

川崎市・横浜市連携 環境リスク評価講習会その0

1. 0.この動画の目的

この動画では、大気拡散モデルの理論的背景を経産省が配布している METI-LIS を例にしながらご説明いたします。

最終的な目標は大気拡散モデル (METI-LIS) を実際に使用してリスク評価を実践することです。とは言え、いきなり使用することは難しいため、この動画でどのような流れで評価が行われるかをイメージしていただくことを目的としています。

2. 0.大気拡散モデルの例

METI-LIS とは、工場等から排出された化学物質がどのように移動していくかを PC 上でシミュレーションできるソフトとなっております。実際にこちらの右の図のように、排出された物質が風等の影響によって広がりどのような濃度で分布するかをビジュアル的に表示することができます。

METI-LIS は、一般社団法人産業環境管理協会の HP から無料で入手することができます。

3. 本資料の目次

具体的な項目は以下の通りです。大きく分けて 2 つあり、大気拡散モデルのイメージと大気環境濃度の算定方法に分かれております。以降、順にご説明いたします。

4. 1.大気拡散モデルのイメージ

そもそも化学物質がどのように飛散するかですが、下の図のように風の影響を受け、鉛直、水平方向に拡散していきます。基本的に大気環境中濃度は排出源からの距離が近いほど高くなりますが、下の図の A さんのように化学物質が地表に初めて落ちるまでの間はその限りではありません。

5. 1.大気拡散モデルのイメージ

大気拡散のモデルは様々あり、それぞれ特徴があります。METI-LIS では使用用途からプルームモデルが用いられております。プルームモデルとは、風がある際の煙の拡散を定量的に予測するためのモデルとなります。プルームモデルでは、風速や大気の状態から、化学物質が拡散し、左の図の色の濃淡のように分布するとして計算しております。また、右の図のように排出高さ等も考慮し 3 次元的に計算を行っております。具体的にどのような項目が影響しているかについては、後ほどご説明いたします。

6. 1.大気拡散モデルのイメージ

7. 2.大気環境濃度の算定方法

続きまして、実際にプルームモデルを使用した大気環境中濃度の算定方法についてご説明いたします。濃度算定には1時間程度の短期のものと、年間の長期のものがございます。短期の濃度算定方法は図のような流れになっておりまして、様々な値を使用しております。

8. 2.大気環境濃度の算定方法

実際に用意するデータは赤で囲ったものになります。気象データは、気象庁等が出している日射量及び風速のデータになります。化学物質の排出量及び化学物質の排出高さは事業所から排出されている化学物質の排出量及び煙突の高さということになります。

9. 2.大気環境濃度の算定方法

続いて、年間レベルの長期的な濃度の算定方法ですが、基本的には先ほどの短期の方法を拡張したものになります。短期の方法と異なる点は、ある時間ごとに計算を行い、最後に個々の計算結果を合計の期間で重ね合わせている点です。そのため、長期の算定方法でも使用するデータは気象データ、化学物質の排出量、排出高さとなります。つまり、化学物質の大気環境中の濃度を低減させようとする場合、この3つを操作しなければなりません。

10. 2.大気環境濃度の算定方法

先ほどの計算の流れの個別の値についてご説明いたします。拡散パラメータとは、化学物質の拡散の度合いを示したもので、距離と大気安定度の影響を受けます。まず距離について、直観的にご理解いただけるかと思いますが、下の図の赤と青の部分の濃度分布を切り出すと真ん中の図のようになります。青い部分は中心に分布が集中している一方で、赤いほうは分布がなだらかになっているのが分かるかと思いますが、3次元でも同様に距離が遠いほど中心軸から外側に拡散していきます。

11. 2.大気環境濃度の算定方法

続いて、大気安定度の影響です。大気安定度とは大気中に何らかのものが出ていった時の動きやすさのことです。天気予報で、「大気が不安定です。」というのは大気安定度が不安定であると同義です。大気が不安定なときは、風があっちこちに吹いてしまうため、化学物質は拡散しやすくなります。その一方、大気安定度が高いとき、化学物質は拡散しにくくなります。結果、この図のような結果となります。パスキルの安定度階級と書いてありますが、Aが不安定、Fが安定となります。排出されるガスの拡散は大気安定度に強い影響を受けることとなります。

12. 2.大気環境濃度の算定方法

続きまして、化学物質の排出の高さについてご説明いたします。こちらは比較的イメージしやすいかと思いますが、基本的には化学物質が排出される煙突や放散塔のことを指しています。ただし、条件によっては煙が上昇もしくは下降することがあり、高さの補正が必要になってきます。一つ目に、排出されるガスの速度が、周囲の風速に比べ小さい場合、煙突の背後に巻き込まれるダウンウオッシュというものが起きます。

13. 2.大気環境濃度の算定方法

スライドの左側にダウンウオッシュが起きた図をお示ししていますが、排出後下降しているのが見て取れます。この下降した分の高さを計算して、補正が必要になってきます。また、排出されるガスが周囲の気温と比較して高温であった場合、浮力上昇が起き、さらに高さの補正が必要になってくる。浮力上昇については右側の図でお示ししています。これはものが燃えているときに煙が上昇することと同じだと考えていただければよいと思います。今まで、二つの補正について説明してきましたが、実際の計算は METI-LIS が行ってくれるため、大気の状態によって変わることがあるという程度の認識で構いません。

14. 2.大気環境濃度の算定方法

今までは、計算の手順についてご説明してきました。ここからは、計算条件を変えたときの濃度分布の変化についてご説明いたします。大気拡散モデルへの入力値となる計算条件を変えたとき、最も濃度が高くなる風下方向について結果を見ていきます。スライドでは、右側の赤い点線の濃度変化を見ることとなります。評価の高さが 1.5m という風に書かれていますが、こちらは地面から一般的な人の鼻もしくは口までの高さを模した値となっております。変化させる計算条件は拡散パラメータ、排出高さでの風速、化学物質の排出量、化学物質の排出高さの 4 つとなります。これらを変化させ、計算結果にどの程度影響があるのかを、この後見ていきます。

15. 2.大気環境濃度の算定方法

どのように条件を変えるかをこちらに示しています。No. 1～4 でそれぞれ条件を変えて、濃度分布の変化を見ていきたいと思えます。

16. 2.大気環境濃度の算定方法

まず、排出量からみていきましょう。排出量が 2 倍であれば、濃度も理論上 2 倍となり、濃度は排出量に比例していることが分かります。このように排出量は大気環境濃度の大きく影響を与えるパラメータであることが見て取れます。

17. 2.大気環境濃度の算定方法

続いて、風速の変化による濃度分布の変化を見ていきます。風速が増加すると、化学物質は当然遠くに飛んでいくと考えられますので、濃度は薄まっていきます。赤や黄色が分かりやすいですが、風速が2倍になると濃度は半分になっており、反比例の関係になります。

18. 2.大気環境濃度の算定方法

続いて拡散パラメータの変化の影響についてみていきます。こちらは大気安定度の変化と考えるいただければと思います。先ほど大気がFのように安定であるとき、拡散しにくいという説明をしました。拡散しにくいということは、密集することになるので、濃度は高くなるということになります。そのため、最高濃度の到達地点は大気安定度が安定であるほど、遠くになっていることが分かります。

19. 2.大気環境濃度の算定方法

最後になりますが、排出高さによる濃度分布の変化をお示ししています。こちら、ちょっと見づらいんですが、排出の高さは単純に濃度を評価する高さに近ければ近いほど高く測定される。評価の高さは1.5mであるため、その周辺は高くなることが分かります。ただ、化学物質が出ていく量は変わらないので、ある程度の距離に到達しますと、濃度の差はほぼ同レベルとなります。

20. まとめ

それでは、まとめになります。大気拡散モデルで計算するために必要なパラメータを4つお示しました。化学物質の環境濃度の管理の観点からは、1, 2は気象データであり、自然現象であるため、対策の取りようがありません。また、4は排出の高さについては、変更することは可能ですが、現実的ではないかと思います。そのため、3の排出量を低減させることが最も重要になります。以上、大気拡散モデルの理論的背景について説明しました。この後、METI-LISの操作に入ることと思いますが、実際の操作方法等の具体的なことに関しては、別途動画を準備しておりますので、御覧いただければと思います。