

# ヨルダンの森林植生概観

— ‘Vegetation of Jordan’ に記載された情報を中心に —

磯谷 達宏

本学地理・環境専攻 教授

## I. はじめに

地中海東縁の南端付近に広がるヨルダン地域の植生に関するまとまった報告は、これまでのところきわめて少ない。これまで日本語で示されたヨルダン付近の植生に関する比較的詳しい記述としては林 (1990) があるが、これはおもに、Zohary (1973) が示した中東地域の植生概観についての記述をとりまとめたものである。英文では近年、Zahran (2010) が地中海と紅海の沿岸地域の植生についてとりまとめているが、ヨルダン地域の植生に関する情報は断片的である。

これまでヨルダンの植生についてとりまとめられたもっとも詳細な報告は、Al-Eisawi (1996) による ‘Vegetation of Jordan’ である。これは、UNESCO - Cairo Office によって発行された 284 頁に及ぶ刊行物で、著作者に相当する箇所には ‘Prepared by Dawud Al-Eisawi’ と記載されている。この本に引用された文献のタイトルによると、Al-Eisawi はヨルダンの維管束植物のリストを作成しているほか花粉形態を含む植物分類学に関する多くの研究を公表しており、またヨルダン内の特定地域の植生や人間による森林への影響に関する論考なども発表している。また、この本の文献リストは 40 頁に及んでおり、1996 年の段階におけるヨルダン地域の植生情報を概ね網羅しているものと推定される。この ‘Vegetation of Jordan’ における植生の記述は、概ね植生型や環境条件等の分布図と文章および写真によって構成されており、植生タイプごとの主要構成種に関する階層別の記述等

もみられるが、植物社会学の組成表に相当する、植生タイプ間での相互比較が容易な構成種一覧表のような形での記述はみられない。また、ヨルダン国内における各植生型の分布を気候・地形・地質・土壌・人為等の環境条件との対応関係から論じた記述はみられるが、各植生型に関する地中海沿岸地域等の広域における植生地理学的位置づけについては、ほとんど論及されていない。

そこで本稿は、ヨルダンの植生のうちとくに森林植生を対象として、‘Vegetation of Jordan’ (Al-Eisawi 1996) に示された各森林型の分布や組成等の生態に関する情報を要約して紹介するとともに、あわせて近年のヨルダン付近の植生に関する各種の情報を展望することにより、‘Vegetation of Jordan’ に示されたおもな森林型に関する情報の整理と追補および植生地理学的位置づけを行うことを目的とした。以下では Al-Eisawi (1996) を、‘Vegetation of Jordan’ と略記する。この ‘Vegetation of Jordan’ の電子情報は、2017 年現在、インターネット上で自由にダウンロードすることができる。なお、本稿を作成するにあたり、とくに牛木久雄、後藤智哉、宮崎卓の各氏から有用な情報をいただいた。ここに記して御礼申しあげる。

## II. 地中海沿岸地域における植生帯の内部構造とヨルダンの位置

ヨルダンの森林植生の記述に先だって、ヨルダンを含む地中海沿岸地域の植生帯の水平的な分布構造について、既知の情報から概観してお

きたい。地球規模において、地中海沿岸地域の植生帯は一般に亜熱帯・暖温帯性の常緑広葉樹林帯とされており、自然に近い状態では常緑広葉樹の中でも硬葉型の広葉樹が優占することから、硬葉樹林帯とも呼ばれている。この一帯の気候は冬雨型の地中海性気候であり、暖候期には亜熱帯気団に支配されて晴天が続く一方で、寒候期には南下した温帯前線帯に覆われ、東進する温帯性低気圧の影響を受けて湿潤である。このようなタイプの植生帯は、世界規模の植生図では概ね地中海をとりまくように描かれ、ヨルダンの一帯はその東限付近に位置している。

しかし、地中海周辺地域の植生帯分布をより詳細にみると、地中海東縁付近に沿って北から南に張り出した形の硬葉樹林帯が、ヨルダンの南側において分断された形で図示されていることがわかる。すなわち、地中海沿岸域の硬葉樹林帯は、地球規模よりもやや解像度を高めてみると、ヨルダン付近で東限となっているだけでなく、ヨルダンの南西側で、ヨーロッパ（北側）から南方に張り出した植生帯が分断された形となっている。換言すると、ヨーロッパから続く硬葉樹林帯は、ヨルダン付近においていわば南に張り出した「半島の先端」のような形態を呈している。このことは、ヨルダン付近の森林植

生を理解する上で最も重要な点であろう。ヨルダンの南側で分断された硬葉樹林帯が地中海沿岸域に沿って西進した場合に次のまとまった分布を示すのはチュニジア付近であり、この間の地中海沿岸域はおもに乾性の植生域となっている (Archibold 1995)。

また、地中海沿岸地域の植生を大局的にみると、ヨーロッパの温帯域に接する北部の一帯とアフリカの乾燥帯に接する南部の一帯とで、その構成が大きく異なることが知られている。Breckle (2002) によると、地中海沿岸地域のうち北部の一帯では地中海性気候下の典型的な植生帯である 'zonobiome IV' が連続的に分布することが示されており (図1)、この一帯における垂直分布では高標高域側で温帯性の落葉広葉樹林帯に接続する場合もみられるとされている。一方、地中海沿岸地域のうち南部の一帯では、'zonobiome IV' だけでなく、隣接する植生帯への移行帯に相当する 'zonoecotone III/IV' (半砂漠) や 'zonoecotone III/VII' (砂漠～ステップ) も広く分布することが示されている。また Archibold (1995) においても、地中海沿岸の北部の一帯では *Quercus ilex* (holm oak, holly oak : セイヨウヒイラギガシ)、*Q. suber* (cork oak : コルクガシ)、*Q. coccifera* (Kermes oak :

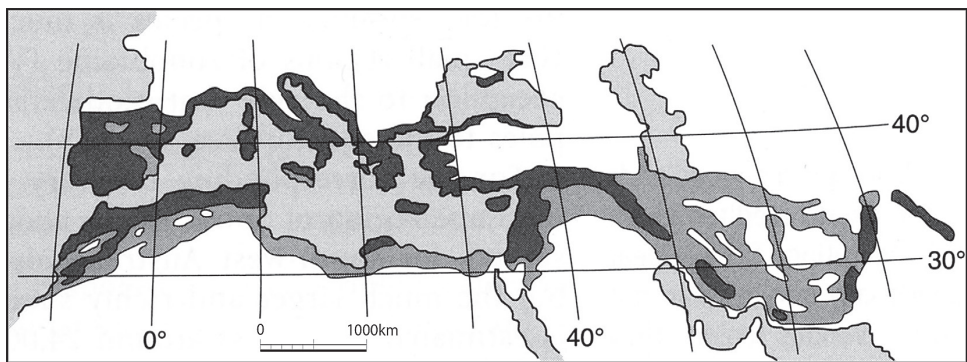


図1 地中海沿岸地域の植生帯

Breckle1 (2002) に示された図から抜粋・一部改変。濃灰色はzonobiome IV (硬葉樹林帯)、薄灰色はzonoecotone III/IV (半砂漠) またはzonoecotone III/VII (砂漠～ステップ) を表す。

ケルメスオーク)などの優占林が分布しているのに対し、地中海沿岸の南部の一角では硬葉樹林を代表するオーク林の分布は断片的で、一部の山岳域において*Q. ilex*林等が分布することが示されている。Zahran (2010)によると、北アフリカの地中海沿岸南部地域(モロッコ、アルジェリア、チュニジア)では、地中海沿岸北部では限定的な分布を示す*Q. coccifera*がもっとも広く分布するとされている。

Archibold (1995)はそのほか、シリア・レバノン・イスラエルなどの地中海東岸地域でみられる森林の特徴についても言及しており、常緑性の*Quercus calliprinos* (Palestine oak: セイチガシ)がよくみられるが、この一角では地中海沿岸域の他の地域に比べて落葉性のオークが多く見られることを示している。またZahran (2010)によると、北アフリカの地中海沿岸南部地域に多い*Q. coccifera*はパレスチナ・イスラエル沿岸域まで分布するとされている。しかし、これらの地中海東岸地域の森林に関する記述においても、ヨルダンの森林植生については言及されていない。以上でみてきたように、地中海沿岸域の森林植生についてそれを代表する硬葉樹林(オーク林)の水平分布を中心にこれまでの知見から概観した場合、地中海沿岸域の南東端付近に位置するヨルダンの森林植生に関しては、その特徴が明瞭に説明されてきたとは言えない。

### Ⅲ. ヨルダンにおける森林植生の水平・垂直分布の基本構造

以下ではヨルダンの森林植生について、‘Vegetation of Jordan’に記述されている情報を中心にとりまとめる。ヨルダン一国のスケールで植生分布を理解するにあたっては、「地中海からの距離」のような水平的要素だけでなく、「標高に応じた降水量・気温」という垂直的要素についても考慮することがきわめて重要であ

る。‘Vegetation of Jordan’には、国全体のスケールにおける各種の分布図が収録されている。生物的情報として示されているものは、「生物地理区分図」および「植生帯区分図」である。また、生物にとっての環境要因としても、「地質図」、「地形分類図」、「土壌図」、「年降水量分布図」、「最低気温分布図」、「最高気温分布図」、「生物気候区分図」(2種類)などが示されている。これらの情報によって、ヨルダンにおける森林植生の分布には、気温条件等とともに、標高や水平的位置によって異なる降水量の分布が大きく関与している様子を理解することができる。

図2に、‘Vegetation of Jordan’に示された植生帯区分図から森林植生のみを一括した分布図を示した。この図から、ヨルダンの森林植生はヨルダン西部で南北に連なる山地域(ヨルダン高原)のみに分布することがわかる。より詳細には、森林植生の分布はヨルダン高原北部の一角に集中するほか、ヨルダン高原南部にかけて断片的に分布している。そしてこの分布は、図3に示した年降水量の分布パターンとよく対応している。年降水量の分布も標高とよく対応していることから、ヨルダンでは低地での値に比べてきわめて多い山地の降水量が森林植生の成立に寄与していることが理解される。気温は高標高域ほど低いので、この一角の高標高域は降水量が多い上に蒸発量(もしくは蒸発散量)が少ないので、低標高域と比べるときわめて湿潤である。なお、ヨルダン高原ではレバノン山脈の場合と異なり、南北に連なる山地を東側(サウジアラビア側)に下る場合だけでなく西側(地中海側)に下る場合にも降水量が急激に低下する。これは、ヨルダンでは、山地域の西側が直ちに地中海沿岸の低地帯に達するレバノン山脈の場合とは違って、ヨルダン高原の西斜面がやや内陸的で乾燥の厳しいヨルダン渓谷に入り込んでいるためである。ヨルダンにおける近年の降水量分布図を含む自然地理の概要につい

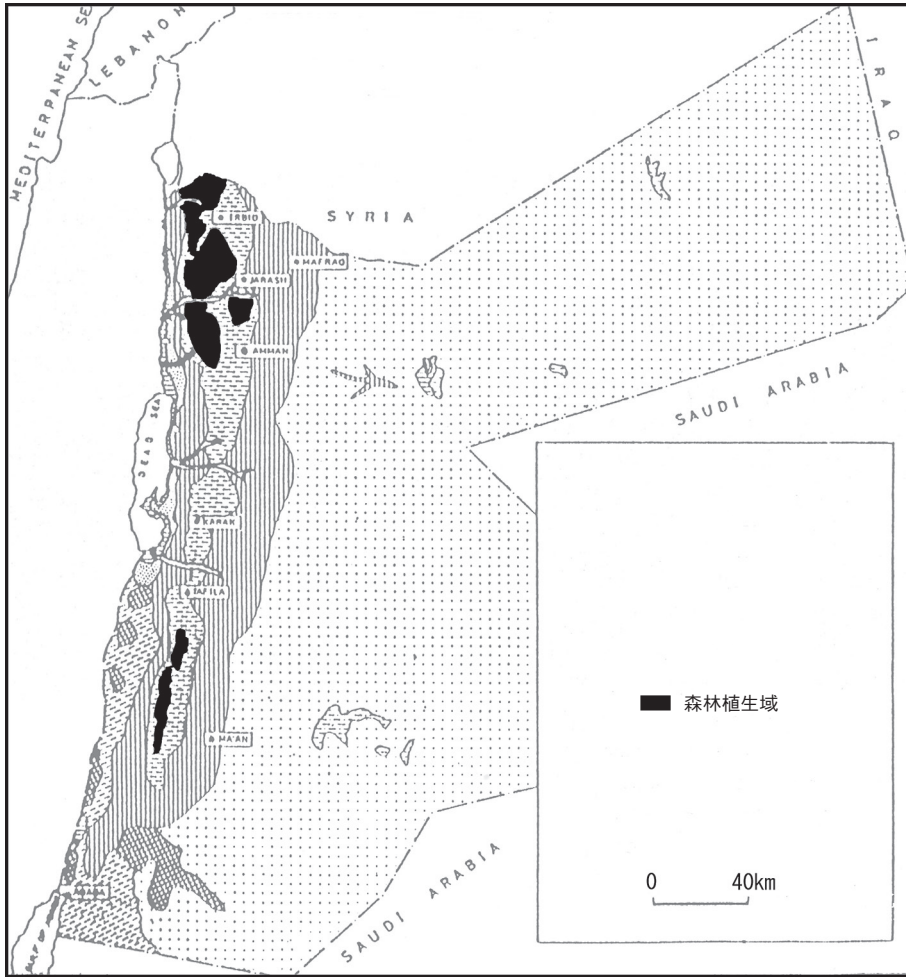


図2 森林植生域

Al-Eisawi (1996) に示された植生図 (図4) を編集して作成。黒塗りの部分が自然林もしくは二次林が成立する範囲 (マツ (自然) 林、常緑オーク林、落葉オーク林もしくはジャクシン林の4つの植生型の分布域) を示す。

ては、長谷川 (2015a) および東郷 (2015) によって記述されている。

#### IV. ヨルダンのおもな森林型の生態と分布

ヨルダンの植生には以前から多くの人為作用が加えられており、自然林と認められるものは少ないようである。‘Vegetation of Jordan’ では、植栽地を除いた天然林 (自然林と二次林) の森林型として ‘Pine forest’ (マツ林)、 ‘Evergreen oak forest’ (常緑オーク林)、 ‘Deciduous

oak forest’ (落葉オーク林)、 ‘Juniper forest’ (ジャクシン林) の4タイプを認めてそれらのおおよその分布域を図示し (図4)、各森林型の生育地、生育環境 (自然と人為)、優占種、群落構造、遷移の傾向、構成種とその出現階層などについて記載している。ただし、リストアップされた構成種の選定プロセス (基準) については明記されていない。

‘Vegetation of Jordan’ において構成種のリストは、森林型に応じて、高木 (high tree, tree)、亜高木 (low tree)、低木と蔓 (high shrub,

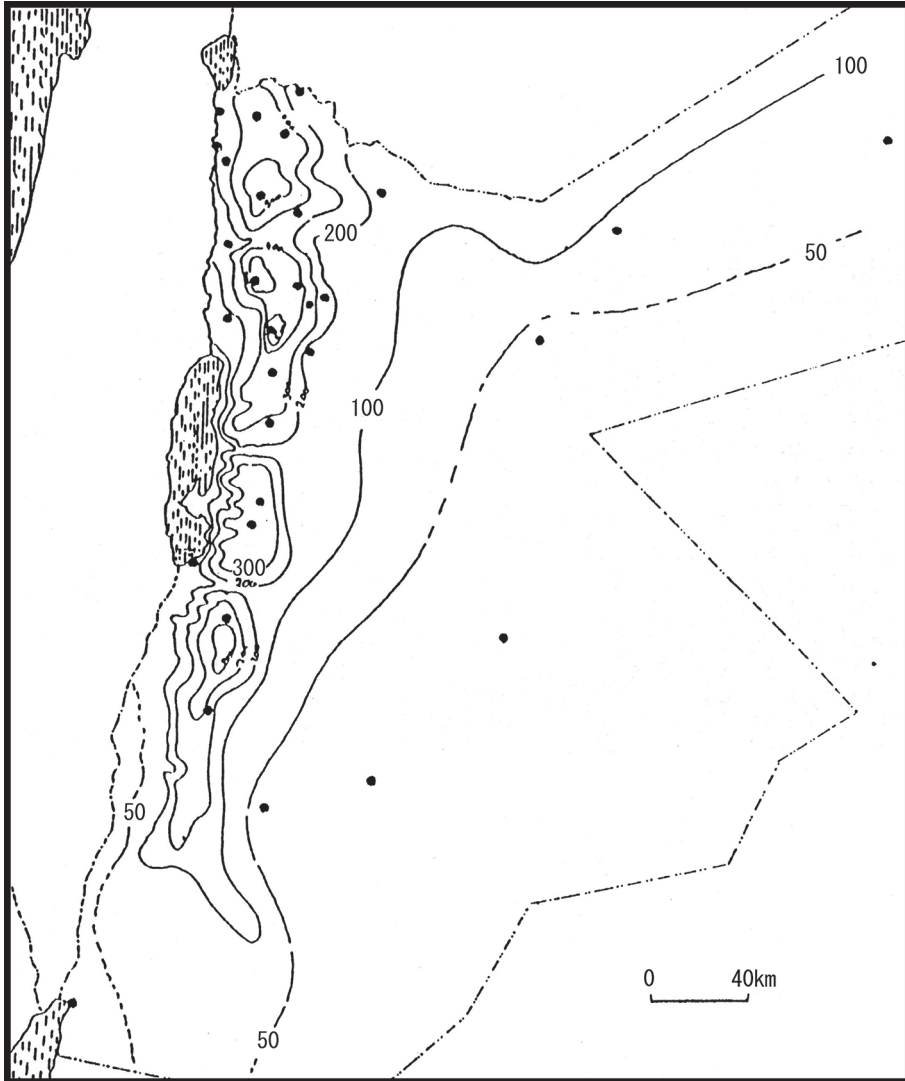


図3 ヨルダンにおける年降水量の分布

Al-Eisawi (1996) に示された図を一部改変。1966-1980年における年平均値。単位はmm.

shrub, low shrub, climber)、ブッシュ (bush)、草本 (herbaceous) の各階層もしくはそれらの組み合わせごとに分けて示されている。各種が記載された階層は、明記されていないものの、その種がもっとも高い被度で現れる階層としているものと推定される。本報では、上述の各階層を、基本的にはT(高木層: high tree, tree, low tree)、S(低木層: high shrub, shrub, low shrub, climber)、B(ブッシュ層: bush)、

H(草本層: herbaceous) の4階層と本文中の記載に応じたそれらの組み合わせに統一して、表1に示した。

表1は、'Vegetation of Jordan'において文章や階層ごとの構成種リストによって示されている各森林型の記載をもとに、筆者が一覧表に整理して作成したものである。なお、'Vegetation of Jordan'に示されている学名には命名者名の記載はなく、また学名について準拠した文献は

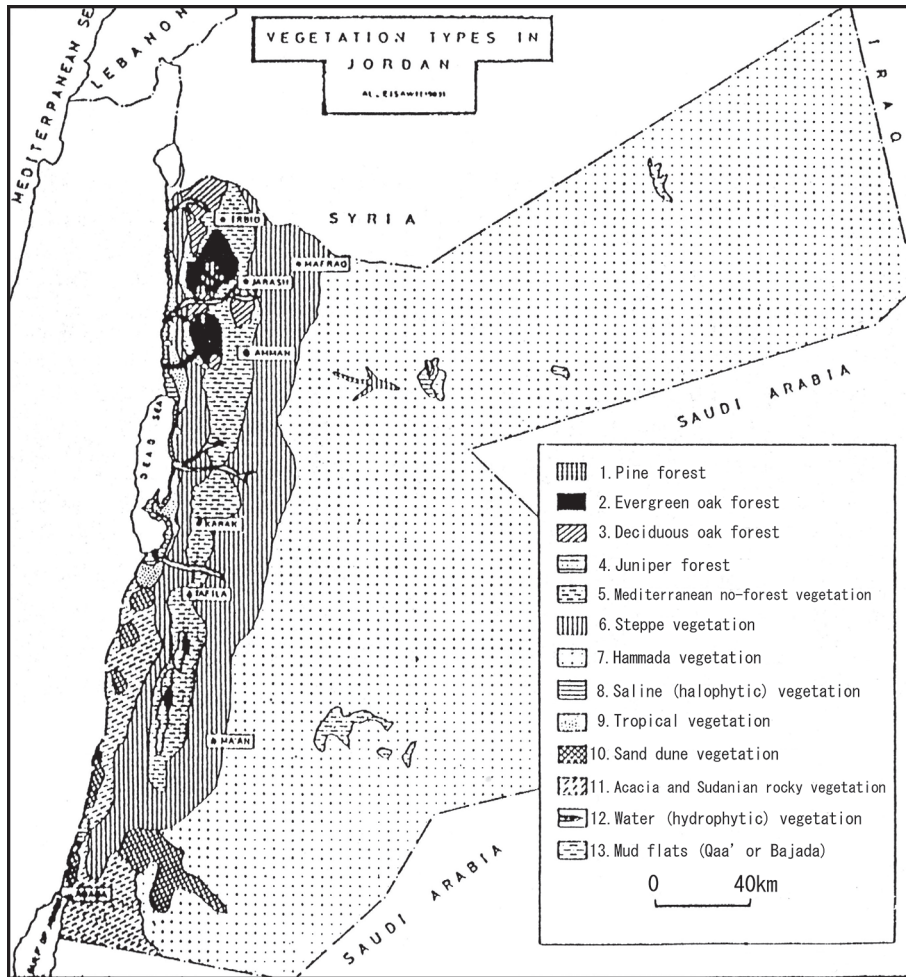


図4 ヨルダンの植生図

Al-Eisawi (1996) により、一部改変。1: Pine forest (マツ林), 2: Evergreen oak forest (常緑オーク林), 3: Deciduous oak forest (落葉オーク林), 4: Juniper forest (ビャクシン林), 5: Mediterranean non-forest vegetation, 6: Steppe vegetation, 7: Hammada vegetation, 8: Saline (halophytic) vegetation, 9: Tropical vegetation, 10: Sand dune vegetation, 11: Acacia and Sudanian rocky vegetation, 12: Water (hydrophytic) vegetation, 13: Mud flats (Qaa' or Bajada)

示されていないようである。そこで、'Vegetation of Jordan' において二名法で記載されている各種の学名について、本報の文献リスト欄に示した、植物情報が掲載された信頼できるWebサイトを各種につき複数確認することにより、表1に示したように各種の学名に命名者名を付記した。学名の一部については、大場 (2009) および米倉 (2012) に準拠することにより、APG分類体系上の名称に改めた。また表1の備考欄には、上記の複数のWebサイトの情報によ

て、可能な範囲で生活型や用途等を簡単に記述した。

表1に示されたように、ヨルダンの天然林の4タイプは、それぞれに特有な優占種: アレツポマツ (*Pinus halepensis*: マツ林)、ケルメスオーク (*Quercus coccifera*: 常緑オーク林)、タボルガシ (*Quercus ithaburensis*: 落葉オーク林)、フェニキアビャクシン (*Juniperus phoenicea*: ビャクシン林) によって区分されている。優占種から判断すると相観的には、マツ林とビャク

表1 ヨルダンで見られる主な森林型における出現種とその階層

	マツ林	常緑オーク林	落葉オーク林	ビャクシン林	備考
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	T	.	.	.	アレッポマツ。マツ林の優占種。主要な造林樹種。
<i>Quercus calliprinos</i> Webb	T/S	.	.	.	セイチガシ。Q. coccifera に近縁な常緑のオーク。
<i>Cistus salvifolius</i> L.	S/B	.	.	.	アオイ目ハンニチバナ科の低木。
<i>Smilax aspera</i> L.	S/B	.	.	.	サルトリイバラ科シオデ属の常緑多年生つる植物。
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	H	.	.	.	ラン科キンラン属の多年草。
<i>Fumana arabica</i> (L.) Spach	H	.	.	.	アオイ目ハンニチバナ科の多年草。
<i>Helianthemum syriacum</i> (Jacq.) Dum. Cours.	H	.	.	.	アオイ目ハンニチバナ科の多年草。
<i>Lenodorum abortivum</i> (L.) Swartz	H	.	.	.	ラン科の多年草。
<i>Ophrys</i> spp.	H	.	.	.	ラン科オドリフス属の植物。
<i>Thesium bergeri</i> Zucc.	H	.	.	.	ビャクダン目ビャクダン科の半寄生植物。
<i>Quercus coccifera</i> L.	.	T/S	.	.	ケルメスオーク。常緑オーク林の優占種。
<i>Phillyrea media</i> L.	.	T/S	.	.	モクセイ科の常緑樹。
<i>Pyrus syriaca</i> Boiss.	.	T/S	.	.	バラ科ナシ属の落葉樹。
<i>Asparagus aphyllus</i> L.	.	S	.	.	キジカクシ科クサスギカラ属の多年草。
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	.	S	.	.	スイカズラ科スイカズラ属の落葉つる多年草。
<i>Rubia olivieri</i> A.Rich.	.	S	.	.	アカネ科アカネ属の植物。
<i>Adonis palaestina</i> Boiss.	.	H	.	.	キンボウゲ科フクジュソウ属の一年草。
<i>Anemone coronaria</i> L.	.	H	.	.	キンボウゲ科イチリンソウ属の多年草。
<i>Cyclamen persicum</i> Mill.	.	H	.	.	サクラソウ科シクラメン属の野生種（多年草）
<i>Echinops</i> spp.	.	H	.	.	キク科ヒゴタイ属の植物。
<i>Lecokia cretica</i> (Lam.) Dum. Cours.	.	H	.	.	セリ科の多年草。
<i>Linum pubescens</i> Banks et Solander	.	H	.	.	キントラノオ目アマ科の一年草。
<i>Quercus ithaburensis</i> Decne.	.	.	T	.	タブルガシ。落葉オーク林の優占種。
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	.	.	T	.	マメ科イナゴマメ属の常緑樹。野生のイナゴマメ。
<i>Styrax officinalis</i> L.	.	.	T	.	エゴノキ科エゴノキ属の落葉樹。
<i>Olea europaea</i> L.	.	.	T/S	.	モクセイ科の常緑樹。野生のオリーブ。
<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb	.	.	S	.	マメ科の低木。
<i>Alcea</i> spp.	.	.	B/H	.	アオイ科Alcea属の植物。
<i>Carlina hispanica</i> Lam.	.	.	B/H	.	キク科の多年草。
<i>Colchicum</i> spp.	.	.	B/H	.	ユリ目イヌサフラン科イヌサフラン属の植物。
<i>Drimys maritima</i> (L.) Stearn	.	.	B/H	.	キジカクシ科の多年草。
<i>Euphorbia hierosolymitana</i> Boiss.	.	.	B/H	.	トウダイグサ科トウダイグサ属の落葉低木。
<i>Salvia</i> spp.	.	.	B/H	.	シソ科アキギリ属の植物。
<i>Tulipa</i> spp.	.	.	B/H	.	ユリ科チューリップ属の多年草。野生のチューリップ。
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	.	.	.	T/S	フェニキアビャクシン。ビャクシン林の優占種
<i>Colutea istria</i> Miller	.	.	.	T/S	マメ科の落葉低木。
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	.	.	.	T/S	ホソイトスギ。ヒノキ科イトスギ属の常緑針葉樹。
<i>Daphne linearifolia</i> Hart	.	.	.	T/S	ジンチョウゲ科ジンチョウゲ属の低木。
<i>Prunus korshinskyi</i> Hand.-Mazz.	.	.	.	T/S	バラ科スモモ属の落葉低木。
<i>Thymelaea hirsute</i> (L.) Endl.	.	.	.	T/S	ジンチョウゲ科の常緑低木。
<i>Achillea santolina</i> L.	.	.	.	B/H	キク科ノコギリソウ属の多年草。
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	.	.	.	B/H	キク科ヨモギ属の低木。薬用植物。
<i>Geranium tuberosum</i> L. <i>Geraniaceae</i>	.	.	.	B/H	フウロソウ科フウロソウ属の多年草（冬緑性）
<i>Globularia arabica</i> Jaub. & Spach	.	.	.	B/H	オオバコ科グローブラリア属の低木。
<i>Helianthemum vesicarium</i> Boiss.	.	.	.	B/H	アオイ目ハンニチバナ科の植物。
<i>Noaea mucronata</i> (Forssk.) Asch. & Schweinf.	.	.	.	B/H	ヒユ科の常緑低木。
<i>Onobrychis crista-galli</i>	.	.	.	B/H	マメ科の多年草。
<i>Osyris alba</i> L.	.	.	.	B/H	ビャクダン目ビャクダン科の植物。
<i>Scandix iberica</i> M. Bieb.	.	.	.	B/H	セリ科の多年草（冬緑性）
<i>Zosima absinthifolia</i> (Vent.) Link	.	.	.	B/H	セリ科の多年草。
<i>Arbutus andrachne</i> L.	T/S	T/S	.	.	ツツジ科の常緑低木。
<i>Pistacia palaestina</i> Boiss.	T/S	T/S	.	.	ビスタチオと同属のウルシ科カキノキ属の落葉樹。
<i>Cistus villosus</i> L.	S/B	S	.	.	アオイ目ハンニチバナ科の低木。
<i>Orchis anatolica</i> Boiss.	H	H	.	.	ラン科オルキス属の多年草。
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	S/B	S	S	.	マメ科の半落葉低木。
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D. A. Webb. L.	.	S	S	.	バラ科スモモ属の落葉低木。野生のアーモンド。
<i>Poa bulbosa</i> L.	.	H	B/H	.	イネ科イチゴツナギ属の植物。
<i>Crataegus azarolus</i> L.	.	T/S	S	T/S	バラ科サンザシ属の落葉樹。
<i>Rhamnus palaestinus</i> Boiss.	.	S	S	T/S	クロウメドモ科クロウメドモ属の低木。
<i>Sarcopoterium spinosum</i> (L.) Spach	.	S	B/H	B/H	バラ科の低木。
<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	H	B/H	B/H	カモガヤ。イネ科カモガヤ属の多年草。
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	.	.	T	T/S	ビスタチオと同属のウルシ科カキノキ属の落葉樹。

‘Vegetation of Jordan’ (Al-Eisawi 1996) に示された記載をにもとづいて作成。

T, S, B, H : その植物の被度が最も高いと推定される階層 (T : 高木層, S : 低木層, B : 低木/草本層, H : 草本層)。「.’ は記載が無かったことを示す。背景をグレーで示した階層表示は、その森林型の優占種であることを示す。

シン林は常緑針葉樹林、常緑オーク林は常緑広葉樹林、落葉オーク林は落葉広葉樹林である。しかし、マツ林の第2層には常緑広葉樹のセイチガシ (*Quercus calliprinos*) 等が記載されているので、マツ林は林冠に常緑針葉樹が突出した形態の常緑針葉樹・常緑広葉樹混交林の様相も呈するようである。

種組成的には、上記の優占種の他に、それぞれの森林型に特徴的な種が10~15種程度示されている。4タイプの森林型の全てに記載された種はみられなかったが、2~3の森林型において共通して記載された種群は複数認められた。このような種群として種数が多かったパターンとしては、マツ林・常緑オーク林の2タイプにおいて共通の4種と、常緑オーク林・落葉オーク林・ビャクシン林の3タイプにおいて共通の4種があげられる(表1)。後者の常緑オーク林・落葉オーク林・ビャクシン林の共通種には牧草としてよく知られているカモガヤ (*Dactylis glomerata*) が含まれており、疎林的な状況を指標しているものと考えられる。

### (1) マツ林 (Pine forest)

#### <分布・環境・遷移>

‘Vegetation of Jordan’の記述によると、マツ林 (Pine forest) は、ヨルダンの森林としてはもっともよく発達する、典型的な地中海沿岸型の自然林である。分布域は標高約700m以上で降水量が多くレンジナなどの石灰質土壌が成立する地域で、ヨルダン高原北部の一部のみに成立している(図4)。マツ林域においても、自然林が人為によって退行すると、より単純な、*Quercus coccifera*が優占する二次林(常緑オーク林)に置き換わるとされている。この遷移の方向性は、日本の照葉樹林帯で一般にみられる[マツ林→照葉樹林(常緑広葉樹林)]という遷移の方向性とは逆である。またマツ林は、しばしば雪害により損傷するほか、マツの樹脂が多いため火災の影響も受けやすいとのことである。

#### <構造・相観・優占種>

マツ林の階層構造は、高木層、亜高木と低木からなる第2層、低木とブッシュからなる第3層および草本層の計4層からなるとされている。最上層を常緑針葉のアレッポマツ (Aleppo pine : *Pinus halepensis*) のみが占めるという点では常緑針葉樹林であるが、第2層では常緑広葉のセイチガシ (Palestine oak : *Quercus calliprinos*) や *Arbutus andrachne* (ツツジ科) が記載されているので(表1)、林冠に常緑針葉樹が突出した形の常緑針葉樹・常緑広葉樹混交林に近い相観も呈するようである。優占種のアレッポマツは、ヨルダンを含む中東地域だけでなく、ヨーロッパ南部やアフリカ北部を含む地中海沿岸域において広くみられる樹種である。ただし、ヨルダンでアレッポマツが自然林を形成するのはヨルダン高原北部のみであり、ヨルダン南部等で広くみられるアレッポマツ林は人工的なものであるとのことである。第2層に生育するセイチガシ (*Quercus calliprinos*) は、地中海沿岸域東部から西南アジアにかけて分布する、樹高15m以上にまで生育し得る常緑(硬葉)のオーク(ブナ科コナラ属クヌギ節)である。次に述べる「常緑オーク林」の優占種ケルメスオーク (*Q. coccifera*) と近縁であり、ケルメスオークとは同種(亜種または変種の関係)とされることもある。

#### <構成種とその生活史>

アレッポマツが優占するマツ林はヨルダンではもっとも発達した自然林とのことであるが、‘Vegetation of Jordan’において記載されている種数は15種程度である(表1)。他の森林タイプとの共通種としてあげられているのは、常緑オーク林との共通種が5種、落葉オーク林との共通種が1種であった。ビャクシン林との共通種は示されていなかった。低木層以下の構成種としては、アオイ目ハンニチバナ科の低木や草本が4種と多いほか、草本層ではラン科も4種程度が記載されている。草本の多くは多年草と



みられる。

木本も草本も、冬雨型の地中海沿岸地域においては、葉の消長を含めたフェノロジーについては「日本の常識」では理解できない。表1の備考欄において、アレppoマツ林の構成種の一部については限られた情報から判断して「落葉性」と記しているものもあるが、日本に多い典型的な夏緑性のフェノロジーを示すとは限らないので注意を要する。「落葉性」とされているものには、冬緑性やそれに近いものも少なくないようである。また「落葉性」とされているものには、一時的に一斉に落葉した後にすぐ展葉するような植物もあり得る。今回の表1では、ウェブサイトから得られたイスラエルにおける生活史情報に多くを頼ったが、同種とされているものでも地域や生育環境が異なると異なったフェノロジーを示すことも十分にあり得るので、表1に示したフェノロジーに関する情報は参考程度としてご理解いただきたい。

#### ＜人間との関係＞

自然林としての種組成や構造をもったマツ林は、上述のようにヨルダンでは元来生育域が狭い上に、古くからのさまざまな人為作用によって、その多くが二次林・放牧地・耕作地もしくは都市的土地利用などに置き換えられてきた。‘Vegetation of Jordan’が示された1996年の段階でも、残存していた自然林はきわめて少なかったようである。自然林としての種組成や構造をもったマツ林は、マツ林の本来の生育域以外において広く植栽されてきたアレppoマツ人工林とは明瞭に異なるものなので、とくに生物多様性保全の観点からは両者は明瞭に区別される必要がある。

## (2) 常緑オーク林 (Evergreen oak forest)

### ＜分布・環境・遷移＞

常緑オーク林 (Evergreen oak forest) は、‘Vegetation of Jordan’において、マッキー (maquis) として知られる地中海性の低木林に

相当するとされている。分布域は、マツ林 (マツ自然林) と同様に標高約700m以上の降水量が多いヨルダン高原北部の一角を主体としているが、マツ林と違ってヨルダン高原南部の一部にも点在する (図4)。マツ林 (マツ自然林) がレンジナ (黄色土) のような柔らかい石灰質土壌上に成立するのに対し、常緑オーク林は硬い石灰岩土壌である赤色土 (テラロッサ) に成立するとされている。ただし、上述のようにレンジナの分布域においてマツ林 (マツ自然林) が退行して二次林化した場合にも、この常緑オーク林が成立するとのことである。

### ＜構造・相観・優占種＞

常緑オーク林の階層構造は、基本的には高木と high shrub からなる第1層、low shrub とつる植物からなる第2層および草本層の計3層からなることとされている。常緑性 (硬葉) のケルメスオーク (*Quercus coccifera*) が優占種で最上層には同じく常緑性の *Phillyrea media* (モクセイ科) も多いことから基本的には相観的に常緑広葉樹林であるが、落葉性の構成種も少なくない (表1)。人為等に応じた群落構造の変異がきわめて大きいようで、多くの林分が萌芽林の形態を示すとされている。この常緑オーク林の優占種は、‘Vegetation of Jordan’ では Al-Eisawi によってケルメスオーク (*Q. coccifera*) と記載されているが、Zohary (1973) 等では同種説もあるセイチガシ (*Q. calliprinos*) として記載されているとのことである。ケルメスオークは、地中海沿岸地域に広く分布する常緑 (硬葉) のオーク (ブナ科コナラ属クヌギ節) で、しばしば小低木として生育しているが、樹高6m程度にまで生育する場合もあるとされている。

### ＜構成種とその生活史＞

常緑オーク林の構成種として ‘Vegetation of Jordan’ に記載されているのは23種ほどで、4つの森林型の中では最も多くを数える (表1)。他の森林タイプとの共通種としてあげられているのは、落葉オーク林との共通種が7種と最も

多く、他はマツ林もしくはジャクシン林との共通種がそれぞれ5種であった。常緑オーク林が多く分布するヨルダン高原北部では、典型的な群落ではケルメスオークが最優占で同じく常緑性の *Phillyrea media* (モクセイ科) がこれに次ぐが、標高が下がってより乾燥が厳しくなるにつれて落葉性のオークやその他の落葉樹の割合が増えるとされている。構成種として記載されている種群の中では野生のアーモンドを含めてバラ科が5種ときわめて多いほか、キンポウゲ科とイネ科がそれぞれ2種ずつ記載されている(表1)。木本の生活史については、常緑性のもも落葉性のももみられる。草本は多年草が多いが、1年草も生育しているようである。

#### 〈人間との関係〉

常緑オーク林の大半は、農業的土地利用やバイオマス利用などの人為作用によって成立したとされている。家畜による食害も受けやすく、ケルメスオークはしばしば、萌芽による再生を家畜による食害から避けるために幹周りを保護された結果、独特の球状の樹形を形成するようである。

### (3) 落葉オーク林 (Deciduous oak forest)

#### 〈分布・環境・遷移〉

落葉オーク林 (Deciduous oak forest) は、‘Vegetation of Jordan’ に示されたヨルダンの天然林4タイプの中でもっとも標高の低い地域まで出現するとされている林型である。疎林状で高さの低い二次林がその多くを占めているようである。分布域は、マツ林や常緑オーク林が生育する山地部の周辺域で、落葉オーク林分布域の高標高域側では常緑オーク林に向けて推移するとされている(図4)。落葉オーク林も、常緑オーク林と同様に、おもに硬い石灰岩土壌の赤色土(テラロッサ)上に成立するとされている。ヨルダンの地中海側の地域には落葉広葉樹の老齢の孤立木が点在しているので、そのような地域はかつて広く落葉オーク林に覆われてい

たものと考えられている。

#### 〈構造・相観・優占種〉

落葉オーク林の階層構造は、基本的には高木層(第1層)、低木層(第2層)およびブッシュと草本からなる第3層の計3層からなるとされている。落葉オーク林の上層の構成種には、優占種である落葉性のタボルガシ (Tabor oak : *Quercus ithaburensis*) のほか、エゴノキ科エゴノキ属の落葉樹 (*Styrax officinalis*) も記載されており(表1)、落葉オーク林の相観は基本的には落葉広葉樹林とみられる。しかし、高木層も含めて常緑性の構成種も少なからず記載されており、典型的な落葉広葉樹林とはいえないようである。

落葉オーク林の優占種は、‘Vegetation of Jordan’ ではタボルガシ (*Quercus ithaburensis*) 1種が記載されている。著者のAl-Eisawiによると、ヨルダンの落葉オーク林でみられるコナラ属 (*Quercus*) の樹種は、それまでの研究者によって *Q. aegilops*, *Q. boissieri*, *Q. ithaburensis*, *Q. infectoria* などとして記載されてきたとのことである。Al-Eisawiは、‘Vegetation of Jordan’ においては落葉オーク林を構成するコナラ属の樹種の名称として、指標的な意味も込めてタボルガシ (*Q. ithaburensis*) のみを用いるとしている。タボルガシは、地中海沿岸域の東部の一帯を中心に分布する落葉性のオーク(ブナ科コナラ属クスギ節)で、近年では subsp. *ithaburensis* と subsp. *macrolepis* の2亜種に分ける見解が示されている。このうちヨルダン付近に分布するのは subsp. *ithaburensis* の方である (Dufour-Dror & Ertas 2004)。上述のヨルダンで落葉性オークとして記録されてきた樹種のうち *Q. aegilops* については、ヨルダン付近ではみられない *Q. ithaburensis* subsp. *macrolepis* に含めるのが今日では一般的なようである。残された2種のうち *Q. infectoria* は今日ではヨルダン付近には生育しないとされているが、これに近縁な *Q. boissieri* の方はヨルダンにも分布するとされ

ている (Webサイト 'Flora of Israel' による)。したがって、'Vegetation of Jordan' においてタボルガシ (*Q. ithaburensis*) として記載されている落葉オークには、主として生育する *Q. ithaburensis* subsp. *ithaburensis* のほか、*Q. boissieri* も含まれている可能性がある。本報では Al-Eisawi (1996) が示した通り、ヨルダンの落葉オーク林に生育するコナラ属植物の名称としては、タボルガシ (*Q. ithaburensis*) のみをとることをとしたい。タボルガシは、条件が良ければ樹高 15m 程度まで生育し得るオークで、落葉性 (deciduous) と記載される場合が多いが、一斉に落葉しない 'tardily deciduous' や 'semi-evergreen' といったフェノロジーを示す場合もみられるようである。

#### ＜構成種とその生活史＞

落葉オーク林の構成種として 'Vegetation of Jordan' に記載されているのは 20 種程度で、4 つの森林型の中では平均的である (表 1)。他の森林タイプとの共通種としてあげられているのは、常緑オーク林との共通種が 7 種と最も多く、他はビャクシン林との共通種が 5 種、マツ林との共通種は 1 種のみであった。落葉オーク林の構成種の分布は、乾湿度や温度に応じた変異を示すとされている。記載されている構成種群の全体としては、常緑オーク林と同様に野生のアーモンドを含めたバラ科が 3 種と多いほか、マメ科も 3 種が記載されている (表 1)。木本の生活史については常緑性のもも落葉性のももみられ、草本は多年草が多いようである。

#### ＜人間との関係＞

落葉オーク林の大半も、常緑オーク林と同じく中程度以上のさまざまな人為作用の影響を受けつつ成立してきたようである。落葉オーク林は人為作用に応じて疎林状の形態を示すことが多いようで、そのためか、構成種として人間に利用されやすい植物が数多く記載されている。具体的には、常緑オーク林と同様に野生のアー

モンド (*Prunus dulcis*, バラ科) が記載されているほか、落葉オーク林のみで記載されている要素としては、野生のオリーブ (*Olea europaea*, モクセイ科) やイナゴマメ (*Ceratonia siliqua*, マメ科)、チューリップ属の草本 (*Tulipa* spp., ユリ科) などがあげられる。さらには、ビャクシン林との共通種としてあげられている *Pistacia atlantica* は、ピスタチオと同属のウルシ科カイノキ属の落葉樹で、さまざまな用途で利用されてきた植物とのことである。

#### (4) ビャクシン林 (Juniper forest)

##### ＜分布・環境＞

'Vegetation of Jordan' によるとビャクシン林 (Juniper forest) は、ヨルダン高原南部の標高 1,000m 以上の山地域に出現するとされている (図 4)。この一帯では砂岩が卓越しており、最寒月の平均気温は 0℃ 以下で、ほぼ毎年降雪があるとのことである。この地域も古くからの人為的インパクトの影響が強く、森林の分布はきわめて断片的である。さらに標高が高い 1,300m 以上の山地になると、ビャクシン林は常緑オーク林 (ケルメスオーク林) に推移することである。

##### ＜構造・相観・優占種＞

ビャクシン林の階層構造は、基本的には高木・低木からなる第 1 層と、ブッシュと草本からなる第 2 層の 2 層構造とされている。第 1 層の構成種としては、常緑針葉の優占種フェニキアビャクシン (Phoenician juniper : *Juniperus phoenicea*) と同じく常緑針葉のホソイトスギ (Mediterranean cypress : *Cupressus sempervirens*) が記載されており、基本的には常緑針葉の相観を示すようである (表 1)。ただし第 1 層の構成種としては、2 種の針葉樹のほかに常緑・落葉の広葉樹も記載されている。自然や人為の環境条件に応じて、群落構造はさまざまな形態をとるようである。優占種のフェニキアビャクシンは、地中海沿岸域と紅海北東岸域に広く分布

するヒノキ科の常緑針葉樹で、環境によっては樹高12m程度まで成長できるとされている。

#### ＜構成種とその生活史＞

‘Vegetation of Jordan’においてビャクシン林の構成種として記載されているのは21種で、4つの森林型の中では平均的である(表1)。他の森林タイプとの共通種としてあげられているのは、落葉オーク林との共通種が5種と最も多く、他は常緑オーク林との共通種が4種だった。マツ林との共通種は示されていない。記載されている構成種群の全体としては、バラ科が3種でもっとも多い(表1)。そのほかでは、ヒノキ科、セリ科、マメ科、ジンチョウゲ科およびキク科が、それぞれ2種ずつ記載されている。木本の生活史については常緑性のもも落葉性のももみられ、草本では多年草が多く冬緑性とみられるものも含まれていた。

#### ＜人間との関係＞

ヨルダン高原南部の一带においても、以前からの人為の影響により、残存するビャクシン林の分布はきわめて少ないとされている。残存するもっとも状態のよい林分は、1992年から国立公園に組み込まれたとのことである。ビャクシン林の一部に出現するホソイトスギ(*Cupressus sempervirens*)は、古くから人間によってさまざまに利用されてきた針葉樹である。そのためビャクシン林の保全は、天然イトスギ生育地の保全という点でも重要である。

#### (5) 植林等

以上でみてきたように、ヨルダンにおける天然林(自然林もしくは二次林)の分布域は、基本的には図2に示した森林植生域の範囲内に限られると考えられている(Al-Eisawi 1996)。したがって、図2の黒塗りの領域以外の地域において、ある程度まとまった面積で画一的な森林の成立がみられた場合、それは人工林である可能性がきわめて高い。実際、今日の空中写真を見るとよく茂った森林が成立している場所

も、過去の空中写真を確認すると付近には森林がみられない場合がしばしば認められる。ヨルダンにおける1950年代初期の空中写真については、長谷川(2015b)において紹介されている。

今日におけるヨルダンの林業の概要については、海外林業コンサルタント協会編(2013)においてとりまとめられている。これによると、森林面積は国土の約1%で、そのうちの48%が人工林とのことである。また、「人工林は造林が組織的に開始されてから50年を経過」とされているほか、「山地に植え付けられている樹種の90%は*Pinus halepensis*(アレppoマツ)であるが、この他に*P. pinea*, *P. brutia*, *Cupressus sempervirens*(ホソイトスギ)等が植えられている」(樹種の和名は筆者が加筆)とされている。したがって上述のとおり、アレppoマツ林については天然林と人工林との区別が重要である。

## V. ヨルダンの森林植生の植生地理学的位置づけ

### (1) ヨルダン北西部と南西部における森林植生の垂直分布

以上でみてきたように、‘Vegetation of Jordan’(Al-Eisawi 1996)に示された天然林(自然林または二次林)の4タイプ(マツ林、常緑オーク林、落葉オーク林、ビャクシン林)は、ヨルダン高原の北部と南部にまとまって分布していた(図3、4)。これらの森林域の低標高域側は、低木林や草原状の植生の分布域とされている。南西部では標高1,000m付近までもが低木林・草原状植生の分布域である。南北いずれの森林分布域も、山地のため周辺の低地に比べると降水量が多いが、同じ標高で比べると両者の降水量には差があり、ヨルダン高原南部は北部に比べて明らかに降水量が少ない。これには、南部の森林域は地中海から150kmほど隔離されて

いるが、北部の森林域は地中海から100km程度しか離れていないことが関わっている。

降水量が比較的多いヨルダン高原北部の森林域における森林型の垂直分布は、低標高域から高標高域にかけて、基本的には「落葉オーク林→常緑オーク林またはマツ林」と推移していた。高標高域に生育する常緑オーク林とマツ林は、土壌条件や遷移的關係に応じて出現するとされている (Al-Eisawi 1996)。山を登るにつれて落葉オーク林から常緑オーク林(+マツ林)へと変化する植生帯分布は、気温条件に応じて照葉樹林帯(常緑のカシ林域)から温帯落葉広葉樹林帯(夏緑のブナ・ナラ林域)へと変化する東アジア(大陸東岸)の植生帯分布とは真逆である。ヨルダン高原北部の山地でみられる標高の上昇に伴って落葉オーク林から常緑オーク林(+マツ林)へと推移する植生帯配列は、この地域では標高の上昇に伴う気温低下そのものよりも、標高の上昇に伴ってもたらされる「降水量の増加および気温低下に伴う蒸発量(または蒸発散量)の低下」が重要であることを示している。

いっぽう、降水量が比較的小さいヨルダン高原南部の森林域における森林型の垂直分布は、標高1,000m以上の高標高域においてさらに標高が高い側に向かって、基本的には「ビャクシン林→常緑オーク林」と推移していた。ビャクシン林の分布域の下方に成立しているのは、乾性タイプの低木林・草原状の植生である。Caudullo & de Rigo (2016)によると、ビャクシン林の優占種フェニキアビャクシン(*Juniperus phoenicea*)は、地中海沿岸域において暖地から広く生育し得るパイオニア植物で、乾燥によく耐え砂岩上に生育するとされている。ヨルダン高原南部の標高1,000m超の森林域の一帯で見られるフェニキアビャクシン林も砂岩上でみられ、付近では強度の人為的インパクトがあったとされている。以上のような事項を考え合わせると、ヨルダン高原南部の森林域において断片

的にみられるビャクシン林は、成帯的な自然植生というよりも、乾燥が厳しい森林域の砂岩上に生育する土地的群落(自然林または二次林)として理解することができる。このことは、「Vegetation of Jordan」においてビャクシン林には、ヨルダンの森林の中でもっともよく発達した典型的な地中海沿岸型の自然林とされているマツ林との共通種が1種も記載されていない(表1)」ということとも整合的である。

## (2) 地中海沿岸地域におけるヨルダンの森林植生の特徴

以上でみてきたように、「Vegetation of Jordan」における記載から、ヨルダンでみられる森林植生(自然林または二次林)の成帯的な配列はヨルダン高原北部で見られるパターンが典型的で、基本的には「低標高域:落葉オーク林(タボルガシ(*Quercus ithaburensis*)林)–[高標高域:常緑オーク林(ケルメスオーク(*Quercus coccifera*)林)またはマツ林(アレッポマツ(*Pinus halepensis*)林:セイチガシ(*Quercus calliprinos*)を伴う)」というパターンであった。低標高域と高標高域との境界は概ね700m程度で、高標高域において常緑オーク林とマツ林のどちらが成立するかは土壌条件や人為作用に対応していた。いっぽう、ヨルダン高原南部における森林植生の分布はおそらく厳しい乾燥条件のため限定的なものとなっており、標高1,000~1,300mの一帯でみられるビャクシン林が乾燥した気候と砂岩に対応した土地的なものであるとすると、降水量が比較的多く蒸発量(もしくは蒸発散量)は少ない標高1,300m以上の山地に出現するケルメスオーク(*Quercus coccifera*)林のみが成帯的な森林植生と認め得るのではないかと考えられる。以下では、このようにタボルガシ(*Quercus ithaburensis*)林、ケルメスオーク(*Q. coccifera*)林およびセイチガシ(*Q. calliprinos*)を伴うアレッポマツ(*Pinus halepensis*)林を主体とするヨルダンの成帯的な森

林植生が、地中海沿岸域の硬葉樹林帯を広く見渡したときにどのようなタイプとして位置づけることができるのかについて、簡単に検討しておきたい。

まず、ヨルダンの成帯的な森林植生においては、地中海沿岸北部の一带に多いセイヨウヒイラギガシ (*Quercus ilex*) 林やコルクガシ (*Q. suber*) 林はみられなかった。いっぽうで、ヨルダンでは地中海沿岸域北部でもみられるケルメスオーク (*Q. coccifera*) 林が成帯的に広く分布していた。ケルメスオーク林は、地中海沿岸南部 (北アフリカ) の一带を含む地中海沿岸地域においてマッキー (maquis) と呼ばれる比較的未発達なタイプの森林などとしてもっとも広く分布している林型である (例えば Trabaud & Lepart 1981, Delitti et. al. 2005, Breckle 2002, Zahran 2010)。これらの点からみると、ヨルダンの森林植生は、地中海沿岸域北部よりも南部の硬葉樹林帯と類似しているようにみえる。

いっぽう、前述のように、Archibold (1995) はシリア・レバノン・イスラエルなどの地中海東岸地域でみられる森林の特徴として、「常緑性のセイチガシ (*Quercus calliprinos*) がよくみられるほか、この一带では地中海沿岸域の他の地域に比べて落葉性のオークが多くみられる」としていた。Dufour-Dror & Ertas (2004) に示されているように、地中海東岸地域で広くみられる落葉性のオークとして代表的な樹種はタボルガシ (*Quercus ithaburensis*) であり、タボルガシ林はヨルダンにおいて成帯的な森林植生の一部を構成していた。また、ヨルダンのアレップマツ林の要素としてセイチガシ (*Q. calliprinos*) も記載されているので、ヨルダンの森林植生は地中海東岸地域に特徴的な硬葉樹林の優占種の組み合わせをもっているようにみえる。さらに近年になって、ヨルダンを含むレバント地域におけるケルメスオーク (*Q. coccifera*) の現実の分布域や潜在的な分布域について詳しく研究され、ケルメスオーク林がヨルダンを含むレバ

ント地域において成帯的に分布し得ることが明示された (Al-Qaddi, et.al. 2016)。以上のことから、ヨルダンにおいて成帯的な森林植生を構成しているケルメスオーク (*Quercus coccifera*)、タボルガシ (*Q. ithaburensis*)、セイチガシ (*Q. calliprinos*) といった種群は、まさに地中海東岸地域の硬葉樹林において特徴的な種の組み合わせとみることができる。したがって、硬葉樹林の主要構成種の組み合わせに着目すると、ヨルダンの森林植生は、地中海沿岸域の硬葉樹林を北部 (ヨーロッパ南部)・東部 (レバント地域)・南部 (北アフリカ) と区分した場合における、典型的な東部地域の森林植生としての特徴をもっているものと判断される。

## VI. まとめと今後の課題

以上で述べてきたように、これまで情報が十分ではなかったヨルダンの森林植生について、'Vegetation of Jordan' (Al-Eisawi 1996) に記載された情報を整理し、さらに近年に至る地中海沿岸地域の植生に関する諸情報を展望して植生地理学的な理解を試みることによって、その概要を把握し得ることがわかった。ヨルダンで見られる天然林のうち成帯的な分布域を示すという点で重要なのは、落葉オーク林 (タボルガシ (*Quercus ithaburensis*) 林)、常緑オーク林 (ケルメスオーク (*Q. coccifera*) 林) およびマツ林 (アレップマツ (*Pinus halepensis*) 林：セイチガシ (*Q. calliprinos*) を伴う) の3型であった。これら3タイプがみられるヨルダン高原北部の一带は、森林の分布面積が大きくはないとはいえ、地中海東岸地域に成立する硬葉樹林帯の森林植生としての典型的なパターンを示しているのではないかと考察された。そして、ヨルダン高原南部に生育するビャクシン林は (フェニキアビャクシン (*Juniperus phoenicea*) 林：ホソイトスギ (*Cupressus sempervirens*) を伴う) は、乾燥が厳しい地域の砂岩上に成立する土地的な

性質が強いものなのではないかと考察された。近年ではアレポマツを主体とする人工林の割合が増加してきたので、アレポマツ林については天然林と人工林とを区別することが、生物多様性の把握においてはとくに重要である。

今後、ヨルダンの森林植生については、現地での植生調査によって種組成を含む群落の生態や分布に関する具体的な調査を進めていくことが望まれる。文献情報についてもさらに幅広く展望し、地中海沿岸地域の森林植生の植生地理学的な説明をさらに詳細に行うことも望まれる。また、本報では森林植生にしか言及できなかったが、ヨルダンの植生としては森林よりも広い面積をもつ草原についての理解の進展も必要であろう。とくに、東アジアとは降水の季節性が全く異なるヨルダンのような冬雨型の地域については、今後、草本でも木本でも葉の展開・落葉のフェノロジーを中心とした植物の生活史についての地理的比較に焦点を絞った理解の進展（まずは既存情報の整理・展望から）が望まれる。

#### 【引用文献】

- Al-Eisawi (1996) *Vegetation of Jordan*. UNESCO - Cairo Office. 284pp.
- Al-Qaddi, N., Vessella, F., Stephan, J., Al-Eisawi, D. and Schirone, B. (2016) Current and future suitability areas of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) in the Levant under climate change. *Regional Environmental Change*, 16.
- Archibold, O. W. (1995) *Ecology of World Vegetation*. Chapman & Hall. 510pp.
- Breckle, S.-W. (2002) *Walter's Vegetation of the Earth. The Ecological Systems of the Geo-Biosphere 4<sup>th</sup> edition*. Springer. 527pp.
- Caudullo, G. and de Rigo, D. (2016) *Juniperus phoenicea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*, San-Miguel-Ayanz, J. et. al. ed., European Commission, pp.106.
- Delitti, W., Ferran, A., Trabaud, L. and Vallejo, V. R. (2005) Effects of recurrence in *Quercus coccifera* L. shrublands of the Valencia Region (Spain): I. plant composition and productivity. *Plant Ecology*, 177, pp.57-70.
- Dufour-Dror J.-M. and Ertas A. (2004) Bioclimatic perspectives in the distribution of *Quercus ithaburensis* Dence. subspecies in Turkey and in the Levant. *Journal of Biogeography*, 31, pp.461-474.
- 長谷川 均 (2015a) ヨルダン 溪谷と周辺の自然環境. 地図中心 518, pp.6-9.
- 長谷川 均 (2015b) ヨルダン 溪谷を撮影した1950年代初期の空中写真. 地図中心 518, pp.24-27.
- 林 一六 (1990) 世界の植物群落の分布. 林 一六『植生地理学 (自然地理学講座5)』, pp.57-156. 大明堂.
- 海外林業コンサルタント協会編 (2013)『2013年版 開発途上国の森林・林業』. 海外林業コンサルタント協会. 767pp.
- 大場秀章 (2009) 植物分類表. アポック社. 511pp.
- 東郷正美 (2015) ヨルダンの火山と地震. 地図中心 518, pp.10-13.
- Trabaud, L. and Lepart, J. (1981) Changes in the floristic composition of a *Quercus coccifera* L. garrigue in relation to different fire regimes. *Vegetatio*, 46, pp.105-116.
- 米倉浩司 (2012) 日本維管束植物目録. 邑田 仁監修. 北隆館. 379pp.
- Zahran, M. A. (2001) *Climate-Vegetation: Afro-Asian Mediterranean and Red Sea Coastal Lands*. Edited by Gilbert, F. Springer. 324pp.
- Zohary (1973) *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Gustar Fisher Verlag, Stuttgart. 737pp. (筆者未見)

#### 【植物種の情報を得るために閲覧した主なウェブサイト】

(確認：2017年1月現在)

‘Botanical.com’ <http://botanical.com/index.html>

‘Cretan Flora’ <http://www.cretanflora.com/>

‘EOL encyclopedia of life’ <http://eol.org/>

‘Flobus’ <https://fr.flobus.nl/>

‘Flora Catalana.net’ <http://www.floracatalana.net/>

‘Flora of Israel Online’ <http://flora.org.il/en/plants/>

‘Flora of Pakistan’

[http://www.efloras.org/flora\\_page.aspx?flora\\_id=5](http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=5)

'Flowers in Israel' <http://www.flowersinIsrael.com/>

'Grassland species profiles'

<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/Gbase/Default.htm>

'Malta Wild Plants.com'

<http://www.maltawildplants.com/maltawildplants.html>

'Plants for a future' <http://www.pfaf.org/user/Default.aspx>

'Royal Botanic Garden, Kew' <http://www.kew.org/>

'Tela Botanica'

[http://www.tela-botanica.org/site:accueil?referentiel=bdtfx&niveau=2&module=fiche&action=fiche&num\\_nom=39015&onglet=synthese](http://www.tela-botanica.org/site:accueil?referentiel=bdtfx&niveau=2&module=fiche&action=fiche&num_nom=39015&onglet=synthese)

'Wild Flowers of Israel'

<http://www.wildflowers.co.il/english/>