

サウジアラビア王国の *Juniperus procera* 林

吉川 賢*・山本福寿**

はじめに

マホメットがイスラム教を起こし、ロレンスが夢を追って駆け抜け、そしてランボーが奴隷商人となって消えたアラビア砂漠には、昔はどことなく底知れない魅力があったように思われる。しかし、今は、日本からはあまりにも遠いために、頭から白い布をすっぽりとかぶった異様な男達が行き交う石油成金の国というようなイメージが強い。筆者達は一昨年（1993年）の暮れにそのアラビア諸国の盟主を自認するサウジアラビア王国の首都リヤドを訪れた。その時の主な目的は、クウェートでの湾岸戦争の時の油井の大量火災と原油の流出が、環境や生態系に与えた影響を調べることであった。情報収集のために野生生物保全開発委員会（NCWCD）を訪問した時、反対に、現在貴重な森林資源が破壊されつつあるので調べてほしいという依頼を受けた。すなわち、アシール（Asir）山脈にある *Juniperus* の「森林」で発生している大量の先枯れ現象の実態と、その対策についての調査の依頼であった。端から端まで乾燥した大地というイメージのアラビア半島に森林が成立していると聞いて驚くと同時に、見渡す限りの砂漠に生活している人々が云う FOREST というのは果して我々のイメージとどこまで同じものであろうかと疑問に思った。すぐにでも調査をしたいと思ったが、日程が詰まっていたので、再度訪問して調査を行うことを約束して、次の訪問国へ向かった。それから1年経った昨年（1994年）12月に国際緑化推進センター（東京）の援助と先の野生生物保全開発委員会（サウジアラビア王国）の招きで再びルブアルハリ（Rub al Khali）砂漠の中央に開けた近代都市リヤドに行くことができた。約2週間あまりの現地調査であったが、いろいろな貴重な経験をすることができた。アラビアの森林というのがど

YOSHIKAWA, Ken & YAMAMOTO, Fukuju: *Juniperus procera* Forest in Saudi Arabia * 岡山大学農学部 ** 鳥取大学農学部

のようなもので、そこではなにが起こっているのかを調査した結果について報告する。

1. サウジアラビア王国の自然

サウジアラビアの地形と植生の概要

サウジアラビア王国はアラビア半島の80%以上を占め、その面積は240万km²と日本の6倍以上もある(図1)。北回帰線が国土の中央を通っており、亜熱帯高圧帯の真下に当たるため、一年を通じて降雨が少なく、蒸発散量が多い。1979年のUNESCOの統計によると、国土の52.7%は極乾燥地で、45.8%は乾燥地である。その結果、全体の約3分の1はジャフラ(Jafurah)砂漠やダハナ(Dahna)砂漠といった砂砂漠である。井戸とオアシスによる農業地帯は東部のアラビア湾岸とその内陸の乾燥地帯に限られ、その面積はわずか1.5%にすぎない。

サウジアラビアを地質学的に見ると、第三紀の中期にアフリカ大陸ヌビア楕状地から分かれた西側のアラビア楕状地と、厚い堆積岩の層がそのプレートを覆う東側のアラビア棚状地に分けることができる。アフリカ大陸から分かれて北上したアラビアプレートがアジアプレートに衝突した時の造山運動で、半島西側には高い山脈が形成された。標高2,000m~3,000mの紅海沿いの山脈〔サラワット(Sarawat)山脈〕の西側は急峻な第三紀の断層崖であり、東側にはアラビア湾に向かって緩やかに(1m/km)傾斜しているアラビア棚状地の平坦な台地が広がる。

アラビア湾は対岸のイラン側に進むほど深くなるが、最も深いところでも110mに過ぎない。海岸線にはマングローブ(*Avicennia marina*のみ)が点在するが、大方はサブハ(Sabkha)と呼ばれる塩湿地であり、*Zygophyllum album*などの塩生植物(Halophyte)が群落を形成している。海岸から離れて半島内陸部に進むと乾燥した平原が広がり、その中には高低差数100mの台地や急崖が出現する。その周辺の浅い流域盆地はオアシスとなって、ナツメヤシ栽培などが行われている。しかし、その他の大部分の土地は風積砂が覆う砂漠である。北部で砂が厚く堆積している地域はネフド(Nefud)砂漠と呼ばれ、南部の大盆地(全長約1,200km, 最大幅650km)はルブアルハリ(Rub al Khali)砂漠である。Ar Rub' al Khaliとは空白の四半分という意味で、塩の平原、砂の海が広がる不毛な極乾燥地で、ベドウィンも足を踏み入れることはない。しかし、そうした極端に乾燥したところ以外の地域では、耐乾性の *Hammada*

elegans などの灌木のほか、1 年生植物や短命植物が短い雨季のあいだ繁茂する。

乾燥した台地を西に進むと最後に西部山岳地帯に達する。この山脈は紅海最奥のアカバ湾岸から始まって、アラビア半島の西部を縦に貫き、南のアデン湾のバブ-エル-マンデブに至る 2,000 km 余りの間を 40~140 km の幅で続いている。イエメン領内では標高 3,000 m を越える多くのピークを持つが（最高 3,760 m）、サウジアラビア王国に入り、北へ向かうにつれて次第に低くなる。こうした山岳地は雨量が比較的多く気温も低いので耐乾性の高い高木や灌木でも生育可能となり、本稿で問題とする *Juniperus* の森林が成立する。

アシール地方

筆者らは図 1 に示すサウジアラビア王国南西角のアシール地方の山岳林で調



図 1 サウジアラビア王国とアシール地方 (Al-Hariri Rifai, 1987 より)

査を行った。ここは中央部のアシール山脈（サラワット山脈のアシール地方名）で紅海側と内陸側とに分割されており、両側の環境が大きく違っている（図2）。紅海側は急峻で、壁のような急崖が連続し、東側の内陸砂漠に向かう面は台地を形成した後、なだらかに傾斜している。最高峰サウダ（Sawdah）山は標高3,130 mである。

アシール地方は低緯度ではあるが、標高が高いために、冷涼でしかも年降雨量が多い。特にアシール高原のアブハ（Abha）市（標高2,200 m）では、平均気温は14～16℃で、年変動幅は10℃前後である。平均年降雨量は655 mmで、紅海海岸の150 mm やリヤドの120 mm と比べて圧倒的に多い。降雨は冬に紅海を下ってくる北東の風と夏の南からのモンスーンによってもたらされるが、アブハ市では夏の方が降雨量が多い。さらに紅海側の急斜面では紅海から吹き上げる風の影響で年間を通じて雲が湧き、土壌や植物にかなりの水分を供給していると云われている。

2. *Juniperus procera* の先枯れ現象

Juniperus procera 林

野生生物保全開発委員会はアブハ市の郊外に山岳林を対象としてライダ（Raydah）自然保護区を設けている（図3）。この保護区は前述のアシール山脈内の急斜面上（平均勾配19°，最大勾配30°）に設定されたもので、総面積は約10.5 km²で、標高差は1,250 mである。自然保護区内の稜線に近い上部では高木層、亜高木層でビャクシン属の *Juniperus procera*（写真1）が優占する森林が成立している。本樹種は雌雄異株であり、調査を行った12月末はちょうど種子の熟期であった。

この森林は我々の予想をはるかに上回る立派なものであった。4つのプロットで毎木調査をしたところ（表1）、南斜面の2プロットでは平均樹高が5.2～

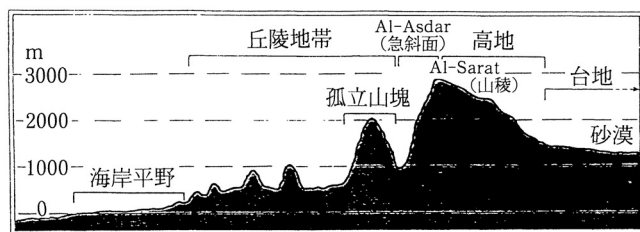


図2 アシール地方の地形横断面図（Al-Hariri Rifai, 1987 より）

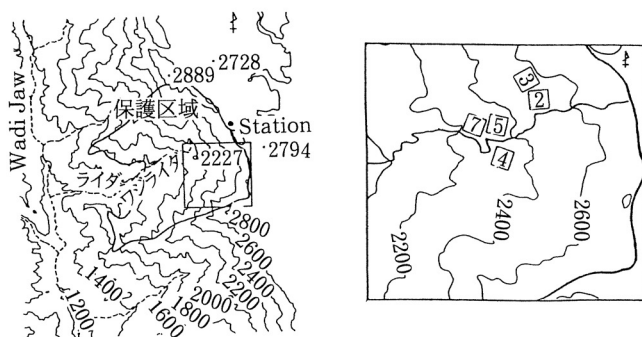


図 3 ライダ自然保護区の地形と調査地

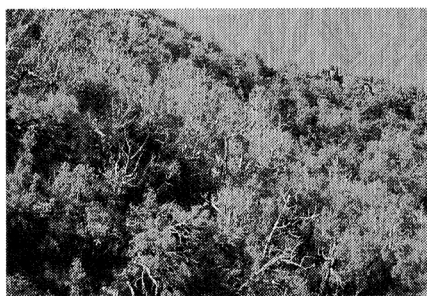


写真 1 *J. procera* の雄花

6.0 m で、平均胸高直径は 20～25 cm であった。中でも最大の個体は樹高 12 m で胸高直径は 68 cm もあった。しかし、北斜面は明らかに南斜面の林分よりも小型の個体で構成されていた。ただし、北斜面の個体数密度はいずれも 100 個体/ha 以上あり、林冠は閉鎖し、階層構造も認められ、土壌も発達してい

た。南斜面ではその 4 分の 1 以下の個体数密度しかなく、それぞれの個体は大きくても、林分としては林冠が疎開し、土壌条件も良好とは云えなかった。さらに *Dodonaea* sp. などは *J. procera* の密度の低い南斜面で多く出現し、樹種構成にも斜面の方位によって明らかな違いが認められた。

このように、北斜面では小型で高密度の純林が形成され、しかも更新が活発に行われていたが、南斜面の林分では上層林冠を *J. procera* の成木が完全に占めてしまって、更新はほとんど行われておらず、*J. procera* から次の樹種へという遷移の進行が考えられた。ただし、現在下層を占めている樹種が上層まで生長できる特性を持った樹種であるのかどうかは今のところ不明であり、構成樹種の生育特性を明らかにすることは、北斜面と南斜面の立地条件の違いとともに今後の研究課題である。

表 1 各調査プロットでの *J. procera* の個体サイズと個体数密度

プロット	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	<i>J. procera</i> No./ha	その他の樹種 No./ha
北斜面上	11.00	3.66	142.5	10.0
北斜面下	11.13	4.19	100.0	12.5
南斜面上	25.26	5.17	26.1	35.0
南斜面下	20.88	5.96	20.1	45.0

先枯れ現象

NCWCD からの調査依頼にあったように、林分のあちこちに樹幹の先端が枯死してしまった *J. procera* が認められた（写真 2）。そこで、図 4 に示すように樹冠の衰退の程度を 6 段階の被害度指数に分けて記録したところ、図 5 に示すような頻度分布が得られた。3つのプロットでは 50% から 80% 近くが被害度指数 4 以上のいわゆる先枯れ個体であった。しかし、沢筋で比較的湿潤な南斜面下のプロットでは約 80% の個体が被害度指数 2 以下で、先枯れの被害は全体的に少なかった。それでも 3つのプロットで被害率が 50% 以上というのは、原因が分からないまま放置するわけにはいかない程度に高い割合であった。NCWCD では森林を保護して住民の利用を制限したことがこの集団先枯れの原因ではないかと危惧している。

それぞれの個体について樹高

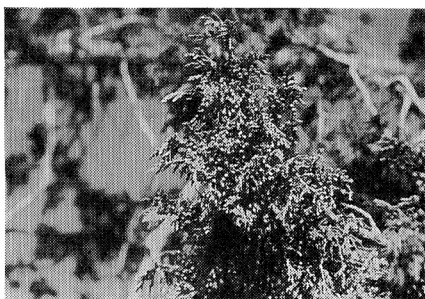


写真 2 先枯れ症状を示す *J. procera*

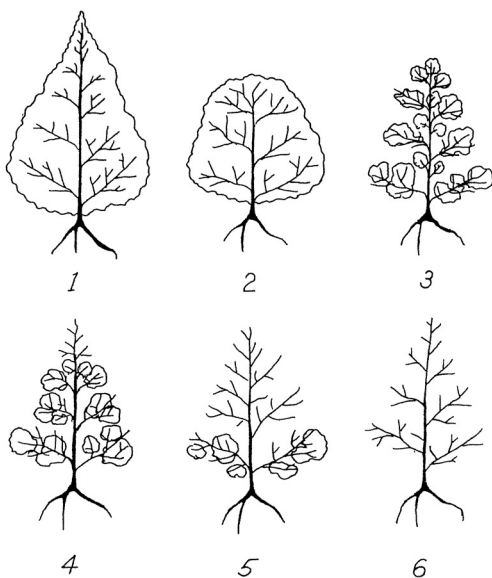


図 4 被害度指数の模式図

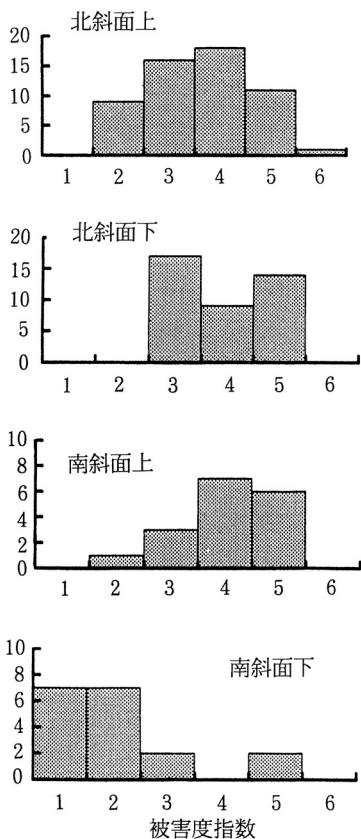


図 5 被害度指数の頻度分布

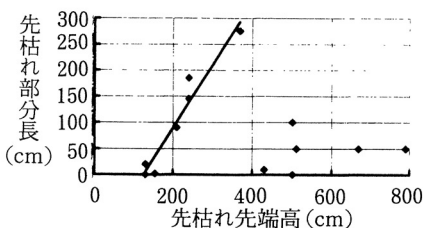


図 6 先枯れ先端高と先枯れ部分長の関係

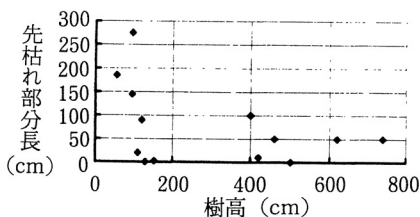


図 7 樹高と先枯れ部分長の関係

と先枯れ部分の先端の高さ（先枯れ先端高）を求めたので、先枯れしている部分の長さ（先枯れ部分長）も求められた。北斜面上の被害本数の多かったプロットについてそれらの関係を図 6, 7 に示す。図 6 では先枯れ先端高と先枯れ部分長の間に 2 つの関係が認められた。すなわち、1 つは図中に直線で示したように、先枯れ先端高が高くなるほど先枯れ部分長が長くなる関係であった。もう一つは先枯れ先端高 4 m 以上のグループである。前者の現在の樹高は、図 7 に見られるように、いずれもほぼ同じであった。すなわち、もともと樹高の高い個体ほど先枯れが起こったときに樹冠の多くの部分が枯死する傾向があって、その結果、先枯れを受けた後ではどの個体もほぼ同じ樹高になったと考えられた。一方、後者はいずれも樹高が 4 m 以上あって、前者よりも背の高い個体であった。こうした結果から予測すると、前者のグループはごく最近先枯れを起こすような環境ストレスを受け、後者の個体はかなり以前にそうしたストレスを受けたのではないかと考えられた。そのため、前者では現在も先枯れによる樹高変化の様子がよく判かる状態にあったが、古い先枯れ

個体ではその後の樹高回復の結果、現在の樹高や先枯れ先端高と先枯れ部分長の関係が不明瞭になったものと考えられた。後者の個体の先枯れ部分長が短いのも、先枯れからの長い時間の内に折れてなくなったためと思われるので、以上の推測を支持するものと考えられた。さらにこの結果は、現在見られる先枯れ被害が過去にも繰り返し起こっていた可能性を示唆している。

住民による利用

この森林地帯が保護区に指定されたのは5年前であるが、保護区の設定以前は住民による *J. procera* の伐採利用が行われていた。しかし、保護区となつてからは厳しく利用が制限されたために、調査地一帯では最近5年間に伐採されたと思われるような新しい切り株は一切認めることは出来なかった。そこで調査プロットに出現した少なくとも5年以上前の切り株の空間分布を平均こみあい度を使って調べたところ個体を単位としたような分布をしていた。

切り株は明らかに人為による干渉の結果であり、住民がこの *J. procera* を利用するにあたってどのように選木を行ったかを示す貴重な資料である。その切り株が一様に分布していたので、貴重な森林資源を大事に利用するために意図的に伐採個体が集中するのを避けるようにしたと考えられる。すなわち、選木にあたって、すでに伐採が行われて林冠が疎開した場所を巧みに避けるようにした結果と考えられる。梓サイズを変えた分析の結果、完全一様分布になるのは $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ のサイズであったので、その選木の方法は約 2.5m 間隔に抜き切りをするというようなものであったと推測される。

切り株を現在の成立木と一緒にして、少なくとも10年ほど前の *J. procera* 林の空間構造を求めたところ、現在の成立木の場合とほとんど変わらない分布様式を示した。すなわち、保護区の設定以前に、ほぼ等間隔に選んで行われていた抜き伐りによる本林分の利用の仕方はきわめて合理的で、少なくとも空間分布を見る限り、ほとんど林分構造に影響を与えず、林冠閉鎖が破られることもきわめて少ない方法であったと推測される。

3. ライダ自然保護区の自然

ライダ自然保護区では *J. procera* のほかに野生のオリーブ (*Olea chrysophylla*) が高木層に出現し、マメ科の *Acacia etbaica* や *A. nubica* なども出現する。一方、地形が急峻で、午後になると紅海からの上昇気流で斜面上部に雲が発生し、夕方には斜面上部、標高 $2,000\text{m}$ 付近の森林は完全に霧に包まれてしまうことが多いので(写真3)、斜面上部は湿潤で、標高が下がるほど

乾燥している。この環境傾度にしたがって、上層を優占する樹種も変化する。すなわち、最も湿潤な標高 1,800 m から 2,200 m の頂上付近では *J. procera* が林分を形成するが、標高 900 m から 1,800 m になるとオリーブや *Pistacia palestina* が優占し、それより低いところにはアカシア類 (*A. etbaica*, *A. nubica*) が分布する。さらに低地斜面では *A. asak* や *A. mellifera* などが現れる。

J. procera 林の林床にはイネ科の植物が多い。しかし、土壌は乾いており、植物は強い水ストレスのもとで生育していると推測される。一方、樹冠からはサルオガセ属 (*Usnea*) の着生植物が数多く下がっているのを見ることができる。この *Usnea* sp. は空中の水分をかなり効率的に吸収するように思われた。*Usnea* sp. が *J. procera* の水分吸収にどの程度貢献しているかは定かではないが、雲の発生による空中湿度の上昇は *J. procera* の水ストレス軽減にかなり有効に作用しているようである。今後さらに調べていく必要のある興味深い問題である。

J. procera 林の谷には岩清水の湧出しているところがある。この付近にはかなり多くの植物種が現れ、エノキ属 (*Celtis*) やシナノキ属 (*Tilia*) のような木本植物も認められた。この地域は植物分類学的な研究がまだ十分には行われていないが、かなりの降雨量に支えられて、多数の植物種が分布しているように見受けられた。この点に関する今後の報告が期待されるところである。

自然保護区を過ぎて、急坂をライダ・ワジ (Wadi Raydah) に下って行くと、高木性の木本植物は消えて、やがて植物種の極度に少ない乾燥した斜面に至る。これは、雲の発生で空中湿度の上昇が起こるのは急斜面の頂上に近い部分に限られているためである。ライダ・ワジの谷底は地下水位が高いために、

さまざまな高木性の木本植物が出現する。しかし、*J. procera* は全く認められない。このため *J. procera* の分布には冷涼な気温と高い空中湿度が関与しているものと考えられる。

標高差 1,500 m 以上の斜面の至るところに段々畑が拓かれていた (写真 4)。畑にはコブシ大の石が敷き詰められ、土壌の水

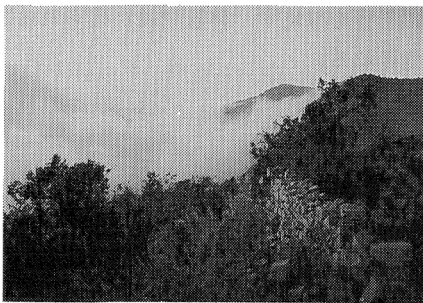


写真 3 雲に覆われる *J. procera* 林

分保持量を増加させる工夫がなされている。この畑の周辺には南米由来のウチワサボテンの一種 (*Opuntia*) が栽培されていた。この植物は甘い果実をつけることから (写真 5), 野生のマントヒヒによって種子が散布され, *J. procera* 林内にも侵入し始めている。このような *Opuntia* 属による生態系の攪乱はオーストラリア, 南アフリカ, ハワイなどでも大きな問題となっている。

12月とはいえ、砂漠の国サウジアラビアで、毎朝ダウンジャケットを来てホテルを出発し、*J. procera* 林に隠れ住んでいるエチオピアの難民を雇っての調査は、今この稿を書きながらも、本当にあったことなのだろうかと自分を疑ってしまいそうになる。調査はまだ緒についたばかりで、集団先枯れの原因や対策についての結論を述べるのは早急であり、今は取り組まなければならない課題の整理を始めたところである。たのしみはこれからかも……

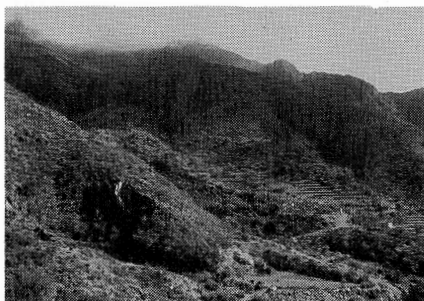


写真 4 山腹の段々畑



写真 5 増殖するウチワサボテン