

いつまでも続く森林減少問題

—森林の保護と荒廃地の修復—

佐々木 恵 彦

世界の森林の現状

FAO は、5 年毎に、世界の森林資源の現状を評価し、森林の減少を警告してきた。最新の報告、2000 年から 2005 年までの 5 年間の世界の森林資源評価 (Global Forest Resources Assessment 2005) が 2006 年に公表された。これまでの FAO の報告を見ると、1980 年から 20 年以上、主に熱帯林を中心として、毎年 1,000 万 ha 以上の大面積の森林が減少している。しかし、2006 年の報告では、一見すると、森林減少が鈍化し、2000 年から 2005 年までの 5 年間には、森林減少が年間約 730 万 ha にまで低下しているように見える。その理由は、造林意欲の向上によって、造林面積が増加し、年間 280 万 ha 以上の植林がなされているためであると解説している。特に、中国では、ここ 7~8 年の間、毎年 100 万 ha 以上の造林をおこなっていて、東アジアの森林が増加する要因になっている。そのほか、先進国における森林の状況として、マージナルゾーン (耕地の限界域) における森林の増加や景観修復などによって、森林面積が増加している。これらの状況から、FAO は実際の森林面積の減少傾向は鈍化していると報告している。しかし、FAO の報告の内容を精査すると、熱帯林が人為によって変換されているのが明らかであり、南米、アフリカ、アジアを含め、年間 1,290 万 ha 以上の森林が他の土地利用に変換されていると記述している。中国を除くと、アジアの

他の地域においては、依然として、毎年 100 万 ha 近くの森林が減少していることが明らかである。

なぜ、このように森林は減少するのだろうか。森林を変換する最大の目的は農耕地である。広く、肥沃な農耕地を求めて、森林を農耕地に変換する人間の行為は昔から変わっていない。

アメリカは、カーター大統領の時代、1982 年に、大統領への報告書「グローバル 2000」を発表した。この報告において、熱帯林の減少を危惧していることがマスコミに取り上げられ、重要な問題として世界的に注目された。この「グローバル 2000」の著者、Gerald O. Barney は、最近、Global 2000 revisited (2000 年の地球再訪) を出版し、21 世紀後半の人口増加と農耕地と食料の問題に強い懸念を示している。彼は FAO の発表にもとづき、地球の陸地面積 150 億 ha の内、耕作可能な土地は 33 億 ha と推定している。この耕作可能地は、FAO の土地生産力推定にもとづいたものであり、この推定には生産性が低く、かろうじて耕作可能な土地まで含まれている。彼は地球上の人口が 22 世紀までに 120 億人になると予測し、21 世紀末に全て耕作可能地を農地にしたとしても、21 世紀末の人口増加には対処できないと推測している。しかも、肥沃な耕地はすでに耕作地になっているため、新しい耕作地の開発は遅々として進んでいないと Barney は警告している。一般に言われている 2050 年に 90 億人という国連の予想よりは、Barney の人口増加の推定値は大きい。

Satohiko Sasaki: The Problem Continuing to Decrease in the Forest Area —Needs the Conservation of the Forests and the Rehabilitation of the Wastelands.

日本大学総合科学研究所教授、国際緑化推進センター会長

しかし、将来、農耕地が不足することは明らかである。現実には、新しい農地の開発が遅れているのではなく、新しく農地として開発しても、農地とはならず、数年で放棄地になり、耕作地が増加しないのが現状である。アジア大陸の南部、アマゾン、カリマンタンなどを見ると、新しく開発した耕地が不毛化して、荒廃地になることが極めて多い。これらの新しく開発した耕地の劣化は、今後の世界の大きな問題である。Barney は北の裕福な国と南の貧困な国との比較を行い、地球上の全ての人、生物が共存でき、環境が良くなることが必要であり、このためには、限りある耕作用地を上手に使うことが重要であると言っている。現在、世界の農耕地は 15 億 ha あり、肥沃な土地は既に全て農耕地として使われている。しかも、農耕地がいつまでも肥沃であるとは限らない。Barney は一応 15% の耕作地の劣化を考慮しているが、この予測は楽観的過ぎると思われる。耕地を常に肥沃にしておくためには、耕地に常に有機物と無機養分を補給し続けなければならない。このために、肥料や新しい土壌を耕地に供給することが必要である。しかし、地球温暖化や資源の枯渇、さらには生物圏の維持保全などに対処するために、化学肥料や農薬など化石エネルギーの利用を最小限にしなければならない。一方、自然界を見ると、極めて有効に光合成産物を利用して、生態系を維持してきた。例えば、森林で作られた有機物が溪流などの水の流れによって、下流に運ばれるとか、または、洪水などの大きな自然の力によって、養分や有機物が耕地に補給され、耕地の肥沃度が持続的に保たれてきた。さらに、火山が新しい養分を供給することによって、耕地は肥沃度を維持している場合もある。ジャワ島の稲作が長年続いているのは火山によって、無機養分が供給されているためである。また、エジプトのアスワンハイダムの建設によって、ナイル川の上流からの有機物と無機養分の補給がなくなり、下流の生産性が低下した事が知られている。我が国では、森林から流れ出る水は適度な養分を含んでいるため、水量ばかりでなく、水質としても灌漑用水として良好であり、生産性も高

い。最近では、森林から流れ出る水と水に含まれる養分が水産物の生育に関係していると言われるようになってきている。江戸時代には、森林が生産する光合成産物である枯れ枝、落ち葉、下草など大量の有機物が耕地の肥沃度を維持するために利用されていた。

世界中どこを見ても、生産性が低くなった地域では、住民は有機物の蓄積の多い森林に侵入し、無秩序な森林利用を引き起こしている。森林の不法伐採、焼畑、焼畑による森林火災などが森林を劣化させる原因となっている。したがって、生産性が高い耕地を持続的に維持していくためには、森林を良好な状態に保ち、蓄積する有機物と無機養分を耕地に供給していく事が重要である。

問題土壌における開発の失敗

熱帯地域においては、耕地として適さない土壌を開発した結果、耕作地が急速に劣化し、放棄される事が非常に多い。FAO などの評価によると、多少とも生産性のある土地として、約 19 億 ha を既存の耕地 15 億 ha に加えて、耕作可能地を 33~34 億 ha としているが、この 19 億 ha の耕作可能地には、酸性硫酸塩土壌、塩類集積土壌、乾燥地の一部、湿地の一部など、問題土壌が含まれている。これらの問題土壌の開発が森林を減少させ、その上、荒廃地を拡大している。

例えば、酸性硫酸塩土壌は世界中に広く分布している問題土壌の一つであり、海から隆起した土地とか火山に多く見られる。さらに、石炭や重金属の鉱脈に付随して、酸性硫酸塩土壌が存在している。露出して、硫酸酸性が顕在化した土壌もあれば、地中に埋蔵されたまま潜在的な酸性硫酸塩土壌も存在する。顕在化した酸性硫酸塩土壌は強度に酸性となり、pH 3 以下の土壌になるが、潜在的な酸性硫酸塩土壌はアルカリ性であり、黄鉄鉱（パイライト）として存在している。酸性硫酸塩土壌はアジアばかりでなく、アフリカ、北米、南米、オーストラリアなどにも広く分布している。しかも、マングローブ林、湿地、海岸周辺の平地ばかりでなく、地殻変動に



写真 1 農業開発の失敗地。空から見たインドネシア・カリマンタンの開発失敗地、土壌が無くなり、砂地化した広大な耕地。周辺の土壌からみて、酸性硫酸塩土壌の開発を行ったものと推測できる。

よって、山地から台地のような高い所にも酸性硫酸塩土壌が存在し、これまでの推定では3,000万ha以上の面積があると考えられている。しかし、地球の歴史から見ると、酸性硫酸塩土壌はもっと広がりをもっているのではないだろうか。ボルネオ島の湿地は潜在的な酸性硫酸塩土壌地帯であり、耕地開発によって、酸性化して、硫酸が生成され、無機イオンの溶脱をおこし、白い砂地になって、放棄されている所が数多く見られる(写真1)。マレー半島やボルネオ島のケランガスは顕在化した酸性硫酸塩土壌であると考えている。同じように、アマゾン流域のジャイアントポドゾルなども、酸性硫酸塩土壌と関連したものと思われる。昨年、我々のプロジェクト研究課題「環境適応生物を活用する環境修復技術の開発」のシンポジウムにアフリカのMonty Jones (NERICA米の開発者)を招いたが、彼はアフリカにも酸性硫酸塩土壌は多いので、忘れないでほしいと注意してくれた。

潜在的硫酸酸性土壌(パイライト)の形成は還元的な状態で硫黄細菌の作用によって起こる。硫酸塩が還元され、硫黄が鉄などの金属イオンと結合して、パイライト(FeS_2)を形成することから始まる。

このパイライトが地上に露出すると、酸化され、硫酸を生成し、強烈な酸性土壌となる。酸性硫酸塩土壌が大きく広がっているのは、東南アジアである。東南アジアは地史的に陸地が隆起沈降を繰り返し、陸地が海底に沈降した時代と陸地として浮上した時代があるため、広大な土地がパイライト層を持っている。陸地が海中に沈降したときに、海中の硫酸塩が有機物によって還元され、重金属イオンと結合して、大量のパイライトを生成し、海底に層として集積する。このような土壌がベトナム、タイ、マレーシアの半島部、ボルネオ島、スマトラなどに広く分布する。これらの地域では、湿地ばかりでなく丘陵地を開発しても、酸性硫酸塩土壌が顕在化して放棄したところが多い。わが国においても、北海道の夕張、北上川の周辺、常磐道、房総半島、宍道湖、九州の阿蘇、その他、いろいろな場所にパイライトや酸性硫酸塩土壌が存在する。

熱帯の淡水湿地はもともとマングローブ林から出来たものであり、ピート層の下に厚いパイライト層があり、湿地開発の結果、酸性硫酸塩土壌となることが多い。海成のパイライトが酸素によって酸化されて、硫酸となるのが一般に広域的な硫酸酸性土壌であり、火山によるパイライト層は局所的であることが多い。海成のパイライトは広範囲に存在することから、大規模な耕作地に不毛化が起こり、大きな問題となる。湿地を開発して、水田を作ると、パイライトが露出し、酸性硫酸塩土壌が拡大する。パイライトが露出しない場合でも、生産性の低い雨水利用の水田では、下層のパイライトが酸化され、急速に酸性化が起こり、放棄される水田が多い。同様に、湿地をオイルパームのプランテーションに変換する場合にも、湿地の泥炭の下層にあるパイライトが酸化し、硫酸酸性になり、植栽したオイルパームがほとんど枯死してしまう。さらに、現代でも、マングローブ林は還元的な状態にあり、有機物の分解と海水の硫酸塩の還元を起こし、パイライトを形成している。「どぶ」のような悪臭がするのは還元された硫黄の臭いである。したがって、マングローブ林を開発すると、パイライトが酸化して、酸性硫酸塩土壌

が顕在化する。例えば、熱帯産の養殖エビの生産池は数年で使えなくなるのは酸性硫酸塩土壌のためである。養殖池を作るときに、土壌下部のパイライトが露出し、酸化されて、次第に、養殖池が酸性になる。魚類の多くは酸性に耐性が無く、pHが低下すると、生産量が極度に低下する。淡水の湿地においても、同様な硫酸酸性化が起こる。

さらに、最近、石炭、石油、木材などの資源の開発利用が顕著に増大していることも、森林の劣化を誘発している。特に、森林内の石炭や石油の鉱脈にパイライトが存在しているため、石炭の露天掘りは環境を劣化させる大きな要因になっている。石炭の鉱脈に存在するパイライトを掘り起こし、周辺に廃棄していることが森林を破壊する原因となっている。このパイライトが酸化され、酸性硫酸塩土壌として顕在化し、重金属が硫酸によって、溶出し、重金属イオンによる障害を引き起こし、さらに、パイライトの酸化によって起こるアルミ過剰、燐酸欠乏、無機イオンの欠乏などの硫酸酸性被害などが問題となっている。

木材の開発利用の結果、森林内に路網ができ、森林への侵入が容易になり、不法伐採、焼畑の拡大、それに伴う森林火災などによる森林の劣化も大きな問題となっている。特に、ボルネオ島のサバ、サラワク、ブルネイ、カリマンタンにおいては、森林内に、パイライトの露頭を発見することもあり、森林にも潜在的な酸性硫酸塩土壌が存在し、森林火災などによって、顕在化することがある。

このように、酸性硫酸塩土壌の問題は、パイライト層を持つ潜在的な酸性硫酸塩土壌を開発しないことが重要であるが、どこにパイライト層が存在するか明瞭な答えがないのが大きな問題である。

このほか、問題土壌として、乾燥地に多い塩類集積土壌も大きな広がりを見せている。ことに、乾燥地における灌漑農耕の結果、塩類が地表に集積して、不毛化する例が数多く見られる。こうした現象は人間の行為によって起こっている。このような場所における環境修復は森林造成に頼らざるを得ない。このためには、人間の活動を制限することが必

要である。熱帯ではないが、中国の黄土高原や広西自治区の石灰岩地域の弄などでは、砂漠化による耕地の生産性低下が顕著であり、人間の活動を制限することによって、森林が再生し、環境を改善することができることが証明されている。

既存林の質の向上

FAOの報告のように、毎年、1,000万ha以上の森林が他の土地利用区分に変更され、ここ30年間で、すでに森林としては存在していない場所が3億ha以上あるはずである。しかし、地球環境を改善するために、森林に戻すと言う計画を立てたとしても、これらの土地を森林に戻すことは極めて難しい。将来、開発途上国の経済事情が先進国並みに発展した場合、先進国のマージナルランドの森林への転換のような現象が起きるかもしれないが、現在では、そのような変化は考えられない。

しかし、現在、存在している森林を維持し、森林の質を向上させる事は可能であり、現在存在している森林の質の向上が我々森林技術者にとって重要な役割であると思っている。残された森林のうち、天然林が36.4%、人手の入った二次林が60%あると言われている。特に、60%の二次林は経済価値の低いものであり、常に他の土地利用への変換圧力に晒されている。森林減少を引き起こす開発に歯止めをかけるためには、残っている森林を環境上重要性があると同時に経済的に重要性があるように、良好な森林にする必要がある。例えば、天然更新などによる林内の樹種変換、間伐や除伐などを行い、成長を促進するなど、有用樹の成長を良好にすることによって、森林の価値を高めることができる。さらに、森林が存在することによって、農耕地の生産性が確保されていることを認識してもらうことが重要である。地元の住民に対する普及・啓蒙活動にも、力を入れることが大切である。

最近、木材以外の森林生産物の利用が次第に本格化しつつあることに注目したい。非木材森林生産物の開発、いわゆる Non-wood forest products (NWFP) の有用性が色々と認められるようになって

てきている。高価なものとして沈香などを含め、籐、樹脂、葉草、果物などの生産物が候補としてあげられているが、さらに、キノコ類、花卉、生理活性物質なども興味深い。マングローブ林における水産物の養殖なども Non-wood forest products 一つである。色々な方法で、経済的な森林の価値を高めることが消失を防ぐ手段となる。

— 荒廃地植栽— 森林修復 —

森林の劣化を防止する事や劣化した森林を回復させることは地域の環境を改善すると同時に地球の生物圏を維持・保全する重要な役割を担っている。地球上で生物の存在できる層を生物圏と言い、地上 1 万 m から海底 1 万 m ほどの層である。地球の歴史 46 億年の中で、生物圏は光合成を行う生物の進化とともに発達したものであり、創世紀には存在しなかった酸素が濃度 21% になったのも植物の光合成のおかげである。特に、4~5 億年前に幹と葉を持った高等植物が発達し、森林を形成し、安定した大気組成をもつ生物圏が発達した。生物圏は地球表面の極めて薄い層であり、もし地球が直径 1 m のボールであると仮定すると、地球の表面のわずか数 mm の薄い層が生物圏である。極めて薄い層であり、脆弱である。現在の地球のように、毎年 1,000 万 ha の森林を減少させていくと、地球の光合成機能が低下し、二酸化炭素の増大ばかりでなく、大気の組成にも変化をきたし、生物圏そのものに影響を与えかねない。したがって、荒廃地化した森林を回復することは生物圏を修復する事になり、生物の存続に寄与することになる。地球温暖化を押さえるため、森林の必要性が強調され、熱帯林修復の課題が大きくなってきたことも生物圏の修復を意味している。特に、酸性硫酸塩土壌、塩類集積土壌、湿地など問題土壌のために、不毛化し、放棄した耕作跡地の森林造成は重要な課題である。

バイオマス造林、CDM 造林を含めた人工造林の必要性

二酸化炭素吸収と排出権取引などの問題から、二

酸化炭素吸収のための樹林造成の構想がある。しかし、現実には、取引の条件が難しく、CDM 植林がクレジットとしては、認められていない。取引の材料としての二酸化炭素吸収林を作るのではなく、実際に有機物を生産し、それを利用するバイオマス利用を考える方向に軌道を修正すべきである。

一方、熱帯地域においては、木材産業自体のために、森林造成が急務になっている。不法伐採の取り締まり強化などで、熱帯林の天然木の供給が減少し、ベニア用の丸太原木は人工林の材料にせざるを得ない状態になっている。2005 年の世界の森林資源評価においても、世界の趨勢として、天然林材から人工林材に変わってきていると述べている。熱帯材を使う木材業界では、人工林材の買い集め、さらに、造林事業の拡大を行っている。

21 世紀の世界が持続的な社会を形成するためには、地球外のエネルギーである太陽エネルギーを最大限利用することが重要であり、このためには、光合成産物である有機物が資源・エネルギーの根幹を担う必要がある。植物の生態系のなかでも、地球上の光合成産物の 90% 以上を蓄積している森林の機能を最大限に維持してかなければならない。このためにも、森林の維持、修復、造成が必要である。木材業界ばかりでなく、産業界全体が森林の持つ資源量に注目し、工業素材として利用しようとしている。持続的な社会形成のために、光合成由来のバイオマス利用の拡大と企業の本格的な研究資源投入が起り始めている。とくに、アルコール生産のためのバイオマスとして木材が必要になってきている。こうした情勢からも、人工林の植栽事業が急速に発展していくと思われる。CDM 造林やバイオマス利用造林を含め、森林造成は重要な課題である。

森林維持に必要な研究

劣化した森林を修復・維持するとか、新しい土地に森林を造成するためには、そこに植栽または天然更新を行う樹種の生理・生態的特性を把握する事が重要である。熱帯樹種の場合、種子の生産が不規則なものがあり、開花時期の予想、種子貯蔵が必要で

ある。さらに、苗木の生産技術を改良するために、光、温度、水分、養分などに対する苗木の生長反応を明らかにしなければならない。また、植え付けする苗木の活着率の向上をはかるために、裸苗（スタンプ苗）植栽法の改良が必要である。

問題土壌の修復においては、樹種の特徴が極めて重要であり、問題土壌の特性に適応する樹種を選抜することが必要になる。まず、酸性硫酸塩土壌においては、パイライトの存在を探索できる方法を開発し、パイライトの分布を明らかにすることが重要である。分布が明らかになれば、政策的にその土地の開発を禁止することができる。顕在化した酸性硫酸塩土壌を修復するには、植える樹種が pH 3 以下の酸性土壌に耐性がなければならない。これまで、植物生理の研究では、耐性という用語を用いてきたが、酸性硫酸塩土壌に生育する植物や土壌中に存在するバクテリア、菌類などは予想した範囲を超える厳しい条件に適応している。むしろ耐性というよりも適応性というべきである。適応現象として、あるバクテリアはアンモニアを菌体外に出して、強酸性条件下に生存している。さらに、窒素固定菌や内生菌根菌なども強酸性条件に適応している種が存在している。これらの菌が高等植物の根と共生関係形成することなども明らかになった。こうした共生関係

を有効に利用する研究が必要である。また、酸性硫酸塩土壌に生育する *Acacia mangium*, *Shorea roxburghii*, *Melaleuca cajuputi*, などは、高い濃度のアルミやマンガン (Al, Mn) などに対しても、耐性が高く、pH 3 以下の強酸性土壌にも生長できることが明らかになってきた (写真 2)。このように、適応種を選抜することによって、過酷な環境にも植栽することが可能である。その他、硫黄代謝の中心をしめるシステイン合成酵素が多い植物が酸性硫酸塩土壌に適応していることと、この酵素を作る遺伝子を強化した植物がさらに適応性を持つことなどが明らかになっている。こうした成果を利用して、荒廃地の修復をする技術を開発するべきである。

同様に、塩類集積土壌においても、*Hippophae rhamnoides* (サジー), *Populus euphratica* (胡楊), *Acacia mangium*, *Melaleuca cajuputi*, *Atriplex* sp., *Tamali* sp. などがあり、これらの塩類耐性の機構をすることによって、新しい乾燥耐性技術を開発することが可能である。草本の中では、アスパラガス、ビート、イワタイゲキなどが耐塩性を持っている。それぞれの植物の耐塩性の機構が異なるので、それぞれの耐性の機構を明らかにすることによって、塩類集積土壌の修復方法がより確実になる。

過湿条件に適応する樹種のなかで、*Melaleuca*



写真 2 酸性硫酸塩に適応する植物。

(左) インドネシア東カリマンタンの住友林業実験林における酸性硫酸塩土壌。*Shorea roxburghii* を植栽直後、石灰層が存在し、pH 3 以下の強酸性土壌。

(右) 同地に植栽 7 年後の *Shorea roxburghii*。植物の被覆が発達している。

cajupti は今後の湿地の修復に重要な樹種である。すでに、タイ、ベトナムにおいては、オイルパームに変えようとして、失敗した土地に *Melaleuca* の植栽が進行している。むしろ、*Melaleuca* の利用法を開発することが過湿地の修復には適していると思っている。最近、タイやベトナムにおいては、*Melaleuca cajupiti* を使った湿地修復を行い、*Melaleuca* を収穫・利用し、地域住民の収入源とする計画が進行している。湿地における *Melaleuca* の植林事業に注目している。

荒廃地を修復するとき、種の多様性保全（バイオダイバーシティ）への考慮をすることが重要である。例えば、植栽地における樹種の配置を単純化しないような配置法を開発するとか、植栽地に流れる溪流を利用して回廊を設計するなど、種の多様性を保全する手法を開発する事が森林の研究の重要な課題である。一般に、植物相は森林が成熟してくると、人工林と天然林との差が少なくなると言われている。森林の齢級別の配置を考慮して、下層植生が豊富になるようにすることも、種の多様性保全には必要である。動物層（Fauna）の保全には、森林の中に倒木や朽木を残すことが必要と言われているし、動物が移動できる回廊が必要であるとも言われている。今後、種の多様性保全を考慮した森林の配置論が進歩することを期待したい。

このように。これからの熱帯を中心とする森林植栽事業では、劣化した森林の修復、荒廃地の森林再生、種の多様性維持など、環境林の造成にむけた重要な課題が多い。酸性硫酸塩土壌の修復研究のなかで、特定の植物や微生物が過酷な環境条件に対して適応するのを見て、生物の適応力に圧倒された。酸

性硫酸塩土壌に生育する植物とそれに共生しているバクテリアなど、生物の進化と適応性の発達は驚くべきものである。その適応機構を明らかにすることによって、荒廃地の修復という新しい分野の技術が確立されると考えている。熱帯森林の技術者や研究者になる若い人々は、自然の力、生物の適応性を深く研究し、技術として発展させてほしい。

〔参考文献〕 Barnsy, G.O. Blewett, J. and Barney, K. (2008) Global 2000 Revisited. What shall we do? FAO (2006) Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147. FAO. Rome. 大賀圭治 (2004) 食料と環境, 環境学入門 7, P. 200. 岩波書店. 佐々木恵彦 (1998) 第 2 章, 21 世紀の農学分野における地球規模の人类的課題, 第 16 期日本学術会議第 6 部 (北村定太郎編: 21 世紀へ向けての新しい農学の展開, 学術会議対外報告 (第 6 部) 平成 9 年 4 月 25 日題 877 運営審議会). 農林統計協会 pp. 18-32. 佐々木恵彦 (2007) 第 1 章 はじめに一生物圏における森林の役割— (佐々木恵彦, 木平勇吉, 鈴木和夫編著) 森林科学 PP. 1-16, 文永堂出版. 東京. Sasaki, S. (2008) Physiological characteristics of tropical forest tree species: A basis for the development of silvicultural technology. Proc. Jpn Acad. Ser. B.84: 31-57. Sasaki, S. Ishii, R., Hasegawa, I., Tokuyama, T., Hanzawa, K., Sumida, H., Ueda, S., Noguchi, A., Matsumoto, R., Kawahigashi, M., and Shibazaki, Y. (eds.) (2008) Development of new bioremediation systems of acid sulfate soil for agriculture and forestry. Proceedings of the Final International Meeting for 21st Century Center of Excellence (COE) Program. 150 pages. Shoukadoh Book Sellers. Kyoto, Japan.