



図-2 防衛分野でのエアロゾル生物剤検知

い。生物剤に類似する微生物や物質は身の回りに飛散し検知の妨害となる。警報の第一段階では生物剤を非特異的に検知する。陽性であれば特異的な検知方法を試みる。防衛分野での生物剤検知では、まず引き金を引く(Trigger)という目的で高感度粒子検知技術による検知(Trigger 的検知)が行われる。誤報率は高いがこの時点で陽性(不審な粒子が突然増加)であれば、大気を捕集(Collection)し、特異的検知装置で同定(Identification)する(図-2)。

4.2 現場検知技術の現状

Trigger 的検知としての「遠隔検知」技術のうち、赤外線検知装置の検知感度・正確度は不十分であるが、レーザー励起蛍光法は核酸や芳香族アミノ酸などを指標にして高感度に検知し、スペクトル的に高精度で判別できる。Aerosol Particle Counter は、吸引大気にレーザー光を用いて高感度に粒子を測定する自動装置(アメリカ Lockheed Martin 社製 BAWS)である。MS 技術は、指標とする標的分子を選択することで同定能は向上している。生物剤を吸引後、熱または励起レーザー光で低分子物質に分解し、電子イオン化質量スペクトルを測定する装置が開発されている(ドイツ Bruker Daltonics 社製 CBMS)。

Trigger 段階でバイオテロが疑われれば、大気をエアロゾル捕集機で捕集して検知が可能な濃度まで濃縮する。一定の大きさの粒子を捕集する技術として、Impactor, Cyclon, Swirling, Impinger がある²⁴⁾。メソシステム社製 BioCapture は、ノートパソコン大の携帯型の捕集機であり、1 ~ 10 μm の粒子を流量 200 L/分で緩衝液 5 mL に捕集する。長くて 1 時間、通常 10 分間捕集する。理論的に炭疽菌の現場検知は可能であるが(表-1 参照)、他の生物剤は検知要求感度に到達せず、「捕集 off-site 分析」に頼らざるを得ない。アメリカの「Bio-Watch」システムが該当する。

大気を捕集した濃縮試料溶液や白い粉事案での不審物に対して、スクリーニング法として、アミノ基に反応するニンヒドリン発色や特異的タンパク発色キット(感度 mg/mL 程度)が用いられる。テロ現場はタンパク質が満ちあふれ偽陽性率は高く、微量の生物剤の混入を検知することは難しい。細菌はアデノシン三リン酸(adenosine triphosphate ; ATP)を細胞内に含有するが、細菌汚染検出用の高感度なルシフェラーゼ生物発光測定現場キットが予備検査に活用できる²⁵⁾。また、フローサイトメーターで散乱光を測定することにより、試料中の細菌粒子形状(大きさと数が分布として)の情報が得られる。ノルウェー BioDETECT 社製の MICROCYTE は、液体試料を吸引するだけで即時に直径 0.4 ~ 14 μm の粒子に対して位置情報、粒子数が表示され、細菌と小麦粉などの白い粉との識別が可能である²⁶⁾。フーリエ変換赤外吸収スペクトロメーター(Smiths Detection 社製 HazMat ID など)は、生物剤の有機成分(主にタンパク質、糖質)の官能基の吸収スペクトル解析から種別を推定可能であるが、水分を含む試料には適用できない。ラマン分光検知器(Afra 社製 FirstDefender など)は、水分の影響を受けずに生物剤を簡易検知(タンパク質として)可能であり、胞子化に伴い産生されるジピコリン酸カルシウム塩が胞子検知の指標に利用できる。

次に特異的な検知を実施するが、特定できる生物剤の種類は限定される。Lateral Flow Immunoassay (図-3)である免疫ストリップがマニュアル検知法として汎用されている。検出ゾーンの固定化抗体