

[6 1] ベンゾ()ピレン

1. 物質に関する基本的事項

(1) 分子式・分子量・構造式

| |
|---|
| 物質名：ベンゾ()ピレン (別の呼称：3,4-ベンツピレン、3,4-ベンツピレン) |
| CAS 番号：50-32-8 |
| 分子式：C ₂₀ H ₁₂ |
| 分子量：252.3 |
| 構造式：  |

(2) 物理化学的性状

本物質は淡黄色固体である¹⁾。

| | |
|-----------------------------|---|
| 融点 | 179 ~ 179.3 ²⁾ |
| 沸点 | 310 ~ 312 (10mmHg) ³⁾ 、495 ⁴⁾ |
| 比重 | 1.351 ⁵⁾ |
| 蒸気圧 | 5.49 × 10 ⁻⁹ mmHg(25、推定値) ⁶⁾ |
| 換算係数 | 1ppm=10.5mg/m ³ (気体、20) ⁷⁾ |
| n-オクタノール/水分配係数 (log Pow) | 5.97 ⁸⁾ |
| 加水分解性 | 加水分解を受けやすい化学結合なし ⁷⁾ |
| 解離定数 | 解離基なし ⁷⁾ |
| 水溶性 | 1.60 × 10 ⁻³ mg/L(25) ⁹⁾ |

(3) 環境運命に関する基礎的事項

本物質の分解性及び濃縮性は次のとおりである。

| |
|--|
| <p>分解性</p> <p>好氣的：水圏環境での半減期 875 日，土壤中での半減期 290 日が報告されている¹⁰⁾。 単離菌を接種した土壤中では、8 日間で 50 ~ 80% 分解されたとの報告がある¹¹⁾。</p> <p>非生物的：</p> <p>(OH ラジカルとの反応性)：OH ラジカルとの反応による半減期は 21 時間と報告されている¹¹⁾。</p> <p>(直接光分解)：290 nm 以上の光を吸収して直接光分解し、表層水中での半減期は 0.54 時間と計算されている¹²⁾。</p> <p>生物濃縮係数 (BCF)：3,000(カキ)、920(ニジマス)、2,657(ブルーギル)、1,000(オオミジンコ)、13,000(ミジンコ)と報告されている¹¹⁾。</p> |
|--|

(4) 製造輸入量及び用途

生産量・輸入量等

本物質は非意図的生成物のため、生産量等の情報は無い。天然発生源として種々のバクテリア及び藻類による生合成、製造過程における発生源としてはコールタール処理、石油精製、頁岩油精製、石炭及びコークス処理、灯油処理、熱発生（ボイラー等）及び火力発電、人に起因する発生源(大気、水)としては、たばこの燃焼、燃料の燃焼、グリース及びオイル含有排水、道床及びアスファルト浸出液である¹⁰⁾。

用途

本物質は非意図的生成物のため、用途の情報は無い。

2. 暴露評価

環境リスクの初期評価のため、水生生物の生存・生育を確保する観点から、実測データをもとに基本的には特定の排出源の影響を受けていない一般環境等からの暴露を評価することとし、安全側に立った評価の観点からその大部分がカバーされる高濃度側のデータによって暴露量の評価を行った。原則として統計的検定の実施を含めデータの信頼性を確認した上で最大濃度を評価に用いている。なお、多数のデータが得られている場合は、95パーセンタイル値を参考として併記している。

(1) 環境中分布の予測

ベンゾ()ピレンの環境中の分布について、各環境媒体間への移行量の比率を EUSES モデルを用いて算出した結果を表 2.1 に示す。なお、モデル計算においては、面積 2,400km²、人口約 800 万人のモデル地域を設定して予測を行った¹⁾。

表 2.1 ベンゾ()ピレンの各媒体間の分布予測結果

| | | 分布量(%) |
|---|---|--------|
| 大 | 気 | 0.003 |
| 水 | 質 | 0.004 |
| 土 | 壌 | 89.6 |
| 底 | 質 | 10.4 |

(2) 各媒体中の存在量の概要

ベンゾ()ピレンの水質及び底質の濃度について情報の整理を行った。各媒体ごとにデータの信頼性が確認された調査例のうち、より広範囲の地域で調査が実施されたものを抽出した結果を表 2.2 に示す。

表 2.2 ベンゾ()ピレンの水質、底質中の存在状況

| 媒体 | 幾何平均値 | 算術平均値 | 最小値 | 最大値 | 検出下限値 | 検出率 | 調査地域 | 測定年 | 文献 |
|------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|----|
| 公共用水域・淡水 $\mu\text{g/L}$ | <0.01 | <0.01 | | | 0.01 | 0/130 | 全国 | 2001 | 2 |
| | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.07 | 0.01 | 4/130 | 全国 | 2000 | 3 |
| | <0.01 | <0.01 | | | 0.01 | 0/130 | 全国 | 1999 | 4 |
| 公共用水域・海水 $\mu\text{g/L}$ | <0.01 | <0.01 | | | 0.01 | 0/17 | 全国 | 2001 | 2 |
| | <0.01 | <0.01 | | | 0.01 | 0/17 | 全国 | 2000 | 3 |
| | <0.01 | <0.01 | | | 0.01 | 0/17 | 全国 | 1999 | 4 |
| 底質(公共用水域・淡水) $\mu\text{g/g}$ | 17 | 23 | <1 | *120 | 1 | 32/36 | 全国 | 2001 | 2 |
| | 12 | 34 | <1 | *180 | 1 | 32/36 | 全国 | 2000 | 3 |
| | 11 | 26 | <1 | *120 | 1 | 32/36 | 全国 | 1999 | 4 |
| 底質(公共用水域・海水) $\mu\text{g/g}$ | 29 | 36 | <1 | *61 | 1 | 10/10 | 全国 | 2001 | 2 |
| | 64 | 71 | <1 | *140 | 1 | 10/10 | 全国 | 2000 | 3 |
| | 60 | 68 | <1 | *110 | 1 | 10/10 | 全国 | 1999 | 4 |

注1) *印は1%棄却検定を行った結果の値を示す。同調査の洞海湾の底質において3,000 $\mu\text{g/g}$ の報告がある(2000)³⁾。

(3) 水生生物に対する暴露の推定(水質に係る予測環境中濃度: PEC)

ベンゾ()ピレンの水生生物に対する暴露の推定の観点から、水質中濃度を表 2.3 のように整理した。水質について安全側の評価値として予測環境中濃度(PEC)を設定すると、公共用水域の淡水域では0.01 $\mu\text{g/L}$ 未満、同海水域でも同様に0.01 $\mu\text{g/L}$ 未満となった。なお、平成10年度調査においては最大濃度0.07 $\mu\text{g/L}$ で検出されている。

表 2.3 水質中のベンゾ()ピレンの濃度

| 媒体 | 平均濃度 | 最大値等濃度 |
|----------|-------------------------------|--|
| | 水質 | |
| 公共用水域・淡水 | 0.01 $\mu\text{g/L}$ 未満(2001) | 0.01 $\mu\text{g/L}$ 未満(2001) (1999年~2001年の検出最大値として0.07 $\mu\text{g/L}$ が得られている。 (2000)) |
| 公共用水域・海水 | 0.01 $\mu\text{g/L}$ 未満(2001) | 0.01 $\mu\text{g/L}$ 未満(2001) |

注): 公共用水域・淡水は、河川河口域を含む。

3. 生態リスクの初期評価

生態リスクの初期評価として、水生生物に対する化学物質の影響(内分泌攪乱作用に関するものを除く)についてのリスク評価を行った。

(1) 生態毒性の概要

本物質の水生生物に対する影響濃度に関する知見の収集を行い、その信頼性を確認したもののについて生物群、毒性分類別に整理すると表 3.1 のとおりとなる。

表 3.1 生態毒性の概要

| 生物種 | 急性 | 慢性 | 毒性値 [μg/L] | 生物名 | エンドポイント /影響内容 | 暴露期間 [日] | 信頼性 | | | Ref. No. |
|-----|----|----|---------------|----------------------------------|----------------------------|-------------|-----|---|-----|-------------|
| | | | | | | | a | b | c | |
| 藻類 | | | <u>5</u> | <i>Scenedesmus acutus</i> | EC ₅₀ GRO | 3 | | | | 15302 |
| | | | 15 | <i>Selenastrum capricornutum</i> | EC ₅₀ GRO | 3 | | | | 15302 |
| 甲殻類 | | | 1.5 | <i>Daphnia magna</i> | LT ₅₀ MOR | 266.5 分 | | | | 12675 |
| | | | <u>5</u> | <i>Daphnia pulex</i> | LC ₅₀ MOR | 4 | | | | 15337 |
| | | | 8.6 | <i>Daphnia magna</i> | UV-EC ₅₀ IMM | 2 時間 | | | | 17714 |
| | | | 40 | <i>Daphnia magna</i> | EC ₅₀ IMM | 1 | | | | 17714 |
| 魚類 | | | 0.1 | <i>Psetticthys melanostictus</i> | HAT | 5 | | | | 10505 |
| | | | 1.48 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | NOEC 奇形発 症率 | 36 | | | | 10412 |
| | | | 2.40 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | LOEC 奇形発 症率 | 36 | | | | 10412 |
| | | | 2.40 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | NOEC GRO | 36 | | | | 10412 |
| | | | 2.99 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | LOEC GRO | 36 | | | | 10412 |
| | | | 230 | <i>Anguilla anguilla</i> | LOEC ENZ | 3 | | | | 18975 |
| その他 | | | 60 | <i>Xenopus laevis</i> | NR CYT | 12 | | | | 16672 |
| | | | 500 | <i>Pleurodeles waltl</i> | NR-ZERO MOR | 16 | | | | 4318 |
| | | | 50 ~ 500 | <i>Pleurodeles waltl</i> | NR CYT | 2 ~ 16 | | | () | 4318 |
| | | | <1,000 | <i>Nereis arenaceodentata</i> | TLm MOR | 4 | | | | 5053 |

太字の毒性値は、PNEC 算出の際に参照した知見として本文で言及したものの、下線を付した毒性値は PNEC 算出の根拠として採用されたものを示す。

信頼性) a : 毒性値は信頼できる値である、b : ある程度信頼できる値である、c : 毒性値の信頼性は低いあるいは不明
 エンドポイント) EC₅₀ (Median Effective Concentration) : 半数影響濃度、LC₅₀ (Median Lethal Concentration) : 半数致死濃度、LOEC (Lowest Observed Effect Concentration) : 最小影響濃度、LT₅₀ (Mean Survival Time) : 半数生存時間、
 NOEC (No Observed Effect Concentration) : 無影響濃度、NR (Not Reported) : 記載無し、NR-ZERO (Zero Mortality) : 死亡率 0%、TLm (Median Tolerance Limit) : 半数生存限界濃度、UV-EC₅₀ : 紫外線照射による EC₅₀
 影響内容) CYT (Cytogenetic) : 胚への影響、ENZ (Enzyme) : 酵素活性、GRO (Growth) : 生長 (植物) 成長 (動物)、HAT : 孵化、IMM (Immobilization) : 遊泳阻害、MOR (Mortality) : 死亡

(2) 予測無影響濃度 (PNEC) の設定

急性毒性値及び慢性毒性値のそれぞれについて、信頼できる知見のうち生物群ごとに値の最も低いものを整理し、そのうち最も低い値に対して情報量に応じたアセスメント係数を適用することにより、予測無影響濃度 (PNEC) を求めた。

急性毒性値については、藻類では *Scenedesmus acutus* に対する生長阻害の 72 時間半数影響濃度 (EC₅₀) が 5 μg/L、甲殻類では *Daphnia pulex* に対する死亡の 96 時間半数致死濃度 (LC₅₀) が 5 μg/L であった。急性毒性値について 2 生物群 (藻類、甲殻類) の信頼できる知見が得られたため、アセスメント係数として 1,000 を用いることとし、上記の毒性値のうち最も低い値 (藻類、甲殻類の 5 μg/L) にこれを適用することにより、急性毒性値による PNEC として 0.005 μg/L が得られた。

慢性毒性値については、魚類では *Oncorhynchus mykiss* に対する成長の 36 日間無影響濃度 (NOEC) が 2.40 μg/L、その他の生物ではツメガエル類 *Xenopus laevis* に対する 12 日間の胚への影響が 60 μg/L であった。慢性毒性値について 1 生物群 (魚類) 及びその他の生物の信頼できる知見が得られたため、アセスメント係数として 100 を用いることとし、上記のうちその他の生物を除いた最も低い値 (魚類の 2.40 μg/L) にこれを適用することにより、慢性毒性

- 4) 有機合成化学協会編, 有機化合物辞典, 講談社(1985).; Richardson, M. L. et. al., The Dictionary of Substances and their Effects, Royal Society of Chemistry (1993). [財団法人化学物質評価研究機構(1997): 化学物質安全性(ハザード)評価シート]
- 5) IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT. (Multivolume work)., p. V3 91 (1973). [HSDB]
- 6) Murray JJ et al; Can J Chem 52: 557-63 (1974). [HSDB]
- 7) 財団法人化学物質評価研究機構(1997): 化学物質安全性(ハザード)評価シート
- 8) Hansch, C., Leo, A., D. Hoekman. Exploring QSAR - Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. Washington, DC: American Chemical Society., 1995. 166. [HSDB]
- 9) Yalkowsky SH, Dannenfelser RM; Aquasol Database of Aqueous Solubility. Version 5. College of Pharmacy, Univ of Ariz - Tucson, AZ. PC Version (1992). [HSDB]
- 10) ATSDR, Draft Toxicological Profile for Benzo [a] pyrene (1990). [財団法人化学物質評価研究機構(1997): 化学物質安全性(ハザード)評価シート]
- 11) Richardson, M. L. et. al., The Dictionary of Substances and their Effects, Royal Society of Chemistry (1993). [財団法人化学物質評価研究機構(1997): 化学物質安全性(ハザード)評価シート]
- 12) 環境庁環境保健部環境安全課監修, 化学物質と環境(1995).

(2) 暴露評価評価

- 1: (財)日本環境衛生センター 平成13年度化学物質の暴露評価に関する調査報告書(環境庁請負業務)
- 2: 環境省環境管理局水環境部水環境管理課: 平成13年度水環境中の内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)実態調査結果、平成14年10月
- 3: 環境省環境管理局水環境部水環境管理課: 平成12年度水環境中の内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)実態調査結果、平成13年10月
- 4: 環境庁水質保全局水質管理課: 平成11年度水環境中の内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)実態調査結果、平成12年10月

(3) 生態リスクの初期評価

- 1) データベース: U.S.EPA「AQUIRE」
- 2) 引用文献(Ref. No.: データベースでの引用文献番号)
 - 4318: Jaylet, A., P. Deparis, V. Ferrier, S. Grinfeld, and R. Siboulet (1986): A New Micronucleus Test Using Peripheral Blood Erythrocytes of the Newt *Pleurodeles waltl* to Detect Mutagens in Fresh-Water Pollution. *Mutat. Res.* 164:245-257.
 - 5053: Rossi, S.S., and J.M. Neff (1978): Toxicity of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons to the Polychaete *Neanthes arenaceodentata*. *Mar. Pollut. Bull.* 9(8):220-223.
 - 10412: Hannah, J.B., J.E. Hose, M.L. Landolt, B.S. Miller, S.P. Felton, and W.T. Iwaka (1982): Benzo(A)pyrene-Induced Morphologic and Developmental Abnormalities in Rainbow Trout. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 11(6):727-734.

- 10505 : Hose, J.E., J.B. Hannah, D. DiJulio, M.L. Landolt, B.S. Miller, W.T. Iwaoka, and S.P. Felton (1982) : Effects of Benzo(a)pyrene on Early Development of Flatfish. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 11(2):167-171.
- 12675 : Newsted, J.L., and J.P. Giesy (1987) : Predictive Models for Photoinduced Acute Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons to *Daphnia magna*, Strauss (Cladocera, Crustacea). Environ.Toxicol.Chem. 6(6):445-461.
- 15302 : Schoeny, R., T. Cody, D. Warshawsky, and M. Radike (1988) : Metabolism of Mutagenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Photosynthetic Algal Species. Mutat.Res. 197(2):289-302.
- 15337 : Trucco, R.G., F.R. Engelhardt, and B. Stacey (1983) : Toxicity, Accumulation and Clearance of Aromatic Hydrocarbons in *Daphnia pulex*. Environ.Pollut.Ser.A Ecol.Biol. 31(3):191-202.
- 16672 : Van Hummelen, P., C. Zoll, J. Paulussen, M. Kirsch-Volders, and A. Jaylet (1989) : The Micronucleus Test in *Xenopus*: A New and Simple In Vivo Technique for Detection of Mutagens in Fresh Water. Mutagenesis 4(1):12-16.
- 17714 : Wernersson, A.S., and G. Dave (1997) : Phototoxicity Identification by Solid Phase Extraction and Photoinduced Toxicity to *Daphnia magna*. Arch.Environ.Contam.Toxicol. 32(3):268-273.
- 18975 : Pacheco, M., and M.A. Santos (1997) : Induction of EROD Activity and Genotoxic Effects by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Resin Acids on the Juvenile Eel (*Anguilla anguilla* L.). Ecotoxicol.Environ.Saf. 38(3):252-259.