

化学物質の安全性影響度を用いた 地域の大気環境負荷に関する評価

川原 博満

正会員 工修 神奈川県環境科学センター 企画部 (〒254-0014 神奈川県平塚市四之宮 1-3-39)

E-mail:kawahara@k-erc.pref.kanagawa.jp

大気環境リスク低減に向けたリスク管理対象地域のスクリーニング手法として、PRTR データと毒性係数を用いた、ハザードベースの換算排出量による統計 3 次メッシュの空間精度の評価を行った。その結果、換算排出量の多い 14 メッシュが抽出された。さらに、これらの評価対象メッシュと周囲のメッシュにおける換算排出量とは 10 倍程度の開きが見られた。また、環境リスク管理の優先地域の抽出の際には、換算排出量に加えて、人口や用途地域区分の情報の活用が効果的であった。

Key Words : PRTR data, toxic weight, equivalent emission, screening

1. はじめに

平成 11 年に新たに法制化された「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(化管法)に基づき実施されている PRTR 制度により、対象化学物質の PRTR データが公開されるようになって 4 年が経過した。この PRTR データは、354 物質を対象に、対象事業所からの排出量・移動量の届出データと、対象外事業所、家庭および自動車等からの排出量の都道府県単位の推計データで構成されている。今日では、これらのデータは環境リスク評価に関する研究やリスクコミュニケーションの推進に欠くことのできないデータとなっている。

地域における化学物質の環境リスク低減に取り組む地方自治体においても、事業所の指導・支援や市民への情報提供を中心に PRTR データを活用している。しかしながら、PRTR データは化学物質の排出量・移動量の情報であることから、排出量による比較だけでは、環境への影響を比較することは困難であり、国や関係機関が行っている詳細評価に相当する環境リスク評価を行うことなしに、地域の比較を行うことは難しい。

環境リスク管理の優先取組み地域を検討する際のスクリーニング手法の一つとして、重み付け係数を用いる場合がある。高梨ら¹⁾は管理参考濃度に対する重み付け係数を提案しており、USEPA では、1999 年に開発した RSEI (Risk-Screening Environmental Indicators)²⁾において Toxicity Weight を提供している。磯辺ら³⁾は、この RSEI の Toxicity Weight と PRTR を用いて、全国を対象としたハザードベースの評価を行っている。また、神奈川

県では、平成 17 年 4 月に、神奈川県生活環境保全等に関する条例(以下「条例」という。)第 40 条で定める化学物質の安全影響度の評価に関する指針⁴⁾にもとづき、事業所の自主管理を推進している。著者⁵⁾は、PRTR データと安全性影響度を活用し、PRTR 届出データをもとに、届出事業所からの環境負荷を検討して、自主管理の推進を必要とする事業所を抽出し評価した。

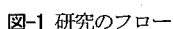
本稿では、神奈川県の安全性影響度の評価で定義されている毒性係数等を用いて、PRTR 届出データによる事業所の評価だけでなく、PRTR 届出外データにこれらを適用し、PRTR 全排出量を対象に地域リスクのスクリーニングを行った結果について報告する。

2. 安全性影響度を用いた評価方法

(1) 研究のフローと目的

前述した事業所を対象とした評価では、図-1 の事業所別評価に示すように、事業所ごとの各化学物質の排出量を換算排出量へ変換・合計したうえで、事業所別年間総換算排出量を求め、これにより事業所間の比較や経年変化を評価した。

本研究では、図-1 の地域別評価に示すように、大気への排出に関連した PRTR 届出外排出にも同様の手法を適用して換算排出量を求め、事業所の大気への換算排出量と合計した上で、統計 3 次メッシュごとの大気への排出に関する年間総換算排出量を推計し、これらの地域分布を空間解析し重点対策地域の抽出の可能性と排出量の特性を評価することを目的とした。



PRTR データには、届出データと届出外データの 2 種類のデータがある。届出データは、対象事業所（届出事業所）ごとの化学物質の排出量および移動量であり、ある程度の精度が見込まれるデータであるとともに、届出住所から場所の特定が可能なデータである。一方、届出外データは、対象業種だが取扱量や雇用者数などの届出要件を満たさない事業所（届出外対象業種）、非対象業種の事業所（届出外非対象業種）、家庭（届出外家庭）、自動車などの移動体（届出外移動体）からの排出量に関するデータである。これらの排出量は、国が都道府県単位に統計情報などをもとに推計し公表している。

神奈川県のPRTR排出量(10⁶kg)

排出年度

斜線 届出外移動体
 白 届出外家庭
 黒 届出外非対象業種
 点 届出外対象業種
 格子 届出事業所

排出年度	届出外移動体	届出外家庭	届出外非対象業種	届出外対象業種	届出事業所	合計
H13	7	1	5	15	12	39
H14	10	1	5	10	11	36
H15	8	1	5	13	2	28
H16	8	1	5	12	2	27

Figure 1 is a bar chart with a line graph showing the relationship between distance ranges and the number of business cases and cumulative degree. The x-axis represents distance ranges (距離) in meters: 10m, 50m, 100m, 200m, 300m, 500m, 750m, 1000m, and 1000m以上. The left y-axis represents the number of business cases (事業所件数) from 0 to 1000. The right y-axis represents the cumulative degree (累積度数) from 0 to 100. The bars represent the number of cases, and the line with circles represents the cumulative degree.

距離 (m)	事業所件数 (件数)	累積度数 (%)
10m	718	~35
50m	335	~65
100m	108	~75
200m	78	~85
300m	47	~90
500m	53	~95
750m	22	~97
1000m	24	~98
1000m以上	51	100

の、H16 年度には減少している。また、届出外対象業種の排出量は経年変化が大きい、推計方法の変更もあることから注意が必要である。

一方、届出外データは、都道府県単位のデータであることから、国の非点源排出量推計マニュアル⁶⁾をもとに、表-1 に示す物質区分ごとの排出区分、排出先をまとめた。これに従い、統計3次メッシュに按分可能と思われる物質を環境省の環境リスク評価支援システムマニュアル⁷⁾に示される指標を参考に統計3次メッシュ単位に按分を行いデータベースとして整備した。

物質区分	排出区分			排出先			備考
	対象	非対象	家庭	移動	大気	公水・土壌	
1 その他	◎				◎	●	
2 塵埃	◎	●	●	●			大気はくん蒸
3 殺虫剤	●	◎	◎	◎	◎	●	
4 接着剤		◎	◎				
5 塗料		◎	◎		◎		
6 洗剤・洗剤		◎			◎	●	公水は海水中
7 医薬品		◎			◎	●	
8 洗剤・化粧品等		◎	●	●			一部、下水道
9 防虫剤、消臭剤			◎		◎		業務用は未推計
10 汎用エンジン		●			◎		
11 たばこの煙			◎				
12 自動車				◎	◎		
13 二輪車				◎	◎		
14 特殊自動車				◎	◎		
15 船舶				◎	◎		
16 鉄道車両				◎	◎		
17 航空機				◎	◎		
18 水道	◎	◎	◎			●	
19 オゾン層破壊	◎	◎	◎	◎			
20 ダイオキシン類	◎	◎	◎	◎			
21 製品の使用に伴う低含有物質	◎				◎	●	

注1) 排出区分と排出先は県ごとに組み合わせが特定されるが、ここではすべてを記載した
注2) 十万人の排出量のうち、埋蔵したものの割合を示す

表-2 物質別毒性評価表

番号	CAS 番号	物質名	総合判定(人)	経口クラス	経口毒性	急性毒性	総合判定(生態系)	生態系毒性	オゾン層破壊
1	-	脂肪の水溶性化合物	総合判定(人)	-	総合判定(人)	-	B	B	-
1	7646-85-7	塩化亜鉛	A(輸入)	-	A(輸入)	B(輸入)	A	A	-
1	7733-02-0	硫酸亜鉛	C(輸入)	-	C(輸入)	D(輸入)	A	A	-
2	79-06-1	アクリルアミド	A(輸入)	B	A(輸入)	B(輸入)	D	D	-
3	79-10-7	アクリル酸	B(輸入)	-	B(輸入)	B(輸入)	D	D	-

表-3 物質別毒性係数表

総合判定	主な内容	生態系への影響	毒性係数
A	1 人に対する発がん性がある 2 大気基準値が 0.001mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 1ppm 以下のもの 3 水質基準値が 0.001mg/L 又は ADI が 0.0001mg/kg/day 以下のもの 4 LD ₅₀ が 300mg/kg 又は LC ₅₀ が 500mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 1ppm 以下のもの	1 LC ₅₀ 又は EC ₅₀ が 0.1mg/L 以下のもの 2 オゾン層破壊係数(ODP)が 0.5 以上のもの	1000
B	1 人に対する発がん性がある 2 大気基準値が 0.01mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 10ppm 以下のもの 3 水質基準値が 0.01mg/L 又は ADI が 0.001mg/kg/day 以下のもの 4 LD ₅₀ が 200mg/kg 又は LC ₅₀ が 2000mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 10ppm 以下のもの	1 LC ₅₀ 又は EC ₅₀ が 1mg/L 以下のもの 2 オゾン層破壊係数(ODP)が 0.05 以上のもの	100
C	1 動物実験で発がん性が認められたもの 2 大気基準値が 0.1mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 100ppm 以下のもの 3 水質基準値が 0.1mg/L 又は ADI が 0.01mg/kg/day 以下のもの 4 LD ₅₀ が 2000mg/kg 又は LC ₅₀ が 10000mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 100ppm 以下のもの	1 LC ₅₀ 又は EC ₅₀ が 10mg/L 以下のもの 2 オゾン層破壊係数(ODP)が 0.01 以上のもの	10
D	1 大気基準値が 0.1mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 100ppm 以下のもの 2 水質基準値が 0.1mg/L 又は ADI が 0.01mg/kg/day を超えるもの 3 LD ₅₀ が 2000mg/kg 又は LC ₅₀ が 10000mg/m ³ 又は ACGIH の TLV-STEL が 100ppm を超えるもの	1 LC ₅₀ 又は EC ₅₀ が 10mg/L を超えるもの 2 オゾン層破壊係数(ODP)が 0.01 より小さいもの	1

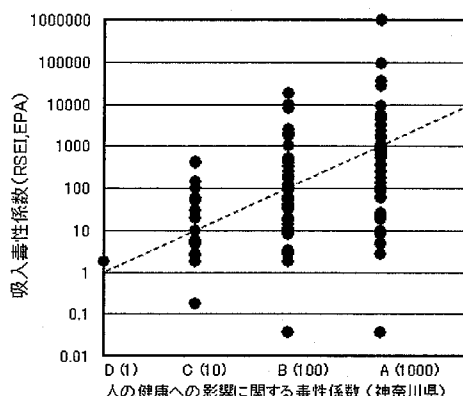


図-4 毒性総合判定と用途別物質数の関係

を図-4 に示した。これによれば、D (排出係数 1) の 1,1,1-トリクロロエタンは、RSEI では 1.8 となっており、その他の C (10), B (100), A (1000) は、RSEI の毒性係数の範囲内となっている。RSEI における最大の毒性係数は、石綿 (RSEI:1,000,000) である。次いで、アクリレン、ニッケル、ヒドラジンの順となっており、神奈川県の毒性係数においても、いずれも A で、高い毒性の設定となっていた。

(3) 安全性影響度評価における毒性係数

統計 3 次メッシュ単位に整備した排出量に、物質ごとに異なる毒性に応じた毒性係数を乗じて換算排出量を求めることにより、地域の環境負荷を評価する。この時の毒性係数等を表-2 および表-3 に示す。これらの毒性表等は、神奈川県条例に示されているものである。

表-2 では、人の健康への影響に関するもの (総合判定(人)) と生態系への影響に関する毒性判定 (総合判定(生態系)) が示されているが、今回は前者のみを使用し、表-2 の物質ごとの総合判定 (人) の A から D に従って、表-3 の毒性係数 (1~1000) を乗じた。

(4) 毒性係数の比較

今回使用した神奈川県条例の毒性係数は、表-2 および表-3 に示したように 4 ランクである。一方、前述した USEPA の RSEI における Toxicity Weight は、RfD (Reference Dose) や SF (Slope Factor) をもとに算出されており、経口暴露と吸入暴露に関する Toxicity Weight が設定されている。

本研究では、大気環境負荷に注目していることから、神奈川県における人の健康への影響に関する毒性係数と RSEI における吸入暴露に関する Toxicity Weight と比較した。毒性係数が設定されている物質数は前者が 334 物質、後者が 426 物質であり、両方に登録されている物質は 140 物質であった。この 135 物質に対する比較結果

3. 安全性影響度を用いた評価結果

(1) 換算排出量の経年変化

神奈川県における PRTR データ⁸⁾に毒性係数を乗じて、神奈川県全体の換算排出量の経年変化を求め、図-5 に示した。換算排出量全体の経年変化の傾向は図-2 の PRTR 排出量の変化傾向と一致しているものの、届出外移動体の割合は増加しているのがわかる。この割合の増加に寄与している物質は、ホルムアルデヒド、アクリレンであり、届出外移動体の換算排出量の約 9 割を占め

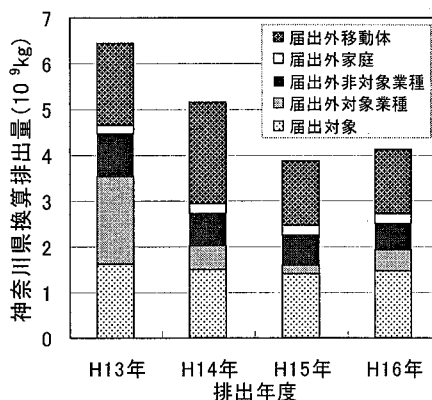


図-5 換算排出量の経年変化

ていた。このとき、届出外移動体の PRTR 排出量の上位物質は、トルエン、キシレン、ベンゼンの順であったが、排出係数の重み付けにより、前述の物質の寄与が高くなっていることがわかる。

(2) 換算搬出量の地域分布

a) 統計 3 次メッシュにおける分布

次いで、統計 3 次メッシュに集計した届出データと統計 3 次メッシュに按分した届出外データを重合し、毒性係数を乗じて求めた換算排出量の分布を図-6 に示した。

図-6 の統計 3 次メッシュ分布における換算排出量のランク別のメッシュ数を図-7 に示した。

県条例の安全性影響度評価では、事業所における換算排出量のランクに対して安全性影響度が設定されているが、地域の換算排出量に対するものはない。そこで、図-7 のメッシュ別総換算排出量のランクを参考に、上位 2 ランクに該当するメッシュを評価対象とする。

図-6 および図-7 によれば、上位 2 ランクに相当する 10^7 以上の換算排出量を示すメッシュ数は 15 メッシュであり、それぞれの図中に①～⑮で示した。次いで、届出事業所の寄与を見るために、統計 3 次メッシュごとの届出データと届出外データによる換算排出量の比率を求め、図-8 に結果を示した。これによれば、神奈川

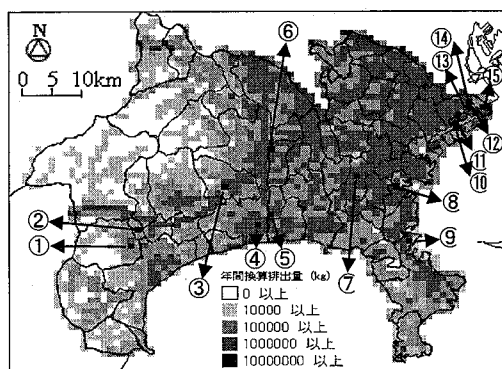


図-6 総換算排出量の 3 次メッシュ分布 (H15 年度排出)

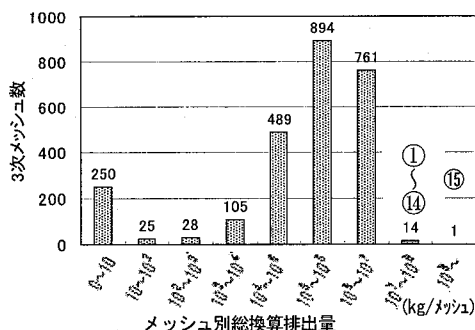


図-7 換算排出量ランク別のメッシュ数 (H15)

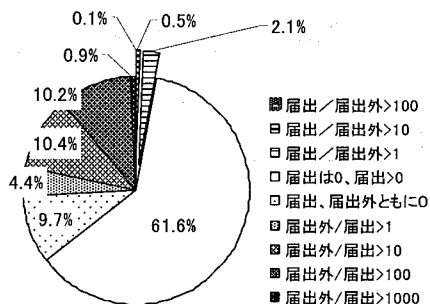


図-8 メッシュ別総換算排出量の排出割合 (H16)

県の評価対象メッシュである 2567 メッシュの内、約 2.6% の 69 メッシュで、届出データによる換算排出量が届出外のそれを上回っており、前述の①～⑮に該当するメッシュはすべて含まれ、上位に位置していた。

このことから、毒性係数を用いて求めた換算排出量による評価では、大気への環境負荷の高いメッシュの要因は依然として届出事業所の寄与であることがわかる。

以後、これら 15 メッシュに注目して評価を行うこととするが、⑮に関しては排出量の殆どがフロンであることから、以後のメッシュ別の評価を行う場合には①から⑭を評価対象メッシュとする。

b) 1 次近接区との比較

図-6 から図-8 において、統計 3 次メッシュの 1 メッシュごとの換算排出量を評価した結果、換算排出量の多い評価対象メッシュでは、届出事業所の寄与が大きかった。そこで、評価対象メッシュと周囲のメッシュからの換算排出量を比較し、影響の大きさを相対的に比較する。

ここで、周囲のメッシュを抽出する方法として、QUEEN 型 1 次近接法により対象となるメッシュを GIS により抽出し設定した。具体的には、 3×3 の 9 つの統計 3 次メッシュのうち、中央の評価対象メッシュを除く、周囲の 8 メッシュを 1 次近接区とし、8 メッシュの平均値で評価することとした。

図-9 に評価対象メッシュと 1 次近接区における換算排出量の状況を示した。これによれば、すべての評価対象メッシュにおいて、届出データの寄与が大きい。また、⑫および⑬を除いた評価対象メッシュの換算排出量は、1 次近接地区の換算排出量の 10 倍程度となっており、これらの評価対象メッシュでは、メッシュ内の 1 事業所への指導などにより、1 次近接地区の換算排出量程度まで、環境負荷を低減することが可能と考えられる。この時、削減の対象となる化学物質の多くは、有害大気汚染物質モニタリング (22 物質) や神奈川県 PRTR モニタリングの対象物質 (4 物質) であることが、届出データに関して図-10 から把握できる。

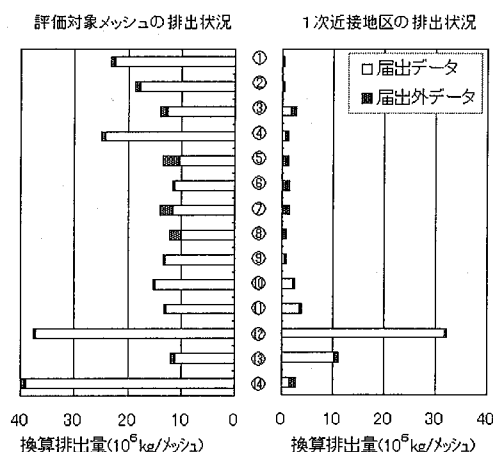


図-9 評価対象と1次近接地区の換算排出量(H15)

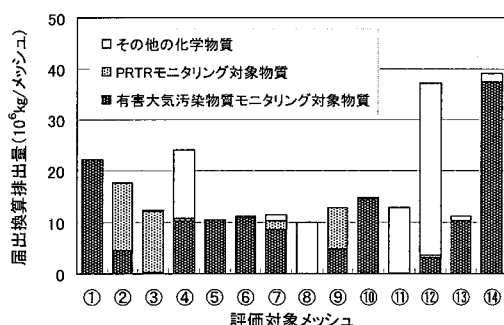


図-10 届出データ中の化学物質のモニタリング状況(H15)

(3) 換算排出量分布と人口分布の関連

a) 人口を考慮した地域分布

一般的な環境リスク評価では、モデルやモニタリングから求めた暴露濃度と人口を用いてリスク評価を行う。ここでは、換算排出量すなわちハザードの相対量に、メッシュ別昼夜平均人口を重み付け係数に使用して、その分布状況を推計した。

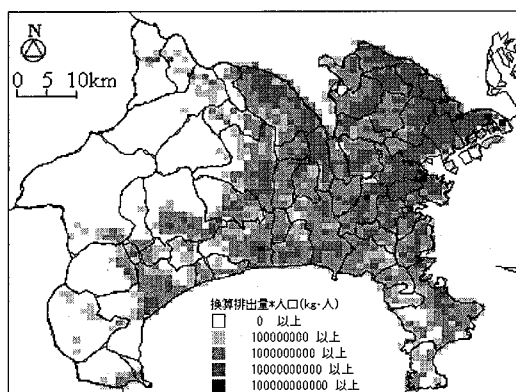


図-11 換算排出量を人口で重み付けした分布(H15)

ここで、メッシュ別昼夜平均人口は、昼間人口（平成12年国調と平成13年事業所リンク結果）と夜間人口（平成12年国調）を算術平均したものを使用した。

図-11によれば、人口の重み付けを行ったことにより、分布状況が幾分変化しており、①、②、③、⑤および⑨などの評価対象メッシュでは、重み付けした結果は相対的に低くなっているが、④、⑦、⑭および⑮の評価対象メッシュでは依然として高いレベルにある。これらは、換算排出量と昼夜人口のバランスで変化するので、効果的なスクリーニングには、さらに何らかの指標が必要となる。

b) 換算排出量と人口の関連

次に、統計3次メッシュごとの換算排出量と昼夜平均人口を、届出データの寄与が小さい（届出≤届出外）データ群と届出データの寄与が大きい（届出>届出外）データ群に分けて図-12に示した。

届出データの寄与が大きいデータ群では昼夜平均人口は比較的少ない。この時の昼夜平均人口の殆どは昼間人口で占められており、夜間人口（国勢調査）を用いた場合には、さらに少ない人口となる。さらに、用途地域区分をみると、工業地区のみに属する4つのメッシュでは、大規模で自動化の進んだ製造系事業所の影響により、換算排出量の増加と昼夜平均人口の減少がみられる。このように、換算排出量と人口および用途地域区分を見ることにより、化学物質対策に取組む優先順位を決定する手がかりとする事ができると考えられる。

c) 1次近接区との比較

評価対象メッシュ（①～⑭）ごとに、1次近接地区と比較した結果を図-13に示した。用途地域区分別にみると、工業地区+居住地区のメッシュでは、1次近接区も含めて昼夜平均人口は比較的多い。また、1次近接区の換算排出量は少ないことから、これらのメッシュ内の事業所に適切な指導を行うことにより、効果的な環境リスクの低減が期待できると考える。

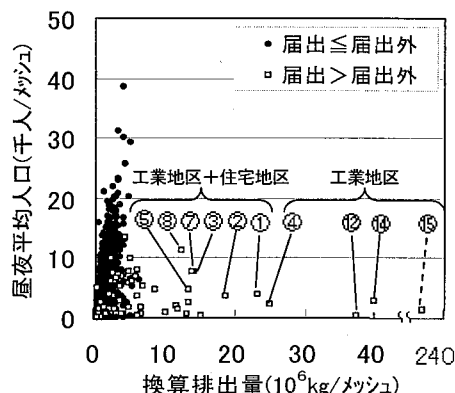


図-12 換算排出量と人口と用途地域区分の関連(H15)

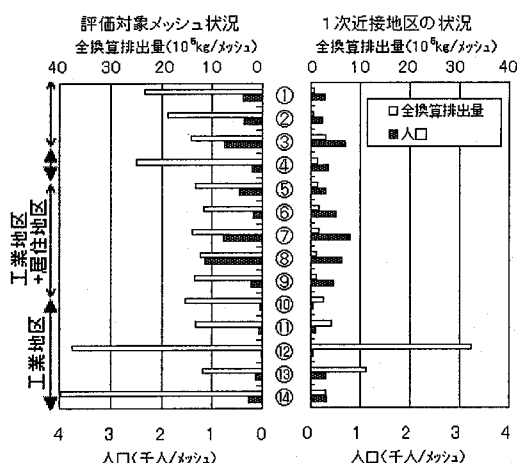


図-13 換算排出量を人口で重み付けした分布(H15)

4. おわりに

本研究では、地域の大气環境リスク低減に向けたスクリーニング手法として、PRTR データをもとに毒性係数により、ハザードを意識した換算排出量を求め、人口や用途地域区分を参考に、優先度の高い地域のスクリーニングを検討した。以下に、本研究の結果をまとめる。

本研究で用いた毒性係数は、4 ランクと少ないが、それぞれの毒性ランクにおいて、USEPA の RSEI に示されている Toxicity Weight と物質ごとに比較すると、ランクごとの化学物質の中央値的な値であった。

統計 3 次メッシュに整備した換算排出量からみると、届出外よりも届出の寄与が大きいメッシュ数は約 2.6%であった。

換算排出量の特に多い 14 の評価対象メッシュから排出されている化学物質は、有害大気汚染物質モニタリング等の調査対象物質でおおよそ占められていた。

14 の評価対象メッシュとその周辺の 1 次近接地区の換算排出量の比較より、1 事業所の排出量削減により、効果的に環境負荷を削減できる可能性の地区が把握できた。

また、人口や用途地域区分の情報を付加することで、効果的なスクリーニングができることが把握できた。

最後に、今回使用した神奈川県が示した安全性影響度評価の毒性係数は今後も改定が行われる予定であり、スクリーニングにより、抽出された地区の詳細リスク評価が必要であることは周知のとおりである。

参考文献

- 1) 高梨ルミ, 亀屋隆志, 小林剛, 糸山景子, 浦野紘平: 人の健康保護を考えた自主管理のための環境管理参考濃度の提案と PRTR 対象物質への適用, 環境科学会誌, Vol. 18, No. 2, pp. 71-83, 2005.
- 2) Risk-Screening Environmental Indicators, Ver. 2.1, United States Environmental Agency, December 2002, <http://www.epa.gov/opptintr/rsei/>.
- 3) 磯辺慶, 清水綾子, 村上治, 山崎邦彦: 「PRTR データ活用環境リスク評価支援システム」を用いた環境解析, 環境科学会 2005 年会一般講演・シンポジウムプログラム, pp. 284-285, 2005.
- 4) 神奈川県が神奈川県生活環境保全等に関する条例第 40 条に定めた化学物質の安全影響度の評価に関する指針 <http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/taikisuisitu/kagaku/prtr/kokujil3.pdf>.
- 5) 川原博満: 安全性影響度を用いた PRTR データの事業所別評価, 第 33 回環境システム研究論文発表会講演集, pp. 125-130, 2005.
- 6) 経済産業省製造産業局化学物質管理課, 環境省環境保健部安全課: 平成 15 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の詳細, 平成 17 年 3 月.
- 7) 環境省環境リスク評価室, (社) 環境情報科学センター: PRTR データ活用環境リスク評価支援システム 3.1 -操作マニュアル及びデータの概要-(暫定版), 平成 17 年 3 月.
- 8) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (化学物質排出把握管理促進法) 第 11 条に基づき開示する個別事業所データ (ファイル記録事項), 2003-2006.

EVALUATION OF AIR ENVIRONMENTAL IMPACTS IN REGIONAL AREA WITH THE INDEX OF SAFETY INFLUENCE LEVEL

Hiromitsu KAWAHARA

I evaluated a screening technique of a risk management area for air environmental risk reduction with the space accuracy of the 3rd statistics mesh using the hazard based equivalent emissions calculated from PRTR data and toxic coefficients. As a result, 14 meshes with many amounts of equivalent emission were extracted. Furthermore, the amount of equivalent emission from the mesh for evaluation was about 10 times the amount of them in a surrounding mesh. In addition to the amount of equivalent emission, on the occasion of extraction of the priority area of environmental risk management, practical use of population or the information of zoning classification was effective.