

2015.11.1

## 災害リスク情報<第 67 号>

### 化学災害に備える

#### 1. はじめに

去る 8 月 12 日に中国・天津の経済技術開発区で発生した化学品倉庫における大規模な爆発事故は、不幸にも死者 165 名、行方不明者 8 名、負傷者約 800 名におよぶ人的および物的に甚大な被害をもたらす歴史的な災害となった（9 月 12 日時点の新聞報道による）。

この事故に関しては、現場に極めて危険な化学物質が違法かつ大量に貯蔵されていたことや、公的消防機関の対応力が脆弱で、禁水性の危険物に放水をしたため大規模な爆発に至ったとの報道がなされている。また現場周辺では猛毒であるシアン化水素、シアン化物が検出され、当局発表の測定値は事故後まもなく規制値を下回っていったものの、情報の量や信憑性から多くの風評が蔓延し現場が混乱、周辺地域に進出している多くの日系企業においても事業再開に大きな影響を被った。

我が国においては、化学物質に起因する災害に対して諸法令、規制により厳しく監督され、事業所においても平素から、防災対策、発災時の緊急対応、事業復旧計画など一定の備えを行っており、先の中国のような災害が発生する可能性は極めて低いと考えられる。

しかしながら、化学品、危険品に対して高度な専門性を持たない事業所が自社内の危険物から災害を発生させたり、自社の近隣から有毒化学物質が大量にいつ出・流出するような災害（本稿で「化学災害」とする）に遭遇した場合、適切な初動対応のためのスキルや装備が充分であるとは言い難い。

本稿では、化学災害が発生した場合の初動対応を考えるうえで考慮しておきたい装備や参考となる情報源について記載する。

※天津の災害については弊社のグループ会社であるインターリスク上海の InterRisk Report「中国風険消息」([http://www.iriic.co.jp/risk\\_info/china/index.html](http://www.iriic.co.jp/risk_info/china/index.html))を参照いただきたい。

#### 2. 危険物災害への備えの必要性

有毒ガスの発生など、広範にわたって人体に著しい影響を及ぼす可能性がある化学災害が発生した場合には、事業所で定めた初動対応ルールに従ったうえで、いち早く現場から避難し、行政機関に救援を求めることが基本である。

我が国においては各種法規制や事業所での安全の取組を通じて、安全レベルは一定保たれている。また発災時には十分な訓練を受け、高度なスキルを持つ消防、救急、警察、自衛隊などにより被害を最小限に食い止める体制にある。

東日本大震災の経験から、大規模自然災害に起因する化学災害への公設消防の対応力も徐々に向上が図られている。

しかしながら、化学物質の漏えい事故件数は増加傾向<sup>(※)</sup>にあり、自社や周辺において化学災害に遭遇した事業者が従業員の人命の保護と事業への影響軽減のために最低限の安全を確保するには、事業者自らの備えやスキルを高めてゆくことが求められる。

また、先の中国での災害のように、新興国においては化学災害をはじめとする特殊災害への公的な防災対応インフラ、スキルは日本のレベルには及ばず、また法的コントロールや情報開示も十分ではないと想定される。そのような環境下で事業を行うには、日本における以上に事業者の自衛対策を高めることが必要である（もちろん、専門的な知識と技術を必要とする化学災害において、そのための訓練・教育を受けていない第一発見者、初動対応者が自らの生命の危険を冒してまで災害対応を行うこ

とは避けなければならない)。

※経済産業省「高圧ガス事故等の状況について 平成 27 年 3 月 12 日」

### 3. 事業所で備えておきたい装備について

災害の鎮静化について専門的な訓練とスキルが必要となる化学災害においては、人体に有害なガスの吸引、化学物質への接触、ばく露を避け、いち早く避難することが重要である。

安全な避難や一時的な屋内退避など行う場合、あるいは災害後の事業復旧の段階で現場に立ち入る場合などにおいて、作業者の安全を確保するためには個人用保護具（PPE:Personal Protective Equipment）を装備しておくことが好ましい。

また、昨今懸念されている火山の噴火による火山性ガス、降灰からの防護対策としても有効である。

#### ■防護マスク、ゴーグル

マルチ（複数）ガス種、粉塵、火山性ガスなどに対応したものが市販されている。有毒物質を吸着する吸収缶部が一体になったものと、ガス種に応じて吸収缶部を交換するタイプのものがある。

#### ■化学防護服

事業所における初動対応や復旧対応に従事する場合に作業者が着用することが好ましい。

#### ■装着訓練の必要性

これらの保護具は適切な装着、脱衣を行う必要がある。装着方法が適切でないと隙間から有毒ガスを吸入したり、有毒物質に人体がばく露する可能性があるためである。また、化学防護服は脱衣の際に服に付着した有毒物質に触れてしまう可能性があるため、安全な脱衣を行わなければならない。

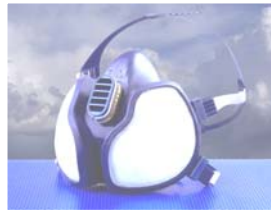
さらに、各種の保護具を装着した状態は視界、聴覚や円滑な動作を妨げることになる。災害時の迅速な初動対応や避難行動を行うためには、保護具を装着した状態での初動対応訓練をできるだけ多くのスタッフが経験しておくことが好ましい。

#### ■液体吸収剤キット

液体危険物の流出時に拡散や排水溝、河川への流出を防止する。



防毒マスクとマルチガス吸収缶



マルチガス吸収缶一体型マスク



ゴーグル



化学防護服



液体吸収剤キット

(写真提供：スリーエム ジャパン株式会社)

## ■ガス検知器

日常的に可燃性蒸気や有毒ガスの濃度測定を行い、事故の防止に努める必要がある。また万が一事故が発生した場合には初動対応、避難行動を安全に行うために濃度測定を行うことが求められる。

複数のガス種に対応したタイプのガス検知器を装備しておくことが好ましい。



ポータブル型マルチガス検知器の例

(写真提供：理研計器株式会社)

#### 4. 化学災害に関する情報源の活用

化学災害を防ぐためには、取り巻く諸法令の遵守、監督行政当局との情報連携、マニュアル、規定類の整備と訓練・教育など基本原則を踏まえた継続的な取り組みが必要である。また、行政、各種団体からも災害防止や応急措置に関する情報が提供されており、それらを参考に自社の対策を講じることができる。本節では、海外において危険物の流出や火災事故に初動対応者として対応する場合を想定し、即座に必要な措置を判断するために活用されている2点のツールを紹介する。

なお、これらのツールは災害現場で第一対応者として対応するために必要な訓練をうけ専門スキルを有する消防隊、軍隊などの隊員を想定して作成されているため、事業所の災害対応要員がその内容を全て理解し実行することを求められるものではない。しかしながら災害の原因となる危険物に関する情報が合理的に検索できるようコンパクトにまとめられており、事業所での緊急対応計画の検討において示唆に富んでおり、参考として紹介するものである。

##### (1) ERG(Emergency Response Guidebook)2012

ERG はアメリカ運輸省、カナダ運輸省、メキシコ通信交通省、アルゼンチン緊急事態のための科学情報センターが共同で策定した化学災害の緊急対応に従事する者向けのガイドラインである。

パイプラインや輸送途上で発生した過去の化学物質の漏えい事故のデータをもとに、事故が発生した場合に現場に到着した初動対応要員が採るべき緊急時の対応を指針として取りまとめており、危険物質の名称、国連番号、貯蔵容器の形状、標識などから危険物を特定し、危険物の性状、事故時に即座に採るべき対応や避難に必要な最低限の距離の指針を示しているものである。

書籍の他に、ウェブサイトからの PDF 版、スマートフォンアプリのダウンロードが可能である。

以下に、その大まかな構成と内容を記載する。

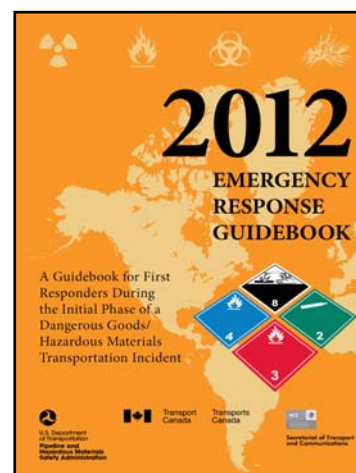


図 1 ERG2012 表紙

##### ①イエローページ、ブルーページ

イエローページでは危険物の輸送車両や容器に掲示された国連番号から物質名を特定し、後述のオレンジページに示す物質ごとの対応指針番号を検索する。

また、ブルーページには危険物の名称がアルファベット順に記載されており、名称からオレンジページの対応指針番号を検索する。

さらに、イエローページ、ブルーページで物質名がグリーンにハイライトされている場合は、人体に有害なガスを発生する物質であり、後述のグリーンページに、流出時に設定すべき初期隔離区域、風下警戒区域が記載されていることを示している。

##### ②オレンジページ

オレンジページでは対象とする物質の危険性について「潜在的危険」、「公共安全」、「緊急時の措置」のカテゴリに分け緊急時の対応指針を示している。後述のグリーンページとともに本ガイドラインの重要な部分である。

人体への影響、火災・爆発危険、必要となる保護具、避難すべき距離（漏えい時、火災時）、緊急時の対応（漏えい時、火災時）、受傷者への応急処置の方法などが記載されている。



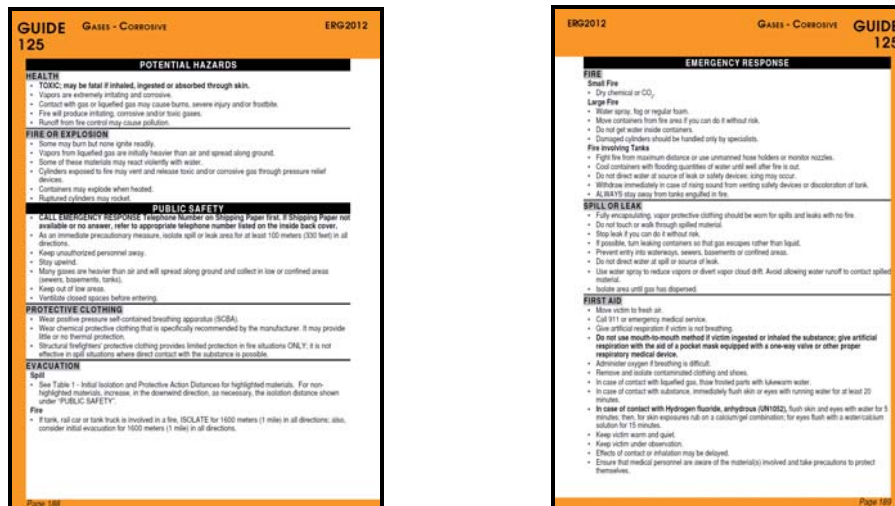


図 2 ERG2012 オレンジページの一例

### ③グリーンページ

グリーンページでは漏えい、流出した場合にガスを吸入すると人体に危害がある物質、一部の化学兵器、水と反応して有毒ガスを発生する物質について、その物質ごとに人体に危害が及ばないように確保すべき距離（「初期隔離区域」、「風下警戒区域」）を定めている。

これにより、緊急時に迅速に避難しなければならない範囲を知ることができる。

また、流出の状態としては「少量（ドラム缶（約 200L）や小型ボンベ、大型容器からの少量漏えい）」と「大量（大型容器、複数の小型容器など）」に、流出時間帯は「日中（日の出から日没まで）」と「夜間（日没から日の出まで）」の 2 通りに分けられている。

#### ・初期隔離区域（Initial Isolation Zone）

初期隔離距離とは、風上にいる場合は人体が危険にさらされ、風下にいる場合には命が脅かされる物質が存在する周辺域をいい、対象物質の全方向に対して設定される。

#### ・風下警戒区域(Protective Action Zone)

風下警戒区域とは、人間が動けなくなり防護手段を取れないか、身体に回復不能な影響を受ける場合に防護措置すべき風下区域を定義するものである。

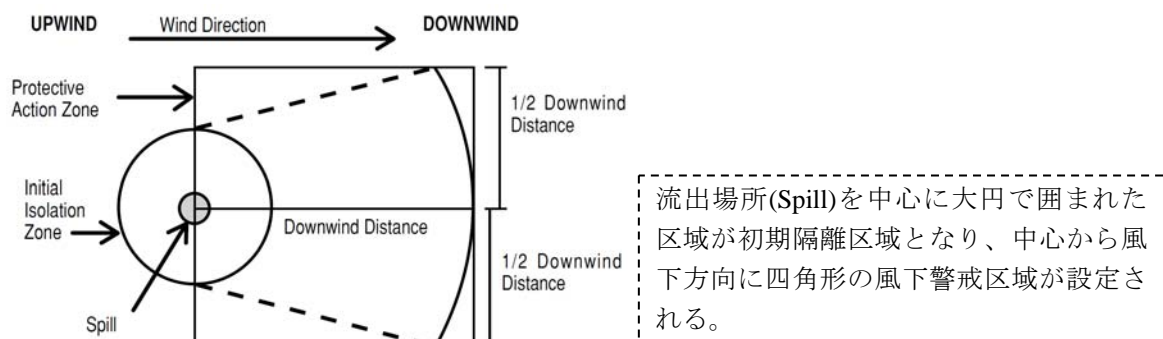


図 3 ERG2012 初期隔離区域および風下警戒区域

Page 292

TABLE 1 - INITIAL ISOLATION AND PROTECTIVE ACTION DISTANCES								
ID No.	Guide	NAME OF MATERIAL	SMALL SPILLS (From a small package or small leak from a large package)			LARGE SPILLS (From a large package or from many small packages)		
			First ISOLATE in all Directions Meters (Feet)	Then PROTECT persons Downwind during-		First ISOLATE in all Directions Meters (Feet)	Then PROTECT persons Downwind during-	
				DAY Kilometers (Miles)	NIGHT Kilometers (Miles)		DAY Kilometers (Miles)	NIGHT Kilometers (Miles)
1005 *	125	Ammonia, anhydrous	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	150 m (500 ft)	0.8 km (0.5 mi)	2.0 km (1.3 mi)
1005 *	125	Anhydrous ammonia						
1008	125	Boron trifluoride	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.5 km (0.4 mi)	300 m (1000 ft)	1.7 km (1.1 mi)	4.8 km (3.0 mi)
1008	125	Boron trifluoride, compressed						

図 4 REG2012 グリーンページの一例

上表上段ではガイド No.125 無水アンモニアの初期警戒区域が半径 30m(少量流出)、半径 150m (大量流出) となり、風下警戒区域が 0.1km (少量流出/日中)、0.2km (少量流出/夜間)、0.8km (大量流出/日中)、2.0km (大量流出/夜間) となることを示している。

ERG2012 は米国での過去の事故事例や気象データなどを基に作成されており、日本の実情に合致しない点がある。また実際の事故時には消防、警察、物質の製造者、販売者などからの指示、情報に従うことが重要であるが、発災時の初動対応計画を策定する場合などに参考にできる。

## (2) Wiser (Wireless Information System for Emergency Responders)

Web 上およびスマートフォン用アプリケーションで活用できるソフトで、アメリカ国立衛生研究所の国立医学図書館が開発した化学・生物・核物質災害の初動対応者用のツールである。

化学物質が同定できない場合に、外見、においなどの性状や危険物容器の表示、受傷者の身体症状などを入力することにより流出・漏えいしている危険物、化学物質を絞り込むことができ、対象物質に応じた緊急対応措置を検索することが可能。また、スマートフォン版には前述した ERG2012 が収録されており、グリーンページの退避区域は現在地のインタラクティブマップ上に表示できる。



受傷者の体温や症状が現れている身体部位とその症状をタッチしながら、吸入した可能性のある物質を絞り込んでゆく。

図 5 Wiser スマートフォン版の画面イメージ

## 5. 弊社のコンサルティングメニュー

化学物質を保管、使用している場合には流出・漏えいや爆発が発生した場合の有毒ガスの拡散範囲や延焼範囲のシミュレーションを行って緊急時対応計画などを策定することが有効である。

本節では弊社インターリスク総研で提供可能なシミュレーションを活用した影響評価計算ツールの例を紹介する。

### (1) 化学物質の漏えい拡散計算

約 300 種類の物質の漏えい事故について、風向・風速の経時変化に対応してガス拡散範囲と濃度の変化を三次元シミュレーションすることができる。

漏えい事故が発生した際の危険区域の予測やガス検知器の設置箇所、緊急時対応計画、避難場所の検討などに活用できる。

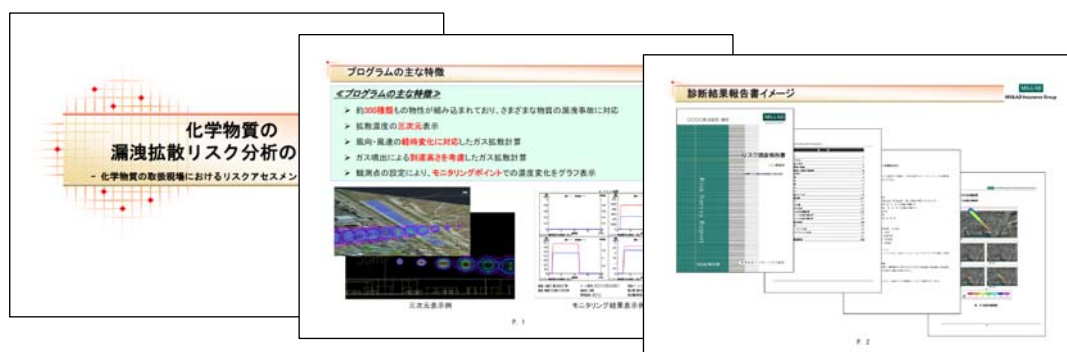


図 6 化学物質の漏えい拡散計算

### (2) 危険物タンク火災を想定した輻射熱計算

原油、ナフサ、重油などの危険物施設（タンク、プラント設備など）で火災が発生した場合を想定し、火災の大きさ、風の影響、輻射熱量計算などを三次元シミュレーションすることができる。

隣接施設への類焼の可能性、被害範囲の想定、事故防止対策の立案、緊急時対応計画の見直しなどに活用できる。また、消火設備の適正な設置状況の確認と、有効な消防戦術の検討も可能である。

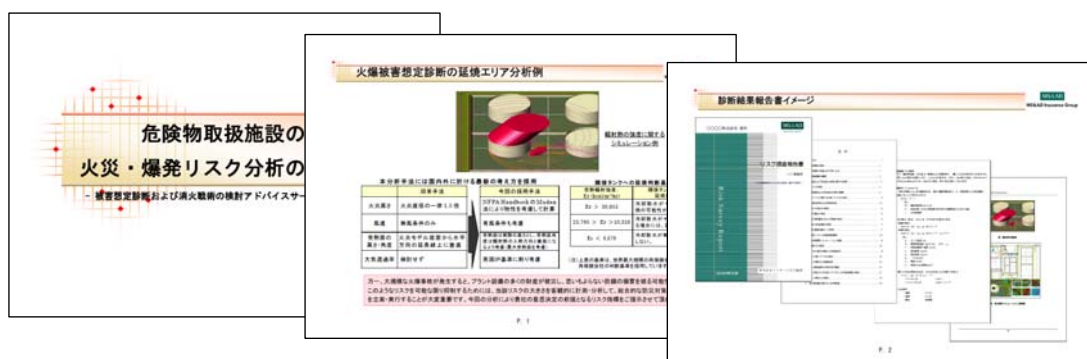


図 7 危険物タンク火災を想定した輻射熱計算

## まとめ

自社のリスクアセスメントによりリスク低減の取組みを行っている企業においても、近隣から被る化学災害に対しての備えまでを十分にしておくことは極めて難しい。

また、新興国に所在する事業所においては、災害時に信頼のおける情報が得られない可能性がある中、従業員や家族の生命を守るために必要な初動対応を行うためのスキル向上は重要な課題である。

化学災害への対策としては、平時から近隣の事業者や消防・警察などの行政機関との情報連携、環境測定業者との提携などを行い、必要に応じ化学物質の流出を想定した避難訓練（対象物質・発災時の風向などを考慮）を実施しておくことが重要であることは言うまでもないが、保安や復旧に率先して携わる要員に対しては本稿で触れた情報源の活用や装備を一定数配備しておく必要がある。普段なじみのない装備については、正しい使用方法を学び、装着状態での避難訓練なども必要である。

在外の事業所を支える立場の日本側においても、万が一現地で発災し、日本からの緊急支援が必要になることを想定して、支援体制の再検討と整備を行い、応急資器材の選定やストックをしておく必要があるだろう。

日本でも高度経済成長期には多くの化学災害を経験したが、長年にわたる安全操業が定着し、災害の経験者や対応に習熟した人材が減少しているとも言われている。本稿で紹介したも以外にも様々な情報を活用し、事業所の化学災害へのリテラシー向上への一助としていただきたい。

災害リスクマネジメント部 リスクエンジニアリンググループ  
グループ長 三和 多賀司

## <参考文献>

- 1) 経済産業省「高圧ガス事故等の状況について 平成 27 年 3 月 12 日」  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan/koatsu\\_gas/pdf/007\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan/koatsu_gas/pdf/007_01_00.pdf)
- 2) 消防庁国民保護・防災部参事官付 消防特殊災害室「平成 25 年消防・救助技術の高度化等検討会報告書」  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h25/gijutsu\\_koudoka/index.html](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h25/gijutsu_koudoka/index.html)
- 3) 「消防業務エッセンシャルズ」 発行：オクラホマ州立大学消防出版部、監訳：株式会社日本防災デザイン
- 4) ERG2012 U.S. Department of Transportation Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration  
[http://phmsa.dot.gov/pv\\_obj\\_cache/pv\\_obj\\_id\\_7410989F4294AE44A2EBF6A80ADB640BCA8E4200/filename/ERG2012.pdf](http://phmsa.dot.gov/pv_obj_cache/pv_obj_id_7410989F4294AE44A2EBF6A80ADB640BCA8E4200/filename/ERG2012.pdf)
- 5) WISER U.S. National Library of Medicine  
<http://wiser.nlm.nih.gov/>



株式会社インターリスク総研は、MS&AD インシュアランスグループに属する、リスクマネジメント専門のコンサルティング会社です。

災害や事故の防止を目的にしたサーベイや各種コンサルティングを実施しています。これらのコンサルティングに関するお問い合わせ・お申込み等は、下記の弊社お問い合わせ先、または、お近くの三井住友海上、あいおいニッセイ同和損保の各社営業担当までお気軽にお寄せ下さい。

**お問い合わせ先**

**㈱インターリスク総研 災害リスクマネジメント部（リスクエンジニアリンググループ）**

**TEL.03-5296-8947    <http://www.irric.co.jp/>**

**<災害リスクコンサルティングメニュー>**

- ① 事業所の火災・爆発・風水災等のリスクを実施調査し、防災対策を検討したい。  
⇒リスクサーベイ（リスク調査・評価）  
専門エンジニアによる実地調査を行い、リスク状況と改善提案の報告書を作成します。
- ② 危険物施設（タンク・プラント設備）の火災・爆発を想定した防災対策を検討したい。  
⇒輻射熱計算・消火戦術シミュレーション  
コンピュータシミュレーションにより火災の延焼範囲や消火設備の有効性検証を行います。
- ③ 有毒物質や可燃性物質の漏えい・拡散範囲について分析し、構内外への影響を検証したい。  
⇒化学物質の漏えい拡散シミュレーション  
コンピュータシミュレーションにより化学物質の漏えい範囲を想定し、防災対策検討の資料とすることができます。

本誌は、マスコミ報道など公開されている情報に基づいて作成しております。

また、本誌は、読者の方々に対して事故防止活動等に役立てていただくことを目的としたものであり、事案そのものに対する批評その他を意図しているものではありません。

不許複製／Copyright 株式会社インターリスク総研 2015