

報告 (Note)

塩化水素発生施設周辺における最大着地濃度の推定

池貝隆宏
(環境情報部)

Estimation of the maximum ground level concentration in the surrounding apparatus generating hydrogen chloride

Takahiro Ikegai
(Environmental Information Division)

キーワード：廃棄物焼却炉，塩化水素，拡散計算，モンテカルロ法

1 はじめに

塩化水素発生施設は、神奈川県では大気汚染防止法、大気汚染防止法第4条第1項の規定による排出基準及び水質汚濁防止法第3条第3項の規定による排水基準を定める条例（以下「上乗せ条例」という。）及び神奈川県生活環境の保全等に関する条例（以下「県条例」という。）により排出規制を受けている。その規制基準値を表1に示したが、廃棄物焼却炉については上乗せ条例の規制基準値が設定されていない。

そこで、廃棄物焼却炉に係る上乗せ条例への新たな規制基準値設定の必要性を検討するため、煙道排ガスの測定値を用いて拡散計算を行い、最大着地濃度の推定を行った。

2 最大着地濃度の評価の方法

表1に示した廃棄物焼却炉の規制基準値である700mg/Nm³の設定の考え方は、昭和52年の環境庁大気保全局長通達¹⁾によれば、日本産業衛生学会の当時の「許容濃度に関する委員会勧告」に示された労働環境濃度を参考として目標環境濃度を0.02ppmとし、平均的な排出口

表2 塩化水素発生施設

区域	一般廃棄物 焼却炉	産業廃棄物 焼却炉	塩素反応施 設	塩化水素反 応施設	塩化水素吸 収施設	吸収施設 (弗酸製造用)	計
県域	17 (38)	11 (18)	1 (2)				29 (58)
横浜市	5 (15)	9 (12)	1 (1)	1 (1)	1 (1)		16 (30)
川崎市	4 (11)	18 (28)		1 (4)	2 (9)	1 (1)	22 (53)
相模原市	2 (6)	8 (11)					10 (17)
横須賀市	1 (3)	4 (6)					5 (9)
平塚市	1 (3)	5 (7)					6 (10)
藤沢市	2 (4)	1 (3)					3 (7)
計	32 (80)	56 (85)	2 (3)	2 (5)	3 (10)	1 (1)	91 (184)

※ 表中数値は事業所数，（ ）内は届出施設数を表す。届出施設ベースで事業所数をカウントしているため、区域ごとの事業所数の合計は一致しないものがある。

表1 塩化水素の規制基準値

	廃棄物焼 却炉	塩素反応 施設等※
大気汚染防止法 (規則別表第3)	700mg/Nm ³	80 mg/Nm ³
上乗せ条例 (別表第1)	なし	8 mg/Nm ³ (5ppm)
県条例 (規則別表第6)	700mg/Nm ³	8 mg/Nm ³ (5ppm)

※ 塩素化エチレン製造用塩素急速冷却施設，塩化第二鉄製造用溶解槽，活性炭製造用反応炉，塩素反応施設，塩化水素反応施設，塩化水素吸収施設
高さを有する施設からの塩化水素の排出が、拡散条件の悪い場合にあってもこれを満足するように設定されたものとされる。そこで、この目標環境濃度0.02ppmを参照値とし、推定した最大着地濃度をこの参照値と比較することにより評価を行った。

3 最大着地濃度の推定方法

3.1 対象施設

表2に神奈川県内に届出されている塩化水素の発生施設を示した。全184施設のうち廃棄物焼却炉が90%を占めた。表2の全施設を対象に施設周辺の最大着地濃度を推定した。

3. 2 拡散計算

表 2 に示した全施設の煙道排ガス測定値及び特定施設の届出書を入手し、低煙源工場拡散モデル²⁾ METI-LIS ver.3.02 を用いて次の条件で施設周辺の最大着地濃度（計算点高さ 1.5m）の年平均値を算出した。塩化水素は降水への溶解等拡散以外の減衰が考えられるが、施設近傍の濃度推定であり放出後の時間が比較的短いこと及び安全側の推定を行うため、こうした濃度減衰は考慮しなかった。なお、煙源の位置は、届出図面又は航空写真から判読した。

3. 2. 1 時間当たり塩化水素排出量

煙道排ガス測定値のうち、平成 25 年の実測データから平均値を算出し、時間当たり排出量を求めた。平成 25 年度データがない場合は、直近の年の測定値の平均値を使用した。また、濃度が定量下限値未満の場合は、安全側の評価を行うために定量下限値を用いて算出を行った。

3. 2. 2 施設稼働率

連続稼働でない施設は、次のような稼働パターンを設定した。土曜、日曜は停止とし、稼働日は 8:00～10:00 は 70% 負荷、10:00～16:00 はフル稼働、16:00～18:00 は 70% 負荷、18:00～翌 8:00 まで停止の日中稼働とした。稼働パターンが不明の施設は、安全側の評価を行うために連続稼働として設定した。

3. 2. 3 浮力上昇

届出書には基本的に有効煙突高さが記載されているため、浮力上昇を個別に算出せず、実高さに有効煙突高さを設定した。有効煙突高さが不明の施設は、施設規模、排ガス温度から浮力上昇の見こみ値を設定し、実高さに上乘せした。

3. 2. 4 気象データの作成

平成 25 年 1 月 1 日から 12 月 31 日の 1 年間における県内 5 局の AMeDAS 1 時間値から年間気象ファイルを作成した。大気安定度の算出には日照時間を使用した。作成した気象ファイルの地域ごとの当てはめを表 3 に示した。

3. 2. 5 評価領域の設定

原則として、煙源を中心に約 1,800m×1,800m の区域を評価領域に設定し、領域内に 20m 間隔で計算点を設定した。近接する届出事業所がある場合は、同一評価領域内で重合計算を行った。敷地境界がこの計算領域をはみ出す場合や最大着地点が領域外となった場合、適宜評価領域を拡大した。この場合、計算点間隔は 50m

表 3 気象の当てはめ

AMeDAS	評価対象地域
横浜	横浜市, 川崎市
三浦	横須賀市, 逗子市, 葉山町
辻堂	鎌倉市, 藤沢市, 茅ヶ崎市, 平塚市
海老名	海老名市, 大和市, 相模原市, 厚木市, 伊勢原市, 秦野市, 愛川町
小田原	小田原市, 南足柄市, 大井町, 山北町, 箱根町, 湯河原町

とした。煙源を評価領域に割り付けた結果、評価領域は 65 地域となった。

4 推定結果

4. 1 最大着地濃度年平均値の推定値

全 65 地域の領域内の最大着地点及び最大着地濃度年平均値の推定値を別表、そのヒストグラムを図 1 に示した。県下で最も濃度が高かった地点は、2 基の産業廃棄物焼却炉を煙源とする相模原市南区新磯野 13 付近の 0.0023ppm であり、参照値 0.02ppm を越えた地点はなかった。全体の 1/3 にあたる 24 か所の最大着地点の濃度が 0.00001ppm から 0.00005ppm の範囲に分布していた。

4. 2 着地濃度の最大値の推定値を用いた評価

前述の最大着地濃度年平均値は、年数回の煙道排ガス実測濃度の平均値から排出量を設定し、施設の稼働パターンを考慮するとしてもこの量が定常的に放出されるという前提で算出した濃度である。しかし、現実には排出量そのものにはばらつきがあるため、最大着地濃度のより正

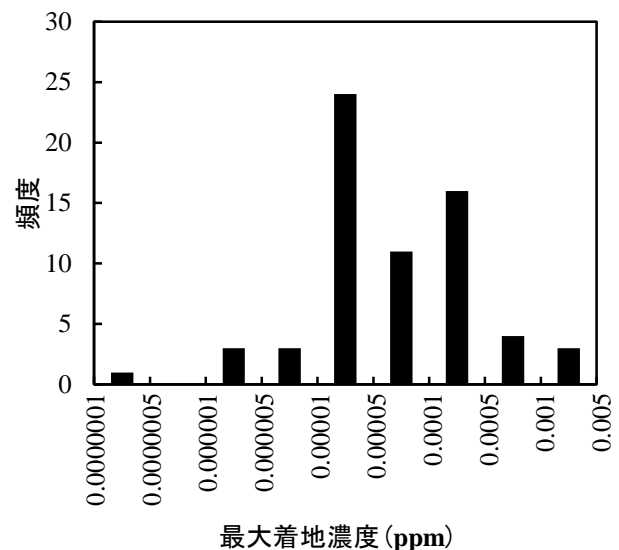


図 1 最大着地濃度推定値の分布

表 4 産廃焼却炉実測データの幾何標準偏差

排出量 Q (mg/h) の区分	施設数	最大	平均	最小
Q < 20,000	23	3.39	1.75	1.00
20,000 ≤ Q < 100,000	14	3.25	1.86	1.00
100,000 ≤ Q	17	7.73	2.42	1.17

確な評価には、これを考慮する必要がある。そこで、排出量のばらつきを考慮した着地濃度の最大値を試算した。推定対象は、最大着地濃度年平均値が最大となった「相模原市南区新磯野 13 付近の 0.0023ppm」である。

試算の前提条件を次のとおり設定した。

- ① 最大濃度着地点の濃度の分布が煙道排ガス測定濃度の分布と同じとする
- ② 煙道濃度分布が対数正規分布で近似される
- ③ 対象煙源の焼却炉の濃度のばらつきが類似規模の産業廃棄物焼却炉と同じとする

本来であれば気象的要因の影響により着地点濃度は煙道濃度と別の分布を持つはずであるが、環境中濃度の分布の推定ができないため、放出されたガス濃度のばらつきは煙道排ガス濃度に追従するとして、①に設定したとおり煙道排ガスの分布をそのまま適用することとした。また、対象煙源の煙道排ガス実測データが少ないため、直接煙道排ガスの分布を推定することができないことから、③に設定したとおり同種同規模の施設の煙道排ガス分布を算出して適用した。

実測データ数が 5 以下の施設を除外すると、産業廃棄物焼却炉は 54 基あるが、これを塩化水素排出量で 3 グループに分割し、施設ごとに幾何標準偏差を求めた結果を表 4 に示した。

煙源の焼却炉は 2 基とも排出量 100,000mg/h 以上のグループに属するので、その平均値 2.42 をこの焼却炉の煙道排ガスのばらつきと同じとみなした。表計算ソフトウェア Excel の乱数発生機能を利用して、着地濃度が平均値 0.0023、標準偏差 2.42 をとる対数正規分布と仮定し、計算回数 10,000 回の擬似的なモンテカルロ法³⁾を行い、同地点の着地濃度の分布を再現した。結果の頻度分布図を図 2 に示した。危険率 5%としてその上限を最大値と考え、95 パーセンタイル値を求めると、その濃度は 0.010ppm となった。この濃度は、参照値 0.02ppm の 1/2 であった。

上記の考察から、県下で最も濃度が高くなると想定される地点における最大着地濃度の最大

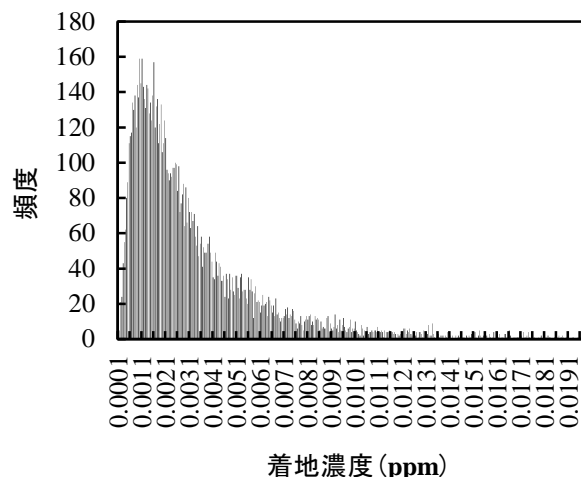


図 2 ばらつきを考慮した濃度分布推定結果
値は排出量のばらつきを考慮しても参照値の半分程度であることがわかった。

以上のことから、廃棄物焼却炉から排出される塩化水素は、現行の濃度規制で十分であり、上乘せ規制を検討する必要がないと考えられた。

5 まとめ

廃棄物焼却炉の上乗せ規制の必要性を検討するため、県下の塩化水素発生施設近傍の最大着地濃度を拡散計算により算出した。その結果、次のことがわかった。

1) 平成 25 年度の実測データ及び年間の気象データから全 65 地点の最大着地濃度の年平均値を推定した結果、県下で最も塩化水素濃度が高くなる地点は、2 基の産業廃棄物焼却炉を煙源とする相模原市南区新磯野 13 付近であり、その濃度は 0.0023ppm と推定された。

2) 排出量のばらつきを考慮してモンテカルロ法により推定した着地濃度の最大値は 0.010ppm であり、環境目標濃度の 0.02ppm の半分であった。

3) したがって、塩化水素に係る廃棄物焼却炉の上乗せ規制は必要ないと考えられた。

本稿の検討は、神奈川県大気水質課が行った上乘せ規制の見直しの一環として実施した。

参考文献

- 1) 環境庁大気保全局長通達：昭和 52 年 6 月 16 日環大規第 136 号
- 2) 低煙源工場拡散モデル：<http://www.jemai.or.jp/tech/meti-lis/download.html>（参照；2015.8）
- 3) 吉田喜久雄，中西準子：環境リスク解析入門（2006）

別表 塩化水素最大着地濃度推計結果

No	評価領域	煙源数	Cmax (ppm)	最大着地濃度の地点 (アルファベットは主煙源からの方位)
1	横浜市鶴見区扇島	1	2.1E-04	S 1,060m, 扇島南西端から 950m 沖の海上
2	横浜市鶴見区末広町 1 丁目	8	1.2E-04	S 610m, 末広町 1 丁目南端から 430m 沖の海上
3	横浜市鶴見区末広町 2 丁目	2	2.1E-05	SW 670m, 末広町 2 丁目南西端
4	横浜市鶴見区大黒町	1	4.1E-06	S 560m, 大黒ふ頭北端の海上
5	横浜市神奈川区恵比須町	1	4.7E-07	S 360m, 神奈川区恵比須町地内
6	横浜市磯子区新森町	1	7.4E-05	S 300m, 磯子区新森町東端
7	横浜市金沢区幸浦	9	4.4E-05	WSW 640m, 並木中央駅前
8	横浜市旭区白根	3	4.1E-05	WSW 590m, 旭区白根 3-33-4 付近
9	横浜市都筑区池部町	1	1.4E-05	S 1,010m, 緑区鴨居 3-8-17 付近
10	横浜市都筑区平台	3	8.0E-05	WSW 650m, 都筑区高山 3-7 付近
11	川崎市川崎区浮島町	14	6.1E-04	S 1,010m, 浮島町南西端から 780m 沖の海上
12	川崎市川崎区扇町	13	6.8E-04	S 260m, 扇町地内
13	川崎市川崎区千鳥町	11	1.8E-04	S 410m, 千鳥橋南側国道 132 号路上
14	川崎市川崎区堤根	2	1.1E-05	W 500m, 鶴見区尻手 2-2-39 付近
15	川崎市川崎区水江町	6	1.9E-04	S 1,070m, 川崎区水江町地内
16	川崎市高津区新作	3	1.8E-05	W 590m, 高津区梶ヶ谷 4-9-25 付近
17	川崎市多摩区登戸	1	2.4E-05	S 370m, 多摩区登戸新町 188 付近
18	川崎市麻生区王禅寺	3	2.5E-05	W 570m, 麻生区王禅寺東 2-24-1 付近
19	相模原市緑区下九沢	4	4.5E-04	N 220m, 緑区橋本台 2-13-5 付近
20	相模原市緑区橋本台	1	4.5E-04	N 370m, 緑区橋本台 3-1-5 付近
21	相模原市緑区南橋本	3	8.0E-04	N 180m, 緑区大山町 4 付近
22	相模原市中央区田名塩田	1	1.3E-03	N 210m, 中央区田名塩田 1-3-8 付近
23	相模原市中央区宮下	1	8.0E-04	S 210m, 中央区小山 1 丁目付近
24	相模原市南区麻溝台	5	1.2E-03	N 260m, 南区麻溝台 1 丁目付近
25	相模原市南区新磯野	2	2.3E-03	N 230m, 南区新磯野 13 付近
26	横須賀市内川	1	5.5E-05	SSW 400m, 横須賀市佐原 5-15-22 付近
27	横須賀市浦郷町	1	1.2E-05	SSW 500m, 横須賀市浦郷町の横須賀米軍施設内
28	横須賀市神明町	3	1.7E-06	W 640m, 横須賀市野比 5 付近の山林内
29	横須賀市夏島町	1	3.7E-04	SW 540m, 横須賀市夏島町地内
30	横須賀市三春町	3	4.8E-05	SSW 270m, 横須賀市三春町 3-31 付近
31	平塚市大神	3	3.4E-05	N 430m, 平塚市大神 3347 付近
32	平塚市四之宮	3	5.2E-05	N 300m, 平塚市四之宮 4 丁目付近
33	平塚市中堂	1	9.8E-05	SSW 190m, 平塚市中堂 17 付近
34	平塚市西八幡	1	1.2E-05	SSW 130m, 平塚市西八幡 1-4 付近
35	平塚市東八幡	2	8.0E-06	SSW 340m, 平塚市東八幡 5-1-9 付近

(つづき)

No	評価領域	煙源数	Cmax (ppm)	最大着地濃度の地点 (アルファベットは主煙源からの方位)
36	鎌倉市今泉	1	1.4E-05	N 510m, 横浜市栄区公田町 1,061 付近
37	鎌倉市大町	2	9.2E-05	N 500m, 鎌倉市大町 4-15-1 付近
38	鎌倉市山崎	1	1.8E-04	N 180m, 鎌倉市台 1-3-25 付近
39	藤沢市石川	2	2.3E-05	N 430m, 藤沢市土棚 8 付近
40	藤沢市辻堂西海岸	3	2.6E-06	N 180m, 藤沢市辻堂西海岸 2-13-6 付近
41	藤沢市本藤沢	2	2.0E-05	N 570m, 藤沢市本藤沢 2-14-16 付近
42	小田原市扇町	2	2.3E-05	NW 120m, 小田原市扇町 6 丁目付近の狩川河川敷
43	小田原市久野	5	2.9E-04	NNW 340m, 小田原市府川 612 付近の山林内
44	小田原市高田	2	1.1E-04	NNW 150m, 小田原市高田 568 付近
45	小田原市西酒匂	2	3.3E-05	NNW 220m, 小田原市西酒匂 1 丁目付近
46	茅ヶ崎市茅ヶ崎	2	7.4E-06	N 260m, 茅ヶ崎市円蔵 370 付近
47	茅ヶ崎市萩園	3	2.4E-05	N 420m, 寒川町田端 1560 付近
48	茅ヶ崎市柳島	4	1.7E-04	NNE 220m, 茅ヶ崎市柳島 1900 付近
49	逗子市池子	2	6.8E-05	SW 490m, 逗子市池子 4-1025 付近
50	秦野市曾屋東部	2	2.6E-05	N 490m, 秦野市曾屋 3683 付近
51	秦野市曾屋中央部	1	6.8E-05	S 270m, 秦野市曾屋 899-3 付近
52	厚木市金田	4	1.0E-04	N 170m, 厚木市金田 1009-4 付近
53	大和市下鶴間	2	9.2E-06	N 190m, 横浜市瀬谷区目黒町 9 付近
54	大和市草柳	3	4.0E-04	N 430m, 大和市草柳 3-2-11 付近
55	伊勢原市三ノ宮	3	9.8E-05	N 430m, 伊勢原市三宮付近の山林内
56	海老名市本郷	2	1.6E-05	N 440m, 海老名市本郷 27 付近
57	南足柄市内山	2	4.3E-04	NNW 290m, 南足柄市内山 7 付近の酒匂川河川敷
58	葉山町堀内	2	1.5E-04	SSW 1,030m, 葉山町一色 940-4 付近
59	大井町柳	1	2.5E-05	NNW 370m, 大井町篠窪付近の山林内
60	山北町山北	2	7.4E-05	NNW 390m, 山北町皆瀬川付近の山林内
61	箱根町芦ノ湯	2	6.8E-05	NNW 450m, 箱根町芦ノ湯 86-76 付近
62	箱根町仙石原	1	3.1E-05	NNW 120m, 箱根町仙石原 1246 付近
63	湯河原町門川	1	3.1E-05	NNW 140m, 湯河原町門川 267 付近
64	湯河原町吉浜	2	1.8E-04	NNW 300m, 真鶴町岩付近の山林内
65	愛川町三増	2	1.7E-05	N 380m, 愛川町三増 1842 付近