

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

主任研究者 上野真也（熊本大学・名誉教授、特定事業教員）

分担研究者 松田裕之（横浜国立大学・環境情報研究院・教授）

研究要旨

これまでの聞き取り調査で得られた知見や収集した史資料、調査データを組み合わせた総合的な分析により、八代海沿海部におけるメチル水銀曝露リスクを、HACCP(ハサップ、Hazard Analysis and Critical Control Point)手法に則って整理した¹。また生態リスク学的観点から、曝露リスクモデルを構築し、八代海とその周辺地域の曝露リスクの偽陽性・偽陰性評価法の開発に取り組んだ。

キーワード:八代海、メチル水銀曝露、漁業、魚介類の曝露量、魚の摂食量、生態リスク学

研究協力者

蜂谷紀之（元国立水俣病総合研究センター）、平田郁夫（元熊本県水産研究センター）、藤木素士（筑波大学・名誉教授）、二塚 信（熊本大学・名誉教授）、山中 進（熊本大学・名誉教授）

I 研究目的

人文社会科学や疫学、水産学、生態学等の多角的なアプローチにより、暮らしや漁業に詳しい者への聞き取り調査や、新たな史資料、データを探索することで、昭和 30～50 年代当時の曝露リスクに関する俯瞰的な知見を纏め、地域ごとの曝露リスクを明らかにする。また生態リスク学に基づくメチル水銀曝露リスクモデルを作成し、曝露リスクを評価するための知見を得る。

II 研究方法

今年度は最終年度として、これまでの調査研究で得られた知見を総動員し、八代海及び周辺地域における漁業の状況、魚介類の流通、地域別の魚介類の摂食頻度や摂食量を加味した地域別のメチル水銀曝露リスクの評価を、HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)手法に則り整理した。また、生態リスク学に基づく曝露リスクモデルの構築、および周辺地域の曝露リスクの偽陽性・偽陰性評価法の開発を行った。

（倫理面への配慮）熊本大学生命倫理審査委員会で研究計画を承認（2018年12月3日付倫理第1620号）。

III 研究結果

本報告では、今年度研究の中間報告として HACCP 手法で評価した八代海沿岸の漁協別メチル水銀曝露リスクの評価結果（本書）と、曝露リスクモデルの検討、及び周辺地域の曝露リスクの偽陽性・偽陰性評価法の開発（別紙松田論文）について報告する。なお、内陸部については、令和 2 年度報告でメチル水銀曝露リスクを推計している。

1 メチル水銀曝露リスク評価の前提条件

魚介類の水銀値は、昭和48年および昭和55年に実施された水産庁の魚介類水銀調査データ²を基に分析した。それ以前については調査されたデータが少なく、先行研究のデータを補足的に利用した。各漁協別の漁業の展開については、昭和34年の熊本県水産試験場の調査データ³を参考に、漁場、捕獲魚種、漁獲量、その水揚げ地や出荷先を整理した。八代海沿岸の地域別の曝露リスクを推計するための変数や推計の前提条件は、以下のとおりである。

(1) 各漁協所属の漁船が、どの季節に、どこで、何日くらい操業し、どのような魚種を捕獲し、どこに水揚げをし、どこに流通させてきたかについては、昭和34年の漁業調査に基づいている。

(2) 分析した年度は、主として昭和34年、昭和48-49年、および昭和55-56年の調査で採取された魚類である。プランクトン、貝類、海藻は今回の分析には含まない。昭和30年～40年代については喜田村や藤木ら、及び旧西海区水産研究所の調査データを利用している。なお、チッソのアセトアルデヒド製造は昭和44年度に停止されている。

(3) 推計に使う摂食量は、二塚 信らの八代海沿岸漁家での摂食状況に関する秤量調査結果を用いた（昭和52年）⁴。地域性、職業、性別などにより大きな違いがある。

(4) 魚類の水銀量は、ばらつきを考慮しつつ、上記データの中央値や平均値を用いた。データの特性や偏りについてはIV考察で検討した。

(5) 曝露リスクの推計に投入した魚類は、①当該漁協の漁港所在地の最寄りの海域（共同漁業権海域）における魚類の水銀値で計算したものと、②出漁先で捕獲した魚の水銀値と地先のものを50%ずつ配分したもの、そして③よく出漁された漁場海域の3種類について計算した。聞き取り調査から漁業は商品となる魚を捕獲し売買する営みであり、基本的に商品価値のあるものは売り捌き現金化する。漁家の自家消費分は、身近な地先や浜の魚介類や、商品とまらない傷ついた魚介類や雑魚などであった。ただ天草など八代海沿岸一帯の漁村の暮らしが専ら自給自足的だったかという点、必ずしもそうではなく、外海の東シナ海で獲られたイワシやサバなどは大量に牛深・阿久根に水揚げされ、そこから各地に毎日海路や陸路を通じて流通していた。漁師たちも牛深のイワシはよく食べていたと語る。魚の広域流通に目を配る必要がある。

(6) メチル水銀曝露リスクについては、WHOモデル（1990）を全米科学評議会（NRC）が修正したモデル（2004）を用いた。曝露量に関係する独立変数には、体重、摂食した魚介類の水銀濃度、1日あたりの摂食量、週あたり摂食頻度を用いた⁵。

曝露状況を示す図は毛髪水銀濃度（H）で示しており、体重あたりのメチル水銀の週間摂取量（ Iw : $\mu\text{g}/\text{体重kg}/\text{週}$ ）との関係は、次のとおりである。

$$(\mu\text{g}/\text{g}) = 1.34 \times Iw(\mu\text{g}/\text{体重kg}/\text{週})$$

本稿では、発症閾値については神経障害（感覚障害）が出現し始めるレベルとして、毛髪水銀値で50 ppm、魚介類の水銀濃度0.4 ppmをアラートの閾値としている。微量汚染や遅延性の発症については扱わない。

2 HACCP手法で評価した漁協別メチル水銀曝露リスクの評価結果

HACCPとは、食品衛生法等の一部改正法により定められた衛生管理制度のことで、日本では全ての食品等事業者に求められている。これは危害要因の管理手法であるが、本稿ではそのアイデアを借りてメチル水銀がどのように海水から魚介類へ、そして人へと移っていったのかという因果経路に関わる全ての独立変数を列挙した。ある地域の曝露リスクの評

- 1 チッソ水俣工場百間港排水口からの距離
- 2 魚の生態系
- 3 魚の汚染状況（昭和48年、55年の魚介類の水銀調査データ）
- 4 漁獲（昭和34年の八代海沿岸の漁業協同組合への操業状況調査データ）
- 5 流通過程（同上）
- 6 汚染魚入手経路（聞き取り調査結果）
- 7 摂食状況
- 8 毛髪水銀値推計に使う変数（3種類の海域モデル）
- 9 発症リスク
- 10 曝露リスクのシミュレーション結果

No. 1-1

平北町漁協（熊本県平北郡平北町計5）

① 観測ポイント	タケツボ漁港
② Mm-Hg深度	タケツボ水深工場排水出口から 13.0cm

③ 魚の漁獲

自然漁獲、ヤリウ内陸産、越前、ミシロ、ミシロ

タケツボ漁港漁獲見直し報告書、タケツボ漁港の報告書、越前、ミシロ、ミシロ

④ 魚の漁獲

漁獲種類	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)
打魚船	タケツボ	ミシロ	タケツボ	タケツボ	タケツボ
釣り、渡し	タケツボ	ミシロ	タケツボ	タケツボ	タケツボ
漁獲量 (kg)	25.22 (13)	無漁獲	0.015	0.073	0.144
漁獲量 (kg)	25.22 (13)	無漁獲	0.015	0.073	0.144

地先および漁場の魚介類の水銀濃度

⑤ 漁獲

(注) 漁獲量のデータを用いて算出している。平均値、95%信頼区間の値を用いて

漁獲種類	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)
打魚船	タケツボ	ミシロ	タケツボ	タケツボ	タケツボ
釣り、渡し	タケツボ	ミシロ	タケツボ	タケツボ	タケツボ
漁獲量 (kg)	25.22 (13)	無漁獲	0.015	0.073	0.144
漁獲量 (kg)	25.22 (13)	無漁獲	0.015	0.073	0.144

漁法、出漁先、魚種、漁獲量、流通先など

⑥ 流通

小売、大売、流通

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

流通先

位置図

対象魚種	水銀濃度 (ppm)	流通先	流通先
アサギ	0.07	1級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	2級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
シラヤ	0.07	3級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
ミシロ	0.07	4級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	5級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
シラヤ	0.07	6級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
ミシロ	0.07	7級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	8級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
シラヤ	0.07	9級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
ミシロ	0.07	10級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	11級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
シラヤ	0.07	12級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
ミシロ	0.07	13級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	14級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
シラヤ	0.07	15級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
ミシロ	0.07	16級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	17級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
シラヤ	0.07	18級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
ミシロ	0.07	19級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ
タケツボ	0.07	20級市販品	アサギ、タケツボ、シラヤ

水銀曝露シミュレーション結果

⑦ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑧ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑨ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑩ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑪ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑫ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑬ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑭ KM-25.22の漁獲 548 メタル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂取) 水銀濃度 (ppm)

⑮ KM-25

63

IV 考察

HACCP手法によるメチル水銀曝露評価するに関する、いくつかの論点について以下論じていく。

1 推計に用いる魚類の曝露量

(1) 調査海域

本研究では、地域ごとの曝露リスクを評価することを目的としているため、魚介類の生息域、漁場などの汚染状況を仔細に把握することが必要である。

まず、熊本県や鹿児島県の海域は「外海」(天草西海、東シナ海)と「内海」(不知火海、近年は八代海と呼ばれることが多い)に分けられる。メチル水銀汚染は、内海である八代海が問題となっている。

八代海の各海域は、魚介類の生態系に沿って図2のようにA～Eの5海域に区分される⁶。これは生物の生活史に関わる圏域である。

「A」は湾奥部の内陸性沿岸海域で、水深10 mより浅く、潮の流れは早い。プランクトンは八代海で最多。羽瀬、ます網、刺網、一本釣延縄などで底魚、エビ・カニ類、貝類が多く獲れる。

「B」は内湾性が強い。水深は20 mより浅く、天草側が深く、本土側が浅い。刺網、一本釣延縄などで底魚、エビ・カニ類が獲れる。

「C」は、やや内湾性の強い海域で、水深は20～40 m、天草側が深く、本土側が浅い。潮の流れはやや早く、底質は砂と泥。船曳網、刺網、一本釣延縄などで底魚、浮魚、エビ類が獲れる。

「D」は内湾性なるものの外洋性もある。水深は30～50 mで、天草側が深く、底質は砂で、潮の流れも早い。本土側の底質は泥で、水深も浅く潮の流れは遅い。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。

「E」は外洋性の強い海域であり、水深も50～60 mで、潮の流れも最も早い。底質は岩や礫砂で、船曳網やまき網、吾智網、一本釣延縄、採草などで浮魚、底魚が獲られるというように、一口に八代海といっても多様な生態系となっている。

次に漁労者にとっては、社会経済的に漁場が大きな意味を持っている。各漁港付近には歴史的に地先漁場として利用されてきたことに由来する共同漁業権域が設定されており、その海域はもっぱら地元漁師だけが操業できる漁場である。共同漁業圏域を除く公海部分は、各県の許可を受けた漁船のみが許可された漁法で操業を行うことができる海域である。ただし、一本釣及び延縄は例外として、許可なしでどこでも操業することができる。これらの漁場海域の地理的詳細については、別図6及び別図7を参照してほしい。図1は八代海の生態系としての区域と、昭和34年、48年・55年に魚介類の水銀調査が行われた地点を示している。なお、地元漁協の地先沿岸を超えて出漁し、八代海で広く操業していた漁業魚種については、平成30年度研究報告書の表4に整理して記載している。

本稿ではこれらの地点を基に分析を展開している。

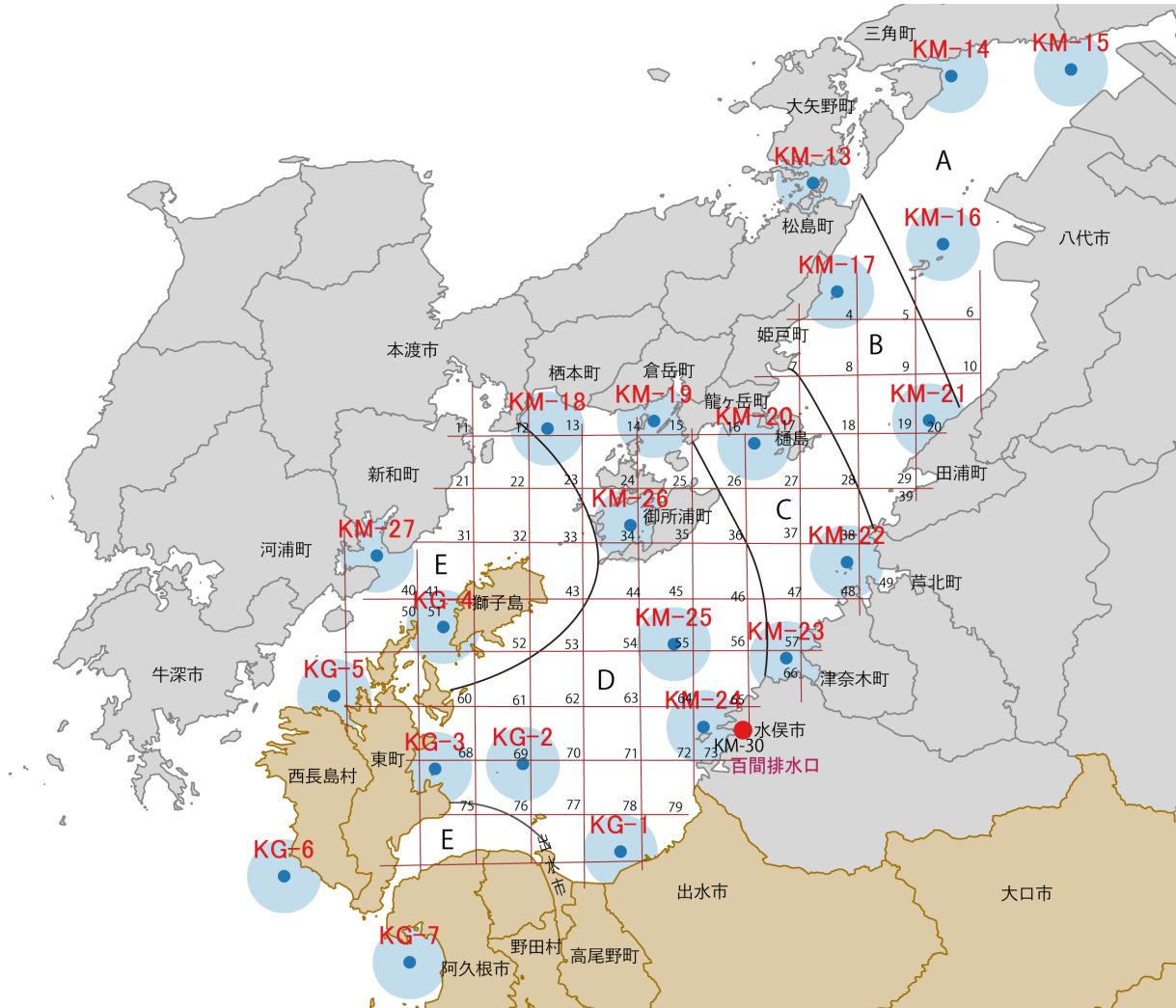


図2 魚介類の生態系による海域区分と、水銀調査海域図

注：漁場の特性区分A～Eは、熊本県水産試験場「栽培漁場開発調査報告書」（昭和46年）による。図中のKM、KGの符号は、昭和48年および昭和55年に魚介類の水銀汚染度を調べた時の調査地点番号で、KMは熊本県、KGは鹿児島県の管轄区域を指す。KM-30は、水俣湾⁷内の区域になる。メッシュの番号は昭和34年に喜田村ら⁸が魚類の水銀濃度調査を行った区域番号である

（2） 八代海全域および各海区における魚介類の汚染特性（昭和48年、55年）

①八代海全域

まず八代海全域の魚の水銀汚染状況について概観する。昭和48年の平均総水銀値（水俣湾を含まない熊本県の海域）は0.0776 ppm、標準偏差0.0852、昭和55年の平均総水銀値（水俣湾を含む熊本県、鹿児島県の海域）は0.18939 ppm、標準偏差0.34033であった。

八代海全域の汚染は、単純にメチル水銀が拡散したとか、水俣湾で汚染された魚が直線的に移動したという「単純系」の曝露のメカニズムだけではなく、汚染された魚が他の捕食者に食べられ生物濃縮が起きたり、斃死した魚の体が物質にまで分解され、メチル水銀分子が海中を漂い、プランクトンなどに吸収されたり、それがまた食物連鎖に連なったり、あるいは波や風に翻弄されながら浮遊していたメチル水銀が懸濁物質に付着して沈下し、次第に重力の位置エネルギーの作用で海底の深いところへ段々と集まっていったりなど、

様々な「歴史性」を背負っている「複雑系」の問題では、乗算過程が働いていたと考えられる⁹。

ここで得られた魚の水銀濃度は単一の要因で決まるものではなく、酷い汚染のあった水俣湾の魚のみならず、八代海には様々な水銀濃度を蓄積した魚たちがいて、その中に数は少ないが高い濃度となった魚も混じっている。その態様は「要素間の複雑な相互作用とその非線形性のため、局所的な相互作用の形、あるいは構成要素の個性からはとても予測できない多様な特性が系自身の中で醸しだされている（自己組織的発現や創発という）」¹⁰といったことが起きたと推測される。

そこで八代海全域の特性を調べるために、累積個数分布（ランキングプロット）図を描いた（図3、図4）。この図は、縦軸は順位（ランク）、横軸は対数変換した水銀濃度としたものである。

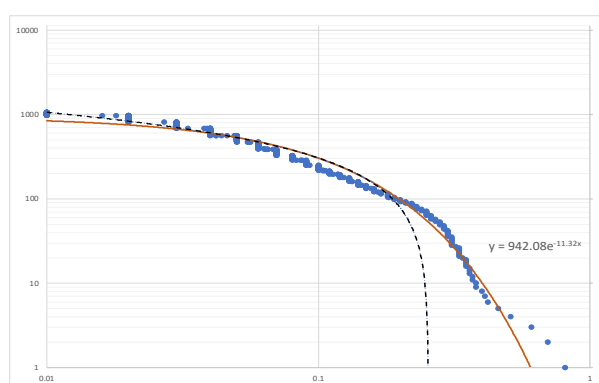


図3 昭和48年八代海魚類水銀値の累積個数分布図

注：両軸とも対数値。傾向線の点線は対数近似、実線は指数近似を示す。

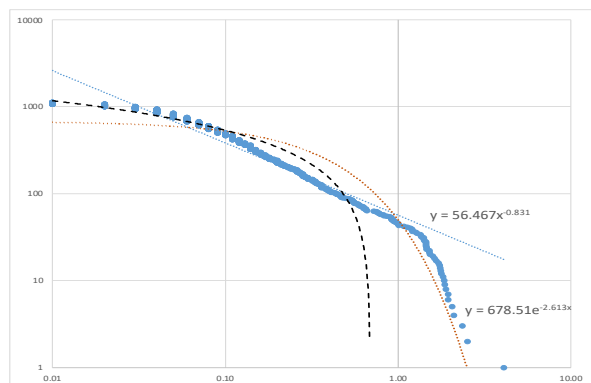


図4 昭和55年八代海魚類水銀値の累積個数分布図

注：両軸とも対数値。傾向線の点線は対数近似、橙の点線は指数近似、緑の点線は累乗近似を示す。

この方法は、大地震の発生や、生物の研究など多様な研究領域で用いられている。一般的に、べき乗関数より、指数関数の方が異常値の頻度が少ない。片対数の場合に線形になるのは、指数関数である。このことから、図3は概ね指数曲線の特性が窺えるが、図3、4は高濃度の魚の存在のため、もっと収束が遅く、裾が広い回帰曲線が当てはめられる。この場合、指数近似ではロングテールが切れてしまい、高濃度の魚をうまく捉えられていない。まだ慎重な検討が必要であるが、低濃度の水俣湾外の部分は指数分布に従い、高濃度の水

俣湾内は対数分布に従う2つの分布が合わさったものと考えたと辻褃があう。

②各海区

海区別の特性を見るため、昭和48年調査から表1、昭和55年調査から表2を作った。表では、水俣市のチッソ工場排水口があった百間港を起点に、そこからの距離順に各調査地点を並べ、その海域で捕獲された魚介類の水銀濃度データに関する基本統計量を示している。全体的な八代海の水銀汚染状況については、昭和44年と55年のデータには既に低い汚染しか見られず大きな変化はない。各地点の魚類の水銀濃度は、正規分布ではなく多少偏りが見られるが、概ね排水口からの距離に反比例して水銀値は減少していることが分る。

図5及び図6は、箱ひげ図により魚介類の水銀曝露の分布を示している¹¹。データを仔細に見ると、昭和48年で尖度を高く引き上げている魚種には、KM-22地点のハモ、KM-20地点のハモがある。昭和55年ではKM-20地点のイシモチ、KM-23地点のカンゾウヒラメ、KM-27地点のイシモチなどごく一部の魚が高い水銀値となっているが（図7、図8参照）、その他の多くの魚種にはそのような高濃度の水銀蓄積は見られない。全魚種別の水銀濃度は別図7のとおりである。

水俣湾内(KM-30地点)については、昭和52年に水俣湾の公害防止工事が着工され漁業は禁止されていたが¹²、昭和55年のデータからも他海域と比較すると未だ高い水銀濃度の魚が生息していたことが分かる（図6右図参照、最小値0.02 ppm、中央値0.36 ppm、最大値4.09 ppm¹³）。魚種別では図7のKM-30地点ように、スズキやカサゴ、イシモチ、クロダイには最高濃度が1 ppmを超えるような個体が水俣湾で捕獲された。

海域ごとの水銀汚染リスク特性は、水銀濃度を使ったクラスター分析から、大枠で(1)水俣湾内、(2)水俣湾に接続する海域（芦北、出水沿岸）、(3)その他、の3つに区分された。

曝露計算に投入する魚の汚染度をどう決めるかによって、シミュレーションによる曝露量は影響を受ける。魚の汚染度といったデータは、ある限定された海域に生息する魚だけではなく、曝露した後に季節的に移動したり回遊したりする魚や、魚の年齢などにより変化する。八代海全域では、既に①で見たように指数関数・対数関数分布が窺われたが、調査海域ごとにも一つの系、特性が見られる。狭域においては、箱ひげ図から分布の幅がある程度具体的に把握できる。海域ごとの曝露リスク評価にあたっては、「中央値」は、適当な代表値であると考ええる。しかしデータの散らばり具合などを勘案して分析するために、「平均値」を用いたほうが便利であることから、本稿の曝露リスク計算には平均値を用いた。八代海における魚介類の汚染度については、統計的に平均値は中央値よりも高い値となる傾向があるものの（図9）、研究目的はリスクの評価であることから低い値へ振れるよりも妥当であると考えた。

「外れ値」がなぜ一部の海域で見られるかについては、いくつかの仮説が考えられる。(1)複雑系のシステムでは、歴史性を背負った因果の積み重ね（乗算過程）が、自己組織的な大きな値を時に創出する。ただこれは大地震の予知のように、確かに起きることは想定できるが、いつ、どこでエネルギーが発散されるかは予想できないようなものである。単純系で考えるなら、(2)高濃度汚染魚が移動・回遊した。(3)肉食性魚に食物連鎖で徐々にメチル水銀が蓄積されていった。(4)例えばイシモチやハモなどのように水銀を蓄積しやすい体質の魚種が生息していた、(5)海流・潮汐などの影響や、例えばKM-27地点のように八幡瀬戸といった東シナ海との出入り口に近い海域に位置し、イラなどの成長した魚が捕獲

されやすい海域であったこと、などが挙げられよう。

しかし昭和40～50年代では、八代海においては高水銀濃度の魚種は、比較的限定されている。八代海に生息する魚種の詳細な生態は今も完全にはわかっていないが¹⁴、エビやカニ、ゴカイなどを食べる食性を持つ肉食性魚であること、水銀を死なずに高濃度まで蓄積できる体質の魚であること、体長が大きく成長していることなどの共通点が見られた。魚種ごとの体長と水銀濃度には正比例の関係が見られ、高濃度の汚染魚は一般的に年齢の高い魚である傾向がある。だが例外的に、高年齢魚でも水銀蓄積が見られない魚種や、法則性のないランダムな蓄積状況を示す魚種などもある。八代海の魚類の多くが、仔魚の時に東シナ海の外海から八代海に入り、一定期間八代海で過ごして成長した後、また外海に出ていく。イワシ類やサバ類やカレイ、タイなどの魚は、五島列島から鹿児島県甬島沖あたりの東シナ海（九州西南海域）で産卵された稚魚たちが、浮遊しながら一部は対馬海流に乗って日本海側へ、他は黒潮に乗って太平洋岸を北上する魚群となる。八代海内の生物量は、それらの一部が八代海を形成する湾内に入り込んだものである。それらの魚達の外海からの出入り口は、長島海峡（八幡瀬戸）や黒之瀬戸であり、有明海へは本渡や三角方面の瀬戸が魚の通り道となっている。つまり外れ値のような高濃度の魚がなぜ少数発生するのかについては、上で述べたように、複雑系、単純系の要因が相互に働いた結果であろうと考える。

この問題については、本稿の最後に、VI補論として魚類の生態と水銀曝露について、現在我々研究班が得た最新の知見を記載する。

表1 昭和48年海域別魚類の水銀濃度の基本統計量

	KM-24	KM-23	KM-25	KG-1	KM-22	KG-2	KM-26	KG-3	KG-4	KM-20	KM-19	KM-18	KG-5	KM-21	KM-27	KM-17	KM-16	KM-13	KM-14	KM-15
百間排水口との距離(m)	2,262	5,328	7,021	10,739	12,808	12,943	15,564	17,954	18,549	19,521	21,593	23,242	23,606	23,719	24,319	30,291	35,053	37,358	46,025	48,686
平均	0.124634	0.157049	0.15098	0.082	0.089672	0.085833	0.058431	0.090667	0.082083	0.094099	0.065918	0.089216	0.08	0.043846	0.126471	0.05	0.045366	0.082072	0.037344	0.042162
標準偏差	0.018008	0.020138	0.017608	0.010546	0.008301	0.009027	0.004423	0.013953	0.012023	0.015991	0.006165	0.011198	0.016224	0.001651	0.014827	0.004703	0.003674	0.007644	0.002725	0.002701
中央値(メジアン)	0.06	0.05	0.12	0.06	0.07	0.09	0.05	0.065	0.065	0.04	0.06	0.06	0.04	0.04	0.08	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03
最頻値(モード)	0.06	0.04	0.02	0.06	0.05	0.09	0.02	0.03	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.04	0.07	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
標準偏差	0.115306	0.157283	0.12575	0.062393	0.064832	0.044224	0.031583	0.076426	0.058901	0.124892	0.043153	0.079971	0.076095	0.011907	0.105883	0.033258	0.033266	0.080534	0.030828	0.028457
分散	0.013295	0.024738	0.015813	0.003893	0.004203	0.001956	0.000997	0.005841	0.003469	0.015598	0.001862	0.006395	0.00579	0.000142	0.011211	0.001106	0.001107	0.006486	0.00095	0.00081
尖度	-0.53071	3.297839	0.037388	2.772424	7.057043	1.131895	-0.91293	0.74987	1.326976	12.67362	-0.82619	2.597458	-0.47893	0.548104	-0.75143	-0.56121	1.280022	1.617624	4.483602	0.620753
密度	1.044481	1.405435	0.906687	1.595657	2.368635	0.886184	0.407621	1.263747	1.22645	3.270637	0.63838	1.652479	0.994297	0.647565	0.80137	0.631031	1.325557	1.52028	1.937964	1.18226
範囲	0.35	0.8	0.5	0.28	0.37	0.18	0.12	0.28	0.23	0.69	0.13	0.34	0.23	0.06	0.32	0.12	0.13	0.34	0.17	0.13
最小	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
最大	0.37	0.81	0.51	0.29	0.38	0.2	0.13	0.29	0.25	0.7	0.15	0.36	0.24	0.08	0.33	0.13	0.14	0.35	0.18	0.14
合計	5.11	9.58	7.7	2.87	5.47	2.06	2.98	2.72	1.97	5.74	3.23	4.55	1.76	2.28	6.45	2.5	3.72	9.11	4.76	4.68
データの個数	41	61	51	35	61	24	51	30	24	61	49	51	22	52	51	50	82	111	128	111
信頼度(95.0%)(95.0%)	0.036395	0.040282	0.035368	0.021433	0.016604	0.018674	0.008883	0.028538	0.024872	0.031986	0.012395	0.022492	0.033736	0.003315	0.029778	0.009452	0.007309	0.015148	0.005392	0.005363

注：熊本県(KM) n=1,011、鹿児島県(KG) n=135。調査海域は、水俣市百間港からの距離順に左から並んでいる。

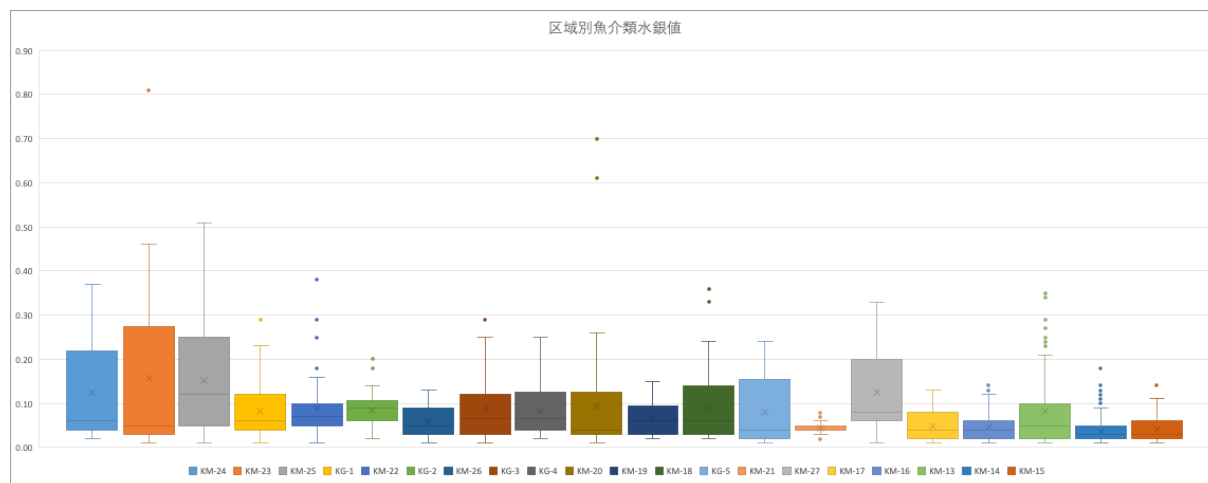


図5 昭和48年度魚類の水銀濃度の箱ひげ図

表 2 昭和55年海域別魚類の水銀濃度の基本統計量

	KM-30	KM-24	KM-23	KM-25	KM-22	KM-26	KM-20	KM-18	KM-21	KM-27	KM-16	KM-13	KM-15
百間排水口との距離(m)	0	2,262	5,328	7,021	12,808	15,564	19,521	23,242	23,719	24,319	35,053	37,358	48,686
平均	0.61355	0.175167	0.1272	0.10125	0.133375	0.093125	0.096125	0.081316	0.090125	0.086986	0.075397	0.063333	0.042368
標準誤差	0.044296	0.016402	0.012711	0.009358	0.011078	0.007214	0.009929	0.006645	0.007907	0.011624	0.010139	0.004554	0.003802
中央値 (メジアン)	0.36	0.14	0.085	0.07	0.11	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.04	0.06	0.03
最頻値 (モード)	0.08	0.05	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.02	0.07	0.05	0.01	0.07	0.03
標準偏差	0.62644	0.127046	0.127105	0.083702	0.099084	0.064525	0.088811	0.057927	0.07072	0.099313	0.080479	0.038639	0.033141
分散	0.392427	0.016141	0.016156	0.007006	0.009818	0.004164	0.007887	0.003356	0.005001	0.009863	0.006477	0.001493	0.001098
尖度	4.272331	1.912703	9.377723	2.955494	5.015087	5.595155	10.94412	5.974719	4.614322	9.0545	0.478331	0.546206	1.946777
歪度	1.724924	1.328367	2.519099	1.835745	1.993235	1.922046	2.896879	1.723753	2.045279	2.929413	1.284006	0.738165	1.519775
範囲	4.07	0.58	0.81	0.37	0.53	0.36	0.54	0.35	0.34	0.55	0.29	0.17	0.14
最小	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
最大	4.09	0.6	0.82	0.4	0.56	0.38	0.56	0.36	0.35	0.56	0.3	0.18	0.15
合計	122.71	10.51	12.72	8.1	10.67	7.45	7.69	6.18	7.21	6.35	4.75	4.56	3.22
データの個数	200	60	100	80	80	80	80	76	80	73	63	72	76
信頼度(95.0%)(95.0%)	0.08735	0.032819	0.02522	0.018627	0.02205	0.014359	0.019764	0.013237	0.015738	0.023171	0.020268	0.00908	0.007573

注：八代海 n=1,120。水俣湾n=200。

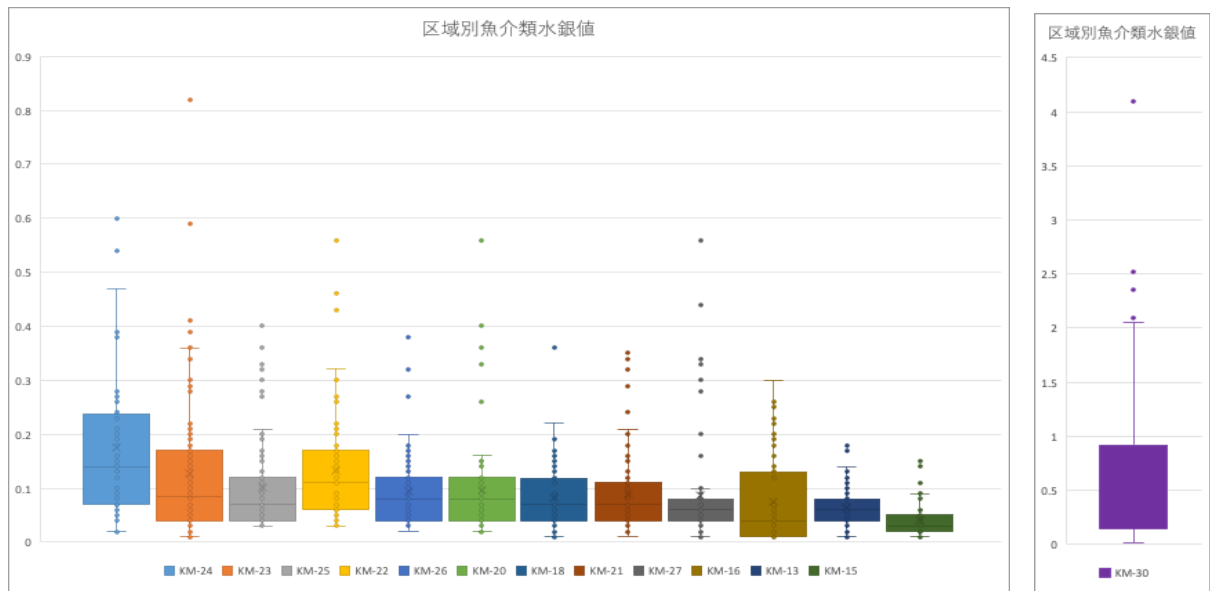


図6 昭和55年度魚類の水銀濃度の箱ひげ図

注：左図が八代海の各海域、右図（KM-30）は水俣湾内の魚の水銀値分布図。

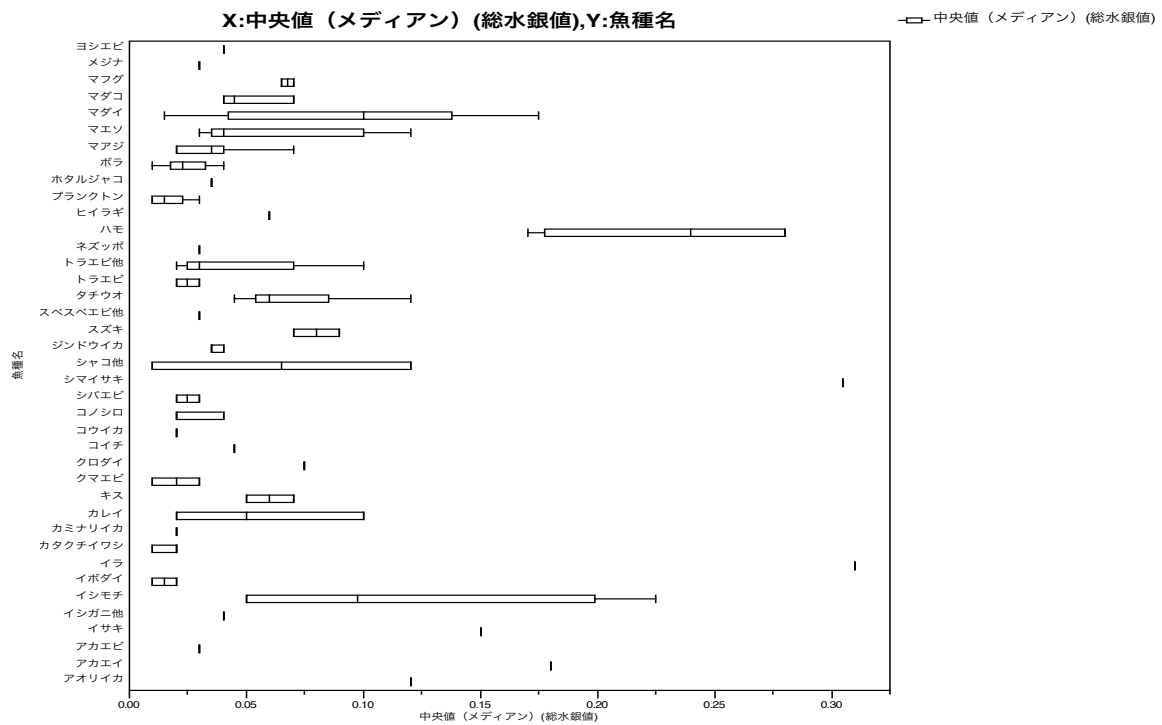


図7 昭和48年八代海魚類の魚種別水銀濃度分布図

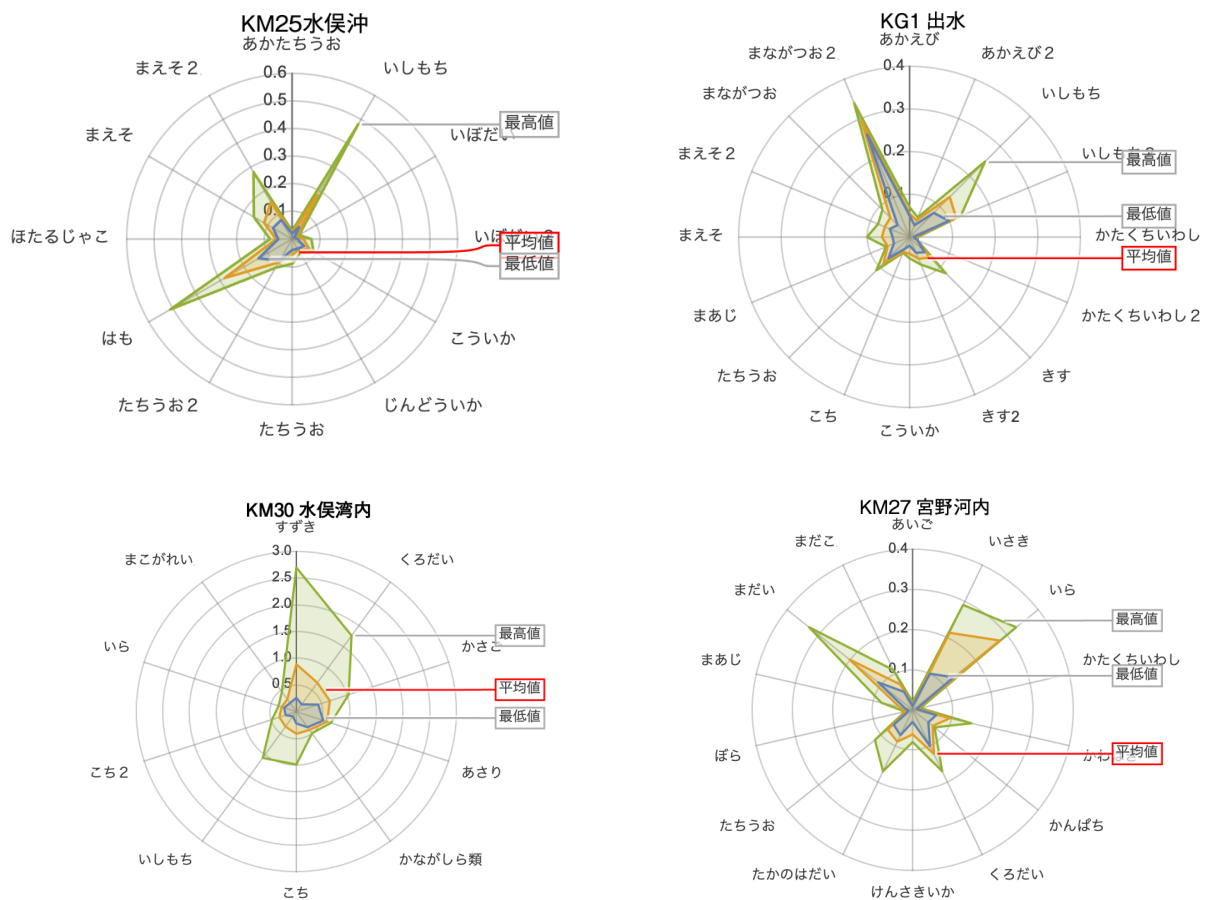


図8 海区の魚種別水銀値の例

注：昭和48年のデータ。

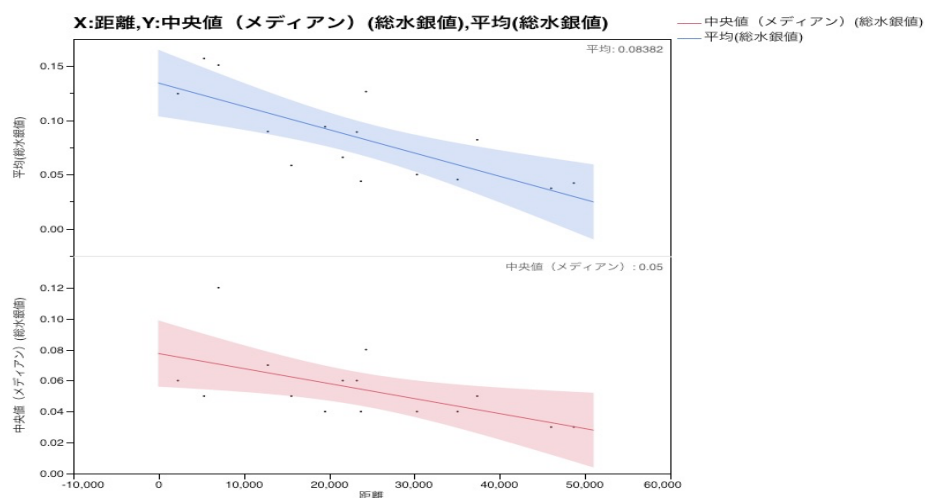


図9 魚類水銀値の平均と中央値の分布と距離の関係（昭和48年）

（３） 個人差のある曝露リスクを推計する際の課題

メチル水銀曝露を議論する際に、魚の汚染度は欠かすことのできない情報であるが、併せてヒトがどれほど魚介類を摂取したかが具体的な分析において重要な独立変数となる。摂食量については、１日に食べる量と、魚食の頻度（週）が関係する。食事で摂食した量については「毎日たくさん食べた」といった定性的な話が多く聞かれる。正確に曝露量を推計するためには、厚労省が行う国民栄養調査を参考にすることもできるが、世帯や個人の属性により大きな差がある。本稿が目指す地域別の曝露リスク評価については、八代海の漁家はもっと多く食べていたといった主張もあることから、地域特性を勘案して、二塚信らが昭和52年に熊本県葦北郡津奈木町の漁師の家で行った、食事の秤量調査が学術的に最も信頼性が高いと考えた¹⁵。一般的には以下のように、１日あたりで、漁家の主人が一番多く魚を食べる。妻はその半分程度。内陸部の農家は漁家の３～４分の１程度、都市の労働者はさらに少ない傾向があった。HACCP評価においては、この値を地域別・属性別で使い分けることになる。

なお、当時の熊本県で行われた国民栄養調査による魚介類の摂取状況は、図10のとおり100g程度である。昭和30～40年代には、水俣病の発生により、八代海沿岸地域では魚食離れが起きていることが見てとれる。

八代海沿岸漁家	男性	396.1 ± 118.1 g
	女性	164.3 ± 97.4 g
有明海沿岸非漁家	男性	179 ± 164 g
	女性	119 ± 101 g
内陸部平野農家	男性	109 ± 54 g
	女性	93 ± 48 g
都市部常用勤労者	男性	96 ± 83 g
	女性	55 ± 23 g

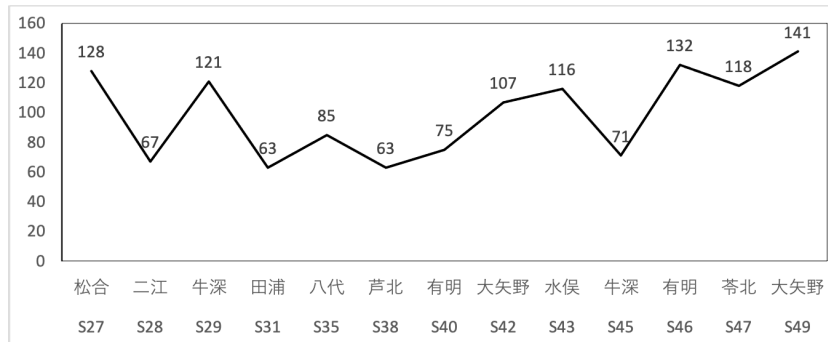


図10 熊本県の国民栄養調査結果

注 単位：g。厚生省調べ。

摂食頻度は、漁家は毎日3食、魚を食べるのは普通であるが、内陸農村部では魚は現金もしくは物々交換でしか入手できないもので、裕福な家で週に2～3回、貧しい家では週に1回、もしくはほとんど魚は食べないという暮らしが、昭和30～40年代では一般的であった（令和2年度研究報告）。つまり居住地域が漁村か、農村か、山村か、都市か、また職業が漁師か、農家か、勤労者なのかなどの違いにより、魚の入手経路と摂食量・頻度が大きく異なる。また男女差や、個人の魚への好みの差も大きい。これまでの研究報告では、八代海沿岸および内陸部の各地（64ヶ所）で聞き取り調査を行なって、質的であるが大まかな魚食量の傾向を掴み報告してきた。この論文では、地域別の曝露リスクを数量的に評価する観点で、条件設定を漁家に限って、毎日3食魚を食べる、その量は男性であれば396.1g/日などいくつかの摂食量を例示、魚の汚染度は当該地域の最寄りの地先漁業海域の魚の水銀濃度の平均値と、95%信頼区間の上限値、および出漁先と地先海域の混合モデルの3種類を用いて、WHOの基準で曝露量を計算した。体重の軽い者、たとえば女性は同じ量の魚を食べても、水銀蓄積の度合いが高くなる傾向がある（「別図1-1から5-2」のHACCP評価表右下に、体重別の毛髪水銀血のシミュレーション結果を掲載している）。

ところで昭和30代の熊本県・鹿児島県のメチル水銀中毒事例においては、当時は水銀分析技術も十分に発達しておらず、住民や患者の毛髪水銀検査についても限られたデータしか残されていない。しかし水俣から10年後に起きた新潟水俣病では、水俣での経験を活かした椿忠雄新潟大教授たちの尽力により、毛髪についてもその成長速度に合わせて髪を年月区分して分析を行い、時間を遡って曝露した状況が記録された。このような毛髪データから、シミュレーションにより過去の魚介類の摂食量を推計することが可能となり、患者がいつ曝露リスクに晒されたのかが解明できる。具体的には図11のように、手書きの報告書の図をデジタイザーで電子化し、補正を加えてプロッターで2次元の情報に変換する。それに想定された川魚の汚染度や生活歴の情報を用いて、2次元情報で描かれた線形になるように曝露推計モデルを走らせて、摂食量をシミュレートする。八代海でおきた水俣病では摂食量を推計する手法として、もはやこのようなデータを活用することはできそうにないが、他にも過去のデータから分析を進展できる可能性がないか考えていく価値があると思う。

毛髪メチル水銀曝露推計グラフ No.1

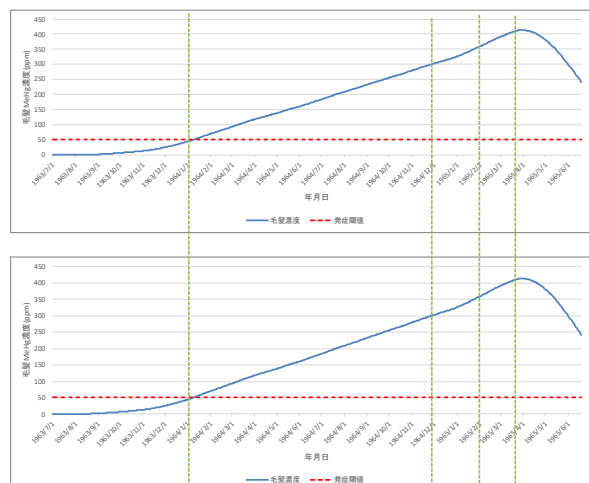
- (1) 体重 kg
 (2) 摂取頻度
 (3) 計算開始 年月日

(4) 摂取量と魚介類MeHg濃度

月 (年/月)	日数(日数)	摂取量(g)	魚介類MeHg濃度(ppm)
1	1~30	50	0.4
2	31~60	50	0.4
3	61~90	50	0.4
4	91~120	200	0.4
5	121~150	200	0.4
6	151~180	200	0.4
7	181~210	300	0.4
8	211~240	300	0.4
9	241~270	300	0.4
10	271~300	450	0.4
11	301~330	450	0.4
12	331~360	450	0.4
13	361~390	500	0.4
14	391~420	500	0.4
15	421~450	500	0.4
16	451~480	700	0.4
17	481~510	700	0.4
18	511~540	800	0.4
19	541~570	800	0.4
20	571~600	700	0.4
21	601~630	0	0.4
22	631~660	0	0.4
23	661~690	0	0.4
24	691~720	0	0.4

グラフ表示 グラフ削除

毛髪検査1回目で46ppmと高いので、
グラフの計算開始日を半年前にした。



水俣病(85例・水俣)

月	年/月	日数	毛髪水銀(ppm)
1	1984/1/1	185	46.697
2	1984/1/31	215	51.68
3	1984/3/1	245	56.309
4	1984/4/1	276	64.293
5	1984/5/1	306	77.527
6	1984/5/31	336	93.465
7	1984/7/1	367	110.122
8	1984/7/31	397	128.716
9	1984/8/30	427	151.615
10	1984/9/30	458	184.256
11	1984/10/30	488	232.827
12	1984/11/30	519	297.917
13	1984/12/22	541	357.54
14	1984/12/31	550	366.339
15	1985/1/29	579	395.692
16	1985/2/28	609	424.464
17	1985/3/19	629	446.291
18	1985/3/31	640	461.612
19	1985/4/30	670	518.067
20	1985/5/31	701	548.757
21	1985/6/22	723	570.379

左の「計算開始年月日」からの日数

図11 新潟水俣病患者の毛髪水銀値から汚染魚の摂食状況を推計

注：元データは厚生労働省の新潟水俣中毒事件特別研究報告書（昭和42年）に掲載されたある患者（患者2）の毛髪水銀値。左図は魚の水銀値設定、中央上図は元データ、下図はシミュレーションデータのプロット、右図は魚介類摂食量入力画面である。

（4）魚介類から見るリスクの時間的・空間的变化

①昭和48年、55年

魚介類の曝露量をチッソ工場排水口からの距離別に整理すると、昭和48年及び55年には図12にみられるように距離減衰の傾向が窺われる。傾向線の傾きは、 $-0.02 \sim -0.03$ 程度であった。昭和48年の八代海域全体の平均値は、次のとおりである。

最低値 0.01 ppm 平均値 0.077 ppm 最大値 0.81 ppm

1,059サンプルのうち0.4 ppmを超えた水銀値の魚は10.6%であった。昭和55年では1,120サンプルのうち、11.2%である。これは総水銀値であるが、メチル水銀にはチッソ工場排水由来のもの、自然界由来のものの両方が合わさっての数字である。

水俣湾を除く海域では、KM-23（水俣湾の外側）が一番高く、最低0.01 ppm、平均0.157 ppm、最大0.81 ppmである。この地点の魚を、もしヒトが食べたとした場合のメチル水銀曝露推計をしてみると、図13のとおりである。仮に最大のリスクを想定して、当時の男性平均の体重55kgの人が、最大濃度の魚である0.81ppmの魚を、396.1g、毎日食べ続けたとすると、毛髪水銀値は220日目で50 ppmを超える。もしも魚介類摂食量を最大の514.2 g毎日摂ったとすると、166日で毛髪水銀値は50 ppmに達すると推計される。体重45 gの女性であったとすれば、50 ppmまで曝露することはない。しかしながら、現実的には、その海域の最高濃度の魚（この事例ではハモ [体長101 cm、2,350 g]）を、毎日連続で200日近く食べ続けるということは、想定しがたいものである。ハモ漁は、関西で高級なハモを関西方面へ出荷するために獲られるもので、日常的に自家消費する魚種ではない。鮮魚出荷以外には、ハモは「板付き」と呼ばれる練り物の加工品材料に使われた。

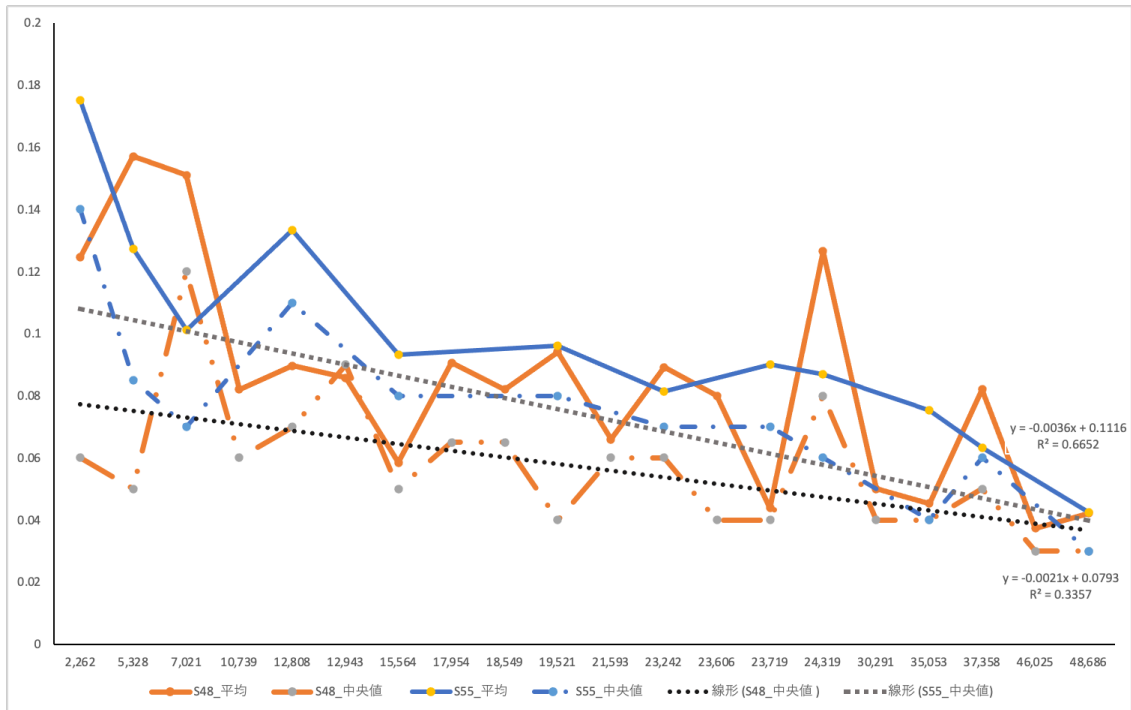
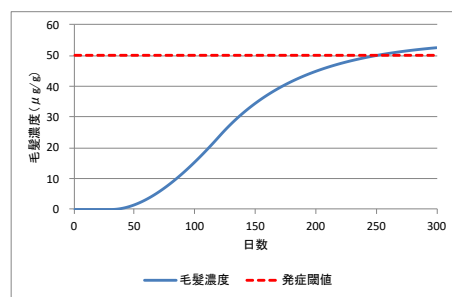
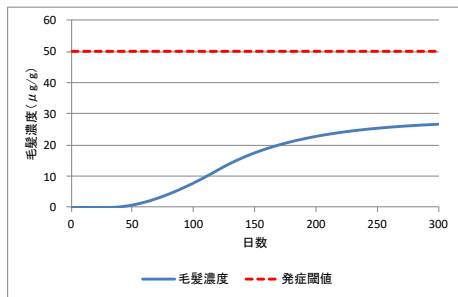


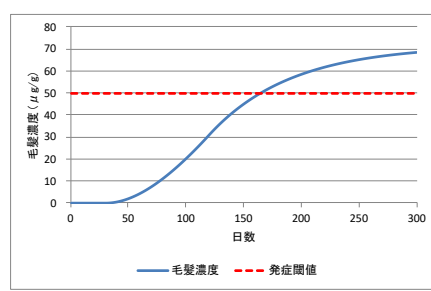
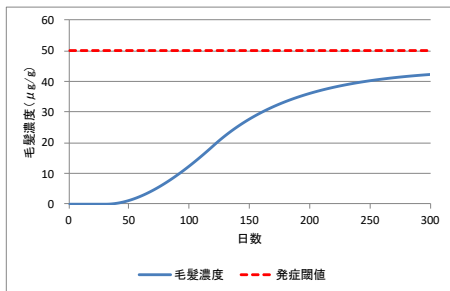
図12 距離別の魚介類の水銀値図

注：データは昭和48年と55年のもの。縦軸は総水銀値(ppm)、横軸は水俣からの距離(m)を示す。折れ線グラフは、中央値と平均値の変化の傾向を示し、点線は近似直線を示している。KM-30の水俣湾は距離0 mで、レベルの違う高汚染海域であるため、このグラフには含まれていない。



45kg, 0.81ppm, 164.3g/日

55kg, 0.81ppm, 396.1g/日



45kg, 0.81ppm, 261.7g/日

55kg, 0.81ppm, 514.2g/日

図13 昭和48年水俣湾の沖（KM-23）で捕獲された高汚染魚を摂食し続けた場合の曝露リスク推計

②昭和35年-49年

さらに時代を遡った曝露リスクについては、魚介類中の水銀濃度データの存在が極めて限られている。藤木素士の先行研究では、平成30年研究報告書の図10で報告したように、表2のデータを用いて、昭和35年、39年、46年、49年について、水俣から8キロ程度までの魚介類を分析した。昭和39年には4 kmあたりで魚介類の水銀濃度は危険とされる0.4 ppm以下となる。傾向線は同様に、-0.023の傾きで、距離が離れるに従って低減していく。

表2 昭和35年から昭和49年までの八代海南部の魚介類中総水銀濃度の推移

地点		1960年 ¹⁾			1961年 ²⁾			1963年 ³⁾			1964年 ³⁾			1971年 ⁴⁾			1974年 ⁵⁾		
		魚種数	検体数	平均値	魚種数	検体数	平均値	魚種数	検体数	平均値	魚種数	検体数	平均値	魚種数	検体数	平均値	魚種数	検体数	平均値
水俣湾内側	KM30	3	4	6.3	4	4	12.75	6	6	2.85	18	69	0.82	7	10	0.565	22	214	0.253
水俣湾外側	KM24	5	5	15.8										5	15	0.25	10	111	0.166
津奈木	KM23	2	4	4.4							8	11	0.59				9	130	0.129
湯の浦		1	4	0.2															
計石・佐敷	KM22	2	2	8.3							4	6	0.25				11	138	0.096
田浦	KM21	1	1	3.4							6	9	0.66				8	120	0.045
八代	KM16	1	2	0.06							1	1	0.1	3	4	0.019	8	100	0.049
下大戸崎	KM13										2	2	0.6				8	118	0.077
姫の浦	KM17										6	10	0.33				8	130	0.064
高戸	KM20										5	18	0.2				12	140	0.107
磯の島		2	4	3.5															
薫口崎	KM19										2	2	0.3				11	133	0.068
御所浦南	KM26										8	10	0.24	5	5	0.052	10	120	0.079
倉岳	KM18													5	5	0.172	10	130	0.065
牛深	KM28													8	9	0.102	11	140	0.054
米ノ津	KG01										5	6	0.15				9	131	0.07
串崎	KG04																7	100	0.103
赤崎	KG03										11	15	0.41				9	106	0.054

(注) 1) 喜田村ら：熊本医学会誌. 34(補3)：598. 1960. 2) 入鹿山ら：日本公衛. 19(1)：27. 1972. 3) 水俣病に関する水産の調査研究：西海区水産研究所. 1964. 4) 藤木ら：熊本医学会誌. 48(2)：107. 1974. 5) 有明・八代海産魚介類の重金属（特に水銀）蓄積に関する実態とその解析：西海区水産研究所ほか：1974.

③昭和34年

それ以前の昭和35年頃については、入鹿山熊大教授の「水俣湾およびその周辺の魚類中水銀調査」（昭和35年、36年）や、喜田村ら（昭和34年）¹⁶⁾、旧西海区水産研究所の江平重男の調査研究などがある（表3）¹⁷⁾。

江平は、昭和35年～36年に3回にわたって八代海の広い範囲と水俣湾の貝類、魚類、エビ類の水銀含有量を調べた。その結果は後で見るように、昭和34年の喜田村らの魚類の水銀汚染魚よりも若干下がっている。

喜田村らの昭和34年調査データを、昭和48年の水産庁の調査海域と合わせて、水俣からの距離別の魚類水銀値の分布としたものが図14である。海区别の魚類の平均値で見ると、津奈木(KM-23)は2.0 ppm、水俣湾の外縁部(KM-24地点)は1.9 ppmと高濃度の魚がいた。だが距離が離れるごとに徐々に水銀値は減少傾向を示して、芦北(KM-22地点)では0.42 ppm、田浦(KM-21地点)で0.12 ppmとなる。しかしながら鹿児島県旧東町近くのKG-3地点では、調査捕獲された一匹のイシモチが23.68 ppmであったため、平均を大きく引き上げている。八代海のイシモチは、平均6.35 ppm、中央値1.27 ppm、最小値0.26 ppmである。このような極端に外れ値を示す魚の存在は、例外や測定ミスなどの外れ値として棄却対象データなのか、或いは発症を導いた必須のデータなのか慎重な検討が必要である。このイシモチは

外れ値であると思われるが、喜田村が除外していないので本稿ではそのまま分析している。
だが、仮にKG-3を外して、八代海全体の魚の汚染状況を概観すると、

$$y = -0.3121x + 2.1576 \quad (r^2=0.7928)$$

と距離減衰の傾向を示している。傾向線の傾きは昭和48年、55年とほぼ同じである。魚種別の総水銀値は表4のとおりであり、赤色は0.4 ppmを超えていた魚種を示している。

表3 八代海における各種生物の水銀含有量

	八代海	水俣湾
貝類	0.3 ppm	2.9 ppm
魚類	0.5 ppm	1.4 ppm
エビ類	0.3 ppm	－

注：ジチゾン法。

出典：西海区水産研究所。昭和35年、36年。

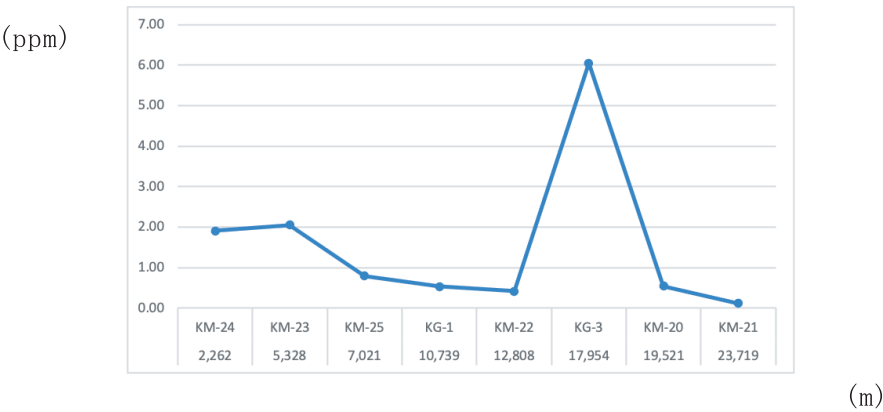


図14 昭和34年八代海における魚介類の距離別水銀濃度

注：データは喜田村らの昭和34年調査データから、昭和48年調査海域と同じ海域のものを抽出して分析した。N=103。元データは乾質量で測定されていたので、湿重量に変換した（乾燥重量の総水銀値を2.5分の1にする）。

表4 昭和34年八代海における魚介類の魚種別水銀濃度

魚種	平均 ppm	中央値 ppm	最小濃度	最大濃度
イシモチ	6.35	1.27	0.26	23.68
テンジクダイ	0.73	0.46	0.01	2.40
ロモ(ハモ)	1.56	0.58	0.48	4.80
マエソ	3.91	4.56	0.77	6.40
トラギス	2.29	1.68	0.99	4.20
トビナウシノシタ	0.89	0.81	0.00	1.90
シバガレイ	0.65	0.64	0.00	1.56
イトヒサ(キ)ハゼ	0.39	0.18	0.02	1.06
アイノハゼ	0.58	0.67	0.02	0.98
コウイカ	1.92	1.92	1.03	2.82
スルメイカ	0.22	0.10	0.00	0.55
クマエビ	0.34	0.15	0.06	1.10
アカエビ	0.24	0.17	0.00	1.06
ミズイカ	2.51	2.51	2.51	2.51
ヨシエビ	0.10	0.10	0.10	0.10
クルマエビ	0.36	0.36	0.36	0.36
タイワンガザミ	2.91	2.91	2.91	2.91
トゲジャコ	2.42	2.42	2.42	2.42
全体平均	1.58	1.19	0.66	3.38

注：元データは乾質量で測定されていたので、湿重量に変換した。左表のヒートマップの赤色は0.4 ppm以上の値である。右図は魚の総水銀濃度を最低値から平均値までをオレンジ、平均値以上から最大値までをブルーで示している。色の境目が平均値である。

筆者の考えでは、(1)汚染魚が優勢なエリア、(2)正常な魚と汚染魚が混じり合うエリア¹⁸、(3)正常な魚が優勢なエリアの3つに分けられる。そしてそれらの範囲は、メチル水銀の排出が止まったあとは、(1)(2)のエリアから急速に汚染魚が減少していったのではないかとデータから推測する。水俣湾で、えら呼吸や餌からメチル水銀を体内に取り込んだ魚介類は、定着性の魚介類以外にも、餌を追って、産卵のため、季節ごとに、塩分濃度や水温の変化で、あるいは潮流とともに他海域へ移動・回遊していくものもいた¹⁹。高濃度の魚介類が遠方で捕獲されたことは、水俣湾から広域に魚が移動した状況として昭和34年代の曝露状況から窺うことができる。その実態については、山中 進による平成30年研究報告書の図14「比較的高いHgが測定された場所」、及び図15「魚介類の採取地点におけるHg含有量の魚介類測定数（実数）」で報告している。

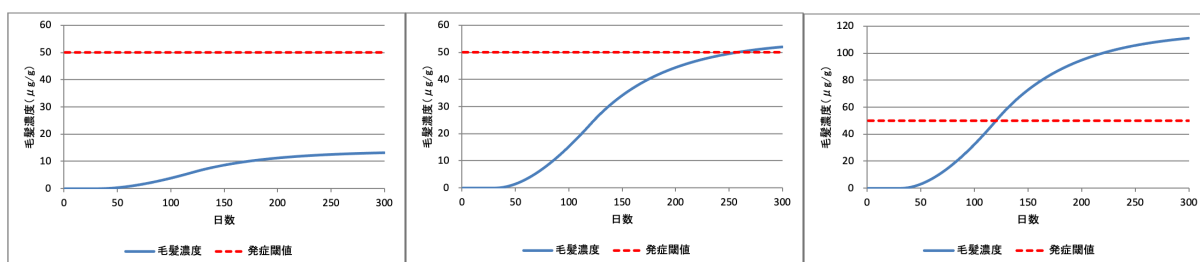
他方で、八代海の多くの魚種は東シナ海から入ってくる魚で補充されており、それらを獲る漁業として水産業が成り立っている。このため常時、汚染されていない正常な魚が、八幡瀬戸や黒之瀬戸を通して八代海に入ってきている。外海からの魚類の回遊ルートについては、黒潮の流れや冷水塊域の発生など海洋レベルの年次変動も大きく不明なことも多いが、昭和34年から38年の八代海の漁業は大きな不振の時代であった（別図9）。八代海内の魚の遊動については、平成31年度報告でマルチエージェント・シミュレーションによる、カタクチイワシと捕食者であるタチウオの回遊と曝露のシミュレーションモデルを報告したところである。

念の為、昭和34年の魚類の平均値や最大値で、八代海沿岸地域の漁家の摂食状況に当てはめてHACCP評価を試みると、図15のようになる。当時の女性相当の体重45kgの人では、魚の総水銀値が0.4 ppmの場合、164.1gの魚介類を毎日食べ続けても毛髪水銀値が50 ppmに達することはない。しかし1.58 ppmの場合、毎日164.3 g継続してこの汚染濃度の魚を食べ続けたら、毛髪水銀値は259日で50 ppmに達する。3.38 ppmの場合、164.3 g毎日食べ続けたら、毛髪水銀値は121日で50 ppmに達する。

同様に男性相当の体重55kgの人では、魚の総水銀値が0.4 ppmの場合は、396.1gの魚介類を毎日食べ続けても毛髪水銀値が50 ppmに達することはない。しかし1.58 ppmの場合には、毎日396.1 g食べ続けたら、毛髪水銀値は125日で50 ppmに達する。3.38 ppmの場合、毎日396.1 g食べ続けたら、毛髪水銀値は91日で50 ppmに達する。この推計は、100～200日間、継続して、一定レベルの汚染魚を摂食しつづけることが前提である。

昭和34年当時には、水俣湾内はもちろんのこと、水俣からおよそ10km離れたKM-22地点あたりまでは危険な魚が生息していた可能性があり、それより遠方では環境省の0.4ppmの暫定的基準値以下になっていたと思われる²⁰。つまりこの当時は、それぞれの漁師がどのような魚を、何処で獲っていたのかによって、どのような曝露リスクに晒されたのかが変わっていたことを物語っている。

(女性相当の体重の場合)

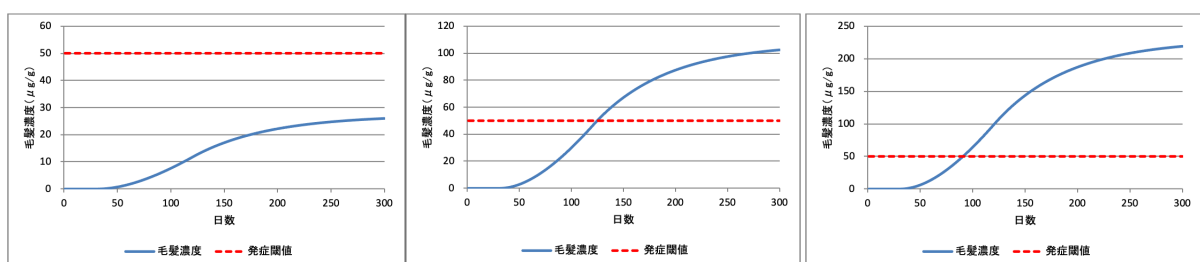


45kg, 0.4ppm, 164.3g/日

45kg, 1.58ppm, 164.3g/日
(平均値)

45kg, 3.38ppm, 164.3g/日
(最大値)

(男性相当の体重の場合)



55kg, 0.4ppm, 396.1g/日

55kg, 1.58ppm, 396.1g/日
(平均値)

55kg, 3.38ppm, 396.1g/日
(最大値)

図15 昭和34年の魚類を毎日摂食した場合の曝露リスク推計

注：横軸は日数、縦軸は毛髪水銀値。上段の図は女性を、下段は男性を想定した体重で計算している。図の数字は、体重、摂食した魚介類の総水銀値、摂食量を示している。

以上のような調査データからの知見を理論的にも確認してみよう。物質の拡散に関する理論モデル(Fickの第1方程式)では、溶質は化学ポテンシャルの高い方から低い方へ流れる傾向がある。濃度勾配の微分方程式に藤木のデータを投入して解くと、図16のように時代別の距離減衰に同様の傾向が認められる。

これまでの研究から、水俣湾から拡がった水銀汚染により曝露した魚介類は、昭和30年代初頭は数ppmから10 ppmを超えるほどに高濃度に汚染された魚が5～6 kmの範囲に生息していた。当時は、中毒により浮いたり斃死したりする魚もたくさん見られた。また汚染した回遊魚が広域に展開していった。しかし昭和39年には状況は大きく変化し、一番汚染された魚でも水俣湾外では0.6 ppm程度以下にまで減少した。

「海は繋がっている、八代海一円が汚染されている」という言説があるが、「いつの、どこの曝露リスクを語っているのか」を詳細に論じるためには、空間(距離減衰)と時間の変化を加味した考察が、八代海における汚染魚による曝露リスクを把握するために必要であると考えられる。

濃度分布の微分方程式

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dN}{dr} \right) = 0$$

空間的境界 $r = r_1, r_2$

濃度値 N_1, N_2

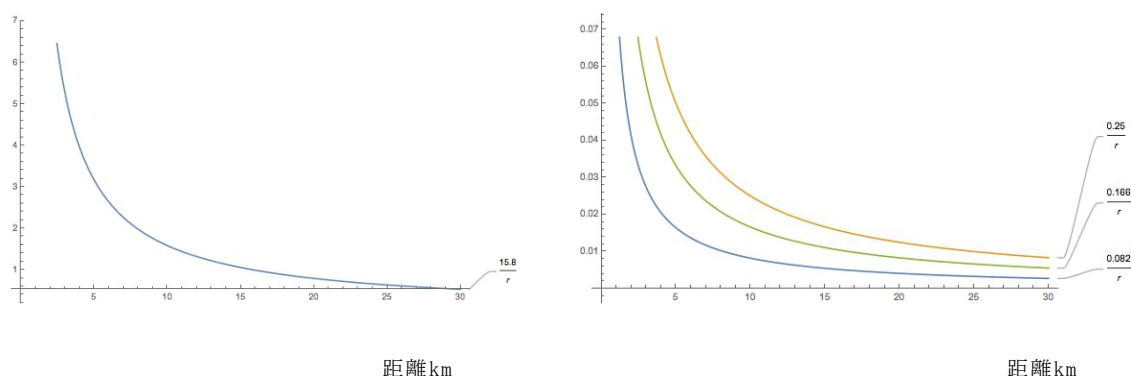


図16 水銀の3次元空間における拡散状況のモデル

注：左図は1960年、右図は1964年、1971年、1974年のメチル水銀の拡散状況図。

縦軸はppm、横軸は距離km。

なぜ昭和39年以降、魚介類の汚染状況が改善の方向へ変化してきたのかについては、チッソ工場からのメチル水銀の流入が変化したことに加えて、八代海のカタクチイワシやアジやタイといった魚は基本的に仔魚の時に外海から入ってきて成長し、また外海に出ていくという特性と関係している。八代海の漁業の特徴は、毎年、水産資源を取り尽くすような漁をおこなってきた。それでも翌年は東シナ海から新たな魚が入ってくるという恵まれた湾であったことである。また海水自体も、八代海は全国でも大きな潮汐や、球磨川からの大量の河川水の流入があり、八代海（湾）の水は数ヶ月で入れ替わるほどの大きな影響を受けていることも、その理由の一つである。

逆に、それにもかかわらずメチル水銀が八代海に長年、一定量この海域に温存されてきたのかへの答えは、海底の水銀化合物が酸化や還元、メチル化などで変化して、汚染が今も発生しているということではない。水俣湾周辺に堆積している硫化第二水銀については、水銀原子と硫黄原子との化学結合が極めて強く、化学的に安定的で他の化学形態に変わりにくいと考えられている²¹。八代海の魚介類が持っているメチル水銀は、水俣湾に生息した魚のメチル水銀曝露に始まり、食物連鎖と生物濃縮機能により、プランクトンや魚から他の魚へと魚体を通して温存され伝達されてきたものである。汚染魚が斃死しても、その体は物質に分解され、メチル水銀はまたベントスやプランクトンに移転し、新たな生物に保存されていった。時の経過とともに、それらの魚は外界に出ていたり、毎年の漁で捕獲され海から引き上げられたりしてきたことで、徐々に八代海に流されたメチル水銀の残存量は減少をしてきたと考える。

V 結論

HACCP手法によるメチル水銀曝露リスク評価については、曝露リスクを過小評価しないようにするため敢えて高めの水銀値を用いた。分析の結果、昭和48年、55年の八代海の魚介類の状況からは、一般的に人の健康を害するようなメチル水銀曝露は起きなかったこと

が分かった。しかし昭和34年では、水俣、津奈木近海の魚類の水銀濃度は、漁家のようにこの近海の魚を毎日大量に摂取した場合は、健康被害を生じる可能性があることも分かった。

どのような場合に、危険な魚食の暮らしとなったのかについては、それぞれの地域でもっぱら摂取された魚種、摂取量、摂取頻度の変数を条件設定して判定する必要がある。漁業は季節性があり、漁場は魚の移動に合わせて動くことや、操業日数は、魚の群れの移動時期や、天候や、月齢や、漁法により違いがあること、商品である漁獲物をどれほど自家消費するかなども勘案しなければならない。本稿で示した曝露リスクの推計は、変数に平均値を用いたが、汚染度の高い／低い魚の個体ごとに異なる。現実の推計においては中央値の方が、平均値や最大値よりも現実に近いのではないかと考える。このことから単純に数百日間、同じ汚染度の魚を食べたという条件設定は、現実的には考えにくい状況である。すなわち実際の曝露リスクはもっと低かった可能性もあるが、高濃度の汚染魚の存在から引き起こされる可能性を最大限に見積もることが、たとえ過大な推計となっても社会的に妥当な検証になると考え、最大の可能性について論じた。

水俣病問題は、何が水俣病なのか、だれが被害者なのかをめぐる長い論争が続いてきた。医学的な症状だけではなく、歴史的・社会的・経済的に阻害されてきたとされる人権問題、公害を引き起こした近代文明への告発と、広範な論点が半世紀以上語られつづけている。ときには、科学的な知見への信頼が揺らぐような議論も見られる。このような状況下で、共に未来を紡ぎだそうとするのであれば、現象学が教えるように、われわれが合意できる共通認識・世界像の「確信条件」となる輪郭をまず取り出し、そこから主張や立場の違いを整理しつつ「信憑構造」として認識を捉えようとする姿勢が、対立構図を解く唯一の方法である²²。

本稿が提案しているHACCP手法のもつ優位性は、投入した独立変数とリスク計算法を明示している点である。もし将来の研究で、魚介類の汚染状況が本論文の記述と異なることがわかれば、その数値を置き換えて計算しなおし、再評価することが容易にできる。あるいは個人の摂食量について異なる主張があれば、それに基づいて推計することも可能である。つまり、どのような条件に基づいて結論を導き出しているのかが明らかにされていることから、将来の研究成果による新しい知見や議論を入れて、推計内容をアップデートできる。曝露について、どこまで合意できているのか、どこが異なる意見なのかを明らかにできる点が有用である。

だがこれまで見てきたように、昭和48年以前については詳細な魚の曝露調査データが少なく、個々の先行研究の成果を引用して分析を試みざるを得なかった。水俣湾内の水質や魚介類の汚染状況については、水俣病問題が起きた直後から注目され、継続的に調査し検査データも集められてきたが、八代海全域になると調査地点が不明であったり、魚種が限定されていたりと研究究明に困難性がある。とは言え、さらなるデータの発掘や科学論文からのデータ抽出などにより、霧の中に霞む過去の姿をもうすこし明瞭に理解できる可能性は残されていると思う。今後の水産、流通、摂食に関する研究の進展を期待したい。

まだ残された課題として、チッソ工場の生産量と排水処理の関係から、メチル水銀の排出量は年次毎にどのように変化したのかについては正確な状況がわかっていない。発症と魚食との関係をさらに解明するためには、魚介類の曝露の時期とその深刻度に深く関わるこのような研究が今後待たれる。

この後、本論で十分に議論が展開できなかった以下の2点について、補論という形で研究

結果を報告する。

- (1) 魚類の生態と水銀曝露について一魚介類に稀にみられる「外れ値」について
- (2) 鹿児島県出水市桂島に関する藤井論文（昭和52年）の追試結果について。

最後に、この研究の推進にあたり、多方面の学問分野の知見の紹介、アイデアの提案、ご助言をいただいた研究分担者、研究協力者の先生方、そして快く聞き取り調査に応じてくださった熊本県及び鹿児島県の住民の方々、資料提供にご協力をいただいた関係行政機関に、心より感謝申し上げます。

VI 補論

1 魚類の生態と水銀曝露について一魚介類に稀にみられる「外れ値」について^{2,3}

メチル水銀曝露リスクの計算にあたって、魚介類水銀値に稀にみられる「外れ値」については、既に本論で述べたように、例外や測定ミスなどとして棄却するデータなのか、或いは発症を導いた必須のデータなのかという、異なった捉え方ができる。それで、今後の「外れ値」の検討に資するため、幾つかの問題点について関連資料に基づき知見を整理した。

(1) 「外れ値」とは何か

メチル水銀曝露リスクの計算にあたって問題となる「外れ値」とは、主に①平均的な水銀値からかけ離れ、かつ、水俣病発症に影響する高濃度値、②水銀がチッソ工場から直接排出された水俣湾や水俣川河口から距離的に離れた場所での異常な高濃度値という2通りが考えられる。

①では、メチル水銀曝露シミュレーションにより一般的な摂食範囲内で水俣病発症閾値である毛髪メチル水銀値50ppmに達し得る水銀値（『図説 水俣病研究』118～120頁^{2,4}、以下「図説」と記載）や厚生省暫定的規制値（総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm）等が想定される。

②では、一般的な距離減衰による推定値を超える高濃度値が想定される。

(2) 調査にみる「外れ値」の具体例

水俣病発生年代に近く、水俣湾以遠の海域と魚種を含む水銀値調査としては、①喜田村正次ら（1960）「水俣病に関する化学毒物検査成績第5報」（調査は1959年、単位は乾ppm）、②西海区水産研究所（昭和39年）「水俣病に関する水産の調査研究」（調査は昭和35～36年、単位は湿ppm）がある。

これらによると、水銀値は魚種によってばらつきがあり、魚種別の個別プロット図は図説100～102頁、厚生省暫定的規制値を超える水銀値が測定された魚種と採取場所は図説115～116頁に示したとおりである。

* 水銀値の換算 湿ppm＝乾ppm÷2.5、メチル水銀値＝総水銀値×3/4

昭和40年代以降では、③水産庁（昭和49年）「昭和48年度有明海・八代海総合調査魚介類等分析結果資料集」、④水産庁（昭和56年）「昭和55年度全国総点検水銀報告書」があり、魚種別・採取場所別水銀値は「図説」103～106頁、本稿図1のとおりである。

(3) 「外れ値」はどの程度稀なのか

メチル水銀曝露リスクには漁業が介在しているので、上述(2)の調査①(喜田村ら、1960)、②(西水研、昭和39年)の試料採取場所と八代海の漁場特性(「図説」23頁)を重ね合わせ、漁場特性ごとに魚介類水銀値の度数分布を描くと別図10、11のとおりである。なお漁場特性は、本稿IV.1.(1)のA～Eの海区のとおりである。

調査①では、試料採取が漁場特性C及びDの範囲に限られているが、テンジクダイ、トビナウシノシタ、シバガレイ、クマエビ、アカエビなど同一魚種が複数の場所で採取されているので、水俣湾からの距離減衰の傾向が読み取れる。すなわち、魚介類水銀値は多くの場合、水俣湾から15km程度離れると1/2～1/3に低下するが、「外れ値」の場合はほぼ変わらない値が示されている。なお、水俣湾からの距離減衰の傾向は、調査③(水産庁、昭和49年)、④(水産庁、昭和56年)ではさらに明瞭になっている(本稿図4、図5)。

調査②(西水研、昭和39年)では、試料採取は漁場特性B～Dの比較的広い範囲で、年4回に分け(昭和35年3月、7月、10～11月、36年3月)、海中を遊泳する魚種を流し網で、海底に生息する魚種を打瀬網と貝桁網でそれぞれ採捕しており、当時の八代海沿岸漁協から聞き取った漁業実態(「図説」35、36、42～53頁)を反映していると考えられる。水銀値度数分布は、漁場特性別、魚の生息層別にみても別図10、11に示したように0.1ppmの階級区分をピークとして右方向(高い値)に裾野が広がる分布形状をしている。それで、裾野に位置する「外れ値」に遭遇する確率を見積もる手法として、この度数分布にポアソン分布を当てはめてみた。例えば、平均水銀値を0.2ppmと仮定すると、上述(1)のメチル水銀曝露シミュレーションで「一部の摂食条件では毛髪メチル水銀値50ppmに達するメチル水銀値：1ppm」を超える水銀値に遭遇する確率は1.8%程度と試算される。また、対数正規分布を当てはめると、厚生省暫定的規制値を超える水銀値との遭遇率は23%程度、メチル水銀シミュレーションによる1ppmを超える水銀値との遭遇率は3%程度と試算される。

(4)なぜ一部の海域で「外れ値」が見られるのか—魚介類の生理生態と漁業

「外れ値」が見られることについては、「高濃度汚染魚が移動・回遊した」、「肉食魚に食物連鎖で徐々にメチル水銀が蓄積された」、「メチル水銀を蓄積しやすい体質の魚種が生息した」、「成長した魚が捕獲されやすい漁場であった」などいくつかの仮説が考えられる。

いずれにせよ、魚種の生理生態を基本に、漁場環境(漁場特性)と擦り合わせて考察することになる。それで、①魚介類の生理生態と漁業との一般的関係、②八代海における魚介類の生理生態について整理した。

① 魚介類の生理生態と漁業との一般的関係

一般的に、魚介類は、魚種ごとに別図12に示したような卵～親魚までの生活史があり、各発達ステージの生理生態に適した環境の中で生育している。

その際、生残戦略として、産出卵の形・性状と食性は極めて重要なチェックポイントとなる。例えば、「分離浮性卵」は、海中をばらばらになって漂い、潮流によって運搬・拡散し、ふ化後の仔稚魚にとって好適な環境でのみ生育が可能となる。マダイ、ヒラメなどは外海域で成長し、成熟すると沿岸域に來遊し、分離浮性卵を産出し、ふ化仔魚は、その初期餌料である動物プランクトン、動物プランクトンの餌となる植物プランクトンが豊富な内海域で生育し、その後、成長に伴って外海域に移動するという生活史になっている。サヨリ、フグ、イカ、タコなど「付着卵」の場合は、親魚が仔稚魚の生育に適した場所に來遊し、産卵する。

食性は、生育に必要な餌料の質・量を確保するために不可欠なものであり、発達ステー

ジにより変化する魚種も多い。食物連鎖を通じたメチル水銀の生物濃縮という観点とともに、魚種によって、餌料を求めて日周、季節、垂直方向（深浅）、水平方向（内海～外海）など海の中を時空間的にいろいろ移動するため、生息・分布の大きな決め手となる。

このようにして、どの魚種が、どのような生理生態のもと、いつ、どこに生息分布しているかを想定し、これらに見合った漁期、漁場、漁具漁法を選択・使用することで漁業が成立している。

② 八代海における魚介類の生理生態

八代海における魚種の生息分布を垂直方向軸として表層～海底、水平方向軸として内海域（漁場特性A～E）から外海域に及ぶ水面の2軸に分け、その時空間に生息する餌料生物との関係を模式的に示すと別図13のとおりである。

例えば、魚種によって「春季には内海域Dの中層に生息し、遊泳生物である魚類を摂食する」、「夏季には内海性Cの海底に生息し、底生生物であるエビ類を摂食する」など多種多様な組み合わせが考えられる。

しかし、八代海に生息する魚種の生理生態を具体的に詳しく調査した事例は少ないので、既存文献等も用いて、魚種ごとに関連知見を整理することとした。

対象魚種は、昭和40年代の調査だが、八代海全域を対象として計画的に実施された上述(2)の調査③（水産庁S49）による48種とし、別図14に示した参考文献等により、生理生態に関する下記項目について別図15～19のとおり取りまとめた。

- ・主な生息域(平時の生息層) …………… 別図15
- ・食性(一般的な食性区分、生態的地位からみた食性、摂餌内容) …………… 別図15
- ・幼稚魚の出現時期、分布 …………… 別図16、17、18
- ・漁期、漁獲対象魚の分布 …………… 別図16、17、18
- ・産卵期 …………… 別図18
- ・産出卵の形・性状 …………… 別図19
- ・回遊性(内海域の漁場特性A～E、内海域～外海域) …………… 別図19
- ・分布の特徴(行動・移動パターン、好適生息環境等) …………… 別図19

(5) 「外れ値」を検討する上で着目すべき魚種

上述(2)の調査①（喜田村ら、1960）、②（西水研、昭和39年）において「外れ値」に該当する事例は、水俣病発生年代近くの八代海に生息し、水俣病発症に影響するような高濃度水銀を蓄積し、漁獲された魚介類という観点から着目すべき魚種といえる（別図20）。

調査③（水産庁、昭和49年）、④（水産庁、昭和56年）でみられる「外れ値」は、チッソ工場から海中への水銀排出が終了している時点の水銀蓄積メカニズムを追究する上で着目すべき魚種と考えられる。魚種によって、体長とともに総水銀値が指数曲線的に増加し、一定値に達する傾向を示すものとそうでないものがある。また、同一魚種でも体長が大きくなるに従い総水銀値がばらつき、総水銀値が増加する場合とそうでない場合がある。水俣湾での水銀値が顕著に高いという魚種もいる（別図21）。イシモチ、マエソ、クロダイ、イシモチでは、特に水俣湾近辺で体長とともに水銀値が増加する傾向がみられる。（図説107～109頁）。これらの特徴は、魚種や個体の生育過程及び生育場所によって水銀曝露リスクが異なることを示唆しており、魚介類の生理生態、生息環境及び水銀蓄積メカニズムの相互関係を追究する上で有用な糸口になると思われる（別図22）。

一方、本研究会の現地聞取調査でもあらためて「魚が浮いていた」、「流れ着いた魚は食べた」、「死んだ魚、傷ついた魚を食べた」という話がいくつかあった。これらは、魚が通常の生理生態に基づき行動・移動し、分布したものではなく、漁業の操業に伴う損傷や投棄、メチル水銀の体内蓄積による衰弱浮遊など何かしらの異常の結果と考えられる。それで、既存文献等から魚介類の異常状況が見られた事例を取りまとめると別図23のとおりである。これらの魚種は、次に示す事項に照合すると、変則的かつ限定的ではあるが、入手及び摂食状況によっては水俣病発症に繋がる可能性が考えられるので着目すべきと思われる。その際、「メチル水銀濃度1ppm以上の魚体を、1ヶ月～1年間程度、毎日継続して一定量以上を摂食する蓋然性」が検証のキーワードとして考えられる。

(1)衰弱浮遊魚の総水銀値は、魚種によって多寡はあるものの、総じて1～24ppm。出典：喜田村正次ら（1960）「水俣病に関する化学毒物検査成績第5報」。

(2)メチル水銀蓄積シミュレーションによると、摂食条件で相違するものの、メチル水銀値1ppmの魚を2～3ヶ月程度、同4ppmを1ヶ月程度継続摂食すると水俣病発症閾値に達する。出典：「図説」（118～120頁）

(3)斃死魚の漂流・漂着は、昭和34年2月～10月にかけて八代海沿岸各地に徐々に広がっていく様子がみられた（別図24）。出典：熊本県漁連（1959）「不知火海魚種別斃死状況」、「水俣病の科学、西村、岡本（2001）」より。

(4)昭和34年度に水俣市のほか、津奈木村、湯浦町で水俣病が発生した。水俣病症状は、患者により詳細は異なるが、総じて2ヶ月～11ヶ月にかけて顕在・重篤化した（別図25）。出典：出典：徳臣他（1960）「水俣病に関する研究 第4 昭和34年度に発生した水俣病患者の臨床的観察」。

(5)昭和33年9月にチッソ工場の水銀排水路が水俣川河口に移され、排水は34年10月まで続いた。

(6)阿賀野川で発生した水俣病の事例では、多食された魚類（ニゴイ、ウグイ）の総水銀値は0.17～21.0ppm程度。患者の毛髪水銀値は約3ヶ月～1年にわたって顕著な増加傾向を示した。出典：厚生省（昭和42年）「新潟水銀中毒事件特別研究報告書」。

2 鹿児島県出水市桂島に関する藤野論文（昭和52年）の追試結果

昭和52年に報告された藤野 紘氏の「ある島における有機水銀汚染の影響に関する臨床疫学的研究（第1報 汚染地区住民の一斉健診）」論文²⁵は、鹿児島県出水市庄桂島という、チッソ工場の南西約12キロに位置する島の漁村におけるメチル水銀曝露被害について警鐘を鳴らした論文である。桂島は出水市の飛地であり、昭和50年には、26世帯、100人が暮らした。小学校は出水市米ノ津の分校、漁協は出水漁協に所属していた。藤野論文は患者支援団体として²⁶、同島居住の20歳以上の成人41名、及び対岸などへ移住した16名の総数57人への集団検診（昭和50年7月実施）結果に基づき作成されている。

藤野論文は、論文の表5「個人別魚介類種類別摂取量」のグラム数に、表6「水俣湾街魚介類水銀分析値」（総水銀濃度ppm）を掛けて、平均1日あたりのメチル水銀摂取量を計算している。

総水銀値：最高0.141mg、最低0.015mg、平均0.048mg、n=11、合計0.531mg

メチル水銀含有量は、総水銀の60～80%であることから、60%で計算されている。

$$0.048 \times 0.6 = 0.028 \text{ ppm}$$

この分析の結果、1日あたりのメチル水銀の摂取量は、0.028mgとなっている。この値は、厚生省暫定許容摂取量が、体重50kgとして一週間で0.17mgから計算した、1日あたりの量0.025mgを上回っている。このことから、対象地区の住民は、過去の濃厚な汚染を受けていただけでなく、現在も微量な汚染を受けていることが明らかであると論文は結論づけた。

追試は、藤野論文の魚と人の曝露量推計に関する部分について、論文記載の方法で再計算を行った。その結果、(1)誤記と計算ミス：表6記載の魚種の総水銀値に、本来0.029ppmであるべきところを2.029ppmと桁違いの誤記があること、検体数に違いがあるデータを単純に「平均の平均」をとって計算していること、(2)桂島は鹿児島県海域で長島に近い位置にもかかわらず、熊本県水俣沖KM-24地点の魚のデータで計算していることの、2つの問題点が認められた。別図26に示すように、桂島は鹿児島県の八代海における漁場の中心に位置している。なぜ桂島に近い調査地点であるKG-1、KG-2、KG-3地点のデータを使わず、県外である水俣のデータを使ったのか（別図27参照）。また摂食調査を行った魚種と違うデータを使い、魚種一覧から恣意的に「その他」の魚種カテゴリーを作ってその平均値をとり、それを調査データの水銀摂取量の計算に当て嵌めたのか、その分析方法の妥当性に疑問が生じた。

そこで、上記2点の課題点について鹿児島県の近隣海域の魚介類を当て嵌めて補正し再計算をした。まず桂島近海(KG-1、KG-2、KG-3)の魚種別総水銀濃度は、別図28のとおりである。これを秤量調査された島民11名の魚食量に応じて当て嵌めると、別図29になる。その結果、別図30に示すように、11人の摂取総水銀量の平均は0.029 ppm、メチル水銀量（総水銀量の60%）は、0.017 ppmとなり、暫定許容摂取量の0.025mgを下回る。

藤野論文は、メチル水銀摂取量が暫定許容摂取量を上回っているので、この地域の住民は広範にメチル水銀曝露の被害を受けている、そして健康診断の結果と総合すると、感覚障害のみの水俣病患者の存在が認められると論じた。昭和48年の鹿児島大学による桂島の検診・検査結果に対して、藤野論文が桂島の再調査を促したという歴史的経緯がある。

しかしながら論文データによる曝露分析結果からは、追試の結果、調査年次の昭和50年においては、桂島住民の摂食によるメチル水銀曝露状況は暫定的規制値内であったことが分かった。桂島を含む昭和48年当時の出水市漁協が専ら使う共同漁業権域（鹿共第3号、別図7及び別図26参照）内および隣接海域における魚介類の水銀濃度と、それを継続的に摂食した場合のメチル水銀曝露のリスクについては、別図5-1に示したとおりである。

¹ HACCP によるリスク要因を整理するアイデアは、平田郁夫氏の助言による。

² 昭和48年度有明海・八代海総合調査魚介類等分析結果資料集、昭和49年、水産庁。昭和55年度全国総点検水銀報告書、水産庁。

³ 「不知火海の概要と水俣調査中間報告」熊本県水産試験場、昭和34年。

⁴ 二塚 信ら「不知火海沿岸漁家の食生活構造よりみたメチル水銀摂取量の変遷に関する検討」日本公衛誌、第24巻、第10号、昭和52年。

⁵ シミュレーションソフトの開発は、蜂谷紀之博士の助言をもとに、高木美喜研究補佐員がプログラミングした。

⁶ 熊本県水産試験場「栽培漁場開発調査報告書（第1編不知火海域）、昭和46年3月、24頁。

⁷ 通称「水俣湾」とよばれる湾は地理学的には存在しない。水俣病問題が起こり、排水口近くの水俣港を浚渫したり、仕切り網を設けたりした工事区域を行政では特に「水俣湾」と称している。熊本県「水俣湾の環境復元事業の概要」平成10年。

⁸ 喜田村ら、熊本医師会雑誌34(3)、1960年、121ページ。

⁹ 「乗算過程」は、これまでに経験してきたすべての段階での現実確率の掛け算($P = p_1 \times p_2 \times p_3 \times \dots \times p_n$)で表される。この性質は正規性が現れるときの特徴である。いろいろな要因がバラバラで足し算的に影響する「加算過程」とは異なる。松下 貢『統計分布を知れば世界がわかる-身長・体重から格差まで』中公新書、2019 年、81 ページ。

¹⁰ 國仲寛人・小林奈央樹・松下 貢「複雑系にひそむ規則性-対数正規分布を軸にして」日本物理学会誌 Vol.66, No.9(2011)pp.658-665.

¹¹ 箱ひげ図は下端のバーが最小値、箱の部分は下から第一四分位(25%)、第二四分位(50%)、第三四分位(75%)を、上端のバーは最大値を示す。さらに上位に点がある場合は、四分位範囲の1.5倍より大きな数値に該当するデータで外れ値として示している。

¹² 水俣湾の詳細な漁業制限期間については、平成 27 年研究報告書の図 3 で明らかにしている。

¹³ この最大値は外れ値である。

¹⁴ 谷内 透ほか編『魚の科学事典』朝倉書店、平成 24 年では、「移動」について周期性を伴う場合は魚の内在的要因と環境的要因が作用した結果であり、その周期は昼夜、月齢、季節、年、環境などによって規定され、行動範囲と密接に結びついている。「回遊」は、元の場所に戻る行動を指し、その周期性は移動と同じで索餌場、越冬場、産卵場などに向かう行動である。八代海の魚類については、熊本県水産研究センターの平田氏は、群を追ったり、放流追跡調査したりなどで調べているが事例は少なく、文献や漁師の経験談なども使った移動生態の把握となっていると語る。

¹⁵ 前掲、二塚論文。

¹⁶ 前掲、喜田村ら論文。

¹⁷ 江平重男「八代海における各種生物の水銀含有量について」西海区水産研究所。

¹⁸ 例えば御所浦などの毛髪検査でも、非常にばらつきが大きいことから、龍ヶ岳や御所浦に近い海域について喜田村はこのような仮説をもっていた。喜田村正次「水俣病の”疫学”一原因究明の果たした役割」有馬澄雄編『水俣病—20 年の研究と今日の課題』青林舎、昭和 54 年、91 ページ。

¹⁹ 表層魚の汚染メカニズムは比較的単純で直線的であるが、中層、底層に棲む魚の汚染メカニズムは海洋生態学の挑戦であると、『水俣病の科学』(2001 年)に西村 肇は書いている。pp. 172-173。

²⁰ KG-3 は例外的なイシモチのデータがあるため、除外して検討した。

²¹ 藤木素士、水俣病研究会、令和 2 年。

²² 竹田青嗣『現象学は<思考原理>である』ちくま新書、2004 年、64 ページ。

²³ 補論 VI 1 は、平田郁夫氏の研究会報告を参考にまとめた。

²⁴ 引用文献の「図説」とは、筆者が主任研究者として主宰した熊本大学水俣病研究会で、環境省・水俣病に関する総合的研究の成果として取りまとめた、熊本大学水俣病研究会編『図説 水俣病研究』2021 年、を指す。

²⁵ 藤井 紘「ある島における有機水銀汚染の影響に関する臨床疫学的研究(第 1 報 汚染地区住民の一斉健診)」熊本医学会雑誌 51 巻第 1 号、昭和 52 年。

²⁶ 調査は、一般診察、精神神経学的検診、臨床的検査、疫学的調査。神経内科、精神医学、眼科、整形外科の診察は水俣診療所で行なわれた。毛髪水銀濃度は、水俣診療所分析センターで測定、疫学調査は熊本大学 2 次研究班と同じ方法で実施、栄養調査は、栄養士、保健師の協力により 4 世帯に泊まり込んで行った、と記載されている。

88

エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。カタクチイワシは、長島海峡や黒の瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。			
操業海域 (S55)			
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
	0.085	0.155	0.116
0.11	0.03	0.56	0.13



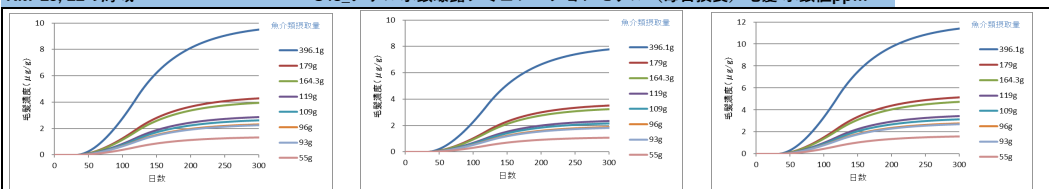
る。

対象魚種	* 漁獲量 (S33年)		販路	備考
アカエビ クルマエビ シラサ ハモ カニ イカ	213.1 1.5	1隻当年計 平均 30万円 アカエビ 5割 クルマエビ、シラサ 3割 ハモ、カニ、イカ 2割 動力付帆打瀬網 無動力帆打瀬網	アカエビ、クルマエビ、シラサ 東京、大阪 その他 人吉及び地元近傍	漁協における年別取扱高 31年度 120,376㍻ 4,500万円 32年度 126,321㍻ 6,000万円 33年度 114,748㍻ 4,900万円 近年では最も好漁 漁獲量減少するも 魚価が割高価
	56.2 14.6 0.6	イワシ船曳網 その他の船曳網 その他の底曳網		
釣～ タチウオ、シラゴチ、 チヌ仔、シリヤケ、イカ 延縄～ タイ、チヌ、ハモ	2.4 8.2 11.4	釣～ 1隻当年計 5～6万円 延縄～ 1隻当年計 20万円 イカ釣り タチウオ釣り その他の釣り	人吉及び地元近傍	又、上記水揚を漁業種類別にみれば、 次のとおり 他村船によるもの 10% 打瀬網によるもの 70% 1本釣、流し網によるもの 20%
ボラ	2.5	1隻当年計 15～20万円 ボラ釣り	人吉及び地元近傍	
タチウオ サワラ タイ	46.1 0.0 30.1 14.7 0.9	その他の流網 その他のまき網 イワシ地曳網 その他の地曳網 タコつば	人吉及び地元近傍 サワラ 岡山方面	
	1.6	その他の漁業		
	403.9			

毛髪水銀値の推計

⑩ KM-25, 22の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値ppm



魚介類水銀値：0.120 (ppm)

魚介類水銀値：0.120 (ppm)

魚介類水銀値：0.144 (ppm)

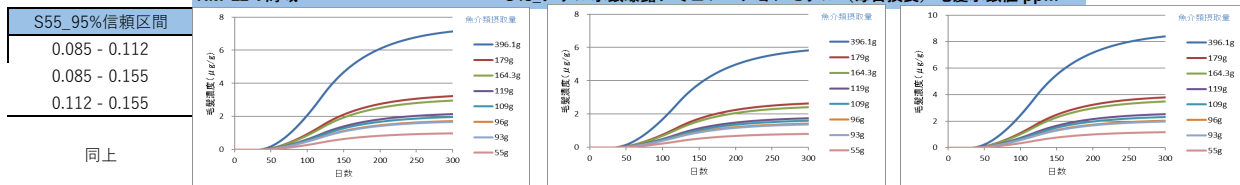
[体重45 kg] 女性相当

[体重55 kg] 男性相当

[体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

KM-22の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値 ppm



魚介類水銀値：0.090 (ppm)

魚介類水銀値：0.090 (ppm)

魚介類水銀値：0.106 (ppm)

[体重45 kg]

[体重55 kg]

[体重45 kg] (曝露量最大)

95%信頼区間 (++)

水銀値は10 ppm弱程度となる』

程度となる』

別図 1-2

田浦村漁協（熊本県葦北郡芦北町）

管理ポイント

チェック内容

①

Me-Hg排水

チッソ水俣工場百間排水口から

20.2 km

②

魚の生態系

自然生態系B、内陸性強い。刺網、一本釣、延縄などで底魚、浮魚、エビ類。
タチウオは鹿児島県長島付近で発生し、カタクチイワシの群れを追って捕食しながら北上。槌島あたりが北限。

③

魚の汚染

操業海域（S48）

漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
打瀬船	KM-25	エビ	0.12	0.01	0.51	0.15
釣り、流し網		タチウオ				
主たる操業海域・25,21,KG-2（注1）		魚類全体		0.01	0.11	0.07
共同漁業権海域	KM-21	魚類全体	0.04	0.02	0.08	0.04

④

漁獲

(注1) 複数海域のデータを用いて分析しているため、平均値、95%信頼区間の数値を用

漁協	田浦村漁協
水揚げ地:	田浦
漁業種別	*経営体
	*有動力漁船
	稼働件数
	漁期
	漁場
	階層別（隻）
	漁業種類（隻）
エビ流網	その他の刺網 ：56
ヒラ、サワラ、 タイ流網	
磯建網	
タチウオ延縄	その他の延縄 ：43
タチウオ一本釣	その他の釣り ：63
ボラ飼付	
大網	
打瀬網	小型機船底曳網 (横曳)：1
手繰網	船曳網：11
地曳網	地曳網：2
	その他の漁業 ：1
計	177

組合員（人）	正：111、准：6、計：117
3屯未満：112 3～5屯：3 5～10屯：1	その他の刺網 ：56
	37統
	4統
	15統
その他の延縄 ：31	15統
その他の釣り ：25	50隻
	4隻
	2統
小型機船底曳網 (横曳)：1	1統
船曳網：11	8～9統
地曳網：2	8統
116	116
	144～145

⑤

流通

小売・行商

入手経路	漁業者	漁業者以外
a 自家消費	○	
b おすそ分け	△	
c 購入		○

⑥

汚染魚入手

(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)

⑦

摂食

性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50
男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g
女性	164.3±97.4	93±48	55±23			

⑧

毛髪水銀
(血中濃度)

(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2

95%信頼区間 (-+)

パラメータ	体重	摂食	摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値
毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	毎日 g / 日	55～395	KM-21,25,KG-2	操業海域モデル	0.097	0.080 - 0.114	0.045
	45kg (女平均)			KM-21	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.071		
毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回 g / 日	55～395	KM-21,25,KG-2	操業海域モデル	同上	同上	同上
	45kg (女平均)			KM-21	操業海域+地先 共同漁業権海域			

⑨

発症

リスクシミュレーション結果

『S48年、仮に女性が、300日間KM-21,25, KG-2の海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値
『S55年、仮に女性が、300日間KM-21の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最大8 ppm強

エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。カタクチイワシは、長島海峡や黒の瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。

操業海域 (S55)

中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
0.04	0.01	0.35	0.09

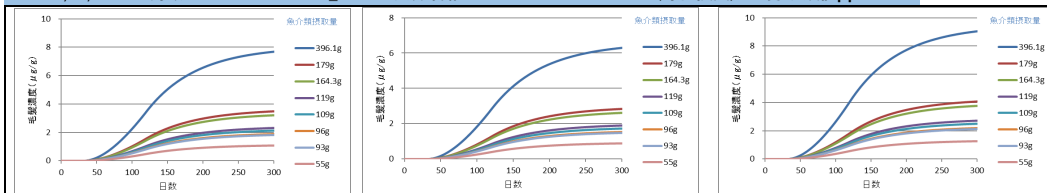
いている。



対象魚種	*漁獲量 (S33年)		販路	備考
クマエビ、シラサ、 クルマエビ	34.3	年総計 約1000万円 エビ流網	東京 熊本	
ヒラ、サワラ、タイ	10.8	その他の流網	地元及び近傍	
雑魚	7.0	その他の固定刺網	地元及び近傍	
タチウオ、ハモ	5000~6000匹 124.1 8.8 0.1	年総計 約1000万円 その他の延縄 タチウオ釣り イカ釣り	タチウオ 熊本 川尻 松橋 八代 ハモ 大阪 神戸	
ボラ	1日総計 1.9 9.8	約4~5匹 ボラ釣り その他の釣り	地元及び近傍	
ボラ	16.7 12.9	ボラまき刺網 その他のまき刺網	地元及び近傍	
エビ、雑魚	2.6	動力付帆打瀬網	エビ 関西、北九州、東京、八代、日奈久 雑魚 地元及び近傍	
エビ、雑魚	年総計(約8万円) 14.6	約400万円 その他の底曳網	エビ 関西、北九州、東京、八代、日奈久 雑魚 地元及び近傍	
カタクチ、雑魚	51.7 35.4 58.6 0.6	イワシ地曳網 イワシ船曳網 その他の船曳網 その他の漁業	カタクチ煮干 九州管内各方面 雑魚 地元及び近傍	
	389.9			

⑩ KM-21,25,KG-2の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪 水銀値ppm



魚介類水銀値：0.097 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

魚介類水銀値：0.097 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当

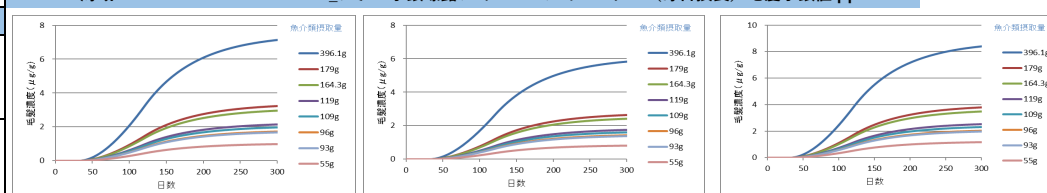
魚介類水銀値：0.114 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当 (曝量最大)

95%信頼区間 (-+)

KM-21の海域

S55_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪 水銀値 ppm



魚介類水銀値：0.090 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

魚介類水銀値：0.090 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当

魚介類水銀値：0.106 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当 (曝量最大)

S55_95%信頼区間

0.075 ~ 0.106

同上

『は最大9 ppm程度となる
量となる』

別図 1-3

津奈木村漁協（熊本県葦北郡津奈木町）

管理ポイント

チェック内容

①Me-Hg排水チッソ水俣工場百間排水口から9.4km

②魚の生態系

自然生態系C、やや内陸性強い。底魚、浮魚、エビ類。
カタクチイワシは、長島海峡や黒の瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。

③魚の汚染

漁業種類

調査海域

魚種

中央値Hg(ppm)

最小値 ppm

最大値 ppm

平均 ppm

打瀬船

KM-25

エビ

0.12

0.01

0.51

0.15

釣り、流し網

タチウオ

主たる操業海域 25.KG-2.3（注1）

魚類全体

0.105

0.146

0.13

共同漁業権海域 KM-23

魚類全体

0.05

0.01

0.81

0.15

④漁獲

(注1) 複数海域のデータを用いて分析しているため、平均値、95%信頼区間の数値を用

漁協

津奈木村漁協

水揚げ地:

津奈木

組合員（人）

正：208、准：0、計：208

漁業種別

*経営体

*有動力漁船

稼働件数

漁期

漁場

階層別（隻）

漁業種類（隻）

巾着網

2艘まき
揚繰巾着網：6

3屯未満：56
3～5屯：7
5～10屯：15

7～8統

周年

姫戸沖より以南
黒瀬戸に至る不知火海
特に長島寄りの南部
七尾高付近が主

船曳網：17

船曳網：11

地曳網

21統

周年

津奈木湾口より福之浦に
至る沿岸

大網

その他まき網
：1

その他まき網
：1

4統

1～4月中旬

津奈木より水俣北辺に
至る沿岸

ボラ飼付

24～25統

9～10月

津奈木湾口

一本釣り

イカ釣り：1
その他の釣り
：67

イカ釣り：1
その他の釣り
：19

30隻

周年

嵐口、東長島方面

打瀬網

小型機船
底曳網(横曳)
：15

小型機船
底曳網(横曳)
：16

15統

周年

芦北町の場合と同じ

その他の刺繍
：24

その他の刺繍
：16

その他の漁業
：4

その他の漁業
：1

計

135

78

78

101～103

⑤流通

小売・行商

入手経路

漁業者

漁業者以外

a 自家消費

○

b おすそ分け

△

c 購入

○

⑥汚染魚入手

(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)

⑦摂食

性別

不知火海漁家

内陸平野農家

都市常用勤労者

国民栄養調査S30

国民栄養調査S

国民栄養調査S50

男性

396.1±118.1

109±54

96±83

77.2 g

76.3 g

94.5 g

女性

164.3±97.4

93±48

55±23

⑧毛髪水銀
(血中濃度)

(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2

95%信頼区間 (-+)

パラメータ

体重

摂食 摂食量

海域

リスクモデル

S48_魚類水銀平均値

48_95%信頼区

S55_魚類水銀平均値

毛髪水銀濃度

55kg (男平均)

55～395
毎日 g / 日

KM-25,KG-2.3

操業海域モデル
操業海域+地先
共同漁業権海域

0.125
0.141
0.157

0.105 - 0.146

0.064
0.127

毛髪水銀濃度

45kg (女平均)

KM-23

毛髪水銀濃度

55kg (男平均)

55～395
週に2回 g / 日

KM-25,KG-2.3

操業海域モデル
操業海域+地先
共同漁業権海域

同上

同上

同上

毛髪水銀濃度

45kg (女平均)

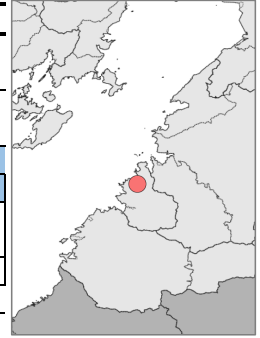
KM-23

⑨発症

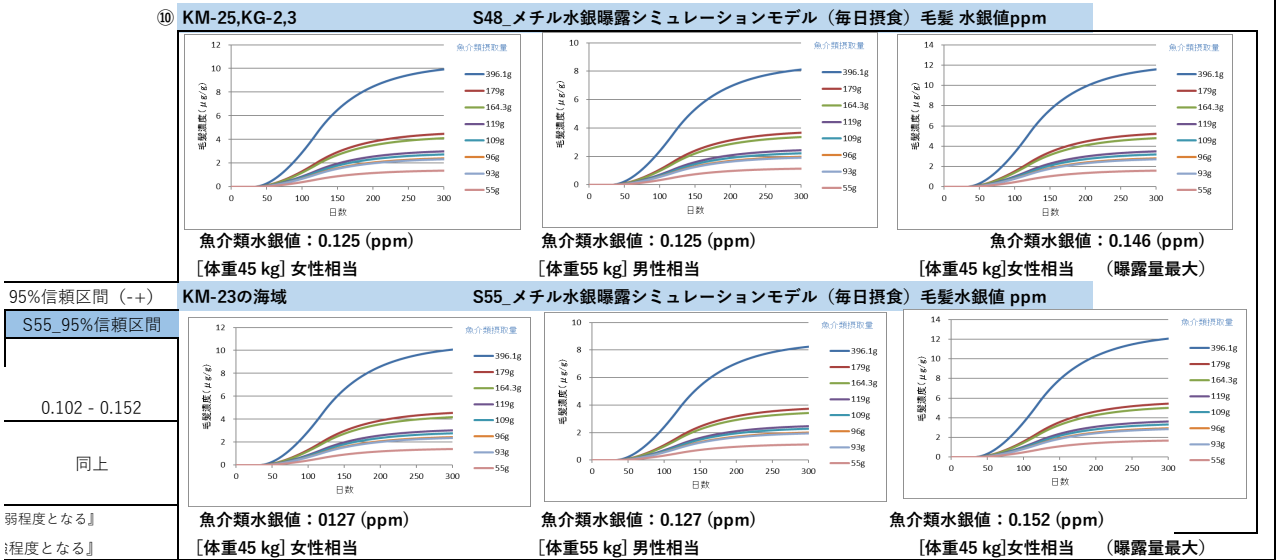
リスクシミュレーション結果

『S48年、仮に女性が、300日間KM-25、KG-2.3の海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最大12 ppm強
『S55年、仮に女性が、300日間KM-23の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最大12 ppm強

エビ類は宇土半島の●で孵化八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。タチウオは鹿児島県長島付近で発生し、カタクチイワシの群れを追って捕食しながら北上。樋島あたりが北限。			
操業海域 (S55)			
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
0.09	0.01	0.82	0.13
いている。			



対象魚種	*漁獲量 (S3 3年)		販路	備考
カタクチ	666.3	2 艘まき揚巾着網	煮干 九州管内各方面出荷	
	206.4 12.9 12.0	イワシ船曳網 吾智網 その他の船曳網		
春夏 カタクチ 秋冬 雑魚			同上	
ボラ	年総計 600匹		人吉、熊本、八代方面	
	2.1	ボラまき網		
ボラ	9.9	ボラ釣り	同上	
タチウオ、小ダイ、 タコ、タイ	0.4 5.3 4.6	イカ釣り タチウオ釣り その他の釣り	同上	
	0.2	タイ延縄		
省略	31.8	動力付 帆打瀬網	クマエビ、シラサ 東京、大阪、北九州 アカエビ 熊本、大牟田、荒尾 その他雑魚 人吉、熊本、八代方面	
	0.2	その他底曳網		
	13.7 4.4 5.3 0.5	その他の流網 磯刺網 その他の固定刺網 ボラまき刺網		
	0.4 0.4 3.7	タコつば かご その他の漁業		
	0.6	採草		
	981.1			



別図 2-1

姫戸漁協（熊本県上天草市姫戸町(旧天草郡姫戸村)）

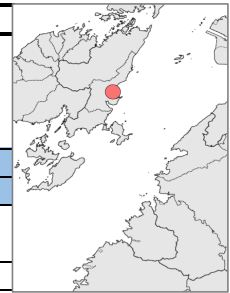
管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		26.1 km					
②	魚の生態系	B海域。内湾性強い。一本釣り延縄、刺し網などでは底魚、エビ、カニ類が獲れる。 エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。							
③	魚の汚染				操業海域（S48）				
		漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	
		打瀬船	KM-25	エビ	0.12	0.01	0.51	0.15	
		釣り、流し網		タチウオ					
		主たる操業海域 KM-17, 20, 25,		魚類全体（注1）		0.04	0.14	0.09	
共同漁業権海域	KM-17	魚類全体	0.01	0.01	0.13	0.05			
④	漁獲	(注1) 複数海域のデータを用いて分析しているため、平均値、95%信頼区間の数値を用いて							
		漁協	姫戸漁協						
		水揚げ地:	姫戸	組合員（人）	正：195、准：0、計：195				
		漁業種別	* 経営体	* 有動力漁船	稼働件数	漁期	漁場		
				階層別（隻）				漁業種類（隻）	
		帆打瀬網	小型機船底曳網 (横曳)：2		小型機船底曳網 (横曳)：2	2統	4～12月	樋島沖一帯	
		ぼらまき網				1統	秋期	沿岸	
		えび流網	その他の刺網		その他の刺網	63統	4～12月	不知火海	
		このしろ、 たい、あじ流網	：49		：49	18統	周年	不知火海	
		磯刺網 (エビ流の兼業)				63統	周年	沿岸	
		ぼら釣り	その他の釣り		その他の釣り	13隻	6～9月	沿岸	
		一本釣り	：69		：69	60隻	周年	沿岸	
		チヌ延縄	その他の延縄		その他の延縄	12隻	2～4月 6～12月	沿岸	
		桝網	桝網：10		桝網：9	12統	周年	沿岸	
		地曳網	地曳網：2			5統	3～10月	沿岸	
		いわし船曳網	船曳網：1		船曳網：1	1統	5～9月	沿岸	
		たこ壺	その他の漁業		その他の漁業	8統	5～8月	沿岸	
		イカ籠	：6		：6	20統	1～5月	沿岸	
		計	145	76	76	278			
⑤	流通								
小売・行商		入手経路	漁業者	漁業者以外					
		a 自家消費	○						
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△						
		c 購入		○ (鮮魚店や行商人から購入、物々交換)					
⑦	摂食								
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用労働者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50	
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g	
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23				
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2 95%信頼区間 (-+)							
		パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm
		毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55～395	KM-25,20	操業海域モデル	0.120	0.096 - 0.144	0.099
			45kg (女平均)	毎日 g / 日	KM-17	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.085	0.041 - 0.059	NA
		毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回 55～395 g / 日	KM-25,20	操業海域モデル	同上	同上	同上
			45kg (女平均)		KM-17	操業海域+地先 共同漁業権海域			
⑨	発症	リスクシミュレーション結果		『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,20海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最 『S48年、仮に女性が、300日間KM-17（地先）海域の魚を毎日396.1g摂食し続け3と、毛髪水銀値は最					

カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて東シナ海から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。

操業海域 (S55)

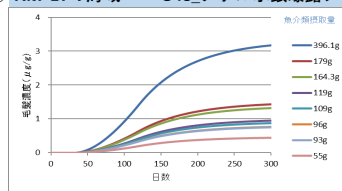
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
NA			
NA			



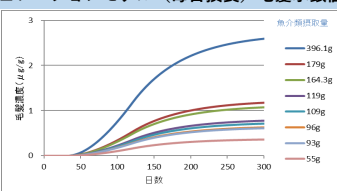
いる。

対象魚種	* 漁獲量 (S33年)	販路	備考
エビ 雑魚	2.2	動力付帆打瀬網	八代、佐敷市場より東京
ボラ			八代水俣市場及び地元消費
エビ、雑魚	35.9	エビ流網	熊本、東京
コノシロ、タイ、 アジ、ヒラ、タチ	10.4	その他の流網	地元及び八代市場
雑魚	9.6	磯刺網	地元消費
ボラ	10.1	ぼら釣	地元及び八代市場
イカ、カレイ、コチ、 タチ、スズキ、雑魚	0.4 21.0	イカ釣り その他の釣り	地元及び近傍
カレイ、チヌ、 グチ、スズキ	1.7	その他の延縄	同上
アイゴ、コノシロ、雑魚	2.5	罟網	同上
コノシロ、雑魚	4.9	その他の曳網	同上
カタクチ	20.3	イワシ船曳網	煮干加工
タコ	1.0	タコつば	地元及び仲買により熊本
コウイカ			同上
	1.6	動力付底曳網 (その他の底曳網)	
	0.7	その他の底曳網	
	0.1	その他の固定刺網	
	122.4		

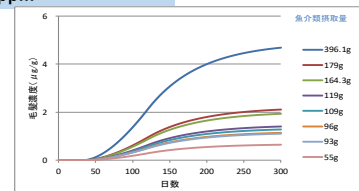
⑩ KM-17の海域 S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値 ppm



魚介類水銀値：0.04 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.04 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当

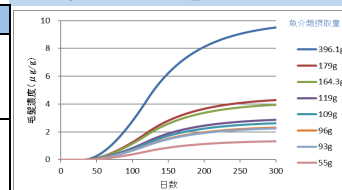


魚介類水銀値：0.059(ppm)、396g毎日摂取
[体重45 kg]女性相当 (曝露量最大)

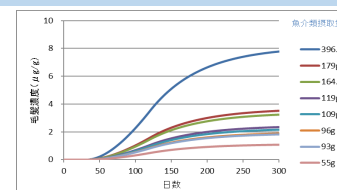
95%信頼区間 (-+)

S55_95%信頼区間
0.085 - 0.112

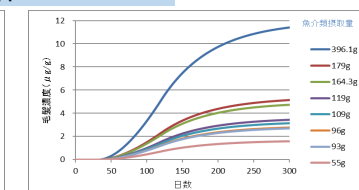
同上



魚介類水銀値：0.120 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.120 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値：0.144 (ppm)
[体重45 kg]女性相当 (曝露量最大)

『最大11ppm強程度となる』
『4ppm強程度となる』

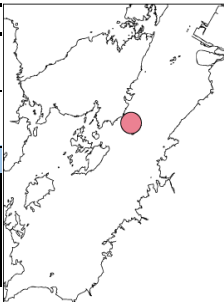
別図 2-2

樋島漁協（熊本県上天草市龍ヶ岳町(旧天草郡竜ヶ岳村)）

管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		21.4 km																																																																																																										
②	魚の生態系	C海域。やや内湾性の強い海域。船曳き網、刺し網、一本釣り延縄などで底魚、浮魚、エビ類を摂る。 エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。																																																																																																												
③	魚の汚染	<table><tr><th colspan="4">操業海域（S48）</th></tr><tr><th>漁業種類</th><th>調査海域</th><th>魚種</th><th>中央値Hg(ppm)</th><th>最小値 ppm</th><th>最大値 ppm</th><th>平均 ppm</th></tr><tr><td>打瀬船 延縄</td><td>KM-25</td><td>エビ ハモ</td><td>0.12</td><td>0.01</td><td>0.51</td><td>0.15</td></tr><tr><td colspan="2">主たる操業海域</td><td>KM-25, 20</td><td>魚類全体（注1）</td><td>0.06</td><td>0.14</td><td>0.11</td></tr><tr><td colspan="2">共同漁業権海域</td><td>KM-20</td><td>魚類全体</td><td>0.12</td><td>0.01</td><td>0.38</td><td>0.09</td></tr></table>					操業海域（S48）				漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	打瀬船 延縄	KM-25	エビ ハモ	0.12	0.01	0.51	0.15	主たる操業海域		KM-25, 20	魚類全体（注1）	0.06	0.14	0.11	共同漁業権海域		KM-20	魚類全体	0.12	0.01	0.38	0.09																																																																							
操業海域（S48）																																																																																																														
漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm																																																																																																								
打瀬船 延縄	KM-25	エビ ハモ	0.12	0.01	0.51	0.15																																																																																																								
主たる操業海域		KM-25, 20	魚類全体（注1）	0.06	0.14	0.11																																																																																																								
共同漁業権海域		KM-20	魚類全体	0.12	0.01	0.38	0.09																																																																																																							
④	漁獲	(注1) 複数海域のデータを用いて分析しているため、平均値、95%信頼区間の数値を用いて																																																																																																												
<table><tr><td>漁協</td><td>樋島漁協</td></tr><tr><td>水揚げ地:</td><td>樋島</td><td>組合員（人）</td><td colspan="4">正：45、准：165、計：210</td></tr><tr><td>漁業種別</td><td>* 経営体</td><td colspan="2">* 有動力漁船</td><td rowspan="2">稼働件数</td><td rowspan="2">漁期</td><td rowspan="2">漁場</td></tr><tr><td></td><td></td><td>階層別（隻）</td><td>漁業種類（隻）</td></tr><tr><td>えび漕網</td><td></td><td>3屯未満：45</td><td></td><td>20統</td><td>3～10月</td><td>不知火海</td></tr><tr><td>打瀬網</td><td>小型機船底曳網 (横曳)：42</td><td>3～5屯：2 5～10屯：28</td><td>小型機船底曳網 (横曳)：42</td><td>48統</td><td>4～12月</td><td>不知火海</td></tr><tr><td>えび流網</td><td>その他の刺網</td><td>10～20屯：14</td><td>その他の刺網</td><td>4統</td><td>4～11月</td><td>不知火海</td></tr><tr><td>あじ流網</td><td>：7</td><td></td><td>：6</td><td>2統</td><td>周年</td><td>不知火海</td></tr><tr><td>磯刺網</td><td></td><td></td><td></td><td>13統</td><td>周年</td><td>沿岸</td></tr><tr><td>いか釣り</td><td></td><td></td><td></td><td>120隻</td><td>1～5月</td><td>沿岸</td></tr><tr><td>たちうお釣り</td><td></td><td></td><td></td><td>120隻</td><td>5～7月 10～12月</td><td>葦北沿岸 地元沿岸</td></tr><tr><td>一本釣り</td><td>その他の釣り ：44</td><td></td><td>その他の釣り ：2</td><td>60隻</td><td>周年</td><td>長島沿岸 葦北、地元沿岸</td></tr><tr><td>延縄</td><td>その他の延縄 ：30</td><td></td><td>その他の延縄 ：24</td><td>50隻</td><td>周年</td><td>沿岸</td></tr><tr><td>いわし船曳網</td><td>船曳網：3</td><td></td><td>船曳網：9</td><td>3統</td><td>3～10月</td><td>沿岸</td></tr><tr><td>たこ壺</td><td>その他の漁業 ：6</td><td></td><td>その他の漁業 ：6</td><td>13統</td><td>3～8月</td><td>沿岸</td></tr><tr><td>計</td><td>132</td><td>89</td><td>89</td><td>453</td><td></td><td></td></tr></table>							漁協	樋島漁協	水揚げ地:	樋島	組合員（人）	正：45、准：165、計：210				漁業種別	* 経営体	* 有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場			階層別（隻）	漁業種類（隻）	えび漕網		3屯未満：45		20統	3～10月	不知火海	打瀬網	小型機船底曳網 (横曳)：42	3～5屯：2 5～10屯：28	小型機船底曳網 (横曳)：42	48統	4～12月	不知火海	えび流網	その他の刺網	10～20屯：14	その他の刺網	4統	4～11月	不知火海	あじ流網	：7		：6	2統	周年	不知火海	磯刺網				13統	周年	沿岸	いか釣り				120隻	1～5月	沿岸	たちうお釣り				120隻	5～7月 10～12月	葦北沿岸 地元沿岸	一本釣り	その他の釣り ：44		その他の釣り ：2	60隻	周年	長島沿岸 葦北、地元沿岸	延縄	その他の延縄 ：30		その他の延縄 ：24	50隻	周年	沿岸	いわし船曳網	船曳網：3		船曳網：9	3統	3～10月	沿岸	たこ壺	その他の漁業 ：6		その他の漁業 ：6	13統	3～8月	沿岸	計	132	89	89	453		
漁協	樋島漁協																																																																																																													
水揚げ地:	樋島	組合員（人）	正：45、准：165、計：210																																																																																																											
漁業種別	* 経営体	* 有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場																																																																																																								
		階層別（隻）	漁業種類（隻）																																																																																																											
えび漕網		3屯未満：45		20統	3～10月	不知火海																																																																																																								
打瀬網	小型機船底曳網 (横曳)：42	3～5屯：2 5～10屯：28	小型機船底曳網 (横曳)：42	48統	4～12月	不知火海																																																																																																								
えび流網	その他の刺網	10～20屯：14	その他の刺網	4統	4～11月	不知火海																																																																																																								
あじ流網	：7		：6	2統	周年	不知火海																																																																																																								
磯刺網				13統	周年	沿岸																																																																																																								
いか釣り				120隻	1～5月	沿岸																																																																																																								
たちうお釣り				120隻	5～7月 10～12月	葦北沿岸 地元沿岸																																																																																																								
一本釣り	その他の釣り ：44		その他の釣り ：2	60隻	周年	長島沿岸 葦北、地元沿岸																																																																																																								
延縄	その他の延縄 ：30		その他の延縄 ：24	50隻	周年	沿岸																																																																																																								
いわし船曳網	船曳網：3		船曳網：9	3統	3～10月	沿岸																																																																																																								
たこ壺	その他の漁業 ：6		その他の漁業 ：6	13統	3～8月	沿岸																																																																																																								
計	132	89	89	453																																																																																																										
⑤	流通																																																																																																													
小売・行商	<table><tr><td>入手経路</td><td>漁業者</td><td>漁業者以外</td></tr><tr><td>a 自家消費</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>b おすそ分け</td><td>△</td><td></td></tr><tr><td>c 購入</td><td></td><td>○</td></tr></table>						入手経路	漁業者	漁業者以外	a 自家消費	○		b おすそ分け	△		c 購入		○																																																																																												
入手経路	漁業者	漁業者以外																																																																																																												
a 自家消費	○																																																																																																													
b おすそ分け	△																																																																																																													
c 購入		○																																																																																																												
⑥	汚染魚入手	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)																																																																																																												
⑦	摂食	<table><tr><th>性別</th><th>不知火海漁家</th><th>内陸平野農家</th><th>都市常用勤労者</th><th>国民栄養調査S30</th><th>国民栄養調査S40</th><th>国民栄養調査S50</th></tr><tr><td>男性</td><td>396.1±118.1</td><td>109±54</td><td>96±83</td><td rowspan="2">77.2 g</td><td rowspan="2">76.3 g</td><td rowspan="2">94.5 g</td></tr><tr><td>女性</td><td>164.3±97.4</td><td>93±48</td><td>55±23</td></tr></table>					性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50	男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g	女性	164.3±97.4	93±48	55±23																																																																																						
性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50																																																																																																								
男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g																																																																																																								
女性	164.3±97.4	93±48	55±23																																																																																																											
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	<table><tr><td colspan="7">(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2</td><td colspan="2">95%信頼区間 (-+)</td></tr><tr><th>パラメータ</th><th>体重</th><th>摂食</th><th>摂食量</th><th>海域</th><th>リスクモデル</th><th>S48_魚類水銀平均値</th><th>S48_95%信頼区間</th><th>S55_魚類水銀平均値</th><th>ppm</th></tr><tr><td rowspan="2">毛髪水銀濃度</td><td>55kg (男平均)</td><td rowspan="2">毎日</td><td rowspan="2">g / 日</td><td rowspan="2">KM-20, 25</td><td>操業海域モデル</td><td>0.120</td><td rowspan="2">0.096 - 0.144</td><td rowspan="2">0.099</td><td rowspan="2">0.098</td></tr><tr><td>操業海域+地先</td><td>0.107</td><td>0.063 - 0.144</td></tr><tr><td></td><td>45kg (女平均)</td><td></td><td></td><td>KM-20</td><td>共同漁業権海域</td><td>0.094</td><td>0.063 - 0.125</td><td>0.096</td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">毛髪水銀濃度</td><td>55kg (男平均)</td><td rowspan="2">週に 2回</td><td rowspan="2">g / 日</td><td rowspan="2">KM-20, 25</td><td>操業海域モデル</td><td rowspan="2">同上</td><td rowspan="2">同上</td><td rowspan="2">同上</td><td rowspan="2"></td></tr><tr><td>操業海域+地先</td><td></td></tr><tr><td></td><td>45kg (女平均)</td><td></td><td></td><td>KM-20</td><td>共同漁業権海域</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2							95%信頼区間 (-+)		パラメータ	体重	摂食	摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値	ppm	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	毎日	g / 日	KM-20, 25	操業海域モデル	0.120	0.096 - 0.144	0.099	0.098	操業海域+地先	0.107	0.063 - 0.144		45kg (女平均)			KM-20	共同漁業権海域	0.094	0.063 - 0.125	0.096		毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に 2回	g / 日	KM-20, 25	操業海域モデル	同上	同上	同上		操業海域+地先			45kg (女平均)			KM-20	共同漁業権海域																																												
(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2							95%信頼区間 (-+)																																																																																																							
パラメータ	体重	摂食	摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値	ppm																																																																																																					
毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	毎日	g / 日	KM-20, 25	操業海域モデル	0.120	0.096 - 0.144	0.099	0.098																																																																																																					
	操業海域+地先				0.107	0.063 - 0.144																																																																																																								
	45kg (女平均)			KM-20	共同漁業権海域	0.094	0.063 - 0.125	0.096																																																																																																						
毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に 2回	g / 日	KM-20, 25	操業海域モデル	同上	同上	同上																																																																																																						
	操業海域+地先																																																																																																													
	45kg (女平均)			KM-20	共同漁業権海域																																																																																																									
⑨	発症	<table><tr><td>リスクシミュレーション結果</td><td colspan="5">『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,20海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は11 『S55年、仮に女性が、300日間KM-20,25海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は最大8pp</td></tr></table>					リスクシミュレーション結果	『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,20海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は11 『S55年、仮に女性が、300日間KM-20,25海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は最大8pp																																																																																																						
リスクシミュレーション結果	『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,20海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は11 『S55年、仮に女性が、300日間KM-20,25海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は最大8pp																																																																																																													

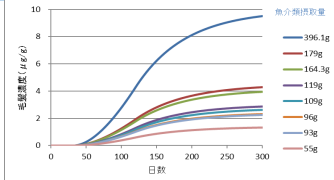
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
	0.08	0.17	0.10
0.08	0.02	0.56	0.10



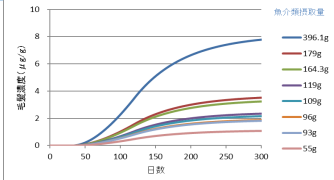
ている。

対象魚種	*漁獲量 (S33年)	販路	備考
えび、雑魚		佐敷、水俣、八代市場に水揚げ	水俣病汚水の影響により特に経営困難
えび、雑魚	101.2	動力付帆打瀬網	佐敷、水俣、八代市場に水揚げ
えび、雑魚	1.7	エビ流網	佐敷、水俣、八代市場に水揚げ
あじ、まながた、たい、ひら	3.7	その他の流網	地元消費、仲買人
雑魚	10.5	磯刺網	地元消費
こういか	0.2	その他の固定刺網	仲買業者により、三角、八代市場
	3.7	イカ釣	
たちうお	13.5	タチウオ釣	水俣、八代、佐敷等に水揚げ
たい、ちぬ、かれい	10.2	その他の釣	仲買の鮮魚運搬船（漁場）
たい、ちぬ、はも、ぐち	5.3	タイ延縄	水俣、八代、三角市場
	22.7	その他の延縄	
かたくちいわし			地元で煮干加工
たこ	3.6	タコつぼ	地元及び仲買人
	0.1	その他の漁業	
	176.4		

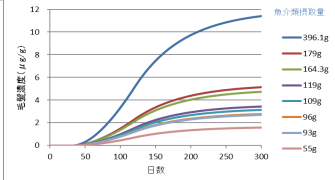
⑩ KM-20、25の海域 S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル（毎日摂食）毛髪水銀値ppm



魚介類水銀値：0.120 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当



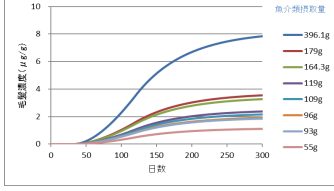
魚介類水銀値：0.120 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



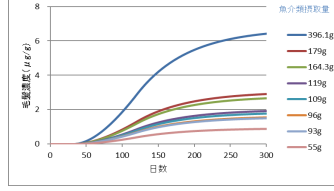
魚介類水銀値：0.144 (ppm)
[体重45 kg]女性相当 (曝露量最大)

95%信頼区間 (-+) KM-25,20の海域 S55_メチル水銀曝露シミュレーションモデル（毎日摂食）毛髪水銀値 ppm

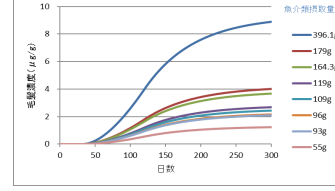
S55_95%信頼区間
0.085 - 0.112
0.077 - 0.116
0.077 - 0.116
同上



魚介類水銀値：0.099 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.099 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値：0.112 (ppm)
[体重45 kg]女性相当 (曝露量最大)

0ppm弱程度となる』
m強程度となる』

別図 2-3

嵐口漁協（熊本県天草市御所浦町(旧天草郡御所浦村)）

管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から	16.6km
---	---------	----------------	--------

②	魚の生態系	D海域。内湾性あるも外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。 カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。	
---	-------	--	--

③	魚の汚染			操業海域 (S48)			
	漁業種類	－ 調査海域	－ 魚種	－ 中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
	打瀬船	KM-25	エビ	0.12	0.01	0.51	0.15
	釣り、流し網		タチウオ				
	主たる操業海域	KM-25, 26	魚類全体 (注1)	0.05	0.11	0.07	
共同漁業権海域	KM-26	魚類全体	0.05	0.01	0.13	0.06	

④ 漁獲 (注1) 複数海域のデータを用いて分析しているため、平均値、95%信頼区間の数値を用いて

漁協	嵐口漁協					
水揚げ地:	嵐口	組合員（人）	正：490、准：0、計：490			
漁業種別	＊経営体	＊有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場
		階層別（隻）	漁業種類（隻）			
双手巾着網	2艘まき揚繰 巾着網：2	3屯未満：35 3～5屯：10	2艘まき揚繰 巾着網：8	2統	2～10月	芦北沿岸
片手巾着網	1艘まき揚繰 巾着網：4	5～10屯：4 10～20屯：9	1艘まき揚繰 巾着網：16	4統	周年	天草西海、五島、 甌島、南薩
ぼら旋網		30～50屯：2 50～100屯：2		1統	9～10月	沿岸
えび流網	その他の刺網		その他の刺網	6統	4～12月	不知火海
このしろ流網	：26		：24	21統	10～12月 1～4月	沿岸
アジ流網				12統	4～6月 11月	沿岸
タイ流網				3統		沿岸
磯刺網				10統		不知火海沿岸
くちぞこ流網						
一本釣り	イカ釣り：3 その他の釣り ：33		イカ釣り：3 その他の釣り ：6	35隻	周年	天草東、芦北、長島沿岸
瀬延網	その他の延縄 ：2		その他の延縄 ：2	3隻	周年	男女群島、宇治群島
桷網	桷網：1		桷網：1	1統	周年	地元沿岸
いわし地曳網				3統	2～10月	地元沿岸
たこ壺	その他の漁業		その他の漁業	4統		沿岸
いか籠	：5		：2	15統		沿岸
	船曳網：1					
計	77	62	62	120		

⑤	流通			
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外
		a 自家消費	○	
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△	
		c 購入		○

(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)

⑦	摂食	性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23			

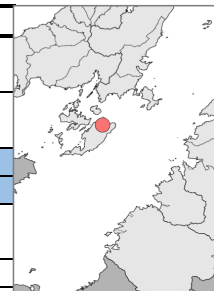
⑧ 毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2				95%信頼区間 (-+)			
	パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55~395 毎日 g / 日	KM-25、26	操業海域モデル	0.105	0.102- 0.106	0.101
		45kg (女平均)		KM-26	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.082 0.058	0.050 - 0.106 0.050 - 0.067	0.097 0.093
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回 55~395 g / 日	KM-25、26	操業海域モデル	同上	同上	同上
		45kg (女平均)		KM-26	操業海域+地先 共同漁業権海域			

⑨	発症	リスクシミュレーション結果		『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,26海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は8 『S48年、仮に女性が、300日間KM26 (地先) 海域の魚を毎日396.1g摂食し続け3と、毛髪水銀値は5ppr 東シナ海での操業で漁獲された魚は汚染されていない。
---	----	---------------	--	---

タチウオは鹿児島県長島付近で発生し、カタクチイワシの群れを追って捕食しながら北上。樋島あたりが北限。

操業海域 (S55)

中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
	0.08	0.16	0.11
0.08	0.02	0.38	0.09

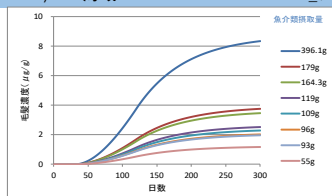


ている。

対象魚種	*漁獲量 (S33年)	販路	備考
カタクチ	366.1	2艘まき揚繰巾着網	煮干加工、関西方面
マアジ、ムロ、 カタクチ、サバ	17.7	1艘まき揚繰巾着網	牛深市場
ボラ	0.5	その他のまき網	地元消費
エビ、雑魚	3.4	エビ流網	東京、大阪、熊本
コノシロ、サワラ	32.7	その他の流網	地元及び八代市場
アジ、タイ			地元及び八代市場
雑魚	16.3	磯刺網	地元及び八代市場
クチゾコ、雑魚	4.0	その他の固定式刺網	地元消費
コウイカ、タイ、 雑魚、タチウオ	4.2 7.5 17.9	タイ釣り タチウオ釣り その他の釣り	水俣病汚水の影響により特に経営困難
アラ、その他雑魚	1.9	その他の延縄	八代、牛深、阿久根市場
雑魚	1.2	罟網	地元及び八代市場
カタクチ	40.0	イワシ地曳網	煮干加工、大阪方面
タコ	1.5	タコつば	三角、八代
シリヤケ、コウイカ	0.8	かご	三角、八代
	0.1	その他の漁業	
	2.1	潜水業	
	23.0	しいら漬け	
	540.9		

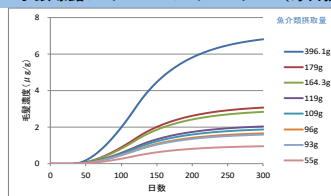
⑩ KM-25,26の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀ppm



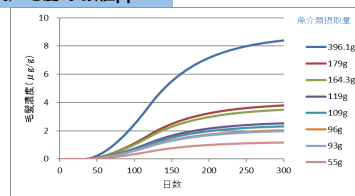
魚介類水銀値: 0.105 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値: 0.105 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値: 0.106 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

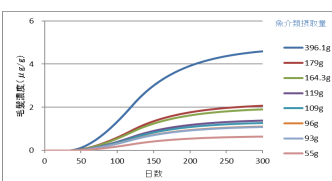
95%信頼区間 (-+)

KM-26の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀 ppm

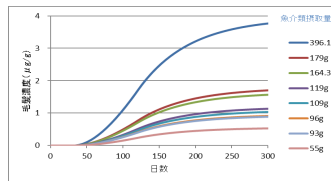
S55_95%信頼区間
0.095 - 0.107
0.079 - 0.107
0.079 - 0.107

同上



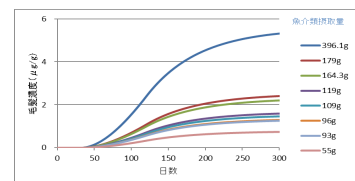
魚介類水銀値: 0.058 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値: 0.058 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値: 0.067 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

ppm強程度となる』

m程度となる』

別図 2-4

御所浦漁協（熊本県天草市御所浦町(旧天草郡御所浦村)）

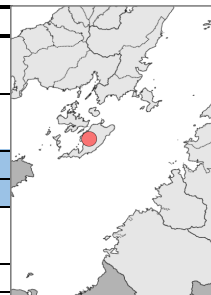
管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		15.8 km							
②	魚の生態系	D海域。内湾性あるも外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。 エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。									
③	魚の汚染	操業海域（S48）									
		漁業種類	－	調査海域	－	魚種	－	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
		打瀬船		KM-25		エビ		0.12	0.01	0.51	0.15
		釣り、流し網				タチウオ					
		主たる操業海域	KM-25, 26		魚類全体	(注1)		0.05	0.11	0.07	
共同漁業権海域	KM-26		魚類全体		0.05	0.01	0.13	0.06			
④	漁獲										
	漁協	御所浦漁協									
	水揚げ地:	御所浦		組合員（人）	正：376、准：0、計：376						
	漁業種別	＊経営体		＊有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場			
				階層別（隻）	漁業種類（隻）						
	打瀬網	小型機船船曳網 (横曳)：5	3屯未満：114 3～5屯：15	小型機船船曳網 (横曳)：5	5統	周年	不知火海				
	双手巾着網	2艘まき揚繰 巾着網：9	5～10屯：12 10～20屯：13	2艘まき揚繰 巾着網：39	9統	周年	芦北、長島、東天草				
	タイ流網	その他の刺網		その他の刺網	5統	3月～9月	天草東、不知火海				
	マナガタ流網	：32		：28	7統	3月～5月	不知火海沿岸				
	コノシロ流網					3月～5月	不知火海沿岸				
	磯刺網				10統	周年	沿岸				
	イカ釣り	その他の釣り		その他の釣り	70隻	1月～5月	沿岸				
	一本釣り	：56		：6		周年	沿岸				
	延縄	その他の延縄 ：3		その他の延縄 ：2	10隻	周年	沿岸				
	イワシ地曳網	地曳網：33		地曳網：40	33統	4月～9月	地元沿岸				
	イワシ船曳網	船曳網：23		船曳網：11	15統	4月～9月	地元沿岸				
	吾智網				20統	周年	不知火海				
	イサキシリ網				3統	4月～6月	地元沿岸				
	イカ籠	その他の漁業		その他の漁業	40統	1月～5月	地元沿岸				
	タコ壺	：30		：23	50統	3月～9月	地元沿岸				
	計	191	154	154	277						
⑤	流通										
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外							
		a 自家消費	○								
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△								
		c 購入		○	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)						
⑦	摂食										
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用労働者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50			
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g			
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23						
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)										
		(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2				95%信頼区間 (-+)					
	パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値	ppm		
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55～395 毎日 g / 日	KM-25,27,KG-2	操業海域モデル	0.132	0.113 - 0.152	0.093			
		45kg (女平均)		KM-26	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.095	0.050 - 0.152				
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回 55～395 g / 日	KM-25,27,KG-2	操業海域モデル	同上	同上	同上			
		45kg (女平均)			操業海域+地先 共同漁業権海域						
⑨	発症										
		リスクシミュレーション結果		『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,27, KG-2海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最大 『S48年、仮に女性が、300日間KM26（地先）海域の魚を毎日396.1g摂食し続け3と、毛髪水銀値は最大							

カタクチワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。

操業海域 (S55)

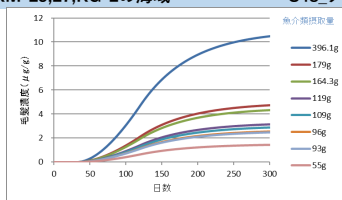
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
	0.08	0.16	0.11
0.08	0.02	0.38	0.09



対象魚種	* 漁獲量 (S33年)	販路	備考
エビ、雑魚		八代市場～東京	水俣病汚水の影響により特に経営困難
ムロアジ、カタクチ	850.5	2艘まき揚繰巾着網	煮干加工、関西方面
マダイ、チダイ雑魚	4.6	その他の流網	八代、水俣市場
ヒラ、マナガタ、サワラ		八代、水俣市場	水俣病汚水の影響により特に経営困難
コノシロ、ヒラ、サワラ		八代、水俣市場、地元	水俣病汚水の影響により特に経営困難
イサキ、カレイ、ボラ、雑魚		地元消費	
シリヤケ、甲イカ	24.5	磯刺網	仲買人～三角～熊本、八代市場
タチウオ、タイ、イサキ、ペラ	7.0 4.3 13.9	イカ釣り タチウオ釣り その他の釣り	地元及び近傍へ
タイ、チヌ、ハモ、コチ等	1.1 2.9	タイ延縄 その他の延縄	地元及び近傍へ
カタクチ	727.8	イワシ曳網	煮干加工、関西
カタクチ	211.3	イワシ船曳網	煮干加工、関西
マダイ、チダイ、雑魚	3.3	吾智網	八代、水俣市場
	17.3	その他の船曳網	
イサキ、雑魚		地元消費	
シリヤケ、甲イカ	15.5	かご	三角～熊本
タコ	50.0	タコつば	三角～熊本
	1.3	その他の漁業	
	4.0	採藻	
	1939.3		

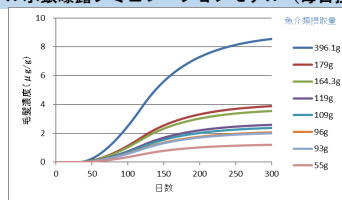
⑩ KM-25,27,KG-2の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値ppm



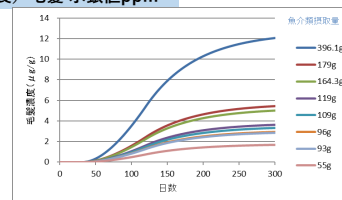
魚介類水銀値：0.132 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.132 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値：0.152 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

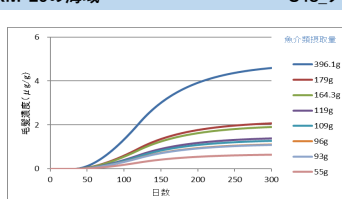
(曝露量最大)

95%信頼区間 (-+)

S55_95%信頼区間

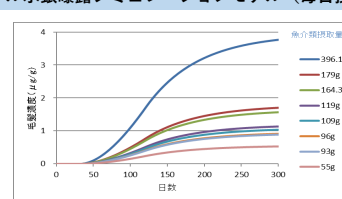
KM-26の海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値 ppm



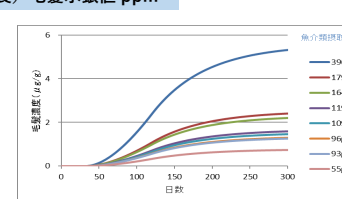
魚介類水銀値：0.058(ppm)

[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.058 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値：0.067 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

(曝露量最大)

値は11ppm程度となる』

5ppm程度となる』

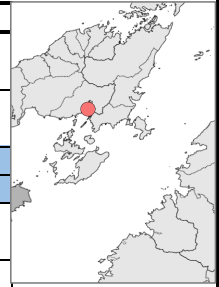
別図 2-5

棚底漁協（熊本県天草市倉岳町(旧天草郡倉岳村)）

管理ポイント チェック内容

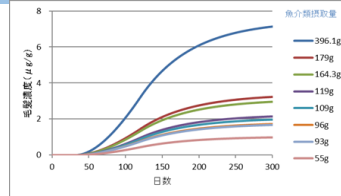
①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		23.1 km				
②	魚の生態系	D海域。内湾性あるも外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。 エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。						
③	魚の汚染	操業海域（S48）						
	漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	
	釣、延縄 船曳網	KM-25	タイ タチウオ	0.12	0.01	0.51	0.15	
	主たる操業海域	KM-19, 22, 25	魚類全体	0.07	0.01	0.51	0.10	
	共同漁業権海域	KM-19	魚類全体	0.06	0.02	0.15	0.07	
④	漁獲							
	漁協	棚底漁協						
	水揚げ地:	棚底	組合員（人）	正：71、准：9、計：80				
	漁業種別	* 経営体	* 有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場	
			階層別（隻）	漁業種類（隻）				
	磯刺網	その他の刺網	3屯未満：50	その他の刺網	6統	周年	地元沿岸	
	コノシロ網	：4		：3	2統	11月～12月	沿岸	
	イカ(タコ)釣	イカ釣り：2			13隻	1月～5月	沿岸一帯	
	タイ釣	その他の釣り ：25		その他の釣り ：17	10隻	3月～5月	天草東沿岸	
	ボラ釣		6隻		6月～9月	地元沿岸		
	その他釣		約50隻		周年	芦北地元沿岸一帯		
	タイ延縄	その他の延縄 ：19	その他の延縄 ：19	20隻	3月～5月 9月～12月	天草東沿岸		
	ハモ延縄			16隻	5月～9月	不知火海一帯		
	イワシ地曳網			1統	4月～8月	沿岸		
	イワシ船曳網	船曳網：2	船曳網：7	3統	4月～8月	沿岸		
	イカ籠	その他の漁業 ：4	その他の漁業 ：4	8統	1月～5月	不知火海一帯		
	計	56	50	50	135			
⑤	流通							
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外				
		a 自家消費	○					
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△					
		c 購入		○	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)			
⑦	摂食							
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23			
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2 95%信頼区間 (-+)						
	パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55～395 毎日 g / 日	KM-22	操業海域モデル	0.090	0.073 - 0.106	0.133
		45kg (女平均)		KM-19	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.078 0.066	0.054 - 0.106 0.054 - 0.078	NA
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回 55～395 g / 日	KM-22	操業海域モデル	同上	同上	同上
		45kg (女平均)		KM-19	操業海域+地先 共同漁業権海域			
⑨	発症	リスクシミュレーション結果 『S48年、仮に女性が、300日間KM-22（芦北）海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は5～6』 『S48年、仮に女性が、300日間KM19（地先）海域の魚を毎日396.1g摂食し続け3と、毛髪水銀値は5～6』						

マダイは龍ヶ岳、倉岳、栖本、御所浦沖合、八幡瀬戸牛深方面が主漁場。 カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。			
作業海域 (S55)			
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03	0.40	0.10
0.08	0.03	0.56	0.12
NA			

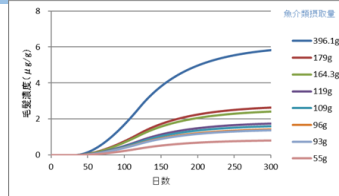


対象魚種	* 漁獲量 (S33年)		販路	備考
雑魚	4		地元消費	
コノシロ			八代	
甲イカ	1.1	イカ釣り	八代、熊本、三角	
マダイ、チダイ			八代、熊本、三角	
ボラ、チヌ	2.0		八代、熊本、三角	
イサキ、チヌ、 クロウオ、メバル	26.8	その他の釣り	八代、熊本、三角	漁場を失う 水俣病汚水の影響により特に経営困難
マダイ、チダイ	4.7		八代、熊本、三角	
ハモ、グチ、タチウオ	26.8	その他の延縄	地元、東京、大阪	漁場を失う 水俣病汚水の影響により特に経営困難
カタクチ			煮干加工	
カタクチ	113.5 0.7	イワシ船曳網 その他の船曳網	煮干加工	
甲イカ	2.8 0.2	かご タコつば	三角、八代	
	182.6			

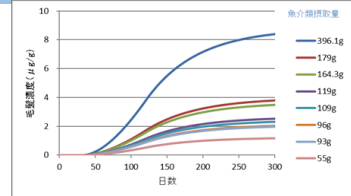
⑩ KM-22海域 S48_メチル水銀暴露シミュレーションモデル（毎日摂食）毛髪水銀値ppm



魚介類水銀値：0.090 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当



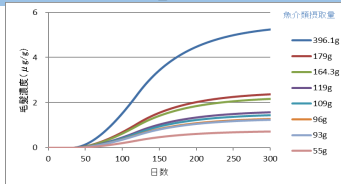
魚介類水銀値：0.090 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



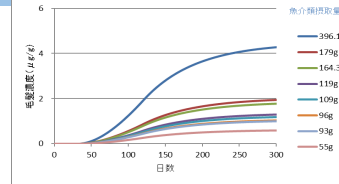
魚介類水銀値：0.106 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

95%信頼区間 (-+) KM-19海域 S48_メチル水銀暴露シミュレーションモデル（毎日摂食）毛髪水銀値 ppm

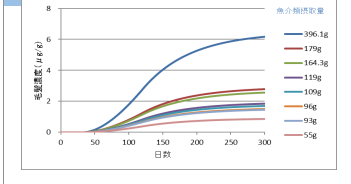
S55_95%信頼区間
0.112-0.155
同上



魚介類水銀値：0.066m)
[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.066 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値：0.078ppm)
[体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

値は7~8ppm程度となる』
ppm強程度となる』

別図 2-6

宮田漁協（熊本県天草市倉岳町(旧天草郡倉岳村)）

管理ポイント チェック内容

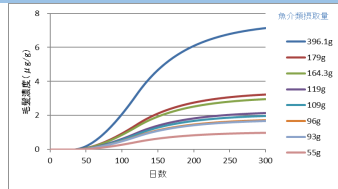
①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		22.7 km					
②	魚の生態系	D海域。内湾性あるも外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。 エビ類は宇土半島の松合沖で孵り、八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。							
③	魚の汚染				操業海域（S48）				
		漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	
		釣、延縄 船曳網	KM-19,22,25	タイ ハモ	0.12	0.01	0.51	0.15	
		主たる操業海域 KM-18,19,27		魚類全体	0.07	0.01	0.36	0.09	
		共同漁業権海域 KM-19	魚類全体	0.06	0.02	0.15	0.07		
④	漁獲								
		漁協	宮田漁協						
		水揚げ地:	宮田	組合員（人）	正：195、准：20、計：215				
		漁業種別	＊経営体	＊有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場	
				階層別（隻）	漁業種類（隻）				
		イカ釣	イカ釣り：21	3屯未満：83 3～5屯：13 5～10屯：8	イカ釣り：2	25隻	11月上旬～2月	宮田沖	
		タイ釣	その他の釣り ：40		その他の釣り ：17	約100隻	周年	天草東沿岸、天草西 甌島沖	
		その他の釣				約100隻	周年	芦北、天草東沿岸	
		タイ延縄				その他の延縄 ：85	その他の延縄 ：83	約120隻	3～10月は御所浦、 11～3月は五島
		ハモ延縄	その他の漁業 ：1			20隻	4～10月	芦北沿岸	
		桝網				1統	周年	地元沿岸	
		タコ壺				10統	3～10月	地元沿岸	
			その他の刺網 ：2						
		計	149	104	104	376			
⑤	流通								
小売・行商		入手経路	漁業者	漁業者以外					
		a 自家消費	○						
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△						
		c 購入		○	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)				
⑦	摂食								
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50	
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g	
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23				
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)								
		(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2					95%信頼区間 (-+)		
		パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値
		毛髪水銀 濃度	55kg (男平均)	55～395 毎日 g / 日	KM-18,19,27	操業海域モデル	0.090	0.081 - 0.107	0.080
			45kg (女平均)		KM-19	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.078	0.054 - 0.107	ND
		毛髪水銀 濃度	55kg (男平均)	週に 2回 55～395 g / 日	KM-18,19,27	操業海域モデル	同上	同上	同上
			45kg (女平均)		KM-19	操業海域+地先 共同漁業権海域			
⑨	発症								
		リスクシミュレーション結果 『S48年、仮に女性が、300日間KM-18,19,27海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値 『S48年、仮に女性が、300日間KM19（地先）海域の魚を毎日396.1g摂食し続け3と、毛髪水銀値は6pp 東シナ海での操業で漁獲された魚は汚染されていない。							

				
マダイは龍ヶ岳、倉岳、栖本、御所浦沖合、八幡瀬戸牛深方面が主漁場。 カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。				
操業海域 (S55)				
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm		最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03		0.40	0.10
0.06	0.01		0.56	0.08
NA				

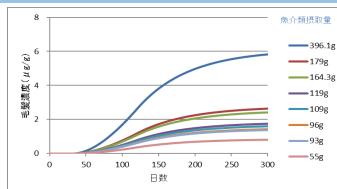
対象魚種	* 漁獲量 (S33年)	販路	備考
シマイカ、コウイカ、 シリクサレ	20.3	仲買を通じて八代市場へ	
マダイ、チダイ	4.5	仲買を通じて八代及び牛深その他	一部は五島鹿児島県に出漁
カサゴ、タチ、 イサキ、ペラ	35.2	八代、水俣、佐敷市場へ	汚水の件で特に影響を受けている
マダイ	19.5	三角、八代市場、各地の市場	
ハモ、グチ	43.2	その他延縄	水俣汚水のため完全休業状態
ボラ、コノシロ	1.7	地元消費	
タコ	3.1	タコつぼ	三角、八代市場
	0.2	かご	
	0.5	エビ流網	
	0.8	磯刺網	
	129		

⑩ KM-18,19,27海域

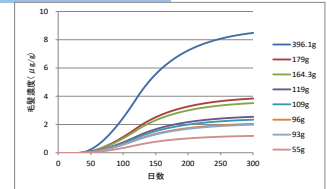
S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪 水銀値ppm



魚介類水銀値：0.090 (ppm)
[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.090 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



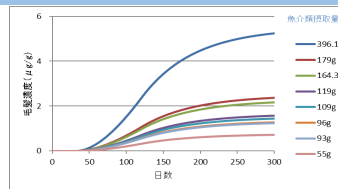
魚介類水銀値：0.107 (ppm)
[体重45 kg]女性相当 (曝露量最大)

95%信頼区間 (-+)

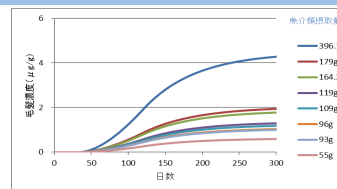
S55_95%信頼区間
0.071 -0.097
ND
同上

KM-19海域

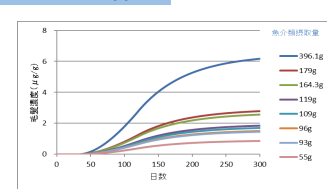
S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値 ppm



魚介類水銀値：0.066m)
[体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値：0.066 (ppm)
[体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値：0.078ppm)
[体重45 kg]女性相当 (曝露量最大)

は8ppm強程度となる』
n強程度となる』

栖本漁協（熊本県天草市栖本町(旧天草郡栖本村)）

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から	25.6 km
---	---------	----------------	---------

② 魚の生態系 D海域。内湾性もある外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。マダイは龍ヶ岳、倉岳、栖本、御所浦沖合、八幡瀬戸牛深方面が主漁場。

③ 魚の汚染					操業海域 (S48)			
	漁業種類	調査海域	魚種		中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
	打瀬船 釣り、流し網	KM-18,27	エビ タチウオ		0.12	0.01	0.51	0.15
	主たる操業海域	東シナ海	魚類全体		NA			
	共同漁業権海域	KM-18	魚類全体		0.06	0.02	0.36	0.09

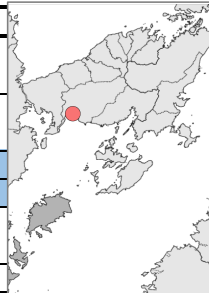
漁協	栖本漁協					
水揚げ地:	栖本	組合員（人）	正：115、准：0、計：115			
漁業種別	*経営体	*有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場
		階層別（隻）	漁業種類（隻）			
手繰網		3屯未満：22		1統	周年	沿岸
エビ流網	その他の刺網 ：15		その他の刺網 ：8 M:エビ流網 ヤソマ-4馬力 (S40頃、栖本で 最初)	11統	3月中旬～6月下旬 9月中旬～11月下旬	栖本沖
タイ流網				1統	3月～6月	栖本沖
磯刺網				3統	周年	地元沿岸
タイ釣（ブリ）				25統	冬(ブリ)夏(タイ)	牛深、甌沿岸
その他の釣	：22		：11	10統	周年	沿岸
タイ延縄	その他の延縄		その他の延縄	20統	2月～6月	天草西岸沖
ハモ延縄	：1		：1	5隻	5月～9月	鹿児島県米ノ津沖
イワシ船曳網	船曳網：4		船曳網：1	3統	3月～11月	地元沿岸
イカ籠	その他の漁業 ：1		その他の漁業 ：1	10隻	12月～3月	地元沿岸
計	43	22	22	89		

⑤	流通		
	小売・行商	入手経路	漁業者 漁業者以外
		a 自家消費	○
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△
		c 購入	○ (鮮魚店や行商人から購入、物々交換)

⑦ 摂食						
性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50
男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g
女性	164.3±97.4	93±48	55±23			

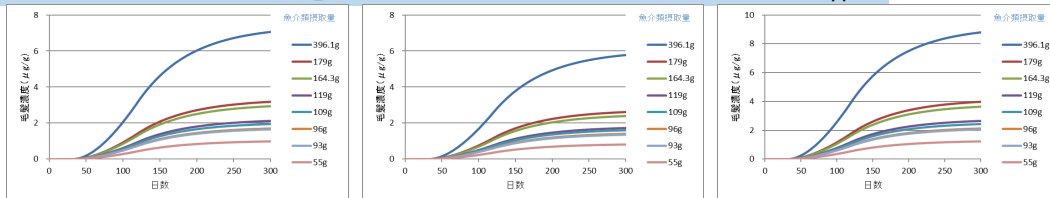
⑧ 毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先=(操業海域+共同漁業権)/2								95%信頼区間(-+)	
	パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値		
	毛髪水銀 濃度	55kg (男平均)	55~395 毎日 g/日	KM-18,27	操業海域モデル	0.11	0.009 - 0.13	0.08		
		45kg (女平均)		KM-18	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.10 0.09	0.067 - 0.111 0.067 - 0.111	0.08 0.08		
	毛髪水銀 濃度	55kg (男平均)	週に 2回 g/日	KM-18,27	操業海域モデル	同上	同上	同上	同上	
45kg (女平均)		KM-18		操業海域+地先 共同漁業権海域						

106

				
コノシロは八代海の湾奥、湾中部での漁獲が多い。年変動が大きい。3～4月頃八代海に入ってきて12月には外洋に出ていく。 カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。				
操業海域 (S55)				
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm		最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.03		0.40	0.10
NA				
0.07	0.01		0.36	0.08

対象魚種	* 漁獲量 (S33年)	販路	備考
カレイ、チダイ、雑魚	23	(吾智網?)	地元小売
マエビ、その他エビ	7.9		地元小売、仲買人
マダイ、チダイ			仲買人
コノシロ、グチ、コチ カレイ、ボラ	8.2		地元小売
ブリ、タイ	14.3		牛深市場
カレイ、ベラ、カサゴ	7.7		地元消費
タイ	-		牛深市場
ハモ、グチ	0.6	その他の延縄	八代、水俣市場
カタクチイワシ	61.6		水俣の件で漁場を失い休業中
コウイカ	4.8	(かご)	漁獲は例年の1/3以下
	1.4	(たこつぼ)	
	129.5		

⑩ KM-18海域 (地先) S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪 水銀値ppm



魚介類水銀値：0.09 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

魚介類水銀値：0.09 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当

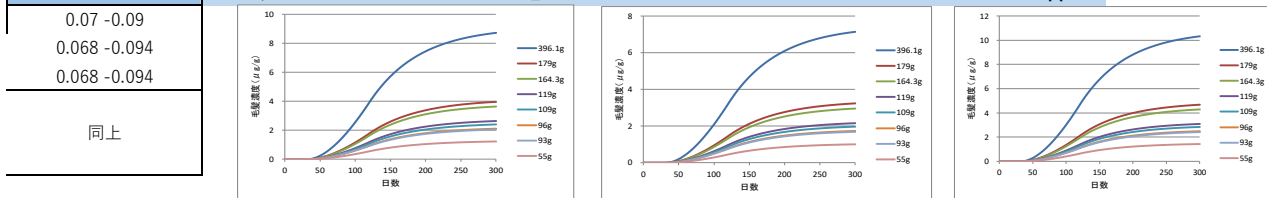
魚介類水銀値：0.111 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

(曝露量最大)

95%信頼区間 (-+)

S55_95%信頼区間 KM-18,27海域 (天草東) S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪 水銀値 ppm



魚介類水銀値：0.11 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

魚介類水銀値：0.11 (ppm)

[体重55 kg] 男性相当

魚介類水銀値：0.13 (ppm)

[体重45 kg] 女性相当

(曝露量最大)

『大10ppm程度となる』
 『9ppm程度となる』

大多尾漁協（熊本県天草市新和町(旧天草郡新和村)）

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から	23.9 km
---	---------	----------------	---------

③ 魚の汚染 操業海域 (S48)

③ 魚の汚染				操業海域 (S48)			
漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	
縫切網 釣、流網	KM- 18,26,27	カタクチイワシ タイ	0.06	0.01	0.36	0.09	
主たる操業海域	KM-18,26,27	魚類全体	0.06	0.01	0.36	0.09	
共同漁業権海域	KM-18,26,27	魚類全体	0.06	0.01	0.36	0.09	

④	漁獲					
漁協		大多尾漁協				
水揚げ地:	大多尾	組合員 (人)	正 : 138、准 : 16、計 : 154			
漁業種別	* 経営体	* 有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場
		階層別 (隻)	漁業種類 (隻)			
縫切網	縫切網 : 3	3屯未満 : 40 3~5屯 : 6	縫切網 : 13	3	5~7	大多尾地先及横島西側
タイ流網	その他の刺網 : 10		その他の刺網 : 9	8~10	3~7	大多尾沖
磯刺網				10	3~7	立の鼻、大多尾、横島沖
いか釣	イカ釣り : 19		イカ釣り : 11	20	12~1~4	大多尾沖
その他の釣	その他の釣り : 8		その他の釣り : 1	10	4~6	大多尾沖
たい延縄				6~7	4~6	大多尾沖
その他の延縄	その他の延縄 : 2		その他の延縄 : 2	7~8	6~8	大多尾沖
いわし船曳網	船曳網 : 7		船曳網 : 7	3	12~4	大多尾沖
吾智網				23	9~11	時期的に獅子島沖に出漁しているが、現在は大多尾沖横島沖に移動
たこ壺	その他の漁業 : 3		その他の漁業 : 3	5	3~9	大多尾海岸
たこ釣				5		
採藻				35	3~5	大多尾沖
計	52	46	46	135~139		

⑤	流通			
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外
		a 自家消費	○	
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△	
		c 購入		○
				(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)

⑦ 摂食						
性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S	国民栄養調査S50
男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g
女性	164.3±97.4	93±48	55±23			

⑧ 毛髪水銀 (血中濃度)									
(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2									
95%信頼区間 (+)									
パラメータ	体重	摂食	摂食量	海域	リスクモデル	\$48_魚類水銀平均値	\$48_95%信頼区間	\$55_魚類水銀平均値	ppm
毛髪水銀 濃度	55kg (男平均)	毎日	55~395	KM-18,26,27	操業海域モデル	0.09	0.078 - 0.105	0.09	
			g / 日	操業海域+地先	0.09	0.078 - 0.105	0.09		
	45kg (女平均)			KM-18,26,27	共同漁業権海域	0.09	0.078 - 0.105	0.09	
毛髪水銀 濃度	55kg (男平均)	週に2回	55~395	KM-18,26,27	操業海域モデル				
			g / 日	操業海域+地先	同上	同上	同上		
	45kg (女平均)			KM-18,26,27	共同漁業権海域				

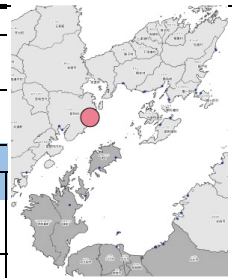
⑨	発症	リスクシミュレーション結果	『S48年、仮に女性が、300日間KM-18,26,27海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最大値に達する。』 『S55年、仮に女性が、300日間KM-18,26,27海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は最大値に達する。』
---	----	---------------	---

底魚が獲られる。

カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。

操業海域 (S55)

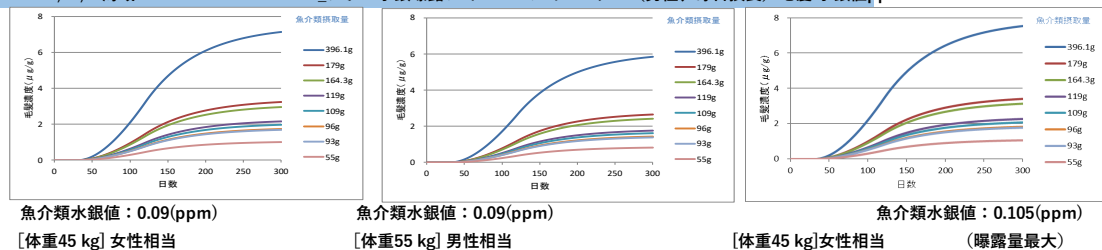
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.07	0.01	0.56	0.09
0.07	0.01	0.56	0.09
0.07	0.01	0.56	0.09



対象魚種	*漁獲量 (S33年)	販路	備考
カタクチ、キビナゴ、 タチ魚、小アジ	256.6 縫切網	大阪	単価1箱 350円 イリコ製品
タイ、ココタイ	0.2 その他の流網	熊本	単価1貫 600円
イサキ、タイ、ハンタ	5.4 磯刺網	本渡、熊本	単価1貫 250円
ツイカ	8.6 イカ釣り	熊本	1貫400円
イサキ、タイ	2.9 その他の釣り 0.5 タイ釣り		1貫500円
たい			80本 24本 釣 60本 又 縄 3等
イサキ、ココタイ	1.5 その他の延縄		1貫400円
カタクチ、タチ魚、 グチ			
タチ、チダイ、グチ、 カマス	21.6 吾智網	本渡、熊本	1貫500円 たち魚売行悪し
	3.8 タコつぼ	大阪、鹿児島	1本 430円 組合 1,150本
		大阪、鹿児島	仲買 560 1,710本
アラサ、ワカメ、 ヒジキ、ナコヤ、 ナゴヤ	0.5 その他の漁業		アラサ 350円 ナゴ 100円 ヒジ 120円
	301.6		

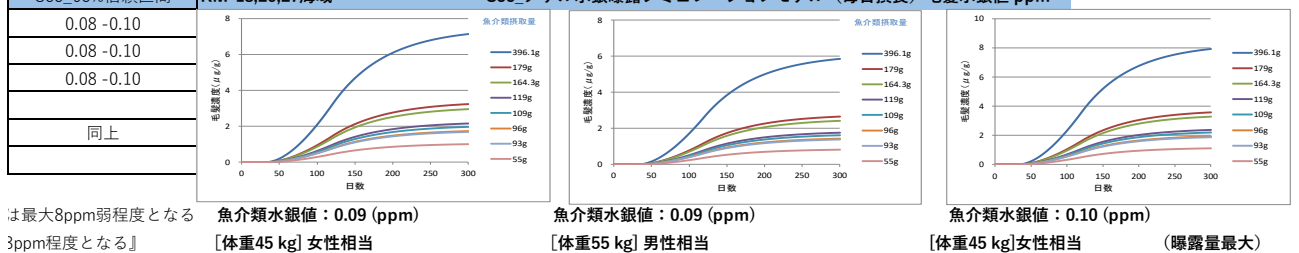
⑩ KM-18,26,27海域

S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (男性、毎日摂食) 毛髪 水銀値ppm



95%信頼区間 (-+)

S55_95%信頼区間 KM-18,26,27海域 S55_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値 ppm



別図 3-2

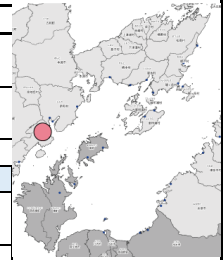
宮野河内漁協（熊本県天草市河浦町(旧天草郡河浦村)）

管理ポイント	チェック内容																																																																																																
① Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から25.9 km																																																																																																
② 魚の生態系	E海域。外洋性の強い海域であり、水深も50～60 mで、潮の流れも最も早い。船曳網やまき網、吾智網、一本釣延縄、採草などで浮魚、カタクチイワシは、長島海峡や黒の瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。																																																																																																
③ 魚の汚染	操業海域（S48） <table><tr><td>漁業種類</td><td>調査海域</td><td>魚種</td><td>中央値Hg(ppm)</td><td>最小値 ppm</td><td>最大値 ppm</td><td>平均 ppm</td></tr><tr><td>巻網、巾着網</td><td>KM-25,27</td><td>カタクチイワシ</td><td>0.1</td><td>0.01</td><td>0.51</td><td>0.14</td></tr><tr><td>釣り、刺網</td><td>KM-27</td><td>タイ</td><td>0.08</td><td>0.01</td><td>0.33</td><td>0.13</td></tr><tr><td>主たる操業海域</td><td>KM-27</td><td>魚類全体</td><td>0.08</td><td>0.01</td><td>0.33</td><td>0.13</td></tr><tr><td>共同漁業権海域</td><td>KM-27</td><td>魚類全体</td><td>0.08</td><td>0.01</td><td>0.33</td><td>0.13</td></tr></table>	漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	巻網、巾着網	KM-25,27	カタクチイワシ	0.1	0.01	0.51	0.14	釣り、刺網	KM-27	タイ	0.08	0.01	0.33	0.13	主たる操業海域	KM-27	魚類全体	0.08	0.01	0.33	0.13	共同漁業権海域	KM-27	魚類全体	0.08	0.01	0.33	0.13																																																													
漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm																																																																																											
巻網、巾着網	KM-25,27	カタクチイワシ	0.1	0.01	0.51	0.14																																																																																											
釣り、刺網	KM-27	タイ	0.08	0.01	0.33	0.13																																																																																											
主たる操業海域	KM-27	魚類全体	0.08	0.01	0.33	0.13																																																																																											
共同漁業権海域	KM-27	魚類全体	0.08	0.01	0.33	0.13																																																																																											
④ 漁獲	<table><tr><td>漁協</td><td>宮野河内漁協</td></tr><tr><td>水揚げ地:</td><td>宮野河内</td><td>組合員（人）</td><td>正：139、准：0、計：139</td></tr><tr><td>漁業種別</td><td>*経営体</td><td>*有動力漁船</td><td>稼働件数</td><td>漁期</td><td>漁場</td></tr><tr><td></td><td></td><td>階層別（隻）</td><td>漁業種類（隻）</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2艘まき揚線巾着網</td><td>2艘まき揚線巾着網：1</td><td>3屯未満：28 3～5屯：1</td><td>2艘まき揚線巾着網：1</td><td>1統</td><td>盛漁期 8～11月 中田湾が元漁場</td></tr><tr><td>磯刺網</td><td>その他の刺網：23</td><td></td><td>その他の刺網：23</td><td>35</td><td>産島の東方 中の片久保側流域</td></tr><tr><td>キビナ刺網</td><td></td><td></td><td></td><td>15</td><td>6月を中心とし 6ヶ月 上平前</td></tr><tr><td>ボラ罎刺網</td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>鹿児島入漁 枕崎</td></tr><tr><td>アジ流網</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>周年 1ヶ月 16日操業 水俣沖 現在中止 宮野河内湾</td></tr><tr><td>いか釣り</td><td>イカ釣り：12</td><td></td><td></td><td>30</td><td>4～8月 中田湾</td></tr><tr><td>タイ及び その他1本釣り</td><td>その他の釣り：41</td><td></td><td>その他の釣り：1</td><td>60</td><td>周年 中の片久保 堂崎鼻 付近</td></tr><tr><td>タコ1本釣り</td><td></td><td></td><td></td><td>30</td><td>4～8月</td></tr><tr><td>タコ壺 その他の漁業</td><td>その他の漁業：8</td><td></td><td>その他の漁業：4</td><td>12 6</td><td>3～9月 産島沖</td></tr><tr><td>地曳網</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>(2～4)(7～11) 中の片久保、彦島地先</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>計</td><td>85</td><td>29</td><td>29</td><td>202</td><td></td></tr></table>	漁協	宮野河内漁協	水揚げ地:	宮野河内	組合員（人）	正：139、准：0、計：139	漁業種別	*経営体	*有動力漁船	稼働件数	漁期	漁場			階層別（隻）	漁業種類（隻）			2艘まき揚線巾着網	2艘まき揚線巾着網：1	3屯未満：28 3～5屯：1	2艘まき揚線巾着網：1	1統	盛漁期 8～11月 中田湾が元漁場	磯刺網	その他の刺網：23		その他の刺網：23	35	産島の東方 中の片久保側流域	キビナ刺網				15	6月を中心とし 6ヶ月 上平前	ボラ罎刺網				5	鹿児島入漁 枕崎	アジ流網				2	周年 1ヶ月 16日操業 水俣沖 現在中止 宮野河内湾	いか釣り	イカ釣り：12			30	4～8月 中田湾	タイ及び その他1本釣り	その他の釣り：41		その他の釣り：1	60	周年 中の片久保 堂崎鼻 付近	タコ1本釣り				30	4～8月	タコ壺 その他の漁業	その他の漁業：8		その他の漁業：4	12 6	3～9月 産島沖	地曳網				6	(2～4)(7～11) 中の片久保、彦島地先													計	85	29	29	202	
漁協	宮野河内漁協																																																																																																
水揚げ地:	宮野河内	組合員（人）	正：139、准：0、計：139																																																																																														
漁業種別	*経営体	*有動力漁船	稼働件数	漁期	漁場																																																																																												
		階層別（隻）	漁業種類（隻）																																																																																														
2艘まき揚線巾着網	2艘まき揚線巾着網：1	3屯未満：28 3～5屯：1	2艘まき揚線巾着網：1	1統	盛漁期 8～11月 中田湾が元漁場																																																																																												
磯刺網	その他の刺網：23		その他の刺網：23	35	産島の東方 中の片久保側流域																																																																																												
キビナ刺網				15	6月を中心とし 6ヶ月 上平前																																																																																												
ボラ罎刺網				5	鹿児島入漁 枕崎																																																																																												
アジ流網				2	周年 1ヶ月 16日操業 水俣沖 現在中止 宮野河内湾																																																																																												
いか釣り	イカ釣り：12			30	4～8月 中田湾																																																																																												
タイ及び その他1本釣り	その他の釣り：41		その他の釣り：1	60	周年 中の片久保 堂崎鼻 付近																																																																																												
タコ1本釣り				30	4～8月																																																																																												
タコ壺 その他の漁業	その他の漁業：8		その他の漁業：4	12 6	3～9月 産島沖																																																																																												
地曳網				6	(2～4)(7～11) 中の片久保、彦島地先																																																																																												
計	85	29	29	202																																																																																													
⑤ 流通 小売・行商	<table><tr><td>入手経路</td><td>漁業者</td><td>漁業者以外</td></tr><tr><td>a 自家消費</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>b おすそ分け</td><td>△</td><td></td></tr><tr><td>c 購入</td><td></td><td>○</td></tr></table>	入手経路	漁業者	漁業者以外	a 自家消費	○		b おすそ分け	△		c 購入		○																																																																																				
入手経路	漁業者	漁業者以外																																																																																															
a 自家消費	○																																																																																																
b おすそ分け	△																																																																																																
c 購入		○																																																																																															
⑥ 汚染魚入手	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)																																																																																																
⑦ 摂食	<table><tr><td>性別</td><td>不知火海漁家</td><td>内陸平野農家</td><td>都市常用勤労者</td><td>国民栄養調査S30</td><td>国民栄養調査S40</td><td>国民栄養調査S50</td></tr><tr><td>男性</td><td>396.1±118.1</td><td>109±54</td><td>96±83</td><td rowspan="2">77.2 g</td><td rowspan="2">76.3 g</td><td rowspan="2">94.5 g</td></tr><tr><td>女性</td><td>164.3±97.4</td><td>93±48</td><td>55±23</td></tr></table>	性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50	男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g	女性	164.3±97.4	93±48	55±23																																																																														
性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50																																																																																											
男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g																																																																																											
女性	164.3±97.4	93±48	55±23																																																																																														
⑧ 毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域＋地先＝（操業海域＋共同漁業権）／2 95%信頼区間（-+） <table><tr><td>パラメータ</td><td>体重</td><td>摂食 摂食量</td><td>海域</td><td>リスクモデル</td><td>S48_魚類水銀平均値</td><td>S48_95%信頼区間</td><td>S55_魚類水銀平均値 ppm</td></tr><tr><td rowspan="2">毛髪水銀濃度</td><td>55kg（男平均）</td><td>55～395 毎日 g／日</td><td>KM-25,27</td><td>操業海域モデル</td><td>0.14</td><td>0.12 - 0.16</td><td>0.09</td></tr><tr><td>45kg（女平均）</td><td></td><td>KM-27</td><td>操業海域＋地先 共同漁業権海域</td><td>0.13 0.13</td><td>0.10 - 0.16 0.10 - 0.16</td><td>0.09 0.09</td></tr><tr><td rowspan="2">毛髪水銀濃度</td><td>55kg（男平均）</td><td>週に2回 55～395 g／日</td><td>KM25,-27</td><td>操業海域モデル</td><td rowspan="2">同上</td><td rowspan="2">同上</td><td rowspan="2">同上</td></tr><tr><td>45kg（女平均）</td><td></td><td>KM-27</td><td>操業海域＋地先 共同漁業権海域</td></tr></table>	パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm	毛髪水銀濃度	55kg（男平均）	55～395 毎日 g／日	KM-25,27	操業海域モデル	0.14	0.12 - 0.16	0.09	45kg（女平均）		KM-27	操業海域＋地先 共同漁業権海域	0.13 0.13	0.10 - 0.16 0.10 - 0.16	0.09 0.09	毛髪水銀濃度	55kg（男平均）	週に2回 55～395 g／日	KM25,-27	操業海域モデル	同上	同上	同上	45kg（女平均）		KM-27	操業海域＋地先 共同漁業権海域																																																													
パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm																																																																																										
毛髪水銀濃度	55kg（男平均）	55～395 毎日 g／日	KM-25,27	操業海域モデル	0.14	0.12 - 0.16	0.09																																																																																										
	45kg（女平均）		KM-27	操業海域＋地先 共同漁業権海域	0.13 0.13	0.10 - 0.16 0.10 - 0.16	0.09 0.09																																																																																										
毛髪水銀濃度	55kg（男平均）	週に2回 55～395 g／日	KM25,-27	操業海域モデル	同上	同上	同上																																																																																										
	45kg（女平均）		KM-27	操業海域＋地先 共同漁業権海域																																																																																													
⑨ 発症	リスクシミュレーション結果 『S48年、仮に女性が、300日間KM-25,27海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最も高くなる。』 『S48年、仮に女性が、300日間KM27（地先）海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は最も高くなる。』 枕崎などで漁獲された魚は汚染されていない。																																																																																																

底魚が獲られる。 マダイは龍ヶ岳、倉岳、栖本、御所浦沖合、八幡瀬戸牛深方面が主漁場。
 タチウオは鹿児島県長島付近で発生し、カタクチイワシの群れを追って捕食しながら北上。樋島あたりが北限。

操業海域 (S55)

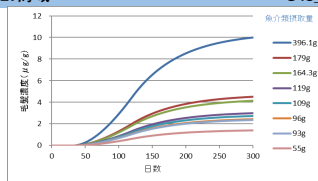
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
0.06	0.01	0.56	0.09
0.06	0.01	0.56	0.09
0.06	0.01	0.56	0.09
0.06	0.01	0.56	0.09



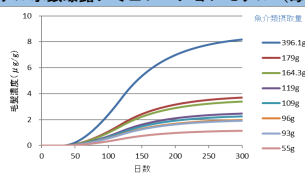
対象魚種	*漁獲量 (S33年)		販路	備考
カタクチ、タチ	1.7	2艘まき揚繰巾着網		
タイ、イセエビ、 イサキ その他の魚	32.8	磯刺網	本渡、水俣	
キビナ			本渡、水俣	
			本渡	水俣病発生以前は不知火海水俣前方海域に操業
コノシロ、タイ、魚 チタイ			本渡	
ヤリイカ	0.4	エビ流網		
	5.5	イカ釣り		干いか
タイ、ココタイ	7.2	タイ釣り	本渡	
	18.6	その他の釣り		
タコ			大阪	餌エビ
タコ	4.0	タコつば	大阪	
クサビ、アラ、 カブ等の瀬物			本渡	
カタクチ、キビナ、 タチ魚等	3.6	イワシの曳網	横浦、牛深	
	4.3	その他の曳網		
	0.8	その他のしき網		
	39.8	採藻		
	118.7			

⑩ KM-27海域

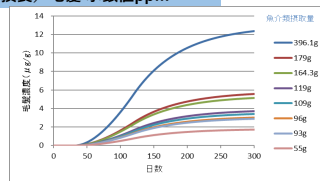
S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値ppm



魚介類水銀値: 0.13 (ppm)
 [体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値: 0.13 (ppm)
 [体重55 kg] 男性相当



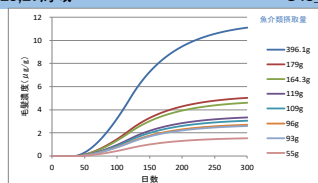
魚介類水銀値: 0.16 (ppm)
 [体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

95%信頼区間 (-+)

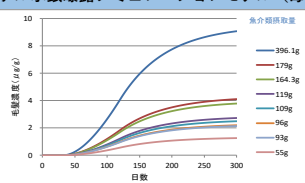
S55_95%信頼区間
0.08- 0.11
0.06 -0.11
0.06 - 0.11
同上

KM-25,27海域

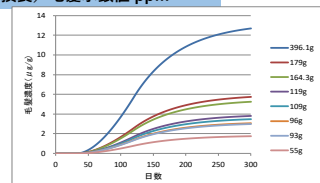
S48_メチル水銀曝露シミュレーションモデル (毎日摂食) 毛髪水銀値 ppm



魚介類水銀値: 0.14 (ppm)
 [体重45 kg] 女性相当



魚介類水銀値: 0.14 (ppm)
 [体重55 kg] 男性相当



魚介類水銀値: 0.16 (ppm)
 [体重45 kg] 女性相当 (曝露量最大)

『大12ppm強程度となる』
 『大12ppm強程度となる』

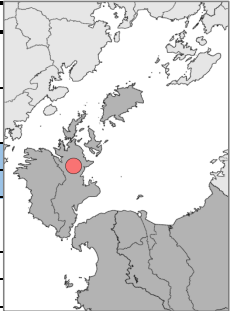
別図 4-1

東町(東長島村)漁協 (鹿児島県出水郡長島町(旧出水郡東町))

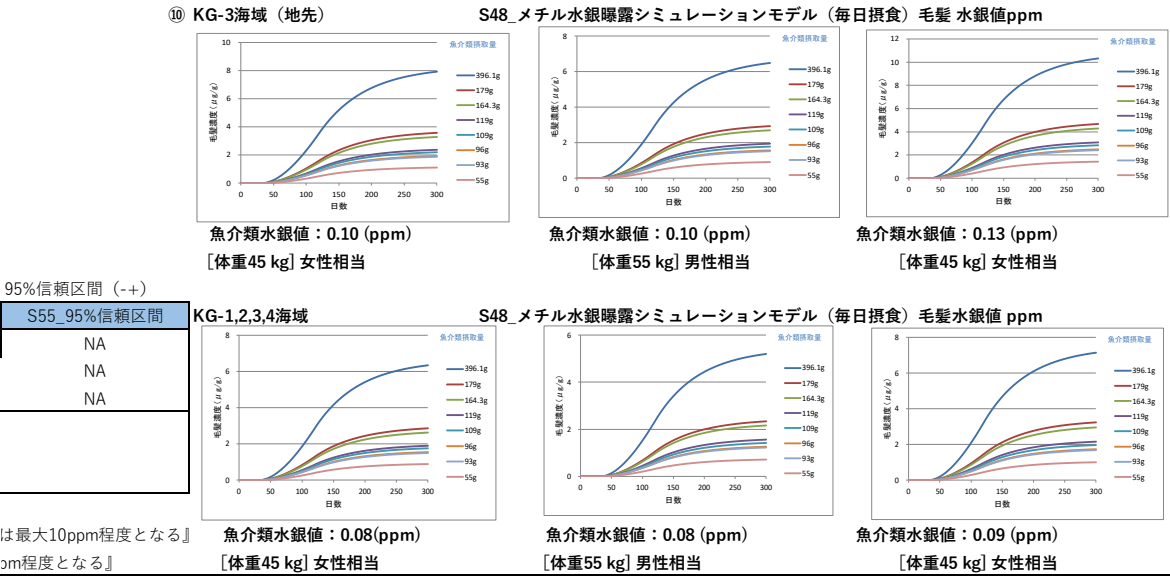
管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チソ水保工場百間排水口から	19.9 km							
②	魚の生態系	D海域。内湾性あるも外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。 カタクチイワシは、長島海峡や黒之瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。								
③	魚の汚染	操業海域 (S48)								
	漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm			
	巾着網		カタクチイワシ	0.08	0.02	0.29	0.10			
	釣り、流し網	KG-3	タイ							
	主たる操業海域	KG-1,2,3,4	魚類全体	0.07	0.01	0.29	0.08			
	共同漁業権海域	KG-3	魚類全体	0.08	0.02	0.29	0.10			
④	漁獲	東町(東長島村)漁協								
	水揚げ地:	東町鷹巣	組合員 (人)	正 : 548、准 : 0、計 : 548						
	漁業種別	* 経営体	* 有動力漁船	稼働件数	漁期	漁場				
			階層別 (隻)	漁業種類 (隻)						
	揚繰巾着網		20t以上 : 0 20t以下 : 167	4	2	4~10月	地先や八代海の鹿児島県内の海域			
	縫切八田網		昭和33年	2	2	4~10月				
	地曳網		無動力船 141 動力船 139		46	4~11月				
	地漕網		5 t 未満 132 5 - 19.9 t 7		7	3~8月				
	手繰網			39	39	周年				
	定置網		底引網 27 まき網 6 刺網 4		5	周年				
	磯建網		小型定地 6 地引船引 46		20	周年				
	いわし刺網			3	3	1~3月				
	きびなご刺網				3	10~2月				
	磯追込網			6	6	3~10月				
	磯干網				3	2~9月				
	延縄			16	126	周年				
	一本釣			20	285	周年				
	計			90	547					
⑤	流通									
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外						
		a 自家消費	○							
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△							
		c 購入		○	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)					
⑦	摂食									
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50		
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g		
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23					
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域 + 地先 = (操業海域 + 共同漁業権) / 2 95%信頼区間 (-+)								
	パラメータ	体重	摂食	摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値	ppm
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	毎日	55~395 g / 日	KG1,-2,3,4	操業海域モデル	0.08	0.07 - 0.09	NA	NA
		45kg (女平均)				操業海域 + 地先 共同漁業権海域	0.09 0.10			
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回	55~395 g / 日	KG-1,2,3,4	操業海域モデル	同上			
		45kg (女平均)				操業海域 + 地先 共同漁業権海域				
⑨	発症	リスクシミュレーション結果 『S48年、仮に女性が、300日間KG3 (地先) 海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値は最大7ppmに達する。』 『S48年、仮に女性が、300日間KG-1,2,3,4海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は最大7ppmに達する。』								

地域別漁業別稼働実態表 (S28)		鹿児島県水産要覧 (昭和31年)
マダイは龍ヶ岳、倉岳、栖本、御所浦沖合、八幡瀬戸、牛深方面が主漁場。		
操業海域 (S55)		
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm
NA		
NA		
NA		
NA		



対象魚種	*漁獲量		販路	備考
カタクチイワシ	(千貫)	(千円)		
カタクチイワシ	384	43,227	徳島のカツオ一本釣り漁船が、生き餌の供給基地としてカタクチイワシを求めて受け取りに来ていた。	
カタクチイワシ、キビナゴ				
タイ、イサキ				
タイ、イサキ				
タイ、イワシ				
イサキ、セウオ				
イワシ				
キビナゴ				
イサキ、セウオ				
雑魚				
タイ、ブリ				
タイ、ブリ				



別図 4-2

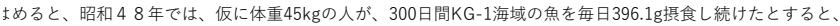
西長島村漁協（鹿児島県出水郡長島町指江(旧西長島村指江)）

管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		約37 km（黒之瀬戸経由）								
②	魚の生態系	東シナ海に向いている外洋性の漁場 イワシ類は、甌島から五島列島までの東シナ海域で産卵し、それが成長しながら、対馬海流と黒潮に乗って日本列島沿岸を北上										
③	魚の汚染				操業海域（S48）							
	漁業種類	—	調査海域	—	魚種	—	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm		
	一本釣り		KG-5				0.043	0.01	0.37			
	地引網		KG-5, KG-6		イワシ、アジ		NA					
	主たる操業海域		東シナ海		魚類全体		NA					
	共同漁業権海域		KG-6		魚類全体		NA					
④	漁獲											
	漁協	西長島村漁協										
	水揚げ地:	西長島村		組合員（人）		正：220、准：302、計：522						
	漁業種別	*経営体		*有動力漁船		稼働件数		漁期		漁場		
				階層別（隻）		漁業種類（隻）						
	揚繰網			20t以上：0 20t以下：30		10		50		4～12月		
	イワシ刺網			昭和33年		12		10		1～3月		
	地曳網			無動力船 100 動力船 50		10		500		4～5月 9～11月		
	磯建網			5 t 未満 49 5 - 19.9 t 1		7		2		周年		
	キビナゴ刺網					5		6		10～1月		
	一本釣り			釣・延縄 60 まき網 2 刺網 50		5		2		周年		
	小型延縄			その他 20 地引船引 16		5		2		周年		
	いか網							3		4～5月		
	磯追込網					1		3		8～2月		
	小型定置網					1		6		周年		
	計					56		262				
⑤	流通											
	小売・行商	入手経路		漁業者		漁業者以外						
		a 自家消費		○								
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け		△								
		c 購入				○		(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)				
⑦	摂食											
	性別	不知火海漁家		内陸平野農家		都市常用勤労者		国民栄養調査S30		国民栄養調査S40	国民栄養調査S50	
	男性	396.1±118.1		109±54		96±83		77.2 g		76.3 g	94.5 g	
	女性	164.3±97.4		93±48		55±23						
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2 95%信頼区間 (-+)										
	パラメータ	体重		摂食 摂食量		海域		リスクモデル		S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	魚類水銀平均値
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均) 45kg (女平均)		55～395 毎日 g / 日		東シナ海 KG-6		操業海域モデル 操業海域+地先 共同漁業権海域		NA NA		
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均) 45kg (女平均)		週に2回 55～395 g / 日		東シナ海 KG-6		操業海域モデル 操業海域+地先 共同漁業権海域		同上	同上	
⑨	発症	リスクシミュレーション結果 KG-6地先の水銀値データが入手できていないので分析できないが、参考値としてKG-6を当てはめると、毛髪水銀値は最大3 ppm程度となる。東シナ海で操業して獲られたイワシなどは汚染はない。										

地域別漁業別稼働実態表 (S28)		鹿児島県水産要覧 (昭和31年)	
していく。イワシ、サバなどや、地先でのタイ、アジなどが獲れる海域である。			
操業海域 (S55)			
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm

KG-5（参考値） 長島海峡の西長島村と東町の間にある浦底浦近辺の海域



別図 5-1

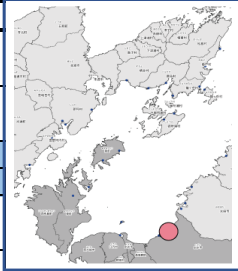
出水市漁協（鹿児島県出水市六月田町）

管理ポイント チェック内容

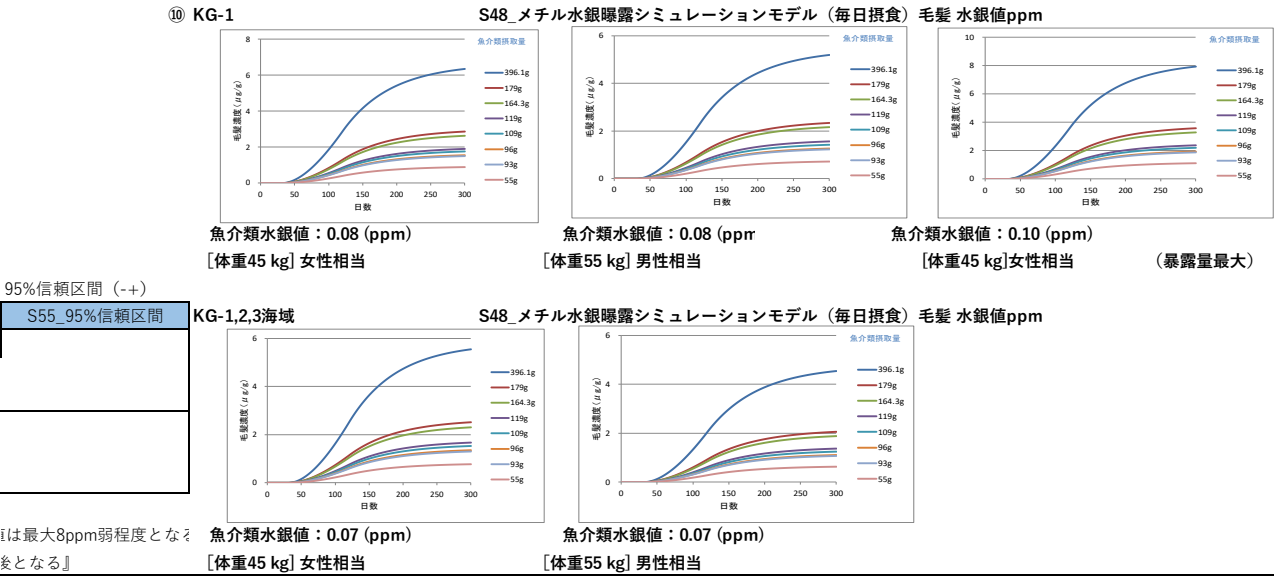
①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から		9.3 km				
②	魚の生態系	D海域。内湾性あるも外湾性もある。底魚、浮魚、エビ類を吾智網、底引網、船曳網、一本釣延縄などで捕獲する。 カタクチイワシは、長島海峡や黒の瀬戸を抜けて外洋から八代海へ入ってきて、成長し、また外洋へ出ていく。						
③	魚の汚染	操業海域（S48）						
	漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	
	打瀬船		エビ					
	釣り、流し網	KG-2	カタクチイワシ	0.09	0.02	0.26	0.06	
	主たる操業海域	KG-1,2,3	魚類全体		0.01	2.22	0.07	
	共同漁業権海域	KG-1	魚類全体	0.06	0.01	0.29	0.08	
④	漁獲							
	漁協	出水市漁協						
	水揚げ地:	六月田	組合員（人）	正：428、准：19、計：447				
	漁業種別	*経営体	*有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場	
			階層別（隻）	漁業種類（隻）				
	いわし刺網		20t以上：0 20t以下：83	1	1	1～3月	地先の海域	
	小型延縄			4	5	周年		
	手繰網		昭和33年 無動力船 94 動力船 105	6	6	4～11月		
	ぼらかご		5 t未満 87 5 - 19.9 t 18		11	7～12月		
	雑一本釣				45	周年		
	磯建網		底引網 47 まき網 2		4	3～12月		
	ツボ網		釣・延縄 51					
	巾着網		小型定地 1 地引船引 5		1	周年		
	船曳網	打瀬網	その他 154	1	1	周年		
	計							
⑤	流通							
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外				
		a 自家消費	○					
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△					
		c 購入		○	(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)			
⑦	摂食							
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23			
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2 95%信頼区間 (-+)						
	パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55～395	KG-1,2,3	操業海域モデル	0.07		N.D.
		45kg (女平均)	毎日 g / 日		操業海域+地先 共同漁業権海域	0.07 0.08		
	毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55～395	KG-1,2,3	操業海域モデル	同上	同上	N.D.
		週に2回 45kg (女平均)	g / 日		操業海域+地先 共同漁業権海域			
⑨	発症	リスクシミュレーション結果 『S48年、仮に女性が、300日間KG-1（地先）海域の魚を毎日396.1g摂食し続けたとすると、毛髪水銀値 『S48年、仮に300日間KG-1,2,3,海域の魚を毎日396.1g摂食し続けると、毛髪水銀値は男女とも5ppm前後						

地域別漁業別稼働実態表（S28）		鹿児島県水産要覧（昭和31年）	
エビ類は宇土半島の●で孵り八代海を南下しながら成長する。鹿児島県出水沖まで南下すると、産卵のために北上する。 タチウオは鹿児島県長島付近で発生し、カタクチイワシの群れを追って捕食しながら北上。樋島あたりが北限。			
操業海域（S55）			
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm
NA			
NA			
NA			





*昭和34年1月から12月までの出水市場取扱魚種				
対象魚種	* 漁獲量		魚種	漁港別取り扱い量 (t) 築港、名護、福之江
カタクチイワシ	(千貫)	(千円)	いわし きびなご さば あじ たい その他	44, 0, 0 13, 0, 0 61, 0, 0 103, 1, 0 0, 0, 0 288, 179, 11
タイ、チヌ	300	40,000		
タイ、アジ、キス				
ホラ				
タイ、チヌ、タチ				
カニ、イサキ、タイ				
コノシロ、タイ、スズキ、チン				
カタクチイワシ、アジ、タチ				
カタクチイワシ、アジ、タチ				



別図 5-2

阿久根市漁協（鹿児島県阿久根市）

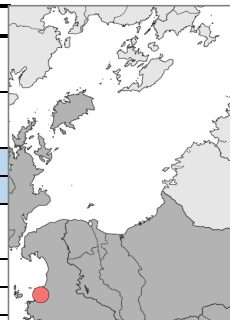
管理ポイント チェック内容

①	Me-Hg排水	チッソ水俣工場百間排水口から	27.1 km						
②	魚の生態系	東シナ海を向いた外洋性。イワシ、サバなど浮魚の産卵、成長する海域。 イワシ類、サバ類は、甌島から五島列島までの東シナ海域で産卵し、それが成長しながら、対馬海流と黒潮に乗って日本列島沿岸を北上							
③	魚の汚染	操業海域（S48）							
		漁業種類	調査海域	魚種	中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm	
		まき網	東シナ海	サバ	NA				
		釣り、流し網	東シナ海	イワシ					
		主たる操業海域	東シナ海	魚類全体					
		共同漁業権海域	KG-7	魚類全体	0.01	0.01	0.01	0.01	
④	漁獲	阿久根は、甌島を沖合前面にし、天草の漁協；							
		漁協	阿久根市漁協						
		水揚げ地:	阿久根市	組合員（人）	正：704、准：34、計：738				
		漁業種別	*経営体	*有動力漁船		稼働件数	漁期	漁場	
				階層別（隻）	漁業種類（隻）				
		いわし揚繰巾着網		20t以上：8 20t以下：85	15	3	周年	天草灘	
		いわし刺網		昭和34年 無動力船 156 動力船 130 5 t未満 99 5 - 19.9 t 21 20-39.9 t 6 40-99.9 t 4 まき網 8 釣り・延縄 144 その他 102	6	6	12～3月	天草灘	
		きびな刺網				16	8～11月	天草灘	
		一本釣り				37	127	周年	天草灘
		縫切網				4	3	4～11月	天草灘
		延縄				10	12	周年	天草灘
		地曳網					1	3～11月	天草灘
		瀬打網				1	周年	天草灘	
		採介藻				15	3～6月	天草灘	
		計			72	184			
⑤	流通	阿久根町第1漁協と阿久根町漁協、大川漁協が昭和27年に合併し							
	小売・行商	入手経路	漁業者	漁業者以外	昭和30年に倉津漁協と合併して、阿久根市漁協となる。				
		a 自家消費	○		脇本漁協は昭和39年に黒乃浜漁協に吸収され、黒乃浜漁協とな				
⑥	汚染魚入手	b おすそ分け	△		(鮮魚店や行商人から購入、物々交換)				
		c 購入		○					
⑦	摂食								
		性別	不知火海漁家	内陸平野農家	都市常用勤労者	国民栄養調査S30	国民栄養調査S40	国民栄養調査S50	
		男性	396.1±118.1	109±54	96±83	77.2 g	76.3 g	94.5 g	
		女性	164.3±97.4	93±48	55±23				
⑧	毛髪水銀 (血中濃度)	(注) 操業海域+地先 = (操業海域+共同漁業権) / 2 95%信頼区間 (-+)							
		パラメータ	体重	摂食 摂食量	海域	リスクモデル	S48_魚類水銀平均値	S48_95%信頼区間	S55_魚類水銀平均値 ppm
		毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	55～395 毎日 g / 日	東シナ海甌島	操業海域モデル	NA		NA
			45kg (女平均)		KG-7	操業海域+地先 共同漁業権海域	0.01		
		毛髪水銀濃度	55kg (男平均)	週に2回 55～395 g / 日	東シナ海甌島	操業海域モデル	同上	同上	NA
			45kg (女平均)		KG-7	操業海域+地先 共同漁業権海域			
⑨	発症	リスクシミュレーション結果 阿久根の操業海域は東シナ海であり、メチル水銀曝露のリスクはほとんどない。							

鹿児島県水産要覧（昭和31年）

操業海域 (S55)

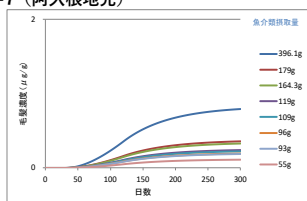
中央値Hg(ppm)	最小値 ppm	最大値 ppm	平均 ppm



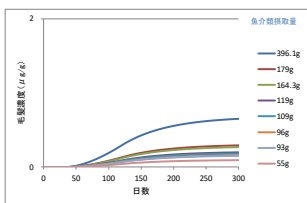
*昭和34年1月から12月までの阿久根市場取扱魚種

対象魚種	* 漁獲量		魚種	漁獲量 (t)
サバ、イワシ、 アジ、ムロ	(千貫) 300	(千円) 49,700		
イワシ			いわし	1,323
			きびなご	77
			さば	77
キビナゴ			あじ	7
			カツオ	29
サバ、ブリ、タイ、 イカ、アジ			まぐろ	3
			ぶり	51
イワシ、アジ、サバ			さめ	13
			たい	88
ブリ、タイ、フカ、 アカバラ、ヒラス			その他	288
イワシ、キビナゴ				
瀬魚				
ヒジキ、介				

⑩ KG-7 (阿久根地先)



[体重45 kg] 女性相当



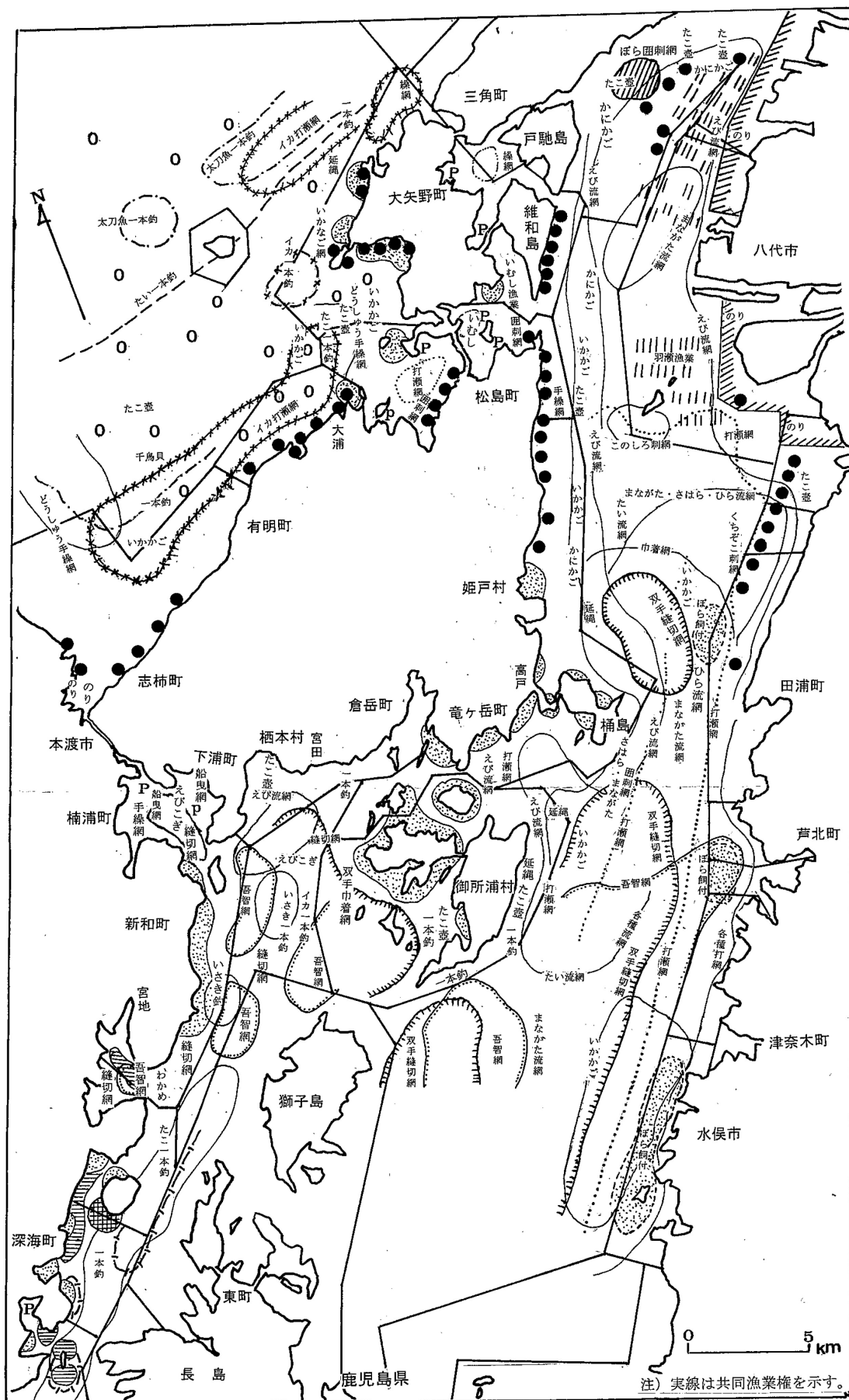
[体重55 kg] 男性相当

県	採集地点	(目安)	魚種	総水銀(ppm)		
				平均	最高	最低
長崎県	NS9	(橘湾)	マアジ	0.024	0.05	ND
				0.019	0.05	ND
			カタクチワシ	0.047	0.09	ND
	NS10	(長崎半島)	マアジ	0.001	0.01	ND
				0.008	0.04	ND
熊本県	KM29	(苓北町)	マアジ	0.031	0.09	0.01
				0.037	0.04	0.03
			マサバ	0.019	0.03	0.01
	KM28	(天草町)	マアジ	0.022	0.05	ND
				0.071	0.1	0.05
鹿児島県	KG6	(長島)	マアジ	0.049	0.05	0.04
				0.02	0.02	0.02
				0.039	0.05	0.03
			ウルメイワシ	0.017	0.04	0.01
			サバ	0.02	0.03	0.01
	KG7	(阿久根)	マアジ	0.01	0.01	0.01

天草灘の魚類の水銀値（参考）

出典：西海区水産研究所他（昭和49年6月）「有明・八代海産魚介類の重金属（とくに水銀）蓄積に関する実態と解析」

別図 6 昭和 36 年の八代海の漁場図



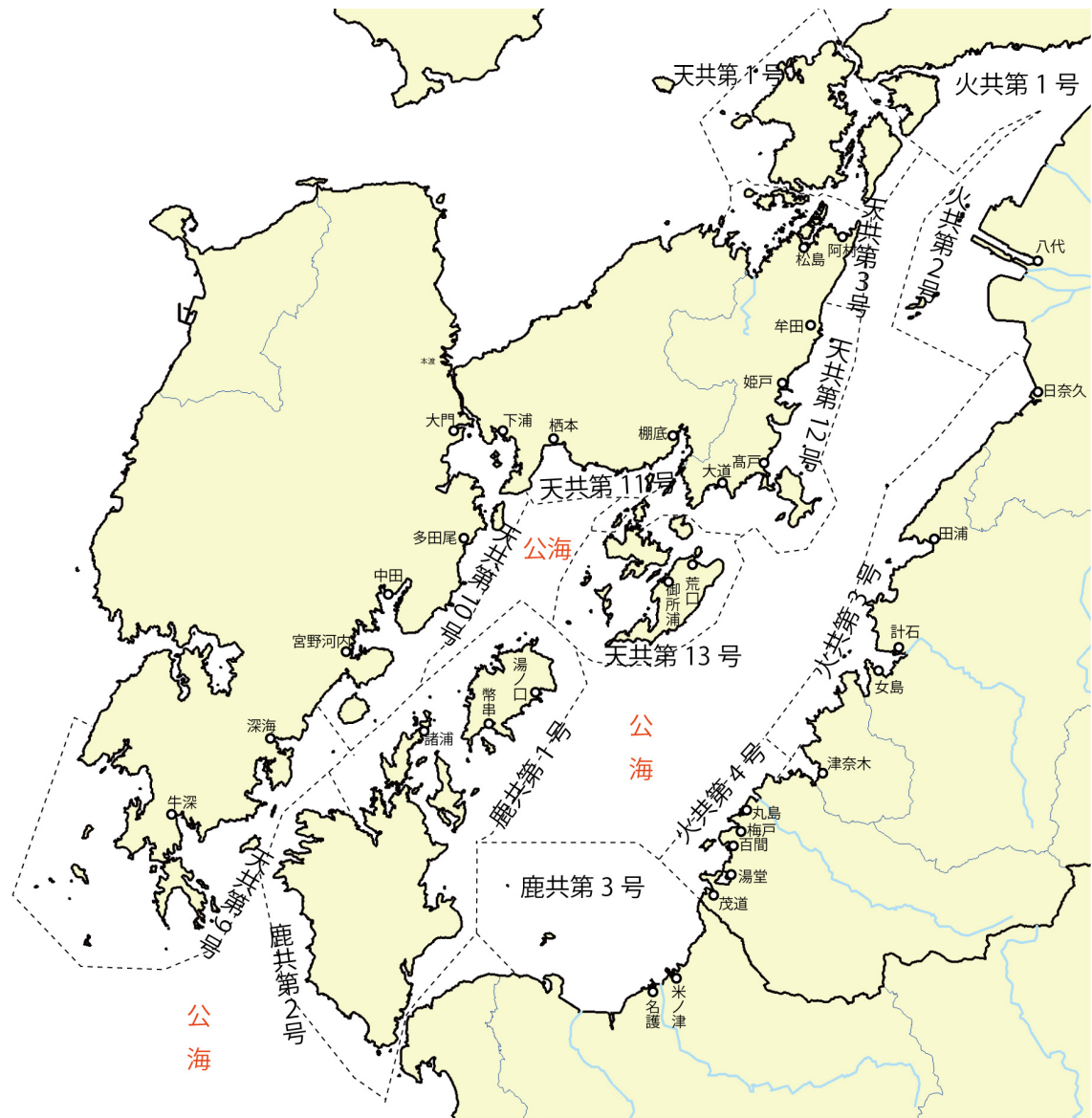
八代海とその周辺における漁場図 (1961年)

凡例 資料) 井上 博『熊本県の漁具図譜』熊本水産試験場 (1961 年) 付図、各地先漁場図をもとに作成 (一部改変)。

- | | | | | | |
|---------|-----|--------|-------|--------|-------|
| P 真珠 | 羽瀬 | いかなご網 | 吾智網 | イカ打瀬網 | たい一本釣 |
| ● 壺網 | のり | きびなご刺網 | 双手縫切網 | 太刀魚一本釣 | ぼら囲刺網 |
| 〇〇 たこ漁業 | 地曳網 | 磯建網 | あんこう網 | イカー一本釣 | 打瀬網 |

作成: 山中 進

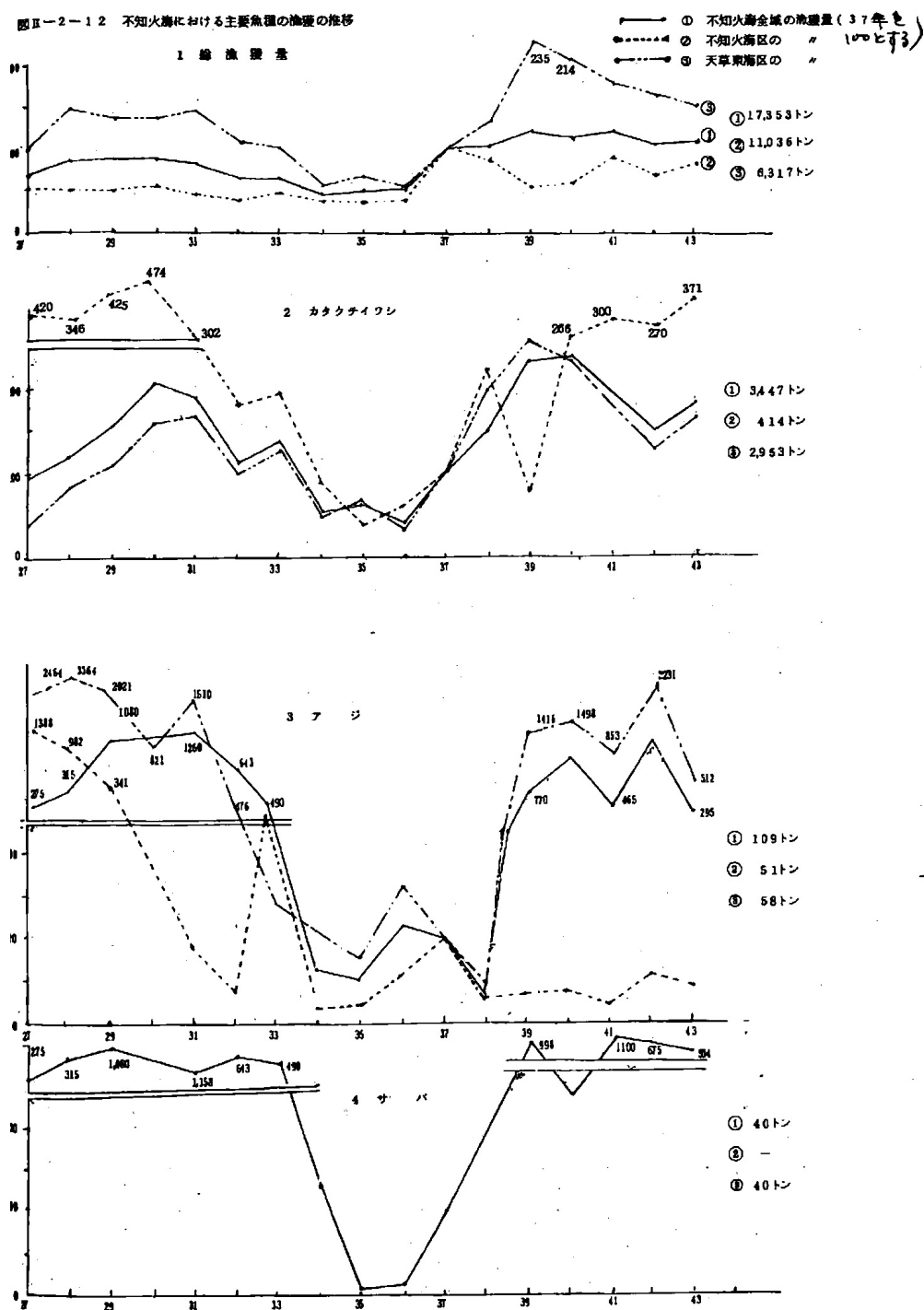
別図 7 熊本県・鹿児島県の共同漁業権図



別図 8 昭和 48 年八代海魚類の水銀濃度

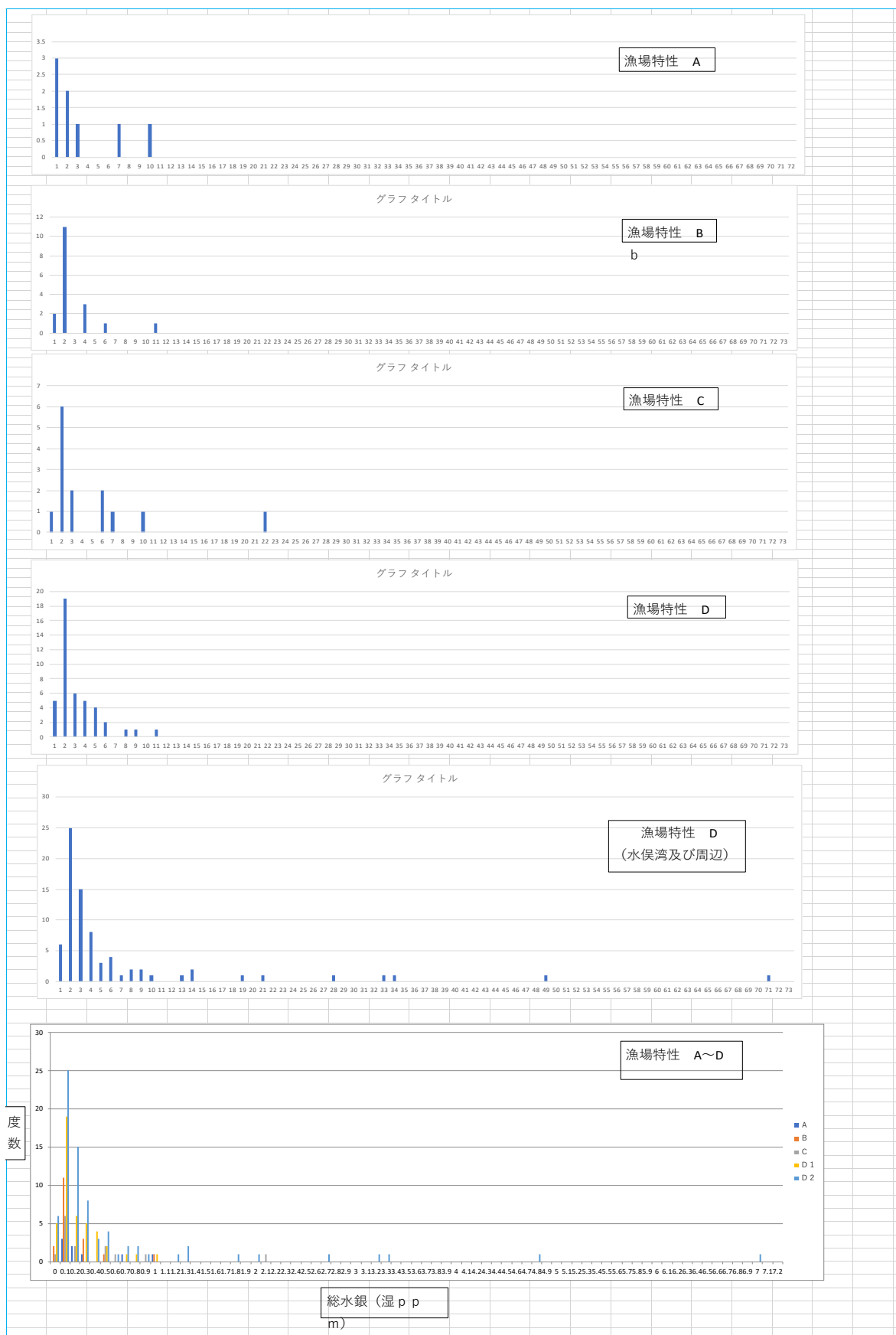
総水銀値		
採取地点	魚種名	中央値（メディアン）
KM-13	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マダコ	0.045
KM-14	カミナリイカ	0.020
	キス	0.050
	クマエビ	0.010
	コノシロ	0.020
	シャコ他	0.010
	ジンドウイカ	0.035
	タチウオ	0.115
	プランクトン	0.020
	ボラ	0.010
	マアジ	0.025
KM-15	マエソ	0.030
	マフグ	0.065
	カレイ	0.100
	クマエビ	0.030
	コイチ	0.045
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.020
	シバエビ	0.030
	ジンドウイカ	0.035
	スズキ	0.070
KM-16	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
KM-17	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
KM-18	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マダイ	0.100
	マダコ	0.040
	アオリイカ	0.120
	イシモチ	0.100
	カタクチイワシ	0.020
	トラエビ他	0.030
	マダイ	0.070
KM-19	メジナ	0.030
	イサキ	0.150
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.055
	トラエビ	0.020
	ハモ	0.200
	マアジ	0.035
	マダコ	0.040
	イシモチ	0.050
	キス	0.060
KM-20	ジンドウイカ	0.040
	タチウオ	0.045
	プランクトン	0.030
	マアジ	0.040
	ヨシエビ	0.040
	アカエビ	0.030
	イシモチ	0.050
	カレイ	0.050
	キス	0.070
	ハモ	0.170
KM-21	プランクトン	0.010
	マエソ	0.080
	マダコ	0.070
	イシモチ	0.225
	イボダイ	0.010
	トラエビ他	0.020
	ハモ	0.280
	ホタルジャコ	0.035
	マエソ	0.040
	シマイサキ	0.305
KM-22	シャコ他	0.120
	タチウオ	0.060
	ボラ	0.030
	マアジ	0.070
	イボダイ	0.020
	タチウオ	0.050
	トラエビ他	0.100
	ハモ	0.280
	マエソ	0.120
	カタクチイワシ	0.020
KM-23	タチウオ	0.060
	トラエビ他	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
KM-24	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
KM-25	マエソ	0.040
	マフグ	0.065
	カレイ	0.100
	クマエビ	0.030
	コイチ	0.045
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.020
	シバエビ	0.030
	ジンドウイカ	0.035
	スズキ	0.070
KM-26	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
KM-27	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
KM-28	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
KM-29	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
KM-30	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.065
	カレイ	0.100
	クマエビ	0.030
	コイチ	0.045
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.020
	シバエビ	0.030
KM-31	ジンドウイカ	0.035
	スズキ	0.070
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-32	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-33	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-34	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-35	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-36	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-37	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-38	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-39	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-40	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-41	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-42	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-43	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-44	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-45	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-46	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-47	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-48	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-49	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-50	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-51	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-52	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-53	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-54	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-55	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-56	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-57	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-58	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-59	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-60	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-61	ボラ	0.025
	マダコ	0.045
	イシモチ	0.190
	カタクチイワシ	0.020
	タチウオ	0.060
	トラエビ	0.030
	マアジ	0.040
	マダイ	0.100
	マダコ	0.060
	イラ	0.310
KM-62	カタクチイワシ	0.010
	タチウオ	0.070
	トラエビ他	0.040
	マダイ	0.175
	マダコ	0.070
	アカエイ	0.180
	イシガニ他	0.040
	クロダイ	0.075
	コウイカ	0.020
	コノシロ	0.040
KM-63	スズキ	0.090
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.020
	マアジ	0.020
	マエソ	0.040
	マフグ	0.070
	カレイ	0.020
	シバエビ	0.020
	タチウオ	0.120
	ネズツボ	0.030
KM-64	ヒイラギ	0.060
	プランクトン	0.010
	ボラ	0.040
	マエソ	0.040
	マダイ	0.015
	イシモチ	0.095
	カタクチイワシ	0.010
	スベスベエビ他	0.030
	タチウオ	0.075
	プランクトン	0.020
KM-65	ボラ	0.025</

別図9 八代海における主要魚種の漁区別漁獲の推移



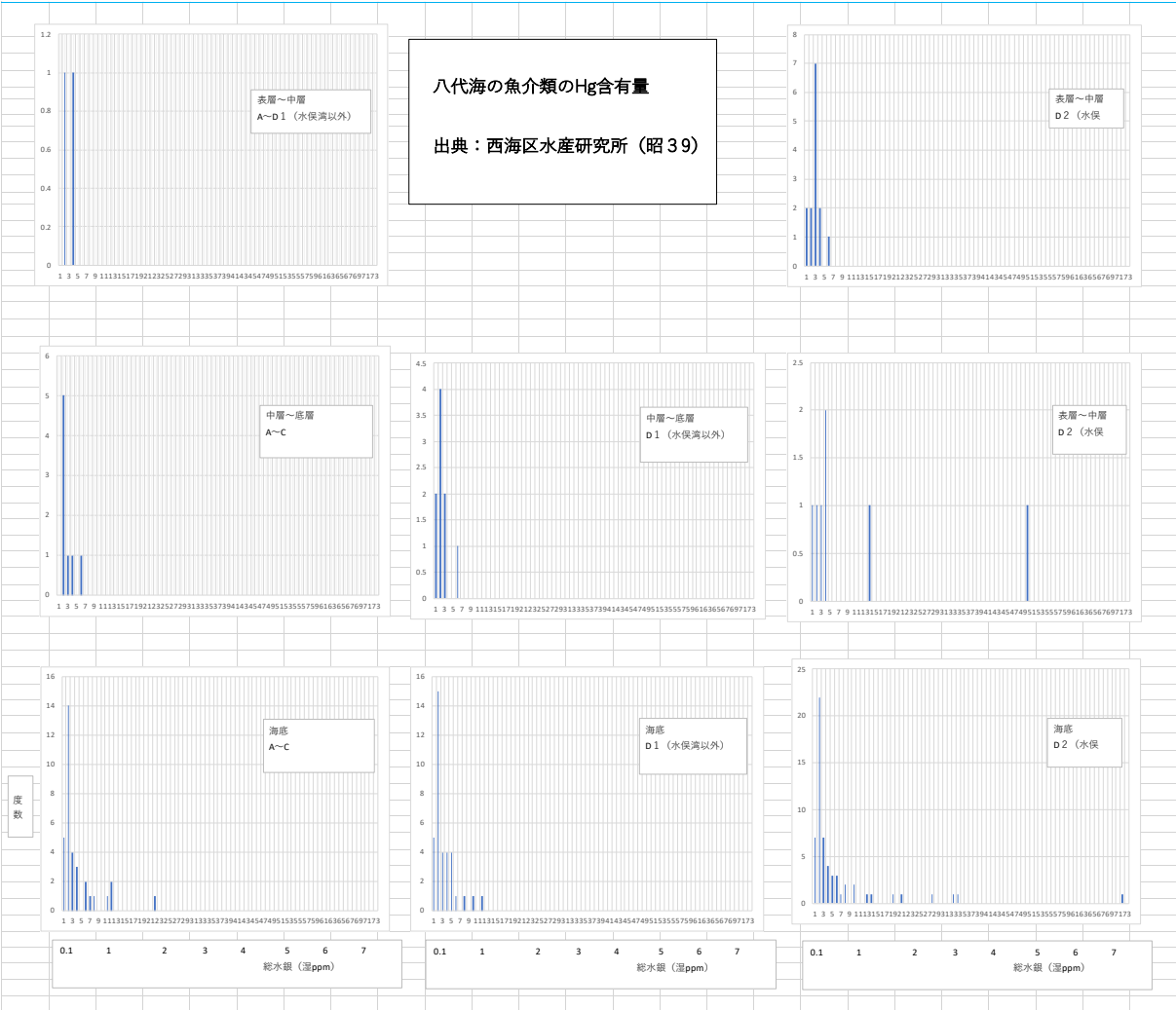
出典：熊本県水産試験場「栽培漁業開発報告書」昭和46年。

別図 10 八代海の魚介類水銀含有量－漁場特性区分別度数分布



出典：喜田村ら（1960）

別図 11 八代海の魚介類水銀含有量－漁場特性区分、生息域別度数分布



出典：西海区水産研究所（昭和39年）。

別図 12 魚類の生活史と漁業の一般的関係

生活史		卵	→	仔魚	→	稚魚	→	幼魚	→	未成魚	→	成魚	→	（成熟）	→	親魚
生育 （成長・生残）	① 年齢															
	② 時季															
	③ 場所	(水平) 内海～外海 (垂直) 表層～底層、海底														
フィッシュ （要因）	① 産出卵の形・性状	●														
	② 食性	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●														
漁業	① 漁期															
	② 漁場															
	③ 漁具・漁法															

出典：平田郁夫作成研究会資料。

別図 13 八代海における魚類の生息分布と餌料の生態的地位からみた食性分類

【魚類の生息分布域】	内海域（八代海）								～ 外海域（天草西海・東シナ海）		
	湾奥 A	～	B	～	C	～	D	～	湾口 E		
表層	【餌料】	浮遊生物（プランクトン）			植物プランクトン		動物プランクトン：橈脚類、端脚類、オキアミ類、アミ類、小型遊泳生物				
中層		遊泳生物（ネクトン）			イカ・タコ類、魚類						
底層											
海底		底生生物（ベントス）			端脚類、エビ・カニ類、シャコ類、ヤドカリ類、ウニ類、クモヒトデ類、貝類、多毛類など						
		付着生物			端脚類（ワレカラ、ヨコエビ類）						
		海藻									
		有機汚泥（デトリタス）									

出典：平田郁夫作成研究会資料。

別図 14 八代海における魚介類の生理生態に関する文献一覧

No.	fishname	【専門資料】				【インターネット資料】			【書籍等】	
		①栽培漁場 開発調査	②有明海・八代海分 布と移動 (西水研)	③水生生物 生態資料	④魚類学 (下)	⑤市場魚貝 類図鑑	⑥ウイキ ペディア	⑦その他	⑧水俣病 の科学	⑨その他
1	プランクトン									
2	カタクティワシ	●		●	●				◎	
3	コノシロ	●	●	●	●				◎	
4	ボラ	●	●	●	●				◎	
5	スズキ	●	●	●	●				◎	
6	タチウオ	●	●	●	●				◎	
7	マアジ			●	●				(◎)	アジ
8	イボダイ			●	●					◎
9	マナガツオ					●	●			◎
10	メジナ			●	●					
11	アイゴ			●						
12	イサキ			●	●				◎	カマス
13	ホタルジャコ					●	●	●	(◎)	テンジクダイ
14	クロダイ	●	●	●	●				◎	
15	イシモチ		(●)	●	●					
16	ヒイラギ					●	●	●		
17	シマイサキ					●	●			
18	イラ					●	●			
19	マフグ					●	●			
20	マダイ	●	●	●	●				(◎)	チダイ
21	コイチ						●	●	◎	

No.	fishname	【専門資料】				【インターネット資料】			【書籍等】	
		①栽培漁場 開発調査	②有明海・八代海分 布と移動 (西水研)	③水生生物 生態資料	④魚類学 (下)	⑤市場魚貝 類図鑑	⑥ウイキ ペディア	⑦その他	⑧水俣病 の科学	⑨その他
1	プランクトン									
2	カタクチイワシ	●		●	●				◎	
3	コノシロ	●	●	●	●				◎	
4	ボラ	●	●	●	●				◎	
5	スズキ	●	●	●	●				◎	
6	タチウオ	●	●	●	●				◎	
7	マアジ			●	●				(◎)	アジ
8	イボダイ			●	●					◎
9	マナガツオ					●	●			◎
10	メジナ			●	●					
11	アイゴ			●	●					
12	イサキ			●	●				◎	カマス
13	ホタルジャコ					●	●	●	(◎)	テンジクダイ
14	クロダイ	●	●	●	●				◎	
15	イシモチ		(◎)	●	●					
16	ヒイラギ					●	●	●		
17	シマイサキ					●	●	●		
18	イラ					●	●	●		
19	マフグ					●	●	●		
20	マダイ	●	●	●	●				(◎)	チダイ
21	コイチ						●	●	◎	

- ① 熊本県水産試験場、昭 46 年、「栽培漁場開発調査報告書 第 1 編 不知火海域」。
熊本県水産試験場、昭 47 年、「栽培漁場開発調査報告書 第 2 編 天草西海域」。
- ② 西海区水産研究所、昭和 55 年、「有明海・八代海における主要魚類の分布と移動」。
- ③ (社)日本水産資源保護協会、昭和 56 年、「水生生物生態資料」。
(社)日本水産資源保護協会、昭和 58 年、「水生生物生態資料(続)」。

- ④ 松原喜代松、落合明、昭和 40 年、「魚類学(下)」、水産学全集 19、恒星社厚生閣。
- ⑤ ぼうずコンニャクの市場魚貝類図鑑。
- ⑥ フリー百科事典「ウィキペディア」。
- ⑦ コイチ：WEB 図鑑。

カミナリイカ：Honda 釣り倶楽部。旬の魚介百科。

ジンドウイカ：房総爆釣通信。三重県「おさかな図鑑・情報」。

ヒイラギ：釣り百科。釣りの総合ニュースサイト。

マナガツオ：マナガツオ「グラバー図譜」。マナガツオ「岡山県HP」。ZUKAN(図鑑)。写真から探せる魚図鑑、有明海の底質環境と魚類の分布。有明海奥部佐賀海域における魚類の分布生態、田北他、佐有水研報 21、2003。

アカエイ：「繁殖生態など」、国立環境研究所環境情報メディア。「繁殖生態」(長崎大学)。「有明海・八代海の魚類について」(山口敦子)。釣りドコ。「アカエイ」、3.Pro.To.2.Com

トゲシャコ・シャコ：「トゲシャコ」、Hagi-Kitamura.Com。動物図鑑。大海水産のお勧め魚。総合誌「瀬戸内海」、(公社)瀬戸内海環境保全協会。シャコのかごへの接近と入りかごに水温が及ぼす影響、河津・山口、H14 年度日本水産工学会学術後援会。シャコの生残率向上をめざした伊勢・三河湾の小型底びき網漁船へのシャワー散布装置の導入、富山・岩崎。平成 23 年シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価。小樽東部海域におけるシャコの移動回遊。旬の魚介百科。日記 菜花亭日乗。

ホタルジャコ：WEB図鑑。海域の特別域の類型指定に関する情報の整備について（東京湾を事例として）。

シマイサキ WEB図鑑。

⑧ 西村肇、岡本達明、2001、「水俣病の科学」、日本評論社。

⑨ その他

マナガツオ：阿部宗明、1987、「原色魚類大図鑑」、北隆館。（株）エヌ・ティー・エス、1997、「現代おさかな事典」。

イボダイ：（株）エヌ・ティー・エス、1997、「現代おさかな事典」。

ハモ：上田幸男、里圭一郎、平成 19 年、パンフレット「我が国の水産業 はも」、（社）日本水産資源保護協会。

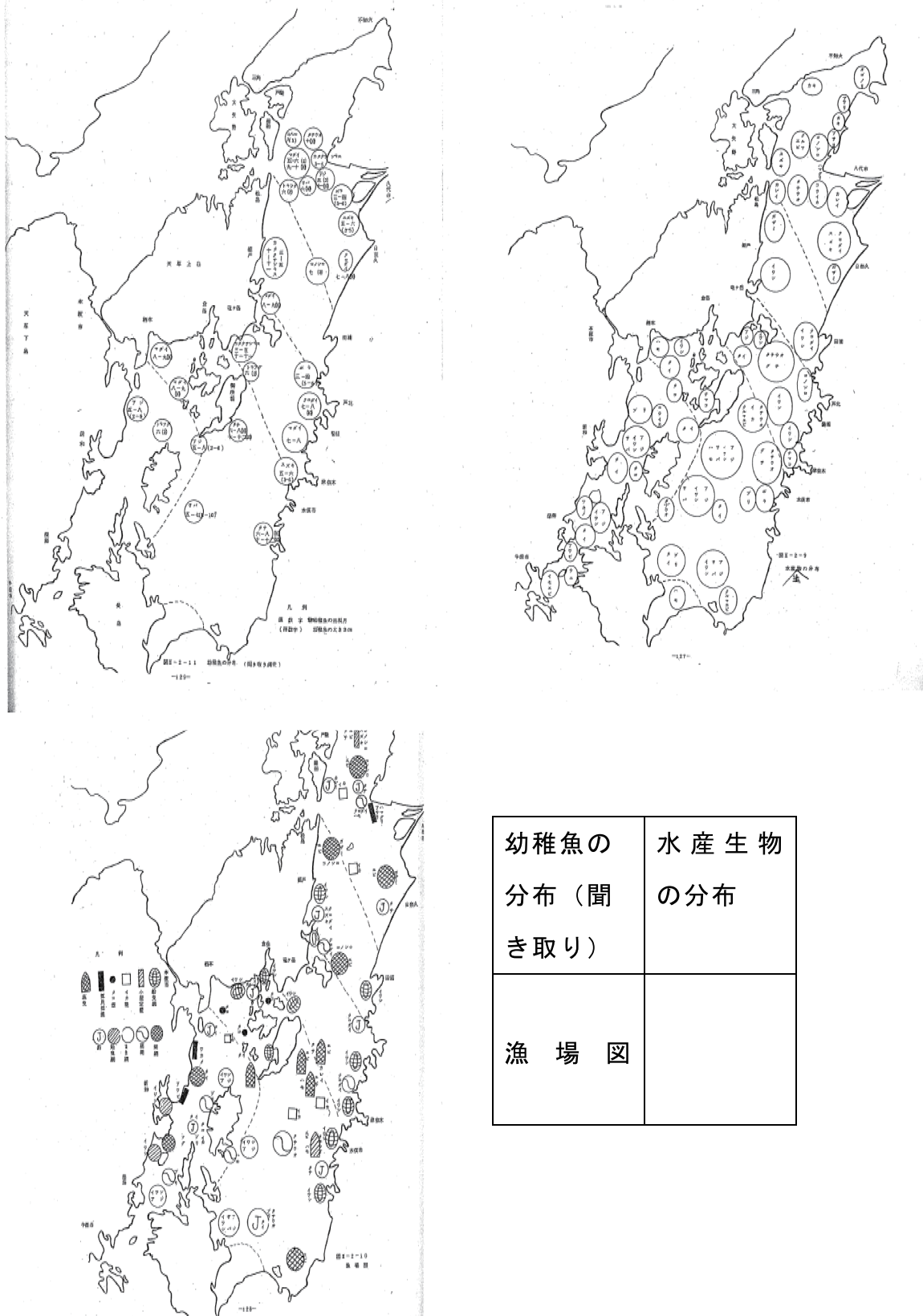
出典：平田郁夫作成研究会資料。

別図 15 魚介類の主な生息域、食性

No.	fishname	主な生息域 (表層／中層／底層／海底)	食性 (肉食／草食／雑食)	*生態的地位からみた食性	摂餌内容
1	プランクトン	表～中～底	?		
2	カタクチイワシ	表	雑食・肉食	浮遊生物食	動物PL
3	コシロ	表～中～底	雑食	浮遊生物食	動物・植物PL、デトリタス
4	ボラ	表～中～底	雑食	雑食性	付着藻類、デトリタス
5	スズキ	表～中～底	肉食	遊泳生物食	魚類(マサ、ササガイワシ、マサ等)、エビ類
6	タチウオ	表～中～底	肉食	遊泳生物食	魚類、イカ類
7	マアジ	表～中～底	肉食	浮遊生物食	小魚、イカ類、多毛類
8	イボダイ	表～中～底	肉食	浮遊生物食	クラゲ、プランクトン
9	マナガツオ	表～中～底	肉食		マサコウジ、クラゲ、ミミ、ミミ、クラゲ 類、7ミミ、多毛類
10	メジナ	表～中～底	雑食	海藻食	藻類、動物PL、海藻、小動物
11	アイゴ	表～中～底	雑食	海藻食	海藻、ヒドロ虫類
12	イサキ	表～中～底	肉食	付着生物食	魚類、甲殻類
13	ホタルジャコ	中～底	肉食	浮遊生物食	動物PL、イワシ類の稚魚(ササガイワシ等)、甲殻類
14	クロダイ	中～底	雑食・肉食	底生生物食	貝類、ササ、エビ、小魚
15	インモチ	中～底	肉食	底生生物食	端脚類、多毛類、エビ類
16	ヒラギ	底	肉食	底生生物食	甲殻類、小型ベントス
17	シマイサキ	底	肉食	付着生物食	多毛類、魚類、甲殻類
18	イラ	底	肉食		付着生物、底生動物
19	マフグ	底	肉食	(底生生物食)	甲殻類、軟体動物
20	マダイ	底	肉食	底生生物食	クラゲ 類、軟体動物、甲殻類、環形動物、魚類
21	コイチ	底	肉食	底生生物食	多毛類、甲殻類
22	ハモ	海底	肉食	遊泳生物食	イカ類、ササ、エビ 類、小魚、魚類
23	マエソ	海底	肉食	遊泳生物食	魚類、エビ類、タコ類、イカ類
24	キス	海底	雑食・肉食	底生生物食	端脚類、エビ 類、多毛類
25	ネズッコ	海底	肉食	底生生物食	甲殻類、蠕虫、小型無脊椎動物
26	コチ	海底	肉食		
27	マゴチ	海底	肉食	底生生物食	エビ類、小型の(ササ)類・魚類
28	カナガシラ	海底	肉食	底生生物食	エビ、カニ、小魚
29	アカエイ	海底	肉食	底生生物食	貝類、頭足類、多毛類、甲殻類、魚類
30	イサナシタ	海底	肉食	底生生物食	甲殻類、多毛類、魚類
31	マルレイ	海底	肉食	(底生生物食)	貝類、多毛類、甲殻類、小型端脚類、ヒゲ 類、穴着性底棲動物、ササ、魚類、海藻類
32	メイトガレイ	海底	肉食	(底生生物食)	ハムシガサ、二枚貝類、多毛・環形類、エビ・イサナシタ類、端脚類
33	カレイ	海底	肉食		
34	シバエビ	海底	肉食		貝類、甲殻類
35	アカエビ	海底	肉食		端脚類、多毛類、貝類
36	トラエビ	海底	肉食		多毛類、貝類、甲殻類
37	トラエビ他	海底	肉食		
38	ホエビ	海底	肉食		甲殻類(7ミミ、エビ、端脚類)、多毛類、巻貝、二枚貝
39	クマエビ	海底	雑食・肉食		雑魚、巻貝
40	スベスベエビ他	海底	肉食		
41	トゲジャコ	海底	肉食		エビ、小魚
42	シャコ他	海底	肉食		二枚貝、魚類、甲殻類、イソメ、ゴカイ、珪藻
43	インガニ他	海底	肉食		小魚、ゴカイ類、貝類
44	ジノドウイカ	表～中～底	肉食		小魚(ササ、イサ等)、エビ 類、プランクトン類
45	コウイカ	底	肉食		甲殻類(エビ・小魚、ササ)、魚類(イサ 類等)、軟体動物
46	カニナリイカ	底	肉食		甲殻類、軟体類、小型魚類
47	アオリイカ	底	肉食		魚類、真尾類、端脚類、魚類、頭足類
48	マダコ	海底	肉食		甲殻類、貝類、魚類

出典：平田郁夫作成研究会資料。

別図 16 八代海における主要水産生物の生息分布と漁場（模式図）



出典：熊本県水産試験場（昭和46年）「栽培漁場開発調査報告書 第1編 不知火海域」。

別図 17 魚類の産卵期、幼魚出現時期、漁期

No.	fishname	A (幼稚魚)	B (幼稚魚)	C (幼稚魚)	D (幼稚魚)	E (幼稚魚)	外海東シナ海 (幼稚魚)
1	アサギ						
2	アカハシ	●	●	●	●	●	●
3	コシロ	●					●
4	アカギ	●		●	●		●
5	アカギ	●		●	●		●
6	アカギ	●		●	●		●
7	アカギ	●		●	●		●
8	アカギ						●
9	アカギ						●
10	アカギ						●
11	アカギ						●
12	アカギ						●
13	アカギ						●
14	アカギ	●	●	●	●	●	●
15	アカギ						●
16	アカギ						●
17	アカギ						●
18	アカギ						●
19	アカギ						●
20	アカギ						●
21	アカギ						●
22	アカギ						●
23	アカギ						●
24	アカギ						●
25	アカギ						●
26	アカギ						●
27	アカギ						●
28	アカギ						●
29	アカギ						●
30	アカギ						●
31	アカギ						●
32	アカギ						●
33	アカギ						●
34	アカギ						●
35	アカギ						●
36	アカギ						●
37	アカギ						●
38	アカギ						●
39	アカギ						●
40	アカギ						●
41	アカギ						●
42	アカギ						●
43	アカギ						●
44	アカギ						●
45	アカギ						●
46	アカギ						●
47	アカギ						●
48	アカギ						●

出展：熊本県水産試験場（昭和 46 年）「栽培漁場開発調査報告書 第 1 編 不知火海域」
同（昭和 47 年）「栽培漁場開発調査報告書 第 2 編 天草西海域」。

別図 18 魚類の産卵期、幼魚出現時期、漁期

No.	fishname	産卵期			幼魚出現期	漁期			
1	プランクトン								
2	カタクチイワシ				1,4~6, 9~12月	春季			
3	コノシロ	春季				春季			周年
4	ボラ						秋季		周年
5	スズキ							冬季	周年
6	タチウオ		夏季				秋季	冬季	周年
7	マアジ					夏季			周年
8	イボダイ						秋季		
9	マナガツオ					春季			
10	メジナ					春季	秋季		
11	アイゴ								
12	イサキ								
13	ホタルジャコ								
14	クロダイ	春季					秋季		周年
15	イシモチ		夏季			春季			周年
16	ヒイラギ								
17	シマイサキ								
18	イラ								
19	マフグ								
20	マダイ	春季				春季			
21	コイチ							冬季	
No.	fishname	産卵期			幼魚出現期	漁期			
22	ハモ		夏季			夏季	秋季		
23	マエソ								周年
24	キス						秋季		
25	ネズツボ								
26	コチ								
27	マゴチ		夏季						周年
28	カナガシラ								
29	アカエイ								
30	イヌノシタ		夏季			夏季			周年
31	マガレイ								
32	メイタガレイ								
33	カレイ			冬季				冬季	周年
34	シバエビ								
35	アカエビ								
36	トラエビ								
37	トラエビ他								
38	ヨシエビ								
39	クマエビ								
40	スベスベエビ他								
41	トゲジャコ								
42	ジャコ他								
43	イシガニ他								
44	ジンドウイカ								
45	コウイカ								
46	カミナリイカ								
47	アオリイカ								
48	マダコ								

出典：西海区水産研究所（昭和 55 年）「有明海・八代海における主要魚類の分布と移動」。

別図 19 魚介類の回遊性、産出卵の形・性状、分布の特徴（行動・移動パターン、好適生息環境等）

No.	fishname	移動生態 (定着性／湾内小回遊性／湾内中回遊性／湾内大回遊性／外海回遊性)・・・(?)	卵の形・性状	分布の特徴等
1	ブランドン			
2	カタクティウシ	湾内大 外海回遊	楕円形、分離浮性卵	季節移動
3	コシロ	湾内中(内) 外海回遊	球形、分離浮性卵	季節移動、内湾または内湾～外洋沿岸
4	ボラ	湾内中(外) 外海回遊	円形、沈下卵	
5	スズキ	湾内大 外海回遊	球形、分離浮性卵	季節移動、年齢移動
6	タチウオ	湾内大 外海回遊	浮性卵	日周移動、季節移動
7	マサジ	湾内中(外) 外海回遊	真円形、浮性卵	
8	イボダイ	湾内中(外) 外海回遊	分離浮性卵	日周移動、季節移動
9	マナガツオ	湾内大 外海回遊		産卵移動(外洋→6～7月、産卵のため内湾中層・河口を群泳→秋、外洋)
10	メジナ	定着性 湾内小	球形浮性卵	磯～磯
11	アイゴ	定着性 湾内小	楕円形、沈性、粘着卵	塩場岩礁域
12	イサキ	定着性 湾内小	長円形、浮性卵	磯底、海藻地帯、日周(摂餌)移動、夜行性
13	ホタルジャコ		分離浮性卵	
14	クロダイ		長円形、分離浮遊卵	小回遊
15	イシモチ	湾内中(外)	分離浮性卵	季節移動、産卵(深淺)移動
16	ヒラギ	湾内小	分離浮遊卵	内湾／汽水域、砂泥底
17	シマイサキ			河川汽水域、沿岸浅場
18	イラ	定着性 湾内小		岩礁域、砂礫底
19	マフグ			
20	マダイ	湾内中(外) 外海回遊	球形浮遊卵	季節移動、年齢移動
21	コイチ			
No.	fishname	(定着性／湾内小回遊性／湾内中回遊性／湾内大回遊性／外海回遊性)・・・(?)	卵の形・性状	分布の特徴等
22	ハモ	湾内中(外) 外海回遊	半浮性卵	産卵移動、季節移動
23	マエソ		分離浮性卵	季節移動
24	キス		分離浮性卵	季節移動、年齢移動
25	ネズツボ	定着性 湾内小	分離浮性卵	
26	コチ			
27	マゴチ		分離浮性卵	季節移動
28	カナガシラ			
29	アカエイ		卵胎生	季節移動、産卵(深淺)移動
30	イヌノタ			
31	マガレイ			
32	メイタカレイ		球形分離浮遊卵	産卵移動
33	カレイ			
34	シバエビ			泥底、内湾性
35	アカエビ			泥底、砂泥底、CL17～18%
36	トラエビ			泥質、アカエビより外洋性
37	トラエビ他			
38	ヨシエビ			泥底・砂泥底、季節移動・冬眠(10～23℃)、CL約5%以上
39	クマエビ			泥質底、
40	スベスベエビ他			
41	トゲジャコ	定着性 湾内小		
42	ジャコ他	定着性 湾内小		浮遊期:18～28℃、CL16.5～17.1 砂泥と泥砂の境、有機物に富んだ軟泥
43	イシガニ他	定着性		岩礁海岸潮下帯
44	ジンドウイカ		付着卵	内湾
45	コウイカ		付着卵	産卵移動、季節移動(5～30℃)、越冬(11～15℃)
46	カミナリイカ		付着卵	産卵移動
47	アオリイカ	湾内中(外) 外海回遊	付着卵	CL13%以上
48	マダコ	湾内中(外)～湾内大	卵の層	季節移動

注：湾内小回遊性：八代海内（漁場特性 A～E のうち、概ね一つの特性区分）、湾内中回遊性：八代海内（漁場特性 A～E のうち、複数の特性区分、概ね内海性または外海性の強い海域）、湾内大回遊性：八代海内（漁場特性 A～E）、外海回遊性：八代海～東シナ海（天草西海以遠）

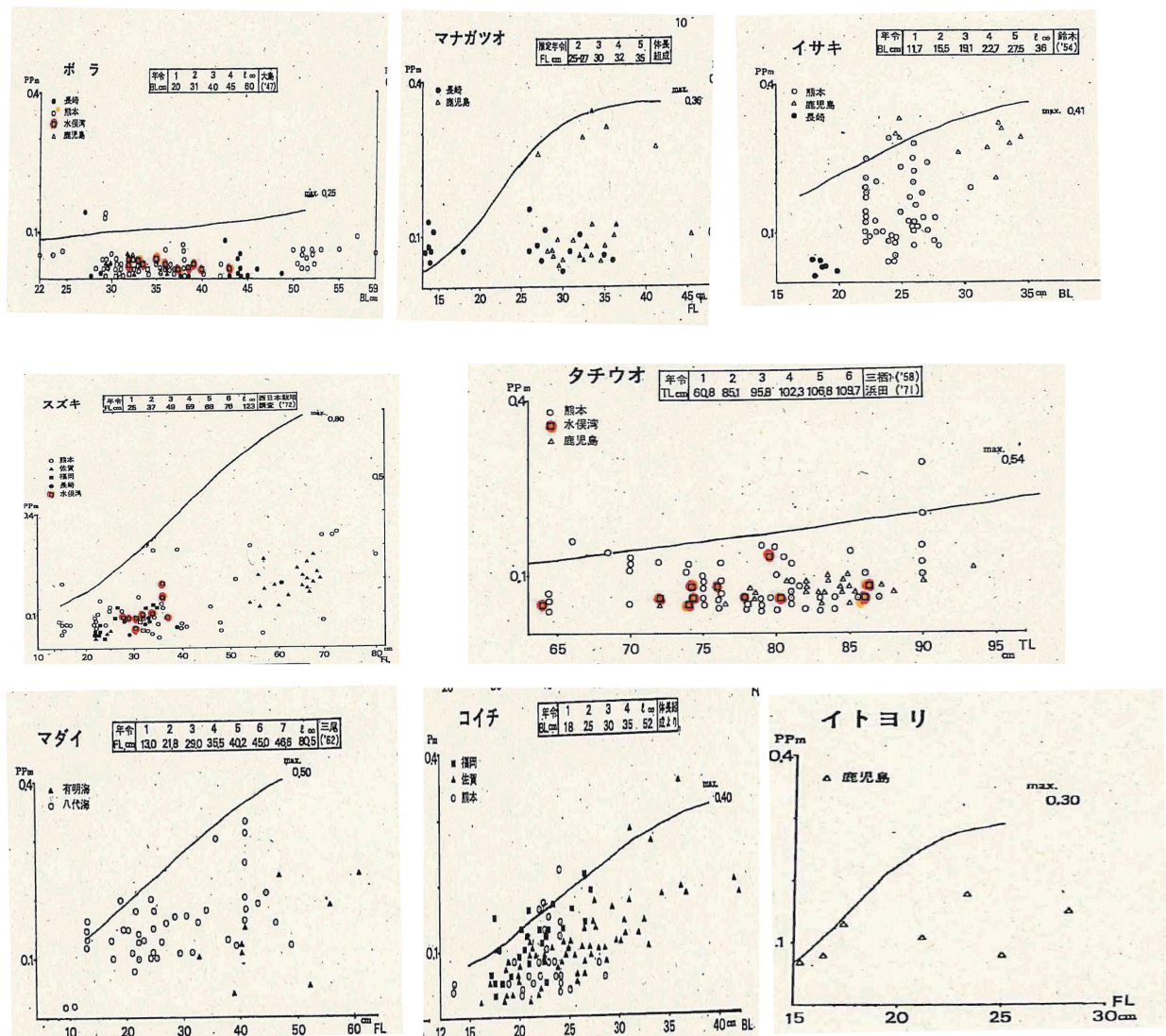
出典：平田郁夫作成研究会資料。

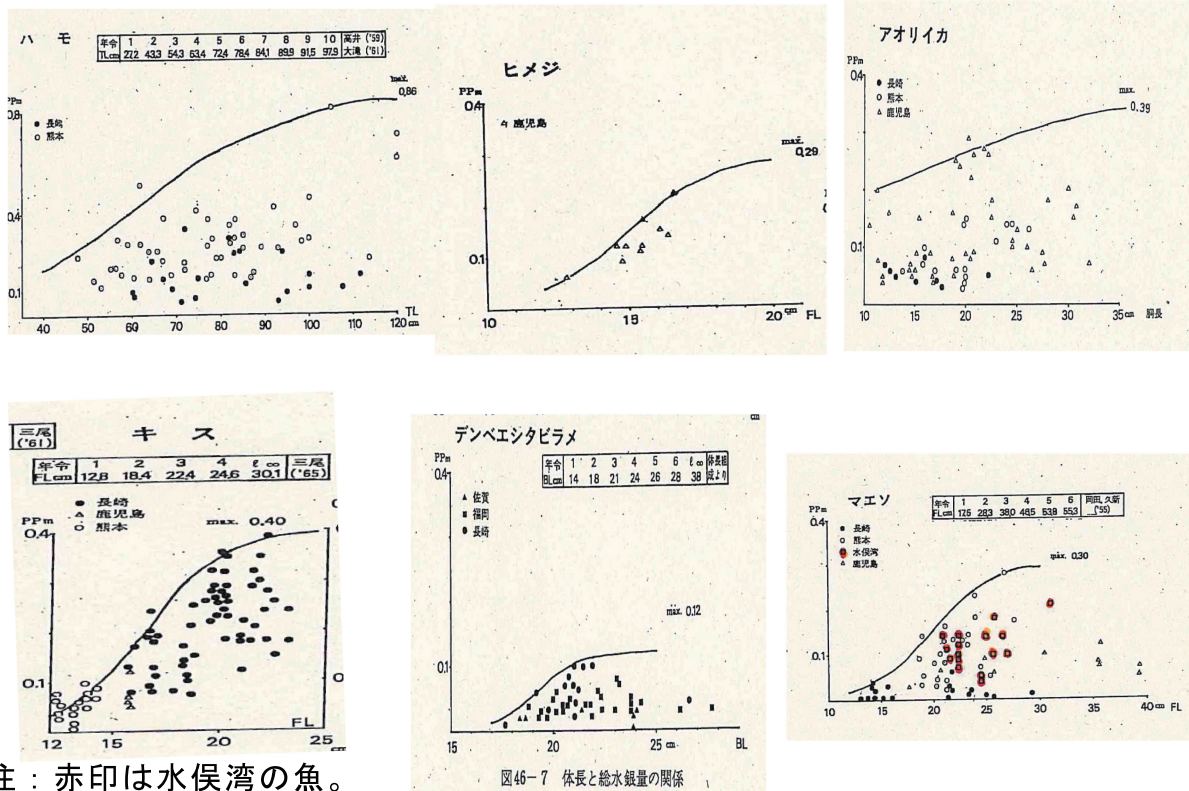
別図 20 水俣湾から遠隔地での魚介類の高水銀値

調査回数	採取漁場 (特性)	採取地点 (種別)	A				B			C				D (水俣湾を除く)											D (水俣湾)											生息層	「-」を含む	「-」を不食	0.4ppm以上																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			3	4	5	7	7	8	9	10	11	12	13	19	22	23	24	25	26	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
第1回 ~第4回	セシシボラ	筋肉																		0.1	0.2	0.5	0.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</

出典：西海区水産研究所（昭和 39 年）「水俣病に関する水産の調査研究」。

別図 21 魚種別体長と総水銀量の関係





別図 22 魚種別水銀蓄積状況

基準体長と総水銀量との間に指数曲線的増加を示す魚種									
生息層	魚種	Y max	成長に伴う水銀暴露リスクが異なる？						
			体長が増大しても総水銀量が低いものもある	水俣湾での総水銀量が顕著に高い					
表層～中層～底層	ボラ	0.25							
	マナガツオ	0.36	●						
	タチウオ	0.54							
	クロダイ	0.80	●	●					
	スズキ	0.80	●						
	カワハギ	0.40	●						
	イサキ	0.41							
	イトヨリ	0.30							
	コイチ	0.36							
	マダイ	0.45	●						
海底	イシモチ	0.60	●	●					
	デンベシタビラメ	0.12	●						
	ヒメジ	0.29							
	カサゴ	0.30	●	●					
	カナガシラ	0.30		●					
	マエソ	0.30	●						
	キス	0.40	●						
	コチ	0.50		●					
	ハモ	0.86							
	アオリイカ	0.39							

出典：西海区水産研究所他（昭和 49 年）「有明・八代海産魚介類の重金属（とくに水銀）蓄積に関する実態とその解析」。

別図 23 魚介類の異常状況（１）—斃死・衰弱遊泳・漂流等

魚 種	魚介類の異常状態 (記載件数)				水俣汚水の魚類への影響 (漁協回答数)		魚種別斃死状況 (●：視認)	S 3 4 当時の魚類の T - H g 値 (湿ppm) (★：衰弱浮上魚)		
	出典 ①				出典 ②		出典 ③	出典 ④		
	水俣湾				津奈木村漁協 ～田浦村漁協	楠浦本渡魚市場 ～宮野河内漁協	S34.2月～10月 水俣～田浦 御所浦地先	直接汚染海域		近隣海域
	S24～25	S26～27	S28～29	S30～32				水俣湾	水俣川河口	津奈木～八代 種子島
アジ子			1							
ボラ			1	1	5	2	●		★10.6	
チヌ		1		1	3	2	●		★24.1	
スズキ	1	1		1	1	1	●		★16.6	★13.5
コダイ					1					
タイ		1	1	1						
コノシロ					1	1				
タチウオ			1			10	●			★1.09～7.5
グチ (イシモチ)		1	1			4	●	★8.4～14.9		★3.64
										0.48～2.2 (乾)
カタクチ						3				
アイゴ						2				
ブリ						1				
ヤズ						1				
マツダイ						1				
クサビ		1								
ガラカブ		1								
カルワ	1									
タコ	1									
イカ			1							
サワラ									★8.72	
スジテンジク									★19.0	

出典：① 水俣病市民会議(1969～1970)、「水俣病の科学」より。②熊本県水産試験場(1959)「不知火海の概要と水俣調査中間報告」③熊本県漁業協同組合連合会 (1959)、「水俣病の科学」より。④喜田村正次ら (1960)「水俣病に関する化学毒物検査成績 第5報」、熊本医学会雑誌 34 (3)、「水俣病の科学」より。

別図 24 魚介類の異常状況(2)―昭和 34 年の魚種別斃死状況

H.

不知火海魚種別斃死状況(県漁連)

出典：『水俣病の科学』

(単位:Kg)

魚種	1959年(S34)	水俣	水俣・津奈木	湯浦	芦北	御所浦	嵐口	田浦以南
スズキ	2月	50						
	3月	125						
	4月							
	5月							
	6月							
	7月			15				
	8月				43	50	35	
	9月				52			246
	10月							187

魚種	1959年(S34)	水俣	水俣・津奈木	湯浦	芦北	御所浦	嵐口	田浦以南
ボラ	2月	89						
	3月	179						
	4月		153					
	5月		63					
	6月		41					
	7月		28	58				
	8月				13			
	9月							55
	10月							164

魚種	1959年(S34)	水俣	水俣・津奈木	湯浦	芦北	御所浦	嵐口	田浦以南
チヌ	2月	95						
	3月	151						
	4月		96					
	5月		87					
	6月		30					
	7月			43				
	8月				58	53	32	
	9月				30			232
	10月							144

魚種	1959年(S34)	水俣	水俣・津奈木	湯浦	芦北	御所浦	嵐口	田浦以南
タチウオ	2月	78						
	3月	68						
	4月		20					
	5月		62					
	6月		195					
	7月		78	65				
	8月				161	161	75	
	9月				241			7481
	10月							4870

魚種	1959年(S34)	水俣	水俣・津奈木	湯浦	芦北	御所浦	嵐口	田浦以南
グチ	2月							
	3月							
	4月		51					
	5月							
	6月		70					
	7月		86	85				
	8月				110	70	14	
	9月				56			414
	10月							20

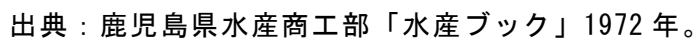
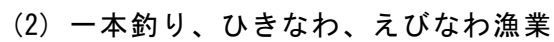
魚種	1959年(S34)	水俣	水俣・津奈木	湯浦	芦北	御所浦	嵐口	田浦以南
その他	2月	11						
	3月	65						
	4月		11					
	5月		30					
	6月							
	7月							
	8月				20	78	35	
	9月				75			33
	10月							

別図 25 水俣病の病状経過と魚介類の摂食状況

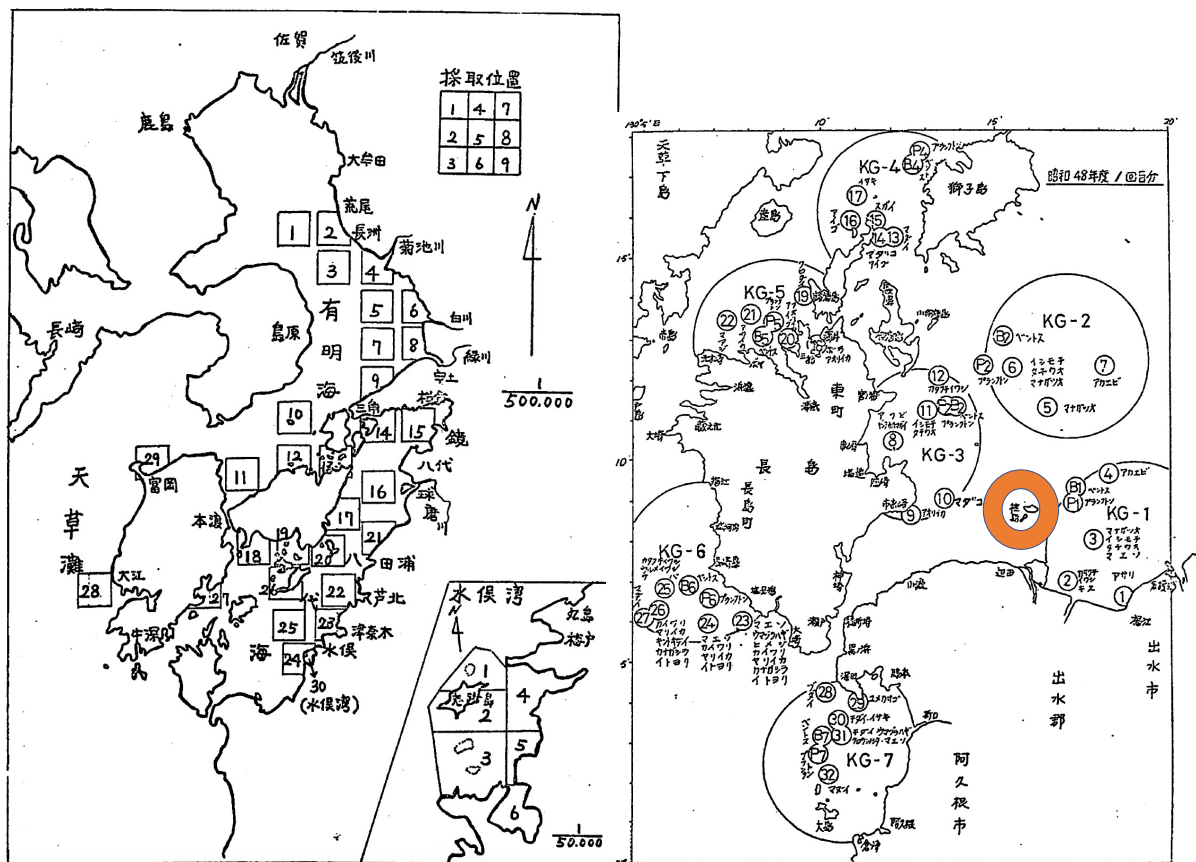
患者事例			漁獲・入手状況			摂食状況			病状経過			
			いつ	どこで	何を	どのように	どのようなに	なぜ	それが	いつ	病状	
1	水俣市 船津	漁業	46	近頃	湯釜、苧路島付近	コシロ、ボラ、エビ、スズキ、カニ、エビ	殆ど毎日	刺身	酒の肴	本人	34年 2月下旬 3月上旬 3月中 3月下旬	しびれ感、言語障害、指のこわばり感 歩行ふらつき、口面のしびれ感、言語障害 如指、箸など日常動作が不自由 水俣市立病院で受診・入院
2	水俣市 浜下	農業	52	2年前前より 畑仕事の余暇に	水俣大橋(水俣川河口)付近	チヌ、タチウオ、カシ、コナ		日常	通常食	家族7人	3月下旬 4月上旬 4月上旬	傍らのものが見えない 両手、口唇、下唇にしびれ感 言語障害、手の振おんびん 水俣市立病院で受診・入院
3	水俣市 船津	漁業	63	近頃 (12才頃から漁業)	主に水俣川河口から丸島	アジ、カマハギ、キス、エビ、イカ	日常	日常	通常食	家族4人	7月上旬 7月中旬 7月下旬 7月下旬～8月上旬	指先のしびれ感 字書、デジタイザで手の振 歩行時にふらつき 水俣市立病院で受診・入院
4	水俣市 船津	日傭	40	日傭仕事の無い時 33年12月下旬から水俣在住 (約2年間名古屋在住)	浜が崎付近	チヌ、スズキ、イワシ、キビナゴ	日常	日常	通常食	本人・父	9月上旬 9月上旬	口咽、両肩、指先のしびれ感 人の顔がはつきり見えにくい 水俣市立病院で受診・入院
5	水俣市 船津	漁業	57	最近独立 5年位アジ類、イワシ類の網子 S21に大連から引き揚げ	苧路島、丸島、水俣川河口	タチウオ、チヌ、キス、イカ、イワコ	よく	刺身	晩酌の肴		6月中 8月中 8月中 9月中	指、口唇、舌にしびれ感 全身倦怠感 → 休漁 言語障害 水俣市立病院で受診・入院
6	水俣市 茂堂	漁業(女)	38		水俣湾	ワケチイワシ(イリコ)、コシロ、タチウオ、オ、イカ		イリコ煮出し			8月中 8月中～下	手指にピリピリ感 水俣市立病院で受診・入院
7	津奈木 村岩城	漁業(男)	33	最近 仕事の後	津奈木湾	タチウオ		タチウオ刺身	酒の肴	本人・同業者	8月下旬 9月上旬 9月中 9月下旬	腰がに腫しよう → 休漁 視力の衰え 両腕上肢のしびれ感、言語障害、歩行障害、難聴 水俣市立病院で受診・入院
8	津奈木 村岩城	漁業(男)	69	最近 若いころより漁業		ボラ、タチウオ、チヌ、イカ	毎日	刺身	晩酌の肴	本人	2～3年前から 9月下旬 10月上旬 10月中旬	手の震え → 飲酒で震え解消 震え増強、言語障害、手指・足・口唇のしびれ、聴力障害 水俣市立病院で受診・入院
9	津奈木 稲床	漁業(男)	46	S20頃から漁業		タコ、アワビ、ナメコ		タコ			10月上旬 10月中旬 10月下旬 11月中旬 11月下旬	下肢のしびれ感 両手のしびれ感、手関節の痛み、両膝痛 言語障害、歩行障害、茶碗箸等を落とす 水俣市立病院で受診・入院
10	湯浦町 女島	漁業(男)	61	家人が漁業	津奈木赤崎崎付近までの海域	イリコ、アジ、エビ、タチウオ、タコ	毎日	酒の肴	本人		9月中 9月下旬 10月中 10月下旬 11月下旬 11月下旬	四肢末端部・口咽のしびれ感、 右上下肢の運動障害、聴力障害、言語障害 如指、箸などがもてない 言語障害・難聴、歩行障害の増強、流涎、狂躁状態 意識障害、発語不能、起立不能、嚥下障害、尿 ふん失禁 水俣市立病院に入院

出典：徳臣他（1960）「水俣病に関する研究 第4 昭和34年度に発生した水俣病患者の臨床的観察」。

(1) 一本釣り、ひきなわ、えびなわ漁業



別図 27 藤野論文における魚介類データの調査海域選択の問題



注: 左図は昭和 48 年、49 年における熊本県海域の調査地点 (KM-番号)、右図は鹿児島県の調査地点を示す。藤野論文は、左図の水俣の KM-24 のデータを用いているが、鹿児島県の海域である KG-1、KG-2、KG-3 を用いるのが桂島の位置関係から自然である。

別図 28 KG1, KG-2, KG-3 の海域データで再計算した結果

調査区分	昭和48年度総合調査				昭和49年度総合調査		S48-49年度総合調査	
調査地点	KM-24				KM-24		KG-1, KG-2, KG3	
最終年月 (回数)	S48.6 ~ 10(1回目)		S48.12 ~ S49.2(2回目)		S49.7 ~ 9		S48-S49	
魚種名	検体数	T.Hg平均	検体数	T.Hg平均	検体数	T.Hg平均	検体数	T.Hg平均
かながしら			5	0.314	5	0.314	11	0.205
いしもち			20	0.305	20	0.305	57	0.136
しまいさき	10	0.315			10	0.315	5	0.028
まごち					10	0.241	12	0.196
たちうお	10	0.072			10	0.106	57	0.093
まあじ	10	0.083	9	0.039	10	0.058	27	0.066
かわはぎ			10	0.210	10	0.210		
あかしたびらめ			10	0.164	10	0.164		
いぬのした					10	0.113	5	0.118
まだい			7	0.141			15	0.091
まえそ			10	0.066	10	0.111	37	0.072
めじな					10	0.077	6	0.036
まだこ					10	0.050	25	0.052
ぼら	10	0.029			10	0.029	6	0.033

熊本県 KM-24 の「その他の魚種」 0.169 ppm

鹿児島県の「その他の魚種」 0.115 ppm

別図 29 表 7 の総水銀摂取量計算で、「その他の魚介類」の水銀値を、鹿児島県の海域の「その他」の魚種の総水銀量である (0.115 ppm) に変更して再計算

	5 5 歳 (男)	4 2 歳 (女)	2 4 歳 (男)	4 3 歳 (男)	3 8 歳 (女)	5 4 歳 (男)	4 6 歳 (女)	7 9 歳 (女)	6 6 歳 (男)	5 8 歳 (女)	2 6 歳 (男)
あじ	120	20	50								
	0.007	0.001	0.003								
かわはぎ						102	24				
						0.021	0.005				
まだい	59	71	59								
	0.005	0.006	0.005								
たこ	95	69								30	20
	0.000	0.000								0.000	0.000
その他の魚介類	135	15	20	837	393	468	61	230	170	205	225
	0.016	0.002	0.002	0.096	0.045	0.054	0.007	0.026	0.020	0.024	0.026
計	409	175	129	837	393	570	85	230	170	235	245
	0.027	0.008	0.010	0.096	0.045	0.074	0.012	0.026	0.019	0.023	0.025

注:「かわはぎ」は鹿児島県の魚種調査データにはないので、仮に KM-24 のかわはぎデータを当てはめた。

別図 30 追試結果

対象	5 5 歳 (男)	4 2 歳 (女)	2 4 歳 (男)	4 3 歳 (男)	3 8 歳 (女)	5 4 歳 (男)	4 6 歳 (女)	7 9 歳 (女)	6 6 歳 (男)	5 8 歳 (女)	2 6 歳 (男)
あじ	120	20	50								
0.066	0.008	0.001	0.003								
かわはぎ						102	24				
0.210						0.021	0.005				
まだい	59	71	59								
0.091	0.005	0.006	0.005								
たこ	95	69								30	20
0.052	0.005	0.004								0.002	0.001
黒鯛	15	15		413	137	110	19	85			
0.123	0.002	0.002		0.051	0.017	0.014	0.002	0.010			
小鯛	120		20						80	30	
0.078	0.009		0.002						0.006	0.002	
いか				424	256	49	12	5	90	20	30
0.072				0.031	0.018	0.004	0.001	0.000	0.006	0.001	0.002
ふぐ						40	9				
えび										155	195
0.117										0.018	0.023
やの魚						185	11	100			
0.027						0.005	0.000	0.003			
かれい						84	10	40			
0.16						0.013	0.002	0.006			
計	409	175	129	837	393	570	85	230	170	235	245
	0.029	0.013	0.010	0.081	0.035	0.057	0.010	0.020	0.013	0.023	0.026

総計 11 人の摂取総水銀量の平均: 0.029 ppm
メチル水銀量 (総水銀量の 60%): 0.017 ppm < 0.025 mg

注:「ふぐ」は熊本、鹿児島県の両方のデータになかったので計算から除外。「かわはぎ」は鹿児島県のデータになかったので、KM-24 を当てはめている。下表は魚種別水銀値。

論文魚種名	KG-1~3の魚種名	総水銀値	サンプル数
あじ	まあじ	0.066	27
かわはぎ			
まだい		0.091	15
たこ	まだこ	0.052	25
黒鯛	ちだい	0.123	10
小鯛	すすめだい	0.078	5
いか	こういか	0.072	20
ふぐ			
えび	くまえび	0.117	13
やの魚	あいご	0.027	20
かれい	まがれい	0.160	5

A Study on the Risk of Exposure to Methylmercury in Minamata Disease Area 3.0

Shinya Ueno^{*1}
Hiroyuki Matsuda^{*2}

**1 Kumamoto University*

**2 Yokohama National University*

Keywords: Yatsushiro Sea, methylmercury exposure, fisheries, seafood exposure, fish food intake, ecological risk studies

Abstract

The risk of exposure to methylmercury in the coastal areas of the Yatsushiro Sea was summarized in accordance with the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) method through a comprehensive analysis combining the knowledge obtained from the previous interviews, collected historical data, and survey data. In addition, we developed an exposure risk model from an ecological risk perspective, and worked on the development of false positive and false negative assessment methods for exposure risk in the Yatsushiro Sea and surrounding areas.

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3.0

分担研究者 松田裕之（横浜国立大学・環境情報研究院・教授）

研究要旨

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、地域ごとの曝露リスクを精度高く評価するための俯瞰的な知見の整理に取り組む。係争地域に関しては過去の申請書に見られた診断所見に基づき対応分析、共起分析、一般化線形モデルの手法を用いて、救済対象を拡大した場合の実効精度を検討した。

（研究項目）

- ①曝露リスクモデルを構築し、曝露実態の定量化や時間軸における変化の分析と、周辺地域の曝露リスクの偽陽性・偽陰性評価法の開発を行う
- ②海の汚染と魚介類の曝露状況の調査分析
- ③漁業による魚介類の捕獲状況や流通状況、周辺地域への移入路に関する調査を行う
- ④住民の魚介類の摂食状況と MeHg 曝露に関するデータの収集と分析を行う

水俣病発生地域及びその周辺地域におけるメチル水銀曝露状況を明らかにするために、個人情報伏せた臨時水俣病認定会審査資料を用いて、申請者の出生年、性別、居住地、職業、魚介類摂食状況などの疫学情報と、医師所見にある関連する症状の有無から、認定の可否とこれらの属性の関係を対応分析、共起分析、一般化線形モデルにより解析した。また疫学情報から専門家によって総合的に判定したリスクランク（以下、疫学的評価）を用いて、高リスクの個人属性を抽出した。

キーワード:メチル水銀曝露、疫学的評価、一般化線形モデル、対応分析、臨時水俣病認定会審査資料

I 研究目的

本研究は、社会科学や疫学、水産学、生態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 年代の暮らしや漁業について、水俣病認定審査の情報を用いて水俣病のリスクを評価するための方策を得る。特に周辺地域の曝露リスクについて、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。

メチル水銀曝露による健康被害の因果経路と各地の曝露リスクの状況をエビデンスと曝露モデルで明らかにし、地域別の曝露状況を評価する知見を得ることは、水俣病問題解決の社会的要請に合致し、「水俣病被害者の救済および水俣病問題の解決に関する特別措置法」（平成 21 年）第 37 条で示された効果的な疫学調査手法の確立にも資する。曝露状況を評価できるようにすることは、「曝露量と症候の関係の解明」のための有用な基礎的知見を得ることにつながり、疫学調査の精度をあげることに寄与する。また行政審査にも有用な知見が期待される。

II 研究方法

II-1. 臨時水俣病認定会審査資料を用いた申請者の個人属性と認定可否の関係

個人情報伏せた 1973 年から 1990 年の臨時水俣病認定会審査資料（以下「審査資料」）181 人分をテキスト化し、資料に記載されている①摂食魚種、②昭和 30 年代の居住地、

③水俣病に特有な 5 つの症状（知覚障害、言語障害、運動失調、視野狭窄、難聴）の有無、
④本人および家主等の職業と、認定の可否（Y、N）および疫学的評価（A～D）との対応を整理した。

疫学的評価については、審査資料をもとに専門家（研究協力者である二塚信名誉教授）が総合的に、水俣病の懸念が高い順に A から D まで 4 段階で判断した。

そして、整理した審査資料に基づき、疫学的評価と性別、出生年など申請者の個人属性との関係、認定可否と個人属性との関係、および疫学的評価と認定可否との関係について、 χ^2 乗検定など基本的な統計検定を行った。

II-2. 臨時水俣病認定会審査資料を用いた申請者の属性のテキスト分析

審査資料のうち、摂食魚種について記載され、かつ、認定の可否が明らかになっている 106 サンプル、また、疫学的評価が明らかになっている 105 サンプルについて、それぞれ対応分析を行った。審査資料に記載されている魚種名については、表 1 に基づき、標準和名に統一した。対応分析には KH コーダー（樋口 2014）を用い、解析対象とする単語の最小出現数は 2 とした。

表 1 魚種の地方名と標準和名の対応（九州農政局 1989、深浦 1979、西海区水産研究所 1980 を参考に作成）

資料記載名	標準和名	資料記載名	標準和名	資料記載名	標準和名	資料記載名	標準和名
アオサ	アナアオサ等	カキ	カキ類	クロ	メジナ	トリガイ	トリガイ
赤魚	アカムツ	カキウチ	マガキ	クロダイ	クロダイ	ナマコ	マナマコ
アサリ	アサリ	カナガシラ	ハウボウ	コイ	コイ	ハイ	ウグイ
アジ	アジ類	カナヅツ	カナガシラ	小魚	小魚	ハマグリ	ハマグリ
アナゴ	アナゴ	カニ	かに	コチ	コチ類	ハモ	ハモ
アブラメ	アイナメ	ガラガイ	ビノスガイ	ゴチ	コチ類	ハンタ	イラ、テンス
アラカブ	カサゴ	ガラカブ	カサゴ	コデ	チダイ	ビナ	スガイ
アワビ	アワビ	ガラカブ	カサゴ	コノシロ	コノシロ	ヒラシバ	オキヒイラギ
イカ	イカ類	カラスガイ	イガイ類	サバ	サバ類	ヒラメ	ヒラメ
イサキ	イサキ	カレイ	カレイ類	シャコ	シャコ	ヒレイワレ	ヒレイワレ
イツサキ	イサキ	カワハギ	カワハギ類	スズキ	スズキ	フナ	ギンブナ
イワシ	マイワシ	ガンゾ	カナガシラ	タイ	マダイ	ハウボウ	ハウボウ
ウシノシタ	ウシノシタ類	キガイ	ヒラタヌマコダキ	タコ	マダコ	ボラ	ボラ
ウナギ	ウナギ	キス	キス	タチウオ	タチウオ	マチガイ	マテガイ
ウニ	ウニ類	ギス	キス	タト	タト	マテガイ	マテガイ
エノイオ	アカエイ	キスゴ	キス	タレ	カタクチイワシ	ミゴイ	ニゴイ
エソ	マエソ	キツゴ	シロギス	タレソ	カタクチイワシ	ミヤコ	ミヤコテングハギ
エビ	クルマエビ	キビナゴ	キビナゴ	チス	クロダイ	メグチ	メゴチ
エビナ	ボラ	キンピ	ギンボ	チヌ	クロダイ	メバル	メバル類
オコゼ	オニオコゼ	クオリオ	クオリオ	チン	クロダイ	モチウオ	イボダイ等
海藻	海藻	クサビ	キュウセン	ツバメ	スズメダイ	ヤニ	ヤニ
貝類	貝類	グチ	イシモチ	テングサ	テングサ	ヨダレガイ	ミクリガイ

審査資料のうち、昭和 30 年代の居住地について記載され、かつ、認定の可否が明らかになっている 166 サンプル、また、疫学的評価が明らかになっている 165 サンプルについて、それぞれ対応分析を行った。居住地は市、市でない地域は町を単位とした。対応分析には KH コーダーを用い、解析対象とする単語の最小出現数は 1 とした。

審査資料のうち、診断書に基づき、水俣病に特有な 5 つの症状、すなわち、知覚障害、言語障害、運動失調、視野狭窄、難聴の有無が記され、かつ認定の可否が明らかになっている 114 サンプル、また、疫学的評価が明らかになっている 113 サンプルについて、そ

れぞれ対応分析を行った。複数の診断書がある場合には、最も古い診断書の診断を用いた。対応分析には KH コーダーを用い、解析対象とする単語の最小出現数は 2 とした。

審査資料のうち、本人および家族の職業が記載され、かつ認定の可否が明らかになっている 168 サンプル、また、疫学的評価が明らかになっている 167 サンプルについて、それぞれ対応分析を行った。対応分析には KH コーダーを用い、解析対象とする単語の最小出現数は 2 とした。

審査資料のうち、①生年、②性別、③昭和 30 年代の居住地、④摂食魚種、⑤水俣病に特有な 5 つの症状（知覚障害、言語障害、運動失調、視野狭窄、難聴）の有無、⑥本人および家主等の職業のすべてが明らかであり、かつ認定の可否が明らかになっている 114 サンプル、また、認定の可否が明らかになっている 113 サンプルについて、それぞれ対応分析を行った。対応分析には KH コーダーを用い、解析対象とする単語の最小出現数は 2 とした。

審査資料のうち、①認定の可否（Y、N）、②疫学的評価（A~D）、③生年、④性別、⑤昭和30年代の居住地、⑥摂食魚種、⑦水俣病に特有な5つの症状（知覚障害、言語障害、運動失調、視野狭窄、難聴）の有無、⑧本人および家主等の職業が明らかになっている 113 サンプルにより、共起ネットワーク解析を行った。共起ネットワーク解析には KH コーダーを用い、解析対象とする単語の最小出現数は 2、描画する共起関係は上位 60 とした。

II-3. 臨時水俣病認定会審査資料を用いた申請者の認定率の説明モデル

前項と同じデータを用いて、表 2 に挙げた説明変数候補から認定の可否を予測する説明モデルを、一般化線形モデルにより探索した。全く採用されなかった説明変数を除き、表 2 のような説明変数を用いた。無回答があるため、各変数の有効回答数は一致しない。対象総数は 175 人、魚介類摂食量(intake)、魚介類の入手先 (F_f , F_s , F_m)、症状 ($D_1 \sim D_5$)、摂食魚種 ($F_{01} \sim F_{72}$) の有効回答数は、それぞれ 121、115、153、115、109 人であった。1955 年から 65 年頃の居住地の住所を、市町村を基本に水俣市、津奈木、芦北、田浦、御所浦、八代、阿久根、栖本、平、出水市、東町、高尾野、始良郡の 13 に分けた。どれにも該当がない者（無回答者）は 4 名であった。域内でこの時期に複数 (n 箇所) の住所を転居した場合、それぞれの住所の居住経験を $1/n$ とした。域外に転居した場合はそれぞれの住所の居住経験を $1/(n+1)$ とした。摂食魚種の回答に上がった魚介類の種数はのべ 72 種に及んだが、回答者が 1 名のみ、2~5 名、6~10 名、11~20 名、21~26 名の魚種が、それぞれ 36、15、6、9、3 種であった。1 種でも食べた魚種名を書いた申請者は有効回答者とみなし、言及しない魚種は食べていないとみなした。魚種名を 1 つも回答していない申請者は魚種名について無回答とみなした。ただし、回答に書いていない申請者も、それらの魚種を日常的に食べていないとは言えないだろう。

認定の有無（1 が認定、0 が非認定）を目的変数 y とし、各説明変数を x_i とし、有が 1、無が 0 とし、 $y=1$ となる確率 p について、以下のロジスティック回帰モデルを用いた

$$\log p/(1-p) = \exp[a_0 + \sum a_i x_i]$$

そして、各被験者 j について対数尤度の和 $\log L = \sum \log [p_j y_j + (1-p_j)(1-y_j)]$ 及び用いた説明変数の数 m から赤池の情報量基準 (AIC) $= -2\log L + 2m$ を求め、AIC が最小になるモデルを求めた。ただし、採用する説明変数に応じて欠測値をもつ標本数が異なるため、欠損値を有効回答者の平均値であらかじめ代用し、標本数を 175 にそろえたうえで、AIC を最小にするモデルを求めた。ただし、食べた魚種については、欠測値を 0 で代用した。

表 2 説明変数と頻度

説明変数	変数名	有	無	説明変数	変数名	有	無
生年*	<i>birth</i>	1965	1921	知覚障害	D_1	92	23
性別：男性か	<i>s</i>	93	82	言語障害	D_2	32	83
本人職業：漁業か	j_1	88	87	運動失調	D_3	82	33
家主等職業：漁業か	j_2	74	47	視野狭窄	D_4	51	64
魚介類摂食量(皿数)*	<i>intake</i>	7	2.9	難聴	D_5	41	74
浮遊した魚の摂取	<i>illfish</i>	32	7	(以下摂食魚種)			
(ネコ等の)異常死	<i>cat</i>	100	66	タチウオ	F_{01}	38	71
家族内の申請状況	<i>f</i>	37	132	マダコ	F_{02}	32	77
居住地:水俣	x_{01}	53	113	ボラ	F_{03}	27	82
居住地:出水市	x_{10}	37	131	イシモチ	F_{07}	19	90
出水郡東町	x_{11}	14	156	カレイ類	F_{11}	13	96
入手先：漁業者（貰うを含む） [#]	F_f	105	17	クルマエビ	F_{12}	13	96
入手先：行商 [#]	F_p	34.7	94	貝類	F_{15}	12	97
入手先：店購入 [#]	F_m	13.2	128	スズキ	F_{19}	8	101

*誕生年と摂食量については有無の代わりに最大値と平均値を示す。

[#]入手先は複数回答の場合は案分し、「有」欄はその総和を採った。無回答は22人である。

その際に、(a)症状及び専門家による疫学的評価を用いないモデル、(b)症状を用いたモデル、(c)疫学的評価を用いたモデル、(d)両方を用いたモデルの中から、それぞれAICを最小にするモデルを探した。探索方法はRのstepコマンドを用いて、変数を1つ減らす際にAICを最も改善する変数を除去する作業を繰り返した。

以上の4つのモデルの予測力を見るために、認定確率の理論値 p が閾値（カットオフ値） p_0 以上で、実際の認定者数と非認定者数、逆に $p < p_0$ で実際の認定者数と非認定者数をそれぞれTP, FN, FP, TNとすると、感度と特異度はそれぞれ $TP/(TP+FN)$ と $TN/(FP+TN)$ と表される。偽陰性率と偽陽性率はそれぞれ100%から感度と特異度を引いたものである。予測があたる的中率は $(TN+TP)/(TN+TP+FN+FP)$ であり、陽性的中率はモデルによる認定確率 $p > p_0$ で実際に陽性の人の割合（ $TP/(TP+FP)$ ）を表す。また、陽性判定者の割合（ $TP+FP$ ）/ $(TN+TP+FN+FP)$ は救済対象者の割合の指標となるから、ここでは救済比率と呼ぶ。こうして、感度、特異度、的中率、陽性的中率、救済比率を求めた。

まず、 $p_0=0.5$ のときのそれらを求めるが、このモデルを用いて申請書にあるような疫学情報や症状から救済対象者を絞り込む場合には、認定者を救済対象から外す偽陰性を避けることが、非認定者を救済してしまう偽陽性を避けることよりも優先されるかもしれない。少なくとも、両者は同じ重みとは限らないだろう。そこで、感度を95%以上にするような閾値 p_0 を求め、その場合の特異度、的中率、陽性的中率を求めた。なお、申請者のうちの認定者と非認定者はそれぞれ63人と112人であり、認定者が申請者全体の36%を占めている。

III 研究結果

III-1. 臨時水俣病認定会審査資料を用いた申請者の属性の関係

審査資料のうち、認定者と非認定者、無回答はそれぞれ 63, 105, 7 名、疫学的評価は A,B,C,D および無回答がそれぞれ 81, 56, 25, 5 および 8 名であった。認定者が必ずしも A 評価ではなく、また非認定者にも A 評価がいたが、認定者に A 評価が B-D 評価に比べて有意に多かった (表 3。P< 1.5×10⁻⁷)。

また認定者について、男性のほうが有意に多く、家族内に申請者がいる人が多く、本人または世帯主等が漁業者のほうが多く、出水市に住んでいた人に多かった (表 4)。5 つの症状のうち、有意差があるのは運動失調のみだった。摂食した魚種については、有効回答数が少なかったものの、マダコとタチウオのみだった。ただし、多重検定による補正は考慮していない。

表 3 審査資料にある水俣病認定者、非認定者数と疫学的リスクランクの頻度分布

	A	B	C	D	無回答	計
認定	47	16	0	0	0	63
非認定	34	40	25	5	1	105
無回答	0	0	0	0	7	7
計	81	56	25	5	8	175

表 4 申請者の属性と認定可否の関係。P 値 F とあるのは Fisher の正確確率検定による。それ以外は χ^2 検定 (続く)

性差				家族内の申請者の有無			
	男性	女性	合計		有	無	合計
認定	41	22	63	認定	19	43	62
非認定	51	54	105	非認定	18	85	103
合計	92	76	168	合計	37	128	165
		P 値	3.74%			P 値 ^F	5.61%
本人職業				世帯主等職業			
	漁業	非漁業	合計		漁業	非漁業	合計
認定	40	23	63	認定	36	12	48
非認定	46	59	105	非認定	36	34	70
合計	86	82	168	合計	72	46	118
		P 値	1.35%			P 値	0.99%
当時の住所				運動失調か			
	出水市	出水市以外	合計		有	無	合計
認定	22	40	62	認定	30	3	33
非認定	18	86	104	非認定	52	29	81
合計	40	126	166	合計	82	32	114
		P 値	0.81%			P 値 ^F	0.51%

表 4 申請者の属性と認定可否の関係。(続き)

タチウオの摂食				マダコ摂食			
	有	無	合計		有	無	合計
認定	21	24	45	認定	21	24	45
非認定	16	46	62	非認定	11	51	62
合計	37	70	107	合計	32	75	107
		P 値	2.51%			P 値	0.13%

III-2. 臨時水俣病認定会審査資料を用いた申請者の属性のテキスト分析

摂食魚種と認定の可否との対応分析の結果を図 1、疫学的評価との対応分析の結果を図 2に示す。各図には、喜田村正次（1966）、および、喜田村正次ら（1960）、西村・岡本(2001)に基づき、昭和35年～36年に水銀含有量1ppm以上が観測された魚種に赤線、昭和34年に衰弱浮遊が確認された魚種に青線を施した。

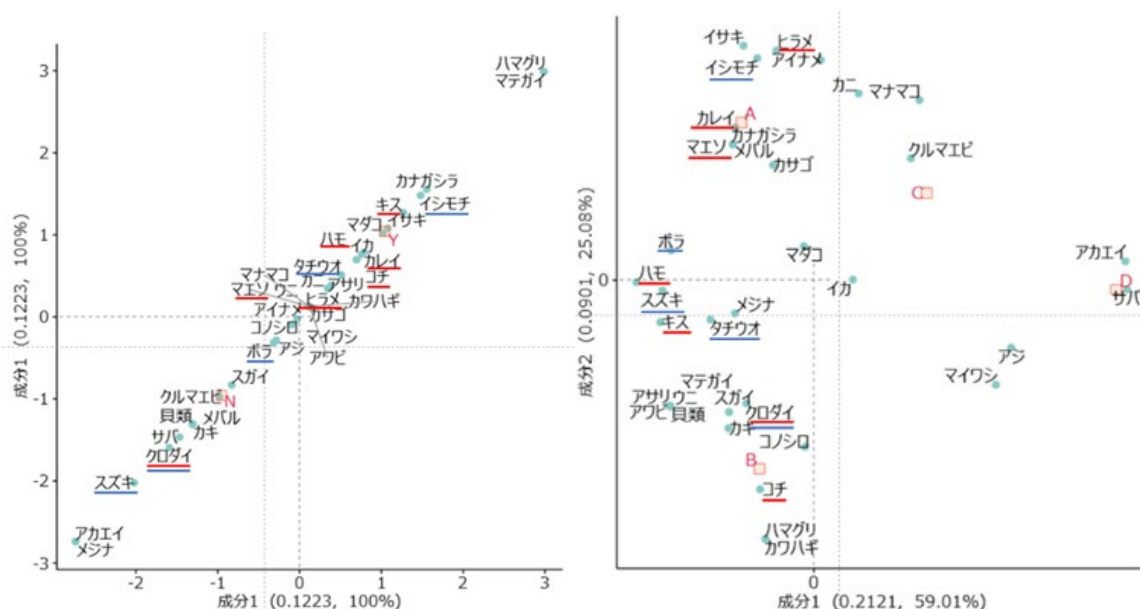


図 1 (左) 摂食魚種と認定の可否との対応分析（縦軸と横軸は同じもので、1次元のグラフ）。成分1,のカッコ内の数値は（固有値，寄与率）を表す（堀越ほか，2019）。

図 2 (右) 摂食魚種と疫学的評価との対応分析の結果。原点付近を係数3で拡大表示したもの。赤線は昭和1960～61年に水銀含有量1ppm以上が観測された魚種、青線は1959年に衰弱浮遊が確認された魚種（喜田村1966、喜田村ら1960、西村・岡本2001より作成）

ハマグリ、マテガイ、カナガシラ、イシモチ、キスなどは認定者により多く摂食される傾向があり、非認定者の多くに特徴的な摂食魚種は、アカエイ、メジナ、スズキ、クロダイなどであった。一方、原点に近いアイナメ、コノシロ、カサゴなどは、認定の可否との顕著な関係がみられなかった（図 1）。また、疫学的リスクが高い、すなわちAランクと判定された申請者（以下、Aランク者）に特徴的な摂食魚種は、イサキ、イシモチ、ヒラメ、アイナメ、カレイ、マエソなどで、疫学的評価が低い、すなわちC、Dラン

ク者に特徴的な摂食魚種は、クルマエビ、アカエイ、サバ、アジ、マイワシなどであった。一方、原点に近いイカやマダコなどは、疫学的評価との顕著な相関がみられなかった（図 2）。高い水銀含有量が観測された魚種や衰弱浮遊が確認された魚種は、疫学的評価がAもしくはBランク者が摂食している傾向が確認されたが（図 2）、認定の可否に対する偏りは認められなかった（図 1）。

昭和30年代の居住地と認定の可否との対応分析の結果を図 3、疫学的評価との対応分析の結果を図 4に示す。

認定者に特徴的な居住地は、鹿児島県始良郡、出水郡東町、井水市であり、非認定者に特徴的な居住地は、大阪、阿久根市、久木野、芦北町であった。一方、原点に近い御所浦町などは、認定の可否に関わらず居住していた（図 3）。また、疫学的評価が高い、すなわちAランク者に特徴的な居住地は、鹿児島県始良郡、御所浦町、芦北町、津奈木町であり、疫学的評価が低い、すなわちC、Dランク者に特徴的な居住地は、大阪、阿久根市、久木野であった（図 4）。

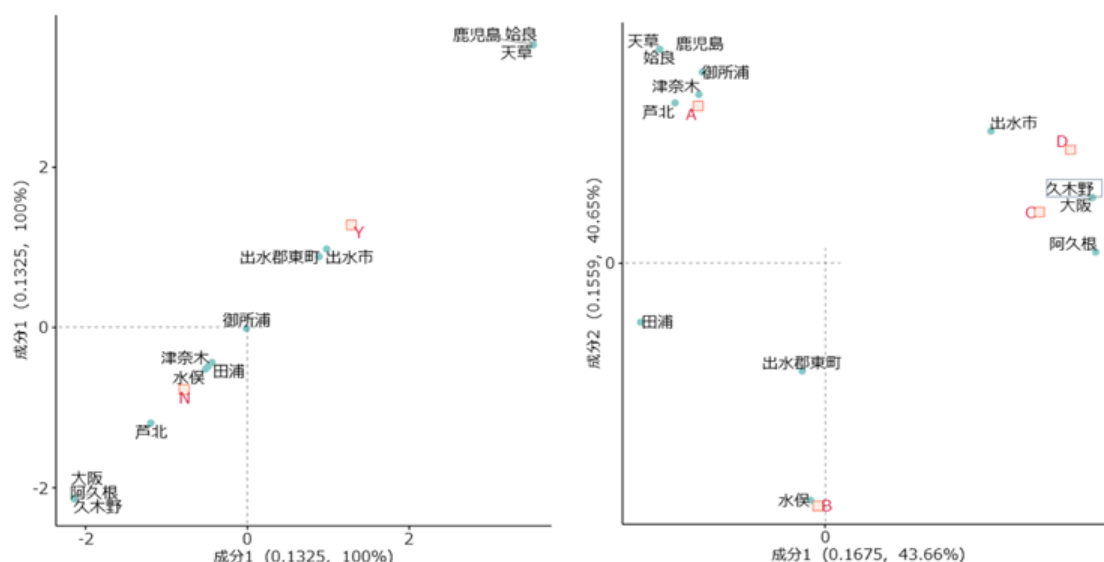


図 3 (左) 居住地と認定の可否との対応分析

図 4 (右) 居住地と疫学的評価との対応分析の結果

水俣病に特有な5つの症状と認定の可否との対応分析の結果を図 5に示す。認定者に比較的特徴的な症状は、運動失調であり、非認定者に特徴的な症状は難聴であった。一方、原点に近い言語障害、知覚障害、視野狭窄は、認定の可否に関わらず発症していた（図 5）。また、疫学的評価によるリスクが高い、すなわちAランク者に特徴的な症状は、運動失調と視野狭窄であり、疫学的評価によるリスクが低い、すなわちCランク者に特徴的な症状は、言語障害であった（図 6）。

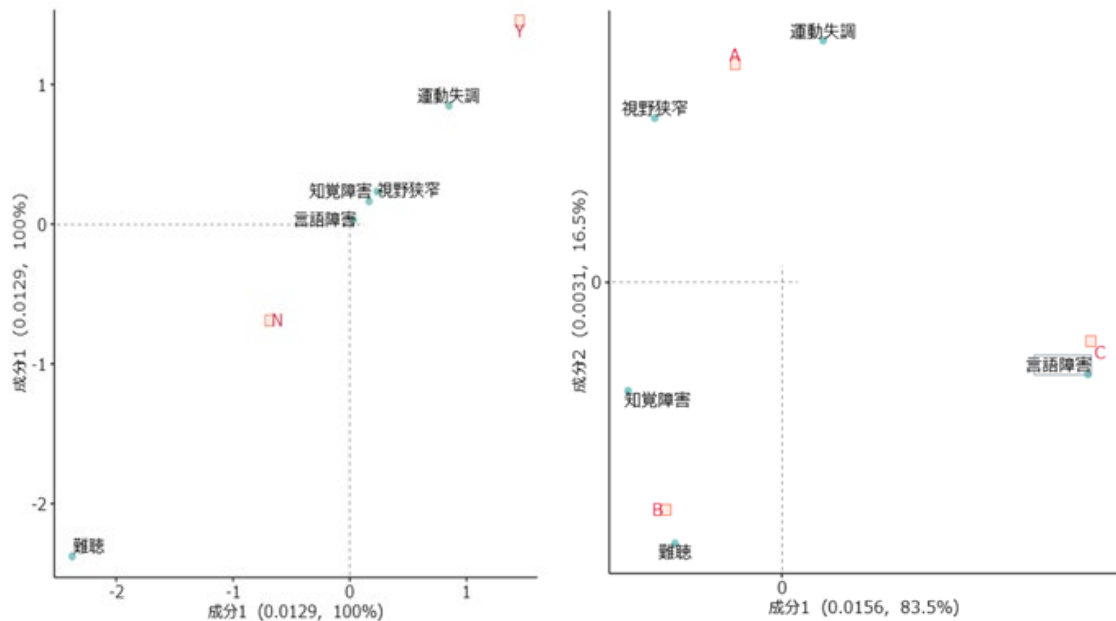


図 5 (左) 症状と認定の可否との対応分析

図 6 (右) 症状と疫学的評価との対応分析。係数 3 で原点拡大したもの。

本人および家主等の職業と認定の可否との対応分析の結果を図 7、疫学的評価との対応分析の結果を図 8に示す。

認定者に特徴的な職業は、無職、商業、船員、製造業、会社員であり、非認定者に特徴的な職業は店員、運転手、材木運搬、大工であった。一方、原点に近い漁業、旅館業は、認定の可否に関わらない職業であった(図 7)。また、疫学的評価リスクが高い、すなわちAランク者に特徴的な症状は、製造業と漁業であり、疫学的評価リスクが低い、すなわちC、Dランク者に特徴的な職業は、家事手伝い、農業、旅館業であった(図 8)。

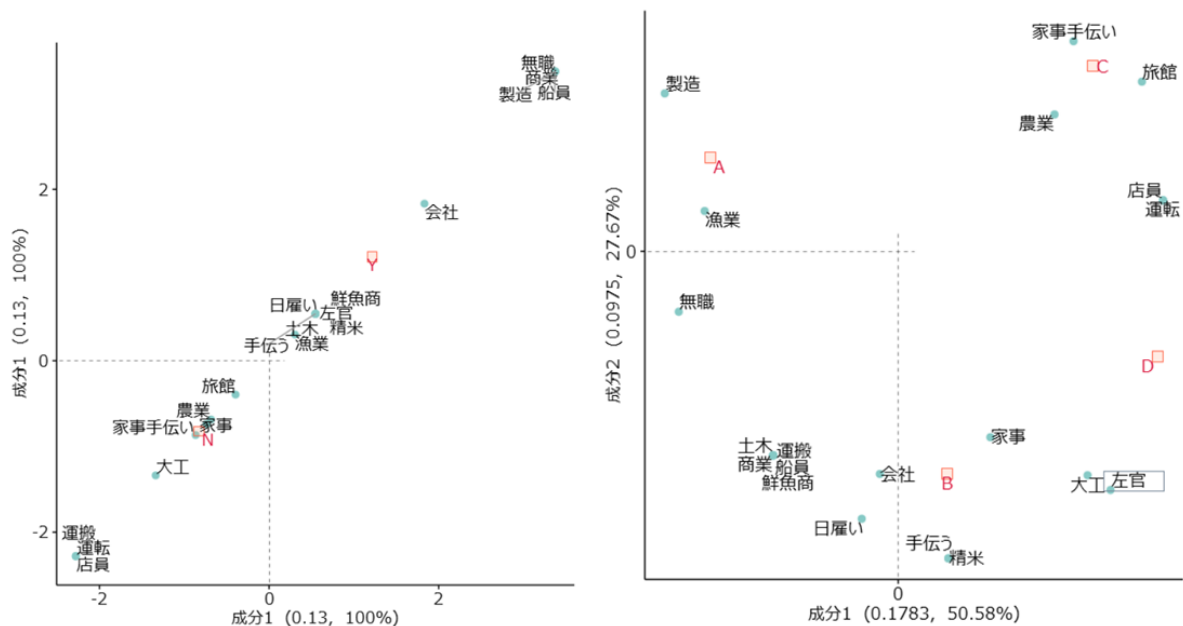


図 7 (左) 職業と認定の可否との対応分析

図 8 (右) 職業と疫学的評価との対応分析の結果。係数 3 で原点拡大したもの。

複合キーワード（生年、性別、昭和30年代の居住地、摂食魚種、水俣病に特有な5つの症状の有無、本人および家主等の職業）と認定の可否との対応分析の結果を図 9、疫学的評価との対応分析の結果を図 10に示す。

認定者に特徴的なキーワードは、キス、カサゴ、カニ、マダコ、無職、製造業、会社員、日雇いであり、非認定者に特徴的なキーワードは、クロダイ、アジ、マイワシ、カレイ、イカ、材木運搬、大工、店員などであった（図 9）。一方、原点に近い田浦、言語障害などのキーワードは認定の可否に関わらないキーワードであった（図 9）。また、疫学的評価リスクが高い、すなわちAランク者に特徴的なキーワードは、芦北町、御所浦、津奈木町、運動失調、製造業、漁業であり、疫学的評価が低い、すなわちCランク者に特徴的なキーワードは、イシモチ、カサゴ、カレイ、言語障害、農業、店員、などであった。一方、原点に近い会社員は、疫学的評価に関わらないキーワードであった（図 9）。

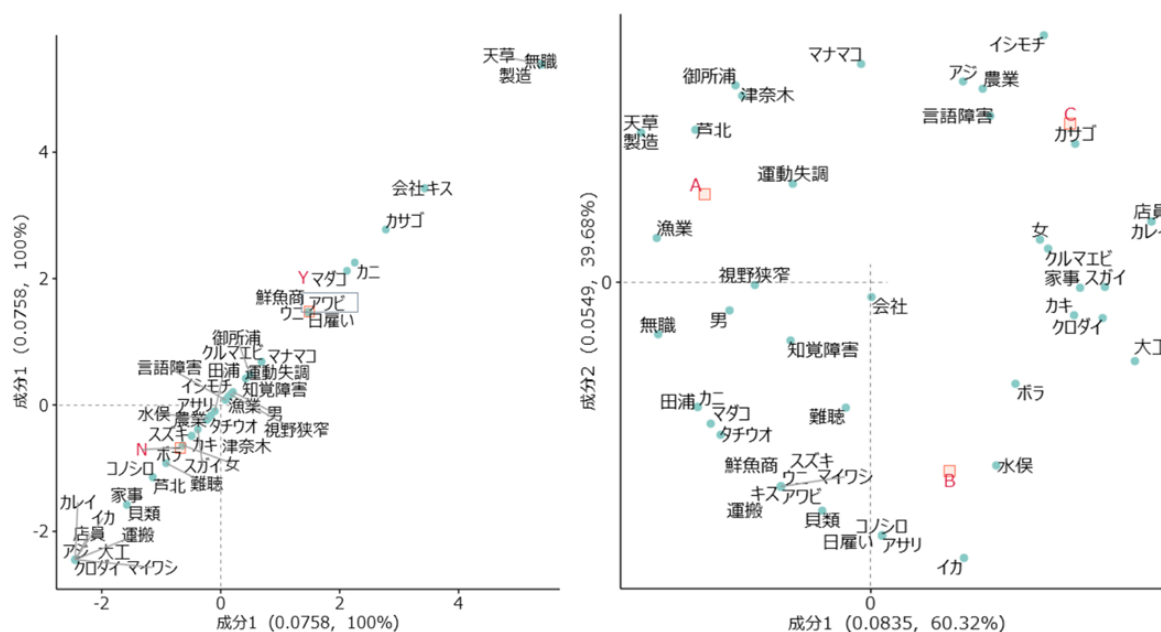


図 9（左）複合キーワードと認定の可否との対応分析。係数3で原点拡大した図
図 10（右）複合キーワードと疫学的評価との対応分析の結果

複合キーワード（認定の可否（Y、N）、疫学的評価（A~D）、生年、性別、昭和30年代の居住地、摂食魚種、水俣病に特有な5つの症状の有無、本人および家主等の職業）による共起ネットワーク解析の結果を図 11に示す。認定者（Y）は、高い疫学的評価（A）、男、視野狭窄、運動失調、言語障害、漁業というキーワードと共起している傾向があり、非認定者（N）は、比較的高い疫学的評価（B）、女、水俣、知覚障害、農業というキーワードと共起している傾向が認められた。

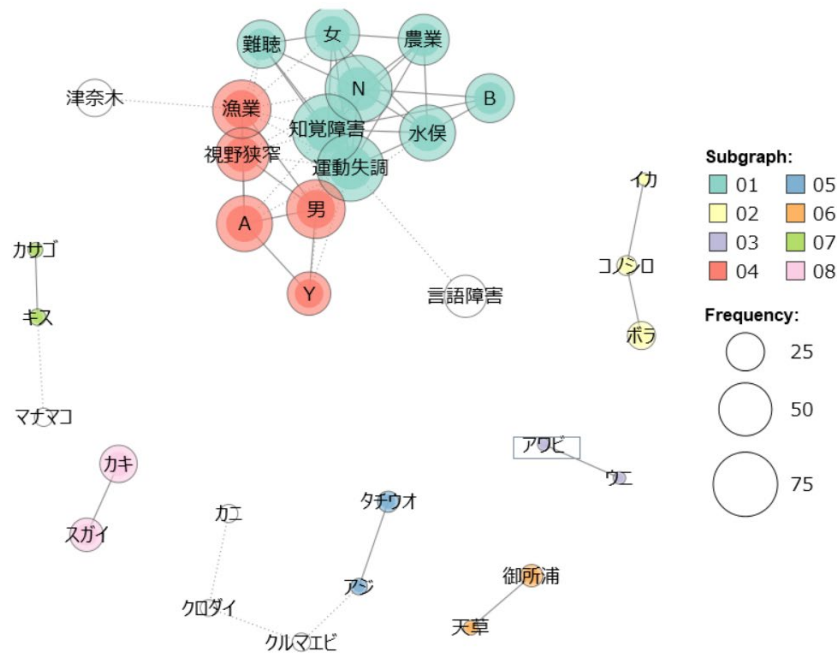


図 11 複合キーワードによる共起ネットワーク解析の結果

III-4. 一般化線形モデルの結果

選ぶ変数に応じて欠測値があるものを標本から除くと、モデルによって標本数がかなり少なくなることがある。よって、各変数の欠測値には、欠測値を除いた平均値を代替した。また、有または無の回答数が極端に少ない説明変数の場合、「有」の申請者が全員認定者または非認定者なら、その係数を正または負に非常に大きくすれば、他の変数の値にかかわらず予測率を上げることができる。よって、「有」または「無」の申請者が5未満の説明変数（ $x_{06} \sim x_{09}, x_{12} \sim x_{14}, F_{22} \sim F_{72}$ ）は除外した。さらに、説明変数に、疫学情報のみの場合、症状を変数候補に考慮した場合、疫学評価によるランクを変数候補に考慮した場合、症状とランクを考慮した場合について、モデル選択を行った結果、以下の表5に示す4つのモデルが得られた。

選択された4つのモデルは、説明変数の範囲が異なる。症状も疫学的評価も用いない場合より、症状を用いるモデルのほうが、当てはまりが良くなる。さらに疫学的評価を考慮すると格段に当てはまりが良くなる。なお、モデル4には知覚症状と難聴の間の交互作用も考慮されている。運動失調に加えて、統計的に有意ではないものの、運動失調かつ難聴の者は認定者が多いという傾向がみられた。

症状を説明変数に用いない場合、性別、世帯主等の職業が選ばれ、魚介類を行商から買う者と出水市居住者、出水郡東町（現在は長浜町）居住者は認定者が多かった。

全体を通じて、摂食した魚種のうち、説明変数に選ばれたのはマダコ F_{02} 、イシモチ F_{05} 、カレイ類 F_{11} 、貝類 F_{15} 、及ぶ負の影響としてクルマエビ F_{12} とスズキ F_{19} であった。症状を含むモデルで説明変数に選ばれたのは運動失調と視野狭窄と難聴だが、難聴の係数は負であり、難聴の人ほど有意に非認定が多かった。モデルbでは視野狭窄も選ばれた。

予測力について、 $p_0=0.5$ とした場合の結果を表 6(a)に示す。すべての申請者について、欠測値は有回答者の平均値で代用している。疫学評価を考慮しないモデル a,b については、申請書に記された疫学情報、および症状から救済対象を予測しても、的中率は7割前後で

あること、症状を用いても用いなくても的中率に大差がないこと、特異度は高くできるが感度が低い（偽陰性が多い）ことがわかる。

表 5 選択された一般化線形モデル。太字の変数と係数は有意に 0 からずれているもの。

a) 説明変数に症状、疫学的評価無し (AIC=198.2)
$\log[p/(1-p)] = -3.47 + 0.79 s + 1.56 j_2 + 0.83 x_{10} + 1.51 F_{02} + 1.27 F_{11} - 1.74 F_{19}$
b) 説明変数に症状あり、疫学的評価無し (AIC=182.5)
$\log[p/(1-p)] = -5.97^* + 0.79 s + 1.94 j_2 + 1.2 D_1 + 2.1 D_3 - 1.44 D_5 + 1.25 x_{10} + 1.83 F_{02} + 1.56 F_{11}$
c) 説明変数に症状無し、疫学的評価あり (AIC=150.9)
$\log[p/(1-p)] = -24.64 + 2.08 r_1 + 21.94 r_2 - 0.9 f + 2.04 F_p + 1.09 x_{01} + 4.65 x_{10} + 2.1 x_{11} + 1.5 F_{02} - 2.11 F_{12} - 1.55 F_{15} - 2.78 F_{19}$
d) 説明変数に症状と疫学的評価あり (AIC=142.9)
$\log[p/(1-p)] = -29.56 + 1.74 r_1 + 23.01 r_2 + 0.92 s + 1.58 j_2 - 1.39 f + 3.13 F_p + 1.53 x_{01} + 5.89 x_{10} + 2.14 x_{11} + 0.15 D_1 + 1.8 D_3 - 6.37 D_5 + 2.14 F_{02} - 3. F_{12} - 1.64 F_{15} - 3.47 F_{19} + 5.33 D_1 D_5$

表 6 4つのモデルにおける感度（%TP=1－偽陰性率）、特異度（%TN=1－偽陽性率）、的中率、陽性的中率、対数尤度

(a) 的中率を最大にする場合

	的中率	%FN	%FP	陽性 的中率	救済率	FN	FP	TN	TP	AIC
model a	73.1%	58.7%	7.7%	76.5%	20.4%	37	8	96	26	198.3
model b	74.3%	42.9%	15.4%	69.2%	31.1%	27	16	88	36	182.5
model c	83.8%	28.6%	8.7%	83.3%	32.3%	18	9	95	45	150.9
model d	85.0%	25.4%	8.7%	83.9%	33.5%	16	9	95	47	142.9

(b) 偽陰性率を5%以下にする場合

	的中率	%FN	%FP	陽性 的中率	救済率	FN	FP	TN	TP	AIC	p_0
model a	47.90%	3.20%	81.70%	41.80%	87.40%	2	85	19	61		0.13
model b	62.90%	4.80%	56.70%	50.40%	71.30%	3	59	45	60		0.12
model c	66.50%	4.80%	51.00%	53.10%	67.70%	3	53	51	60		0.17
model d	80.80%	4.80%	27.90%	67.40%	53.30%	3	29	75	60		0.2
疫学評価 A	70.1%	25.4%	32.7%	58.0%	48.5%	16	34	70	47		
疫学評価 A+B	55.7%	0.0%	71.2%	46.0%	82.0%	0	74	30	63		

予防原則に基づけば、的中率全体を上げるよりも、偽陰性を避けることが強く求められる可能性がある。 p_0 を変えたときの感度と特異度の関係を見るために、図 12のようなROC曲線を描く。感度を95%以上すなわち偽陰性率を5%以下にすべきだとすれば、図 12の縦軸95%の破線に該当する理論値 p の閾値 p_0 を用いて認定の有無を予測すればよい。その場合の閾値の値と、特異度、的中率、陽性的中率を表 6(b)に示す。疫学的評価を含

まないモデルaとbでは、結果としての的中率はそれぞれ5割と6割程度になった。疫学的評価を含むモデルcとdでは、的中率は比較的高かったものの、陽性的中立は5割前後でむしろ低くなった。

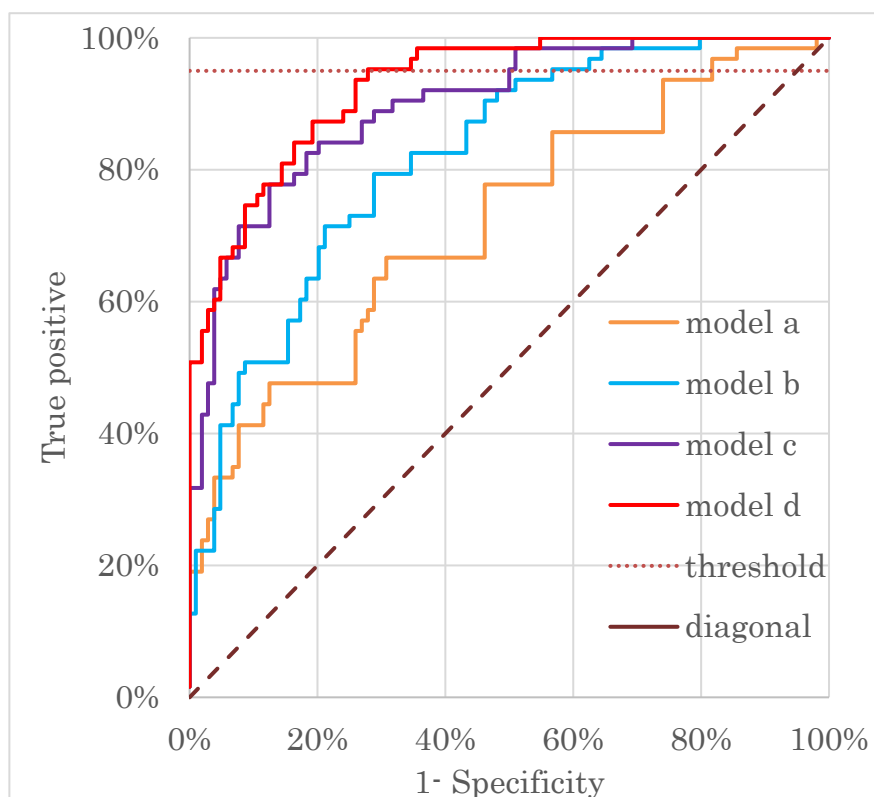


図 12 4つのモデルのROC（受信者操作特性）曲線。

IV 考察

水俣病の認定の可否は、どちらかと言えば偽陽性を避け、水俣病であるという根拠を十分に備えているかを基準とする。他方、過去の裁判における救済対象は、予防原則に基づき、どちらかといえば偽陰性を避け、救済すべき人を対象から外す過誤を避けることが重視されてきたと言えるかもしれない。

行商から買うと答えたものは59名いたが、そのうち本人または家主の職業が漁業者と答えた者は28名、本人または家主の職業が行商と答えた者は1名、本人も家主も漁業と行商以外を職業としている者は18名、本人がそれ以外の職業で家主の職業が不明の者は12名であった。本人または家主の職業が漁業者または行商の29名のうち、認定者は10名、非認定者は18名、不明が1名であり、本人及び家主の職業が漁業者でも行商でもない18名のうち、認定者は3名、非認定者は14名、不明が1名であった。これらに有意差はないが、本人または家主の職業が漁業者でも行商者でもない場合の認定者の比率17.6%は、申請者全体の認定者の比率36%より低く、行商から魚を購入した者に認定者が多いとは言えない。

今回用いたGLMが説明変数の多くは2値の離散値であるのに対し、実際の認定の可否は被検者と対面し、聞き取り調査を行い、説明変数に現れない情報を加味して判定していると考えられる。独立した医師の所見で再現性があるならば、今回のモデルの予測力は医師の所見に遠く及ばないと言えるだろう。他方、申請書にあるような書面からの情

報のみに基づいて認定の可否を判断することには、大きな限界があるともいえる。

表 6bに示す陽性的中率は56%前後だが、仮に全員を救済した場合の陽性的中率は、認定者は全申請者に等しく、36%である。GLMを用いれば、それなりに特異度を上げ、陽性的中立を増やすことができるといえる。

中間報告で述べたとおり、水銀摂取量の安全基準に用いられているBMD (Benchmark-Dose) という概念は、特異度をたとえば2/3または1/2にする (偽陰性率を1/3または1/2にする) という考え方の下で定められている(Matsuda and Ueno 2021)。さらに、BMDLという指標では予測モデルも安全側にとるため、実際の特異度はさらに低くなっている可能性がある。

閾値 p_0 、ひいては救済対象者の範囲は科学的に決められることではなく、政策決定者の判断である。その際に、偽陰性を減らしつつ、陽性的中率を高めることが、効率的な行政政策と言えるかもしれない。専門家による疫学的評価を考慮することで、的中率を8割以上に上げることができた。疫学的評価のみに頼るよりも、他の説明変数を併用するほうがさらに的中率が上がっている。ただし、疫学的評価のランキングを専門家が工夫すれば、さらに的中率を上げることが可能かもしれない。疫学的評価がC、Dの申請者には認定者がいなかった。選択されたモデルでも、疫学的評価がC、Dの者30名に偽陽性判定はなかった。ただし、AとBをすべて認定と予測すると、的中率は6割未満となる。

今回は、二塚信名誉教授の協力を得て、申請書の書面から得られる疫学的所見に基づくエキスパートジャッジも情報に加えることで、対面による臨床所見ではないものの、予測力の比較的高い選択モデルを得ることができた。統計モデルは全体の的中率を上げるためのものである。どの説明変数を用いるかにより、救済対象をどの範囲にすれば、どの程度の偽陽性者がいるかを考えるうえでは有効だろう。ただし、真の陽性者と偽陽性者を申請者ごとに判定できるものではない。

V 結論

申請者の属性を用いることで、認定の可否を予測しても、的中率は75%程度であった。専門家による疫学的評価を考慮することで、的中率を8割以上に上げることができた。

今回用いた申請者の情報は、初期の水俣病の認定者を含んでいない。そのため、居住地は重要な情報だろうが、特に水俣市の居住者でも認定率が有意に高いとは言えなかったが、出水市と東町からの申請者の認定率は有意に高い傾向がみられた。また、行商から得た魚を食べる者に認定者が多い傾向がみられたが、その認定者の大半は本人または家主が漁業者又は行商者の場合であり、必ずしも中山間地の非漁業者の認定者が多いとは言えない。

本研究に関する現在までの研究状況、業績

(原著論文等 (和文・英文) を学術雑誌等で発表している場合に、記入する。)

Matsuda H, Ueno S (2021) How to Determine the Relief Target for Minamata Disease? In Matsuda H (ed) (2021/4) Ecological Risk Management: for Conservation Biology and Ecotoxicology. Springer. Pp.13-29

引用文献

(記載方法は、上記の「本研究に関する現在までの研究状況、業績の例」に従う。)

樋口耕一(2014) 社会調査のための計量テキスト分析。 ナカニシヤ出版

木曾克裕・大滝英夫・堀田秀之・浅見忠彦（1980）有明海・八代海における主要魚類の分布と移動。西海区水産研究所。1-197

九州農政局(1989)「熊本県の海面漁業（復刻版）：昭和29年刊行」

深浦雄一（1979）熊本県における魚介類の地方名について。熊本県水産試験場研究報告 1：1-8

喜田村正次（1966）「水俣病並びに不知火海の魚介類中の水銀量」

喜田村正次ら（1960）「水俣病に関する化学毒物検査成績 第5報」 『熊本医学会雑誌』 34(3)：593-601

西村肇・岡本達明 (2001)水俣病の科学。日本評論社

佐野浩彬，千葉洋平，前田佐知子，池田千春，三浦伸也，臼田裕一郎(2021)新型コロナウイルス感染症拡大下における災害時避難への社会的関心の傾向ーテキストマイニングによる Web 記事分析を通じてー。リスク学研究 15：印刷中

A Study on the Risk of Exposure to Methylmercury in Minamata Disease Area 3.0

Hiroyuki Matsuda^{*1}

**1 Yokohama National University*

Keywords: YMethylmercury exposure, Epidemiological assessment, Generalized linear model, Correspondence analysis, Provisional Minamata disease recognition board review material

Abstract

The risk of exposure to methylmercury in the coastal areas of the Yatsushiro Sea was summarized in accordance with the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) method through a comprehensive analysis combining the knowledge obtained from the previous interviews, collected historical data, and survey data. In addition, we developed an exposure risk model from an ecological risk perspective, and worked on the development of false positive and false negative assessment methods for exposure risk in the Yatsushiro Sea and surrounding areas.

With regard to the status of fisheries in the Yatsushiro Sea and surrounding areas, the distribution of fish and shellfish including retail and peddling, and the frequency and amount of fish and shellfish by region, we evaluated the exposure risk by region. As for the disputed areas, we used corresponding analysis, co-occurrence analysis, and generalized linear models based on the diagnostic findings in the past applications to examine the frequencies of true positive, false positive and false negatives.