

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2016

課題番号：25630206

研究課題名(和文)内湾域水底質の放射能汚染によるエンドポイントの同定と相対リスク評価手法の検討

研究課題名(英文) Study on identification of end-point of radiation contamination in sediment in a bay and evaluation of its relative risk

研究代表者

佐々木 淳 (Sasaki, Jun)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：50292884

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：東京湾を対象とし、内湾底質における放射能分布を底質コア採取に基づく放射能測定により把握した。また、魚介類を含む底質放射能汚染によるエンドポイントの同定、およびそのリスク評価として、損失余命に着目した評価を行い、他の交通事故等を含む様々なリスクとの相対評価を行った。東京湾底質放射能の2次拡散によるリスクに対する不安は通常低いレベルにあるが、具体的な情報を示すと不安のレベルが上がり、対策への支払い意思額も顕著に増大する傾向があることが認められた。

研究成果の概要(英文)：Radiation contamination in the sediment of Tokyo Bay was identified on the basis of measurement of Cs137 after taking sediment core samples at the head of Tokyo Bay. End-point of the radiation contamination was then identified, followed by evaluation of its relative risk in terms of loss life expectancy through comparison with other risks, including traffic accident. It was found that the risk of radiation contamination of the sediment is basically considered as low but when concrete information is provided, the concern tends to increase and willingness to pay for countermeasures also tends to increase.

研究分野：環境水工学，海岸工学，沿岸環境学，国際開発学

キーワード：海岸工学 沿岸環境 放射能 底質 東京湾 内湾 リスク評価 水工学

### 1. 研究開始当初の背景

2011年3月の福島第一原発事故では東京湾およびその流域においても底質中の放射能汚染が明らかにされている。内湾水底質における放射能汚染の実態やメカニズムの解明と同時に放射能汚染が意味するところを客観的に示し、適切な対策を取ることを、あるいは本来不要な対策に予算をつぎ込むことのないよう、行政や社会の意志決定における判断材料を示すこともまた極めて重要である。

そのため、放射能汚染というデリケートな問題に対し、客観的なデータを積み上げ、合理的な推論と併せてそのエンドポイント（評価の対象とする望ましくない事象）とリスク（エンドポイントの生起確率が本来の意味になるが、ここではエンドポイントの重大性も考慮したより広い意味で捉える）の程度を示していくことが重要である。

放射能汚染による健康リスクは放射線医学分野を中心に検討され、水工学分野でも研究が開始されつつあるが、沿岸域の水底質汚染による影響の程度やコストを含めた対応については、その実態が調査される程度で、市民の合理的理解を助けるための整理された情報が不足している。

### 2. 研究の目的

背景で述べた社会的要請に少しでも答えることを目指し、東京湾を対象とした内湾水底質の放射能汚染によるリスクと、他の水環境・水防災リスクを含め、様々なリスクとの比較手法を検討する。

まず、東京湾底質における放射能の実測と行政等によるモニタリングデータを収集し、底質における放射能汚染の実態を把握する。

次にこれらのリスクに対する不安を定量的に把握することを目的として、仮想評価法を用いた東京湾底質の評価を行うためアンケート調査を実施する。東京湾底質の放射能リスクは内部被曝による死亡率の増加とし、我々の生活における身の回りのリスクと比較し、相対的な不安の程度を把握する。また、損失余命という共通の尺度を用いて比較し、観測データを基に、放射能リスク低減に向けた支払意思額を尋ねることで、東京湾底質の放射能リスクを貨幣換算するアンケート調査を行い、考察する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 東京湾奥部における底質放射能分布

東京湾奥部を対象として、2014年度および2015年度に長さ20cm～40cmの底質コアを採取し、表層から10cmまでは2cm毎に、それ以降は3～4cm間隔でスライスした。この底質試料を用い、ガンマ線スペクトロメーターを用いた放射能を測定した。

#### (2) 底質放射能リスクの相対評価

放射性物質に汚染された東京湾底質をど

の程度不安に感じているかを定量的に把握するため、アンケート調査を実施した。また、底質の汚染を取り除く事業に対するの支払い意思額を尋ねることを通じて、東京湾底質の放射能汚染の影響を貨幣換算により評価することを試みた。

はじめに、28項目の損失余命に換算可能なリスクを選定した（蒲生ら、1996；中谷内・島田、2010）。これら28項目の不安評定値に対して最尤法・バリマックス回転による因子分析を実施し、累積分散説明率（66.4%）から以下の4因子を抽出した。

- 第I因子：化学物質や事故など日常生活に係わる技術（ホルムアルデヒド、自動車事故等、15項目）
- 第II因子：東京湾底質の影響（東京湾産アユ、東京底質等、4項目）
- 第III因子：日常生活における被害（喫煙、過度飲酒等、6項目）
- 第IV因子：曝露を防げないもの（外部被曝、内部被曝等、3項目）。

アンケートは、4部構成になっており、1部では情報を提示せずさまざまなハザードに対しての不安の程度について尋ねた。2部では、東京湾底質関連の観測値を提示し不安の程度を尋ねた。3部では、損失余命によってハザードを相対的に評価できる情報を提示し、その不安の程度を尋ね、最後は仮想評価法（CVM）を用いて、東京湾底質における放射能汚染の不安を解消するのに、いくら支払うか、支払意思額を尋ねた。CVMでは二項選択方式のダブルバウンド形式を採用した。本アンケートでは、1回目の最大提示額を15,000円（Yesの場合2回目20,000円、Noの場合2回目10,000円、以下、括弧内は2回目の提示額）、最小提示額を500円（Yesの場合1,000円、Noの場合100円）まで、6,000円（Yesの場合10,000円、Noの場合3,000円）、3,000円（Yesの場合6,000円、Noの場合1,000円）、3,000円（Yesの場合6,000円、Noの場合1,000円）、1,000円（Yesの場合3,000円、Noの場合500円）、1,000円（Yesの場合20,000円、Noの場合10,000円）を設定した。

アンケート調査はホームページを利用することとし、2016年1月25日から2月1日にかけて実施した。不安の程度は、「1」全く不安でない、から「5」非常に不安である、とし、5件法を用いた。アンケートは計109名（10代：2.7%、20代：73.4%、30代：8.3%、40代：10.1%、50代：5.5%）から回答を得た。

### 4. 研究成果

#### (1) 東京湾奥部における底質放射能分布

図1に東京湾奥部における表層底質中の放射能分布を示す。沿岸の河口部で高い値をとり、湾奥中央部に向かって値が低くなる傾向が見て取れる。また、埋立土砂の採掘跡である、浚渫窪地においては、浦安沖浚渫窪地で高い値を採る傾向がある一方、規模が大き

く主要河川から距離のある、幕張沖浚渫窪地では低い値となった。これは河川由来の放射能の底質への堆積と再浮上による移動を反映したものであると推察される。

(2) 底質放射能リスクの相対評価

アンケート1部によって得られた、情報を提示せずに行われた様々なハザードに対する不安の程度と、アンケート3部において得られた、損失余命による評価を提示して得られた結果の比較を行った。各因子の不安の評定値の平均を図2に示す。東京湾底質の影響因子は、情報を提示しなかった場合も損失余命による評価を提示した場合も共に最も低い値となり、身の回りのリスクに比べ、不安を感じていないことが明らかとなった。また、回答者は損失余命のデータから、東京湾底質の影響の因子については損失余命日数が小さいことを認識し、提示なしと提示ありの平均値の差が最も大きくなった。

支払意思額の賛否と金額の関係をロジットモデルにより推定した結果、賛成率 =  $1 / \{1 + \exp[-9.0218 - 1.0959 \cdot \ln(\text{提示額})]\}$  が導き出された。この結果を図3に示す。仮想評価法(CVM)においては、1ヶ月に支払う額の中央値は3,761円、平均値が6,705円(最大提示額20,000円で裾切り)という結果になった。不安レベルは小さいもののリスクに対して過敏な反応を示していることが明らかとなった。

また、ダブルバウンドのフルモデルによる推定結果では、「セシウム137を知っているか」という項目において10%水準で有意であった。放射能知識の有無が支払意思額に影響を与えていることが示唆された。

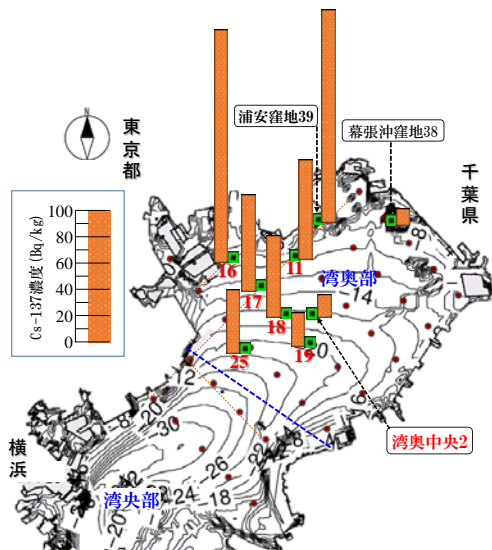


図1 東京湾奥部における表層底質中のセシウム137の放射能分布

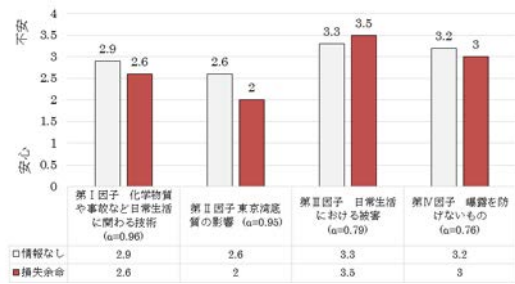


図2 因子ごとの不安の評定値の平均値

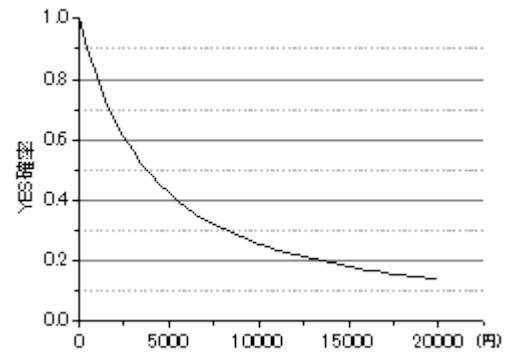


図3 賛成率の減衰曲線

東京湾底質のリスクに着目し、他のハザードとの比較等を行うと共に、仮想評価法を用いて東京湾底質に対しての放射能汚染リスクの評価を行うためのアンケート調査を実施し、不安の評定値について検討を行ったところ、東京湾底質の影響は、その他のさまざまなハザードに比べ不安の程度が低いことが明らかとなった。また、東京湾底質の観測データのみを用いた場合は、不安が増大する傾向が見られた。このことから、その観測値がもつリスクを伝える必要がある。さらに、仮想評価法(CVM)については、ダブルバウンドのロジットモデルから1ヶ月に支払う支払意思額は、中央値が3,761円、平均値が6,705円であった。支払意思額には、10%水準で放射性物質の知識の有無が支払意思額に影響を及ぼすことが示唆された。

<引用文献>

- ① 蒲生昌志・岡敏弘・中西準子：発がん性物質への曝露がもたらす発がんリスクの損失余命による表現-生命表を用いた換算-, 環境科学会誌, 9(1), 1-8, 1996.
- ② 中谷内一也・島田貴仁：日本人のハザードへの不安とその低減, 日本リスク研究学会誌, 20(2), 125-133, 2010.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

- ① 呉海鍾, 佐々木淳, 佐野弘明：東京湾奥部における柱状採泥に基づく有機汚濁底質の時空間堆積特性, 土木学会論文集B2 (海岸工学), 査読有, 72(2),

〔学会発表〕（計 3 件）

- ① 立石祥三, 鈴木崇之, 佐々木淳, 比嘉紘士: 東京湾奥部における底質放射能汚染の相対リスク評価に関する基礎的研究, 日本沿岸域学会研究討論会, 高知工科大学 (高知県・高知市), 2016 年 7 月 17 日.
- ② 呉海鍾, 佐々木淳: 東京湾奥中央部における炭素・窒素・環境放射能に関する調査, 日本沿岸域学会研究討論会, 高知工科大学 (高知県・高知市), 2016 年 7 月 17 日.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐々木 淳 (SASAKI, Jun)  
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授  
研究者番号: 50292884

### (2) 研究分担者

鈴木 崇之 (SUZUKI, Takayuki)  
横浜国立大学・大学院都市イノベーション研究院・准教授  
研究者番号: 90397084

### (3) 研究協力者

呉 海鍾 (O, Hechon)