

焼却施設を発生源とするダイオキシン類の土壤中濃度変化に関する計算結果概要

1. 目的

土壤中のダイオキシン類の蓄積と安定性の検討に資するため、焼却施設を発生源とする土壤中のダイオキシン類の濃度変化について、大気拡散モデル、ISCLT (Industrial Source Complex Model Long-Term)、土壌モデルの PRZM2 (Pesticide Root Zone Model) 等の化学物質の環境動態シミュレーションモデルを適用し、焼却過程で非意図的に生成するダイオキシン類の環境動態を予測した。

2. シミュレーション

焼却施設から排出されたダイオキシン類の施設周辺での大気中動態予測には、U.S. EPA の ISCLT3 を使用し、予測された大気中濃度から土壌への沈着量を算出した。さらに、この沈着量をもとに U.S. EPA の PRZM2 で土壌中の動態を推定した。

焼却施設周辺でのダイオキシン類の大気及び土壌中での動態予測と土壌中ダイオキシン類によるリスク低減の検討に際しては、「ダイオキシンリスク評価検討会報告書」の「参考資料 2 : ごみ焼却施設周辺環境におけるダイオキシン類濃度シミュレーション調査結果」において焼却炉形式と排ガス処理方式により類型化されている都市ごみ焼却施設の諸元（煙突実高さ、煙突内径、排ガス温度、排ガス速度）を使用した。ダイオキシン類の大気への排出強度はこれらの諸元、各施設の排ガス中のダイオキシン類濃度とごみ処理能力から求めた。准連続炉、機械化バッチ炉及び固定火格子炉については、立ち上がり時、立ち下がり時及び埋火時を考慮して、排出強度を算出した。大気及び土壌中での動態予測に必要な気象データは東京管区气象台で 1991 ~ 96 年に測定されたデータを用いた。

大気中ダイオキシン類の土壌への降下量を算出する際には、乾性沈着（ガス態ダイオキシン類の土壌への吸収、ダイオキシン類を吸着した浮遊粒子の降下）、湿性沈着（降雨によるガス態と吸着態の捕捉と降下）を考慮した。

ダイオキシン類の土壌中での動態予測に際しては、動態に影響を及ぼすヘンリー則定数、

土壌吸着定数 (K_{oc})、土壌分解半減期 (DT50：生物的及び非生物的な全ての分解に起因する) 等の物性や反応性は各異性体毎に異なる上に、データが皆無の異性体もあるため、2,3,7,8-TCDD, 2,3,7,8-TCDF, OCDD 及び OCDF について計算を行なった。その結果、DT50 を 50 年と設定した (注：文献調査の結果では、数ヶ月から 10 年程度とするデータが多いが、ここでは 50 年と仮定した。) ところ、焼却施設周辺の土壌中の TCDD/F, OCDD/F 濃度は焼却施設稼働後 24 年後でも定常状態には到達せず、施設周辺でのダイオキシン類の土壌中動態予測時には、焼却施設の稼働年数を考慮する必要があることが判明した。さらに、TCDD/F と OCDD/F の土壌中濃度の差違が明らかなため、本調査では土壌中ダイオキシン類の濃度を最高濃度となる OCDF の物性値と半減期を用いて予測を行うこととした。

また、土壌中濃度は表層 5 cm までの深さで算出した。

厚生省のホームページに公開されている全国の都市ごみ焼却施設のデータを用いて、上記の方法に従って、焼却施設周辺の大気中及び土壌中濃度を予測した。

3. 結果

1) 現状の濃度推定

全連続、准連続、機械化バッチ及び固定火格子バッチの各形式の焼却施設について、ダイオキシン類の排出強度が大きい上位 5 施設に対する推定結果を表 1～表 4 に示す。最大値は、焼却施設を中心とした 2 km 四方の範囲内での値であり、平均値は 2 km 四方の範囲内での平均値である。これらの表から明らかなように、全連続、准連続、機械化バッチ及び固定火格子バッチのいずれの炉形式の焼却施設周辺においても、ダイオキシン類の土壌中濃度は、単に排出強度だけでなく、稼働年数が長いほど濃度が高くなっている。

表 1 都市ごみ焼却施設周辺におけるダイオキシン類の土壌中濃度予測 (全連続)

No.

処理
能力

t/日

使用開始年

排ガス中濃度

ng-TEQ/N m³

排出強度

ng-TEQ/s

大気中濃度

pg/m³

沈着量

ng/m²/year

土壤中濃度

pg/g

最大

平均

最大

平均

最大

平均

1

450

1970

110

4133

1.98

0.42

238.6

50.7

163.6

34.8

2

360

1975

74

2224

1.07

0.23

128.4

27.3

85.4

18.1

3

450

1982

48

1804

0.86

0.18

104.1

22.1

51.7

11.0

4

240

1985

79

1583

0.76

0.16

91.4

19.4

37.9

8.1

5

294

1986

59

1448

0.69

0.15

83.6

17.8

32.6

6.9

表ー 2 都市ごみ焼却施設周辺におけるダイオキシン類の土壤中濃度予測（准連続）

No.

処理
能力

t/日

使用開始年

排ガス中濃度

ng-TEQ/N m³

排出強度

ng-TEQ/s

大気中濃度

pg/m³

沈着量

ng/m²/year

土壤中濃度

pg/g

最大

平均

最大

平均

最大

平均

1

70

1990

990.00

6964.7

2.91

0.648

350.7

78.0

240.4

53.5

2

80

1986

480.00

3859.2

1.61

0.359

194.3

43.2

75.7

16.8

3

120

1992

301.53

3636.4

1.52

0.338

183.1

40.7

38.1

8.5

4

95

1990

360.00

3437.1

1.44

0.320

173.1

38.5

46.7

10.4

5

80

1980

390.00

3135.6

1.31

0.292

157.9

35.1

86.5

19.3

表-3 都市ごみ焼却施設周辺におけるダイオキシン類の土壤中濃度予測(機械化バッチ)

No.

処理
能力

t/日

使用開始 年

排ガス中濃度

ng-TEQ/N m³

排出強度

ng-TEQ/s

大気中濃度

pg/m³

沈着量

ng/m²/year

土壤中濃度

pg/g

最大

平均

最大

平均

最大

平均

1

20

1973

440.00

889.5

0.79

0.155

95.4

18.6

65.43

12.79

2

100

1969

76.00

768.2

0.68

0.134

82.4

16.1

56.51

11.04

3

35

1988

210.00

743.0

0.66

0.129

79.7

15.6

26.37

5.15

4

50

1981

130.00

657.0

0.59

0.114

70.5

13.8

37.07

7.22

5

120

1976

54.00

655.0

0.58

0.114

70.2

13.7

44.97

8.79

表ー 4 都市ごみ焼却施設周辺におけるダイオキシン類の土壤中濃度予測（固定火格子バッチ）

No.

処理
能力

t/日

使用開始年

排ガス中濃度

ng-TEQ/N m³

排出強度

ng-TEQ/s

大気中濃度

pg/m³

沈着量

ng/m²/year

土壤中濃度

pg/g

最大

平均

最大

平均

最大

平均

1

12

1985

58.00

32.0

0.13

0.013

16.2

1.6

2.44

0.25

2

6

1980

30.00

8.3

0.03

0.003

4.2

0.4

0.83

0.08

3

10

1974

14.00

6.4

0.03

0.003

3.3

0.3

0.82

0.08

4

6

1982

20.00

5.5

0.02

0.002

2.8

0.3

0.51

0.05

5

7

1975

17.00

5.5

0.02

0.002

2.8

0.3

0.67

0.07

2) 排出削減対策と土壌中の濃度の変化

大気汚染防止法及び廃棄物処理法に基づくダイオキシン類の排出削減対策として、1998年12月において既設の焼却炉について排ガス中のダイオキシン類濃度を80 ng-TEQ/Nm³以下に、恒久対策として2002年12月までに排ガス中濃度を5 ng-TEQ/Nm³以下にすることが義務付けられている。これらの基準値どおりに焼却炉が稼働したと仮定した場合における土壌中ダイオキシン類濃度の低減効果について、表-2の准連続炉で最大の土壌中濃度が予測された焼却施設を対象に評価した。

准連続炉

この施設は1990年から稼働している。現在の排ガス中のダイオキシン類濃度、990 ng-TEQ/Nm³を80または5 ng-TEQ/Nm³にした場合、ダイオキシン類の排出強度は6965 ng-TEQ/sから、それぞれ563または35 ng-TEQ/sに減少し、大気中の最高濃度は2.91 pg/m³から0.239または0.0147 pg/m³となる。さらに、最大沈着量は351 ng/m²/yから28または1.8 ng/m²/yに減少し、ダイオキシン類の土壌中濃度は図-2のように変化すると予想される。

4. 本予測の課題

数理モデルをダイオキシン類に適用する場合、現実的で精緻な環境動態評価が可能な

ISCLT3 や PRZM2 のようなモデルが必要である。しかし、これらのモデルを稼働させるには多くのパラメータが必要であり、一部のパラメータの不確実性により評価結果に不確実性を生じている。今後、下記の不確実性要因について調査検討し、評価結果の不確実性を低減する必要がある。

1)沈着量推定時の不確実性

沈着量推定には、焼却施設周辺大気中でのダイオキシン類の存在形態を把握することが最も重要である。ガス態と浮遊粒子吸着態のダイオキシン類の乾性沈着速度は異なる上、降雨によるガス態と吸着態の雨洗係数も異なる。したがって、ガス態と吸着態の存在比、浮遊粒子の粒径分布の不確実性が土壤中濃度予測結果に影響を及ぼす。

2)土壤中濃度予測時の不確実性

ヘンリー則定数、Koc、DT50 等が異性体毎に異なるため、土壤中動態は異性体毎に予測する必要があるが、データが存在しない異性体もあるため OCDF で土壤中濃度を予測した。このため、濃度を過大に評価している可能性もあると思われる。さらに、PRZM2 は土壤の巻上げを考慮できないため、土壤中濃度に不確実性を生じていると思われる。