977 2 1978 | ブ フ ン 川 | 6 Km から 上 流 -586 | 3km-15km -383 | (ク ラ サ 川 へ の 流 出) 969 |
| | ク ラ サ 川 (本 川 の み) | | 7km-27km 411 | |
| | ク ラ サ 川 (全 流 域) | -586 | 28 | 558 |

表7. タイプII, III地域現不安定土砂量

| | 河川名 | 山頂からの距離 (Km) | 最近の河床堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | 低位段丘堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | 中・高位段丘堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | その他不安定堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | 合計 ($\times 10^3 m^3$) |
|--------|--------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| タイプII | ウオロ川 | 0~12 | 1,198 | (343) 424 | (1,875) 2,316 | (1,900) 2,347 | 6,285 |
| | ウオロ川のサンドポケット | 12~17 | 1,375 | 4,500 | - | - | 5,875 |
| タイプIII | ダンドール川 | 0~19 | 874 | (1,468) 1,813 | (837) 1,034 | (2,125) 2,624 | 6,345 |
| | クニン川 | 0~18 | 830 | (1,183) 1,461 | (238) 294 | (648) 800 | 3,385 |
| タイプI | ボヨン川 | 0~17 | 755 | (519) 641 | (484) 598 | (128) 158 | 2,152 |
| | スノウオ川(A) | 0~12 | 610 | (324) 399 | (685) 846 | (366) 452 | 2,307 |
| タイプIII | トリシン川(B) | 0~19 | 1,112 | (1,817) 2,243 | (212) 262 | (186) 230 | 3,847 |
| | バベラン川(C) | 0~13 | 300 | (303) 373 | (114) 141 | (278) 343 | 1,157 |
| | A+B+C | 0~19 | 2,022 | (2,444) 3,015 | (1,011) 1,249 | (830) 1,025 | 7,311 |
| タイプI | クラサ川 | 0~12 | 1,353 | (564) 697 | - | - | 2,050 |
| タイプI | ラマ川 | 0~12 | 510 | (23) 29 | - | - | 539 |

()内はホグレ前の量、ホグレ率=1.235

表8. タイプII, III地域流出可能土砂量

| | 河川名 | 流域面積 (Km^2) | 山頂からの距離 (km) | 最近の河床堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | 低位段丘堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | 中・高位段丘堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | その他不安定堆積物 ($\times 10^3 m^3$) | 生産土砂量 ($\times 10^3 m^3$) | 流域平均流出可能土砂量 ($\times 10^3 m^3 / Km^2$) |
|--------|----------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|
| タイプII | ウオロ川 | 7.1 | 0~10 | 637 | (343) 424 | (1,500) 1,853 | (1,057) 1,305 | 4,219 | 594 |
| タイプIII | ダンドール川 | 10.5 | ~13 | 400 | (390) 482 | (670) 827 | (1,173) 1,449 | 3,158 | 301 |
| | クニン川 | 9.6 | ~13 | 320 | (720) 889 | (190) 235 | (324) 400 | 1,844 | 192 |
| タイプI | ボヨン川 | 10.3 | ~13 | 445 | (349) 431 | (332) 410 | (114) 141 | 1,437 | 140 |
| | スノウオ川(A) | 8.8 | ~12 | 510 | (323) 399 | (548) 677 | (223) 275 | 1,861 | 211 |
| タイプIII | トリシン川(B) | 12.4 | ~12 | 400 | (483) 597 | (170) 210 | (123) 152 | 1,359 | 110 |
| | バベラン川(C) | 52.0 | ~13 | 300 | (303) 373 | (92) 113 | (169) 204 | 990 | 19 |
| | A+B+C | 73.2 | ~13 | 1,210 | (1,109) 1,369 | (810) 1,000 | (515) 631 | 4,210 | 58 |
| タイプI | クラサ川 | 13.6 | ~12 | 1,353 | (564) 697 | - | - | 2,050 | 151 |
| タイプI | ラマ川 | 14.2 | ~12 | 430 | (23) 29 | - | - | 459 | 32 |

()内はホグレ前の量、ホグレ率=1.235

図13 クラサ川の年間土砂流出・堆積の傾向

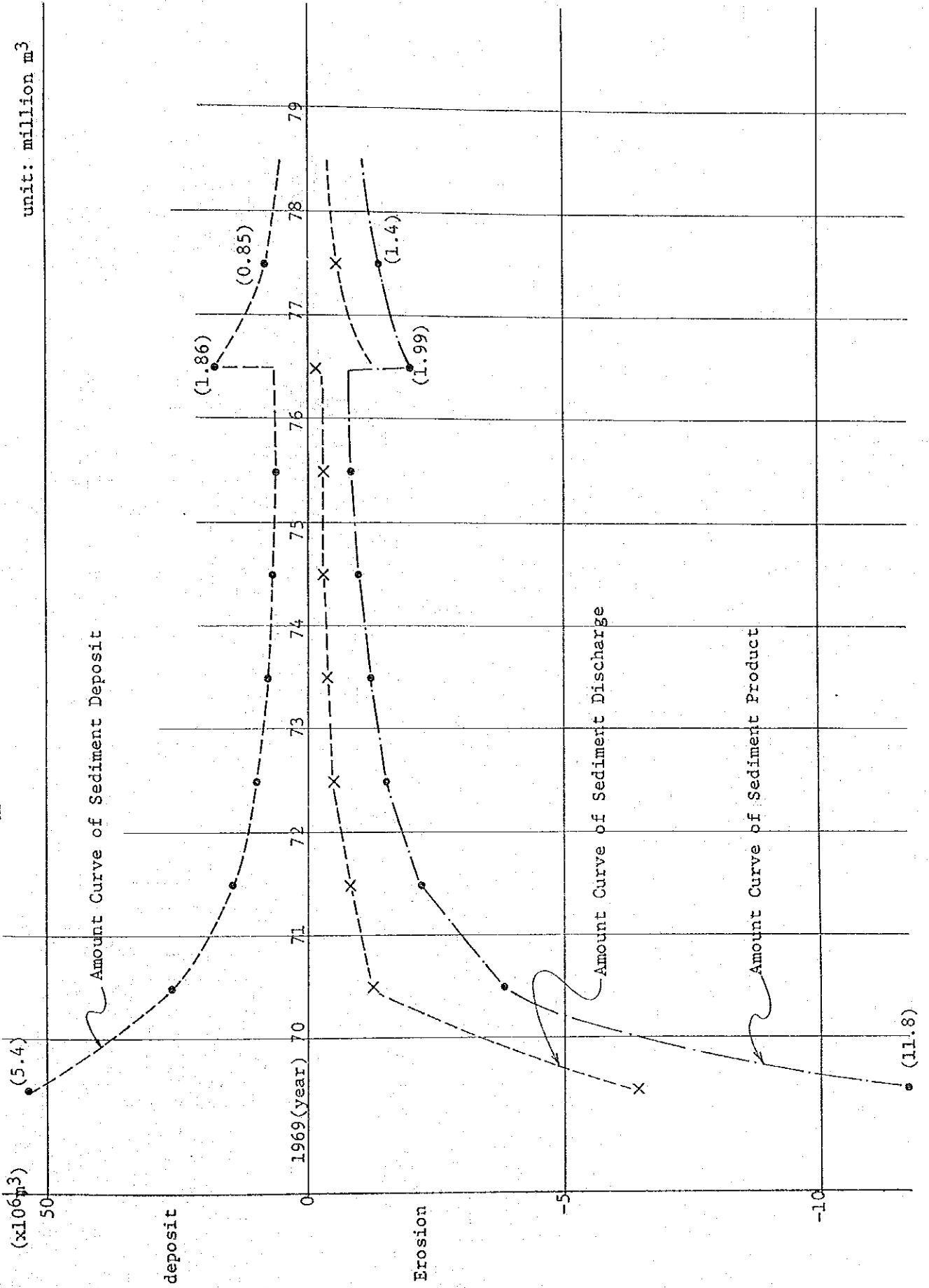


図14 クラサ川生産流出土砂収支図(1969~1970年)

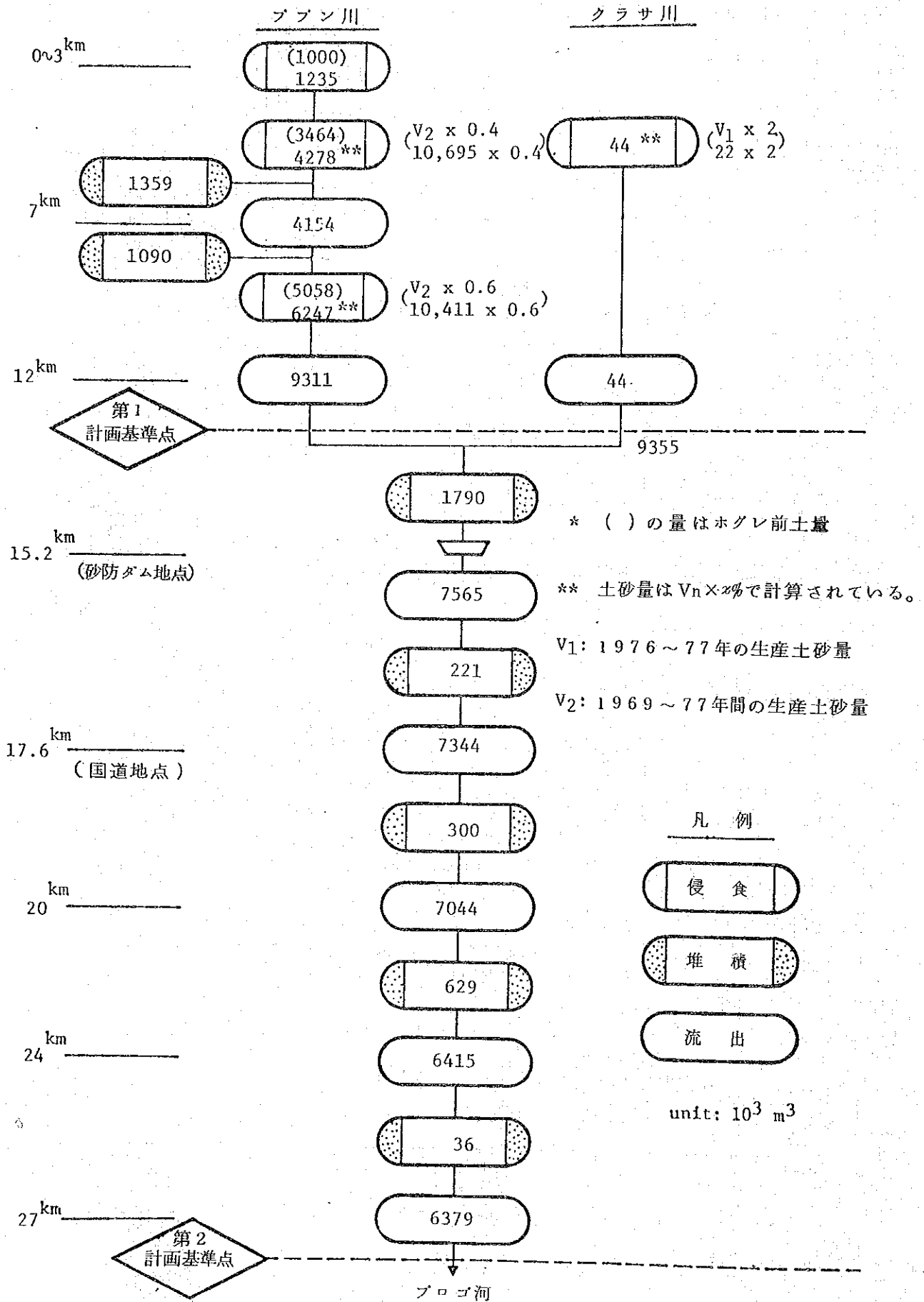


図15 クラサ川生産流出土砂収支図(1969~1976年)

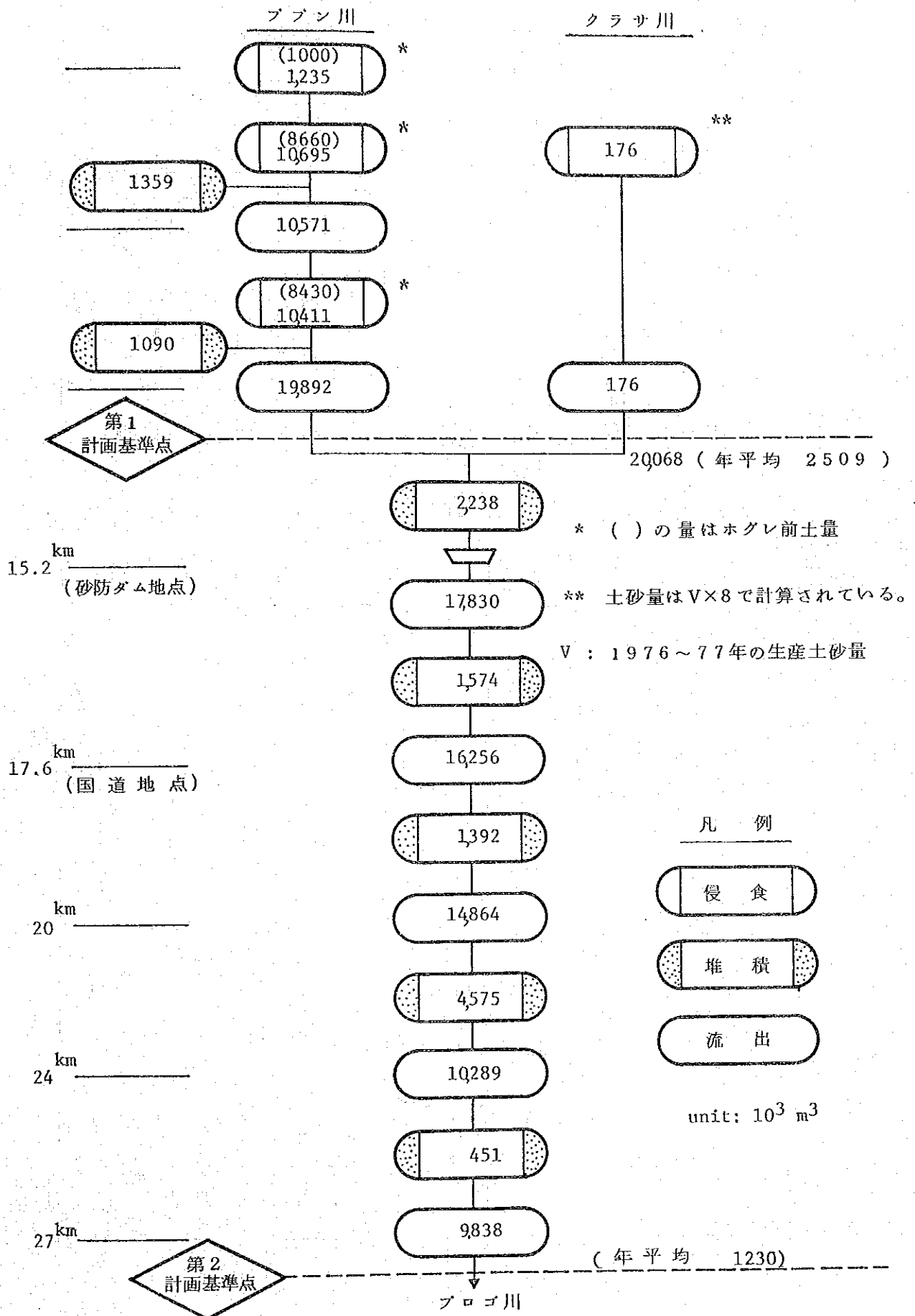
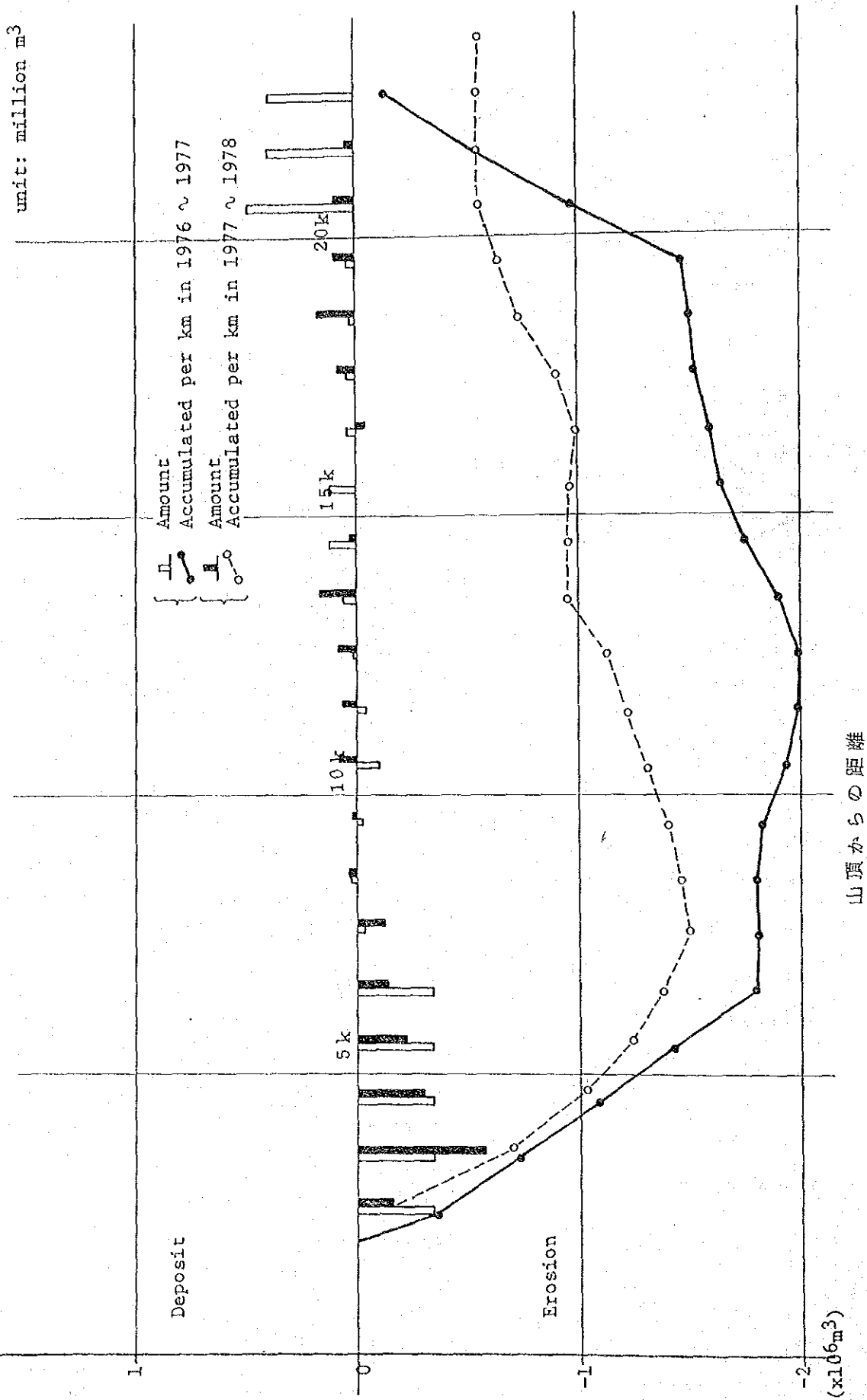


図16 クラサ川河床変動図 (1976 to 1978)



2.3 社会・経済現況

2.3.1 人口・労働力

計画対象地域全体の人口は180万人、人口密度は1,400人/㎓であり、そのうち第一計画地域(山麓地域面積:846㎓)の人口及び人口密度は、それぞれ130万人、1584人/㎓となっている。又、ヌエ・アルダンテ、ラハール及びバンジールの危険地域(面積:422㎓)の人口は4.4万人(人口密度:1,013人/㎓)であり、これは地域人口の32%にあたる。

地域の主要生産基盤は農業であり、労働人口の大部分は農業に従事している。しかし稠密な人口圧力によって、農地は細分化が進み、現在、農家平均僅か0.3ha以下であって、中部ジャワ平均(0.6ha/家)の半分以下になっている。

住民の生活所得水準は低く、農業地域の40%は標準生活水準(米換算で240kg/人)以下の状態にある。

地域は雇用機会の不足から、多数の潜在的失業者を抱え、人口の正規分布型の年齢構造からみて、将来的に労働人口増加のポテンシャルは極めて高く、雇用機会のニーズは今後益々増大する傾向にある。

2.3.2 道路及び社会基盤施設

1) 道路網

当計画地域には、ジョグジャカルタークラテンを結ぶ東西に走る国道と、ジョグジャカルターマグランを結ぶ南北に走る国道の他、三つの州道が幹線道路の役割を荷っている。これらの道路の交通量はかなり多く、特にインド洋側に良港がないこと、また他の陸上輸送機関としての鉄道は、中部ジャワ州の州都であり、港をもつスマランとマグランを経てジョグジャカルタ市を結ぶ支線が土石流のため橋桁が流され営業を停止していることもあって、地上輸送の大部分が道路輸送に頼らざるを得ない状況である。

その他の農道については、危険度の最も高いタイプーⅠ地域での道路密度が高くなっている。地域社会の諸活動の維持発展には、これらの道路網の防護と再整備が不可欠である。

2) 生活基盤施設

上下水道及び電力等の生活基盤施設は、ジョグジャカルタ市内の一部を除くと、ほとんど普及していない。

ジョグジャカルタ特別区の電力供給は主に火力発電及びトウンタン電力供給システムにより行われている。しかし、供給を受けるのはジョグジャカルタ市内の一部で、郊外及び山麓地域は未だ供給圏外である。現在はこの地域では、山麓地域でマイクロ発電所が2カ所建設されている程度である。

上水・下水についても同様にジョグジャカルタ市内を除くと全く普及しておらず、上水は井戸・湧水・天水に頼り、下水は集落内外の用水路及び河川に依存している状況であって、農村地域の生活施設の整備が望まれている。

3) 社会文化資産

ジョグジャカルタ市は、文化の都として教育機関や文化遺産を数多く持っている。第3次5カ年計画でも、今後、益々教育文化の中心としての機能を高めていく方針を打出している。

また、この地域の重要な産業である観光をさらに振興するためにも、地域の防護と安定化が不可欠である。

医療保健施設、スポーツ・レクリエーション施設、モスク等の宗教施設、公会堂、集会所等の公共施設などの防護も、地域社会にとって重要であることはいうまでもない。

2.3.3 農 業

1) 土地利用及び作付体系

地域の耕作可能地はほとんど利用されている。土地利用区分の上で農地及び集落は、それぞれ62%、24%を占め、両者で全体の86%を示している。又、農地のうち約70%は水田として利用されている。

作付体系は米を中心に畑作物を組合せている。雨季はほぼ全域米の生産にあたるが、乾季はかんがい条件により異なり、年間の水田利用率は、地域により0.93~2.57回/年と大きな差が生れている。

副作物は年によってかなり変動し、作付面積からみた場合、とうもろこし・キャッサバ・さつまいも・落花生・大豆が主要なものであり、その他換金作物として、さとうきび・タバコを栽培している。

2) かんがい地域区分

当地域の農業基盤整備は、1900年代の前半にほぼ今日の骨組が完成し、プロゴ河・オバ河水系には大小無数のかんがい水路網が組織されている。山麓地域でも比較的河道の安定している諸支川はかんがい等の取水源となっている。

かんがい地域は用水施設の設置状況及び用水管理の状況によって、技術かんがい地区・半技術かんがい地区・無技術かんがい地区の3地域に区分される。

(1) 技術かんがい地区

取水施設及び一次・二次水路の建設並びに管理を政府機関が実施し、三次水路以下の建設管理は受益者である村が実施している地域。

この地域はプロゴ河かんがい計画のマタラン幹線水路(かんがい面積:15,000ha)の南側に広がり、基盤整備も進み、当地域の重要な防護対象である。

(2) 半技術かんがい地区

政府機関が、取水施設の建設・管理のみ行ない、他は全て受益者の村が実施している地域。

この地域は、バントゥル郡及びスレマン郡に広く分布し、改善対象(半技術かんがい→技術かんがい)としているとともに、重要な防護対象である。

(3) 無技術かんがい地区

取水・用水施設の建設・管理全て受益者の村が中心に実施している地域。

この地域は、メラビ山麓の中部斜面から下部斜面に広く分布し、かんがい単位は極めて小規模で多くは10ha以下で、農業技術も比較的未熟で多くの改善の余地を持っている地域で

ある。

技術かんがい地区と無技術かんがい地区の生産水準の差は、用水量の安定供給及び近代的農業技術並びに作付回数及び単位収量にみられる。

このため、砂防工事により河道の安定及び用水供給可能量の増加を計ることは極めて重要となっている。

地区内の農道は一般に狭く不良である。さらに地区内を横断するものは極めて少なく、多くは河川の流れと同じ方向に通っている。地域の道路及び道路網を根本的に改善することは防災及び経済活動の面で極めて重要なことである。

3) 土地保有

計画地域の農家の耕地保有規模についてみると、所有耕地面積1ha未満の農家が全体の96%を占め、さらに0.2ha未満が約50%を占めている。これは比較的耕地保有規模が小さい中部ジャワの状況(1ha未満:83%、平均:0.6ha)に較べても極めて小さく、土地の細分化が進んでいることを示している。

地域の自作・小作の割合についてみると、自作農が約85%となっており、さらに細分化に進む可能性を示している。

4) 農業生産

a) 農業生産の安定性

1967~76年までの10年間の作物生産統計を用いて、主要7作物(水稻・陸稻・とうもろこし・落花生・大豆・キャッサバおよびさつまいも)の収量の変動係数を各村毎に計算した。僅かな村を除いて水稻の生産は安定しており、おしなべて変動係数は15%前後もしくはそれ以下を示している。畑作物では、大豆とさつまいもの収量が比較的安定しているが(16%)、陸稻・とうもろこし・キャッサバは相対的に不安定である。これは主に粗放的な作物として、栽培条件が悪い地域で生産されているためと思われる。

b) 土地生産性

就業人口に対して農地の割合の低い地域の農業では、土地の生産性を可及的に高める必要がある。当地域では多数の作物が同時に生産されている。そこで、総合的な土地生産性の動態的变化を1971年と1976年との2年、次の作物収量指数によってみると、被害頻度が高く、しかも基盤整備の遅れているマゲラン郡のタイプ-I地域では土地の総合生産性は低く、76年に100(標準収量)を超える村はなく、71年に比較して76年は逆に低下している。これに対して比較的安定しているクラテン郡及びマゲラン郡は、相対的に高い傾

向を示している。

c) 農業生産の特化度

農業生産の近代化の方向は、「適地・適産」という経済原則に基づくより収益性の高い作物を、地域の条件に適合するように選択して、この作物に生産を特化することであるが、当地域の主要6作物の生産特化の動態的变化は、おしなべて水稻の特化は大きい。このほか、特化度の大きい作物は、さつまいも・落花生であり、逆に低いものはとうもろこしが挙げられる。

d) 収量・増加の傾向

地域の基幹作物は米であり、とくに人口稠密な当地域においては、人口扶養力の増大は極めて重要な政策課題となっている。また、農業経営的にみても、米の増産は農業所得の増大をもたらす、さらにこの経済余剰は資本の蓄積を招来し、地域の開発ポテンシャルを高める。

当地域では耕地の外延的規模拡大は極めて困難であり、農業生産の増大は、農業の集約化すなわち、単位面積当りの収量増大に求めることが必要である。

基幹作物の米について、3年移動平均によって、収量増加傾向を求めると、地域内の村の85%が増加傾向を示し、地域全体としては、現状4.6t/haに対し、年平均1.7%の増加傾向を示している。

このことは、当該地域では水稻は収量増加の余地があること。換言すると集約化の可能性が残されていることを示し、計画地域は農地として極めて高いポテンシャルを持っていることを示している。

2.4 災害の歴史と危険地域

2.4.1 災害の歴史

メラビ山麓地域は、ヌエ・アルダンテ及びラハール等の多くの痕跡が地形上に認められ、メラビ火山は極めて活動的であって、しばしば火山災害・土砂災害をおこし、その度にかなりの被害が発生してきたと推察できる。

火山災害に関する被害記録が詳細に整理されているのは、主に前回の噴火（1969年）以後であって、それ以前の被害実態は明らかでない。しかし、火山活動記録に記されているヌエ・アルダンテ、ラハールの到達距離及び大噴火に伴う死亡者の数等から判断して、その被害は計り知れず、これは最近のラハール/バンジールによる被害からみても明らかである。

又、最近地域の社会・生産基盤施設の整備拡大に伴ない、土地の生産性も年々上昇し、護らねばならない施設・土地は拡大している。

2.4.2 危険地域

火山災害は、ヌエ・アルダンテ、ラハール/バンジール及び過剰な流出土砂によりもたらされている。過去の被害記録及び地形的特徴から判断した危険地域は次の通りである。(図-17,19)

1) ヌエ・アルダンテ危険地域

1930～1969年間の記録によると、危険地域は次の通りである。

- (1) 西部斜面(タイプ-I地域)火口から9 Km、標高650 m以上
- (2) 東南部斜面(タイプ-II・III地域)火口から11 Km、標高550 m以上

この危険地域は、中・上部斜面約136 km²の地域で、山麓のほぼ16%にあたる。

2) ラハール及びバンジール危険地域

ラハールは山麓中部斜面上部の標高1,000～2,000 mで発生している。被害範囲は中部～下部斜面に広がる集落及び農業地帯であり、火山噴火後継続的に発生し、その影響は極めて大きい。

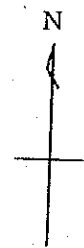
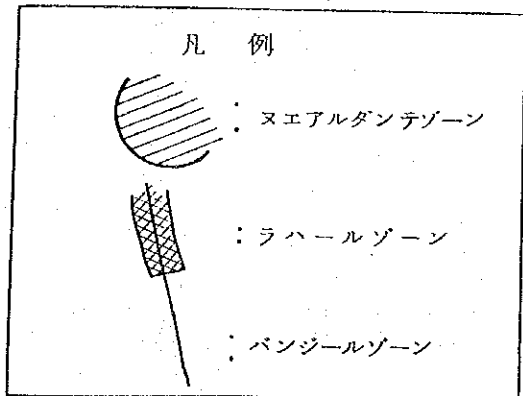
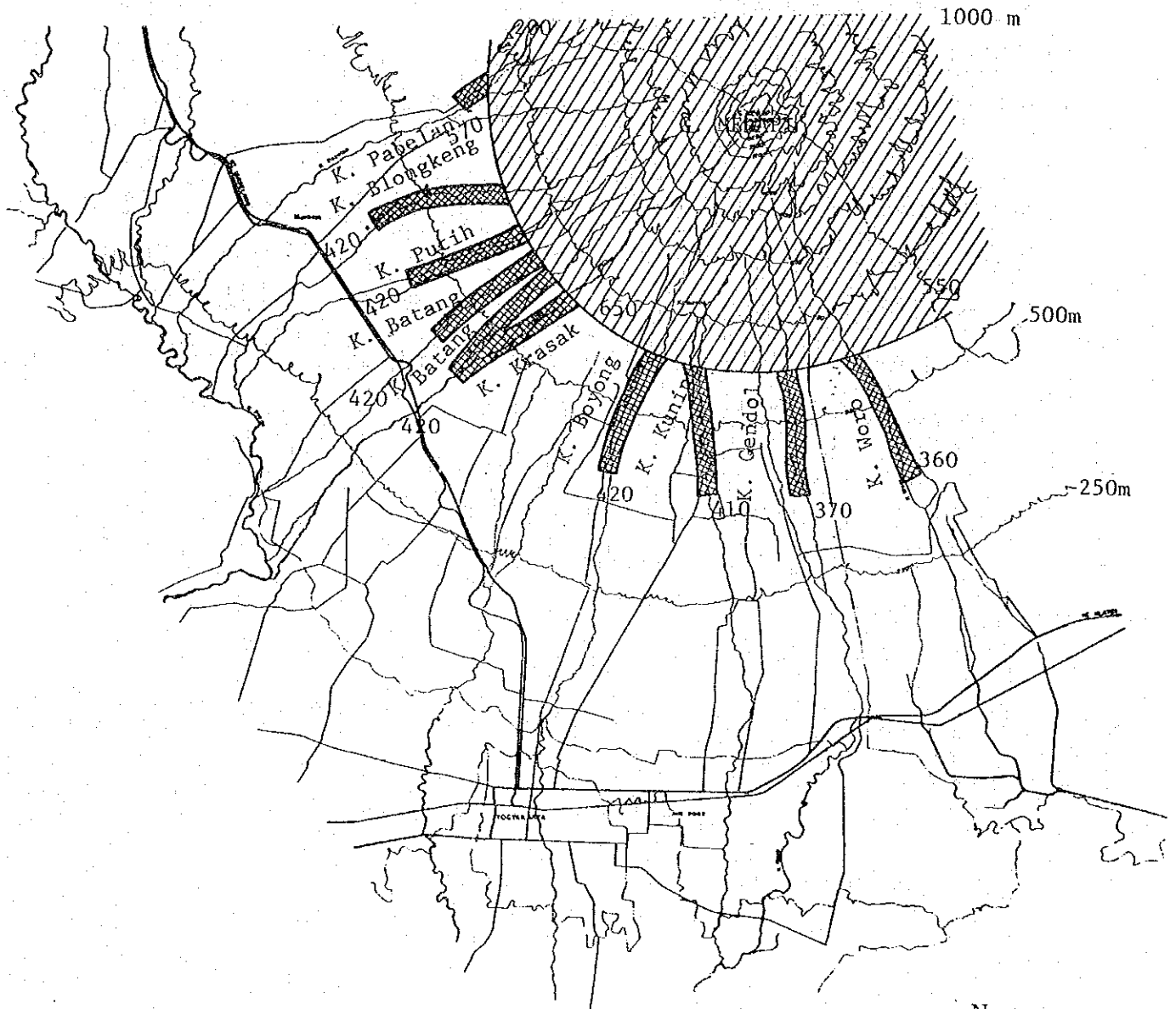
ラハールの流下範囲は、記録・地形条件及び理論的検討の結果は図-18に示すように、概ね河床勾配2° 標高360～420 m迄である。ラハール区域の下流はバンジールの区域となる。

バンジールは、一般的に云う洪水にあたるが、支川地域は比較的勾配が急で土砂が細粒であるので、東南斜面のウォロ川の下流地域を除外すれば、バンジールの土砂含有率は高く、被害形態はラハールと洪水の中間的傾向を示している。

ラハール/バンジールの氾濫危険範囲は、その氾濫と地形条件の関係及び地形解析によると、主要支川の合計で286 km²である。

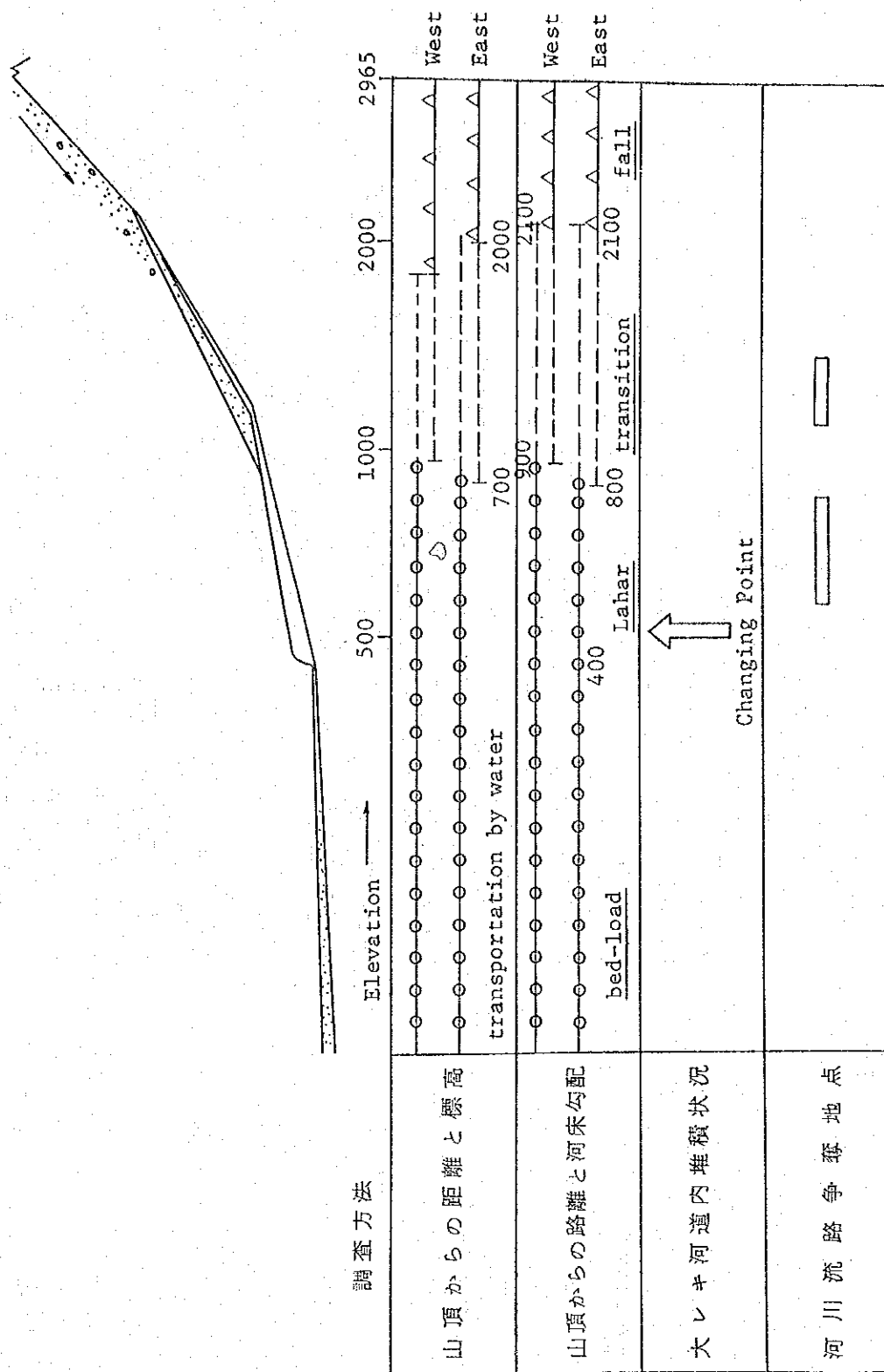
これは山麓地域の約34%にあたる。

図17 ヌエ・アルダンテ, ラハール 分布図

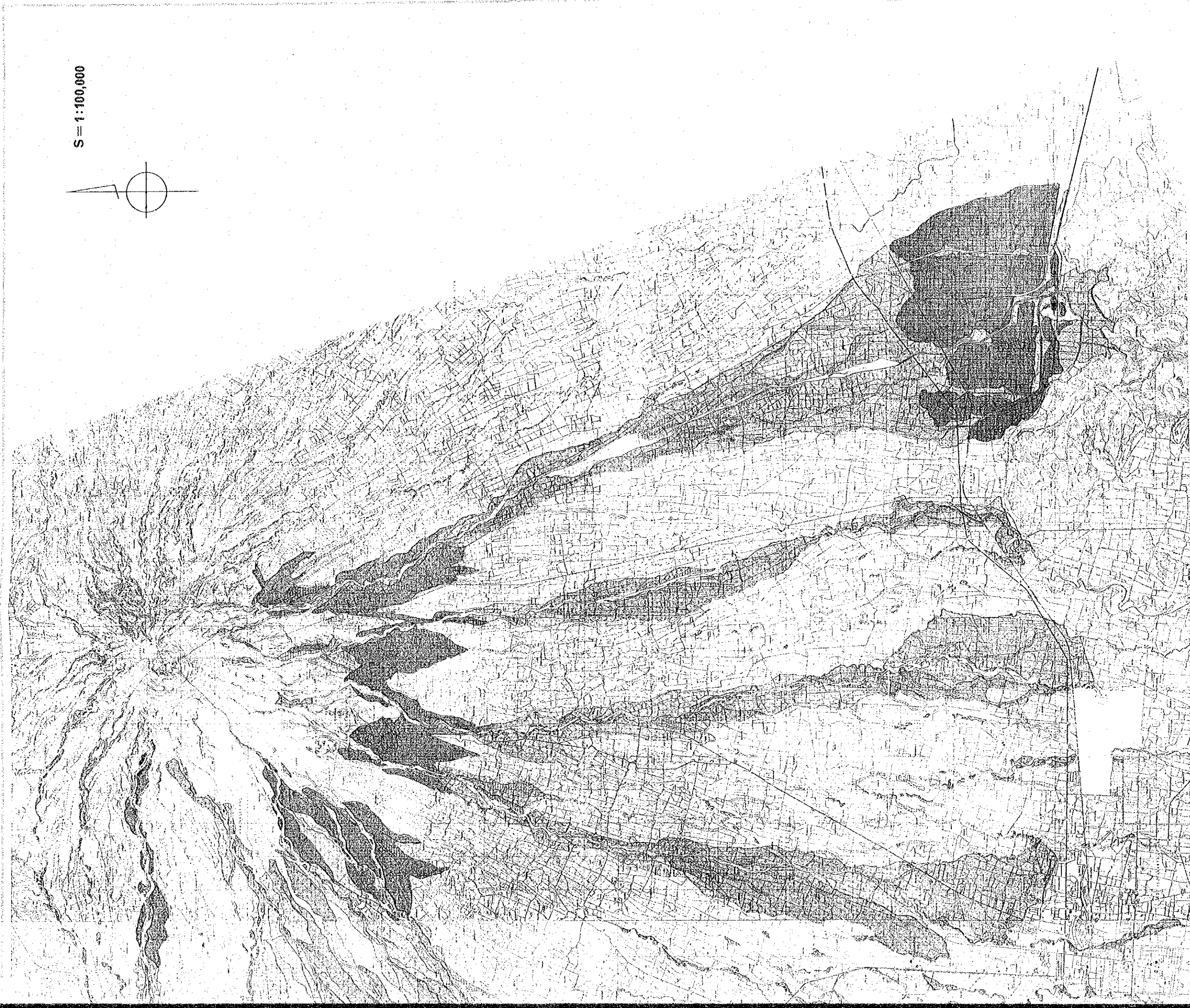


S=1 : 250,000

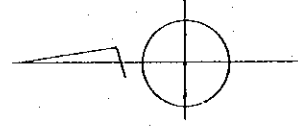
図18 土砂流出形態図



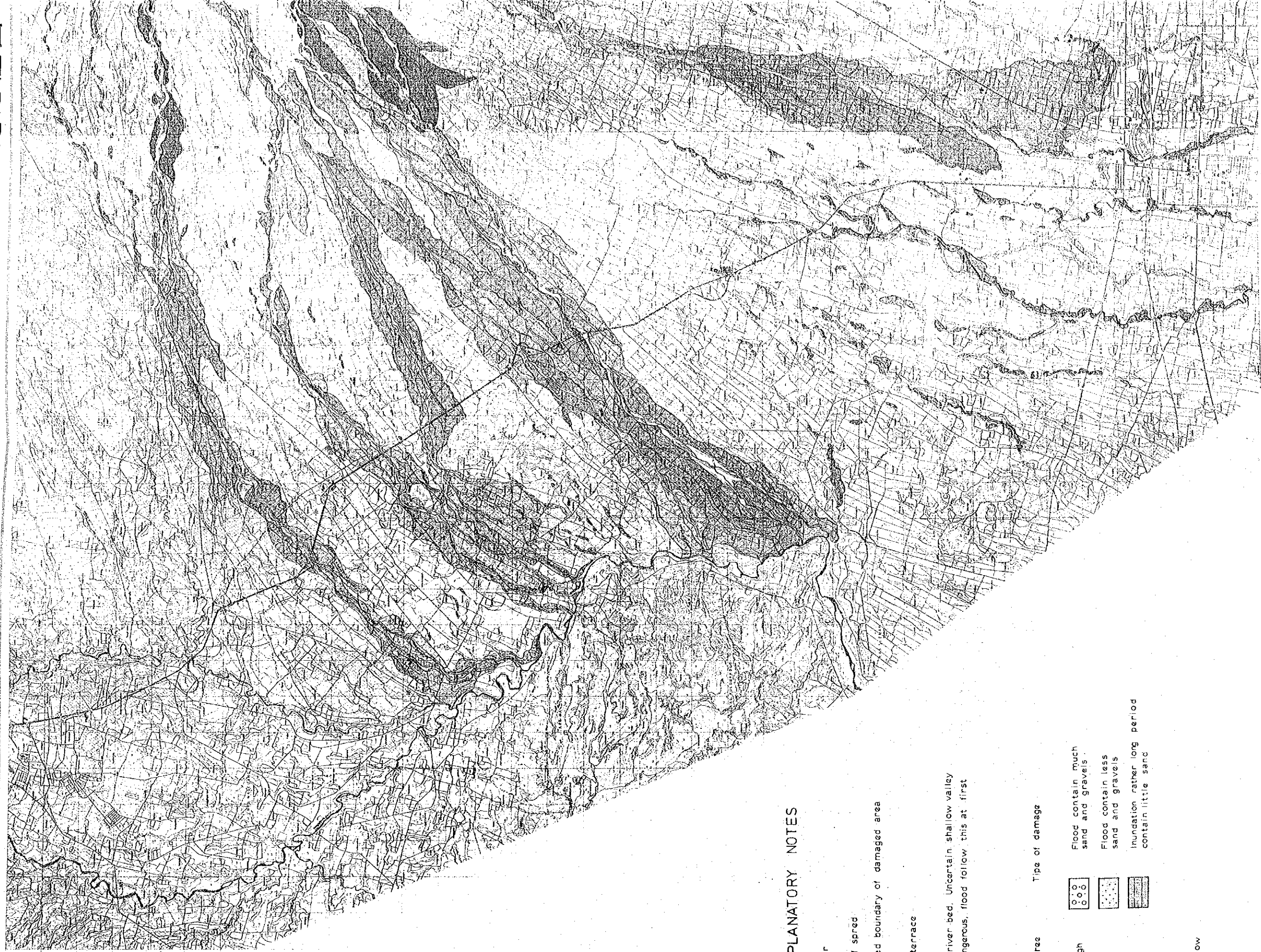
想定氾濫図



S = 1:100,000



图—19 想定氾濫図



EXPLANATORY NOTES

Lahar, Banjir

Point of spread

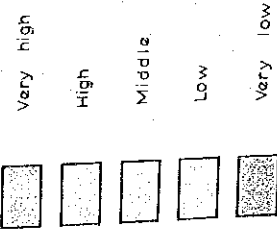
Estimated boundary of damaged area

River terrace

Former river-bed. Uncertain shallow valley very dangerous, flood follow this at first



Dangerous degree



Type of damage

