

廃棄物学

(必修)

環境科学系

宮脇 健太郎

第4回 有害化学物質による環境問題

公害 (環境基本法第2条3)

- この法律において「公害」とは、環境の保全上の支障のうち、**事業活動**その他の人の活動に伴って生ずる**相当範囲にわたる**大気の汚染、水質の汚濁(水質以外の水の状態又は水底の底質が悪化することを含む。)、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下(鉱物の掘採のための土地の掘削によるものを除く。)及び悪臭によって、**人の健康又は生活環境**(人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を含む。)に係る**被害が生ずることをいう。**

環境政策の経緯

- 1949 工場公害防止条例(東京都)
- 1958 水質保全法, 工場排水規制法
- 1962 ばい煙規制法
- 1970 公害国会
 - 廃棄物処理法, 海洋汚染防止法, 水質汚濁防止法など新たに制定、改正(14法案)
- 1970 公害対策基本法(改正)
 - 目的: 国民の健康を保護し, 生活環境を保全すること

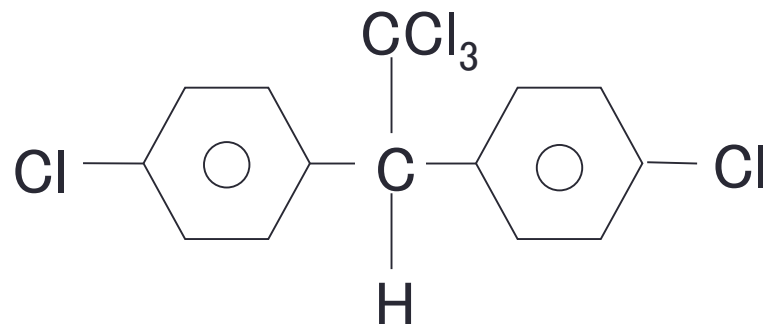
有害化学物質の環境影響

- 典型七公害

- 大気汚染, 水質汚濁, 土壌汚染, 騒音, 震動, 地盤沈下, 悪臭
- 目に見えない有害化学物質 → 人間の健康, 生態系に影響
- 1962 レイチェル・カーソン「沈黙の春 (silent spring)」
- 例) DDT (殺虫剤) マラリア蚊対策

DDT

- 系統名 1,1,1トリクロル2,2ビス(4クロロフェニル)エタン
- 別名 p,p-ジクロロジフェニルトリクロロエタン
- 性状 無色の結晶または白色の粉末(融点108°C)
- 用途 有機塩素系の殺虫剤 蚤, しらみの駆除1970年代に使用禁止

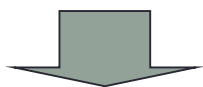


DDTの毒性

- 急性毒性 かなり強い(ラット経口LD50=113mg/kg)
ヒト 微粉末を多量に吸入すると, 頭痛, めまい, 吐き気, 腹痛など
- 慢性一般毒性 かなり強く ヒト中枢神経の抑制, 肝臓腎臓障害, 白血球の減少など
- 生殖毒性 マウス 新生仔の死亡率増大
- 行動毒性 ラット亜急性経口 歩行異常
- 発がん性 ラット・マウス経口 肝臓がん, 肺
- IARC グループ^o2B USEPA グループ^o2A
- 実質安全大気中濃度 $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$

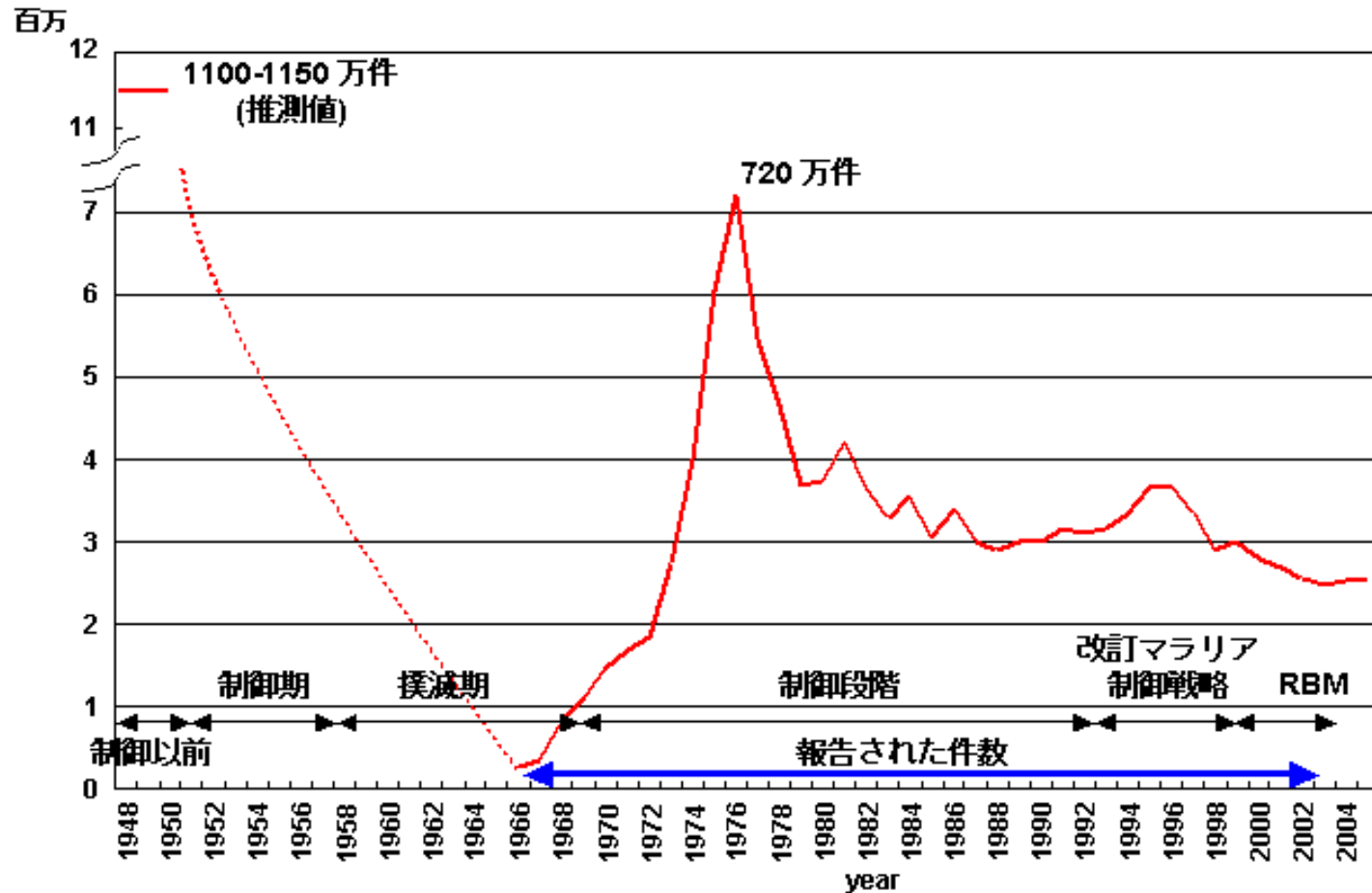
DDT使用の現状

- DDT禁止後(1970年代), 東南アジア, アフリカでのマラリア患者増
- アフリカでの死者約100万人/年



- WHOによる, DDTの室内残留性噴霧(IRS)を奨励(壁面への散布を行うことでマラリア蚊の駆除)

東南アジア地域のマラリア発生数（1948年以降）

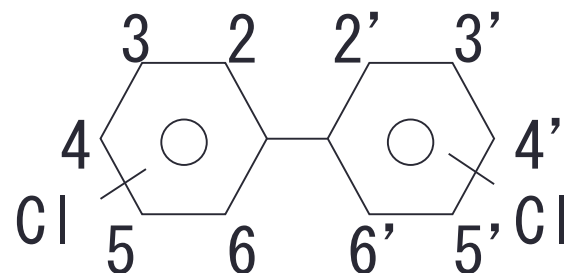


RBM: マラリア撃退作戦、PHC: 新戦略

WHO

PCB

- 安定した熱媒体
- 1954 製造開始 商品名カネクロール
- 不燃性, 熱的安定, 絶縁性, 化学的安定など
- 用途: 電気設備, 熱媒体, 変圧器, トランスなど



PCB: polychlorinated biphenyls

- 急性毒性 あまり強くないラット経口LD₅₀=1~4g/kg
 - ヒト 多量経口 クロルアクネ (塩素挫傷:皮膚障害): ニキビ様の吹き出物, 皮膚・爪の黒変, 頭痛, 腹痛, 疲労感, 手足のしびれ, 気管支炎, 肝臓障害
- 慢性一般毒性 吸入暴露を受けた労働者, 呼吸器障害, 消化器障害, クロルアクネ, 体重減少
- 内分泌かく乱性 エストロゲン様作用
- 発がん性 ラット: 肝臓がん・胆管がん・甲状腺がん 油症被害者: 肝臓がん・肺がん, IARC グループ2A, USEPA グループB2 実質安全大気中濃度0.01 μg/m³, 実質安全飲料水中濃度0.1 μg/L

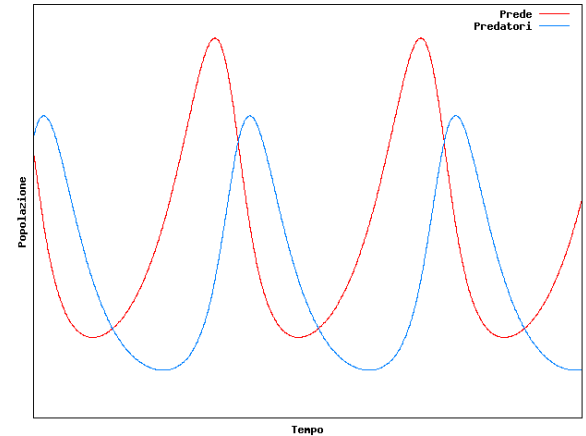
PCBによる環境汚染

- 全世界で40万トン(概算)が環境に放出
日本 15000トン
- 河川, 湖沼底泥 0.1~1mg/kg, 魚介類 0.05~0.5mg/kgなど
- 汚染事例
- カネミ油症事件(1968)
 - ライスオイル(米ぬか油)製造過程に使用したPCB(熱媒体)が混入, 主に西日本
 - 油症(クロルアクネ), 色素沈着胎児(黒い赤ちゃん)
 - 1万5千人被害, 認定患者:1906人
 - 現在も被害者救済が不十分, 法案化が進められている。
- GE(アメリカ)ハドソン川の汚染 調査・除去に総額3億ドル

生態系における食物連鎖と生物濃縮

- 捕食者と被捕食者の増減関係を表すモデル

- 右図 青: 捕食者,
赤: 被捕食者



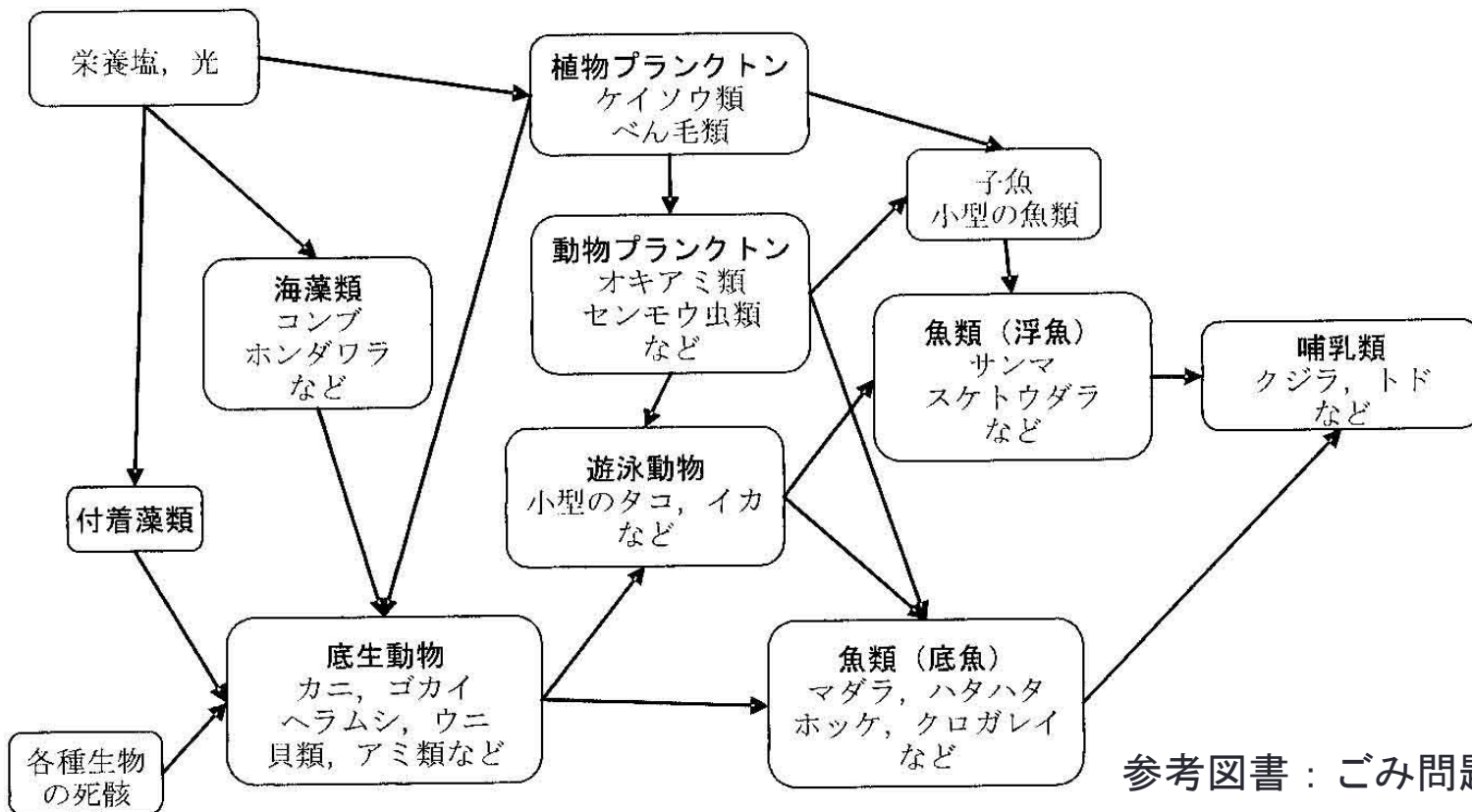
ウィキペディアHPより

- 捕食者増加→被捕食者急激に減少→捕食者減少→被捕食者増加
- 捕食者—被捕食者の相互依存関係

食物連鎖 (food chain)

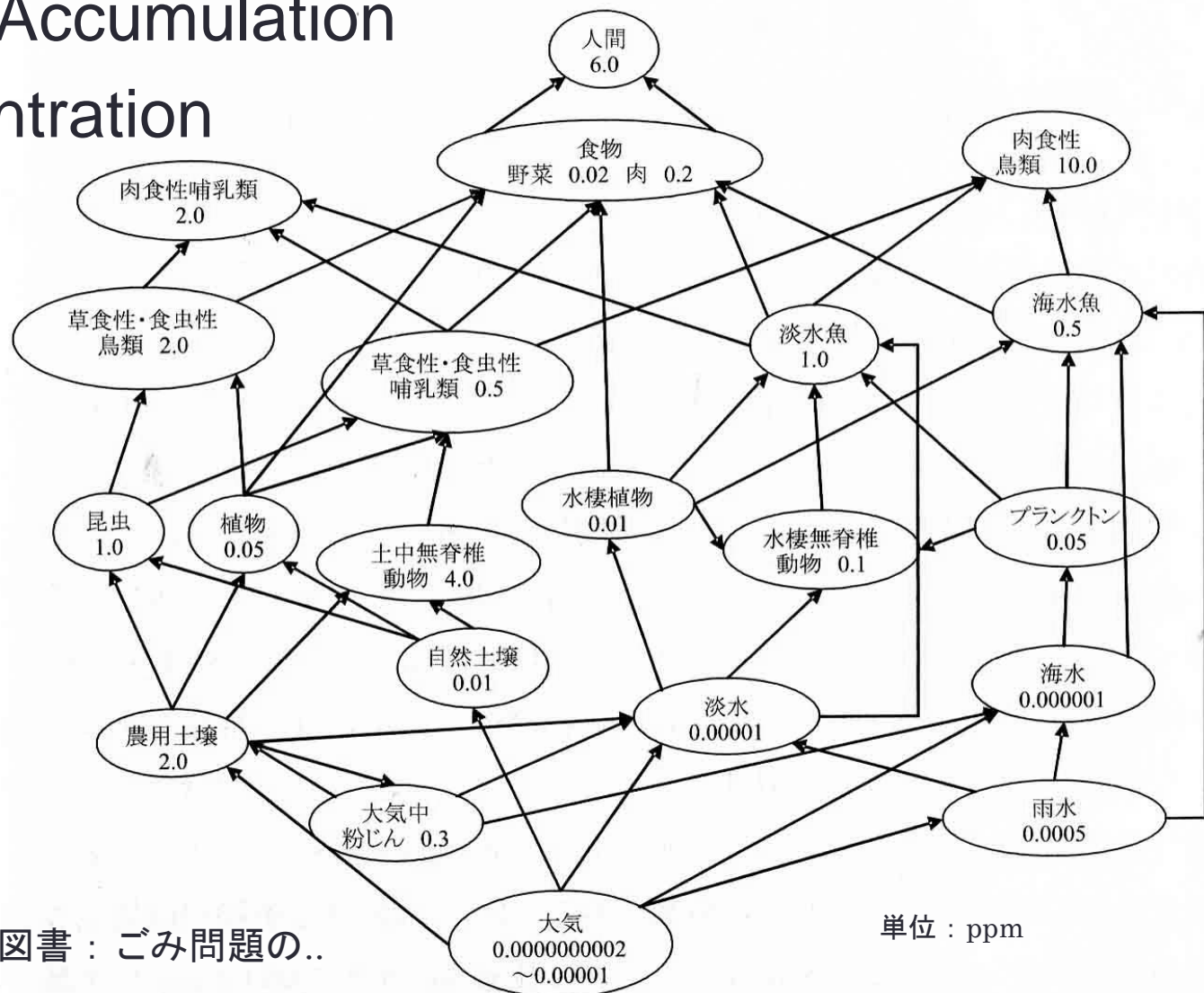
• 海洋の例

- 植物プランクトン → 動物プランクトン → 小型魚 → 大型魚



生物濃縮(生体濃縮)

- Biological Accumulation
- Bio-concentration

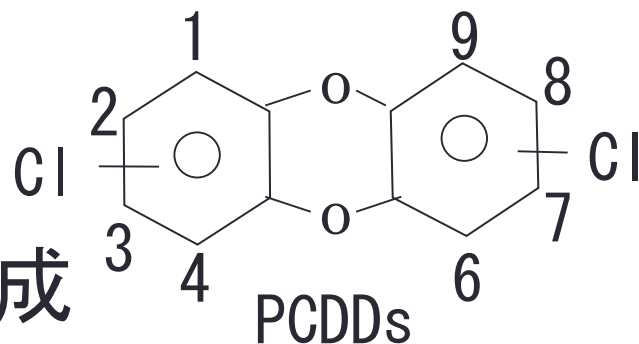


残留性有機汚染物質

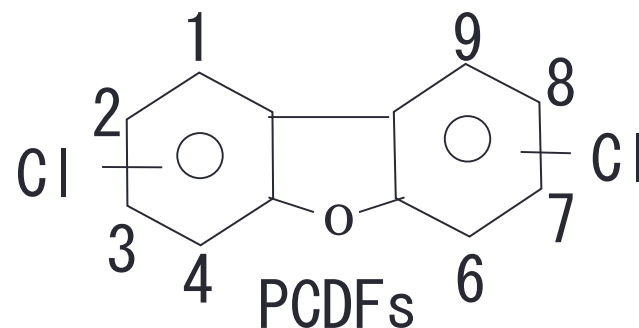
- DDT, PCBなど
- 分解性が低く, 長く残留する
- 生物濃縮性 (最後は人間へ)
- 疎水性物質 脂肪層に配分, 蓄積
- 水溶性物質 体外に排出されやすい
- 生物濃縮性 濃度一定, 生物中濃度/水中濃度 = 生物濃縮係数 (BCF)
- 疎水性の強さと相関

- 残留性有機汚染物質 (POPs)
- 難分解性のため環境中に残留し, 食物連鎖を通じて生物蓄積され, 人の健康や生態系に対して毒性を持つ化学物質
(3つの特徴)
- 2001 スtockホルム条約
 - DDTなど10種農薬、PCB,DXNs12物質
- 長距離移動性(第4の特徴)
 - バッタ効果 (grasshopper effect)

ダイオキシン類



- 副生成物として意図せず生成
 - 「非意図的生成物」
- ベトナム戦争 枯葉剤2,4,5-T
 - 副生成物としてダイオキシン類含有
- PCDD 75種
- PCDF 135種
- コプラナーPCB 12種
- 毒性 2,3,7,8TCDD換算係数
 - 毒性等価量(TEQ, Toxic Equivalent)



ダイオキシン類の毒性

- 急性毒性 きわめて強い(モルモット経口 LD50=0.6~2 μ g/kg) 人工化学物質のうちでもっとも強い致死毒性
ヒト クロルアクネ, 炎症, 色素沈着, 角質化, 頭痛, めまい, 吐き気, 嘔吐, 脱力感など神経障害
- 慢性一般毒性 職業または事故での暴露 クロルアクネ, 肝臓障害, 食欲低下, 精神的不安定, 神経障害
- 内分泌かく乱性 エストロゲン作用を抑制, 生殖異常
- 発がん性 マウス 肝臓がん, 肺がん セベソ被害者肺がん, リンパ腫 IARC TCDDをグループ1 USEPA グループA 実質安全経口摂取量0.002pg/kg/d (日本 TDI4pg/kg/d)

ごみ処理とダイオキシン

- 1977 飛灰からダイオキシン類
- 1990 発生防止ガイドライン
- 1996 ごみ焼却炉が発生量の8割超
- 1997 ダイオキシン類削減対策
- 排ガス, 飛灰中 年1回測定

- 「史上最強の毒物」?
- 近年、環境分析多数実施(超微量分析)

毒性

半数致死量
LD₅₀(g/kg)

天然物

- ボツリヌス菌毒素
- 破傷風菌毒素

- スナギンチャクの毒
- 赤痢菌毒素
- ふぐ毒素

- ニコチン

人工物質

- 2,3,7,8TCDD
- 2,3,7,8TCDF
- Sarin
(イソプロピルメタンフルオロホスホネート)

- KCN(シアン化カリウム)

10⁻⁹

10⁻⁸

10⁻⁷

10⁻⁶

10⁻⁵

10⁻⁴

10⁻³

10⁻²

演習(時間内課題:LMS提出)

- 1) 公害とは、()に伴って生ずる()にわたる大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下及び悪臭によって、()又は()に係る被害が生ずることをいう。
- 2) 公害関連の政策としては、1949年の工場公害防止条例(東京都)に始まり、1970年の()国会での関連法令の整備が進められた。
- 3) 代表的な公害として「典型()」があるが、微量有害物質の話題を書籍として取り上げたのは、レイチェルカーソンの()が有名である。

演習(時間内課題:LMS提出)

- 4) 残留性有機汚染物質の代表的なものとして, A:(), B:()が挙げられる。Aは殺虫剤, Bは熱媒体などとして用いられた。
- 5) 残留性有機汚染物質()とは()のため環境中に残留し, 食物連鎖を通じて()され, 人の健康や生態系に対して()を持つ化学物質を指す。また長距離移動性(効果)も知られている。
- 6) ダイオキシン類(PCDD, PCDF, Co-planer PCB)は, ()であり, 急性毒性が()ため, 史上最強の毒物と呼ばれる。