

個体群レベルの 生態リスク管理方法の検討 - 亜鉛を事例にして -

産業技術総合研究所
化学物質リスク管理研究センター
加茂将史

注

本日の発表内で挙げた数値は暫定的なもので、今後改訂される可能性があります。本原稿の引用はお控えください。最終的な数値は現在作成中の詳細リスク評価書において公表されます

亜鉛(Zn)

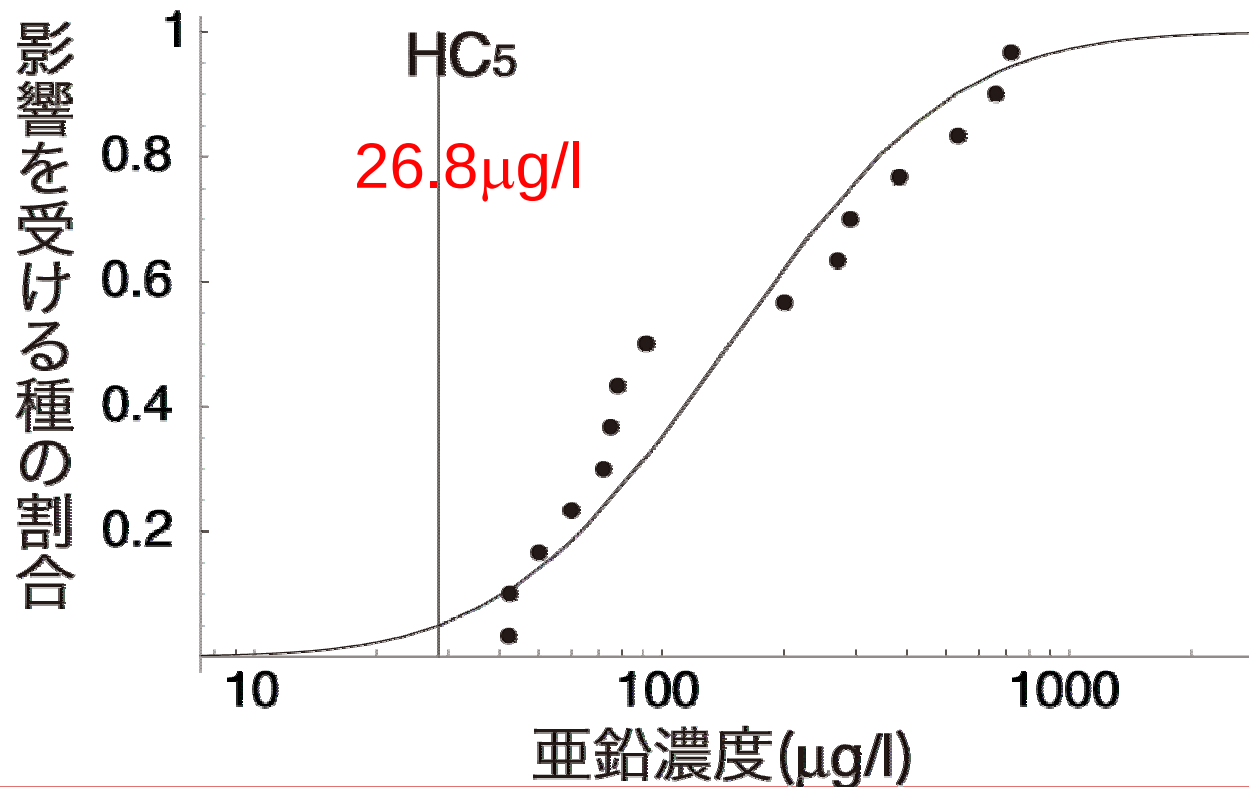
- 必須元素であり、自然由来も多い
 - 低すぎる水質基準値は避けなくてはならない
- ヒト健康リスクは無視できるほど小さい
 - 水道水中の指針値は1,000 μ g/l
- 生態影響への懸念から水質環境基準値が設定されている
 - エルモンヒラタカゲロウの毒性試験から得られたNOEC 30 μ g/l

生態リスク評価の困難な点

- 毒性試験を行うことにより、試験生物での無影響濃度(NOEC)はわかる
- 試験に用いられる生物はごく一部であり、生態系をある程度まんべんなく守ることのできる、保護濃度を推定する必要がある

種の感受性分布(SSD)を用いる アプローチ

NOECの分布であり、95%保護レベルがHC₅と呼ばれる

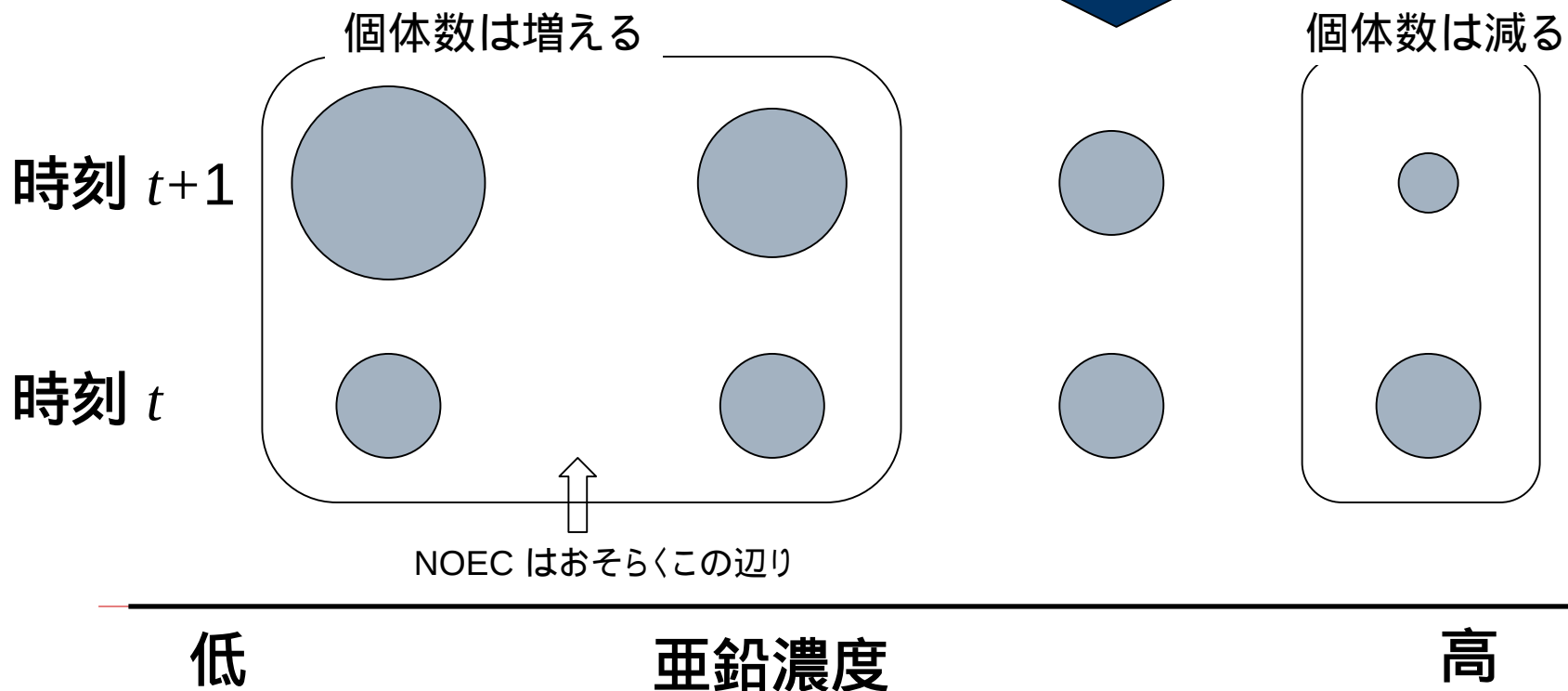


既存の評価の問題点

- NOECは個体レベルでの影響である
 - この濃度を超えると「統計的に有意に死亡率が上昇する」が、個体群の存続とはほぼ関係
 - 種の持続可能性にはまた別の議論が必要
- SSDはNOECの分布である
 - 複数のエンドポイントが混ざっている
 - 例：死亡の上昇、増殖の減少、成長の遅れ
 - エンドポイントが異なってもNOECであれば等価に比較可能であると信じるのは誤り
- 等価に比較できる新たな指標が必要
 - 絶滅確率、個体群の維持を困難にする亜鉛濃度

個体群レベルでの評価

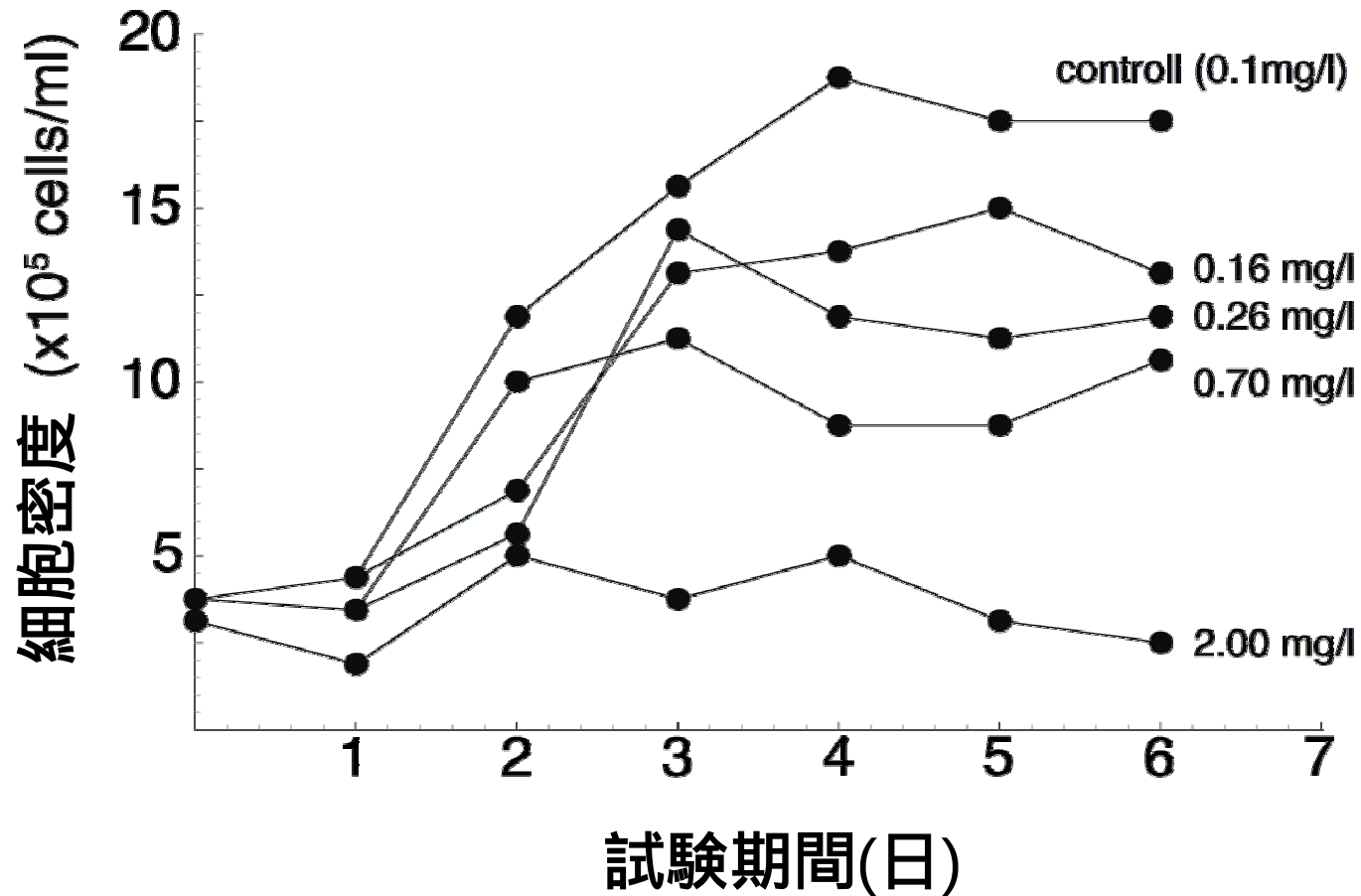
個体群サイズを減少させる亜鉛濃度を推定する



以下の文献を用いる

- Yap et al. (2004) 褐藻 (*Isochrysis galbana*)
 - 29: 1097-1104, *Environ. Internat.*
- Les & Walker (1984) 藍藻 (*Chroococcus parisi*)
 - 23 (2): 129-139, *Water, Air & Soil Pollution*
- Janssen et al. (1995) 纖毛虫 (*Colpoda cuculus*)
 - 54(4): 597-605, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*
- Wong (1992) タマミジンコ (*Moina macrocopa*)
 - 49: 593-599, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*
- Brungs (1969) Fathead minnow (*Pimephales promelas*)
 - 98: 272-279, *Trans. Am. Fish. Soc.*
- Holcombe et al. (1979) カワマス (*Salvelinus fontinalis*)
 - 108: 76-87, *Trans. Am. Fish. Soc.*

Yap et al. (2004) 褐藻



ロジスティックモデルに当てはめる

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K} \right) - \alpha x$$

$$= (r - \alpha) x \left(1 - \frac{x}{K(1 - \alpha/r)} \right)$$

x 個体密度

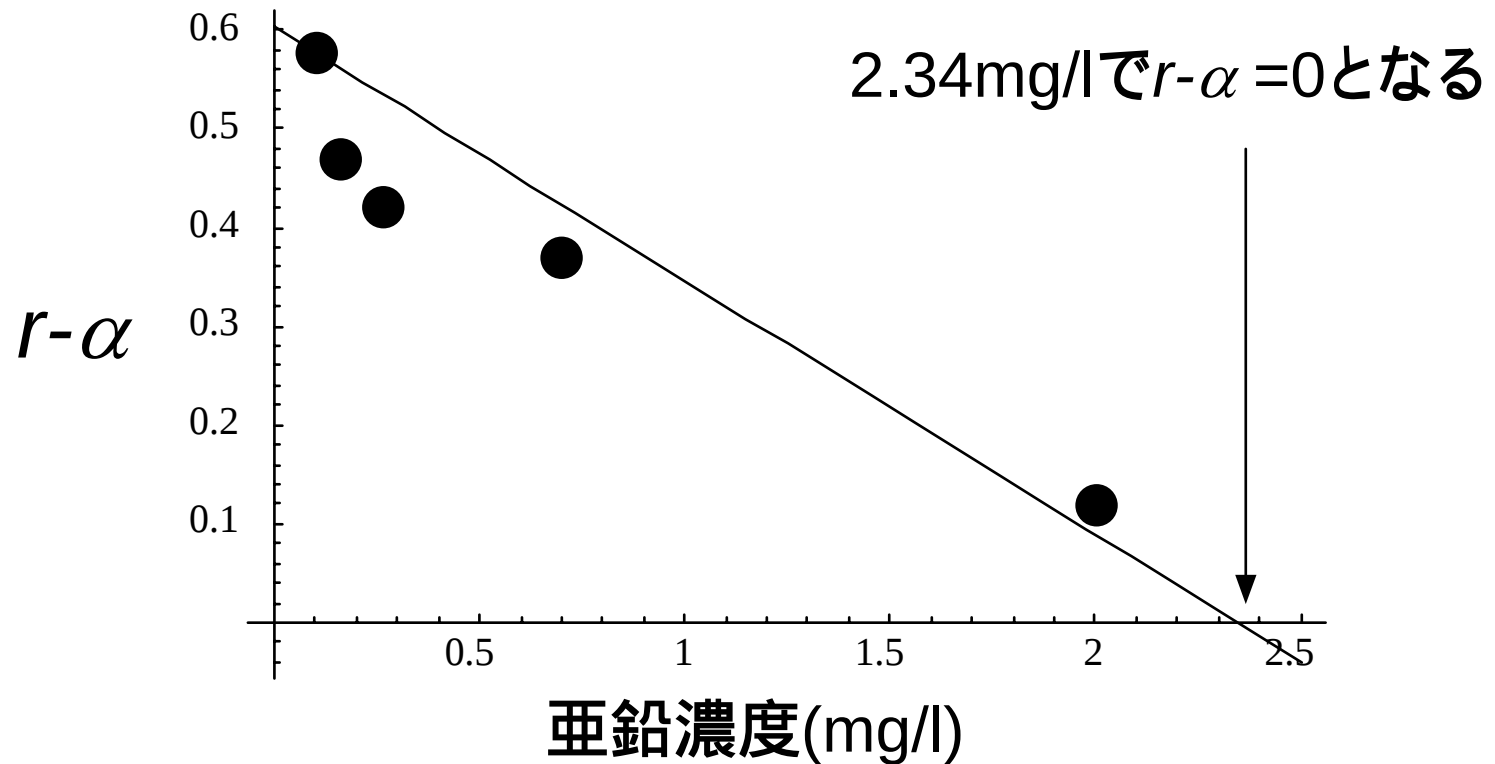
r 増殖率

α 暴露による死亡の上昇

K 環境収容力

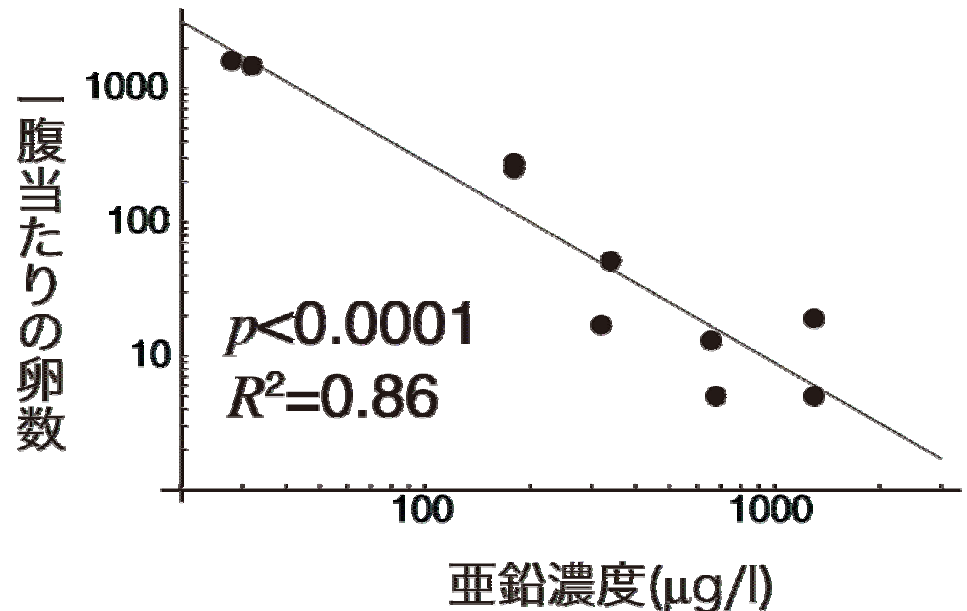
増殖率の変化

亜鉛による増殖率が減少する



Fathead minnow (Brungs, 1969)

- Fathead minnowフル
ライフサイクル試験
(1965.11-1966.9)
- 全濃度区で、死亡なし
- 一雌当たりの産卵数が
減少

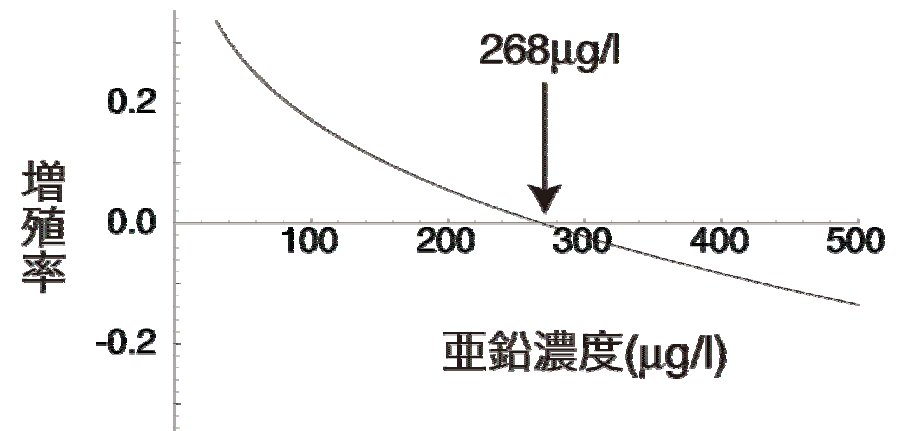


レスリー行列モデル

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 0.75 f(z) & 1.5 f(z) & 3 f(z) \\ 0.39 & 0 & 0 \\ 0 & 0.39 & 0 \end{pmatrix}$$

Miller & Ankley (2004)

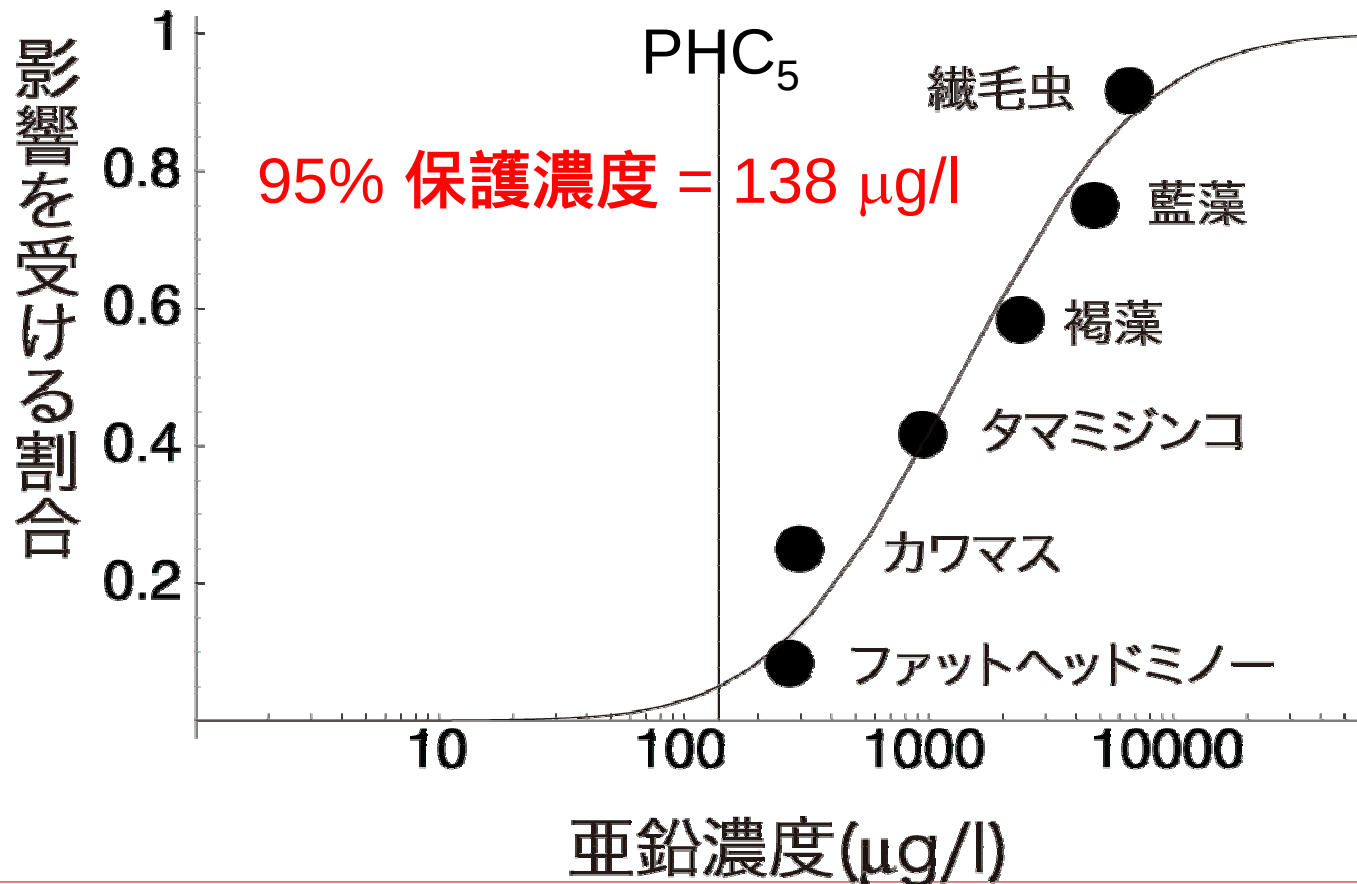
$f(z)$: 亜鉛による産卵数の減少率



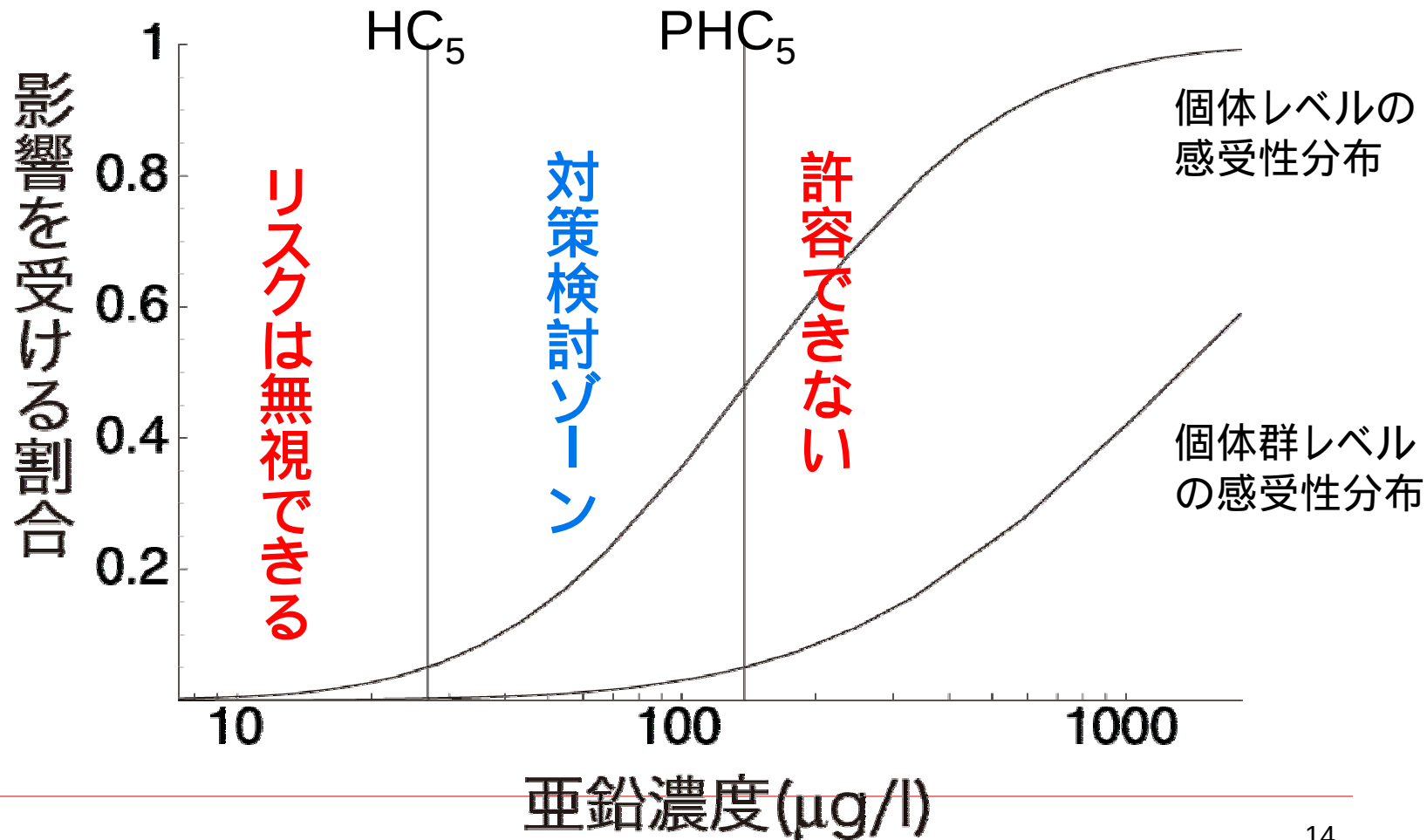
閾値濃度($r=0$)のまとめ

種	閾値濃度 ($\mu\text{g/l}$)
褐藻	2,350
藍藻	4,740
繊毛虫	6,570
タマミジンコ	940
ファットヘッドミノー	268
カワマス	295

個体群レベルの感受性分布 (PSD)



新たな管理のあり方の提案



野外調査からみた亜鉛の影響

- 底生生物への影響 (Clements & Kiffney 1995)
 - 総個体数(バイオマス)は400 $\mu\text{g/l}$ で
 - 種数は100 $\mu\text{g/l}$ で有意に減少
- 理論的に得られた値は、現場で検証されなくてはならない
 - 国内での底生生物への影響も調査中

より詳細に、より生態学的に

- 決定論モデルだけでは不十分
 - 野外集団は揺らいでいる。揺らぎが絶滅確率に影響する
- 種は単独では存在しない
 - 種間相互作用が大切である
- 順化・適応を考えていない
 - 長期間暴露されると耐性を獲得する
- 生物利用可能な化学種の濃度で評価すべきである