

パネルディスカッション

巨大河川ナイル

—水・変動—

春山成子

◆ナイル川流域

ナイル川の流長は6700キロ、流域面積は300万平方キロで、アフリカ大陸の約10分の1に相当し、異なる気候帯を流れている。東アフリカの国々を中心にして、ナイル川流域にはタンザニア、ケニア、ブルンジ、ルワンダ、ウガンダ、スーダン、エチオピア、エジプトの8カ国がひしめきあっており、流域内の人口は2億5000万人に及ぶ。

◆ナイル川の水はどこから流れ出すのか

ナイル川の水源は、赤道直下のアフリカ中央部にあるウガンダの高原湖沼と氷河を抱く山岳地域にある。ルウエンゾリ山(Mt. Ruwenzori : 5111メートル)の氷河面積は1.7平方キロあり、この氷河の下限高度は4500メートルである。山塊はプレカンブリア系の地質で構成されているが、第三系中期(25MA)以降、河川の浸食作用が卓越したため、深い谷が刻まれてきている。源流地域ではKatwe, Kasenda and Fort Portalグループと呼ばれる5000年前のクレータ爆発時の火山堆積物が堆積している。東リフトバレーのエドワード湖とアルバート湖の間は地震発生区域が横たわり、地盤隆起が認められる地域である。エドワード湖やカゲラ湖沼地域は断層運動で形成されている。ウガンダは高原の国であり、湖沼地帯を取り囲んで中央高原地域がある。この東西には西リフトバレー、東リフトバレーがあり、断層湖へと続く。また、完新世1万年の氷河が後退していることが認められ、長期的な環境変動をこの地域でも受けている。

短い環境変化は降水量変動に見られ、内陸半乾燥地域では降水量の少ない年に旱魃に見舞われている。東アフリカの旱魃は1918年、27年、33～34年、38～39年、49～50年、52年、69年、73～76年、80年、84年に発生しているが、なかでも49年は最悪の旱魃で、東アフリカの80%が被災している。

一方、洪水被害は1922～23年、36～37年、47年、51年、60年代初期、そして、68年、78～79年、82年に記録され、ヴィクトリア湖の湖面変化としてもとらえられる。ヴィクトリア湖の湖面標高は1134メートルであり、高原湖である。湖の最深点は82メートル、湖面積は6900平方キロである。ウガンダ内の湖尻に位置するジンジャ近くのオーウエン滝に水力発電所が設置されている。このヴィクトリア湖から流れ出す白ナイル川は北に向かい、地形勾配のないキオガ湖を中心に湖水地域を涵養し緩やかに流れる。

ヴィクトリア湖周辺には、構造線に沿って湖沼が形成されているが、カゲラ湖沼地域とタンザニア、ケニアからの河川水を集めたヴィクトリア湖の水は、ヴィクトリアナイル川としてキオガ湖沼に流れる。この湖水地帯から平原への出口・マーチソン峡谷に至る一帯は自然保護地域であり、象などの野生動物のゲームリザーバーともなっているが、このマーチソン滝下流でアルバート湖の水を合わせて、ナイル川は河川勾配がほとんどない平坦な湿地に流れ込む。

白ナイル川は蒸発皿であり、鍋底のズッド湿地に流入すると、蒸発散によって流量が調整される。

貴重な動植物が分布するズッド湿地を過ぎると、白ナイル川はスーダン領内を北流し、首都ハルツームの直上流地点で、エチオピアの火山性高原に位置するタナ湖から流れる青ナイル川と合流して、ナイル川本流をつくり出す。青ナイル川は年間62.2立方キロ、アトバラ川は10.5立方キロの流量をナイル川に運搬するが、洪水期以外は河床が見えるほどの季節河川である。

青ナイル川の氾濫原は、玄武岩質のエチオピア高原からの運搬土砂で黒色をなしている。スーダンからエジプトにかけての砂漠地帯、半乾燥地域での降水量は僅少であり、この地域で流量が加算されることはないが、アトバラ川合流地点でエチオピアからの雨季洪水流を受け入れ、流量は年々変動する。ナイル川は砂漠地帯を抜けてナイル峡谷をつくり、ナセル湖での灌漑、都市用水、洪水軽減などで下流への流量が調整された後、アスワンダムを経過する。

スーダン国境の第一カタラクトまで幅5キロでナイル峡谷をなすが、キーナ大湾曲より下流で谷幅と氾濫原は広がり、ナイル構造線を北上し、デルタを形成する。ナイルデルタの地形勾配は1/10600、アスワンにおけるナイル川の平均高度は海拔83メートルで、カイロは12メートル、上エジプトの勾配は1/12000、下エジプトの勾配は1/14000であり、デルタでは東から西に勾配がある。ラシード支流はダミエツテ支流より、ナイル川本流からの流量が多い。エジプト東部で上昇運動が記録されている。カイロから、ナイルデルタは扇状地的三角州を形成している。

◆ナイル川の水文

ハルツームでは、青ナイル川の流量の95%をエチオピア水源地域の雨季降雨に依存しているため、エチオピアが乾季になると、青ナイル川の水が枯渇し、白ナイル川の流量が基底流量の75%を占めるようになる。青ナイル川は、水源であるタナ湖(1850メートル)一帯とロセイイレス地域で発生した集中豪雨が河川流出に寄与しており、タナ湖からの流出量は年間流出量の10%にすぎない。

青ナイル川からスーダンの平原(500メートル)まで、青ナイル川峡谷は700キロにわたり、北西方向に流れる。セナーとハルツーム間ではデンダー川、ラハッド川が合流するが、夏のみを表流

水河川である。アトバラ川の流量は全体流量の15%で、流量の増加は7~12月のみである。

これらの季節河川と比べると寄与率は小さいが、白ナイル川の流量は平均的である。白ナイル川の流量の半分はズッド湿地からの流出量であり、年間を通じて一定している。残りの半分は、エチオピアの雨を流下させるソバット川から供給されている。ソバット川の流量はマカール湿原によって洪水調整されているが、洪水ピークが10月になる季節変動を持っている。白ナイル川の季節変動はソバット川の影響である。スーダン内での水流はズッド湿地で蒸発散が激しく、ここで42*1099立方メートルが損失されると算定されている。さらに、ナイル川の流出量はナセル湖の直下のアスワン地点で42-119*109立方メートルが調整されることになる。

◆ナイルの水を利用する

ナイル川の水は文明の水であり、水資源の利用の歴史は古い。洪水灌漑、あるいは、ベイスン灌漑とも呼ばれたナイル川の氾濫水を利用した灌漑農業は、紀元前3200年から1813年まで行われてきた。ベイスン灌漑は8月のナイル川の洪水氾濫水を氾濫原で貯留して、灌漑用水として利用するものである。メネス王朝時代にはナイル川左岸地域開発のため、河川に平行した堤防と直行する堤防を敷設し、堤防で囲まれたベイスンを作っていた。

ナイル川氾濫原の農業開発の大きな転機は16世紀であり、オスマントルコ下のエジプトでムハンマンド・アリ時代に綿花畑を拡大させるため、農業改革と農業水利政策が打ち出されている。綿花栽培での周年灌漑の強化で、18世紀末にナイルデルタの3分の1の農地65万フエダンで灌漑が可能になった。アリバラージュ建設、アスワンダム建設後には、耕地面積は470万フエダンに増加し、350万フエダンの通年灌漑を可能とさせた。

沿岸地域の農地確保のため、防潮堤防が補修されインフラ整備が進んだが、デルタ表層では土壌劣化(塩害、地下水上昇)が発生している。20世紀のアスワンハイダム建設で、農地590万フエダン(1970年)で多毛作が可能になったが、ダム建設前のナイル川の浮遊物質が1億1000万トン/1年であったものが、ダム建設後は浮遊土砂量が減少し、

土壌の若返りができにくくなった。

また、1904年にスーダン灌漑局が設置され、白ナイル川とバハル・エル・ジラフ川をつなぐ水路を掘削、1929年には、エジプトとスーダンとの間で水利協定が締結されて、青ナイル川の水はスーダンが使用し、白ナイル川の水はエジプトが使用することになった。ジュベラウリアダムは1937

年にハルツームの南40キロに建設されている。アスワンハイダムとナセル湖を見ると、ナセル湖で貯水が始まって以降、湖面蒸発散が活発になり、局地的豪雨を発生させるなどの気候変動も起こり、さらに古い断層線に沿ったM6・5の地震も重なって、導水事業後のナイル川本流の流量は減少し、河川環境は変貌している。

(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

砂漠緑化へのチャレンジ

—ジブチ共和国での試み—

飯山 禮文

砂漠化はCO₂の急激な増加、地球温暖化、異常気象等と密接に関係する地球上の大きな環境問題のひとつである。東京農業大学の百周年記念行事として始まったジブチ共和国での海外学術調査プロジェクト「砂漠緑化へのチャレンジ」は、2007年で16年目を迎える。このプロジェクトの目的は、広大な荒廃地に森林を再生し、今日急速に進んでいる地球環境の悪化を防ぐこと、同時に森林により農業などの生産環境を整えるところにある。特に乾燥地における森林の再生技術の確立と、永続可能な農業との共存モデルの確立が目論まれてきた。あえてジブチという場所を選定した理由には、この地の気象条件が厳しい熱帯乾燥気候であることその他に、IGAD(開発政府間機構)の事務局の存在や国の農業に対する関心等が挙げられる。

ジブチにおいて「緑化の実践」や「作物の栽培」等を行うにあたって必要な技術は、自然がみずからの力で再生できるための工夫を下敷きとして、自然に“優しい”技術でなければならない。そのため東京農業大学は、ストーンマルチ工法、ウォーター・ハーベスティング工法やダブルサック工法等といった独自の工法を開発してきた。

砂漠等の乾燥地における植生の再生には、土壌に保たれる水分を保持し、地温上昇の緩和をはかり、地表面の塩類集積を抑えなければならない。

ストーンマルチ工法は、岩石の特徴を活用したものであるが、そもそもの始まりはジブチに岩石砂漠が多いということであった。われわれが行ったのは、岩石を地表面に敷き詰めて日陰をつくり、岩石と岩石の間に植物を生育させる工夫であるが、この工法は、岩石間や岩石の下の水分蒸発を抑制して湿度を高め、また結露による水分の確保、地温の低下、家畜などにも障害となって根こそぎ食べられないといった効果がある。この工法を試みた後、実験区の岩石を取り除いて植物の根系状況を確認した結果、主根が80センチ以上、水平根も四方にかなり伸びており、すべてを掘り返すことはできないぐらいに根を張っていた。

このストーンマルチ工法を確立した後に、土壌の中に肥料、保水材、接合剤等の資材を混入し、そこに種子を封入してペレット状に固めて乾燥させた、いわゆる“ペレット状種子”の散布を行った。当初使用した資材の大部分は日本からもっていったものであったが、その後、現地の資材の活用を試みた。現地で入手可能な資材としては、木炭や動物の排泄物をはじめ、さまざまな種類の炭化物であり、また有機質資材も山羊・羊・ラクダなど放牧家畜の排泄物、雨期に自然に繁茂する現地の草本類などから作った堆肥などがある。

他方、ウォーター・ハーベスティング工法は集