



Title	小面積皆伐作業試験地のトドマツ造林木の成長：北大苫小牧地方演習林の事例分析
Author(s)	和, 孝雄; NIGI, Takao; 菅野, 高穂 他
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 53(1), 77-96
Issue Date	1996-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21397
Type	departmental bulletin paper
File Information	53(1)_P77-96.pdf



小面積皆伐作業試験地のトドマツ造林木の成長

— 北大苫小牧地方演習林の事例分析 —

和 孝雄* 菅野 高穂* 小鹿 勝利*
米 康充* 清野 年*

Growth of Planted Todomatsu (*Abies sachalinensis* MAST.) in the Test Sites
for Patch Clearcutting System : Analysis of Actual Case
in the Tomakomai Experimental Forest of Hokkaido University

by

Takao NIGI*, Takaho KANNO*, Katsutoshi KOSHIKA*,
Yasumichi YONE* and Minoru SEINO*

要 旨

1962年から1966年にかけて、北海道大学苫小牧地方演習林に、0.25 ha, 0.5 ha, 1.0 ha, 2.0 haの方形伐区および0.1 ha, 0.3 ha, 0.5 ha, 0.7 haの円形伐区からなる小面積皆伐作業試験地を設定し、伐採跡地にトドマツをha当り約4,150本(列間2.0 m, 苗間1.2 m)を植栽した。本報告は、それらのうち、202~203林班内に設定された試験地のトドマツ造林木の5年生, 25年生, 32年生時における成績を調査し、考察したものである。

幼齡時における造林木は、概して伐区面積の小さいものほど成長がよく、また周囲木の保護効果によって霜害などの被害も軽微であった。しかし25年生時以降には伐区面積の大小と造林木の成長との関連が判然としなくなるとともに、林縁部の成長が中央部に比べて次第に劣る傾向がみられた。このことから人工造林を行う場合、植栽時から幼齡時にかけては気象害等を防止するために伐区を小さくすることが有効であるが、ある程度造林木が成長した後においては、周辺林分の整理伐等を実施して林木相互間の競争を緩和させることが重要と考えられた。

キーワード：トドマツ、造林木の成績、小面積皆伐作業、苫小牧地方演習林

1995年9月30日受理。Received September 30, 1995

*北海道大学農学部森林科学科森林施業計画学講座

Laboratory of Forest Management, Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

1. はじめに

1950年代後半以降の高度経済成長期に国有林を中心に大面積皆伐作業が展開されたが、それは林種転換の急速な推進と作業効率の向上を図ることを主な目的とするものであった。そして、この施業方式の導入については、当初から森林や林業に及ぼすであろう弊害が指摘されるなど多くの批判的見解が示されていたが、当時においてはそれを実証するにたる研究蓄積が十分でない状況にあった。こうしたもとの、1962年から1966年にかけて、北海道大学苫小牧地方演習林に伐区面積および形状を異にする小面積皆伐作業試験地が設定されたが、設定に際しては、面積を異にする伐区における収穫・地拵え・植栽等の作業工程比較により、当時の技術水準のもとの経営的観点からの検討を行い^{7),8),9),10)}、また伐区内皆伐木の樹種・径級・年輪調査等により当地方天然林(広葉樹林)の成立・更新に関する検討も行っている¹¹⁾。一方、伐区面積の大小とトドマツ(*Abies sachalinensis* MAST.)造林木の成長との関係については、これまでに3年生、5年生、11年生時における成績調査を行い、すでにその検討結果が報告されている^{4),5),6)}。

本報告は、以上をふまえ、その後のトドマツ造林木の成長に関し、25年生時(調査年月1988年5月)および32年生時(同1994年8月)に行った調査結果をまとめたものである。調査は、面積および形状の異なる各林分にそれぞれ十文字のベルトをとり、林縁から10mおきに10m×10mの方形プロットをとって行った。また、それぞれの林分における各プロットは、過去に行った調査箇所と同一地点になるよう努めた。なお、本報告の叙述に際しては幼齢時における成長状況と現在の成長関係を比較検討するために、既に報告されている調査結果についても要約してとりまとめた。

なお、本研究を行うにあたって、北大苫小牧地方演習林の各位には格別の御協力を頂き、また当時大学院生であった比屋根哲氏、駒木貴彰氏には25年生時の調査に御協力を頂いた。深く感謝の意を表する次第である。

2. 試験地の概要と施業経過

2.1 試験地の概要

北海道大学苫小牧地方演習林は、森林植物帯上汎針広混交林帯に属し、海拔高は5~90mで太平洋岸に近接しており、概して平坦な丘陵地に位置している。地質は支笏・樽前火山群に由来する未熟の素粒火山灰からなり、表土は5~10cmと極めて薄い。また気象は全体として北海道でも冷涼な地域に属し、平均気温5.0℃、最高・最低気温はそれぞれ31℃と-30.4℃で、年平均降水量は1,450mmで多くは夏期に集中している。積雪量は少く、この寡雪が低温とあいまって深い土壤凍結をひきおこす¹⁾。

小面積皆伐作業試験地は、1962年から1966年にかけて、201~203林班、413林班、433~440

林班に、0.25 ha, 0.5 ha, 1.0 ha, 2.0 ha の方形伐区, 0.1 ha, 0.3 ha, 0.5 ha, 0.7 ha の円形伐区が設定されたが、現在まで試験地として調査を継続実施しているのは 1962 年に設定された 201~203 林班の 1 ha 方形伐区 3 個, 2 ha 方形伐区 3 個, 0.1 ha 円形伐区 5 個, 0.3 ha 円形伐区 3 個, 0.5 ha 円形伐区 3 個, 0.7 ha 円形伐区 3 個となっている (図 1)。

試験地設定当時の周辺の天然木は平均胸高直径約 22 cm, 最大樹高が 25 m 程度のミズナラ, シナノキ, ハリギリ, イタヤ類, トネリコ類, アサダ等の広葉樹を主とし, 針葉樹ではエゾマツが散生していた⁹⁾。

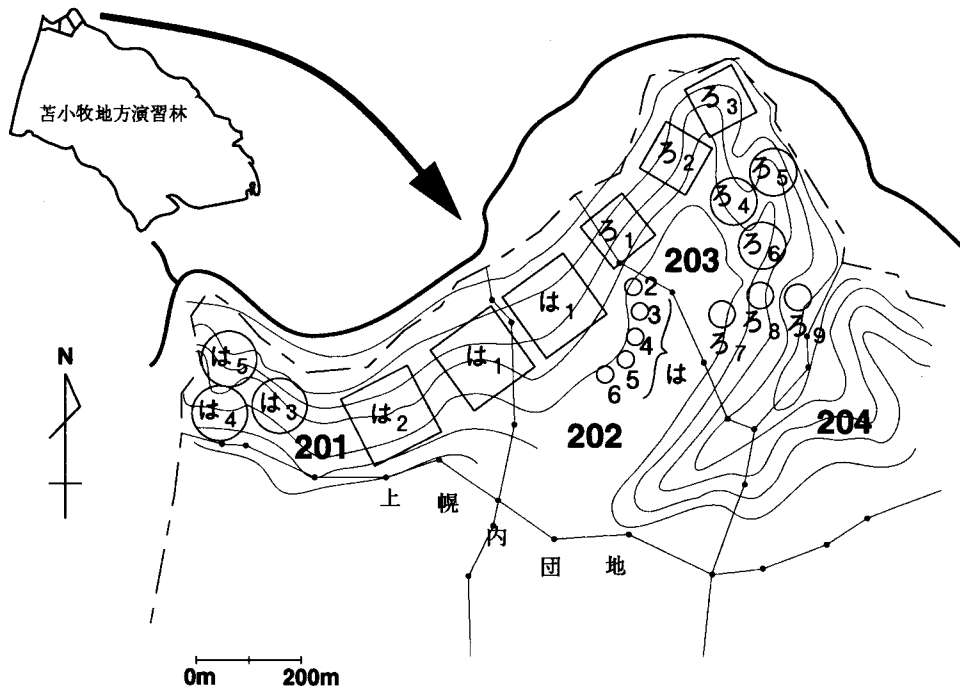


図 1 試験地位置図

2. 2 試験地の施業経過

本試験地は 1962 年に伐採を行い, 翌年 5 月植栽, 設定された。設定後, 現在までの施業経過の概要は表 1 のとおりである。

植栽樹種はトドマツで, 201, 202 林班は 5 年生苗木 (平均苗長 34 cm, 苗木産地七飯, 豊富), 203 林班は 2 年生苗木 (平均苗長 35 cm, 苗木産地七飯) である。植栽方法は, 列間 2.0 m, 苗間 1.2 m の方形植えて, 植栽本数は ha 当り 4,165 本植えを基準としているが, 伐区面積の相違により, 実際の植栽本数は 201 林班では 6.10 ha で 25,374 本, 202 林班では 2.50 ha で 11,839 本, 203 林班は 5.40 ha で 23,257 本となった。

補植は 1964~1966 年の 3 年間実施した。補植率は, 201 林班では 4.5% (1,154 本), 202 林

班では1.6% (194本)、203林班では2.0% (468本)であった。

下刈は植栽当年より年1回行い、6年6回実施したが、203林班の一部では、さらに2年延長して8年8回の実施となった。下刈終了後、1972~1979年間に、2~3回の蔓切り、侵入した広葉樹の除伐を行っている。

その後1980年(植栽後17年)より造林木の除伐、枝打を実施している。除伐は、造林木の成長状況や樹形を勘案して50%を目処に実施した。また枝打は植栽木の成長に合わせて1~2m程度の裾払いとし、鋸によって実施している。

表1 試験地の施業経過

年度	201林班	202林班	203林班
1963	植栽	植栽	植栽
1964~1966	補植	補植	補植
1963~1968	下刈	下刈	
1963~1970			下刈
1972	蔓切除伐	蔓切除伐	蔓切除伐
1978	蔓切除伐		蔓切除伐
1979	蔓切	蔓切除伐	蔓切
1980	除伐枝打		
1981		除伐	
1982		枝打	除伐
1983			枝打

3. 結果と考察

3. 1 幼齢時における造林木の成績

前述のように、本試験地のトドマツ造林木について、前田等により、3年生時、5年生時、11年生時における成績調査が行われている。^{4),5),6)}本節では、その後に25年生時、および32年生時に調査を実施した202~203林班の5年生時における調査結果を中心に取りまとめた。合せて本試験地の幼齢時における造林木の成長状況を補足するため、413林班における3年生時の調査結果および437~440林班における11年生時の調査結果についても要約して取りまとめた。

3. 1. 1 5年生時・202~203林班の成績

5年生時における1.0ha方形区(203林班 r_1 ~ r_3 の計3個)および2.0ha方形区(201林班 h_1 , 202林班 h_1 , h_2 の計3個)について、それぞれ方形区の中心から4方位の林縁に対し直角に10m×10mのプロットを連続して区画し、区画内のトドマツの樹高、樹冠径、根元径と当年時の霜害状況につき毎木調査を行っている⁶⁾。調査結果を、1.0ha区および2.0ha区毎にそれぞれ平均し、造林木のプロット別平均樹高と霜害率を示したのが表2である。

1.0ha伐区の平均樹高は125cm(cv=26.4%)、2.0ha伐区のそれは120cm(cv=27.0%)で、表2に示すとおり両区とも比較的斉一な状況を呈しており、伐区の大きさの違いによる樹高の成長差は特に認められなかった。しかし、被害本数率の最大は2.0ha伐区では64%(平均32%)、1.0ha伐区では48%(平均23%)となっており、明らかに1.0ha伐区の被害率が少なかった(χ^2 検定、 $\chi^2=6.4835$, 5%水準で有意)。また、林縁から10~20mまでは、両区とも中央部に比べて被害率が低くなっているが、これらは、2.0ha区に比べて1.0ha区が、また中央木に比べて林縁木が、周囲天然林による保護効果をより高く受けていることを示すものとい

表2 各プロットの平均樹高と霜害率 (5年生時, 202~203林班)

1.0 ha	N										S																			
プロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								
本数	100	125	112	113	118	113	109	118	119	119	95	106	116	113	121	117	113	122	110	116	113	71								
平均樹高 cm	117	123	127	129	126	125	122	135	126	131	108	125	123	123	120	130	125	119	119	121	113	105								
霜害率 %	7	13	9	6	4	27	13	12	10	20	5	17	27	20	30	27	27	41	48	39	48	48								
1.0 ha	E										W																			
プロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								
本数	106	116	113	121	117	113	122	110	116	113	71	106	116	113	121	117	113	122	110	116	113	71								
平均樹高 cm	125	123	123	120	130	125	119	119	121	113	105	125	123	123	120	130	125	119	119	121	113	105								
霜害率 %	17	27	20	30	27	27	41	48	39	48	48	17	27	20	30	27	27	41	48	39	48	48								
2.0 ha	N														S															
プロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
本数	69	115	106	115	113	111	112	117	110	119	112	104	117	115	90	69	115	106	115	113	111	112	117	110	119	112	104	117	115	90
平均樹高 cm	104	133	125	116	112	111	124	114	118	121	130	127	137	132	111	104	133	125	116	112	111	124	114	118	121	130	127	137	132	111
霜害率 %	3	5	42	38	37	45	50	34	42	35	30	41	38	10	4	3	5	42	38	37	45	50	34	42	35	30	41	38	10	4
2.0 ha	E														W															
プロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
本数	96	122	115	121	115	110	110	117	108	116	114	109	119	114	62	96	122	115	121	115	110	110	117	108	116	114	109	119	114	62
平均樹高 cm	112	127	111	118	117	117	122	114	119	128	115	116	110	118	107	112	127	111	118	117	117	122	114	119	128	115	116	110	118	107
霜害率 %	7	10	22	30	64	44	27	34	20	52	50	55	61	11	8	7	10	22	30	64	44	27	34	20	52	50	55	61	11	8

注) 前田 豊他, 第83回日本林学会大会講演集, 1972による。

えよう。

なお、調査の結果、両区ともに保護樹帯に近い箇所、林縁から10~20m付近までは樹高が低く、形質不良のものが多く傾向が認められた。このことに関して、林木の成長に関係する5月から9月までの日照時間を観測した結果、表3に示すように、伐区中央部の合計日照時間が566時間であったのに対し、林縁部では、北側、東側、西側、南側の順に少なくなっており、特に南側では日照時間合計が中央部分の1/2

程度と著しく少ないことがわかった。この相違は、伐区が北と北東に傾斜しているためと、周囲林木の樹影によるもので、この日照時間の多少が造林木の成長に影響をもたらしたものと考えられた。また、方位別の被害状況をみると、両区ともに伐区から西側にむけて被害が大きい傾向があった。

表3 伐区内の日照時間 (202~203林班) 単位 時

伐区	測定月	5	6	7	8	9
	測定位置					
1.0 ha	中央部	132	120	103	83	129
	林縁北	126	113	99	79	124
	南	76	64	57	46	72
	東	116	108	93	71	108
2.0 ha	西	95	82	70	55	86
	中央部	132	120	102	82	128
	林縁北	131	119	100	82	127
	南	75	63	56	47	72
	東	120	112	97	73	110
	西	98	85	73	58	89

注) 前田 豊他, 第83回日本林学会大会講演集, 1972による。

3. 1. 2 3年生時・413林班および11年生時・437～440林班の成績

202～203林班における5年生造林木の調査に先立ち、413林班で行った3年生時における調査⁴⁾および437～440林班で行った11年生時におけるトドマツ造林木の調査⁵⁾から得られた結果は次のとおりである。すなわち、3年生時における調査を行った413林班はトドマツ4,000本が列条植栽された正方形1.0haの造林地で、標高80mの台地上に位置し、周囲はナラ、イタヤ、アサダ、サワシバ、カツラ、ハリギリ等を主とする広葉樹林で、それらの平均樹高は当時14m程であった。調査は方形区内の林縁部と中央部に10m×10mのプロットを設けて行ったが、まず造林木の樹高と頂芽の当年伸長量をみると、中央部(平均樹高49.6cm)は林縁部(同60.5cm)に比べて樹高、当年伸長量が幾分低く、さらに、林縁部の方位別の比較では、西側(同63.0cm)が東側(同57.7cm)に比べて樹高値、当年伸長量が幾分大で、方位による成育の違いが認められた。次に、造林木の凍害の状況は、中央部(頂芽被害率57%、側芽被害率64%)は林縁部(同35%、同52%)に比べて頂芽、側芽とも被害の程度が大きかった⁴⁾。

次に11年生時における調査は、437～440林班内の方形伐区、2.0ha、1.0ha、0.5ha、0.25haのもの各1個について、各中央部と林縁部、中間部に10m×10mのプロットを区画して行った。

造林木の平均樹高は、林縁部に位置する林木では、2.0ha区が200cm、1.0ha区が219cm、0.5ha区が241cm、0.25ha区が276cm、中央部、中間部などでは、2.0ha区が189cm、1.0ha区が233cm、0.5ha区が248cm、0.25ha区が258cmで、小さな伐区面積の林木ほど樹高が高かった。次に、霜害による被害の状況は、林縁に位置する林木では、2.0ha区の被害率が50.5%、1.0ha区が41.8%、0.5ha区が24.0%、0.25ha区が5.8%、一方、内部に位置する林木では、2.0ha区が60.2%、1.0ha区が59.0%、0.5ha区が43.7%、0.25ha区が3.0%で、伐区面積の小さな林木ほど被害が少なく、また、内部に位置する林木の被害率が全体的に林縁部に位置するそれに比べて大きかった⁵⁾。

以上、5年生時および3年生時、11年生時の調査結果から、幼齢時におけるトドマツ造林木の成績は、概して伐区面積が小さいほど、また中央部に比べて林縁に位置する林木の成長が良好であり、さらに気象の影響による霜害・凍害等の被害も少ないことが確かめられた。

トドマツは北海道における主要な造林樹種であるが、霜害等の気象害を受けやすく、苫小牧地方においても多くの気象害が認められている。すなわち、特に開芽した芽が5月から6月にかけて発生する晩霜害、また、1月から2月の凍害も顕著であり、育林上大きな問題となっている。この点でいえば、本小面積皆伐試験地における伐区の大きさを異にする林分の調査結果から、造林木が幼齢段階にある場合、周囲林分による保護機能が大きな効果を与えているように判断された。

3. 2 25年生時における造林木の成績

1988年5月に、202~203林班内の1.0ha区(ろ₂小班)と2.0ha区(は₁小班)の方形伐区および0.1ha区(は₂小班, は₅小班の2箇所)と0.3ha区(ろ₇小班, ろ₉小班の2箇所)の円形伐区を対象として、25年生時における造林木の成績調査を行った。調査方法としては、10m×10mのプロットを伐区の中央部で交差する十字線上に、林縁部から中央部に向けて10mおきに設定し、造林木の胸高直径と樹高、枝下高を測定し、さらに形質の程度をみるため寺崎式による樹形級区分を行った。また、1982年に実施した除伐区と無除伐区(いずれも、ろ₂小班の1.0ha方形伐区)の林木の比較検討や、1.0ha区(ろ₁小班)から抽出した優勢木と劣勢木の供試木各3本の樹幹析解を行った。これらの調査結果を要約すれば以下のとおりである。

① 造林木の平均の胸高直径と樹高(表4)は、0.1ha伐区(は₂小班, は₅小班の平均値。以下同じ)で11.2cmと8.6m, 0.3ha伐区(ろ₇小班, ろ₉小班の平均値。以下同じ)で12.6cmと9.3m, 1.0ha伐区で10.0cmと7.6m, 2.0ha伐区で11.7cmと8.6m, 全体の平均では11.4cmと8.6mとなっており、北大演習林に隣接する国有林(苫小牧事業区)で使用されているトドマツ人工林収穫予想表の25年生の値, 9.0cm, 7.1mを上回る成績となっている²⁾。したがって、小面積皆伐作業試験地の造林木は、苫小牧地方のトドマツ人工林としてはよい成長をしているように判断された。

② こうした造林木の成長の良否を樹高値を指標として各伐区を比較したところ、0.3ha伐区が9.3m(8.7~10.2m)でもっとも高く、逆に1.0ha伐区が7.6m(6.0~9.1m)でもっとも低かった。しかし、伐区面積の大小と造林木の成長の良否との関連については明瞭な傾向は認められなかった。

③ 造林木の樹高値について、プロット毎に変動係数を求めたところ、0.1ha区では14.4~15.8, 0.3ha区では14.1~17.7, 1.0ha区では16.8~26.0, 2.0ha区では14.8~28.1で、0.1ha区や0.3ha区のように小面積のものでは変動係数が小さく、逆に1.0ha区や2.0ha区のように大きな面積のものではその値が幾分大きくなる傾向がみられた。これは、後者の造林地では、伐区が広いことから育成条件が一様でなく、このため造林木の成績のバラツキが小伐区のものに比べて大きくなったように考えられた。

④ それぞれの伐区内で林縁と中央部など育成位置を異にする造林木の樹高値(表4)を比較したところ、図2に示すように、林縁部で育成する林木の樹高値が中央部で育成するものより相対的に低く、面積の大きな1.0ha伐区や2.0ha伐区において特にこの傾向が大きかった。この原因としては、周囲の保護帯を構成する広葉樹樹冠の被圧による影響が認められることから、幼齢時において気象害に保護効果をもたらしていた樹冠が現状ではむしろ成長を阻害する要因になってきているように判断された。

⑤ 表4から林木の枝下高と枝下高率についてみたところ、0.1ha区では2.7mと31.4%, 0.3ha区では3.1mと33.3%, 1.0ha区では1.7mと22.4%, 2.0ha区では2.0mと23.

表4 25年生時の造林木の成績 (202~203林班)

0.1 ha の円形プロット

プロット 番 号	本数	単木材 積 (m ³)	平均胸高 直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下 高 (m)	平均枝下 高率 (%)
C 1 林縁	20	0.050	10.4	8.0	1.8	22.5
C 2 中央	17	0.077	12.5	9.3	1.9	20.4
C 3 林縁	16	0.041	9.8	7.7	1.9	24.7
C 4 林縁	14	0.036	9.3	7.3	1.7	23.3
C 5 林縁	16	0.063	11.2	9.4	1.8	19.1
G 1 中央	17	0.069	12.2	9.1	3.5	38.5
G 2 林縁	19	0.058	10.9	8.4	3.6	42.9
G 3 林縁	20	0.076	12.2	9.6	3.6	37.5
G 4 林縁	22	0.062	11.6	8.6	3.4	39.5
G 5 林縁	15	0.057	11.3	8.3	3.1	37.3

0.3 ha の円形プロット

プロット 番 号	本数	単木材 積 (m ³)	平均胸高 直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下 高 (m)	平均枝下 高率 (%)
D 1 林縁	22	0.064	11.8	8.7	2.4	27.6
D 2 中央	22	0.084	12.9	9.9	3.0	30.3
D 3 林縁	18	0.088	12.8	10.1	3.0	29.7
D 4 林縁	25	0.091	13.1	10.2	3.0	29.4
D 5 林縁	17	0.082	12.8	9.2	2.5	27.2
F 1 林縁	21	0.070	12.2	8.9	3.5	39.3
F 2 中央	18	0.076	13.2	8.9	3.6	40.4
F 3 林縁	12	0.092	13.0	9.9	4.1	41.4
F 4 林縁	19	0.069	12.3	8.7	3.2	36.8
F 5 林縁	20	0.065	11.9	8.8	3.6	40.9

1.0 ha の方形プロット

プロット 番 号	本数	単木材 積 (m ³)	平均胸高 直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下 高 (m)	平均枝下 高率 (%)
E 1 林縁	17	0.035	8.7	7.4	1.8	24.3
E 2 中間	21	0.062	11.2	9.1	1.8	19.8
E 3 中央	19	0.057	11.2	8.5	1.8	21.2
E 4 林縁	19	0.037	9.6	6.5	1.6	24.6
E 5 中間	18	0.052	11.0	8.2	1.8	22.0
E 6 中間	19	0.056	11.3	8.3	1.6	19.3
E 7 林縁	19	0.038	9.5	7.6	1.8	23.7
E 8 中間	19	0.028	8.5	6.0	1.3	21.7
E 9 林縁	19	0.038	9.2	6.8	1.4	20.6

2.0ha の方形プロット

プロット 番 号	本数	単木材 積 (m ³)	平均胸高 直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下 高 (m)	平均枝下 高率 (%)
B 1 林縁	21	0.029	8.5	5.9	1.5	25.4
B 2 中間	17	0.079	12.7	9.2	2.0	21.7
B 3 中間	17	0.063	11.6	8.5	1.9	22.4
B 4 中央	22	0.077	12.6	9.9	2.5	25.3
B 5 中間	17	0.068	12.6	8.3	2.0	24.1
B 6 中間	18	0.067	11.5	8.9	2.3	25.8
B 7 林縁	19	0.077	12.7	9.3	2.2	23.7
B 8 中間	22	0.059	11.3	9.1	2.2	24.2
B 9 中間	19	0.069	12.3	9.0	2.0	22.2
B 10 林縁	23	0.048	10.2	7.7	1.9	24.7
B 11 中間	16	0.067	12.0	9.1	2.2	24.2
B 12 中間	16	0.078	13.1	8.9	1.9	21.3
B 13 林縁	16	0.078	11.4	8.1	1.6	19.8

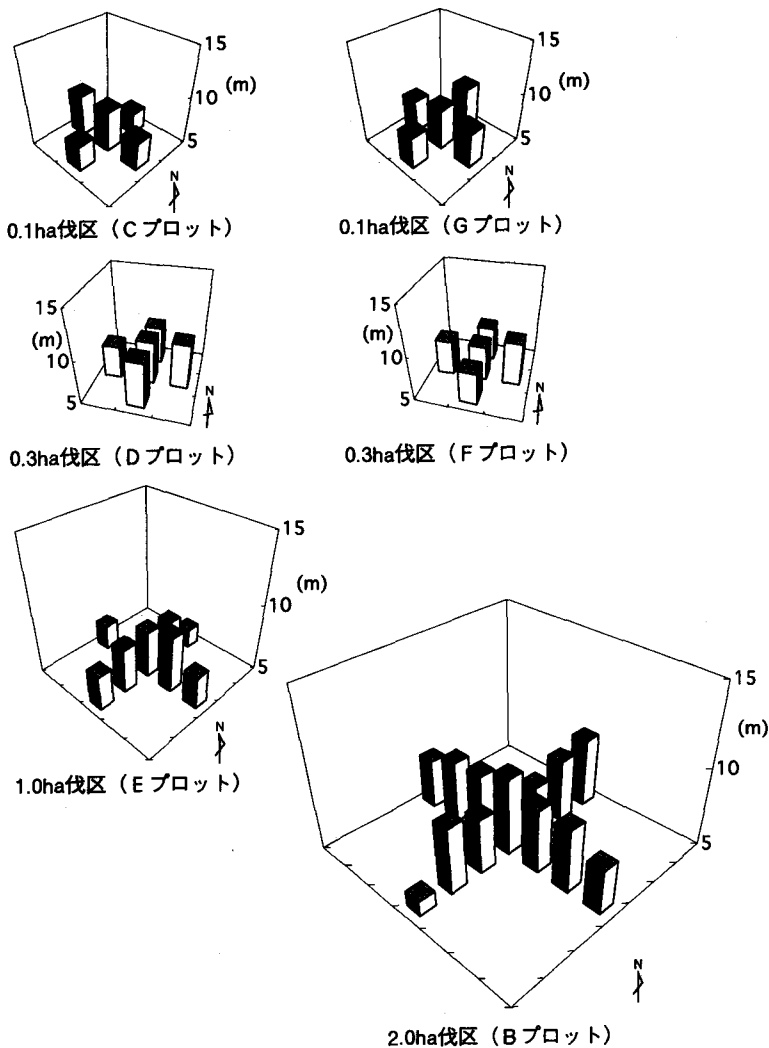


図2 造林木の伐区内位置別平均樹高 (25年生)

3%となっており、面積の小さな伐区の枝下高とその比率が伐区面積の大きなものより幾分高かった。つぎに、造林木の形質の程度をみるため、寺崎式による樹形級区分(表5)を行った。その結果は表6のとおりである。ここで、将来主木になりうる1級木の割合に注目したところ、0.1ha区や0.3ha区ではその傾向が判然としなかったが、1.0ha区と2.0ha区においては、1級木の割合が中央部に成育する林木に多い傾向が認められた。この点に関しても、前項と同様、林縁部では周囲木の樹冠の影響から造林木の形質の低下が生じているように考えられた。

⑥ 1.0ha区(203林班ろ₂小班)内に設けた除伐区(造林木の1/2を1伐1残で伐採)と無除伐区の造林木の平均の胸高直径と樹高はそれぞれ11.2cmと8.7m, 9.4cmと8.0m

表5 寺崎式の樹形級区分法

I 優勢木 (支配木) 上層林冠を組成するもの	
1 級木	樹冠が隣接木のために妨げられずに発育し、四方へ拡張して偏倚することなく、かつ樹幹の形態に欠点のない樹木
2 級木	樹冠の発達が隣接木のために妨げられてその成長が偏倚するか、もしくは樹幹の形態が不良な樹木
a	樹冠の発達が過強なもの
b	樹冠の発達が過弱なもの、樹幹が甚だしく細長いもの
c	樹冠が側圧を受け、偏倚したもの
d	幹形が不良で甚だしく曲がったもの、または分岐したもの
e	被害木、病木
II 劣勢木 (被支配木、被圧木) 下層林冠を組成するもの	
3 級木	既に勢力を減じて育ち遅れとなったが、樹冠はまだ被圧されていないもの
4 級木	被圧の状態にあるが、なおまだ生活を継続するもの
5 級木	枯衰、枯死、倒損の諸木

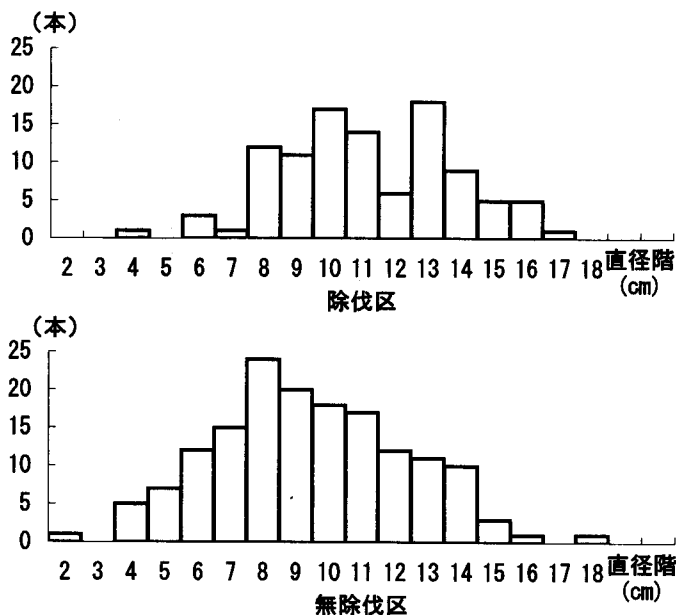


図3 胸高直径頻度分布

で、除伐の効果径級の差として明瞭に表れている(図3と図4)。しかし一方、形質については、主木になりうる1級木の割合は除伐区が29%、無除伐区が26%で殆ど差は認められなかった。これは定量的な伐採を行ったことに起因しているように考えられた。

⑦ 方形1.0 ha区(203林班ろ、小班)の中央部、中間部、林縁部から成長の良好な優勢木と不良の劣勢木、各1本ずつを任意に選び、樹幹析解を行った。その直径ならびに樹高成長は図5のとおりである。すなわち、優勢木の樹高成長(析解時の樹高8.1~9.7 m)は樹齢5年以

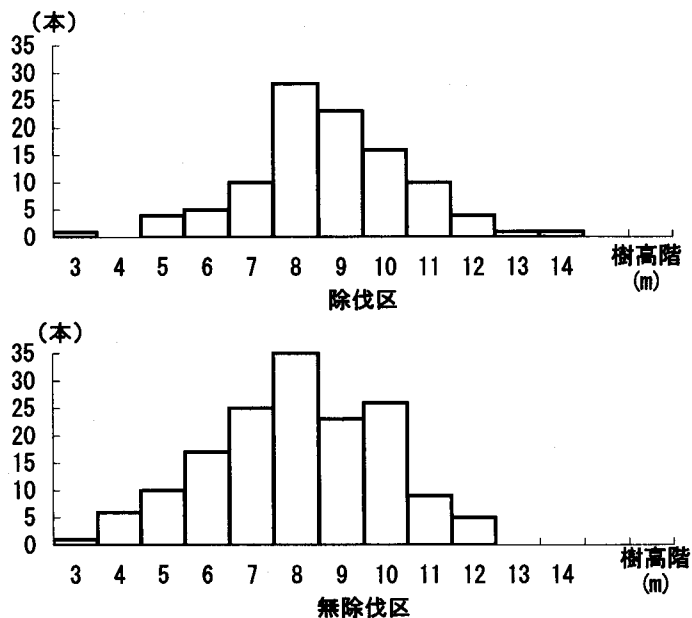


図4 樹高頻度分布

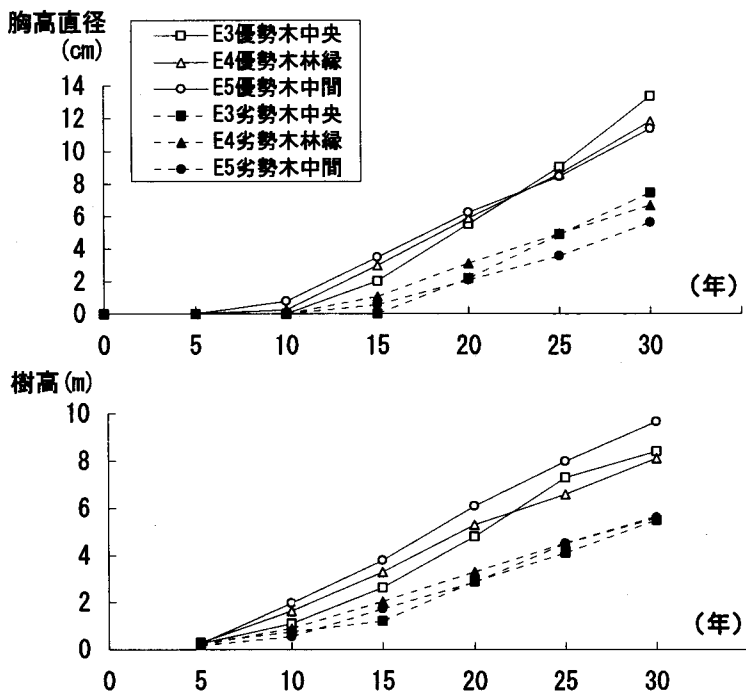


図5 供試木の成長

降に上昇して樹齢10年で1.1~2.0mになっており、連年成長の最大は林縁部と中間部の供試木では20年、中央部のものでは25年にあらわれている。また、平均成長は20~25年以降はほぼ横ばいとなっている。直径成長は10年以降に上昇がみられ、連年成長は15年以降はほぼ横ばい、平均成長は上昇を続けている。一方の劣勢木(析解時の樹高5.5~5.7m)をみると、樹高値は樹齢10年で0.55~0.90mとなっており、すでにこの段階で優勢木と大きな差を生じている。その後、1982年に除伐が行われ林木間の競争が緩和されたが、劣勢木では樹高成長の著しい伸長は認められなかった。また、直径成長をみると、除伐後の25年から30年にかけての連年成長が幾分よくなっている。これは除伐の効果と考えられるが、劣勢木の直径成長は優勢木ほどよくなっているとはいえない。

3. 3 32年生時における造林木の成績

1994年8月に、202~203林班内の造林木について32年生時における成績を調査した。調査方法は、前回の25年生時における調査箇所、すなわち、円形の0.1ha区(は₂小班)と0.3ha区(ろ₂小班)、方形の1.0ha区(ろ₂小班)と2.0ha区(は₁小班)において、10m×10mのプロットを伐区の中央部で交差する十字線上に林縁部から中央部に向けて10mおきに設定し、造林木の胸高直径と樹高、枝下高を測定し、さらに形質の程度についてみるため、寺崎式による樹形級区分を行った。これらの調査結果の概要は以下のとおりである。

① 造林木の平均の胸高直径と樹高は、表7に示すとおり、0.1ha区で12.9cmと10.9m、0.3ha区で13.3cmと10.9m、1.0ha区で13.3cmと10.5m、2.0ha区で14.0cmと11.6m、全体の平均では13.5cmと11.1mとなっており、北大演習林に隣接する国有林(苫小牧事業区)で使用されているトドマツ人工林収穫予想表の30年生の値11.9cm、9.2mを上回る成績となっている²⁾。したがって、これらの試験地の造林木は、25年生時以降も苫小牧地方のトドマツ人工林としては平均を上回るよい成長を継続していることが確かめられた。

② 各伐区の樹高の平均値は表7に示したように、0.1ha区、0.3ha区、1.0ha区では11m、2.0ha区で12mとなっており、伐区面積の大小による差は認められなかった。また、平均の胸高直径値においても各伐区とも13~14cmで、伐区の大きさと造林木の成長の良否との関連についても判然とした傾向はみられなかった。

③ 造林木の樹高について標準地毎に変動係数を求めたところ、0.1ha区では20.3(17.1~23.1)、0.3ha区では16.2(9.2~25.9)、1.0ha区では19.2(10.3~27.8)、2.0ha区では17.9(8.3~30.8)であった。25年生時の調査では伐区面積の大きなものでは変動係数が幾分大となる傾向が認められたが、今回の調査においては、もはや伐区の大きさと関連が判然としなくなった。

④ 造林木の単木材積について、各伐区の内部に位置するものと林縁部に位置するものとを比較したところ表7および図6に示すように、面積0.1haの伐区においては、林縁部(C1,

表7 32年生時の造林木の成績 (202~203林班)

0.1 ha の円形プロット

プロット番号	本数	単木材積 (m ³)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	平均枝下高率 (%)
C 1 林縁	19	0.094	10.6	10.5	4.7	44.8
C 2 中央	17	0.143	15.7	12.1	5.6	46.3
C 3 林縁	16	0.091	12.6	10.9	4.4	40.4
C 4 林縁	14	0.072	12.1	9.9	4.1	41.4
C 5 林縁	17	0.107	13.7	11.1	4.4	39.6

0.3 ha の円形プロット

プロット番号	本数	単木材積 (m ³)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	平均枝下高率 (%)
D 1 林縁	22	0.101	14.0	10.9	4.9	45.0
D 2 中央	18	0.114	14.4	12.0	5.4	45.0
D 3 林縁	18	0.064	11.0	9.7	4.2	43.3
D 4 林縁	19	0.126	14.8	12.2	5.3	43.4
D 5 林縁	19	0.069	12.3	9.6	2.9	30.2

1.0 ha の方形プロット

プロット番号	本数	単木材積 (m ³)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	平均枝下高率 (%)
E 1 林縁	15	0.068	11.3	9.9	3.9	39.4
E 2 中間	22	0.130	15.1	11.9	4.4	37.0
E 3 中央	19	0.117	14.6	11.3	3.9	34.5
E 4 林縁	19	0.073	12.7	9.2	2.6	28.3
E 5 中間	20	0.110	14.2	11.5	2.9	25.2
E 6 中間	17	0.110	14.3	11.5	3.9	33.9
E 7 林縁	22	0.095	13.3	10.5	4.2	40.0
E 8 中間	19	0.055	11.0	8.2	2.3	28.0
E 9 林縁	15	0.089	12.8	9.9	2.5	25.3

2.0 ha の方形プロット

プロット番号	本数	単木材積 (m ³)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	平均枝下高率 (%)
B 1 林縁	17	0.054	10.7	8.4	3.0	35.7
B 2 中間	18	0.159	15.5	12.5	5.8	46.4
B 3 中間	18	0.119	13.9	11.9	5.1	42.9
B 4 中央	24	0.147	15.5	13.5	6.6	48.9
B 5 中間	19	0.114	14.6	10.9	4.9	45.0
B 6 中間	16	0.113	13.2	11.2	5.1	45.5
B 7 林縁	20	0.132	15.5	11.9	6.0	50.4
B 8 中間	21	0.107	13.2	12.3	5.5	44.7
B 9 中間	25	0.118	12.9	11.7	5.1	43.6
B10 林縁	27	0.094	12.4	11.1	4.7	42.3
B11 中間	16	0.110	14.2	11.8	5.7	48.3
B12 中間	16	0.145	15.8	12.2	5.5	45.1
B13 林縁	16	0.122	14.8	11.1	3.8	34.2

C3, C4, C5) の 0.072~0.107 m³ に比べて中央部 (C2) に位置する林木の単木材積が 0.143 m³ でもっとも大きく、林縁部の一部と有意差が認められた。また、1.0 ha 区においても林縁部 (E1, E4, E7, E9) の 0.068~0.095 m³ に比べて中央部 (E3) のそれが 0.117 m³ と勝り、2.0 ha 区でも同様に、林縁部の 0.054~0.132 m³ に対して中央部が 0.147 m³ と勝っていた。0.3 ha の伐区についても全体として同様の傾向がみられた。

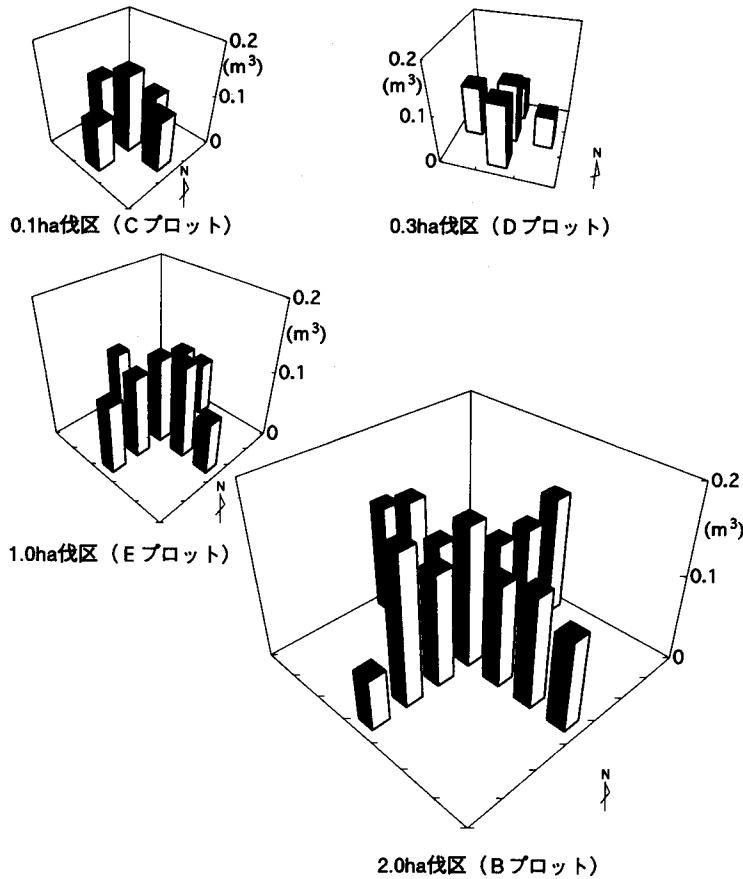


図6 造林木の伐区内位置別単木材積 (32年生)

⑤ 表7から造林木の枝下高についてみたところ、0.1 ha 区の林木では4.7 m、0.3 ha 区では4.5 m、1.0 ha 区では3.4 m、2.0 ha 区は5.2 m となっており、伐区面積の大きさとの関連はみられないが、枝下高率は30~45%となっており、25年生時(20~35%)に比べて、その比率が幾分高くなっている。

⑥ 造林木の形質については(表8)、1.0 ha 区や2.0 ha 区のように面積が大きな伐区では林木の位置と形質との関連が必ずしも判然としなくなり、一方、面積の小さい0.1 ha 区では林縁部に比べて中央部(C2)における1級木の割合が64.7%ときわだって高く、また0.3 ha 区でも中央部に1級木の割合が比較的多くみられた。この調査結果は、25年生時の調査結果と傾向を異にするが、その理由としては、伐区周辺林木の樹高や樹冠の拡がりや造林木との成長との関係、すなわち、伐区周辺の林況は一様ではなく、造林木がこうした周辺木の林況やその被圧から既に脱するまでに成長した状態にあるか否かに関わっているものと判断された。このことは、1.0 ha 区のエッジプロットであるE1, E4, 同じく2.0 ha 区のB1プロットではきわだって1

表8 32年生時の造林木の形質（寺崎式樹形級区分による本数比%，202～203林班）

0.1 ha 区 プロット						0.3 ha 区 プロット					
区分	C1	C2	C3	C4	C5	区分	D1	D2	D3	D4	D5
1級木	42.1	64.7	37.5	21.4	58.8	1級木	54.5	55.6	16.7	52.6	31.6
2級木						2級木					
b	42.1	17.6	43.8	50.0	5.9	b	40.9	27.8	38.9	36.8	42.1
d	—	—	—	—	—	d	—	—	—	—	—
e	—	11.8	—	—	5.9	e	—	—	5.5	—	—
小計	42.1	29.4	43.8	50.0	11.8	小計	40.9	27.8	44.4	36.8	42.1
3級木	10.5	—	18.7	21.4	23.5	3級木	4.6	16.6	33.3	10.6	26.3
4級木	5.3	5.9	—	7.2	5.9	4級木	—	—	5.6	—	—
本数計	19	17	16	14	17	本数計	22	18	18	19	19
%	100	100	100	100	100	%	100	100	100	100	100

1.0 ha 区 プロット									
区分	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1級木	20.0	50.0	31.6	21.1	35.0	58.8	36.4	26.3	40.0
2級木									
b	26.7	40.9	31.6	57.9	40.0	35.3	13.6	26.3	13.3
d	—	—	10.5	—	—	—	4.6	—	—
e	6.6	—	5.3	—	5.0	—	—	—	—
小計	33.3	40.9	47.4	57.9	45.0	35.3	18.2	26.3	13.3
3級木	33.3	9.1	21.0	15.8	20.0	5.9	45.4	47.4	46.7
4級木	13.4	—	—	5.2	—	—	—	—	—
本数計	15	22	19	19	20	17	22	19	15
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

2.0 ha 区 プロット													
区分	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13
1級木	11.8	66.7	38.9	50.0	57.9	37.5	60.0	61.9	52.0	48.1	62.5	62.5	50.0
2級木													
b	41.2	22.2	44.4	41.7	21.1	31.3	30.0	38.1	44.0	25.9	25.0	31.2	37.5
d	—	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—	—	—	—
e	5.9	—	—	4.1	10.4	6.2	5.0	—	—	—	—	—	—
小計	47.1	22.2	44.4	45.8	31.5	37.5	40.0	38.1	44.0	25.9	25.0	31.2	37.5
3級木	17.6	11.1	11.1	4.2	5.3	12.5	—	—	4.0	18.5	12.5	6.3	12.5
4級木	23.5	—	5.6	—	5.3	12.5	—	—	—	7.5	—	—	—
本数計	17	18	18	24	19	16	20	21	25	27	16	16	16
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

級木が少ないこと、また0.1 ha区や0.3 ha区は面積が小さいばかりでなく円形の伐区であることによっても説明されよう。いずれにしても、周辺林木の被圧下にある箇所では造林木のうち1級木の割合が低く、逆に3級木や4級木の割合が高いことが認められた。

⑦ 4伐区について、方位や地形的要因と成長の関連についての検討を行った(図1参照)。その結果、北西向き緩斜面に設定された円形0.1 ha区において、中央部から下部にかけての樹高値がいくらかよく、また北西向き緩斜面に設定された方形1.0 ha区では中央部から上方の林

木の樹高が下部に比べて幾分よいが、方位や地形的要因と成長との関連については全体として特に指摘すべき傾向は認められなかった。

3. 4 まとめ

気温が寒冷な北海道においては、造林木が気象害を受けることが多く、その凍霜害等の防止が造林上の大きな課題になってきた。すなわち凍霜害は、地面近くの低温により被害を受けるもので、いわゆる霜高を超えるまで被害が続き、程度がひどい場合には造林地が全面的に壊滅し、あるいは致命的な被害を免れたものだけの散生状態を呈することにもなり、また被害が比較的軽い場合でも複梢木を生じたり、成長の低下をもたらすなどの問題を生じさせる³⁾¹²⁾。ことに積雪が少なく、消雪が早い割に気温が下がりやすい苫小牧地方や道東等ではトドマツ造林地に大きな被害がみられる。

こうした低温は森林内で緩和されることが知られており、このことからトドマツを育成する方法として、孔状部に植栽する方法、周囲木の保護効果により育成する方法、さらには、上木の保護効果により育成する樹下植栽の方法等が考えられている³⁾。1962年に当林に設定された小面積皆伐試験地は、伐区面積の大小による周囲木の保護効果と造林木の成績について比較検討することを意図したものである。

調査の結果、造林木が幼齢時の段階においては、周囲木の保護効果が認められ、伐区面積の小さなものほど成長がよく、霜害などの被害も比較的軽微であること、また林縁部の造林木は中央部に比べて頂芽、側芽ともに凍霜害の被害が少なく、樹高成長においても一般に勝ることが確かめられた。

しかし、25年生時以降の段階においては、伐区面積の大小と造林木の成長の良否との関連は判然としなくなり、また、1.0 ha 区と 2.0 ha 区との比較では、面積の大小と造林木の形質についての関連も明かでなくなった。一方、林縁部分で育成する造林木の成長あるいは形質が中央部分で育成するものより劣る傾向が、特に面積の小さな伐区において明瞭となってきた。それは、林縁部分の日照時間合計が中央部分に比べて少ないことによるものであり、その原因として、特に周囲林木の樹冠による影響が確かめられている。

以上の結果は、造林木の幼齢時には保護効果をもたらした伐区周辺の広葉樹等の樹冠が、造林木が成長するにともない逆にその育成を阻害する要因ともなることを示している。このことから、小面積皆伐造林における保護効果(得られた成果)を成木に至るまで維持するためには、造林地の周辺林分を対象とした整理伐等を実施することが重要と考えられた。また、樹幹析解によれば、およそ10年生時以降から造林木の優劣が明瞭になってきていることから、比較的早い段階での定性的な間伐法を導入することが望ましいと判断された。なお、当試験地のトドマツ32年生林分は苫小牧地方の人工林収穫予想表²⁾の30~35年生時の成長に比べて、樹高では勝るが直径値では劣り、またha当りの成立本数は収穫予想表(1,335~1,050本)より多い

過密状態 (2,023~1,740 本) となっており、現在、当林分は適度な保育伐を実施すべき時期にさしかかっている。

引用ならびに参考文献

- 1) 北海道大学農学部附属演習林 (1983) : 演習林将来計画, 18-20
- 2) 北海道営林局 (1977) : 石狩第3次地域施業計画書 (昭和53年~62年度), 336
- 3) 今田敬一, 佐々木準長 (1959) : 凍害と霜害, 北方林業叢書 13, 1-198
- 4) 前田 豊 (1969) : トドマツ小面積皆伐造林地の気象害について, 日本林学会北海道支部講演集 18, 144-148
- 5) 前田 豊 (1975) : 小面積皆伐作業林分における造林木の生長について, 日本林学会北海道支部講演集 24, 73-76
- 6) 前田 豊, 大金永治, 谷口信一 (1972) : 小面積皆伐作業適用林分の伐区の大きさと造林木の成績, 第83回日本林学会大会講演集, 86-88
- 7) 三島 懋, 大金永治 (1963) : 小面積施業の研究—三本木地方における国有林の作業種の分析—, 日本林学会北海道支部講演集 12, 14-16
- 8) 三島 懋, 大金永治 (1964) : 伐区の大いさを異にした場合の施業の経済性, 日本林学会北海道支部講演集 13, 61-63
- 9) 三島 懋, 大金永治 (1965) : 小面積皆伐の伐区の大いさと収穫上の諸問題, 第76回日本林学会大会講演集, 80-83
- 10) 三島 懋, 大金永治 (1965) : 小面積皆伐作業における伐出生産の工期と生産費, 日本林学会北海道支部講演集 14, 74-76
- 11) 三島 懋, 谷口信一, 菅野高穂 (1962) : 苫小牧地方広葉樹林の成立・更新に関する研究, 日本林学会北海道支部講演集 11, 23-26
- 12) 田中夕美子 (1987) : 林木の低温被害に関与する放射冷却の研究, 北海道大学農学部演習林研究報告 44(4), 1143-1215

Summary

From 1962 to 1966, test sites for patch clearcutting were established in the Tomakomai Experimental Forest of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University. The test sites consisted of rectangular cutting areas (0.25 ha, 0.5 ha, 1.0 ha, and 2.0 ha) and circular cutting areas (0.1 ha, 0.3 ha, 0.5 ha, and 0.7 ha). Todomatsu (*Abies sachalinensis* MAST.) was planted in a cut-over area (about 4,150 trees/ha). Seedling lines were spaced at 2.0 m intervals and seedlings at 1.2 m ones. This paper surveys and examines the growth record of todomatsu (aged 3, 5, 11, 25, and 32 years) in afforested areas whose cutting area are of varying size and shape.

(1) Growth record of 3-year-old todomatsu in the afforested area (rectangular cutting area of 1.0 ha ; compartment group 413)

Todomatsu in the central portion of the cutting area was shorter and was more greatly damaged by adverse weather conditions than was that in the peripheral portion. The trees in the western peripheral portion were taller than were those in the eastern peripheral portion.

(2) Growth record of 5-year-old todomatsu in the afforested area (comparison between rectangular cutting areas of 1.0 ha and 2.0 ha ; compartments 202 and 203)

Each rectangular cutting area was divided into plots (10 m×10 m) along perpendicular lines that extended from a center plot. Survey showed that no differences in the heights of the trees arose from the differences in the sizes of the cutting areas. Todomatsu in a cutting area of 1.0 ha was slightly less damaged by adverse weather conditions than was that in a cutting area of 2.0 ha. For both cutting areas, Todomatsu in the central portion was taller but more greatly damaged by weather conditions than was that in the peripheral portion.

(3) Growth record of 11-year-old todomatsu in the afforested area (comparison between rectangular cutting areas of 0.25 ha, 0.5 ha, 1.0 ha, and 2.0 ha ; compartments 437 to 440)

Todomatsu in smaller cutting areas was taller and less damaged by adverse weather conditions. For all of the cutting areas, the trees in the peripheral portion were less damaged by adverse weather conditions than were those in the central portion.

(4) Growth record of 25-year-old todomatsu in the afforested area (comparison between rectangular cutting areas of 1.0 ha and 2.0 ha and circular cutting areas of 0.1 ha and 0.3 ha ; compartments 202 and 203)

Each cutting area was divided into plots(10 m×10 m) along perpendicular lines extending from a center plot. (Each plot for rectangular cutting areas of 1.0 ha and 2.0 ha corresponded to one surveyed for 5-year-old todomatsu.) The average diameter at breast height of the trees in cutting areas was 11.4 cm and the average tree height was 8.6 m. These figures exceeded those for the national forest adjoining the experimental forest that are listed in the table of estimated yield. However, survey showed there to be no definite correlation between the size and growth record of cutting areas. Nevertheless, trees in the peripheral portion of every cutting areas were shorter and inferior in form and quality to those in the central portion. Furthermore, improvement cutting sub-areas, in which half of the trees planted in 1982 were cut, and non-improvement cutting sub-areas were established in a cutting area of 1.0 ha. Comparison of the growth records of these sub-areas showed a definite difference of such records : For improvement cutting sub-areas, average tree height was 8.7 m and average diameter at breast height was 11.2 cm ; for non-improvement cutting sub-areas, average tree height was 8.0 m and average diameter at breast height was 9.4 cm.

(5) Growth record of 32-year-old todomatsu in the afforested area (comparison between rectangular cutting areas of 1.0 ha and 2.0 ha and circular cutting areas of 0.1 ha and 0.3 ha ; compartments 202 and 203)

Each cutting area was divided into plots to be surveyed (10 m×10 m). The plots corresponded to those surveyed for 25-year-old todomatsu. The growth record of surveyed areas showed that, as was the 25-year-old todomatsu, 32-year-old trees in the forest under survey were taller and were larger in diameter at breast height than were those in the adjoining national forest. Furthermore, in terms of the size of cutting area and the growth of the trees in the peripheral and central portions, 32-year-old todomatsu in the forest under survey showed a correlation similar to that cited for the 25-year-old todomatsu. However, the peripheral portion of smaller cutting areas (0.1 ha and 0.3 ha) tended to have a lower tree growth rate than did the central portion.

The foregoing analysis is summarized as follows. Generally speaking, in smaller cutting areas, young todomatsu had a higher growth rate and was only slightly damaged

by frost and other adverse weather conditions due to the protective effect of surrounding trees. When trees grew to some extent, the growth of the trees in the peripheral portion was more greatly prevented by certain influences caused by surrounding trees than was that in the central portion. Therefore, when an area is artificially afforested, it is effective to reduce the size of cutting areas to protect trees from adverse weather conditions and other harmful factors from their infant period to their young period. After trees grow to some extent it is important to alleviate competition between trees by conducting various types of upbringing thinning.