HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	知床国有林の伐採が林分動態に与えた影響：伐採5年後の林層と更新
Author(s)	菊池, 俊一; 矢島, 崇; 中村, 太士; 清水, 収; 沢井, 理; 清野, 年
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 51(1), 44-73
Issue Date	1994-02
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21378
Type	bulletin (article)
File Information	51(1)_P44-73.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学農学部演習林研究報告　第51巻　第1号　44—73 (1994)

知床国有林の伐採が林分動態に与えた影響

——伐採5年後の林相と更新——

菊池　俊一*　矢島　崇**　中村　太士*
清水　収*　沢井　理**　清野　年***

Effects of Selection Cutting on Forest Dynamics in the Shiretoko National Forest

——Stand Condition and Regeneration Pattern, Five Years after the Cutting——

by

Shun-ichi KIKUCHI*, Takashi YAJIMA**, Futoshi NAKAMURA*,
Osamu SHIMIZU*, Osamu SAWAI** and Minoru SEINO***

要　　旨

1987年に知床国有林で行われた択伐が森林の動態に与えた影響を評価するため，伐採後，固定標準地を設定し，5年後に追跡調査を行い，伐採前後の林相と稚樹層の変化を検討した。

その結果，樹高2 m以上の上木については以下のことが推察された。①1987年伐採は対象林分全域で均一ではなく，高い伐採率（BA比率で27.1%）を示す箇所もある。②個体数は減少しているが，蓄積は1987年比で20%の増加を示す。③小径広葉樹の消失が多く，消失率に伐採状況による差はみられない。④集中伐採区では進界木率が高く，林冠疎開の影響が特にトドマツの伸長成長にみられる。⑤肥大成長には伐採状況による差異は認められない。

また樹高2 m未満の稚樹については以下のことが示唆される。①ミズナラ稚樹は，萌芽あ

1993年9月30日受理　Received September 30, 1993.

*北海道大学農学部森林科学科砂防学講座
Laboratory of Erosion Control, Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060.

**北海道大学農学部森林科学科造林学講座
Laboratory of Silviculture, Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060.

***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.

るいは実生個体ともに5年間に全て消失し，再び新たな個体が発生していることから，非常に短いサイクルで消失・発生および侵入を繰り返していると推察される。②トドマツ稚樹に関しては，樹高の高い稚樹は生存率が高く，林冠疎開部に多く分布し，その成長量がうっ閉部に比べ大きい。これよりトドマツは林冠疎開部を修復していく樹種になり得ると考えられる。

キーワード：知床国有林，択伐，林分動態，影響評価

1．はじめに

1987年4月，知床国有林で択伐が行なわれた。知床国立公園内での林業行為であり，自然保護と森林施業が対立命題となって議論がたたかわされたことは記憶に新しい。

一般に択伐は，森林の持つ諸機能を継続的かつ多面的に発揮させることができる施業方法であると期待されている。近年では特に，経済的・環境保全的視点から，皆伐と植樹更新による生産システムの採用が縮小傾向にあり，択伐施業の比重はますます大きくなってきている。

しかし一方で，択伐技術は，その理想と実際に適用された個別の実態には多くの隔たりが認められる。北海道では天然林を対象に択伐的伐採が行なわれてきたが，現実にその多くが疲弊した状況下にあり，継続的生産が保証されているような択伐林分はほとんど見出せない。このことは北海道全体の資源管理や森林保全上，極めて重大な問題と言わなければならない。天然林を主体とする本道の森林の取り扱い上，針広混交林の持続可能な施業手法をまず確立することが，極めて重要である。そのためには，多くの具体例を集約し，針広混交林の動態と施業の影響との関係を整理する必要がある。「知床伐採問題」や今後も起こり得る同種の問題を考える上でも，これをふまえた議論が必要であろう。

知床国有林での伐採は，「森林の活性化」を中心に伐採の必要性が主張される（北見営林支局計画課，1986）など，伐採する側の論理としての曖昧さが残り，これが議論を歪める一因ともなったが，少なくとも林業的に見ると「きわめて弱度の択伐で伐採の集中はみられず，さらに支障木も一般の択伐に比べて少なく（略）慎重な施業が行なわれた」（大金，1987）とされる施業であった。本研究は知床国有林内での林業行為の是非を論じようとするものではなく，針広混交林において行なわれた弱度の択伐，もしくは慎重な施業が，針広混交林の動態に与えた影響を評価することを目的としている。本報告は，伐採直後に設定した固定標準地の伐採5年後の実態調査結果の概要（菊池ら，1993，沢井ら，1993）に新たな資料を加えて，伐採前後の林相と稚樹層の変化について検討したものである。

2．調査地概要と調査方法

1987年の伐採は，北海道東部知床半島のオホーツク海側のウトロ付近，北見営林支局斜里

営林署管内斜里事業区318・319林班（1987年当時）の186.55 haを対象に行われた(Fig. 1)。伐採の4ヶ月後である1987年8月に施業対象域を踏査し，幌別川右岸の標高約230 mの北西向き緩傾斜地に標準地を3ヶ所設定した。今回の伐採状況や伐採後の林相変化を把握するため，それらは伐採状況が異なる場所に設けた。すなわち，Plot.A：ミズナラ集中伐採区（50 m×50 m），Plot.B：ミズナラ単木伐採区（20 m×20 m），Plot.C：伐採がほとんど行われなかった区域（50 m×50 m）である。

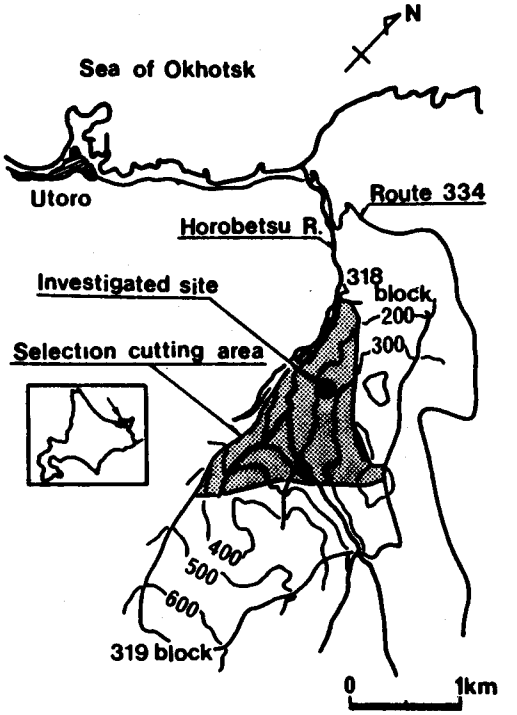


Fig. 1　Selection cutting area and the investigated site.

これら標準地において，樹高2 m以上の全個体について，1987年には樹種，根元位置，樹高，胸高直径，枝下高，樹冠幅を，また1992年には樹種，根元位置，胸高直径を調査した。標準地内にみられた伐根については，その樹種，伐根直径，伐根高，年輪数を調べた。

さらにPlot.A,B,Cの中央部に幅5 mの帯状区を設定し，それぞれBelt.A,B,Cとした。そして高木類については樹高2 m未満の全個体（以下，稚樹とする）を対象に，各帯状区でコドラート（5 m×5 m）毎に樹種と樹高を調べ，林床植生については出現種の被度を測定した。また1987年には各プロット内に帯状区とは別に，立地条件の異なる稚樹プロット（SP-1～11）を11個設定し（各プロットの配置はFig. 2に示す），全個体を個体識別した上で樹種および樹高を調べた。

なお，各樹種名はTable 1.に示すとおり記号化し，以下図表中ではこれを用いた。

3．伐採前後の林相変化

3.1　1987年の伐採状況

1987年4月に標準地内で伐採されたのはミズナラ，トドマツ，イチイの3種であった。ミズナラ集中伐採区のPlot. Aではミズナラ10本，トドマツ12本，イチイ3本の計25本が伐採され（Table 2.），Plot. Bではミズナラ1本とトドマツ1本，Plot. Cではトドマツ1本とイチイ2本が伐採された。伐採本数の伐採前本数に占める割合を伐採率とすると，Plot. Aで4.0%，Bで1.1%，Cでは0.5%となる。ちなみに北見営林支局（1986）の標準地調査（0.14 ha）によると，胸高直径24 cm以上の中・大径木に限定した場合，その伐採率は0.8%となる。一方，伐根直径をみるとミズナラが50 cm以上，イチイが30 cm以上の大径木であることから，胸高断

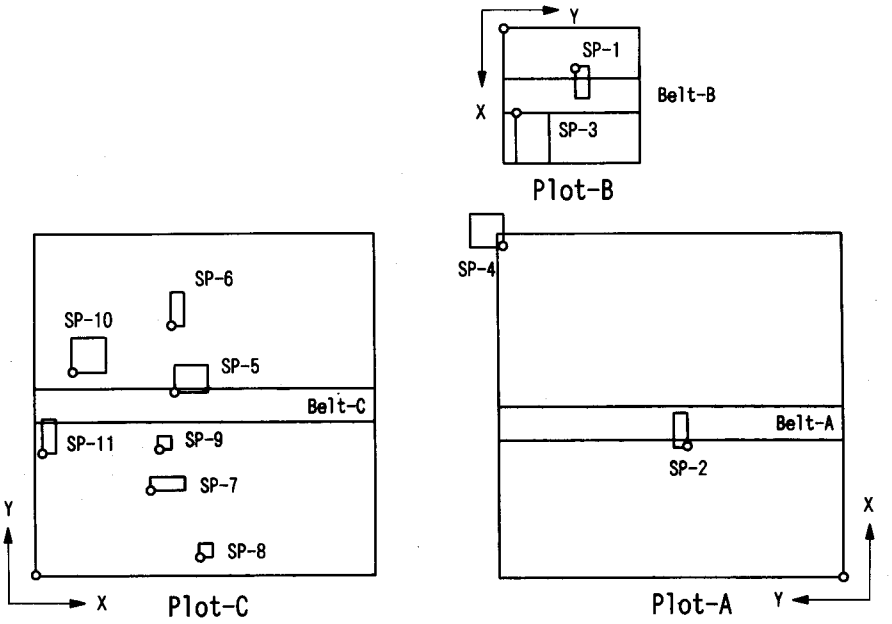


Fig. 2 Location of study plots.
Notes ; Circles show origin of each plot.
Co-ordinates are as follows ; SP-1(5.7, 10.8), SP-2(19.0, 22.5)
SP-3(12.5, 2.0), SP-4(48.0, 49.0), SP-5(20.5, 27.0), SP-6(20.0, 36.5)
SP-7(17.0, 12.5), SP-8(24.1, 2.7), SP-9(18.0, 18.5)
SP-10(5.5, 29.9), SP-11(1.2, 18.0)

Table 1. Symbols of tree species.

A. j.	:	*Acer japonicum*
A. m.	:	*Acer mono*
A. s.	:	*Abies sachalinensis*
A. t.	:	*Acer tschonoskii*
C. c.	:	*Cornus controversa*
F. l.	:	*Fraxnus lanuginosa*
K. p.	:	*Kalopanax pictus*
M. a.	:	*Maackia amurensis* var. *buergeri*
M. k.	:	*Magnolia kobus* var. *borealis*
M. o.	:	*Magnolia obovata*
P. m.	:	*Prunus maximowicxii*
P. s.	:	*Prunus sargentii*
S. a.	:	*Sorbus alnifolia*
S. c.	:	*Sorbus commixta*
S. h.	:	*Salix hultenii* var. *angustifolia*
T. c.	:	*Taxus cuspidata*
T. j.	:	*Tilia japonica*
Q. m.	:	*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*

面積により伐採率を求めると Plot. A では 27.1%と高い値となる。

Table 2. Summary of selection cutting in plots.

	Number of felled trees				Persentage of cutting (%)	
	Q. m.	A. s.	T. c.	Total	No. of trees	Basal area
Plot. A	10	12	3	25	4.0	27.1
Plot. B	1	1		2	1.1	11.7
Plot. C		1	2	3	0.5	1.6

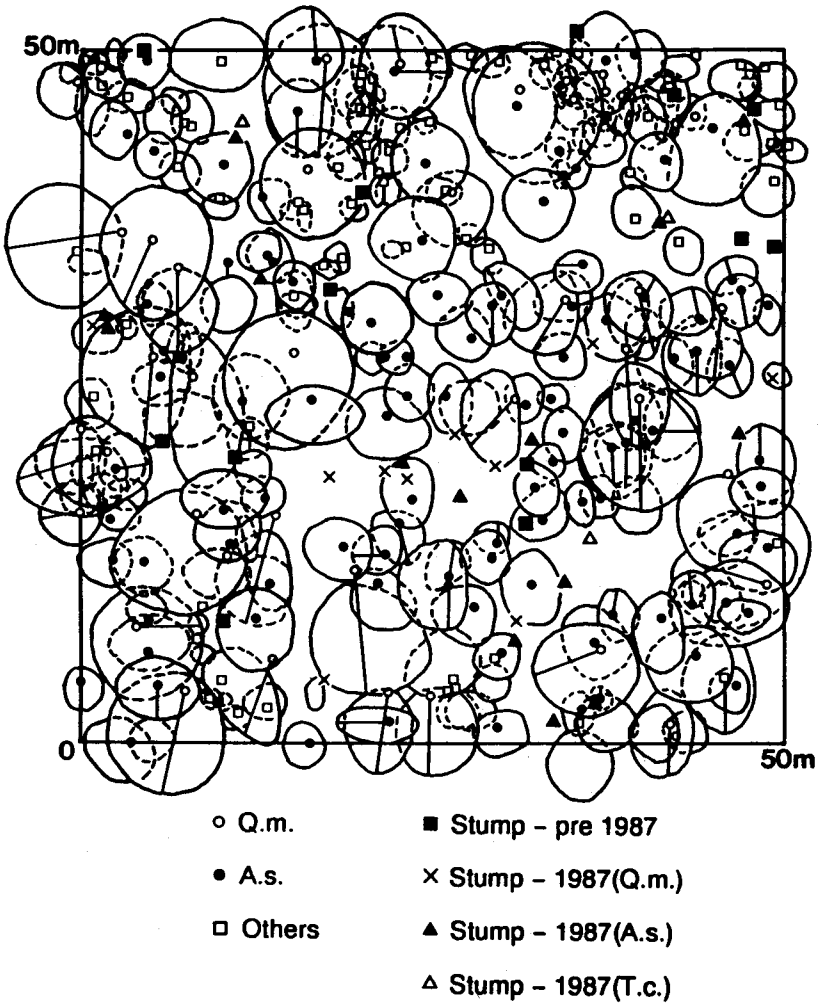


Fig. 3 Crown projection diagram in Plot. A.
(indicating trees taller than 5m)

3.2 伐採直後の林分構造

Fig. 3～5は伐採直後の各プロットの樹冠投影図（樹高5 m以上）である。この図から，1987年の伐根周辺で林冠が疎開しているのがわかる。また中層木（樹高10 m未満）以下が1987年以前の古い伐根周辺や立枯れ，倒木（Plot. C）の発生箇所に集中する傾向がみられる。これは林冠の疎開による光条件の好転にともない，前生樹あるいはその後侵入した個体が成長したものと考えられる。上層木（樹高10 m以上）の樹冠投影面積がプロット面積に占める比率（うっ閉率）を求めると，Plot. Aが74.0%，Plot. Bが83.4%，Plot. Cが77.4%であった。Plot. Aでは集中伐採が行われたにもかかわら

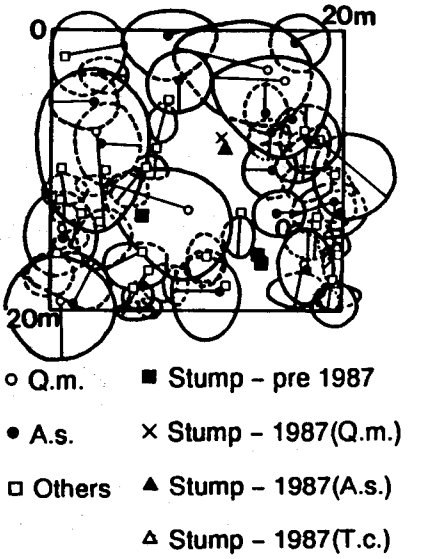


Fig. 4 Crown projection diagram in Plot. B. (indicating trees taller than 5m)

Table 3. Number and volume of trees in each plot (1987).

Plot	Plot. A (50m×50m)			Plot. B (20m×20m)			Plot. C (50m×50m)		
Species	Number	Volume (m^3)	BA (%)	Number	Volume (m^3)	BA (%)	Number	Volume (m^3)	BA (%)
A. s.	196	26.122	48.2	30	3.618	32.1	165	30.837	43.0
Q. m.	77	22.056	47.1	16	6.940	59.8	74	18.280	28.6
A. m.	91	0.670	1.5	65	0.099	1.7	110	7.828	11.3
A. j.	32	0.053	*	6	0.055	*	116	0.439	*
K. p.	51	0.206	*	15	0.074	*	53	2.721	4.6
S. a.	65	0.101	*	8	0.010	*	34	2.469	3.7
S. c.	36	0.195	*	5	0.006	*	22	0.133	*
M. o.	11	0.032	*	13	0.034	*	30	0.077	*
P. s.	18	0.552	*	9	0.389	3.9	5	0.009	*
B. e.	6	0.314	*	—	—	—	14	0.357	*
F. l.	1	0.002	*	1	0.001	*	—	—	—
M. a.	1	0.002	*	1	0.001	*	—	—	—
T. c.	1	0.206	*	—	—	—	17	2.613	4.6
T. j.	—	—	—	5	0.016	*	7	1.239	1.9
C. c.	4	0.006	*	1	0.018	*	7	0.139	*
P. m.	8	0.018	*	—	—	—	3	0.013	*
P. a.	2	0.023	*	3	0.009	*	2	0.004	*
S. h.	—	—	—	4	0.034	*	—	—	—
A. t.	2	0.004	*	—	—	—	—	—	—
M. k.	—	—	—	—	—	—	1	0.001	*
Total	602	50.561		182	11.304		660	67.157	
(/ha)	2408	202.244		4550	282.600		2640	268.628	

* values under 1%

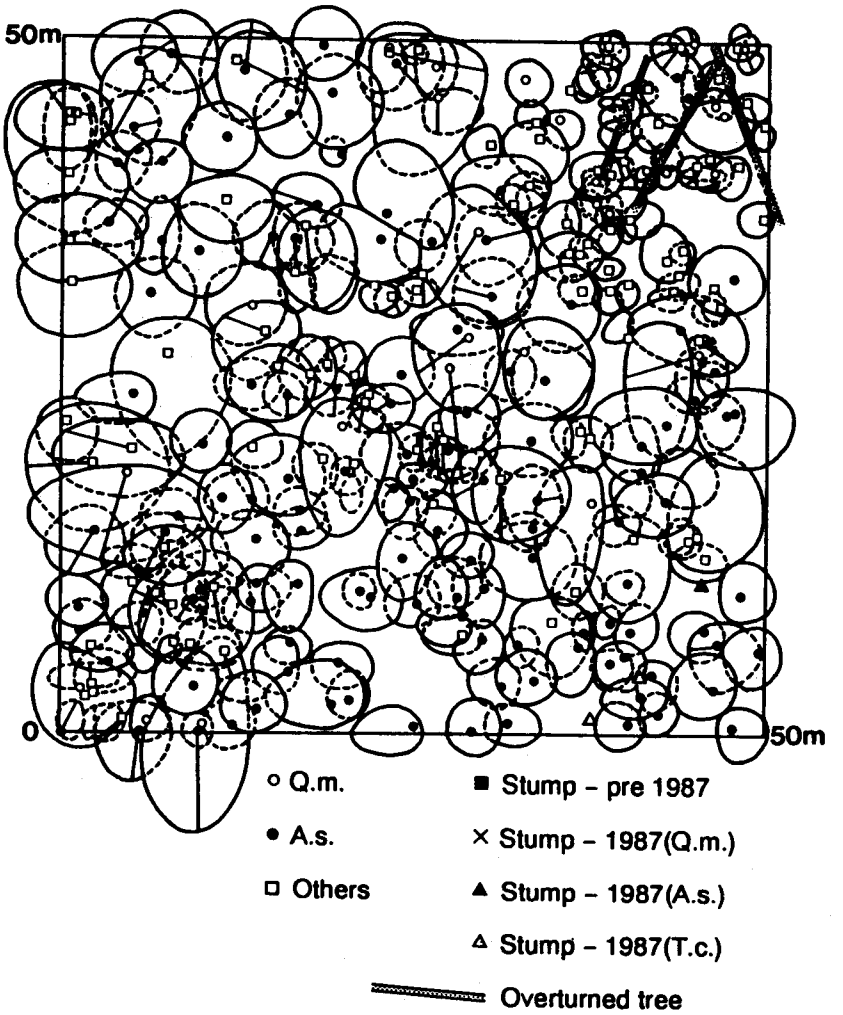


Fig. 5 Crown projection diagram in Plot. C.
(indicating trees taller than 5m)

ず，Plot.Cの値とそれほど差がないことから，伐採前のPlot.Aは林冠閉鎖度合いが高い林分であったと考えられる。

Fig. 6に伐採直後の樹高頻度分布を示した。階層構造は各プロットとも，下層ほど個体数の多いL字型を示している。樹種別にみると，トドマツは下層から上層にかけて連続的に出現しているが，ミズナラは下層と上層にモードを持つ二山型を呈している。イタヤカエデなどのミズナラ以外の広葉樹は特にPlot.Bにおいて多くみられ，そのほとんどが下層に出現していた。また，プロット面積の小さいPlot.Bにおいてha当たりの個体数が比較的多く求められた他は，プロット間での差異は小さい。胸高直径頻度分布についても同様の傾向がみられる（Fig.

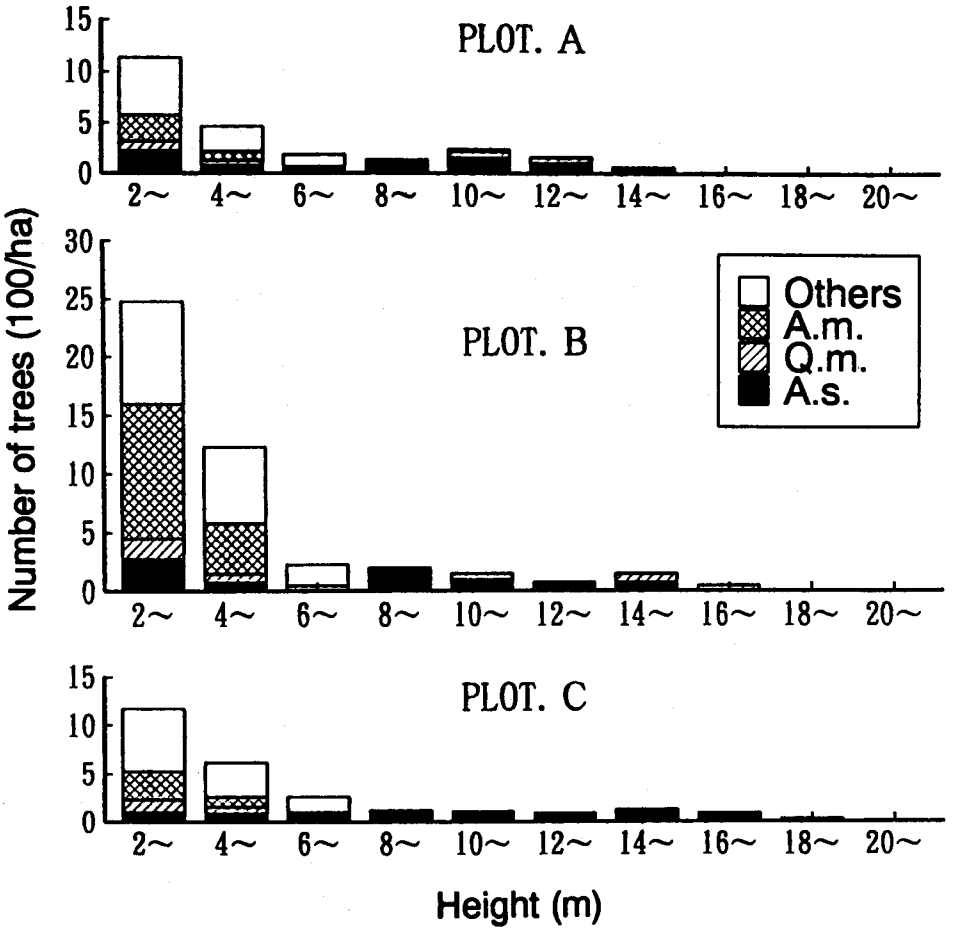
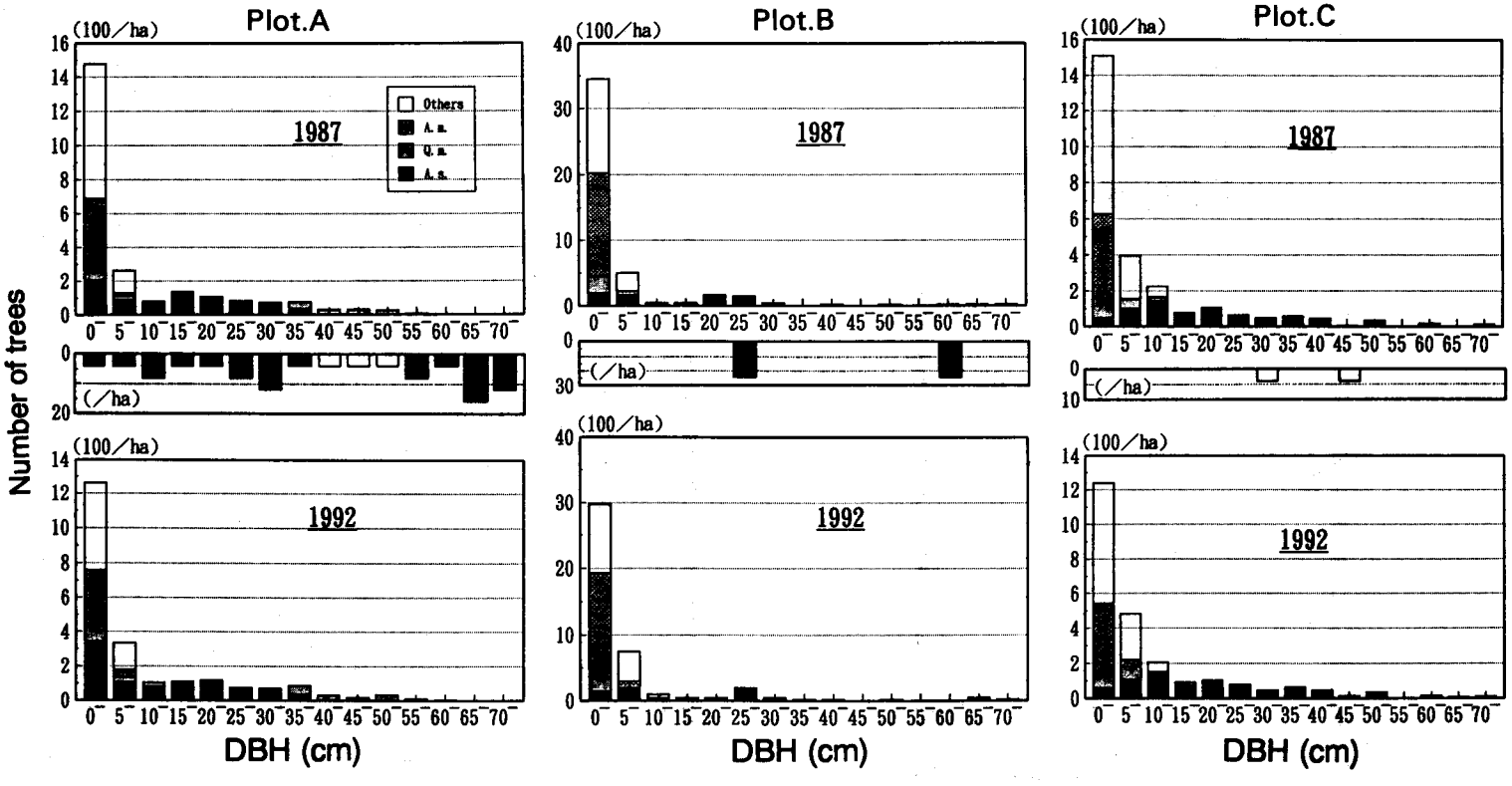


Fig. 6　Frequency distribution of tree height (1987).

7)。

Table 3.と Table 4.に各プロットの個体数，蓄積，胸高断面積率を示した。まず 1987 年には立木密度は各プロットとも 2,400 本/ha 以上であり，その蓄積は Plot.A で約 200 m^3/ha, Plot.B が約 280 m^3/ha, Plot.C が約 270 m^3/ha と，集中伐採区の Plot.A が最も低い値であった。ミズナラに注目してみると，Plot.A はミズナラの集中伐採があったにも関わらずその蓄積が Plot.C を上回ることから，伐採前には Plot.A はミズナラ大径木の多い林分であったと考えられる。Plot.B はプロットサイズが小さいため，イタヤカエデ等広葉樹（ミズナラ以外）の小径木の個体数が多い結果となっている。これに対し Plot.C ではトドマツの蓄積が個体数の割に高いことから，トドマツ主体の林分であるといえる。5 年後の状況を比較すると，全樹種合計で個体数は ha 当たり 130～230 本程度減少しているが，蓄積については Plot.A で ha 当たり約 45 m^3, Plot.B と C で約 71 m^3 の増加となり，1987 年比ではどのプロットも 20%程の増加を示



Note : Middle figures in plots A, B, and C indicate the diameter of felled trees estimated from stumps.

Fig. 7 Frequency distribution of DBH (diameter at breast height).

Table 4. Number and volume of trees in each plot (1992).

Plot	Plot. A (50m×50m)			Plot. B (20m×20m)			Plot. C (50m×50m)		
Species	Number	Volume (m^3)	BA (%)	Number	Volume (m^3)	BA (%)	Number	Volume (m^3)	BA (%)
A. s.	243	30.929	47.8	28	3.965	31.1	170	40.950	46.8
Q. m.	66	28.434	47.0	13	9.266	59.0	56	20.777	24.4
A. m.	95	0.796	1.5	68	0.146	1.9	118	10.391	11.5
A. j.	27	0.060	*	8	0.071	*	115	0.477	1.0
K. p.	34	0.259	*	11	0.093	1.3	31	3.412	4.6
S. a.	45	0.118	*	7	0.013	*	32	3.076	3.6
S. c.	23	0.238	*	4	0.007	*	18	0.162	*
M. o.	10	0.046	*	13	0.060	*	26	0.088	*
P. s.	16	0.338	*	9	0.431	4.0	3	0.007	*
B. e.	6	0.336	*	—	—	—	12	0.428	*
F. l.	1	0.003	*	1	0.002	*	—	—	—
M. a.	2	0.028	*	1	0.002	*	—	—	—
T. c.	1	0.216	*	—	—	—	16	3.340	4.7
T. j.	—	—	—	4	0.017	*	6	1.520	1.9
C. c.	2	0.007	*	1	0.026	*	6	0.152	*
P. m.	5	0.032	*	—	—	—	2	0.019	*
P. a.	1	0.001	*	2	0.013	*	1	0.001	*
S. h.	—	—	—	3	0.051	*	—	—	—
A. t.	1	0.001	*	—	—	—	—	—	—
M. k.	—	—	—	—	—	—	1	0.001	*
Total	569	61.843		173	14.163		615	84.772	
(/ha)	2276	247.370		4325	354.063		2460	339.088	

* values under 1%

している。

3.3　5年間の上層木の変化

この5年間で枯損により消失した個体が1987年当時の全個体に占める割合を消失率とすると，個体数ではPlot.Aが17.5%，Plot.Bが12.6%，Cが11.8%であり，胸高断面積でみるとそれぞれ3.4%，5.1%，5.3%となっており，プロット間での差異はそれほどみられない。これら消失木の樹種構成をみると（Fig. 8），個体数ではハリギリ，ミズナラ，ハウチワカエデ等広葉樹が多く，とりわけハリギリが消失木全体の約16～28%を占める。しかし胸高断面積ではトドマツとミズナラでほぼ全体を占める。すなわちこの5年間で消失した個体の多くは小径の広葉樹であったが，ミズナラやトドマツの大径木も1～2本消失していた。

Fig. 9にはこの5年間に侵入，あるいは成長して樹高2m以上となった個体，すなわち進界木の個体数を示した。Plot.Aで292本/ha，Plot.Bは350本/ha，Plot.Cが132本/haとなり，進界木率（1992年の全個体数に占める割合）はPlot.Aで12.8%，Plot.Bで8.1%，Plot.Cでは5.3%となり，集中伐採区のPlot.AではPlot.Cに比べて約2.4倍の進界木がみられた。これは伐採にともなう林冠疎開の影響により，伸長成長に差が現れたものと考えられる。樹種別に

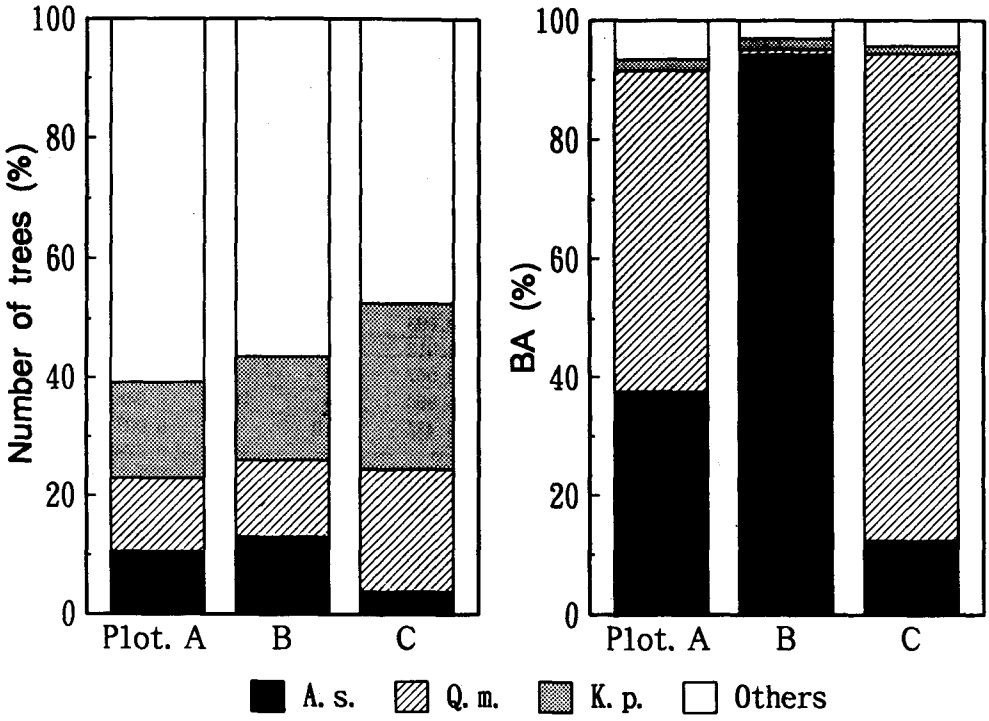


Fig. 8 Species composition of disappeared trees.

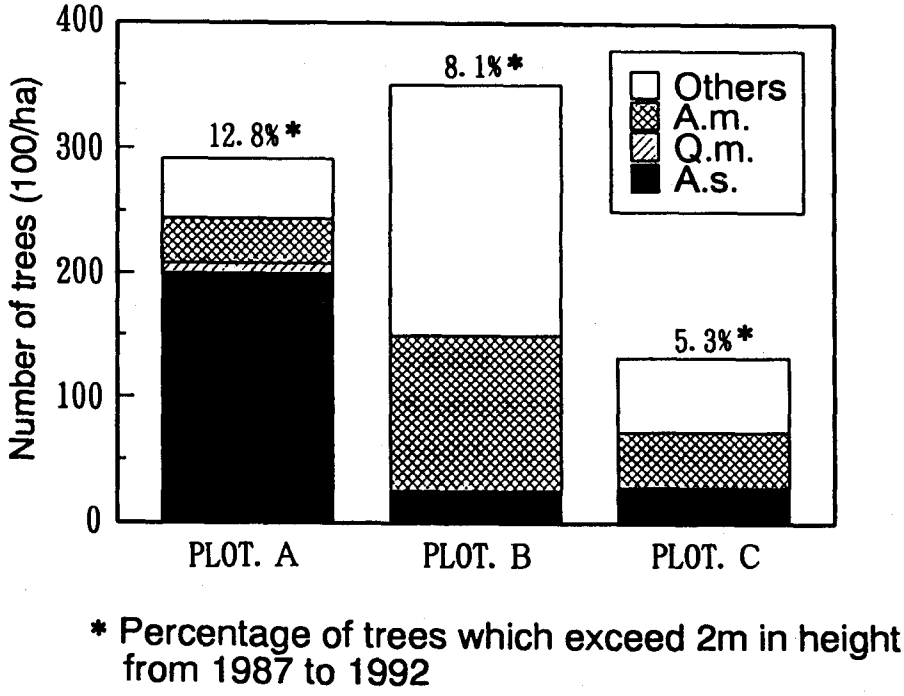


Fig. 9 Number of trees which exceed 2.m in height from 1987 to 1992.

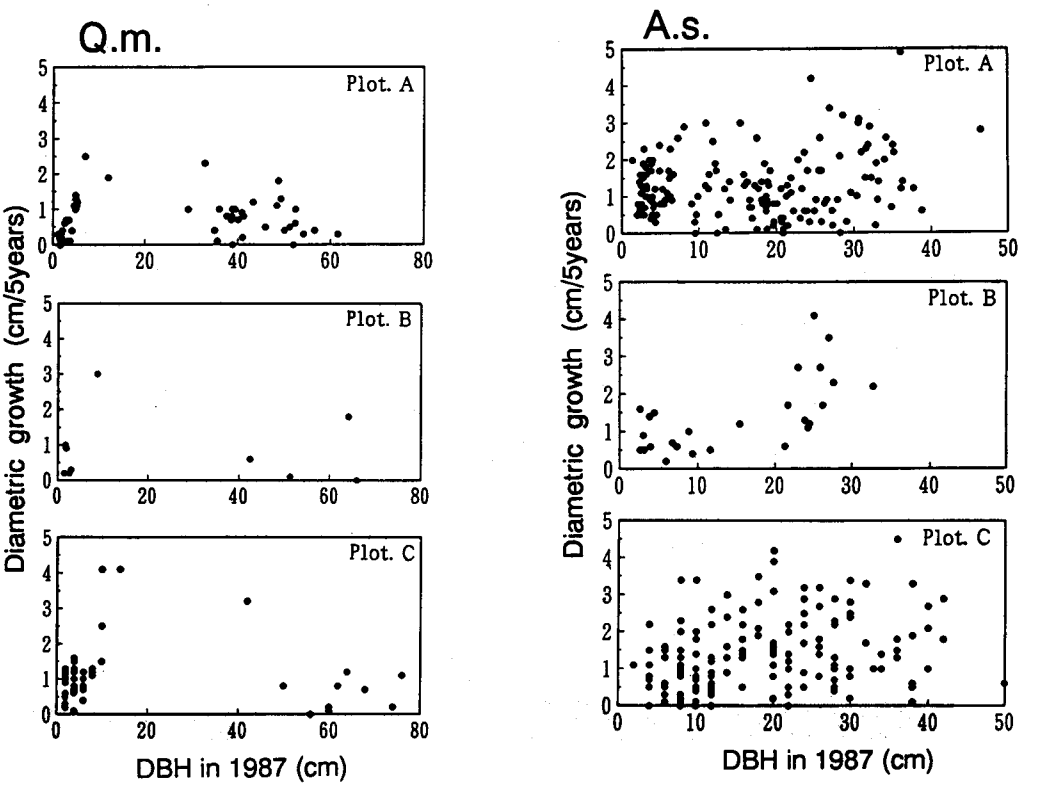


Fig. 10　Relationship between DBH and diametric growth.

は，特に Plot.Aにおいてトドマツの進界が顕著で，Plot.Aの進界木全体の 68.5%を占めている。これに対し，Plot.BとCではトドマツはそれほど進界しておらず，イタヤカエデを筆頭に，広葉樹の進界が目立つ。またミズナラは Plot.Aで 8 本/ha と少なく，Plot.BやCでは全くみられなかった。

肥大成長状況については Fig. 10 に示した。横軸は 1987 年時の胸高直径，縦軸は肥大成長量(cm/ 5 年)で，ミズナラ，トドマツについて示してある。これをみると，小径木で若干成長が良好である他は，胸高直径の大小に関わらず肥大成長量にはバラツキがみられる。これはどのプロットでも同様であり，この 5 年間の肥大成長状況からは伐採に伴う林冠疎開の影響は認められなかった。

以上をまとめると，樹高 2 m 以上の上層木については次のようなことが推察された。

① 1987 年の伐採は対象林分全域で均一ではなく，林冠閉鎖度の高いミズナラ大径木が主体の林分では伐採率が 27.1%（ＢＡ比率）となり，伐採が集中した箇所もあった。

②この 5 年間ではどのプロットも個体数は減少しているが，蓄積は 1987 年比で 20%の増加を示している。

③消失率にプロット間の差はみられず，小径広葉樹の消失が多い。

④集中伐採区のPlot.Aで進界木率が高く，伐採による林冠疎開の影響が特にトドマツの伸長成長にみられる。

⑤肥大成長にはこの5年間ではプロット間の差異は認められなかった。

4．稚樹層の変化

4.1　稚樹個体数と樹高頻度分布

Belt.A，B，Cの上層木の樹冠配置と1987年および1992年のササの被度をFig. 11～13に，また各年の樹高頻度分布をFig. 14に示す。

Belt.Aでは中央部に伐採木が集中したことによる疎開部がみられる。その近辺ではクマイザサの生育状態に大きな変化があり，'87年の被度2から'92年の被度5と密生状態になった部分がみられた。帯状区全体の稚樹の総数はha当たり37,500本から40,600本とやや増加した。なかでもトドマツはha当たり24,600本から32,600本と増加しており，'87年に比べると特に10 cm未満の個体が大きく増加していた。その一方，10 cm以上の個体の頻度分布には顕著な変化はみられなかった。ミズナラは'87年，'92年ともにha当たり1,900本程度で，30 cm未満の

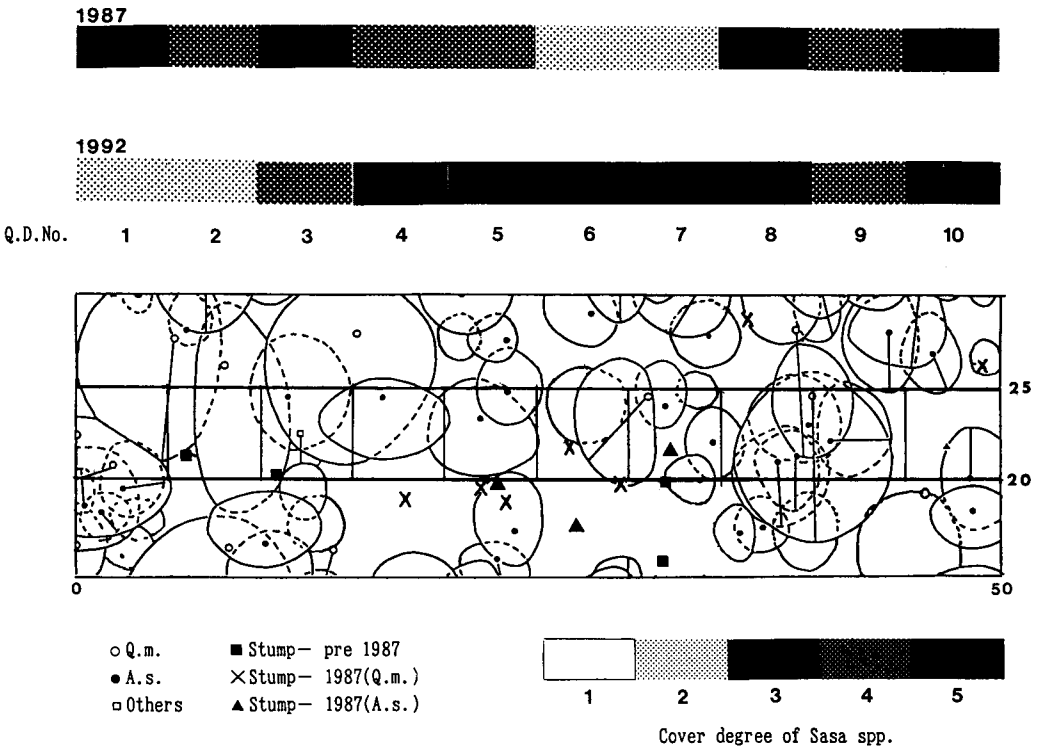


Fig. 11　Crown projection diagram of Belt. A (H≧5 m) and cover degree of Sasa spp.

個体が大半を占めていた。また 30 cm 以上の個体は '87 年時には ha 当たり 280 本あったが，'92 年ではほとんど確認されなかった。上層木化した個体が少ないことからみて，多くが消失したものと考えられる。イタヤカエデも全体的に減少傾向にある。

その他確認された樹種としては，アズキナシ，ナナカマド，ハウチワカエデ，ハリギリなど 10 種ほどあるが，アズキナシ，ハウチワカエデを除くと，30 cm 以下のものが多く，総個体数も少ない（付表 A-1 ～ 2）。

Belt. B では中央部に単木伐採による疎開部がみられ，その近辺では Belt. A と同様にクマイザサが密生状態になっていた。稚樹の総数は ha 当たり 23,400 本から 11,400 本と半減していた。トドマツは ha 当たり 2,600 本から 4,300 本と増加したが，Belt. A と同様，特に 10 cm 未満の個体の増加によるものであり，10 cm 以上の個体の頻度分布にはほとんど変化がみられなかった。ミズナラは ha 当たり 11,400 本から 4,100 本に減少し，30 cm 未満の個体が多くを占

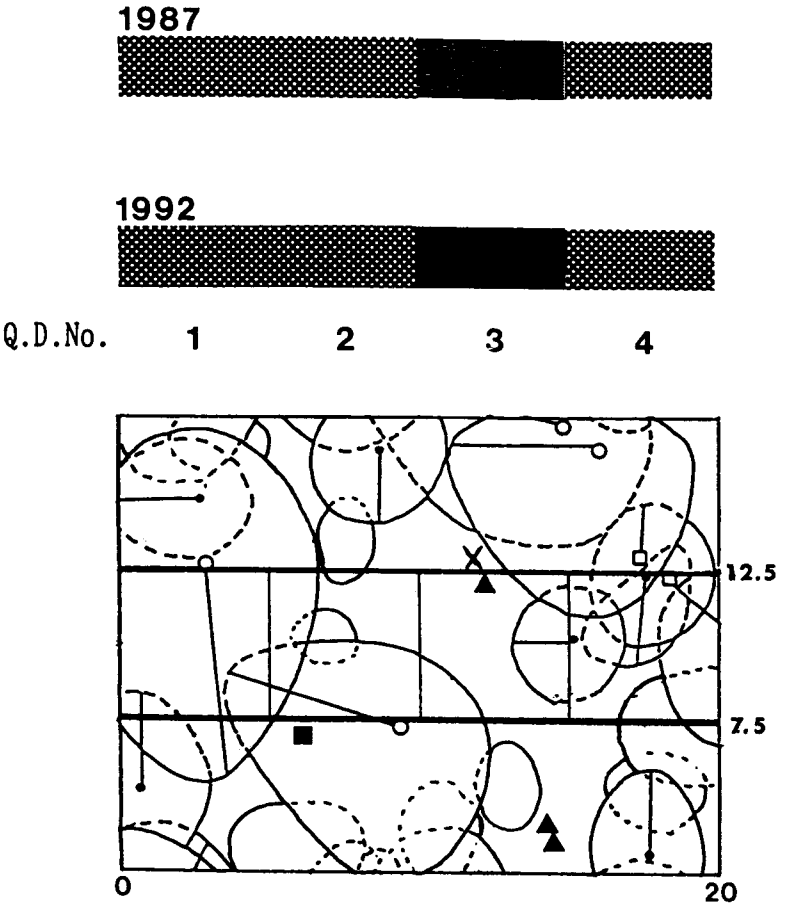


Fig. 12　Crown projection diagram of Belt. B (H≧5 m) and cover degree of Sasa spp.

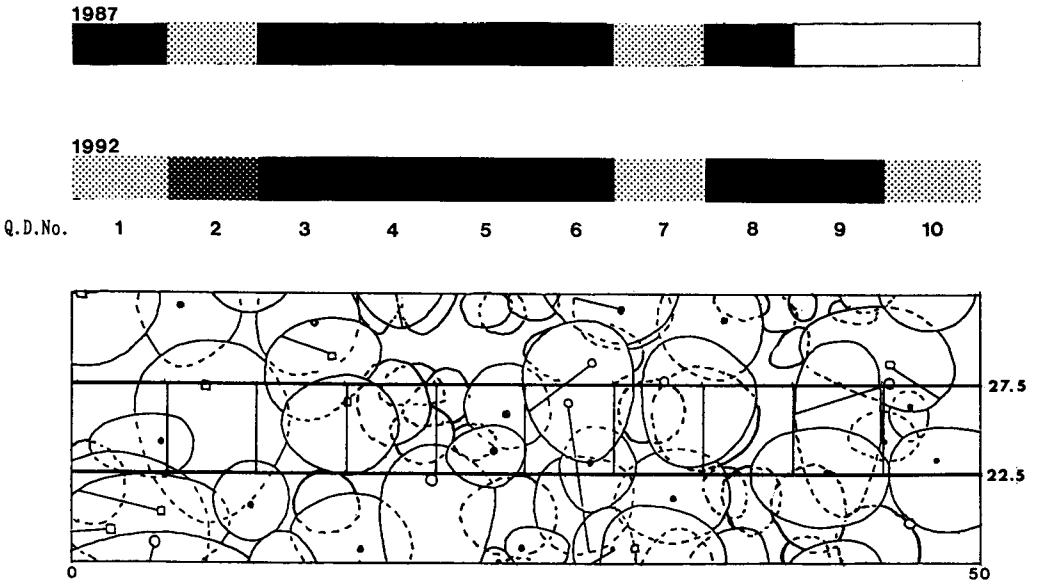


Fig. 13 Crown projection diagram of Belt. C (H≧5 m) and cover degree of Sasa spp.

めていた。また '87 年時には，30 cm 以上の個体が ha 当たり 600 本あったが，'92 年では全く確認されなかった。その他イタヤカエデ，ホオノキなど 6 種がみられたが，Belt.A と同様トドマツ，ミズナラに比べると少数であった（付表 A-3～4）。

Belt.C では伐採による疎開部はみられず，またクマイザサの被度は低く '87 年と比べてそれほど変化はみられなかった。稚樹の総数は ha 当たり 12,900 本から 38,400 本とかなり増加していた。トドマツは ha 当たり 5,200 本から 21,800 本と，17,000 本程度増加していたが，'87 年で少なかった 10 cm 未満の個体が大きく増加しており，トドマツ総数の 80%以上を占めていた。そのため，'92 年では全体の樹高頻度分布が極端な L 字型となっている。10 cm 以上の個体数は '87年と '92 年でほとんど変化はみられなかった。ミズナラは ha 当たり 1,800 本から 3,280 本と増加していたが，全て 30 cm 未満の個体であった。一方，30 cm 以上の個体については '87 年には ha 当たり 200 本あり，'92 年でも同数が確認された。イタヤカエデは ha 当たり 2,000 本から 8,400 本と増加していたが，そのうち 85%が 20 cm 未満の個体であった。他にみられた樹種は Belt.A，B と同様，ごく少数であった（付表 A-5～6）。

Table 5～10 に，稚樹数の変化をコドラート毎に示した。

トドマツについてみると，10 cm 未満の個体についてはどの調査区でも，ほとんどが樹冠下のコドラートに分布し，10 cm 以上の個体については，ベルト内にほぼ一様に分布するか，あるいは疎開したコドラートに比較的多く分布する傾向があった。また，ミズナラは，疎開部では稚樹数の減少がみられ，うっ閉部では変化しないか，やや増加している箇所があった。イタヤ

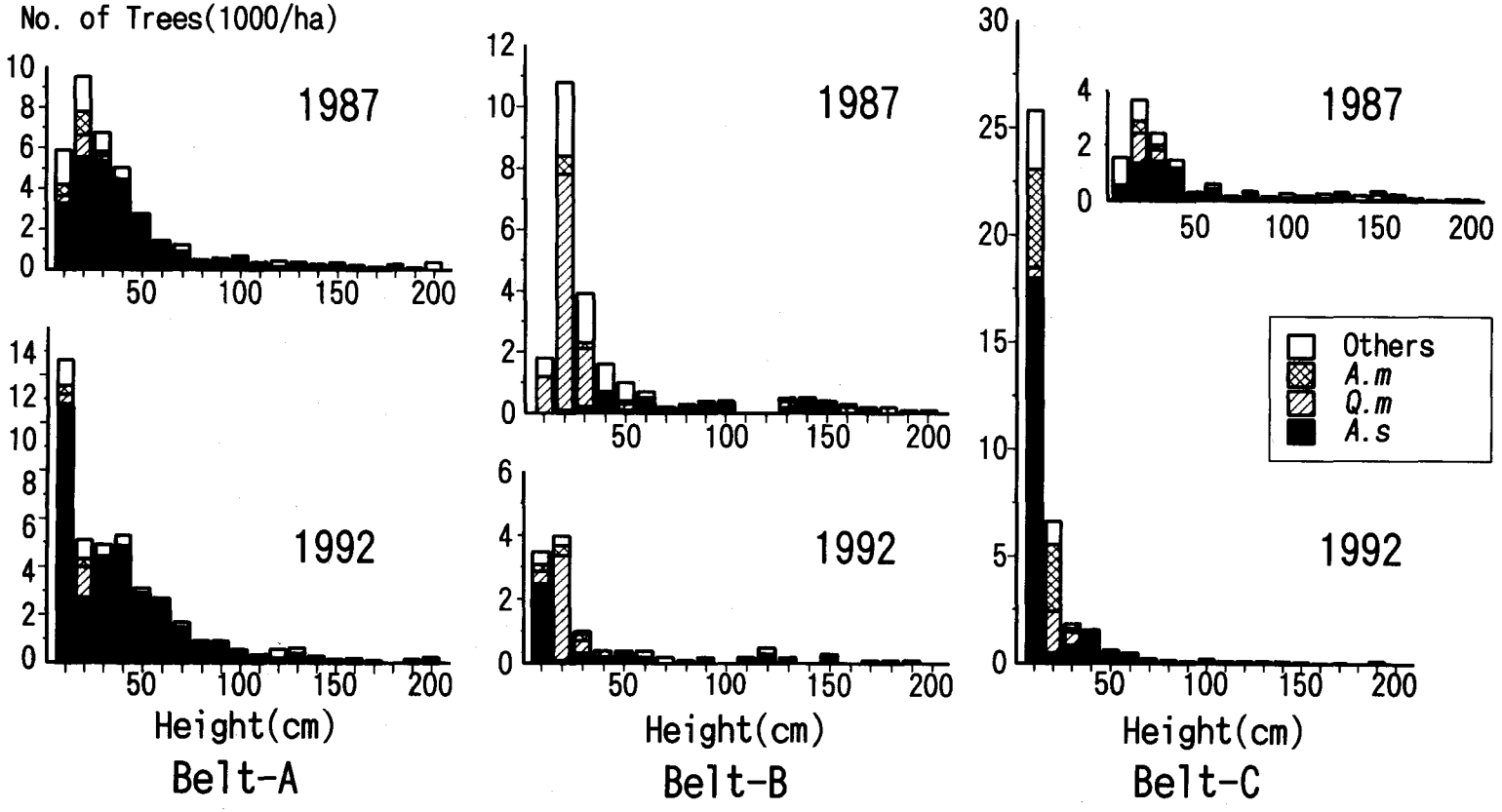


Fig. 14 Height distribution of seedlings in Belt-A, B, and C.

Table 5. Stand composition in Plot. A, B, and C (1987).

	Q. D. No. Height(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belt. A	H<10	12	4	0	8	12	8	0	4	36	244
	10≦H<200	360	216	280	236	176	60	60	260	212	268
Belt. B	H<10	0	0	0	0						
	10≦H<200	16	68	8	12						
Belt. C	H<10	0	0	0	4	0	0	8	4	8	4
	10≦H<200	36	20	8	40	24	4	44	72	36	208

Table 6. Stand composition in Plot. A, B, and C (1992).

	Q. D. No. Height(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belt. A	H<10	24	40	32	12	8	64	108	380	160	252
	10≦H<200	336	392	264	248	112	116	108	184	220	196
Belt. B	H<10	12	8	8	72						
	10≦H<200	16	56	4	8						
Belt. C	H<10	256	180	224	84	176	192	212	172	128	176
	10≦H<200	20	16	4	20	20	0	32	84	28	152

Table 7. Number of seedlings of *Abies sachalinensis* in each quadrat (1987).

	Q. D. No. Height(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belt. A	H<30	8	12	4	52	8	20	8	20	20	16
	30≦H<200	4	8	8	4	4	0	0	0	0	0
Belt. B	H<30	80	208	76	68						
	30≦H<200	4	8	8	4						
Belt. C	H<30	28	12	32	20	12	12	16	12	12	4
	30≦H<200	4	0	0	0	0	0	0	12	0	4

Table 8. Number of seedlings of *Abies sachalinensis* in each quadrat (1992).

	Q. D. No. Height(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belt. A	H<30	24	24	16	8	16	24	16	12	36	4
	30≦H<200	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Belt. B	H<30	88	24	8	44						
	30≦H<200	0	0	0	0						
Belt. C	H<30	8	12	24	60	36	60	56	16	16	20
	30≦H<200	4	0	0	0	0	0	8	0	0	8

Table 9. Number of seedlings of *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* in each quadrat (1987).

	Q. D. No. / Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belt. A	'87	4	8	20	48	64	8	24	24	48	80
	'92	4	8	0	40	24	32	4	8	12	20
Belt. B	'87	0	20	64	20						
	'92	4	32	4	12						
Belt. C	'87	0	0	0	0	8	24	56	20	56	32
	'92	216	140	80	12	48	88	136	20	48	52

Table 10. Number of seedlings of *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* in each quadrat (1992).

	Q. D. No. / Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belt. A	'87	72	56	60	124	124	28	28	52	52	176
	'92	16	24	72	136	32	28	20	48	36	60
Belt. B	'87	4	120	132	16						
	'92	8	16	24	20						
Belt. C	'87	4	24	4	16	104	32	32	28	92	60
	'92	52	28	8	20	92	96	40	44	56	60

カエデは Plot.C の多くで増加している傾向があるが，全体としては箇所による変動が大きい。その他広葉樹類は集中伐採区の疎開部での減少が明かであるほか，明瞭な傾向は認められない。

以上より各ベルトで得られた結果を総括すると，次の諸点に要約できる。

①トドマツはいずれのベルトにおいても 10 cm 未満の個体の増加が著しく，それらの多くはトドマツ樹冠下のコドラートに分布していた。すなわち，うっ閉し，ササの生育が衰退した部分を侵入の場としていた。いずれの調査区においても 5 年間に個体数がかなり増加したのは，伐採による環境変化とは言えず，この間の種子生産量が影響したものと考えられる。また 10 cm 以上の個体については各階級に連続して現れ，それらは疎開したコドラートに比較的多く分布していたといえる。

②ミズナラは 30 cm 以上の個体が 5 年後には Belt.A，B ではほとんど確認されず，伐採による環境変化の影響を受けた可能性がある。また，30 cm 未満の個体数にも変動がみられた。

4.2　稚樹の成長と消長

次に，トドマツおよびミズナラを中心とした稚樹の成長と消長に関して検討する。

全稚樹について個体識別した調査区 (SP-1～11) の追跡調査のうち，ここでは特徴的な 5 箇所（SP-1，2，3，9，10）について述べる。

疎開部を代表する調査区として SP-1 と SP-2 を，伐採の影響を受けていないと考えられ

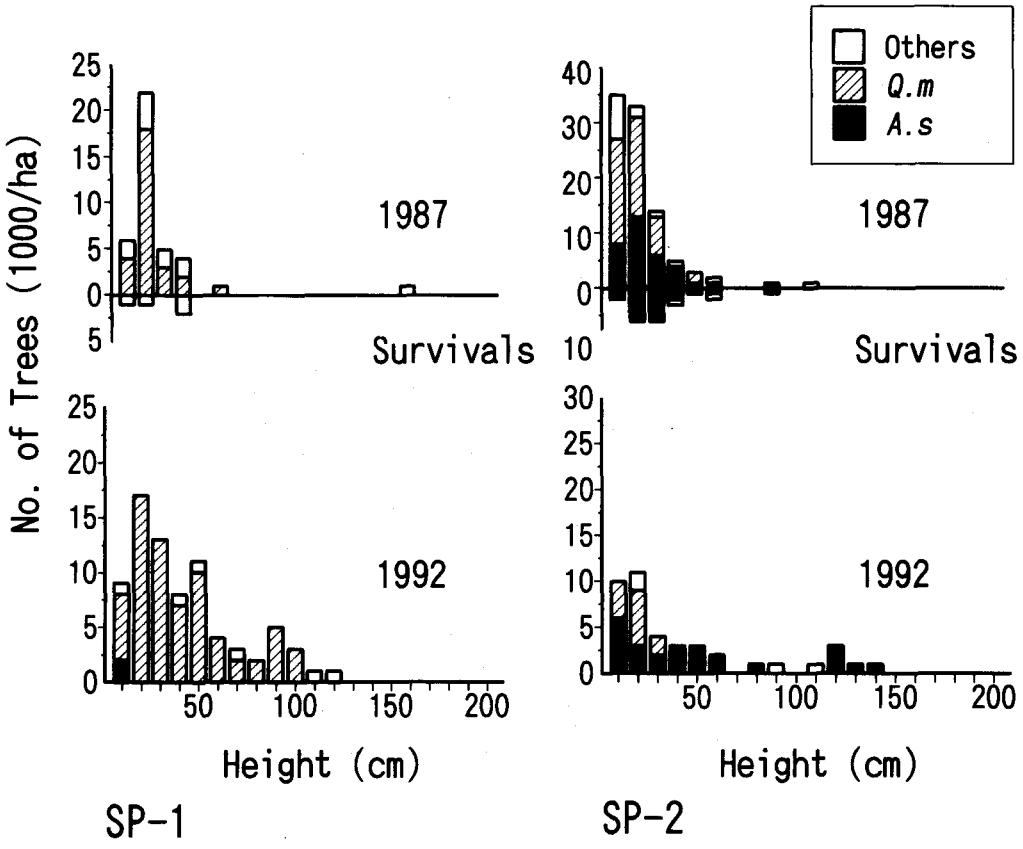


Fig. 15 Height distribution of seedlings in opening plots, SP-1 and 2.

る対照区としてSP-3，9，10を選んだ。SP-1，2（2 m×5 m）はPlot.Bのミズナラ伐根周辺で，上層は広く疎開しており，クマイザサの被度は，'87年と'92年の間にSP-1で2から5へ，SP-2で2から4へとそれぞれ明かに高くなっている。SP-3（5 m×7.5 m）はPlot.Bの古いミズナラ伐根周辺，SP-9（2 m×2 m）はPlot.Cのミズナラ樹冠下，SP-10（5 m×5 m）はPlot.Cのトドマツ樹冠下で，それぞれうっ閉した箇所である。これら3箇所ではクマイザサは被度4～＋であるが，それぞれほとんど変化がみられなかった。

なお全調査区の樹高頻度分布の変化については付表として示した（付表A-7～28）。

トドマツとミズナラについて，'87年に存在した個体数，それらの5年後の生存個体数，さらに'92年に存在した個体数をFig. 15～16に示す。

SP-1，2内のミズナラの伐根からは多くの萠芽がみられた。すなわち'87年と'92年で，それぞれSP-1で85%，97%，SP-2で100%，33%のミズナラが萠芽個体であった（付表A-7～10）。しかし5年後には，'87年に存在したミズナラ萠芽個体は，両プロットで全て消失していた。'92年に確認されたミズナラ稚樹は，伐採後の5年間に再び萠芽してきたと考えられるも

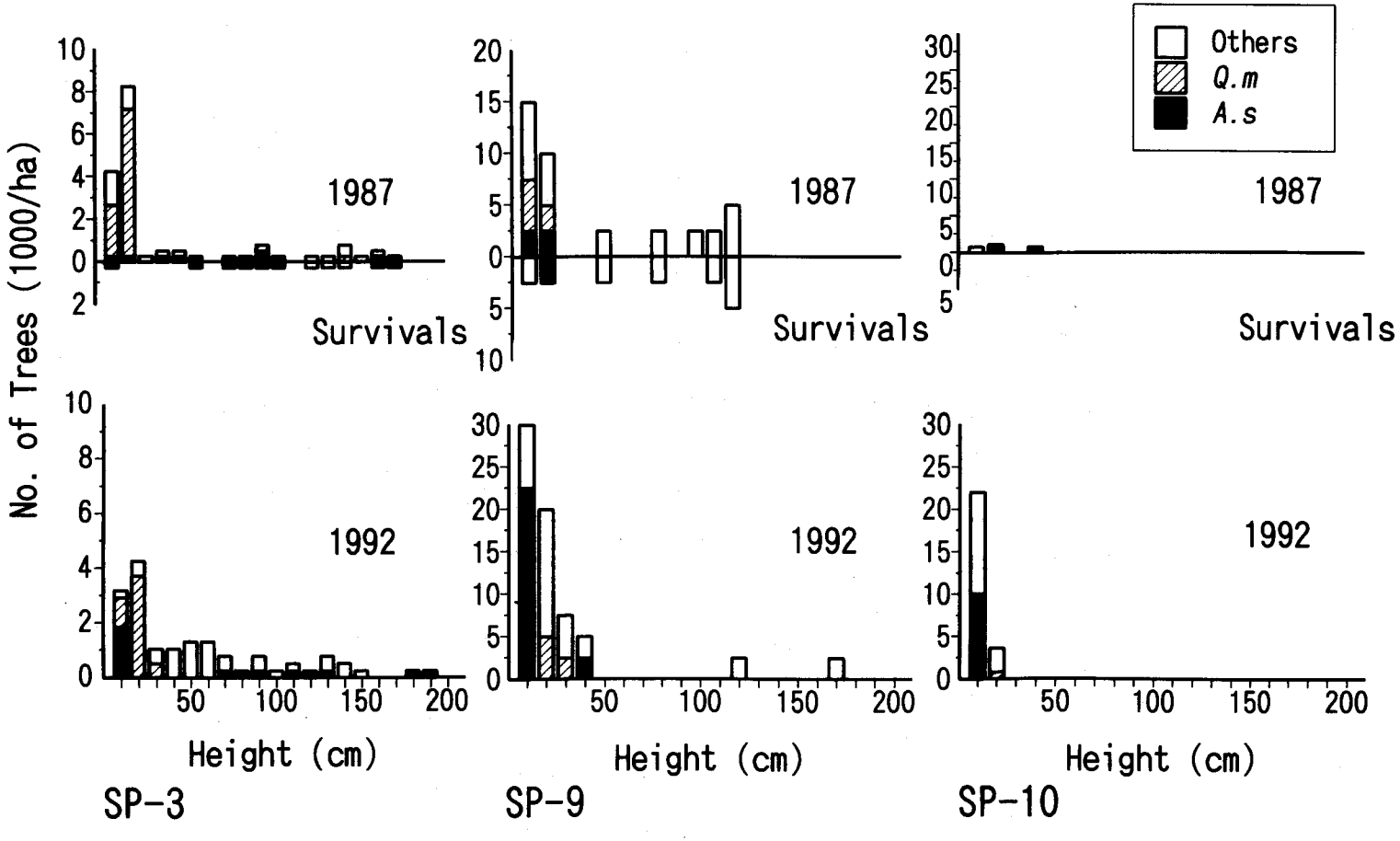


Fig. 16 Height distribution of seedlings in closed plots, SP-3, 9, and 10.

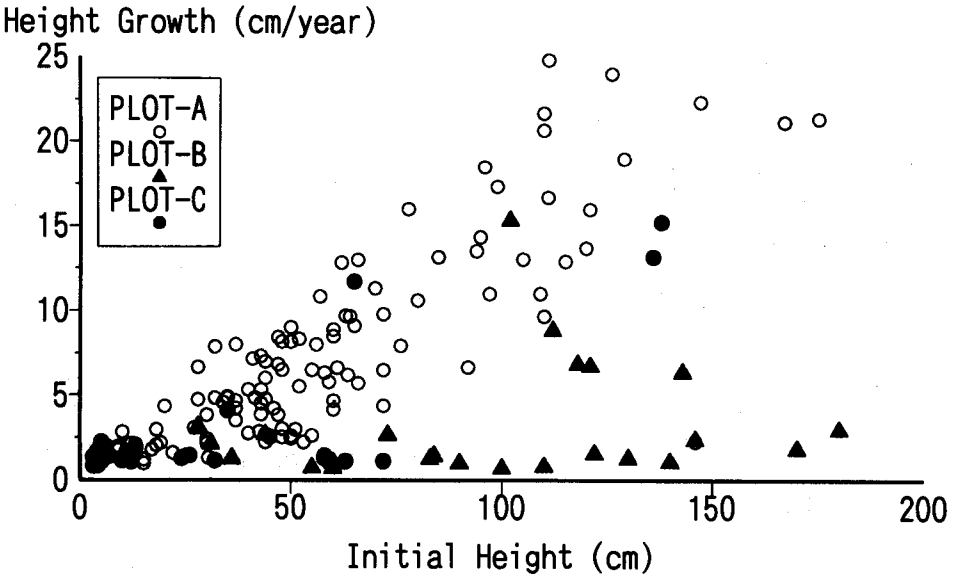


Fig. 17 Height growth of *Abies sachlinensis* seedlings in Plots. A, B, and C.

のがほとんどである。トドマツはSP-2では生存個体が多く，樹高頻度分布も上方に移行してきている。

樹冠下(SP-9，10)では，ミズナラは実生個体が中心であったが，これらも5年後には全て消失し，新しい実生個体と交代していた。特に樹高の小さい個体については，どの樹種も消長が激しい。

各プロットから無作為に抽出したトドマツ稚樹について，最近5年間の伸長量を測定した。その平均伸長量を樹高別，プロット別にFig. 17に示した。伸長量は25 cm/年以下の範囲で多様な値を示しているが，1987年の伐採木を多く含むPlot.Aでは，より大きい個体ほど伸長量が大きく，Plot.B，Cと比較すると明らかに成長の良い稚樹が多い。Plot.B，Cでは個体のサイズにかかわらず伸長量が小さく，いぜんとして強い被陰下に置かれていることが明らかである。

以上の結果を整理すると稚樹の成長と消長について，現時点では次の点が注目される。

①伐採の影響を被っていないと考えられるうっ閉した樹冠下では，トドマツも，広葉樹類も発生と消失を繰り返しており，生存個体は強い被陰下にあって成長量は小さい。

②伐採による林冠疎開部では，ミズナラ稚樹は伐採直後，伐根から多数の萠芽個体が発生していた。そしてこれらは伐採後の5年間に全てが消失し，再び新たな萠芽を発生させていた。また樹冠下に多くみられた実生個体についても同様に，既存の個体は消失し，新たな個体を発生させていた。このことから，調査地におけるミズナラ稚樹は短期間で消失と発生及び侵入を繰り返しており，疎開部でも，樹冠下でも，現時点では後継樹として不安定な状態であると推察される。

③トドマツは，樹高の高い個体の生存率が高く，それらが疎開部に比較的多く分布しており，樹冠うっ閉部に比べると成長量が大きい。すなわちトドマツは今後，伐採によって林冠の消失した部分を修復していく可能性があると考えられる。

5．おわりに

本報告は知床国有林で行なわれた伐採から5年経過した時点での林相変化と更新の実態を検討したものである。上木の成長量や林床の変化，疎開部でのトドマツ稚樹群の成長，ミズナラを初めとする広葉樹類稚樹の動向が今後の課題となろう。これらの点に注目し，今後も調査を継続してゆきたい。

本調査の実施にあたり，北見営林支局斜里営林署（1987年当時）及び同知床森林センターの職員各位には調査地の設定と維持に関して多くの協力をいただいている。ここに深謝いたします。

なお，現地調査は筆者らも含めそれぞれ以下のものが行なった。記して記録とすると共に，多くの方の協力に対し感謝したい（敬称略・五十音順）。

1987年：太田嘉四夫，楮佐古晶彰，川島茂樹，菊池俊一，小山浩正，駒崎里美，斎藤期英，斎藤哲，佐藤俊彦，佐野淳之，志摩俊樹，清水収，テリヨノ・スダルマジ，百海琢司，徳川浩一，戸塚裕子，南里智之，浜田毅，矢島崇，山内弘美，若井衛

1992年：伊藤晶子，菊池俊一，五味高志，斎藤正美，桜井彰人，沢井理，清水収，清野年，田中あずみ，テリヨノ・スダルマジ，外崎岳司，中村太士，西山泰弘，矢部恒晶，矢島崇，山崎岳

最後に，本研究の一部に科学技術庁地域流動研究（平成4年），および文部省科学研究費（04304003）の援助を受けたことを付記する。

文　献

北見営林支局（1986）：業務資料.

北見営林支局計画課（1986）：知床国立公園内の森林施業について．北方林業，**38**(9)，27-30.

大金永治（1987）：知床の択伐問題．日本の科学者，**22**(9)，43-46.

菊池俊一・沢井理・清野年・矢島崇・清水収・中村太士（1993）：知床国有林択伐跡林分の推移―択伐による林相変化と5年間の成長―．日林北支論，**41**，232－234.

沢井理・清野年・菊池俊一・矢島崇・清水収・中村太士（1993）：知床国有林択伐跡林分の推移―択伐5年後の稚樹の消長―．日林北支論，**41**，235－237.

Summary

Selection cutting was carried out in the Shiretoko National Forest from April 14 to April 16, 1987. This cutting received considerable public attention through mass media. This controversy implies financial problems in the Japanese National Forestry System, promotion of rural development, conflicts between wildlife and forest management, and effects of selection cutting on natural regeneration. Long monitoring data of stand dynamics is necessary to discuss this type of controversy scientifically. We set up permanent plots in selection cutting stands of Shiretoko National Forest four months after the cutting to examine stand structure. Five years later, we investigated the same plots again to monitor stand dynamics.

As a result of this research, following was estimated for the trees taller than 2 m.

1) Cutting patches in 1987 were not uniformly distributed over all the stands, rather it concentrated in some stands. Cutting reached 27.1 % in basal area in the developed stand consisting of large *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* trees.

2) The number of trees decreased for five years in all plots, whereas volume increased by 20 % in comparison with that in 1987.

3) Disappearance rates were not significantly different among plots. Small sized deciduous trees disappeared in all plots.

4) Trees growing more than 2 m in five years were predominant in the plot which received intensive cutting. Crown opening by cutting had a particularly pronounced effect on the height growth of *Abies Sachalinensis*.

5) A significant difference in diameter growth was not recognized among the plots.

The results for seedlings shorter than 2 m were as follows.

1) Sproutings from stump dominated crown opening site where large *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* trees were cut. These sproutings disappeared for five years, and new ones sprouted from the stump. Seedlings established in the openings in 1987 also disappeared in five years, and new seedlings were reestablished. This indicated that both *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* sproutings and seedlings repeatedly appear and disappear over short periods of time.

2) In terms of *Abies Sachalinensis*, relatively tall seedlings growing under the crown openings indicate a high survival rate. These seedlings grew faster than those under the crown closures. This indicated that *Abies Sachalinensis* may become a gap successor which fills crown openings in the future.

Appendix 1. Height distribution of seedlings in Belt. A (1987).

Height(cm)	0～	10～	20～	30～	40～	50～	60～	70～	80～	90～	100～	110～	120～	130～	140～	150～	160～	170～	180～	190～	Total
A. s.	82	138	134	104	59	32	18	9	12	10	3	1	5	1	2	2	1	1			614
Q. m.	9	27	6	2			2			1		1						1			49
A. m.	14	29	5	5	5	1	3	2	3	2	2	2	1	1	3	1		2	1		82
T. c.	3			1																	4
U. l.										1											1
M. o.		2																		1	3
P. s.														1							1
P. m.	4	9	2	1	2			1								1				1	21
S. a.		5	4	2	1	1	3			3	3	4	3	3	2	1	2	2	1	4	44
S. c.	6	8	7	4		2														2	29
A. j.	15	12	3	5		1	5	1			2	3	1	1	2	1	1	1	1	2	57
K. p.	8	4	5	2						1											20
*	6	3	2		2																13
Total	147	237	168	126	69	37	31	13	15	18	10	11	10	7	9	6	4	7	3	10	938

* trees unidentified

Appendix 2. Height distribution of seedlings in Belt. A (1992).

Height(cm)	0～	10～	20～	30～	40～	50～	60～	70～	80～	90～	100～	110～	120～	130～	140～	150～	160～	170～	180～	190～	Total
A. s.	270	68	103	118	73	63	36	22	20	10	6	5	7	2	1	2	2		3	3	814
Q. m.	10	32	3												1						46
A. m.	9	8	5	4		1	1			1	1		3	3			1			1	38
T. c.	1		1																		2
S. a.	1	4	3	2	4	3	5		3	3	2	9	3	2	2	2			1	1	50
S. c.	6	2	3	2																	13
P. a.	1																				1
A. j.	15	12	3	3	1	1		1					3			1				1	41
K. p.	1	2	2	4																	9
C. c.	1																				1
Total	315	128	123	133	78	68	42	23	23	14	9	14	16	7	4	5	3	0	4	6	1015

Appendix 3. Height distribution of seedlings in Belt. B (1987).

Height(cm)	0～	10～	20～	30～	40～	50～	60～	70～	80～	90～	100～	110～	120～	130～	140～	150～	160～	170～	180～	190～	Total
A. s.		1	2	6	1	3		1	3	3			2	2	2						26
Q. m.	12	77	19		2	1	1	1						1							114
A. m.		6	2	1	1	1	1	1	1	1			2	1	1	2	1	2	1	1	26
M. o.	2	4	2	2	3	2							1								16
P. s.	1	3	5	1	2									1		1					14
T. j.	1													1		1					3
K. p.	2	17	9	6	1																35
Total	18	108	39	16	10	7	2	3	4	4	0	0	5	6	3	4	1	2	1	1	234

Appendix 4. Height distribution of seedlings in Belt. B (1992).

Height(cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	110~	120~	130~	140~	150~	160~	170~	180~	190~	Total
A. s.	25	1	3	2	1		1	2		1	3	1		3							43
Q. m.	4	33	4																		41
A. m.	2	3	2	2		1							1					1	1		13
A. j.	1																				1
M. o.		2	1			1	1					2					1				8
T. j.					1	1	1				1										4
P. s.	1	1																			2
C. c.	2																				2
Total	35	40	10	4	2	3	3	2	0	1	4	3	1	3	0	0	1	1	1	0	114

Appendix 5. Height distribution of seedlings in Belt. C (1987).

Height(cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	110~	120~	130~	140~	150~	160~	170~	180~	190~	Total
A. s.	7	34	36	27	6	8	1	4	1	1			1		1	2			1		130
Q. m.	3	27	10	1		1						1							1	1	45
A. m.	4	11	4	2	1	2	1	3	2	2	3	2	3		5	3				1	49
T. c.	1	1	1																		3
M. o.			1		1			1		1			1		1		1				7
P. m.											1	1	1	1							4
A. j.	11	5	5	3		3	1	1	1		1	3	2	3	2	1	2	1			45
A. t.	2	3																			5
T. j.						1	1			2				1							5
K. p.	11	10	4	4						1											30
Total	39	91	61	37	8	15	4	9	4	7	5	7	8	5	9	6	3	1	2	2	323

Appendix 6. Height distribution of seedlings in Belt. C (1992).

Height(cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	110~	120~	130~	140~	150~	160~	170~	180~	190~	Total
A. s.	450	12	21	30	12	6	4	3	1	2	1	1					1				544
Q. m.	12	49	16	1		2							1			1					82
A. m.	115	78	3	4				1	2	2		1	1	1	2						210
T. c.	4																				4
M. o.		2								1	1										4
P. m.		1																			1
S. a.													1	1							2
S. c.	6																				6
P. a.	1																				1
A. j.	53	23	3	4	3	2	1				1	1		1					3		95
T. j.	2	1	3			2	1														9
C. c.	1																				1
Total	644	166	46	39	15	12	6	4	3	5	3	3	3	3	2	1	1	0	3	0	959

Appendix 7. Height distribution of seedlings in SP-1 (1987).

Height (cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	110~	120~	130~	140~	150~	Total
A. s.																	0
Q. m.*	2	10	1														13
Q. m.**	2	8	2	2		1											14
A. m.	2			1													3
T. j.		2		1												1	4
C. c.		2	2														4
Total	6	22	5	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	39

* seedling　　** sprouting on stump
Note : This plot (5×2m) is located at the surrounding of a Q. m. stump.

Appendix 8. Height distribution of seedlings in SP-1 (1992).

Height (cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	110~	Total
A. s.	2												2
Q. m.**	6	17	13	7	10	4	2	2	5	3			69
A. m.				1									1
T. j.					1		1				1	1	4
C. c.	1												1
Total	9	17	13	8	11	4	3	2	5	3	1	1	77

** sprouting on stump

Appendix 9. Height distribution of seedlings in SP-2 (1987).

Height (cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	Total
A. s.	8	13	6	4	1	1			1			34
Q. m.**	19	18	7		2							46
P. m.	3		1									4
P. s.				1								1
S. a.	1										1	2
S. c.	2											2
A. m.	1	1										2
A. j.	1					1						2
K. p.		1										1
Total	35	33	14	5	3	2	0	0	1	0	1	94

** sprouting on stump
Note : This plot (5×2m) is located at the surrounding of a Q. m. stump where intensive cutting was carried out in 1987.

Appendix 10. Height distribution of seedlings in SP-2 (1992).

Height (cm)	0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100~	110~	120~	130~	Total
A. s.	6	3	2	3	3	2		1				3	1	1	25
Q. m.*	4	6	1												11
Q. m.**			1												1
P. s.		1							1						2
A. j.		1									1				2
Total	10	11	4	3	3	2	0	1	1	0	1	3	1	1	41

* seedling　　** sprouting on stump

Appendix 11. Height distribution of seedlings in SP-3 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	150 ~	160 ~	170 ~	Total
A. s.	1	1		1	1	1		1	1	2	1						1	1	12
Q. m.*	9	26								1					1				37
M. o.	2	2																	4
A. m.	1													1	2	1	1		6
T. j.	1	1	1	1	1								1						6
K. p.	2	1																	3
Total	16	31	1	2	2	1	0	1	1	3	1	0	1	1	3	1	2	1	68

* seedling
Note : This plot (7.5×5m) is located at the surrounding of a Q. m. stump which had been cut before 1987.

Appendix 12. Height distribution of seedlings in SP-3 (1992).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	150 ~	160 ~	170 ~	180 ~	Total
A. s.	7						1	1	1		1	1	1					1	1	15
Q. m.*	4	14	2																	20
M. o.			1	2	1	1	1													6
A. m.													1							2
A. j.	1	1																		2
T. j.		1	1	2	4	4	1		2	1	1		1	2	1					21
Total	12	16	4	4	5	5	3	1	3	1	2	1	3	2	1	0	0	1	1	66

* seedling

Appendix 13. Height distribution of seedlings in SP-4 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	Total
Q. m.*		10												10
P. m.	2													2
S. c.	1													1
P. a.													1	1
A. m.	1													1
A. j.	2													2
K. p.	3	1	1											5
Total	9	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22

* seedling
Note : This plot (5×5m) is located at the surrounding of a A. s. stump which had been cut before 1987.

Appendix 14. Height distribution of seedlings in SP-4 (1992).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	Total
A. s.	6												6
Q. m.*		5	1										6
M. o.			1	1				1				1	4
P. a.	1												1
A. m.	1	1											2
A. j.	2												2
C. c.	3												3
Total	13	6	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	24

* seedling

Appendix 15. Height distribution of seedlings in SP-5 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	150 ~	160 ~	170 ~	180 ~	190 ~	Total
A. s.	1	1			1																3
B. e.														1							1
Q. m.*	15	25																			40
M. o.	1	1		1																	3
A. m.						1											2			1	4
K. p.	1																				1
Total	18	27	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	52

* seedling
Note : This plot (5×4m) is located under a standing dead Q.m. tree.

Appendix 16. Height distribution of seedlings in SP-5 (1992).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	Total
A. s.	83				1								84
Q. m.*	4	6											10
S. c.	1												1
A. m.	4	3										1	8
A. j.	3												3
Total	95	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	106

* seedling

Appendix 17. Height distribution of seedlings in SP-6 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	150 ~	160 ~	Total
A. s.		1	1															2
Q. m.*		3	3															6
P. m.												1						1
S. a.																1		1
A. m.															1			1
A. j.																	1	1
Total	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	12

* seedling
Note : This plot (2×5m) is located around a fallen A. s. tree.

Appendix 18. Height distribution of seedlings in SP-6 (1992).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	150 ~	160 ~	170 ~	180 ~	Total
T. c.	1																			1
A. s.	23																			23
Q. m.*		5	1																	6
S. a.																	1			1
S. c.						1														1
A. m.	4														1					5
A. j.	1																		1	2
Total	29	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	39

* seedling

Appendix 19. Height distribution of seedlings in SP-7 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	Total
T. c.		1													1
A. s.	5						1		1						7
Q. m.*		2		1			1								4
S. c.			1												1
A. m.		3	1											1	5
A. j.										1					1
Total	5	6	2	1	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	19

* seedling
Note : This plot (5×2m) is located around many fallen A. s. trees.

Appendix 20. Height distribution of seedlings in SP-7 (1992).

Height (cm)	0 ~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	Total
A. s.	19	3					1							2		25
Q. m.*	2	1														3
S. c.	2				1											3
A. m.	9	17	2	1	1										1	31
A. j.	2													1		3
Total	34	21	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	65

* seedling

Appendix 21. Height distribution of seedlings in SP-8 (1987).

Height (cm)	0~	10~	Total
A. s.	4		4
M. k.		2	2
S. c.	1		1
A. m.		1	1
Total	5	3	8

Note : This plot (2×2m) is located at uprooting of a A. s. tree.

Appendix 22. Height distribution of seedlings in SP-8 (1992).

Height (cm)	0~	10~	20~	30~	40~	Total
T. c.	3					3
A. s.	14					14
Q. m.*		3				3
M. k.					1	1
A. m.	5	2				7
A. t.	1					1
Total	23	5	0	0	1	29

* seedling

Appendix 23. Height distribution of seedlings in SP-9 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	Total
A. s.	1	1											2
Q. m.*	2	1											3
S. c.					1			1			1		3
P. a.	1												1
A. j.	2	2								1		2	7
Total	6	4	0	0	1	0	0	1	0	1	1	2	16

* seedling
Note : This plot (2×2m) is located under the crown of a Q. m. tree.

Appendix 24. Height distribution of seedlings in SP-9 (1992).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	80 ~	90 ~	100 ~	110 ~	120 ~	130 ~	140 ~	150 ~	Total
A. s.	9			1													10
Q. m.*		2	1														3
S. c.			2														2
A. m.	3	4															7
A. j.		2		1								1				1	5
Total	12	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	27

* seedling

Appendix 25. Height distribution of seedlings in SP-10 (1987).

Height (cm)	0~	10~	20~	30~	Total
A. s.		2		1	3
Q. m.*		1		1	2
S. c.	1				1
A. m.	1				1
Total	2	3	0	2	7

* seedling
Note : This plot (5×5m) is located under the crown of a A. s. tree.

Appendix 26. Height distribution of seedlings in SP-10 (1992).

Height (cm)	0~	10~	Total
A. s.	25		25
Q. m.*		2	2
S. c.	1		1
A. m.	25	7	32
A. j.	2		2
T. c.	2		2
Total	55	9	64

* seedling

Appendix 27. Height distribution of seedlings in SP-11 (1987).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	Total
T. c.				1					1
A. s.	2	3	3		2	1		1	12
Q. m.*	1	2							3
S. c.	1								1
Total	4	5	3	1	2	1	0	1	17

* seedling
Note : This plot (2×5m) is located under the crown of a T. c. tree.

Appendix 28. Height distribution of seedlings in SP-11 (1992).

Height (cm)	0~	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~	50 ~	60 ~	70 ~	Total
T. c.	3			1					4
A. s.	52	2	2	1		2	1	1	61
Q. m.*		1	1						2
P. m.		1							1
S. c.	6								6
A. m.	4	3							7
A. j.	2								2
C. c.	2								2
Total	69	7	3	2	0	2	1	1	85

* seedling