

林業技術



■ 1991 / NO. 586

1

RINGYŌ GIJUTSU

日本林業技術協会

牛方の測量・測定器

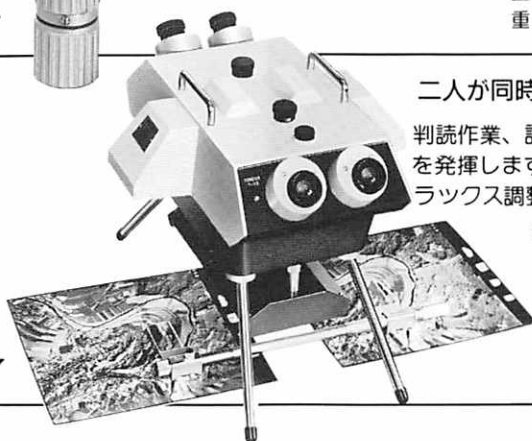


LS-25
レベルトラコン

高い精度と機動性を追求したレベル付トランシットコンパス

高感度磁石分度、帰零式5分読水平分度、望遠鏡付大型両面気泡管等を備えて、水準測量をはじめあらゆる測量にこの一台で充分対応できます。

望遠鏡気泡管：両面型5'2%ミラー付
磁石分度：内径70°1'又は30目盛
高度分度：全円1'目盛
水平分度：5分目盛0-bac帰零方式
望遠鏡：12倍 反転可能
重量：1300g



(牛方式双視実体鏡)
コンドルT-22Y

二人が同時視できる最高水準の双視実体鏡

判読作業、討議、初心者教育、説明報告に偉力を発揮します。眼基線調整、視度調整、Yパララックス調整等が個人差を完全に補整します。

変換倍率及び視野：1.5×…φ150°
3×…φ75°
標準写真寸法：230%×230%
照明装置：6W蛍光灯2ヶ
重量：8.5kg(本体)
8.0kg(木製ケース)



通産省選定グッドデザイン商品
特別賞 中小企業庁長官賞受賞

操作性に優れたコンピュータ内蔵座標計算式面積線長測定器

直線部分は頂点をポイントするだけで、^{アイ}i型の場合は円弧部分も3点のポイントだけで線上をトレースする必要がありません。微小図形から長大図面まで、大型偏心トレースレンズで座ったままのラクな姿勢で測定できます。^{アイ}i型はあらゆる測定データを記録するミニプリンターを装備し、しかも外部のコンピュータやプリンターとつなぐためのインターフェイスを内蔵しています。

〈特長〉 ■直線図形は頂点をポイントするだけで迅速測定

- 曲線図形も正確に計れる
- 面積のほか、線長を同時測定
- 縮尺単位を反映して自動計算
- 線分解能：0.05mmの高性能
- コードレス、コンパクト設計
- 偏心トレースレンズとダイヤモンドローラー採用

X-PLAN 360i

- 3点ポイントによる円弧処理
- カタカナ表示の操作ガイド
- 座標軸が任意に設定できる
- データのナンバリング機能、等



エクスプラン デー アイ
X-PLAN 360d / 360i



牛方商会

東京都大田区千鳥2-12-7
TEL03(3750)0242代 146

目 次

新年のごあいさつ.....鈴木 郁 雄... 2

CO₂排出規制案の背景河 村 武... 4

地球の温暖化と日本の気候・森林.....安 田 喜 憲... 9

森林と環境変動.....森 川 靖...14

地球温暖化と熱帯林

——なぜ熱帯林が問題となるか.....小 林 繁 男...19

気候変動と世界の食糧生産.....内 嶋 善兵衛...24

森へのいざない——親林活動をサポートする

10. 北海道日高町の自然案内人

——インストラクター活動の紹介.....斉 藤 征 勇...28

第37回森林・林業写真コンクール優秀作品

(白黒写真の部) 紹介32

表 紙 写 真

第37回森林・林業

写真コンクール

二 席

木の名の由来

34. ホルトノキ.....深 津 正 義...38

「ホットバルーンの森」

(河東郡上士幌町)

森への旅

22. 富士山麓の樹海を歩く.....岡 田 喜 秋...40

北海道帯広市

蟹江信幸

(ニコンF4, 80~200ミリ
レンズ, 絞りF6.7, 1/
350秒)

技 術 情 報.....31 林 政 拾 遺 抄.....43

林業関係行事一覧(1・2月).....37 木と住まいの美学.....44

農 林 時 事 解 説.....42 本 の 紹 介.....44

統計にみる日本の林業.....42 こ だ ま.....45

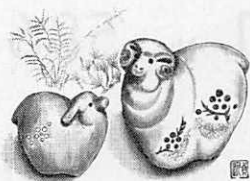


1991. 1

第37回林業技術コンテストについての予告18

第2回学生林業技術研究論文コンテストについて23

第38回森林・林業写真コンクール作品募集要綱37



新年のごあいさつ

全国の会員の皆様、輝かしい平成3年の新春を心からお喜び申し上げます。

平成2年の1年間を振り返ってみると、戦後45年の歴史がわずか1年で逆回転したかのような錯覚を覚えます。戦前・戦中そして戦後の食糧難時代のあの重苦しかった思いもようやく記憶の外に消え去り、平和と繁栄の世の中があたりまえのようないわゆる「平和ぼけ」に浸りきっていた日本人にとって、太平の眠りを覚まされた1年ではなかったかと思えます。戦後長く続いた米ソ二超大国を基軸とする東西間の冷戦状態は、一挙に解消の方向に向かい、東欧諸国の民主化、東西ドイツの統合など2～3年前には考えも及ばなかったことが現実となりましたが、これに取って代わるようにイラクのクウェート統合に伴う中東情勢が、戦争勃発のおそれをはらんだ一触即発の危機的状況となっております。

このような世界情勢の中にあって、アジアの東端に位置し、四周を海に囲まれたわが国は、経済大国としての確固たる地位を確保し、あらゆる面において恵まれた環境にあります。私どものように大正時代に生まれた者にとっては、新年を迎えるにあたり、特別の感慨を持って日本人として生まれた喜びをしみじみと感ずるものであります。願わくば、平成3年中東紛争も治まり、再び世界の平和が取り戻せるよう祈りたい気持ちでいっぱいであります。

ところで、昨年の当協会の業務運営も林野庁をはじめ多くの関係機関のご支援のもと、全国の会員各位のご協力を得て、事業も順調に伸展しておりますことに対し、心からお礼申し上げたいと存じます。

昨年は、大阪で花と緑の万博が開かれ、盛況裏に終了しましたが、これを契機に国民の花と緑、森林に対する期待と関心は一段と高まってきたといえましょう。経済社会の高度化、都市への人口集中に伴い、潤いのある生活環境、自然環境としての森林の役割はいっそう増大しております。また、国民の余暇利用の増大に伴い、リゾート開発がますます進んでおりますが、リゾート開発の大半は森林を利・活用し、森林と一体となって進められており、森林なくしてリゾート開発は考えられない状況となっております。さらに、文明社会が進んでまいりますと、原生的自然環境を後世に残そうとの機運はいっそう高まり、主として国有林に保存されているブナ林等の天然生林をまとめて保全しようとの国民的要請は一段と高くなっております。このような森林に対する諸々の要請に対し、森林・林業に携わる者としては的確にこたえていかなければなりません。当協会としまして、環境アセスメント等の業務を通じて、技術協会としての蓄積を活用し、その使命を達成すべく覚悟を新たにしているところであります。

このように、重要性を増してきた緑資源・環境資源を適切に維持し、21世紀に継承して

社団法人 日本林業技術協会

理事長 鈴木 郁 雄

いくためには、森林の整備水準を高める必要があることは言を待ちません。わが国の森林は、山村に住む林業に携わる人々の絶え間ない努力によって整備が進められてまいりましたが、山村の過疎化、担い手の高齢化はさらに深刻の度を加え、山村・林業の活性化は相変わらず光明を見いだしがたい状況にあります。林野庁においても、今後積極的に森林整備に対する投資を拡充されるように聞いておりますが、国有林・民有林一体となって山村の生活環境の整備、林業労働力の育成確保、間伐・保育の確実な実施、林道網の整備、高性能機械の開発導入等の諸施策の推進が図られ、山村・林業の活性化に明るい展望が見いだせる年になることを会員の皆様とともに期待したいものであります。

次に、目を世界に転ずるとき、熱帯林の現況が、昨年開催されたヒューストンサミットにおける重要議題として取り上げられたように、地球的規模で環境にかかわる大きな問題となっていることはご承知のとおりであります。わが国は先進国の一員として、また、世界一の熱帯産丸太の輸入国としての立場からも、熱帯林の適切な維持管理に貢献していく責務を果たさなければなりません。わが国は、従来から ODA 等を通じての資金協力や林業技術協力を積極的に行ってきておりますが、その一環として、平成 2 年度から林野庁において新規事業として「熱帯林管理情報システム整備事業」が開始されたところであります。この事業は、東南アジア 13 カ国を対象として、10 カ年の計画でリモートセンシング技術によるランドサット映像の解析を行い、土地利用区分、森林資源の賦存状況の調査、造林・治山計画等の資料作成を行い、森林・林業に関する計画作成等の基礎資料として、相手国に提供しようとするものであります。この事業の実施機関として、当協会内に「熱帯林管理情報センター」を設置し、当協会がその実施にあたっていくことになりました。当協会としまして、従来から先進技術としてリモートセンシング技術の開発に努めてまいったところでありますが、熱帯林問題が世界的重要課題となり、林業先進国たるわが国の技術協力への期待が高まっているおり、これにこたえるべく当協会としまして全力を挙げて取り組んでまいる所存であります。

当協会としましては、本年も会員の皆様とともに、ますます多様化、困難化する国の内外にわたる森林・林業の問題に取り組み、林業の職能団体としての責務を果たしてまいる所存でありますので、いっそうのご支援、ご協力をお願い申し上げたいと思います。

平成 3 年新しい年が、世界的に平和な年でありますよう、広く森林・林業に取り組んでおられる会員の皆様にとりまして、明るい光明が見いだせる年でありますよう祈念いたしまして、新年のごあいさつとさせていただきます。

CO₂ 排出規制案の背景

1. ま え が き

環境問題は 20 世紀における科学技術の急速な進歩と、これに伴う人間活動の飛躍的な発展拡大によって発生した。1972 年にストックホルムで国連人間環境会議が開かれ、これを契機に環境問題が脚光を浴びるようになった。特にわが国では、都市や工場地帯の大気汚染や水質汚濁などの公害問題が注目を集め、人間の健康に対する影響が重視されてきた。そのため近年になって、公害問題に代わって急に地球規模の環境問題がクローズアップされるようになった。しかし世界的に見ると、このような問題は 1972 年当時から注目されていたものが、観測データの蓄積や研究の進歩によって、ますます顕在化してきたといえることができる。

地球規模の環境問題として最近注目されている主なものは、温室効果ガスの増加による気候温暖化、酸性雨による被害の拡大、フロンガスによる成層圏オゾンの破壊、草原や森林の砂漠化の進行、の四つが挙げられ、いずれもその要因の 1 つに地球大気がかかわっている。本文で取り扱う二酸化炭素 (CO₂) は、今日の温室効果ガス問題の主役を演じる気体である。

2. 温室効果とは

現在の地球全体の地上の平均気温は 15°C である。地球は厚さ約 1,000 km の大気の層に包まれているが、もしこの大気の層がないと、地表の平均温度は、現在の月と同じ -18°C になると推定されている。すなわち地球大気が存在することによって、地上気温は 33°C も高くなっている。

この原因は、温室ガラスが温室内の気温を高め

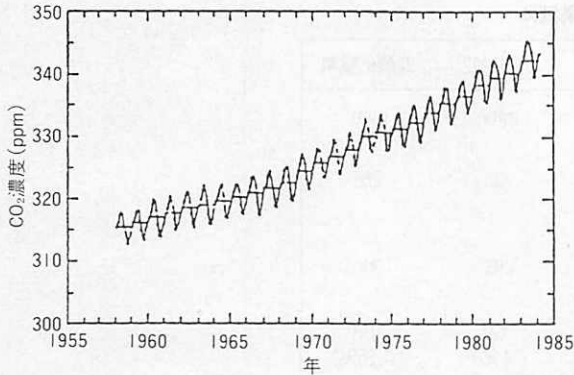
るのと同様の役割を地球大気が演じると考えられるので、温室効果と呼ばれている。

温室効果の仕組みを簡単に述べると次のようになる。地球から 1 億 5000 万 km 離れたところにある太陽は、表面温度が約 6,000°C で、放射される光は、可視光線とその周辺の電磁波が大部分で、赤外線と比べて波長が短い。一方、地球とそれを取り巻く大気は、太陽に比べてはるかに低温であるため、波長の長い赤外線を放出している。温室のガラスは、太陽からの可視光線はよく通すが、赤外線は通さない性質を持っている。温室の中の空気は太陽の光線によって暖められるが、外部に向かって放出する赤外線は温室のガラスを通り抜けられず、内部を暖めることになる。地球大気中の水蒸気、二酸化炭素、オゾンなどの気体は、温室ガラスと同じように太陽からの可視光線はよく通すが、赤外線は吸収して通さない性質を持っているので、温室効果気体といわれる。

温室効果気体には、このほかにメタン、亜酸化窒素、フロンガスなど、人間活動によって発生量が増加する気体が含まれる。

3. 温室効果気体の濃度の増加

温室効果気体のうちで、もっとも早くから注目されたのは二酸化炭素 (CO₂) である。CO₂ の大気中の濃度は、産業革命の始まる前の 18 世紀前半には 275 ppm, 1800 年には 280 ppm, 1900 年には 295 ppm 程度であったことが、南極の氷床コアの中に閉じ込められた空気の詳細分析からわかっている。大気中の CO₂ 濃度の精密測定がハワイのマウナ・ロア山の観測所と南極点で始まったのは、1958



図・1 マウナ・ロアにおける CO_2 濃度の経年変化

年のことで、図・1は、マウナ・ロアの1958年から最近までの CO_2 の濃度の変化を示している。その結果の重要な点の第一は、年平均濃度が一貫して上昇していることである。1年間の濃度増加は、1968年ごろまでは1 ppm以下（平均0.7 ppm）であったが、近年はしばしば1.5 ppm（1969年以後の平均1.4 ppm）に達している。このような濃度増加は、世界中の基準観測所で共通して見られる。地球上の CO_2 の貯蔵庫としては、石灰岩が圧倒的に大きいが、大気中の濃度と関係するものとしては海洋と生物圏（植物圏）があり、海洋は大気の約60倍、植物圏は1～2倍の貯蔵量がある。

大気圏と海洋や植物圏との間の CO_2 の収支は複雑で、変換速度も不明確な点が多い。しかし、今世紀における大気中の濃度の持続的上昇の主要な原因が、石炭や石油などの化石燃料の消費量の増大に伴う大気中への CO_2 放出量の増大にあることは、多くの研究者の一致した見解である。マウナ・ロア観測所の観測によると、大気中の CO_2 濃度の年平均値は、1958年から1986年までの28年間に32 ppm増加した。同じ28年間の世界の化石燃料消費量は、炭素量で1170億tで、 CO_2 濃度に換算すると55 ppmになる。これが全部大気中に残留すれば、大気中の CO_2 濃度が55 ppm増加するはずである。実際の濃度増加32 ppmは、その58%に相当する。過去30年間の CO_2 濃度の年々の増加量も、同じ年の世界の化石燃料消費量の58%に相当している。

第二の注目すべき点は、 CO_2 濃度に見られる顕

著な一年周期の変動である。マウナ・ロアでは5月に最大濃度、10月に最小濃度になる（南半球にある観測所では3～4月に最小、10月に最大濃度になる）。この年変化の振幅は、マウナ・ロアでは1958年以降の28年間の平均で7 ppmであるが、南半球のサモアや南極の観測所では1.5 ppmしかない。年変化の振幅は年々大きくなる傾向がある（マウナ・ロアでは1年あたり0.66%の割合である）。大気中の CO_2 濃度が年変化する原因は、植物活動の季節変化である。植物の生育が盛んな夏季には、同化作用によって植物体内に取り込まれる CO_2 の量が、呼吸や枯死した植物体の分解によって大気中に放出される CO_2 の量を上回る。これに対し、植物の生育が停滞する冬には、両者の関係が逆になる。その結果、大気中の CO_2 濃度は夏に小さく、冬に大きくなる。このことは、近年急速に進行している熱帯林の破壊も、大気中の CO_2 濃度に関係すると思われるが、今後の課題である。

第三に、 CO_2 濃度の長期的上昇傾向と季節変化を取り除いた残差の時間変化を見ると、2～6年の変動が見られる。この変化はエルニーニョ現象に伴う海面水温の変動と密接な関係があるが、今後解明すべき問題である。

地球大気に含まれる微量気体で、温室効果を持つものが CO_2 以外にもある。最近注目されているメタン、フロン、亜酸化窒素について、大気中の濃度、増加量、大気中の残留年、1970～80年間の地球大気の昇温量の推定値等を表・1に示した。これらの気体は、濃度が CO_2 とはけた違いに小さいにもかかわらず、 CO_2 以外の微量気体による地球大気の温暖化が CO_2 に匹敵することは注目される。

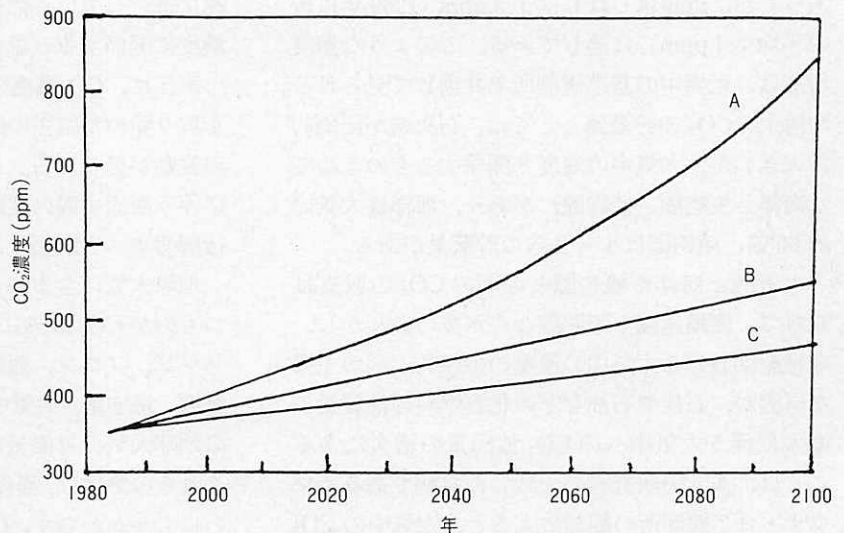
4. 温室効果気体による地球温暖化

CO_2 などの温室効果気体の濃度の増加による地球温暖化を考えるには、まず温室効果気体の濃度の将来予測が重要なかぎになる。大気中の CO_2 濃度の増加については、化石燃料の消費や森林破壊などによって、今後大気に加えられる CO_2 の量やその大気中への残留率など、不明の点があるため正確な予測は困難であるが、1990年8月に出さ

表・1 人間活動に影響を受けた温室効果気体

	二酸化炭素	メタン	フロン11	フロン12	亜酸化窒素
大気中の濃度	ppmv	ppmv	pptv	pptv	ppbv
産業革命以前 (1750~1800年)	280	0.8	0	0	288
現在 (1990年)	353	1.72	280	484	310
最近の年増加の割合	1.8 (0.5%)	0.015 (0.9%)	9.5 (4%)	17 (4%)	0.8 (0.25%)
大気中の残留年	(50~200)	10	65	130	150
1970~80年の10年間の 濃度増加による温度上昇	0.14°C	0.032°C	0.020°C	0.034°C	0.016°C
0.1°C					

注) ppmv : 体積100万分率
ppbv : 体積10億分率
pptv : 体積1兆分率



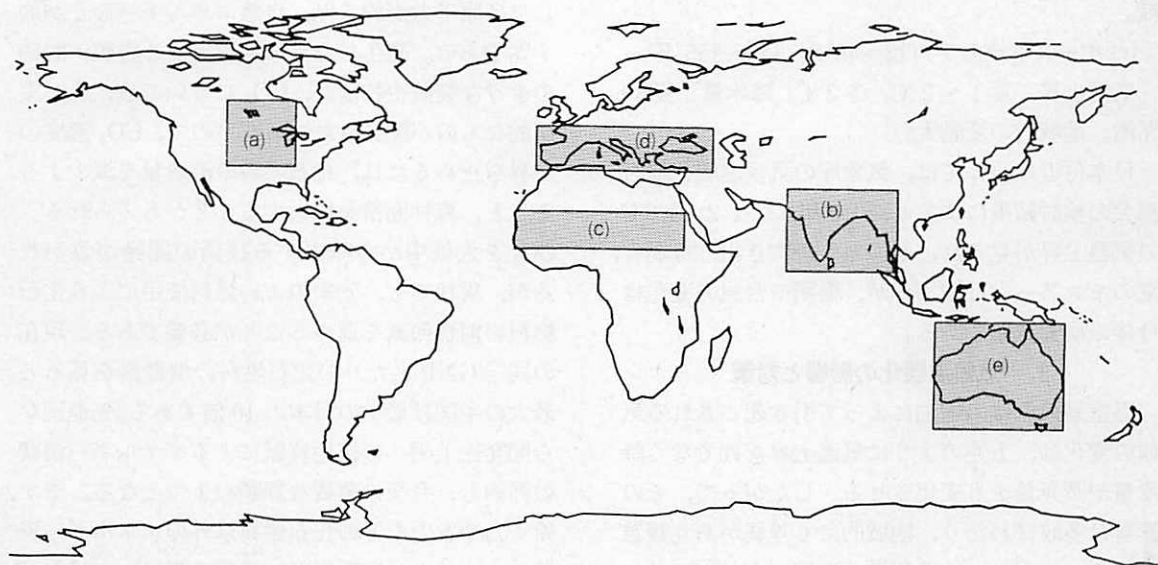
注) A : 今後対策を講じない場合, B : 1990年の放出量を維持した場合, C : 1990年の放出量の1/2を維持した場合。IPCC 1990年8月報告書を基に田中正之作成

図・2 大気中 CO₂ 濃度の増加傾向の推定

れた気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の報告書では、図・2 のような推定を行った。すなわち、化石燃料の消費削減などの対策を行わず、CO₂ の放出量を成り行きにまかせると、大気中における CO₂ 濃度はA線のように増加し、2050 年に 550 ppm, 2100 年には 825 ppmと、今世紀はじめのそれぞれ 2 倍, 3 倍の濃度になる。CO₂ の放出量を 1950 年の水準で一定に保った場合 (B線) でも、CO₂ 濃度は 2050 年に 450 ppm, 2100 年に 550 ppm

になり、今世紀はじめの約 2 倍の濃度に達する。

大気中の CO₂ 濃度の増加によって起こる地球の温暖化を予測する手段としては、20 世紀の気温の観測資料の中に CO₂ の増加の影響を見いだして、定量的な関係を求めるという経験的な方法と、地球の気候に関係する大気、海洋、陸地、氷河などの現象に物理法則を表す方程式をあてはめて、地球の気候を超大型コンピュータを用いてシミュレートする方法がある。大気中における CO₂ 濃度



図・3 IPCC で選んだ調査地域

倍増時の地球上の気温上昇量の推定には、主として後者が使われている。

このような研究は数多く行われているが、米国科学アカデミーの予測は特に有名である。その結果を要約すると次のようになる。CO₂ 濃度が2倍に増加したときの地球表面の気温上昇量は、地球全体の平均で $3.0 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ で、特に冬季には、高緯度地方でその2倍ないし3倍の著しい気温上昇が起こる。この結果は、1985年にオーストリアのフィラツハで開かれた国連環境計画(UNEP)、世界気象機関(WMO)、国際学術連合(ICSU)による「CO₂ その他の温室効果気体による気候変化とその影響に関するアセスメントに関する国際会議」でも踏襲された。1990年の気候変化に関する政府間パネル(IPCC)の報告でも、「CO₂ 倍増時の地球表面の気温上昇の気候モデルによる推算値は、 $1.9 \sim 5.2^{\circ}\text{C}$ の範囲に入っていて、大部分の研究が 4.0°C に近い値になっている。しかし従来の $1.5 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ の気温上昇の範囲の変更を正当化するだけのよりどころにはならない」と述べている。

CO₂ などの温室効果気体の増加によって気温が上昇すると、それに伴って大気にいろいろな変化が生じ、それがまた気温変化に跳ね返る、フィードバック現象が考えられる。この過程は複雑で、

しだいに精密になってきた気候モデルでもまだ部分的にしか取り入れられていない。温室効果気体の増加によって起こるのは、気温上昇だけではなく、気圧配置や降水量なども変化する。しかも、その変化は地域的に異なる。この予測は、より精密な気候モデルによらなければ信頼度は低いとしながらも、IPCCの報告書では、2030年に産業革命前からの気温上昇が地球全体の平均で 1.8°C 上昇したときの地域的気候変化を、図・3の地域について次のように挙げている。

(a) 北米中央部 ($35 \sim 50^{\circ}\text{N}$, $85 \sim 105^{\circ}\text{W}$)

気温上昇：冬 $2 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 、夏 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 。降水量：冬 $0 \sim 15\%$ 増、夏 $5 \sim 10\%$ 減。土壌水分：夏 $15 \sim 20\%$ 減。

(b) 南アジア ($5 \sim 30^{\circ}\text{N}$, $70 \sim 105^{\circ}\text{E}$)

気温上昇：1年を通して $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 。降水量：冬変化小、夏 $5 \sim 15\%$ 増。土壌水分： $5 \sim 10\%$ 増。

(c) サヘル ($10 \sim 20^{\circ}\text{N}$, $20 \sim 40^{\circ}\text{E}$)

気温上昇： $1 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 。降水量：地域平均夏増。土壌水分：夏減。しかし、地域全体では増加と減少の双方がある。

(d) 南ヨーロッパ ($35 \sim 50^{\circ}\text{N}$, $10^{\circ}\text{W} \sim 45^{\circ}\text{E}$)

気温上昇：冬 2°C 、夏 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 。降水量：冬増加の兆向、夏 $5 \sim 15\%$ 減。土壌水分：夏 $15 \sim 25\%$

減。

(e) オーストラリア (12~45°S, 110~155°E)

気温上昇：夏 1~2°C, 冬 2°C。降水量：夏 10%増。地域内の変動大。

日本付近については、気象庁の気候温暖化検討部会の検討結果によると、2030年には1.2~3.0°Cの気温上昇が見られ、冬の寒気の吹き出しは弱く、夏のモンスーンは強まるが、梅雨や台風の変化は今後の研究課題である。

5. 気候温暖化の影響と対策

温室効果気体の増加によって引き起こされる気候の変化は、上述のように気温上昇だけでなく降水量や蒸発量をも変化させる。したがって、その影響は多岐にわたり、地域的にも差異があり複雑である。しかし、地球規模の影響の主なものは、植生および農業地帯の分布の変化、中緯度地帯での干ばつの激化、海水位の上昇などが挙げられる。植生や農業生産に及ぼす影響については、内嶋教授の解説（後出）に詳しく述べられているので参照していただきたい。

海面上昇量は当初予想より小さいが、2030年には40~60 cm, 21世紀の末には1 m以上に達する。もし1 m上昇すれば、海岸に面した低地の水没などのために、GNPに対して米国では2.8%, オランダ2.3%, バングラデシュではじつに28.5%に及ぶ被害が出ると予想されている。

亜寒帯の森林は生長量が増加し、凍土地帯がタイガに変わる所が多く、アイスランドではその面積は482%に達し、シラカンバやトウヒが全土を覆うという推定もある。日本では、夏に熱帯夜が全国的に多発するなどの影響が現れる。

このように、温室効果気体の濃度増加の影響は功罪いろいろな面があるが、数十年から100年ぐらいの短期間に大きい気候変化が起これば、世界の社会・経済にも大きな影響を及ぼす。そこで、1990年10月にジュネーブで開かれた第2回世界気候会議で温室効果気体、特にCO₂の排出量の規制が検討された。しかし、CO₂は化石燃料の燃焼によって発生し、世界の一次エネルギー源の88% (1986年)を占めている。その他のエネルギー源と

しては原子力が約5%, 自然エネルギーなどが約7%である。発生したガスを固定する脱硫・脱硝のような装置や技術が、CO₂については、まだ実用的なものが開発されていないので、CO₂濃度の上昇を止めるには、化石燃料の消費量を減少することと、森林面積を拡大することが考えられる。CO₂を大気中から除去する技術の開発が急がれるが、現状でも、効率のよい燃料使用による化石燃料の消費節減を進めることが必要である。現在の同一GNPあたりの化石燃料の消費量を見ると、最大の中国は最少の日本の10倍である。先進国から開発途上国への技術移転によるエネルギー消費の節約も、今後の重要な課題の1つとなる。また、原子力や水力などの化石燃料以外のエネルギー資源についても、化石燃料の代替の視点から検討が必要である。また地味ではあるが、個人個人の石炭や石油の節約の努力も重要である。

第2回世界気候会議で、化石燃料の使用量を現状で固定することについて、1992年を主張する西欧諸国の発議が合意を得られず、米国はついに目標となる年度を決めることなく、その代わり10億本の植林を提唱するにとどまったのは、この問題の難しさを示している。

(かわむら たけし・筑波大学地球科学系/教授)

気候変動による環境・社会影響に関する 国際会議 (CIES) のお知らせ

本年1月27日~2月1日、筑波大学大学会館(茨城県つくば市)において開催されます(英語)。気候変動の影響は広範囲に及びますが、各分野の研究者・関係者が一堂に会し、討論・意見交換が行われる意義深いものです。30, 31日には、「生物圏・農林水産業への影響」をテーマとした研究発表会が予定されています。当日参加(20,000円、予稿集代等含む)も可能です。詳細については、筑波大学河村研究室(☎0298-53-4400)までお問合せください。

編集部

地球の温暖化と日本の気候・森林

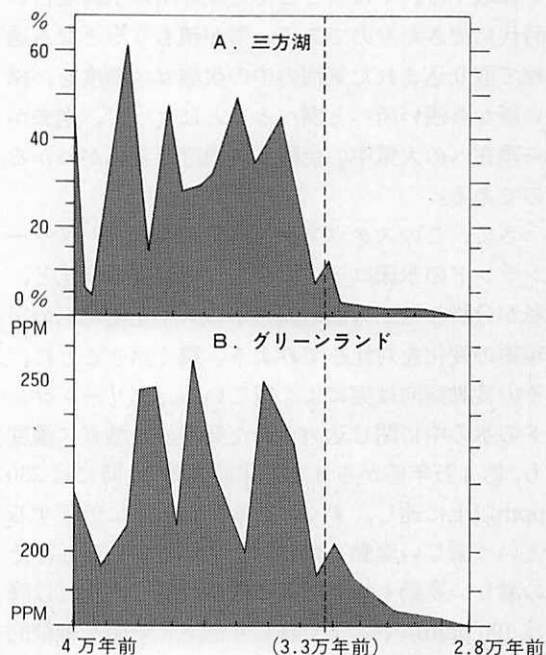
1. 炭酸ガス濃度の変化と日本の森林

大気中の炭酸ガスの濃度が上昇すると、温室効果によって、地球が温暖化し、これが日本の森林にも重大な影響をもたらすのではないかという予測がささやかれている。だが、本当に炭酸ガス濃度の上昇は、日本の森林に大きな影響を与えるのであろうか。本当に過去においても炭酸ガス濃度の変動は、日本の森林に重大な影響を与えたのであろうか。もし過去においてもそのような事実が発見されたなら、来たるべき未来に、炭酸ガス濃度の上昇は、日本の森林に重大な影響を与えることは必至であるとみなさなければならない。近年、筆者はこの点について重大な事実の発見をした¹⁾ので、まずこのことからこの報告を書き始めたい。

スギの花粉は、花粉症の元凶として近年いちやく悪名をとどろかせた。大きさは0.03ミリ前後の球形で、でべそのように突出した突起を1個持つ。スギの花粉のみでなく多くの花粉は、厚さ0.001~0.002ミリ前後の膜を持っている。これを花粉膜という。この花粉膜は化学的に大変安定したスポロポレニンという物質でできているため、花粉の形が崩れることなく長い間保存される。とりわけ花粉が落下した場所が湖底や湿原のようなオゾンや酸化作用の影響を受けにくい所では、湖底や湿原の泥の中に、何万年・何千万年でも、元の形を維持して保存される。私たちはこうした湖底や湿原にボーリングをして湖底の泥や湿原の泥炭を連続的に採取し、その泥の中に含まれている花粉を抽出して顕微鏡で調べる。湖底や湿原では深い所の泥ほど古い時代に堆積し、しだいに浅く

なるにつれて泥の年代は新しくなる。深い所から浅い所へと順番に花粉を抽出し、どんな種類の花粉がどれくらい含まれているかを調べることで、過去から現在への森林の変遷や気候の変化を明らかにすることができるのである。こうした方法を花粉分析という。

図・1(A)は三方湖の湖底から採取した泥の中に含まれるスギの花粉の変遷を、約4万年前から2.8万年前の間について示したものである。スギの花粉の出現率は約4万年前から3.3万年前の間、



図・1 三方湖の湖底堆積物の中のスギの花粉の出現率の変化(A)とグリーンランドの氷床のコア中の炭酸ガス濃度の変化(B) (安田 1990)¹⁾

激しい変動を繰り返している。時には60%以上の出現率を示したかと思うと、10%以下にまで落ち込む。こうした激しいスギの花粉の出現率の変化は、約4万年前から3.3万年前の間、スギの森が激しい拡大・縮小を繰り返したことを示している。そして約3.3万年前、スギの花粉の激しい変動は終了し、スギの花粉の出現率は5%以下にまで著しく低下し、その状態が長く続く。このように三方湖の泥の中に含まれる花粉化石の分析の結果、約4万年前から3.3万年前までは、スギの森が激しい拡大と縮小を繰り返した時代であり、その激しい変動の時代は約3.3万年前に終了し、それ以降はスギの森は著しく縮小したことが明らかとなった。

一方、図・1(B)にはグリーンランドの氷の中に含まれている気泡の中の炭酸ガス濃度の変動を、スイスのベルン大学のスタウファー博士らが分析したものである。毎年毎年降り積もる雪は巨大な氷の層(氷床)となっており、グリーンランドを厚く覆っている。この氷床にボーリングをして氷のコアを採取する。やはりここでも深い所の氷ほど古い時代にできたものである。雪が積もり氷となる過程で取り込まれた気泡の中の炭酸ガス濃度を、深い所から浅い所へと調べることによって、過去から現在への大気中の炭酸ガス濃度の変化がわかるのである。

さて、このスタウファー博士らが行ったグリーンランドの氷床コア中の炭酸ガス濃度の変化と、私が分析した三方湖の泥の中のスギ花粉化石の出現率の変化を対比してみよう。驚くべきことに、その変動傾向は実によく似ている。グリーンランドの氷の中に閉じ込められた気泡の炭酸ガス濃度も、約4万年前から3.3万年前の間に、時には250ppm以上に達し、すぐに200ppm以下に低下するという激しい変動を繰り返している。しかし、その激しい変動も約3.3万年前に終了し、それ以降は190ppm以下にまで著しく低下した値を継続的に示すのである。

グリーンランドの氷床中の炭酸ガス濃度の変動は、汎世界的な気候変動の傾向を示していると見

てよいであろう。約4万年前から3.3万年前の間は、地球上の大気中の炭酸ガス濃度が60ppm以上の落差でもって激しく変動した時代であり、約3.3万年前以降は炭酸ガス濃度は著しく低下した。一方、三方湖の泥の中のスギの花粉の出現率も約4万年前から3.3万年前の間は、40%以上の落差でもって激しく変動した。しかしその変動はやはり約3.3万年前に終了し、それ以降は出現率が著しく低下した。

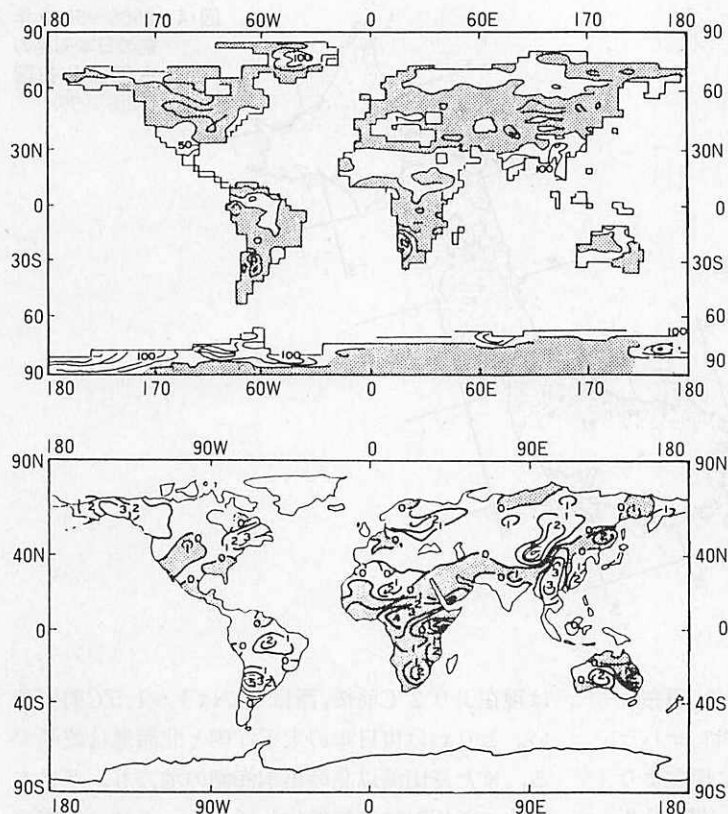
三方湖のスギの花粉の出現率の変化は、日本列島のしかも三方湖周辺というきわめて局地的な森の変化を示しているにすぎない。しかし、その局地的な森の変化は、汎世界的な炭酸ガス濃度の変化と、きわめて密接なかかわりを持っていたのである。

このことは、現在汎世界的に引き起こされている大気中の炭酸ガス濃度の増加は、必ず近い未来に日本の森林にも重大な影響を与えることを立証している。それではその近未来に引き起こされる変化とは、一体どんな変化なのか。この点について見てみよう。

2. 花粉分析結果によるシミュレーションの検証

大気中の炭酸ガス濃度が2倍になると、地球の平均気温は1.8~3.5℃上昇する可能性が指摘されている²⁾。そしてその気温の上昇は、土壤水分量に重大な影響を与えると予測されている。土壤水分量は農業生産に不可分のかかわりを持っており、その変化予測は、未来の世界の食糧事情を考えるうえで、きわめて重要な意味を持っている。ところが、この土壤水分量の変化予測結果には、まったく相反する結果が報告されている。図・2には、大気中の炭酸ガス濃度が2倍になったときの6~8月の地球上の平均土壤水分量の予測結果を示した。図・2(上)の予測結果では、地中海沿岸、ギリシア、トルコで土壤水分量は低下し、乾燥化する。一方、サハラ砂漠やアラビア砂漠は逆に現在よりも湿った状態となる。

ところが、図・2(下)の予測結果は、これとはまったく反対の結果を示している。地中海沿岸やギリシア、トルコは湿潤化し、むしろサハラ砂漠や



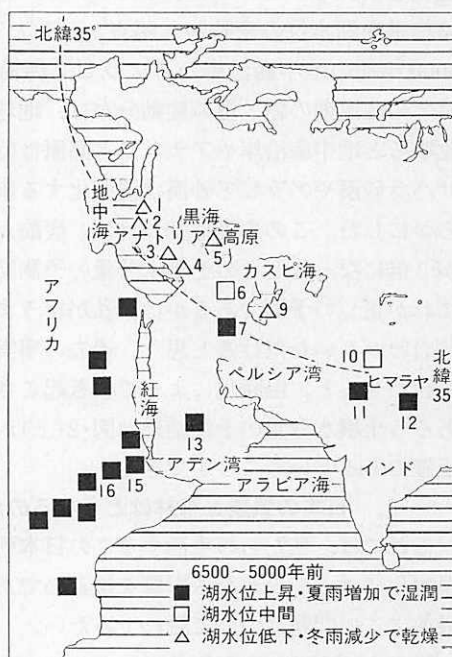
図・2 炭酸ガス濃度が2倍になったときの地球上の6～8月の土壌水分量の変化の予測(田中1989)²⁾

影のついた部分が現在よりも乾燥化し、白い部分は現在よりも湿潤化する。予測結果は、上図と下図でまったく正反対の結果を示している。

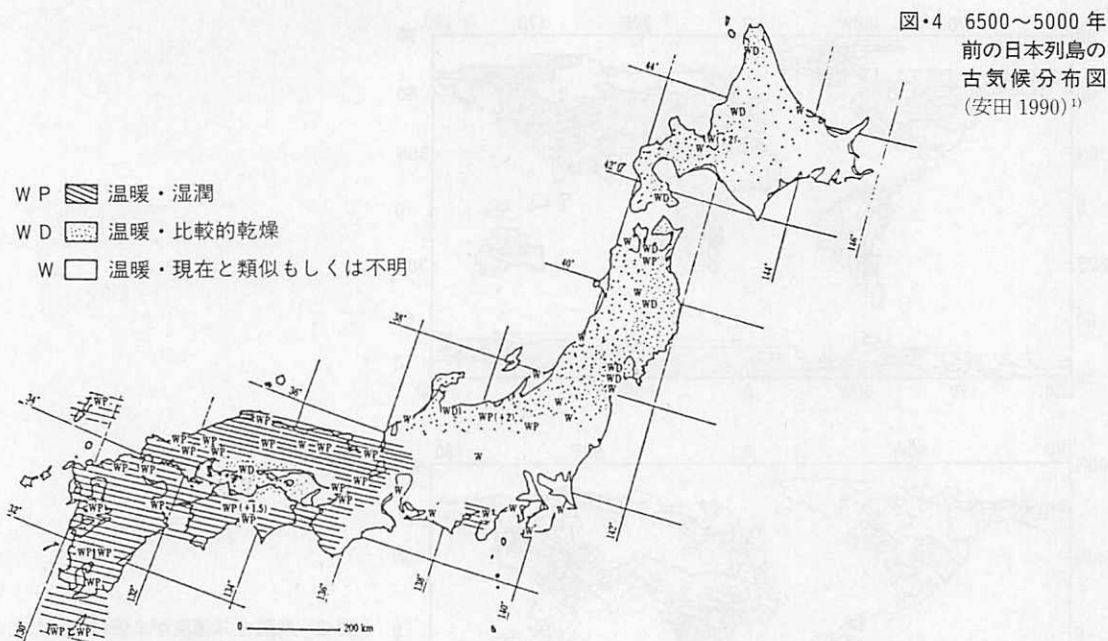
アラビア砂漠が乾燥化する。このように、まったく正反対の結果が提示されている。

炭酸ガス濃度の増加が、どのような土壌水分量の変動をもたらすかを予測することは、いかに困難であるかがよく示されている。だが、炭酸ガス濃度の増加が人類に与える影響の中で、人類がもっとも大きな打撃を被るのは、極地の氷床の融解に伴う海面の上昇もさることながら、なによりも農業生産力に重大な影響をもたらすこの乾・湿の変動によってである。

花粉分析による過去の気候変動の研究は、この地球温暖化に伴う乾・湿の変動予測についても、重要な示唆を提供している³⁾。6500～5000年前は、ヒブシサーマル(気候最適期)と呼ばれる高温な時代だった。地球上の平均気温は現在より2～3℃上昇したと考えられている。図・3は、この6500～5000年前のギリシア、トルコ、中近東地方の乾・湿の分布を復元したものである。6500～5000年前の高温期に、ギリシアやトルコなど大略、北



図・3 6500～5000年前の地中海沿岸からアラビア海沿岸にかけての乾・湿の分布図(安田1990)³⁾



緯 35 度以北の地中海沿岸や内陸アジアは、現在より乾燥した気候にみまわれた。これに対しサハラ砂漠やアラビア砂漠などの地方は、逆に現在より湿潤な気候だったことが示されている。花粉分析の結果や湖水位の変動から明らかにした 6500～5000 年前の地中海沿岸からアラビア海沿岸にかけての高温期の乾・湿の変動分布は、地球が温暖化すると地中海沿岸やアナトリア高原は乾燥化し、サハラ砂漠やアラビア砂漠は湿潤化する事実を明らかにした。この事実に基づけば、炭酸ガス濃度が 2 倍になったときの土壤水分量の予測結果のいずれが正しい予測であるかは、私が言うまでもなくおわかりいただけると思う。過去の事実を照らし合わせると、温暖化によって引き起こされるであろう土壤水分量の予測結果は図・2(上)が、より正確であるといえることができる。

3. 日本の気候と森林はどうなるのか

それでは、私たちの生活するこの日本列島は、温暖化によっていかなる影響を被るのであろうか。最後にこの問題について触れてみたい。

図・4 は、6500～5000 年前のヒブシサーマルの高温期の日本列島の古気候分布を花粉分析の結果から復元したものである。年平均気温は、東日本で

は現在より 2℃前後、西日本では 1～1.5℃前後高い。とりわけ東日本の太平洋側と北海道は乾燥する。また富山湾以北の日本海側の地方も、西日本に比べて相対的に乾燥化している。これは冬季の積雪量が減少したためとみなされる。一方、西日本でも瀬戸内海沿岸は乾燥化するが、それ以外の西日本は湿潤気候が支配的であり、台風などによる豪雨の多発が見られた。これとまったく同じ状態が炭酸ガス濃度の増加に伴う温暖化の結果、近未来に引き起こされるとは断定できない。しかし、北海道や東日本が相対的に西日本に比して乾燥化し、西日本が台風や豪雨にたびたびみまわれ、日本海側が豪雪の被害を被る機会が少なくなる可能性は高い。

図・5 は、年平均気温が 2℃上昇したときの日本列島の森林帯気候の分布を示したものである。東日本ではブナ林が著しい分布域の縮小を余儀なくされる。北海道では温度的にはブナ林の分布域は拡大するが、すでに述べた気候の乾燥化が分布域の拡大を妨げる。日本海側の積雪量の減少と夏季の高温・乾燥化は、ブナ林の生育に大きなダメージを与えるだろう。これに対し、ナラ類やクリそれにモミ・ツガなどを含む暖温帯落葉広葉樹林が



図・5 年平均気温が2℃上昇したときの日本列島の森林帯気候の分布 (安田 1990)¹⁾

東日本に拡大する。土壌水分条件の乾燥化により強いナラ類がブナにかわって拡大する。

西日本ではカシ類・シイ類を中心とする照葉樹林が拡大する。また豪雨にみまわれる太平洋側や、山陰地方にはスギ林が拡大する。スギは高温と多湿それに豪雨によって引き起こされる不安定斜面の出現によって、生育地を拡大する。しかし、西日本の太平洋側のブナ林は、分布域の著しい縮小を余儀なくされるであろう。

このように高温期の到来によって、もっとも大きなダメージを被ると予測されるのはブナ林である。それに拍車をかけているのが、伐採である。21世紀の来たるべき温暖化の時代に向けて、ブナ林の保護はますます重要な課題となるだろう。これに対し、スギやナラ類それにカシ類・シイ類は逆に繁茂することができよう。近年の異常なスギの花粉症の多発は、高温期の到来に伴うスギの繁栄期の前兆なのかもしれない。

そして海面の上昇は内湾の拡大をもたらし、これまでの水辺のヨシ群落などを後退させるであ

う。海進の被害を食い止めようとする人間の護岸工事の活発化によって、海岸やデルタの植物群落は、壊滅的な被害を被るだろう。

しかし、同時に内湾を中心とする海の文化が見直され、地方文化が発展するであろう⁴⁾。とりわけ豪雪の被害から解放される日本海側は、来たるべき高温期の21世紀の日本を担う重要な地域となるだろう。21世紀の高温期は、環日本海文化圏の時代が訪れるだろうと、私は予測している。

(やすだ よしのり・国際日本文化研究センター)

引用文献

- 1) 安田喜憲：気候と文明の盛衰，朝倉書店，1990
- 2) 田中正之：温暖化する地球，読売新聞社，1989
- 3) 安田喜憲：森林の荒廃と文明の盛衰，思索社，1988
- 4) 埴原和郎編：日本人新起源論，安田喜憲執筆の章参照，角川選書，1990
- 5) 安田喜憲：人類破滅の選択，学習研究社，1990

森林と環境変動

環境問題は政治、経済を動かすほどまでに重要視され、多くの雑誌で盛んに地球の環境問題が特集で取り上げられている。月刊『エコノミスト』9月号の特集も「地球が亡びる」である。ただし、1970年（昭和45年）9月号である。このことは、環境に与える人類の生産活動と人口増加の影響問題が決していま始まったわけではないことをよく示している。しかも、この雑誌の内容はきわめて今日的である。地球の汚染問題を記述している（故）三宅泰雄先生の見出し、“増え続ける炭酸ガス、大気の汚濁も増す、農場からの汚染、海は廃棄物の墓場か、動く汚染源・自動車、降りそそぐ酸性の雨”など20年前の論説とは思われない。ただこの特集号では、先進諸国における森林の衰退、発展途上国における熱帯林の減少は取り上げられていない。そこで、ここでは、近年特に注目されている熱帯林と二酸化炭素の問題、ヨーロッパの森林の衰退と日本のスギ林の衰退を中心に述べようと思う。

二酸化炭素問題

産業革命前の大気中の二酸化炭素濃度は0.027%前後であったが、近年は0.035%を超え、年に0.001%以上の割合で増え続けている。二酸化炭素は温室効果ガス（太陽によって暖められた地球からの放熱を妨げるガス類、最近ではメタンや亜酸化窒素なども注目されている）の一つとして知られており、濃度上昇が地球の温暖化を招くとして、現在では二酸化炭素の排出規制問題にまで発展している。

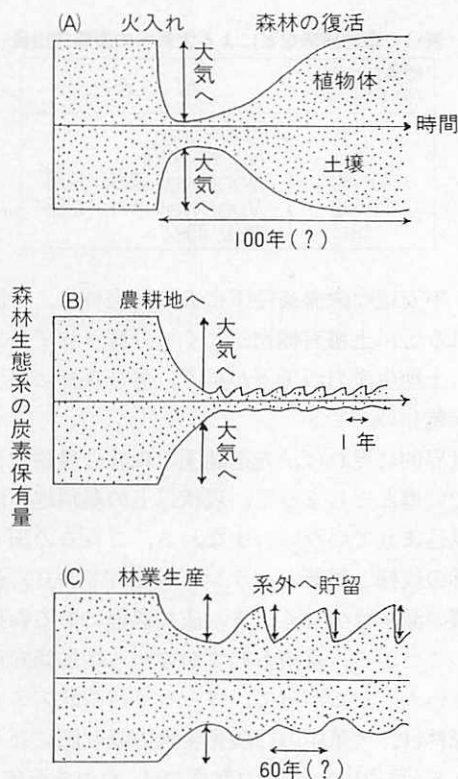
それでは、大気中の二酸化炭素濃度の上昇と地

球の温暖化がいわれている中で、私たちは森林をどのように評価する必要があるのだろうか。

森林の成長は、森林を構成する個々の葉の光合成による有機物生産によっている。光合成は、太陽エネルギーを利用して、二酸化炭素と水から炭水化物を作り、酸素を放出する。光合成の化学反応式から計算すると、1kgの植物体を作るために、およそ1.6kgの二酸化炭素を吸収し、およそ1.2kgの酸素を放出する。それでは、森林の成長によってどの程度のガス交換が行われているのだろうか。

森林の成長は、土地の栄養条件、気象条件、土壌条件などによって異なるので、およそのことしかわからない。日本の森林の場合、1haで1年間に15～30tの二酸化炭素を吸収して、11～23tの酸素を放出している計算になる。この値は、1haの森林でおよそ40～80人分の呼吸に必要とする酸素量である。この酸素放出量から森林の公益的機能がしばしば過大に評価されている。しかし、酸素は人の呼吸ばかりでなく、工業活動によって大量に消費される。したがって、もし、東京23区の酸素消費量を森林で賄うとすると、東京23区の面積のおよそ20倍以上の森林を必要とするという。酸素は大気中におよそ21%も含まれているので、森林がなければ酸素が不足するというような事態は起こりそうもない。問題は空気中におよそ0.035%しかない二酸化炭素にある。

森林の炭素収支をもう少し詳しく見てみよう。光合成生産によって作られた有機物が葉、枝、幹、根に分配されて成長を続け、その過程で落葉、落



図・1 森林へ人為インパクトを与えたあとの炭素保有量変化

枝が土壌有機物として蓄積される。したがって、このような森林は大気中の二酸化炭素を有機物の形で貯留し、最大の貯留量になるまで増え続ける。十分に発達した極相の森林では、現存量（一定面積当たりの有機物量）がほぼ一定となり、巨大化した幹や枝の呼吸による有機物の消費、枯れていく木の分解も大きくなるので、光合成生産による二酸化炭素の固定量と呼吸や分解による二酸化炭素の放出量が、同じ程度になってしまう。すなわち、十分に発達した森林は二酸化炭素の吸収側でも放出側でもないことになる。ただし、一定の有機物量を現存量として保有しているので、伐採して燃やしてしまわないかぎり、大気中の二酸化炭素を有機物のかたちで貯留していることになる（図・1）。これは、倉庫に荷物がいっぱい詰まった状態で、中の荷物を取り出さないかぎり、もう荷物を詰め込むことができないことと同じである。この倉庫の大部分が樹木の幹にあたるが、日本の

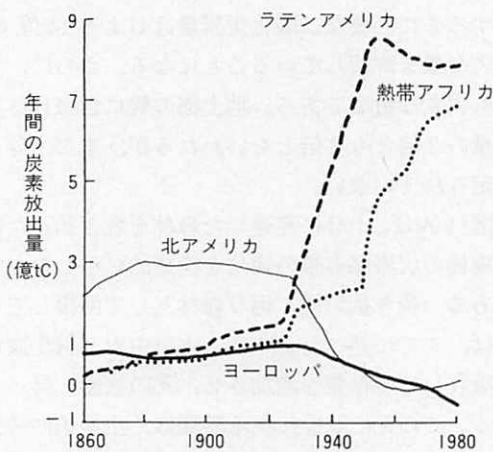
森林の幹の量はおよそ 19 億 m^3 、これだけの幹を生産するのに必要な二酸化炭素量はおよそ 14 億 t 、膨大な量を貯留していることになる。さらに、土壌も大きな倉庫である。地上部の幹に含まれる炭素量の 2 倍とも 3 倍ともいわれるが、まだ十分に推定されていない。

図・1 (A)は、十分に発達した森林を焼き払った後の森林の炭素保有量の変化を模式的に示したものである。焼き払い後、再び森林として回復していけば、すでに述べたように、大気中の二酸化炭素を吸収して現存量を増加させ、元の状態へ戻っていく。この元の状態に戻る時間は、土地条件や気候条件によって著しく違う。

熱帯では、一般的に土壌有機物の現存量が少なく、落葉、落枝の分解が早いので、森林破壊後の土壌有機物の減少が著しい。したがって、回復には温帯の森林よりもっと時間がかかるという。特に、乾期と雨期のある地域の森林では、森林破壊後、強雨によって土壌が押し流されてしまい、植生の回復もないまま荒廃地となってしまう。

図・1 (B)からも明らかのように、農地として作物を栽培する場合、毎年収穫が行われるので、その土地に残される有機物はたいへん少ない。品種改良と高度な栽培技術によって、成長速度が早く収穫量の多い作物の生産は、食糧問題の解決にきわめて重要である。しかし、大気中の二酸化炭素濃度とのかかわりでは、農地の役割はほとんどないといえよう。1年間の成長期間を考えれば、作物は盛んな光合成生産を通じて大気中の二酸化炭素を固定していることになる。しかし、秋に収穫され、家畜あるいは人の食糧となることは、固定された二酸化炭素が再び呼吸によって大気に戻されていくことを意味する。

林業は、森林が成長過程にある途中で木材を取り出すが、再び旺盛な光合成生産によって大気中の二酸化炭素を固定し、蓄積を増やしていく（図・1 (C)）。林業と大気中の二酸化炭素問題にとって重要なことは、木材が建築材として利用されることにある。すなわち、林業生産の場以外に木材を取り出し、家屋などに炭素として貯留していくこと



図・2 地域別炭素放出量の年変化
(Houghton ほか, 1983)

に意味がある。しかし、紙パルプとしての利用は、短期的には二酸化炭素の放出源とはならないが、やがて燃焼されて大気中に戻されるので、事情が変わってくる。紙としての耐用年数を長くすることが重要で、効率的な再生紙生産技術の開発は、森林の伐採量を減らすばかりでなく、できるだけ長く紙の中に炭素（二酸化炭素）をとどめておくこととして重要であろう。

すでに述べたように、森林の取り扱いが木材の需給問題ばかりでなく、大気中の二酸化炭素濃度の調節にかかわる地球レベルの問題として論議されるようになった。特に、熱帯地域の森林の減少と砂漠化は、その地域住民の生存問題ともなっている。ここで、世界の陸上生態系の炭素動態について見てみよう。

世界の陸上生態系の炭素保有量を評価することはたいへん難しく、おおまかな値しかわかっていないが、植生に 5000 億 t C、土壌に 1380 億 t C という。このうち、熱帯地域が植生で 46 %、土壌で 11 % を占めている。熱帯地域で土壌の炭素保有量が少ないのは、熱帯の気候特性にある。熱帯では、年間を通じて気温が高いので、土壌に供給される落葉、落枝はすぐに分解されて、土壌にあまり残らない。動物、植物相が豊かな熱帯林は、壊されてもすぐに再生していく生命力にあふれた自然と思いがちである。しかし、土壌有機物が少な

表・1 森林破壊などによる大気への炭素放出量

炭素放出量 (億 t C/年)	出 典
2～4	Bolin, 1977
16	Wong, 1978
40～80	Woodwell ほか, 1978
11～19	Woodwell ほか, 1983
18	依田, 1982

く、不安定な栄養条件下にある熱帯林は、一度壊されると、土壌有機物がすぐに分解されてしまって、土地生産力の低下が早く、再び森林に戻すことが難しい。

世界的に見れば、先進諸国の森林の農耕地化はすでに進んでしまって、現状以上の農耕地の増加は見込まれていない。すなわち、これらの国では、森林の伐採と更新のバランスがとれており、森林面積の減少は少なく、また成長過程にある森林が多いことから、蓄積もわずかながら増加傾向にあるという。したがって、ヨーロッパや北アメリカの森林は、大気中の二酸化炭素の吸収圏になりつつある(図・2)。わが国の森林では、およそ毎年 0.3 億 t に相当する炭素が固定されているという。

一方、南アメリカや熱帯アフリカは森林の伐採と転用が著しく、両大陸から、炭素量にして年間 15 億 t が大気中に放出されている(図・2)。こうした推定値は研究者によって異なっており、2 億 t C から 80 億 t C と著しく違う(表・1)。推定値の精度が年々上がっていくとすれば、年間およそ 18 億 t C に相当する二酸化炭素が大気中に放出されていることになる。この量は、世界の化石燃料の消費量とほぼ等しいことになり、熱帯地域の森林保全問題の解決が急務となっている。

熱帯地域の二酸化炭素の放出原因は、熱帯地域の急激な人口増加のため、燃料および食糧生産の場合への需要が高まり、森林が伐採され、転用されていくことにある。燃料として伐採される木材量は、全伐採量の 80 % にも達するという。また、乾期と雨期の明瞭な地域では、過度の焼き畑の繰り返しと雨期の強雨による土壌流亡から、土地生産力の低下が著しく、草地化してしまって森林に戻らない地域が急速に増えている。こうした森林面

積の減少は、毎年ほぼ 113,000 km² (毎分 21 ha) という驚異的な数値である。

熱帯林の保全をどのように行っていくかが大きな問題であろう。

森林の衰退問題

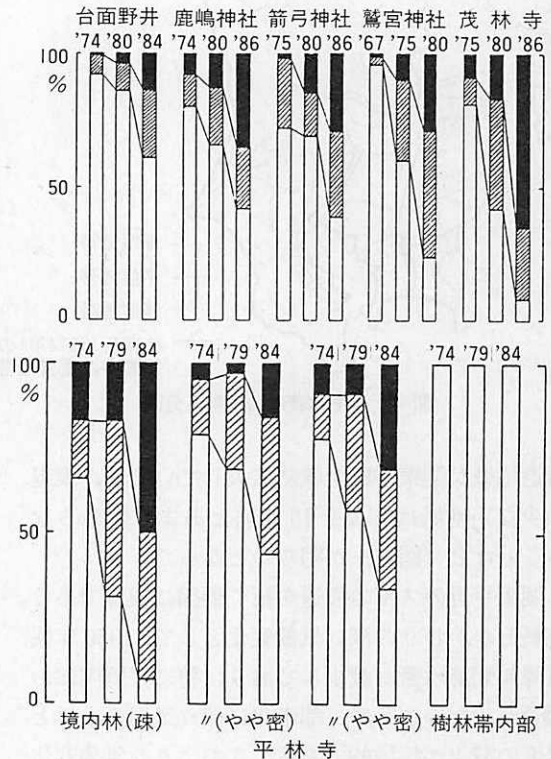
1980 年ごろからヨーロッパの山岳地帯で原因不明の衰退が起ころはじめ、衰退原因が酸性雨といわれた。これは北欧諸国の湖沼の酸性化が顕在化したためである。しかし、その後の調査研究で、衰退原因が酸性雨単独ではないことも明らかになりはじめた。衰退が山岳地帯の尾根筋のような酸性雨の影響を受けやすい貧栄養土壌の地域ばかりでないことから、酸性雨以外の要因も調査された。例えば、平地のオゾン濃度は日変化があるが、アルプスの高海拔地域では高濃度で一定になって停滞することなどもわかりはじめた。また、いろいろな林分の年輪成長調査から、衰退よりむしろ成長のよい林分もあることがわかり、酸性雨による施肥効果などのプラス面もいわれるようになった。そのため、衰退要因については決め手がつかめていない。

衰退が複合的な要因であるという立場から、人工的な酸性雨とオゾンを長期暴露する実験が数多く行われているが、期待に反して被害が再現できない悩みを抱えている。

一方、日本の森林について、衰退の程度や進行状態など十分に調べられていない。現在、衰退が問題となっているのは、関東、北陸、関西の平野部のスギ林で、特に関東平野の社寺林、屋敷林の衰退が著しいといわれている。ヨーロッパの場合、森林の主要な構成種であるモミヤトウヒなどの衰退が山岳部で起きているのに対し、関東のスギの場合、平野部に限られている特徴がある。また、ヨーロッパの森林の衰退は、土壌層が薄く、貧栄養土壌で著しいが、このような条件は関東平野のスギ林の場合と一致しない。

スギの衰退は樹高成長の止まった老齢木で起きていて、衰退地に補植された若いスギは成長が良好であることも特徴的である。枯損は、まず木の先端直下の葉の減少が目立ち、先端も丸くなって

□:被害無し 斜線:梢端に被害あり ■:樹冠の大半に被害あり

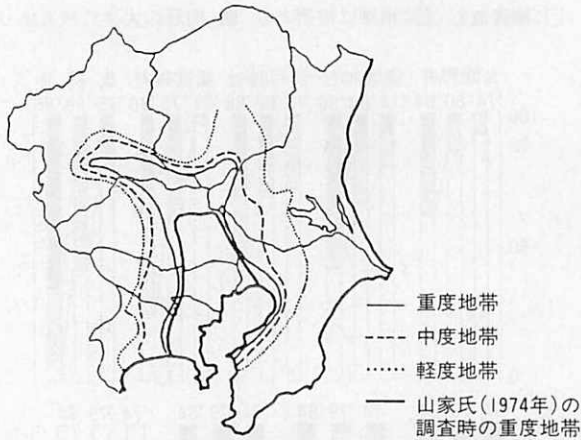


図・3 各調査地における衰退状況の経年変化

くる。やがて、枯損が樹冠の下の方に広がって先端も死んでいくのが特徴である。

このような衰退は、航空写真の経時変化解析から、1970 年代からはじまっていることが明らかとなっている (図・3)。この解析から、同じ地域内では、林の状況によって衰退の程度が異なり、比較的孤立状態にあってもばらな林のほうが樹林に囲まれた林より被害の進行が著しいこともわかった。同じ地域内に降る雨の性質はそれほど違いそうにないから、酸性雨以外の衰退要因を考える必要がある。汚染物質を含んだ大気が樹林を通過するとき、樹林がフィルターの役割を果たし、内部の林を保護することが考えられる。

衰退の広がりについて、森林総合研究所と環境庁が 1986 年に緊急実態調査を実施した。その結果、衰退が標高の低い平野部で起きていて、衰退の著しい地域が北西から西の方向に大きく広がっており、北東方向にはあまり広がっていないこと、



図・4 スギ林衰退の地帯区分図

衰退地域が関東平野全域に拡大しているが、衰退の少ない地域はおよそ10年前とあまり変わらないことなど(図・4)が明らかとなった。

関東平野のスギの衰退を招く要因は複雑である。成長とかかわりの深い気象変化として、1950年代以降年間降水量が減少しており、特に平野内部の雨量が少ないことや、都市化に伴う気温の上昇と湿度の減少が特徴的である。このような気象変化は、樹高の高い老齢木に生理的なストレスを与えている可能性がある。また、衰退分布と二酸化硫黄、二酸化窒素、オキシダントなどの大気汚染の濃度分布が比較的良好に一致することから、大気汚染による慢性的な被害もありうる。森林総合研究所の調査によると、衰退地域の土壌の酸性化はあまり進んでいないこと、樹冠部への酸性雨の直接影響はないことなどから、酸性雨の影響は考えにくいのではないだろうか。

これまで述べてきたスギの衰退は、屋敷林や社寺林のスギであることに注意する必要がある。すなわち、これらの林は面積的に小さく、森林とはいえない点である。都市化していく地域で孤立化する林の問題と、日本の山岳地域の森林と同じように比較することは難しい。日本のスギ林やヒノキ林、あるいは広葉樹林にまだ衰退は起きていないであろうが、衰退が起きてからの調査では遅すぎるので、現状を正確に押さえていくことが必要であろう。

また、衰退は気象変化や大気汚染ガス、酸性雨などの複合的要因によるとする結論では、衰退を止めることも大気汚染ガスの発生抑制に寄与する環境アセスメントの提言もできない。衰退過程を明確にし、各種要因の衰退にかかわる寄与度を明確にする必要がある。酸性雨の影響は少ないであろうが、少ないことの証明もまた必要である。

(もりかわ やすし・森林総合研究所
植物生態科/環境生理研究室長)

参考文献

- 1) 森川 靖: 1989, 森林と地球規模の炭素循環, 林木の成長機構 3(1), 27~47
- 2) Y. Morikawa, Y. Maruyama, N. Tanaka, and T. Inoue: 1990, Forest decline in Japan, mature *Cryptomeria japonica* declines in the Kanto plains, Proceedings of XIX IUFRO World Congress in Montreal, Div. 2, 397~405
- 3) 只木良也: 1974, 森林の生物——生産者(只木良也・赤井龍男編), 森—そのしくみとはたらき, 50~97, 共立出版

第37回林業技術コンテストについての予告

本会は、わが国林業の第一線で実行または指導に従事して活躍している林業技術者が、それぞれの職域において、林業技術の推進のため努力し、その結果得た研究の成果や貴重な体験等について具体的にその事例や成果を発表するために、『林業技術コンテスト』を開催しております。そして審査の結果、林業技術向上のために効果があり、成績が優秀と認められた方を毎年総会の席上で表彰しております。

参加資格者は次の各号の一に該当する会員です。

- (1) 営林署担当区主任、事業所主任またはこれに準ずる現場関係職員
- (2) 林業改良指導員(AG)あるいは、都道府県有林機関の現場主任またはこれに準ずる現場関係職員
- (3) 森林組合その他団体、会社等の事業現場で働く林業技術員

本年度は、平成3年4月20日までに各支部より、ご推せん方お願いいたします。

〔コンテストは平成3年5月下旬の予定〕

地球温暖化と熱帯林

——なぜ熱帯林が問題となるか——

1. 熱帯林の現状

森林の減少は地球上で顕著で、特に熱帯林は再生という目途もつかないままに急速に消失している。現在、地球の約45億haが森林で覆われており、そのうちの43%が熱帯地域にあり、熱帯雨林、熱帯季節林、熱帯サバンナなど水分環境（乾期、雨期）の変化に伴って区分される。また、立木の粗密で熱帯閉鎖林と熱帯疎林にも区分される。そのうち、熱帯雨林は約11億ha

表・1 1980～85年と1989年の熱帯林消失の推定速度¹⁾
(単位: 百万ha/年)

		FAO (1980～85) (%)	Meyers (1989) (%)
熱帯閉鎖林	アメリカ	4.339 (57)	7.68 (55)
	アフリカ	1.331 (18)	1.57 (11)
	アジア	1.826 (25)	4.43 (32)
	合計	7.496 (100)	13.86 (100)
熱帯疎林	アメリカ	1.272 (33)	
	アフリカ	2.345 (62)	
	アジア	0.190 (5)	
	合計	3.807 (100)	

表・2 地球上の植物現存量および生産量 (単位を改変)²⁾

大生態系群	面積 (10 ⁶ km ²)	現 存 量		生 産 量	
		平均 (t/ha)	総量 (10 ⁹ t)	平均 (t/ha/yr)	総量 (10 ⁹ t/yr)
熱帯多雨林	17.0	444	775	20	34
熱帯季節林	7.5	356	267	15	11
温帯常緑林	5.0	356	178	13	6.5
温帯落葉林	7.0	300	210	12	8.4
亜寒帯林	12.0	200	240	8	9.6
森林 小計	48.5	340	1,650	15	73.9
疎林・草原・砂漠	82.5	17	142.5	3.4	27.7
農耕地	14.0	10	14	6.5	9.1
その他	4.0	150.3	30.1	34	6.8
全陸地 小計	149.0	123	1,836.6	7.9	117.5
海 洋	361	0.01	3.9	1.6	55.0
総 計	510	3.61	1,840.5	3.2	172.5

を占めていて、面積の規模やバイオマス量からも熱帯雨林の重要性はうかがい知れる。ところが、年間の熱帯林の減少は1130万haと推計されている(表・1)。なかでも熱帯雨林(湿潤閉鎖林)の年間消失速度の高い国はラテンアメリカやアジアで、ブラジル(500万ha)、インドネシア(120万ha)、ミャンマー(80万ha)が挙げられる。特にブラジルでの消失速度は、他の国に比較して非常に高い。これら熱帯林の消失の主な原因は森林伐採後の土地利用転換で、約730万haは耕地化、草原化、プランテーション化され、乾燥熱帯地域では、農業と薪炭材の採取として約380万haが減少・劣化している。さらに、森林として把握されている中にも熱帯雨林では毎年約440万haが択伐され、二次林化し、劣化している。アフリカでは薪炭材の採取から農業に転換され、アジアでは移動焼畑耕作、ラテンアメリカでは過放牧が減少の要因となっている。熱帯林の減少の主な要因は、移動耕作などの農業であることが明らかである。また、熱帯林の土地利用転換

によってラテンアメリカ38%、アフリカ57%にも上る割合で荒地地が広がっていることも大きな問題である。

このような背景のもとで、熱帯林の減少・劣化は多様な森林の機能を減少させ、土壌の劣化、土壌侵食、大規模な洪水、生物種の消滅、林産物の供給量の低下、気候変動—温暖化など多面的な影響を地域環境ばかりでなく地球環境に与えている。

ところで、地球上の植物の現存量は全陸地で $1,837 \times 10^9$ tが存在するとされ、 $1,650 \times 10^9$ tが森林として存在している(表・2)。しかも、森林の年間生産量は 73.9×10^9 tで全陸地では

117.5×10⁹ tであり、特に熱帯林は1,042×10⁹ tの現存量と45.0×10⁹ tの年間生産量を示し、地球上の森林の年間生産量の約61%を占めている。樹木の約50%が炭素から成っており、約825×10⁹ tの炭素が樹木として固定され、約37×10⁹ tが年間森林に固定されている。なかでも熱帯林の炭素固定力が非常に大きいことがわかる。

大気中への年間炭素総排出量は化石燃料により55億t、森林破壊から16億tの合計71億tと推計されている。これをすべて固定させるためには、森林は177.5億t/年の純生産量がなければならない。したがって、森林の純生産量が1tあれば大気中の炭素は0.4t固定されるので、ヘクタール当たりの純生産量が約14tで、炭素固定能力が5.5tある森林を再生させるとして、その面積は12.9億ha/年という膨大な面積の造林が必要とされる。熱帯地域では1130万haの森林減少に対して、年間110万haと年間消失の10%が植林されているにすぎない。

2. 熱帯林の減少・劣化が大気組成に及ぼす影響

太陽からの日射エネルギーが大気と地表面に吸収されて熱に変わり、地表面から放射された赤外線の一部は大気中の温室効果ガスに吸収されて、地表を適度の温度に保っている。これに対して、人間活動によって大気中の温室効果ガスの濃度が高まり、地表の温度が上昇する現象を地球の温暖化をもたらし温室効果という。この温室効果ガスとは炭酸ガス、メタン、亜酸化窒素、オゾン、フロンガス類が代表的な物質である。

地球生態系の中で炭素の循環は単位10¹² t/炭素として石油・石炭・天然ガスが10,000の蓄積から毎年5.6使われて大気に放出される。大気中には750あり、海洋とは毎年100の収支バランスがある。海洋は600の蓄積がある。2,000の蓄積のある植物—土壌系では、大気との収支は約100/年で、植物—土壌系からの放出量がやや少ない。大気中の炭酸ガス濃度は、冬期の終わりに最高を示し、夏期の終わりで最低を示す。自然界の温室効果ガスは、炭酸ガスでは火事（焼き畑も含む）、メタンでは動物の糞尿と火事、亜酸化窒素は海洋と火事、一酸化炭素は火事などのかく乱による大気への放出が主な要因である。1940～50年までは、大気中の炭酸ガス濃度は安定していた。1960～80年までは炭酸ガスが増加した。しかし、その後はメタン、亜酸化窒素、フロン等の温室効果ガスの放出が炭酸ガスの放出に比較して際だって増加している。1989年に各温室効果ガスの占める割合は、炭酸ガス50%、メタン20

%, 亜酸化窒素5%, フロンガス類20%となっている。そのうち熱帯林の破壊によって、炭酸ガス15%、メタン15%、亜酸化窒素2～4%が放出されている²⁾。温室効果は炭酸ガスを1とすると、メタン10倍、亜酸化窒素100倍、フロンガス類は10,000倍の効果があり、現在炭酸ガス濃度の上昇とともにメタン、亜酸化窒素、フロンガス類の大気中での濃度の上昇が問題となっている。また、オゾンはフロン類により $O_3 + Cl \rightarrow ClO + O_2$ となり、オゾン層が破壊される。また $O_3 + H_2O \rightarrow O_2 + 2HO$ となり、HOは活性化が強い。オゾン層の破壊と他の温室効果ガス、特に炭酸ガスとメタンは今後加速的に増加する傾向を示し、その温室効果に果たす影響は大きい²⁾。

これら温室効果ガスは、森林が伐採されたり、焼かれたり、土地利用の転換が行われたりすることにより森林からの放出が加速されるが、一方、森林生態系には温室効果ガスの要素、特に炭素や窒素を固定する作用がある。温帯林では皆伐すると15年後に森林生態系における炭素の蓄積量は最小になり、170年後に回復する。裸地からの樹木の植栽後の生物体による炭素の蓄積量は、時間経過とともに急速に増加し、最高の蓄積後、少し減少する。

森林では落葉落枝が土壌表層に堆積し、しだいに分解することで有機物として土壌中に浸透し、蓄積される。これらの有機物もその乾物重量の50%から60%が炭素から構成されている。土壌表層の堆積有機物量は、熱帯常緑広葉樹林の3.7 t/haから亜寒帯針葉樹林の54.9 t/haと推定され、平均的には19 t/haあるとされる⁴⁾。また、森林土壌に含まれる炭素量は53～284 t/haと推計され、黒色土壌を除いて亜寒帯針葉樹林の土壌で多く、熱帯林ではその集積が少ないとされる⁵⁾。堆積有機物量や土壌炭素量は、気候帯や森林の違いにより異なるが、森林生態系は植物体としてばかりでなく、堆積有機物や土壌炭素としても炭素を固定し、炭素循環を通じて、降雨、樹冠雨、樹幹流、土壌水に溶存して液体として存在していたり、森林内の空気や土壌空気として気体—炭酸ガスとしても存在し、炭素のプールとしても無視できない。

このように、森林生態系は植物体や土壌有機物、土壌呼吸などによって大気に炭酸ガスを放出してもいる。大気と森林生態系とのインターフェイスにおける炭酸ガスの吸収量—放出量の収支により、森林生態系が炭酸ガスの吸収源、あるいは供給源となる。

植物を利用した炭酸ガス固定は、長期間で収支が0

表・3 炭素排出削減量と割合¹⁾

目 標	炭素排出削減量	総排出量に対する割合 ²⁾
熱帯林破壊の半減	830 ㉔(100 万t)	12(%)
第三世界における 1 億 3000 万haの植林	660 ㉕	9
先進工業国での 4000 万haの植林	200 ㉖	3
合 計	1,690	24

注：①年間総排出量は化石燃料から 55 億t、森林破壊から 16 億tの合計 71 億tと推計、②推計範囲の中間値、③1 ha当たりの年間炭素固定能力の平均値を 5.5 tと仮定。1000 万ha相当では成熟前に燃料として木が燃やされるため、炭素固定能力によるメリットはないものとする、④1 ha当たりの年間炭素固定能力の平均値を 5 tと仮定
出所：Worldwatch Institute, based on R.A. Houghton et al., "The Flux of Carbon from Terrestrial Ecosystems to the Atmosphere in 1980 Due to Changes in Land Use: Geographic Distribution of the Global Flux", *Tellus*, February/April 1987; Sandra Postel and Lori Heise, *Reforesting the Earth*, Worldwatch Paper 83(Washington, D.C.: Worldwatch Institute, April 1988); Sandra Brown et al., "Biomass of Tropical Tree Plantations and its Implications for the Global Carbon Budget," *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 16, No. 2, 1986.

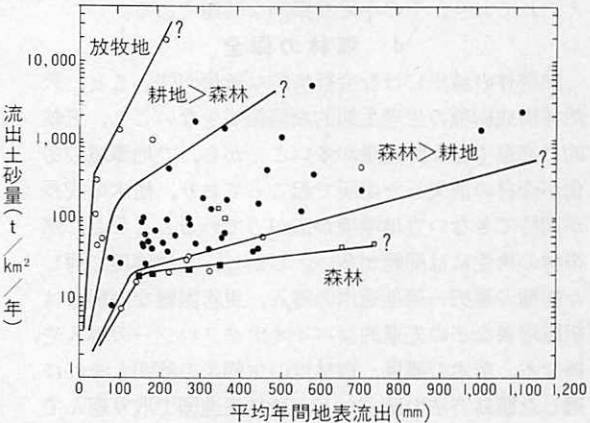
となるが、植物を利用することは、その資源が再生産可能であり、大気中に炭酸ガスを負荷しない点にある。さらに、森林面積を拡大することにより大気中の炭酸ガスの吸収・固定量を増加することになる。地球の温暖化の進行を遅らせるためには、減少率のもっとも高い熱帯林の減少速度を半減し、開発途上地域において約 1.3 億 ha、先進地域において約 0.4 億 ha の造林をする地球的な戦略によって、年間の炭素放出量を 24 % 削減することが可能であると推計されている (表・3)。

3. 熱帯地域の環境問題

森林が持つ機能あるいは交互作用に土壌の生成・成熟化があり、発達した自然土壌には水や土の保全効果があるが、森林がかく乱されたり、他の土地利用形態

へ転換したりすると、それに伴い土壌の劣化が起こる。森林の伐採に伴い堆積有機物・土壌有機物の急速な分解や土壌の圧密が起こったり、土壌の侵食と相まって養分の流亡が起こり、地力や土壌の保水機能は低下する。タイでは水分の蒸散により土壌中の塩分が地表に集積し、土壌の劣化と砂漠化が起こっている。この砂漠化は毎年約 600 万 ha 進行していると推計されている。また、湿潤熱帯では時間降雨強度が強く、土壌の侵食、流出と下流域への堆積をもたらす。実際、バングラデシュでは年間 24 億 t の土砂流入があり、大洪水が起きている。この土壌侵食は放牧地でもっとも強く起こり、安定した森林は侵食量も少ない (図・1)。

熱帯林生態系には既知の動植物種数の半分が含まれているとされるが、未知の生物種を含む動植物が 2000 年までに少なくとも 25～80 万種が絶滅すると予測され、熱帯アジアでは動物・植物の消滅は 12.9～43.0 万種と予想されている (表・4)。当然、これに伴う遺伝子資源の減少も生じると考えられる。現在未利用な遺伝子資源は、将来的には制ガン剤や天然の殺虫剤等、医

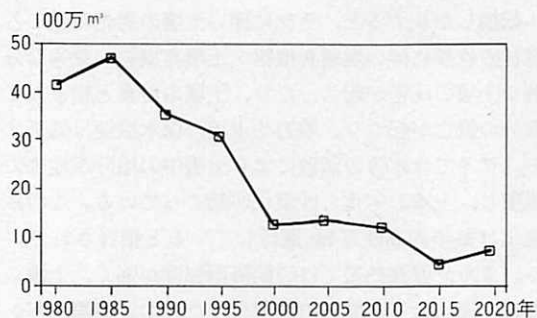


図・1 土地利用条件別の平均年間地表流出と流出土砂量との関係³⁾

表・4 2000 年までの動・植物の消滅予測⁴⁾ (単位：1,000 種、%)

地 域	種の総数	種の消滅率	消 滅 量
熱帯林			
ラテンアメリカ	300～1,000	33	100～333
アフリカ	150～ 500	13	20～ 65
南アジア、東南アジア	300～1,000	43	129～430
小 計	750～2,500	33	249～828(57%)
他の生息環境			
海岸、河川、非熱帯林、島等	2,250～7,500	8	188～625(43%)
合 計	3,000～10,000	15	437～1,453

資料：「西暦 2000 年の地球」、米国政府特別調査報告 (1980)
注：森林減少率最低のケース



図・2 熱帯アジアからの素材と製材合板製品の輸出予測¹⁾

学、農業、工業などの分野に重要な役割を果たすと考えられる。

また、今後の人口の増加と経済発展に伴う林産物の需要に対し、植物資源そのものが減少している。そして木材、産業用材、薪炭材、その他林産物供給機能の低下が起きている(図・2)。世界の木材生産量の半分は熱帯諸国で生産され、その8割は薪炭材とされている。この薪炭材は炭酸ガスの主な発生源である化石燃料に替わるものとして気候の安定化に重要であると考えられており、その不足は深刻な問題である。

4. 森林の保全

熱帯林の減少には社会経済的な背景が強いこと、天然林構成樹種の生理生態的な情報が少ないこと、気候的に高温で往々降雨量が多いことから、立地環境の劣化が森林の消失した場所で起こっており、樹木の成長が期待できない立地環境が広がっていることなど、熱帯林の再生には問題が多い。しかし、立地環境に適した樹種の選択一適地適木の導入、更新困難な樹種には組織培養などの先進的なバイオテクノロジーの導入や、挿し木、苗木の確保、造林地の生態系の解明とそれに適した植林方法の確立など、造林先進国で取り組んできた課題の応用が期待できる。立地環境が変化した地域では、早成樹種の植林により劣化した土壌を改良し、目的樹種を造林する。択伐跡地など森林が劣化した場所では、天然下種更新や孔状植栽、列状植栽など二次林のエンリッチメントを行い、このように改善された森林をコアに熱帯林の拡大再生を図ることができる²⁾。さらに社会経済的な問題では、森林の再生に長期の投資が必要であること、林業・農業・工業などの土地利用形態の空間配置を考えること、土地生産力を高め、人口圧を抑制することなどが重要である³⁾。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の熱帯林業に関するワークショップで、各地域の問題と森林の保全に関するまとめが行われた²⁾。それによると、ラテン

アメリカでは温室効果ガスの放出は主に森林破壊からであるが、環境問題は外債問題である。さらに環境問題は社会経済の問題を抜きには考えられない。エネルギー消費や工業生産物の増加が見込まれ、その開発により効果的な技術が必要とされている。

森林管理は劣化した土地の生産力を上げ、科学的な技術に基づく管理を行うこと、特にアマゾン地域の農耕地と牧場の土地生産性を上げる。持続的な木材生産と保全地域の保全方法を促進する。経済的、持続可能な利用域を特定し、自己持続可能な経済活動を考慮する。

アフリカではエネルギー利用からの温室効果ガスの放出は少なく、むしろバイオマス利用や土地利用形態からのガス放出が大きい。年間炭酸ガス放出量(10¹²炭素量)はエネルギーとして0.16、森林破壊から0.4、サバンナや草原の火入れから2.5となっている。草原の火入れはメタン、一酸化炭素、一酸化窒素などの温室効果ガスも放出している。そのために森林の保全は林業局の強化、林業、農業、牧畜業などの総合化や生産性の高い樹木一灌木一草群集とその管理システムを確立することである。

熱帯アジアと太平洋地域は非常に多様的で概括するのが難しいが、共通問題がある。①人口圧が森林の悪化の主な原因である、②移動焼き畑耕作は、他の世界に比較してもっとも広範に行われている、③産業伐採については、国家間での競争が急速な伐採を引き起こしている、④基本的に燃料に依存したエネルギー利用が多く多くの国でとられている。森林資源を増加させるためには、これら資源の保護が経済的に見合った割合であることが必要で、国家開発戦略のフレームワークの中で資源持続可能な考慮が必要である。森林破壊を減少させ、ガス放出を抑えるためには、①現行の政策や規則を実施する、②農業効率を高める、③アグロフォレストリーを導入する、④択伐による森林管理、⑤農業一工業系により地域住民の雇用機会を増やす、⑥地域住民に職業訓練を行う、⑦道路政策の検討、⑧旅行産業の促進、⑨国立公園、野生生物保護などを促す、⑩森林再生のための目標を確立する。

まとめとして、熱帯林の保全が以下の点において非常に重要である。

①国家経済と社会開発、②生物種多様性の保全、③局所と地域気候そして環境資源、④グローバルな気候安定性 (特に地球温暖化一炭酸ガス、メタンなどに対する熱帯林破壊の重要な影響に関して)。

そこで森林保全方法として、①人口の増加に伴う移住を止め、定着と活動を高める、②土地の生産性を高め、集約的な土地利用を通して森林への人口圧を減少させる。また、農業の強化により森林へのかく乱を抑制する、③森林伐採後の林地の利用転換をなるべく禁止する、④伐採・搬出による環境かく乱を最小にし、立地環境を保全して天然更新を促進させる、⑤森林の純生産量―炭酸ガス固定力を高めるため、樹木の成長に必要な土壌中のミネラルの消失を抑える、⑥有効な土地利用のために立地区分を適正に行う、⑦利用した率だけ造林を行う、⑧未利用材・未利用径級の利用化による木材利用の集約化を行い、伐採面積の減少を促す、⑨木材以外の林産物の利用を増加あるいは多様化させる、⑩林業と農業を兼ね、かつ住民の定住を促す各地域に適したアグロフォレストリーの形態を開発する、⑪化石燃料に対して置換性を持ったバイオマス燃料林を造林する、⑫紙などのリサイクルを行い木材消費を抑える、⑬燃料をより効率よく利用する、⑭木材製品の耐朽年数を高める。

このように森林保全とは単に森林を残せばよいというものではなく、森林資源の価値を高めることにあるともいえる。グローバルな気候変動に対して森林は、炭酸ガスなどの温室効果ガスの放出を抑制するとともに、温室効果ガスを吸収・固定する機能を持っている。現在、森林面積を拡大し、森林を増やすことの意義は大きい。また、森林は人間の生活に密接にかかわり、それらを利用することにより人間の生活も成り立って

いる。そのため、森林の保全は森林の非可逆的な利用でなく、恒続的な利用と管理によってなされる。さらに、森林の再生には多面的機能を考慮することが必要であろう。その発現には立地環境に適した森林の回復が必要であり、それに伴い森林の経済価値が高まる。熱帯林の再生は温室効果ガスである炭酸ガスを固定し、グローバルな気候安定に寄与するが、地球の温暖化を防止するためには、炭酸ガスの放出を減少させること、特に化石燃料の消費を抑え、森林の破壊を減少させ、森林を保全することが重要である。

(こばやし しげお・森林総合研究所立地環境科/
立地評価研究室長)

参考文献

- 1) Brown, L. R. et al.: ワールドウォッチ地球白書 ('89-'90), ダイヤモンド社, pp. 368, 1989
- 2) EPA, IBAMA, USP, Tropical forestry response options to global climate change, IPCC, AFOS, pp. 531, 1990
- 3) 小林繁男: 研究ジャーナル 13, 12-22, 1990
- 4) 熊崎 実: 熱帯林問題と研究対応, 第3回公開シンポジウム
- 5) 村上公久: 熱帯林の消失とその影響, 森林総研研究会報告 No. 3, 1989
- 6) 林野庁: 第1回熱帯林に関する懇談会, 資料, 1989
- 7) 森林総合研究所: 気候変動に対する森林・林業の対応戦略, 森林総研研究会報告 No. 5, 1990
- 8) 堤 利夫編: 森林生態学, 朝倉書店, pp. 166, 1989

第2回学生林業技術研究論文コンテストについて

当協会では、林業技術の研究推進と若い林業技術者育成のため大学学部学生を対象として、森林・林業に関する論文(政策提言を含む)を、次の要領で募集します。

1. 参加資格 原則として日本林業技術協会学生会員

2. 応募方法

- (1) 平成3年2月末日ごろまでに当協会貴大学支部あて申し出ください
- (2) 発表論文は類似の全国大会または雑誌その他の刊行物に未発表のものとします
- (3) 詳細は貴大学担当者にお尋ねください

3. 表彰

林野庁長官賞	2点
日本林学会会長賞	1点
日本林業技術協会理事長賞	若干点

副賞として、1点当たり5万円を添えます。表彰は、平成3年5月当協会総会の席上行います。

後援/農林水産省林野庁・日本林学会

気候変動と世界の食糧生産

1. はしがき

農業は古くから“適地適作”の原則に従って営まれている。そして、気候条件はあるレベルの上下に変動することはあっても、一方向へシフトすることはないと考えられてきた。農業技術の研究もこのような考えに従って行われている。

しかしながら、現在から近未来にかけて進行すると予想される人為的な気候温暖化は、ここ1世紀間に経験したことの無いような気温上昇や水文条件の変化をもたらすと考えられている。この気候変化は、16世紀から19世紀にかけて発生し、世界の食糧生産に悪影響を与え、記録的な飢饉をもたらした“小氷期”のそれに匹敵または上回るインパクトをもたらす可能性がある。

そこで、気候変動に関する政府間パネル“IPCC”

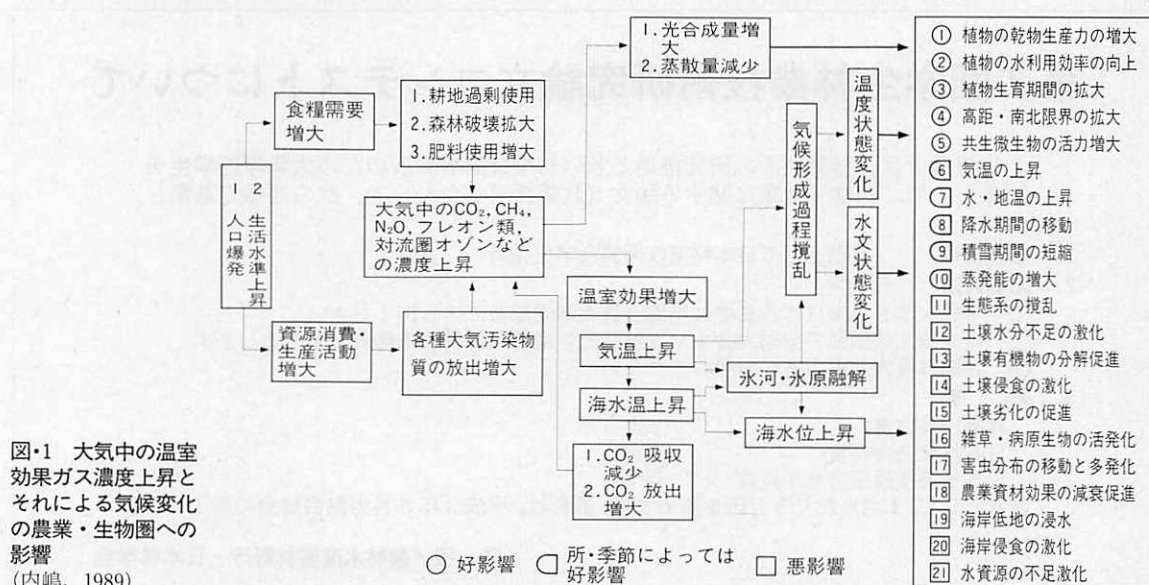
の第2部会（影響評価）の報告を参照しながら、予想される人為的な気候温暖化の農業・食糧生産へのインパクトを説明しよう。

2. 農業生産にとって危険な気候変化

現在の予想によると、 CO_2 ・ CH_4 ・フロンガス類の CO_2 相当濃度は2030年ごろ2倍になり、 $3.0 \pm 1.5^\circ\text{C}$ の気温上昇が生ずる。このような場合、農業生産にとって危険な気候変化としては次のようなものが挙げられている。

- i. 高・中緯度帯の温暖化
- ii. モンスーン降雨帯の北への移動
- iii. 土壌中の有効水分量の減少
- iv. 海水位の上昇

これらの気候変化が農業生産にどのように影響するかを流れ図にまとめると図・1 になる。



図からわかるように、直接ルート（光合成・蒸散への影響）と3間接ルート（温度・水文状態の変化、海水位上昇）を通じて影響が及んでくる。

(1) CO₂濃度上昇の直接効果

CO₂は光合成の素材であり、大気中の濃度が上昇すると光合成が活発になる。多くの実験によると、イネ・コムギ・ダイズなどのC₃作物の収量は、CO₂倍増（300/600 ppmv）で26±9%増加する。この効果を上げるには、肥料、特にリン酸・窒素が必要で、また、病・害虫防除を十分行わねばならない。このため、肥料・農薬を十分利用できる先進国農業は高CO₂の好影響を受けるが、それらを購入・利用できない発展途上国の農業は、高温・干ばつという悪い影響ばかりを受ける可能性が高いといわれている。

蒸散による水損失を左右する気孔の開度は、CO₂濃度上昇につれて狭くなる。このためCO₂濃度上昇につれて蒸散量は減少する。CO₂倍増で20～30%低下することが観測されている。このため、植物の水利用効率（乾物生産量／蒸散量）は大幅に大きくなる。そして、水分の不足する気候帯でも作物生産が良好になるといわれているが、いっそうの研究が必要である。

(2) 温度上昇の間接影響

温度の高低と季節変化は、作物栽培帯や作目の分布を決めるもっとも重要な気候要素である。CO₂倍増で気候温暖化が進むと、農業北限線（有効積算気温1300度日）は、カナダ東部で500 km、シベリア中央域で1,000 kmも北上し、広大な土地で農業ができるようになると予想されている。また、1°Cの気温上昇ごとに、栽培高距が150～200 m上昇するといわれている。

しかし、中緯度南部では冬ムギ作に必要な冬の低温が確保されずに、ムギ作南限が北上を余儀なくされるだろう。そのような地域としては、メキシコ・アメリカの南部とインド中部のムギ作地が

表・1 気候温暖化時に土壤水分減少の予想される地域（IPCC 第2部会）

大 陸	冬期（12, 1, 2月）	夏期（6, 7, 8月）
アフリカ	アフリカ三角地帯, 南アフリカ, 西アフリカ	マダガスカル, 西アフリカ, アフリカ三角地帯
ヨーロッパ		西ヨーロッパの一部
アジア	アラビア半島西部, 東南アジア	中国の北部・中央部（モンゴルを含む）、ソ連領中央アジア・シベリアの一部
北アメリカ	合衆国南部	合衆国南西部, 中央アメリカ
南アメリカ	アルゼンチン北部	ブラジル東部
オーストラリア	オーストラリア東部	オーストラリア西部

挙げられている。また、低緯度の稲作地帯では、開花・受精期における高温障害—不稔の発生が心配されている。

このほか、気候温暖化は、亜熱帯の病害虫や雑草の温帯農業地帯への侵入・定着を促進し、これらの防除がかなり重要な問題となるだろう。これは農薬使用の増加などを通して、生産コストの上昇を招くといわれている。気候温暖化は多くの家畜・家禽類の暑熱ストレスを増大させ、増体率や生殖率の低下を招き、またそれらの伝染病が広がるといわれている。

(3) 水文状態変化の間接影響

気候温暖化により、年間降水量は5～10%増大し、シトシト型の雨よりも豪雨性のシャワー型の雨が多くなると予想されている。これは豪雨が多くなり、降雨間隔が開いてくることを意味している。豪雨型の雨は土壌侵食を盛んにするだけでなく、水資源の利用効率を低下させる。一方、気温が上昇すると蒸発能が大きくなり（気温5～10°C域で2～3%/°C, 15～25°C域で1.5～2.0%/°C, 30～35°C域で1%/°C）、土壌水分の損失が促進される。

このため降雨量が増すにもかかわらず、土壌が乾き作物収量に大きな打撃を与える可能性がある。現在の気候温暖化シナリオの中で水文状態に関するそれは、確実さが低いといわれている。IPCC 第2分科会では、現在までの研究を参照しながら、表・1のような結果を報告している。これによる

表・2 海水位上昇にぜい弱な地域 (IPCC 第2部会)

ぜい弱度	発展途上地域	先進地域
10	バングラディシュ	
9	エジプト、タイ	
8	中国	
7	ブラジル	北海の南沿岸地域
6		アメリカー ルイジアナ州
5		
4	アルゼンチン、インドネシア	
3		イタリア平原地域東部
2	インド、パキスタン、フィリピン、ベトナム、ベネズエラ、モザンビーク、ナイジェリア、セネガル	
1	ミャンマー、スリランカ、台湾、スリナム、ケニア、ガンビア、モルジブ、太平洋の島嶼部	フィンランド湾口域、黒海沿岸西部、日本ー太平洋岸域、メキシコ湾岸域、フロリダ州ー東部諸州の沿岸域
不明	マレーシア、カリブ海諸国、コロンビア	

注) スコアが大きいほどぜい弱

と、現在世界の食糧生産基地である西ヨーロッパ、合衆国、オーストラリアなどで土壌水分の減少が予想されている。

それゆえ、このような土壌水分低減が生ずると、それらの地域では高CO₂の肥料効果は発現せず、食糧生産ポテンシャルは低下するといわれている。また、人口爆発の激しい亜熱帯・熱帯の発展途上域の多くで土壌水分の減少が予想されている。特に、アフリカ、西アジアそしてブラジル東部の乾燥地帯で発生が見られるだろう。

このような土壌水分減少が発生すると、各地域で次のような減収が生ずると報告されている。

アメリカ：気候暖化と土壌水分減少が発生すると、トウモロコシで-4～-25%，コムギで-3～-72%

カナダ：気候暖化と土壌水分低減が並行して発生すると、国平均コムギ収量は-19%で、栽培帯は北へ移動

中国：気温上昇と降雨増加が並行して発生すると、コメ、コムギ、トウモロコシ収量10%増加、土壌水分が増加しないと3%減少

(4) 海水位上昇の影響

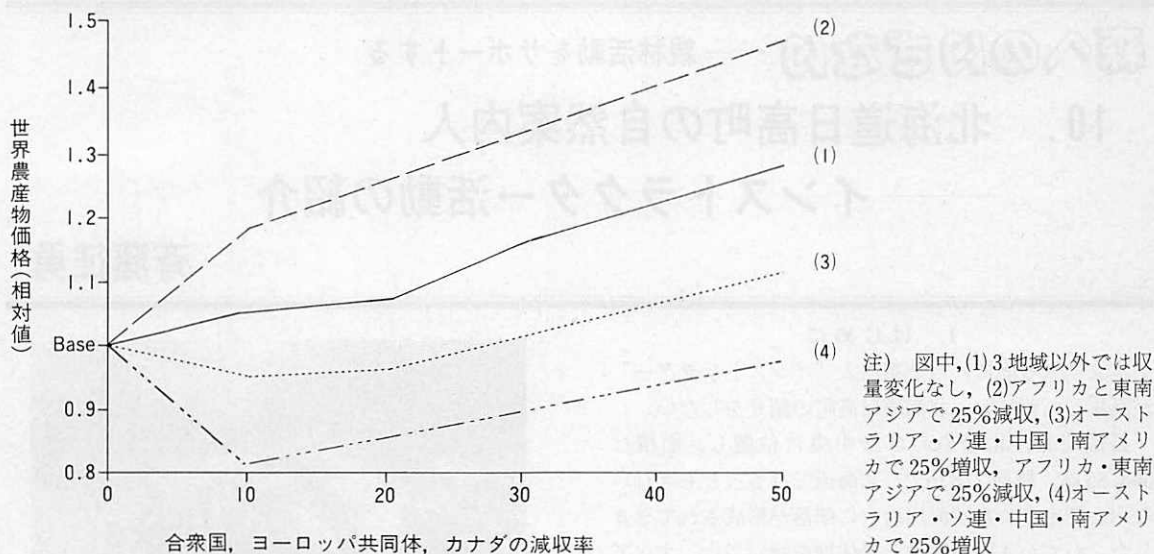
気候が温暖化すると海水温の上昇ー海洋の膨張、高山の氷河・氷冠およびグリーンランド・南極の氷床の融解・流出が進行する。このため、海水位が上昇するといわれている。海水位上昇の予想は

難しい問題で、確実なシナリオはまだ得られていない。IPCC ではいちおう21世紀末の海水位上昇として60～100 cmを予想している。このような水位上昇が生ずると、低地の水没、それに接する低レベル地での洪水の頻発、河川・地下水への塩水の侵入、水利・排水施設の再構築、海・河岸侵食の激化、などが発生するだろう。

それゆえ、海水位上昇にぜい弱な地域の評価は、今後の環境・農業問題を考えるうえで重要な問題である。このためには海岸地帯の詳細な等高線地図が必要であるが、発展途上域ではそのような情報は整えられていない。このため、IPCC では専門家の評価から表・2 を発表している。表からわかるように、大きな河川デルタを持つ国々がぜい弱度の大きい範囲に分布している。しかも、東南アジアの人口稠密な水田地帯ーバングラディシュ、タイ、インドネシアなどがぜい弱である。それゆえ、1 m の水位上昇が生ずると多くの人々が住む場所と経済基盤を失い、環境難民として周辺へ流出すると予想されている。これは国際社会の枠組みを根底から崩壊させる可能性を持っている。

3. 気候変化による森林の衰退と農業・食糧生産

現在の予想では気候温暖化は0.3℃/10年の速度で進行し、気候帯は150～200 km/℃Cの速度で北上するといわれている。この移動速度は後氷期のそれに比較して100倍に近い。それゆえ、気候帯



図・2 アメリカ・ヨーロッパ共同体・カナダで作物収量が同時的に変化した際の世界農産品価格の変化 (IPCC第2部会)

の移動速度と多くの樹木種の移動可能速度との間には大きなギャップがある。このため、気候温暖化の進みにつれ、現在の植生帯の多くで大規模な衰退現象が生ずると考えられている。特に北極を取り巻く北方森林の南半分の衰退が生ずるといわれている。

このような森林衰退は、地域の水資源かん養能力に大きなインパクトを与え、高温・乾燥気候下で増す灌漑水需要に不安をもたらすだろう。また、下流域における洪水の発生頻度を増大させるだろう。森林衰退のもう一つの間接影響は、亜寒帯林の衰退に伴う土壌有機物の分解— CO_2 、 CH_4 の放出の問題である。この地帯には大気中の炭素量 (7300 億 t) に匹敵する炭素量 (7750 億 t) が蓄えられており、森林被覆の消失→地温上昇によって土壌微生物の活動が促進されると、土壌炭素の大規模な分解・放出が生ずる可能性が高い。これは大気の炭素バランスを乱し、急激な CO_2 濃度上昇→温室効果増大→気候温暖化の促進をもたらすだろうと心配されている。

このように人為的な気候温暖化は地球気候形成過程の崩壊のトリガーとして作用し、自然生態系、食糧生産システム、そして人間社会へ著しいインパクトを与えるだろう。

4. まとめ

以上の説明からわかるように、近未来の急激な温暖化は、現在までの気候条件に適応して営まれてきた農業の全分野に著しい混乱をもたらし、地域的には食糧不足の生ずることも予想されている。変化する気候に対応するため、農業帯の地理的シフトや作目の大規模な変換、農業基盤の再構築などが必要になる。このため、世界全体の食糧生産は、増加する人口に対応できるだろうが、生産コストは 10～20 % 上昇すると予想されている。また、世界の主要農業地帯で不作が発生したときの食糧コストの上昇として、図・2 のような結果が得られている。これによると、異常気象が同時的に多発して、世界の多くの地域が不作に見舞われると、世界の農作物価格は 50 % 近くも上昇する可能性がある。気候温暖化の進行につれて異常高温→干ばつ気候の発生頻度が増すと予想されている。

それゆえ、中緯度の主要農業地帯で干ばつの同時発生頻度が高くなり、食糧生産そして価格に打撃的影響を与える可能性がある。これは先進国はともかく、多くの発展途上国の人々に大きな困難をもたらし、経済的・社会的そして自然的な南北格差をますます大きくするものと思われる。

(うちじま ぜんべえ・お茶の水女子大学理学部/教授)

森へのゆびなみ——親林活動をサポートする

10. 北海道日高町の自然案内人 ——インストラクター活動の紹介

齊藤征勇

1. はじめに

本文に入る前に、自然案内人“インストラクター”が誕生した背景と、北海道日高町の紹介をしたい。

日高町は、北海道のほぼ中央に位置し、面積は568.85 km²、標高278 mで、北海道ではもっともきれいな川と認定された沙流川沿いに部落が形成されてきました。わずか4%の耕地と居住地を除いては、すべて森林に覆われ、原始性の高い渓谷豊かな美しい町です。開基は明治38年で、昭和20年代までは陸の孤島といわれ、交通不便な町でしたが、30年代に入り、電源開発や国道の開通に伴い、にわかには人々の往来が激しくなりました。地域の特徴から、農林業を基幹産業として振興を図ってきましたが、木材の低迷により林業が著しく衰退し、山元から人々が減っていきました。しかし、わが町が北海道のほぼ中央という立地条件に恵まれていたことから、40年代に入って国道の開通・整備に伴い、一躍道内交通の要衝となり、新しい産業や文化の振興が図られてきました。

2. 観光産業の始まり

道東、道南、道北、道央と、道内の観光地へ行くためにはほとんどが本町を経由する行程となり、車の数も1日7,000台を数え、必然的に大型ドライブインや、昼食休憩所が建設され、第一次産業に代わって町の主要産業となりました。

同時に近年における人々の生活は、余暇の拡大や経済の向上から、観光・レジャーの著しい発展を見せ、人々の意識も物から心へと観光ニーズが変化してきました。一般的な観光指向も、施設を見物することから、自ら体験し、自然に触れ合い、心の思い出となるように、健康的で教育的に、人間としての真の豊かさを求める観光へと変わってきたといえます。

幸いわが町は、美しい川と緑の渓谷に集落ができ、自然が生活・文化のすべてでありました。したがって、自然を愛し、自然と語らいながら、生活の知恵や文化を創出し、その数々が開かれた文明社会にあっても、



山菜ツアーのガイド風景

依然としてたいせつに継承されています。

このような背景の下に、昭和56年には国立少年自然の家が誕生しました。この施設は、自らのプログラムにより、自然の中に飛び込み、体験学習をする教育施設です。毎年8万人もの利用者でにぎわっています。また一方では、たくましい子どもの成長を願う親の希望により、都会の子どもを預かる“山村里親制度”を設けたり、中学を終えた子どもを定時制高校に通わせながら、昼間はいろいろな産業学習を行い、冬はスキー技術を修得するための学習を行う“産業学習制度”も設け、観光産業と併行して教育面でも自然の活用が図られています。

3. 自然案内人の誕生

このように、観光や教育を目的として本町を訪れる人々は、年間85万人を数えます。しかし、いくら自然を求めてきても、また広大な自然がそこにあっても、自然の活用方法を知らないかぎり、その喜びも感動も半減してしまいます。例えば、山菜時期であれば食用と不可を見分け、次に料理方法、保存方法を学んだり、山へ行けばただ歩くだけでなく、木があれば遊ぶ道具を作るとか、火を起すくふうをしないと、四季折々に自然の活用は無限にあり、そしてそれが体験や発見

表・1 自然ガイドインストラクター養成学習プログラム一覧

養成科目	実施期日	講師	出席者
山菜の知識 ・山菜の見分け方 ・食用としての活用 ・薬草としての活用 ・食用保存方法 ・商品加工の知識	61. 5.14 5.15 62. 5.20 5.21	道立衛生研究所 薬学博士 山岸 喬	13名 13名 15名 16名
キノコの知識 ・キノコの見分け方 ・食用としての活用 ・薬としての活用 ・食用保存方法 ・商品加工の知識	61. 9.20 9.21 62. 9.19 9.20	北海道立林業試験場 樹病科長 村田義一	15名 15名 13名 13名
ホテルの生息を探る	62. 8.20	旭川ホテルの会 江口連二	13名
日高の自然を学ぶ ・日高の地質 ・地図の見方 ・国有林の知識	62. 4.20	日高営林署 菊地経営課長	12名
救急法	62. 9. 4	日赤救急指導員 東 登喜子	13名
歩くスキー技術	元. 3月	北海道教育委員会	派遣1名
自然体験野外活動 指導者養成	元. 7月 2年2月	〃	派遣1名

につながるものでもあります。

このようなことから、町民のボランティア有志が、都会の人々にもっと自然を知ってもらおう、奥深い自然の楽しさを与えられる案内人となるために、自らが学ぼうという発想の下に学習が進められてきました。学習プログラムは、町教育委員会の指導を得ながら、もっとも日常の観光や生活に身近かなものを取り上げ、学習を始めました(表・1)。プログラムとしてはほかに、高齢者の持つ生活の知恵を学ぶ各種講座を受講(社会教育主催)し、幅広い知識の習得に努めました。高齢者から学んだ学習内容は、次のとおりです。食生活の知恵：手づくり味噌、豆腐、納豆。生活・文化・スポーツ：ワラジの編み方、川釣りの知識。

学習方法は、その科目によって専門的に、または体験的に行い、学習時間も早朝、夕刻をねらったの繰り返しとなりました。例えば、山菜や、キノコの種類、食用・不可などを知ることや、俗名ラクヨウキノコがハナイグチであるように、その季節に合わせて参考書を片手に連日仲間が集まりました。調査・学習の結果は表・2のとおりです

表・2 日高町周辺の山菜・キノコ(一部掲載)

山 菜				キノコ(食用のみ)			
品 名	採取時期	発見場所	調理方法	品 名	採取時期	発生場所	料理方法
クレソン	5月	キャンプ場	サラダ、一夜漬、刺身のつま、菜飯	ホンシメジ	5～10月	町内全域	どんな料理にも
オオイタドリ	〃	〃	サラダ、酢味噌和え	ムラサキシメジ	9月下旬～10月	〃	〃
フキノトウ	〃	〃	てんぷら他	アブラシメジ	10月	〃	炒め物
エノニユウ	〃	〃	漬物、煮物他	ホテイシメジ	9～10月	カラマツ林地	鍋物、和え物
ギョウジャニンニク	〃	〃	酢味噌和え、おひたし、玉子とじ	フナシメジ	10月	桧木土壌など	どんな料理にも
オオウバユリ	〃	〃	茶碗蒸し、てんぷら、かたくり和え	コザラミノシメジ	8～9月	町内全域	煮物
ツクシ	〃	峠(三岡)	和え物(特にゴマ和え)、三杯酢	ナメコ	〃	木の混じった草地	味噌汁他
ウド	〃	キャンプ場	酢味噌和え、サラダ、きんぴら、味噌焼き、てんぷら	シイタケ	5～9月	ナラ古木	どんな料理にも
ヤマドリゼンマイ	〃	三岩	和え物、油炒め、まぜごはん	マイタケ	9～10月	山林奥地	てんぷら他
タラノメ	〃	〃	てんぷら、和え物他	ナラタケ	〃	町内全域	酢の物、味噌汁
ヨモギ	〃	キャンプ場	てんぷら、鍋物、佃煮	モミタケ	〃	山林奥地	味の濃い料理
フキ	6月	川沿い、沿道	鍋物他	スッポンタケ	8～9月	町内草地	中華風料理
マタタビ	9～10月	全域(低木・ツル)	芽はてんぷら、実はジャム	アミガサタケ	9～10月	町内山林	酢の物、和え物
セリ	5月	キャンプ場	おひたし、三杯酢他	クリタケ	〃	山林	ご飯、やきめしの具
ヤマブドウ	9～10月	全域	芽は酢の物、実はジュース	エノキタケ	10～11月	町内の古木	酢の物、味噌汁他
				ヒラタケ	5～11月	古木	油炒め、玉子とじ他
				ヤマイグチ	9～10月	シラカンバ林に多い	〃
				ヤギタケ	〃	林地	土瓶蒸し他
				キクラゲ	9～11月	古木	鍋物他
				タマゴタケ	10月	草地	玉子とじ他

表・3 活動の具体例

担当区分	種 別	期 日	内 容	場 所	結 果
野外レク・スポーツ	登 山	9月23日	町民登山案内	ペンケヌーシ岳	60人
	〃	7月3日	〃	チロロ岳	85人
	歩くスキー	2月10日	歩くスキー指導	町内歩くスキーコース	35人
	〃	2月11日	〃	〃	〃
	溪流釣り	7月2日	ヤマメ釣場案内	沙 流 川	6人
	〃	7月3日	イワナ釣場案内	国有林内ウエンザル川	〃
	森 林 浴 自然探索	5月4日	山菜学習会指導	キ ャ ン プ 場	15人
生 活 文 化	(山 菜)	5月5日	山菜ツアー案内	キ ャ ン プ 場	40人
	〃	5月21日	山菜学習会指導	国有林内 大沢	10人
	〃	5月22日	山菜ツアー案内	〃	35人
	(キノコ)	9月17日	キノコ学習会指導	国有林内 ウエンザル	12人
	〃	9月18日	キノコツアー案内	〃	35人
	〃	9月24日	キノコ学習会指導	〃	13人
	〃	9月25日	キノコツアー案内	〃	39人
	森 林 浴	9月16日 ～20日	TV収録案内	国有林内 ウエンザル	6人

が、身近な場所に、薬用とか栄養食品の素、高級料理の材料など、私たちの生活にもっとも身近な自然の恵みが、驚くほど存在することを確認しました。

4. 自然案内インストラクターの誕生

本町の観光産業の発展には、緑豊かな自然が主役であることはいうまでもありません。同時に、自然を生かしたソフト面での充実が、近年、観光にはもっとも重要な要素であるといえます。そんな中、真に観光ホスピタリティ活動といえる、自然案内を実践する人を援助し、助勢することにより、活動の充実と安定を図るため、観光協会がインストラクター制度を設立、63年度認定となったわけです。インストラクターといっても、何かの公認資格を持つとか、一定の認定基準があるわけではありません。いわば、もっとも自然を愛し、理解し、ボランティア精神に満ちあふれている者ということになります。

5. 具体的な活動

このような過程を経て、現在活動している者は15名、構成も70歳の高齢者から、30代の青年まで、職種も公務員、主婦、国有林退職者、商店主等と幅広い層にわたっています。活動の主体は、山菜・キノコ採りが主ですが、国立少年自然の家に来る子どもたちの野外生活体験等の指導もしています。

インストラクターとしていちばんたいせつにしていることは、①何を求めて来ているのか、相手の心を知

る、②山菜を採るという単純な行動に終わることなく、そこからどんな楽しみが得られるか、アドリブを与えること、③自然と語り、仲間となって自然をたいせつにする心を訴えることなどです。そして具体的な行動としては、現地踏査（案内の1～2日前）を行い、①目的に合った場所か、②自然を理解するのにふさわしい場所か、③安全性、④行程・時間配分、⑤アドリブの場所と方法など、事前準備がもっともたいせつになります。

このようなことを基本として昨年1年間に活動した内容は表・3のとおりです。

6. おわりに

このような活動から考えると、“インストラクター”というよりは、むしろ“自然案内人”のほうがピッタリです。インストラクターというと、すぐ資格者とか、先生というイメージが強くなります。私たちの活動は、教育するとか、指導するというのではなく、ともに学び、ともに楽しみ、人と自然との触れ合いの仲立ちをすることです。自然はものを語りません。むしろ、人のほうから語りかけてくれるのを待っていると思うのです。人間と自然が正しいつき合いをして、初めてすばらしい自然が保たれるのだと思います。私たちは、インストラクターという名の下に、そんなお世話をしています。

(さいとう まさお・日高町役場)

技術情報



※ここに紹介する資料は市販されていないものです。必要な方は発行所へ頒布方を依頼するか、頒布先でご覧下さるようお願いいたします。



兵庫県林業試験場研究報告 第 37 号

平成 2 年 2 月
兵庫県立林業試験場

<研究報告>

□円板状のスギ・ヒノキにおける乾燥割れの要因

□多雪地帯における複層林に関する研究(I)——アカマツ・スギ、アカマツ・ヒノキが混交した複層林の上木アカマツを伐採した後に発生した冠雪害

□森林を利用したレクリエーション施設の利用状況

□林野火災が地表面および土壌中の流出水に及ぼす影響(I)——被災後 15 カ月間の水・土流出特性および水質について

□複層林の造成技術に関する試験(I)——兵庫県下で経営されている複層林の実態

□スギ・ヒノキの枝打ちに関する試験(IV)——ヒノキの枝打ち時期および用具の違いと材の異常変色の差異

<研究資料>

□降雨強度の変化に伴う林地崩壊の計量的評価

新潟大学農学部演習林報告 第 23 号

平成 2 年 2 月
新潟大学農学部附属演習林

<論文>

□スギ天然林内更新試験(5)——樹下植栽試験

□広葉樹の重量推定法

□佐渡演習林の森林資源データベースの活用システム

□積雪地森林の水保全機能に関する研究(5)——5 年間の資料によ

る流出比較

<研究資料>

□ブナ林の生態学的研究(38)——ぬくみ平の夏緑林構成樹種の年生活様式について (予報)

□抽出前層化抽出法と抽出後層化抽出法の精度の比較

□佐渡大倉川河口周辺における急斜面の調査

□刈谷田川実験流域の降雨と流出——1988 年について

□林道維持管理における林道の横断面構造の評価法

<業務資料>

□佐渡演習林気象観測資料 (1988 年)

京都大学農学部演習林集報 第 20 号

平成 2 年 3 月
京都大学農学部附属演習林

□徳山試験地の鳥類相の季節変化
□北海道標茶区人工林におけるエゾシカ害の状況とその防護法(Ⅲ)——30 年生前後のトドマツ人工林における被害の状況

□クロマツ×タイワンアカマツ雑種にみられるマツ材線虫病抵抗性
□上賀茂試験地におけるマツ枯れについて——発生から 1988 年までの被害の経緯

□26 種の冷温帯天然林構成樹種を原木として用いたヒラタケ栽培試験

□芦生演習林の保存木、保存林(2)——昭和 63 年度までに調査された保存林

□本部試験地の樹木目録

□テラダマツ林の成長と現存量

□和歌山演習林におけるスギ密度管理試験(Ⅱ)

□和歌山演習林における天然生林の動態について (第 2 報)——第 9 林班学術参考保存林(2)

□北海道演習林標茶区における天然生林の動態に関する研究——10 林班択伐調査区の 11 年間の変化

筑波大学農林技術センター 演習林報告 第 6 号

平成 2 年 3 月
筑波大学農林技術センター

<論文>

□H型架線・Y型架線の作業索張力に関する静力学的研究

□井川演習林内の地質 (予察)

□木材防腐剤に関する研究 (第 6 報)——スクリーニング方法の検討 (英文)

□ミズナラ個体間におけるシイタケ子実体発生量の差異

<資料>

□アイソザイム実験法

□1989 年 8 月および 9 月豪雨による東河内流域の土砂の生産、流出および堆積の実態

□筑波大学キャンパスの緑化記録
□気象月報 (1988 年)

BAMBOO JOURNAL No.7

平成元年 12 月
日本の竹を守る会

□竹齢に伴うマダケの化学的成分の変化

□モウソウチクの発生経過年数とクロロフィル濃度の季節変化

□チマキザサ節とミヤコザサ節の着芽位置の違いの進化的意義について

□地被材料として利用されるササ類の地上部の成長の季節変化(Ⅱ)——ミヤコザサとコグマザサ

□マダケの竹桿高推測に関する検討

□ヤクシカの食物としてのヤクシマダケ

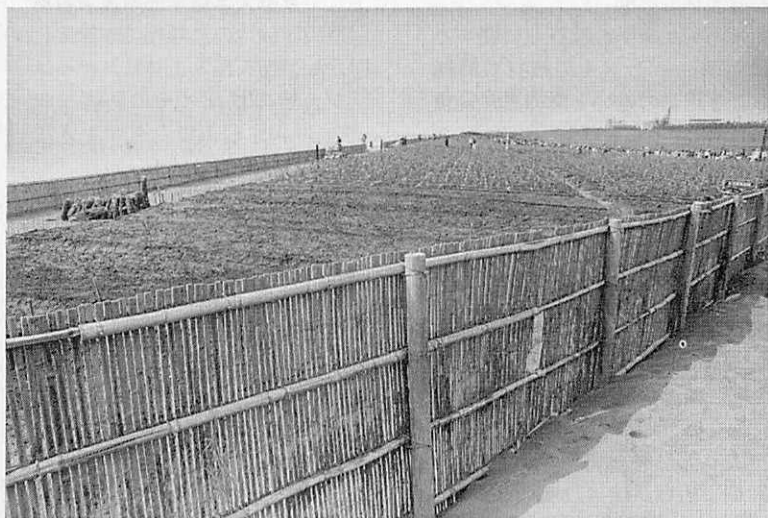


▲ 一席（林野庁長官賞）「樹根」 柳澤基恵（長野県南安曇郡）

優秀作品（白黒写真の部）紹介

第37回（平成二年度）森林・林業写真コンクール

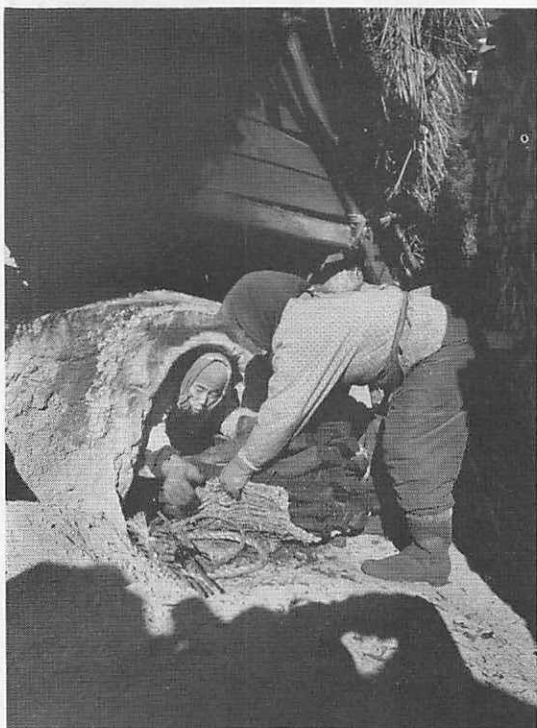
主催 日本林業技術協会 後援 林野庁



▲ 三席（日本林業技術協会賞）「砂防林の植樹」 竹内光真（横浜市泉区）ミノルタXD, NMP 28 ミリ, F 8, オート 茅ヶ崎市柳島海岸にて



▲ 二席（日本林業技術協会賞）「鍋コ遠足」 加賀谷良助（秋田県横手市）
アサヒペンタックス MEスーパー，28～50 ズーム，F 8，1/250 横手公園にて



▲ 佳作「冬の土場」 佐賀 敬（岩手県釜石市）
小川町にて

◀ 三席（日本林業技術協会賞）「木炭焼き」
有田 勉（静岡県庵原郡）ミノルタ α 7000，
28～135 ズーム，オート



◀ 二席（日本林業技術協会賞）
「苗木と老人」 国岡洋一（北海道函館市）
アサヒペンタックス SP、タクマー 28 ミリレンズ、
F8, 1/500



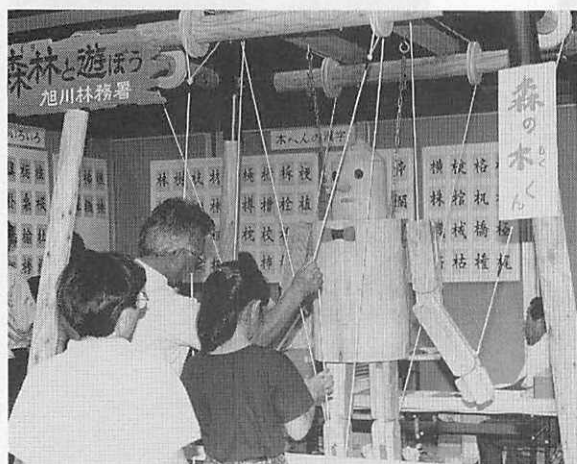
▲ 佳作「下枝取り」 荒井俊雄
（長野県須坂市）



◀ 三席（日本林業技術協会賞）
「笑顔」 山口茂之（東京都小平市）
キャノン F-1, F4, 1/250
“森林の市”（東京代々木）にて



▲ 二席（日本林業技術協会賞）「幻樹」 山田昌視（北海道小樽市）
ペンタックス LX, 40～80 ズーム, F 16, オート



▲ 佳作「森と遊ぼう」 石川孝一
（北海道旭川市）旭川市地場産業センター



▲ 三席（日本林業技術協会賞）「力闘」
新庄友行（北海道常呂郡）



◀ 三席（日本林業技術協会賞）
「昼食」 下斗米光円（岩手県紫波郡）ミノ
ルタ X700, NDロックール 24ミリ, F11,
1/250 和賀郡湯田町にて



▲ 佳作「じいちゃんの仕事場」
松尾 弘（大阪市東淀川区）
奈良県吉野町にて



▼ 佳作「年輪」 本郷正利
（北海道小樽市）羽黒山にて

◀ 佳作「研修会風景」 横山広美
（北海道天塩郡）宗谷丘陵にて

林業関係行事一覧

1 月

区 分	行 事 名	期 間	主催団体・会場・行事内容等
中 央 群 馬	新年名刺交換会	1. 4	林野庁をはじめ関係団体の代表出席。三会堂ビル（東京都港区赤坂）
	第31回全群馬近代こけしコンクール	1. 18～20	群馬県ほか。前橋市中央公民館。「近代こけし」の品質、意匠の改善と技術の向上を図るとともに広く宣伝紹介し、「近代こけし」産業の振興発展に資する
中 央 群 馬	第15回振動障害研究会	1. 24	林野庁。三会堂ビル
	群馬県生椎茸品評会	1. 30～2. 7	群馬県・群馬県経済連・群馬県椎茸農協。渋川・沼田・藤岡・富岡・高崎・吾妻・東部の各林業事務所管内市町村

2 月

区 分	行 事 名	期 間	主催団体・会場・行事内容等
岡 山	岡山県林業労働安全福祉大会	2. 16	岡山県森林組合連合会。リバーサイドホテル(真庭郡落合町)。林業労働者の福祉の充実・向上に資する。併せて造材コンクールを開催
全 国	第13回全国優良ツキ板・銘木展示大会（ツキ板展示大会）	2. 23～26	全国天然木化粧合板工業協同組合。名古屋国際展示場。審査により優秀な出品（ツキ板）に林野庁長官賞を授与

第38回 森林・林業写真コンクール 作品募集要綱

題 材：林業技術（育苗・植栽・保育等、木材生産・木材利用など）、森林（森林の景観・環境保全・森林動植物の生態・森林被害など）、農山村（生活・風景など）、緑化、森林レクリエーション

作 品：1枚写真（四ツ切りとし、組写真は含まない）。モノクロの部・カラーの部に分ける。

応募資格：応募者は職業写真家でないこと。なお作品は自作に限る。

応募点数：制限しない。

記載事項：①題名、②撮影者名（郵便番号・住所・氏名・年齢・職業・電話番号）、③内容説明、④撮影場所、⑤撮影年月日、⑥撮影データ等を記入すること。

注意事項：労働安全衛生規則に定める安全基準に適合するものであること。例えば、伐木作業等に保護帽を着用していない作品は、入選できないのでご注意ください。

締 切：平成3年3月31日（当日消印有効）。

送 り 先：東京都千代田区六番町7（〒102）
日本林業技術協会「第38回森林・林業写真コンクール」係

作品の帰属及びネガの提出：入賞作品の版權は主催者に属し、応募作品は返却しない。作品のネガは入賞発表と同時に提出のこと。

審 査 と 発 表：審査は平成3年4月上旬に行い、入選者は会誌「林業技術」5月号に発表。作品の公開は随時、同誌上で行う。

審 査 員：島田謹介（写真家）、八木下弘（写真家）、林野庁林政課長、林野庁研究普及課長、全国林業改良普及協会事業部長、日本林業技術協会常務理事（敬称略・順不同）

表 彰：モノクロの部・カラーの部ともに
特選（農林水産大臣賞）各1点 賞金10万円
一席（林野庁長官賞）各1点 〃 5万円
二席（日本林業技術協会賞）各3点 〃 3万円
三席（ 〃 ）各10点 〃 1万円
佳作 各20点 記念品

（三席までの入賞者には副賞を贈呈する。同一者が2点以上入選した場合は、席位はつけるが、賞金副賞は高位の1点のみとする。）

主催 (社) 日本林業技術協会 後援 林野庁

膽八樹



ホルトノキ

平賀源内『物類品陶』

ので、これを、今いうホルトノキと取り違えたためではないかと思う。肉豆蔻の名は、一八四四年に成った『本草色葉抄』にすでに見えるから、両者の名実混同は、かなり古い時代に始まったものと想像される。

このほか、薩摩ではこれをモガシという。そのわけは、この木には、鮮やかな紅色をした老葉が必ず交じっており、これがこの木を遠くから識別できる特徴でもあり、そのため濃い緑色の中に交じる鮮紅色の葉を紋または

模様に見たて、「紋ガシ」または「模様ガシ」といったのが、つまってモガシになったのではなからうか。

また伊豆ではこれをチギというが、護摩にたく護摩木を乳木と称するので、チギの名はおそらくこれに関連があるように思われる。

さらにまた沖縄では、タラシ、ターラシなどと称して、この木の根皮や枝葉の濃い煎汁を、田の泥を用いて染料とする。タラシ、ターラシの語は田漆から転じた可能性が強い。

形態・分布など 草にもホルトガル油といわれたオリブ油のにせ物になったホルトソウがある。トウダイグサ科の二年草で、ヨーロッパ原産の毒草である。名はホルトガルソウの略で、日本へは約六〇〇年以前に入ってきた。

ところが、ホルトノキ科のホルトノキ *Elaeocarpus sylvestris* (Poir.) var. *ellipticus* Hara は外来ではなく、本州の千葉県以南、四国、九州、琉球、朝鮮半島南部、中国、インドシナなどの暖地に分布する常緑高木である。生長はやや遅いが、潮風、大気汚染にやや強いので、このごろは、関東以南の都市公園などに広く使われている。

葉は長楕円状披針形、長さ五〜十二センチで、縁に鈍い鋸歯がある。都市公園に同じようにに植栽されているヤマモモの葉に似ているが、下面に小腺点がなく、若葉の主脈は淡紅紫色なので区別できる。古い葉が紅葉して緑葉の間に点々と目立つのも、この木の特徴である。花は七〜八月ごろ、前年の枝に小白花が、長さ四〜七センチの総状花序に集まる。

花弁は五枚あり、倒卵状くさび形で上部が糸状に深く裂けた特徴のある花弁である。この花の子房は卵状円錐形で微毛があり、基部に橙色の蜜腺が五個あって、雄しべは多数ある。果実は楕円形、長さ一・五〜一・八センチでオリブよりやや小さく、黒紫色に熟す。

木の名の由来

深津 正
小林 義雄

34 ホルトノキ

江戸中期の本草学者で、多芸多才をもつて知られた平賀源内は、本草学ばかりか、国学、蘭学、陶器、火浣布、人参、砂糖、鉱物などの物産学にも通じ、当時としては珍しい洋画にも手を染め、『神靈矢口渡』といった浄瑠璃その他多くの戯作をも物するなど、その万能ぶりには驚嘆のほかない。ただし、彼の人物評については、毀誉褒貶相半ばし、その末路も哀れをきわめた。

ホルトノキに関して源内の残した記録を見ると、彼の若き日の研究活動やその性格の一端をうかがい知ることができ、興味深い。

源内が初めてホルトノキなるものに接したのは宝暦十年（一七六〇）、彼が三十三歳の夏のこと、場所は紀州の湯浅、問題の樹木は、同地方で俗にズクノキと称するものであった。それから二年後、彼は『紀州産物志』にこの時のことを次のように述べている。

「御国^{ミコク}之湯浅^{ユサシ}之寺にホルトカルと申木御座候。其珍木に而御座候。人存不申候。此木之

実を取、油にしほり候へば、ポルトガル之油と申候而、蜜流外療家常用之品に御座候。当年より油をしほり候様にと、橋本仙質へ内意申遣置候（以下略）」

この『紀州産物志』は、同国の産物のうち、人に知られずにあるものを自らが発見した経緯を述べた記録であつて、これをもつて源内自身を紀州侯に売り込むための宣伝文であるとする向きが多い。

源内はさらに翌年（一七六三）『物類品鑑』^{（ひんしゅ）}を著し、その中に次のように記している。

「膽八樹（前略）此ノ実ノ仁ヲ取テ搾リタルモノヲツリヨレイヒ、和俗ノ所謂ポルトガルノ油是ナリ。紀伊産方言ツクノ木ト云。湯浅深専寺内ニ大木アリ。高サ七八丈、周囲一丈三四尺、其ノ他紀伊地方ニ多シ。葉ノ形冬青樹及ビ木犀ニ類ス。経^テ冬^フ不^レ凋^ル。葉四時ニ落ツ。葉落ル時至テ鮮紅色可^レ愛。実ノ形大棗ノゴトク、熟シテモ色青シ。庚辰ノ歲予紀伊ニ游テ始テ是ヲ得タリ。蜜産ノ実ヲ以テ是ヲ較ルニ、蜜

産ハ大ニ、和産ハ小ナリトイヘドモ全ク同物ナリ。（中略）又今茲三月紅毛人東都ニ来ル。予是ヲ携テ紅毛外療ボルストルマンニ質ス。真物ナリトス。小川悦之進傳^フ譯^ス。（下略）」

右の記事中の膽八樹がオリブの正しい漢名であるか否かは別として、少なくとも源内が、ズクノキをオリブの木と誤認したことは確かである。それにしても、同年三月たまたまカピタンに従つて江戸へ上つたオランダの医官ボルステルマン（Bolselman）に、通訳を経て鑑定を依頼したのに対し、なぜ同医官が本物である旨答えたかという疑問が残る。

これについて、木村陽二郎博士は、『日本自然誌の成立』の中で、ボルステルマン自身北欧の人で、地中海岸に産するオリブの木の実体をよく知らなかったのではないかとの意見を述べ、のちにチュンベリーですら、ズクノキの葉をサクラ属のものと見誤つたという事実を付記しているから、こうした誤認も当然ありえたものと考えられる。

以上で、源内の早とちりと、オランダ医官のミスとが重なつて、ズクノキをポルトガルノキと断定し、これが転じてホルトノキとなつた経緯が明らかになつたと思う。ではズクノキの名はどうして起つたか。私の考えでは、ズクノキの名は、ナツメグ（Myristica fragrans）の漢名肉豆蔻^{（にくまぐ）}の略称豆蔻^{（まぐ）}によるも



青木ヶ原の樹海の中の道 (画・筆者)

てあらためて取り巻く樹々を見た。マツ、ツガ、ヒノキはすぐわかるが、ミズナラもある。枝を張っているのはカエデ、アセビ、ツツジなどだ。しかし、個々の樹はけっして育ちがよくない。やはり地表が熔岩質のためだろう。「樹海で迷わないように、調査するときはビニールのひもを引っ張って歩いて行くんです。戻れないとたいへんですから」という話がよみがえったのは、誰もいない樹海の中で、不気味な声を一瞬間聞いたように

思ったからだ。夜鷹かな。しかし、まだ夜ではない。しかし、蛙のような声だったから、夜鷹かもしれない。などと思うと、また年がいてもなく不安に襲われた。

冬が近づくと、このあたりはウサギが飛び交うのだ。キツネも出る。雪が降れば足跡ですぐわかるが、今は人間にとつて正体がわからず、冬眠に入る前の季節は、動物たちの声もちよつと違うのかもしれない。

樹海中の四辻の地点から精進湖の民宿村は近かった。わずかに十五分ほどだったが、その間考えたことは、この地下の世界だ。

熔岩はどのくらいの厚さで覆っているのか。地質学者の一部は、この富士北麓一帯には広大な地底湖があるという。それは否定できないことだ。私はあらためて地図を広げて、今歩いていく地点の高さを知った。約一、〇〇〇メートル。この一、〇〇〇メートルの高さの部分まで水をたたえてみたらどうであろう。五つの湖はすべて水没し、湖面は東西に広がり、東端の山中湖から西端の本栖湖まで一つにつながり、その長さは約四十キロになる。

海拔一、〇〇〇メートルの高さまで湖と化したら、バス道路も水没する。私は大地に耳をつけてみた。熔岩の下で音がしないかと思つたのだ。

精進湖の湖畔にたどり着いて、ひと休みし

ていると、地元の話が聞けた。

「五湖でも、山中、河口、精進湖は冬になると凍るが、西湖と本栖湖は不思議に凍らないです」

そう教えられて、あらためて湖面の高さを比べてみると、山中湖は九八一メートル、河口湖八三一メートル、西湖八九八メートル、精進湖九〇二メートル、本栖湖九〇〇メートル。西にある三湖はほとんど同じである。川のない富士山ではほかの山と違って、積もった雪が地下にしみこみ、人間には見えないがおそらくたくさんに分かれた地底湖となつて冷たい水を蓄えているのではなからうか。

樹海はその底に想像以上の栄養源を持っているのかもしれない。樹木には根からの揚水力がある。地上しか見られない人間の目には一見水の乏しい熔岩地帯だが、樹木たちは岩と協力して秘密の吸水作業をしているのだろう。樹海の樹を見ると、マツやヒノキはまっすぐ育っているが、妙にひねくれて曲がった樹もある。ここには十六種の針葉樹と、三十一種の落葉樹があることが調査でわかっている。この調査をした人に私は敬意を表する。なぜなら、原生林を残す中央部一帯は、玄武岩質なので、鉄分があるせいか磁石が狂い、足もとばかり見ていると方角を見失い、出るに出られず生命を失いかねないからである。

森への旅

22. 富士山麓の樹海を歩く

岡 田 喜 秋

正月だから富士山のことを語ろう、というのは一見月並みな発想と思われるかもしれないが、今から語るのは、富士山麓に潜む異色の「森」である。青木ヶ原という樹海である。

いつのころからか、森と呼ばず、周囲十六キロもあるこの富士北麓の自然林の広がりや樹海と呼ばだしたのはうなずける。大海に泳ぎ出したちっぽけな人間がおぼれ死ぬことがあるように、この樹海に入ると、人間は方角がわからなくなり、出るに連れなくなるのである。そこを自殺の絶好地と目して死に場所を選ぶ人もいて、一部の人には好奇の目をもって見られているようである。

先年そして最近、私はこの青木ヶ原の一部を歩いてみた。その出発点は富士五湖の一つ西湖の南である。氷穴と風穴がある。この西精進湖と本栖湖へ向かう道の南側一帯が青木ヶ原である。

やたらに踏み込むと出られなくなる。「磁石も狂って使えませんか。死にたくなけ

れば、東海道自然歩道になっている所を歩くことです」

と、昨夜私の泊まった民宿の人は忠告してくれた。西湖と富士岳風穴を結ぶ道を歩いて、バス道路に出た。この間は東海道自然歩道ではない。それだけにちよつと不安を感じたが、冬に近い季節ならば幸い広葉樹の葉はかなり落ちていて、青い空も仰げた。しかし、一口にいて、道の左右はかなり凹凸が目立つ。それはこの一帯の土地が富士山の噴き出した熔岩でできているからで、まだ土壌化するには歳月を要する地質ゆえであろう。

ところどころに深くえぐれた部分も目立つ。「自殺する人はすつ裸で死んでいることが多いんですよ」と言っていたが、青い苔の表面がかきむしられていたりするのは、死ぬとき苦しんだ証拠だという。そんな話を思い出しながら歩くと、頭上で鳴く鳥の声にも不気味さを感じて、一人旅には慣れている私も、ここで偶然倒れ

たら、人はどう思うだろう、などと考える。幸い、四十分ほどでバス道路に出た。西へ向かえば精進湖だ。ほつとひと安心したが、考えてみると、どんな樹が生えていたのか、いつものような観察を怠っていたことに気づく。やはり、年がいてもなく、不安にかられていて、樹を見ることを忘れていたのだ。「樹を見て森を見ず」ということわざがあるが、きょうの私は、森にとらわれて樹を見ていなかった、とひとり笑ってみた。

あらためて、樹種を見るためにバス道路に沿う東海道自然歩道を歩きはじめた。今度は気持が落ち着いた。不安がない。しかし、一時間ほど歩くと、道は完全に樹海の中に入った。

富士山の登山道の一つ、精進湖からつけられた山道に出たが、富士山のほうへ向かうその途中に、磁石も狂うという地域がある。

「精進風穴の付近には磁力を帯びた熔岩があるので、磁石が効きませんよ」というあたりはこの上だ。日洞、月洞という洞穴がある。洞穴とは、すべて熔岩が凝固して盛り上がり、その内部が空洞化して穴のようになっているから名づけられたものだ。

昔は修験道に励む行者たちがそこを利用していたのだろうが、現代人には逆に恐怖を誘う地底への入口のように思える。

精進湖へ通じる分岐点の所で休んだ。そし

農林時事解説

年の始めの当たるも当たらずも八卦

明けましておめでとうございます。今年は「羊」とか。元旦に配達される年賀状も新聞もその折り込みもみんな羊。テレビでは本物の羊が占拠してくれ、家の中を羊が占拠。そのためか、いつもは自分が主人公顔しているわが家の駄犬どのが、部屋の隅で小さくなっているのが可愛。朝から屠蘇気分では散歩に連れ出す気にもなれず、サボルことし、大晦日の残肴を友に熱燗をのどに流し込むと天下泰平、太平楽である。

三省堂の『大辞林』によると「羊」は、「偶蹄目ウシ科の哺乳類。ヤギに似るが角は渦巻形。細く柔らかい縮れた毛が全身に密生する。性質は温和で常に群れをつくる。草

食性。毛・毛皮・肉・乳を利用するため、古くから世界各地で飼われる」とある。

ともあれ、羊はその持つ生まれた性質や特徴から、人間の衣食住にとことん利用される運命をはるか昔から背負っている動物である。昨年の新聞で、オーストラリアが2000万頭を処分すると報道していた。理由は、日本等先進諸国の化学繊維指向と、ソ連、中国の経済事情が悪化して羊毛の輸出が大幅にダウンしたことから、生産調整を余儀なくされたためだという。市況回復の見通しが立たないこともあって、これからも生産調整が続くらしく、羊年を迎えた羊たちの南無三との悲鳴が聞こえる。

る。

羊についてはこれくらいにするが、市場経済下で人々は、商品の需給や市況の変動の八卦の狂いに泣きそして笑ってきた。今年の木材市況はいかがいなるや。当たるも八卦、岡目八目、屠蘇気分ですしばかりまじめに考えてみることにした。

平成2年度の住宅着工量は170万戸にとどくだろうとの推測もあってか木材の荷動きは依然活発らしいが、市況のほうは、いまいち冴えず、国産スギ並材は低迷を脱する気配が見えない。わが国の木材市況動向は木材のそれに左右され、特に国産スギはもろに影響を受けることから、今後の木材を中心とした木材を巡る情勢を占ってみると、くもりのち雨の卦が出そうである。

すなわち、昨年から続く日米貿易交渉やウルグアイラウンドで関税引下げは避けられず、割安木材攻勢にいつその拍車がかかるこ

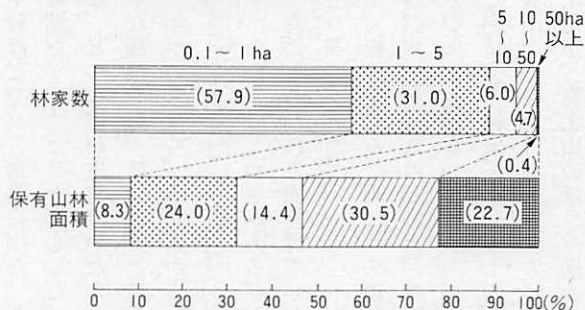
統計にみる日本の林業

林家数の推移

(単位:戸)

	合計	保有山林規模別						性格別		
		0.1~1ha	1~5	5~10	10~50	50以上	農家林	非農家林	農家林家の率	農家林家の率
昭35	2,705	1,572	876	148	100	9	2,545	160	94.1	
45	2,566	1,421	853	162	119	10	2,277	287	88.8	
55	2,531	1,419	823	157	121	10	1,981	550	78.3	
平2	2,509	1,452	777	151	117	11	1,595	913	63.6	

保有山林規模別林家数の構成比と面積シェア (1990年)



資料: 農林水産省「1990年世界農林業センサス」

林家の動き

林家数の動きを1990年世界農林業センサスで見ると、平成2年の全国の林家数は250万9000戸で、55年からの10年間で約1%に当たる2万2000戸が減少している。

林家の性格別に見ると、農家林家は159万5000戸で18%に当たる34万5000戸が減少したのに対し、勤労所得者等の非農家林家は91万3000戸で54%の32万2000戸が増加している。この結果、農家林家の割合は64%と減少し、その割合は低下傾向を続けている。

また保有山林規模別に見ると、0.1~1haの零細な階層と50ha以上の所有規模の大きい階層が増加したのに対し、1~30haでは各階層とも減少している。これを構

とは間違いあるまい。また、昨年の再三にわたる公定歩合の引上げは、住宅金融公庫や住宅ローンの金利アップとなってユーザーを圧迫し、住宅建築に水を差すことは必定。さらには中東紛争で経済全体にかげりが出てきたこともあって、住宅建築に待ちの姿勢も出る。これらをつなぎ合わせると、晴れが続くと卦は当たらぬ八卦となる。

年の始めである。威勢のいい稿をと考えたが、どうも逆になって己が減入の結果になってしまった。だが、世の中には逆転本墨打というものもある。世界中で自然保護の火が燃え盛り、資源ナショナリズムが頭をもたげると木材はきわめて貴重な資源に様変わりし、材価は一挙にン倍に。これ林家のみんなが、金を積んでも出したい卦ではある。

成比で見ると、0.1～1 haの階層が58%、1～5 haが31%と5 ha未満の層で全体の9割を占めており、10 ha以上の層はわずか5%にすぎない。

一方、保有山林規模別の林家が保有する山林面積の構成比は、0.1～1 haの階層は8%を所有しているにすぎないが、50 ha以上の階層は23%を占め、そのシェアを高めている。

今後、こうした林家の活性化を図っていくためには、小規模な林家については、農業との複合、森林組合等を通じた組織化等、地域全体の中で振興を図っていくことが必要である。また大規模層の林家においては、長期的な計画と低コストで効率的な林業経営を推進していくことが重要である。



ポプラ林の並木（大潟村）

林政拾遺抄 湖上の森づくり

過日、秋田県能代海岸林を訪れたとき、車中から見る大潟村の集落や農地が生き生きとした新緑に包まれているのを見て、これはいわば「水の上に造られた緑」であると感心した。案内していただいた県緑地保全課の加賀谷さんにかがうと、「森林法第5条森林」であるという。つまり、地域森林計画の対象になっているのである。少し時間の余裕もあるので、大潟村に寄っていただいた。

大潟村は八郎潟を干拓して生まれた湖上の村であるが、その村づくりにあたっては、「快適性と美観」の確保に力を注いだという。「早期に、確実に、面的、立体的に緑化し、生活環境と土地及び景観の保全を図る」これが新しい村づくりの「緑地計画」の方針であった。集落内には生活環境を保全する目的の集落防災林と公園緑地を、集落外の幹線道路沿いには風雪害から交通を守る防災林を造成し、「バランスのとれた農村景観」と「自由に自然に溶け込める、憩い、遊

び、レクリエーションの場」、こんな機能を持つ「緑の土地」をつくろうとしたのである。

防災林は、クロマツを主体とする針葉樹林帯と、ポプラを主体とする広葉樹林帯の混交する森林とした（基準本数は、ha当たりクロマツ10,000～6,000本、その他針葉樹5,000本、ポプラ715～500本、その他広葉樹6,000本）。針葉樹を30%、広葉樹を70%の割合とする緑地造成であった。植栽にあたっては、次の配慮がなされた。(1)停滞地下水を除去し、酸性土壌は中和し、塩分を除去する、(2)植栽する樹木は防災効果が高く、経済性のある、土地に適した樹種とする、(3)植栽方法は飛砂、寒風害に耐える千鳥植、方形植とする。

現在約470 ha（うちクロマツ135、ポプラ281、ハンノキ40）の緑の地がここに造成されている。「自由に自然に溶け込める緑の場」が、大潟村の人々の中に定着することを願う。

（筒井迪夫）

木と住まいの美学

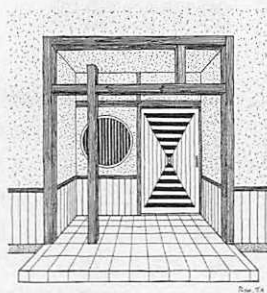
品格がある門口

能登の柳田村にあった旧庄屋家が、現在は、前にも紹介した金沢市湯涌町の江戸村（主に江戸時代の民家などの建物を移築公開）で保存されている。この家屋は、棟の高い草葺き入母屋の平屋で、一見農家風であるが、大屋根の傾斜



は、安定感があり、堂々とした外観である。

出入口は平入りで、家の間口が20 mぐらい、奥行は10 mぐらいの大きな家屋である。内部を見ることができなかったが、家の表は、右側の8 mぐらいが廊下らしく、雨戸で締め切っており、左側は5 mぐらい続く壁で、下から2.5 mぐ



らい上まで板を張り、その上の50 cmぐらいは土色の塗り壁である。

この雨戸と板壁の間の幅4 mぐらいが、奥へ1 mぐらい引き込み、そこに表出入口が設けてある。このように、表から奥に引き込んだ凹形の出入口は、古い農家や町屋によく見受ける構造であるが、この家では、潜り戸付きの板張りの大戸と、その右横の、約1 m幅の板の開き戸との2つの出入口がある。

大戸のほうの屋内は、おそらく案内書にある農作業用の土間になっていると推察されるが、開き戸のほうは、前に踏み台が置いてあり、下足を脱いで上がり座敷へ通るということで、特別の用向きの人のために設けたのではなかろうか。

さらに、この家の出入口の特徴的構造は、雨戸の並びに続くよう

建築設計家 滝沢 隆
(禁無断使用)

本の紹介

J. ウェストビー 著
熊崎 実 訳

森と人間の歴史

発行
築地書館

〒104 東京都中央区築地
2-10-12

平成2年12月20日発行

(☎ 03-3542-3731)

A5判, 275頁

定価2,987円

グローバルな森林消失が世界の関心を集めている。森林はなぜ壊れていくのか。森林を守るにはどうしたらよいか。この二つのことが今日ほど切実に問われている時代はほかになかったであろう。今回訳出されたウェストビーの著作は、世界の森林と人間との歴史的なかわりを踏まえてこの問いに答えようとしたものである。そして、ジャック・ウェストビーは望み得る最適任者であったと思う。長年の国連機関での勤務を通して各国の事情に詳しく、かつ世界の森林・林業問題を歴史的な文脈でとらえるだけの確かな史観を持っていたからである。それに彼ほど開発途上地域の貧しい人々に対して温かい心情を抱き続けた人物も珍しい。世界の「良心」と呼ぶに値する。彼自身は、何年も前から難病に侵されてほとんど体の自由がきかなくなっていたようだが、

それでも口述でなんとか書き継ぎ、本書のメッセージを残して世を去った。

全体の構成からいうと、樹木と森林についての基礎的なことがらをまとめた第1部、イギリスを中心としたヨーロッパとヨーロッパ列強が支配した植民地を対象に、森林と民衆との歴史的なかわりを提示した第2部、オーストラリア、ブラジル、キューバ、インド、ネパール、中国、インドネシア、フィリピンの8カ国を「切口」にして森林の歴史と今日の森林問題のありようを概観した第3部、湿潤熱帯林の破壊、乾燥地帯の植生の劣化、酸性雨による温帯の森林衰退など、今日の森林問題を主題に即して詳細に論じた第4部、社会林業、アグロフォレストリー、住民参加、森林政策、開発援助のあり方など、問題解決の糸口を探索した第5部から成る。

に幅 30 cm ぐらい、厚さ 15 cm ぐらいの板壁が、前述の板壁と相対して造られ、両板壁の間の上部には太い横木が渡されていて、横木と庇裏の間は塗り壁になっている。ちょうど、板壁と塗り壁で門を造っているようになっていることである。門口という名称にふさわしい構造で、庄屋らしい品格がある出入口である。

かかる出入口の構造は、防雪という実用からと、役目柄の格調を求めたのではないかと推測するが、これと同じ様式を奈良県大宇陀町でも見かけた。それは、表の出格子の間に冠木門そのものを設け、その奥に格子造りの出入口があり、やはり出入口の格調を求めたものであろう。そして、洋風建築の玄関先のポーチと機能的にも視覚面でも同質であり、今も応用できる祖先の知恵である。

本書の原題は『世界林業入門——民衆とその樹木』(Basil Blackwell, 1989)となっていて、一般の人たちにも読みやすい文章になっている。しかし、けっして平板な入門書には終わっていない。むしろ、鋭い問題提起の書というべきであろう。いつの時代でも森林破壊の基本的な原因は、森林利用を巡る社会的な関係にあり、農村の貧しい人たちが森林の保護と造成に向けて本気で取り組むような状況にならなければ問題の解決はない、というのが彼の立場である。少なくとも、先進国の資金援助で造林すれば解決がつくといった単純な問題ではない。熱帯林の保全と持続的利用を図るうえでわれわれは何をなすべきか。本書からいくつかの有益な示唆を読み取ることができようであろう。一読をおすすめしたい。

(国際協力事業団・渡辺 桂)

(((こだま)))

コンセンサスの醸成

このところ一年の経過が毎年加速されるように感じるが、どうしてであろうか。

先日読んだ単行本(「エコエティカ——生圏倫理学入門」今道友信著)に「技術的抽象」というおもしろい言葉があった。「技術のしていることは、経過、プロセスをできるかぎり短縮し、可能ならば、その経過を捨てて、結果だけを抽象するということ」であり、ロープウェイによる登山や缶詰・冷凍食品による食事はその例であり、命がけのアルピニストも、ロープウェイで登った観光客も同じようにみごとな眺望を楽しめ、手間暇かけて調理しても、電子レンジで3分間加熱してもほとんど同じく生活していける点において技術の果たすところは大きい。そして、「この便利さは、個人の生活行為の大規模な社会化によっており、…人間的行為のいっさいの経過の経済効率による企業化が進み…」、しかしながら「技術連関は人間の環境としてどうか」というと、省力が実現され仕事の経過としての時間が短縮され、忍耐のような徳が失われていくような場所、別の言葉でいえば、意識の本領であるものをできるだけ消していくような次元である」と。

確かに、都市的ライフスタイルが全国に広く行き渡るにつれ、便利さと快適さを追い求めるのが当然であり、何事にも効率性が優先されるようになっていくが、それゆえに時間が希薄化されているといえるかもしれない。ところで、こうした社会状況を前提において、私どものかわる森林・林業を考えると、一般国民の理解を得る努力が今後ますます重要なものとなっていく。

特に、林業の宿命である超長期性は、都市住民の日常感覚からはまったくかけ離れたものであり、その保育管理といったブ

ロセスは捨象されて目に映ることとなり、森林はともすればアメニティとしての観点から見られることになりがちである。森林の公益的機能についての理解も、残念ながら、昨夏の東京の深刻な水不足に直面して初めて気がつく者が多いのが実態ではないだろうか。

このところ、林業労働力の問題が大きくクローズアップされている。国土の40%を占める過疎地帯にわずか10%の人口しか住まない過疎化、高齢化の深刻な実態に加え、日本経済の高度化による構造的な人手不足が生じているからである。被雇用者側の売り市場となり、若者から忌避される職種を言い表わすのに3K1Yという流行語ができたが、林業はその最たるものであるといえる。

林業労働力の確保対策には、高性能機械の導入、高収入の確保、福祉対策等が挙げられるが、どの問題をとってもその解決はたいへん難しい。第2次、第3次産業においては可能なFA化、OA化も、林業分野においては、そのハードルがあまりにも高すぎる。また、労働条件・処遇の改善にしても、それだけの扶養能力が期待できようか。

こうした状況を打開するには、何よりもまず森林・林業の重要性に対する国民のコンセンサスを得ることが基本であることはいうまでもない。教科書の林業についての記載の復活、みどりの日の制定、緑と水の森林基金の活動等の着実な歩みをさらに発展させていくことが必要である。

21世紀に向けての社会資本の整備が唱われているが、緑豊かな国土という真の国富を築くのは今しかない。たとえ経済戦争に破れようと豊かな山河はぜひとも残したいものだ。

(F.I.)

(この欄は編集委員が担当しています)

恭賀新年

社団法人 日本林業技術協会

平成 3 年

元旦

理事長
常務理事

鈴木 郁雄

江藤 素彦

上飯坂 実

左達 一也

鈴木 照郎

松本 廣治

佐藤 昭一

草木 野博

木村 光繁

原田 洸彦

佐藤 正加

法元 夫稔

新庄 光瑤

松井 満夫

養輪 夫

理事

監事
顧問

職員 一同

角館 盛雄

草野 正廣

塩崎 実進

榎本 道雄

森本 泰次

能勢 誠夫

筒井 迪夫

小笠原 弘久

築地 一忠

伏見 光明

光本 政美

坂口 勝俊

小嶋 俊吉

鎌田 藤一郎

坂内 富男

進 正輝

松田 昭二

小泉 孟

羽賀 正雄

難波 宣士

岡本 敬三

高橋 重敏

福森 友久

協会のうごき

◎第2回常務理事会

平成2年度第2回常務理事会を次のとおり開催した。

日時：平成2年12月19日

場所：本会5階会議室

議案：平成2年度の会務運営

◎講師派遣

1. 依頼先：林業講習所

コース：養成研修専攻科

内容：森林航測

期間：12月4～18日(うち5日間)

講師：技術開発部長 渡辺宏

◎海外派遣

1. 12月3～22日まで、熱帯林管理現地調査のため、畠村技術開発部課長、林職員、小池主任研究員をタイ国へ派遣した。

2. 12月13～28日まで、同上調査のため、伏見理事、遠宮航測部技師、山本・小林職員および中島主任研究員をインドネシア国へ派遣した。

3. 12月17日～本年1月30日まで、森林資源管理計画調査のため、渡辺航測部課長代理、田口、アテフ主任研究員、吉村主任調査員、宮部職員および氏家参事をチリ共和国へ派遣した。

◎海外研修員の受入れ

国際協力事業団からの依頼によ

り、以下の研修員を受け入れた。

コース：リモートセンシング

期間：12月17～18日

研修員：インドネシア国熱帯降雨林研究所長 Dr. Ir. Soeyitno Soedirman

◎林業技士養成スクーリング研修

12月10～14日まで、本会会議室において、森林評価部門のスクーリング研修を、立正大学福岡克也経済学部長ほか6名の講師により実施した。

◎番町クラブ12月例会

12月21日、本会会議室にて、映画「東京の森林—多摩川源流をたずねて」「ヒューマンロード—これからの環状道路」の上映を行い、懇談した。

◎調査部・技術開発部関係業務

1. 12月11日、土石採取等許可基準調査現地検討会を千葉県袖ヶ浦町にて開催した。

2. 12月14日、松くい虫特別防除の薬剤飛散・影響調査第2回調査検討委員会を主婦会館にて開催した。

◎調査研究部関係業務

1. 12月6日、甲信地域総合整備計画調査第1回委員会を山梨県早川町にて開催した。

2. 12月11日、保護林等設定基本調査第2回委員会を本会にて開催した。

3. 12月14日、機能分級に対応した森林整備のあり方に関する調査第1回委員会を本会にて開催

した。

◎熱帯林管理情報センター関係業務

12月26日、熱帯林管理情報システム整備事業第3回調査等委員会を本会にて開催した。

◎人事異動

採用 国際事業部長 安養寺紀幸
12月10日付

退職 調査第二部長 滝口政美
12月31日付

命 調査第二部長 田中敬造
1月1日付

平成3年1月10日 発行

林 業 技 術

第586号

編集発行人 鈴木 郁雄

印刷所 株式会社太平社

発行所

社団法人 日本林業技術協会

(〒102) 東京都千代田区六番町7

電話 03 (3261) 5281 (代)～7

FAX 03 (3261) 5393

(振替東京3-60448番)

RINGYŌ GIJUTSU

published by

JAPAN FOREST TECHNICAL

ASSOCIATION

TOKYO JAPAN

[普通会費 3,500円・終身会費(個人) 30,000円]

社団法人 日本林業技術協会

支 部 支 部 長 支 部 幹 事

當林(支)局等支部

明昭雄男幸豐宏一次治滿夫博志平雄二郎直	敏政征睦友重隆福節好光正一	成川測山川中沢橋山戸山木村森村藤	小吉馬林守白田野高袖井香鈴中小嶋岡佐	明郎信一昭智而男次吉夫彰利良則征一	英夏克毅義哲靖功彰義展照佐久正進	宮口田嶋中本岡井松田塚川高川中田崎	古山成福田橋村照兼天石中日玉田勝山	道川見広館森田橋京野屋阪知本庁林所林団	海古野研究合發	北旭北帶函青秋前東長名大高熊林森総森開
---------------------	---------------	------------------	--------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	---------------------	---------	---------------------

[illegible]

●技術指導ビデオ●

ソーチェーンの正しい目立て

企画 林野庁/指導・実演 永戸太郎

30分/オールカラー/VHSモノラル

価格18,000円(消費税・送料込)

正しい目立ての

基礎と実技を映像化!

鮮明な映像と音声で

研修教材としても最適!

——このビデオの主な内容——

- 目立ての重要性
- カッターの構造と種類
- ヤスリの選び方
- チェーンソーとソーチェーンの固定の仕方
- 正しいヤスリの当て方
- カッターの目立て角度
- カッターの長さのそろえ方
- デプスゲージとデプスの調整
- ソーチェーンの送り方
- 切れ味の実演
- 枝払い時の注意点
- 正しい目立てのための5つの基本 等

最新 林業機械ハンドブック

スリーエム研究会編

A5判六五〇頁上製箱入り

予約特価七、〇〇〇円(千共)
(定価八、〇〇〇円) 310

平成3年
3月20日
刊行予定
予約申込み
受付中!

「第三期」の林業機械化へ向けて
最新の多工程処理機械はもとより、全ての林業機械の
構造・性能・作業法等を網羅した 我が国唯一の本!
目次から
I 機械材料・機械要素 II 林業用原動機 III チェーンソー IV
集材機 V スキッド・フォワーダ VI 多工程処理機械……ほか

森林の流域

管理システム

林政審中間報告の解説
林業制度研究会編
B6判二一〇頁一、五〇〇円 260

木の補助・融資

林産・林業の補助・融資

平成二年度最新版!
林野庁監修
四六判四九〇頁 二、三〇〇円 310

ザ・熱帯林

緑の地球経営の
実現に向けて
林野庁監修
国際林業協力研究会編
A5判二一〇頁二、〇〇〇円 260

労働力問題と

林業・木材産業

みどりのブックレット No. 2

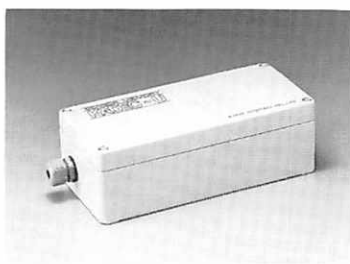
日本林業調査会編
A5判一〇四頁 八〇〇円 260

日本林業調査会

〒162 東京都新宿区市谷本村町3-26 ホワイトビル内
電話(03)3269-3911 振替(東京)6-98120番 FAX(03)3268-5261

コンピュータで解析する各種 測定データを長期無人観測 で収集する驚異的な堅牢性を 誇る野外データロガー登場

雨、雪、結露、低温(-25℃)、
高温(80℃)に耐え、30,720
データの大記憶容量を持ち
AC電源不要の長期無人観測
を可能にし、抜群のコスト
パフォーマンスを実現。



全天候型データ記録装置 KADEC-Uシリー
ズは、過酷な環境下でもそのまま野外に置いて
使用できる小型の高性能データロガーです。
南極の昭和基地からアフリカの砂漠地帯まで
の厳しい使用環境への納入実績がその信頼
性を証明しています。
既好の各センサを無駄にすることがなく、また長
期無人観測が可能のため、抜群のコストパフォー
マンスで先進の観測システムを実現します。

KADEC

■KADEC-Uシリーズの用途

気象観測：温度、湿度露点、風向、風速、日照、日射、
積雪、雨量、気圧高度、白金測温抵抗体
水文計測：水位、水質(PH計)、流速流量、潮位波高
土木計測：沈降沈下、水分(蒸発量計)、ひずみ、
伸縮傾斜

7つの気象を観測し、パソコン
で正確に、簡単に解析する超
低価格な気象観測システム。

ウェガステーション

WS-N20(風向、風速、雨量、気温、湿度、地中温度、地表温度)
WS-N30(風向、風速、雨量、気温、湿度、地中温度、気圧)
WS-N40(風向、風速、雨量、気温、湿度、地中温度、日射量)



■タマヤの測定機器：気象システム/測風経緯儀、データロガーKADECシリーズ ダム測定シス
テム/ノーマルプラムライン装置、外部測量機材 測水/精密音響測深機、デジタル流速計 測量/光
波測距儀用気象観測セット、小型回光器、照照器、水準測量用電卓、水準測量用プリンタ、測量用
六分儀、マイクロメータ、三杆分度儀 デジタル面積測定器/PLANIXシリーズ、エアラインメータ
航海計器/航海用六分儀、デジタル航法計算機

▶作表出力

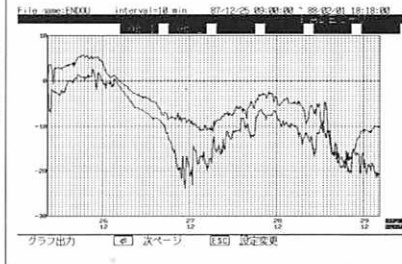
KADEC-U 出力データリスト					
観測日時	87/06/19 11:52:10				
測定終了時刻	87/10/01 17:29:51				
データ人数	2508				
インポート名	60 418				
ファイル名	T3046				
MEMO-1					
MEMO-2					
MEMO-3					
MEMO-4					
MEMO-5					
入力機種					

Date & Time	Number	1	2	3	4	5
87/06/20 00:52:00	14	17.3 °C	17.4 °C	17.2 °C	17.2 °C	17.1 °C
87/06/20 01:52:00	19	16.9 °C	16.8 °C	16.6 °C	16.4 °C	16.2 °C
87/06/20 02:52:00	24	16.0 °C	15.9 °C	15.7 °C	15.7 °C	15.7 °C
87/06/20 03:52:00	29	15.8 °C	15.1 °C	16.4 °C	16.7 °C	17.1 °C
87/06/20 04:52:00	34	17.3 °C	17.9 °C	18.2 °C	18.4 °C	

日時：87/06/20 最大値：18.4 °C 最小値：15.7 °C 時間：22:52:00
積算値：402.3 °C 平均値：16.8 °C

Date & Time	Number	1	2	3	4	5
87/06/21 00:52:00	36	18.6 °C	18.5 °C	18.5 °C	18.2 °C	18.3 °C
87/06/21 01:52:00	39	18.6 °C	18.5 °C	18.5 °C	18.2 °C	18.2 °C
87/06/21 04:52:00	44	18.0 °C	17.9 °C	17.7 °C	17.5 °C	17.3 °C

▶グラフ出力



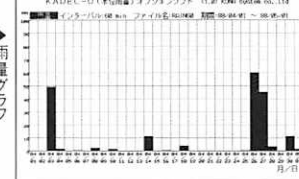
▶データの検索

No.	観測日時	観測項目	観測値	測定開始年月日	測定終了年月日
1	87/06/19 11:52:10	気温	17.3	87/06/19 11:52:10	87/06/19 11:52:10
2	87/06/20 00:52:00	気温	17.3	87/06/20 00:52:00	87/06/20 00:52:00
3	87/06/20 01:52:00	気温	16.9	87/06/20 01:52:00	87/06/20 01:52:00
4	87/06/20 02:52:00	気温	16.0	87/06/20 02:52:00	87/06/20 02:52:00
5	87/06/20 03:52:00	気温	15.8	87/06/20 03:52:00	87/06/20 03:52:00
6	87/06/20 04:52:00	気温	17.3	87/06/20 04:52:00	87/06/20 04:52:00
7	87/06/20 05:52:00	気温	17.9	87/06/20 05:52:00	87/06/20 05:52:00
8	87/06/20 06:52:00	気温	18.2	87/06/20 06:52:00	87/06/20 06:52:00
9	87/06/20 07:52:00	気温	18.4	87/06/20 07:52:00	87/06/20 07:52:00
10	87/06/20 08:52:00	気温	18.6	87/06/20 08:52:00	87/06/20 08:52:00
11	87/06/20 09:52:00	気温	18.5	87/06/20 09:52:00	87/06/20 09:52:00
12	87/06/20 10:52:00	気温	18.5	87/06/20 10:52:00	87/06/20 10:52:00
13	87/06/20 11:52:00	気温	18.2	87/06/20 11:52:00	87/06/20 11:52:00
14	87/06/20 12:52:00	気温	18.2	87/06/20 12:52:00	87/06/20 12:52:00

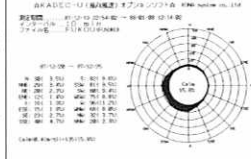
▶温度月報

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
最高気温	18.6	18.5	18.5	18.2	18.2	18.3	18.3	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
最低気温	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
平均気温	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8

▶雨量グラフ



▶風向風速



☒ TAMAYA タマヤ計測システム 株式会社

〒104 東京都中央区銀座4-4-4 アートビル TEL.03-3561-8711 FAX.03-3561-8719

●日林協が小・中学生に贈る——

森・林・ガ・イ・ド

〈植樹祭その他のイベントにご利用ください〉

森林とみんなの暮らし

B5判/64ページ/定価 875円(本体850円)

国際森林年(1955年)を記念して発行した中学生向けの副読本。森林・林業の重要性をわかりやすく解説した格好のテキスト。

新版 私たちの森林

A5判/128ページ/定価 978円(本体950円)

森林についてのいろいろな知識と、森林を守り育てることの大切さを、カラー写真・イラストをたくさん使いわかりやすく解説。

森と木の質問箱

—小学生のための森林教室

B5判/64ページ/定価 515円(本体500円)

全国学校図書館協議会選定図書になっており、森林と人のかかわりをやさしく楽しく解答。副読本・教材等に最適の書。

お求めは…

社団法人 **日本林業技術協会**

〒102 東京都千代田区六番町7番地

平成 三 年 一 月 十 日 発
昭和 二 十 六 年 九 月 四 日 第 三 種 郵 便 物 認 可 行

(毎月10日発行)

林 業 技 術

第五八六号

定価四四三円(本体四三〇円)

送料六一円