

ンについて考察する。

## B. 研究方法

### B-1. SCCPsの大气への排出

SCCPs は主に金属加工油の極圧添加剤、あるいはプラスチックやゴム、塗料の難燃剤、可塑剤として使用される。SCCPs の環境への排出については、2001 年における日本国内の環境中フローの検討から、金属加工工程における油剤使用による大气への排出が支配的であることが報告されている (Nakanishi and Tsunemi, 2008)。また 2000 年を対象とした欧州における大气への排出量の推定結果でも同様の報告がなされている (Denier van der Gon et al., 2007)。そこで、日本、韓国、中国における、金属加工工程からの SCCPs の排出量を見積もる。その一方で、日本においては近年、金属加工油の塩素フリー化が進められており (JALOS, 2009)、油剤使用による排出量は大きく減少していると考えられる。そこで日本については、SCCPs 含有製品からの排出量も見積もった。韓国、中国においてはこれは無視できるとした。

日本における排出量は Nakanishi and Tsunemi (2008) と同様の手法を用いて推定した。まず、金属加工油剤による排出量は、2001 年までは塩素化パラフィン全体の国内生産量の統計 (FRCJ, 2003) に基づいて推定した。塩素化パラフィンのうちの 50% が金属加工油に使用され、そのうち短鎖の占める割合は 4.15% であると仮定し、排出係数は 8% とした (Nakanishi and Tsunemi, 2008)。2002 年以降は金属加工油剤における SCCPs の国内使用量の統計 (JALOS, 2007) に基づいた。排出係数は 8% である。

次に、難燃剤あるいは可塑剤としての SCCPs を含有する製品は社会において使用された後、廃棄される。従って、含有製品からの排出量を推定するためには、製品寿命を評価する必要がある。Nakanishi and Tsunemi (2008) は様々な含有製品の寿命を検討した結果、これをワイブル分布に従う確率変数として評価した。密度関数は次式による。

$$f(T) = \frac{u}{v} \cdot \left(\frac{T}{v}\right)^{u-1} \times \exp\left\{-\left(\frac{T}{v}\right)^u\right\}$$

ここで、 $T$  は製品寿命 (year)、 $u=3$ 、 $v=17.5$  である。ある年  $t_0$  に製品として使用された SCCPs の国内総量を  $U(t_0)$  ( $t \text{ yr}^{-1}$ ) とすると、その製品のうち、その後のある年  $t$  において廃棄されていないものの占める割合は、 $1-F(t-t_0)$  となる。ただし、 $F$  はワイブル分布の分布関数である (Fig. 9)。

$$F(T) = \int_0^T f(x) dx$$

従って、ある年  $t$  における排出量  $E(t)$  ( $t \text{ yr}^{-1}$ ) は、

$$E(t) = f_e \cdot \int_{t_0}^{t-1} U(t_p) \cdot \{1 - F(t - t_p)\} dt_p$$

となる。ただし、 $f_e$  は排出係数 ( $2.9 \times 10^{-5}$ ) である。 $t_0$  は 1950 年とする。 $U(t_0)$  については、塩素化パラフィン全体の国内生産量の統計 (FRCJ, 2003) に基づき、その 50% が製品として使用されたと仮定し、そのうちの 4.15% が短鎖であるとする。1979 年以前と 2003 年以降の塩素化パラフィンの生産量のデータが存在しないため、1979 年以前は線形に内挿し、2003 年以降は一定とする。

韓国については今のところ SCCPs に関する情報が得られていない。そこで今回は、金属加工油の販売高に比例すると仮定した。中国については、日本の 2001 年までの金属加工油剤によ

る排出量と同様の手法により見積もる。

## B-2. 大気輸送モデルを用いた大気中 SCCPs のシミュレーション

大気への SCCPs 排出に関する2つのケースについてシミュレーションを行い、京都市において予想される地表面濃度の変動パターンについて検討する。対象期間は2008年12月の1カ月である。

### B-2-1. ケース1：国内の汚染源が卓越する場合

シミュレーションの対象は、京阪神エリアを中心とする450km四方の領域とする (Fig. 10A)。使用するモデルは気象予報モデルと大気輸送モデルを結合した WRF-Chem (Grell et al., 2005) である。WRF-Chem では大気中物質は、気象場の予報に用いられたものと全く同じモデルグリッド、時間ステップ、緒物理過程によって輸送される。我々はこれまでに WRF-Chem を用いて、同領域におけるパーフルオロオクタン酸のシミュレーションを行い、高い精度で気象場と大気中濃度の再現が可能であることを実証している (Niisoe et al., 2010b)。水平解像度は9km、鉛直構造は地表面から300hPaまでの18層であり、最下層は約50mの厚みを持つ。気象予報のための境界条件と初期値として気象庁および電力中央研究所による JRA-25 再解析データ (Onogi et al., 2007) を用いた。

金属加工油剤からの排出源の分布は、国内工業地区ごとの金属製品出荷額 (METI, 2008) および工業地区内の金属加工事業所数に比例すると仮定した。さらに、事業所の作業時間を考慮して、9時から17時、18時から21

時、22時から8時における、時間当たりの排出強度を2対1.01対0.33とした。含有製品からの排出源の分布は人口密度 (MIC, 2005) に比例するとした。Fig. 10Bは年間排出量の分布である。領域内の排出強度は東大阪市で最大であり、大阪市および名古屋市周辺で高い。京都市内では南区で高くなる。国内の汚染源が卓越する場合、京都市に影響を与える汚染源としては、この領域外のものは無視できるものとする。

### B-2-2. ケース2：国外の排出源が卓越する場合

対象領域は全球である。使用する大気モデルはオイラー形式の輸送モデルで、輸送量および沈着量は6時間毎の気象データによって評価される (Niisoe et al., 2010a)。気象データは JRA-25 再解析データ (Onogi et al., 2007) を用いた。水平解像度は1.25度 (南北約138 km、北緯35度で東西約114 km)、鉛直構造は地形の起伏を考慮できる  $\sigma$  座標で地表面から100 hPaまでの12層である。最下層はおおよそ150 mの厚みを持つ (Fig. 11)。我々はこのモデルを用いて大気中鉛の長期シミュレーションを行い、日本、韓国、中国における大気中濃度を高い精度で再現できることを確認している (Niisoe et al., 2010a)。

日本からの SCCPs 排出分布は金属加工油剤による排出源は、国内工業地区ごとの金属製品出荷額 (METI, 2008) に、含有製品からの排出は人口密度 (MIC, 2005) に比例するとした。韓国からの排出分布については鉄鋼切削加工製品出荷高 (KNSO, 2007) の分布に比例するとした。中国からの排出の行政区単位の分布については各行政区の金属切削機械類販売高

(ACMR, 2006) に比例するとし、各行政区内の分布は人口密度 (CIESIN and CIAT, 2005) に比例すると仮定した。

## C. 研究結果

### C-1. SCCPsの大気への排出

1979年から2010年までの日本全体での年間排出量の推定値をFig. 12に示す。1980年代には50 t yr<sup>-1</sup>程度であったが、1990年代以降減少し続け、2007年以降は0となっている。Fig. 13は製品として使用されたSCCPsの使用量  $U(t_p)$  と大気への排出量  $E(t)$  である。排出量は1990年代前半に最大となるが、250 kg yr<sup>-1</sup>程度である。その後減少し、2000年代後半において150 kg yr<sup>-1</sup>程度となる。Fig. 12の金属加工油剤による排出量に比べれば、2006年までは無視できるほどに小さいが、それ以降は無視できなくなる可能性はある。

韓国の排出量は2000年における日本の排出量 (25 t yr<sup>-1</sup>) をベースにした。近年の日本、韓国における金属加工油のおおよその販売高はそれぞれ、180 ML (METI, 2006) および100ML (JALOS, 2010) である。このことから、韓国からの大気への排出量は、 $25 \times 100 / 180 = 13.89$  (t yr<sup>-1</sup>) となった。

中国における塩素化パラフィンの生産量は近年激増していることが知られており、2007年の年間生産量は60万トンである (Wang et al., 2009)。この値を用いると、大気への排出量は996 t yr<sup>-1</sup>となる。

### C-2. 大気輸送モデルを用いた大気中SCCPsのシミュレーション

#### C-2-1. ケース1：国内の汚染源が卓越する場合

日本からのSCCPs排出総量は先に述べた手法による2006年の値を採用し、金属加工油剤から0.96 t yr<sup>-1</sup>、含有製品から0.17 t yr<sup>-1</sup>である。年間排出量の分布をFig. 10Bに示す。領域内の排出強度は東大阪市で最大であり、大阪市および名古屋市周辺で高い。京都市内では南区で高くなる。

現在のところアジアでの大気中SCCPsの観測例は皆無である。我々は京都市における主要な排出源である南区の北側と南側として、京都大学大学院医学研究科 (京都市左京区吉田近衛町、以下 Yoshida) および京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー (京都市伏見区横大路下三栖東ノ口、以下 Ujigawa) を選択し、その構内において継続的に観測を行い、大気中濃度データを蓄積する予定である。そこで今回は、Yoshida および Ujigawa の2地点 (Fig. 10C) における地表面濃度の計算値の変動パターンの特徴について検討する。

Fig. 14は上記2地点における2時間ごとの地表面濃度の計算値の推移である。計算期間 (2008年12月) の大半で Ujigawa の方が濃度が高く、その差が2倍を超えることも少なくない。一方、12月20日のように Yoshida の濃度の方が高くなる場合も見られる。ほとんどの日で明瞭な日変化が見られ、17時に濃度が急激に上昇し、およそ6時間後に急激に下降していることが多い。一般に夜間は昼間に比べて大気が静穏であるため地表面に排出源を持つ汚染物質の地表面大気中濃度は高くなるが、冬季は特にその傾向が強い。本研究ではさらに排出強度に前述のような日変化をつけたため、昼と夜の切り替わる17時に濃度が上昇していると考えられる。注目すべきは日々変動が大きいことで、24日夜

に  $250 \text{ pg m}^{-3}$  を大幅に上回っていた濃度がおよそ 24 時間後には  $10 \text{ pg m}^{-3}$  未満にまで減少している。

#### C-2-2. ケース2：国外の排出源が卓越する場合

日本からの SCCPs 排出総量は金属加工油剤から  $0.96 \text{ t yr}^{-1}$ 、含有製品から  $0.17 \text{ t yr}^{-1}$  である。韓国、中国からはそれぞれ  $13.89 \text{ t yr}^{-1}$ 、 $996 \text{ t yr}^{-1}$  である。Fig. 15 は日韓中からの SCCPs 排出量の分布である。中国の瀋陽および上海で最も高く、また東シナ海沿岸部では全体的に高いことが分かる。日本における排出量は、中国沿岸部より 2 ケタ小さく、日本においても中国の排出源が卓越するであろうことが容易に予想できる。

Fig. 16 は 2008 年 12 月の京都市における地表面大気中 SCCPs 濃度の 6 時間ごとの計算値の時系列である。ケース 1 の場合と同様、ここでも日々変動が大きい、Fig. 14 に示したケース 1 の変動パターンとは大きく異なる。比較のために 27 日から 30 日にかけての変動に注目すると、ケース 1 では 29 日にピークとなる他は低濃度の状態が継続するのに対して、ケース 2 では 27 日から濃度が増大し、30 日にピークとなっている。従ってケース 2 の変動はケース 1 とは異なる要因に支配されていることが示唆される。

#### D. 考察

ケース 1 の日々変動の要因を検討するために 17 日から 20 日の 17 時における濃度を比較する。17 日は Yoshida より Ujigawa の濃度が高い。19 日も同じく Ujigawa の濃度が高いが、濃度差は 17 日より小さい。20 日は逆に Yoshida の濃度の方が高い。18 日は他の 3 日より濃度が非常に小さい。この

4 日間の 17 時における濃度分布と風向風速を Fig. 17 に示す。図中に示した 2 地点における風向風速に注目すると、17 日は弱い北風、18 日は強風、19 日は静穏、20 日は弱い南東風である。Yoshida と Ujigawa は近傍の排出源である京都市南区のそれぞれ北側、南側であるが、SCCPs 濃度は排出源の風下で高くなり、静穏時は共に高いがその差は小さくなり、強風化では共に低くなると解釈できる。即ち、ローカルな風向風速の影響を強く受けるということが分かる。

一方、ケース 2 における、27 日から 30 日の 9 時の地表面大気中 SCCPs 濃度分布と風向風速を Fig. 18 に示す。27 日から 30 日にかけて大気中鉛が大陸から西日本に流入してくる様子が見える。この 4 日間、北海道に発達した低気圧が位置しており、西日本にも低気圧が張り出した 29 日を除いて西高東低の強い冬型の気圧配置が続いた。京都市上空の風を見ると、冬型が緩んだ風が弱まる 29 日以外は強い北西風であり、3 日間の条件は同じようでありながら濃度には大きな違いがある。一方、渤海周辺の風を見ると、27 日は南西風、28 日は北東風であるのに対して、29 日、30 日は北西風である。特に 30 日は強い排出源を持つ瀋陽上空でも北西風であり、中国から日本にかけて SCCPs が輸送される条件が整っていたと言える。以上のことから、ケース 2 の場合、京都市における SCCPs 濃度は京都市上空のローカルな風の状態よりも、広域スケールでの風の場合が中国から日本へ SCCPs を輸送するのに適しているかどうかにか左右されることが分かる。モデルの特性上、ケース 2 では Fig. 14 で見られたような Yoshida と Ujigawa の違いや、明瞭な日変化は表現できない。しかしながら、

国外の排出源が卓越するならば、実際の濃度でもそのようなはっきりとした特徴は観測されないはずである。

#### E. 結論

本研究では環境中 SCCPs の汚染源を推定するため、大気への排出と大気中濃度に着目した。大気への排出に関する従来の知見に基づき、日本、韓国、中国における排出源の強度と分布の推定を行い、これを2つのケースに分けて大気輸送モデルに入力して、地表面大気中濃度の変動パターンについて考察を行った。これら2つのケース、即ち国内の排出源が卓越する場合と国外の排出源が卓越する場合のどちらがより現実に近いかは、今後行う予定の大気測定の結果を待たねばならない。その際、注目すべきは以下の3点である。

- 1) Yoshida と Ujigawa の濃度と  
その変動に違いがあるか。
- 2) 違いがある場合、京都市内の  
風の状態と関連があるか。
- 3) 違いがない場合、広域スケール  
の風の場と関連があるか。

今後、測定地域は東大阪市や尼崎市の周辺など関西一円に拡大し、検討を重ねる予定である。さらに将来的には、日本海沿岸、九州、沖縄など西日本の広範囲に拡大したいと考えている。

ところで、従来の知見に従えば、現在の日本からの大気への排出量は中国からの排出量のおよそ 1000 分の 1 であり、国外の排出源が卓越することは明らかである。それにも関わらず、Yoshida におけるこれまでの試験的な測定結果によれば、 $10\text{ngm}^{-3}$  近い値を記録しており、国内に強い排出源が存在することを疑わせるところがある。本研究の今後の進展により、仮に国内

の排出源が卓越することが明らかになれば、少なくとも大気中への SCCPs 排出に関する従来の知見に対して、大幅な変更が加えられなければならない。逆に、国外の排出源が卓越するのであれば、食の安全という観点において、我が国が周辺国の生態系への環境汚染の影響を深刻なレベルで受けていることを示唆することになる。当然のことながら、それは他国においても起こりうることである。本研究は、我が国のみならず世界の食の安全に関する問題において重大な意義を持つことを指摘しておきたい。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表・その他

なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

#### I. 文献

ACMR, 2006. China markets yearbook 2006, All China Marketing Research Company, Beijing, China.  
CIESIN and CIAT, 2005. Gridded population of the world version 3 (GPWv3): population density grids, Palisades, NY.

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw>.

Denier van der Gon H., Van het Bolscher M., Visschedijk A., Zandveld P, 2007. Emissions of persistent organic pollutants and eight candidate POPs from UNECE-Europe in 2000, 2010 and 2020 and the emission reduction resulting from the implementation of the UNECE POP protocol, *Atmos. Environ.* 41, 9245-9261.

FRCJ, 2003. Hearing survey by CRM, Flame Retardant Chemicals Association of Japan.

Grell G.A., Peckham S.E., Schmitz R., McKeen S.A., Frost G., Skamarock W.C., Eder B., 2005. Fully coupled "online" chemistry within the WRF model, *Atmos. Environ.* 39, 6957-6975.

JALOS, 2007. Report of activities for low-pollution lubricating fluids supported by funds, Japan Lubricating Oil Society, Funabashi, Japan;

[www.jalos.or.jp/jalos/paper/pdf/2006report07.pdf](http://www.jalos.or.jp/jalos/paper/pdf/2006report07.pdf)

JALOS, 2009. Lubricating oil recycle handbook, Japan Lubricating Oil Society, Funabashi, Japan;

[www.jalos.or.jp/jalos/paper/pdf/2009booklet01\\_all.pdf](http://www.jalos.or.jp/jalos/paper/pdf/2009booklet01_all.pdf).

JALOS, 2010. Lubricating oil market trend in the United States, Asia and Western Europe, Japan Lubricating Oil Society, Funabashi, Japan;

[www.jalos.or.jp/stat/lub\\_stat\\_verse\\_a\\_02.pdf](http://www.jalos.or.jp/stat/lub_stat_verse_a_02.pdf).

KNSO, 2007. Report on mining and manufacturing survey (IV-III), 2006, Korea National Statistical Office, Seoul, Korea.

METI, 2006. Annual report on mineral resources and petroleum products statistics, Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokyo, Japan;

[www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/resourceData/07\\_shigen/nenpo/01\\_sekiyu/h2dhhpe2006k.pdf](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/resourceData/07_shigen/nenpo/01_sekiyu/h2dhhpe2006k.pdf).

METI, 2008. Census of manufacture 2008, Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokyo, Japan; [www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyou/result-2/h20/kakuho/kogyochiku/xls/h20-k7-data-j.xls](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyou/result-2/h20/kakuho/kogyochiku/xls/h20-k7-data-j.xls).

MIC, 2005. 2005 population census, Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications, Tokyo, Japan; [www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/index.htm](http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/index.htm).

Nakanishi J., Tsunemi K., 2008. Short chain chlorinated paraffins; AIST risk assessment document series No. 6, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Japan; <http://unit.aist.go.jp/riss/crm/mainmenu/1-9.html>.

Niisoe T., Nakamura E., Harada K., Ishikawa H., Hitomi T., Watanabe T., Wang Z., Koizumi A., 2010a. A global transport model of lead in the atmosphere, *Atmos. Environ.* 44, 1806-1814.

Niisoe T., Harada K.H., Ishikawa H., Koizumi A., 2010b. Long-term simulation of human exposure to atmospheric perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanoate (PFO) in the Osaka urban area, Japan, *Environ. Sci. Technol.* 44, 7852-7857.

Onogi K., Tsutsui J., Koide H., Sakamoto M., Kobayashi S,

Hatsushika H., Matsumoto T., Yamazaki N., Kamahori H., Takahashi K., Kodokura S., Wada K., Kato K., Oyama R., Ose T., Mannoji N., Taira R., 2007. The JRA-25 reanalysis, J. Meteorol. Soc. Jpn. 85, 369-432.

Wang Y., Fu J., Jiang G., 2009. The research of environmental pollutions and toxic effect of short chain chlorinated paraffins, Environ. Chem. 28, 1-9 (in Chinese).

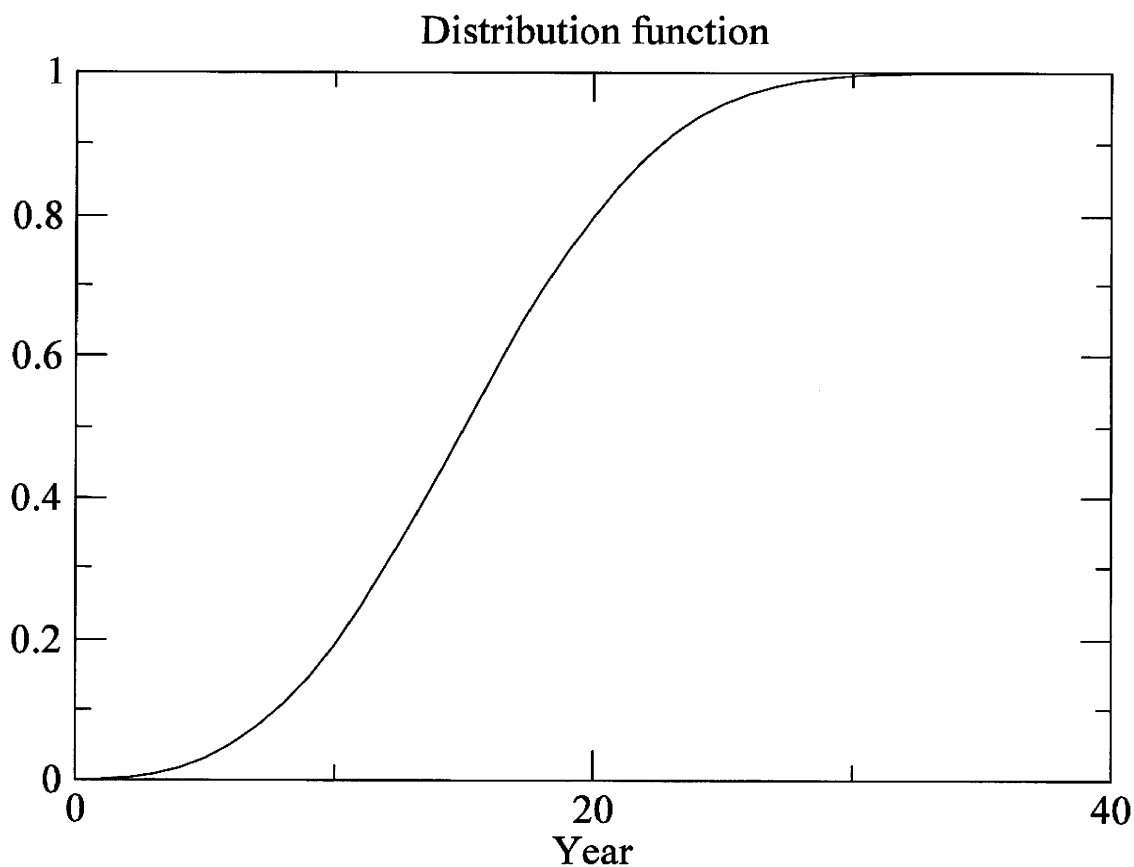


Fig. 9. ワイブル分布の分布関数  $F(T)$

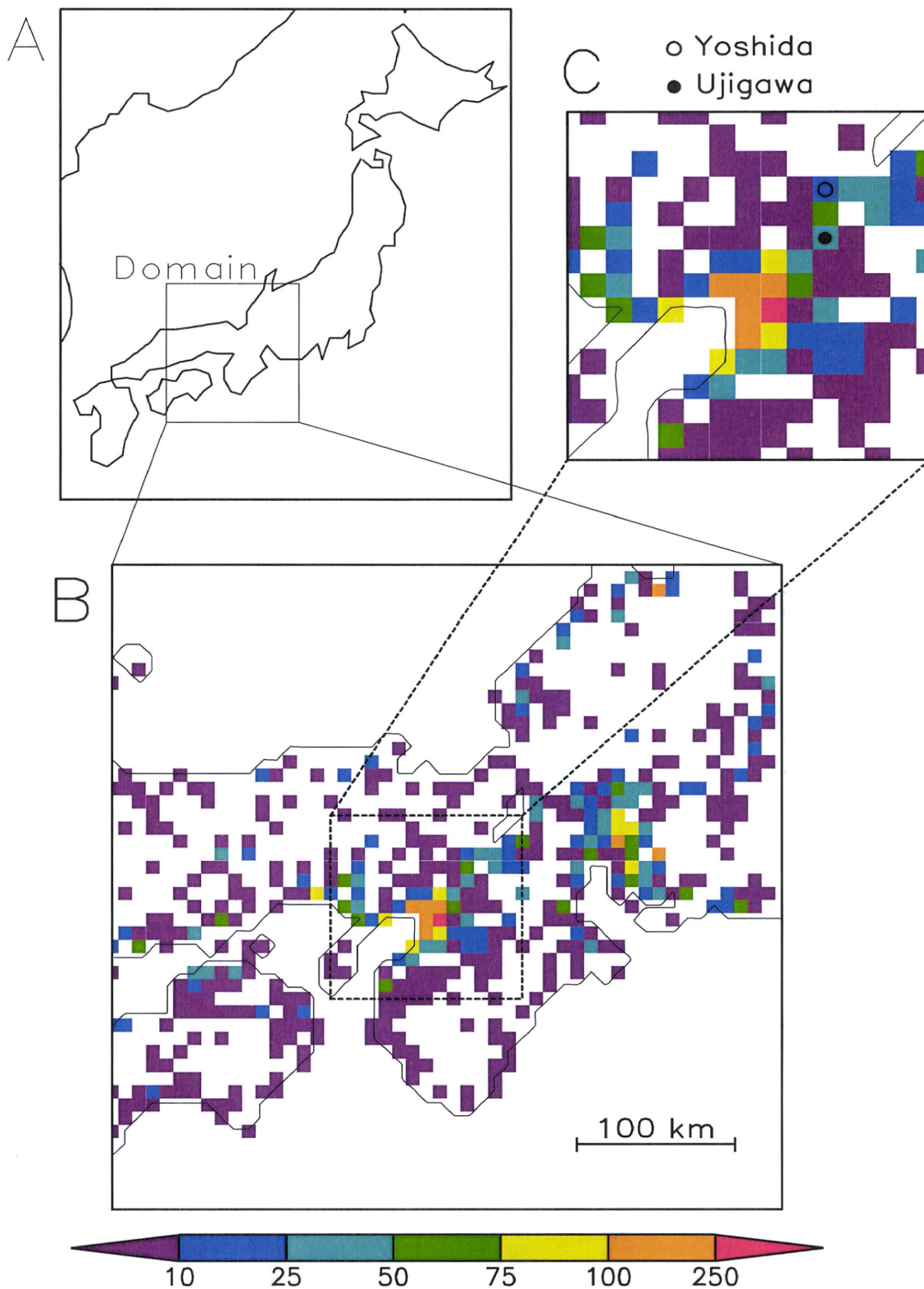


Fig. 10. ケース 1 のシミュレーションの対象領域 (A)、SCCPs 排出量分布 (B,  $\mu\text{g m}^{-2} \text{yr}^{-1}$ )、中心部における Yoshida (○) および Ujigawa (●) の位置 (C)



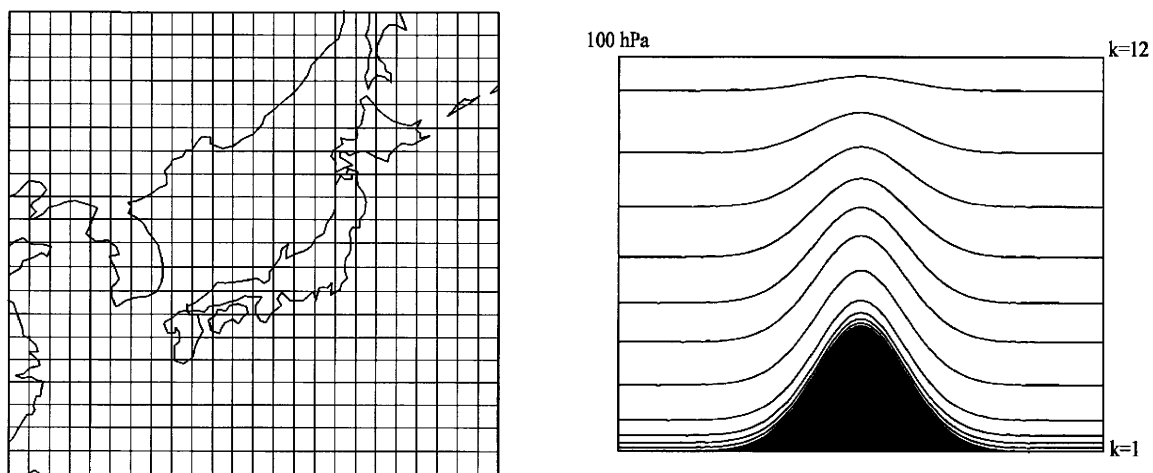


Fig. 11. 全球大気モデルの水平解像度と鉛直構造。

## SCCPs emission to air

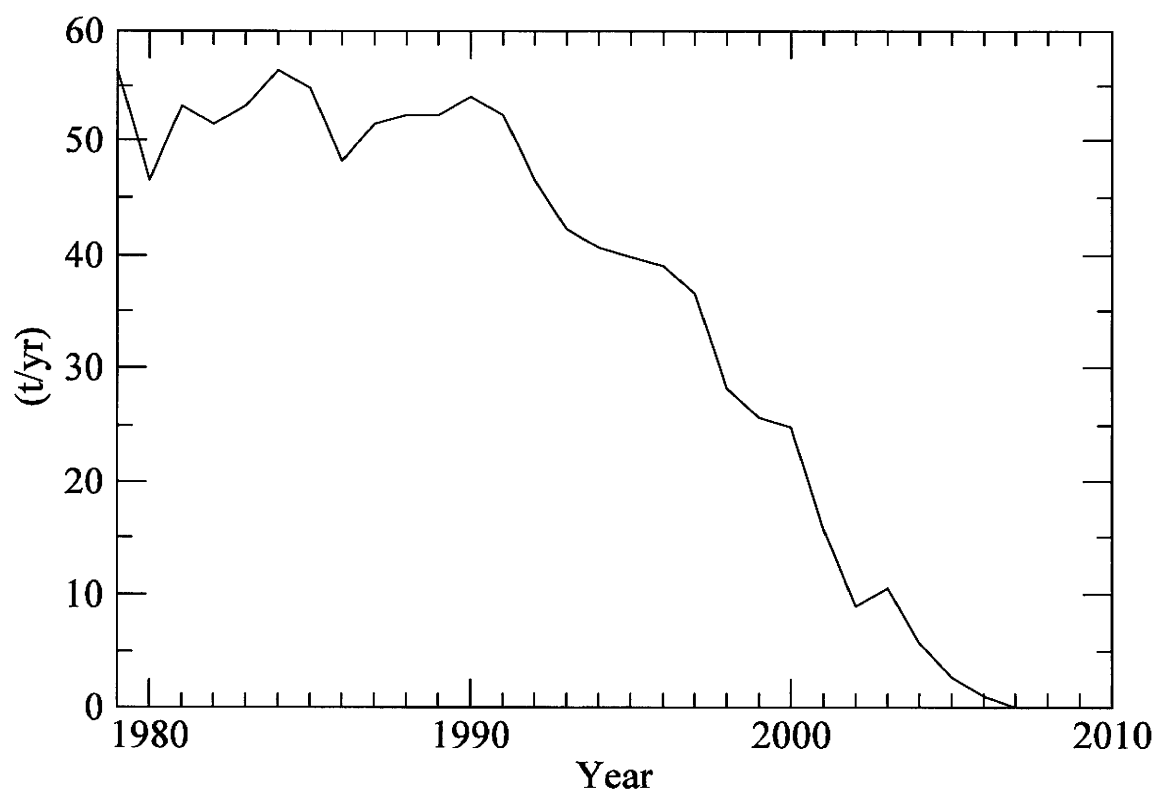


Fig. 12. 日本における金属加工油剤使用過程による SCCPs の年間排出量の推定値 ( $\text{t yr}^{-1}$ )

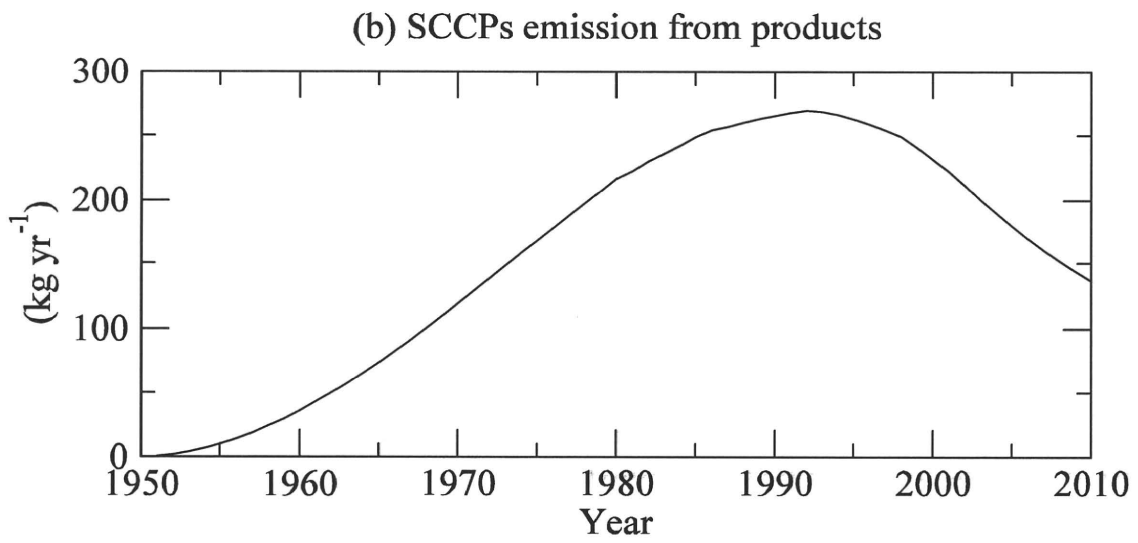
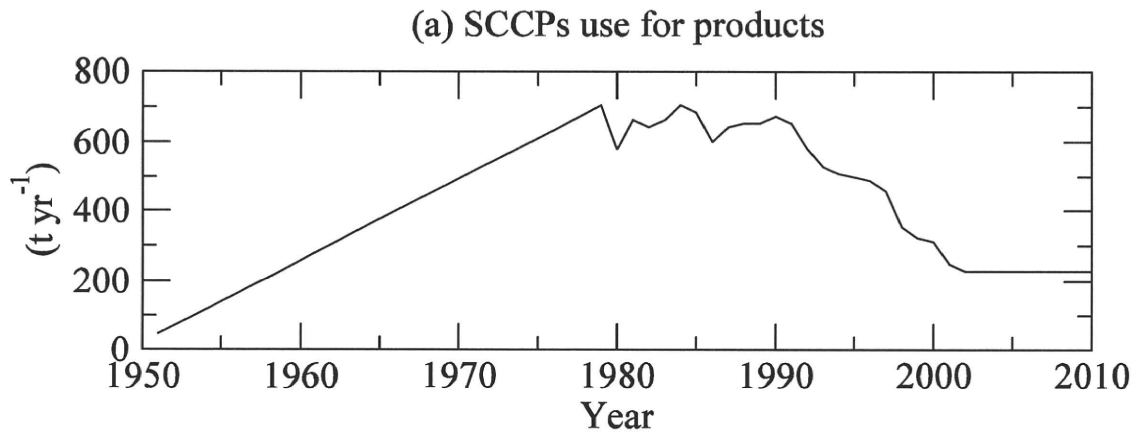
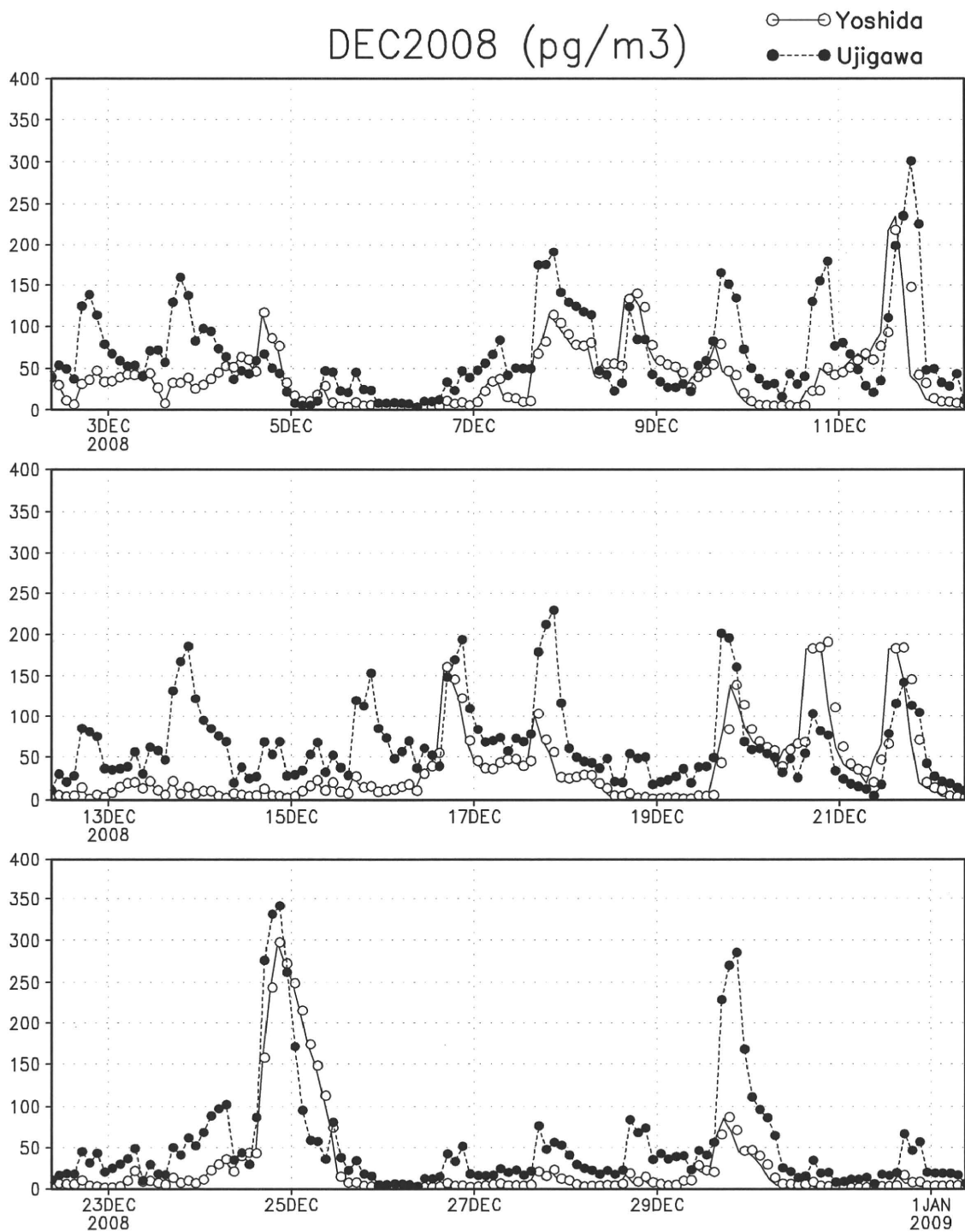


Fig. 13. SCCPs の製品中使用量 (a, t yr<sup>-1</sup>) および 大気への排出量の推定値 (b, kg yr<sup>-1</sup>)



**Fig. 14.** Yoshida (実線) および Ujigawa (破線) における 2008 年 12 月の 2 時間ごとの地表面大気中 SCCPs 濃度の計算値 (pg m<sup>-3</sup>) の時系列。時間は日本標準時。

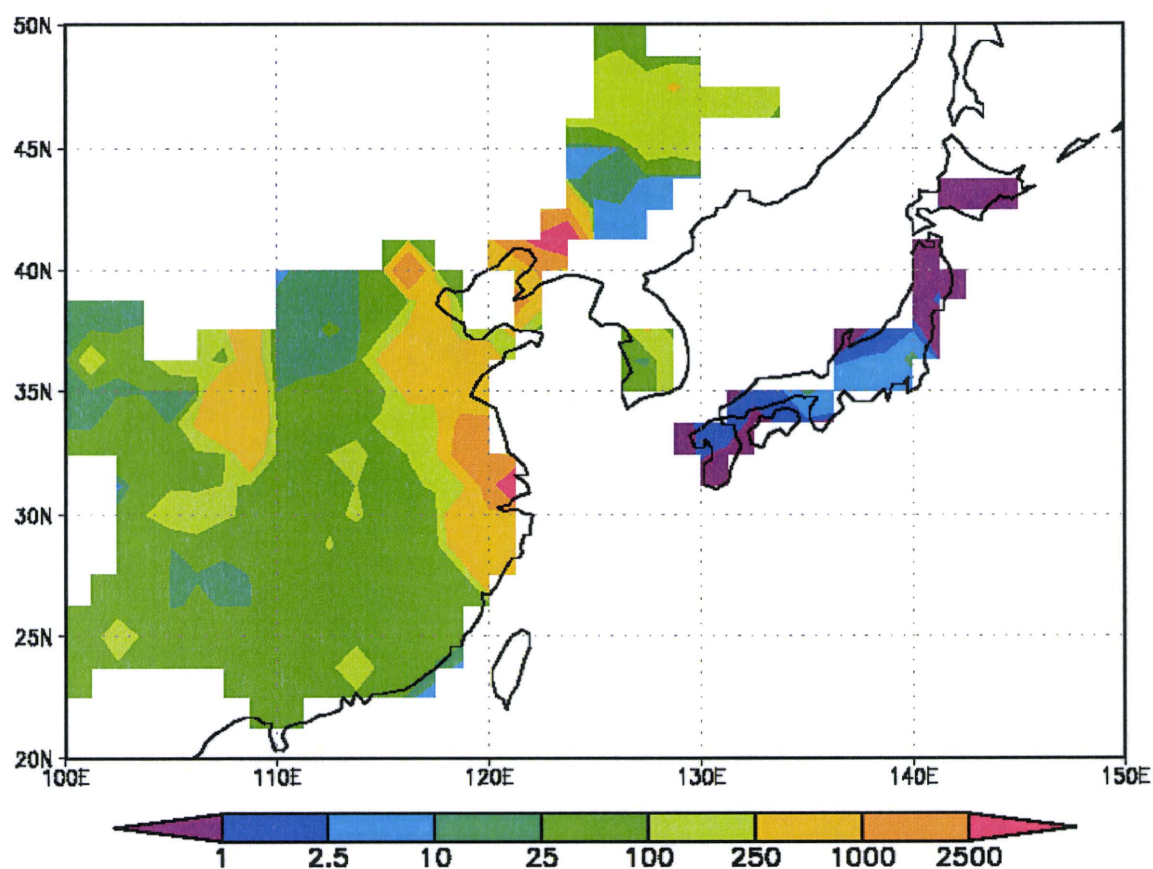
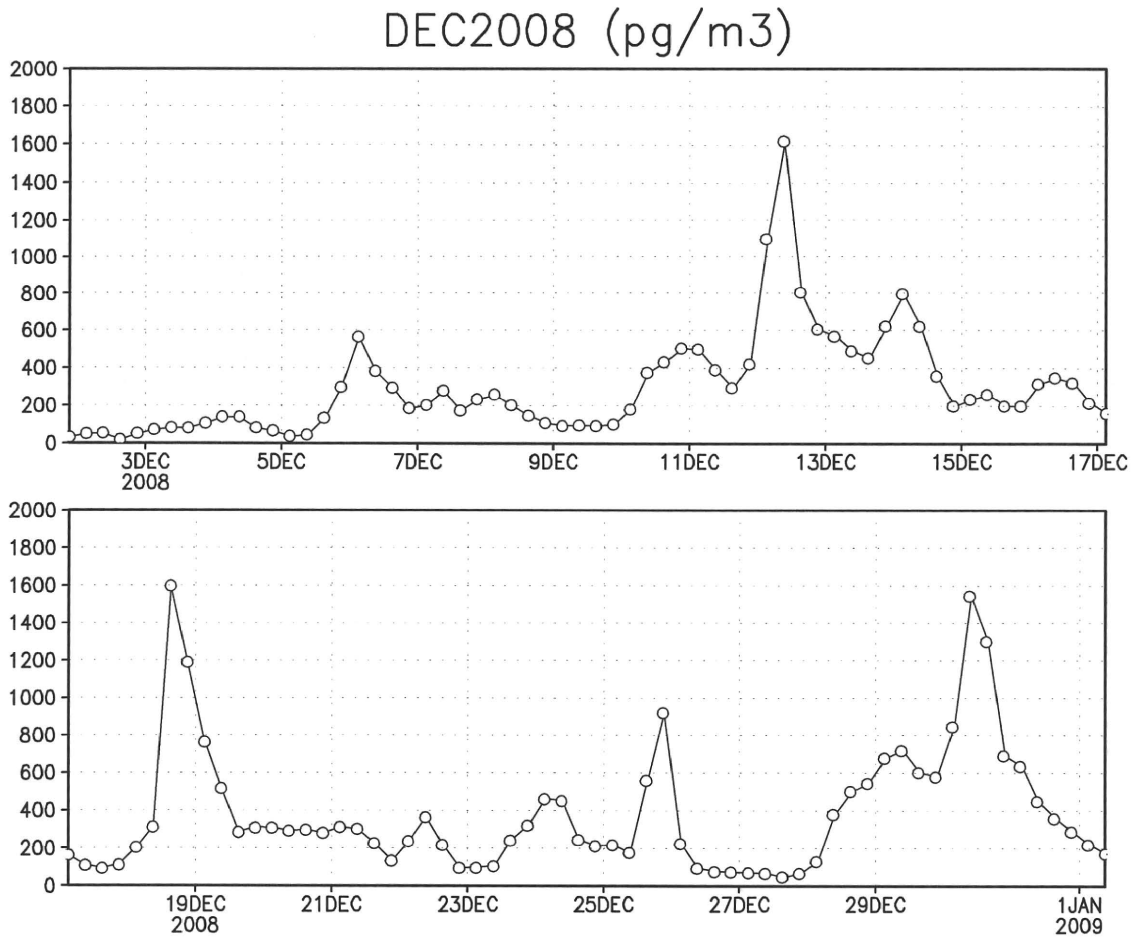


Fig. 15. ケース 2 の SCCPs 排出量分布 ( $\mu\text{g m}^{-2} \text{yr}^{-1}$ )。



**Fig. 16.** 京都市における 2008 年 12 月の 6 時間ごとの地表面大気中 SCCPs 濃度の計算値 (pg m<sup>-3</sup>) の時系列。時間は日本標準時。



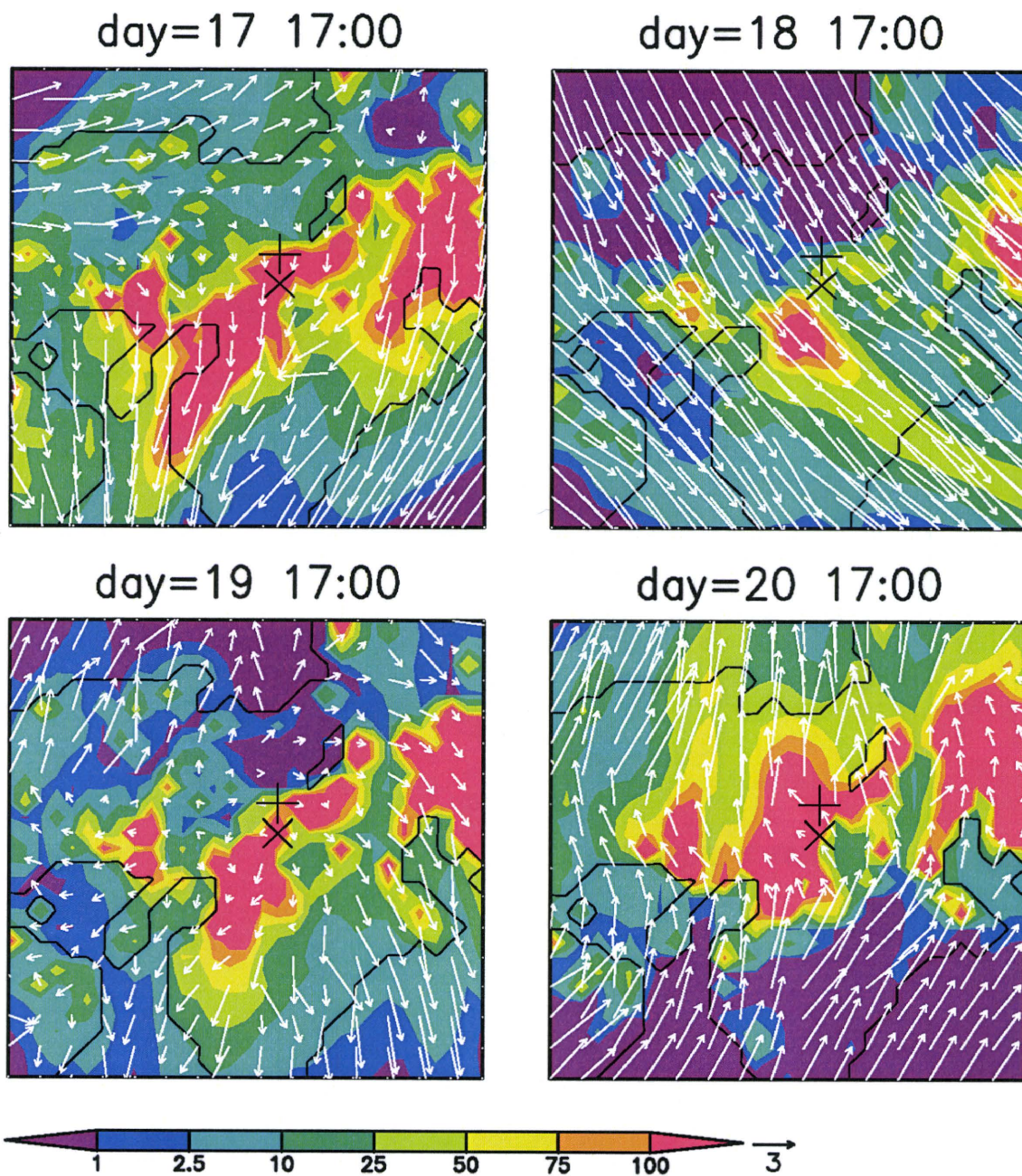


Fig. 17. 2008年12月17日から20日の17時の関西における地表面大気中 SCCPs 濃度 ( $\text{pg m}^{-3}$ ) および風向風速 ( $\text{m s}^{-1}$ )。図中 (+) と (X) はそれぞれ Yoshida と Ujigawa の位置を表す。



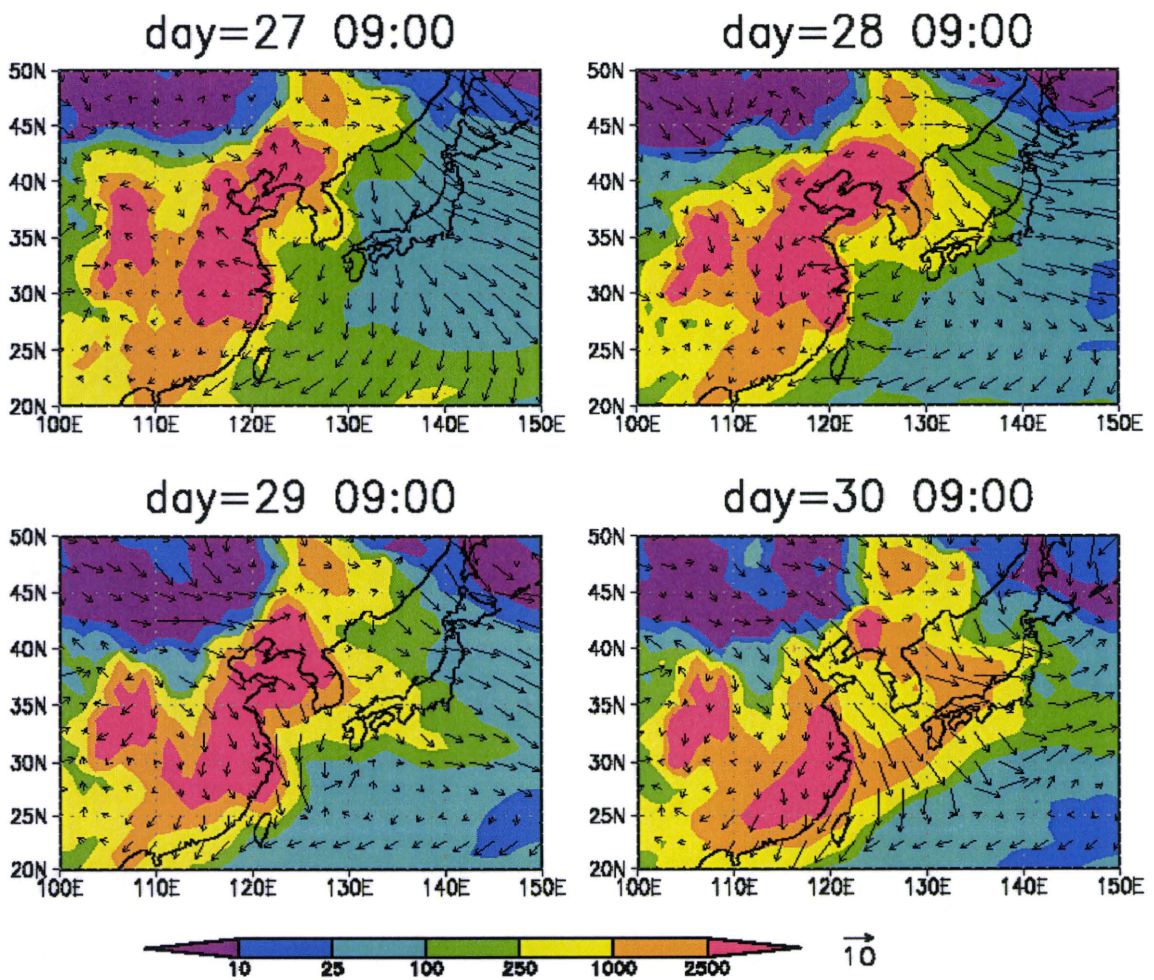


Fig. 18. 2008年12月27日から30日の9時における地表面大気中 SCCPs 濃度分布 ( $\text{pg m}^{-3}$ ) および風向風速 ( $\text{m s}^{-1}$ )。

厚生労働科学研究費補助金(食品の安心・安全確保推進研究事業)  
分担研究報告書

食の安全のための国際協力とリスクコミュニケーション

研究代表者 小泉 昭夫 京都大学医学研究科  
研究分担者 原田 浩二 京都大学医学研究科

研究要旨

「生体試料バンクを有効活用した食の安全と安心の基盤形成」ではモニタリング手法の開発、汚染物質調査、データベース構築、系統的試料の収集とならび、国際協力とリスクコミュニケーションは重要な課題の一つである。

「食の安全」をテーマにした市民シンポジウムや、我が国と中韓越の専門家の情報交換の会を開催することにより、市民および専門家間の情報の共有化の促進をはかる。特に4カ国の食品産業の動向に関する専門家間の情報交換は、汚染防止には有効と考えられる。

今年度は市民参加の国際協力とリスクコミュニケーションに関わるシンポジウムを開催し、有識者と一般市民、専門家が交流し意志の疎通を図った。そのシンポジウムでの成果を紹介する。日中韓の専門家と情報交換の会議を開催するため、日本側からは、分析を行う原口・高菅が、韓国からはこの分野の専門家であるソウル保健環境研究院Yang Hye-ran博士、北京大学公衆衛生院王培玉教授、張玉梅准教授の参加を依頼した。日本の食品衛生行政の立場から、小泉直子食品安全委員長、石塚正敏前食品安全部長の参加を依頼した。また医療専門家、消費者団体の立場から、上原茂樹東北公済病院産婦人科部長、竹中勝信高山赤十字病院部長、京都府助産師会永田理恵氏、原強コンシューマーズ京都理事長の参加を依頼した。会議は一般公開とし、また実務を担当する全国の衛生研究所に呼びかけた。

A. 研究目的

平成22年度厚生労働科学研究費補助金食品の安心・安全確保推進研究事業「生体試料バンクを有効活用した食の安全と安心の基盤形成」では日中韓での食品、母乳を介した化学物質の曝露状況を明らかにした。今後、各国でどのような物質について優先して検討すべきであるのか、またそのような実態について市民の意見を聞き今後のリスクコミュニケーションのあり方を検討するために開催した。

B. 研究方法

下記のプログラムに沿ってシンポジウムを進行させた。本シンポジウムでの発言者は生体試料バンクの利用者である研究者の立場から、韓国からはこの分野の専門家であるソウル保健環境研究院Yang Hye-ran博士、北京大学公衆衛生院王培玉教授、張玉梅准教授の参加を依頼した。日本の食品衛生行政の立場から、小泉直子食品安全委員長、石塚正敏前食品安全部長の参加を依頼した。また医療専門家、消費者団体の立場から、上原茂樹東北公済病院産婦人科部長、竹中勝信高山赤十字病



院部長、京都府助産師会永田理恵氏、  
原強コンシューマーズ京都理事長の参  
加を依頼した。

市民75名の参加を得て、開催された。

日中韓の化学物質による食物と母乳の汚染の現況

-厚生労働科学研究「食の安全」プロジェクト

アジアの食のグローバル化と安全

■日時：平成22年10月31日(日) 13時から16時まで

■場所：京都大学時計台会館（京都市左京区吉田本町）

■後援：京都府、京都市、宇治市、京都府助産師会

プログラム

◆第1部 現状報告

趣旨説明： 小泉 昭夫 京都大学大学院医学研究科

食物汚染の現況： 高菅 卓三 島津テクノリサーチ

母乳汚染の現況： 原口 浩一 第一薬科大学

◆第2部 アジアの経験

韓国： 梁 恵蘭 ソウル特別市保健環境研究所

中国： 張 玉梅 北京大学栄養・食品衛生学講座

◆第3部 市民と専門家の声

原 強 NPO 法人コンシューマーズ京都

上原茂樹 東北公済病院

竹中勝信 高山赤十字病院

永田理恵 京都府助産師会

◆第4部 行政から

◆第5部 コメンテーター

小泉直子 内閣府食品安全委員会

厚生労働省担当官

王培玉 北京大学公衆衛生大学院

◆第6部 総合討論

## [話題の内容]

### 趣旨説明— 小泉 昭夫

残留性有機汚染物質問題の特徴として、残留性ゆえに、長期的な問題となる。特に食物連鎖の点から食品からの曝露が問題となる。規制の効果が出るまで長期間が必要である。

国際的にはPOP<sub>s</sub>規制のストックホルム条約が発効しているが、国内的にはPCBsなど多くのPOP<sub>s</sub>が70年代に規制されてきて、1980年代と2003年での比較ではPCB摂取量は10分の1程度になってきた。

一方で新たな物質の汚染が明らかになってきている。有機臭素化合物、有機フッ素化合物などが挙げられるが、過去の曝露量などの情報はこのような物質にはない。そのため、過去に遡って調査するためには保存試料が不可欠である。生体試料バンクが有効である。

また日中韓の連携も必要である。食糧での相互依存の状況の中WTOやCODEXなどで安全基準を決めているが、3国では、不正使用や、未規制の農薬や化学物質が多くある。3国での専門家相互監視の必要性があり、不正使用や、不正輸出の状態の監視を効率的に行う。3国での枠組みの拡大もまた必要であり、域外からの持ち込まれる化学物質(トキサフェンなど)がある。

### 研究者の立場から—新しい環境汚染物質 New POP<sub>s</sub>による食事の汚染— 高菅 卓三

我が国における食物自給率は極めて低く、食糧の多くを中国や韓国に依存している。近年「食の安全」が国民の関心事として取り上げられるにいたっているが、安心を担保するための食

糧の化学物質の汚染状況を長期監視している。その取り組みについて報告する。

POP<sub>s</sub>とは、「残留性有機汚染物質」で難分解性、高蓄積性、長距離移動性、有害性(人の健康・生態系)を持つ物質を指す。POP<sub>s</sub>による地球規模の汚染が懸念され、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」(POP<sub>s</sub>条約)が2004年5月に発効している。

一方輸入食品の監視体制はポジティブリストをもとになされている。今回、その中に含まれないPOP<sub>s</sub>, New POP<sub>s</sub>, POP<sub>s</sub>候補物質について食事試料を調査し、生産・使用量との関係を検討した。

日本、中国、韓国の調理した食事試料を1990'sと2007/2009でPOP<sub>s</sub>, New POP<sub>s</sub>, ポジティブリスト農薬類を比較した。

当初のPOP<sub>s</sub>12物質は農薬など主立ったものであった。一方で新たに追加が検討されているものに短鎖塩素化パラフィン、エンドスルファンがある。短鎖塩素化パラフィンは金属加工油剤に用いられており、難分解性、生物蓄積性を示す。また中国では近年使用量が急増している。エンドスルファンは農薬として用いられている。

356種のポジティブリスト農薬(厚生労働省)と、メタミドフォス、アセフェート、ジクロロボス、ナレドのスクリーニング分析(0.01 ppm)をGC-MS/MS, LC-MS/MS法で行った。またストックホルム条約 POP<sub>s</sub>: polychlorinated biphenyls (PCBs), dichlorodiphenyltrichloroethane and its metabolites (DDTs), hexachlorobenzene (HCB), chlordane compounds (CHLs), Toxaphene, Dieldrin, Aldrin, Endrin, Mirex, hexachlorocyclohexane

isomers (HCHs)のほか、New POPs ストックホルム条約に 2009 年追加:

HCHs, pentachlorobenzene (PeCB), PFOS/PFOA and PBDEs、さらに POPs 候補物質: ヘキサブROMシクロドデカン (HBCD), エンドスルファン (Endosulfan) 短鎖塩素化パラフィン (SCCPs)を測定した。

日本では PCB などが比較的高いが、中国では、HCH、DDT 類の割合が高い。韓国ではこの 10 年間でエンドスルファンが高い状態にある。一方中国でもエンドスルファンが 2009 年に高くなってきた。さらに短鎖塩素化パラフィンが 100 倍以上増加してきた。

ヘキサブROMシクロドデカン (HBCD) ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -HBCD isomers) はすべての試料で検出されなかった ( $< 0.2$  ng/g(wet))。PFOS (New POP in 2009) 検出されなかった ( $< 0.02$  ng/g(wet))。PFOA 操作ブランクレベル  $0.04$  ng/g (wet) 食事経由での暴露はまだ有意ではないと考えられる。

中国では塩素化パラフィン (CPs) の製造は 1950s 年代後半から始まった。1980s 年代には CPs の生産はプラスチック産業(特に PVC 生産の添加剤柔軟材として)の需要で急増した。

1980s 年代初頭の CPs 年間生産量は数 1000 トン、しかし、2007 年には 600,000 トンと激増した。現在中国は CP の主要な生産国で、工場は 140 以上である。ついで India  $>150,000$  トンとなっている。これらの生産量の急増に伴い、高レベルでの SCCPs が 2009 年の北京の食事試料で確認されたと推察される。

356 種のポジティブリスト農薬およびメタミドフォス、アセフェート、ジクロロボス、ナレドは 3 地域の最近の試料で  $<0.01$   $\mu$ g/g (wet weight basis)であった。

POP s は各地域の試料を混合して測定 (平均値を知るため) したが、大部分の有機塩素系農薬は 15–30 年前に使用禁止となったが、高感度分析では 3 カ国で検出可能なレベルで確認された。1993 年の北京 (中国) 試料では、比較的高いレベルで HCHs DDTs (主に p,p'-DDE) が確認された。北京と日本の 3 地域 (沖縄、京都、北海道) では食事の POPs レベルは減少傾向が確認された。ソウルでは一部の POPs で 1994 年に比べて 2007 年に上昇傾向がみられた。

#### 研究者の立場から——母乳中に残留する有機汚染化学物質 (POP s) の分析—— 原口 浩一

日中韓での母乳中化学汚染物質を評価した。塩素系残留成分 (Organochlorines) として Dicofol、Hexachlorobenzene、Chlordane、Toxaphene、Mirex、Endosulfan を、臭素系残留成分 (Organobromines) として HBCD (Hexabromocyclododecane)、PBDE (polybrominated diphenyl ether)、MeO-PBDE (methoxy- and hydroxy-PBDE)を測定した。

ジコホールは北京で高かった。しかし DDT に比べれば少ない。HCB は北京で高い。一方トキサフェンは日本で高く検出された。マイレックスもやや日本で高い。エンドスルファンに日中韓で違いはなかった。HBCD は  $\alpha$  体がわずかに検出された。BDE は韓国で高い。一方メキシシ体は日本で高い。

また血清中 PCB と代謝物は相間を示したが、BDE とその水酸化体は相間を示さず、由来が異なることが示唆された。

このように各国での特徴が見いだされた。その曝露源を検討する必要がある。

#### 国際的な問題

### ① 韓国での食品安全・・・Yang, Hye-Ran

現在の重金属、農薬問題を述べた。農場から食品として市場で出回る段階で各種法律で対応されている。残留許容基準がある。韓国では 418 物質に基準がある。検出される農薬は Azoxystrobin、Endosulfan、Procymidone が多い。

重金属では農場の土壌汚染で閉鎖された事例、中国からの輸入キムチの鉛汚染、タコのカドミウム汚染がある。穀物、野生についてはモニタリングデータによれば、Codex、韓国内の食品衛生基準以下に抑えられている。

リスクマネジメントについては、食品安全基本法が制定された。食品安全計画の策定がなされた。メラミン事件が起きたとき、検査、評価が迅速になされた。

国際協力の面では輸入食品の増加から韓国でも注目している。

### □ 中国の化学物質による食品汚染と牛乳・乳製品の安全性について・・・張玉梅

食品汚染の事例では、殺虫剤・農薬類、有害金属、調理によって作られる化学物質(ベンゾ a ピレン)、ホルモンの残留、添加物、非合法的な化学物質の添加、食品添加物の誤使用、適切な使用範囲の逸脱、過剰使用がある。

食品工場について約 500,000 の中国の食品工場の中で、約 26,000 のみが大規模な世界基準の工場を持つ。これらの工場生産される食品はマーケットの 72% を占める。これらの工場は安全で高品質な食品を生産可能である。

その他の 470,000 の食品工場では約 10 名前後の従業員、家族的経営、製造に対して融通が利き、移転が簡単にできる。厳格な法律が必要である。

食中毒事例を挙げる。微生物は 2006 年と比較して、報告数は 34.34%、中毒

者数 29.29%、死亡数は 72.22% 減少した。植物毒の報告数は 25.17%、死亡数は 96.47% 増加した。一方で中毒者数は 11.68% 減少した。化学物質の報告数は 13.59%、中毒者数は 10.11%、死亡数は 5.13% 減少した。

化学物質による汚染では残留農薬と故意の農薬使用、果物・野菜の残留農薬、肉類に残留した農薬・殺虫剤、故意に使用された農薬、犯罪目的がある。

害虫の成長・繁殖を抑えるため。高い毒性をもつ有機リン農薬を用いられた事例が 2010 年 1 月に起きた。

また小さな工場で腐敗を防止するために用いられた 2004 年の事例がある。

非合法的な添加物として、乳製品中のメラミン、アヒルの卵の塩漬けのスダンレッド、マラカイト・グリーンがある。

メラミンは蛋白量を偽装するた、2007 年アメリカにおけるペットフードへのメラミン混入、玉子中のメラミンとして 2009 年、香港で起きた。乳製品中へのメラミン混入、2008 年粉ミルクに混入した事件がある。子供への健康影響として、幼児の腎臓結石約 60,000 例、重症は 104 例；死亡は 4 例となり、国際貿易への影響では牛乳、乳製品は 25 の国と地域に輸出されていたがイメージの低下を招いた。

消費者の牛乳・乳製品への信頼が落ち、豆乳が人気になり豆乳を家庭で作る機械が 2008 年年末の短期間に売り切れたり、ヨーロッパ、オセアニアから輸入された粉ミルクの価格上昇といったことが見られた。

スダンレッド I は一種の工業染料であるが、食品の色を鮮やかにすることができるが、癌を誘発する。卵に用いられた事例があった。

マラカイトグリーンは魚のカビ汚染を防ぐために使用され、タルボットフィッシュ(ヒラメの一種)や、甲羅の柔らかい亀(脱皮直後のため)に用いられた。