

Discussion Paper Series No.43

森林コモンプールの環境保全と経営

藪田 雅弘

2003年4月17日

中央大学経済研究所

森林コモンプールの環境保全と経営

中央大学経済学部 藪田雅弘

目 次

- < 1 > はじめに
- < 2 > わが国の森林をめぐる現状と課題
- < 3 > 森林コモンプールのモデル分析
- < 4 > 環境問題と森林政策の課題
- < 5 > おわりに

< 1 > はじめに

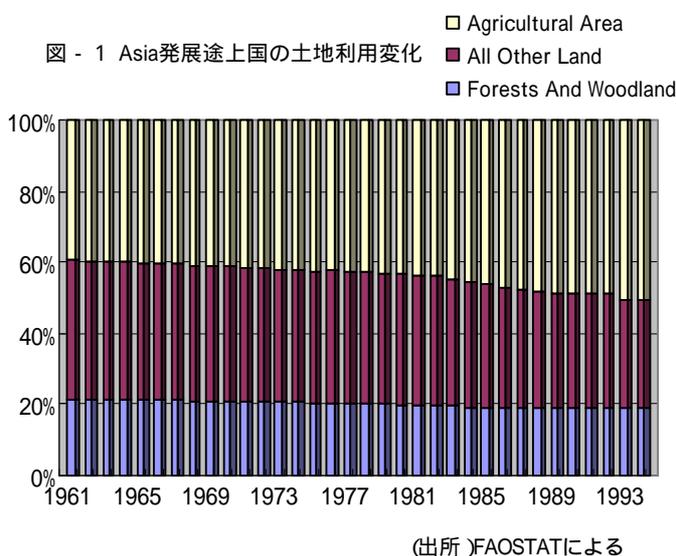
本稿では、わが国の森林の置かれた現状と問題点を包括的に検討し指摘したうえで、あるべき森林政策を検討しよう。森林という環境財をストックとしての側面とそれがもたらす「幸」としてのフローの両面から整合的に観察し、林業や製材業その他の関連産業の生み出す経済的便益と森林固有の環境価値の両視座から検討する。本質的に森林のもつ環境財としての便益は、すべての人々にとって、非排除的で一定の競合的側面をもつためにコモンプール財としての性格をもつと考えられる。コモンプール財の場合、最適な水準を越えて過度な利用が進む可能性があるために、地域などでの管理・運営ルールが必要となる。このような最適管理・運営システムの必要は、当該財がどのような財産権のもとに置かれているかということとは無関係なように思える。実際、後述するが、わが国の森林問題について言えば、私有林などのように私的な管理のもとにあって、本来ならば経済メカニズムが作用すると考えられる領域にあって、それがうまく管理されない状況が存在し、地域（もしくは流域圏）全体で、望ましい造林計画や伐採計画を立案する必要があると考えられる。地域の存在は、広く森林のあり方と無関係ではありえないのである。他方で、このような森林コモンプール財の環境財としての有り様は、その経済財としての機能から切り離して考えることもできない。

事実、現在の森林問題は、不十分で低位にしか評価されない経済的価値のもとで、管理・運営自体が不適切となり、その結果として、森林ストックの持続可能性が危惧されているのである。

本稿は、以上の観点に立ち、森林の経済的価値と環境価値を包括的に理解するための枠組みを与えるとともに、あるべき最適な管理・運営政策を提示しようとしている。本稿の構成は以下の様である。〈2〉では、林業や製材業などを軸に、わが国の森林をめぐる現状と課題を論じる。〈3〉では、森林コンプールのモデル分析を行い、最適植林・育林計画の性質を検討する。さらに、〈4〉では、環境財など森林のもつ公益的機能を考慮して、環境問題と森林政策の課題を論じる。最後に、〈5〉で分析の梗概を与え、政策論的な意義を整理し、残された課題を展望する。

〈2〉わが国の森林をめぐる現状と課題

わが国の森林をめぐる問題は、一般的に世界的な視点で問題とされている森林減少の状況とはかなり異なっている。とりわけ熱帯雨林を中心とした伐採・乱伐による森林面積の急激な減少と、対応する先進工業国



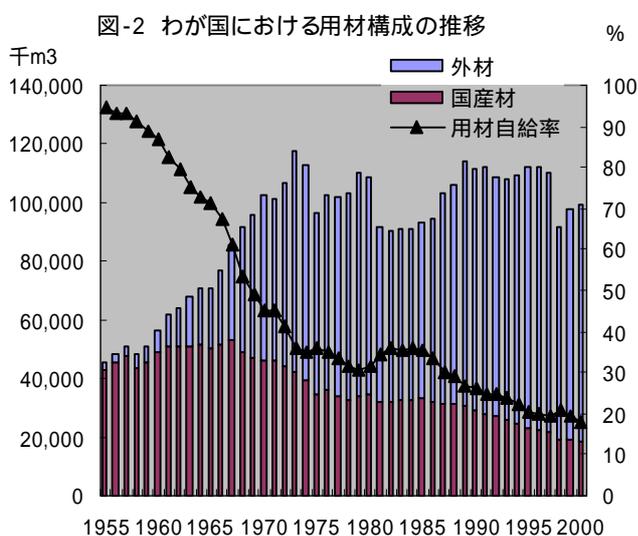
での森林面積の微増という図式からは、先進国と開発途上国との間の交易問題が、さらに、開発途上国における林業の農業をはじめとする他産業へ地域代替といった対立軸が読み取れる。図 - 1 は、アジア発展途上国全体の土地利用変化を示したものであるが、農地の増加と森林の減少傾向が観取できる¹。熱帯雨林地域に関

する分析は、たとえば、Barbier&Burgess (1997)のように、森林と農地との間の異時点間の最適利用問題として把握し、人口や所得に加えて、林

¹ 国別事例では、とりわけタイや中国、インドネシアなどで明確な森林減少と農地拡大傾向が見受けられる。

業生産と農業生産の変化を森林伐採の説明変数とする分析や、最近の Barbier(2001)のサーベイのように、地域による差はあるものの、森林面積の減少(deforestation)は基本的に農地への代替に基づいており、当該地域の人口や所得水準の他に穀物生産や農産物輸出などの農業関連の諸変数、ならびに財産権設定などの制度因子によって回帰可能であると考えられる²。

これら熱帯雨林の森林減少の一因として、わが国の輸入が果たした役割は否定し得ないであろう。事実、図 - 2 が示すように、わが国の用材輸入量は 1970 年代以降急速に拡大しており、それに呼応して、戦後ほぼ



100%であった用材自給率は、いまや 20% 以下にまで落ち込んでいる。形式的には、海外の資源利用へ代替させることで、わが国の国内森林資源の保全を実現させたように見える。実際、図 - 1 に対比させてわが国の土地利用変化をみれば、少なくとも、わが国の場合には、森林面積は相対的に良く保存されており、森林の農地への代替傾向ど

ころか、農地面積の一貫した減少すら生じているのである³。

わが国の森林環境の保全問題は、したがって表層的な森林面積減少というよりは、むしろ、林業経営の衰退とそれによる森林の適正な維持・管理の喪失をめぐる課題に集約されるように思われる。単線的な図式で課題を整理することは出来ないが、問題の把握のためには、少なくとも以下のファクトファインディングが重要であると思われる。まず、(i)天

² 森林が希少資源であり、地域や政府が他の主体を支配する Stackelberg ゲームの先導者として振舞う場合には、とくに森林減少が生じやすいことが指摘されている。地域や政府の失敗による森林減少の例としては、スマトラやブラジルの経験があげられる。こうした地域開発における政策失敗事例は、わが国のケースに関しても示唆に富む。

³ 戦後復興需要増による国内材価格高騰のために、木材供給を拡大することが至上命題となった。1964年の木材貿易完全自由化以前もすでに木材輸入が実現しており、国内材生産能力増強と併せて輸入拡大路線がひかれたのである。生産能力の倍増と育種限定、生産期間短縮、林道整備をめざし 1958年に策定された林力増強計画は、実に 1997年までの 40年間にわたる長期計画であった。

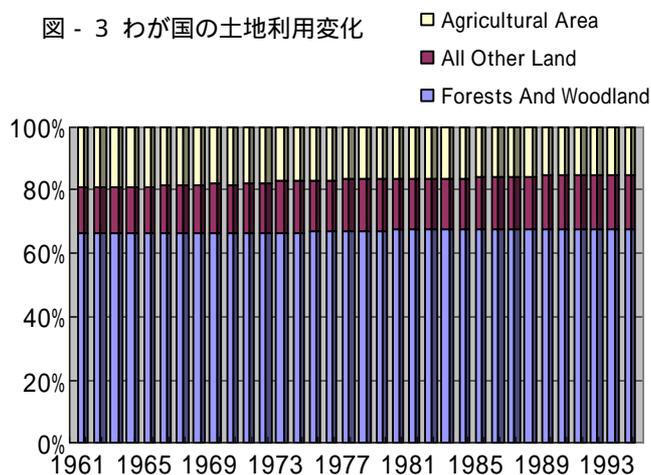
然林は比較的少なく、広葉樹から松、杉、檜といった針葉樹を中心とした人工林の拡大傾向が見受けられること、(ii)南洋のラワン材や北米の米ツガなどの外材と杉、檜など国内材の価格問題については、相対的に安価な外材の輸入 国内材から外材への代替 国内林業の不振、という単純な図式が必ずしも

成立しないこと、さらに、(iii)趨勢的に林業、製材業への就業者が減少しており、これらの部門での就業者の年齢構成は高く、他産業に比して賃金が低いこと、また、(iv)国産材の生産縮小に伴う売上げ

の減少とともに総コストが増大し林業の純所得が減少していること、などである。以下、これらを順に検討しよう。

まず人工林の構成は、1980年には、面積比で39%、蓄積量で42%であったものが、95年にはそれぞれ41%、54%に上昇している。特に蓄積量ベースでの伸張が著しく、この間、蓄積量全体の針葉樹林の構成比は59.7%から66.4%へと大幅な伸びを示した⁴。他方、所有別にみれば、私有が全体の6割程度を占め、人工林に限ってみれば、私有林は、面積比で65%、蓄積量では74%を占めている。これらの事実は、用材供給源としての松や杉、檜など、針葉樹林の育成によって森林経営を目指そうとする企図を反映したものである(表-1を参照)。蓄積が進んだ現在、森林資源の有効利用のために、生産用材の販路拡大や生産性向上を目指す必要は依然として重要な課題であるが、同時に、長伐期化や混交林化による雑木林のもつ生態系保持能力を最大限に引き出す施策が必要であることは言うまでもない。

図-3 わが国の土地利用変化



(出所)FAOSTATによる

⁴ 第2次大戦前、広葉樹と針葉樹の混交林が大部を占め、雑木が形成した豊かなわが国の自然は、戦時伐採と戦後の人工林化によって大きくその林相を変えたと言われている。

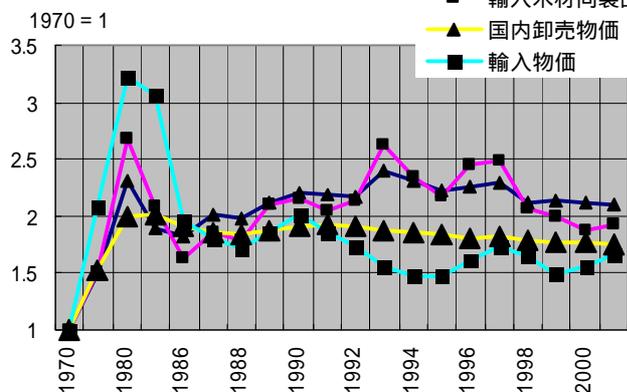
表 - 1 森林資源の現況 (面積 = 1000ha、蓄積量 = 100 万 m³)

	総数		人工林				天然林			
	面積	蓄積量	面積	蓄積量	面積	蓄積量	面積	蓄積量	面積	蓄積量
総面	25.14	3.483	10.398	41.4%	1.892	54.3%	13.382	53.2%	1.590	45.7%
国 有	7,844	912	2,446	31.2%	292	32.0%	4,738	60.4%	619	67.9%
	31.2%	26.2%	23.5%		15.4%		35.4%		38.9%	
公 有	2,730	359	1,209	44.3%	199	55.4%	1,433	52.5%	160	44.6%
	10.9%	10.3%	11.6%		10.5%		10.7%		10.1%	
私 有	14,57	2,212	6,743	46.3%	1,401	63.3%	7,211	49.5%	811	36.7%
	57.9%	63.5%	64.8%		74.0%		53.9%		51.0%	

(資料：林野庁指導部計画課「森林資源現況」による。「その他」の項を含まない)

ところで、わが国の杉や檜に代表される建築用材向けの針葉樹林育林、伐採、搬出および製材といった一連の経営が停滞状況にあったことは、図 - 2 から容易に看取できる。仮に、用材のすべてが国内の民有人工林からのみ供されるとすれば、蓄積量の 6% 程度の伐採になる。しかし、現実には、その 1/5 程度にしかすぎず、明らかに、潜在的な供給過剰状態にあると考えられる⁵。とりわけ 1970 年代以降の急激な外材の輸入増大と国産材の低迷は、何が原因であったのだろうか。

図 - 4 木材価格および卸売物価の推移



1970 年代は、言うまでもなく、2 度の石油危機および輸入インフレを経験した時期であった。輸入物価ならびに国内卸売物価ともに急激な上昇を示しているが、そうした加重平均値の急激な変動に比して、輸入材価格はより軽微に、国内材価格はより大きく変化した点は注意に値する。その後、1980 年代後半からの価格安定期にも、国内材価格の上昇傾向に

⁵ 用材の木材総需要に占める割合は約 98% であり、用材のうち、42% がパルプ・チップ、41% が製材用、残りが合板その他となっている (2000 年)。

同調するかのような輸入材価格の動きが観察できる（図 - 4 参照）。単純な比較はできないが、立木を伐採して丸太にし、それから製材するという加工パターンを考えよう。

図 - 5 は、山元立木価格に対する丸太、製材品価格のマークアップの変動を示したものである。これから

少なくとも二つの特徴点を指摘できる。まず、対山元立木価格に対するマークアップ率は、70年代にも比較的安定的であり、これらが急激な木材価格上昇の原因ではない。他方、杉製材のマークアップ率は、ほぼ一貫して上昇傾向を示しており、60年代の2.5程度から近年では6を超える

図 - 5 丸太、製材品価格の変化
(対山元立木価格)

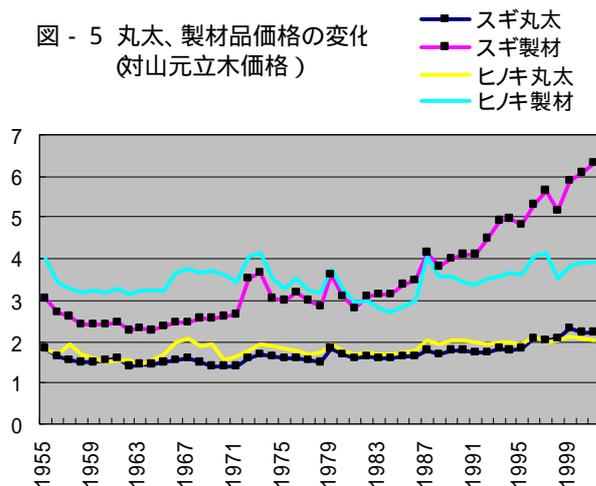
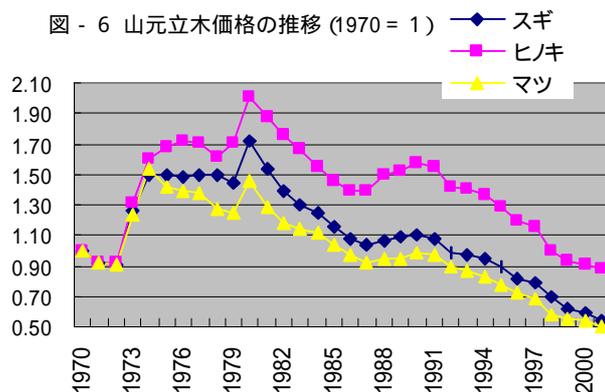


図 - 6 山元立木価格の推移 (1970 = 1)



る値にまで上昇している。

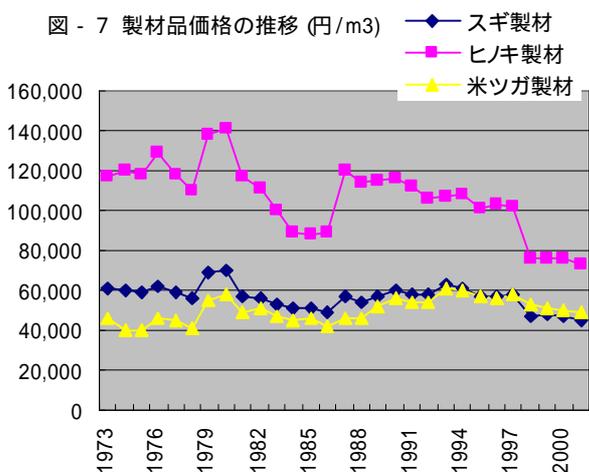
図 - 6 は山元立木価格の推移を示したものであるが、これから、70年代における国内材の高騰は、もっぱら立木価格の上昇によるものであることがわかる。また、80年代以降はむしろ立木価格が低迷していることから、

杉を中心とした製材品のマークアップ上昇が、価格変化の主因であると推察できる⁶。

ところで、図 - 7 は、ともに主要建築用材である輸入米ツガと国内杉、檜材の変化を表しているが、とりわけ杉と米ツガの価格が拮抗している様子が見られる。重要な点は、図 - 4 も併せ考慮すれば、輸入材の国内材に対する相対価格が比較的安定傾向を（あるいは、むしろわずかながら上昇傾向さえ）示しているにもかかわらず、輸入材の構成比が大幅に増

⁶ なお、国内素材生産量全体の約80%は針葉樹林であり、そのうち、杉が53.5%、檜15.9%、唐松10.8%の順となっている（2000年）。

大している点である。言うまでもなく、相対価格が不変であれば、他の事情に等しい限り二財の需要構成比は変わらない筈である。推察される要因は、図 - 5 に描かれたような杉(あるいは 80 年以降の檜)に顕著に見られる製材品のマークアップ率の趨勢的上昇である。丸太から製材品を作るマージンが一定であれば、製材コストの急増が反映している筈であり、逆に、製材コストが安定的であればマージンが上昇していると考えられる。通常指摘されるのは、米ツガなど外材の大量輸入量確保、ロットの大きさ、安定した品質の維持、ならびにこれらの条件に対応した

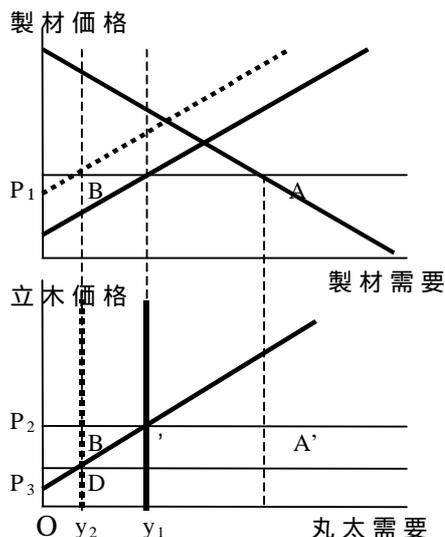


た新たな建築工法などによる需要拡大があり、国内材は競争力を失ったという点である。国内の製材業は、杉材などの品質確保・向上をはかり、外材との質的競争に対峙しようとしたために、対乾燥技術導入コストや人的コストの増大が生じ総じて製材コストが急増したというのである⁷。

実は、川下の木材製品が競争的である場合には、その派生需要に対応する川上の素材生産へ及ぼす影響は大きい。よく利用される輸入モデルを援用しよう。図 - 8 は、木材製品の外材、国内材が代替的であり、外材価格に引っ張られる形で価格形成が行われている状況を表している。外材の国際価格が上図の P_1 である場合、製材の需要・供給曲線に対応して、輸入量が AC 、国内材生産量が P_1A に定まる。このとき、製材需要 y_1 の派生需要として素材需要が生じ立木価格は P_2 に決まる。もし、製材部門で生産性の低下 = 生産コストの上昇が生じた場合、供給曲線が上方破線へとシフトするが価格は国際価格 P_1 に維持されるために、国内材生産のみが y_2 へ減少し立木価格は P_3 へと低下する。こうして、製材品価格の相対的安定と同時に山元立木価格の下落が起き、両者間のマークアップ比率が上昇する結果となる。

⁷ このような山元立木価格と製材価格の乖離に関する指摘については赤井(1989)参照。赤井氏は、とりわけ山元立木価格の実証研究の重要性を指摘したうえで、樹齢や搬出などの構成に配慮した統計調査が必要であると論じている。

図 - 8 木材価格モデル



次に問題となるのは、こうして生じる山元立木価格の低下をもたらす影響である⁸。立木伐採の合理性を示す Faustmann 式は、 T を最適伐採期間、 r を割引率とすれば、

$$pQ'(T) = d \frac{pQ(T) - c}{e^{ar} - 1} + d(pQ(T) - c)$$

である。ここで、 c は限界育林コストであり、また、 Q は育林関数を表している。これから、

$$dT/dp < 0, dT/dc > 0, dT/dd < 0$$

を得る。したがって、山元立木価格の下落や賃金などの限界育林コ

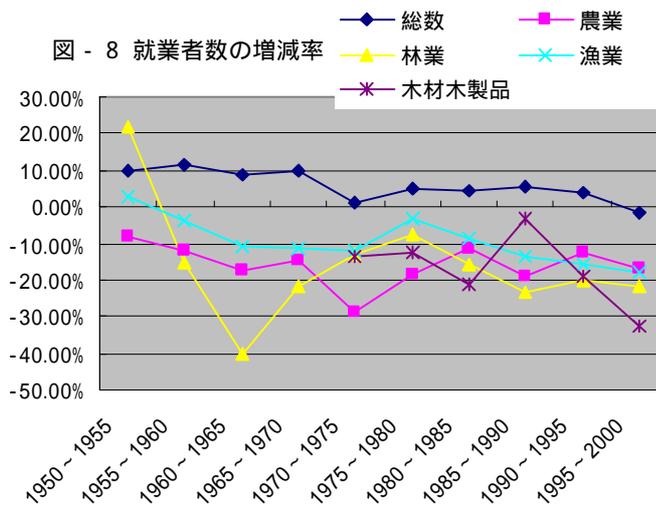
ストの上昇は、ともに、林業経営者の将来の利潤期待を減衰させ、最適伐期齢を延長させる効果をもつ。これは必然的に、経営者の再植林や育林の意欲を減退させ、林業衰退のみならず森林の自然環境悪化へと導く。

このように、戦後一貫してドラステックな経済環境の変化を受け、現在も多くの課題を抱える林業ではあるが、なかでも農業と同様に、就業者の衰退、高齢化の進行は最重要の問題である。本章の最後に、この事実確認を行っておこう。

国産材需要の低迷とともに(図 - 2 参照)、製材業や林業の衰退が生じた。

まず、就業者ベースで確認しよう。わが国の場合、ほぼ 1975 年に Rowthorn(1987)のいう成熟期を経て脱工業化過程が進行する。1950 年には、

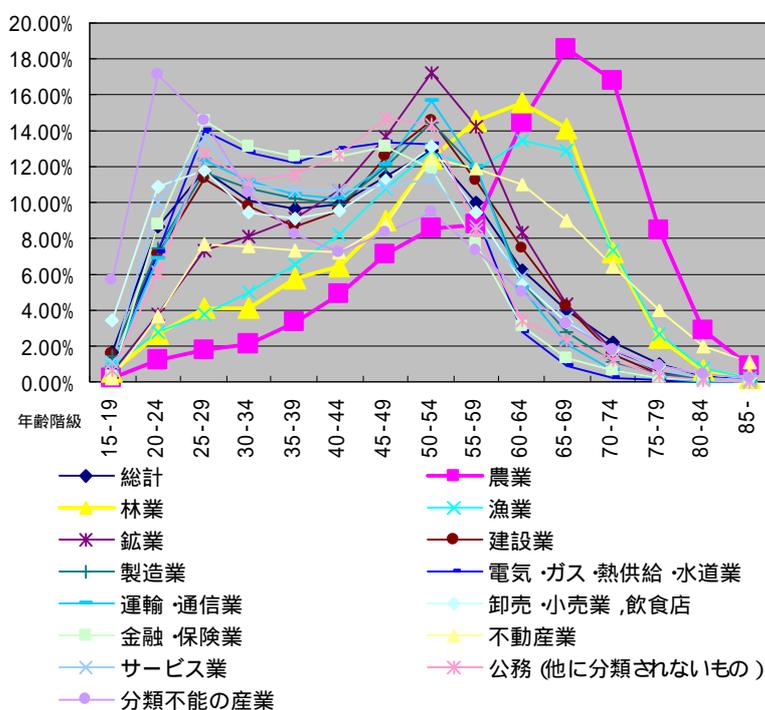
図 - 8 就業者数の増減率



⁸ 育林業に関する経営上の問題指摘は数多い。たとえば、飯田(2000)は、杉や唐松の育林業については、多くの場合、すでに造林コストが市場価格を上回っており、育林経営はすでに崩壊していると指摘し、育成林業の不成立と採取林業の成立という言葉で対比させている。

第3次産業、第1次産業就業者構成比は、それぞれ約30%と50%であったものが、2000年には65%と5%となっている。1995年以降の5年間で除き全産業での就業者数は増加基調にあったが、第1次産業、とりわけ林業の変動と減少が著しい(図-8)。1950年に45.6万人であったものが、2000年にはわずか6.7万人へ(構成比では、1.18%から0.11%へ)と激減している。また、製造業のうちで木材・木製品についても、一貫して減少傾向を示しており、バブル期の1985-90年間でさえも減少率の鈍化を示したにすぎない。このような急激な減少が、就業者の年齢構成を高齢化させた

図-9 年齢階級別産業別就業者構成比 2000年国勢調査による



成を高齢化させたことは想像に難くない。実際、図-9が示すように、就業者の年齢構成のモードは農業の65-69歳について高く、60-64歳となっている。就業者の高齢化は、賃金水準にも影響を及ぼしている⁹。より具体的に、林業および製材業にかかわる賃金水準

を検討しておこう。表-2は、2001年の職種別賃金を示したものである¹⁰。表では、「基本調査」で示される全70の職種のうち、給与の高い5種と低い10種と対比させる形で、林業労働にかかわる特定職種6種を表示している。これから、林業労働者の平均年齢がほぼ50歳と高いこと、また、平均給与水準がほぼ1.2-1.3万円であり、他の職種に比べて

⁹平成13年の厚生労働省の賃金構造基本調査に依拠して、給与水準(決まって支給される給与:男子)Yを平均年齢 X_1 と勤続年数 X_2 で単純回帰すれば、

$$Y = 14589.7 - 132.33X_1 + 496.76X_2, \quad s = 1867.8, R^2 = 0.45$$

$$(7.83) \quad (-2.91) \quad (7.33)$$

を得る。つまり、年齢構成の高い職種が高賃金であるとは限らないのである。

¹⁰表-2は、厚生労働省の「賃金構造基本調査」ならびに「林業職種別賃金調査」により作成している。ただし、前者に基づいて、1ヶ月の決まって支給される給与を労働時間で除し1日の平均賃金を求め比較したものである。

表 - 2 職種別賃金水準

	職種(対象 = 全 70 種)	平均年 齢(歳)	平均現金給 与(円/日)
上位 5	電車運転士	39.1	21,745
	保険外交員	44.1	20,684
	電車車掌	37.0	20,548
	旅客掛	39.7	19,669
	診療放射線技師	37.2	18,988
下位 10	自動車整備工	33.0	12,605
	家具工	43.1	12,480
	給仕従事者	35.3	12,000
	警備員	46.1	11,884
	タクシー運転者	52.9	11,402
	製材工	44.1	11,371
	家庭用品外交販売員	35.6	11,355
	ミシン縫製工	46.1	11,039
	ビル清掃員	48.4	10,698
	調理士見習	30.2	9,609
林業	伐木造材作業者	56.3	12,590
	チェーンソー伐木作業者(自己所有)	56.9	13,290
	チェーンソー伐木作業者(会社所有)	52.3	12,340
	機械伐木造材作業者	46.9	12,950
	機械集運材作業者	51.9	12,750
	伐出雑役	54.1	10,390

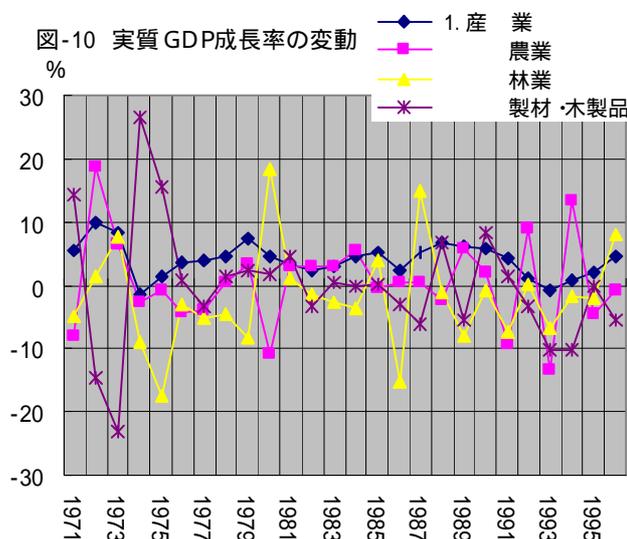
も低い位置にあることがわかる。さらに、製材工や木材加工である家具工の賃金もそれぞれ下位 5 位と 9 位に位置し、相対的に低位であることが伺える。賃金水準の産業間比較については、さまざまな賃金決定モデルに関する諸研究が行われている。それらの実証は本旨ではないので、ここでは、林業や製材業の相対的に低位な賃金が、低い付加価値生産と対応している点のみを指摘しておこ

表 - 3 一人当り名目総生産

	1990	1995	2000
全産業	6,722,571	7,285,787	7,592,839
農業	2,138,236	2,097,477	1,919,251
	31.8%	28.8%	25.3%
林業	6,150,698	8,107,289	5,170,283
	91.5%	111.3%	68.1%
水産業	5,138,156	4,756,965	4,638,933
	76.4%	65.3%	61.1%
製造業	8,011,888	8,458,731	9,071,783
	119.2%	116.1%	119.5%
製材 木製品	4692569.7	5013993.2	5042035.4
	69.8%	68.8%	66.4%

う。表 - 3 によれば、一人当り付加価値生産額(労働生産性)は、全産業および製造業では増加、うち木材・木製品業での微増傾向がみられるものの、林業など第 1 次産業での落ち込みが厳しい。表内下段は、各部門における労働生産性の全産業に対する比率を示しているが、とりわけ農業部門の労働生産性が低いこと、2000 年ベースで林業や

木材・木製品業の一人当たり付加価値生産額はおよそ 500 万円と同水準であること、さらに、90 年代後半の林業における相対比の落ち込みが激しいことがわかる。参考までに、1970 年代以降の産業別実質 GDP の変動過程を確認しておこう。



動過程を確認しておこう。

一般的には、実質最終消費の安定的な変動に支えられて、素材供給としての農業や林業部門での生産の安定化が図られると考えられる。しかし、実際には図にあるように、これらの部門での変動は極めて大きい¹¹。林業も同様であろうが、製材・木製品業における日本

列島改造論から第 1 次石油危機へと続く 70 年前半、1980 年代後半のバブル期における成長率の乱高下は明記すべきであろう。森林を自然資源とし、その経済的活用と併せて自然環境保全の方途を目指す必要があるにもかかわらず、むしろ、このように不安定でかつ産業展開の将来不安を拡大するようかのように低付加価値化傾向を強めている状況にある。

< 3 > 森林コモンプールのモデル分析

前章での森林をめぐる実証的眺望にたって、どのような政策的提言が可能になるであろうか。ここでは、実態を反映しながらも、できるだけ簡便な動学モデルを構成することで、その論旨を示そう。

用材（体積ベース： y ）を中心とする木材市場を考え、その需要曲線を

$$(1) \quad y = a - bp,$$

で表す。ここで、 a, b は定数である。川下にあたる製材業では、国際市場のもとで競争的狀態にあり、価格 p は国際価格 $= p^*$ であるとしよう。

価格競争力を持たない国内の製材業者の利潤は、

$$(2) \quad \pi = py - wn - qx,$$

¹¹ 同期間の成長率変動に関する標準偏差は、金融・保険業で 11.2 と最も大きく、ついで製材・木製品業の 9.8、鉱業の 9.1 である。農業・林業も大きく、それぞれ 7.1 と 7.9 である。

で与えられる。ここで、 w は製材業賃金であり n は製材業部門での就業者数である。また、 q, x は、それぞれ素材（丸太）価格および素材投入量をあらわしている。製材業の生産関数を

$$(3) \quad y = f(n, x), f_i > 0, f_{ii} < 0, f_{ij} > 0, \quad i, j = n, x$$

で表す。製材業者の利潤最大化によって、均衡雇用水準 n^* ならびに均衡素材投入量 x^* は、それぞれ

$$(4) \quad n^* = n(w, p^*), n_w^* < 0, n_{p^*}^* > 0, \quad x^* = x(q, p^*), x_q^* < 0, x_{p^*}^* > 0$$

となる¹²。これに対応する国内製材生産量は、 $y^* = f(w, q, p^*)$ となる。これに関連して、製材生産への影響は、 $dy/dw < 0$ 、 $dy/dq < 0$ 、および、 $dy/dp^* > 0$ となる。所与の国際価格 p^* のもとで、輸入量 y_m は

$$(5) \quad y_m = a - bp^* - f(w, q, p^*),$$

に等しい。当該モデルが示すように、国際価格との競争下におかれた国内の川下市場にあつては、住宅需要の増加など国内需要の改善があつても、外材（実際には、素材輸入も含めて）への需要を増やすだけで、国産材への需要拡大がもたらされるのは、賃金や労働生産性などのコスト要因の改善がみられる場合だけである。

製材部門の素材投入が山元立木への需要であると考えれば、(5)で決定される x^* はそのまま立木需要となる。問題は、林業での生産活動である。製材部門が、他の生産と同様、短期の利潤追求が可能であるのは、費用 = 投入財 生産の過程が極短期だからである。林業は、20年から100年といった長期の育林期間を経て、ようやく価値をもつような生産財を対象に営まれており、現在の投入と生産計画が、必ずしも期待通りの収益を生み出すとは限らない。一方、現時点の伐採量は(4)の需要曲線に制約を受けており、伐採コスト $C(x)$ を考慮して伐採量が決まる。短期的には、林業維持のために、伐採費用のみを考慮した最適化が図られる¹³。したがって、林業の利潤は、 $\Pi = qx - C(x), C' > 0, C'' < 0$ となり、利潤最大化条件は、短期供給曲線 $q = C'(x)$ に従う。これと(4)式を連立すれば、山元立木の市場価格 q は $q^* = q(p^*), q' > 0$ のレベルに決定される。ところで、現

¹² 比較静学によって、

$$\begin{bmatrix} f_{nn} & f_{nx} \\ f_{xn} & f_{xx} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dn \\ dx \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/p^* \\ 0 \end{bmatrix} dw + \begin{bmatrix} 0 \\ 1/p^* \end{bmatrix} dq - \begin{bmatrix} f_n/p^* \\ f_x/p^* \end{bmatrix} dp^*$$

を得る。ここで、最大化の十分条件である $f_{nn}f_{xx} - 2f_{nx} > 0$ を仮定する。

¹³ 日本林業調査会(2002)によれば、素材生産コストは、スギ（集材機使用）のケースで 10,083 円/m³である(1997年調査)。同年の素材価格は 21,100 円/m³であるから、一応採算ベースには乗っている。

在の林業の疲弊状況に関しては、前章でも触れたように、その原因を、1950 から 60 年代に行われた植生を無視し針葉樹などの単一相に傾斜した過大な植林とその後の蓄積量急増に帰着させる議論がある。戦後復興と高度経済成長期の想像を超えた需要増大のもとでの対外市場開放と先の過剰蓄積が相俟って、過剰供給構造を作り出したというのである。この教訓は、用材需要や木材価格の将来予想が如何に困難かを示している。

上記の議論から、ここでは問題を単純化するために、外材価格に関する静学的期待を仮定しよう。このとき、林業における植林 z とその費用 S を考慮した最適植林計画を

$$(6) \quad \int_0^{\infty} [q^* x(q^*, p^*) - C(x(q^*, p^*)) - S(z, X)] e^{-rt} dt$$

subject to $\dot{X} = R(X) - x(q^*, p^*) + z$

で定式化しよう。ここで、 S : 造林・育林費用¹⁴は、植林量と現在の蓄積量 X の関数であると考ええる。森林蓄積の全変化量は、天然林などの自己成長関数 $R(X)$ と植林量の合計から今期の伐採量 x を差引いたものに等しい。最適計画は、言うまでもなく、売上げから伐採費用と造林費用を差引いた純利益の割引現在価値を最大に導くための植林計画である。

単純化のために、費用関数 S について、

$$(7) \quad S = a z^q X^q, 1 < q,$$

を仮定しよう¹⁵。ここで、パラメータ a は、造林・育林に関する現在の技術水準を示す¹⁶。(6)に関するハミルトニアンは、

$$(8) \quad H = [q^* x(q^*, p^*) - C(x(q^*, p^*)) - a z^q X^q] + \lambda [R(X) - x(q^*, p^*) + z]$$

である。最適化のための静学的必要条件は、

$$(9) \quad \frac{\partial H}{\partial z} = -a q z^{q-1} X^q + \lambda = 0,$$

¹⁴ 飯田(2000)は、日本の採取林業について論じている。その中で、幾分ラフではあるが、スギの育林費用(伐期50年)は、地位(1等から3等)の違いから5,480円 - 9,140円/m³の範囲にある。うち、7割は労働費、請負費などの人件費であるとされている。山元立木価格は、1999年で8,191円/m³であるから、すでに育林林業が成り立たないケースがあることを示している。こうした課題解決のためには、育林技術の開発による低コスト化しかないと主張している。

¹⁵ 費用関数(7)については、以下のことを仮定している。まず、 $q > 1$ は、費用逓増的であることを意味する。また、 z (植林)と X (育林・保全)にかかる費用については、その費用弾力性はそれぞれに等しく、(密度が一定とすれば)植林や育林面積の1%の増加がもたらす費用の増加は $q\%$ に等しいことを仮定している。

¹⁶ a の低下は、費用削減を意味する。これには、下刈りに関する省力化技術や複層林化などが含まれると考えられる。

であり、動学的必要条件は

$$(10) \dot{V} = -\frac{\partial H}{\partial X} + rV = [-aqz^q X^{q-1} + R'(X)] + rV = [r - R'(X)]V + aqz^q X^{q-1}$$

となる。(9)より、森林蓄積量の潜在価格は、伐採のもたらす限界便益に等しいことがわかる。(9)を時間で微分し、それを(10)に代入すれば、

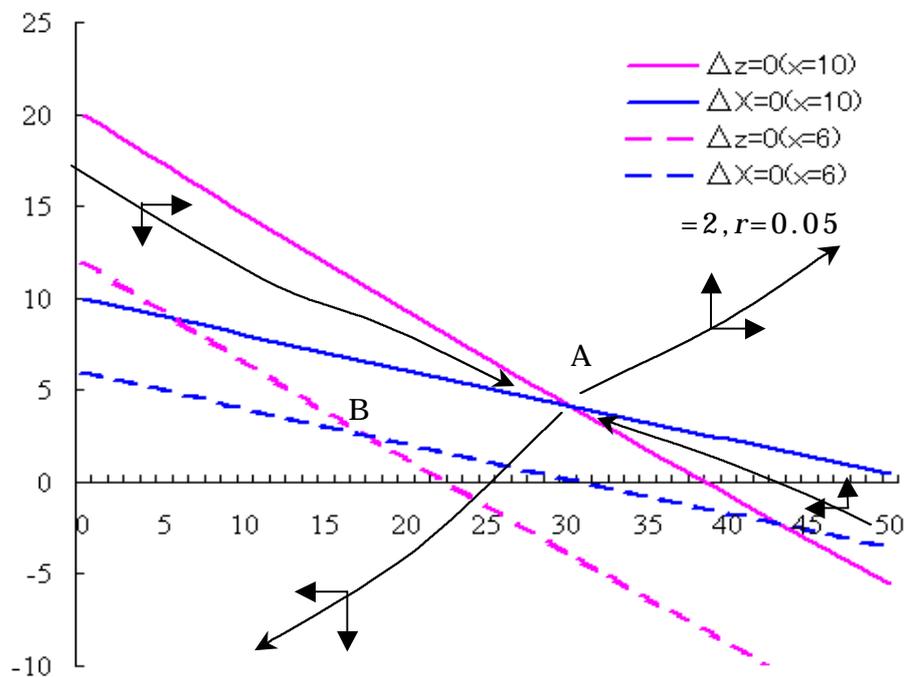
$$(11) \begin{cases} \dot{z} = \frac{z}{(q-1)X} [(r - R'(X))X + z - q\dot{X}] \\ \dot{X} = R(X) - x(q^*, p^*) + z \end{cases}$$

を得る。このモデルの均衡を (z^*, X^*) としよう。(11)において、 $\dot{z} = \dot{X} = 0$ とおき整理すれば、均衡では

$$(12) \begin{cases} [r - R'(X^*)]X^* - R(X^*) + x = 0 \\ z^* = x - R(X^*) \end{cases}$$

が満たされることがわかる。視覚的な理解のために、モデルの振る舞いを位相図によって確認しておこう(ここでは、作図のために森林の成長関数を $R(X) = 0.2X - 0.0002X^2$ で特定化している)。

図 - 1 1 最適植林・育林計画



前章でみたように、歴史的には、戦後復興による木材需要の逼迫予想のもとで、国内材の需要は高水準となっており、そのために植林と森林

蓄積の増大が企図された。このことは、実際に生じた外材需要の拡大
 国産材への需要減少、国産材生産費用の上昇に対応する最適経路に比し
 て、植林・育林が、比較的安価なコストで、過大に計画・実行されたこ
 とを意味している。つまり、低位な x あるいは高い x に対応する均衡点
 (たとえば、図 - 11 の点 B) に向かう経路が企図される必要があった
 にもかかわらず、実際には、より小さな x とより大きい x の期待のもと
 で、点 A へ向かうような x の拡大過程が生じたのである。

以上のように、経済的便益のみを考慮した場合に限って言えば、急激
 な外材の実質価格の下落、生産性上昇の停滞によって国内材生産が減少
 し、対応して立木需要の停滞が生じたこと、林業政策上のミスリーディ
 ングが、結果的に過大な森林蓄積をもたらしたことが理解できる。

< 4 > 環境問題と森林政策の課題

前章では、社会の目指すべき林業のあり方を、もっぱら、産業政策の
 視点から検討した。すなわち、川上と川下に対応する林業と製材業の将
 来利潤を最大化する最適資源管理政策が検討された。それによれば、少
 なくとも、的確な素材需要の長期的な需要予測と併せて、素材生産や製
 材にかかる費用削減、労働生産性の向上など、産業政策としての側面か
 らの政策的なバックアップが必要であることは容易に理解できる。

ところで、現時点では、林業所得水準の低迷や森林施業および林業経
 営の停滞に対応する施策としては、「効率的かつ安定的な林業経営」が唱
 えられており、林業経営体や林業事業体の育成、効率化が求められてい
 る¹⁷。しかし、一方で、森林のもつ自然的価値や公益的価値を見直し、
 林業活性化と森林保全の関係を改めて問い直そうとする考えが一般化し
 つつある。つまり、自然環境保全や公益機能の維持のためにも、悪化す
 る森林環境と疲弊しつつある林業を守らねばならないと言うのである。

¹⁷ 今日、木材価格の低迷、労賃等の経費の上昇により、林業の採算性は大幅に低
 下を続け、20ha 以上を保有する林家の年間林業所得は 36 万円程度であり、小規
 模の森林所有者を中心に、林業への意欲や関心が減退している。このため、「森林
 資源の循環利用」の推進に関するオールフロントな施策 = 森林区分に応じた森林
 整備(「水土保全林」、「森林と人との共生林」、「資源の循環利用林」)、長期育成循
 環施業の導入、間伐の着実な実施、ならびに、効率的・安定的に林業経営を行え
 る担い手の育成と森林施業・経営の集約化、就業者の確保・育成等の推進、ニー
 ズに応じた品質・性能の明確な木材製品の安定的な供給、流通の効率化や情報化
 の促進、地域材の積極的な利用の推進、さらに、地域資源を活かしつつ、多様な
 就業機会の創出・確保、生活環境の整備、都市との交流活動の促進等を総合的に
 実施すること、などが基本施策として挙げられている(平成 12 年林業白書参照)。

旧森林法では、山地災害防止機能、水源かん養機能、生活環境保全機能、保健文化機能、ならびに木材等生産機能、の五機能に森林を区分していたが、森林法改正後は、高蓄積複層林造成や高齢級森林への誘導を図る水土保持林、自然環境の保全・創出を目指す共生林、ならびに、効率的・安定的な木材資源の活用のための循環利用林、といった選択的育林による森林整備が企図されている。このことは、森林をめぐる整備が、林業と製材業活性化などの産業政策と、自然環境保全を図る環境政策の両立を目指す方向で明確化されたことを意味している。

本章では、このような自然環境保全と林業再生の二つの視座から、最適な森林コモンプールの管理政策を検討しよう。

林業における問題の一つは、素材生産における直接費用よりもむしろ、山間部における森林の育林、植林の費用である。立木販売価格は、およそ 7000 円/m³ 程度であり、伐採、運搬、採材経費を基準に算定されるために、山地整理、下草刈、枝打ち、間伐などの植林、育林費用が補填されない状況がある。このことは、前章のモデルを援用すれば、目的関数内の林業の純利潤が負となっていることを意味する。純利潤が負値を取り続ける場合には、植林、育林費用は負担されず、(6)の意味での社会的な最適計画は実現されない。他方、このような状況下で、森林のもつ公益機能の維持も不可能となり、環境保全も行われなくなることになる。

それでは、環境保全と林業を持続可能ならしめる政策はどのように設計されるべきであろうか。ここでは、前章のモデルを修正、拡張することで問題設定を明確にしよう。まず、環境や森林の環境などの公益的機能価値を考慮した最適植林計画を

$$(13) \quad \int_0^{\infty} [q^* x(q^*, p^*) - C(x(q^*, p^*)) - S(z, X) + U(X)] e^{-rt} dt$$

subject to $\dot{X} = R(X) - x(q^*, p^*) + z$

で定義する。ここで、 $U(X)$ は森林ストックのもたらす環境価値などの公益的機能を示す効用関数である。簡単化のために、限界効用逓減的な

$$(14) \quad U = bX^a, \quad a < 1$$

を仮定しよう。(14)において係数 $b > 0$ は、森林ストックのもつ環境価値の評価額を表すパラメータである。(13)に関するハミルトニアンは、

$$(15) \quad H = [q^* x(q^*, p^*) - C(x(q^*, p^*)) - az^q X^q + bX^a] + \lambda [R(X) - x(q^*, p^*) + z]$$

となる。したがって、最適化のための必要条件は、

$$(16) \quad \frac{\partial H}{\partial z} = -aqz^{q-1}X^q + 1 = 0,$$

$$(17) \quad \dot{V} = -\frac{\partial H}{\partial X} + rV = [r - R'(X)]V + aqz^qX^{q-1} - baX^{a-1}$$

となる。(16)を時間で微分し、それを(17)に代入すれば、

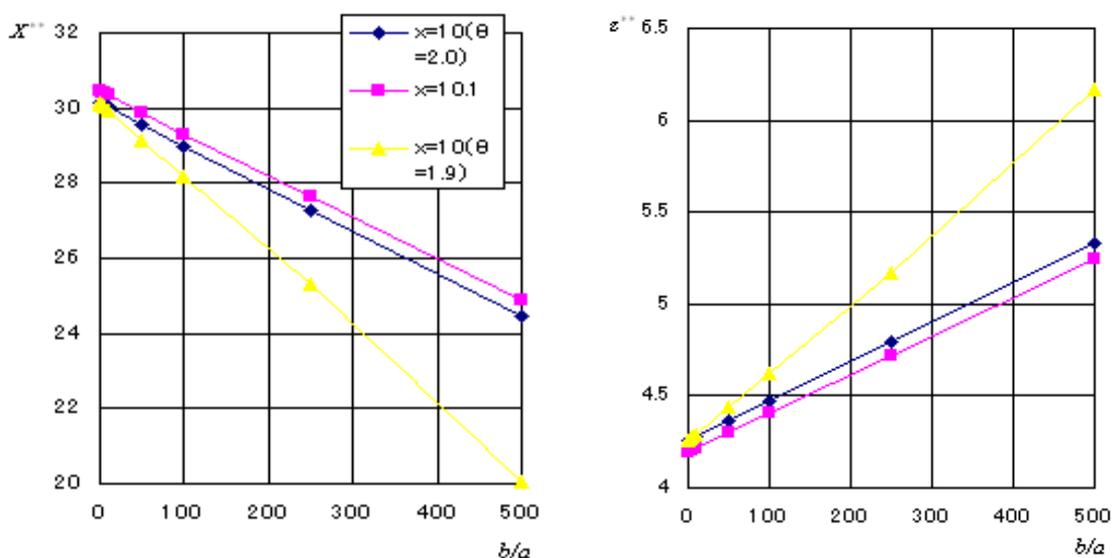
$$(18) \quad \begin{cases} \dot{z} = \frac{z}{(q-1)X} [(r - R'(X))X + z - \frac{baX^{a-q}}{aqz^{q-1}} - q\dot{X}] \\ \dot{X} = R(X) - x(q^*, p^*) + z \end{cases}$$

を得る。このモデルの均衡を (z^{**}, X^{**}) としよう。均衡は、(18)の第1式 []の第3項が示すように、森林ストックの環境価値を考慮しないケース ($b=0$) とは幾分異なったものになる。この点を、(11)と同様の数値計算によって確かめておこう。

図 - 12 は、造林・育林費用パラメータ a で測った森林価値パラメータ b の相対比変化、ならびに費用弾力性 η の変化の均衡 (z^{**}, X^{**}) への影響を示したものである (ただし、 $r=0.05$, $\eta = 0.98$)。まず、森林の環境価値の相対的高まり (より大きな b/a) は、均衡の植林量をより増大させる反面、国際価格のもとで素材需要が一定であるために、森林の成長能力を低めるように森林ストック量を減少へと導く。また、生産性が向上し費用弾力性がより小さくなれば、均衡の最適植林量はより増大するものの、先と同じ理由で、均衡の森林ストック量はより小さなものになる。用材の国際価格が所与で、国内の素材需要が硬直的であるという想定のもとでは、国際価格の上昇による国内素材生産の増大 (図の $x=10.1$ のケース) のみが、最適植林量の減少と森林ストックの増大を帰結するに過ぎない。

ところで、ここでの問題は、現実に森林の環境価値が認識されたとしても、それのみでは主体行動に変化が生じる訳ではないという点である。最大化されるべき社会的余剰は、(13)にあるように、林業の利潤と社会が受け取る森林価値の総和であっても、林業の経営は(6)にそって計画されるために、いわゆるナッシュ均衡とパレート均衡とは一致しない。この場合、受益者である社会の構成員から、森林保全の役割を果たす林業に対して移転所得 (補助金) の形で配分される必要が生じる。現実的な形態として、ここでは、森林保全へのストック補助金を検討しよう。

図 - 1 2 森林ストックの環境価値と長期均衡



ストック補助金の場合、(13)および(14)において、 $U=mX$ とおいた場合の林業の経営最適化行動に他ならない¹⁸。このとき、最適経路を実現するためには、補助率 m は

$$(19) \quad m = \frac{ba}{X^{**1-a}}$$

に等しいように設定される必要がある。言うまでもなく、(19)は、最適補助率が、每期森林ストックの限界便益 (U/X) に等しくなければならないことを意味する。最大の課題は、どのようにして森林ストックの環境などの公益機能価値を評価するかという点であろう。

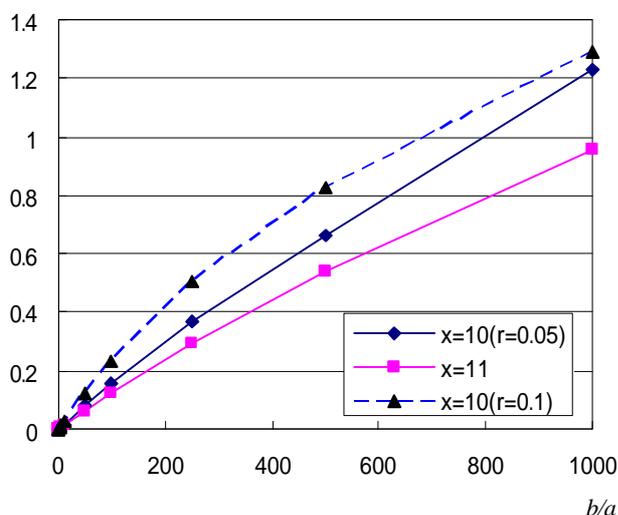
¹⁸ ストック補助金については、島本(1994)などの分析がある。そこでの分析同様、当該モデルでは木材伐採量への政策インパクトは存在しない。その理由は、本稿で明らかにしたように、用材需要を中心に国際的競争市場の中で国際価格によって国産材への需要がアドホックに決められるからである。しかしながら、ここでは飽くまでも保護主義的な関税政策等の施策は考慮の対象外としている。

先述したように、林業に関しては、立木を伐採し運搬・搬出するといった直接的な費用(C)は一応賄われているものの、植林や育林のための諸費用(S)が負担できないといったケースが生じている。このような間接的、環境保全的な費用 S は、どの程度補助されるべきであろうか。この点に関して、環境価値の評価の

大きさが重要であることは言をまたない。図 - 13 は、先の数値計算を援用して、長期均衡における、間接費用 S に対する補助金額 mX の割合と代理的に b/a で示されている環境評価の相対的大きさの関係を示している。

環境価値の評価が高まれば、支出すべき補助金の割合が大きくなるならなければならないのは当然であるが、環境価値の評価レベルに応じて、必ずしも間接費用の完全補填が望ましいとは限らない。図 - 13 が示唆する重要な点は、(1)十分大きな環境評価のパラメータに対して、植林・育林費用の完全補填が必要な場合があり、(2)製材需要の拡大による素材生産の拡大が、最適補助の割合を低下させる有効な手段である、さらに、(3)同一の環境評価のもとでは、森林のもたらす産業と環境両面の総価値に関する社会的割引率 r がより大きいほどより高い補助割合が正当化される、という点である。しかし、立木販売による収入がかりうじて直接費用を補填できるに過ぎない現状を鑑みれば、1を下回る最適補助割合は、持続的な育成林業を保障するものではないことは明らかである。逆説的に言えば、最適補助が持続可能な林業を保障するための社会の森林ストックの環境評価は、十分高いことが要請される¹⁹。

図 - 13 森林の価値評価と最適補助



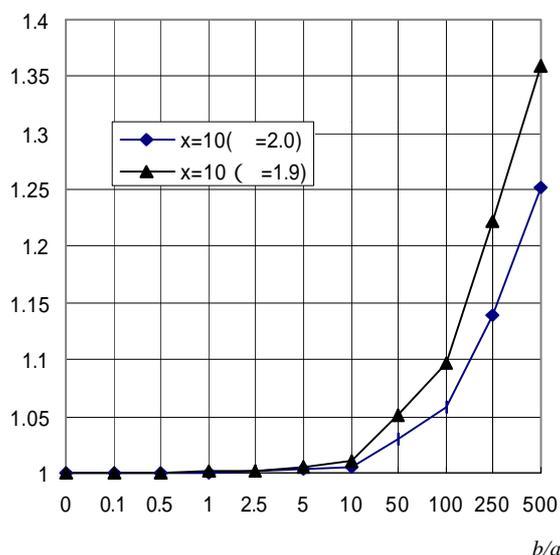
¹⁹ 育林・造林の費用は、飯田(2000)によれば、スギの場合約 274 万円/ha である。同論文では、経営対象となる、つまり採取林業に供されうる森林面積は最大で約 750 万 ha と試算されている。この経営可能面積を対象に考えれば、持続可能性を保障する造林費用の補助額の理論値は 20 兆 5500 億円となる。一方、森林ストック

最後に、次のようなシナリオを考えてみよう。当該モデルでは、川上にある林業の最適経営は、川下の製材産業の需要を所与として計画せざるを得ず、したがって、林業における素材生産を重要な経営戦略上の変数として主体的に選択することはできなかつた。仮に川下の需要条件に左右されない形で、林業経営において最適な素材生産量が決定できるのであれば、その場合の生産量はどのような水準になるであろうか。ここでは、新規植林量が $z = \bar{z}$ (所与) とした場合の最適な素材生産量を求めよう。(6)において、素材生産量 x を制御変数とみなせば、最適解の経路は、

$$(20) \begin{cases} \dot{x} = -\frac{1}{C''(x)} [(r - R'(X))(q - C'(x)) + aq\bar{z}^q X^{q-1}] \\ \dot{X} = R(X) - x + \bar{z} \end{cases}$$

で与えられる。この場合の所与の \bar{z} に対するシステムの均衡解を (x^W, X^W) としよう。われわれの興味は、川下に既定された川上(林業)での最適植林計画のあり方と、そうした最適植林計画が実現されたとした場合に相応して、あるべき価格 - 限界費用がどのような関係にあるかという点

図 - 14 森林環境評価と価格 - 費用関係



である。

図 - 14 は、先述した数値計算を援用して、たとえば、 $x^W=10$ となったとき、環境評価がゼロの場合 ($b/a=0$) に実現されるべき製材業の限界収入(すなわち、価格マイナス限界費用)を1で基準化した場合の、環境評価の高さに応じた限界収入の相対比を表したものである²⁰。図 - 14 が

クの環境価値は、森林の多面的機能をどの程度認めるかにもよるが、日本学術会議の年間70兆3000億円という数値もある(平成13年度林業白書参照)。この事例に関する限り、70兆3000億円 \times (採取可能森林面積(750) / 森林面積(2500)) = 21兆900億円となり、育成林業に対する補助政策が持続可能性を保障するためには、ほぼ対象採取可能森林に対しての育林・造林への全額補填が必要となることわかる。それに対して、4割と言われる現行の補助率は低いと言わざるを得ない。

²⁰ ここで、素材価格 q を1に基準化すれば、 $q-C'$ はラーナーの独占度を示す指標となりうる。

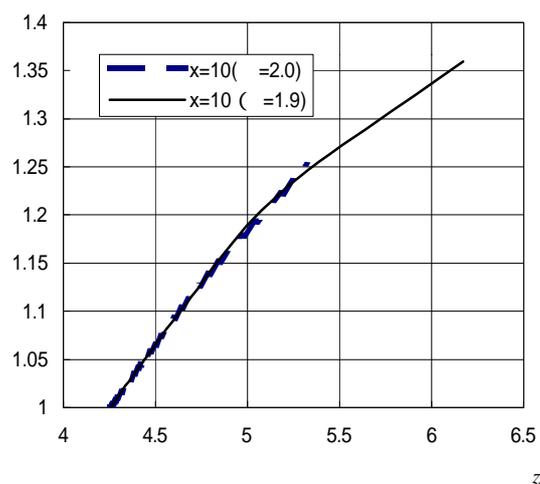
示すように、森林に対する環境評価が高まれば高まるほど、林業に要求される限界収入は累積的に大きくなければならない。このことは、所与の素材価格の下で、一定の均衡生産量を確保するためには、より高い森林の環境評価に対して、林業における限界費用はより小さくしなければならないことを意味している。他方、図 15 は、図 - 14 と同一の条件のもとで、環境評価の大きさに対応してあるべき限界純収入条件と最適植林・育林量との関係を表したものである。

両図を併せ考えれば、林業のもつ二つの費用条件を考慮することができる。ある水準の最適素材生産量を実現するためには、まず、素材生産費用については、環境評価の高まりに対応して限界費用 C' を低めること、また、植林・育林費用 x に関しても、それを低める施策が必要であって、その場合に、より大きな最適植林・育林量が対応することがわかる。

< 5 > おわりに

現在の環境問題を一層複雑化させ解決をより困難にしている原因の一つは、環境問題の解決へ向けた施策の多くが、マクロ的、長期的にはともかく、とりわけ企業や産業などの活動に対してネガティブな影響を及ぼす可能性があると考えられていることが多いからである。このようないわば開発・成長と環境のトレードオフの存在が、世界の各地域での環境保全政策の遂行を阻害し遅延させていることもまた事実である。地域産業開発と森林の持続的保全をめぐる相克についても、同様の歴史的経緯を経てきた。熱帯雨林の極端な開発が、本来森林のもつ環境価値を喪失させ、多面的な環境問題を引き起こしてきた事実がある。わが国の森林環境をめぐる問題は、一見するとそのような森林喪失という側面を持たないように思われる。しかし、歴史的に複相的で豊かな森林が、単相的で貧しい森林へと質的变化を遂げ、資源としても国際競争力を失うこ

図 - 15 価格-費用と最適造林計画



とでその価値を失うという、いわば二重の価値喪失を経験しているのである。自由貿易体制を堅持しながら、森林の環境価値を保全し、同時に国内の森林資源を活用する方途を模索する困難な道を歩むことが、まさに求められているのである。

本稿では、そうした視座に立って、わが国の森林ならびに関連産業の現状を分析した後にあるべき森林政策の一端を眺望した。本稿でのモデル分析が示す政策課題は、次のようにまとめることができる。産業政策としては、素材需要の長期的な需要予測のもとで、素材生産や製材にかかる費用削減、労働生産性の向上などを企図する政策的なバックアップが必要である。また環境政策に関しては、森林ストックの環境評価が十分高い場合に、植林・育林費用の完全補填のために補助政策が必要である。さらに、製材需要の拡大による素材生産の拡大が、最適補助の割合を低下させる有効な手段であることがわかる。

国内の素材生産の増大がもたらす便益は大きいと考えられるが、当該モデルが前提としたように、現在の輸入自由化のもとでは、国内の素材生産量は、海外材との競争条件に依存してむしろ従属変数となっている。2002年スタートのWTOの新ラウンドによって、こうした自由化へ向けた開放要求は世界全体に拡大していくことが予想される。現在、地球温暖化緩和や水資源確保、さらには希少性生物資源保護のための森林のもつ公益的価値の重要性が見直されている。いまや、上述のわが国の森林問題に対応した持続的利用をめざす施策を遂行しながらも、地球規模での森林資源の共同的管理・運営へ向けた施策が求められている。本稿では、わが国の森林政策に集中して分析を行ったが、こうした地域間の協力体制のもたらす政策とその課題については別稿を期したい*。

* なお、本研究については、平成14年度財団法人『河川環境管理財団』による河川整備助成研究(1- -1号平成14-15年度重点研究)の補助を受けている。

< 参考文献 >

- 赤井英夫(1989)「立木統計について」『林業経済』3、1-11頁
 ----- (2000)「立木統計について」『林業経済』9、1-17頁
- 荒谷明日兒(1996)「世界の木材貿易構造の変化とわが国の木材輸入」『農林業問題研究』123号、75-85頁
- Barbier,E.B.(2001) “The Economics of Tropical Deforestation and Land Use : An Introduction to the Special Issue,” *Land Economics*,77(2),155-171.
- Conrad,J.M.(1999),*Resource Economics*, Cambridge University Press(岡敏弘、中田実訳 『資源経済学』岩波書店、2002)
- Hanley,N., J.F.Shogren and B.White (1997), *Environmental Economics*, Macmillan.
- Hanley,N., J.F.Shogren and B.White (2001), *Introduction to Environmental Economics*, Oxford University Press.
- Hartwick,J.M.,Long,T.N.and H.Tian,(2001) “Deforestation and Development in a Small Open Economy,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 41,235-251.
- 飯田繁 (2000)「人工林資源に依存する日本の採取林業」『林業経済』7、22-29頁
- 泉英二(1996)「林政の展開と林業経営 - 1960年代以降」『農林業問題研究』123号、57-64頁
- 日本林業調査会 (2002)『森と木のデータブック 2002』
- 農林水産省 『林業白書』平成 12,13 年度版。
- Rausher,M.(1994) “Foreign Trade and Renewable Resources,” in Cararo(ed.), *Trade, Innovation, Environment*, Kluwer Academic Publisher,109-121
- Rowthorn,R.E and J.R.Wells (1987) *Dde-Industrialization and Foreign Trade*, Cambridge University Press.
- 島本美保子(1994)「環境マクロ経済学的視点からの日本林業」『林業経済』1,9-15頁.
- 宇沢弘文(1995)「コモンズの理論 - 静学のおよび動学的外部性」(宇沢弘文・國則守生編 『制度資本の経済学』東京大学出版会),185-229頁。