



平成 3 年 度

国有林野事業特別会計 技術開発試験成績報告書

(完了分)

平成 4 年 10 月



02000-00043105-4

森 林 総 合 研 究 所

平成3年度国有林野事業特別会計 技術開発試験成績報告書

目 次

1. トドマツ枝枯病の発生環境と被害回避法	1
2. 国有林野事業における安全管理体制の活性化等に関する研究	57
3. 森林生態系保護地域等における管理のあり方に関する調査研究	107

トドマツ枝枯病の
発生環境と被害回避法

トドマツ枝枯病の発生環境と被害回避法

I 試験担当者

北海道支所樹病研究室	佐々木克彦
同上	故 松崎 清一
同上	山口 岳広
同上	坂本 泰明
北海道支所保護部長	田中 潔

II 要旨

トドマツ枝枯病（病原菌：Gremmeniella abietina (Lagerb.) Morlet）の生理・生態的特性，侵入のメカニズム，発病環境を明らかにし，薬剤及び林業的防除試験による被害回避策を検討した。林内における本病の急激な蔓延は柄胞子によって行われるが，苗畑試験では罹病苗からの柄胞子の飛散距離は2～3 m程度である。この距離は苗木に当たった降雨の飛沫距離に相当し，実際の造林地では地形や風の影響をより強く受けられる。柄胞子の排出経過は降雨間隔（回数）に左右され，降雨回数が多いほど病気の蔓延が促進される。柄子殻内の柄胞子は風乾状態，つまり無降雨の状況下で3か月近く生存し発芽力を保持するが，一度排出された柄胞子は3～4日で発芽力を失う。

宿主に到達した枝枯病菌は，特に芽鱗間隙内で塊状となって越冬する。12月下旬頃，表皮細胞に侵入し，やがて周皮を貫通して皮層部に侵入するのは3月に至ってからである。この時期になると，枝枯病の病徴である針葉の脱落が始まり，融雪期を経て消雪を迎えるとピークになる。そして，皮層部をはじめ随所に菌糸の蔓延が認められるようになる。

感染苗の各種越冬試験の結果，発病に最も重要な役割を果しているのは積雪内の安定した温度環境であり，雪圧は発病に必須な要因ではないことが判明した。しかし，傷を与えることで被害が助長される点から，雪圧による傷は発病の誘因として働いている。

造林地と苗畑での薬剤防除試験の結果，いずれもダコニール水和剤の夏期散布に著効が認められ，続いてYF-4709にダコニールと同程度の薬効が確認された。一方，ダコニール水和剤の秋期散布には薬効が認められず，ダコニールくん煙剤は，造林地の使用に難があり効果も認められなかったため，今後も期待できないと考えられた。

下刈り時期を8月にずらした被害回避試験の結果，通常の6月下刈りに比べて被害の進行が抑えられた。この原因は，林床植生とりわけササによって柄胞子の飛散が抑止されたことによるものと推察された。また，下刈りを遅らせたことによる樹高成長への悪影響は認められなかった。

III 試験目的

トドマツ造林は昭和33年を境に急激な伸びを示したが、その後、成績不良造林地が続出するようになった。被害造林地が標高の高い多雪寒冷地に集中していたため、当初、この原因が気象害とりわけ寒さの害によるものと思われていた。しかし、原因が糸状菌の一種による病害であることが判明し、最初、病名はミクロペラ枝枯病と命名されたが、病原菌の学名変更に伴いトドマツ枝枯病に変更された。以後も被害の終息する気配がまったく認められず、造林面積の増加とともにますます拡大・激甚化するに至った。このような状況下において、従来の知見に加え枝枯病の一層の特性解明及び回避技術の開発が緊急に求められることになった。

IV 試験の方法と結果

1. 枝枯病の発生及び分布状況

1970年に公式に記録された枝枯病は、当初、高標高の多雪寒冷地帯に特有な病害として位置づけられた。しかしその後、被害分布域は高地から低地へと徐々に蔓延・拡大を続け、まさに流行病的様相を呈するに至った。このことは、枝枯病はもともと奥地のトドマツ天然木に存在していたことを示唆している。つまり、今日の広域的発生は、造林地の高標高・奥地化と皆伐一斉造林によってもたらされたもので、造林地の拡大・連続化が最大の原因であると考えられる。

1991年現在、枝枯病の発生区域は81市町村に及び（図1）、被害区域面積は約22,000ha、実面積では約14,000ha（平成2年度北海道森林病虫害等被害並びに防除状況報告書）となっている。今日なお、被害造林地は広がってはいるものの、近年は横ばい状態が続いている。一方、枝枯病の標的となりうるⅠ～Ⅲ齢級の造林地は、北海道全体で約29万haある。これらの中には、被害を受けても実害の心配が薄い寡雪地も含まれるが、枝枯病の発生が危惧される危険造林地がまだ残っていることを示している。

2. 少雪・小面積造林地での蔓延

枝枯病は高標高・多雪地帯から必ずしも多雪とはいえない平地にまで広がってきている。森林総合研究所北海道支所構内（標高160m）では、1981年頃から本病の発生が認められるようになり、構内に点在する数か所の小面積造林地で被害が発生している。そこで、2か所の造林地を選び本病の被害推移と被害状況について調査を行った。

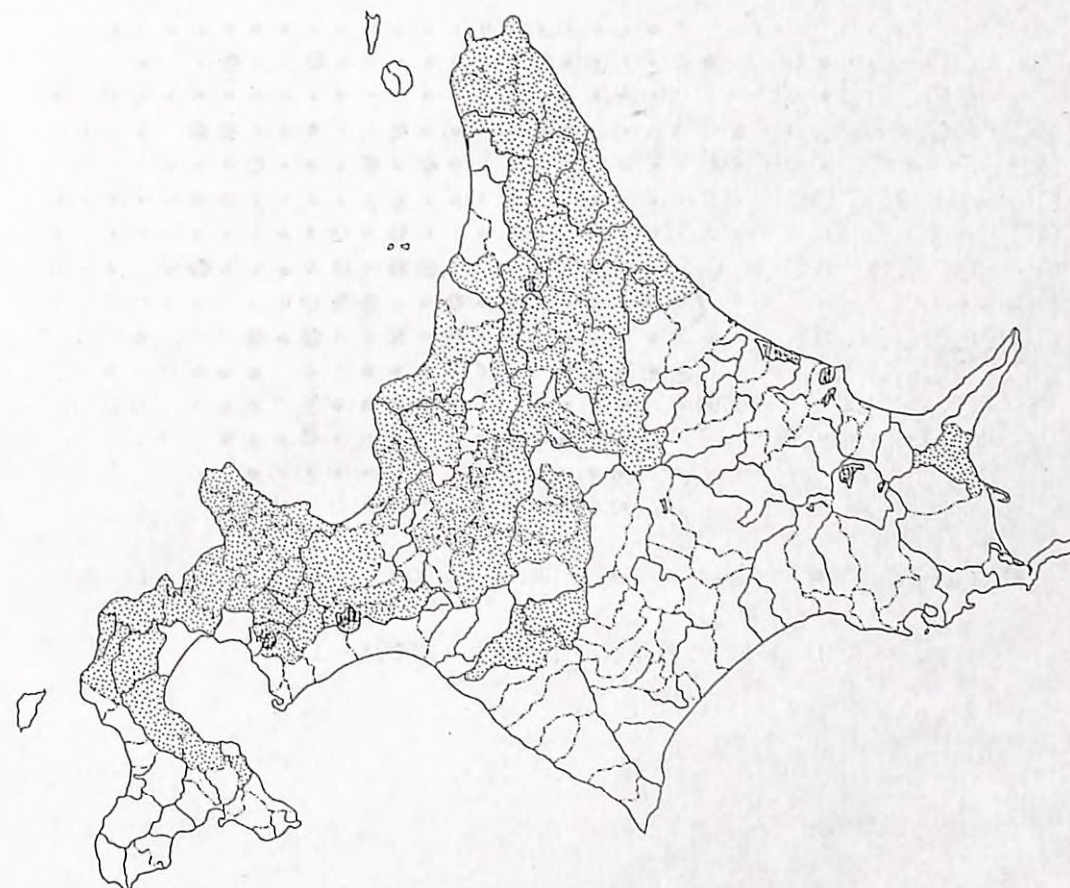


図1 トドマツ枝枯病の市町村別発生分布図（1991年）

1) 試験方法

調査地-1は1973年植栽・面積0.24ha・植栽本数750本、調査地-2は1973年植栽・面積0.12haで植栽本数323本のいずれも小面積造林地である。枝枯病が初めて確認された年は調査地-1が1983年、調査地-2は1984年である。

調査対象木は、調査地-1については植栽本数750本のうちの500本、調査地-2については全植栽本数の323本とした。初発年度に調査対象木に番号を付し、毎年融雪後、罹病の有無を調査した。また、積雪深と被害の関係を検討するため、両調査地の調査対象木のうち、それぞれ100本について樹高、被害高（被害枝の最大地上高）を測定・記録した。なお、積雪深については、両調査地からそれぞれ700m、400mほど離れている支所気象観測露場のデータを使用した。

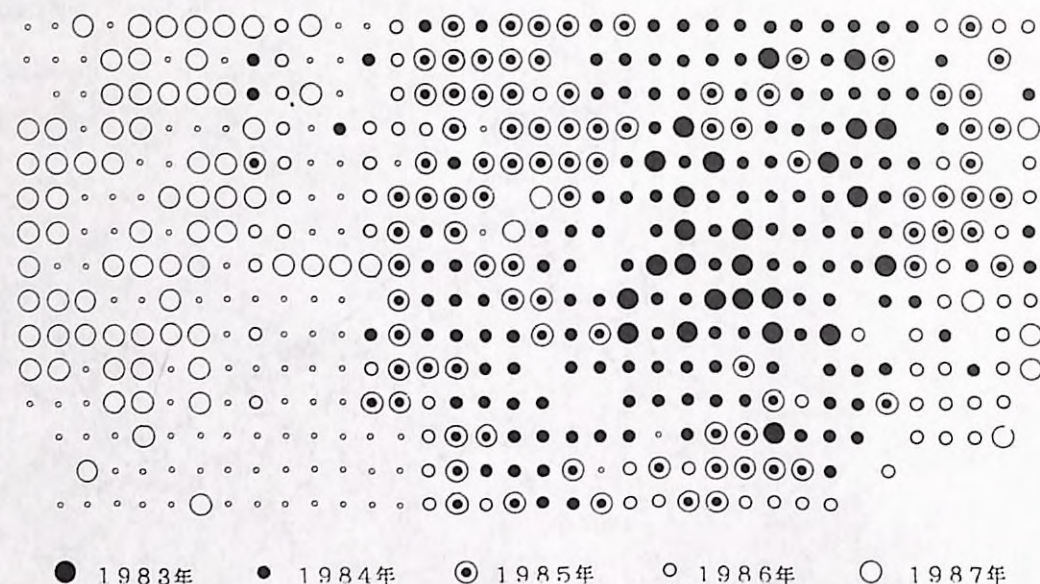


図2 トドマツ枝枯病の拡大経過（調査地-1）

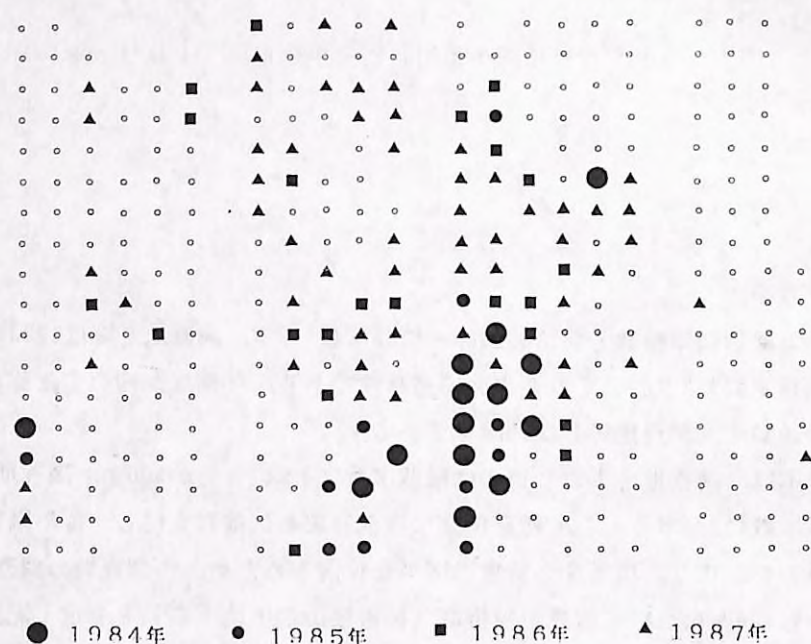


図3 トドマツ枝枯病の拡大経過（調査地-2）

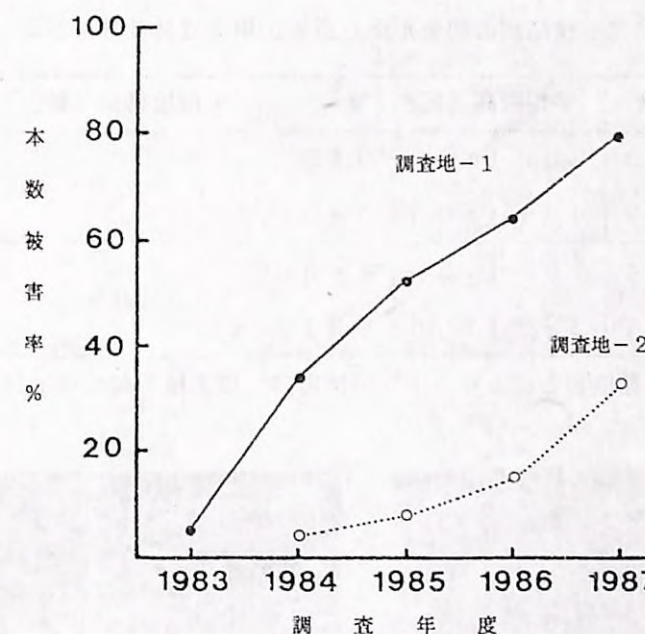


図4 両調査地の被害推移

2) 試験結果

両調査地の被害推移の状況を図2、3に示した。被害の広がりかたは、両試験地とも、被害木を中心として連鎖反应的に拡大していく傾向がみられた。調査期間中、多数の被害枝を観察した結果、子のう殻の形成はきわめて希で、ほとんどが柄子殻であった。従って、感染は主として柄胞子によるものとみてよく、柄胞子による感染は至近距離に限られることが示された。

図4に本数被害率の推移を示した。調査地-1の初発年度における被害率は5%であった。被害率は年を追って増加し、5年後の1987年には79%に達した。一方、調査地-2の初発年度の被害率は、調査地-1のそれと同程度の4%であった。しかし、発生から4年後の被害率は33%で、調査地-1と比較して被害の進行は緩慢であった。

調査地-1は、北東方向への凹地になっており、調査地-2に比べ毎年消雪が遅れ積雪深もやや深い。このような地形と積雪の影響が両調査地間に被害率の差をもたらしたのではないかと考えられる。そこで、積雪深と被害高から積雪と被害の関係を検討してみた。

観測露場における5年間（1982～1986年間）の平均積雪高は97cmで、調査地-1の平均被害高111cm（範囲：80～160cm）、調査地-2の平均被害高92cm（範囲：65～135cm）とほぼ一致した（表1）。この結果は、造林木の埋雪する部分だけが罹病することを示している（写真1、2）。また、調査地-1の平均被害高は調査地-2のそれよりやや高く、なかには被害高が160cmの造林木もみられ、前述した調査地の積雪状況を反映しているものと思われた。

表1 トドマツ枝枯病の初発年度と最近の樹高成長及び被害高

調査地	年 度	平均樹高 (範囲) c m	平均被害高 (範囲) c m
1	1983	209 (119~343)	111 (80~160)
	1987	431 (165~689)	
2	1984	193 (50~446)	92 (65~135)
	1987	393 (156~691)	

調査木本数: 両調査地ともに100本, 被害高: 被害枝の最大地上高



写真1 消雪期の被害状況（調査地-1） 写真2 消雪期の被害状況（調査地-2）
両調査地とも、矢印（地上高1 m）から下の部分、すなわち雪に埋まる部分だけが侵されるが、実害は認められない。

表1に示したように、両調査地とも初発年度での平均樹高は2 m前後で大差はなく、ほとんどの造林木は最大積雪深を脱出していた。従って、被害は1 m前後の下枝にとどまり、実害には至っておらず、その後の樹高成長にはまったく影響がみられなかった。

3. 苗畑での蔓延試験

枝枯病未発生造林地での被害は、近隣の被害造林地から風に運ばれてきた子のう胞子が最初の感染源となり、翌春に最初の感染木が発生する。以後、造林地内での蔓延は、子のう胞子に比べると圧倒的な数をほこる柄胞子によって行われる。しかし、造林地では初発の感染木が同時に数か所で出現し、病気の初発年度を正確に特定することができないので、感染木を中心にどのように蔓延していくかを調べるのが難しい。そのため、苗畑の中心に感染木を配置し、被害の蔓延状況を調査した。

1) 試験方法

1985年5月中旬、森林総合研究所北海道支所構内の苗畑に、5年生トドマツ床替え苗を50cm間隔で2,160 (40×54) 本を植栽した。6月上旬、枝枯病罹病造林地から掘り取ってきた樹高1.5 m前後の中〜激害木5本を、伝染源として苗畑の中央に植え付けた。翌春と翌々春の2回、各苗木の罹病程度（健全〜激害）及び病気の蔓延状況を調査した。

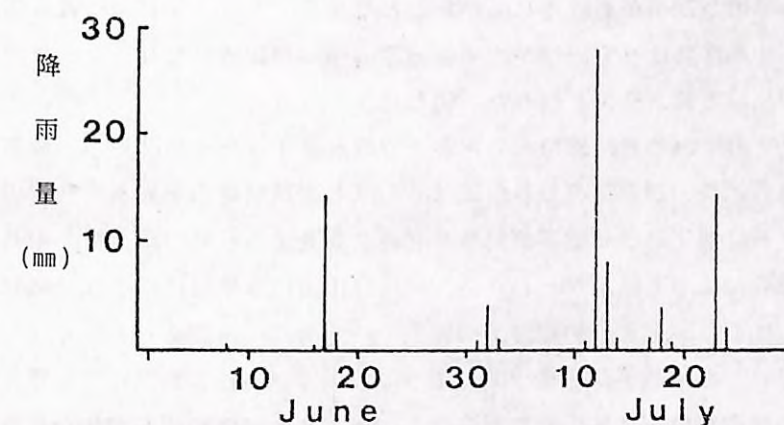


図5 降雨量の推移（1986年6月1日〜7月31日）

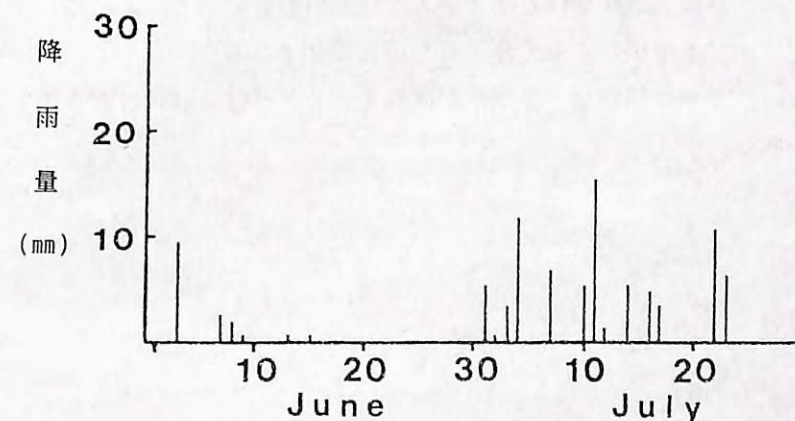


図6 降雨量の推移（1987年6月1日〜7月31日）

2) 試験結果

胞子の排出・飛散には降雨と風が強く関与する。そこで、北海道支所気象観測露場の記録データをもとに、1986年と1987年の6～7月の降雨（図5、6）並びに風向との関係を検討してみた。その結果、両年とも胞子の飛散時期である6～7月の最多風向は南東で、とりわけ降雨量が10mm以上の降雨時の風向は、すべて東～南南東であった。

1年目の結果を図7に示した。枝枯病は伝染源を起点とし、北西方向へ彗星の尾のように広がった。つまり、胞子飛散時期の最多風向である南東の風下に、しかも伝染源の周囲に位置する苗木ほど激害症状となった。林内感染の主役をつとめる柄胞子の飛散距離はせいぜい2～3m程度であるとの試験結果が得られている（後述）。しかしながら、実際には感染源から10m以上も離れている苗木も発病した。これには二つの理由が考えられた。一つは感染源が樹高150cmの被害造林木で、後述する柄胞子の飛散試験に用いた1年生罹病枝の約30cmに対し5倍も背が高かったことである。柄胞子の飛散位置が高いほど、胞子を含んだ雨滴は風の影響でより遠くへ運ばれる。二つ目は、少数ながら柄胞子よりはるかに遠距離伝染する子のう胞子が形成されていたことである。次に2年目の被害苗の発生分布をみてみると、初年度に比べ方向性がくずれ一定の傾向が認められなくなったが、やはり風向きの影響が反映された結果となった（図8）。

ところで、図7をみてみると、感染源の左側を方位とはまったく無関係に、被害苗が縦方向に分布している。この被害苗の分布位置は、しばしば試験地内を見回った時の通路にあっていた。さらに翌年には、胞子の飛散がピークを迎える6月の雨後に、雨具を身につけた3人の作業員によって除草が行われた。特に降雨後は多量に排出された柄胞子が苗木の表面に付着しており、2年目の被害苗の発生に一定の傾向が認められなくなったのは、作業員の雨具に付着した柄胞子が除草作業によって、伝播が助長されたためと考えられた。さらに、2年目の被害が急速に拡大した理由は、1年目に比べ降雨回数が多かった（図5、6）ことと、被害苗からの感染が加わったためと考えられた。

調査などで人が入った被害造林地ほど被害が大きいといわれている。この点について検証はされてはいないが、本事例からも充分に有り得ることであろう。従って、胞子の飛散期間中の降雨直後、あるいは朝露などで下草が濡れているときは、林内作業を慎むことが必要であると思われる。

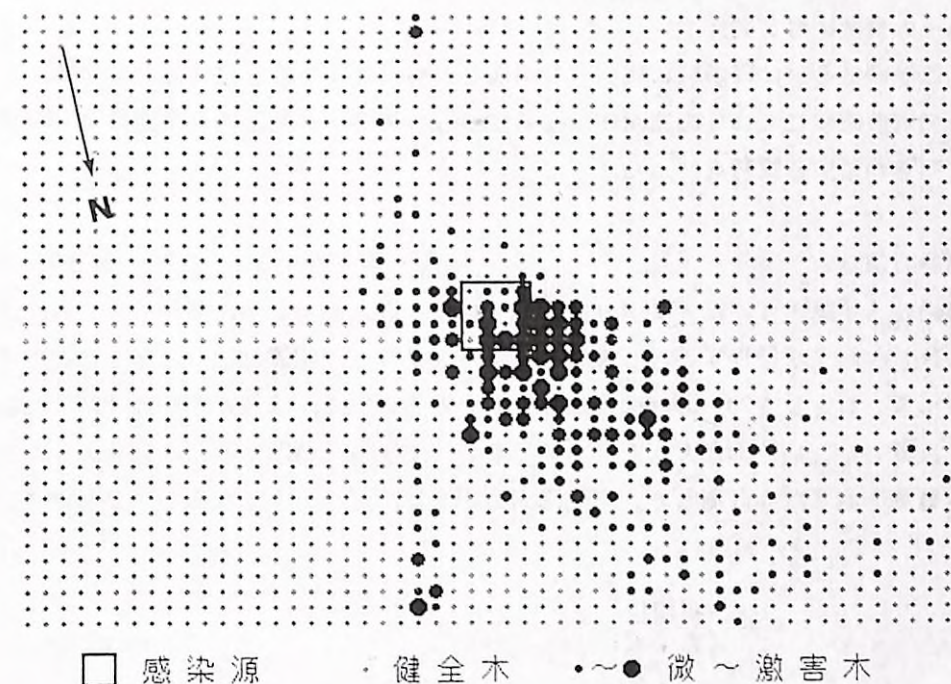


図7 トドマツ枝枯病の蔓延試験（1986年）

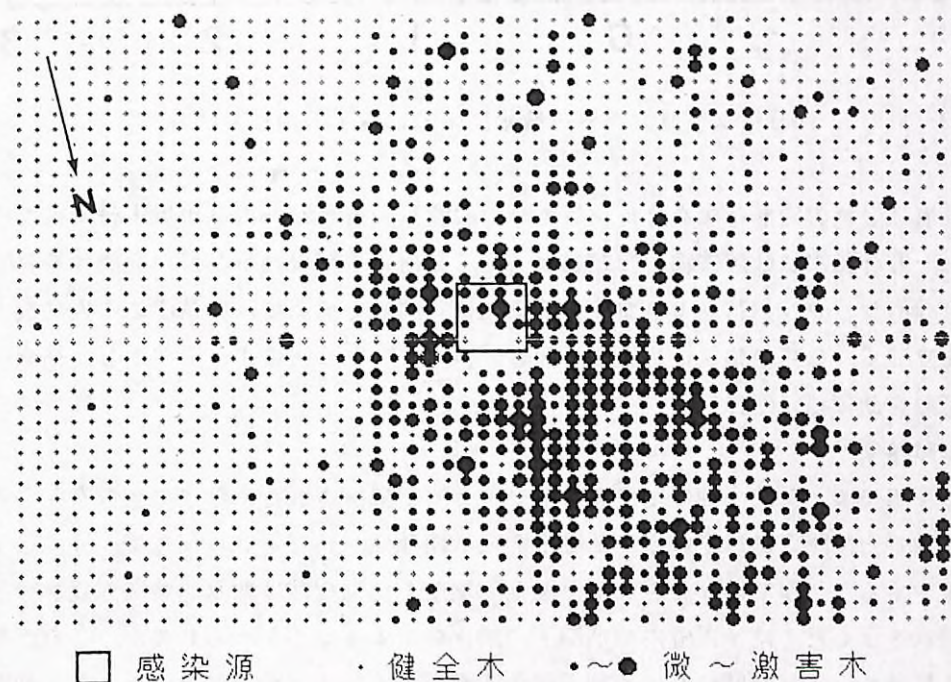


図8 トドマツ枝枯病の蔓延試験（1987年）

4. 柄胞子の飛散距離と発病

柄胞子は湿潤あるいは降雨時に排出され雨滴とともに飛散することが知られている。しかし、胞子の飛散距離についての実測例は極めて少ないので、柄胞子の飛散距離及び発病との関係を明らかにする試験を行った。

1) 試験方法

自然降雨と人工降雨（回転式スプリンクラーによる散水）の2つの条件で行った。感染源（罹病枝）、胞子を捕捉するピーカー、スプリンクラーの配置は図9に示した。つまり、柄子殻が形成された長さ20～50cmの罹病枝数本を地面に立て、病枝から50cm間隔で100mlピーカーを設置した。病枝の側方からスプリンクラーで1～3時間散水後、ピーカーを回収し、各距離毎の胞子数を計測した。自然降雨の場合は、ピーカーを配置した3時間後に計測した。

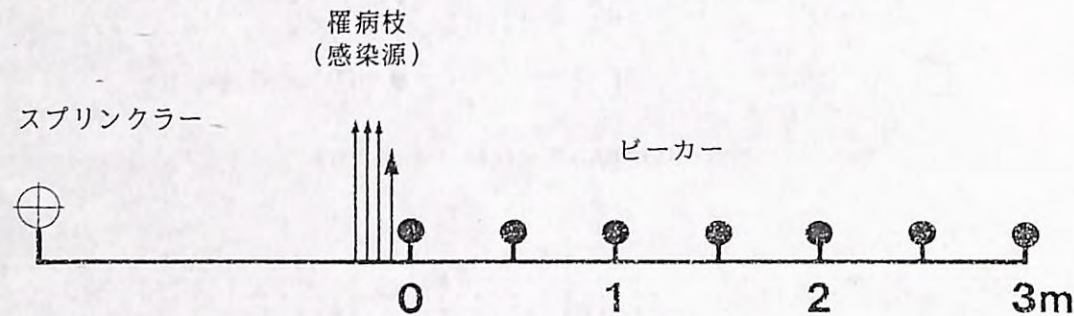


図9 スプリンクラー散水による柄胞子の捕捉方法

次に、直径3mの円形苗床を2mあけて2つ設置し、苗高20cmの3年生床替え苗を植えた。一方の苗床には障害物の存在によって、発病に差が現れるか否かを調べる目的で、高さ約50cmのシラカンバ苗をトマト苗間にほぼ等間隔で植えた。各苗床の中央に数本の罹病枝を立てて、6月中旬～8月上旬、回転式スプリンクラーによって散水し、柄胞子の排出・飛散を助けた（図10）。

2) 試験結果

表2に、感染源から50cm間隔で配置したピーカーに捕捉された柄胞子の全数を示した。自然降雨及び人工降雨のいずれも、柄胞子の飛散距離はせいぜい2m前後で、多くは1m以内に集中することが明らかにされた。また、柄胞子の捕捉数は散水の時間が長いほど増加する傾向を示した。同一距離内の柄胞子の捕捉数に大きな差がみられたが、これは散水時の風の影響や、各試験時における柄子殻の成熟度の差によるものと考えられた。柄胞子の捕捉数は7月中旬から急激に減少した。これは、柄子殻内の柄胞子が排出しつくされたことによるもので、柄子殻の成熟過程を反映したものと思われた。

1 (トマト単植区)

2 (トマト、シラカンバ混植区)

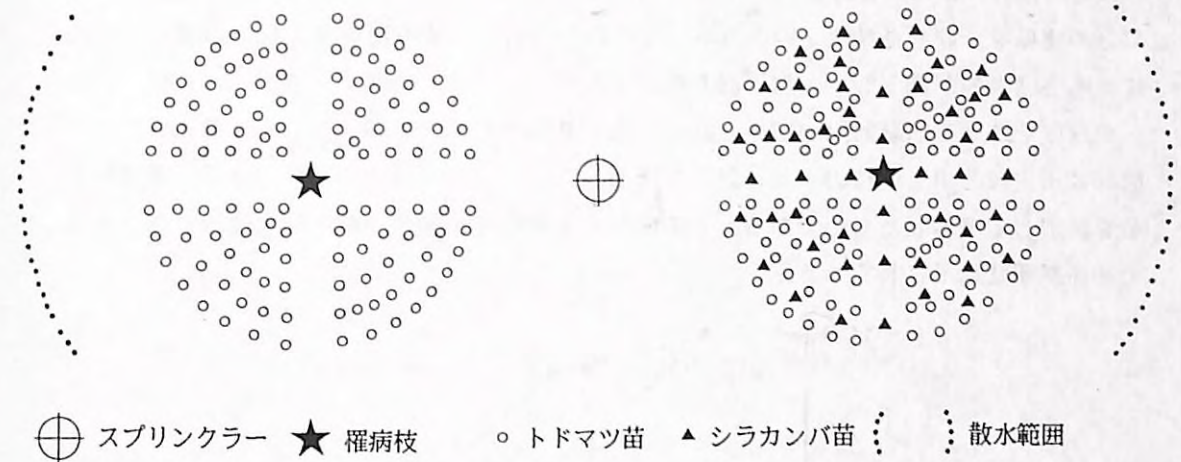


図10 自然罹病枝による感染試験の方法

表2 スプリンクラー散水による柄胞子の飛散距離と捕捉数

日 時	距離 (cm)	0	50	100	150	200	250	300
1985年								
June 29	9:30～12:30	143,430	27,840	240	0	0	0	0
(July 1	13:00～16:00)	79,245	4,158	1,404	50	30	0	0
2	13:00～16:00	162,540	38,745	1,056	513	0	0	0
3	14:00～17:00	205,050	21,051	182	50	22	0	0
1986年								
June 16	11:45～12:45	127,296	7,200	703	7	0	0	0
17	13:15～14:15	39,432	20,976	1,040	420	482	22	0
19	13:15～14:15	97,008	3,366	900	18	13	7	0
20	14:45～15:45	22,780	1,320	70	15	0	5	0
July 2	9:45～10:45	28,220	2,380	23	0	0	0	0
3	9:30～10:30	56,376	3,460	96	12	0	0	0
4	9:30～10:30	56,160	2,700	146	29	0	0	0
11	10:45～11:45	49,680	3,312	115	10	0	0	0
15	10:00～11:00	28,224	4,140	396	250	10	21	0
17	9:45～10:45	5,401	150	21	0	0	0	0
29	10:15～11:15	1,035	135	111	19	0	0	0
(Aug. 5	9:30～12:30)	1,672	117	48	3	0	0	0

() : 自然降雨

次に、柄胞子の飛散距離並びに障害物の有無と発病との関係を図11、12に示した。両試験区とも感染源からの距離に比例して発病率が低下し、前試験の柄胞子の飛散距離や排出数との関係を反映した結果が得られた。また、シラカンバを混植させた区は混植しない区に比べて発病率が低下し、発病程度も軽減された。つまり、苗間のシラカンバには、柄胞子の飛散を妨げる遮蔽効果が認められ、ある程度被害の抑止に働いていると考えられた。図13は頂生枝と頂生側枝の1/2以上が罹病した苗、1/2以下が罹病した苗、及び無病苗を区別して表示したものである。この図からも柄胞子の飛散距離、障害物の有無と発病の関係が明確に示されている。

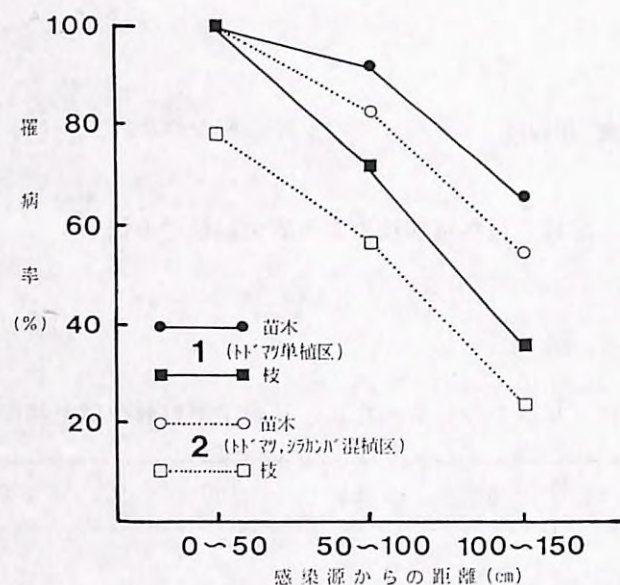


図11 感染源からの距離と発病との関係

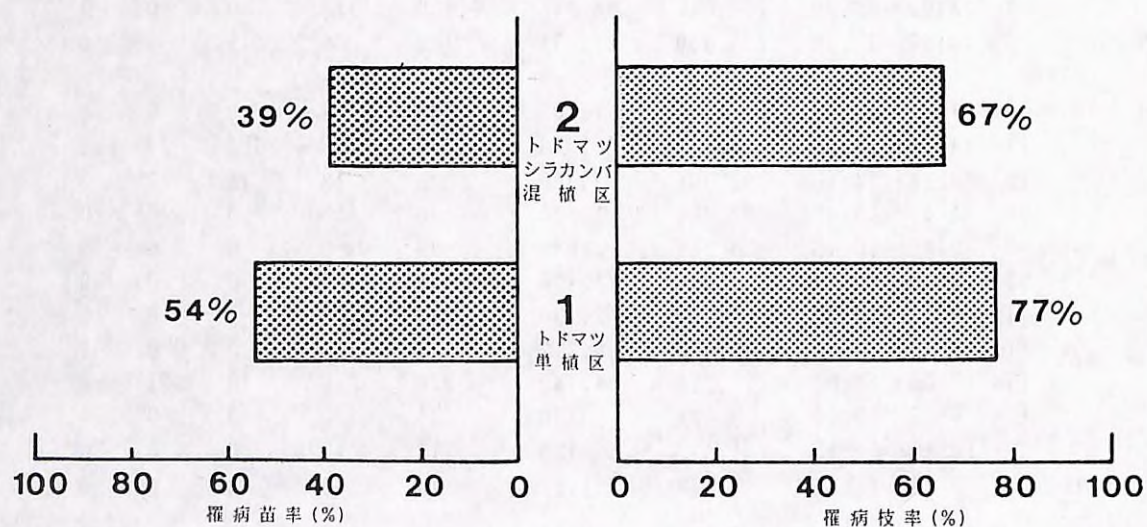


図12 シラカンバ苗木の混植による感染抑止効果(1)

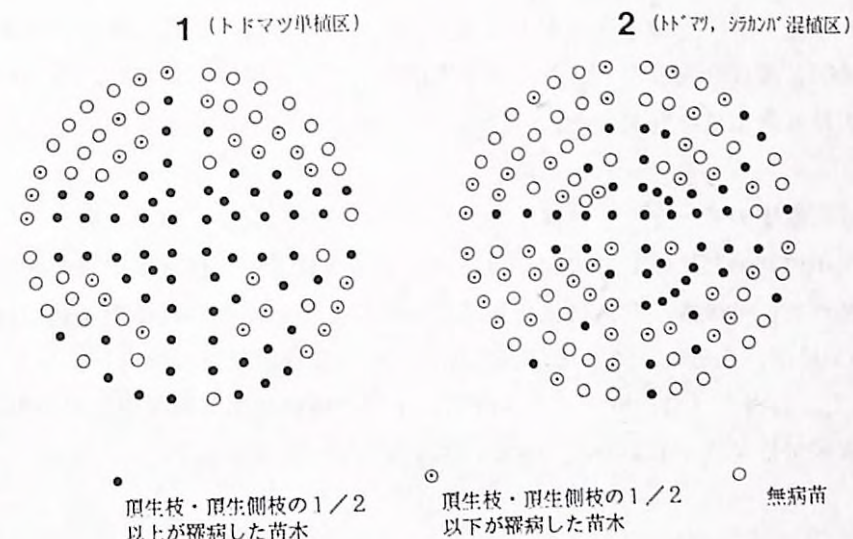


図13 シラカンバ苗木の混植による感染抑止効果(2)

5. 降水量及び感染期間と発病

枝枯病は子のう胞子と柄胞子の2種類の胞子によって伝染する。子のう胞子は、吸湿時に放出され風によって飛散し、柄胞子は、降水時の雨しぶきで分散する。これらの胞子の形成期間は5月下旬～7月下旬である。従って、本病の発生は両胞子の形成期間、つまり伝染期間中の降雨状況に大きく左右されると考えられる。そこで、本病の発生と降雨及び感染期間との関係を明らかにする試験を行った。

1) 試験方法

1987年5月下旬、森林総合研究所北海道支所内の苗畑に、次のような処理苗床(I、II、III、IV)を設置した。

自然降雨区(自然降雨のみ)

- I 罹病枝の配置期間: 6月11日～6月30日
- II : 6月11日～7月31日
- III : 6月11日～8月31日
- IV 罹病枝無配置(コントロール区)

人工降雨区(自然降雨+人工降雨)

- I 罹病枝の配置期間: 6月11日～6月30日
- II : 6月11日～7月31日
- III : 6月11日～8月31日
- IV 罹病枝無配置(コントロール区)

各処理苗床に4年生トドマツ苗木を30本ずつ植え付け、6月11日、苗間に罹病枝を挿し立てた。各処理区の苗床は3回反復とした。人工降雨はスプリンクラーを用い、晴天日に適宜実施し、その都度降雨量を計測した。

2) 試験結果

北海道支所内観測露場のデータによれば、1987年6月の総降雨量は15mmで、過去30年間における札幌の平年値76mmと比較して少なかった。特にI区における罹病枝配置期間中の降雨量は1mmであった。その後、7月には平年値80mmに対して91mm、8月は平年値131mmをやや上回る154mmの降雨があった。従って、自然降雨II区の総降雨量は92mm、III・IV区のそれは246mmとなった。一方、(自然降雨+人工降雨)I区の罹病枝配置期間中の総降雨量は99mm、II・III・IV区ではそれぞれ277mm、431mm、433mmとなった(図14)。

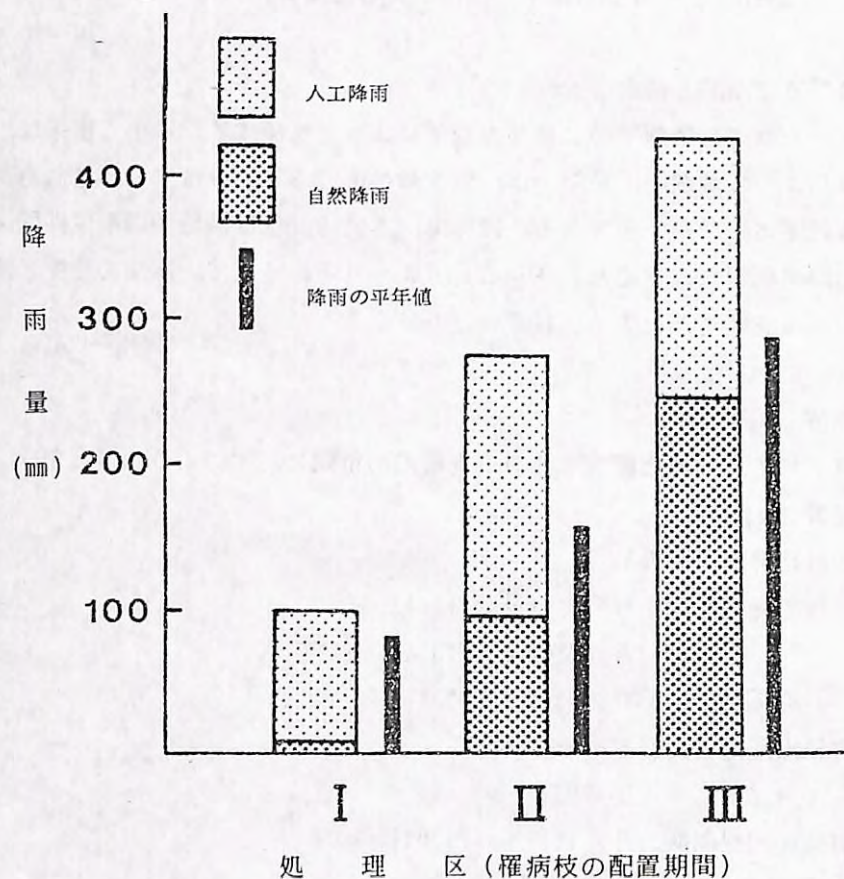


図14 罹病枝配置期間中の総自然降雨量及び人工降雨量

図15に各処理区の発病状況を罹病枝率と罹病度指数で示した。罹病枝配置期間中に1mmの降雨量しかなかった自然降雨I区は極めて低い発病率であった。一方、(人工降雨+自然降雨)I区では、平年値並の降雨があったにもかかわらず、比較的軽微な被害にとどまった。この原因は、感染期間が短かったことによるものと思われる。

感染期間が長く、平年値の降雨量があった人工降雨II・III区の罹病率は高くなった。しかし、自然降雨II・III区では、人工降雨II・III区と比較して、罹病率が下回った。この差は、降雨量が平年値を下回ったことや、6月が少雨であったことに起因するものと考えられた。また、感染期間が最も長いIII区の罹病率は、II区のそれと比較してほとんど差がなく、むしろ低い値を示した。

以上の結果は、孢子飛散のピークにあたる6~7月にかけて十分な降雨があれば、本病が容易に発生することを示唆している。

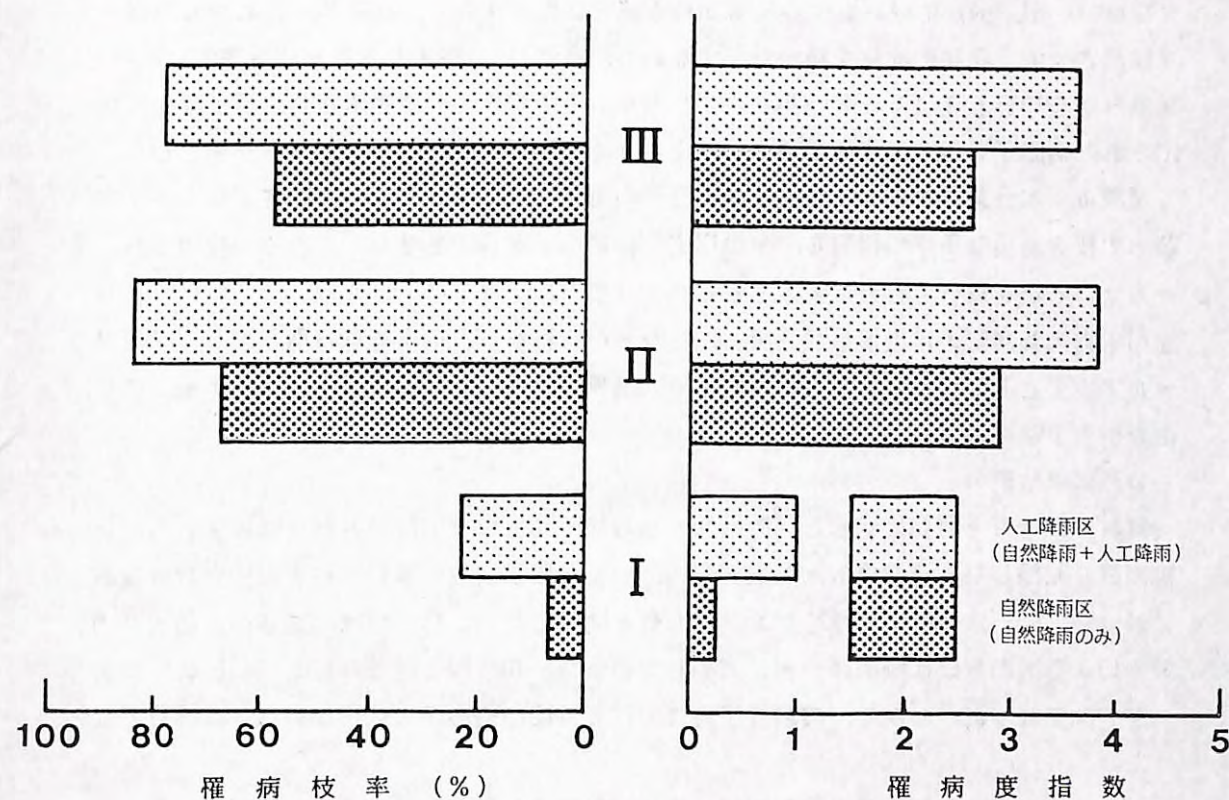


図15 自然降雨区と人工降雨区における感染期間の違いと発病との関係

6. 水分条件の違いと柄胞子の排出・発芽

トドマツ枝枯病菌の胞子の排出・発芽と温・湿度との関係については、すでに報告されている。しかし、これらはスライドグラスやペトリ皿内の実験に基づいている。ここでは、より野外に近い条件下での水分と柄胞子の形成・発芽について、2～3の試験を実施した。

1) 試験方法

試験Ⅰ：散水間隔（回数）の違いが柄胞子の排出と発芽に及ぼす影響を調べた。6月1日に採集した柄子殻がほぼ均一に形成されている罹病枝（長さ10～20cm）10本を、直径16cmのワグネルポットの底に敷いた発泡スチロール板に挿し立てた。この罹病枝に対して約3m離れた位置から回転式のスプリンクラーによって、5日、10日、15日間隔でそれぞれ30分間ずつ散水した。その直後に、ワグネルポット内に落下した胞子数を計測した。散水開始はいずれも6月15日とし、ポットは散水した日から次の散水日まで室内に保存した。

散水終了後、ポット内の罹病枝から1～2cmの枝を切断・採取し、素寒天平板培地上に柄胞子を落下させた。これを15℃の恒温器におさめ、48時間後の発芽率を測定した。

試験Ⅱ：柄子殻が形成されている罹病枝を風乾状態で保存し、経時的にこれから柄胞子を排出させて、発芽の推移を調べた。すなわち、6月1日に採集した罹病枝を室内に放置し、採集日から10日おきに1～2cm長さに切り取り、その枝を十分に吸水させ、柄子殻から排出された柄胞子を素寒天平板培地上に落下させ、15℃下で48時間後の発芽率を測定した。

試験Ⅲ：水分条件が異なる樹皮での柄胞子の発芽状況について調べた。健全なトドマツ苗木の枝を適当な長さで採取し、その樹皮上に柄胞子を落下させた。これらの枝のうち、一方は、ろ紙を敷いて十分に吸水させたペトリ皿内に、他方はろ紙を敷いただけのペトリ皿の中に入れ20℃の定温器におさめた。これらの試料を8日後まで毎日取り出し、グルタールアルデヒドで固定、アルコール脱水後、臨界点乾燥し、試料表面を金コーティングし、走査型電子顕微鏡で観察した。

2) 試験結果

試験Ⅰの結果を図16に示した。散水開始から20～30日頃までは、各散水間隔区とも高い排出数を記録した。その後散水間隔の短い、つまり散水回数の多い5日区は排出数は急激に減少し、低い水準のまま推移した。最も散水間隔の長い15日区では、胞子の1回当たりの散水による排出数は比較的緩やかに減少していった。10日区では5日区と15日区の間のパターンをとった。しかし、実験終了時における各区の柄胞子の総排出数はほぼ同数となった。

一方、排出された柄胞子の発芽率は、8月下旬頃までは、各区ともほぼ同様な傾向を示した。そこで、図17には各月の中間の発芽率だけを示した。最も散水間隔の短い5日区では9月中旬に発芽率が半減した。しかし、10、15日区では、発芽率が時間の経過とともに低下する傾向があるものの、大きな変化は認められず、実験終了時の9月30日においても、9月15日のそれと大差はなかった。

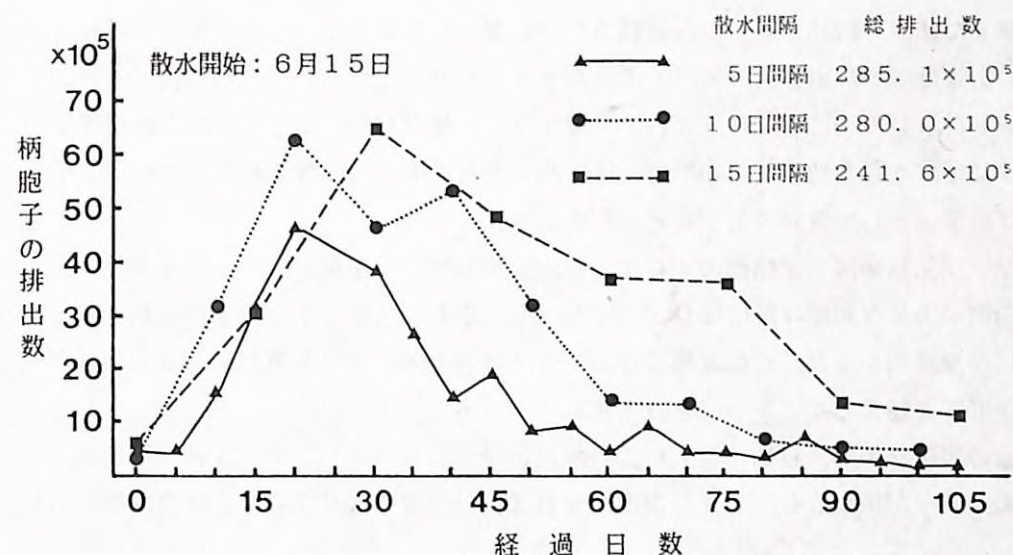


図16 散水間隔（回数）の違いが柄胞子の排出に与える影響

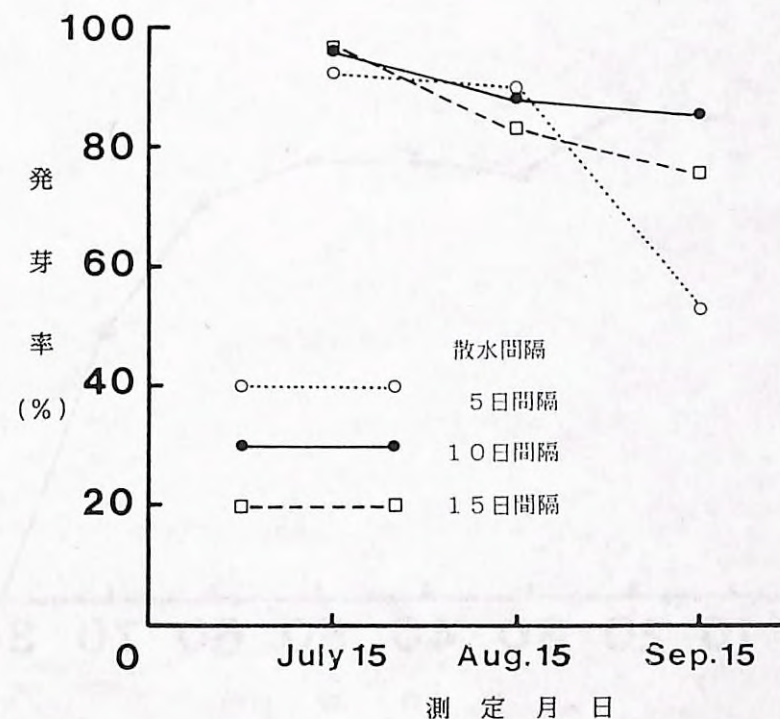


図17 散水間隔（回数）の違いが排出柄胞子の発芽に与える影響

試験Ⅱの結果を図18に示した。風乾条件下に置かれた罹病枝からは、風乾60日後（7月30日）も柄孢子が排出され80%以上の発芽率を示した。しかし、風乾70日後（8月10日）では54%、次いで80日後（8月20日）ではまったく発芽しなくなった。以上の結果から、罹病枝に形成された柄孢子殻内の柄孢子は、約2か月半もの間乾燥に耐え、この間に降雨があれば感染源として有効であることが判明した。

カラムツ先枯病菌の実験例によれば、室内で風乾後、冷暗所に保存した罹病枝の柄孢子殻内の柄孢子の生存期間は、ほぼ9か月であった。これと比較すると枝枯病菌柄孢子の生存期間はかなり短かった。この原因については、8月上旬に続いた数日の真夏日において、室温が30℃を越えたことが一因と考えられた。

以上の実験結果は、自然下において無降雨日が相当長く続いても、1回の降雨によって大量の柄孢子が排出され、十分な湿度があれば、いつでも発芽できることを示唆している。

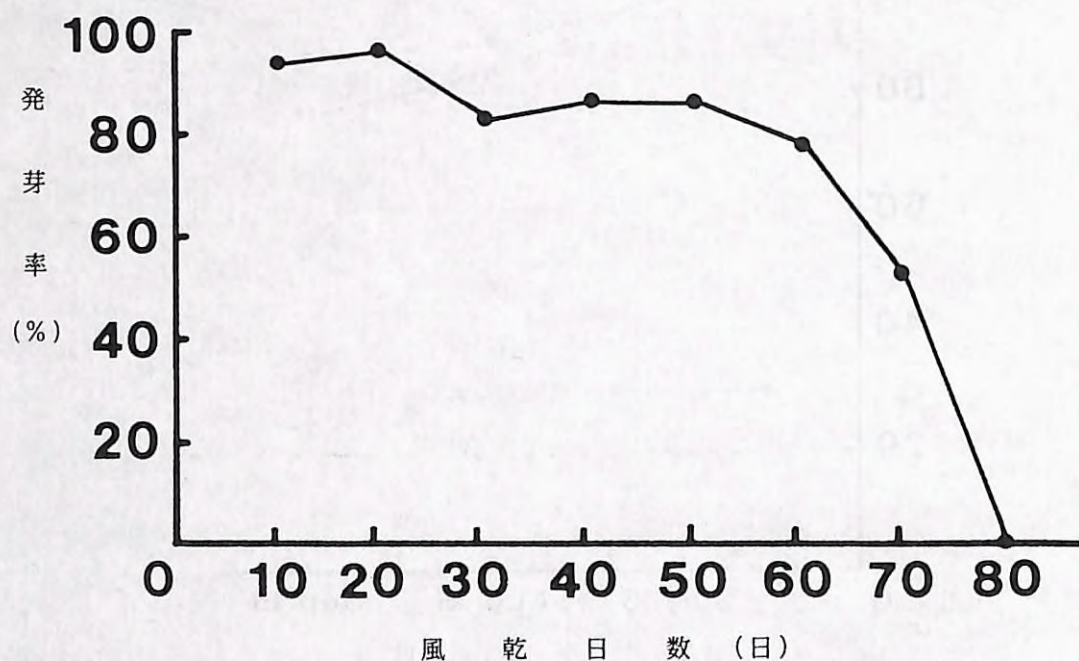


図18 罹病枝の風乾期間と柄孢子の発芽推移

試験Ⅲの結果を写真3～6に示した。湿室処理した樹皮表面では、24時間後には発芽が見られ、時間の経過とともに発芽管長が増した（写真3～5）。ろ紙だけを敷いたペトリ皿内にいれた枝の樹皮面では、1～2日後に、極めて希に発芽が見られた以外は、ほとんど発芽しなかった（写真6）。また、一定時間ろ紙だけをペトリ皿に保存し、その後、ろ紙に吸水させて湿室処理した場合、3日以内に湿室処理した樹皮表面では発芽が認められたが、5日以降ではほとんど発芽が認められなかった。

試験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの結果から、柄孢子殻内の柄孢子は極めて乾燥に強く、無降雨の状態が長く続いても、次の降雨日には大量の胞子を排出し、かつ発芽能力を有していることが明らかにされた。一方、一旦、柄孢子殻から排出された柄孢子は乾燥状態が3日も続くと発芽力を失い、極めて乾燥に弱いことが分かった。つまり、降雨によって柄孢子が排出され宿主表面に到達できたとしても、一定期間高湿度条件が維持されなければ発芽できず、有効な伝染が成立しえないことが証明された。



写真3 湿室24時間後、樹皮表面上での柄孢子の発芽

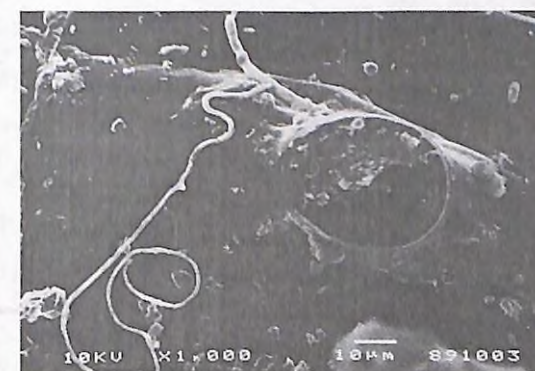


写真4 湿室3日後、樹皮表面上での発芽菌糸

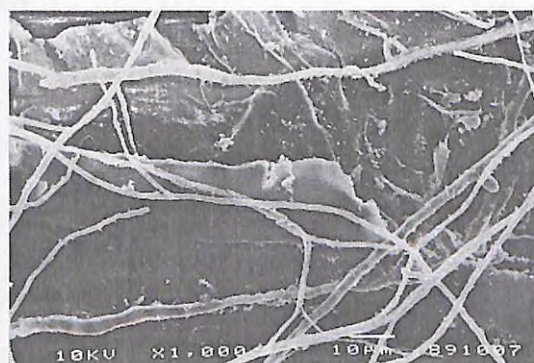


写真5 湿室7日後、樹皮表面に伸展した菌糸



写真6 乾燥3日後、発芽できない樹皮表面上の柄孢子

7. 枝枯病菌の樹体内侵入

自然感染枝の解剖学的観察によって、枝枯病菌の存在部位や侵入経路がある程度明らかにされている。そこで、人工接種したトドマツ苗木を用いて、経時的に解剖観察を行い、病原菌の宿主体侵入経路並びに時期について考察を加えた。

1) 試験方法

供試苗として支所苗畑で育苗した3年生鉢植苗木を用いた。罹病枝から孢子濃度が 25×10^4 mlの柄孢子サスペンションを作成し、6月7日、温度と湿度をそれぞれ平均 15°C 、95%に調整したガラス室で噴霧接種した。接種苗は1週間後ガラス室から苗畑に移した。また、子のう孢子から分離培養した菌糸を用いて、11月21日、トドマツ苗の各部位（冬芽、頂生枝、頂生側枝、側生枝、芽鱗）に有傷・無傷接種を行い、そのまま屋外に放置した。接種苗の各部位を、翌春まで毎月採取し、一部は凍結切片を作成し、酸性フクシン・ファストグリーンFCFで染色した。他の一部はパラフィン及びセロイジンで包埋し、これから切片を作成し、サフラニン・ファストグリーンFCFで染色後、光学顕微鏡下で観察した。

一方、罹病枝によって自然感染させた4年生苗木からは定期的に試料を採取し、グルタルアルデヒド固定、アルコール脱水、臨界点乾燥した後、イオンスパッタリングで金コーティングし走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した。

2) 試験結果

柄孢子の噴霧接種後、発芽した菌糸は枝や針葉の表面、芽鱗間隙などトドマツの各部位に認められた。接種1～2月後では、菌糸量はまだ疎らで少なく、枝の表面や芽鱗間隙に存在した（写真7、8）。その後、菌糸の量はしだいに増加し、接種5月（11月中旬）以降になると、塊状あるいは束状に形成された大量の菌糸が、トドマツの各部位で見られるようになった（写真9～12）。写真11は接種8か月後（2月中旬）の積雪下の菌糸の状態を示したもので、枝・樹皮の表面に菌糸が層をなして発達している。しかし、この時期以前には菌糸が皮層部まで侵入しているのが認められず、周皮や芽鱗に潜在する形で推移した。その後、3月中～下旬に至って、皮層部への菌糸の侵入が観察されるようになった（写真13、14）。融雪が進み、4月中旬には供試苗が雪面上に見えはじめ、この頃から罹病苗の1年生枝の針葉が緑色のまま落下し、枝枯病の典型的な病徴が観察された（写真15）。この時期の罹病枝の皮層部や師部組織は褐変・壊死し、菌糸が随所に認められた。

有傷接種した枝では、3月中旬にすでに皮層部の壊死や菌糸の蔓延が認められ、枝表面の傷が病原菌の侵入を容易にしていることが示唆された。柄孢子の噴霧接種及び菌糸の有傷接種のどちらも、5月中旬頃、罹病枝に柄子殻が形成された。なお、菌糸の無傷接種ではまったく発病しなかった。これは、接種時期が自然感染時期よりかなり遅い11月下旬であったために、感染の成立を満たす条件に恵まれなかったことが原因と考えられた。



写真7 頂生枝の樹皮表面の菌糸(矢印), 7月18日

写真8 芽鱗間隙内の疎らな菌糸(矢印), 8月27日

写真9 芽鱗間隙に潜在する菌糸の塊(矢印), 11月27日

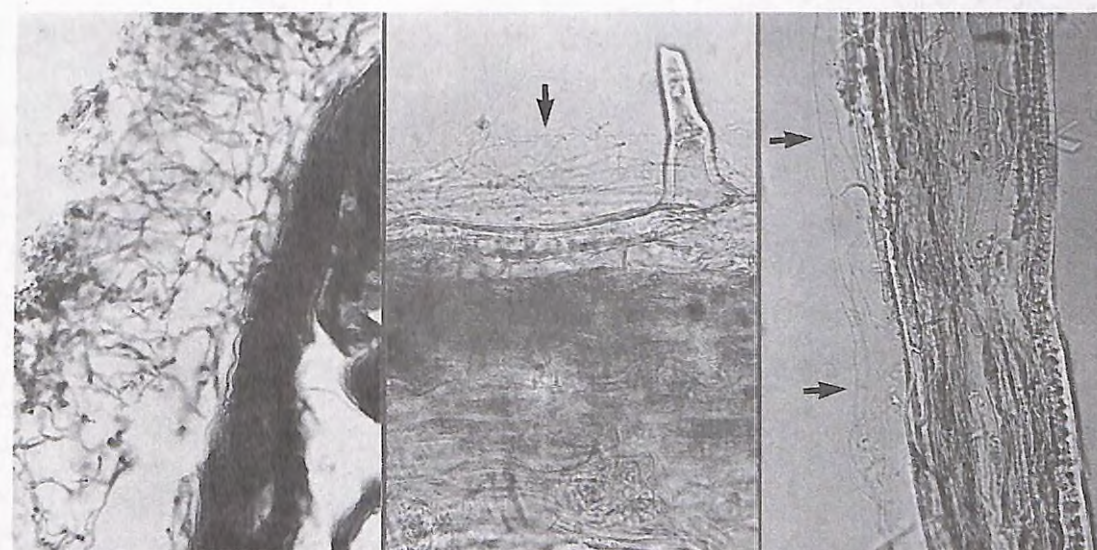


写真10 写真9の矢印の部分拡大

写真11 樹皮表面を層をなして迷走する菌糸(矢印), 2月13日

写真12 針葉表面の菌糸(矢印), 3月23日



写真13 芽鱗及び側生枝の皮層部に侵入した菌糸(矢印), 3月23日

写真14 頂生枝の皮層部に侵入した菌糸(矢印), 4月24日

写真15 針葉を落とし典型的な枝枯病の病徴をみせる接種苗(矢印), 4月23日

SEM観察の結果でも、柄孢子からの発芽菌糸はトドマツの各部位に認められた。樹皮表面の菌糸は、毛茸が密集している場所ほど多い傾向にあり(写真16), 写真17のように、毛茸は樹皮表面への菌糸の付着を容易にする役割を果しているのではないかと推察された。その後、枝枯病菌には変化が見られなかったが、12月中旬頃から、表皮細胞内に菌糸の侵入が認められるようになった(写真18, 19)。しかし、この段階ではまだ皮層部への侵入は観察されなかった。2月中旬から、周皮そしてコルク形成層を通過し、3月に入って皮層部へ侵入が認められた。さらに、4月中旬以降になり枝が枯死した段階になると、皮層部全体に菌糸の蔓延が認められるようになった(写真20, 21)。



写真16 毛茸の周囲に認められる枝枯病菌の菌糸, 8月6日



写真17 毛茸に絡まり付いた枝枯病菌の菌糸

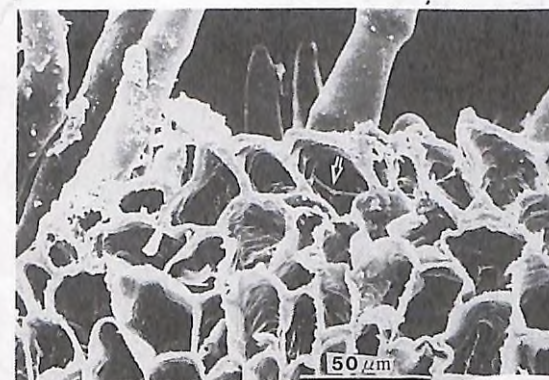


写真18 表皮細胞内に侵入した枝枯病菌(矢印), 1月20日

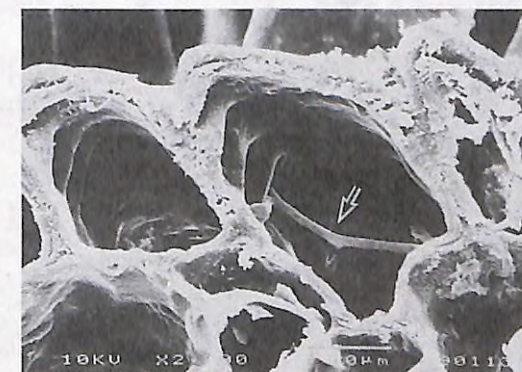


写真19 写真18の一部拡大(矢印は表皮細胞内の菌糸)

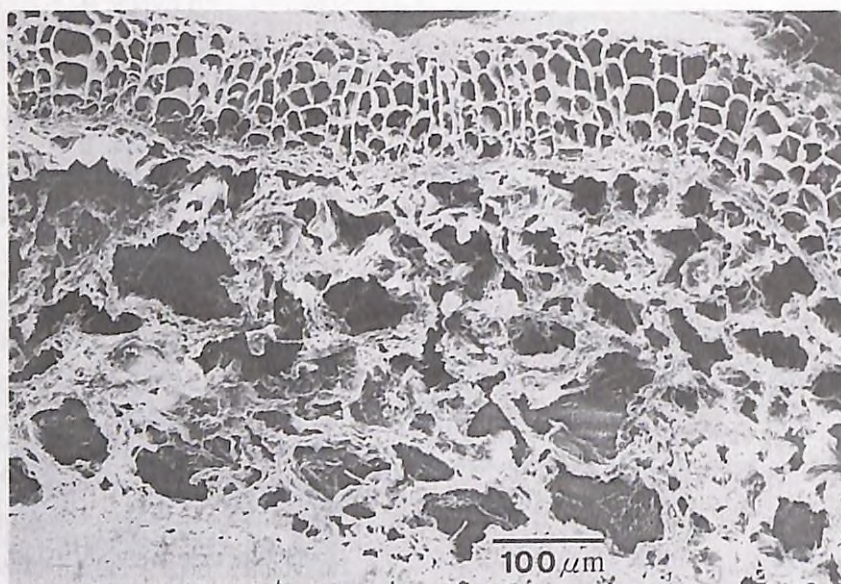


写真20 皮層部全体に蔓延した枝枯病菌の菌糸, 4月30日
大きな空洞内に菌糸が多数見える

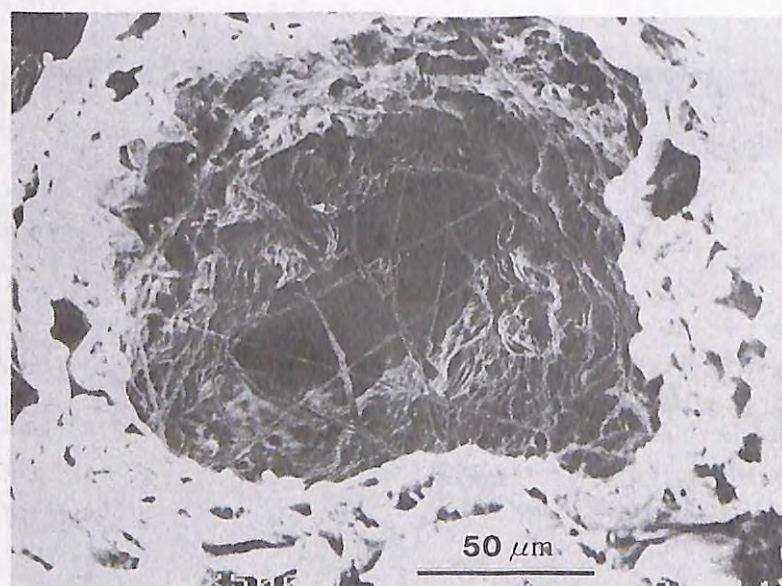


写真21 樹脂道内の枝枯病菌の菌糸, 5月7日

以上の光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡の観察結果をまとめると、以下ようになる。枝枯病菌の胞子はトドマツ樹体に到達・発芽の後、芽鱗間隙や針葉・枝表面で菌糸の形で過ごす。とりわけ、芽鱗間隙は枝枯病菌が宿主に侵入するまでの最も重要な潜伏場所と考えられた。12月に入り埋雪し始めると、菌糸は活動を再開して次第にその密度を高め、表皮細胞内に侵入を開始するようになる。2月中・下旬頃から周皮の深部へと侵入し、さらに3月中～下旬から、コルク皮層を貫通し、皮層の内部へと侵入していく。そして、この時期あたりから、枝枯病の病徴である針葉の脱落が生じ始めると考えられる。なお、枝枯病菌は表皮から周皮の層を貫通して樹体内へ侵入していると推察されるが、今回は直接その姿を捕らえることができなかった。

枝枯病の肉眼的な初期病徴である針葉の脱落は、一般に、融雪期の積雪内で始まり、トドマツ樹体が積雪から立ち上がり始める頃に集中する(写真22, 23)。ところが、野外では12月下旬～1月に、また厳冬期の積雪中においても、枝枯病の病徴が観察されることがある。これは、樹体の生理的活性や積雪の動向などが、菌の樹体内侵入に影響していることを示唆している。すなわち、埋雪時の積雪層内の温湿度その他の条件下での、トドマツ樹体と枝枯病菌の相互作用によって、侵入・発病時期が大きく左右されるものと考えられる。



写真22



写真23

融雪期におけるトドマツ枝枯病の病徴(1年生枝緑針葉の大量落下と枝の枯死)

8. 発病環境としての積雪

発病が生じるのは埋雪枝のみで、積雪上での発病は起こらない。このため、トドマツが枝枯病に侵されて発病するには、埋雪することが必要不可欠な条件となっている。

ところで、積雪内は温度・湿度・光条件が長期にわたって安定的に持続し、さらに雪圧荷重が加わった環境と考えられる。本試験では、これら環境要因の中でも、特に温度と雪圧のどちらの要因が発病に深く関与しているのかを検討してみた。

1) 試験方法

(1) 試験区の設定

1986年5月、当支所構内苗畑に感染区として24(2回繰り返し)、対照区として12(1回繰り返し)、合計36の方形の苗床をつくり、3年生床替え苗を1苗床当り24(6×4)本ずつ植え付けた。6月10~11日、感染区に対しては枝枯病被害林から採取した罹病枝を苗間に挿し立てる方法で接種を行った。以後、胞子の飛散が終了する7月下旬まで、適宜、スプリンクラーで散水し、柄胞子の排出・飛散を促し、感染を助けた。

(2) 苗木の越冬処理

同年12月1~9日、コンクリートブロック、コンパネ、タルキを組合せ、以下に述べる12種類の越冬処理(図19)を行った。

①苗床の周囲をコンクリートブロックで囲い、その上をコンパネで蓋をした。これは人工的に作った雪洞で、雪圧が作用しないことを除けば、積雪内とほぼ同じ環境で越冬させたことになる。

②越冬の前半は①と同様に雪洞越冬させた。最大積雪深を迎える2月下旬にコンパネをはずし、苗木が隠れるまで雪をかぶせ、以後は雪圧が加わるようにした。

③越冬の前半は①と同様に雪洞越冬させた。2月下旬にブロック内に雪を詰め込み、再びコンパネで蓋をし、埋雪条件下で雪圧がほとんど加わらないようにした。

④前半はコンパネを外して自然越冬させた。2月下旬にブロック内の雪を排除してから再びコンパネで蓋をし、雪洞越冬させた。

⑤ブロックの上を格子状(格子幅約10cm)に組んだタルキで覆って雪圧を緩和させた。

⑥越冬の前半は自然に放置した。2月下旬に⑤と同様に格子状に組んだタルキで覆って、以後から雪圧を緩和させた。

⑦苗木と積雪が直接に接触しないように、各苗木に対してビニール袋をかぶせた。そして、直ちに苗木が完全に隠れるまで周囲の雪をかぶせた。

⑧第一枝階の1年生幹と頂生側枝の半数について、その中央部を約1cmにわたり摘葉し、①と同様の方法で越冬させ、雪洞条件下で摘葉痕が発病に与える影響を調べた。

⑨第二枝階の頂生枝と側生枝の約半数を⑧と同様に摘葉し、①の方法で雪洞越冬させた。つまり、⑧と比較し、第一枝階と第二枝階とで発病に違いが生じるかどうかを調べた。

⑩第一枝階の1年生幹・頂生側枝と第二枝階の頂生枝・側生枝の約半数について、その中央部をナイフで長さ約1cmの切傷を軸方向に付け、①の方法で雪洞越冬させた。つまり、処理⑩と比較し、雪圧を除去したときの傷が発病に及ぼす影響を調べた。

⑪第二枝階の頂生枝と側生枝の約半数を⑩と同じ方法で切傷を付け、⑩と同様に自然越冬させた。

⑫何も処理を加えないで自然に越冬させた。

処理②・③・④・⑥については、最大積雪深を迎える2月下旬を境に埋雪期間の前半と後半で、埋雪が発病に与える影響を検討する目的で行った。

越冬処理に用いたコンパネ、タルキ、ビニール袋は、これらが雪面から顔をだす直前の4月6~7日(積雪約40cm)にすべて取り外した。なお、越冬処理開始時点での積雪は約10cm、最大積雪深は3月上旬で約1mであった。

(3) 発病調査

1987年4月27~30日、第一・第二枝階の全1年生枝について発病の有無を調査した。そして、一枝でも針葉の落下が認められた場合に発病苗と判定し、それぞれ罹病枝率と罹病苗率を求めた。

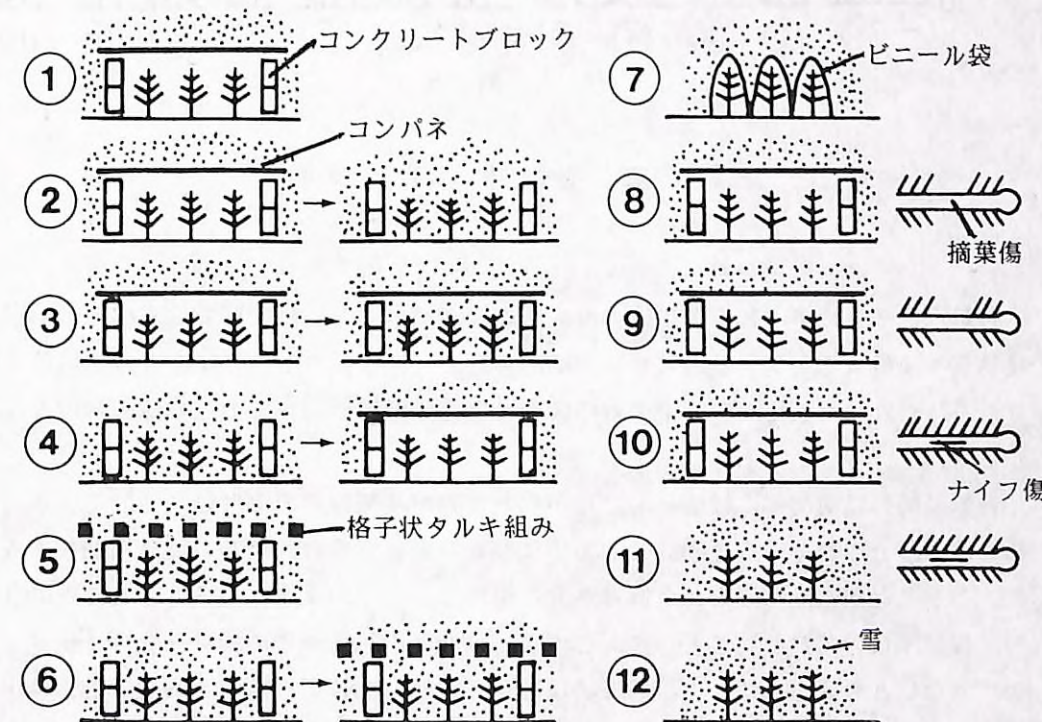


図19 越冬処理方法の模式図

2) 試験結果

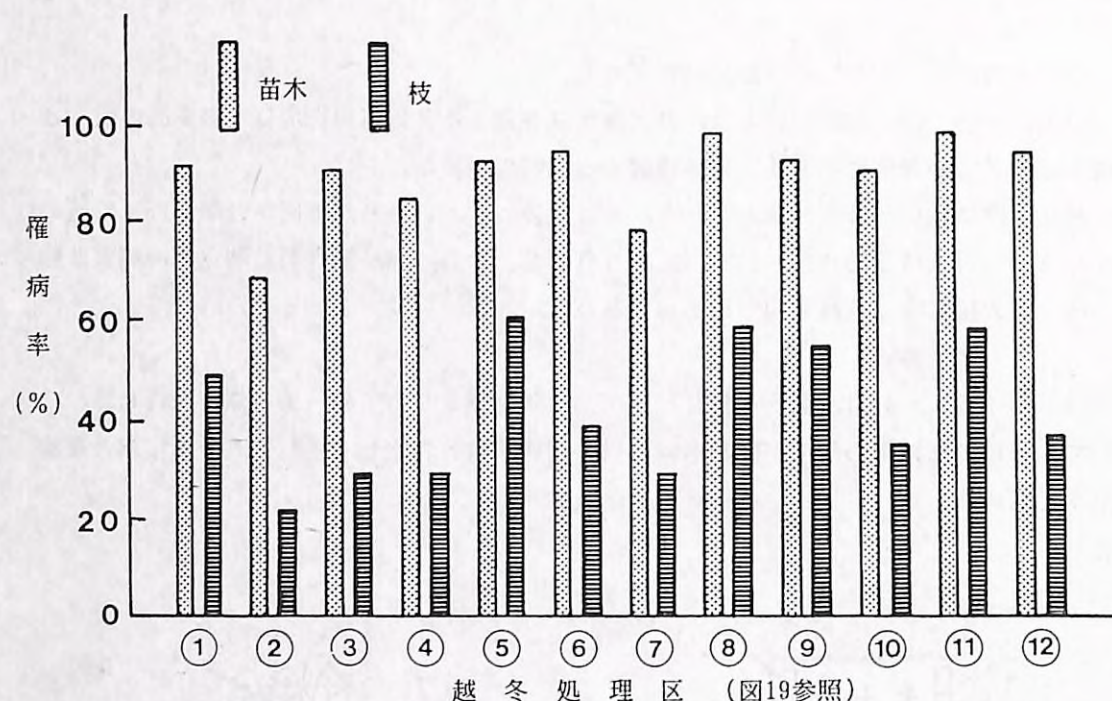


図20 越冬処理の違いと発病との関係

各処理区ごとに苗木と1年生枝の罹病率を図20に示した。感染区ではすべての処理区で枝枯病を象徴する脱葉・枝枯れ症状が認められ、被害枝からは高い頻度で枝枯病菌が検出された。これに対して、非感染の対照区ではどの処理区においても枝枯病の病徴を生じなかった。

各処理間の罹病苗率にはほとんど差がなかったが、罹病枝率では処理区間での違いが認められた。とりわけ、処理⑧⑨⑩⑪の枝に傷を与えた場合は、概して高い罹病枝率を示した。しかしながら、雪圧を完全回避させた処理①と自然のままに越冬させた処理⑫との間で、罹病率に大差がないことから、この違いは個々の越冬処理の違いを大きく反映したものではないと考えられた。本試験での接種は、自然罹病枝に形成された胞子を感染源とした。これら罹病枝上の菌密度については特に吟味しているわけではないので、感染源としては必ずしも均一ではない。また、スプリンクラーによる散水は胞子の排出・分散に大きな影響を及ぼすが、この散水は厳密にいうと均一ではなかった。従って、処理間における

罹病率の違いは、感染源と散水の不均一による感染むらが主な原因であると推察された。

試験結果で最も注目すべき点は、処理①と⑦の結果に集約されるように、苗木がまったく雪圧を受けなくても、また積雪と直に接触しなくても、自然条件下と同様に発病することであった。これらのことは、積雪荷重による雪圧が発病に、直接関与していないことを示唆している。

一方、コンパネによって積雪を遮断した雪洞内の温度測定結果（1985年12月18日～1986年3月31）によれば、積雪期間中はほぼ0℃で推移した。これに併設した自然状態における雪中地際部の温度は、平均0.3℃程度低く推移した。従って、本試験の場合も、積雪下にある苗木の周囲温度は、いずれも0℃付近で推移したとみられる。このような厳冬期における積雪内の安定した温度条件が、発病に最も好適な環境として働いているものと考えられた。

表3 各越冬処理区における部位別罹病枝率

越冬処理の種類	第一枝階		第二枝階			
	1年生幹	頂生側枝	2年生幹の側生枝	頂生枝	側生枝	2年生枝の側生枝
①	53%	62%	50%	53%	52%	45%
②	24	33	23	21	22	14
③	28	41	29	32	37	25
④	62	56	40	23	21	18
⑤	51	77	60	67	54	59
⑥	51	77	60	67	60	59
⑦	39	39	32	33	29	21
⑧	56	68	53	65	65	60
⑨	23	60	50	67	67	47
⑩	32	47	35	46	40	28
⑪	91	91	74	47	50	34
⑫	79	64	37	27	27	21
平均	51	59	45	44	43	35

表3に枝の部位別に罹病枝率を示したが、全体的にみると第一枝階の方が高い発病率を示す傾向が認められるものの、極端な差ではなかった。造林木及び苗木でのこれまでの観察結果によると、いずれの場合も地面に近い枝は軽微な被害に留まっている。今回は調査対象枝を第二枝階までとしたので、数値による比較ができなかったが、すべての越冬処理区で第三・四枝階の枝の被害はやはり極めて軽微であった。

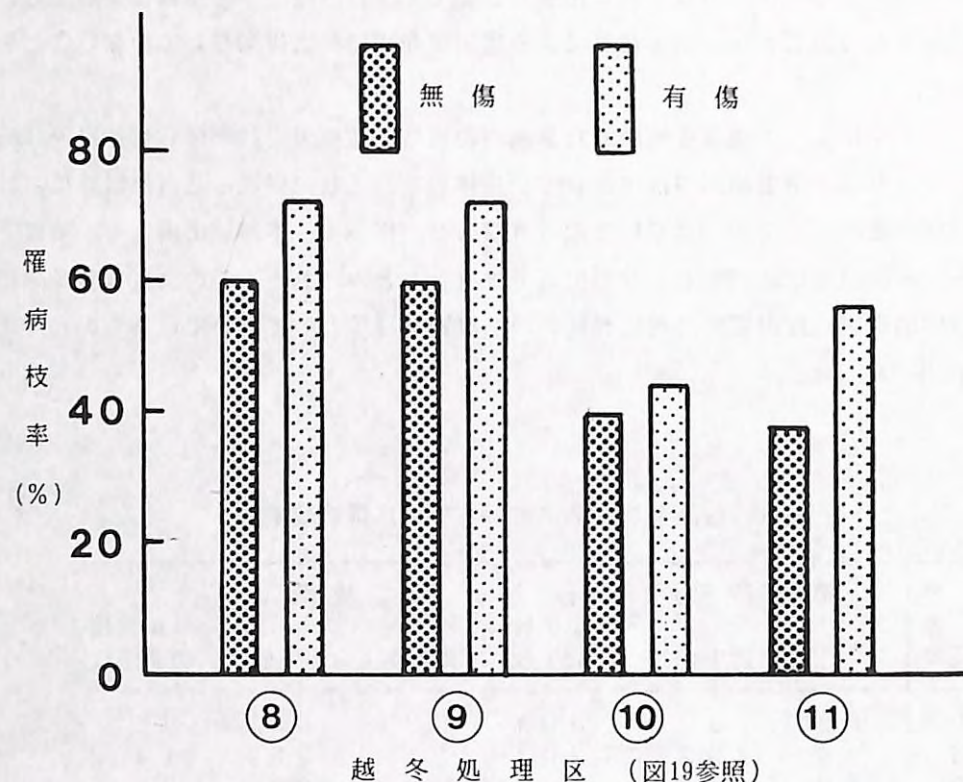


図21 摘葉傷及びナイフ傷が発病に与える影響

摘葉あるいはナイフで、人為的に傷を付けた枝と付けない枝の間で、それぞれ罹病枝率を計算し、さらに詳しく傷の有無と発病との関係を検討してみた(図21)。図21のように、傷を付けた枝は付けない枝よりも5~20%ほど高い罹病枝率を示し、枝の傷が発病を助長するものと思われた。しかし、その差はわずかで、発病を大きく左右するような決定的なものではなかった。すなわち、処理⑩の雪洞越冬の結果と併せ、枝枯病菌の多くは無傷の組織から直接にトドマツ樹体内に侵入しているものと推察された。

9. 積雪内温度と発病との関係

枝枯病菌は、好低温性の菌として知られているように、培地上での生育適温は、10℃~20℃にあり、0℃でも生育ができる。また、海外の文献には-5.4℃まで生育が可能であると記されている。そこで、実際にどの程度のマイナス温度まで発病が可能なのかを、実験的に検討してみた。

1) 試験方法

試験Ⅰ：越冬用感染苗を作るために、1990年6月、森林総合研究所北海道支所内苗畑のトドマツ5年生苗木(25本)に対して接種を行った。接種は苗間に罹病枝を挿し立てる方法によった。1991年1月10日、雪中から苗木を掘り出して、第一枝階と第二枝階を残して切断し、さらに切口をパラフィンで封じ、これらを雪と一緒に大型ビニール袋の中に入れ、口を塞いだ。そして、-3.4℃に設定した低温器内で越冬させ、4月3日に低温器内の温度を0℃まで上げて6日間経過させてから、ガラス室に出して発病の有無を調査した。

試験Ⅱ：前年と同一の接種方法で感染させた5年生苗木(150本)を、1992年1月20日、雪の中から掘取り、前年同様に処置した。これらの苗木を、3月中旬調査用(75本)と4月上旬調査用(75本)に分け、さらに、以下の3種類の越冬温度別に、それぞれ25本ずつ別のビニール袋におさめ、 $-5 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $-7 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、 $-10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ の各温度条件下の低温器内で越冬させた。3月18日、3月中旬調査苗木を取り出し、発病の有無を調べた。その後、直ちに0.5℃の低温器内におさめ、4月7日に再び調査した。一方、4月上旬調査用については4月1日に取り出し、前述と同様に調査したあと0.5℃で経過させ、4月14日に再び調査した。発病(針葉の脱落)調査は、第一枝階では1年生幹・頂生枝、第二枝階では頂生枝・頂生側枝を対象に行った。

2) 試験結果

試験Ⅰの結果を表4に示した。感染苗は第一・第二枝階の1年生枝がともに90%近くの高い罹病枝率を示した。

試験Ⅱの調査結果(3月18日)によれば、調査対象枝の罹病枝率は $-5 \pm 1^\circ\text{C}$ で10.9%、 $-7 \pm 0.5^\circ\text{C}$ で0.6%、 $-10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では0.8%であった。次いで温度を0.5℃で経過させた後の再調査(4月7日)では、罹病枝率は $-5 \pm 1^\circ\text{C}$ では41.4%、 $-7 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では13.3%、 $-10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では3.3%にそれぞれ高まった(表5)。また、越冬期間を約2週間ほど遅らせた4月1日の調査によると、 $-5 \pm 1^\circ\text{C}$ での罹病枝率は18.1%、 $-7 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では0.8%、 $-10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では1.2%であった。次いで4月14日の再調査の結果、 $-5 \pm 1^\circ\text{C}$ では46.1%、 $-7 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では9.4%、 $-10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ では4.6%にそれぞれ罹病枝率が高まった(表6)。一方、試験Ⅰ・Ⅱともに接種をしない苗木ではまったく発病が認められなかった。

試験Ⅰでは-3.4℃でも90%近くの高い罹病率を示したものの、温度を0℃に上げたことによる発病への影響が不明であった。ところが、試験Ⅱの結果のように、とりわけ-5℃

表4 越冬温度と発病との関係(試験I)

		調査枝数	罹病枝数	罹病枝率(%)
接種苗木	第一枝階	98	80	88.9
	第二枝階	419	369	88.1
対照苗木	第一枝階	105	0	0
	第二枝階	286	0	0

1991年1月10日～4月3日の間、 -3.4°C 下で越冬、その後温度を 0°C に上げて6日間経過させたあとで発病調査

表5 越冬温度と発病との関係(試験II-a)

越冬温度	罹病枝率(%)	
	1回目調査 3月18日	2回目調査 4月7日
$-5 \pm 1^{\circ}\text{C}$	10.9	41.4
$-7 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$	0.6	13.3
$-10 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$	0.8	3.3

1992年1月20日に越冬開始、第1回目の調査後
第2回目の調査日まで $+0.5^{\circ}\text{C}$ で経過させた

表6 越冬温度と発病との関係(試験II-b)

越冬温度	罹病枝率(%)	
	1回目調査 4月1日	2回目調査 4月14日
$-5 \pm 1^{\circ}\text{C}$	18.1	46.1
$-7 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$	0.8	9.4
$-10 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$	1.2	4.6

1992年1月20日に越冬開始、第1回目の調査後
第2回目の調査日まで $+0.5^{\circ}\text{C}$ で経過させた

1°C 区では、マイナス温度から 0.5°C に上昇させることによって、わずか2週間の間に罹病率が著しく高まった。すなわち、雪中温度が 0°C 付近に移行することによって、発病が急激に促進されることが示唆された。しかし、ほぼ -5°C 以下で越冬させた場合には、温度を上げた効果がさほど認められず、発病が促進されるためにはまだ時間を要するものと思われた。

10. 枝枯病の発病部位

枝枯病の発病部位は冬期に埋雪する枝・幹に限られる。しかしながら、上位枝階に比べると、下位の枝階(地面に近い枝階)は極端に発病しにくい。本現象は、樹高の異なる造林木や苗木でも同じように観察され、地表面からの絶対的な高さは関係していない。理由の一つとしては、地面に近い下位枝階ほど土壌微生物の影響を受けるため、これらの微生物による拮抗作用が考えられた。これを確かめる試験が行われ報告されたが、陰性の結果に終わっている。そこで、本現象解明のヒントを得る目的で、以下に述べる3種類の試験を試みた。

1) 試験方法

以下の試験I・II・IIIは、いずれも下位枝階に胞子が付着し、より感染・発病しやすいように、接種方法を工夫したものである。

試験I: 1990年5月21日、4つの方形苗床にそれぞれトマツ4年生苗木を25(5×5)本ずつ植え付けた。次いで5月31日、植栽苗木の第一・二枝階を幹途中から切り落とし、第三・四枝階だけをもつ苗木を作った。そして、6月4日に罹病枝を苗間に挿し立てる方法で接種を行った。つまり、下位枝階に少しでも多くの胞子がふりかかるようにした。比較のために、無処理苗木に対しても同様の方法で接種を行った。

試験II: 試験Iと同様に植え付けた苗木に対して、6月7日、苗間の地面に罹病枝を敷き詰める方法で接種を行った。本試験は、感染源である罹病枝を剪定することによって防除しようとする場合に、剪定枝を地面に放置したままでよいのかどうかという問題に対し、これを実験的に確認する目的もあった。

試験III: 1991年5月30日、4つの方形苗床に5年生トマツ苗木を25本ずつ植栽した。そのうちの2苗床については、試験Iと同じように第三・第四枝階だけをもつ苗木を作った。次いで6月3～4日、供試苗木の1年生幹すべてと第一～四枝階にある頂生枝の約半数に対して、長さ約10cmの罹病枝を数本束ね、これを綿糸でくくりつけ、感染対象枝に罹病枝を密着・固定させた。すなわち、排出された柄胞子が必ず枝表面に付着できるようにした。

罹病枝を配置した以降、乾燥時には適宜スプリンクラーで散水を繰り返し、柄胞子の排出・飛散を助けた。いずれも、翌春の融雪後に発病の有無を調査した。

2) 試験結果

試験Ⅰの結果を表7に示した。第三枝階の罹病枝率は10.7%，第四枝階のそれは0.2%，対照区の第三・四枝階の罹病枝率11.8%，4.5%とほとんど差がなく，上位枝階を切り落とし感染効果を高めた影響がまったく認められなかった。第一・二枝階の罹病枝率に比べると，いずれも低い値であった。

試験Ⅱの罹病枝を敷き詰める接種方法では，第一枝階が42.2%の罹病枝率に対して第二枝階では1.1%であった（表7）。接種源からより離れたところに位置する第一枝階の方が高い罹病率を示した。また，罹病枝を苗間に挿し立てる方法に比較し，全体的に低い罹病率であった。

試験Ⅲの罹病枝を枝に密着・固定させた接種方法でも，第一・二枝階の上位枝階に比べ，第三・四枝階での罹病枝率は同様にかなり低かった（表8，9）。

表7 接種方法の違いと発病との関係

	罹 病 枝 率 (%)			
	第一枝階	第二枝階	第三枝階	第四枝階
試験Ⅰ a			10.7	0.2
試験Ⅱ b	42.2	1.1		
対照区 c	85.6	28.8	11.8	4.5

a：第一・二枝階を切り落とした苗の間に罹病枝を立てる方法で接種

b：未処置苗間の地面に罹病枝を敷き詰める方法で接種

c：未処置苗の間に罹病枝を立てる方法で接種

表8 罹病枝密着法による接種試験結果（1）

	第一枝階 1年生幹	第二枝階 頂生枝	第三枝階 頂生枝	第四枝階 頂生枝
調査枝数	42	91	84	54
罹病枝数	23	29	11	2
罹病枝率 %	54.8	31.9	13.1	3.7

特に試験Ⅲの結果から，下位枝階の枝では枝に胞子が付着しても，感染が成立できないことを意味すると考えられた。しかし，なぜ感染が成立できないかについては，今回の試験では明らかではない。一方，地面に接地する下枝は雪圧の影響をほとんど受けないことから，この原因が雪圧によるとする報告がある。しかしながら，雪圧をまったく受けない雪洞内であっても，やはり下枝は発病しにくいいため，雪圧の影響だけではこの現象を理解しにくい。現段階では，トドマツ枝枯病にみられる一つの発病特性としかいえない。

表9 罹病枝密着法による接種試験結果（2）

	第三枝階 頂生枝	第四枝階 頂生枝
接種枝数	92	77
罹病枝数	16	9
罹病枝率 %	17.4	1.3

1.1. 薬剤防除試験

1) 試験方法

試験Ⅰ：試験林は，函館営林支局倶知安営林署176林班ち小班（喜茂別町中山峠）である。標高は約800m，南西向きの緩斜面，ダケカンバを中心とする上木の被度は約50%，冬期間の積雪深は2～3mで，供試トドマツはすべて完全に埋雪した（写真24）。

供試木（総本数727本）は，1970年植栽，平均樹高は2.4m，7～8本の巣植えになっている。この林分の枝枯病の被害程度は微～中害であるが，一部激害木も混在している。こ



写真24 完全に埋雪したトドマツの薬剤防除試験地（中山峠）

これらの激害木は供試木から除外し、接種源として残した。薬剤散布に先だって、下刈りを行ない（1984年6月25～27日）、供試木をチシマザサを中心とする下草から露出させた。なお、散布諸元は以下のとおりである。

施用薬剤、供試濃度、施用月日、供試木の本数を表10に示した。

施用方法：各薬剤とも水道水で所定の希釈倍率にしたあと、展着剤のリノーを1ml/1の割合で加えた。容量が5 lの電池式噴霧器で、薬液がしたたり落ちる程度に供試木1本当たり約80mlの薬量を散布した。

施用時の気象：散布日はいずれも晴れで、散布の前日並びに翌日も降雨はなかった。

薬剤散布効果の判定は、散布翌年の融雪後（1985年5月9日）に行った。すなわち、各供試木の1年生枝を調査の対象とし、1年生枝全体に対する罹病枝の割合が0、1/3未満、1/3～2/3未満、2/3以上のものに対して、それぞれ、0（健全）、1（微害）、3（中害）、5（激害）の指数を与えた。各試験区の被害度はこの指数を加え調査本数で除した値である。

試験II：試験地は森林総合研究所北海道支所構内の苗畑に設けた。標高は80m、供試したトドマツ苗木は岩見沢営林署産3年生床替え苗である。1986から1987年にかけての最大積雪深は95cmで、苗木は冬期間、完全に埋雪した。薬剤を散布する罹病苗は、被害造林地から採集した罹病枝を苗間に挿し立てる方法で作った。胞子の飛散を助け感染率を高めるため、適宜、スプリンクラーによって散水を繰り返した。散布諸元は以下に示した。

施用薬剤：有機銅80（水和剤） 200倍

YF-4709（フロアブル）

YS-8602（フロアブル） 250、500倍

展着剤スルエート100倍を添加

ダコニール水和剤 500倍

ダコニールくん煙剤

施用月日：1986年6月23日、7月10日、7月25日の3回

施用量：毎回の施用量は、水和剤では供試苗1本当たり20ml、くん煙剤では供試苗30本につき40g、60g、80gである。

施用方法：水和剤は水道水で所定の濃度に希釈したあと、容量が5 lの電池式噴霧器で散布した。特に、1年生の主幹と第一枝階の輪生枝にまんべんなく薬剤がかかるように注意を払った。くん煙剤はピアレスフィルムを張った木枠を供試苗木にかぶせ、このチャンバー内で行った。くん煙剤の顆粒を秤量後、アルミホイルの上に乗せ、点火紙を用いて点火した。チャンバー内に煙が十分に行き渡ったのを確認してから（10～20分後）、チャンバーを外した。

施用前後の気象：薬剤施用日の気象は、晴れまたは曇りで、その前日及び翌日も降雨はなかった。

散布効果の判定は、融雪後の1987年5月20日に行った。各供試苗の1年生幹と各輪生枝の頂生側枝を調査の対象とした。すなわち、1年生幹と各輪生枝の頂生枝の合計数に対する罹病枝の割合が0、1/3未満、1/3～2/3未満、2/3以上のものに対して、それぞれ、0（健全）、1（微害）、3（中害）、5（激害）の指数を与えた。各試験区の罹病度は、この指数を加えて調査本数で除した値である。

試験III：試験林は北海道幌加内町朱鞠内湖畔に位置し、森林開発公団が1978年に造成したトドマツ人工林である。標高は340m、西向きの緩斜面（斜度約5度）で、シラカンバとダケカンバがわずかに残っている。最大積雪深は約3m、造林木の平均樹高は1.2mで、冬期間の供試木はすべて雪の下に倒伏しているものと考えられる。そのため、雪害による幹の曲がりや折れ、枝抜けが多く認められる。

供試木は、斜面の上から下へと縦に2条植えとなっており、下刈りは植栽後ずっと継続されている。1986年春におけるこの試験林内には枝枯病の微害～中害が多いが、かなりの数の健全木と少数ながら激害木も混在していた。

施用薬剤：ダコニールくん煙剤

施用月日と時間：1986年6月25日 朝3:15、7月8日 夜9:00、7月22日 夜9:00からの合計3回

施用量：1回の施用量は供試木2,500本（約1ha）に5缶（5kg）とした。

施用方法：事前に発煙筒を焚いて気流の状態を確認したあと、無風状態で気流が斜面上部から下へゆっくりと降りるのを待って、全体に煙が行き渡るように発煙缶を配置し点火した。

くん煙効果の判定は、薬剤施用翌年の融雪後（1987年5月16日）に行った。各供試木の1年生幹と上位枝階の1年生輪生枝の罹病状況だけについて調査した。被害度の算定方法は苗畑での方法と同じである。くん煙内の供試木400本と、対照区内の400本について、罹病程度を前年春の調査時からの病状の進展という観点から調査した。

試験IV：森林総合研究所北海道支所構内の苗畑（標高160m）に試験地を設けた。供試苗木は、平均苗高50cmの岩見沢営林署産3年生床替え苗である。散布諸元は以下のようである。

施用薬剤：有機銅80 200倍

YF-4709 200倍、300倍

ダコニール1000 1000倍

薬剤施用年月：1987年6月30日、7月4日、7月27日の3回

施用量：毎回の施用量は、供試木1本当たり20ml

施用方法：水道水で所定の濃度に希釈したあと、容量5 lの電動噴霧器で散布した。展着剤は使用しなかった。散布にあたっては、特に1年生主幹と第一枝階の輪生枝にまんべんなく薬剤がふりかかるように注意を払った。

散布前後の気象：薬剤施用当日の気象は、晴れまたは曇りで、薬剤散布の前日と翌日も降雨はなかった。

感染苗を作るための接種源には、1987年6月14日に余市営林署常盤担当区（標高約700m）で採取した罹病枝を使用した。採取の翌日に、この罹病枝を苗間に挿し立てた。以後、適宜スプリンクラーで散水し、感染を助けた。

2) 試験結果

試験Ⅰ：調査結果を表10に示した。ダコニール水和剤は、トドマツ枝枯病の防除薬剤として優れていることがすでに報告されている。今回の試験においても、夏期散布には卓越した効果が確認された。その一方、同じ夏期3回散布のジマンダイセン水和剤400倍と同600倍にはほとんど薬効が認められなかった。

表10 トドマツ枝枯病薬剤防除試験結果（1984年林地施用）

供試薬剤名	施用濃度	散布時期	供試本数	被害度	有意差
ダコニール水和剤	500倍	7/4, 7/17, 7/30	69	0.17	**
ジマンダイセン水和剤	400倍	7/4, 7/17, 7/30	44	2.05	—
ジマンダイセン水和剤	600倍	7/4, 7/17, 7/30	61	2.21	—
ダコニール水和剤	500倍	11/6	58	2.86	—
ジマンダイセン水和剤	400倍	11/6	61	2.62	—
アントラコール水和剤	250倍	11/6	66	2.51	—
ペフラン液剤25	160倍	11/6	56	2.64	—
DKR-36塗布剤	4倍	11/6	62	2.07	—
ロブラールフロアブル	250倍	11/6	68	2.66	—
YF-4601乳剤	50倍	11/6	73	2.78	—
コントロール			109	2.47	

試験実施場所：北海道喜茂別町中山峠（14年生トドマツ人工林）

調査年月日：1985年5月9日

**：コントロール区に対して1%の危険率で有意

夏期散布は、感染源となる胞子の飛散時期に合致させることが、防除効果を高めるうえで必要である。しかし、胞子の飛散期間は約3か月続き、気象条件にも影響されるため、この間に薬剤散布は2～3回以上行われなければならない。そこで、散布適期が長く高濃度の薬剤を用いても被害が出にくい秋期散布（休眠期散布）も検討してみた。しかし、今回供試した7薬剤にはいずれも薬効が認められなかった。夏期散布には著効を示したダコ

ニール水和剤でも、秋期散布の場合はまったく効果をあげることができなかった。秋期散布は前記利点のほかに作業上の有利性もあるので、すぐには捨て難く、さらに検討の余地が残されていると思われる。

試験Ⅱ：各試験区の罹病率と罹病度を表11に示した。ダコニール水和剤では著効が認められたが、ダコニールくん煙剤とYS-8602では効果が認められなかった。YF-4709ではダコニール水和剤に比べるとやや劣るものの、十分な防除効果が得られた。有機銅80では効果にばらつきが認められた。

表11 トドマツ枝枯病薬剤防除試験結果（1986年苗畑施用）

供試薬剤名	施用濃度	供試本数	罹病本数	罹病率%	罹病度
ダコニール水和剤	500倍	150	6	4.0	0.04
ダコニールくん煙剤	80g	90	82	91.1	2.87
ダコニールくん煙剤	60g	90	85	95.6	3.04
ダコニールくん煙剤	40g	90	87	96.7	3.63
YF-4709	200倍	180	68	37.8	0.77
有機銅80	200倍	180	121	67.2	1.58
YS-8602	250倍	180	159	88.3	2.77
YS-8602	500倍	180	163	90.6	3.13
コントロール		180	174	96.7	3.63

試験実施場所：森林総合研究所北海道支所構内苗畑

薬剤施用年月日：1986/6/23・7/10・7/25，調査年月日：1987/5/20

試験Ⅲ：調査結果を表12に示した。くん煙区の被害度は対照区に比べると低い値を示した。しかし、ともに被害度が前年の2倍になっていることから、くん煙の効果はなかったと考えられる。くん煙に際しては、気流が安定する時間帯を選び、可能な限り煙が全体に

表12 トドマツ枝枯病薬剤防除試験結果（1986年林地施用）

供試薬剤名	供試本数	調査本数	前年被害度	今回被害度
ダコニールくん煙剤	2500	400	0.99	1.80
コントロール	1000	400	1.36	2.78

試験実施場所：北海道幌加内町（9年生造林地）

薬剤施用年月日：1986/6/25・7/8・7/22，調査年月日：1987/6/16

等しく行き渡るようにした。しかし、煙は発煙地点から遠ざかるにつれて上の方へと拡散し、実際には全部の試験対象木が均等に薬剤に触れたとは言い難かった。

ダコニールくん煙剤は、水を必要とせず一度に広い面積を対象にできるという利点を有しているため、これを用いて試験を試みた。しかしながら、気流の安定を待ち、くん煙のタイミングをはかることが想像以上に難しく、また、効果もほとんど認められなかった。ハウス内でのくん煙とは違い、林地でのくん煙は気象や地形に左右され、安定した効果を期待することが困難と思われた。

試験Ⅳ：発病状況の判定は、薬剤施用翌年の融雪後（1988年5月28日）に、供試木の1年生幹と各輪生枝階の頂生枝・頂生側枝を対象に行った。そして、全調査対象枝数に対する罹病枝数の割合（罹病枝率）を求めた。

表13 トドマツ枝枯病薬剤防除試験結果（1987年苗畑施用）

施 用 薬 剤 名	施用濃度	施用回数	供試本数	罹病枝率%	有意差
有機銅80	200倍	3	180	51.02	**
YF-4709	200倍	3	180	6.71	**
YF-4709	300倍	3	180	16.29	**
ダコニール1000	1000倍	3	180	16.09	**
コントロール			180	81.72	

試験実施場所：森林総合研究所北海道支所構内苗畑

薬剤施用年月日：1987/6/30・7/14・7/27， 調査年月日：1988/5/28

**：コントロール区に対して1%の危険率で有意

調査結果を表13に示した。YF-4709では、200倍の場合に卓越した効果が認められた。同剤の300倍でも十分な防除効果が認められたが、200倍に比べると効果が落ちた。ダコニール1000は、YF-4709の300倍と同程度の防除効果であった。有機銅80については、統計的に有意差が認められるものの、上記の2剤に比べるとかなり落ちるものであった。これまで、ダコニール水和剤では500倍の濃度で、常に優れた防除効果を得てきた。今回使用したダコニール1000は、従来のダコニール水和剤の剤型を変えて改良したものであるが、1000倍と半分の濃度になったことが、効果が落ちた原因ではないかと思われた。

防除薬剤の本格的な開発試験は、1986年に林業薬剤協会を中心として開始された。その結果、ダコニール水和剤とYF-4709に高い防除効果が確認された。特に、YF-4709は魚毒性がA類で、C類のダコニール水和剤より安全性に優れていることから、1991年4月17日、ベフランサルファフロアブルの商品名で農薬登録された。

12. 林業的防除試験

一般的に、枝枯病はトドマツの樹高がササ高を脱する頃から急激に蔓延し、また、ササに埋没している個体は軽微な被害に留まっていることが知られている。さらに、苗畑での感染試験の結果、苗間にシラカンバを配置した場合に被害が軽減された。以上のことから、林床植生、とりわけ密生するササが柄孢子飛散の遮蔽物として働き、結果として被害の拡大防止に役立っているのではないかと推察された。そこで、下刈り時期を操作することによる被害回避策を検討した。

1) 試験方法

試験林は、北海道営林局余市営林署117林班む小班である。1981年秋に2条植栽され、その翌年から1985年まで通常の下刈りが実施されてきたが、枝枯病が蔓延し始めたため1986年に下刈りが中断された。1988年5月に試験地を設定し、以下に述べる処理区を図22のように配置させた。試験地設定時点の林分被害度は、2年間にわたる下刈り中断の効果がすでに現れ、下刈り中断当時とほぼ同じ微～中害程度に留まっていた。

6月下刈り区：通常に実施されている6月の下刈り。

6月一部下刈り区：2条植列のうち片側1列を通常の6月に下刈り。

8月下刈り区：通常実施されている下刈りを約2か月遅らせ、8月に下刈り。

下刈り放棄区：下刈り非実行。

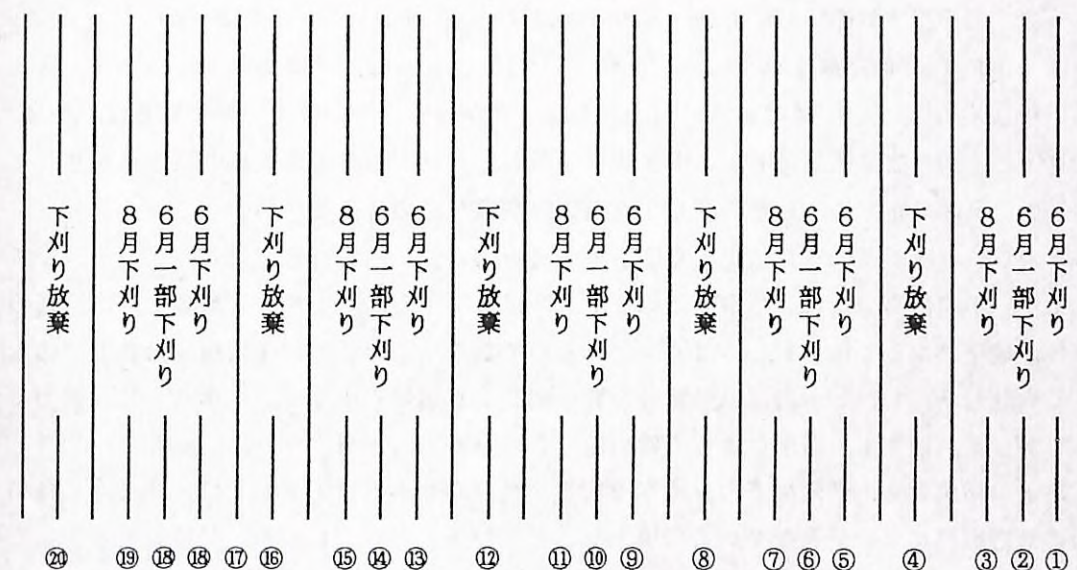


図22 下刈り処理区の配置図

試験地を設定した翌年の1989年から1991年までの3年間、毎年、その年の罹病度及び樹高伸長量を調査した。調査の初年度は、樹高と1987年までさかのぼって年間伸長量を測定した。罹病度については、個体ごとに健全木、微害木、中害木、激害木を肉眼判定し、それぞれ0, 1, 3, 5の指数を与えた。なお、6月片側下刈り区と下刈り放棄区については、試験木がササに被われ調査が困難であったため、試験最終年度に下刈りを行い、最終年度における罹病度と樹高、1987年以降の年間伸長量をまとめて調査した。これらの調査は、トドマツの樹高成長がほぼ停止するとみられる8月下旬～9月上旬に実施した。

2) 試験結果

各処理区における平均罹病度と平均樹高の推移を図23に示した。調査初年度における平均罹病度は、8月下刈り区で0.46、6月下刈り区では0.96であった。そして、3年後の1991年に、8月下刈り区では1.39、6月下刈り区では3.07、6月一部下刈り区では2.14、下刈り放棄区では1.92であった。すなわち、各処理区の被害程度を現す罹病度は、6月下刈り区で最も高く、残り3区ではほぼ同じ数値を示した。次に、罹病度指数が占める割合を図24に示した。1989年の6月下刈り区と8月下刈り区の激害木（罹病度指数4, 5）の占める割合には大差がなかったが、翌年の1990年になると6月下刈り区では激害木の本数が急激に増加した。

次に各処理区の平均樹高をみると、下刈りを中断した翌年の1987年では、6月下刈り区が136.4cm（標準偏差39.7cm）、6月一部下刈り区が119.1cm（標準偏差38.9cm）、8月下刈り区が135.6cm（標準偏差38.9cm）、下刈り放棄区が134.6cm（標準偏差42.4cm）であった。調査終了年の1991年では、8月下刈り区（191.6cm、標準偏差50.2cm）>下刈り放棄区（190.3cm、標準偏差55.2cm）>6月下刈り区（176.1cm、標準偏差50.7cm）>6月一部下刈り区（173.5cm、標準偏差51.4cm）の順に高かった。平均樹高の推移からは、8月下刈り区と下刈り放棄区が最もよい樹高成長を示し、6月下刈り区は成長の減退が見られた。図25の樹高階分布でも、8月下刈り区は高い樹高階を占める割合が高かった。

下刈り放棄区では、ササによる照度不足から樹高成長への悪影響が最も大きいと予想されたが、平均樹高ではむしろ良い成績を示した。この原因は、下刈り放棄区では低樹高の個体が被圧によって枯損もしくは消失したためであり、このことが平均樹高の底上げに大きく貢献した。しかし、被圧の影響から幹が細長で着葉量も少なく、全体としては活力に乏しかった。加えて、雪圧によって幹の蛇行しているものが目立った。

以上の結果から、通常の下刈り時期を約2か月遅らせる8月の下刈りは、明らかに枝枯病の被害進行にブレーキをかける効果のあることが示された。しかし、試験地を設定した翌年以降、8月下刈り区のササ密度は次第に低下し、孢子飛散の遮弊物としての役割を果たせなくなっていった。このため、ササの回復力を勘案した下刈りが重要であると同時に、坪刈り等の下刈り方法についても、さらに現場での試行が必要であると考えられた。

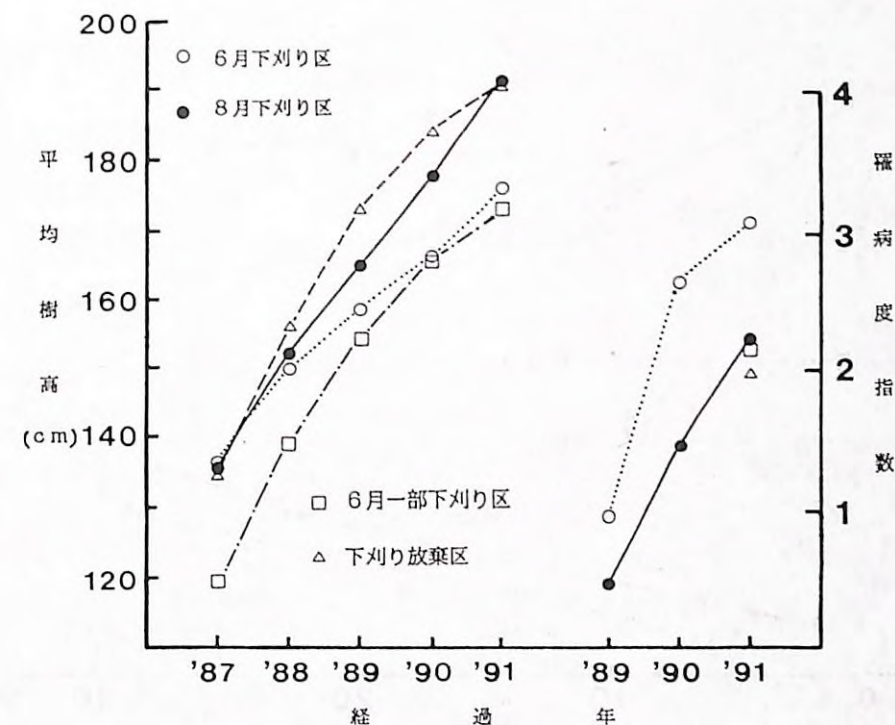


図23 罹病度指数と平均樹高の推移

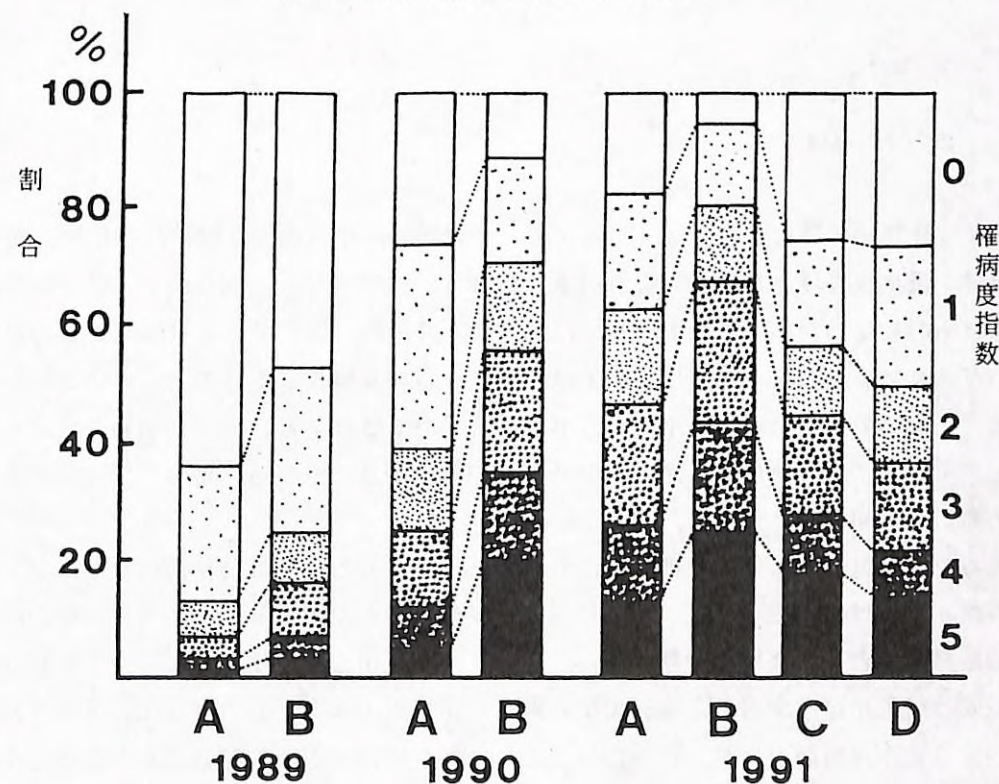


図24 罹病度別被害木の割合とその年次推移
(A: 8月下刈り区, B: 6月下刈り区, C: 6月一部下刈り区, D: 下刈り放棄区)

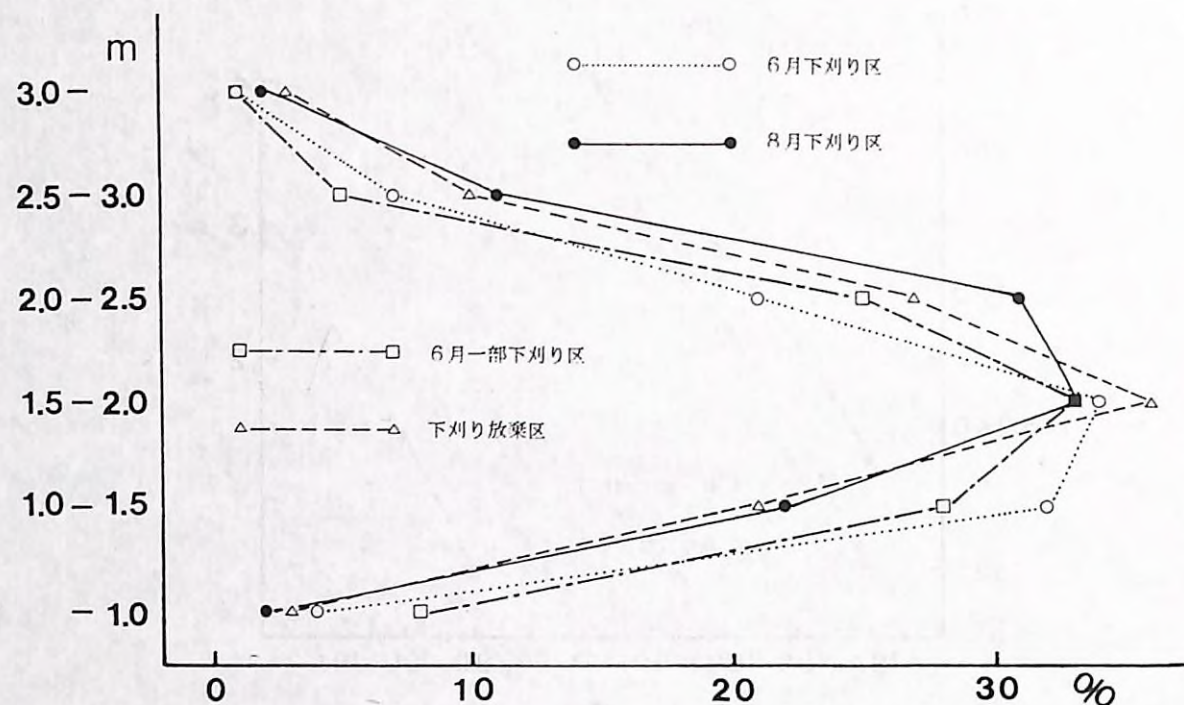


図25 処理区別の樹高階分布

V まとめ

トドマツ枝枯病防除については、これまで、薬剤防除、融雪促進、罹病枝の切除、新条の袋掛け、抵抗性育種など多くの被害回避策が試行されてきた。これらの中にはかなり効果の高いものもあるが、いずれも一長一短があり、普遍的に実行できる特効薬的な回避策は見いだされていない。この点については、下刈り時期を操作する回避策においても大同小異と言えないでもないが、即座に実行可能な方法であることと、下刈り間隔や方法をさらに工夫・改善することにより回避効果の増大が期待できる点から、現時点では、最も実用性の高い被害回避策といえる。

ところで、積雪面から脱出し厳冬の外気温にさらされた部分は枝枯病にかからないため、雪面から抜け出したトドマツは上長成長を続けることができる。この積雪面から脱出できる樹高のことを危険脱出樹高と呼んでいる。危険脱出樹高は積雪深によって決定され、その目安は最大積雪深のおおよそ50%増と考えてよい。つまり、最大積雪深が2mであれば、樹高3mが危険脱出樹高ということになり、これを越えると枝枯病にかかっても上長成長が可能になる。従って、枝枯病回避の基本は、被害の進行をできるだけ遅らせること、また、できるだけ早く危険脱出樹高へもっていくことである。以下に、下刈りを基本とし

た被害回避策の要点をまとめた。

I 齢級造林地

I 齢級造林地では、通常の下刈りを積極的に実施して樹高と肥大成長を促し、できるだけ積雪から立ち上がりやすくさせることに重点を置く。下刈りと並行し、被害木の早期発見に心がける。被害発生初期の微害のうち罹病枝の数が少ないので、この時期の感染源である罹病枝の切除は労力も少なく高い効果が望める。あるいは、罹病木そのものを伐倒し、菌密度の高まりを抑えることに努める。それでも被害木が増加するような場合には、下刈りを一時中断し、極端な照度不足に陥らないように1~2年様子を見る（照度不足はファシディウム雪腐病の発生をまねく）。下刈りの再開は8月に行う。

II~III 齢級造林地

新植造林地における枝枯病の発生は、一般に、植栽5年目頃から始まり、10年目頃に被害のピークを迎える。その点から、II・III 齢級造林地は枝枯病に対して最も危険な造林地である。枝枯病が侵入すると、I 齢級造林地よりも蔓延スピードが早いので、より早急な対策が必要である。防除に対する考え方は、I 齢級造林地と基本的に同じである。枝枯病が発生する前は積極的な下刈り・つる切りを励行して樹高成長を速め、できるだけ早期に危険脱出樹高へと誘導していく。被害が確認された場合には、直ちに下刈りを中止し、極端な照度不足にならないように注意し、1~2年様子を見る。そして、下刈りを再開する場合は8月に行い、可能であれば病枝の切除も行う。以後、ササの回復を見ながら、1~数年置きに8月下刈りを行う。侵入木の除伐は造林木の成長に悪影響を与えるものに限って行い、原則として実行しない。将来、生き残れそうなトドマツを選んで、その周囲を坪刈りするのも一案である。

多雪地へ新植する場合の留意点

最大積雪深が2~3mの激害造林地周辺での造林は、まず避けた方が無難である。造林する場合は、周囲に激害地が無いことを確かめた上で、孔状植栽、巢植えあるいは保残木を残し小面積植栽とする。苗木は多雪地産・地元産種子から養苗したものを使用し、3,000本植栽の密植とすることが望ましい。植栽はできるだけ丁寧に行い、根系の活着・発達を促し、植栽木の初期成長を高める。枝枯病菌の子のう胞子の飛来防止と気象緩和のため、主風を遮る形の稜線保護帯を残置もしくは造成する。しかしながら、最大積雪深が3m以上の豪雪地帯では、枝枯病の被害に加えて幹折れ・幹曲がり・枝抜けなどの雪圧害が予測され、現在の造林技術で人工林にもっていくことは相当に困難を伴う。たとえ成林できたとしても、雪害による幹の損傷部位から腐朽菌の侵入をまねき、人工林としての価値を失う危険性が非常に高い。

VI 文献目録

トドマツ枝枯病に関する文献は、1970年に横田が「トドマツの新病害ミクロペラ枝枯病（仮称）の発生について」と題して、報告を行ってから今日に至るまで、関連文献を含めると100編を優に越える論文・報告書類が提出されている。そこで、これらを発表年月順に整理・記述し、枝枯病研究の歴史を振り返ってみると同時に、文献を利用する上での参考とすることにした。

- 横田俊一：トドマツの新病害ミクロペラ枝枯病（仮称）の発生について，森林防疫，19（12），300～302（1970.12）
- 横田俊一ほか：昭和45年度に発生した樹木病害について，北方林業，23（2），59～61（1971.2）
- 横田俊一ほか：ミクロペラ（Micropera）枝枯病による（仮称）トドマツ造林地の被害実態について，82回日林講，256～258（1971.8）
- 横田俊一：トドマツのミクロペラ枝枯病について，北方林業，23（9），251～255（1971.9）
- 横田俊一：トドマツのミクロペラ病について，林試場報 No.87，7～9（1971.10）
- 横田俊一ほか：ミクロペラ枝枯病によるトドマツ造林地の被害の推移について，日林北支講，20，177～179（1971.10）
- 小林享夫：トドマツ枝枯病－ミクロペラ枝枯病からの病名変更とその学名について，森林防疫，21（10），208～209（1972.10）
- 佐保春芳ほか：針葉樹の新病害3種－Scleroderris lagerbergii Gremmen, Lachnellula fuscousanguinea (Rhem) Dennis, Lachnellula suecia (de By. ex Fr.) Nannf.－，森林防疫，21（10），209～211（1972.10）
- 横田俊一：トドマツ枝枯病について，北方林業，24（12），334～337（1972.12）
- 横田俊一：北海道における樹木病害－最近発生した新病害2種－，林業と薬剤，43（3），10～13（1973.3）
- 横田俊一ほか：トドマツ枝枯病の発生環境，84回日林講，292～293（1973.8）
- 高橋郁雄：ストロブマツで発見されたScleroderris lagerbergii Gremmen，日林北支講，22，106～110（1973.10）
- 横田俊一ほか：モミ属病害の発生環境と防除，昭和47年度国有林野特別会計林業試験成績報告書，p.40（1974.3）
- Yokota, S. et al.: Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan I. Present status of damage, and features of infected plantations, Eur. J. For. Path., 4(2), 65-74 (1974.6)

- 横田俊一ほか：トドマツ枝枯病防除，昭和48年度国有林野特別会計林業試験成績報告書，p.12（1974.7）
- Yokota, S. et al.: Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan II. Physiological and pathological characteristics of causal fungus, Eur. J. For. Path., 4(3), 155-166 (1974.9)
- Yokota, S.: Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan III. Dormant infection of causal fungus., Eur. J. For. Path., 5(1), 7-12 (1975.2)
- Yokota, S.: Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan IV. An analysis of climatic data associated with the outbreak., Eur. J. For. Path., 5(1), 13-21 (1975.2)
- 鈴木茂雄：トドマツ枝枯病に対する産地およびクローンの違いによる罹病性－幌加内営林署、鷹泊トドマツ採種園のトドマツ枝枯病調査結果－，北方林業，27（3），63～68（1975.3）
- 高橋郁雄：近年道央で発見された主要樹種の病害，北方林業，27（9），237～241（1975.9）
- 増田久夫ほか：林木の生育障害と局地気象（I）－トドマツ枝枯病発生地帯の環境－，日林北支講，24，47～49（1975.11）
- 高橋郁雄ほか：Scleroderris lagerbergiiによるヨーロッパモミの被害，日林北支講，24，61～64（1975.11）
- Yokota, S. et al.: Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan V. Relationship between disease development and forest type, Eur. J. For. Path., 5(6), 356-366 (1975.12)
- 高橋郁雄：高寒冷地における主要造林木の病害発生経過－ストロブマツとトドマツの植栽後3年間の経過－，日林北支講，25，67～69（1976.10）
- 高橋郁雄：高山の天然木でみられたトドマツ枝枯病（スクレロデリス枝枯病），森林防疫，26（1），1（1977.1）
- 北海道林務部：寒冷多雪地におけるトドマツ人工林の気象害－名寄・美深経営区－，経営試験業務資料，No.31，p.47（1977.5）
- 畠山末吉：トドマツの雪害抵抗性，北海道の林木育種，21（2），1～5（1978.2）
- 村田敏広：トドマツ枝枯病の被害実態について，北海道の林木育種，21（2），6～13（1978.2）
- 広田文憲：道有林におけるトドマツ枝枯病，北海道の林木育種，21（2），14～16（1978.2）
- 横田俊一：トドマツ枝枯病について，北海道の林木育種，21（2），17～24（1978.2）
- 斎藤 満ほか：トドマツ幼齡林の雪害と積雪，日林北支講，27，21～24（1978.10）
- 吉武 孝ほか：林木の生育障害と局地気象－トドマツ枝枯病発生地帯の気象環境－（要旨），昭和52年度林試北海道支場年報，74～75（1978.10）

青柳正英：トドマツ枝枯病の発生と防除，森林防疫，28(1)，15～17 (1979.1)

横田俊一：米国およびカナダにおけるスクレロデリスがんしゅ病検疫法の制定について，森林防疫，28(3)，49～54 (1979.3)

秋本正信：トドマツ前年枝に形成される枝枯病斑の初期症状，日林北支講，28，161～163 (1979.11)

高橋郁雄：北海道中央部における針葉樹の菌類相と病害に関する研究－主として子のう菌類、不完全菌類及びさび菌類について－，東大農演報，69，p.143 (1979.12)

膳棚正雄ほか：積雪地におけるトドマツ造林木の埋雪過程と雪害および枝枯病の被害状況について，昭和53年度北海道林研論，69～70 (1979.12)

北海道林務部：積雪環境とトドマツ造林木の雪害および枝枯病－道有林における調査例－，経営試験業務資料，No.33，p.49 (1980.3)

吉武 孝ほか：トドマツ埋雪木の脱葉被害，北方林業，32(3)，62～66 (1980.3)

高橋 治ほか：金山地区におけるトドマツ枝枯病の発生状況について，昭和54年度帯広営林支局業務研究発表集，127～132 (1980.8)

吉武 孝ほか：トドマツ幼齢木の雪害－枝葉の被害について－，日林北支講，29，116～118 (1980.10)

薄井五郎ほか：トドマツ枝枯病被害林の融雪期以後夏までの脱葉経過－音威子府の例－，日林北支講，29，119～121 (1980.10)

秋本正信：トドマツ枝枯病の子実体形成時期，日林北支講，29，122～124 (1980.10)

松崎清一ほか：数種の病原菌によるトドマツの激害造林地の一事例，日林北支講，29，128～130 (1980.10)

斎藤 満：多雪地のトドマツ幼齢木に発生する気象害に対する上木保存の効果，昭和54年度北海道林研論，149～150 (1980.12)

沢井柁四郎：トドマツ造林木の雪害とトドマツ枝枯病の発生について，昭和54年度北海道林研論，141～144 (1980.12)

柏倉 登ほか：数種の病原菌によるトドマツ造林地の一事例，昭和55年度帯広営林支局業務研究発表集，140～143 (1981.4)

小川 隆：北海道東部のトドマツ枝枯病，森林防疫，30(7)，107 (1981.7)

松崎清一：北海道におけるトドマツ枝枯病，林試北海道支研究資料No.120，p.45 (1981.10)

薄井五郎ほか：トドマツ枝枯病の発病誘因の検討（Ⅰ）－いくつかの越冬処理と発病のちがい－，日林北支講，30，199～201 (1981.11)

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病の発病誘因の検討（Ⅱ）－冬期間の上木効果、特に積雪と幼齢造林木の越冬状態－，日林北支講，30，202～204 (1981.11)

永井憲雄ほか：トドマツ枝枯病の発病期の観察結果，昭和55年度北海道林研論，165～166 (1981.12)

佐藤邦彦：森林保護雑考－4－，北方林業，34(1)，24～28 (1982.1)

横田俊一：欧米におけるスクレロデリス胴枯病に関するノート，森林防疫，31(2)，33～35 (1982.2)

吉武 孝：トドマツ幼齢枝条の雪圧害，森林立地，23(2)，33～39 (1982.2)

栄花 茂：トドマツ精英樹の特性について－採取園産種苗の特性と利用－，昭和56年度北海道営林局業務研究発表集録，257～265 (1982.3)

横山 寛：トドマツ枝枯病の実態について，昭和56年度旭川営林支局業務研究発表集録，28，104～115 (1982.3)

松崎清一：欧米のスクレロデリス胴・枝枯病と北海道のトドマツ枝枯病，北方林業，34(4)，96～100 (1982.4)

秋本正信：トドマツ枝枯病の病徴－脱葉雪害説への疑問－，北方林業，34(4)，101～103 (1982.4)

吉武 孝：埋雪スギ幼齢木の脱葉現象，日林誌，64(6)，242～244 (1982.6)

秋本正信：トドマツ枝枯病の病徴－針葉脱落と脱葉枝の枯死－，昭和56年度北海道林研論，166～167 (1982.9)

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病林分における皆伐地・上木下の積雪と越冬状態，昭和56年度北海道林研論，170～171 (1982.9)

森 俊人ほか：トドマツ枝枯病の精英樹クローン間、産地間の差異，日林北支講，31，113～115 (1982.10)

佐藤邦彦ほか：トドマツ枝枯病に見られる損傷とあての形成，日林北支講，31，118～121 (1982.10)

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病の発病誘因の検討（Ⅲ）－接地する枝が発病しにくい現象について－，日林北支講，31，122～124 (1982.10)

松崎清一：トドマツ枝枯病罹病木の病態解剖，日林北支講，31，128～129 (1982.10)

高藤 満ほか：トドマツ枝枯病の実態と施業について，昭和56年度北海道林研論，159～160 (1982.10)

秋本正信：トドマツ枝枯病の病徴－針葉脱落と脱葉枝の枯死－，昭和56年度北海道林研論，166～167 (1982.10)

薄井五郎ほか：いくつかの越冬処理とトドマツ枝枯病の発病のちがい，昭和56年度北海道林研論，168～169 (1982.10)

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病林分における皆伐地・上木下の積雪と越冬状態，昭和56年度北海道林研論，170～171 (1982.10)

佐藤邦彦：近年におけるトドマツ枝枯病に関する諸問題，野ねずみ，172，43～47 (1982.11)

秋本正信：トドマツ枝枯病菌菌株間の病原性比較（講演要旨），日植病報，49(1)，119 (1983.1)

田中 潔：トドマツ枝枯病の発生環境と防除法，昭和58年度北海道営林局業務研究発表集録，227～235（1983.2）

横田俊一：北海道におけるスクレロデリス枝枯病、特に病原菌とその病原性，林試研報，321，89～116（1983.3）

吉武 孝：雪圧害とトドマツ枝枯病，北方林業，35(3)，83～86（1983.3）

田中 潔：トドマツ枝枯病の病徴，森林保護，175，17（1983.5）

秋本正信：苗畑に発生したトドマツ枝枯病，森林防疫，32(6)，102～103（1983.6）

田中 潔：トドマツ枝枯病菌の子のう盤の断面，森林防疫，32(9)，154（1983.9）

田中 潔ほか：トドマツ枝枯病薬剤防除試験（予報），日林北支講，32，90～93（1983.10）

秋本正信：枝枯病罹病木の落葉から分離されたトドマツ枝枯病菌，日林北支講，32，94～96（1983.10）

阿部信行ほか：トドマツ枝枯病被害林分の取り扱い方法の検討（Ⅰ）－被害木の発生とその後の推移－，日林北支講，32，97～100（1983.10）

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病被害林分の取り扱い方法の検討（Ⅱ）－被害区分図の提案－，日林北支講，32，101～103（1983.10）

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病被害林分の取り扱い方法の検討（Ⅲ）－被害度区分図を用いた被害林分の被害解析例－，日林北支講，32，104～106（1983.10）

吉武 孝ほか：埋雪スギ幼齢木の脱葉現象（Ⅰ）－被害木の形態－，94回日林論，429～430（1983.10）

吉武 孝ほか：ウラジロモミ埋雪木の脱葉現象，35回日林関東支論，93～94（1983.12）

北海道造林技術センター（財団法人）：トドマツ枝枯病の実態調査と森林施業について，昭和59年度報告書，（1984）

田中 潔：北海道におけるトドマツ枝枯病の最近の被害状況，森林防疫，33(5)，78～83（1984.5）

青柳正英ほか：道有林におけるトドマツ枝枯病の現状とその対策，北方林業，36(5)，133～138（1984.5）

袴田千代治：国有林におけるトドマツ枝枯病実態調査様式の改正，森林保護，181，23～24（1984.6）

水井憲雄：トドマツ枝枯病被害度区分図の適用例，日林北支講，33，155～157（1984.10）

浅井達弘：トドマツ枝枯病発病誘因の検討（Ⅳ）－苗木の産地による罹病性の違い－，日林北支講，33，158～159（1984.10）

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病被害林分の取り扱い方法の検討（Ⅳ）－樹冠からの距離と被害のあらわれかた－，日林北支講，33，160～162（1984.10）

阿部信行ほか：トドマツ枝枯病被害林分の取り扱い方法の検討（Ⅴ）－菌（柄孢子）密度の測定例－，日林北支講，33，163～165（1984.10）

藤原一郎ほか：北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害（Ⅵ）－トドマツ幼樹の形態と樹高成長－，日林北支講，33，169～171（1984.10）

吉武 孝ほか：埋雪スギ幼齢木の脱葉現象（Ⅱ）－被害木の脱葉量と生長経過－，95回日林論，307～308（1984.10）

新井田利光：トドマツ枝枯病被害地の現況と取扱い－美深経営区咲来団地の例－，昭和58年度北海道林研論，116～117（1984.11）

青柳正英ほか：道有林におけるトドマツ枝枯病の現状とその対策について，昭和58年度北海道林研論，148～149（1984.11）

小林順二ほか：トドマツ枝枯病に対する上木の保護効果について，昭和58年度北海道林研論，150～151（1984.11）

石坂久志：トドマツ枝枯病の推移について－凍害対策再造林植栽試験地－，昭和58年度北海道林研論，152～153（1984.11）

杓沢 敏：雄武経営区におけるトドマツ枝枯病の被害，昭和58年度北海道林研論，154～155（1984.11）

浅井達弘：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅰ）－激害にいたる条件－，昭和58年度北海道林研論，166～167（1984.11）

藤原宏行：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅱ）－侵入広葉樹の解析－，昭和58年度北海道林研論，168～169（1984.11）

阿部信行：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅲ）－残存トドマツの解析－，昭和58年度北海道林研論，170～171（1984.11）

秋本正信：トドマツ枝枯病菌の病原性の菌株間比較，北海道林試研報，No.22，77～84（1984.12）

渋谷克己：トドマツ枝枯病の造林的な取り扱い，森林保護，185，6～8（1985.1）

石坂久志：トドマツ枝枯病被害木の生長推移－危険脱出樹高－，北方林業，37(2)，33～36（1985.2）

池下省吾ほか：日高地方に発生したトドマツ枝枯病，北方林業，37(3)，73～75（1985.3）

谷口佳昭：トドマツ枝枯病の罹病高と最大積雪深，昭和59年度北海道林研論，140～141（1985.7）

阿部信行ほか：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅳ）－罹病木の発生とその後の推移－，昭和59年度北海道林研論，152～153（1985.7）

藤原宏行：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅴ）－下刈り経過年数と侵入植生の影響－，昭和59年度北海道林研論，158～159（1985.7）

田中 潔：トドマツ枝枯病-発生現況とその防除-，植物防疫，39(10)，483～486（1985.10）

水井憲雄ほか：トドマツ枝枯病被害に対する融雪促進の効果，日林北支論，34，101～103（1985.10）

松崎清一：トドマツ枝枯病菌の寄主体侵入経路および侵入時期について，96回日林論，473～474（1985.10）

秋本正信：トドマツ枝枯病とトドマツの埋雪期間および埋雪時期との関係，96回日林論，475～476（1985.10）

田中 潔ほか：トドマツ枝枯病防除試験 昭和60年度病虫害等防除薬剤試験結果（その1），林業薬剤協会，238～240（1985）

谷口佳昭：トドマツ枝枯病の罹病高と最大積雪深，昭和59年度林業技術研究発表大会論文集，140～141（1985.10）

北海道林務部：トドマツ枝枯病の現状とその対策－道有林における調査例－，業務参考資料，p.95（1986.2）

吉武 孝ほか：新潟県におけるシラベ・トドマツ埋雪木の脱葉現象，北方林業，38(2)，37～40（1986.2）

吉武 孝ほか：豪雪地帯におけるモミ・トウヒ埋雪木の脱葉現象，37回日林関東支論，85～86（1986.3）

水井憲雄：融雪促進によるトドマツ枝枯病の被害防除，北方林業，38(3)，57～60（1986.3）

松崎清一：トドマツ枝枯病菌の積雪下における侵入と定着，林業と薬剤，95，9～11（1986.3）

トドマツ枝枯病対策部会：トドマツ枝枯病対策部会報告，森林保護，192，12～13（1986.4）

松崎清一：技術情報・トドマツ枝枯病菌の積雪下における侵入と定着，造林あさひかわ，46，2～3（1986.6）

森 茂：トドマツ枝枯病被害林分の施業について，昭和60年度北海道林研論，100～101（1986.7）

浅野正嗣ほか：美深経営区のトドマツ人工林の枝枯病被害の推移について，昭和60年度北海道林研論，146～147（1986.7）

伊藤昇二ほか：滝川経営区におけるトドマツ枝枯病の現況とその対策，昭和60年度北海道林研論，150～151（1986.7）

水井憲雄：トドマツ枝枯病被害の防除について，昭和60年度北海道林研論，152～153（1986.7）

秋本正信：トドマツ枝枯病における上木効果についての一考察，昭和60年度北海道林研論，154～155（1986.7）

藤原宏行：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅵ）－カンバ類の生長に及ぼす断幹の関係－，昭和60年度北海道林研論，156～157（1986.7）

阿部信行：トドマツ枝枯病被害林分の解析（Ⅶ）－被害の拡大様式－，昭和60年度北海道林研論，158～159（1986.7）

秋本正信：トドマツ枝枯病菌の柄孢子分散様式，日植病報，52(3)，548（1986.7）

栄花 茂：林業品種としてのトドマツ，北方林業，38(7)，169～173（1986.7）

松崎清一：トドマツ枝枯病－人工接種によって発病したトドマツ苗－，森林保護，194，25（1986.8）

松崎清一：トドマツ枝枯病菌柄孢子の飛散距離と発病との関係，日林北支論，35，52～54（1986.10）

浅井達弘ほか：トドマツ枝枯病の被害推移－樹冠からの距離および時間経過に対する傾向－，日林北支論，35，55～57（1986.10）

阿部信行ほか：トドマツ枝枯病被害林分の取り扱い方法の検討（Ⅵ）－固定試験地における被害の進行の解析－，日林北支論，35，58～60（1986.10）

秋本正信：外国モミ類のスクレロデリス枝枯病，日林北支論，61～63（1986.10）

浅井達弘：トドマツ枝枯病の被害予測方法，北海道林試研報，24，1～12（1986.12）

秋本正信：海岸に発生したトドマツ枝枯病とファシディウム雪腐病，森林保護，197，7～8（1987.1）

高倉康造ほか：トドマツ枝枯病の発生状況と今後の施業について，昭和61年度旭川営林支局業務研究発表集，49～55（1987.3）

近藤伸一ほか：トドマツ枝枯病被害林分の針広混交林への推移について，昭和61年度北海道林研論，20～21（1987.6）

藤原宏行ほか：トドマツ枝枯病被害地から成立した針広混交林の間伐効果，昭和61年度北海道林研論，96～97（1987.6）

今野正彰ほか：トドマツ枝枯病被害人工林の林相推移（予想）について，昭和61年度北海道林研論，98～99（1987.6）

浅井達弘：トドマツ枝枯病の被害度区分図の利用について，昭和61年度北海道林研論，172～173（1987.6）

秋本正信：トドマツ枝枯病防除試験の一例，昭和61年度北海道林研論，174～175（1987.6）

吉武 孝：トドマツ枝枯病被害危険地帯区分図，林業試験場北海道支場研究レポート，No.17，p.4（1987.10）

田中 潔ほか：トドマツ枝枯病薬剤防除試験，病虫害等防除薬剤試験結果（その1），林業薬剤協会，135～137（1987.12）

北海道営林局：昭和62年度「多雪地帯における合理的森林施業」報告書，p.134（1988.2）

北海道森林保全協会（財団法人）：トドマツ枝枯病の発生環境解析と防除対策に関する調査報告－施業的防除対策－，p.124（1988.2）

松崎清一：小面積造林地におけるトドマツ枝枯病の被害推移，日林北支論，36，137～139（1988.2）

佐々木克彦：各種越冬処理がトドマツ枝枯病の発生に及ぼす影響，日林北支論，36，140～142（1988.2）

吉武 孝ほか：多雪寒冷トドマツ造林地の推移と積雪環境，日林北支論，36，158～160
(1988.2)

佐々木克彦：トドマツ枝枯病と脱葉現象，北方林業，40(3)，57～62 (1988.3)

水井憲雄ほか：トドマツ枝枯病被害の防除試験，光珠内季報，70，1～6 (1988.3)

秋本正信：トドマツ枝枯病菌の生理生態的性質，昭和62年度北海道林研論，126～127
(1988.6)

田中 潔ほか：トドマツ枝枯病防除試験，昭和63年度病虫害等防除薬剤試験結果（その1），林業薬剤協会，99～100 (1988.11)

北海道森林保全協会：トドマツ枝枯病防除試験，昭和63年度病虫害等防除薬剤試験結果（その1），林業薬剤協会，101～108 (1988.11)

松崎清一：トドマツ枝枯病の発生と降雨および感染期間との関係，日林北支論，37，94～95 (1989.2)

秋本正信：トドマツ枝枯病の落葉症状とエチレンとの関係，日林北支論，37，96～98
(1989.2)

函館営林支局：昭和63年度「トドマツ枝枯病被害跡地における天然更新」報告書，p.100
(1989.3)

黒丸 亮：トドマツ枝枯病抵抗性に関する精英樹次代の産地間変異，昭和63年度北海道林研論，120～121 (1989.7)

浅井達弘ほか：袋かけによるトドマツ枝枯病の防除，昭和63年度北海道林研論，144～145
(1989.7)

秋本正信：トドマツ枝枯病の落葉症状とエチレン，昭和63年度北海道林研論，148～149
(1989.7)

吉武 孝：知られざる雪害-針葉樹の埋雪脱葉現象-，林業技術，No.571，16～18 (1989.10)

浅井達弘ほか：袋かけによるトドマツ枝枯病の被害防除試験，北方林業，41(12)，326～328 (1989.12)

秋本正信：トドマツ枝枯病防除試験，平成元年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集（その1），林業薬剤協会，80～81 (1989.12)

北海道森林保全協会：トドマツ枝枯病防除試験，平成元年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集（その1），林業薬剤協会，82～88 (1989.12)

秋本正信ほか：罹病枝切取りのトドマツ枝枯病防除効果，日林北支論，38，125～127
(1990.2)

松崎清一：トドマツ枝枯病菌の生理・生態的性質-異なる水分条件下における柄胞子の形成と発芽-，日林北支論，38，128～130 (1990.2)

旭川営林支局：平成2年度「多雪地帯における人工林の現況調査」報告書，p.187 (1990.2)

吉田真己ほか：函館経営区における枝枯病について，平成元年度北海道林研論，142～143
(1990.7)

秋本正信：罹病枝せん定によるトドマツ枝枯病の防除，森林保護，218，30～31 (1990.8)

田中 潔：一冬を経過したトドマツ枝枯病の病徴，森林保護，219，33 (1990.10)

田中 潔：トドマツ枝枯病の防除法-若齢造林地の取り扱い-，フォレスト，北海道営林局，1～9 (1990.10)

吉田真己：函館経営区におけるトドマツ枝枯病，北方林業，42(12)，350～353 (1990.12)

北海道営林局：トドマツ枝枯病に関する調査，p.101 (1991.2)

杉井昭夫：トドマツ幼齢木の幹・枝屈曲による脱葉・枝枯れ現象発現試験，日林北支論，86～88 (1991.2)

杉井昭夫ほか：トドマツ苗木の脱葉・枝枯れ現象発現試験（I）-設置地上高・設置姿勢による現象発現の違い-，日林北支論，39，89～92 (1991.2)

杉井昭夫ほか：トドマツ苗木の脱葉・枝枯れ現象発現試験（II）-枝枯病菌によらない脱葉・枝枯れ現象-，日林北支論，40，33～35 (1992.2)

杉井昭夫ほか：トドマツ苗木の脱葉・枝枯れ現象発現試験（III）-脱葉率の経年変化と隣接苗木からの影響-，日林北支論，40，36～40 (1992.2)

林野庁：平成3年度林野庁委託調査「トドマツ枝枯病被害対策推進調査」報告書，p.135
(1992.3)

杉井昭夫ほか：北海道多雪地帯のトドマツ人工林に発生する脱葉・枝枯れ現象，森林科学，No.5，63～69 (1992.6)

国有林野事業における安全管理体制の
活性化等に関する研究

国有林野事業における安全管理体制の 活性化等に関する研究

I 試験担当者

生産技術部 作業技術科 労働科学研究室	豊川勝生
	今富裕樹
	山田容三
作業技術科長	奥田吉春

II 要旨

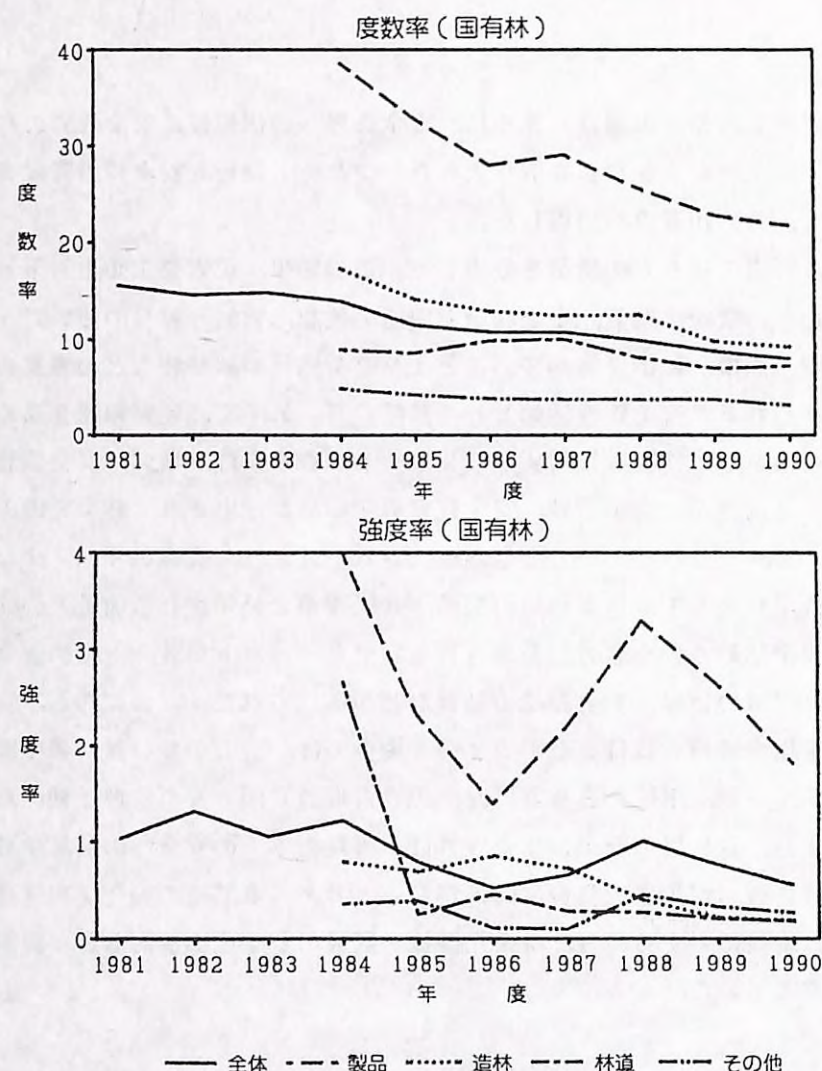
営林署の作業実態と公務災害調査、さらに、安全管理への信頼性、安全教育の有効性、安全管理のコミュニケーションなどを取り入れたアンケート調査を安全担当管理者と作業者に対して実施し、その相違点を把握した。

災害分析では、災害の現れ方の特徴を分析した。この結果、災害発生防止対策として、作業対象物やまわりの状況の確認、安全な退避場所の確認、機械・道具の使い方（力の入れ方など）の確認・点検、転倒災害が多いことより平衡感覚や敏捷性などの感覚の維持の必要性などがあげられた。安全管理活動として技能教育、KYT、運動機能を高める体操などの活用が考えられる。作業者に対するアンケート調査からは、疲労、安全思想、作業道具、安全作業、共同作業、安全活動、安全教育の7項目が抽出され、林業労働のきつさ、危険に対し強いイメージを持っていることが確認された。また、災害の多い、少ないを分ける安全態度調査項目として、作業環境の整備、共同作業に分類される他班との連絡、他人の危険作業、安全活動や安全教育に分類されるヒヤリ・ハット事故、上役の安全指導、災害調査、新しい機械の研修、安全雑誌の読書などがあげられた。これに対し、安全管理活動の面から安全担当管理者に行ったアンケート調査では、災害の多い営林署で安全担当管理者（製品事業所係員、主任、営林署の安全担当管理者）間で安全管理活動の意見の違いがみられた。また、営林署の安全担当管理者は、管理者本人の安全への自覚や機械・器具と作業者の配置具合が災害の多少に関連があると考え、事業所の安全担当管理者は、作業環境の整備、班長に対する教育、林業用機械・器具の安全化の検討などが災害の多少に関連があると考えていた。

III 試験目的

林業の労働災害は、最近、度数率、強度率とも減少傾向にあるが、度数率では全産業中1位、強度率では鉱業につぎ2位であり、依然として災害の多い産業となっている。これを、国有林でみると、1990年度で度数率 7.39、強度率 0.19となっており、民有林を含めた林業全体より低い値となっているが、減少し続けていた死亡災害が、1989年に7件発生

している（図1）。このような背景の中で、国有林野事業では、安全管理に関する数々の試みがなされているが、いまだ、公務災害が激減という状況には至っていない。その原因の1つとして安全担当管理者と作業者の安全意識の違いから発生する災害もあると思われる。従って、本報告では、まず、調査対象営林署の作業実態と災害例から災害の現れ方の特徴を分析した。次に、安全管理への信頼性、安全教育の有効性、安全管理のコミュニケーションなどを入れたアンケート調査を安全担当管理者と作業者に対して行い、安全意識の相違点の把握を行い、災害と安全管理活動の関連を分析した。



（注）度数率は 100 万労働時間あたりの災害発生件数を、強度率は 1000 労働時間あたりの労働損失日数を示す。

図 1. 国有林における労働災害の推移

IV 試験の方法と結果

1. 調査の概要

当該研究をはじめめるにあたり、林業労働の安全に関するアンケート様式を作成し、7 営林局 21 営林署で調査を実施した。調査は 4 種類の調査様式に分かれており、各様式の内容は以下のとおりである。

様式 1. 作業実態調査

調査対象営林署の過去 5 年間（昭和 59 年 4 月 1 日～平成元年 3 月 31 日）の作業実行実績を延べ人員、総生産量、延べ時間で調査した。

様式 2. 公務災害調査表

過去 5 年間（昭和 59 年 4 月 1 日～平成元年 3 月 31 日）に起きた公務災害（傷害事故）の内容を調査対象製品生産事業所で起きた災害件数ごとに調査した。

様式 3. 林業労働の安全に関するアンケート（現場の職員用）

調査対象者は製品生産事業所の技能職、基幹作業職員など全員とした。調査にあたっては事業所の主任が現場の職員を一か所に集めて、各質問を読み上げながら、すべての質問について記入できるようにした。

様式 4. 林業労働の安全に関するアンケート（安全担当管理者用）

調査対象者は、製品生産事業所の係員、主任、署の安全担当係員、係長、全課長、次長、署長とした。

様式 1 で作業の実態を把握し、様式 2 で過去の調査対象の現場の安全実態を探り、様式 3 で現場職員の安全に関する態度、実態を、また、様式 4 で安全担当管理者の安全に関する態度、実態を調査し、安全担当管理者と現場職員の安全に関する考え方のズレや、ズレが起こる現場の状態との関連を分析した。

アンケート調査の結果、様式 1 は 21 資料、様式 2 は公務災害 221 資料（この中で、製品生産関係の仕事に従事していた時の災害件数は、206 件である）、様式 3 は 611 資料、様式 4 は 280 資料が回収された（表 1）。

2. 対象営林署の災害分析

災害分析は、災害の発生日時、作業内容、作業場所、使用機械・器具、起因物、加害物、事故の型、傷害の程度などを選択枝から選ぶ調査様式と災害の状況を記載する調査様式（様式 2）に基づいて行った。この資料は、221 例回収された。

過去 5 年間に渡る災害件数は、2～21 回と各営林署で幅があり、おおむね総生産量や延べ時間などと相関があるが、その相関は低く（表 2）、むしろ他の要因や作業条件が影響しているものと考えられる。

災害発生の日時は、9、10 月の製品生産事業が盛んな時期に多く、休日後 2 日目に多発していた（表 3）。また、始業後 2、3 時間と 6 時間目に多くでており、これは、休憩 2 時

表1. 調査対象営林局、営林署とデータ数

局	営林署	安全 管理者 (人)	現場の 職員 (人)	過去5年間			
				災害の回数 (件)	延べ人員 (人)	総生産量 (m³)	延べ時間 (千時間)
旭川	浜頓別	10	17	10	19989	68213	156
	旭川	12	39	7	38015	94106	304
	大雪	10	25	2	27197	57215	218
北見	留辺蘂	20	58	21	66893	112550	538
	小清水	12	23	7	37856	62568	303
	丸瀬布	9	19	14(1)	33587	46643	272
帯広	釧路	17	19	10(5)	27782	74416	225
	弟子屈	18	38	13(1)	29252	125021	224
	本別	21	39	17(3)	56135	116894	457
秋田	上小阿仁	26	86	16	115831	162250	928
	阿仁	19	44	5(1)	64512	100829	519
	花輪	11	58	15	37860	55910	304
東京	水窪	9	22	4(2)	20686	39505	165
	浜松	13	19	9	27834	34707	225
	河津	12	19	9(1)	16176	33870	129
大阪	三次	13	8	6	187885	32890	1503
	新見	11	18	7	29175	60786	242
	田辺	9	10	6	17165	34137	141
熊本	西都	8	18	7(1)	17081	27735	145
	多良木	10	18	15	26340	44835	211
	中津	10	14	6	9694	27410	78
合計		280	611	206(15)			

()は、製品生産以外での災害(外書)

間後にあたり、この時間帯が要注意時間である(表4)。傷害部位は、足や下肢が大半を占めており、骨折、打撲、挫創の傷害が多かった(表5)。作業内容では、枝払い作業、伐倒作業、盤台や土場での巻立て作業、トラクタ集材作業の順に発生しており、枝払い作業では10~20度で、伐倒作業では30度以上の急傾斜地で、巻立て(盤台・土場)作業は平坦地で多く発生している(表6)。その時使用していた機械

表2. 災害回数と生産指標の相関

	延べ人員	総生産量	延べ時間
災害の回数	0.306	0.479	0.342

表3. 災害発生日

休日後	件数
1日	41
2日	63
3日	47
4日	34
5日	30
6日~	4

表4. 災害発生時間

休憩後	件数
休憩中	1
~30分	31
~1時間	55
~2時間	66
~3時間	28
3時間~	10

表5. 傷害部位と傷害名(複数回答)

		傷害名							
		刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他
傷害部位	頭	-	2	2	5	3	5	8	4
	顔	-	5	3	11	2	8	9	12
	眼	-	-	-	2	-	-	3	10
	軀幹	-	-	1	7	4	17	10	7
	上肢	-	-	1	4	1	10	11	3
	手	1	5	3	8	-	12	3	3
	下肢	-	11	2	17	4	12	14	3
	足	-	17	1	17	6	25	9	6
全体	全身	-	-	-	2	2	3	4	2
	全体	1	40	13	73	22	92	71	50

器具は、チェーンソー、トビ、斧、トラクタの順であり、災害発生場所は伐採地、盤台・土場、伐採木上、道路が多い(表7)。加害物は、丸太、チェーンソー、斧、はい、伐倒材が多く、巻立て作業の丸太、枝払い作業のチェーンソーや斧、伐倒作業の枝などで災害を受けている(表8)。表9は、主な作業別にどのような災害を受けているかを示したもの(一般の産業の災害では、事故の型で分類しているが、災害の状況調査より詳しく林業用に分類したもので、表8の加害物と関連して検討すると、伐倒作業では枝などの飛来、造材作業(枝払いと玉切り作業)ではチェーンソーなどの接触、斧などで打った、集材作業(トラクタ、集材機集材作業)では滑落材などに挟まれた、盤台・土場作業では転がっ

表6. 災害発生の作業内容と傾斜

		作 業 内 容											
		伐倒	玉切り	枝払い	架設・撤去	集材機集材	トラクタ集材	盤台・土場	トラック運材	点検整備	造林	土木	その他
傾斜(度)	平坦	2	9	9	—	3	8	20	1	2	6	3	13
	～10未	5	—	9	—	2	6	5	—	—	1	2	3
	10～20未	9	—	17	1	2	3	3	—	—	3	1	1
	20～30未	7	—	2	—	1	3	3	—	—	—	1	—
	30～	11	1	8	3	2	4	2	—	—	1	—	—
	関係なし	1	3	3	—	5	—	3	1	—	1	—	5
	全 体	35	13	48	4	15	24	36	2	2	12	7	22
													220

た丸太やトビに衝突されたり、打たれる、盤台やはいから転落するなどの災害が多いことが分かる。これを災害を引き起こした起因物でみたのが、表10である。伐倒作業では伐倒材、造材作業では枝、集材作業では運転機械、ワイヤ、盤台・土場作業ではトビ、丸太が災害発生を引き起こす起因物となっていた。これをさらに詳しく分析するために、災害の状況調査より複数回答で主な要因をあげたのが、表11である。伐倒作業では伐倒方向に問題があったこと、隣接木に接触したこと、作業者を転倒させる物がまわりにあったことが分かる。造材作業では、様々な要因があり、不安定な材を作業対象としたこと、チェーンソーでキックバック（タメ枝などで）を起こしたこと、チェーンソーや斧を使用して力が余り、余勢や手元が狂って災害を引き起こした、作業者のまわりに転倒させる物（乗った材とか力枝切断とか）があったなどがあげられる。集材作業では、造材作業の要因と同じであるが、特徴的なものとして集材木やワイヤが引っかかる災害がみられた。盤台・土場作業では、トビなどを使う力が余り余勢で転倒した、トビ先が抜けたとか、転がった丸太を避けきれず災害を引き起こしたなどがあげられる。また、表12に災害発生時の被災者の動作を示した。全体的にいえることは、歩行・移動や退避中に災害が多くみられることである。歩行・移動の災害は主作業が終わり、次の対象物に移る時、ほっとするのか意外に災害が多い。退避中は、急に動作を起しているときであり、他の危険物に注意が行きとどかない状態のときで、このような災害を防ぐには事前にまわりの状況を把握しておく必要がある。各作業における災害発生時の特徴的な動作は、伐倒、集材作業では退避場所に問題のあった待機、造材作業では、チェーンソーや斧の使用中的災害である切断、振り下ろし、盤台・土場作業ではトビやガンタの使用中で引く、持ち上げるなどであった。

表7. 災害発生時の使用機械・器具と発生場所

		災 害 発 生 場 所								全 体
		伐採地	伐採木上	丸太上	伐根枝条上	土場・盤台	道路	機械	その他	
機 器 具	チェーンソー	35	11	1	1	5	2		1	56
	リモコンチェーンソー	6	1							7
	クサビ	3								3
	玉 装					3				3
	集材機							2		2
	トラクタ	6		1		1	7	3		18
	自動車					4	2	1	2	9
	ノ コ	1							1	2
	ナ タ	4								4
	オ ノ	9	6			5	1			21
	ト ビ	2		4		18		1		25
	カッター					2	1			3
	ワイヤー	9							1	10
	スリング	4			1	4	2			11
	クワ・シャベル					1			1	2
	その他					4	1	1	8	14
	な し	10	4	1		7	4	1	2	29
	全 体	89	22	7	2	54	20	9	16	219

表8. 災害発生時の作業内容と加害物

		加 害 物									
		立 木	かかり木	伐倒材	丸 太	伐 根	枝	末木枝条	かん木	サ	サ 木 片
作 業 内 容	伐 倒	1	2	9			10				
	玉切り・測尺				5						
	枝 払 い	2		2	3		3	2	2		1
	架設・撤去	1									
	集 材 機				2	1	1	1			
	トラクタ		1	4	5		1	1	1		
	盤台・土場				15						1
	トラック				2						
	道付・支障木						1			1	
	点 検				1						
全 体	造 林				2		2				2
	土 木								1		1
	そ の 他			1	1				1		
	全 体	4	3	16	36	1	18	4	5	1	5

		加 害 物									
		鋸 屑	盤 台	林 地	道 路	チェーンソー	クサビ	玉 装	トラクタ	集材機	自動車
作 業 内 容	伐 倒					5	2				
	玉切り・測尺		1			5		1			
	枝 払 い	2				18					
	架設・撤去		1								
	集 材 機		2							1	
	トラクタ		1						3		
	盤台・土場		3		1			1			
	トラック										
	道付・支障木				1						
	点 検										1
全 体	造 林			1	1	1					
	土 木								3		
	そ の 他					2			1		5
	全 体	2	8	1	3	31	2	2	7	1	6

		加 害 物									
		ワイヤロープ	刃物・ロープ	重 錘	ノ コ ナ	ク オ ノ ト	ビ	石・金具	そ の 他	な し	
作 業 内 容	伐 倒						4		2		
	玉切り・測尺										1
	枝 払 い					1	1 2				
	架設・撤去	2									
	集 材 機	1	2	1			1		2		
	トラクタ	1	1	1	1		1		1		1
	盤台・土場							8	1		1
	トラック										
	道付・支障木				1		1				
	点 検										
容	造 林				1	1		1			
	土 木	1							1		
	そ の 他					1			1	9	
全 体		5	3	2	3	3	1 9	9	8	1 0	3

表9. 主な作業の災害発生型

主な作業 災害の型	伐倒	造材	集材	盤台・土場	全 体
激突され	3	4	4	1	12
衝突	1	4	4	11	20
打った	1	13	5	2	21
打たれ	1	5	4	6	16
挟まれ	1	—	8	2	11
接触	5	17	1	1	24
滑る	2	1	1	1	5
転倒	4	6	5	5	20
転落	—	—	3	7	10
滑落され	1	—	2	1	4
崩れ	—	—	1	—	1
飛来	9	4	2	1	16
落下され	3	3	—	—	6
無理な動作	—	1	2	2	5
踏み抜き	—	—	—	1	1
全 体	31	58	42	41	172

表10. 災害発生時の作業内容と起因物

		起 因 物											
		立 木	かかり木	伐倒材	丸 太	伐 根	枝	木枝条	かん木	サ サ	つ る	木 片	土 場
業 内 容	伐 倒	4	4	10			2				2		
	玉切り・測尺	1		1	2		3						
	枝 払 い		2	5	1		25	2	1	1			
	架設・撤去	1											1
	集 材 機	1			3								
	トラクタ	1		2	3	1	1	3					
	盤台・土場				7								
	トラクタ												
	道付・支障木					1	1		1				
	点 検				1								
	造 林	1			1		1						
	土 木					1		1					
全 体	そ の 他			2			1	1	1			1	
	全 体	9	6	20	18	3	34	7	3	1	2	1	1

		起 因 物											
		盤 台	林 地	道 路	チェーン	リモコン	クサビ	玉 装	トラクタ	集材機	フォーク	自動車	ワイロープ
業 内 容	伐 倒		5			1	1						1
	玉切り・測尺	1	1		1								
	枝 払 い		2	1	5								
	架設・撤去									1			1
	集 材 機		1							1			4
	トラクタ		2	1					4		1		3
	盤台・土場	4	1										
	トラクタ								1				
	道付・支障木			1									
	点 検												
	造 林	1	1					1					
	土 木			2					1				
全 体	そ の 他			1					1			2	1
	全 体	6	13	6	6	1	1	1	7	2	1	2	10

		起 因 物											
		刈グロフ	フック類	ノ コ	ナ タ	オ ノ	ト ビ	石・金具	風	雪	相 手	そ の 他	な し
業 内 容	伐 倒					1		1	1				2
	玉切り・測尺										1	1	1
	枝 払 い					2						1	
	架設・撤去							1					
	集 材 機	2	1					1			1		
	トラクタ	1										1	
	盤台・土場	1				1	10			1	2		3
	トラクタ						1						
	道付・支障木												1
	点 検											1	
	造 林				2			1		1	1	1	
	土 木			1									1
全 体	そ の 他										2	5	4
	全 体	4	1	1	2	4	11	4	1	2	7	11	12

以上の分析結果から災害発生

を防止する主な対策としては、作業対象物やまわりの状況の確認、安全な退避場所の確認、機械・道具の使い方（力の入れ方など）の確認・点検、転倒災害が多いことより平衡感覚や敏捷性などの感覚の維持などがあげられる。安全管理活動としては、状況判断を確実にするためのKYT、機械・道具の使い方を確実にするための技能教育、敏捷性などの運動能力を高めるための体操などの活用があげられる。

表13は、作業者の高齢化を考え、災害発生の年齢と休業日数の関連をみたものである。休業日数は、1カ月以内が多いが、それ以上の日数のものもかなりあり、林業作業では災害を起こすと程度がひどくなる（強度率が高くなる）傾向を示していた。

これを年齢との関連でみると、50才以上、特に56才以上の災害で2カ月以上の休業日数となる災害がかなりみられ、高齢者がひとたび災害を起こすと災害程度が厳しくなることを示していた。

3. 作業者の安全意識に関する調査

安全に関する調査分析においては、作業環境と人間との関連からの分析、つまり人間行動面の調査から安全対策に資する分析を行うことが多くなってきている。これは、安全にかかわる要因に、作業者の能力、責任、性格、欲求、満足度、疲労、経験、年齢などといった人間の主体的条件と自然条件や作業条件、仕事仲間の関係などの環境条件が考えられ、これらの要因が、独立して働くのではなく相互に影響し合うことから、安全研究でも人間行動面からの分析が必要となってきたことに起因する。

人間行動は、

表11. 主な作業の災害発生の要因（複数回答）

主な作業 主な災害要因	伐倒	造材	集材	盤台・土場
伐倒方向	9	—	—	—
隣接木接触	5	—	—	—
不安定な材	1	11	4	2
交差木	1	6	—	1
滑落材	1	6	8	2
転動丸太	—	—	—	8
乗った材回転	—	5	—	—
引っかかる	—	—	6	—
タ枝・力枝	1	6	2	—
刃挟まれ	3	1	—	—
キックバック	1	10	1	—
衝撃	3	—	1	—
トビ先抜け	—	—	—	4
手元が狂い	1	4	1	—
余勢	3	11	4	9
転倒	9	7	8	7

表12. 主な作業の災害発生時の動作

主な作業 動作	伐倒	造材	集材	盤台 ・土場	全 体
運転	—	—	9	—	9
荷外し	—	—	4	1	5
荷掛け	—	—	3	1	4
歩行・移動	8	6	4	5	23
引く	—	—	3	14	17
切断	1	27	1	—	29
待機	8	—	7	1	16
退避途中	4	6	3	3	16
振り下ろす	—	14	2	1	17
持ち上げ	—	—	—	8	8
跨ぐ	2	—	1	2	5
その他	8	5	6	5	24
全体	31	58	43	41	173

表13. 災害発生年齢と休業日数

		休 業 日 数				全 体
		～ 8	9～30	31～60	61～	
年 齢	～35	10	10	2	5	27
	36～40	7	6	2	2	17
	41～45	11	8	6	1	26
	46～50	9	20	9	7	45
	51～55	11	34	10	10	65
	56～	8	14	3	11	36
	全 体	56	92	32	36	216

$$B = f(P \cdot E) \quad B: \text{行動} \quad P: \text{主体的条件} \quad E: \text{環境条件}$$

のような行動方程式で示されるが、この方程式に従って労働災害を説明すると、労働災害（B）は主体（P）が安全であること、環境（E）が安全であることの関数で導かれることを示している。つまり、安全管理を組織的総合的に行うためには、主体的条件と環境的条件の相互の関係から労働災害を解析し、これらにより系統だった対策を考える必要があるということである¹⁾。しかし、この考えによって労働災害を分析するためには、これらの要因全てを分析しなければならず、これは不可能であるので今回は簡単に、これら要因をなるべく多く入れた調査様式（様式3）を作成し、得られた資料より作業者の安全意識を分析し、その問題点の抽出を行った。

アンケートは、以前に国有林作業者を対象にした林業試験場機械化部作業第1研究室の同様な調査表²⁾を基に作成した。作成したアンケート様式は91の質問があったが、回答が少なかった質問を除き、89の質問について分析した。分析した資料は、①調査対象者の属性を表わした10質問、②対象者の安全作業に対する具体的な態度に関する50の質問、③対象者の高齢化の程度に関する9質問、④アメリカのハナフォード氏が提案した安全に対する心理的な安全意識を聴取する20の質問である。つまり、調査対象者の安全に関する内面の意識とそれが現れる態度、本人の今までの職種、労働年数、災害の回数などの属性で安全に関する分析を試みようとするものである。また、現在問題となりつつある高齢化の問題も分析対象とした。この作業者に対するアンケート調査では611例が回収された。

1) 回答者の属性の分析

調査対象者の属性に関する質問の結果は表14のようになった。調査は製品生産事業所の作業者を対象に行ったものであるが、冬季に調査を行ったため伐木造材の手伝いにきていた造林手も調査対象となっている。年齢は、51～60才がほとんどであり、若手の40才未満の職員は10%であった。かなり高齢化が進んでいるものと思われる。自覚症状調査では、この高齢化に起因するのか、自覚症状なしはわずか28%で、72%は何かの自覚症状を持っていた。その中で「腰が痛い」、「肩がこるまたは痛い」の比率が高いが、これはどの自覚疲労調査でも訴えが高くでる項目なので³⁾、この数値をそのまま作業と結びつけて考えるのは多少問題があるが、体操などで少しでも軽減化することが必要であろう。それよりも問題になると思われるのは「手足が冷える」、「耳が遠い」、「耳鳴りがする」であろう。これらの項目は、安全作業を行う際に影響を与える項目と考えられ、注意する必要がある。林業労働の経験年数、営林署勤務年数ともほとんどの職員が20年以上となっており、林業に対するベテランが多いともいえるが、逆に高齢化が進んでいるともいえる。営林署で勤務中のケガが、1度もない職員は29%のみで71%の職員が1日以上休むケガをしていた。国有林の製品生産事業の災害度数率は昭和62年度で29.04であり、これは、40年間を生涯労働時間とすると、2.9件の災害にあうことを意味している。これを各年度に平均に災害が起きると仮定すると、約14年の林業労働で1回災害に出会うことになり、製品生

表14. 調査対象作業者の属性

質	問	%
(1)あなたの主な仕事は次のどれですか (複数回答)	生産手 ①伐木造材 ②集運材 ③その他	57 48 18
	運転手 ④集材機 ⑤トラクタ ⑥林内作業車 ⑦その他	13 20 4 6
	造林手 ⑧一般 ⑨その他	25 5
	その他 ⑩林道 ⑪その他	9 3
(2)あなたの年齢は何才ですか	① ~30才 ②31~40才 ③41~50才 ④51才~	1 9 29 61
(3)日常からだの状態がよくないと自覚される症状がありますか (②~⑭は複数回答)	①自覚症状なし ②手が不自由 ③足が不自由 ④目が悪い ⑤耳が遠い ⑥腰が痛い ⑦頭が重いまたは痛い ⑧肩がこるまたは痛い ⑨手足が冷える ⑩動悸がする ⑪息切れがする ⑫耳鳴りがする ⑬時々めまい、立ちくらみがある ⑭その他	28 3 3 9 13 40 4 24 17 2 6 13 4 5
(4)あなたは林業労働に今まで通算何年従事していますか	① ~10年 ②11~15年 ③16~20年 ④21~25年 ⑤26~30年 ⑥31年~	2 9 5 23 23 48
(5)あなたは営林署で働くようになって通算何年になりますか	①6~10年 ②11~15年 ③16~20年 ④21~25年 ⑤26~30年 ⑥31年~	2 12 5 19 23 39
(6)あなたは営林署で働き始めてから、仕事を4日以上続けて休むようなケガをしたことがありますか	①1度もない ②1回ある ③2回ある ④3回ある ⑤4回以上ある	29 34 20 9 8

産事業ではかなり多くの災害が発生していることになる。なお、これを他の職種でみると、造林事業で 12.69, 林道事業で 10.23, その他で 3.87の度数率であり、製品生産事業において圧倒的に災害が多いことが分かる。強度率では、製品生産事業が 2.20, 造林事業で 0.73, 林道事業で0.28, その他で 0.10と強度率でも製品生産事業が高く、製品生産事業では災害が起きるとその程度も大きいことが分かる。

自覚症状と本人のケガの回数、職種、林業経験年数、年齢との関係进行分析した。ケガの多い人の自覚症状で特徴的なのは「腰が痛い」、「手足が冷える」であるが、この因果関係ははっきりとはいえない(表15)。以下に示すよう年齢が高いほど、林業経験年数も多く、従ってケガの回数も増え、自覚症状訴えも多くなるからである。自覚症状と職種の関係では、仕事の中身が異なっても自覚症状の構成比は変わらなかった。自覚症状と林業経験年数の関係は、林業経験年数が増えると自覚症状なしが減少し、自覚症状の構成比でも「眼、耳が遠くなる」、「腰が痛い」の症状例が増えてくる。これを自覚症状と年齢の関係を見ると、年齢が増えるにつれ自覚症状なしが減り、自覚症状の症状例の構成が年齢により異なってくる。その中で顕著なものは、「眼、耳が遠くなる」、「腰が痛い」であった(表16)。いわゆる老化現象が始まっているといえる。今後、高齢化が進んだ職員の安全作業の対策が必要であろう。

本人の災害の回数と職種、営林署勤務年数、年齢の関係を検討した。なお、災害4回以上経験者は災害平均回数を災害4回とした。表17によると、作業者の職種替えがないと仮定すると生産手(本報告でいう生産手とは、伐木造材、集運材に関係する作業で運転手を除いたものをいう)が災害を多く受ける傾向にあり、次いで林道関係作業、運転手、造林手の順である。これを、営林署勤務年数、年齢で検討すると、年数が多くなるほど平均災害回数は増加する(表18)。ただ、36~40才の職員で災害回数が多いのが気になる。表19は回答のあった主な職種の年齢分布であるが、職員は高齢者が多く、特に造林手、林道関係作業に高齢者が多くなっている。このことを表17と考え合わせると、生産手は年齢に関係なく災害が多いことを示しており、生産手の災害は仕事の質に関係しているものと考えられる。

2) 安全態度調査の分析

作業者の具体的な安全意識を60の質問で行った。各質問は3段階(悪い、普通、良い)の程度を意味する表現)で評価するように構成されている(但し、質問11, 48, 55, 56, 58は疲労時刻、委員会などの開催回数、研修相手などに関する質問なので、4~6の選択枝がある)。この50の質問が安全態度を表わしている調査として考えた(表20)。資料は611例回収された。ここで、この50の質問を分類するために、因子分析にかけ、質問を7つに分類した。ただし、分析には、35項目(回答分布が偏っている、悪い評価の回答が611例中5つ未満のもの: 質問番号27, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 46, 47, 48, 49, 52の計12

表15. 自覚症状と回答者の災害回数 (構成比)

		自覚症状あり													
		手が不自由	足が不自由	目が悪い	耳が遠い	腰が痛い	頭が重い 頭が痛い	肩がこる	手足が冷える	動悸がする	息切れがする	耳鳴りがする	時々めまい 立ちくらみ	その他	
回答者の災害の回数	0	30	1	2	5	11	35	4	17	13	2	7	14	1	7
	1回	30	3	3	13	13	39	4	25	15	2	6	14	6	6
	2回	25	7	2	9	14	41	5	26	20	2	3	6	3	1
	3回	22	4	2	11	13	46	11	37	20	2	11	24	6	6
	4回～	17	2	4	2	15	50	-	28	28	2	9	17	2	2

表16. 自覚症状と年齢分布 (構成比)

	自覚症状なし	自覚								症状				あり			
		手が不自由	足が不自由	目が悪い	耳が遠い	腰が痛い	頭が重い 頭が痛い	肩がこる	手足が冷える	動悸がする	息切れがする	耳鳴りがする	時々めまい 立ちくらみ	その他			
年齢分布	～35	—	—	—	—	28	6	17	17	—	6	11	6	6			
	～40	—	2	5	7	27	5	20	20	5	17	17	7	7			
	～45	—	2	7	10	33	3	23	10	2	10	20	3	3			
	～50	1	2	5	10	38	5	28	14	—	4	11	3	6			
	～55	3	2	11	15	41	3	23	16	2	6	9	3	5			
	56～	7	4	12	16	46	6	26	22	2	5	16	5	4			

表17. 職種別災害の回数 (構成比)

		回答者の事故の回数					平均回数
		0	1回	2回	3回	4回~	
生産手	伐木造材	26	32	23	10	9	1.44
	集運材	24	28	25	13	10	1.57
	その他	34	29	21	9	7	1.26
運転手	集材機	31	29	23	13	4	1.30
	トラクタ	35	37	16	8	5	1.13
造林手 一般		35	31	22	9	3	1.14
その他 林道		25	44	16	7	9	1.33

(複数回答)

表18. 年齢別災害の回数 (構成比)

		回答者の災害の回数					平均回数
		0	1回	2回	3回	4回~	
年齢分布	~35	37	42	11	11	-	0.97
	~40	27	34	27	7	5	1.29
	~45	27	44	19	7	3	1.15
	~50	34	35	18	9	4	1.14
	~55	31	31	19	8	11	1.37
	56~	23	34	21	12	10	1.52

表19. 職種別年齢分布(構成比) (複数回答)

		年 齢 分 布						平均年齢
		～35	～40	～45	～50	～55	56～	
生産手	伐木造材	4.9	8.9	10.6	21.8	33.0	20.7	49.5
	集 運 材	2.7	9.2	8.9	19.5	30.0	29.7	50.7
	そ の 他	0.9	5.7	8.5	20.8	31.1	33.0	51.7
運転手	集 材 機	1.3	3.9	10.4	22.1	32.5	29.9	51.6
	トラクタ	2.5	7.5	15.0	25.0	27.5	22.5	49.8
造林手 一般		—	2.0	8.6	23.2	38.4	27.8	52.1
その他 林道		—	5.3	5.3	22.8	26.3	40.4	52.6

の質問、疲労時刻に関する質問11、研修場所と研修相手の質問55,58を除く)を使用した。この結果、累積寄与率が55%で10因子(共同作業、疲労、安全組織活動、安全思想、作業具・保護具、作業能率、安全教育、技能研修、安全作業、安全環境)が抽出された。この中で、意味づけが似かよっている作業能率を安全思想に、技能研修を安全教育に、また、安全環境を安全活動に含め、50の質問全てを下記の7因子で分類した。

- ①疲労(質問番号11-14,17)
- ②安全思想(質問番号15-16,18-22,28,35)
- ③作業道具(質問番号23,24,26,27)
- ④安全作業(質問番号29-31,47)
- ⑤共同作業(質問番号32-34,36,38-41,43)
- ⑥安全活動(質問番号26,37,44-46,48-52,59,60)
- ⑦安全教育(質問番号42,53-58)

表21. 安全態度評価項目の分類

因 子	解 釈	評価点
第1因子	共同作業	1.348
第2因子	疲 労	2.047
第3因子	安全活動	1.456
第4因子	安全思想	1.619
第5因子	作業道具	1.546
第6因子	安全教育	1.622
第7因子	安全作業	1.568

また、因子分析の対象としなかった質問11は疲労時刻に関する質問なので疲労に、質問55,58は、研修場所と研修の相手の質問なので安全教育に分類した。そのまとめは表21のとおりである。以下、この分類に従って、25%以上悪い評価がある質問を中心に記述する。

(1) 疲労

表22に示すように、疲労はかなりあるようであるが、一応適切な仕事量と解釈してよいようである。しかし、質問17で、「ケガの心配」をかなりの作業者が感じていた。疲労時刻は、午後3時、4時、午前11時と一般的に休憩をとる時刻と一致している。2.の災害分析で示したように災害は休憩時間から2時間後によく起きており、また文献⁴⁾でも、これらの時刻によく起こるとされているので、これらの時間帯において適切な休憩が望まれる。

(2) 安全思想

表20. 安全態度評価項目

質 問
(11)1日のうちで最も疲れる時刻は何時頃ですか
(12)あなたは仕事のため体が疲れるようなことはありませんか
(13)あなたは現在の仕事の量が多くて、わが身の安全にまで気を配りかねることがありますか
(14)あなたは現在の仕事を続けていて健康を害するような心配がありますか
(15)あなたは自分の職場の安全成績について大いに誇らしく感じていますか
(16)現在国有林の職場でおきている災害はやむをえないと思いますか
(17)あなたは自分の仕事で危険な作業があり、ケガの心配をしたことがありますか
(18)あなたの職場には安全な方法で作業することを臆病だと笑ったりする空気はありませんか
(19)危険な方法だと思いつつも職場の習慣でそのままやっていることはありませんか
(20)あなたの職場の安全意識をどう思いますか
(21)安全に注意すると、仕事の能率が鈍ると思いますか
(22)事故が起きるまでは安全以外のことに重きがおかれ、事故が起きてから安全がさげられることはありませんか
(23)あなたは作業用具が良くないため仕事で不安を感じることがありますか
(24)あなたは仕事をするのにいま職場に備えつけてある作業道具だけで十分だと思いますか
(25)あなたの職場では保護具等の改良に努力がなされていると思いますか
(26)あなたの職場は作業しやすいようにキチンと整頓されていますか
(27)あなたの職場では安全の注意標識は、
(28)あなたは現在の仕事を毎日安全にやりとげる自信がありますか
(29)あなたは仕事をするとき、いつも安全ということを考えて行いますか
(30)あなたは作業基準に示された作業動作をしていますか
(31)あなたは仕事にハットしたり、ヒヤットしたことがありますか
(32)あなたは他人が不安全行動をしたとき注意しますか
(33)あなたは他人から不安全行動について注意されたとき、すなおに聞きいれますか
(34)あなたは共同作業のとき他人の安全にも気をくばっていますか
(35)あなたの同僚には少々の危険を押しでも作業する人がいますか
(36)あなたの職場では助け合って仕事をしていますか
(37)あなたの職場では災害防止についての提案や意見はよくききいられていますか
(38)あなたの職場では危険な作業のとき他の班ともよく連絡してやっていますか
(39)班長はあなた達が安全に仕事ができるように段取りや手配をハッキリ示してくれますか
(40)班長はあなた達がよくまとまって仕事をするように気を配ってくれますか
(41)班長は危険な方法で作業をしているとすぐにとめてくれますか
(42)あなたの上役(営林署の主任、係長、課長)は安全について、よく指導してくれますか
(43)班長はあなた達の顔色や体の調子などに気を配ってくれますか
(44)あなたの営林署では災害防止のための組織が働いていますか
(45)あなたは安全関係の雑誌を読んでいますか
(46)安全の諸行事や災害の発生状況などが回覧や掲示板などでよく知らされていますか
(47)あなたは安全規則や作業基準を知っていますか
(48)あなたの職場では安全懇談会や安全会議などを何回ぐらい開いていますか
(49)あなたの営林署では安全点検は何回ぐらい行っていますか
(50)安全点検の効果はあると思いますか
(51)あなたの職場では環境や設備の悪いところはすぐ直されていますか
(52)あなたは自分で行う作業について、危険な場所や危険な所をよく知っていますか
(53)営林署の安全教育の指導はあなたの方の仕事に役立っていると思いますか
(54)営林署の安全教育の指導は適切に行われていると思いますか
(55)あなたが現在の仕事をおぼえたのは次のどれですか
(56)あなたは最近5ヶ月間で技能研修を何回うけましたか
(57)あなたは新しい作業のやり方や、新しい機械の使い方の技能研修が今後あったら参加したいと思いますか
(58)技能研修の中で実技は誰からならいましたか
(59)あなたは安全衛生委員や安全推進員などになって作業者の安全のため尽くしたいと思いませんか
(60)あなたは職場での災害調査はよくやられていると思いますか

表22. 安全態度調査の結果(疲労)

質 問	%
(11) 1日のうちで最も疲れる時刻は何時頃ですか	<p>午前 ①8時 0 ②9時 0 ③10時 4 ④11時 19 ⑤12時 2 午後 ⑥1時 2 ⑦2時 5 ⑧3時 36 ⑨4時 26 ⑩5時 4 ⑪6時 2</p>
(12) あなたは仕事のため体が疲れるようなことはありませんか	<p>①疲れない 9 ②少し疲れる 75 ③相当に疲れる 15</p>
(13) あなたは現在の仕事の量が多くて、わが身の安全にまで気を配りかねることがありますか	<p>①軽い仕事なので、そのようなことはない 4 ②一応、適切な仕事なので安全を考えながらしている 78 ③相当に過重な仕事量であるため、そのようなこともある 18</p>
(14) あなたは現在の仕事を続けていて健康を害するような心配がありますか	<p>①心配ない 30 ②心配することもある 62 ③相当に心配だ 8</p>
(17) あなたは自分の仕事で危険な作業があり、ケガの心配をしたことがありますか	<p>①心配したことがない 6 ②心配することもある 66 ③相当に心配している 28</p>

表23の分類の中で悪い評価を与えている質問は、「国有林で現在起きている災害をやむをえないと思う」、「災害が起きてから安全がさけられる」である。林業という危険な作業をしているという意識が相当あるのに、災害が起きてから安全が叫ばれると思っている職員がいることになる。これらの関連をみるために質問16,20,22の3者の関連をみたのが、表24である。質問の内容の問題もあるが、得られた回答通りとすると、表で問題なのは、「いつも安全に重きがおかれている」のに、それでも「災害が起きるのはやむをえない」と考える人がかなりいることである。また、安全意識では「いつも安全に重きがおかれている」のに、それでも「安全意識は低い」と回答している人がいたことである。

(3) 作業道具

表25の分類に入る質問で悪い評価を与えているものはない。十分な保護具、安全標識が整っているとの回答であった。しかし、2.の災害分析で明らかのように、トビが折れたり、リモコンチェーンソーのエンジンが止まった後の災害もみられるため、機械や作業具の点検をさらに行う必要がある。また、作業環境の状況把握が十分でなく、災害にあう例もみられたので、KYTなどで作業環境を把握できる目を養うことが必要であろう。

(4) 安全作業

表26の分類に入る質問で悪い評価を与えているものはない。職員は安全作業を心掛け

表23. 安全態度調査の結果(安全思想)

質 問	%
(15) あなたは自分の職場の安全成績について大いに誇らしく感じていますか	<p>①いつも、感じている 52 ②時々、感じる 38 ③感じていない 10</p>
(16) 現在国有林の職場でおきている災害はやむをえないと思いますか	<p>①思う 31 ②わからない 32 ③思わない 37</p>
(18) あなたの職場には安全な方法で作業することを臆病だと笑ったりする空気はありませんか	<p>①いつもある 4 ②時々、ある 27 ③ない 69</p>
(19) 危険な方法だと思いながらも職場の習慣でそのままやっていることはありませんか	<p>①いつもある 6 ②時々、ある 55 ③ない 39</p>
(20) あなたの職場の安全意識をどう思いますか	<p>①高い方だ 32 ②普通だ 62 ③低い方だ 6</p>
(21) 安全に注意すると、仕事の能率が鈍ると思いますか	<p>①いつも、思う 13 ②時々、思う 45 ③思わない 42</p>
(22) 事故が起きるまでは安全以外のことに重きがおかれ、事故が起きてから安全がさけられることがありますか	<p>①事故が起きてから安全が考えられる 24 ②事故の程度による 18 ③いつも安全に重きがおかれている 58</p>
(28) あなたは現在の仕事を毎日安全にやりとげる自信がありますか	<p>①いつも、自信がある 61 ②時々、自信がなくなる 35 ③自信がない 4</p>
(35) あなたの同僚には少々の危険を押してでも作業する人がいますか	<p>①いない 49 ②時々、する人がいる 45 ③いる 6</p>

表24. 災害と安全意識

(%)

質問22		災 害 と 安 全 意 識		
質問16		災害が起きてから安全が考えられる	災害の程度による	いつも安全に重きがおかれている
災害が起きるのはやむをえない	思 う	6	6	19
	わからない	7	6	19
	思 わ ない	11	6	20
質問20 安全意識	高 い	1	1	4
	普 通	14	13	39
	低 い	9	4	15

表25. 安全態度調査の結果(作業道具)

質	問	%
(23)あなたは作業用具が良くないため 仕事で不安を感じることがありますか	①不安がない ②不安なこともある ③相当に不安だ	46 50 4
(24)あなたは仕事をするのにいま職場 に備えてある作業道具だけで十分 だと思いますか	①十分である ②ほぼ間に合っている ③不十分である	21 65 14
(25)あなたの職場では保護具等の改良 に努力がなされていると思いますか	①いつも、なされている ②時々、なされている ③なされていない	37 51 12
(27)あなたの職場では安全の注意標識 は、	①十分作られて、よく配置されている ②ある程度作られている ③ほとんど作られていない	69 30 1

表26. 安全態度調査の結果(安全作業)

質	問	%
(29)あなたは仕事をするとき、いつも 安全ということを考えて行いますか	①いつも考えて作業する ②時々考える ③まったく考えない	93 5 2
(30)あなたは作業基準に示された作業 動作をしていますか	①いつも正しく行っている ②時々誤りをする ③誤りをする事が多い	47 52 1
(31)あなたは仕事にハットしたり、 ヒヤットしたことがありますか	①ほとんどない ②時々ある ③いつもある	14 81 5
(47)あなたは安全規則や作業基準を知 っていますか	①よく知っている ②だいたい知っている ③まったく知らない	39 59 2

表27. 安全態度調査の結果(共同作業)

質	問	%
(32)あなたは他人が不安全行動をした とき注意しますか	①いつも注意している ②時々注意している ③注意しない	29 68 3
(33)あなたは他人から不安全行動につ いて注意されたとき、すなおに聞きい れますか	①聞きいれて改める ②時々改める ③聞きいれない	88 11 1
(34)あなたは共同作業のとき他人の安 全にも気をくばっていますか	①いつも気をくばっている ②時々気をくばる ③気をくばらない	86 12 2
(36)あなたの職場では助け合って仕事 をしていますか	①いつも、している ②時々、している ③していない	87 12 1
(38)あなたの職場では危険な作業のと き他の班ともよく連絡してやっていま すか	①いつも、やっている ②時々、やっている ③やっていない	71 20 9
(39)班長はあなた達が安全に仕事がで きるように段取りや手配をハッキリ示 してくれますか ():班長の場合	①いつも、示してくれる(いつも、示している) ②時々、示してくれる(時々、示している) ③示してくれない(示していない)	70 26 4
(40)班長はあなた達がよくまとまって 仕事をするように気を配ってくれます か ():班長の場合	①いつも、気を配ってくれる(いつも、気を配っている) ②時々、気を配ってくれる(時々、気を配っている) ③気を配ってくれない(気を配っていない)	71 25 4
(41)班長は危険な方法で作業をしてい るとすぐにとめてくれますか ():班長の場合	①いつも、とめてくれる(いつも、とめる) ②時々、とめてくれる(時々、とめる) ③とめてくれない(とめない)	63 32 5
(43)班長はあなた達の顔色や体の調子 などに気を配ってくれますか ():班長の場合	①いつも、気を配ってくれる(いつも、気を配っている) ②時々、気を配ってくれる(時々、気を配る) ③気を配ってくれない(気を配らない)	50 42 8

ているようである。

(5) 共同作業

表27の分類に入る質問も悪い評価を与えているものはない。職員間の協調、班長と職員間の協調、他班との連絡など、共同作業はだいたいうまく行っているようである。この範疇に入る質問は、本報告の主旨と似かよっている部分があるので、さらに班長と班員の関係を詳しく分析した(表28)。役つき(班長)と役なし(班員)の関係では、全ての質問で役つきの方がよく指導していると評価している。特にこの傾向が強いのが「体調への気配り」であった。総体的に班長、班員との協調はうまくいっているようであるが、この「体調への気配り」にみられるようにズレがみられる部分もある。また、これを営林署の安全指導との関係でみたのが表29で「指導しない」という回答は少ないが、「よく指導する」という回答も他の質問と比べると少なくなっている。営林署の上役と現場の職員

との関係が疎遠となっているとみられる部分である。

(6) 安全活動

表30において、「安全関係の雑誌をあまり読まない」と答えた回答者がかなりあったことが気になるが、そのほかこの分類に入る質問で悪い評価を与えているものはない。組織として安全に気を配っていることが推測される。しかし、組織として安全点検の回数は月に1回以上も行なっているのに、その効果となると少しはあると回答した人がかなりいる。(3)の作業員で述べたよう安全点検の仕方を丁寧に行う必要がある。

(7) 安全教育

表31の分類に入る質問で悪い評価を与えているものはない。安全教育が十分行われているようである。しかし、最近5ケ年間で技能研修を受けた回数がバラバラであること、また質問58で技能研修を知らないと答えた(質問56では技能研修を受けたことがないの項目に含まれていると考えられるが)職員がいる点に問題が残った。また、災害分析で出たように、チェーンソー使用中のキックバック、斧使用中に手が狂った、伐倒方向が狂った、作業員を使用中に力を入れすぎたなどの作業員の技量からくる災害があるため、各作業員が技量の向上を図ることやそのための安全教育に力を入れることが今後とも必要であろう。

以上のように、問題もあるような回答もあったが、安全態度調査からは、各職員が安全作業に気をつけ、班内の協調性もとられ、組織としても安全作業に十分な配慮を加えていることが分かる。

次に、各質問の悪い評価に3点、普通の評価に2点、良い評価に1点を与えて集計し、悪い評価順に13項目並べたのが表32である。2点以上の悪い評価をされた質問項目は、質問17の「ケガの心配」、質問13の「仕事の量」、質問12の「疲労」の項目であった。林業作業は機械化され仕事のきつさは減少したと思われるが、いまだ林業作業は仕事がつく、危険な作業であるという認識、いわゆる3K(きたない、きつい、きけん)という意

表28. 班長と班員の意見の違い (構成比)

質問45		いつも指示	時々指示	指示しない	平均
段取りや手配の指示	班長	74.7	24.1	1.3	1.27
	班員	69.0	26.5	4.5	1.36
質問46		いつも気配り	時々気配り	気配りしない	平均
まとまりの気配り	班長	82.3	17.7	-	1.18
	班員	69.9	25.9	4.2	1.08
質問47		いつも止める	時々止める	止めない	平均
危険作業の中止	班長	78.5	21.5	-	1.22
	班員	60.8	34.4	4.7	1.44
質問49		いつも気配り	時々気配り	気配りしない	平均
体調への気配り	班長	75.0	25.0	-	1.25
	班員	46.3	44.3	9.4	1.63

表29. 上役の安全指導 (構成比)

質問48	指導する	普通	指導しない	平均
上役作業員	57.0	43.0	-	1.43
	43.4	54.0	2.6	1.59

表30. 安全態度調査の結果(安全活動)

質問	問	%
(26)あなたの職場は作業しやすいようにキチンと整頓されていますか	①いつも、整頓されている ②時々、整頓する ③整頓されていない	59 37 4
(37)あなたの職場では災害防止についての提案や意見はよくききいられていますか	①いつも、ききいられる ②時々、ききいられる ③ききいられない	78 21 1
(44)あなたの営林署では災害防止のための組織が働いていますか	①いつも、働いている ②時々、働いている ③働いていない	77 21 2
(45)あなたは安全関係の雑誌を読んでいますか	①よく読んでいる ②あまり読まない ③見たこともない	40 53 7
(46)安全の諸行事や災害の発生状況などが回覧や掲示板などでよく知られていますか	①よく知らされている ②あまり知らされていない ③全く知らされていない	90 9 1
(48)あなたの職場では、安全懇談会や安全会議などを何回ぐらい開いていますか	①月に3回以上 ②月に1回程度 ③2ヶ月に1回程度 ④6ヶ月に1回程度 ⑤ほとんど行っていない ⑥知らない	6 88 4 2 0 0
(49)あなたの営林署では、安全点検は何回ぐらい行っていますか	①月に1回以上 ②3ヶ月に1回程度 ③6ヶ月に1回程度 ④ほとんど行っていない	94 6 0 0
(50)安全点検の効果はありますか	①十分にある ②少しはある ③あまりない	46 46 8
(51)あなたの職場では環境や設備の悪いところはすぐ直されていますか	①すぐ直される ②しばらくして直される ③直されない	61 37 2
(52)あなたは自分で行う作業について、危険な場所や危険な所をよく知っていますか	①よく知っている ②だいたい、知っている ③知っていない	61 38 1
(59)あなたは安全委員や安全推進員などになって作業員の安全のため尽くしたいと思いませんか	①尽くしたいと思う ②どちらでもよい ③尽くしたいと思わない	37 52 11
(60)あなたは職場での災害調査をよくやられていると思いますか	①よくやられている ②まあまあ、やられている ③やられていない	61 35 4

表31. 安全態度調査の結果(安全教育)

質	問	%
(42)あなたの上役(営林署の主任、係長、課長)は安全について、よく指導してくれますか	①ていねいに指導してくれる ②普通である ③何も教えてくれない	46 52 2
(53)営林署の安全教育の指導はあなたの方の仕事に役立っていると思いますか	①いつも、役立っている ②時々、役立つ ③役立たない	60 36 4
(54)営林署の安全教育の指導は適切に行われていると思いますか	①いつも、適切であると思う ②時々、適切でないことがある ③適切でない	63 34 3
(55)あなたが、現在の仕事をおぼえたのは、次のどれですか	①営林署の研修でおぼえた ②上役から直接指導を受けた ③先輩から指導を受けた ④自分自身でおぼえた	38 5 44 13
(56)あなたは、最近5ヶ年間で技能研修を何回うけましたか	①4回以上 ②3回 ③2回 ④1回 ⑤なし ⑥技能研修があるのを知らない	20 10 17 19 34 0
(57)あなたは新しい作業のやり方や、新しい機械の使い方の技能研修が今後あったら参加したいと思いますか	①ぜひ参加したい ②どちらともいえない ③参加したくない	63 30 7
(58)技能研修の中で実技は誰から習いましたか	①職場の職員(課長、係長)から ②職場の職員(主任、指導員)から ③班長から ④先輩、同僚から ⑤その他の人から ⑥技能研修を知らない	40 11 3 27 8 11

識が国有林という組織だった組織に所属する職員にもあることが分かる。

表21に、各安全態度調査の分類ごとに評価点を集計した。疲労の項目が悪く、ついで安全思想、安全教育の順となっている。上で述べたように3Kのきつい、危険という意識がここでも出ていた。

3) 安全意識の心理的な面での分析

(1) ハナフォードの安全意識評価

安全意識に関する心理的な面での調査は、わが国では標準化されたものがまだない。従って、アメリカ・ニューヨーク大学安全教育センターで作成した「ハナフォードの産業安全尺度」を林業作業用用に修正して使用した⁵⁾。その質問事項は、表33に示すとおりである。この調査は採点で安全意識が評価できるようになっている。その方法は、各回答者の賛成番号を賛成の点数順にならべ、その中央値に該当する番号の点をその人の安全意識

の値とするものである。

なお、中央値の番号が2つある場合には、それらの番号に該当する点の平均値を安全意識の値とする。次に、求められた点数を、階級で区分し、各個人の安全意識を評定する。

(2) 安全意識指数

このハナフォードの安全意識評価と回答者の属性や安全態度との関連をみるために、得られた点数分布を考慮して、5段階に分け、安全意識指数と名づけた。なお、点数は少ない方が良好であることを示している。安全意識指数の職種、年齢、災害回数別構成割合を検討した。職種別には、運転手において安全意識が低い傾向にあった。生産

手が全体から見ると安全意識が高いのに災害が多いのは、急傾斜不整地である林地での作業であることや重量物である木を取り扱うなどの作業環境からくるものであろう(表34)。年齢別には、41~45才で安全意識が低くなっている。仕事にもなれ働き盛りということで安全面に気が回らないということが考えられるが、安全作業が望まれる(表35)。災害回数と安全意識指数との関連はみられなかった。

表32. 安全態度項目の評価点

質	問	評価点
(17)あなたは自分の仕事で危険な作業があり、ケガの心配をしたことがありますか		2.22
(13)あなたは現在の仕事の量が多くて、わが身の安全にまで気を配りかねることがありますか		2.14
(12)あなたは仕事のため体が疲れるようなことはありませんか		2.05
(16)現在国有林の職場でおきている災害はやむをえないと思いますか		1.94
(24)あなたは仕事をするのにいま職場に備えつけてある作業道具だけで十分だと思いますか		1.93
(31)あなたは仕事中にハットしたり、ヒヤットしたことがありますか		1.91
(14)あなたは現在の仕事を続けていて健康を害するような心配がありますか		1.78
(25)あなたの職場では保護具等の改良に努力がなされていると思いますか		1.76
(32)あなたは他人が不安全行動をしたとき注意しますか		1.74
(20)あなたの職場の安全意識をどう思いますか		1.73
(21)安全に注意すると、仕事の能率が鈍ると思いませんか		1.71
(19)危険な方法だと思いながらも職場の習慣でそのままやっていることはありませんか		1.68
(22)事故が起きるまでは安全以外のことに重きがおかれ、事故が起きてから安全がさげられることはありませんか		1.67

4) 営林署災害回数と属性、安全態度評価点、安全意識指数の関連

各営林署の災害回数に影響を与える環境要因を検討した。環境要因として①各作業員が勤める営林署の過去5年間の生産量(3区分)、個人の属性として②役のあるなし、③雇用形態(定員内、基幹)、④林業経験年数(-20、21-25、26-30、31-の4区分)、⑤年齢(-35、-40、41-、46-、51-、56-の6区分)、⑥職種(伐木造材手、運転手、造林手、その他の4

表33. ハナフォード安全意識調査の項目と採点基準

質 問	賛成の時 与える点
(1)作業条件は作業基準に定められたものよりも、さらにいっそうよいことが望ましい	5.2
(2)どの作業員もめいめいが自分の特長に応じて作業基準を守ることになるが、作業員により守る基準が違うので、安全ということはそう広く役にたつことではない	7.7
(3)職場では能率や利益ということばかり考えるので、安全は二の次にされ、人間は消耗品のようになっている	1.0
(4)安全は職場のたいせつな政策であるが管理者はあまりやらないことが多い	11.0
(5)安全はうわべだけのことで、なかみの精神はくさっている	8.1
(6)安全はいくら強調してもしすぎることはない	1.7
(7)安全は公平にやられていないと思う。ある人にはひじょうに強調されているかと思うと、ある人にはあまり強調されていない	6.2
(8)私は安全に作業することになっている。なぜなら、そうしないとおそかれ早かれ事故のぎせいになるから	9.8
(9)安全は気持ちの持ち方でどうにでもなる	6.7
(10)安全委員会のやることは私には何の利益もない	0.7
(11)だれかが事故をおこすまでは、いつでも安全以外のことに注意が向けられ、事故がおきるとはじめて安全がさげられる	3.1
(12)だれかが事故をおこすと心配になる。というのは、つぎに事故をおこすのは自分のような気がするから	7.2
(13)金と時間がかからないうちは、安全がさげられるけれど、いざ金や時間がかかることになると、安全は無視され事故は不注意のせいだといわれることが多い	2.3
(14)自分は安全とはどうしたらいいか、今のところわからない	10.3
(15)経験者は安全についてよく知っているが、新人は未経験のため安全や事故は「運」で決まると考えがちだ	3.7
(16)私は事故の多い職場では、働きたくない	8.9
(17)小さな事故ばかりさわがれ、大事故にあまり関心がもたれていないように思われる	5.5
(18)安全は時間のむだづかいである	9.4
(19)安全は上役が無関心であるため効果があがらない	4.2
(20)作業基準にしたがって仕事をするのをいやがる人はバカである	8.4

表34. 職種別安全意識指数（構成比）

		安全意識指数					指数 の 平均
		1	2	3	4	5	
生産手	伐木造材	9.3	21.2	22.6	43.2	3.8	3.11
	集 運 材	8.3	18.6	20.0	48.6	4.5	3.22
	そ の 他	4.7	27.4	26.4	39.6	1.9	3.07
運転手	集 材 機	6.6	13.2	23.7	48.7	7.9	3.38
	トラクタ	5.0	16.0	18.5	50.4	10.1	3.45
造林手 一般		6.6	17.9	21.2	53.6	0.7	3.24
その他 林道		8.9	21.4	21.4	46.4	1.8	3.11

表35. 年齢分布別安全意識指数（構成比）

		安全意識指数					指数 の 平均
		1	2	3	4	5	
年 齢 分 布	～35	15.8	21.1	36.8	26.3	—	2.74
	～40	17.5	27.5	20.0	35.0	—	2.73
	～45	9.7	14.5	24.2	43.5	8.1	3.40
	～50	8.0	20.5	19.6	48.2	3.6	3.19
	～55	10.3	20.0	20.5	44.6	4.6	3.13
	56～	6.4	17.9	22.5	48.0	5.2	3.28

区分), ⑦災害指数(各作業員の林業作業中の災害件数を林業経験年数で除したものの), 安全態度の集約である7因子(⑧共同作業, ⑨疲労, ⑩安全活動, ⑪安全思想, ⑫作業道具, ⑬安全教育, ⑭安全作業)の各評価点の分類, ⑮安全意識指数の計15要因を取り上げた。営林署の災害回数は, 過去5年間の各営林署の災害回数を3分類(多い16回以上, 普通8~15, 少ない7回以下)した。この15要因を説明変数, 各営林署の災害回数の多いものと少ないものの2区分を外的基準として数量化Ⅱ類で分析した。この結果は, 判別率91%で, 判別に寄与する各要因の影響度はレンジ順位より生産量, 職種, 安全態度項目の第7要因(安全教育), 雇用形態, 年齢の順であった。作業環境要因や個人の属性に

アイテム名	レンジ
生産量	1.266
職種	0.316
安全教育	0.223
雇用形態	0.204
年齢	0.176
安全作業	0.132
作業道具	0.122
共同作業	0.108
安全思想	0.094
安全意識指数	0.090
安全活動	0.082
疲労	0.069
林業労働年数	0.067
災害指数	0.049
役の有無	0.029

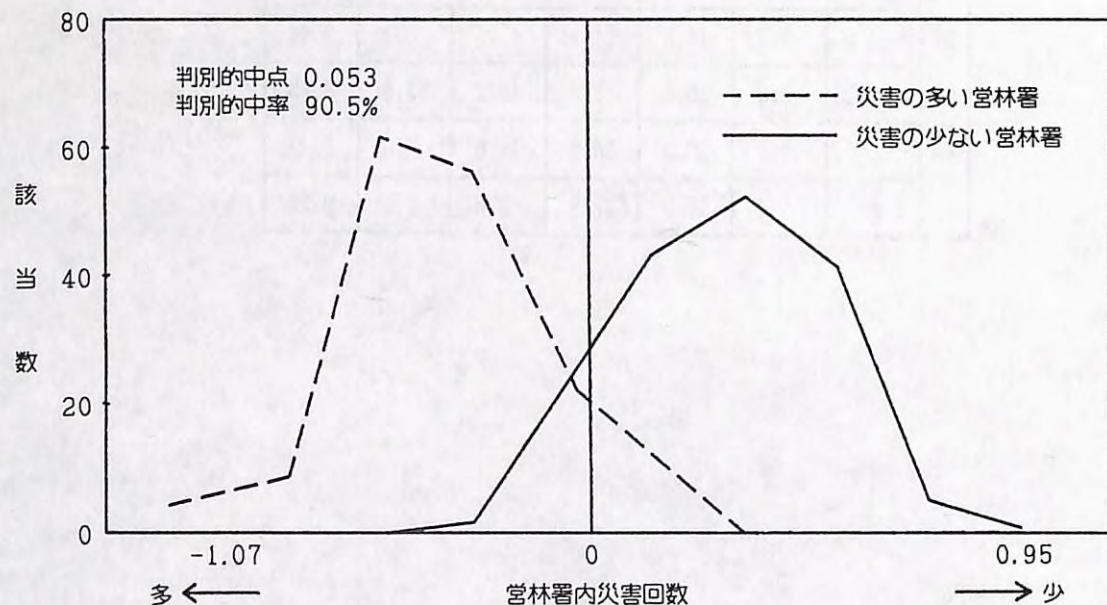


図2. 作業者からみた営林署災害の多少を分ける要因

関する要因が上位を占めた。特に生産量はレンジ幅が非常に大きく, 生産量が多ければ, 署の災害数は多い方に該当するものが多くなる当然の結果を示していた(図2)。安全意識指数は, この判別でもレンジが小さく, 災害とは直接結びつく要因とはなっていなかった。

次に安全態度のどの項目が営林署の災害回数に影響を与えるか, 上記と同様な分析を説明変数を35の安全態度に関する質問(前述の因子分析で使った35項目)で行った。この結果, 判別率73%で, 環境の整備, ヒヤリ・ハット事故の有無, 安全作業への自信,

質問番号	アイテム名	レンジ
(51)	環境や設備の悪いところはすぐ直されていますか	0.590
(31)	仕事中にハットしたり、ヒヤットしたことがありますか	0.520
(28)	現在の仕事を毎日安全にやりとげる自信がありますか	0.415
(38)	危険な作業のとき他の班ともよく連絡してやっていますか	0.403
(35)	同僚には少々の危険を押してでも作業する人がいませんか	0.394
(42)	上役(営林署の主任、係長、課長)は安全について、よく指導してくれますか	0.337
(60)	職場での災害調査はよくやられていると思いますか	0.328
(57)	新しい作業や、機械の使い方の技能研修に参加したいと思いますか	0.319
(45)	安全関係の雑誌を読んでいますか	0.283
(54)	営林署の安全教育の指導は適切に行われていると思いますか	0.264
(41)	班長は危険な方法で作業をしているとすぐにとめてくれますか	0.264
(53)	営林署の安全教育の指導は仕事に役立っていると思いますか	0.249
(23)	作業用具が良くないため仕事で不安を感じることはありませんか	0.248
(50)	安全点検の効果はあると思いますか	0.246
(18)	安全な方法で作業することを臆病だと笑ったりする空気はありませんか	0.243
(17)	自分の仕事で危険な作業があり、ケガの心配をしたことがありますか	0.228
(16)	現在国有林の職場で起きている災害はやむをえないと思いますか	0.196
(40)	班長はよくまとまって仕事をするように気を配ってくれますか	0.196
(56)	最近5ヶ年間で技能研修を何回うけましたか	0.196
(21)	安全に注意すると、仕事の能率が鈍ると思いませんか	0.176

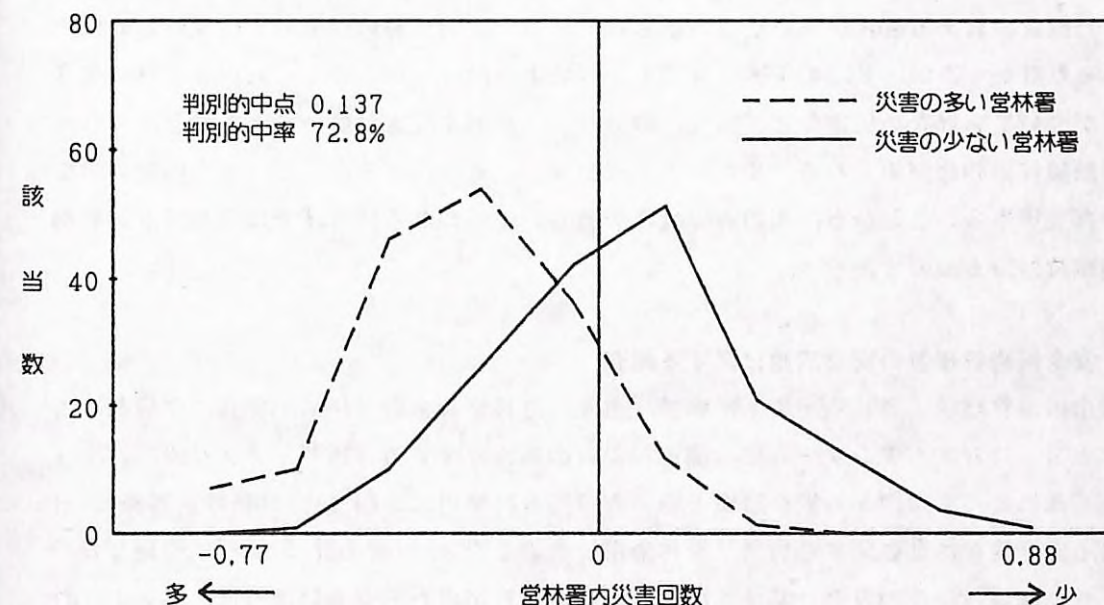


図3. 安全態度項目による営林署内災害の分類
(注)レンジは上位20項目を示した。

他班との連絡の有無，他人の危険作業の有無，上役の安全指導の多寡，災害調査の有無，新しい機械の研修の有無，安全雑誌読書の有無があげられた。この結果は35項目の中でも，特に安全教育，安全活動に関する項目が多く見られた（図3）。また，安全作業への自信など，抽象的で対策が難しい問題もあるが，ヒヤリ・ハット事故の分析を通して，安全作業への対策を考えることの必要性も示唆しているように思われる。

5) 高齢化の状況

高齢化に関しては9つの質問があり，これらの質問と年齢の関係を表36～44に示した。このうち「脚力」は年齢とともに衰えてはくるが，顕著な衰えはみられない。日頃，山の急斜面を歩いているからであろう。「動悸や息切れ」は，年齢とともに若干多くなっているが，はっきりとした傾向はみられない。「力仕事」も日頃この種の仕事をやりなれているのか，年齢による低下はみられなかった。体の柔軟性を示す「靴ひもが楽に結べるかどうか」や「オーバーを着る時，楽に腕を通せるか」も，年齢による低下はみられない。しかし，「字を書く速度」は，年齢による低下が，はっきりとでており，細かな作業が高齢者にとって不得意なことを示していた。細かな作業を要求される運転作業などでの高齢者の教育訓練をいかにするかが問題となろう。「眼」や「聴力」も年齢と共に急速に衰えており，これら機能を特に使う作業の安全対策を作業環境の整備，機械の改善などで講ずる必要がある。「記憶力」も年齢とともに衰えてくる傾向を示しており，指差呼称など安全作業の確認がより一層重要となろう。なお，民有林を対象とした林業作業者の高齢化に伴う運動機能の衰えを分析した資料では，筋力は強いが，敏捷性，柔軟性，平衡性といった機能の衰える度合いが高いことが示されている⁶⁾。国有林の作業者では柔軟性の低下はみられなかったが，2. の災害分析でも述べたように，転倒したり，転がした材に足さばきがついていけない災害など平衡性，敏捷性にかかわる災害が多いこともあり，これらの運動機能の強化が望まれる。また，チェーンソー，斧，トビ使用において力の使い方を誤った災害も多いことから，高齢者で衰えが激しいといわれる体全体を使う複雑な運動機能の維持対策も必要であろう。

4. 安全担当管理者の安全活動に関する調査

安全担当管理者（製品生産事業所職員，主任，営林署安全担当係員，係長，全課長，次長，署長）に対するアンケートは，調査対象者の属性に関する6質問，アメリカのハナフォード氏による心理面から安全意識を聞いた質問を林業用に改編した20質問，西島茂一氏による安全管理活動に関する質問⁷⁾を林業用に改編した31質問の計57質問で実施した。つまり，調査対象者の安全に関する内面の意識とそれが現れる安全管理態度と本人のこれまでの職種，労働年数，災害の回数などの属性との関係から安全に関する分析を試みた。この安全管理担当者に対するアンケートでは，280例が回収された。

表36. 脚力（構成比）

質問61		脚 力			
		非常にのろい	長時間は続けられない	普通の歩行ができる	速く、正しい姿勢で歩ける
年	～35	—	15.8	73.7	10.5
	36～40	2.4	12.2	61.0	24.4
	41～45	4.8	16.1	59.7	19.4
	46～50	3.6	19.6	65.2	11.6
齢	51～55	9.1	17.7	61.6	11.6
	56～	5.7	23.3	59.7	11.4

表37. 動悸や息切れ（構成比）

質問62		動 悸 や 息 切 れ			
		普通の生活でも時々する	急いで歩いた時など時々する	走ったりすると時々する	速く、正しい姿勢で歩ける
年	～35	—	16.7	66.7	16.7
	36～40	2.4	31.7	58.5	7.3
	41～45	3.2	19.4	64.5	12.9
	46～50	2.7	26.8	64.3	6.3
齢	51～55	5.6	34.2	54.1	6.1
	56～	3.5	32.4	57.2	6.9

表38. 力仕事（構成比）

質問63		力仕事			
		力仕事は 全くできない	力仕事は なるべくしない	力仕事は 時々している	相当力のいる 仕事もしている
年	～35	—	5.3	63.2	31.6
	36～40	2.4	12.2	53.7	31.7
	41～45	3.2	8.1	53.2	35.5
	46～50	3.6	18.2	49.1	29.1
齢	51～55	3.0	17.3	46.7	33.0
	56～	1.1	17.2	47.7	33.9

表39. 靴ひもを結ぶ時（構成比）

質問64		靴ひもを結ぶ時		
		玄関で十分前か がみになれない	前かがみになれ るが窮屈である	楽にできる
年	～35	5.3	15.8	78.9
	36～40	2.4	17.1	80.5
	41～45	3.2	11.3	85.5
	46～50	—	17.1	82.9
齢	51～55	1.0	19.3	79.7
	56～	1.7	21.8	76.4

表40. オーバーを着る時（構成比）

質問65		オーバーを着る時		
		助けてもらう	両腕を通す時 少し苦勞する	楽にできる
年	～35	5.3	10.5	84.2
	36～40	4.9	7.3	87.8
	41～45	1.6	8.1	90.3
	46～50	0.9	11.6	87.5
齢	51～55	1.5	17.9	80.6
	56～	—	21.4	78.6

表41. 字を書く速度（構成比）

質問66		字を書く速度		
		ひどく 遅くなった	多少 遅くなった	同じように 速くできる
年	～35	26.3	36.8	36.8
	36～40	19.5	68.3	12.2
	41～45	24.2	66.1	9.7
	46～50	33.3	60.4	6.3
齢	51～55	55.1	40.3	4.6
	56～	59.3	37.8	2.9

表42. 眼の衰え（構成比）

質問67		眼の衰え			
		老眼鏡を使う	使う時と使わない時がある	普段は使わない	老眼鏡は使わない
年	～35	—	—	—	100.0
	36～40	2.4	2.4	4.9	90.2
	41～45	3.3	4.9	4.9	86.9
	46～50	9.9	15.3	26.1	48.6
	51～55	56.3	16.8	13.7	13.2
齢	56～	60.7	17.9	13.9	7.5

表43. 聴力（構成比）

質問68		聴力		
		補聴器を使っている	日常生活では使わない	若い時と変わらない
年	～35	—	5.9	94.1
	36～40	—	31.7	68.3
	41～45	3.2	37.1	59.7
	46～50	0.9	35.1	64.0
	51～55	3.6	52.3	44.2
齢	56～	2.9	60.9	36.2

表44. 記憶力（構成比）

質問69		記憶力			
		度忘れすることがしばしばある	時々度忘れすることがある	やや記憶力が低下しているようだ	記憶力は確かだ
年	～35	—	—	61.1	38.9
	36～40	4.9	9.8	73.2	12.2
	41～45	4.8	9.7	66.1	19.4
	46～50	5.4	14.4	65.8	14.4
	51～55	16.2	17.3	60.4	6.1
齢	56～	20.1	19.5	52.3	8.0

1) 調査対象者の属性

調査対象者の属性は表45のようである。林野庁勤務年数は長い、ポスト在職年数は1年以内という人がかなりいる。この在職期間はポストが上になるほど短くなる。しかし、「災害なし」の比率は在職年数の少ない課長、署長で多くなるが、災害回数の比率では在職

中に4回以上経験した人もかなりいた。これを在職年数と災害回数でみたのが、表46であるが、在職1年では「災害なし」がかなり多いが、2年を過ぎると急激に災害回数が増えてくる。災害を起こしたのは作業員で安全担当管理者でないが、2年を過ぎると安全管理に対する心構えが薄れてくるとも考えられる。

2) 安全意識指数

3. の作業員に対するアンケート調査の分析では安全意識指数と災害との関連がみいだされなかったが、災害に直接結びつくものでなく、安全に対する深層心理面をみいだすものとして分析を進めた。調査様式3、4を使用して安全意識指数を役職名で区分したのが表47である。現場の職員である班員、班長の安全意識が高い（指数小）のが目につく。特に、現場の安全管理指揮者である班長の安全意識が高いのが特徴的である。安全作業を身近に感じて作業を行っていることの現れであろう。これと比べ他の安全担当管理者では、係員の安全意識が比較的高いのが目につくが、他の安全担当管理者の安全意識は低い。前述のように指数の意味づけが漠然としていて、質問項目が作業現場向きのものであり、安全活動を大局的にみる安全担当管理者としては異質な質問となったのかもしれない。しかし、現場の職員と営林署の職員の安全意識に対する考え方の違いがこの指数で現れたともいえる。

3) 安全管理活動の評価

安全担当管理者に対する安全管理活動評価のアンケート調査作成に当たっては次の点⁷⁾を考慮して作成した。

①労働災害は、管理・監督者の活動状況や安全スタッフの職務遂行、作業員に対する安全教育、機械設備や作業環境、作業方法の安全対策などに何らかの欠陥が存在したという

表45. 安全管理担当者の属性

質	問	%
(1)あなたの役名は何ですか	①係員	39
	②主任	11
	③係長	11
	④課長	24
	⑤署長(次長)	15
(2)現在の職(ポスト)について何年になりますか	①1年	39
	②2年	17
	③3年	11
	④4年	6
	⑤5年以上	27
(3)林野庁に勤務して何年になりますか	①4年以内	6
	②5年～9年	5
	③10年～14年	3
	④15年～19年	3
	⑤20年～24年	5
	⑥25年～29年	23
	⑦30年以上	55
(4)現在のポストにいる間に、署内で事故(ここでは4日以上休業者がでた事故)が何件ありましたか	①なし	27
	②1件	13
	③2件	12
	④3件	14
	⑤4件以上	34
(5)上記の事故で死傷者(50日以上休業者)の累計は何人でしょうか	①なし	27
	②1人	19
	③2人	10
	④3人	7
	⑤4人以上	11
	⑥事故なし	26
(6)その時の事故は次のどの作業にあたりますか(該当するものにすべて○印をつけて下さい) (複数回答)	①集材機	12
	②トラクタ	22
	③積込み・積卸し	10
	④伐倒	36
	⑤造材	13
	⑥造林	11
	⑦その他	38
	⑧事故なし	26

基本的問題が背後にあるとき、災害の直接原因が形づくられ、事故・労働災害へと転化する。

安全管理活動の欠陥 →
基本的問題 → 直接原因 →
事故 → 労働災害

しかし、安全上の基本的問題に欠陥があっても、いつかは災害は発生するが、直ちに労働災害が発生するとは限らない。前述の安全意識指数が直接災害件数と結びつかないのも、これなどに影響されるのかも知れない。従って、安全活動の全体を客観的に評価するためには、活動の具体的事項を総合的に検討する必要がある。

②また、評価の項目は、本来実施しなければならない事項と比較・評価できる

ものでなければならない。しかもそれらは、ラインの管理・監督者の活動内容を客観的に観察できるものであり、また、事業場の安全管理計画に基づく方針と重点対策の内容に沿っている必要がある。

③さらに、尺度は公正に評価できるような評価の基準が必要であり、評価者によって判断が異なるものであってはならない。つまり、評価が困難な事項は評価項目としない方がよい。たとえば、作業者のやる気とか監督者のリーダーシップなど直接に評価するのが難しいものを除き、職場の日常活動の状況や作業道具の管理状況、整理・整頓の状況など、外形的に観察できる事項の評価結果から、間接的に判断するのがよい。

これらのことを踏まえ安全管理活動の評価表を文献⁷⁾より選び、林業作業用に改編し、これに高齢者対策などを加えて林業の安全担当管理者用に作成したのが、表48に示すような評価項目である。この安全活動評価項目は、優、良、可、不可の4段階で評価できるようにした。

表46. 在職年数と災害経験回数(構成比)

在職年数	災害経験回数				
	なし	1回	2回	3回	4回～
1年	40.9	21.8	16.4	12.7	8.2
2年	17.4	8.7	10.9	15.2	47.8
3年	25.0	3.1	12.5	25.0	34.4
4年	17.6	17.6	11.8	11.8	41.2
5年以上	13.3	6.7	6.7	10.7	62.7

表47. 安全意識指数と役職名(構成比)

		安全意識指数					指数の平均
		1	2	3	4	5	
役職名	班 員	8.7	20.0	22.4	44.2	4.8	3.17
	班 長	12.7	19.0	17.7	48.1	2.5	3.10
	係 員	3.7	13.8	22.0	53.2	7.3	3.47
	主 任	3.2	3.2	19.4	61.3	12.9	3.78
	係 長	—	6.5	19.4	67.7	6.5	3.75
	課 長	—	6.2	20.0	69.2	4.6	3.72
	署 長	4.8	4.8	11.9	71.4	7.1	3.71

表48. 安全管理評価項目調査の結果

質問	優	良	可	不可
(1)宮林署の管理者の安全方針検討とその徹底は	35	54	7	4
(2)安全担当部門、安全管理者の役割・職務履行は	28	58	11	3
(3)ラインの管理・監督者の安全職責と活動は	24	57	14	5
(4)安全委員会の運営状況は	25	55	18	2
(5)安全管理計画は	38	51	9	2
(6)職場の日常の安全活動と作業者の安全意識は	21	57	17	5
(7)林業機械・器具の使用前の安全審査は	15	64	16	5
(8)林業機械・器具使用の際の作業者の配置は	23	66	9	2
(9)林業機械・器具の安全化の検討、その他の安全化への改善は	11	56	29	4
(10)林業機械・器具の安全点検は	23	61	14	2
(11)林業機械・器具の工具の管理状況は	15	63	19	3
(12)作業現場における整理・整頓の状況は	18	65	16	1
(13)土場、盤台における施設(はい積み、階段など)の安全整備は	25	64	10	1
(14)作業環境条件の整備は	13	69	17	1
(15)危険場所などの安全標識、表示類は	31	56	12	1
(16)危険警報設備などは	22	54	18	6
(17)作業手順の作成、励行は	19	65	14	2
(18)作業実施前の安全ミーティングは	32	55	12	1
(19)危険作業に対する作業指揮体制は	27	59	12	2
(20)作業者の安全な服装、保護具は	51	43	5	1
(21)作業改善提案活動は	3	47	38	12
(22)新規採用者や作業内容を変更した者の教育は	31	53	12	4
(23)危険作業に従事する者の特別の教育は	32	52	13	3
(24)第一線監督者(班長)に対する教育は	23	56	17	4
(25)安全管理者やラインの各管理者の安全教育は	21	61	15	3
(26)法定の資格を必要とする作業指導者の養成訓練は	23	50	23	4
(27)最近2年間の災害発生状況は	22	17	31	30
(28)災害原因調査と再発防止対策は	33	50	13	4
(29)ヒヤリ・ハット事故の調査、活用は	14	50	28	8
(30)災害および緊急非常時の措置体制は	30	57	12	1
(31)高齢作業者の災害防止の指導は	6	59	29	6

(%)

(1) 安全管理活動評価項目の集約と評価点

まず、分析では31の安全管理評価項目の優に1点、良に2点、可に3点、不可に4点を与え、因子分析法により分析した。この結果抽出された因子は、参考文献とは若干異なる分類となった。これは、参考にした文献が工場用に考えられたものであるため、林業作業とは異なる形態となったものと思われる。第1因子で抽出されたのは、作業手順や標識などの整備と実際の作業にかかわる項目、第2因子は管理体制に関する項目、第3因子は災害発生に関する項目、第4因子は安全教育に関する項目、第5因子は機械設備や作業道具の整備や整頓に関する項目、第6因子は災害措置、高齢対策に関する項目、第7因子は安全への提案を示す項目と解釈できた。第7因子までの寄与率累計は60%であった。ここで第1、5、6因子でやや異なった解釈ができるものが含まれるため、この3因子を2分割して、10因子で31評価項目を分類した(表49)。

因子	解釈	評価項目番号
第1因子	設備対策 作業手順	13,15,16,20 17-19
第2因子	管理体制	1-5
第3因子	事故状況	6,27
第4因子	安全教育	22-26
第5因子	機械設備 整理整頓	7-11 12,14
第6因子	災害措置 高齢対策	28-30 31
第7因子	提案活動	21

この分類で評価項目の評価点の平均を求めたのが、図4である。この評価点で評価が低いのは、安全への提案活動が活発でない、高齢化対策が遅れている、災害の発生状況が多いなどであった。安全担当管理者の中でも特徴的なのは、事業所の係員が、すべての項目について厳しい評価を加えていたことである。

これを各質問項目別に検討すると、ほとんどの質問は優、良が大部分を占めていた(表48)が、比

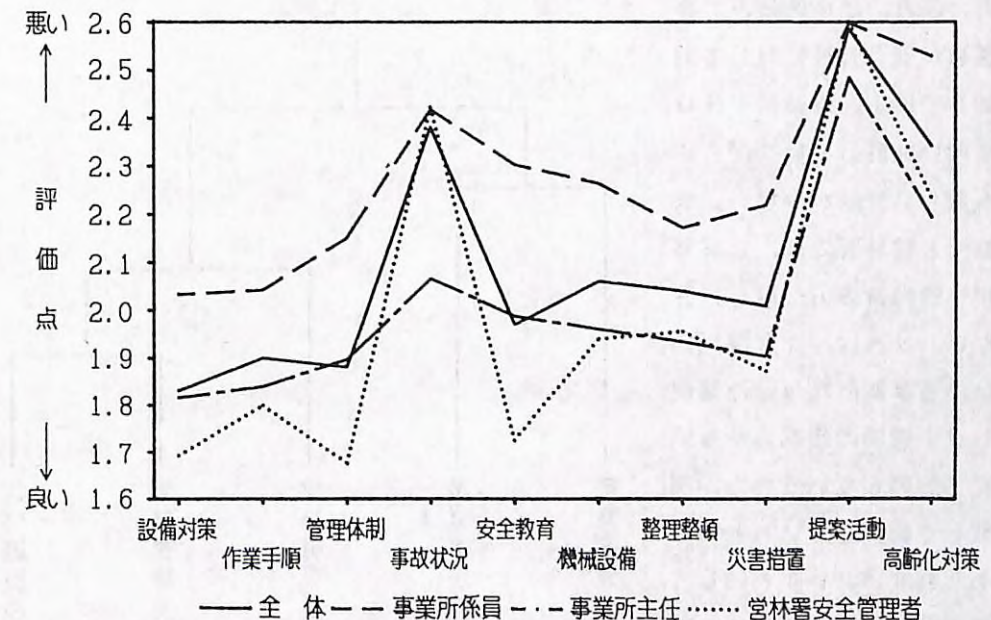


図4. 分類した安全管理評価項目による評価

較的可、不可の評価が多い質問項目は「林業機械・器具の安全化の検討、その他安全化への改善」、「作業改善提案活動」、「ヒヤリ・ハット事故の調査・活用」という作業現場の職員からの意見聴取が必要な質問と「高齢者の指導」という最近問題にされながら、まだ十分な対策が講じられていない質問、「法定の資格が必要な作業指導者の養成訓練」、「最近2年間の災害発生状況」の質問であった。「法定の資格」は何が法定の資格か十分理解できない面があったと思われるし、「最近2年間の災害発生状況」は対象営林署で災害回数の多い営林署も含まれているため、厳しい評価がでて仕方がない面があるが、ここで問題となるのは、作業現場からの安全作業に対する現場の職員の意見を十分聴取する機会が少ない面が回答にでてきていることである。安全委員会などを通じて話合いの機会が作られているはずであるが、さらに安全担当管理者が現場の職員との意志疎通を望んでいる結果がでており、現場の職員と安全担当管理者が話し合う機会をさらに増やす必要がある。

（2）安全担当管理者別の評価の違い

安全担当管理者は立場が異なれば安全管理項目に関して意見が異なると考え、安全管理評価項目の評価点の役職別の違いを検討した。そのため、質問31項目をそれぞれ役職別（事業所の係員、主任、営林署の係長、課長、署長の5区分）に集計し、その平均を求め、この平均値でクラスタ分析を行った。この結果、署長、課長、係長のグループと事業所の係員、主任の3グループに判別できた（図5）。同じ場所に勤める事業所の係員、主任の意見の違いが気になるところである。そこで、3グループごとに31の質問の平均を算出して、意見の違いをみた（図6）。厳しく評価された項目は、前述の厳しく評価された項目であった。また、総体的にみて事業所の係員が安全管理に対して厳しく評価している。事業所主任は、同じ事業所に在駐していながら係員と比べ厳しい評価が少ない。また、事業所と営林署では、営林署の安全担当管理者の方が厳しい評価が少ない。これは、作業現場に近い所にいる事業所職員は作業現場の厳しさを現場の作業員から聞くより見て評価しているため、実際より厳しく評価しているということかもしれない。いずれにしても、事業所主任と係員の評価の程度の違いが気にかかる。

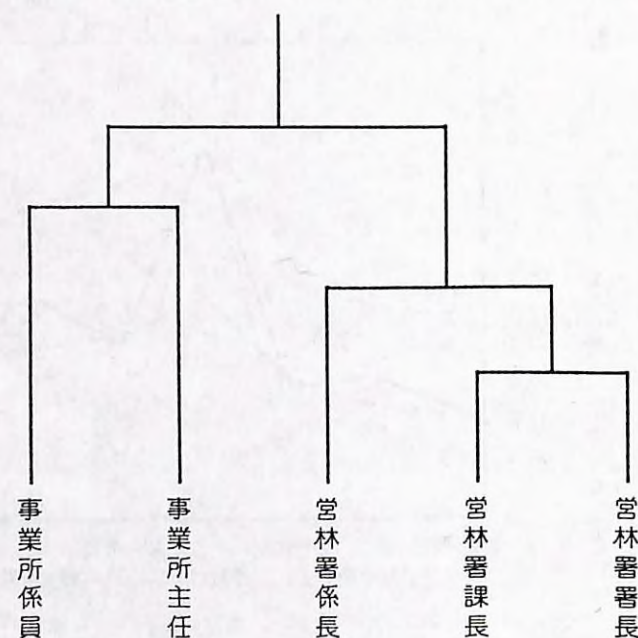


図5. 安全担当管理者の安全管理に対する意見の類似度

しかし、評価点2点以上の安全

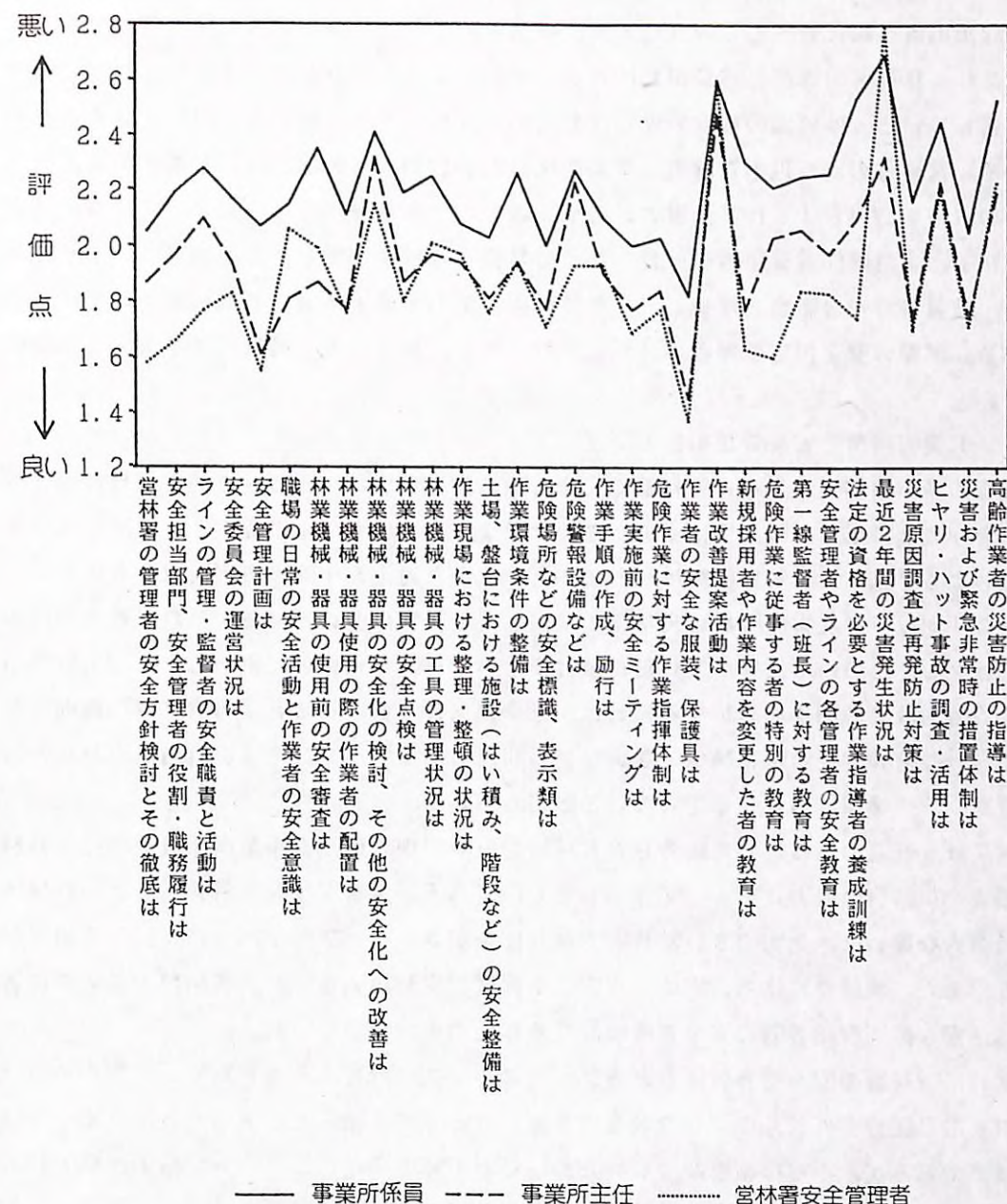


図6. 事業所係員、主任と営林署安全担当管理者の安全管理評価の違い

管理評価項目を順に並べる（表50）と、事業所の係員と主任があげた項目がほとんど同じであり、営林署の課長と署長があげた項目が同じであることが分かる。つまり同じ場所に勤務している人は評価の程度の違いはあるが、評価の内容はほとんど同じであることが分かる。営林署の安全担当管理者と事業所職員との評価項目の違いは、事業所の職員が「法定の資格を必要とする作業指導者の養成訓練」、「新規採用者の教育」、「班長に対する教育」、「危険作業従事者の教育」などの教育・訓練の不備を訴える項目と「ラインの管理・監督者の安全職責と活動」、「危険警報設備の不備」を訴える項目をあげている点である。現場の安全担当管理者の評価も受け入れて、さらに安全教育に手を加える必要がある。

（3）災害回数と安全管理項目の関連

災害の多い営林署と少ない営林署で安全管理活動評価項目がどう違うかを営林署の安全担当管理者と事業所の職員別に求め、その比較より災害の多少に影響を与える評価項目を抽出しようと試みた。災害回数は、各営林署で起きた過去5年間の災害回数を3区分（災害回数7回以下を災害の少ない営林署、15回以上を災害の多い営林署、それ以外を中程の営林署）し、この中で災害が多い営林署と少ない営林署を分析の対象とした。安全管理項目と災害回数との関連を分析することは、安全担当管理者、特に署長の営林署在職期間が短く、当該営林署災害が在職中でないなどの問題もあるが、ここでは災害当時同意見の署長であり、作業環境も変化していないと仮定している。

図7は、前述のようにして区分した営林署の安全管理評価点を事業所係員、主任、営林署の安全担当管理者の3グループで示したものである。災害が少ない営林署と多い営林署の特徴的な違いは、災害の多い営林署では評価点が3グループ間でバラバラになる傾向があり、また、評価点自体も否定的、肯定的な評価の変動が大きい。災害回数の多い営林署では、安全担当管理者間の安全管理に対する意見の違いが出ていた。

次に、営林署の安全担当管理者と事業所のグループに分け、それぞれで、災害の多い、少ないの2区分を外基準にした数量化Ⅱ類による分析を試みた。説明変数は、安全管理評価点であるが、不可の項目が少ないため、可と不可を一緒にして、3区分の評価で行った。この結果、判別の中率は営林署の安全担当管理者に対する分析では88%、事業所の職員では94%であった。レンジ順で営林署災害の多少を分ける主な安全管理評価項目を示すと、営林署の安全担当管理者が、「林業用機械・器具使用の際の作業配置」、「機械・器具の安全審査」と「営林署安全担当管理者の安全方針検討と徹底」、「安全担当管理者の役割・職務の履行」であった。事業所の安全担当管理者では、「作業環境の整備」、「班長に対する教育」、「林業用機械・器具の安全化の検討」であった。営林署管理者は、管理者本人の安全への自覚や機械・器具と作業者の配置具合が災害の多少に関連あると思ひ、事業所の職員は、作業現場の具体的事項が災害の多少に関連あると考えていることが、判明した（図8）。

表50. 安全管理評価項目の順位（評価点2以上）

事業所係員	事業所主任	営林署係長	営林署課長	営林署署長・次長
最近2年間の災害発生状況は 2.69 作業改善提案活動は 2.60 法定の資格を必要とする作業指導者の養成訓練は 2.54 高齢作業者の災害防止の指導は 2.53 ヒヤリ・ハット事故の調査・活用は 2.45 林業機械・器具の安全化への検討、その他安全化への改善 2.41 林業機械・器具の使用前の安全審査は 2.35 新規採用者や作業内容を変更した者の教育は 2.30 ラインの管理・監督者の安全職責と活動は 2.29 危険警報設備などは 2.28	作業改善提案活動は 2.49 最近2年間の災害発生状況は 2.33 林業機械・器具の安全化への検討、その他安全化への改善 2.32 ヒヤリ・ハット事故の調査・活用は 2.23 危険警報設備などは 2.23 高齢作業者の災害防止の指導は 2.19 法定の資格を必要とする作業指導者の養成訓練は 2.10 ラインの管理・監督者の安全職責と活動は 2.10 第一線監督者（班長）に対する教育は 2.06 危険作業に従事する者の特別の教育は 2.04	最近2年間の災害発生状況は 2.96 作業改善提案活動は 2.47 ヒヤリ・ハット事故の調査・活用は 2.30 高齢作業者の災害防止の指導は 2.23 林業機械・器具の安全化への検討、その他安全化への改善 2.10 林業機械・器具の使用前の安全審査は 2.10	最近2年間の災害発生状況は 2.60 作業改善提案活動は 2.54 高齢作業者の災害防止の指導は 2.15 林業機械・器具の安全化への検討、その他安全化への改善 2.15 ヒヤリ・ハット事故の調査・活用は 2.12 職場の日常の安全活動と作業者の安全意識は 2.11 林業機械・器具の管理状況は 2.09 作業現場における整理・整頓の状況は 2.00	最近2年間の災害発生状況は 2.95 作業改善提案活動は 2.79 高齢作業者の災害防止の指導は 2.36 ヒヤリ・ハット事故の調査・活用は 2.24 林業機械・器具の安全化への検討、その他安全化への改善 2.17 職場の日常の安全活動と作業者の安全意識は 2.05 林業機械・器具の管理状況は 2.00 作業現場における整理・整頓の状況は 2.00

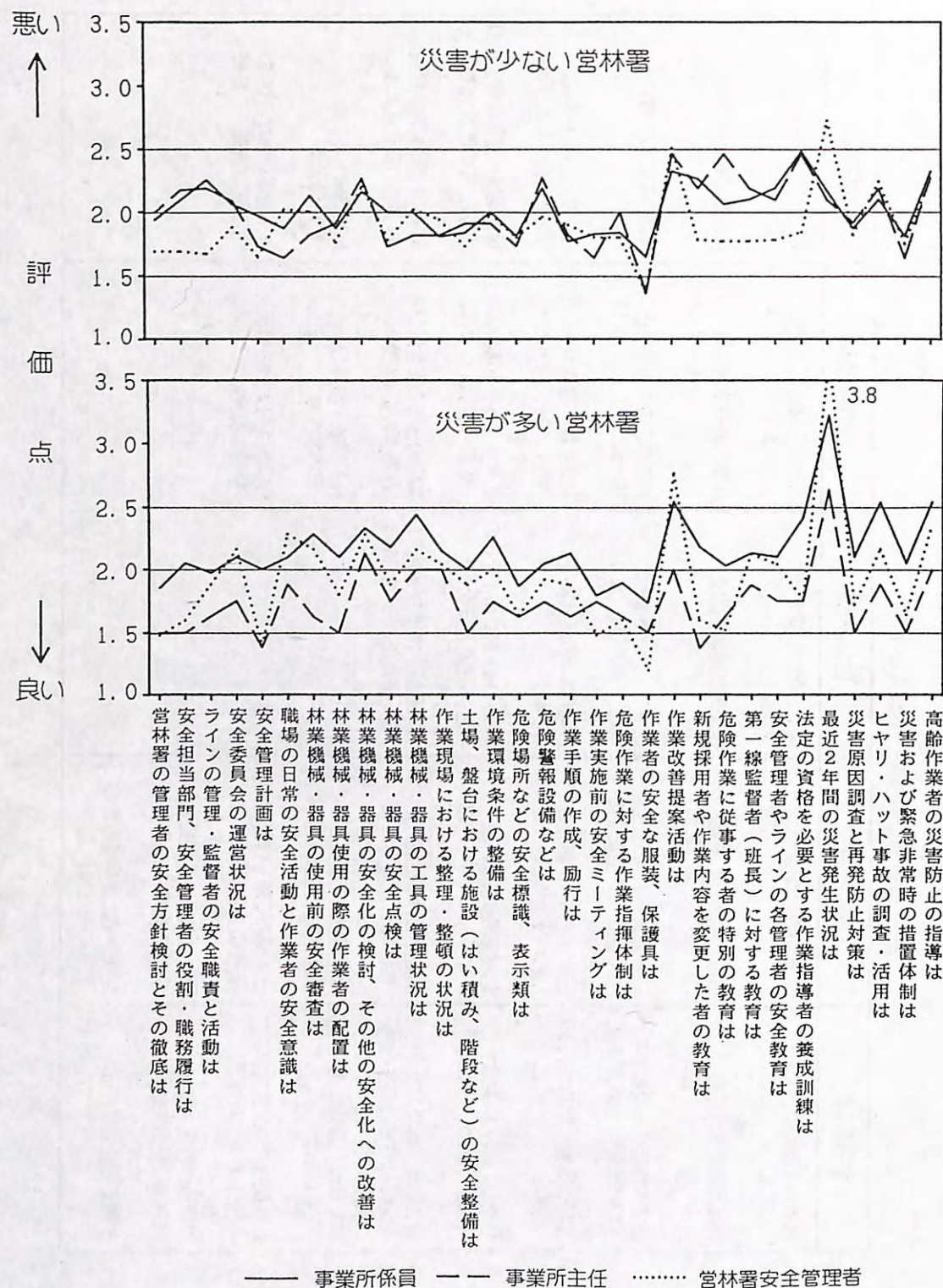


図7. 災害の多い営林署と少ない営林署の安全管理評価の違い

まとめ

本報告では、調査対象営林署の作業実態と災害例から災害の現れ方の特徴を分析した。また、安全管理への信頼性、安全教育の有効性、安全管理のコミュニケーションなどを取り入れたアンケート調査を安全担当管理者と作業員に対して行い、その相違点を把握した。

災害分析からは、災害発生防止対策として、作業対象物やまわりの状況の確認、安全な退避場所の確認、機械・道具の使い方(力の入れ方など)の確認・点検、転倒災害が多いことより平衡感覚や敏捷性などの感覚の維持の必要性などがあげられた。安全管理活動として技能教育、KYT、運動機能を高める体操などの活用が考えられる。作業員に対する安全態度調査からは、疲労に関する項目で評価が悪く、林業労働強度の厳しさがでていた。適切な休憩のとりかたが望まれる。また、営林署の災害の多少で抽出された安全態度調査項目は、作業環境の整備、ヒヤリ・ハット事故、他班との連絡、他人の危険作業、上役の安全指導、災害調査、新しい機械の研修、安全雑誌の読書などであった。作業環境の整備、安全教育や安全活動に関する項目が多く抽出され、これら項目が営林署の災害の多少に影響していることが明らかにされた。これに対し、安全管理担当者に対し実施した安全管理評価調査では、「林業機械・器具の安全化の検討、その他安全化への改善」、「作業改善提案活動」、「ヒヤリ・ハット事故の調査・活用」、「高齢者の指導」、「法定の資格が必要な作業指導者の養成訓練」、「最近2年間の災害発生状況」の質問が比較的厳しく評価されていた。また、営林署の安全担当管理者と事業所の安全担当管理者では、厳しく評価された項目が異なっていた。営林署の災害回数の多少を分ける評価項目は、営林署の安全担当管理者では、管理者本人の安全への自覚や機械・器具と作業員の配置具合などであり、事業所の安全担当管理者は、作業環境の整備、班長に対する教育、林業用機械・器具の安全化の検討など、作業現場の具体的な事項であった。

以上、今回の災害分析結果では、災害を引き起こすのは、作業員を取り巻く作業環境や作業員の資質に関係するところが大きかった。これは、林業作業という作業環境が複雑で高度な技術が要求される作業では当然の結果であるが、このような状況の中でどのようにして災害を防ぐかが問題である。その一つの手段が本課題である安全管理活動のように個々の作業員の問題でなく組織として安全作業をどう進めるかという対処の仕方であると思われる。今回分析したアンケート調査結果の中で、作業員用では作業環境の整備、安全教育や安全活動など具体的な対策が抽出され、また、安全担当管理者、特に営林署の安全担当管理者からは機械・器具と作業員の配置など大局的な見方からの対策が抽出された。立場の違いで安全対策の方法に対する考え方の違いがみられた。これらの中間的な見方で、事業所の職員が安全対策を考えていた。作業員と営林署安全担当管理者の見方の違いがあったが、作業員は安全活動、安全教育を、営林署の安全担当管理者は、作業現場からの意見聴取を望んでおり、お互いが意志疎通を望んでいた。事業所の職員には、両者をつなぐ

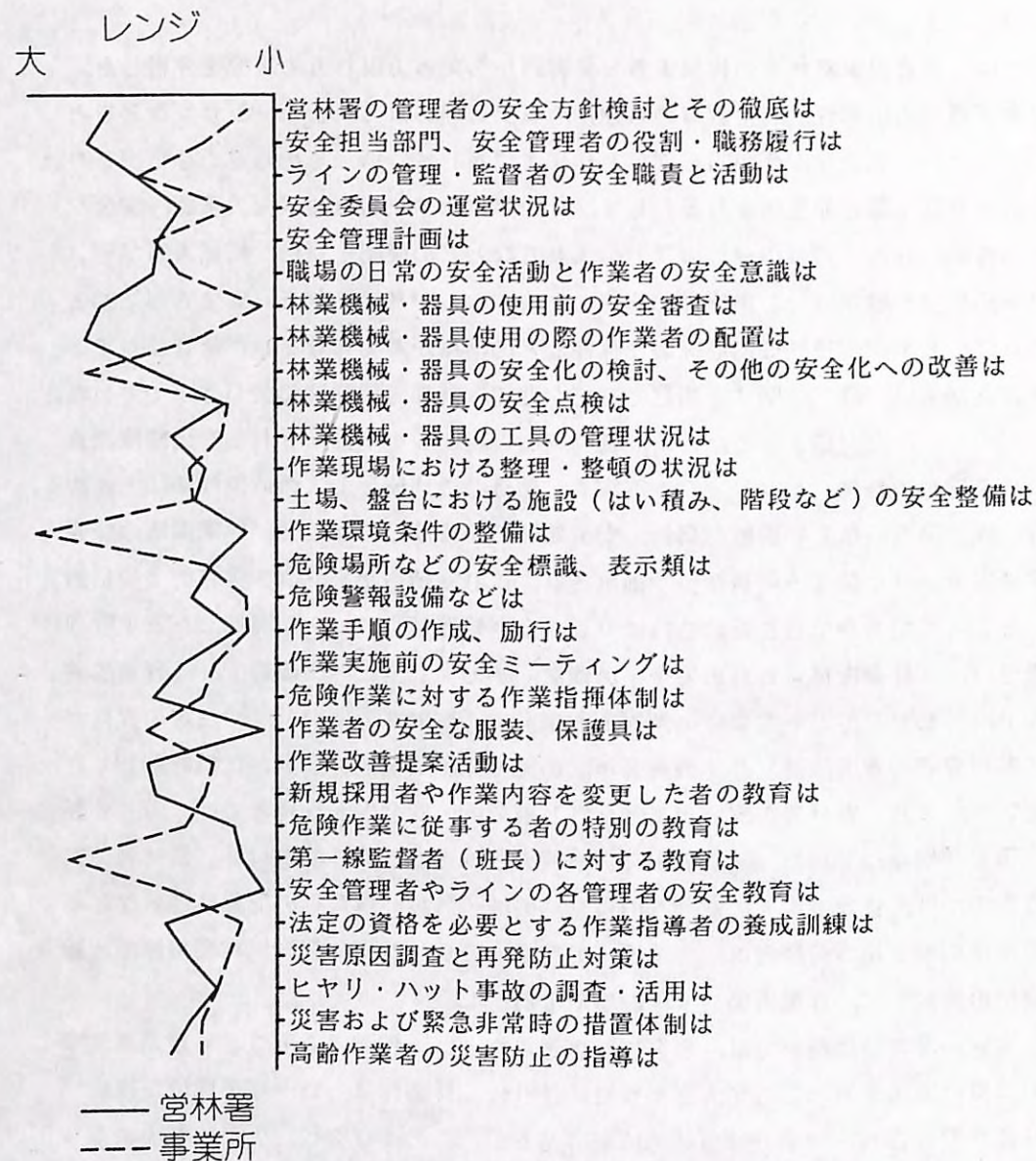


図 8. 安全管理評価項目による営林署内災害の分類

(注) 図では、営林署の安全担当管理者と事業所の安全担当管理者の違いをみるため、別の分析結果であるレンジを同じ図に記載してある。従って、レンジの大きさのみを参考にする。レンジの大きい項目が、災害発生に対し影響度の高い評価項目であると考えられる。

役割が期待される。このように、意志疎通を通して、危険因子の排除を図って行く雰囲気づくりが安全作業の基本であるように思われる。今回の調査は、具体的な質問を多く取り入れたつもりであったが、時間的な制約もあり、具体的な組織としての安全への取り組み状況が調査できなかった。また、作業者と安全担当管理者の意見の違いを摘出すべく実施した両者共通のアンケート、ハナフォードの意識調査がうまく林業用として機能しなかった点が、今後残された問題であろう。

引用文献

- (1) 林試機械化部作 1 研：林業労働安全に関する研究—労働災害の周辺における若干の要因とその関連分析, 176pp, 機械化部作 1 研資料, (1971)
- (2) 林試機械化部作 1 研：林業労働安全に関する研究—労働安全に関する意識調査, 130pp, 機械化部作 1 研資料, (1971)
- (3) 吉竹博：産業疲労—自覚症状からのアプローチ, 155pp, 労働科学研究所, (1973)
- (4) 辻隆道：林業の安全と人間工学, 280pp, 宏林タイムス社, (1969)
- (5) 豊原恒男・正田亘：安全管理の心理学, 235-243, 誠心書房, (1970)
- (6) 今富裕樹・辻井辰雄・石井邦彦・朝日一司・奥田吉春・豊川勝生：林業労働者の身体特性と運動能力, 100日林論, 821-824, (1989)
- (7) 西島茂一：安全管理のソフト学, 266-277, 中災労, (1989)

森林生態系保護地域等における
管理のあり方に関する調査研究

森林生態系保護地域等における管理の あり方に関する調査研究

I 試験担当者

生産技術部育林技術科更新機構研究室	谷本丈夫
	飯田滋生
林業経営部資源計画科環境管理研究室	餅田治之
	香川隆英
	田中伸彦

II 要旨

米国におけるウィルダネス制度に関する文献学的成果と世界レベルでの保護地域の現状を把握した。IUCN（国際自然保護連盟）のリストによると自然保護地域は大きく10のカテゴリーに分類される。その各々は何らかの形で森林生態系保護と関わりがあるが、世界的な森林生態系の保護地域設定の考え方は、生態系（Ecosystem）の範囲にとどまらず、遺伝子（Gene）・種（Species）・群落（Community）から景観（Landscape）まで各々のスケールに対応した保護地域を設定していこうとする傾向になっている。

また、米国ウィルダネス制度の歴史、将来への予測についての整理を行い、ウィルダネス制度と日本の森林生態系保護地域の類似点、相違点を検証した。すなわち、1964年にウィルダネス法が制定される以前の米国各省庁の行政対応は、現在の日本と類似する点が多く、その制定経緯そのものが生態系保護地域管理行政の参考になる。さらに、法制定後の米国東部におけるウィルダネス制度の追加設定では、人為的開発の多い西南日本の森林生態系保護地域指定の問題を論議する上で参考になることを明らかにした。

森林生態系保護地区におけるモニタリングなど研究管理に必要な情報は、長期かつ広範な森林変化の動態を正確にとらえることでより正確に達成できる。しかしながら、生態系保護地域の特にコアに指定された場所では、奥地山岳地が大部分であり、調査のために利用する歩道すら存在しない。従って、効率的、また安価に研究を進めるためには空中写真、ランドサットなど衛星データ利用によって長期的な森林変動をとらえることが必要である。これまで、わが国では大規模、長期にわたるモニタリング的研究は行われてこなかった。これらの目的を達成するために、各生態系保護地域のネットワークシステムを確立し、それらのデータベース化を効率よく、早期に行うサポート技術の開発が必要である。モニタリング調査では、長期にわたって相互の比較をおこなうことが成果を得る上で最も有効である。しかし、わが国の予算制度などでは、長期にわたる研究に対する研究費の支弁はなじまないが、こうした維持管理費に関する認識と理解が必要である。

バッファゾーンなどにおける具体的な現況把握法の研究では、コア部分の森林変化を

より具体的に予測するために既存の研究調査の成果を、モニタリングデータと関連させて効率的にデータベース化する必要がある。大正4年以降に設定された保護林の現況の把握と、維持管理に関する情報の収集によって、森林変化の動態を具体的に、原因別に把握することは、長期の観測を必要とするモニタリングデータの補強に有効である。また、バッファゾーンにおいては、広く一般から参加者を募集した森林教室、森林施業体験学習などを通じて、得られたデータの一般公開を行い、森林の施業管理や広く保護地域の維持管理の必要性を啓蒙することが必要である。

III 試験目的

森林生態系保護地域における保護と利用に関する管理手法の確立に必要な基礎的資料を得る。林野庁による森林生態系保護地域設定により、その管理手法の確立が急がれているが、これまで、森林生態系保護地域のような広域を対象に、また可能な限り人為の影響を除きながら、その設定の主旨にそって森林の保護、維持機構などの研究を行うために必要な項目、研究管理のあり方を基礎的立場から明らかにする。

IV 試験の方法と結果

1. 試験の方法

諸外国における森林保護地域の設定・保護管理手法についての文献学的研究を行った。世界における自然保護地域の現状把握のため、IUCNによる国立公園及び、保護地域に関する国連リストなどを中心に分析した。さらに、具体的な森林生態系保護の先例として米国のウィルダネス制度を取り上げ、その設定の歴史的経緯、制定後の地域管理政策、修正追加後の政策について論究した。これらの成果から我が国の森林生態系保護地域の管理手法のあり方を解析した。

生態学的アプローチでは、大正4年に設定された保護林制度で維持されてきた地域のうちの代表的な保護林において、学術調査の経緯、管理実態と森林の概況などを現地調査により確認した。また、人の入り込みが森林生態系に及ぼす影響などから管理手法の検討を行った。モニタリングあるいはバッファゾーンにおける調査研究手法については、酸性雨等森林被害モニタリングシステムを参考に検討を行った。

2. 結果

1) 諸外国における保護地域の管理法の検討

(1) はじめに

近年は生態系保護の概念をその中に含み、さらに一步広い概念である「生物学的多様性(biological diversity)」という言葉が盛んに使われるようになってきた。生物学的多様性とは、生物の形態・発達レベル・組合せの多様性のことであり、生態系の多様性・種の

多様性・遺伝的多様性等を含む幅広い概念である。生態系を遺伝子レベル(Genetic Level)、種レベル(Species Level)・群落レベル(Community Level)・景観レベル(Landscape Level)と、スケールに応じて段階的に分けて考えた場合、各々のレベルで生物学的多様性が維持できるように保全を行わなければならない。

1992年6月にブラジルで開催される予定の「国連環境開発会議(UNCED)」でも、「生物学的多様性保全条約」が締結されることになっていることから分かるように、森林生態系保護を初めとする世界的な自然保護の潮流が、生物学的多様性の保全の方向へ向かっていることは間違いない。ただし、この条約に対して米国が及び腰であることや、保全と開発に関して南北間にフィロソフィーの対立があるため、最終的にどのような形で条約が締結されるかは、本報告諸執筆時点ではなんともいえない状況にある。つまり生物学的多様性の保全の重要性は世界各国の共通認識になってはいるものの、多様性保全のための実際の行動については必ずしも世界的に統一がとれている状況にあるとはいえない。

従って、今回の報告で生物学的多様性に関連する動きについて直接触れることは時期尚早であると考えている。それよりも、将来森林保全政策を適正に行うために、これまで世界的に森林等自然地の保護制度がどのようなものであったのかをレビュー・整理することのほうが得策であろう。そしてその後に、森林生態系保護地域の運営の点から見た場合に、具体的な先進事例となると考えられる米国のウィルダネス制度について報告を行うことにする。

前者ではIUCNの「国立公園及び保護地域に関する国連リスト」による自然保全地域のカテゴリー分類を中心に話を進めて行くことにする。そして、後者では特にウィルダネス制度の歴史を文献的に整理し、その中から日本の森林生態系保護地域運営の参考になると思われる3点の事例に焦点をあてて話を進めることにする。

(2) IUCNのリストに基づいた保護地域の分類

IUCNは他の機関と合同で、世界の自然保全地域の保護内容の統一基準となるカテゴリー策定を行ってきた。なぜそのような統一カテゴリーを設ける必要があったかという点、例えば1980年に、IUCN他が世界で使われている自然保護地域の名称をピックアップしてみたところ、表1にあげる29の名称が使われていた。そして同一の名称であっても、国が違えばその保護管理手法が異なっているなど、保護目的と名称の関連が混乱していることが分かった。具体的な例を挙げると、国立公園(National Park)という名称の自然保護地域は世界各国にみられるが、その管理目的は人間の高密度な利用を前提としたレクリエーション地域のようなものから、地域内に人為的影響を一切及ぼさないようにしている原生自然保全地域のようなものまで非常に多様であり、その所管形態も日本や英国のように地域性をとっているものから、米国のように営造物をとっている国もあった。(注：日本の自然公園法に基づいて指定されている国立公園は、IUCNの分類では必ずしもカテゴリーII(National Park)に分類されているわけではない(付表1参照)。

そのような理由から、自然保護地域の内容に関する国際統一基準となるためのカテゴリーの作成が必要とされて、以下に説明するカテゴリーへ世界各国の自然保全地域をあてはめられたリストが作成されることになったのである。

その内容は表2のように、1990年のリストでは10の小カテゴリーに分類されており、さらにIUCNの立場から、その10の小カテゴリーが3つに大きくまとめられている。このIUCNによるカテゴリー分類自体は、特に政治的拘束力を持つものではない。また、現在の分類内容は確定したものではなく、いまだに改訂途中である。だが、施策の異なる世界各国の保護地域の資料を収集・分類し、地球規模で保護地のリストを作成している点において、このリストの右に出るものはないといえる。つまり、このリストは現在最も信頼のおける内容であることは間違いなく、そのため今回の報告の資料に適しているのである。

以下それらのカテゴリーの定義・特徴について話を進めることにする。ところで、IUCNのカテゴリーは10に分類されているのであるが、1990年のIUCNのリストには、カテゴリーIからVに分類した日本の自然保護地域のリストが掲載されている（付表1参照）。

① カテゴリーI 科学的保護区／厳正自然保護区

カテゴリーIは国家規模の学術的重要性を持つ生態系・地勢・植物相・動物相を備えている地域か、もしくは特殊な自然地域の代表例である。そのため地域内にはしばしば脆弱な生態系・生物が存在することがある。また、この地域は重要な生物学的・地質学的多様性を持つ地域か、もしくは遺伝資源保全のため特に重要な地域でもある。保護区の大きさは科学的見地から、合理的な管理が可能で、かつ保護区の現況を保護するのが可能な面積であることが保証されなければならない。

この保護区内では人間による直接的インパクトがなく、自然がそのまま維持されるように保護されなければならない。従って通常、観光・レクリエーション・一般人のアクセスは禁止される。また、場合によっては自然が自己の生態学的推移に基づいて、自らの生態系・地形学的特徴を変える事態も起こりうる。例えば虫害・病害・自然発火による火災・自然遷移・嵐・地震などにより保護区が自然に変化するときは自然の推移にゆだねられる。しかし、人為による影響は必ず排除されなければならない。また、この地域は自然科学的知識を研究・取得するという教育的機能も有している。

保護区内の利用は、主として中央政府によりコントロールされるべきである。ただし、中央政府が認可し、保護のための長期的コントロールや適正な保護手段が保証されている場合には例外が認められる。

表1 世界の自然の保全地域の名称一覧(IUCN他,1980)

Biosphere Reserve (生物圏保護区)
Biological Reserve (生物学的保護区)
Bird Sanctuary (バード・サンクチュアリ)
Conservation Area (保全地域)
Conservation Park (保全公園)
Federal Biological Reserve (連邦生物圏保護区)
Fauna and Flora Reserve (動物相・植物相保護区)
Forest and Faunal Reserve (森林・動物相保護区)
Forest Sanctuary (森林サンクチュアリ)
Faunal Reserve (動物相保護区)
Game Reserve (狩猟鳥獣保護区)
Game Sanctuary (狩猟鳥獣サンクチュアリ)
Natural Area (自然地域)
National Faunal Reserve (国立動物相保護区)
National Game Reserve (国立狩猟鳥獣保護区)
National Nature Reserve (国立自然保護区)
National Park (国立公園)
Nature Reserve (自然保護区)
Nature Park (自然公園)
Park (公園)
Provincial Park (プロヴィンシャル(地方)公園)
Protected Region (保護地域)
Reserve (保護区)
Strict Nature Reserve (厳正自然保護区)
State Park (ステート(州立)公園)
Strict Reserve (厳正保護区)
Wildlife Management Area (野生生物管理地域)
Wildlife Reserve (野生生物保護区)
Wildlife Sanctuary (野生生物サンクチュアリ)

表2 IUCNの国立公園並びに保護地域の分類

a) このカテゴリーはIUCNの国立公園並びに保護地域に関する委員会 (IUCN's Commission on National Parks and Protected Areas, 以下CNPPA) と世界保全モニタリングセンター (The World Conservation Monitoring Centre, 以下WCMC) が各々の保全地域の状態のモニタリングに関して責任を負い, CNPPA が要求に従って技術的アドバイスを用意する責任を負う。	
I	科学的保護区・厳正自然保護区 (Scientific Reserve/Strict Nature Reserve)
II	国立公園 (National Park)
III	自然記念物・自然ランドマーク (Natural Monument/Natural Landmark)
IV	自然保全保護区・管理自然保護区・野生生物サンクチュアリ (Nature Conservation Reserve/Managed Nature Reserve/Wildlife Sanctuary)
V	景観保護区 (Protected Landscape or Seascape)
b) このカテゴリーは, IUCNにとって総体的にとりわけ重要であり, 多くの国に全般的にみられるが, もっぱら CNPPAによる領域外と見なされている地域である。しかし, 自然保全上とりわけ重要とされる地域では, CNPPAとWCMCがモニタリングすることが好ましく, CNPPAは専門技術を準備することが望ましい。	
VI	資源保護区 (Resource Reserve)
VII	人類学的保護区・自然生物地域 (Anthropological Reserve/Natural Biotic Area)
VIII	複合的利用管理地域・資源管理地域 (Multiple Use Management Area/Managed Resource Area)
c) 以下のカテゴリーは国際プログラムの一部を形成するものであり, 自然保全に特別に関連している。しかし, 多くの場合上記のカテゴリーのもとですでに保護を受けている。CNPPA とWCMCはそれらのカテゴリーのモニタリングを要求されることがあり, IUCNが諮問の立場にある他の機関とともに特別な専門技術を提供することを要求されることがある。	
IX	生物圏保護区 (Biosphere Reserve)
X	世界遺産地域 (自然地) (World Heritage Sites (Natural))

② カテゴリーII 国立公園

国立公園 (National Park) という用語は, 世界各国で様々な状態・目的の地域に対して使用・指定されてきたが, 国際的な共通認識を得るため, 1969年11月にインドのニューデリーで開催された「第10回IUCN総会」で, 国立公園は以下の特徴を持つものであるという合意がなされた。

国立公園とは相対的に大面積であり,

- ・ 1つあるいは複数の生態系が, 人間による開発・占拠によって物理的な変化を起こしていない地域である。そして, 動植物種・地形学的立地・生物の生息域が特別な自然科学的・教育的・レクリエーション的重要性を持つ地域であるか, 非常に美しい自然景観を備えている地域である。
- ・ その国の最高権限によって, 地域内のあらゆるところで起こる開発や占拠行為をできるかぎり早急に防止・排除させる手段が行使でき, また国立公園の創設の根拠となっている生態的・地形学的・美的特徴を強化するステップが効果的に図られる地域である。
- ・ 来訪者がインスピレーション・教育・文化・レクリエーションなどの目的で非日常性を求めて入場できる地域である。

従って, 以下のものは国立公園に指定しないように要求されている。

- ・ 入場の際, 特別許可が必要な厳正自然保護区 (strict nature reserve)
- ・ 民間団体や, 地方行政機関により管理される自然保護区で, その国の最高機関から認可・コントロールをうけていない地域
- ・ 1968年の「自然及び, 自然資源の保全に関するアフリカ会議」で定義された特別保護区 (植物相-動物相保護区・狩猟鳥獣保護区域・バードサンクチュアリ・地質保護区・森林保護区など)
- ・ 観光開発のために景観計画・手段がとられた人間の居住地や開発地で, 工業化や市街化がコントロールされてはいるが, 生態系の保全よりもアウトドアレクリエーションが優先権を持つ「レクリエーション地域」 (park naturel regional, nature park, Naturparkなど)

上記に該当する地域で「国立公園」という名称に指定されている地域は, 時期を見計らって他に再指定されるべきであるとされている。なお, この決定は1972年にYellow-stone・Grand Teton国立公園で開催された第2回国立公園世界大会で採択されている。

一般に, カテゴリーIIの地域内では自然資源の開発は禁止されるべきである。開発には

牧畜・狩猟・漁・木材生産・鉱業・公共事業建設（交通・通信・電力など）・居住・商業・鉱業のための占有が含まれる。

また、国立公園内には村・町・通信ネットワーク、その他人為的施設が存在する。それらは望ましい動物相・植物相の維持のため、また公共のアクセス・施設の維持のため、そしてその地域の行政・管理目的のために、必要不可欠のものである。従って、もしそれが国立公園の大部分を占めることなく、そして区域内の生態的・地形的・美的特徴を著しく阻害するものでなければ、基本的に国立公園から除外する必要はない。

また、国立公園内での便益の競合をさけるために、効果的にゾーニングを行う必要がある。1972年にバンフで行われた「第11回IUCN総会」で、「IUCN国立公園並びに保護地域委員会（CNPPA）」は、国立公園指定地は「厳正自然ゾーン」（strict natural zone）・「管理自然ゾーン（managed natural zone）」・「ウィルダネスゾーン（wilderness zone）」に区分されるべきことが合意された。また、これに加えて、「人類学的保護ゾーン（protected anthropological zone）」・「歴史的保護ゾーン（protected historical zone）」・「考古学的保護ゾーン（protected archaeological zone）」の地域を含むことができるという合意がなされた。

国立公園は一般大衆の来訪が可能なが必須条件である。そして、国立公園の利用はゾーニングにより、主機能である自然保全とリンクしていなければならない。そのため、あるゾーンでは道路などのアクセス手段がつくられ、また、観光や公園管理の便益施設が配置されなければならない、適切なレクリエーション施設がなければならない。このような観光・行政用ゾーンは、本来、自然保全を考慮した場合には指定すべきものではない。しかし、現実には公園全体の自然保全機能の阻害を最小限にするためにも、範囲を明確に設定して配置されることが望ましい。そして、その一方で、国立公園の全域あるいは一部にウィルダネスゾーンを設定することにより（つまり、特別な、限定的な観光を提供することにより）、来訪者も満足するのである。

従って、IUCNの定めるところの国立公園の質を満足させるためには、以下のゾーンのコンビネーションが考えられる。

- (1) ウィルダネスゾーンのみ
- (2) ウィルダネスゾーンと厳正自然ゾーン・管理自然ゾーンあるいはその両方
- (3) (1),(2)の両方、あるいは何れかと観光・行政ゾーンが結合したもの
- (4) (1),(2),(3)の何れか、あるいは全てに人類学的保護ゾーン・考古学的保護ゾーン・歴史的保護ゾーンが結合したもの

③ カテゴリーⅢ 自然保存物／自然ランドマーク

カテゴリーⅢは、通常1つあるいは複数の国家的に傑出した重要・特別な自然特性を備

え、その特異性・希少性から保護される地域である。その保護されるべき特性は理論上、人為の影響を全くあるいはほとんど受けていない。その特徴の規模は重要な因子ではない。また、国立公園の基準となる地形の多様性や代表的生態系などを含む必要もない。このカテゴリーの面積は立地状況が完全に保護されるのに十分な大きさがあればよく、比較的小面積である。

カテゴリーⅢの地域はレクリエーション・観光価値を持っているが、地域の特性が人為的阻害により変化しないような自由な状態で管理すべきである。

④ カテゴリーⅣ 自然保全保護区／管理自然保護区／野生生物サンクチュアリ

カテゴリーⅣは、国家的・地球的規模で重要な定住性・移住性の動物相が、安定的に生息することができる生息域を保護する地域である。様々な種類の地域がこのカテゴリーに含まれることになるが、この地域の第1の目的は自然の保護であり、収穫可能な再生資源の生産は第2義的となる。地域の大きさは保護する種の生息域によって変わってくる。一般的に、この地域の面積は比較的小さく、営巣地・沼沢地・湖・河口・森林・草地の生息域・魚の産卵地・海獣の海草の飼育ベッドなどから構成される。

この地域では種・群落・地勢を最高の状態に保つため、生息域に対して人為的操作が必要になることもある。例えば、家畜の放牧は特定の草地やヒース群落の保護に役立っており、また、越冬性の水鳥のために過剰なアシ類を除去したり、水鳥の食餌のため追加植栽をすることもある。また、絶滅のおそれのある動物が住む保護区では、天敵からの保護が必要である。そして、地域を限定して、公の教育や野生生物管理のために人為的開発をすることがある。

保護区は中央政府が所管するか、あるいは適正な管理基準のもとで地方自治体・非利益トラスト・企業・個人・グループが所管する。

⑤ カテゴリーⅤ 景観保護区

カテゴリーⅤにあてはまる範疇は、世界各国の半自然・文化的景観が非常に多様なため、必然的に広くなる。これらの保護区には大きく分けて2つのタイプがある。1つは人間と土地の相互作用により特別な美的景観の質を備えた地域であり、もう1つはレクリエーション・観光のため人間が集約的に管理している原始的な自然地域である。

前者の景観は、習慣・信条・社会組織・土地利用パターンなど、人間の活動を反映したもので、居住域が持つ風景の魅力や独特な美的景観パターン、あるいは農業・放牧・漁業と関係した伝統的な土地利用がもたらす景観が特徴的である。保護区はそれらの景観パターンが完全に十分保証される面積が必要である。

後者の景観は、海岸・湖岸・丘陵地・山地・河岸などの自然地・風景地によく見られる。その地域は観光ハイウェイや居住地に近接している場合が多く、国家的に重要な様々なア

ウトドアレクリエーション利用の拠点となる可能性を有している。

このカテゴリーの保護区が個人の所有地である場合には、保護区内の土地利用と生活様式双方を存続させるため、中央政府もしくはそれに替わる機関による計画的コントロールが必要となる。適正な管理を実践し、地域内に住む住民の所得水準を保証する一方で、自然の維持管理のため政府援助が必要となる。

⑥ カテゴリーⅥ 資源保護区（暫定的な保全ユニット）

カテゴリーⅥは、アクセスが困難で比較的孤立して人が居住していない地域、もしくは現状の人口は少ないが植民地化や大規模利用のために相当な圧力をかけられている地域である。多くの場合、これらの保護区に関する調査・評価はほとんど行われていない。従って、このカテゴリーの保護区を農業・鉱業・林業・道路建設・集約的漁業・浚渫・海洋牧場などへ転用した場合、いかなる影響が生じるかは必ずしも明らかになっていない。同様に保護区内の資源の利用も、技術的資源・人的資源・財政的資源の不足や国の優先順位などの理由で適正さを欠くことがある。結果として、保護区を特定目的で使用許可したり、他の用途への転用を正当化するには、自然的・社会的・経済的価値づけが不十分な地域であるといえる。保護区へのアクセスは制限されるので、通常保護区内への進入や利用のコントロールが必要になる。保護区は政府や公的企業により所管されることが多い。

指定された保護区の潜在的利用ポテンシャルの調査のため、現在のままの状態を保護区を維持することが不可欠である。また、現在進行中の生態系の適正な営みのために、先住民による資源利用以外はいかなる開発も認められない。

このカテゴリーは、将来他の保護地域へ編入される可能性をもっている。しかし、諸般の事情で実行に移されていない地域なのである。

⑦ カテゴリーⅦ 自然生活地域／人類学的保護区

カテゴリーⅦは、現代的な人間の営みや技術により重大な阻害を受けず、先住民の伝統的な生活様式に同化している自然地域である。これらの地域は遠隔地に孤立しているため、現代的な意味での開発はなされていない。こうした地域社会の存続は文化の多様性を維持するため非常に重要である。地域内の先住民は生活持続のための食料・隠れ家・その他基本的なものを自然環境に大きく頼っている。広大な耕作行為の跡や、その他大きな植生・動物の生息環境の改変の跡は認められない。

先住民の文化的慣習が継続するように、居住地・伝統的社会の維持のために地域管理が行われる地域である。

⑧ カテゴリーⅧ 多目的利用管理地域／管理資源地域

カテゴリーⅧは、木材生産・水・放牧・野生生物・水産物・アウトドアレクリエーション

ンなどに適した地域で、多数の土地利用項目を含む大面積地である。地域の一部は居住地で、自然は人為改変が行われている。この地域は国家規模で独特な特徴、あるいは例外的な特徴を有しているか、全般的に国家的・国際的に重要な特徴・地域の代表である。

この地域の適正管理のための計画には、保続生産の原則を考慮することが不可欠である。土地所有は政府によってコントロールされ、適切なゾーニングにより、重要な地域にはさらに特別な保護が加えられる。例えば、ウィルダネス的地域を自然保護区として設定するような行為がそれにあたる。カテゴリーⅧで定義する多目的利用とは、国のニーズに最も合った形で何種類かの利用を組合せ、あらゆる再生資源の管理をしていくことである。地域管理のための主な前提条件は、資源の再生産が永続的に維持・管理されることである。

⑨ カテゴリーⅨ 生物圏保護区

カテゴリーⅨは、ユネスコの「人類と生物圏プログラム（MAB）」の骨格の1つをなしている保護区である。このプログラムは、1970年に開始された。全世界に生物圏保護区のネットワークを創設することで、代表的な自然地域を保全することが、プログラムの目的である。

管理目的は以下のとおりである。

- ・現在そして将来の利用のために、自然生態系内の動植物コミュニティの多様性と完全性を保全すること
- ・現在も進行中であるといえる生物の進化において、遺伝的種の多様性を保護すること

生物圏保護区は、自然と改変地の環境に関する生態学的調査、特に基礎調査の有効な指標となる。生物圏保護区は、生物相の変化を見るための長期的モニタリングや環境モニタリングを行う場として重要な地域となる。また、生物圏保護区は教育・研修のための便益を提供する。

おのおののそして生物圏保護区は以下の1つあるいはそれ以上の項目に該当しなければならない。

- ・自然生物群系（バイオーム）の代表例
- ・希少な自然的特徴や例外的な重要性を持つ独特な群落・地域
- ・伝統的土地利用パターンに起因する調和的な景観例
- ・改変されてはいるが、今後自然な状態へと回復が見込まれる生態系の例証

生物圏保護区では長期にわたる適正な法的保護が必要である。おのおのの生物圏保護区は効果的な保全ユニットとして、また、他の利用と競合することなく共生するために、十

分な大きさが必要である。おのおのの保護区は生物圏保護区として指定を受ける前に、「人類と生物圏国際調整委員会 (the Man and Biosphere International Coordinating Council)」の承認を得ねばならない。

おのおのの生物圏保護区はその管理の方向づけを行うためにゾーニングされる。そして、以下のような4つのゾーンに区分されることになる。

- ・自然・コアゾーン (natural or core zone)
- ・操作・バッファゾーン (manipulative or buffer zone)
- ・改善・回復ゾーン (reclamation or restorative zone)
- ・安定的文化ゾーン (stable cultural zone)

⑩ カテゴリーX 世界遺産地域 (自然地)

「世界の文化的・自然的遺産の保護に関する国際会議 (ユネスコ, 1973年)」により、「傑出した世界的価値」を持つ地域を世界遺産地域として指定することになった。これら希少な地域は、条約調印国の責任で推薦され、「国際世界遺産委員会」によって承認されなければならない。世界遺産地域は、この地域よりも先に指定されている他の保護区と重複指定されることもある。

世界遺産地域の管理目的は、

- ・世界的遺産としての質を備えていると認められる地域の自然的特徴の保護
- ・世界の人々を啓発するための情報提供
- ・調査・環境モニタリングのための用意

である。

承認された地域では、その世界的な重要性を保護するために制限を受けることになる。

また、この地域は以下の基準の1つあるいはそれ以上を満たさなければならない。

- ・地球の発展を歴史的に代表する傑出例
- ・重要で現在進行中の地質学的行程・生物学的進化・自然環境と人間の相互作用を代表する傑出例
- ・独特・希少・無比の自然現象・自然形態・地勢・例外的自然美を有すること
- ・人口が非常に少ない居住地、もしくは絶滅のおそれのある動植物がいまだに生息していること

自然遺産地域は、その地が完全な状態で維持されているという要件も満たしていなければならない。地域管理では遺産価値の維持を強調し、法的保護により持続性が保証され、該当国・国民・世界に指定地域の重要性を認識させなければならない。

全地域が長期にわたり厳重な法的保護を受け、政府・非利益団体・トラストによって所有される。一般的には、レクリエーションや現地でのインタープリテーションが行われ、

また、いくつかの地域では重要性の維持のために利用は厳重にコントロールされるか、もしくは禁止される。

(3) 森林保護地域の先進的な具体例としての米国ウィルダネス制度

前章では、世界の自然保全地域体系の概観を行ってきた。ここでは、より具体的な森林保護の先進的な事例として、米国のウィルダネス制度に注目して、その歴史的経緯を掘り下げることにする。米国ウィルダネス制度は原生的自然地の保護制度であり、当初はレクリエーション利用などに重点が置かれていたようであるが、現在のウィルダネス地域の役割には、日本の森林生態系保護地域が担う役割と非常に共通性があり、生態系の保存に大きな役割を果たしている。また、それに加えてウィルダネス地域が、農務省森林局・内務省国立公園局・同野生生物局・同土地管理局と連邦省庁各機関にまたがり運営されている点など、注目すべき特徴が非常に多い制度である。

米国ウィルダネス政策の歴史的経緯に関しては、アイオワ州にあるコーネル大学の政治学者Craig W. Allinが、詳細に研究を行い1冊の本にまとめている。彼の著書「ウィルダネス保存政策 (The Politics of Wilderness Preservation, 1982年)」によると、米国のウィルダネス保存政策の歴史的経緯は、以下の5つの時期に分類される。

1) ~1862

ウィルダネスが無尽蔵に存在した時期。

ウィルダネス征服による開拓が国家を挙げての目標であった一方で、エマーソンを初めとする超絶主義者が現れ、最初のウィルダネス保全の思想が芽生えた時期である。

2) 1862~1916

ウィルダネスの開発から保存への過渡期。

入植地や鉄道開発などにより、東部から西部へ向かってウィルダネス地が消滅していく時期である。1890年には「フロンティア消滅宣言」がなされ、それに伴い次第にウィルダネス保存の動きが力を得るようになった。その結果として、1916年に国立公園局が設立されるなど、自然保全が国家の役割となってきた。

3) 1916~1955

ウィルダネス保存政策の胎動期。

1916年に国立公園局が発足し、自然レクリエーションが盛んになっていった時期である。この時期に、森林局はウィルダネス地域の原型となったプリミティブエリアを設定している。また、自然保全団体が次第に連邦の政策決定に影響力を持つようになっていった時期でもある。

4) 1955~1964

ウィルダネス法制定をめぐる時期。

1956年に初めてのウィルダネス法案が提出され、その後8年かけてその内容の論議が起こる時代である。そして、1964年にウィルダネス法が制定されて、ウィルダネス地域が連邦法のもとでオーソライズされた。

5) 1964～

ウィルダネス法制定後の時期。

ウィルダネス法制定に伴い、関係する連邦各機関が実際に施策を行う時期である。また、この時期いくつかのウィルダネス関連法も制定された。

以上が米国ウィルダネス制度の大まかな歴史である。本報告書でウィルダネス制度の全体像を解説することは紙数の都合上できず、全体的な内容に深く突っ込むようなことはできない。そこで、今回は日本の森林生態系保護管理政策の将来のあり方という点からとらえ直した場合、参考になるところをトピック的に考察していくことにし、その中でも重要であろうと思われる3点に注目し報告することにした。

その1つめは1920年代の森林局のウィルダネス制度の設立の経緯についてである。のちに詳しく述べるが、この時代の歴史を振り返ると、米国のウィルダネス地域の設定の経緯と日本の森林生態系保護地域の設定の経緯がよく一致していて、制度的な相似性がうかがえる。

2つめは1950年代後半から1964年にかけてのウィルダネス法連邦法制化についてである。日本の森林生態系保護地域は、現在、林野庁長官の通達で設定されている。そのため、国の最高権限といえる法で保護されている自然保護地域と比較して安定的な制度であるとは必ずしもいえない。一方、米国のウィルダネス制度もその出発点は農務省森林局の局内規定から出発した制度であったが、その後1964年に連邦法によりオーソライズされ、その位置づけが一段と強化されている。もし、日本でも森林生態系保護地域を、米国ウィルダネス制度のように法の下で保護するように格上げするのであれば、米国のウィルダネス法制度は先進事例として重要な参考事例になると考えられる。

3つめは1970年代の米国東部のウィルダネス地域の指定の経緯である。米国東部のウィルダネス地域指定の問題とは、原生的な自然地域が少ない地域でいかにウィルダネス地域を指定するかという問題である。従って、このいきさつは純粋な原生地域がほとんど残っていない日本にとって、参考事例となると考えられる。

ここで第1点めの、1920年代の森林局ウィルダネス制度の設立の経緯について振り返る。1922年、森林局員でのちに「ウィルダネス制度の父」と呼ばれるようになったAldo Leopoldの提案によりGila国有林にウィルダネス地域が設定されたことが、米国ウィルダネス制度の歴史の幕開けであるとされている。しかし、このGilaのウィルダネス地域は森

林局の地域レクリエーション計画として設定されたものであり、局の内部規定で指定されたわけでもなく、非常に権限の弱いものであった。行政権限で現在の日本の森林生態系保護地域の指定レベルと同等の、正式な森林局の規定になったのは、1929年に当時の森林局長StuartがL-20規定を發布し、プリミティブエリアという名称でウィルダネス地域が設置されたあとのことである。

ところで、1898年の農務省森林局(Bureau of Forestry)の創設以来、初代局長のPinchotの強い考えに影響され、森林局(Forest Service)は経済的価値を重視した多目的利用主義を行っていた。そして、1905年、内務省や農務省などの省庁にまたがっていた国有林の林政が森林局に統一されたあともその思想は受け継がれていった。そのような森林局がなぜウィルダネス保存という、それまでの方針にそぐわない政策の転換を行ったのだろうか。

その経緯を説明するには1901年から1913年のSan FranciscoにおけるHetch Hetchy 溪谷のダム建設論争について、触れておくのが得策であろう。この論争は、米国自然保全史の転換点となった出来事だった。Hetch Hetchy溪谷は、Yosemite国立公園に指定されていた有数の景勝地であった。当時より現在に至るまで、米国では国立公園内のダムの建設は禁止されていた。しかし、それにもかかわらず当時深刻な水不足に悩み、市民の生活が脅かされていたSan Francisco市は、その打開策のため1901年にHetch Hetchy 溪谷にダムの建設を申請したのである。このダム申請は非常に論議を呼び、自然景勝地を将来の世代に残すか、もしくは現在の市民の便益を優先させこの地にダムを建設するかで、米国史上それまでにない国を挙げての大論争に発展した。ダム建設の決定権は、優先権法(Right-of-Way Act)に基づいて内務省長官が握っていた。1908年まで在職していたHitchcock 内務長官はダム建設に反対していたが、次代のGarfield 内務長官はダム建設に対して賛成を表明した。そして、1913年、Wilson大統領が政権を握り、それに伴いダム建設推進派のLaneが内務長官に就任した。彼の力添えにより、1913年12月13日、ダム建設が最終的に決定したのである。以上のように、この論争は自然保護団体の敗北に終わった。また、この論争は特に林野行政自体には大きな影響を与える内容ではなかった。しかし、この事件はウィルダネス保存を初めとする国民の自然保全に対する意識を急速に高めるきっかけとなった出来事だった。また、この論争の中で自然保護団体が国策に影響力を持ち始め、国立公園局の設置の契機となった点で、のちのウィルダネス制度の歴史において見逃すことのできない出来事であった。

その後、1916年に国立公園局が設置され、初代森林局長のMatherが初代国立公園局長に就任した。Matherは国内で流行していたアウトドアレクリエーション愛好者のため、公園利用行政を熱心に推進し、同時に、国立公園指定地を拡大していった。米国の国立公園は営造物制であり、国立公園局が所管する連邦所有地に国立公園が設定されることになっている。そのため、新たな国立公園の設立とは、多くの場合、国有林から国立公園への所管

替えをすることを意味していた。Matherの積極的な公園拡大政策によって、国有林から国立公園への移管が絶え間なく続いた。また、当時世論が森林局に対して批判的であったという記録は特に残っているわけではないが、国有林の国立公園への移管に反対する運動も特に盛り上がりなかった。そのため、森林局は国有林の減少を防ぐために何らかの方策をたてる必要があった。

1920年から森林局長を務めていたGreeleyは1920年代前半に、移管に歯止めをかけるための思案を繰り返していた。その状況のもとで提案されたのがLeopoldによるGila国有林のウィルダネス保存の提案だったのである。当時Matherは国立公園行政観光誘致開発に力を注ぐ余り、国立公園内のウィルダネス保存など、原生的自然の保存行政を二の次に考えるようになっていた。そのため、Hetch Hetchy論争以来政治的影響力を持ち始めていた自然保全団体は、国立公園局に対して持っていた好意的態度を徐々に見直し始めていた。Greeleyはその状況に目をつけ、1926年、森林局が積極的にウィルダネス地保存政策を推進することを公言したのである。そして、1929年、ウィルダネス地域の保存政策は、森林局の規定（L-20規定）として正式に位置づけられたのである。この政策は自然保全団体に好意的に受け止められ、国有林から国立公園への移管のペースに歯止めがかかったのである。

一方、日本の戦後の林野行政を振り返ってみると、その源は1947年の林政統一、1949年の林野庁設置にさかのぼることができる。そして戦後の林政は先述の米国の事例と同様、特に木材生産を中心とした資源造成を中心に進められていた。また、1960年代の高度経済成長において、公害問題が発生し、国民レベルで自然保護に対する関心の下地ができあがり、その影響もあり1971年に環境庁が発足した。

また、日本の現行の自然公園行政の体系は、1971年の環境庁自然保護局の発足にさかのぼることができる。その後、米国のウィルダネス地域保存運動に匹敵する原生的自然林の保存論争が、1980年代に知床・白神山地などで発生し、自然保全の声明を発表した環境庁と比較すると、伐採計画や道路計画を推進した林野庁は世論の不支持を受けた。それを契機に、林野庁内にも木材資源計画を中心とした国有林政策を本気で見直す気運が活発となり、「林業と自然保護問題研究委員会」が発足した。そして、同委員会は1988年、報告書を提出した。その報告に基づき1989年に林野庁通達が出され、森林生態系保護地域が新たに設定されたのである。

以上、米国ウィルダネス制度誕生の背景と日本の森林生態系保護地域誕生の歴史的流れを国立公園（自然公園）行政、自然保護世論、森林局（林野庁）の動きに併せて図にまとめると、それぞれ図1、2ようになる。おのおのの地域誕生への直接の引金になった主要因は、米国では主として国有林から国立公園への移管問題であり、日本では主として自然保護世論の林野庁への不支持にあったと考えられるが、時代の流れの推移からみた場合、両国ともに森林局（林野庁）が自局で行ってきた自然資源利用中心の多目的利用政策が陥

った難局を回避するために、原生自然環境保全政策へと転換する布石としておのおのの制度を誕生させた点で非常に似通っている。日本で森林生態系保護地域を設定するときに、米国のウィルダネス制度を参考事例の1つとして取り上げていることは明らかで、そのために、同様な政策が誕生することは少しも不思議ではないといえるが、ここで注目されることは、急激な開発の進行と自然地保存への動きとの間の歴史的な流れに、何らかの一貫性があると考えられる点である。

図1、2からもわかるように、米国ウィルダネス制度の誕生は日本の森林生態系保護制度の誕生よりも、単純に比較すると約70年先行していたことになる。そのため、ウィルダネス制度は森林生態系保護地域制度より進んでいる重要な部分をいくつか含んでいる。従って、さらに米国ウィルダネス制度の歴史的考察の重要性が増すのである。

ウィルダネス制度が日本の制度と比較して先行していると考えられる点で注目すべき点の1つが、今回取り上げる第2点めである。それは1964年のウィルダネス法の連邦法制化、つまり同制度が国の最高機関によってオーソライズされている点である。その中でも同法の制定にあたって、ウィルダネス地域のために新たな監督行政機関をつくらず、農務省森林局（国有林）・内務省国立公園局（国立公園・国家記念物など）・同野生生物局（国設野生生物保護区）・同土地管理局（内務省土地管理局所管地（ここに関しては1976年から開始された））の連邦各省庁・機関にまたがり運営していく制度とされた点が注目される。

森林生態系保護地域は、日本国内で唯一ユネスコ MAB計画による生物圏保護区の思想を現実化させることのできる本格的な制度としてのポテンシャルを持っているということで注目され、期待されている地域でもある。日本国内にもユネスコの MAB計画に基づいた指定地域が4ヶ所設定されているが、その実態は国立公園の2重網かけなどであり、保護区として積極的に機能しているとはいえない。そのため、生物圏保護区の機能を森林生態系保護地域に期待するのであれば、生物圏保護区の条件である適切で長期にわたる法的保護という条項をクリアーする必要がある。また、日本の自然保全問題でたびたび問題となる縦割行政の弊害も解決しなければ、十分な行政施策を行うことが難しいであろう。そのためにも、ウィルダネス地域の連邦法制化の経緯は非常に参考になると考えられる。

ウィルダネス法案の最初の正式な提案はウィルダネス法発効の8年前、上院議員 Humpheryが1956年6月7日に提出したものである。実はこの時点で、ウィルダネス法案は既に上記に述べたような各省庁間にまたがり管理を行う案になっていた。そのような各機関の利権争いの確執を免れ、法案が省庁間にまたがる法案に落ち着いた背景には、自然保全団体の活動が見逃せない。

自然保全団体は、1940年代にDinosaur国家記念物のダム建設計画に反対し中止に追い込んだことから分かるように、国策の決定を覆すまでの影響力を持つように成長していた。そして、1956年に提出されたウィルダネス法の草案は、その自然保全団体の1つである米国ウィルダネス協会(Wilderness Society)事務総長のZahniserが提唱したものだだった。

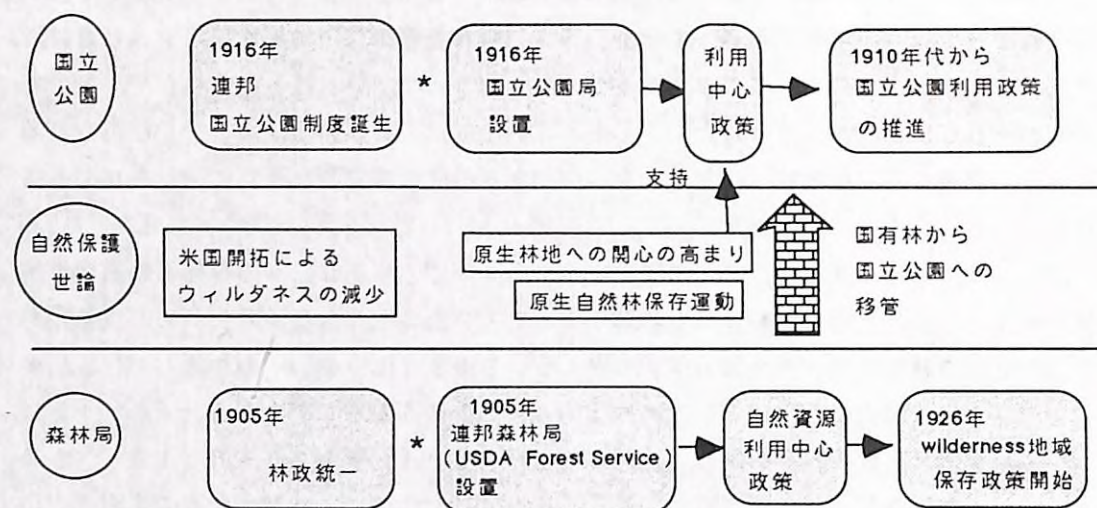


図1 米国ウィルダネス制度制定の経緯

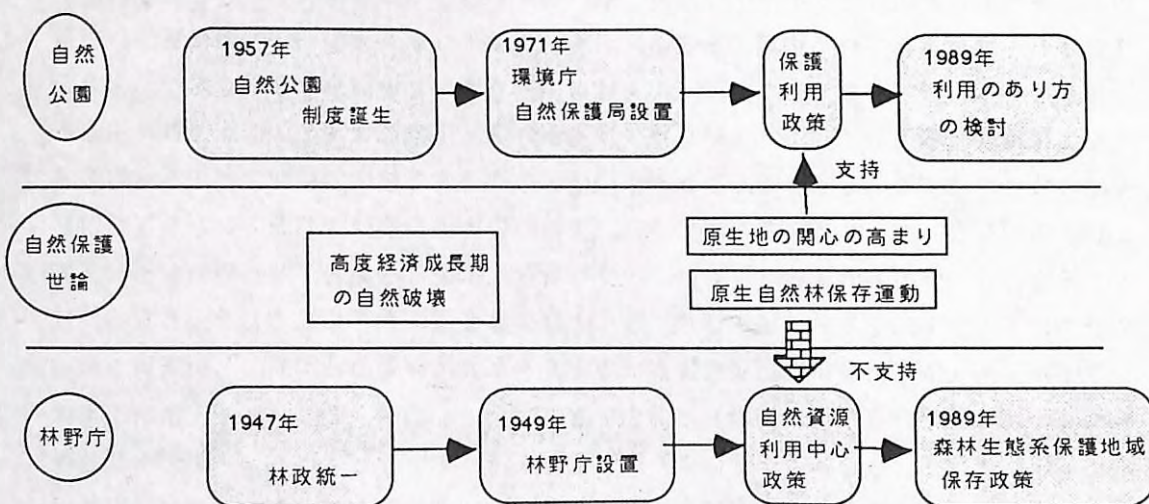


図2 日本の森林生態系保護地域制定の経緯

Zahniserは行政機関には第三者的な立場であったため、各省庁間の利権争いに巻き込まれることはなかった。そして、各省庁間にまたがるウィルダネス地域のために、新たな機関をつくることは既存の連邦諸機関から強い抵抗を受けるであろうと予想したため、既存の所管機関に運営を任せる形の法案を作成したのである。

法案は当初、水利技術者・林業・鉱業・牧畜業者や森林局・国立公園局が反対して紛糾したが、1961年にウィルダネス政策に好意的な Kennedy大統領政権が誕生し、また1962年に「アウトドアレクリエーション資源レビュー委員会」がウィルダネス立法の支持声明を行うなどの追風に乗る、最終的に1964年に法案は可決された。この8年の法案成立までの期間で、Zahniser案はいろいろ修正されたが、既存の省庁・機関にまたがり所管する形式は、ウィルダネス地域指定対象からインディアン保留区が削除されたもののおおむね実現した。

以上まとめると、米国のウィルダネス制度のような各省庁にまたがった所管形式による法制度の実現化のためには、第三者的な自然保全団体などの組織が充実し、国策に十分な影響力を持つことがキーポイントとなってくると考えられる。翻って、日本の森林生態系保護地域をもし正式な法により位置づけ、運営すると仮定した場合、保全団体などの第三者機関の政策影響力が弱い点が懸念される。もし、米国の例を参考にして、森林生態系保護地域の適切な運営を望むためには、第三者機関の適切な成熟が必要であろう。

次に3点めの、1970年代の米国東部ウィルダネス地域の指定問題に話を移す。当時、米国東部では大きなウィルダネスレクリエーションの需要があるにもかかわらず、Great Plane (Rocky山脈東部の大平原) より東方ではウィルダネス指定地が少なかった。そのため、森林局に対して、東部のウィルダネス指定地を増加させる圧力が高まっていった。一方、森林局は、東部のウィルダネス地域指定地以外の自然林は過去に一度は伐採その他の開発行為が行われており、ウィルダネス地域に指定できる個所は残っていないと考えていた。また、森林局はそのような自然林が1964年の法基準でウィルダネス地に指定されることは、国有林の自然林が止めどなくウィルダネス地域に編入されることにつながり、森林局の多目的利用政策に支障をきたすと警戒した。

振り返ってわが国の現状を見ると、国土全体でも厳密な意味での原生林は少ないうえに、関西以西の地域ではその中でもとりわけ原生森林が少なく、米国東部と同様の状況がみられている。日本国内に偏りなく森林生態系保護地域を設置するためには、米国の解決法は1つのプロトタイプ的なものとして参考にする価値があるだろう。従って、以下米国東部ウィルダネス地域指定の問題の経緯を追っていくことにする。

東部のウィルダネス地域の指定問題を解決するため、1971年、森林局は1964年法の基準に適合しない地域について、別法で新しいウィルダネス地域の区分(野生林遺産地域)として指定し、対応する計画を立てた。しかし、1972年 Nixon大統領は環境教書を発表し、

農務・内務長官に東部地域で1964年法の基準で、新規のウィルダネス地域の追加指定作業を進めるように指令を行った。そのため、もはや1964年法の基準を満たす原生地域は東部には残っていないと考えていた森林局はジレンマに陥った。

一方、同じ時期、連邦議会では森林局親派の Aiken議員らが提案したウィルダネス法とは別途に、国有林に新たにワイルド地域のカテゴリーをつくる法案と、Jackson 議員らが提案した1964年法の範囲内で新たに東部ウィルダネス地域を設定する法案が対立していた。Aiken議員らが提出した法案で注目されるのは、西経100度を境にして、それより東の地域では1964年法案とは別途の基準により、地域を指定できるように規定した点である。一連の論議は1974年の東部ウィルダネス地域法(Eastern Wilderness Act)の発効をもって幕を閉じた。その結果、1964年法には全く手を加えず、またAikenらの提案を受け入れ西経100度より東ではウィルダネス地域の指定基準を緩和する決定を下した。また、基準緩和のために、森林局の多目的利用森林計画を妨げられることがないように、地域指定に関する農務長官の権限を強化し、1964年のウィルダネス法の制定後のときのように、保全団体が連邦議会に直接働きかけ、ウィルダネス指定地をスプロール的に拡大させることに歯止めをかける仕組みを同時に盛り込んだ。このような経度に従って指定基準を区別する方法は、日本でも対応可能な施策であり、参考になると考えられる。

以上、森林保護地域の先進事例の文献的研究として、IUCNのリストに基づく自然保護地域の分類の整理、並びに米国のウィルダネス制度の歴史に焦点を当てた報告を行った。今回、世界の自然保護地域の現状がどうなっているかということ、またウィルダネス制度が森林生態系保護地域の直接的な先進事例であることがわかり、それによって制定史をまとめることにより、日本の生態系保護行政が将来抱えるかも知れないさまざまな問題と、その解決に対応する際、多少なりとも参考となる資料がまとめられたのではないかと考えている。ただし、実際に有効な資料とするためには、さらなる詳細な研究が必要であることは否めない。

また、文献的研究にはおのずから限界があり、森林保護の現場で行われている先進的なルーティーンワークや、文章にはならない現場のノウハウなどの情報は収集できなかった。

より良い、適切な森林生態系保護地域の管理・運営を行っていくためには、森林保護地域の先進国に直接出向いて、そのノウハウを吸収する作業が不可欠ではないかと考えている。

2) 我が国における森林生態系保護地域設定に関して

(1) 我が国における森林生態系保護地域の特性

森林生態系保護地域に類するものは、各国に設定されており、その設定のコンセプトや設定地域の特徴は、基本的に共通した点もあるが、各国の自然、文化、歴史的経緯などそれぞれの国柄が反映されるのは当然のことである。

例えば、国立公園を例にとってみると、アメリカ合衆国のように人為的攪乱のあまり加わっていない、自然度の高い地域が主に指定対象になっているところもあれば、ヨーロッパのいくつかの国では、過去に人手がかなり加わった自然景観地域が国立公園になっているような例もある。

一方わが国では、北海道、東北のように自然度の高い国立公園から、関東以南のように人文景観の色彩の濃い国立公園が存在し、その性格は多様である。

また、MABの生物圏保存地域の規模、性格も各国でさまざまである(表3)。

もう一つ重要なことは、国立公園や生態系保護地域の概念そのものが、時代や世論の要求、変化により移り変ることである。国立公園の設置基準が、歴史的にも評価の高い特異で美的な景観に中心がおかれていたのが、歴史は浅いが、あるいは親近性が低いけれども、希少な、自然度の高い地域に焦点がシフトすることがある。

生態系保護地域の設置基準も、それらの変化に対応して修正が加えられていくことは十分に考えられる。また、科学的成果の進展が基準を高度化させることも考えられよう。最も大切なのは、変化の波に押されて変えるのではなく、埋もれた価値を発掘して指定し、世論を喚起していく姿勢である。

(2) わが国における森林生態系保護地域のゾーニングについて

森林生態系保護地域の指定、ゾーニング、管理、利用のあり方を論じる前に、国立公園の特別保護地区、原生自然環境保全地域との関係を整理する必要があるが、たとえ重複指定されていても、その地域はそれだけ多様な自然環境の特性を有する地域であるという認識をもてばよい、という程度の言及にとどめておく。

一方、MABにおける生物圏保存地域設定の基本概念は図3のとおりである。これはあくまで概念であり、現実の指定箇所ではさまざまな問題点、矛盾が生じてこよう。コアゾーンではあっても、二次林や人工林が含まれることに矛盾はない。マスでゾーンを確保することが重要なものであって、たとえ自然度の低い環境地域が入っていても、管理段階で必要に応じた改善、施業をしていけばよいのである。

生態系保護地域の規模やゾーニングのコンセプトは、対象地域においてどんな生態系にスポットを当て、保護、利用していこうとするかにかかっている。野生生物の行動領域を、表4に示してあるが、ツキノワグマやイヌワシのように、広い行動圏を有する野生生物が保護対象にある場合は、最低限個体の活動領域は確保しなくてはならない。つまり4, 5千haは必要(バッファを含めて)になってくる。個体間の移動は、コリーダーなどで補完すればよい。従って、保護地域間や、他の自然環境保全地域などと横の連絡が重要になってくる。また、前述したように、保護地域内が全て天然林である必要はなく、野生生物の棲息環境に適した植生に移行していけばよい。

表3 MABによる生物圏保護地域の指定箇所の概要
(ha)

	地域数	面積(平均)	ゾーニング
日本	4	29,000	国立公園及び原生自然環境保全地域
アメリカ	43	340,000	国立公園, 実験林, 実験地域, 原生地域等
カナダ	4	96,000	国立公園, バードサンクチュアリ等
オーストラリア	12	395,000	国立公園, 保全公園, 自然保存地域等

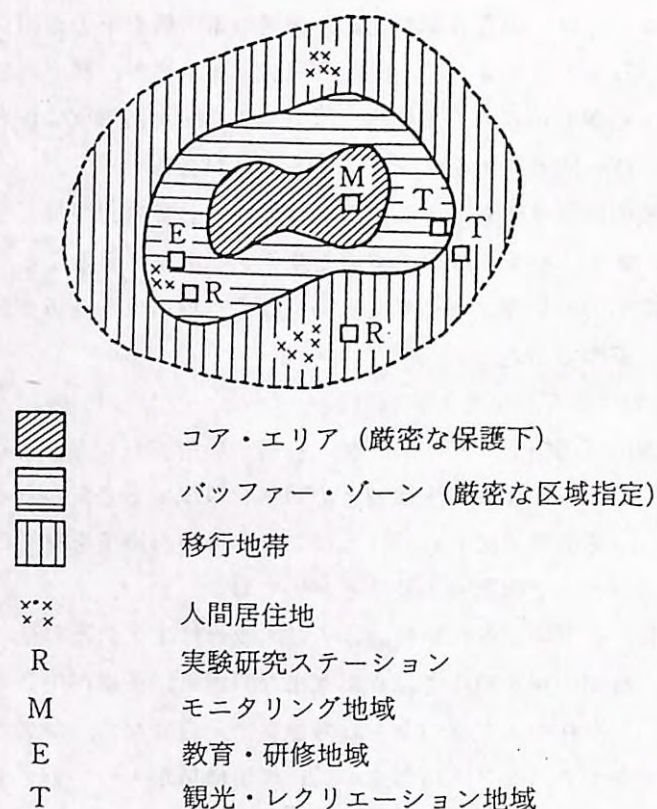


図3 生物圏保存地域のパターン

表4 野生生物の活動領域
(ha)

	行動領域	調査地域
ツキノワグマ	3,900~4,000	日光・白山
カモシカ	50(4~6月までの3ヶ月間)	加子母裏木層国有林
イヌワシ	4,800~6,400	宮城県翁倉山・東中国山地
クマゲラ	300	東大北海道演習林

(3) わが国における森林生態系保護地域の管理, 利用について

保護地域の管理については, 保護地域の特性, 利用のあり方と深く関わってくる。ある保護地域が, ブナの純林で安定しているような箇所であれば, 原則として保全の管理でよい。利用については, モニタリングなど研究利用と自然教育利用が中心となろう。利用ゾーンは集中させ, 頻度は高くしても, 綿密な管理でインパクトを最小限に食い止めることを念頭におく。利用して, あるいはブナ林に接して, はじめて希少さの必要性が人々に認識されるわけで, 利用計画は世論の理解を深めるためにも重要である。

ある保護地域が, 人為攪乱をかなり受けている生態系も含む(二次林など)場合は, 管理が複雑になる。基本的には, 人為攪乱以前の状態にもっていく管理を行えばよいが, 更新や保育にどの程度の手をかけるかは, ケースにより異なってくる。人工林が含まれている場合でも, 択伐や小面積皆伐, あるいは天然林への林種替えなど対象地域の生態系が要求する自然状態への移行を考えた管理を行えばよい。そのような地域の利用については, 生態系の移行や人為管理による生態系の回復などを学ぶのに, 格好の場を提供できる。

3) 生態学的調査方法の検討

生態系保護地域における調査研究は, 特にコアの地域においては, その設定の主旨にそって基本的には非破壊調査が基本となる。また, 目的地に到達するのが困難な奥地山岳地, 広範な調査域ではランドサットなどの衛星データ, あるいは空中写真の定期的撮影による林相変化の記録によって, 最も効率的な調査記録が得られる。それぞれの調査項目は, 次のようになる

(1) コア地域における調査事項

①衛星画像の解析法の検討

後半に定期的な資料の得られる各種衛星データの生態系保護地域への利用可能技術の確立。特に樹種判定, 林冠ギャップの規模, 発生頻度などの確認技術の確立。

②空中写真の解析と樹種判定技術の確立

解像度に優れた空中写真のより高度な利用技術を衛星データとの関連で向上させる。

③衛星データ, 空中写真データの現地突合による判定精度の向上

画像解析, 写真解析による室内作業結果の現地における突合。地理的に精密調査の可能地の選出, 精密調査区の設定。

④データベース化

現地調査, 衛星データなどをデータベース化するためのソフト開発

(2) バッファゾーンにおける調査事項

①従来の調査区の現況と問題点

大正4年以降に順次設定された保護林は, そのほとんどが周辺の開発利用に伴う天然林の減少から地域の代表林分として保護されてきた。奥地林などにおいては, 大面積に指定されたものもあるが, そのほとんどは小規模のものであった。また, 設定の主旨から自然

遷移にまかせて、ともすれば学術的な調査研究すらも許されない聖域的な取扱いがなされていた。

これらの小規模な保護林は、例えば甲府営林署の天然記念物「ハリモミ純林」の衰退が顕在化してから、その保護対策が講じられてきたように、衰退が顕在化するまでの経過観察や記録が残されてないか、残されていても断片的なものにすぎない（秋山，1985）。このため、適切な保護対策が立てにくい。このような例は、都市化などの進展している里山地域の保護林や保護林区域のみを残して周辺が伐採されたしまった奥地の保護林に著しい。

②大面積長期調査区の設定

熱帯地域では1980年にアメリカのスミソニアン研究所が主体になり、パナマのバロコロラド島に設定された50haの調査区におけるデータの集積が、（イ）森林生態系管理技術の策定ならびに森林施業後の更新による森林回復過程の追跡のための対象区になる、（ロ）森林の組成、構造、動態に深く関わる稀な現象（倒木の発生、病虫害の森林遷移に及ぼす影響など）との遭遇割合が多くなってデータの信頼性が高められる、（ハ）局所変異（地形、土壌）や顕在化しにくい現象の発見とその理解ができる、（ニ）グローバルな気候、気象現象に対応した森林の応答現象の把握が可能になるなどの情報の提供を可能にした。このような利点から、大面積長期調査区の設定は、世界的な傾向になっている。

このような大面積長期調査区の設定による調査は、バッファゾーンにおける調査法に適しており、それぞれの生態系保護地域の調査データの比較検討が可能となることで、より実用性の高い資料が得られる。

具体的な調査項目は、調査地の設定、調査区画の測量、標識杭の埋設、区分区域ごとの樹種の確認、標識ラベルの取付、毎木調査、標識個体の配置図の作成を基本とし、地域の特性に応じて項目の増減を行う。

（3）得られたデータの公開と普及活動

より自然度の高い森林は、森林浴などレクリエーションエリアとしての価値が高い。また、すでに述べた各種の調査で得られたデータは、森林を訪れる人々に還元されなければならない。こうした意味から、営林局署における森林教室、森林施業体験学習会の開催など積極的な宣伝活動が望まれる。

森林総研、大学などの専門機関の調査研究データの普及のために、森林官、関係担当者を中心とした研修活動も積極的に取り込む必要がある。

主要参考文献

(1)IUCN:1985 United Nations List of National Parks and Protected Areas:pp175:

IUCN:1985

(2)IUCN:1990 United Nations List of National Parks and Protected Areas:pp275:

IUCN:1990

(3)Barbara J Lausche:Guidelines for Protected Areas Legislation:p108:IUCN:1980

(4)Allin,C.W.:The Politics of Wilderness Preservation,304pp, Greenwood Press, Westport, Connecticut, 1982

(5)伊藤太一:101回日林論,147~148,1990

(6)環境庁自然保護局:自然保護行政のあゆみ,第一法規出版,東京,25~257,1981

(7)Noss, R.F.:Preparing to Manage Wilderness in the 21st Century,USDA Forest Service GTR SE-36, 54,1990

(8)Richard C. Davis:Encyclopedia of American Forest And Cnservation History, Macmillan Publishing Company, New York, pp871,1983

(9)自然保護年鑑編集委員会:自然保護年鑑2 平成1・2年度版,日正社,東京,pp496, 1989

付表1 IUCNの基準による日本の自然保護区の位置づけ(原文)
(カテゴリー I ~ Vについて)

JAPAN/JAPON

Summary/Sommaire		
Category/Catégorie I	6	9,033
Category/Catégorie II	15	1,299,114
Category/Catégorie IV	31	344,568
Category/Catégorie V	13	749,703
Total	65	2,402,418

National Parks/Parcs nationaux

Akan	II	90,481	1934
Ashizuri-Uwakai	V	10,967	1972
Aso-Kuju	V	72,680	1934
Bandai-Asahi	II	187,041	1950
Chichibu-Tama	V	121,600	1950
Chubu-Sangaku	II	174,323	1934
Daisen-Okii	V	31,927	1936
Daisetsuzan	II	230,894	1934
Fuji-Hakone-Izu	V	122,686	1936
Hakusan	II	47,700	1962
Iriomote	II	12,506	1972
Ise-Shima	V	55,549	1946
Joshinetsu Kogen	II	189,028	1949
Kirishima-Yaku	II	54,833	1934
Kushiro Shitsugen	II	26,861	1987
Minami Arupusu	II	35,752	1964
Nikko	V	140,164	1934
Ogasawara	II	6,099	1972
Rikuchu-Kaigan	V	12,348	1955
Rishiri-Rebun-Sarobetsu	II	21,222	1974
Saikai	V	24,653	1955
Sanin-Kaigan	V	8,996	1963
Seto-Naikai	V	62,839	1934
Shikotsu-Toya	II	98,332	1949
Shiretoko	II	38,633	1964
Towada-Hachimantai	II	85,409	1936
Unzen-Amakusa	V	25,496	1934
Yoshino-Kumano	V	59,798	1936

National Wildlife Protection Areas/Aires nationales de protection de la flore et de la faune sauvages

Gamo	IV	7,790	
Izunuma	IV	1,450	1982
Kushiro Marsh	IV	29,084	1935
Lake Kuccaro	IV	2,803	1983

Wilderness Areas/Aires de nature sauvage

Oigawa-Genryubu	I	1,115	1976
Onnebetsudake	I	1,895	1980
Tokachigawa-genryubu	I	1,035	1977
Tonegawa-genryubu	I	2,318	1977
Wagadake	I	1,451	1981
Yakushima	I	1,219	1975

Protected Areas/Aires protégées

Asama	IV	38,777	1951
Daikoku-jima	IV	107	1972
Danjo-gunto	IV	415	1973
Ishizuchi-yama	IV	9,502	1977
Kakui-jima	IV	662	1952
Kii-Nagashima	IV	7,452	1969
Kita-Alps	IV	63,403	1974

Kominato	IV	4,515	1952
Kutcharo-futo	IV	5,012	1958
Moriyoshi-yama	IV	4,941	1977
Odaisankei	IV	15,971	1972
Seinan	IV	2,182	1979
Tori-shima	IV	453	1954
Wakinosawa	IV	1,166	1964
Yagaji	IV	3,680	1976
Prefecture Wildlife Protection Areas/Aires préfectorales de protection de la faune et de la flore sauvages			
Ampal	IV	1,058	1985
Biwa	IV	69,546	1981
Inawashiro	IV	10,933	1984
Kasumigaura	IV	5,290	
Mogami	IV	1,732	1983
Nakaumi	IV	8,800	1984
Shinji	IV	8,800	1982
Tama River Estuary	IV	5,310	1986
Tofutsu	IV	2,051	1982
Ushibori	IV	1,120	
Yudo	IV	3,855	1972
Zuibaiji Estuary	IV	26,708	1986

(1990 UNITED NATIONS LIST OF NATIONAL PARKS AND PROTECTED AREAS, IUCN; P120-122)より引用。