

金属の詳細リスク評価で考慮すべき事項 ～バックグラウンドを考慮した リスク評価・リスク管理～

(独) 産業技術総合研究所
化学物質リスク管理研究センター
小野恭子

於：「化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発」
研究成果発表会ワークショップ
2007年1月22日，東京ビッグサイト

バックグラウンドとは？

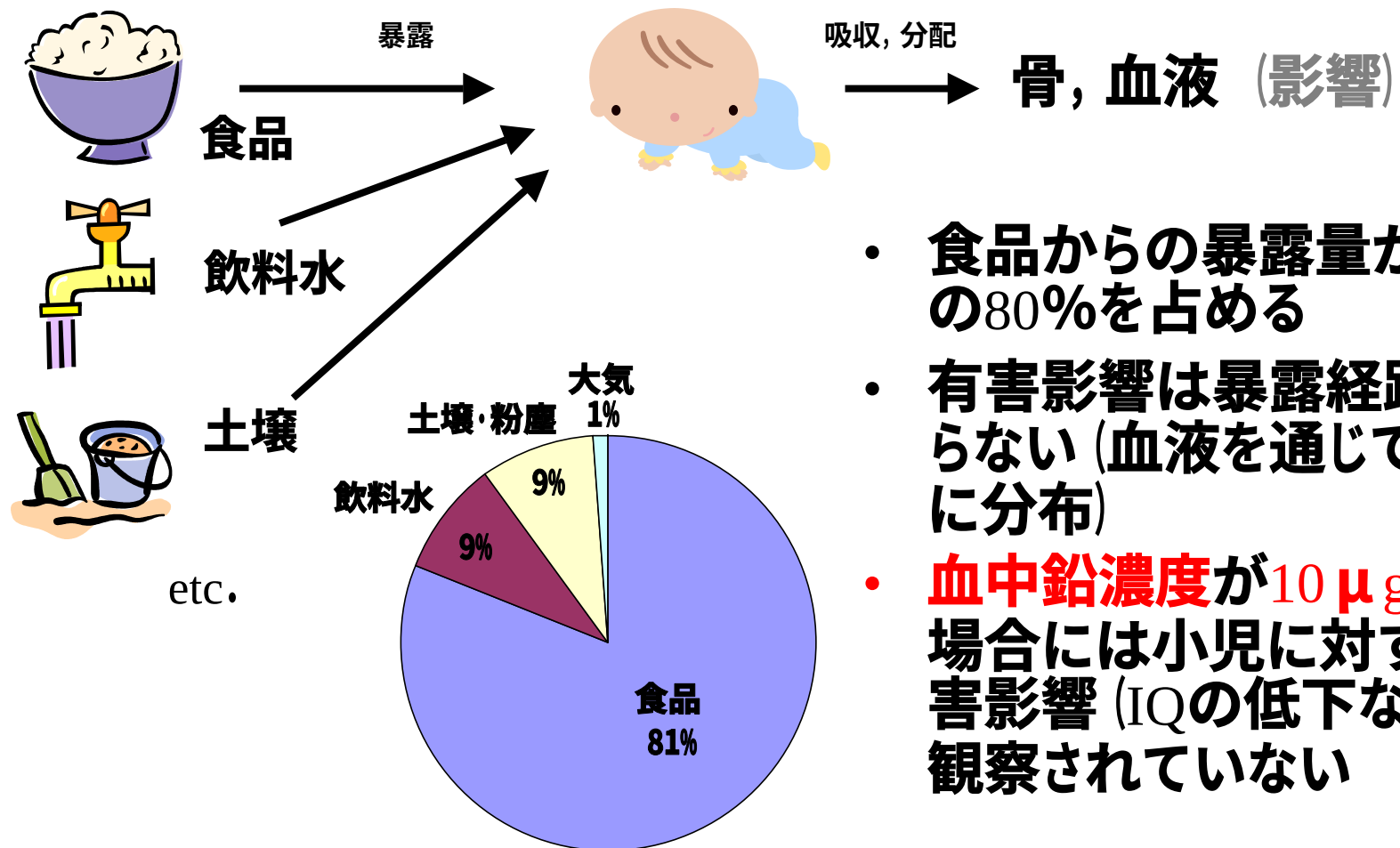
- 特別な発生源 (人為由来) の影響を受けていないにもかかわらず、環境媒体中に物質が存在し、生物への暴露が無視できない量である。
- 有機化合物で当てはまる事例は少ないのに対し、金属は考慮せざるを得ない場合が多い。
- 一般には、“天然に存在する”と説明されることが多いが、天然由来と人為由来を区別することは、厳密には困難 (後述)
- 本日の発表における定義
 - 「**発生源からの排出量削減等の単純な対策では減らせない暴露**」

本日の発表内容

- **バックグラウンドをどのように取り扱う？**
 - 諸外国の基準値設定の考え方を整理
 - 鉛, カドミウムを例に (CRMのリスク評価の紹介と関連させながら)
- **バックグラウンドを減らすとすれば？**
 - 食品中濃度削減の取り組み

鉛

鉛の暴露と有害性の概要

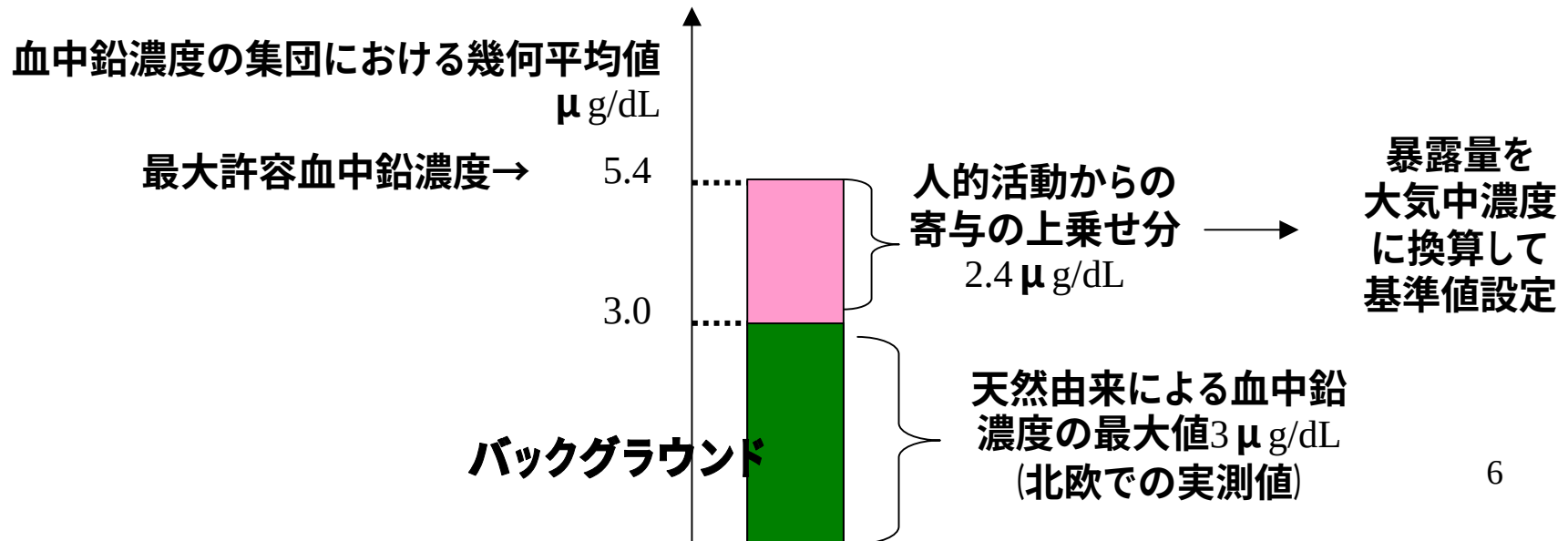


- 食品からの暴露量が全体の80%を占める
- 有害影響は暴露経路によらない (血液を通じて全身に分布)
- **血中鉛濃度が $10 \mu\text{g/dL}$ の場合には小児に対する有害影響 (IQの低下など) は観察されていない**

各媒体からの暴露寄与率
(小児, 日本. 小林ら (2006) の推定による)

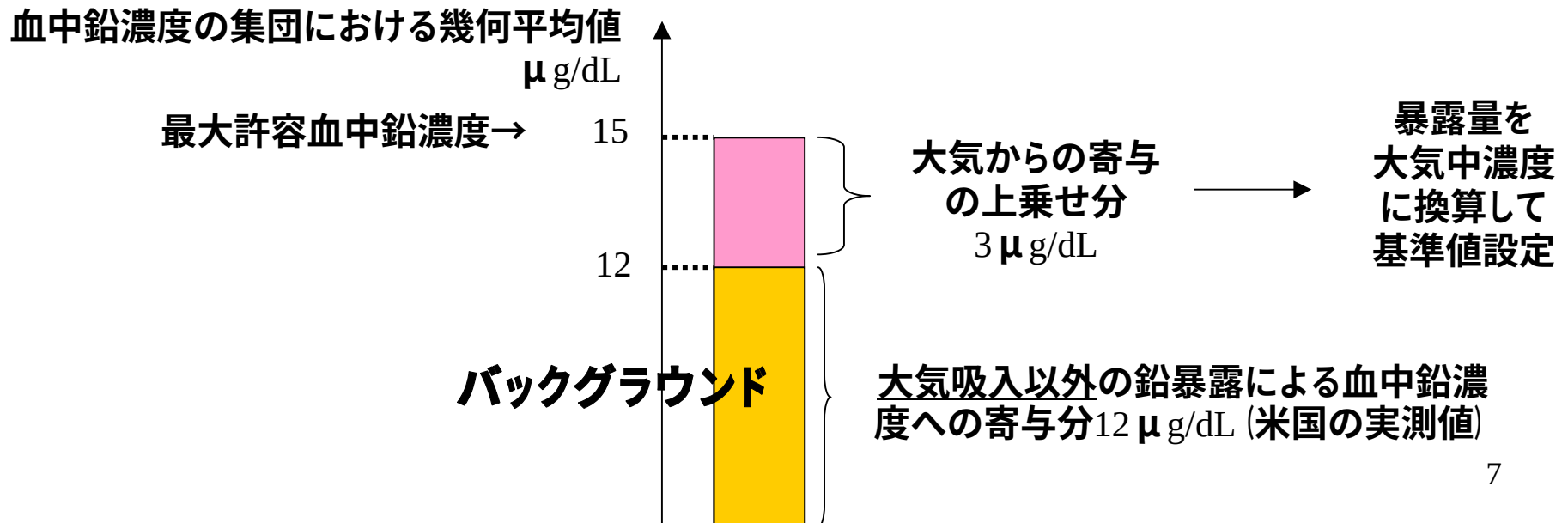
WHOの大気中鉛基準値設定における バックグラウンド (WHO 2000)

- ・小児の98%が血中鉛濃度 $10\text{ }\mu\text{g/dL}$ 以下⇔この集団の血中鉛濃度の幾何平均値は $5.4\text{ }\mu\text{g/dL}$ 以下
- ・天然由来による血中鉛への寄与は $1\sim 3\text{ }\mu\text{g/dL}$ (人的活動由来の鉛暴露が最も少ないと考えられる北欧での小児の血中鉛濃度の測定結果, WHO 1995)
- ・この上限値である $3.0\text{ }\mu\text{g/dL}$ を $5.4\text{ }\mu\text{g/dL}$ から差し引くことで, 人的活動からの寄与に対して許容される血中鉛濃度の増加分は $2.4\text{ }\mu\text{g/dL}$



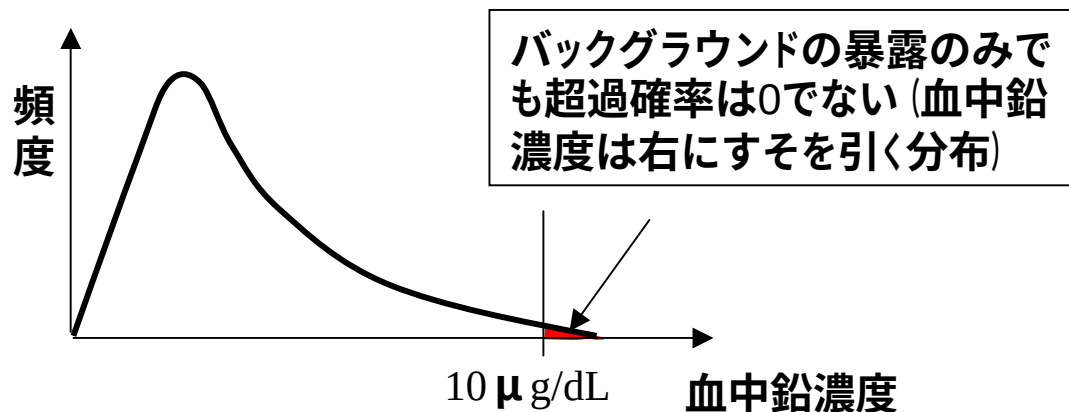
米国EPAの大気中鉛基準値設定におけるバックグラウンド (US EPA 1990)

- ・小児の99.5%が血中鉛濃度 $30\text{ }\mu\text{g/dL}$ 以下⇔この集団の血中鉛濃度の幾何平均値は $15\text{ }\mu\text{g/dL}$ 以下
- ・ $15\text{ }\mu\text{g/dL}$ の血中鉛濃度のうち、大気吸入以外の鉛暴露による寄与分は $12\text{ }\mu\text{g/dL}$ (大気中鉛濃度が低く血中鉛濃度への寄与が僅かであると推測される地域における疫学調査結果 (U.S.EPA 1978))



米国EPAの土壤中鉛基準値設定におけるバックグラウンド (US EPA 2001)

- $10 \mu\text{g/dL}$ **以上**の血中鉛濃度を有する1～2歳児の出現率が**1～5%**となるように粉塵鉛および土壤鉛濃度の基準値を設定。
- (理由) 鉛含有塗装面および鉛に汚染された土壤・粉塵がない場合でも、 $10 \mu\text{g/dL}$ 以上の血中鉛濃度を有する子供の出現率を0%とすることはできない (米国の実態)
⇒ 土壤以外の発生源 (大気, 食品, 飲料水など) 由来を減らせない暴露 (=バックグラウンド) とみなしている

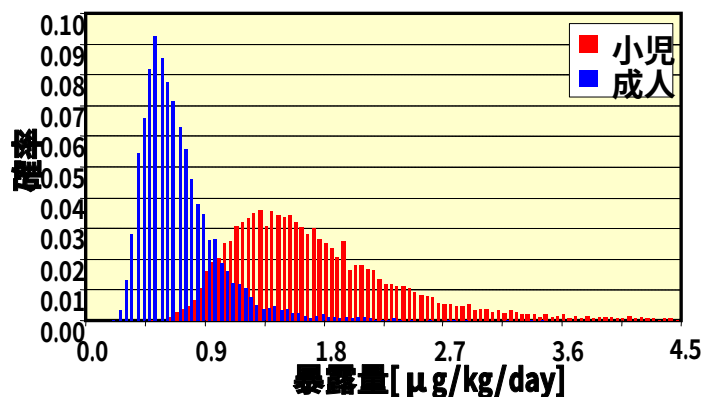
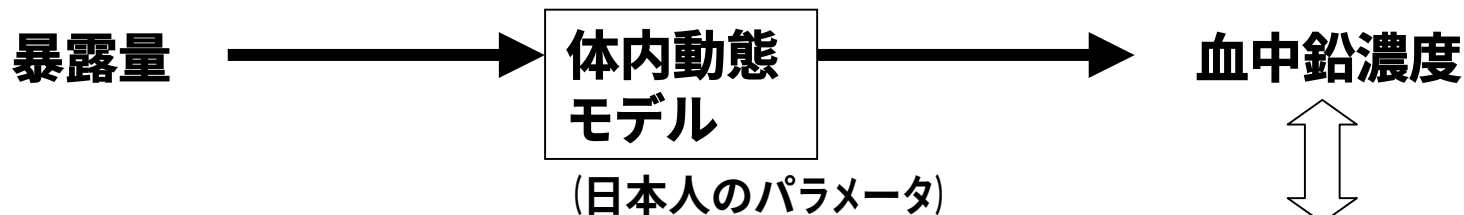


鉛のまとめ

- 「血中鉛濃度が $10 \mu\text{g/dL}$ 以下であるべき」という目標を定め、その超過確率から集団の最大許容血中鉛濃度を設定。バックグラウンドを差し引き、各媒体の許容濃度を決定。
- 大気中濃度の基準値設定では大気以外の寄与を、土壌中濃度の基準値設定では土壌以外の寄与をバックグラウンドとみなしていた。（食品からの暴露はどちらにおいてもバックグラウンド）
- ”非汚染”地域での実測値は重要
- バックグラウンドの暴露のみでも影響濃度を超過する確率は0でない→目標とする**超過確率**を極端に低く設定できない（鉛の健康影響が現実に見られていた米国では、リスク削減のために何らかの手段をとる必要があった）。

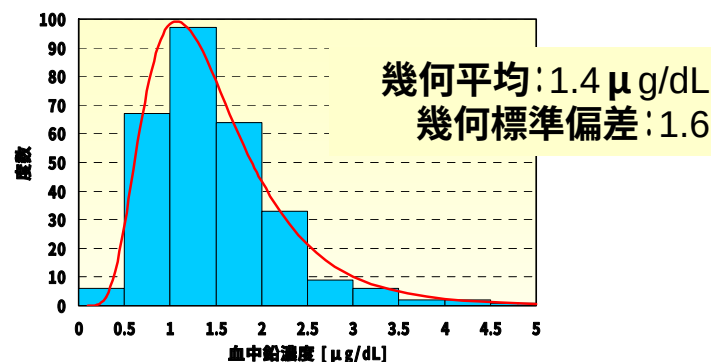
ちなみに、日本の現状は？ ～CRMのリスク評価（鉛）～

- ・体内動態モデルを用いて、現状の暴露量より小児の血中鉛濃度分布を計算、参照値と比較
- ・実測による血中鉛濃度分布を用いた評価も行う



暴露量分布の推定結果, 小林ら (2006)

実測値と比較, 妥当性を確認



静岡での調査による0～15歳の小児の
血中鉛濃度分布, 小林ら (2006)

～CRMのリスク評価（鉛）～

ヒト体内動態モデルによる推定結果

集団	血中鉛 (幾何平均)	血中鉛が $10 \mu\text{g/dL}$ を超過する確率
一般集団	$2.3 \mu\text{g/dL}$	0.08%
高大気中鉛濃度	$2.6 \mu\text{g/dL}$	0.21%
高土壤中鉛濃度	$2.7 \mu\text{g/dL}$	0.26%
高飲料水中鉛濃度	$3.6 \mu\text{g/dL}$	1.5%

出典：小林ら (2006)

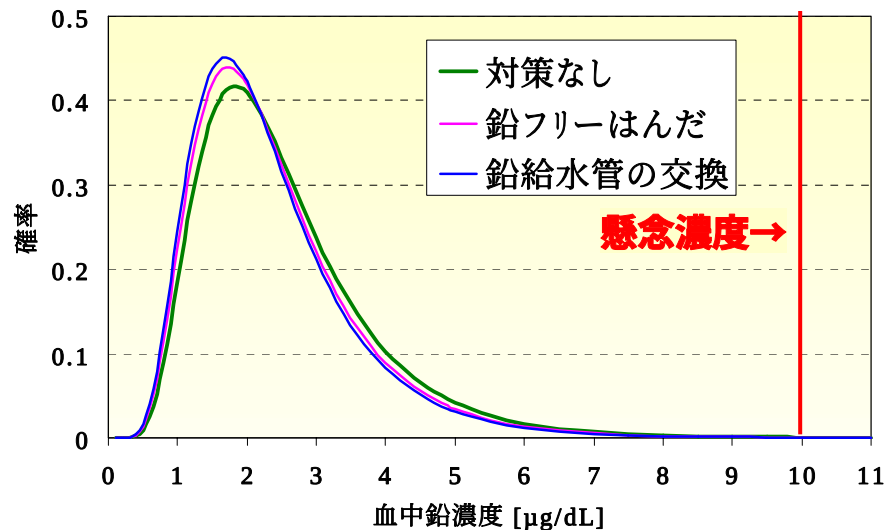
・ワーストケースシナリオでもリスクはそれほど大きくない

cf. 安全側のエンドポイントをとる場合、超過確率**1～5%**は
最小限のリスク

～CRMのリスク評価 (鉛)～

鉛のリスク削減対策の効果を評価

- 我が国において現在行われている、環境中鉛の削減対策の有効性を、ヒト健康リスク削減の観点から評価 (鉛フリーはんだ、鉛給水管)。



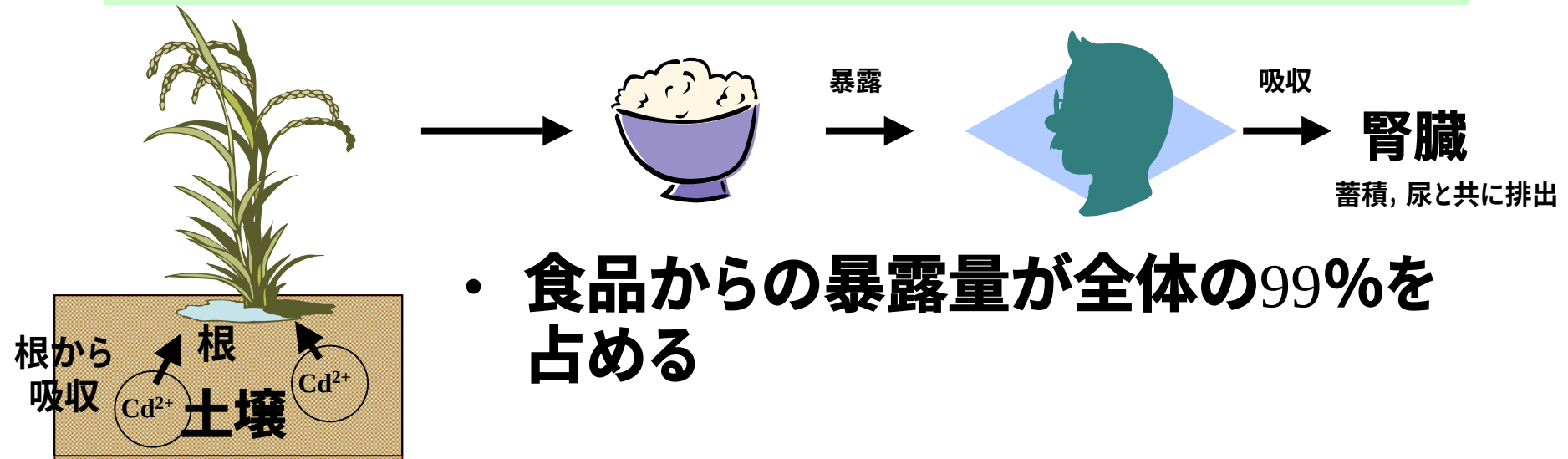
一般集団の小児に対するリスク削減効果の推定結果 (小林ら (2006))

- どちらの対策についても、大きなリスク削減効果は得られないと判断。

Cd

✓ **食品以外の暴露量はほとんどない**

Cdの暴露と有害性の概要



- 食品からの暴露量が全体の99%を占める
- 低濃度の暴露で問題になりうるのは、尿細管障害 (低分子タンパク尿)
- 尿中Cd濃度が有害性の指標 (尿細管障害と相関が高い)
- 腎臓に蓄積, 体内半減期が長い

基準値設定の考え方 (Cd)

- 尿中Cd濃度等のバイオマーカーでなく、摂取量でコントロール (食品の規格を定める国際機関コーデックスが暫定耐容週間摂取量 (PTWI) を $7 \mu\text{g/kg/week}$ としている)
- 米中Cd濃度基準値設定の議論における日本政府の見解「(日本人の) Cd摂取量の95%ile値でもPTWIを下回っていることから、(中略) 消費者の健康を保護するに足る」(農林水産省2004)

⇔超過確率5%は許容すべきリスク？

- ・ただし、現状のPTWIは過去の疫学調査で影響の見られなかったことから定められた安全側の値であり、PTWIを超過しても健康影響が生じるとはいえない (しかし、どの程度の安全率を見ていることになるのかも明らかでない) . Cdの場合、有効な体内動態モデルがないためこれらを関連付けることが難しい→この点を克服したリスク評価を行っている.

「バックグラウンド」を減らす とすれば

- ✓ヒ素，鉛等，飲料水中の濃度を減らすには，飲用する直前の処理が有効.
- ✓食品の場合は？（カドミウムの例）

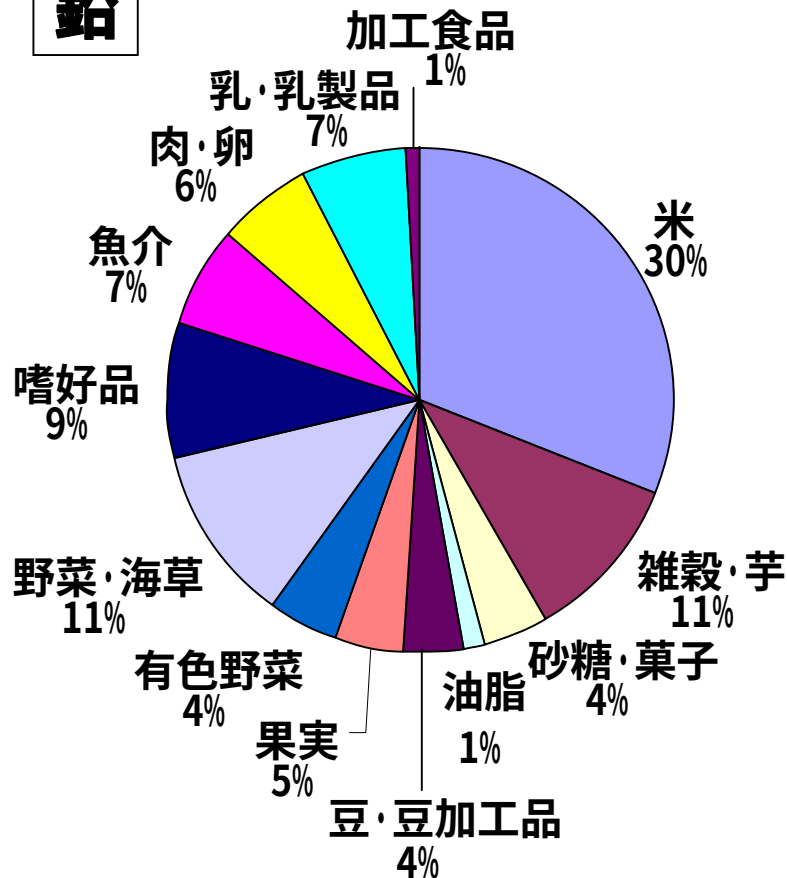
食品中の金属はどこから来るのか

- 土壤中に天然に賦存している
- 利用の歴史的背景
 - 鉛
 - ✓ 約5,000年前から利用されている
 - ✓ 鉛鉱は銀の産出を目的として採掘（日本最古の銀の産出は1,300年前）．400年ほど前から鉛の製錬が盛んに．
 - カドミウム
 - ✓ 約150年前（日本では約70年前）に利用開始
 - ✓ 亜鉛鉱に随伴．過去には、利用価値がないとして残渣として放置されていた

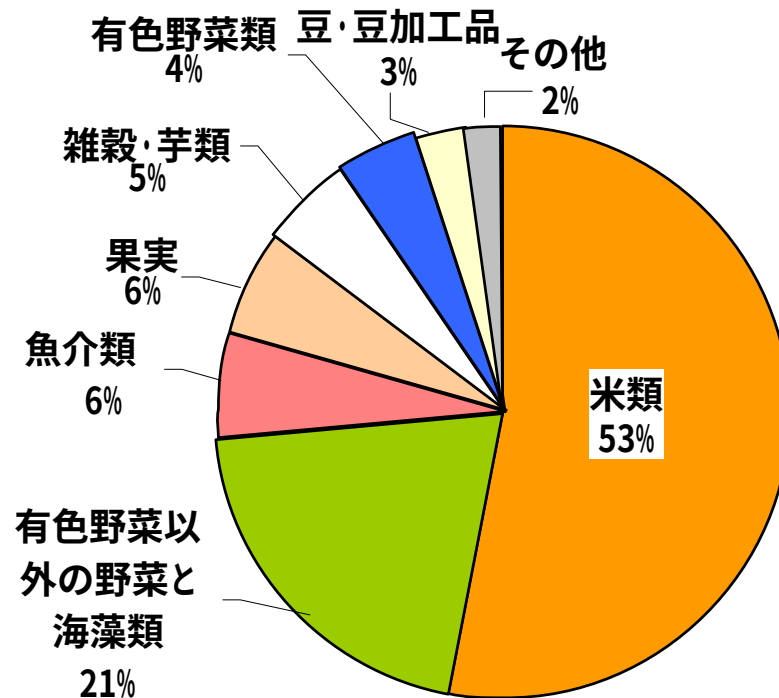
食品からの暴露

摂取量に対する各食品群の寄与率

鉛



Cd



(1999～2003年度, 国立医薬品食品衛生研究所(2000, 2005))

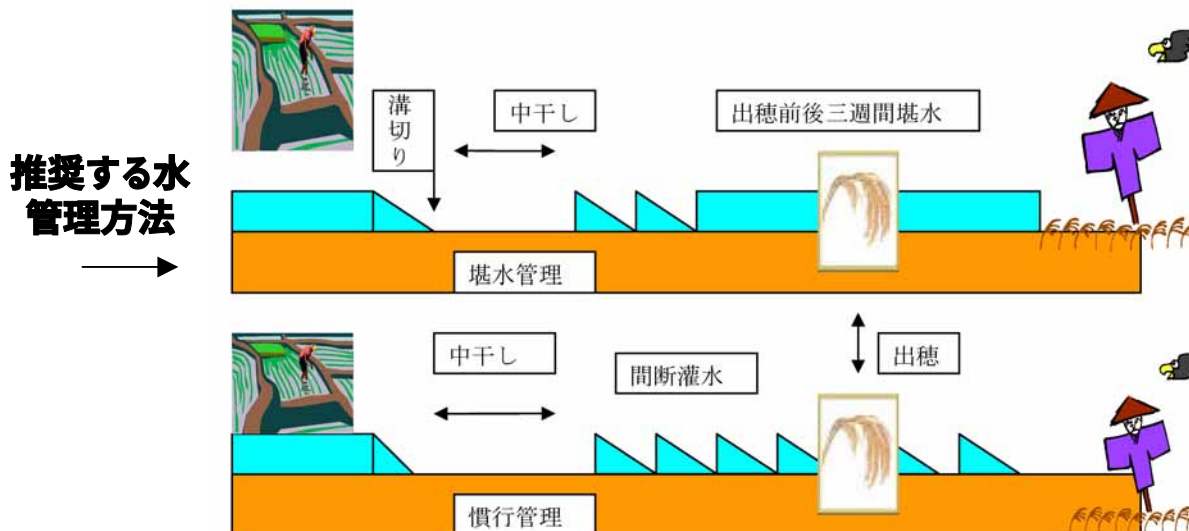
(1981～1997年度, 豊田ら(1998))

Cdのリスク管理, リスク削減対策 (農林水産省2006)

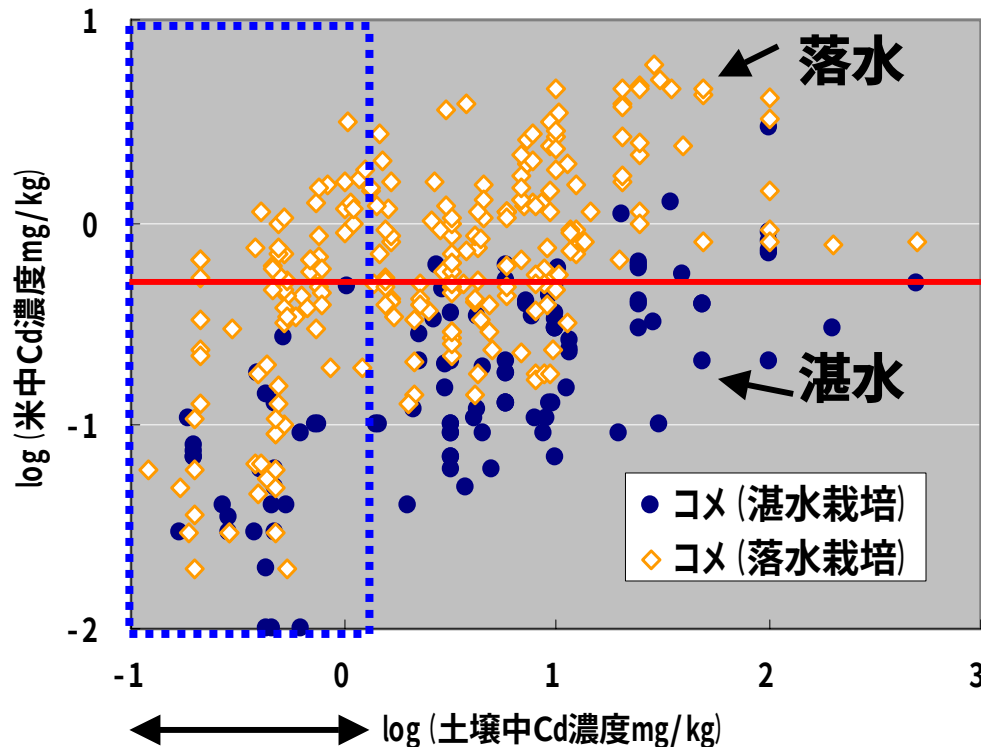
- 産地段階の米のモニタリング調査
- Cdを0.4 mg/kg以上含有する米の流通防止
- 農用地土壌汚染対策
- Cd吸収抑制技術等の確立・普及
- 新たな吸収抑制技術等の開発



Cd吸収抑制技術の例
・水田の水管理方法について
具体的に解説 (農林水産省
HP)



土壌中濃度と米中濃度



”汚染のない”土壌

カドミウム詳細リスク評価書作成中原稿より

・米中濃度を土壌中濃度と水管理方法でおおよそ説明することが出来るものの、ばらつきが大きい

・土壌中濃度から米中濃度を予測することは困難

・作物による差は大きい (米とコムギは同程度のCd吸収量, ホウレンソウは大きい)

引用文献

- 小林憲弘, 内藤航, 中西準子 (2006) . 詳細リスク評価書シリーズ 9 鉛. 丸善(株), 東京, 282pp.
- WHO (2000). Air Quality Guidelines for Europe. Second edition
- WHO (1995). Environmental Health Criteria 165: Inorganic Lead. World Health Organization, Geneva. pp.76-77.
- U.S.EPA (1990). National Ambient Air Quality Standards for Lead: Assessment of Scientific and Technical Information. Research Triangle Park, NC , EPA-450/2-89-022.
- U.S.EPA (1978). National primary and secondary ambient air quality standards. Federal Register 43: 46246.
- U.S.EPA (2001). Lead: Identification of dangerous levels of lead: Final rule. Federal register 66: 1206.
- 農林水産省 (2004) . 第37回CCFACへの日本提出コメントhttp://www.maff.go.jp/cd/html/B1_37CCFAC_c.htm
- 国立医薬品食品衛生研究所 (2000) . 日本におけるトータルダイエツ調査 (食品汚染物の1日摂取量) 1977～1999年度.
- 国立医薬品食品衛生研究所 (2005) . 日本におけるトータルダイエツ調査 (食品汚染物の1日摂取量) 2000～2003年度 (非公表データ) .
- 豊田正武, 松田りえ子, 五十嵐敦子, 齋藤行生 (1998) . 日本における環境汚染物の1日摂取量の推定およびその由来の解析. 食品衛生研究 48(9): 43-65.
- 農林水産省 (2006) . 平成18年度における食品のカドミウム対策行動計<http://www.maff.go.jp/cd/PDF/D61.pdf>
- 農林水産省HP. 水稻のカドミウム吸収抑制のための対策技術マニュアル<http://www.maff.go.jp/cd/PDF/D3.pdf>