

置戸照査法試験林の施業経過（網走東部森づくりセンターの資料による）

2004 年 10 月 14 日作成（神崎康一）

1. 択伐林と照査法について

照査法は基本的に択伐法の一つの森林管理法である。照査法という森林管理法は、19 世紀にギュルノーが提唱し、1890 年以降、ビヨレイがスイス西部のヌーシャテル州の森林で実施に移したものである。

この方法は、従来の演繹的な森林管理法ではなく、毎回、毎木調査を行って森林の径級分布と成長量を査定し、その結果に基づいて次の収穫・施業計画を立て実行するタイプの、現状に基づいて行動を決める帰納法的方法である。ここでは、伐採は常に間伐であり、伐採は育林作業そのものである。ただし、照査法ではこれを間伐と呼ばずに主伐と呼ぶ。

照査法のやり方は以下のとおりである。

- 1) 全対象林を 6 ないし 10 のブロックに分け、毎年、1 ブロックずつ施業をおこなう。

したがって、6 年ないし 10 年で全対象林を一回りすることになる。

- 2) 樹木の計測は、5 cm 括約により、毎回同じ位置で胸高直径のみの計測をおこなう。

そのために、各樹木の胸高直径計測位置にはペンキなどでマークをつけておく。

- 3) 計測されたデータは、小径級（20 - 30 cm 級）、中径級（35-50 cm 級）、大径級（55cm 級以上）に分けて整理し、各級での成長量および成長率を計算する。これが成長量照査である。ここに 20 cm 級とは、20 cm を中心とした 5 cm 幅に属するものをさす。つまり、17.5 cm から 22.5 cm までのものを 20 cm 級と呼ぶ。

- 4) 樹高については計測しない。材積は、樹高に関係なく、同じ径級のものは同じ材積を持つものとする。これは通常の材積の概念とは異なるために、呼び方を立方メートルという呼び方ではなく、Silve(SV) スイルブと呼ぶ。表 1 に、ヌーシャテルで使われているスイルブ表を示す。

表 1 ヌーシャテル管理法

種類	直径(cm)	材積(sv)	最小	最大
副木	10	0.04746	7.5	12.5
	15	0.13554	12.5	17.5
小径木	20	0.26974	17.5	22.5
	25	0.45248	22.5	27.5
	30	0.68619	27.5	32.5
中径木	35	1.01602	32.5	37.5
	40	1.42884	37.5	42.5
	45	1.89764	42.5	47.5
	50	2.41874	47.5	52.5
大径木	55	2.98857	52.5	57.5
	60	3.60329	57.5	62.5

	65	4.25944	62.5	67.5
	70	4.95329	67.5	72.5
	75	5.68121	72.5	77.5
	80	6.43953	77.5	82.5
	85	7.22462	82.5	87.5
	90	8.0328	87.5	92.5
	95	8.86046	92.5	97.5
	100	9.70392	97.5	102.5
	105	10.55953	102.5	107.5

5) 成長量の計算は、樹木の生長による進級(径級が大きなクラスに成長すること)と伐採や枯損による消滅を考慮した表2のような方法でおこなわれる。表2は、参考文献4) 第9章 Die Kontrollmethode(山畑一善訳)からの写しである。

表2 照査法成長量計算表

表5 キュルノー・ピョレイ方式による径級別生長量計算 —クヴェー：6b林班；2.63ha—

径級	直径階 cm	期首蓄積 (1890年2月)		期末蓄積 (1895年3月)		伐採量 (1890~1895)		期末蓄積 + 伐採量		期首蓄積の生長量計算					
		期首蓄積 + 生長量		進級木		(6年間生長量 林班 (SV))		ha (SV))		年 ha 当たりの (SV))		%			
		本数	材積SV	本数	材積SV	本数	材積SV	本数	材積SV	本数	材積SV	本数	SV	本数	SV
大	85	1	7.22	1	7.22	—	—	1	7.22	1	7.22				
	75	—	—	2	11.36	1	5.68	3	17.04	3	17.04				
	70	3	14.86	5	24.77	1	4.95	6	29.72	6	29.72				
	65	10	42.59	11	46.85	—	—	11	46.85	11	46.85				
	60	16	57.65	13	46.84	3	7.21	15	54.05	15	54.05				
	55	21	62.76	27	80.69	3	8.97	30	89.66	15	44.83	15	44.83		
		51	185.08							51	199.71			14.63	5.56
中	50	40	96.75	32	77.40	3	7.26	35	84.66	15	44.83				
	45	55	104.37	66	125.25	11	20.87	77	146.12	35	84.66				
	40	82	117.16	69	98.59	11	15.72	80	114.31	77	146.12				
	35	115	116.84	117	118.87	26	26.42	143	145.29	80	114.31				
										85	86.35	58	58.93		
		292	435.12					292	476.28			41.16	15.85	2.61	1.58
小	30	188	129.00	142	97.44	40	27.45	182	124.89	58	58.93				
	25	219	99.09	199	90.04	60	27.15	259	117.19	182	124.89				
	20	215	57.99	215	57.99	25	6.75	240	64.74	259	117.19				
										123	33.18	117	31.56		
		622	286.08					622	334.19			48.11	18.29	3.05	2.79
		965	906.28	899	883.31	183	158.43	1082	1041.74	965	1010.18	期首の生長	103.90	39.50	6.59
										117	31.56	主木進級	31.56	12.00	2.00
										1082	1041.74	全生長量	135.46	51.50	8.59

Σ = 103.9
6x706.25

その他、進級年数などの計算もおこなう。

6) 収穫木選木の目標は、以上のような資料を基にして、択伐率を定めて、小径級対中径級対大径級の比率を 20:30:50 または 30:30:40 に導き、安定持続的に成長量に見合った以下のような目的を持って収穫をおこなうことである。

- できるだけ多量の木材を生産する。
- できるだけ小額の資源によって生産する。
- できるだけ価値ある木材を生産する。

この照査法はその後、多くの国々にこの思想は伝播しており、とくにドイツでは、その択伐林(Plentarwald)施業に大きな影響を受けている。それらについては、2004 年 10 月の現地調査によって、入手した二つの文献(筆者邦訳)を資料として添付する。

添付資料

- 1) 択伐林における目的にそった平衡曲線限定法
 - 2) 生産目的に沿ったトウヒ-モミの多年齢混交林および択伐林の施業決定支援ソフトについて
- いずれもバーデン・ヴュルテンベルク林業試験場、森林育林部 Ch.Yue et J.Klaedtke によるものである。

参考文献

- 1) Adolphe Gurnaud: Cahier d'Amenagement pour l'Application de la Methode par contenance, exposee sur la Foret des Eperons 1878
- 2) Henri Biolley : L'amenagement des forets par la methode experimentale et specialment la methode du controle 1920
- 3) Eberbach : Die Forsteinrichtung auf der Grundlage der Erfahrung und insbesondere das Kontrollverfahren 1923
- 4) Hermann Knueffel: Planung und Kontrolle im Forstbetrieb 1950
- 5) 佐藤弥太郎・岡崎文彬: 完訳「照査法」 1953
- 6) 山畑一善 「照査法」 1986

2. 置戸照査法試験林

わが国においては、佐藤、岡崎の両氏によって伝えられ、岡崎博士の指導により、昭和 30 年北海道有林北見管内の置戸道有林内に照査法試験林が設定された。

ここで、置戸試験林の概要を良く伝えている以下の資料を提示する。

置戸照査法試験林

網走東部森づくりセンター

1. 試験の目的

本試験林設定の目的は、トドマツを主とする天然生針広混交林において、照査法による

森林經理を適用して、恒続的に最高の生産力を発揮しうる林分構成を有する森林に導くことにある。したがって、照査法の施業目標として、ビヨレイが掲げている次の3項目を本試験林においても施業目標としている。

- できるだけ多量の木材を生産する。
- できるだけ小額の資源によって生産する。
- できるだけ価値ある木材を生産する。

2. 試験林の概要

(1) 所在地 北海道常呂郡置戸町 北海道有林網走東部管理区 22 林班 41 小班

(2) 面積 78.65 ha (施業区面積 67.72ha、対照区面積 8.99ha)

(3) 設定年 昭和30年

(4) 地況

北緯 43°40'、東経 143°36'、オホーツク海岸より南西に約 84km 内陸部に位置する。海拔高 260-450m、一般的に北西向きの緩傾斜台地をなしている。亜寒帯に属し、年平均気温約 5.1℃、寒暖の差が著しく大陸性気候を呈する。年降水量 790 mm。地質は輝石安山岩で土壌は全般に深く黒褐色の埴壌土で火山灰を堆積する。土壌型は Bd 型がもっとも多く、一部に Bb, Be および岩石地が介在する。

(5) 林況

主な樹種として、トドマツ、エゾマツの針葉樹に、シナノキ、イタヤ、ミズナラ、センノキ等の広葉樹を混交する針広混交の複層林で一部に植栽による単層林が介在する。北部は広葉樹の歩合が多く、南部に針葉樹が多い。林木の形質は、試験林設定後6回の主伐の結果良好なものが多い。林床植生は、一般的にクマイザサが優占し、マイヅルソウ、フッキソウが恒常的に見られる。

3. 試験設計

(1) 沿革

昭和30年9月に私権林を設定、昭和31年度より蓄積測定と施業を開始。

(2) 森林区画

試験林内を26個の照査区に区画し、照査区毎に蓄積經理を行う。このうち、施業を行わない二つの照査区(7、21 照査区)を比較対照区とする。

(3) 森林經理等の方法

經理期を8年とし、試験林の施業面積の約8分の1ずつを毎年の伐採対象面積として伐採事業を継続する。

蓄積調査等は、伐採の編入年度に胸高直径のみを測定する全林毎木調査を行い、照査区毎に蓄積、成長量、枯損量等を算定する。

4．試験結果

蓄積及び本数の変化

平成 15 年度までに蓄積調査を 6 回行った。施業区では、第 経理期期首と第 経理期期首を比較すると、本数で 132%、蓄積で 113%に増加した。針葉樹比率（蓄積）では当初 53%であったが、第 - 第 経理期ではほぼ 61%で安定してきている。

対照区では、本数で 135%、蓄積で 162%に増加している。針葉樹比率（蓄積）では当初の 48%から 52%へと若干増加している。

5．その他

（１）試験林の造材業者

・昭和 30 - 45 年度	道有林野直営事業により実施
・昭和 46 年度	藤内産業株式会社により実施
・昭和 47 - 52 年度	造材業者の記録がないため実施体不明
・昭和 53 - 平成 6 年度	藤内産業株式会社により実施
・平成 7 - 平成 13 年度	置戸地区林産協同組合により実施
・平成 14 - 15 年度	北農木材工業株式会社により実施
・平成 16 年度	10 月頃立木販売予定、平成 17 年 2 - 3 月北農木材工業株式会社により造材実施予定

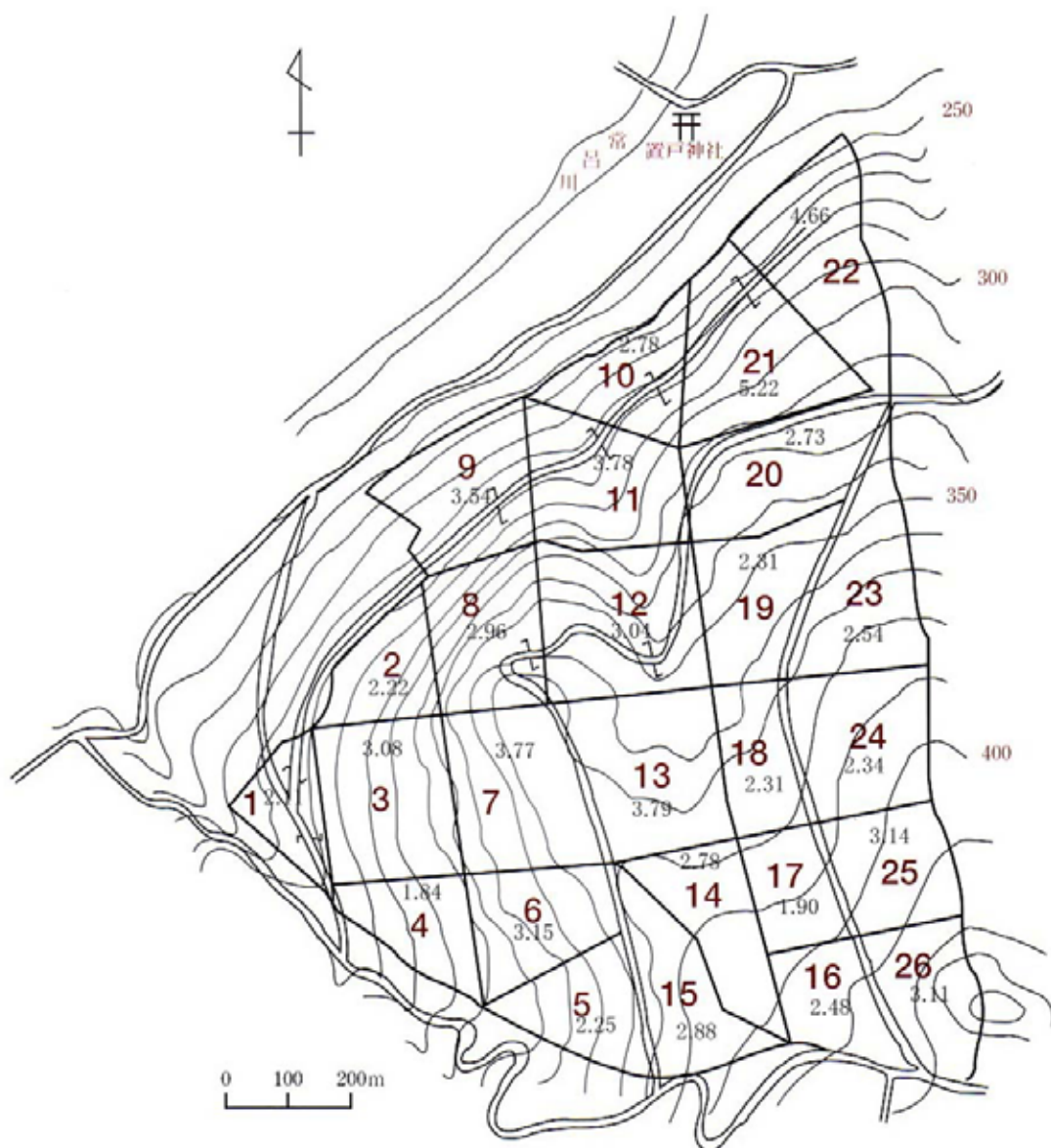
（２）造材方法

- ・昭和 54 年度までは馬搬集材を行う。
- ・昭和 55 年度以降ブルドーザ使用の単幹集材で実施している。

設定された照査区は、図 - 1 のとおりである。各照査区内の数値は面積（ha）である。

開設以後、現在（平成 16 年、西暦 2004 年）まで、北海道有林によって、照査法による施業が続けられてきた。現在までの 48 年間に及ぶ照査法データは全て公開されており、関係者によって、データ整理のためのエクセル表も整備されている。これらは、わが国林業界の経営資料としてきわめて重要なものである。この資料の示すところは、わが国の今後の林業経営に多くの示唆を与えてくれているものと考えられる。

すでに皆伐造林方式の施業が経済的に不可能と言えるような状態にあると言われるスギ、ヒノキ人工林にもこの照査法を適用拡大することができれば、わが国森林施業の一つのあり方を見つけることができるのではないかと考える。また、従来言われてきた林学と林業の乖離現象を正すことにも期待ができる。



(注) 7及び21照査区は対照区である

図 - 1 置戸照査法試験林の照査区設定

2. 照査法経理の目標

この経理法の目標は、先の資料と重複するが、持続的に森林生産を行うことであり、その内容は、

- できるだけ多量の木材を生産する。

- できるだけ小額の資源によって生産する。
- できるだけ価値ある木材を生産する。

ということである。

この目標を実現するために、小径級（20 - 30 cm級）30%、中径級（35 - 50 cm級）30%、大径級（55 cm級以上）40%程度の林に誘導し維持することが、間伐選木の目標とされる。ただし、置戸照査法試験林では、15cm 級から上を主木としている。

また、生産の持続性を維持するためには、20 cm級以下の副木（20 cm級以上のものを主木と呼ぶ）を含めた全林の径級構成が次の指数分布式に類したものである必要がある。

$$Y = m \times \exp(-nX)$$

ここに X は径級階、Y は各径級階の本数、m,n は定数

したがって、その林相は、吉野スギ林のような単一樹種の大径木が林立する美林と呼ばれるようなものではなく、多数の樹種が交じり合い、小径の木ほど数が多い雑多な印象の林となる。その様子を以下の2枚の写真で示す。



写真 - 1 置戸照査法試験林の林相(第6 照査区)

3．伐採量と蓄積

置戸照査法試験林では、26 個の照査区が設け、そのうちの24 個の照査区を施業区とし、あとの二つ（7 および 21 照査区）を対照区とした。回帰年を8 年とし、毎年、3 個の照査区を施業対象としている。この8 年間を1 経理期とする。毎木調査と伐採が24 個の照査区を一回りするのに8 年かかる。第1 経理期の8 年目に調査・伐採される照査区は16 年目にやっと2 回目の調査を行われるので、16 年目の終わりに、全ての照査区について第1 経理期が終わる。第1 経理期は、9 年目から始まっているが、その終了は24 年目の終わりである。したがって、1956 年から2,003 年までの48 年間で、5 回の経理期を終えたことになる。

この間の蓄積と累積伐採量を示すと、図 - 2 のようになる。

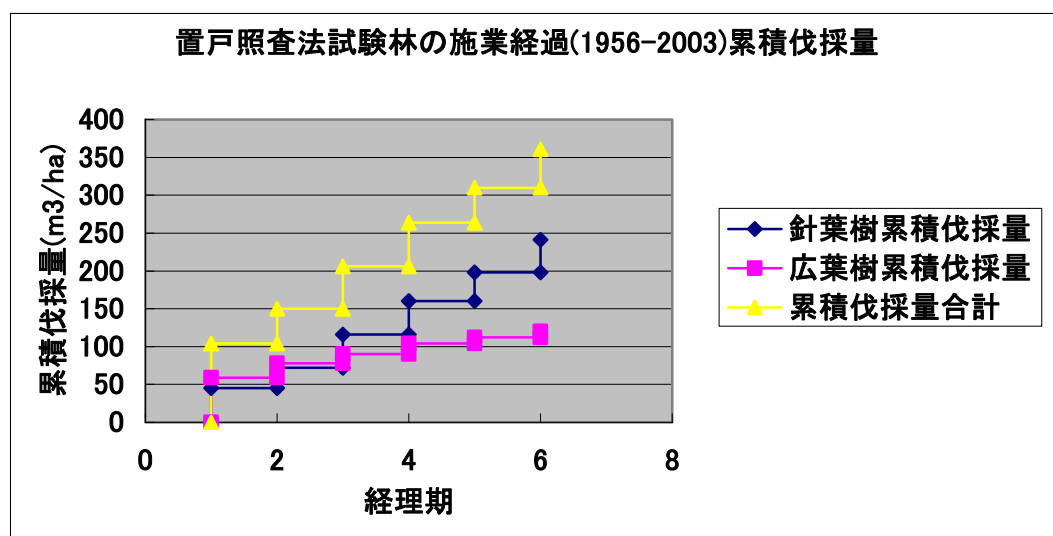
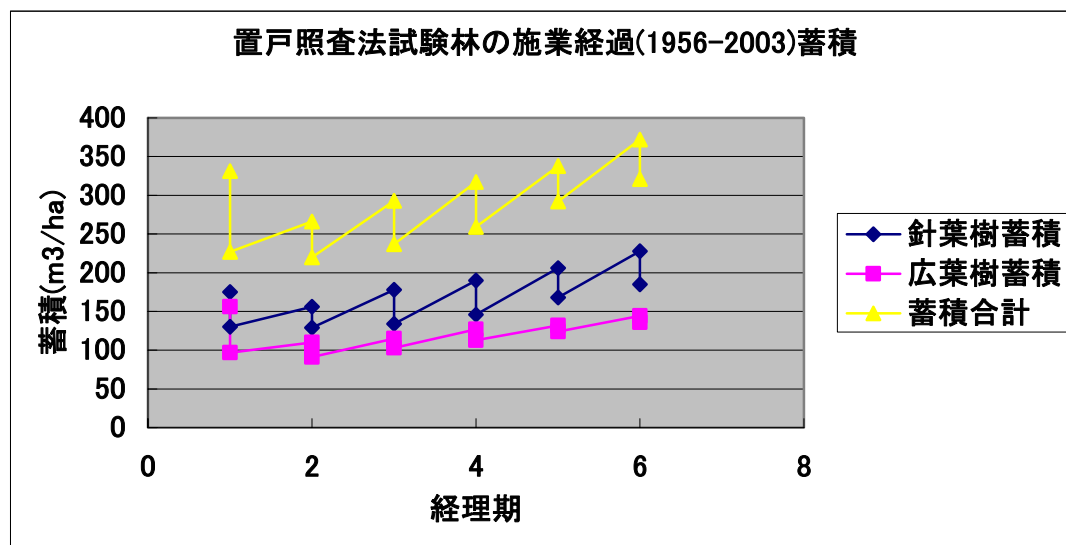


図 - 2 置戸照査法試験林全体の蓄積および累積伐採量(1955-2003)

上図は蓄積の経過を、下図は累積伐採量を示す。

蓄積は第 経理期の伐採量が多く、蓄積を減らしたが、第 経理期の終わりには元の蓄積まで回復している。この間の累積伐採量は、当初の蓄積量と同じ位の量に達している。

4 . 成長量と成長率

つぎに施業区全体の ha あたり年平均成長量と年平均成長率についてみると図 - 3、図 - 4 のようになる。

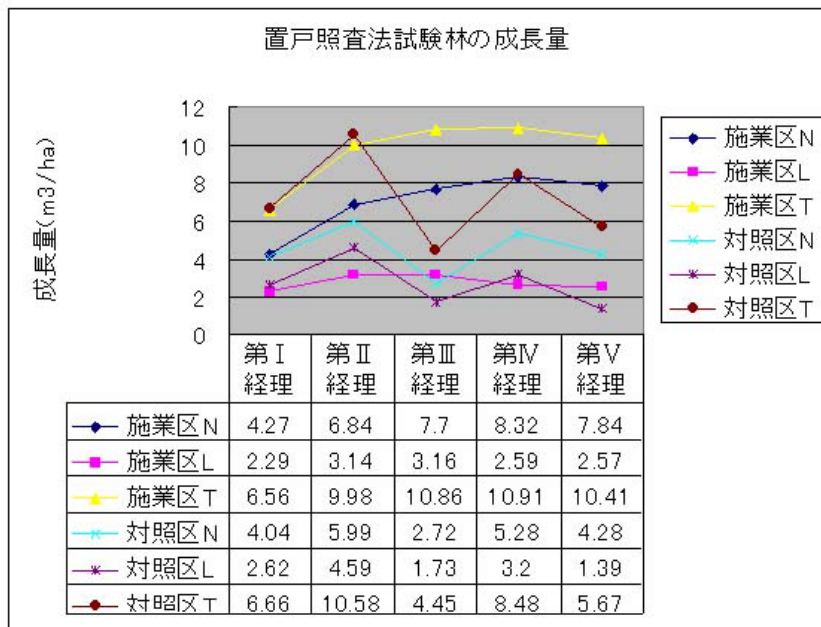


図 - 3 各経理期の ha あたり平均成長量

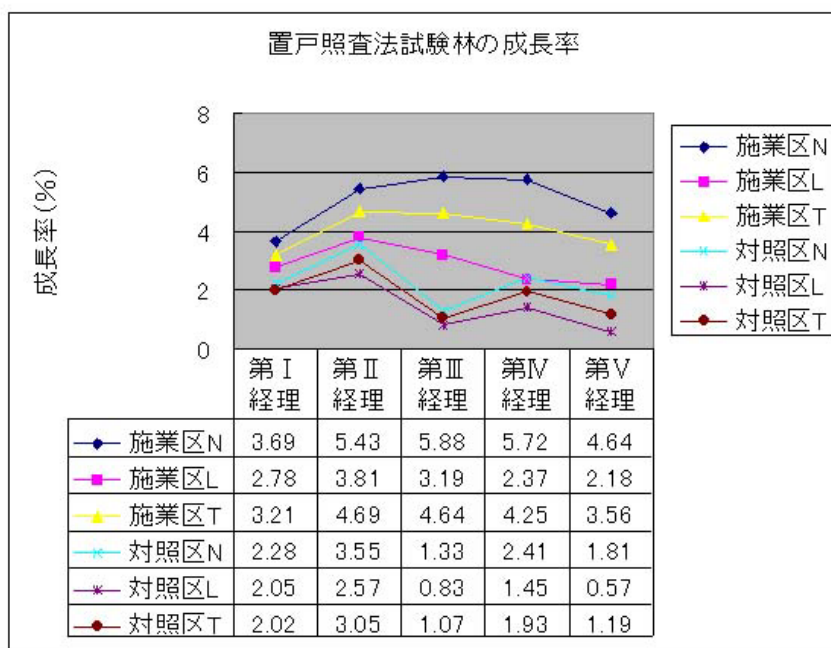


図 - 4 各経理期の平均成長率

対照区の成長量は大きいですが、成長率は施業区に較べて小さくなっていることが分かる。

5 . 立木売り払い（量、売上高、単価）

伐採選木された木は立木売り払いされる。試験林管理者の管理範囲は立木売り払いまでである。立木売り払い量と売上高のデータを施業林の単位面積あたりで示すと図 - 5、図 -

6 の通りである。古いデータがないので、昭和 6 3 年以降のものである。

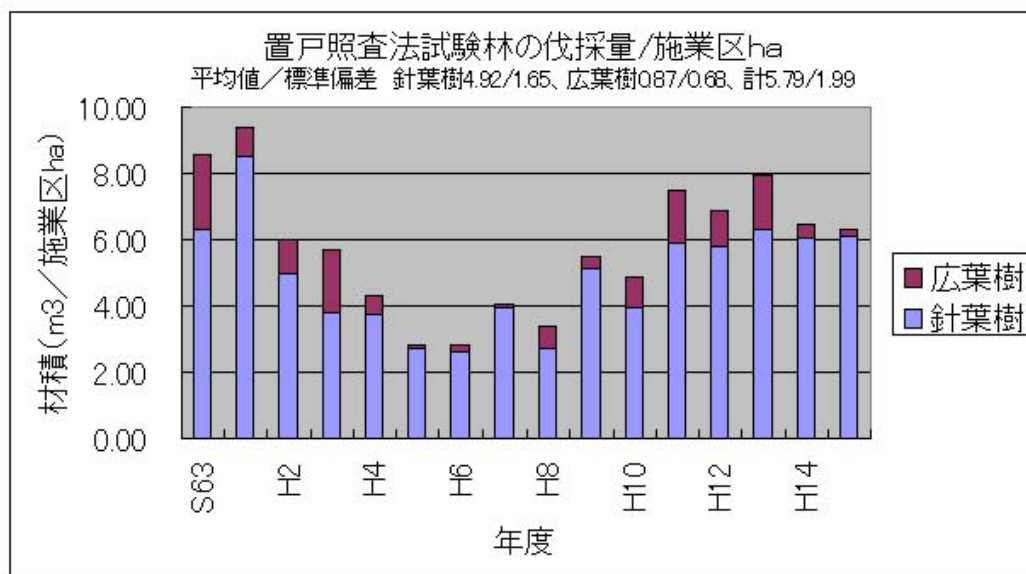


図 - 5 昭和 6 3 年以降の立木売り払い量

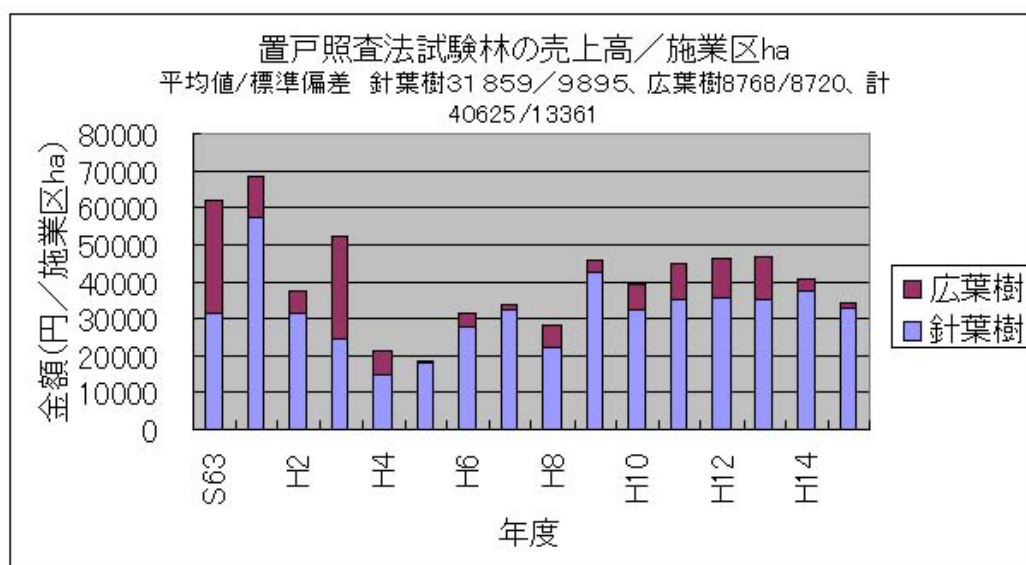


図 - 6 昭和 6 3 年以降の売上高

なお、このデータから、立木単価を計算すると、図 - 7 のようになる。

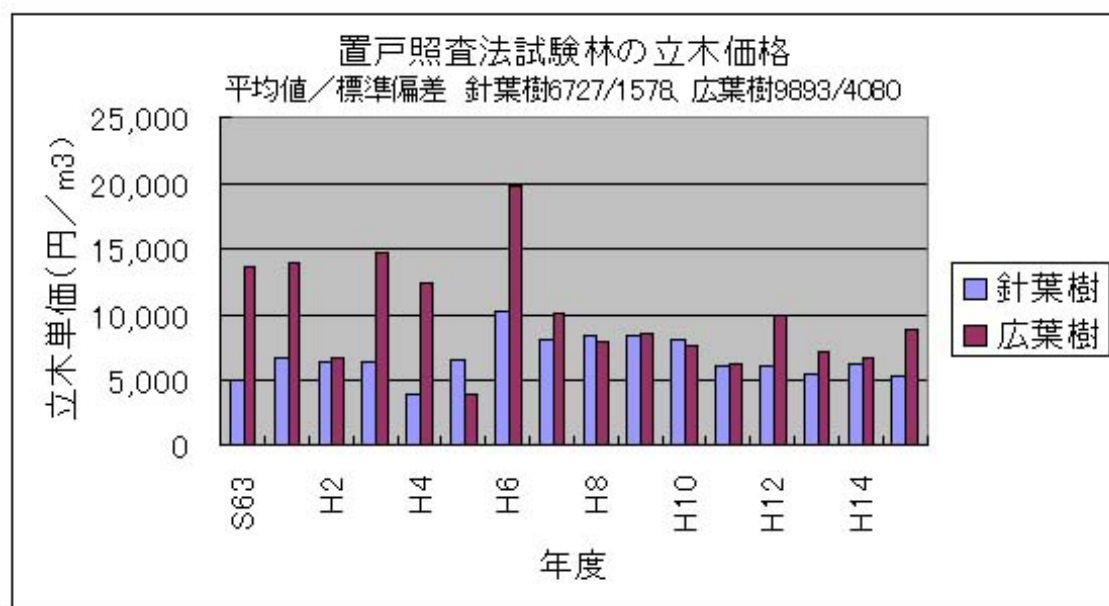


図 - 7 昭和63年以降の立木売り単価

6. 路網

試験林の経営基盤として、図 - 1 に示されるように、試験林に到達するための林道、林内の3本の経営道および歩道がある。経営道まではトラックが入る。

素材業者の木材搬出は、馬搬またはブルドーザにより単木引きにより経営道まで引き出し、経営道上で造材、トラック積みさるものと思われる。

写真 - 2 切り株、ブルドーザ引き出し路、経営道



この路網を維持するために掛かった費用は、試験林では施設費として計上している(図 - 8)。この費用は総額で示してある。

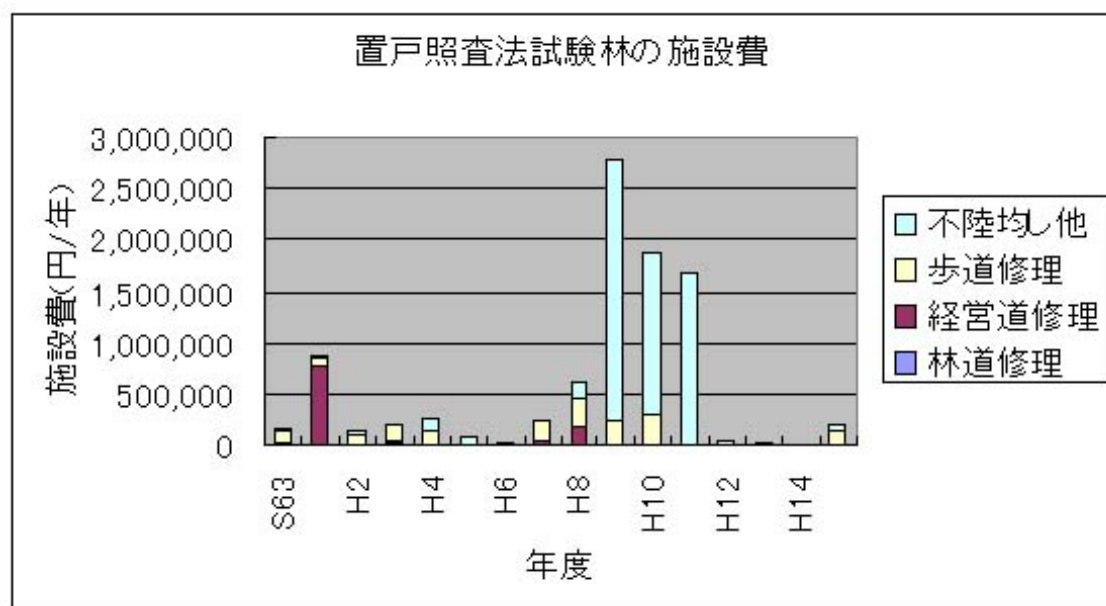


図 - 8 路網維持費用

平成9,10,11年に不陸均しが集中的に行われている。

7. 計測および植栽

毎年、3照査区ずつ毎木調査、伐採選木が行われるほか、進級木調査・十字補修が行われる。進級木とは、15 cm級以下の副木から15 cm級の主木に上がった木である。これに胸高直径を測る位置に十字印をつけ、進級した経理期を判別する印をつける。

計測の費用は図 - 9 のようになっている。

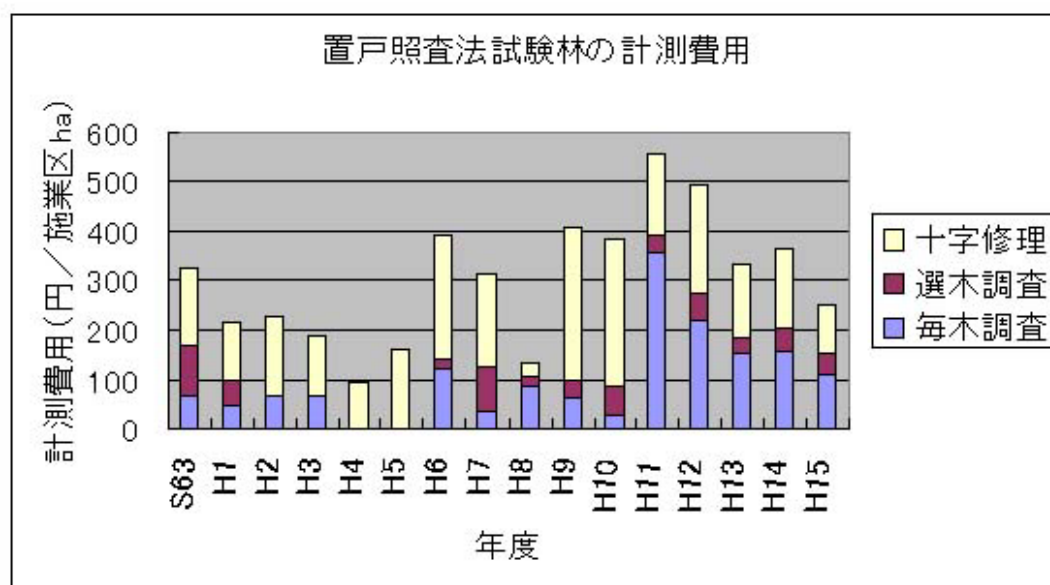


図 - 9 計測費用

また、伐採によって穴のあいた林地の更新はすべて天然更新というわけにはゆかないので植林も行われる。経理期ごとの植栽量は図 - 10 のようになっている。

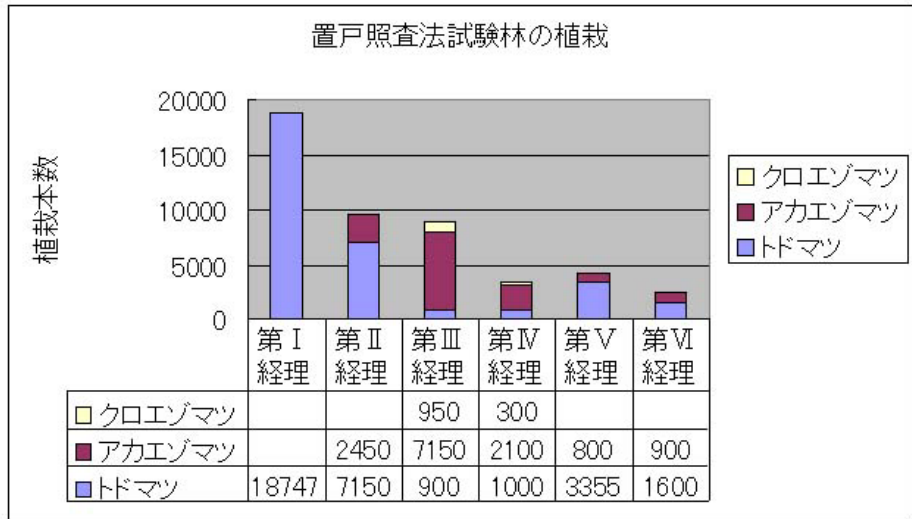


図 - 10 経理期毎の植栽本数



写真 - 3 植栽地

以上の費用を合わせたものを施業区の単位面積あたりで示すと図 - 11 のようになる。

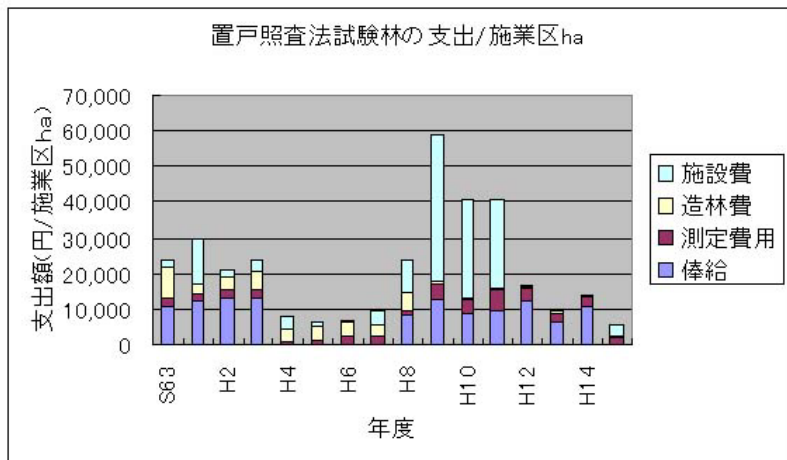


図 - 11 置戸照査法試験林の支出

8．置戸照査法試験林の収支

以上の売上と支出のデータをあわせて、この試験林の収支を比較してみると、図 - 12 のようになる。1988 年(昭和 63 年)から 2003 年(平成 15 年)の間の施業区の単位面積(ha)に対する収支である。

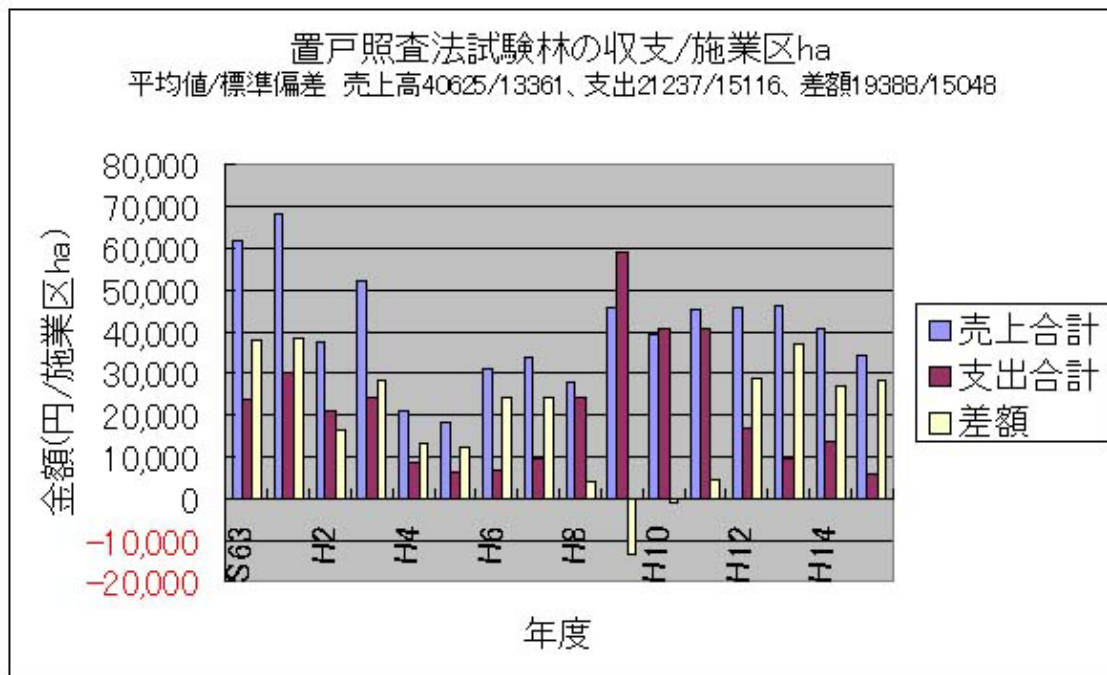


図 - 12 置戸照査法試験林の ha あたり収支(1992-2003 年)

この図から、置戸照査法試験林では、平成 9、10、11 年を除いて、収支バランスは取れていることが分かる。収支状態の悪い 3 年間については、図 - 8 から、道の不陸均しに大きな出費があったことによっていることが示されている。

9．出材の種類

森林管理者の責任範囲が立木売りで終わることを先に述べたが、森づくりセンターでは、立木売りされた材の利用形態別出材量データを取っている。このデータを示すと、以下に示す二つの図のようになる。全施業区の単位面積(ha)あたりで示した。

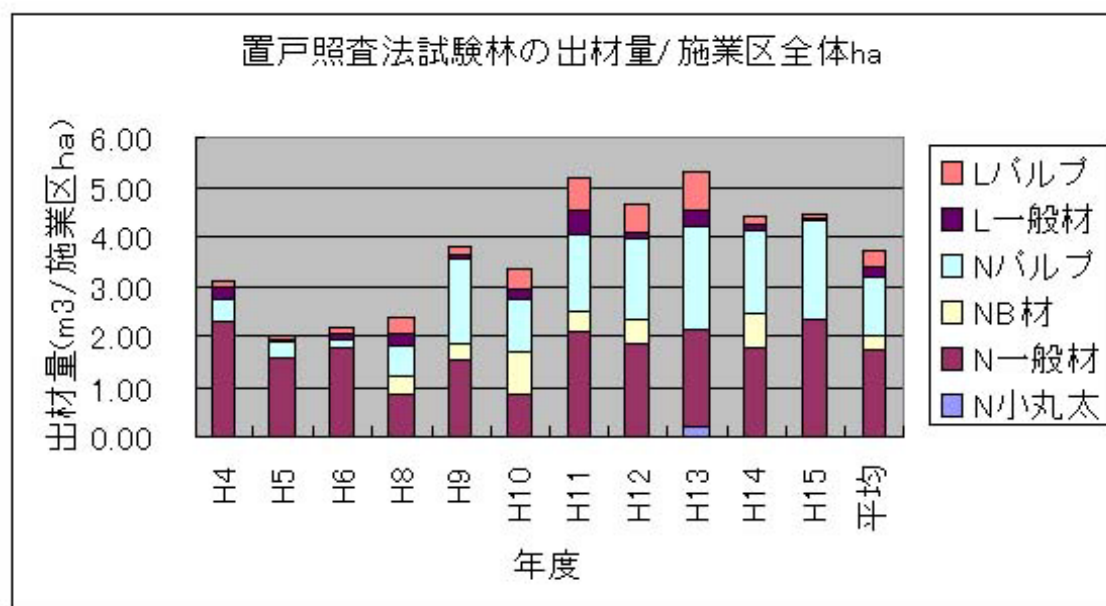


図 - 13 置戸照査法試験林の材種別出材量

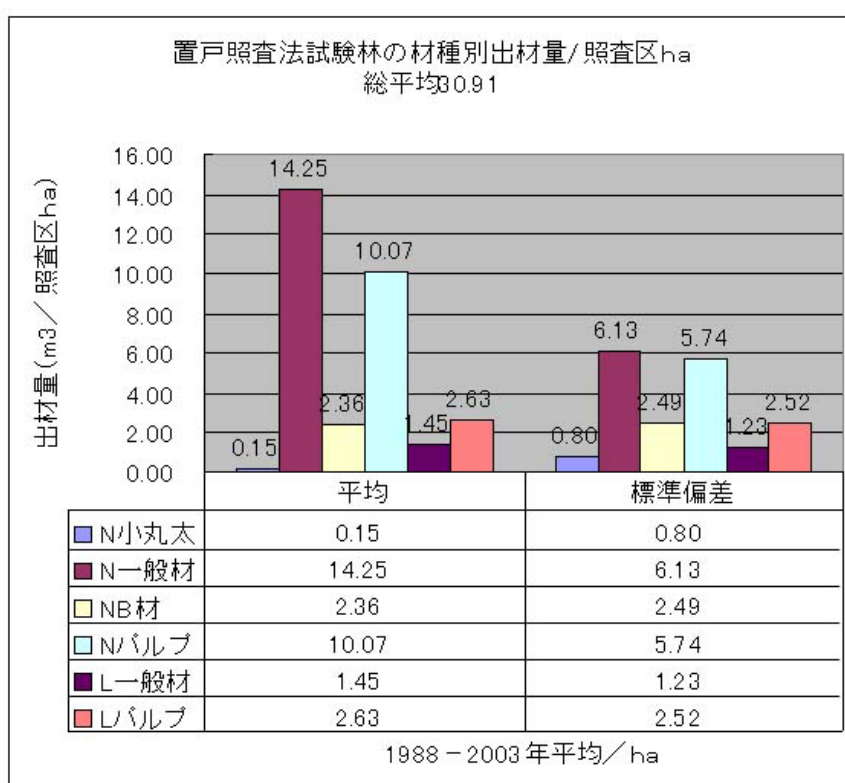


図 - 14 置戸照査法試験林の年度別出材量

この出材量は、照査区毎、年度ごとの変化が大きいので、平均値とともに標準偏差も示し、数値データを記載した。パーセンテージで示すと、図 - 15 のようになる。

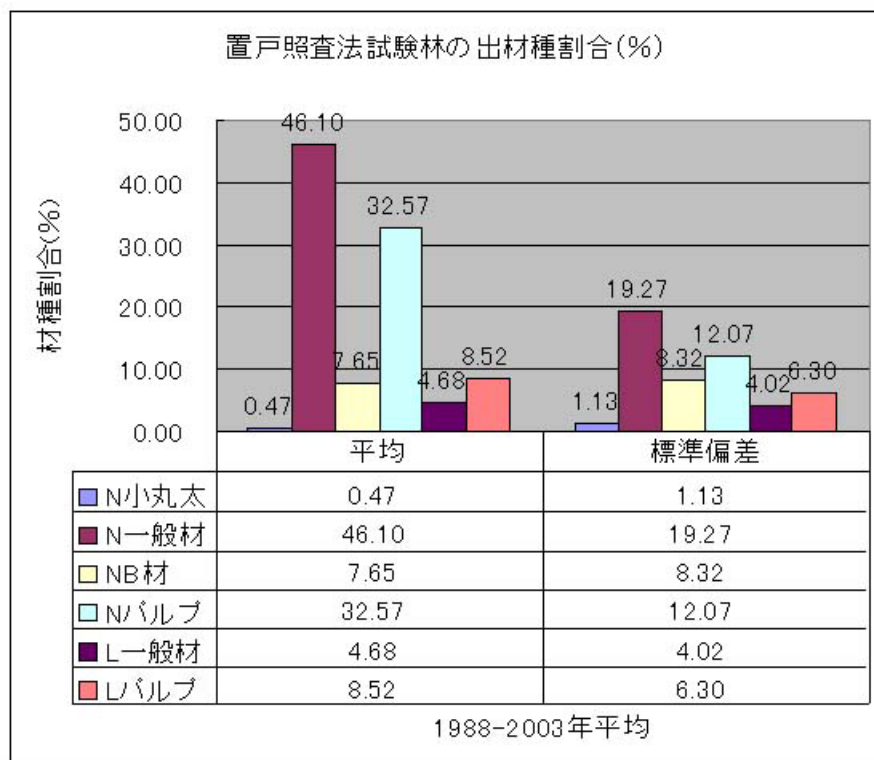


図 - 15 置戸照査法試験林の出材量(材種別パーセンテージ)

10. 出材量対選木材積

平成4年以降の先の出材量データをそれぞれの照査区選木量SVで割って、出材量/SVを求めた。この値は、とくに針葉樹、広葉樹の選木量や出材材種とも相関関係を持たなかった。ヒストグラムを示すと、図-16 のようになる。

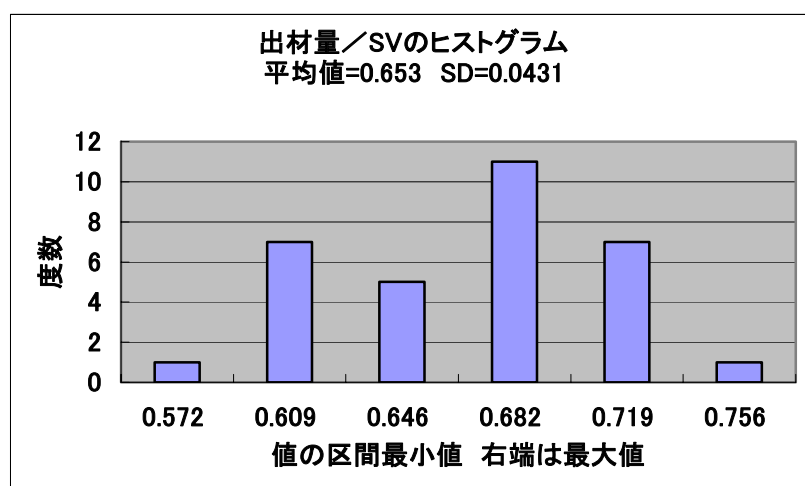


図-16 出材量/選木材積(m³/SV) (1992-2003)

11. トドマツの問題

照査法では、大径木の割合を増加させることに大きな目標の一つがある。ところが、北海道植生の基本的な樹木であるトドマツは凍裂に弱い等の原因で 40 cm 級以上になるとほとんどの場合根元に腐れが入り、年々これが広がるので、材質が次第に悪化し、遂にはバルブ材としても利用できなくなり、全く商品価値を失ってしまう。



写真 - 4 風倒トドマツ (2004/9/28 撮影)

写真 - 4 は 2004 年の 18 号台風で倒されたトドマツであるが、このように根元に近い腐れから折れるケースがほとんどである。エゾマツにもその傾向があると言われる。したがって、樹種によって、伐採適期を選ぶ必要がある。

カラマツ、ミズナラなどにはその傾向はない。

12. 青柳理論

現在、照査法試験林の伐採選木について、青柳理論が用いられている。

ここに、簡単に青柳正英による理論の紹介をする。

先に書いた式で対数を取ると、

$$\text{Log} Y = -aX + b$$

ここに X を 5 cm 括約の直径階とし、 Y をその直径階の本数とする。 a, b は定数。

の形にできる。 Log は 10 の対数である。

青柳は、置戸試験林のデータにより、式が伐採前（期首計測値）伐採後のいずれの場合にもきわめて高い適合性のあることを見出し、この直線を本数分配線と呼んだ。

それゆえに、式は二つの定数 a と b によって決まると考えることができるので、伐採前の定数を a_1, b_1 、伐採後のそれを a_2, b_2 として、直径階 X の伐採本数 Y' を、

$$k = (a_2 - a_1) X + (b_1 - b_2)$$

として、

$$Y' = Y (1 - 10^{(-k)})$$

ここでは、 Y を伐採前の直径階 X の本数とする。

で表すことができる。

また、青柳は試験林の平成 10 年までの計測値を使って、

期末蓄積 V (m³/ha) 期首蓄積 V_1 (m³/ha)、伐採量 V_2 (m³/ha)、期首の本数分配

線の定数 a_1, b_1 として、

$$V = 29.2 + 0.963 V_1 - 1.05 V_2 + 190 a_1 + 7.10 b_1$$

の重回帰式が重相関係数 0.94 であることを算出した。

照査法では、樹高情報は省略して、直径階ごとに、一本あたりの材積を決めている。つまり、同じ直径階に属する木は同じ材積を持つものとする。ただ、これは従来の材積とは違うので、この単位を立方メートルと呼ばずに、Silve(スिल्ブ)と呼んでいる。略号は sv である。したがって、照査法の蓄積は各直径階の本数に直径階の sv を掛けて求められる。

式の蓄積も全て sv での蓄積である。式の伐採量は 式に sv を掛けて求められるから、伐採後の定数 a_2, b_2 を決めれば、各直径階の選木本数を算出できる。また、同時に、式で期末蓄積 V の推定が可能である。

以上関係を使って、 a_1, b_1 が決まっているとき、伐採後蓄積 $250sv$ 、期末蓄積 $350sv$ 程度になるように a_2, b_2 を決めるのが最良であるとしている。

13. 置戸照査法試験林の伐出作業

照査法林の伐採は基本的に択伐抜き切りである。ここ数年、置戸照査法試験林の伐採は北農木材工業株式会社によって行われている。同社のデータを示すとつぎのようになる。

1) 作業仕組

山頭（現場代理人）	1 名	
伐木造材	2 名	チェーンソー
トラクタ集材	3 名	コマツ D31AM-18 (¥9,500,000) コマツ D31AM コマツ D31AM-20---借料 ¥22000/日
玉切り	1 名	チェーンソー
計測	1 名	
機械巻き立て	1 名	グラップル コマツ PC120(¥10,500,000)
トラック運材	1 名	
計	10 名	

その他に ハーベスタ(PC120 ¥10,000,000, FMG746B ¥14,000,000 径 56cm まで)があるが、照査法林では残存木保護のため全木集材は行われないので使用していない。

なお、トラクタのうち一台は個人持ちのもので借料が支払われている。

2) 職種別賃金

伐木手（チェーンソー持ち）	¥17,000
採材造材手（チェーンソー持ち）	¥18,000
トラクタ運転手	¥13,000--¥14,000

グラップル運転手	¥13,500
計測手	¥9,000
山頭（月給制）	¥250,000

3月、4月は休みで、10ヶ月雇用

3)生産実績

2003年	10800m ³	
2004年	11500m ³	売上¥111,450,000 平均単価¥9691.3

4)生産費用

時間費用（人件費＋機械費）¥30360 / 人工

ゆえに生産コストは $\text{¥}30360 / 5.76 = \text{¥}5271 / \text{m}^3$ である。

このうち、機械費は燃料消費量、修理費など詳細なデータを入手することが困難なのでサムセットの簡易式によって求めたものである。人件費にかかる労災保険、社会保険、厚生年金等の掛け金は、9名全体について年額で、賃金の約11%である。上の時間費用には、9名全員の賃金と保険料等を含んでいる。

5)労働時間

人数9名うち現場7名

5 - 10月 7時間半

11 - 2月 7時間

総人工数 1996 人工

生産性 $5.76\text{m}^3 / \text{人工}$ 売上生産性 $\text{¥}55837 / \text{人工}$ と計算される。

6)間伐工期 - 天然林

出来高 $35\text{m}^3 / \text{日}$

生産性 $3.8\text{m}^3 / \text{人工}$

故に生産コストは $\text{¥}30360 / 3.8 = \text{¥}7989.5 / \text{m}^3$

7)持ち山

占冠 72ha、日高 72ha、置戸 30ha

14. 伐出作業のデータ

平成17年1月7日-23日の間に、第1、第2および第3照査区の伐採が実施された。1月19日に伐出作業調査を実施した結果、以下のデータを得た。

1) 各作業の工期と費用構成

作業の順序は、

伐倒作業(チェーンソー) 枝払い・玉切り(チェーンソー) 荷掛け トラクタ集材 土場処理 トラック運材

である。

土場までの作業の工期は次の通りである。

伐倒作業

立木 1 本あたり伐倒作業時間(秒) = $2.5 \times (\text{胸高直径cm}) + 336 \pm 33.7$



写真-5 伐倒作業

枝払い・玉切り作業

立木 1 本あたり枝払い・玉切り作業時間(秒) = $9.714 \times (\text{胸高直径cm}) \pm 91.1$



写真-6 造材作業

トラクタ荷掛け作業

立木 1 本あたり荷掛け作業時間(秒) = $105 \text{ 秒/本} \pm 141.1$



写真-7 荷掛け作業

トラクタ運搬作業

トラクター荷あたり(2.5 SV とする)運搬時間(秒) = $1.2425 \times (\text{運搬距離 m}) \pm 55.5$



写真-8 トラクタ搬出作業

トラクタ荷はずし作業

トラクタ荷はずし作業時間(秒) = $58.5 \text{ 秒/一荷}(2.5\text{m}^3) \pm 6.9$



写真-9 トラクタ荷はずし作業

トラクタ帰り時間

トラクタ空走行時間(秒) = $1.085 \times (\text{運搬距離 m})$

土場作業時間

土場作業は、計測手 1 名、チェーンソー持ち造材手 1 名およびグラップルの構成で、作業時間は、トラクタ集材作業の始まりから終了までとする。



写真-10 土場作業

コスト構成は、北農木材工業株式会社のデータから
伐木造材作業

チェーンソー持ち伐木造材手 2 名 各 ¥2833/時

トラクタ集材作業

トラクタ集材手 2 名 + トラクタ 2 台 各(人件費¥2250 + 機械費¥3329)/時

トラクタ集材手 1 名 + 借り上げトラクタ 1 台 各(人件費¥2250 + 機械費¥3667)/時

土場作業

計測手 1 名 + 玉切り手 1 名(チェーンソー持ち) + グラップル 1 台(運転手 1 名)

人件費(¥1500+¥3000+¥2250)/時 + 機械費¥3667/時

のようになる。

平成 4 年以後の出材量データのある照査区について、求めた結果は表 3 の通りである。ただし、搬出距離は、到達道路と林内道路の分疑点付に土場を設定するものとして、図上で計った距離である。

表 3 第 4 経理期および第 5 経理期の伐出量と費用(1992-2003)

		単位	最大	最小	平均	標準偏差
基本情報	面積	ha	4.660	1.840	2.813	0.688
	平均距離	m	1000	70	329	199
	期首蓄積	SV/ha	482.956	296.878	367.520	41.196
	係数 α 1		-0.179	-0.279	-0.228	0.023
	切片 β 1		3.445	2.906	3.175	0.149
対実施面積	選木 SV/ha	SV/ha	99.505	19.964	47.331	16.770
	出材量/ha	m ³ /ha	58.851	13.761	30.936	10.766
	出材量/SV	m ³ /SV	0.756	0.572	0.653	0.043
予測量	期末蓄積	SV/ha	466.402	357.699	399.197	31.260
本計測	期末蓄積	SV/ha	482.956	360.1371	390.3695	36.69116
費用/m ³	伐倒造材費	¥/m ³	¥1,594	¥944	¥1,259	¥177
	搬出費	¥/m ³	¥2,781	¥704	¥1,390	¥470
	土場費用	¥/m ³	¥1,696	¥429	¥848	¥287
	費用合計	¥/m ³	¥5,570	¥2,242	¥3,496	¥817
生産性	出来高/人工	m ³ /人工	9.394	4.402	6.702	1.390

この計算結果を用いて、搬出距離と伐出費用合計の関係を図示すると、図-17 のようになる。搬出時間の計算の仕方から、直線関係は当然であるが、表 3 では見えない搬出距離の広がり示すことができる。

この図から次のような提案ができるだろう。

道路分岐点のみの土場設定では、図に示されるような搬出距離の大きな照査区も出てくるために、土場方式ではなく、道路端トラック積みなどの方式により、搬出距離を短縮するなど、道路をもっと効果的に利用する工夫もあってよいと思われる。

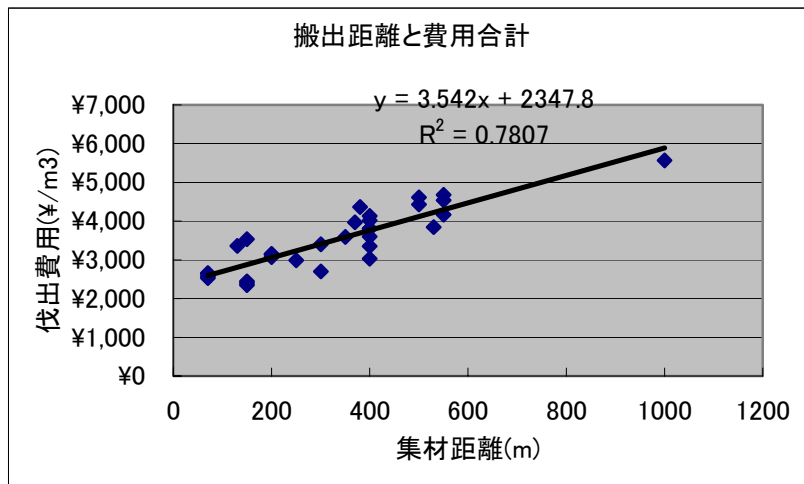


図-17 搬出距離と伐出費用合計

また、径級と搬出コストを対比させると、図-18 のような結果になる。もっとも、実際には、大径のものと小径のものは一緒に搬出されるのが、普通なので、小径のもののみを持ち出すようなケースは存在しないが、参考までに掲げておく。ただし、小径木の場合、複数本の立木を集めて 2.5 SV のトラクタ荷をつくることを仮定し、立木 1 本あたりの荷掛け・荷はずし時間が、材の大小に係わらず一定としている。

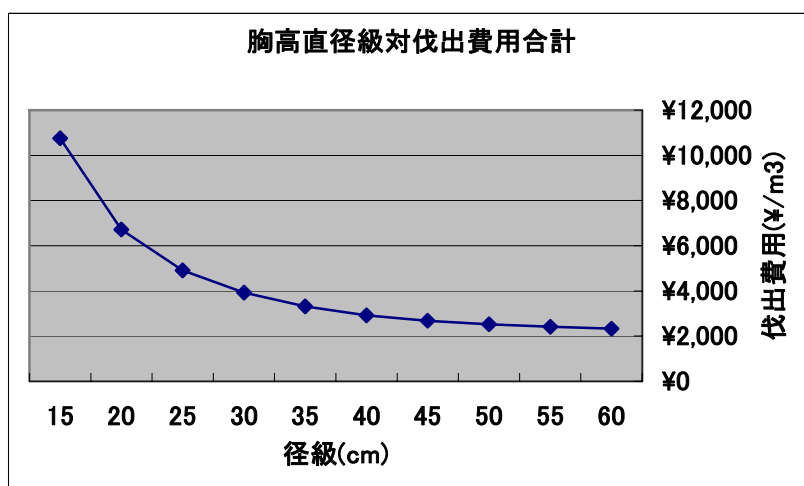


図-18 径級と伐出費用合計の仮定計算 第 9 照査区第 4 経理期

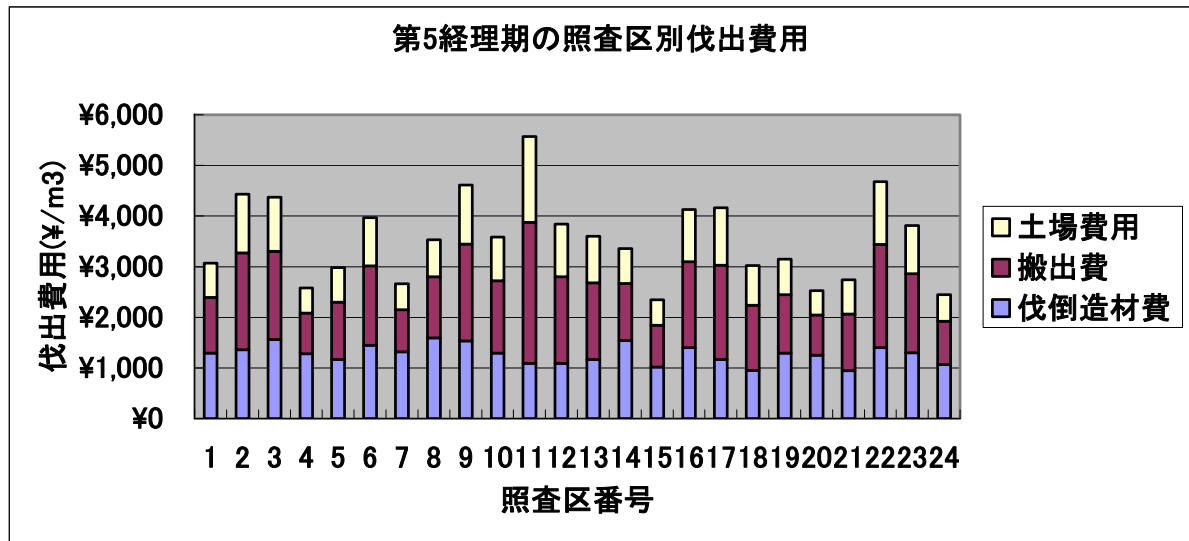


図-19 第5経理期照査区別伐出費用(1996-2003)

要旨

置戸照査法試験林の施業経過

蓄積と伐採量/全施業林面積 ha を下に示す。

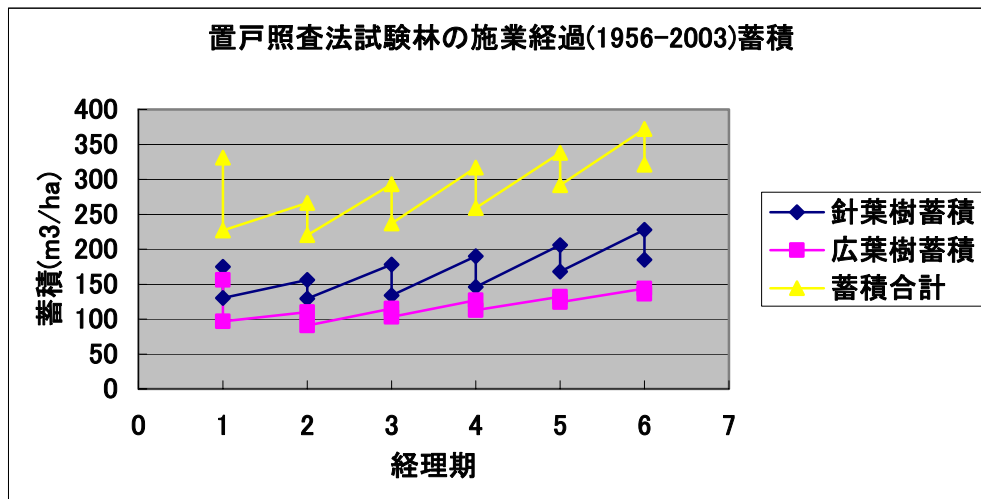


図-1 全施業区平均蓄積/ha の履歴

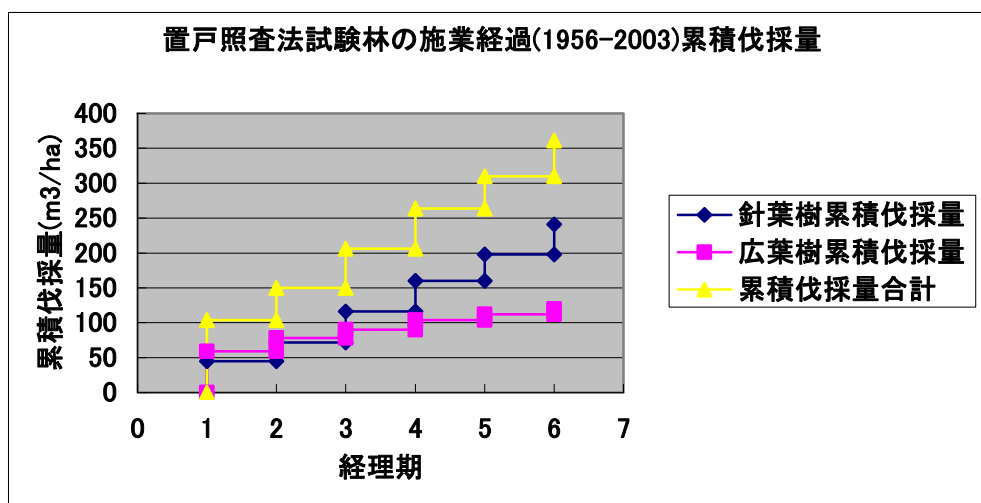
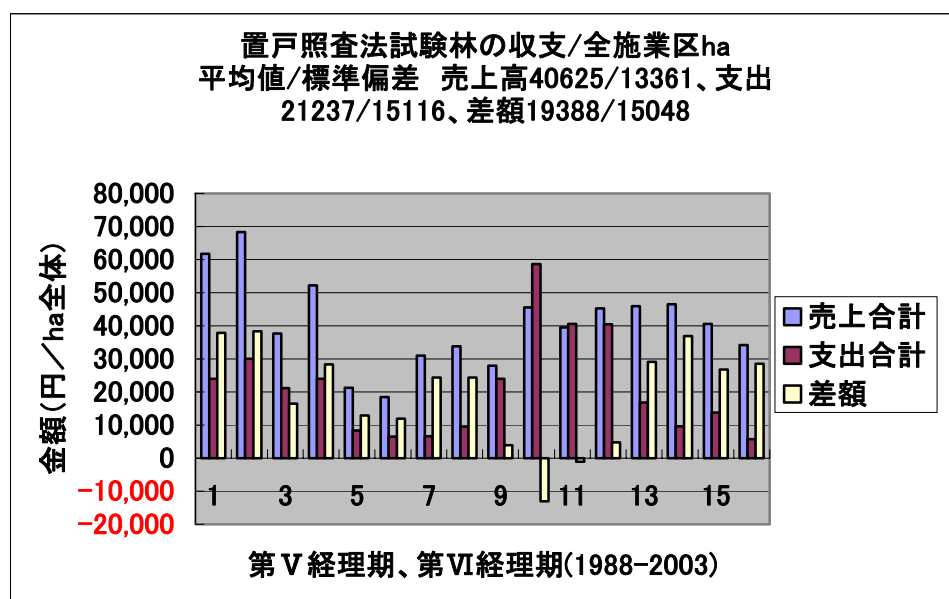
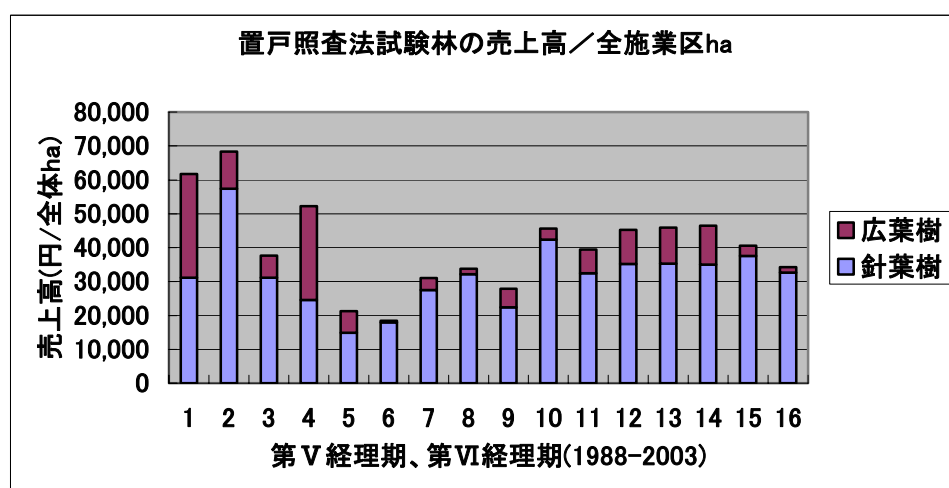
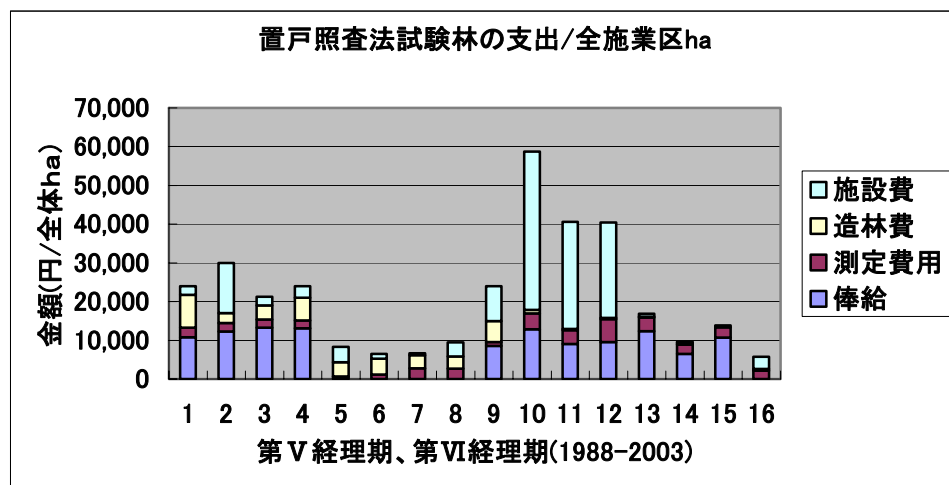


図-2 全施業区平均累積伐出量/ha

置戸照査法試験林の収支経過



置戸照査法試験林の伐出

伐出者は北農木材工業株式会社

生産実績

2003 年 10800m³

2004 年 11500m³ 売上 ¥111,450,000 平均単価¥9691.3

労働生産性

人数 9 名うち現場 7 名

年総人工数 1996 人工

生産性 5.76m³ / 人工 売上率 ¥55837/人工

生産費用 時間費用（人件費 + 機械費）¥30360 / 人工 ¥30360/5.76= ¥5271/m³

間伐工期 - 天然林

35m³ / 日 3.8m³ / 人工 故に ¥30360/3.8 = ¥7989.5/m³

期首蓄積・伐採量・期末蓄積および出材費用

項目	単位	最大	最小	平均	標準偏差
期首蓄積	SV/ha	482.956	296.878	367.520	41.196
選木 SV/ha	SV/ha	99.505	19.964	47.331	16.770
出材量/ha	m ³ /ha	58.851	13.761	30.936	10.766
出材量／SV	m ³ /SV	0.756	0.572	0.653	0.043
期末蓄積	SV/ha	482.956	360.137	390.370	36.691
伐倒造材費	¥/m ³	¥1,594	¥944	¥1,259	¥177
搬出費	¥/m ³	¥2,781	¥704	¥1,390	¥470
土場費用	¥/m ³	¥1,696	¥429	¥848	¥287
費用合計	¥/m ³	¥5,570	¥2,242	¥3,496	¥817
出来高/人工	m ³ /人工	9.394	4.402	6.702	1.390

出材量 m³ と立木選木量 SV の関係

この表に示した出材量と選木量 SV の比率は、針葉樹伐採量、広葉樹伐採量などの要因ととくに関係がない。

出材量あたりの伐出費用

林内の作業で一番費用のかかるのが、搬出費である。現在は土場集積方式をとっているが、できれば、道路端トラック積みを多用できるようにして、搬出距離を短縮することが望ましい。