

VI-248

発生期間の異なる労働災害リスクの
被害規模の推定について労働省産業安全研究所 正員 花安繁郎
同上 正員 鈴木芳美

1. まえがき

本研究は、一つの労働災害による被災者数を被害規模と定義し、ある期間での災害による被害規模をもとに、別の期間の災害の被害規模を推定することを試みたものである。事業所で工事を施工する際、通常我々は短い期間での災害情報しか知り得ず、工事システムが長期にわたる場合には、その間にどのような被害規模の災害が発生する可能性があるかを事前に予想しておくことは、安全管理上有益な情報を与えるものと考えられる。分析には1977~1990年14年間の重大災害(一度に三人以上の負傷者を含んだ災害)の資料を用いた。

2. 労働災害リスクカーブと平均発生期間

災害による被害の大きさと、その被害値を越える災害の累積値との関係を図示化したものを災害リスクカーブと呼んでいる。通常このリスクカーブは、被害値をX軸、超過累積災害数をY軸とする両対数紙上で書かれることが多い。このリスクカーブは、災害による被害の大きさを評価する上で重要な役割を果たし、とくに、リスクカーブの勾配(絶対値)の大きさは災害規模の統計的特性を記述する指標として利用出来ることが知られている。

労働災害に関してはこれまでの分析結果から、被害規模の分布はべき関数で記述されることが明らかにされている。すなわち、被害規模の下限値を h_c とすると、災害の被害規模が h 以上である確率は n をパラメータとした次式で示される。

$$R(h) = \left(\frac{h}{h_c} \right)^{1-n} \quad (1)$$

上式から、被害の大きさとその超過累積頻度(確率)との関係は両対数紙上の直線で表現できること、また、パラメータ n は、その値が小さくなると超過確率 $R(h)$ が大きくなるので、大規模災害が起こり易くなることなどが分かる。

また、ある観測期間の長さを L 、その期間内での労働

災害発生件数 N が与えられたとする。すると単位期間での平均発生数は N/L であり、一方、1件の災害の被害規模が h 以上である確率は $R(h)$ で求められるので、被害規模 h 以上の災害の単位期間当りの平均発生件数は次式で計算できる。

$$f_h = R(h) \cdot (N/L) \quad (2)$$

従って、被害規模 h 以上の災害の平均発生期間は次式によって求められる。

$$T_h = \frac{1}{\{R(h) \cdot N/L\}} = \left(\frac{h}{h_c} \right)^{n-1} \cdot \left(\frac{L}{N} \right) \quad (3)$$

ただし、 h_c : 被害規模の下限値

L : 観測期間、 N : 観測期間中の災害数

同式より、被害規模を考慮した災害の平均発生期間 T_h は、全災害平均発生間隔(L/N)が短い(小さい)ほど、またパラメータ n 値が小さいほど短くなることが分かる。

3. 異なった発生期間の災害規模の推定

前節で被害規模を考慮した災害の平均発生期間が与えられたので、観測期間の単位を年とすると、1年間に平均1回起こる災害(1年災害)による被害の大きさ(被害規模) h_1 は、同式で $T_h = 1$ とおき h について解くと次式で求められる。

$$h_1 = h_c \cdot \left(\frac{N}{L} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (4)$$

同様な手順で、 T 年に平均1回起こる災害(T 年災害)の被害規模 h_T は次式で求められる。

$$h_T = h_c \cdot \left\{ T \left(\frac{N}{L} \right) \right\}^{\frac{1}{n-1}} \quad (5)$$

上式に示される通り、 T 年災害による被害規模は、平均発生期間が長く単位期間の平均災害発生率が高く、また n 値が小さいほど大きくなる事が分かる。

これらの式によって計算した産業別・建設事業別

表-1 産業別・業種別一定期間の被害規模（人）

期間(年)	全産業	製造業	建設業	土木工事	建築工事	設備工事
1	34.63	17.54	13.75	10.80	7.64	7.30
5	73.34	36.90	23.63	18.61	12.51	12.36
10	101.34	50.83	29.83	23.52	15.47	15.50
15	122.44	61.30	34.19	26.97	17.52	17.70
20	140.02	70.02	37.67	29.73	19.13	19.45
25	155.38	77.62	40.60	32.05	20.48	20.93
30	169.17	84.44	43.17	34.09	21.66	22.21
35	181.78	90.67	45.47	35.92	22.71	23.36
40	193.46	96.45	47.56	37.57	23.65	24.41
45	204.38	101.84	49.48	39.10	24.52	25.37
50	214.68	106.92	51.27	40.52	25.32	26.26

の被害規模を表-1に示した。同表より、建設業全体の1年災害の被害規模は13.75人であるが、業種別では土木工事が10人を越え、建築工事と設備工事は10人に至っていない。また、建設業と製造業とでは、全災害発生数では建設業がはるかに多いが、被害規模に関してはいずれの平均発生期間でも製造業が大きく、とくに平均発生期間が長いほどその傾向は顕著である。その理由は製造業の n 値が建設業のそれよりも小さいためである。このように、災害発生数が少ない産業であっても、 n が小さい場合には、大規模災害の平均発生間隔は短く、かつ被害規模も大きくなるので注意を要する。

ここで、1年災害の被害規模 h_1 と、 T 年災害のそれ h_T との比を $S_{1,T}$ とおくと、

$$S_{1,T} = \frac{h_T}{h_1} = T^{\frac{1}{n-1}} \quad (6)$$

より一般的に、平均発生期間が T_1 及び T_2 ($T_1 < T_2$) の災害の被害規模をそれぞれ h_{T1} 、 h_{T2} とすれば、それらの比 $S_{T1,T2}$ は、

$$S_{T1,T2} = \frac{h_{T2}}{h_{T1}} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} = T_R^{\frac{1}{n-1}} \quad (7)$$

ただし、 $T_R = T_2/T_1$ ；基準化発生期間

かくして、異なった長さの発生期間の労働災害による被害規模の比が、それぞれの発生期間の比 T_R と n の関数として表現されることがわかった。同式を用いて、 $n=1.5 \sim 5.0$ 、 $T_R=1 \sim 1000$ の範囲で災害規模比 S_{TR} を求めた結果を図-1に示した。同図より、例えば $n=1.5$ の特性値を有するシステムでは、1年に1回

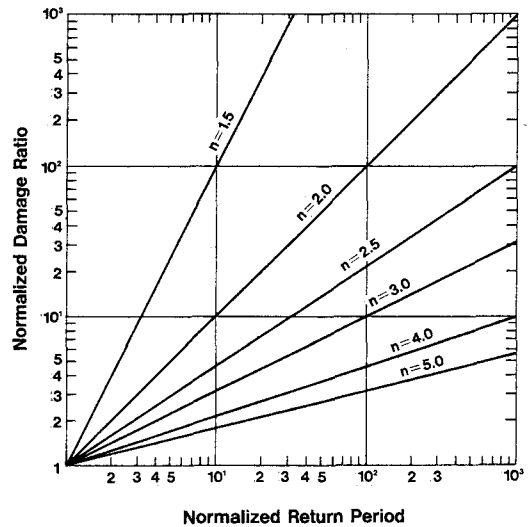


図-1 発生期間比 T_R 、被害規模比 S_T 、 n 値の関係

起こる災害の被害規模を1とすると、10年に1回100倍大きな災害が起こり、32年に1回1000倍の災害、50年では2500倍の災害が起こることが想定される。もしこのシステムの n 値が3.0になったとすると、10年に1回3.16倍の災害、100年では10倍の災害が起こることになり、 n 値が大きくなったことによってシステムの安全性が大きく改善されたことになる。

4. むすび

異なった長さの発生期間の労働災害による被害規模を、それぞれの発生期間の比 T_R と n の関数として推定できることを示した。また、被害分布パラメータ n は大規模災害の起こり易さを表すと同時に大規模災害の推定も出来るなど、被害特性を分析する上で重要な役割を果たすことを明らかにした。