

土木防空資料

2-7-1 毒瓦斯 (昭. 18. 6)

1. 分類及び種類 (表参照)

生理作用に依る分類

窒息性: 主として呼吸器特に肺臓系統を侵し窒息致死せしむ。例 鹽素, ホスゲン, クロル・ピクリン

癱瘓性: 皮膚, 粘膜を發泡癱關せしめ同時に眼, 呼吸器を侵す。例 イベリット, ルイサイト

催涙性: 眼の粘膜を刺戟し催涙せしむ。例 クロルピクリン, クロルアセトフェノン, ブロムベンジル, ブロムシアンベンジル

催嘔性: 鼻腔及び咽喉の粘膜を刺戟し咳, 嘔, 嘔吐を發せしむ。例 デフェニルクロルアルシン, デフェニルシアンアルシン, アダムサイト

中毒性: 神経系統及び血液に作用し中毒致死せしむ。例 青酸, 一酸化炭素

傷害發現の遲速に依り即効性と遲効性に分ち, 又持久度に依り一時性, 持久性に分ち, 傷害程度に依りて輕度傷害劑 (一時的傷害を生ずるもの), 中度傷害劑 (2, 3日間から數週間の治療を要する傷害を與へるもの), 高度

表-1. 主要毒瓦斯一覽表 (1)

分類	名稱	分子式 (分子量)	形態・色相		特異	比重 水/1	蒸気圧 mmHg	融點 °C	沸點 °C	蒸気生 (20°C) mmHg	燃点度 (20°C) °C	持久度 (20°C) 分	暴露 時間 分	毒性 指數	致死 濃度 mg/m ³	警戒 濃度 mg/m ³	
			通常時	作用時													
中毒性	一酸化炭素	CO (28)	無色気体	無色気体	無臭	—	0.96	-207	-190						70000		
	青酸 (シアン化水素)	HCN (26.5)	無色液体	無色気体	苦杏仁油臭	0.721	193	-13	+265	6544 (21.8)	624500 (10°C)			1.1	1000 4000		
窒息性	鹽素	Cl ₂ (70.9)	黄緑色液体	黄緑色 白色気体	刺激性	1.411	245	-1015	-335	6.62 (6.62)	1947000			10.0	7500	100	75
	ホスゲン (シアン化ホスゲン)	COCl ₂ (98.9)	無色・黄褐色 液体・液体	無色・白色 液体	刺激性 刺激性	1.376	342	-75	+82	1145.0	6495000 (60045)			5.0	450	20	22
時効性	チホスゲン (チホスゲン)	ClC ₂ OCCl ₂ (197.8)	無色・黄褐色 油状液体	無色・白色 液体	刺激性 刺激性	1.656	6.83	-57	+126.0	9.83	106500	0.4		5.0	500	40	8
	塩化エトリン (塩化エトリン)	CH ₃ CClO-C ₆ H ₅ (164.4)	無色・黄褐色 油状液体	無色・白色 微粒子塵	芳香性 刺激性	1.321 (固)	5.31	+58	+24.5	—	—			0.3	4000	4.5	800
催涙性	塩化ピクリン (塩化ピクリン)	CCl ₂ NO ₂ (166.0)	無色液体	無色液体	刺激性 刺激性	1.658	5.67	-67.2	+113	18.9	170000	0.23		2.0	2000	50	40
	臭化ベンチル (臭化ベンチル)	C ₆ H ₅ ·CH ₂ Br (171)	無色・黄褐色 油状液体	無色・白色 液体	芳香性 刺激性	1.44	5.9	-39	+201	0.33	3100			4.0	6000	60 (mg/m ³)	100
催嘔性	臭化ベンチル (臭化ベンチル)	C ₆ H ₅ ·CH ₂ ·CN (196)	無色・黄褐色 油状液体	無色液体 (気体)	芳香性 刺激性	1.54	6.76	+29	+232	0.013	132	395		0.3	7500	30	250
	アロロイン (アロロイン)	CH ₂ CHCHO (56.03)	無色液体	無色液体	刺激性	1.0	1.90	-86	+52.4	215.5	655000			7.0	2000	50	40
持久性	チフェニル (チフェニル)	(C ₆ H ₅) ₂ AsCN (264.5)	無色結晶 工 管地色液体	無色・白色 微粒子塵 (中粒10 ⁻⁴)	刺激性 刺激性	1.4 (固)	9.13	+43	+333	0.0019	28			0.1	4000	1-2	4000
	チフェニル (チフェニル)	(C ₆ H ₅) ₂ AsCN (255.1)	無色結晶 工 管地色液体	無色・白色 微粒子塵	刺激性 刺激性	1.45 (固)	8.80	+31.5	+346	0.7·10 ⁻⁵ 1.1·10 ⁻⁵	0.1			0.1	4000	0.25	16000
持久性	アダムサイト (D.M.)	NH ₂ C ₆ H ₄ ·AsCN (277.5)	無色結晶	無色・黄褐色 微粒子塵	無臭	1.649 (固)	9.58	+194	+410	2.10 ⁻¹⁰ (24°C)	3.10 ⁻¹⁰ (24°C)			0.1		0.4	
	ルイサイト (M.)	CCl ₃ ·CH ₂ ·AsCN (207.36)	無色液体	無色・黄褐色 微粒子塵	刺激性 刺激性	1.886	7.16	-34	+190 +53 (26mm)	0.61	6921	9.6		—	1500	—	1/∞
持久性	イベリット (I.P.)	CCl ₃ ·CH ₂ ·S (159.1)	無色液体	無色・黄褐色 微粒子塵	刺激性 刺激性	1.274	5.49	+13.9	+219.5	0.030	596	67		—	1500	—	1/∞

1) 山田 櫻: 「化学兵器」

湯川新太郎: 「毒瓦斯及試験法」及び防空研究所所有資料及び同所講習會資料より抜萃

表-1. 主要毒瓦斯一覽表 (2)

名稱	生理作用	耐水性	可溶性(水)	持続性	安定度	検知	溶剤	消毒剤	吸収中和剤	備考
一酸化炭素	血液中赤(致死)	非分解(耐水)	難溶							1.イペリット(2.5%濃度の混合剤) 2.水による吸収
青酸	中毒呼吸障害 中枢神経麻痺死亡	加水分解 酸分解	冬(1000分) 夏(100分) 1000分 100分	冬(100分) 夏(100分) 100分 100分		1.青酸の性質はナトリウム青酸(青酸) 2.水による分解 3.水による分解	アルコール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
塩素	窒息中毒 呼吸器炎・肺腫瘍 皮膚炎	加水分解 酸分解	1000分 1000分 200分	冬(1000分) 夏(1000分) 200分		乾燥した層に存在 (冬)に安定、夏に分解 3.水による分解	四塩化炭素	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
ホスゲン	窒息中毒 呼吸器炎・肺腫瘍 皮膚炎	加水分解 酸分解	1000分 1000分 200分	冬(1000分) 夏(1000分) 200分		乾燥した層に存在 (冬)に安定、夏に分解 3.水による分解	ベンゾール クロロホルム	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
ジホスゲン	窒息中毒 呼吸器炎・肺腫瘍 皮膚炎	加水分解 酸分解	1000分 1000分 200分	冬(1000分) 夏(1000分) 200分		乾燥した層に存在 (冬)に安定、夏に分解 3.水による分解	ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
塩化アセチレン	催涙・眼・喉痛 視力障害	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
塩化ビクリン	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			高温(160°C)に分解 酸分解による不安定 4.水による分解	ベンゾール クロロホルム ニトロベンゼン	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
臭化ベンゼン	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
青臭化ベンゼン	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
アクロレン	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
ジフェニル塩化砒素	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
ジフェニル青化砒素	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
アダムサイト	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
ルイサイト	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)
イペリット	催涙・嘔吐(喉痛) 喉・喉頭・窒息	非分解(耐水)	難溶			熱分解による不安定 金属に腐蝕	アルコール ベンゾール	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	1.70%水溶液 2.ウロトリン 3.水	揮発性の使用(他瓦斯に混用)

傷害剤(持続的の傷害又は永久的の傷害を與へ然かも死亡率の高きもの)等に分つこともある。

又常温下(20°C, 760 mm Hg)の瓦斯状、液状、固状等の物理的状態に依る分類もある。

化學的分類法では鹽素系, 砒素系, 硫黄系, 臭素系, 青酸系等に分けられ、Jankowsky氏は發毒團, 助毒團の理論より6種類に分け、Engel氏は7種類(ハロゲン化エステル類, ハロゲン化エーテル類, ハロゲン化ケトン類, 芳香族ハロゲン化合物類, ハロゲンニトロ化合物類, シアン化合物類, 有機砒素化合物類)に分類す。

獨逸にては綠十字劑(窒息性), 黄十字劑(糜爛性), 青十字劑(催涙性), 白十字劑(催涙性)と言ふことあり。

2. 航空機に依る毒瓦斯撒布法

毒瓦斯には常温にて氣體, 液體, 固體の各種があるが, 氣體のものは多く液體にして使用せられ瓦斯彈炸裂に依り, 又は撒布に依りて氣化する。又液體及び固體のものは微粒子化して煙状となし, 更に蒸發瓦斯にて空氣を汚毒する。

瓦斯彈撒布法

投下瓦斯彈は10kg以上數百kgに及び各種瓦斯劑を填實し, 其の填實量は全彈重量の50~60%であり, 炸藥を有し其の爆發に際し相當の爆風彈片作用を伴ふ。

汚毒範圍は50kg彈にて窒息性では2000m², 糜爛性では600m²の地域である。

瓦斯滴下又は雨下法

航空機に毒液槽を搭載し雨下器に依りて滴下, 雨下する。雨下器は300~400lの槽にて50mの超低空時には800m位の上空から風向, 風速等を考慮して雨下するもので相當廣範圍例へば1機で幅100~300m, 縦長300~800m程度の地域を極く短時間に毒化し得る。主としてイペリット, ルイサイト等の糜爛性持久瓦斯が使用せられる。此の方法の缺點は有效なる密度に撒布するには航空機の高度を大ならしむること能はず地上の防空砲火に

脅かされるにある。

3. 性質

比重 (表参照)

毒瓦斯の瓦斯状、煙状に於ける比重は空氣の比重より大なることを要し、空氣よりも比重小なれば直ちに擴散して稀薄となりその效力を失ふ。瓦斯比重大なるものは沈滞低迷し而も瓦斯擴散は其の比重の平方根に逆比例する (Graham の法則)。故に長く滯溜して效力を發揮する。青酸以外の毒瓦斯は一般に空氣より比重大である。

空氣に對する比重を瓦斯比重とする。

揮發度

揮發度とは一定溫度に於て或物質の液體又は固體より揮發して瓦斯状として空氣中に存在し得可き其の物質の最大量であつて、通常或溫度に於て飽和せられたる空氣 1 m³ 中に含まれる瓦斯の量を mg 又は mm³ を以て表す。

$$t^{\circ}\text{C に於ける揮發度} = \frac{H_t \cdot M \cdot 10^6}{760V_t} \quad (\text{mg/m}^3)$$

但し H_t : $t^{\circ}\text{C}$ に於ける飽和蒸氣壓 (mm Hg) M : 瓦斯の瓦分子量

V_t : $t^{\circ}\text{C}$ に於ける 1 瓦分子の瓦斯容積 (l)

揮發度大なる瓦斯は容易に濃厚なる瓦斯地帯を構成し、瞬間に致死的效果を示すが、一面揮發散逸し易く、揮發度小なるものは一部が霧又は液滴として存在し撤毒後徐々に蒸發し長く残留して傷害を與へる。

同一瓦斯でも炎熱時は揮發し易く寒冷時は瓦斯化し難くなる。瓦斯彈の炸裂時は高温のため一時附近には高濃度を構成する。Herbst 氏の法則に依れば 10°~30°C の間の溫度にては 1°C 溫度が上昇すると揮發度は約 10% だけ上昇する。

持久度

揮發度大なる一時性瓦斯は撒布せらるゝと同時に大部分氣状となり擴散し去るが、揮發度小なる持久性瓦斯は一部液状として残留し徐々に蒸發して長時間瓦斯地帯を構成する。持久度とは毒瓦斯が野外に於て其毒作用を持続し得る時間的關係を示すものにして此は蒸氣壓及び蒸發速度に關係して居る。又蒸發速度は風速及び蒸發面の大きさに關係する。風速が大であると蒸發した瓦斯が運び去られて蒸發速度は大となり、風速小の時は蒸發は徐々であるが空氣が動かない爲瓦斯濃度は大となる。一般に一時性瓦斯では風速 2~3 m/sec が適當である。

毒瓦斯の持久度として Leitner 氏は一定量の液體又は固體毒物の蒸發速度を同一條件による 15°C の等量の水の蒸發する速度を單位として比較することとし、此の比蒸發時間を以て表した。

$$S = \frac{C_1 P_1 \sqrt{\frac{M_1 T}{M T_1}}}{C P \sqrt{\frac{M T}{M_1 T_1}}}$$

但し S : 絶對溫度 T に於ける毒瓦斯の持久度

C : 絶對溫度 T に於ける毒瓦斯の蒸發速度

C_1 : 絶對溫度 T_1 に於ける水の蒸發速度

P : 絶對溫度 T に於ける毒瓦斯の蒸氣壓 (mm Hg)

P_1 : 絶對溫度 T_1 に於ける水の蒸氣壓

M : 毒瓦斯の瓦分子量 M_1 : 水の瓦分子量 ($M_1=18$)

水の溫度には大氣溫度 15°C 即 $T_1=288$ を用ふ。

即ち $P_1=12.7$ mm Hg

實際には大氣中の濕度、土壤面のアルカリ作用、土地の凹凸等が持久性に影響する。

安定度

毒瓦斯は其の運用上、瓦斯の混合、加熱、彈殼其の他の鐵容器への充填のため安定でなければならない。又地上に撒布せられた場合水分、酸、アルカリ等に對し充分抵抗し得る必要がある。即ち熱に對して安定にして炸裂

時分解或は燃焼せざること、鐵の接觸に對し分解を呈せず又鐵を腐蝕せざること、耐水性が大で容易に加水分解せざること等が必要である。

外觀, 臭氣

毒瓦斯は純品は無色でも、工業製品の場合不純物のために着色して居る場合が多い。

毒瓦斯は夫自體、或は夾雜物の爲特異なる臭氣を有するもの多く微量の存在でも臭氣により容易に檢知せられるのが普通である。

其の他

彈殼、容器への毒瓦斯填充に際し又は使用に際し、沸點、融點、凝固點、膨脹係數等も重要である。

4. 毒性效力 (表参照)

一般に毒瓦斯が人體に及びず生理作用は刺戟作用と毒作用との二つに大別出来る。刺戟作用は人體中最も鋭敏なる感覺を有する眼、鼻、及び咽喉等の粘膜を刺戟し催涙、催嚏或は咳等を發せしめ堪へ得ない様になし、比較的少量の瓦斯にて即効的であるが、一般に其毒效力は致死のものではない。毒作用は接觸毒と吸入毒とに區分せられ、接觸毒は皮膚面に直接接觸してその細胞組織中に吸収されて毒作用を發現する。吸入毒は氣狀、蒸氣或は煙狀微粒子にて吸入せられ、呼吸器系統の諸器官に毒作用を及ぼす。

毒性微數

毒瓦斯の毒性を計數的に表現するには毒性微數を用ひる。人體への毒效力は體重 1 kg 當りの毒物致死量が問題となる。 c (mg/m³) の濃度の含毒空氣を呼吸量 m^3 (l/min) にて t (min) 吸入したとすれば其の吸入全毒量は $g = c \cdot a \cdot t$ (mg) となる。體重 M kg とすれば、

$$\text{單位重量當りの吸入毒量 } N = \frac{g}{M} = \frac{c \cdot a \cdot t}{M}$$

一般に動物の體重と呼吸量とは比例し a/M は常數である。故に毒瓦斯の毒作用は $c \cdot t = N$ なる數値にて表はされる。此の $c \cdot t$ を中毒度又は作用積と稱し、其の致死の中毒を起す最小作用積を毒性微數と言ひ、此の値は各毒瓦斯に固有の値であつて、此の値の小なる程毒效力が強い。

此の毒性微數の測定には海猿、兎、犬、猫、鼠等を使用する。

刺戟堪忍限度

刺戟性毒瓦斯では微量の濃度にて催涙、催嚏等に依り耐え得ざるに至る程有效である。通常人に對し催涙、催嚏を起さしめる最小濃度或は 1 分間耐え得ざる濃度を以て此の限度を表す。

警戒微數

毒性微數を刺戟堪忍限度にて除したる數値を警戒微數と稱す。

$$\text{警戒微數} = \frac{c \cdot t}{C}$$

$c \cdot t$: 毒性微數

C : 1 分間耐え得ざる濃度 (mg/m³)

此の數値の小なる場合は不識々々油斷の内に瓦斯作用を受けて重大なる障害を蒙る虞が多分にある。

5. 擴散及び流動²⁾

毒瓦斯の流動は主として風向、風速等に支配せられ、野外開闊地にては比較的簡單で風向、風速に従ひ瓦斯原點より扇狀に擴散して行き、地上擴散角は約 30 度、上昇角は約 15 度、その瓦斯滯留時間は略々瓦斯發生時間に等しいと言はれる。市街地に於ける瓦斯の流動は風に支配せられると共に、建築物が障壁となり、街路が河溝の如き作用を爲し流動狀況は極めて複雑となる。市街地の瓦斯流は建築物の上空を進む上層流と地面上を進行する地面流との二つに分けられ、上層流は風に依て運ばれ其の速度は地面流よりも速かであり、時には渦流、沈

2) 伊藤憲太郎:「市街地に於けるガス流に就て」, 建築雜誌 (昭. 14. 2)
及び防空研究所所有資料より拔萃

降等に依り上層流の一部が地面流到達前の地面上に落ち來り毒化せらるゝこともある。地面流は一般の風向、風速よりも、街路上の局部的の風向、風速に支配され、此の局部的風向、風速は建物、土地狀況に影響されて一般的風向、風速とは異り時には全く無關係で逆向する時もある。例へば氣象臺の風速は 3 m/sec、實驗中の平均風速 2.4 m/sec の時に、路上風速は 0.5~19 m/sec のことがあつた。

一時性瓦斯の流動には、風速 2~3 m/sec 程度が適當で、殊に早朝及び夕暮 2 回の氣温と地表温とが等しい上昇氣流の停止した時間が最も有效である。風速 5 m/sec 以上になると飛散してその效力が發揮出來なくなる。瓦斯流の流動實驗には發煙筒の白煙劑として酸化亜鉛と四鹽化炭素より成るベルゲル混合劑が多く用ひられ生ずる鹽化亜鉛の微粒子白煙は其の擴散狀況が或種の實毒瓦斯と大體似て居ると言はれてゐる。今市街地の實驗例を示せば表-2 の如し。瓦斯の流動速度は風速より 1~2 割大であつて、1 km の距離流動するに要する時間は地上風速約 1 m/sec の場合は 14~17 分、約 2 m/sec の場合は 8~9 分、約 3 m/sec の場合は 3~4 分と言はれてゐる。瓦斯の滯溜時間は路上では、5~10 分程度なれども、特に滯溜する地點では 10~30 分程度にして最長 1 時間と考へられてゐる。毒瓦斯の效力は濃度と時間 (c·t) に支配せらるゝ故に傷害範圍の決定には濃度が關係して

表-2.

		高層建築物地	低層木造家屋密集地帯	中流及上流住宅地帯	一般市街地
實驗時風速 (m/sec)	地域平均	5.5	2.4	3.8	0.7~3.0
	路上局部	0.8~2.3	0.5~1.9		
流動速度 (m/sec)	地面流	1.6~2	1.7~2	1.0~2.1	0.8~4.8
	上層流				1.2~5.6
到達時間 (min)	地面流	250 m	2.2	4.2	2.5~11.0
		500 m	5.0	7.7	
		1000 m	8.5	8.0	
	上層流	500 m			2.0~7.0
1000 m				3.0~14.0	
逸散速度 (m/sec)		0.34~0.56	0.20~0.88	0.20~0.67	
ガス雲長(地上) (m)		630~950	740~970	640~1260	
擴散角 (°)	發煙點附近	150°	55°	100°	32~39°
	大勢	30°	25°	26°	
上昇角 (°)	發煙點附近	30°	9°	14°	14~22°
	大勢	7°	9°	6°	
到達高度 (m)		80	65	50	濃200~300 稀700~900
到達最大距離 (m)		1200	1630	1760	700~2400
擴散最大幅員 (m)		370	530	575	250~500
擴散總面積 (km ²)		0.343	0.580	0.682	0.153~0.445
滯溜時間 (min)	路上	4~5	2~6	5~6	
	最長期滯溜地點	13	8	11	

来り、傷害範囲は汚毒範囲とは同じではない。傷害範囲は必ずしも連続的ではなくて断続的即ち飛び飛びになることもあり、その範囲は拡散範囲の距離、幅に於て 1/2~1/4 程度、面積に於て 1/10 程度である。

又その有効面積は弾量 1 ton (毒量 50%) にて、窒息性瓦斯では 0.080 km²、麻痺性瓦斯にては 0.024 km² とも言はれる。

特に滞溜し易い箇所

1. 風向と異なる方向に存する街路の露路殊に高層建築の風下及び不規則な幅員の狭い道路
2. 高層建築物の中庭及び入口の凹部分アーケード等
3. 地下道、ドライエリヤ等
4. 入口の開放せる建築物内及び一般和風建築の軒下
5. 板道を繞らした空地及び生垣の陰等
6. 2階家屋に囲まれたる平屋家屋の上部一帯
7. 繁茂せる樹木地帯、庭の植込等
8. 窪地及び崖下等

街路の影響

1. 相當の幅員を有し風向と一致する街路に於ては、瓦斯の主流が此に沿つて速に進行し、逸散も速かであるが、遠距離に迄擴散する。
2. 街路が瓦斯流を風下に強く流導せしめ、時に外側方への瓦斯の擴散を阻止することもある。
3. 風向に直角なる街路に於ても、瓦斯流は街路に沿ふて横に流れ、その逸散は遅い。
4. 風向に直角又は斜行する狭い通路等に於ては、廣幅員の街路より瓦斯を吸引したり、反對に吹き込んだりして、意外の方向に流動し時には逆流する等、局部的氣流の作用を受ける。
5. 發煙點附近に於ては、街路に沿ふて左右に擴散し、擴散範囲を梯形とせしめる。

水面の影響

1. 河川等の水面が瓦斯流の横斷を特に阻止することは認められない。
2. 河に沿ふ氣流のため、瓦斯流は下流方向に曲げられ段を生ずる。
3. 濠等の水面に於ては、非常に低く水面まで降りて這つて行く。

建築物の影響

1. 高層建築物の周囲は局部的の強い氣流を生じ、瓦斯流を複雑に亂し、速に擴散せしめる。
2. 地面流の進行を阻止し遲滞せしめ、建築物の壁面に沿ひ瓦斯流を上昇又は下降せしめ、街路兩側の建物間に渦流を生ぜしめる。
3. 建物の凹凸部に渦流を生じ、軒、戸袋、椽の二等に長く滞溜せしめる。

瓦斯濃度

ホスゲンの投下瓦斯彈に關し投下點と風下とに於ける構成瓦斯濃度を計算したものを表-3 に示す。

表-3.

爆質量 (kg)	投 下 點					100 m 風 下			
	ガス雲 半 徑 (m)	ガス雲 全容積 (m ³)	有 效 ガス量 (kg)	構成ガス濃度		ガス雲 半 徑 (m)	ガス雲全容積 (擴散角 15°) (m ³)	構成ガス濃度	
				%	mg/m ³			%	mg/m ³
10	5	250	9	0.8	36 000	32	68 500	0.003	130
100	7	720	90	2.8	126 000	34	823 000	0.025	1 120

備考 投下瓦斯彈の填實毒量は概ね全重量の 50% 程度を標準とする。但しホスゲン彈は 90% である。

瓦斯濃度算出公式³⁾

(擴散角を 30°, 上昇角を 15° とす。)

$$C = \frac{N \cdot A \times 10^3}{V \cdot t \left\{ e \cdot a \tan 15^\circ + \frac{\pi}{2} (a \tan 15^\circ)^2 \right\}}$$

a : 瓦斯彈破裂點からの距離 (m) C : a 點に於ける瓦斯濃度 (mg/m³)

V : 風速 (m/sec) t : 瓦斯放射時間又は瓦斯雲の通過時間 (sec) $t=4\sim5$ 分

e : 放射線長又は瓦斯雲直径 (m) $e=10\sim15$ m

A : 一彈の有効毒量 (kg) N : 彈數

瓦斯の構成濃度は状況に依り千差萬別であるが、通常の場合、最高濃度は 1000~20000 mg/m³、高濃度としては 300~500 mg/m³、平均濃度としては 100 mg/m³ 程度で、風下では 30~50 mg/m³ 程度と考へられる。其作用時間も 2~3 分から長くも 10 分程度であつて、此間に充分なる傷害效力を求めねばならぬ。

6. 各種物料への滲入

持久性毒瓦斯例へばイペリットの物料への滲入程度は、コンクリート、モルタル、石材、煉瓦、タイル等には容易に滲入し、コンクリートには 4 cm 迄滲み込むと言はれる。アスファルト面には殆ど滲入しない。タール、ビッチには溶け込むと共に化學變化を起して汚毒點が擴大し消毒困難になると共にタールやビッチの質が軟くなる。木材はその滲入程度が材質に依り軟木に對しては、堅木に對してよりも速かに滲入し、又木材の小口からは相當深く滲入するが、板目からは餘り滲入しない。概して多孔質の材料には深く滲入し消毒し難い。亜麻仁油を土臺とする普通ペイントには溶解滲入するがエナメル、ワニス類には滲入困難である。鐵板、ガラス、陶磁器には全く滲入しない。ゴムは長時間作用されると滲入する。

例へばイペリットの直径約 20~40 mm の斑點の滲入深さは、大理石 5 mm、粗石 4 mm、石灰石 3~6 mm、コンクリート 3 mm、セメントモルタル 6 mm、石符モルタル 9 mm、アスファルト 1 mm、木材は小口 30 mm、板目 7 mm である。

7. 検 知

毒瓦斯攻撃を受けたる際、可及的迅速に瓦斯の眞偽、種類及び量等を検出し、被毒地帯の被害状況を確定し、以後の除毒、消毒、被毒者の治療等の方針を確立することが必要であるが、今日屋外にて即刻検出、鑑別することは極めて困難である。一般に毒瓦斯は微量にても特異の臭氣があり、人間の嗅覺は甚だ鋭敏であり、熟練すれば容易にその検知が出来る。然し外界の影響、臭氣の種類等に依り、嗅覺に相違を生じ、又偽瓦斯、無臭瓦斯は全く検知出来ない。

検知の方法は

(1) 人間の感覺に依る方法

1. 嗅覺に依る法
2. 鼻孔、口腔、眼等の粘膜及び皮膚に對する刺戟に依る法
3. 瓦斯彈の音響に依て知る法
4. 瓦斯雲の色等に依て知る法

(2) 小鳥、蛇、其の他の小動物に依る方法

1. 小動物の瓦斯吸入に依る動作の變化にて知る法
2. 小動物の中毒症狀に依る法
3. 中毒小動物の解剖學的檢索に依る法

3) 衛生工業協會誌參照

(3) 物理的方法

1. 毒瓦斯に依る電氣抵抗の變化或は成極作用の消滅等を應用せる電氣的方法
2. 光學的方法
3. 瓦斯彈炸裂の際の反應熱に依る氣體の膨脹に依る法
4. 瓦斯吸收量の變化に依る法

(4) 化學的方法

1. 試験紙、檢知紙に對する反應に依る法
2. 液體、固體の試薬に對する反應に依る法
3. 瓦斯燈又はアルコール・ランプの火焰に對する呈色反應に依る法
4. 化學分析に依る法

毒瓦斯の屋外檢知には、嗅覺を第一とし、之に檢知紙、檢知器、小鳥等を利用する。

各種瓦斯の檢知

1. 窒息性瓦斯

窒息性瓦斯は一般に非常に特殊な臭氣を有し檢知容易である。遭遇する機會多きホスゲンは腐敗堆肥臭を有し大氣濕潤せる時は薄白き煙を出す。

2. 催涙性瓦斯

催涙性瓦斯は眼の刺戟に依て容易に檢知され、一般に永續的である。濃褐色液體のものはイベリットと混同せざる様注意が必要である。

3. 催嘔性瓦斯

催嘔性瓦斯は一般に無臭に近いが、鼻、咽喉の刺戟に依て檢知される。

4. 癱瘓性瓦斯

イベリットは芥子油(わさび、玉葱、にんにく)の臭があるが、臭が弱く檢知困難である。しかし熟練すれば臭で檢知出来るが、長く嗅くと嗅覺が衰へる。液滴は濃褐色乃至麥葉色であり、草や其の上のものも檢知困難であり、液から出る蒸氣は眼に見えない。乾燥せる路上、地面上では濕つた斑の如く見え、濡れた路上、地面上ではパラフィンの如き輕微の紅色を呈する。ゼレン III の試薬はイベリットで黄褐色に變色する。

ルイサイトは天竺藍(西洋葵)の如き強い臭氣を有し、眼、鼻の刺戟で檢知される。