

## 南スマトラ低地部の土壌

古川 久雄\*

### Lowland Soils along the Komereng River in South Sumatra

Hisao FURUKAWA\*

#### I 概 観

##### 1. 泥 炭

大陸部東南アジアと比較して南スマトラを含む島嶼部東南アジアの土壌分布の著しい特徴は、厚い泥炭、亜泥炭土壌が広いこと、あるいは必ずしも厚くなくとも多少とも泥炭層を含む土壌が広く分布することである。中でもスマトラ東岸、カリマンタン南岸、東マレーシア西岸を含むいわゆる Sunda land 辺縁部に泥炭質低湿地の分布が集中している。ある見積りによれば、スマトラとカリマンタンの低湿地のみでもその面積は1,800万 ha にのぼる [Andriess 1974]。

泥炭は分解をまぬがれた植物遺体が多量堆積して形成された有機質の土壌である。高位泥炭（ミズゴケ泥炭など）の場合、その形成は *in situ* つまりその場で生産された植物遺体の堆積によると信じられているが、南スマトラに主としてみられる Woody peat（木質泥炭）の場合、多量の粘土を混じた亜泥炭（Anmoor）となる場合が多く、河川による運搬堆積過程が含まれていると思われる。当然無機物質との混合が生じており、その混合度

合いも地形的位置により様々である。したがって、有機物含量何パーセントの線で泥炭・非泥炭の線引きをするかが分布面積推定値を大きく変える。前述の数字は65パーセントの有機物含量の土層が1 mの厚さをもつものを泥炭とする場合であるが、それぞれの数字を30パーセント、40cmとおきかえると2,700万 ha [Driessen and Soepraptohardjo 1974] という値が出されている。しかし、ことこまかな規定をふりまわしうるほどに調査の密度が高いわけではないので、個々の数字にそれほどの意味はない。要するに Sunda shelf に面する低湿地に泥炭地が広く分布するということである。

Sunda shelf の上にいくつかの長大な海底谷がオランダ人によって発見されたことはよく知られたことである。そのひとつ北スンダ川は現在のスマトラおよびカリマンタン西部の河川を支流として集めナツナ島付近で南シナ海に注ぐ。他のひとつは東スンダ川でジャワおよび南カリマンタンの河川を支流として集めてマカッサル海峡でバリ海に注ぐ [Bemmel 1949. Vol. 1A: 300]。このような海底谷の発見に伴って10段以上の海底段丘が知

\* 京都大学東南アジア研究センター； The Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University

られている。これらの段丘の形成は主として洪積世における海進、海退と関連づけて考えられている [Tjia 1970]。知られている範囲内で最も深くにある段丘は現在の海面下100 mにある。この事実の意味するところは、この浅くて広大な Sunda shelf がかつての氷河期にはしばしば陸地化したことを示す。後氷期の海面上昇に伴ってかつての高い段丘面が徐々に湛水し、広大な沼沢地環境下に再びもどると共に多湿な水分条件下で泥炭が湿地をおおう。山地から土砂が運ばれてきても、広大な沼沢池を埋積するには及ばないので泥炭の形成が続く。Sunda land 辺縁部の泥炭地形成はこのような文脈において理解されている [Driessen and Soepraptohardjo 1974]。

海田が述べたように、大陸部においては上流から運ばれる大量の土砂が沼沢地の埋積を速め泥炭の形成を妨げるという解釈は、巨視的に大陸部と島嶼部を対比する場合判り易いモデルではある。しかしあとで述べるように南スマトラ低地の場合、泥炭質低地に新しい堆積物がのっていないと考えるのは妥当ではない。かつての高い段丘面が直接泥炭をかぶったとする見解は事実と即していない。やはり侵蝕基準面上昇と共にかつての段丘の上に自然堤防が形成され、後背低地には粘土が堆積するといった河川による堆積過程が面的に進行したとするのが妥当であろう。この判断は堆積物を構成する粘土鉱物組成の類型区分に基づいている。後述するが、潮汐平野およびそれに続く低い台地ではカオリン、モンモリロナイト以外に雲母鉱物を含む類型が広く分布するのに対して、高位段丘および準平原面ではカオリン鉱物が圧倒的となる。また火山噴出物を主要な材料とする脊梁山脈では、非晶質またはメタハロイサイトのごとき火山噴出物の風化初期段階を示す類型となる。景観と土壌物質の風化段階についてのこのような関係を念頭において海岸平野の粘土類型を

みる時、土壌物質としての若さという点がうきあがってくるのである。

さて、この泥炭質低湿地帯は南スマトラの場合パレンバン以北の海岸平野に広いのだが、その土壌分布をみると泥炭が一面に地表面をおおっているのではない。

南および西から集水してきたムシ (Musi)、オガン (Ogan)、コムリン (Komerling) の3川がパレンバンでしばられてムシ (Musi) 川となり、ボトルネックを出たところですぐ再び分流してデルタを形成する。デルタでの川筋は干潮時には2m前後の崖をみせるのだが、そこには低い自然堤防が形成される。これはほとんどが粘土 levee であって粗粒な自然堤防堆積物というイメージはない。上部は灰色にやや斑紋をまじえた無機質な粘土層、下部には木片に富む、かなりしっかりと堅いグライ色の木質亜泥炭質粘土層がある。この木質亜泥炭質粘土層は潮汐平野および低い台地を含めた海岸平野に広く分布する。この自然堤防の上には泥炭はない。この自然堤防帯は自発的移住者にとって主要な水田地帯である。湿地林をパラン (parang) で切り倒し焼き払うことを数年続けると1年生の湿性草原となり、その根は root mat を形成するので表層土は粒状構造をもつに至る。乾燥月 (通常7、8月) には、地表面に亀裂が生じ表面の植物がおちこんで次表層で炭化する。

自然堤防をこえて川筋から内陸に入ると後背湿地となり、ここでは厚さは様々だが表層に泥炭がのる。ほとんどが黒褐色の Amorphous peat (不定形泥炭) で植物組織は既に識別できず、手でにぎると指間からほとんどの泥炭がしぼり出される。Post 法で分解度を表現すれば H8 ないし H9 である。この状態では乾燥後の仮比重は0.2前後、有機物含量は60パーセント以上である。

この泥炭の下には暗灰色ないし暗オリーブ灰色の木質亜泥炭質粘土がありきわめて酸性

で、乾くとストロイエローの斑紋を析出する。いわゆる潜在的 cat-clay (=mud clay) である。この cat-clay が地表面に近く現われるとその強い酸性のために農耕に対して大きなハンディキャップを与えることになるのだが、スマトラの海岸平野では多くの場合この潜在的 cat-clay の上にもう1枚灰黄褐色ないし灰色の non-cat-clay がのることが多い。したがって自発的移住者が行なっているごとくパランの切っ先で土をひっかくにとどめ、クリークも浅いものにして土壌の乾燥を深部に及ぼさない耕耘方式をとっていれば、實際上硫酸酸性の影響はほとんど現われない。

## 2. 潮汐平野におけるポドゾル化

ところで、泥炭層の下にある無機質粘土の色調はかなり特徴的なもので、土色帖によると色相が 10 YR~7.5 YR, Value/Chroma が 7/1~2から4/1~2という色である。卑近な表現をすれば白粘土を薄口しょうゆで染めたような色となっている。土の色を特徴づける要因は鉄、マンガンなどの遊離酸化物の量と形態、それに腐植の量と質である。上記の色は簡単にいえば遊離酸化物の少ないことを示している。簡単な分析をしてみると日光還元法による遊離鉄( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )含量が1パーセント前後、マンガン( $\text{MnO}_2$ )が0.01パーセントを下まわる。有機物を過酸化水素で分解する操作のみで見事な白粘土に変わる。つまり、このことは自然条件下で強烈な鉄の溶脱が行われていることを示している。元来の堆積物の遊離酸化物含量がかほどに少なかったとは考えられない。それは、潮汐平野にあっても自然堤防帯の表土はかなりの量の遊離酸化物を含み土色がより黄色~褐色であることから知られる。また堆積物の供給地と考えられる脊梁山脈の開析斜面では、遊離の $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を5~10パーセント、 $\text{MnO}_2$ を0.1パーセント以上含んでいる。したがって潮汐平野に堆積後、遊離酸化物

の強烈な溶脱がおこったにちがいないと考えられる。潮汐平野でのこの脱鉄過程を Tidal flat podzolization とよぼう。ただしこのポドゾル化は厳密な意味においてはなくて還元溶出も含めてのものとする。ここで筆者はポドゾル化という言葉の垂直下方への $\text{R}_2\text{O}_3$ の移動といった固定した考え方で使っていない。むしろ平面的に横方向への $\text{R}_2\text{O}_3$ の移動という意味で使っている。したがってこの場合土壌断面を縦に溶脱層、集積層という概念でみるのではなくて、土壌断面を横にひき伸ばした形で溶脱地域、集積地域という見方をしていいる。流水作用で潮汐平野に運ばれた堆積物はそこで溶脱をうける。ここはつまり巨大な溶脱層である。溶脱された $\text{R}_2\text{O}_3$ は海底へ沈澱する。つまり海底が巨大な集積層である。

さて、この溶脱現象をひきおこす環境要因は何か。地下水位が高くかつ堅密な粘土質土層で縦の水の動きが主要な営力とは考えられない。筆者が考えるのは潮汐である。Sunda shelfに面する海岸では潮汐の干満差は非常に大きい。南スマトラのムシ川の場合、河口から約70 km さかのぼったパレンバンでも2 mをこえる。毎日くり返される潮汐によって生じる水の動きは大きな営力である。満潮時には潮汐平野はほとんど水でおおいつくされ、干潮時には水路から排水される。この水の動きによって土壌から溶出した $\text{R}_2\text{O}_3$ は川へ、さらに海へと運び去られる。土壌はほとんど常に還元状態にあり、またその上に泥炭が集積し、活性な有機物の供給を豊富にうけて $\text{R}_2\text{O}_3$ を溶出する要因は十分にある。これが潮汐平野におけるポドゾル化、Tidal flat podzolization の構図である。

重要な事実は、このようなポドゾル化作用は厚い均一な堆積物に対して作用するというのではなくて、少しずつ堆積する薄層の上で行われるということである。河川による堆積過程の面的進行によって泥炭形成地はたえ

ずその位置を変え、時間的なずれはあるが結果的には全面が泥炭でおおわれ、全面にわたってくまなくポドゾル化の影響をうけることになる。ポドゾル化作用は垂直方向にも水平方向にも広い作用面積をもって堆積物に働きかけることになる。

ところでこの巨大な溶脱地域において川筋のみは様相が異なる。表土は濁水から遊離  $R_2O_3$  に富む新しい堆積物をたえずうけとる。かつて富山県で老朽化水田に対する肥鉄土の流水客土が行われたことがあるが、peat-capped tidal flat における濁流の川筋はいわば巨大な老朽化水田地帯における流水客土の大幹線に似ている。

### 3. 腐植質赤黄色ポドゾル性土壌

脊梁山脈と海岸平野の間には広大な Penplain が広がっているが、その北端に近くパレンバン周辺で15m前後の台地面に典型的にみられる特徴的な土壌がある。この土壌は表層部に多量の腐植を集積し、日本での例を出すと東海・近畿地方の「クロボク土」によく似ている。表層はクロボクによく似た暗色～暗褐色、granular で粗鬆な土である。その下には明らかに溶脱された  $A_2$  層がある。そのさらに下にはクロボクの場合よりはよくしまった明黄褐色～赤褐色の土層が続く。その下部は鉄の segregation による赤褐色と黄褐色の斑紋層に漸移する。この土壌を比喩的に表現するならば、赤黄色土の表層に腐植集積が顕著に生じているといえよう。そして腐植集積をひきおこす原因として想定される偏湿な水分状況、および腐植集積に伴う活性な有機物の放出が相まって赤黄色土の表層で顕著なポドゾル化をひきおこしている。筆者は腐植層と  $A_2$  層の発達がよい断面に対しては Humic Red Yellow Podzolic soil という野外命名を行なった。

これに似た土の記載はセイロンで Moor-

mann and Panabokke [1962] によって行われているほかには例をみない。彼らはセイロン南部 wet zone のヌワラエリヤ (Nuwara Eliya) 周辺およびラクワナーデニヤヤ (Rakwana—Deniyaya) 地域の湿性草原に 40 cm をこえる腐植層をもつ赤黄色ポドゾル性土壌を見出し、これを Red yellow podzolic soil with prominent  $A_1$  とよんで modal グループと区別している。

南スマトラの Humic Red Yellow Podzolic soil の場合、多量の腐植の集積をみてすぐ思いうかべるのは火山灰との関連であるが、細砂中の火山ガラスは5パーセント以下で東海・近畿地方の「クロボク土」と比べてもきわめて少ない。風化過程で溶解したのか、あるいは低地に流れたのか判らない。火山ガラスは少ないのだがプラントオパールは多量に認められる。しかも奇妙なことにそのオパールはクロボク土に含まれるものとよく似かよっている。その形状はイネ科草本に由来すると考えられているものに近い。これは実際のところ Humic Red Yellow Podzolic soil の形成について筆者のもっている仮説に対し好都合ではない。筆者の仮説は、腐植の給源を、現在その優先植生である *Melaleuca* に求めようとするもので、そのナギに似た厚手の葉は地表での分解に対する遅延をひきおこし腐植の集積をもたらす易くすると同時に、コウヤマキや *Araucaria* の下のポドゾル化と同様な漂白作用を想定するものである。この仮説は腐植集積とポドゾル化についての説明を同時的に行いうるよう思うので筆者には魅力がある。いずれにしても腐植の給源に関してはプラントオパールの形質を検討すればかなり明瞭な解答をえられよう。

偏湿な水分状況と書いたが、これには四つの条件が関与している。第1にゆるやかな波状地形であって表面排水が必ずしも速やかではない。表面排水を遅延させる原因としてさ

らに *Melaleuca*, *Melastoma*, *Schima*, *Imperata* などの brush の密度が高くて表面流去に対する抵抗が大きいことである。第3に年間 2,500mm, 最乾月(7月)でも 80 mm 以上という多雨気候がある。第4にこの土壌のB層, C層が堅密な粘土層であって難透水層となっていることである。これらが相まって年間を通じて表面滞水あるいは偏湿な条件をつくっている。

#### 4. 火山噴出物の影響

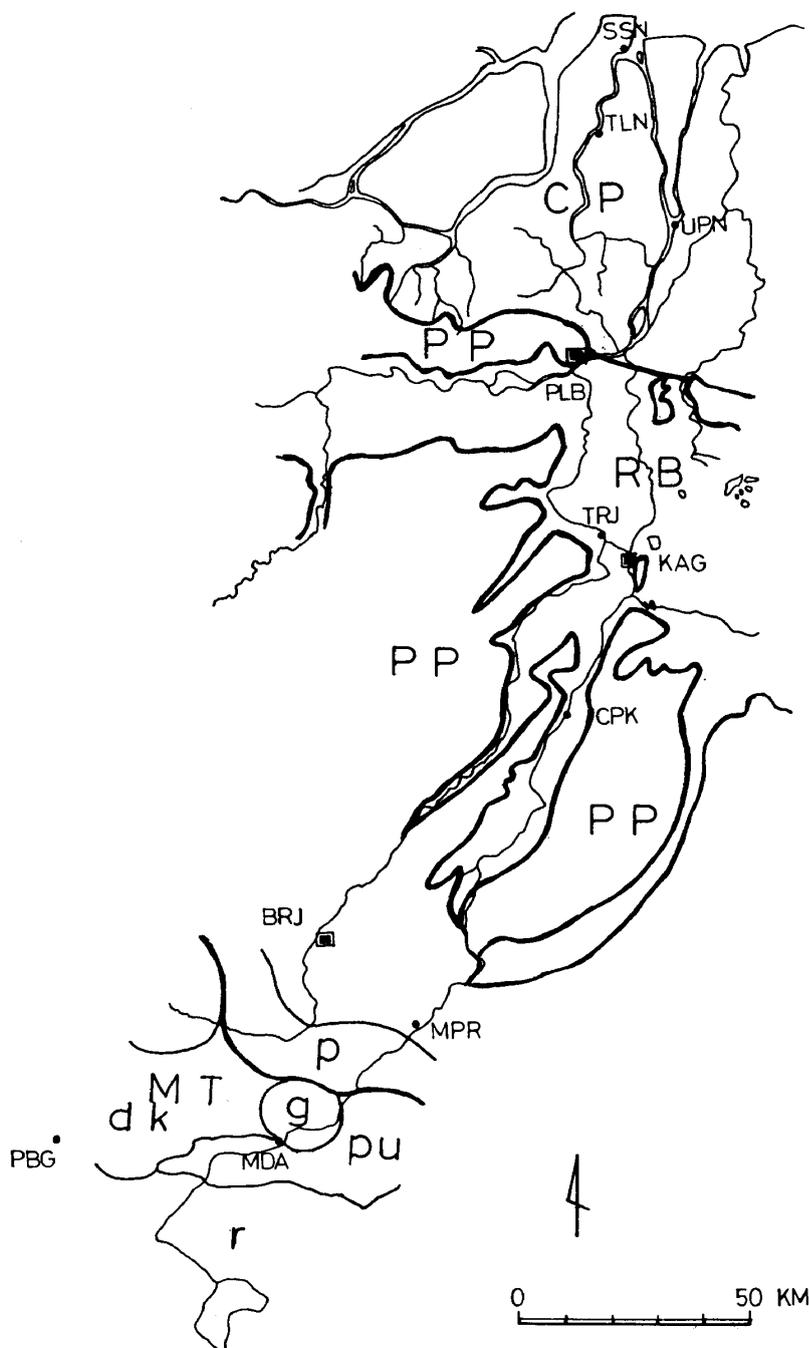
大陸部とインドネシア島弧の比較をする時にみおとせないのはその火山活動の影響である。スマトラのバリサン (Barisan) 山脈からジャバ, バリ, ロンボク, スンバワ, フローレス, スラウェシと続く島弧には第4紀の火山が多数蟠居する。それらの火山は比較的最近に多量の火山抛出物を噴出して土壌および母材の特質を大陸部と異なったものにしていく。

バリサン脊梁山脈には Andosol, いわゆる火山灰土壌が広い。この Andosol は日本の火山灰土壌を代表するクロボクとは少しみかけが異なり, やや重く, 塊状構造であって日本でのそれほどボクボクしていない。また腐植の集積という点でも少ない場合が多い。粘土はしかし非晶質でいわゆるクロボク土の性質を備えている。

スマトラではトバ湖, ラナウ湖など, カルデラが膨大な量の軽石流を噴出しシラス台地をつくと共に下流域の土壌に砂質, 珪長質な材料を提供している。この点はジャワと異なるところであり, ジャワの場合は主として安山岩質の火山抛出物およびその泥流堆積 (いわゆる lahar) が土壌母材の質を特徴づけている。

火山抛出物が土壌母材の質に影響している1例はその粘土鉱物類型にみられる。服部 [1978] は広く東南アジアの水田地域の粘土鉱

物類型をとりまとめ, 火山噴出物由来の河成沖積物ではモンモリロナイトを主成分として含む場合が多いと述べている。南スマトラの沖積低地の場合, 主成分はカオリン鉱物だが共存する2:1型鉱物としてはモンモリロナイトが優勢である。これは服部のいうケースに相当する。ところで服部は他方「海成沖積地にあつてはモンモリロナイト的性格の強い2:1型粘土鉱物を主とするか, または常にかなりな量を含む」と述べている。これは, 海底堆積中に珪酸富化をうけてカオリンもしくはアロフェンが変成するという含みをもたせている。南スマトラ低地の場合モンモリロナイトの存在は河成沖積, 海成沖積いずれにも同様に認められる。現象論としては, 河成, 海成といった堆積環境を重視するよりも, 火山噴出物を集水域にもつ低地域での2:1型粘土鉱物はモンモリロナイト的性格の強いものになると理解するのが地学的感覚に合っている。スマトラ周辺で南スマトラ低地部と同様の粘土類型をもつ地域はマレー半島西岸の海岸平野に見出される。ところが面白いことにカオリン-モンモリロナイトの類型はマレー半島では海岸平野にのみ見出され, その集水域では花崗岩風化物に由来するカオリン鉱物が唯一の優越種となる。モンモリロナイトの形成は花崗岩風化物の海底での変質によるという図式を否定するデータは現在手持ちがないのだが, Sunda shelf の地史という観点をに入れて見直すと, スマトラ低地部に堆積したと同時に火山噴出物由来の母材がマラッカ海峡をこえてマラヤ西岸の海岸低地にも堆積したとすることに少なからぬ可能性がある。Sunda shelf の堆積物の供給源としてみると活発なテクトニック地域であり, 高海拔の脊梁山脈が走り, かつ多量の火山噴出物を供給するスマトラ島は, 山も低く安定地塊であるマレー半島に比べてはるかに大きな意味をもっていたにちがいない。



CP 海岸平野	p Simpang Baturaja ピートメント	
RB 内陸河谷平野	g Garba 山地	
PP 準平原	pu Muara Dua シラス台地	
MT 山地	dk Daya および Kisam 山地	
	r Danau Ranau 高原	
PLB Palembang	KAG Kayu Agung	BRJ Baturaja
SSN Sungsang	TLN Muara Telang	UPN Upang
TRJ Tanjung Raja	CPK Cempaka	MPR Martapura
MDA Muara Dua	PBG Pulau Beringin	

図1 南スマトラ, コムリン川流域の地域区分

## II 土 壤 地 域

コムリン川流域の地域区分は海田が述べているとおりであるが、土壌、水文に重点をおいてみるとやや異なるところもあるので別個に地域区分してみよう(図1)。

海岸平野

潮汐平野

Cinta Manis 台地

内陸河谷平野

Palembang 閉塞盆地

Ogan および Komering

河谷低地

Belitang 旧流路

準平原

Indralaya 台地

波状丘陵地

Simpang Baturaja ピートメント

山地

Muara Dua シラス台地

Garba 山地

Daya および Kisam 山地

Danau Ranau 高原

パレンバンの北に広がる低平な海岸平野は潮汐平野と低い台地に区分される。前者は満潮時には自然堤防およびところどころ頭を出している台地を除いて水の下に没する。これはさらに細く带状に伸びる自然堤防、広い後背低地、estuary に区分される。自然堤防上には Grey Hydro-morphic soil が、後背低地に

は Peat, Anmoor, Humic Gley soil などがのる。泥炭の厚さは比較的薄く、例えばウパン (Upang) の泥炭試験農場で 20~80 cm であるという。この面は先に述べたように無機質土層のポドゾル化（還元溶脱も含めての広義の意味）が著しい。沿岸部からバニュアシン (Banyuasin) 湾入部の estuary では相対的にシルティンクが旺盛でポドゾル化が顕著に発現するに至っていない。ソーダ含量の高い Sodic Thionic Gley soil がのっている。大きな biopore が多数あり土壤表面は酸化膜でおおわれる。

海岸平野における台地はパレンバンの東、クンバン (Kumbang) 川とパダン (Padang) 川にはさまれたチンタマニス (Cinta Manis) 地域にその例をみることができる。ここは満潮時にも水をかぶらない。ごくわずかにうねった波状地形で、雨期には表面排水悪く、乾期には干バツ害をうけ易い。土壤は表層にかなり腐植を集積した Humic Grey Hydromorphic soil, より内部排水の進んだ Humic Pseudogley soil などの分布が広い。この台地はスマトラ東海岸まで広く分布すると思われる。

マルタプラからパレンバンまでの中・下流域には砂質な自然堤防がよく発達した低平な河谷平野が形成される。いわゆるルバック (lebak) とよばれる氾濫平野である。コムリン、オガン、ムシの3川がパレンバンのボトルネックでしばられる結果、この氾濫平野は雨期の間深く湛水し、高谷が詳しく述べているように減水期稲という特殊な水稻栽培法が行われる。

この平野はパレンバンからタンジョンルブックまでの閉塞盆地と、以南の河谷低地に区分される。区分の基準は堆積層理中にルバック・ダラム (lebak dalam, dalam=深い) 状態での堆積を示すクロバンド ('dalamic deposit' と呼称するもの) がタンジョンルブック以南

ではみられないが閉塞盆地にはこれが常にあることによる。'dalamic deposit' の有無は静水状態から流水状態への堆積環境の変化が長いサイクルで生ずるか、短いサイクルで生ずるかのちがいに起因していると考ええる。したがって閉塞盆地の方は河谷盆地に比べて相対的に静水状態での堆積環境であるといえる。この差は例えば現在の土壤表層部における腐植の集積が閉塞盆地でより高いことにも現われている。

パレンバンをのせる丘陵、カユアグンからマルタプラーバトゥラジャまで伸びる起伏 15 m 前後の丘陵は古い侵蝕面で砂岩、頁岩などに由来する赤黄色土地帯である。この準平原の海拔高度は南端で 100 m 前後、北端のパレンバンで 15 m 前後でゆるやかに北に傾く。大別して三つの地形面に分けられる。マルタプラの南には準平原面をおおってピートモントが形成されている。一部には非常に平坦な台地がみられる。また石灰岩、石灰質砂岩がうめ残されて露出している地域では表層が黒褐色粒状構造、下層が暗褐色角塊状構造を呈する Rendzina 土壤が存在し粘土類型はモンモリロナイトである。

準平原の辺縁部には先に述べた Humic Red Yellow Podzolic soil をのせる高位段丘がある。

より起伏の大きい rolling hill 部分は侵蝕面で赤黄色土が広いが、その色調、粘土の類型は地表に現われる堆積岩層理の性質によって支配される。

ムアラドゥア (Muara Dua) 以南、海拔 200 m 以上の山地地域はガルバ (Garba) 山地を除いて火山活動の影響が顕著である。第 1 に膨大な軽石流はムアラドゥアに達し、ムアラドゥア南の 200~300 m 前後のシラス台地をつくっている。第 2 に火山灰の噴出でラナウ (Ranau) 高原には Andosol の分布が広い。第 3 にやや古い凝灰岩の分布が広い。凝灰岩

表1 代 表 的

土壌番号と層位名*	深 さ cm	水 分 + 有 機 物 + 可 溶 性 成 分 %	粒 径 組 成			電 伝 導 度** μS
			砂 %	シルト %	粘 土 %	
SS78 No. 54 海岸平野, 潮汐平野, 自然堤防; Grey Hydromorphic soil; Air Talang P4S						
A <sub>1</sub> pl	0-10	38.9	4.3	27.8	67.9	340
Go	10-35+	15.9	6.1	30.3	63.6	140
SS78 No. 57 海岸平野, 潮汐平野, 後背低地; Amorphous Peat; Upang test farm						
A <sub>1</sub> PT pl	0-20	60.9	16.9	29.4	53.7	216
PT	20-80	69.5	14.4	34.3	51.4	220
Gr <sub>1</sub>	80-100+	37.3	17.9	3.2	79.0	173
Gr <sub>2</sub> (mud clay)		20.0	16.1	31.1	52.8	3,700
SS78 No. 85 海岸平野, 潮汐平野, Estuary; Sodic Thionic Gley soil; Banyuasin 右岸河口部						
A <sub>1</sub> (mud clay)	0-20	29.8	8.1	29.9	62.0	4,530
Gr (mud clay)	20-100+	23.8	4.9	34.8	60.4	5,000
SS78 No. 61 海岸平野, 潮汐平野, 後背低地; Humic Gley soil; Telang Delta						
A <sub>1</sub> PT	0-25	99.2	—	—	—	185
Gr AM	25-120+	14.7	6.2	32.2	61.6	950
SS78 No. 14 海岸平野, 台地; Humic Grey Hydromorphic soil; Cinta Manis						
A <sub>1</sub> pl	0-10	16.0	4.8	40.5	54.8	67
Go	10-50+	9.6	2.1	30.4	67.5	99
Gr AM (mud clay)		11.6	5.0	28.1	66.9	263
SS78 No. 3 内陸河谷平野, Palembang 閉塞盆地; Brown Lowland soil; Tanjung Raja						
(A)	0-50	6.8	48.5	23.6	27.9	33
II C <sub>1</sub>	50-150	5.0	64.7	13.2	22.1	30
II C <sub>2</sub>	150-230	7.7	15.0	27.6	57.4	39
III A <sub>1</sub>	230-280	11.1	5.5	16.3	78.2	71
IV Gr	280+	6.1	26.5	27.7	45.8	49
SS78 No. 16 内陸河谷平野, Palembang 閉塞盆地; Humic Grey Hydromorphic soil; Rice estate						
A <sub>1</sub> pl	0-25	28.2	6.0	36.2	57.8	109
Go	25-140	6.8	6.1	37.0	56.9	49
Gr AM	140-180+	8.1	9.7	40.8	49.5	48
SS78 No. 4 準平原, 高位段丘; Humic Red Yellow Podzolic soil; Indralaya						
A <sub>1</sub>	0-30	36.0	29.7	10.9	59.4	24
A <sub>2</sub>	30-45	12.2	40.8	5.1	54.1	9
II A <sub>1</sub> bu	45-70	17.5	40.6	4.9	54.5	9
II B <sub>2</sub>	70-80	4.6	23.0	6.8	70.2	12
II C <sub>1</sub>	100-120+	2.9	66.5	3.1	30.4	10
SS78 No. 23 準平原, 波状丘陵; Red Yellow soil; Baturaja—Martapura						
A <sub>1</sub>	0-25	6.5	39.0	27.8	33.2	34
A <sub>3</sub> /B <sub>1</sub>	25-55	5.4	36.0	24.8	39.1	25
B <sub>2</sub>	55-105	2.3	26.8	19.5	53.7	13
B <sub>3</sub>	105-150+	1.9	20.0	23.5	56.6	20
SS78 No. 32 山地, Danau Ranau 高原; Andosol; Jepara						
A <sub>1</sub>	0-60	15.6	40.2	19.0	40.9	106
B <sub>2</sub> lo	60-180+	12.4	56.1	18.8	25.1	76

\* pl 耕土, bu 埋没土, PT 泥炭, AM 亜泥炭, lo ローム \*\* 土:水=1:5 懸濁液 \*\*\* シュー酸

古川：南スマトラ低地部の土壌

土 壌 の 性 質

pH H <sub>2</sub> O	pH KCL**	置 換 性 カ チ オ ン					CEC	塩 基 飽 和 度 %	遊 離 酸 化 物 ***			粘 土 鉱 物 組 成 の 類 型 ****
		Ca	Mg	K	Na	Al			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>		
		meq/100 g 土										
5.2	4.2	6.7	9.5	1.3	2.9	1.5	39.1	51.9	2.95	0.013	6	
5.8	4.3	5.8	10.0	0.2	2.3	0.8	25.1	73.2	0.90	0.006	6	
5.5	4.3	10.3	11.4	0.3	3.6	0.8	43.2	59.2	0.94	0.009	6	
5.3	4.1	6.9	11.3	0.4	4.1	1.4	50.1	46.1	0.79	0.007	6	
5.4	4.0	2.7	11.1	0.5	2.3	3.5	25.8	64.5	1.30	0.003	6	
2.4	2.3	3.8	14.3	0.5	1.6	—	39.9	27.4	4.44	0.017	6	
3.4	3.1	4.4	15.2	3.0	46.9	9.4	26.1	266	3.93	0.012	6	
4.1	3.9	6.9	22.2	5.1	52.6	3.1	22.4	387	2.79	0.020	6	
3.8	2.8	7.9	4.7	1.2	0.2	1.8	53.6	26.1	0.67	0.009	—	
3.7	3.3	5.2	14.8	0.5	2.3	—	17.5	130.1	1.22	0.005	6	
4.3	4.1	0.64	0.2	0.3	0.1	10.7	26.8	4.6	0.75	0.003	6	
3.9	3.7	0.70	0.3	0.2	0.1	14.1	23.8	5.3	0.59	0.003	6	
3.4	3.1	0.87	0.6	0.2	0.1	14.9	32.8	5.7	4.25	0.003	6	
6.0	4.0	7.7	2.7	0.13	0.74	2.4	16.4	68.6	3.03	0.152	5	
5.7	3.9	3.3	1.8	0.21	0.44	8.4	16.4	35.2	3.46	0.064	5	
6.1	4.1	14.9	5.5	0.40	0.52	1.7	22.9	93.1	2.44	0.057	5	
6.0	4.2	16.7	5.6	0.62	0.62	1.2	26.1	90.0	1.69	0.027	5	
6.0	4.0	14.4	5.0	0.53	0.57	1.9	20.0	103	4.05	0.042	5	
4.4	4.1	1.1	0.66	0.26	0.13	9.7	35.3	6.0	0.94	0.005	7	
4.6	4.0	1.1	0.70	0.16	0.11	10.8	23.9	8.8	0.63	0.004	7	
4.6	4.0	1.1	0.77	0.18	0.11	13.2	24.3	8.8	0.75	0.007	7	
4.7	4.6	0.64	0.20	0.05	0.07	2.3	30.4	3.2	0.24	0.003	3	
5.1	4.5	0.47	0.12	0.03	0.04	2.8	17.3	3.8	0.39	0.002	3	
5.1	4.4	0.47	0.09	0.03	0.05	3.4	22.9	2.8	0.47	0.002	3	
4.8	4.1	0.54	0.09	0.03	0.05	5.1	12.7	5.6	1.38	0.002	3	
4.7	4.2	0.64	0.15	0.02	0.04	—	3.3	25.9	1.38	0.002	3	
5.4	4.2	2.8	1.7	0.27	0.06	1.8	14.7	32.8	3.46	0.139	6	
5.0	4.1	1.5	0.87	0.15	0.06	4.0	12.5	20.6	4.68	0.118	6	
4.9	4.1	0.70	0.47	0.12	0.06	7.4	14.3	9.4	7.16	0.012	6	
4.9	4.0	0.54	0.69	0.27	0.06	11.8	16.0	9.8	5.03	0.048	6	
6.8	5.9	18.7	2.5	1.5	0.24	0	21.5	107	6.72	0.251	8	
7.0	5.6	12.9	2.1	2.8	0.73	0	15.3	121	5.90	0.133	8	

一日光還元一塩酸抽出処理

\*\*\*\* 本文参照

由来土壌の粘土はモンモリロナイトである。

次にこれらの地域の土壌の形態と性質にふれる。分析値は表1を参照してほしい。

SS78 No. 54 海岸平野, 潮汐平野, 自然堤防; Grey Hydromorphic soil; Air Talang P<sub>4</sub>S

A<sub>1</sub> pl 0—10 cm 黒褐色 (10YR 3/2) HC; 腐植富む; 中小粒状; きわめて碎易; 草本の根 root mat となる

Go 10—35+ 黄灰色 (2.5Y 4/1) HC; 壁状; half ripe

SS78 No. 57 海岸平野, 潮汐平野, 後背低地; Amorphous Peat; Upang test farm

A<sub>1</sub> PT pl 0—20 cm 黒褐色 (5YR2/1) 不定形泥炭; 分解度 H9

PT 20—80 黒褐色 (5YR2/1) 不定形泥炭; 分解度 H8

Gr<sub>1</sub> 80—100+ 灰色 (5Y5/1) HC; 不定形泥炭が孔隙に沿っておちこむ; 壁状; nearly ripe

Gr<sub>2</sub> 灰色 (N4/0) と褐灰色 (10YR 4/1) HC; 淡黄色 (2.5Y 8/4) の被膜 (jarosite と思う) が析出する; mud clay

SS78 No. 85 海岸平野, 潮汐平野, Estuary; Sodic Thionic Gley soil; Banyuasin

A<sub>1</sub> 0—20 cm 褐灰色 (7.5YR 4/1) HC; 中大柱状; 1 cm 以上の biopore; *Rhizophora* の根多し; jarosite (?) 被膜含む; mud clay

Gr 20—100+ 暗オリーブ灰 (5GY 4/1) HC; 壁状; 1 cm 以上の biopore; *Rhizophora* の根多し; mud clay

SS78 No. 61 海岸平野, 潮汐平野, 後背低地; Humic Gley soil; Talang Delta

A<sub>1</sub> PT 0—25 cm 黒褐色 (5YR 2/1) 不定形泥炭; 分解度 H8

Gr AM 25—120+ オリーブ灰 (2.5GY 5/1) HC; 壁状; 堅硬; 木片含む

SS78 No. 14 海岸平野, 台地; Humic Grey Hydromorphic soil; Cinta Manis A<sub>1</sub> pl 0—10 cm 黒色 (7.5YR 1.7/1) HC; 中中粒状; きわめて碎易; 1 cm 以上の biopore

Go 10—50+ 灰黄褐色 (10YR 4/2) HC; 黄褐および灰白色の雲状斑多し; 堅硬; 壁状; アラム (?) の crystal tube

Gr AM 明黄褐色 (2.5Y 7/6) の jarosite (?) 被膜でおおわれる; 木片富む; mud clay

SS78 No. 3 内陸河谷平野, Palembang 閉塞盆地; Brown Lowland soil; Tanjung Raja

(A) 0—50 cm にふい黄褐色 (10YR 4/3) SiC; 中中塊; 碎易; 1 cm 以上の biopore  
IIC<sub>1</sub> 50—150 褐色 (10YR 4/4) SCL; 黄橙色の斑紋含む; 弱中塊; 碎易; 1 cm 以上の biopore

IIC<sub>2</sub> 150—230 にふい黄色 (2.5Y 6/3) HC; 明黄褐色管状斑下部に含む; きわめて堅; 中大角塊

IIIA<sub>1</sub> 230—280 灰色 (N 4/0) HC; 橙色の管状斑含む; 壁状; きわめて堅硬

IVGr 280+ 明オリーブ灰 (2.5GY 7/1) HC; 黄褐色の管状斑富む

SS78 No. 16 内陸河谷平野, Palembang 閉塞盆地; Humic Grey Hydromorphic soil; Rice estate

A<sub>1</sub> pl 0—25 cm 腐植に富む黒褐色 (10YR 3/2) HC; 壁状; 軟; half ripe

Go 25—140 黄灰 (2.5Y 6/1) HC; 壁状; half ripe

Gr AM 140—180+ 黄灰 (2.5Y 6/1) HC; 壁状; practically unripe; 木片含む

潜在的 cat-clay のうちでも脱塩状態がいろいろあることから数枚の cat-clay があると思われる。大別すると3枚の潜在的 cat-clay が認められる。チンタマニス台地の断面 (No. 14 参照) 下部にあるものは脱塩が最も進み最も古いものであろう。次に潮汐平野後背低地の断面 (No. 57 参照) 下部にみられる木質の潜在的 cat-clay は電気伝導度が 1,000~3,500  $\mu\text{S}$  程度、置換性マグネシウムの比較的多いメンバーである。最も新しいのは estuary にみられるもの (No. 85 参照) で地表面にあり、現在堆積中である。電気伝導度が 1,000~5,000  $\mu\text{S}$ 、置換性ソーダの比率がきわめて高いのが特徴的である。

これらの土では遊離無機酸、有機酸などの存在が想像されるが、事実 pH と塩基飽和度とはほとんど対応しない。例えば No. 85 では電気伝導度が 4,500  $\mu\text{S}$ 、塩基飽和度が 260 パーセントときわめて高いが pH は表層で 3.4 と非常に強酸性である。このような事実はポドゾル化を進める強力な要因である。遊離酸化物のレベルは、必ずしも泥炭をかぶっていてもきわめて低いことがよく理解できる。潜在的 cat-clay の場合は遊離鉄がパイライトとして固定されるので高い遊離酸化鉄含量を示す。

No. 3 はオガン川の自然堤防の崖である。ここで IIIA<sub>1</sub> 層は後背低地での腐植質堆積物 'dalamic deposit' であるが海岸平野の cat-clay と異なり淡水性堆積物である。この閉塞盆地の 'dalamic deposit' はほとんどが non-cat-clay であり、淡水湖盆としての歴史をもっていることが判る。表層の粗粒な土層は新しい自然堤防堆積物である。'dalamic deposit' から 'levee deposit' への変遷をこの崖は示すわけである。カユアグンからタンジョンルブックの方向へ遡行すると、つまり閉塞盆地の扇頂へ向かうと、'dalamic deposit' は数枚現われる。つまり流路の変更がより頻発したこ

とを物語る。

この閉塞盆地では現在も新しい levee の成長が速やかで運河を掘ると速やかに levee が運河沿いに形成される。興味あることにこの粗粒の 'levee deposit' は粘土質の下層に比べてモンモリロナイト含量がふえる。これは細粒の後背低地に、ふるい分け効果によってモンモリロナイトが多いとする日本での経験に合わない事実である。

SS78 No. 4 準平原, 高位段丘; Humic Red Yellow Podzolic soil; Indralaya  
A<sub>1</sub> 0—30 cm 腐植に富む黒色 (N 2/0) LiC; 弱大粒状; きわめて碎易  
A<sub>2</sub> 30—45 褐灰色 (10YR 5/1) LiC; 弱中塊; 碎易  
II A<sub>1</sub>bu 45—70 黒色 (10YR 2/1) HC; 弱小塊  
II B<sub>2</sub> 70—80 褐灰色 (10YR 5/1) HC; 明黄褐色 (10YR 6/6) および淡赤橙色 (2.5 YR 7/4) の雲状斑富む; 中大塊; 堅硬  
II C<sub>1</sub> 100—120+ 灰黄褐色 (10YR 6/2) と赤斑色 (2.5YR 4/8) のまだら HC; 壁状; 堅硬

遊離酸化物含量は低く既述のごとくポドゾル化をうけていると思われる。粘土鉱物の類型はカオリン鉱物 (カオリナイト) が90パーセント以上を占める。この類型は準平原の砂岩風化物由来の赤黄色土にもみられる。その点、侵蝕段丘か堆積段丘か疑問が残る。この土は日本でいえば沖縄のフェーチシャにも似ている。しかしフェーチシャでは粗腐植の形で有機物が集積しているのに反し、この場合は無機物とよく混和した腐植の形で集積している。またフェーチシャの漂白層は堆積岩中の珪岩脈が細粒化して地表面をおおった累重堆積層という印象をぬぐい切れないが、この場合は *in situ* での生成層である。

SS78 No. 23 準平原, 波状丘陵; Red

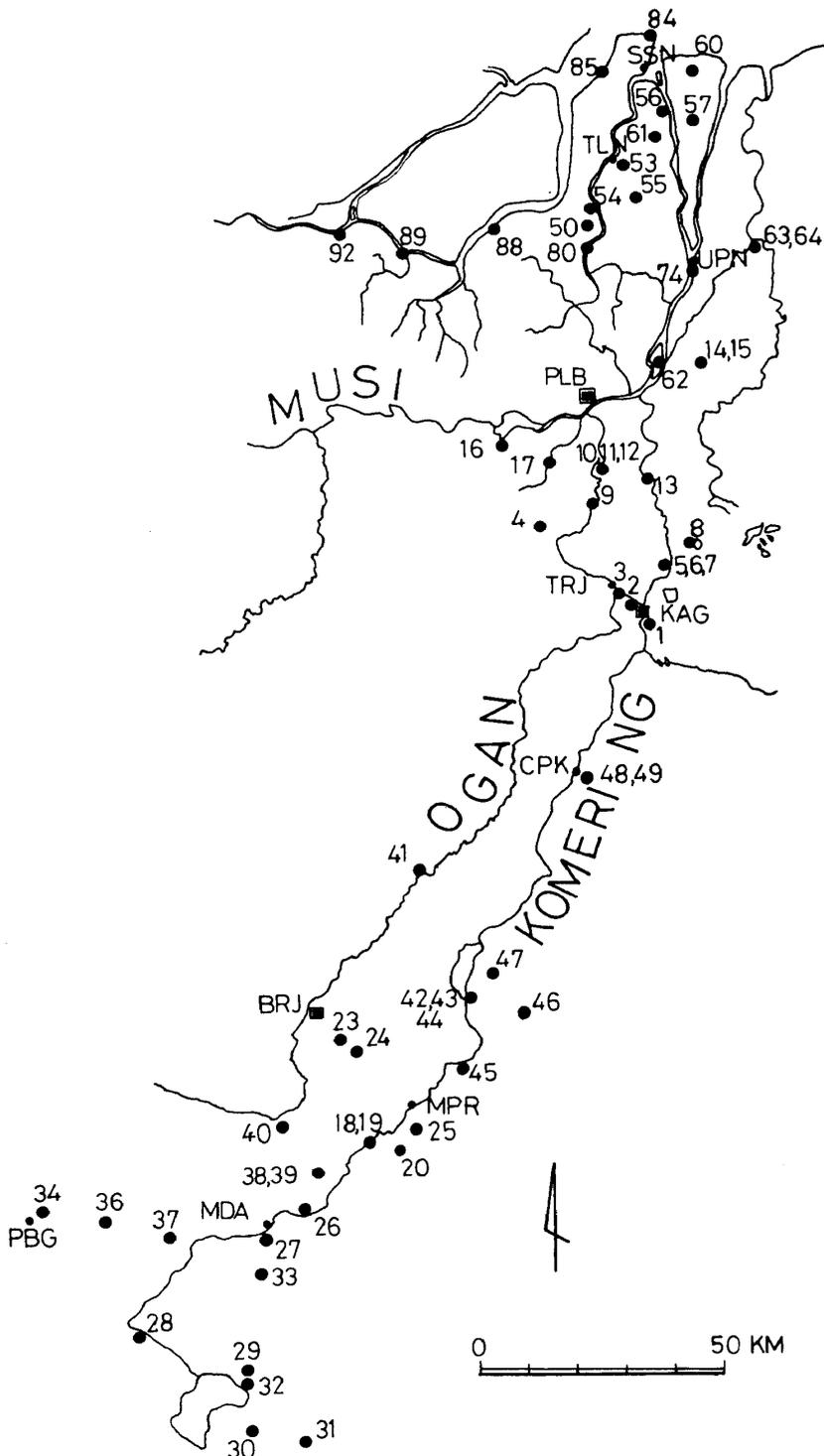


図2 土壌試料採取地点

Yellow soil; Batu raja  
—Martapura

A<sub>1</sub> 0—25 cm におい黄褐色 (10YR 4/3) LiC; 中小塊; 碎易; アランアランの根多し

A<sub>3</sub>/B<sub>1</sub> 25—55 褐色 (7.5 YR 4/6) LiC; 明褐色 (7.5 YR 5/8) の小斑あり; 中中塊; 碎易; アランアランの根あり; 虫の糞あり

B<sub>2</sub> 55—105 浅黄色 (2.5 YR 7/4) HC に明赤褐色 (5YR 5/8) の雲状斑富む; 弱中塊; 碎易

B<sub>3</sub> 105—150+ 灰白色 (10Y 7/1) HC に明赤褐色 (5YR 5/8) の大斑富む; 弱極大柱状; 堅硬

強度に洗脱されている。置換性アルミニウムが下層で高くかつ2:1型粘土鉱物が下層ではヴァーミキュライトだが表層では置換性アルミニウムがへり Al-ヴァーミキュライトになる。また下層は多量の雲母鉱物を含むことから、母材は雲母に富む頁岩であり、土壌化過程で雲母からヴァーミキュライトへ、さらに Al を層間にとりこんで Al-ヴァーミキュライトへという一連の変化を辿れる。

この site に近いやはり波状丘陵上のより色調の赤い断面では母材が砂岩で、全層カオリン質である。このように同じ波状丘陵でも地表面に現わ

れる層理の差が土壤の外観，粘土類型を左右している。

SS78 No. 32 山地, Danau  
Ranau 高原 ; Andosol ;  
Jepara  
A<sub>1</sub> 0—60 cm 黒色(7.5YR  
2/1) LiC ; 中中粒状 ; きわ  
めて碎易  
B<sub>2</sub> lo 60—180+ 褐色(10  
YR 4/4) CL ; 弱ごく大柱  
状 ; 碎易

南スマトラの Andosol は日  
本のクロボクのごとく粗鬆で  
ボクボクした感じではなく，む  
しろ Dark Brown Latosol との  
移行形態に近いものが多い。し  
かし多量に含まれるプラントオ  
パールは日本のクロボク土と類  
似の形態のものが多いので，腐  
植の集積に関与した植生はやは  
り草原植生と考えてよさそうで  
ある。

遊離酸化物，とくにマンガ  
ン含量の高いことが注目される。  
ムアラドゥア南のシラス台地  
の上の Brown Andosol ではマン  
ガンが2次的に集積して2パー  
セントをこえる場合もみられ  
る。石灰飽和度も高い。これら  
の性質は火山灰の mafic な性質  
および長石の組成が anorthite  
的成分に傾いていることによる  
ものである。

以上南スマトラのいくつかの  
土壤を例にとってやや細かく説  
明を加えてきた。ここでもう一

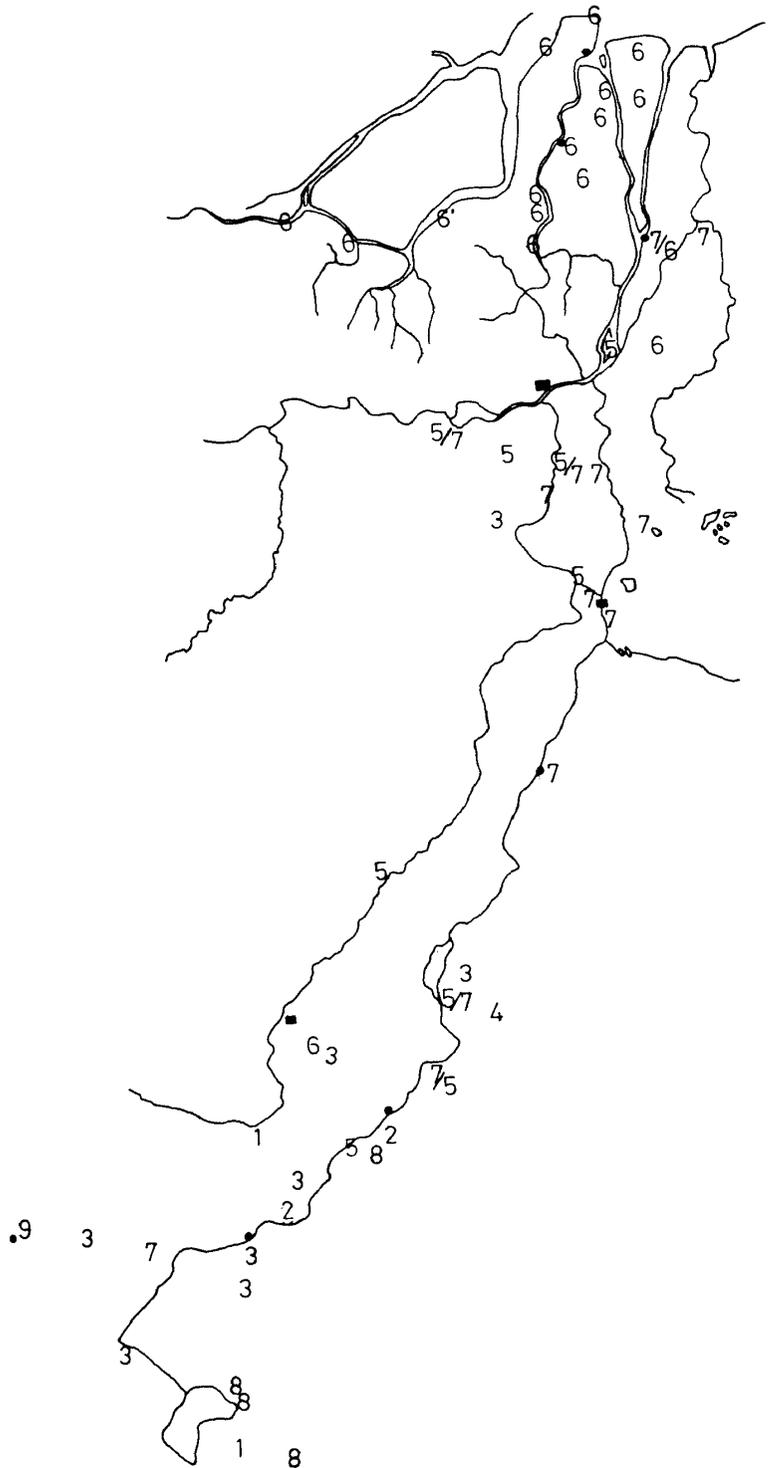


図3 粘土鉱物組成の類型とその分布  
(凡例は本文参照)

度全体的な概観をするためにいくつかの性質を地図上にプロットしその分布を検討してみよう。とりあげる性質は粘土鉱物組成の類型、塩基飽和度、遊離酸化鉄含量とする。

粘土鉱物類型の分布図は母材の分布を把握する目安となる。塩基飽和度、遊離酸化物もちろん母材の性質を継承するが土壌の環境に比較的速やかに調和的となる性質である。ただ、両者の意味は異なる。塩基飽和度は水による塩基の洗脱・集積過程の結果を表わすので、主として水文、地史的環境要因と調和する。遊離酸化物含量は母材の質と同時に環

境の酸化還元状況、可動化物質の存在によって分化する。

図2に土壌試料採取地点を示す。

図3は粘土鉱物組成のタイプの地域的分布を表現する。類型区分は服部[1978]に準拠して次のように行なっている。

類型	組成	名称
1.	モンモリロナイト90%以上	モンモリロナイト土壌
2.	モンモリロナイト65~85%	モンモリロナイト質土壌
3.	カオリン鉱物90%以上	カオリン土壌
4.	カオリン鉱物65~85%	カオリン質土壌
5.	2:1型鉱物が優勢, 雲母型鉱物5%以下	混合型土壌
6.	カオリン鉱物が優勢, 雲母型鉱物5~25%	含雲母カオリン質混合型土壌
7.	カオリン鉱物が優勢, 雲母型鉱物5%以下	カオリン質混合型土壌
8.	X線非晶質粘土90%以上	非晶質土壌
9.	X線非晶質粘土が優勢	準非晶質土壌

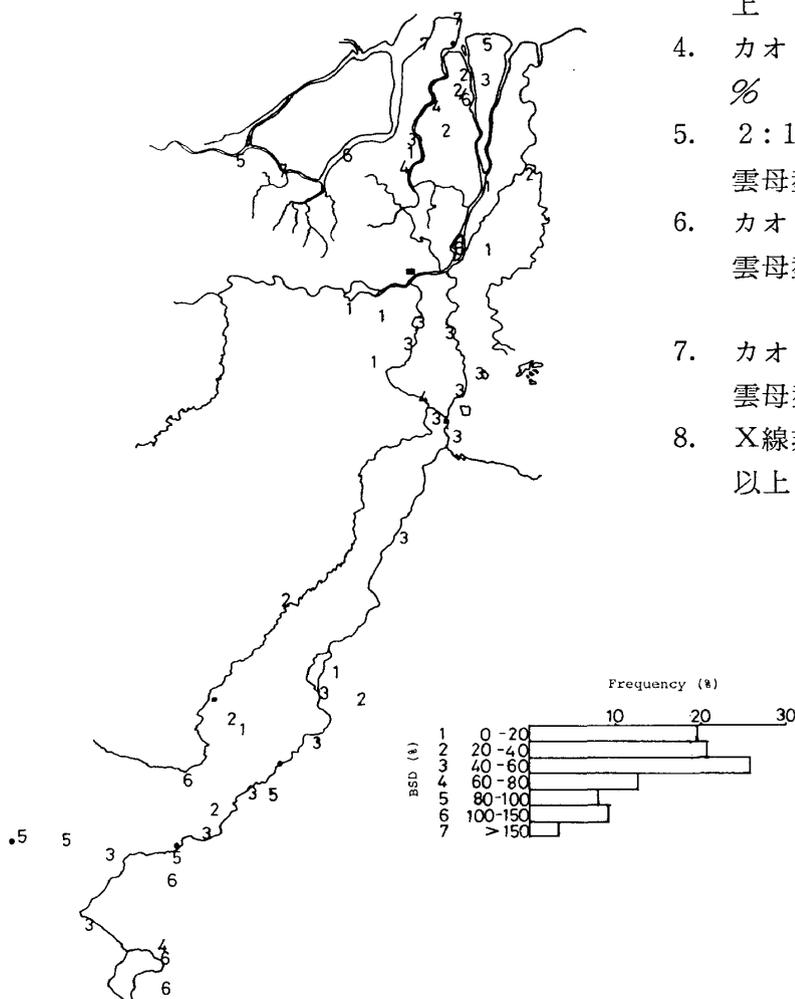


図4 塩基飽和度クラスとその分布

図中のグラフは塩基飽和度の各クラスとその頻度分布を示す。表層と下層で著しく異なる場合、斜線下に下層のクラスを記す。

図3でみるごとく、海岸平野はかなりまとまりのよいグループを形成しており含雲母カオリン質混合型土壌である。そして既述のごとく2:1型鉱物はモンモリロナイトが優勢である。

パレンバン閉塞盆地もまとまりがよく、カオリン-モンモリロナイトのカオリン質混合型土壌が多い。'levee deposit' は逆

にモンモリロナイト-カオリンの混合型土壤となる。

コムリン，オガン両河谷平野はサンプル数が少なくて明確な傾向はしぼり出せないが，

コムリンの河谷平野は閉塞低地の傾向に似かよっている。オガンの河谷平野はやや性格を異にするように思われる。上流に石灰質の母材が広く，そこにはモンモリロナイト土壤

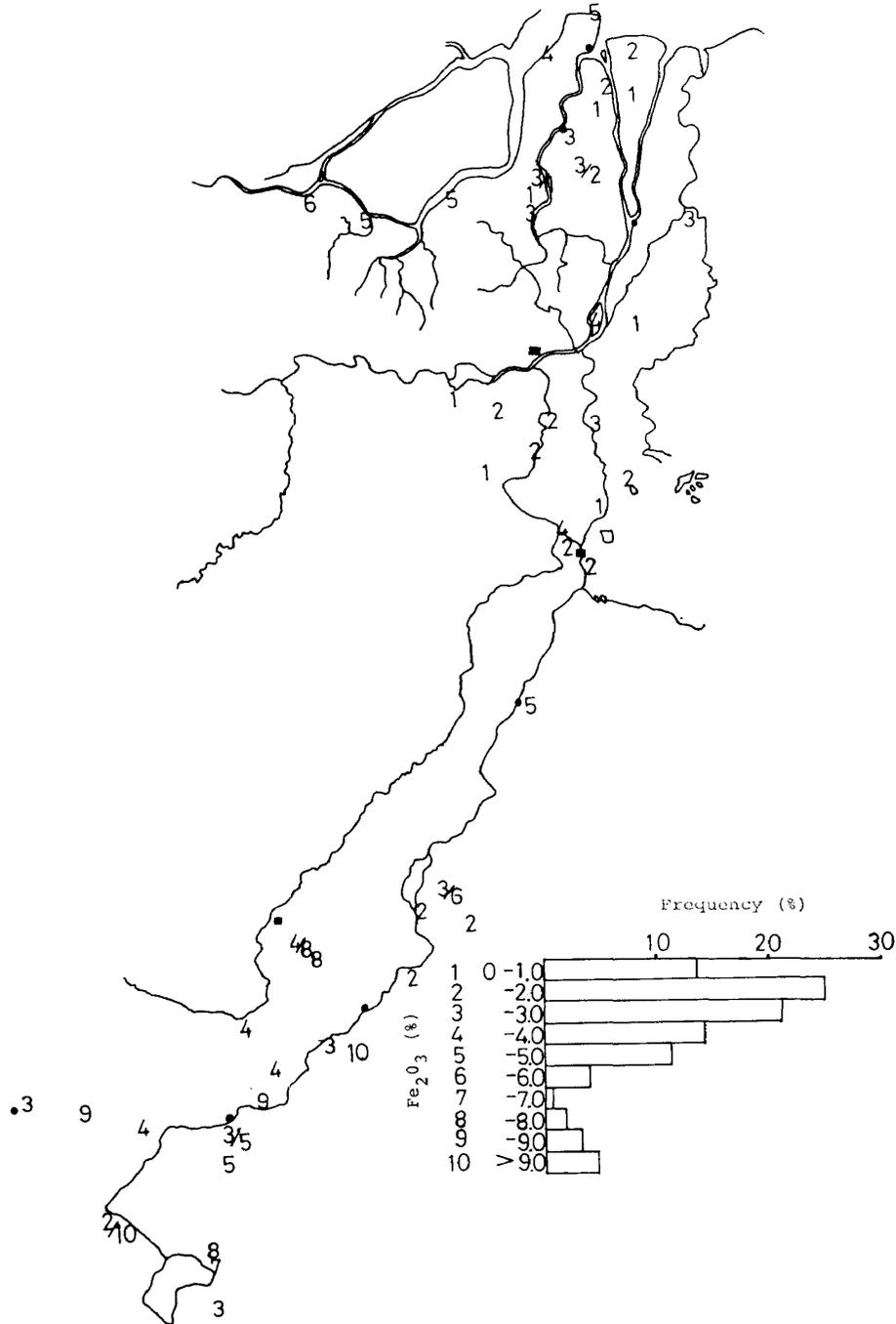


図5 遊離酸化鉄含量クラスとその分布

図中のグラフは遊離酸化鉄含量の各クラスとその頻度分布を示す。表層と下層で著しく異なる場合，斜線下に下層のクラスを記す。

がみられるし、タンジョンラジャ (Tanjung Raja) の 'levee deposit' がオガンにつながるものとみれば中流、下流にはモンモリロナイト-カオリン型の混合型土壌が優越すると予測される。

山地では非晶質系とメタハロイサイトを主とするカオリン土壌が目立つ。

概括すると、山地は火山噴出物の影響に支配された母材分布を示す。河谷平野はオガンとコムリンでやや様相が異なることが予想されるが中流域から下流域までカオリンとモンモリロナイトの混合した母材組成である。海岸平野に入ると雲母鉱物の存在が目立つ。雲母鉱物はコムリン、オガン両河谷にはみられないのでその供給源をムシ流域に求めるか、潮汐平野における風化の相対的な抑制によって雲母型鉱物が保存されているのか、ふたつの可能性がある。

図4と図5は塩基飽和度と遊離酸化鉄を示

す。両者を重ね合わせると海岸平野には特徴的な帯状構造がかびあがる。鉄をパイライトとして、塩水を化石水として、現在固定しつつある estuary, 塩基と遊離鉄の溶脱, ポドゾル化が急速に進む潮汐平野内部の後背低地, 流水客土をうける川沿いの狭い帯状地の三つである。

火山噴出物の厚い風化殻をもつ山地の土壌は塩基と鉄に富む。中流部, 下流部では両者の溶脱が進むが海岸平野における強力さはない。

準平原では二つの方向が生じる。辺縁部の段丘ではやはり強力なポドゾル化によって両者共に溶脱されている。一方波状丘陵部では塩基が流亡するのに反し遊離酸化物は相対的に富化していく。

以上は南スマトラ低地部の土壌に関する簡単な見取図である。

## 文 献

- Andriessse, J. P. 1974. *The Characteristics, Agricultural Potential and Reclamation Problems of Tropical Lowland Peats in Southeast Asia*. Amsterdam: Koninklijk Institut voor de Tropen Amsterdam. Communication 63.
- Bemmelen, R. W. van. 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. 1A. Hague: Martinus Nijhoff, The Hague.
- Driessen, P. M.; and Soepraptohardjo, M. 1974. *Soils for Agricultural Expansion in Indonesia*. Bogor: Soil Research Institute. Bulletin No. 1.
- 服部共生. 1978. 「水田の土壌鉱物」『水田土壌学』川口桂三郎 (編), 142-153ページ所収. 東京: 講談社.
- Moormann, F. R.; and Panabokke, C. 1962. *Soils of Ceylon*. Tropical Agriculturist. 117(1): 3-70.
- Tjia, H. D. 1970. *Quaternary Shore Lines of the Sunda Land, Southeast Asia*. Geologie en Mijnbouw. 49(2): 135-144.