

北海道の風倒地における穿孔虫の発生分散機構（第2報）

風害翌年(1955 年)における風倒挫折木 での穿孔虫の増殖

山 口 博 昭⁽¹⁾

ま え が き

1954年、北海道では2回にわたる大風害により、総計1億石に近い風倒挫折木が生じた。すなわち、5月9日から10日にかけての旋風により、苫小牧の樽前山麓および層雲峡地方を中心に約450万石、さらに9月26日から27日にかけての15号台風では本道全域にわたって実に約7,600万石という大風倒木が生じた（北海道風害記録編集事務局の最終的数字として、内訳が示されていないが、さらに約1,600万石の増加がつけ加えられ、総計約9,700万石、うち針葉樹は約7,100万石となつている³⁾）。

これらの風害にともないキクイムシ類など穿孔虫の大発生が予測されたので、発生経過の実態やその機構の究明を意図して、風害発生と同時に本研究は着手された。このうち、5月の風倒挫折木が寄生の対象となつた1954年における経過については、主として層雲峡地方を中心に行なわれた調査結果として、すでに報告してある（井上・山口, 1955a）。

今回の調査も前年度と同様、風害の最もいちじるしかつた層雲峡地方、特に本地方に設けられた固定試験地を中心に行なわれている。9月の15号台風による風倒挫折木が調査対象の主体をなしているが、これらを調査した地域は多かれ少なかれ5月風害の影響を無視しえない範囲内にあつた。

当年（1955年）は造材搬出の進展、航空機による薬剤散布等調査に種々の制約がともなつたが、できうるかぎり自然の推移の究明を意図し、場合によっては断片的なものではあるが、多くの観察資料で不足を補つた。また、層雲峡地方以外はほとんど調査がなされていないので、それらの地は日塔（1959）の報告、その他を参考にしている。

本調査にあたり種々ご指導をたまわつた当場前保護部長 井上元則博士、調査の助力をねがつた当研究室 野淵 輝（現本場昆虫第2研究室）、小泉 力、高井正利の諸氏に、ならびに種々の便宜をたまわつた旭川営林局造林課、上川営林署、同署層雲峡・石狩両担当区、当场上川治水試験地の関係各位に深く感謝の意を表する。

調査地と調査月日

第1報⁵⁾で述べてあるように、前年5月の風害直後、上川営林署層雲峡経営区95林班に固定試験地が設置された。今回の調査も本試験地およびその周辺を中心に行なわれており、その他補足的な観察調査が同経営区内、ならびに同署上川経営区内で実施されている。層雲峡経営区内の主たる調査地の位置と風倒区

(1) 北海道支場保護部昆虫研究室員

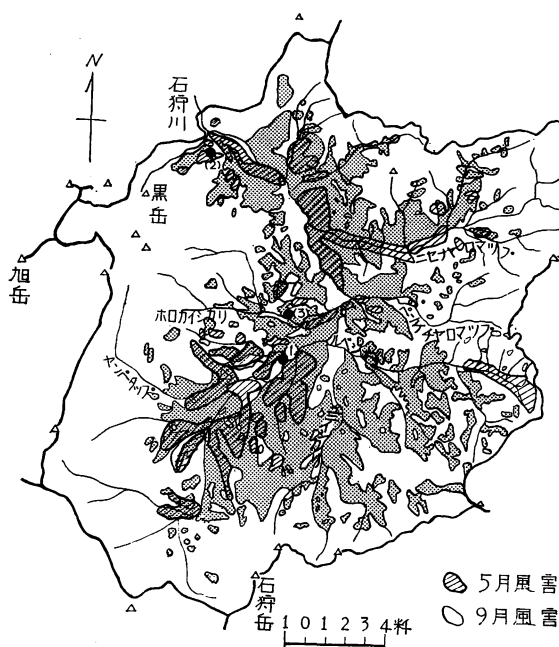


Fig. 1 層雲峡経営区内の風害地の分布と調査地の位置

- (1) 天幕沢固定試験地 (2) 黒岳山腹調査地
(3) ホロカイシカリ調査地

Wind-swept areas and situation of the study plots in the Sounkyo National Forest.

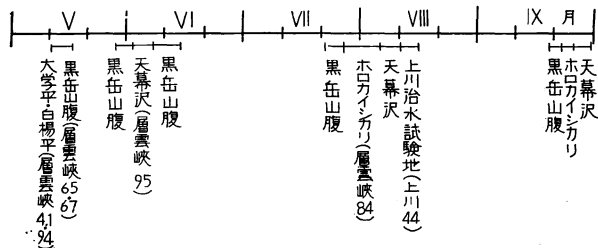


Fig.2 調査場所と調査時期
Areas and dates surveyed.

木がかなり多い。風害木もエゾマツがはるかに多く、その根倒対挫折の割合は約2:1で、根つきの風倒が多くでている。風害後石狩川沿いに林道が開設され、すでに前年度から一部造材、搬出が行なわれはじめたが、試験地内は全くそのままに放置されていた。最も近い土場は試験地から約50m離れた天幕沢との分岐点に設けられた。8月にヘリコプターによる薬剤散布が実施されたが、散布時の観察では試験地近辺には全く薬剤の落下をみていない。

域を Fig. 1 に、また各調査地ごとの調査時期を Fig. 2 に示してある。

当年は本地方一帯にヘリコプターによる薬剤散布その他の防除が実施されているが、調査は直接その影響を受けない地で行なわれている。なお、黒岳山腹、ホロカイシカリの両調査地はヘリコプターによる薬剤散布試験の対照区(無散布区)となっており、本研究のために特に選定された地ではない。

次に、各試験調査地の概況を記すと次のとおりである。

(1) 天幕沢固定試験地(層雲峡経営区95林班)

天幕沢が石狩川本流に合流する分岐点付近。海拔高は約850m。この河岸段丘上のエゾマツ、トドマツ天然生林内に前年5月の風倒直後、約10本程度のかたまつた風倒木を中心に40×75(m²)の試験地が設置された(第1報³⁾参照)。しかし、9月の台風で試験地内の残存木はほとんど倒れ、やや大きな群落的風倒地と化している。そしてその南東面はわずかの生立木を残し、大面積の皆伐状風倒地に続いている。8月の調査の際、立木への被害移行をみるため、試験地は50×240(m²)に拡大された。エゾマツがやや多く比較的径級が大きいのにに対し、トドマツは小径

（2）黒岳山腹調査地（層雲峡経営区65, 67林班）

黒岳登山道路の2～3合目の両側に展開する緩傾斜の台状の地。海拔高約1,000 m。5月の風害で散点状に風倒挫折木がでたようだが、9月の台風で皆伐状の大風倒地と化している。6月11～13日にかけてヘリコプターによる薬剤散布の各種比較試験が行なわれたが、調査はその対照区で行なわれている。登山道路沿いは一部造材、搬出が行なわれたが、大部分はそのまま放置されていた。

（3）ホロカインカリ調査地（層雲峡経営区84林班）

石狩川の支流ホロカインカリ沿いの平坦な台地。海拔高約850 m。5月の風害で支流沿いにわずかの風倒木がでているが、この地帯は15号台風による皆伐状の大風倒地となつている。8月5日、ヘリコプターによる薬剤散布試験が実施された。調査地のうち最も風倒木の処理がすすんでいたところで、7月末から8月にかけての調査時には大半造材が完了、一部搬出すみとなつていた。

（4）上川調査地（上川経営区44林班）

当场上川治水試験地林内、石狩川支流古川上流の鞍部状の地帯。海拔高約600 m 前後。5月の風害もわずかにあつたようだが、15号台風で皆伐状の風倒地となつたところである。挫折したものより根倒しになつたものがはるかに多い。この地方はBHC乳剤の地上散布が行なわれ、調査地付近は最も散布の遅れた地域だが、しかし調査直前に散布が実施されている。

主要調査事項と調査方法

（1）寄生率と寄生密度

風害木に対する寄生状態やその推移をみるため、挫折と根倒とにわけて寄生の有無とその時期的な変化、ならびに主要種の寄生密度等を調査した。寄生密度はFig. 3に示したごとく、根元から梢頭まで2 m おきに0.5 m 幅のリング状調査区を設け、穿入孔数を算定、単位面積（1 m²）あたりに換算した値、すなわち穿入孔密度によってあらわした。

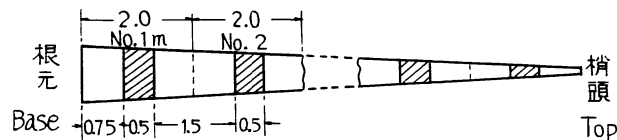


Fig. 3 寄生密度調査区のとり方

The sample, a 0.5 m width of bark in a ring around the stem was taken at 2.0 m intervals from base to top.

（2）繁殖数と増殖率

調査木ごとに15×15 (cm²) の方形区を2～3カ所とり、エゾマツ、トドマツそれぞれの優占種たるヤツバキクイ (*Ips typographus* L. f. *japonicus* NIIJIMA), トドマツクイ (*Polygraphus proximus* BLANDFORD) について、穿入孔数、脱出孔数、樹皮下もしくは樹皮内の发育段階別の残存虫数等を算定した。これらから、1穿入孔あたりの次世代虫数を求め、増殖率を推定している。

（3）その他

風倒挫折木の枝条に対する寄生状態、造材処理跡に残された不良材、末木等での繁殖状態、虫の発生回数、残存林分に被害が発生するか否か等いろいろ観察や調査が行なわれたが、それらは次の調査結果のと

ころでそのつどふれることにする。

調査結果と考察

調査結果を大きく、(1) 風倒挫折木に対する寄生状態(寄生率と寄生密度)、(2) 繁殖状態(仔虫数と増殖率)、(3) 発生型、(4) 残存林分への被害の移向、の4項目にわけ、固定試験地の調査結果を中心に述べていくことにする。

(1) 風倒挫折木に対する寄生状態(寄生率と寄生密度)

固定試験地内に特にそれぞれ10本ずつ選定された試験木について時期的な寄生の推移をみるとTable 1のごとくである。なお8月の調査時、試験地内の全風倒挫折木について寄生の有無を調べたので、これをTable 2に示しておいた。これら両表から、この地域では風倒木のうち根倒木の一部を除いて、他はすべて秋までに一応キクイムシ類の寄生をうけたといえよう。ただし、すべてが同じような寄生をみたわけではなく、寄生の少ないもの、特に根倒木のなかにはその一部分にしか寄生をみなかつたものが幾つかみられている(Fig. 4)。

寄生種は前報でもふれたようにトドマツではトドマツキクイ、エゾマツではヤツバキクイがそれぞれ単独で加害しているとみられるほど優占的であつた。表に記した以外、エゾマツ、トドマツともにカミキリ類の産卵のための嚙食痕が8月の調査時、一部の調査区で観察されている。

Table 1. 試験木に対する寄生の推移(天幕沢固定試験地)
Summary of bark sample examinations in the study plot at Tenmakuzawa.

樹 種 Species of trees	風害木の形態 Form of wind-thrown trees	試験木数 Number of sample trees	穿孔虫の種類 Species of bark beetles	寄生率(%)と平均穿孔密度(1m ² 当たり) Percent attacked and average number of entrance holes per m ²		
				3~5/VI	8, 9/VIII	27, 28/IX
トドマツ Todo-fir	挫 折 木 Broken down	10	トドマツキクイ <i>Polygraphus proximus</i>	30%(2.0)	100%(67.2)	100%(—)
	根 倒 木 Uprooted	10	トドマツキクイ <i>Polygraphus proximus</i>	20%(0.9)	80%(59.0)	90%(—)
エゾマツ Ezo-spruce	挫 折 木 Broken down	10	ヤツバキクイ <i>Ips typographus</i>	50%(4.1)	100%(37.5)	100%(—)
			エゾキクイ類 <i>Polygraphus</i> spp.	10%(0.6)	20%(0.9)	20%(—)
			ホシガタキクイ類 <i>Pityogenes</i> spp.	10%(0.9)	50%(14.8)	50%(—)
	根 倒 木 Uprooted	10	ヤツバキクイ <i>Ips typographus</i>	20%(0.3)	90%(35.5)	90%(—)
			エゾキクイ類 <i>Polygraphus</i> spp.	0	10%(0.4)	10%(—)
			ホシガタキクイ類 <i>Pityogenes</i> spp.	0	30%(10.3)	30%(—)

注 (1) 9月には前回未寄生の区のみしか調査を行なっていないので、穿孔密度は算定しなかつた。

(2) エゾマツではエゾキクイ類、ホシガタキクイ類による単独の寄生はなく、いずれもヤツバキクイとともに寄生していた。

Table 2. 固定試験地内風倒挫折木に対するキクイムシ類の寄生率
Percentage of the wind-thrown trees attacked by the beetles at Tenmakuzawa.

樹 種 Species of trees	風 害 木 の 形 態 Form of wind-thrown trees	調 査 本 数 Number of trees	寄 生 本 数 Number of trees attacked	寄 生 率 (%) Percent attacked
トドマツ Todo-fir	挫 折 木 Broken down	16	16	100
	根 倒 木 Uprooted	19	14	74
エゾマツ Ezo-spruce	挫 折 木 Broken down	21	21	100
	根 倒 木 Uprooted	54	51	94

注（1） 7～9/Ⅷ 調査。

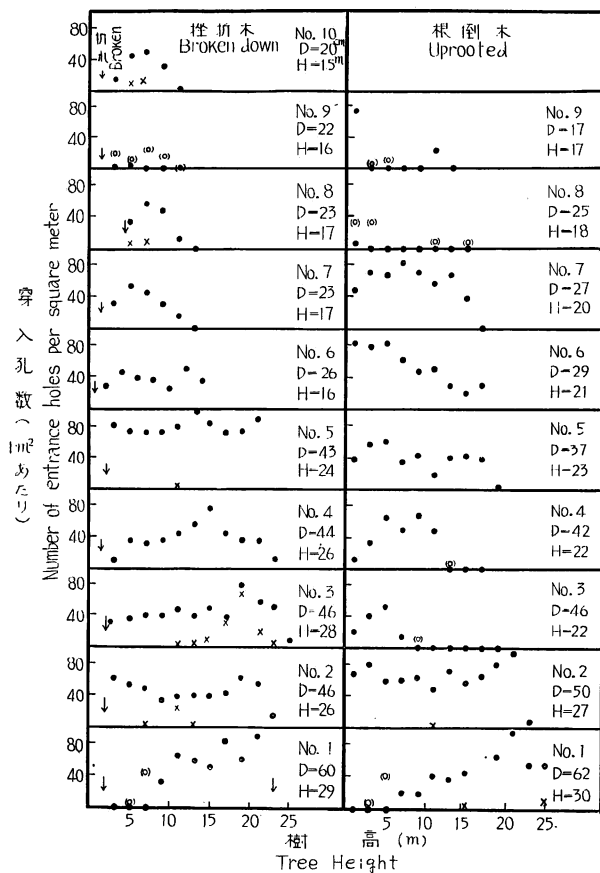
（2） 寄生種はトドマツではトドマツキクイ、エゾマツではヤツバキクイが主で、一部エゾキクイ類、ホシガタキクイ類、ただし後者が単独で寄生していたものはない。

また、Table 1 からわかるように、6月上旬の調査時はまだキクイムシ類が発生しはじめたばかりであつたが、挫折木に対する選択寄生の傾向が認められる。そして8月上旬までに大半が寄生をうけるとともに、この傾向はなくなっている。8月の調査時以降新たに寄生をうけた木はトドマツ根倒木が1本だが、しかし既寄生木の未寄生の部分にも一部寄生をみている。その状態および最初に寄生する部分や寄生密度の樹幹上での変動がわかるので、トドマツキクイ、ヤツバキクイについて調査木ごとの寄生密度の調査結果を Fig. 4 に、またそれらを要約したものを Fig. 5 に示しておいた。

これらの図から、特にヤツバキクイについて、次のような傾向があるといえるだろう。すなわち、樹幹の中間部もしくはそれより梢頭に近い部分から、まず寄生が開始される。また直径が約10 cmより小さい梢頭の部分および根元の部分は寄生がないか、あつてもきわめて少ないものが多い。根倒木で特に未寄生の部分が多くなっている、等である。また、挫折木は折れた先の部分のみの調査しかないが、その元の部分は観察したところではヤツバキクイの寄生がほとんどみられず、このことは前報での伐根についての調査結果と同じようである。なお、ヤツバキクイについて比較的多くエゾマツに寄生していたホシガタキクイ類 (*Pityogenes* spp.) は、いずれも直径20 cm内外より小さい梢頭の部分にのみ寄生していた。

枝条については樹幹上の各調査区もしくはその近辺に着生する枝のなかから1本ずつ選び、寄生種のみを剥皮により調べたが、その結果を Table 3 に示してある。さらにくわしくみれば寄生種はもつとふえたと思うが、主要種の寄生状態はおおよそ知ることができる。枝条への寄生は、前報でも報告したように樹幹より遅れる傾向があり、今回も6月の調査時は全く寄生を認めていない。これは特に枝条のみに寄生するコキクイ類 (*Cryphalus* spp.) 等が少ないためと考えられる。樹幹と同様、挫折と根倒とではやはり前者がまず寄生をうけ、寄生率も高くなっている。エゾマツではホシガタキクイ類が主であり、トドマツではトドマツキクイとなつている。

次に固定試験地におけるこのような寄生の傾向を、他の調査地の調査結果から少しく検討してみたい。Table 4, 5 はそれぞれ上川調査地、黒岳山腹調査地での寄生率、寄生密度を示してある。Table 1, 2 とくらべるとわかるように、これらの地では風倒木に対する寄生がおくれており、挫折木にも未寄生のもの



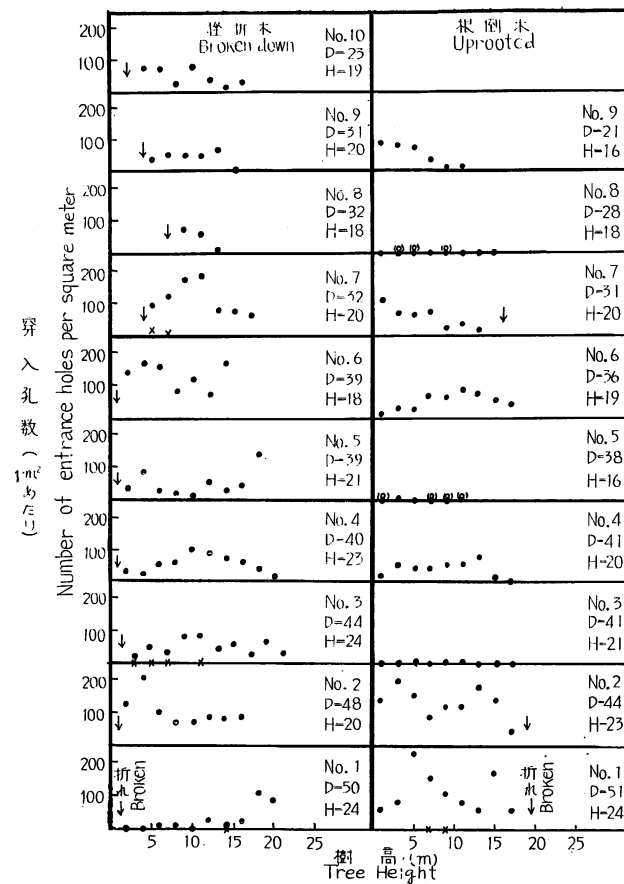
ヤツパキクイ——エゾマツ

Ips typographus L. f. *japonicus*——Ezo spruce

Fig. 4 各試験木ごとの寄生の推移と寄生数(天幕沢固定試験地)

×…3~5/VI, …8, 9/VIII, (○)…27, 28/IX 調査, ただし9月は前回未寄生の調査区のみについて調査

Distribution of entrance holes on the sample trees.



トドマツキクイ——トドマツ

Polygraphus proximus——Todo fir

のがあるし、根倒木ではいずれも約半数が寄生をうけていない。さらに寄生密度に至つては、はなはだ小さくなつてゐる。これは樹幹の一部のみわずかに寄生をうけ、多くの部分が未寄生の状態であつたため、このような小さな数字となつたのである。いいかえれば、夏期の8月ごろになつて、ようやく分散寄生をはじめたばかりで、固定試験地の春と同様の状態を示しており、主たる寄生は翌春にもちこされたものとみられる。

日塔（1959）によると、層雲峡経営区の50、51林班（ルベシナイ川流域）における1956年6月上旬の調査結果として、前年度の寄生率を大略トドマツでは挫折木80%、根倒木50%、エゾマツではともに30%と報告している。また、同じく帯広営林局管内音更経営区123～126林班（十勝三股）の調査結果では、トドマツでは挫折木80%、根倒木50%、エゾマツでは挫折木85%、根

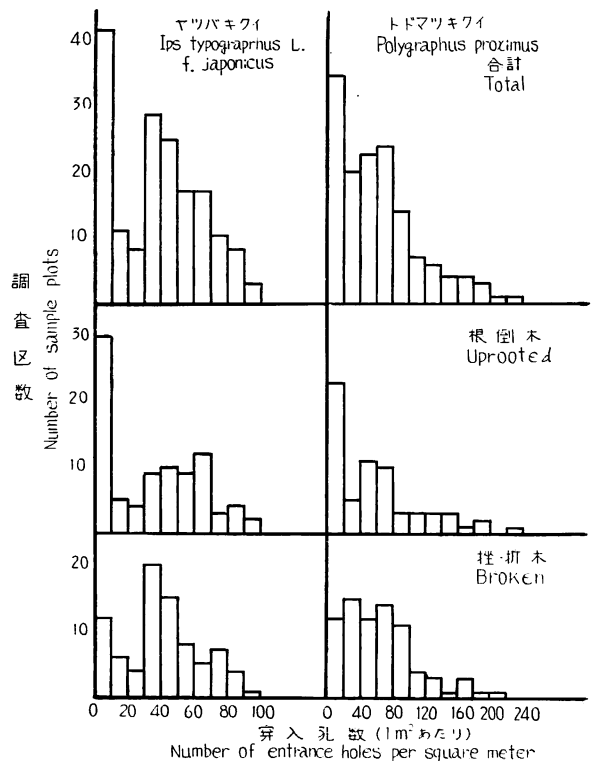


Fig. 5 ヤツバキイ、トドマツキイの寄生密度
（天幕沢固定試験地、8月調査分）

Frequent distribution of the numbers of entrance holes per square meter.

Table 3. 風倒挫折木の枝条に対するキクイムシ類の寄生率

Investigation of the bark beetles attacking the branches of wind-thrown trees.

(1) トドマツ Todo-fir

風害木の形態 Form of wind-thrown trees	調査本数 Number of sample branches	寄生率(%) Percent attacked		未寄生率(%) Percent unattacked
		トドマツキイ <i>Polygraphus proximus</i>	コキイ類 <i>Cryphalus</i> spp.	
挫折木 Broken down	46	50	2	48
根倒木 Uprooted	55	40	4	60

(2) エゾマツ Ezo-spruce

風害木の形態 Form of wind-thrown trees	調査本数 Number of sample branches	寄生率(%) Percent attacked			未寄生率(%) Percent unattacked
		ヤツバキイ <i>Ips typographus</i>	エゾキイ類 <i>Polygraphus</i> spp.	ホシガタキイ類 <i>Pityogenes</i> spp.	
挫折木 Broken down	54	9	20	57	24
根倒木 Uprooted	62	11	10	18	65

注 (1) 固定試験地内試験木について、8、9/VIII 調査

(2) 同一調査区に2種以上寄生していたものもある。

Table 4. 上川調査地における寄生率と寄生密度
Percentage of the wind-thrown trees attacked at Kamikawa.

樹 種 Species of trees	風害木の形態 Form of wind-thrown trees	調 査 本 数 Number of sample trees	寄 生 本 数 Number of trees attacked	寄生率 (%) と平均穿孔密度 (1 m ² 当たり) Percent attacked and average number of entrance holes per m ²
トドマツ Todo-fir	挫 折 木 Broken down	7	6	86% (3.2)
	根 倒 木 Uprooted	34	11	32% (4.1)
エゾマツ Ezo-spruce	挫 折 木 Broken down	15	14	93% (4.3)
	根 倒 木 Uprooted	48	32	67% (8.4)

注 穿孔密度はトドマツ挫折木のみ2本, 他はそれぞれ5本を選び, トドマツはトドマツキクイ, エゾマツはヤツバキクイについてのみ算定。なお, エゾマツには一部エゾマツキクイ類が寄生していた。

Todo-fir—*Polygraphus proximus*

Ezo-spruce—*Ips typographus* L.f. *japonicus*

Table 5. 黒岳山腹調査地における寄生率と寄生密度
Summary of bark sample examinations in the study plot at Kurodake.

樹 種 Species of trees	風害木の形態 Form of wind-thrown trees	調査本数 Number of sample trees	穿孔虫の種類 Species of bark beetles	寄生率 (%) と平均穿孔密度 (1 m ² 当たり) Percent attacked and average number of entrance holes per m ²	
				24, 25/VII	21, 22/IX
トドマツ Todo-fir	挫 折 木 Broken down	10	トドマツキクイ <i>Polygraphus proximus</i>	90% (1.8)	100% (3.2)
			アトマルキクイ類 <i>Dryocoetes</i> spp.	20% (0.6)	20% (1.4)
	根 倒 木 Uprooted	10	トドマツキクイ <i>Polygraphus proximus</i>	30% (0.4)	60% (1.1)
エゾマツ Ezo-spruce	挫 折 木 Broken down	5	ヤツバキクイ <i>Ips typographus</i>	20% (11.1)	80% (5.3)
			エゾキクイ類 <i>Polygraphus</i> spp.	60% (0.6)	80% (7.7)
			アトマルキクイ類 <i>Dryocoetes</i> spp.	0	20% (0.3)
エゾマツ Ezo-spruce	根 倒 木 Uprooted	10	ヤツバキクイ <i>Ips typographus</i>	20% (16.5)	50% (6.8)
			エゾキクイ類 <i>Polygraphus</i> spp.	10% (3.8)	20% (9.5)
			コキクイ類 <i>Cryphalus</i> spp.	0	10% (0.3)

注 トドマツキクイは穿孔孔だけで繁殖していないもの多く, 特に9月の調査時は越冬のためとみられる穿孔をかなりみている。これらを除くと寄生率, 穿孔密度ともにもつと小さな値となろう。

倒木50%となつている。これらは氏が各関係営林局に委託して求められたもので概略的な数値とみられ、調査精度をませば全体としてももう少し高い寄生率がでたのではなからうか。特に、主として脱出孔により寄生時期を判定したことには疑問があるし、また寄生数の少ない場合は樹幹のごく一部にしか寄生を認めないことが多いので、これらは見のがされる公算が大である。この点、寄生密度の調査がないので何ともいえないが、ともかく層雲峡の異常と思われるほどの低い寄生率のエゾマツ挫折木を除けば、両者ともほぼ上記両調査地（上川、黒岳山腹）と類似した傾向を示していたとみられ、音更の場合はあるいはそれよりむしろ高めであつたと推察される。

以上風倒挫折木に対する寄生状態の面からみて、固定試験地におけるように挫折木の一部が未寄生で他は大半寄生をうけた地域、すなわち翌春寄生の対象となる風倒木があまり残されていないところと、他の調査地におけるように挫折木の一部および根倒木の約半数が未寄生で、しかも寄生木も一部にのみ寄生をみて寄生密度がはなはだ小さかつた地域、すなわち翌春まだかなりの風倒木が寄生の対象となりうるところと、大きくわければこの2つの型があつたとみられるだろう。ある地域がこのいずれに属するかは、風害前の森林の状態、9月の風害前に5月の風害をもうけていたかどうか、風害の大きさや状態、あるいは気象条件その他多くの因子の影響によつてきまってくるのであろうが、たとえば山口（1957）が別の報告で考察しているように、固定試験地では風害前数年間にわたり原資外伐採が実施されていて、森林の安定性が局部的に破壊され、キクイムシ類の生息密度上昇のいとぐちがすでにつくられており、また5月にわずかに風害をうけ、これが増殖源となり、さらに周囲が残存木でかこまれた小群状の風倒地であつたためキクイムシ類の他への分散がさまたげられた等、これら他の調査地と異なる条件が高い寄生率と寄生密度をもたらしたものと考えられる。特に今回は5月の風害の影響を直接うけているか否かが、その地の風倒

Table 6. 風害木の整理跡地での寄生、繁殖状態
Investigation of the bark beetles attacking waste materials left in the field.

樹 種 Species of trees	遺棄木の形態 Form of trees left	調査本数 Number of sample trees	寄生本数 Number of trees attacked	寄 生 率 (%) Percent attacked	備 考 Remarks
トドマツ Todo-fir	小 径 根 倒 木 Uprooted small trees	6	0	0	
	丸 太 Cull logs	6	5	83	P.p : A(4本); L(1本)
	末 木 Tree tops	7	7	100	{ P.p : F, A(3本); A(3本); A, L(1本)
エゾマツ Ezo-spruce	小 径 根 倒 木 Uprooted small trees	3	1	33	I : F, A
	丸 太 Cull logs	14	9	64	{ I : F, A(7本); A(1本); L(1本)
	末 木 Tree tops	10	7	70	{ I : F, A(4本); Po; P, L (2本); D : A, L(1本)

注 (1) ホロカインカリ調査地、25/IX 調査

(2) P.p = *Polygraphus proximus* (トドマツキクイ)

I = *Ips typographus* f. *japonicus* (ヤツバキクイ)

Po = *Polygraphus* spp. (エゾキクイ類)

D = *Dryocoetes* sp. (アトマルキクイの一種)

A = Adult (成虫), P = Pupa (蛹), L = Larva (幼虫), F = Flight hole (脱出孔)

木への寄生の推移にかなり関係したとみられ、そして、このような寄生状態の相違は、その後の立木被害の発生にも当然影響を与えるであろうことが推察された。

なお、風害木の整理跡地での寄生状態について、ホロカイシカリ調査地で簡単な調査を行なっているの
で、参考のために Table 6 に示しておいた。心材腐朽等による遺棄丸太や末木は主要害虫であるトドマツキタイ、ヤツバキタイによる寄生率が高く、また観察の結果では寄生密度も大であつた。これに対し、主として小径木であるという理由のため根つきのまま遺棄された倒木は、数は少ないがほとんど寄生をうけていない。日塔(1959)も述べているが、前報にて報じた詳細な調査結果などからも判断して、末木あるいは遺棄丸太は整理跡地における主要害虫の重要な繁殖源になるとみられる。この点、今回の風害処理にあつて、初めかなり大径の部分が末木として林地にそのまま遺棄されたことは、その後の被害発生にかなりの影響を与えたものと考えられる。

(2) 繁殖状態(仔虫数と増殖率)

加害の主体をなしているヤツバキタイ、トドマツキタイのみについて、それらの繁殖状態、すなわち仔虫の发育段階別の数をしらべた結果が Table 7, 8 である。調査はその年の发育がほとんど終了したとみられる9月下旬に行なつており、したがつてほぼこのままの状態越冬にはいつたとみてよいであろう。

まず、ヤツバキタイについてみると、大部分が成虫態のものであり、脱出孔もかなりある。脱出したものは2世代目の繁殖を行なつたものと、そのまま越冬にはいつたものと両方あつたものとみれる。後者については、特有の越冬孔で越冬状態にはいつている成虫を観察している。脱出孔数は必ずしも脱出した成虫数と同じではないが(同一脱出孔から2頭以上脱出することもある)、全体的にみれば樹皮下に残存しているものが、いくぶん多かつたとみれる。この傾向は根倒木で顕著である。また一部に幼虫態のものがみられたが、だいたい樹幹の基部すなわち根元に近い部分に限られ、これも根倒木の調査区に多い。先の項でもふれたが、根倒木あるいは樹幹の基部では他より寄生の遅れる傾向のあることを、これらの結果からも知ることができる。トドマツキタイについては調査区も少なく、はつきりしたことは述べえないがほぼ同様の傾向を示しているといえよう。

次に、これまで風倒挫折木が絶好の繁殖場所となつて穿孔虫の生息数は急増するといわれてきているが、この場合どうであつたかを同じくヤツバキタイ、トドマツキタイについてみてみたい。これらの穿入孔数(寄生数)と発生次世代虫数との関係を Table 7, 8 の一部に、また平均の増殖率を算定したものを一括して Table 9 に示してある。次世代虫数は仔虫のうち次の世代にはいるものの数、すなわち、完全に羽化した成虫数であるが、羽化すると思われる一部の蛹、老熟幼虫もこのなかに含めた。ただし、特に幼虫態のものが多かつた区は除いている。また、すでに脱出したものは一応脱出孔数=脱出成虫数として算定している。仔虫数の調査が寄生数(穿入孔数)の調査にくらべ、調査区がいくぶん小さすぎたうらみがあり、また脱出孔数=脱出成虫数とみるのも正確をかくし、その他問題となる点もあるので、これをもつて厳密な増殖率をうんぬんすることはさしひかえたい。しかし、だいたいの傾向はこれから十分つかむことができると思う。なお、Table 7 の注に述べてあるように、寄生数(穿入孔数)をみる場合方形調査区について得られた数を使用しなかつたのは次の理由による。すなわち、方形区内の仔虫はその区内から穿入した親のほか、その周囲の部分に寄生した親の影響をもうけるからである。極端な場合は方形区内の穿入孔数は0であつても、周囲から侵入した母孔あるいは仔孔のためかなりの仔虫数をもみることもある。したがつて、寄生した数と仔虫との関係をみる場合、前者の調査区を後者より大きくとり、その結果を同一

Table 7. ヤツバキタイの繁殖状態

Entrance holes and emergence of progeny of *Ips typographus japonicus* on the sample trees.

風害木の形態 Form of wind- thrown trees	試験木 番 号 Sample trees	調査区 番 号 Sample plots	発育段階別仔虫数 Number of progeny					発生次世代虫数 (0.1m ² 当たり) Number of progeny emerged per 0.1 m ²	穿 入 孔 数 (0.1m ² 当たり) Number of entrance holes per 0.1 m ²
			F	A	P	L	Total		
エゾマツ挫折木 Broken down	No. 1	No. 3* 6 9	0 1 0	5 91 63	7 16 0	57 1 0	69 109 63	— 484 280	— 5.8 6.1
	No. 2	No. 1 5 9	24 37 43	40 17 32	0 0 0	0 0 0	64 54 75	284 240 333	6.1 3.6 6.0
	No. 3	No. 2 5 10	6 30 25	76 60 64	0 0 0	0 0 0	82 90 89	364 400 395	3.7 4.8 5.7
	No. 4	No. 2 5 9	5 31 55	41 52 60	0 0 0	0 0 0	46 83 115	204 269 511	3.7 4.4 3.6
	No. 5	No. 1 5 9	26 58 45	43 28 61	0 0 0	0 0 0	69 86 106	306 382 471	8.0 7.9 7.2
	No. 9	No. 2	8	36	0	0	44	195	5.6
	平 均	Ave.	25	48	1	4	78	341	5.5
エゾマツ根倒木 Uprooted	No. 1	No. 3* 8* 12	0 0 12	28 72 93	34 49 3	103 27 0	165 148 108	— — 480	— — 5.5
	No. 2	No. 1 5 9	3 13 23	46 75 29	11 0 0	3 0 0	63 88 52	280 391 231	6.7 6.2 6.3
	No. 4	No. 1* 4	1 8	30 71	24 6	21 0	76 85	— 377	— 4.9
	No. 6	No. 1 5	10 28	35 37	0 0	0 0	45 65	200 289	8.2 4.9
	No. 7	No. 1 4 6	3 7 0	10 63 48	0 11 5	0 0 0	13 81 53	58 360 235	4.7 8.2 5.6
	No. 8	No. 2*	0	0	4	71	75	—	—
	平 均	Ave.	8	46	10	16	80	290	6.1
総 平 均 Ave.			17	47	6	9	79	321	5.8

注 (1) 天幕沢固定試験地の試験木について。27, 28/IX 調査。調査区の大きさ 15×15cm²。

(2) 穿入孔数は寄生密度の調査 (Fig. 4) で得られた数値を用いている。

(3) * は幼虫態が主なので、発生次世代虫数の算定から除いた。

(4) F=Flight hole (脱出孔), A=Adult (成虫), P=Pupa (蛹), L=Larva (幼虫)

Table 8. トドマツキクイの繁殖状態

Entrance holes and emergence of progeny of *Polygraphus proximus* on the sample trees.

風害木の形態 Form of wind-thrown trees	試験木番号 Sample trees	調査区番号 Sample plots	発育段階別仔虫数 Number of progeny					発生次世代虫数 (0.1 m^2 当たり)	穿入孔数 (0.1 m^2 当たり)
			F	A	P	L	Total	Number of progeny emerged per 0.1 m^2	Number of entrance holes per 0.1 m^2
トドマツ挫折木 Broken down	No. 4	No. 3 6	0	37	9	12	58	258	5.6
			0	29	13	18	60	266	8.9
	No. 10	No. 1 4	88	20	0	0	108	480	7.7
			46	16	0	0	62	275	8.0
	平 均	Ave.	34	25	6	7	72	320	7.6
トドマツ根倒木 Uprooted	No. 1	No. 1 4	0	40	3	10	53	235	6.0
			7	181	0	0	188	835	15.2
	No. 2	No. 1 4	11	62	0	0	73	324	14.0
			95	73	0	0	168	746	9.1
	平 均	Ave.	28	89	1	3	121	535	11.1
総 平 均	Ave.		31	57	3	5	96	428	9.3

Table 9. ヤツバキクイ、トドマツキクイの増殖率

Progeny production ratio of *Ips typographus japonicus* and *Polygraphus proximus*.

種 類 Species	寄 生 木 の 状 態 Form of wind-thrown trees attacked	次 世 代 虫 数 Number of progeny		
		1 穿入孔当たり Per entrance hole	1 ♀親当たり Per gallery	親 1 頭当たり Per parent
ヤツバキクイ <i>Ips typographus</i> f. <i>japonicus</i>	挫 折 木 Broken down	62.0	31.0	20.7
	根 倒 木 Uprooted	47.5	23.8	15.8
	平 均 Ave.	55.3	27.7	18.4
トドマツキクイ <i>Polygraphus proximus</i>	挫 折 木 Broken down	42.1	21.1	14.0
	根 倒 木 Uprooted	48.2	24.1	16.1
	平 均 Ave.	46.0	23.0	15.3

面積あたりに換算して比較するのが妥当と考えられる。特に調査区が小さいときは、この考慮が必要であろう（このような点の検討が不備のため、先に一部報告した山口¹⁵⁾¹⁶⁾の資料では増殖率に違った値がでてい。ここで訂正しておきたい。

まず、ヤツバキクイについてその増殖の傾向をみてみると、Table 9に示されているように、1 穿入孔より平均約50～80頭の次世代虫が発生している。親世代の虫数は一応これまでの報告や観察を参考に、2孔型の母孔を基準に1 穿入孔あたり雌親2頭、雄親1頭いたものとして計算すると、次世代虫数は1雌

親あたり約30, 親虫1頭あたり約20となる。いいかえれば, 1世代の間に生息数は約20倍ぐらいになったともいえるだろう。これを山口・小泉(1959)の寄生密度と繁殖数に関する室内試験の結果とくらべてみると, この場合寄生密度も小さく非常に好適な条件下で増殖したことがうかがわれる。年間を通しての増殖数あるいは翌春の発生源となる虫数となると, 年内にどのくらい2世代目の繁殖を行なつたか, また再寄生を行なっているか否か, あるいは冬期間の死亡率などがわからないかぎり何ともいえず, この点は十分検討されていない。

トドマツキイは調査区数が少ないので一層厳密さをかくが, 次世代虫数は1穿入孔あたり平均して約45, 親虫1頭あたり約15となつて, ヤツバキイより増殖率はいくぶん小さかつたようである。

(3) 発生型

ヤツバキイやトドマツキイが当年どのような発生経過をたどつたかを, 層雲峡地方について各調査地における観察 (Fig. 2を参照, 5~9月間一応毎月実施している) や Table 1~8などの資料から, 次に簡単にみてみたい。なお, トドマツキイの方がヤツバキイより発生, 発育ともに多少早目の傾向はあつたが, ほぼ同様の経過をたどつたとみられるので, 両者を一括して述べる。

Fig. 6に気象条件とともに成虫の発生時期などを一覧的に示しておいたが, 第1回目の発生は5月下旬から6月上旬にかけて開始され, 6月中旬ごろに最盛期をみ, そして下旬には成虫態で越冬してきたものはほぼ発生を終了したものとみられる。第1報で述べてあるように, 気温等の関係で前年度は大半年1回の発生で成虫態での越冬が多かつたようであり, したがつて成虫の発生はこの時期に集中していたものと推察しうる。その後は特に幼虫態で越冬したものと, それから後になつて確認された再寄生 (山口, 1959) によるものなどがだらだら発生を続けていたとみられ, 次世代の新成虫が発生し始めるようになったのは7月の終わりから8月の初めにかけてである。この時期の調査で春寄生をうけた木に脱出

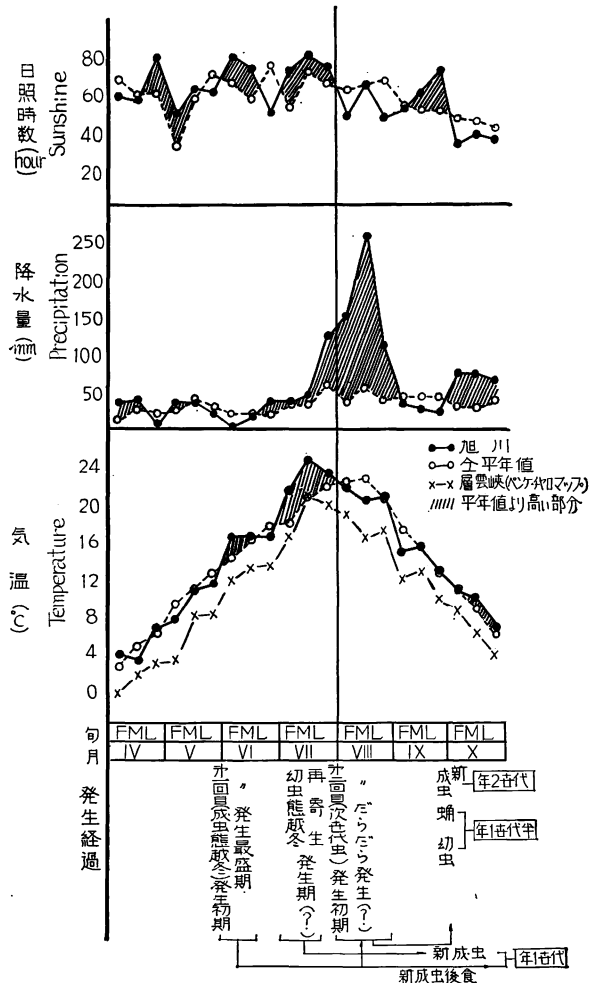


Fig. 6 ヤツバキイの発生経過と気象条件 (旭川は旭川測候所, 層雲峡は当場防災研究の観測資料)
Some climatic factors in the activity season of the beetles. Oblique lines indicate the zone higher than the average value for the last ten years.

孔を一部認めているし、また生立木を伐採した丸太への成虫の寄生、繁殖をみている。しかし、8月はFig. 6に示されているように天候が不順で低温多雨の日が多く、そのため新成虫の脱出がさまたげられたようで、特に最盛期とみられる時期はなかつたように思う。この次世代新成虫のうち脱出、繁殖したものの、すなわち、少なくとも2世代目の繁殖にはいつたとみられるものは、Table 7, 8にみられるように、挫折木の一部ではかなり多く、そのまま樹皮下に残存して後食を続けたものとはほぼ同数の割合を示していたとみられるが、春に寄生の遅れる傾向のみられた根倒木や樹幹の基部では、その割合はきわめて小さくなっている。この地方は根倒木が挫折木の2~3倍はあつたので、したがって全体としてみれば2世代目にはいつたものは一部であり、多くても全体の半分はなかつたとみられる。2世代目の仔虫は、その年内に羽化脱出したものがごくわずかあつたが、大部分は羽化したばかりの成虫、蛹、幼虫態で越冬したようである。なお、この脱出した成虫が新たに寄生繁殖した形跡がなく、おそらくそのまま他で越冬したのであろう。

以上要約してみると、第1回目の発生は5月下旬から6月上旬にかけて開始され、6月中旬ごろ最盛期をみ、次世代虫の発生は8月に一部みられた。そして半数以上が年1世代の経過で成虫態で、一部が1世代半、すなわち2世代目の途中の状態（蛹や老熟幼虫）で、一部が2世代を完了して成虫態で、それぞれ越冬にはいつたとみられよう。この割合は地域的、地方的、また風害の状態などで当然多少の変化はあつたものと思われる。

なお、本地方より暖いとみられる苫小牧地方では、日塔（1959）の調査結果などよりみて、第2世代にはいつたものおよび第2世代を完了したもの等がいくぶん多いようであるが、その発生経過にそれほど大きな差がみられなかつたようである。

（4）残存林分への被害の移行

当年秋のみならず翌春の調査でも、残存林分の立木には全く被害の発生が観察されなかつた。日塔（1959）も各地の踏査結果、立枯木の発生を観察する機会に恵まれなかつたと述べているし、また各関係機関からも特に立枯木の被害報告がよせられなかつたことから、これは全道的な現象であつたとみられる。この点に関しては別に考察を行なつているので（山口、1957）くわしくは述べないが、要約すると結局次のような理由によるためであつたろう。すなわち、前年5月の風害にひきつづき9月の風害で、その地域はもちろんさらに大面積にわたつてふたたび大量の風倒挫折木がでたこと、キクイムシ類の選択寄生の習性により、これらが餌木の役割をはたしていたこと、しかも虫の生息密度に比しその量が相対的に大であつたことなどである。1936年10月の樺太における大風害の時も、その翌年は風倒挫折木のみに寄生をみ、立木被害の発生は全く認められなかつたと玉貫（1940, 1942）も報告しているように、特に秋の風害は翌年は風倒挫折木のみ寄生の対象となり、残存林分は被害をまぬがれるのが一般的経過のように思われる。

総 括 的 検 討

風害が穿孔虫の大発生を促すということは、1924年の北海道、1936年の樺太などの例をみるまでもなく、古くから各国で観察調査され、その対策に苦しんできた現象であり、1950年欧米各地を視察した井上（1956）の報告にも最近における各国の諸例が伝えられている。しかし、たとえば1924年の北海道の例では翌年より立木の被害が発生したのに対し、1936年の樺太の例では翌年は風倒挫折木のみが寄生の対象となつていたごとく、その経過というものは森林の状態、風害の時期や規模、穿孔虫の種類等多くの条件と

関連があつて必ずしも同じでなく、一様に論ずるわけにはいかない点もある。今回の風害は春5月の風害につづいて秋9月にも風害が発生し、しかも、それが面積的にも風倒量においてもわが国で前例をみないほど大規模であつた等、いくつかの特殊の条件があつた。したがつて、これら諸条件と関連してその経過を追究するとともに、風害後の穿孔虫大発生の一般的傾向や機構を解明しておくことは、たんに今回だけの問題にとどまらず、今後の防除対策上必要なことと考えられた。この点調査に多くの制約がとまらない、必ずしもその意図は達成されていないが、いくつかの問題を明らかにしている。これらに関して、防除対策などにもふれながら、以下若干の考察を加えてみたい。

一般にキクイムシ類等は二次性の強い害虫であり、このため健全な森林では主として食餌的条件下で繁殖が制約をうけている。したがつて風害が発生すると、風倒挫折木は絶好の繁殖場所として寄生の対象となる。第1報でも報じてあるように、5月の風害は穿孔虫の活動開始前におこつたため、風倒挫折木はその年の春からただちに寄生の対象となつた。しかし、成虫の発生も終わつたとみられる9月下旬の風倒挫折木は、その年は全く寄生をみずに翌春にもちこされた。したがつて、春秋とあいつづいて発生した風害は風害翌年（1955年）ただちに立木被害の発生するのをまぬからしめたが、生息数の増加をさらに助長する結果ともなつた。特に穿孔虫の寄生をうけた5月の風倒挫折木は、一部の地域を除いて処理がおくれ、そのうえ9月の風害が重なつて発生したためそのまま林内に放置されて冬を越したものが多く、このような地域はこれらが発生源となり、たとえば固定試験地にみられるように、1955年春発生の第1世代虫によつて9月の風倒挫折木もすでにならかなり高い寄生率と寄生密度を示すにいたつている。これに対し、5月の風害の影響の少ないところは第1世代虫の寄生は少なく、第2世代虫の発生し始めた夏期にようやく分散寄生をみるにいたつたが、かなりのものがさらにその次の年まで未寄生のままもちこされたといえるだろう。このような寄生経過の相違は、地域的な生息密度のちがいをもちこたらし、これはまた当然翌年の立木被害の発生にも関係したとみられよう。もちろん風倒挫折木に対する寄生推移の相違は、たんにこれだけの影響でなく、前にもふれたように風害前の状態、風害の規模、気象条件など多くの因子の影響も受けるが、ともかく今回の風害の特徴として以上のようなことがまずいえるように思う。

次に風倒挫折木への寄生の推移の面で、共通的とみられる一つの傾向がみられている。第1報でもふれたが、まず寄生の対象となるのは挫折木であり、根倒木は寄生が遅れるということである。日塔（1959）も同様の傾向を報じているが、これはこれまでキクイムシ類が衰弱木あるいは伐倒した木に好んで寄生するという選択寄生の習性を明らかに示している。風害は各種形態の風倒木をだすほか、残存林分の一部の立木も一時的にせよ生理的な衰弱をきたしているはずであり、それにもかかわらず風倒木のみ選択し、しかも挫折した倒木にまず寄生する傾向があるということは、その習性がきわめて鋭敏であるといえるだろう。したがつて逆にみれば、餌木誘殺法というキクイムシ類の防除法が、本道のような過熟林分の多い天然生林でも可能であることを、今回の風害が広い地域にわたつて実証したともいえる。餌木法はヨーロッパで成功をおさめているのに対し、アメリカでは餌木の周辺林木も寄生をうけることから、はたして餌木だけに虫を誘致しうのかどうかなどが疑問視され、あまり使用されていない（たとえば KEEN, 1952）。そのため森林の型がアメリカに似て原生林、天然生林の多い本道でも、その点に疑義が残されていたが、少なくとも餌木が選択的に虫を誘致しうということだけは確実といえよう。

このような寄生の推移を知ることは、防除対策をたてる上に重要な基礎資料となる。たとえば今回広く実施されたBHC剤の散布は、航空機による粉剤散布は別として、乳剤もしくは油剤散布による予防効果、

すなわち風倒挫折木での増殖を予防することを主眼とし、あわせて飛来した虫を殺すという積極的な誘殺効果をも期待していた。したがってその効果を十分に発揮し、しかも経済的に実施するには、どのような地域、どのような林木をどのような順序で行なっていくかが問題となる。この点薬剤の有効期間がほぼ約 3 カ月間ということも考えあわせて、1955年には5月の風害をうけていた地域がまず優占され、その他の地域は造材した丸太とか挫折木に、もしくはむしろ翌年の風倒挫折木の搬出とにらみあわせて薬剤散布を実施するといった方法がとらるべきであろう。

このほか、搬出計画や翌年度の被害発生を予測するうえにも寄生の推移は大切な問題となるが、これを知るための調査法について少しふれておこう。ここで行なわれたような寄生率と寄生密度に関する時期的な推移の調査や増殖数の算定等が望ましいが、しかしこの方法を広く実施することは実際上困難である。したがって最もかんたんな方法としては、風倒挫折木に対する寄生率のみ秋季 1 回実施することである。この方法によれば、その地域における生息密度の変動や今後の被害のでかたなどを、おおよそ推測しうるからである。たとえば固定試験地におけるように、その年内に挫折木はもちろん根倒木も大半寄生をうけた地域は、全生息数は別として、その生息密度は高くなっているとみられ、翌年周囲の残存林分に立木被害の発生が予測される。これに対し他の調査地におけるように、挫折木の一部、根倒木の約半数が未寄生である地は、まだそれほど生息密度は高まっておらず、また翌年はこれら未寄生木が寄生の対象となると判断できる。さらに挫折と根倒の発生量の割合のいかんにもよるが、それらの寄生率に差がみられる時は一般に生息密度は小さく、密度が高まるとその差がなくなるとみてよいであろう。これは風倒木の整理跡地にも適用でき、末木や置棄丸太の寄生率が高い場合は翌年周辺林分の被害を予想しうる。

被害の発生量を予察するには、しかしこの方法では不適當で、このほか全生息数の推定、その変動など多くの調査を必要とする。これはなかなかむずかしい問題で、たとえば固定試験地についてなされたように、寄生率、寄生密度はもちろん、虫の増殖率や樹皮下で越冬する虫数を標本調査しても、翌年の被害量の発生を推定することは困難であつた。特にここで問題になつたのは、樹皮下より脱出して他で越冬しているとみられる成虫数と越冬虫の死亡率であり、さらに残存立木の生理状態と関連してこれらの林木がどのくらいの虫数の寄生をうけて枯死するのかなども不明であつたことである。穿孔虫の場合、たとえ前者の数値はおさえることができて、後者の問題、すなわち生立木の寄生をうける虫数がたんに生息数だけでなく、木の生理状態によつて大幅に変わる可能性がある以上、その生理状態を識別、くわけできないかぎり、被害量の予察はむずかしいように思う（その後立木被害について寄生密度の多くの調査が各地でなされたが、それらの値は条件によりかなり変動のあることをつかんでいる）。

次に風倒挫折木が穿孔虫の繁殖場所として好条件であり、生息数の急激な増加を促すという点について考察してみたい。風倒挫折木が食餌として好適であるということは、なぜという問題は未解決であるとしても、現象として事実であり、したがって選択的な寄生をみている。しかしこれだけで、この現象を片づけてしまうわけにはいかない。そこで今回の資料をもとにその機構を、特に寄生密度、再寄生、天敵との関係などの面から検討してみよう。

風害のように大量の食餌が急に与えられた場合、その寄生密度はいたつて小さい値を示す (Fig. 5)。たとえばヤツバキイでは穿孔密度は $1 m^2$ あたり 40 内外が多く、最大でも 120 ぐらいである。いま 1 穿孔孔あたり 2 母孔として、山口・小泉 (1959) が行なつた寄生密度と繁殖数との関係についての試験結果とくらべてみると、いわゆる密度効果の影響が顕著にあらわれはじめる母孔数密度 ($1 m^2$ あたりの母

孔数）150前後以下に大半はいり、したがってこの場合個体間の干渉も少なく好条件で繁殖しえたといえる。さらに増殖率（1母孔＝1雌親あたりの次世代虫数）をみると、今回の調査は推定値ではあるが、室内試験の結果とはほぼ同様の値を示している。寄生密度の試験は天敵類の寄生をさまたげた室内試験であることからみて、これは今回の風倒挫折木での繁殖がたんに寄生密度だけでなく、天敵の影響も少なかったことを示しているといえるだろう。観察しか行なっていないが、事実天敵類の数は非常に少なかったようであり、日塔（1959）もこの点について、天敵の活動をほとんど観察しなかったと報告している。

また再寄生という問題は、その後ヤツバキタイについては検討確認されたことだが（山口，1959）、キクイムシ類では成虫がある林木にて繁殖した後、脱出してふたたび他に寄生、繁殖する習性があり、したがって、再寄生を行なった場合は増殖率はさらに高まる。その再寄生する割合は寄生密度に関係がありそうだが（STRUBLE and HALL, 1955；山口，1959）、ヤツバキタイの場合きわめて低密度でも再寄生を行なうことが確認されている（未発表）。今回の場合は寄生密度も小さいのでその数はそんなに多くなかったとしても、近くに適当な餌があるという条件がみだされており（CHAPMAN and KINGHORN, 1958）、再寄生による増殖率の増加もあつたとみてよいだろう。

約2,000万石の風倒木をだした樺太の風害の際、風害後わずかに2年の間に風倒挫折木は寄生しつくされたと報告されている（玉貫，1940，1942）。今回も地域によつては風害の翌年に大半寄生をうけ、遅いところでも2年目には寄生しつくされるだろうとみられるほど、風害後のキクイムシ類等の生息数の増加は急激である。これをこれまで調査されてきたキクイムシ類の繁殖力、たとえば原田（1929）の報告にあるヤツバキタイの産卵数約30などからみると、一面異常と思われるほどの急増ぶりであるといえよう。しかし、ここで検討されたように、風倒挫折木にはきわめて低密度で寄生しており、このため産卵数なども被害立木などで普通みられたものよりはるかに大であり、また生育期間の個体間の干渉も少なく、天敵の勢力も小さいなど増殖率はきわめて高くなる。その上再寄生により同一雌親による寄生場所を変えての繁殖などが加わり、生息数を異常と思われるほど増大せしめうるものと考えられる。

この生息数の増加のもうひとつ重要な要因ともなるキクイムシ類の世代経過について最後にふれておきたい。キクイムシ類が年1世代か2世代かによつて、生息数の増加は大きく変わってくる。いまヤツバキタイについてみると、普通樺太では年1世代（田畑，1936）、北海道では年2世代（原田，1929）といわれてきた。そして今回の層雲峡の調査結果では半数以上が年1世代であり、一部が1世代半、一部が2世代完了となつている。このような世代経過はもちろん気象因子、特に気温の影響をうけるのであるが、層雲峡におけるこの年の旬別平均気温（Fig. 6）を原田の調査の場合とくらべてみると、いずれの値もかなり低い。層雲峡の調査地は海拔高約850mで、したがって気温的にみればむしろ樺太に近いように思われ、年1世代が普通とも考えられる。事実その後ひきつづいて同地で立木被害の調査が行なわれてきたが、第2世代目の虫による被害をほとんどみかけなかったなど、年1世代の傾向が強くみられた。しかるに、風倒挫折木で繁殖したこの年は8月の低温、多雨にもかかわらず、2世代目にはいつたもののがかなりみられたのは、たんに気温だけでなく、日射による輻射熱の影響があつたためと思われる。

樹皮下の温度が日射の影響をうけることは、たとえば、これを逆に利用した防除法（the solar-heat method）などがあるように（PATTERSON, 1930；その他）、かなり顕著なものであるが、同地でもその後エゾマツについて検討を行ない、日射をよくうけた場合は、たんに樹皮下の温度が気温より高まるだけでなく、気温が下がったあととかなり高温が持続されるという結果をえている（未発表）。したがって、風

害によるうつ閉の疎開は、日射を直接多くうけることになり、このため森林内の立木に寄生した場合より樹皮下の温度は高く、寄生した虫の發育も促進されるといえるだろう。風害後の急激な生息数の増加の理由に、このような世代経過の促進をもつけ加える必要があると思う。なお防除対策をたてるうえに、この世代経過も大切な問題であり、たとえば先に述べたBHC剤の散布などは新たな飛来寄生を予想した防除法であつて、この点成虫の発生時期を的確につかんでおく必要がある。年1世代の地に夏以降散布しても効果はないといえる。

摘 要

北海道では1954年5月と9月と再度にわたり大風害にみまわれたが、第1報にひきつづき、風害翌年(1955年)の穿孔虫の寄生の推移や生息数の増大などにつき調査検討を行なつた。調査は層雲峡に設けられた固定試験地を中心に、主として同地方で実施された。加害種はエゾマツではヤツバキクイ、トドマツではトドマツキクイが単独で寄生加害しているとみられるほど優占的であつたので、主にこの両種が調査の対象となつている。

(1) 風倒挫折木に対する寄生状態は地域的に差がみられるが、だいたい次の2傾向にわけられた。すなわち、根倒木の一部を除き大半寄生をうけたところと、挫折木の一部、根倒木の約半数が未寄生で、しかも寄生木も一部にのみ寄生をうけ寄生密度の小さいまま翌春にもちこされたところとである。これらは5月の風害をうけていたかどうか、その他種々の因子の影響によろうが、ともかく前者は地域的に生息密度の高まつたところで、翌春残存林分での被害の発生が予想され、後者は少なくとも翌春の寄生は風倒挫折木が主体となるであろうと考えられた。

(2) 前報と同様、風倒挫折木に対するキクイムシ類の選択寄生の習性が認められ、まず寄生をうけたのは挫折木で、根倒木はそれより遅れる傾向がみられた。しかし生息密度が高まると、それら寄生率の差はほとんどなくなるようである。

(3) 風倒挫折木での繁殖はきわめて好条件で行なわれている。すなわち、好適な食餌が大量に与えられたため、個体間の干渉の少ない低密度の状態で寄生しており、また天敵の勢力もまだ小さいなど増殖率はきわめて大となつている。さらに再寄生による同一親の産卵数の増大、また、うつ閉の開放にともなう日射による輻射熱の影響等で世代経過も促進されたとみられるなど、これら諸条件の好転のため急激に生息数を増大したものと考えられる。

(4) 残存林分の立木には、当年まだ被害の発生を認めなかつた。これは生息数に比し風倒量が大きであり、しかも上記選択寄生の習性により、いまだ風倒挫折木のみが寄生の対象となつたためと考えられる。

以上と関連し、防除対策についても若干検討を行なつた。

文 献

- 1) CHAPMAN, J. A. and J. M. KINGHORN: Studies of flight and attack activity of the ambrosia beetle, *Trypodendron lineatum* (OLIV.), and other Scolytids, Can. Ent., 90, 6, (1958) p. 362~372.
- 2) 原田真幸: えぞまつ寄生小蠹虫類の生態的研究, 北海道庁, (1929) pp. 68.
- 3) 北海道風害森林総合調査団編: 北海道風害森林総合調査報告, 日本林業技術協会, (1959) pp. 535
- 4) 井上元則: 風倒木虫害防除に関する欧米の技術, 林野庁, (1956) pp. 97.
- 5) 井上元則・山口博昭: 北海道の風倒地における穿孔虫の発生分散機構(第1報) 1954年5月の風倒

- と穿孔虫のうごき，林試北海道支場業務報告，特別報告，4，（1955. a）p. 72~94.
- 6) 井上元則・山口博昭：石狩川源流原生林総合調査報告（虫害），旭川営林局及び日本林業技術協会，（1955, b）p. 207~237.
 - 7) KEEN, F. P. : Insect enemies of western forests, U. S. Dept. Agr. Misc. Publ. 273, (1952) pp. 241.
 - 8) 日塔正俊：北海道風害森林総合調査報告（Ⅲ，虫害），日本林業技術協会，（1959）p. 176~230.
 - 9) RATTERSON, J. E : Control of the mountain pine beetle in lodgepole pine by the use of solar heat, U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 195, (1930) pp. 20.
 - 10) 林野庁監修：北海道の森林風害記録，北方林業会，（1959）pp. 548.
 - 11) STRUBLE, G. R. and R. C. HALL : The California five-spined engraver, its biology and control, U.S. Dept. Agr. Cir. 964, (1955) pp. 20.
 - 12) 田畑司門治：樺太原生林におけるヤツバキクイに因る被害調査並びに之が対策，樺太中央試験所報告，14，第2類9，（1936）p. 1~152.
 - 13) 玉貫光一：風禍後発生したエゾマツ，トドマツのキクイムシ類の被害，応昆，2，6，（1940）p. 261~263.
 - 14) 玉貫光一：南樺太の風害跡地におけるキクイムシ類，特にヤツバキクイムシの発消長に就て，昭和17年度日林講，（1942）p. 327~332.
 - 15) 山口博昭：北海道の風倒地の穿孔虫による立木被害発生に関する一考察，第67回日林講，（1957）p. 244~247.
 - 16) 山口博昭：風害後のキクイムシ類による被害の推移，北方林業，11，3，（1959, a）p. 27~31.
 - 17) 山口博昭：ヤツバキクイ（*Ips typographus* L. f. *japonicus* NIIJIMA）の繁殖，行動，分散に関する研究（Ⅱ）再寄生について，林試北海道支場年報（1958），（1959, b）p. 149~153.
 - 18) 山口博昭・小泉 力：ヤツバキクイ（*Ips typographus* L. f. *japonicus* NIIJIMA）の繁殖，行動，分散に関する研究（Ⅰ）寄生密度と繁殖との関係，林試北海道支場年報（1956），（1959）p. 39~47

Survey and Population Studies of Beetles in the Wind-swept Areas in Hokkaido. (Ⅱ)

Beetle infestations on wind-thrown trees the second year, in 1955.

Hiroaki YAMAGUCHI

(Résumé)

In 1954, Hokkaido was visited by a severe windstorm on May 10 and by a typhoon on September 26. They caused widespread damage to our forests, resulting in partial to complete blowdown, particularly of Ezo spruce and Todo fir, comprising some ten billion board feet. Wind-thrown trees were infested with bark beetles and borers during the summer season of 1954, but a vast amount of those thrown by the typhoon of September were left unattacked until the following spring. This paper is the second in a series* and deals with the investigations of beetles attacking wind-thrown trees the second year, that is in 1955.

The intensive studies, especially population studies were mainly carried out in study plots in the Souunkyo national forest (Fig. 1), the same areas as researched the preceding year, but also

* The first paper was published with the title "Analysis of the increase in the beetle population in the storm-swept areas in the national forest of Hokkaido" by M. INOUE and H. YAMAGUCHI. (Report of the Hokkaido Branch, Government Forest Experiment Station, Special Report 4, 79~94, 1955)

a general survey was made from May to September and as many different types of blowdown as possible were inspected, including those where salvage had been completed.

(1) Among beetles attacking wind-thrown trees were found a great many species, of which *Ips typographus* L. f. *japonicus* NIJIMA attacking Ezo spruce and *Polygraphus proximus* BLANDFORD attacking Todo fir were dominant on each tree species respectively. Other beetles were small in number or found only on the base or top of trunk or branches (Tables 1, 3 and 5).

(2) Beetle infestations were different among the various conditions of blowdown areas surveyed. In general, however, two different types were observed: (1) the one in which, as observed in the study plot at Tenmakuzawa as one of the cases (Tables 1 and 2), almost all the wind-thrown trees had been heavily infested by the fall; (2) the other in which some of the broken down trees and about a half of the uprooted fallen trees had not yet been attacked by any kind of beetles (Tables 4 and 5).

Most of the former type were observed in the areas containing wind-thrown trees in a small patch or spot, or in the areas hit by a windstorm of May preceding the typhoon in September. Beetle attacks on standing green trees in spring of the following year in these areas was predicted.

On the other hand the latter type was mostly observed in the large scale blowdown areas, extending over a few hundred acres of complete blowdown in some places, where much of the blowdown material was left and remained suitable for further attack by the beetles the following year, that is two years after the wind damage. As can be seen in Tables 4 and 5, percentage of the wind-thrown trees attacked were relatively high, but attack densities of the beetles were very low because they attacked only a quite small part of the stem on most of those trees. The other part of it was still suitable for breeding such noxious species as *Ips typographus* L. f. *japonicus* and *Polygraphus proximus*, nearly similar to the primary species.

(3) It was evident from the survey that, as also reported somewhat in detail in the first paper, uprooted trees were less susceptible to beetle attack than trees broken off at the stump in every tree species. This tendency was recognized more distinctly at the beginning of the flight periods in spring when the emergence of beetles was not particularly abundant, or in the areas where much of blowdown trees were left unattacked since the population densities of beetles were still low (Tables 1, 4 and 5).

(4) A large quantity of waste materials such as small logs, cull logs, tree tops or branches were left in the forests where disposal of blowdown trees had been completed. These materials became generally infested with some noxious species of bark beetles that year (Table 6). It was considered, therefore, that some other control methods, for example hand spraying of benzen hexachloride (γ 0.5~1.0%) used over large areas as one of the most effective operations to control beetle populations attacking blowdown trees would be also needed in those salvaged areas.

(5) Table 9 shows the progeny production ratio of *Ips typographus* L. f. *japonicus* on Ezo spruce and *Polygraphus proximus* on Todo fir. Both species are, as mentioned above, dominant on each tree species respectively. They have usually 2 egg galleries per entrance hole, that is 2 females and 1 male per entrance hole.

For attack density examination the sample, a 0.5m width of bark in a ring around the stem, was taken at 2.0m intervals from base to top on each study tree (Fig. 3), but some of those samples were used to count the number of progeny produced (Tables 7 and 8).

As is apparent from Table 9, progeny production ratio of both species were very large. For example, average number of progeny per gallery was 27.7 for *Ips typographus* L. f. *japonicus*.

This number is nearly the same as that obtained from the experiment in the rearing room excluding all the parasites and predators (The experiment revealed that the number of progeny per gallery at attack densities below about 150 galleries per square meter tended to remain the same, nearly 30 (YAMAGUCHI and KOIZUMI, 1959)*). It seems, therefore, that the beetles attacking blowdown trees could produce their progeny under the favorable condition where the natural control factors such as intraspecific competition or parasitism and predation did not play any important role in brood production. As shown in Fig. 5, the attack densities obtained in the field studies were relatively low, that is approximately 200 galleries (100 entrance holes) per square meter at the maximum for the Ips beetle. Also only a few parasites and predators were found under or in the bark of samples.

The increase ratio calculated as the number of progeny divided by the number of parents was 18.4 for *Ips typographus* L.f. *japonicus* and 15.3 for *Polygraphus proximus* respectively. The real population increases, however, were hard to estimate because it was difficult to examine the amount of re-attack on the one hand (YAMAGUCHI, 1959)** and the mortality of overwintering adults in the places other than under the bark in which beetles developed on the other hand.

(6) The beetle attacks on standing green trees was not found all over the areas, probably due to there being a sufficiency of their preferred host material, the blowdown trees.

* H. YAMAGUCHI and C. KOIZUMI (1959) : Ecological researches on the Ezo eight-spined engraver, *Ips typographus* L.f. *japonicus* NIIJIMA, with special reference to its reproduction, behavior and dispersal. I.....The relationship between the density of egg galleries and the progeny production..... Annual Report of the Government Forest Experiment Station, Hokkaido Station. 1956. 39~47.

** H. YAMAGUCHI (1959) :II.....Re-attack of the adult....., *ibid.*, 1958, 147~153.