

金岡高等学校アスベスト飛散事故に関する健康リスク評価について

近畿大学医学部

東 賢一

1. リスクの判断基準について

世界保健機関 (WHO) や各国におけるアスベストの有害性評価において、アスベストは閾値 (影響を発現しはじめる境界となる値、これ以下の値であれば影響が発現しないと考えられる値) が存在しない発がん物質と判断されている。そのため、実質的に安全とみなされる量 (実質安全量) を算出し、その数値をもとにリスク評価を行う。

アスベストをはじめ、閾値のない発がん物質のリスクは、本来は限りなく **0** に近いことが望ましいが、現在日本では、有害物質による生涯過剰発がんリスクが **10 万分の 1** 以上であるときは、何らかの対策をとるべきであると考えられている。そのため、生涯曝露における過剰発がんリスクにおいて、**10 万人に 1 人**の発がんが想定される数値で大気環境基準を定めている。

2. リスク評価に用いる評価値について

アスベストの発がんリスクについて、WHO は、**10 万分の 1** の発がんリスク (肺がんと中皮腫) に相当する生涯曝露濃度を **0.045~0.45 本/L** (混合繊維) と報告している。また米国環境保護庁 (USEPA) は、同様に **0.043 本/L** (混合繊維) と報告している。クリソタイルは角閃石系アスベスト (クロシドライト、アモサイト) よりも発がん性が低いと考えられている。しかし WHO は、安全側に評価するために、クリソタイルは角閃石系と同じ発がんリスクと仮定している。

Hughes (ヒューズ) は学校内に使用されているアスベスト (混合繊維) による子供への曝露に対するリスクを評価した結果、**6 年間就学、年間 36 週間、週 35 時間**の曝露時間 (**7,560 時間**の累積曝露) の間、**1 本/L** のアスベストに曝露した場合、**100 万人**あたりの生涯発がん数は **5 人**と報告している。従って、**10 万分の 1** の発がんリスク (肺がんと中皮腫) に相当する生涯曝露濃度は **0.025 本/L** と計算される。これらの数値から、アスベストの生涯曝露濃度と **10 万人**あたりの生涯発がん数を計算すると、図 1 のようになる。なお、WHO の値は低濃度側で示した。

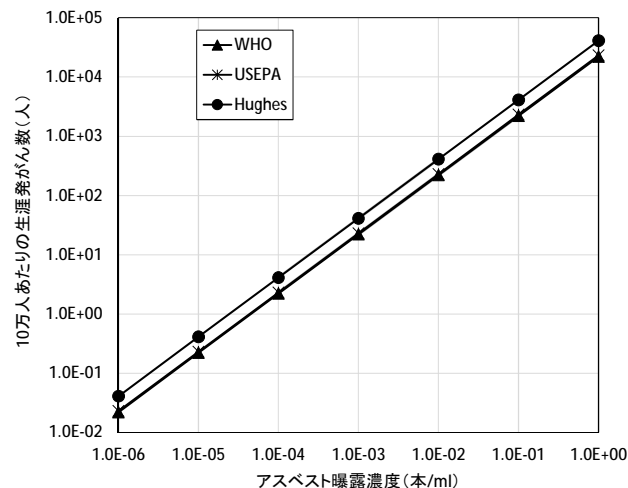


図 1 アスベストの曝露濃度と生涯過剰発がんリスク

3. リスク評価結果

WHO、USEPA、Hughes のリスク評価値に対して、金岡高校における曝露推計から算出した総曝露量をもとに、生涯過剰発がんリスク、10万人あたり及び100万人あたりの生涯発がん数を算出すると、生徒で表1-1～3、教職員で表2-1～3の結果が得られた。それぞれの推計番号のうち最も総曝露量が多い推計量であっても、生涯過剰発がんリスク10万分の1を大きく下回っており、10万人あたりの生涯発がん数は1人を大きく下回っていた。

表1-1 金岡高校の生徒の曝露ケースにおける発がんリスクの評価結果

		1/10万リス ク相当濃度 (本/L)	曝露 推計 No.	総曝露量 (本/L*hr)	生涯過剰発 がんリスク	10万人あた り生涯発が ん数(人)	100万人あた り生涯発がん 数(人)
Hughes	肺がん	0.025	—	15330	1.0×10^{-5}	1	10
	中皮腫	0.025	1	66	4.3×10^{-8}	0.004	0.043
	合計	0.025	2	130	8.5×10^{-8}	0.008	0.085
		0.025	3	229	1.5×10^{-7}	0.015	0.149
		0.025	4	77	5.0×10^{-8}	0.005	0.050
		0.025	5	141	9.2×10^{-8}	0.009	0.092
		0.025	6	239	1.6×10^{-7}	0.016	0.156
		0.025	7	204	1.3×10^{-7}	0.013	0.133
		0.025	8	268	1.7×10^{-7}	0.017	0.175
		0.025	9	366	2.4×10^{-7}	0.024	0.239
		0.025	10	267	1.7×10^{-7}	0.017	0.174
		0.025	11	331	2.2×10^{-7}	0.022	0.216
		0.025	12	429	2.8×10^{-7}	0.028	0.280
		0.025	13	58	3.8×10^{-8}	0.004	0.038
		0.025	14	122	8.0×10^{-8}	0.008	0.080
		0.025	15	220	1.4×10^{-7}	0.014	0.144
		0.025	16	65	4.2×10^{-8}	0.004	0.042
		0.025	17	129	8.4×10^{-8}	0.008	0.084
		0.025	18	228	1.5×10^{-7}	0.015	0.149
		0.025	19	156	1.0×10^{-7}	0.010	0.102
		0.025	20	219	1.4×10^{-7}	0.014	0.143
		0.025	21	318	2.1×10^{-7}	0.021	0.207
		0.025	22	198	1.3×10^{-7}	0.013	0.129
		0.025	23	262	1.7×10^{-7}	0.017	0.171
	0.025	24	360	2.3×10^{-7}	0.023	0.235	

表1-2 金岡高校の生徒の曝露ケースにおける発がんリスクの評価結果 (続き)

		1/10万リス ク相当濃度 (本/L)	曝露 推計 No.	総曝露量 (本/L*hr)	生涯過剰発 がんリスク	10万人あた り生涯発が ん数 (人)	100万人あた り生涯発がん 数 (人)
WHO	肺がん	0.045	—	27594	1.0×10^{-5}	1	10
	中皮腫	0.045	1	66	2.4×10^{-8}	0.002	0.024
	合計	0.045	2	130	4.7×10^{-8}	0.005	0.047
		0.045	3	229	8.3×10^{-8}	0.008	0.083
		0.045	4	77	2.8×10^{-8}	0.003	0.028
		0.045	5	141	5.1×10^{-8}	0.005	0.051
		0.045	6	239	8.7×10^{-8}	0.009	0.087
		0.045	7	204	7.4×10^{-8}	0.007	0.074
		0.045	8	268	9.7×10^{-8}	0.010	0.097
		0.045	9	366	1.3×10^{-7}	0.013	0.133
		0.045	10	267	9.7×10^{-8}	0.010	0.097
		0.045	11	331	1.2×10^{-7}	0.012	0.120
		0.045	12	429	1.6×10^{-7}	0.016	0.155
		0.045	13	58	2.1×10^{-8}	0.002	0.021
		0.045	14	122	4.4×10^{-8}	0.004	0.044
		0.045	15	220	8.0×10^{-8}	0.008	0.080
		0.045	16	65	2.4×10^{-8}	0.002	0.024
		0.045	17	129	4.7×10^{-8}	0.005	0.047
		0.045	18	228	8.3×10^{-8}	0.008	0.083
		0.045	19	156	5.7×10^{-8}	0.006	0.057
		0.045	20	219	7.9×10^{-8}	0.008	0.079
		0.045	21	318	1.2×10^{-7}	0.012	0.115
		0.045	22	198	7.2×10^{-8}	0.007	0.072
		0.045	23	262	9.5×10^{-8}	0.009	0.095
		0.045	24	360	1.3×10^{-7}	0.013	0.130

表1-3 金岡高校の生徒の曝露ケースにおける発がんリスクの評価結果 (続き)

		1/10万リス ク相当濃度 (本/L)	曝露 推計 No.	総曝露量 (本/L*hr)	生涯過剰発 がんリスク	10万人あた り生涯発が ん数 (人)	100万人あた り生涯発がん 数 (人)
USEPA	肺がん	0.043	—	26368	1.0×10^{-5}	1	10
	中皮腫	0.043	1	66	2.5×10^{-8}	0.003	0.025
	合計	0.043	2	130	4.9×10^{-8}	0.005	0.049
		0.043	3	229	8.7×10^{-8}	0.009	0.087
		0.043	4	77	2.9×10^{-8}	0.003	0.029
		0.043	5	141	5.3×10^{-8}	0.005	0.053
		0.043	6	239	9.1×10^{-8}	0.009	0.091
		0.043	7	204	7.7×10^{-8}	0.008	0.077
		0.043	8	268	1.0×10^{-7}	0.010	0.102
		0.043	9	366	1.4×10^{-7}	0.014	0.139
		0.043	10	267	1.0×10^{-7}	0.010	0.101
		0.043	11	331	1.3×10^{-7}	0.013	0.126
		0.043	12	429	1.6×10^{-7}	0.016	0.163
		0.043	13	58	2.2×10^{-8}	0.002	0.022
		0.043	14	122	4.6×10^{-8}	0.005	0.046
		0.043	15	220	8.3×10^{-8}	0.008	0.083
		0.043	16	65	2.5×10^{-8}	0.002	0.025
		0.043	17	129	4.9×10^{-8}	0.005	0.049
		0.043	18	228	8.6×10^{-8}	0.009	0.086
		0.043	19	156	5.9×10^{-8}	0.006	0.059
		0.043	20	219	8.3×10^{-8}	0.008	0.083
		0.043	21	318	1.2×10^{-7}	0.012	0.121
		0.043	22	198	7.5×10^{-8}	0.008	0.075
		0.043	23	262	9.9×10^{-8}	0.010	0.099
		0.043	24	360	1.4×10^{-7}	0.014	0.137

表2-1 金岡高校の教職員の曝露ケースにおける発がんリスクの評価結果

		1/10万リス ク相当濃度 (本/L)	曝露 推計 No.	総曝露量 (本/L*hr)	生涯過剰発 がんリスク	10万人あた り生涯発が ん数(人)	100万人あた り生涯発がん 数(人)
Hughes	肺がん	0.025	—	15330	1.0×10^{-5}	1	10
	中皮腫	0.025	1	51	3.3×10^{-8}	0.003	0.033
	合計	0.025	2	115	7.5×10^{-8}	0.008	0.075
		0.025	3	214	1.4×10^{-7}	0.014	0.140
		0.025	4	69	4.5×10^{-8}	0.005	0.045
		0.025	5	133	8.7×10^{-8}	0.009	0.087
		0.025	6	232	1.5×10^{-7}	0.015	0.151
		0.025	7	115	7.5×10^{-8}	0.008	0.075
		0.025	8	179	1.2×10^{-7}	0.012	0.117
		0.025	9	277	1.8×10^{-7}	0.018	0.181
		0.025	10	222	1.4×10^{-7}	0.014	0.145
		0.025	11	286	1.9×10^{-7}	0.019	0.187
		0.025	12	384	2.5×10^{-7}	0.025	0.250
		0.025	13	45	2.9×10^{-8}	0.003	0.029
		0.025	14	109	7.1×10^{-8}	0.007	0.071
		0.025	15	207	1.4×10^{-7}	0.014	0.135
		0.025	16	56	3.7×10^{-8}	0.004	0.037
		0.025	17	120	7.8×10^{-8}	0.008	0.078
		0.025	18	218	1.4×10^{-7}	0.014	0.142
		0.025	19	76	5.0×10^{-8}	0.005	0.050
		0.025	20	140	9.1×10^{-8}	0.009	0.091
		0.025	21	239	1.6×10^{-7}	0.016	0.156
		0.025	22	142	9.3×10^{-8}	0.009	0.093
		0.025	23	206	1.3×10^{-7}	0.013	0.134
		0.025	24	305	2.0×10^{-7}	0.020	0.199

表2-2 金岡高校の教職員の曝露ケースにおける発がんリスクの評価結果 (続き)

		1/10万リス ク相当濃度 (本/L)	曝露 推計 No.	総曝露量 (本/L*hr)	生涯過剰発 がんリスク	10万人あた り生涯発が ん数 (人)	100万人あた り生涯発がん 数 (人)
WHO	肺がん	0.045	—	27594	1.0×10^{-5}	1	10
	中皮腫	0.045	1	51	1.8×10^{-8}	0.002	0.018
	合計	0.045	2	115	4.2×10^{-8}	0.004	0.042
		0.045	3	214	7.8×10^{-8}	0.008	0.078
		0.045	4	69	2.5×10^{-8}	0.003	0.025
		0.045	5	133	4.8×10^{-8}	0.005	0.048
		0.045	6	232	8.4×10^{-8}	0.008	0.084
		0.045	7	115	4.2×10^{-8}	0.004	0.042
		0.045	8	179	6.5×10^{-8}	0.006	0.065
		0.045	9	277	1.0×10^{-7}	0.010	0.100
		0.045	10	222	8.0×10^{-8}	0.008	0.080
		0.045	11	286	1.0×10^{-7}	0.010	0.104
		0.045	12	384	1.4×10^{-7}	0.014	0.139
		0.045	13	45	1.6×10^{-8}	0.002	0.016
		0.045	14	109	4.0×10^{-8}	0.004	0.040
		0.045	15	207	7.5×10^{-8}	0.008	0.075
		0.045	16	56	2.0×10^{-8}	0.002	0.020
		0.045	17	120	4.3×10^{-8}	0.004	0.043
		0.045	18	218	7.9×10^{-8}	0.008	0.079
		0.045	19	76	2.8×10^{-8}	0.003	0.028
		0.045	20	140	5.1×10^{-8}	0.005	0.051
		0.045	21	239	8.7×10^{-8}	0.009	0.087
		0.045	22	142	5.1×10^{-8}	0.005	0.051
		0.045	23	206	7.5×10^{-8}	0.007	0.075
		0.045	24	305	1.1×10^{-7}	0.011	0.111

表2-3 金岡高校の教職員の曝露ケースにおける発がんリスクの評価結果 (続き)

	1/10万リス ク相当濃度 (本/L)	曝露 推計 No.	総曝露量 (本/L*hr)	生涯過剰発 がんリスク	10万人あた り生涯発が ん数 (人)	100万人あた り生涯発がん 数 (人)
USEPA 肺がん	0.043	—	26368	1.0×10^{-5}	1	10
中皮腫	0.043	1	51	1.9×10^{-8}	0.002	0.019
合計	0.043	2	115	4.4×10^{-8}	0.004	0.044
	0.043	3	214	8.1×10^{-8}	0.008	0.081
	0.043	4	69	2.6×10^{-8}	0.003	0.026
	0.043	5	133	5.0×10^{-8}	0.005	0.050
	0.043	6	232	8.8×10^{-8}	0.009	0.088
	0.043	7	115	4.4×10^{-8}	0.004	0.044
	0.043	8	179	6.8×10^{-8}	0.007	0.068
	0.043	9	277	1.1×10^{-7}	0.011	0.105
	0.043	10	222	8.4×10^{-8}	0.008	0.084
	0.043	11	286	1.1×10^{-7}	0.011	0.108
	0.043	12	384	1.5×10^{-7}	0.015	0.146
	0.043	13	45	1.7×10^{-8}	0.002	0.017
	0.043	14	109	4.1×10^{-8}	0.004	0.041
	0.043	15	207	7.9×10^{-8}	0.008	0.079
	0.043	16	56	2.1×10^{-8}	0.002	0.021
	0.043	17	120	4.6×10^{-8}	0.005	0.046
	0.043	18	218	8.3×10^{-8}	0.008	0.083
	0.043	19	76	2.9×10^{-8}	0.003	0.029
	0.043	20	140	5.3×10^{-8}	0.005	0.053
	0.043	21	239	9.1×10^{-8}	0.009	0.091
	0.043	22	142	5.4×10^{-8}	0.005	0.054
	0.043	23	206	7.8×10^{-8}	0.008	0.078
	0.043	24	305	1.2×10^{-7}	0.012	0.116

参考文献

WHO (2000) Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition., WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen.

USEPA (1993) Integrated Risk Information System. Asbestos, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

Hughes JM and Weill H. (1986) Asbestos exposure-quantitative assessment of risk. Am Rev Respir Dis 133:5-13.