

メチル水銀曝露リスクの包括的評価手法の開発

- 主任研究者 松田裕之（横浜国立大学・総合学術高等研究院・特任教員）
- 分担研究者 中井里史（横浜国立大学・理工学部・教授）
- 研究協力者 上野眞也（熊本大学・名誉教授）
- 研究協力者 平田郁夫（元熊本県水産研究センター・技師）
- 研究協力者 二塚 信（熊本大学・名誉教授）
- 研究協力者 山中 進（熊本大学・名誉教授）

研究要旨

八代海沿岸の漁協別メチル水銀有症リスクを、「全国総点検調査（水銀等）報告書」（水産庁ほか 1974, 1982、以下「水銀濃度データベース」）の熊本県、鹿児島県の魚介類標本個体の総水銀量のデータに基づき、被験者等の居住地、体重、食べた魚の魚種と漁場、摂食量、食べ続けた期間等による被験者等のリスク評価法を開発を進めた。八代海及び周辺地域における漁業の状況、小売・行商を含む魚介類の流通状況、地域別の魚介類の摂食頻度や摂食量に関して、地域ごとおよび被験者の属性に基づく有症リスクを精度高く評価するための俯瞰的な知見を整理し、標準的なリスク計算とともに、被験者固有の摂食量、摂食した魚種等の情報を勘案して、再計算するツールを作成した。

また、昭和 46~48 年に実施された水俣湾周辺地区健康調査データを用いて、水俣病の疑い者を予測する方法を開発している。令和 5 年度は、熊本県に残っている第一次検診から第三次検診までのデータをマージし、水俣病の疑いを予測するモデルの予備的検討に取り組んだ。比較的よい精度をもって、各種自覚症状から水俣病の疑いを予測することができた。

さらに、八代海における漁業の状況について、文献情報と既往知見から海区ごとの主要魚種について検討を加えた。

これらの研究をとおして、水俣病発生の原因物質の魚介類への蓄積過程、漁業による捕獲過程、流通による漁獲された魚介類の移動状況、生活類型にもとづく魚介類摂食による曝露状況の推計を経て、メチル水銀曝露の地域社会への影響の広がりを衛生的な 3 段階の健康診断でスクリーニングされてきた過程を通観して、水俣病問題を俯瞰する視座を得ることを試みた。

I 研究目的

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化

社会科学や疫学、水産学、環境リスク学等の多角的なアプローチにより、水俣病係争地域の昭和 30~40 年代の暮しと食生活と健康の関係を分析し、人々の属性別地域別のメチル水銀曝露状況の違いについて HACCP（Hazard Analysis and Critical Control Point）的手法によるリスク評価手法を開発する。特に周辺地域の有症リスクについて、限られた情報をもとに偽

陽性と偽陰性を評価する方法を開発する。

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

熊本県が保管している水俣湾周辺地区健康調査に記載された情報等に基づき、統計モデルを用いて水俣病に関係する症状を予測する方法を開発するとともに、別途検討する HACCP 的モデルに組み込み、より包括的なリスク評価手法を開発・発展させることを目的とする。

3. 八代海における漁業の状況について

水俣病は汚染された魚介類を大量に摂取したことでメチル水銀に曝露したことによって起きた事件である。HACCP 分析では、汚染魚を捕獲する可能性を検討するために、漁業の操業に関する詳細な時間・空間ごとのデータを明らかにする。これまでも資料を探索し、分析に使えるように整備を進めてきたが、今年度新たに整理できた資料を公表する。

II 材料と方法

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化

昨年度までの研究成果（上野真也代表）にて収集した漁協ごとの主たる懸念魚種に関する集約的なデータから、主要魚種の水銀含有量とその分散、被験者の体重等の属性、摂食量、摂食期間から、WHO(1991)の体内蓄積量と有症率の関係式を用いて、異常知覚、運動失調、構音障害、難聴、致死の有症リスクを計算する簡易手法を検討する。

用いた「水銀濃度データベース」には、65 種 7029 検体 522.5kg から得られた 675 標本の魚種、漁場、採取時期、総水銀濃度、用いた検体数のデータがある。標本数が検体数と一致しないのは、複数の検体をまとめて 1 つの濃度を測ったためである。ここでは 1 標本の複数の検体の水銀濃度を等しいと仮定した。1 検体で 10 データほど濃度測定している例があり、ほとんどばらつきはないが、実際の濃度のばらつきはこれより大きい可能性がある。

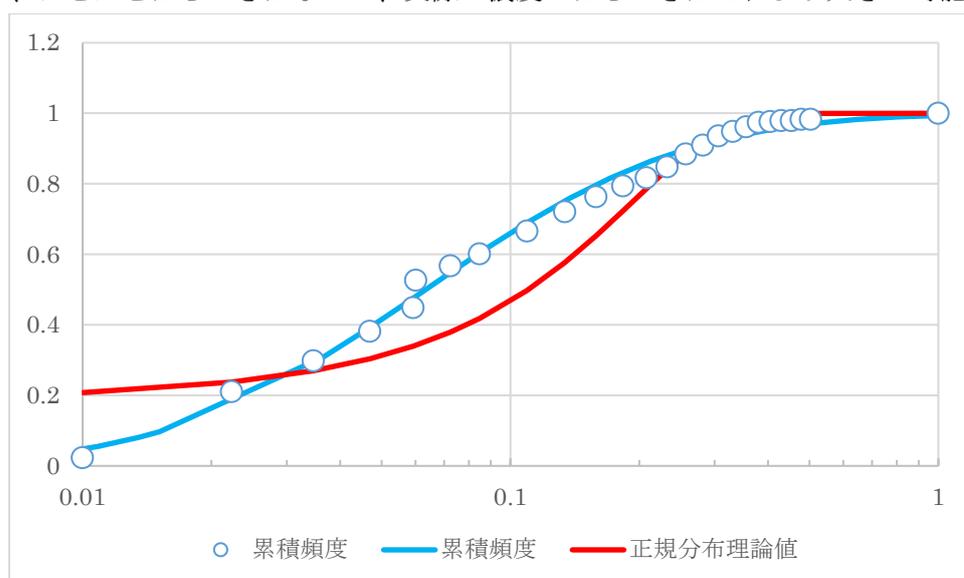


図 1. 1973 年の標本による総水銀濃度の累積頻度分布。

正規分布より対数正規分布に近い。

種や採取海域により濃度に違いはあるものの、全体の濃度分布は対数正規分布に近い (図 1)。1973 年の総検体数 1241 の総水銀濃度の中央値と平均と SD、対数濃度の平均と SD はそれぞれ 0.06, 0.110, 0.123、-2.75 (幾何平均は 0.063)、1.10 である。1980 年の総検体数 969 のそれらは順に 0.08, 0.098, 0.093、-2.585 (幾何平均は 0.075)、0.887 である。すなわち、調査標本全体としては 1980 年のほうが中央値及び平均値が高い。

このデータベースを用いて、被験者が主に食べていた海域及び魚種を絞り込み、居住地別に漁家と非漁家の代表的な摂食量と魚種を選び、血中水銀濃度を推定する。また、被験者の居住地、摂食量、主要な魚種等を与えれば、それらをもとに被験者ごとの血中水銀濃度を推定する。たとえば、芦北町漁業協同組合が漁獲した水産種のうち、主に食べた魚種はエビ類とタチウオと考えられる。漁業の種類、漁場、漁期、対象魚種、漁獲量、販路などとともに、懸念される魚種のメチル水銀濃度の標本数、中央値、最大最小値等が集約されている (図 2)。同時に、典型的な被験者の性別摂食量、摂食魚種、摂食期間などの情報も集約されている。

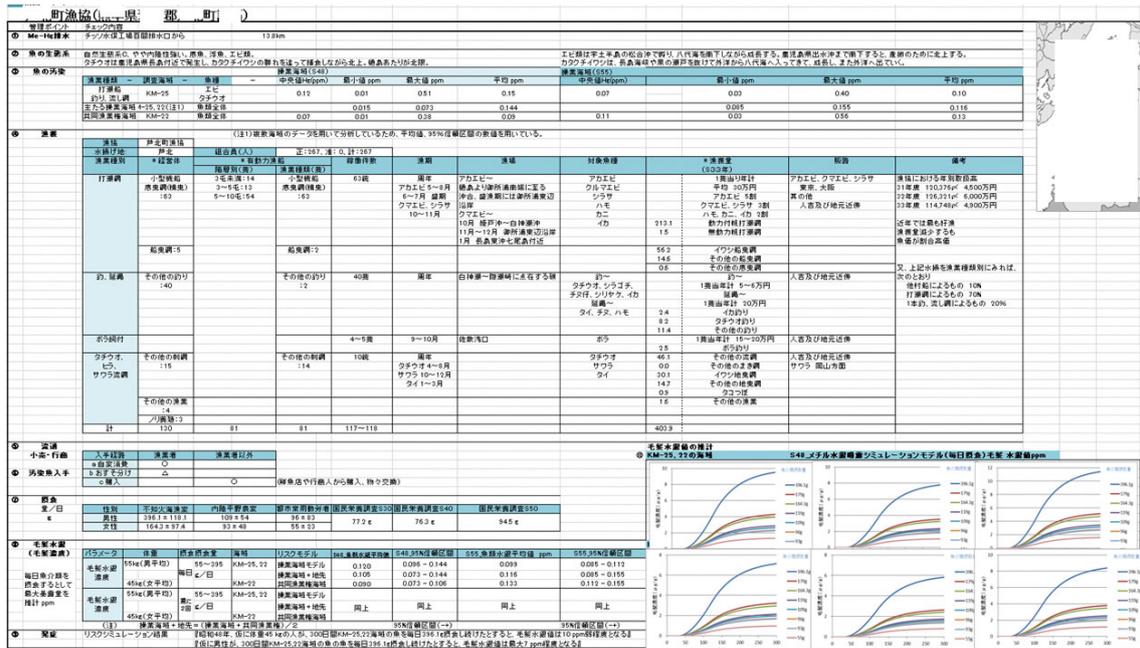


図 2 HACCP 的手法によるデータ収集の例 (A 町漁協) (上野ら 2022)

これらを用いて、有症リスクを評価する。上記の主に食べた魚種の魚体中のメチル水銀濃度、摂食量、摂食頻度、食べた期間から、曝露濃度、血中濃度などを試算する (Matsuda and Ueno 2021, 松田ほか 未発表)。

メチル水銀の 1 日当たり摂取量は、被験者の 1 回あたり平均魚介類摂食量を ρ (kg/回)、その標準誤差 σ_r 、平均摂食頻度 f (回/日)、摂食期間 t (日)、食品中の魚介類のメチル水銀濃度の対数の平均値 μ ($\mu\text{g/L}$)、その標準偏差を σ_h 被験者の体重 w (kg)、体内吸収率を p 、排

出率を q 、魚介類以外の水銀摂取量を i ($\mu\text{g}/\text{日}$) とすると、濃度動態は以下の式に従うと仮定する。

$$\frac{dx}{dt} = p(fhr + i) - qx \quad (1)$$

ただし $p=95\%$ (WHO 1990: p50)、生物学的半減期が約 50 日弱に対応する $q=1.4\%$ 、 $i=0.01$ とした。初期値を $h=0$ での定常状態 $x(0)=pi/q$ とするとき、 t 日目の蓄積量 x (μg) は $x=p[i + fhr - fhr e^{-qt}]/q$ となる (Matsuda and Ueno 2021)。 fhr は幾何平均 $f \exp(\mu+p)$ 、幾何標準偏差 $f \exp(\sqrt{\sigma_h^2/n + \sigma_h^2/ft + \sigma_f^2})$ の対数正規乱数である。ここで魚体中の水銀濃度のばらつきを考慮し、総水銀濃度の対数値の標準偏差を σ_h 、標本数を n とすると、平均値のばらつき (分散) は σ_h^2/n 、摂食回数によるばらつきは σ_h^2/ft 、摂食量の対数値の個人差は σ_f^2 であることを考慮した。実際には毎回のメチル水銀摂取量に変化することを微分方程式(1)で考慮すべきだが、ここではその平均値がばらつき、その標準偏差が σ_1 であると仮定した。また摂食量は毎食変化するという意味ではなく、個人により平均摂食量に多寡があるという意味で用いた。さらに、蓄積量 x の人の血中メチル水銀濃度 z を $0.556x/w$ ($\mu\text{g}/\text{L}$) とする。

血中メチル水銀濃度 z と有症リスク P の関係は、式(2)のような折れ線モデルで表される。

$$P(z, b, z_0, a) = \text{Min}[1, \text{Max}[b, a \left(\log \frac{z}{z_0} \right) + b]] \quad (2)$$

ここで a, b, z_0 は症状により異なるパラメータであり、 b はメチル水銀以外の要因による有症リスク、 z_0 はメチル水銀による追加のリスクが発生する最小濃度である (Matsuda and Ueno 2021, WHO1990)。

よって、有症リスク G は以下のように表される。

$$G(\mu, \sigma_1, rf, t, z, b, z_0, a) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-\frac{(h-\mu)^2}{2\sigma_1^2}}}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} P\left(\frac{10p}{qw} [rfh(1 - e^{-qt}) + i], b, z_0, a\right) dh \quad (3)$$

1957 年 (昭和 32 年)、1973 年、1980 年の標本調査による魚の水銀濃度のデータから、各漁場の各魚種の魚のメチル水銀濃度の対数値の平均 μ と標準偏差 σ_h とデータ数 n が求められる。

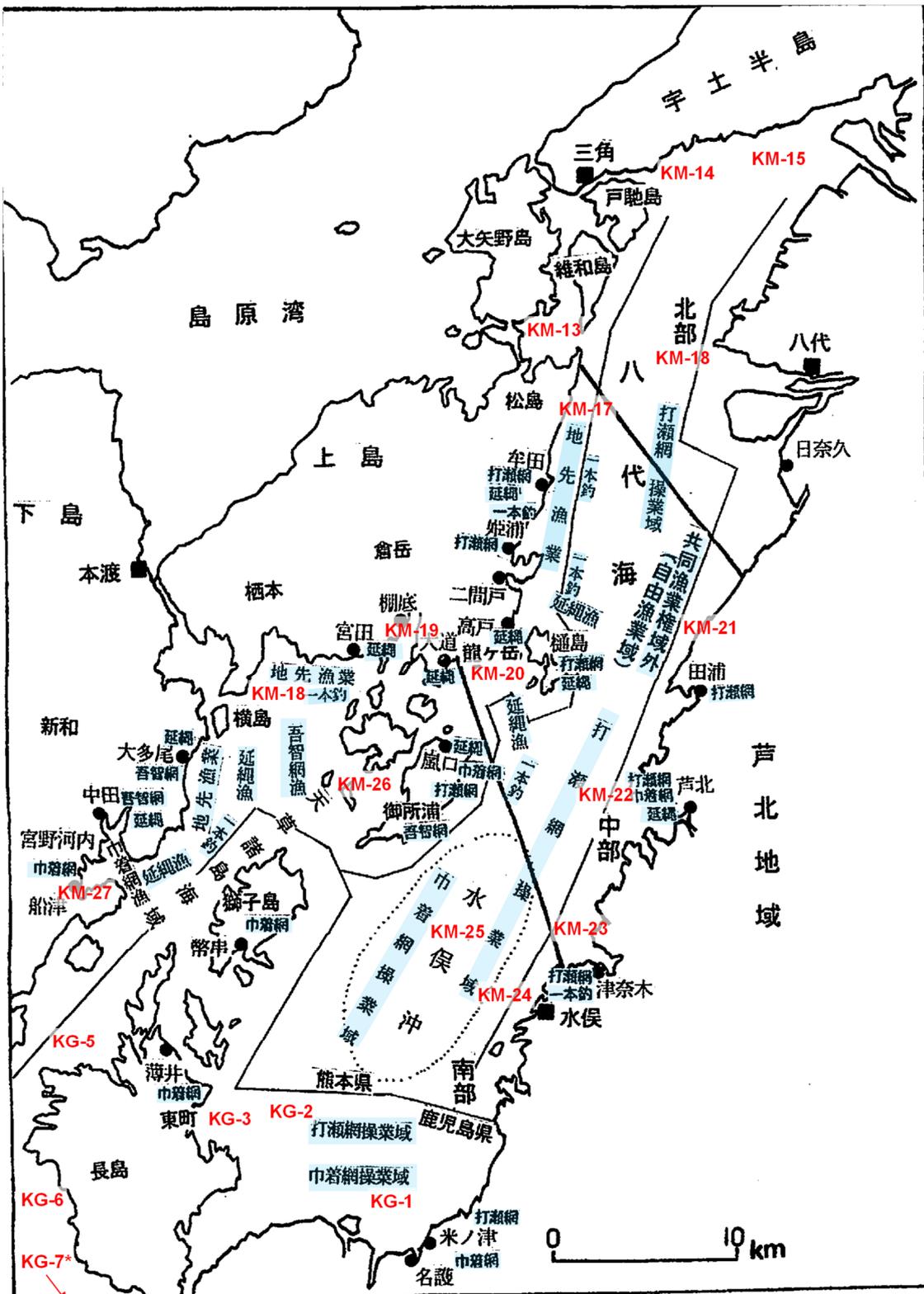


図 3. 八代海における主要漁業と漁場（注：聞き取り調査及び熊本大学水俣病研究会編編（2021）『図説 水俣病研究』46-50 頁の表（平田郁夫）をもとに山中進作成。*KG-7 は阿久根の内湾）

各地域の曝露量を評価する際、食べた魚種のデータはほとんどない。しかし、海域による水銀濃度の違いはある程度知られている。そして、住民の地域により、どの海域の魚種が主に調達されているかがある程度分かる。そして、漁場別年別の魚の標本のメチル水銀含有量データがある。これらを用いて、1958年、1973年、1980年の漁場別の魚のメチル水銀含有量の平均値と標準誤差が得られる。

それから、上記のWHOのリスク関数、典型的な水産物の摂食量と摂食頻度、季節を通じた摂食機会を考慮し、住所別職業別のメチル水銀体内蓄積量を推定し、感覚障害等の有症率を推定する。ここでは1973年の調査による魚の摂食量で食べた場合を想定し、1959年の調査による魚を食べた場合の有症リスク、現代のクロマグロのみを半年間食べた場合の有症リスク、1973年及び1980年の芦北町が利用している漁場の全魚種の調査による魚を食べた場合の有症リスクを示す。1959年の魚を食べた場合にはかなり高いリスクがある。クロマグロの多食はマグロ漁船の船員などにみられるというが、半年間でも無視できないリスクがある。それらに比べて、1973年や1980年のリスクは無視できるほど低いことが示唆される。ただし、食べる魚種と漁場によっては、リスクが0とはみなせない（1万人に一人程度の有症リスクがある）場合がある。

表 1 主なシナリオでのリスク評価結果

状況	マグロ多 食(現代)	1959年 全漁場	1973年 全漁場	1980年 全漁場	1973年 芦北町	1980年 芦北町
体重 w (kg)	60	45	55	55	55	60
データ数 n	10	31	969	71	49	10
摂食量 r (g/食)	396	396	396	396	396	396
その SD	80	80	80	80	80	80
摂食頻度 f (食/日)	1	1	1	1	1	1
期間 t (日)	182	365	182	182	182	180
総水銀濃度 ($\mu\text{g/L}$)	0.670	2.580	0.063	0.063	0.076	0.218
すべての SD σ	0.200	0.242	0.220	0.220	0.212	0.242
水銀摂取量(g/人)	150.5	834.7	15.6	15.6	18.6	53.4
有症率	28.7%	83.8%	4.6E-13	4.6E-13	2.1E-11	1.0%
リスク	7.1E-4	74.2%	1.1E-36	1.1E-36	1.1E-34	1.7E-11
リスク	3.3E-10	58.7%	1.1E-55	1.1E-55	6.3E-54	5.9E-21
リスク	7.2E-12	25.7%	4.1E-59	4.1E-59	2.1E-57	5.7E-23

1973年全海域の出現魚種（カッコ内はデータ数、以下同じ）：マダコ(81),ボラ(76),ハモ(61),

タチウオ(60),マアジ(43),イシモチ(34),マエソ(29),マダイ(28),コノシロ(26),アカエイ(18),カタクチイワシ(17),アオリイカ(16),クマエビ(13),メジナ(12),マフグ(11),スズキ(11),シマイサキ(11),クロダイ(10),カミナリイカ(10),キス(8),アイゴ(6),コウイカ(6),カレイ(6),アサリ(6),トラエビ他(5),マナガツオ(4),マゴチ(4),ジンドウイカ(4),イボダイ(4),イサキ(4),アカエビ(4),カナガシラ(3),ヒイラギ(3),ヒジキ(2),トゲシャコ(2),チダイ(2),ギンタカハマガイ(2),イヌノシタ(2),ノリ(2),トラエビ(2),シャコ他(2),イラ(2),カサゴ(1),ヤマトカマス(1),メバル(1),メイタガレイ(1),マガレイ(1),フサカサゴ(1),ハマグリ(1),スズメダイ(1),スガイ(1),ササノハベラ(1),コチ(1),クルマエビ(1),キュウセン(1),カワハギ(1),アカシタビラメ(1),アカイカ(1),ヨシエビ(1),ホタルジャコ(1),ネズヅポ(1),スベスベエビ他(1),シバエビ(1),コイチ(1),イシガニ他(1),S48

1980 年全海域の出現魚種：タチウオ(100),コノシロ(80),イシモチ(80),ボラ(80),マダコ(70),ヒラメ(40),トカゲエソ(40),キス(40),コウイカ(40),スズキ(40),マアジ(40),マダイ(40),カサゴ(30),アイゴ(30),ヒラ(30),カワハギ(20),キチヌ(20),マルアジ(20),マアナゴ(20),マエソ(20),イボダイ(20),ジンドウイカ(20),クルマエビ(11),マゴチ(10),メバル(10),テナガダコ(10),モンコウイカ(10),ケンサキイカ(10),ウマヅラハギ(10),メイタガレイ(10),ガンゾウビラメ(10),トカゲゴチ(10),イシダイ(10),アオリイカ(10),イサキ(10),ヒイラギ(10),アカエビ(2),カタクチイワシ(2),S55 芦北漁協 漁場 KM-23,KM-25, 1973 年の出現魚種 ハモ(40),マエソ(2),トラエビ他(2),イボダイ(2),ホタルジャコ(1),タチウオ(1),イシモチ(1)

芦北漁協 漁場 KM-25, 1980 年の出現魚種 キチヌ(10),トカゲエソ(10),イボダイ(10),コウイカ(10),マダイ(10),イシモチ(10),タチウオ(10),アカエビ(1),

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

熊本県が紙媒体で所有している熊本大学医学部有明海・八代海沿岸地域および水俣湾周辺地区健康調査解析班（代表：徳臣晴比古）が昭和 46 年に実施した水俣湾周辺地区住民健康調査データを電子化したものを、環境省に資料申出の後、許可を得て使用している。本調査は、第一次検診から第三次検診からなり、第一次検診ではアンケート方式により別途定めた基準に合致する症状を訴えた人を抽出し第二次検診対象者とし、第二次検診では予め神経専門医により指導訓練された地元開業医によって他覚的な神経徴候の発見がなされ、この他覚的所見に基づき第三次検診の対象者が選ばれた。そして、第三次検診は熊本大学医学部第一内科、眼科、耳鼻咽喉科および熊本大学体質医学研究所小児体質部門の専門医があたり水俣病患者相当であるかどうかを判断し、水俣病患者認定申請が推奨された。調査の概要を 2 に示す。

表 2 水俣湾周辺地区住民健康調査概要

水俣地区第一次検診（アンケート調査）

対象者	水俣湾周辺海域の魚介類を多量に摂取したと思われる地域 6 市町の住民ならびにその家族 54,566 名 対照地区として水俣地区と無関係の魚介類を多食していると考えられる苓北町の漁業世帯 271 世帯の住民 1,040 名
調査方法	駐在事務所長および地区区長を通じたアンケート調査 漁業世帯については県の保健士による聞き取り調査
検診期間	昭和 46 年 10 月 4 日～12 月 20 日

第二次検診

調査方法	地元開業医による問診・診察、病名を決定
検診期間	昭和 47 年 2 月 7 日～5 月 12 日

第三次検診

調査方法	専門医（内科あるいは小児科）による神経内科的検診、必要に応じて他科検診 水俣病相当かどうか判断し、認定申請を推奨
検診期間	昭和 47 年 6 月 24 日～昭和 49 年 9 月 30 日

しかし、この調査データは、調査票も含めて全員分のデータが残っているわけではなく、かつ電子データでも残っていない。水俣湾周辺地区住民健康調査の対象者数および残存状況の概要は表 3 の通りである。そのため、令和 4 年度は、第一次検診の打ち出しデータを新たに入力し解析可能なデータ化、クリーンアップを試みるとともに、入力データと調査報告書で示された結果と比較し、本研究で使用するデータの特徴を調べた。

令和 5 年度は、質問票として残っている第二次検診および第三次検診データを入力し、入力ミスやデータの重複確認などのデータクリーニングを行いつつ、第一次検診から第一次検診までのマージを試みた。前述の表 3 は、クリーニングした後の情報を示したものとなっている。

その後、マージしたデータを用いて、水俣病認定申請推奨者（以下、水俣病の疑い、と称する）を予測するための予備的解析を行った。予備的解析の目的は、最終的な解析に用いるための変数の検討と、どの程度の予測が見込まれるかの検討を行うことである。予備調査では、症状に関する一次データ（いいえ、軽い、ひどい）を、（いいえ、はい）に二値化し、最小 AIC（赤池情報量規準）を用いて適切なモデルを選択することとし、Stepwise 法によるロジスティック回帰分析を用いて、ROC 曲線（受信者動作特性曲線）を作成するとともに、最適な感度、特異度を算出した。最適な感度（Sensitivity, Se）、特異度（Specificity, Sp）は、「感度 + (1 - 特異度)」が最大となる場合の値とした。

表 3 水俣湾周辺地区住民健康調査の対象者数および残存状況

	対象者数 (a)	受診者数 (b)	受診率 (b/a)	調査票現 存数(c)※	現存率 (c/b)	現存資料の内容
一次検診	55,606	52,387	94.2%	12,000	22.9%	<ul style="list-style-type: none"> 二次検診対象者の一次検診データをパンチしたデータ その他のデータ無し
二次検診	12,001	5,613	46.7%	5,597	99.7%	<ul style="list-style-type: none"> 二次検診受診者の二次検診結果(病名コードのみ)をパンチしたデータ
三次検診	1,629	1,258	77.2%	1,075	85.4%	<ul style="list-style-type: none"> 三次検診受診者の調査票原票

※入力ミスや重複データ等を確認した後の確定数

(倫理面への配慮)

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化
該当しない

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

本研究の実施にあたっては、横浜国立大学人を対象とする生命科学・医学系研究倫理専門委員会の承認を得た(人医-2022-09)

3. 八代海における漁業の状況について

熊本県農林水産統計年報にある漁業地域別・魚種別漁獲量の昭和41～42年度(表4)と、昭和47～48年度のデータ(表5)から、汚染魚を主に食べた地域を検討する。

表 4 漁業地区別・魚種別漁獲量（昭和 42 - 43 年）（続く）

魚種	漁業地区	牛深久玉	宮野河内	宮地中田	大多尾	栖本	宮田	棚底	嵐口
総数	(1)	24,394	821	199	466	167	869	198	2,235
魚類総数	(2)	21,171	756	124	383	163	861	192	2,227
まいわし	(3)	216							62
うるめいわし	(4)	302							7
かたくちいわし	(5)	1,453	622	80	318	111		97	273
まあじ	(7)	5,964	6	10	2	1	1	1	1,159
むろあじ類	(8)	1,827							102
さば類	(9)	6,181		2	1				111
はも	(34)	0				1	83	19	1
たちうお	(35)	273			3	2	0		350
まだい	(39)	248	25	3	5	6	155	9	2
ちだい	(40)	68			6	5	25	5	4
きだい	(41)	22	1				10		
くろだい	(42)	27	8	1	1				
いら類	(44)	861							13
ぼら類	(46)	16	4	1	1				
すずき	((47)	8		1					5
その他の魚類	(49)	1,878	81	26	43	36	549	59	116
いか	(58)+(59) +(60)	616	8	9	22	1	7	6	1
たこ類	(61)	98	7	17	19	1	1	1	1
その他のえび類	(64)					3			2
藻類総数	(71)	913	49	42	18				

表 4 漁業地区別・魚種別漁獲量（昭和 42 - 43 年）（続き）

魚種	漁業地区	御所浦	大道	高戸	樋島	姫戸	田浦	芦北	湯浦	津奈木	水俣市
総数	(1)	1790	698	249	1099	208	853	392	241	798	555
魚類総数	(2)	1742	690	245	981	181	734	247	213	767	488
まいわし	(3)		25								
うるめいわし	(4)										
かたくちいわし	(5)	1445	227	197	113	54	352	152	107	378	341
まあじ	(7)	3								3	6
むろあじ類	(8)							1	1		
さば類	(9)		158								
はも	(34)				2		3	4		2	
たちうお	(35)	73	22	2		3	223	23	24	137	60
まだい	(39)	6	3	2	34			1	4	15	
ちだい	(40)	31	7		7						
きだい	(41)				2						
くろだい	(42)				1	14	24	1	2	1	6
いら類	(44)										
ぼら類	(46)			12	1	13	36	2	10	1	16
すずき	((47)				1	8	2	1	1	1	2
その他の魚類	(49)	178	65	33	816	87	63	24	43	129	52
いか	(58)+ (59)+ (60)		3				19	22	4	10	10
たご類	(61)	27	1		7	2	24	2	11	2	21
その他のえび類	(64)	18	3	4	76	13	51	101	2	15	5
藻類総数	(71)							1	5		26

単位：トン

出典：「熊本県農林水産統計年報昭和 41～42 年（水産篇）」農林省熊本統計調査事務所。

作成：上記統計表から上野眞也作成。

注：小海区は、農林水産省が統計のために区分した海域。

表 5 漁業地区別・魚種別漁獲量（昭和 47-48 年）（続く）

魚種	漁業地区	牛深久玉	宮野河内	新和町*	栖本	倉岳町*	嵐口	御所浦
総数	(1)	10,591	871	749	277	758	592	2,904
魚類総数	(2)	9,514	800	682	272	729	585	2,702
まいわし	(15)	10	1					
うるめいわし	(16)	412						
かたくちいわし	(47)	320	462	484	228	134	81	2,193
まあじ	(19)	1,302	54	6		2	3	47
むろあじ類	(20)	1,344						
さば類	(21)	3,562						
はも	(28)		2			56		2
たちうお	(29)	34		51	1	14	326	164
まだい	(32)	145	26	14	5	126	1	12
ちだい	(33)	10		7	4	23	3	42
くろだい	(35)	18	4	2	1	1		
いら類	(37)	594						
ぼら類	(39)	2	12	4		1		
すずき	(40)	3		2	1		3	
ふぐ	(42)	111	9	27		24		4
このしろ	(43)			3	1			
その他の魚類	(47)	895	222	61	28	301	120	211
その他えび類	(51)		1		3		1	31
いか	(54)+(55)+(56)	331	12	8	1	29	1	34
たこ類	(57)	101	12	22				96
海藻類	(69)	131	29					33

表 5 漁業地区別・魚種別漁獲量（昭和 47-48 年）（続き）

魚種	漁業地区	大道	龍ヶ岳町*	姫戸	田浦	芦北	湯浦	津奈木	水俣市
総数	(1)	743	1,814	422	1,039	802	203	1,642	544
魚類総数	(2)	472	1,374	375	793	538	165	1,586	529
まいわし	(15)								
うるめいわし	(16)								
かたくちいわし	(47)	404	1,003	156	292	427	29	1,086	318
まあじ	(19)	1	2		21	3	7	5	16
むろあじ類	(20)								
さば類	(21)								
はも	(28)				3	4	1	9	
たちうお	(29)				244	19	20	214	49
まだい	(32)	7	11		6	2		1	
ちだい	(33)	7	6		1			2	
くろだい	(35)	1	19	31	42	3	3	1	5
いら類	(37)								
ぼら類	(39)	2	3	109	21	4	2	4	93
すずき	(40)	1	5	9	9	3		3	1
ふぐ	(42)				3				
このしろ	(43)			1	6	1	1		
その他の魚類	(47)	47	310	51	90	44	57	103	40
その他えび類	(51)		77	16	119	175	5	33	4
いか	(54)+(55)+(56)	262	315	3	25	23	9	8	5
たこ類	(57)	2	22		47	48	4	5	7
海藻類	(69)								

単位：トン

注 1：*は合併した新漁協名。

注 2：魚種は重要な魚種のみ抜粋しているため本表を集計しても総数とは異なっている。

作成：統計表からデータを抽出し上野眞也作成。

出典：「第 20 次熊本県農林水産統計年報」、九州農政局統計情報部。

(倫理面への配慮)

2. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化
該当しない

III 研究結果

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化

被験者の曝露量とWHO (1990) の有症リスクモデルから、架空の被験者の有症リスクが試算できる (表 6)。この架空の例の場合、最大値では感覚症状が出る場合があるが、中央値ではほとんどない。なお、この結果はあくまで思考実験であり、結果の解釈の留意点については考察で論じる。

表 6 架空の被験者の有症リスクの比較。メチル水銀による付加的リスクのみを示す。考察で述べたように、ここで用いたシナリオには非現実的な部分が多々あることに留意。

漁協 魚種	A町漁協									
	エビ・タチウオ									
年	S48				S55					
職業	漁家		農家		漁家		農家			
性別	男		女		男		女			
魚介類水銀濃度	中央値	最大値	中央値	最大値	中央値	中央値	中央値	中央値		
血中濃度 ($\mu\text{g/L}$)	32.4	137.7	16.4	69.8	8.9	9.3	18.9	9.6	5.2	4.4
感覚障害	0.60%	25.71%	9.01E-06	3.40%	1.17E-12	6.32E-12	0.42%	1.16E-05	3.00E-12	9.71E-16
運動障害	1.61E-04	4.51%	2.99E-09	7.64E-08	0	0	3.46E-04	4.99E-08	0	0
聴覚障害	2.28E-06	2.36E-05	4.73E-13	0	0	0	2.44E-05	1.85E-10	0	0
難聴	2.98E-09	1.51E-15	0	0	0	0	5.54E-07	6.16E-14	4.44E-16	4.44E-16
致死	4.61E-10	0	1.11E-16	0	2.22E-16	2.22E-16	1.42E-07	8.17E-15	2.22E-16	0

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

図 4 にマージしたデータの構造を示す。第一次検診データの 4.6% (546 人) が水俣病の疑いと判断された。第三次検診データが存在しても、第二次検診データ、あるいは第一次と第二次検診データの両方が存在しないケースもあった。

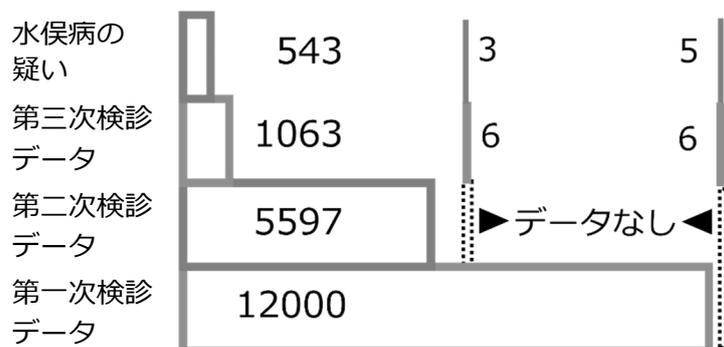


図 4 本研究で用いる第一次検診から第三次検診のデータ構造

予備的検討においては、第一次検診を受診した人のデータ (12,000 人) を用いて水俣病の疑いを予測した。なお本検討の際、水俣病の疑いと診断されなかった人 (12000 人 - 546 人) を、水俣病では無い人、として検討を進めたが、これらの人の中には、第二次検診や第三次検診の受診を勧められたにも関わらず、第二次検診や第三次検診を受診しなかった人も含まれているため、受診していた場合には水俣病の疑いと診断された人が含まれていた可能性はある。

図 5 に、得られた ROC 曲線を示した。最適な感度は 0.73、特異度は 0.73 であった。なお、この際の AUC (曲線下面積) は 0.79 であった。感度、特異度ともに、比較的良好な値を示しており、ある程度の予測が可能であることが示唆された。なお、別の方法でも予測を試みたが、おおむね同様の結果が得られた。

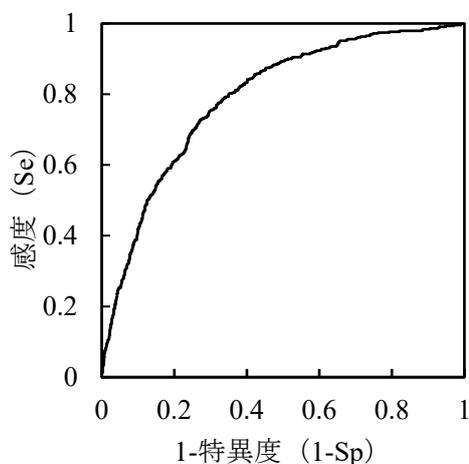


図 5 水俣病の疑い予測に関する ROC 曲線

3. 八代海における漁業の状況について

① 主要魚種の状況について

熊本県の海区ごとの主要魚種は表 7 のようになっている。水俣病の影響が疑われている不知火海区、天草東海区では、カタクチイワシ漁がおおきな漁業であり、2 番目は「その他の魚種」と分類される雑多な魚種となっている。

表 7 小海区別魚種別漁獲量（昭和 41 - 42 年）

(1) 魚類：52,238 t

小海区名 漁獲量	熊本有明 678	天草有明 1,764	天草西 34,665	天草東 10,046	不知火 5,085
第 1 位	その他の魚種 395	その他の魚種 799	さば類 10,481	かたくちいわし 5,285	かたくちいわし 1,479
第 2 位	すずき 99	まだい 238	かたくちいわし 8,163	その他の魚種 2,433	その他の魚種 1,354
第 3 位	かれい類 80	びんなが 138	まあじ 5,366	まだい 558	ぼら類 634
第 4 位	ぼら類 37	きわだ 97	むろあじ類 3,078	まあじ 472	たちうお 467
第 5 位	しろぐち 36	たちうお 84	その他の魚種 2,284	さば類 440	すずき 322

(2) 水産動物

くるまえび、その他のえび 143	たこ類、するめいか、こういか類 533	うに類、いか類、たこ類 3,139	たこ類、えび類、いか類 726	えび類、がざみ類、たこ、いか 1,020
---------------------	------------------------	----------------------	--------------------	-------------------------

(3) 海藻（わかめ、てんぐさ、ふのり、その他）

-	346	2,622	93	1,151
---	-----	-------	----	-------

単位：トン

海区と旧市町村名の関係は以下の通り。熊本有明（熊本市、荒尾市、玉名市、宇土市、長洲町）、天草有明（*上天草市、*天草市）、天草西（牛深市、天草町、苓北町）、天草東（河浦町、新和町、本渡市の一部、栖本町、倉岳町、龍ヶ岳町、姫戸町、松島町、大矢野町、不知火（八代市、水俣市、宇城市、氷川町、芦北町、津奈木町）

出典：「熊本県農林水産統計年報昭和 41～42 年（水産篇）」農林省熊本統計調査事務所。

作成：上記統計表から上野眞也作成。

注：小海区は、農林水産省が統計のために区分した海域。

熊本県における昭和 41～42 年の漁業種別・魚種別漁獲量は表 8 のとおりである。マイワシやサバ類は東シナ海であぐり網（1 そうまき）で主に獲られており、天草東や不知火海区でのカタクチイワシ漁はあぐり網（2 そうまき）で行われている。漁獲量の多いタイやタチウオは、釣りや船引き網、刺し網、延縄などの漁業種類で獲られている。表 9 は昭和 41～42 年の巾着網（まき網）の漁船の操業数、漁船の排水量、網の種類を整理したものである。主に不知火海内で操業する天草東海区の漁協所属の巾着網は、3～20 トンの小型の漁船が多く、東シナ海に出漁する天草西海区（牛深）の巾着船は 10～100 トンクラスと大型である。天草東海区のなかにも御所浦、龍ヶ岳の高戸、樋島、大矢野、倉岳の宮田には規模は大きくないが東シナ海に操業に出る漁船もいた。

表 8 漁業種別魚種別漁獲量（昭和 41 - 42）

魚種	漁獲量	漁業種類
まいわし	413	あぐり網（1 そうまき）
うるめいわし	971	あぐり網（1 そうまき）
かたくちいわし	14,944	あぐり網（1 そうまき）,あぐり網（2 そうまき）
まあじ	5,877	あぐり網（2 そうまき）
むろあじ類	3,108	あぐり網（1 そうまき）
さば類	10,921	あぐり網（1 そうまき）,さばつり
さんま	206	さんま棒受網
ぶり類	867	つり,刺網
かつお	217	つり
はも	89	延縄,以西機船底引き網
たちうお	1,055	つり,船びき網,刺網,延縄
まだい	1,085	つり,延縄,刺網
いか	1,737	つり,刺網
その他のえび類	617	小型機船底引き網（打瀬）,その他の刺網

注 1：「いか」の漁獲量はいか類の集計値。

注 2：あぐり網（1 そうまき）は、天草西海域の東シナ海などで 10 トンから 100 トン級の漁船により行われていた漁法であり、あぐり網（2 そうまき）は不知火海の「かたくちいわし漁」で用いられた漁業種類。

出典：「熊本県農林水産統計年報 昭和 41 - 42 年（水産篇）」農林省熊本統計調査事務所。

作成：上記統計表から上野眞也作成。

表 9 巾着網（まき網）漁船の状況（昭和 41～42 年）

1 天草東海区

		単位	総数	無動力	動力船（排水量）					
					~3T (6-9 人)	~3T (10-29 人)	5~10T	10~20T	30~50T	50~100T
あぐり 巾着網	1 そうまき	隻 トン	3 (2,208)	-	-		1 (53)			2 (2,155)
	2 そうまき	隻 トン	22 (948)	-	3 (60)	8 (250)	8 (603)	3 (36)	-	-
その他のまき網		隻 トン	1 (2)	1 (2)	-	-	-	-	-	-

2 天草西海区

		他に	総数	無動力	動力船（排水量）					
					~3T (6-9 人)	~3T (10-29 人)	5~10T	10~20T	30~50T	50~100T
あぐり 巾着網	1 そうまき	隻 トン	20 (20,257)	-	-			9 (4,928)		11 (20,129)
	2 そうまき	隻 トン	3 (2,147)	-	-	-	3 (2,147)	-	-	-

3 不知火海区

該当なし										
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

出典：「熊本県農林水産統計年報 昭和 41 - 42 年（水産篇）」農林省熊本統計調査事務所。
作成：上記統計表から上野眞也作成。

① アサリ漁業について

昭和 26 年および昭和 48/49 年度^①における熊本県内におけるアサリの主な生産地は県北の荒尾・玉名地区から熊本市にかけての有明海沿岸の浜辺で、ここから県全体の 98% が生産され出荷されている（表 1）。内訳として荒尾・玉名地区で県内生産の 37%、熊飽宇土地区で 61%を採取。不知火海区では、三角町や八代などで 0.8%の量が採れるのみであり、水俣・芦北地域および天草では地形的に広い砂浜がなくアサリはほとんど採れない。小海區別に昭和 48/49 年度の採貝漁獲量を見ると、熊本有明海区が 31,696 t、天草有明 32 t、天草西 64 t、天草東 144 t、不知火海区 284 t であった。

アサリを栽培している漁協は、自家種苗または他地区から購入した種苗を稚貝として蒔付けしている。アサリの旬は春で、通年は流通しない水産物である。漁業の休業期間はまちまちであるが、夏場の遠距離輸送の出来ない時期、また価格が安い時期が多い。仕向け先別では、生鮮貝である野菜貝用が 73%、加工用が 20%、自家消費が 3%、飼料用その他 4%

程度である⁽²⁾。

2 県内のアサリ流通量

熊本県の卸売市場水産物統計⁽³⁾によると、昭和 54 年度の各魚市場のアサリ取扱量は図 2 のとおりであった。新水俣魚市場（県内 8 位）では県北地域から送られたアサリが 14,359kg、金額で 1,996 千円分商われた。これは水産物売り上げの 0.3%、水産物取扱数量の 1.5%にあたる。

3 まとめ

熊本県のアサリは 98%が有明海の県北地域で栽培され、県内に流通してきた。水俣芦北地域で食されたアサリは、地域外の県北で採れたアサリがトラック便で輸送されてきたものであり、地元ではアサリは採れないので毒性はない。水俣には、毎日水産会社のトラックで、夜中に熊本の魚市場から運搬されていた。

念のためアサリの摂食量とメチル水銀暴露リスクを推計すると、中くらいのむき身のアサリ貝でおよそ 8 g であり、汁椀には 3~5 個程度いれるとすると 24~40g 程度である。昭和 48 年度の八代海におけるアサリの水銀調査では、総水銀濃度 0.014~0.035 ppm であった(表 12)。毎日 0.035 ppm のアサリを 40g 摂食し続けたとしても健康リスクは生じない。

表 10 漁業地区別魚種別漁獲量（アサリ）

小海区	現在の市町村名	水揚地名	S26_採貝(千貫)	同左 (t)	S48/49 (t)
不知火小海区	水俣市	水俣市	0	0.0	0
不知火小海区	津奈木町	津奈木村	0	0.0	0
不知火小海区	芦北町	湯浦村	0	0.0	
不知火小海区	芦北町	佐敷町	3	11.3	0
不知火小海区	芦北町	田浦村	0	0.0	1
不知火小海区	八代市	二見村	7	26.3	
不知火小海区	八代市	日奈久町	13	48.8	18
不知火小海区	八代市	金剛村	224	840.0	
不知火小海区	八代市	八代市	2	7.5	44
不知火小海区	八代市	八代市	0	0.0	
不知火小海区	八代市	八代市	0	0.0	
不知火小海区	八代市	八代市	2	7.5	
不知火小海区	八代市	八代市	2	7.5	
不知火小海区	八代市	郡築村	27	101.3	
不知火小海区	八代市	八千把村	0	0.0	
不知火小海区	八代市	千丁村	3	11.3	0
不知火小海区	八代市	昭和村	0	0.0	0
不知火小海区	八代市	文政村	30	112.5	34
不知火小海区	八代市	鏡町	0	0.0	35
不知火小海区	氷川町	和鹿島村	4	15.0	8
不知火小海区	氷川町	和鹿島村	0	0.0	
不知火小海区	宇城市	河江村	0	0.0	4
不知火小海区	宇城市	豊川村	0	0.0	0
不知火小海区	宇城市	不知火村	0	0.0	1
不知火小海区	宇城市	松合町	0	0.0	0
不知火小海区	宇城市	大岳		0.0	0
不知火小海区	宇城市	郡浦		0.0	2
不知火小海区	宇城市	三角		0.0	0
不知火小海区	宇城市	戸馳		0.0	139
熊本有明小海区	上天草市	湯島村	0	0.0	
熊本有明小海区	宇土市	網田村	10	37.5	1,602
熊本有明小海区	宇土市	網津村	76	285.0	2,555
熊本有明小海区	宇土市	網津村	8	30.0	
熊本有明小海区	宇土市	緑川村	4	15.0	74
熊本有明小海区	熊本市富合	杉合村	19	71.3	412
熊本有明小海区	熊本市	川口村	0	0.0	2,356
熊本有明小海区	熊本市	川口村	43	161.3	
熊本有明小海区	熊本市天明	奥小閑列村	17	63.8	722
熊本有明小海区	熊本市	奥小閑列村	59	221.3	
熊本有明小海区	熊本市飽田	並建列村	16	60.0	113
熊本有明小海区	熊本市沖新	中島村	25	93.8	235
熊本有明小海区	熊本市	小島町	11	41.3	283
熊本有明小海区	熊本市	松尾村	5	18.8	864
熊本有明小海区	熊本市	河内村	0	0.0	924
熊本有明小海区	玉名市天水	小天村	1	3.8	1
熊本有明小海区	玉名市横島	横島村	79	296.3	1,747
熊本有明小海区	玉名市_南部	大浜町	380	1,425.0	4,187
熊本有明小海区	玉名市_南部	大浜町	3	11.3	
熊本有明小海区	玉名市_西部	滑石村	165	618.8	3,411
熊本有明小海区	玉名市_西部	高道村	87	326.3	3,834
熊本有明小海区	玉名市_西部	鍋村	29	108.8	1,506
熊本有明小海区	長洲町	腹赤村	26	97.5	
熊本有明小海区	長洲町	長洲町	199	746.3	913
熊本有明小海区	荒尾市・長洲町	清里村	15	56.3	35
熊本有明小海区	荒尾市	荒尾市	182	682.5	6,375

出典：九州農政局統計情報部「第21次熊本県農林水産統計年報（水産編）」昭和48-49年

から上野眞也集計。

表 11 卸売市場におけるアサリの取扱量

	卸売市場	順位	数量 (kg)	金額 (千円)
1	熊本魚	1	303,531	58,970
2	大海水産	3	154,317	33,480
3	川尻魚市場	9	13,804	3,224
4	荒尾魚市場	4	45,670	8,514
5	山鹿魚市場	6	14,974	3,898
6	宇土魚市場		7,273	1,390
7	松橋魚市場		1,751	305
8	鏡第一魚市場	11	14,047	2,401
9	八代魚市場	2	181,900	30,205
10	新水俣魚市場	8	14,359	1,996
11	人吉魚市場	7	14,700	2,300
12	玉名魚市場	10	11,475	1,891
13	長洲魚市場		-	-
14	隈府魚市場		2,665	564
15	来民魚市場		5,808	1,276
16	鏡魚市場		5,545	1,100
17	多良木魚市場		7,811	1,232
	会員計		799,630	152,746
	本渡市漁協	5	31,105	6020
	合計		830,735	158766

出典：熊本県魚市場連合会「昭和 54 年度県内卸売市場水産物統計」、昭和 55 年。

表 12 八代海のアサリの総水銀濃度

調査区	KM14	KM15	KM16
平均総水銀濃度 (ppm)	0.035	0.018	0.014
n	2,000	4,250	2,660

データ：「昭和 48 年全国総点検調査（水銀等）結果」から上野眞也算出。

注：八代海のアサリの調査地点は、「有明 八代海給合調査区域図（熊本県）」中の KM14（戸馳付近）、KM15（鏡付近）、KM16（球磨川河口付近）の 3 地点。

IV 考察

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化

図 2 によれば、芦北町に供給される漁場のおもな魚種はエビとタチウオだが、図 2 にある通りエビ類の販路は東京大阪であり、地元の人が日常的に食べたとは考えにくい。そこで、表 1 では K-23 と K-25 の漁場の全標本を用いた。漁業者以外の場合は表 6 とは異なり地元のエビ・タチウオでなく、別の入手先の魚の汚染度を考慮すべきである。1 年間の曝露量（メチル水銀摂取量）は、特に高濃度汚染魚だけを食べる傾向がないとすれば、平均値と摂取量の積になる。ただし、測定した標本数に限りがあるため、平均値自体の不確実性は標準誤差で表される。しばしば、標本の標本数と最大値、中央値、最小値のみが記されている場合も多い（近年の福島第一原発事故後の放射線セシウム濃度は各標本の測定値が公開されているが、水俣病の時代にはしばしば集約された統計値のみが記載されている）。

つまり、被験者の居住地と食べる魚の漁獲場所が同じ場合のみ、図 2 のような 1 枚の集計表からリスク評価が可能であり、外部から食材を入手する場合には、より総合的な情報を用いる必要がある。たとえば 1 年間または半年間、主たる食材の入手先が特定できるならば、入手先の漁協データを用いた評価が可能である。不特定の場所から入手した場合には、平均的な汚染濃度を用いるのが現実に近いだろう。いずれにしても、様々な想定でのリスクが試算できる。

以上、食べる魚の種類、漁場、摂食量、食べた期間の長さなどを変えた場合に、有症リスクの大きさがどう変わるかを簡便に再計算できる。また、図 2 の情報とセットで示すことにより、有症リスク計算に必要な情報以外の情報を参照でき、被験者および利用者の理解を深めることができると期待される。

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

令和 5 年度は、第一次検診データ～第三次検診データをマージして、第一次検診データから水俣病の疑い者を予測した。比較的よい精度をもって、水俣病の疑いを予測できたが、水俣病では無い人が対象者の 95%を占めていることから、擬陽性者が 2622 人となった。無視できない人数であるとも考えられるため、予測という観点からするとさらなる精度向上も必要である。

V 結論

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化

表 1 は平均的とみなされる被験者による試算例である。通常の魚体中の汚染濃度および摂食量ではメチル水銀以外の有症リスクに比べ顕著にリスクが高まるとは言えない。

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

熊本県が所有している水俣湾周辺地区住民健康調査の第一次検診データから第三次検診データを、欠損値や入力値を整理しマージした。すべてのデータが残っているわけではないため、データの代表性に関しては課題があるが、種々の自覚症状の有無から水俣病の疑いに至るまでの情報を備えたデータセットを作成することができた。さらに、比較的よい精度をもって、各種自覚症状から水俣病の疑いを予測することができた。

3. 八代海における漁業の状況について

沿岸部・内陸部を問わずよく食べたと語られているマイワシやサバなどが殆ど東シナ海を漁場とする天草西海区の漁船で獲られてきたこと、天草東海区や不知火海区ではカタクチイワシやタチウオ、タイ、エビなどが多く獲られていたことが分かる。訴訟においては、マイワシが不知火海区で獲られ、それを食していたという主張が根強くなされているが、この統計データからはそのような主張が根拠のないものであることが明らかになった。

VI 今後の課題

1. 包括的なメチル水銀による曝露リスク評価の可視化

提案した有症リスク評価モデルは WHO (1990) に基づき、水銀摂取量の個人差を考慮したものである。ただし、考察で述べたとおり、表 6 に示した主たる食材は必ずしも現実的とは言えない。健康調査、地域ごとの生活状況やどの漁場で獲れた魚を食べていたかの状況証拠を含めてリスク評価を行い、リスクが全か無でなく、極めて低いリスクも含めて視覚的にリスクの多寡を示すことを目指す。本報告では漁場別の標本調査により得られた魚の水銀濃度の平均値と、代表的な摂食量を用いた思考実験を例示した。

手法についても、まだいくつか改良の余地がある。まず、パラメータの値、特に感受性等のばらつきの大きさが不明の場合、デフォルト値を与えているが、その妥当性は吟味が必要である。また、たとえば食べた魚の漁場が想定と異なる場合などについて、図 2 の情報を直ちに活用できない可能性がある。特に、入手先が異なる場合は、別の地域の情報を参照することになる。そのため、水産物についての情報シートと、被験者の属性の情報シートを分離するほうが可視化しやすいかもしれない。

また、胎児性障害（歩行開始の遅延など）については今後検討する。

今後は単なる有症リスクだけではなく、課題 2 の分析を踏まえ、聴覚障害と水俣病認定推奨者の関係を用いて、人々の食生活と水俣病認定推奨者の関係を包括的に考察することを試みる。

2. 統計的なメチル水銀曝露リスクの定量評価

次年度は、解析に使用する変数、カテゴリ化に関する精査を行った上で検討を行い、さらには今回使用していない二次検診データも用いて、精度よく、さらには擬陽性者数を減らした上で水俣病の疑いを予測できるかどうか検討する。また水俣病診断の際にどのような症状などに焦点を当てて診断を行っていたのかを探るために、組合せも含めてどのような症状等を持つ人が水俣病の疑いがあると診断されたのかを検討する。

さらに、HACCP 的解析結果の利用方法を検討し、HACCP 的解析結果を加えて、これまで必ずしも十分に行われているとはいえない魚食、ひいては推定水銀曝露量と、症状や水俣病疑いとの関連性に関する検討も行う。

3. 八代海における漁業の状況について

引き続き、他の地域の漁獲量の実態を把握し、HACCP 的解析の参考とする。

本研究に関する現在までの研究状況、業績

1) 栗原大和, 松田裕之, 中井里史. 八代海沿岸地域の水俣病発症リスク評価に資する住民健康調査データの予備的解析. 環境科学会 2023 年会, P-07, 2023/9/7-8 (神戸大)

引用文献

- 1) 熊本大学医学部有明海・八代海沿岸地域および水俣湾周辺地区住民健康調査解析班 (代表: 徳臣晴比古) (1977). 有明海・八代海沿岸地域および水俣湾周辺地区住民健康調査解析報告書, 熊本大学 (昭和52年3月), pp1--189.
- 2) 九州農政局統計情報部 (1974) 「第20次熊本県農林水産統計年報」
- 3) WHO (1990) Environmental Health Criteria 101: Methylmercury. WHO Geneva. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38082/9241571012_eng.pdf
- 4) Matsuda H, Ueno S (2021) How to Determine the Relief Target for Minamata Disease. In “Matsuda H (ed) “Ecological Risk Management. For Conservation Biology and Ecotoxicology”, Springer pp. 13-29.
- 5) 内閣府食品安全委員会(2005)魚介類等に含まれるメチル水銀に係る食品健康影響評価 (案) http://www.fsc.go.jp/koukan/risk170714/170714_siryu2.pdf
- 6) 農林省熊本統計調査事務所 (1968) 「熊本県農林水産統計年報昭和41～42年 (水産篇)」
- 7) 上野眞也・松田裕之 (2022) 水俣病発生地域等におけるメチル水銀曝露指標に関する研究. 環境省大臣官房環境保健部環境保健企画管理課特殊疾病対策室の委託業務「令和3 年度水俣病に関する総合的研究委託業務」. オーエムシー. pp.59-156

参考文献

- (1) 「第 21 次熊本県の農林水産統計年報（水産編）」九州農政局統計情報部、昭和 48-49 年。
- (2) 「アサリ採貝業実態調査報告書 昭和 55 年度」熊本県農林水産部水産振興課。
- (3) 「昭和 54 年度県内卸売市場水産物統計」熊本県魚市場連合会、昭和 55 年。

英文要約 (Abstract)

Development of a Comprehensive Assessment Method for Methylmercury Exposure Risk

Hiroyuki Matsuda (Distinguished YNU Professor, Yokohama National University), Theme 1,

Satoshi Nakai (Professor, Yokohama National University), Theme 2,

Shinya Ueno (Professor Emeritus, Kumamoto University), Theme 3.

1. Visualization of comprehensive methylmercury symptomatic risk assessment

Based on aggregate data on fish species of primary concern, we propose a simple method to calculate the symptomatic risk, such as sensory impairment, related to bioaccumulation and prevalence from the mercury content and variance of the fish species, subjects' weight and other attributes, food intake, and duration of feeding. The estimates for fictitious subjects show no significant increase in symptomatic risk compared to other prevalent risk factors, but prenatal exposure risk has not been considered. Furthermore, there is a need to improve the validity of the model for symptomatic risk.

2. Exploring symptoms and personal factors characteristic of certified patients

Using data from the Minamata Bay Area Health Survey conducted from 1971 to 1973, we are developing a method to predict suspected Minamata disease patients. In FY2023, we integrated the health survey data from the first to the third surveys that remain in Kumamoto Prefecture and undertook a preliminary study of a model for predicting suspected Minamata disease. We were able to predict suspected Minamata disease from various symptoms with relatively good accuracy.

3. Status of Fishing Operations in the Yatsushiro Sea

Minamata disease is a case of exposure to methylmercury caused by ingesting large amounts of contaminated seafood. In order to determine the concentration of contamination in the seafood eaten, it is important to uncover detailed spatio-temporal data on the fishery. We have been searching for historical data for use in our analysis. As a result, we found that sardines and mackerel, which were commonly consumed both in coastal and inland areas, were mostly caught by vessels in the Amakusa West Sea area, whose fishing grounds are in the East China Sea, while anchovy, hairtail, sea bream, and shrimp were often caught in the Amakusa East Sea and Shiranui Sea areas. Although there is a strong claim that Japanese sardine is caught and consumed in the Shiranui Sea area, this statistical data did not support such a claim.