

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 上野眞也（熊本大学・熊本創生推進機構・教授）

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

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、聞き取り調査、新たな史資料の探索、先行研究データの再分析等を行い、水俣湾及び八代海など周辺海域の魚類中総水銀濃度、魚介類の生息域や曝露リスク及びその捕獲状況、魚介類の流通状況、魚介類の摂食状況、地域住民の曝露状況という多段階の因果関係の各局面とその連関について、一貫したストーリーに基づく理解が得られた。その成果をもとに、地域ごとの曝露リスクの定量化や生態リスク学に基づくメチル水銀曝露リスク推計モデルの構築を試みた（この部分については別途松田教授報告）。

キーワード:八代海、メチル水銀曝露、漁業、魚介類の流通、魚食、生態リスク学

研究協力者

蜂谷紀之（国立水俣病総合研究センター・シニアアドバイザー）、平田郁夫（熊本県水産研究センター・技師）、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

本研究は、聞き取り調査や新たなデータ・資料の探索と分析により、水俣病発生地域及びその周辺地域における曝露過程の因果の連鎖を明らかにし、メチル水銀（以下MeHgと表記）曝露リスクの定量化と数学的モデルを加えた解析を行うことを目的とする。本稿では、魚の曝露状況、そして漁業、流通、魚介類の摂取、MeHg曝露リスクレベルを中心に、これまでの研究成果を報告する。

本研究では、工場の排水溝から海、魚介類の曝露、漁業や流通、摂食につながる一連の因果経路が明らかになることから、「曝露量と症候の関係の解明」のための有用な知見を得ることにつながり、疫学調査の精度向上や行政審査での利用が期待される。

II 研究方法

聞き取り調査から得られた知見を基に、新たに発掘した史資料、公表されたデータの再解析など総合的に分析し、八代海沿岸および内陸部における魚介類を介した人体への MeHg 曝露リスクの解明を行った。なお、本研究では、暫定基準値に基づく曝露リスクをベースに

議論をしており、近年訴訟の争点となっている MeHg による微量汚染や遅発性による発症被害の議論については扱っていない。

- ①海の汚染と魚介類の曝露状況の推計
- ②漁業による魚介類の捕獲状況と魚の曝露に関するデータの収集と分析
- ③魚介類の流通と、周辺地域への移入経路、持ち込まれた魚の魚種、量等の解明
- ④住民の魚介類の摂食状況と MeHg 曝露リスクの分析
- ⑤以上の知見を踏まえて曝露リスクモデルを構築し、MeHg 曝露の状況を推計

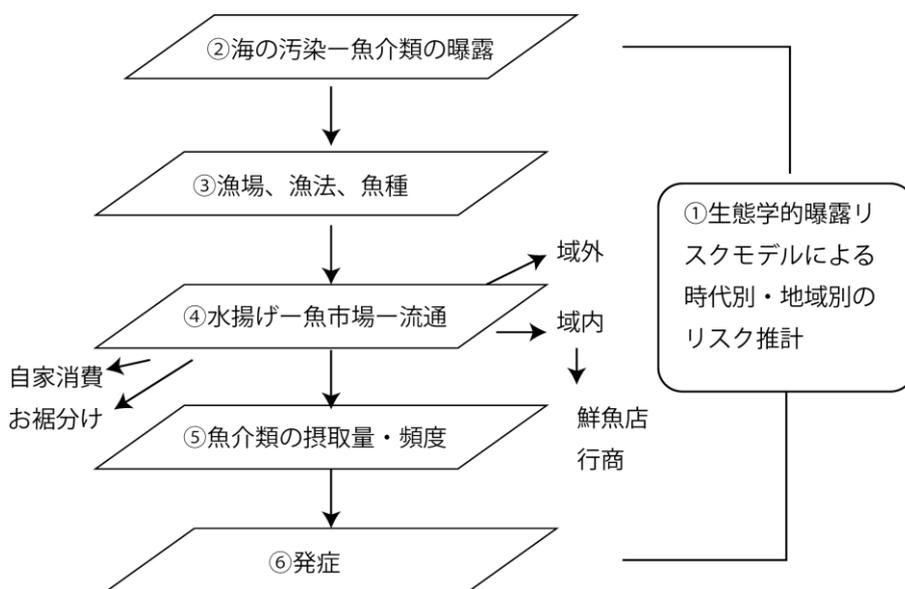


図1 本研究の取り組み領域

(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)。聞き取り対象者からはインフォームドコンセントを同意文書で受領(研究対象者への説明(文書・口頭)、対象者の同意(文書・口頭)、同意撤回書を手交)。

III 研究結果

(1) 八代海及び天草海域における魚の流通について

八代海及び天草海域における魚の流通のあり方は、漁業の種類や漁場、漁業の近代化だけでなく、交通条件や輸送手段の変化など、その時々々の社会経済的条件に加え、地域の置かれた地理的条件等によってきわめて多様である。

そこで、これまでの聞き取り調査から、この海域における漁業と捕獲された魚の流通状況を整理してみると、概ね1) 出漁漁場の近接地、2) 漁協市場・仲買人、3) 個人販売、4) 地元地先漁場・地元消費、5) 直接取引、6) 市場持ち込み、7) 漁協販売、8) 行商の、

8つの形態に分けることができる。ここでは、それぞれの流通のあり方を地域的に把握するため、聞き取りの内容を略記してみていくことにする。なお、地名は聞き取り調査を行った地域である。また、魚の流通を把握するためには、漁業の実態や主要な漁場を俯瞰する必要があることから、聞き取り調査のほか、熊本県水産試験場の『栽培漁場開発調査報告書（第1編,不知火海）』（1971年）、及び九州農政局『熊本県の海面漁業』（1954年,復刻版）を参考に図2を作成した。

1) 出漁漁場から近接地

・姫戸町牟田：昭和30年代、牟田沖でエビ、カニが獲れない時は、水俣沖（獅子島、御所浦近くの海域）でタチウオ、アジを獲る→丸島。昭和45年から55年頃、水俣沖（獅子島、御所浦寄り）のアジ網→アジは八代、日奈久。

・姫戸町姫浦：昭和30年前後、他の漁師は水俣を基地にタイ、マナガタの流し網、昭和40年に打瀬から流し網に切り替え→水俣で獲れた魚は水俣市場。

・姫浦町二間戸：昭和30年代、水俣周辺の漁場でチヌ、タイの一本釣り、タチウオ漁（流し網）→水俣漁協。

・龍ヶ岳町樋島：打瀬網、主な漁場は田浦、日奈久、計石、姫戸、牟田→日奈久。他に田ノ浦、計石。

・倉岳町宮田：遠方の漁業、甑島、クエ、タバメ、長崎沖の平蔵、五島、クエ、タイ→出先で水揚げ。

・倉岳町棚底：昭和30年～45年頃、漁場は御所浦沖～水俣沖、グチ、タチ、ヒラメ、アゴ→水俣丸島。ハモ漁→水俣百間港。

・天草市栖本：昭和30年代、漁場は牛深・長島方面、タイ、チヌ、イシダイ（一本釣り、延縄漁）→牛深。米ノ津、ハモ漁→八代、水俣。

・天草市御所浦：八代海、芦北近海、タチウオ（一本釣り）→水俣丸島、八代。

・獅子島湯ノ口：ハモ、モチウオ、カマス（吾智網、巻き網）→水俣丸島、八代。冬場はコウイカ、タチ（御所浦側）、タイ（八幡の瀬戸方面）。父親の代の水揚げ地は薄井、水俣丸島。現在は近接地、水俣。

・長島町諸浦：昭和42・43年頃（タチウオが良い値）、カタクチイワシ漁（八代海、カツオの生餌）で混獲のタチウオ（買い付け船）→水俣市場（現金売買）。

2) 漁協市場・仲買人

・姫戸町牟田：昭和25年、28年頃（鮮魚運搬船は20年くらいする）、牛深漁協（東シナ海のアジ、サバ、イワシ）→入札→八代、熊本。

・姫戸町姫浦：姫浦漁協、龍ヶ岳漁協、アジ、コノシロ、エビの他、売れる魚は全部仕入れ（仲買人）→（船）→三角→熊本田崎市場。水俣病絶頂時、牛深のイワシを仕入れ→大矢野のAコープ（半年ほど）。

・倉岳町宮田：水俣灘のハモ、（延縄漁、茂道～恋路島沖は太かハモのいる場所）、→京都。

宮田漁港→仕入れ（仲買人）→トラック便で京都・大阪方面。太物（タイ、ハモ、エノイオ）→漁協→熊本。漁場の範囲（田浦七ツ瀬～米ノ津、桂島、七尾島、黒之瀬戸の戸口）。伊唐島で鮮魚買い付け（仲買人）→三角（九州商船）→熊本田崎市場（トラック）。

・倉岳町宮田：イワシ（牛深）→仲買人→（鮮魚運搬船）→宮田（順番に次々、港に下ろしていく）。

・河浦町宮野河内：産島沖、タコ（タコ壺、一本釣り）→漁協→大阪。カタクチイワシの加工→牛深漁協→大阪、名古屋方面。昭和30年頃、地先→ナマコ→漁協→本渡。

・芦北町計石：クルマエビ、ヒラメ→仲買人→熊本市場。昭和30年代～40年代（打瀬が60隻いた頃）、漁場→冬場は桁漁でアジアカエビを獲る。水島あたりから網を入れ、水俣の茂道沖辺りで揚げる。冬場は柴島の南から。打瀬網（エビの他、底ものは何でも入る）→水揚げは全て漁協。漁協市場→地元鮮魚店、仲買人（競りはエビだけ）→熊本田崎市場→福岡。佐敷、計石の漁師（漁協組合員）→計石に水揚げ。私設市場、クルマエビ、ヒラメ→仲買人→熊本市場。

・芦北町田浦：柴島～御所浦周辺、タチウオ（田浦銀タチ、一本釣り）→漁協→大阪、東京方面。

・水俣：鮮魚仲買人→水俣（ミズイカ、タチ、イワシ、イカ、アジ、サバ）→（車）→鹿児島仲買人。

・水俣市丸島：昭和37年、天草、獅子島、甕島（イワシ、アジ、タレソ、チリメン）→仲買人→車→人吉。昭和47年頃、仲買人（軽トラック）→博多で仕入れ（アジ、サバ、イワシ、イカ）→軽トラック→田浦・佐敷市場。仲買商→塩干物（塩サバ、乾物、北海道産酢蛸）→人吉（40年くらい）。

鮮魚運搬業→牛深（牛深のイワシ、五島の箱物「外海物」）を仕入れ→トラック→都城、山手（魚のない地域）。牛深イワシ、箱物→水俣→仲買人、鮮魚商。

・獅子島幣串：カタクチイワシの余剰分→横浦（カタクチイワシの仲買人）。

・長島東町：イワシ（牛深）→仲買人→水俣、米ノ津、蕨島。昭和45・46年頃、キエビ、マエビ、クルマエビ、コノシロ、アイ、タイ、グチ、タチ、ナラ（吾智網、八代海での潟曳き）→東町漁協→仲買人→島内消費、水俣丸島。フェリー（獅子島経由→中田港、鮮魚の運搬）、昭和49年架橋以降は箱詰めしてトラック輸送。

・長島町諸浦：ブリ養殖→共販出荷→福岡空港（アメリカ、中国、EU）。竹島周辺、タコ→連絡船（毎日2便）→出水・米ノ津の築港市場。

・長島町蔵之元：イリコ加工→牛深。

・出水市住吉：クルマエビ、クルマエビ、キエビ、ゴチ、キス、タイ、イカ（打瀬網）→名護魚市場→仲買人・行商。名護漁港：カタクチイワシ→加工→仲買人（出水、米ノ津の人）。

・阿久根市：川内沖～甕島沖、キビナゴ。甕島と阿久根の間、青物。嘗ては屋久島、五島まで出漁。

3) 個人販売

- ・倉岳町宮田：地元漁師→鮮魚仲買商・鮮魚店に持ち込み（ベラ、ガラカブなど細かな魚）→地元農家。
- ・河浦町宮野河内：昭和61・62年、クルマエビ（養殖）→東京築地。
- ・津奈木町：エビ、カニ（打瀬網）→干しエビ、カタクチイワシ→加工。津奈木から水俣北辺沿岸、ボラ（大網）、津奈木湾口、ボラ（飼付）。
- ・芦北町計石：シロウオ、チリメン、→加工（個人）。
- ・水俣市丸島：地元小漁師→鮮魚仲買人→「めぐいなさん」（市内で行商）。
- ・獅子島幣串：昭和42・43年以前、カタクチイワシの豊漁時期→阿久根の煮干し加工場（竹籠に氷詰にして運ぶ）。阿久根に多数の加工業者が存在。
- ・獅子島湯ノ口：アオサ（養殖）→組合。

4) 地元地先漁場・地元消費

- ・龍ヶ岳町樋島：近海漁業→地元の水揚げ。市場に出さない魚→お裾分け（漁師仲間）。
- ・倉岳町宮田：雑魚→漁協→地元魚屋。他に栖本、牛深に水揚げ。
- ・倉岳町棚底：イカ籠漁（大築島南端から琵琶の首を結ぶ西側）→地先
- ・天草市栖本：昭和30年代、漁場は牛深・長島方面、タイ、チヌ、インダイ（一本釣り、延縄漁）→地元→仲買人→地元鮮魚商。（地元消費が主流）。ガラカブ（地先）→地元鮮魚商。鮮魚→自家消費→残余分地元鮮魚店。
- ・天草市御所浦：地元近海、カタクチイワシ→加工。
- ・河浦町宮野河内：昭和30年頃、産島、アワビ→自家消費。地引網漁の魚→「農家のおかず」（カライモ、コメ、野菜との物々交換）。
- ・長島町諸浦：昭和30年代以降（40年代とも）、前の島、八代海、カタクチイワシ（巻き網）→ブリ養殖の餌。

5) 直接取引

- ・姫戸町牟田：牟田には旅館2軒、日奈久に仲買人、八代からも買い付けに来た。
昭和30年、樋島の打瀬網（帆船）6艘から赤エビを買い取り→加工販売。漁場は柴島と樋島を結ぶ線の北側の公海。昭和30年頃、専ら打瀬網漁（エビ）、田浦付近から引き牟田の港→問屋、加工品（加工業者4軒）→仲買人（日奈久）。
- ・龍ヶ岳町樋島：樋島漁師、エビ類、タチウオ→鮮魚商（現金取引）。
- ・倉岳町棚底：ハモの延べ縄→業者が船で引き取りに来る。
- ・河浦町宮野河内：昭和40年前後、水俣沖で操業、カタクチイワシ（巻き網、カツオの生餌）→東町薄井の水産会社→「籠船」に海上で移す。
- ・津奈木町：地元で獲れたタチ、アジ→仲買商（水俣）。
- ・獅子島幣串：父の代、水俣、出水沖、長嶋周辺、カタクチイワシ（巾着網、カツオの生餌）→高知、宮崎、三重、宮城県から買い付け。
- ・獅子島諸浦：昭和30年代、前島、八代海、カタクチイワシ（巻き網）→生餌。

6) 市場持ち込み

・姫戸町牟田：サヨリ漁、架橋前は船で三角→水産会社のトラックで熊本市場（地元や八代では値がでない）。架橋後、車で熊本市場。今は新設の八代市場。イワシ漁の生イワシ→佐敷。

・天草市御所浦：タイ→三丁櫓、五丁櫓の早船→芦北。昭和39年～40年、フグ（機械船）→三角。昭和30年～40年頃、タコ（タコ壺）→（客船）→八代。

・新和町大多尾：イサキ（延縄）→水俣丸島。

・湯堂・茂道：小漁師、ボラ→市場、海産物商（日銭稼ぎ）。

7) 漁協販売

・姫戸町二間戸：龍ヶ岳漁協からアジ、コノシロ、エビなど→鮮魚商。

・倉岳町棚底：漁場は御所浦沖～水俣沖、ハモ（延縄漁）→棚底漁協→京都。

・宮野河内：昭和30年頃、ナマコ（地先）、漁協→本渡。

・新和町大多尾：大多尾沖、横島沖、タチ、チダイ、グチ、カマス（吾智網）→本渡。

8) 行商

(1) 天草の行商

島嶼という地域性から、行商の活動は限られ、その行動圏もせいぜい3 km～5 km。

・姫戸町牟田：「めごいない」は15人～20人、姫浦には20人くらいいた。

・姫戸町姫浦：昔は「めごいない」が売りに来た。子供の頃、牟田の人たちが山を越えて松島の今泉（山を越えて1時間くらい）に行商していた。姫戸にもそういうおばさんがいた。昭和40年くらいまではしていた。漁師で売りに行く人もいたし、行商専門の人もいた。

・姫浦町二間戸：最初は車がないので、「めご」を担いで売っていた。二間戸から姫戸、トンネルを超えて。自転車を買って夫婦で行商。

・龍ヶ岳町樋島：「めごいない」（6人くらい、2人1組）、打瀬が帰ってくると港に集まり、打瀬の魚や自分で獲ってきた魚を売り歩く。

・倉岳町宮田：「めごいない」がイワシを担いで売りに来た。イモや米・麦と物々交換。

・倉岳町棚底：行商は多かった。行商の多くは牛深からのイワシ、嵐口のイワシ（太物）を売り歩く。自分で獲ってきたタチ、グイ、ヒラメなどを行商。天秤棒40kgを担いで、範囲は倉岳内。米・野菜との物々交換が多かった（昭和50年頃まで）。

・天草市栖本：昭和30年頃まで「めごいない」がいた。イワシを売り歩いていたが衛生的に悪かったのでなくなった。

・河浦町宮野河内：牛深の「めごいない」が、夫婦で上平の港につけて、それから担いで売り歩く。昔は天秤棒を担いで魚を売り歩く漁師の嫁が20人ほどいた。

(2) 水俣・津奈木・芦北側の行商。

・水俣市内：「めごいない」が多かった。リヤカーで牛深のイワシ、サバ、アジ、地元のタチウオなどを行商。鮮魚仲買人が牛深から仕入れたイワシの丸干し、サバ、アジの開きなどを行商。「担ぎ屋」は牛深のイワシ、蒲鉾、天ぷらを仕入れ、大口などに売り歩き、帰りに米を買ってくる。大口方面からは現金での販売だけではなく、米との物々交換も多かった。

行商は、生ものは持たない。塩干物（牛深から取り寄せたイワシ、アジ、サバなどの大衆魚）。昭和30年～35年頃は、水俣で獲れる魚はあまりなかった。イリコや茂道のボラ、他に一本釣りの魚、練り物程度。

・津奈木町：ほとんどイリコ（夏場だけ）をトタンの缶に氷を砕いて運ぶ。1人2個くらい。2・3人が水俣から山野線で大口や久木野方面に持って行った。昭和40年代初め頃、車が普及してから移動販売車が出てきた。

・芦北町計石：行商は20人ほどいた（白石、乙千屋、元屋敷）。天秤棒を担いで、後半はバス。計石を朝4時頃出て大野一帯を回り、売れ残ると告を通って球磨川まで行く。帰宅は5時か7時頃。生魚、干物もあった。最初は籠、後はアルミ缶に氷を少し入れて運ぶ。2・3人が代わるがわる湯浦に行った（半分は米でもらってくる）。球磨郡の渡までも言っていた。生ものは少し、乾物は余計持っていく。人吉の方にも行った。ほとんど乾物ばかり。結構山の方（宮浦、大尼田、大野方面）まで行っていた。昭和40年から50年代、阿久根から車で佐敷に行商に来た。青物がないのでイワシを持ってきた。

・出水市住吉：20人前後いた（ほとんど女性）。リヤカーか自転車で出水界限から宮之城辺りまで行商。

・阿久根市：出水で乗り換え水俣方面に行った人もいる。鹿児島本線で水俣まで行き、山野線で大口まで行った人もいる。アジ、サバが多かった。昭和30年代、ブリキ缶に入れて、野田、高尾野まではたくさんいた。漁協でアジ、サバ、イワシ、キビナゴなどを仕入れ、駅までリヤカーで運び、それから車で、その先もリヤカーで行商。1軒にサバなら1匹、アジなら2・3匹売った。行商の魚はアジ、サバの開き、イワシは丸干し、キビナゴ、乾物はみりん干し、サバは燻製もしていた。エビは正月頃。

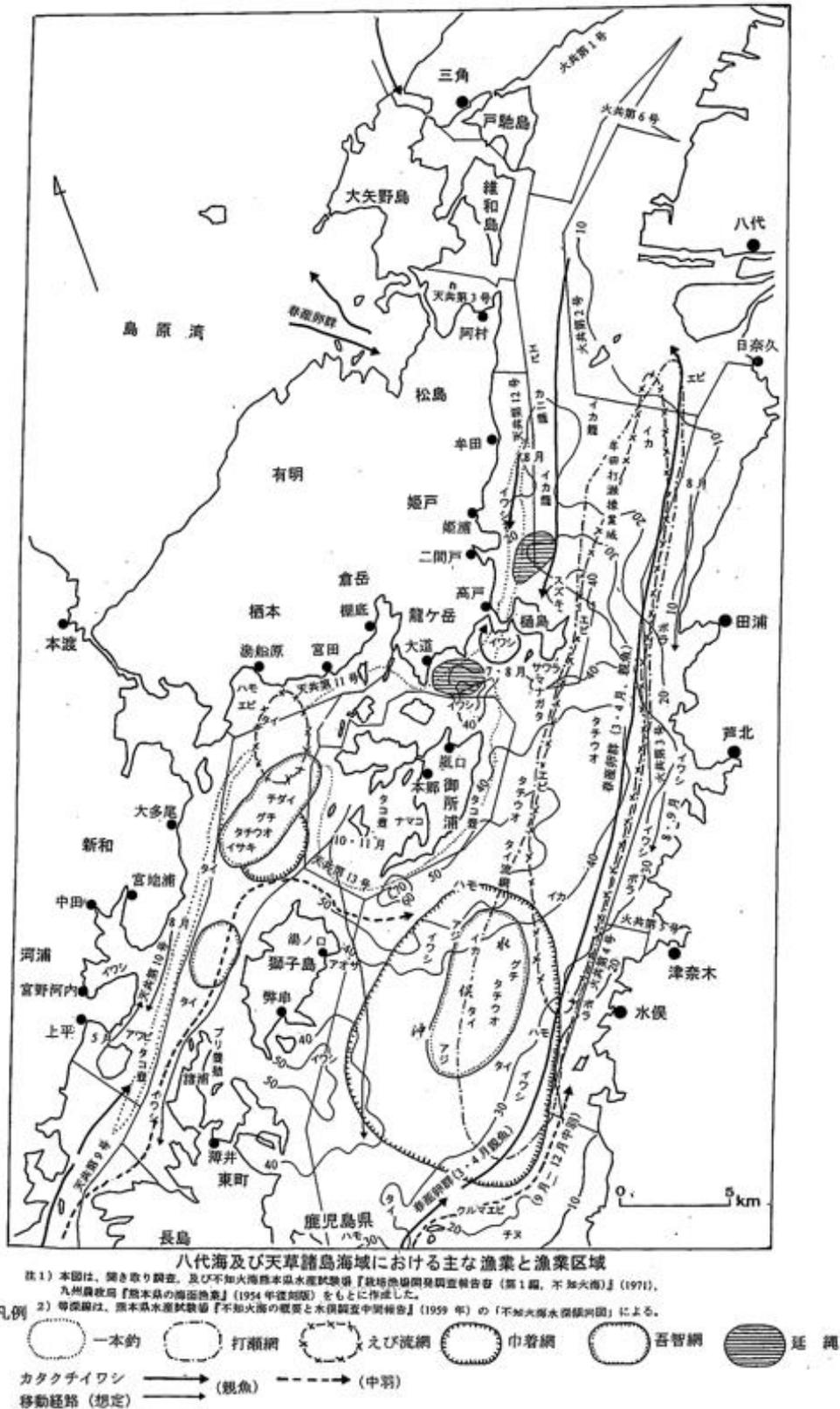


図2 八代海および天草諸島海域における主な漁業と漁業区域

出典：山中進作成、2019年。

(2) 八代海の漁業で獲られた魚種と漁獲量

八代海は「豊穡の海」と称されるように多種の生物が獲れるが、昭和33年当時の漁業は、一番大きな漁獲量は鰹漁船の生き餌やイリコの原材料としてのカタクチイワシ量で八代海の漁獲量の8割を占める。次に、タチウオが2.4%、タコ、イカが2%、チダイやマダイ類や打瀬漁のエビ類は1%台であった(表1参照)。

天草の各漁港別の水揚げは、図3のように御所浦島のカタクチイワシ漁が断トツに多い。樋島は芦北と同じように打瀬漁を行ったが、他の天草上島、下島の漁港は地先の漁場を使った少量多魚種の漁が多い。それらの漁場、水揚げ先、消費地については(1)で述べたとおりである。

カタクチイワシを追う巾着網の操業は、一般的に水俣沖と獅子島の間での漁が多いが、漁業日誌が残っている女島(井川網)の主漁場は北上した女島の地先と樋島の東方の柴島であった。魚がいないときは日奈久や姫戸の牟田沖から湯の児、伊唐島や桂島近くまで不知火海一円でを行った。しかし不知火海の巾着網は、倒産や廃業、阿久根や出雲、鹿児島へ転出したリして1960年までに衰退していった。

表1 不知火海で獲られた魚種と漁獲量

魚種	生息域	漁獲量(kg)	割合
カタクチイワシ	1 表	3,002,162	82.7%
タチウオ	3 表～底	85,972	2.4%
タコ	5 底	73,185	2.0%
コウイカ	5 底	72,703	2.0%
チダイ	4 中～底	70,199	1.9%
マダイ	4 中～底	48,971	1.3%
その他のエビ	5 底	43,092	1.2%
ハモ	5 底	26,226	0.7%
シイラ	3 表～底	24,966	0.7%
クロダイ	4 中～底	23,545	0.6%
シログチ	4 中～底	15,696	0.4%
ムロアジ	2 表～中	15,675	0.4%
カレイ	5 底	15,640	0.4%
コノシロ	2 表～中	15,064	0.4%
マアジ	3 表～底	14,955	0.4%
アオノリ	5 底	11,760	0.3%
クルマエビ	5 底	11,268	0.3%
サバ	2 表～中	9,475	0.3%
クマエビ	5 底	9,360	0.3%
スズキ	3 表～底	8,555	0.2%
イサキ	3 表～底	6,705	0.2%
サメ	5 底	4,781	0.1%
ボラ	3 表～底	4,287	0.1%
クチゾコ	5 底	3,459	0.1%
ナマコ	5 底	3,400	0.1%
サワラ	2 表～中	3,074	0.1%
ブリ	2 表～中	2,422	0.1%
ワカメ	5 底	1,508	0.0%
エイ	5 底	1,161	0.0%
計		3,629,266	100.0%

出典：「不知火海の概要と水俣病調査中間報告」、「熊本県の海面漁業(復刻版)」を再集計。

昭和34年9月調査。数値は昭和33年漁獲量。

注：データは、姫戸漁協、高戸漁協、樋島漁協、大道漁協、棚底漁協、宮田漁協、栖本漁協、御所浦漁協、嵐口漁協。

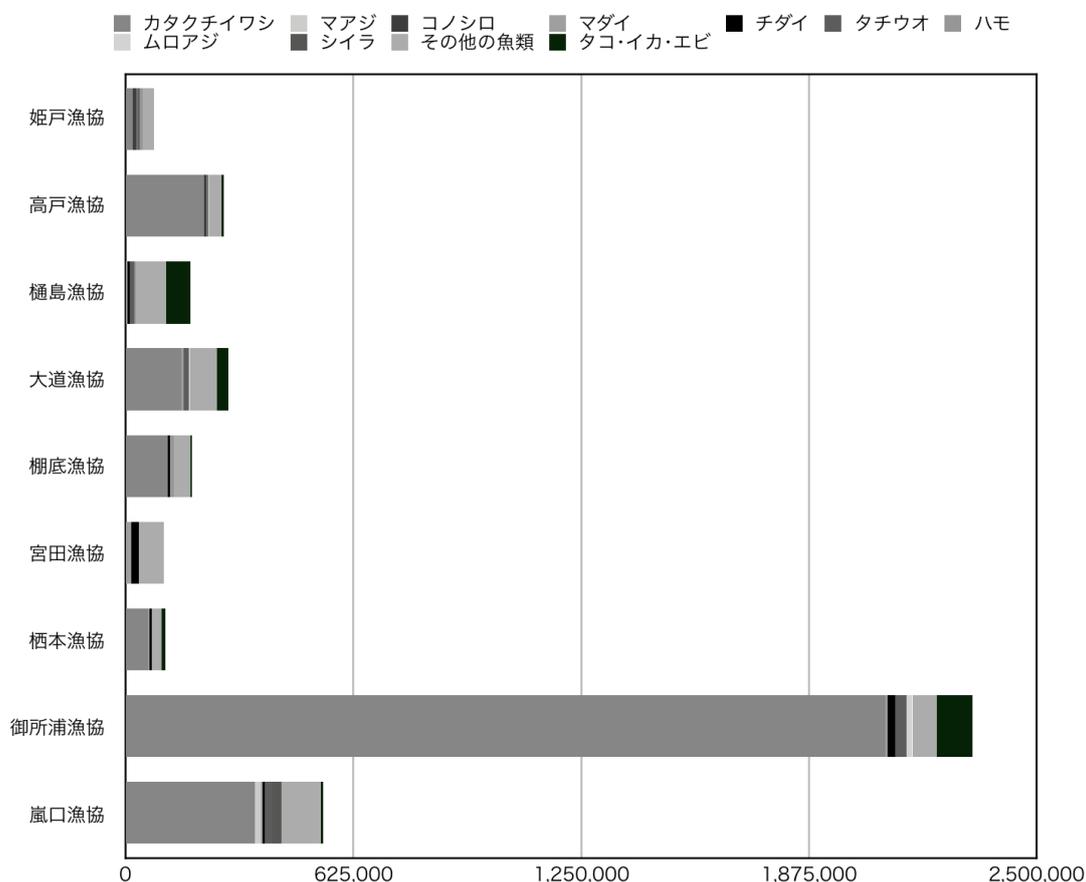


図3 漁協別魚種別漁獲量（昭和33年） 単位：t

(3) 八代海沿岸・内陸部の当時の漁業や暮らしの状況

昭和30～40年代の八代海沿岸や内陸部地域の状況について、当時の地域をよく知る住民に対して63件の聞き取り調査を行った。当時、地域住民が経験した海の汚染や異変、漁業の状況、生活や暮らしぶりの変化をどう見ていたのか、また水俣病問題についてどのような考えをもっていたのかについて住民の多様な見解・認識を伺えた。附属資料1は住民の発言の聞き書きの抜粋である。

(4) 魚とヒトの曝露リスク推計

1. 1961～1962年に調査された不知火海沿岸及び有明海沿岸住民の毛髪水銀量について、水俣病発症閾値（MeHg 50ppm）を越えると考えられる濃度区分ごとの割合は表2のように整理される。

表2 市町村ごとの住民の毛髪水銀量区分別割合

単位 (%)

毛髪水銀濃度 (区分)	水俣	津奈木 ～田浦	御所浦	龍ヶ岳	八代市 ～泉村	川口 ～長洲
300ppm 以上			0.4		0	
200～300ppm 未満		3.0			0	
150～200ppm 未満	0.5	1.9 ～2.5	0.2		0	
100～150ppm 未満	5.5	3.9 ～4.2	2.3	1.1	0	0.6 ～0.8
50～100ppm 未満	24.6	22.6 ～47.5	15.6	5.7	0	0.6 ～0.8
調査数	199	24～102	482	87		

出典 熊本県衛生研究所「水俣病に関する毛髪中の水銀量の調査」1961年。

2. このような発症に至る毛髪水銀量区分に達するための「魚介類のメチル水銀濃度」、「摂食量・頻度」、「摂食したヒトの体重」の条件組み合わせは、表3のとおりである。魚介類のメチル水銀濃度 (MeHg 1～4ppm) 別に、一日当たりの魚食量次第では発症閾値に到達可能であるものを表3に示す。しかし、現在残っている当時の毛髪水銀調査データは1960-61年度が一番古いものであり、水俣市袋湾周辺で起きた劇症型の水銀中毒事件からピークを過ぎた5年後のものである。その間、ヒトや魚のMeHgの体内蓄積量は、吸収と排出作用が行なわれ、濃度が低下していた可能性がある。

表3 水俣病発症閾値 (50ppm) を超える毛髪水銀量に達するための「魚介類のメチル水銀濃度」、「摂食量・頻度」、「摂食したヒトの体重」の相互関係

魚介類1日 平均摂取量 (g/人/日)	体重 (kg)	魚介類平均メチル水銀濃度(ppm)											
		4ppm					3ppm						
		摂取350日後の毛髪メチル水銀量(μg/g)											
		試算図	50～ 100未満	100～ 150未満	150～ 200未満	200～ 300未満	300～ 400未満	試算図	50～ 100未満	100～ 150未満	150～ 200未満	200～ 300未満	300～ 400未満
396.1	40	図 1					●					●	
	50	図 2					●					●	
	60	図 3										●	
179	40	図 4			●								
	50	図 5		●									
	60	図 6		●									
164.3	40	図 7		●	●								
	50	図 8		●									
	60	図 9	●	●									
119	40	図 10	●	●									
	50	図 11	●										
	60	図 12	●										
109	40	図 13	●										
	50	図 14	●										
	60	図 15	●										
96	40	図 16	●										
	50	図 17	●										
	60	図 18	●										
93	40	図 19	●										
	50	図 20	●										
	60	図 21	●										
55	40	図 22											
	50	図 23											
	60	図 24											

魚介類1日 平均摂取量 (g/人/日)	体重 (kg)	魚介類平均メチル水銀濃度(ppm)														
		2ppm					1ppm									
		試算図	摂取350日後の毛髪メチル水銀量(μg/g)					試算図	摂取350日後の毛髪メチル水銀量(μg/g)							
		50~ 100未満	100~ 150未満	150~ 200未満	200~ 300未満	300~ 400未満		50~ 100未満	100~ 150未満	150~ 200未満	200~ 300未満	300~ 400未満				
396.1	40	図 49			●		図 73	●								
	50	図 50		●	●		図 74	●								
	60	図 51		●			図 75	●								
179	40	図 52	●				図 76									
	50	図 53	●				図 77									
	60	図 54	●				図 78									
164.3	40	図 55	●				図 79									
	50	図 56	●				図 80									
	60	図 57	●				図 81									
119	40	図 58	●				図 82									
	50	図 59					図 83									
	60	図 60					図 84									
109	40	図 61					図 85									
	50	図 62					図 86									
	60	図 63					図 87									
96	40	図 64					図 88									
	50	図 65					図 89									
	60	図 66					図 90									
93	40	図 67					図 91									
	50	図 68					図 92									
	60	図 69					図 93									
55	40	図 70					図 94									
	50	図 71					図 95									
	60	図 72					図 96									

出典 蜂谷紀之「魚介類メチル水銀濃度と体内蓄積」研究会資料、令和元年。

注：WHOの基準に基づいて算出。

3. 水銀濃度 (MeHg 1~4ppm) に該当する魚介類として、1960頃の調査データによると表4、5のような「漁場・魚種」が考えられる。また、これらの魚種と生態学的特徴や分布域が類似している魚種は、同程度の曝露リスクがあったと考えられる。

曝露リスクの推計にあたっては、その具体、詳細について想定し、メチル水銀濃度 (MeHg) 区分ごとに入力パラメータとすることが可能である。

- (例) ①浮遊・衰弱レベル・・・メチル水銀 4~26ppm
- ②通常漁獲レベル・・・メチル水銀 1~4 ppm
- ③通常漁獲レベル・・・メチル水銀 1ppm未満

表4-1 魚介類の水銀濃度

地点	魚種	T-Hg (湿ppm)	備考
水俣湾	コノシロ	1.62	
樋ノ島	タチウオ	1.09	★浮遊・衰弱
津奈木	タチウオ	3.28	★浮遊・衰弱
津奈木	タチウオ	3.63	★浮遊・衰弱
津奈木	ボラ	3.6	半乾
芦北	ボラ	3.0	半乾
田ノ浦	ボラ	3.36	半乾
樋ノ島	グチ	3.64	★浮遊・衰弱
樋ノ島	タチウオ	4.56	★浮遊・衰弱
樋ノ島	タチウオ	4.82	★浮遊・衰弱
水俣湾	カキ	5.6	
水俣湾	イシモチ	8.4	★浮遊・衰弱
水俣川河口	サワラミ	8.72	★浮遊・衰弱
津奈木	タチウオ	7.5	★浮遊・衰弱
水俣川河口	ボラ	10.6	★浮遊・衰弱
水俣川河口	カニ	14.0	
水俣湾	イシモチ	14.9	★浮遊・衰弱
水俣川河口	スズキ	16.6	★浮遊・衰弱
水俣川河口	スジテンジク	19.0	★浮遊・衰弱
水俣川河口	アサリ	20.0	
水俣川河口	チヌミ	24.1	★浮遊・衰弱

(参考) 湿ppmと乾ppmの換算

湿(ppm)	乾ppm
乾ppm × (1/2.5)	
0.4	1
2	5
4	10
10	25
24	60

出典： 喜田村ら、「水俣病に関する化学毒物検索成績 第5報」、熊本医学会雑誌34(3)、1960。平田郁夫、平成28年12月8日研究会資料。

(参考)の湿ppmと乾ppmの換算については、入鹿山ら「水俣地方の魚貝、海底泥土などの水銀汚染状況の変遷」日本公衆衛生雑誌19(1)、1972。

表4-2 魚介類の水銀濃度

地点	魚種	T-Hg (乾ppm)												
79	クマエビ	1.2	71	クマエビ	2.55	78	クマエビ	3.22	66	トビナノウシノシタ	4.22	28	トビナノウシノシタ	5.14
72	クマエビ	1.64	65	クマエビ	2.74				72	トビナノウシノシタ	4.76	71	マエソ	5.45
63	クマエビ	1.79				72	イシモチ	3.84	79	トビナノウシノシタ	4.86	78	トゲシヤコ	5.2
			72	アカエビ	2.64									
37	アカエビ	1.16				79	テンジクダイ	3.02	65	トラギス	4.2	72	テンジクダイ	6.01
36	アカエビ	1.96	65	イシモチ	2.2	65	テンジクダイ	3.44	71	トラギス	4.26			
			66	イシモチ	2.54	66	テンジクダイ	3.64				65	トゲシヤコ	6.04
73	テンジクダイ	1.15				78	テンジクダイ	3.76				66	ミズイカ	6.28
36	テンジクダイ	1.59	28	テンジクダイ	2.14									
64	テンジクダイ	1.64	56	テンジクダイ	2.66	28	イトヒサハゼ	3.46				63	ロモ	7.84
71	テンジクダイ	1.64	55	テンジクダイ	2.73									
			58	テンジクダイ	2.82	55	トビナノウシノシタ	3.5				65	コウイカ	7.04
26	イトヒサハゼ	1.45				71	トビナノウシノシタ	3.52						
			71	イトヒサハゼ	2.24	55	シバガレイ	3.14						
64	アイノハゼ	1.24	66	イトヒサハゼ	2.64	66	シバガレイ	3.6				72	タイワンガザミ	7.28
37	アイノハゼ	1.58				66	シバガレイ	3.7						
			55	アイノハゼ	2.1	36	シバガレイ	3.9				78	タイワンガザミ	8.5
64	トビナノウシノシタ	1.51	45	アイノハゼ	2.46	45	シバガレイ	3.9						
79	トビナノウシノシタ	1.69										26	イボダイ	10
47	トビナノウシノシタ	1.73	45	トビナノウシノシタ	2.26	72	ロモ	3.59				66	トラギス	10.5
56	トビナノウシノシタ	1.8	65	トビナノウシノシタ	2.82							36	トラギス	11.2
43	トビナノウシノシタ	1.98												
			26	シバガレイ	2.08									
38	シバガレイ	1.02	78	シバガレイ	2.1							72	マエソ	11.4
71	シバガレイ	1.12	64	シバガレイ	2.46									
63	シバガレイ	1.13	65	シバガレイ	2.52							65	ロモ	12
37	シバガレイ	1.23	56	シバガレイ	2.6									
48	シバガレイ	1.24	28	シバガレイ	2.8							64	マエソ	16
79	シバガレイ	1.59												
46	シバガレイ	1.6	26	トラギス	2.48									
72	シバガレイ	1.61												
58	シバガレイ	1.66	63	コウイカ	2.52									
			72	コウイカ	2.58									
29	ロモ	1.2												
26	ロモ	1.27												
48	ロモ	1.46	71	トゲシヤコ	2.39									
57	マエソ	1.93												
26	スルメイカ	1.38												
36	スルメイカ	1.92												

出典：平田郁夫整理。元データは喜田村ら、1959年。

表5 魚介類の水銀濃度 II (西海区水研、1960～1961年)

「全体」分析			「筋肉部」分析		
地点	魚種	T-Hg(湿ppm)	地点	魚種	T-Hg(湿ppm)
I*	ネズミゴチ	1.0	19	ハモ	1.0
F	ヒメジ	1.0	9-9'	ヒラメ	1.0
G	ヒメジ	1.0			
C	テンジクダイ	1.0			
23	タマガンゾウビラメ	1.0			
21	トビササウシノシタ	1.0			
D	アカタチ	1.1	D'	シログチ	1.2
11	シログチ	1.2	D'	キビレ	1.3
F	タマガンゾウビラメ	1.2	21	マエソ	1.3
23	テンジクダイ	1.2			
9-9*	ハタテヌメリ	1.2			
F	ナガダルマガレイ	1.2			
19	テンジクダイ	1.3			
H*	テンジクダイ	1.3			
H*	ハタテヌメリ	1.3			
19	ナガダルマガレイ	1.3			
C	クラカケギス	1.5			
7-7'	ナガダルマガレイ	1.5			
F	トビササウシノシタ	1.6			
22	クラカケギス	1.9			
25	ナガダルマガレイ	2.0			
21	Loligo sp. (ヤリイカ類?)	1.3			
H*	ヨシエビ	1.5			
7-7'	アカエビ	1.5			
26	ガンゾウビラメ	2.1	A	クラカケトラギス	2.0
B	ナガダルマガレイ	2.2	10	ハモ	2.1
D	ナガダルマガレイ	2.3	D	ハモ	2.7
H	Loligo sp.	2.4			
9-9'	ハタテヌメリ	3.5	C	クラカケトラギス	3.3
			20	ナンヨウガレイ	3.2
H'	ナガダルマガレイ	4.4	E	クロダイ	4.8
			I*	トカゲゴチ	7.0
【検体数】			【検体数】		
分析結果「-」を含む	200		分析結果「-」を含む	169	
分析結果「-」を不含	172		分析結果「-」を不含	147	
うち、0.4ppm以上	75		うち、0.4ppm以上	41	

出典：平田郁夫整理。西海区水産研究所、「水俣病に関する水産の調査研究」、1964。

(5) 魚介類の摂取量

水俣病は汚染された魚介類の大量摂取による発症であることから、発症リスクや患者認定を考えるにあたって魚介類の摂取量は重要な要因である。しかし多くは「毎日、大量に食べた」といった言説以上の科学的な検証は少ない。二塚らの漁村での秤量研究や国民栄養調査(図4)などのデータをもとに当時、八代海沿岸地域で世帯や地域特性毎にどの程度魚介類が摂取されていたかを整理したものが図5である。同じ漁師世帯内でも夫、息子、妻ではこの順で魚食量に大きな違いがある。また同じ漁師世帯でも、八代海の漁師の方が有明海の漁師世帯より魚を多く食べる傾向がある。農家世帯、内陸農村部の世帯、都市部の労働者世帯の順に摂取量は減少する。魚介類の摂取量には、魚を自分で捕獲する漁師以外は、店や行商人などから購入しなければならないこと、当時同居する家族の世帯員数が多く十分に買えなかったこと、保冷施設もなく地域での魚の流通体制が未発達であったことなどから、魚

食に関しては、個人差、地域差、経済差、家庭の嗜好差などが見られる。しかしながら、普遍化した曝露リスクの考察においては、これらの数値は曝露リスクを推計する際の重要な独立変数の一つとなる。



図4 熊本県下の漁村地域の国民栄養調査資料

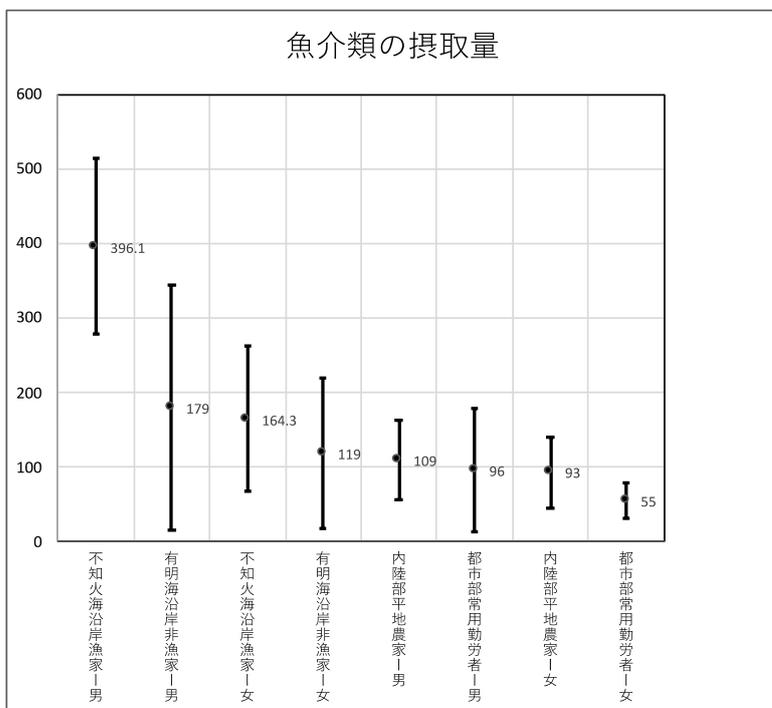


図5 地域別、職業別の魚介類摂取量

出典：二塚信論文。

注：平均値(g/日)と標準偏差(g/日)を図化している。

(6) 毛髪水銀値

昭和30年代に熊本県および鹿児島県が行った八代海沿岸漁協世帯の毛髪水銀値のデータを漁港単位で整理をしたものが表6、図6である。御所浦のみ、漁協組合員以外に関心があった住民の分が混ざっている。これによると地域毎の毛髪水銀値には、中央値、データの分散、外れ値の状況に特徴がある。それは水俣からの距離に比例したものではなく、漁法や漁

場、魚種との関係性が影響していると考えられる。米ノ津及び芦北の漁民が非常に高いMeHg曝露を示している。これらの共通点は、水俣沖近海における吾智網や巾着網、打瀬網による漁の影響が考えられる。

巾着網は、網子を雇って網船、引船、火船など数隻の船（統）でカタクチイワシを大量に捕獲する漁法で、高所得を上げる漁業の近代化として広がった。捕獲したカタクチイワシは持ち帰りイリコに加工することで、漁師は漁と加工の収入を得た。湯がかれたカタクチイワシは庭先に天日干しにされたが、曝露したカタクチイワシが大量に持ち込まれた地域ではそれをネコが食べてMeHg曝露したと云われている。御所浦など巾着漁の漁師家庭では、獲れた生のカタクチイワシの身を指先で擦り取って食べる習慣もあったと聞く。

打瀬網はエビを捕獲する帆掛け船での伝統的漁法であるが、この網にはタチウオなど多くの種類の雑魚が混獲されることが知られている。エビは商品として県外に輸出されるが、雑魚は自給用に食された。これらの魚が汚染され、日常的にそれらを常食したことで毛髪水銀値が高くなったのではないかと推測される。

これらの対数中央値と分散データを漁師だけでクラスター分析すると、以下のように6分位された（図7参照）。(1)田浦、御所浦グループ、(2)水俣、津奈木、東町（獅子島）グループ、(3)湯浦、龍ヶ岳グループ、(4)芦北、高尾野グループ、(5)米ノ津グループ、(6)阿久根グループに分類される。表6から、1960-61年のデータでは（4）（5）がハイリスクグループである。水俣・津奈木は既に曝露のピークを過ぎた時点での調査であった。

(1) (3) グループについては曝露レベルも高くなく、分散もハイリスクグループより大きい。これらの地域で常食された魚は、汚染魚と正常魚が混じって捕獲され食された魚であったと推測される。漁師以外の住民については購買等を前提として魚を入手することから、漁師とはリスク特性が異なる。地元の魚と広域流通で持ち込まれた魚の両方が市場で流通する地域では、事件勃発で水俣の魚は売れません、買いません運動が広がるまでは汚染魚が混じって売られた可能性があったかもしれない。

また黒之瀬戸海峡に面した阿久根市の黒之浜漁協は、海峡から八代海にかけて、中型まき網、季節毎に回遊してくる浮き魚を対象とした棒受網、吾智網、磯建網等を行っていた。春先にはキビナゴ、タレ、ヤリイカ、夏から秋場を通してマイワシ、ウルメイワシ、ソーダカツオ、冬場はキビナゴ、タレを獲り、阿久根漁協に水揚げして、その魚は市内の水産加工所に引き取られていた。この漁村の水揚げに八代海の汚染魚が含まれていなかったか更なる調査が必要である。

漁師以外の毛髪水銀値のデータがある鹿児島県については、図8のように一般住民の曝露リスク水準が分類された。これらの同じグループに属する漁港は、似たレベルのMeHg曝露リスクに曝されたことが窺われる。そして例えば田浦・御所浦グループや湯浦・龍ヶ岳グループは漁業区域が汚染魚に遭遇する可能性の高い水俣沖と、そうではない八代海北部の海域の両方に跨がって操業をしていたことによる違いが現れていると推測する。阿久根は甕島や東シナ海など外洋での操業であり、それらの漁師が常食する魚に曝露リスクはない。

表6 熊本県、鹿児島県の住民の毛髪水銀値

地域	中央値ppm	平均値ppm	標準偏差	分散	n
米ノ津_漁業	75	66.608	44.591	1988.369	199
高尾野町_漁業	75	55.000	23.905	571.429	7
高尾野町_全体	55	50.000	26.552	705.000	10
芦北_	52.5	54.388	30.129	907.756	40
米ノ津_全体	35	44.279	50.343	2534.403	445
高尾野町_その他	35	38.333	28.674	822.222	3
東町_全体	35	43.400	28.380	805.440	75
東町_漁業	35	50.417	30.066	903.993	48
東町_その他	35	30.926	19.675	387.106	27
水俣_	30	42.206	32.837	1078.272	199
津奈木_	30	43.833	33.197	1102.051	102
湯浦_	30	50.833	26.484	701.389	24
田浦_	30	47.212	44.210	1954.546	33
御所浦_	30	38.816	44.268	1959.636	482
竜ヶ岳_	30	27.379	22.869	522.971	87
阿久根市_その他	20	80.375	111.880	12517.234	8
米ノ津_その他	15	26.215	47.397	2246.494	246
出水市_全体	5	11.364	8.814	77.686	11
出水市_その他	5	11.364	8.814	77.686	11
阿久根市_全体	5	27.515	63.260	4001.826	33
阿久根市_漁業	5	10.600	9.831	96.640	25
鹿児島市_全体	5	5.455	2.083	4.339	0
鹿児島市_その他	5	5.455	2.083	4.339	22

出典：熊本県毛髪調査、鹿児島県毛髪調査。

注：高尾野、出水市などデータサンプル数が10以下のものは正確性については注意が必要。

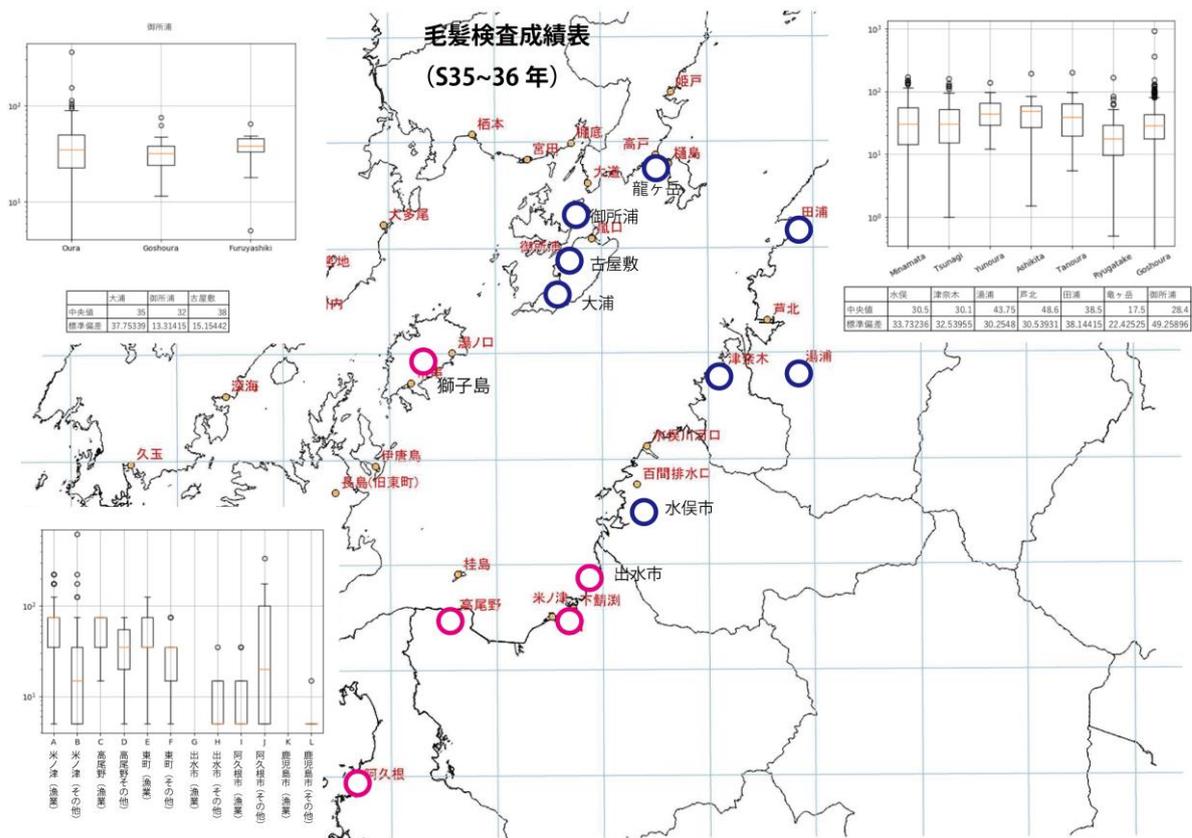


図6 各地の毛髪水銀値

出典：熊本県、鹿児島県の昭和35年~36年にかけての調査結果。

注：旧東町は、旧東長島の一部で鷹巣や獅子島、伊唐島、諸浦島などで構成された町である。水俣病患者の多くは獅子島で発生した。そのため曝露地域を示す○印は、獅子島に付している。

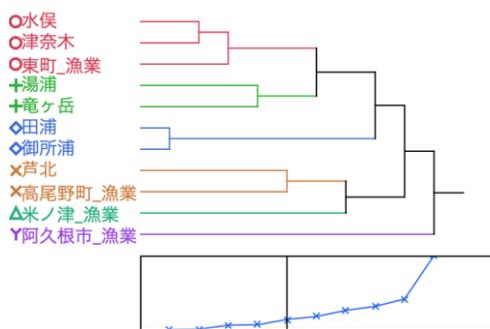


図7 漁師の毛髪水銀値のクラスター分析

出典：手法=Ward法。変数：毛髪中のMeHg値の対数中央値、分散

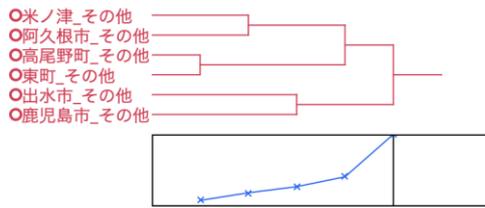


図8 漁師以外のその他の毛髪水銀値のクラスター分析

出典：手法=Ward法。変数：毛髪中のMeHg値の対数中央値、分散

IV 考察

研究結果報告に関連するリサーチクエストと、因果関係の連鎖、入手可能なデータの関係性については図9のよう整理できる。研究班ではこれらについて、以下のようにアプローチしてきた。地域の暮らしや漁の実態については聞き取り記録から、MeHg値など実証的なデータがあるものはそれに基づいた考察を、データが欠損したり時間軸を変えて動的に現象を分析したりする場合はシミュレーションの手法を組み合わせ用いた。

- (1) チッソ排水溝から水俣湾や水俣川河口へ、そして水俣沖など周辺海域にかけて、どのように魚介類が MeHg 曝露をしていったのかのメカニズムの解明。
- (2) 漁港別漁獲量と漁場図の作成
- (3) 漁法による曝露リスクの違いの確認
- (4) 水揚げされた魚介類の域内消費、対外輸出割合
- (5) 小売り形態の時代変化の状況
- (6) 八代海の物流の経路（海路、鉄路、トラック）
- (7) 地域別 MeHg 曝露リスクの違い（毛髪水銀値）
- (8) 社会属性別の摂食行動と MeHg 曝露リスクの違い（漁家、非漁家（勤労者、平地農家、山間地農家・林家））
- (9) 地域別 MeHg 曝露リスクの推計（生態学的アプローチ）（別途報告）

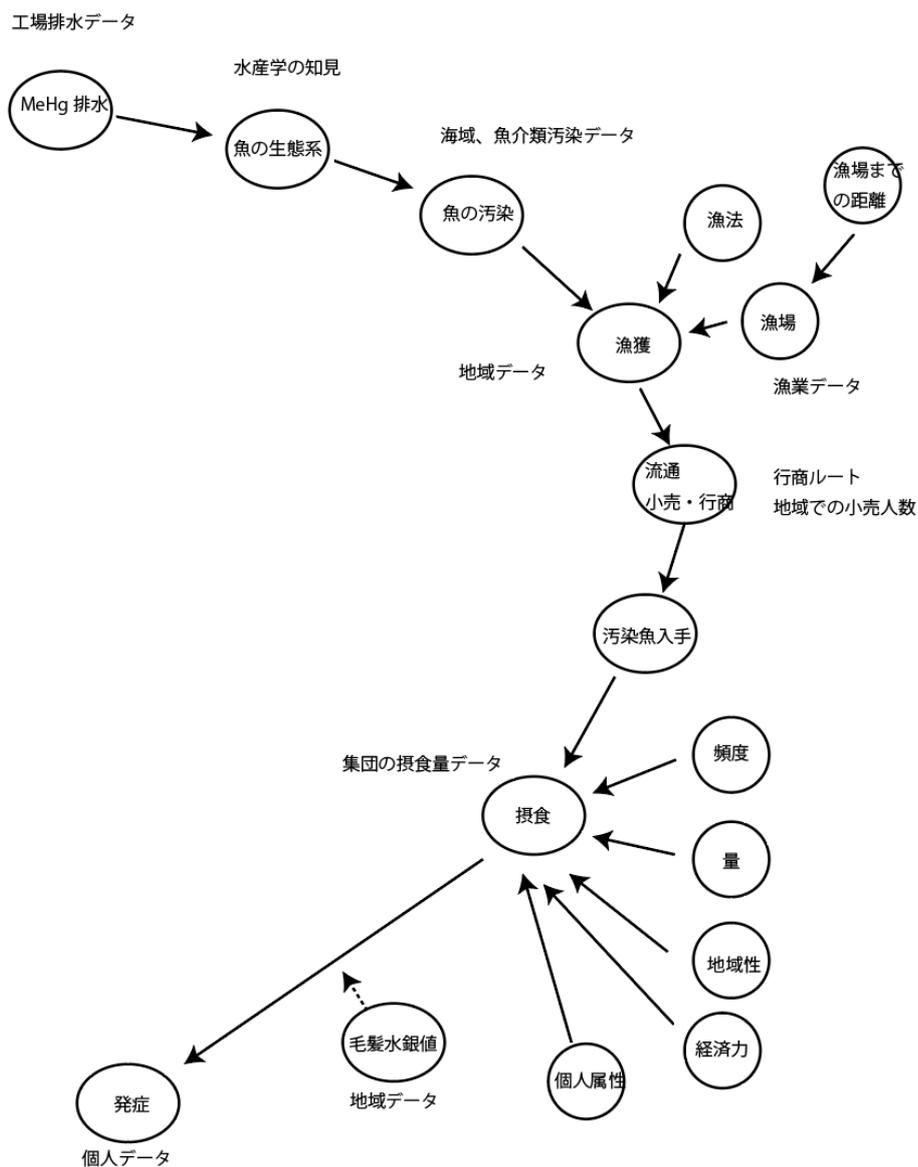


図9 水俣病発症に至までの因果関係と研究で使えるデータ

1. 海水中での MeHg 拡散と魚の曝露

チッソ工場の廃水溝から海水へ MeHg が拡散していった状況については、藤木（2017）による 1960 年当時の信頼できるデータを再度検証し直した結果、およそ 5km 程度でメチル水銀濃度は拡散して著しく減少したことがわかっている（図 10 参照）。

では、どのようにして広域に被害が拡散する事態となったのか。水俣湾及び近辺で MeHg に魚が曝露する、海流で MeHg が湾外から流される、曝露した魚が移動する、漁船が曝露海域に魚に来ている、水揚げされた魚介類が流通で遠隔消費地へ移動するなどの理由が考えられる。

海流については、図11のような流れである。百間溝の排水溝の時は被害が比較的水俣湾・

袋湾内に限定されていたものが、水俣川河口に排水が変更されたあと、水俣川河口からの高濃度にMeHg含む排水が海流に乗り八代海へ直接押し出されたことから、芦北と出水方面の魚の曝露に影響を与えたことが疑われる。

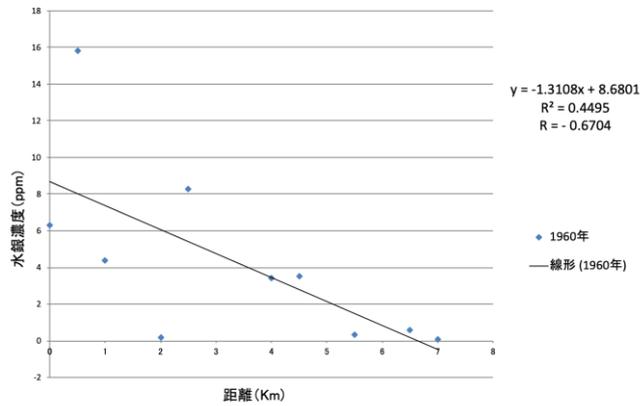


図 10 メチル水銀の海水中における距離減衰傾向
出典：Fujiki. 2017. This is based on MeHg level in fish.

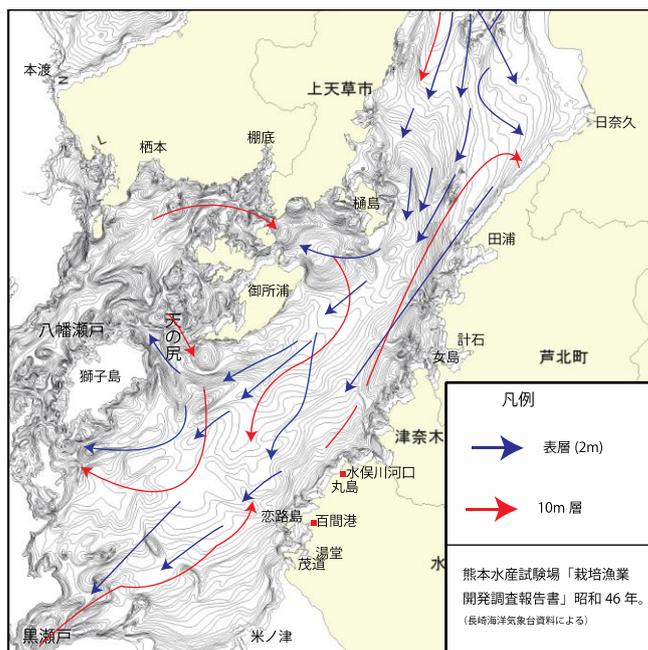


図11 八代海の表層、中層の海流の流れ

図12は、水俣湾の断面図で、排水溝からヘドロが堆積した湾内、そしてその外の水俣沖における曝露メカニズムについて簡単に模式図化したものである。水俣湾内は、繊維質を大量に含んだヘドロが厚く堆積し、それらから硫化水素ガスが発生したことで、海藻や魚介類が死滅した。当時は、海上でも水俣市特有の化学物質の臭いがしていたという。MeHgは海面を流れていった。湾内のベントスや表層にいるカタクチイワシなどがMeHg曝露をし、弱っ

たり、斃死したり、肉食魚に食べられたりした(Food chain 1)。その後、他の生物に食べられたり、死んで海底に沈下した魚は化学分解したりして、MeHgはベントスや底生生物に移転していった。これらの過程で、表層魚だけではなく底生魚にもMeHgが移転した(Food chain 2)。生物濃縮で、大きな魚はより高いMeHg曝露量へとMeHgを蓄積していった。

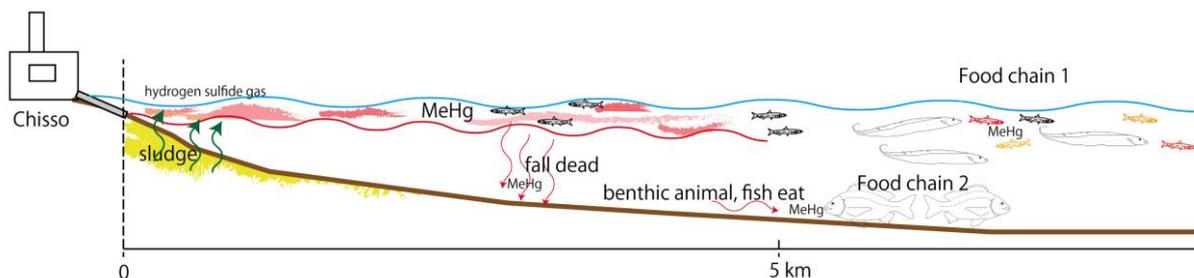


図12 MeHgが表層魚から底生魚にまで曝露が拡大したメカニズム

八代海域におけるカタクチイワシなどの魚の動きは、東シナ海から八代海南の八幡瀬戸と黒之瀬戸の開口部を抜けて八代海に入り、水俣沖などを経て、湾奥の北の三角側へと回遊し有明海方面へ抜けていく。タチウオなどの肉食魚はその餌となるカタクチイワシの群れを追って移動していく。

この八代海における魚の回遊で、海の中はどのような環境であったのかをシミュレートしたものが図13である。調査された魚介類や海底の水銀値だけではわからない過去の海と魚の曝露状況を仮想モデルの中で考察しようとするものである。プログラムは、マルチエージェントモデルを扱うことのできる構造計画研究所のartisocソフトウェアを使用した。魚の一匹(エージェント)毎の行動に幾つかの簡単なルールを適用して、そのエージェントが引き起こす相互作用をシミュレートしている。現在のプログラム(ver.26)は附属資料2のとおりである。

このモデルでは、魚の回遊と水俣湾でMeHgに曝露した魚が正常な魚に混ざりながら八代海に拡散していく状況、それを異なる漁港から出漁した漁船が漁でどのような汚染レベルの魚を獲るのがモデル化されている。パラメーターを変えながらこのようなシミュレーションを多数回繰り返すことで、どのような曝露量をもった魚が捕獲される確率が高かったのか、そしてそれを常食とするとどのような人体への影響がおきるのかを推測できるようになる。図13でもシミュレーションで獲れた魚のMeHgレベル、及びそれらの魚の曝露状況として中央値や分散を表示するようにしている。今後更に、モデルを実態に合わせて改良を加えていく。

この八代海での漁獲量は、1955-56年度には八代海全域で14,000tであった。水俣湾近くでの漁獲はそのおよそ10%である。1971年の水俣湾内3漁港の水揚げ額は1,239 tであった。その内訳は、丸島漁港1,182t、茂道漁港48t、湯堂漁港76tであった。獲られた魚種は、表7のとおりである。水俣市へ水揚げされた魚は、カタクチイワシ、アジ、ボラ、タチウオ、エビ

などであった。サバは年により獲れたり獲れなかったりと大きく変動した。

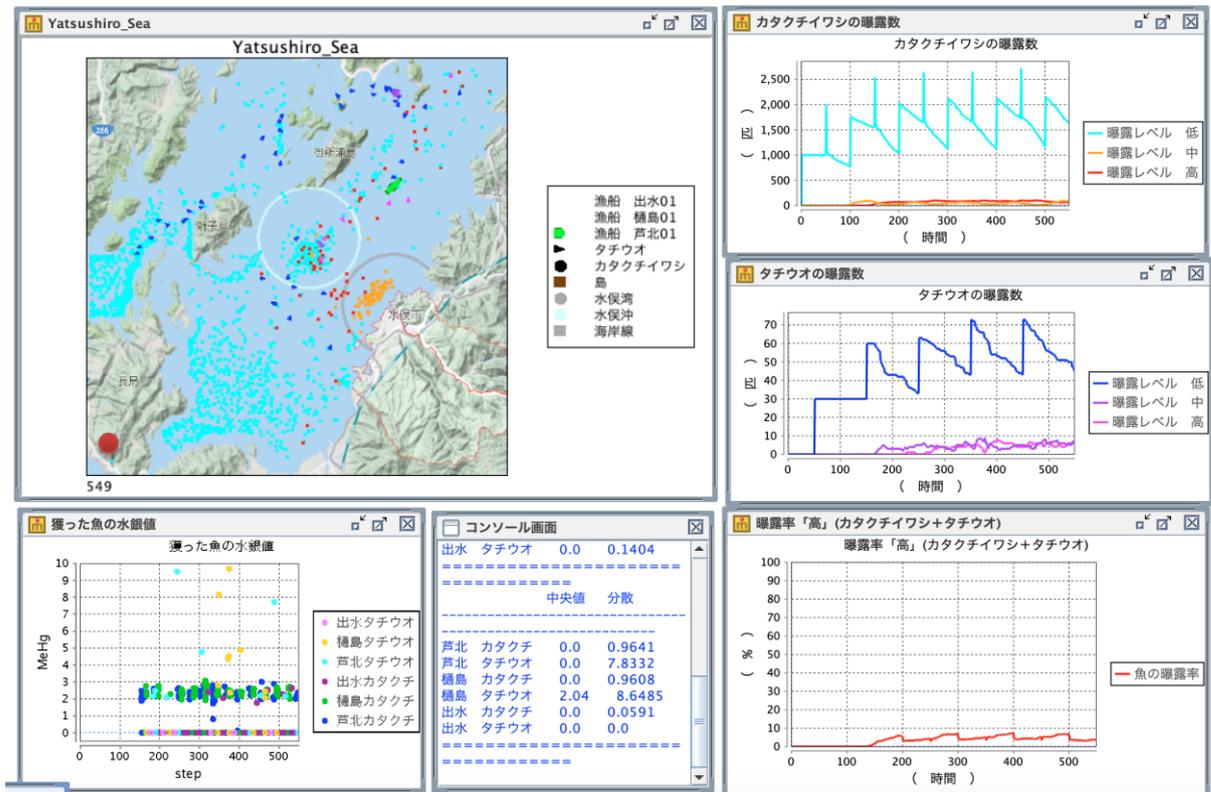


図13 八代海における魚の移動とMeHg曝露シミュレーションモデル

注：八代海における魚の移動の状況、水俣湾近海で一定時間滞留した魚がMeHgに曝露していく状況、漁船により捕獲された魚類の曝露状況のシミュレーションモデルの暫定版。

ソフトウェアは、構造計画研究所のマルチエージェント・シミュレーションソフトであるartisocを利用。

当時、八代海で操業していた水俣市漁協以外のデータが残っている漁港別の漁獲量は前述図3で示したとおりであり、その多くはイリコや鯉魚の生き餌を獲るカタクチイワシ漁であった。八代海の漁獲量の83%がカタクチイワシ、2.5%がタチウオ、タコ・イカがそれぞれ2%である（表1参照）。八代海では多くの魚種が獲れるが、狙う魚によって漁法や漁具が異なり、漁港毎に特徴がある。芦北町佐敷と樋島は打瀬網、津奈木や御所浦など天草は巾着網が盛んであった。芦北町女島は遅れて1950年代に巾着網に参入しようとしていた。八代海の巾着網の最盛期は1949年から51年で、それ以降は魚の激減、水俣病風評による魚価の低下、廃業などと漁業が大打撃を受けていくことになる。そして昭和30～40年代当時、エンジンや網の巻き上げ機などが発達していなかった時代の漁は、人力で網を曳くなど体力勝負で、潮待ち・風待ちの漁法であった。一日で移動できる距離内の地先近辺での漁が一般的であったが、季節性の魚を狙って天草などの漁港から遠方の水俣沖などへ漁にいった際には、水俣市の丸島・梅戸・茂道などの漁港などに自炊して停泊しながら、数日御所浦近海や水俣沖で漁を行い日々の水揚げは丸島魚市場などにおこなって、現金を受け取って地元の漁港に帰る

といった出稼ぎ型の漁も行われていた。

昔からの地先の漁業権を有した網元達も、近代化されたカタクチイワシの巾着漁や巻き網漁では網子を20~30人雇って船団で行動する形態へと移行していった。最盛期の1951年は井川網の水揚資料によると1月1日から9月13日までで137回出漁し、1回につき650キログラムの漁獲をあげている。総水揚高は249万円であった。1955年代になるとカタクチイワシが獲れなくなり、女島など網子を抱えていない零細網元は網子を雇えずに潰れていった。そして大型化できなかった漁師は夫婦2人で行う夫婦船という小規模漁業形態へと戻っていった。

また八代海沿岸の魚介類の流通を考察する際に留意しておかなければならないことは、天草下島南端の牛深港は当時日本第2位の漁獲水揚げを誇る漁港であり、東シナ海で獲られたイワシなど値段の安い青もの大衆魚が、この漁港から毎日各地に出荷され、熊本県や鹿児島県など九州一円に流通したことである。水俣市のチッソの購買部である水光社の当時の食品価格表を見ると、表8のとおりイワシは大衆向けの価格である。1960年の牛深港の水揚量は29,056t、1965は40,754tであった。つまり八代海全体の漁獲量の数倍が牛深港で水揚げされており、それらは津々浦々の港を繋ぐ連絡船や専用鮮魚運搬船で毎日、天草、八代、水俣市、田浦、阿久根など各地に出荷されていた。八代海沿岸で食されていた魚は、地元で獲れたものだけではなく、牛深や阿久根から大量の青もの魚が大衆魚として各地に届けられ、それを魚や行商によって小売されていたということである。姫戸などの天草島の漁師達も安価で美味な牛深のイワシを常食していたという。港近くでは無塩の魚も手に入ったが、内陸農村部では保冷方法も乏しく魚と云えば塩干ものが殆どであった。戦後、山野線沿線に物資を運んだ担ぎ屋や闇商人とよばれた行商人が扱った魚も、水俣市で行商人向けの仲卸をやっていた者によると、牛深のイワシを一晩塩水につけた塩イワシや干物が殆どであったと語る。

表7 水俣市の漁港が取り扱った魚種別漁獲量

漁種	昭和11年	昭和13年	昭和28年	昭和31年	水俣湾漁獲自 粛期間	昭和46年	内訳		
							昭和46年(丸 島漁港)	昭和46年(茂 道漁港)	昭和46年(湯 堂漁港)
イワシ	45,000	97,500	109,849	124,019					
アジ	6,750	5,625	49,883	21,078					
ボラ	6,750	5,250	28,575	8,057		132,000	118,000	9,000	5,000
エビ	13,500	0	23,614	18,285		25,000	24,000	1,000	
ムロアジ	0	0	0		統計なし	48,000	47,000	1,000	
タイ	3,600	3,750	20,269	17,966					
サバ	56,250	1,125	2,134	67,581		260,000	260,000		
クロダイ	0	4,500	0						
カレイ・ヒラメ	0	750	514						
コノシロ	0	3,750	0	2,969					
タチウオ	0	0	4,429	56,173		290,000	284,000	3,000	3,000
ハモ	0	0	0	8,401					
ブリ	0	0	0	1,215					
キビナゴ	0	0	0	1,487					
フカ	0	0	1,924						
イカ	6,750	0	5,055	3,614					
タコ	4,500	0	0	2,028					
とり貝	0	405,338	0						
養殖たい	0	0	0						
養殖あじ	0	0	0						
その他	32,850	9,675	41,809	18,896		484,000	449,000	34,000	1,000
計	175,950	537,263	288,053	351,769		1,239,000	1,182,000	48,000	9,000
経営体				428		314			
従業者				427		428			
出典	昭和11年町勢	昭和13年町勢	昭和28年市勢	昭和31年市勢要覧		昭和48年市勢要覧(漁業センサス)			

漁種	昭和49年	内訳			昭和51年	内訳		
		昭和49年 (丸島漁港)	昭和49年 (茂道漁港)	昭和49年 (湯堂漁港)		昭和51年 (丸島漁港)	昭和51年 (茂道漁港)	昭和51年 (湯堂漁港)
イワシ					52,000	27,000	14,000	11,000
アジ	21,000	16,100		4,900	13,000	7,000	4,000	2,000
ボラ	18,000	18,000			15,000	4,000	8,000	3,000
エビ	26,400	18,700	7,700					
ムロアジ	32,500	8,500	24,000					
タイ								
サバ								
クロダイ								
カレイ・ヒラメ								
コノシロ								
タチウオ	24,000	17,500		6,500	22,000	11,000	6,000	5,000
ハモ								
ブリ								
キビナゴ								
フカ								
イカ								
タコ								
とり貝					67,000	35,000	27,000	5,000
養殖たい								
養殖あじ								
その他	21,375	4,275	14,250	2,850	67,000	35,000	17,000	15,000
計	143,275	83,075	45,950	14,250	236,000	119,000	76,000	41,000
経営体	324	229	51	44	143	75	37	31
従業者	442	236	116	90	336	165	112	59

出典： 水俣市勢要覧。

注：ここにいうイワシはカタクチイワシのこと。食用のマイワシなどではない。

表8 水光社の食品価格

食品名	単価	価格	食品名	単価	価格
いわし	100匁	15.00	小豆	1斤	180.00
あじ	100匁	18.00	大豆	1斤	110.00
たち	100匁	30.00	たくわん	100匁	9.00
かつを	100匁	38.00	昆布		
イカ	100匁	35.00	日高	100匁	60.00
キスゴ	100匁	45.00	根室	100匁	42.00
ク口鯛	100匁	48.00	食塩	1kg	21.80
煮干し	100匁	58.00	醤油	2K150	132.00
牛肉				1斤	120.00
上	100匁	150.00	味噌	100g	
中	100匁	140.00	上		23.00
下	100匁	130.00	中		22.00
豚肉			下		15.00
上	100匁	150.00	食油	1斤	350.00
中	100匁	130.00	白砂糖	1斤	128.00
ショウガ	100匁	15.00	ソース	2合	46.00
蓮根	100匁	15.00	リンゴ	50g	15.00
キャベツ	100匁	4.50	みかん	100匁	15.00から17.00
ほうれん草	100匁	12.00	バナナ	100匁	50.00
白菜	100匁	6.50	お茶		
大ネギ	100匁	7.00	上	100匁	165.00
里芋	100匁	10.00	中	100匁	125.00
大根	100匁	2.00	下	100匁	75.00
人参	100匁	7.00	竹輪	100匁	59.00
ゴボウ			豆腐	100匁	18.00
上	100匁	15.00	こんにやく	80匁	13.50
中	100匁	13.00	甘露		
下	100匁	7.00			
タマネギ	100匁	13.00			
花野菜	100匁	8.00			
もやし	100匁	9.00			
山芋	100匁	15.00			

出典：昭和26年12月8日チッソ水光社調べ。

2. 魚の曝露シミュレーション

MeHgに汚染された海水から、表層魚であるカタクチイワシへの曝露、そしてカタクチイワシを食べたタチウオの曝露までを、システムダイナミクス・モデルでシミュレーションした。このモデルは西村ら（2001年）の魚の酸素吸収量などの微分方程式を用いている。モデルのモジュール1では、工場排水から水俣湾に流されたMeHgで海水が汚染された状況を計算している（図14）。モジュール2では、カタクチイワシが汚染水の中で呼吸することでMeHgを体内に吸収していく過程を計算している（図15）。そしてモジュール3では、肉食魚であるタチウオがカタクチイワシを食べることによって曝露し生物濃縮が行われた過程を計算している（図16）。モデルには海水の拡散や曝露水域内への魚の滞在時間などの幾つかの変数について乱数で確率を変化させている。これらの3段階の計算を繰り返し行うことでカタクチイワシとタチウオの一定期間後の曝露レベルについてシミュレーションを行い、その結果を感度分析で評価している（図17）。先にⅢ（4）は実証的な曝露データで論じたが、そのメカニズムをこのようなシミュレーションによりどのようなことが海水中で起きたのかあらためて確認することができる。

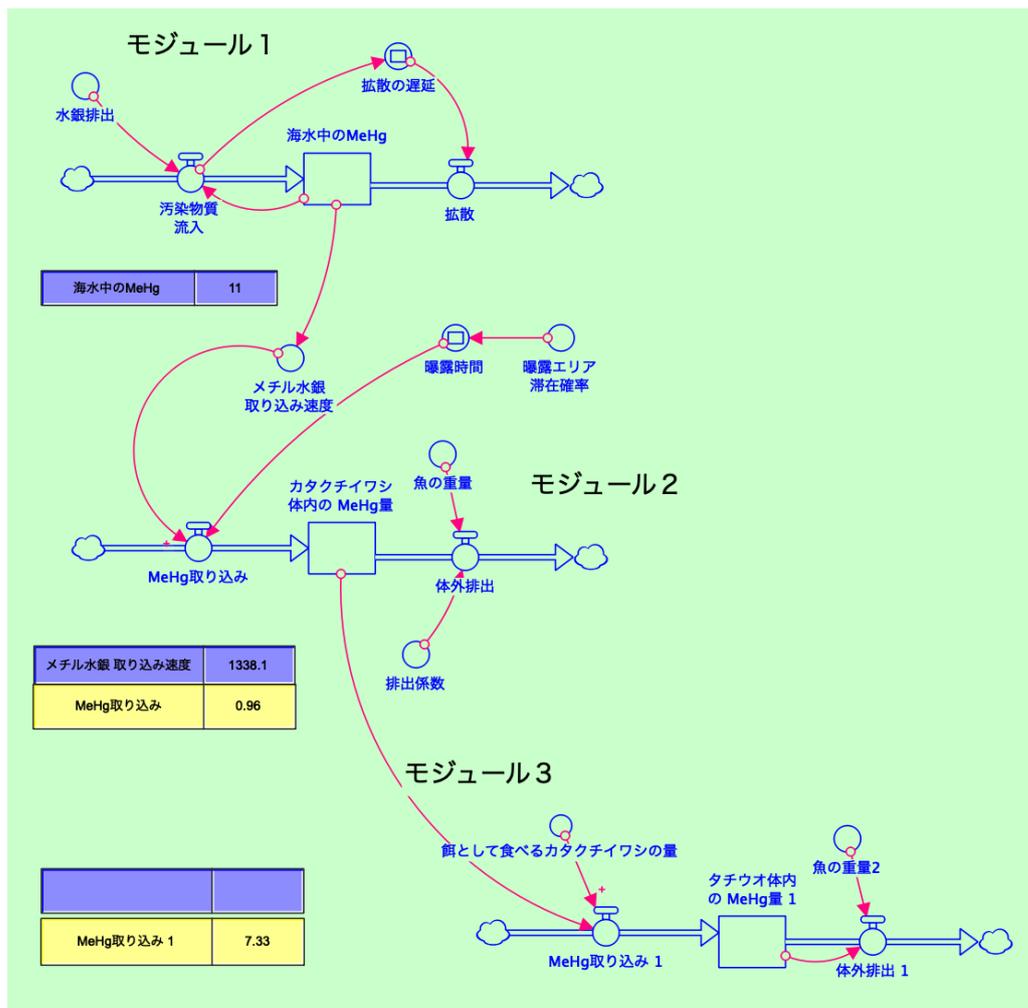


図14 海水の汚染から、カタクチイワシ、タチウオへのMeHg曝露過程モデル

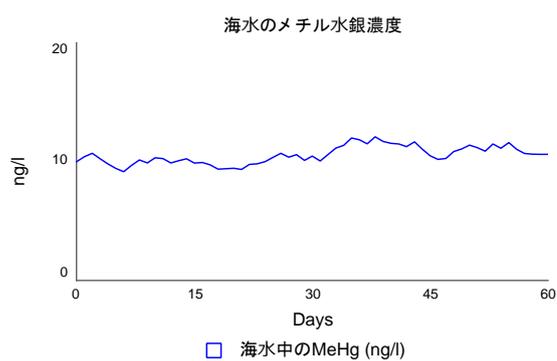


図15 排水溝から水俣湾へ排出されたMeHg濃度

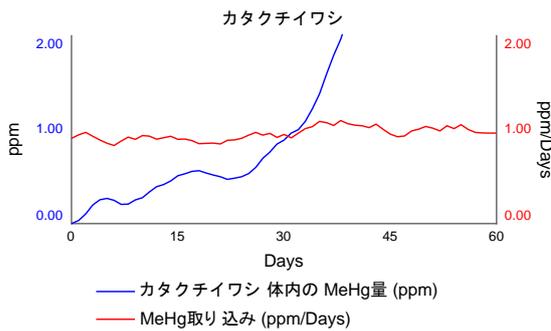


図16 カタクチイワシの曝露過程

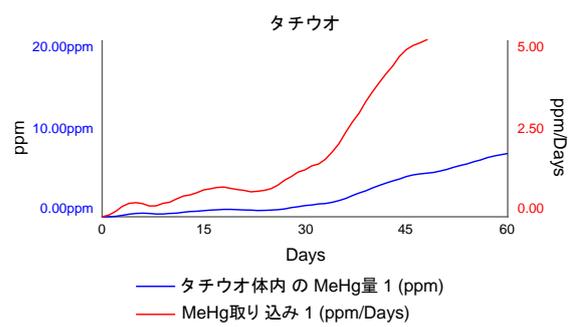


図17 タチウオの曝露過程

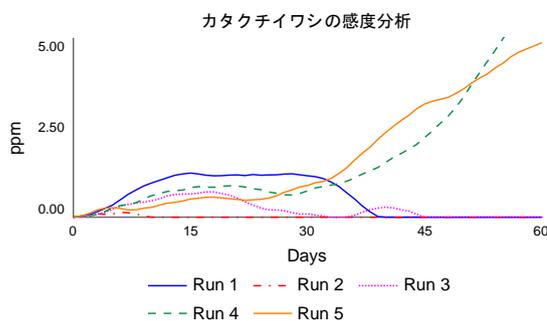
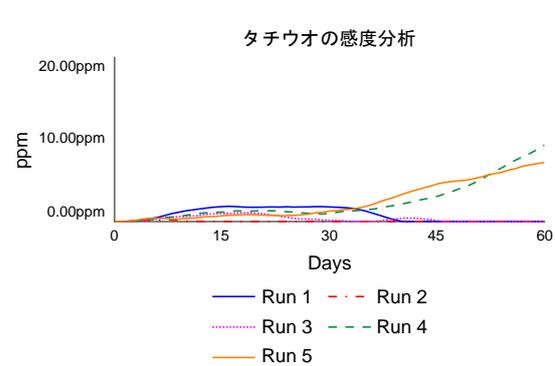


図18 感度分析



3. 魚食とMeHg曝露の分析

水俣病が水俣湾を中心としたものから八代海全体に拡大した発端は、昭和34年の排水溝の水俣川河口への付け替えであった。昭和29年頃から、チッソのアセトアルデヒド製造は急増していた。湯堂・茂道などの水俣病発生を受けて、昭和34年にチッソは排水溝を百間港から水俣川河口に移設した。そうするとまず水俣川河口で大量に鮎が死んだ。その後、河口一帯から水俣近海で衰弱や斃死した魚が増加し、津奈木や獅子島で猫の狂死が始まった。昭和34年9月1日から上旬かけて、タチウオの死骸が大量に天草の高戸、大道、樋島等流れ着く事件が起きた。昭和34年水俣川河口周辺を漁場に行っていた漁師たちに水俣病の患者が急増した。このような事態にもかかわらず操業停止は行われず、昭和43年5月までアセトアルデヒド製造は続けられた。本稿ではこのような杜撰なMeHgの放出が、どのように魚を曝露し、それが漁業で獲られ、市場を経由して、人の口まで入ったのかを解明しようとしているが、曝露した魚から問題のない魚まで混在して流通していた地域の状況をどう腑分けしていくのが問われている。まずどのように汚染された魚を食べると発症するかから考え始めてみよう。

水俣病を発症する条件として、MeHgに曝露した魚を、一定期間、一定量摂取する必要がある。これについては、環境省の暫定規制値やWHOの水銀規制に沿って、独立変数として体重、摂取した魚のMeHg濃度、摂取した魚の量、その期間を用いることで、図19のようにMeHg蓄積量の推計が可能である。しかしWHOが規定するものは、イラクのメチル水銀曝露

事件を基に作られている。水俣病のような急激に広範な地域で起きた事件特性のリスクを論じるのに相応しいかについては議論の余地がある。

魚介類の摂食量については個人差が大きいですが、地域差、性差、職業差などについては参考となる科学的なデータが存在している。またどの季節に、どのような魚が入手できるか、それは自分で獲ってくるのか、お裾分けなのか、購入するののかによって、摂取頻度や量が大きく異なることが分かっている。

例えば、魚のMeHg濃度が0.4~1ppmと低く、週に2日くらいしか食べられない条件では、摂取する魚食量の多寡にかかわらず発症閾値に届かない（図19上段左、中）。しかし魚が4ppmレベルに汚染されていれば、百数十日間毎日大量に食べ続けると発症閾値に達する。しかし3ヶ月くらい濃厚な魚を食べ続けるという環境が必要である（上段右）。毎日魚を食べる人の場合でも、0.4ppmの汚染濃度では発症しない。1ppmの場合、毎日400g程度を100日くらい連続して食べ続けると発症閾値に達する。4ppmでは、100~400gの魚を毎日食べると数十日で発症することが予測される。魚介類が強く毒性をもつほどに曝露していた期間については、1960年頃を境に急速に魚介類の水銀値、臍帯のメチル水銀値が減少していることが分かる（藤木の図20を参照）。

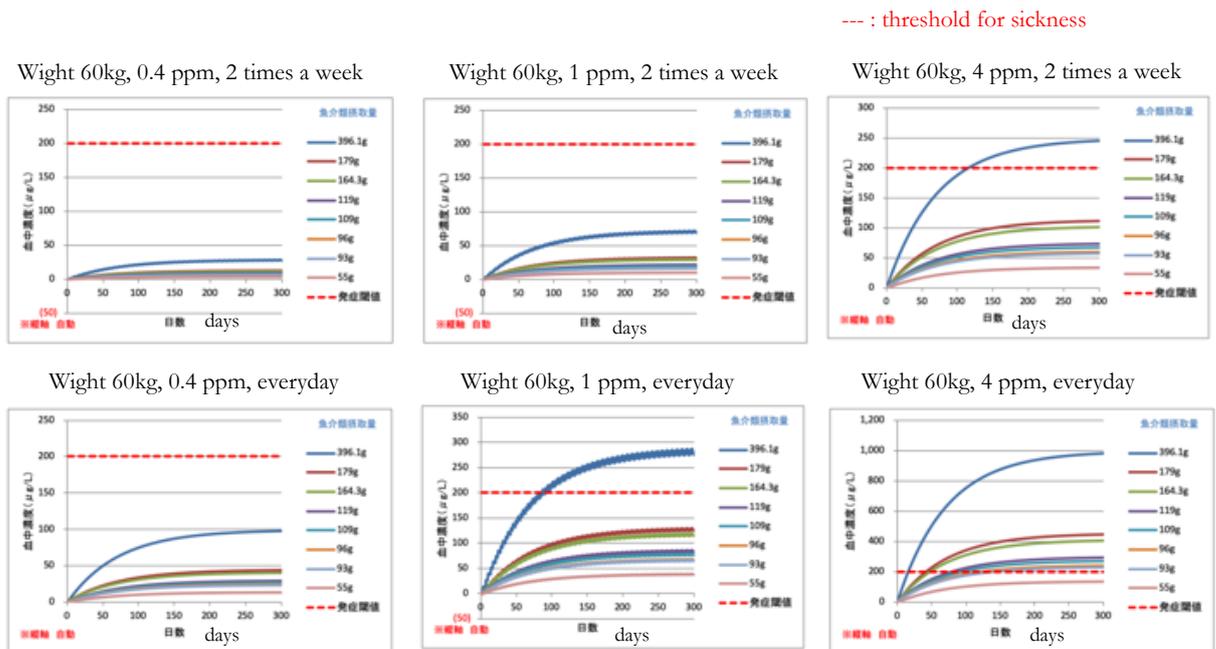
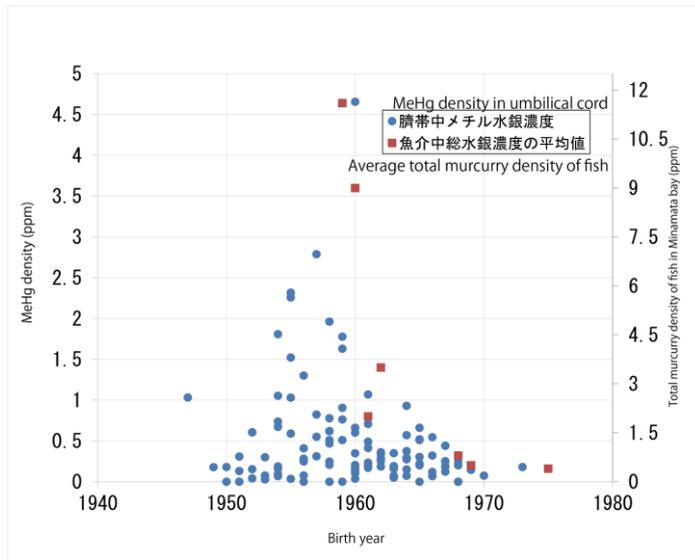


図19体重別、MeHg曝露別、魚介類摂取量（1日平均）別、摂取頻度別のMeHg蓄積グラフ
注：縦軸：血中濃度（ $\mu\text{g/L}$ ）、横軸：日数。

以上の知見をもとに、地域別曝露リスク分析手続きをすすめる具体的な手段は、次の図20のフローチャートのとおりである。

それらの違いを手がかりに、聞き取り調査で明らかになった地域の状況を踏まえて各地の曝露リスクの違いを推計する。詳しくは別紙の松田研究報告を参照。その推計の正しさの検証は、地域別の認定された水俣病患者数をひとつの指標として利用できると考える（図

21)。



Fujiki, 2018.

図20 魚貝中総水銀濃度と臍帯中メチル水銀濃度の経年変化図

メチル水銀曝露リスク分析
のフロー・チャート

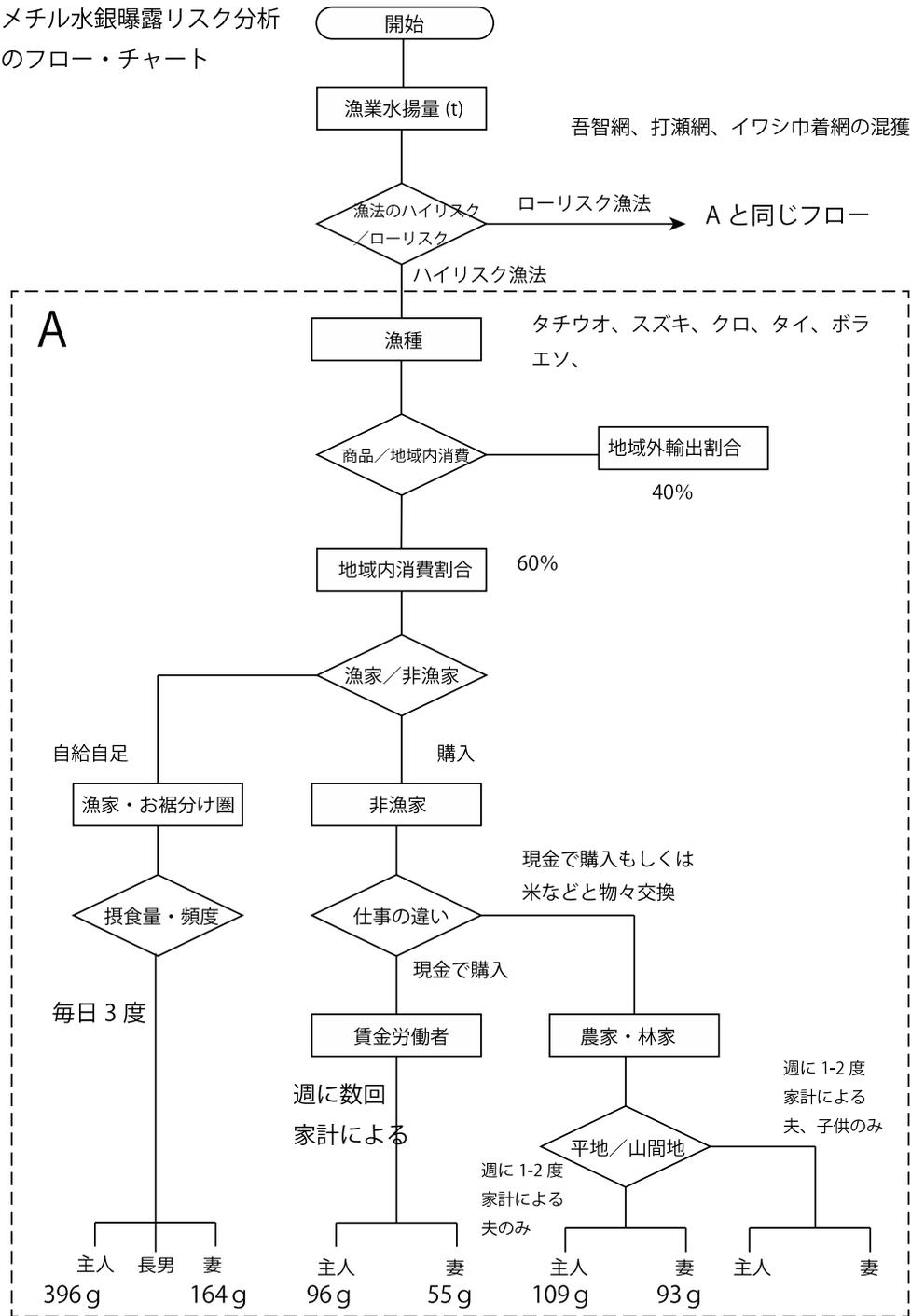


図21 メチル水銀曝露リスク分析のフローチャート

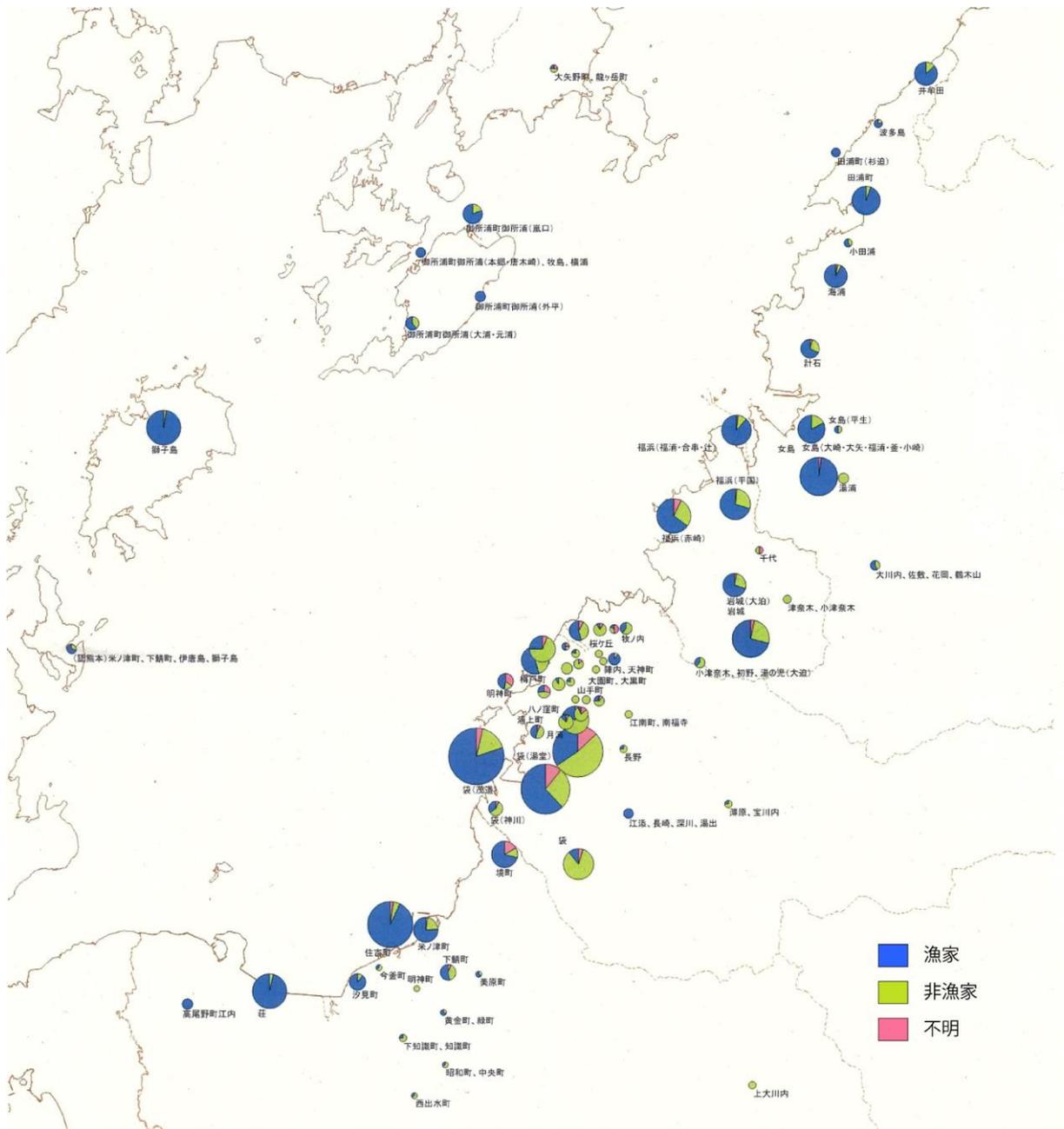


図21 地域別水俣病認定患者数

注：平成6年までのデータ。

V 結論

(1) この研究で明らかになったこと

1. 八代海の魚の汚染メカニズム、汚染された魚をどのような漁師が捕獲し、どこにそれは水揚げされたのか、また魚市場からどの市場に運ばれたのかなどについて、新たな知見が得られた。
2. 地域毎の曝露リスクの違いについて、検討する方法を開発した。実証的なアプローチ、数理モデル的なアプローチ、そしてシミュレーションによるアプローチを併用

している。

3. 摂食量の平均値および流通と摂食習慣から見る限り、周辺地域の曝露リスクはそれほど高くない。
4. 研究班の調査からは、八代海の水俣湾内および漁師たちが「水俣沖」と呼ぶ水俣と獅子島間の海域で、海底の様々な魚を獲る吾智網や、そしてエビ狙いの打瀬網、カタチイワシ漁の巾着網に混ざって捕獲されたタチウオ、チヌ、スズキ、イシモチ（グチ）、エソなどの魚が、結果として曝露リスクの高い魚の捕獲に繋がったと考える。
5. 流通経路と販売された魚の産地から、曝露リスクが極めて低い、あるいはゼロである地域も内陸部に多く見られる。また長島町は、旧東町と旧西長島町が2006年に市町村合併して現在の行政区域となった。しかし旧町は地域経済圏や流通経路が全く異なっていた。地域の曝露リスクを考察するにあたっては、事実即した丁寧な分析が必要である。

(2) 残された課題

1. データがある状況、過去の経験から推定（外挿予測）できる状況について工夫をしてきたが、そもそもデータがない状況や、人間行動・社会現象に関する予測が複雑で困難なものなど、データ解析だけでは超えられない壁がある。
2. 患者認定にかかる行政文書を研究で使えれば、さらに解明できることがある。
3. 特措法のデータは、曝露リスクの研究にはノイズを増加させるだけなので使っていない。
4. 漁師が自分で獲ってきた魚を自家消費する場合の曝露リスクについては、市場への水揚げとは異なり、把握が困難である。

VI 次年度以降の計画

メチル水銀曝露リスクの推計の制度を上げるため、インタビューによる補足、利用できるデータの追加的探索を行う。またこれまで明らかにしてきた知見、データ、地図等を整理し、将来の研究に繋ぐ。

本研究に関する現在までの研究状況、業績

- 1) 口頭発表 UENO, Shinya, HACHIYA, Noriyuki, “Methylmercury Exposure Risk Analysis in Minamata and Adjacent Areas”, ICMGP 2019, Krakow (Poland), 2019.
- 2) 口頭発表 UENO, Shinya, “Methylmercury Exposure Risk Analysis in Minamata and Adjacent Areas”, Die Dekanin der Philologisch-Kulturwissenschaftlichen Fakultät, das Institut für Ostasienwissenschaften – Japanologie und der Akademische Arbeitskreis Japan, VORTRAG, University of Vienna (Austria), 30 January, 2020.

引用文献

- 1) 有馬純雄『水俣病—20年の研究と今日の課題』青林社、1979年。
- 2) 和泉 潔・斎藤正也・山田健太『マルチエージェントのためのデータ解析』コロナ社、2017年。
- 3) 牛島佳代、成元哲、川北稔、丸山定巳「水俣病認定申請者調査②水俣病認定申請者の居住歴と健康状態」(不知火海研究プロジェクト)、公衆衛生, Vol. 70, No. 3, 2006.
- 4) 鹿児島県水産振興課「第35回鹿児島県漁村青壮年婦人グループ活動実績発表大会資料」、平成元年。
- 5) 川北稔、成元哲、牛島佳代、丸山定巳「水俣病認定申請者調査③申請を遅らせた住民の「水俣病」イメージ」(不知火海研究プロジェクト)、公衆衛生, Vol. 70, No. 4, 2006.
- 6) 近藤喜代太郎「阿賀野川流域における水俣病の発生动態—曝露の実態と患者の認定」日衛誌, 51, 599-611(1996).
- 7) 近藤喜代太郎「水俣病の早期解決に向けて」『This is 読売』, 1995.9, 148-153.
- 8) 熊本大学医学部水俣病研究版『水俣病-有機水銀中毒に関する研究』、1966年。
- 9) 熊本水産試験場「不知火海の外洋と水俣調査中間報告」1959年。
- 10) 最首悟「不知火海漁業の移り変わり-芦北郡女島の巾着網漁について」色川大吉編『水俣の啓示-不知火海総合調査報告(上)、筑摩書房、1983年、pp.243-321。
- 11) 成元哲(そんうんちゆる)、牛島佳代、川北稔、丸山定巳「水俣病認定申請者調査①なぜ今、大量の水俣病認定申請者なのか？」(不知火海研究プロジェクト)、公衆衛生, Vol. 70, No. 2, 2006.
- 12) 成元哲、牛島佳代、川北稔、丸山定巳「水俣病認定申請者調査①補償格差と不公平感」(不知火海研究プロジェクト)、公衆衛生, Vol. 70, No. 5, 2006.
- 13) 中西準子・増永茂樹・松田裕之編『演習 環境リスクを計算する』岩波書店、2003年。
- 14) 西村肇・岡本達明『水俣病の科学[増補版]』日本評論社、2001年。
- 15) 二塚 信、上田厚し、上田忠子、平野多嘉子、安武律、野村茂「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、1977年。
- 16) FUTATSUKA, Makoto, UEDA, Atsushi, YASUTAKE, Ritsu and NOMURA, Shigeru, “Estimation of Dietary Intake of Methyl Mercury in Minamata District”, Kumamoto Med. J. Vol. 35(1), 23-33, 1982.
- 17) FUTATSUKA, Makoto, KITANO, Takao, INAOKA, Tsukasa, NAGANO, Megumi, ARIMATSU, Yoshiki, WAKAMIYA, Junji, and KINJYO, Yoshihide, “Recent Finding of Epidemiological Features of Minamata Disease”, Environmental Science, 3, 1(1994)001-014, MYU Tokyo.
- 18) 松田裕之『生態リスク学入門—予防的順応的管理』郷間箇出版、2008年。
- 19) 水俣病研究会『水俣病事件資料集 [上・下] 葦書房1996年。
- 20) 宮井正彌「熊本水俣病における認定審査会の判断についての評価」日衛誌, 51, 711-721 (1997).

- 21) 山影 進、服部 正太『コンピュータのなかの人工社会—マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系』構造計画研究所、2002年。
- 22) 山影 進『人工社会構築指南(シリーズ人工社会の可能性1)』書籍工房早山、2008年。

八代海・天草海域における水俣病に係る聞き書き（抜粋）

当該地域における聞き取りでは、メチル水銀による海の汚濁や水俣病の発生によって引き起こされた様々な事態や問題をありのまま語っていただいた。ここでは、その内容を地域ごとに略記することで、改めて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の地域的状況を理解していくうえで役立つのではないかと考えた。

なお、以下に列挙した回答の具体的な内容を通覧してみると、おおよそ（1）海の汚染や魚の異変、（2）ネコの異常行動や狂死、（3）水俣病の諸症状や患者の実態、（4）水俣病発生下での漁の状況及び漁協の対応、（5）チツソ等への抗議行動、（6）水俣病の影響による暮らしの変化、（7）水俣病患者掘り起しの実態、（8）申請・認定のあり方、などに分けられる。

（注：地名は聞き取り調査を行った地域）。

（1）海の汚染や魚の異変

・昭和 30 年、タチウオがうようよ浮いていた。（姫戸町牟田）

・水俣に船をつけたとき、海の色は変わっていなかった。臭いもない。梅戸は臭った。港の中に入ると少し臭った。水島は漁場。赤崎付近で魚がいっぱい獲れた。（姫戸町牟田）

・こっちの方では、よく魚が弱っていたとか、ふらふらしていたとか、死んでいたとか、という話が残っているようだが。そのようなことは分からない。（姫戸町牟田）

・「水俣に泊りで漁に行ったとき、わが獲った魚を食うた。毒を持つとってわからんでな。その辺の全部。知らんで食べよった。今思えば騒動の中での。皆食べよった。全部一緒たい。昔はな、こがんタイ、何でん浮かびよって、やっぱ毒でだったな。知らんで食いよった」。（姫戸町牟田）

・「この辺全部、タイとか死んで浮かんどった。生きてるタイ貰って食いよったです。タイとかココダイとか、水俣病で死んでるで知らないで、拾ってきてうまいと言って食いよった」。（姫戸町牟田）

・魚がたくさん浮いたとか、弱ったのを見たとかということはない。（姫戸町姫浦）

・昭和 30 年～32 年頃、夏場になるとイカの死んだのとか、魚が良く流れてきた。（龍ヶ岳町樋島）

・昭和 34・35 年頃、サヨリが真っ黒になるほど大量に押し掛けてきた。網で掬うと一杯獲れた。スズキは川にフラフラしてやってきた。気持ち悪いので食べなかったが、漁師たちは刺身なんかにしていたようだ。（津奈木町）

・昔、この辺で魚がいっぱい死んだという話が残っているが、タチウオが多かった。他にコチ、シラ、グチ。打瀬はそこから獲るから、死んだ魚がどうしようもないほど入ることもあった。巾着（漁で）はコノシロが（網に）よく入るが、全部そのまま（海に）捨てた。売り物にならない。

（芦北町計石）

・百間港まで船を入れて行った。そこに船をつけ、その水で米を研いで炊いた。「相当水銀が入とつとやろな。緑色しとったけん」、「潮引いて竿さしたら、ずぶずぶってぬかっていきよったけん」。曝露の危険性が高かったのは「やっぱり排水溝ですね」。(芦北町計石)

・10年前、ワタリガニに印をつけて放流した。放流したガザミはヒラクニ(?)の沖か、どっかに揚がった。魚も移動が激しい。2日ほどで行きよった。底物は底物なりに動いている。(芦北町計石)

・水俣病が大きな問題になった頃、チッソからの水門がすぐそこにあるが、タチウオが波止の口まで死んで浮いたことがあった。こうしたことが何回かあった。船も出れなくなったし、魚も一時売れんようになった。魚屋さんたちは、これは水俣の魚じゃないといって売っていた。(水俣市丸島)

・行商から水俣病になったとは思えない。仕切り網を撤去したとき行商人などに説明があった。カサゴは、ほぼ安定という説明だった。水俣湾のカサゴを毎日食べても水俣病にならないと聞いた。(水俣市丸島)

・昭和30年頃、丸島にも白いのが、何か濁ったのが流れて来りました。(水俣市丸島)

・昭和30年頃、潟潟(ガタガタ)と言っていたあの辺(百間)は、干潮の時は遠浅になっていた。海岸を歩けば魚がひっくり返っていた。漁師も自分で獲ったやつは、良い品物は売っても、やっぱり自分たちで、そういうの食するんですもんね。水俣病がでたとが、そうだったろうと思う。(水俣市)

・水俣に船(動力船・焼玉)で買い物に行った帰り、魚(スズキやタチウオ)が上で泳いでいたので、掬って家に持ってきて食べた記憶がある。(長島町獅子島)

・最近丸島まで行くが、昔は、ここは梅戸が一番近かったから梅戸に行っていた。その後、百間に行くようになった。若い頃(昭和52・53年頃)、ヘドロ、砂が棒を突っ込んだらこうして立ったですよ。(長島町獅子島)

・獅子島では、水俣病は40年代に深刻化したが、まだ漁はやっていた。魚の中には変形した魚もあったが、食べたくなかったので捨てていた。その頃、キスゴとかウシノシタなど、底もんは危ないといわれていた。黒潮に乗ってくる魚はそこまで言わなかった。近辺では、ツバメ(黒タイ)はどこで獲ってきたかと、よく言われた。(獅子島湯ノ口)

・何年か前に、湯の鶴で水害があったが、その時、遺体や木とかが水俣からこちらの方に流れてきた。特に湯ノ口はすごかった。仕事も行かずに木集めをした。これを思ったら水銀なんかも、こちらの方にジャンジャン流れて来とったですよ。(獅子島湯ノ口)

・仲買いをしていた頃(昭和40年よりも前)、出水を通るとタチやスズキとかが浮いていた。水俣辺り近くなるほど、量も多くなる。巻き網をするから、タチとかが流れたりするのでしょね。タチが多かった。(長島町)

・当時、タチとかボラ、コノシロ、いろんな類の魚が浮いておりました。最初は水銀の影響で狂い死にしているということが分らんもんで、持って帰って自分で食べたり、市場に

揚げたりしたが、水俣病が発見されてから魚が売れなくて安いし、漁民は苦しんだ。(長島町諸浦)

(2) ネコの異常行動や狂死

- ・牟田でネコが足を引きずったみたいに歩いているのを見た。(姫戸町牟田)
- ・ネコが狂い死にをしたという話は何件もあった。昭和 30 年代、5・6 年続いた。飼い猫の餌は魚。料理するときはそばにいる。(姫戸町二間戸)
- ・ネコが泡を吹いて死んだのを何匹も見た。水俣病と聞いてから魚を食べなくなった。(龍ヶ岳町樋島)
- ・ネコが狂い死にをしたということはなかった。(倉岳町宮田)
- ・ここではネコの狂死はなかった。(倉岳町宮田)
- ・昔、この辺りでネコが死んだということはない。魚が浮いているのは話の話題としてあった。(新和町大多尾)
- ・水俣病が流行っていた頃で、妻の実家のネコがくるくる回ってパタンと倒れ死んでしまった。(長島町蔵之元)
- ・同じ頃、祖母が飼っていたネコが、まっすぐ走って襖にあたり、こっちに帰ってきてダンスに当たって、またこっちに直線的に走り、最終的には痙攣し、口から泡を出して死んだ。確かにネコには人間の食べる魚とかを食べさせていた。ボラとか、いわゆる底物。自分たちの食べた残りをやっていた。(津奈木町)
- ・父親や祖父に水俣病の症状が出たとき、「いつときは、ネコがおらんやっただすよ。ネコがおらんとてなつてですな、狂い回ってされくとのおつた。組合でそげん話をしよらしたですよ。そしたら水俣病かかるとつて言いよらした。ネコは魚ば食うけんですな。そぎゃん話ばしよらしたですよ。だけん、ああ、そりゃ水俣病かかるとつて早う殺せつて。殺しぢやならん、…言いよつたですよ。そぎゃんあつたですな」。(芦北町小田浦)
- ・昭和 38 年頃、私の家の下が道路だったから、その辺をネコが涎を垂らしながら通っていたのを覚えている。何匹かいた。(長島町獅子島)
- ・昭和 43・45 年頃、水俣病でタチウオが売れなくなり、こちらに持ってきて売った。そればネコが食べて、ネコがふらふらしてきた。それから水俣病になった。ネコはほとんど駄目な状態。(長島町諸浦)
- ・ネズミが網を食い荒らすので、皆ネコを飼っていた。34・35 年頃か、一番最初、ネコが狂い死にをした。庭をあっちこっち行ってゴツン、壁に当たって狂い死にした。その後、
たネコを飼ったがしばらくするといなくなって床下で死んでいた。ネコには生をやったり、内臓を全部やったりしていた。(出水市住吉)
- ・ネコが狂い死にをしたというのは聞いたことない。(阿久根市)

(3) 水俣病の諸症状や患者の実態

- ・「本当の水俣病患者は姫戸には聞かんけど、『特措法』ができてからですな」。「特措法で認定患者は牟田の人たちとか、姫浦も結構 100 人くらい。100 人超したかな」。(姫戸町姫浦)
- ・4・5 年前から、両方の指が痺れてボタンの付け替えができない(夫婦で申請、認定される)。

(姫戸町姫浦)

・姫戸でも障害を持った子供たちがいて、水俣病だろうというような、何件か。(姫戸町二間戸)
・10年ほど前から、「足のびりびり、びりびり、こがんで震うてですね」。水俣の騒動がある時分から痺れてきた。昨年腰椎の手術を受ける。感覚もなく、術後の痛みもない。頭のここから半分、びりびり今でもする。ここ5・6年間、耳鳴りもするようになった。1人で飯を炊いて喰わなければならず困る(7年前に妻が亡くなる)。(姫戸町姫浦)

・昭和34年頃、水俣病が表面化してきたが、樋島では隠してわからないようにした(漁師で食べていけなくなるから)。「近所で死んだ人もいた。水俣病の人は何人もいた」。昭和48年頃、知識もなかった時代、人は水俣病で相当なくなっている。昭和52年以降表面化。(龍ヶ岳町樋島)

・姫戸、倉岳、栖本はただ便乗しているだけ。樋島が一番関係している場所(即、認められた)。御所浦はしょうがない。御所浦、樋島は別。(龍ヶ岳町樋島)

・今、手の筋3本に痺れがある。感覚がなく、道具づくりができない。足の神経もきかん。検診の時、線を一本書いて歩かせるが、まっすぐ歩けない。大なり小なり、同じような症状の漁師さんは他にもいる。(龍ヶ岳町宮田)

・歳をとってからは足腰が痛い。(倉岳町宮田)

・御所浦の認定患者は60人くらい。「倉岳とか姫戸で、栖本辺りはほとんど(漁場が違う)」。(御所浦)

・エビ、カニを専門に獲っていた人は本当は水俣病だったが、娘さんたちのために、「俺は死んだっちゃ申請せん」と言って、亡くなった人もいる。(津奈木町)

・打瀬で沖で操業した魚に水銀が入って、それで水俣病になったと思う。「底にばっかいる魚を食った人は、それは多少は出るだろうなって」。(芦北町計石)

・今、この集落で水俣病で生きている人は3人(内、1人は明水園にいる)しかいない。それまでは15・16人いた。湯ノ口集落が一番多い。他も何人かいる。湯ノ口で患者が多いのは、こっち向いとったからでしょう。(獅子島湯ノ口)

・一番最初に水俣病に認定された人は、すごい惨めな、周りから変な目で見られつらかったと思う。37・38年前、父親より母親の方が早く水俣病に認定された。医療手帳は結構早くもらった。両親とも水俣病になったが、嫁さんがもらえんとか、嫁さんに行くなとか、なかなか昔は言いよったことがある。(獅子島湯ノ口)

・両親が一番困った症状は、夜中に手が痺れたりとか、足が痺れたりとか、それに物忘れ。それでも、やっぱり世間の目が一番。自分らも子供の頃、変な目で見られるのが一番つらかった。今は、みんな手帳を貰って、もらはな、いわば損みたいなことになっている。(獅子島湯ノ口)

・こっちの方ではあまり(患者は)見ない。出水の方で騒ぎだした頃、長島で2人、東町の方と、そこと2人ぐらいみました。自分は、こうだという人は見ない。(長島町蔵之元)

・昭和34年頃、出水漁協で水俣病患者は4人くらいでた。Sさんは亡くなるのが早かったし、他の人も誰が見ても劇症水俣病と分かるくらい重い病気だった。(出水市住吉)

・「子供4人持ったが、33年の末に産んだ子は、ずっと具合が悪くて、34年の正月、生まれて106日で亡くなりました。水俣病が一番ひどいときで胎児性水俣病ではないかと思った。医者の方

病名は風邪。当時は水俣病も知らなかったので申請もしなかった。臍の緒もとっていなかった。隣の娘さんの子2人も、同じような感じで生まれ、生後100日ぐらいで亡くなった。(出水市住吉)

・「朝になったら手が痺れるから、病院の院長先生にそう言ってみようかなと思うけど、毎朝じゃないから。もう、この歳になってから水俣病で死んだって、何でも惜しい命じゃないから、いつ死んでもいいわと思っておるから。もう、聞きません」。しびれは「朝だけ、起きる前に目が覚めたら。塗る薬を持っているから、塗るとですね、それで痺れが取れます」。(伊佐市大口)

・集落の中で、水俣病のことが話題になることは、「人ごとのようには話しますよ。水俣に嫁いって、別れて帰って、子供さんが生まれて、その子が小児マヒだろうという話で、もうずっと家で見ておられたんですけど、今考えると、何か水銀と関係があったんじゃないかなと思いますね。生まれたときから、ずっと体、こうしてお姉さんたちも一緒になって、やっぱ、看病してあげて。亡くなられました。確か10歳ぐらいまでは過ごしておられたんじゃないですかね」。(伊佐市大口)

・具合の悪い所は、「後遺症かなんか知らんですけど、もうあしも痺れるし、寝転んでから痺れたりですね。夜はこう普通に寝れますよ。しばらく、ずっとあつこうて、ほっでもう、こっちにごろごろしたり、こっちごろごろして、すると、朝方はもうあからんですね。痺れは寝ると痛みが出る。今、電気毛布を入れて温かくして寝るとだいぶんですけど、寝る具合もこう、左足こう絡んで横に寝ると痛みが。神経を抑えるのか……なのかわからんとです。痛み止めを飲んでくれるけど、昼間はよっぽどいいです」。

・「やっぱ、肉体労働をしているとですね、どっかやっぱ、がたが(来るのが)早いです」。「もう使う場所がきまっていますからね」。「私たちもなんか、今、小さな仕事してて、手の震えますもん。そら人に言わせれば水俣病かもしれん。もう年齢的に、やっぱそうなるんですね。だから、まあ。水俣病になっている人をじっと見とった時に、どっちかという、……けど、全体的に生活に落ちぶれた人が多いです。だいたいそうなると、もう貰わにや損ちゅうかたちになってくるんですよ」。

・「うちの母とかが言っていたのに、今でこそこうたって旧大口市や菱刈町の方々にも水俣病とみられる症状がある方がいらっしゃるというのが、年を経て分かってきましたけど、その当時、私が小さいころまでは、もう県が違ったり、町が違ったりしたら、水俣病ど吹く風でしたもんね。そして、かあちゃん、水俣病ってあるんだよねって言ったら、母が言うには、『ああね、魚どっさり食べよった人にしかならんとよ。自分たちは関係なか』っていうようなこと言ってましたけど、今になって、時間がたって、この辺に住んでいる方々にも、その症状があらわれているというのがありますから」。(伊佐市山野)

(4) 水俣病発生下での漁の状況及び漁協の対応

・龍ヶ岳では水俣病の患者さんが出ているが、姫戸となぜ違うのか。龍ヶ岳、特に御所浦辺りとは全然違う。あそこは魚の行ったり来たりが水俣と一緒に。姫戸になれば大分違うと思う。漁のやり方も全然違う。獲り方、魚種も違う気がする。(姫戸町牟田)

・水俣にいるときは、水俣辺りの魚も食べた。ずっと釣りに行きよった。港の近くで長いときは1週間～10日間滞在した。「昭和30何年かな、恋路島なんか、もう魚がおらんごなるごと釣りに行った」(姫戸町姫浦)

・昭和30年代は、水俣で妙な病気がでてきているという噂があった。漁はしていた。地元も水俣の人たちも。(姫戸町姫浦)

・昭和31年に水俣病が発見されて以降、そういう噂が出て、水俣湾辺りは漁ができなくなった。組合では、水俣湾周辺には行くな、魚はうちに揚げるなど注意していたが、やはり行っていい。獲るな、危険だ、食べるな、といわれていた時期も、生活がかかっているから漁に行っていた。

・昭和34年になると、毎日のように漁協で役員会を開いていた。交渉に組合長が行っていた。水俣病で区域を区切るのは遺憾に思うと、県に出向いて何回か言った。(姫戸町二間戸)

・怖くなり、水俣周辺の漁はやめようと申し合わせた。90%は規則は守られたと思う。規制して通達を出したのは昭和37・38年頃。実際に漁をしないというのは水俣湾内。そこには一切行かん。(姫戸町二間戸)。

・漁業補償は魚種別に水揚げの実績に応じて。他所での水揚げは対象外。補償は総決起のあと1回あった。(姫戸町二間戸)

・姫戸に揚がった魚は、ほとんど熊本市場。一番揚がっていたのはボラ(地先で、場所を決めて一本釣り)。それとアカエビ(餌として捕獲、打瀬が主体)。水俣病以降はタチウオ専門にする人はいなくなった。水俣病以降の漁は地先に代わるが、違反操業もあった。漁協を通さずに、地先で獲ったと自分で直接熊本に送る者もいた。(姫戸町二間戸)

・売るな、出すなとは言われなかったが、水俣病が出てから大分売れなくなった。この時は往生した。魚が揚がるんで、やっぱり食ったり、売ったりした。売るなと言われても生きていかなければならない。巻き網もよく取れた。7千も8千も。1日ばかりで熊本の市場に運んだ。熊本の市場からは大阪へ送ったり、あっちこっち。だいたい佐敷の沖から外平(御所浦)辺りの海域。魚の売れない一時期、海に捨てたり焼いたりしたこともあった。(姫戸町姫浦)

・水俣病の最中でも獲るのはやめていない。食べてもいた。底物はやっぱり良くなかった。(姫戸町姫浦)

・栖本漁協は、漁師の従事証明書を出さないようにしている。倉岳はどんどんだす。(龍ヶ岳町樋島)

・水俣病がはじまった頃、まだこの辺りでは漁をしていた。ただ、食うなというだけで。「獲ってからは食わんばですわね」。米でもなんでも洗っていた。天草の漁師には用心せよのことは伝わっていなかった。(倉岳町棚底)

・水俣病に関しては申請しない。理事会で決めているから。昭和49年、51年、54年、56年に水俣病の補償金が来ている。1千何百万、平均一人当たり15万だった。準組合員にも5万くらい分けた。御所浦と龍ヶ岳は指定区域だが、海がつながっているということで、栖本、倉岳、新和、本渡、姫戸という所に、金額は強弱付けて補償金という形だったと思う。当時、ハモ漁で水俣に行っていたのは2人しかいない。その人たちには補償金を余計にやった。漁師一本で食って

いるが、組合長たちが芦北、水俣には行っていない。(天草市栖本)

・会社の下、臭いのするところに巻き網を建てていた。タチウオなんかは臭かった。巻き網にタチウオ、カマスなどがかかる。巻き網の引手(30人ほどで行く)に百姓衆を雇っていた。毎日、持ってきたショウケに、いっぱいずつタチウオを持って行った。(河浦町宮野河内)

・水俣病の患者さんがでる頃、汚染された魚介類が混ざっていた可能性はある。(芦北町計石)

・うちの親父は、漁がでけんけん5艘積んで対馬にイカ釣りに行っていたが(1・2年)、帰りがつつあるとき電話があり、会社に行くことになった。「組合の役員をしとったですけん」。その後、「会社と交渉してからも、やっぱ、みんな水俣病の寄り合いがちょこちょこありよしました。かかる人はそれを出せっちゃったけんですね。それで、その上の人が、やっぱ役員の一一人一人、付くわけですよ。それっちも交渉ばしよんなはった」。・漁は続いていた。巾着網。漁場は「この沖はずっとですね。柴島から佐敷沖まではたいがい」。(芦北町小田浦)

・仕切り網で規制されている時期、外側は関係ないのであたり前に漁をした。単価ではものすごく安かったが、遊んでいるわけにもいかん。(芦北町計石)

・イワシは、船が牛深の方から積んできて水俣で下ろし、大口とか、山野とか、あっちの方から買いに来る。水俣の中で流通しているイワシは、沖まで行くので水俣病にと関係ない。

・地元の網元さんたちは、タレソ、チリメンとかを、すぐ沿岸で獲るから、沖に出んで。小漁師さんたちは、自分で獲ったのは、いろいろ食べたのは知らん。結局、水俣病の人は沖に出て獲る余裕もない人達だったかもしれない。(水俣市丸島)

・獅子島では、水俣病は40年代に深刻化したが、まだ漁はやっていた。魚の中には変形した魚もあったが、食べなくなかったので捨てていた。その頃、キスゴとかウシノシタなど、底もんは危ないといわれていた。黒潮に乗ってくる魚はそこまで言わなかった。近辺では、ツバメ(黒タイ)はどこで獲ってきたかと、よく言われた。湯ノ口の人が一番熊本県に獲りに行きますよね。県境だから。一番水俣の市場にも持って行った。(獅子島湯ノ口)

(5) チッソ等への抗議行動

・昭和31年に獲るな、売るなどかで、34年にデモに行った(梅戸湾の入り口)。(姫戸町牟田)

・魚屋を始めてから騒ぎがひどかった。昭和40年代になってから魚屋仲間でチッソや県庁に押し掛けた。(姫戸町姫浦)

・芦北漁連が工場にデモに行ったときは、天草側の漁協も一つになってデモに行った。(姫戸町二間戸)

・水俣の騒動が起きてから3回ぐらい水俣のチッソに行った。(姫戸町姫浦)

・漁業の不振というより、魚価が下がったことで抗議に行った。太か船で全員乗り込んで、鉢巻きをしてチッソに行った。(倉岳町宮田)

・商売していたし、工場には船を仕立てて抗議に行った(1回)。弟が行ったのでついていった。「全部商売人も、人は出てくれ」と通知が来たので行った。御所浦の方からも全部。その時、名前を書いて印鑑を押して、雀の涙ほどの現金を貰った。(倉岳町宮田)

・工場封鎖の時、2晩泊ってきた。デモに行くのに割り当てが来た。栖本の船は速くなかったの

で、一番遅かったのを覚えている。(天草市栖本)

・昭和 30 年代初め、34 年から 35 年頃、チッソの汚染水で漁ができなかったとき、水俣に船を止めてチッソと交渉した。鉢巻きして座り込みに行った。水俣病というだけで、魚が売れなくなった。(芦北町計石)

・前の総理の三木さんが環境大臣の時、出水の漁協に視察に来た時、嘆願書を書いて要望した。その前後にチッソが見舞金として漁協に 2 千万円くれた。私は 5 万円もらった。一番多い人で 8 万から 9 万、少ない人は 1 万か 2 万。

・製紙工場(出水製紙)も水銀を使っているという事で、座り込みをした。ボラが売れないのでその買い上げを交渉した。以後、製紙会社は業績不振で、今は閉鎖。水俣病のひどいときは、名護の部落で自発的に公害対策委員をつくり、その委員になった。

・名護漁協あげてチッソに抗議行動を起こすという事はなかった。そのくらいはしてほしかった。見舞金 2 千万貰ったからですかね。最終的には、補償金 1 人当たり 260 万円と加算金 100 万円を貰った(平成の初め頃)。(出水市住吉)

(6) 水俣病による暮らしの変化

・水揚げが減り、真珠の養殖に転業していったこともあった。年間 1 千万使い入漁料を貰って、それで組合も成り立ったという時代もあった。

・水俣病の影響はあった。商売も変わった。兄弟が多かったので、みんな他所に行って働いた。魚屋はやめず続けた。一本釣り(ベラ)に水銀が入っているとかわかれて、漁は御所浦くらいまで。(倉岳町宮田)

・昭和 31 年頃、「魚食うな、魚食うな」といって、ぜんぜん売れんで魚をやめてしもうた。あと 1 回は昭和 47 年、48 年頃、第 3 水俣病の騒ぎで、「ばたっ」といかんことになった。タチウオなんか売れなかった。魚屋は全部出稼ぎに行った。(天草市栖本)

・水俣病が注目されたときは、どんな魚ではない。水俣、芦北というか、熊本の看板からして駄目。風評被害で漁師はほとんど休漁状態。昭和 40 年代に大分落ち着いてきて、漁協は今度は補償問題でいろいろあった。補償金は入ったが、昭和 30 年代が一番きつかった。(芦北町計石)

・昭和 47 年、新潟水俣病が発生し魚が売れなくなった。トラックに「〇〇鮮魚」と書いていたら、人吉の魚市場で、1~2 か月自粛してくれと言われ、出荷停止になった。兄が転職しようとしたくらい。その後、車に水俣とは書かなかった。1・2 か月は行けなかった。(水俣市丸島)

・水俣病といったら世間体とかね。受けいれられなかった。父親らも。魚は売れんかったりとか、漁業者も正組合員になとったんですけど、それもなれないということもあった。(獅子島湯ノ口)

・若い人は 5~6 年は出稼ぎに行った(大阪や東京)。私は、大阪の製紙工場、此花区の鋳物工場、広島の新幹線トンネル(3・4 年)。出稼ぎは、特に 5 か月くらい(10 月から 3・4 月)。漁に行きながら失業保険(3 か月)が貰えてよかった。(出水市住吉)

・「長男の嫁を貰うのに苦労した。両親は水俣病じゃないですという口コミもありましたからね。女の方から、そのくらい嫌われておったですから。ましてや、娘を持っている両親はなおさら水俣病の申請とか、そういうのを受けるのを嫌とったですよ」。

・隣の爺ちゃんが死んだときも、入院していたのを役員が連れ戻した。魚が売れなくなるから。超劇症患者だった。死んでから認定された。(出水市住吉)

・「魚を買って食べると水俣病になるから、池を掘ってコイを飼うて、1週間に1回ぐらい、10日に1回ぐらい、コイを上げて食べるように塩して」、「生きてるのを、まず、頭から切らないかんから、可哀そうで、あれ、切るのがきつかったですね」。「池を掘ったのは昭和40年過ぎてからですね」。(伊佐市大口)

(7) 水俣病患者掘り起しの実態

・「特措法」ができてから、水俣病を心配する人が多かった。魚を食べたということもあるし、「やっぱり掛け値もあつとですたい」。申請は役場からの話でなく、仲間で「せんか、せんか」ということで。共産党の方からの話が多かった。手帳がもらえ、「やっぱよかですば」、もらうときは「もうせからしかった」。患者会の人に来て、魚を食べたか、どこで就職してたかとか、いろいろ書かせられた。(姫戸町姫浦)

・「本当の水俣病患者は姫戸には聞かんけど。『特措法』ができてからですね」。「特措法で認定患者は牟田の人たちとか、姫浦も結構100人くらい。100人超したかな」(姫戸町姫浦)

・魚屋をしているもので、水俣病を申請すれば魚を売れんでしょうが、それで申請しなかった。私の連れは全部申請して水俣病になっている。魚屋連中も全部水俣病にかかっている。

(姫戸町姫浦)

・お客さんから「水俣病を申請せな」と言われて申請だけしたが、その後も2回も書かされて、今に至っている。(姫戸町姫浦)

・「倉岳では、漁協だけが確かな話では、一括して補償金ばいくらか貰ったみたいな話。もう結局、水俣病でどうじゃこうじゃちゅう、もう言われるのがあれやからっていつて、ほとんど話す者はおらんやつたな」。(倉岳町宮田)

・棚底とか宮田、御所浦は裁判で補償金を貰った。手帳なんかも。今まで相当被害を受けているというので、「特措法」に自分も参加した。しなければと思ってしたが良かった。手帳は持っている。(倉岳町宮田)

・水俣病の手続きは、漁師さんたちにはほとんど通知が、魚屋には言って来ないので手続きせんでいた。通知の来た人のところはほとんど貰っている。浜田という区域だが、漁師に行った人は貰っているが、私の方は変な境目で百姓衆のところに入ってるんで。(倉岳町宮田)。

・ここ5年か6年前から、水俣病のことが広がってきた。「なんか龍ヶ岳まで(手帳)貰ってから、倉岳は貰うとらん。海は一緒じゃなか、「海は流れている所が一緒や」ということになって。それまでは、「龍ヶ岳はもろうたちや、こっちまでこんやろと、ぐらいのもんだった」、そしたら誰かが、「登って見てみる、みなつながってしもうとう」といつて。

ノーモアの人たちが仲立ち。(倉岳町棚底)

・水俣病患者会では1人当たり2千円の会費を獲る。慰霊祭とか行くと旅費交通費が出る。1人自分が通せば、こうした人にお金が回ってくるらしい。だから倉岳が一杯になれば、今度は栖本に勧誘をかける。(天草市栖本)

- ・水俣病の様々な補償を求める運動が広がりつつあるが、今では観面に減った。漁協は証明書を出さないのを徹底している。個人的に動いている人は何人かいるが、そのような人はこの近辺では栖本が一番少ないと思う。「弁護士さんがついているのは共産党。その関係で動いている人はいる。共産党でね」。(天草栖本)
- ・水俣病を勧誘して回る人は、最近栖本には来ない。今は勧誘するというよりも、周りから口コミで広まる。(天草市栖本)
- ・宮野河内は漁師集落。最近申請が出る。新和、河浦、宮野河内辺りは、湾内のカキがおかしいのでないか。「水俣病の水銀以外のことがあるのではないか」。「宮野河内には、団体の役員がいるかも分からない」。(御所浦)
- ・水俣病の手帳を貰っている人は、巾着に乗り長島に働きに行っていた人。宮野河内の巾着も水俣に行っていた。(河浦町宮野河内)
- ・昭和 30 年代、水俣や芦北で漁協が水俣病で騒いでいたとき、「宮野河内は遠かで影響なかろうと言って、一時は外れていた。それが復活してきた、水俣を検査すると言って(水俣で魚を食べていた)。(河浦町宮野河内)
- ・この頃は、漁業に関わりなく水俣病を申請する人が増えてきていて問題だと思っている。当時、水俣方面に漁で行った人は 100 人くらいいたと思うが、多くは死んでいる。
- ・検診を受けると。しつこく言い回っている。数年前に H から案内が来た。芦北の山の方では、区長が共産党だという話がある。患者会関係者が回っている。(河浦町宮野河内)
- ・大多尾を卒業して本渡に嫁いだ人は、水俣病を申請したら、水俣病に関連した医療とかが受けとれる(特措法)。(新和町大多尾)
- ・公健法(公害健康被害補償法、当時、厚生労働大臣は園田 直)で、「疑わしきは認定せよ」になった。この辺の人は全部、絶対に魚は食べていないと言えない状況だが、全部が全部、魚を多食したというのは言えないんじゃないか。(津奈木町)
- ・認定されなくても、医療費補助は大変助かっている。自己負担までただ。どんどん病院に行き、医療費があがる(特別調整交付金を貰う)。水俣、芦北、津奈木はホクホク。水俣のお蔭。熊本県下で 1 人当たり医療費は、上位は津奈木、水俣、芦北。1 人当たりの医療費が一番高くて、国保料金が一番低い。手帳を持って、「自己負担、あなたはただですよ」という部分は、チッソが払っていると思う。(津奈木町)
- ・水俣病を幅広く救済しようということになってきたが、申請する人は、「若しかしたら、俺もかかるかなって。たいてい健康的な人が申請しよるごたですけどね」。(芦北町計石)
- ・団体加算金というのが患者団体に出ているが、「団体に入っとる人、本当の額よりもそれに近いような額を貰いよっとですもんね。貰う人は 210 万やったばってん。役員しとったら 250 万とって」。(芦北町計石)
- ・「毎月 2 千円とか、それで水俣病になったと思う。3 千円とかの会費ばとりよったんでしょ。それを収めきらんと言って脱退したりとか、それを縮めると弁護士活動ができんけんちゅうて、新たな患者ちゅうか、掘り起しがあるけん……結構あつたりね」。(芦北町計石)
- ・この地区は水俣病に認定された人は少なかった。湯ノ口が結構多かったような気がする。水俣

病を嫌って申請をしなかった人が多かったような気がする。(長島町獅子島)

・祖母や両親は認定されなかった。手帳はみんな貰ってた(平成7年)。家族、親戚同士で話しあって。(長島町獅子島)

・水俣病問題で、ここの集落では裁判に参加することについて、最近になって呼びかけがありました。共産党の議員さん、そういう流れの人がいる。「公民館に集まって、出てこい」ということで、私なんか行かなかつたら、もう家にまで来ました。(長島町蔵之元)

・「私も、何人か水俣の申請に行くか言うてきた。医療費がただになるとか、200万か200何10万円かもらえるとか。私は行かんかった。魚で生活してるんで、そういうことは絶対出来ん」。(長島町諸浦)

・認定を受けている人は確かにいる。「向こうで誰か一緒に集められて、水俣病のこんなんいたらなんつうんですか、嫁さんにやれなかつたりなんか、いろいろ仕事なくすから登録するとか言われました」(阿久根市)

・認定してもらった家は、「もうほとんどの家が。だけん、病院に行っても誰もお金を払う人がおらん。もう私たちだけだ」。「もう元気で、ぴんぴんしゃんしゃんしとらす人たちの、もうみんな家族ぐるみでなっとんなはる。もう一山超えたところは部落全部。(水俣市久木野)

・申請しなかったのは、「しょうごんなかった。子供もおるし。うちん姉が好かん。こん、しゅうと親にとが。もう水俣病ち言えば、もう嫌いよった。そっだけんもう、あん人は水俣病ち言わるっごとなかけん」。

・申請を世話して回る人が、「もうぞろぞろって、来なはったですよ。だけん、私たちは、最初は協立病院に行きよったですもん。病院は、あんたたちは協立病院に行くから水俣病やろち言いよらしたですもん。うんね、ちゅうてから。で、もう協立病院はやめて、だけん、もう久木野の診療所になりました」。「あんたたちは協立病院にいくで水俣病やろって言わるっごが嫌やったけん」。(水俣市久木野)

・水俣病の特措法申請は、「自分は嫌いで、私は反対やったもんだけんですね。役場で会合するも、あるいは全て芦北・水俣で私も会合しよったですばってん、その長になる人とはそういう話を、再々、こういう会合の中で話よらしたつです。私は徹底して反対でしたもんな。あたどんが水俣病ごたふうで申請して何すつとちゅう、徹底して私、やりよったです。正直な。だつておかしかったですよ。そんな、町会議員もさす人とか、いろんな目の上の人たち、自分が宣伝したごしてさすもんやんで、私は気性が合わんやつたつです。

正直な話が、で、私は嫌われもんでした」。芦北町議のA(共産党、現在2期目)が球磨川沿いの集落を単車に乗って、「申請しませんか、簡単です。手続きしてあげます」と運動して回っていた。それで地域の多くの人が申請するようになってしまった。水俣市議、津奈木町議らも自分の家に何度も来た。「しかしですね、ずっと年数がたって、締め切り前になってですたい、一番ばかにされたの私でした。あんたはそぎゃんことばっかい言うたつて、それっこそあんたぐらいのばかはおらんとばい。年老いてから、医療保険の、・・・医療、無料になつとばいとな。そんならば、手続きをしてみない。でけても、でけてなも、一同してみなという、皆さんからすすめられたんやと、村の人たちから。一番どんでしたけん、私が申請したのは、もう締め切り5日前や

ったけん。ばってん、私も口張って言うとなもんやけん、なかなかしはないですたい、口張ってあんた、そらしにつかですばい。そういうときあった。皆さんは、もう、せんばばからしかですたい」。(芦北町大岩)

・「すればよかったっじゃって、儲けもんじゃもんちゅうごた。で、そらもう、誰話すっちゅういうことなくてですね、お互いがそういうふうな気持ちば持つようになったですね。せんば馬鹿らしか」。(芦北町大岩)

・水俣病の出水の患者会とか、いろんな方々が地域を回っておられるんじゃないかと思えますが。「大口の方では、共産党の方とかはいろいろされていますよね。大口の方で、今、それこそ布計の住民の方々と、いろいろされていますね。それこそ代表になっておられる、共産党の方ではないですが、布計地区に前に住んでおられた方の代表の方が、それこそ『どげんじゃったや』って、私に聞きに来られたこともありました。NHK、熊日、いろんなどころからも、例えば何時ころ列車が到着していましたか、その当時はどうでしたか、ある人の話はこうだったですけど、本当ですかとかってというのは、本当にあります」。(伊佐市山野)

(8) 申請・認定のあり方

・患者会に入って毎月 2 千円くらい会費をだしている。水俣病の申請をしている限り協力せんばと思っ、「どぎゃんもなかもんの、何も関係のなかごたる者が水俣病になるでしょうが、あがんどが一番歯痒ゆかですよ」。(姫戸町姫浦)

・水俣病に指定地域があり、ここは龍ヶ岳だけだが、それについては異議がある。おかしいと思う。(姫戸町二間戸)

・水俣病は魚ですもの。今申請する人は「魚屋さんから魚を買ってきて食べた」という人。認定患者なんか、みんなそう。(龍ヶ岳町樋島)

・龍ヶ岳の病院、赤字で倒れかかっていたのが、医療費がただでしょう。今は水俣病患者で車も止められないくらい。病院も黒字で入院なんか 1 か月待ち。今の一時金、1 回でも病院にかかれば 13,000 円か 1 万円くらいお金が来るでしょう。「あんた、行かんばお金がこんとよ」と、こんな聞くと、腹立たしいですよ。(天草市栖本)

・「水俣病と、今申請しているのもおかしゅうはなあと思う」。「後だし、後出しでしょうが。こら終らんですもん。いたちごっこですよ」。(天草市栖本)

・1 年半くらい前、「栖本の福祉会館で、勉強会させてから、お医者さんがこう言うたら、こう言え、こう言え」で、「そがんこと聞けばですね。やっぱり腹ん立つですもんね」。

・「倉岳なんかって話の聞けば、家族 3 人、4 人、爺ちゃん、ばあちゃんまで入れてそがんすれば、600 万円、700 万円くらいになるでしょう」、「これで借金払てもて、病院代もいらんし、もう漁師を完全に辞むる人もおるとですよ」。組合員の参事たちには、「申請してやったっちゃ、結構漁民ば殺しよつと」で、言うわけ。(天草市栖本)

・「あの手帳、患者の認定じゃなかですもんね」、「通れば儲けもんぐらいの考えでかたで」、「倉岳あたりも、個人の小さな病院があるが、話を聞けば、どぎゃんもなかばってん来らすとか」、「年配の人たちが、そこへ行けば友達がいっぱいおっでしょう。話がでつくでしょう。エアコン

が効いってでしょ。病院代はただでしょう」、「1か月に1回かなんか行けば手当1万円くらい貰うわけでしょ。おかしかでしょう」。(天草市栖本)

・本当に、第1号の裁判で決まったようなところは、やっぱり本当の水俣病。あとはちょっと平衡感覚失ったのが、よく調べれば若いときにひっくり返り、脳に出血して固まっていたのが原因とか、それも認定されていて訳が分からなくなった。水俣病の病状がはっきりしていないから、脳性麻痺のような人でも認定されている。(津奈木町)

・エビ、カニを専門に獲っていた人は本当は水俣病だったが、娘さんたちのために、「俺は死んだっちゃ申請せん」と言って、亡くなった人もいる。(津奈木町)

・「患者さんから怒られますけど、誰でも彼でも水俣病、水俣病というのは、おかしいと思っます。極端に言ったら、魚嫌いな人も水俣病って、あればするような時代じゃないですか。せんと損と思うとけん、それはいかんです。水俣病が悪くなる一方ですもん」。

「あれって、多分騙していると思うんです。痛いのをどうじゃこうじゃといったらですね。そら撥ねられるけんです。いやあ、患者さんですよって、何か・・・金200万貰えるもん。そういうのが多いと思いますね。昭和30年、40年代に、山の中の人がですね。何で水俣病かいと思うんです」。(芦北町計石)

・「病院に行くでしようが、私たちは金を800円、900円払うわけですよ。1割だったばってんで、金を払わずな、ずっと来らす人たちがいっぱいおらすと、不思議に思ってです。あの人たちは、金払わずでそれでよかっかなと、私は、もういつも金払っくるもんだけんですね、不思議に思っただですよ。それで最後締め切り5日前にそういう話を聞きて、あんたもしてみんかなと、意地はとったちゃ、馬鹿らしかというような話を聞きまして、よかならば役場に着いたら、『はい、どうぞ、どうぞ』言わしたけん、申請書も書いて出して、そしたら、通知の来たときに『水俣の医療センターに、何月の何日の何時に来なさい。診察をします』という通知が来たり、行っただですよ。行ってかってですね、手をこう出したっですよ。正直言うて何も隠すこともなかし、自分でかかろうとは思わんし、皆さんのさすと反対うって断るの…男やで、やろうという気持ちはなかったから、それだけでいいと。するしこして、俺、帰ったって言えば、皆さんが勧めらしたっちゃ、帰ったっていっちょよかねと、そんぐらいの気持ちやっただです。そしたらですね、先生の『どうですかで、かやして』と手をかからしたっです。ニワトリの毛のごたっつとで、こうして触らしたっですよ。で、かやして、こうやったらですね、『カラスまがらいせんですか』ってやってるから、こっちもこっちも3本突っ張って、『先生、痛かです』。もう曲がってしまうですもん。ぎゃんしとったっですよ。そうしたら、『あっ、もういいです』言わして、1分か、2分かかるんとですよ」。(後日談：これまでの人生で、左腕は大水害の後処理を大岩小学校でしていた時、ガラスの破片で腕を切り、出血のひどい大怪我をして熊本機能病院に救急車で運ばれ、大手術をして腕の血管をつないでもらって九死に一生を得た。そのため左手の指には後遺症がある。また右腕の指はドリルを使っていて振ってしまって、指が効かなくなった。そのような怪我をしていて手術したりしていたので、両方の手の指が曲がったりして不自由な状態にある。それを医師は見て、指がカラス曲がり症状にあると診断された。それから血圧を測り、ズボンをまくって膝を見せてくれといった。膝が大きく、足が細かったためか、それでは歩行に不自由でしょとい

なるちゅう」。「勧めに来る人も、そんなに言いよってな」。(長島町蔵之元)

・「本当に困ったもんじゃ。あれはもうそげん、やめればいいのに、なして今頃」。「弁護士さんの弁護費用稼ぎじゃって」。(長島町蔵之元)

・水俣病はテレビで見て知っているが、獅子島からこちらでは、そのような人は1人もいません。水俣病の社会保障問題、あれはおかしか。本当の水俣病はテレビで出る人。あれが本当の水俣病」。(長島町諸浦)

・「当初、水俣病の検査を受けて申請ばした人は、ほとんど認定されて1,600万貰いよったですね。現金で。月に8万か9万くらいの生活費を。もう認定患者はほとんど死んでしまいましたね」。「私たちは、ただ手帳を貰っているというだけですがね。この住吉区で150、60人は認定されたと思います。漁業者じゃない人も認定されましたからね」。「水俣病の吹聴が悪くて、認定された方で心苦しいというか、男の方が首をつって死んだこともあった」。(出水市住吉)

付属資料2

八代海の魚の移動と曝露、漁船による捕獲、捕獲された魚のMeHg曝露状況に関する
マルチエージェント・シミュレーションモデルのプログラム


```

        @inout(1)step = @inout(1)step + 1
    save */
    @inout(1)step = @inout(1)step + 1
    @inout(1)step = @inout(1)step + 1
    @inout(1)step = @inout(1)step + 1
    青だったら様 */
    紫だったら中 */
then /* マゼンタだったら高 */
    @inout(1)step = @inout(1)step + 1
    end if
    next one
end if
/* 向いている方向へ進む */
@inout(1)step = @inout(1)step + 1
/* 実行時間カウントアップ */
@inout(1)step = @inout(1)step + 1
/* 12ステップで航行終了 */
if @inout(1)step == 12 then
    /** ファイル出力 **/
    /* 漁船が獲った魚の種類しべルごとの数 */
    if @inout(1)step == 1 then /* 操業1回目のとき */
        @inout(1)step["output_1.csv", 1, 2] /* 最初だけ書きモード */
        @inout(1)step["漁業回数", False]
        @inout(1)step["カタク子数", False]
        @inout(1)step["カタク子中", False]
        @inout(1)step["カタク子高", False]
        @inout(1)step["タテウオ数", False]
        @inout(1)step["タテウオ中", False]
        @inout(1)step["タテウオ高", True]
    else
        @inout(1)step["output_1.csv", 3, 3] /* 操業2回目からはからは追
    記モード */
    end if
    @inout(1)step["漁業回数", @inout(1)step, False]
    @inout(1)step["カタク子数", @inout(1)step, False]
    @inout(1)step["カタク子中", @inout(1)step, False]
    @inout(1)step["カタク子高", @inout(1)step, False]
    @inout(1)step["タテウオ数", @inout(1)step, False]
    @inout(1)step["タテウオ中", @inout(1)step, False]
    @inout(1)step["タテウオ高", @inout(1)step, True]
    @inout(1)step[""]
    @inout(1)step[""] = 0 /* 操業中フラグOFF */
    @inout(1)step[""]
end if
*/
<

```

Methylmercury Exposure Risk Analysis in Minamata and Adjacent Areas

UENO Shinya*¹
MATSUDA Hiroyuki*²

*1 *Kumamoto Innovative Development Organization, Kumamoto University*

*2 *Graduate School of Environment and Information Science, Yokohama National University*

Keywords: Methylmercury exposure risk; fishing; fish distribution; daily fish eating, ecological risk studies

Abstract

In order to clarify the exposure status of methylmercury in the area where Minamata disease occurred and its surrounding areas, interviews, search for new historical data, and reanalysis of previous research data were performed. And multi-stages such as total mercury concentration in fish in the sea area such as Minamata Bay and Yatsushiro Sea, habitat and exposure risk of fish and shellfish, fishery situation, fishery distribution situation, seafood eating situation, local resident exposure risks were studied. Then integrative study of the causal relationship between those was conducted. Based on the results, we made to quantify the exposure risk in each region, found the detail of people's life and fishery of those days, and build a model for estimating methylmercury exposure risk based on ecological risk studies.

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

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

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、聞き取り調査、新たな資料の探索、先行研究データの再分析等から得られた水俣湾及び八代海など周辺海域の魚類中総水銀濃度、魚介類の生息域や曝露リスク及びその漁獲状況、魚介類の流通状況、魚介類の摂食状況、地域住民の曝露状況という多段階の因果関係の各局面とその連関について、ある程度一貫したストーリーに基づく理解をもとに、地域ごとの曝露リスクの定量化や生態リスク学に基づくメチル水銀曝露リスク推計モデルの構築を試みた。

キーワード: 八代海、メチル水銀曝露、漁業、水産物の流通、魚食、生態リスク学

I 研究目的

本研究は、聞き取り調査や新たなデータ・資料の探索と分析により、水俣病発生地域及びその周辺地域における曝露過程の因果の連鎖を明らかにし、メチル水銀（以下MeHgと表記）曝露リスクの定量化と数学的モデルを用いた解析を行うことを目的とする。本稿では、魚の曝露状況、そして漁業、流通、魚介類の摂取、MeHg曝露リスクレベルを中心に、これまでの研究成果の一部を報告する。

本研究では、工場の排水溝から海、魚介類の曝露、漁業や流通、摂食につながる一連の因果経路を明らかにすることから、「曝露量と症候の関係の解明」のための有用な知見を得ることにつながり、疫学調査の精度向上や行政審査での利用が期待される。

II 研究方法

WHO(1990)の水銀中毒発症リスクモデルに基づき、中山間地等の水産物摂食量、熊本県の種別漁獲量組成、および当時の魚種別の水銀濃度から推定した平均的なメチル水銀摂取量、当時の毛髪水銀濃度から発症者数の推定を行い、地域別に実際の認定者数と比較検討した。

(1) 被験者別毛髪水銀値による地域別の発症リスクの推定

WHO(1990)の発症リスクに関する折れ線グラフ（Hockey-Stick）モデル（以下「リスクモデル」）に基づき、各人のメチル水銀曝露レベルと感覚障害、運動失調、聴覚障害、難聴、致死率及び胎児影響の発症リスクを推定する。

その際に、WHO(1990)第6節の代謝モデルによる換算式に基づき、各人の水銀負荷（body burden of mercury）を z mg/人とするとき、その人の血中メチル水銀濃度を $10z$ μ μ g/litreとみ

なす。さらに、その250倍を毛髪水銀濃度とみなし（内閣府食品安全委員会事務局2005）、毛髪水銀濃度 x ppmと発症リスク $f(x, b, x_0, a)$ の関係を図1のように仮定した。すなわち、

$$f(x, b, x_0, a) = \text{Min}[1, \text{Max}[b, a \left(\log \frac{x}{x_0} \right) + b]]$$

ただし、係数 a と定数項 b は表1のように表される。

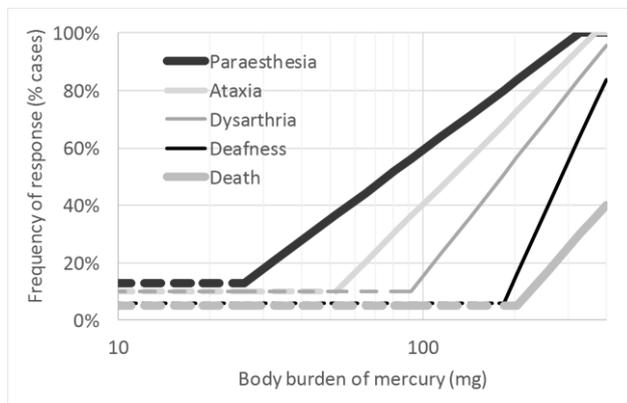


表1 リスクモデルの係数。 x_0 は当該リスクが発生する最小濃度

	a	b	x_0
異常知覚	0.34	0.13	65
運動失調	0.46	0.1	130
聴覚障害	0.58	0.1	230
難聴	1.01	0.06	462.5
致死	0.53	0.05	512.5

図1 リスクモデル (WHO1990) に基づく症状別の毛髪水銀濃度と発症率の関係。胎児影響以外の閾値 (x_0) 以下での発症率は、水銀以外の要因による発症。

図1の横軸の毛髪水銀濃度 10ppm, 100ppm, 1000ppm をそれぞれ 4mg, 40mg, 400mg の estimated body burden of mercury とみなせば、WHO(1990)に掲載されたグラフに一致する。

ある地域の被験者の毛髪水銀濃度が対数正規分布に従うと仮定する。上野らの報告の表6のように、地域別の昭和30年代の漁協世帯の被験者の毛髪水銀濃度(ppm)の算術平均値 m とその標準偏差 s が得られていれば、対数正規分布の平均値の自然対数 $\log m = \mu + \sigma^2/2$ 、標準偏差の自然対数 $\log s = m\sqrt{e^{\sigma^2} - 1}$ という関係から、幾何平均の自然対数 μ と幾何標準偏差の自然対数 σ は

$$\mu = \log \sqrt{\frac{m^4}{m^2 + s^2}} \quad \text{および} \quad \sigma = \sqrt{\log\left(1 + \frac{s^2}{m^2}\right)}$$

と表される。上記の表には中央値も載っており、実際の分布が厳密に対数正規分布ならば中央値は e^μ に一致するはずだが、実際にはずれがある。

上記のように、幾何平均 e^μ と幾何標準偏差 e^σ の対数正規分布を仮定し、発症リスクを

$f(x,b,x_0,a)$ としたとき、この集団の水俣病の発症率 G は、以下の定積分で表される。

$$G[m,s] = s \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left[(b - ax_0) \left(\operatorname{Erf} \left[\frac{m - \log[x_0]}{\sqrt{2s^2}} \right] - \operatorname{Erf} \left[\frac{m - \log[x_c]}{\sqrt{2s^2}} \right] \right) \right. \\ \left. + e^{m+s^2/2} \left[\operatorname{Erf} \left[\frac{m + s^2 - \log(x_0)}{\sqrt{2s^2}} \right] - \operatorname{Erf} \left[\frac{m + s^2 - \log(x_c)}{\sqrt{2s^2}} \right] \right] \right] \\ + s \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left(1 + \operatorname{Erf} \left[\frac{m - \log[x_c]}{\sqrt{2s^2}} \right] \right)$$

ただし、 $\operatorname{Erf}(x)$ は誤差関数と呼ばれ、 $\operatorname{Erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ と定義される。また、 $\log x_c =$

$(1-b)/a + \log x_0$ すなわち $\log x_c$ は上記の折れ線モデルで発症率 $f(x_c,b,x_0,a)$ が 100% となる毛髪濃度の対数である。また、 b は水銀以外の要因での発症リスクなので、水銀摂取による追加的な発症リスクは $G-b$ である。

(2) 摂食量調査に基づく地域別の発症リスクの推定 (中間報告より節全体を加筆)

メチル水銀の 1 日当たり摂取量は、被験者の魚介類摂食量 (g/日) r と食品中の魚介類の平均メチル水銀濃度 (ppm) h の積 rh である。被験者の体重を w (kg) とすると、メチル水銀蓄積量 (μg) x は、吸収率を p 、排出率を q 、魚介類以外の水銀摂取量を i (μg) とすると、以下の微分方程式に従う。

$$\frac{dx}{dt} = p(fh + i) - qx$$

ただし、以下では $p=95\%$ (WHO 1990:p50)、生物学的半減期 T_b を約 50 日として $q=1.4\%$ とする (村田ら 2002)。

ここで水銀に曝露する前の初期値 $x(t)$ ($t \leq 0$) を $fh=0$ における定常状態と仮定すると、 $x(t)=x_0=ai/q$ である。 t 日目の蓄積量は

$$x(t) = \frac{p}{q} [fh(1 - e^{-qt}) + i]$$

である。体内蓄積量が $x(t)$ のときの血中濃度 ($\mu\text{g/litter}$) $y(t)$ は、 $y(t)=cx(t)/w$ と表され、以下では $c=0.556$ と仮定する。

血中濃度が y_c になるまでの日数 t_c は、

$$t_c = -\frac{1}{q} \log \frac{pc(rh + i) - y_c bw}{pcfr}$$

と表される。 $y_c > pc(rh+i)/qw$ のとき、血中濃度は y_c に届かない。

$(i,y_c)=(0,200)$ とするとき、体重 w 、水銀摂取量 rh と必要曝露日数 t_c の関係を図 2 (左) に示す。

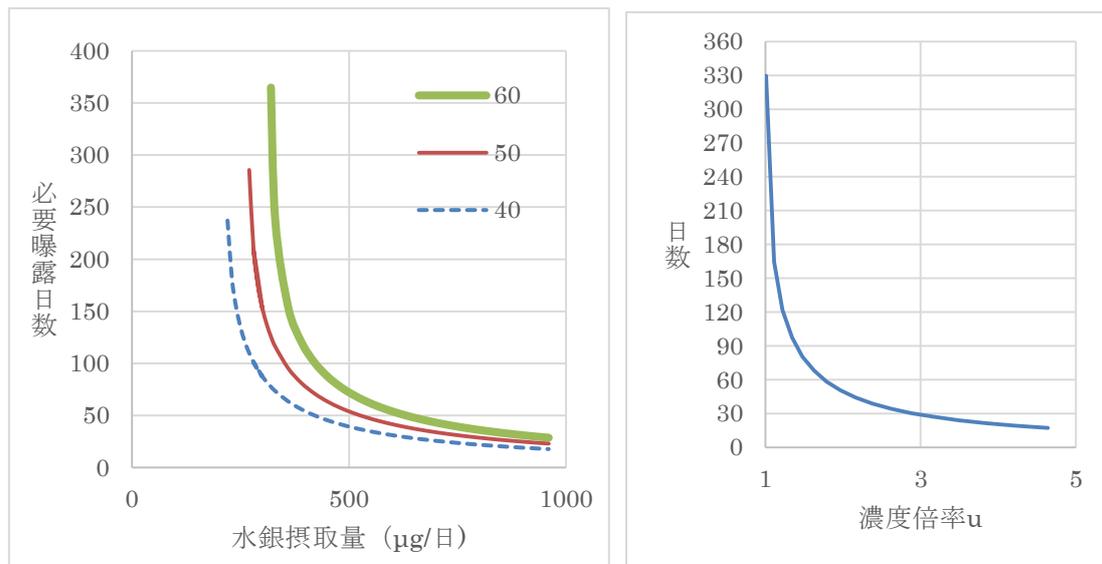


図2 (左) 血中濃度が $200\mu\text{g/L}$ に達するまでの、体重 w 、水銀摂取量 rh と必要曝露日数 t_c の関係。上記モデルでは、体重が $40,50,60\text{kg}$ の被験者において、水銀摂取量 rh がそれぞれ $212, 265, 318\mu\text{g/日}$ 以下の場合、血中濃度は危険水準とされる $200\mu\text{g/L}$ に達しない。(右) 水銀濃度が u 倍になったとき、もとの濃度での長期曝露と同じ体内蓄積量に達する日数。

水銀濃度が u 倍の ur になったとき、曝露日数が短くても水銀濃度が r の長期間曝露よりも体内蓄積量ひいては血中濃度さらに発症リスクが高くなることがある。その曝露日数を t_u とすると。以下の式で表される。

$$t_u = -\frac{1}{q} \log\left(1 - \frac{1}{u}\right)$$

q が 0.014 だとすると、日数 t_u は図2(右)のようになる。濃度が3倍なら約1か月の曝露で同じ蓄積量に達することがわかる。

(倫理面への配慮)

リスクモデルによるリスク評価自体は市町村別、漁業者と非漁業者別、性別年齢階級別に集約したデータを用いており、個人を特定できる情報は扱っていないため、該当しない。

III 研究結果

(1) 被験者別毛髪水銀値による地域別の発症リスクの推定

WHO(1990)の発症リスクに関する折れ線グラフ(Hockey-Stick)モデルに基づき、各人のメチル水銀曝露レベルと異常知覚(paraesthesia)、運動失調(ataxia)、聴覚障害(dysarthria)、難聴(deafness)、致死率(death)および胎児影響(胎児の歩行遅延retarded walking in the offspring)の発症リスクを求めたところ、図3のようになった。

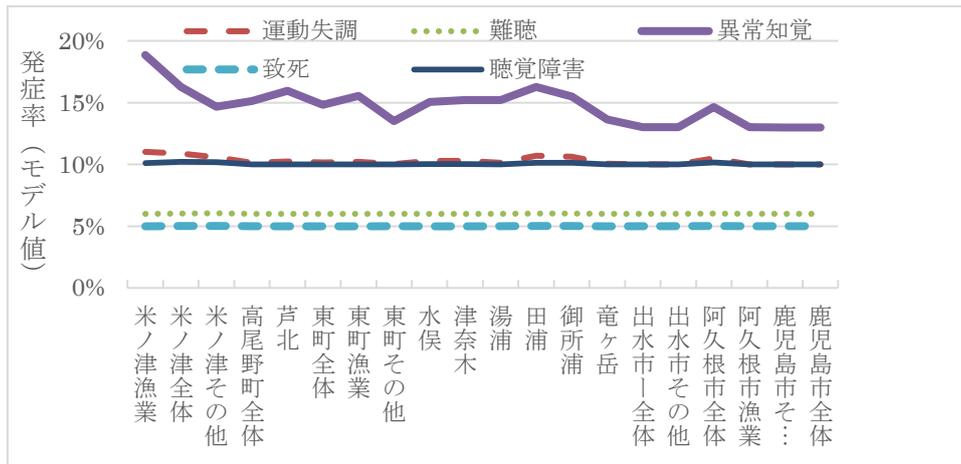


図3 毛髪水銀濃度分布から推定される各地域における各症例の発症率の試算値。

表2 毛髪濃度の比較的低い地域の追加的発症リスクの試算値。追加発症率とは水銀以外の要因による発症（定数項**b**）を除いた水銀曝露による発症率。

	異常知覚	運動失調	聴覚障害	難聴	致死
出水市一全体	0.92%	0.36%	0.15%	0.05%	0.02%
出水市その他	0.92%	0.36%	0.15%	0.05%	0.02%
阿久根市全体	1.83%	0.92%	0.47%	0.22%	0.11%
阿久根市漁業	0.93%	0.37%	0.15%	0.05%	0.02%
鹿児島市その他	0.46%	0.14%	0.04%	0.01%	0.00%
鹿児島市全体	0.46%	0.14%	0.04%	0.01%	0.00%
定数項 (b)	13.00%	10.00%	10.00%	6.00%	5.00%

(2) 摂取量調査に基づく地域別の発症リスクの推定

平均摂取量の調査結果は上野らの図4にある。水銀蓄積量と発症リスクの推定には平均水銀濃度の情報も必要だが、現在知見を集約中のため、仮に、水銀濃度が4ppmで半年間曝露の場合と10ppmで2か月間曝露の場合の試算値を示す(図4)。1日の平均摂取量の多寡にかかわらず、3か月の摂取で年間蓄積量の72%、4か月で82%、半年で92%に達するので、季節限定的な摂取でも高濃度汚染の水産物を食べるのが問題である。したがって、年間摂取量としては前者が少し多いが、体内濃度は後者のほうが一時的に高くなり、その幾何標準偏差がそれに比例して高くなるため、ハイリスクグループが存在するために、後者のほうが発症リスクはかなり高くなる。

この被験者は無作為抽出ではなく、自発的に検査を希望した人に限定されている。また、一部の被験者は発症から遅れて検査している。前者はリスクを過大評価し、後者はリスクを過小評価する要因と考えられる。

内陸部の非漁家についても、水銀濃度が10ppmの魚を2か月間摂取したとすれば、致死あるいは難聴の発症リスクはかなり低いですが、異常知覚や運動失調の可能性は否定できない。

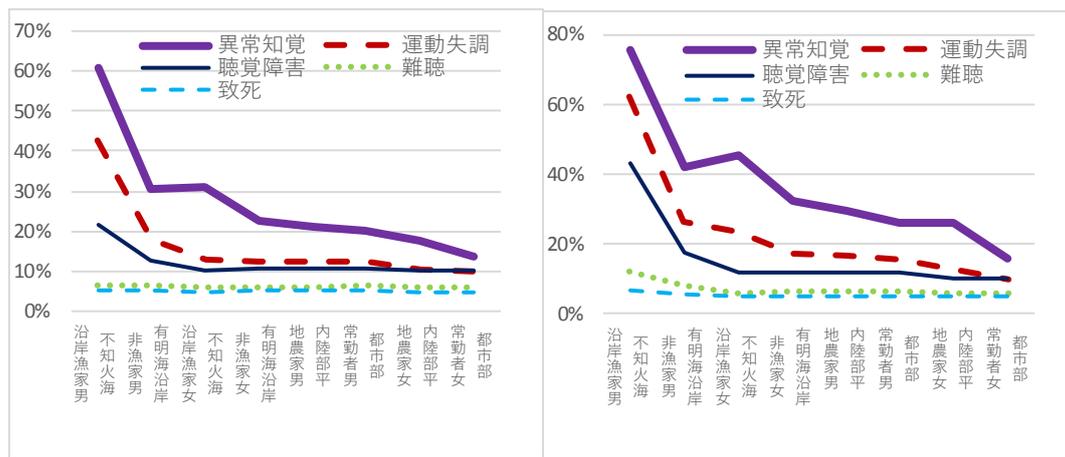


図4 上野らの表6にある摂食量分布による地域別発症リスク推定値。(左) 魚介類の平均水銀濃度が4ppmで半年間曝露の場合。(右) 平均水銀濃度が10ppmで60日間曝露の場合。

IV 考察

本報告のような予備解析から、水俣周辺の漁家において、彼らの実際の毛髪水銀濃度から、高い発症リスクがあったことが明らかになった。上野の報告にあるように、当時の魚介類の摂食量と魚介類標本の水銀濃度から試算される水銀摂取量からも、発症リスクが無視できないことが示唆される。

水俣病認定は、複数の症状の確認など実証的に診断するのに対し、救済措置は予防原則に基づいて広く認定している。ただし、上に述べたように、水俣における水銀汚染水産物の摂取以外の要因（以下「水俣以外の要因」）でも発症する。統計学の文脈では、水俣が原因だが水俣病と認定されないことを第1種の過誤、水俣以外の要因で救済対象となることを第2種の過誤（偽陽性）とみなすことができる。中西（2003）は水俣病の発症リスクに基づき、健康リスク評価手法を習得する演習問題の例として、日本人の平均的な食生活とメチル水銀摂取における水銀中毒の発症リスクを論じ、水俣以外の要因でも一定の発症リスクが生じることを示唆している。

WHO(1990)は閾値（上記表1の x_0 ）以下でも発症するリスク（表1の**b**）をイラクの事例から推定している。同じ値が1960年頃の水俣において適用できるとは限らない。むしろ、同時代の日本における、水俣病の影響がないとされる地域の発症率から**b**を推定するほうが妥当かもしれない。

Matsuda（2003）は予防原則と第2種の過誤の関係を論じた。その例では、第1種の過誤は帰無仮説による実際のデータの発生確率から評価できるのに対し、第2種の過誤は真のリスク発生率が不明の間は評価できないとした。けれども、WHO（1990）の発症リスクモデルを仮定すれば、上記の文脈における第2種の過誤、つまり水俣以外の要因による救済対象者数を試算できる。

相対危険度**R**を用いれば、救済対象者のうち水俣が原因の発症者と水俣以外の要因の発症者は**R-1:1**の比率で存在すると推定される。相対危険度が統計的に有意かどうかは標本数に

もよるから、この比が極めて小さい、すなわちほとんどの救済対象者が水俣以外の要因になる可能性もあり得る。さらに、予防原則を用いるならば、統計的に有意でない集団も救済対象にする場合もあり得るだろう。Matsuda (2003) に述べたとおり、第1種の過誤については有意水準5%などの普遍的な基準があるが、予防原則をどの程度広く適用するかには定量的普遍的な基準がない。既に予防原則を適用する時点で実証科学を離れ、レギュラトリ科学として議論しているのだから、どの程度広く適用するかは行政判断である。ここでいうレギュラトリ科学とは、「科学と人間との調和を図る科学、言わば人間の立場に立った科学技術のコンダクターとしての役割を持つ科学である」と定義される(日本学術会議2017)。ただし、他の政策に比べて、真の救済対象者を救うのに要する費用を比較し、著しい不均等があるかどうかを議論することは可能である(梶原ら2013、松田2000)。

特に胎児性の影響については、毛髪水銀濃度が10ppm以下のような低濃度汚染でも影響があるという知見がある。本研究では実証主義に基づく水俣病認定に該当するような比較的高濃度の水銀を摂取した人がどこにいるかの研究に絞っていたが、胎児性影響または救済対象者を水俣湾沿岸地域以外にいる可能性を検討するならば、救済対象者の大半が水俣以外の要因となる可能性も否定できない。当時どの海域で獲れたどの魚種をどれだけ食べていたかを個人ごとに立証することが困難であるため、ハイリスク集団の絞り込みには限界がある。

今後は、①実際の各地域の水俣病認定者数と地域別の発症率の比較、②魚介類摂取量の個人差、魚介類の水銀濃度の地域差を考慮した地域別の発症リスクの解析、特に中山間地域への適用、③胎児影響の発症リスクの精査、④対数正規分布以外の分布モデルに基づく予測評価、⑤また折れ線グラフ以外の発症リスクモデルに基づく予測評価、また行政ニーズがあるならば⑥救済対象者の中の水俣が原因の者と水俣以外の要因の者の比率の推量を行うことが考えられる。

V 結論

WHO(1990)の折れ線モデルは近似式であり、全体としての発症リスクを把握するには有効だが、個別の被験者の水銀負荷からその個人の発症の有無を判別するには適さない。また、異常知覚などは水銀曝露がなくてもある程度発生するものであり(上記の定数項)、その発生と水銀曝露の因果関係を立証するものではない。しかし、当時の住民の毛髪中水銀濃度から、発症リスクが無視できないことが示唆される。これは上野らの報告にある当時の水俣湾の魚介類の水銀濃度と当時の水俣または周辺住民の魚介類摂取量からも示唆される。ただし、その発症率が問題である。特に中山間地の非漁家において、はたして閾値(毛髪中水銀値50ppm)を大きく超える例がどの程度の頻度で発生していたかを見極める必要があるだろう。

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。)

無し

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。)

梶原秀夫, 井上和也, 石川百合子, 林彬勲, 岸本充生(2013) 塩素系工業用洗浄剤の排出削減対策に対する リスクトレードオフ解析. 日本リスク研究学会誌 23(3) : 173 – 180

Matsuda H (2003) Challenges posed by the precautionary principle and accountability in ecological risk assessment. *Environmetrics* 14: 245-254.

松田裕之 (2000) 環境生態学序説。共立出版

村田勝敬, 吉田稔, 坂本峰至, 岩井美幸, 柳沼梢, 龍田希, 岩田豊人, 荻田香苗, 仲井邦彦 (2011) メチル水銀毒性に関する疫学的研究の動向. 日衛誌66: 682-695

中西準子 (2003) 水俣病のリスク。中西準子・益永茂樹・松田裕之編「演習 環境リスクを計算する」岩波書店所収

内閣府食品安全委員会(2005)魚介類等に含まれるメチル水銀に係る食品健康影響評価(案)
http://www.fsc.go.jp/koukan/risk170714/170714_siryu2.pdf

日本学術会議 (2017) 環境政策における意思決定のためのレギュラトリーサイエンスのありかたについて。日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同環境リスク分科会
食品安全委員会 (2004) 魚介類等に含まれるメチル水銀について (評価書)。

<http://www.fsc.go.jp/fsciis/evaluationDocument/show/kya20040723175>

WHO (1990) Environmental Health Criteria 101: Methylmercury. WHO Geneva.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38082/9241571012_eng.pdf;jsessionid=76C3DE72E162E758469E9CC573E569BA?sequence=1