

地球環境問題と木材（その1）

— 地球環境の変化 —

北海道大学農学部教授 寺 沢 実



はじめに

表題のような大きな課題を頂きましたが、どこまでその本質に迫れますか、大変心許ないところがあります。とにかく、非力を省みず、限られた紙数内ですが、最大限努力してみることにいたします。

(1) 地球環境の変化

地球の温暖化、オゾン層の破壊、熱帯林の消失、砂漠化など、深刻な地球レベルの環境問題が山積しています。これらはいずれも人類の存続を脅かすにたりる要因ですが、いずれも人類の「文明化」の名のもとに続けてきた諸活動に起因しているといえます。したがって、人類の活動が低下するかその活動の方向が変わらないかぎり、いずれ現代文明は破たんするでありましょう。

現代文明は、地下埋蔵資源を掘り出し利用することによって成り立っています。鉄・アルミニウムをはじめとする金属類、エネルギー源としての石油・石炭。また、あらゆる文明の利器の駆動力となっている電気もその大部分が姿を変えた化石燃料であり、ウランであります。各種プラスチックや化学製品などを含め、石油を原料としない製品を見つけることは、いまや容易ではありません。先進諸国の農業生産の向上は化学肥料に依存するところ大であり、農業も工業化社会の一端に組み込まれています。

人類は近代に入って大量生産・大量消費のための技術革新を次々とこなし、豊かな文明社会を築き上げてきました。しかしながら、一方で、大量に排出される各種の廃棄物は、大気、河川・地下

水、土壌、湖沼・海洋などを汚染し、現代の快適な生活の継続を脅かし始めています。

(2) 地球環境変化の原因

地球の温暖化は化石燃料の消費や熱帯林バイオマスの分解で生じる過剰の炭酸ガス放出などによるものであり、オゾン層の破壊はフロン化合物に起因します。熱帯林の消失は開発の名もとの過剰伐採と人口増加の圧力におされた焼き畑農業に大きく左右されております。酸性雨は化石燃料に混入した窒素や硫黄由来のNO_x（ノックス）、SO_x（ソックス）が成層圏で硫酸となり、やがて水蒸気に溶解雨となって地上に舞い戻る現象であり、いずれも人類の文明化への努力の結果がまねいた事象です。砂漠化は、同じく増加した人口に見合う食糧生産をするために森林の農耕地化と過剰耕作、エネルギー源としての樹木の過剰採取、草地への家畜の過剰放牧などが草木の回復不可能になるまでおこなわれた結果であり、人口増加にともなう食糧・エネルギー需要の増大が最大の圧力要因となっています。

(3) 南北問題

世界的に見ると、乱開発による環境汚染を経験し、すでに反省期に入った先進諸国と、環境保全よりはまず開発を優先せざるを得ない発展途上国との間に資源の利用・保全をめぐるあつれきがあります。また、富める者と貧しい者の二極分極ともいえます。

しかしながら、今後とも、人類が持続的に発展していくためには、南北共に協力しつつ、限られた地球の資源を有効利用し、かつ回収循環（リサ

イクル)して利用するような極力無駄を排除した社会産業構造への転換、あるいはエコシステムにあった今までとはまったくライフスタイルの異なる社会産業構造の構築を模索する必要があることは疑いがありません。

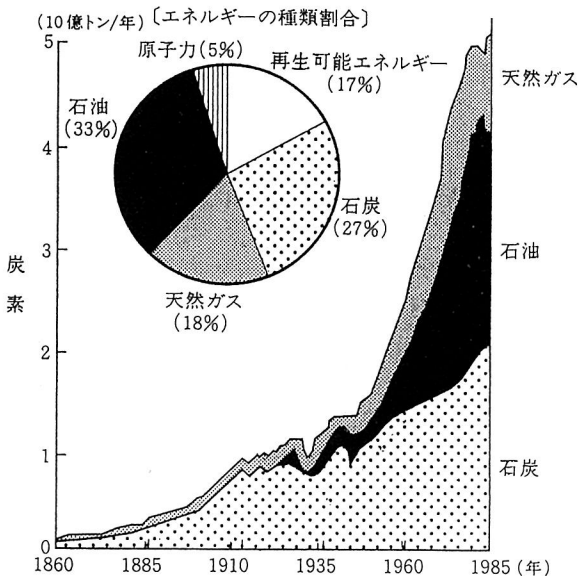
(4) 環境と資源の調和

この文明社会の変換期にあつて、森林・林業・林産業にかかわるものとしてなすべきことは何でしょうか。再生可能な資源としての木材、生物分解性の高分子材料としての木材、炭酸ガス固定能の高い樹木、環境保全機能を担う森林。これらの木材、樹木、森林はいずれも環境への負荷の軽いエコマテリアルとしての特色を十二分にもったすばらしい環境資源です。その特性を生かしつつ、エコシステムに外れないような利用方法を開発し、環境と資源の調和を図ることこそが我々に課せられた使命ではないでしょうか。

地球の温暖化

(1) 化石燃料

現代文明の象徴である石油消費。その消費量は20世紀後半にうなぎ登りに上昇しています。石炭



出典：British Petroleum, および Worldwatch Institute.

図1 産業革命以降急増を続ける世界の化石燃料の消費量

は石油ほどではありませんが、これも確実に伸びています。特に開発途上国での消費が急増しています。

日本では、薪ストーブ、石炭ストーブなどは家庭から完全に近い状態で駆逐されてしまいました。ほとんどすべての家庭で石油かガスに置き換わってしまっています。

この様に地中深く閉じ込められていた炭素が掘り出され、燃やされて、炭酸ガスとして空中に放出され、大気中の濃度を上昇させています。

(2) 森林バイオマス

熱帯林の開発が進むにつれて、炭酸ガスの発生量が急増しています。熱帯林での大規模開発にともなう森林バイオマスの燃焼、むき出た林床の有機物分解による炭酸ガスの生成が原因です。人口増加に見合う農業生産を当て込んだ開発だったのですが、森林を焼いて畑にしたものの、農地に向く土質でなかったり、病気が発生したりで、必ずしもうまくいっていないのが実状です。放置された農耕地は土砂の流亡が起こり、表土の無くなった土地は砂漠化していきます。

(3) 炭素循環のバランス

もともと、陸上の緑色植物や海洋のプランクトンが炭酸ガスを原料に糖の合成（炭酸ガス固定）を行い、生体成分を構築しています。他の生物はこれら固定物・構築物を食物として利用し、生体成分を再構築します。そして、死に至って微生物により分解されて、再び炭酸ガスへと戻ります。このように、自然界では炭素はうまく循環しており、炭酸ガス濃度はほぼ平衡状態に保たれていました。

そこへ人類が地下に眠っていた化石燃料を使い出し、人口増加の圧力が熱帯林の大型開発・消費を強いることによって、炭酸ガス濃度のバランスが急速に崩れ始めたというわけです。森林の消失、砂漠化が炭酸ガス固定能を減少させていることもバランスを崩す要因の一つです。

炭酸ガス濃度が高まると、地球からの熱の発散が妨げられ、いわゆる温室効果で温度が上昇します。

(4) 温暖化の影響

温暖化により、①地球規模の気候の変動が起こり農作物生産に重大な影響を与える、②両極の水が解けて海水位が上昇し世界の主要都市が水没する、③シベリアの永久凍土が一部溶解しメタンガスを発生する、などの予測があります。

①については、すでに世界的な干ばつ、冷害、局所的豪雨、洪水、異常寒波などが相次いで起こっており、不気味な予兆を感じさせています。

②については、こんな極端なことが起こる状況とはどういう状況なのか十分に理解しておりません。たとえ氷が解けたとしても、水蒸気となり雲となり再び雪となって地上に戻るでしょう。ですから簡単な計算どおりの筋書きで物事が進むとは考えられません。しかしながら、全部溶けずとも海水の水位の上昇は、海拔マイナスのオランダをはじめその影響を受ける都市・港湾は少なくありません。

③については、凍土の溶解が一部実際に始まっているようです。メタンなどの炭化水素も地球の温暖化に寄与する物質であり、悪循環の始まりとなりかねません。

酸性雨

地球温暖化の問題と関連して、酸性雨の問題があります。

(1) 酸性雨の起源

石油、石炭などの化石燃料が燃やされると含有される窒素分や硫黄分が、NO_x、SO_xとして大気中に放出されます。これらは、やがて成層圏でヒドロキシラジカルと反応し硝酸、硫酸などに変化します。これらは水蒸気に取り込まれ、やがて酸性雨として地下に舞い戻ってきます。

石油ショックのあと、火力発電の燃料に石炭が使われるようになりました。石炭からのSO_x、NO_xの生成量はそれぞれ石油の4～10倍と多く、酸性雨の起源として大きな比重を占めています。

(2) 酸性雨の影響

酸性雨の影響は、まず湖沼のプランクトンや水

生植物に現れます。プランクトンが死に食物連鎖が断たれることで魚をはじめとする生物が減少します。やがて、卵のふ化が阻害され、死の水溜りと化します。ついで、しばらく時間的猶予がありますが森林に影響が及びます。これは植物の生育に重要な役割を持っている土壌の変質が大きく関与しているとされています。まず初めにカルシウム、マグネシウムの流亡が起こり樹勢が衰えます。ついでpHの低下にともなって、毒性の高いアルミニウムが遊離し、これが根毛を痛めつけます。やがて根が腐って枯死します。

はじめ北欧、欧州各国から報告があった被害が、北アメリカ、カナダに飛火し、いまでは、インド、マレーシア、メキシコ、ブラジル、中国などにも酸性雨の報告が出始めました。

日本は、降水量が多いこと、土壌中に陽イオンの量が多いことなどにより、まだそれほど深刻ではないものの、確実に進行していることは確かかのようなようです。

欧米からの被害報告が先行しましたが、発展途上国の石炭の使用量が急増しており、酸性雨の本格的被害はこれから地球規模で出るのではないかと心配されています。国境を越えた広い範囲での発生源と被害とが複雑に絡んで解決を複雑にしています。

オゾン層の破壊

地上や大気圏での異常もさることながら、地球を取り巻く成層圏やその外側にも異常が認められています。

(1) オゾン層の穴

南極上空の成層圏の外に位置するオゾン層に、異常に濃度の薄い部分があることを日本の科学者らが報じて以来、にわかに世界的話題となり、その原因解明に沸きました。その結果、またもや人類の活動結果がもたらした人工異常であることが判明したのは記憶に新しいところです。

オゾン層は、はじめから地球圏に存在したわけではありません。原始地球の還元状態下に生命が誕生し、永い進化の過程で光合成能を獲得した植

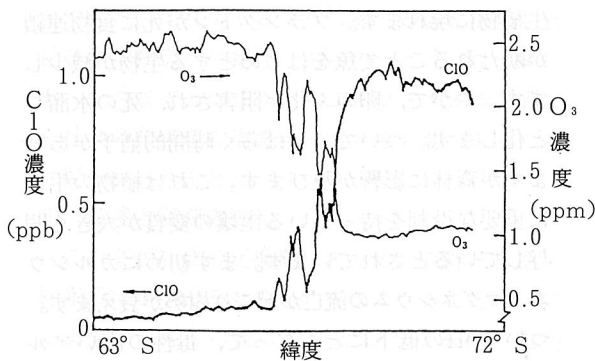


図2 航空機ER-2によりオゾン・ホルの外と内で観測されたオゾンと一酸化塩素(ClO)濃度の変化。1987年9月16日に高度18kmで観測されたもの。(Anderson et al., J. Geophys. Res. submitted)

物が、炭酸ガスを固定し酸素を空中に放出するようになりました。徐々に溜った酸素分子の一部が成層圏で紫外線的作用を受け反応性に富む発生期の酸素に分解します。この発生期の酸素が他の酸素分子と結合してオゾンが生成したとされています。

オゾン層は紫外線の吸収能に優れ、おかげで有害な紫外線が除去されて地球上は生命の存在にとって好ましい状態に保たれています。

(2) フロン

この大切なオゾン層が分解しつつあります。フロンの使用に原因があります。フロンとは、クロロフルオロカーボンの俗称で、炭化水素の水素をフッ素と塩素とで置換した化合物の総称です。化学的にきわめて安定で、生物への毒性もなく、沸点の幅の広い、人類にとってきわめて有用な化合物です。スプレ-のガスや冷蔵庫の媒体などに威力を発揮しているのはご存じのとおりです。

(3) オゾン層の分解

直接的には生物には害を及ぼさないフロンも、用済みになって空中に放出されると害を及ぼす物質に変わります。それは、地上では安定なフロンも成層圏まで上昇すると紫外線的作用を受けて分解してしまうからです。この時、塩素原子が放出され、この塩素原子がオゾンと反応し酸化塩素(ClO_x, クロックス)となり、オゾン消費していきま。オゾンの減少曲線と生成した酸化

塩素の増加曲線とが見事に対応しており、反論の余地がありません。酸化塩素はやがて分解し、再び塩素原子を放出しオゾン消費します。

この間の反応はラジカル反応と称される反応で、瞬く間にオゾン消費を次々と分解してしまうのです。1分子のフロンが壊すオゾンは7~8分子になるそうですから、このままフロンが使われ続けるとオゾン層は近い将来消滅すると指摘されています。嘗々と現代文明を築き上げてきた人類です。文明化を押し進め、便利さを追求してきた努力の結果が、人類の英知が人類を含めた地球上の生物の生存を危うくしています。

現代文明そのものが、まさに地球上の全生物の存亡の鍵を握っているとは、なんと皮肉としか言いようがありません。

(4) 紫外線の増加

「オゾン層が破壊すると騒いでいるが、たかが紫外線の増加ではないか。何が問題なのか。」と思う人もいるでしょう。

しかし、紫外線は、エネルギーの大きい電磁波であります。生体を構成するDNAをはじめとする重要な化学物質の多くが、この電磁波のエネルギーを吸収しやすい構造を有していることが問題なのです。紫外線に接しエネルギーを吸収した化合物は、励起状態となり本来必要の無い種々の反応に関与し、正常な生体反応の経路をかく乱します。

突然変異体を起こさせるために紫外線が使われるのはこのためですが、有用な変化をもたらすのはごくごくわずかで、ほとんどの場合致命的なダメージを受けます。人類も影響を受けます。皮膚ガンの発生が増加の傾向にあり、紫外線の増加が取りざたされています。

オゾン層の存在の意義は、紫外線を遮断し地上を生物にとっての安全地帯に保ってきたことにあります。従って、オゾン層の破壊に伴う紫外線の増加は、地球上の生命体にとって好ましい現象とはいえません。

オゾン層と森林。一見関係なさそうですが、樹木も生命体の一部ですから、強力な紫外線を浴び

ることが好ましいわけがありません。種子生産に際して、ひょっとして新しい機能性を確得し発展を遂げるかも分かりませんが、その可能性よりも種の保存にとって危うい事態になる可能性の方が大です。

熱帯林の消失

気象衛星ランドサットからの信号情報は、地球から熱帯林が減少していく様子を明確に示しています。熱帯雨林の消失の原因は、人口増加に伴う農地開発であり、商業伐採です。

(1) 人口増加の圧力

焼き畑農業は、熱帯雨林に住む人々の伝統的な農法として小規模に行われている限りは問題はないのです。しかし、人口増加はすさまじいものがあります。増加する人口を支える食糧を確保するためには新しい農耕地・放牧地が必要となります。商業伐採・開発がジャングルへのアクセシビリティを高めていると指摘されていますが、基本的には人口増加のもたらす要求が地元であり、開発の始まりはこの要求と合致しております。

(2) 商業伐採

敗戦後の日本は、山づくりに着手し、見事に緑

をよみがえらせました。しかし、国内の供給量では追いつかない程の需要を産んだ戦後の発展期を通じて、海外の森林資源に依存する態勢を確立しました。木材は山からではなく、港からという時代が長く続き、現在でも基本的には変わっていません。

欧州では自前の植林木を利用せざるを得ない事情にあります。かつては日本の東南アジアに相当する供給源として西部アフリカに頼る道があったのですが、すでに使い果たしたというわけです。

熱帯雨林の収奪の3大キーワードは「ハシ、ハンバーグ、棺桶」だそうです。ハシに代表される日本、ハンバーグに代表されるアメリカ、棺桶に代表される欧州。それぞれ、ラワン材を求めて東南アジア熱帯林を、安い肉牛生産のための牧場づくりで南アメリカの熱帯林を、棺桶用のマホガニーを求めて西アフリカの熱帯林を収奪したというわけです。

(3) 東南アジアの熱帯雨林

一般的に日米の合板好み、欧州のボード好みなどといわれています。高温多湿の日本では、ボード類はその吸湿性の高さから寸法安定性に欠けるために好まれません。乾燥度の高い欧州ではボード類であってもそれほど支障を感じません。しか

表1 熱帯地域の森林減少の現状（1980年と90年の比較）

（単位：百万ha）

地 域	1990年		1980年 森林面積	80～90年 森林減少	あと何年
	森林面積	森林率			
熱帯地域	1,714.8	35.6%	1,884.1	169.3	101.3年
アフリカ	600.1	26.8	650.4	50.3	119.3
西サヘル	38.0	7.2	41.9	3.9	97.4
東サヘル	85.3	17.4	92.3	7.0	121.9
西アフリカ	43.4	21.4	55.2	11.8	36.8
中央アフリカ	215.4	53.0	230.1	14.7	146.5
熱帯南アフリカ	206.3	37.0	217.7	11.4	181.0
島嶼国	11.7	20.1	13.2	1.5	78.0
ラテンアメリカ	839.9	50.1	922.9	83.0	101.2
中央アメリカ	63.5	25.9	77.0	13.5	47.0
カリブ諸国	47.1	67.8	48.8	1.7	277.1
熱帯南アメリカ	729.3	53.6	797.1	67.8	107.6
アジア	274.8	30.6	310.8	36.0	76.3
南アジア	66.2	14.9	70.6	4.4	150.5
東南アジア大陸	69.7	36.1	83.2	13.5	51.6
東南アジア島嶼	138.9	53.8	157.0	18.1	76.7

注：FAO, *Second Interim Report on the State of Tropical Forest*, 1991による。

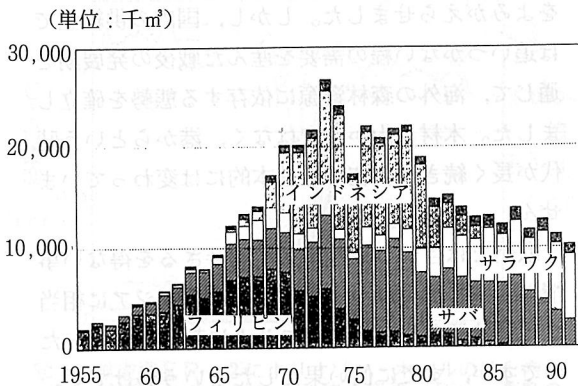


図3 日本への熱帯材（原木）供給国の地理的推移

し、本質的には、原料供給事情の差であることが分かります。

日本で合板工業が盛んなのは、ベニヤに剥きやすい安くて大径木の広葉樹が容易に手に入ったからであり、手近に東南アジアの熱帯雨林の恵みがあつたればこそです。日本の熱帯雨林からの木材の輸入量の変化を示す図が、フィリピン、インドネシア、タイ、サラワクと順次一極集中的に資源を求め続けたことを明確に示しています。

欧州では、日本の東南アジアに相当するアフリカにはもはや頼れず、ベニヤに剥くには足りない小径木の針葉樹を対象にして、これを有効利用せざるを得ないとすれば、パーティクルボード、ファイバーボードなどのボード類の製造がこれまた必然であります。

今後は、東南アジアからのラワン材の供給もはや期待できない日本は、近い将来、欧州型のボード類製造へと移行せざるを得ないでしょう。

砂 漠 化

ランドサットの情報は、森林消失だけではなくアフリカ、中国、南アメリカなど乾燥地帯を中心とした緑の消失、すなわち急激な砂漠化の進行を示しています。

(1) 食糧確保

人が文化的に存在していくには、最低限食糧の確保が必要です。食糧の質への要求は歴史的産物であり、農耕を主とするか牧畜を主とするかは必

然的に決まります。

農耕地を造るのには森林の伐採が必要で、すし、化学肥料に頼れないとすれば、一定間隔で次々と森林を焼いては新しい土地を求め移動するしかありません。牧畜を行うにしても広い牧草地が必要であり、やはり森林に負荷をかけることになります。

(2) エネルギー確保

人が生存していくには、最低必要量のエネルギーの確保が必要です。経済的な理由で化石燃料を燃料として使うことの出来ない熱帯林地帯の人々は、エネルギー源を木材に依存せざるを得ません。現在でも世界の木材の利用の半分は依然として薪炭としての利用です。

(3) 人口増加の圧力

先にも述べましたが、人口増加はすさまじい一言です。人口増加の圧力は、旧来の土地利用のサイクルをそのまま踏襲することを許さなくさせました。耕地の無理な拡大と酷使、許容頭数以上の家畜の放牧が余儀なくされています。

森林を焼き・伐採し、畑や放牧地を造っています。それでも足りずに休耕・休牧地にもむりやり作付けし放牧せざるを得ません。地力を養うべき時間を十分に与えることが出来ない土地の酷使は、結果として農耕地の疲弊、土壌の侵食、牧草地を草も生えない砂漠へと変貌させます。

人口増加の圧力は、当然ながらエネルギー源としての木材の使用量をも上昇させるわけで、森林の後退、砂漠化を加速する力となります。アフリカでは片道数時間もかけての「たきぎ集め」が女性のつらい仕事になっています。家畜もまた緑を求め少なくなった草を根こそぎ食べ歩きます。そして再生が不可能な土地が増え続けていきます。

これらは、いずれも人類の活動が関与しております。厳しく言うと人類の存在そのものが環境変動の根本原因であるともいえそうです。

古代文明の消滅は、人口増加に伴う森林の収奪、過剰農耕、塩類の蓄積による農業生産性の低下の結果として起こったとされています。まさに、現代の乾燥地帯の人類の文明は、古代文明消

表2 生態系区域ごとの森林減少面積及び減少率

生態系区域	面積	人口密度	人口増加率 (1981-'90)	森林面積 (1990年)		一年間の森林減少 (1981-'90平均)	
	百万ha	人/km ²	%/年	百万ha	対国土 面積%	百万ha	%/年
森林地帯	4,186.4	57	2.4	1,748.2	42	15.3	0.8
低地植物群系	3,485.6	57	2.3	1,543.9	44	12.8	0.8
熱帯降雨林	947.2	41	2.2	718.3	76	4.6	0.6
湿潤落葉樹林	1,289.2	55	2.4	587.3	46	6.1	1.0
乾燥地林	1,249.2	70	2.3	238.3	19	2.2	0.9
高地植物群系 (丘陵と山岳)	700.9	56	2.6	204.3	29	2.5	1.1
非森林地帯 (高山地帯・砂漠)	591.9	15	3.1	8.1	1	0.1	1.0
合 計	4,778.3	52	2.4	1,756.3	37	15.4	0.8

※数字は丸めてあるため、計は一致しない

滅に酷似した過程をたどりつつあり、行き着く先が見えているというのが現状です。何とか破滅を避ける事は出来ないのでしょうか。(つづく)

参考文献

- 1) UTAN「驚異の科学」シリーズ9：「地球環境」データブック，学研（1991）
- 2) 本間 慎・監修：「データガイド地球環境」青木書店（1992）
- 3) 石 弘之：「地球環境報告」，岩波新書（1988）
- 4) 川平浩二，牧野行雄：「オゾン消失」，読売科学選書21，読売新聞社（1989）
- 5) 三崎方郎：「微粒子が気候を変える一大気圏へのもう一つの視点」，中公新書（1992）
- 6) UTAN「驚異の科学」シリーズ14：「これでいいのか！日本の「環境破壊」」，学研（1992）
- 7) 石 弘之：「酸性雨」，岩波新書（1992）
- 8) 谷山鉄郎：「恐るべき酸性雨—水と緑を破壊する複合汚染—」，合同出版（1989）
- 9) 森 俊介：「地球環境と資源問題」，岩波書店（1992）
- 10) UTAN「驚異の科学」シリーズ13：「今「水道水」が危ない」，学研（1992）
- 11) UTAN「驚異の科学」シリーズ4：「今「水」が危ない」，学研（1990）
- 12) K. ミラー，L. タングレイ（熊崎 実・訳）：「生命の樹—熱帯雨林と人類の選択—」，岩波書店（1993）
- 13) 黒田洋一，F. ネクター：「熱帯林破壊と日本の貿易」，築地書館（1989）
- 14) 林野庁監修：「ザ・熱帯林—緑の地球経営の実現に向けて—」，日本林業調査会（1990）
- 15) D. ノルマン（濱谷稔夫・校閲，猪股禮二・訳）：「熱帯の森林と木材」，白水社（1984）
- 16) 熱帯雨林保護法律家リーグ：「使い捨ての熱帯林—熱帯林不使用条例の制定を—」，公人の友社（1992）
- 17) 石 弘之：「地球生体系の危機—アフリカ奥地からのレポート—」，築地書館（1987）
- 18) 遠山柁雄：「砂漠を緑に」，岩波新書（1993）