

アマゾン森林への期待と不安

齊 藤 昌 宏

1. はじめに

筆者がアマゾン森林を訪れたのは2002年10月初旬であった。マナウスにある国立アマゾン研究所 (INPA) で実施されている「ブラジルアマゾン熱帯林研究計画 (通称: ジャカランダ・プロジェクト)」のリーダーとして、最後の1年間のまとめを行うためである。それまでも「サンパウロ州森林・環境保全計画」に協力していたことから、ブラジルは何度か訪問しているが、マナウスのみならずアマゾン地域に足を踏み入れるのは全くの初めてであった。

2. アマゾン森林の状況

マナウスは南緯3度5分、アマゾン川の間地点にあり、広くて長いアマゾン流域のほぼ中央に位置している。赤道直下で熱帯に属し、年平均気温は27.2℃で年較差は小さい。年降水量は意外に少なく2,186 mmである。6月から10月にかけて弱い乾期があるため、周囲の森林は熱帯雨林ではなく、熱帯常緑季節林に区分されている。

アマゾン熱帯林は約600万平方kmに広がり、その大半はブラジルに位置する。広大な範囲に広がっていることから森林は一様ではなく、次の5基本形に分類されている⁸⁾。

1) テラ・フィルメ森林 (upland forest): 川の影響を直接受けない、高い場所に成立する。平坦かやや丘陵地で海拔高60~200 mの範囲、アマゾン森林の多くはこれに分類される。林分高は30~40 mとされ、明確な優占種はなく、5~7種、時には15種がやや多数個体を占める。中間層にはヤシ類が多く、特異な林相を形成する。直径が100 cmを超える木は少なく、立木密度は比較的低

いため林床は明るく、草本が繁茂する。

2) ヴァルゼア森林 (flood plain forest) : 本流および大きな支流の氾濫原に成立し、毎年雨期になると定期的に冠水する。アマゾン川およびマデイラ川は大量のシルト浮遊物を含み、自然堤にそれらを堆積する。これらの地域は洪水になっても数週間しか冠水しないため、restinga と呼ばれる特殊な植生が成立する。この背後には、数ヶ月間も冠水する広大な森林がある。浮遊物の堆積を繰り返すため、ヴァルゼアの土壌は一般の森林土壌と比較して粘土成分に富み、より多くの養分を含む。3 タイプがあり、第1のタイプはマナウスより上流域に分布し、連続している森林で背の高い草はない。魚類が豊富である。第2のタイプはアマゾン川下流域に分布し、特にモンテ・アレグレとイタコアチアラの間に多い。背の高い草で特徴づけられる。この森林は主要河川の高い堤に沿って細長く発達し、およそ5ヶ月間は冠水する。第3のタイプはシンゲー川とアマゾン川の合流点より下流域およびマラジョー島に分布する。数種のヤシ類が多数個体生育する。冠水は潮の干満に左右され、日に2回起こる。

3) イガボ森林 (swamp forest) : 恒久的に冠水している森林。イガボ森林は黒褐色の水が定期的に氾濫する湿地に成立し、排水が十分ではないため長期間または常に冠水している。樹種構成は単純で、樹高は低く、密度も低い。このため、林内は明るく、着生植物が多い。ヴァルゼアと共通する種が多いが、それらの種はここでは発達が悪い。全ての植物は6~12ヶ月間沈水することに適応している。水位が下がると生理的に活発となり生育を続ける。

4) ネグロ川のカーチング : ネグロ川およびアマゾン川地域に分布し、貧栄養の白い砂地に生育する。海拔高 100 m 前後、年降水量 3,000~3,500 mm の hiléia と呼ばれる特殊な地域に位置し、基部は花崗岩由来の白い砂で表層部は暗色の砂質土壌に成立する。アマゾン流域の他の森林とは全く異なる特殊なフロアで構成される。2 タイプがあり、campinarana は林分高 20 m ほどの暗い林、campinas は林分高 7~8 m で、より明るい。林床はコケ、地衣類、小型シダ類で覆われ、時に冠水する。地下水位は浅く、80 cm 前後である。しかし、生育する植物は雨水を頼りに生活している。深さ 40 cm ぐらいいまでしか根が入れないためである。これより深いところでは酸素不足で枯死してしまう。campinarana は campinas の周辺部に成立する。樹木は細長く、直径は 20~25 cm ほどにしかない。ha あたり 65~67 種類と少ない。葉は厚く、堅く、毛深い。樹皮も厚く、セラードの樹種に類似する。

5) 小面積の草原 : 以上 4 タイプの森林以外に小面積の自然草原が散在して

いる。

テラ・フィルムとヴァルゼアはともにブラジルの言葉であるため見慣れないが、雨期に冠水するか否かが主要な区分とされる。アマゾン川は乾期と雨期で10 m 前後の水位差がある。ヴァルゼアのなかの水路を通っていると、セクロピアの小林分を見かけることがある。林分自体は川岸上に生育しているが真っ直ぐな幹の7~8 m 上までが黒ずんでいて、雨期の終わりにはこの部分まで水に浸かることがわかる。話には聞いていても、実際に証拠を見ると感嘆せざるを得ない。アマゾン川流域が平坦な皿型の地形であり、降雨が中央を流れる本流に集中するが河口までの距離が長いので、集中する雨水が停滞してこのような現象を起こす。当然、テラ・フィルムとヴァルゼアでは森林の構成樹種が異なっている。アマゾン森林を代表する両者の面積割合はどうなっているのだろうか。

R.W. Bruce¹⁾ はアマゾン川の中～上流域に7箇所の調査地域を設け、その中に50カ所の調査区を設定して森林のインベントリーを行っている。表1にBruceの調査結果から、小地域で推定されたテラ・フィルムとヴァルゼアの割合を示す。アマゾナス州であっても地域によって標高と地形が異なり、比率も異なってくるが、平均的にはテラ・フィルムとヴァルゼアの比率は3:1となっている。つまり、アマゾン川の中・上流域にある森林の約1/4がヴァルゼアと考えて良さそうである。プロジェクトが調査区を設定しているZF2にある高さ約45 mのタワーに登ると、360度どの方向を見渡しても樹海が広がっている。実際には十数kmしか見えていないのであろうが、アマゾン森林の広がりを実感する瞬間であった。一方、調査区およびその周辺の森林内はわりあ

表 1 アマゾナス州の1地域におけるヴァルゼアとテラ・フィルムの面積 (ha)
(R.W. Bruce, 2001)

地 域	Várzea	Terra firme	Total
Anori-Coari	4,800	13,180	17,980
Itacoatiara-Uatumã-balbina	—	241,500	241,500
Alto Juruá	117,500	—	117,500
Médio Juruá	107,780	213,120	320,900
Madeira	27,099	452,242	479,341
Parintins	—	25,000	25,000
Purus	56,000	—	56,000
合 計	313,179	945,042	1,258,221

い明るく、マメ科およびヤシ科の樹種が多い。特に林床にはヤシ科植物の繁茂が目立っている。東南アジアの熱帯雨林の林内と比較すると着生植物は少ない。ベレン近郊に残された原生林と比較しても着生植物は少ない。少ない年降水量と6月から10月の乾期が影響しているものと思われる。

大径木が少なく、マメ科樹種の割合が多いのは土壌が浅く、貧栄養であることが原因であろう。熱帯の土壌は一般に貧栄養だが、マナウス周辺地域が含まれているネグロ川流域の土壌は特に養分が乏しいと言われている。表2に立地条件を高生産性、中生産性、低生産性に3区分した場合のそれぞれの森林の平均材積と平均胸高断面積合計を示す¹⁾。中生産性立地に区分されている森林の平均材積は116 m³/haで、日本の薪炭林とそれほど変わらない。それでも、高生産性立地に区分される森林（平均材積が175 m³/ha）の面積割合は54%と半分を超えていることから、アマゾン森林も見くびったものではない。

3. アマゾン森林の消失

マナウスに住み、郊外に出かけて行くと、小規模な伐採地は見るができるが、大きな伐採地は見あたらない。大きいか小さいかは比較の問題なのだが。沢田短期専門家が衛星データを解析した結果²⁾では、マナウス近郊の森林消失の割合は1割に満たない。大規模森林伐採はどこで起きているのであろうか。

表3に法定アマゾン各州の原植生の面積と森林開発の推移を示した^{5,12)}。法定アマゾンはブラジル政府が法律で定めた範囲で、表3に掲げられた州をカバーしている。原植生のうち、森林は前述したアマゾン熱帯林（テラ・フィルム、ヴァルゼアおよびイガボ）に等しく、セラードは未閉鎖の森林でサバンナに類似の植生である。法定アマゾン内の各州はほぼこの二つの植生で覆われていたと推定されているため、両植生の合計面積は各州の面積ときわめて近い。セラードはより乾燥した地域に成立するため、全体的な傾向として、アマゾン地域の周辺部（特に南部）に分布している。各州における森林とセラードを合

表 2 アマゾナス州の森林現況 (R.W. Bruce, 2001)

立地区分による森林	平均材積 (m ³ /ha)	平均胸高断面積合計 (m ² /ha)	調査地内の面積割合 (%)
高生産性立地の森林	175	15.7	53.9
中生産性立地の森林	116	11.8	32.0
低生産性立地の森林	77	9.0	14.1

わせた既開発面積はきわめてばらつきが多い。アクレ州、 Rondônia州では州面積の 1/4 弱であり、 マラニョン州では 40% の植生が開発されてしまっている。一方、アマパ州、アマゾナス州およびロライマ州では開発された面積は 2% 前後である。この違いは、当初の開発が地理的にアマゾン森林の周辺部、すなわち交通の便が比較的良いところから始まったことによるのであろう。アマゾンの開発は開拓民が入植し、森林を伐開して農地および牧場を拓くことから始まったとされる^{3,4,7)}。近年はさらにダイズの大規模栽培という別の要因が加わっている³⁾。表 4 は 2003 年 8 月号の雑誌に掲載された INPE（ブラジル航空宇宙局）による衛星データの解析結果である。各年の森林消失面積が推定されており、消失面積が特に多い 1995 年には小規模農家の入植による開拓が原因と注記されている。2002 年の消失原因は主にダイズの大規模栽培によるとしている。セラード地帯で始まったダイズの大規模栽培は開拓可能な土地を求めて

表 3 法定アマゾン各州の原植生と開発面積の推移（千 km²）

州名	州面積	原植生		既開発面積		既開発割合（%） （2000 年時）
		森林	セラード	1988 累計	2000 累計	
アクレ	154	153	0	8.6	15.8	24.1
アマパ	142	100	43	1.2	2.0	1.4
アマゾナス	1,568	1,562	5	12.9	30.3	1.9
マラニョン	330	139	121	44.4	104.3	40.1
マトグロッソ	901	572	308	151.8	143.9	16.4
パラ	1,247	1,180	67	148.1	200.1	16.0
ロンドニア	238**	215	28	41.5	56.1	23.1
ロライマ	225	173	52	3.6	6.4	2.8
トカンチンス	277	(32	238)*	0.8	26.8	9.9
合 計	4,988	862	22	582.9	587.7	11.8

注：芝生・桃井（1992）および小池（2003）の表を参考に作表。

* トカンチンス州とゴイアス州の合計値。 ** 州面積と原植生は別の資料であるため、原植生の合計値が州面積を上回る場合がある

表 4 法定アマゾンの森林消失面積（km²）

西暦年	1989	1990	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
消失面積	17.8	13.8	11.1	13.8	14.9	29.0	18.1	13.2	17.4	17.3	18.2	18.2	25.5

注：INPE の調査結果を掲載した雑誌の図から

アマゾン流域の南部を蚕食し、最近は熱帯林もその対象となっている³⁾。表4の消失面積の推移はこの現象を端的に表していると考えてよい。

4. ロンドニア州ボア・ビスタ

マナウスを基点にしてベネズエラに延びる国道 174 号はマナウス市から長距離ドライブができる唯一の道路である。休暇を取ってこの国道を利用し、隣のロライマ州の州都ボア・ビスタまでドライブをした。マナウス郊外の国道沿いは伐開され、農場、牧場、シティオが連続する。シティオはマナウス市民が休日を利用して自然に親しむ施設で、農場、牧場の一部をシティオにしている。自然を利用して池などが造っており、客は水浴をし、シュラスコを楽しんでいる。プレジデンチ・フィゲレード市まではシティオが多い。同市を過ぎると牧場が多くなるが、それもだんだん疎らになる。この辺りから大きな露岩と小山が現れる。マナウスに来てから、岩場と山を見ていないことに気がついた。道路は北へほぼ真直ぐであるが、緩い高低差が連続する。途中に小山があると路は山裾を回り込む。州境付近は全く人家が無く、道路の両側は森林が延々と続く。道路が開設された当初はこのような状態だったのか、と往時を偲びつつもガソリンが心配になる。マナウス-ボア・ビスタ間は約 750 km である。

州境辺りから道路沿いの小川や水たまりの中の木が枯れているのが気になる。道路建設で水路を分断したため枯れてしまったのだろうか。しかし、イガポに生育する樹木は耐冠水性を具えているはずである。州境を越えてしばらく走ると小さな村があり、検問所とガソリンスタンドがある。さらに 1 時間ほど走ると赤道を通過するが、赤道の手前で枯れ木が林立する湖水を渡る。大きな



写真 1 バッビナ・ダムの湛水により枯れた森林

湖水の周辺部なのであろう全体の大きさがわからない。持参した地形図が古いためバッビナ湖が載っていなかったのだが、調べてみるとその周辺に当たる場所であった。これまでに見た水たまりの枯れ木も同じなのである。マナウス周辺で森林消失を象徴しているのは、隣接するプレジデンチ・フィゲレード市に建設されたバッビナ・ダムであ



写真 2 ユーカリとアカシアの人工造林

ろう。西沢・小池(1992)⁶⁾によれば、水力発電のため建設されたこの人造湖は25万kwの発電をするために2,360km²の森林を水没させたとされる。それにしてもダムサイトからこの場所まで直線距離で300kmを超えるだろう。一方で、バウビナ湖のダムサイト周辺はアクセスが良く、森林と湖という景観が出現したことで、マナウス市民

の憩いの場所ともなっている。

赤道を通過すると道路沿いに牧場が連続するようになる。道路から森林までの距離が遠いため、アマゾナス州のそれと比較して1個の牧場の面積が大きい。土地も痩せているようだ、真っ白な熱帯ポドゾル土壌も現れる。森林も徐々に背が低くなる。小さな集落を過ぎるとT字路となり、ボア・ビスタへ行くには西へ曲がる。この辺りから、北側には森林が見えず、かなりの開放感を味わう。マナウスで生活していると都会であるのに緑が多く、住み良い環境だと感じているが、気づかぬうちに森林に囲まれている閉塞感も受けていたのだろう。ボア・ビスタはポルトガル語で“眺めがよい”, “見晴らしがよい”の意味を持つが、その通りである。

ロライマ州の原植生は23%がセラードとなっている(表3)。国道174号沿いは牧場と湿原が広がり、所々に小さな岩山が散在する開放的な景観となっている。ボア・ビスタの周辺は森林が少ないためなのであろう、久しぶりにマンガウム・アカシアとユーカリの造林地を見ることができた。面積は大小様々であるが、農場の一角に造林地を造成している例が多い。また、若い造林地が大部分であることから、両者の造林は最近普及してきたようだ。天然林を飽きるほど見てきた眼にはすくすくと育っている造林地が新鮮であった。

ボアビスタに2泊して、また10時間余りの道のりを走りながら開発と保全の狭間に位置するアマゾン森林の将来について考えざるを得なかった。ベレン周辺に入植した小規模農家(と言っても50~100ha)の一部は、環境への意識の高まりから農場内の残存天然林を保護し、郷土樹種の植林を行っている^{4,7,13)}。土壌の生産性が低いことから、マナウス近郊でも農場の一部に経済樹

種を植林する動きがでてきている。その一方で、町から遠く離れた場所では現在も森林を伐採し、農牧地を造成している。森林を含めた生産基盤を確立する必要があるのは言うまでもないが、自然条件、社会条件は地域によって多様であり、それらを充分考慮したシステムがそれぞれの地域で熟成されるのを待つしかないのではなかろうか。アマゾン森林全体に対して、森林の保全と開発をいったいどのようにバランスを取ればよいのか。ブラジル社会全体で考えなければならない問題であろう。そして、大規模伐採跡地の森林への回復、これはやはり経済樹種を植林し、人工林材を供給することによって天然林伐採に歯止めをかけるようにしなければならないだろう¹¹⁾。どれも重要で解決には時間のかかる問題ばかりである。

5. おわりに

アマゾン森林の中央に住みつつも、行けるところは限られているという状況の中で、可能な限り森林を観察し、情報も集めたつもりであった。しかし、改めてアマゾン森林について整理しようとする、広大で多様なその全貌を理解するにはあまりにも知識・経験不足であると実感せざるを得ない。その搔痒感を抑えつつ敢えて、まとめさせて頂いた。

ブラジル・アマゾン森林研究計画Ⅱ (Jacaranda Project) については前任者である佐藤明氏による紹介^{9,10)} などがある。本稿では重複を避けたため、プロジェクトに関してはこれらの報告をお読みください。

〔引用文献および参考文献〕 1) Bruce, R.W. (2001) *As Florestas do Amazonas*. 173 pp., IBAMA. 2) GISLAB (2003) *Regiao de Manaus Observada por Satelite (Landsat 7)*. 2 pp., Projeto Jacaranda. 3) 本郷 豊 (2003) セラード農業とアマゾン. 地理 48 (4) : 96-101. 4) 石塚幸寿 (2002) ブラジル東部アマゾン持続的農業技術開発計画—アマゾンの小農を支援しアマゾンの森林を守り育てるプロジェクト—. 農林業専門家通信 23 : 13-26. 5) 小池洋一 (2003) アマゾンの開発と環境保護. 地理 48 (3) : 102-107. 6) 西沢利栄・小池洋一 (1992) アマゾン 生態と開発. 221+6 pp., 岩波書店. 7) 西沢利栄・小池洋一・本郷 豊・山田祐彰 (2003) いま、なぜアマゾンか. 地理 48 (2) : 54-61. 8) Rizzini, C.T. *et al.* (1980) *Ecosistamas Brasileiros*. Editra Index. 9) 佐藤 明 (2000) ゾーナフランカでの熱帯林研究. 熱帯林業 49 : 53-63. 10) 佐藤 明 (2000) 荒廃地回復に向け、G7 プログラムに仲間入り. 緑の地球 51 : 9-10. 11) 佐藤卓司 (2000) ブラジル国パラ州での荒廃地植林. APAST—森と木の先端技術情報—37 : 16-19. 12) 芝生瑞和・桃井和馬 (1992) 図説—大森林の破壊 アマゾン. 96 pp., 河出書房新社. 13) 田中信行 (2001) ブラジル・アマゾンにおける天然林の保全と持続可能な利用. 熱帯林業 51 : 16-26.