

過密クロマツ海岸林の本数調整事例

坂本知己^{1*}・萩野裕章²・野口宏典¹・島田和則¹・後藤義明¹Case study on the thinning of overcrowded *Pinus thunbergii* coastal forestTomoki Sakamoto¹, Hiroaki Hagino², Hironori Noguchi¹, Kazunori Shimada¹ and Yoshiaki Goto¹

Abstracts: We tried the following thinning in the stands of the Muramatsu coastal forest (Ibaraki Prefecture) where thinning was delayed; we selected preserved trees of a number corresponding to the canopy heights expected in the future, we thinned around these trees and gave them space for future stands, and we left trees that would have little influence over the preserved trees as a kind of buffer to mitigate the influence of the salty sea wind. It was thought that this thinning method suppressed deterioration from salty sea winds of preserved trees, because the preserved trees had not declined in spite of experiencing strong sea winds several times. However, we could not improve the height/dbh ratio or the crown length ratio of the preserved trees. It was thought that we had chosen more preserved trees than were necessary, as we had estimated the future canopy heights lower than they actually were. We also had to review the preserved trees promptly when the canopy heights exceeded our forecast, and we had to do additional thinning.

1 はじめに

日本のクロマツ (*Pinus thunbergii*) 海岸林では、一般に 10,000 本/ha の密植が行われるので、早い段階から本数調整を行うことが必要である (坂本ら, 2006)。これまでのクロマツ海岸林における本数調整に関する報告でも、本数調整の効果を認めているものは、いずれも樹高の低い段階で実施されたものに限られる。例えば、佐藤ら (1973)、ならびに蜂屋ら (1973) は、平均樹高 4 ~ 5m 程度までに 3,000~4,000 本/ha に導くことを目標に 3 回の本数調整を行い、形状比を低く抑さえ、枝下高の上昇を抑えた。また、福地 (2000) は、平均樹高が 3 m 未満で本数調整を実施し、その後の枝下高の枯れ上がりによる本数調整を行わない場合との差を認めている。真坂ら (2001) も、植栽 5 年後の弱齢林を対象に本数調整の効果を報告している。

一方、クロマツ海岸林の多くは、樹高の低い段階での本数調整が行われず過密状態となっている。また、このような林分を対象とした本数調整試験も行われている (例えば、畠山・加賀谷, 1974; 金子・畠山, 1984; 紙谷, 2001; 金内ら, 2001; 真坂ら, 2007)。しかしながら、必ずしも、本数調整が遅れた林分においては本数調整による肥大成長・樹

冠長率の改善 (以下本数調整効果) は明瞭にされていない。

本数調整が遅れた林分で、本数調整効果ははっきりしないのは、本数調整によって過密化を解消できていないからだと考えられる。なぜなら、10,000 本/ha の密植を行った場合に本数調整の開始が遅れると、一般的な伐採率では過密化を解消することはできず、適正な立木本数まで本数を減らすためには、極めて高い伐採率が必要となる (坂本ら, 2007) が、生育環境の厳しい海岸林においては、残存木の衰退が懸念されて、そのような伐採率は採用できないからである。

そこで、今回、本数調整遅れの過密海岸林を対象に、伐採率を抑えつつ、局所的な過密状態を解消するような本数調整を試験的に実施し、その後の林相の変化を調査した。過密林分の本数調整手法の開発に向けて、その結果を考察したので報告する。

本研究の一部には、(独) 日本原子力研究開発機構からの委託試験研究「森林伐採による飛砂影響調査」(平成 13~21 年度実施) における調査結果が含まれている。研究推進にあたってお世話になった (独) 日本原子力研究開発機構の関係各位に深謝する。

2 方法

2.1 実施した本数調整法の考え方

10,000 本/ha で植栽されたクロマツ海岸林では、樹高が低い段階ほど樹高成長に伴って過密化が進むので、植栽後、本数調整が一度も行われていない過密クロマツ海岸林において適正と考えられる本数まで減らすためには、高い伐採率が必要となる (坂本ら, 2006)。しかしながら、高い伐採率では、残存木を

1 (独) 森林総合研究所 気象害・防災林研究室
Meteorological Forest Damage and Buffer Forest Lab.,
For. and Forest Prod. Res. Inst.,
Ibaraki 305-8687 Japan

2 (独) 森林総合研究所 九州支所 山地防災研究グループ

Environmental Conservation Group, Kyushu
Research Center, For. and Forest Prod. Res. Inst.,
4-11-16 Kurokami, Kumamoto, 860-0862 JAPAN

*Corresponding author: safe@ffpri.affrc.go.jp

いきなり厳しい海風環境にさらすことになる。残存木の生育を考えた場合、どの程度の海風環境の変化までは許されるかということについては、既存の知見が整っていないことから、立木本数を適正と考えられる本数まで一度に減らすことは、残存木が衰退することの懸念が拭えず採用できない。一方で、弱度の本数調整を毎年のように繰り返すことは、適正本数に減らすのに要する期間と、過密林分における弱度の間伐では、本数調整効果が期待できないことから現実的ではない。

そこで、将来、海岸林を構成する個体（仕立て木）を選び、仕立て木の成長の妨げとなる個体を取り除き、仕立て木の生育への影響が少ないと考えられる個体は、海風環境の変化を緩和するための保残木として残すこととした。すなわち、本数調整後に残るすべての個体に本数調整効果を期待するのではなく、仕立て木のみにも生育空間を確保し、保残木に海風環境の変化を抑えることを期待した本数調整方法である。従って、本数調整の効果も仕立て木を中心に検討する。これは、残存木の平均的な本数調整効果を検討してきた従来の方法とは異なる。なお、この本数調整方法は、島崎（1999）の提唱した保残木マーク法と基本的には同様の考え方に基づく。

今回の本数調整は、本数調整後に樹高成長が見込めることが前提になっている。仕立て木の本数は、将来期待できる樹高に対して適正と考えられる立木本数密度から求めることとした。

2.2 調査林分の概要

調査は、茨城県東海村の村松海岸林（（独）日本原子力研究開発機構内）の3調査区で実施した。2001年9月にPlot 1, 2を、2003年6月にPlot 6を設定した。調査区の大きさは、それぞれ10×10 m, 6×12 m, 6×6 mである。前縁からの距離は、それぞれ約55 m, 25 m, 15 mである。各調査区の標高は、それぞれ、約6 m, 8 m, 9 mである。各調査区の最大樹高と樹高上位20%の平均値（以下、林冠高）は、Plot 1が6.7 m, 6.0 m, Plot 2が4.9 m, 4.5 m, Plot 6が5.1 m, 4.6 mであった（表1）。

林冠高に対する適正と考えられる立木本数は、小田（1992）の相対密度管理表を元に、形状比70、相対密度55～65%を想定して求めたところ、

Plot 1（2001年）で2,778～3,284本/ha、Plot 2（2001年）が同じく4,368～5,164本/ha、Plot 6（2003年）が4,219～4,989本/haとなった。これに対して、調査地の立木密度は、それぞれ8,700, 13,194, 15,000本/haであり、それぞれ3.1～2.6, 3.0～2.6, 3.6～3.0倍の超過密状態にあった（表1）。

直径に比べて上層木の樹高は個体間の差が少ないので、形状比は直径が大きいほど低い傾向が見られた（図1）。樹高3 m以上の個体のうち、形状比70以下の本数は、Plot 1が18本（1,800本/ha）、Plot 2が8本（1,111本/ha）、Plot 6が9本（2,500本/ha）であった。これは、上で求めた適正と考えられる本数に満たない。一方、樹高3 m以上の個体のうち、形状比90以上の本数は、順に45本、42本、17本であり、形状比70以下の本数の2.5, 5.3, 1.9倍であった。

以上のように、対象地は典型的な本数調整遅れのクロマツ海岸林であった。ただし、樹高上位20%の個体（以下、林冠形成木）の枝下高の平均値は、それぞれ3.0 m, 2.0 m, 2.2 mで、林冠高に対する割合は、0.50, 0.44, 0.49と、樹冠長率は50%に達していた。

なお、各調査区の近くの本数調整の影響を受けない箇所に、Plot 1, 2では対照木を各21本、Plot 6では対照区（4×6 m）を設定した。Plot 1, 2で対照区ではなく対象木としたのは、比較のための個体を線状に選木し、方形区を設けなかったからである。

2.3 本数調整の概要

小田（1992）の相対密度管理表を元に、調査区ごとに、仕立て本数を算出した。仕立て本数を決定するにあたっての将来樹高は、参考となる適当な林分が周囲になかったため、各調査区の最高樹高を採用することにした。これは、各調査区では上長成長が頭打ちになっていなかったからで、林冠高は少なくともこの高さまでは達すると判断したからである。将来の樹高はより高くなる可能性があり、その場合、仕立て木本数を多めに設定したことになる。そこで、同じ林冠高を想定した場合の中では仕立て木本数が少なめに設定されるように、相対密度管理表を用いるにあたって、形状比を60、相対密度を55%とした。

表1 調査区ならびに本数調整の概要

調査区	大きさ m	最大樹高 m	林冠高 m	枝下高 m	a		b				過密度 a/b	c		伐採木 本	保残木 本	本数伐採率 c/a	本数伐採率 (a-b)/a			
					立木本数 本	本/ha	形状比 70以下*	形状比 90以上	適正本数 本	本/ha		将来目標 本数	仕立 て木							
1	10×10	6.7	6.0	3.0	87	8,700	18	1,800	45	4,500	28~33	2,778~3,284	3.1~2.6	18	1,832	18	38	28	44	68~62
2	6×12	4.9	4.5	2.0	95	13,194	8	1,111	42	5,833	31~37	4,368~5,164	3.0~2.6	22	2,998	28	40	27	42	67~61
6	6×6	5.1	4.6	2.2	54	15,000	9	2,500	17	4,722	15~18	4,219~4,989	3.6~3.0	10	2,815	16	34	4	63	72~67

*: 樹高 3.0 m 以上について Plot 1 の保残木が31本ではなく28本となっているのは、本数調整前に3本枯死したため

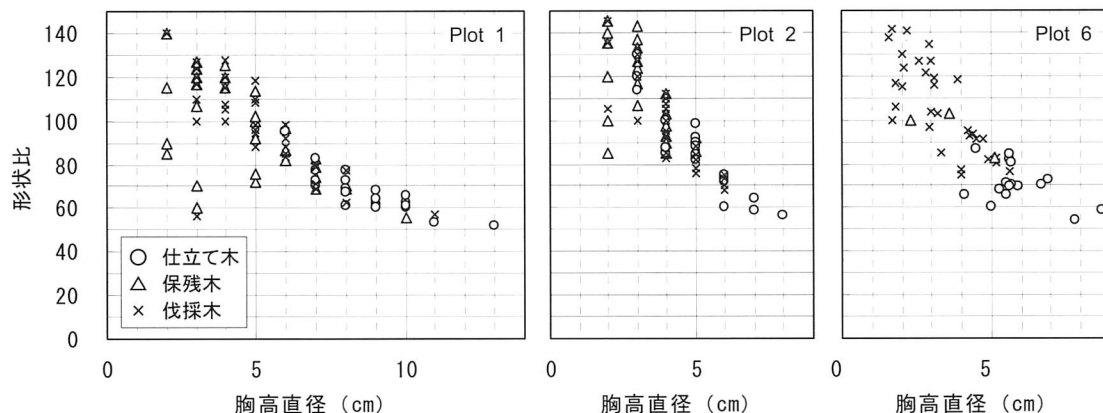


図1 調査区の形状比

各調査区の仕立て本数は、Plot 1 では 1,832 本/ha、Plot 2 は 2,998 本/ha、Plot 6 は 2,815 本/ha となった。これは、形状比 70、相対密度 55 %とした場合に比べて、それぞれ、503 本/ha、822 本/ha、772 本/ha 少ない。

設定した仕立て本数は、各調査区の面積では、それぞれが 18 本、22 本、10 本に相当する (表 1)。これらの値を目安に現地を選木した結果、実際の仕立て木は、Plot 1 が 18 本、Plot 2 が 28 本、Plot 6 が 16 本となった。実際の仕立て本数が目標本数より増えたのは、調査区に隣接する立木の状態も含めて検討したこと、判断に迷った個体を仕立て木としたためである。

各調査区において、仕立て木の成長を妨げると判断し伐採した本数は、順に 38、40、34 本となった。単純に伐採率を求めると、44、42、63 %になる。これらの伐採率を調査時の適正本数密度まで伐採した場合の伐採率 68、67、72 %に比べると大幅に低い (表 1)。Plot 6 で伐採率が高くなったのは、仕立て木を多く設定したために、その成長を妨げると考えられる個体も多くなったため、その分、保残木が Plot 1、2 に比べて少なくなった。

本数調整は、Plot 1、2 では 2004 年 2 月に、Plot 6 では 2005 年 2 月に実施した。

3 結果と考察

3.1 本数調整後の生育

3.1.1 風当たりが強くなることの影響

各調査区の林冠高は、2009 年 10 月には、Plot 1 が 6.0 m (2001 年) から 8.7 m に、Plot 2 が 4.5 m (2001 年) から 6.5 m に、Plot 6 が 4.6 m (2003 年) から 6.7 m にそれぞれ上昇した。すなわち、いずれの調査区においても、林冠高は調査区設定時の最大樹高 6.7 m (Plot 1, 2001 年)、4.9 m (Plot 2, 2001 年)、5.1 m (Plot 6, 2003 年) より 1.6~2.0 m 高くなった。なお、上長成長は、頭打ちになってい

ない。

また、本数調整の際には、伐採後に残存木への風当たりが強くなることから、林帯が衰退することが心配されるが、今回の本数調整では、次のような強風に見舞われたにも関わらず、林帯の衰退はみられなかった。

2004 年 10 月と 2006 年 10 月とには、2001 年~2009 年を代表するような強風が吹いた。とくに、2006 年の 10 月の二度にわたる強風は、調査対象地近海の鹿島灘で合わせて 3 隻の大型船の座礁をもたらす強いもので、(独) 日本原子力研究開発機構における気象観測では、20m/s 前後の強い海風が継続して吹いていた。10m/s 以上の風の継続時間 (毎正時の風速で判断) は、前後の強風時も加えると、2006 年 10 月 6 日は 33 時間、2006 年 10 月 23 日は 34 時間であった。この強風では、海岸林の前縁部では、飛砂によって、クロマツ植栽木が倒伏するような現象が観察された。

上述のような強風があったにも関わらず、本数調整区で林帯が衰退するようなことはなく、林冠高も上昇したことから、今回の本数調整法は、仕立て木への海風環境の悪化を許容範囲に抑えるものであったと考えられる。

3.1.2 過密化の影響

海風環境の悪化による衰退は見られなかったが、過密化による自然間引きが見られた。Plot 6 の本数調整区を除く各調査区、ならびに調査木において、枯死木に加えて、枯死に近い状態にまで葉量を減らした個体や、大きく幹が傾いた個体、成長が停滞している個体など、将来の林冠を構成することはないと予想される個体が見られた。成長が停滞している個体には、隣接木に被圧されている個体の他、下層木で本数調整後の肥大成長が 0.1 cm 以下、あるいは調査区設定後の上長成長が 0.2 m 以下の個体が含まれる。ここでは、枯死木を含めてこれらを「枯死

等」とし、残りを「健全木」とした(図 2)。なお、梢頭部が枯れた個体が合わせて 7 本あったが、梢頭部が枯れただけの個体は、側枝の立ち上がりによる回復が見込めることから、健全木に含めた。

Plot 1 では、本数調整後の残存木 46 本のうち、健全木は 27 本、枯死等が 19 本(枯死: 10, 枯死に近い状態: 1, 傾斜: 6, 成長停滞: 2)であった。枯死等には、傾いた仕立て木 1 本が含まれている。Plot 1 の対照木 21 本のうち、健全木は 9 本、枯死等は 12 本(枯死: 6 本, 枯死に近い状態: 3 本, 傾斜: 3 本)あった。

Plot 2 では、本数調整後の残存木 55 本のうち、健全木が 38 本、枯死等が 17 本(枯死: 2, 枯死に近い状態: 1, 傾斜: 2, 成長停滞: 12)であった。なお、枯死に近い状態となったのは、仕立て木であった。Plot 2 の対照木 21 本のうち、健全木が 11 本、枯死等が 10 本(枯死: 3, 枯死に近い状態: 3, 傾斜: 1, 成長停滞: 3)であった。

Plot 6 では、本数調整後の残存木 20 本(5,556 本/ha)のうち、健全木が 17(4,722 本/ha)、枯死等が 3 本(833 本/ha, 成長停滞: 3)であった。Plot 6 の対照区では、31 本(12,917 本/ha)のクロマツのうち、健全木が 12 本(5,000 本/ha)、枯死等が 19 本(7,917 本/ha, 枯死: 7, 枯死に近い状態: 3, 傾斜: 3, 成長停滞: 6)となった。

初期本数に対する健全木の残存率は、Plot 1 の調整区が 0.31, 対照木が 0.43, 同じく Plot 2 が 0.40, 0.67, Plot 6 の調整区が 0.31, 対照区が 0.39 で、調整区と対照木・対照区とを比較すると後者の方が高く、本数調整によって、自然間引きに委ねるより本数を減らしたことを示している。

本数調整に加えて自然間引きによっても本数が減った結果、本数調整後の本数に対する健全木の残存率は、Plot 1 が 0.59, Plot 2 が 0.69, Plot 6 が 0.85 であった。本数調整を行ったにも関わらず、自然間

引きが生じたのは、本数調整後の海風環境の悪化を緩和するために、仕立て木の生育を比較的妨げないと考えられた個体を保残木として残したために、局所的には過密状態を緩和しなかったからであり、保残木において自然間引きが生じることは当初から見込んだことである。

なお、仕立て木に限れば、同じく残存率は、0.94, 0.96, 1.00 となった。このことは、先述のように、仕立て木の生育妨げる個体を伐採したことによって、仕立て木は自然間引きによる枯死を免れたことを示している。

ただし、元々、仕立て木は優勢木を中心に選んでいるので、自然間引きの対象にはなりにくい。実際、対照木・対照区における枯死木は、小径木を中心に発生している(図 2)。仕立て木に対する本数調整の効果を確認するためには、生存だけでなく、生育状況を確認する必要がある。

3.1.3 本数調整の効果

Plot 1 では、胸高直径 5 cm 以上では、大きい個体ほど肥大成長量大きい傾向が見られたが、5 cm 未満の個体にはほとんど肥大成長は見られず枯死した個体も少なくない(図 3)。この傾向は基本的に対照木にも共通するが、調整区に比べて胸高直径の大きい個体でも肥大成長が見られない傾向があった。また、肥大成長した個体としなかった個体とが明瞭に分かれた。

Plot 2 についても、Plot 1 と同様の傾向は見られるが、ほとんど肥大成長が見られなくなる境界の胸高直径は、Plot 1 ほどはっきりしない。Plot 1 に比べて林冠高が低いために、優劣の差のつき方が弱いのかかもしれない。対照木については、5 cm 未満の個体の肥大成長は、明らかに調整区に比べて少なく、Plot 1 と同様の傾向が見られるが、5~6 cm の個体については、ほとんど肥大成長していない個体と、

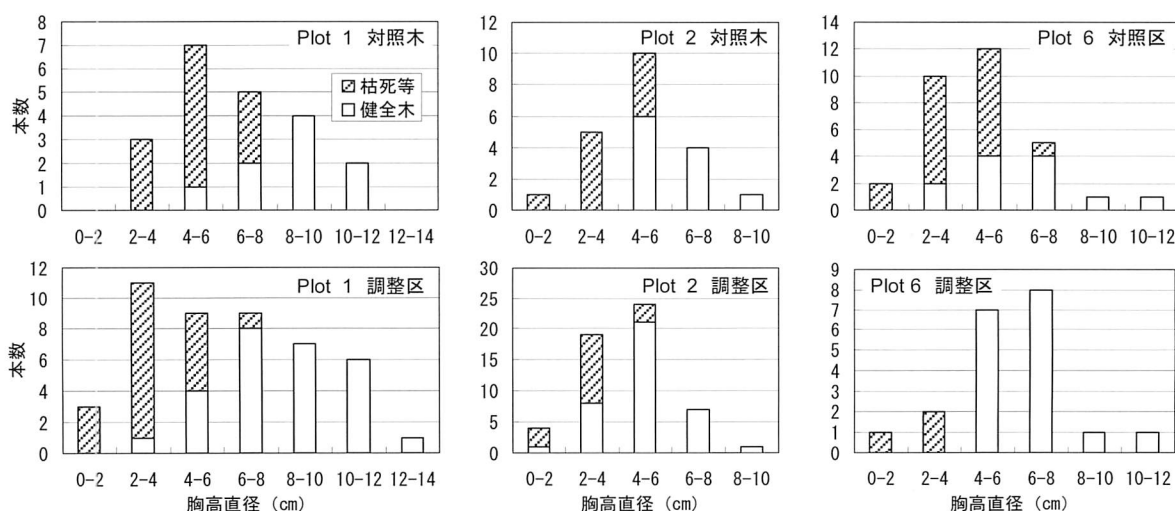


図 2 クロマツの枯死等

1~2 cm の成長を示した個体に明瞭に分かれた。

Plot 6 では、Plot 1, 2 で見られた胸高直径に応じて肥大成長が大きくなる傾向ははっきりしない。また、対照区においては、胸高直径 5 cm 以下の個体でも成長しているものもあるが、枯死した個体やほとんど成長していない個体も見られた。

以上のように、今回の本数調整による肥大成長の促進効果は胸高直径の比較的大きい個体については明瞭ではないが、過密化を緩和したことでクロマツ間の優劣の生じ方を弱めたと考えられる。

3.2 形状比の変化

3.2.1 本数調整区

一般に、本数調整を行うと、本数調整効果によって、肥大成長がよくなり形状比の低下が期待できるが、とくに今回の本数調整では、すべての残存木の形状比ではなく、とくに仕立て木の形状比の低下を狙ったものであった。しかしながら、仕立て木のうち形状比が低下したのは、Plot 1 では仕立て木 18 本中 5 本、Plot 2 では 28 本中 5 本、Plot 6 では 16 本中 4 本に過ぎず、多くの仕立て木の形状比は上昇した。形状比 70 を超える仕立て木の形状比が 70 以下になった例は、Plot 1 ではなく、Plot 2, 6 で 1 例ずつ確認されただけである (図 4)。

形状比 70 以下の個体数は、各調査区で減少した (図 5)。すなわち、Plot 1 では、2001 年に 18 本 (1,800 本/ha) だったのが 2009 年は 9 本 (1,100 本/ha) に、Plot 2 では、2001 年に 8 本 (1,111 本/ha) だったのが 2009 年は 3 本 (417 本/ha) に、Plot 6 では、2003 年に 10 本 (2,778 本/ha) だったのが 2009 年には 7 本 (1,944 本/ha) に減少した。

林冠高が上昇すれば適正と考えられる立木本数密度は減少する。前述のように、各調査区の林冠高は、それぞれ上昇したので、適正と考えられる立木

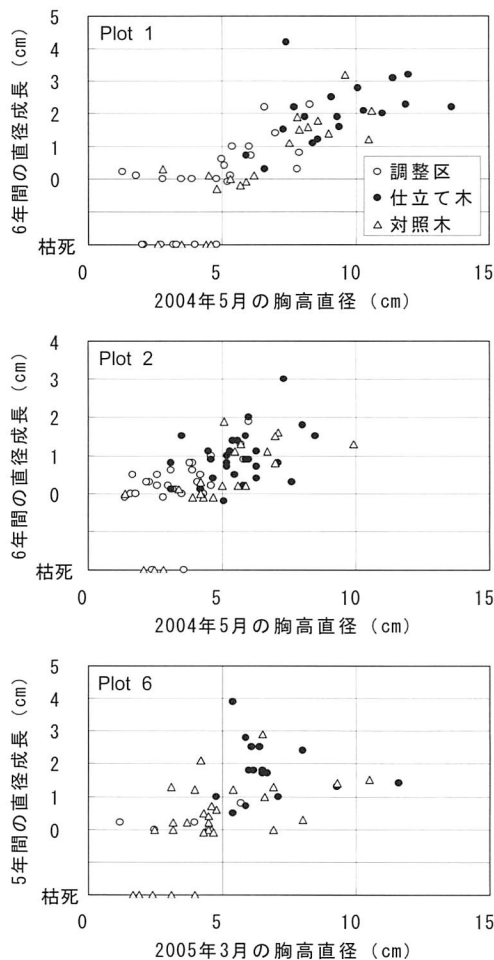


図 3 クロマツの肥大成長

本数密度は、形状比 70 で相対密度 55~65 % を想定すると、Plot 1 では 2800~3300 本/ha から 1,500~1,800 本/ha (調査区では 28~33 本から 15~18 本) に、Plot 2 では 4400~5,200 本/ha から 2400~2900 本/ha (調査区では 31~37 本から 18~21 本) に、Plot 6 では 4,200~5,000 本/ha から 2300~2800 本/ha

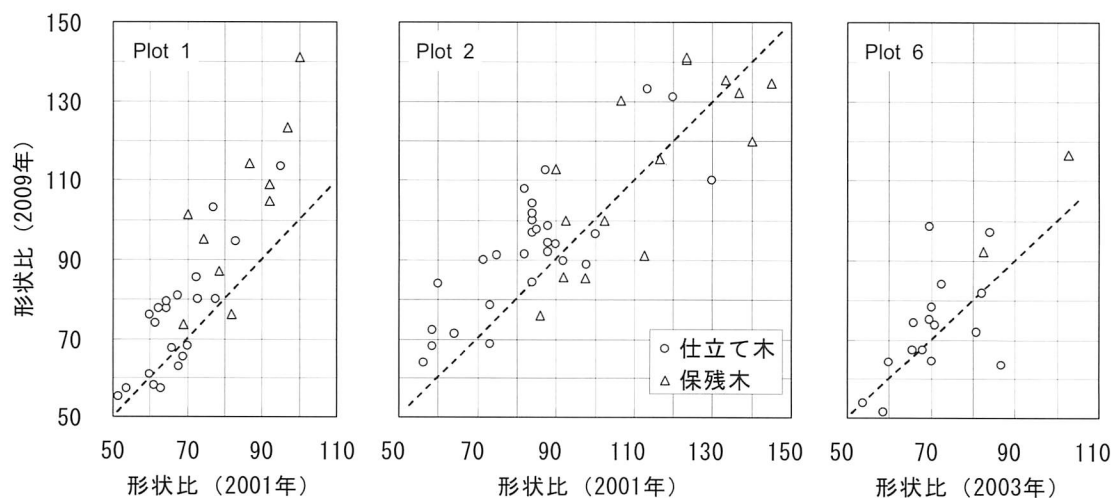


図 4 形状比の変化

(調査区では 15~18 本から 8~10 本) に減少した。従って、Plot 1, 6 では、本数調整前の形状比 70 以下の個体数を維持することで必要本数を確保することができたのだが、減少したために確保できなかった。Plot 2 については 10~13 本増やす必要があったのだが大きく減らしてしまった。

以上のように、形状比は全体的に増加傾向を示しただけではなく、形状比 70 以下の本数を増やすことはできず、本数調整によって形状比 70 以下の個体数を、適正と考えられる本数まで確保するという目標は達成できなかった。

3.2.2 対照木・対照区

Plot 1 の対照木 21 本のうち、枯死木や大きく傾いたために樹高を測定しなかった個体を除いた 14 本の形状比は、2009 年 10 月時点で 70 以下は 3 本で、本数調整直後の 2004 年 5 月から形状比が減少したのは、そのうちの 1 本で、それ以外の 13 本の形状比は増加した。

Plot 2 の対照木 21 本のうち、同じく 16 本の形状比は、2009 年 10 月時点で 70 以下は 1 本で、本数調整直後の 2004 年 5 月から形状比が減少したのは、2 本あるが、いずれも形状比は 90 を超えており、減少幅も 2~3 ポイントに過ぎない。

Plot 6 の対照区の 31 本のうち、枯死木や傾斜の激しいものの他、樹高が 3 m 以下の 2 本を除いた 21 本についてみると、形状比 70 以下の本数は、2004 年に 8 本、2007 年 4 本、2009 年は 3 本と減ってきた。また、形状比の低下した個体は、2 本で、1 本は形状比 70 以下であるが、もう 1 本は 100 を超える個体である。Plot 6 の本数調整区における形状比 70 以下の本数は 1,944 本/ha に相当し、対照区の 1,250 本/ha 相当よりは多い。これは、適正と考えられる密度 2300~2800 本/ha の、本数調整区では 69~85 %、対照区では 45~54 %に相当する。

以上のように、本数調整区の形状比 70 以下の本

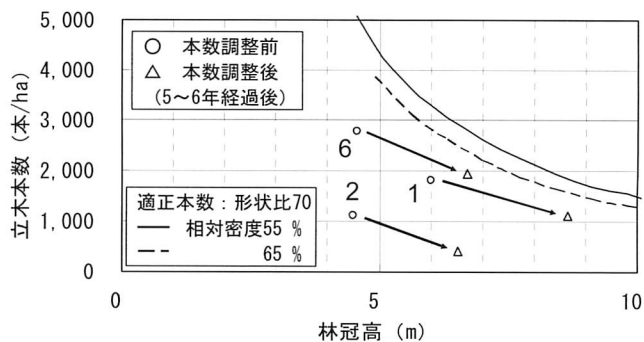


図5 形状比 70 以下の個体数

数は、仕立て木に限っても減少し、過密の状況を改善することはできなかった。一方、対照木・対照区においても、形状比 70 以下の本数は減少しており、自然間引きによる状況の改善は見られなかった。

3.3 枝下高の変化

枝下高は、ほとんどの残存木で上昇した (図 6)。そして、枝下高の上昇率が、ほとんどの個体で樹高の上昇率を上回ったために、樹冠長率は低下した (図 7)。仕立て木で樹冠長率が 50 %以上の本数は、Plot 1 で 9 本 (900 本/ha) から 3 本 (300 本/ha) に、Plot 2 で 22 本 (3,056 本/ha) から 4 本 (556 本/ha) に、Plot 6 では 15 本 (4,167 本/ha) から 1 本 (278 本/ha) に、それぞれ大幅に減少した。

また、Plot 1 の対照木 21 本のうち、2009 年 10 月時点で、樹冠長率が 50 %以上の健全木はなかった。Plot 2 の対照木 21 本のうち、樹冠長率が 50 %以上の健全木は 1 本であった。Plot 6 の対照区では 31 本中、樹冠長率が 50 %以上の健全木は 1 本 (417 本/ha) であった。

以上のように、本数調整によって枝下高の枯れ上がり、樹冠長の低下を抑えることはできなかった。また、対照木・対照区の結果から、自然間引きによって個体間に優劣がついて優勢木の樹冠長の低下が

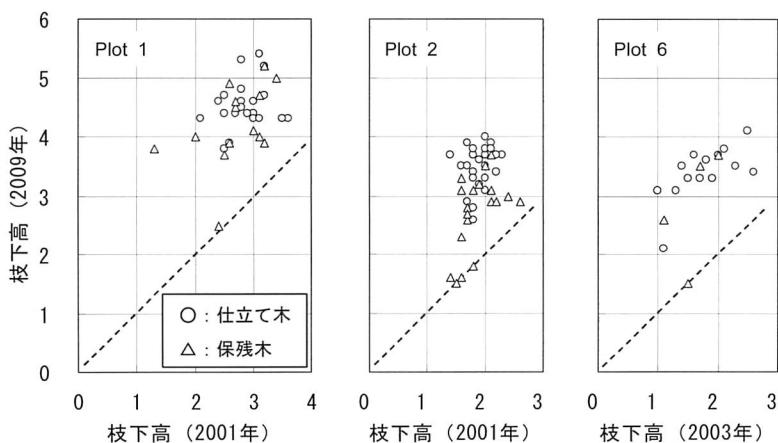


図6 枝下高の変化

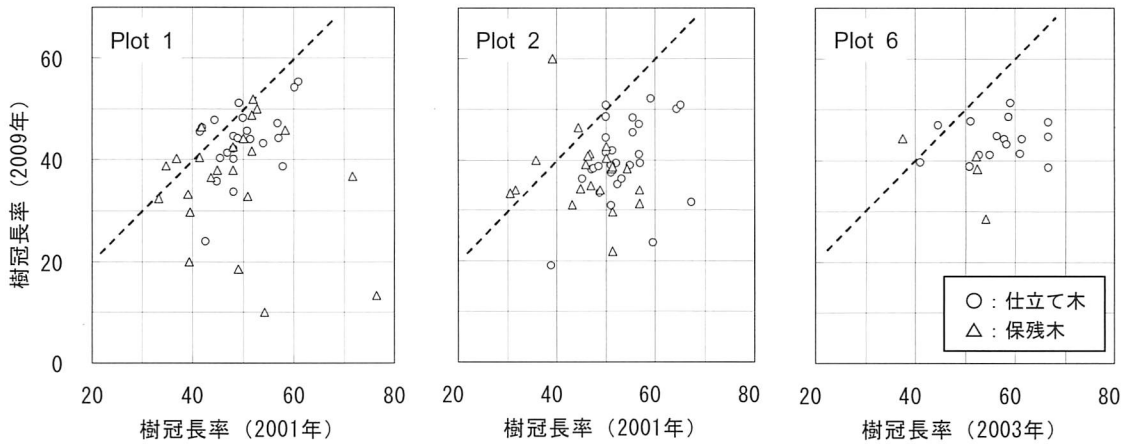


図7 樹冠長率の変化

抑えられることもなかった。

3.4 本数調整効果が得られなかった理由

本数調整効果が期待のように現れなかった原因としては、二つ考えられる。ひとつは、林冠高を低く想定しすぎたことである。すなわち、本数調整時に想定した林冠高に比べて、2009年の林冠高は、Plot 1で2.0 m、Plot 2とPlot 6とで1.6 m高くなった。この結果、仕立て木を必要本数以上に設定したことになる。

本数調整にあたって、林冠高を対象林分の最大樹高としたが、それでは林冠を低めに見積もっていることが考えられたので、仕立て木本数が少なめに設定されるように、相対密度管理表を用いるにあたって、形状比 60、相対密度 55 %を想定し、Plot 1では1,832本/ha、Plot 2では2,998本/ha、Plot 6では2,815本/haを仕立て本数とした。改めて同様の条件で、2009年の林冠高に基づいて、仕立て木本数を求めると、それぞれ1,215本/ha、1,922本/ha、1,832本/haとなり、本数調整区の面積あたりで見ればそれぞれ6本、8本、3本多く、Plot 1、6では1.5倍、Plot 2では1.6倍の仕立て木を設定したことになる。また、先述のように、Plot 2、6での実際の仕立て木はさらに6本多く（それぞれ2.0倍、2.4倍に相当）、仕立て木を過剰に設定したことは間違いない。

なお、適正本数密度の上限値を形状比 70、相対密度 65 %として2009年の林冠高に基づいて求めると、それぞれ1,831本/ha、2,896本/ha、2,761本/haとなる。これは、本数調整区の面積あたりで見れば、Plot 1と6では同数で、Plot 2で1本多い値となる。従って、設定した仕立て木の数は、2009年の林冠高に対して、ほぼ許容範囲に収まっていると考えられる。ただし、この場合、仕立て木だけで構成される林分が想定されており、仕立て木の他に保残木を残す今回の伐採方法では明らかに過密となる。この

ことから、仕立て木を過剰に設定したことになる。この結果、林冠形成木の多くが仕立て木となり、過密状態を緩和できた期間が本数調整後の限定的なものであったと考えられる。

もう一つの原因は、一つ目の原因とも関連するが、本数調整後、設定を上回る上長成長によって再び過密化が生じたことである。本数調整後、林冠高の変化を追跡調査し、林冠高が想定を超えた段階で、速やかに仕立て木を見直し、新たな本数調整を行う必要があったと考えられる。

4 おわりに

過密となってしまった林分において、将来の林冠高を想定して仕立て木を設定し、仕立て木の生育空間を重点的に確保する本数調整方法を試行したところ、本数調整後の海風環境の悪化による仕立て木の衰退を免れることはできたと考えられたが、形状比の改善と樹冠長率の確保とは達成できなかった。

この原因として、仕立て木本数を多く設定し過ぎたことが考えられた。仕立て木の数が少なければ、仕立て木1本あたりの伐採本数を増やしても、全体としての伐採本数を減らすこともできるので、保残木をより多く残しながら仕立て木回りの空間を大きく取ることができたはずである。また、林冠高が想定を超えた段階で、速やかに仕立て木を見直し、新たな本数調整を行う必要があった。

以上のように、今回の本数調整方法では、仕立て木本数に関わる将来期待される林冠高の見極めが極めて重要である。今後、同様な方法で本数調整を行う際には、むしろ、将来の林冠高を高めに見積もることで、仕立て木を少なくし、本数調整効果を期待したいと考える。本数調整後、予想ほど樹冠高が上がらなかった場合には、疎林傾向になるおそれはあるが、個々のクロマツは、過密の場合より疎林気味の方が健全な形状になることが期待できる。また、予想を超えて林冠高が高くなることがわかった場合

には、仕立て木を絞り込んだ新たな本数調整が行う必要がある。いずれにしても、本数調整後の継続的な追跡調査に基づく対応が不可欠で、今回はその部分が欠けていた。

引用文献

- 福地稔 (2000) クロマツ海岸林の早期間伐が成長に与える影響. 日本林学会北海道支部論文集, 48, 139-141
- 蜂屋欣二・竹内郁雄・只木良也 (1973) 海岸クロマツ林の間伐試験. 昭和 46 年度湘南海岸砂防林調査報告書, 神奈川県土木部砂防課湘南海岸整備事務所, 1-7
- 畠山宏信・加賀谷繁 (1974) 飛砂防備クロマツ林の間伐経過について. 日本林学会東北支部会誌, 25, 23-26
- 紙谷智彦 (2001) 壮齢クロマツ林の間伐効果. 新潟県海岸林研究会会報, 1, 2-4
- 金内英司・中島勇喜・横倉 肇・布施和則 (2001) 過密海岸クロマツ林の間伐試験—山形県遊佐町の事例—. 東北森林科学会誌, 6, 7-16
- 金子智紀・畠山宏信 (1984) 海岸クロマツ林間伐試験地の生長経過について. 日本林学会東北支部会誌, 36, 22-25
- 真坂一彦・佐藤 創・明石延廣・福地 稔 (2001) クロマツ海岸林, どれだけ伐ったらいいの?—間伐試験結果から定量的間伐方法への提案—. 北方林業, 53, 265-268
- 真坂一彦・佐藤 創・今 博計 (2007) 林齢が異なるクロマツ海岸林に対する間伐効果. 日本森林学会北海道支部論文集, 55, 32-34
- 小田隆則 (1992) クロマツ林の密度管理. 「日本の海岸林」, ソフトサイエンス社, 村井 宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編, 402-405
- 坂本知己・萩野裕章・野口宏典・島田和則 (2006) クロマツ海岸林における本数調整開始時期について. 日本森林学会関東支部大会論文集, (57), 309-312
- 坂本知己・萩野裕章・野口宏典・島田和則 (2007) クロマツ海岸林における本数調整手法の提案. 海岸林学会誌, 6, 1-6
- 佐藤 明・蜂屋欣二・只木良也・河原輝彦・竹内郁雄・棚秋一延 (1973) 海岸クロマツ林における間伐試験について. 日本林学会関東支部大会講演要旨集, 25, 31p.
- 島崎洋路: 山造り承ります. 川辺書林, 237p., 1999

[受付 平成22年11月11日, 受理 平成23年3月30日]