HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	針広混交林における樹冠配置と稚樹の生育
Author(s)	矢島, 崇
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 42(4), 1065-1088
Issue Date	1985-10
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21165
Type	bulletin (article)
File Information	42(4)_P1065-1088.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

針広混交林における樹冠配置と稚樹の生育*

矢　島　　崇**

The Arrangement of Crowns and the Growth of Saplings in the mixed Forest*

By

Takashi YAJIMA**

目　　次

緒　　言 …… 1066
第一章　研究目的 …… 1066
第二章　調査地の概要 …… 1067
第三章　調査結果及び考察 …… 1068
第一節　樹冠下の稚樹の生育状況について …… 1068
1. 調査方法 …… 1068
2. 上層木の配置と林床植生 …… 1069
3. 稚樹の生立本数と樹高 …… 1073
4. 稚樹の樹齢 …… 1076
5. 相対照度とササ稈数 …… 1076
6. 稚樹の平均樹高生長量 …… 1078
まとめ …… 1080
第二節　樹冠の消失と稚樹の生育 …… 1081
1. 調査方法 …… 1081
2. 上層木 …… 1082
3. 樹高の変化 …… 1082
4. 針葉樹類の樹高生長過程 …… 1084
5. 侵入，定着に与える影響 …… 1085
まとめ …… 1086
第四章　摘　　要 …… 1086
結　　言 …… 1087
参考文献 …… 1087
Summary …… 1088

* 1984年8月31日受理　Received August 31, 1984.
** 北海道大学農学部造林学教室
** Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

緒　　言

北海道の天然林は針広混交林を呈することが多い。しかもその森林はエゾマツ，トドマツをはじめとして，優良かつ多様な広葉樹類によって構成され，木材生産・水資源の確保，環境保全等，本来森林が有すべき諸機能を永続的に，かつ高度に発揮しうる自然環境として最も期待されている森林の姿でもある。

これを利用し，保続させていくためには混交林を構成する多様な種の更新特性，生長過程，世代交代等における諸特性が十分に把握されていなければならない。

従来の北方天然林に関する研究の多くは一部有用針葉樹類を中心に展開されてきた。しかし，針広混交林における諸現象はその多様な構成樹種の相互の関わりの中でとらえてゆくことが必要である。そのうえで，これを維持し，かつ質を高めてゆくための議論がなされるべきであろう。

針広混交林をめぐる諸現象を整理し，その様々な特性を解明することは，現在，極めて重要かつ緊急な課題のひとつであると考える。

第一章　研 究 目 的

針広混交林においては現在，一般に択伐作業がとりいれられている。その方法が，森林の複層構造を維持しつつ木材を生産し，かつそれを継続させうる可能性をもっており，安全で経済的であるとみられるからであろう。

しかしまた，一方ではこうした針広混交林は天然更新が不良であると言われることも多い。実際に観察しても，林床にはササ類が繁茂して稚苗の生立は少ないという場合がほとんどである。こうした場所ではササの生育と樹木の更新とは分かち難い問題である[1~7]。

内田らは天塩地方演習林の針広混交林に点在する無立木ササ地について調査し，樹木はササ地に群状に生育していること，樹木がそうした群状の樹木の樹冠下以外に更新することは困難であること，を指摘した[6]。さらに筆者が同地域で天然性樹木の樹幹析解をおこなった結果では上層木として優勢に生立していたトドマツ，エゾマツの大径木でもその生育過程を逆のぼれば，ある時期にある高さで突然著しい生育阻害が認められた個体が多くみられた[8]。すなわち，現在優勢な上層木の多くが，かつてやはり上方を覆われた樹冠下を発生の場所とし，生育につれて，光量不足による生育の遅滞などではなく既存上層木の枝条による直接的，物理的な生育阻害をうけていた時期があったと考えられるのである。

このことは針広混交林が単なる複層構造ではなく，位置的に互いに近接した複数，数世代を単位とする樹木の群状構造によって維持されてきたことを示しているように思う。しかもその樹木群は内田の言うように世代交代に応じて位置を変化させるものではないし，簡単には拡大しうる性質のものでもない。いわば極めて同所的なものである。

これらのことからササ類を林床にもつ北方の針広混交林は，複数，複世代の群状構造の集合であり，その構造によってはじめて維持されうるものといえそうである。

伐採行為はこの群構造に人為的な変化をもたらす。したがって少なくとも更新を天然性の稚苗の侵入・生育にのみ依存する場合には樹冠下に稚樹群をもたない樹木の伐採はいうまでもなく，たとえ稚樹群を有し，上方の疎開によりそれらが旺盛に生育をおこなうことが見込まれても，次世代，あるいはまたその次の世代へと持続しうる構造を確保できうるかどうかについては疑問が多い[9),10)]。森林の継続のために必要な複数，複世代の群状構造とは最低どのようなものであるのか，その質的，量的な内容が現在明確ではないからである。

本研究はこうした観点から，針広混交林の存続するための諸条件をさぐることを目的としている。

今回は中～上層の樹冠配置とそれに密接に関わる相対照度，ササ類の稈密度等と，稚樹の種構成，生立量，齢構成，生長量などとの関係を検討した。そのために，まず踏査のうえ異なる樹冠構造の場所を3カ所選び，稚樹の侵入・定着が比較的多い部分をプロットとした。また，樹冠下に存在していた稚樹群の樹冠消失後の生育について調査し，樹冠の消失と更新との関わりを検討した。

第二章　調査地の概要

本研究は北海道大学天塩地方演習林で行なった。同演習林は北海道天塩郡幌延町字問寒別に所在する。調査は1979年，1980年，1983年の各々夏期におこなった。

天塩演習林は天塩川の一支流である問寒別川流域にあって総面積22447.5 haである。

同演習林による1975年～1980年の気象観測資料でみると，年平均気温は5.2°C，最高気温32.2°C，最低気温 −33.5°Cであり11月から4月にかけての6カ月間は月平均気温0°C以下となる。年間降水量は1185.7 mmでいわゆる海洋性寒冷気候区に属し降雨は10月～5月にみられて積雪量は1月～3月に約130 cmである。

地質は中央部を南流する問寒別川を境として東西で著しく異なる。東側地域一帯（河東）は北海道を南北に貫ぬく神威古潭帯の北端にあたり，蛇紋岩と白亜紀層から成る。これに対して西側地域（河西）は新第三紀褶曲帯に属する諸地層から構成される。

林相は東西の地質の相異に応じて一様ではない。河東および北部地域（奥地）の蛇紋岩地域ではアカエゾマツの天然林が特徴ある景観を呈するほか，明治以降の度重なる山火事のためにいまだに広大な未立木地となっている部分もある。一方河西ではエゾマツ，トドマツにミズナラ，ダケカンバ，ハリギリ，イタヤ類などを混ずる針広混交林が一般的であり，現在もなお，比較的高い蓄積を有している。

全域にわたって，林床あるいは無立木地域ではチシマザサ，クマイザサが優占している。

第三章　調査結果及び考察

第一節　樹冠下の稚樹の生育状況について

1. 調査方法

針広混交林において樹冠と稚樹の発生，生育関係を観察するために，針葉樹優占部（河西31林班），中間部・広葉樹優占部（河東54林班）に各々プロットを設定した。プロットは（10 m×20 m）で，A, B, C とした。

プロット内の上層木（樹高1.3 m 以上とした）については，位置，樹種，樹高，胸高直径，樹冠幅について計測し，樹冠配置の平面図を作成した。また調査区を（5 m×5 m）の8つの部分に分割してそれぞれの林床植生を記載した。

また，ササ高との関係から樹高1.3 m 未満を稚樹として，稚樹については（10 m×20 m）の中央基線上に沿って（2 m×20 m）の帯状区を設定し，それを（2 m×2 m）のコドラート10ケに分け，帯状区内に生立していたすべての高木類稚樹を採取し，樹高，樹齢を測定した。

さらに，各コドラート毎にササ類の本数を調査し，相対照度を測定した。測定箇所は，各

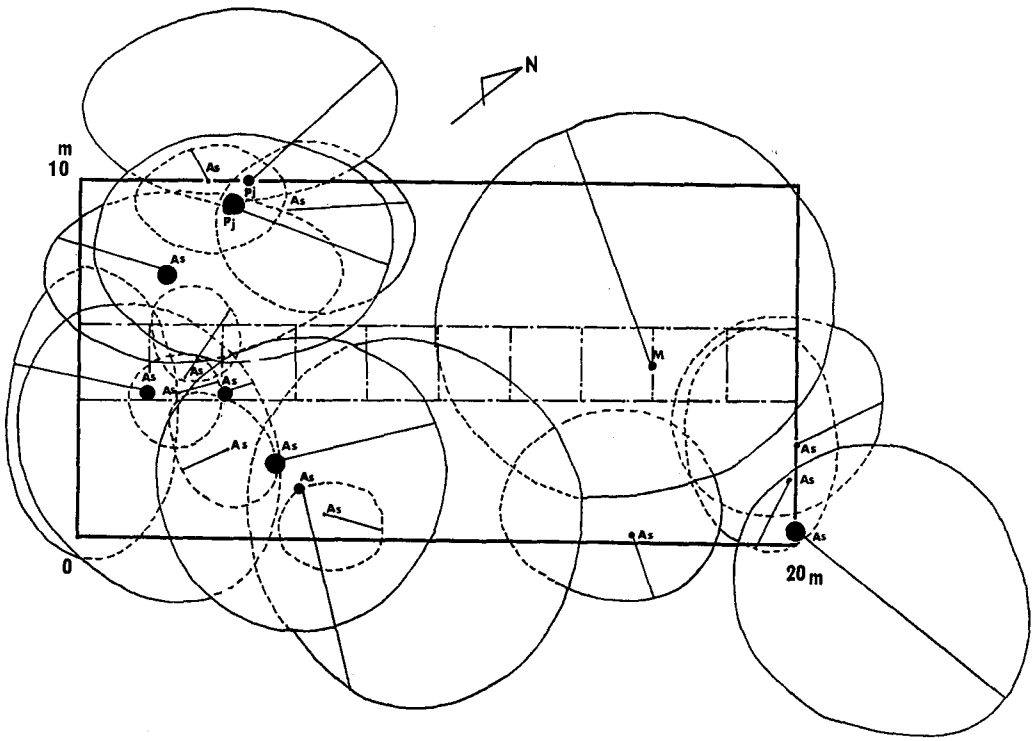

Fig. 1.　Arrangement of crowns in the Plot A.
Notes; As: *Abies sachalinensis*
Pj: *Picea jezoensis*
M: *Magnolia obovata*

コドラートの中心部で，それぞれ地上 1.3 m と 0.0 m の 2 カ所である。

2. 上層木の配置と林床植生

a) プロットA

Fig. 1 は，プロット A の樹冠配置図である。

Table 1 は上層木の樹高階別本数表である。また Table 2 は同，胸高直径階別本数表である。

Table 1. The number of trees in each grade of height in the Plot A

Height (m)	0～	2～	4～	6～	8～	10～	12～	14～	16～	18～	20～	22～	Total
Abies sachalinensis			3	4		1			1		2	4	15
Picea jezoensis						1						1	2
Magnolia obovata										1			1
Total	0	0	3	4	0	2	0	0	1	1	2	5	18

Table 2. The number of trees in each grade of D.B.H in the Plot A

D.B.H (cm)	0～	5～	10～	15～	20～	25～	30～	35～	40～	45～	50～	55～	Total
Abies sachalinensis		4	3	2			1		1	1	2	1	15
Picea jezoensis							1					1	2
Magnolia obovata						1							1
Total	0	4	3	2	0	1	2	0	1	1	2	2	18

プロット A は上層木が 18 本で，そのうち 15 本までがトドマツで占められる針葉樹優占部分である。樹高は 20 m を越え，直径も 40 cm を上回るものが少なくない。これらはプロットの南西側で特に集中する大きな樹木群状を呈する。これを 2～4 の小樹木群が近接している状態とみることもできる。これらトドマツにエゾマツ，ホオノキなどでほぼプロット全体がうっ閉している。

帯状区上でみれば，針葉樹樹木群樹冠下，広葉樹大径木樹冠下，針・広葉樹樹冠下に大別できる。

林床植生のうち，高い被度を示すものは，ツタウルシ（被度 2～5），イワガラミ（同 1～2）で，ササ類はチシマザサが最も高いところで被度 3，それ以外では被度 1～＋である。

高木類稚樹については別項で述べるが，トドマツ，イタヤカエデ，ナナカマド等，その数は極めて多い。

ほかに出現した低木類，蔓茎類を示す。

オオカメノキ，タラノキ，ツルアジサイ，ミヤママタタビ，ハイシキミ

草本類を示す。

ツクバネソウ，マイヅルソウ，ヨツバムグラ，ヒヨドリバナ，エゾスズラン，アカミノルイヨウショウマ，タニギキョウ，シラネワラビ，オシダ，ゼンマイ

b）プロットB

Fig. 2はプロットBの樹冠配置図である。

Table 3は同，樹高階別本数表である。また，Table 4は胸高直径階別本数表である。

プロットBは樹高20mを上回る樹木はなく，15m前後のトドマツ，および多数のダケカンバ，ミズナラが上層となり，10m以下の中～下層木が非常に多い部分である。中～下層木は，ダケカンバ，ミズナラ，イタヤカエデ，シナノキ，トドマツが中心となっている。ほかにウダイカンバ，ハリギリ，ヒロハノキハダ，ホオノキ，エゾヤマザクラ，ミズキなど，多種が

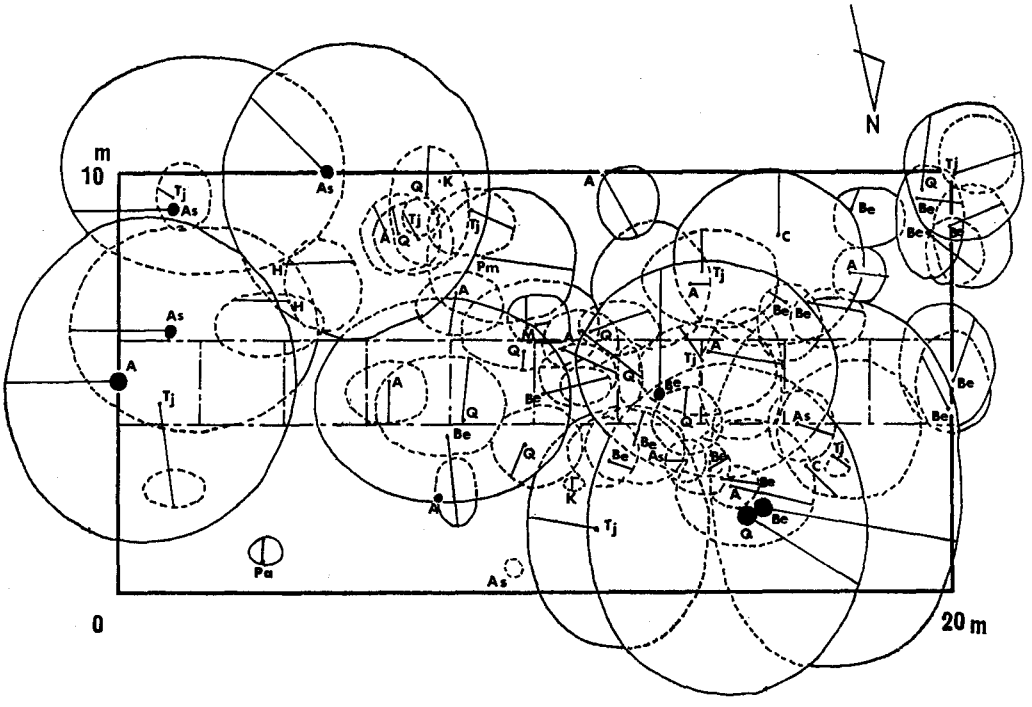

Fig. 2.　Arrangement of crowns in the Plot B

Notes; As : *Abies sachalinensis*
A : *Acer mono*
Be : *Betula ermanii*
Bm : *Betula maximowicziana*
Q : *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*
Tj : *Tilia japonica*
M : *Magnolia obovata*
K : *Kalopanax pictus*
Pm : *Prunus maximowiczii*
Pa : *Phellodendron amurense* var. *sachalinense*
C : *Cornus controversa*
H : *Hydrangea paniculata*

みられる。また，これらの中～下層木はいずれもほとんどが少数の上層木の樹冠近辺に生立場所を限られて，密生した樹木群をなす。

帯状区上でみると一部が針葉樹樹冠下，一部が疎開部分でそれ以外は密生する広葉樹小中径木の樹冠下である。

プロットBではクマイザサがすべてのコドラートで被度5を示す。他に高い被度で出現す

Table 3. The number of trees in each grade of height in the Plot B

Height (m)	0～	2～	4～	6～	8～	10～	12～	14～	16～	18～	Total
Abies sachalinensis	1	1	2		2			1	1		8
Betula ermanii		4	5	5				2			16
Betula maximowicziana					1						1
Quercus mongolica var. *grosseserrata*		3	5	1				1			10
Acer mono		2	4	2			1				9
Kalopanax pictus		2									2
Phellodendron amurense var. *sachalinense*	1										1
Tilia japonica	3	2		2	2						9
Magnolia obovata				1							1
Prunus sargentii				1							1
Cornus controversa				1	1						2
Hydrangea paniculata		1	1								2
Total	5	15	17	13	6	0	1	4	1	0	62

Table 4. The number of trees in each grade of D.B.H in the Plot B

D.B.H (cm)	0～	5～	10～	15～	20～	25～	30～	35～	40～	45～	Total
Abies sachalinensis	3				2		1			2	8
Betula ermanii	11	3				1			1		16
Betula maximowicziana		1									1
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	8	1							1		10
Acer mono	6	2		1							9
Kalopanax pictus	2										2
Phellodendron amurense var. *sachalinense*	1										1
Tilia japonica	5	3	1								9
Magnolia obovata		1									1
Prunus sargentii		1									1
Cornus controversa		2									2
Hydrangea paniculata	1	1									2
Total	37	15	1	1	2	1	1	0	2	2	62

る植物種はない。

高木類稚樹については後述する。

出現した低木類，蔓茎類を示す。

オオカメノキ，ヒロハツリバナ，エゾイチゴ，ツルアジサイ，イワガラミ，ツタウルシ，ヤマブドウ，ミヤママタタビ，コクア

草本類を示す。

エゾショウマ，マイヅルソウ，エゾアザミ，エゾイチゲ

c）プロットC

Fig. 3はプロットCの樹冠配置図である。

Table 5は樹高階別本数表である。Table 6は胸高直径階別本数表である。

プロットCも樹高20mを超える個体はなく，8割が5m未満のものである。したがって上層樹冠はまばらで，かつミズナラを主体とし，トドマツ，イチイ，イタヤカエデが少々混じるほかは，広葉樹小径木中心の部分である。

ここでもクマイザサがすべてのコドラートで被度5で出現し優占する。

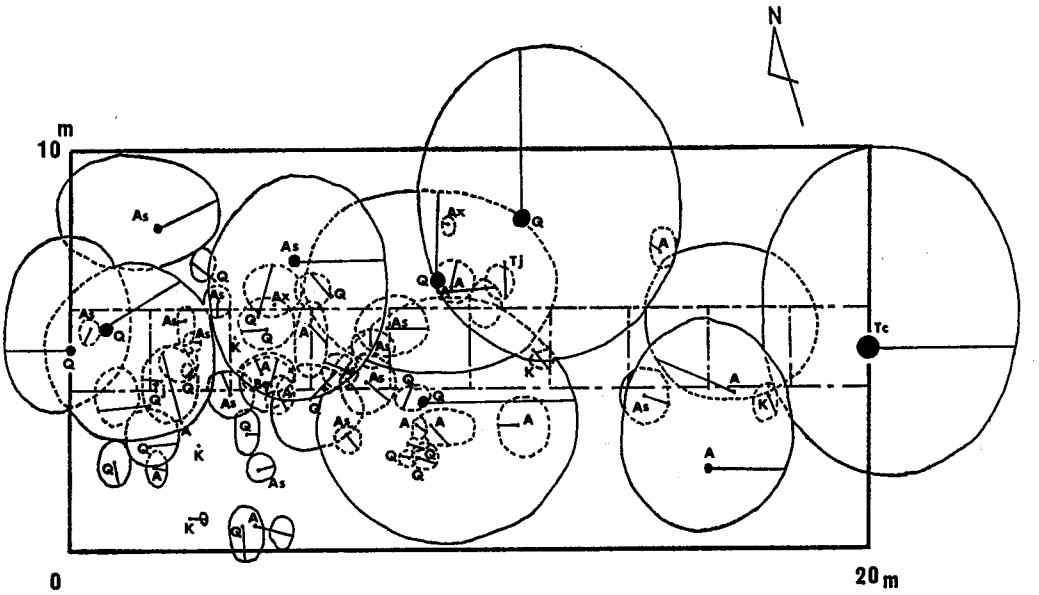

Fig. 3. Arrangement of crowns in the Plot C.

Notes; As: *Abies sachalinensis*
Tc: *Taxus cuspidata*
A: *Acer mono*
Be: *Betula ermanii*
Q: *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*
K: *Kalopanax pictus*
Tj: *Tilia japonica*
Ax: *Acanthopanax sciadophylloides*

Table 5. The number of trees in each grade of height in the Plot C

Height (m)	0～	2～	4～	6～	8～	10～	12～	14～	16～	18～	Total
Abies sachalinensis	8	4	1			1		1			15
Taxus cuspidata					1						1
Betula ermanii		1									1
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	7	7	1					4	1		20
Acer mono	7	6					1				14
Kalopanax pictus	3	1	1								5
Tilia japonica	1	1									2
Acanthopanax sciadophylloides	1	1									2
Total	27	21	3	0	1	1	1	5	1	0	60

Table 6. The number of trees in each grade of D.B.H in the Plot C

D.B.H (cm)	0～	5～	10～	15～	20～	25～	30～	35～	40～	45～	50～	55～	60～	Total
Abies sachalinensis	12	1			1		1							15
Taxus cuspidata													1	1
Betula ermanii	1													1
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	15				1	1	2		1					20
Acer mono	13				1									14
Kalopanax pictus	5													5
Tilia japonica	2													2
Acanthopanax sciadophylloides	2													2
Total	50	1	0	0	3	1	3	0	1	0	0	0	1	60

高木類稚樹については後述する。

出現した低木類，蔓茎類を示す。

オオカメノキ，ヒロハツリバナ，ハイシキミ，ツルツゲ，ツタウルシ，ツルアジサイ，イワガラミ，ヒメゴヨウイチゴ

草本類を示す。

マイヅルソウ，エゾアザミ，エゾショウマ，エゾイチゲ，ルイヨウショウマ，ベニバナイチヤクソウ，シラネワラビ

3. 稚樹の生立本数と樹高

帯状区 A～C（各 2 m×20 m）に存在したすべての高木類稚樹の樹高階別本数を Table 7～Table 9 に示した。以下，帯状区毎に記す。

Table 7. The number of saplings in each grade of height in the Belt A

Height (cm)	0~	20~	40~	60~	80~	100~	120~	140~	160~	180~	Total
Abies sachalinensis	342	6	4	·	·	·	·	·	·	·	352
Picea jezoensis	·	2	·	·	·	·	·	·	·	·	2
Acer mono	50	30	27	13	7	2	2	1	·	·	132
Sorbus commixta	49	18	11	8	3	·	1	1	·	·	91
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	·	4	·	·	·	1	·	·	·	·	5
Kalopanax pictus	5	·	1	·	1	1	·	·	·	·	8
Acanthopanax sciadophylloides	11	1	1	1	·	·	·	·	·	·	14
Fraxinus mandshurica var. *japonica*	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Sorbus alnifolia	·	·	1	1	·	·	·	·	·	·	2
Salix integra	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Total	458	62	45	23	11	4	3	2	0	0	608

Table 8. The number of saplings in each grade of year in the Belt A

Year	0~	5~	10~	15~	20~	25~	30~	Total
Abies sachalinensis	132	139	60	16	2	2	1	352
Picea jezoensis	·	·	·	·	1	1	·	2
Acer mono	27	44	46	12	2	1	·	132
Sorbus commixta	38	30	16	6	1	·	·	91
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	·	4	·	·	1	·	·	5
Kalopanax pictus	5	1	2	·	·	·	·	8
Acanthopanax sciadophylloides	9	3	1	1	·	·	·	14
Fraxinus mandshurica var. *japonica*	·	1	·	·	·	·	·	1
Sorbus alnifolia	·	2	·	·	·	·	·	2
Salix integra	·	·	·	1	·	·	·	1
Total	211	224	125	36	7	4	1	608

Table 9. The number of saplings in each grade of height in the Belt B

Height (cm)	0~	20~	40~	60~	80~	100~	120~	Total
Abies sachalinensis	6	3	2	·	·	·	1	12
Picea jezoensis	2	·	·	·	·	·	·	2
Acer mono	45	1	·	·	·	·	·	46
Kalopanax pictus	3	·	·	·	·	·	·	3
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	·	1	·	·	·	·	·	1
Tilia japonica	2	1	·	·	1	·	·	4
Total	58	6	2	0	1	0	1	68

a） 帯状区 A

帯状区 A に存在した稚樹は 10 種で，総本数は 608 本である。種数，個体数とも 3 プロット中最も多い。おそらく同地域でも稚樹の最も多いと思われる部分である。

50% 以上が 20 cm 未満のトドマツであり，樹高階で上位を占めるのはイタヤカエデ，ナナカマドである。ミズナラ，ハリギリなどの大型の樹種は極めて少ない。また，カンバ類の稚樹はみられなかった。

b） 帯状区 B

帯状区 B に存在した稚樹は 6 種である。総本数は 68 本で，A の 1 割程度にすぎない。トドマツのほか，シナノキ，ハリギリ，そしてエゾマツ，ミズナラがみられたが，ほとんどをイタヤカエデの 20 cm 未満の個体が占めている。

c） 帯状区 C

帯状区 C に存在した稚樹は 7 種である。

総本数 199 本で 50% 以上がトドマツである。ここで，他と異なるのは 20 cm 未満の個体が少なく，20 cm～40 cm が多く存在する点である。40 cm 以上の個体でも 41 本で，20 cm 未満の 25 本を上回る。

Table 10. The number of saplings in each grade of year in the Belt B

Year	0～	5～	10～	15～	20～	25～	30～	35～	40～	Total
Abies sachalinensis	3	2	·	·	2	3	·	2	·	12
Picea jezoensis	1	1	·	·	·	·	·	·	·	2
Acer mono	45	·	·	1	·	·	·	·	·	46
Kalopanax pictus	3	·	·	·	·	·	·	·	·	3
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	1	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Tilia japonica	2	1	1	·	·	·	·	·	·	4
Total	55	4	1	1	2	3	0	2	0	68

Table 11. The number of saplings in each grade of height in the Belt C

Height (cm)	0～	20～	40～	60～	80～	100～	Total
Abies sachalinensis	25	50	27	10	3	1	116
Picea jezoensis	·	1	·	·	·	·	1
Acer mono	54	7	2	2	2	2	69
Sorbus commixta	·	·	·	1	·	·	1
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	2	2	2	2	1	1	10
Tilia japonica	·	·	·	·	·	1	1
Magnolia obovata	1	·	·	·	·	·	1
Total	82	60	31	15	6	5	199

Table 12. The number of saplings in each grade of year in the Belt C

Year	0～	5～	10～	15～	20～	25～	30～	35～	40～	45～	50～	55～	60～	65～	70～	Total
Abies sachalinensis	·	2	8	19	37	35	11	3	·	1	·	·	·	·	·	116
Picea jezoensis	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Acer mono	49	·	5	7	6	2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	69
Sorbus commixta	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	·	1	1	5	3	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	10
Tilia japonica	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Magnolia obovata	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1
Total	49	3	17	31	47	37	11	3	0	1	0	0	0	0	0	199

イタヤカエデが69本でトドマツに次ぐ。ただし20 cm未満が54本と大部分であるが，100 cm以上のものまで，みることができる。ミズナラも樹高階上位のものがかなりある。

4. 稚樹の樹齢

帯状区A～Cにおける稚樹の樹齢階別本数表をTable 10～Table 12に示した。

a) 帯状区A

トドマツは10年以下の個体がほとんどで，20年を越えるものは少ない。イタヤカエデは5年～15年に最も多く，5年未満の最近の侵入はむしろ少ない。ナナカマドは10年未満の個体が多くなっている。

b) 帯状区B

イタヤカエデは46本中45本までが5年未満の個体である。また，トドマツは少数の個体が，10年未満，20年～30年，35年～40年と，断続的である。10年を上回る広葉樹類は極めて少ない。

c) 帯状区C

ここでは5年生未満の稚樹がイタヤカエデで49本みられながら他の樹種では皆無であったことがほかの帯状区と異なっている。トドマツは近年の侵入はなく20年～30年生のものが中心で数も多い。

イタヤカエデは5年～10年の個体がみられず，侵入直後の一群と10年以上～30年未満の個体群との間には齢的な隔りがある。ミズナラは，15年～25年である。

5. 相対照度とササ稈数

各帯状区のコドラート毎にみたササの稈本数および，H：1.3 mとH 0.0 mにおける相対照度をFig. 4～Fig. 6に示した。

帯状区Aでは，針葉樹を中心としたうっ閉した樹冠下ということで，林内は極めて暗く地上1.3 mの測定でも全区間でほとんど5%以下の値を示し，平均的に2%～3%である。地上

0.0 m の測定でも全区間 2% 前後であまり差はない。

チシマザサは 3 本/m², 4 本/m² と少ないが，ホオノキ大径木の樹冠下にあたる Q 7～Q 8 では，やや多くなっている。

帯状区 B は上方の樹冠分布にばらつきがあって，1.3 m 高の相対照度も 4%～50% まで差

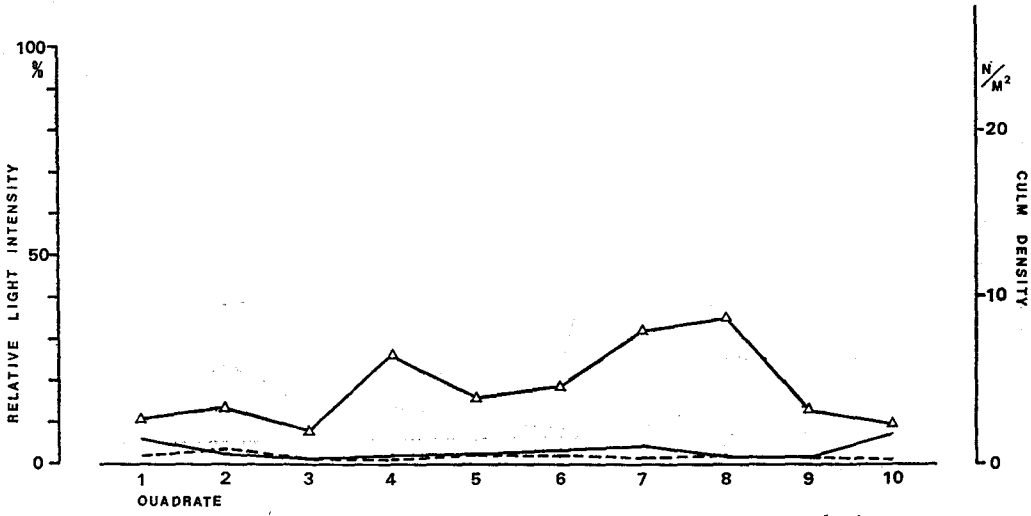

Fig. 4. Relative light intensity and culm density in the Belt A.

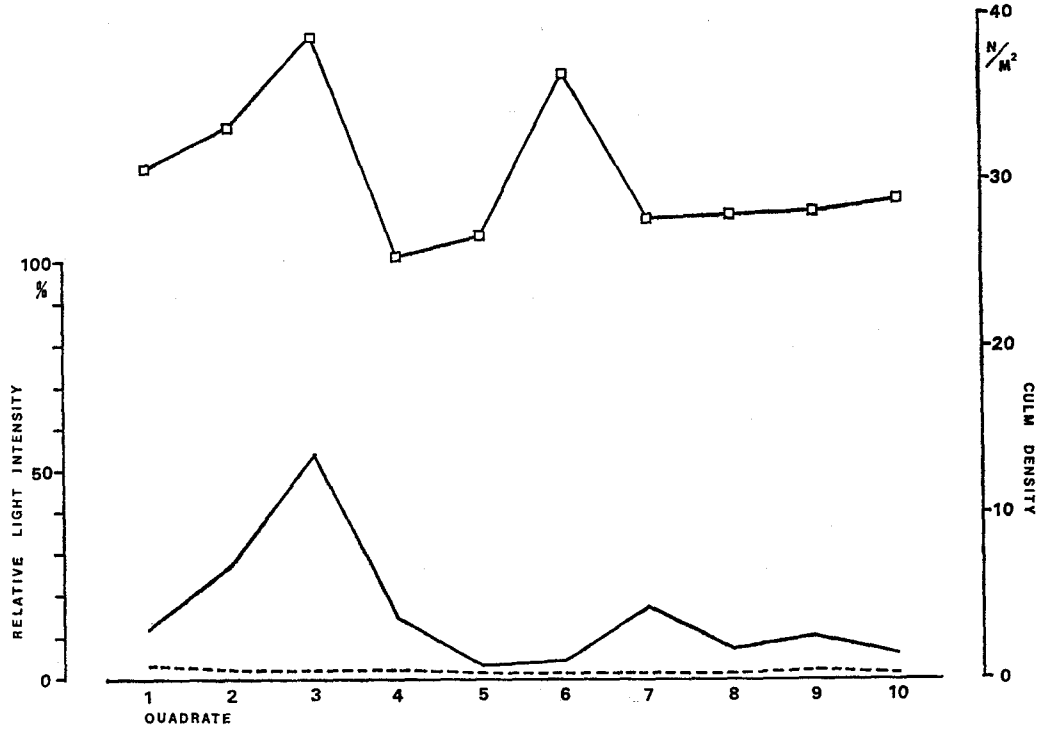

Fig. 5. Relative light intensity and culm density in the Belt B

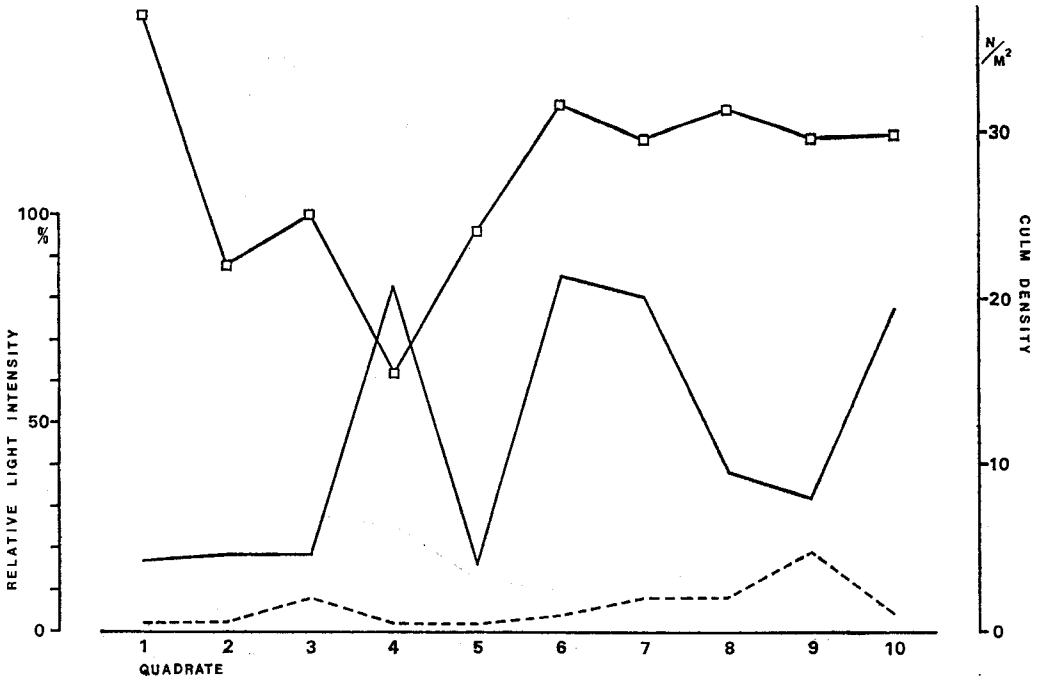

Fig. 6. Relative light intensity and culm density in the Belt C.

が大きい。クマイザサの稈密度も25本/m²～40本/m²とばらつきがあるが，1.3 m 高の相対照度が高い部分はササの密度も高く，地表部の相対照度は結果的に全区間2%前後で差がない。

帯状区Cは中小径木が集中するQ2～Q5でクマイザサの密度がやや低くなっており，全体として樹高の低い個体がほとんどを占め，疎開した部分もあって，1.3 m 高の相対照度は極めてばらつきが大きい。

0.0 m 高の相対照度もここでは2%～20%までばらつきがある。

疎林状のQ6～Q10では，クマイザサの稈密度は30本/m²とほぼ一定であり，1.3 m 高の相対照度が低い部分で0.0 m での相対照度が逆に他より高くなっていることから，明るさにより，稈当りの葉量（数・面積）に変化が生じているものと思われる。

6. 稚樹の平均樹高生長量

コドラート別に見た稚樹の平均樹高生長量階別構成について Fig. 7～Fig. 9 に示した。

最も多くの稚樹がみられた帯状区Aでは，トドマツはQ1～Q5で1 cm/year 未満の個体が多く，伸長量は極めて小さい。また，Q6～Q10では1 cm/year 以上2 cm/year 未満，あるいは3 cm/year 以上の伸長量を示す個体も数多くみられた。

ナナカマド，イタヤカエデは2 cm/year 以上5 cm/year まで平均的に分布する。

稚樹の少ない帯状区Bでは5 cm/year 以上のイタヤカエデが主体である。しかし，Table 10でみてもこれらのほとんどは発生直後の稚苗であり，生育が良いということではない。イタヤカエデは当年生の個体で5 cm 以上の苗長を示すのが普通であるからである。

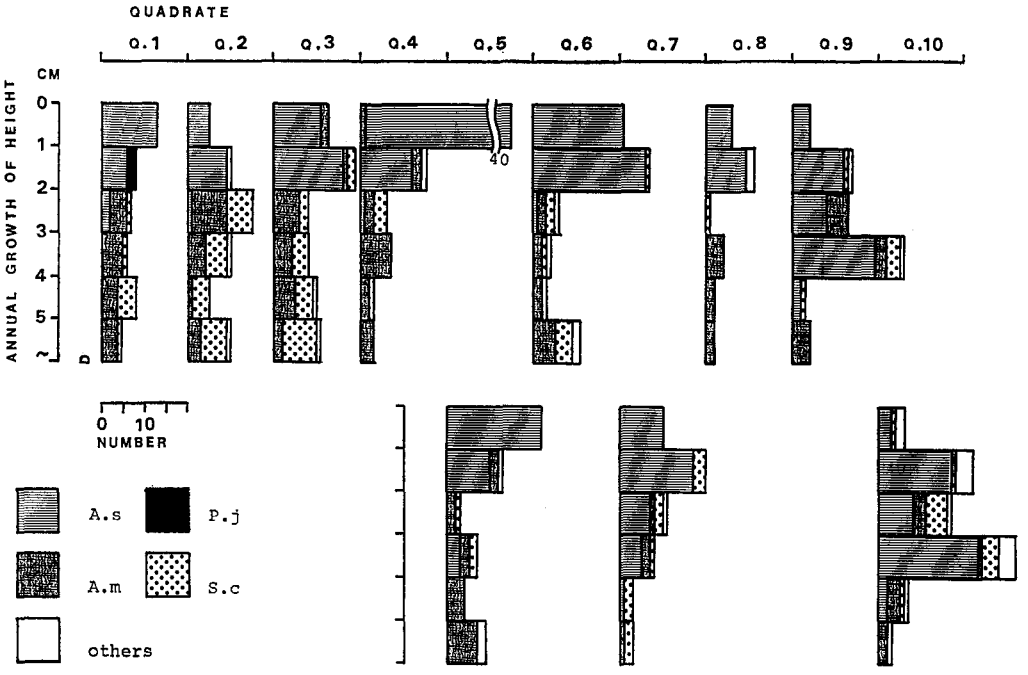

Fig. 7. Annual height growth of saplings in the BeltA.

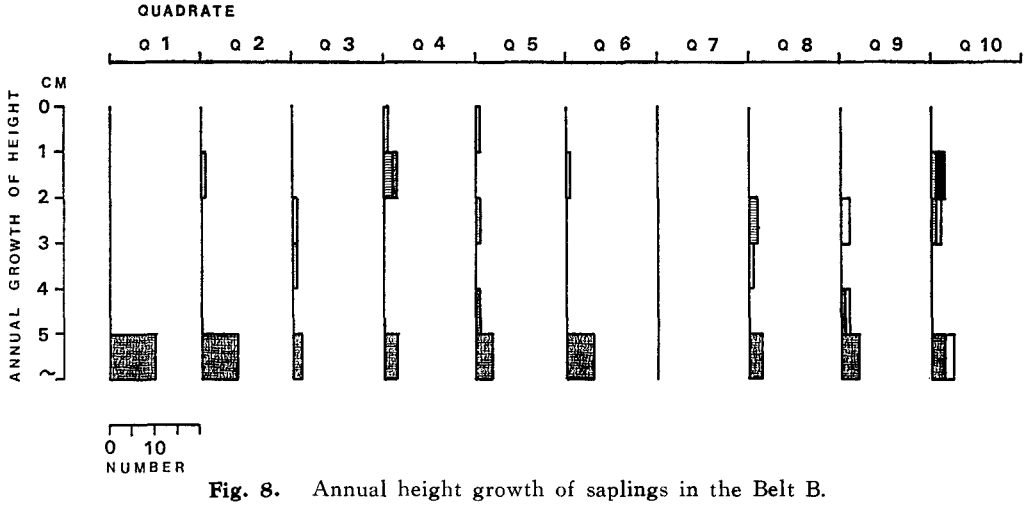

Fig. 8. Annual height growth of saplings in the Belt B.

少数のトドマツは1 cm/year 以上4 cm/year までの年生長量を示している。

中径木の疎林に小径木の集団がかたよって密生する帯状区Cでは，そうした樹冠の配置に応じて稚樹の生育状況に大きな相異がみられる。すなわち，中小径木が群生するQ1～Q4の種構成はトドマツ，イタヤカエデ中心で，トドマツの割合が大きい。帯状区Aと似ているが，ここではナナカマドがほとんど無い。平均樹高生長量はトドマツで1 cm/year～2 cm/year が中心となる。イタヤカエデは5 cm/year 以上が多い。

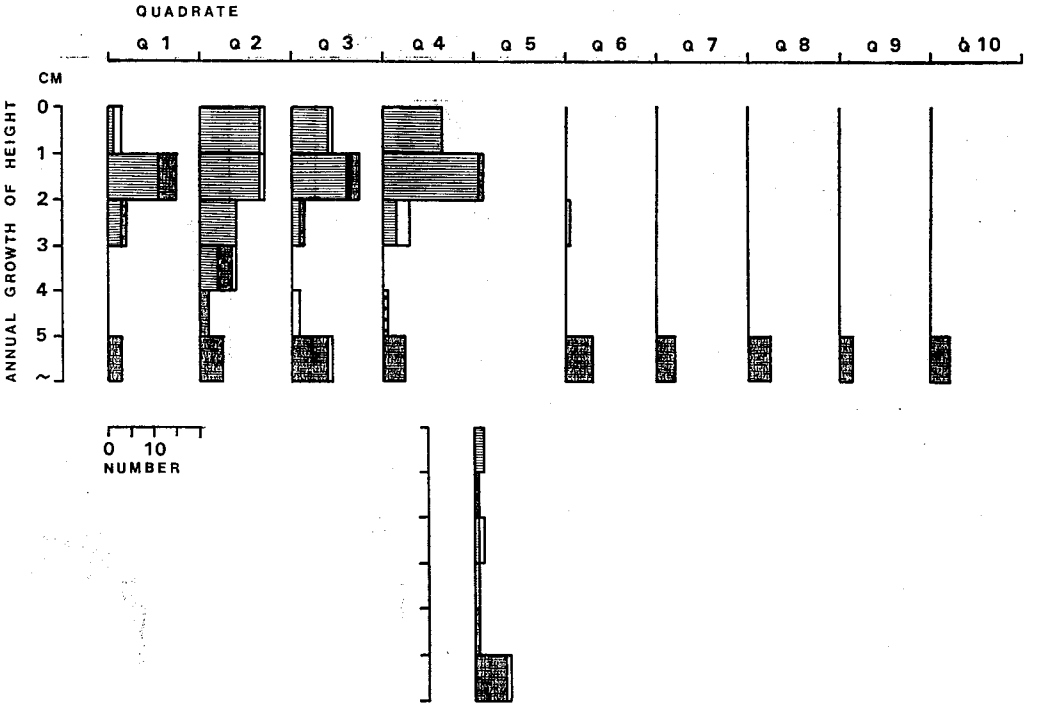

Fig. 9. Annual height growth of saplings in the Belt C.

一方，中径木が疎生するQ6～Q10では，トドマツは1個体のみしかみられず，それ以外はすべてイタヤカエデである。イタヤカエデの伸長量は5cm/year以上となっているが，前述と同様にこれらのほとんどの個体は発生直後の個体である。

ま　と　め

帯状区Aは針葉樹中心のうっ閉した樹冠下で，ササ(ここではチシマザサ)密度は3本/m²～4本/m²と低い。1.3m高の相対照度は2%～3%で，0.0mでは1%～2%である。

ここではトドマツ，イタヤカエデ，ナナカマドが非常に多くの稚樹を生立させているほか，数は少ないがミズナラ，ハリギリなど樹種も多様である。ただしダケカンバはみられない。

トドマツはL字型の齢・樹高構成を示し，20cm未満で10年未満の個体が多く，現在でも侵入は継続している。樹齢20年以上の個体は少ない。イタヤカエデ，ナナカマドは1mを上回るものまで，樹高階の上位に分布するものも多いが，樹齢は20年を越える個体は少ない。ミズナラ，ハリギリ等は樹高階分布も齢分布も断続的で散発的な侵入のしかたである。

平均樹高生長量はトドマツでは1cm/year未満の個体も多く，1cm/year～2cm/yearが中心であり，発芽できる条件と生育のための条件との間には大変なひらきがあるといえる。

また，照度では差がみられなかったが，広葉樹樹冠下ではトドマツなどの生育がやや良い。

帯状区Bは広葉樹中心の密な樹冠にトドマツ小径木を混え，小中径木が多く上層樹冠が疎であるため，1.3m高の相対照度は4%～50%とばらつきが大きい。クマイザサの密度も25本～

40本/m² とばらつきがあるが，1.3 m 高の相対照度が高い部分で稈密度が高く，0.0 m では2% 前後である。

稚樹は68本と少なく，種数も少ない。46本までがイタヤカエデで，そのうち45本が5年未満で侵入直後の個体である。

トドマツは12本と少なく，齢構成も樹高分布も断続的である。そのほかの広葉樹類も少数で5年以上のものは稀であり，侵入も定着も困難であるといえる。

帯状区Cは上層に広葉樹の疎な樹冠，一部下層にミズナラ，ダケカンバの密な樹冠からなり，1.3 m の相対照度はばらつきが大きく，0.0 m でも 2%～20% と差がある。

稚樹は199本で50% 以上がトドマツ，次いでイタヤカエデとなる。

トドマツはすべて中小径木の密生する近辺に生立しているが，5年未満の個体がなく，樹齢20年～30年，樹高では20 cm～40 cm が中心で，40 cm 以上の個体も多くみられる。平均樹高生長量は 1 cm/year～2 cm/year である。

広葉樹の疎林部分ではクマイザサが30本/m² で，5年未満のイタヤカエデ以外の稚樹をみない。

以上のように多くの樹種は針葉樹の複数樹冠の下に更新する。しかし，混交林で最も普通にみられるカンバ類はこうした場所では発生しにくい。

疎開部分はササ密度が高く，地表の光条件はうっ閉した林内のそれと変わらない。したがって，樹冠が疎開している部分はそれだけではダケカンバなどの発生場所となりにくい。またその様な場所にイタヤカエデ以外の樹種がまったくといって良いほど侵入しないことから，発生にかかわる条件は光よりもむしろ，水によるところが大きいと思われる。イタヤカエデも，発生はするが定着はみない。

また，ササの稈密度は必ずしも稚樹の発生状態と対応しない場合もあり，むしろ，未分解の落葉，枯稈等，地表堆積物の量的把握が更新立地とからんで，重要と思われる。

帯状区Cの齢，樹高構成からみると，20年～30年生のトドマツ，イタヤカエデはミズナラ，ダケカンバの小径木群が侵入する以前に，すでに針葉樹などの樹冠の下で存在していたものであろう。ダケカンバ等はたとえば樹木の倒壊などによって地表堆積物の撹乱が生じた部分に一斉に侵入し旺盛な生育を示したものと考えられる。現在の地表はササの回復とともに落葉，枯稈の堆積物が蓄積して，稚樹の侵入の困難な帯状区Bの状態に帰していると考えた。

第二節　樹冠の消失と稚樹の生育

1. 調査方法

調査プロットは奥地16林班の平坦な尾根上である。この林班での択伐は演習林の施業としては初めての伐採で，1977年1月～同2月におこなわれた。

ここに，択伐後の林況推移と蓄積量の回復を観察してゆく目的で，筆者は1977年，夏に固定試験地を設定した。大きさは (50 m×50 m) で，当時設定した五カ所のうち二プロット

(プロットI, II) を今回の調査の対象とした。これら2プロットではプロット内の択伐による伐根のなかから5カ所を選び，その周辺に択伐後3年を経過した1979年に小プロットを設定した。(I-a, b, c, II-a, b)

これら5プロットは伐根を中心に半径3mの円形とし，そこに生育している樹齢4年以上，すなわち択伐前から存在していたすべての高木類稚樹 (樹高2m以下とした) を Numbering して個体識別し，樹種，樹高を記録した。また針葉樹類については枝階により，5年前までの伸長量を測定した。樹齢3年以下の個体については樹種と個体数を確認した。苗齢は節によって判断した。

さらに1983年春にこれらのプロット内の稚樹について追跡調査を実施するとともに1983年秋，択伐後の稚苗の侵入・定着を観察するために，前述のほか計15カ所の伐根周辺をプロットとして選出し，樹齢7年以下，すなわち択伐後に侵入した個体について樹種，樹高，個体数を調査した。(I-1～5, II-1～10)

2. 上　層　木

調査した伐根の周辺の樹種構成を1977年の調査から略記する。

択伐前のプロットIはha当りの蓄積が約351 m^3 で針葉樹が本数で63%，材積で62%混交するうっ閉した針過混交林であった。この林分で材積で30%の択伐がおこなわれ，316本/ha, 242 m^3/ha となった。択伐の対象は針葉樹が多く，針葉樹が本数で60%，材積で59%となったが，現在もほぼうっ閉している部分が多い。調査小プロット (I-a, b) の中心である伐根上の測定でも相対照度は20%～30%である。

林床はツタウルシ，オオカメノキ，シダ類が優占し，ササ類は少ない。

択伐前のプロットIIはha当りの蓄積が420 m^3/ha で，針葉樹が本数では69%ながら材積で83%を占める大径木に富む針過混交林であった。この林分で材積で56%の択伐がおこなわれ，364本/ha, 186 m^3/ha となった。その主体は針葉樹大径木で，針葉樹が本数で66%，材積で73%となった。現在部分的に疎開してササの侵入の著しいところも見られる。

3. 樹高の変化

プロットI-a, b, cの3年間の樹高生長，枯死率等を Table 13 に示した。

稚樹はナナカマド，イタヤカエデ，ダケカンバなどがみられたが，針葉樹はわずかにイチイがみられただけである。

伐採後5年経過した1982年には各樹種とも本数を減じているが，イタヤカエデ，ナナカマドは比較的良く残存しており，試料は少ないがヒロハノキハダ，シナノキも良く残っている。連年生長量はいずれの樹種も個体差が大きく，ナナカマドで3 cm/year～48 cm/year，イタヤカエデで4 cm/year～41.7 cm/year である。ここでは，ダケカンバの最大値が以上の樹種より小さくなっている。平均すると20 cm/year 程度の伸長量である。

枯損した個体は必ずしも樹高が下位にあったものとは限らず，比較的大型であった個体が

含まれている。林内で，その後の生育を期待してもよい稚樹というのは，少なくとも樹高1m以上の空間を確保していることが必要なようである。

プロット II-a, b については Table 14 に示した。

II-a, b 両プロットはともに相対照度50%以上の疎開された状態におかれている伐根を中心としたものである。

Table 13. The growth of saplings in the Plot I-a,b,c

	1979 number	1979 height (cm) min～max	after 3 years number	after 3 years height min～max	after 3 years annual growth min～max	after 3 years annual growth ave.	ratio of dead trees (%)	1979 height min～max
Sorbus commixta	14	17～115	10	29～305	3.0～48.0	20.1	29	17～ 77
Acer mono	10	66～185	9	136～220	4.0～41.7	17.5	10	66
Betula ermanii	11	44～209	5	65～290	−1.7～27.0	19.6	55	44～129
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	2	30～ 40	1	36	2.0	—	50	40
Phellodendron amurense var. *sachalinense*	2	85～ 97	2	108～188	7.7～30.3	19.0	—	—
Tilia japonica	2	185～197	2	206～235	7.0～12.7	9.9	—	—
Kalopanax pictus	1	10	—	—	—	—	100	10
Taxus cuspidata	1	35	—	—	—	—	100	35

Notes: number of under 3 years.
Sorbus commixta (3), *Phellodendron amurense* var. *sachalinense* (2), *Acer mono* (1), *Acanthopanax sciadophylloides* (1), *Kalopanax pictus* (1).

Table 14. The growth of saplings in the Plot II-a, b

	1979 number	1979 height (cm) min～max	after 3 years number	after 3 years height min～max	after 3 years annual growth min～max	after 3 years annual growth ave.	ratio of dead trees (%)	1979 height min～max
Abies sachalinensis	39	10～192	32	21～232	0.0～23.3	6.4	18	10～125
Picea jezoensis	14	14～133	12	19～155	0.0～14.0	4.5	14	97～109
Sorbus commixta	37	5～185	27	35～267	−23.3～27.3	7.3	27	5～126
Acer mono	7	12～359	3	108～156	−73.7～−8.0	−34.7	57	12～190
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	7	20～112	1	50	−15.8	—	86	20～112
Phellodendron amurense var. *sachalinense*	14	12～ 73	7	24～140	−2.1～22.5	6.5	50	12～ 30
Betula ermanii	5	7～270	4	265～393	23.8～40.9	34.8	20	7
Betula maximowicziana	3	35～151	2	13～254	−7.3～37.7	15.2	33	151
Magnolia obovata	1	62	1	165	34.3	—	—	—
Taxus cuspidata	2	21～ 27	1	27	2.0	—	50	27

Notes; number of under 3 years.
Abies sachalinensis (15), *Picea jezoensis* (1), *Phellodendron amurense* var. *sachalinense* (3), *Acanthopanax sciadophylloides* (6), *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* (2), *Acer mono* (2), *Kalopanax pictus* (1).

ここでは多数のトドマツ，エゾマツの更新がみられたほか，ナナカマド，ヒロハノキハダも多く，イタヤカエデ，ミズナラ，カンバ類など，樹種も多様である。

3年後の残存状況をみるとミズナラが最も高い枯死率を示し，次いでイタヤカエデ，ヒロハノキハダの50%程度となっている。エゾマツ，トドマツは良く残存している。

連年生長量の個体間のばらつきはやはり大きく，トドマツで0 cm/year～23.3 cm/year，エゾマツで0 cm/year～14 cm/year，平均ではややトドマツが上回るがおよそ5 cm/year である。広葉樹ではダケカンバが23.8 cm/year～40.9 cm/year と順調な生育を示しているほかは，折損等で樹高を損っている個体が多く，イタヤカエデは −73.7 cm/year～−8.0 cm/year とすべての個体が負の樹高生長を示した。

また，ここでも枯損した個体はいずれの樹種も様々な大きさのものであり，樹高下位にあったものばかりではない。ことにエゾマツは比較的上位空間を占めていた個体が消失している。

4. 針葉樹類の樹高生長過程

追跡調査と枝間生長量の測定により求めたエゾマツ，トドマツの最近8年間の樹高変化のうち，II-a についてを Fig. 10 に示した。

択伐（1977年冬期）前は両樹種とも針葉樹大径木の樹冠直下に存在したものであり，強い被圧をうけていた状態で，ほとんど生育が停滞していた。

択伐を契機として両樹種とも一部の個体の伸長量が増加する。しかしその反応の早さをみ

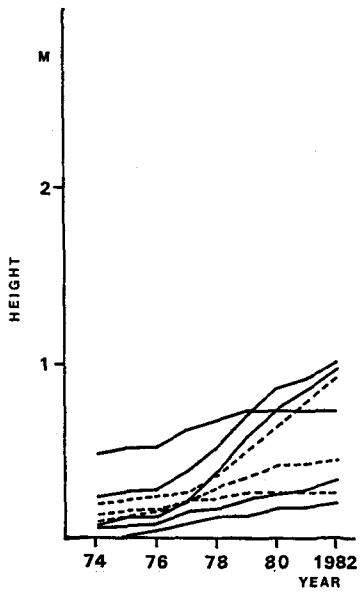

Fig. 10. Annual height growth of *Abies sachalinensis* and *Picea jezoensis* in the Plot II-a.

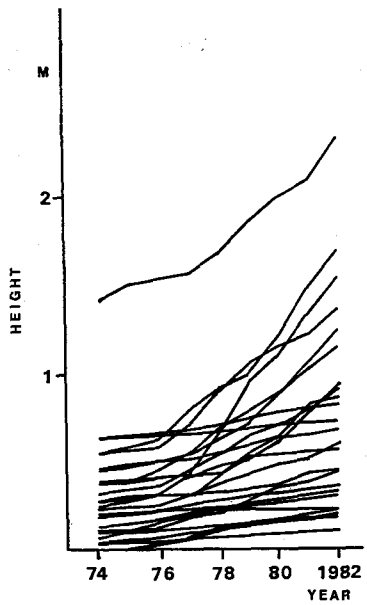

Fig. 11. Annual height growth of *Abies sachalinensis* in the Plot II-b.

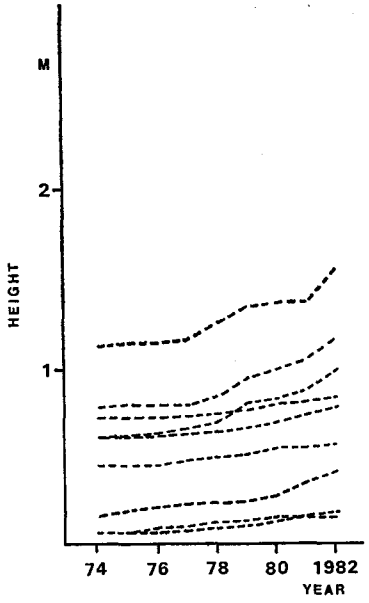

Fig. 12. Annual height growth of *Picea jezoensis* in the Plot II-b.

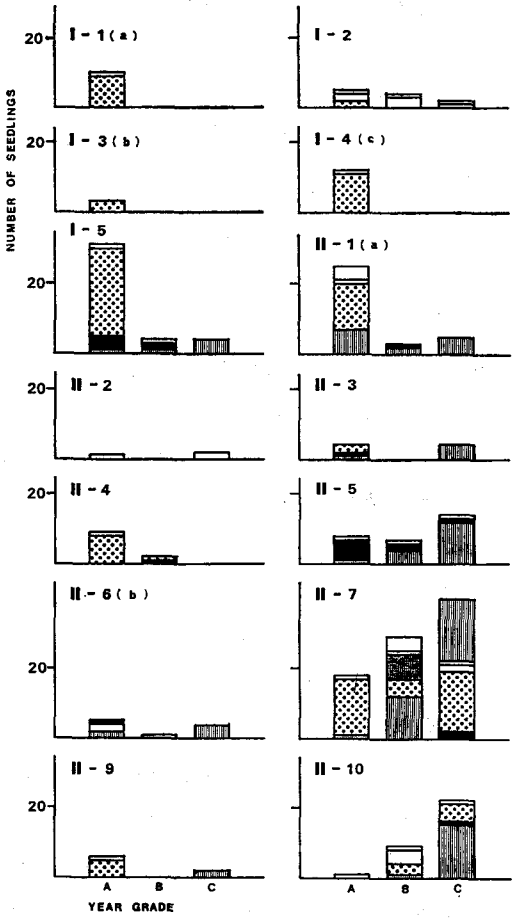

Fig. 13. Number of seedlings in each year grade.

ると，伸長量が増加するのはトドマツでは択伐直後の生育期からであり，エゾマツは一年後となっている。

II-b のトドマツについては Fig. 11 に，エゾマツについては Fig. 12 に示した。

両樹種とも択伐前にほとんど伸長していないことは II-a と同様である。

エゾマツはトドマツと比較すると相対的に上位の空間を占めていたものが少なくないが，それにもかかわらずそれらの生育量の変化は穏やかであり，変化がみられるのも択伐後，1年後である。トドマツのある部分は択伐直後から極めて旺盛な生育を示している。

この，トドマツとエゾマツの反応の時期の差が，どの様な意味をもつものかは，現時点では明確にできなかった。

5. 侵入・定着に与える影響

樹冠の消失がもたらす稚苗の侵入への影響について検討する。

1983年に前述の5プロットに新たに10箇所の伐根周辺を追加して択伐後の侵入樹種，個体数，および樹齢を調査し，Fig. 13 に示した。

樹齢はA群 (1～2年)，B群 (3～5年)，C群 (6～7年) とした。

Iの各プロットではA群の個体がほとんどであり，C群 (樹冠消失直後に侵入し現在定着

している個体）は少ない。A群の多くはナナカマドの稚苗である。

IIの各プロットではII-5, 7, 10などのようにC群のトドマツ，ナナカマド等がみられる場合もあるが，他の多くのプロットではほとんどない。1979年の調査で確認されていたII-aのトドマツ11本は半減し，そのほかの広葉樹類はすべて消失した。II-bではトドマツ4本が残っているが，そのほかのコシアブラ等は消失していることがわかる。

なお，この図でII-8について図示してないが，これは伐根径80 cmの孤立したエゾマツで，現在はまったくチシマザサに覆われており，稚苗の定着はない。

ま　と　め

樹冠下に生立した稚樹は樹冠の消失をまって時として旺盛に生育する。

限定された空間に生育していることもあって存在していた稚樹のある部分は枯死していくが，枯死率は広葉樹類で高く，針葉樹類は良く残存する。

連年生長量はどの樹種も個体差が大きく，トドマツで0 cm/year～23.3 cm/year，エゾマツで0 cm/year～14.0 cm/yearであり，平均でもトドマツが上回るがおよそ5 cm/yearである。広葉樹類は折損等で樹高を損っている個体も多く，マイナスの樹高生長から40 cm/year以上まで，開きが大きい。平均では20 cm/year程度となる。

また，枯損した個体は様々の大きさのものであり，樹冠下で稚樹として将来の生育を期待するには最低でも1 m以上の空間を占めていることが必要のようである。

トドマツのある部分は樹冠消失直後から極めて旺盛な生育を示すが，エゾマツは変化量も小さく，変化がみられるのは択伐後1年経過した後である。

また，樹冠の消失にともなって，稚苗が侵入する場合もあるが，これらの多くは数年で消滅し，定着しないことが多い。ササ類の回復が著しい場合もあって，樹冠の消失は必ずしも新たな侵入，定着の機会とはなりにくい。

第四章　摘　　要

本研究は針広混交林の更新の実態を樹冠配置との関係から把えることを目的とした。

調査は1979年，1980年，1983年に北海道大学農学部附属天塩地方演習林の針広混交林で行なった。

1)　多数の稚樹が見られたのはうっ閉した針葉樹の複数樹冠下で，ここではチシマザサの稈密度は低く，1.3 m高の相対照度は2%～3%であり，0.0 m高では1%～2%である。侵入している樹種も多い。

2)　トドマツ，イタヤカエデ，ナナカマドは最近まで多数が連続的に侵入しているが20年以上の個体は少ない。ミズナラ，ハリギリは侵入個体も少なく，樹高分布も齢分布も断続的である。各樹種とも生長量は小さい。

3)　広葉樹中心あるいは疎開した樹冠下では樹冠配置によって1.3 m高の相対照度は大き

くばらつくが，クマイザサの稈密度の差もそれに応じて大きく，結果的に0.0 m高では2%前後でうっ閉した樹冠下と変りがない。しかし，この様な部分では侵入直後のイタヤカエデ以外はほとんどみることができない。

更新立地を明らかにするためには，水分との関わりでササ類の枯稈，落葉等の地表堆積物の実態把握が重要であろう。

4) 樹冠の消失にともなう生育量の変化は広葉樹類で大きいが，枯死率も高い。

5) トドマツの一部の樹冠消失直後から旺盛な生育を示す。エゾマツは変化量も小さく，変化がみられるのも一年程，遅い。

6) 樹冠の消失は必ずしも新たな稚樹の侵入，定着の機会とはならないであろうと考えられた。

結　　言

針広混交林における多様な現象を総括的に理解することはなかなか困難であるが，混交林が維持されてゆくための最低の条件としての群状構造の内容を明確にしてゆくためには必要なことであろう。

今後は発生・定着にかかわる地表条件のより詳細な把握を含めて検討していきたい。

なお，本報第三章第一節の資料解析にあたっては当造林学教室卒業生で現在北海道林務部に所属する石本雄一氏の努力に依るところが大きく，深く感謝します。

また，本研究にあたり北海道大学農学部林学科の故武藤憲由教授には多くの貴重な御指導をいただきました。謹しんで感謝いたします。

引 用 文 献

1) 嘉拓昭夫：チシマザサ自然枯死地における新ザサの再生と更新木．日林北支講，**26**，1977.
2) 加藤美栄子・矢島　崇：道北地方天然林における風害跡地の更新，—被害形態と更新様式—．日林北支講，**32**，1983.
3) 柴草良悦・高橋邦秀・斉藤雄一：トドマツの天然更新とその環境因子とくに林内照度との関係について．79回日林講，1968.
4) 柴田弥生・馬場強逸・毛利勝四郎：クマイザサ群落における7年間の稈と葉の推移．91回日林論，1980.
5) 豊岡　洪・佐藤　明・石塚森吉：クマイザサのの生育におよぼす明るさの影響．日林北支講，**30**，1981.
6) 内田敏博・松田　彊：北海道北部天然林における無立木ササ地の研究，—その現状と推移—．日林北支講，**29**，74-76，1980.
7) 上田弘一郎：ササの生態とその利用．林業解説シリーズ，**94**，日林協，1956.
8) 矢島　崇：針広混交林における主要構成樹種の生長過程に関する研究．北大演報，**39**(1)，1-54，1982.
9) 矢島　崇：針広混交林における樹冠の消失と稚苗の発生・生長，—択伐跡林分での観察例—．日林北支講，**32**，1983.
10) 柳沢聡雄：北海道羽幌団地における天然林の伐採前後の成長と更新．北方林業会，1964.

Summary

This study was carried out with a view to determine the relation between the natural regeneration and the arrangement of crowns in the mixed forest.

The investigation was made in the mixed forest of needle-leaved and broad-leaved trees in the Tesio Experimental Forest of Hokkaido University in 1979, 1980 and 1983.

1) There were a large number of saplings and many tree species under the closed crowns of needle-leaved trees. In that place, *Sasa kurilensis* MAKINO et SHIBATA had low culm density, and the relative light intensity were 2 percent to 3 percent at 1.3 m height and 1 percent to 2 percent at 0.0 m height.

2) *Abies sachalinensis* MASTERS, *Acer mono* MAXIM. and *Sorbus commixta* HEDL. had been establishing many saplings continuously until recently, but few live to be over 20 years old. *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* REHD. et WILS. and *Kalopanax pictus* NAKAI had been establishing few saplings and showed uncontinuous distribution both in height and year grades. Each tree species had little height increment.

3) There were few saplings exept seedlings of *Acer mono* under the crowns of broad-leaved trees or the opening of crowns. In that place, the arangement of crowns caused variable relative light intensity at 1.3 m height, and according to these light conditions, *Sasa senanensis* REHDER had variable culm density too. Consequently, there were little difference in the relative light intensity at 0.0 m height between under the crowns of broad-leaved trees or the opening of crowns and under the closed crowns of needle-leaved trees.

It seems that the moisture have a close connection with the seed germination too. So, it is very important to comprehend the actual condition of dead culms and leaves piled up on the ground.

4) Depending on the disapearance of a crown, the saplings of broad-leaved trees showed higher rate of dead trees than needle-leaved trees. But a part of saplings in broad-leaved trees showed superior growth of height than needle-leaved trees.

5) In *Abies sachalinensis*, a part of saplings showed large growth of height, as soon as a crown disapeared. But in *Picea jezoensis* CARR., it seems that they began to grow a year later and it showed rather small growth of height.

6) The disapearance of upper crowns, however, seemed to be not always an opportunity for the establishment of new saplings.