

國學院大學学術情報リポジトリ「K-RAIN」

〔研究ノート〕 焼畑の思想を求めて： 熱帯土壌貧困説批判

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 国学院経済学会 公開日: 2023-02-06 キーワード: 焼畑, 熱帯土壌貧困説, 養分の動態的循環, 植物や微生物の養分への積極的働きかけ 作成者: 大崎, 正治, 杉浦, 孝昌 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.57529/00001020

焼畑の思想を求めて－熱帯土壌貧困説批判

■ 大崎正治・杉浦孝昌

▶ 要約

焼畑農法は、現在でも東南アジアの広範囲で実行されているが、市場経済の浸透や環境問題への対策を口実にした各国の抑圧的政策により、存続が厳しくなっている。焼畑によって森林を伐採して焼却するのは森林破壊だという誤解は根強い。その背景には熱帯の土壌はもともと貧困であるとする説が存在している。この説から、貧困な土壌の上に成立している熱帯雨林を一部であっても破壊して生産量の上がらない焼畑を行うことは環境的経済的に非合理的で、したがって、焼畑を抑制ないし禁止すべきという方向性が導かれる。伝統的焼畑は熱帯環境に適応した農法であるとする焼畑擁護論の中にも、その熱帯土壌貧困説に立脚しているゆえに、そうした焼畑否定論の進歩主義的論理に抵抗しえないものがある。

本稿は、その熱帯土壌貧困説を批判し、熱帯の土壌は通説のように決して貧困でないことを示した。私たちは森林土壌生態学の成果に基づいて、地上部バイオマス（焼畑で焼却されれば草木灰となる）に養分が集中しているという見方を否定し、土壌に養分は豊富に含まれているという結論に至った。また、豊かな熱帯森林生態系を静態的にとらえず、養分が土壌→植生→土壌→…と循環する動態として理解し、焼畑はその動態的循環の一部に作物栽培を組み込んだ農法であるにとらえるべきことを主張する。この作業を通じ、人類の生活を改めて規範づけることができるだろう。

▶ キーワード

焼畑 熱帯土壌貧困説 養分の動態的循環 植物や微生物の養分への積極的働きかけ

はじめに

1. 焼畑の一般的イメージ——教科書と事典類に見る
 2. 焼畑学者たちの混乱——草木灰説か整地説か
 3. 土壌生態学的アプローチ——熱帯土壌貧困説とその克服
 4. 動態的アプローチ
- まとめにかえて——焼畑を基から考え直す

はじめに

私たちは、中国雲南省南西部の山岳民調査結果を報告した『森とともに生きる中国雲南少数民族』¹⁾のなかで、焼畑という農法を環境とそこに生きる人間の生活とを統合する優れた生活技術であると考え、その現代社会に対して持っている思想的・哲学的意義を高く評価した。本稿の目的も、その焼畑の優れた特性を正当に評価するための一つの作業である。

中国の焼畑の現状をいえば、共産党政権成立以来の国家統制的諸政策の圧力に対してできる範囲で対抗して焼畑を続けているところもあるが、全般的には衰退していると言わざるを得ない。かつての生態環境に適合した焼畑システムは大きく変容させられてしまっている。

しかし現在でもなお世界的に見れば、多くの人々が焼畑を実施している。焼畑人口の推定はかなり難しく、今のところ正確な数字は誰も掴んでいない。もっとも新しい推定では、東南アジア全域で約1400万から3400万人とされている。かなりアバウトな数字である²⁾が、仮にその一番小さな数字で考えても1千万人を下らない人々が、政府の資源・経済開発政策や商品経済の浸透、ゆがめられた自然環境保護対策など強い圧力にさらされながら、今なお焼畑を実行している。私たちはまずそのことを評価したい。

彼らにかかる圧力は、たとえばインドシナ半島の内陸国、ラオスにみられる。ラオスでは1975年に現政権が成立した直後から、治安維持を名目に一貫して山岳民による焼畑禁

1) 大崎・杉浦・時雨, 2014年。とくに、第Ⅲ部第2章「焼畑はなぜ重要か」pp. 308-19

2) Mertz, et al, 2009, pp. 281-9。焼畑の人口支持力の推定値は、1平方キロあたり48人(Conklin, 1957, p. 146), 31人(佐々木, 1970, p. 119)から約7人(Whitmore, 1983, p. 278), 10人から20人(Whitmore, 1998, p. 157)までさまざまである。東南アジア全体の2010年の人口が約6億人なので、1400万から3400万人はその2.4%~5.7%を占める。東南アジア全体の面積は約450万平方キロで、仮に人口支持力1平方キロあたり約15人から割り出すと、焼畑人口の一番小さな1400万人としてもその人口を養うのに必要な面積は100万平方キロになり、東南アジア全面積の4分の1近くを占める。もし焼畑人口を3400万人とすれば焼畑面積は東南アジア全面積の半分を越えてしまう。これをどう解釈するかであるが、現代の焼畑はすでに環境保全型から休閑期間を短くして人口支持力を増加させている(非持続型への変化)ことも考えられるし、また、焼畑をやっていても生活の糧の一部を他の生業から得ていて全面的に焼畑に依存していない状況に変化している可能性も十分考えられる。なお、現在FAOの統計は焼畑人口・面積ともに明らかにしていない(FAO 2016)。年次報告書にも焼畑に関する記述はなく、ただ、「耕地」に関する注書きに、「耕地には焼畑用地は含まれていない」とあるのみである(FAO 2015, p. 225)。焼畑人口の推定は引き続き検討されなければならない問題なので、別稿を期す。

止・低地への移住政策が進められてきた。ところが焼畑全面禁止を不可能と見た政府は、2009年から一部焼畑の実施を認める通達を出した³⁾。ラオスで発行されている英字新聞 Vientiane Times には、毎年次の焼畑耕作の準備を山岳民が始める少し前の1~2月ごろになると、焼畑撲滅へ向けてのキャンペーン記事が掲載されていたが、たしかに2011年を境にそうした記事が見られなくなった。しかし、昨年からまた焼畑は森林破壊の元凶の一つであるという内容の記事が出始めている。焼畑抑制・禁止政策の理由づけの重点は変化しているが、焼畑敵視は根強く続いているのだ。

自然環境保護にその理由がシフトした背景には、一昨年度から正式実施されている国際的な森林保護プログラム、「森林減少・劣化に由来する排出削減 (REDD+)」がある。ラオスではその正式実施に先立ってパイロットプロジェクトが実施されていた。その影響を評価した報告書によれば、ラオス政府は零細な生存維持的焼畑を規制することによって実現できた二酸化炭素排出抑制分を国際的にアピールする一方で、販売目的で木材獲得をねらう森林伐採⁴⁾、ダム建設・鉱山開発といった、生存維持的焼畑よりはるかに二酸化炭素排出量の大きい事業を遂行している⁵⁾。こうした事実は国際的には見過ごされている。森を循環的に利用する焼畑を環境破壊の原因と非難しつつ、化石燃料の大量消費を容認する政策は、まったく理屈の通らないことである。

1. 焼畑の一般的イメージ——教科書と事典類に見る

草木灰を肥料とする、という焼畑の説明（草木灰説と呼ぼう）は一般的にも広く共有されている。筆者の一人（杉浦）が国士舘大学で行なっている文化人類学の授業（1・2年生対象）に出席している学生約70名に焼畑についてアンケートを取ったところ、多くは焼畑という言葉自体は知っていても、具体的にイメージできた学生は少数であった。その中で一人だけ、森林を循環的に使う農法であると、割合正確にその性質を説明した学生もいたが、ほとんどは「木を焼いて畑にする」という文字通りのイメージを持っていた。

3) 東, 2016年, pp. 25-6

4) たとえば、軍事的目的の道路建設という名目で伐採した木材から得られる収益を軍の資金源としていること、退役軍人や退職公務員への木材伐採権供与など。

5) Dwyer & Ingalls, 2015

(1) 学校教科書に見る焼畑観

彼らのそうしたイメージの源のほとんどは中学・高校の教科書ないし授業からであった。その学校教科書を調べてみると、30年ほど前には人類による農業の起源として焼畑栽培が位置づけられ、それゆえその農法は「原始的」とされていた（教育出版『高校地理』、1981年検定）。20年ほど前になると「自然を巧みに利用する永続的農業形態」という積極的評価も出始め（教育出版『高校地理B』、1998年検定）、「原始的」という用語は「伝統的」という用語に置き換えられるようになった（帝国書院『新地理B』2007年検定）。ところが、その4年後には、用語そのものは出ていても焼畑に関する記述が全く消滅してしまった教科書も現れた（教育出版『高校地理B』2002年検定、『高校新地理B』2006年検定）。他方で、焼畑が森林の循環的利用農法であることを強調するものも増えてきている（東京書籍『高校地理B』2007年検定、帝国書院『高校地理B』2015年検定）。

このように高校教科書における焼畑の位置づけはさまざまでその評価はいまだ定まっていないと言える。しかし、昔から最新の検定版までほぼ一貫した焼畑農法の性質として言及されているのが、①森を切り開いて木々を伐採し、それを燃やした灰を肥料とする、②数年で地力が落ちるので別の森を開く、という2点である。今でこそ「略奪的」という形容詞が冠されることはなくなったが、かつてこの2点が焼畑＝掠奪農法、ということの説明に使われていた。

(2) 地理学における焼畑理解

次に、それら学校教科書の記述を支えていると思われる地理学関連の辞典・事典類で、焼畑がどう説明されているかを見る。出版年順に目についたものを紹介すると、

①1960年出版『地理ハンドブック』（朝倉書店）では、
 「森林あるいは草地を焼き払い、その灰を肥料として作物栽培を行う原始的な農法」、「1～2年耕作を行い、土地の生産力が減退すれば、これを放棄し、他に新しい土地を求めて移動していく」、「たいてい1年目の収穫でもって地力はなくなり、2年目以降は雑草の繁茂とともに収穫量はいちじるしく減退する」、
 などとある。

②同じく朝倉書店の1997年初版『人文地理学事典』では、「移動農業」の項目に、焼畑

耕作は、

「狭義の移動農業（居住地の移動を伴う真の移動農業）は … 森林の伐採や火入れによって耕地を造成し、木灰による数年間の作物栽培の後、耕地を放棄して他の耕地を求めて居住を移動する原始的な農業形態」。

とある。また、「熱帯農業」の項で、

「樹木を焼くことで養分を解放し、… 作物栽培、あるいは休閑期の森林再生の肥料に利用するもので、やせた熱帯土壌にうまく適応した農業形態」。

としている。

ここにみられる焼畑観で注意を要するのは、一度使った土地は放棄して新しい土地へ移りその際住居も移動する、熱帯土壌養分が貧困である、という2点の指摘である。前者については、1950年代からの文化人類学の調査研究により（後述）、ほとんどの焼畑民が二次林利用であって住居の移動は頻繁ではないことが明らかになっている。後者の指摘は、本稿の第3節で議論するテーマである。私たちの結論を先に言えば、熱帯土壌は決して貧困ではない。これらの事典の説明のようにもし熱帯土壌がやせて養分が貧困であって、作物栽培や森林再生に利用できる養分が樹木を燃やした後の灰にしかないとすれば、もともとここに巨大な熱帯雨林を生育させた養分はどこにあったのであろうか。

さらにこの事典で奇妙なのは、「焼畑」の項目にある以下の定義である。

「ある土地の現存植生を伐採、焼却などの方法を用いることによって整地し、作物栽培を短期間行なった後放棄し、自然の遷移によりその土地を回復させる休閑期間を経て再度利用する循環的な農耕」。

これは福井勝義の定義⁶⁾をそのまま引用したものである。しかし、福井は自身の「焼畑」定義の中でまったく草木灰利用に言及していない。彼は草木灰が養分を含んでいることを決して否定しているわけではないが、彼の定義からその点を重視していないことがわかる。これでは1つの事典としての統一性を欠くと言わなければならない。

ちなみに、この項目の英単語として slash-and-burn cultivation が当てられている。文字通り「伐採して焼く」という意味である。しかし、もともと福井は「焼畑」という名称が森林破壊的な印象を与えるとして、焼畑の特徴を「自然の遷移」を利用するところに求め、その名称を「遷移畑」とすることを提唱していた⁷⁾。したがって、この事典の定義は福井の定義を引用しながら、彼の焼畑観を無視しているようなものである。

③1992年出版（翻訳は2003年）の『オックスフォード地理学辞典 *Oxford Dictionary of Geography*』（朝倉書店）では、「焼畑 slash and burn」の項目で

6) 福井の定義そのものは、福井、1991年、p. 239

7) 福井1991年、p. 261

「… 樹木を伐採し、根を取り除き、残った植生を燃やすことによって、土地を開拓すること。この方法は、移動耕作でよくみられ、残った灰が肥料の役目を果たす」。

また、「焼畑耕作 swidden cultivation」の項では、

「移動耕作。土地利用が2年ごとに代わるので不安定な農法のように見えるが、自然に存在する諸要素の交換を模倣するという点で、環境に対する安定的な対応であると言える」。

とある。焼畑を指す英単語が統一されていないことから焼畑に対する見方が定まっていなことをうかがわせるが、それはともかく、「焼畑耕作」の説明は従来の「原始的農法」という見方から脱却した進歩を示していて、自然の森林再生とその過程における物質循環をよく観察したことから編み出された農法である、という重要な認識を含んでいる。しかし、「焼畑」の項目の説明には「根を取り除く」とあり、その焼畑認識の不十分さを示している。地下根系は、森林再生のために触らないようにするのが常道である。また、草木灰を肥料とする、という指摘はすでに述べたように通俗的ドグマに他ならない。

④同じくイギリスの地理学事典、*The Dictionary of Human Geography* (Blackwell Publication, 2000, Oxford, UK) では、Shifting cultivation の項目で、

「木の伐採と焼却によって耕地を造成し、概して耕作期間に比べ長い休閑期間を設けて耕作地を循環的に利用する農法 …、… 草木灰は肥料として重要である」。

とある。こちらの説明はほぼ Conklin の著作⁸⁾に依拠して、中立的な記述に納まっている。ただ、草木灰を肥料として重視する点は相変わらずである。

⑤2013年出版の『人文地理学事典』(丸善出版)では、「はげ山と焼畑利用」という項目を立て、森林荒廃の歴史をまとめている。その内容を要約すると、焼畑を森林荒廃の原因と見る見方と、その逆の焼畑が森林保全に貢献してきたとする見方との両論を併記している。世界の各地で歴史的に発生してきた森林荒廃のさまざまな要因のうちの一つに焼畑を列記しているが、むしろ資源開発、政府の介入などの外生的要因で森林荒廃が進んでいると正しく指摘している。タイトルから受ける印象ほど焼畑の責任を重大視してはいないが、ではなぜこんなタイトルを付けたか、疑問である。

以上から、焼畑とは草木を焼いてその灰を肥料として利用する農法である、という一般的なイメージは、中高の学校教育と辞典・事典類の日常的な情報から根強く再生産されて、国際機関にいたるまで広く共有されていることがわかる。たとえば、統計上、森林と耕地のどちらに属するのか判断の難しい焼畑地ではあるが、FAOは焼畑を積極的に位置づけ

8) Conklin, 1962

ずに無視している（脚注2）参照）。それだけではなく、FAOは組織的見解を各国政府や関係者に対する声明という形で表明している⁹⁾。それによれば、FAOは焼畑を、食糧生産量を増加させるための「もっとも重大な障害 the greatest obstacle（現在、そして将来にわたる）」とみなしている。FAOの声明の中には、「焼畑とは自然植生の貯蔵庫（森や草地）で点々と土地を開き、土壌が疲弊するとすぐにそこを放棄して新たな肥沃な土地を探す農耕習慣」という説明がある。ここから読み取れる焼畑理解は、その土地の肥料分を使い尽くす略奪的農法で、肥料分がなくなると（施肥などの人による努力なしに）別の肥沃な土地を探して場所を移動する＝森がどんどん切られて次々と肥料分の枯渇した部分の面積が広がって森が侵食されていく、というものであろう。古色蒼然とした、誤解に満ちた焼畑イメージである。

2. 焼畑学者たちの混乱——草木灰説か整地説か

草木灰説は、熱帯土壌は養分が貧困であるという考え方に立脚しているので、焼畑に対しては否定論になる。それに対して、焼くこと＝火入れによって焼畑地の造成をする点を重視する整地説は、焼畑肯定論とみなせる。

現在の焼畑に対する一般的なイメージを生み出した源の一つは、フランスの人文地理学者、Gourouの見方であるといつてよい。彼の問題意識は、熱帯には未利用の土地（焼畑の休閑地をこれに含めている）が広大にあって、他方で狭い耕地にすがって生きている農民が非常に多く、したがって貧困に苦しんでいるという大前提に立っている。その上で、広大な未利用地を利用して農業生産量を拡大すべきであるし、また熱帯はその可能性を持っている、と主張している。彼は焼畑社会を、「熱帯土壌は貧困で農業技術レベルが初歩的であり、人口密度が低いので消費レベルも低い、という諸特徴が密接に関連している」固定的未開発状態として描いている¹⁰⁾。彼は根拠を明らかにしないまま、熱帯土壌は貧困であるという前提に立って、焼畑は休閑期間を適切にとれば、よい焼却灰が取れるので、熱帯という環境に適応した方法であるといっているにすぎない。あくまで彼の関心は、焼畑農法を維持することではなく「克服」することである。ここに、以下で紹介するように、現代にまでつながる焼畑イメージの成立を見ることができよう。

9) FAO, No Date

10) Gourou, 1956, pp. 336-49

(1) 文化人類学における焼畑の評価

文化人類学関係の事典類における焼畑の説明を見てみよう。1950年代から焼畑民の文化人類学的研究は蓄積されてきているので、地理学よりも焼畑の実態に迫っているだろうと期待されるが、以下に検証していく。

①1977年に出た『文化人類学事典』（ぎょうせい）では、

「山林・原野の表面を焼き払い、できた灰を肥料として…栽培する農法で、自然の地力にだけ依存する略奪農法の一つ。…普通、数年で雑草がおいしげり、地力が涸れるので、農民は別の豊かな土地へ移動しなければならない」、

とある。すでに少し述べたように、焼畑は肥料を灰のみに依存しているわけではなく、森林回復を利用している農法なので掠奪的ではない。「自然の地力にだけ依存するのが掠奪的」であるというのは、近代主義的の偏見であると言わざるを得ない。また、数年で新しい土地へ移動を強いられるという漠然とした表現は、耕地や住居・集落をつぎつぎ移動する破壊的遊動的農法を連想させるが、おおかたそのような実態はないことが判明している。

Conklin のハヌノー・マンヤンの研究¹¹⁾が出て久しいというのに、文化人類学の分野でさえこの間違いだらけの焼畑観がまだまかり通っていたのだ。その10年後に出た改訂版(1987年)ではさすがに「略奪的」という形容詞は姿を消し、

「山林・原野の草木を焼き払い、できた灰を肥料として…数年間耕作したのち、…その土地を放棄、別な土地へ移動し、長い休閑期間をおいて再利用する」、

と幾分ましな解説になったが、ここでも草木灰説は維持されている。

②同じ1987年に出た『文化人類学事典』（弘文堂）の「焼畑」では、

(a) 「…森林、原野において樹林や叢林を伐採・火入れして耕地を造成し、1年ないし数年の短い期間、作物の栽培を行ったのち、耕作を放棄し、通常は一定の休閑期間をへて森林が回復するのをまち、再度その土地を利用する農耕」、

(b) 「原始的な技術しかもたない農耕民が、森林や原野を開墾して農耕を営むとき焼畑はもっとも適した農耕形態…」、

(c) 「焼畑の造成に関しては、通常、周囲に防火帯を作り、慎重に火入れが行われる。火入れは低い技術で森林や叢林を耕地化する唯一の方法であること、それはまた地温を一気に高め、土壌の化学的・生物的な特色を変化させ、さらに雑草や害虫の駆除にも効果のあることが確かめられている。灰のもつ効果は常識で考えるほど大きくはない。また、

11) Conklin, 1957

耕作放棄や耕地移動の原因も、土壌中の養分の枯渇によるよりも、雑草の繁茂がその主要な要因であることが明らかになっている」

とある。

この項目を執筆したのは佐々木高明であるが、彼は主著の一つ『熱帯の焼畑』で次のようにあからさまに焼畑を「粗放」とみなしていた。

「焼畑農業とは熱帯および温帯の森林・原野において、樹林あるいは叢林を伐採・焼却して耕地を造成し、一定の期間作物の栽培を行なったのち、その耕作を放棄し、耕地を他に移動せしめる粗放な農業である」¹²⁾。

上の焼畑定義に使われている「粗放的」という形容詞は、この『文化人類学事典』の記述の中にはない。しかしそのほかの文言はほとんど同じで、ここで使われている「原野」とか「原始的な技術しかもたない」という性格付けは、佐々木がまだ“焼畑は頻繁に移動しながら処女林を切り開く、粗放的な農法である”と考えていることを暗示している。彼のこの「粗放」という言葉については福井が、「いかにも大雑把な農業で、農耕の進化の前段階であるような印象を受けやすい。… 焼畑のプロセス … のひとつひとつがいかにか丁寧にとりおこなわれ … 地域によってはもっともその地に適応した生産様式と見ることもできる」と厳しく批判している¹³⁾。

また、私たちも焼畑＝粗放の農法説については、すでに次のように批判を加えた。すなわち、「粗放」か「集約」かは、注目する投入物（資本・労働力・資源など）がその他の投入物に対して相対的に少ないか多いかを表すに過ぎず、焼畑農法を「粗放的」だとする見方は、資本的に「粗放」であるという意味においてにすぎない。そして、焼畑に対してその性格付けを重視する背景には、資本（金で購入する設備や機械、農薬など）を多く投入した農法の方が進歩的で、それらをほとんど投入せず人間の手仕事で成立している焼畑農法を原始的で遅れた農法だとする、単純な近代主義がある。資本集約的近代農業の自然破壊的、農村社会破壊的性質が明らかになった今日から見て、「先進国の農業や産業を基準にして、それに合わない焼畑に侮蔑の念を交えた「粗放」という用語をかぶせるのは再検討すべきであろう」¹⁴⁾。

この『文化人類学事典』で「粗放」という用語を使わなかった佐々木だが、上の(c)の記述に見るように、「周囲に防火帯を作り、慎重に火入れをする」と書いたすぐ後で、それを「低い技術」といつている。火のコントロールは優れて緻密に気象を知り尽くし（自然科学）、組織立って行われなければならない（社会技術）点で、難しい仕事であり、

12) 佐々木, 1970年, p.1

13) 福井, 1991年, pp.238-9

14) 大崎・杉浦・時雨, 2014年, p.313-5

決して低い技術ではない。佐々木の焼畑に対する見方は一貫性を欠くといつてよいだろう。

このように佐々木は、焼畑＝「粗放」的農法という見方から最後まで脱出することはなかった。たとえば、「太い樹の一部を伐り残したり、雑草の種子や芽を完全に死滅させないこと」や、「不完全な焼却」について、焼畑民が森林復活を容易にするための知恵とは見ず、「偶然かもしれない」とかたづけ、それ以上考察していない¹⁵⁾。また、1年で雑草が繁茂してきて放棄せざるを得なくなる（インド北部パーリア族の慣習）のも、十分焼いて雑草の種子を死滅させきっていないため、と結論付けている¹⁶⁾。彼はそうした「不完全性」を含めて「粗放的」と考えているようだ。

③一番新しい『文化人類学事典』（2009年、日本人類学会編、丸善出版）の記述では、「農耕」の項でヨーロッパの場合に限定しつつ、焼畑農法を移動式から二次林利用の休閒農法を経て常畑化（二圃・三圃式）する一連の発展過程の初期段階、ととらえている。そして、焼畑自体の説明は、

「森林やブッシュを切り開いた後、火をつけて燃やし、その灰を利用する農耕で、農作物を収穫した後の数年間は同じ耕地を利用することができるが、その後は耕地として利用できない、… 同じ土地で耕作を続けると土地の持っている地力が徐々に衰え、農作物の収量が減少し…」

となっている。この説明は全体的に発展史観が色濃く、言葉こそ使われていないが焼畑を歴史的に遅れた、ないしは原始的農法でいずれ消滅していくべき農法だと見なしているといつてよいだろう。そして、まさに本稿で問題にしている草木灰肥料説を取っていて、耕作中止の理由も「地力の衰え」説である。時代が逆戻りしたかのような、古典的ドグマに舞い戻ってしまっている。

いくつかの焼畑研究書も、草木灰説を採用している。

④中国の焼畑研究の第一人者で、焼畑農法を原始的で遅れたものとする偏見に対し挑戦している尹紹亭は、

「植物を燃やして、植物を物質代謝の材料としての無機塩類に換える」¹⁷⁾、

と書いていて、養分に関してその他の言及はない。したがって、草木灰説を採っていると

15) 佐々木, 1970年, p. 256

16) 佐々木, 1970年, p. 268. しかし、佐々木は『熱帯の焼畑』のなかで、「森林・原野」より、二次林を利用することが多いことも指摘していた (p. 254)。伐採を不完全に行うことの効果として、放棄後の樹木の芽吹きが盛んであることも彼自身観察している (p. 256)。しかも彼は、後で詳しく論じるように、通俗的な焼畑観に色濃い草木灰肥料説を退け、火入れや放棄の理由を雑草対策に見ている点は重要である。

17) 尹, 2000年, p. 189

いえる。彼の立場は徹底した焼畑擁護論であることは確かにしろ、草木灰説を疑っていない点で、論理的に一貫せず弱点を抱えているとあってよい。

⑤国連経済社会委員会の特別顧問である NGO, Asia Indigenous Peoples Pact と先住民人権擁護団体である International Work Group for Indigenous Affairs とが FAO の協力のもとに行った焼畑民の実態調査報告は、確かに焼畑擁護論である。しかし、その編者はイントロダクションで、

「自然植生を伐採し焼却するが、焼却の目的は耕地の造成だけでなく土壌に養分、とくに熱帯の山地における土壌にはほとんど含まれていないリンを添加するためであり、また酸性土壌の pH 値を上げ土壌が養分を保持する陽イオン交換容量を上昇させる」¹⁸⁾、という点を焼畑農法の共通する特徴として挙げている。これは、明らかに草木灰説に傾いているものと思われる。ただ、この報告書の中のカンボジアの事例では、休閑に入る理由を養分の不足ではなく雑草の繁茂であるという焼畑民の見解が紹介されている¹⁹⁾。残念なことに、カンボジアの事例の調査及び報告者はこのことに関してそれ以上追究・考察していないし、編者が書いたイントロダクションにも、この発見は反映されていない。

(2) 草木灰説の克服の試み

火入れの効果を草木灰生産とみていない論者の代表は、Conklin, 佐々木, 福井である。その中でもまず、焼畑観に大転期をもたらした文化人類学者の Conklin を参照しなければならない。いまだ彼の研究は焼畑擁護論者が必ず引用するところである。しばしば彼と併記される Geertz も Conklin の説によっている²⁰⁾。

Conklin はフィリピン・ミンドロ島のハヌノー・マンヤン族の焼畑に対し、最低 150 年間、焼畑を含む生態環境は安定的状態を保っていると、その環境保全的性質を評価している。彼は、焼畑に関する住民の様々な知識と技術を子細に記録し、決してその農法が原始的でもなく、粗放的でもないことを明らかにした²¹⁾。と同時に、ハヌノー・マンヤン族が植生を焼くことに見出している効果を 4 つ挙げている²²⁾。

①望ましくない植生の除去、すなわち耕地としての整地

②ネズミ・ヘビ・トカゲ・ゾウムシ・イナゴ・バッタ・アリののような害獣・害虫の駆

18) Enri, 2015, p. 7

19) Ironside, J., 2015, p. 124

20) Geertz, 1963

21) Conklin, 1957

22) Conklin, 1957, p. 71

除と雑草の除去

③熱で土壤がもろくなり種をまく穴をうがちやすくする

④灰は栽培型植物の苗に効果があり、撒いた穀物の種をアリから守る

④の「灰が栽培型植物の苗に効果がある」というのは具体的にどのような効果なのかこの記述からははっきりしないが、仮にそれが養分としての効果だとしても、全体的に見てその部分とはくべつ重視されていない。こうした住民の見方を Conklin は素直にそのまま受け止めている。彼の焼畑の定義を見ると、

「耕地は植生の焼却によって造成され、通常栽培期間よりも長い休閑期間を挟んで断続的に作物を栽培する農法」²³⁾

とあるので、Conklin は草木灰説に立脚していないことは明らかである。

佐々木高明は先にみたように、『文化人類学事典』（1987年版 弘文堂）の「焼畑」の項目で、火入れ＝雑草除去説に立っている。そこに草木灰説を批判するという意図が読み取れる。

彼は、火入れによって土壤の化学的変化や土壤中の生物学的変化が起こることにも留意している。彼はその知見を日本の農民への聞き取り調査や焼き方の観察から得たようで、「農民は単に灰を作ればいいと考えているわけではなく、土の内部までしっかり焼く必要を感じている」と報告している²⁴⁾。また、より具体的に、火入れによる効果として、有機物を灰にしてリン酸・カリウムなどを植物が吸収できる形に変化させる、火入れの熱で土壤中の不溶性養分を溶解しやすい形に変化させる、雑草の種子や芽を死滅させて耕作中の雑草の生育を防止する、の3点を挙げている²⁵⁾。

佐々木はインド・パーリア族の実態調査や先行研究の参照によって、焼畑民が耕地を放棄せざるを得なくなる理由として、雑草の繁茂を挙げている。彼は森を焼く理由も耕地を放棄する理由も、ともに主として雑草対策に見ているのである。

佐々木が草木灰説を退けている点は確かに高く評価できるが、先に見たように、彼が焼畑農法を「粗放」ないし「時代遅れ」と見がちな点は見逃せない。彼の焼畑観を形成している思想的背景には、依然として自然を克服した度合いを「進歩的」と評価する近代的技術史観・発展史観が残っているのではないだろうか。

それに対して、佐々木の焼畑「粗放」説を批判した福井勝義が草木灰＝養分説をどう考えているかを見てみよう。福井は、「焼畑」という名称自体、環境破壊的イメージを喚起するとして、「遷移畑」という概念を提唱した。「遷移畑」は、焼畑を含む自然植生の遷移

23) Conklin, 1957, p. 1

24) 佐々木, 1981年, p. 7-8

25) 佐々木, 1970年, p. 268

を利用する農法を意味する上位概念である。福井の焼畑定義は Conklin の定義をほぼ肯定しつつ、次のように自らの「遷移」という概念を盛り込んだ表現になっている。

「ある土地の現存植生を伐採・焼却等の方法を用いることによって整地し、作物栽培を短期間行なった後放棄し、自然の遷移によりその土地を回復させる休閑期間をへて再度利用する、循環的な農耕である」²⁶⁾。

この「遷移」という特徴をとらえた焼畑の定義は、草木灰説から明確に離れていることを示しているといつてよい。

3. 土壤生態学的アプローチ——熱帯土壤貧困説とその克服

現在まで、焼畑擁護論が現場の環境活動家たちの間ではかなり一般的になってはいても、そうした見方が政策決定者にまで広がらない原因の一つは、前述した擁護論者らの焼畑観に見られる見解の不一致と混乱にあるかもしれない。ひいては、西欧近代主義を抜けきらない熱帯論や土壤論によるのではないか。その根本的解決の有力な手段の一つは、森林→焼畑→森林…という自然の遷移の中で起こる養分の所在についての土壤生態学的アプローチにあると思われる。

(1) 草木灰説を支える熱帯土壤貧困説

植生を焼くと、そこに取り込まれ蓄積されていた養分が解放され、チッソや硫黄などは焼却によって空気中に逃げるが、リン・カリウム・マグネシウムなどは灰の中に残留する。それらは植生に取り込まれやすい無機物として存在するので、即効性のある肥料となる。

しかし草木灰説の問題点は、焼畑の特徴や火入れの目的がその一点に集中していることである。養分を草木灰に頼ると考えると、草木灰に含まれる養分は植物に吸収されやすい形になっているのでストレートに植物体に取り込まれ、その結果、急速に土壤中から減少する。だから、耕作を中止する理由も養分の枯渇のため、という論理になる。

このように焼畑を草木灰に頼る発想の背景には、第一に、人工的な無機肥料なくしては農業が成り立たないという、リービッヒ²⁷⁾以来の近代的農業観、第二に熱帯土壤は貧困的

26) 福井, 1991年, p. 239

27) Justus F. von Liebig, 1803-1873, ドイツの化学者。植物の生育に必要なチッソ・リン酸・カリウ

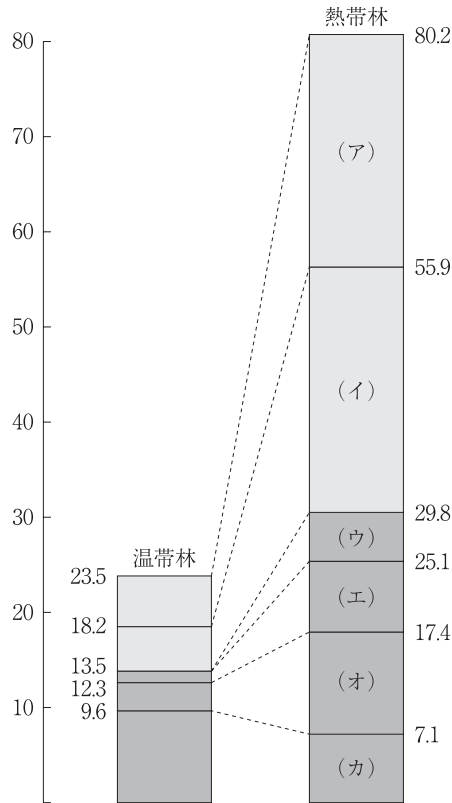
であるという見方（学説）がある。第一の見方は近代化学工業の発達をリードしてきた。

熱帯森林生態学者 Whitmore によると、第二の見方は、熱帯開発に挑んだヨーロッパ人植民者のアイデアから発した。すなわち、熱帯雨林の旺盛な様子（図1参照）を見たヨーロッパ人は、熱帯林の土壌には豊富な栄養があると予想したが、実際耕作してみると収穫高は急速に減衰してしまった。そこで熱帯林において養分のほとんどが樹木に吸収されてしまっていて、土壌にはわずかしか残っていないと考えた、という²⁸⁾。

熱帯土壌貧困説がいかに焼畑評価を左右しているかは、たとえば、焼畑擁護論を展開した Geertz が最終的に焼畑否定論に行きついたところに示されている。彼の擁護論の持つ弱点は、他の多くの焼畑擁護論に共通するものといつてよいだろう。

Geertz は、Conklin の焼畑調査研究を参照しつつ、焼畑が熱帯雨林の自然を「マネ」し

図1 温帯と熱帯の森林生産量の比較



(注) 温帯林は北緯 55 度のデンマークの幼壮齢ブナ林，熱帯林は北緯 3 度のマレーシアの成熟（老齢）常緑熱帯雨林。数字は年間 1ha 当たりの生産量（乾燥重量＝バイオマス，トン）。

(ア) 根・幹・枝，(イ) 葉，(ウ) 草食性脊椎/無脊椎動物，(エ) 落枝・落葉など (>直径 2 cm) と根，(オ) 落枝・落葉など (<直径 2 cm)，(カ) バイオマス純増（地上と地下）（資料：Whitmore, 1984, p. 118 より作成。）

ムの三大栄養素説を提唱し、これに基づいて化学肥料を造った。

28) Whitmore, 1984, p. 123

たすばらしい農法だと口をきわめて賛美している²⁹⁾。ここで「マネ」とは、多種の作物をつくったり、果樹その他の樹を畑の側に植えたり残したりするなど、日光や雨水を土壤が直接浴びるのを防ぐ仕組みを意味している。

しかし、焼畑賛美論を述べたのと同じパラグラフ内で、「理想の条件を欠くと、回復不可能な環境劣化にきわめて陥りやすい」と焼畑批判に転じている。「理想の条件」とは何かについて彼はストレートに指摘していないが、先に挙げた土壤を覆う仕組みを指しているはずだ。もし環境が変わって、耕作可能面積が相対的に縮小し休閑期間が短くなることがあると過剰耕作に陥り、上の「理想条件」が失われるのは確かだ。ところが、Geertz自身は、“オオチガヤ *imperata* が土壤を覆ったから環境が劣化した”と書いてしまった³⁰⁾。ここには明らかに前後撞着がみられる。

このような結果になったのは、以下でみるような熱帯雨林の賞賛論そのもののうちに論理的弱点が潜んでいるからではないかと思われる。すなわち、彼によると、熱帯雨林の土壤がやせているにもかかわらず巨大な森を持つのは、それを上回るほど樹体による養分の吸収と循環のスピードが速いからであると言う³¹⁾。つまり、彼は Gourou やそのほかの焼畑批判者と同じ熱帯土壌貧困説に立脚しつつ熱帯林と焼畑を礼賛したのである。そこには養分の吸収や循環の具体的メカニズムが解明されていなかったのだ。

たしかに焼畑衰退は歴史的事実として在ったことを認めざるを得ないけれども、その要因は焼畑民の人口増加によるよりも、先に述べたように、政府の圧力や都市の膨張、大規模な公共事業の推進・実行によって焼畑面積が小さくなり、焼畑民自体それらに絡み取られたことの方が大きかった。焼畑賛美論の側にも、この Geertz の弱点に通じる論理的弱点があったのではなかろうか。

地理学者の白坂も、養分は地上のバイオマスに集中しているという従来の定説に基づいて、土壤の養分をバイオマスと同一視している³²⁾。

彼は焼畑の耕作期間と休閑期間とによる「肥沃度」の変化を示す次の図2を描いたが、バイオマス量を「肥沃度」とみなす論拠に関して何ら説明していない。ここでは「バイオマスに養分は集中している」＝「草木灰のみに肥料を頼る」＝「熱帯土壌は貧栄養的である」ということが、暗黙の前提になっている。さらに白坂の議論がゆゆしいのは、バイオマスの約70%が毎回の焼畑造成に伴う伐採と燃焼により失われる（幹と根によるバイオマスの約30%が残留する）、という仮定のもとに、焼畑の繰り返しによって「肥沃度」が

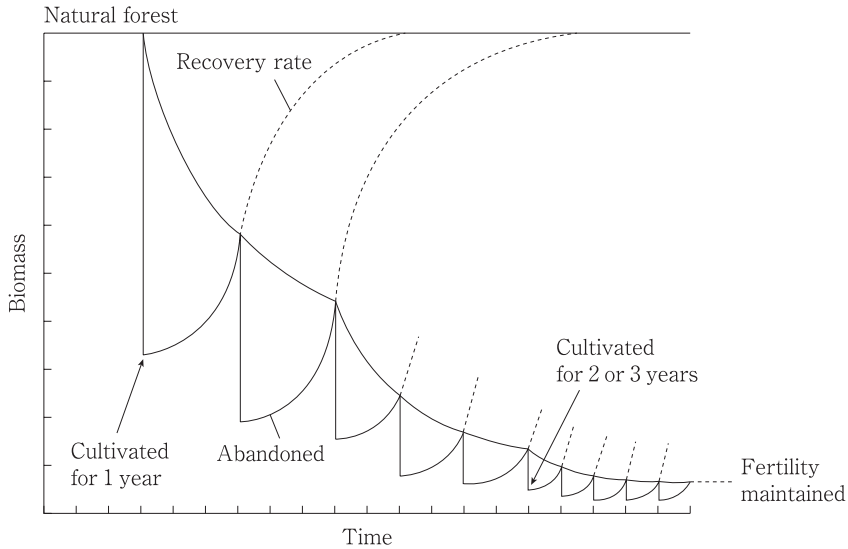
29) Geertz, 1963, pp. 16-25

30) Geertz, 1963, p. 25

31) Geertz, 1963, pp. 20-1

32) Shirasaka, 1995, p. 112

図2 雲南における焼畑耕作とバイオマスの減少との関係モデル



縦軸のバイオマス（生物量）は原生林を 100 とし、横軸の時間は 1 目盛 10 年として表してある。1 回の火入れで、バイオマスのほぼ 70% が失われ、樹木の幹や根などバイオマスの 30% が残存するものと仮定している。

（出所：白坂，2000 年，「訳者あとがき」，p. 233）

どんどん低下していくと想定していることだ。

中国雲南省西双版纳のジノ一族の焼畑を調査し、1950 年ぐらいまで実施されていた 1 年耕作 12 年間休閑サイクルは森林が復活するのに十分だとジノ一族は考えていることを紹介した後で、彼自身も 12 年の休閑後には森林は十分復活する、と書いている³³⁾。それにもかかわらず、耕作期間 1 年休閑期間 30 年でも「肥沃度」が低下する曲線をグラフにしているのは、はなはだしい自己矛盾と言わざるを得ない。そして彼はこの根拠の薄いモデルから演繹して、「今後は耕作の期間が長くなり、耕地は常畑化の方向に向かい、近い将来にこの伝統的で、興味深い農耕は消滅するものと考えられる」と言ってしまった³⁴⁾。

熱帯土壌貧困説＝バイオマス説のドグマに捉えられた論理展開は、熱帯林生態学者の依田の説にも見られる。依田は著書『森林の生態学』³⁵⁾で熱帯林の生態研究に貴重な貢献を行っているが、それでも熱帯土壌貧困説を引きずっている部分がある。

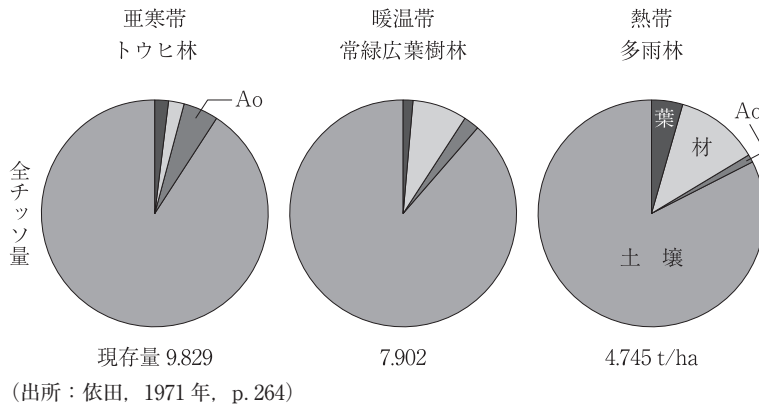
植物が必要とするさまざまな養分の中でも、チツソは樹体を構成するタンパク質や DNA をつくる核酸、生理現象を調節する酵素の主成分である。依田はそのチツソについて、たとえば、亜寒帯のトウヒ林・暖温帯常緑広葉樹林・熱帯多雨林の 3 つの極相林生態

33) Shirasaka, 1995, p. 112

34) 白坂，2000 年，p. 233

35) 依田，1971 年

図3 気候帯の極相林生態系中の全チッソの配分



系中の全チッソ量配分を示す円グラフ（図3）を、著書に掲載している³⁶⁾。

これによると、熱帯多雨林のAo層に含まれるチッソは全チッソ中の1%程度にすぎない。亜寒帯林の約7%、暖温带林の2%に比べて確かに小さい。この図から依田は以下のような結論を出している。「熱帯では分解速度も光合成速度も大となり、土壌中のN保有量は減少し、植物体中のN保有量の割合は増加する（ここで「速度」というのは1年あたり数量を意味している-引用者）。」

しかしながら、どの気候帯の森林でもチッソ賦存量の圧倒的部分がAo層より下の地層にあることが、この円グラフにも示されているのだ。熱帯ではチッソが地上の葉や材に含まれる割合は合計12.5%で、その他は土壌中に存在している。にもかかわらず、依田はAo層にしか関心を持っていないようで、Ao層以外を「土壌」と一括していて、その中で養分が集積しているとされるB層（図4参照）を区別していない。

依田はたしかに土壌養分の集積を定量分析する世界的権威であろうが、必ずしも実際の森林の動態を画いたり、そこから森林の管理や改善策を提示したりするのに有効な成果を挙げていないようだ。実例として、土壌集積量を求めるため彼が提出したいくつかの数式モデル³⁷⁾を検討してみても、いずれもその変数として実際の計測に基づかず恣意的に仮定

36) 依田, 同上, p. 264

37) $dm/dt = V - \mu m$, $m = V/\mu \{1 - \exp(-\mu t)\}$, $M = V/\mu$

mは土壌有機物の集積量[ストック], Vは土壌養分の供給速度[フロー], μ は分解率, である。「速度」は1年あたりの数量。ところで、上に挙げた依田モデルの数式のほとんどは世界的にも森林生態学界的定説となっているようだ。たとえば, Jordan (1985, pp. 11-2) の数式は変数の記号が違っていても同じ概念であるし、依田モデルで行われていた非現実的な仮定が同じように行われていた。その点では、本文でみた依田に対する問題提起は森林生態学界全体にもあてはまるかもしれない。依田自身は μ の定義を挙げていないが、モデルの行間から推理すると、「土壌への有機物供給量/未分解有機物集積量」であろう。これはWhitmoreやJordanの分解概念kの定義「リターフォール/林床のリター」に近似するとみてよい。依田, 1971年, pp. 235-43。

した値を挿入して演算しており、模式の域を越えていない。さらに依田は、そのモデルの中で時間を無限に伸ばして、土壤有機物集積量の上限值を導く³⁸⁾。

しかし、そのような多くの非現実的な仮定に満ちたモデルに、さらに「リターフォールは常にゼロ」という奇想天外な仮定を加えて、土壤の有機物がゼロから出発して上限値（の95%）に達する年数とか、逆に最多（つまり「上限」の95%）の有機物が皆無に至る年数とかをはじきだす。そして、タイの熱帯多雨林では約12年、日本のトウヒ林では150年を得た³⁹⁾。

森林が土壤養分ゼロから始まって極相林に生長する過程と、逆向きに極相林だったものが砂漠化するほど荒廃する過程を想定すること自体が暴力的であるだけでなく、まったく正反対の運命をたどる二つの森林を、いくら理論の上とはいえ冷静に等価として扱う無神経さに辟易せざるを得ない。

この結果から、「熱帯林では、すぐに平衡に達する代わりに、一たん有機物の供給が断たれると、たちまち土壤中のたくわえを分解しつくして不毛の地となることを示している」、「熱帯雨林の高い生産力が、いかにきわどいバランスの上に維持されているかということがわかる」⁴⁰⁾、と不吉な宣託を行った。

「有機物の供給が断たれる」事態とは極めて悲惨な状況であるが、いったい何を指しているのだろうか。石油開発や大規模農業開発による大規模伐採か。いずれにしても、極端な想定をして熱帯土壤の貧困さを強調したのである。その背景には熱帯土壤貧困説があると見なせるだろう。

(2) 養分賦存の配分—熱帯土壤貧困説を否定するデータ

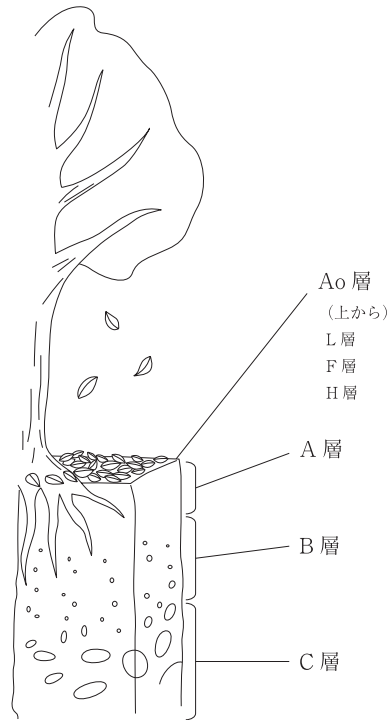
土壤は、最上層のO層またはAo層、その下のA層、B層、C層からなる。Ao層は上から順にL層・F層・H層の3つに分かれる。林床に在るL層がリター層（有機物堆積層）であり、おもに地上の樹体から落下した落葉・落枝や倒木などや、その環境に棲息・

38) 土壤内の有機物の供給速度や分解率について、依田は一方ではそれらは計測不可能だと告白した(p. 246)のに、他の頁では可能だという(p. 244)。相矛盾した言説である。また、一時「計測不可能だ」と言った土壤有機物の分解率を世界気候帯別に調べた統計を掲げている(p. 246-7)! じっさいに調査したのなら、どのように計測したかの経緯や方法を明示すべきだが、それはない。それどころか、依田は「分解率」の正式な定義を本書のどこにも明らかにしていない。依田、1971年、pp. 243-7

39) 依田、1971年、pp. 243-6

40) 依田、1971年、p. 244, 246

図4 土壌層の模式図



侵入した動物・昆虫・微生物（菌・バクテリア）の生体・死骸・排泄物を含む。これらははじめまだ新鮮で原型を残しているが、微生物の活動や風化により徐々に分解⁴¹⁾され（つまり有機物の分解が起き）、その中から少しずつ養分が解放され始める。

しかし、有機物の本格的分解が起こるのはL層の下のF層・H層、さらに下層のA層である。深度を増すにしたがって有機物含有率が低下していく。それとともに可溶性の養分（たとえばカリウム・マグネシウム・カルシウムなどの金属陽イオン）が増える。養分の一部は樹体に吸収されるが、ほかの一部は負の電荷をもつ土壤中の粘土や鉱物と化合して腐植土を形成する。

養分の化合物であるそれは養分と同様に可溶性であるからL層より下に浸出し、L層だけでなくその下のA層にも多く存在する。腐植土はしばらくの間分解にたいして抵抗性をもつが、時間的ラグを伴って養分として分解されて樹体に吸収される。だから、腐植土は樹体にとって終局的には栄養源と言える。

A層の下は溶脱した養分が集積するB層、土壌母材層であるC層、さらに下の岩盤（R層）になる。植物の活動に必要なチツソと炭素以外の元素のほとんどは母材に含まれ

41) 分解とは有機物を無機化して養分や炭酸ガスに変え、それを再び植生に利用可能なものにする事である。その際に、リターを物理的に噛み砕いたり、食べて消化・排出したりする土壌中の小動物の働きも大きい。Whitmore, 1984, p. 131

ている。その意味では、土壌母材は養分の一次供給源の一つである。

すでに述べたように、大規模な森林伐採や近代的農業開発を担ってきた実業界や近代林学者の影響を受けて、従来、熱帯雨林を扱ってきた土壌学者や生態学者のあいだで土壌養分の働きや賦存を否定的にみる熱帯土壌貧困説、つまりいわゆるバイオマス説が定説として普遍的に広まった。そのため、熱帯土壌の実態を研究する例がきわめて少なかった。しかし、1970-80年代以後、実際の熱帯土壌の調査分析が進んできて、この定説を覆す研究が多くなった。それを集約したのが Whitmore らである。

Whitmore は、「非有機的栄養資本のかなり大きい部分は植生よりも林床と土壌にある」⁴²⁾と述べている。彼は、ブラジル・ガーナ・パナマ・プエルトリコ・ニューギニアの5か所の既存データを整理して、次のような結果を得た。すなわち、チッソ (N) の60~95%、リン (P) の20~60%、カリウム (K) の20~50%、カルシウム (Ca) の20~80%、マグネシウム (Mg) の20~80%が地下部 (林床の Ao 層より下の土壌部分) に存在するというのだ (表1参照)。地域的偏差の大きいデータではあるが、土壌に存在する養分を無視できるような数字では決してない。通説に最も近いブラジルの場合を考慮しても、データ全体から養分量のおおかたは地下部にあると判断してよい。

Whitmore と同様に Jordan も土壌中の養分の存在を示したデータを提示している (表2)。それによれば、熱帯 (低地と山地を合わせて) ではチッソとリンの90%以上、カリウムの約30%、カルシウムの50%近くが土壌中 (ここではリターは土壌に含まれていない) に存在している。温帯林に比べれば、いくつかの場合を除いて確かに熱帯林における土壌

表1 5地域の主要養分全量に対する地下部賦存比率 (%)

地域	チッソ (N)	リン (P)	カリウム (k)	カルシウム (Ca)	マグネシウム (Mg)
ブラジル (低地熱帯雨林)	60 強	60 弱	20 強	20 弱	20 強
ガーナ (低地熱帯雨林)	60 強	20 強	50	50	50
パナマ (低地熱帯雨林)	No data	20 弱	20 弱	80	80
プエルトリコ (低高度山地熱帯雨林)	90	60	40 強	70 弱	60
ニューギニア (低高度山地熱帯雨林)	95	30 強	50	75	80 弱

(注) ブラジルとパナマでは K, Ca, Mg は陽イオン全量で、他は可吸態で計測。(資料: Whitmore, 1984, p.127, Fig. 10.2 より作成。)

42) Whitmore, 1984, p.134

表2 熱帯林と温帯林の養分賦存比較 (%)

森林の養分賦存場所	熱帯林				温帯林			
	低地林		山地林		被子植物林		裸子植物林	
	地上植生+リター	土壌	地上植生+リター	土壌	地上植生+リター	土壌	地上植生+リター	土壌
カルシウム	67.2	32.8	40.6	59.4	45.8	54.2	50.1	49.9
カリウム	74.4	25.6	65.1	34.9	43.9	56.1	53.8	46.2
リン	15.1	84.9	1.6	98.4	4.9	95.1	1.1	98.9
チッソ	30.8	69.2	6.7	93.3	14.9	85.1	3.6	96.4

(注) Jordan の原表は熱帯地域 13 か所、温帯地域 10 か所の養分量 (1 ha 当たりトン) を気候帯別・森林タイプ別・地点別・養分別に、地上植生+リターと土壌の 2 つの賦存場所に分けて棒グラフで示されている。本表では、各地点のデータを森林毎に集計したものを賦存場所別に割合で示した。養分の形態はカルシウムとカリウムについては可給態、チッソは全チッソ、リンはほとんどの地点で全リン。(資料: Jordan, 1985, pp. 40-41 より作成。)

中養分の割合は少ないけれども、その存在は無視できるような小さいものではない。これは Whitmore の説にきわめて近い。

『熱帯土壌学』の「II-3 熱帯林の土壌生態」の執筆者はこの Jordan のデータを利用して、「窒素については温帯・熱帯を問わず、植生に比べて土壌中での蓄積が大きいことは明らかである。これは森林下での土壌中の有機物蓄積量の大きさを反映しており …」, 「(可吸態に変化する可能性のある-引用者) 有機態のリンも … 土壌中の蓄積が大きくなっていると書いています」と、Jordan の貢献を正しく紹介している。ところが、その直後に彼は、「植生の存在自体が土壌中での窒素の蓄積を保障 (ママ) している」、とか「植生の存在が土壌中のリンの蓄積を保障 (ママ) している点を重視すべきであろう。」⁴³⁾ と言う。この執筆者は、データが示すところを直裁に受け止めず、「熱帯森林系の内部における養分はバイオマスに集中している」という見方に固執している。このようにドグマティックな熱帯土壌貧困説は土壌学界で根強いのである。

さらにその執筆者は、養分賦存状況に関してガーナほかのアフリカの 4 地域とタイの 2 か所、計 6 か所の既存データを利用しながら、「チッソとカルシウム、マグネシウムは一般に土壌中の蓄積が大きいのに対し、易溶性 (可吸態と同じ-引用者) のリンとカリウムは、十分成熟した森林の場合には、林木中の蓄積の方が大きい」と分析している⁴⁴⁾。ここに言う「成熟」の基準ははっきりしないが、掲げられたデータから判断すれば、40 年生成熟二次林と一次林の 3 か所がそれにあたるだろう。確かにそれらでは植生に賦存する養分の方が土壌のそれより多い。リンの場合は 2.3 倍、13 倍、18 倍の開きが、カリウムの

43) 久馬, 2001 年, p. 275-6

44) 久馬, 2001 年, p. 308

表3 養分賦存データ (地上バイオマスに含まれる割合%)

	ガーナ (成熟二次林)	ニューギニア (低高度山岳林)	ブラジル (沖積低地林)
陽イオン (K, Ca, Ma など)	42	19	73
リン	ほとんど		

(注) リンは全リンか可吸態かは不明。(資料: Ruthenberg, 1980, p. 45 脚注より作成。)

場合は1.3倍, 2.7倍, 5.3倍の開きがある⁴⁵⁾。しかし, それ以外の6~20年生の二次林4か所では, その差は縮まったり逆に土壤中の賦存量の方が多くなったりする場合もある。例えば, 南ナイジェリアの6年生二次林では, リンの賦存は植生と土壤でほぼ同じ, カリウムは土壤の方が植生中の約1.8倍になっている。

この論文は養分賦存に関して比較的客観的な見方をしているといつてよいが, 成熟林(老齢林)3か所のリンとカリウムのデータだけ取りあげて植生中の養分蓄積量の方が多いと総括するのは, バランスを欠いていると言える。

ドイツの農業経済学者, Ruthenberg は, 出所は違うけれど表3に示すように Whitmore と似た養分賦存データを示した。

この表からは, リンを除いてかなりの養分が土壤に含まれていることが見える。にもかかわらず, 彼自身はそのデータの示すところとは逆に, 「養分の主な蓄積場所は, 土壤ではなく立木である」, 「気候が湿潤になればなるほど, そして温暖であればあるほど, 土壤は貧困化し, 有機物分解は速く, 養分は流亡していく」⁴⁶⁾と結論した。その結論はバイオマス説の定説を信仰しているところからくる思い込みと言わざるを得ない。

4. 動態的アプローチ

これまで, 従来の貧栄養的見方に対し, 熱帯土壤は養分的に決して貧弱ではないことを示してきた。しかしそれは静態的アプローチからの批判にとどまっていた。本節では, 養分は本来, 動態的な存在であることを示したい。つまり, 熱帯の森林生態系で起きている養分循環のダイナミズムについて考察する。

熱帯雨林の養分はそもそもどこにあり, どう循環しているのか。焼畑を開拓するのは二

45) 久馬, 2001年, p. 307, 表II-4-3のデータから計算。

46) Ruthenberg, 1980, p. 45-6

次林であれ原生林であれ、森林である。そこに存在する植生の樹体（幹・枝・葉・根）は有機物であるが、それを構成する養分（炭素、チッソ、カリウム・マグネシウム・カルシウムなど）は第1次的には樹体を取りまく環境に存在していたものだ。

その環境とは大気、そして土壌である。まず大気であるが、炭素は二酸化炭素の形で普遍かつ十分にあり、植物自体の光合成作用で取り込まれる。チッソも大気中に豊富にあるが、植物が取り込む時にはチッソ化合物の形で主に土壌中になければならない。それには土壌や植物の地上部全体に生息する微生物の働きが大きく寄与している。それら微生物の働きは、チッソを植物が利用できる形態（可吸態）に変化させるだけでなく、養分一般や水分の吸収を促進し、病原菌や有害物質から植物を守る働きもしている。森林にギャップ（樹冠の開口部）が生じ太陽光が地表まで届くようになると、そうした微生物は地表温度の上昇によって急速に増加することが知られている。またチッソは、落雷によって空気中で合成されたチッソ化合物として雨に含まれて地上に達する。さらに、別の場所で生じた森林火災や焼畑が発する煙にも養分が含まれているので、それらが空気中に漂って降雨に含まれる。

多くの論者が、養分量は植物が吸収できる形（可吸態）のもので測定する必要があると論じている。これに関して Whitmore は、「土壌中の無機養分の測定には、化学的分析手法で測定された賦存量は必ずしも植物の場合に適用できる賦存量にはならないという問題がある。養分全量はいわゆる養分量を過大に評価し、植物にとって“利用可能な”，あるいは“交換可能な”養分賦存量は長期にわたって植物が利用できる量に比べ過小評価となる。」⁴⁷⁾と述べている。彼が言うように、調査のある時点における養分賦存量は、全量で計測されたものか可吸態で計測されたものかの違いはあるものの、どちらも完全ではない。それは、非可吸態のものであっても可吸態に変化するからである。したがって、静態的にみて可吸態の養分が少なくても、それをもって直ちに養分が少ないとは断じえないのである。

Jordan も、「実験室内では、抽出した可溶性リンの値を植物が利用可能な可吸態の値と決めているが、実際の土壌の中では、リンを吸収する能力は植物の根の動態（kinetics）や根菌などによって、相当違いがある」⁴⁸⁾という。この認識は、植物の活動を動態的にとらえる必要を強く示唆している。同様に、養分は水に溶けると流亡する可能性があるため、ある時点での養分全量がすべて植物に利用されるとは限らない。

私たちは以下のことに注目した。温帯や亜寒帯に比べて温度・湿度が高い熱帯林の豊穡性はその生物活動の活発さにある。具体的には、表土にある有機物の急速な分解、根によ

47) Whitmore, 1984, p.126

48) Jordan, 1985, p.57

る養分吸収の速さ、それによって一方では樹体（幹・葉・枝）の生長が速い反面、養分が速やかに溶脱して森林系外に流亡する危険も大きい。しかし、熱帯の森林生態系には養分不足の危険性を現実化しない仕組みをいくつも備えているのだ。それが熱帯林の豊穡性の核心といえよう⁴⁹⁾。

(1) 熱帯での植生の旺盛な活動——有機物分解の速さと養分の循環

たいていの熱帯生態学者は、熱帯の有機物分解と植物による養分吸収の速さについて言及している。例えば、依田は『森林の生態学』で亜寒帯林（A）と熱帯林（B）とを比較している。その結果を簡単にまとめると、下の表4のようなになる。

すなわち、熱帯林の土壌中の有機炭素1単位（トン/ha）は、亜寒帯林の有機炭素の40倍以上の働きで活動しているとみてよい。「働き」とは、「地上バイオマス量/土壌有機物量」の比で定義され、土壌の有機物が地上バイオマスの生産に貢献する度合いを示す。

この熱帯における大きな「働き」を生む一つの要素は、有機物分解の速さである。その分解の程度を間接的に表すのが「分解率k」である。間接的というのは、測定上の困難さから土壌中有機物の分解そのものではなく、リターの分解を測定しているからである。依田によれば、亜寒帯林の有機炭素の分解率は1年に1.5%であるのに対し、熱帯林のそれは15%である。彼はそこから「この有機物蓄積量のちがいは（ママ、有機物の分解（無機化）速度が温度によってひじょうにちがうために生じた結果と考えられる」⁵⁰⁾と結論している。

表5は、Whitmoreが図や表にまとめたニューギニア低高度山地熱帯雨林の既存データを、本稿執筆者が整理して、そのデータを基に2つの指標を加えたものである。賦存データ自体は表1で使われたものと同じであるが、ここでは比率に注目しよう。D/Bの比率（分解率k）を見ると、すべての養分で100%を超えている。林床表面（A₀層）のリターに含まれる養分量よりも、1年間に林床に供給される養分量（リターフォール）の方が多

表4 亜寒帯と熱帯の有機物分解量とバイオマス生産量の比較

	A (亜寒帯林)	:	B (熱帯林)
未分解土壌有機物の量	1	:	1/20
地上の物質（バイオマス）生産量	1	:	2以上

（資料：依田，1971年，p.292，図225より作成。）

49) Jordan, 1985, p.6, 27

50) 依田，1971年，p.292

表5 養分の賦存と流入量比較 (ニューギニア, 低高度山地熱帯雨林)

養分賦存場所	養分賦存量(kg/ha)				養分流入量 (年間, kg/ha) (D)		年間流入量/林床 リター中の養分 賦存量(D/B, %)	バイオマス/土壌 中有機物の養分 賦存量(A/C, %)
	バイオマス (A)		土壌		全スルー フォール* (内, 雨水)	リターフ ォール (<2 cm)		
	地上部バ イオマス	地下部バ イオマス (根)	林床リタ ー(B)	鉱物土壌 中の有機 物(C)				
乾重量	310,000	40,000	6,500	410,000	-	-	-	-
チ ッ ソ	683	140	91	19,000 ++	30(6.5)	91	133.0	4.3
リ ン	37	6.4	4.8	16++	2.5(0.53)	5.1	158.3	271.3
カ リ ウ ム+	664	190	11.5	403	71(7.3)	28	860.9	211.9
カルシウ ム+	1,280	330	96	3,750	19(3.6)	95	118.8	42.9
マグネシ ウム+	185	61	14.5	682	11(1.3)	19	206.9	36.1

(注) *スルーフォールとは、雨水によって葉の表面から洗い出される養分や葉の内部から溶出される養分が滴り落ちたもの。+可吸態量, ++全量。

(資料: Whitmore, 1984, p. 123, Fig. 10.1, p. 129, Table 10.6 より作成。)

いのである。つまり、熱帯林ではそれだけ、林床にある有機物の分解が速いことを意味している。

A/C比を見るとリンとカリウムはその「働き」が100%を超えている。この数字とD/B比を合わせて見ると、次のことが推測できる。つまり、リンとカリウムのD/B比はチッソやカルシウムに比べて高い。これはそうした養分が熱帯森林生態系でかくべつ活発に利用されていることを示している。

Jordanはチッソのみであるが、養分の循環をめぐって熱帯林と温帯林を比べたデータも示している。次の表6においても先述の表4や5と同様、A/Cは「働き」、D/B比は「分解率k」である。ちなみに、この表6ではD/B比、すなわち「分解率k」の数値は、熱帯温帯を問わず100%以下であるのに対し、表5においてはD/B比はどの養分でも100%を上回っていた。この違いは、表6ではBの中にリターのほかに表層腐植土を含めているからだろう。

さて、表6のB/A比は地上バイオマスに対する林床リター・腐植土中のチッソ量、B/Cはリター・腐植土が分解されてチッソがその下の土壌に浸出した程度を示す。熱帯では温帯に比べれば、土壌のみならず、リターや年間流入量(リターフォール)の中においても、養分の絶対量は少ない。この点は熱帯土壌貧困論者の言うとおりである。しかし、そ

表6 気候帯林別にみたチッソ (kg/ha) の配分比率

	養分賦存場所	葉・幹・ 枝・樹皮 (A) (kg/ha)	リター・ 表層腐植 土 (B) (kg/ha)	土壌 (C) (kg/ha)	年間流入量* (D) (kg/ha/year)	配分比率			
						B/A (%)	A/C (%)	B/C (%)	D/B (%)
熱 帯	熱帯雨林 (1)	1,084	406	3,507	86.6	37.5	30.9	11.6	21.3
	熱帯雨林 (2)	336	132	785	33	39.3	42.8	16.8	25.0
	熱帯雨林の平均	710	269	2,146	59.8	37.9	33.1	12.5	22.2
温 帯	四季林 (3)	1,150	-	6,500	250	-	17.7	-	-
	硬木林 (4)	995	140	6,917	37	14.1	14.4	2.0	26.4
	硬木林 (5)	351	1,100	3,626	63.5	313.4	9.7	30.3	5.8
	ダグラス・モミ (6)	538	798	3,397	14.2	148.3	15.8	23.5	1.8
	温帯林の平均	758.5	679.3	5,110	91.2	89.6	14.8	13.3	13.4

(注) (1)アマゾン, (2)アマゾン, (3)象牙海岸, (4)北カロライナ, (5)ニューハンプシャ, (6)オレゴン

* 落ち葉に含まれるチッソとスルーフォールに含まれるチッソ化合物の合計。

(資料: Jordan, 1985, p. 82, Table IV. 2より作成)

れはゼロではなく十分賦存している。また、リター（腐植を含む）中の養分の地上バイオマスに含まれる養分に対する比率も、温帯より低い（B/Aが小さい）。そのうえに、A/C（働き）やD/B（分解率k）は、熱帯の方が温帯より高い。これは熱帯のリターが速く分解して土壌に浸透し、地上バイオマスに貢献しているからだと考えられる。そういう意味では、熱帯のほうが「分解が速い」といえるようだ。

表5や表6にある「バイオマス」や「葉・枝・幹・樹皮」を構成する葉の耐久性が熱帯林で高いことは、先にみた熱帯林の「働き（A/C）」を支えている。とくに常緑樹の葉は温帯の落葉樹に比べて厚く固いので、虫害や病原菌に対する抵抗力を持ち、耐久時間がより長いので、その分葉の全体重量は大きくなる。じっさいにも上掲の図1をみると、葉は根を含めた樹体のバイオマスのなかで過半を占める。また、葉への養分の集中比率は木部の比率より高く、熱帯林の場合、平均してカルシウムは木部乾重量の0.23%に対し葉の乾重量の0.8%、以下同様に、カリウムは0.15%に対し0.7%、リンは0.04%に対し0.09%、チッソは0.39%に対し1.5%となっている⁵¹⁾。

それと別に、樹上で生育したり、樹皮や葉の表面を覆ったりする苔・藻類と地衣類のような着生植物は雨から養分を掌握して自らの体内に蓄えると同時に、葉や樹皮にも与える。着生植物の中には、空気中のチッソを固定するものもある。もちろん、最後にはこれらの養分や着生植物の死骸はリターフォールやスルーフォールを通じて地表の林床に到達する。

熱帯樹木の樹皮は薄いと以前は考えられていたようだが、実際にはさまざまなものがあ

51) Jordan, 1985, p. 35, pp. 38-9, Fig. II. 3より計算。

る⁵²⁾。葉に比べれば樹皮に含まれる養分は少ないけれど、樹皮は養分を多く含む内側の篩部が死んで外側に押し出されたもので、いずれ剥がれ落ちて林床に達する。樹皮は化学物質を浸出させ、着生植物の着床を促す。着生植物は昆虫や鳥類を引き寄せ、熱帯林の「働き」を高める。

葉や樹皮よりもっと決定的に A/C 比に影響をもたらすのは、根の養分吸収の働きである。これこそ土壌の養分が樹体に移動する入口だからである。リターフォールやスルーフォール、林床を経て土壌に届いた養分のうち根が摂取した養分は、熱帯の一つのデータによると、カリウムの 86.5%、カルシウムの 90.3%、マグネシウムの 83.3% であった⁵³⁾。これをみると、熱帯林の場合恐れられている溶脱による養分の流亡は、実際にはわずかである。

表 5 から地上部バイオマスと地下部バイオマス（根）における養分集中度を計算してみると、乾重量バイオマス 1t 当たり、地上部バイオマスに賦存するチッソは 2.2 kg、リン 0.12 kg、カリウム 2.1 kg、カルシウム 4.1 kg、マグネシウム 0.6 kg である。それに対し、地下部バイオマス（根）に賦存するチッソは 3.5 kg、リン 0.16 kg、カリウム 4.8 kg、カルシウム 8.3 kg、マグネシウム 1.5 kg である。すべての養分において、地上部バイオマスより根の方の集中度が高い。根は土壌養分をしっかりと内部に取り込み、養分流亡を最小限にしていると推測できる。

熱帯林で人の目を引く気根や板根は樹体を支える役割を持つほか、土壌からではなく大気や雨水から炭素その他の養分を取るメカニズムである。そうした役割が発揮された分、A/C 比が高まる。

上で論じた根の働きについては以下で具体的に展開するが、ここで述べたさまざまなことが相まって、図 1 に示されるようなバイオマスの豊かさが保証されているのだ。

(2) 養分の垂直移動と植物の対応

うえてみたように、熱帯林では林床及び土壌表層の有機物分解が速いので、その分可吸態の養分が温帯林より急速に生産され、それを利用する植生も急速に成長する。依田を含め多くの論者はこの現象を、土壌中の養分がほとんど植生に吸収されて熱帯土壌が貧困化する理由としている。果たしてそうだろうか。分解された養分は必ずしも直ちに植物に吸収されるわけではない。では養分はどこに行くのであろうか。

52) Whitmore, 1984, pp. 25-7

53) 調査地点はマレー半島の花崗岩を母材とする低地熱帯林。Whitmore, 1984, p. 129, Table 10.5

一つは、土壌の深部に向かって溶脱した養分が水分とともに下降していくことが考えられる。また、表層を流れる水が系外に養分を運び去る可能性も考えられる。

先ず前者であるが、水を通しやすいA層とその下の養分の集積層であるB層には、養分が存在していることはすべに述べた。もう少し詳しく言うと、次のようなデータがある。表7を見ると、チッソはAo層の中でも最浅部のL層（リター層）より下のF層やH層でかえって多く、さらに下層のA層やB層でも3分の1ないし10分の1に減るけれどもちゃんと存在する。

さらに、『熱帯土壌学』の「II-3 熱帯林の土壌生態」でも、地下150cmまでに賦存する全量中、深さ30cm以上の層に含まれる割合は、全炭素で55%、全チッソと全リンの70%、有効態（本稿では「可吸態」-以下同様）チッソの58%、可吸態リンの52%、Ca, Ma, Kの陽イオンがそれぞれ76, 66, 80%存在するというデータを上げて、「熱帯多雨林中の土壌では養分元素の大部分がごく薄い表層部に偏在するとするかなり広く信じられている仮説が交換性の塩基類では必ずしも成り立たず、養分循環における下層土の役割を考慮する必要のあることを示唆する」⁵⁴⁾とっている。

じっさい、土壌の深いところに存在する養分を、植物、とくに根が積極的に利用しているのだ。これについて、A・ハワードは『農業聖典』（邦訳2003年、コモンズ）の中で、根は浅い層だけでなく、環境次第で絶え間なく伸びたり縮んだり（正確には長い根が消えて、短い根だけ残る）する、としている。また、『基礎講座 有機農業の技術』（2007年、農文協）でも、根が土壌の中を自在に動いて積極的に栄養を吸収するとしている（p.23他）。しかも、従来考えられていた可吸態の無機化合物のみならず、有機化合物の形でも根は吸収することが発見された、という。

表7 森林土壌のチッソ含量

層位		チッソ含量（乾重量当たり，%）
Ao層	L層（新鮮落葉）	0.4～1.6
	F層	1.0～1.5
	H層	1.0～1.5
A層		0.3～1.0
B層		0.1～0.5

（出所：久馬，1997年，p.122の図表8.2）

54) 久馬，2001年，p.278

(3) 養分の水平移動と植物の対応

次に、土壤表層を流れる水によって養分が流出するかどうかである。これは焼畑を開いたときにとくに顕著になる可能性がある。通常土壤を覆う地上部の植生が取り払われて林床が太陽光線と雨にさらされるようになり、さらに、切り倒した木を焼くと林床上部にあったリターなども燃えてそれだけ土壤表面が太陽光線や雨に対してあらわになるので、とくに斜面であれば、表層の養分は流亡しやすくなると考えられる。

しかし、『熱帯土壤学』の「II-4 焼畑の土壤生態」で報告されているタイでの実験では、間接的な土砂の流出量で測っているのだが、流失量は大きくないという結果が得られている⁵⁵⁾。その実験では、森林状態ではほぼ半年間で1ha当たりの流出量は4.7 m³だったのに比べ、焼畑は87.6 m³の流出を記録した。しかしながら、その流出量のほとんどは焼却から種まき（トウモロコシの単作）後の1か月ぐらいまでに集中しており、焼畑でも作物が生長するにつれて流出量は急激に減少する。焼畑での作物栽培がおこなわれている状態では、森林とほとんど変わらない量しか流出していない。また、耕起をせず土壤のかく乱をしない焼畑農法では、耕起をする畑より流出量が少なくなっている。さらに、この実験では、実験の報告者も断っているように、現地の慣行とは違い伐採から焼却までの時間が一か月以上も長く、その間、通常より多くの雨が降っていた。

筆者の一人（杉浦）がラオスの山岳民の焼畑について聞き取り調査をした際、彼らは乾季が終わりに近づく3月から4月にかけて伐採し、乾季の終わりを告げる雨が2度降った後に火入れを行う、と言っていた。雨が2度降るのを待つのは、伐採した木が乾燥しすぎていると火入れの際に火が大きくなりすぎて危険なためであると同時に、土壤中に水分を存在させるためと思われる。それは火入れ直後の種まきを可能にするだろう。

したがって、先のタイでの実験のように、伐採から焼却まで1か月おき、さらに焼却から種まきまで2か月以上も置くということは、通常考えられない。火入れしたらすぐに種まきをして植生を成長させる。そもそも、伐採の時にさえ皆伐は避けるし、火入れ後の燃えカスも多くあって、土壤がまるごと太陽や雨にさらされることもない。上の実験では、きれいに整地しすぎたということも述べているが、この実験はあまりに、現実を離れた条件で行われたとあってよい。したがって、この実験結果は、伐採から作物の成長までの間が異常に長く、その間に土壤流出量が集中している結果で、逆にみれば、焼畑の土壤流出量の多くは避けることができることを示している。

55) 久馬, 2001年, pp.316-7

さらに森林といえども幾分かは土壌が流出するという事は、その土砂は川に流れ込むか、別の区画に移動することを意味している。したがって、一部は別の土壌を豊かにしているのだ。焼畑は山の尾根筋を避けて開かれることが多く、残っている尾根筋の森林から焼畑地に養分を含んだ土砂が流れてきて、焼畑からの流亡分をある程度補っていることになる。

そして、ここでも根は大きな役割を果たしている。常畑に比べて耕起しない焼畑で土壌の流出量が抑えられるのは、一つには焼畑では根系をかく乱しないからである。種まき作業も、片手に持った掘り棒で必要最小限の穴をうがちその中に種を入れるのみである。表層の細い根は燃焼の熱で破壊されるが、深いところの根は生き残るであろう。また太い根はたとえ死んだとしても分解されるまでに時間がかかるので、土壌を保持する力が続く。

(4) 養分に対する根の積極的活動

さらに、根は単に存在する養分を吸収するだけではない。物質に積極的に働きかけて、吸収しやすいように化学反応を起こさせるのだ。例えば、

①熱帯の樹木の根は温帯・亜寒帯の植生の根より太くて量（バイオマス）が多い。とくに痩せた土壌の樹木の根はとくべつバイオマスが大きい⁵⁶⁾。養分を逃がさずに捉えるためである。

②アメリカ中部の乾燥地帯の自然土壌や現代日本農業で化学肥料を過剰に投入された土壌がアルカリ性に傾いた場合、土壌の中の金属イオン（カルシウム・鉄・リン酸塩・マンガンなど）は土壌鉱物と強く結びついて溶解しにくいいため、植物は金属欠乏症を招き、生長が阻害される。

それに対して根は有機酸（クエン酸やムギネ酸・フェノール性酸などの有機化合物）を分泌する。それら有機酸は金属を遊離させ、「キレート」という吸着反応によって金属を捕捉する。植物は金属を含んだキレート体をそのまま吸収できるようになる。

それと反対に、土壌が強い酸性の場合、有害なアルミニウムが土壌から溶出して、植物が致命的な打撃を受ける。そのとき、根は有機酸を放出して、アルミニウムと結合させてキレート体を形成し、植物からアルミを隔離する。

③根は自ら α -オキシ酸（ α ヒドロキシ酸とも呼ぶ）を分泌して、分解しにくい腐植を分解する⁵⁷⁾。

56) Jordan, 1985, p. 53

57) 平館, 1977年, 1999年, 他

④根は光合成によって生産された多糖体からなる粘液質を分泌し、根の周りの微生物にエネルギーを供給している。また、根や根毛は次々生え、次々老化枯死する。自らの遺体は分解され土壌の中の微生物や植物に養分として供給される⁵⁸⁾。

この根と共生関係にある微生物には、マメ科などの植物の根粒に棲む根粒菌、ハンノキなどの根粒に棲む放線菌などがよく知られている。それらの微生物は根からエネルギー源をもらう代わりに、土壌中のチツソを固定しタンパク質を合成して植物に与えている。さらに、根粒菌や放線菌のみならず、熱帯多雨林のほとんどの樹種は菌根菌（根の表面や内部に着生した糸状菌）と共生関係にある。菌根菌はリンやチツソの植物による吸収を促進している⁵⁹⁾。微生物の働きを無視した植物の生理は存在しないと言われるぐらい、両者の関係は密である。

まとめにかえて——焼畑を基から考え直す

私たちは、焼畑批判・否定論の根源が熱帯土壌貧困説にあるとみて、それに対する反論を試みた。その方法は大きく2つに分かれていた。一つは、静態的にみて、養分賦存は熱帯土壌中にも決して無視できないほどの量と割合で存在するというを示した。もう一つは、動態的にみて一つの生態系に生存する生物間で養分の蓄積と循環が起き、そして諸生物が積極的働きかけと相互関係の網の目の中でその養分を利用しようと活発に活動していることを明らかにした。

では、ほとんどの焼畑は伐採した樹木を焼く（火入れ）するのはなぜか（火入れしないタイプの焼畑もあることは Ruthenberg が報告している⁶⁰⁾）。植生を焼却することによって得られる草木灰に養分、それも即効性の養分が含まれていて、それが作物栽培に利用されることを否定するものではない。したがって、火入れの一つの目的は養分を得ることである。しかし、それ以外にも、作物栽培期間中に成長したら邪魔になる植物の種、昆虫の卵、病気の原因となる細菌などを殺し、伐採も含めて耕地を造成することも大きな目的である。火入れの目的を草木灰に置く草木灰説は熱帯土壌貧困説に基づくのに対して、私たちのように熱帯土壌の豊穡を説くものはたいい火入れの目的として整地に重点を置く。そういう意味で私たちは整地説に立つ。

58) 平館, 1977年

59) 久馬, 2001年, p. 273

60) Ruthenberg, 1980, p. 37

焼却による効果を比較した一つの実験データがある⁶¹⁾。それによれば、1haあたり100トン以上の木材を燃やすと深さ5cmまでのAo層に含まれる殆どの種子が死滅した。そして、植生の回復のほとんどがその後に飛散してきた種子からのもので、その回復力は灰の養分効果で焼かない場合よりもはるかに活発であった。その事実を認めるなら、焼畑耕作（火入れ）の後に30年もかかって原生林のバイオマス量の6割弱しか回復しないとみる白坂説がいかに妥当性を失ったものであるか、理解できるだろう。

そのほかにも、火入れした後2年トウモロコシを作付した焼畑の結果、土壌養分を失うものではなくかえって黒字だったというタイ東北部の実験例が、『熱帯土壌学』II-4の執筆によって提出されている。彼によると、たとえ二次林でも1年作付方式で15-20年間休閑すれば、養分は赤字にならないという⁶²⁾。ベネズエラのアマゾン地方で3年焼畑しても土壌養分がいちじるしく失われた事実はなく、天然林を開いたときの養分量を上回っていたという報告もある⁶³⁾。

自然の森では、時々ギャップが発生する。森林にギャップが生じる理由は、落雷や病虫害による倒木、強風、地滑り、落雷によって発生する山火事などさまざまである。その規模も多様で、一本の倒木によって発生するギャップ面積（樹冠開口部面積）はたった0.04ha程度であるが、台風によるものでは数百km²に達した場合も観測されている。ギャップにおける植生の回復過程もまたそれぞれである。

自然現象以外に人為的な理由で生まれるギャップも、焼畑から農園建設や木材産業による伐採・搬出に至るまで、さまざまである。焼畑は植生の回復を待つ適当な休閑期間さえはさんでいけば、森林破壊を引き起こすことはない。しかし、近代的な農園建設や木材取得を目的とした、皆伐方式による大規模森林伐採は、仮に自然現象によるギャップよりも規模的に小さいとしても、森林環境保全という観点から見逃せない。Jordanは、熱帯林を皆伐し単一作物プランテーション（一年生作物だけでなく木本性作物も含む）を開くとなぜ「貧栄養」の状態になるか、その理由を土壌の貧困にみるのではなく、次の事柄に見出している。すなわち、元々の植生から別の植生に変化することによって土壌中の養分が化学的変化を起こすこと、そして、土壌物性の変化（ブルドーザーの使用による土壌の圧縮など）によって、養分が植物に吸収されない形に変わったり水分とともに蒸発・流亡してしまったりする、の2点である。養分が土壌中に少ないのではなく、植物が養分を利用できない状態になってしまうからで、それを防ぐにはまず土着の土壌有機物と表層のリタ

61) Kendawang, 2007, p. 319-20

62) 久馬, 2001年, p. 319, II-4

63) Jordan, 1985, pp. 106-7

一を元々の状態に保つことが必要であると結論付けている⁶⁴⁾。

焼畑を開く（植生を伐採し、火入れする）ということは、山火事によるギャップの発生とその後の植生回復過程をマネしたものと考えることができる。作物栽培に限らず、火事ギャップは、その特性から植生の回復促進効果があることは先述した。さらに、土壌表面が熱にさらされることによって、植生が変わる。燃焼によりそれ以前に優勢であった樹種の種子は死滅し、飛散してきた種子か、すでにそれ以前から土壌中にあり休眠状態にあって、熱に強く、その熱によって休眠状態から覚めるよう進化した樹種の種子が、最初に植生の回復を担う。それはまた、日陰では育ちにくいのが逆に太陽光を好み、幹の太さに比べ不釣り合いなほど巨大な葉を広げる陽樹である。そうした樹種を、パイオニア樹種という。パイオニア樹種のライフサイクルには、ギャップ、さらに山火事が組み込まれているのだ。

焼畑は自然のマネであると見抜いたのは、Geertzであった。Whitmoreも彼の名を挙げ、森林生態系における生物の多様性とそれらの間の共生関係をマネし焼畑耕作の終盤は二次林の回復と同化していくのだとしている⁶⁵⁾。福井も「遷移畑」という概念を提出し、焼畑は自然の遷移を利用した農法であるとしている⁶⁶⁾。焼畑のこうした見方は高く評価されるべきものだが、自然のマネ、あるいは利用と言っても、その自然の範囲が少し狭いように思われる。

福井を例にとると、彼は「自然の回復過程」の利用に重点を置いていて、自然の作用にその一環としての自然破壊（たとえばギャップ）まで含めていない。自然の回復過程だけを遷移ととらえるのではなく、森林の破壊過程も含めた全過程を遷移ととらえるべきではなかろうか。そうすれば、火入れという行為自体も自然火災の人為的模倣であることが理解できる。先述したように、火事ギャップにおいては、植生の回復が他のギャップより良好である。そのことを人類は見て学んでいたはずである。したがって、人為的に火をつけてギャップを作り、自然植生の回復が抑制される1年目を中心に作物栽培をし、2年目以降（通常、「雑草の侵入がひどくなるので」、と表現される）は栽培を中止するか、控えるのである。佐々木が引用しているSapparやSteward and Faronは、「雑草」とひとからげに言わず、もっと慎重に「雑草・下生え・幼樹などの侵入が激しく見られる」と言っている⁶⁷⁾。「雑草」とは、人間が目的としない植物の総称で、いかにも人間中心主義的な物言いであって、それらのギャップへの侵入は森林回復の兆しそのものであるに違いない。

福井は、「野火の文化化」ということも主張している⁶⁸⁾。遊牧民による草原への放火

64) Jordan, 1991, pp. 159-80

65) Whitmore, 1984, p. 279-81

66) 福井, 1991年, p. 259-61

67) 佐々木, 1970年, p. 55-6

68) 福井, 1994年, p. 134

〔野火〕は、通常いわれている自然破壊の元凶の一つであり非合理的な手法ではなく、焼畑の火入れ同様、自然環境（この場合は草原）を永続的に使い続けるため緻密に計算された生存戦略である。福井は、その文化に組み込まれた知的営為である「野火」の技術を「文化化」と評価しているのだが、残念ながら彼の議論は、どのように遊牧民が「野火」を一つの技術にしたのか、というところまで考察が進んでいないようだ。

私たちは、彼の見方を一歩進め、落雷などの自然発火による森林火災の跡地での森林更新の様子を観察して、それまでの原生林状態とは違った植物が勢いよく盛り返すのを観察した人々がそのマネをしたもの、それが焼畑であると考えたい。

だから焼畑農法が、1~2年耕作の後で長期にわたって休閑すること、元々の植生の復活を妨げないこと、土壌構造をなるべく攪乱しないことといった技術体系を持っているのであり、そのことによって森林生態系の回復・保全が保証されているのである。

ここで改めて、養分とは何か、ということを考えてみたい。本稿で考察してきたように、熱帯土壌が貧栄養であるという理解は、それ自体静態的見方を示している。生物とその生命活動に利用される物質とを区別、ないし対立せしめている。生物も物質でできているのであるし、同時に、養分も単なる化学物質ではない、というとらえ方もできるように思う。すでに前節で述べたように、植物は微生物と共生したり、植物自身が生産した化学物質で養分に対し化学反応を起こして摂取しやすくしたりする。そういう活動も含めて「養分」ととらえると、決して熱帯生態系は貧栄養ではない。森林生態学者は、貧栄養であることを主張して、熱帯林の「見せかけの旺盛さ」につられて熱帯土壌を利用するため不用意に伐採することに警鐘を鳴らす、という考え方をする。しかしそれは、これまで自然を破壊し続けてきた人間中心主義的発想を免れていないといえる。例えば、先に本稿で批判した『熱帯土壌学』の「はしがき」で編者の久馬は、「20世紀後半に人類が経験した多くの事実は、（太陽の光と熱に恵まれ … 大きな生物生産力をもつ熱帯-引用者）の潜在力がその一部には水資源の不足から、また一部には土壌資源の制約と生物相互間の拮抗から容易には実現されえないものであること、それだけでなく、熱帯の自然がかなり脆弱であって、人間の不用意な干渉の下では不可逆的に劣化する恐れの大いことを教えてくれた」⁶⁹⁾、と述べている。ここで彼は、20世紀後半に熱帯林で多くの荒廃や災害が起きたことを憂慮していることは明らかであるが、上の引用箇所の2-3行目に挙げられている諸要因は自然的災害というより、むしろその後で述べられている「人間の不用意な干渉」の結果にすぎないと思われる。しかしながらここで久馬は、従来の自然が人間の技術や開発の力に敗れたことを自然の責任であるかのように受け止めているようだ。彼のこの文章を好意的に

69) 久馬, 2001年, p. iii

みても、自然への恨み言にしかみえない。まさに彼は究極には人間中心主義に立っていると結論せざるを得ない。

私たちはそれとは反対に、動的なアプローチを徹底することによって、近代化以後の環境破壊の問題を解決したいと考える。その重要なヒントを与えてくれるのが、焼畑という営為である。なぜなら、焼畑は人類が生き延びる生存手段であると同時に、自然の営為を尊重しているからである。人類が自然から離れるのではなく、自然の営為の中で生存していく方途を典型的に示しているからである。

現在、(人災的な要因をはらんだ)異常気象にともなう災害のほか、地球的規模に拡散した資本主義の末期的現象が至るところで進行している——長寿化の反面、「一億半病人」現象、「クスリ公害」、「少子高齢化」、拡大する所得格差、地域経済社会の衰退崩壊、etc。人類が物理的・精神的に生き残るためには、自らの手で傷めてきた森林や自然を回復・維持する営みを再開するほかない。焼畑はその一つであるように思われる。

†本稿を執筆する過程で、小池浩一郎氏(前・島根大学生物資源学部教授)にいくつか貴重な示唆をいただいた。記して謝意を表したい。

<参考文献>

東智美

2016年、『ラオス焼畑民の暮らしと土地政策』、ブックレット<アジアを学ぼう40>、風響社

Conklin, H.

1957, *Hanunoo Agriculture*, FAO Forestry Department Paper No. 12

1962, *An ethnoecological approach to shifting cultivation*, in P. Wagner and M. Mikesell, eds., *Reading in cultural geography*, pp. 457-64, University of Chicago Press

Dwyer, M. B. & Ingalls, M.

2015, *REDD+ at the crossroads: Choices and tradeoffs for 2015-2020 in Laos*, Working Paper 179, Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia

Erni, C.,

2015 *Introduction*, pp. 3-40, in Erni (ed), *Shifting Cultivation, Livelihood and Food Security – New and Old Challenges for Indigenous Peoples in Asia*, Bangkok, published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Work Group For Indigenous Affairs and Asia Indigenous Peoples Pact

FAO

2015 *FAO Statistical Pocketbook- World food and agriculture*

2016 *FAOSTAT*, <http://www.fao.org/statistics>

No Date *An appeal by FAO to governments, research centers, associations and private persons who are in a position to help*

福井勝義

1991年「焼畑農耕の普遍性と進化－民俗生態学的視点から－」, 大林太良(編)『日本民俗文化体

系5 山民と海人－非平地民の生活と伝承－, 小学館

1994年「自然の永続性：焼畑と牧畜における遷移と野火の文化化」, 掛谷誠編, 『講座 地球に生きる 2 環境の社会化』, pp.115-42, 雄山閣

Geertz, C.

1963 *Agricultural Involution*

Gourou, p.

1953 *L'Asie*, Paris, Hachette

1956 *The Quality of Land Use of Tropical Cultivators*, in Thomas, W.L., *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, pp.336-49, University of Chicago Press

平館俊太郎

1977年「根から分泌される有機酸と土壌の相互作用」, 『土壌腐植と微生物』, 農文協

1999年『化学と生物』, Vol.37, No.7

尹紹亭(白坂蕃訳)

平成12年(2000年)『雲南の焼畑——人類生態学的研究』, 農林統計協会, p.189

Ironside, J.

2000, *The changing face of swidden agriculture: a case study of two villages in Ratanakiri Province, Cambodia*, in Erni (ed), pp.97-158, 2000

Jordan, C. F.

1985 *Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems*, JOHN WILEY & SONS, Great Britain

1991 *Nutrient Cycling Processes and Tropical Forest Management*, in Gomez-Pompa, in A., Whitmore, T. C. and Hadley, M. eds., *RAIN FOREST REGENERATION AND MANAGEMENT*, pp.159-80, UNESCO, Paris and The Parthenon Publishing Group

Kendawang, J. J., etc.

2007 *Effects of Burning strength in shifting cultivation on the early stage of secondary succession in Sarawak, Malaysia*, TROPICS Vol.16 (4), pp.309-21

久馬一剛(編)

1997年『最新土壌学』, 朝倉書店

2001年『熱帯土壌学』, 名古屋大学出版会

Mertz, O., et al

2009 *Who Counts? Demography of Swidden Cultivators in Southeast Asia*, Human Ecology, No.37

大崎正治・杉浦孝昌・時雨彰

2014年『森とともに生きる雲南少数民族』, 明石書店

Ruthenberg, H.

1980 *Farming Systems in the Tropics*, Oxford, Clarendon Press

佐々木高明

1970年『熱帯の焼畑』, 古今書院

1981年「焼畑－実態と系譜」, 海外学術調査に関する総合調査研究班編『海外学術調査コロキウム「焼畑－生態学的アプローチ」記録』, 東京農業大学総合研究所

Shirasaka, Shigeru(白坂蕃)

1995 *Changing Slash-and Burn Cultivation in Xishuangbanna, Soutwestern China*, Geographical Review of Japan, Vol.68 (Ser.B), No.2

平成12年(2000年), 「訳者あとがき」, 尹, 平成12年, 所収, pp.229-38

Whitmore, T. C.

1984 *Tropical Rain Forests of the Far East*, second edition, Clarendon Press, Oxford

依田恭二

1971年『森林の生態学』, 築地書館

