

1. はじめに

日本林業は1960年代以降、外材の大量輸入時代を迎え、安い外材との価格競争の結果急速に自給率が低下した。これまで日本の主な輸入元は北米西部、旧ソ連、東南アジア地域の天然林であった。しかし1980年代以降これらの地域の乱伐による天然林の資源減少が顕著になり、また自然保護、国内加工促進を目的とした丸太の輸出規制が行われるようになった。今後これらの地域の天然林からの丸太及び加工品の輸入はいっそう減少傾向をたどり、人工林資源による生産、輸出に取って代わられることが予測される。

東南アジア等の天然林資源からの林産物については、十分な更新費用が供給価格に反映されていないことが、森林破壊を加速する要因とされてきたが、今後は資源枯渇に伴い、また森林の持続可能性に向けての政策により、中長期的には更新費用を含む木材価格が形成されていくものと考えられる。

そのような中長期的視点に立って日本林業の競争力を考える場合に、現在の森林の造林・育林費を他の地域と比較することは、その一つの判断材料となるだろう。しかしこれまで世界各地の森林の造林・育林費を国際比較した研究は少ない。筆者は森林の持続可能性へ向けての環境価格形成のシミュレーションを行う目的で1994～95年にかけて、世界各地の造林・育林費を調査した。結果の詳細さにはかなりバラツキがあるが、ある程度の理解の助けにはなると思われる。本稿では、地域別に造林・育林費調査の結果を示した上で、最後に世界各地の比較を提示することにしたい。

2. 造林・育林費の国際比較

世界各地の造林・育林費について個別に調査したものは、散見されるが、ある程度のみとまりをもって調査を行ったものは極めて少ない。Sedjo(1983)²では10カ国の31カ所の造林・育林費を、文献調査からまとめている。ここで扱われているのはマツ、ユーカリといった商用樹種の造林である。また1991年にアメリカの環境保護庁が発行したCO₂固定のための造林のアセスメント報告書³の中に、世界16カ国の50年間の1haあたりの造林・育林費合計額がドルベースで列挙されている。ただし樹種や造林方法については記述がない。

3. 各国の造林・育林費⁴

(1) カナダ

カナダ紙パルプ協会の林業アナリスト G.B.Lapointe 氏の書面による回答によると、西カナダでは造林費は CANADA \$ 2.9 / m³、育林費合計は CANADA \$ 6.40 / m³、東カナダでは造林費は CANADA \$ 3.30 / m³、育林費合計は CANADA \$ 10.70 / m³である。ただし94年レートは1.3807 CANADA \$ / US \$ である。

(2) アメリカ

USDA Forest Service Washington Office の Robert J.Moulton 氏の書面による回答によると国有林の各地区での造林・育林費は次のとおりである。⁵

表1 1994年度のアメリカ国有林の造林費及び育林費(単位:US\$/ha)

地域	1	2	3	4	5	6	8	9	10	平均
造林費	851.92	200.97	153.97	1,075.32	1,517.35	949.13	491.13	254.81	98.94	720.73
育林費	454.55	321.04	311.70	327.24	649.07	423.81	348.81	300.78	300.78	455.44

施業方法については回答の中で以下のような説明があった。下刈りはふつう最初の5年間以内に行われる。切捨間伐は地域や樹種によって異なるが、アクセスがよく短いローテーションで収穫する場合は5-7年生で行う。アクセスが悪く、粗放的な施業の場合は20-25年生で行う。枝打ちは15-30年生で行う。施肥は同じく15年生より早く行われず、50年生程度に施されてきた。総費用に占める人件費の割合は約半分である。

(3) ブラジル

STCP Engenharia de Projetos Ltda.の Ivan Tomaselli 氏の書面による回答によると、植栽費及び8年生までの育林費はパインまたはユーカリでUS\$600~800/ha。間伐は8、12、15、18年生で行い、最終的には22~25年で伐採する。年間30m³/ha成長する。1回目の間伐はパルプ用の小径木を生産し、2回目の間伐以降は製材用の丸太を生産する。マツの人工林の伐採費は平均US\$5/m³、運搬費は100km運搬する場合でUS\$5/m³。原生種の森林を国際的に採用されているガイドラインを考慮して管理した場合、さらに管理費US\$30/m³が加わる。

(4) チリ⁶

Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales の Oscar Garcia 氏の書面による回答によると植栽費は表2のとおりである。

表2 チリの植栽費 単位:\$(ペソ)/ha(US\$1=\$(ペソ)418)

密度(本/ha)	VII-VIII地域	IX-X地域	
	全外来種	ラジャータパイン	その他
1250	50.365	42.565	54.606
1650	56.336	47.218	60.575
1800	59.131	49.397	63.371

1 ha 当たりの年間管理費は5年生までで\$ 2,829、5年生以降は\$ 830。さらに小規模所有者は、5年生までしんくい虫対策に\$ 5,329。保育費は、第1回枝打が\$ 18,898 / ha、第2回枝打が\$ 16,687 / ha。

(5) アルゼンチン

Secretaria de Agricultura, Ganaderia Y Pesca の Director de Produccion Forestal Jose Luis Darraidou 氏から書面でアルゼンチン10ヶ所の1、2、3年目の造林・育林費を回答を得た。そのうち針葉樹・広葉樹のそれぞれ平均的なものを抜粋した。年間成長量はマツが20~25、ユーカリが35~40 m³ / haである。

表3 94年4月の造林・育林費 単位：Pesos / US\$

(94年レートは0.99860 Pesos / US\$)

地域	樹種	植栽密度	1年目	2年目	3年目	合計
Entre Rios	針葉樹	1111	879.20	141.65	29.75	750.49
Misiones	ユーカリ	1111	961.37	292.67	57.20	1311.23

(6) ウルグアイ

国際協力事業団刊『ウルグアイ東方共和国 造林技術手引書』(1991)によると、

表4 ウルグアイの造林・育林費等

	単位	ユーカリ	マツ	ポプラ・ヤナギ
苗木生産費	US\$/1000本	76.86	65.97	135.48
造林・保育費計	US\$/ha	503.7203	603.056	647.37112
250m ³ /haとする	US\$/m ³	2.014881	2.412224	2.58948448
間伐費				
第1回(切捨)	US\$/m ³	5.18	5.18	0
第2回(収入)	US\$/m ³	4.54	4.54	0
第3回(収入)	US\$/m ³	3.9	3.9	0
主伐				
伐採	US\$/m ³	2.86	2	
集材	US\$/m ³	1.23	1.62/t	
輸送費				
積み込み	US\$/m ³	0.69	0.69	0.69
トラック輸送				
0-30km	US\$/km/t	0.08	0.08	0.08
94-100km	US\$/km/t	0.04	0.04	0.04
250km以上	US\$/km/t	0.036	0.036	0.036
鉄道輸送	US\$/km/t	0.025	0.025	0.025

(7) フィンランド

Yearbook of Forest Statistics 1990-91 の中の造林・育林費の全国平均値は表5のとおりである。

表5 フィンランドの造林費・育林費(1990年)90年レート3.8235 Markka / US \$

施業	地拵え	耕耘、除草	掻起し、盛土	造林前火入	播種	植栽
Markka / ha	342	666	981	1,136	1,020	3,086
施業	育成	枝打ち	施肥	溝渠	溝渠清掃	計
Markka / ha	727	2,035	602	733	583	11,911

(8) スウェーデン

Statistical Yearbook of Forestry 1993 による造林・育林費の全国平均値は表6のとおりである。

表6 スウェーデンの造林・育林費(1991年)91年レート6.0475 Kronor / US \$

施業	地拵え	掻起し	植栽・播種	間伐(切捨)	施肥	計
Kronor / ha	899	1,274	6,282	1,994	1,351	11,800

(9) イギリス

Tilhill Economic Forestry の Investment Manager Simon Hart 氏の書面による回答では Sitka Spruce, Scots Pine の造林・育林費は表7のとおりである。典型的のローテーションは高地で37年、伐採費は10~17 £ / m³、運搬費は林地から製材所までの平均的な値が5~10 £ / m³である。

表7 イギリスの造林・育林費(1994) 94年6月レート1.5247 US \$ / £

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目以降(/ 年)
£ / ha	800	300	100	50	25	25	25

(10) ロシア共和国

Federal Forest Service of Russia, All-Russian Scientific Research & Information Centre for Forest Resources(ARICFR)の Valentin V. Strakhov 氏から1993年の森林資源調査の結果を入手した⁷。

表 8 - ロシア共和国の造林・育林費 0.00282 Ruble/US\$

ロシア連邦林業委員会 経済地域 (ルーブル/ha)	植栽費用	1回の保育 費用	保育の 回数	保育費合計
北部経済地域	100,676.00	4,848.40	1.46	7,078.66
西北経済地域	226,402.00	11,131.50	4.70	52,318.05
中部経済地域	175,346.08	7,569.33	5.19	39,297.46
ボルガ-ヴァトカ経済地域	202,333.00	7,071.80	6.28	44,410.90
中部黒海経済地域	457,553.00	11,783.40	12.70	149,649.18
ボルガ経済地域	338,105.86	7,085.71	15.30	108,411.43
北コーカサス経済地域	593,468.50	10,390.30	21.62	224,638.29
ウラル経済地域	255,253.00	7,514.29	6.27	47,125.31
西シベリア経済地域	315,832.11	6,458.22	5.60	36,166.04
東シベリア経済地域	298,841.50	9,373.50	4.20	39,368.70
極東経済地域	777,884.14	13,193.57	13.07	172,458.83
平均	350,409.03	8,658.43	9.32	81,724.22

註：各経済地域は合計78のサブ地域に区分されており、これらの値は各サブ地域の値を経済地域ごとに単純平均した値である。また平均は78サブ地域の単純平均である。

表 8 - ロシアの育林・伐採・輸送費 0.00282 Ruble/US\$

ロシア連邦林業委員会 経済地域	除伐費用 ルーブル/ha	間伐費用 ルーブル/ha	伐採費用 ルーブル/ha	輸送費用 ルーブル/m ³	輸送費用 ルーブル/ha
北部経済地域	25,701.80	86,882.00	342,012.50	4,625.75	1,887.80
西北経済地域	32,513.25	77,766.75	192,664.75	4,113.00	1,258.75
中部経済地域	26,212.00	128,176.17	156,191.58	3,832.58	1,477.58
ボルガ-ヴァトカ経済地域	20,513.20	78,492.40	100,922.80	3,098.80	1,247.20
中部黒海経済地域	50,583.60	123,894.00	128,739.60	4,760.60	1,603.80
ボルガ経済地域	35,989.14	117,640.71	105,249.14	4,058.14	1,690.57
北コーカサス経済地域	51,009.70	93,687.10	74,910.10	4,697.50	3,101.20
ウラル経済地域	28,663.43	99,274.14	137,313.29	3,548.29	1,188.14
西シベリア経済地域	32,425.78	88,730.63	122,493.00	3,547.50	1,685.00
東シベリア経済地域	43,497.67	125,347.83	196,003.33	4,828.83	1,816.00
極東経済地域	42,406.88	144,994.00	200,288.63	6,413.38	2,486.57
平均	35,683.69	108,051.51	149,560.93	4,330.57	1,859.31

(11) ポーランド

Instytut Badawczy Lesnictwa の Kazimierz Rykowski 氏の書面による回答によると、ポーランドの森林は国有林が78.2%、私有が17.1%、その他が4.7%である。ポーランドにおける主な樹種はスコッチパインで全体の67.5%を占める。この樹種の育成期間は20~30年、間伐は50~80年生の時に1~2回、伐採は100~110年生で行われる。そして樹種の構成比で加重平均した1ha当たりの平均生産量(取引可能量)は311.55m³である。国有林における造林・育林・伐採費は表9のとおりである。

表 9 ポーランドの国有林における造林・育林・伐採費

施業	植栽	追加	育成と間伐	間接費
----	----	----	-------	-----

US \$ / ha	202.2	169.8	36.3	17.5
施業	伐採	集材	運搬(約30km)	
US \$ / m ³	2.4	1.5	3.2	

(12) 南アフリカ共和国

The South African Institute of Forestry の *Forestry Handbook* 1994年⁸に「標準的な」費用として引用されている値によると、11年生までの造林・育林費は造林費536ランド/ha、下刈り303ランド/ha、枝打ち317ランド/ha、その他に毎年間接費R238/haと保護費R80が必要である。ローテーションは約30年である。93年レート3.397ランド/US\$であった。

(13) ケニア

表10はForest DepartmentのDirector of Forestry, E.K. Ambrune氏の書面による回答から抜粋して作成した。主な樹種はPinus patula(マツ科)やCupressus lusitanica(イトスギ科)である。1993年レートは68.16 Kenya shilling(KSH)/US\$である。

表10 1993年のケニアの造林・育林費

施業	平均費用(KSH/ha)
苗畑	1,440.61
造林	6,162.29
うち 穴掘り	1,487.12
植栽	863.07
下刈り1回あたり	2,160.00
保育	6,727.03
うち つる切り	376.46
枝打ち 1	994
枝打ち 2	2,238.35
枝打ち 3	123.25
間伐1回あたり	1,874.27
その他の維持管理費	4,962.85
うち 巡回	4,266.85
その他の費用	17,724.33
道路整備、土地レント	17095.65
計	54112.76

(14) ナイジェリア

『ナイジェリア国半乾燥地域森林資源保全開発現地実証調査報告(総括編)』JICA(1991)によると、ユーカリの造林・育林費用の合計は19年間で22,386 naira/haであり、カリビアマツの造林・育林費の合計は16年間で22,601 naira/haである。1991年レートは9.862 naira/US\$であった。

(1 5) 中国

Ministry of Forestry, Institute of Scientific and Technological Information, Chinese Academy of Forestry の Lin Fengming 氏への委託調査より、表 1 1 のような例が報告された。⁹ただし 9 4 年レートは 8 . 6 4 0 3 元 / U S \$ であった。

表 1 1 中国の造林・育林費

地域	樹種	ローテーション	密度 本/ha	造林・保育費 元 / h a	伐採・運搬費 元 / h a	収穫量 m ³ / h a	主伐 間伐	
1 6 地域 における 「国家造林」	中国モミ	25	3400	3410	22900	229	218	11
	Masson's pine	25	3300	2767	14500	145	139	6
	Slash Pine	25	2200	2687	18500	185	178	7
	Torch Pine	25	2000	2681	18300	183	176	7
	カラマツ	25	3200	2946	11900	119	113	6
	キリ	10	550	2341	12300	123	123	0
	ポプラ	11	850	2401	10900	109	109	0
東北部	ユーカリ	7	1666	3095	7700	77	77	0
	カラマツ	30	2000	1778.7	24809	193.5	39.5	154
	朝鮮マツ	30	2000	2162.1	18076.6	15.6	8.6	126.9
	欧州アカマツ	30	2000	2589.5	16033.5	129.2	10.5	118.7
貴州省	ポプラ	10	850	1354.1	12076.3	105.7	0	105.7
	中国モミ	25	3000	2865	11520	128	119	9
福建省	Masson's Pine	25	3000	861.2	8685	96.5	84.5	12
	中国モミ	20	2700	3120	12990	183	160.5	22.5
広東省	Masson's Pine	40	3000	2490	12000	177	147	30
	ユーカリ 1	4	3000	3165	2320	52.5	-	-
	ユーカリ 2	4	3750	3729	2940	66	-	-
	ユーカリ 3	7	3000	3390	6473	98.7	-	-

(1 6) 日本

『林家経済調査、育林費調査報告(1991年)』によるスギ、ヒノキ、マツに投入された造林・育林費の50年間の合計はそれぞれ全国平均で2,296,300円/ha、2,487,872円/ha、669,191円/haである。また平成2年度 立木価格変動動向要因分析調査報告書(1992年)によると、スギ、ヒノキ、マツそれぞれの素材生産費は伐採・集材費がそれぞれ9,149円/m³、11,736円/m³、8,933円/m³であり、運搬費は2,315円/m³、2,489円/m³、2,661円/m³である。ただし91年レートは134.71円/US\$であった。

(1 7) マレーシア

Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia, Techno-Economic Division の Roslan Ismail 氏による資料にから、択伐の後補植を行い、それを伐採サイクル25~30年で繰り返す Selective Management System(SMS)の造林・育林費を表12のようにまとめることができる。この時の伐採・運搬費は半島、サバ州、サラワク州でそれぞれ32.82RM/m³、21.92RM/m³、52.59RM/m³で、1ha当たりの平均生産量は32.00/m³、

88.96/m³¹⁰、35.00/m³である。また皆伐後早生樹種の植栽を行う林業プランテーションの造林・育林費は表13のとおりである。この場合20年に250m³程度の収穫が見込まれる。ただし94年1月レートは2.7123R/US\$である。

表12 マレーシアのEnrichment Plantingの造林・育林費

単位：RM/ha	地拵え	苗木作り	植栽	施肥	補植	施業(4-6ヶ月)
半島マレーシア	300	166.5	166.5	133.2	280	100
サラワク州	80	80	100	50	20	140
単位：RM/ha	施業(1年生)	施業(2年生)	監視	運搬	器具	計
半島マレーシア	66.6	66.6	144	82	0.5	1,505.90
サラワク州	140	140	50	30	50	880

表13 マレーシアの森林プランテーション(マツ、ユーカリ、アカシアなどの早生樹種)の場合の造林・育林費

単位：RM/ha	地拵え	林道建設	育苗	植栽	施肥	補植
半島マレーシア	541	46	130	181	-	-
サバ州	744	499	40	205	189	40
サラワク州	220	134	260	500	160	90
施業(4-6ヶ月)	施業(1年生)	施業(2年生)	施業(4年生)	施業(8年生)	間接費	総計
89	131	376	312	278	354.65	2,438.65
664	-	-	-	-	622.9	3,003.90
130	-	-	-	-	506	2,000.00

(18) インドネシア

Sedjo(1992)によると、Albizza Falcatariaの製材プランテーション(20年ローテーション)の造林費用は437US\$/haで、収穫量は20年後に250m³、天然林施業(Enrichment Planting)の造林費用は50US\$/haで、収穫量は60年後に60m³である。

(19) ニュージーランド

ニュージーランドの林業コンサルタント Robert Fenton 氏の書面による回答によると、ニュージーランドでは天然更新は近年あまり行われず、ほとんどの地域で植栽が行われて、植栽方法は表14のように2種類である。(a)は全造林面積の60%を占める。1,000~1,250本/ha植栽し、間伐は切捨て間伐で、1回目は4年目で500~600本/haに、2回目は6年目で400本/haに、3回目は8~9年目で300本/haにする。表には3回分の合計の枝打ち費用及び間伐費用が記されている。(b)は構造用の製材用の施業で、全造林面積の30%を占める。1,500本/ha植栽し、間伐は1回のみで5mまで成長した時に500本/ha(切捨て間伐)にする。伐採費はトラクター集材の場合14NZ\$/ha、人力集材の場合は22~26NZ\$/haで、運搬費は100km運搬の場合1

5 NZ \$/m³である。平均収穫量は600 m³/ha である。また93年レートは0.5407 US \$ / NZ \$ である。

表14 ニュージーランドの造林・育林費

NZ\$/ha	地拵え	植栽と種子	下刈り(2年目)	枝打ち	間伐
(a) clear-wood schedule	50-80	510	190	1,050	220
(b) logs for exports	50-80	700	190		

(20) イスラエル

Forest Department-Research & Development の Director, Omri Bonnef 氏から送られた資料による、造林・育林費は表15のとおりである。収穫量は25年生で15.02 m³/haの間伐、35年生で18.85 m³/haの間伐、55年生で203.23 m³/haの主伐である。その他に年間費用として、火災防止、防災道の草刈、林道メンテナンス、間接費の合計50.85 US \$/haが必要である。

表15 イスラエルの造林・育林費

施業	地拵え	植栽	苗木作り	下刈り	栽培	間接費	計
US\$/ha	370.13	624.91	1,120.39	129.68	920.32	474.81	3,640.24

4. 各地域の造林・育林費の比較

これらのデータをもとに、世界各地域の造林・育林費を丸太1 m³あたりに換算したものが表16である。この表を参照する限り、日本の造林・育林費は世界の他のどの地域と比較しても著しく高いことが明らかである。日本を除く先進諸国でだいたい5~10 US \$/m³、途上国における早生樹種のプランテーションはだいたい5 US \$/m³以下。アフリカ、ラテンアメリカといった他の熱帯地域と比較して成長が遅い東南アジアで、択伐後の補植によるローテーションを行った場合でも20 US \$/m³に満たない。ちょうど為替レートの急激な変動期にあたった国もあるが、だいたいこの範囲にあるとみてよいと考えられる。

5. まとめ

以上のデータを見る限り、林産物市場が世界的に統合されていく状況の中で、林業を軸とした戦後の日本の森林政策は、国有林においても、民有林においても、もはや限界に来ていることを再認識せざるをえない。今後日本の森林政策は、森林の公益的機能や自然資源としての意味に最大限の比重をかけた方向へドラスティックに転換していくしかないのではないだろうか。

表 16 世界の造林・育林費 (1993 ~ 94 年)

地域	西部カナダ	東部カナダ	西部アメリカ	東部アメリカ	ブラジル	チリ	アルゼンチン
us\$/m ³	10.14	6.74	3.10	1.87	1.00	0.93	4.37
樹種 伐採サイクル 収穫量等			国有林 450m ³ /ha で 計算	国有林 450m ³ /ha で 計算	ユーカリ マツの平均 700m ³ /ha で 計算	ラジャータ パイン 400m ³ /ha で 計算	300m ³ /ha で 計算 ユーカリ
地域	ウルグアイ	フィンランド	スウェーデン	イギリス	ロシア共和国	ポーランド	南アフリカ共和国
us\$/m ³	2.731	8.35	6.37	5.51	0.42	0.13	6.83
樹種 伐採サイクル 収穫量等	250m ³ /ha で 計算 マツ	300m ³ /ha で 計算	300m ³ /ha で 計算	伐期37年 250m ³ /ha	全国平均 200m ³ /haで 計算	国有林	480m ³ /ha 伐期30年
地域	ケニア	ナイジェリア	中国	日本	マレーシア (EP)	マレーシア (FG)	インドネシア
us\$/m ³	1.654	4.774	2.59	73.27	13.31	3.66	1.748
樹種 伐採サイクル 収穫量等		カリビアマ ツ	南西部の中 国モミ 伐期25年 128m ³ /ha	スギの全国 平均 304.5m ³ /ha	半島、サラ ワクの平均 35m ³ /ha, 32m ³ /ha	半島、サバ、 サラワクの 平均 250m ³ /ha	プランテー ション
地域	ニュージーランド		イスラエル				
us\$/m ³	4.14		5.50				
樹種 伐採サイクル 収穫量等	600m ³ /ha		237.1m ³ /ha				

註) マレーシアのG Sは早生樹種、E Pはエンリッチメントプランティングである。

¹ この調査に際してはI T T OのDr. Steven Johnson、森林総合研究所林業経営部の加藤隆氏、岩手大学の土屋俊幸教授、北海道大学の柿沢宏昭助教授、京都大学の田伊久雄助手その他多くの方々に、貴重な資料提供およびアドバイスをいただいた。心から謝意を表したい。

² Sedjo, Roger A. (1983) *The Comparative Economics of Plantation Forestry*, Washington D.C.: Resource for Future.

³ Robert K. Dixon, Paul E. Schroeder, and Jack K. Winjum (1991) *Assessment of Promising Forest Management Practices and Technologies for Enhancing the Conservation and Sequestration of Atmospheric Carbon and Their Costs at the Site Level*, EPA/600/3-91/067 October 1991, US EPA.

⁴ なるべく未加工の数字を生かすため、回答が現地通貨建てであったものについては、現地通貨建てで記載し、当該時期の為替レートを併記した。また伐採費、輸送費についても問い合わせたため、これらについての回答があった地域については、これらも合わせて記載し

た。

⁵ また Mark,R.Dubois, Kenneth McNabb, Thomas J. Straka and William F. Watson(1995) “Costs and Cost Trends for Forestry Practices in the South”, *Forest Farmer* March/April 1995.にアメリカ南部12州のコンサルタント、林業会社、公的機関へのアンケート調査による次のような平均費用が載っている。

⁶ このデータは1994年の政府による補助金のベースに用いられた価格で、実際はこれより10-20%高いといわれている。

⁷ この委託調査は1994年度三菱銀行清明会研究助成により行った。

⁸ Petetnikon, Saasveld Campus, Faculty of Forestry の Piet Otto 氏より入手。

⁹ 委託調査レポートには造林・保育費について詳しい内訳も示されているが、紙面の関係で省略した。

¹⁰ 一伐採サイクルは半島・サラワクの場合30年だが、サバではながい(60~80年)。