



最強の生物兵器は何か？

相阪 和夫

生物兵器は、ヒトを殺すか無力化するために用いられる病原性微生物と、生物から抽出された毒素をいう。¹⁾ 生物兵器は、戦争の手段の一つとして昔から各国で開発が進められてきたが、1972年にジュネーブで開催された国際会議で「生物毒素兵器禁止条約 (BWC)」が締結され、一応の決着をみた。しかしながら最近では、むしろテロ行為の手段として新たな注目を浴びている。2001年9月11日の同時多発テロの直後の10月、アメリカの中枢部に炭疽菌 (*Bacillus anthracis*) の孢子を含有した郵便物によるテロ攻撃が仕掛けられ、22人が感染し、そのうち5人が死亡した。このニュースは、ごく少人数のテロ集団であっても、生物兵器を用いれば、国家や市民生活に大きな打撃を与え得ることを実証した点でも、全世界を震撼させた。

バイオテロに用いられる生物兵器は、アメリカの疾病管理センターにより、次の三つのカテゴリーに分類されている。すなわち、容易に散布でき、人から人への感染性があり、高い死亡率を示して社会的混乱を引き起こすもの (Aカテゴリー) と、発病率は中程度であり、それほど死亡率も高くないが検査や監視体制は必要なもの (Bカテゴリー) と、入手、生産、散布の容易さと高い死亡率をもつ可能性がゆえに、将来的に大量散布のために遺伝子工学的に改良される可能性のあるもの (Cカテゴリー) である。

しかし、このような定性的な基準だけでは、生物兵器の脅威を定量的に把握して順位付けを行い、効果的に対策を講じることは難しい。そこでアルバート・アインシュタイン医科大学の Casadevall と Pirofski は、病原性微生物の生物兵器としての能力を Weapon Potential (WP) として表す式を提案した。²⁾

それらは、 $WP = [V_{BW}SC/T]XD$ と定義された。 V_{BW} (Virulence of Biological Weapon) は、与えられた接種量 (I) で感染者が発病に至る確率 ($F_{SI} = \text{Fraction of Symptomatic Infections}$) を表す指標 (F_{SI}/I) であり、微生物の毒性とその宿主の感受性の両者の力関係によって決定される相対的な値である。安定性 (Stability) は、兵器にとって必要なパラメーターであり、 $0 \leq S \leq 1.0$ と設定されている。伝染性 (Communicability) は、伝達性と感染性の複合した指標である。人から人への伝染性は、生物兵器に要求される必須の性質ではないが、伝染性の強さは人々の恐怖を増幅するので、 $1.0 \leq C \leq 100$ と

表1 各種病原体の Weapon Potential (WP)²⁾

病原体	VBW		C	S	T	WP
	F_{SI}	Inoculum				
炭疽菌	0.008	8000	1.0	1.0	14.2	7.0×10^{-8}
	0.0008	50	1.0	1.0	14.2	1.1×10^{-6}
	0.0008	1	1.0	1.0	14.2	5.6×10^{-5}
天然痘ウイルス	0.76	100	90	0.25	10	1.7×10^{-2}
HIV	0.99	1000	5	0.25	2920	4.2×10^{-7}
	0.99	1000	5	0.25	1.0	1.2×10^{-3}
SARS	0.18	1000	50	0.25	5.9	3.5×10^{-4}
<i>Candida albicans</i>	0.29	7.9×10^8	5	0.75	5	2.7×10^{-10}

かなりの幅を持って設定されている。攻撃から発病までに要する時間 (Time) は、兵器としてのポテンシャルを考えるうえで重要な指標である。Xは、恐怖指数 (Terror modifier) ともいうべきもので、接触感染率や死亡率の高さ、予防法や治療法の欠如などによってその値は高くなるが、ここでは1と設定されている。配達性 (Deliverability) は、微生物の生物学的性質と攻撃者の技術的能力によって決まる値であり、 $0 \leq D \leq 1.0$ と設定されている。

このWPの定義は単純なものであるが、それでも多くの病原性微生物に対して、WPを正確に計算するための情報が欠如している。たとえば、人間への感染に必要な接種量は、動物実験のデータや過去の事故例および実際に起きたテロ例から類推できるに過ぎず、それらの値にもかなりの幅が認められる。CasadevallとPirofskiが、代表的な5種類の病原体について、いくつかの仮定を設けて各パラメーターを推定し求めたWP値を表1に示す。そのなかでは、高い毒性と伝染性が決め手となって天然痘ウイルス (Variola virus) が最強の生物兵器と評価された。しかしながら、各パラメーターをどのように設定するかによってもWP値が大きく変わってくることが判る。

現在、各国政府はバイオテロから国民を守るために、病原体の種類の迅速な確定法やワクチンや治療法の開発を行っている。¹⁾ ここで提案されたWP式は、バイオテロの予防と防御の優先順位や対策を議論するうえで重要なたたき台になるであろう。またこの考え方は、食中毒の危機管理など、平和目的に利用することも可能であろう。

1) 井上尚英・生物兵器と化学兵器、中公新書 (2003)。

2) Casadevall, A. and Pirofski, L. A. *Trends Microbiol.*, **12**, 259 (2004)。