

植林オプションを含むCO₂排出許可国際市場のシミュレーション

A Simulation Study on Tradeable CO₂ Permits with Afforestation Option

岡田 健司*・山本 博巳*・長野 浩司*
Kenji Okada Hiromi Yamamoto Koji Nagano

山地 憲治**・長田 紘一***
Kenji Yamaji Kouichi Osada

(1992年7月24日原稿受理)

1. はじめに

地球環境問題の中でも地球温暖化とそれに伴う各種影響が最も注目を集め、国際的な対策が必要とされている。人間活動により発生する種々の温室効果ガスの中で、CO₂の地球温暖化への寄与率は、1980年代では約55%程度と言われている¹⁾。CO₂の発生源は多様であるが、約80%が世界のエネルギーの約90%を供給している化石燃料の消費にあると言われている。そのため、CO₂抑制はエネルギー供給を制約し、ひいては国際的な経済活動に重大な影響を与える恐れがある。

既にCO₂排出抑制を目的とし炭素税を導入している国もあり、CO₂課徴金の排出削減効果とコストの評価など、CO₂抑制政策の研究が最近数多く報告されている(例えば2), 3))。しかし、それらの多くは特定の地域もしくは国を対象としたもので、将来経済の発展が予想される発展途上地域との連携・協力による世界全体でのCO₂排出抑制に関する研究は未だ数少ない。

著者らは、グローバルな排出抑制方策の可能性を追求するといった観点から、CO₂排出抑制において、CO₂削減効率と責任分担の公平さの双方を追求できる制度として提案されているCO₂排出許可市場について、モデル・シミュレーション解析を行った^{4), 5)}。

このシミュレーション結果から、市場機構を用いたCO₂排出抑制方策の数量的イメージが得られており、国際的なCO₂排出許可市場を通して、先進工業地域でのCO₂排出抑制に伴う国民経済的損失が緩和されると同時に、発展途上地域では排出許可の売却収入により

国民総生産が増加すること等を示した。しかし、より厳しい総排出量制限を課した時、排出許可の供給量が減少して、排出許可価格の著しい高騰を生じ、条件によっては国際的な排出許可市場が成立しえない場合も生じること等も分かった。

このような経済メカニズムを利用した排出抑制方策に加えて、CO₂の回収・固定の技術開発への期待も大きい。しかし、関連設備のコスト的な制約と、回収したCO₂の管理・処分など、解決すべき点は数多く残されているのが現状である。現時点で、最も有効なCO₂の吸収・固定手段は、植物の光合成によるものであろう。全世界で約40億haの森林が存在し、年間約250~350億トンの炭素を吸収・固定していると言われている⁶⁾。このような大規模で利用性の高い森林というCO₂の吸収源を維持してゆくことは、化石燃料の消費により発生するCO₂の抑制とならんで、重要なCO₂対策と考えられる。

そこで、本研究は、地域毎の課徴金制度と国際的排出許可市場という経済的手段に、さらに植林というCO₂吸収オプションを組み合わせたグローバルCO₂抑制方策について検討した。シミュレーションには、文献3), 4)同様、世界のCO₂政策解析によく用いられるエドモンド&ライリー・モデルを改良して用いた。

2. 世界エネルギーモデルの適用

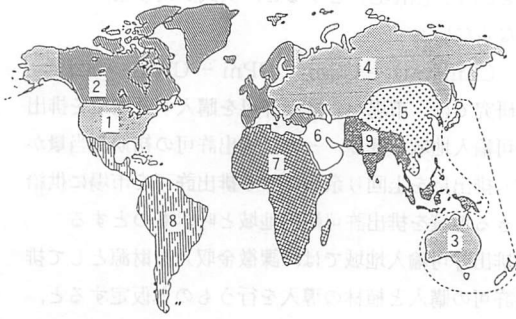
シミュレーション解析のために用いた世界エネルギーモデルは、超長期のグローバルCO₂解析に多くの実績のあるエドモンド&ライリー・モデル(以下ERモ

*財電力中央研究所 経済研究所経済部エネルギー研究室担当研究員

**財電力中央研究所 経済研究所経済部エネルギー研究室専門役
〒100 東京都千代田区大手町1-6-1大手町ビル

***(株)エス・アール・シー 代表取締役

〒105 東京都港区虎ノ門3-18-6朝日虎ノ門マンション



1. アメリカ
2. OECDヨーロッパ (西欧およびカナダ)
3. OECDパシフィック (日本、オーストラリアおよびニュージーランド)
4. 計画経済圏ヨーロッパ (旧ソ連および東ヨーロッパ)
5. 計画経済圏アジア (中国およびその他アジア計画経済諸国)
6. 中東
7. アフリカ
8. ラテンアメリカ
9. 東南アジア (インドなど南アジア)

図-1 エドモンド&ライリー・モデルでの地域分割

デルと略す)⁵⁾である。本モデルは、世界全体を図-1に示すように9地域に分割して、1975年の実績点を起点として、25年刻みに2100年までの長期シミュレーションが行える。本来、このERモデルでは、各期、各地域毎の二次エネルギー価格を求める際に、化石燃料に対する関税や消費税を課することができる。本研究では、これら諸税に加えてCO₂排出量に応じた課徴金(炭素1トン当たり)を、諸税折込済み二次エネルギー価格に加算し、各地域でのCO₂抑制方策としてのCO₂課徴金および植林の導入に、世界的なCO₂排出許可市場を組み合わせることが出来るようにモデルを改造した。

3. CO₂吸収オプションのモデル化

世界の植林可能面積は、究極的には約8億haあると言われている⁶⁾。この面積を、ERモデルの9地域に対応させると表1に示すような値となり、これを各

地域の植林上限制約とする。しかし、労働力、諸関連設備等の制約から、年間植林面積にも、一定の上限値を設ける必要がある。例えば、80年代の世界の年間植林面積は、約15Mha/年(究極的植林可能面積8億haの1.86%)であった⁷⁾。この面積は、森林の純増分だけの植林ではなく、森林伐採後の補完的な植林も含まれている。そこで、本研究では、年間平均植林面積の上限を、究極的な植林面積の1%に設定した。

一般に、樹木が固定する純CO₂吸収量(総吸収量-総呼吸量(落ち葉・落ち枝の分解により発生するCO₂も含む))は、その植生により異なるものの、図-2に示すように、植林直後は少なく、その後急速に増加し、一定のピークに達した後、次第に減少する。この吸収作用は、数年から数十年に渡り続く⁸⁾。本研究では、この吸収作用年数を各地域一律にシミュレーションにおける1期間の年数25年とし、1期間中の植林による純CO₂吸収量(以下CO₂吸収量と称す)の総量が、同じ期間内で均等に配分されるものと仮定した。

各地域の単位面積当たりの植林コストは、事例調査により各地域の代表的な植林事業の費用を採用した。ただし、植林実施年度が地域によりまちまちであるので、モデルの前提条件を統一するため、植林コストは各地域とも1975年度のUS\$に換算した。また、年割引率を5%とし、炭素吸収期間中の平均年間費用を求め、市場の排出許可価格と比較するため、地域別植林

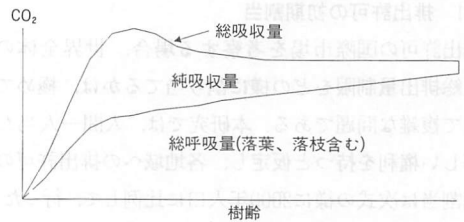


図-2 植林によるCO₂吸収量の概念

表1 植材可能面積と炭素吸収率

地域	現実的的可能面積[Mha]	究極的可能面積[Mha]	年間平均CO ₂ 吸収率 [t-C/ha/yr]
アメリカ	11.3	45.0	5.9
OECDヨーロッパ	26.0	104.0	3.6
OECDパシフィック	13.3	53.0	5.9
計画経済圏ヨーロッパ	30.5	122.0	3.6
計画経済圏アジア	21.5	86.0	5.9
中東	0.8	3.0	5.4
アフリカ	19.0	76.0	9.9
ラテンアメリカ	30.2	121.0	9.9
東南アジア	49.2	197.0	9.9
世界計	201.8	807.0	

表2 地域別植林コスト関数

地域	植林面積[Mha] 吸収炭素換算植林費用 [US\$(1975)/t-C]
アメリカ	0-11.3-45.0 9.3-92.9-594.7
OECDヨーロッパ	0-26.0-104.0 15.2-152.3-974.7
OECDパシフィック	0-13.3-53.0 9.3-92.9-594.7
計画経済圏ヨーロッパ	0-30.5-122.0 15.2-152.2-974.7
計画経済圏アジア	0-21.5-86.0 7.1-71.3-456.5
中東	0-0.5-3.0 10.1-101.5-649.8
アフリカ	0-19.0-76.0 4.2-42.5-272.0
ラテンアメリカ	0-30.2-121.0 4.2-42.5-272.0
東南アジア	0-49.2-197.0 4.2-42.5-272.0

コストを吸収炭素量当りに換算した。常にコスト条件の良い場所から植林を実施するものと仮定して、未利用面積の割合にはほぼ相当する究極的な植林可能面積の25%までは比較的緩やかに、その後増加率が倍増するコスト関数を設定した。

4. 吸収オプションを考慮した排出許可市場

4.1 排出許可の初期割当

排出許可の国際市場を考察する場合、世界全体のCO₂総排出量制限をどの様に割り当てるかは、極めて重要で複雑な問題である。本研究では、人間一人当たり等しい権利を持つと仮定し、各地域への排出許可の初期割当は次式の様に2000年人口に比例して、行った。

$$CQ_i = CQ^* \times Z_i / \left(\sum_{m=1}^9 Z_m \right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

ただし、CQ*は世界全体でのCO₂総排出規制量 [Mt-C]、CQ_iは地域iの排出許可の初期割当量 [Mt-C]、Z_iは2000年での地域iの人口 [千人] である。

4.2 排出許可取引と課徴金・植林の組み合わせ

地域iのCO₂排出量CE_iが初期割当CQ_iを上回るとき、課徴金による排出量の削減か植林によるCO₂の吸収、もしくは市場からの排出許可の購入により、その超過分を解消しなければならない。ここで、n期の課徴金t_{ni} [US\$/t-C] を課した場合の当該地域iのCO₂排出量をCEni(t_{ni}) [Mt-C]、植林によるCO₂吸収量をCW_{ni} [Mt-C]、国際市場からの排出許可購入

量をCP_{ni} [Mt-C] とすると、次式が成り立たなければならない。

$$CEni(t_{ni}) = CQ_{ni} + CP_{ni} + CW_{ni} \quad \dots(2)$$

本研究では、市場から排出許可を購入する地域を排出許可輸入地域と呼び、一方、排出許可の初期割当量がCO₂排出量を上回り余剰となる排出許可を市場に供給できる地域を排出許可輸出地域と呼ぶものとする

排出許可輸入地域では、課徴金収入を財源として排出許可の購入と植林の導入を行うものと仮定すると、CO₂排出量と排出許可購入量、さらに植林による吸収量との間には次のような関係式が成り立つ。

$$CEni(t_{ni}) \cdot t_{ni} = P_n \cdot CP_{ni} + CW_{ni} \cdot PW_{ni} \quad \dots\dots\dots(3)$$

ただし、P_nはn期におけるCO₂排出許可市場での国際価格 [US\$/t-C] で、PW_{ni}はn期i地域の吸収炭素量当りに換算した植林単価 [US\$/t-C] である。

一方、排出許可輸出地域でも、排出許可の売却収入を財源として植林を行うとすると、次式のような関係が成り立つ。

$$P_n \cdot (CQ_{ni} - (CEni - CW_{ni})) \geq CW_{ni} \cdot PW_{ni} \quad \dots\dots\dots(4)$$

例えば、もともと排出量CEniが割当量CQ_{ni}を上回っていた地域（輸入地域）でも、植林によるCO₂吸収量CW_{ni}により割当量の余剰分が生じ、かつ(4)式を満たせば、その地域は、排出許可輸出地域としてその割当量の余剰分を市場に供給する。これら各抑制対策を組み込んだモデルの概要を図-3に示す。

4.3 植林導入規模の決定

本研究では、各地域の植林コストと植林によるCO₂吸収量を以下の手順で求めた。

(1) STEP 1：制約最大植林コストの決定

本研究では植林面積に累積植林面積と年間植林面積の2種類の制約条件を設けた。ここでは、まず年間植林面積上限で1期25年間植林を行った時の、当該期中の平均植林コストを算出する。なお、ここで用いる植林コストは、吸収炭素量当りに換算した値を用いている。

(2) STEP 2：排出許可市場価格による植林コストの調整

ここでは、STEP 1で求めた期中平均植林コストと排出許可市場価格とを比較し、植林コストを調整する。STEP 1で求めた植林コストが、許可価格以下の場合には、植林コストと年間植林面積をそのまま採用し吸収量を求める。

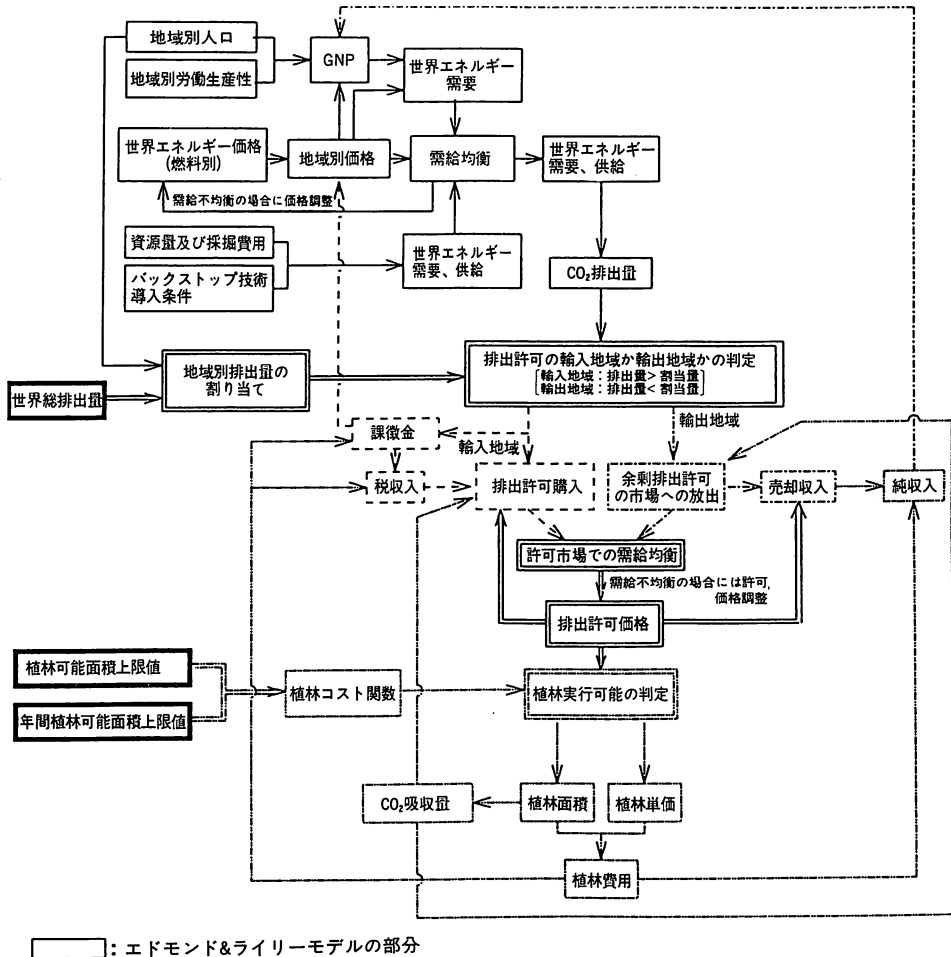


図-3 モデルフロー

一方、植林コストが許可価格よりも大きい場合には、その時の許可価格を当該期中の平均植林コストとして、植林コスト関数から年間植林面積を求め、更新したコストと面積に対応する吸収量を求める。ただし、許可価格が、最小植林コスト以下の場合には、植林を行わない。

4.4 排出許可の需給均衡

市場を通して排出許可の取り引きが行われるが、市場内での排出許可の需給均衡が保たなければならない。植林を導入した場合の排出許可の需給均衡は、植林による吸収量を考慮し、次式のように与えられる。

$$\sum_{i=1}^{ND} (CQni + CWni - CEni(tni)) = \sum_{j=1}^{L-ND} (CQn, ND+j + CWn, ND+j - CEn, ND+j) \dots (5)$$

ただし、Lは全地域数、NDは排出許可輸入地域数

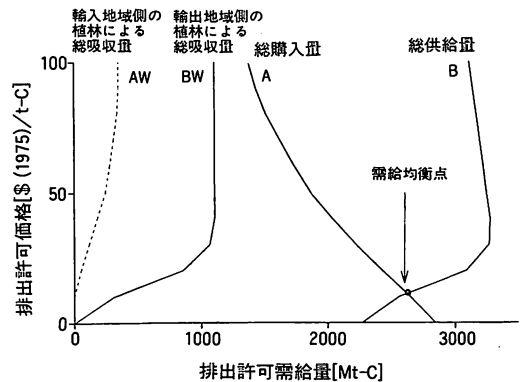


図-4 排出許可需給曲線 (2000年、総排出規制60億トン)

例えば、図-4は、2000年で世界全体で60億 t-C という総排出規制下での排出許可市場の総供給曲線と植林による吸収量を示したものである。図中の曲線Aは排

出許可の総需要量（購入量）を、曲線Bは総供給量（放出量）を示している。図-4に示すように両曲線が交わる国際市場での排出許可需給均衡点が存在していることが分かる。また、曲線AWは、排出許可輸入地域側の植林による総吸収量を、曲線BWは輸出地域側の総吸収量を示している。図中の曲線BWが示すように、植林単価が安い輸出地域側では、排出許可価格が低い水準から植林導入が行われ、吸収量は、排出許可価格がある水準以上になると、年間植林上限制約により一定量となる。ただし、排出許可の価格が高くなると、排出許可売却収入によるGNPの増加と世界エネルギー価格の低下に伴うエネルギー需要の増加によって、排出地域のCO₂排出量が増加するため、曲線Bに示すように総排出許可供給量は減少する。

植林により排出許可価格の水準と市場の排出許可の総供給量の間には非線形的な関係があるものの、市場内で需給調整機能が働いている様子が分かる。

5. シミュレーション結果

5.1 シミュレーションケース

排出許可の国際的市場と植林によるCO₂吸収を組み合わせた抑制システムの効果を評価するために、

- 1) 参考ケース：ERモデルで提供されている標準入力に従い、地域毎の課徴金や植林、国際的な

排出許可の取り引きのいずれも行わない場合。

- 2) 排出許可需給均衡ケース：国際的な排出許可市場と地域毎の課徴金を導入し、世界全体のCO₂排出総量を設定した規制レベルまで抑制する場合。

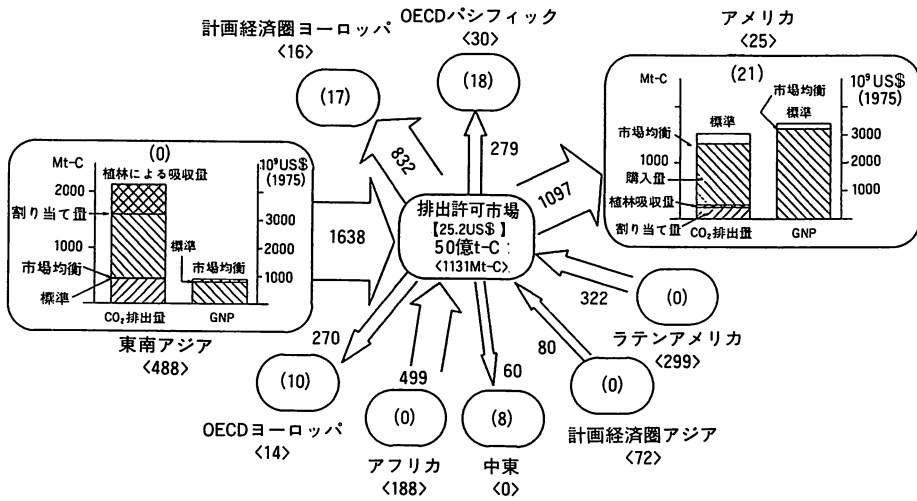
- 3) 吸収オプション導入ケース：上記の排出許可市場に加えて、植林も導入し、CO₂排出量を規制レベルまで抑制する場合。

の各ケースについて2025年までのシミュレーションを行い、課徴金税率や排出許可価格について比較検討を行った。

5.2 シミュレーション結果

(1) 2000年でのシミュレーション

吸収オプション導入ケースにおいて、2000年で世界のCO₂総排出規制レベルを50億t-Cとした時の、排出許可市場の需給均衡点での排出許可の流れ、各地域の課徴金レベル、植林によるCO₂吸収量を図-5に示す。東南アジア、アフリカ、ラテンアメリカ、計画経済圏アジアの4地域が、排出許可を市場に供給し、その他の5地域がそれぞれ輸入している様子が分かる。2533Mt-Cの排出許可が市場で取り引きされており、輸出側では、東南アジアが総輸出量の約65%近い1638Mt-Cを供給し、総輸入量の43%強がアメリカに流れている。課徴金を地域別に比較すると、一人当たりのCO₂



() : 課徴金[US\$ (1975)/t-C] < > : 植林による吸収量[Mt-C]
 【 】 : 排出許可価格[US\$ (1975)/t-C] ← : 排出許可 [Mt-C]

図-5 2000年で総排出規制を50億トンとした時の排出許可市場

発生量が最も多いアメリカの課徴金レベルが最も高く21 [US\$ (1975)/t-C], 次いでOECDパシフィック (18 [US\$ (1975)/t-C]), 計画経済圏ヨーロッパ (16 [US\$ (1975)/t-C]), OECDヨーロッパ (14 [US\$ (1975)/t-C]), 中東 (8 [US\$ (1975)/t-C])の順となる。この時、植林によるCO₂吸収量は、世界で1131Mt-Cであり、総量の約43%の488Mt-CのCO₂が東南アジア地域の植林により吸収されている。

各排出規制レベルにおける吸収オプション導入ケースと植林を導入しない排出許可需給均衡ケースでの排出許可の国際価格および、米国と計画経済圏ヨーロッパの課徴金を比較したのが図-6である。総排出規制量を60億トンとしたとき、植林の導入により、排出許可価格は需給均衡ケースの42.3US\$ (1975)/t-Cから約74%減の11.2US\$ (1975)/t-C、50億トンでは212.8US\$ (1975)/t-Cから約88%減の25.2US\$ (1975)/t-Cに、40億トンでは586.7US\$ (1975)/t-Cから約86%減の80.8US\$ (1975)/t-Cと軽減されている。これらのことから排出規制レベルが厳しくなるほど、植林の導入により課徴金と排出許可の市場均衡価格の大幅な軽減がなされている様子が分かる。

なお、世界総排出規制40億t-Cの場合には、ラテンアメリカ地域のCO₂排出量は初期割当量を超えるもの

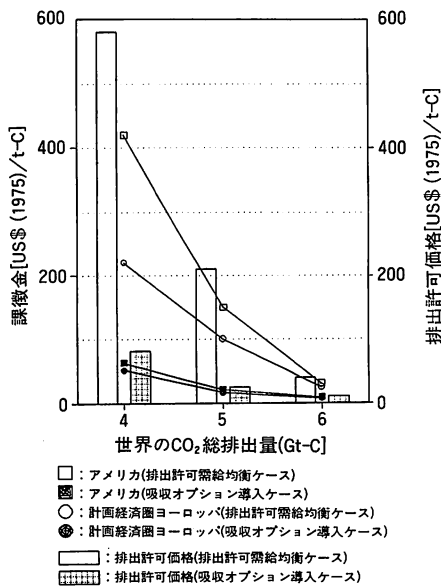


図-6 2000年で各規制レベルに対する米国と計画経済圏ヨーロッパの課徴金と排出許可価格の比較

の、植林を導入することで、正味のCO₂排出量が初期割当量以下に抑制され、余剰となった排出許可を市場に輸出している。

図-7は、総排出規制レベル50億トンで、排出許可の輸入および輸出地域における、各ケースでのCO₂排出量、課徴金による削減量、排出許可の購入量・売却量および植林による吸収量の総量を示す。市場での排出許可の取引量は、輸出地域の大規模な植林による吸収と売却収入の低下により、需給均衡ケースの1252から2539Mt-Cと増加する。この許可供給量の増加は、排出許可の市場均衡価格を引き下げ、排出許可輸入地域での課徴金によって削減すべきCO₂量も、需給均衡ケースの1842から556Mt-Cと減少させている様子が分かる。

また、世界全体の排出規制レベルを厳しくするほど、排出許可市場への総輸出量に占める植林による吸収量の割合は増加し、図-6に示すように排出許可の市場均衡価格や各地域の課徴金レベルの大幅な低減を誘導する。しかし、排出許可輸出地域にとっては、植林によって排出許可輸出可能量は増加するものの、排出許可の価格の下落により売却収入は減少し、国際的な排出許可市場への参加のインセンティブは低下する。従って世界のCO₂削減のためには、このような利害の対立を、

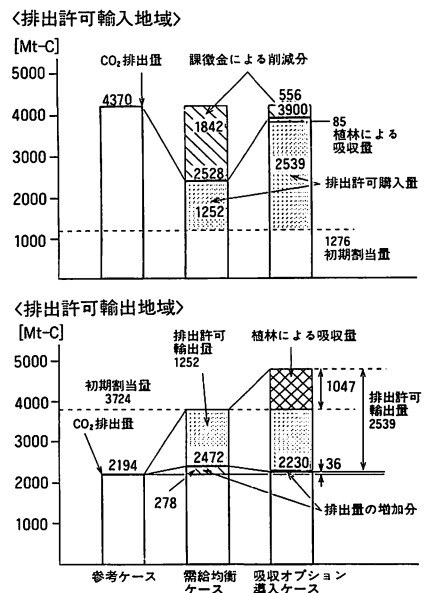


図-7 2000年で総排出規制50億トンとした時の各ケースにおけるCO₂排出量、排出許可購入売却量、植林による吸収量

表3 2025年までの排出許可価格 (単位: US\$(1975)/tC)

総排出規制量 (炭素換算億トン)	2000年		2025年	
	排出許可需給 均衡ケース	吸収オプション 導入ケース	排出許可需給 均衡ケース	吸収オプション 導入ケース
40	586.7	80.8	— (a)	1190.5
50	212.8	25.2	— (a)	418.7
60	42.3	11.2	989.9	213.7

(a) 排出許可を輸出する地域がなくなり、国際的な排出許可市場を設けることができないので、CO₂排出量が初期割当を越えている地域のみが各々独自に課徴金によりCO₂排出量を初期割当まで削減する。

解決する工夫が必要である。

(2) 2025年までのシミュレーション

表3は、2025年までの、排出許可需給均衡ケースと吸収オプション導入ケースでの排出許可の市場均衡価格を比較したものである。特に、植林を導入しない排出許可需給均衡ケースでは、総排出規制を40、50億トンとすると、2025年時点で、市場に排出許可を供給できる輸出地域がなくなり、国際的な排出許可市場を設ける事ができず、CO₂課徴金により各自の割当量までCO₂を削減する課徴金ケースを選択しなければならない。60億トンでは、2025年でも市場が成立しているが、その市場での排出許可価格は989.9US\$(1975)/tCとなり、吸収オプション導入ケースでの市場価格213.7US\$(1975)/tCの約4.6倍といった高い水準になる。この価格水準の格差は、2000年の3.7倍から、より広がったことになる。図-8に示すように各ケースでのアメリカと計画経済圏ヨーロッパにおける課徴金を比較してみると、市場での排出許可価格同様に、課徴金水準も植林の導入により大幅に軽減されている様子が分かり、2025年では課徴金低減効果がより大き

くなっていることも分かる。

6. まとめ

本研究では、地域毎の課徴金制度と国際的な排出許可市場に加え、植林によるCO₂吸収オプションを組み合わせたグローバルCO₂抑制方策のシミュレーション解析を行った。シミュレーション結果より、植林を導入することで世界的に大幅なCO₂吸収・固定が可能であり、各地域の課徴金レベルと国際的な排出許可市場の需給均衡価格の高騰が抑制されること等が示された。さらに、2025年までの長期シミュレーションにより、長期的に排出許可市場を持続させ、CO₂削減に伴う世界的な経済損失を緩和させることが可能であることも示された。ただし、排出許可価格の低減は、排出許可輸出地域となる発展途上国にとっては排出許可売却収入の低下につながり、新たな地域間の利害対立を生じさせるおそれがあり、森林増加によりCO₂削減以外のメリットに着目する必要がある。

今後のモデル開発上の課題としては、CO₂吸収・固定の時系列的変化等がより正確に取り扱えるような森林・植林セクターをモデルに追加すること、植林事業による雇用需要の拡大に伴う経済の活性化効果の組み込み等の改良点が挙げられる。

なお、国際政治の現実的状况下では、CO₂排出許可の初期割当、市場非参加国への制裁、CO₂排出量のモニタリング等の大きな障害があり、シミュレーションで示された様な市場メカニズムの理想的な機能の実現は困難であろう。実際には、省エネ・環境技術に重点をおいた途上国援助や、途上国の累積債務の返却分を当該国の森林の保護育成などの環境対策に充てる環境・債務スワップなど、個別の対応で同様の効果を実現すべきだろう。いずれにしても、今後、世界規模で大幅なCO₂抑制・削減を実現するためには、発展途上地域を含む国際的な協力が不可欠である。エネルギー需要の急速な伸びが予想される発展途上地域と先進工業地

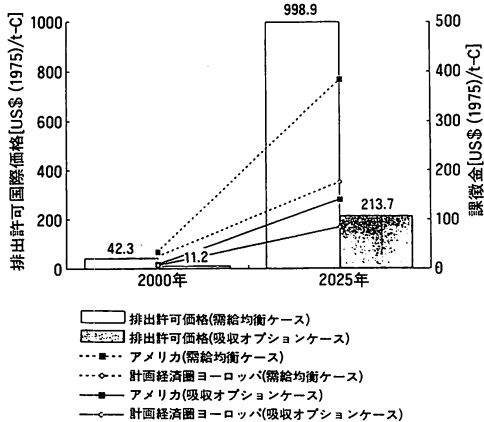


図-8 総排出規制60億トンでの米国と計画経済圏ヨーロッパの課徴金と排出許可国際価格の比較

域の間の利害対立を解消し、継続的に全世界が参加できる国際的なCO₂抑制プログラムのあり方について考察を深めたい。

参 考 文 献

- 1) 環境庁編；平成4年度環境白書（1992）。
- 2) 永田 豊，山地憲治，桜井紀久；課徴金によるCO₂抑制効果と経済的影響の分析（1991），電力中央研究所報告Y91002。
- 3) P. Hoeller, A. Deam and J. Nicolaisen : A Survey of Studies of the Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions. No.89 Working Papers, Dept of Economics and Statistics OECD (1990)。
- 4) 山地憲治ほか4名；市場機構を用いたグローバルCO₂抑制方策の解析，第7回エネルギーシステム・経済コンファレンス，（1991），1-3。
- 5) 山地憲治ほか3名；市場機構を利用したグローバルCO₂抑制方策のシミュレーション解析（1991），電力中央研究所報告Y90301。
- 6) 品田 泰ほか6名；植物による炭素固定に関する文献調査（1992），電力中央研究所調査報告U91054。
- 7) J. Edmonds and J. Reilly ; A Long-term Global Energy-economic Model of Carbon Dioxide Release from Fossil Fuel Use, ENERGY ECONOMICS, (1983)。
- 8) P. Vitousek ; Reforestation to Offset Carbon Dioxide Emissions, EPRI report, EN-6910 (1990)。
- 9) 世界資源研究所編；世界の資源と環境（1991），ダイヤモンド社。
- 10) 小宮山宏監修；地球温暖化問題ハンドブック（1990），アイピーシー。
- 11) 岡田健司ほか4名；CO₂吸収オプションを含めたグローバルCO₂抑制方策，第8回エネルギーシステム・経済コンファレンス，（1992），3-5。

共催行事ごあんない

「第30回伝熱シンポジウム」研究発表募集について

1. 開催日 平成5年5月26日(水)～28日(金)
2. 会 場 横浜市開港記念会館(横浜市中区本町)
3. 研究発表申込締切 平成5年1月29日(金)必着
4. 研究発表原稿締切 平成5年3月15日(月)必着
5. 研究発表申込方法
 - ・伝熱研究誌添付の申込用紙(コピー可)に必要な事項を記入し，整理費3,000円の送金とともに申込んで下さい。(申込は必ず郵便振替)
6. シンポジウムセッション分類表(大分類)
 - A. 強制対流 B. 自然対流 C. 沸騰
 - D. 凝縮 E. 物質伝達・蒸発
 - F. 溶融・凝固 G. 混相流 H. ふく射
 - I. 熱伝導 J. 熱交換器 K. 熱機器
 - L. 熱物性 M. 反応・燃焼 N. 分子動力学
 - O. その他

■研究発表申込・問い合わせ先

〒223 横浜市港北区日吉3-14-1 慶應義塾大学理工学部機械工学科内

第30回日本伝熱シンポジウム準備委員会

TEL 045-563-1141 (内) 3120, 3130 FAX 045-563-5943