

エゾマツ天然林の択伐にともなう虫害枯損木の樹齢と 枯損前の成長*

井口和信**・山本博一***・古田公人****

Age of Yezo-Spruce Killed by Beetles and Their Growth before and after Selection Cuttings

Kazunobu IGUCHI**, Hirokazu YAMAMOTO*** and Kimito FURUTA****

I. はじめに

エゾマツは北海道の森林を代表する針葉樹であるが、資源量は減少の一途をたどっており、エゾマツ資源量の確保は緊急の課題となっている⁵⁾。

エゾマツ天然林の特徴の一つとして、ヤツバキクイムシ (*Ips typographus japonicus*) による虫害枯損が多いことがあげられる。本種による被害が特に顕著となるのは、台風などの大規模な森林破壊後にエゾマツ残存木に枯損が大量に発生する場合である。しかし、虫害枯損は通常の森林施業による環境変化にともなっても引き起こされる^{3), 4), 8)}。このような形の枯損は、施業を続ける限り継続して発生するため、その累積量は甚大なものとなる。エゾマツ天然林を管理していくうえで、虫害枯損をいかに低く抑えるかは重要な課題である。

これまでの研究で、森林の伐採後に発生する枯損については、どのような場所で発生しやすいかの目安は得られている^{3), 4), 8)}。しかし、どのようなエゾマツ個体が虫害を受けるのかについては、調査本数が少なかったり、虫害木が枯死に至るまでの時間的経過が非常に短いこともあって明確な結論はみいだされていない^{2), 7)}。

本研究は択伐後4年目に発生した虫害枯損木より採取した円板について年輪解析を行ない、虫害をうけたエゾマツ個体はどのような成長経過をとって枯損したかを、特に択伐が行われた前後10年間を中心に考察した。その結果、択伐前後の成長経過など、これまで明らかでなかったいくつかの事実が明らかになったのでここに報告する。

II. 調査地の概要と虫害発生経過

調査地は東京大学北海道演習林の11林班b小班、すなわち、標高800~900mに位置し、エゾマツ、トドマツ、ダケカンバなどが上層を形成する亜高山帯針葉樹林に設定した。ここは1987年秋に択伐を行ったところで面積は43.67haである。伐採前の林況は1ha当たりの本数は326

* 本論文の一部は第106回日本林学会で発表した。

** 東京大学農学部附属演習林北海道演習林
University Forest in Hokkaido, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

*** 東京大学農学部附属演習林研究部
Research Division of the University Forests, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

**** 東京大学大学院農学生命科学研究科森林科学専攻
Department of Forest Science, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

表-1 択伐前の林況および収穫調査量 (面積: 43.67 ha)

Table 1. Number and volume of the standing trees before selection cutting and those of the harvest trees

択伐前の林況		エゾマツ	トドマツ	広葉樹	合 計	エゾマツ割合(%)
本数		95	77	154	326	29
材積		119.30	55.75	60.20	235.25 m ³ /ha	51
収穫調査量		(生 木)	(虫害木)			
本数		284	20	468	193	32
材積		805.86	53.44	846.49	425.48	40
				965	2,131.27 m ³	

林況調査: 1987年2月標準地調査(6ヶ所, 面積: 3.58ha)

収穫調査: 1987年8月, 伐採: 1987年10・11月

本, 材積は 235.25 m³ で, エゾマツは本数で 29%, 材積で 51% を占める (表-1)。北海道では数少なくなったエゾマツ大径木が優占する貴重な林分である。収穫量は林分材積の約 20% であった。全域でエゾマツは 304 本, 859.30 m³ 収穫されたが, それにはエゾマツ虫害木 20 本・53.44 m³ が含まれる。伐採前の虫害枯損量は林分材積の 0.5% に相当し, これは本調査地での通常年のエゾマツ虫害枯損木の発生量とみなされる³⁾。

択伐後の虫害枯損木の発生経過の概略³⁾ は以下のとおりである。択伐の翌年には枯損は発生しなかった。2年目に最も多くの枯損が発生し, 択伐後5年間の全枯損量の43%を占めた。この年の虫害の特徴は, 土場跡およびその周辺で大径木が単木的に枯損したことである。択伐後3,4目年になると土場跡およびその周辺での発生量が減り, 土場周辺外で小・中径木を交えた群状の枯損が多くなった。択伐後5年目には枯損木の発生は激減し, 通常年の発生量と考えられる値を下回り虫害発生は終息した。択伐後5年間の虫害発生量の合計本数は202本(4.6本/ha), 材積は510.60 m³ (11.69 m³/ha) である。

III. 樹齢および成長量の調査方法

調査木は択伐後4年目に当たる1991年に発生したエゾマツ虫害枯損木57個体のうちの52個体である。調査木は1992年6月に伐倒し, 一番玉の元口と末口からそれぞれ一枚ずつ円板を採取した。一番玉元口の地上高は約0.5 m, 末口から採取した円板の地上高は約4.3 mである。樹齢は地上高0.5 mの円板から推定したが, 腐朽の著しかった2個体については欠測とした。成長量の解析に当たっては, 根張りの影響を除くため地上高4.3 mの円板を使用した。円板の読み取りに当たっては, 枯損前10年間(1982~1991年)は各年ごと, それ以前は5年ごとに4方向の年輪を測定しその平均値を求めた。また, 隣接する林分で, 1年早く択伐が行われたところの生立木4個体を伐倒して資料を採取し, 1981~1990年の成長経過を枯損木と同様に調べ, 枯損木と比較した。ただし, 円板の採取位置は地上高5.3 mである。

IV. 結果と考察

1) 樹齢と胸高直径

虫害を受けたエゾマツはどのような胸高直径のものに多いかをみるため, 択伐前のエゾマツ生立木と択伐後に発生した虫害枯損木の胸高直径別本数分布を図-1に示した。各胸高直径階ごとの枯損木の占める割合は, 胸高直径66 cm以上の大径木では32%, 56~64 cmでは13%, 26~

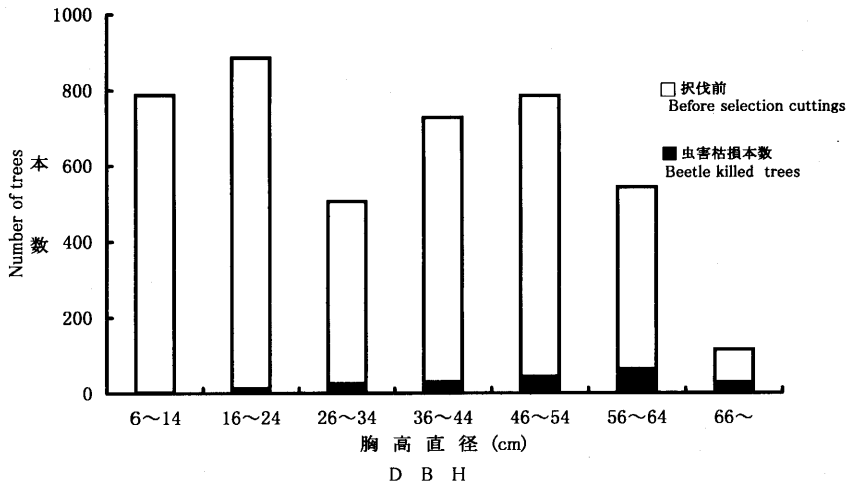


図-1 択伐前のエゾマツ生立木と択伐後に発生した虫害枯損木の胸高直径別本数分布。

Fig. 1. Distributions of the DBH for all living trees before selection cuttings and the trees killed by beetles after selection cuttings.

54 cm の範囲に含まれる3直径階ではそれぞれ5%前後であった。また、6~14 cm と16~24 cm の2直径階では1%未満であった。大径木ほど枯損する割合が高く、小径木では極めてまれなことが明らかである。

虫害枯損木の樹齢と胸高直径の関係を図-2に示した。胸高直径の平均値は46 cm (18~72 cm, $s=16$), 樹齢の平均値は154年 (90~261年, $s=32$) であった。胸高直径と樹齢間の相関は低く ($r=0.37$), 胸高直径から樹齢を推定することは難しい。樹齢が200年以上のものもあったが、120~180年の個体が多く、100年以下の若い個体や250年以上の老齢個体は少なかった。渡邊⁹⁾によれば、北海道の林冠層に達したエゾマツの平均寿命は210年程であり、諸々の立地におけるその幅は176~247年の間にあるという。今回の虫害枯損木の平均樹齢はそれよりも若く、したがって特に老齢であったとみなすことはできない。

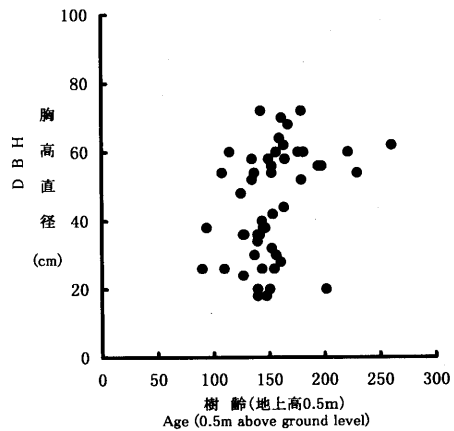


図-2 エゾマツ虫害枯損木の樹齢と胸高直径。

Fig. 2. The relationship between the age and DBH of the trees killed by beetles.

2) 枯損木の成長経過

天然林に生育するエゾマツは、成長初期に長い被圧の期間を経て、周囲の上層木が欠落することによって林冠層に到達することが多い。本調査木で樹齢が推定できた50個体についても、地上高0.5 mから4.3 mに達するまでに平均38.0年 (17~72年, $s=13.0$) の期間がかかっている。被圧と枯損の関係をみるため、枯損木がどのような成長経過をたどったかを地上高4.3 mの

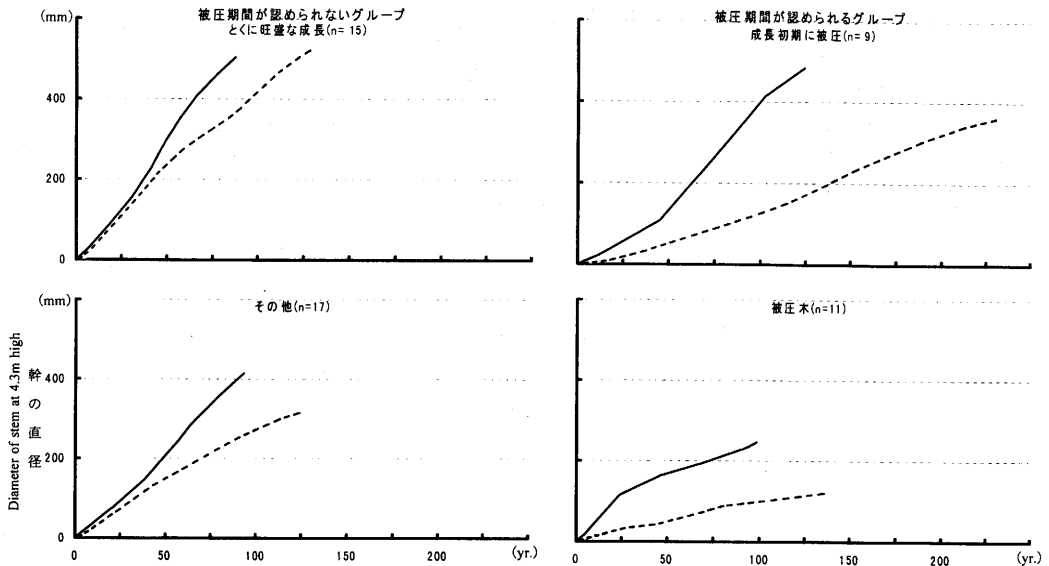


図-3 成長の仕方によって類別した虫害枯損木 4 グループの幹の直径成長曲線（地上 4.3 m）各グループとも、グループ内で年輪幅成長量が、最大（—）、最小（---）の 2 個体について図示した。

Fig. 3. Growth curves for the diameter of the stem of killed trees stratified into four groups according to their shapes. (at 4.3 m above the ground)

部分の幹の直径成長曲線として表した。その結果、それらは図-3 に示したように 4 つのグループに大別された。第 1 は当初から良好な成長をつづけ、45 年以内に幹の直径が 20 cm を越えた 15 個体 (28.8%) である。第 2 のグループは第 1 のグループと同じように当初から良好な成長をつづけたが第 1 のグループよりも成長は緩やかで、50~75 年で幹が直径 20 cm に達した 17 個体 (32.7%) である。その他に、初期の成長は非常に緩慢であったが、約 50 年ごろから成長が良くなったもの、初期の成長は良かったが 25~50 年ごろから成長が緩慢になったもの、さらには全期間を通して成長が緩慢で 75 年以上かかって 20 cm に達したものなど、合わせて 20 個体 (38.5%) がある。これらの固体はなんらかの意味で被圧をこうむったものと考えられる。このうち初期に被圧を経験したが、枯損時には被圧を抜け出していたとみなされるものは 9 個体で、これを第 3 のグループ、被圧のまま枯損したとみなされるものは 11 個体で、これを第 4 のグループとした。第 1 のグループの胸高直径は平均 58 cm (26~72 cm, $s=12.5$)、樹齢は平均 141 年 (94~180 年, $s=26.1$)、年輪幅の年平均は 2.41 mm (2.01~2.93 mm, $s=0.26$) であった。第 2 のグループの胸高直径は平均 44 cm (26~60 cm, $s=10.4$)、樹齢は平均 154 年 (90~222 年, $s=30.0$)、年輪幅の年平均は 1.60 mm (1.30~2.20 mm, $s=0.22$) であった。この二つのグループの個体は天然生エゾマツとして順調に成長してきたと考えられる。次に、被圧をうけたもののうち、成長初期に被圧を経験したとみなされる第 3 のグループの胸高直径は平均 50 cm (30~62 cm, $s=11.3$)、樹齢は平均 182 年 (127~261 年, $s=45.3$)、年輪幅の年平均は 1.52 mm (0.79~2.02 mm, $s=0.42$) であった。このグループの個体は前述の被圧期間が認められなかったものに比べ、胸高直径のわりに樹齢が高いものといえる。しかし、被圧期脱出後は順調な成長経過を示している。枯損発生時まで被圧下にあった第 4 のグループの胸高直径は平均 24 cm (18~32 cm, $s=$

表-2 虫害枯損木の枯損前10年間の年輪幅成長量
Table 2. Annual growth of stem radius for 10 years before dying of each tree

	DBH (cm)	樹齢 (yr.)	枯損前10年間の年輪幅成長量(mm)										平均		
			1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991			
	72	180	1.50	1.50	1.00	1.75	1.25	1.75	1.25	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.53
	72	143	1.25	1.50	1.25	1.50	1.75	1.50	1.75	1.50	1.75	2.00	1.75	2.25	1.65
	70	162	1.00	0.88	0.88	1.00	1.00	1.25	0.88	1.13	0.88	1.38	1.38	1.03	1.03
	68	168	0.60	0.57	0.30	0.45	0.82	0.60	0.82	1.07	0.63	1.13	1.13	0.70	0.70
	64	160	1.50	1.50	1.25	1.25	1.25	2.00	1.50	1.75	2.00	2.00	2.00	1.60	1.60
単	60	222	1.00	0.75	0.75	1.00	0.88	0.88	1.13	0.75	0.75	0.88	0.88	0.88	0.88
	60	157	1.13	0.88	1.50	1.00	1.25	1.50	1.75	1.50	1.25	1.75	1.75	1.35	1.35
木	60	115	1.75	1.50	1.25	1.50	1.50	1.75	2.25	2.75	2.50	2.50	2.50	1.93	1.93
	60	—	1.50	1.50	1.50	2.00	1.50	2.00	2.00	1.75	1.50	2.25	2.25	1.75	1.75
枯	58	135	1.25	1.75	2.00	2.25	2.50	2.00	2.50	2.50	2.25	2.00	2.00	2.10	2.10
	56	153	1.25	1.75	1.13	0.88	1.00	1.50	1.25	1.50	1.50	1.25	1.25	1.30	1.30
損	54	230	1.50	1.50	1.50	1.00	1.75	1.50	2.00	2.00	2.00	1.50	1.50	1.58	1.58
	54	108	1.25	1.75	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	3.00	2.25	2.25	2.00	2.00
	44	—	1.00	0.60	0.45	0.45	0.63	0.57	0.40	0.40	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55
	40	144	0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	1.25	1.00	0.88	0.88	1.00	1.00	0.95	0.95
	36	142	1.50	1.75	1.25	1.50	1.25	1.75	1.50	1.25	1.75	1.25	1.25	1.48	1.48
	26	155	2.25	1.50	1.25	1.00	1.25	0.50	0.50	0.83	0.40	0.53	0.53	1.00	1.00
	62	261	0.70	0.90	0.65	0.75	1.00	0.63	0.63	0.57	0.78	0.65	0.73	0.73	0.73
	42	154	0.75	0.63	0.63	0.75	1.00	0.97	0.58	0.57	0.75	0.88	0.75	0.75	0.75
	36	140	0.75	1.00	1.25	1.13	0.88	1.50	1.25	1.50	1.25	1.00	1.15	1.15	1.15
I	30	137	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.15	1.15
	20	151	2.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.13	1.00	0.88	0.88	0.88	0.88	1.18	1.18
	18	148	1.00	1.00	1.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.63	0.75	0.75	0.88	0.88
	18	140	0.88	0.63	0.75	0.75	0.75	1.25	1.00	1.25	1.00	1.00	0.93	0.93	0.93
	62	164	1.50	0.88	0.88	1.00	1.50	1.38	1.13	1.35	1.45	1.20	1.23	1.23	1.23
	54	153	1.25	1.00	1.13	1.13	1.25	1.25	1.50	1.13	1.38	1.25	1.25	1.23	1.23
II	48	125	2.25	2.00	2.50	2.50	2.00	1.75	2.25	1.75	2.00	2.25	2.13	2.13	2.13
	38	94	1.25	1.00	1.00	1.50	1.25	1.50	1.50	1.50	1.25	1.75	1.35	1.35	1.35
	36	128	0.63	0.50	0.50	0.63	1.00	0.50	0.50	0.88	0.75	0.88	0.68	0.68	0.68
群	26	90	1.00	0.88	0.75	0.63	0.75	1.25	1.50	0.75	1.75	1.75	1.10	1.10	1.10
	60	182	1.50	1.25	1.25	1.25	1.25	1.50	1.00	1.00	1.25	1.50	1.28	1.28	1.28
III	56	195	0.88	1.13	0.88	0.88	1.00	1.25	1.00	1.25	1.00	1.00	1.03	1.03	1.03
	52	180	2.00	1.50	1.00	1.25	2.25	1.25	2.00	1.00	1.50	1.50	1.53	1.53	1.53
状	38	145	1.50	1.25	2.00	1.25	2.00	1.50	0.85	1.58	1.32	1.50	1.48	1.48	1.48
	58	150	1.25	1.25	1.75	1.50	1.50	2.00	2.50	2.00	2.25	1.25	1.73	1.73	1.73
枯IV	38	147	0.63	0.63	0.63	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.00	0.88	0.88	0.88
	32	153	0.36	0.36	0.34	0.31	0.42	0.40	0.37	0.48	0.47	0.48	0.40	0.40	0.40
	20	140	0.25	0.23	0.22	0.28	0.28	0.34	0.31	0.44	0.36	0.55	0.33	0.33	0.33
損	56	198	1.13	0.88	1.00	0.75	0.75	1.50	0.88	1.13	1.25	1.00	1.03	1.03	1.03
	V	34	140	0.60	0.58	0.55	0.58	0.70	0.75	1.00	0.88	0.75	0.88	0.73	0.73
	30	157	2.00	1.25	1.00	1.25	1.50	1.25	1.00	1.25	1.25	1.00	1.28	1.28	1.28
	20	202	0.45	0.42	0.42	0.48	0.23	0.38	0.32	0.30	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
	54	137	1.50	2.00	1.50	1.50	1.75	1.50	2.00	1.25	2.00	1.75	1.68	1.68	1.68
VI	36	127	3.25	3.00	2.25	3.00	2.50	2.25	2.75	3.00	1.75	4.25	2.80	2.80	2.80
	26	110	2.25	2.00	1.75	2.25	1.75	1.75	1.75	2.00	2.25	2.50	2.03	2.03	2.03
	52	135	1.00	1.25	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.50	1.50	1.25	1.20	1.20	1.20
VII	44	164	0.72	0.45	0.57	0.63	0.63	0.75	1.00	1.25	0.88	1.13	0.80	0.80	0.80
	24	127	0.47	0.45	0.70	0.50	0.63	0.75	0.75	0.75	0.63	0.88	0.65	0.65	0.65
VIII	60	177	1.50	1.50	1.50	1.50	1.75	1.25	1.50	2.25	1.75	1.25	1.58	1.58	1.58
	28	161	0.25	0.22	0.22	0.28	0.27	0.58	0.52	0.53	0.50	0.63	0.40	0.40	0.40
IX	58	165	1.30	1.05	1.05	1.30	0.80	1.05	1.05	1.30	0.80	1.30	1.10	1.10	1.10
	26	144	1.25	1.25	1.50	1.25	1.50	1.50	2.00	1.75	2.00	3.50	1.75	1.75	1.75

4.9), 樹齡は平均 151 年 (127~202 年, $s=19.5$), 年輪幅の年平均は 0.86 mm (0.47~1.28 mm, $s=0.25$) であった。被圧が原因で枯損した可能性を多少とも有するものは第 4 のグループであるが, それは全枯損木のうち 21.2% を占めるにすぎない。枯損木のうち 61.5% のものは被圧を経験しておらず, 虫害枯損木の多くは被圧とは無関係であると判断される。したがって, 枯損直前の期間, すなわち択伐前後の成長と枯損の関係について明らかにすることを以下に試みた。

3) 枯損前 10 年間の成長経過

択伐後 4 年目に発生したエゾマツ虫害枯損木の枯損前 10 年間の年輪幅成長量を表-2 に示す。枯損前 10 年間の年輪幅成長量は, 平均 1.34 mm (0.30~4.25 mm, $s=0.55$) であった。虫害枯損木の胸高直径と枯損前 10 年間の平均年輪幅成長量の間には相関は認められなかったが, 樹齡と平均年輪幅成長量には弱い負の相関 ($r=-0.37$) が認められ, 樹齡の高い個体はこの期間の成長量が小さい傾向があることがわかった。次に, 択伐の影響をみるため, 枯損前 10 年間の平均年輪幅を 1.0 mm 未満, 1.0~1.5 mm, 1.5~2.0 mm, 2.0 mm 以上の 4 グループに分け, 各年の年輪幅とその標準偏差を図-4 に示した。ただし, 全成育期間を通して被圧を受けていた 11 個体については, 生育環境が異なり, また他の 3 グループと比べサイズが小さいため解析の対象から除いた。平均成長量 1.0 mm 未満のグループには 10 個体が含まれ, 1988~1990 年, すなわち択伐後に年輪幅がそれ以前よりも小さい傾向が認められた。平均成長量 1.0~1.5 mm には 16 個体が, 平均成長量 1.5~2.0 mm のグループには 10 個体が含まれ, これらのグループでも同様の傾向があった。平均成長量 2.0 mm 以上のグループには 5 個体が含まれた。このグループには樹齡の若い個体 (平均 121.0 年, 108~135 年) が多い。このグループでは, 各年ごとに成長量にバラツキがみられたため顕著な傾向を読みとることはできなかった。以上のように, 平均成長量が 2.0 mm 未満の 3 グループはともに択伐後に年輪幅成長量が 2 年間ほどにわたって低下し, 3 年目ごろから回復の兆しを示したといえよう。これは東京大学北海道演習林の択伐試験地における伐採

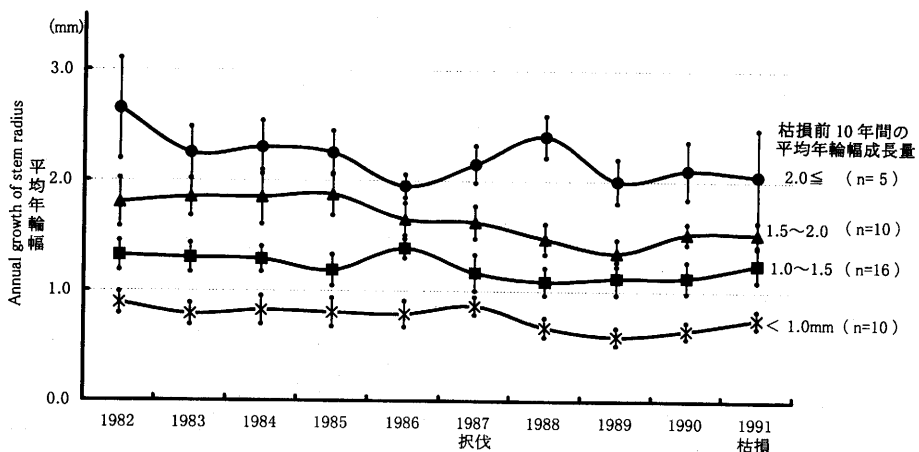


図-4 択伐後 4 年目に発生したエゾマツ虫害枯損木 (被圧木を除く) の枯損前 10 年間の平均年輪幅成長量とその標準偏差

Fig. 4. Average annual stem growth and its standard deviation of the trees killed by beetles for 10 years before they were killed. (at 4.3 m above the ground)

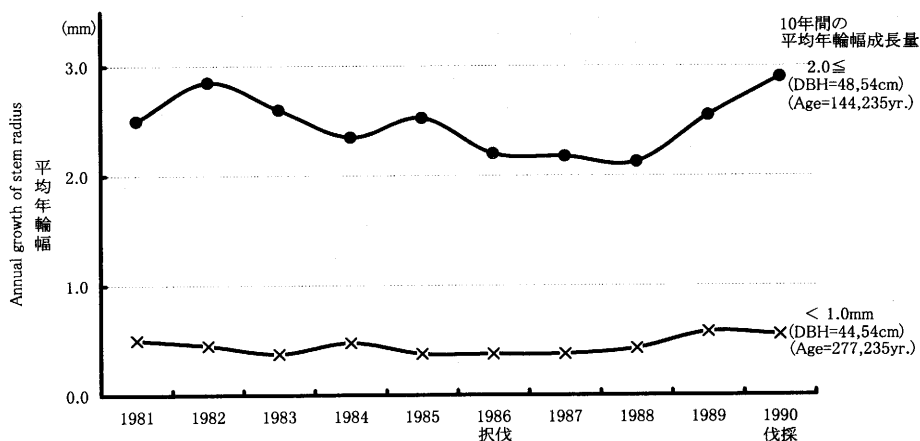


図-5 生立木の10年間の平均年輪幅成長量(地上高5.3m)

Fig. 5. Annual stem growth of living trees for 10 years before cutting. (at 5.3 m above the ground)

後の成長経過調査において、本調査地と同程度の20%択伐区では、伐採直後に成長が一端停滞すると報告されていることと同様である⁶⁾。

対照木として選ばれたエゾマツ4個体のうち2個体は10年間の平均年輪幅成長量は2mmより大きく、他の2個体は1mmより小さい。択伐前6年間と択伐後4年間の年輪幅成長量をみると(図-5)、2mmより大きいものは各年ごとに成長量の変化が大きい。しかし、1mm以下のものは変化が小さい。全体として枯損木の傾向(図-4)と大きな違いはみられないが、択伐後3、4年目の成長量の増大が注目される。今回の調査林分では択伐後2年目の1989年に最も多く枯損が発生したが、この年の年輪幅成長量が小さかったこと、また択伐後3年目には、生立木、枯損木ともに成長量の回復の兆しが明らかに認められ、択伐後4年間で虫害枯損の発生が終わっている。年輪幅の大小は樹勢の大小をあらわすとみなされていることからみて¹⁾、エゾマツの虫害枯損には択伐後の環境変化によるストレスとその回復が密接に関係していると考えられる。

4) 群状・単木の被害

群状・単木での枯損発生の定義は中山ら⁸⁾にしたがい、エゾマツ虫害木が発生した際にその周辺半径6m以内に同時に虫害木の発生が見られたか否かで区分した。枯損発生形態別(単木・群状)の枯損前10年間の成長量を表-2に示す。調査木52個体のうち単木での枯損が17個体(平均樹齢は158年)、群状での枯損は35個体(平均樹齢は152年)であった。群状での枯損は2~7本(平均4.4本)で発生し、9つのグループが観察された。一例として7本のエゾマツが集団で枯損したグループIの内訳をみると、それらの胸高直径は平均32cm(18~62cm, $s=16.1$)、樹齢は平均162年(137~261年, $s=44.3$)、枯損前10年間の平均年輪幅成長量は0.97mm(0.73~1.18mm, $s=0.19$)であった。群状に枯損したグループに含まれるエゾマツ個体の枯損前10年間の樹齢、平均年輪幅成長量には大きな差があることが明らかになった。また、ヤツバキイムシによる虫害は大径木に多く発生するが、全調査木52個体のうち胸高直径32cm以下の小・中径木は13個体あり、そのうち12個体は群状枯損であった。大径木と小・中径木の枯損の発生

は同時期であるので、大径木で繁殖した次世代成虫が近くの小・中径木を加害したということではない。群状に枯損木が発生する現象には成長経過や直径の異なる個体を含めていることからエゾマツ虫害枯損木の発生には、ヤツバキクイムシ個体群の動態がより重要な働きをしており、単木では枯れにくい小・中径木も群状では虫害を受けるものと考えられる。

要 旨

エゾマツ天然林ではヤツバキクイムシによる枯損が択伐後数年間にわたり発生する。択伐後4年間枯損が発生したところで、4年目の虫害枯損木から採取した円板について年輪解析を行い、枯損前の状態を成長経過から推測した。枯損木の平均樹齢は154年で、胸高直径と樹齢には相関は低かった。枯損木のうち61.5%のものは全成育期間を通じて被圧の経験が無く、虫害枯損と被圧とは無関係であると考えられた。択伐後2年間は年輪幅が小さく、生立木、枯損木とも3年目ごろには年輪幅の回復の兆しを示した。このことが枯損の終息と関係している可能性が考えられる。単木枯損と群状枯損を比較したところ、平均樹齢には差が無かった。しかし、群状枯損の個体間には樹齢や年輪幅成長量に差があった。単木では枯れにくい小・中径木も群状では虫害を受けたと考えられる。

キーワード：北海道，エゾマツ，ヤツバキクイムシ，年輪解析，成長経過

引用文献

- 1) Berryman A. A.: Forest insects. Plenum press, 279 pp. New York, 1986.
- 2) Fukuda, K., Nishiya, Y., Nakamura, M. and Suzuki, K.: Water relations of Yezo spruce and Todor fir in declined stands of boreal forest in Hokkaido, Japan. J. For. Res., 2, 79-84, 1997.
- 3) 井口和信・山本博一・古田公人：エゾマツ天然林の択伐にともなう虫害枯損木の発生経過。東大演報，90, 1-15, 1993.
- 4) 小泉 力：北海道における針葉樹天然林の伐採にともなう穿孔虫被害。林試研報，297, 1-34, 1977.
- 5) 小鹿勝利：北海道のエゾマツ資源に関する研究(Ⅰ)―エゾマツ資源の利用と資源量の推移―。森林計画誌，24, 33-46, 1995.
- 6) 功力六郎：北海道演習林幌内沢択伐試験地於ける成長量測定経過。日林北支，4, 11-14, 1955.
- 7) 倉橋昭夫・山本博一・高橋郁雄・大里正一・河原 漢・井口和信・佐藤昭一：天然林エゾマツの健全度に関する研究―東京北海道演習林の事例―。東大演報，88, 95-126, 1992.
- 8) 中山 基・古田公人・高橋郁雄・佐藤義弘・井口和信：エゾマツ天然林の択伐後の虫害枯損とヤツバキクイムシ成虫の動態。東大演報，84, 39-52, 1991.
- 9) 渡邊定元：北方林の維持機構。森林科学，19, 35-40, 1997.

(1998年 4月30日受付)

(1998年 11月10日受理)

Summary

The spruce bark beetle, *Ips typographus japonicus*, kills Yezo-spruce (*Picea jezoensis* CARR.) in the three or four years after selection cuttings in natural forests in Hokkaido. We felled 52 trees killed by the beetle in the fourth year after selection cuttings and measured the annual increment of stem diameter.

The mean age was 154 when they were killed and there was no high correlation between the age and DBH. Most trees did not have a period of suppression or had one only when they were young. The annual increment of stem diameter decreased for about two or three years and showed a tendency to recover in the third year after selection cuttings.

This recovery may have some relationship with the end of the time when trees were being killed after selection cuttings. Some solitary trees were killed and others were killed in groups. There was no difference in the mean age between the trees killed in a solitary setting and those in groups, but there were differences in the age and the mean annual increment of stem diameter among the trees in a group.

Key words: *Ips typographus japonicus*, *Picea jezoensis*, selection cuttings, annual increment of stem diameter

Abstract

Age of Yezo-Spruce Killed by Beetles and Their Growth before and after Selection Cuttings

Kazunobu IGUCHI, Hirokazu YAMAMOTO and Kimito FURUTA

We felled 52 trees of Yezo-spruce killed by beetles and measured the annual increment of stem diameter. The mean age was 154 when they were killed. Most trees did not have a period of suppression or had one only when they were young. The annual increment of stem diameter decreased for about three years and showed a tendency to recover in the third year after selection cuttings. This recovery may have some relationship with the end of the time when trees were being killed after selection cuttings.

Studies on the Development of Forest Management Planning System

Yuejun ZHENG

An integrated forest management planning system, in which all of the economic functions and the public service aspects of the forest can be reasonably considered for management purposes, has been developed in this paper. The main properties of this system must include: (a) Development of the methods for evaluating various forest functions and land use allocation; (b) Construction of techniques that provide options for planning at the long-term, intermediate-term, and short-term level; (c) Introduction of the Geographic Information System (GIS) as the information analysis tool in development of this forest management planning system.