

林業労働災害要因の評価と予測

林業労働災害要因の評価と予測

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

(1) 国有林における1988年～1990年度の災害事例について、被災者の属性、災害発生場所、起因物、加害物、不安全行動、管理的要因、事故の型、障害部位などを明らかにし、要因間の関係をクロス分析した。その結果、事業区別の災害発生比率は、製品生産事業と造林事業の災害を併せると、災害全体の約 3/4を占めていた。作業区別にみると、伐出作業の伐倒、造材、造林作業のつる切り、下刈作業で災害が多く発生し、身を守る手段が少ない作業で災害が多く発生している傾向がみられた。事故の型では、造林作業と伐出作業の伐倒で、切れこすれという、使用機械・器具の刃に接触した事故と伐倒木の枝の落下、地ごしらえ作業の枝条整理の際の枝条の飛散などの飛来・落下事故が多くみられた。また、転倒災害も多くみられ、今後、作業者の高齢化が進む中で、これら行動災害の防止策の検討が望まれた。

(2) 民有林における87件の林内作業車並びに 697件の集材機集材作業の災害分析を行い、ヒューマンエラー発生のメカニズムをC T A手法（災害発生時の作業要素を時間経過で分析して、災害発生の原因を探る手法）による解析や作業別の要素間影響確率で解析し、災害防止対策上の留意点を検討した。林内作業車作業の災害事例分析では、災害発生場所として集材地、作業路が多く、起因物と不安全状態との関連として作業車と立木の間に作業者が挟まれたものが多い。不安全行動では、作業環境確認不十分が多く、事故の型は、挟まれ・巻き込まれが多い。C T A手法による労働災害の分析では、各作業とも、人的要素に始まる要素間の関連が災害発生に大きく関与していることが分かった。集材機作業の災害事例分析では、荷掛（荷掛退避を含め）の災害発生頻度が高く、発生場所は、集材地が多い。起因物は、集材木が多く、集材装置を構成する要素が起因物となる頻度が高かった。起因物の不安全状態は、接触、不安定、滑りやすいが多く、人の不安全行動は、環境確認不十分、作業位置が不適当が多い。事故の型は、挟まれ・巻き込まれ、墜落・転落、転倒が多かった。C T A手法による分析結果より集材機集材作業の安全作業を検討し、これを基に最近増加が著しいタワーヤードと自走式搬器作業の安全作業について検討した。この

結果、①荷掛・荷卸作業で重錘や荷掛滑車がないため安全作業が容易 ②作業場に内角作業が生じにくい。よって、安全上退避の必要もなく、作業位置の自由度が高い ③作業索の林内配置が少ないため、作業索の障害物への引っかかりや損傷が少なく、作業索を手で引っ張ったり、掴んだりする操作も少ない ④架設作業で支柱作設もタワーに登る必要がなく、高所作業が減少する、また、集材機の据え付けも簡単であり、作業索の引き回し等の危険作業も少ない、などタワーヤードと自走式搬器作業の安全上の利点が指摘できた。

III 試験目的

林業労働では種々の安全対策が実施されてきているが、災害要因が複雑多岐にわたるため十分な効果を挙げているとはいえない。より一層の安全作業を期するためには、災害とその原因に対して充分な解明を行い、効果的な災害防止対策を樹立する必要がある。このため、各種の森林作業について、労働災害の発生に影響を与える災害要因を解明し、災害の基本的特性から要因の体系的な評価を行う。また、各種要因を使った多変量解析を行い、災害発生への影響度の高い要因を究明し、労働災害防止対策に資するため本研究を実施した。

IV 試験の方法と結果

1. 国有林における労働災害の要因の分析

1) 国有林の労働災害の現況

近年、わが国の林業における林業労働力は林業生産活動の停滞などの理由により減少傾向で推移している傾向にあり、さらに高齢化も深刻な問題となってきた。国有林における作業人員（基幹、常用、定期作業員）をみると、1978年には30,088人であったものが1988年には16,830人までに減少している^{1)~3)}。さらに新規の作業職員が少なくなっていることから50~59歳代の年齢層の占める割合が最も高く、その占有率も毎年上昇し1988年には64%に達し（図1）、1988年における作業員の平均年齢は50.8歳となっている³⁾。近年、国有林における災害発生件数は減少傾向がみられ（図2）、特に、休業8日以上の中傷の災害が減少してきているが、上述したように、発生件数の母数となる作業人員が毎年減少していることから、発生件数の数値のみから一概に労働災害が減少しているとは判断し難い。

これを安全水準の評価法として使われる度数率（100万労働時間あたりの発生件数）や強度率（1000労働時間あたりの労働損失）でみる（表1）と、度数率はやや減少傾向にあり、災害発生件数は減少していることが認められるが、強度率は1.0前後を推移している。これを他産業と比較すると度数率、強度率ともに明らかに高い状況であることが示されていることから、国有林の災害発生状況は発生件数は減少しているものの、他産業に比べて発生頻度や災害の強さは依然として強い状態であるものといえよう。なお、実労働延時間

は延人員に8時間に乗じた値とし、労働損失日数は死亡及び1~3級の永久全労働不能の場合、一件につき7500日、一時的な労働不能の場合は休業日数×300/365、永久一部労働不能の場合は休業日数に関係なく表2に示される損失日数が国有林において使用されている。

表1. 労働災害の度数率、強度率の推移

年	国有林		全産業	
	度数率	強度率	度数率	強度率
1981	15.65	1.04	3.23	0.37
1982	14.66	1.32	2.98	0.32
1983	14.90	1.06	3.03	0.30
1984	14.04	1.22	2.77	0.34
1985	11.62	0.80	2.52	0.29
1986	10.95	0.53	2.37	0.22
1987	10.94	0.66	2.22	0.20
1988	10.09	1.01	2.09	0.20
1989	8.97	0.77	2.05	0.20

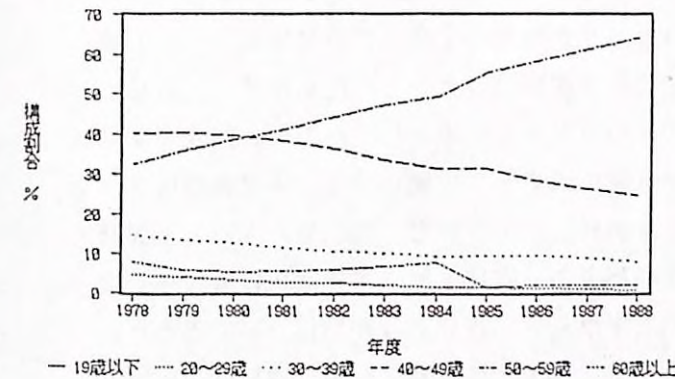


図1. 作業員の年齢階別構成割合

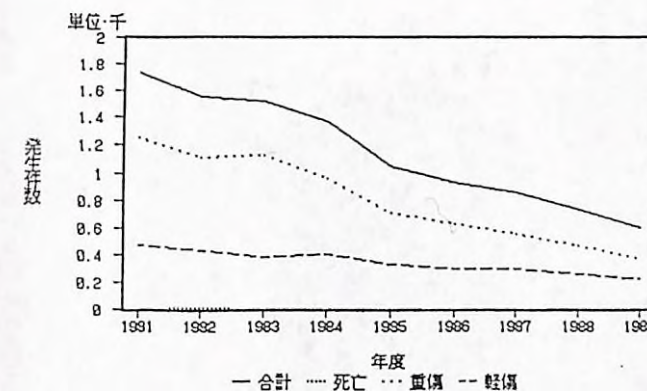


図2. 労働災害発生件数の推移

国有林は文献(4)~(8)、全産業は文献(9)をもとに作成。
国有林は年度、全産業は年次における数値である。

$$\text{度数率} = \frac{\text{災害件数}}{\text{実労働延時間数}} \times 10^6$$

$$\text{強度率} = \frac{\text{労働損失日数}}{\text{実労働延時間数}} \times 10^3$$

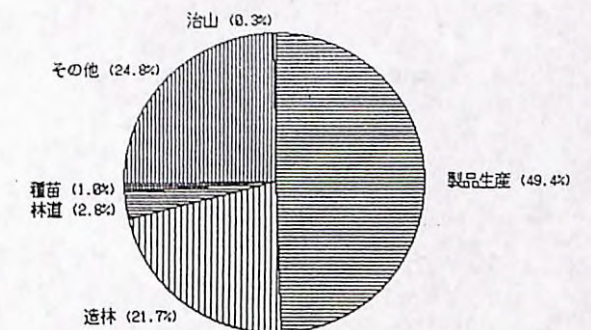


図3. 事業区別の災害発生比率

表2. 労働損失日数（永久一部労働不能の場合）

身体障害等級	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
損失日数	5,500	4,000	3,000	2,200	1,500	1,000	600	400	200	100	50

2) 国有林における労働災害の発生パターンとその関連要因

ここでは1988年度～1990年度に国有林で発生した災害資料をもとにして分析を進めた。従って、ここで述べる災害発生件数や発生比率は3年間の合計値をもとに算出されている。

(1) 事業別及び作業区分別の災害発生状況

事業区分別の災害発生比率をみると、製品生産事業49.4%、造林事業21.7%となっており、製品生産事業において約半数近くの災害が発生している。これら以外の事業による災害発生比率は少なく、国有林における労働災害のほとんどは製品生産及び造林事業において発生していることが分かる(図3)。そこで、製品生産事業(主として伐出作業)、造林事業(主として造林作業)について作業区分ごとの災害発生比率を示したものが図4である。伐出作業において災害発生比率が高いものから順に示すと、伐倒48.7%、集材機集材(架設撤去を含む)17.1%、トラクタ集材9.5%、造材9.2%、巻立て7.6%、トラック運材2.2%となっており、伐出作業においては伐倒作業の災害発生比率がずば抜けて高い。また、集材機集材も他の作業に比べて災害発生比率が高い。次に造林作業についてみると、つる切・除伐53.8%、下刈り22.5%、地ごしらえ13.5%、枝打ち6.0%、植付け4.2%となっており、造林作業においてはつる切・除伐作業の発生比率が最も高いことが分かった。

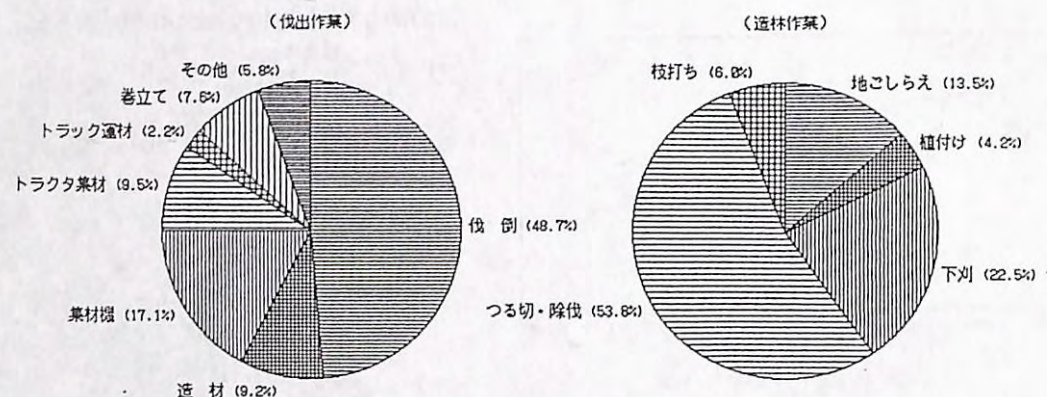


図4. 作業区分別の災害発生比率

(2) 労働災害発生の概要

上述したように伐出作業では伐倒や集材機集材、造林作業ではつる切・除伐作業や下刈作業に多くの災害が発生していることが分かった。よって、ここでは伐出及び造林作業において災害発生頻度が高い上位3つの各作業を対象として災害発生の概要について分析することにする。

①年齢階別災害発生件数(図5) 作業区分ごとの年齢階別災害発生件数は各作業区分ともに50歳代での発生件数が最も高い。また、伐倒や集材機集材では30歳代、40歳代で

の発生件数もかなりみられる。しかしそれ以外の作業では50歳代に災害が集中していることが認められる。このように50歳代に災害が集中していることは国有林では作業員の約3分の2が50歳代であることが大きな要因としてあげられる。しかし加齢にともなう身体諸機能の低下も災害発生に大きく関与しているものと推測される。なお、伐倒や集材機集材では50歳代以外の年齢層においてもかなり発生していることから、これらの作業は体力的な問題にかかわらず危険度が高い作業であると思われる。

②発生時刻と災害発生件数(図6) 伐出作業及び造林作業において発生頻度が高い上位3つずつの作業の合計値について午前と午後の発生状況をみると、午前に発生した災害は54%、午後では46%となっており、発生率については午前、午後ともに同じ程度であった。全体的にみれば、午前中は10～11時、午後は2～3時に多発している。しかし、下刈については9～10時が発生時刻のピークとなっている。また、トラクタ集材にあつては午前中は発生時刻のピークはみあたらないが、午後になると2～3時にピークがみられる。

③発生曜日と災害発生件数(図7) 発生件数が最も多い伐倒作業では週のはじめに災害が多発し、日ごとに災害の発生件数は減少している。集材機集材、トラクタ集材及び地ごしらえについては発生曜日と発生件数の関連はみられない。下刈、つる切・除伐などの造林作業については週はじめの災害が多く、徐々に低下し、さらに週末にはまた災害が増える傾向が示されている。

④発生月と災害発生件数(図8) 伐倒作業は9月、10月、1月の発生件数が多い。これは伐出作業が秋から冬にかけて多く行われることによるものと考えられる。しかし11月、12月の災害件数は比較的に少ない。この理由は分からない。下刈作業は6月、7月に多くの災害が発生している。集材機及びトラクタ集材は秋から冬にかけて、地ごしらえやつる切・除伐は8～11月にかけて多く発生している。

⑤発生場所と災害発生件数(図9) 伐倒、集材機集材、下刈、つる切・除伐などの作業は人工林内での災害発生件数が最も多い。また、地ごしらえでは無立木地の災害発生件数が多い。なお、集材機集材では屋内での発生もみられる。

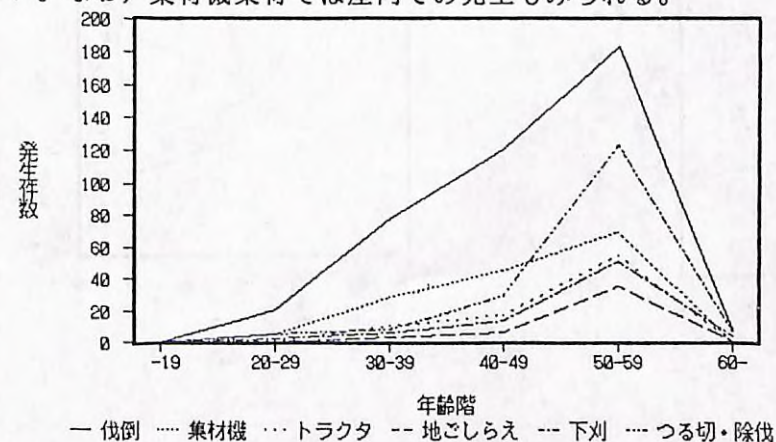


図5. 作業区分ごとの年齢階と災害発生件数

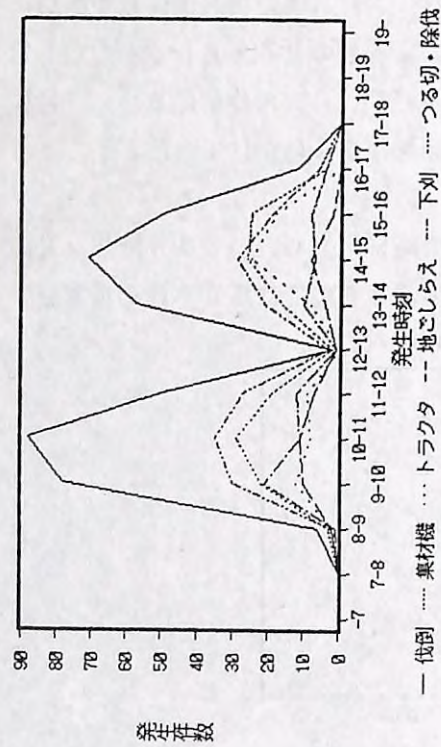


図6. 発生時刻と災害発生件数

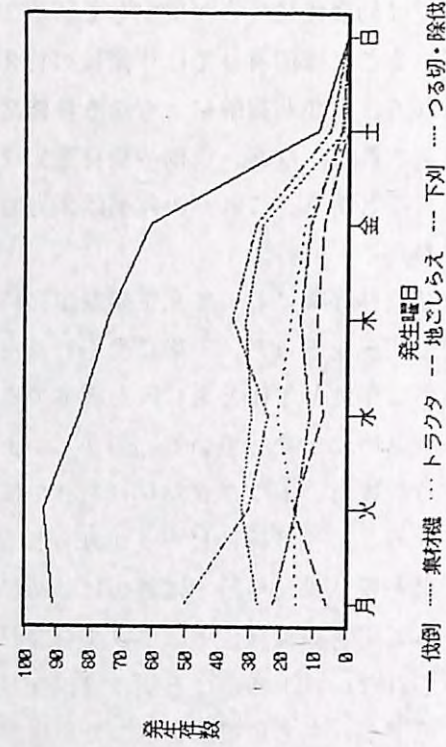


図7. 発生曜日と災害発生件数

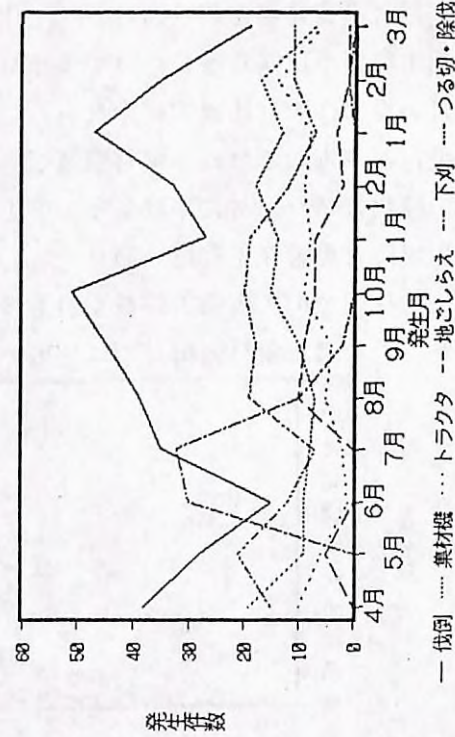


図8. 発生月と災害発生件数

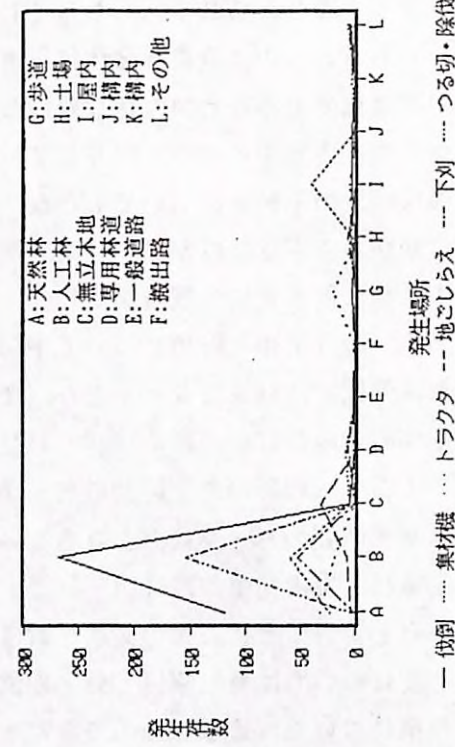


図9. 発生場所と災害発生件数

(3) 単位作業との関係 (表3)

表3は災害発生件数について作業区分と単位作業とのクロス分析表を示したものであり、各作業の中でどのような単位作業を行っている時に災害が発生しているかを読み取ることができる。

表3. 作業区分と単位作業とのクロス分析

単位作業	伐倒	集材機	トラクタ	地拵え	下刈	つる切・除伐
受口切り	13	1	2			
追口切り	48		1			1
矢打ち	14					
枝払い	187	14	1	1		3
玉切り	9		2			
かかり木処理	21	1		1		5
掘え付け		1	1			
支柱組立解体		5				
ワイヤ引回し		15	1			
ワイヤ引回し		2				
小屋掛け						
盤台作設解体		3				
試運転						
木登り	1					
ワイヤかけ		4	1			
荷掛け		38	37			
荷卸し		20	5			
信号・誘導	1	2				
スタンプ換え		3				
木寄せ		2		1		
はえ積み		3	1			
測尺						
苗木運搬						
植穴掘り						
つる切り	7			3		45
刈払い	22		1	14	45	63
巻き落し			1	2		
薬剤散布						
点検整備		1	2		4	5
修繕		1	1		2	
索の修繕		4				
除雪						
移動	17	4	3	1	9	17
退避	35	8	5		2	
運転			8		5	
同乗					8	
その他	47	16	9	22	8	40
合 計	422	148	82	45	75	179

伐倒作業では枝払いによる発生件数が最も多く、追口切りや退避での発生件数も比較的多い。国有林における伐出作業では全幹集材が行われる場合が多く、伐倒作業時間に占める枝払い作業時間の比率は高い。従って枝払いによる災害の発生確率も必然的に高くなるものと考えられる。伐倒の直接的行為である受口切りと追口切りでは追口切りの方が当然のことながら発生件数は多い。なお、追口切りと枝払いを比較してみると、追口切りの災害発生件数は枝払いの約4分の1である。しかし作業時間については、文献¹⁰⁾をもとに分析してみると、手持式チェーンソーの場合、枝払い時間は追口切りの7.2～9.8倍、リ

モコンチェーンソーの場合、4.8～12.1倍の時間が必要とされている。従って災害発生件数だけをみると追口切りは枝払いの場合に比べると少ないが、作業時間を考慮すれば伐倒作業における追口切りの災害発生確率は枝払いに匹敵するものといえよう。なお、退避中での発生件数が多いことは退避位置が悪かったことが大きな原因であるものと推察され、この種の災害は不安全行動を意識的に防ぐ訓練により未然に防止することができるものと考えられる。

集材機集材では荷掛、荷卸し作業中に多くの災害が発生している。またワイヤ引き回しでの発生件数も多い。トラクタ集材ではその大半が荷掛作業中に発生している。

地ごしらえ、下刈り、つる切・除伐などの造林作業については共通して、刈払い作業中における発生件数が多い。なお、下刈やつる切・除伐作業ではこれらの仕事が条件に富んだ林内歩行を中心とした作業であるために、移動による災害も比較的多くみられる。

(4) 事故の型との関係(図10, 図11)

伐倒作業では切れ・こすれ40.5%, 飛来・落下20.6%, 転倒11.4%となっており、切れ・こすれ型の事故が最も多く発生している。また、伐倒作業の70%以上がこれら3種類の事故の型である。

集材機集材では種々の事故の型が発生していることが特徴的であり、事故の型の比率について上位順に示せば、転倒20.3%, 激突され16.9%, 墜落・転落14.9%, 挟まれ巻込まれ12.2%である。上述したように、集材機集材では荷掛作業の場合に多くの災害が発生しており、さらに転倒による事故が多いことは、集材機作業では地形が急峻で厳しい作業現場で行われることが多いことによるものと推察される。なお、このように種々の事故の型が発生する集材機集材は危険度が高い作業であるものと考えられ、災害防止にあたっての対策も難しいことが予想される。

トラクタ集材では激突され22.0%, 飛来・落下22.0%, 挟まれ巻込まれ15.6%となっており、これらの事故の型が全体の約60%を占めている。トラクタによる集材木の木寄作業中に材に激突されたり、ウインチロープが抜けて材が転落したり、集材木のけん引が原因となり、石や倒木などが落下して被災しているものと推察される。なお、集材機集材に比べて転倒による災害比率が小さい。これはトラクタ集材が比較的地形条件がよい作業地で行われていることがその理由のひとつとして考えられる。

図11は造林作業における事故の型別の発生比率である。地ごしらえ、下刈、つる切・除伐などの作業について共通して言えることは、切れ・こすれによる災害が最も多く、約40%がこの種の事故の型であるということである。地ごしらえについては切れ・こすれ、飛来・落下、転倒による災害発生比率の合計は約82%である。下刈作業では切れ・こすれ、転倒による発生比率の合計は約66%である。このように地ごしらや下刈作業における事故の型はその種類が少ない。従って災害発生の防止対策はこれらの事故の型について特に考慮すればよいであろう。なお、下刈作業では林内を歩行しながら作業を行う形態上、転倒

による事故の発生比率が他の造林作業に比べて高い。つる切・除伐については地ごしらえや下刈作業に比べて発生する事故の型の種類が多い。

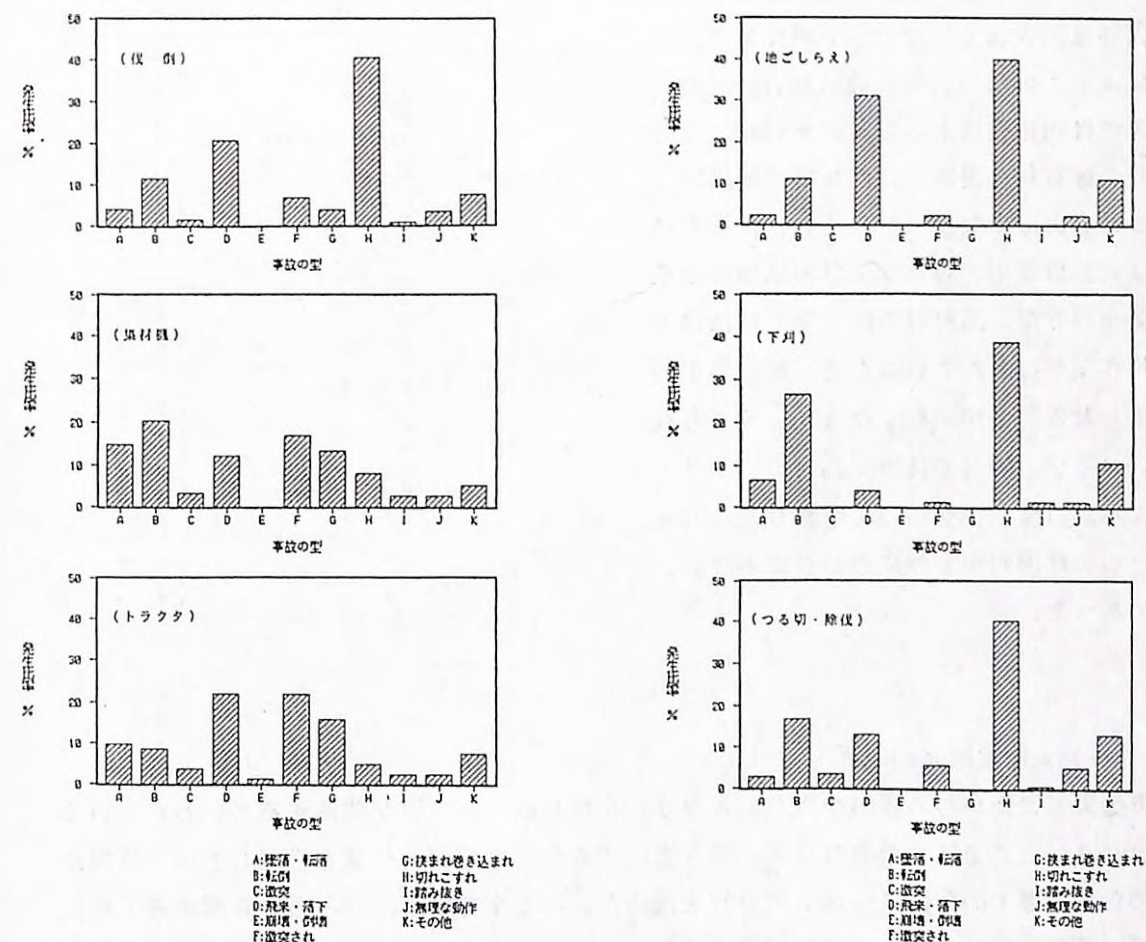


図10. 伐倒作業における事故型別の災害発生比率 図11. 造林作業における事故型別の災害発生比率

(5) 起因物との関係(表4)

表4は作業区分ごとに災害にかかわった起因物の比率である。起因物とは、災害発生のメカニズムにおいて、不安全な状態にあったものをいう。伐倒作業では伐倒木20.1%, チェーンソー19.2%であり、これらの起因物による発生比率が高い。集材機集材ではワイヤロープが起因物となる比率が高く、19.6%である。トラクタ集材ではトラクタが起因物となる比率が最も高く、28.0%である。またワイヤロープによる比率も高い。これはトラクタ後部に装備されているウインチのワイヤロープやスリングロープによるものと考えられる。

造林作業ではナタやカマなどの手工具、末木枝条が起因物となっていることが示されている。地ごしらえでは末木枝条22.2%，ナタ11.1%であり、これ以外に目立った起因物は示されていない。下刈作業ではカマによるものが25.3%と最も高い。一般の災害では刈払機による災害が多いが、今回調査の国有林の災害では刈払機が起因物となったものは少なかった。これは、民有林では刈払機使用の場合は1日刈払機による作業を行うが、国有林ではカマと刈払機の併用作業が行われているため、起因物が刈払機となる割合が少なくなったと考えられる。つる切・除伐ではカマ26.8%，ササ・かん木25.1%，ナタ12.3%であり、これらの3つの起因物が全体に占める比率は62.4%であった。

表4. 作業区分ごとの起因物と災害発生比率

作業区分	起因物	発生比率 (%)
伐 倒	伐倒木	20.1
	チェーンソー	19.2
	末木枝条	9.5
	オノ	8.3
	その他(器具機材)	6.4
集材機集材	ワイヤロープ	19.6
	伐倒木	13.5
	素材	10.1
	末木枝条	8.1
トラクタ集材	トラクタ	28.0
	ワイヤロープ	11.0
	素材	7.3
	末木枝条	6.1
地ごしらえ	末木枝条	22.2
	ナタ	11.1
下 刈	カマ	25.3
	その他	14.7
	ササ・かん木	12.0
	末木枝条	9.3
	ナタ	12.3
つる切り・除伐	カマ	26.8
	ササ・かん木	25.1
	ナタ	12.3

(6) 人的要因との関係

労働災害にかかわる要因のうち、大なり、小なりは人的要因が関係するといわれていることから、ここでは作業員自身の立場からの不安全行動要因と作業を管理していく立場からの管理指導上の要因についての分析を進めた。不安全行動要因28項目、管理指導上の欠陥要因項目28項目について複数回答方式により回答を求めた(表5)。図12は作業区別に不安全行動要因をみたものである。不安全行動要因は各作業ともにほぼ共通した傾向がみられ、「作業環境等の確認が不十分であった」、「作業姿勢が不適切であった」、「作業位置(その他)が悪かった」、「作業に必要な準備(点検等)が不十分であった」、「無理な作業をするなど不安全的な状態を自ら作った」などの要因の該当率が全体的に高かった。特に各作業を通して「作業環境等の確認が不十分であった」の要因の該当率が最も高く、60~70%であった。

管理指導上の欠陥要因の結果は図13である。管理指導上の欠陥要因については「潜在的危険の防止対策(ヒヤリ・ハット、危険予知訓練等)が不十分であった」、「安全教育が不十分であった」、「作業指示内容が明確または適切でなかった」等が各作業共通した要因であり、これ以外の要因の該当率は低い。従って、これらの要因についての管理指導の強化は災害防止の対策につながるであろう。

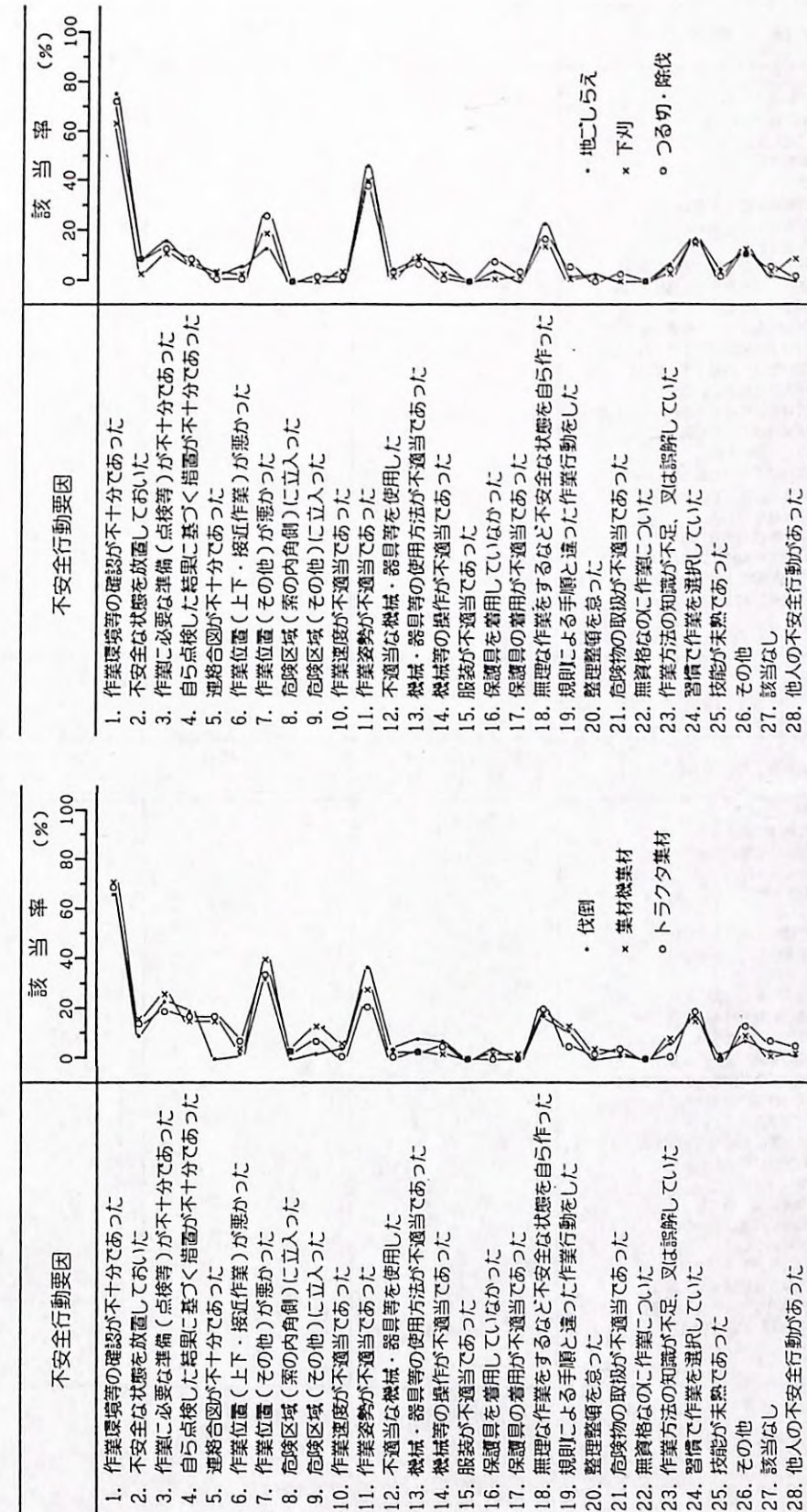


図12. 作業区別の不安全行動要因

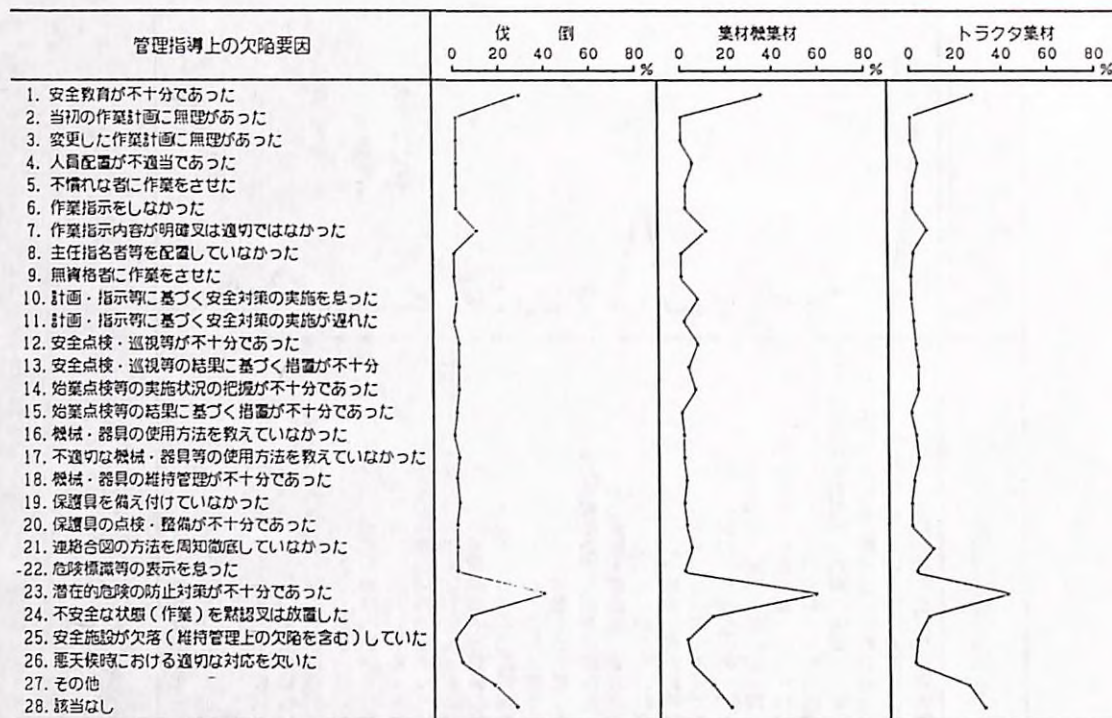


図13. 作業区分別の管理指導上の欠陥要因

表5. 不安全行動要因と管理指導上の欠陥要因

不安全行動要因	コード番号	管理指導上の欠陥要因
作業環境等の確認が不十分であった	1	安全教育が不十分であった
不安全な状態を放置しておいた	2	当初の作業計画に無理があった
作業に必要な準備（点検等）が不十分であった	3	変更した作業計画に無理があった
自ら点検した結果に基づく措置が不十分であった	4	人員配置が不適切であった
連絡合図が不十分であった	5	不慣れな者に作業をさせた
作業位置（上下・接近作業）が悪かった	6	作業指示をしなかった
作業位置（その他）が悪かった	7	作業支持内容が明確又は適切ではなかった
危険区域（索の内角側）に立入った	8	主任指名者等を配置していなかった
危険区域（その他）に立入った	9	無資格者に作業をさせた
作業速度が不適切であった	10	計画・指示等に基づく安全対策の実施を怠った
作業姿勢が不適切であった	11	計画・指示等に基づく安全対策の実施が遅れた
不適切な機械・器具等を使用した	12	安全点検・巡視等が不十分であった
機械・器具等の使用方法が不適切であった	13	安全点検・巡視等の結果に基づく措置が不十分
機械等の操作が不適切であった	14	始業点検等の実施状況の把握が不十分であった
服装が不適切であった	15	始業点検等の結果に基づく措置が不十分であった
保護具を着用していなかった	16	機械・器具の使用方を教えていなかった
保護具の着用が不適切であった	17	不適切な機械・器具等の使用方を教えていなかった
無理な作業をするなど不安全な状態を自ら作った	18	機械・器具等の維持管理が不十分であった
規則による手順と違った作業行動をした	19	保護具を備え付けていなかった
整理整頓を怠った	20	保護具の点検・整備が不十分であった
危険物の取扱が不適切であった	21	連絡合図の方法を周知徹底していなかった
無資格なのに作業について	22	危険標識等の表示を怠った
作業方法の知識が不足、又は誤解していた	23	潜在的危険の防止対策が不十分であった
習慣で作業を選択していた	24	不安全な状態（作業）を黙認又は放置した
技能が未熟であった	25	安全施設が欠落（維持管理上の欠陥を含む）していた
その他	26	悪天候時における適切な対応を欠いた
該当なし	27	その他
他人の不安全行動があった	28	該当なし

（7）各作業区分における災害発生のパターン（表6）

一般に労働災害の発生メカニズムは人と物との関係において生ずる現象として把握されるが、上述した各作業区分における人と物との関係ををまとめると表6のとおりである。表中には各作業区分において発生比率が高いものから順に記述されている。この表により各作業区分における災害発生のパターンを読み取ることができよう。

伐倒作業では枝払い作業中にチェーンソーにより、切れ・こすれの事故が発生するパターンが多くみられ、その時の作業者の行動は作業環境等の確認が不十分であったり、作業姿勢が不適切であったりする傾向であることが分かる。

集材機集材では種々の事故の型が発生しているために一般的なパターンは読み取りにくい。しかし荷掛作業においてワイヤロープや伐倒木により転倒したり、激突されたりするパターンがみられ、作業者は作業環境等の確認が不十分であったり、悪い作業位置で作業をする傾向があることが分かる。

トラクタ集材では荷掛作業中にトラクタにより激突されたり、ワイヤロープにより挟まれたり巻込まれたりする事故パターンが発生し、作業者の行動は集材機集材の場合と同様に、作業環境等の確認が不十分であったり、悪い作業位置で作業をする傾向がある。

地ごしらえ作業は刈払い中にナタや末木枝条により切れこすれの事故が発生するパターンであり、作業者の行動は作業環境等の確認が不十分であったり、作業姿勢が不適切であ

ったりする傾向であることが分かる。

下刈作業では刈払い中にカマにより切れ・こすれの事故が発生するパターンがみられ、つる切・除伐作業ではカマやササ・かん木などにより切れ・こすれの事故が発生するパターンがみられる。なおこれらの作業における作業者の行動は地ごしらえ作業と同様に、作業環境等の確認が不十分であったり、作業姿勢が不適切であったりする傾向が示されている。

表6. 作業区分における災害発生要因と発生比率

作業区分	単位作業	事故の型	起因物	不安全行動要因
伐倒	枝払い 追口切り 退避 刈払い かかり木処理	切れこすれ 飛来・落下 転倒 その他 激突され	伐倒木 チェーンソー 末木枝条 オノ その他(器具機材)	作業環境等の確認が不十分 作業姿勢が不適切 作業位置(その他)が悪かった
集材機集材	荷掛 荷卸し ワイヤ引回し 枝払い	転倒 激突され 墜落・転落 挟まれ巻込まれ 飛来・落下	ワイヤロープ 伐倒木 素材 末木枝条	作業環境等の確認が不十分 作業位置(その他)が悪かった 作業姿勢が不適切
トラクタ 集材	荷掛 運転 退避	激突され 飛来・落下 挟まれ巻込まれ 墜落・転落 転倒	トラクタ ワイヤロープ 素材 末木枝条	作業環境等の確認が不十分 作業位置(その他)が悪かった 作業姿勢が不適切
地ごしらえ	刈払い つる切り	切れこすれ 飛来・落下 転倒	末木枝条 ナタ	作業環境等の確認が不十分 作業姿勢が不適切 無理な作業をするなど不安 な状態を自ら作った
下刈	刈払い 移動	切れこすれ 転倒	カマ その他 ササ・かん木 末木枝条	作業環境等の確認が不十分 作業姿勢が不適切 作業位置(その他)が悪かった
つる切 除伐	刈払い つる切り 移動	切れこすれ 転倒 飛来・落下 その他 激突され	カマ ささ・かん木 ナタ	作業環境等の確認が不十分 作業姿勢が不適切 作業位置(その他)が悪かった

3) 国有林における林業労働者の加齢と労働災害との関係

近年、林業労働力の高齢化は深刻な問題となってきた。林業労働においては労働賃金が低いこと、作業強度が強いこと、危険な作業が多いことなどから若手労働者の確保が難しく、今後も高齢者は林業労働力の重要な部分を担っていくことが予想される。加齢にともない身体諸機能は当然のことながら低下していくが、このような身体諸機能の低下は種々の作業条件下で行われる林業労働に対しては労働災害との結び付きが強いものと考えられる。しかし、加齢にともない身体諸機能等は低下する反面、林業労働に関する知識や経験は豊富になり、労働安全に対する意識も高まってくるものと考えらる。よって、ここでは加齢にともなう労働災害の変化やその関連要因との関係についての分析を進めた。

(1) 加齢にともなう労働災害の変化

最も発生頻件数が多い年代は50歳代で1033件発生している。これは全体災害の約54%の比率を占めることになる。次に発生件数が多い年代は40歳代であり、418件発生している。60歳代を除くと加齢にともない災害の発生件数が上昇している(図14)。

しかし、上述したように国有林における作業員数は加齢にともない増加していることから、各年齢階における作業人員数を考慮した指標により判断することが必要である。そこで、労働者1000人あたりの死傷者数すなわち死傷千人率を求めてみた(図15)。30歳代～50歳代にかけては年齢が高くなるにつれて死傷千人率も徐々に低下するが、60歳代になって再び上昇していることが認められる。若年層では経験が浅く技能が未熟であるために災害発生率が高くなっているものと考えられる。40歳代～50歳代の中年層では経験を積み、技能が向上するために災害発生率が低下しているものと考えられる。なお、60歳代以上の高齢者層で再び災害発生率が高くなるのは、加齢による身体諸機能を含めた作業能力の低下が大きく、経験や技能でカバーしきれなくなるためと思われる。

(2) 加齢と労働災害との関係

①年齢階と作業区分(表7) 表7は伐出作業、造林作業を対象として各作業区分と年齢階とのクロス分析表である。災害発生件数が比較的多い30歳代～50歳代の年齢階をみると、30歳代では伐倒、造材、集材機集材での発生件数が多い。40歳代では伐倒、造材、集材機集材、及び、つる切・除伐作業での発生件数が多い。50歳代では伐倒、集材機集材、トラクタ集材及び下刈り、つる切・除伐作業での発生件数が多い。このように比較的若い年齢層では伐出作業における発生頻度が高いことが認められる。しかし年齢層が高くなるにつれて伐出作業とともに造林作業での発生頻度も高くなる傾向にある。筆者らは民有林の林業労働者を対象としたアンケート調査を通して、高齢林業労働者の多くが造林作業に従事していることを報告しているが¹¹⁾、国有林においても造林作業に従事する高齢者層の比率が高いものと推察され、その結果、高齢者層における造林作業での災害発生頻度が若年層に比べて高くなっているものと考えられる。なお、その背景には伐出作業は造林作業に比べると作業が複雑であったり、肉体的にも体力が必要な要素が多く含まれているために、作業管理指導者も意識的に高齢者を造林作業に従事させているものと思われる。

②年齢階と単位作業 年齢階と単位作業とのクロス分析表において各年齢階ごとに災害発生頻度が高い上位4つの単位作業を示せば次のとおりである(表8)。20歳代は枝払い、刈払い、移動、運転、30歳代は枝払い、刈払い、移動、荷掛、40歳代は枝払い、刈払い、荷掛、退避、50歳代は刈払い、枝払い、移動、荷掛となっている。このように、20歳代～40歳代において最も災害頻度が高い単位作業は枝払いであり、50歳代において最も災害頻度が高い単位作業は刈払いである。

ここで、50歳以下と50歳以上のグループに分けて災害発生件数に占める各単位作業の発生比率を検討すれば次のとおりである(図16)。図からそれぞれのグループともに発生

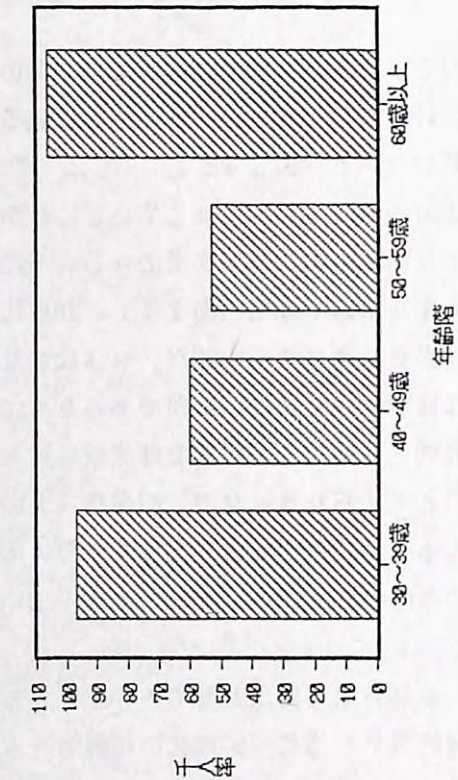


図15. 年齢階別の死傷千人率

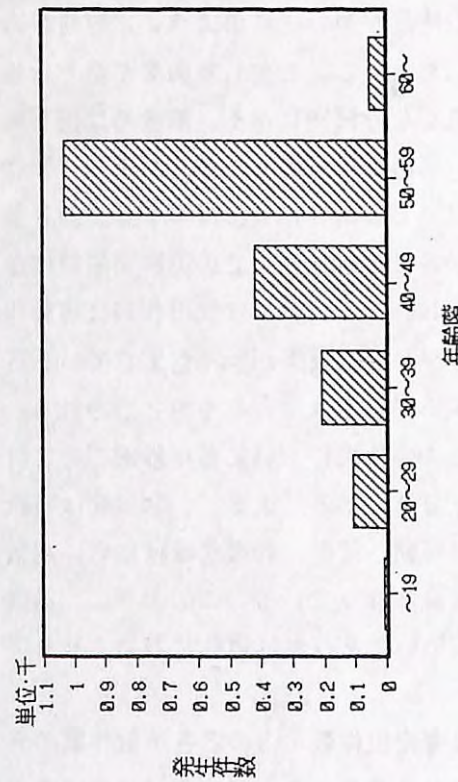


図14. 年齢階別の災害発生件数

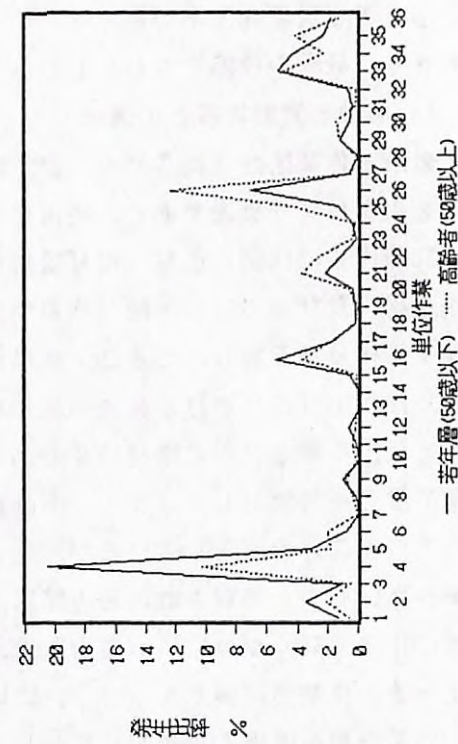


図16. 単位作業ごとの災害発生比率

表7. 作業区分と年齢階とのクロス分析表

作業区分	~19歳	20~29歳	30~39歳	40~49歳	50~59歳	60歳~	不明	合計
伐倒	0	21	78	121	184	8	10	422
造材	0	4	14	25	36	0	1	80
集材機	0	5	28	44	69	0	2	148
トラクタ集材	0	1	10	17	54	0	0	82
巻立て	0	0	5	14	45	2	0	66
トラック運材	0	0	3	3	12	0	1	19
その他	3	7	4	6	27	1	2	50
造林作業	0	0	3	6	35	1	0	45
地ごしらえ	0	2	0	3	8	1	0	14
植付け	0	2	6	13	50	4	0	75
下刈り	0	5	8	29	123	7	7	179
つる切・除伐	1	0	1	3	13	0	2	20
枝打ち								

表8. 年齢階と単位作業とのクロス分析

単位作業	コード番号	~19歳	20~29歳	30~39歳	40~49歳	50~59歳	60歳~	不明	合計
受口切り	1	0	0	2	8	7	0	0	17
追口切り	2	0	1	11	14	22	1	3	52
矢打ち	3	0	0	2	6	6	0	0	14
枝払い	4	1	21	51	78	109	2	3	265
玉切り	5	0	1	7	15	19	1	0	43
かかり木処理	6	0	0	1	5	21	1	1	29
据え付け	7	0	0	0	0	1	0	1	2
支柱組立解体	8	0	0	1	0	4	0	0	5
ワイヤ引直し	9	0	0	4	4	9	0	0	17
パイプ引直し	10	0	0	0	0	2	0	0	2
小屋掛け	11	0	0	1	0	4	0	0	5
盤台作設解体	12	0	1	1	3	3	0	0	8
試運転	13	0	0	0	0	1	0	0	1
木登り	14	0	0	0	0	1	0	0	1
ワイヤかけ	15	0	0	3	1	2	0	0	6
荷掛け	16	0	2	13	25	40	0	1	81
荷卸し	17	0	2	3	8	20	0	0	33
信号・誘導	18	0	0	0	2	3	0	0	5
スタンプ換え	19	0	0	1	1	1	0	0	3
木寄せ	20	0	0	2	1	7	0	0	10
はえ積み	21	0	0	5	11	39	1	0	56
測尺	22	2	2	3	2	26	3	1	39
苗木運搬	23	0	1	0	0	4	1	0	6
植穴掘り	24	0	0	0	3	3	0	0	6
つる切り	25	0	2	3	5	45	3	4	62
刈払い	26	0	10	15	27	125	8	3	188
巻落し	27	0	0	0	5	5	0	0	10
薬剤散布	28	0	0	0	0	2	0	0	2
点検整備	29	0	1	3	5	13	0	0	22
修繕	30	0	0	1	3	16	0	0	20
索の修繕	31	0	0	2	1	2	0	0	5
除雪	32	0	0	2	3	2	0	1	8
移動	33	0	10	14	15	51	2	0	92
退避	34	0	3	9	20	25	0	1	58
運転	35	0	8	2	7	44	1	3	65
同乗	36	1	3	3	6	14	0	0	27
その他	37	3	33	35	125	314	24	20	554
不明	MISSING	1	5	5	9	21	0	36	77
合計		8	106	205	418	1033	48	78	1896

比率が高い単位作業は共通していることが分かる。また、発生比率の高い単位作業の中で、枝払いや荷掛などの作業では50歳以下のグループの方が50歳以上のグループに比べて発生比率が高いものの、刈払いやはえ積みなどの作業では50歳以上のグループの方が50歳以下のグループに比べて発生比率が高いことが示されている。

③年齢階と事故の型 各年齢階ごとに事故の型の災害発生比率をみると転倒・墜落、飛来・落下、切れ・こすれ等の事故の型の発生比率が高く、年齢階と何らかの関係がみられる(図17)。そこで、これらの事故の型について年齢階ごとの発生比率を求めてみた(図18)。図から分かるように、転倒による事故の発生比率は年齢が高くなるにしたがって上昇し、特に50歳代から60歳代にかけての上昇率が高いことが認められる。切れ・こすれによる発生比率は転倒の場合とは逆に、若い年齢層での発生比率が高く、年齢が高くなるにしたがって低下していく。また、飛来・落下については30歳代～50歳代までの発生比率は13.2～14.6%の範囲にあり、これらの年代間での差は少ない。しかし20歳代や60歳代に比べると発生比率は高くなっている。

年齢が高くなるにつれて転倒による事故の発生比率が高くなることは、加齢にともなう足腰の強さや機敏性などの身体的諸機能の低下が何らかのかたちで影響を及ぼしているものと推察される。また、年齢が高くなるにつれて切れ・こすれによる発生比率が低下していくことは、切れ・こすれの発生事故はチェーンソーや刈払機、カマなどの手持ち工具によって発生するであろうことが表6の結果から推察され、加齢にともないこれら手工具の取扱や作業のやり方などの技術の向上や災害防止にあたっての知識の蓄積などによるものと考えられる。

④年齢階と人的要因との関係 ここでは人的要因として不安全行動要因と管理・指導上の欠陥要因との関係についてみていくことにする。年齢階と不安全行動要因の該当率において年齢階と何らかの傾向をもつ要因について示したものが図19である。「作業姿勢が不適切であった」とする不安全行動要因は若い年齢層で比較的高く、加齢にともないわずかながら低下する傾向をみせている。これは中高年層の方が林業労働に対して熟練していることや経験が豊かであることにより、自然と作業姿勢も良くなっているものと思われる。また、これとは逆に「習慣で作業をしていた」とする不安全行動要因の該当率は中高年層の方がわずかに高いことが示されており、年をとるに従い林業労働に対する技能や経験が豊かになる一方、いつもの習慣で作業をしてしまう油断があることを示しているものと思われる。

管理・指導上の欠陥要因については「潜在的危険の防止対策が不十分であった」や「作業指示内容が明確又は適切でなかった」とする要因の該当率が若い年齢層の方でわずかに高い傾向がみられた。しかしながら管理・指導上の欠陥要因については若い年齢層、中高年層ともにあまり明確な違いはみられなかった。

(労働科学研究室 今富裕樹)

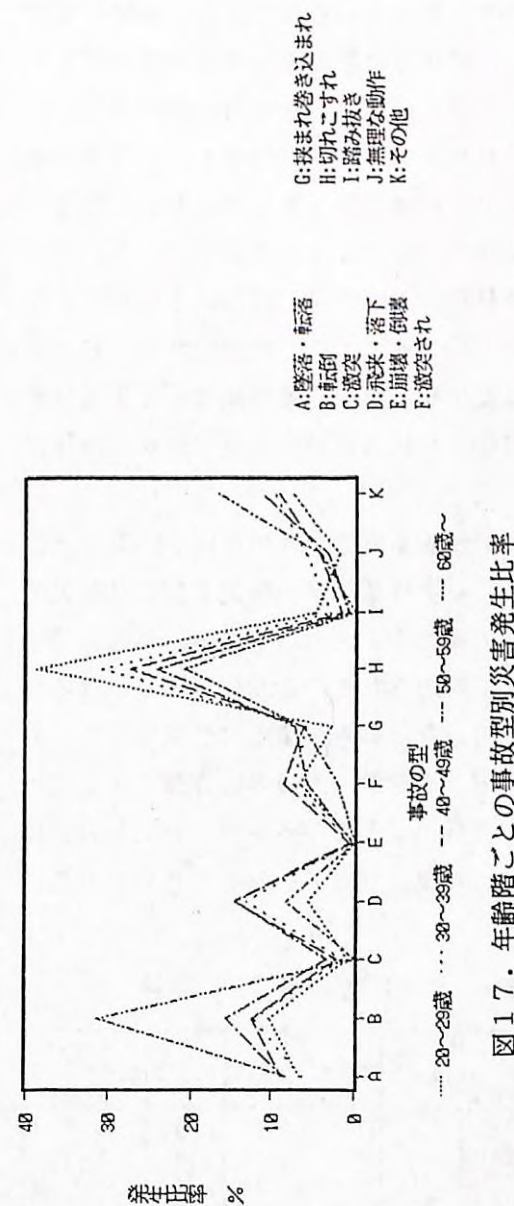


図17. 年齢階ごとの事故型別災害発生比率

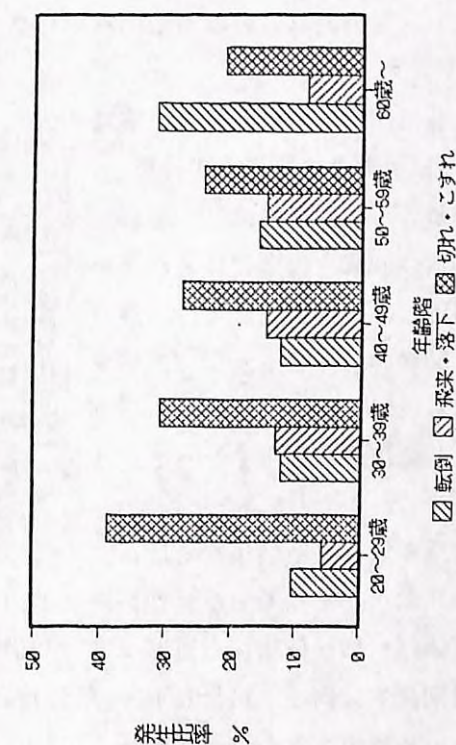


図18. 事故型別の年齢階と災害発生比率との関係

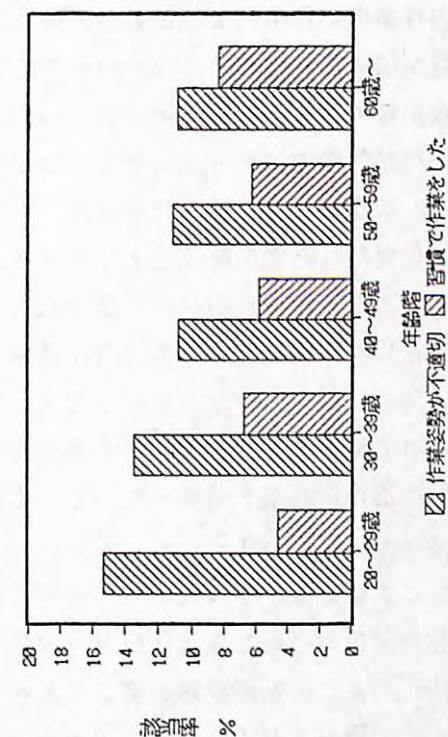


図19. 年齢階と不安全行動要因との関係

2. 林内作業車の作業による災害の要因分析

現在我が国人工林は1千万haの約6割が間伐を必要とするといわれており、基盤となる適正な伐出技術体系の確立が望まれている。しかし、間伐等の非皆伐作業は皆伐作業に比べ作業条件が劣勢でコスト高になることが多いことから、解決すべき技術的課題が多い。このような状況の中で、林内作業車は、主として私有林において事業規模・資本力等の制約から、低規格な路網の密度を上げながら、小規模できめ細やかな集材方法として急速な伸びを示しており、最近の林内作業車による集材は10年間で約6倍にも達している。1992年3月31日現在の統計でも林内作業車（小型運材車）20PS未満、20PS以上併せて前年度比4%増の26,715台となっており確実に普及が進んでいることをうかがわせる。さらに、林業就業者の減少・高齢化等労働力が質的・量的に変化しており、機械化などによる林業生産活動の活性化が至上命題となっているが、このような状況に対応した労働安全の確保が重要になってきている。

そこで、本研究は、林内作業車（小型運材車）に関連する労働災害の原因を調査・分析し、森林作業に適合した作業仕組みを確立するための安全作業基準の作成並びに林業労働災害の防止のための基礎資料を得ることを目的として実施されたものである。林内作業車は全国各地で使用されているが、本報告では特によく使用されている九州地区における林内作業車使用時の労働災害87事例について調査・分析した。林内作業車の作業内容は、木寄せ、積み込み、運行、荷卸し、材整理、始動・後始末、道作設・架線等の作業にまたがっていたが、使用機種が不明のものが多く、機種別の分析ができなかったが、おおむね、積載量1トン未満のゴム製履帯型の林内作業車が分析の対象になっていたものと思われる。

1) 林内作業車の労働災害の実態

(1) 被災者の属性等の分析

①年齢 災害発生は50～59歳、40～49歳、60歳～の順に件数が多い。作業内容とのクロス集計では、運行～50～59歳の17件をトップに木寄せ、積み込み～50～59歳、運行、木寄せ～40～49歳の件数が多くなっている（表9）。

②経験年数 経験年数では、20～29年、10～19年の発生件数が多いが、1～4年でもかなりの件数が発生している。作業内容とのクロス表では、運行～20～29歳をトップに積み込み、運行～10～19歳、木寄せ～20～29歳等で災害件数が多くなっている。

③月別発生傾向 11月をトップに3月、9月が続く、さらに8月、5月、12月の順になっている。作業内容とのクロスでは、運行～11月、積み込み～8月、運行～3月が多い。

表9. 作業内容と作業者の年齢

年齢 作業内容	～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～	計
木寄せ	1	1	4	6	9	3	20
積み込み	1		2	5	8	5	23
運行		1	7	17	17	4	31
荷卸し			1	1	4	1	7
材整理			1	1	1		3
始動・後始末			1	1	1		3
道作設・架線				1			1
計	2	2	8	22	39	13	86

④時間変動 午後

4時台、午前11時台、午後2時台で発生頻度が高くなっている。作業内容との関係では、運行～16時台が多いが顕著な傾向は認められない（表10）。

表10. 作業内容と発生時間

月 作業内容	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	不明	計
木寄せ		1	2	3		1	2	5	4	1	1	20
積み込み		1	4	4	1	1	5	4	4	1	2	23
運行	3	3	5	5	1		5	2	7		1	31
荷卸し			3	3	1		2		1			7
材整理									1			1
始動・後始末				1					1			2
道作設・架線		1	1									2
計	3	6	7	16	3	2	14	11	18	2	4	86

(2) 災害内容、発生場所、起因物

①災害発生場所 災害発生場所は、集材地、作業路が多く、これだけで82%を占めている。作業内容と発生場所のクロス

表11. 作業内容と発生場所

をみるとその関係がよく分かる。集材地での災害の多くは、木寄せ、積み込み作業にその発生件数が際だっており、作業車を運行する前作業での災害が多いことが分かる。また、運行作業では当然のことながら、作業路での発生件数が多く、それに集材地が続いている（表11）。

年齢 作業内容	集材地	林道	作業路	土場	荷台	材上	計
木寄せ	18		1		1		20
積み込み	17		3	2		1	23
運行	10	1	18	1	1		31
荷卸し	1	1		5			7
材整理						1	1
始動・後始末	1	1	1				3
道作設・架線	2						2
計	49	3	23	8	2	2	87

②起因物 起因物の分析では、立木、林地、作業路、集材木、伐根、ワイヤーロープに起因する災害が多いことを示していた。作業内容と起因物の関係では、運行～立木、運行～作業路が際立って多いが、積み込み～起因物なしも見逃せない（表12）。

③不安全状態 作業場所不安定、作業空間不良、物の置き方不良、作業場乱雑、不安全状態なしに多い。作業内容との関係では、運行～作業空間不良が際立って多く、積み込み～物の置き方不良、なし、木寄せ～作業場乱雑、運行～作業場所不安定が続いている（表13）。

④起因物と不安全状態 起因物と不安全状態との関係をみると、立木～作業空間不良が圧倒的に多い。ここでは、作業空間不良という言葉で表現しているが、これらの大部分は林内作業車と立木の間に作業者が挟まれたというものであり、作業車（人間）と林内作業車と立木の位置関係について充分配慮すべきことを示唆している。そのほか、作業路、林地～不安定、伐根～作業場乱雑、積荷材、集材木～置き方不良等に多く、これらの点について充分注意しなければならない（表14）。

表 1 2 . 作業内容と起因物

起因物 作業内容	林地	作業路	立木	造材木	集材木	積荷材	荷降材	伐根	作業車	ワイヤ	土場	その他	なし	計
木寄せ	3			1	4			4	2	3			3	20
積込み	3			2	4				1			2	6	23
運搬	4	9	10			4		3			1	2	1	31
荷卸し						1				2		3	1	7
材整理							1						1	1
始動・後始末										1		2	1	3
道作設・架線													1	2
計	10	9	11	3	8	5	2	7	3	6	1	8	14	87

表 1 3 . 作業内容と不安全状態

不安全状態 作業内容	不安定	設備	機械	防護装置 安全装置	材料	通路	置き方	作業空間	作業場	足元	地形	なし	計
木寄せ	3			4		1	1	1	6		1	3	20
積込み	3		2	1	1		7	1	2			6	23
運搬	6					2	1	12	3		2	2	31
荷卸し	1	1		1			2		1			1	7
材整理	1											1	1
始動・後始末			2				1					1	3
道作設・架線												1	2
計	14	1	4	6	1	3	12	14	12	3	3	14	87

表 1 4 . 起因物と不安全状態

不安全状態 起因物	不安定	設備	機械	防護装置 安全装置	材料	通路	置き方	作業空間	作業場	足元	地形	なし	計
林地	4							1	1	2	2		10
作業路	6					2		11			1		9
立木													11
造材木	1				1		1		4				3
集材木	1						3						8
積荷材							5						5
荷卸し	1					1	1		6				2
材整理													7
始動・後始末			1	2			2	1					3
道作設・架線				3									6
ワイヤ										1			1
土場	1	1	3	1				1	1				8
その他												14	14
計	14	1	4	6	1	3	12	14	12	3	3	14	87

(3) 不安全行動

①作業内容と不安全行動 不安全行動とは、災害発生の人間側の要因を言い、極めて重要なものであるが、災害要因分析としては主観が入りやすいので、この傾向を緩和するため、ここでは、災害の要因となった不安全行動を複数個選んで（マルチアンサ）いるので、全体の数が災害事例数を越えている。全体的な傾向としては、①作業環境確認不十分が圧倒的に多く、②作業位置が不適當、③操作ミスが続いている。作業内容との関係では、運行-①、②、③、積込み-①、木寄せ-①、②、荷卸し-①の件数が多い、作業内容の違いによる不安全行動の特徴を表している（表15）。

表 1 5 . 作業内容と不安全行動

不安全行動 作業内容	準備	確認	連絡 合図	手順	作業 速度	作業 位置	姿勢	規則	機器 誤用	操作 ミス	危険 立入	整理 整頓	短絡 行動	他人の 行為	計
木寄せ		9	3	2	2	8	1		1	5	3	1		2	37
積込み	3	10	3	1		3	4		1	4	1			3	33
運搬	2	21		1	4	8	1	1		8			1	1	48
荷卸し	1	6		1		4	1								13
材整理						1							1		2
始動・後始末		1	1	2		1				1					7
道作設・架線	1	2								1					3
計	7	49	7	7	6	25	7	1	2	19	4	1	2	6	143

(4) 不安全状態と不安全行動

表16は不安全状態と不安全行動のクロス表である。一般に災害発生のメカニズムは、人と物との関係において生ずる現象として把握されるが、ここでは、人的要因としての不安全行動と物的要因としての不安全状態（起因物の状態）のかかわりで検討してみる。不安全行動がマルチアンサのため、数字は災害件数より多くなっているが、頻度の高いのは

表 1 6 . 不安全状態と不安全行動

不安全行動 不安全状態	準備	確認	連絡 合図	手順	作業 速度	作業 位置	姿勢	規則	機器 誤用	操作 ミス	危険 立入	整理 整頓	短絡 行動	他人の 行為	計
不安定	1	8	1	1	3	4	2			2			1		23
設備		1				1									2
機械	1	2	2	2		1			1	3	1				9
防護装置		2				2								1	10
安全装置				1											0
材料	1	3			1									1	2
通路	1	8		1		2				3	1				6
置き方	2	9	1			6				4				1	18
作業空間	1	9	1			5				2					21
作業場		3								1					17
足元		4	2	1	2	1				1			1		5
地形						2	5	1		4	1			3	5
なし															23
計	7	49	7	6	6	24	7	1	2	21	3	0	2	6	141

①作業環境確認不十分－作業空間不良，作業場乱雑，姿勢不良－不安全状態なし等の組み合わせとなっている。

不安全状態や不安全行動の判定は主観に左右されやすいが，災害防止対策上極めて重要な項目である。作業内容と不安全状態，不安全行動の関係において頻度の高いものを図示すると図20のようになる。

また，全体的にこれらの関係をみると，物の側の不安全な状態による災害は全体の83.9%，人の側に不安全な行動が存在する災害が全体の100.0%であった。つまり全体の83.9%は物の側に不安全な状態があった，さらに人の側にも不安全な行動があった場合であり，不安全な行動のみによるものは16.1%であった（図21）。

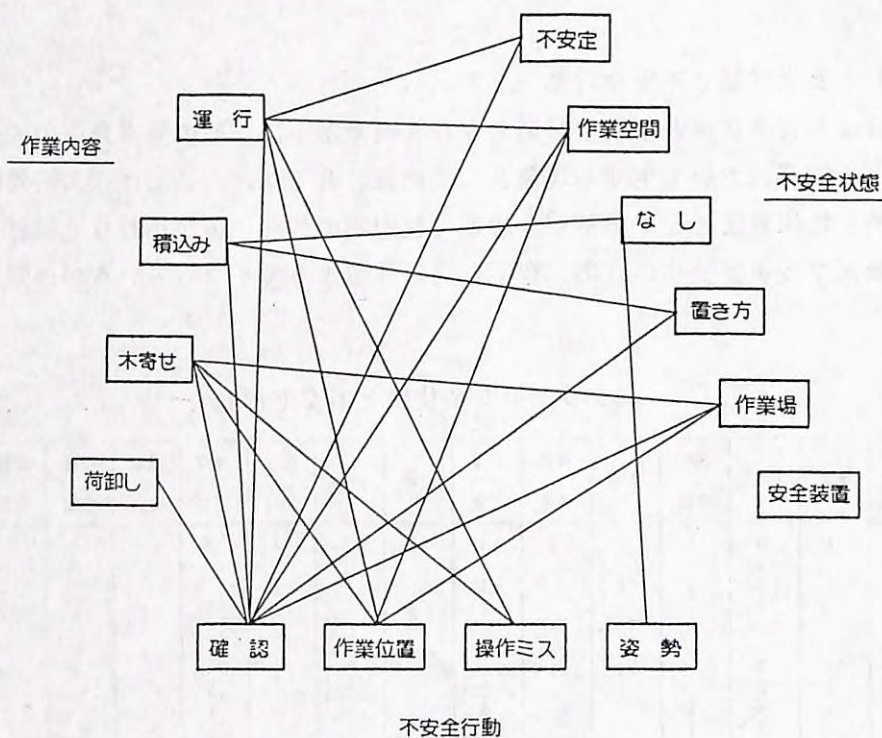


図20. 作業内容，不安全状態，不安全行動の関係

(5) 事故の型

①作業内容と事故の型 分析の結果は，挟まれ・巻き込まれが圧倒的に多く，激突され，激突が続いており，この3種類の事故の型で全体の77%を占めている。作業内容との関係では，運行－挟まれ・巻き込まれ，激突され，激突，木寄せ－挟まれ・巻き込まれ，激突され，積み込み－挟まれ・巻き込まれの頻度が高く，これだけで60%に達している（表17）。

②起因物と事故の型 起因物と事故の型をみたのが表18である。挟まれ・巻き込まれ型の災害が多いことから，挟まれ・巻き込まれ－立木，林地，集材木，なしに多いが，そのほかはかなり分散的である。

作業内容と起因物と事故の型の関係において，労働災害の発生頻度の高いものを選ぶと図22のようになる。

(6) 障害部位，障害名，休業日数

①障害部位 障害部位は単独の場合もあるが，大部分は複数の部位であることが多い。ここでは死傷病報告に記載されている第一番目の障害部位を集計してある。躯幹，手，足，下肢の順になっており，この合計で全体の90%を占める。作業内容との関係では，運行－躯幹，積み込み－手，躯幹，木寄せ－手等の頻度が高くなっている（表19）。

②障害名 ①と同じく第一番目記載の障害名で検討すると，骨折，挫創，打撲の順になっており，全体の82%を占める。作業内容との関係では運行－骨折，打撲，挫創，木寄せ－挫創，骨折，積み込み－骨折，捻挫，打撲等の頻度が高くなっている。

③障害部位と障害名 障害部位と障害名のクロス集計では，躯幹－打撲，手－骨折をトップに手－挫創，躯幹－骨折，足－挫創，骨折が続いていた。

④休業日数 21～30日の頻度が高い。休業30日以下が全体の69%を占めていた（表20）。

表17. 作業内容と事故の型

事故の型 作業内容	墜落・転倒	転倒	激突	飛来・落下	激突され	挟まれ・巻き込まれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	計
木寄せ		1	1		6	11	1			20
積み込み	1		4	2	2	9	2		3	23
運行		1	5	1	6	16		1	1	31
荷卸し	2			3	1	1				7
材整理				1						1
始動・後始末				2	1					3
道作設・架線		1			1					2
計	3	3	10	9	17	37	3	1	4	87

表18. 起因物と事故の型

事故の型 起因物	墜落・転落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	挟まれ・巻き込まれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	計
林地		1	2		2	6				10
作業路			3		1	3		1		9
立木			1		1	9				11
造材木					2		1			3
集材木			1		2	5				8
積荷材			2	2	1					5
荷卸材				1	1					2
伐根			1		3	3				7
作業車						3				3
ワイヤ	1	1			1	2	1			6
土場						1				1
その他	1			2	3	2				8
なし	1	1		1	1	5	1		4	14
計	3	3	10	6	18	39	3	1	4	87

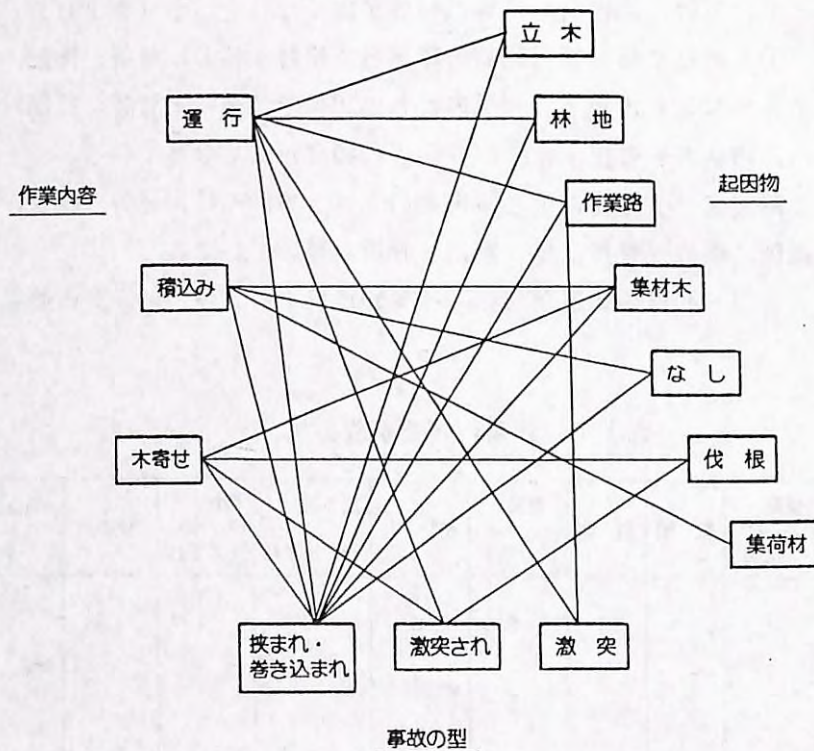


図2.2. 作業内容，起因物，事故の型の関係

表19. 作業内容と障害部位

障害部位 作業内容	頭	顔	頸	躯幹	上肢	手	下肢	足	計
木寄せ			1	4	1	7	2	5	20
積み込み	1	1	1	7		8	2	3	23
運行				12	2	5	7	5	31
荷卸し	1			1	1	1		3	7
材整理							1		1
始動・後始末						2	1		3
道作設・架線						1	1		2
計	2	1	2	24	4	24	14	16	87

表20. 作業内容と休業日数

休業日数 作業内容	-10	11-20	21-30	31-50	51-80	81-	死亡	不明	計
木寄せ	1	1	13	1	3			1	20
積み込み	3	7	7	1	4	1			23
運行	2	5	13	1	7	2	1		31
荷卸し	1	2	1	1	1	1			7
材整理			1						1
始動・後始末		1			1	1			3
道作設・架線			2						2
計	7	16	37	4	16	5	1	1	87

2) CTA手法による労働災害の分析

(1) CTAについて

労働災害に関連する要因は幾つもあり，しかもこれらの要因の相互関連の上に成り立っている。従って真の安全対策樹立のためには，これらの諸要因の相互の影響あるいは関連等についての分析が必要になる。災害発生の時間経過は諸要因の関連を理解する場合に重要な要素である。そこで，CTA (Causal Tree Analysis) を用い，災害が発生するに至るまでの過程・状況の推移を分析することにする。

CTAは「原因樹法」，「原因樹分析法」などと呼ばれ，フランスで開発された災害分析法である。CTAでは，作業活動の単位として「アクティビティ」という概念を用いて，災害発生の時間経過の要素を明らかにするために，災害発生のプロセスを示すCTダイアグラムを作成する。アクティビティはつぎの5要素で表わした。

- ①人的要素 (I) ②作業内容に関する要素 (T) ③物・機械・設備等に関する要素 (M)
- ④物理的作業環境要素 (EP) ⑤管理的作業環境要素 (Es)

CTAの基本的考え方は，労働災害発生経過をこれらの5要素で結び (CTダイアグラムの作成)，5要素が災害発生にどのように影響したかを明確にしようとするものである。

(2) CTダイアグラムの作成

災害発生の経過を明らかにするために、ここでは類似のものを除き54災害事例についてのCTダイアグラムを作成した。各事例ごとに災害発生に関連した事象の全てについてのアクティビティ要素を整理し、災害の発生状況を時間経過に従って示した例が図23である。ここに示すCTダイアグラムは、「労働者死傷病報告に」基づいて作成したものである。従って、災害情報の内容やその精粗等の点で再検討を要する点が少なくない。しかし、このようなCTダイアグラムを描くことによって、森林作業現場の特殊な条件や事象が災害発生にどのように影響しているかを知ることができる。具体的には、CTダイアグラムから上に述べた5つの要素（アクティビティ）ごとの出現率や要素間の影響の程度等を分析することによって効果的な検討が出来る。さらに、アクティビティの具体的な内容について若干検討してみる。

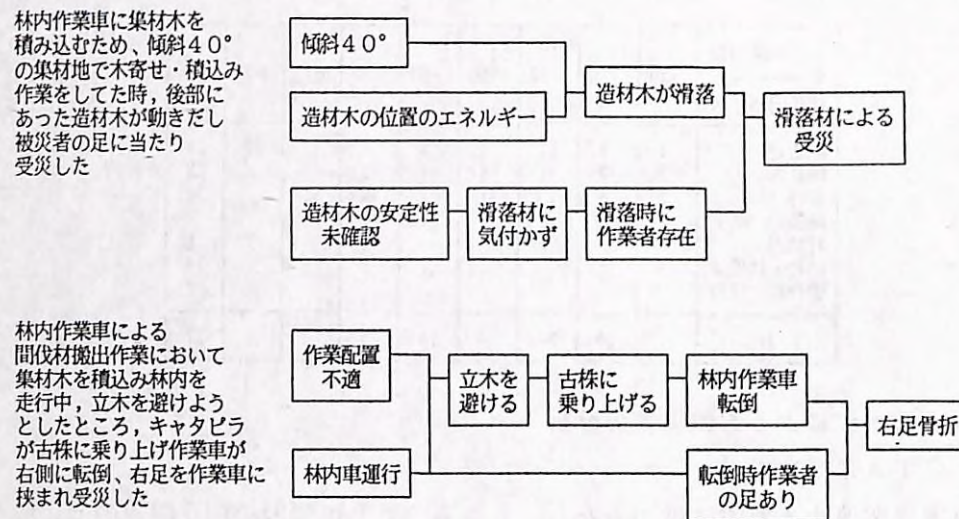


図23. CTダイアグラムの例

(3) アクティビティ要素の出現率

上に述べた5種類（ここでは4種類）のアクティビティ要素ごとに、災害発生に関連した出現頻度を示したのが表21である。作業内容の違いによって大きな差は認められないが、それでも作業の内容によってある程度の特徴がみられる。人的要素はどの作業も40%前後で差がない。木寄せ作業では物理的作業環境要素、積み込み、荷卸し、その他では作業内容に関する要素、運行では物・機械等に関する要素が高くなっており、それぞれの作業の特徴をよく表わしている。

(4) アクティビティ要素間の影響確率

アクティビティ要素間の相互関係をさらに詳しく知るために、それぞれの要素がどの要

素に対して影響しているかを調べてみた。つまりどの要素の次にどの要素がくるか、先行事象と後続事象との関係を求めた要素間影響マトリックを作成した（表22）。これらの各要素間の連続状況をみると災害発生の状況の性質により一層理解することができる。これを、作業区分別にみることにする。

①木寄せでは人的要素→人的要素の値が大きい、続いて物理的環境→人的要素、物理的環境→物理的環境、作業→人的要素、作業→物理的環境等の災害要素間の繋がりが災害発生の原因となっている。

②積み込みでは、人→人、作業→人・作業、物理的環境→人の値が大きい。

③運行では、人→人、作業→人の値が大きい、さらに、物・機械→人、作業→物・機械、人→物・機械というように、この作業では物・機械の要素が災害発生の原因になることが多くなるのが特徴的である。

④荷卸しでは、作業→物理的環境の値が大きい事が特徴的である。

このように林内作業車に関する作業はどの作業をみても、人的要素に始まる要素間の関連が災害発生に大きく関与していることが分かる。また、作業に関する要素間の確率が大きいことも各作業に共通であり、これら2要素に関連する組み合わせが災害発生に極めて重要な意味をもつことが分かる。

さらに、木寄せ、積み込み、荷卸しでは、物理的作業環境が人的要素に影響を与え、それが災害発生にかかわる要素になったり、作業が物理的環境に影響を与えたりしているのも見逃すことができない。運行では、当然のことではあるが物・機械に関連する要素が重要であることも分かる。

表21. 要素別出現率

	人的要素	作業	物・機械	物理的環境
木寄せ	0.40	0.28	0.04	0.28
積み込み	0.44	0.36	0.04	0.16
運行	0.41	0.27	0.17	0.15
荷卸し	0.44	0.36	-	0.20
その他	0.37	0.45	0.08	0.08
計	0.41	0.31	0.09	0.19

表22. 作業内容別要素間影響確率

			後 続 事 象 の 要 素			
			人的要素	作 業	物・機械	物理的環境
先行 事象 の 要素	木 寄 せ	人的要素	0.32	0.01	-	0.04
		作 業	0.10	0.08	0.03	0.10
		物・機械	0.04	-	-	-
		物理的環境	0.15	0.01	-	0.12
	積 込 み	人的要素	0.33	0.03	0.05	0.03
		作 業	0.17	0.14	-	0.07
		物・機械	0.02	-	-	0.01
		物理的環境	0.12	-	-	0.03
	運 行	人的要素	0.28	0.01	0.09	0.02
		作 業	0.16	0.05	0.10	0.02
		物・機械	0.12	0.01	0.02	-
		物理的環境	0.05	0.02	0.04	0.01
	荷 卸 し	人的要素	0.40	-	-	0.04
		作 業	0.15	0.04	-	0.18
		物・機械	-	-	-	0.04
		物理的環境	0.11	0.04	-	-
	そ の 他	人的要素	0.28	0.06	0.06	-
		作 業	0.19	0.19	0.08	0.06
		物・機械	0.06	-	-	-
		物理的環境	0.06	-	-	-
	計	人的要素	0.31	0.02	0.05	0.03
		作 業	0.15	0.08	0.06	0.06
		物・機械	0.06	0.00	0.01	0.01
		物理的環境	0.09	0.01	0.02	0.04

(5) アクティビティ要素の具体的な内容

上で災害発生に関与するアクティビティ要素の重要性をみたので、次に、すでに示したCTダイアグラム(図23参照)の内容を具体的に検討し、アクティビティ要素の内容がどのようなものであるかを調べてみた。全体的にみて出現頻度の高いものをあげる。

①木寄せ ○人的要素：確認不十分，作業者存在 ○作業：ウインチ操作 ○物と機械：ワイヤ ○物理的環境：集材木，造材木，根株

②積込み ○人的要素：足が滑る，つまずく，足元確認不十分，作業者転倒，作業者(足)存在，合図不十分，無理な姿勢 ○作業：人力積込み，共同作業，積荷材不安定 ○物理的環境：積荷材，傾斜地，滑りやすい林地

③運行 ○人的要素：路網の安定性確認不十分，立木確認不十分，退避できず，作業者(足)あり，足をとられる，操作ミス ○作業：作業路の配置・整備，後進運転 ○物と機械：作業車根株乗り上げ，立木に接近，滑る，転倒 ○物理的環境：滑り易い作業路(雨，凍結)，立木

3) 林内作業車災害防止対策上の留意点

いままでの分析結果から，林内作業車にかかわる災害防止対策をたてる際のポイントになるものを検討した。

林内作業車の労働災害の実態分析において，労働災害の基本的特性をさぐり，特に作業内容別の災害発生場所，起因物，不安全状態，不安全行動，事故の型等の関係について分析した。また，CTA手法による災害分析を行い，災害発生の時間的経過を明らかにするなかで，災害発生の単位としてアクティビティ要素の概念を用い，災害を①人的要素，②作業内容に関する要素，③物・機械・設備等に関する要素，④物理的作業環境要素の側面から，その繋がりや発生の頻度を明らかにした。そこで，それらを総合したかたちで災害防止対策の留意点を以下のように総括した。

(1) 木寄せ関係

①ウインチ等を用いて材を引き寄せるときは，伐根などの障害物によって材が激突したり，転落することがあるので注意する。②引寄材が障害物に引かかったときは，そのまま引寄せない。③重なり合っている材を引き寄せるときは，上の材から引き寄せようにする。④材の引き寄せ中は，材が落下したり転落したりすることがあるので，安全な場所への退避を励行する。⑤材を引き寄せるとき危険区域からの合図はしない。⑥木寄せ作業を共同で行う場合には，相互の連絡合図を十分に行う。⑦退避場所はワイヤーロープの外角で危険のない場所を選ぶ。⑧荷掛けに際し，伐根や集材木等足場の条件に十分注意する。また，転動するおそれのある材の上に不用意に乗らない。⑨斜面で作業を行う場合は，上下作業にならないように注意する。また，荷掛け等は，斜面の上方から

近づく。

(2) 積込み関係

①人力積込みを行う場合には，積込みの時の手の離し方に注意する。②積込み作業において，林地で滑ったり障害物に足をとられたりすることが多いので，足元の確認を十分に行う。③積込み作業を共同で行う場合には，相互の連絡合図を十分に行う。④トビ等手工具を使つての共同作業では，他人の作業位置，作業行動に十分注意する。⑤積荷材が不安定であると，材が落下することがあるので，積荷の固定は完全に行う。⑥人力積込み作業は無理な姿勢で行わない。⑦体力以上のものを，人力積込みしない。

(3) 運行関係

①林内作業車の作業路の配置は，作業車が通過できる余裕のあるものにする。特に，カーブ等で立木が支障にならないように配慮する。②作業路の作設は，土質・含水率など現場の条件に応じて決めるが，無理な勾配は避ける。③林内の簡易な作業路であっても，根株は完全に切り下げ，林内作業車の走行に支障のないようにする。④林内作業車では，伐根等の障害物は避け，無理な走行はしない。⑤作業路を走行するときは，路面の安定性について十分注意をする。⑥やむを得ずバック走行を行う場合は，足元，作業位置，作業空間等を十分確認する。⑦雨や凍結等による滑りやすい坂道では，急カーブの運転に注意し，運転速度は適正速度を守る。⑧間伐林等の林内走行では，立木に接近することが多いので，立木の位置・配置に十分注意する。⑨林内作業車の立木への接近，伐根への乗り上げ，転倒等，緊急時の場合の退避方法，操作方法についても十分研究し，訓練しておく。

(4) 荷卸し関係

荷卸し作業は，積荷材の状態を十分確認して行う。

(5) 管理関係

労働災害の実態分析で管理的要素については触れていないので，ここでは簡単に示す。

①林内作業車による諸作業は，時々刻々作業内容や作業場所，作業条件が変化するので，要注意作業と場所では意識レベルを上げるための危険予知訓練が必要である。②作業方法，作業手順が明確に定められていない。これらについての作業マニュアルの作成が望まれる。③作業方法，作業手順等林内作業車の作業マニュアルに基づいた教育訓練が必要である。

(労働科学研究室 豊川勝生)

3. 集材機集材作業の災害要因の分析

最近の集材機集材作業は、短スパン化、簡易架線の増加、自走式搬器やモービルタワーヤードの導入などで索張り方式に大きな変革がみられる。我が国は、北海道を除いて急傾斜地が多いことから、タワーヤードを主とする架線型のシステムを高性能林業機械システムの一部として検討するところが多くなってきている。1992年3月31日現在の統計では、タワーヤードは33台にすぎないが、今後急速に増加することが予想されている。

タワーヤードは、①移動性を高め架設・撤去等の副作業が少ない ②ドラム近傍のロープの配置が簡潔、正確となる ③道沿いに材を集積することで土場が少なく済む ④集材機運転と荷卸しとを兼ねることができる等さまざまな利点ある。

しかし、一方では、路上のタワーに材が引き寄せられるため、荷卸し土場に十分余裕がないと、狭い土場で作業をすることになり、非能率となるばかりでなく、作業安全上も好ましくない。また、タワーヤード集材は軽架線が多いことから、地形条件に応じた索張り法が選択できないと、生産性の向上は期待できないし、荷掛けのためのフックの引込みは労働強度が大きくなる等、作業安全上のマイナス要因もみられる。

このように、タワーヤード集材には、安全側のプラスの面とマイナスの面が考えられるが、重要なことは、タワーヤードによる集材作業の持つこれらの特徴が、従来型の架線集材に比較して、安全性が大であると考えられることである。

本章は、タワーヤードによる集材作業に関連する労働災害の原因を調査・分析するのが目的である。しかしながら、前述のようにタワーヤードは、導入の歴史が浅く絶対数が少なく、従って労働災害事例もは皆無であるといつてよい。そこで、従来の各種集材機集材作業にかかわる労働災害事例の原因分析を行い、集材機集材作業に適合した作業仕組の確立や災害防止対策を検討し、従来型集材作業とタワーヤード集材の災害を比較することにより、タワーヤード作業の安全性を考察することにした。

調査対象は、昭和62年～平成2年の集材機集材作業の労働災害 679事例である。調査事例は、荷掛、架設、荷掛退避、荷卸、撤去、木寄せ、点検修理、材整理、移動、始動、荷掛直し、積込みなど24の作業であった。

1) 集材機集材作業の労働災害の実態

(1) 被災者の属性等の分析

①年齢 災害発生件数は50～59歳で多く全体の約50%を占め、次いで60～69歳、40～49歳が続いている。作業内容とのクロス集計では、架設、荷掛、荷掛退避、荷卸、撤去、点検修理-50～59歳、荷卸、荷掛退避-60～69歳、架設-40～49歳の件数が多くなっている(表23)。

②経験年数 経験年数では、20～29年、30～39年、10～19年で災害発生件数が多いが、～4年でもかなりの件数発生している。作業内容とのクロス表では架設、荷卸、荷掛退避

-21～29年、荷掛、荷掛退避-10～19年、架設、荷掛退避、荷卸-30～39年で災害件数が多くなっていた。

③月別発生傾向 森林作業の中でも、労働災害の発生状況に季節的な変化がみられるものがある。集材機集材作業の全体的傾向としては、月別に顕著な傾向はみられない。3月、4月、6月、2月、12月などが比較的多いが、少ない月との差もそれほど大きくはない。従って、作業内容とのクロスも分散傾向にある。荷掛、荷掛退避-2, 9, 11, 3, 4, 6月、架設-6, 3, 7, 12, 10, 11月、荷卸-2, 4月などで災害発生が多くなっていた。

④時間変動 午前10～11時台、午後2～4時台で発生頻度が高く、これらで全体の約72%を占める。作業内容との関係では、荷掛(荷掛退避を含む)、荷卸は午前、午後ともかなりの発生がみられるが、架設では午前9～11時の発生頻度が比較的高いのが特徴的である(表24)。

(2) 作業内容、発生場所、起因物

①作業内容 作業内容についてはすでにそれぞれの表に示されている。発生頻度の高い作業内容は、架設、荷掛け、荷掛退避、荷卸し、撤去、木寄せなどである。なかでも荷掛は荷掛退避を含めると30%を超え、災害発生率の極めて高い作業である。ただし、架線集材作業の中で、木寄せ、造材に関する災害事例が多くみられたが、タワーヤード集材との関係が希薄であるため、意図的に除外して分析を進めている。

②災害発生場所 集材機集材作業は架線系の集材作業を行うところに特徴がある。区分の仕方にもよるが、災害事例の精度等もあって災害発生場所を大区分すると、集材地と区分した場所での発生が圧倒的であり、全体の60%近くを占めている。さらに土場(盤台)が24%、つづいて樹上、集材機付近での災害が多くなっているが、その比率は小さい。作業内容と発生場所のクロスをみるとその関係がよく判る。集材地での災害の多くは、荷掛、荷掛退避、架設、木寄せ、撤去作業にその発生件数が際立っており、なかでも荷掛、荷掛退避は集材地での災害頻度で最も大きい位置を占める作業であって、集材地災害の約46%を占める。また、荷卸作業(材整理を含む)では当然のことながら土場(盤台)での災害が多い。さらに架設作業が樹上で多いのも見逃せない(表25)。

③起因物 起因物は、集材木が圧倒的に多く全体の30%以上を占めている。そのほかは、林地、ワイヤロープ、土場、足場、支柱、引戻索、スリング、末木枝条、滑車などに起因する災害が多い。なかでもワイヤロープ、引戻索、滑車などは集材装置を構成する要素であって、装置が起因物となる頻度が高いのも集材機集材作業の特徴である。このような従来型の集材装置とタワーヤード型の集材装置の違いが災害発生に影響すると考えられるが、このことについては、後述する。作業内容と起因物の関係では、荷掛、荷掛退避、荷卸、木寄せ、材整理-集材木が際立っており、いずれも集材木が起因物となるケースが

多い。集材木は、作業内容によっていくらか形態を異にする場合もあるが、集材した木を取り扱う場合で、木寄せし、荷を引出し・吊り上げ、荷を卸す各工程が該当する。重量物である集材木を扱うことは、安全作業の上で極めて留意すべき事柄であると考えられた。そのほか、ワイヤロープ、林地、足場－架設の事例も多い。これら作業のタワーヤードとの違いは後で考察する（表26）。

④不安全状態 起因物の不安全状態は、接触30%，不安定30%，滑りやすい21%，の3要因で約80%近くを占める。不安全状態なし10%も見逃せない。作業内容との関係では荷掛・荷掛退避－接触，不安定，荷卸し－不安定，架設，撤去－不安定，滑りやすい，などでの発生頻度が大きくなっている（表27）。

⑤起因物と不安全状態 起因物と不安全状態との関係をみると集材木－不安定，集材木－接触，林地－滑りやすいが圧倒的に多い。起因物の項でも述べたが，これらの大部分は集材木に激突され，集材木が飛来・落下，あるいは挟まれたというものである。集材現場では集材目的物である集材木が，作業環境として起因物になることに充分注意すべきである（表28）。

（3）不安全行動

不安全行動の分析は，災害防止対策上極めて重要な分析となるが，人間側の要因はその判定も曖昧になりがちであることから，ここでは，災害発生の要因となった不安全行動と考えられるものを複数個選んでいる（マルチアンサ）。全体的な傾向としては，①環境確認不十分，②作業位置が不適當が圧倒的に多く，③操作方法（ミス）が続いている。作業

内容との関係では，架設－①，②，③，荷掛・荷掛退避－①，②，荷卸－①，②，撤去，点検修理－①での発生件数が多く，作業内容の違いによる不安全行動の特徴を現している（表29）。

表23．作業内容と年齢

年 齢	～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～	不明	計
作業内容									
荷 掛		3	11	17	56	18			105
荷掛直し				3	9	2			15
荷掛退避		2	6	18	50	22		1	99
荷 卸			5	13	34	23	4		79
荷卸退避		1		1	3	1			6
木 寄 せ		2	1	7	19	10	2		41
積 込			4	1	3	1			9
架 設		5	10	22	67	17			121
撤 去		2	2	12	26	9	1		52
株 替 え			1	1	3	2			7
足場作り					1				1
盤台作設		1		1	3	4			9
索 継 ぎ	1	1	1	1	2			1	7
点検修理	1		3	3	20	5	1		33
材 整 理	1	2	4	9	15	6	2		39
移動立	1		2	1	6	2			12
巻立材				1	2	2			5
造材尺				3	2	4			9
測尺動			1		1				2
始動図					2	4			6
合 図						1			1
運 転			1	3	5	3			12
集材機据付				2	4				6
巡 視					1				1
計	4	19	52	119	334	136	10	3	677

表24．作業内容と発生時間

時 間	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	不明	計
作業内容												
荷 掛	1	5	11	14	11	3	10	15	17	17	1	105
荷掛直し		3	1		3			4	1	3		15
荷掛退避		7	17	11	13	1	11	11	16	10	2	99
荷 卸		3	3	13	14	1	7	18	17	3		79
荷卸退避			1		1			1		3		6
木 寄 せ			4	10	6	1	3	5	8	4		41
積 込			1	3	1			1		3		9
架 設		3	18	28	27	1	9	13	14		2	115
撤 去	1	2	10	7	9	1	4	10	2	5	1	52
株 替 え						3	3	1				7
足場作り									1			1
盤台作設			1	3		1		1	3			9
索 継 ぎ			1	1	1		1			3		7
点検修理		2	3	1	4	1	3	4	5	9	1	33
材 整 理		2	1	7	4	2	7	5	8	3		39
移動立				1	2		3	3	1	2		12
巻立材				2			1	1		1		5
造材尺		1		3	1	1		1	1	1		9
測尺動				1					1			2
始動図		2	5				1					8
合 図				10								10
運 転			3	3			2		2	1	1	12
集材機据付				4				1		1		6
巡 視				1								1
計	2	30	80	123	97	16	65	94	98	69	8	682

表25．作業内容と発生場所

場 所	集材地	土 場	林 道	集材機	集材機	樹 上	荷 台	集 材	はい上	梯子上	その他	計
作業内容				そば				木 上				
荷 掛	87	14	1					3				105
荷掛直し	14	1										15
荷掛退避	96	2						1				99
荷 卸	1	70	1			1			6			79
荷卸退避		6										6
木 寄 せ	38	2						1				41
積 込		4	1				4					9
架 設	81	3	4		4	23		2		4		121
撤 去	37	2	1			9	1			1		51
株 替 え	7											7
足場作り					1							1
盤台作設		8	1									9
索 継 ぎ	4	1	2									7
点検修理	15	1		1	10	4				1	1	33
材 整 理		34						1	4			39
移動立	11			1								12
巻立材		4							1			5
造材尺	1	8										9
測尺動		2				1						2
始動図				1	6							8
合 図	1											1
運 転	2			7	2		1					12
集材機据付	2				3		1					6
巡 視	1											1
計	398	162	11	10	26	38	7	8	11	6	1	678

表26. 作業内容と起因物

[illegible]

表 27. 作業内容と不安全状態

不安全状態 作業内容	滑りやすい	不安定	接触	揺れ	作業速度	作業空間	退避場所	作業場	機械	足場	負荷速度	不良品	ねじれ	強度不備	安全装置	なし	計
荷掛直し	24	35	31			1	1	3			1			1		8	105
荷掛退避	1	2	10			1			1				1				16
荷掛退避	12	14	60					5			6			1		4	98
荷掛退避	8	40	19	3		1		1						3			79
荷掛退避		6															6
木寄せ	9	20	3													9	41
積込	1	1	2			1		1								3	9
架設	33	37	24							1	5			4		17	121
撤去	16	18	7	1	1						1			1	1	6	52
株替	2	3	1								1						7
足場作り	1																1
盤台設置	7	1														1	9
索継ぎ	2	1	2													2	7
点検修理	7	3	13							1	1	1		1		6	33
材整理	10	11	9							1						8	39
移動	5	2	4					1									12
巻立	1	3	1														5
造材	1	1	7														9
測尺		1														1	2
始動	2		3													2	8
台図			1														1
運転		1	7								2			2			12
集材	2	1	1													2	6
巡視																	0
計	144	201	205	4	1	4	1	11	2	3	17	1	1	13	1	69	678

表28. 起因物と不安全状態

起因物	計	な	し	計
不安定	144	202	205	4
滑りやすい	1	1	1	1
接触	112	80	2	1
揺れ	1	1	1	1
作業速度	1	1	1	1
作業空間	1	1	1	1
退避場所	1	1	1	1
作業場	1	1	1	1
機械	1	1	1	1
足場	1	1	1	1
負荷速度	1	1	1	1
不良品	1	1	1	1
ねじれ	1	1	1	1
強度不備	1	1	1	1
安全装置なし	1	1	1	1
計	217	68	26	22
立木	3	1	1	3
集材木	13	61	17	91
林地	112	5	9	126
足場	17	17	9	36
支柱	8	9	11	30
荷上索	1	2	11	14
引戻索	2	2	12	16
循環索	3	11	4	18
ワイヤ	3	11	36	50
ナイローブ	1	3	3	7
スリング	1	3	11	15
足場横木	1	3	3	7
末木校条	1	3	11	15
土場	21	3	1	25
積荷材	1	1	1	3
チェンソー	1	1	1	3
ハンドル	2	1	1	4
搬器	2	2	1	5
荷掛滑車	1	3	6	10
滑車	4	1	1	6
トビほか	1	2	1	4
主索	1	1	3	5
クリップ	2	2	2	6
台付索	1	1	1	3
ワイヤ針	1	1	1	3
つる	4	4	4	12
集材機	2	2	2	6
ハシゴ	3	2	2	7
はい	2	6	1	9
Vベルト	3	3	3	9
ウインチ	1	1	1	3
地下足袋	1	1	1	3
安全バンド	1	1	1	3
岩石	1	2	2	5
林道	2	2	2	6
根株	2	7	7	16
その他	1	4	4	9
なし	69	69	69	207
計	679	679	679	2079

表29. 作業内容と不安全行動

作業内容	確認	合図	作業速度	位置	姿勢	誤動作	操作方法	使用方法	危険立入	保護具	他人行動	準備不足	整理整頓	規則	手順	なし	計
荷掛	77	6	2	63	4	2	16				1						172
荷掛直し	10	1		4			8			1							24
荷掛退避	32	22	1	80	2		2		4		1						144
荷卸	48	12		60	6		10				1		1				138
荷卸退避	1	3		5					1								10
木寄せ	19	2		18	7	1	12										58
積込	5	4		5	1	1											16
架設	64	6		36	20	1	39	5	1	10	1	2		1	1	1	188
撤去	24	2		11	7		19	3		5	1						73
株替え	2			2	1		3										8
足場作り	1			1													2
盤台設置	4			5	4		1				1						15
索継ぎ	1	1	1	1			5	1			1						11
点検修理	22	1		8	5		17			1				1			55
材整理	21	2	1	18	10		10										62
移動	9			1	2	1	1										14
巻立	2			3			1										6
造材	6			7			3			1							17
測尺				1	1		1										3
始動	4						8										12
図転	6			1			5										11
合運	6			2													17
集材機据付	4	1		4			1									4	10
巡視				1													1
計	367	63	5	337	70	6	162	9	6	18	7	2	1	2	1	6	1057

(4) 不安全状態と不安全行動

表30は不安全状態と不安全行動のクロス表を示したものである。災害発生メカニズムは一般的に「人」と「物」との関係において生ずる現象として把握される。ここでは、人的要因として不安全行動、物的要因として不安全状態をとりあげ、両者の関係を考察してみる。頻度の高いのは、①作業位置不適當－作業場所不安定、接触しやすい、②確認不十分－滑りやすい、接触しやすい、作業場所不安定等の組合わせである。

不安全な状態や不安全な行動は、本来災害防止の上で欠かすことのできない要因である。しかし、その客観的な判定は極めて難しく慎重な考察が必要である。作業内容と不安全状態、不安全行動の関係において災害発生頻度の高いものを選ぶと図24のようになる。「荷掛（荷掛退避を含む）」、「架設」、「荷卸」などでの災害発生は「確認不十分」や「作業位置不適當」などの不安全行動と「接触しやすい」、「作業場所不安定」、「滑りやすい」などの不安全状態の相互作用に起因するものが多いことが分かる。

集材機集材作業全体について、不安全状態と不安全行動の関係をみると、物の側の不安全な状態による災害は全体の90.2%、人の側の不安全な行動による災害が全体の99.4%となる。物の側に不安全な状態があつて、さらに人の側にも不安全な行動があつた場合は89.7%、不安全な状態及び不安全な行動のないもの0%であつた（図25）。

表30. 不安全状態と不安全行動

不安全行動	確認	合図	作業速度	位置	姿勢	誤動作	操作方法	使用方法	危険立入	保護具	他人行動	準備不足	整理整頓	規則	手順	なし	空白	計
滑りやすい	104	1	4	43	34		22	1		12	1	1						223
不安定	109	20	1	135	11		45	2	1	3		1	1					330
接触	106	22		116	3	1	52	2	1	2	2			1		2		310
揺れ	3	1		3	1													8
作業速度					1													1
作業空間	2	3		3														8
退避場所	1			1														2
作業場	7	3		7	1			1			1					1		20
機械	1	1		1														4
足場	1	1		3	1													6
負荷速度	1	3		6	2		3	1	4							2		21
不良品	1			1														2
ねじれ	1						1											2
強度不備	4	1		6			3			1						1		16
安全装置				1			1											2
なし	22	7	1	11	16	5	34	3			3			1				103
計	362	63	6	337	70	6	162	9	6	18	7	2	1	2	1	6		1058

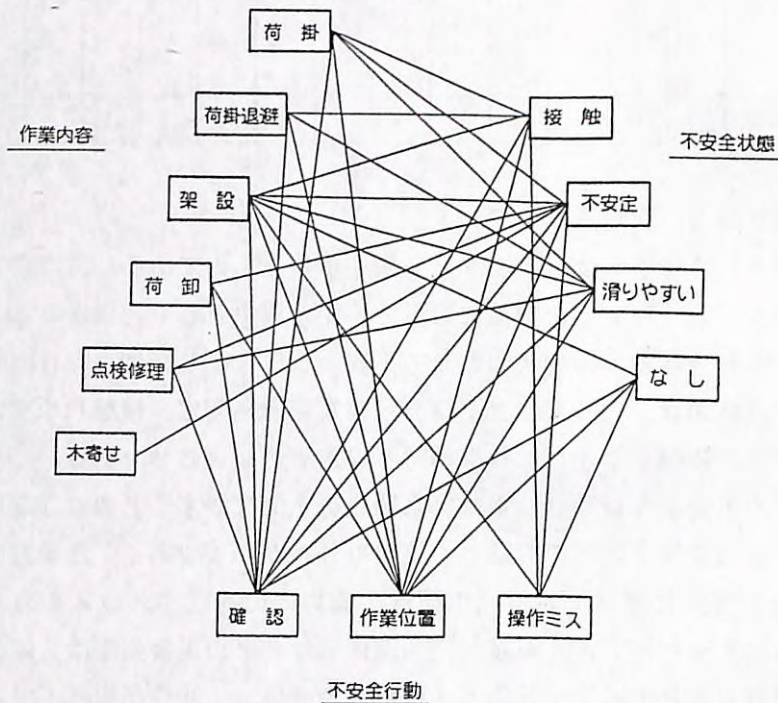


図24. 作業内容、不安全状態、不安全行動の関係

(5) 事故の型

①作業内容と事故の型 分析の結果は、激突されが多く約30%，挟まれ・巻き込まれ，墜落・転落，転倒が続いており，この4種類の事故の型で全体の76%を占めている。荷掛・荷掛退避，荷卸，架設激突され，架設，撤去－墜落・転落，架設，荷卸－挟まれ・巻き込まれ，荷卸，架設－転倒，荷掛退避－飛来・落下の頻度が高くなっている（表31）。

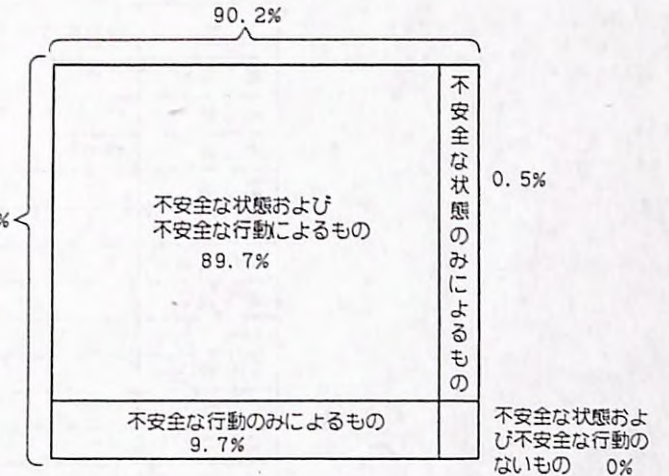


図25. 労働災害と不安全な状態・行動の関係

②起因物と事故の型 起因物に集材木が多いことから，集材木－激突されが圧倒的に多い。続いて集材木－挟まれ・巻き込まれ，転倒，飛来・落下，墜落・転落などの頻度が高い。そのほか林地－転倒，墜落・転落，ワイヤー－激突され，足場－墜落・転落の組合わせも多い。また，起因物なしでも挟まれ・巻き込まれや激突されの災害が多くなっていた（表32）。作業内容と起因物と事故の型の関係において，災害発生頻度の高いものを選ぶと図26のようになる。

表31. 作業内容と事故の型

事故の型	墜落・転落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	挟まれ	切れこすれ	踏み抜き	高温	有害物	無理な動作	破裂	計
荷掛	10	14	8	7		36	21	4	3			2		105
荷掛直し	2	1	1		1	4	7							15
荷掛退避	8	14	5	19		50	1	1				1		99
荷卸	7	16	3	8	1	26	17					1		79
荷卸退避	1			2		3								6
木寄せ	1	10	1	2	1	15	7					4		41
積込み	1		1			3	3					1		9
架設	41	15	7	4	2	22	19	8				4		115
撤去	15	7	1	2	1	16	5	3	1					51
株替え	1	2	1	2		1								7
足場作り	1													1
盤台作設	4					1	1	2				1		9
索継ぎ			1			2	1	3						7
点検修理	6	1	3			5	12	2		1	1	1	1	33
材移動	7	10	4		1	6	8					3		39
巻立て	3	7				1	1							12
造材尺	1	1	1	1	1	2	4							5
始動						1		2						9
図取			2			2		1						2
合運	1		1	1		3	5			1				11
集材機据付						1	4					1		12
巡視		1				1								6
計	108	101	33	48	8	205	116	26	4	2	1	19	1	672

表32. 起因物と事故の型

起因物	事故の型	計
墜落・転落	18	109
転倒	25	101
飛来・落下	5	40
衝突・倒壊	19	48
溺死・窒息	4	8
接触・擦傷	104	205
切れ・こすれ	38	116
踏み込み	1	26
高温	1	4
有毒物	1	2
無理な動作	2	1
破裂		19
計		679
なし	3	69
その他	2	11
根 株	1	9
林 道	1	2
岩 石	1	5
安全バンド	1	1
地下足袋	1	1
ウイインチ		2
Vベルト		3
は い	4	9
ハ シ ゴ	4	5
集 材 機		4
つ る	2	4
ワイヤ針		1
台 付 索		3
クリップ		4
主 索	2	5
トビほか		4
滑 車	1	6
チルホール	1	1
荷掛滑車	1	12
搬 器		5
ハンドル		4
チェンソー		2
積 荷 材	1	3
土 場	6	27
末木枝索	2	15
足場横木	2	5
スリング		15
ナイローブ	1	7
ワイヤ	4	56
循環索	1	7
引 戻 索	1	17
荷 上 索	1	19
支 柱	11	22
足 場	17	26
林 地	18	68
集 材 木	18	217
立 木	2	3

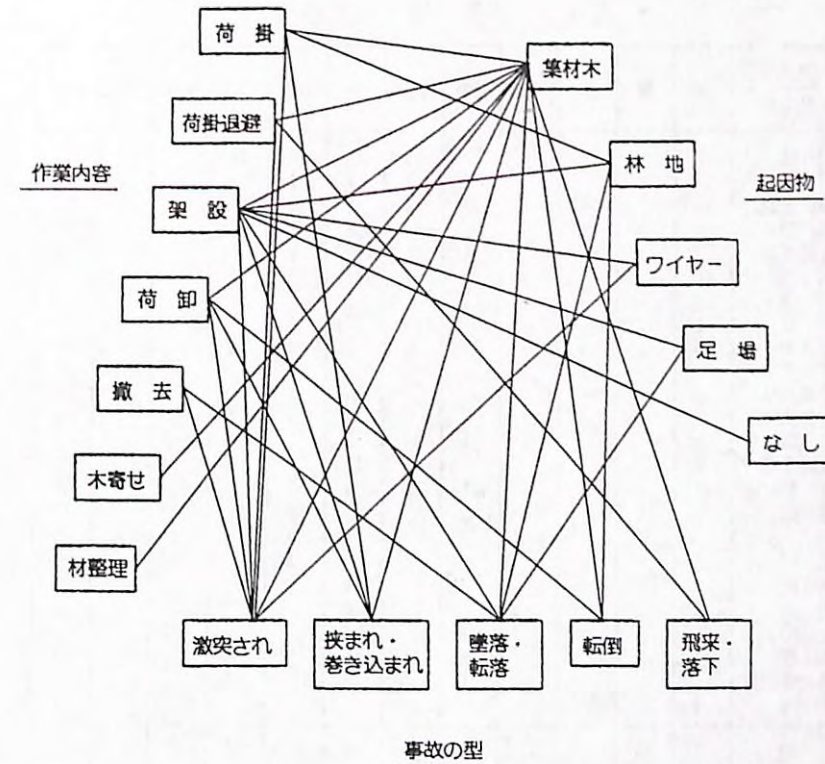


図26. 作業内容, 起因物, 事故の型の関係

(6) 障害部位, 障害名, 休業日数

①障害部位 障害部位は単独の場合もあるが、複数の部位が障害を受けることも多い。ここでは死傷病報告に記載されている第1番目の障害部位をとりあげた。障害部位は、躯幹、手、足、下肢の順になっており、この合計で全体の約76%を占める。作業内容と障害部位のクロスでは、荷掛、荷卸-躯幹、架設-躯幹、手、荷掛退避-躯幹、頭などの頻度が高くなっている(表33)。

②障害名 障害名についても①と同様の要領で集計した。この結果、骨折が圧倒的に多く、打撲、挫創が続いており、全体の79%を占める。作業内容との関係では荷掛、荷掛退避、架設、荷卸、撤去のいずれでも骨折が多くなっている。そのほか、荷掛、荷掛退避、荷卸、架設-打撲などの災害が多い。

③休業日数 休業日数は、21~30日の頻度が高く、11~20日が続いている。1ヶ月以上の災害が約30%を占め、また4.3%が死亡災害となっていた(表34)。

表33. 作業内容と障害部位

障害部位 作業内容	頭	顔	眼	頸	躯幹	上肢	手	下肢	足	全身	不明	計
荷 掛	8	4	1	4	33	3	18	16	18			105
荷掛直し					4	2	7	1				14
荷掛退避	25		6	4	33	4	4	10	13			99
荷 卸	7	3			27		5	17	19			78
荷卸退避	1	1			1			1	2			6
木 寄	1			1	13	1	4	10	11			41
積 込	2				2		2	1	2			9
架 設	8	3	4	2	47	6	27	8	16			121
撤 去	5	3	4	1	17	6	7	4	5			52
株 替			1			1		3	1		1	7
足場作り								1				1
盤台作設			1		5		1	1	1			9
索 継			3		1		3					7
点検修理	3	1	2		5	1	12	6	3			33
材 整	3				11	1	6	7	11			39
移動	1	1		1	5		1	2	1			12
巻 立					2			1	1	1		5
造 材	5							3				9
測 尺		1					1					2
始 動	1	1					6					8
合 図					1							1
運 転					2	1	6	2	1			12
集材機据付					1		3		2			6
巡 視	1											1
計	71	18	22	13	210	26	113	94	107	2	1	677

表34. 作業内容と休業日数

休業日数 作業内容	～10	11～20	21～30	31～50	51～80	81～120	121～	死亡	不明	計
荷 掛	11	25	33	3	20	7	3	3		105
荷掛直し	4	3	5		1	1	1			15
荷掛退避	12	13	30	11	12		2	11	2	93
荷 卸	10	14	27	8	11			3		73
荷卸退避	1	1	1	1		1		1		6
木 寄	4	5	17	8	5	2				41
積 込		1	2	2	2	1		1		9
架 設	14	21	48	5	19	6		7	1	121
撤 去	7	9	21	5	5	3		1	1	52
株 替	1	2	3		1					7
足場作り					1					1
盤台作設	2		5	1		1				9
索 継	2	2	3							7
点検修理	2	3	16	3	2	6		1		33
材 整	4	11	14	1	7	1				38
移動	2	2	7		1					12
巻 立		1	2	1				1		5
造 材	2	2	3	1	1				1	10
測 尺	1		1							2
始 動	1	1	3	1	1	1				8
合 図			1							1
運 転		1	6		3	2				12
集材機据付		1	4			1				6
巡 視				1						1
計	80	118	252	52	92	33	6	29	5	667

2) 集材機集材作業における労働災害の要因

集材機集材作業の安全対策を考える上で基本となる災害原因について考察する。これらには4M (Man, Machine, Media, Management) の側面やCTA (Causal Tree Analysis) におけるアクティビティ要素 (人的要素, 作業要素, 物・機械的要素, 作業環境要素) などの考え方があるが, ここではこれらを勘案し, 災害事例の中から出現頻度の高い要素を抽出することにした。それを取りまとめたものが表35である。本表では災害発生件数の多い作業内容として荷掛け, 荷掛け退避荷卸し, 架設, 撤去をとりあげ, 人的要素, 作業要素 (機械的, 人的), 機械・器具要素, 作業環境要素の4側面から考察している。これらは, 集材機集材作業の労働災害発生要素であって, 安全作業推進上極めて重要なキーワードとなるものと考えられる。

表35. 集材機集材作業の災害発生要素

作業要素 作業内容	人的要素	作業要素		機械・器具要素	作業環境要素
		機械的	人的		
荷掛け	作業環境確認不十分 作業位置不適當 操作ミス	LB引き込み 荷上げ索巻き上げ 搬器返送 スリッパ返送	荷掛・スリッパ掛け 荷掛け直し 歩行 (移動), 合図 作業索・フックを引く 材整理	作業索 (引戻索, 荷上索) LB	集材木 林地 末木枝条
荷掛け退避	作業位置不適當 作業環境確認不十分 連絡・合図不適當	LB引き込み 横取り 荷吊り上げ 荷上げ索巻き上げ	合図 退避 歩行 (移動)	作業索 (引戻索, 荷上索) スリッパ	集材木 林地
荷卸し	作業位置不適當 確認不十分	荷下げ 搬器上げ	荷卸し・スリッパはずし 集材木誘導 はい作業 歩行, 退避	作業索 スリッパ	集材木 土場 (盤台) はい
架設	作業環境確認不十分 作業位置不適當 操作ミス 無理な姿勢 保護具	索張り上げ	樹上作業, 索引き回し リフトロープ引き回し ブロック取付け 索固定, 運搬歩行 索巻取り, 片付け 索継ぎ, 索切断 支柱作設, 搬器取付け 集材機据え付け 移動・歩行	作業索 主索 ワイヤーロープ 搬器 滑車	支柱 集材木 林地 足場
撤去	作業環境確認不十分 操作ミス 作業位置不適當		樹上作業 ブロックはずし 運搬歩行 ワイヤーロープ撤収 支柱撤収 搬器おろし ワイヤ切断	作業索 主索	支柱 林地

3) 集材機集材作業の安全作業上の留意点

集材機集材作業の労働災害の実態分析を通じて、その基本的特性をさぐり、特に作業内容と災害発生場所、起因物、不安全状態、不安全行動、事故の型、障害部位・名等との関係を明らかにした。次に集材機集材作業における災害発生の要素を人的要素、作業要素（機械的、人的）、機械・器具要素、作業環境要素に分けて発生頻度の高いものを抽出した。ここでは、これらを基に、集材機集材作業の安全作業にあたっての留意点を述べる。これらの留意点は、従来型の集材機集材作業に関するものであるが、タワーヤード集材作業を実施する場合にもチェックが必要である。ただし、これらの留意点はタワーヤード集材が該当しない場合がある。タワーヤード集材の安全性の特徴はさらに次の項で検討する。

(1) 荷掛作業・荷掛退避作業

①集材木は重なりあったり、作業索が絡んだりして不安定状態にあることが多い。荷掛け箇所では集材木の安定を充分確認する。②重なり合っている集材木を荷掛するときは上方から行う。また傾斜地では斜面の上方で荷掛けする等、スリング掛けや荷掛直し等では適当な作業位置に注意する。③ロージングブロックを引込むまえに、他の作業者等の退避を確認し、ロージングブロックが完全に停止、安定してから荷掛けを行う。④荷上索や引戻索等の作業索に張力がかかっているときは、内角作業をしない。⑤荷掛や荷掛退避で、移動歩行する場合は集材木ばかりでなく林地、末木枝条、根株等足場に注意する。また、転動するおそれのある集材木の上に不用意に乗らない。⑥集材木が障害物に引っかかり、引戻索や荷上索が引っかかりたりして作業索を動かす必要等がある場合、作業索を十分ゆるめ、作業索に張力がかかっていないことを確認して行う。また作業索を引っ張ったり、つかんだりするときも索が急に動いたりするので注意する。⑦ロージングブロックの引込み、荷上索による横取りや巻上げ時は、重錘、荷掛滑車、スリング、集材木の飛来等、種々の危険が伴うので、安全な場所への退避を励行する。⑧運転者と荷掛者、荷卸者との連絡合図は、定められた者が、定められた箇所から、定められた方法で確実に行う。⑨荷掛重量は最大使用荷重を超えないように、スリング1本あたりの吊荷本数は3本以下にする。⑩荷掛直しは索に張力がかかっていることが多い。索の張力を確認して作業をする。

(2) 荷卸作業

①土場（盤台）に集材木が搬入する場合は、材が転落したり、回転したりする危険があるので安全な場所に退避する。また、集材木の安定を確認して退避場所を離れる。②スリングはずし等の荷卸作業は、集材木が完全に接地し、スリングが十分ゆるみ、重錘等が完全に安定したことを確認して行う。③土場（盤台）での共同作業では、集材木の状態を充分確認し、さらによく連携を保って作業する。④土場（盤台）上での移動は、滑り

やすいので足場に十分注意する。⑤運転者と荷卸者との連絡合図は、定められた者が、定められた箇所で、定められた方法で確実にを行う。

(3) 木寄せ作業

①ツル、トビは十分点検し、正常なものを使用する。②作業位置に十分注意し、集材木をよく確認し、材が滑落する方向での作業や上下作業をしない。③トビによる木寄せ作業や移動歩行では、林地、末木枝条、根株等足場の安全に注意する。④共同作業で集材木を動かすときは、お互いの連携を図り、かけ声等で実施する。⑤重なりあっている材を動かすときは、上方の材から整理する。また、斜面の作業では斜面の上方から材に接近する。⑥人力木寄せ作業では無理な姿勢をとらない。

(4) 架設

①支柱の作設やブロックの取付等の樹上作業は、保護具を使用し足場を確実にして行う。②ナイロンロープ等のリードロープの引き回し作業では、集材木、林地、末木枝条、根株等の状態を充分確認し、足場に注意して作業を行う。③リードロープ、作業索、主索の結合に当たっては、引き抜けないような方法で行う。④リードロープの引き回し作業では、ロープが滑車や末木枝条に引っかかった時等、張力のはね返りに注意する。⑤ブロックの取付け、ワイヤロープの固定や切断等に当たっては、ワイヤロープの張力を常に確認する。⑥ワイヤロープの引き締め、巻き取り時は、集材木、末木枝条、根株等の接触に注意し、安全な場所へ退避する。⑦重量物の運搬作業では、無理な姿勢はさけ足元に注意する。また、2人で運搬する場合は十分連携を保つ。⑧ワイヤロープ継ぎ作業では、索の滑り、ワイヤ針の操作に注意する。

(5) 撤去

①撤去作業は原則的には架設の順序を逆に実行すればよい。従って留意事項も架設作業に準ずるが、撤去作業は安易に手を省きがちになり、大事故を起こすことがあるので慎重に行う。②ワイヤロープの取り外しは、定められた手順に従うが、特に張力の状態に注意する。③人工支柱はガイライン等で保持されているので、その取り壊しは安易に行わない。④ブロック類の取り外しは作業索を巻き取ってから行う。また無造作に扱わない。⑤集材線を使ったブロック類の運搬等も安易な方法を取らない。

(6) その他の作業

①急激な発進、制動運転はしない。②運転中は計器類や作業索の動きに注意し、異常を発見した時は直ちに停止する。③荷上索に巻きすぎ防止の標示を付け、標示以上には巻き込まない。④集材機の始動、点検等でVベルトの動きに注意する。

4) タワーヤードによる集材作業の安全性

(1) タワーヤード集材の索張り方式

タワーヤード集材に限らず、一般の架線集材作業は、①架設、②集材（木寄せ、LB引込み、荷掛け、荷引出し、荷運行、荷卸し、空運行）、③撤去、④その他の作業の繰返しで行われる。そしてこれら一連の作業の能率性、安全性は、それぞれの架線索張り方式の構造の違いによって左右される。そこでタワーヤードの安全作業を考えるにあたり、まず、タワーヤードを含めた各種の架線索張り方式の構造の違いを調べ、その違いを意識しながら安全作業上の問題点を考えてみた。表36に索張り方式の集材装置の基本的構造である主索の有無、荷の上げ下げ、搬器（荷）の走行、空搬器の走行、搬器位置、横取方法、張力調整、集材機ドラム数等が索張り方式でどのように異なるかを示した。これによると、我が国で一般によく使われているタワーヤードに使う索張り方式であるランニングスカイライン、スラックライン、ハイリード等索張り方式は、いずれもワイヤーロープの配置が簡潔な軽架線に属するものである。そこで本報告では、最も一般的なランニングスカイラインをとりあげ、安全性を検討するが、まず、ランニングスカイラインの特徴を以下に列挙する。

- ①ランニングスカイライン式は、主索がなく、折り返した引戻索（エンドレス索）の上に搬器を乗せ、搬器の走行は引寄索と引戻索（あるいはエンドレス索）による。従って、タイラー、エンドレスタイラー、フォーリングブロック、ホイスチングキャレージ式などの大型架線のように、引戻索、エンドレス索等が林内に配置されない（ハイリード式、スラックライン式は配置される）。このことから、ガイドブロック類の使用も極めて少なくて済む。②使用器材が少なく済む索張り方式であるため、架設・撤去等が簡単であり、特に作業索の引回しやブロック類の取付等の作業が大型架線に比べて少ない。③タワーヤードを使用すれば、向柱等も不要であり、集材機周辺のワイヤーロープの配置が簡潔であり、集材機の据付け作業も簡単であり、支柱作設作業も通常の作業ではタワーに登る必要はない。④大型架線に比べて、小人数作業であるため共同作業の欠陥が少ない。⑤エンジンの始動、搬器停止、搬器走行、荷の上げ下げ、加速、減速等がすべて有線リモコンにより操作できる。また操作も簡単であり、操作位置もある程度自由に選定できる。⑥集材距離は150m内外の短距離集材であるので、大型架線にみられる、電話、インターホン等での連絡合図はほとんど不要である。⑦タワーヤード集材は、架設・撤去が簡単であることから、張替えを多くして、横取りを広範囲には行わない。従って、HBLによる横取りのための引込みをそれほど必要としない。⑧荷卸土場では、巻立用の機械との組合わせ作業をしないと効率が悪い。荷卸し・造材作業と巻立て作業の連携が必要である。⑨ドラムに乱巻きが生じやすいが、オペレータが確認しながら操作することは困難である。⑩タワーヤードにインターロック機構を備えているため、実搬器走行中でのワイヤーロープの揺れや張力の変動が少ない。

表36. 集材機集材索張り方式とその構造要因

区分	主索	荷の上げ下げ	搬器(荷)走行	空搬器走行	搬器位置	横取方法	張力調整	集材機ドラム数
タイラー式	なし	SKL HAL HOL ELL引締め	HAELとHBL張合	ELL HAL HBL	搬器なし HBL ELL SKL	なし 人力 HBL	なし	11胴1エンドレス 11胴 11エンドレス 1胴1エンドレス 1胴
エンドレスタイラー式	あり						あり	
フォーリングブロック式	あり						あり	
ホイスチングキャレージ式	あり						あり	
スナッピング式	あり						あり	
スラックライン式	あり						あり	
ランニングスカイライン式	あり						あり	
ハイリード式	あり						あり	
モノケープール式	あり						あり	

(2) タワーヤード集材作業の安全性の特徴

大型架線等にみられる在来型集材機使用の集材作業では、依然として労働災害の発生頻度が高い。作業内容別にみると、荷掛け、架設、荷掛退避、荷卸し、撤去、木寄せ等での災害が多い。特に荷掛け、荷掛け退避という先山での作業や架設・撤去のような施設作設作業での災害が多いのが架線集材の特徴である。

そこで、ランニングスカイライン索張り方式のほか、他の索張り方式も考慮にいれ、従来型の集材機集材作業の安全性との比較検討を行い、タワーヤードによる集材作業の安全性の特徴を挙げると次のようになる。

①ランニングスカイライン方式の引寄索による荷掛けは、重錘や荷掛滑車がないため安全作業が容易である。荷卸作業についても同様である。②タワーヤード集材では、ランニングスカイライン等の軽架線が採用されるが、荷上索、引戻索等の作業索に張力負荷で林内に配置する状態が少ない。つまり、作業場に内角作業が生じにくいことから、安全上退避の必要もなく、作業位置の自由度が高い。ただし、ハイリード、スラックライン等では索の張り方によって内角作業が生ずるので注意を要する。③また、作業索の林内配置が少ないことは、作業索の障害物への引っかかりや損傷が少なく、従って作業索を手で引っ張ったり、掴んだりする操作も少ない。④タワーヤード集材は軽架線で短距離集材であり、運転者が荷卸者を兼ねるため、運転者と荷掛け、荷卸者との連絡合図は不要なことが多い。無線操縦により運転者と荷掛け者との兼務が可能となれば、さらに作業の自由度は増大し、安全作業上プラス要因となる。⑤架設作業での支柱作設も通常の作業ではタワーに登る必要がなく、従って危険な高所作業が減少する。また、集材機の据え付けも簡単であり、作業索の引き回し等の危険作業も少ない。⑥従来型集材作業では、ワイヤロープの切断、接続、巻き取り、片付けなどワイヤロープにかかわる災害事例が多い。タワーヤードではワイヤロープがコンパクトの装備されており、ワイヤロープの取扱い量が極めて少ない。⑦タワーヤードに装備されている、インターロック機構やワイヤロープの過負荷防止装置は運転操作を容易にし、作業の安全性を確保する。

(3) タワーヤード集材の安全作業上の問題点

以上のようなことから、タワーヤード集材での安全作業上の問題点と考えられるものは次のようなものである。

①集材作業地の作業条件は複雑であり、タワーヤードには広い適用範囲が求められる。支間距離、支間傾斜角、横取距離、吊荷重量等に対して適応できる種々の索張り方式を提供できるものが望ましい。そして、これらの選択切り替えが簡易にできることが条件である。②地形条件等の作業条件に適した索張り方式を選択する。軽架線の架設撤去は、いずれもそれほど困難ではないが、荷掛けや横取りの容易性、搬器走行速度、荷重点垂下量等に対する適応性が異なることから、索張り方式の特質をよく理解し、最適な索張り方式

を選ぶことが安全作業の基本である。例えば、中央垂下量によって地形に対する適応性を考察すると、荷重点垂下量が小さくて横取り条件が厳しくない場合はランニングスカイラインが適応する。また同様の条件が厳しい場合には、主索を持つスナビング式、スラックライン式の適応性が高くなる。③索張り方式の違いによって、実作業時の索張力の状態が異なることが予想される。索緊張、引寄せ、引戻し等での索張力の変化の実態を調べ、張力計算に見積るべき衝撃係数等を把握しておく必要がある。④索張り方式に適した搬器を装備する。索張り方式と搬器の適正な組み合わせによって、作業の能率性、安全性は増大する。⑤タワーヤードのドラムに乱巻きが生じやすいが、オペレータが確認しながら操作することは困難であるといわれる。高い牽引能力と自動化への適応性の面から、シングルトラクションウインチ、マルチグループトラクションウインチ等のウインチ機構の研究が望まれる。⑥タワーヤード集材では、元柱であるタワー近辺の線下に材が集中するのが欠点である。安全作業上、別の機械による材処理やはい積み作業の連携、架設移動の簡略化、十分な土場の確保等に留意する必要がある。⑦タワーヤードの運転操作は有線リモートコントロール式で行われているが、無線操縦式になれば、作業位置の自由度が増し、運転情報も直接現場からの作業情報によることができる。⑧タワーヤードの設置や索張り方式の選択を適正に行い、能率性、安全性を向上させるためには、なんといっても路網との組み合わせが適正でなければならない。路網のあり方も、従来型の集材機集材とは大きく異なる。タワーヤードを使用した各種索張り方式の最適使用域を明らかにし、それに適した路網の密度と配置の研究が望まれる。

(労働科学研究室 豊川勝生)

V ま と め

(1) 国有林野事業において労働災害発生が高い事業は、製品生産(伐出作業)49.9%、造林(造林作業)21.7%であることが示され、国有林での労働災害のほとんどは製品生産及び造林事業において発生していた。さらに製品生産事業においては伐倒作業による災害発生比率がずば抜けて高く、伐倒作業については安全教育の徹底等を通して労働災害防止対策を早急に講じる必要があるものと考えられた。さらに人間が直接的に行っていた伐倒作業行為をフェラーバンチャやハーベスタなどのより高度な機械に置き換えるなどの手段も有効であるものと考えられた。なお、伐出作業及び造林作業ごとに災害発生頻度が高い作業を上位順に示せば、伐出では伐倒、集材機集材、トラクタ集材、造林ではつる切・除伐、下刈、地ごしらえ作業であった。これらの作業を対象として関係諸要因とのクロス分析を行った結果、災害発生パターンや関連要因との関係が分かった。

林業労働者の加齢にともなう労働災害の変化は30歳代～50歳代にかけては年齢が高くなるにつれて死傷千人率は除々に低下するが、60歳代になって再び上昇する傾向にあることが認められた。作業区分や単位作業と年齢階との関係をみると、若い年齢層では伐出作業

における災害発生頻度が高いが、年齢層が高くなるにつれて伐出作業とともに造林作業での発生頻度も高くなる傾向が認められた。これは年齢が高くなるにつれて技術的にも肉体的にも比較的容易な造林作業への従事が多くなることによるものと推察された。また、事故の型と年齢層との関係性を分析した結果、高年齢層での転倒による災害発生比率が若年齢層に比べて高いことが認められ、加齢にともなう足腰の強さや機敏性などの身体的諸機能の低下が何らかのかたちで影響を及ぼしているものと推察された。従って、高齢労働者に対しては身体諸機能の低下を防ぐ手段を講じるとともに、林業労働に対する経験や知識を考慮した適正作業配置を行うことが労働災害を未然に防止する上で重要であるものと考えられた。

(2) 民有林における林内作業車並びに集材機集材作業の災害分析を行い、ヒューマンエラー発生メカニズムをCTA手法による解析や作業別の要素間影響確率で解析、災害防止対策上の留意点を検討した。小形集材車作業の87災害事例の分析では、作業内容別の災害発生場所、起因物、不安全状態、不安全行動、事故の型等の関係について分析した。災害発生場所は、集材地、作業路が多く全体の83%を占めていた。起因物と不安全状態との関連では、作業車と立木の間に作業者が挟まれたものが多い。不安全行動では、作業環境確認不十分が多い。事故の型は、挟まれ・巻き込まれが多く、起因物との関連も多岐に渡っていた。CTA手法による労働災害の分析では、「アクティビティ」の概念を用いて災害発生の時間経過の要素を示し、災害要素の相互関連を分析したが、この結果、各作業とも、人的要素に始まる要素間の関連が災害発生に大きく関与していることが分かった。集材機作業の災害事例の分析では、集材機作業の697労働災害事例を対象にした。災害発生頻度の高い作業は、荷掛で荷掛退避を含めると30%を超えていた。災害発生場所は、集材地が多く、60%を占めていた。起因物は、集材木が多く、30%以上を占めていた。そのほか、集材装置を構成する要素が起因物となる頻度が高いのが特徴的であった。起因物の不安全状態は、接触、不安定、滑りやすいが多く、起因物と不安全状態の関係では、集材木-不安定、集材木-接触、林地-滑りやすいが多い。人の不安全行動は、環境確認不十分、作業位置が不適當が多い。人の不安全行動と物の不安全状態の関係検討では、頻度の高いのは、作業位置不適當-作業場所不安定、接触しやすい、確認不十分-滑りやすい、接触しやすい、作業場所不安定等の組合わせであった。事故の型は、激突され、挟まれ・巻き込まれ、墜落・転落、転倒が多い。次いでCTA手法による分析結果より、集材機集材作業の安全作業を検討、次いで最近増加が著しいタワーヤードの安全作業を検討した。この結果、①荷掛・荷卸作業は、重錘や荷掛滑車がないため安全作業が容易である ②作業場に内角作業が生じにくい。よって、安全上退避の必要もなく、作業位置の自由度が高い ③作業索の林内配置が少ないことは、作業索の障害物への引っかかりや損傷が少なく、従って作業索を手で引っ張ったり、掴んだりする操作も少ない ④架設作業での支柱作設も通常の作業ではタワーに登る必要がなく、高所作業が減少する。また、集材機の据え付

けも簡単であり、作業索の引き回し等の危険作業も少ない。 などタワーヤードの安全上の利点が指摘できた。

引用文献

- (1) 林野弘済会：日本林業年鑑1980：pp.438,東京(1981)
- (2) 林野弘済会：日本林業年鑑1985：pp.475,東京(1986)
- (3) 林野弘済会：日本林業年鑑1990：pp.474,東京(1991)
- (4) 林野庁厚生課：昭和61年度国有林野事業労働災害統計書：1～57(1987)
- (5) 林野庁厚生課：昭和62年度国有林野事業労働災害統計書：1～57(1988)
- (6) 林野庁厚生課：昭和63年度国有林野事業労働災害統計書：1～57(1989)
- (7) 林野庁厚生課：平成元年度国有林野事業労働災害統計書：1～57(1990)
- (8) 林野庁厚生課：平成2年度国有林野事業労働災害統計書：1～57(1991)
- (9) 林業・木材製造業労働災害防止協会：林材業労働災害防止年報-平成2年版-：1～70(1990)
- (10) 岩川 治：リモコン式チェーンソーの機構と能率に関する研究：昭和58・59年度科学研究費補助金(試験研究)研究成果報告書,1～26(1985)
- (11) 今富裕樹・豊川勝生・山田容三：林業労働者の身体諸機能と職務意識：102 回日林論 667～669(1991)