第 4 章

森林と荒廃地の現況

第 4 章　森林と荒廃地の現況

4.1　森林の状況

4.1.1　ブラジル国の森林の概要

ブラジル国の面積は 846 万 km^2 で、このうち森林は 551 万 km^2（1995: FAO, 1999）で、国土面積の 65%を占めている。それは、南米熱帯諸国の森林面積の 67%に相当する。ブラジル国は、1990 年には 564 万 km^2 の森林面積を有していたことから、1995 年までの 5 年間に合計 1,300 万 ha、年間 260 万 ha の森林が消失したことになる。年間の森林消失率は 0.5%と南米熱帯諸国の平均の 0.6%を下回っているが、南米熱帯諸国の年間森林消失面積の 55%を占めている。

ブラジル国の森林のうち約半分（52%）は熱帯多雨林で、その他に湿潤落葉林（35%）、乾燥林（5%）等がある（FAO）。アマゾン地域を中心とするブラジル国内の熱帯林は 350 万 km^2 で、世界の熱帯林の約 30 %がブラジル一国に集中している（Mahar, 1989）。

4.1.2　アマゾン地域の森林の概要

アマゾン地域における開発政策の推進の観点から定められた政治的区分である「法定アマゾン地域（Amazônia Legal）」は、北部地域の全 6 州と中西部地域のマットグロッソ州、トカンチンス州および北東部地域のマラニョン州より構成されている。総面積は約 500 万 km^2 で国土の約 60%を占めている。この地域の人口は約 1,900 万人と算定されており、人口密度は約 4 人／km^2 となる（IBGE）。人口は総人口の 10%強に過ぎないが、近年の人口増加率は著しい。

アマゾン地域の森林は、基本的には、①テラフィルメ（Terra Firme：高台）林と②ヴァルゼア（Varzea：氾濫原）およびイガポー（Igapo：浸水地域）のいわゆる浸水林の 2 タイプに大別される。また、テラフィルメ林は、密閉林（Dense Forest）と疎林（Open Forest）の 2 つに区分されるが、前者は典型的なアマゾン熱帯雨林を構成するものである。

一方、植生の視点からはアマゾン地域は、灌木から巨大高木までの多様な種が認められ、極めて豊富な植物相を有する密閉林（1,900 km^2, 38%）、つる性植物・ヤシ科植物の混在する疎林（1,800 km^2, 36%）、灌木および草本の混生植生のセラード（700 km^2, 14%）、イネ科の多様な草本が認められる草地植生（600 km^2, 12%：人工改変地を含む、EMBRAPA, 1999）の 4 タイプに区分される。

アマゾン地域は、地球上の全生物種の少なくとも半数を包含しているものと考えられ、

現在分かっている種だけでも、植物種約 6 万種、節足動物 250 万種、魚類 2,000 種、哺乳類 300 種以上が生育・生息している（MMA/SCA, 1997）。特に、陸上植物、哺乳類、淡水魚に関しては、ブラジル国の多様性は世界第 1 位であり、両生類は世界第 2 位、鳥類は第 3 位、爬虫類は第 4 位である（MMA/COBIO, 1998）。

EMBRAPA によると、アマゾン地域の土壌は、88%が生産性の低いもので、農業生産に適する土地は僅か 12%と評価されている。しかし、その比率は低いものの、母数の大きさからアマゾン地域全体における農業適地は、約 5,000 万 ha に達する（Santana *et al.*, 1997）。

4.1.3 アマゾン地域の森林消失

ブラジル国のアマゾン地域では、毎年平均 5,000 万 m^3 の木材が伐採されており、国立宇宙研究所（INPE）の衛星によるブラジル・アマゾン森林監視プロジェクト（PRODES）によると、1997 年までに消失した森林面積は 53 万 2,000 km^2 で、それはパラ州において最大である。

4.1.4 森林消失の特徴

アマゾン地域の森林消失の特徴は、木材等の森林資源の利用および食糧生産のための農地・草地への転用が主な原因であることである。また、不平等な土地・国民所得の分配、不適切な農業税制・農業金融・土地所有制度等の経済的・社会的な要因および制度基盤の脆弱さが森林破壊を助長している。

4.2 調査対象地域の森林

4.2.1 森林植生

アマゾン地域の 24%（125 万 km^2）を占めるパラ州には 114 万 km^2 の森林が分布している。そのうち大部分はテラフィルメ林であり、これに加えてヴァルゼア林およびイガポーの浸水林、セラード、天然草原、マングローブ林等が生育する。

調査対象地域の植生は RADAM プロジェクト（PROJETO RADAM - Mapa Fitoecológico - 1974）の調査によると、生態的特性により 4 タイプに区分される（表 4.2-1）。

表 4.2-1　調査対象地域の森林植生タイプ

植生区分		標記	植生タイプ	郡	サンプル
セラード地域	トカンチンス川流域のデプレッション地域	Sc	セラード	Palestina do Pará	
移行地帯	移行地域	Fal	広葉樹疎林	Palestina do Pará	A-2 A-3
		Fam	ヤシ科疎林	Palestina do Pará, Brejo Grande do Araguaia	
密閉林地域	Araguaía 川流域の起伏地域	Fdn	低地平地林	Brejo Grande do Araguaia, São João do Araguaia, São Domingos do Araguaia, マラバ	A-10
		Fal	広葉樹疎林	Brejo Grande do Araguaia, São João do Araguaia, São Domingos do Araguaia, マラバ	
		Fam	ヤシ科疎林	Brejo Grande do Araguaia, São João do Araguaia, São Domingos do Araguaia, マラバ	
	カラジャス山地の平坦地域	Fdn	低地平地林	マラバ	A-18
		Fdt	低地丘陵地林	マラバ	A-19
疎林地域	Xingu 川／Iriri 川中流域の平坦地域	Fdt	低地丘陵地林	マラバ	
		Fal	広葉樹疎林	マラバ	
		Fam	ヤシ科疎林	マラバ	A-33
		Ap	農牧用地	マラバ	

出典：DNPM, Projeto RADAM - Volume 4 - Para, 1974.

4.2.2　調査対象地域の森林

調査対象地域の約 3/4 の面積を占めているマラバ郡の土地分布状況は以下のとおりである。

表 4.2-2　土地の分布状況

区分	面積（km^2）	割合（%）
テラフィルメ密閉林	10,468.05	69.06
つる性・広葉樹疎林	103.07	0.68
市街地域	30.31	0.20
水域	100.05	0.66
農牧用地および二次林等	4,456.42	29.40
マラバ郡合計	15,157.90	100.00

出典：CPRM, 1996

マラバ郡の森林はテラフィルメ密閉林が優占し、郡総面積の約 7 割を占めている。マラバ郡の西部奥地のカラジャス山地には、広大なカラジャス国有林が位置している。

調査対象地域におけるその他の天然林は、一般的に、川筋の森林保護地域、山地・丘陵の稜線の森林保護地域等に分布するのが主で、面積的にはそれほど多くはない。これら天然林の周辺部は、周りからの伐採および火入れによる延焼等のため、二次植生の林相を呈している。

4.3 荒廃の状況

4.3.1 荒廃地の定義

荒廃地およびその回復には様々な概念がある。大きく分けて、１）農業、牧畜業もしくは林業における経済的生産性の低下を指す農業荒廃、２）自然の動植物種の減少や密度の減少（生物多様性の荒廃）、あるいは、貯蔵炭素量、蒸発散量、保留養分量の減少等による生態系機能の損失（生態系の荒廃）を指す環境荒廃の 2 つに分けられる。

4.3.2 荒廃の原因

アマゾン地域において、農業荒廃および環境荒廃の原因となってきた主な土地利用は次のとおりである。

（1） 牧畜

アマゾン地域において農業的にも環境的にも生態系荒廃の一番大きな原因となっているが牧畜業である。パラ州内で現在までに伐採された土地の約 4 分の 3 が牧場開発を目的としたものである。東部アマゾンにおいて初めて伐開造成された草地の 25～50%が現在、放棄地もしくは荒廃地となっている。放棄へと至る主な要因は、①土壌の肥沃度の低下、②侵入雑草木との競合、③過剰利用による草地の消耗、④融資制度の未整備である。

（2） 移動耕作

アマゾン地域の伝統的な農業は焼畑移動耕作であり、バイオマス中に存在する栄養分を利用するため、休閑時期を挟む間断の伐採と野焼きを行う。伐開されたばかりの土地に一年生作物の栽培が行なわれ、耕地が放棄された後、植生遷移によって二次植生が形成する。この農法は、再生された二次林の生態的役割は重要であるが、農業生産の面から、農業荒廃を引き起こしている。

（3） 木材伐採

木材の伐採は、毎年、広域の天然林に影響を及ぼしているが、林冠の全てが失われないため、その影響を適正に評価するのは困難である。Paragominas 付近で行なわれてい

るような木材の集約的伐出においては、林冠の 50%が失われることもあり、その結果、蒸発散機能の低下、雨期の降雨量減少、火災発生危険度の上昇等、長期的な変化が起こる。しかし、木材の伐採後、火災の火種が森林の中に入り込まない限り、森林は天然更新する。

（4） その他の土地利用

アマゾン地域の生態系に影響を及ぼしている他の土地利用には、産業採鉱および木材以外の森林資源の採取がある。しかし、鉱山開発面積は小規模（約 1 万 ha）で、カラジャスは鉱山敷地全域を保全区としていることを考慮すれば、環境損失は微少なものと見なされる。また、ダムや道路建設など公共事業による森林の水没や森林伐採も生態系に影響を及ぼす。

4.3.3 植生遷移

農牧用地として利用されていた土地が放棄されたり、数年にわたって放置された場合、在来種により原植生へと遷移する。生産に利用されていた土地が放棄または放置されるようになる要因は、病虫害の発生による生産性の低下や短周期の火入れによる土壌の劣化である場合が多い。また、耕作地や牧草地の管理において、雑草・雑木である在来種の侵入が、農牧用地の維持管理費を増大させた結果である場合もある。これらは、農業荒廃として区分される荒廃の進行の結果もたらされる。そして、これらの土地では、二次的な植生が遷移する。

アマゾン地域における二次植生に関する遷移の過程は、以下のとおりである[1]。

（1） 第 1 相

植生遷移の初段階である第 1 相では、サマンバイアのような原始的なシダ植物や、カピン・サペー（*Imperata brasiliensis*）のようなイネ科草本の群生によって、植生が遷移する。こうした植物により、実質的に土壌の有機質形成のプロセスが再開される。植生高は約 2m までであり、この相の遷移の過程で、マメ科、クマツヅラ科、その他の草本が生育することもある。

（2） 第 2 相

耕作後に放棄された土地においては、第 1 相を経ずにこの相から遷移が開始される場合が多い。一般には「ジュキーラ」と呼ばれている植生で、マタ・パストのようなマメ科 Cassia 属の草本、ジュルベーバあるいはロベイラのようなナス科 Solanum 属その他

[1] IBGE, 1992, Manual Técnico da Vegetação Brasileira を基に調査結果を反映して加筆修正した。

の草本性潅木、つる性小潅木が広く見られる。

また時に、土壌の劣化状態によりアサ・ペイシェのようなキク科 Baccharis 属のつる性草本が優占する場合もあり、高台ではクアレズメイラのようなノボタン科 Miconia 属の草本も認められる。この相の植生高はほぼ 3m 前後に達する。

（3） 第 3 相

第 3 相では植物相はより発達し、低草本が比較的減少するのに代り、つる性および木本植物の出現頻度が多くなる。この相の指標種は Cecropia 属のインバウーバ（*Cecropia palmata*）で、繁殖の条件次第で、インガ（*Inga sp.*）、ラクレ（*Vismia sp.*）、パリカ（*Schizolobium amazonicum*）、その他の先駆種の幼木が認められることもある。Veloso（1945）はこの相を「疎カポエイラ」と呼んでいるが、ここでの植生高は約 5m 前後に達する。

（4） 第 4 相

この段階の植物相はより複雑であり、Veloso（1945）により「カポエイラ」と命名されている。第 3 相に引き続いて指標種は Cecropia 属のインバウーバで、植生高は主に 5〜10m の間にある。一般にこの相では、インガ、ファヴェイラ（*Parquia sp.*）、パリカのようなマメ科や、クアルーバ（*Vochysia sp.*）、パラパラ（*Jacaranda copaia*）、ラクレ、その他に代表される先駆種の急速な成長が認められる。一方、相対的に草本の優占度は低くなる。

（5） 第 5 相

第 5 相の植生は、主に 10m 以上の木本によって構成される。突出した樹高を持つ種は見られず、植生高は一様である。この段階の相では、インバウーバは比較的劣勢となり、第 4 相に引き続くマメ科、ボチシア科、ノウセンカズラ科の樹種や、カスターニャ・デ・マカコ（*Cariniana sp.*）等のサガリバナ科、エンヴィラ・ブランカ（*Xilopia sp.*）等のバンレイシ科、その他の樹種が生育する。また時に、パラゴムノキ（*Hebea sp.*）のようなトウダイグサ科の樹種が出現する。この相は、Veloso（1945）によると「カポエイロン」と呼ばれる植生である。

（6） 第 6 相〜

カポエイロンから相当な期間･条件を要して遷移する二次林（樹高 25 m 程度）であり、低い草本の進入を抑止し、高さの揃った木本植物が密閉している固定相である。ここでは、既に優占樹種の天然更新が可能である。さらに、この遷移の結果、最終的には天然林（樹高 30〜45 m）に回帰する。

表 4.3-1　遷移相の特徴

遷移の過程	経年	植生高	特徴
第 1 相	3 ヶ月～2 年	～2 m	イネ科草本、シダ植物等
第 2 相（ジュキーラ）	6 ヶ月～5 年	～3 m	Cassia 属等のマメ科、Solanum 属等のナス科のつる性小潅木
第 3 相（疎カポエイラ）	1 年～10 年	～5 m	Cecropia 属、Inga 属、Schizolobium 属、Vismia 属等の木本
第 4 相（カポエイラ）	2 年～20 年	5～10 m	Cecropia 属、Inga 属、Parkia 属、Vochysia 属、Jacaranda 属等の木本
第 5 相（カポエイロン）	10 年～80 年	10～20 m	Cariniana 属、Xylopia 属、Hevea 属等の木本
第 6 相（二次林）	40 年～150 年	20～30 m	天然林への移行型
第 7 相（天然林）	60 年～300 年	30～45 m	天然林の極相

以上、放棄および放置された耕作地や牧草地からジュキーラ、カポエイラ、カポエイロンへと植生遷移し、最終的に天然林に回帰する。

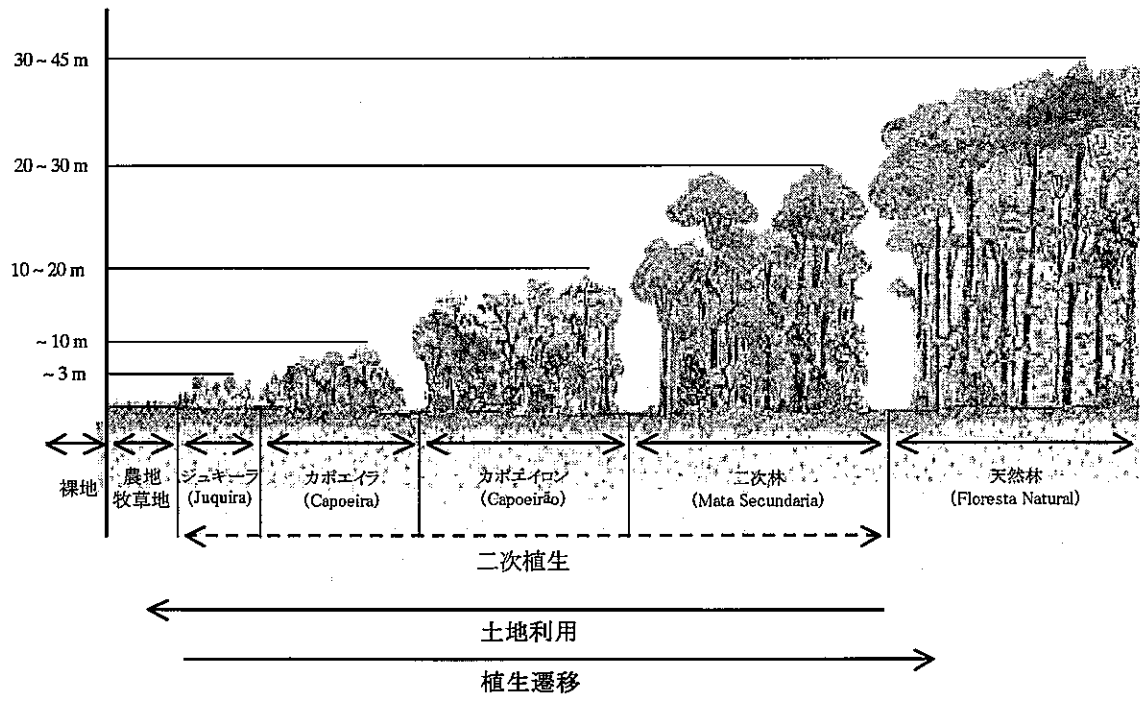

図 4.3-1　植生遷移の過程

4.3.4　草地の荒廃

(1)　調査対象地域の草地

調査対象地域の草地の荒廃は、乳牛飼育を中心とする小規模農家で顕著である。所有

草地の 70%以上が、ババスの幼木や嗜好性の悪いイネ科雑草に占有されている。古い入植農家では、成熟すると葉柄が硬くなり嗜好性が著しく低下するジャラグアグラス（*Hyparrhemia rufa*）やガンバグラス（*Andropogon gayanus*）が繁茂している。特に、São João do Araguaia、Brejo Grande do Araguaia および São Domingo do Araguaia 郡の草地で著しい傾向がある。

小規模農家で多く見られる牧草種は、古くから利用されていたコロニョン（*Braciaria decumbens*）やブッラキャロン（*Brachiaria humidicola*）であり、乾期になると枯れ、牧草地としての利用価値が低下する。そのため、安易な雑草、灌木駆除として、火入れによる野焼きが習慣的に行なわれている。

一方、中・大規模農家では、収量が多く乾燥に強い新品種である、タンザニアやモンバサ等への転換が進んでおり、乾期でも緑草が生育しており、牧草地として良好に利用されている。中・大規模農家でも、ババスや灌木の侵入があるが、定期的な除草剤の散布や人力による駆除により対処している。また、大規模農家は所有面積が大きいため、ババスや灌木の繁茂した草地は、保全地区として放置する傾向がある。

（2） 草地荒廃のメカニズム

草地の荒廃に至るメカニズムは、以下の原因と過程によると推察される。

a. 投資の不足

草地の改良および牧草の栽培には、新規の投資が必要であるが、調査対象地域の小規模農家の多くは、草地、牧草に対する直接投資が極めて少ない。それは、投資の見返りが遅く、至近な収入増加に結びつきにくいからである。そのため、例えば、牧草の購入種子は、小規模農家では低質で安価な、発芽率の低い、雑草種子の混入率の高い種子を利用する場合が多く、その結果として、草地の雑草を増加させ、荒廃を早めている。良質だが単価の高い種子は、単位当たり播種量が少なくて済み、結果的には安価となるが、小規模農家の理解度は極めて低い。

表 4.3-2 牧草の規格と価格（ブラッキャロンの例）

規格	単価	ha 当たり播種量	雑草混入率	ha 当たり単価
VC-40	2.3 R$/kg	12 kg/ha	少	276 R$
VC-32	1.8 R$/kg	20 kg/ha	中	360 R$
VC-24	1.5 R$/kg	25 kg/ha	高	375 R$

注：VC=Valor cultural, 栽培価値、発芽率と雑草混入率による係数。数値の高いほど雑草混入率が少なく、発芽率も高く良質。

b. 早期の雑草・灌木の駆除不足

改良草地および牧草栽培では、適正な管理が必要であるが、一般的に、小規模農家は

技術情報が少なく、技術水準が低いため、適切な管理が行なわれていない。雑草・灌木は幼若な時期の駆除は比較的に容易であるが、小規模農家の多くは、雑草・灌木の駆除の重要性を理解せず、これらの作業を実施していない。

c. 技術指導体制の不備

小規模農家が草地の改良や牧草の栽培を望んでも、栽培管理の知識や技術が欠如しており、所有地に適した牧草種の選定や播種後の草地管理ができない。また、小規模農家の多くは東北部からの入植者であり、農業・牧畜業の経験に乏しい。そのため、草地の改良や牧草の栽培に関する技術指導が不可欠であるが、小規模農家に対する技術指導・普及体制は、不十分である。さらに、政府機関の関係者の草地に関する知識が低い傾向がある。

d. 無計画な火入れ

小規模農家は、乾期の後半に、雑草・灌木が繁茂するため、無計画な火入れを伝統的に行われており、雑草・灌木、特にババスの再生を助長している。火入れによる野焼きは、雑草対策としては安易だが、土地の肥沃度を低下させ、耐火性のある雑草・灌木の再生能力を助長し、荒廃化を加速させる傾向がある。

e. 連続放牧による草地の劣化

多くの小規模農家は、長期間同じ草地に牛を放牧する、連続放牧を行なっているのが一般的である。連続放牧では、草地を休息させることがないため、牧草の成長回復力を高めることができず、牧草の収量を増加させることは不可能であり、草地の荒廃化が進行する。

f. 草地の再造成の未実施

長期間の連続放牧は、草地の生産力を低下させるとともに、牧草は雑草との競争に負け雑草が繁茂する。一般的に、牛は多くの雑草を採食せず、牧草収量の低下とともに過放牧を招き、雑草の侵入を助長することになる。さらに、過放牧による蹄傷の増加による草地の根茎の損傷が重なる。草地の再生は、繁茂した雑草・潅木の除去駆除、耕起、牧草の再播種等により可能だが、小規模農家段階では、機械類を所有しておらず、営農資金にも限りがあるため、草地を再造成することは困難である。

g. 森林植生への遷移

草地の荒廃化の過程は、前述の各段階が複合的に関係しており、経年的に繰り返される結果、草地造成後 2 ~ 3 年で、ジュキーラ、カポエイラへと植生遷移する。ただし、中・大規模農家が実践しているように、雑草混入率の少ない優良種子を播種し、適切な草地管理を適宜実施することにより、草地の利用可能期間は 7 ~ 8 年以上に及ぶ。

4.4 荒廃地の内容

4.4.1 対象とする荒廃地

本調査における「荒廃地」とは、人間が生態系の構造と機能（またはその一部）に及ぼしたマイナス要因の結果、土壌の生産能力（バイオマス生産）の低下および生物多様性（植物相と動物相）や環境機能の喪失を引き起こしている土地と解釈する。すなわち、定量的な土壌生産性の低下と定性的な生物多様性の減少である。また、水系サイクル、河川堆積、気象等の広域へ影響する環境機能の喪失である。さらに、経済的損失として、採取対象の森林生産物の減少、畑地や牧場の生産性の低下等である。「荒廃地」とは、経済的に価値が低下した土地とも理解される。

4.4.2 荒廃地の類型化

放棄または放置された土地は、外的な要因が働かない限り、基本的には植生遷移の第 1 相から第 7 相の過程を経ることになる。第 1～3 相の植生段階においては、その土地が農業荒廃の状況にあるのか農牧用地として休閑の初期から中期にあるのかは、植生景観からは判断できない。農牧用地が将来の利用のために計画的に放置されている場合は、荒廃地ではなく、休閑地と判断する。

しかし、アマゾン地域の農牧用地で見られる放置には、営農計画に基づく用地管理である場合は少なく、経済的あるいは技術的な原因による必然的な放置が多い。その場合、放棄でなくとも営農的には農業荒廃といえる。多くの場合、この種の土地では生態系の均衡を欠いており、結果として放棄へと終結する場合が多い。

植生遷移の過程から確認された荒廃地発生の分析結果から、荒廃地をジュキーラ、カポエイラ、カポエイロンおよび裸地の 4 つの類型に区分する。

（1） 荒廃地類型 1：ジュキーラ

火入れ・整地の後、数年の利用を経た耕作地や牧草地に発生するが、一般に、短期間で放棄された耕作地の場合は次段階のカポエイラへの進行が迅速である。一方、長期間の利用で土壌劣化の進行した牧草地の場合は、長期間この植生段階に停留する傾向が見られる。

（2） 荒廃地類型 2：カポエイラ

カポエイラは、ジュキーラから遷移した荒廃地の類型であり、その段階としてインバウーバ等の幼木が特徴的な疎カポエイラ、次いでインガ等の先駆種が優勢となるカポエイラへと植生遷移する。

調査対象地域のカポエイラは、東部と西部の植生特性に違いが認められる。開発の古い東部の 4 郡とマラバ郡の東部では、全体的にカポエイラの段階でババスの勢力が強く混入した林分が多い。一方、天然林が多く残存するマラバ郡西部では、ババスの占める割合は少なく、二次植生の先駆種であり有用樹種のパリカ（*Schizolobium amazonicum*）等の幼木が多く見られる。全般的に典型的な先駆種であるクワ科のインバウーバ（*Cecropia palmata*）が広く認められる。また、草本植物の勢力が弱まり、衰退の傾向が生じる。

（3） 荒廃地類型 3：カポエイロン

カポエイロンは、カポエイラから遷移した荒廃地の類型で、林相のより密な 2 次植生の再生林である。調査対象地域で観察されるカポエイロンは、30 年生以下のものが多い。特徴として、① カスターニャ・デ・マカコ（*Cariniana sp*）等のサガリバナ科やエンヴィラブランコ（*Xilopia sp.*）等の雑木を中心に遷移した林分、② ババス、イナジャ（*Maximiliana inaja*）等のヤシ科植物を中心に構成される林分および③ 遷移の過程で雑木に加えパリカ等のマメ科植物あるいはヤシ科植物が混入した林分に分けられるが、混成の割合は多様である。また、この段階で 18 m 程度に高さの揃った固定相を形成し、草本植物は著しく減少する。

（4） 荒廃地類型４：裸地

裸地は、鉱石採掘跡地である場合がほとんどであり、調査対象地域には一部、金やダイヤモンドの発掘地および石灰岩の試掘地があるが規模は小さく、大面積の裸地はない。

4.5 荒廃地の分布と経年変化

4.5.1 荒廃地の分布

行政機関の資料によるとマラバ小地域の総面積は 19,971 km^2 である。衛星画像解析から面積を計測すると 19,933 km^2 となり、既存資料の面積に対して 38 km^2 少なく、約 0.2%の誤差があった。誤差要因として河川沿いの郡境の取り方によるものと考えられる。これは誤差の範囲内といえる。土地利用により 12 分類された項目の分布状況は以下のとおりである。

表 4.5-1　2000 年の衛星画像解析による面積（km^2）

分類／郡	マラバ	São João do Araguaia	São Domingos do Araguaia	Brejo Grande do Araguaia	Palestina do Para	合計
河川・湖沼	144	112	0	16	41	313
天然林	5,489	133	404	176	348	6,551
開発林	1,435	47	151	37	68	1,738
カポエイロン	806	21	102	28	42	1,000
カポエイラ	505	11	50	15	23	604
ババス	382	640	64	343	50	1,478
ジュキーラ	196	7	35	22	29	290
農地・牧草地	3,388	289	590	519	403	5,189
裸地	0	0	0	0	0	0
砂州	2	2	0	0	2	6
市街地	38	2	3	1	1	44
保護区	2,720	0	0	0	0	2,720
計(a)	15,105	1,265	1,400	1,156	1,008	19,933
出典(b)	15,158	1,275	1,365	1,185	988	19,971
(a) / (b)	1.00	0.99	1.03	0.98	1.02	1.00

調査対象地域の約 76%を占めるマラバ郡は、森林が 64%（内保全林は 18%）を占め、荒廃地が 13%、農地と牧草地が 23%である。西部は保全林になっており、荒廃地の大半はカラジャス鉄道沿いと州道 PA 150 号線沿いに集中している。特に、州道 PA 150 号線沿いには比較的規模の大きなババスやカポエイロンが分布している。また、鉄道と国道に挟まれた地域を中心に荒廃地が散在している。さらに、西部では調査対象地域の北辺を東西に走る州道沿いに、新たな荒廃地が発生している。

一方、マラバ郡の東側に位置する他の 4 郡の内、São João do Araguaia 郡の森林面積は約 17%と少なく、荒廃地は約 54%の面積を占めている。特に、Araguaia 川と国道 BR 10 号線の Estreito からマラバ市街地に至る国道 BR 230 号線で挟まれた地域では、南北の道路に沿って、フィッシュボーン化した荒廃地が無数に点在している。この一帯は、ほとんどがババスで占められており、過去に開発圧力があったものと推察される。また、牧草地は 23%である。

Brejo Grande do Araguaia 郡は São João do Araguaia 郡と類似しており、北部の Araguaia 川と国道 BR 230 号線で挟まれた地域では、ババスが優占する荒廃地が広がっており、郡面積の約 35%を占めている。牧草地の割合は最大の約 45%であり、歴史的に牧場開発が進んでいることが判断される。森林は少なく約 18%である。

São Domingos do Araguaia 郡と Palestina do Pará は傾向的に類似しており、森林は約 40%と 41%と、それぞれ郡の半分近くの面積を占めている。また、農地と牧草地は 42%と 40%で、森林と牧草地を合わせると 80%以上になる。荒廃地はそれぞれ 18%と 14%であり、牧草地の周辺もしくは森林との境界に散在している。

全体的な傾向は、マラバ郡南部中央と São João do Araguaia 郡の大半、Brejo Grande do Araguaia 郡の北部に大規模な荒廃地が分布し、この 3 郡の荒廃地面積の合計は 2,976

km^2（面積比で 14.9%）となり、マラバ郡を除く他 4 郡のいずれの面積よりも大きい。

4.5.2 荒廃地の経年変化

表 4.5-2 に衛星画像解析から求めた 3 時期の荒廃地、森林域および農地・牧草地の面積を示す。また、衛星画像解析により作成された荒廃地の分布図を図 4.5-2 から図 4.5-4 に示す。荒廃地の分布状況の経年変化を見やすくするため、ジュキーラ・カポエイラ・カポエイロン・ババスは橙色で表示してある。

4 時期の経年変化では、森林域から荒廃地あるいは農地・牧草地への変化が見られる。特に荒廃地の面積は、1986 年から 2000 年の 14 年間で約 1,300 km^2 増加している。4 時期のうち、特に 1986 年から 1992 年の 6 年間では約 1,000 km^2 増加している。一方、農地・牧草地の面積も、1986 年から 2000 年の 14 年間で約 2,700 km^2 増加しており、特に 1992 年から 1998 年の 6 年間では約 1,500 km^2 増加している。

マラバ郡は全体の郡面積に占める森林域の割合が大きい地域である。マラバ郡の 4 時期の特徴は、マラバ郡の東部の森林域が荒廃地に変わり、年を追うごとに西側に広がる傾向が認められる。荒廃地の面積は年による変動が大きく、ババスは 1992 年、1998 年ともに約 100 km^2 以上増加した。一方、天然林の消失面積は、14 年間で 2,400 km^2 に及んでいる。また、農地・牧草地の面積も年とともに増加傾向が認められる。14 年間で約 1,980 km^2 増加している。

São João do Araguaia 郡の 4 時期の特徴は、森林域の減少にともない荒廃地の増加が認められる。特にババスの増加は顕著で、2000 年には荒廃地の 94%以上がババスで占められている。1986 年から 1998 年の 12 年間で約 570 km^2 増えている。荒廃地の分布は、主に国道沿いに集中し、年とともに広がりを見せている。一方、農地・牧草地は 4 時期の経年変化は少ない。

São Domingos do Araguaia 郡と Palestina do Pará 郡の 4 時期の特徴は、農地・牧草地の増加である。1986 年、1992 年は変化が少ないものの、1998 年において両郡ともに約 200 km^2 の面積増加が認められ、2000 年でも増加の傾向がみられる。ババスを含めた荒廃地は、4 時期いずれも大きな変化は認められない。農地・牧草地の経年変化は、国道沿いを中心に広がりが認められる。

Brejo Grande do Araguaia 郡の 4 時期の特徴は、森林域の大幅な減少と荒廃地の拡大である。1998 年以降は荒廃地の大部分をババスが占めている。一方、農地・牧草地は 1986 年から 1992 年にかけて大きな変化は認められないが、1998 年に約 160 km^2 増加している。荒廃地、農地・牧草地の変化は、主要な国道沿いから徐々に広がる傾向が認められる。

表 4.5-2　荒廃地の経年変化（km^2）

分類	マラバ	São João do Araguaia	São Domingos do Araguaia	Brejo Grande do Araguaia	Palestina do Pará
1986年					
荒廃地　計	1,174	178	213	321	162
森林域	12,402	734	875	480	603
農地・牧草地	1,404	249	311	341	204
合計	14,980	1,161	1,399	1,142	969
1992年					
荒廃地　計	1,907	225	306	348	296
森林域	10,915	720	802	452	448
農地・牧草地	2,139	211	291	340	224
合計	14,961	1,156	1,399	1,140	968
1998年					
荒廃地　計	1,731	675	258	408	133
森林域	10,277	212	605	235	441
農地・牧草地	2,968	267	535	497	399
合計	14,976	1,154	1,398	1,140	973
2000年					
荒廃地　計	1,889	679	251	408	144
森林域	9,644	180	555	213	416
農地・牧草地	3,388	289	590	519	403
合計	1,4921	1,148	1,396	1,140	963

図 4.5-5 は 1992 年の画像を基準に 1986 年の画像を重ね合わせ、変化域を示した画像である。1986 年に森林域であった地域が 1992 年においても変化が見認められない場合は緑色で表示されている。変化が認められる場合、1992 年時の土地利用の色で表示されている。橙色は森林域がカポエイロン、カポエイラ、ババス、ジュキーラをまとめた荒廃地に変化したことを示す。黒色は比較年次において森林域以外の土地利用であったため、比較評価は行っていない地域を表す。

マラバ郡では森林域が約 88%に減少し、森林域から荒廃地への経年変化が 162%、森林域から農地・牧草地への経年変化が 152%である。特に、マラバ郡東部のカラジャス鉄道沿いならびに国道が交差する周辺地域において農地・牧草地への変化が大きい。

Palestina do Para 郡は森林域が約 74%に減少し、森林域から荒廃地への経年変化が 183%である。農地・牧草地への変化は 109%である。いずれも州道 PA 459 号線沿いに集中している。

残りの 3 郡は傾向が類似している。São Domingos do Araguaia 郡、São João do Araguaia 郡並びに Brejo Grande do Araguaia 郡はともに森林域から他の土地利用への大きな経年変化は認められない。森林域から他の土地利用への変化も 10%未満と少なく、変化域は散在し面的な広がりは確認できない。

図 4.5-6 は 1998 年の画像を基準に 1992 年の画像を重ね合わせ、変化域を示した画像である。1992 年に森林域であった地域が 1998 年においても変化が認められない場合は、緑色で表示されている。変化が認められる場合、1998 年時の土地利用の色で表示されている。

マラバ郡は東部ならびに西部において森林域の減少が認められ、94%に減少している。農地・牧草地への変化はマラバ郡の東部と西部において認められ約 830 km^2 の増加となっている。東部の農地・牧草地は国道沿いに広がっている。荒廃地は主に東部に分布し、1992 年に認められた中央部の荒廃地は減少し、マラバ郡全体では 180 km^2 減少している。

São João do Araguaia 郡と Brejo Grande do Araguaia 郡は荒廃地面積が増加している。ババスによるもで、分布面積は São João do Araguaia 郡の全域に広がり約 560 km^2、Brejo Grande do Araguaia 郡は北部に集中し約 220 km^2 である。São Domingos do Araguaia 郡は森林域が減少することにより農地･牧草地が約 240 km^2 増加している。主に国道 BR 153 号線に沿って顕著である。荒廃地の増加はそれほど認められない。

Palestina do Pará 郡は農地・牧草地が 180 km^2 増加している。São Domingos do Araguaia 郡同様に、主に国道 BR 459 号線に沿って顕著に認められる。荒廃地は 160 km^2 減少しているが、森林域の減少が少ないことから、主に荒廃地が農地・牧草地へ変化したものと考えられる。

図 4.5-7 は、2000 年の画像を基準に 1998 年の画像を重ね合わせ、変化域を示したものである。1998 年に森林域であった地域が 2000 年においても変化が認められない場合は、緑色で表示されている。変化が認められる場合、2000 年時の土地利用の色で表示されている。

この 2 年間は大規模な皆伐が行われた箇所はなく、森林域周辺を浸食する形での小規模な森林伐採が確認できる。特に島状の森林域の中を虫食い状に開発する傾向、あるいはまとまった森林域についてはフィッシュボーン状に森林伐採が行われている。

マラバ郡は森林域が約 94%に減少し、森林域から農地・牧草地への経年変化は約 14%の増加、森林域から荒廃地への経年変化は 9%の増加である。森林域の消失はマラバ郡の北部、南部の郡境に沿って西方に拡大していることが特徴である。また、南・北の郡境沿いおよび古くから開発が進んだ東部では道路の増加が著しい。

São João do Araguaia 郡の森林域の経年変化は 15%の減少であり、調査対象地域で最大の減少傾向を示している。また、ババス林は増減することなく東部の広域を占めている。一方、São João do Araguaia、São Domingos do Araguaia の西部に残存するわずかな森林域ではフィッシュボーン化が進んでおり、数年でこの森林域が消失することが予測される。São Domingos do Araguaia 郡、Brejo Grande do Araguaia 郡および Palestina do Pará 郡の 3 郡は類似した変化を示しており、荒廃地および畑地・牧草地面積にはわずかな増加傾向がある。また、森林域の経年変化は、2 年間で 10%近い減少である。

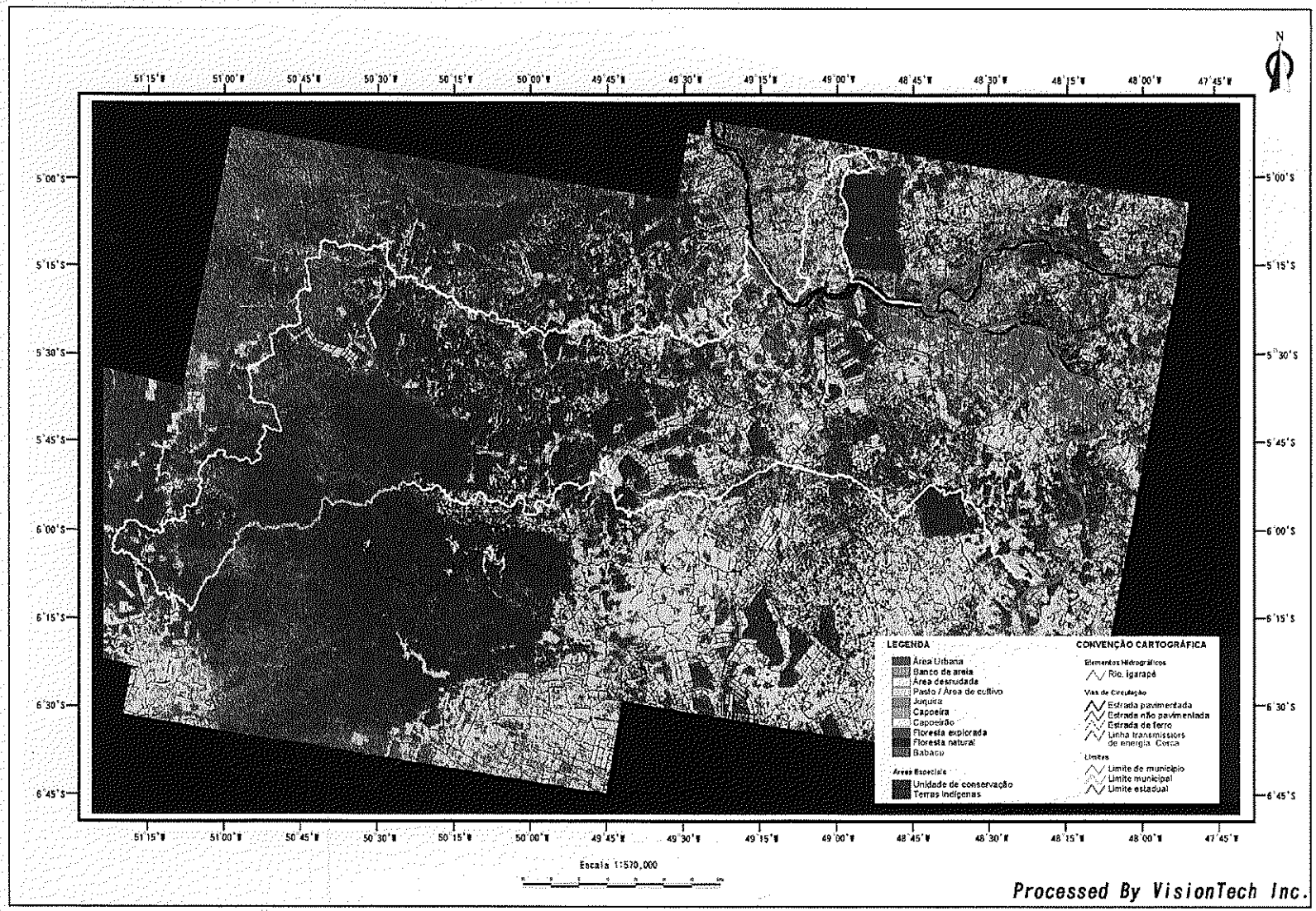

図 4.5-1　荒廃地現況図（2000 年版）

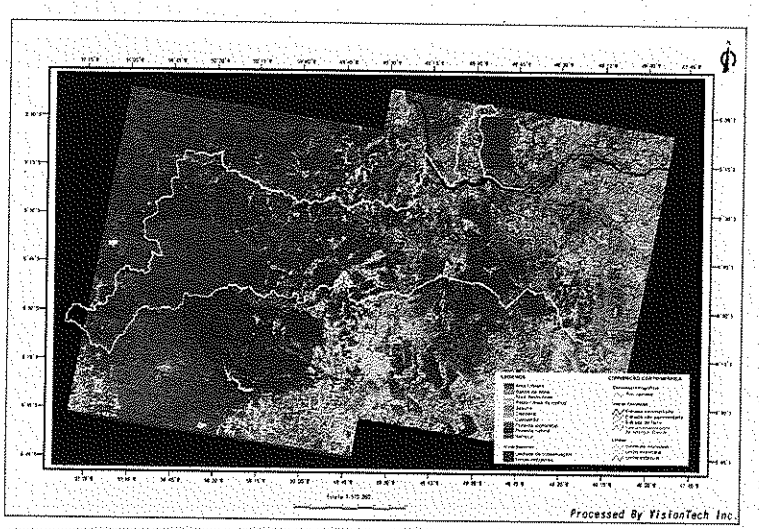

図 4.5-2　荒廃地現況図（1986 年版）

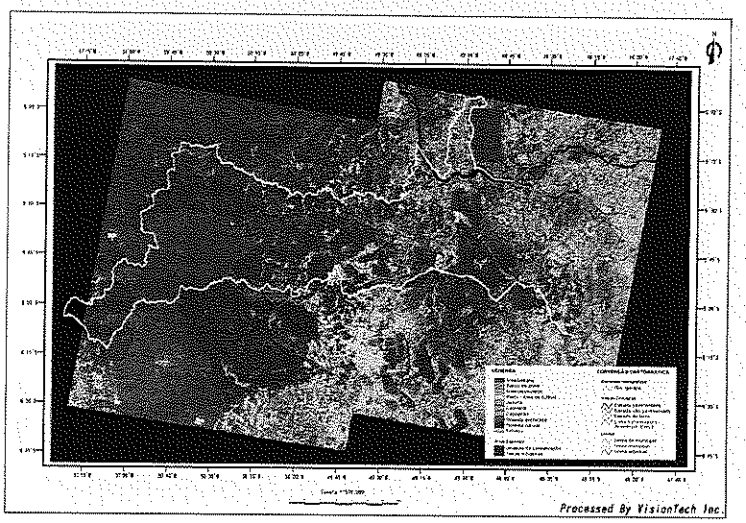

図 4.5-3　荒廃地現況図（1992 年版）

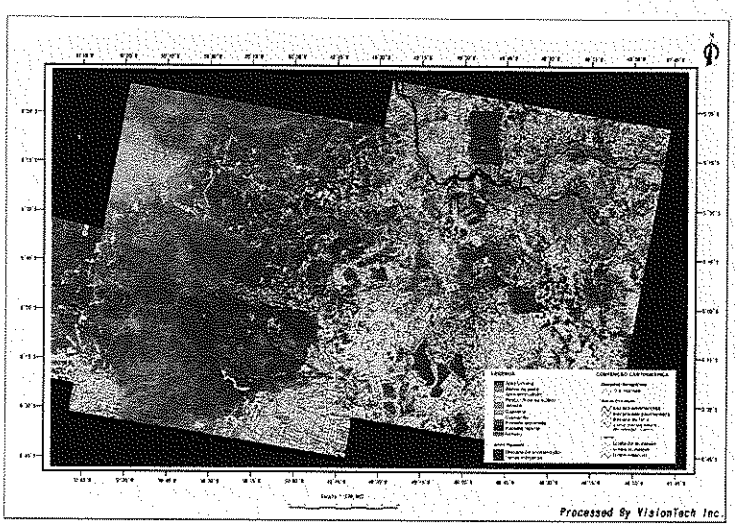

図 4.5-4　荒廃地現況図（1998 年版）

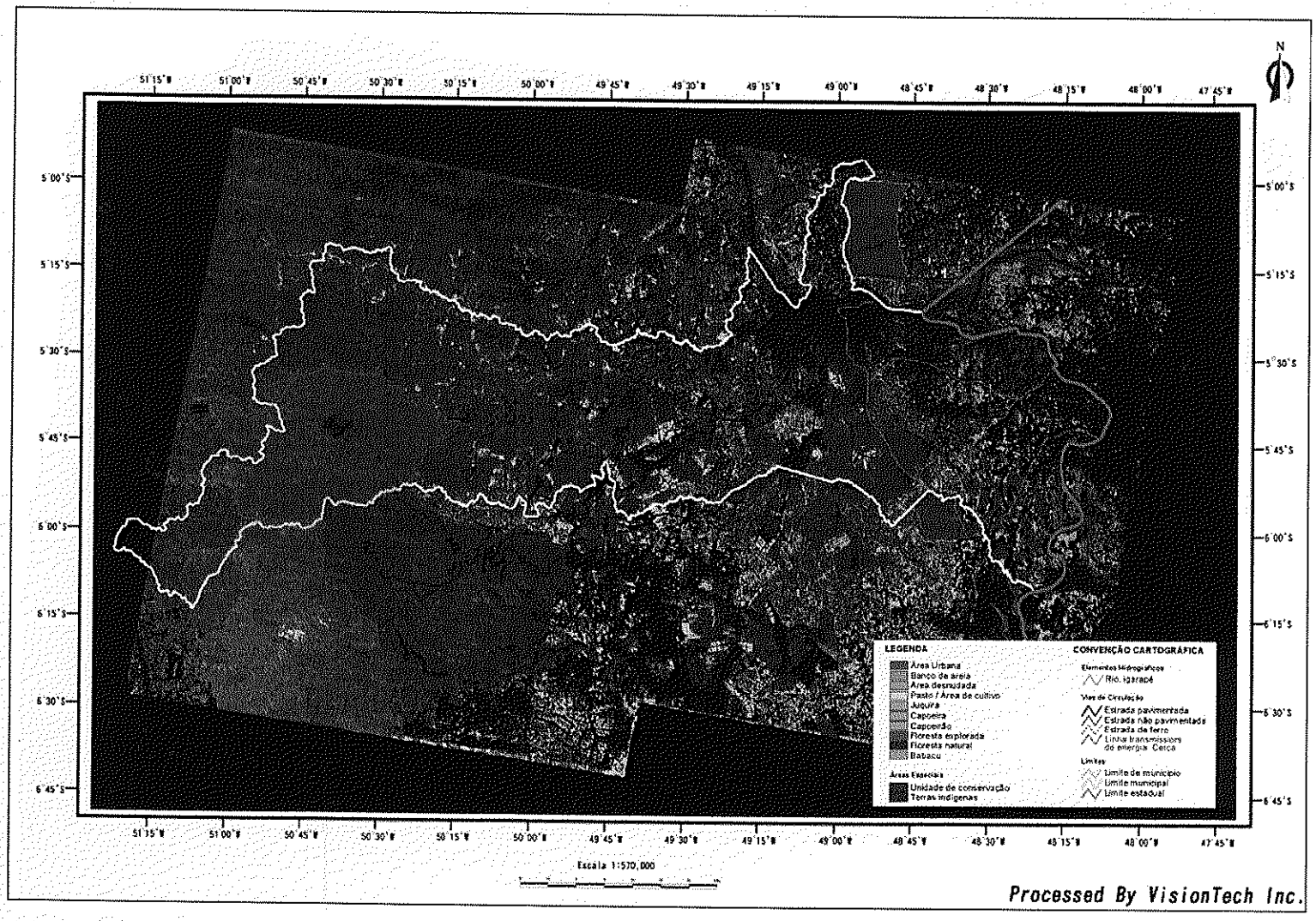

図 4.5-5　1986 年と 1992 年の差画像

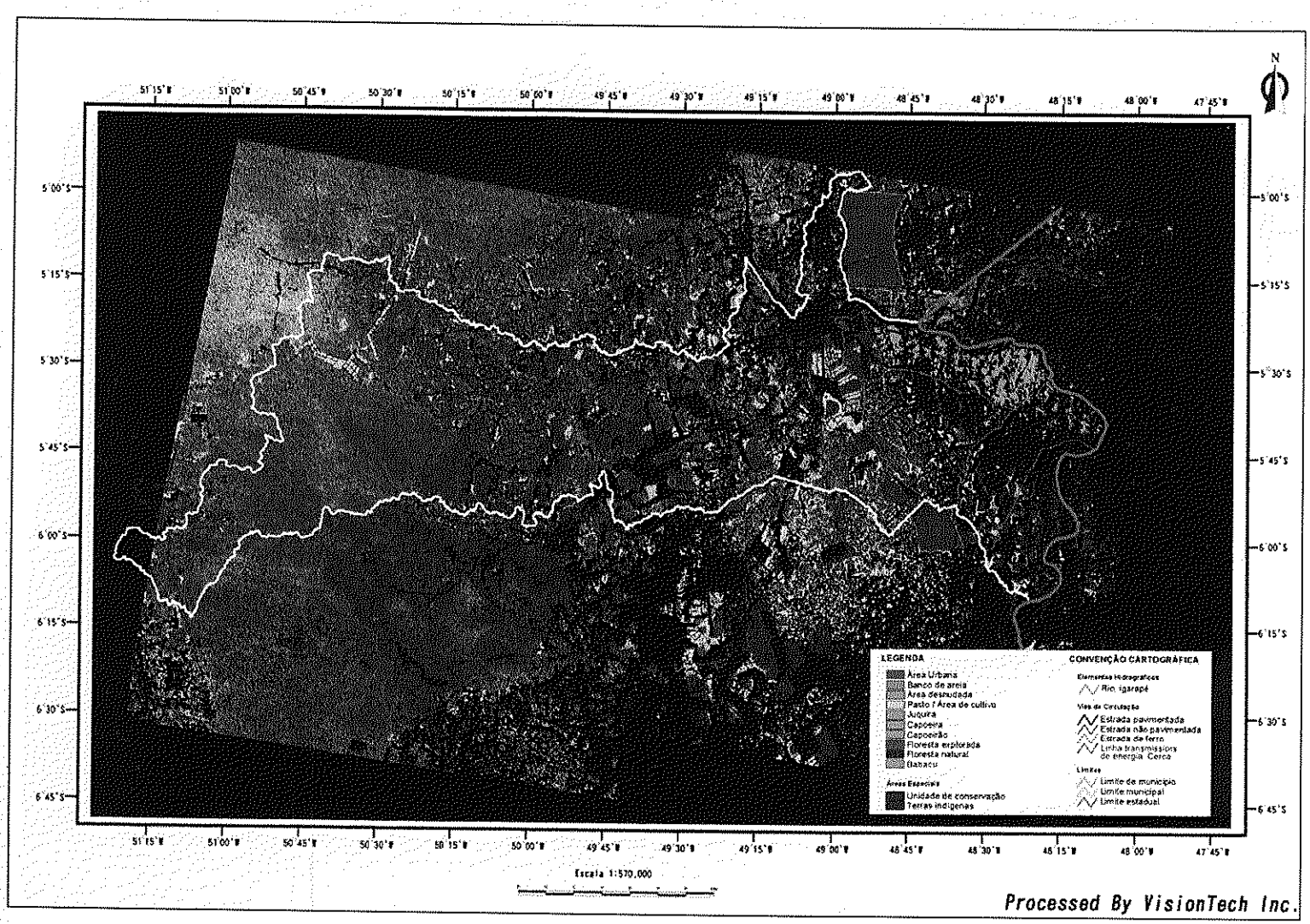

図 4.5-6　1992 年と 1998 年の差画像

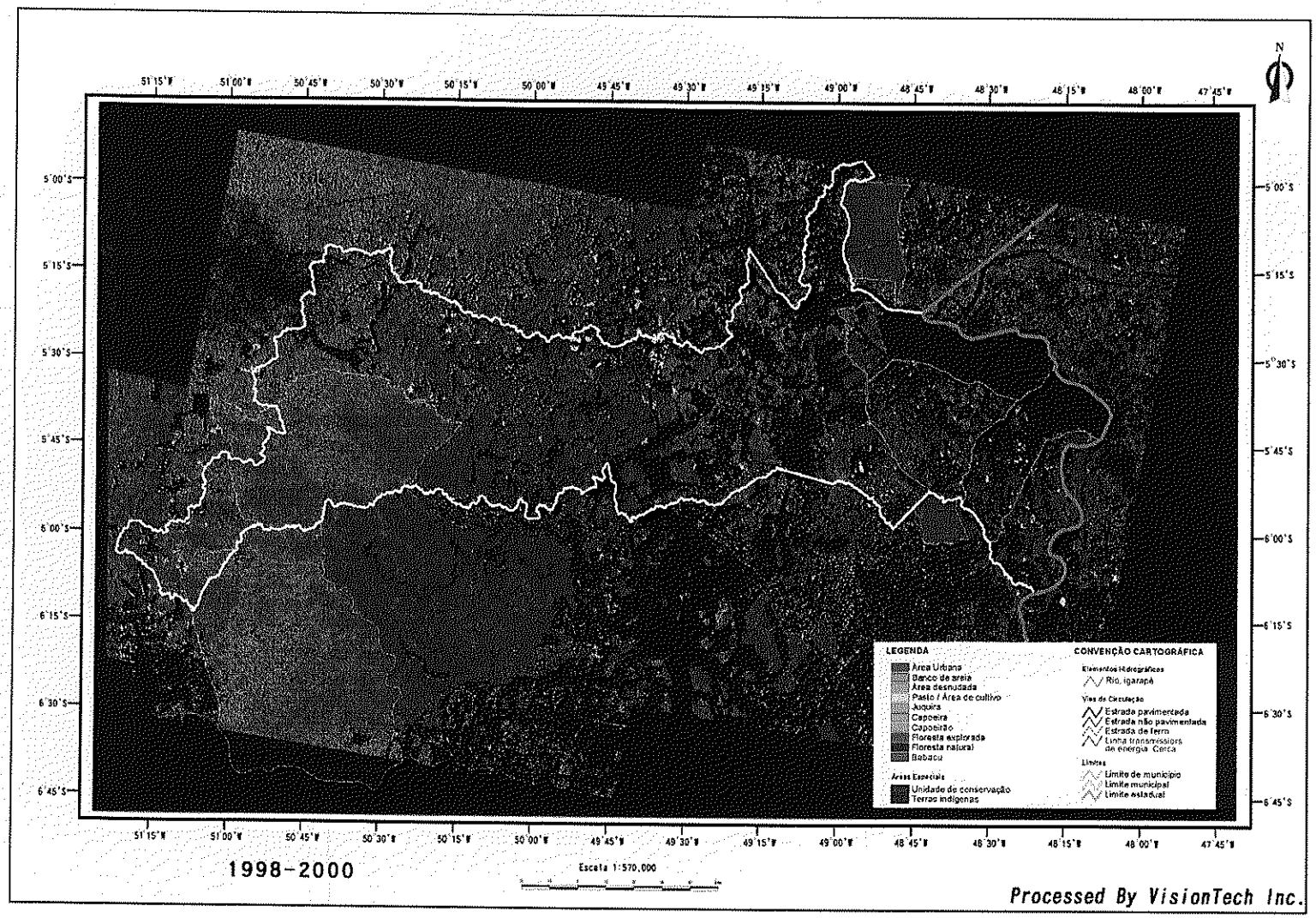

図 4.5-7　1998 年と 2000 年の差画像