

27. アフリカのシロアリと水

(1) はじめに

筆者が初めてアフリカとのかかわりを持つようになったのは、国際協力事業団 (JICA) が以前実施していた「地下水資源開発技術コース」の講師としてアジア・アフリカ等の諸国から派遣されてきた研修生と接触するようになった昭和 55 年ごろからである。水資源に乏しいアフリカ諸国からの派遣生がとりわけ多く、かつ熱心であった。

その中の一人にタンザニアの水資源・エネルギー・鉱物省の水資源研究所 (Water Resources Institutes) というところから派遣されて来たマイラ (Koyoba Mayila) という人がいて、帰国後熱心に関係機関に働きかけて今度は文部省の国費留学生として、筆者が当時勤めていた筑波大学に修士課程の院生として入学してきた。

筆者はその指導にあたることになり、そのかたがた会話を重ねるうちにアフリカへの関心が増してきた。インド洋に面した海岸地域は降雨量が多いが、内陸部では極端に少なくなる。もう何年も前に首都を海岸部のダルエスサラームから中央部のドドマというところへ移したが水資源が乏しいため、首都移転が滞っていると、キリマンジャロの山麓地帯は、地下水は豊富だけれどフッ素が多く、斑状歯の人が多いたか、さらには“アフリカ病”というのがある、ひとたびアフリカの大地に足を下ろした外国人は以来病みつきになり、また行きたくなる等々と聞いているうちに是非行ってみようということになり、その学生を道案内に出かけることになった。昭和 63 年の秋のことであった。同行の友人がホテルで置き引きにあったといったトラブルはあったが、この学生の勤務先の機関から車の手配をいただき、短期間のうちに野生動物で有名なゴロンゴロン国立公園やキリマンジャロの山麓を含むタンザニアの北東部地域を一周することが出来た。

この時期には珍しい大降雨にも遭遇し、これまで教科書からの知識に過ぎなかった体験、例えば大地の浸透能が降雨強度より小さいような乾燥地域では普通にみられるホートン地表流、大地一面に広がって流れるシートフロー等を目にして感動したが、それにも増して興味を引いたのはシロアリ塚であった。未舗装の道路を疾走すると、ひどいところでは数秒に一回といった具合に頭が天井にぶつかるくらいに車が跳ね上がるが、これは道路建設のために崩されたシロアリ塚の土が周りよりも硬いために、そこだけ残って路面の凸凹が激しくなったためである。

この塚と塚の間は相対的に窪地状となり、降雨後には水溜りができやすく、地表流出を抑制しているように思われた。降雨量より可能蒸発量が大きい乾燥地域で地下水涵養が行われるとしたら、このような地形からの集中的な地下水涵養は大きな意味を有することになる。

このような体験もあって帰国後、文部省の科学研究 (国際学術研究) として、タンザニア内陸部の地下水涵養機構を課題とした研究を申請する気になり、幸いこれが 4 年継

続の課題として採択された。もとよりアリ塚を直接研究の対象とした訳ではないが、その存在はこの地域の水循環に深くかかわっているのではないかと考えていたので、このことについても取り上げてみることにした。研究対象地域は図1に示したように、タンザニア内陸部にあり、典型的なサバンナ地帯である。(写真1)



図1 調査地域



写真1 タンザニア内陸部のサバンナ

ところで全く別の用件で明治期の地学雑誌を読んでいたところ、偶然目にしたのが以下に紹介する論文で、上記に関してすでに触れていることに驚愕させられた。あまりにも見事な指摘なので、まずその全文を引用することにする。

(2)「蟻の地質的作用」：地学雑誌第23年第271号の抜粋（原文のまま）

アメリカの地質学雑誌 (Vol.21,1910) 上にブランナー教授 (Prof. J. C. Branner) は地質学的営力の一として蟻の極めて重要なを説き、殊に熱帯地方に於いて然る旨を述べたるが、所説の一部は氏自身の観察に基き、之に此題目に関する一般の書類をも参照したるものなり、蟻は其数極めて多くして、植物の形態を破壊し、或種類に至りては人間をも攻撃す、又或種は掃除夫として役立つも、他の者は単に破壊的の任務のみを帯ぶるものの如し、元来蟻は田園のみならず、市邑にも存在して、屋内に入り来りては人の安眠を妨げ、或は物品を掠め去る、農業者にとりては眞に疫癘の如き害物にして、成育しつつある作物に危害を加え収穫を皆無となすこと恰も野火の之を一掃するが如し、尤もアルゼンチンに於ける蝗虫の如く数時間内に穀野を一掃するが如きことなしと雖も、時日の経過と共に少なからざる害を及ぼすものなり、又蝗虫とは異なり、蟻は一定の範囲内に止まりて棲息し、一去一來するにあらざるなり。

蟻の地質作用には種々あり、第一に彼らは各種の方向に著しき深さまで穴を穿つ、ブランナー教授は蟻の二米一の深处に棲めるを発見し、又深さ三米五の処に其の巢あるを見たりと、此等の隧道は大区域に亘りて地中に分派し、一方の口にて燻らしたる煙の之より約三百米も隔れる他の口より射出するを認めたりと云ふ、穴を穿つに従ひて削り取りたる物質は地上に運ばれて風雨に曝され、積んで山をなし、其の高さ五米、直径十六七米に達したるものあり、白蟻は同教授が摘出したるが如く蟻と著しき差異ありと雖も、其為す所の作用は殆ど同種に属す、白蟻は作物、人畜に対して直接に害を加へずと雖も、垣、家屋、橋梁、家具等の建築に用ひたる材料を破砕して著しき損害を及ぼし、時としては書籍、紙類中にも棲息することあり。

蟻が地中に作れる穴は自由に大気を流通せしめ、又地表に多量の土壤を持来たせるによりて地下水に流路を提供し、地中に有機物を誘導して大に風化作用を幫助するものなり、ブランナー教授は固より其完全を期したるにあらずと雖も、ブラジルにおける蟻と英国に於ける蚯蚓とを比較して計算を行ひたるが、之に従へば一ヘクタール（一萬方米）の地積に於て百年間に地表に持来たる土の全量は、英国における蚯蚓の場合には二百五十九萬八千五百キログラムにして、ブラジルに於ける蟻の場合には三百二十二萬六千二百五十キログラムなりと云ふ、ブランナー教授は結論を下して曰く、蟻及白蟻はアメリカの熱帯地方に於いては、温帯地方に於ける蚯蚓と同様に、緊要なる地質的営力の一たるは争ふ可らざるの事実なりと、彼等は又農業上、經濟上、及社会上の見地よりするも重要なものたるを失はずと。

(3) シロアリとシロアリ塚について

シロアリはわれわれが普通に見るクロアリと異なり、むしろゴキブリに近縁のもと考えられている。このシロアリが陸上生態系の中で、最も繁栄しているものの一つであるといわれている所以は植物（多くの場合枯死したもの）の細胞壁を分解してこれを栄養源にかえる微生物を腹中にかかえ、これと共生しているからだといわれている。

また彼らは女王アリを中心として、子育てアリ、兵アリ、働きアリといったように分業と社会性を備えていることも無視できない。熱帯サバンナのシロアリの多くは地下から運び出してきた土を唾液で固めてアリ塚を築き上げ、中にはキノコシロアリの仲間などのように、その塚の中でキノコ栽培をするような種もある。この場合キノコから排出される水蒸気は地下の湿度を常に高い状態に保つ役割も果たし、また一種のベンチレータともいえるような煙突状の突起を備えたもの（エントツオオキノコシロアリなどがつくる塚）にあってはそこから気化熱が奪われることによって塚の中の温度が低い状態に保たれ、熱帯乾燥といった厳しい環境下でも快適な生活空間が作り出される。このようなアリ塚にはヘビ、トカゲ、クモなどや時にはマングースなどのより大型の動物も棲息していることもある。（写真2）



写真2 ベンチレータを備えたアリ塚

シロアリ塚の大きさや形態は種による違いは勿論であるが、アリ塚の成長の程度や環境の違いによっても異なる。オオキノコシロアリでは高さが 5m、長径が 10m 以上にも及ぶものもある。このような大きなものになると 100 年以上も存続するといわれているが、多くの場合 20～30 年といわれている。放棄されたアリ塚は侵食に曝され、その堆積物が周辺に広がってペディメント状の地形をつくる（写真3）。



写真3 道路建設によってカットされたアリ塚の遺跡 (写真の範囲で約 20m)

アリ塚の本体の周りにはペディメント状のスロープが形成されている。(赤矢印) 写真の右側には生活空間だった穴と、そこから上に伸びる排気孔の跡が見える。(黒矢印)

アリ塚の中がどのような構造になっているのかを調べるために実際に掘ってみた。(写真4, 5) 場所はタンザニア中央部のサバンナ地帯である。



写真4 アリ塚の調査状況 (1)

1日費やして1.5m程度といったように非常に硬く、また鶴嘴も一回振り下ろしたら容易には抜けないほど粘着性が高い。同行の池田 宏氏(当時筑波大学地球科学系)がとうとうギックリ腰になり、仲間から蟻の祟りだと冷やかされたが本人はさぞ辛かったろうと思う。一週間以上も腰を曲げてソロリソロリとしか歩けない状態が続いた。



写真5 アリ塚の調査状況 (2)

このアリ塚はかなり規模の大きいもので、差し渡し30m、高さが5m以上は優にあらうかというものである。下の写真はその何箇所かで掘ったトレンチの一つである。ところどころに見られる小さな孔はキノコ栽培室(菌園)(写真6)または子育て室である。



写真6 キノコ栽培室

安部琢哉氏によると、キノコシロアリは本物と偽者の2通りの糞を出し、菌園は通常のものとは異なる糞からつくられ、緑色を呈する。一方本物の糞は巣のまわりに置かれる。菌園は粉碎されていない細胞や細胞壁を多く含み、セルロースの含有率も高い。(写真7)



写真7 キノコ栽培室の菌園

菌園はちょうど蜂の巣のような感じで、池田氏はこれを宿舎に持ち帰って水をかけて放置したところ、白色をしたキノコが実際に生えてきてその長さは1週間ほどで10cm程度になったという。彼のギックリ腰がようやく治まった頃である。

なおキノコシロアリが栽培したキノコは市場で売られており、人間も好んで食べるそうである。

図2はギックリ腰の激痛に耐えながら池田氏が描きだしたアリ塚の模式図とそれにかかわる諸事象である。

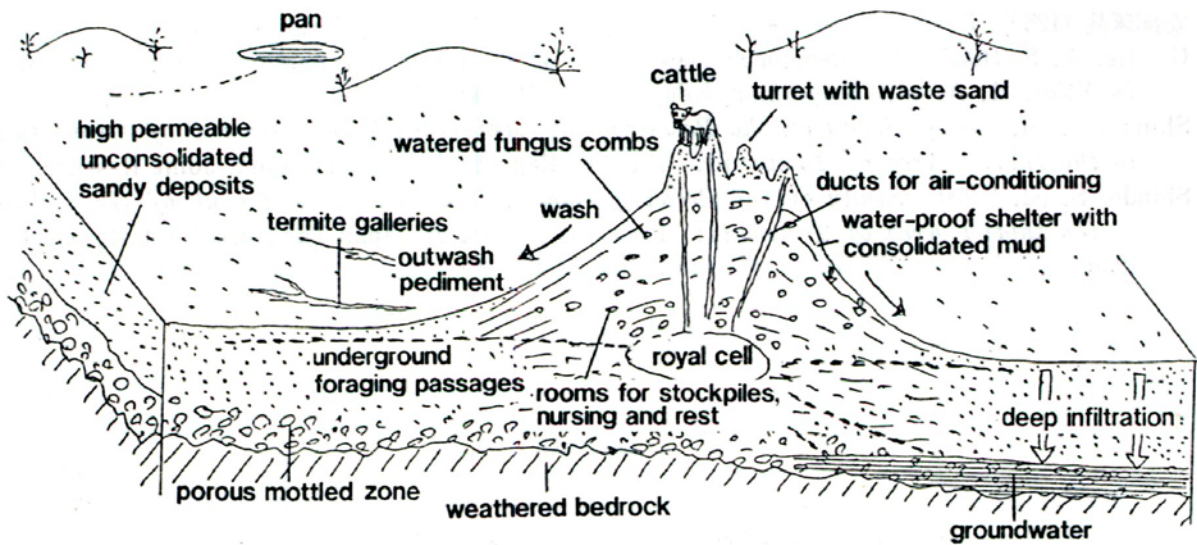


図2 シロアリ塚の模式図

(池田 宏氏による)

図中 royal cell というのは女王アリがいるところで、そこには女王の世話をしたり、一日の産卵数が10万に及ぶという卵の世話をするアリが群れをなしている。

シロアリの摂餌行動は塚を中心として四方に広がる蟻道と呼ばれる地下トンネルを通して行われ、(写真8)その距離は阿部琢哉氏によると50mに達し、総延長は6kmに及ぶという。図中 termite galleries とあるのがそれで、その建設や修復に要する土はアリ塚の建設用とともに地下から運ばれたものである。



写真8 蟻道 (破壊しても一晩で修復してしまう)

アリ塚の分布はランダムではなく、ある距離を保って一様に分布しているようである。空からそれを観察するとそのことがよく分かる。(写真9, 10)これはそれぞれのコロニーが縄張りを持っていて他の進入を許さないためである。

写真9にはシロアリの世界に人間がこれを破壊しつつ侵入している様子も示されている。塚の土は肥沃であり、また

日干しレンガの材料にもなるので現地人にとっては有難い存在といえよう。もっとも彼らにとっては意識することのないごく当たり前のことなのかもしれないが。



写真9 シロアリ塚の分布 (1)

しかし森林が伐採されて農地になると、シロアリの大部分は死滅するといわれており、上記の共生関係はいずれ崩壊することになる。

“アフリカの大地はシロアリがつくった”という言葉聞いたことがあるが、写真10をみるとそのことがよく実感される。

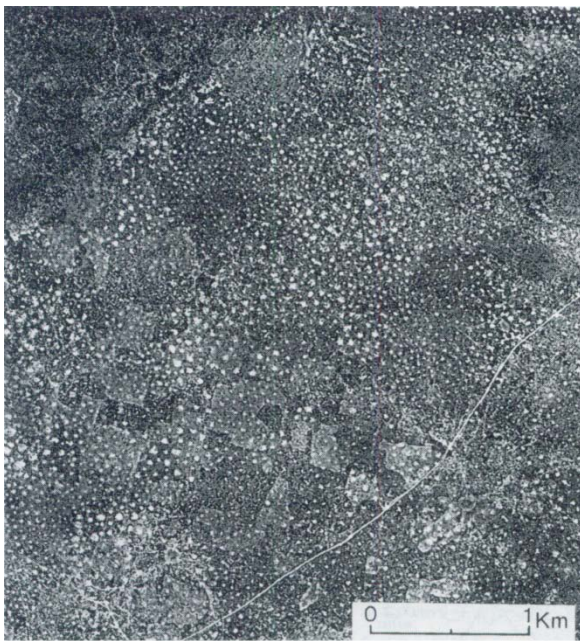


写真10 シロアリ塚の分布 (2)

田村俊和氏によれば、シロアリが移動させる土量は年間 $48\text{m}^3/\text{km}^2$ に及ぶといわれ、その速度は自然のプロセスにおける世界の陸地の平均侵食速度に匹敵するという。またシロアリが運び出している土量のうち $1/3$ は基岩だともいわれ、それは1000年で2cm程度の表土を作り出していることになるという。我々の掘削作業からもこのことを裏付けるような知見を得ている。(写真11~14)

以下に並べた一連の写真は塚と塚のほぼ中間点での掘削記録である。1m程度でこの地区の基盤である花崗岩質片麻岩の風化帯に達するが、写真に見るように変質が著しく、原状を留めない。さらに深いところでは下の写真のように蜂の巣状に孔が空いており、その状態で地下水面にまで達しているようである。シロアリは水を得ることと、塚の材料を得るために地下深くまで孔を穿っていったものと思われる。田村氏が紹介したところによると、塚の材料は0.5m~1mの浅いところにある場合が多いが、中には12mの深さの土を運び出しているものもあるという。



写真 11 シロアリ塚の掘削記録 (1)

表層土 80~100cm まではアリ塚土の 2 次堆積物からなり、その下は細礫化した風化岩→ブロック状の風化岩→風化岩となっている。



写真 12 シロアリ塚の掘削記録 (2)

掘り出された土層試料、右側が表層部、左側が深層部



写真 13 シロアリ塚の掘削記録 (3)

シロアリによって穿かれた孔。(写真中央)



写真 14 シロアリ塚の掘削記録 (4)

蜂の巣状に喰いあけられた基盤岩中の孔。

シロアリと植物、また動物との関係は密接のように見えるが、それが一種の共生的なものなのか、一方的なものかは筆者にはよく分からない。シロアリが樹木に取り付いて、これを枯死に追いやっているように見える場合がある一方、(写真 15) シロアリ塚の樹木がまわりより繁茂しているようにも見える場合もある。(写真 16)

動物との関係についてもヤギなどの家畜が栄養塩に富んだシロアリ塚の土を舐めに寄ってくる光景を目にすることもあり、その繊維にとんだ糞をシロアリが食糧にしていることも考えられる。



写真 15 シロアリ塚と植物 (1)

シロアリによって枯死に瀕しているように見える。



写真 16 シロアリ塚と植物 (2)

シロアリ塚に勢いよく根を張っているように見える。

人間は一方的にシロアリ塚を利用しているといえる。人間はまずシロアリの住処である森林を伐採、あるいは焼いて、焼畑をつくり、(写真 17) またシロアリ塚を崩して農地に変えたり、(写真 18) その土を日干しレンガの材料とする。日干しレンガで造った家は大雨で崩れ流されるので、毎年のように補修しなければならない。その都度アリ塚は消えてゆく。

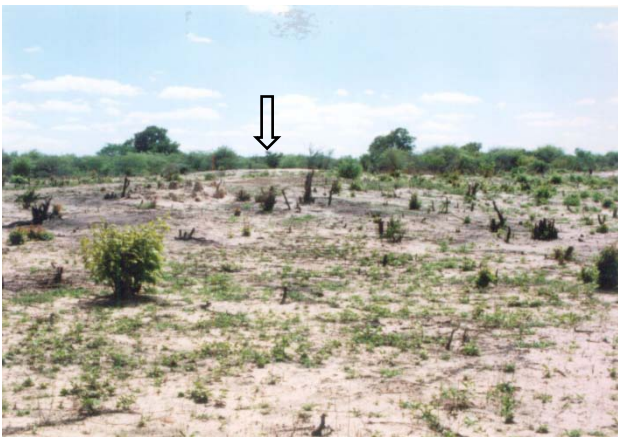


写真 17 焼畑に残るシロアリ塚の廃墟
(矢印)



写真 18 農地に変えられたシロアリ塚
(空中写真)

(4) シロアリ塚と地下水

現地人はシロアリ塚のあるところには地下水が存在するという。先にも述べたようにシロアリは岩盤を穿ち、地下水があるところまで地下トンネルを造り上げる。次ページ

に放棄された化石アリ塚と、そこから風化岩盤を通して地下深部に至る蟻道の様子を示す。(写真 19, 20, 21) なお、これらの写真は同じ場所のもので左→右→左下の順に地下へと続いている。



写真 19 化石化したアリ塚の表層部



写真 20 左の写真のやや下部にあたる



写真 21 風化岩盤中の蟻道の跡



写真 22 山麓斜面に分布するシロアリ塚
シロアリ塚は地下水が得やすく、かつ水に浸り難い緩傾斜部に帯状に分布している。

シロアリは水を必要とするが、水そのものと接触することは嫌うようである。降雨時に水に浸かるような低地には塚を決して造らない。例えば山麓部から低地へ続く地形のところでは塚の分布は恰も一線で画したように低地には存在せず、緩傾斜部に集中する。(写真 22) なお塚そのものも水の浸透を許さないくらい硬いのもシロアリが水を嫌うことの表れともいえる。

シロアリ塚群に囲まれた部分は相対的に凹地状になり、その部分では逆に降雨浸透を容易に許すかたちとなる。例えば図 3 は含水することによって低下する土の強度から浸潤前線の位置を経時的に追ったものであるが、地下水の涵養はこのような凹地状のとこ

ろから集中的に行われていることが推察される。

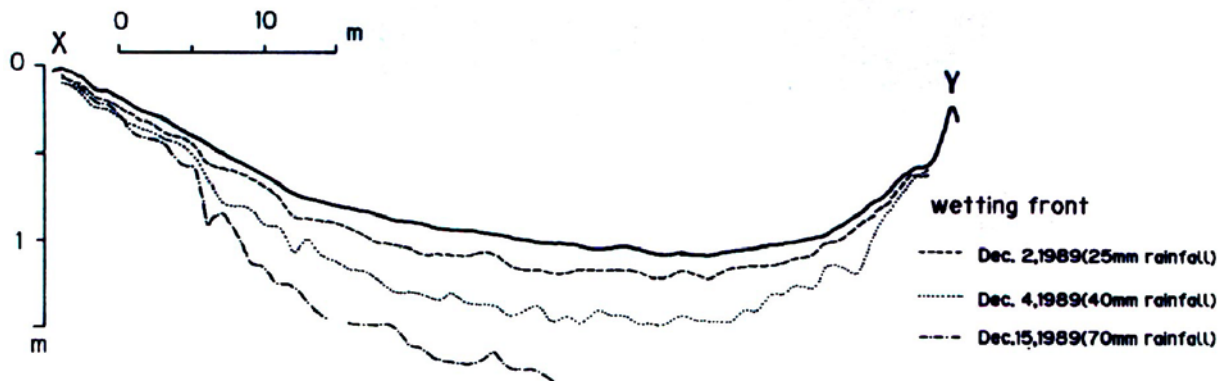


図3 シロアリ塚間の低地からの降雨浸透状況

図中 X, Y はシロアリ塚。135mm に達する大降雨にも拘わらず、ここからの浸透はほとんど行われぬ。

“シロアリ塚のあるところには地下水がある”という現地人の言葉はこのような地形を指したものであろうか？それを示唆するような光景も目にする事ができる（写真



23)。

写真には白濁した水面が見られるが、それらは白く見えるシロアリ塚の間に位置している。

写真 23 大降雨後にシロアリ塚間の凹地に出現した地下水面

シロアリ塚が硬くかつ不透水性であることを利用している例がある。硬いシロアリ塚に地下水面まで届く穴を削り貫き、降雨後上昇する地下水や地表水を溜めようというものである。（写真 24）水の乏しい地域での苦闘の跡が伺える。



写真 24 シロアリ塚を削り貫いて造られた貯水槽

(5) おわりに

シロアリの数は比較的小さな高さ 2m 程度の塚でもそこに棲息するアリの数は 300 万を越すといわれている。その個々の営力は微々たるものであるが、それが数千万年以上にわたって営々と続いてきたとなるとバカにならない。(写真 25) アフリカの大地はその積み重ねの上に成り立っているといっても過言ではない。安部琢哉氏によるとアフリカではオオキノコシロアリのつくる塚は最大地表面積の 30%を占め、最大の場合にはこれをならずと厚さ 20cm の土になるという。



写真 25 オオキノコシロアリの行列



写真 26 アフリカの大地のシンボルアリ塚

まさにシロアリ塚はアフリカの大地のシンボルともいえる。(写真 26) 最近このシンボルが薪炭の生産や農地の拡大、焼畑の拡大とともに加速化される森林破壊とともに消え去る傾向にある。(写真 27) 裸地化したところでは土壌は強烈な日射に晒されて硬く



なり、降雨時には容易に地表流が発生して土壌が流亡する。そしてシロアリ塚もやがて消滅する運命を辿ることになるというわけである。勿論効果的な地下水涵養も制限されることになる。このような悪循環は各所で指摘することができ、今後の大きな課題になるのではないかと考えている。

写真 27 森林伐採が続くタンザニア内陸部

これらの森林伐採の多くは違法なもので、現金収入のため薪炭の生産にまわされる。