

透明かつ検証可能な手法による吸収源の評価に関する研究

(4) 長期にわたり計測された林分での異なる施業によるバイオマス生長量の変動評価に関する研究

独立行政法人森林総合研究所

林業経営・政策研究領域	林業システム研究室	松本光朗
森林管理研究領域	資源解析研究室	細田和男

平成 13～15 年度合計予算額	12,356 千円
(うち、平成 15 年度当初予算額	3,700 千円)

[要旨] 間伐などの育林施業が炭素吸収に及ぼす影響を客観的な方法で計量し実証するため、スギ、ヒノキおよびカラマツの長期固定試験林 22 ヶ所のバイオマス生長について検討した。この際、単木の胸高直径と樹高から幹、枝および葉の部位別バイオマスを推定するアロメトリー式を作成し、その式を用いて林分全体の地上部バイオマス量を推定した。その結果、樹種にかかわらず間伐後のバイオマス年生長量は、間伐しない場合に比べて一時的に停滞するが、その後回復して間伐しない場合を上回るようになるケースが多いことが分かった。このことから間伐は、間伐後 5 年から 10 数年程度の期間に限ってみれば、バイオマス生長すなわち炭素吸収を促進する可能性が高いといえる。また植栽から現在までの累積生長量でみると、間伐量を生長とはみなさない立場においては、間伐したよりも間伐しないほうが生長量が多い場合が多いことが、幹材積ではなくバイオマスで評価した場合でも再確認された。

[キーワード] バイオマス生長、間伐、人工林、長期固定試験林、アロメトリー

1. はじめに

京都議定書 3 条 4 項において、植林以外の森林経営による炭素吸収を計上することが認められている。このため、間伐などの育林施業が炭素吸収に及ぼす影響を、客観的な方法で計量し実証する必要がある。

2. 研究目的

長期にわたって計測されており、かつ間伐の実施の有無によって比較可能なスギ、ヒノキおよびカラマツの固定試験林についてバイオマス生長量を算出し、間伐の有無がバイオマス生長、すなわち炭素吸収に与える影響を明らかにする。

3. 研究方法

森林総合研究所が全国の国有林内に設置し、継続的に計測している固定試験林から、間伐をした処理区（間伐区）と間伐をしなかった処理区（無間伐区）が併設されており、かつ両区の樹高生長の差がわずかで土地生産力が同一とみなせるスギ、ヒノキおよびカラマツの人工林を選定した（表-1）。

サブテーマ(1)「森林のバイオマス生長量に関する研究」などにより取得された造林木の部位別重量データを使用し、幹、枝、葉の各部分の乾重量すなわちバイオマスを推定する回帰式を樹種別に作成した（表-2）。回帰モデルは、一般に生物体の部分重の間に成立するとされるアロメトリー式（相対生長式）で、説明変数としては（胸高直径の二乗×樹高）を用いた。モデルの適合性は、幹重では樹種にかかわらず良好であったが、特にカラマツの枝や葉の場合は推定精度が低かった（図-3）。しかしながら、地上部バイオマスのほとんどは幹によって占められており（図-4）、枝や葉の推定精度が低くても全体の傾向に大きな影響を及ぼさないと考えられるので、この回帰式を採用して解析を進めた。

試験地では各樹木の消長、胸高直径および樹高の経年変化が記録されているので、作成したアロメトリー式を用いて、枝・葉・幹をふくむ試験地全体の地上部バイオマス量を算出した。なお、ここでは枯死木のバイオマスは、生長量に加算しないことにした。また生立木に付着している枯れた枝葉もバイオマスに加算しなかった。

表-1 解析に用いた固定試験林

樹種	試験地名	所在地	林齢	現存地上部バイオマス (ton/ha)		間伐した林齢 (材積間伐率%)				
				間伐区	無間伐区					
ス	内野	群馬県黒保根村	46	238	279	16(22)	31(18)			
	横山	茨城県高萩市	89	274	389	40(16)	50(14)	79(27)		
	上君田	茨城県高萩市	83	344	435	48(11)	69(30)			
	萩の入	静岡県河津町	81	297	248	31(20)	41(23)			
ギ	富士里	長野県信濃町	46	164	267	17(4)	27(12)	33(15)	40(26)	
	下る川	高知県大野見村	45	406	482	23(25)	34(18)			
ヒ	那須道	福島県棚倉町	91	364	442	35(27)	46(21)	55(22)	65(6)	
	立石	栃木県馬頭町	51	229	234	35(13)				
	細久保	埼玉県秩父市	51	186	232	42(22)				
ノ	大代	静岡県掛川市	80	345	385	32(15)	42(17)	69(11)		
	都沢	静岡県水窪町	82	282	427	31(18)	41(17)	61(17)	72(20)	
キ	鱧沢1号	愛知県設楽町	51	228	299	21(6)	31(34)	36(10)		
	鱧沢4号	愛知県設楽町	60	466	352	30(17)	40(38)			
	裏谷	愛知県設楽町	74	231	297	44(30)	54(28)	74(14)		
	鱧沢3号	愛知県設楽町	84	202	384	54(18)	64(33)	79(15)		
マ	鱧沢2号	愛知県設楽町	107	290	337	77(21)	87(11)	97(8)		
	新重山	広島県神石郡三和町	88	279	404	22(15)	27(13)	32(6)	43(15)	53(18)
ラ						63(4)	68(12)	78(3)	83(15)	
	横向	福島県猪苗代町	48	176	213	24(19)	35(21)			
	安良沢	栃木県日光市	46	111	103	15(15)	30(12)			
ツ	富士里	長野県信濃町	52	155	211	15(8)	20(3)	25(16)	30(13)	35(10)
	軽井沢	長野県軽井沢町	29	94	97	14(9)	19(7)	24(12)		
マ	白川	長野県檜川村	67	152	262	29(8)	34(6)	39(7)	44(9)	49(10)
						55(11)	61(18)			

表-2 作成したアロメトリー式の係数

目的変数	樹種	係数 a	係数 b	寄与率	標本数
幹重 (kg)	スギ	0.0329	0.9008	0.99	136
	ヒノキ	0.0333	0.9099	0.98	168
	カラマツ	0.0220	0.9666	0.99	92
枝重 (kg)	スギ	0.0047	0.8181	0.81	136
	ヒノキ	0.0286	0.6788	0.76	168
	カラマツ	0.0873	0.5495	0.45	92
葉重 (kg)	スギ	0.0689	0.5670	0.59	136
	ヒノキ	0.1676	0.4466	0.53	168
	カラマツ	0.1421	0.3562	0.25	92

モデル：部分重 = a(D2H)^b

4. 結果・考察

各試験地の間伐区では表-1のとおり多数の間伐が実施されてきている。このうち、間伐区の間伐前の現存量と、無間伐区の現存量に大差がなく、間伐の有無による単純な比較が可能なケース 25 例に着目して、間伐前および間伐後 5 年から 10 数年間のバイオマス年生長量を算出し、間伐区と無間伐区を比較した(図-1)。多くのケースで、間伐直後いったんは間伐区よりも無間伐区のほうが年生長量が優勢になるが、その後約 10 年後、約 15 年後では逆転して間伐区のほうが優勢になるパターンを示していた。スギについては 5 例のすべて、ヒノキについては 11 例のうち 6 例がこのパターンを示した。カラマツは 5 年毎に間伐を反復している例が多く、前述のパターンを示しているか判定できないが、比較的弱い間伐を施していることもあり、間伐直後であっても間伐区が無間伐区を下回らないケースが 9 例中 7 例を占めていた。

間伐についてのこれまでの生理生態学的知見からは、間伐に伴う林分葉量の減少や水分条件など林内微気象の悪化は一時的な生長の減退を招くが、光条件の好転によって中期的には回復し、無間伐林より劣勢個体の枯死が少ないぶん間伐林の方が純生長量がやや大きくなるものと推定される。前述の解析結果は、長期にわたる時系列の林分計測データを用い、このことを実証的に裏付けたものである。

一方、各試験地の植林から現時点までの累積バイオマス生長量を、間伐区と無間伐区について比較した(図-2)。途中の間伐木・枯死木を生長量に加算しない場合、ほとんどすべての試験地で無間伐区が間伐区を上回っていた。例外はスギ、ヒノキおよびカラマツそれぞれ 1 試験地に過ぎなかった。この結果は幹材積生長と間伐に関する既往の知見を、バイオマス生長でみた場合でも追認するものであった。

現在の京都議定書の枠組では、用材や燃材として利用されるかどうかに関わらず伐採(間伐)は、炭素量の減少として吸収量から差し引かれる。この立場すなわち間伐木を生長量(吸収量)とみなさない立場においては、植林から皆伐までの人工林のライフサイクル全体でみた場合、間伐は人工林の CO₂ 吸収に負の効果および評価せざるを得ない。ただし、極端に高密度のまま放置された無間伐林は、台風や大雪によって壊滅的な被害を受ける危険性が高くなる点、林内植生の消失や土壌流亡を招く恐れがある点は留保が必要であろう。

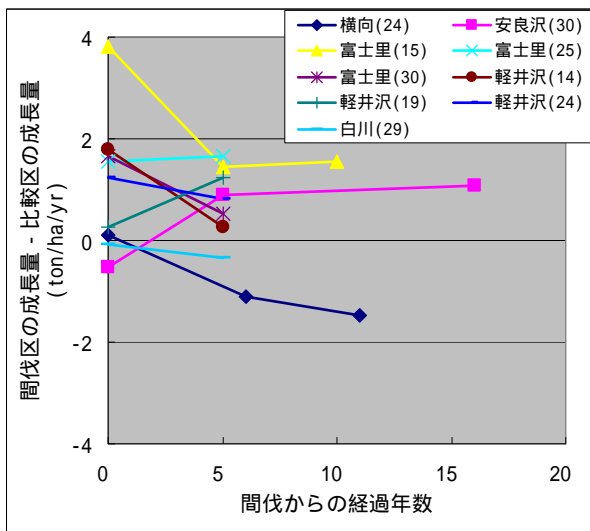
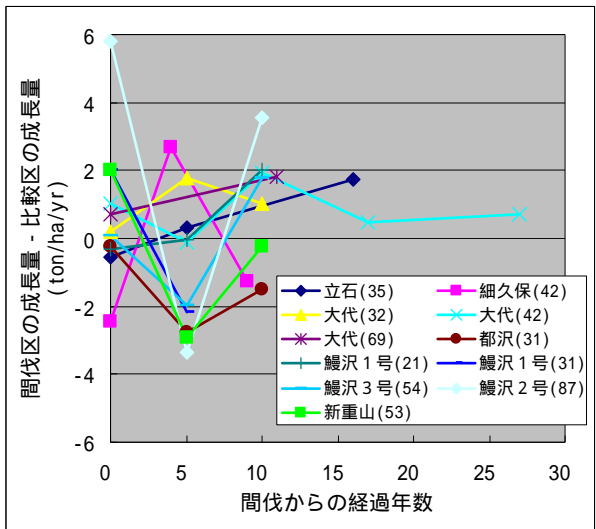
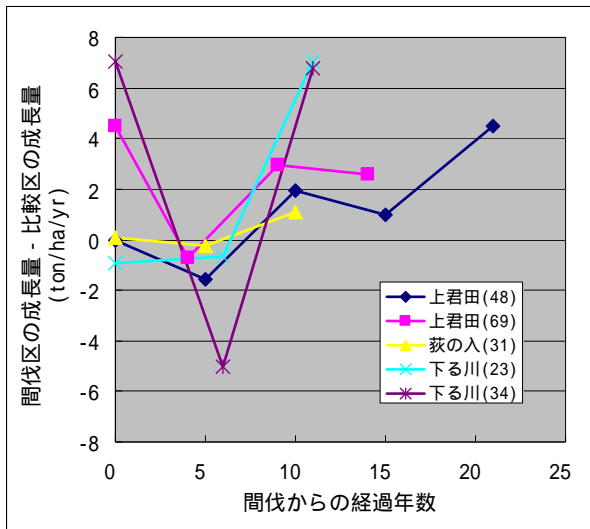


図-1 間伐区と無間伐区のバイオマス年生長量の比較（左上：スギ、右上：ヒノキ、下：カラマツ）

5. 本研究により得られた成果

スギ、ヒノキおよびカラマツの長期固定試験林 22 ヶ所について検討したところ、間伐後のバイオマス生長は、間伐しない場合に比べて一時的に停滞するが、その後回復して間伐しない場合を上回るようになるケースが多いことが分かった。また植栽から現在までの累積生長量でみると、間伐量を生長とはみなさない立場においては、間伐したよりも間伐しないほうが、バイオマス生長量が多い場合が多いことが再確認された。

6. 引用文献

なし

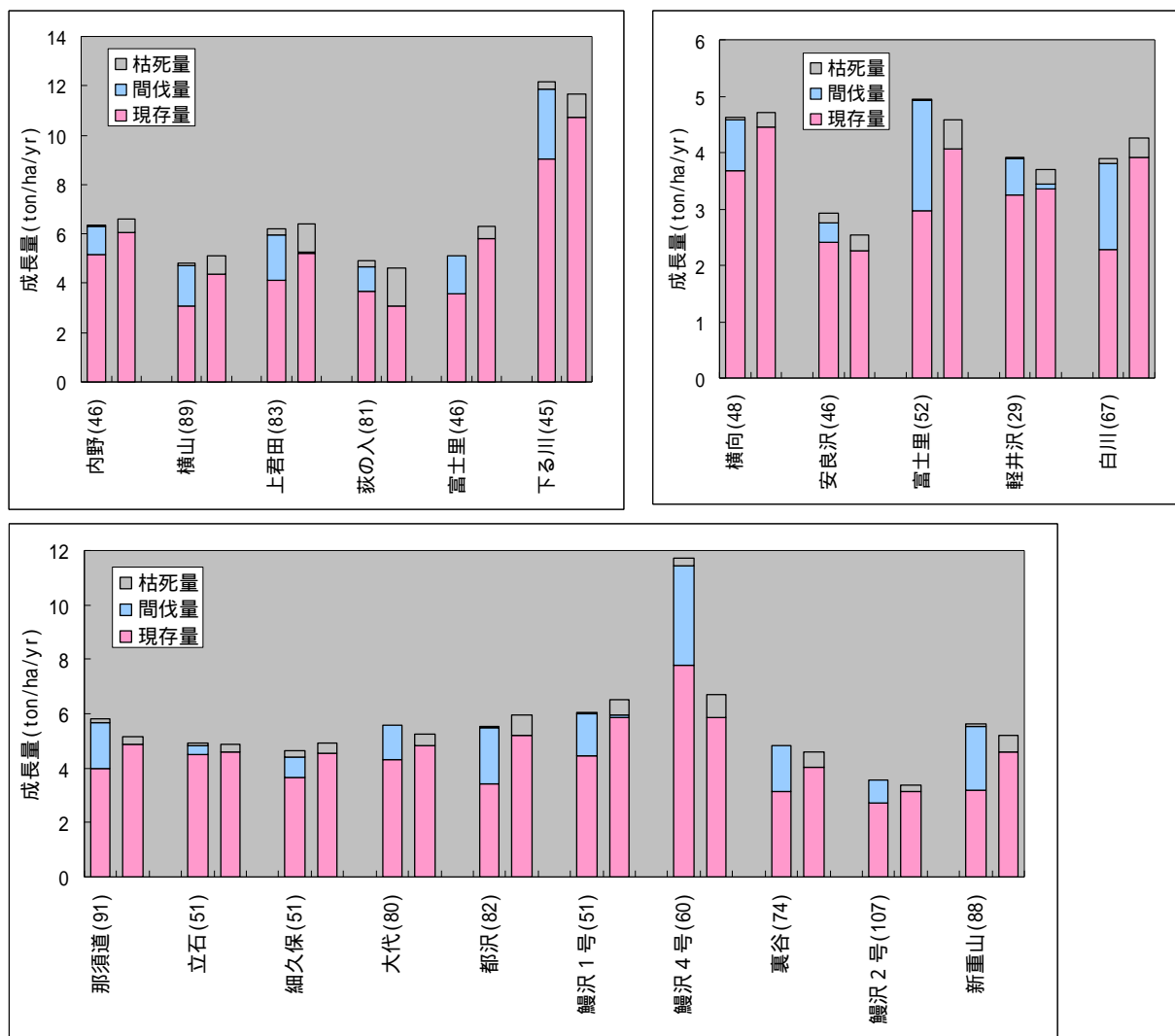


図-2 植栽から現時点までの累積バイオマス生長量の比較
(左上：スギ、右上：カラマツ、下：ヒノキ)

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術誌・書籍)

松本光朗：立地など条件別の森林の炭素吸収・貯留量の評価，地球温暖化のための効果的な森林整備に関する調査報告書、4-50、林野庁、東京(2002)

「立地など条件別森林の炭素吸収・貯留量の評価」

松本光朗：森林計画研究会会報、407、15-24(2003)

「京都議定書・マラケシュ合意は森林情報に何を求めているか」

松本光朗：日本林学会関東支部大会発表論文集、55、101-102(2004)

「地球温暖化対策としての森林管理・森林施業」

細田和男、家原敏郎、松本光朗、福田未来：日本林学会関東支部大会発表論文集、55、

67-68(2004)

「スギ、ヒノキおよびカラマツ人工林における単木のバイオマス拡大係数」

(2) 口頭発表

なし

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

主に学会誌を通じて本成果の速やかな公表に努力する。

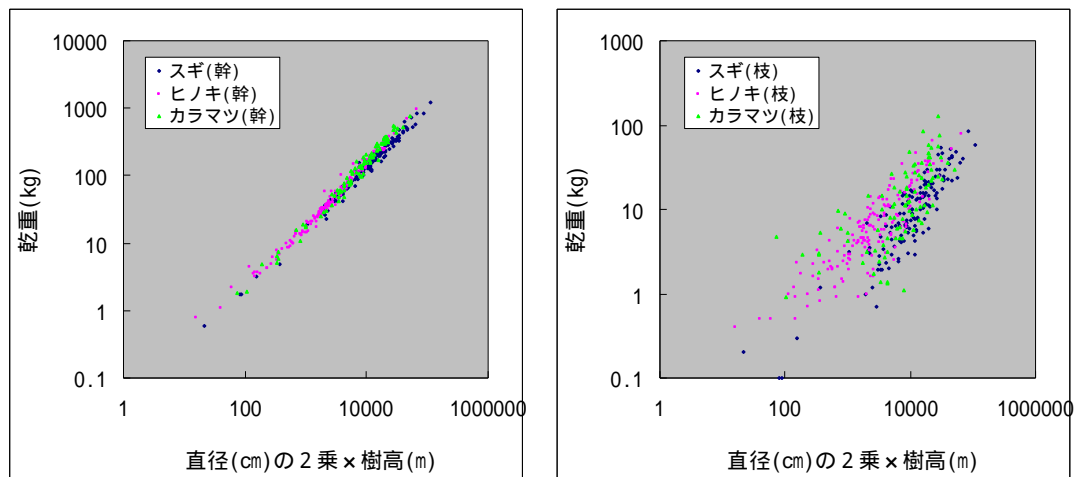


図-3 (胸高直径の2乗×樹高)と幹、枝バイオマスとのアロメトリー関係

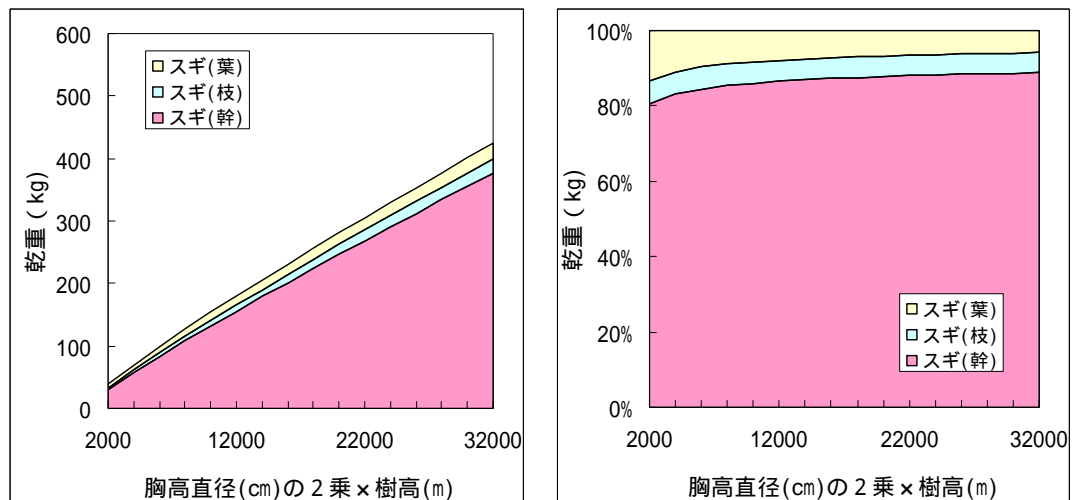


図-4 部位別地上部バイオマスの推定例(スギ)