

## コトパンジャン地域の地理的状況

### 1 . コトパンジャン地域の地形評価

#### 1.1 方法論に関する一般分析

調査の各実施段階は、相関関係またはオーバレイ主題図により技術的に実施された。その領域は北緯 0° 06' 45"- 0° 28' 15"と西経 100° 34' 45"- 100° 56' 00" の間の 221.619,7ha。基本地図は、勾配、標高などの自然構造を分析するために、また縮尺比 1 : 50.000(インドネシア国土地理院作成) 地形図、0816-11、0816-12, 0816-13、 0816-14 の各ページおよび 2000 年 4 月 26 日及び 1990 年に記録されたランドサット画像 TM-7 Path/Row 127/060 の地図の地形単位 (レリーフ) を決定するのに利用した。

作業地図は、本研究領域での分析や、等高線、標高範囲、傾斜、形態、河川流域、植生指数密度など地域をタイプ別に分けるために使用し、また、約 221.619,7ha のコトパンジャンダム調査領域にもこれを適用した。本調査では、108.243,86 Ha (WALHI, 2004 年)のダムと直接関係する DAS 分析を利用した。PLTA-KP のフィジビリティ報告では、DAS は 3.337 Km<sup>2</sup>(貯水池領域)で、124 Km<sup>2</sup> (JBIC, 2002)が残っている (JBIC, 2002)。

形態に関する研究は、レリーフの地形変動に基づくものである。プロセスに関する議論は、レリーフのプロセス変動に基づく。この 2 つの側面に相関する議論は、フィジカルユニット決定分析のために利用した。

各フィジカルユニットの範囲は、上記で述べた主題図で提示された。故に、作成された主題図に関することのみがその概観を示すことが可能であり、相関関係またはこの相関図を再度オーバレイしないで記述する。???

## 1.2 領域区分と地図範囲作成

モルフォダイナミック（形態変動??）の調査は、主題図による表面削破作用レベルの情報のもとになる河川の流れのタイプと関連性を持つ。同じく、モルフォダイナミックは、地質構造や主題地図に関するものである。

調査領域の一部は、その形成からの地形学プロセスを確認することができる。これは「プロセスによる領域のタイプ」で、作業地図の相互関係から作成された。また、この地図は川の流れ、川底、河川密度、litologi、構造、地質学についての削剥のレベルのパターンに関する地図である。

## 1.3 定性的解釈

外観を決定する本調査の定性的解釈は、下記に示す相関的活動がある。

- 調査対象地域及びその周辺地域における数箇所、現地調査を実施した。
- 空間分布の解釈、勾配の傾斜などは、等高線で示される主題図オーバーレイを使用して行い、その後、現地調査の結果に適用された。
- ランドサット画像の解析は、西スマトラとリアウ州の境界コトパンジャンダムの評価に関する監視を続けるための画像に沿って行われた。これは、3段階で実施され、土地被覆とその利用、観測の画像解析を伴って、1990年ランドサット画像及び2000年ランドサット TM 画像に関する解析である。植生被覆密度の解釈と画像解析は、植生指標に基づいて分布領域を調べた。このような問題に基づき、理論上モデルデザインの基盤となるのは、土地被覆、その利用、形態、植生指標に関する理論である。植生分布の密度の解析は、1990年ランドサット画像、2000年ランドサット TM の植生指標に基づくものである。

- 最大植生被覆密度を測る技術は、植生要素（植生指標）も基づいて処理された画像で利用された。植生指標は、それぞれのスペクトルチャンネルのデジタル数を通分したり、増加、比較して算出された。ひとつの方法は、通常の植生指標（正規化）差に基づくチャンネルを比較するもの。この方法は NDVI（正規化植生指標）といわれる。この公式は下記の通り。

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Channel Image II} - \text{Channel Image I}}{\text{Channel Image II} + \text{Channel Image I}}$$

領域の算出は 2 つの要因に注目した。画素及び空間的画像リゾリューションである。

領域の算出は各種の土地被覆、土地利用、土地形態、zonasi 植生の解釈から算出された。

各分類の概要説明は、分解能画像の画素の数および空間評価に基づき算出された。（1990 年 NDVI 地図及び 2000 年 NDVI 参照）。

データ処理、各 zonasi 森林の可能性に関する予測の解析は下記の手順で行った。

- 訂正された擬似画像の植生正規値(NDVI)を使って、植生指標を割り出した。つまり、この段階では、画像修正がすべて行った後（放射分析及び幾何学的分析）に実施された。
- 主に森林植生などの zonasi 植生のために、実際のデータを使って植生被覆密度を算出した。
- 各 zonasi 森林の植生領域を統計的に算出した。

## 1.4 量的解釈

構成要素の空間分布パターンは、丘陵地や溪谷など波状形、でこぼこで、起伏の激しい地形を作り出している。

地表に表れたパターンは、地表の斜面「険しさのレベル」、道路、農地など、また山頂・丘陵地と溪谷底の高さの違いが認識される。

この問題に関しての本調査の量的解釈は以下。

- 斜面の傾斜レベルは、丘陵地や溪谷が繰り返し形成されたことを示している。この解析では、地表が起伏していることが指摘できる。
- 高い領域は、丘陵地と谷が形成されていることを示している。高さの差に関する分類は、Desaunettes (1979:6)の分類表で示す。
- デジタル処理は、特別データをインプットし実施された。この処理はテーブルデジタイザー、スキャナーでスキャンして実施された。
- 間違いを取り除き、修正し、インプットデータを絞り込むために、編集を行った。人による間違いは（人的ミス）は特殊なももので、SIG ソフトは間違いが起きたそれぞれの課題に関する編集プロセスを提供した。
- 特別データの調整変換は、地図投影システムを調整して行わねばならない。また、作成された地図は国内基準と調整されなければならない。
- 地勢学の開発は、主題の領域に関する情報を取得するプロセスであった。
- データ標識（タギング）プロセスは、SIG の各課題に印を付けるためにコードの開発である。この段階ではコード化が必要で、特別データ及び表データはリンクプロセスのコネクター（かぎ）で、表データ（リンクデータベース）。??データベースのリンクプロセスは、内部に関連特別データをもった各課題からデータを結合するために行った。
- 地図は、別々にデジタル化された地図に基づいて合成された。
- 特別デジタルデータを切り取りまたは切り離すと、ある領域に対しての特別なデータとなった。

- 最後は品質調整で、これまで述べた過程が基準を満たしているかどうか、その結果を調べる過程である。

## 1.5 手段と資料

本調査で使用されたデータ及び資料は、遠隔操作資料、空間に関する添付資料、コトパンジャン地域のダムに関する資料などである。

本調査で使用する遠隔操作資料は、2000年及び1990年の4月に記録された Path/Row 127/060 のランドサット-TM 画像のコトパンジャンダム調査領域のための研究で使われた。

本調査で使用するランドサット画像データは、雲でほとんど覆われていないので調査解析が最大限に解析できるのはメリットである。本研究で使用する提出された空間資料は：

- 高さに関する領域地図
- 地質学地図
- 地目地図
- 土地利用目的地図
- 土地システム地図
- 傾斜地図
- アクセス・ネットワーク地図
- 河川アクセス地図
- 管理地図
- 公共企画地図

さらに、本調査で使ったデータ表は：

- 降水量データ
- コトパンジャンダムの AMDAL(環境影響評価?)データ

- コミュニティ取り組みに関するデータの分布領域
- 著差結果の1次データ
- インタビューデータ（質問者）

資料及び使用装置は、：遠隔操作資料の処理及び分析に使用するハードウェア及びソフトウェア、情報システムの地理分析

- レポート処理、分析、作成用のコンピュータ
- ERDAS , ER-MAPSPER, Arc/Info, Arc/View; マイクロソフト・オフィス
- 遠隔操作資料保管のための CD-ROOM、ベクトルデータ及びラスターデータの一時的結果保存用ディスクレット。
- 添付資料のデジタル形式への変換用の走査。
- 分類結果及び報告書印刷用カラープリンター。
- プリンター備品。インク、用紙、その他の備品。
- 現地調査に必要な GPS 及びコンパス。

## 調査域内におけるダム地形の環境

### 2.1 調査領域の地形

調査領域は西スマトラ及びリアウ州域内で、そこには PLTA-KP の発展に伴い移転した 10 村が存在している。調査地域は、地理的調整領域に基づくと北緯 0° 06' 45" – 0° 28' 15"、西経 100° 34' 45"- 100° 56' 00"、広さ 221.619,73ha であった。

このデータはコンピュータ化による方法（調査領域範囲）から得られたもので、124 km<sup>2</sup>の浸水地域に関する JBIC レポートによると、一般的に浸水地域は、居住者移転の中心地区でありまた河川敷であり、農業にとり肥沃な地域である。浸水範囲はムアラ・タクス（Muara Takus）アライ・ラマ・ケープ（Alai lama

Cape) 村からアライ・ラマ・ケープ (Alai lama Cape) 村付近へ狭まっていき、またムアラ・マハット (Muara Mahat) を通過し、狭い河川流域へと再び広がっている。後の地域は、2000年4月25日に記録されたランドサット TM の解析によると、11.718.92 ha に広がっている (WALHI, 2004)。

調査領域は、地形学的 Van Bemmelen (1970) の分布に基づくと、そこを覆っている岩盤地形の前線域も含んでいる。地形学的範囲は Umbilin から、Lisun – Kuantan – Lalo の山岳と Schiefer の間で、外側に向かっている(割り込む) Singkarak 湖の東へと続いている。

前線域の端の南東側は、東スマトラ盆地 (the East-Sumatran basin) ((Van Bemmelen, 1970) から第3紀の堆積物で封鎖されたために、失われている。コトパンジャンは、断層の隆起による運動によって起きた丘、平原、谷、流域など地表面が形成され、また、Suligi Mountain (海拔 600 m), Percaminan Hill (海拔 350 m), Payung Sari Hill (海拔 550 m), Ebony Mountain (海拔 600 m), the Girl's Hill (海拔 1330 m), the Itam Stone Hill (海拔 1380 m), Sialang hills (海拔 1155 m), Long hills (海拔 560 m), hills of Dew Wood (海拔 550 m) and Bungkok Mountain (海拔 450 m) も同じである。一方、コトパンジャン地域は、上下移動によって風化作用をその地表面に経験し、気候は熱帯で、過度の侵食が起き、その結果、河川流域、はんらん原を形成した (Verstappen, 1973)。

地塊山地は Umbili 北端に広がり、Suligi – Lipat Kain and Lisun – Kuantan – Lalo 山脈階層があり、Van Bemmelen によってスマトラ島からの地形ゾーンとして階級づけられている。

コトパンジャン地域は、Plio-Plistosen 時期の geanticlinal なアーチインシデントで形成された Line 山脈の東面に位置していた。山塊の形成は、第3期に起き、その後第4期に火山を形成した。火山爆発の結果の火山性物質は、スマトラ島の南に位置する火山前の土地の表面を覆っていた。

形成プロセスと同時に堆積などが起き、その後、スマトラ島の東側にある層となった。 (Verstappen, 1973)

コトパンジャンの地表は、継続的に発生する構造的要因と気象学者による相互作用の結果から生まれる。最近または現在起きている地殻の重要な影響は、コトパンジャン地域の熱帯気候の湿度が引き起こしたもので、デグラデーション過程と埋積作用の強度と高度によるものである。構造的要因は、コトパンジャン地域が、南東で西方向の海へと広がっている山脈、平原、土手、河川敷、沖積谷、沼地と同じく、丘、平原を形成したという事実で決定された。コトパンジャン地域を形成したこれらの事実は、険しい丘の連なりや経度によって形成された。

内因プロセスに加えて、また外因プロセスもコトパンジャン地域の地表の発展に重要な役割を果たした。特に強く急速に発生した化学的風化作用のプロセスは水によって最も長く、多くの炭酸、フミン酸などの様々の化合物やその高い濃度によって影響を受け、特に、森林植物に覆われた下の地表では、結果的に湿度レベルが岩の組成の化学的プロセスに拍車をかけたり、岩の変化プロセスを加速させたりした。(Verstappen, 1973)

急速な岩の変化と土壌形成過程は、以前は雨の降水量によって引き起こされるたが、川の流れにより形成される侵食過程に沿って起きた。また、速度の速いデグラデーションによって、砂利、沈泥、砂岩の含有物が高い濃度となり、段丘、川土手、平地などを発達させた。従って、腐敗物が残されるかまたは、砂利、砂、粘土、泥粒子が含有物となった。

## 2.2 Litologi

調査領域(コトパンジャン及びその周辺地域)は、物資を堆積する沈殿作用プロセスによって形成された。

1) 沈殿物の岩は、古生代から四半期に形成された。その岩の性質は、火成岩(変性)、灰色ワック、砂利、砂、礫岩、凝灰岩(炭堆積物と褐炭)を堆積している。



2) 深成岩、特質上は花こう岩は、古生代に形成された。この岩の裂け目には、鈴とダイヤモンドが含有され、またウランも含まれると予測される。

3) 凝灰岩は第4期(新第3世紀)に形成され、凝灰岩の火山性角礫岩、安山岩、玄武岩の上に堆積された。

PLTA KP(ダム現場)の地理的状况として、地表は中生代に蓄積した。地表形成は、凝灰岩の砂堆積物と砂利から形成された。その後、岩盤、河川敷の堆積物、河川堆積物、崖錘物質、地面の上層(上層土)を形成した。調査領域の北部では、変成岩の上に長く、険しい丘が広がる。その後、この岩は侵食が起こり主に水晶と砂岩を形成した。

北部、中でも北端にはその片面に堆積物が溜まった丘があり、別の側には、代わりの貯水池 Tiup Gadang がある。南方の Tandum と Kotoranah の間には曲がりくねった領域で、でこぼこした堆積物の平原がずっと広がる。この平原の境界は、非対称の堆積岩にある。大地と山岳システムが、例えば、サブ貯水池アラウ、Gulamo, Mahat もある。この地域は、非対称のサイドヒル堆積物を作り出し、広い隙間がある。この隙間の物質は川に流れるが、それは水晶、砂、泥、礫岩を含有している。大きな細長い川または幅の広い溝がある曲がりくねった道は沖積層地域である。現在、水の流れが PLTA-KP プロジェクトのために Rantau Berangin 付近で停止している。(土地制度地図参照)

### 2.3 . 気候と降水

降水量の格差によって、地表が決定されるが、いくらか長い時期が必要である(地理学的に)。平原の降水は川・小川などを作り出す。どのような流れも地表に摩擦を起こし、その結果としてこすられた跡や侵食を起こす。これは、削剥または侵食と呼ばれる。侵食過程により、流れ、排水溝、険しい斜面ができる。それが地表構造を作り出すことになる。

コトパンジャンの川の流れシステムと構造は、降水や季節などの気象要因で決定される。スマトラは、降水量が年中均一で降水量は多い。しかし、雨季と乾季の明白な境はない。Barisan hill 丘の西部の降水量は多いが、一方、丘の東部は低い。Oldeman 分類によると、コトパンジャンの気候は C タイプであり、5, 6 ヶ月継続する雨季と 3, 4 ヶ月乾季を伴う。雨季の降水量は月 200mm より多く、乾季には月 100mm 以下である。

コトパンジャン及びその周辺地区の気候は、雨季?熱帯で、最低降水量は月 3.250mm から月 4.000mm である。降水量が一番多いのは 4, 5 月で、2 番に高いのは 6 月である。4 月、10 月の降水は一日中続き、降水量は 200mm/月である。従って、Oldeman 分類では、この地域はタイプ C! に分類される。

土地が高くなればなるほど、降水量は増える。コトパンジャンの水力発電は、丘陵地や山で囲まれている。それには、Suligi 山 ( 海拔 600m )、Percaminan 丘 ( 海拔 350 m )、Payung Sari 丘 ( 海拔 550 m )、Kayu Arang 山 ( 海拔 600m )、Gadis 丘 ( 海拔 1330 m )、Bukit Batu Itam 丘 ( 海拔 1380 m )、Sialang 丘 ( 海拔 1155 m )、Panjang 丘 ( 海拔 560 m )、Kayu Embun 丘 ( 海拔 550 m )、and Bungkuk 丘 ( 海拔 450m )、従ってこの地域の降水率はより低い地域に比べて、高く、斜面構造で降水量がより高くなっている。

認知地域の北部は、「熱赤道」と呼ばれる。より濃度の高いところから低いところへ空気が移動するということだ。この地域の気温により、空気がより高い地域に押しやられる。その結果、気温が上昇し湿度を含む。気温が下がり、雨が降ると湿気が降りてくるが、これは「対流雨」( convection rain ) と呼ばれる。最後に、一番雨が多く降るのは 5 月と 10 月である。

## 2.4 水文地質学

この地域のレリーフは、川の状況によって判断できる。川の状況は、その長さ、流れのパターン、濃度、堆積の内容と構造などによる。故に、川は地勢形成に重要な役割を果たす。(Pujiharto, 1980)

次に、川の活動には 3 つの重要点がある。浸食、運搬、堆積である。浸食は、流れが地表を削る活動である。これにより、数千年の間で峡谷や丘陵地が形成される。その間、川の深さが深くなり、川幅が広くなり、長くなる。運搬とは、削られた物質を運ぶことである。堆積は、より低い地域で、浸食と運搬の結果として物質が集まってくる過程である。(Sampurno, 1976).

また、リアウではしばしば洪水が起きる。この地域は沼地、洪水地域、丘陵地域から形成されている。また多くの川もある。Rokan, Siak, Kampar, and Inderagiri など。Kampar Kanan 川の上流は Amas 山 (海拔 2,271m), Hijau 山 (海拔 2,274m) に位置する。またこの川は山岳地域にあり、裂け目 (北西及び南東に位置する) によってカーブしている。また、低地の造山運動の影響を受けている。また、Batang Mahat 川、Batang Kampar Kanan 川に注ぎ、Kampar 集水と呼ばれる。新しい川は東に走り、丘陵地を横切っている。さらに、Kampar 集水は 21,530 平方 Km で、Kampar Kanan、Kampar Kiri が含まれる。(JBIC, 2002). Kampar の集水の運搬、堆積過程は地形を平原に変える。このプロセスは、地理学的タービンと呼ばれる。

上流の小川は、勾配が急な密集した樹木状の流れを形成している。その流れは、山間部でなだらかで曲がりくねっている。丘陵地や平原でも、曲がりくねっている。川は溝を横断している。(集水地図参照)。

予測不可能な流れの勾配で、貯水池のコトパンジャンを分類することは簡単ではない。地質学では、流れには流入、流出、断続的(図 1)がある。流入は、地下水を提供する流れである。これは年間を通じて起きている。従って、この流れは年間の流れまたは永続する流れと呼ばれる。一般的に、激しい降水の後では、流れの停止、断続的な流れが発生し、地下水位を止める。さらに、この 3 つの型

は調査区域でも認識できる。しかし、もっとも良く見られるのは、地下水の流れから発生する流れである(流出)。それぞれの流れの説明は下記の通り。

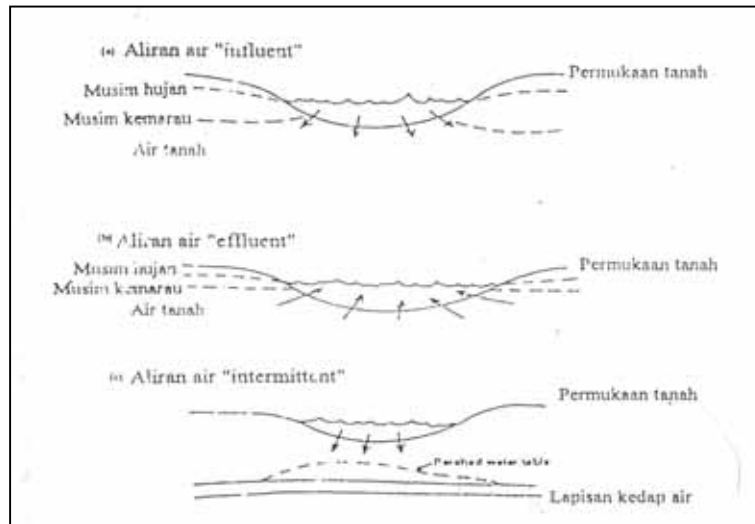


図1 川の流れのパターンに関する地質学的分類( Asdak, 1995:20)

流出は、主な川で起き、Batang Kampar Kanan Batang Mahat 川などのような大きな川に注ぐ上流の川で見られる。コトパンジャン堤防の水力発電建設のプロジェクトでは、主な川が電気的主要資源であり、37の支流貯水池の小さな川もあり、下記の通り(貯水池の表を参照)。

- a. 北西部にある3つのサブ集水から流れる川は、Tiup Gadang, Takus, Kinawaitaras 川である。
- b. 北部から流れる川は：10のサブ集水。Mantasan, Kototengah, Lubukagung, Limbago, Mangai, Sigamai, Angsa, Pukatan 川。川の流れは短い流れに分類される。

c. 南および西から流れる川は：24 のサブ集水（集水地図参照）。その性格はそれぞれで異なる。

しかし、他にサブ集水が 3 つあり、その河口は堤防がない。しかし、Batang Kampar Kanan Batang Mahat 川がある。この記述は、堤防に直接影響を与える川に関するもので、ここでは議論しない。

#### 2.4.1 流れのパターン

川には、浸食、運搬、堆積の 3 つの主な活動があるので、地表に影響を与える重要な要因である。そのような活動は、埋積作用やデグラデーションを引き起こす。また、埋積作用は沈殿作用である。デグラデーションは、浸食によって形成される。

流れのパターンは、爆発による破砕、断層、造山運動などの構造上の活動によって決定される。岩の構造もまた、それで決定される。(Sampurno, 1976)。流れのパターンは、地質学上の構造と密接に関連している。故に、流れのパターンは地域の地質学的構造の指針である。コトパンジャンの水力発電における川の発展は、地表に関するものである。その時期は年によって変化している。サブ集水 Pubala, Koto Tengah, Badin Angin, Lubuk Agung, Angsa, Rambutan のレリーフは高く垂直であり、その性質が流れによる削る能力を決定する。

1 . 幅 2,822.37 Ha の Badinangin, Biliktanjung, Kiawai, Mahat, Permanisan, Pubala, Takus の 7 つのサブ集水にある石灰華堆積物を覆う薄い地表の丘陵地で、集水全体の 2.61%である。それらはまた、砂状の石、泥の石、花こう岩、石灰華を形成し塩分を含んでいる。サブ集水 Mahat の地形は他の集水より広く、1,342.67ha、全集水の 1.24%である。

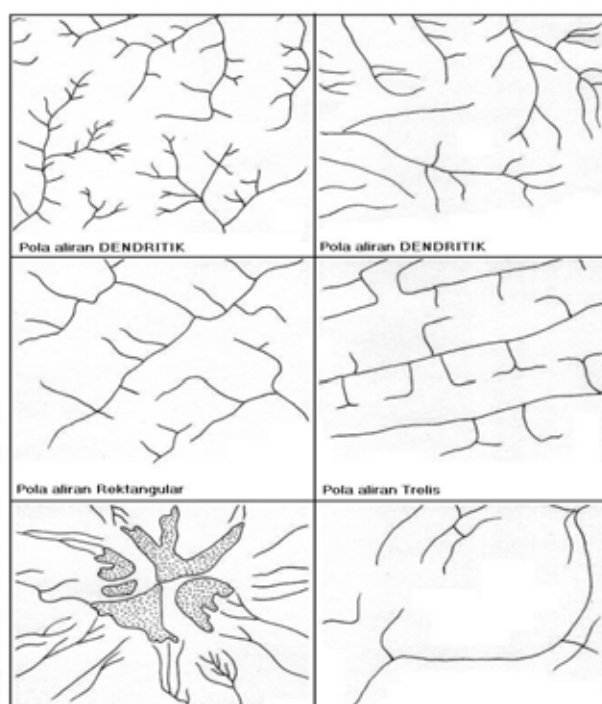
2 . 丘陵地は、石を（凝固した石）薄く覆っている。その石は、水晶、砂、頁岩、片岩で、Arau, Batubasurat, Binawang, Bual, Buyuh, Gulamo, Marang, Patut, Pukatan Saluran, Sigamai, Silantung, Singgam、Tiupgadang.の 14 のサブ集水に広がる。幅は、9,526.73 ha、全サブ集水の 8.81%。

3 . 玄武岩の爆発性の層の上の丘陵地の勾配は険しい。それらは 3 つのサブ集水 Binawang, Tangko、Tiugadang へと流れる。幅は 210.25ha で、全サブ集水の 8.81%。火山性玄武岩がこの地域で発達し、玄武岩、安山岩、花崗岩、閃緑岩となっている。

4 . 丘陵地の背後は不規則な堆積物構造の上に広がり、川により分断されている。調査地域の土地分布は、サブ集水の全幅を占領している。それは Kulang, Manggung, Patut, Pubala, Pulai, Saluran, Singkalikur の 8 つのサブ集水を除く。その他の 29 のサブ集水は 33,482.05 Ha、全支流幅の 30. 93%である。

5 . 線上に連なる丘陵地は堆積物から形成され、険しい勾配を持っている。その地形は Gosong, Gulamo, Kulang, Mahat, Manggung, Manggilang, Singgam, Sipanai、Tasam.の 9 つのサブ集水で見られる。幅は 6,862ha で、全サブ集水の 6.34%。岩石の特徴は、砂状、泥状、頁岩。最大の幅のサブ集水支流は、Mahat。 2,923.38ha、全サブ集水の 2.7%。サブ集水 97 ha、2, 34%。

図2 川の流れのパターン(Lobeck, 1939)



クエスタは、ドーム状の領域を発達させる。かなりの勾配があり、砂岩で発達する。丘陵地地形は、Batubasurat, Gulamo, Limbago, Lubukagung の 4 つのサブ集水に見られる。砂の堆積の特徴は、礫岩、砂状、泥状、頁岩。

#### 2.4.2 . 川の流れ

この章で論じる面は、川の流れの長さ、集水地域、川の流れのパターン、川の流れの密度である。川の流れの密度指数を数えるには、

$$D = \frac{I}{A}$$

**D = River Stream Density Index**

--- **I and A = the sum of length and area of WCA (m and Ha)**

川の流れの密度指数は、集水にいくつの水流があるかということを示す。Horton (1945 in Patton, 1990: 53)によると、流れの密度指数は浸透能力の拡大プロセスと浸食を阻止する指数である。河川の排水地域は、降水量が注がれる場所である。また、集水の特徴は量と質で表される。Horton は (1932 年、Patton による引用, 1990: 51)、ある要因が河川の特徴に影響すると述べている。それは以下で説明される。

- 1 . 河川ネットワークの形態計測 ; 河川ネットワークの計測形態特質の量的形式で、河川密度指数、河川分岐評価、集水の下り勾配。
- 2 . 土壌特性 ; 集水の土地の特質は、浸透能力と関係する。
- 3 . 岩石学状況 ; 岩の特質は、浸食過程に影響を及ぼす。透水層は、浸水作用能力が高く、その岩盤が不浸透性の地域は、洪水を起こりにくくさせる。

4 . 植物生育状況 ; 植物生育の状況は、浸食過程、浸透、表面抵抗に影響を及ぼす。

5 ・ 気象学及び天候状況 ; 天候は降水率に影響を与える。

もし河川が高い密度指数なら水流の距離がより短く、従って高い密度指数を持つ河川は、地下水の流れに浸透するよりも、洪水災害の可能性がより大きいという結論になる。最も高い河川ネットワークの密度指数は 6.53 m/ha で、サブ集水 Tangko である。この地域は Kampar Kanan の流れによって排水され、最近では、その地域のほとんどが PLTA – KP 集水によって浸水した。もっとも低い密度指数はサブ集水 Koto Tengah で、30.53 m/Ha。この流れは高い浸透性と強い抵抗力を持つ岩盤を流れ、堆積物はあまり運ばれない。調査した河川ネットワークの平均密度は 18.85 m/Ha で、これは表面が排水されることによって土地が浸透されないことを示している。この地域の土壌抵抗によるもので、水を含まず、表面が排水され、物質が流れ(浸食過程)または川に流れる。

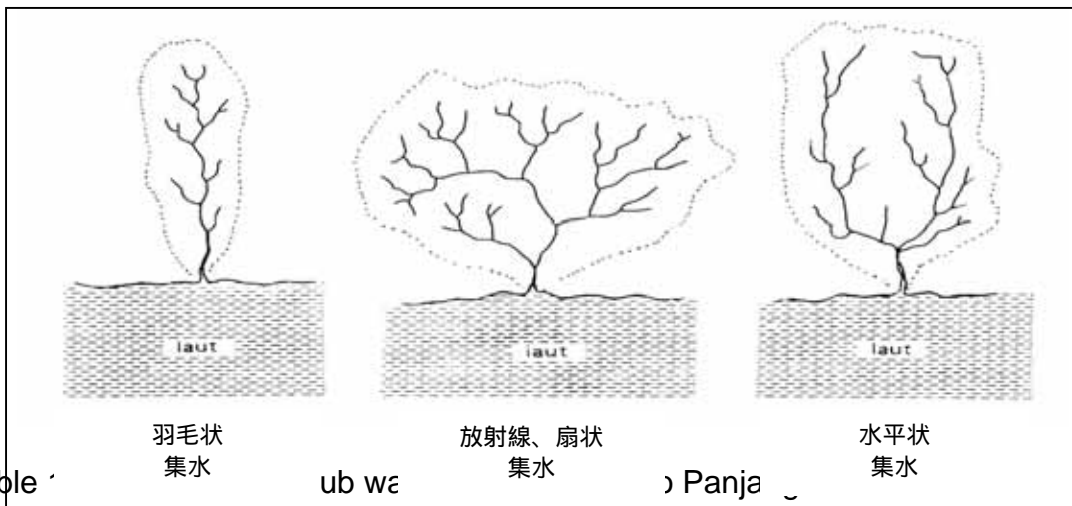
調査の集水地域の長さを測る自動 コンピュータ分析に基づくと、最長の集水地域はサブ集水 Mahat (421,548.87 m or 18.57 m/hectare) 、 Gulamo (419,244.12 m or 20.94 m/hectare)にある。ある地域は Tiup Gadang (176,071.9 m or 16.2 m/hectare), Takus (134,606.72 m or 18.29 m/hectare) 、 Parmanisan (120,610.97 m or 23.31 m/hectare)などより長い集水がある。このサブ集水は集水が浸食の影響を受けやすいということを示している。これらの地域にある主な岩は沈殿物による岩で、砂岩、砂利、泥 (表 1 参照、集水地域の地図) からできている。

地理的に見ると、調査地域は 221,619,73ha で、37 の集水に分割され、それぞれ 108,243,86ha である(WALHI, 2004)。 各集水の密度は、18.85%。また土地のほとんどは砂状の堆積物、砂利、泥で形成される。また、降水率も高く、このため、浸食プロセスが促進される。 流れによって運ばれる物質もあり、また、PLTA – KP 集水へ運ばれる物質もある。



一般的に、集水地域には以下の4タイプがある。

1. 種類 - 形 集水； この種の集水は浸水が少ない。河川支流の洪水が主流に到着する時間の差による。
2. 放射線状集水； うちわまたは円のような形状をしている。一般に、この集水は合流地域で浸水の可能性が高い。
3. 水平状集水； 2つのタイプの流れがあり、各下流で合流地域で合流する。
4. 複雑形集水； サブ集水が合わさったもの。



Table

No	サブ集水	集水地域 (ヘクタール)	河川の長さ (m)	被覆密度 (m/ヘクタール)	河川パターン (m)
1.	Takus	7,3659.38	134,606.72	18.29	半 dendritik
2.	Tiup Gadang	10,866.57	176,071.90	16.20	荒い構造と平行
3.	Kinawaitaras	2,679.21	56,483.19	21.08	半 dendritik
4.	Bandin Angin	1,282.71	37,297.11	29.07	半 dendritik
5.	Pubala	255.84	9,361.31	36.58	半 dendritik
6.	Bilik Tanjung	504.29	9,046.75	17.93	平行
7.	Permanisan	5,173.56	120,610.97	23.31	Dendritik
8.	Tangko	3,372.10	22,033.84	6.53	Meander
9.	Mantasan	9,112.24	21,00.45	23.53	半 dendritik
10.	Binawang	2,501.20	27,105.45	10.84	Meander
11.	Koto Tengah	764.13	23,328.30	30.53	半水平
12.	Lubuk Tengah	689.53	17,985.71	26.08	半水平
13.	Batu Basurat	1,960.95	26,111.70	13.32	半水平
14.	Limbago	528.14	12,838.73	24.31	Sentripetal
15.	Pukatan	949.22	18,831.19	19.84	半 dendritik

16.	Mangai	1,478.87	33,178.67	22.43	半 dendritik
17.	Sigamai	1,371.64	24,936.98	18.18	半 dendritik
18.	Bual/Batu Angk.	1,364.45	23,099.02	16.93	半 Parallel
19.	Angsa	215.09	6,075.14	28.24	水平
20.	Arau	4,962.62	97,692.92	19.68	Trellis with middle texture
21.	Buyuh	2,387.61	54,971.07	23.02	Complex
22.	Patut	2,068.42	39,959.24	19.32	荒い構造と垂直
23.	Saluran	1,137.34	21,984.09	19.33	荒い構造と垂直
24.	Silantung	742.75	16,197.75	21.81	水平
25.	Marang	1,747.72	35,399.97	20.25	Pinate
26.	Singgam	1,532.30	24,772.83	16.17	水平
27.	Rambutan	271.06	7,081.21	26.12	半 Parallel
28.	Singkalikur	266.75	6,150.01	23.05	水平
29.	Kulang	677.04	9,513.61	14.05	Sentripetal
30.	Pulai	170.50	4,248.48	24.91	水平
31.	Manggung	1,334.31	23,098.72	17.31	半 dendritik
32.	Sipanai	1,038.29	17,430.76	16.79	Rectangular
33.	Gosong	1,548.71	23,526.84	14.80	水平
34.	Gulamo	20,024.80	419,244.12	20.94	Dendritik
35.	Tasam	1,056.37	12,488.03	11.82	水平
36.	Mahat	22,700.14	421,548.87	18.57	Complex
37.	Manggilang	307.03	4,843.99	15.77	半 dendritik
<b>Total</b>		<b>108,243.86</b>	<b>2,040,155.48</b>	<b>18.85</b>	

出典：WALHI データより算出、2004

## 2.5 高度

海拔要因によって、地表構造を変化させる水の活動（降雨、地表浸食，河川の流れ）によって影響を受けた後、地表の表面形態を変化させる。海拔は熱帯地方ではより気象状況に影響を与え、また天候や天気を与え、浸食過程によって地表が形を変える。本調査による海拔は、以下に述べる 5 つの型に(海拔地図参照)分けられる。

### 2.5.1 海拔 0 - 100m

調査地域は約 21,220.95ha、サブ集水全体の 19.45%である。また、サブ集水分類に基づいて分類される。この表によると、海拔 0-100mでサブ集水 Tiup

Gadang (2.53%)、Tangko (2.4%)に分布することがわかる。サブ集水 Tiup Gadang は、Tandun に向けた山の尾根付近の北西部に位置する。一方、サブ集水 Tangko は、Tiup Gadang の南部地域に隣接している。両サブ集水のほとんどの地域が、PLTA – KP 貯水池によって浸水被害を受け、海拔 0-100m の広い地域もまたサブ集水 Gulamo (2.16%)があり、サブ集水 Takus (1.82)の中央または南西地域に位置する。この地勢図は、多くの形態の小さな丘と沈殿物でできた土地を示し、頂上は超アルカリ岩の上に円状となっている。

海拔 0 - 100mは Koto Tengah, Lubuk Agung, Batu Basurat、Limbago のサブ集水のほとんどで見られる。地勢図から明らかだが、河川の堤防と平坦な堤防がある。

### 2.5.2 海拔 100-250m

この海拔の調査地域は、70,152.98ha、全領域の 64.32%です。サブ集水 Gulamo、Mahat ではほとんどがこの海拔で平均 13.46%、そして南西 南東に向けた堆積物の山の尾根によって分かれている。通常、この海拔はサブ集水の theentire 地域にまで広がり小さな丘陵地と深い峡谷を形成している。この標高は、南東部地域では長くひだのある地勢図によって影響を受け、従ってその形状は変成岩の上に険しい尾根が形成されている。より狭い地域では、サブ集水 Pulai などのようにこの海拔がほとんどで (0.15%)、また通常河川上流もそうである。

### 2.5.3 海拔 250 – 500 m

この海拔は様々の形を形成し、主な形状は険しい渓谷のある険しい丘陵地である。サブ集水 Mahat はほとんどこの高さで 6,573.61ha、6.03%で、山頂は Bukit Lincir (450 m asl)である。Gulamo, Mahat, Sipanai, Marang, Manggung, Gosong,

Permanisan などのサブ集水では、この高さは険しい傾斜を形成している。この地域は、下記のように分類できる。

a. Takus, Tangko, Kinawai, Pubala, Bilik Tanjung, Mantasan, Binawang, Koto Tengah, Batu Basuat, Lubuk Agung, Limbago, Pukatan, Nangilan などの集水には、この高さはない。

b. Badinagin, Mangai, Arau, Bual, Sigamai, Angsa, Buyuh, Patut, Saluran, Silantung, Singgam, Rambutan, Singkalikur, Pulai などのサブ集水において、この地域の平均海拔は 500m 以下である。全体ではサブ WCA に位置し、3,026.87ha、全体の 2.77%である。

#### **2.5.4 海拔 500 – 750 m**

海拔 500 - 750m は、Permanisan, Gulamo, Kulang, Sipanai, Gosong, Manggung, Tasam、Mahat.のサブ集水のみに見られる。この地域は、約 1,161.3ha、調査全地域の 1.48%。その概観は、険しい絶壁のある狭い堤防で、サブ集水 Mahat などのある場所では、大きな切断があり不規則な形をしている(海拔地図、表 1 参照)。

#### **2.5.5 海拔 750m 以上**

この高さの海拔があるのは、サブ集水 Mahat のみで、193.65ha、全調査地域の 0.18%である。頂点は Sarang Layang – Layang 山脈(海拔 868 m)で、幅の広い切断のある堆積物による尾根として分類される。

### **2.6 下り勾配**

下り勾配または傾斜地は、人間の活動を持続させるのにどう影響を与えるかを測定できる良い判断基準である。傾斜地では、物理的単位、つまり幅、分布、地表の勾配パターンを測定する。勾配は、パターンと分布に関連する。様々な傾斜、パターンフォーム、同心円、山地または火山と関係する。一方、山間の傾斜は、平地と関係する。もしパターンが険しい勾配(>40%)にまで広がると、傾斜地と関連して小さな傾斜、はんらん原または海岸を形成する。

集水地域では、土地の勾配は重要な要因である。レリーフを高めることと険しい傾斜は、水を集める時間がより短くなる。さらに、土地の勾配は浸水に影響を及ぼし、浸食過程に影響を与える。より険しい勾配は、浸水能力より表面的な流水を高めるだろう。また、浸食がより進む可能性もある。この場合、一般的に、最初の河川オーダーは険しい傾斜に位置し、次のオーダーは平坦な傾斜に位置する。

コトパンジャンの調査では、傾斜の勾配は 7 つの分類(傾斜地図参照)からなる。

### 2.6.1 勾配 0 - 2%

調査地域の勾配 0 - 2% 分布は、15,125.4 ha、13.87%に及ぶ。集水分布に基づくと、この傾斜の分類はより広い範囲の地域が、サブ WCA Tiup Gawang (2.43%), Takus (2.09%), Tangko (1.46%), Mahat (1.25%), Gulamo (1.15%), and Binawang (1.09%)に見られる。起伏している土地の形状ははんらん原、河川堤防、沈殿物による土地で、それらは小さなグループを形成している。勾配 0 - 2%は、限られた場所において丘陵地や起伏する土地で囲まれるグループに分布する。地図で分かるように、勾配 0 - 2%は定住地に使われ河川の周囲に位置している。

### 2.6.2 勾配 2 - 8%

この地域は 35,800.01ha、全体の 23.82 %を占めている。勾配 2 – 8%の傾斜地は、この地形学的分類による外観が小高い丘陵地の起伏する土地を示していることと関係する。これは集水 Gulamo (5.45%)でよく見られる。1990 年、この地域は低地森林であった。しかし 2000 年には、ゴム及びオイルやし園、さらには陸稲、開けた土地に変わっている。サブ集水 Mahat のほとんどは全体の 5.22%で、畑地に変わっている。また、その他のサブ集水になっている。勾配 2 – 8%の傾斜地は、すでに大農地と農園地域に取って代わっている。

### 2.6.3 傾斜 8 – 15%

この傾斜地は 23,435.77ha で、全体の 21.49%である。丘陵地に向かって険しい勾配の起伏した土地のある地形である。各集水は 244.87ha、平均勾配 0.22%、これはサブ WCAGulamo (5.79%), Tiup Gadang (1.57%), Permanisan (1.77%) and Mahat (4.95%)を除いたもの。これらの地域は農地や農園の傾斜地の低地森林の残りを開くことによって、すでにほとんどが使用されているが、広い地形では農園と開けた土地が規則的に見られる。

### 2.6.4 15 – 25%

各集水の地形には、傾斜地と傾斜分布のパターンに類似した概観が見られる。サブ集水 Gulamo (3.65%), Arau (1.92%), and Mahat (4.17%)を除くと、下り勾配の分布は丘陵地の裾野に広がり、幅広い地域に広がっている。主な河川は貯水池に向けられたものもあり、上流コースはこの傾斜地からのもので、中央のサブ集水など、Mahat 支流に注ぐ。表面の物理的状況は浸食され、丘陵地の裾野にある盆地にある。河川の流れて砂と泥が流され、それらが川底となりその他の土手を形成する。

Permanisan, Pubala, Mantasan, Koto Tengah, Lubuk Agung, Limbago, Pukatan, Angsa, Silantung, Rambutan, Singkalikur, Kulang, Pulai, Manggilang な

どの限られたサブ集水は、浸食作用が大きい。流れが短いことが原因で、その特徴はまさに浸食過程を引き起こす気温の変動、そして浸食物質を引きおこす険しい斜面である。

#### 2.6.5 下り勾配 25 – 30%

下り勾配 25 – 35%の地域は非常に険しく、勾配が大きく、河川の流れの加速が高い。調査地域では 37 のサブ集水があり、それは様々の特徴があり、様々の物理的条件を示している。傾斜地の下り勾配レベルと密接な関係があり、そこからの限定要因は、その地域を流れる水の流れを早める。下り勾配 25 – 30%は険しい傾斜と丘陵地域に関連する。調査地域は 5,110.60ha, 4.68%で、以下の 3 つに分類される。

a. 下り勾配 25 – 30%、平均範囲 0.04%の分布がサブ集水 angko, Mangai, Bual, Sigamai, Angsa, Silantung, Singgam, Rambutan, Singkalikur, Kulang, Pulai, Gosong, Marang、Manggilang.にある。一般的に、これらのサブ集水の範囲は狭く、短い河川があり、一方このようなサブ集水は北部、南東部、PLTA – KP 貯水池の南部に位置する。

b. 平均範囲 0.13%、下り勾配 25 – 30% の分布は、Permanisan, Tiup Gadang, Buyuh, Patut, Saluran, Sipanai, Manggung、Tasam.サブ集水にある。ほとんどすべてのサブ集水は非常に傾斜が大きく、深い渓谷があるが、サブ集水 Tiup Gadang にはない。

c.. 平均範囲 0.91%、25 – 30%下り勾配の分布は、Gulamo, Arau, Mahat サブ集水にある。サブ集水 Arau では、形成された斜面は層または腐食した断層による影響を受けている。Gulamo は、河谷で分断された険しい斜面のある小高い丘陵

地がある。サブ集水 Mahat には、丘陵地と山の斜面は不規則な傾斜があり、それぞれが多くの方角に向けて広がっている。

#### 2.6.6 下り勾配 30 – 40%

下り勾配 30 – 40%の地域は、利用が難しい地域である。2000 年の土地の地図に見られるように、森の植物がモザイク状に示されているが、その周辺は農園やその他に使用されている。険しくまたは山岳と関連するこの位置は、すそが川谷に直接連結しており、サブ集水 Gulamo, Arau, Mahat に見られる。サブ集水 Mahat の斜面の方向の地形は非常に複雑だが、Arau は北東 - 南西へ向かり、一方 Gulamo は北西 南東に向いている。それぞれの方向は資質学的過程で決定される。それからそれぞれの集水で流れのパターンに影響を与える。

調査地域にある下り勾配レベル 30 – 40%の傾斜は、6,927.45ha、6.35%である。傾斜は各サブ集水でほとんど同じだが、サブ集水 akus, Kinawai, Pubala, Bilikanjung, Koto Tengah、Lubuk Agung はそうではない。一般的に、下り勾配レベル 30 – 40%は、PLTA – KP 貯水池の南部を占めている。残りは、北部にあり、そこはサブ集水 Tiup Gadang が占有している。

#### 2.6.7 下り勾配 40%以上

この勾配は、持続不可能な険しい傾斜地または崖と関係している。一般的に、地すべりや岩盤すべりがある。記録されている傾斜は 5,414.41ha、4.96%である。幅が最大のものはサブ WCA Maha で、2,486.45ha、2.28%で、次にサブ WCA Gulamo (599.02 ha、0.55%)である。この下降勾配レベルは Kampar Kanan 流の周囲、PLTA – KP 貯水池の周りのサブ WCA にある。(WCA 地図参照)。



## 調査対象地形地域の分類

発達の過程は、過去から現在までに起きる地質学的及び地形学的過程の影響を受ける。(Van Zuidam, 1979) 発生は、地表である形が形成される過程である。発生と起源の過程を満たす要素は地質学的状況、層序、貯水池地域の観点を考えることによる岩の種類、降水率である。資質学パターンは地表の岩の構造と関係がある。岩の種類は、形を形成する特徴と発生に関係がある。貯水池地域は地表の変遷過程を反映している。理由は降水率に影響を及ぼし、常に河川は浸食し、輸送、水の沈殿物を沈殿させるからである。

現在の傾斜と地表は抵抗力のない原沈殿物を構成、調査、そして規則的パターンがあり、浸食されやすい。また、ますますオープンカット地域となる、それは流量、円錐型の頂上の丘陵地のためである。これらの丘陵地は傾斜が険しく、その地質学的構造に類似している。

このような要素を考えると、地表の形は最終的に次のようになる (土壤システム地図参照)

表 2 : 調査地形の分類(PLTA – KP)

No	地形単位	広さ (ヘクタール)	(%)
1	大地及び山岳地	41.934,20	18,9
2	丘陵地	91.121,30	41,03
3	平地	78.018,28	35,13
4	堤防	3.168,68	1,43
5	沼地	193,96	0,09
6	沖積谷	3.250,09	1,46
7	川土手	4.372,78	1,97
<b>Total sum</b>		<b>222.059,29</b>	<b>100,00</b>

出展：データ分析結果(WALHI, 2004)

河川の上流の傾斜が険しいと、流れが滝のようになる。魚捕に利用する Mahat, Kampar Kanan などの例のように平野を通過する河川は幅がより広く平坦になる。

降水率は浸食抵抗性のない土地構造に影響する。従って河川は、砂、砂利、泥などの物質を浸食する。その物質は、川底や流域にそった沖積地に蓄積される。

堆積の過程は現在も進行中で、Muara Takus 川付近の人々が堆積物質を利用していることから伺える。

### 3.1 地形の特徴

#### 3.1.1 大地および山岳システム

この地形の特質としては、大地が形成され、消去し、浸食過程により土地に堆積、浸食された場所が険しい傾斜を形成する。本調査では、岩石の堆積に基づいて大地と山岳を分類する。硬い変成岩で形成されたバック丘陵地が、17の非常に険しいサブ集水は7,534.265ha、全体の6.96%を占める（各サブ集水システム表を参照）で、主に、水晶と砂岩である。また、山の尾根は、すでに侵食した不規則な沈殿物の岩で、13の集水に見られ、13,869.11、12.81%である。主なものは、礫岩、砂岩、砂利、泥。また、この地域は塩分を含んだミネラルでできている。

大地地形と岩堆積の性質をもった山岳システムの分布は、8つのサブ集水に見られる。Arau, Gosong, Gulamo, Kulang, Mahat, Marang, Sipinai, Tasam など。これらのサブ集水では、岩が水を貯めるのでなく、浸食過程を引き起こす。

#### 3.1.2 丘陵

本調査の丘陵地形は91,121.30ha、全体の41.03%である。分布によると、岩の重なりと形態に分類できる。その分類は、以下の6つの丘陵地形。

1. 丘陵は、石灰華堆積岩の上に出来た険しい地形である。Badinangin, Bilikanjung, Kiawai, Mahat, Permanisan, Pubala, Takus の7つの集水にある。

2,822.37ha, 全体の 2.61%。これらの地域は、砂岩、泥状の岩、花崗岩、石灰華、塩気のあるミネラルからできている。サブ WCA Mahat では、この地形は他に比べてより幅が広く 1,342.67ha, 全体の 1.24%である。

2 . この丘陵地は、非常に険しい岩の上の長い尾根がある。変成岩が積み重なり、石英、砂岩、頁岩、片岩がある。それは Arau, Batubasurat, Binawang, Bual, Buyuh, Gulamo, Marang, Patut, Pukatan, Saluran, Sigamai, Silantung, Singgam、Tiupgadangmなどの 14 の集水にある。範囲は 9,526.73ha、全体の 8,81 %。

3 . かなり険しい火山性の玄武岩の上に形成された丘陵地。このタイプの丘陵地は、3 つの集水 Binawang, Tangko、Tiupgadang にある。210.25ha, 全体の 0.19%に分布し、202,49ha, 0,18 %のサブ集水 Tangko にはない。この地域を形成する火山性 玄武岩の特徴は、玄武岩、安山岩、花崗岩、閃緑岩である。

4 . 堆積岩の上にある尾根、不規則な形、川谷によって分断された丘陵地である。この地形は広い地域にあり、8 つの集水 Kulang, Manggung, Patut, Pubala, Pulai, Saluran, Singkalikur を除く、どの地域にもある。一方、残りのサブ集水は、33,482.05ha, 全体の 30,93 %。岩は礫岩、砂岩、泥岩、頁岩からなる。その位置はサブ集水 Gulamo にあり、この地域のほとんど半分を占め 10,078.68ha, 9.31 %、サブ集水 Mahat ( 6,414.59ha, 5.93 %)を伴う。

4 . 険しい斜面で、長い尾根のある丘陵地地形。この地形は、9 サブ集水 (Gosong, Gulamo, Kulang, Mahat, Manggung, Manggilang, singgam, Sipanai, Tasam)に分布し、約 6,862.69ha, 全体の 6.34 %である。形成する岩は、砂岩、泥岩、頁岩。さらに幅があるのはサブ WCA Mahat (2,923.38 ha,2.7%) と Gulamo (2,534.97 ha.2.34%).である。

5. 傾斜のあるドーム型の Kuestaha は中央が下り勾配で、砂岩で構成される。

Kuesta 地形は 4 サブ集水 Batubasurat, Gulamo, Limbago、Lubukagung にしか見られない。この特徴は礫岩、砂岩、泥、頁岩でできている。

### 3.1.3 準平原

これは、地表を準平原に変化させる削はつと岩希釈過程が原因となって形成される。削はつは浸食過程で物質を洗い流し、他の場所に堆積させる。洗い流された物質は、山岳、丘陵、斜面から運ばれる。この地形は 78,081.28ha、35.13 %で、形成過程によって分類される。

1 混合の変成岩の上に形成された小さな丘陵地のある準平原地域は 4 つのサブ集水 Buyuh, Patut, Saluran, Sigamai に広がる。Wkhile 混合の変成岩は、phillite、頁岩、水晶、砂岩、沖積層、河川堆積からなる。4 つのサブ集水は 481.57ha、0.44%である。土地が非常に限られている。

2 変成岩の上にある小丘陵地のある準平原は、頁岩、砂岩、沖積層、河川堆積からなる。この地域もまた限られ 281.38ha、0.26%で、4 サブ集水(Gosong, Gulamo, Marang、Singgam)にある。サブ集水 Singgam のみが幅が広く、182.345ha、0.17%である。

3 円状で玄武岩の上に形成される丘陵地や山岳にある準平原。この地域は、花崗岩、石灰華、砂岩、泥、沖積層、河川堆積物からなり、また、塩分を含むミネラルがある。12 サブ集水 (Badinangin, Biliktanjung, kinawai, Kototengah, Lubukagung, Mahat, Mantasan, Manggilang, Permanisan, Takus, Tangko dan Tiupgadang) にあり、約 6,856.77ha、6.33 %。最も広い分布は、サブ集水 Tiupgadang (2,953.12 ha, 2.73 %)、Mahat (1,559.25 ha, 1.44%)である。残りは、0.6 %以下。

4 . 石灰華堆積岩（花崗岩、石灰華、砂岩、泥）からなる小丘陵地のある準平原で、塩分を含むミネラルが認められる。12,265.48ha、11.33%に広がり、9 サブ集水 (Bandinangin, Kinawai, Kototengah, Mahat, Mantasan, Pubala, Takus, Tangko and Tiupgadang)に分割される。1,000ha 以上の範囲に、サブ集水 akus (5,259.57 ha 4.86 %), Tiupgadang (3,126.3 ha, 2.9 %), Kinawai (2,112.75 ha, 1.95 %) dan Mahat (1,111.89 ha, 1.03 %)がある。

5 . 起伏する地形をもち、堆積岩（頁岩、礫岩、砂岩、泥、塩分を含むミネラルを??）から形成される準平原。どのレベルの起伏した土地も 16 サブ集水 (Arau, batubasurat, Binawang, Bual, Buyuh, Gosong, Gulamo, Kototengah, Limbago, Lubukagung, Mahat, Mangai, Pukatan, Sigamai, Singgam dan Tangko)にある。その範囲は、約 5,209.58ha, 4.81%で、最大の分布はサブ集水 Gulamo1,786.52ha, 1.65 %のみ。

### 3.1.4 河川堤防

fluvialic 過程で形成され、表面から洗い流され、沖積層の川を流れる。形成された形は、Kampar、Mahat の曲がりくねった流れの周囲の幅の広い堤防のような形状である。この堤防は、15 サブ集水(Badinangin, Batubasurat, Biliktanjung, Binawang, Gulamo, Kinawai, Kototengah, Limbago, Lubukagung, Mantasan, Pubala, Takus, Tangko dan Tiupgadang)に位置し、2,772.65ha, 2.56 %である。平均の各サブ集水は 185ha, 0.17 %。

### 3 . 1.5 沖積谷

河川過程で形成された沖積谷で、流され、また丘陵地に位置する沖積と collovium 物質のある川の流れて。小規模谷である。Kolovium は上流部で浸食し、

丘陵地の斜面と谷に堆積する結果である。サブ集水 Gosong, Gulamo, Mahat, Manggilang, Singgam dan Tangko に分布し、1,647.62ha, 1.52 % である。

### 3.1.6 河岸段丘

河岸段丘は沖積平野、三日月湖、洪水原である。調査地域は、パノラマ的風景と広がりがあり、2種類の河岸段丘に分類される。

1. 河岸段丘は沖積層を含み、起伏している。11 集水 Badinangin, Batubasurat, Binawang, Gulamo, Kinawai, Kototengah, Mantasan, Pubala, Takus, Tangko, Tiupgadang にある。幅 3.465,62 Ha 、 3,2 %。Tangko は 1.722,41 Ha 、 1,6%、Binawang. は 1.094,86 ha 、 1,01%。

2. 小溪谷の沖積、崩積物質でできた幅の狭い河川敷は、Gosong, Kulang, Mahat, Singgam, Singkalikur の5つのサブ集水にある。その5つの集水から、溪谷及び丘陵地に広がり、わずか 358,78 Ha 、 0,33%。

### 土地利用のパターン

土地利用調査は、最も影響がある物理的要因に焦点を当てている。その要因とは、(1) 高さ (2) 縁辺部、(3) river net である。土地利用は、歴史、物理的及び自然環境、その他の数多くの要因が絡み合っていて残されている。(Sandy 1995: 124)。人間があちこちに住む習慣から、過去に( PLTA-KP 地域) 人々が活動するために選択した物理的自然環境を述べる。

土地利用のパターンは、その地域の人々の生活の適応とレベルを反映している。実際、土地利用は人間の技術に関する取り組み、全体レベルよりも空間に関

するものであった。

サンディー(1973)は、人間の取り組みとしてインドネシアの土地利用の発展レベルに関するモデルを作成した。

- a. 外からの影響を受けずに、人間が利用した最初の土地は平坦な土地だった。しかし、自然の攻撃や野生動物（洪水、地すべり、野生動物、植物の病気）から守られていた。
- b. 次の発展は、川の下流ではなく上流だった。例えば、伝統的植物や畑地のある農園やかんがい施設のない畑だった。
- c. 相互作用が増加すると、PLTA-Kp ダムプロジェクトの外側の影響を受け、その結果、そこから除外された社会は、社会、経済、文化面で衰退した。
- d. もし、新しい地域、人口増加の減少、職業の変化を抑える取り組みがなされないなら、貧困の原因となろう。

ダムプロジェクト以前、過去の土地利用パターンは、現在の土地利用パターンの発展と比較するために知る必要がある。1987年のRePPPProt地図分析、また1984年の地勢図縮尺比1:50.000に基づいて、土地利用は7つ（土地利用地図、土地、土地地図1990年、土地地図2000年、表3参照）に分類される。

表3： 調査地域の土地利用の種類と広さ

No.	土地利用目的	広さ(Ha)	割合 (%)
1	定住（村）	1.600,5	1,48
2	田	2.434,11	2,25
3	非灌漑地	29.645,64	27,44
4	雑木林	28.786,02	26,65
5	農園	2981,22	2,76
6	荒草地	4.372,8	4,05
7	森	38.200,02	35,36
<b>Total</b>		<b>108020,27</b>	<b>100,00</b>

出展：RePPProt データ処理結果、1987 年、地勢図 1984 年(WALHI,2004)

#### 4.1 調査地域における土地利用の分類

この地域の土地利用の普及と広さは、サブ集水に基づき分類された。目的は、水の流れと土地利用のパターンの構造的関係を考察することである。その関係は、保護環境を考慮し、継続的に実施することで、土地利用のパターンを決定するために利用できる。

以下の分析は、1984 年と 1987 年、PLTA-KP ダムのサブ集水における土地利用の分析である。

##### 4 . 1.1 . 定住 (村)

この村の定住は、人工的な文化である。そこでは、それぞれの場所に特徴がある。RePPProt 1987 出版の土地利用地図を見ると、認識できる定住の広がりにはサブ集水単位にあるのみならず、PLTA-KP ダムプロジェクトによる移転の定住による。人々は水の流れ (batang kampar and batang Mahat) 近くに定住を選択し、また通りの近くには以下の点が認められる。

1 . 社会的側面。通常、コトパンジャンの人々は密接な関係を持ち、かつ協力しながら暮らすために定住を計画することを決定した。

2. 経済的側面。コトパンジャンの人々は、その地で農園、田んぼ、漁などの仕事を探すことは困難ではない。土地や川が離れたところにあっても、農産物は簡単に流通させることができた。

3 . 社会経済面を促進する諸経費。当時人々は、他の社会と簡単に交流できた。



従って、人々は通り、モスク、その他の礼拝所、村の集会所、学校、露天、市場の近くに住んだ。

一般的に、調査では、定住を確立するため、社会的生活と安全に適応した。次の社会経済的発展は、広域での交流がなされていたことを知るのに重要である。浸水前の地図で分かるのは、南部の Tanjungbalit, Tanjungpauh, Muaramahat 村に定住が広がっていたことだ。この3つの村は Mahat 通り・川、西部地域、batang Kampar Kanan (tanjungalai, Batubersurat, Kototengah, Pongkai, Pulaugadang, Muaratakus, Bungsu 山)に沿っていた。つまり、村の位置は規則的に配置されていた。しかし、彼ら自身の基準で、社会的境界があった。例えば、平野に住んだのは、仕事を始めるため、水が近くにあること、洪水から守るためだった。

37 サブ集水を含む調査地域に基づくと、定住地域は幅と場所が均一ではない。定住地の広さは、サブ集水の広さ全体の約 1600,5 Ha、1,48%である。また、8つの集水( Badinangin, Batubasurat, Biliktanjung, Bual, Kinawai, Kototengah, Lubukagung, Mahat, Mangai, Mantasan, Manggilang, Permanisan, Pubala, Sigamai, Sipanai, Takus, Tangko, Tasam, and Tiupgadang)がある。最も広いものは、Badinangin (173.4 Ha、0.16%)、次に Tangko (156.27 Ha or 0.14%)である。小規模サブ集水 Tiupgadang 約 2.85 Ha もある。

#### 4 . 1 . 2 水田

川の近くにある社会は、水をどうコントロールし利用すればいいのかを知っており、作物も雨季に頼る必要がない。次第に平地の水田は簡単な灌漑を作るようになり、生産は長年季節で最高だった。まず、水田は現在貯水池で、以前は、灌漑また農園用に利用され、現在は様々なものが栽培される農園（果物、塊茎類、野菜など）である。

文化的側面から見ると、農園定住のための空間利用によると、水田がその定住地のほとんどを占めているようだ。まず、分布は、歴史的背景、文化、環境、さらに技術によるものだった。調査過程では、土地を利用する際には手がかり、失敗もあった。水田地域の自然環境にマッチし、土地は季節的に起こる浸水などを考慮していた。さらに、コトパンジャン地域の人々が利用した農業技術の発展は簡単な灌漑を利用して水田を灌漑する能力を持っていた。それには、13の集水 Batubesurat, Binawang, Kototengah, Limbago, Mahat, Mantasan, Marang, Tangko, Tiupgadang などがある。この13の集水は広さが1.359,14 Ha。これはなだらかな土地に限られているせいである。

1987年のデータを利用した土地地図では、水田の広がりはある村に限られている。その村は、Lubukagung, Batubesurat, Kototua, Pongkain。この村々は雨季の定期的浸水の影響を非常に受けていた。農業法は、季節で1回と社会の中で組織化されていた。浸水は、コトパンジャンの空間的側面によるものだ。しかし、伝統的農園は交易に対してはうまく組織化されておらず、工場、再生産、定住から2年目の水田は土地利用のためであることが、定住地域の近くの水田の広がりかから分かる。距離以外に、土地がなだらかであるという自然要因で、灌漑が行われた。地図データ解釈に基づくと、灌漑農地の広さは、5村で約615,504 Ha。

水田や畑地としての土地利用の他、モザイク状の土地利用が見られる。この場所では、土地利用の耕作を識別することは困難である。さらに、ある特別な時期に作業するための小規模の水田もある。耕作地域は今でも残っており、特に傾斜部分は変化するだろうが、丘陵地に新しい開拓地がある。水田のモザイクと耕作は7つのサブ集水地域 Batubesurat, Bual, Gulamo, Limbago, Mangai, Pukatan, Sigama にある。広さは1.074,97 Ha、サブ集水面積の合計の0,99%。

#### 4.1.3 非灌漑農地 (Ladang)

非灌漑農地の性質はモザイク状に広がり、これにより新しい野菜が栽培できる。また、森となる新しい地域を厳密に区別するのは難しい。成長した森は雑木林や藪で、農作業の後で成長することになる。農地のある非灌漑の農地を区別することは難しいが、植物の種類が分かると、その境界を区別することができる。定住地の周縁の農園は変化しており、もし、定住地から離れているなら作物はゴムである。場所が農業に自由に使用できることが限られているなら、高い場所が灌漑する土地（水田は降水による）として利用され農園となり、これまで利用された。コトパンジャンの利用状況は限られ、距離、肥料、収穫能力などの要因が限られているからだ。

一般的に、森を焼き払って行う耕作は、コトパンジャンはその他の町の習慣や社会と関係している。降水や森を焼いた後、畑地の米などの主作物を植えるためにその土地は使われることになる。この地域を管理は自然状況に適して行われ、腐葉土構造や水分含有量は変化しなかった。また、最初の収穫が良いなら、肥沃度が減少し次の収穫は減り、またコストが比較にならないほどである。

より生活費が高くなり、土地を精力的にそして熱心に計画する人々もいた。それは土地の利用を変え、農園が畑地になり、混合農園また畑地になり、非灌漑畑地は現在も残されているが、人々はより高い場所の木を伐採している。人々が耕作したのは、広さ 938.53 Ha のサブ集水 Mahat にある。農園の広さは 29.645,64 Ha、サブ集水地域全体の 27,44%。

一般に、西スマトラは永久的なシステムとして耕作システムを適用し、平坦な土地を灌漑するのに水量が満たされると、その場所を板で囲んでいる。1987年の土地利用地図(RePPPProt)を見ると、サブ集水地域(Angsa, Arau, Batubesurat, Binawang, Bual, Kototengah, Limbago, Lubukagung, Mangai, Mantasan, Takus, Tiupgadang)などには農園はないが、農園システムはサブ集水地域 Mahat (12.450,02 Ha、1,52%)で発展し、この丘陵地で農園システムが利用され始めている。また、サブ集水地域 Gulamo (3.090,79 Ha or 2,86%)でも利用され始めている。

#### 4.1.4 雑木林

雑木林は土地が肥沃度を長い間で増すために幅広く使われる農業システムのひとつである。米を1,2回収穫する再び土地を利用した後、ゴム、ガンビール、果物などの伝統的農園として利用する。サブ集水地域 Angsa, Arau, Bual, Mangai などでは、雑木林が主流である。広さ 1.796,76 Ha、1,66%。その他の地域には雑木林は残されているが、伝統的農園もある。サブ集水地域には伝統的農園はない。物理的に、その地域は非常に深い川の溝がある大きな裂け目があり、土地の表面の層は現在は砂礫層で、雨が降ると洗われる。当然生産力は次第に低くなり、雑木林や藪だけが残され、成長している。

他のサブ集水地域では、雑木林があっても、内部では特にゴム、果物、ガンビア、ピンロウジュナツなどの伝統的農園が見られる。サブ集水 Takus では、雑木林は広く(5.202,38 Ha、サブ集水地域全体の 70,96%)、雑木林の形成は浸食の結果として出来た土地である。森はゴムとパーム油の土地となり、現地転生の場所を選択している。ほとんどすべての調査地域で、土壌の状態は深刻で、腐葉土も流れる水で洗い流された。この丘陵地で雑木林だけが成長していることは驚くべきことでない。雑木林は、雑木林、藪、サバンナ、北部農園に分かれ、南部農園が有力である。

#### 4.1.5 農園

調査地域は全体で 2.981,22 Ha、北西部で 2,76%である。1987年、この地域ではゴム園を開発で大規模農園が計画され、現在はパーム油も植えられている。Takus のサブ集水の農園地域は 2.029,76 Ha (1,88%)で、起伏地帯や丘陵地の Tiupgadang、Tiupgadang の南部には、森林植物や藪の印が山腹の背後にまで伸びている。

#### 4.1.6 粗雑草

祖雑草は、サブ集水 Mahat (2.391,79 Ha 、 2,21%)、居住地の周りにたくさん広がっている。回復を待たず組織化された土地は生産性を低め、祖雑草だけが成長している。他の原因は、農園と耕作に対して土地が限られており、休閑地の時期を短縮している。つまり、生産性を回復するまでに 8 年間利用できない土地は、農園として再び利用するのに時間が短すぎる。

祖雑草は Tabing、Tanjung 村でも見られ、そこでは 686Ha の広さの丘陵地で群をなしている。調査地域では、通常祖雑草は群集している。

#### 4.1.7 森林

調査地域の森林は 2 種類に分類される。海拔約 1.000-2.000 m の低地森林と、海拔 1,000m 以下のそれより低い地域。調査地域の土地の森は植物、大きな根、高い木、滑らかな木の皮などが特徴である。伝統的村で破壊されているのは、野生動物、森、農民、藪などがあるが、これを理由にしてダムプロジェクトを止めることはできない。ダムは、コトパンジャン地域を分割し、像、バク、トラ、その他の種のバリアとなっている。動物群は狭められ、片方で食料を得るため人間と競争しなければならなかった。しかしもっとも危険脅威は、森の略奪や動物群の荒らす人である。像の数は現在わずかになり、現在 2 つの群れしか見られない。

1987 年のデータでは、森林は斜面の裾野の場所まで山岳地の背後まで広がり、2 つの部分に分かれている。

1. Tandun までの Rantau Berangin に広がる北部の土地。この土地は左右で非対称の堆積石を覆い、南東 北西にそって広がっている。特に Koto Ranah の中央部は皆伐林で、飛び地、畑地である。起伏地は堆積岩で、サブ集水 Tiupgadang の土地のほとんどは、ゴム、パーム油農園のために皆伐され、残りは 2.740,37 Ha (1987 年)である。(WALHI,2004)

2 . 南部では、森林はサブ集水 Gulamo (13.563,64 Ha or 12,56%) と Permanisan (2.886,82 Ha or 2,67%)の中で広く広がっており、この土地は丘陵地と堆積岩を覆っている。南部のサブ集水 Mahat では、土地がかなり広い地域(5.048,78 Ha 、 4,67%)を覆っているが、その広がりには狭い。東部に向けた南部の地域では、土地は凝固した freeze 石を覆い、その石は山岳地の背後までつながり、その広さは.202,45 Ha 、 6,67% (WALHI,2004).である。

集水コトパンジャンダムの人々の森林利用と土地に対する対応が、植生を変化させており、現在は森林地域とはいえない。サブ集水 Gulamo で変化が起きているという明白な事実は、農園を作るために土地が焼かれていることだ。最初は、数週間雨が降っていないので荒地だけが見られた。地域調査では、乾季が長く続き雨季が激しくなると、これが侵食を引き起こし、新しい河川に注ぐ溝となる。一方、侵食物質は溝を流れる水で洗われ、ダムに流れる。

1987 年の 空間データによると。通常、森林植物で覆われている土地は丘陵地や山岳地域に広がっている。それは集水 Arau, Gulamao, Tiupgadang, patut, Permanisan, Saluran.で見られる。 地域調査に含まれる土地の広さはわずか 38.200,02 Ha 、 only 35,36% と予測される。

#### 4.2 1990 年～2000 年の土地の変化

1990 年、2000 年のランドサット TM-7 画像を 4 月に記録されたものを解析すると、調査地域の土地は 5 つに分類される。

表 4 : 1990 年 - 2000 年の土地の大きな変化

No	土地被覆	1990 年最大値 (Ha)	2000 年最大値 (Ha)	変化 (Ha)
1	河川	1.145,96	11.717,62	10.572,06

2	森林	67.963,29	43.237,42	(-) 24.725,87
3	庭	28.889,37	39.628,43	10.739,06
4	空き地	4.051,95	9.857,28	(-) 5.806,33
5	乾燥地	5.975,47	3.585,31	(-) 2.390,16
合計		108.026,06	108.026,06	

出典： 1990/2000年のランドサット TM 画像結果。Path/Row 127/060 (WALHI, 2004)

表によると、土地被覆の変化状況が 1990 年から 2000 年の調査領域で見られる。表によると、森林と乾燥地の土地被覆は、それぞれ 24.725,87 Ha、2.390,16 Ha に減少している。土地被覆の減少は Muara Takus 北部の集水 Gulamo と北部の Rantau Berangin など、ゴム開発とパーム油土地利権によるもの。その他の理由は、Muara Takus 村の北にある Pongkai Baru 村や、Pulau Gadang、Koto Masjid の村から Koto Ranah へ移転して来た人々のために森林を開墾したことだ。Lubuk Agung、Koto Masjid Koto Ranah 村から Ranah Sungkai 村へ移転した人々もまた畑地の土地被覆の減少を引き起こし、それにより人々はさらに新しい土地に移動することになった。畑地の被覆の減少は、新しい土地で仕事を始めることを除くと、Ranah PLTA-KP ダムによる水没した彼らの畑地によるものである。

森林開墾は畑地のために準備され、丘陵地や山岳地で実施され、畑地のモザイクやグループとして見える。実際には、一般的に栽培されたものと、もともとの植物を差別することは困難で、土地の保護としての植物は土地が誰かのものであるというしるしで、所有者の認可なしでは他の人は森を利用でない。

新しい土地に移転してきた人々は、ジャワ移住民のように農業パターンを行うことをできなかったということが仮定できる。現地の人々にとり、この農業パターンは何も有利でなく、ゆえに自分に家を売り、そこを去り、以前の村の森

林開墾にお金を費やした。このような傾向は Pongkai Baru 村で見られ、そこでは現地移転者は割り当てられた家と土地をジャワ移住人に売った。

以前に大農園や自分たちの利益のために藪が覆っていた土地は、人々が土地を開発するにつれ減少した。現地移転は境界問題と関係するかもしれない。そこは、通常彼らが陸路で使用した社会へのアクセスであり、しかしダムを超えなければならない、故に、農園と畑地の近くにとどまることを選択した。遠隔センシングの分析によると農園と畑地の土地被覆は増加し、1990年、26,74%、2000年には36,68%だった。予定の畑地や農園に利用は、一般的に大農園、畑地などが土地を利用した。

空き地もまた増加した。これは、大農園企業が森を開墾によって引き起こされたが、その利用パターンと順序からはっきりと見て取れる。大農園が拡大する範囲はサブ集水 Takus, Gulamo、Tiupgadang であった。空き地は、1987年から明確な順序があり、1990年には、遠隔センシングによると、4.051,95 Ha (3,75%)で、2000年には、9.857,28 Ha (9,12%)となった。

予定の水は川、湖、ダム、沼地だったが、調査では川とダムしか見受けられなかった。コトパンジャンでは、1990年以前、水の土地被覆の多くがわずかに1.145,96 Ha (1,06%)で、2000年には11.717,62 Ha (10,85%)に増えた。コトパンジャンの流れを止めて、PLTA-KP ダムが形成された。その流れは Muara Takus から、Rantau Berangin 付近とダム付近に及ぶ。

### 4.3 人々の定住の廃止

表 5 : 家族数と廃止された年

No	村	HH	移転	年
1	Tanung Balit	421	SP II Rimbo Dalam, 50 Koto/UPP Karet, Kec. Pangkalan	1 <sup>st</sup> Stage: 07/93 (401 Household) 2 <sup>nd</sup> Stage: 08/94 (49 Household)
2	Tanjung Pauh	350	SP II Rimbo Datar, Kec. Pangkalan	July/August 1993



3	Muara Mahat	477	PIR Sawit Bangkinan Blok X/G	October 1994
4	Tanjung Alai	313	Ranah Koto Talago, XIII Koto Kmp	October 1994
5	Batu Bersurat Pasar	700	UPP Karet/Selatan Batu Bersurat	
	BB Koto Tengah	337	UPP Karet/Ranah Sungkai, Kampar	January 1995
	BB Lubuk Agung	220	UPP Karet/Ranah sungkai, Kampar	July 1995
6	Koto Tuo	599	SP II Selatan Muara Takus	March 1994
7	Pongkai Istiqomah			
	Pongkai Baru	200	SP II Selatan Siberuang, Kampar	
	Mayang Pongkai	259	PIR Trans Sawit, Sungai Pagar	February 1996
8	Pulau Gadang	592	UPP Karet/ Koto Renah Sei Silam	August 1992
9	Muara Takus	244	Selatan Muara Takus, Kec. XII	January 1994
10	Gunung Busu	241	SP I Selatan Siberuang	

出典： プロジェクト持続性に関する特別支援のレポートより編纂 (SAPS) 2002年5月。

コトパンジャンダム建設の影響のひとつは、人々を以前と土地から新しい土地に移転させたことがある。移転したのは約 5.953 世帯(4886 世帯, JBIC)で、10 村に及ぶ。人々は新しい土地も以前と同じだと期待したが、そのプログラムは人々に困難なものだった。彼らは新しい土地で文化を見つけることが出来ず、社会的崩壊となった。その過程で、個人の利益、社会と社会的崩壊は配慮されなかった。つまり、移転住民に対する人権侵害があり、仕事、教育、医療手当て、文化的アイデンティティーを維持する保障、安全と社会的持続性はなかった。彼らは自分たちの文化に関しては非常に難しい状況に置かれた。

コトパンジャンダムの建設はさまざまな圧力があつたが、24.765 人の人々が不適切な定住地に移転させられ、そこでは土地はその農業システムには適していなかった。移転の過程は段階に分けて行われた。1992 年から 196?? (表 5 参照：移転の世帯数と年)。移転の過程で公約がなされたが、そのわずかしが実施されなかった。人々は 2 Ha の土地を与えられたが、それは平坦なものではなく、

0.25Ha の家は土地つきだが離れた丘陵地か山の背後であった。また、乾燥地で水が不足し農業に適しておらず、開墾は困難だった。

一般的に、新移住地の位置は水境界線地域や Pongkai Baru などの丘陵地だった。丘陵地の斜面はサブ集水 Takus、Kinawai, Tanjung Balit の境界の丘陵地の斜面で、Gulamo の斜面にある Tanjung Pauh の斜面にあった。Ranah Sungkai にある、Tanjung Alai, Lubuk Agung, Pulau Gadang、Koto Masjid 村は乾燥地で、藪に覆われ、耕作する前にそれを払わねばならなかった。

ダムプロジェクトのためコトパンジャンの耕作地は減少し、10.572,16 Ha だった。ダムによる移転住民の数は、水没地の生産性に影響を与えた。耕作地が失われ、コトパンジャンの天然資源が繁栄した。Kamparkanan 川土手の土地は乾燥したり湿気があったが、Batang Mahat 川は非常に肥沃し、人々は潤い、土地から利益を受けられた。米、ピンロウジュの実、果物などの栽培のみならず、ガンビア、野菜、魚の交易が水域周辺で行われた。コトパンジャンの食糧生産レベルは、土地と天候により農業としては高かった。11.717,62 Ha の水没は、大きな財政的損失で、人々の移転を引き起こした。

#### 4.4 植生密度の指数

表 6：植生指数 一般的相違 (NDVI)

	1990 年			2000 年		
	指数	(Ha)範囲	割合(%)	指数	広さ (Ha)	割合 (%)
1	0	19.683,76	18,18	0	14.641,47	13,52
2	0,15	31.205,96	28,83	0,1	8.569,33	7,92
3	0.25	35.272,24	32,58	0,2	14.035,18	12,96
4	0.36	19.615,93	18,12	0,24	24.369,17	22,51
5	0.59	2.471,79	2,28	0,27	28.232,97	26,08
6	-	-	-	0,3	18.401,56	17,00
Total		108.249,68	100	-	108.249,68	100

出典： 1990 年ランドサットの処理結果及びランドサット TM-7、2000 年

コトパンジャン地域及びその周辺の植生指数分類の結果は、1990年のNDVI地図及び2000年NDVI地図で示される。1990年NDVIでは、ランドサット画像解釈の処理は自動コンピューター化で実施された。1990年のランドサット画像は5つに分類されたが、詳細なものではない。1990年ランドサット画像は3つの帯域しかないからである。多くの項目を分析するには、2000年のランドサット画像の7帯域を持つ設備が有効である。それはランドサットTM-7と呼ばれる。それはより詳細に示され植生密度も6つに分類される。作成された分類から、植生指数は非常に高い、高い、中間、低い、非常に低い、植生はないに分類される。各項目の詳細を下記に説明する。

1. 非常に高い植生指数は、丘陵地の原生林、低地の2次林、農園が含まれる。
2. 植生指数の高いは、森林、2次林、低地、農園が含まれる。
3. 植生指数の中は、灌漑地、植生地、農園、低木の茂みが含まれる。
4. 植生指数の低は、陸稲地、新農園、伐採前の土地、低木の茂み、低植生が含まれる。
5. 植生指数の非常に低いは、焼畑前の土地、乾燥前の土地、皆伐前の地域などが含まれる。この指数はまた、空き地、雑草、ニッパヤシ、草地などが含まれる。
6. 川、湖、沼地、植生のない空き地は、植生指数ゼロである。水中生物の影響があれば、植生指数はゼロ以上になる。

1990年から2000年間の植生変化は、1990年に密度は2.471,79 Ha (2,28%)、2000年に46.634,53 Ha (43,08%)である。これは、森林地帯が農園を作りために開墾された結果、また政府が水没地域の人々の移転を準備するためになされた土地の皆伐の結果である。2000年には、広範囲の密度が、油ヤシ、ゴムなどの開墾植物の成長の結果で、一方、人々の限られたアクセス、彼らが去った地域への交流がまれで、自然の低木の茂みが成長し、2次林ができた。人々はまた、ガンビアやビンロウジュを栽培するために空き地を利用した。1990年の非常に高い植生密度は北西部の丘陵地の背後やその他の場所に見られる。2000

年には、北西部への広く広いがり、一部はダム北部、また南東部に広がっている。

1990年から2000年の高い植生密度は、その時期の空き地（植生はない）を比較することで得られる。1990年、空き地は19,683,76 Ha (18,18%)、2000年には空き地は14,641 Ha (13,52%)であった。

その他の変化は、1990年の高い植生指数で示され、14,641 Ha (13,52%)から、2000年には14,035,18 Ha (12,98%)に減少した。1990年の非常に低い植生指数は、31,205,96 Ha (28,83%)で、2000年には非常に減少し、8,569,33 Ha、サブ集水の7,92%であった。

一般に、1990年から2000年の植生指数は、植生増加？コトパンジャンダム周辺に見られる。植物の成長が良く油ヤシとゴムの栽培地域となった。

1990年から2000年の植生密度指数は、また、ランドサット画像により影響を受けた。3つのバンドしかなかった1990年のランドサット画像設備は、結果と分析された特定画像に影響を与えている。TM-7 ランドサット画像では7つのバンドがあり分析処理が組み合わされ、コトパンジャン地域の画像分析をより詳細にしている。さらに、2000年の土地被覆地図で見られるように、農園と移住の損失が起きたことを除いて、コトパンジャンダムに起きた結果はまた、24,725,87 Haの森林土地被覆が失われた(WALHI, 2004)。