

第 3 章

自然状况

第3章 自然状況

3.1 パラ州の自然状況

3.1.1 地形

パラ州の地形は、構造地形学的に平原地域、高原地域およびディプレッション（凹地、窪地）の3地域に分類され、標高はそれぞれ0～100 m, 200～500 m, 500～900 m に分布する。

平原地域はアマゾン河沿い（アマゾン平原）とパラ州北東部（海岸平野）に広がる。高原地域はアマゾン河河岸から遠く離れて分布しており（アマゾン堆積性高原）、マラニオン州との州境近くに位置する Paraíba 流域高原を形成している。ディプレッションは州の南端(中部ブラジル・シールド)および北端（ギアナ・シールド）に見られる。

3.1.2 地質

パラ州の地質は始生代（25億年以上前）から完新世まで広く存在し、地質学的にはアマゾンクラトン、São Luís クラトン、後期原生代の変動帯、顕生代層という4つの主要区系区に分類される。

州の最も重要な鉱物資源は、鉄、アルミニウム、金、カオリン、石灰、錫、銅、鉛、亜鉛、ニッケル、クロム、リン酸塩、チタン、塩、石膏、宝石類（アメジスト、トパーズ、オパール等）、建設資材用岩である。これらの多くが未開発である。

3.1.3 土壌

パラ州に分布している主要な土壌目は、Oxisol、Ultisol、Alfisol、Entisol である。ブラジル国の土壌分類により区分されたパラ州の主要な土壌大群は以下のとおりである。また、USDA による土壌分類との対比を示す。

表 3.1-1 パラ州の主要土壌

| ブラジル分類上の大群 (Great Group) | USDA による土壌分類 | |
|-----------------------------|--------------|------------------|
| | 目 (Order) | 大群 (Great Group) |
| 黄色ラトソル | Oxisol | Haplorthox |
| 赤黄色ラトソル | Oxisol | Acrothox |
| プリントソソル | Oxisol | Plinthaquox |
| 赤黄色アルギソル (Podzolic soil) | Ultisol | Tropudults |
| 赤色ニトソル (テラロッサ) | Alfisol | Tropudalfs |
| 岩石質ニヨソル (リソソル) | Entisol | Troporthents |
| Quartz ニヨソル (珪砂) | Entisol | Quartzipsamments |
| 典型グライソル | Entisol | Fluvaquents |

Oxisol は州の 45% を占め、強度の風化土壌であり、湿潤熱帯気候の古い地勢で典型的な土壌である。Ultisol は州の 40% を占め、一般的に酸性土壌の低肥沃土であり、排水性が良好および不良な地域ともに分布する。Alfisol は州の 2.7% を占め、ほとんどが多年生作物の栽培に使用されている。Entisol は州の 6.4% を占め、主に自然植生である。他に、多様な土壌目が小面積に分布している。一般に、パラ州の土壌は酸性で肥沃度が低く、かつ保水力が低いという特徴がある。

3.1.4 気象

パラ州内でも、気象条件は地域によって異なり、年降水量は 1,000 mm から 4,000 mm と大きな地域差がある。この地域では明確な乾期はなく、顕著な雨期と比較的降雨の少ない雨期が存在する。一般に顕著な雨期は 12 月から 5 月、比較的降雨の少ない雨期は 6 月から 11 月であるが、地域により異なっている。

月平均気温は 24 から 28 であり、季節による気温の変化は比較的小さく、その差は 5 以上にはならない。気候の特徴は、ケッペン法による気候区分によると、パラ州は Af (乾期がない)、Am (おだやかな乾期がある) および Aw (明確な乾期がある) の小区分に分類され、それぞれ州面積の 72%、23.7%、4.3% を占めている。

パラ州の年間水収支は、不足量が 100 mm 未満でほとんど不足のない地域から、年間 400 ~ 500 mm の不足を生じる地域まで分布している。月別に見れば、パラ州における水収支上の不足は 6 月から 11 月に発生し、特に 8 月から 11 月の間の不足量が大きい。

3.1.5 水文

パラ州は豊富な水資源に恵まれており、特に多くの河川、小湖沼、自然港等、舟運の基盤に恵まれ、地域の産出物の搬出に貢献している。パラ州で最も重要な河川はアマゾン河であり、州内を北東に向かって流れ、大西洋に繋がっている。

パラ州内を流れるアマゾン河の支川は総延長で数千キロに達するが、そのうち最も重要な支川は、左岸支川の Trombetas 川、Maicuru 川、Paru 川および Jari 川と、右岸支川の Tapajos 川、Xingu 川および Tocantins 川であり、Tocantins 川には Tucurui ダムと水力発電所が設置されている。その他のパラ州の主要な河川としては、Acará 川、Guamá 川、Moju 川、Araguaia 川および Gurupi 川がある。

3.1.6 植生

パラ州に分布する主要な植生は、以下のとおりである (パラ州環境ガイド SECTAM, 2000)。

- a. テラフィルメ (Terra Firme : 高台) 林 : 非常に多数の樹種構成と洪水域の上方に分布することで特徴付けられる植生。密生林 (Floresta Densa)、疎林 (Floresta Aberta) およ

び半落葉林 (Floresta Semi-decidual) に大別される。

- b. イガポー (Igapo : 浸水地域) 林 : 一般的に地上に露出した板根、支柱根、気根を有し、永続的に浸水する地域に分布する植生。多数の樹種で構成されている。
- c. セラード (Cerrado) : 顕著な乾期が優勢することによる生物気象条件により、中低の矮性樹木とコルク質の樹皮で特徴付けられる植生。
- d. 天然草原 (Campos) : 水分が不足する海岸または沖積地域、アマゾン下流域とマラジョ島東部に出現する植生。
- e. 海岸植生 (Litorânea Costeira) : マングローブに代表され、塩水と堆砂の影響を受ける地域に出現する植生。

3.2 調査対象地域の自然状況

調査対象地域の自然条件に関しては、対象地域の 76% の面積を占めるマラバ郡と他の 4 郡とは少し異なる特徴を有している。このため、以下の記述ではマラバ郡とその他 4 郡とを二分して説明する。

3.2.1 地形

地形は土地分級区分を行う際の支配因子の一つである。特に、マラバ郡では標高差が大きく、地形の起伏が著しい。急斜面での土壌侵食は、農業の機械化とともに大きな問題となっている。他の 4 郡の標高はマラバ郡よりも低く、地形はマラバ郡ほどではないが比較的起伏が大きく、丘陵地、平野部、台地および氾濫原が見られる。

3.2.2 地質

マラバ郡の地質構造は複雑であり、先カンブリア代の Xingu Complex (granite、granulite、migmatite、その他)、すなわちトカンチンス層群 (頁岩、片麻岩、珪砂、metabasite その他)、Ferro 層、Rio Fresco 層、Membro Azul (強磁性成層岩、シルト岩、粘性岩および砂岩) から構成されている。

他の 4 郡の地質構造は、主に先カンブリア代の岩層から構成され、トカンチンス層群 (頁岩、片麻岩、珪砂) に属する。また、古生代の Pimenteiras 層 (粘土岩および暗色シルト岩) および Fire Rock 層 (砂岩、シルト岩、粘土岩および石灰岩) に代表される堆積性の岩層が見られる。また、Sambaiba 層 (砂岩) に代表される中生代、Barreiras 層の堆積層に代表される新生代、トカンチンス川沿いに点在する第四紀層が見られる。

3.2.3 土壌と土地利用区分

(1) 土壌

代表的な土壌は、細粒質の赤黄色アルギソル (Podzolic soil)、腐植栄養岩石質ニヨソル (リ

ソル)、中粒質および細粒質の腐食栄養赤黄色ラトソルおよび腐植栄養石英ニヨソル(珪砂)である。赤黄色アルギソルはマラバ郡の大部分に、岩石質ニヨソルは山地に分布している。また、赤黄色ラトソルはマラバ郡中部と西部に、石英ニヨソルはマラバ市から 20 km 南に分布している。赤黄色アルギソルおよび赤黄色ラトソルは良好な物理特性を有するものの、作物栽培には十分な肥沃度の改良が必要である。これらの土壌は起伏の強い地域となだらかな地域に分布している。腐植栄養石英ニヨソル土壌はほとんど起伏のない地域と起伏のなだらかな地域に分布している。腐植栄養 Cambisol および腐植栄養低腐植グライソルも同時に散見される。

他の 4 郡の代表的な土壌は、細粒質の赤黄色アルギソル (Podzolic soil)、腐植栄養石英ニヨソルおよび腐植栄養岩石質ニヨソル (Lithosol) である。赤黄色アルギソルは São João do Araguaia 郡、São Domingos do Araguaia 郡の西部、Brejo Grande do Araguaia の大部分、そして Palestina do Para 郡の西部に分布している。Quartz ニヨソルは São João do Araguaia 郡と São Domingos do Araguaia 郡の東部と Brejo Grande do Araguaia 郡の西部に分布している。腐植栄養岩石質ニヨソルは Palestina do Para 郡だけに存在している。また、腐植栄養赤黄色ラトソルおよび腐植栄養低腐植グライソルも同時に散見される。

(2) 調査対象地域の土地利用区分

調査対象地域の土地利用区分図 (RADAM – Radar da Amazônia) を図 3.2-1 に示す。また、適用された土地利用区分システムは、表 3.2-1 のとおりである。

表 3.2-1 土地利用区分 (RADAM)

| クラス | 土地利用 |
|----------|---------------------|
| 簡略土地管理 | |
| IIa | 一年生と多年生作物に普通 |
| IIc | 多年生作物に普通、一年生作物に制限有り |
| IIIa | 一年生と多年生作物に制限有り |
| IIIb | 一年生作物に制限有り、多年生作物に不適 |
| IIIc | 多年生作物に制限有り、一年生作物に不適 |
| IVa | 一年生と多年生作物に不適、牧草に適 |
| IVb | 農業と放牧に不適 |
| 最新土地管理体制 | |
| Ib | 多年生作物に適、一年生作物に普通 |
| IIa | 一年生と多年生作物に普通 |
| IIb | 一年生作物に普通、多年生作物に制限有り |
| IIc | 多年生作物に普通、一年生作物に制限有り |
| IId | 一年生と多年生作物に制限有り |
| IIIa | 一年生と多年生作物に制限有り |
| IIIc | 多年生作物に制限有り、一年生作物に不適 |
| IVa | 一年生と多年生作物に不適、牧草に適 |
| IVb | 農業と放牧に不適 |

出典：Projeto RADAM (Radar da Amazônia), Ministério das Minas e Energia

図に示したとおり、調査対象地域内にはクラス I、IIa に分類される土地は存在しない。即ち、短期作物にせよ永年作物にせよ通常の栽培適性を持つ土地は存在しない。

しかしながら、Brejo Grande do Araguaia 郡、Palestina do Pará 郡およびマラバ郡の一部に、小面積ながらクラス IIc に分類される土地がある。この土地は、短期作物の栽培適性には制限があるが、永年作物の栽培には通常適性がある。このクラスに分類される土地は、合計約 1,500 km² (7.3%) である。

調査対象地域の大部分の地域は、クラス IIIa (短期作物にせよ永年作物にせよ農作物の栽培には制限があるが、牧畜業(肉牛)には使用可能)に分類される。このクラスに分類される土地は総面積約 14,000 km² (71.9%) である。クラス IIIb に分類される土地は、短期作物の栽培には制限があり、永年作物には不適とされる。このクラスに分類される土地は、総面積約 150 km² (0.8%) である。クラス IIIc に分類される土地は、永年作物の栽培には制限があり、短期作物には不適とされる。この土地では、肉牛生産のみが可能である。このクラスに分類される土地は、総面積約 900 km² (4.6%) である。

その他、Brejo Grande do Araguaia を除く 4 郡では、小面積ながらクラス IV b 以下に分類される土地も存在する。このクラスでは、農牧業は不適であり、林業のみが可能とされる。このクラスに分類される土地の総面積は約 3,000 km² (15.4%) である。

調査対象地域の土地利用区分は以下のとおりである。

表 3.2-2 土地利用区分の分類別面積

| クラス | 面積, km ² | % |
|------|---------------------|-------|
| IIc | 1,448.6 | 7.3 |
| IIIa | 14,362.6 | 71.9 |
| IIIb | 154.1 | 0.8 |
| IIIc | 924.6 | 4.6 |
| IVb | 3,082.1 | 15.4 |
| 合計 | 19,972.0 | 100.0 |

マラバ小地域で RADAM (アマゾンレーダー) と PRIMAZ (アマゾン地域鉱物統合プログラム) が実施した土壌調査は、縮尺の違いが原因のためか、適性分類が異なっている。RADAM の調査では、縮尺 1 : 1,000,000 で地図が作成され、大部分の地域が短期作物にせよ永年作物にせよ農作物の栽培には制限がある土地として分類されている。しかし、入植地を中心に、小面積の土地で何らかの制限を受けながらも自給作物(キャッサバ、米、トウモロコシ、フェイジョン豆等)の栽培が行なわれている。従って、施肥、雑草防除、機械化等の技術を導入すれば、この地域では農業生産を向上させることが可能である。但し、経済的な可能性を検討する必要がある。一方、PRIMAZ の調査では、縮尺 1 : 250,000 で地図が作成されており、同じ地域について、中程度の技術を適用すれば通常の農業適性がある土地、また、高度技術を適用すれば良好な適性のある土地と分類している。林木種の植栽を中心とする林業は、こ

の地域に適しており、荒廃地回復に大きく貢献するものと考えられる。

3.2.4 気象

調査対象地域では、わずかな違いはあるものの各郡の気象状況はほぼ同様である。特に、マラバ郡以外の4郡の気象状況は酷似している。

調査対象地域はケッペン分類のAmとAwの中間の気候特性を有している。年平均気温は26である。相対湿度は乾期が52%、雨期が100%と高く、年平均相対湿度は78%である。雨期は主に12月から5月であり、乾期は6月から11月である。年降水量は約1,500～2,000mmである。相対湿度は乾期と雨期で73%から93%に変動する。

表 3.2-3 マラバ郡の月別平均気温と降水量

| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 気温 | 25.8 | 24.3 | 25.8 | 26.2 | 26.5 | 26.4 | 26.3 | 26.8 | 26.9 | 26.7 | 26.4 | 25.9 |
| 降水量 | 308.9 | 326.9 | 349.4 | 267.1 | 81.3 | 24.3 | 13.1 | 19.0 | 47.7 | 106.7 | 123.8 | 227.4 |

調査対象地域のほとんど、特にマラバ郡を除く4郡では水収支上の不足量が400～500mmとなっており、乾期の耕作には灌漑が必要不可欠である。

3.2.5 水文

最も重要な河川はトカンチンス川の左岸に位置し、マラバ市に河口をもつ Itacaiunas 川である。郡内を西から東へ流下し、主な支川は以下のとおりである。

右岸支川：Madeira 川および Paraupebas 川、左岸支川：Aquiri 川および Tapirapé 川

また、トカンチンス川およびその支川の Tauarizinho 川および Flecheira 川も重要な河川である。

São João do Araguaia 郡の代表的な河川は、河口を含む Araguaia 川最下流部とトカンチンス川の一部である。São Domingos do Araguaia 郡の主要な河川は、トカンチンス川の支川である Tauarizinho 川、Uba 川および Veados 川である。Brejo Grande do Araguaia 郡の主要な河川は、トカンチンス川との合流地点に近い Araguaia 川であり、トカンチンス州との州境となっている。Palestina do Pará 郡では Araguaia 川が最も重要な河川であり、トカンチンス州との境界を形成している。また、代表的な河川は Gamaleira 川である。

3.2.6 植生

マラバ郡の植生は多様であるが、その植生は多雨林として知られる低地密閉林に特徴づけられる。この密閉林は Carajás 山地の山麓低地、マラバ郡北部、Araguaia 川沿いの開析地に見られる。山麓ではヤシ科疎林（ババスが優占するヤシ林）が見られ、また小規模な広葉樹疎林（ツル性植物林）が低地密閉林に覆われるマラバ郡西部を除く Xingu - Iriri 川中流部に分布す

る。

他の4郡のほとんどは低地密閉林の一種である赤道帯の広葉樹林とヤシ科疎林（ヤシ林）に覆われている。また、Araguaia 川周辺ではセラードが見られる。Araguaia 川およびトカンチンス川の河岸段丘や中州では、河畔林が分布している。郡内のいたるところで、牧草地や放牧地として伐開された地区が見られる。このような場所では、天然更新の異なる段階として、二次林（灌木類）が見られる。

3.3 調査対象地域の自然的特徴

パラ州南東部に位置する調査対象地域の自然状況は、地形、土壌、気候が特徴的で、一体となって、農業、牧畜業、林業等の生産活動に関連する土地のポテンシャルと制約要因に大きく影響している。調査対象地域の76%を占めるマラバ郡の自然状況は、マラバ郡西部で標高700 m程度に達する起伏のある地域を除けば、他4郡の自然状況と類似している。

調査対象地域の自然状況の特徴は、以下のとおりである。

- a. 調査対象地域の地形は変化に富んでおり、起伏の大きい地域や高原地域もあれば、トカンチンス川とアラグアイア川の支流沿いに分布する氾濫原も見られる。調査対象地域の地形は、農業利用の上で制約要因となっている。
- b. 調査対象地域の代表的な土壌は、赤黄色アルギソル（Podzolic soil）、赤黄色ラトソル、岩石質ニヨソル（リソソル）、Quarz ニヨソル（珪砂）である。強度の風化酸性土壌で、微細な土壌構造を有する。有機物の養分連鎖を除いて肥沃度が極めて低いため、適切な土壌改良が必要である。
- c. マラバ郡、Brejo Grande do Araguaia 郡、Palestina do Pará 郡の僅かな地域を除いて、調査対象地域の大部分は、伝統的な農業には制限があるため、農業生産を拡大するためには、品種の選定、施肥、灌漑等、栽培管理を改善する技術・手法の適用が必要である。
- d. 調査対象地域は、ケッペン分類によると Aw と Am の中間の気候特性を有している。年間平均気温は 26 で、平均最高気温は 31 、平均最低気温は 22 である。相対湿度は 73% から 93% と高い。
- e. 雨期は 12 月から 5 月、乾期は 6 月から 11 月である。また、年間降水量は 1,500 mm から 2,000 mm である。調査対象地域の大部分は、水収支上の不足量が 400 ~ 500 mm であり、乾期の耕作には灌漑が必要不可欠である。
- f. 調査対象地域には、イタカイウナス川流域、アラグアイア川流域、トカンチンス川流域、その各々の支川流域が存在する。その他、Gameleira 川、Tapirapé 川、Vermelho 川、Cinzento 川、Preto 川等の流域も存在する。
- g. 調査対象地域の植生は、山麓低平地の低地密閉林が大部分で、次いで、混合疎生林（ヤ

シ林)が優占する。アラグアイア川、トカンチンス川の河岸沿いと若干の中州には河畔林が分布する。調査対象地域のいたるところで、牧草地や放牧地のために伐開された大面積の土地が見られ、あらゆる植生遷移の段階にある二次植生が分布している。

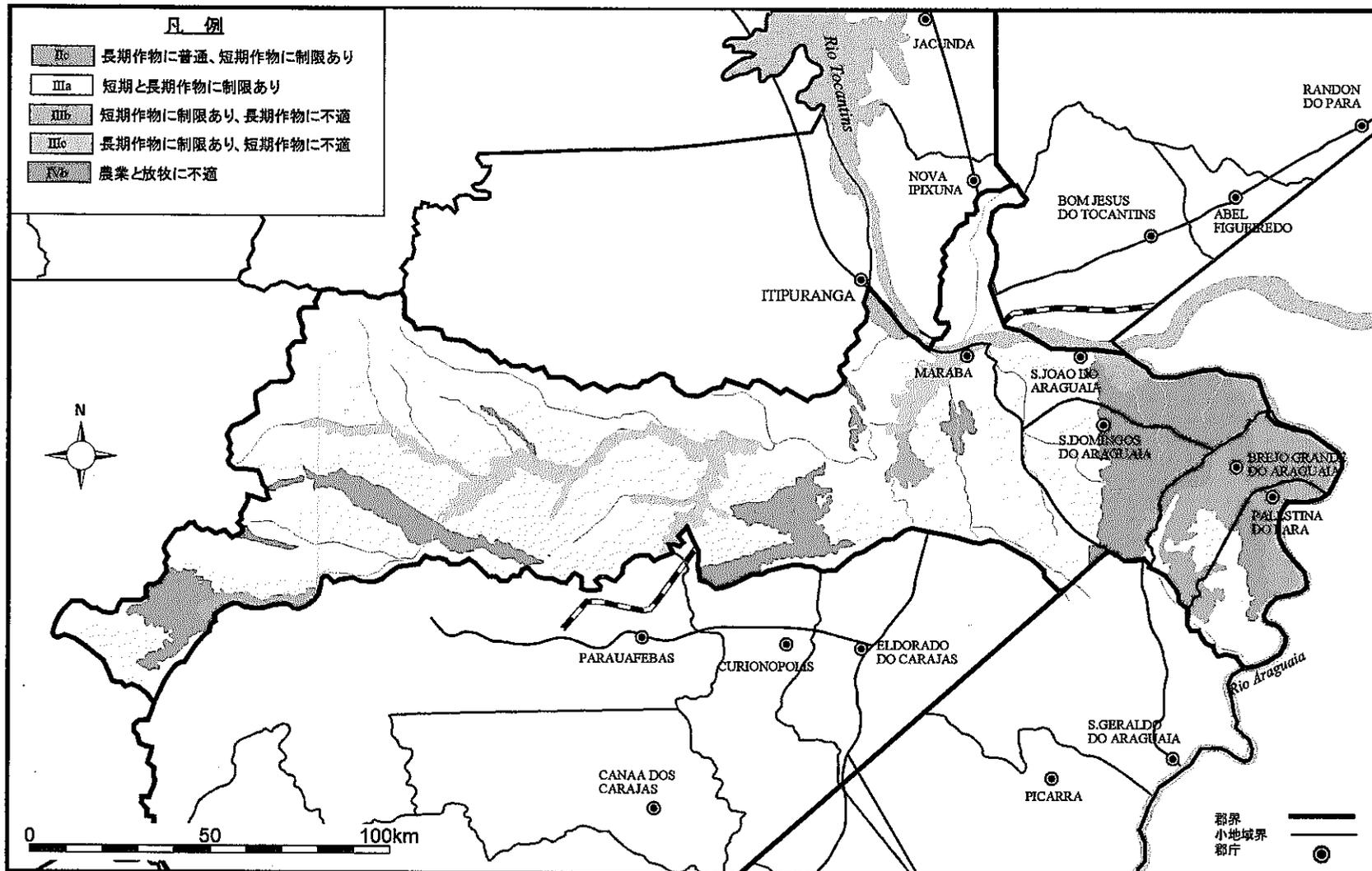


図 3.2-1 調査対象地域の土地利用区分図