

置戸照査法試験林の50年 (I) — 第5経理期の終了とその成果 —

網走東部森づくりセンター

新谷 剛
高橋 雄太

はじめに

北海道の天然林では択伐施業が広く行われているがその歴史は浅く、技術的に解明されていない部分も多い。当試験は択伐施業の基準となる林分成長に関する資料を得ること、天然林の生産性を高め、永続的に木材を生産しうる理想的な択伐林型を導きだすことを目的に「できるだけ多量の木材を生産する」「できるだけ少額の資源により生産する」「できるだけ価値のある木材を生産する」といった3点の目標を掲げ、昭和31年にはじめられた。本報では平成15年に完結した第V経理期までの成果について報告する。

試験の概要

当試験林は網走地方置戸町の道有林にあり、トドマツ、エゾマツなどの常緑針葉樹とシナノキをはじめとする落葉広葉樹から成る天然林である。面積は78.65haあり、これを26個の照査区(施業区24、対照区2)に区画している。一経理期間(回帰年)は8年であり、毎年3~4照査区ずつ蓄積調査、伐採を行っている(図-1)。

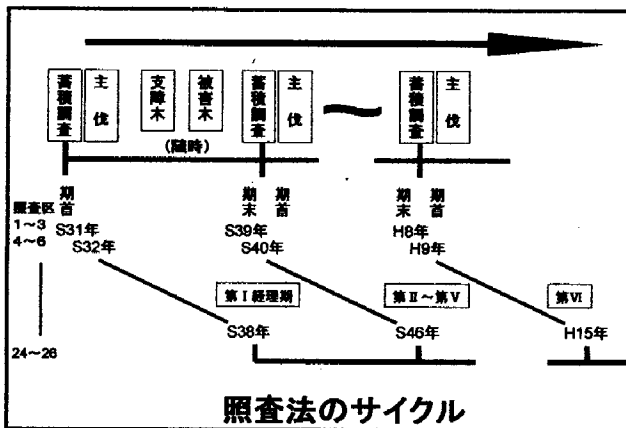


図-1

蓄積は胸高直径12.5cm以上の木を対象に5cm括約で測定し、単位にSV(シルブ、1SV ≒ 1m³)を用いたピヨレイの材積表により経理している。伐採は択伐による抜き切りを基本とし、孔状裸地にはトドマツ、アカエゾマツを植え込んでいる。対照区は枯損木、被害木の伐採以外の施業は行っていない。

結果と考察

以下の数値は原則として施業区は24区画、対照区は2区画の平均である。

1 蓄積の推移

林分蓄積(図-2、表-1)は、施業区は第I経理期(以下I期など)に蓄積を大きく減じているが、II期以降は常に成長量が伐採量より多く、V期期首で試験開始時の蓄積を上回り、VI期期首では372SV/haとなっている。針広別では、針葉樹はIII期以降、I期の蓄積を上回っている。広葉樹はI期の主伐後、蓄積は増加しているが、VI期でもI期期首より少ない。対照区の蓄積はI期から増加し続けていてVI期期首には513SV/ha、I期期首の162%になっている。また広葉樹の割合が施業区より高い。

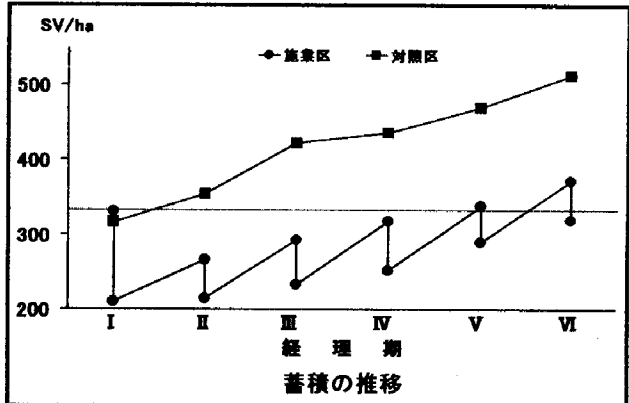


図-2

表-1

期首蓄積	SV / ha					
	施業区			対照区		
経理期	針	広	計	針	広	計
I	175	156	331	167	149	316
II	156	110	266	173	181	354
III	178	115	293	211	211	422
IV	191	127	318	218	218	436
V	206	132	338	236	234	470
VI	228	144	372	269	244	513

2 伐採量と伐採率

施業区の伐採量、伐採率を表-2に示した。伐採率は老齢過熟木と不良木の整理を行ったI期が高く、特に広葉樹の伐採率は41%である。II期以降は針葉樹の伐採率が20%前後なのに対し、広葉樹は19%から低くなってきている。これは針葉樹が過多にならないような選木に努めているからである。伐採量は年平均にすると、I期は約14SV/ha、II期以降は6~8SV/haである。

表-2

主伐時の伐採量と伐採率	ha当り					
	伐採量 SV			伐採率%		
経理期	針	広	計	針	広	計
I	50	64	114	29	41	34
II	30	20	50	19	19	19
III	46	12	58	26	11	20
IV	45	12	60	24	12	19
V	39	9	48	19	7	14
VI	44	8	52	19	6	14

3 成長量と成長率

図-3に成長量と伐採量の推移を示した。施業区の成長量はI期 6SV/年・haに対し、II期以降 10SV/年・ha前後である。またII期以降、成長量は伐採量より多い。

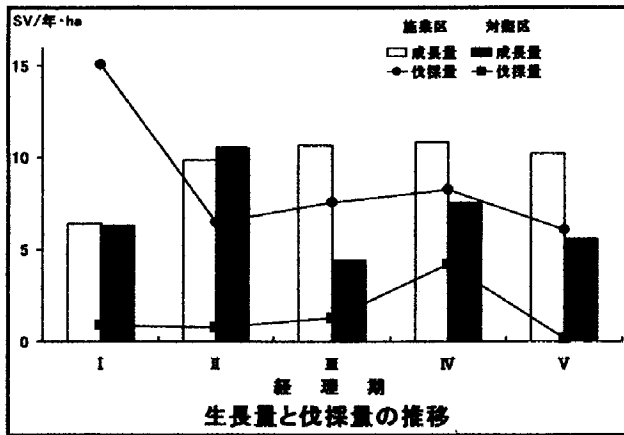


図-3

成長率(表-3)は、施業区は対照区に比べ全ての経理期で高い。施業区の成長率は、I期はII期以降に比べ著しく低い。II期~IV期の針葉樹は5%台と高いが、V期には4%台と低くなる。広葉樹は3%台から低下傾向にある。対照区は針広の成長率の差が施業区に比べ小さい。また対照区のIII期及びV期の成長率が、他の経理期に比べて特に低くなっている。

表-3

経理期	成長率 (%)					
	施業区			対照区		
	針	広	計	針	広	計
I	3.33	2.41	2.93	2.30	1.66	2.00
II	5.20	3.51	4.50	3.55	2.58	3.05
III	5.66	3.07	4.53	1.33	0.83	1.08
IV	5.60	2.33	4.17	2.10	1.35	1.72
V	4.55	2.10	3.51	1.78	0.58	1.18

施業区について、針葉樹はI期は不良・老齡過熟木を積極的に整理した直後のためか成長がまだ良くなかったが、林分の生産力は徐々に高まり、II期には成長率が上昇したものと考えられる。III、IV期は引き続き成長衰退木の伐採に努めたため、高い成長を保っているが、V期には伐採量の減少に伴い成長率が下降している。広葉樹はII期以降、全体の蓄積が増えるなか針葉樹の割合が大きくなったことなどから、成長率が低下してきていると考えられる。次に、個々の照査区のI期からIV期までの成長量と成長率の関係を図-4に示した。成長量の多い照査区ほど成長率が高い傾向にある。また全体的な傾向として、I期に比べ、II~IV期の方が成長量が多く成長率も高い。蓄積が増加しているながら成長量・率が共に高いということは、これまでの施業により林分内容が改善されて、生産力が高まってきたことの表れと考えられる。しかし、V期に入り成長率が下がっていることから、蓄積の増加に対し伐採量が減少したため、林内に上層木が

残され中・下層木の成長が抑制されたものと考えられる。

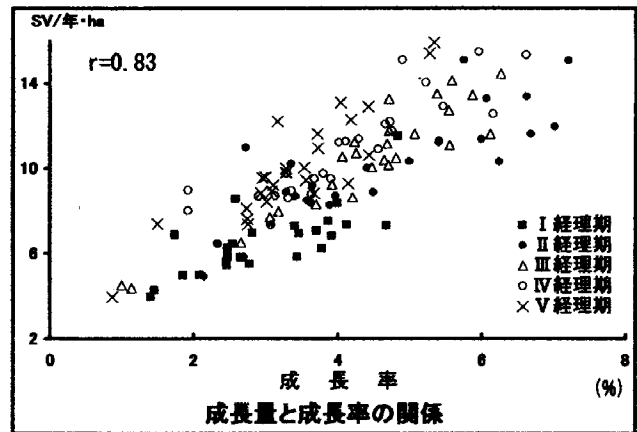


図-4

4 枯損量

枯損量(図-5)は、施業区は全ての経理期で0.5SV/年・ha以下であり、対照区の18~41%である。これは、主伐時に被圧木など枯れそうな木を積極的に選木しているためと思われる。

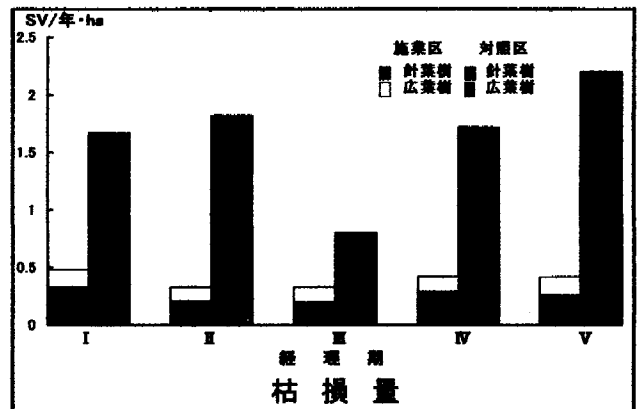


図-5

5 林分構成

当試験では、直径階で15~30cmを小径木、35~50cmを中径木、55cm以上を大径木として区分しているが、本報では主伐対象木の増減を知るために、通常の施業で想定されている針葉樹40cm以上、広葉樹50cm以上を主伐対象木として、図-6に林分構成を示した。針広ともII期期首では主伐対象木の蓄積はI期期首より少なく、広葉樹は特に少ない。

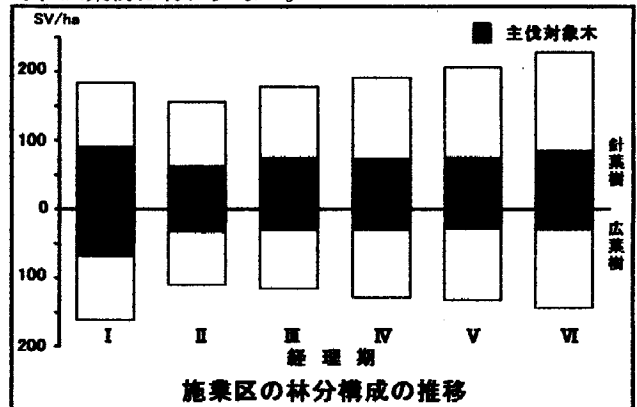


図-6

針葉樹の主伐対象木はⅢ期期首までに増え、Ⅴ期期首まであまり増減はないが、Ⅵ期期首にはさらに増えており、Ⅰ期期首に対し 94 % と試験開始時に近い蓄積となっている。広葉樹の主伐対象木はⅡ期以降わずかず減り続けⅠ期期首に対し 40 % 台で推移している。主伐対象木の蓄積の比率は、針広とも全体の蓄積が増えていることもあり減少してきている。

6 総生産量

現存蓄積に累積伐採量を合計した総生産量を図-7に示した。施業区について、針葉樹はⅥ期期首(=Ⅴ期期末)までの累積伐採量が 223SV / ha で総生産量は 451SV / ha、広葉樹は累積伐採量が 123SV / ha で総生産量は 267SV / ha である。これは試験開始時の蓄積に対して、針葉樹は 258 %、広葉樹は 171 %、合計では 217 % にあたる。対照区のⅥ期期首の総生産量は試験開始時の蓄積に対して、針葉樹は 161 %、広葉樹 164 %、合計で 162 % である。

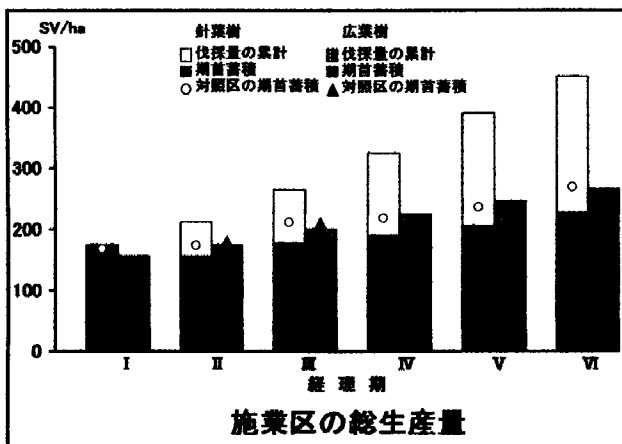


図-7

この結果から、当試験林では施業を行うことで、林分生産力を高めて総生産量を増やすのに成功していると評価できる。特に針葉樹の生産量を多くすることができている。広葉樹は施業区と対照区の差が少なく、施業により生産量を増やすことができていないように見えるが、これは特に広葉樹の老齢過熟木が多く存在した試験開始時(Ⅰ期期首)と比較しているためであり、Ⅱ期期首を基準にⅥ期期首を比較すると、広葉樹の総生産量は施業区が 184 %、対照区が 135 % になる。

まとめ

置戸照査法試験林は平成 15 年に第Ⅴ経理期が終了したが、施業区の蓄積は試験開始時を大きく上回った。対照区と比較すると、同じ蓄積でも施業区の方が成長率が高い。林分内容はⅠ期期首に比べ広葉樹が少なく、針葉樹が多くなっている。また主伐対象木の蓄積は少ない。これは、試験開始時にあった広葉樹を中心とした直径 70cm 以上もあるような老齢過熟木が整理され林分の若返りが進み、成長が良くなってきたためであると考えられる。広葉樹および主伐対象木の蓄積がⅠ期水準に回復していないことは、もともと試験開始時には不良蓄積が多くあったため、林分生産力を向上させ、伐採量を

持続させるという試験の目的からすると、それほど問題ではないのかもしれない。しかし、針葉樹は 4 ~ 5 % 台の高い成長率を示し主伐対象蓄積も安定しているのに対し、広葉樹は特にⅢ期以降伐採率を低くしているのに成長率が低下傾向にあり、主伐対象蓄積も増えておらず総蓄積に占める広葉樹の割合も減少傾向であることから、広葉樹資源の保続という面については課題がある。これまでの成果を総合的に評価すると、8 年という短い回帰年で主伐を繰り返しながら高い成長率を達成し、枯損量を押さえ、蓄積を増加させ、収穫量を維持することができていると言える。しかし、その一方で、近年トドマツをはじめとする針葉樹では主伐対象木の材質の低下した立木が目立つ傾向にあり、当試験林の「できるだけ価値のある木材を生産する」といった目的を達成するためには、針葉樹の主伐対象木における材質の低下した立木をどのように取り扱うか整理する必要がある。

おわりに

今後も針広の混交割合や主伐対象木の割合などの林分構成、成長量と枯損量、蓄積の推移を引き続き観察し続けていく予定である。とくに広葉樹資源の保続及び、針葉樹の主伐対象木における材質の低下した立木の取扱について検討する必要があると感じている。

照査法試験林の50年 (II)

— 成果とその活用について —

北海道森林整備公社 青柳 正英

はじめに

置戸照査法試験林の50年(1)において、網走東部森づくりセンターより報告されたように、置戸照査法試験林(以下、置戸試験林という。)では第V経理期が完了した現在(H16年期首)、各経理期における全照査区のha当たり平均の蓄積、伐採量、成長量等の推移は、表-1のとおりである。

表-1 照査法試験林(施業区)の林況の推移

経理期	期首蓄積	伐採量	伐採率	成長量	成長率
I	331	114	34	51	2.9
II	266	50	19	79	4.5
III	293	58	20	85	4.5
IV	318	60	19	87	4.2
V	338	48	14	82	3.5
VI	372	52	14	—	—

単位:SV/ha, %

第I経理期は、不良蓄積の整理のため、材積伐採率の平均は34%と高く、そのため、一時的に蓄積は減少したが、以後急速に回復し、第VI経理期の期首には372sv/haとなっている。これは、第II経理期以降、伐採量が成長量の約6~8割であったことに起因する。

ビヨレイの照査法の目的は、次の3点である(4)。

- ①できるだけ多量の木材を生産する。
- ②できるだけ少量の資源によって生産する。
- ③できるだけ価値のある木材を生産する。

置戸試験林においては、照査法が求める効率的な蓄積経理は、平均蓄積300sv/haの林分から80sv/ha伐採することである(3)。

この点から、期首蓄積372sv/haは過大蓄積である。また、近年、伐採木の大半を腐朽など材質的に欠点のあるものが占めるなど、照査法の目的である①~③に照らして、様々な問題が生じている。

以上のような森林施業の基本的な問題に対応するため、既往の照査法の成果(1, 2, 3, 5)を、最近5年間の新たなデータを加えて検証し直し、より効果的な施業方法を提案していくこととした。

これまでの主な成果は、次のとおりである。

1) 直径階別本数分配線の特徴

自然の状態に放置された天然林では、一般に、直径階別本数分配線(以下、本数分配線という。)は曲線となる。しかし、置戸試験林の全照査区では、期首(期末)および伐採直後には、横軸を直径階数(5cm括約)、縦軸をha当たり立木本数(対数値)とする片対数グラフ上では、本数分配線は直線(以下、本数回帰直線という。)となり、その相関係数は極めて1に近い値となる(5)。

2) 本数回帰直線とその活用

本数分配線が直線になると仮定すると、林分蓄積は本数回帰直線の定数を変数とする関数で表わされる(2)。さらに、期末蓄積は、期首蓄積、伐採量、本数回帰直線の定数により高い精度で予測可能となる(4)。

材料と方法

1 既往の成果の検証

1) 直径階別本数分配線の特徴

図-1は置戸試験地第21照査区の本数回帰直線である。本数回帰直線はこのように直線となり、その相関係数は0.988と極めて1に近い(5)。

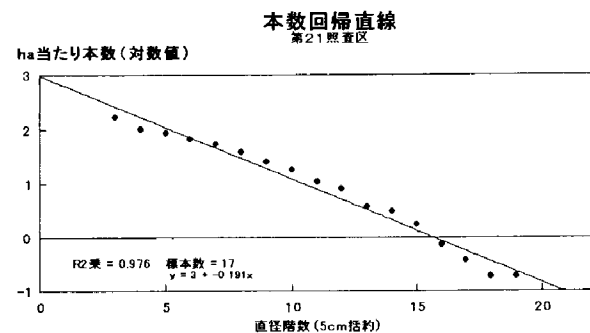


図-1 直径階別本数分配図

この直線式は、直径階数をX、本数をYとすると $\log(Y) = -aX + b \dots (1)$ と表せる。

今回、第V経理期完了に際して、全照査区について、経理期毎に伐採前、伐採後の本数回帰直線の相関係数を求めた。

2) 本数回帰直線とその活用

(1) 林分蓄積の算定

本数分配線が直線であると仮定すると、式(1)において、直径階 X_n の ha 当たり本数を Y_n 、その立木単材積を V_n (sv) とすると、 $Y_n = 10^{(a \cdot X_n + b)}$ となり、直径階 X_n の蓄積は $Y_n \cdot V_n$ となる。

それゆえ、林分全体の蓄積 V (sv/ha) は、

$$V = \sum (10^{(a \cdot X_n + b)} \cdot V_n) \dots (2)$$

となる(2)。

式(2)についても、今回全照査区の ha 当り林分蓄積を算定した。計算値と現実蓄積との関係は、図-2のとおりである。相関係数は0.980と極めて高い値であった。

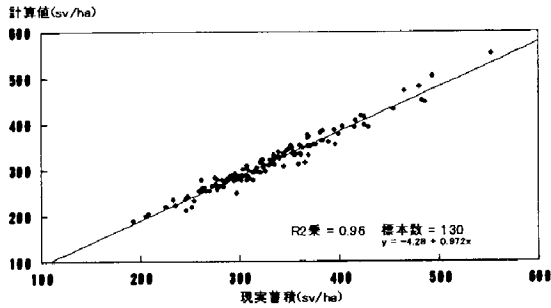


図-2 現実蓄積と計算値

(2) 期末蓄積の予測

ある森林を伐採した場合、期末(8年後)にはどのように森林に回復しているのかを知るため、期末蓄積を求めた。予測方法は、期末蓄積を目的変数とし、期首蓄積、伐採量、期首林分の本数回帰式の係数、切片を説明変数とする重回帰分析によることとした。なお、この重相関係数は0.950であった。

(3) 伐採量の算定

1本の直線が、ある林分の蓄積を表すとすると、2本の直線に挟まれた区間は、蓄積差を表すことになる。それゆえ、ある森林の直線①に対し、直線②を自由に選ぶこと(a, bの自由選択)により、図-4のように林分全体および直径階毎の伐採量が机上で予測できることになる。

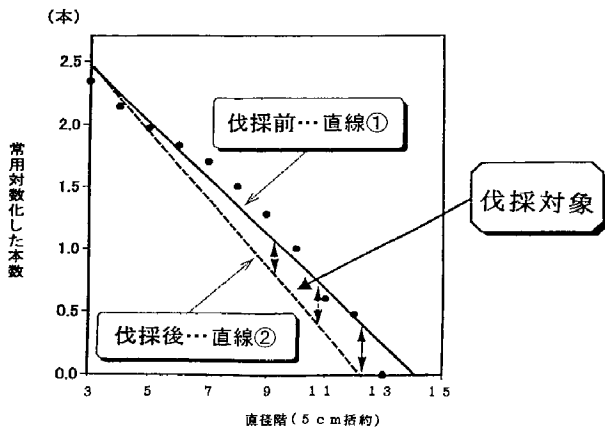


図-3 伐採量の算定

結果

検証結果は以下のとおりである。

1 直径階別本数分配線の特性

既往の115(計230)事例の成果では、相関係数の平均は0.981(標準偏差0.013)であったが、今回の検証結果では、130事例(計260事例)の平均は、0.979(標準偏差0.003)となり、相関係数はほぼ同じだが、標準偏差が1桁減少し精度の向上が図られた。

2 林分蓄積の算定

既往の成果では、相関係数は0.948であったが(1)、今回の検証結果では0.980となり、相当の精度の向上が

図られた。このことより、置戸試験林では、ha当たりの林分蓄積は、式(1)の定数a, bのみを変数とする関数として、高い精度で計算できることが確認できた。

3 期末蓄積の予測

求められた重回帰式は式(3)のとおりである。

$$Y = -135 + 0.764 x_1 - 0.967 x_2 + 822 x_3 + 154 x_4 \dots (3)$$

ただし、Y: 期末蓄積(sv/ha) x1: 期首蓄積(sv/ha) x2: 伐採量(sv/ha) x3: 係数(a) x4: 切片(b)

なお、この分析成果及び精度は、表-2のとおりである。

表-2 重回帰分析の精度

重回帰式	**:1%有意 * :5%有意					精度
	変数名	偏回帰係数	F値	T値	P値	
期首蓄積	0.764	101	10.1	0.000	**	決定係数 0.903
伐採量	-0.967	370	19.2	0.000	**	修正済 " 0.900
係数a1	-822	4.7	2.2	0.032	*	重相関係数 0.950
切片b1	154	8.2	2.9	0.005	**	修正済 " 0.949
定数項	-135	4.7	2.2	0.032	*	

分散分析表						
要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	判定
回帰変動	450805	4	112701	292	2E-62	**
誤差変動	48298	125	386			
全体変動	499103	129				

既往の成果では、重相関係数が0.936であったが(5)、今回の検証結果では0.950となり、各変数の寄与度はいづれも0.6前後と均衡し、分散分析も有意水準1%で棄却されるなど、式(3)は、極めて有効であることが確認できた。

考察

1 既往の成果の検証

第V経理期の完了に伴い、過去50年間の資料を駆使しての照査法の成果の検証結果は、何ら問題なく、むしろ精度の向上が図られた。

次に、照査法の成果の活用についてみる。

2 伐採率の向上

伐採率は、第I経理期の34%をピークに以後減少し、第VI経理期は14%と、当初の4割となっている。それゆえ、平成11年から伐採率を高める方策を、既往の成果を用いて努めてきた。最近8年間の伐採率の推移は図-4のとおりである。

伐採率(%)

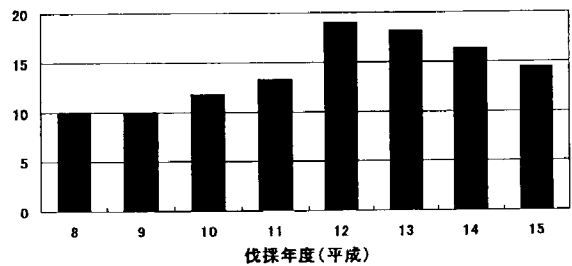


図-4 伐採率の推移

1) 選木効果(伐採率)は上がったか?

平成 11 年以降、選木方法の改善、伐採量の増大など森林施業の改善を図ってきたが、現在のところ思ったほどの成果がみられない。そこで効率的な蓄積管理を目指して、今回、新たに選木方法のシミュレーションを提案することとした。具体的には、期末蓄積が 340sv/ha 程度で、伐採量は 70 から 80sv/ha、伐採率は 25 % 前後を目安とし、しかも、伐採木の小径木比率が 1 割以下となるように設計し、机上にての選木方法を検討した。

2) 選木方法のシミュレート

ある林分(例えば第 26 照査区 第 VI 経理期の期首 348 sv/ha)の本数回帰式(1)の a (0.208), b (3.039)が求められると、これらの値を任意に変えることにより、表-3 のように、林分蓄積 (sv/ha) が自動的に計算される。

表-3 蓄積の早見表

蓄積早見表 (sv/ha)		係数 a 0.208			切片 b 3.039		
		切片 b の倍率					
係数 a の倍率		0.990	0.995	1.000	1.005	1.010	
0.95							
1.00	324	336	348				
1.05	273	283	293	303	314		
1.10	231	239	248	257	266		

これを基に表-4 は a, b の値をそれぞれ 5 %, 1 % 増やした場合の伐採量, 期末蓄積, 伐採率(%), 伐採量の径級別比率(%)を示したものである。

表-4 から、伐採 8 年後に期首蓄積 348sv/ha に復帰する選木方法は、期末蓄積が 356sv/ha となる a を 10 %, b を 1 % 増やした周辺にあることが予測される。しかも、伐採木の径級比をも考慮すると、増加幅を細かくし、これを繰り返すことにより最適の選木が可能となる。そこで、a を 12 %, b を 1.5 % 増やすと伐採量が 84 sv/ha となり、期末には、347sv/ha の蓄積に回復し、伐採量に占める小径材比率が 9 % となり、最大限の大径材主体の伐採予選を行うことができることになる。

表-4 選木方法のシミュレート

切片(b)の倍率	1.00			1.01			1.02		
	1.05	1.10	1.15	1.05	1.10	1.15	1.05	1.10	1.15
伐採量(sv/ha)	50	94	133	27	74	116	5	60	99
期末蓄積(sv/ha)	379	337	299	401	356	315	422	369	332
伐採率(%)	14	27	38	8	21	33	2	17	28
小径材比率(%)	13	13	13	4	10	11	-	4	9
中径材比率	33	33	33	33	33	32	-	28	33
大径材比率	54	54	54	62	57	56	-	68	59

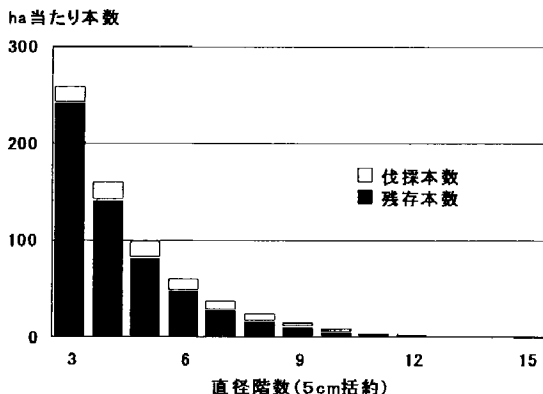


図-4 直径階別の本数伐採量

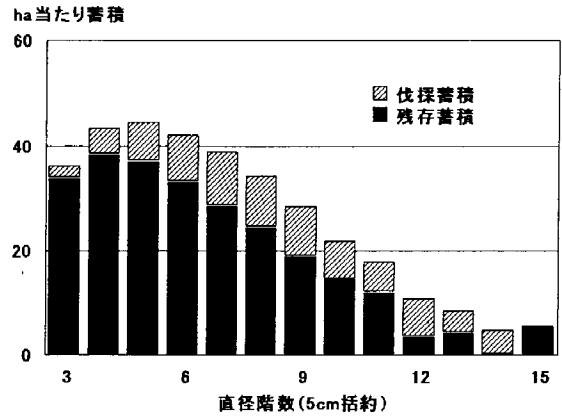


図-5 直径階別の材積伐採量

図-4, 5 に、a を 1.12 倍、b を 1.015 倍した場合の選木状況を示す。

このように、机上で図表を用いての選木方法のシミュレートが可能となる。

一方、現地では、このように検討を重ねて決定した直径階別伐採本数に基づき、樹冠配置、成長状況などを考慮しながら、伐採木を選定する。

なお、現地調査は、目標の伐採本数に達するまで選木を繰り返すことになる。

まとめ

- 1 第 V 経理期が完了し、新たなデータを加えて既往の成果を検証したところ、何ら問題なく、むしろ精度の向上が図られた。
- 2 置戸照査法試験林では、すべての森林が 1 本の直線(直径階別本数回帰直線)により管理が可能である。
- 3 今後の対策として、新たな選木方法のシミュレーションを提案し、これにより最近とみに低下している伐採率の向上を図り、照査法の目的を達成する。

謝辞

半世紀にわたり照査法を管理してこられた旧北見道有林管理センター、元北見林務署の先輩、同僚、現職の技術者の皆さんに厚く感謝を申し上げます。

引用文献

- (1) 青柳正英(2001)天然林施業と林分構造. 日本林学会北海道支部論文集 49:142-144
- (2) 青柳正英(2002)天然林施業と林分構造(II). 日本林学会北海道支部論文集 50:93
- (3) 青柳正英(2004)置戸照査法試験林に学ぶ. 日本林学会北海道支部論文集 52:162
- (4) 北海道林務部(1996)-設定40年記念-置戸照査法試験林の成果報告. 第V報(北見道有林管理センター)
- (5) 北海道水産林務部(1999)照査法試験林の施業経過と成長予測. 経営試験業務資料 No.45(北見道有林管理センター) 2-8