

スギ高齡林の成育に関する研究 (I)

——清澄地域におけるスギ高齡人工林の成立過程——

鈴木 誠*¹・白石則彦*²・鈴木祐紀*¹
龍原 哲*³・山本博一*¹

Studies on the Growth of Old Sugi (*Cryptomeria japonica*) Stands (I)

—The Development Process of the Old Sugi Plantations in the Kiyosumi Area—

Makoto SUZUKI*¹, Norihiko SHIRAIISHI*², Masanori SUZUKI*¹,
Satoshi TATSUHARA*³ and Hirokazu YAMAMOTO*¹

I. はじめに

わが国の森林の約4割を占める人工林は、6～9 齡級にピークを持つ齡級分布を成している。これらの人工林が最も盛んに造成された昭和30年代から40年代前半当時の見込みによれば、8 齡級前後に設定された標準伐期齡のもとで多くの人工林が今頃には主伐期を迎え、国産材時代が到来するはずであった。しかし現実には、木材価格の低迷や後継者不足等により林業経営活動が停滞し、当初に想定した比較的短い伐期での伐採およびそれに伴う再造林が困難となり、伐期は次第に延長される傾向にある。

林業を取り巻くこうした状況を受け、平成13年に改訂された森林・林業基本法においては、森林の多面的機能の発揮と産業としての林業の振興が主たる目標として掲げられた。そしてそれらの目標を実現するため、重視すべき機能に応じて森林を「水土保持林」、「森林と人との共生林」、「資源の循環利用林」に区分することとなった。この政策の中ではいわゆる人工林は「針葉樹単層林」と呼ばれており、そのタイプの森林が指向すべき森林管理のあり方としては、例えば水土保持林では傾斜が比較的穏やかで地利のよい場所においては長伐期化とともに伐採面積を縮小して樹種や齡級構成がモザイク的な配置となるよう留意したり、奥山で地利の悪い場所では抜き伐りしながら広葉樹を混交させて高齡の複層林に誘導する施業の方向性が示されている（林野庁, 2002）。

林業の採算性の悪化と新たな政策の下で、今後は林齡40～50年生で皆伐し、その跡地に一斉造林するという従来の施業方式が適用される林地は大幅に減少していくことが見込まれる。それ

*1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属科学の森教育研究センター千葉演習林

*1 University Forest in Chiba, University Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

*2 東京大学大学院農学生命科学研究科森林科学専攻

*2 Department of Forest Science, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

*3 新潟大学農学部生産環境科学科

*3 Department of Production and Environment Science, Faculty of Agricultural, The Niigata University.

に代わるものとして、一斉林型の状態のまま高齡化させていくものや、人工的に下木を植栽する複層林、あるいは植栽木・侵入木が混交する状態を経て天然林に戻していくものなど、施業とそれに対応する森林形はさまざまなものがあり得よう。しかしそのいずれにしても、取り扱いに関する適切な指針が確立されているとは言い難い。

そこで筆者らは本研究において、我が国でもっとも造林面積の大きいスギを取り上げ、高齡林を育成するための施業指針の開発を目指すこととした。

本報はその第I報として、東京大学千葉演習林およびその周辺に残るスギ高齡林分の植林経過と生育の状況を明らかにすることを目的とした。すなわち千葉演習林に現存する桜ヶ尾、今澄の各スギ高齡林の他、妙見山スギ高齡林についてさまざまな記録から今日までの成立経過を辿る。さらに、千葉演習林スギ人工林を対象に調製された収穫表の値とそれらの高齡林の成長経過を比較することにより、高齡林分の現況を分析し、長伐期施業における課題を検討した。

II. 高齡林の成立過程と現況

1. 妙見山スギ人工林

千葉演習林のある房総地方にはスギの天然分布はなく、この地域に生育しているスギ高齡林はいずれも古い時代に仏門の徒によって植栽されたものであろうとされている(千葉演習林, 1940)。このことを裏付ける記録として、千葉演習林清澄作業所に隣接する千光山清澄寺第14世住職明範はスギ高齡林の減少を憂い、1789年に清澄地域の住民(戸数98戸)に植林を推奨したとの記録がある(島田, 1944)。明範の推奨した植栽方法は82 m²から100 m²に1本という疎植で、さらにその後の手入れ刈払い等の撫育作業も行なわせたということである。

清澄寺の背後にある妙見山(標高386.9 m)は妙見宮を中心とした超高齡のスギ人工林である(図-1)。渡辺は清澄寺境内のスギ大径木が1955年に風倒被害を受けた際に被害木の年輪調査を行った。その結果、370の年輪数を確認したことにより、妙見山の林齢はおよそ400年生から450年生と推定した(渡辺, 1955)。千葉演習林沿革史資料には妙見山高齡林について「房総地方において外観上これに匹敵するものは笠森寺に三々五々はえている老スギであるが、その他は寡聞にして知らない。おそらく清澄寺のスギ植栽史の始まりが同時に房総のそれにあたるのではないだろうか」と記述されている(千葉演習林, 1974)ことから、この林分は房総地方の最高齡林分であらうと考えられる。

妙見山スギ植栽木の樹齢を明らかにすることは清澄地域における植林の歴史を知る上で重要と考え、1996年に房総地方を襲った台風17号によって生じた風倒木のうちで高齡と思われる25個体について地際部の年輪を調査した。この結果に過去の調査事例を加えて妙見山スギ植栽経過として表-1に示した。

最も樹齢の高いものは501の年輪数が2個体において確認され、年輪を読んだ高さまでの到達年数を勘案して、植栽年を1485年と推定した。これに続く高齡のものは年輪数433で1563年植栽と推定された個体であった。これは1895年に本多が清澄寺執事大橋館主の住宅材として伐採した個体から年輪数を調査して確認した1565年植栽のスギとほぼ同時期に当たると考えられる。このほか、1996年の調査から388, 336, 310の年輪数が確認できたことから引き続き1600年代にも盛んに植栽されたことが伺われる。しかし、清澄寺の古い建築物に用いられている木材は明らかにそれ以前に植栽されたものである。例えば本堂は1607年に大修復されてお

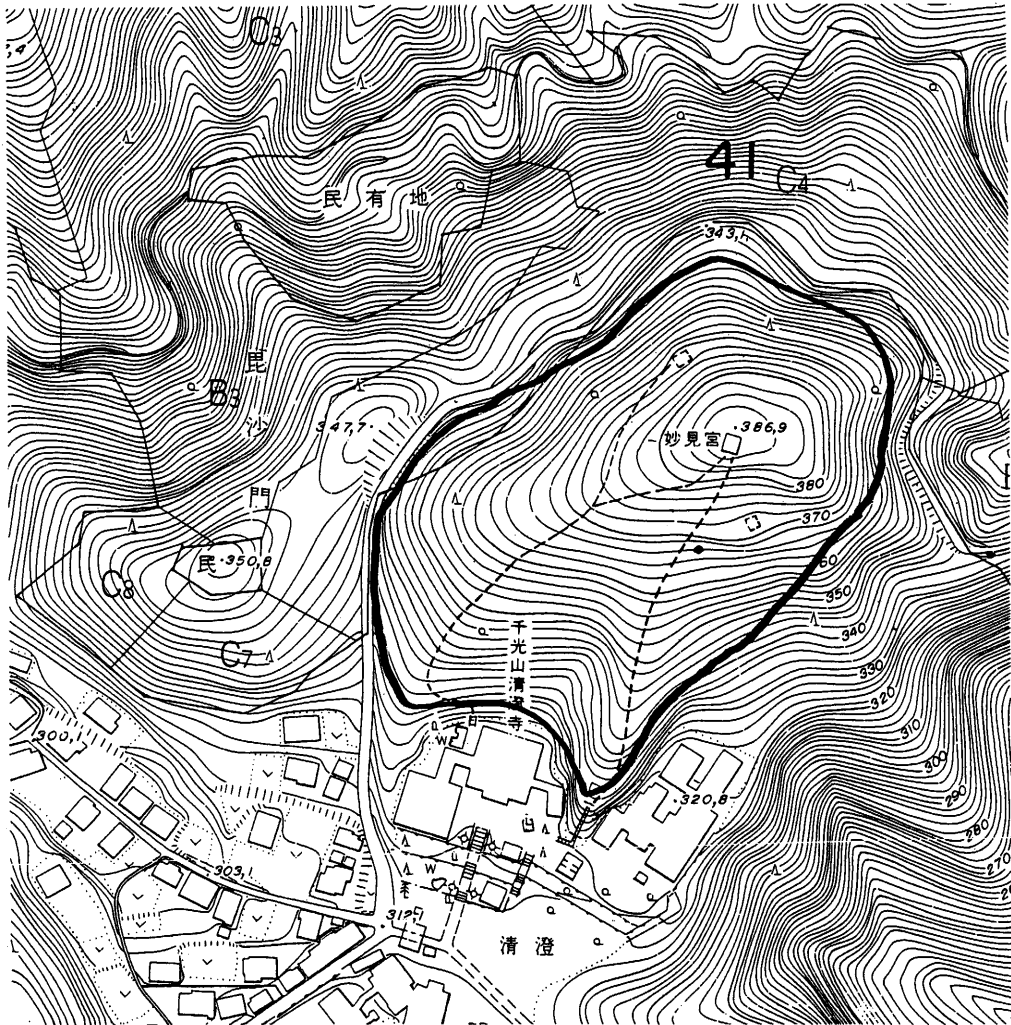


図-1 妙見山スギ超高齢林の地形図

Fig. 1. Topographic map of the extremely old sugi plantation on Mt. Myoken.

り、この時期には既に利用可能なスギの大径木が存在していたものと考えられる。

筆者らは1999年3月に神奈川県西部の箱根外輪山明神ヶ岳の東麓にある大雄山最乗寺の高齢林の調査を行った(鈴木ら, 2000)。大雄山最乗寺の植栽起源は1592年にスギ、ヒノキ、マツ、モミの苗木8,400本が植栽された記録がある(神奈川県教育委員会, 1983, 1991)。その後、スギを主として1869年まで約30回にわけて54万本ほどが植栽されている。妙見山において最古に植栽されたと思われるのは1485年頃であるが、これは髪塚(石塔1424年建立)周辺に植栽されていることから信仰による植栽であって、植林が盛んに行なわれるようになった時期は大雄山と同様1600年代からであると思われる。

表-1 妙見山スギ植栽経過
Table 1. History of planting sugi on Mt. Myoken.

推定植栽年	年輪数	記 事
1485年(文明17年)	501年生	1996年の台風被害で2本確認
1563年(永禄6年)	433年生	1996年の台風被害で1本確認
1565年(永禄8年)	431年生	大橋博文館主の住宅材のため伐採, 1895年本多静六が確認
1616年(元和2年)	388年生	1984年仁王門近くで伐採確認 記念植樹か
1660年(万治3年)	336年生	1912年の伐採木(250年生)で本多静六が確認
1660年(万治3年)	336年生	1996年の台風被害で1本確認
1686年(貞享3年)	310年生	1996年の台風被害で1本確認
1741年(寛保元年)	255年生	1996年の台風被害で1本確認
1925年(大正14年)	71年生	1996年の台風被害で11本確認(T12関東大震災, T13暴風)
1953年(昭和28年)	43年生	1996年の台風被害で7本確認(S29暴風により大杉の倒伏被害あり)
1963年(昭和38年)	33年生	1996年の台風被害の1本確認

2. 桜ヶ尾スギ人工林

桜ヶ尾高齢林は1835年植栽で2002年現在167年生である。この林分は周辺の300haの森林と共に1899年に清澄寺により国有土地森林原野下げ戻し法に基づく返還請求の対象となった。この請求により1871年以前に清澄寺によって植栽された立木は1939年に寺に返還された。しかし桜ヶ尾スギ高齢林は高齢人工林として貴重な林分であるため、千葉演習林の学術参考林として取り扱われてきた。こうした経緯から1939年以降6回の調査が行われ、その結果は千葉演習林視察案内に掲載された。しかしその原資料の多くは紛失している。

(1) 概況

桜ヶ尾スギ高齢林は千葉演習林清澄作業所管内桜ヶ尾43林班C16小班にあり、林地面積は0.97ha、標高は250~300mで太平洋に面した南向き斜面にある。傾斜は25~30°の急斜面で中腹から尾根近くに位置する(図-2)。本林分の上部には、環境庁(当時)によって関東ふれあいの道(アジサイの道)に指定された林道一杯水線が通っている。アジサイの開花時期には多くのハイカーが訪れ、167年生の高齢スギ人工林の雄大さに魅了される。林内にも遊歩道が整備され、スギの大径木を間近に見ることができる。本林分にはスギの他、モミ・カヤの針葉樹の大径木やスダジイ・カシ類が多く混交しており、鬱蒼とした林内は天然林のような林相を呈している。

(2) 過去の管理状況

桜ヶ尾高齢林分の最も古い記録によれば本多が本林分のことを学生に対し次のように説明している。「このスギ林は約90年生で樹高の高いものは35m以上のものがあり、さらに、31m以上のものが多いことから地位は1等地に入る。しかし、モミが多く混生している。この要因は過去に除伐が行われていなかった事と植栽の経緯が清澄寺の信者が願いを掛け、そのお礼に植栽したもので、元来寄付行為であるため、植栽後4・5年間の手入れだけで終わった。そのためモミが点々と侵入して現在少なからずモミが混生している」(本多静六, 1926)。その後の管理状況および調査資料については演習林に保管されている沿革史、視察案内からまとめ表-2に示した。

これまでに伐採・売り払い処分された経緯については1942年8月(107年生時)に広葉樹(カシ他)379本, 19m³, さらに, 1945年86m³を炭材として払い下げている。このことから当時スギ林内に多くの広葉樹が混生していたことが明らかである。また, 1952年と1959年に

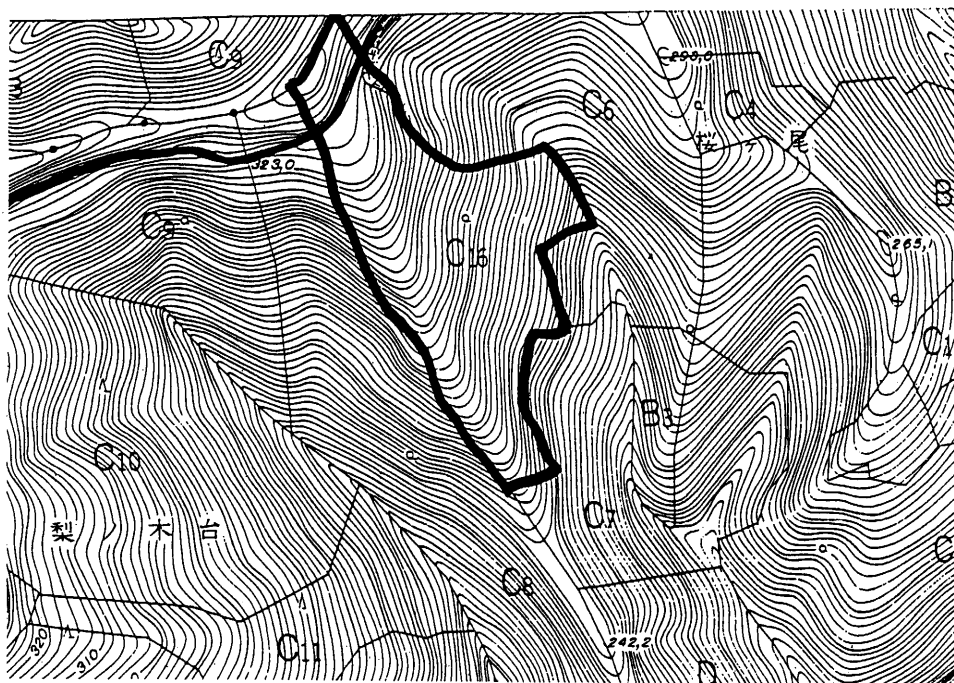


図-2 桜ヶ尾スギ高齡林の地形図

Fig.2. Topographic map of the old sugi plantation in Sakuragao.

表-2 桜ヶ尾スギ高齡林における伐採記録

Table 2. Records on felling trees in the old sugi plantation in Sakuragao.

年月	樹種	本数(本)	材積(m ³)	摘要
1942.08	カン, 他	379	19.00	払い下げ
1942.11	スギ(枯損木)	3	2.12	払い下げ
1943.02	スギ	6	11.76	伐倒
1945	カン, 雑	—	86.00	払い下げ
1949.10	スギ	2		折損
1952.07	スギ	3	0.97	払い下げ
1952.10	スギ	6	3.08	払い下げ
1952.10	モミ	1	1.12	払い下げ
1959.07	モミ		5.56	払い下げ
1977.07	{ スギ	57	46.91	払い下げ
	{ モミ	13	8.95	払い下げ
1977.11	スギ	5		樹幹解析

はモミ 6.68 m³ を払い下げている。

スギの間伐は1940年以前にも行なわれたと推測されるが記録が残されていない。その後1943年, 1952年にわずかの量が伐倒されている(千葉演習林第5次・6次経営案施業沿革史1943・1952)。本格的な間伐が行われた記録としては, 1977年に周辺の立木を含む70本(79本/ha) 55.86 m³ (63.47 m³/ha) が業者に払い下げられている(千葉演習林第9次経営案施業沿

表-3 桜ヶ尾スギ高齢林の測定記録
Table 3. Measurements on the old sugi plantation in Sakuragao.

測定年	林齢 (年生)	平均		胸高断面 積合計 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	相对 幹距 (Sr)	摘要
		樹高 (m)	胸高直径 (cm)					
1939	104	28.0 (25)	49.0 (57)	102.59	615.00 (155)	525	15	1940年視察案内 (モミ他)
1953.02	118	32.2	50.5	98.92	1,398.30	470	14	0.1 ha 標準地
1962.10	128	—	43.6	62.40	809.95	355	—	集計表のみあり
1974.08	139	27.8	49.6	60.36	834.56	287	21	樹高は標準木
1994.12	159	28.6	62.1	69.83	974.53	240	23	
2000.03	165	29.9	62.0	68.14	971.70	216	23	モミ 42 本有り

注：表中の（ ）内はモミ他針葉樹の値。

革史, 1977)。その後現在までに枯損や風倒被害等により、高齢木の立木本数は若干減少している。

(3) 調査記録

これまで行なわれた主な調査の概要とその結果を表-3 に示した。

第1回調査

最も古い資料は1939年(104年生)に測定されている(千葉演習林, 1940)。また同資料にはモミその他アカマツ, ツガ, カヤの針葉樹の測定値も記載されている。この時の立木密度は525本/haで104年生の高齢林としては高密度であり, 林分密度の指標である相対幹距(Sr)も15と低い。また胸高断面積合計も102 m²/haと非常に大きい。これは間伐が暫く行なわれていなかったため, 林分が過密になっている状態と考えられる。

第2回調査

1953年2月(118年生)に標準地内の立木41本の胸高直径と標準木9本の樹高が測定された。この調査結果と1953年3月に発行された千葉県演習林視察案内(千葉演習林, 1953)に記載されている値とは多少の違いがある。ここでは標準地調査の測定値を再計算しその結果を示した。この時の調査結果は樹高, 直径, 材積とも9年後の1962年の測定値と比較して非常に高い値を示しており, 調査地のうち生育の良好なところに標準地を設けたと思われる。このような理由から, ここでは1953年の調査結果は参考値として表に示すにとどめることとした。

第3回調査

1962年10月(128年生)に行われ, 直径階別本数分布の表が保存されている(図-3参照)。樹高は不明であるが, 材積は算出されている。平均胸高直径, 胸高断面積合計について直径階別本数分布から計算した。1962年の平均胸高直径, 胸高断面積合計は1939年と比較して低くなっている。この理由は明らかではないが, 測定方法または測定器具に何らかの問題があったものと思われる。材積は1939年からの24年間に約190 m³/haほど増加しており, 年ha当たり約8 m³の純成長量であった。立木密度は24年間にha当たり525本からと355本へと170本も減少した。年平均減少本数は約7本/haとなる。

第4回調査

1974年8月(139年生)に10mの方形区を29区画と区画外に区分し, 胸高直径は全本数,

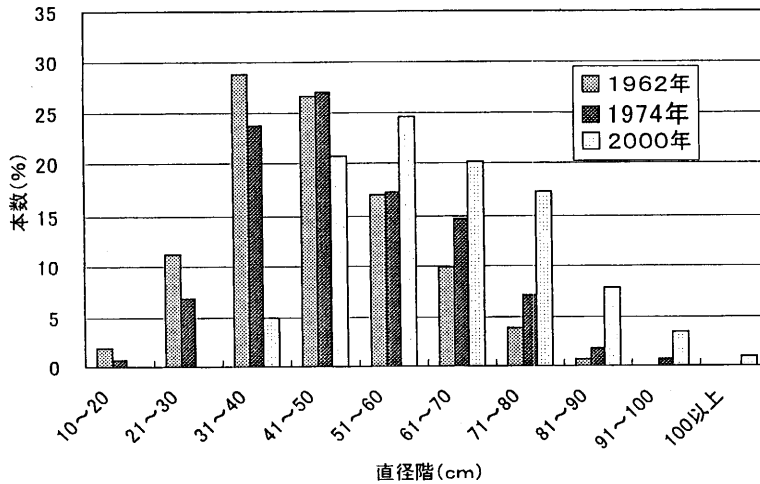


図-3 桜ヶ尾スギ高齢林における直径分布の推移

Fig. 3. Changes in diameter distribution of the old sugi plantation in Sakuragao.

樹高は標準木が測定された。さらに区画内の広葉樹についても胸高直径が測定された。その結果は平均樹高 27.8 m, 平均胸高直径 49.6 cm, 胸高断面積合計が 60.36 m²/ha, 材積 834.56 m³/ha であって, 後述する今澄高齢林の 136 年生時と比較すると樹高・胸高直径とも小さい。立木密度は 287 本/ha で 1962 年から 68 本/ha 減少した。年平均では約 6 本/ha の減少であった。千葉演習林における 100 年生の林分の調査結果では, 80 年生から 100 年生の 20 年間に枯損した林木は 49 本/ha, 年平均 2.5 本/ha, 100 年生から 120 年生までの 20 年間の枯損予測本数は 86 本/ha, 年平均枯損予測本数は 4.3 本と推定された (鈴木, 1998)。これに比べて 104 から 128 年生までの 24 年間と 128 から 139 年生の 11 年間の両期間とも本数の減少率が高いことから, この間に記録に残されていない弱度の間伐が行なわれたものと推察するのが妥当である。

第 5 回調査

1994 年 12 月 (159 年生) にスギ, モミ等針葉樹の胸高直径を全本数と樹高は標準木 30 本について測定が行われた。この 20 年間の成長量は, 平均樹高は 0.8 m, 平均胸高直径 12.5 cm であり, 樹高がほとんど伸びていないのに比べて胸高直径は比較的よく成長していると思われる。材積は 974.53 m³ で若干の間伐が行なわれているが 20 年間の年平均成長量は 7.0 m³/ha であった。

第 6 回調査

2000 年 2 月 (165 年生) にスギは胸高直径と樹高の全本数を測定し, モミ, カヤについては胸高直径のみ測定した。その結果は平均樹高 29.9 m, 平均胸高直径 62 cm であり, 立木密度は 216 本/ha, 材積は 971.7 m³/ha であった。さらにスギについては単木ごとの樹勢 (健全度) と見かけの材質も調査した。いずれも 3 段階で評価することとし, 樹勢については主として枝張りの強弱に加え葉量の多少で, また見かけの材質は幹の腐れ, 傷等からそれぞれ判定した。それらの基準は次の通りである。

樹勢 (健全度) の判定基準

良好: 樹冠の枝葉が広く展開し生き生きとしている

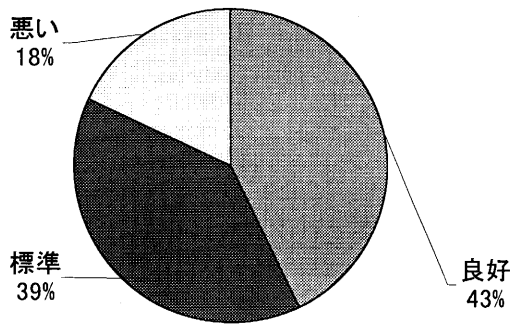


図-4 桜ヶ尾スギ高齢林における立木の健全度
Fig. 4. Crown healthiness of individual tree in the old sugi plantation in Sakuragao.

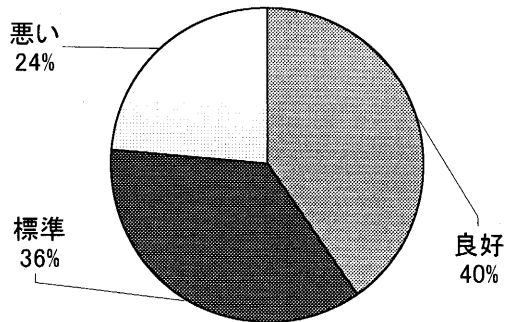


図-5 桜ヶ尾スギ高齢林における立木の外見上の材質
Fig. 5. Apparent wood quality of individual tree in the old sugi plantation in Sakuragao.

標準：樹冠内に多少枯損や枝に異常が見られるが全体的に生き生きしている

悪い：大きい枝や梢端部に枯れがある，あるいは樹冠が乱れ葉の量が極端に少ない

見かけの材質の判定基準

良好：樹幹が通直でコブや傷が無い

普通：樹幹に多少のコブや傷が見られるが材質に大きな障害が無い

悪い：樹幹の表面に現れている腐れ，傷あるいは極度の曲がり等によって材に何らかの障害がある

スギの樹勢（健全度）の調査結果を図-4に示した。健全度が良好とみなされた林木は203本中85本で約43%，悪いと判定された林木は37本で18%であった。本林分は当時165年生の高齢林で，海岸に面した尾根沿いにあり長い年月にわたり暴風雨等に遭遇しているが，樹勢は標準または良好な林木が80%以上を占めている。最近千葉演習林で70年生から100年生の伐採林分に対して同様の調査を行った結果によれば，樹勢の悪い林木の割合は14~35%であった（千葉演習林内部資料，未発表）ことから，本林分は高齢林としては比較的健全な林分であると評価できる。

見かけの材質の調査結果を図-5に示した。材質については樹勢（健全度）とほぼ同様な傾向であるが，悪いと判定された林木が49本あった。その内訳は幹に腐れがあった林木が19本，幹にコブがあった林木が16本，それ以外は曲がりや折れ等であった。材質の良好な林木は81本（40%）であった。この結果を妙見山の高齢林（約400~500年生）と比較すると，妙見山では見かけの材質の良好な林木は27%ほどで，悪いと判定された林木が56%ほどであった（森林経理学研究室・千葉演習林，1984）。両林分はともに海岸から直線距離で約5km前後の比較的近い位置にあって海に面しているため，台風等の強風や塩害を受けやすい。したがって，現在比較的健全度の高い桜ヶ尾高齢林も今後年数の経過に伴い各種の被害が発生すると予測される。今後本林分の取り扱いについて健全度や材質がよくないと判定された林木の処分，さらに樹勢の衰えているモミ等の伐採処分を行いスギ人工林として健全な林分に誘導することが重要である。

この他の調査記録

上記の6回の調査のほか1942年（107年生時）に毎木測定と標準地の直径，樹高，材積の測

表-4 桜ヶ尾スギ高齡林の1942年における毎木調査法と標準地調査法の比較
 Table 4. Comparison of measurements on the old sugi plantation in Sakuragao in 1942 by complete enumeration method and by sample plot method.

測定法	林齡 (年生)	平 均		材 積 (m ³ /ha)	摘 要
		樹 高 (m)	胸高直径 (cm)		
毎木測定	107	30.0	45.0	810.61	面積 0.88 ha
標準地測定	107	32.0	53.9	1724.52	面積 0.1 ha

定が行なわれ、1942年8月発行の千葉演習林視察案内に記載されている。この測定値は1939年と調査年が近いので6回の測定値とは別に毎木調査と標準地調査の比較として表-4に示した。

直径階別本数分布の変化

過去の調査を通じて、胸高直径を毎木測定した1962年、1974年、2000年の直径階別本数分布を図-3に示した。1962年には20 cm以下の林木がわずかに見られるが、31~40 cmの階層に29%と最も多く、次に41~50 cmの階層が26%であって両階層に全体の55%の林木があった。さらにわずかであるが80 cm以上の林木もあった。この時点では強く正に歪んだ分布形をしていた。

それから12年経過した1974年には41~50 cmの階層が最も多く、次に31~40 cmの階層が多い。1962年と比較して1974年はやや高い直径階に進級しているが分布の傾向はほぼ同様であった。

2000年の調査では最も低い直径階が31~40 cmに繰り上がり、この階層の林木数は全体の5%とごく少なくなった。最も多い階層は51~60 cmに約25%が含まれ、全体的としてこの51~60 cmの階層を中心に正規分布に近づいている。100 cm以上の階層に進級した林木が初めて見られた。

3. 今澄スギ人工林

今澄スギ高齡林は1859年に植栽され、2002年現在143年生であり、千葉演習林の人工林のなかで桜ヶ尾に次いで二番目に高齡である。この林分も千葉演習林創設前に植栽され、桜ヶ尾と同様に学術参考林として保護されてきた。清澄寺を中心とする清澄地域は標高300~350 mと県下でも高いところに集落があることから、古くから水の確保に苦勞してきた。そのためこの今澄高齡林は被害木以外の伐採を規制し、清澄地域の貴重な水源涵養林としても管理・育成されてきた。

甚大な雨水被害を生じた1928年に被害木の伐採が行なわれ、その林床に二段林造成を目的として樹下植栽が試みられている。下木の50年間の成育については報告がある(鈴木・丹下, 1982)。さらに競争により被圧された林木の枯損が多く発生するようになったため1985年に利用間伐が行なわれた。この間伐時における林分現存量等は丹下らによって報告されている(丹下ら, 1987)。

(1) 概況

本林分は今澄40林班C5小班にあり、面積は0.81 haである。地形は中央がやや低く北側と南側が多少高くなっており、その傾斜角度は10~20度ほどの緩傾斜である(図-6)。調査地南側は

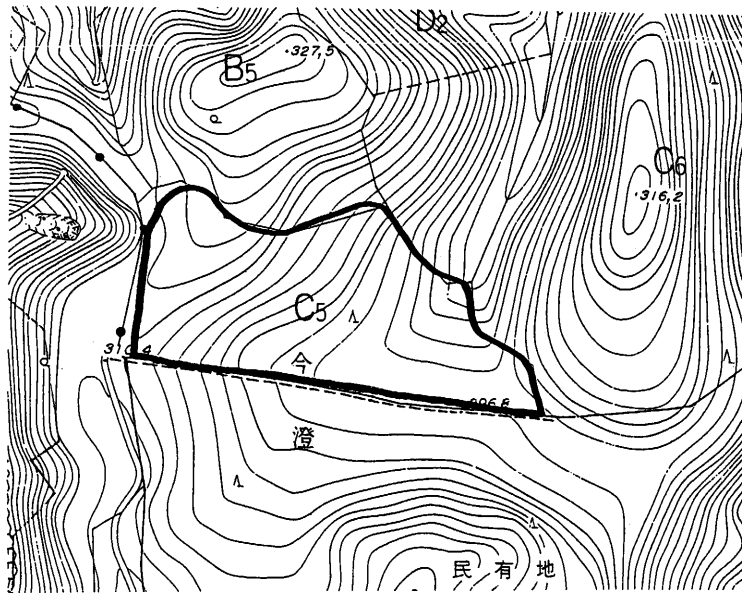


図-6 今澄スギ高齡林の地形図

Fig. 6. Topographic map of the old sugi plantation in Imasumi.

民有林と接し、境界には林道が通っている。さらに東側に隣接して池が作られている。この池は現在水は溜まっていないが、1900年に開始された養魚実験のものと思われる。養魚実験は1901年に日光中禅寺湖産の鱒の卵を2万個を放卵し行なわれた。その後4年間にわたって5万個の卵を導入し、孵化・飼育実験が行なわれた（千葉演習林，1905，1918）。今澄高齡林は比較的標高の高い場所に位置しているにもかかわらず、養魚実験の場所に選ばれるほどの湧水があったことから、当時清澄地域の水源涵養林としての機能を充分果たしてきたと思われる。

(2) 過去の管理状況

前述したように、今澄スギ高齡林は1894年に植栽され、林齢30年生時（1924年）に清澄地域の水源涵養林として位置付けられ、そのため被害木、枯損木以外の立木の伐採は禁じられてきた。そのような管理によるためであるかは明らかではないが、本林分も桜ヶ尾高齡林と同様にモミが多く混交していた（表-5）。1953年の調査記録にはモミ57本、（材積91.58 m³，最大胸高直径77 cm）さらにアカマツ6本、（材積11.36 m³，最大直径65 cm）が混交していると記載されている。1962年にはモミ14本（55 m³），アカマツ4本（8 m³）に減少した。さらに1981年にはモミ12本，アカマツ1本に減少し、1985年にモミ5本を含むスギの間伐が行なわれ、現在ではモミは林縁部にわずかに残っているにすぎない。1981年までのモミの減少は自然衰退による枯損と思われるが、アカマツはマツ材線虫病によるもので1995年にはすべて枯損した。

過去に実施された主な伐採の記録を表-6に示す。1928年に雨水被害木の伐採を行い、その林床にスギ苗木117本、ヒノキ苗木1,365本が植栽され二段林の造材が試みられている（千葉演習林，1958）。その後1939年・1949年・1968年に3回行なわれた間伐はすべて被害木処理であるが、1985年には森林の密度調節と木材利用を兼ねて間伐を実施した。さらに1990年に千葉演習林清澄周辺を襲った竜巻により11本の被害木を生じ伐倒処分された。このうち最大のものは

表-5 今澄スギ高齡林測定記録
Table 5. Measurements on the sugi plantation in Imasumi.

測定年 (年)	林齡 (年生)	平均		胸高断面 積合計 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ ha)	相対 幹距 (Sr)	摘 要
		樹高 (m)	胸高直径 (cm)					
1935	80	21.0	36.0	—	735.00	—		1940年視察案内
1953.2	95	25.4	42.2	60.0	719.22	432		モミ 57本・マツ 6本 樹高は標準木調査
1962.9	104	24.8	43.6	60.0	821.56	367	21	モミ 14本・マツ 4本 樹高は標準木調査
1981.2	122	27.2	51.3	79.7	1,028.75	357	19	モミ 12本・マツ 1本 1985年間伐実施
1995.1	136	31.1	58.5	61.1	868.10	217	22	モミ 8本 樹高は標準木調査
2000.3	141	30.8	61.6	65.0	921.0	210	22	樹高は毎木調査

胸高直径 98 cm, 樹高 33.3 m であった (鶴見ら, 1991)。

(3) 調査記録

今澄スギ高齡林の調査は過去に 6 回行われている (表-5)。

第 1 回調査

第 1 回の調査は 1939 年 (80 年生) に行われ, 千葉演習林視察案内 (1940) に集計値が示されている。平均胸高直径は 36 cm, 平均樹高 21 m, 林分材積 735 m³/ha であった。

第 2 回調査

第 2 回の調査は 1953 年 2 月 (95 年生) に行われ, 胸高直径は全立木, 樹高は直径階を 4 区分し直径階ごとに 5 本の標準木を設定し合計 20 本が測定された。さらに混交するモミ・アカマツの胸高直径と樹高も測定されている。この調査では, 平均樹高が 25.4 m と 9 年後の 1962 年より高くなっている。これは 1953 年と 1962 年の調査とも樹高測定が標準木を選定して行なっていることから, 標準木の選定が同じ基準で行われなかったための誤差と思われる。立木本数は 432 本/ha であるが, スギの他にアカマツ, モミ合わせて 63 本 (71 本/ha) が混交している。したがって 95 年生の林分としては高い立木密度である。

第 3 回調査

第 3 回の調査は 1962 年 9 月 (104 年生) に行われており, 前回の調査と同様に胸高直径は全立木, 樹高は標準木 20 本が測定された。モミ・マツも前回と同様に調査されている。前回の調査から 9 年 (10 成長期間) 経過し, この間に材積は約 100 m³/ha 増加し, 立木本数は 65 本/ha 減少した。さらにモミの減少は著しく, 57 本から 14 本へと 43 本も減少した。この原因は明らかではないが自然衰退による枯損と推察される。

第 4 回調査

第 4 回の調査は 1981 年 2 月 (122 年生) に行われ, スギ, モミ, マツの胸高直径, 樹高が全立木について測定されている。平均胸高直径は 51.3 cm, 平均樹高は 27.2 m, 胸高断面積合計は 79.7 m²/ha であり, 材積も 1,028 m³/ha と前回調査より 200 m³/ha 以上増加した。年 ha 当た

表-6 今澄スギ高齡林における伐採記録
Table 6. Records on a felling trees in the old sugi plantation in Imasumi.

年 月	本数 (本)	摘 要
1928. 2	—	雪 害 木
1939. 4	39	
1949. 11	21	
1968. 10	10	
1985. 11	107	利用間伐
1990. 12	11	竜巻被害木

表-7 今澄スギ高齡林における直径階別本数の経年変化
Table 7. Change of diameter distribution in the old sugi plantation in Imasumi.

直径階	1953年	1962年	1981年	1985年		1995年	2000年
				間伐木(本)	材積(m ³)		
～20	3	2	0			0	0
21～30	58	46	16	65	59.09	0	0
31～40	125	99	59			8	4
41～50	126	115	98	36	62.58	43	28
51～60	57	76	88			74	70
61～70	7	25	56	6	16.76	56	59
71～80	2	2	22			22	30
81～90	2	2	3			8	13
91～100	0	0	6			2	2
100～	0	0	2			0	0
合計	380	367	350	107	138.43	213	206

り 10 m³ 以上の成長は千葉演習林の高齡林としては良好である。本林分はこの 1981 年の調査結果に基づいて過密と判断されたことから、4 年後の 1985 年に間伐が実施されている。

記録に残されていた直径階別本数分布の経年変化を含め、1985 年の間伐木の本数分布を表-7 に示した。間伐本数は 107 本、32% の本数間伐率であった。そのうち胸高直径 40 cm 以下が 65 本と間伐本数の 60% を占めている。間伐材積は 138.43 m³ で材積間伐率は 19% であった。間伐材積のうち 41～60 cm の直径階が 62.58 m³ で間伐材積のうち 45%、次いで 40 cm 以下が約 59.09 m³、43% であり、全体として胸高直径 60 cm 以下の林木が多い。

第 5 回調査

第 5 回の調査は 1995 年 1 月 (136 年生) にスギ、モミの胸高直径は毎木、樹高はスギ標準木 41 本について測定された。立木本数は 217 本/ha で前回と比べて 140 本/ha 減少している。1985 年に本数間伐率にして 32% の間伐を受けたため、平均樹高、平均胸高直径は増加しているが、単位面積当たりの胸高断面積合計と材積は減少した。相対幹距 Sr は 22 と 3 ポイントほど上がり、かなり疎な林分となった。

第 6 回調査

2000 年 3 月 (141 年生) に、胸高直径、樹高の毎木調査を行なった。この調査では前回に比べて本数が 7 本/ha 減少したが、断面積合計は 4 m²/ha、材積は 50 m³/ha 以上も増加した。平均樹高がやや減少しているのは測定誤差と考えられるが、それ以外の胸高直径や胸高断面積合計、材積はいずれも順調に成長しているといえることができる。

直径階別本数分布の変化

今澄高齡林の直径階別本数の経年変化を図-7 に示した。

1953 年調査時には 31～50 cm の直径階に多くの本数が集中し、分布形はほぼ左右対称で、大半が 60 cm 以下の林木であった。1953 年から 1962 年にかけては 50 cm 以下の直径階で本数が減少し、51 cm 以上の直径階では本数が増加し、高い直径階への進級が進んでいる。1962 年から 1981 年にかけても同様の傾向が認められる。1985 年に間伐が行われているため、1995 年の直径分布は 51～60 cm の直径階以上の林木が多く、それ未満は非常に少なくなった。2000 年の調

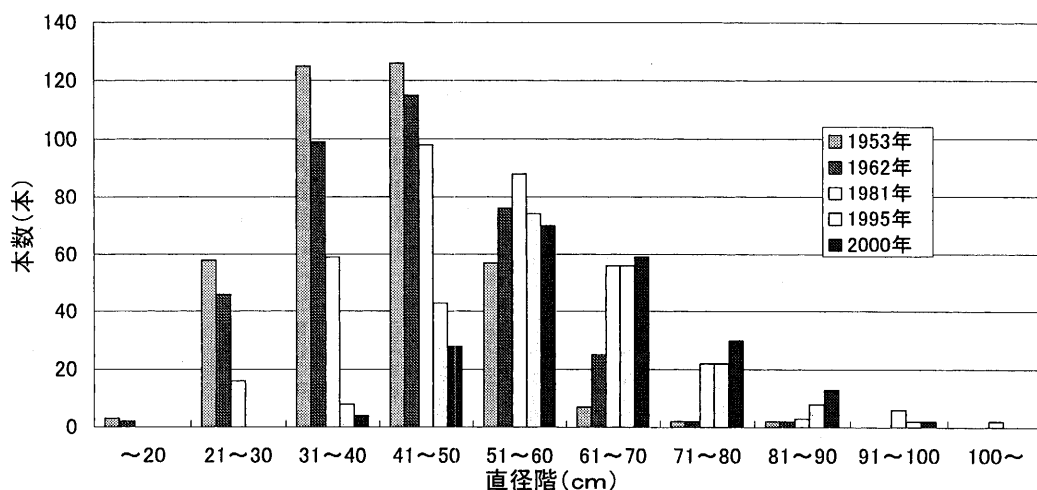


図-7 今澄スギ高齡林における直径分布の推移

Fig. 7. Changes in diameter distribution of the old sugi plantation in Imasumi.

査結果も 1995 年とほぼ同様の傾向であるが、より高い直径階の本数が増加している。

III. 高齡林分の成長経過および収穫表との比較

ここでは千葉演習林スギ人工林を対象として過去に調製された二つの収穫表を取り上げ、それらを基に桜ヶ尾と今澄の高齡林の成長経過を比較することにする。収穫表のひとつは吉田正男・松川恭佐両氏により大正 8 年 (1933 年) に調製されたものである (千葉演習林, 1933)。これは地位が上・中・下の 3 等級に区分され、林齢は 100 年生までカバーされている。胸高直径や樹高、材積の数値がそれぞれ寸、間、石を単位として記されていたため、メートル法による記述に換算して用いた。他のひとつは白石によるもので (白石, 1985)、数式で表現された成長モデルをベースとしており、基準的な密度管理の下で成長経過を予測して収穫表の形に整えている。地位は 5 区分、林齢は 100 年生までカバーされている。

1. 樹高の成長経過

図-8 に桜ヶ尾と今澄の高齡林の平均樹高の測定値、および二つの収穫表の主林木樹高を示した。なお白石の収穫表は主林木樹高が数式で求められているので、比較のため 100 年から先も外挿して図示した。二つの収穫表の主林木樹高の比較では、吉田らの上、中が白石の I 等 (上に相当)、II 等 (中に相当) にそれぞれほぼ匹敵する成長経過となっている。しかし前者の方が全体的にやや傾きが大きく途中で交叉している。

桜ヶ尾と今澄の高齡林の平均樹高は、100 年生以降も成長傾向が認められるが、個々の測定値はやや大きくばらついている。この背景には全林毎木調査と標準木調査が混在しており、また標準木調査においても樹高測定木の選定基準が統一されていなかったことが一因として考えられる。桜ヶ尾と今澄の高齡林の地位区分は、この図から判断するといずれも上または中に区分されると思われるが、測定値のばらつきのため、厳密に評価することは困難である。

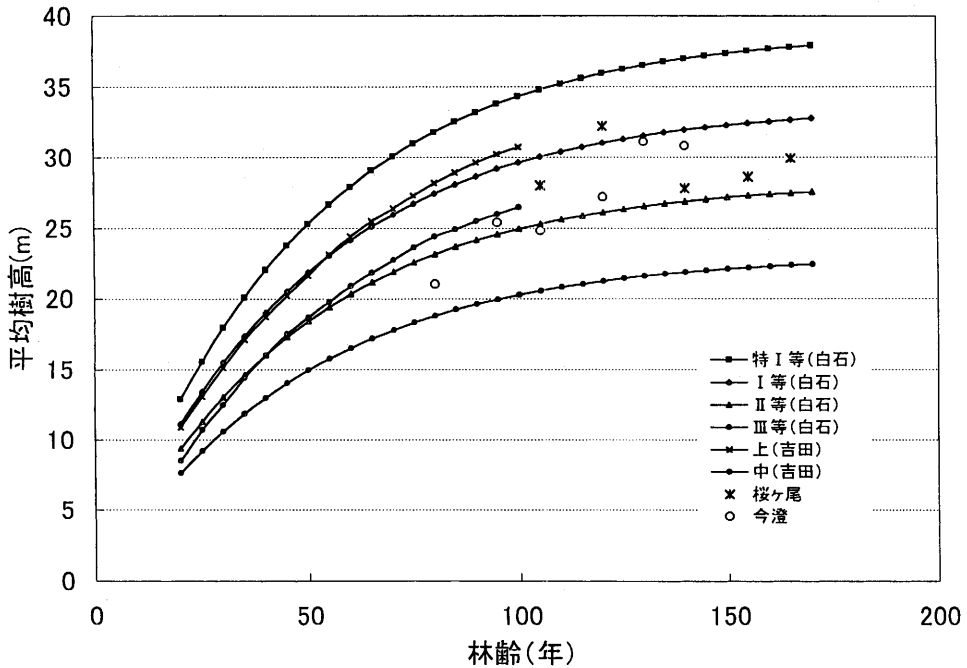


図-8 高齡林における林分平均樹高の比較

Fig. 8. Comparison of stand mean height in the old sugi stands with reference to the yield tables.

2. 立木本数の変化

図-9に桜ヶ尾と今澄の高齡林のha当たり立木本数の測定値、および二つの収穫表の主林木本数の変化を示した。二つの収穫表の比較では、吉田らの上、中が林齡100年においてもそれぞれha当たり748本、893本とかなり本数密度の高い状態で下げ止まっているのが特徴的である。この結果、林齡100年では吉田らの収穫表の立木本数が、白石の収穫表の地位III等(下に相当)よりも多くなっている。

桜ヶ尾と今澄の高齡林のha当たり立木本数は、林齡120年前後まではそれぞれ白石のII等、I等に近い水準で維持されてきたことがわかる。しかしこれらの高齡林ではいずれも林齡120年前後から140年前後にかけて間伐または気象被害を受けて立木本数が著しく減少した。その結果、林齡140年以降の立木本数はかなり低い水準で推移している。

3. 胸高直径の成長経過

図-10に桜ヶ尾と今澄の高齡林の平均胸高直径の測定値、および二つの収穫表の主林木平均胸高直径の変化を示した。なお白石の収穫表の各地位において林齡50年以降の変化がジグザグになっているのは、主林木本数を5年ごとになく10年ごとに減少させているためである。二つの収穫表の比較では、吉田らの収穫表の平均胸高直径で頭打ちがやや強く現れている。若齡(林齡20~40年)の間は吉田らの上は白石の特I(特上に相当)を上回っているが、やがて成長が漸減し、林齡100年においては白石のI等をも下回るなど、特に壯齡以降の低下が顕著である。

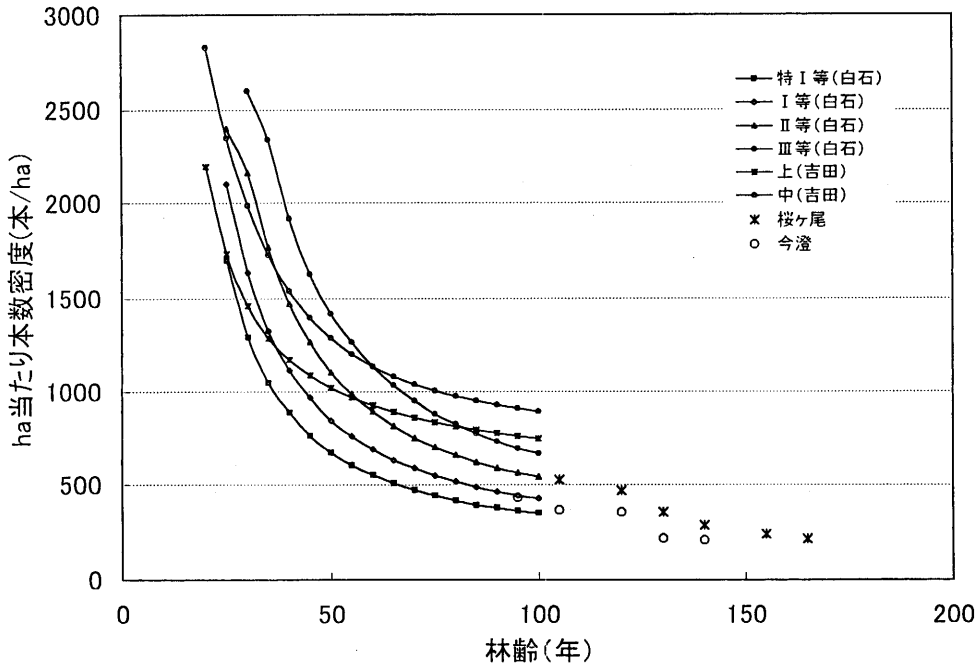


図-9 高齡林における本数密度の比較

Fig. 9. Comparison of stand density in the old sugi stands with reference to the yield tables.

桜ヶ尾と今澄の高齡林の平均胸高直径は、測定値のばらつきがかなり大きいものの、白石の収穫表の特I等ないしはI等にはほぼ相当する成長経過となっている。

4. 幹材積の成長経過

図-11に桜ヶ尾と今澄の高齡林の幹材積の測定値、および二つの収穫表の主林木幹材積の変化を示した。ここでも白石の収穫表各地位において林齡50年生以降の変化がジグザグになっているのは前記と同じ理由による。二つの収穫表の比較では、吉田らの収穫表の上、中がともに成長速度が大きくなっており、林齡100年では吉田の中(1,138 m³)が白石のI等(1,027 m³)を越えて特I等(1,249 m³)に迫る勢いである。

桜ヶ尾と今澄の高齡林の幹材積は、桜ヶ尾118年生(1953年調査)の値を除き、白石のII等にはほぼ匹敵する成長経過を示している。なお、この桜ヶ尾の1953年の調査は0.1haの標準地を設定して得られたもので、特に成長の良好な箇所を選定して調査したものと推定されている。

5. 高齡林の地位と林分密度の評価

桜ヶ尾と今澄の高齡林の成長経過を千葉演習林の二つのスギ収穫表を基に比較した結果、以下のようなことがわかった。まず基になった二つの収穫表相互の比較では、平均樹高の成長の傾向は概ね類似していた。しかし吉田らの収穫表が白石の収穫表に比べて特に50年以降の林齡で立木本数が非常に多く、また平均胸高直径はやや小さかった。そしてそれらを総合した結果として、

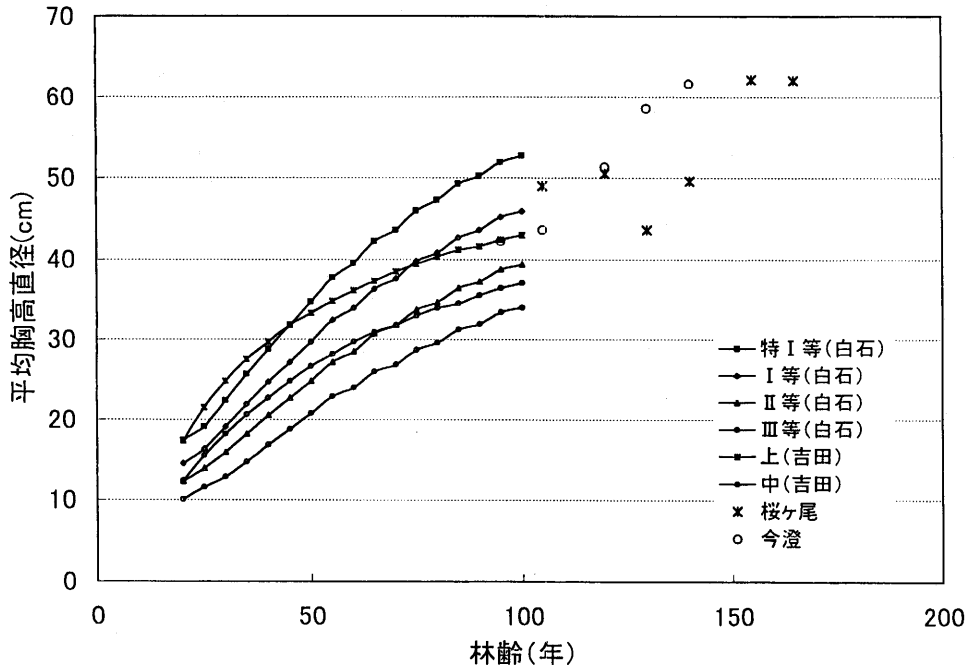


図-10 高齡林における林分平均胸高直径の比較

Fig. 10. Comparison of mean diameter at B.H. in the old sugi stands with reference to the yield tables.

吉田らの収穫表では幹材積がかなり大きい値を示していた。すなわち吉田らの収穫表は高齡時に林分密度が高い状態が想定されていると考えられる。この点に関し白石の収穫表は千葉演習林の成長試験地のデータに基づいて林分密度の水準が決められているので、吉田らの収穫表の林分密度は明らかに過大であるといえる。その背景として、この収穫表が調製された大正8年当時は千葉演習林においても高齡なスギ人工林は限られていたので、十分なデータが揃わなかったのではないかと推察される。

次に、桜ヶ尾と今澄の高齡林と白石の収穫表の成長経過を比較すると、二つの高齡林とも平均樹高は収穫表のI等ないしはII等に相当すると考えられたが、平均胸高直径は収穫表の特I等またはI等に相当する大きさであった。また高齡林の立木本数は収穫表に比べて少ない目で、特に林齡120年以降は非常に少なかった。そして高齡林の幹材積は全般的に小さく、収穫表と比較してII等あるいはIII等に相当していた。以上の比較結果をまとめると、これらの高齡林では樹高成長から推定される地位はI等あるいはII等に相当しているが、林分密度が低い状態で推移しており、特に林齡120年以降でその傾向が顕著であった。立木本数が少ないため、平均胸高直径は収穫表よりも大きくなる傾向が認められた。これは低い密度の下で直径成長が促進されているためと、平均よりも小さい林木が除かれたことによる平均値の増大という二つの理由によるものと考えられる。

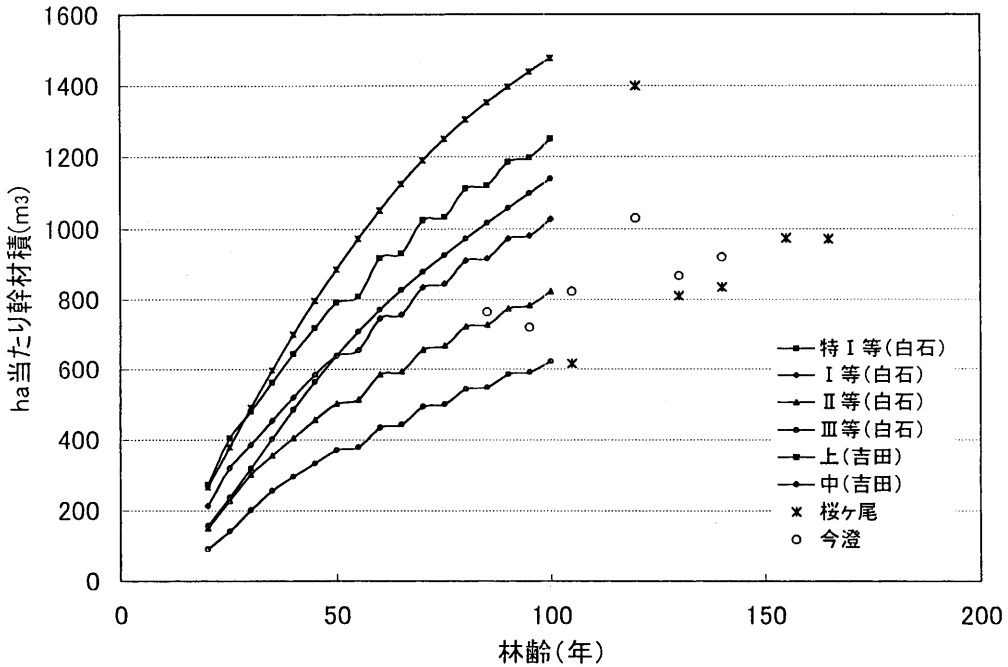


図-11 高齡林における林分材積の比較

Fig. 11. Comparison of stand volume in the old sugi stands with reference to the yield tables.

IV. 考 察

本報においては、東京大学千葉演習林およびその周辺に残るスギ高齡林分の植林経過と生育の状況を明らかにするため、さまざまな記録から今日までの成立過程を辿ってきた。さらに、千葉演習林スギ人工林を対象として調製された収穫表の値とそれらの高齡林の成長経過の比較を試みた。

桜ヶ尾、今澄及び妙見山に現存するスギ高齡林を対象とした今回の分析の結果から第一に指摘すべき重要な点は、高齡林が過去の生育期間中に気象被害を少なからず受けていることである。例えば「百年に一度の強風」といえば、それは滅多に発生しないという意味であって、通常の森林施業でそうした激烈な気象条件への対策を講じることは稀である。しかし長期間森林を皆伐せずに残す高齡林においては気象被害を受ける確率は確実に高まる。最近では1996年の妙見山スギ高齡林の風倒被害が記憶に新しい。この時は樹齡300年を超える高齡大径木20本ほどが風倒被害を受けている(鈴木, 1999)。高齡林では樹高が高くなる一方、樹冠がクラスタ状となってやや疎らになるので、強風の影響も樹冠の連続した通常の施業林分とは異なるであろう。気象被害を受けにくい立地を選び、樹勢の衰えた林木を定期的に除くなど林分の健全性を維持するための適切な取り扱いが不可欠である。

高齡林の現況を収穫表と比較した結果より認められた第二の知見は、高齡林の林分密度が一斉林形を想定した収穫表よりもかなり低いということである。低い密度での管理は成長率を高める半面、元本である蓄積が小さくなるため、それらの積としての材積成長量で評価すべきである。

その点に関し、桜ヶ尾と今澄の高齢林ではいずれも比較的優良な地位の下で、林齢 100 年を越えてもなお年 ha 当たり約 10 m^3 、成長率にして 1% 前後の材積成長量を確保していた。この成長量の水準は、丹下らが樹幹解析の結果から推定した ha 当たりの年平均材積成長量 11.1 m^3 (丹下ら, 1987) に近い値である。

以上の結果を考え合わせると、本論で対象としたようなスギ高齢林を健全に維持し、かつ高い材積成長量を確保していくためには、林冠を大きく疎開しない範囲で ha 当たり $1,000 \text{ m}^3$ 前後の蓄積を保つことがひとつの目安となると考えられる。すなわち 15 年程度の間隔で、成長量に相当する分を間伐して取り除くのである。その際、長伐期施業に耐えるべく成長が旺盛で健全な林木を残すため、間伐木の選木基準は樹勢の衰えた林木や材質のよくない林木から優先すべきであろう。

最後に、本論で用いた高齢林の調査データのひとつの特徴として、調査回ごとにばらつきが大きかったことが上げられる。これは高齢林の調査が長期間にわたるため、毎木調査と標準地調査が混在するなど調査方法の統一を図ることが難しいことに起因している。これに対処するため、林分の区画を確定し、樹木番号を付け、可能なら樹木位置図も作成し、調査結果に調査方法を記した文書を添付して保存するなど、通常の試験地よりもさらに徹底した管理が望まれる。

要 旨

戦後に造林された人工林は成熟期を迎えつつあるが、近年の林業経営活動の停滞により伐採が手控えられ、長伐期化の傾向にある。しかし高齢人工林の適切な取り扱いに関する指針が確立しているとは言い難い。そこで本論では東京大学千葉演習林およびその周辺に残るスギ高齢林分の植林経過とこれまでの生育状況を明らかにし、適切な管理指針を導くことを目的に、高齢林分に関するさまざまな文献や調査資料を分析した。その結果、高齢林では樹幹に腐朽やこぶ、曲がりなど材質に関わる欠点が次第に増加するとともに、長期間のうちに気象被害にあう確率も高まり、林分の健全性が低下する傾向がうかがわれた。また高齢林の成長経過を林分収穫表と比較した結果、高齢で立木密度が大幅に低下し、かなり疎な状態で管理されていたが、それでも年 ha 当たり材積成長量は 10 m^3 を越えていた。このことから、健全性の低下した林木を中心に比較的弱い利用間伐を概ね 15 年間隔で繰り返しながら、ha 当たり蓄積を約 $1,000 \text{ m}^3$ 程度の水準で保つことが高齢林を健全に維持し、かつ材積成長量を確保していくためには有効であることが示唆された。

キーワード: スギ高齢林, 房総半島清澄地域, 成育経過, 植林の歴史, 長伐期人工林経営

引用文献

- 千葉演習林 (1905) 千葉県下演習林の経営. 27-28.
- 千葉演習林 (1918) 千葉県下演習林概要. 36-37.
- 千葉演習林 (1933) 杉林収穫表. (吉田正男・松川恭佐共査, 右田半四郎関).
- 千葉演習林 (1940) 千葉県演習林視察案内. p. 4.
- 千葉演習林 (1943) 第 5 次経営案施業沿革史.
- 千葉演習林 (1952) 第 6 次経営案施業沿革史.
- 千葉演習林 (1953) 千葉県演習林視察案内. p. 6.
- 千葉演習林 (1958) 千葉県演習林視察案内. 33-34.

- 千葉演習林 (1974) 千葉演習林沿革史資料 (1) 演習林 (東大). p. 25.
 千葉演習林 (1977) 第9次経営案実施沿革史.
 本多静六 (1926) 本多造林実習日誌. 72-73.
 神奈川県教育委員会 (1983) 大雄山スギ林の調査報告—現況の把握とその対応措置一. 神奈川県文化財調査報告書, 第43集, p. 34.
 神奈川県教育委員会 (1991) 天然記念物総合診断報告書第1報. p. 40.
 林野庁編 (2002) 森林及び林業の動向に関する年次報告 (森林・林業白書平成13年度版). 日本林業協会. 50-59.
 島田錦蔵 (1944) 清澄部落の研究. 10-11.
 白石則彦 (1985) 同齢単純林の成長予測に関する研究. 東大演報 75: 199-256.
 森林経理学研究室・千葉演習林 (1984) 清澄寺妙見山スギ超高齢林調査報告書. 54 pp.
 鈴木 誠 (1998) スギ・ヒノキ高齢人工林の経営論的研究—東京大学千葉演習林の人工林経営に関する実験—. 東大演報 100: 132-223.
 鈴木 誠 (1999) 歴史を物語る鎮守の森 (森林の環境 100 不思議所収). 日本林業技術協会, 136-137.
 鈴木 誠・丹下 健 (1982) 非皆伐施業林における二段林造成に関する研究 (III)—ヒノキ樹下植栽 50 年後の調査事例—. 日林関東支論 34: 47-49.
 鈴木 誠・龍原 哲・米道 学・塚越 剛・軽込 勉・南雲秀次郎 (2000) 大雄山最乗寺寺有林内に存在するスギ複層林の林分構造と上木の形質. 森林計画誌 34: 51-55.
 丹下 健・山中征夫・鈴木 誠 (1987) スギ高齢人工林の生長と現存量. 演習林 (東大) 25: 243-259.
 鶴見康幸・高野充広・米道 学 (1991) スギ高齢人工林における竜巻被害状況. 技術官等試験研究・研修会議報告 49-61.
 渡邊資仲 (1955) 倒れた清澄大杉の材積調査 (小杉の方). 山林 853: 11-17. (2002年8月23日受付)
 (2003年5月16日受理)

Summary

A large area of plantation forests were established after the war and are now maturing, but many of them are not harvested due to the stagnation in the forestry sector. The cutting age is thus prolonged. However, operational management guidelines for old plantation stands are not yet established. The authors of this paper gathered and analyzed various growth records and documents of old sugi stands in the Kiyosumi area in the Boso Peninsula, for the purpose of clarifying the history of planting and growth conditions of old forests and also for developing operational management guidelines. Through the analysis, it was shown that the soundness of old plantation stands declined with time because forests were likely to suffer from wood quality degradation and climate damage. The growth trends of old sugi plantations were also analyzed by comparing with yield tables. It was found that the stand density was rather low but the stand volume per hectare still grew by more than 10 m³ per year. These results suggested that old plantation stands should be weakly thinned repeatedly with approximately 15 year intervals to eliminate damaged trees and to maintain both soundness and high volume growth.

Key words: old sugi stands, Kiyosumi area in the Boso Peninsula, growth trends, history of planting, plantation forestry management with long rotation

Studies on the Growth of Old Sugi (*Cryptomeria japonica*) Stands (I)

—The Development Process of the Old Sugi Plantations in the Kiyosumi Area—

Makoto SUZUKI, Norihiko SHIRAISHI, Masanori SUZUKI,
Satoshi TATSUHARA and Hirokazu YAMAMOTO

The rotation of plantation stands has recently lengthened due to the stagnation in Japanese forestry, while management guidelines for old plantations have not yet been established. This paper analyzed historical records of operations and growth of old sugi stands in the University Forest in Chiba, and discussed how the old plantations should be managed. It was found that old plantation stands were likely to suffer from wood decay and climate damage with the lapse of time, though stand volume growth remained satisfactory. Repeated weak thinning with approximately 15 year intervals is recommended to keep the old sugi stands sound and productive.

A Stand Structure Dominated by *Betula maximowicziana* in the Chichibu Mountains, Central Japan

Haruo SAWADA, Mikiyo KAJI, Ryuhei YAMANAKA, Hachiro TASHIRO,
Yuji IGARASHI, Hisatomi KASAHARA, Yasuo TAKAHASHI
and Masako INUKAI

The structure of a stand dominated by *Betula maximowicziana* was investigated in the Chichibu Mountains. From the age analysis of sample trees, it was estimated that the stand was regenerated about 120 years ago. Mean dbh and stand volume of the stands dominated by *B. maximowicziana* in Chichibu were larger than those in the Tokyo Univ. Forest in Hokkaido. But, the tree form of the *B. maximowicziana* trees in Chichibu was inferior to that of the stand in Hokkaido in which qualitative thinning has been conducted. Hence, to produce high-quality *B. maximowicziana* trees, qualitative thinning would also be necessary in Chichibu.