

# 森林保全に関する CDM プロジェクトの導入可能性の考察

大沼あゆみ研究会

大気班

稲葉健蔵

齋藤夏織

下村勇介

元木賀央里

# 目次

## 序章

### 第一章～森林減少の現状～

- 1-1、森林と温暖化
- 1-2、森林破壊の現状
- 1-3、森林破壊の原因
- 1-4、森林保全対策とその問題点

### 第二章 ～CDM について～

- 2-1、CDM とは
- 2-2、CDM プロジェクトの条件
- 2-3、排出源 CDM と吸収源 CDM
- 2-4、吸収源 CDM と森林保全

### 第三章 ～森林保全 CDM プロジェクトの可能性～

- 3-1 森林保全 CDM の問題点に対するアプローチ
- 3-2、取引システム
- 3-3、森林保全による CER 認証
- 3-4、CDM 認証システムの利用

### 第四章 ～モデル分析～

- 4-1 分析の目的
- 4-2、モデル分析
- 4-3、結論

## 序章

近年、地球温暖化が深刻な事態を招いている。平成19年2月に発表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書第1作業部会報告書の政策決定者向け要約（SPM）によれば、過去100年間で世界平均気温は長期的に0.74℃上昇し、最近50年間の長期傾向は過去100年のほぼ2倍である。それによって、世界各地でさまざまな影響が出ている。海洋の平均気温が上昇したため南北両半球において氷床が融解し、海面水位が大きく上昇している。陸域でも平均気温が上昇し、寒い日や霜が降りる日の発生頻度が減少した代わりに暑い日や熱波の発生頻度が増加した。もし現在の社会を維持すれば、20世紀末の平均気温上昇は約4.0℃となると予測されており、地球環境のさらなる悪化が予想される。

IPCCは今回の報告書で地球温暖化は人為起源の温室効果ガスの増加が原因であるとほぼ断定したが、この人為起源の温室効果ガスの大部分が、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）である。IPCCはこの二酸化炭素の排出の中で、約4分の3は化石燃料の燃焼によるものであり、残りの大部分は土地利用の変化、とりわけ森林減少によるものであるとしている。

私たちはこの2つの大きな原因のうち、森林減少に焦点を当てる。化石燃料の使用を抑制させる経済的手法はこれまでに語りつくされており、これ以上の抑制は技術進歩に頼る面が大きい。一方で森林減少は、地球温暖化の主要原因と言われながらも化石燃料の使用と同じレベルで議論されてこず、有効な経済的手法がとられてこなかったからである。しかしこの問題は、2007年12月に開催されるCOP13でも主要議題になる見込みであり、国際的に注目されつつある。現在も森林は減り続けており、その1つの大きな原因として森林を保全することに対して経済的インセンティブがないということが挙げられる。そこで、森林を保全することに対して経済的インセンティブを与え、それにより森林破壊を抑制することができるかをこの論文では検証していく。

この経済的インセンティブを与える方策として、京都メカニズムの1つであるCDMを使用することにした。京都議定書は世界規模の協定なので、新しい仕組みや市場を考え出すよりも多くの国を巻き込みやすいからである。世界中の失われている森林のほとんどが途上国にあるので、途上国に森林を保全する経済的インセンティブを与える方策としてはCDMが最もなじみやすいのではないかと考えたのである。

以上のように、この論文は森林保全をCDMプロジェクトとして認めて途上国に森林を保全するインセンティブを与えることが有効かどうかを探ることが目的である。論文の構成としては、まず前半で森林破壊の現状と対策、そしてCDMについて詳しく述べ、後半でその森林保全のCDMプロジェクトのシステムを提案し、その検証を行う。

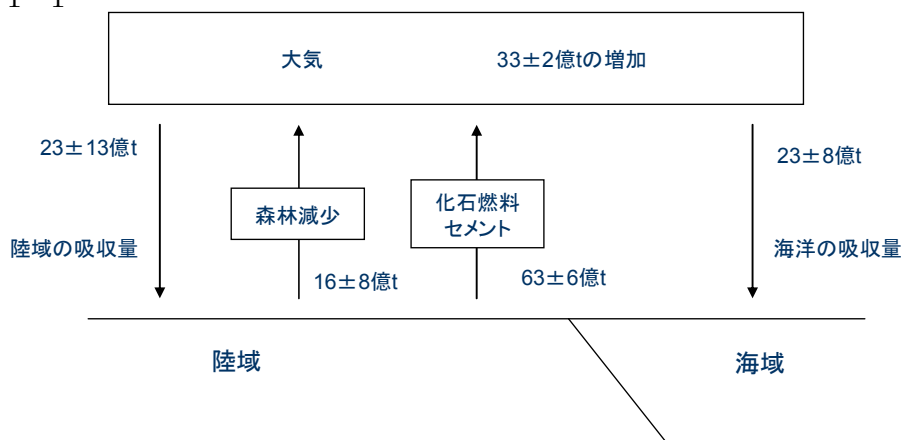
# 第一章～森林減少の現状～

## 1-1、森林減少と温暖化

この節では森林減少が温暖化にどのような影響を与えているのかを述べる。前章でも述べた通り、地球温暖化への寄与率の大部分を占めるのが二酸化炭素であり、その二酸化炭素の増減に森林がどう関係するのかを見ていく。

まず、森林減少による二酸化炭素の増加がどのくらいのものなのかを見る。

図 1-1



(出典：森林の百科)

上の図は IPCC が作成した、1850～1998 年の年平均値をもとにした二酸化炭素の収支表である。森林減少による炭素排出量は年間 16 億 t であり、全体の排出量の 20% を占める。また、陸域が吸収した二酸化炭素量の 3 分の 2 を排出してしまっており、これが大きな問題であることが分かる。森林減少による排出量の大きさを示す例として、ブラジルでは 1988～1994 年の平均で年間 7 億 2000 万 t の二酸化炭素が森林破壊によって排出されており(参考:ブラジル科学技術省 2004 年発表資料)、これは日本の年間排出量の半分以上にあたる。

次に、森林が二酸化炭素を吸収・貯蔵するメカニズムを示す。木は、光合成と呼吸を同時に行っており、その仕組みは下の式のようにになっている。木は、光合成で生成した有機物と呼吸に使用した有機物の差を植生中と土壤中に貯蔵することで、炭素を固定する。

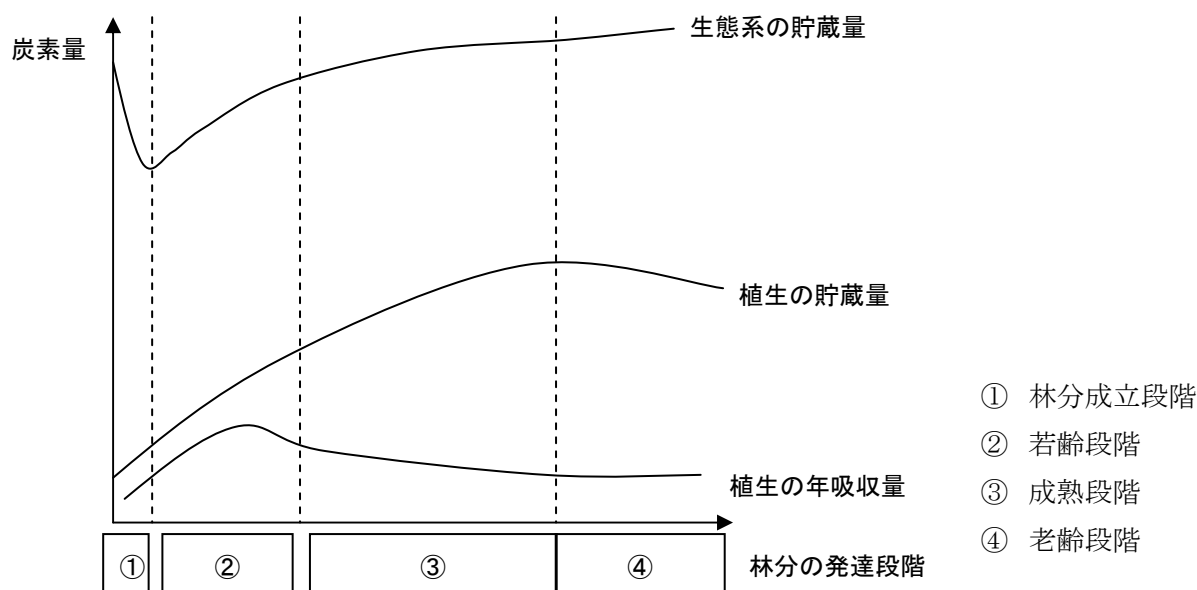
(光合成) 大気中の二酸化炭素 + 土壌中の水 → 有機物 + 酸素

(呼吸) 光合成で得た有機物 + 酸素 → 水 + 二酸化炭素

木は炭素を含む有機物を自らの植生中に固定するが、木は伐採しただけでは二酸化炭素をあまり発生させない。燃焼させれば当然二酸化炭素を生成するが、伐採された状態の木材はまだ炭素を含んでいる。では、木を伐採しそれを燃焼しなければ二酸化炭素はほとんど発生しないのかというと、そうではない。森林伐採後は土壌中から二酸化炭素が発生し、

その上その量は植生から発生する二酸化炭素量に比べて圧倒的に多い。それは、木はその植生中に固定した炭素を長い時間かけてポンプのように土壤中に押し込んでいるため、土壤中に含まれる炭素量のほうが植生に含まれる炭素量よりも多くなるからである。土壤中に含まれる炭素量は、木が固定する炭素量全体の 70%を占める (IPCC 特別報告書 2000)。

最後に、森林の発達段階による炭素量の違いを示す。炭素の貯蔵量や吸収量は樹齢によって異なる。下の図は、林分の発達段階に伴う炭素量の変化である。



(参考：『森林と地球環境保全』 藤森 隆郎著 丸善株式会社 2004)

図より、2つのことが分かる。まず、森林の貯蔵量は吸収量をはるかに超えるものだということである。具体的には、森林全体の平均で見ると 1ha 当たりの炭素貯蔵量は約 275tC、炭素吸収量は約 5tC である。それから、森林保全と植林という森林対策には役割に大きな違いがあることである。植林事業に際しては、若齢段階の木を植えることになるので、専ら吸収量に注目した対策である。一方、森林保全は老齢段階にある森林が持つ膨大な炭素量を二酸化炭素へと転換しないようにするための対策である。

## 1-2、森林破壊の現状

前章では、森林の減少が地球温暖化に及ぼす影響について述べたが、ここでは世界の森林減少がどういう局面を迎えているのか、その現状について見ていきたい。

まず世界全体の森林量の推移について確認してみる。FAO (国連食糧農業機関) のレポートによると 1990 年時点で 40 億 7729 万 ha であった森林面積は、1995-2000 年の 5 年間で 887 万 ha、2000-2005 年の 5 年間で 732 万 ha 減少している。

表 1-1

	1990	2000	2005
総森林面積(1000ha)	4,077,291	3,988,610	3,952,025
増減面積(1000ha)		-8,868	-7,317
増減割合(%)		-0.22	-0.18

出典 (FAO : Global forest resources assessment 2005)

この表を見る限り、「森林面積の減少に緩和傾向が見られるのではないか」という意見が出てきてもおかしくない。最近の新規植林や再植林の活性化傾向などは、この意見を後押しする要素であろう。しかし、この表だけでは、その仮説が正しいとは言い切れない。そこで、この仮説が本当に真実であるかを、地域別森林面積の減少傾向を見ていくことで検証していきたい。

表 1-2

	総森林面積(1000ha)			増減面積(1000ha)	
	1990	2000	2005	1990-2000	2000-2005
Total Africa	699,361	655,613	635,412	-4,375	-4,040
Total Asia	574,487	566,562	571,577	-792	1,003
Total Europe	989,320	998,091	1,001,394	877	661
Total North and Central America	710,790	707,514	705,849	-328	-333
Total Oceania	212,514	208,034	206,254	-448	-356
Total South America	890,818	852,796	831,540	-3,802	-4,251
Total World	4,077,291	3,988,610	3,952,025	-8,868	-7,317

出典 (FAO : Global forest resources assessment 2005)

表 1-2 は表 1-1 と同様に、地域別森林面積の増減をまとめたものだ。注目してもらいたいのはアジアだ。アジアは 2000-2005 年に大きく森林面積をのばしていることに気付く。この量を世界全体の森林面積と比較してみると、アジア地域だけで森林減少面積を大きく和らげていることが分かる。

世界全体 : (2000-2005 年の森林面積) - (1990-2000 年の森林面積) = 155.1 万 ha
アジア : (2000-2005 年の森林面積) - (1990-2000 年の森林面積) = -179.5 万 ha

アジア以外の地域では森林減少量がほとんど変化ない、もしくは増加しているという傾向が見られる。さらにアジア地域を分解してみる。

表 1-3

	総森林面積(1000ha)			増減面積(1000ha)	
	1990	2000	2005	1990-2000	2000-2005
Total East Asia	208155	225663	244862	1751	3840
-China	157,141	177,001	197,290	1,986	4,058
Total South and South-east Asia	323156	297380	283127	-2578	-2851
Total Western and Central Asia	43176	43519	43588	34	14
Total Asia	574487	566562	571577	-792	1003

出典 (FAO : Global forest resources assessment 2005)

ここから分かるのは東アジア地域での森林面積の増加が大きく、東南アジア地域ではむしろ森林減少が激化しているということだ。特に、東アジア地域の中国に注目すると、1990-2000年と2000-2005年の増減を比較した際に、後者の方が200万haも大きいとわかる。これは世界全体の増減変化量を上回る数値である。近年、中国は国策として大規模な造林を進めており、それが数値となって表れているのだ。

以上の考察から言えることは、

- ・ 世界の森林減少が緩和しているように見えるのは、中国で大規模な造林が行われていることが大きく影響している。
- ・ その他の地域では森林減少が緩和していない、もしくは激化している。
- ・ 新規・再植林の活性化は数値の上では表れておらず、森林減少の抑制には大きな効果を及ぼしていない。

という3点である。このことから「森林面積の減少に緩和傾向が見られる」という仮説に対して、世界的な潮流で言えば、むしろ森林面積の減少には拍車がかかっている、と言える。

特に、200万ha以上の森林減少がおきている地域は、東南アジア地域、南アメリカ地域、アフリカ地域の3つであり、この3地域だけで1114万haの森林が失われている。この3地域に共通するのは発展途上国であり、熱帯地域であるということだ。

表 1-4

順位	国名	減少面積(1000ha)
1	ブラジル	-3103
2	インドネシア	-1871
3	スーダン	-589
4	ミャンマー	-466
5	ザンビア	-445
6	タンザニア	-412
7	ナイジェリア	-410
8	コンゴ	-319
9	ジンバブエ	-313
10	ベネズエラ	-288

※データは 2000 年-2005 年の森林面積減少量を示す

出典 (FAO : Global forest resources assessment 2005)

発展途上国の熱帯雨林地域での森林破壊が大きな割合を占めていることは、上記の森林減少面積の大きい国を数値順で並べた表からも分かる。このことから、世界的に森林破壊を減少させ、地球温暖化問題の深刻化を防ぐためには、熱帯雨林地域での森林破壊への対策が必要であることが分かる。

### 1-3、森林破壊の原因

次に森林破壊をもたらしている原因について探っていく。WR I (世界資源研究所) のレポートによると、人為的な理由で世界の森林が脅かされている大きな要因は、「伐採」、「採掘・道路等のインフラ」、「農地開発」、「過度な樹木伐採」の4つが上げられるという。以下は、その4つの要因について、森林減少面積の大きいアジア、南アメリカ、アフリカの3地域をまとめたものである。

表 1-5

	World	South America	Asia	Africa
伐採	72%	69%	50%	79%
採掘、道路等のインフラ	38%	53%	10%	12%
農地開発	20%	32%	20%	17%
過度な樹木伐採	14%	14%	9%	8%
その他	13%	5%	24%	41%

(出典 : WR I)

上の表を見ると「伐採」と「農地開発」が森林を脅かす要因として大きなウェイトを占めていることが分かる。しかし一方で、それぞれの地域で縦の合計が 100%を超えることに気



づく。これは複数の危機に晒されている森林が多いことを意味する。

つまり、この「伐採」、「採掘・道路等のインフラ」、「農地開発」、「過度な樹木伐採」というのは独立したものではなく、一連の流れの中で捉えられるものである。

森林破壊はまず木材業者や零細農民による林道の切り開き（＝「採掘・道路等のインフラ」）から始まり、商業材の択伐（＝「伐採」）が行われる。その後、外部から移住してきた者によって皆伐され、小規模な農地として利用される。それが最終的に集約されて、大規模な農地（＝「農地開発」）となるのである。

インフラの整備→伐採事業→小規模農地→大規模開発

もちろん全てのケースに当てはまるわけではないが、この流れは多くの熱帯雨林地域、特にブラジルやインドネシアといった大規模な開発が行われている地域に見られる現象である。そこで今回は「インフラの整備→伐採事業」を森林破壊の第一段階、「小規模農地→大規模開発」を森林破壊の第二段階として段階に分け、それぞれがどんな現状であるか検証していくことで、森林破壊の根底にある原因について考察していきたいと思う。

### ①森林破壊の第一段階

森林減少面積の大きな地域において、この段階に見られる共通の特徴として「違法伐採の横行」があげられる。2006年に国際熱帯木材機関(ITTO)が発表した報告によると、持続可能な森林経営が行われている熱帯雨林は、全体のたった5%しかないという。これらの原因の一つとして、政府機関の森林管理能力が十分でないことがあげられる。「違法伐採」の特徴として以下のことがあげられる。

- ・ 伐採権（＝政府から認められた特定の地域で、伐採を行うことができる権利）を与えられていない業者が伐採を行う。もしくは指定地域を逸脱する。
- ・ 伐採権を与えられた業者であっても伐採後の植林を怠る。
- ・ 無計画な択伐をすることで周辺の木に被害を及ぼす。

例えば、ブラジル、インドネシアにおいては、ともに違法伐採が木材生産量の80%を超えると推計されており、違法伐採は世界的にも大きな問題となっている。

### ②森林破壊の第二段階

途上国における開発は2種類に分けられる。一つは政府主導の開発で、もう一つは非政府主導の開発である。政府主導の開発は移住者の雇用確保などを目的として行われる計画的な開発である。かつては環境配慮を怠った開発として悪いイメージを持たれていたが、現在は地元住民の生活環境に配慮し、環境との釣り合いを考えた計画的な開発が国策とし

て推進されている。非政府主導の開発は、一般人が政府の計画とは関係なく行う開発であり、主に農地転用を目的として焼畑行うことが多い。第一段階にも見られたことだが、やはり政府機関の管理能力の不十分さから、無秩序な開発が横行している。利益重視の農地開発を目的とした「非伝統的焼畑農業」と呼ばれるものだ。この特徴として、以下のことがあげられる。

- ・ 森林の火入れを、適切な時期（＝乾季から雨季への移行期）に行わないことによって、不必要な森林火災を増加させている。
- ・ 土地の回復力を無視したサイクルで焼畑を行う。

以上のような理由で、現在森林破壊は進行している。一方で、前章で確認したように森林面積の減少が緩和されていないことから、これらへの対策は効果を上げていないといえる。そこで次章では、現在、世界でどのような対策が取られ、それにどのような問題点があるのかを検証していく。

#### 1-4 森林保全対策とその問題点

現在行われている対策の中でいくつか代表的なものを取り上げ、効果的に保全が進んでいない理由を検証したい。

##### ①認証制度による違法伐採への取り組み

違法伐採への取り組みの代表として、森林認証制度が挙げられる。森林認証制度とは独立した第三者機関が、森林管理をある基準に照らし合わせ、それを満たしているかどうかを評価・認証していく制度である。ここでは 1990 年に WWF の協力の元に設立された FSC(The Forest Stewardship Council) を取り上げる。

FSC とは日本森林管理委員会の HP によると、以下のような取り組みであるとされている。

「FSC (Forest Stewardship Council、森林管理協議会)は、世界中全ての森林を対象とし、環境保全の点から見て適切で、社会的な利益にかない、経済的にも継続可能な森林管理を推進することを目的としています。このような森林管理がなされているかどうかを信頼できるシステムで評価し、適切な管理がなされている森林を認証します。また、このような森林から産出された木材・木材製品に独自のロゴマークを付け、認証を受けた森林から来ていることを保証するものです。このロゴマークの付いた製品を幅広く流通させることにより、世界の森林保全へ向け、森林管理者から、木材・木材製品の消費者に至るさまざまな関係者を一体化しようとする取り組みです。」(日本森林管理会 HP より)

森林認証制度の現在の問題点は認証を受けるのに費用がかかることと、手続きが複雑なことにある。そのため中小規模林業者がコストを理由に、認証を諦めることが多い。このことに加え、

- ・ 認定機関自体が自国にないと、監査・モニタリングに高額のコストがかかる。
- ・ 途上国の市場では認証材の価値が浸透していない。
- ・ そもそも持続可能な森林経営が行われていない。

などから途上国では FSC を始めとする森林認証制度の普及が遅れている。このため、途上国における持続可能な森林経営の普及と、違法伐採の防止に役立っていない。

## ②インドネシアの森林伐採対策とその問題

インドネシアは環境保護というよりも、むしろ資源保護という観点に立ち、さまざまな森林伐採規制を行ってきた。木材関連産業が重要な輸出産業になっている以上、森林資源の保全が決定的な意味を持つ。そこで政府は択伐規制や森林伐採事業権による規制などを行った。しかし現状として、そのような規制は十分な効果を発揮していない。その原因は『地球環境問題の現場検証～インドネシアに見る社会と環境もダイナミズム～』の著者、池田寛二氏によると大きく分けて 4 つあるといわれている。

第一に「択伐」規制の問題である。択伐規制が守られていれば、森林全体を大きく破壊することはないという考えがこの規制を正当化する。しかし、伐採に必要な林道や貯木場の建設、ブルドーザーやトラクターでの木材の搬出などを行えば周囲の森林や土壌がダメージを受けなければいけない。

第二に森林伐採事業権の問題がある。インドネシアの森林は国有林なので、政府が認可した伐採事業者のみが森林伐採を行うことができる。政府は森林伐採事業権を持つ企業に対し、1 度伐採した森林について 35 年経てば再度伐採する権利を与えている。伐採後には植林の義務づける措置もある。しかし森林伐採事業権の期間は 20 年である。このために、森林伐採企業には 35 年後のことを考えるよりも森林伐採事業権のある 20 年のうちなるべく多くの利潤を得ようとするインセンティブ、商品価値の高い樹木を乱暴に根こそぎ伐採するインセンティブが生まれてしまう。

第三に違法伐採の横行がある。森林伐採事業権をもつ業者が択伐により木を残しても、伐採業者が森林へのアクセスを容易にしてしまうために違法伐採が行われる。違法伐採が行われるのであれば正規の伐採業者に違法伐採が行われる前に利用できる木は伐採してしまおうとする考えが生じ、負のスパイラルが起こる。

第四に政府の監視体制が不十分である問題がある。林業省当局は 1991 年に、森林保安要員は最低 1 万 4000 人必要だが、予算不足によりその半分の 7000 人しか確保できなかったと発表した。森林を監視する政府職員が大幅に不足しているのは明らかである。たとえ保安要員がいたとしても、官僚機構に蔓延している汚職体質が違法行為をある程度容認する可能性を指摘する専門家も存在する。

以上の四点により、インドネシアは森林伐採を抑制に失敗した。この事実は「規制」を行うことの限界を示していると考えられる。現地の人びとにとって、森林保全のメリットがないために規制が効力を発揮しない現状がある。

### ③ブラジルの環境法とその問題

ブラジルでは、世界的に見ても珍しい環境犯罪法（1998年に制定）が罰則のある刑法として制定されている。この法律は環境の破壊に対して刑法を適用し、厳しく罰することを明記している。環境犯罪には、森林、植物、動物の破壊・殺傷、汚染、文化遺産、都市建造物の損傷など広範囲の内容が含まれ、違反者には実刑を含む厳しい罰則が課せられている。環境に関する法律は1988年に環境権とアマゾンの保全を定めた新憲法を制定したことをきっかけに、様々な政策的努力が進められてきた。とりわけ、森林の保全は政府が重視したもののひとつであった。それまでの開発優先を改め、環境保全を求め、アマゾンからの丸太の輸出、金採取のための水銀使用・取引禁止、森林破壊の要因となった農牧畜プロジェクトに対する税制上の恩恵を廃止した。近年では2000年国家自然保全地域システム法、2006年には公有林管理法と新しい枠組みが出来つつある。

しかしその反面、2003年に発足したルーラ政権は成長、雇用、社会的包摂を目標としていて、アマゾンの森林保全政策は矛盾に満ちたものである。予算総額の大半が経済セクター、インフラ整備に割り当てられていて、環境分野少なくなっている。またダイズ輸出を増加させる計画を発表し、実現にはアマゾン横断道路など大幅なインフラ整備が必要となっている。「開発と保全」のバランスが重要であるという認識はあるが、森林減少は今なお進行中である。

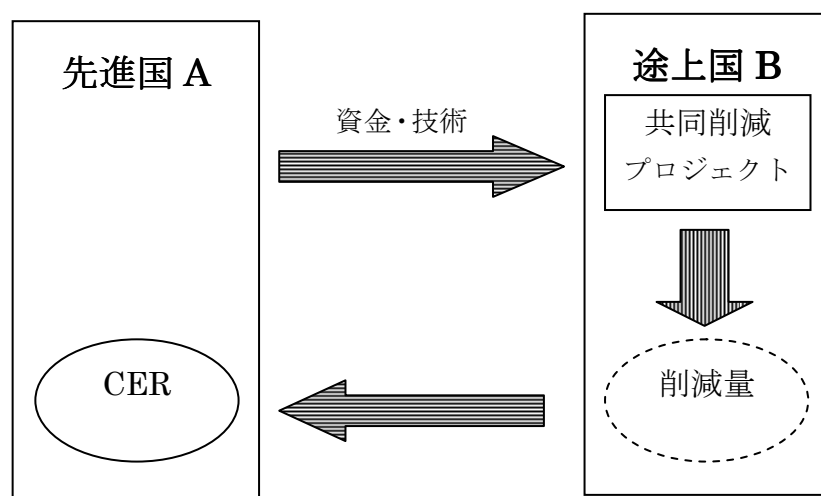
上記①～③の政策とその問題を考えているとある共通点が浮かび上がってくる。

- ① 認証制度はあまり浸透していない上にコストが高いため、森林保全につながらない。
  - ② 規制が機能せず、森林伐採へのインセンティブを生んでしまっている。
  - ③ 法規制が成長路線と相反するものとなってしまったので、自発的な森林保全を促さない。
- 以上より、途上国の森林を保全する経済的インセンティブが付与されない対策ばかりであるという事実が共通する。故に森林保全に対して経済的な付加価値を増すために、京都メカニズム、なかでも CDM プロジェクトに注目した。次章で CDM について簡単に触れておく。

## 第二章 ～CDM について～

### 2-1 CDM とは

CDM とはクリーン開発メカニズムの略称で、排出権取引、共同実施と同様に京都メカニズムの1つである。その仕組みを以下に簡単にまとめる。



まず、先進国企業 A が資金と技術をもって途上国企業 B と共同で排出量削減プロジェクトを行う。排出量削減プロジェクトとは、専ら途上国企業の工場や電化製品のエネルギー効率化を図るものである。工場や電化製品がエネルギー効率化すると、温室効果ガスが削減される。途上国 B には排出上限がないので、その削減分は先進国 A が削減したものとして取得してよい、という仕組みである。このとき CDM によって先進国に発行されるクレジットを CER という。

CDM には途上国が投資と技術移転の機会を得られるというメリットがある。しかし一方で、先進国は CER の分を追加的に排出できるので、先進国の排出量は増大する。そのため CER の発行には厳格な審査が行われる。

### 2-2 CDM プロジェクトの条件

排出削減プロジェクトが CDM として登録されるためには幾つかの条件がある。

- (1) CDM の目的がホスト国（途上国）の持続可能な開発を達成し、かつ先進国の削減目標達成に貢献するものであること。なお CDM プロジェクトがホスト国の持続可能な開発達成に寄与するかどうかはホスト国の判断に委ねられ、統一的な指針は存在しない。
- (2) CDM プロジェクトがなかった場合に比べて温室効果ガスの排出が削減されること。これ

を CDM プロジェクトが追加的であることを意味する。

- (3)原子力施設から生じた CER については、先進国の数値目標達成に活用することは控えること。
  - (4)吸収源 CDM の場合は、第一約束期間(2008 年～2012)については新規植林・再植林プロジェクトに限定すること。
  - (5)先進国からの公的資金を活用する場合は、その資金はODA(政府開発援助)の流用であってはならない。
- この5つの条件の中で、(4)の吸収源 CDM について次で詳しく述べる。

### 2-3 排出源 CDM と吸収源 CDM

CDM には大きく分けて排出源 CDM と吸収源 CDM の2種類がある。排出源 CDM とは I で述べたものであり、吸収源 CDM とは植林と再植林によって二酸化炭素を吸収させた分を排出枠としてカウントするものである。一般的に CDM は排出源 CDM を指す場合が多く、吸収源 CDM はあまり広まっていない。

以下、吸収源 CDM について簡単にまとめる。吸収源 CDM は 50 年間森林でない土地への植林(「新植林」と 1989 年以降森林でない土地への植林(「再植林」)を対象とする。なお森林経営は対象に含まれない。これらに対する問題点として、森林が火事などによっていずれは消失し CO<sub>2</sub> を排出する可能性があるという「非持続性」、CO<sub>2</sub> の吸収量を正確に予測できないという「不確実性」、森林の成長には長期間を要するという「長期性」が挙げられる。これらの問題に対処するために、期限付きクレジットの発行や通常より長いクレジット発生期間、小規模 CDM の承認など対策はとられている。

### 2-4 吸収源 CDM と森林保全

吸収源 CDM として森林保全が認められていないことは先程述べた通りであるが、この点も大きな問題であると言える。前章まででも述べてきたように、世界の森林減少は深刻なものである。そのため現存する森林を保全し、維持することによって二酸化炭素排出量が大きく削減できると考えられる。

では、なぜ森林保全は吸収源 CDM として認められなかったのだろうか。その理由として以下の3つが挙げられる。

一つ目が、技術移転の要素が少ないため、途上国のメリットが少ないことである。再生可能エネルギーの導入プロジェクトや電力の効率化などの、通常の CDM プロジェクトは途上国に対する技術移転が含まれるが、森林保全には技術移転の要素が少ない。そのため、途上国がプロジェクトを受け入れるためのインセンティブが不足していると考えられる。

二つ目が、“削減量”の規定が困難であることである。森林保全の CDM プロジェクトが

実施された際に、それがどれだけの量の CO2 削減を行っているかの判断が難しい。これがなければ、どれだけの CER を与えるか決定できない。

三つ目が、森林保全に対する膨大な支払い総額である。もし全ての森林の保全に対して経済的インセンティブを与えてしまえば、森林地域への支払い総額がその大部分を負担することになるであろう先進国の支払い意思額をはるかに超えるものになってしまうからである。

以上より、CDM は途上国と先進国の双方に利益をもたらし、かつ環境を改善できるという点で大変有効なシステムであるが、森林保全 CDM について言えば問題は山積みになっている。そこで、以上の問題点を踏まえた上で、それらを解決するような森林保全 CDM プロジェクトを次章で考察していく。

## 第三章 ～森林保全 CDM プロジェクトの可能性～

### 3-1 森林保全 CDM の問題点に対するアプローチ

前章で述べたように、森林保全 CDM には①技術移転の要素が少ないため、途上国のメリットが少ないこと、②“削減量”の規定が困難であること、③森林保全に対する膨大な支払い総額、という 3 つの問題点がある。

我々はこれらに対して、それぞれ以下のような解決策を提案する。

①⇒森林貸借権の導入

②⇒BAU による CER 認証

③⇒CDM 認証に対する明確な基準の設定

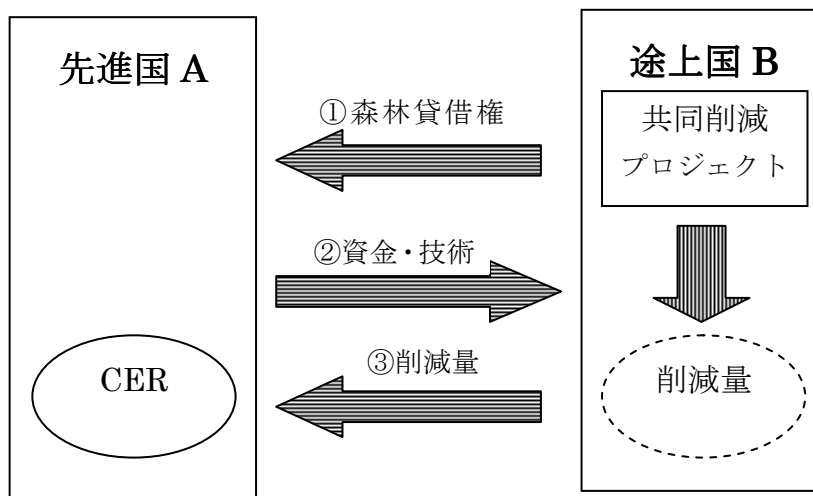
これらの詳細については、我々の考える CDM システムの説明を含めながら、以下で述べることとする。

### 3-2 取引システム

現在の状況では、CDM に森林保全プロジェクトが含まれておらず、さらに途上国の森林を保全する経済的インセンティブが存在しないので、京都メカニズムの一つである CDM を利用した森林保全を提唱する。

## 取引システム

今回の森林保全プロジェクトは従来の森林保全プロジェクトと比較して、技術移転の要素が少ない。技術移転の要素の欠如により従来の CDM プロジェクトと比較して途上国側の得られるメリットが少なくなることが予想されるので、新たな取引システムを提案する。



この取引システムには先進国と途上国間で、「森林貸借権の売買」、「資金・技術援助」、「削減量の移動」という三段階の移動が行われる。

### 第一ステップ：途上国の森林の森林貸借権を先進国企業が購入する

まず、先進国企業が途上国の森林の森林貸借権を購入する。この森林貸借権とは、開発を防止する目的で土地所有権から取り出された権利である。現在はアメリカで認められている地役権のような権利であり、一般的に価格は地価の約 10～20%である。なお、この森林貸借権を第三者へ転売することはできない。

この森林貸借権を導入した理由は、途上国への経済的インセンティブの付与である。従来の CDM では資金援助だけでなく技術移転も見込まれていたため途上国側に CDM を行うインセンティブはあったが、森林保全の CDM では十分な技術移転が見込めない。このインセンティブの不足分を補う手段として、森林貸借権の導入を考えた。ここで所有権を購入することも考えたが、所有権を先進国が購入してしまうと現地の人々のアクセス権が侵害される可能性があるため、森林貸借権とした。これによって先進国企業は保全事業を管理する権利を得る。



## 第二ステップ：先進国企業が森林保全を行う

先進国企業は森林貸借権を得る代わりに途上国の森林保全を行う。ここで森林保全をするのにかかる費用は先進国が負担することとなる。また、途上国は先進国企業に保全を任せ、現地の人々は森林保全プロジェクトに雇用され、さらに現地の人々がプロジェクトの監視を行う。

## 第三ステップ：先進国企業が森林保全の達成度合いに応じた CER を取得する

森林保全することによって得られる CER を先進国企業が所有することとなる。その CER を先進国企業は GHG 削減量目標に使用することができる。

ここで、この CER の量をどうやって認証するかという問題が出てくる。その認証システムを以下に提案する。

### 3-3 森林保全による CER 認証

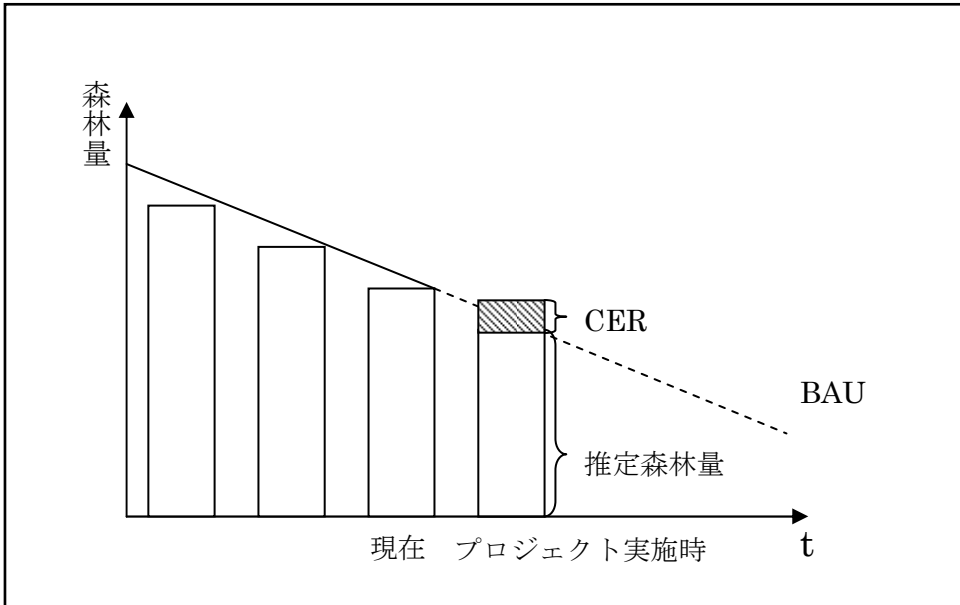
森林保全にクレジットを与える動きは京都議定書締約国会議(以下 COP)でも話し合われている。その中でコスタリカとパプアニューギニアが中心となって森林保全にクレジットを与える提案を行っている。本論分では削減量をより明確にするために、コスタリカが提案を行った BAU を基に CER の認証を行う制度を森林保全 CDM として採り入れる。

途上国の熱帯雨林の森林面積は減少の一途をたどっている。コスタリカ政府の提案では CER の認定基準を以下のように設定している

「過去から現在までの森林減少率を基にして、将来対策を講じなかったとき(BAU)の森林量を推定する。この将来の森林量をベースラインとして、この推定値を超えて保全された森林量に対してクレジットを与える。」

という方法である。

図 3-1



上記の図 3-1 においては直線の実線部分が過去から現在までの森林量の推移を表し、点線部分が推定の森林量である。また網掛け部分が結果として対策を行ったときの森林増加量（BAU に対し）となり、その量に応じて CER を認証する。

一章でも述べたように、森林の貯蔵量は吸収量をはるかに超えるものであることがわかり、伐採に伴う貯蔵量の排出に対するクレジットを与えてしまうと膨大なクレジットを発行することになってしまうので、ここではベースラインに対し増加した森林量の炭素吸収量に対してクレジットを発行する。

#### 制度の検証

次にこの CER 認証制度を実現可能性、衡平性、継続性の点から検証して行きたいと思う。

##### ①実現可能性

森林保全によって得られるクレジットのベースライン推定の根拠が曖昧な点、過去から現在の森林減少率を将来に当てはめられる可能性が曖昧な点から、プロジェクトにより獲得される CER 量に不確実性が生じ、実現可能性が問題になる。実現可能性に関しては、コスタリカを始めとする森林保全を CDM に採り入れようとしている多くの国々で実際にベースラインを推定できると主張しているので問題ないと考えられる。また CER 量が不確実ではあるが、それは同じ吸収源 CDM の植林プロジェクトと同様であるので承認されるべきである。さらに植林 CDM と同じように期限付きクレジットの発行や通常より長いクレジッ

ト発生期間を採り入れることにより、実現可能性を高めることができる。

#### ② 衡平性

この提案は過去の保全努力が将来のベースラインの基準になるために、過去に何の対策も講じてこなかった場合、BAUにより導き出される森林減少量が大きくなるので、容易に大量のクレジットを取得することが可能になってしまう。その結果、過去から現在までに森林保全を行ってこなかった地域のほうが有利になってしまうので、過去の森林保全努力に対しての衡平性に問題がある。過去から現在までに森林保全を行ってこなかった地域のほうが保全の必要性が高いことを考えると、容認することができると考えられるが、すべての国に対して衡平であるとは言えないので今後の課題として挙げられる。

#### ③ 継続性

森林保全プロジェクトを行い、そのプロジェクトが成果をあげると将来の時点での過去から現在までの森林減少率に変化が生じ、将来の森林減少推定値が森林減少率の変化により小さくなってしまいうので得られる CER 量が減少するので、次期以降のプロジェクトの継続性に問題が生じる。継続性に関しては同じ吸収源 CDM である植林プロジェクトが 5 年ごとにプロジェクトの再評価を行っているのに倣って 5 年ごとにベースラインを再考察することで継続的なプロジェクトを実施できると考えられる。

### 3-4 CDM 認証システムの利用

森林保全に対する膨大な支払い総額が発生しう問題は、CDM 認証の際に解決できる。CDM 理事会はクレジットの認証の行うかどうかを判断する際に、主に CDM の目的がホスト国（途上国）の持続可能な開発を達成し、かつ先進国の削減目標達成に貢献するものであること、CDM プロジェクトがなかった場合に比べて温室効果ガスの排出が削減されること、という条件をクリアしていなければならない。この二つの条件を考慮すると森林保全プロジェクトが行われる地域というのは自ずと絞られてくると考えられるので、すべての森林に対してクレジットを発行するわけではない。よって全ての森林の保全に対して経済的インセンティブを与えてしまえば、森林地域への支払い総額がその大部分を負担することになるであろう先進国の支払い意思額をはるかに超えるものになってしまうということではなく、CDM の認証の段階でプロジェクトの対象地域が絞られることになる。

## 第四章 ～モデル分析～

### 4-1 分析の目的

次にモデルを用いた分析を行い、提案の有用性を検証していく。我々は提案を用いられることを通じて、森林保全が行われることを想定している。そこで森林保全 CDM プロジェクトが用いられていない状態の森林量 (**without** ケース) と、森林保全 CDM プロジェクトが用いられた状態の森林量 (**with** ケース) を比較し、後者の方が高いことを示す。その際に重要であるのは「森林保全をどの程度行うかを決定する主体の利潤」であると考え。そのため、**without** ケースでは CDM 対象地域での途上国社会の利潤、**with** ケースでは CDM 対象地域での企業の利潤に注目する。

### 4-2 モデル分析

まずモデルを行う上での基本的な記号を定義する。

$K$  : 保全面積 (森林面積) ( $0 \leq K \leq \bar{K}$ )

$Q$  : 開発面積 ( $= \bar{K} - K$  とおく)

$D(Q)$  : 開発による収益

$R(\bar{K} - Q)$  : 保全による収益

$EC(Q)$  : 環境費用

$t$  : 国際 CER 価格

$r$  : 土地 1 単位あたりの森林貸借権価格

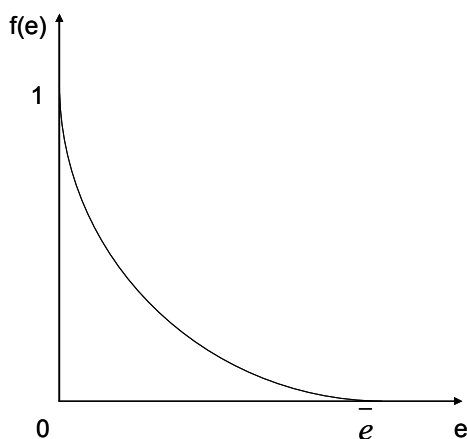
この中で  $Q$  は内生関数であるとし、**without** ケースの保全面積  $K^*$ 、**with** ケースの保全面積  $K^{**}$  を比較する。

次に我々のモデルを用いる上での特殊な記号を定義する。

まず前提として、途上国社会において政府機関が何の対策も行わない場合、民間は開発を選択すると考える。そのため、保全を行うためには開発を阻止し、保全に誘導するための「管理コスト」が発生すると考える。そのコストを努力量  $e$  ( $0 \leq e \leq \bar{e}$ ) の関数であるとし  $C(e)$  と定義する。

次に「管理コスト」を支払うことによって、開発面積  $Q$  が減少すると考えることが出来る。そこで、 $Q$  の減少割合は  $e$  の量に依存すると考えられるので、 $Q$  の変化率を  $f(e)$  ( $0 \leq f(e) \leq 1$ ) とし、変化後の開発面積を  $f(e) \times Q$  と表す。ここで、 $e$  と  $f(e)$  の関係を考察する。努力量  $e$  が増えれば開発面積がより減少するので、 $f(e)$  は 0 に近づく。 $e$  が減れば、

逆の反応である。そのため  $f(e)$  は以下のように  $e$  に対する減少関数を示す。



$e$  : 開発を保全に誘導するための努力量  
 $C(e)$  : 開発を保全に誘導するための管理コスト  
 $f(e)$  : 努力量に対する開発面積の変化率

以上を踏まえ、モデル分析を行っていく。

### 1. without ケース

ここでは途上国社会の利潤 ( $= \pi_1$ ) を考える。  $\pi_1$  は以下のように定義する。

$$\pi_1 = D(f(e) \cdot Q) + R(\bar{K} - f(e) \cdot Q) - C(e) - EC(f(e) \cdot Q)$$

この関数の内生変数は  $Q$  と  $e$  なので、  $\pi_1$  を最大化するような  $Q^*$  と  $e^*$  を偏微分によって求める。

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial e} = (f'(e) \cdot Q) \{ \underline{D'(f(e)Q) - R'(\bar{K} - f(e)Q) - EC'(f(e)Q)} \} - C'(e) = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

$= X$  とおく。

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial Q} = f(e) \{ D'(f(e) \cdot Q) - R'(\bar{K} - f(e) \cdot Q) - EC'(f(e) \cdot Q) \} = 0 \quad \dots \textcircled{2}$$

①、②を変形すると、

$$\begin{cases} \textcircled{1} \Rightarrow Qf'(e) \cdot X = C'(e) \dots \textcircled{1}' \\ \textcircled{2} \Rightarrow f(e) \cdot X = 0 \dots \textcircled{2}' \end{cases}$$

のように出来る。

②' より

$f(e) = 0$  とすると (開発量) = 0 となる。Without ケースは現状を表しているの、これは現実と乖離する。

$$\therefore f(e) \neq 0$$

以上より  $X = 0$  が成立する ( $D' = R' + EC$ )

$$\Leftrightarrow \text{①}' \text{ に代入すると } C'(e) = 0$$

$$\Leftrightarrow C'(e) \text{ は通増するので } C'(e) = 0 \text{ より、 } e^* = 0 \Leftrightarrow f(e^*) = 1$$

更に  $Q^*$  を求めるために、 $X$  に代入すると

$$D'(Q^*) = R'(\bar{K} - Q^*) + EC'(Q^*)$$

が得られる。

これが  $Q^*$  の満たす条件である。

以上を踏まえると  $f(e) \times Q = 1 \times Q^* = Q^*$  と表せる。

よって、保全される森林面積は  $K^* = \bar{K} - Q^*$  となる。これは  $e^* = 0$  なので、何の対策も行われていないことを示している。

## 2.with ケース

ここでは先進国企業の利潤 ( $= \pi_2$ ) を考える。  $\pi_2$  は以下のように定義する。

$$\pi_2 = t \cdot (\bar{K} - f(e) \cdot Q) - C(e) - r\bar{K}$$

この関数において  $Q$  は外生変数である。なぜなら、 $Q$  を決定するのは先進国企業ではなく、途上国であるからである。すると途上国は without ケースの  $Q$  が途上国にとって最適な開発面積なので、このときの  $Q$  は  $Q^*$  と一致するといえる。そこでこのモデルの内生変数は  $e$  のみなので、  $\pi_2$  を最大化するような  $e^{**}$  を求める。

$$\frac{d\pi_2}{de} = -tQ^* \cdot f'(e) - C'(e) = 0 \dots \text{①}$$

①を変形すると

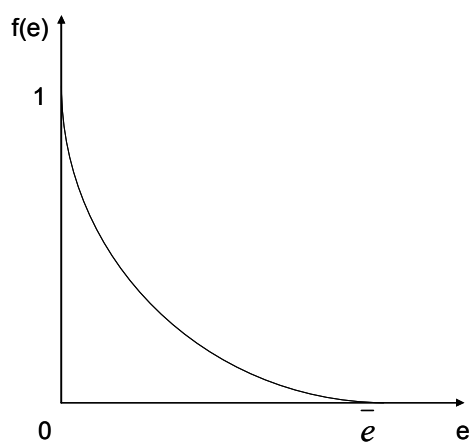
$$\textcircled{1} \Rightarrow -tQ^* \cdot f'(e) = C'(e)$$

$$\Leftrightarrow \frac{f'(\bar{e})}{C'(\bar{e})} = \frac{1}{-tQ^*} \quad \dots \textcircled{1}'$$

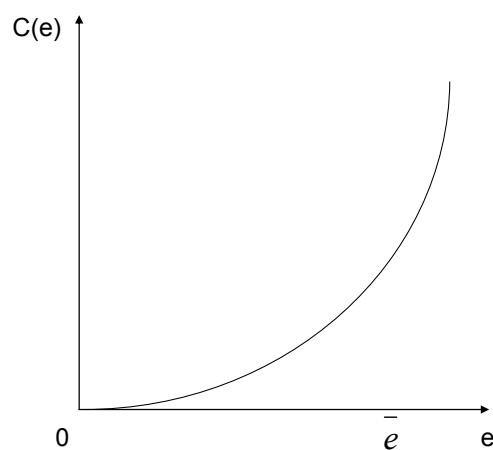
のように出来る。

ここで  $f(e)$ 、 $C(e)$  のグラフを考える。  $f(e)$  は先ほど述べたように左下のようなになる。一方で  $C(e)$  は一般的なコストと同様に逓増すると考え、右下のようなになる。なお、ともに一般的な 2 次関数として考える。

$f(e)$  のグラフ



$C(e)$  のグラフ



こう考えると

$$f(e) = ae^2 + be + 1$$

$$C(e) = ce^2$$

とおける。 ( $a, c > 0$ ,  $b < 0$ )

これらを微分すると

$$f'(e) = 2ae + b$$

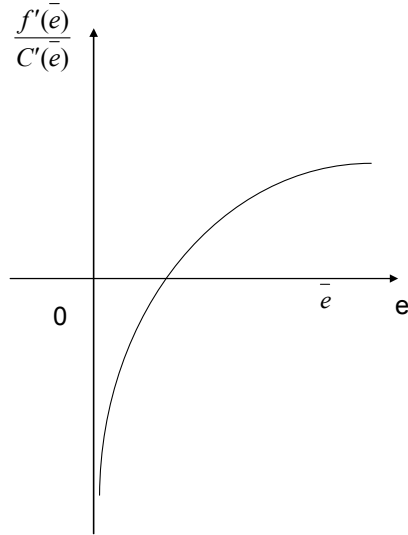
$$C'(e) = 2ce$$

とできるので、

$$\frac{f'(\bar{e})}{C'(\bar{e})} = \frac{b}{2c} \frac{1}{\bar{e}} + \frac{a}{c}$$

となる。

これをグラフで表すと、



というように描ける。

ここで with ケースの  $e^{**}$  は、 $\frac{f'(\bar{e})}{C'(e)} = \frac{1}{-tQ^*}$  によって表される。

一方で without ケースは  $e^* = 0$  なので  $\frac{f'(\bar{e})}{C'(e)} = -\infty$  となる。

一般的に考えて、 $-tQ^*$  は有限であると考えられるので、 $-tQ^* \neq -\infty$  によって  $e^{**} \neq e^* = 0$  とできる。

$0 \leq e \leq \bar{e}$  であるので  $e^{**} > 0 \Leftrightarrow f(e^*) < 1$

よって、保全される森林面積は  $K^{**} = \bar{K} - f(e^{**}) \cdot Q$  となる。

以上を踏まえて、without ケースと with ケースを比較すると  $Q^* > f(e^{**}) \times Q$  と表せる。

よって  $K^{**} > K^*$  が結論づけられる。

#### 4-3 結論



今までの議論を簡潔にまとめる。私たちは地球温暖化防止策として森林破壊抑止策を考えることを目的として論文を進めてきた。地球温暖化の主要な原因の1つである森林破壊はこれまでほとんど抑止策が機能してこず、特に東南アジアや南アメリカ、アフリカ地域を中心に森林が大きく減少している。それらの地域では違法伐採から農地転換へとつながる、一連の森林破壊の原因がある。その抑止策には森林認証制度やインドネシアの択伐規制、ブラジルの法規制などの例がある。しかし、それらの対策は経済活動と相反するものであるという共通点がある。そこで私たちは、森林破壊抑止策に対して経済インセンティブを付与する方策を考えた。それが森林保全 CDM プロジェクトである。この CDM プロジェクトは森林貸借権の売買を使って途上国に対して森林保全の経済的インセンティブを与え、CER クレジットを発行することによって先進国に CDM 参入の経済的インセンティブを与える。

以上を踏まえて、我々の提案した森林保全 CDM プロジェクトが、本当に森林保全面積を増やすか否かを、プロジェクトを行わない場合の **without** ケース、プロジェクトを実施する場合の **with** ケースを比較することで検証した。その結果、プロジェクトを実施すると「開発を保全に誘導するための努力量」が増え、森林保全量も増えた。

よって、我々の結論として、森林保全 CDM プロジェクトを実施することによって、開局面積を減少させ、森林保全面積を上昇させることができる。その結果、地球温暖化問題に対しても確かに貢献できると考えられる。

## 参考文献

- ・ はじめての環境経済学 著：ジェフリー・フリード 出版：東洋経済新報社（2005年）
- ・ 地球環境問題の現場検証 ～インドネシアに見る社会と環境のダイナミズム～  
編著：池田寛二 出版：八千代出版（2006年）
- ・ アマゾン～保全と開発～ 著：西澤利栄 出版：朝倉書店（2005年）
- ・ 森林環境 2006 ～世界の森林は今～  
著：井上真、鷺谷いづみ 出版：朝日新聞社（2006年）
- ・ 森林環境 2004 ～日本の森林と温暖化防止～  
著：竹内敬二、松下和夫 出版：朝日新聞社（2004年）
- ・ 森林の百科 著：井上真 出版：朝倉書店（2003年）
- ・ IPCC <http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/ipccinfo.html>
- ・ 環境省 <http://www.env.go.jp/>
- ・ JATAN <http://www.jca.apc.org/jatan/lib/rio10eval.html>
- ・ 日本森林管理会 <http://www.forsta.or.jp/>
- ・ Global forest resources assessment 2005 <http://www.fao.org/forestry/site/fra2005/en/>
- ・ WRI（世界資源研究所） <http://www.wri.org/>
- ・ 先進事例にみる排出権取引ビジネス最前線 （株）三菱総合研究所編 工業調査会
- ・ 森林と地球環境保全 著：藤森隆郎 出版：丸善株式会社（2004年）
- ・ 京都議定書情報プラットフォーム (<http://www.kyomecha.org/>)
- ・ 財団法人 地球環境戦略研究機関 ([http://www.iges.or.jp/jp/fc/cdm\\_forest.html](http://www.iges.or.jp/jp/fc/cdm_forest.html))
- ・ 林野庁 (<http://www.rinya.maff.go.jp/seisaku/sesakusyokai/ondanka/top.html>)
- ・ 財団法人 地球環境センター (<http://gec.jp/jp/index.html>)