

Safety Document of the National Institute
of Industrial Safety, NIIS-SD No.15, 1997
UDC 614.8:681.3

爆発・火災災害の統計分析*

板垣 晴彦**

Statistical Charts and Frequency-magnitude Curves of Labour Accidents*
concerning Explosion and Fire

by Haruhiko ITAGAKI**

Abstract ; In the National Institute of Industrial Safety (NIIS), the information retrieval system concerning labour accidents has been developed. This developed system has been called as "SAFE II". The SAFE II consists of the data base of the Labour Accident Reports in JAPAN and the data base of the books/journals concerning labour accidents. The data base of the Labour Accident Report treats the information described on the first page of the Mission Reports on investigation of labour accidents by the Ministry of Labour. However, information items of the data base are often insufficient to investigate and analyze the causes of explosion and fire, therefore the subsidiary data base concerning explosions and fires has been constructed. This explosion/fire data base is based on summaries of Mission Reports on investigation of labour accidents concerning explosion and fire by the Ministry of Labour from 1955 to 1993 in JAPAN. The summaries have been made by staffs of Chemical Safety Research Division of NIIS for more than 35 years. This document deals with the transition of the accidents and the relationship between frequency and magnitude of the accidents by using the explosion/fire data base. In this document, following results are shown,

- (1) The numbers of explosions/fires and injuries in 1990s are about half of these in 1960s. But the number of fatalities in 1990s is as almost same as the number in 1960s.
- (2) Decennial frequencies by month, day and hour decrease roughly in proportion to the decennial number of explosions/fires, and their component ratios are as almost same as other decades'.
- (3) The frequency of the explosions/fires in the chemical industry is lower than the total of others, but the damage of explosions/fires in the chemical industry is liable to be greater than others. Fireworks and explosive industry have high risk of death/injury of workers, when an explosion or fire occurs.
- (4) Explosions/fires caused by self-ignition have as almost same risk of death/injury of workers as explosions caused by explosives. These risks are higher than risks caused by steam explosions, dust explosions and gas explosions.
- (5) Between 1955-1964, the most frequent causative substance which caused explosions/fires was acetylene. Recently, these were liquefied petroleum gas (LPG) and organic solvent. The most frequent ignition source which caused explosions/fires was welding or cutting by electric arc or gas.

Keywords ; Labour accident, Data base, Explosion, Fire, Statistics, Frequency-magnitude curve, Causative substance, Ignition source

* 平成7年10月20日, 平成7年度安全技術講演会, 安全衛生コンサルタント, 16-38, pp.38-41 (1996) に一部発表

** 化学安全研究部 Chemical Safety Research Division

1. はじめに

近年の労働災害は、長期的に見れば、件数、死傷者数とも減少してきているが、平成7年には、今なお2400人を越える人命が失われ、約17万人の労働者が休業4日以上を負傷を負っている。これらの労働災害の再発防止や災害防止技術の発展のためには、過去の労働災害事例についての情報を整理分析して災害の現状を捉え、その災害事例の要因や傾向を明らかにすることがきわめて有用である。

そこで、当研究所では、死亡労働災害事例に関して100項目にわたる諸情報を様々な形で検索・抽出できる労働災害事例データベース（略称 SAFE）を構築した。その後、労働災害の詳細内容を取り扱うサブデータベースや、安全関連の文献・図書データベースを加えて情報検索システムの拡充・総合化を進め、現在は産業安全研究所情報検索システム（SAFE-II）が運用されている。

爆発・火災災害の統計分析を行うにあたり、全労働災害を取り扱うデータベースとは別個に、爆発・火災

災害の特徴を考慮して独自の項目や内容を加え、災害内容を詳細に取り扱うサブデータベース「爆発・火災災害データベース」を構築した。本資料では、このサブデータベースにより、爆発・火災災害の現状と要因の分析結果として、事故件数や死傷者数の推移、業種別と災害の種類別の災害規模曲線、原因物質と着火源の頻度の年代による変化を示した。また、特に分析を行っていない統計資料として、付録に、業種、災害の種類、原因物質、着火源・原因、の各要因間についての集計結果を示した。

2. 爆発・火災災害データベースの概要

2.1 データベースの原資料

本データベースは、様々な種類の災害のうち、爆発、火災、破裂、高温物に分類される災害を対象としている。データベースの元となった資料は、労働災害が発生した場合に所轄の労働基準監督署が作成する災害調査復命書、及び、これを専門家の目で要約整理した資料が中心であり、このほかに中央労働災害防止協会発

Table 1 Information items in the explosion/fire data base.
爆発・火災データベースの情報項目

項目名	項目の別名	項目の形態	LOCATE	災害の場所	25字の日本語
SQNO	登録番号	6桁の数値	LOCODE	災害場所コード	15桁の英数字
IDNO	ID番号	8字の日本語	DEVICE	災害発生装置	25字の日本語
KANTOKU	監督署名	5字の日本語	DECODE	発生装置コード	15桁の英数字
NAME	事業所名	25字の日本語	SUBST	原因物質	25字の日本語
NWORK	労働者数	5桁の数値	SUCODE	原因物質コード	15桁の英数字
ADR	事業所所在地	25字の日本語	IGNITE	着火源・原因	25字の日本語
KAITEI	産業分類改訂年	2桁の数値	IGCODE	着火源コード	15桁の英数字
CHUBUN	中分類業種名	27字の日本語	PROCESS	作業工程	25字の日本語
SYOBUN	小分類業種名	27字の日本語	PRCODE	作業工程コード	15桁の英数字
SAIBUN	細分類業種名	27字の日本語	NDEATH	死亡者数	3桁の数値
BUNCODE	業種名コード	4桁の英数字	NJUSYO	重傷者数	3桁の数値
ERA	災害発生年年号	2字の日本語	NKEISYO	軽傷者数	3桁の数値
YEAR	災害発生年	2桁の数値	NSUM	死傷者数計	3桁の数値
MONTH	災害発生月	2桁の数値	SONAREA	損害面積	5桁の数値
DATE	災害発生日	2桁の数値	SON1	建物損害額	10桁の数値
DAY	災害発生曜日	1字の日本語	SON2	機械設備損害額	10桁の数値
HOUR	災害発生時	2桁の数値	SON3	原材料損害額	10桁の数値
MIN	災害発生分	2桁の数値	SON4	その他の損害額	10桁の数値
SITE	災害発生地	25字の日本語	SONSUM	損害額計	10桁の数値
EXPL	爆発の有無	1字の日本語	SONGAI	損害状況	100字の文章
FIRE	火災の有無	1字の日本語	STORY	災害の概要	1050字の文章
			REF	出典	10字の日本語

ID 番号 940101	◇◇署	発生地 ○○県××市△△町			
工場名 ○○工業(株) △△工場			労働者数	50名	
中分類 化学工業				改訂年	59
小分類 有機化学工業製品製造業				業種コード	……
細分類 ××製造業				爆発	有
日時 平成 6 年 月 日 () 時 分	死	亡 0	重 傷 1	軽 傷 1	計 2 名
原因物質 有機溶剤	爆発場所 ○○製造プラント				
爆発装置 反応釜	作業工程 仕込み工程				
損害状況と事故の概要	火源原因 電気火花				
反応釜が横転、建屋の壁が破損 □□製造のため原料を仕込んでいたところ、釜内の有機溶剤が××の電気火花により引火爆発し、火炎を噴出した。原因は、……					
損害額 建物	円	原材料製品	円	合計	円
機械設備	円	その他	円	損害面積	m ²

Fig.1 Example of output of the explosion/fire data base.
爆発・火災データベースの出力例

行の「産業安全年鑑」(1980年に「安全衛生年鑑」と改称)に記載されている重大災害の概要や労働省内の資料を一部参考としている。データベースには昭和30年から収録されており、本資料では、平成5年までの4352件を対象として、集計と分析を行った。

なお、資料の中心となる災害調査復命書は、労働省において安全衛生行政を進める際に扱っている労働災害関連の文書の中の1つであり、死亡労働災害もしくは死傷者が一度に3名以上の災害(重大災害という)が発生した場合、あるいは、死傷者の有無に関わらず事故の型が爆発や火災などいくつか特定の種類の災害が発生した場合に対して、事業所からの報告と現地調査に基づいて、その事業所を管轄する労働基準監督署が作成する資料である。

2.2 データベースの情報項目

要約資料に記載された項目と内容を見渡し、また、今後のデータベースの利用形態を考慮して情報項目を検討した結果、データベースに収録する内容を Table 1 ように設定した。項目の内容は、大小比較が可能である数値項目が18種類、単語程度の短い日本語に対応する日本語形式が18種類、自由な文章に対応する日本語文章形式が2種類、集計と分析のため英数字にコード化した項目6種類、の合計44項目とした。なお、複数の事

業所が災害に関与する場合に対応するため、事業所名、労働者数、業種分類の項目は、4社まで入力することができる。入力された情報項目の表示や印刷の書式は利用目的に応じて設定することができるが、一例を Fig. 1 に示す。

3. 爆発・火災災害の分析結果

3.1 労働災害における最近の爆発・火災災害の特徴

近年の労働災害の件数と死傷者数は、長期的に見れば、いずれも減少しているが、平成7年では、2400人以上が死亡し、約17万人が休業4日以上を負傷を負っている。

その中で爆発・火災災害の件数は、最近では1年間に70~80件程度と少なく、労働災害に占めている件数の割合は全体の約5%にしかすぎない。しかし、ひとたび爆発・火災災害が発生すると、報告された爆発・火災災害の約3件に1件は一度に3名以上の死傷者を生ずる重大災害となっており、被災者が多数となる傾向がある。

Table 2は平成5~7年度の労働災害のうち、重大災害606件に注目し、件数、死傷者数、死亡者数を災害の種類別に集計した結果である。爆発・破裂、火災・高

Table 2 Frequency and the number of fatalities/injuries by type of accident in serious labour accidents in the whole industry (1993-1995).

全産業における災害の種類別の重大災害の発生状況 (平成5~7年)²⁾

災害の種類	爆発 ・ 破裂	火災 ・ 高温物	爆発 火災 小計	中毒 ・ 薬傷	土砂 崩壊	倒壊	墜落	交通 事故	その他	合計
件数	41	35	76	101	12	30	32	321	34	606
百分率(%)	6.8	5.8	12.5	16.7	2.0	5.0	5.3	53.0	5.6	100
死傷者数	217	162	379	892	42	102	115	1532	167	3229
百分率(%)	6.7	5.0	11.7	27.6	1.3	3.2	3.6	47.4	5.2	100
1件平均	(5.3)	(4.6)	(5.0)	(8.8)	(3.5)	(3.4)	(3.6)	(4.8)	(4.9)	(5.3)
死亡者数	25	39	64	28	14	17	17	175	23	338
百分率(%)	7.4	11.5	18.9	8.3	4.1	5.0	5.0	51.8	6.8	100
1件平均	(0.61)	(1.11)	(0.84)	(0.27)	(1.17)	(0.57)	(0.53)	(0.55)	(0.68)	(0.56)

温物災害の件数は計76件で、全重大災害のうちに占める件数の割合は約13%である。死傷者数は計379人で、その割合を同様に計算するとこちらも12%弱であり、件数の割合に対応した数値である。ところが、死亡者数(計64人)が全重大災害の死亡者数に占める割合は、約19%に達する。このことは、重大災害1件あたりの平均死亡者数が他の多くの災害に比べて明らかに高いことを意味する。

爆発・破裂災害と火災・高温物災害の災害1件あたりの平均死傷者数(括弧内の数値)は5.3人と4.6人である。この値を他の災害と比べてみると、最も件数が多い交通事故の値と同等であり、全重大災害での値に近い。ところが、平均死亡者数を見ると0.61人と1.11人であり、この値は、他の多くの災害よりも高い値を示している。すなわち、爆発・火災災害が1件発生すると、平均して交通事故と同程度の5.0人が災害に巻き込まれ、そのうちの0.84人が死亡することになり、潜在的な危険性を他の災害に比べて多く持っていると言える。

他の災害の数値を見てみると、中毒・薬傷は、爆発・火災とは対照的に平均死傷者数は8.8人と多いが、平均死亡者数は0.27人と最低である。死亡者は少ないが、負傷者は多いという特徴が表れている。

また、土砂崩壊災害では、平均死亡者数が爆発・火災災害よりも高いが、平均死傷者数は最低の部類である。土砂崩壊災害は件数は少ないけれども、万一起きた場合には大規模な災害となることが多い。そのため、災害に巻き込まれる人数は多くはないのであるが、一人一人の負傷の程度が概して重く、おおよそ3人に1人という高い割合で死亡者が発生してしまうのであろう。

3.2 爆発・火災災害の事故件数と死傷者数の推移

爆発や火災災害などとして労働省に報告されている労働災害の件数の推移を積み重ねグラフとしてFig. 2に示す。全業種の爆発・火災災害の件数は、昭和40年代前半には1年あたり150件を越えていたが、その後は各業種、各事業所の努力などにより徐々に減少し、昭和55年頃からは年間60件程度となり、最も多かった時の1/3程度にまで減少した。しかし、最近10年間では横ばいもしくは若干増加の傾向にあり、平成3年に80件、平成4年に79件、平成5年に71件の災害が発生している。

爆発・火災災害が起きた事業所のうち、化学工場等における災害が占める件数の割合は最近では1/3未満であり、今後の事故件数の減少のためには化学工場等だけでなく、それ以外の様々な業種に対しても目を向ける必要があると思われる。

Fig. 3は、各年度の延べ死亡者数と延べ負傷者数を集計し、推移を示した図である。図の中に数値が突出している年度がいくつかあるが、それらは規模の大きな災害によって一度に多数の死亡者や負傷者を生じた結果であり、爆発・火災災害に潜在している危険性の一面が表れているともいえる。過去にあった大きな災害は、例えば、爆薬・火薬類の爆発(昭和34)、ニトロセルロースやプロピレンの爆発(昭和39)、地下鉄工事中の爆発(昭和45)、地下街でのガス爆発(昭和55)、炭坑での爆発・火災(昭和54, 56, 59, 60)である。

さて、死傷者数の推移を見ると、昭和45年頃までは増加の傾向にあったが、昭和50年頃以後は200人前後で推移していて、Fig. 2の事故件数の増減におおよそ対応している。一方、死亡者数は、年度による上下があるものの、50人前後で推移していて人数にあまり変化

はなく、事故件数の増減にはほとんど対応していない。そのため、近年においても昭和30年代後半や昭和50年前後と同水準にある。これは、死亡者を生じるような災害を引き起こす爆発・火災災害の潜在的危険性がいままなお解消していないためと思われる。したがって、近年には過去にみられたような突出をしている年度はみられないが、今後規模が大きな災害が起こり、数百人以上を災害に巻き込む可能性はいまでも存在すると

考えなくてはならないだろう。

3.3 年代別の死傷者数別事故件数

災害の規模を代表する数値として死傷者数を選び、死傷者数別に事故件数を集計したところ、Fig. 4の結果が得られた。事故件数、つまり、事故の頻度は、本来ならば死傷者数の数が減って事故の規模が小さくなるにつれて増大するとされているが、死傷者数0人の

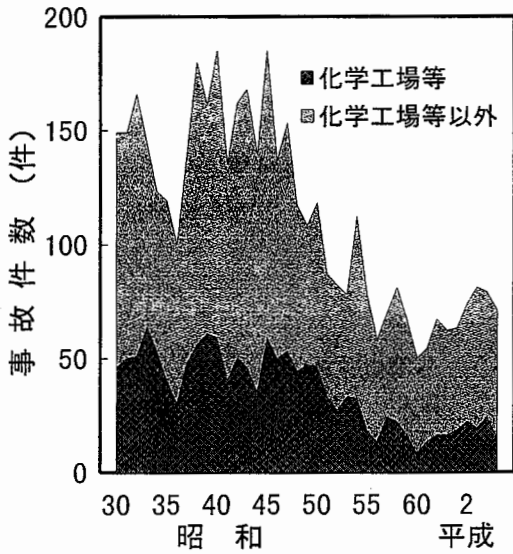


Fig. 2 Transition of the number of explosions/fires.
爆発・火災災害の事故件数の推移

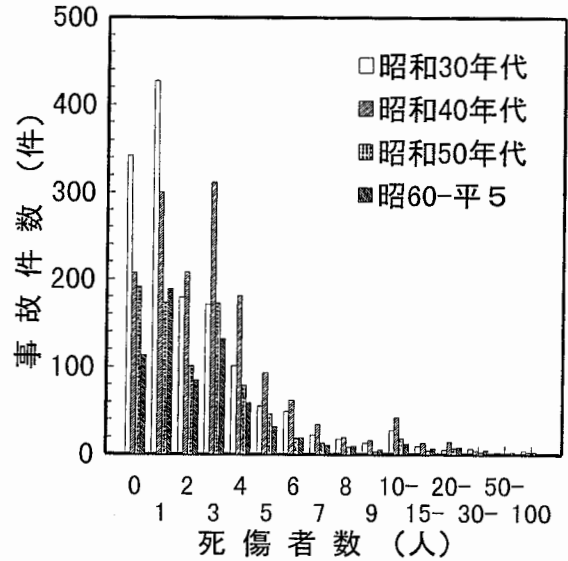


Fig. 4 Decennial frequency distribution of fatalities/injuries.
死傷者数別事故件数 (10年あたり)

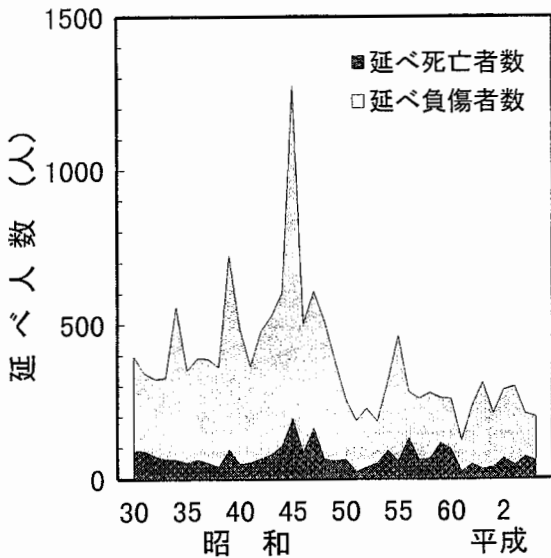


Fig. 3 Transition of the number of fatalities/injuries.
爆発・火災災害の死傷者数の推移

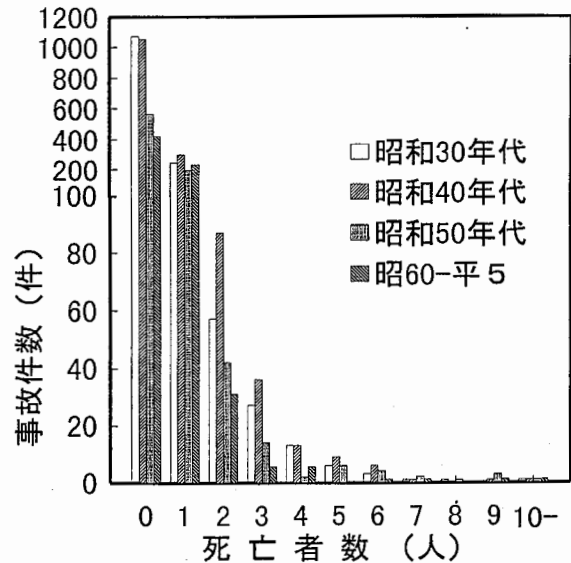


Fig. 5 Decennial frequency distribution of fatalities.
死亡者数別事故件数 (10年あたり)

事故件数は1人の件数よりも、2人の事故件数は3人よりも少なくなっている。これは、負傷者数2人以下の比較的規模の小さな事故が相当数発生しているのであるが、それらすべてが事業所から報告されているわけではないためと思われる。Fig. 5は横軸を死傷者数から死亡者数に限定して集計し直した結果だが、死亡者が発生した事故では事業所からの報告が確実であるため、死亡者数が減るにつれて事故件数が増大する本来の傾向が明確に表れている。

3.4 災害規模曲線について

危険性をどの尺度でどのように比べるかは難しい問題であるが、その尺度として起こった災害の被害がどの程度か、あるいは、災害がどれだけ繰り返し発生しているか、つまり、規模と頻度の2つの尺度は自然な尺度であろう。この2つの尺度は別個のもののようにであるが、災害の統計的な分析によってある関係があることをHeinlichは提唱した³⁾。その関係によると、労働災害の規模について、同一人物に類似した災害が330件起きる時、そのうち300件は傷害を伴わず、29件は応急手当で済む擦り傷や打撲などの軽傷、残りの1件は保険の支払いがなされたり監督官庁に報告されるような災害になって、被害の大きさと頻度の間にハイインリッヒの法則と呼ばれる1:29:300の統計的規則性が成り立つ。なお、この比率は、多くの人々が様々な災害に遭遇する場合の平均値であって、特定の災害、特定の労働者を対象にする場合には、この数値になるとは限らない。とはいえ、その災害が起きる背景には数多くの無傷や軽傷の存在があることは変わらない。よって、災害が偶然に前触れもなく発生するわけではなく、重傷災害を防止するには数多くの無傷や軽傷の災害を防止しなくてはならないことが重要なのである。

さて、この規模と頻度の統計的規則性についてその後、中村⁴⁾は、これをべき関数で表すことを提案した。それによると発生頻度の密度関数 P は災害規模 h の $-n$ 乗に比例するので、 K を比例定数とすれば、次のべき関数

$$P = K \cdot h^{-n}$$

でこの規則性が表されるという。この式に従うならば、災害規模 h と発生頻度の密度関数 P の関係は両対数紙上において傾きが $-n$ の直線で表される。なお、密度関数 P を事故件数の累積確率に置き換えても、両者の関係が両対数紙上において傾きが $-n$ の直線となる点は変わらないので、以下では数値として取り扱いにくい密度関数の代わりに事故件数の累積確率を用いて図示する。

Fig. 6は、縦軸を事故件数の累積確率、横軸を災害規模を代表する数値として死傷者数を取り、Fig. 4のデータをプロットし直した図である。この図の読み取りは次のようにする。例えば、昭和40年代(\diamond)の死傷者数101人のプロットでは、縦軸の値が0.13%と読み取れるが、この数値は死傷者数が101人以上となる事故の割合が全事故のうちの0.13%であることを意味する。同様にして死傷者数46人での縦軸の累積確率を0.26%と読み取れば、死傷者数が46人以上101人未満の事故の件数は全体の0.13% (=0.26-0.13)になるということがわかる。また、死傷者数0人のプロットがないが、死傷者0人以上とは全事故を意味することにほかならないから、死傷者数0人のプロットは必ず100%となる。

つまり、この図上で直線の傾きが緩やかになるほど多数の死傷者を伴う災害の発生確率が高くなることになり、その直線で示される災害の潜在的危険性が高いことを意味する。また、負傷者数2人以下の災害の報告が確実になされず、実際に発生した件数よりも少なくなると、直線は傾きはそのままでも上に移動する。

ここで、死傷者数20人以上の領域において年代別に比較すると、昭和30年代(\square)、昭和40年代(\diamond)と左下へシフトし、昭和50年代(\triangle)でやや戻った。しかし、昭和60—平成5年(\circ)では、過去のものよりも右上に移動している。これは年代の経過に伴い事故の総件数は減少しているが、昭和60—平成5年になってから減少しているのは死傷者数の少ない事故が中心であり、死傷者20人以上の事故件数の減少がわずかであ

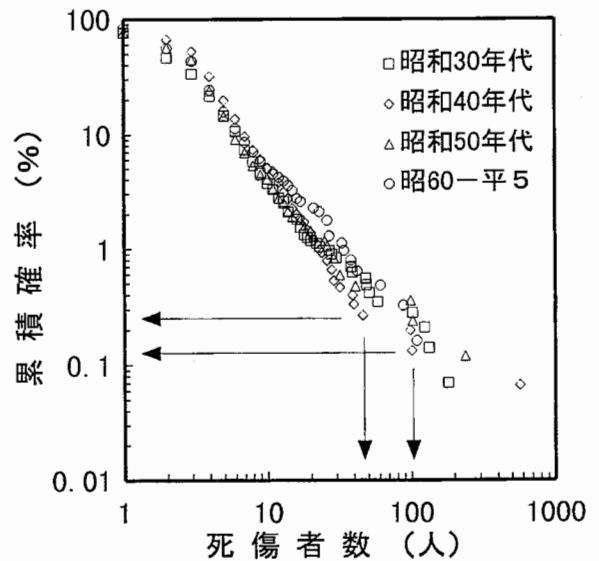


Fig. 6 Frequency-magnitude curve of explosion /fire by the decade.
年代別の災害規模曲線

ったため、相対的に死傷者数の多い事故の割合が増大する結果になったためと思われる。

なお、死傷者数3人付近を境にして直線が折れ曲がっているのは、前述のように死傷者数2人以下の事故がすべて報告されている訳ではないためと思われる。

3.5 業種別の累積事故件数と災害規模曲線

Fig. 7, Fig. 8 は業種を化学工場等とそれ以外に二分し、死傷者数別に累積の事故件数及び累積確率をそれぞれプロットした図である。Fig. 7 では、事故件数が数件である死傷者数が80人以上、及び、報告が完璧ではない死傷者数3人未満の2つの領域を除くと良好な直線関係が得られている。Fig. 8 は縦軸を累積確率に直した災害規模曲線である。この図で2つのプロットを比べると直線の位置はほぼ同一ではあるが、その傾きは化学工場等の方が緩やかである。つまり、事故が万一起きた時には、化学工場等での事故の方が死傷者数は多人数となる確率が高い。このことと Fig. 7 において化学工場等での事故件数が化学工場等以外での事故件数よりも少なく発生頻度が小さいこととは一見矛盾するようだが、そうではない。この2つの図によれば、化学工場等での事故は発生する頻度は少ないのではあるが、潜在している危険性の高さから万一事故が起きてしまった場合には死傷者数が多数となりやすい、ということの意味しているのである。

Fig. 9 は、様々な業種の中からいくつかの業種を選び、災害規模曲線を示した図である。各業種の事故件

数は、それぞれ化学工業が950件、煙火・火薬類製造業が264件、総合工事業が231件、石油・石炭工業が113件である。回帰直線の傾きは、土木工事や建築工事が属する総合工事業が-2.1で全産業での値と同等であるが、残りの3業種は、石油・石炭工業が-1.7、化学工業が-1.3、煙火・火薬類製造業が-1.1の順に、全産業よりも傾きが緩やかになっており、潜在危険性に優劣がある。なお、死傷者数3人以上の事故件数は化学工業が280件、煙火・火薬類製造業が92件、石油・石炭工業が32件、総合工事業が160件である。

次に、報告された災害の中で死傷者数2人以下の割合を見ると、総合工事業は31%であるのに対し、他の3業種は65~72%である。この差異は、総合工事業と他の3業種の間での設備規模と作業形態の違いによるものと思われる。すなわち、総合工事業では災害現場付近で多くの人員が作業していることが多いので災害規模の大小が死傷者数の大小に強く関与している。そのために負傷者が数名の災害は、すなわち軽微な災害であって、軽傷もしくは不休災害となることが多いので、報告がなされない傾向があるためではないかと思われる。一方、他の3業種では、事業所の設備・規模は大きいとしても事業所内の人員が少人数であるために、たとえ物的災害としては大きいとしても死傷者が少数にとどまる場合が多いので、死傷者数が少ない災害の件数の割合が多くなるのであろう。さらには、これらの3業種では、死傷者の有無に関わらずに災害が起きて物的被害が生じた際には報告義務に従う傾向が強いこ

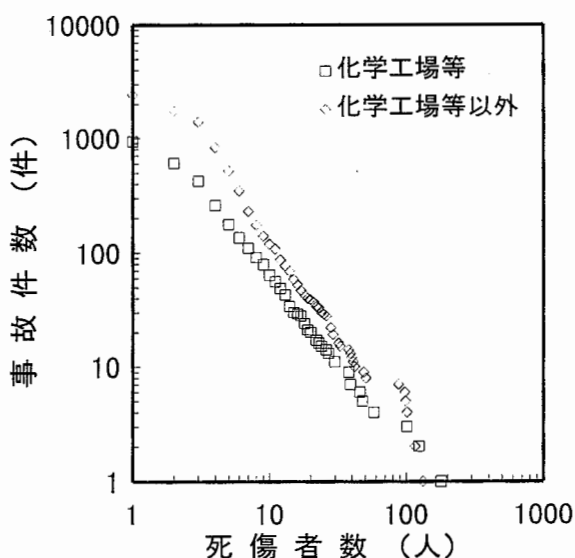


Fig. 7 Cumulative number of explosion/fire in chemical industries and others.
化学工場等とそれ以外の業種の累積事故件数

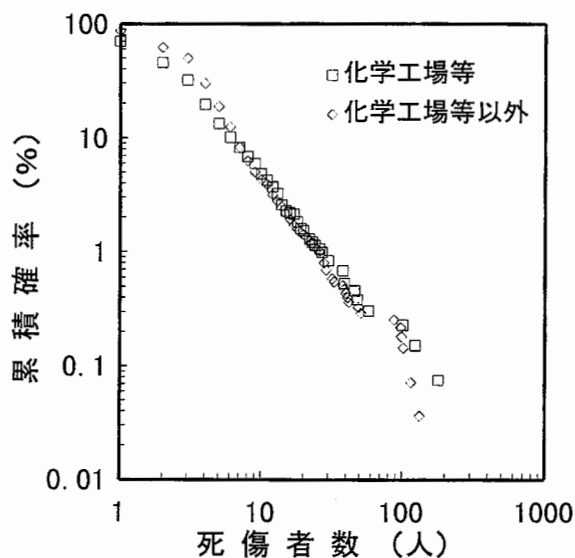


Fig. 8 Frequency-magnitude curves in chemical industries and others.
化学工場等とそれ以外の業種の災害規模曲線

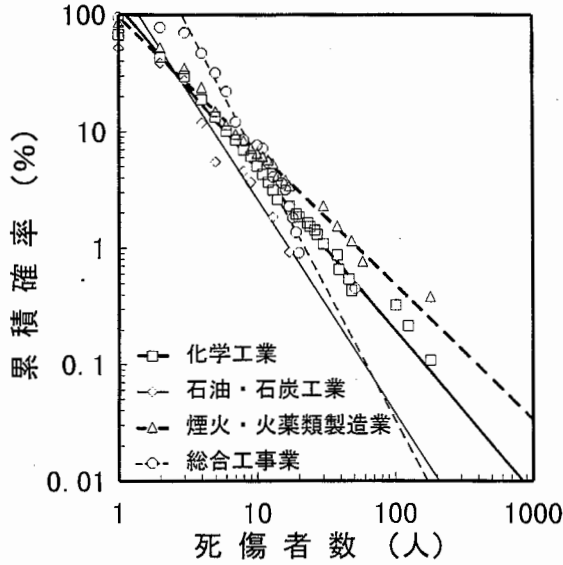


Fig. 9 Frequency-magnitude curves in some industries.
業種別の災害規模曲線

とも原因かもしれない。

3.6 災害の種類別の災害規模曲線

昭和30年から平成5年までに発生した事故のうち、災害の種類が「水蒸気爆発」「自然発火」「火薬・爆薬類の爆発」「粉体・粉じんの爆発」「可燃性ガス類の爆発」に分類された事故の件数は、可燃性ガス類が約1600件、そのほかの事故は、概ね150~250件であった。Fig. 10から Fig. 14 はそれぞれについての災害規模曲線である。図中の回帰直線は、死傷者数2人以下のデータは報告されてない事例が多いので、それらを除いて算出した。

回帰直線の傾きは、水蒸気爆発が-1.6、自然発火が-0.89、火薬・爆薬類が-0.94、粉体・粉じんが-2.2、可燃性ガス類が-1.3であった。粉体・粉じんの値は昭和52年から平成2年までに重大災害として報告された全災害における傾き-2.1と同等であるが、水蒸気爆発はやや小さく、可燃性ガス類がそれに次ぐ。自然発火と火薬・爆薬類は-0.9と他と比べて明らかに緩やかになっており、死傷者数の多い領域にまで分布が広がっており、死傷者数が多くなりやすいというリスクを有していることがわかる。一方、災害の種類によってその事故が起きる頻度そのものに当然大小がある。つまり、自然発火や火薬・爆薬類の事故は頻度が高いわけではないが、もしも、重大災害となるような大きな事故が起きた際には、他と比べて死傷者数が多数となりやすいという特徴を持っているのである。

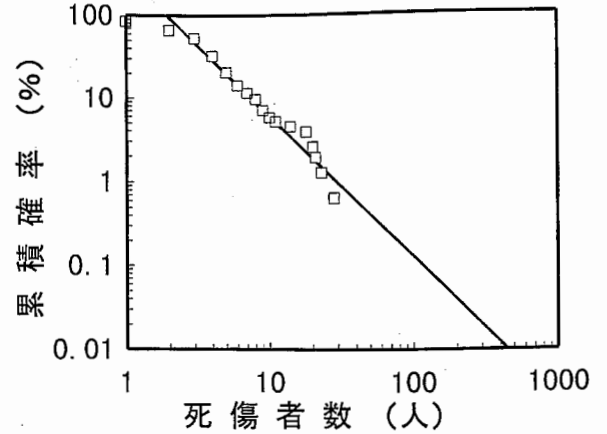


Fig. 10 Frequency-magnitude curve of the steam explosions.
水蒸気爆発の災害規模曲線

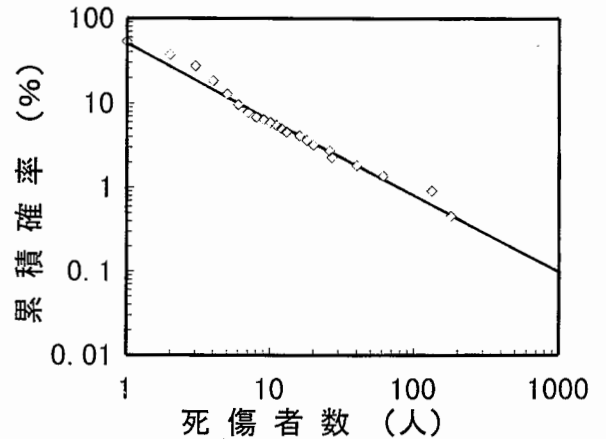


Fig. 11 Frequency-magnitude curve of the accidents caused by self-ignition.
自然発火の災害規模曲線

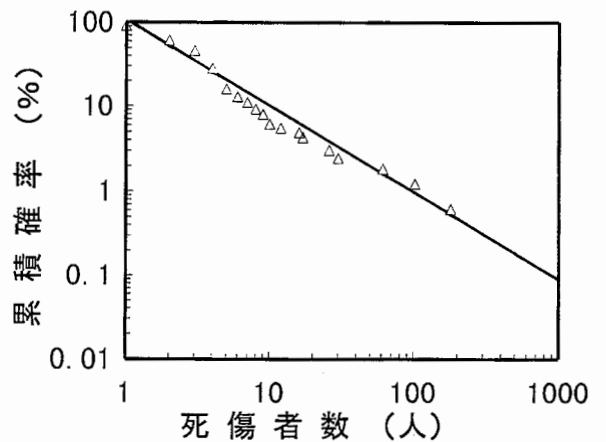


Fig. 12 Frequency-magnitude curve of the explosions by explosives.
火薬・爆薬類の爆発の災害規模曲線

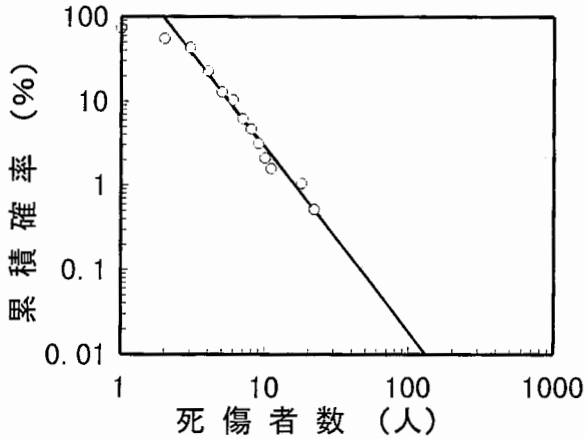


Fig. 13 Frequency-magnitude curve of the dust explosions.
粉体・粉じんの爆発の災害規模曲線

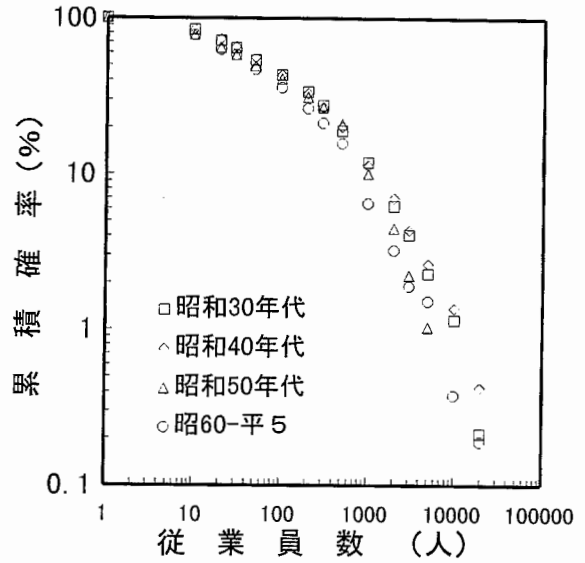


Fig. 15 Relation between cumulative frequency and the number of workers.
従業員数別の累積確率

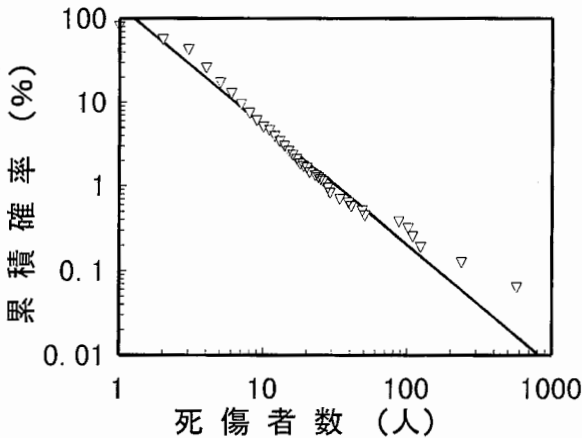


Fig. 14 Frequency-magnitude curve of gas explosions.
可燃性ガス類の爆発の災害規模曲線

3.7 事業所の規模別の累積確率

Fig. 15 は事業所の規模を表す指標として従業員数を取り上げ、年代別に事故件数の累積確率を示した図である。全事故の約80% (=100-20)を占める従業員数500人以下の事業所における事故については年代による差異はほとんど見られない。しかし、従業員数が1000人以上の事業所における事故では、昭和60-平成5年の累積確率は昭和30、40年代の半分程度に減少しており、安全への努力が現れているようである。

ところでこの図のプロットは、直線ではなく曲線となっており、従業員数の多い領域では少ない領域よりも従業員数の増加に伴う事故件数の減少が急速であると読み取れる。しかしながら、この図は災害規模曲線

ではなく、図の横軸が単なる従業員数であるので、その原因が安全への努力の現れか、あるいは単に従業員数の多い事業所の数が少ないためかのいずれかであるかはわからない。

3.8 原因物質の年代別順位

Table 3 は、爆発や火災災害の原因となった物質(原因物質)を年代別に件数の多い順に示した表である。昭和30年代にはアセチレン発生器に関わる災害や火薬類・煙火類の災害が多かったが、これらの災害は、その後の溶解アセチレンボンベの普及、あるいは、安全な火薬類の開発・取り扱い方法の改善などの努力によって急激に減少した。そして、昭和40年代以降はLPGやシンナー類による災害が最上位を占めるようになった。この原因としては、これらの物質が様々な産業分野で大量に使われるようになったことと、気化して空間に充満した場合に気付きにくい性質があること、が考えられる。LPGやシンナー類に次ぐのは、化学反応を伴わず高温物と水のみ接触により発生する水蒸気爆発や、動力装置や車両用の燃料などとして広く使用されていて引火性の高いガソリンによる災害であり、年代を問わず発生し続けている。このほかに注目される物質は、穀物・有機物粉を原因とする災害であり、件数そのものは減少してきてはいるものの相対的な順位としては最近比較的上位に位置するようになり、金属粉による災害とも合わせて考えれば、粉じん爆発の危険性に注意すべきことを示唆しているように思える。

Table 3 Ranking of causative substances by the decennial number of explosion/fire.
爆発・火災災害の原因物質の年代別順位と件数

() 内は件数 半括弧は同順位

順位	昭和30～39年	昭和40～49年	昭和50～59年	昭和60～平成5年
1位	アセチレン(240)	L P G (124)	L P G (64)	シンナー, 溶剤(50)
2位	ガソリン(130)	シンナー, 溶剤(108)	シンナー, 溶剤(52)	L P G (40)
3位	火薬, 爆薬類(111)	水蒸気爆発(97)	ガソリン(40)	水蒸気爆発(31)
4位	水蒸気爆発(100)	ガソリン(88)	水素(35)	ガソリン(21)
5位	煙火, 花火(90)	アセチレン(82)	水蒸気爆発(34)	煙火, 花火(20)
6位	シンナー, 溶剤(89)	都市ガス(39)	穀物・有機物粉(33)	穀物・有機物粉(19)
7位	L P G (76)	重油(39)旧	メタン(24)	アルコール類(18)
8位	重油(29)	穀物・有機物粉(39)	トルエン(22)	水素(17)
9位	水素(28)	水素(37)	アセチレン(22)	メタン(15)
10位	都市ガス(27)	原油, ナフサ(34)	都市ガス(20)	都市ガス(14)

Table 4 Ranking of ignition sources by the decennial number of explosion/fire.
爆発・火災災害の着火源・原因の年代別順位と件数

() 内は件数 半括弧は同順位

順位	昭和30～39年	昭和40～49年	昭和50～59年	昭和60～平成5年
1位	溶接, 溶断(122)	溶接, 溶断(131)	溶接, 溶断(100)	溶接, 溶断(72)
2位	バーナー, 炉(118)	電気火花(120)	電気火花(78)	静電気(48)
3位	衝撃(108)	バーナー, 炉(100)	バーナー, 炉(77)	電気火花(45)
4位	電気火花(94)	静電気(79)	静電気(76)	バーナー, 炉(43)
5位	ライター, 点火(84)	異常反応, 混触(72)	自然発火(53)	溶湯(42)
6位	逆火(82)	ライター, 点火(69)	衝撃・摩擦火花(53)	異常反応, 混触(37)
7位	摩擦(80)	衝撃・摩擦火花(63)	ライター, 点火(38)	衝撃・摩擦火花(36)
8位	自然発火(77)	摩擦(56)	摩擦(25)	自然発火(23)
9位	ストーブ(46)	自然発火(54)	異常反応, 混触(23)	ライター, 点火(21)
10位	衝撃・摩擦火花(39)	ストーブ(49)	ストーブ(20)	ストーブ(13)

3.9 着火源・原因の年代別順位

Table 4 は、爆発・火災災害の着火源・原因を、年代別に多い順に示したものである。最も多い着火源は、年代に関わらず、溶接・溶断時の炎や火花である。これは、ガスや電気による溶接・溶断作業が様々な産業現場で行われていることと、作業の特性に関連していると思われる。すなわち、溶接・溶断作業は、製品の製造工程だけでなく、工場や施設の建設・修理・解体、自動車修理、ビルや住宅の建設・解体工事など、様々な現場で日常的に行われている。そして、これらの作業では、強力な熱源を必須とすると同時に発生した高熱物がしばしば遠方にまで到達するのである。

溶接・溶断に続くのは、年代によって順位は変動しているが、バーナーや炉の火炎、静電気、電気火花で

ある。このほか注目されるのは、昭和30年代の逆火と昭和60年代の溶湯である。前者はアセチレン発生器に関わるものであり、これは用具の改善により克服された。一方、後者は水蒸気爆発の原因となる主たる物質で、今後とも注意すべき爆発原因であろう。

4. おわりに

統計分析研究は、あくまでも災害のような不確定要素を含んだ未知の事象に対して合理的な意志決定を行うための論理的な枠組みと思考を支援するための方法論であって、分析作業がそのまま災害防止につながるわけではない。しかし、分析作業により、どのような点に注目すれば労働災害を減少させることができるかや、新しい形の災害の出現に関して有用な情報を得ることができ、結果的に災害防止に役立つものであるか

ら、今後も継続して行うべきものと考えている。

そして、災害は思いがけない原因により発生することが多いので、可燃性物質を取り扱う事業所だけでなく、あらゆる事業所において爆発・火災災害の防止対策に役立つことを願うものである。

謝 辞

データベースの作成に使用した要約資料は、歴代の化学安全研究部員ほかの方々によって作成されたものです。また、データベースの作成と分析にあたり多くの方にご援助、ご協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 産業安全研究所における情報検索システムの開発, RIIS-SD-90-1 (1990)
- 2) 安全衛生年鑑 (平成6年版, 7年版, 8年版), 中央労働災害防止協会 (1994, 1995, 1996)
- 3) H.W.Heinrich, D.Peterson and N.Roos (財) 総合安全工学研究所編訳, ハインリッヒ産業災害防止論, p.59~64, 海文堂 (1982)
- 4) 中村林二郎: 安全性の一考察 (I) (危険性), 安全工学, Vol.20, No.3, pp.120-126 (1981)

(平成9年9月16日 受理)