カメルーン南西部熱帯多雨林の 組成および構造

梶 幹 男

はじめに

筆者は、1983年9月から翌 '84年の1月まで昭和58年度文部省科学研究費海外学 術調査助成による「カメルーン熱帯多雨林における有用植物の探索と生理活性物質に 関する化学的研究」調査隊(代表,京都大学農学部小清水弘一教授)の一員として西アフリカ、カメルーンの熱帯多雨林の生態学的調査を行う機会を得た。

本調査隊の意図するところは、熱帯多雨林という多様性の高い生態系の中で営まれる生物間の相互作用およびその結果として生ずる現象を化学的側面から究明しようとするものであった。しかし、このような研究を行うにあたってその基礎となる森林の組成あるいは構造についてほとんどわかっていなかった。そのため筆者は、雨季に入る前の9月に本隊より3カ月早く単身現地入りし、森林の生態調査に取り組むことになった。幸い現地には、京都大学霊長類研究所の河合雅雄教授の率いる調査隊のメンバーによって1979年から森林に生息するサル類、とくにマンドリルを中心とした調査が行われてきており、長期に亘る調査には不可欠な宿泊施設や森の状況に詳しい現地雇いの調査補助員等の確保がなされていた。また、森林内にはサル類観察用の調査路が碁盤目状に切り開かれており、道に迷うことなく林内を自由に歩けるという点で極めて有り難かった。我々はこの調査基地をお借りして、そこを足場に調査を行うことになった。

調査地の概要

調査地は、赤道ギニアと国境を接するあたりのカメルーン共和国南西部のカンポ動物保護区内(北緯 2°22′、東経 10°06′)、すなわち大西洋岸のカンポという町から東へ 35 km ほど内陸に入ったところにあるムビニという小さな村の北側一帯に広がる保存状態のよい森林内に設けられた (図-1)。

この地域にみられる森林は、R. ルツゼーの植生類型に従えば、"Forêt dense humide sempervirente littorale de basse altitude á *Sacoglottis gabonensis* et *Lophira alata*" (Forêt littorale") の 亜型である "Forêt dense humide sempervirente bia-

Kaji, Mikio: Tropical Rain Forests in South Western Cameroon 東京大学農学部

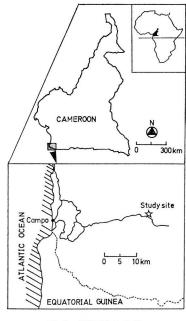


図-1 調査地の位置

fréene de basse et moyenne altitude á Caesalpiniacées" ("Forêt biafréene") に対応する。すなわち、日本においても紹介されている A. オーブレヴィルの熱帯降雨林類型のうち常緑の大型マメ科の樹木からなる森林に相当する。

調査基地 (ムビニ村) の年降雨量は、大西洋岸のカンボの年平均降雨量 2800 mm に比べて、それより少ない 2130 mm という値が観測されている。降雨量の月別変化から、小雨季 (4~6月)、小乾季 (7~8月)、大雨季 (9~11月) および大乾季 (12~3月) の四つの季節に大別されるが、降雨量 100 mm 以下の月は 2~3 か月で、50 mm 以下の月はない。また、年による変動も少なくない。

因みに, 現地滞在中 (1983年9月17日 ~12月25日) に筆者自身が 観測した気象 データを示すと,9月から10月にかけては 雨日100%で,11月および12月のそれは

ほぼ 30% であった。観測期間 (100 H) 中の総降雨量は 801.6 mm で、11 月 8 H に記録した 58.8 mm が日降雨量中最大であった。なお、雨季中の降雨はほぼ午後 1 時から 3 時の間および夜間に集中していた。また、観測期間中の日最低および最高気温の平均は、それぞれ 23.9 C と 28.9 C であり、日最低および最高気温から推定した平均気温は 26.6 C であった。

調査地の海抜高は 100~200 m で、多少起伏のある地形を伴うが、面積的には平坦な地形が卓越する。調査地周辺には、一部川沿いの凹地に排水の悪い粘土質の土壌もみられるが、黄色ラトゾルに分類され、Ao およびA層の発達が悪く、多少砂の混った比較的排水のよい、黄色土が広く分布している。

調查方法

まず、調査地内の森林の全体像および樹木の分布パターンを把握するため、調査基地から東へ約 $1 \,\mathrm{km}$ の地点を基点に、林内に幅 $10 \,\mathrm{m}$ 、長さ $1.71 \,\mathrm{km}$ (B-1)、幅 $12 \,\mathrm{m}$ 、長さ $1.35 \,\mathrm{km}$ (B-2)の $2 \,\mathrm{am}$ でルトをそれぞれ南一北および南西一北東方向に設置した。そしてそれぞれのベルトに含まれる胸高直径 $4.5 \,\mathrm{cm}$ 以上の樹木個体(藤本および立枯木を含む)の全てをナンバーテープで標識し、さらにベルトを長さ $10 \,\mathrm{m}$ 毎に区切り、それぞれの区画に出現する樹木個体について樹種の判別を行い、直径巻尺により胸高直径を測定した。

また、低木層を構成する小さな個体を含め、さらに詳しい組成と構造に関するデータを得るため、基地から東へ $2.5 \, \mathrm{km}$ の地点に、ほぼ隣接して $50 \times 100 \, \mathrm{m}^2$ の $2.5 \, \mathrm{km}$ の地点に、ほぼ隣接して $2.5 \, \mathrm{km}$ の地点に、ほぼ隣接して $2.5 \, \mathrm{km}$ の $2.5 \, \mathrm{km}$ の地点に、ほぼ隣接して $2.5 \, \mathrm{km}$ の $2.5 \, \mathrm{km}$ の地点に、ほぼ隣接して $2.5 \, \mathrm{km}$ の $2.5 \, \mathrm{km}$ の $2.5 \, \mathrm{km}$ の地点に、ほぼ隣接して $2.5 \, \mathrm{km}$ の $2.5 \,$

樹種の判別は、フランス系の伐採会社で2年間働いた経験をもち、樹木の名前についても詳しい N. アンドレ君 (現地雇いの補助員)の用いる呼称名 (エオンド語あるいは一般通称名)を記録し、それに対応する植物標本を作製し、首都ヤウンデにある国立植物標本館で筆者自身が同定を行った。また、未同定のものについては、パリの自然史博物館に標本を持ち込み、西アフリカの植物に精通した研究員に同定を依頼した。

結果と考察

まず、各調査区の状況を概観するため、測定結果の概要を表-1 にまとめて示した。

ベル 調 查 区 1 ベル 2 Calpocalyx heitzii-Strombosia glaucescens-優 占 種 Strombosia glaucescens Calpocalyx heitzii 4.5 ≤ 4.5∠ 胸高直径 (cm) 1.71 積 (ha) 1.0 1,62 1.0 面 105 93 種 数 1,840 (1,136) 樹 木 (本数) 1,916 (1,121) 藤 本(本数) 94 (55)109 (67)1,949 (1,203) 計 2,010 (1,176) 立枯木(本数) 38 (22)51 (31)最大直径 (cm) 160 165 最大樹高 (m) 断面積合計 54.2 55.5 (m²/ha)

表-1 各調査区にお

但し,カッコ内の数値は換算値

1. 測定結果の概要

表に示したように、各林分を 胸高断面積 (BA) で上位を占める 2 樹種によって代表させると、B-1、B-2 ではいずれも Calpocalyx heitzii (Mimosaceae) と Strombosia glaucescens (Olacaceae)、Q-1 では Lophira alata (Ochnaceae) と Scorodophloeus zenkeri (Caesalpiniaceae)、Q-2 では Tetraberlinia bifoliolata (Caesalpiniaceae) と Euphorbiaceae の 1 種であった。しかし、便宜的に優占種としてあげた上記の 樹種にしても、各林分の 胸高断面積合計に 占める 割合では L. alata と T. bifoliolata の 2 種が 20% 代の値で、他はいずれも 10% 前後の値をとるに過ぎなかった。この点から本調査地においては、決して温帯林のように単純に各林分の優占種を決定できるものではないことがわかる。これは、一つの林分に数多くの樹種からなる大径木が出現することに因るもので、むしろ熱帯多雨林の多様性の高さをよく示していると思われる。

次に、各林分における生立木(藤本を除く)の本数をみると、胸高直径 4.5 cm以上のものは $900\sim1400$ 本/ha あり、これに $1\sim4.5$ cm の小径木を含めると $5\sim6$ 倍の数に昇る。同じく枯死木の数は、各林分で $20\sim30$ 本/ha、小径木を含めると $50\sim100$ 本/ha であることがわかる。

各林分で計測された胸高直径の最大値は 150~160 cm とほぼ一定しており, Pterocarpus soyauxii (Papilionaceae), Sacoglottis gabonensis (Houmiriaceae), Erythrophleum suaveolens (Caesalpiniaceae), Lophira alata, Euphorbiaceae の 1 種がこれに該当する樹種であった。また樹高では, アフリカには 60 m を越すような高木は極めて少ないといわれているように, Q-1 にみられた L. alata の 51.6 m が最大の

ける計測値の概要

コドラート 1	コドラート 2	
Lophira alata- Scorodophloeus zenkeri	<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> - Euphorbiaceae sp.	
1.0	1.0	
0.5 1.0 1.0	0.5 1.0 1.0	
108 70/0.5 ha	85 49/0.5 ha	
3,400 (6,800) (1,384)	2,678 (5,356) (876)	
447 (894) (32)	234 (468) (46)	
3,847 (7,694) (1,416)	2, 912 (5, 824) (922)	
49 (98) (22)	28 (56) (26)	
159 —	150 —	
51.6 —	42. 2 —	
51. 2 (49. 8)	40.2 (38.8)	

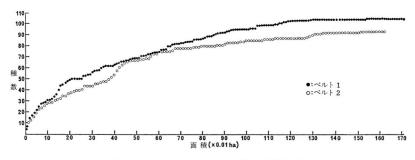


図-2 ベルト1と2の種数-面積曲線

ものであった。その他, 40 m を越す樹高を記録した樹種は, Strombosia glaucescens, Scorodophloeus zenkeri, Xylopia quinstasii (Annonaceae), Calpocalyx heitzii, Euphorbiaceae の1種と未同定の2種であった。

胸高断面積合計は、各林分で40~55 m²/ha であった。

2. 種数一面積関係

調査地の森林群落を構成する樹種の多様性および調査ワクの面積をどの程度の大き さにすれば構成樹種の何%を把握できるかを知るため、2本のベルトにおける調査結 果から種数一面積曲線を 画いた(図-2)。但し、種数には 未同定であるが、現地名で 類別されているものも含めた。

同図における 2 本の曲線は、面積の増加に伴って始めはやや急激に、その後は緩やかに種数が増加し、1 ha 以上の面積になるとほぼ一定になる傾向を示している。2 本のベルトの総面積はそれぞれ 1.71 ha (B-1), 1.62 ha (B-2) で、出現樹種の総数は B-1 が 105 種、B-2 が 93 種であった。また、同図から 0.5 ha の面積では出現樹種総数の 66% (B-1) と 72% (B-2) の種が、1 ha では両者とも約 91% の 種が出現していることがわかる。一方、出現樹種総数の 75% の種数を満す面積は B-1 で 0.64 ha、B-2 で 0.56 ha となる。

以上の結果から調査林分の多様性の程度を概ね推察できるが、調査の際に類別できなかったもの(藤木は除く)が B-1 で 38 個体, B-2 で 28 個体あったことから、実際の種数はさらに増加するものと思われる。

3. 科別の出現種数

各調査林分に出現した樹種のうち、科の所属先が明らかになったものについて科ごとの出現種数を表-2に示した。表から各林分は、それぞれ30前後の科に属する種群から構成されていることがわかる。また、表にあげた36科のうち24科はいずれの調査林分においても共通してみられた。それらのうち、Rubiaceae、Annonaceae、Caesalpiniaceae、Euphorbiaceae、Sterculiaceae に属するものの種数が比較的多いことがわかる。

表-2 各調査区の出現科名と種数

調 査 区	B-1	B-2	Q-1	Q-2
科		種	数	
Rubiaceae	10	10	11	7
Annonaceae	7	8	7	7
Caesalpiniaceae	8	7	5	6
Euphorbiaceae	7	8	7	4
Sterculiaceae	6	4	5	6
Ebenaceae	4	4	4	3
Apocynaceae	4	4	3	3
Olacaceae	3	3	3	3
Myristicaceae	3	3	3	2
Irvingiaceae	3	2	3	2
Mimosaceae	2	2	2	2
Loganiaceae	2	1	2	2
Anacardiaceae	2	2	1	1
Clusiaceae	2	2	2	1
Pandaceae	2	1	2	1
Papilionaceae	1	1	2	2
Meliaceae	2	4	0	0
Tiliaceae	2	1	1	1
Burseraceae	2	1	1	1
Huaceae	1	1	1	1
Lauraceae	1	1	1	1
Dichapetalaceae	1	1	1	1
Bignoniaceae	1	1	1	1
Icacinaceae	1	1	1	1
Samydaceae	1	1	1	1
Ochnaceae	1	1	2	0
Houmiriaceae	1 0	1 1	0	1
Agavaceae Flacourtiaceae	1	1	1 0	1 0
Combretaceae	1	1	0	0
Sapotaceae	0	0	1	1
Passifloraceae	0	1	1	0
Rutaceae	1	0	0	1
Rhamnaceae	1	0	0	0
Arecaceae	0	0	0	1
Melastomataceae	0	1	0	0
全 種 数	84	81	75	65
全 科 数	31	32	28	29

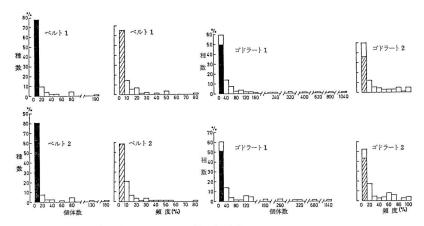


図-3 各調査区における種数と個体数および出現頻度との関係 但し,黒塗りの部分は個体数 10 以下,斜線部は 出現頻度 5% 以下のそれぞれ種数 (%)を示す。

4. 種数と個体数および出現頻度との関係

各調査林分における種数と個体数および出現頻度(B-1:10×10 m²の区画 171 個, B-2:10×12 m²の区画 135 個,Q-1,Q-2:10×10 m²の区画それぞれ 50 個)との関係(図-3)をみると,B-1,B-2 と Q-1,Q-2 では測定木のサイズが異なるため多少両者の型に違いはみられるが,個体数では 10 本以下,出現頻度では 5% 以下の種の占める割合が最も高く,全体としてはいずれも L型分布をとる。一方,個体数が多く,出現頻度の高い樹種も僅かではあるが 存在することがわかる。 これに 該当する樹種は,B-1 では Strombosia glaucescens,B-2 では S. glaucescens と Diogoa zenkeri (Olacaceae) の 2 種、また,Q-1,Q-2 ではそれぞれ Tetraberlinia bifoliolata と Crotonogyne manniana (Euphorbiaceae) の 2 種であった。これらのうち,高木性樹種は S. glaucescens と T. bifoliolata の 2 種である。

5. 枯死木

各林分における立枯木についての調査結果の一例として Q-1の組成および直径階分布について示した (表-3, 図-4)。樹種が 同定された もののうち Calpocalyx heitzii がいずれの調査区にもみられ,しかもその数も比較的多いことがわかった。また,各調査区の全立木に対する立枯木の割合は,本数で $1.0\sim2.6\%$,胸高断面積合計で $3.7\sim10.7\%$ の範囲であった。図-4から,全体としては直径階の小さい個体,とくに 4.5cm 以下の小径木に枯死木が多いことがわかる。

6. 草本層の組成

林床植生については時間的な余裕がなく十分な調査は行えなかったが、Q-1, Q-2では草本層の植被率は場所によって大きく異なり、25~75%であった。草本層を構成する主な植物をあげると、Rubiaceae の Geophila、Hymenocoleus、Moraceae の Dors-

種	個体数/ha	最大直径 (cm)	胸高断面積 (m²)
Calpocalyx heitzii	6	84.0	2. 218
Tetraberlinia bifoliolata	6	2.0	0.001
Scorodophloeus zenkeri	4	58.0	0.710
Strombosia glaucescens	2	17.0	0.045
Dichapetalum sp.	2	6.5	0.007
Crotonogyne mannii	2	4.0	0.003
Dracaena bicolor	2	2.5	0.001
不明	74	135.0	3. 111
計	98		6. 096

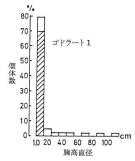


図-4 Q-1 における立枯木の個体数—直径階分布 但し、斜線部は胸高直径 4.5 cm 以下の個体数(%)を示す。

tenia, Commelinaceae の Palisota, Commelina, Forrestia, Zingiberaceae の Costus, Araceae の Stylochiton, Rhektophyllum, Clucasia, Marantaceae の Marantochloa, Afrocalathea, Sarcophrynium, Haumania, Cyperaceae の Mapania, Arecaceae の Podococcus, Poaceae の Guaduella, Microcalamus, Leptaspis など の各科各属に所属する種群および Ctenitis, Lonchitis, Lomariopsis, Pteridium などに属するシダ植物が主なものであった。

上記の組成から草本層を構成するものには双子葉類に比べ単子葉類の種が多いことがわかる。また、生育型では匍匐型と叢生型のものが種数および被度において高率を占める点が特徴的である。なお、高木性樹種ではとくに Tetraberlinia bifoliolata の実生および稚樹が数多く認められた。

7. 直径階分布

B-1 の全生立木の直径階分布を図-5 に示したが、林分全体では直径階の小さい個体

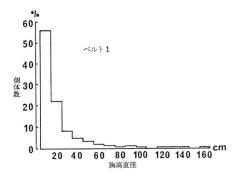


図-5 B-1 における全生立木の個体数一直径階分布

ほど数が多いL型分布をとる。しかし、これを樹種別にみると、I:L型、 $\Pi:$ 直径階の中間にモードをもつベル型、 $\Pi:$ 全体に個体数が少なく、その結果不連続な分布を示すもの、およびN:直径階の小さい個体が多くL型に似るが、直径階の大きいものを欠く主に四つのタイプに類別される(図-6)。

I型に属するものは、Tetraberlinia bifoliolata、Strombosia glaucescens、Diogoa zenkeri などで、これらの種は全体の個体数も多く、直径階の小さい個体を多くもつ点で安定した個体群構造を示している。II型は Santiria trimera (Burseraceae)、Cyrtogonone argentea (Euphorbiaceae)、Calpocalyx heitzii、Coula edulis (Olacaceae) などで、I型に比べやや不安定な個体群構造を示している。II型は Lophira alata、Sacoglottis gabonensis、Lovoa trichilioides (Meliaceae)、Pterocarpus soyauxii などで、個体数が少なく不安定な個体群構造をとる。IV型は Garcinia sp. (Cluciaceae)、Mareyopsis longifolia (Euphorbiaceae)、Cola semecarpophylla (Sterculiaceae)、Calpocalyx dinklagei (Mimosaceae)、Afrostyrax kamerunensis (Huaceae) などで、この型に属するほとんどのものは低木あるいは小高木の樹種である。

上に示した四つのタイプのうち I、II、II型にはいずれも高木層を構成する樹種が含まれているが、とくにII型に属する樹種には大径木になり、林冠層を構成し、群落の相観を特徴づけるものが多く含まれる。上にあげたものの他、西アフリカで有用材を産する樹種として知られる Entandrophragma utile (Meliaceae)、Baillonella toxisperma (Sapotaceae)、Guibourtia tessmannii (Caesalpiniaceae) などいずれもこのII型に属する点は興味深い。更新の面からみると、I型が親木と稚樹あるいは若木が同所的に存在するタイプ、II型は親木の近くでは実生の生育が難しいギャップ更新型、III型は林縁部や若い二次林内など恵まれた光条件のところに更新の場をもつタイプにそれぞれ対応するものであろう。しかし、個々の樹種の更新様式の詳細についてはほとんどわかっていない。

8. 樹高分布と階層構造

Q-1 における樹高の測定結果および立木位置図に基づいて $10 \times 100 \text{ m}^2$ の 五つの帯

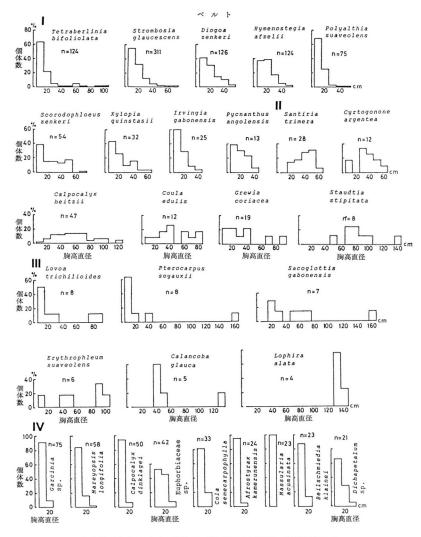


図-6 B-1 における樹木 30 種の個体数一直径階分布

状区における胸高直径 4.5 cm 以上の個体の樹高分布を示した(図-7)。その結果上部から,不連続な A 層 (40 m 以上),不規則な不連続部分をもつ B 層 ($25 \sim 35 \text{ m}$),連続性が明瞭な C 層 ($5 \sim 20 \text{ m}$) の三つに階層区分された。なお,B 層にみられる不規則な不連続部分は,A 層あるいは B 層を構成していた樹種が倒れた時に生じたギャップに相当することが,林内の倒木とギャップの位置関係から明らかになった。

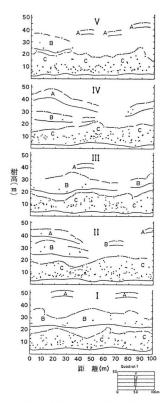


図-7 Q-1 における樹高分布 と階層構造

但し,点は個々の樹木の 位置とその樹高を示す。

9. ギャップ形成要因

最近、世界各地の熱帯多雨林において森林の維持機構に関連してギャップ形成と更新との関係が明らかにされつつある。

当調査地では1983年には新しいギャップはあ まり 多くはみられなかったが、1985年11月に再 び現地を訪れた際には調査地域の比較的広い範囲 に亘って散在的に新たなギャップが生じていた。 このギャップは1985年4月に生じたもので. 当 時調査地に滞在していた京都大学大学院生の三谷 君の話から竜巻によるものであることがわかっ た。また、ギャップ内の被害木をみると、根返り 木の倒伏方向が一定でなく, 中折れ木や樹冠部だ け持ち去られたものも目立った。これらの点も竜 巻原因説を裏付けるものであった。このような竜 巻が発生する頻度については必ずしも明らかでは ないが、熱帯アフリカの多雨林地帯におけるギャ ップ形成に係わる要因として竜巻が関与している という事実は、森林全体の構造あるいは構成樹種 の更新に関する生態学的問題を理解する上で重要 た知見である。

この他、ギャップ形成に係わる要因として雨季に生ずる風の影響が見逃せない。雨季には午後にほぼ決って降雨があったが、雨雲が近づくと必ず風が吹き、しばらくしてから大粒の雨が降り出すというパターンが常態であった。その風も、雨水が染み込み重くなった立枯木のバランスを失なわ

せ倒壊させるに十分の強さであった。実際、雨季の間森林内で調査していると、毎日一回はドドーンという大音響が林内に轟いた。これは腐った大枝や時には立枯木が倒壊する時に生ずる音であった。また、この風が原因して樹勢の衰えた生立木など根返りを起すことも十分考えられる。以上の点から雨季に決って吹く風もギャップ形成に係わる恒常的要因として重要であろう。

熱帯アフリカの多雨林域においては、このようなギャップが森林の更新に果たす生態学的役割りについて研究は未だに不十分といわざるをえない。今後、ギャップ更新を含め、多雨林を構成する多様な樹種がどのような更新様式をとっているか、また、それに係わる主な要因は何かといった問題を種々の観点から究明していく必要があろうかと思う。さらに、このような調査研究の進展は、熱帯産有用樹の保続的利用といった問題にも資するところが大きいものと思う。

「参考文献」 1) ディディエ, ノルマン: (濱谷稔夫校閲, 猪俣禮二訳)「熱帯の森林と木材」, 1984 2) HOSHINO, J., MORI, A., KUDO, H. & KAWAI, M.: Preliminary report on the grouping of mandrilles (Mandrills sphinx) in Cameroon, 1984 3) KAJI, M.: Study on the floristic composition and the structure of tropical rain forests in south western Cameroon, 1985 4) 吉良竜夫: 熱帯林の生態, 1983 5) LETOUZEY, R.: Étude phytogéographique du Cameroun, 1968 6) MULLER, J. P. & GAVAUD, M.: Les sols, 1979 7) RICHARDS, P. W.: The tropical rain forest, 1952 8) WHITMORE, T. C.: Tropical rain forests of the far east, 1975

□海外情報

SILVA-Conférence Internationale sur l'Arbre et la Forêt

今年の2月5日~7日、パリで標記の会議が開かれた。フランスのミッテラン大統領じきじきの発議によるといわれ、林業の歴史においてこれまでにない出来事であった。国家元首5名、首相5名、外相5名、農業、地域開発、天然資源、環境などの担当相は40名にも及び、政治的あるいは宣伝効果という点では大成功であった。有名なルモンド紙の2月5日版では、ヨーロッパとアフリカ乾燥地域における林業問題を2ページにわたって取上げた。ただ資金面ではフランスはじめ4~5か国が、むこう5年間に乾燥アフリカ諸国への援助額を倍増することを表明した程度で、前号 (p. 23)でご紹介した WRI の Tropical Forests: A Call for Action や FAO の Action Plan で提唱されている規模には程遠い。

この会議ではヨーロッパにおける森林衰退とアフリカ乾燥地帯における砂漠化の二つの問題が検討された。全体会議のほかに、ヨーロッパの問題については Oak, アフリカの問題については Acacia と名づけたグループがそれぞれに集会をもった。結局、両者を含めた SILVA とよばれる7項の一般決議と、5項のオーク決議、7項のアカシア決議、および Appel de Paris とよばれる重大宣言がだされた。アフリカ問題にたいするアカシア決議の項目だけあげると、①より協調をはかることにより財源を効率的に活用、②FAOの"熱帯林業活動計画"のもとに国際的活動の調整、③地域および地区の発意の支援、④研究にとりわけ重要な易動化、⑤砂漠化の主因:燃材の過伐、⑥砂漠化の原因:天然資源の過開発、⑦アフリカにおける森林衰退の決定的要因:林地火災です。なお林業技術 529号(p. 19~22)に藤原 敬氏が詳しく紹介されています。