

ISSN 1345-2819

国立水俣病総合研究センター年報

第 31 号

平成22年度



環境省

国立水俣病総合研究センター

平成22年度国立水俣病総合研究センター年報の刊行にあたって

平成22年度は、我が国にとって歴史的とも言える大災害の年になりました。平成23年3月11日、東日本を未曾有の震災が襲い、地震につづく大津波で2万人に近い死者、行方不明者を出す大惨事になりました。震災は、さらに深刻な原発事故の引き金ともなり、福島県を中心として、現在でも放射性物質による環境汚染が続いている事態はまことに憂慮に耐えられません。被災者の健康被害の予防と、一日も早い復興をお祈りします。

震災復興予算の需要も加わり、国や自治体の財政状況もさらに一段と厳しさを増してきました。独法化した研究機関にあっては、かねてより厳しい仕分けと評価、および経営の効率化が求められておりましたが、国立研究機関においても、客観的な評価とそれに基づいた予算執行の効率化を求められるようになりました。このような状況に鑑み、当研究所においても外部評価組織を一新して、平成22年度から従来の研究評価委員会と研究年次評価委員会を統合し、新たに設置された研究評価委員会が毎年の研究評価と5年毎の中期計画全体の評価及び次期中期計画への提言を行うこととしました。平成22年度の研究評価委員会は平成23年2月21日に開催しました。また、3年毎に開催される機関評価委員会も平成22年度が開催年度でしたが、水俣病情報センターの展示更新が完了した平成23年4月15日に開催したところであります。この水俣病情報センターの展示に関しては、過去に行われた水俣病情報センター運営検討会での外部委員の指摘、所内委員会での検討結果を踏まえ、2階の展示の一部について更新を行いました。9月から内容の検討を開始し、12月着工、平成23年3月に工事を完了しました。

次に平成22年度の研究の主な出来事としては、リハビリ棟改修工事の完了があります。研究センター本館と同時期に竣工したリハビリ棟は、平成21年度までに実施した耐震改修工事の対象になっていませんでした。屋根や外壁建具の経年劣化に伴う漏水や、照明器具などの電気設備等における不具合が発生していたため、平成22年12月より全面的な改修工事を行い、これに伴って、リハビリ棟から、リハビリテーション室、研究員室等を研究センター本館へ移転しました。このため工事期間中は本館会議室にて外来リハビリテーションを実施していました。その後、設計変更等により年度内に工事が完了しなかったため、翌年度へ工期を延長し、平成23年7月に工事が完了しました。完了後すみやかにリハビリテーション室、研究員室等をリハビリ棟へ復帰し、リハビリ棟における外来リハビリテーションを再開したところであります。

研究面での大きな話題は、脳磁計による客観的評価法の確率に向けたプロジェクト研究が一定の進捗をみせたことです。水俣病の診断は、疫学的条件と神経症候の組み合わせによりなされているのが現状であり、客観的指標に乏しいことが現在の診断の混迷の原因の一つとなっています。水俣病を含むメチル水銀中毒の脳機能の客観的評価法が確立されれば、経時的に水俣病患者の脳機能を評価することで、水俣病患者の健康管理やリハビリテーションの進め方等、水俣病患者にとってより良い環境作りを構築していく上で役立つことが期待されます。近年、開頭することなく脳の働きを視覚化する技術(非侵襲計測技術)が急速に進歩してきていることから、本研究では、脳磁計によるメチル水銀中毒の脳機能の客観的評価法の確立を目指しております。平成22年度は、新たなair puff装置の開発と解析法(areal mean signal法)を導入し、脳磁計による2点識別覚の評価システム及び末梢から中枢までの感覚刺激の伝播の評価システムを確立しました。また、水俣病の病態を明らかにするのに必要な、病巣部位が明らかなdisease control(脳血管障害、パーキンソン病、脊髄小脳変性症、糖尿病)の確保のためのネットワークを構築したところであります。

国際協力の面では、スロベニア共和国のJozef Stefan Instituteと共同でスロベニアワークショップを開催するとともに、NIMDフォーラムに国内外14人の専門家を招聘し、水銀と環境及び健康影響に関する知見の交換、研究交流を深めました。

水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信、地域貢献に関する分野では、介助技術講習会の

開催や「介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業」の開始、「出水リハビリテーションセンター」の自主運営への支援を行い、水俣地区においては作業療法定着のための人材育成を念頭において「リーダー講習会」を開催した後、全地区における指導を行いました。

また、水俣の復興、町起しへのさらなる貢献を目指して、社会科学研究分野の人材、研究体制の強化も図ることができました。

「特別措置法」の施行等もあり、「ミナマタ」は、あの悲惨な健康被害と環境汚染の経験から、今ようやくここまで立ち直ってきました。今後、我が国が甚大な災害から復興するまでには、相当の時間と資金と、人々の努力が必要になると思います。ここに、年報を刊行するにあたって、本研究所の活動が、水俣の経験とその教訓を今一度思い起こし、被災者の健康被害の予防や地域の復興と振興のお役に立てるように、皆様のご意見、ご助言をいただければ幸甚であります。

平成 23 年 10 月

環境省 国立水俣病総合研究センター所長
阿部重一

目 次

I. 平成 22 年度国立水俣病総合研究センター概要

1. 組織・運営	1
2. 予算・定員	4

II. 平成 22 年度研究および業務報告

1. メカニズムグループ	10
(1)メチル水銀の選択的細胞傷害および個体感受性を決定する因子に関する研究	12
(2)メチル水銀に対する生体応答の差をもたらす分子遺伝学的・生化学的因子に関する研究	15
(3)神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用および毒性軽減に関する研究	18
(4)メチル水銀の毒性発現におけるアクアポリンの関与	22
2. 臨床グループ	25
(1)水俣病の病態に関する臨床研究－脳磁計による客観的評価法の確立を中心に－	28
(2)胎児性・小児性水俣病後遺症に対する治療開発	31
(3)水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信	33
(4)介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業	36
(5)健康セミナー	38
3. リスク認知・情報提供グループ	39
(1)クジラ多食地域におけるメチル水銀曝露に関する研究	43
(2)水銀の調査・研究拠点化プロジェクト	45
(3)妊婦・胎児のメチル水銀とその他の重金属曝露評価に関する研究	49
(4)セレンによるメチル水銀毒性抑制及びセレンと水銀のヒトや海洋生物での存在形態に関する研究	53
(5)毛髪水銀分析を介した情報提供	58
(6)臍帯血メチル水銀濃度と母子の健康影響についての定量的評価に関する研究	60
(7)低濃度メチル水銀の健康リスクに関する情報の発信とリスク認知に関する研究	62
(8)フレンチギアナ河川汚染による人体への健康影響に関する実験的研究	64
(9)水俣病情報センターにおける資料整備ならびに情報発信	66
(10)世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査	68
(11)水俣病剖検例の病理組織標本の永久保存を目指したデジタル化	71
4. 社会・疫学グループ	73
(1)水俣病におけるリスクマネジメントの歴史的変遷についての研究	74
(2)公害発生地域における地域再生に関する研究	76

5. 地域・地球環境グループ	78
(1)海洋生態系における水銀の動態	
－潮間帯表面底質における化学形別水銀分布と底生生物群集構造への影響の調査および陸水環境との比較調査－	81
(2)八代海における海洋生態系群集構造と水銀動態	
－水俣湾・八代海の底生生物相解明および食物網を通じた魚類の水銀蓄積機構の研究－	85
(3)水俣湾水環境中に存在する水銀の動態とその影響に関する研究	89
(4)大気中水銀の輸送及び沈着現象、並びに化学反応に関する研究	95
(5)自然要因による水銀放出量に関する研究	99
(6)分子生物学的手法ならびに水銀の超微量分析手法を駆使した、水俣湾内の食物連鎖網の解明に関する研究	101
(7)国際共同研究事業の推進	104
(8)JICA タパジヨス川流域メチル水銀に関する保健監視システム強化プロジェクト	106
(9)NIMD フォーラム及びワークショップ	108
6. その他	
(1)総合的水銀研究推進事業	110
7. 国水研セミナー2010	116
8. 所内研究発表会	119
9. 平成 22 年度 共同研究者一覧	120
10. 平成 22 年度 報告・発表一覧	121
11. 平成 22 年度 国際共同研究事業等一覧[派遣]	124
12. 平成 22 年度 国際共同研究事業等一覧[招へい]	126
13. 平成 22 年度 見学研修等一覧	127

資 料

1. 国立水俣病総合研究センターの中長期目標について	132
2. 国立水俣病総合研究センター中期計画 2010	136
3. 平成 23 年度研究・業務一覧	144
4. 平成 22 年度人事異動	149

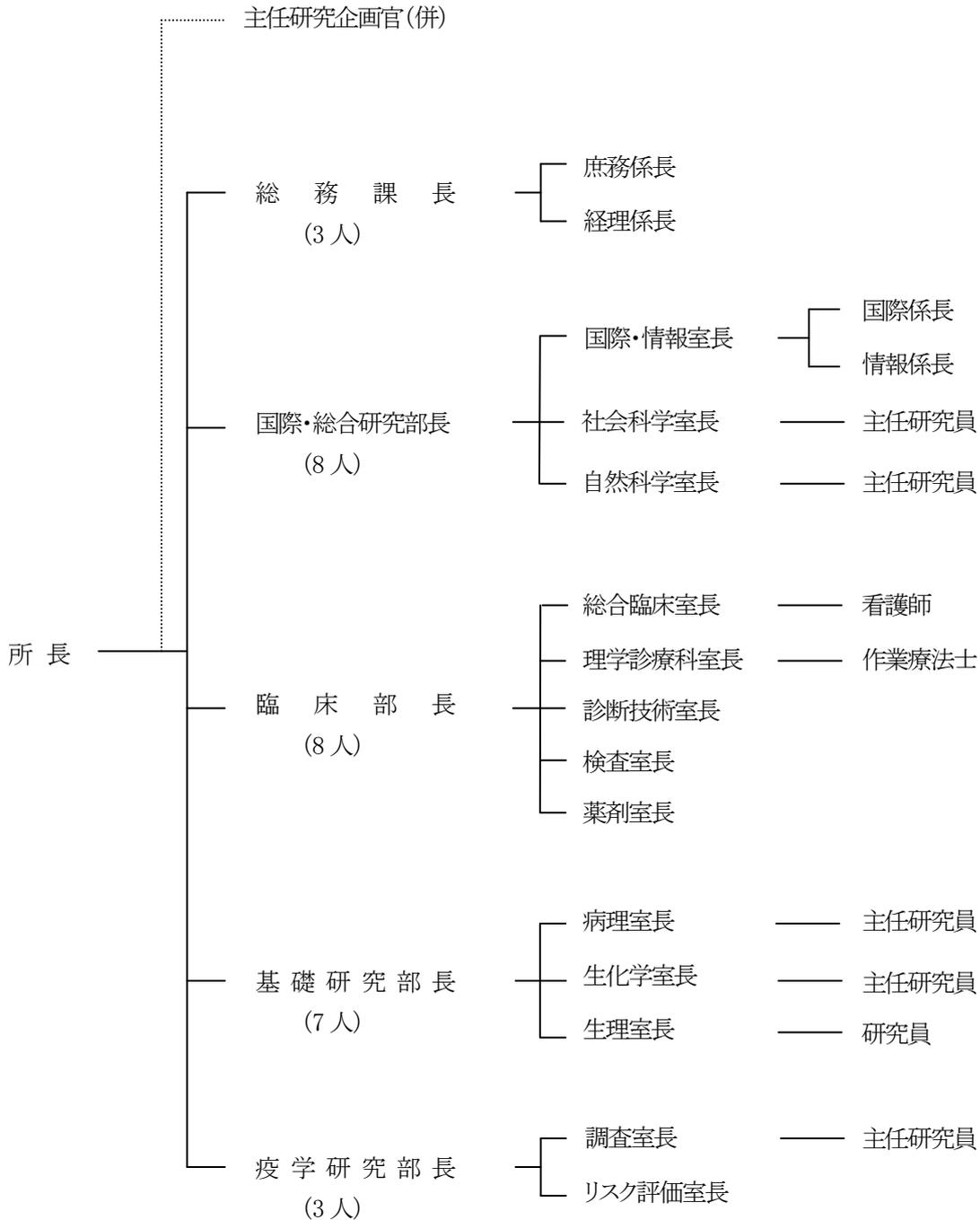
I . 平成 22 年度国立水俣病総合研究センター概要

1. 組織・運営

(1) 組織

国立水俣病総合研究センターは、研究部門の国際・総合研究部、臨床部、基礎研究部及び疫学研究部と事務部門の総務課を合わせ 4 部 1 課 13 室体制、定員 30 人となっている。

また、主任研究企画官を設置し、センターの所掌事務のうち重要事項を掌らせている。



(平成 23 年 3 月 31 日現在)

(2)職員構成(定員 30 人 現員 27 人)

所長	技 官	岡本 浩二	○臨床部		
主任研究企画官(併)	技 官	佐々木 眞敬	臨床部長(事務取扱)	技 官	岡本 浩二
○総務課			総合臨床室長	同	中村 政明
課長	事務官	吉成 信行	理学診療科室長	同	臼杵 扶佐子
庶務係長	同	岩本 宏幸	検査室長	同	宮本 謙一郎
庶務係員(併)	同	辻 勇	薬剤室長	同	村尾 光治
経理係長	同	植屋 岳洋	看護師	同	宮本 清香
経理係員	同	野々村 知之	作業療法士	同	遠山 さつき
○国際・総合研究部			○基礎研究部		
国際・総合研究部長	技 官	坂本 峰至	基礎研究部長	技 官	佐々木 眞敬
国際・情報室長(併)	同	蜂谷 紀之	病理室長	同	藤村 成剛
情報係員	事務官	渡邊 浩行	病理室主任研究員	同	丸本 倍美
情報係員	同	辻 勇	生化学室長	同	安武 章
社会科学室長	技 官	蜂谷 紀之	生化学室主任研究員	同	柳澤 利枝
社会科学室主任研究員(併)	同	劉 暁潔	生理室長	同	山元 恵
社会科学室研究員	同	新垣 たずさ	生理室研究員(併)	同	柳澤 利枝
自然科学室長	同	保田 叔昭	○疫学研究部		
自然科学室研究員	同	丸本 幸治	疫学研究部長(併)	技 官	坂本 峰至
			調査室長	同	森 敬介
			調査室主任研究員	同	劉 暁潔
			リスク評価室長	同	松山 明人
			リスク評価室研究員(併)	同	丸本 幸治

(平成 23 年 3 月 31 日現在)

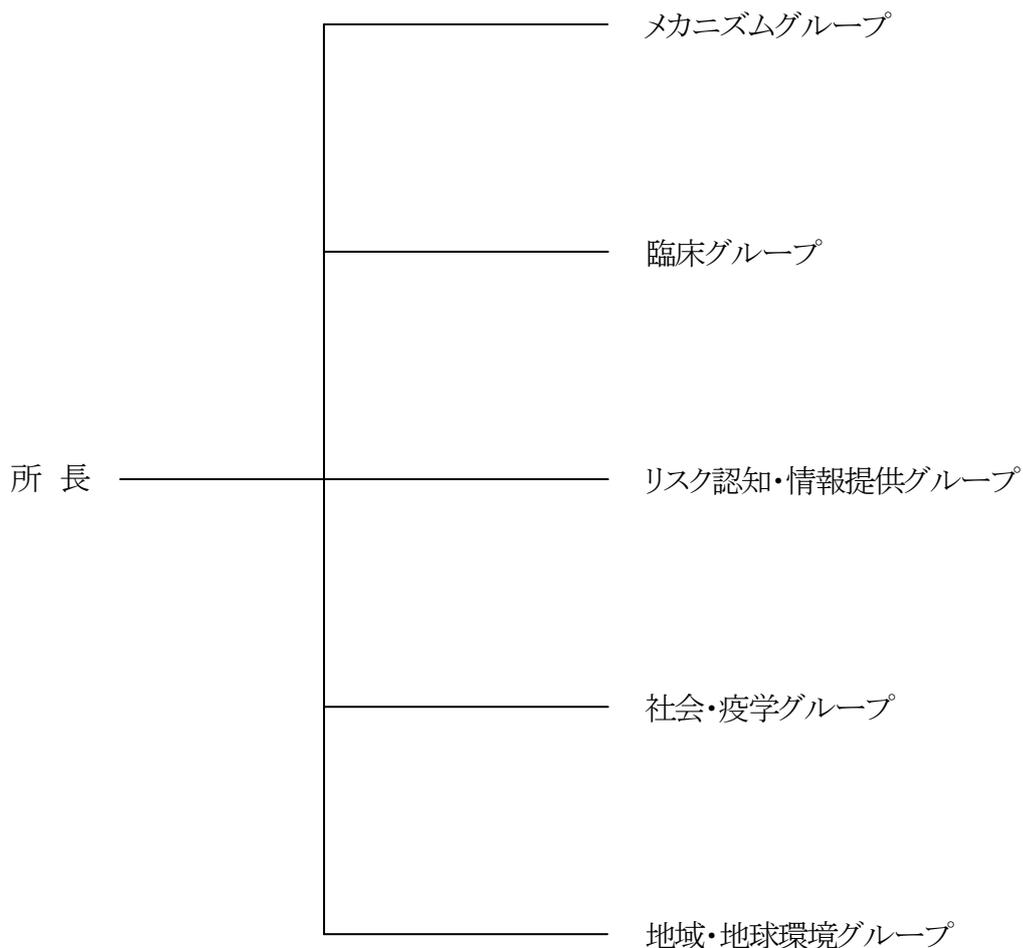
(3) 運営

国立水俣病総合研究センターでは、5ヶ年の中期計画に基づき、その活動を以下に示す調査・研究及び業務に分類している。

- (1) プロジェクト型調査・研究: 重要研究分野における組織横断的なチームによる調査・研究
- (2) 基盤研究: 長期的観点から、研究能力の向上や研究者の育成を図るための調査・研究
- (3) 業務: 国際貢献や地域貢献などの調査・研究に付随する業務

さらに、組織上の枠組みに縛られないフレキシブルな対応を可能にするため、各プロジェクト型調査・研究、基盤研究、業務をその目的により以下の各グループに分類し、各グループ内で情報を共有し、進捗状況を相互に認識しつつ、横断的に調査・研究及び業務を推進している。

なお、現在の中期計画は平成22年度～26年度のものである。



2. 予算・定員

(1) 予算

(単位:千円)

区 分	平成22年度	平成21年度	平成20年度	平成19年度	平成18年度
総 額	573,118	772,317	739,929	757,585	865,385
事 務 費	67,670	68,400	72,677	74,442	116,295
研 究 費	455,911	469,267	441,377	496,926	463,338
施設整備費	49,537	234,650	225,875	186,217	285,752

(2) 定員

区 分	平成22年度	平成21年度	平成20年度	平成19年度	平成18年度
総 務 課	4	4	4	4	4
国際・総合研究部	8	8	8	8	8
臨 床 部	8	8	8	7	7
基 礎 研 究 部	7	7	7	7	7
疫 学 研 究 部	3	3	3	3	3
計	30	30	30	29	29

(3) 主要施設整備状況

平成 22 年度における主な施設整備としては、リハビリ棟改修工事を実施した。

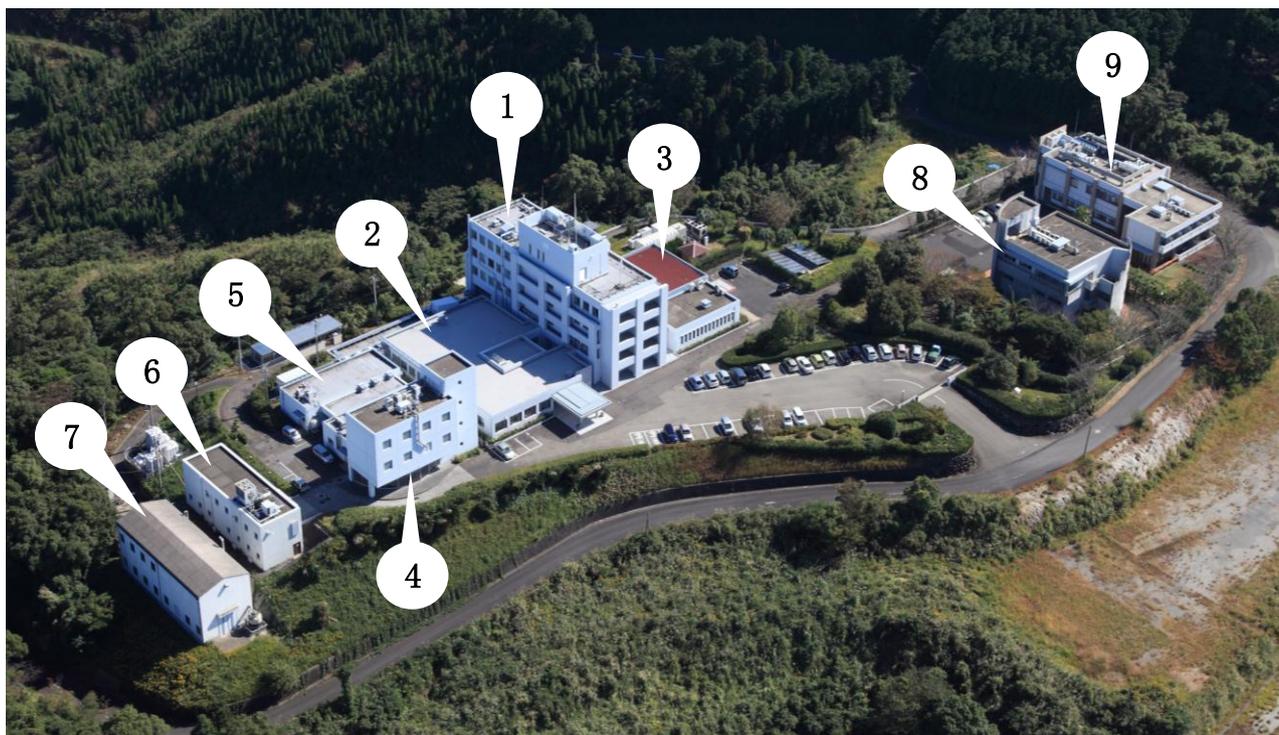
リハビリ棟改修工事

研究センター本館と同時期に竣工したリハビリ棟においては、平成 21 年度までに実施した耐震改修工事の対象となっていなかった。しかしながら、リハビリ棟においては、屋根や外壁建具の経年劣化に伴う漏水や、照明器具などの電気設備等における経年劣化による不具合が発生していたため、平成 22 年 12 月より全面的な改修工事に着工し、これに伴い、リハビリ棟から研究センター本館へ、リハビリテーション室、研究員室等を移転した。このため、工事期間中は、本館会議室にて外来リハビリテーションを実施した。

その後、設計変更等により年度内に工事が完了しなかったため、翌年度へ工期を延長し、平成 23 年 7 月に工事が完了した。工事の完了に伴い、リハビリテーション室、研究員室等をリハビリ棟へ復帰し、リハビリ棟における外来リハビリテーションを再開した。



(4) 施設配置図



国立水俣病総合研究センター
＜所在地＞ 〒867-0008 熊本県水俣市浜 4058-18

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1. 本館(高層棟) | 6. アイントープ実験棟 |
| 2. 本館(低層棟) | 7. 特殊廃液処理棟 |
| 3. リハビリ棟 | 8. 国際研究協力棟 |
| 4. リサーチ・リソース・バンク棟 | 9. 共同研究実習棟 |
| 5. 動物実験棟 | |



10. 水俣病情報センター
＜所在地＞ 〒867-0055 熊本県水俣市明神町 55-10

■リサーチ・リソース・バンク棟[4]

本施設は、水俣病に関する過去のメチル水銀中毒実験や熊本県及び新潟県の剖検資料を保存して、研究者に研究資料として提供する事を目的として、平成8年4月に開設されました。1階には国内外の来訪者に水俣病に関する講義を行うための展示室が設けられており、2階及び3階には資料の保管及び実験室が配置されています。

■動物実験棟[5]

本施設は SPF(特定病原菌非汚染)動物実験棟、中大動物実験棟及び小動物実験棟の三棟で構成されており、飼育室、P2 レベル飼育室、手術解剖室、行動実験室、生理実験室、処置室、洗浄室を備え、温度、湿度、換気、照明などの環境因子が適切に制御されています。SPF 棟はエアシャワー、オートクレーブ、パスボックス、パスルームなどが備えられ、可能な限りの微生物制御が行われています。このように本施設では SPF 動物を含めて、遺伝子改変マウス、ラット、ウサギ、鳥、サル等の実験動物を収容し実験に利用することが可能になっています。

■アイントープ実験棟[6]

放射性同位元素(RI)は多くの分野で幅広く用いられ、有用な研究手法となっています。本施設には 4 つの実験室のほかに暗室、培養室や動物飼育設備があり、*in vitro*(試験管内)から *in vivo*(生体内)まで実験することができます。

■特殊廃液処理棟[7]

当施設は、水銀を始めとする有害重金属を含む、研究センターにおける実験廃液の無毒化処理をしています。実験廃液を、分別処理方式により 11 種類に分別し、噴霧燃焼ユニット、水銀処理ユニット、砒素・リン酸処理ユニット、重金属処理ユニット、希薄系処理ユニット等の各ユニットで無毒化処理が行われます。

特に水銀に関しては、処理廃水・排煙とも連続モニターで監視して、外部への漏出防止のために万全の態勢が確立されています。

■国際研究協力棟[8]

水銀汚染に関する国際的な調査・研究を図ることを目的とし、海外からの研究者に研究・宿泊場所等を提供するために、平成9年7月に開設されました。海外から共同研究や研修のために国水研を訪問した研究者は3階に設けられた宿泊室に滞在し、国水研の研究施設を利用して共同研究や研修を実施します。

■共同研究実習棟[9]

共同研究実習棟では、当センターのリスク評価室及び自然科学室のメンバーを中心に、環境中における水銀の動態が研究されています。特に水と土壌、大気中における水銀の動態に焦点をあてて研究を進めています。日常的に水俣湾やその周辺の河川に出かけ、試料サンプリングを行って定期的な水銀モニタリングを行うことも重要な仕事の一つです。また当研究実習棟では、国内研究者専用の宿泊設備(合計8室)が併設されています。

■水俣病情報センター[10]

水俣病情報センターは、国立水俣病総合研究センターの附属施設として平成13年に設置されました。

水俣病情報センターは、(1)水俣病に関する資料、情報を一元的に収集、保管、整理し、広く提供するとともに、水俣病に関する研究を実施する機能、及び(2)展示や情報ネットワークを通じて研究者や市民に広く情報を提供する機能、並びに(3)水俣病に関する学術交流等を行うための会議を開催する機能等を備えた施設です。これらの活動を通じて、水俣病についての一層の理解の促進、水俣病の教訓の伝達、水俣病及び水銀に関する研究の発展への貢献を目指しています。

Ⅱ．平成 22 年度研究および業務報告

1. メカニズムグループ

Study group focusing on the mechanism of biological functions of mercury

水銀による生体影響、毒性発現の分子メカニズムを解明し、その成果をメチル水銀中毒の初期病態の把握や毒性評価、毒性発現メカニズムに基づいた障害の防御、修復のための新たな治療法開発へと発展させることを目標とする。そのため、培養細胞系、モデル動物を用いて、メチル水銀の組織や個体の感受性差を明らかにするためのメチル水銀曝露がもたらす生体ストレス応答差やシグナル伝達系変動の差に関する検討、メチル水銀の神経細胞死やメチル水銀傷害後の神経再生に関する検討、メチル水銀と脳浮腫の関係性を明らかにするためのアクアポリン分子を標的とした検討等を生化学的、分子生物学的、病理学的な視点から遂行する。このようにして、メチル水銀の毒性発現メカニズムを明らかにしていくとともに、メチル水銀の毒性発現や神経再生への影響をブロックする薬剤についても検討する。

当グループの各研究についての平成 22 年度研究概要は、以下のとおりである。

[研究課題名と研究概要]

(1) メチル水銀の選択的細胞傷害および個体感受性を決定する因子に関する研究(プロジェクト)

藤村成剛(基礎研究部)

メチル水銀中毒患者と同様に小脳顆粒細胞に選択的な病変を生じる動物モデル(ラット)を用いてメチル水銀中毒モデル(20 ppm メチル水銀水の飲水投与、0, 1, 2, 3, 4 週間)を作成し、マイクロダイセクション用に凍結切片を作成した。4 週間投与で小脳の顆粒細胞に特異的な神経細胞死が生じていることを確認した後、小脳の各層(プルキンエ細胞層、顆粒細胞層、分子層)を分離し、mRNA を回収する手法を確立した。また、昨年度に実施した「メチル水銀の胎児期曝露に

おける神経学的行動及び組織変化についての研究」については、引き続き実験を行い、実験動物(ラット)へのメチル水銀胎児期飲水投与(5 ppm)によって脳内で減少する神経栄養因子関連物質(Brain-derived neurotrophic factor (BDNF)抗体に反応するが、分子量が本来の BDNF の分子量である 27 kD よりも大きい)を発見した。さらに、平成 22 年 9 月に世界神経病理学会において、昨年度までの研究成果(メチル水銀による大脳皮質と海馬における神経病理変化と Tau 蛋白質リン酸化の相違性)についての発表を行った。

(2) メチル水銀に対する生体応答の差をもたらす分子遺伝学的・生化学的因子に関する研究(基盤研究)

臼杵扶佐子(臨床部)

メチル水銀低感受性細胞株を用いて、メチル水銀高感受性細胞株とのメチル水銀応答の差について検討し、細胞内二酸化還元系である glutathione 系、thioredoxin 系で重要なセレン含有酵素であるグルタチオンペルオキシダーゼ 1 (GPx1) 及びチオレドキシンリダクターゼ 1 (TrxR1) mRNA の変動が、メチル水銀低感受性細胞株でもメチル水銀曝露 3h 後に活性酸素種(ROS)の増加より早く発生することを明らかにした。しかしながら、ROS の増加は、メチル水銀高感受性細胞株よりも遅れること、さらにセレン含有酵素の変動が感受性細胞株よりも早く抑制されることより、メチル水銀低感受性細胞株では、現在検討している抗酸化酵素以外の抑制因子の存在が示唆された。

メチル水銀による酸化ストレス発生メカニズムについて、セレン基に対するメチル水銀の親和性がもたらす細胞内の相対的な活性型セレンの低下により酸化還元系の重要なセレン含有酵素である GPx1 mRNA や TrxR1 mRNA が NMD の作動により転写後障害さ

れることが重要であるというこれまでのデータをまとめ、生化学の一般誌である *Journal of Biological Chemistry* に投稿、受理された (Usuki F, Yamashita A, Fujimura M: Post-transcriptional defects of antioxidant selenoenzymes cause oxidative stress under methylmercury exposure. *J Biol Chem*, 2010 Nov 24 [Epub. Ahead of print])。

(3) 神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用および毒性軽減に関する研究 (基盤研究)

藤村成剛 (基礎研究部)

培養神経細胞を用いて、メチル水銀以外の環境毒 (無機水銀、鉛、Rotenone、アミロイド等) による軸索変性及び神経細胞死作用についての実験を行った。

その結果、無機水銀と Rotenone (パーキンソン病の原因候補物質) が、メチル水銀と同様に神経細胞死に先行して Rac1 低下を伴う軸索変性を引き起こすことが明らかになった。また、Rac1 と RhoA のメチル水銀毒性における役割をより明確にするため、siRNA を用いて Rac1 または RhoA を選択的に発現抑制し、メチル水銀による軸索変性及び神経細胞死に対する影響について実験を行った。Rac1 の発現抑制はそれ自体で軸索変性及び神経細胞死を引き起こし、RhoA の発現抑制はメチル水銀による軸索変性及び神経細胞死を抑制した。さらに、実験動物 (ラット) を用いた *in vivo* 試験 (20 ppm メチル水銀水の 4 週間飲水投与) において、メチル水銀毒性に対する ROCK 阻害剤 (Fasudil) の効果について実験を行った。メチル水銀中毒モデルにおける後肢交差症状及び後根神経と脊髄の変性に対して Fasudil (3 mg/kg/d) は抑制作用を示した。なお、ROCK 阻害剤のメチル水銀毒性に対する作用については、昨年度に行った培養神経細胞における結果と合わせて論文投稿を行い、受理された。 (Fujimura M, Usuki F, Kawamura M, Izumo S (2011) Inhibition of the Rho/ROCK pathway prevents

neuronal degeneration *in vitro* and *in vivo* following methylmercury exposure. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 250:1-9.)

(4) メチル水銀の毒性発現におけるアクアポリンの関与 (基盤研究)

山元 恵 (基礎研究部)

メチル水銀に由来する脳神経毒性におけるアクアポリンの関与について明らかにすることを目的として、二回のマーマウスを用いた予試験的なメチル水銀の急性中毒曝露実験 (各一匹) を行った。得られた神経症状、体重変化、組織における水銀蓄積濃度等のデータを元に、本試験 (コントロール群、メチル水銀曝露群: 各三匹) を行った。その結果、神経症状、体重変化については、ほぼ予試験の結果から想定される所見が得られ、メチル水銀投与群三例中二例において、髄質の増加 (浮腫) が見られた。各 AQP に関する詳細な解析 (免疫組織化学、mRNA 発現解析、タンパク質発現解析) は、現在検討中である。

■メカニズムグループ

(1)メチル水銀の選択的細胞傷害および個体感受性を決定する因子に関する研究

Research on selective cytotoxicity and factors determining individual sensitivity of methylmercury

[主任研究者]

藤村成剛(基礎研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

臼杵扶佐子(臨床部)
生体ストレス応答、酸化還元動態の解析、
個体感受性決定因子に関する検討
出雲周二(鹿児島大学)
神経病理解析

[区分]

プロジェクト

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

メカニズム

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、選択的細胞障害 (Selective cytotoxicity)、個体感受性 (Individual sensitivity)。

[研究課題の概要]

現在まで解明されていないメチル水銀の選択的細胞傷害及び個体感受性を決定する因子について、メチル水銀毒性モデル動物を用いて実験的に明らかにする。さらに、本実験結果をメチル水銀中毒の診断、毒性防御及び治療に応用する。

[背景]

メチル水銀の主な標的器官は脳神経系であるが、毒性感受性は脳の発達段階で異なるのみならず、同年齢層においても部位や細胞によって異なる。例えば、成人期においてメチル水銀曝露は、大脳皮質の一部、小脳の顆粒細胞、後根神経節に細胞死を引き起こすが、海馬での病変は認められない。また、個体間でメチル水銀曝露量と重症度が必ずしも相関しないことから、その感受性には個体差があると考えられる。このようなメチル水銀毒性の選択的細胞傷害及び個体感受性については未だ情報が不足しており、メチル水銀中毒の診断、予防及び治療を行う上での障害となっている。

メチル水銀毒性の選択的細胞傷害及び個体感受性の原因としては、これまでの検討から解剖学的問題に加え、細胞遊走、NMDA receptor の発現、シナプスの発達、細胞増殖などの細胞学的問題、細胞内酸化還元動態や Ubiquitin - proteasome 経路、Autophagy - lysosome 経路、Rho/ROCK 経路、JNK 経路などの生体ストレスシグナル経路が関与することが考えられる。

[目的]

メチル水銀中毒モデル動物から作成した病理標本より採取した選択的細胞傷害を示す細胞群を用いて、分子病理学的、生化学的、分子生物学的な手法により、シナプス関連分子、細胞増殖、細胞内酸化還元動態や Ubiquitin - proteasome 経路、Autophagy - lysosome 経路、Rho/ROCK 経路、JNK 経路などの生体ストレスシグナル経路などについて検討し、メチル水銀の選択的細胞傷害について明らかにする。また、これらの知見を発展させて、個体のメチル水銀感受性を左右する因子を明らかにし、メチル水銀中毒の診断、毒性防御及び治療に応用することを目的とする。

[期待される成果]

メチル水銀の選択的細胞傷害メカニズム及び個体感受性を決定する因子に関する知見により、メチル水銀中毒の診断、毒性防御及び治療への寄与が期待される。さらに選択的細胞傷害と個体感受性の問題は、メチル水銀中毒だけではなく、他の神経向性中毒物質や環境ストレス因子、さらには神経変性疾患の病態解明にも繋がることを期待される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

1. ラットを用いて、後根神経節細胞に選択的な病変を生じる動物モデルの作成に成功した。後根神経節細胞には感覚神経系として中枢神経と連結する Large pale 神経と連結していない Small dark 神経があるが、メチル水銀曝露は、Large pale 神経に特異的な神経細胞消失を引き起こすことを確認した(図 1)²⁾。また、小脳においてもメチル水銀中毒患者と同様に小脳顆粒細胞に特異的に神経細胞死が起こることを確認した(図 2)。

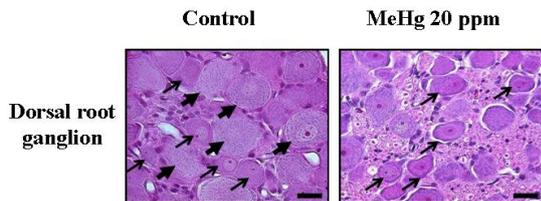


図 1 メチル水銀中毒モデルにおける後根神経節変性 (矢印大:Large pale 神経、矢印小:Small dark 神経)

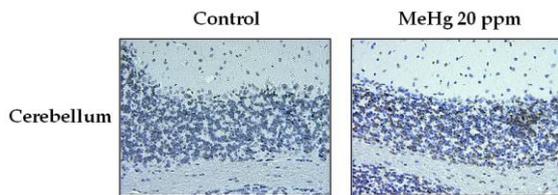


図 2 メチル水銀中毒モデルにおける小脳変性 (茶褐色に染色された細胞が、アポトーシスを起こした小脳顆粒細胞)

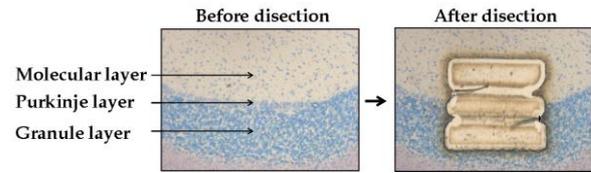


図 3 マイクロダイセクション法による小脳プルキンエ細胞層、顆粒細胞層及び分子層の分離

2. ラットを用いてメチル水銀中毒モデル(20 ppm メチル水銀水の飲水投与、0, 1, 2, 3, 4 週間)を作成し、マイクロダイセクション用に凍結切片を作成した。4 週間投与で小脳の顆粒細胞に特異的な神経細胞死が生じていることを確認した後、小脳の各層(プルキンエ細胞層、顆粒細胞層、分子層)を分離し(図 3)、mRNA を回収する手法を確立した。

また、平成 22 年 9 月に世界神経病理学会において、昨年度までの研究成果(メチル水銀による大脳皮質と海馬における神経病理変化と Tau 蛋白リン酸化の相違性¹⁾)についての発表を行った。

さらに、昨年度実施した「メチル水銀の胎児期曝露における神経学的行動及び組織変化についての研究」については、実験動物(ラット)へのメチル水銀胎児期飲水投与(5 ppm)によって脳内で減少する神経栄養因子関連物質(BDNF 抗体に反応するが、分子量が本来の BDNF の分子量である 27 kD よりも大きい)を発見した(図 4)。メチル水銀の胎児期飲水投与(5 ppm)は協調運動障害や脳神経系のシナプス形成障害を引き起こすことから、本物質の減少が胎児期曝露による脳神経系の発達障害に関与している可能性がある。現在、この物質の詳細について解析中である。(糖付加蛋白、2 量体、または BDNF の類似蛋白である可能性がある)

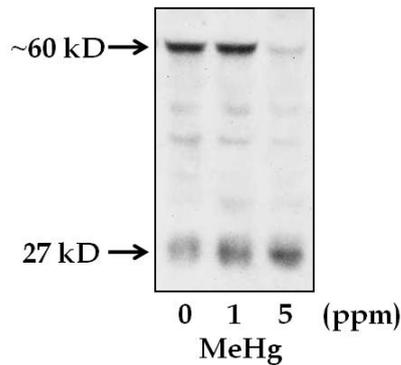


図4 メチル水銀の胎児期曝露による小脳における神経
栄養因子関連物質の変化

[備考]

本研究の一部は課題名「マイクロダイセクション法を用いたメチル水銀による選択的神経細胞傷害に関する研究」として、平成 23-25 年度、科学研究費補助金・基盤研究(C)に申請中である。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

1) Fujimura M, Usuki F, Takashima A.

Methylmercury induces neuropathological changes with tau hyperphosphorylation mainly through the activation of the c-jun N-terminal kinase pathway in the cerebral cortex, but not in the hippocampus of the mouse brain. 17th International Congress of Neuropathology, Austria, Salzburg, 2010.9.

[文献]

- 1) Fujimura M, Usuki F, Sawada M, Takashima A (2009) Methylmercury induces neuropathological changes with tau hyperphosphorylation mainly through the activation of the c-jun N-terminal kinase pathway in the cerebral cortex, but not in the hippocampus of the mouse brain. *Neurotoxicology*, 30: 1000-1007.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19666049>

- 2) Fujimura M, Usuki F, Kawamura M, Izumo S (2011) Inhibition of the Rho/ROCK pathway prevents neuronal degeneration *in vitro* and *in vivo* following methylmercury exposure. *Toxicol. Appl. Pharmacol*, 250:1-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20869980>

■メカニズムグループ

(2)メチル水銀に対する生体応答の差をもたらす分子遺伝学的・生化学的因子に関する研究
Study on the molecular genetic and biochemical factors causing differences of stress responses to methylmercury

[主任研究者]

臼杵扶佐子(臨床部)
細胞実験、遺伝子・蛋白質発現解析、研究総括

[共同研究者]

山下暁朗(横浜市立大学微生物学)
nonsense-mediated mRNA decay(NMD)構成因子の抗体及び siRNA 作成
藤村成剛(基礎研究部)
selenoenzyme 活性測定
出雲周二(鹿児島大学難治ウイルス病態制御研究センター)
病理学的検討

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

メカニズム

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀感受性(susceptibility to methylmercury)、細胞内酸化還元系(cellular redox system)、セレン含有抗酸化酵素群(antioxidant selenoenzymes)、生体ストレス応答(cellular stress response)、細胞内セレン動態(dynamics of cellular selenium)。

[研究課題の概要]

メチル水銀感受性に差のある培養細胞系、メチル水銀中毒モデルラットを用いて、メチル水銀毒性発現の分子基盤に関する研究から明らかになったメチル水銀に対する生体応答の個体差を引き起こす可能性のある分子遺伝学的因子、生化学的因子について検証し、メチル水銀に対する生体応答の差を決定する因子、メチル水銀毒性の個体差を引き起こす因子を明らかにする。

[背景]

これまで、培養細胞系、メチル水銀中毒モデルラットを用いて、メチル水銀毒性発現の分子基盤について検討を続けてきた。その結果、メチル水銀毒性発現には酸化ストレス傷害が *in vitro*, *in vivo* においても重要な役割を果たしている¹⁻⁶⁾が、メチル水銀による酸化ストレス発生メカニズムとして、セレン基に対するメチル水銀の親和性をもたらす細胞内の相対的な活性型セレンの低下により酸化還元系の重要なセレン含有酵素であるグルタチオンペルオキシダーゼ 1(GPx1) やチオレドキシニンリダクターゼ 1(TrxR1)が、mRNA 監視機構である nonsense-mediated mRNA decay (NMD)⁷⁻¹⁰⁾の作動により転写後障害されることが、酸化ストレス発生の引き金として重要であることが示唆された。メチル水銀曝露後早期に発生する酸化ストレスに対し抗酸化防御系で対応できない場合、細胞ストレスシグナル伝達系の活性化が生じ、毒性後期には小胞体ストレスが起こりアポトーシスがもたらされることも明らかになった¹¹⁾。

これまでの結果から、メチル水銀毒性発現の過程でメチル水銀感受性を左右する分子遺伝学的、生化学的因子として、細胞内酸化還元系酵素群(特にセレン含有酵素)、細胞内セレン動態、抗酸化防御予備能があげられる。

[目的]

メチル水銀に対する生体応答の差を引き起こす分子遺伝学的因子、生化学的因子について検討し、メチル水銀毒性に対する感受性、個体差をもたらす因子を明らかにする。

[方法]

1. メチル水銀感受性が低い細胞株におけるメチル水銀曝露後の細胞内酸化還元系の攪乱、抗酸化酵素系の反応、小胞体ストレス防御系、メチル水銀曝露下におけるセレン含有酵素動態に関係するmRNA監視機構であるnonsense-mediated mRNA decay (NMD) について、メチル水銀高感受性の細胞株における応答と比較検討する。
2. 培養神経細胞、astrocyteを用いて、1と同様の検討を行う。
3. 培養細胞、実験動物を用いてメチル水銀感受性を左右する因子を変動させ、メチル水銀毒性に対する影響を検証する。
4. 酸化ストレスと関連する酸化度、還元度、チオール抗酸化バリアについて血液、組織を用いて検討する。

[期待される成果]

メチル水銀毒性の個体差、感受性の差を引き起こす分子遺伝学的、生化学的因子が明らかになり、個々の症例に最も適した予防、治療法を選択する個別化医療に対する有用な情報が得られる。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

メチル水銀高感受性細胞を用いたメチル水銀による酸化ストレス発生メカニズムについての検討から、メチル水銀による酸化ストレス発生の引き金として、セレン基に対するメチル水銀の親和性をもたらす細胞内の相対的な活性型セレンの低下により酸化還元系の重要なセレン含有酵素であるGPx1やTrxR1がNMDの作動により転写後障害されることが重要であることが明らかになった。これまでのデータを「Posttranscriptional defects of antioxidant selenoenzymes cause oxidative stress under methylmercury exposure」というタイトルでまとめ、J

Biol Chemに論文投稿し、acceptされinternetに公開された。

今年度から、メチル水銀高感受性細胞株がアポトーシスを起こすメチル水銀濃度0.4 μM でアポトーシスをおこさないメチル水銀低感受性細胞株において、メチル水銀曝露後の細胞内活性酸素種(ROS)含量、細胞内酸化還元系の攪乱、抗酸化酵素系の反応等について高感受性細胞株との比較検討を開始した。

フローサイトメトリーによる ROS 測定では、メチル水銀曝露後 3-4h 後にメチル水銀高感受性細胞で ROS は増加したが、低感受性細胞株では変化はみられなかった。しかし、7h 後では低感受性細胞株でも、高感受性細胞株よりも程度は少ないが ROS の増加が認められた。

抗酸化酵素系 mRNA 変動の検討では、Mn-SOD は高感受性細胞株でメチル水銀曝露 5h 後に増加したが低感受性細胞株では軽度の増加であった。Cu, Zn-SOD 及び catalase は高感受性細胞株、低感受性細胞株ともそれぞれ 5h 後、9h 後に同様に増加が認められた。セレン含有抗酸化酵素である TrxR1, GPx1 mRNA は、高感受性細胞株、低感受性細胞株いずれでもメチル水銀曝露 3h 後から変動した。低感受性細胞株では、TrxR1 は 3h 後に高感受性細胞株と同様な増加を認めたが、5h 後からは低下した。しかしながら、GPx1 mRNA は、3-9h 後いずれも低下を認めた。

メチル水銀低感受性細胞株でも、高感受性細胞株と同様にメチル水銀で酸化ストレスが発生するがその程度は高感受性細胞株よりも小さかった。セレン含有抗酸化酵素である TrxR1, GPx1 mRNA の変化は同様に早期から認められたが、高感受性細胞株でその変化が持続する一方、低感受性細胞株ではその変動は抑制された。その抑制因子に関しては、今後さらに検討する必要がある。

[備考]

本研究の一部は、科研費基盤研究(C)(平成 20-22 年度)に採択された課題「mRNA 監視機構に起因する神経疾患の病態と治療に関する研究」に含まれる。

[研究期間の論文発表]

- 1) Usuki F, Yamashita A, Fujimura M: Post-transcriptional defects of antioxidant selenoenzymes cause oxidative stress under methylmercury exposure. *J Biol Chem*, 2010 Nov 24 doi:10.1074/jbc.M110.168872.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21106535>
- 2) 山下暁朗、臼杵扶佐子(2010) mRNA 監視機構の生命現象、疾患への寄与とその分子機構. 実験医学増刊「拡大・進展を続ける RNA 研究の最先端」(塩見春彦、塩見美喜子、稲田利文、廣瀬哲郎編集), 羊土社, 134-141.

[研究期間の学会発表]

- 1) Usuki F, Yamashita A, Fujimura M. Methylmercury causes oxidative stress through its posttranscriptional effect on antioxidant selenoenzymes. XVIIth International Congress of Neuropathology, Salzburg, 2010.9.
- 2) Usuki F. Posttranscriptional defects of antioxidant selenoenzymes cause oxidative stress undermethylmercury exposure. NIMD FORUM 2011, Minamata, 2011.1

[文献]

- 1) Usuki F and Ishiura S (1998) Expanded CTG repeats in myotonin protein kinase increases oxidative stress. *NeuroReport* 9:2291-2296.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9694217>
- 2) Usuki F, Takahashi N, Sasagawa N et al. (2000) Differential signaling pathways following oxidative stress in mutant myotonin protein kinase cDNA-transfected C2C12 cell lines. *Biochem Biophys Res Comm* 267:739-743.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10673361>
- 3) Usuki F, Yasutake A, Umehara F et al. (2001) *in vivo* protection of a water-soluble derivative of vitamin E, Trolox, against methylmercury-intoxication in the rats. *Neurosci Lett* 304: 199-203.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11343836>

- 4) Usuki F, Yasutake A, Umehara F, Higuchi I (2004) Beneficial effects of mild lifelong dietary restriction on skeletal muscle: prevention of age-related mitochondrial damage, morphological changes, and vulnerability to a chemical toxin. *Acta Neuropathol*, 108, 1-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15095099>
- 5) 臼杵扶佐子 (2006) メチル水銀による酸化ストレスと神経細胞死. 医学のあゆみ 別冊 酸化ストレス Ver. 2 フリーラジカル医学生物学の最前線(吉川敏一編集)p.431- 434.
- 6) 臼杵扶佐子 (2007) 神経障害をきたす中毒物質「水銀」*Clinical Neuroscience*, 25:877-880.
- 7) Usuki F, Yamashita A, Higuchi I et al. (2004) Inhibition of nonsense-mediated mRNA decay rescues the mutant phenotype in collagen VI-deficient Ullrich's disease. *Ann Neurol* 55: 740-744.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15122717>
- 8) Usuki F, Yamashita A, Kashima I et al. (2006) Specific inhibition of nonsense-mediated mRNA decay components, SMG-1 or Upf1, rescues the phenotype of Ullrich's disease fibroblasts. *Molecular Therapy* 14:351-60.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16807116>
- 9) 山下暁朗、臼杵扶佐子 (2009) NMD による mRNA 排除と疾患--難治性遺伝性疾患治療への試み--. 蛋白質・核酸・酵素増刊 mRNA プログラム多様性と非対称性の獲得戦略(稲田利文、大野睦人 編集), 共立出版,東京,2219-2225.
- 10) 臼杵扶佐子、山下暁朗 (2010) Nonsense-mediated mRNA decay (NMD)による変異 mRNA 排除と疾患. *細胞工学* 29:155-160.
- 11) Usuki F, Fujita E, Sasagawa N (2008) Methylmercury activates ASK1/JNK signaling pathways, leading to apoptosis due to both mitochondria-and endoplasmic reticulum (ER)-generated processes in myogenic cell lines. *NeuroToxicology* 29:22-30.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17920127>

■メカニズムグループ

(3)神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用および毒性軽減に関する研究

Research on effect of methylmercury to neurite outgrowth and relief of toxicity

[主任研究者]

藤村成剛(基礎研究部)

研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

臼杵扶佐子(臨床部)

神経細胞死解析の実施

出雲周二(鹿児島大学)

神経病理解析の実施

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

メカニズム

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、神経細胞の突起形成/伸展(Neurite outgrowth)、毒性軽減(Relief of toxicity)。

[研究課題の概要]

神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用メカニズムを明らかにし、突起形成/伸展を促進する薬剤についてメチル水銀毒性に対する軽減効果を実験的に検証する。

[背景]

メチル水銀は重篤かつ不可逆的な神経機能障害をもたらす。高濃度のメチル水銀は、直接的に神経

細胞死を生じさせるが、比較的メチル水銀濃度が低い場合、神経機能に重要な役割を果たす神経突起(軸索)に障害が起き、神経細胞死に至っていない場合でも神経機能障害が起きることが示唆されている。また、培養神経細胞を用いた実験において、低濃度(100nM)のメチル水銀が、神経細胞死を引き起こす前に神経突起形成/伸展を抑制することが証明されている。¹⁾

以上のことから、メチル水銀によって神経突起形成/伸展が阻害された後でも、神経細胞死に至っていない場合、何らかの薬剤がメチル水銀による神経機能障害を軽減できる可能性が示唆されている。近年、Rho kinase阻害剤をはじめ、神経突起形成に作用する薬剤が、外科的障害による神経障害モデルにおいて神経突起伸展作用による神経再生作用を有することが動物実験において見いだされ、その作用が神経機能障害改善に繋がることが明らかとなった。以上のことは、低濃度メチル水銀によって神経突起形成/伸展抑制がみられる状態でも神経細胞死に至っていない場合、突起形成/伸展作用を有する薬剤がメチル水銀による神経機能障害を軽減する可能性を示唆している。

[目的]

本研究の目的は、メチル水銀による神経機能障害の軽減を可能にするため、神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用メカニズムを明らかにし、さらに突起形成/伸展を促進する薬剤についてメチル水銀毒性に対する効果を実験的に検証することである。将来的には既に確立された実験系においてメチル水銀以外の環境毒(鉛、Rotenone等)、神経変成疾患の原因物質(アミロイド等)の神経突起形成/伸展抑制作用及び薬剤の改善効果についても検討し、環境毒だけではなく全般的な神経機能障害の軽減に繋げることも目的とする。

[期待される成果]

予想される結果と意義としては、メチル水銀による神経機能障害に対するRho kinase阻害薬をはじめとする神経突起形成に作用する薬剤の効果確認は勿論であるが、各種神経突起関連蛋白の定量によって神経突起形成に作用する薬剤のメチル水銀中毒に対する作用メカニズムを解明することにより、メチル水銀中毒の予防や新たな薬剤開発に繋がる可能性もあり、さらに本研究ではメチル水銀だけではなく、他の環境中毒物質(鉛及びパーキンソン病の原因物質の疑いのあるRotenone等)及びアミロイド等の神経変成疾患原因物質による神経変性に対する薬剤効果についても検討することにより、環境毒だけではなく全般的な神経機能障害の軽減に繋がる可能性がある。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

1. 培養神経細胞を用いて、メチル水銀以外の環境毒(無機水銀、鉛、Rotenone、アミロイドβ)についても軸索変性及び神経細胞死作用についての実験を行った。その結果、無機水銀と Rotenone (パーキンソン病の原因候補物質)が、メチル水銀と同様に神経細胞死に先行して Rac1 低下を伴う軸索変性を引き起こすことが明らかになった。また、その軸索変性及び神経細胞死は Rho kinase 阻害剤によって抑制された(図 1、2)。本結果はメチル水銀ばかりではなく無機水銀や Rotenone による神経障害も神経細胞死に至っていなければ、薬剤による治療が可能であることを示唆している。

また、Rac1 と RhoA のメチル水銀毒性における役割をより明確にするため、siRNA を用いて Rac1 または RhoA を選択的に発現抑制し、メチル水銀による軸索変性及び神経細胞死に対する影響について実験を行った。Rac1 の発現抑制はそれ自体で軸索変性及び神経細胞死を引き起こした(図 3)。一方、RhoA の発現抑制はメチル水銀による軸索変性及び神経細胞死を抑制した(図 4)。以上の結果は、メチル水銀による軸索変性及び神経細胞死惹起作用が Rac1 の低下によること、及びメチル水銀による Rac1 低下に対して RhoA も低下させることにより神経伸展/収縮の balan

スを保ち、メチル水銀毒性を軽減できることを示唆している。

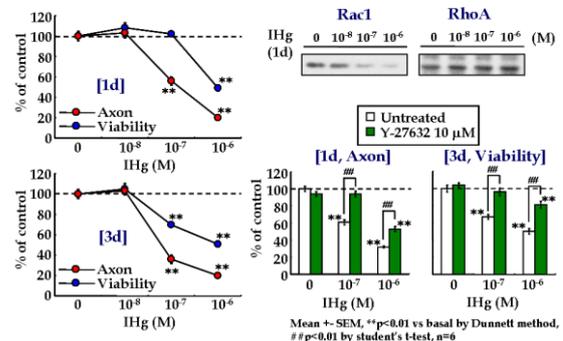


図 1 無機水銀による軸索変性、神経細胞死、Rac1 及び RhoA 発現におよぼす作用と、無機水銀による軸索変性、神経細胞死に対する ROCK 阻害剤(Y-27632)の抑制作用

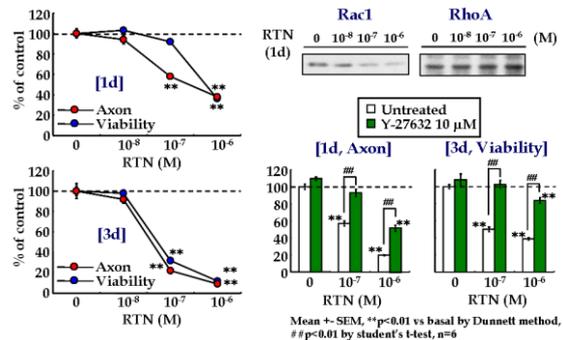


図 2 Rotenone による軸索変性、神経細胞死、Rac1 及び RhoA 発現におよぼす作用と、Rotenone による軸索変性、神経細胞死に対する ROCK 阻害剤(Y-27632)の抑制作用

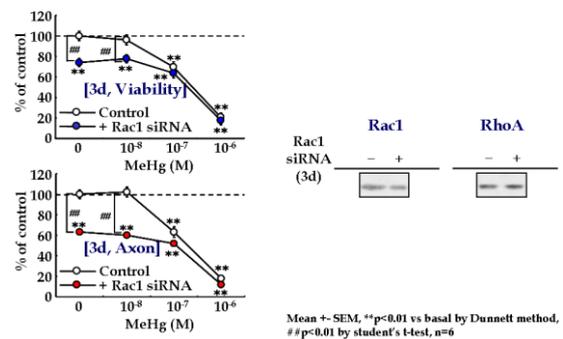


図 3 メチル水銀による軸索変性及び神経細胞死に対する Rac1 選択的発現抑制のおよぼす作用

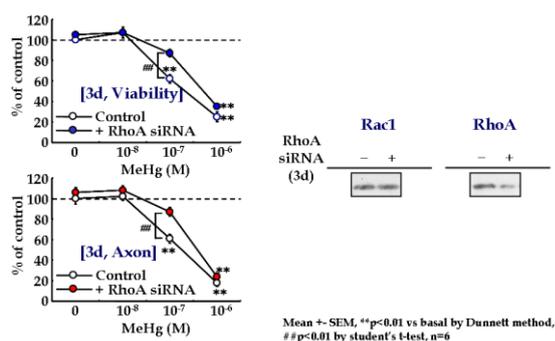


図4 メチル水銀による軸索変性及び神経細胞死に対する RhoA 選択的発現抑制のおよぼす作用

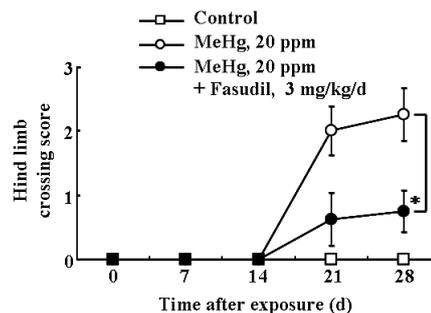


図5 メチル水銀中毒モデルにおける後肢交差に対する Fasudil の抑制作用

2. 培養神経細胞を用いて、メチル水銀毒性に対する神経栄養因子賦活剤 (MCC-257、田辺三菱製薬との共同研究) の毒性軽減効果について実験を行った。しかしながら、MCC-257 は本評価系においてメチル水銀による軸索変性及び神経細胞死に対して抑制作用を示さなかった。MCC-257 の神経栄養因子賦活作用には少量の神経栄養因子の存在が必要だと考えられることから²⁾、今後は評価系にそれ自体では神経障害抑制効果の無い少量の NGF または BDNF (*in vivo* 実験において存在する量) を添加して実験を行う予定である。

3. 実験動物(ラット)を用いた *in vivo* 試験 (20 ppm メチル水銀水の4週間飲水投与) において、メチル水銀毒性に対する ROCK 阻害剤 (Fasudil) の効果について実験を行った。メチル水銀中毒モデルにおける後肢交差症状及び後根神経と脊髄の変性に対して Fasudil (3 mg/kg/d) は抑制作用を示した(図5、6)。以上の結果から、Rho/ROCK 経路の抑制が、*in vivo* においてもメチル水銀毒性の軽減に有効であることが明らかになった。なお、本結果と昨年度に行った培養神経細胞における結果について論文投稿を行い、受理された。(Fujimura M, Usuki F, Kawamura M, Izumo S (2011) Inhibition of the Rho/ROCK pathway prevents neuronal degeneration *in vitro* and *in vivo* following methylmercury exposure. Toxicol. Appl. Pharmacol., 250: 1-9.)

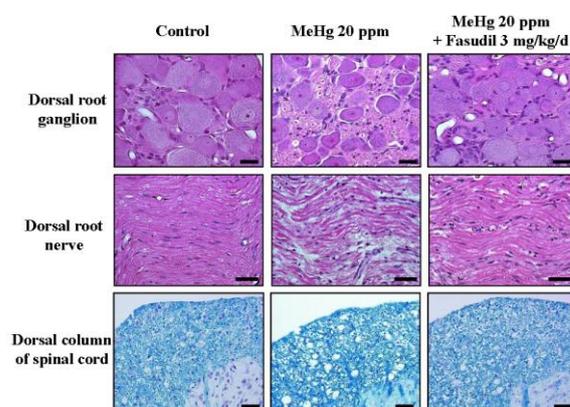


図6 メチル水銀中毒モデルにおける後根神経及び脊髄変性に対する Fasudil の抑制作用

[備考]

本研究の一部は、課題名「環境毒による神経機能障害に対するローキナーゼ阻害薬の効果に関する実験的研究」として、平成 20-22 年度、科学研究費補助金・基盤研究(C)に採択されている。

[研究期間の論文発表]

- 1) Fujimura M, Usuki F, Kawamura M, Izumo S (2011) Inhibition of the Rho/ROCK pathway prevents neuronal degeneration *in vitro* and *in vivo* following methylmercury exposure. Toxicol. Appl. Pharmacol. 250: 1-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20869980>

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Fujimura M, Usuki F, Sawada M, Rostene W, Godefroy D, Takashima A (2009) Methylmercury exposure downregulates the expression of Racl, leads to neuritic degeneration and ultimately apoptosis in cerebrocortical neurons. *Neurotoxicology*, 30: 16-22.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19000711>
- 2) Kakinoki B, Sekimoto S, Yuki S, Ohgami T, Sejima M, Yamagami K, Saito K. (2006) Orally active neurotrophin-enhancing regent protects against dysfunctions of the peripheral nerves in hyperglycemic animals. *Diabetes*, 55: 616-621.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16505223>

■メカニズムグループ

(4)メチル水銀の毒性発現におけるアクアポリンの関与
Involvement of aquaporins in methylmercury toxicity

[主任研究者]

山元 恵(基礎研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

佐々木眞敬(基礎研究部)
動物実験のサポート
丸本倍美(基礎研究部)
病理実験のサポート
中村政明(臨床部)
臨床的な見地からの助言
竹屋元裕(熊本大学)
病理実験のサポート
衛藤光明(介護老人保健施設樹心台)
病理実験結果の解析における助言
川崎安亮(鹿児島大学)
MRI 撮影及び解析
宮本 篤(鹿児島大学)
MRI 撮影及び解析
森 信博(広島国際大学)
薬物動態に関する助言

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

メカニズム

[研究期間]

平成 21 年 7 月－平成 26 年度(5 ㄱ年)

[キーワード]

アクアポリン(aquaporin)、神経毒性(neurotoxicity)、脳浮腫(brain edema)、アストロサイト(astrocyte)、腎毒性(nephrotoxicity)。

[研究課題の概要]

コモンマーモセットを用いたメチル水銀の急性中毒モデルにおいて、アクアポリン(aquaporin:AQP)発現への影響を検討する。併せて、脳浮腫発生への関与についても検討を行う。

[背景]

水やイオンの選択的透過に役割を果たすチャネルタンパク質であるアクアポリン(aquaporin:AQP)は、脳浮腫発生や種々の薬物動態への関与が報告されている。水銀化合物は、*in vitro*において、各サブタイプのAQPの活性を修飾することが報告されているが、メチル水銀の曝露が、*in vivo*におけるAQPの動態に及ぼす影響については報告されていない。

一方、ヒト成人の水俣病の大脳病変では、神経病変の局在性(鳥距野、中心後回、中心前回、横側頭回等の選択的な傷害)が見られることが知られている¹⁾。その原因に関して、急性期の髄質における脳浮腫発生に由来する深い脳溝周囲の皮質の圧迫と、局所の循環障害に依存したメチル水銀の毒性作用の増強、及び神経細胞に選択的傷害が起きるといふ仮説があり、げっ歯類に比べて深い脳溝を持つコモンマーモセットを用いた研究例が報告されている^{2,3)}。

[目的]

コモンマーモセットを用いたメチル水銀中毒モデルにおいて、神経機能障害とAQP発現との関連について明らかにする。さらに、本モデルにおける脳浮腫発生とAQP発現との関連についても検討を行う。

[期待される成果]

メチル水銀曝露による神経機能障害とAQP発現との関連が明らかになる可能性があり、さらに研究を進めることにより、神経病変の局在性の解明への発展が期待される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

平成21年7月より本研究プロジェクトを開始し、マーモセット(予試験-1、-2:各一匹)を用いて、メチル水銀の投与方法、投与量、水銀蓄積量、症状や生体影響の評価法(MRI、免疫組織化学、mRNA発現解析、タンパク質発現解析)に関する予試験を行った。

今年度は二回の予試験(予試験-3、-4)を行い、その結果を元に本試験を行った。

予試験-3:コントロールとメチル水銀投与マーモセットの比較実験(n=1)を行った。メチル水銀(1 mg Hg/kg)を連日投与し(二週間)、さらに無投与期間(二週間)の後に、体重減少、神経症状、ともにコントロールとの違いは観察されなかった。そこで、さらにメチル水銀の再投与(2 mg Hg/kg)を行い、神経症状を呈した時点で解剖を行った。

予試験-4:メチル水銀(コントロール、1.5 mg Hg/kg、2 mg Hg/kg:各一匹)を連日投与し(二週間)、さらに無投与期間(二週間)の後に、解剖を行った(図1、表1)。

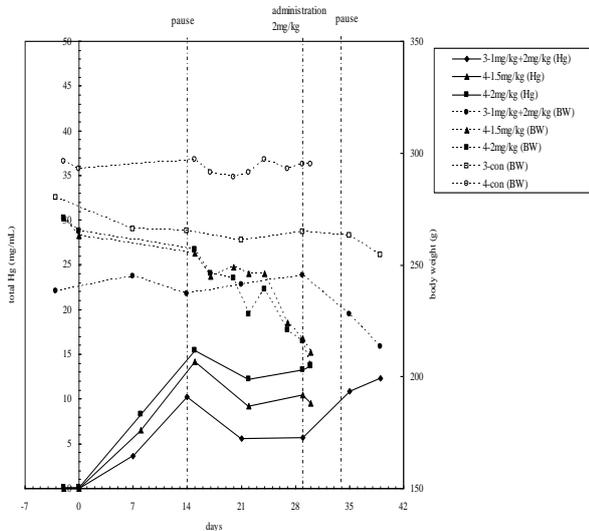


図1 体重変化、血中総水銀濃度

表1 脳組織の総水銀値

組織	水銀濃度(μg/g)
3-Hg :前頭葉	30.5
3-Hg :後頭葉	36.7
3-Hg :小脳	26.9
4-1.5mg/kg :前頭葉	24.2
4-1.5mg/kg :後頭葉	29.2
4-1.5mg/kg :小脳	24.2
4-2mg/kg :前頭葉	33.1
4-2mg/kg :後頭葉	44.4
4-2mg/kg :小脳	35.3

以上の予試験に基づいて、メチル水銀(1.5 mg Hg/kg)二週間投与+二週間の無投与条件により、コントロール及びメチル水銀投与群(n=3)を用いた比較検討を行った。その結果、脳の病理マクロ解析により、三例中二例において、髄質の増加(浮腫)が見られた。脳断面(表面積)における髄質の占める割合は、コントロール群(17.9%、20.3%、20.8%)、メチル水銀投与群(23.9%、20.7%、25.4%)であり、群としての比較には有意差は認められなかったが、病理像の顕著な個体間においては明らかな差異が観察された。脳の各部位(前頭葉、後頭葉、小脳)における水銀値は、後頭葉において、やや高い傾向を示した(図2、表2)。

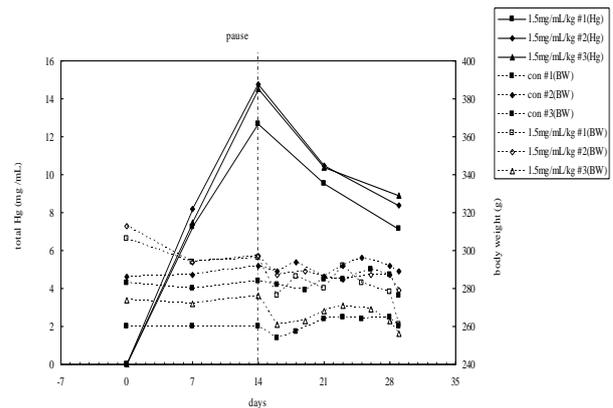


図2 体重変化、血中総水銀濃度

表2 脳組織の総水銀値

組織	水銀濃度(μg/g)
Hg-#1 : 前頭葉	26.0
Hg-#1 : 後頭葉	32.2
Hg-#1 : 小脳	23.5
Hg-#2 : 前頭葉	28.3
Hg-#2 : 後頭葉	32.5
Hg-#2 : 小脳	23.2
Hg-#3 : 前頭葉	25.8
Hg-#3 : 後頭葉	29.5
Hg-#3 : 小脳	21.1

病理解析結果の概要は下記の通りである。詳細な解析(免疫組織化学、mRNA発現解析、タンパク質発現解析)は、現在検討中である。

- アポトーシス:水銀投与群の脳皮質において観察されたが、ごくわずかであった。
- GFAP(アストロサイトマーカー):メチル水銀曝露群の脳皮質において、発現が増強されている傾向が見られた。
- Iba1(ミクログリアマーカー):メチル水銀曝露群の脳皮質において、発現が増強されている傾向が見られた。
- AQP-1:免疫組織化学染色では、メチル水銀曝露群の髄質における発現が強い傾向が見られる個体があった。
- AQP-4:免疫組織化学染色では、コントロール群とメチル水銀曝露群の間に有意な差は検出できなかった。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Takeuchi, T (1968) Pathology of Minamata Disease. In: Minamata Disease (ed. by Kutsuna,

M), Kumamoto University Study Group, Kumamoto, Japan. 141-252

- 2) Eto K, Yasutake A, Kuwana T, Korogi Y, Akima M, Shimozeaki T, Tokunaga H, Kaneko Y (2001) Methylmercury poisoning in common marmosets—a study of selective vulnerability within the cerebral cortex. Toxicologic Pathology 29: 565-573.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11695574>

- 3) Eto K, Yasutake A, Korogi Y, Akima M, Shimozeaki T, Tokunaga H, Kuwana T, Kaneko Y (2002) Methylmercury poisoning in common marmosets – MRI findings and peripheral nerve lesions. Toxicologic Pathology 30: 723-734.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12512874>

2. 臨床グループ Clinical research group

【研究】

水俣病被害者の高齢化に伴い、水俣病による中枢神経障害に起因する症状の他に、変形性頸椎症やメタボリックシンドロームなどによる症状が加わり、臨床的な神経学的所見だけで水俣病を診断することは困難になってきていることから、他の疾患と鑑別するのに有用な水俣病を含めたメチル水銀中毒の客観的診断法の確立が望まれている。

また、近年、水俣病患者の健康管理やリハビリテーションの進め方等、水俣病患者にとってより良い環境作りの構築や後遺症により年々日常生活動作(ADL)が低下している胎児性・小児性水俣病後遺症に対する治療開発が望まれている。

そこで、本研究グループでは、水俣病患者の神経機能の客観的な評価のための脳磁計を用いた脳機能の評価法の確立、機能外科治療などによる胎児性・小児性水俣病を含む神経難病のADLの改善に関する研究を行っている。

当グループの各研究についての平成22年度研究概要は以下のとおりである。

[研究課題名と研究概要]

(1) 水俣病の病態に関する臨床研究

—脳磁計による客観的評価法の確立を中心に—
(プロジェクト研究)

中村政明(臨床部)

水俣病の診断は、疫学的条件と神経症候の組み合わせよりなされているのが現状であり、客観的指標に乏しいことが現在の診断の混迷の原因の一つとなっている。また、水俣病を含むメチル水銀中毒の脳機能の客観的評価法が確立されれば、経時的に水俣病患者の脳機能を客観的に評価することで、

水俣病患者の健康管理やリハビリテーションの進め方等、水俣病患者にとってより良い環境作りを構築していく上で役立つことが期待される。近年、開頭することなく脳の働きを視覚化する技術(非侵襲計測技術)が急速に進歩してきている。そこで、本研究では脳磁計によるメチル水銀中毒の脳機能の客観的評価法の確立を目指している。本年度は、新たなair puff装置の開発と解析法(areal mean signal法)の導入による脳磁計による2点識別覚の評価システム及び末梢から中枢までの感覚刺激の伝播の評価システムを確立した。また、水俣病の病態を明らかにするのに必要な病巣部位が明らかなdisease control(脳血管障害、パーキンソン病、脊髄小脳変性症、糖尿病)の確保のためのネットワークを構築した。

(2) 胎児性・小児性水俣病後遺症に対する治療開発(基盤研究)

中村政明(臨床部)

水俣病、とりわけ胎児性・小児性水俣病の後遺症であるジストニアなどの不随意運動や慢性難治性疼痛はこれまで有効な治療法がなく患者のADLの低下の大きな一因になってきた。近年、前述の症状に対する有効な治療法として機能外科分野が急速に発展してきている。この治療法により、これまで服用してきた薬剤の減量やリハビリの効果が増すことが期待される。そこで、胎児性・小児性水俣病の後遺症に対する機能外科による治療の可能性を探るために、機能外科に関する専門家による機能外科研究班を平成20年度に立ち上げた。本年度は、胎児性水俣病患者が通っている共同作業所で、昨年度行った嚥下機能検査の結果説明及びその所見に基づいた食事指導を行った。検査を受けた後の指導であったため、患者及び

関係者の食事指導に対する理解も得られ、誤嚥もなく、その後の経過は良好である。また、この時に共同作業所のスタッフ及び理事(原田正純先生)と協議を行い、今後情報共有しながら、胎児性水俣病患者のケアを行うことになった。今後、6名の胎児性水俣病患者の下肢の疼痛や両手のしびれに対してX線、MRIなどの検査を行い、機能外科研究班の班会議で診断・治療法についてディスカッションを行う予定である。

【業務】

近年、水俣病は政治的解決に向けて大きく動き出している。臨床部は、この動きを受けて、関係機関と協力して積極的に水俣病対策に関する業務を行っている。胎児性、小児性を中心とした水俣病患者のデイケアを取り入れた外来リハビリテーションに加えてリハビリテーションの啓発活動(リハビリテーション技術講習会及び介助技術講習会)により知識の共有、地域への情報発信を行っている。また、水俣病被害者やその家族に有効な在宅支援の在り方を検討するために介護予防等在宅支援モデル事業を平成18年より3年間行い、平成21年度より、これまでの事業を発展させ、より地域に根付かせるための「介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業」を開始した。さらに、健康セミナーを通じて、メチル水銀汚染地域住民の健康増進に向けても積極的に活動している。

当グループの各業務についての平成22年度業務概要は以下のとおりである。

[業務課題名と業務概要]

(3) 水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信(業務)

臼杵扶佐子(臨床部)

本年度も継続して、生活の質(QOL)の向上を第一の目的に、デイケアの形での外来リハビリテーション(リハ)を週2回行った。筋短縮による足底の腓骨着部

痛に対する疼痛緩和目的で開始したバイブレーション治療が、疼痛の軽減のみでなく痙攣にも有用であることが明らかになり、学会報告、論文投稿を行った。神経路強化的運動療法(川平法)を痙攣性、深部感覚障害の強い症例に実施し、運動機能の改善に有用であった。また、生活に必要な基本動作や摂食・嚥下機能の訓練も強化して実施し、日常生活動作(ADL)能力の向上が得られた。また、地域のリハ、専門スタッフのリハ技術、介助技術の向上を図り、地域住民へ還元することを目的とした介助技術講習会、リハビリテーション技術講習会は3年目となったが、7月に「認知症の本当の理解」というテーマで介助技術講習会を企画、実施した。アンケート結果では参加者に好評で、知識の共有、地域への情報発信につながったと思われる。

(4) 介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業(業務)

中村政明(臨床部)

平成18年度より、水俣病被害者やその家族等の高齢化に伴う諸問題に対して、ADLの改善につながるようなリハビリを含む支援の在り方を検討するために、「介護予防等在宅支援モデル研究事業」を実施してきた。昨年度より、これまでの事業を発展させ、より地域に根付かせるための「介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業」を開始した。水俣では、地域リビングの充実、在宅での引きこもり等の問題に対する相談支援の充実、芦北では、高齢者用に改良されたゲーム機や記憶ゲームなどの30種類以上の遊びや健康管理を通して健康づくりをする「あそびReパーク」の充実、出水地区での「出水リハビリテーションセンター」の自主運営への支援を行い、メチル水銀汚染地域の高齢者の健康増進に寄与している。また、本年度は水俣地区での作業療法の定着のために人材育成も念頭に置いて、「リーダー講習会」(国水研の今までの取り組みや今後の方針、作業療法の内容を

地域のリーダーに説明)を開催した後、全地区で指導を行った。

(5) 健康セミナー(業務)

村尾光治(臨床部)

平成15年度から水俣市芦北郡医師会との共同で、さまざまな疾病に関する知識を提供するとともに、水俣を中心とする地域の「もやい直し」を支援することを目的に健康セミナーを開催してきた。平成22年度は「やせるアイデア30」、「糖尿病」及び「メンタルヘルスケア～心身共に健康に老いるために～『ストレスを知って生き方上手になろう!』」を開催した結果、市民の皆様にかかなりの反響があった。本年度からは昨年の歯科医師会の共催に引き続き薬剤師会の協力を得て開催している。今後も水俣地区住民の健康増進につながるセミナーを3師会と共催して行っていく予定である。

■臨床グループ

(1)水俣病の病態に関する臨床研究－脳磁計による客観的評価法の確立を中心に－ Clinical research on the of Minamata Disease –focus on the establishment of the objective assessment by magnetoencephalography –

[主任研究者]

中村政明(臨床部)
研究の総括、研究全般の実施

[共同研究者]

宮本謙一郎(臨床部)
村尾光治(臨床部)
脳磁計(MEG)、筋電図の測定
宮本清香(臨床部)
水俣病認定患者とのコンタクト、脳磁計(MEG)、
筋電図の測定介助
安武 章(基礎研究部)
毛髪水銀濃度の測定
松山明人(疫学研究部)
劉 曉潔(疫学研究部)
蜂谷紀之(国際・総合研究部)
水俣病認定患者とのコンタクト
三原洋祐(水俣市立総合医療センター)
西田健朗(水俣市立総合医療センター)
谷川富夫(水俣市立総合医療センター)
山田聡子(水俣市立総合医療センター)
木村美紀(水俣市立総合医療センター)
糖尿病、神経疾患の感覚機能の評価
植川和利(国立病院機構 熊本南病院)
神経疾患の脳機能の評価
山城重雄(熊本労災病院)
脳血管障害の脳機能の評価
中西亮二(熊本機能病院)
飛松省三(九州大学)
柿木隆介(生理学研究所)
研究への助言

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

臨床

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病 (Minamata disease)、脳磁計 (magnetoencephalography)、2 点識別覚 (two point discrimination)。

[研究課題の概要]

水俣病を含むメチル水銀中毒の客観的な診断法の確立を最終目的として、本研究では脳磁計(MEG)のメチル水銀中毒の脳機能の客観的評価法としての有用性について検討する。

[背景]

水俣病の診断は、疫学的条件と神経症候の組み合わせよりなされているのが現状であり、客観的指標に乏しいことが現在の診断の混迷の原因の一つとなっている。水銀の人体への曝露量を評価する際に毛髪水銀濃度が有力な指標として使用されているが、慢性期の影響評価には適さないことに加えて、感覚障害、小脳失調、視野・聴覚障害といった水俣病の神経症状の病態を直接反映する指標ではない。また、過去におけるメチル水銀に曝露による健康への長期影響を解明することも、水俣病被害者へのより良いフォローアップを行う上で求められている。

近年、脳磁計(MEG)¹⁾、ポジトロン断層(PET)²⁾など、開頭することなく脳の働きを視覚化する技術(非侵襲計測技術)の進歩により、メチル水銀中毒の脳機能

[区分]

プロジェクト

の科学的な解明が期待されるようになってきた³⁾。

[目的]

近年進歩が著しい脳の非侵襲計測技術の中でも、MEG は、脳を構成する神経細胞が活動する際に発生する磁場を頭外から記録・解析するもので、体性感覚野や視覚野、聴覚野などの脳機能を客観的に評価することが出来る。そこで、本研究は、MEG を用いて、メチル水銀中毒の中核となる中枢性感覚障害の客観的評価法を確立することを目的とする。

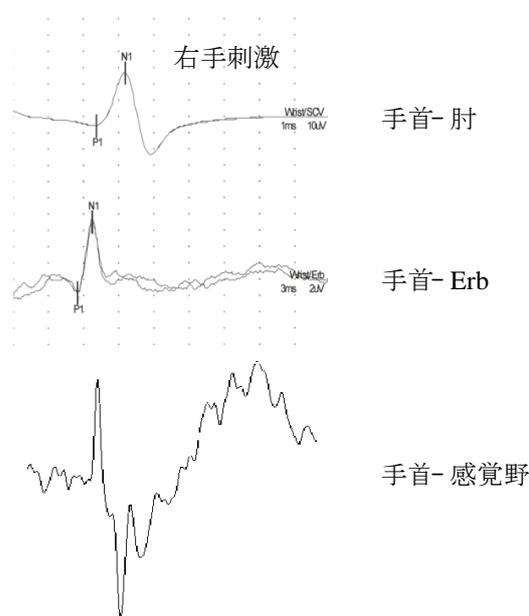
[期待される成果]

MEG を用いた中枢性感覚障害を客観的に評価する方法が確立されれば、混迷している水俣病の診断に寄与するとともに、本法を用いた水俣病発生地域での健康調査を行うことでメチル水銀汚染の実態の解明が期待される。また、経時的に水俣病患者の脳機能を客観的に評価することで、水俣病患者の健康管理やリハビリテーションの進め方等の水俣病患者の健康管理やリハビリテーションの進め方等、水俣病患者にとってより良い環境作りを構築していく上で役立つことが期待される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

1. 新たな air puff 装置の開発:これまでの装置は空気漏れに加えて、化粧のりで手指と装置を密着させていたため、化粧のりが空気孔にこびりつき、air が出にくくなるという欠点があった。そこで、両面テープがはずれやすい素材を用いた装置を作成し、両面テープで手指と機器を密着させ、空気圧を調整することで、空気漏れの問題の克服と被験者のアメニティを確保することが出来た。
2. 2 点識別覚を評価するプログラムの改善:2 点識別覚の評価はミスマッチ反応の原理を用いて行っているが、これまでの方法よりもミスマッチ反応を評価するのに優れている areal mean signal 法を導入した。
3. 末梢から中枢までの感覚刺激の伝播の評価:感覚障害の主体が中枢なのか末梢なのかを評価するために、手首で正中神経の電気刺激を行い、筋電図(肘部及び腕神経叢の Erb 点に記録電極)と脳磁計

の同時測定を行うことで、末梢から中枢までの感覚刺激の伝播を評価することが可能になった(下図参照)。



4. 振戦の解析:メチル水銀中毒では振戦が高頻度に見られるため、その性状について客観的に評価する。姿勢時振戦の評価は CATSYS2000 で、上肢特に手指の巧緻運動機能の評価は上肢運動機能評価システムを用いて行う。また、振戦を呈する代表的な疾患であるパーキンソン病、脊髄小脳変性症にて振戦の程度と指のタッピングによる皮質-筋肉コヒーレンス(脳磁計にて解析)が相関することが知られていることから、本システムの導入を進めている。最終的には、三つの検査所見を統合して、水俣病の振戦の特徴を明らかにしたい。

5. 被験者確保のためのネットワークの構築:

- (1)水俣病患者に関しては、水俣市漁協、センター関係者の紹介、社協関係者からの紹介、地域の神経内科医への患者紹介の依頼などで検査協力に向けて努力を行っている(水俣市の漁業組合の協力で2名、センター関係者の紹介で5名)に実施)。
- (2)糖尿病*に関しては、水俣市立総合医療センターの糖尿病センター長の西田健朗先生から紹介していただくことになった(2名に実施)。
- (3)振戦を呈する代表的疾患であるパーキンソン病、脊髄小脳変性症に関しては、熊本南病院(熊本南部の神経変性疾患の中核病院)の植川和利先生から紹

介していただくことになった。

(4)脳血管障害*に関しては、熊本労災病院(熊本南部の脳血管障害の中核病院)の脳神経外科部長の山城重雄先生から紹介していただくことになった。これまで、右視床出血後遺症(左半身の感覚障害)患者の検査を行ったところ、健側である左半球ではミスマッチ反応が検出されたが、病側ではミスマッチ反応が検出されなかった。本症例は、末梢神経の伝導速度に左右差はなく、左半身のしびれは中枢性の感覚障害であることが確認された。

*糖尿病、脳血管障害は末梢性及び中枢性感覚障害を呈する代表疾患であることから、水俣病の感覚障害の特徴を明らかにするために検査を行った。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) 中里信和 (2006) 脳磁図検査の臨床応用. 神経内科,65: 508-519.
- 2) Miletich R.S (2009) Positron Emission Tomography for Neurologists. Neurol Clin. 27: 61-88.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19055975>
- 3) 鶴田和仁, 藤田晴吾, 藤元登四郎, 高田橋篤史 (2008) 有機水銀中毒患者における体性感覚誘発磁場(SEF)の検討. 第38回日本臨床神経生理学会.

■臨床グループ

(2)胎児性・小児性水俣病後遺症に対する治療開発

Development of treatment for subsequent complications of congenital and infantile Minamata disease

[主任研究者]

中村政明(臨床部)
研究の総括、研究全般の実施

[共同研究者]

宮本謙一郎(臨床部)
村尾光治(臨床部)
脳磁図、筋電図の測定
宮本清香(臨床部)
患者とのコンタクト、脳磁図、筋電図の測定介助
大村忠寛(福岡大学医学部)
後藤真一(牛久愛和総合病院)
齋藤洋一(大阪大学大学院)
平 孝臣(東京女子医科大学)
平田好文(熊本託麻台病院)
深谷 親(日本大学医学部)
藤井正美(山口大学医学部)
藤木 稔(大分大学医学部)
村岡範裕(久留米大学医学部)
山田和慶(熊本大学医学部)
胎児性水俣病患者への治療法の検討

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

臨床

[研究期間]

平成 22 年度ー平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

胎児性水俣病(congenital Minamata disease)、小児性水俣病(infantile Minamata disease)、後遺症(subsequent complications)、機能外科(functional neurosurgery)、経頭蓋磁気刺激(transcranial magnetic stimulation)。

[研究課題の概要]

水俣病、特に重篤な胎児性・小児性水俣病患者の後遺症に対する効果的な治療法を開発する。

[背景]

水俣病、とりわけ胎児性・小児性水俣病の後遺症であるジストニアなどの不随意運動や慢性難治性疼痛はこれまで有効な治療法がなく患者のADLの低下の大きな一因になってきた¹⁾。

近年、前述の症状に対する有効な治療法として、経頭蓋磁気刺激や機能外科分野が急速に発展してきている。経頭蓋磁気刺激は、頭に近づけたコイルから磁場を発生させることで脳に電流を流し、安全に脳細胞に刺激を与える方法で、神経・精神疾患に対して治療的に使用されるようになってきた²⁾。また、機能外科は、神経細胞、神経線維、脊髄、末梢神経などの神経組織に対して直接手術操作を行い、患者の困っている疼痛、不随意運動、痙縮、痙攣などの症状を緩和する治療法である³⁾。

[目的]

胎児性・小児性水俣病の後遺症を改善するために、経頭蓋磁気刺激や機能外科による治療の可能性を検討する。

[期待される成果]

磁気刺激治療や機能外科による治療により、胎児性・小児性水俣病のADLの改善が期待される。また、

この治療法により、これまで服用してきた薬剤の減量やリハビリの効果が増すことが期待される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

本研究の開始にあたり、当センターの倫理委員会より承認を得た。

昨年度、胎児性水俣病の1名に対して嚥下機能検査(造影検査と内視鏡検査)を行った。検査結果及び検査担当医のコメントは当センターのリハビリ担当者に情報提供を行うとともに、6月に患者が通っている共同作業所(胎児性水俣病患者などの障害者が通っている施設)にて、検査結果の説明及びその所見に基づいた食事指導(食事時に汁物、水分にとろみをつけて固形物の摂取後に食べてもらうよう指導)を行った。検査を受けた後の指導であったため、患者及び関係者の食事指導に対する理解も得られ、誤嚥もなく、その後の経過は良好である。また、この時に共同作業所のスタッフ及び理事(原田正純先生)と協議を行い、今後情報共有しながら、胎児性水俣病患者のケアを行うことになった。

8月に打合せを行い、原田先生のアドバイスもあり、6名の胎児性水俣病患者の下肢の疼痛や両手のしびれに対してX線、MRIなどの検査を行うことになった。その後、原田先生の紹介状を受け取り、同意書への署名及び検査希望日を聞くための説明会の開催について、患者、家族、共同作業所のスタッフと調整を行っているところである。現在、検査の実施の目処がたっていないため、1月の機能外科研究班の班会議を延期する予定である。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) 原田正純(2000) 胎児性メチル水銀症候群. 領域別症候群シリーズ. 30 Pt 5, pp. 102-104.
- 2) 大江千廣(2004) 不随意運動外科治療の歴史と

展望. *Clinical Neuroscience* 22 : 1280- 1283.

- 3) 齋藤洋一, 吉峰俊樹(2004) 神経因性疼痛に対する大脳皮質刺激療法. *Clinical Neuroscience* 22 : 1308-1309.

■臨床グループ

(3)水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信

Practice of rehabilitation for patients with Minamata disease and transmission of information on care and rehabilitation

[主任担当者]

臼杵扶佐子(臨床部)

医療相談、身体状況に対する医学的サポート、
リハビリテーションサポート、講習会企画

[共同担当者]

遠山さつき(臨床部)

リハビリテーション全般

宮本清香(臨床部)

看護業務、リハビリテーション補助

[区分]

業務

[重点分野]

地域の福祉の向上に貢献する業務

[グループ]

臨床

[業務期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病患者(Minamata disease patients)、リハビリテーション(rehabilitation)、生活の質(QOL)、日常生活動作(ADL)、情報発信(transmission of information)。

[業務課題の概要]

胎児性、小児性を中心とした水俣病患者の生活の質(QOL)の向上を第一の目的に、デイケアの形で外来リハビリテーション(リハ)を実施する。身体機能や日常生活動作能力(ADL)、精神機能においてリハが必要な方々を対象とし、対象者を生活者として診る視点から

実施する。新手法を積極的に取り入れ、加齢に伴う身体能力や機能の変化に対応したプログラムによる症状の改善と日常生活動作(ADL)改善をめざす。外来リハ参加者の生活の場、即ち自宅や入所施設、日々の活動施設などでの QOL の向上のために、ADL 訓練や介助方法の指導、福祉用具や住環境整備についての指導のために適宜訪問リハを行う。

さらに、水俣病発生地域の医療の一翼を担い、リハ技術、介助技術を地域に普及させるために、介護、リハ、医療関係者を対象にして、第一線で活躍している講師を招き、講習会を開催し、介助技術、リハ技術に関する講演、実技指導により、知識の共有、技術の向上を図る。

[背景]

多くの医療機関や施設では、運営や保険制度上の問題から慢性期(維持期)にある対象者に対して、個々の障害特性にあった十分なリハの提供が難しい状況にある。このような中で、個々の機能及び能力を把握し、それぞれのニーズに即した、機能及び能力の訓練や、達成可能な活動・作業を用いたリハの提供は、保険制度にとらわれない当センターの特徴を活かしたものであり、当センターの役割として重要なことである。

[目的]

身体機能、日常動作能力及び精神機能においてリハが必要な胎児性・小児性を中心とした水俣病患者を対象に、外来リハをデイケアの形で実施し、利用者個々の生活の質の向上、機能の維持をはかる。

リハ効果、その内容及び新しいリハ情報に関して、積極的に情報発信する。

[期待される成果]

リハが必要な胎児性・小児性を中心とした水俣病患

者の生活の質の向上、機能の維持が図れる。胎児性・小児性を中心とした水俣病患者の症状、経過の把握が可能となる。リハ効果、その内容及び新しいリハ情報に関して、地域の専門職へ情報発信が可能となる。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

1. 水俣病患者に対する外来リハの提供

本年度も継続して、デイケアの形での外来リハを、月曜日と水曜日の週 2 回行った。神経路強化的運動療法(川平法)を痙性、深部感覚障害の強い症例に継続して実施し、症状の変化を追った。

また、生活に必要な基本動作や摂食・嚥下機能の訓練も強化して実施し、対象者の ADL 能力の向上が得られた。以下に主な内容と今年度の外来リハ利用者(表 1)を示す。

(1)物理療法

筋短縮による足底の腱付着部痛に対する疼痛目的で開始したバイブレーション治療が疼痛の軽減のみでなく痙縮にも有用であることが明らかになり、「振動刺激による疼痛及び痙縮の緩和が ADL 改善に有効であった胎児性水俣病患者の 1 例」として学会報告、論文投稿を行った。その他、適宜温熱療法や電気治療を実施した。

(2)運動療法

筋力の維持・向上、筋萎縮・関節拘縮予防のため、器具を用いた筋力増強訓練や徒手での関節可動域訓練を実施した。筋緊張の正常化や運動の協調性を向上させるため促通訓練(川平法)を実施し、運動機能の向上、手指機能の改善、移乗時の立位動作の改善に有用であった。また、パワーリハの機器を使用して、全身持久力・筋力の向上を図った。

(3)ADL 訓練

不随意運動のために嚥下障害のある利用者に対し、とろみによる誤嚥予防のみでなく嚥下マニュアルにそった嚥下訓練を実施したことで、食事場面や会話場面での困難さの改善がみられ、QOL の向上につながった。また、起居動作が全介助であった利用者に対し体幹の促通訓練と合わせ基本動作の訓練を実施し、その介助量が大幅に軽減された。さらに、姿勢改善に

つながるクッションの相談指導、車椅子調整など適宜行ったが、安静時や活動時の姿勢の調整を行うことで、ADL の改善につながった。

(4)手工芸

QOL の向上を目的に、楽しみながら脳機能の賦活、巧緻動作、協調運動の維持・向上を図るため、手工芸を用いた訓練を実施。利用者は完成作品を家族や知人にプレゼントするといった目的を持って作業に取り組んでいる。また、他者から作製依頼もある等、作業への意欲向上につながっている。さらに習得した作品の作り方を他者に教えるなど、社会的交流の手段となり、交流の拡大が図れている。

(5)訪問リハ

外来リハにより個人の機能及び能力を把握したうえで実際の生活の場でも安全かつ快適な動作を行えるよう、訪問による動作指導や介護者への介助指導、物的環境の調整などを、対象となる 3 例に実施した。さらに、加齢による機能低下に伴う問題として姿勢の崩れによる変形や疼痛があるため、それらの進行を防止するための適切なクッションの使用や車椅子調整などについて指導した。

(6)2011 年カレンダーの作製

外来リハでのさまざまな活動を盛り込み、当センターのリハ活動を広く理解していただくという目的を持って、今年度もカレンダーを作製した。他の施設からの送付依頼もあるなど、外来リハでの活動を多くの方々に理解していただく契機となっている。さらにカレンダーに外来リハ利用者の写真を用いることで、リハへの意欲向上に結びついている。

表1 今年度の外来リハ利用者

年齢	性別	移動手段	ADL 状況
60	女	車椅子	要介助
55	女	車椅子	要介助
55	男	車椅子	要介助
58	男	独歩	要監視
59	女	独歩	
59	男	独歩	
56	女	独歩	
51	女	独歩	

(平成22年12月15日現在)

2. 地域との連携

他施設から当外来リハを利用されている利用者の生活の場での QOL の向上をはかるため、施設側との情報交換を密に行うようにし、利用者の抱えている問題点の解決に努めた。また保健所を中心とした水俣・芦北地区水俣病被害者等保健福祉ネットワークへ参加し、連携を図った。

3. 講習会の開催

(1) 第3回介助技術講習会

7月に九州保健福祉大学准教授で作業療法士の小川敬之先生を講師として、高齢者の医療・福祉に関わる方、介護職従事者及び一般の方を対象とした介助技術講習会を開催した。テーマは、「認知症の本当の理解」であったが、88名の方の参加があった。一般の方の参加も多く、毎回参加されている方も増え、本講習会も少しずつ地域に根付いてきているようで、アンケートの結果や感想でも好評であった。

(2) 第3回リハビリテーション技術講習会

第3回リハビリテーション技術講習会は、「呼吸リハビリテーションの理論と技術」というテーマで作業療法士、理学療法士、言語療法士、看護師を対象に講演と実習を4月2日に行う予定で準備を進めている。

[業務期間の論文発表]

- 1) 遠山さつき、宮本清香、臼杵扶佐子: 作業療法を用いた介入により社会適応行動が改善した軽度精神発達遅滞を伴う成人例. 作業療法 30:213-218, 2011.

- 2) 遠山さつき、臼杵扶佐子: 振動刺激による疼痛及び痙縮の緩和が ADL 改善に有効であった胎児性水俣病患者の1例. 総合リハビリテーション 2011 in press.

[業務期間の学会発表]

- 1) 遠山さつき、臼杵扶佐子: 振動刺激による疼痛及び痙縮の緩和が ADL 改善に有効であった胎児性水俣病患者の1例. 第32回九州理学療法士・作業療法士合同学会, 沖縄, 2010.11.

■臨床グループ

(4)介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業

Community development project for home care support including health care practice

[主任担当者]

中村政明(臨床部)

業務の統括、地域福祉活動への参加

[共同担当者]

宮本謙一郎(臨床部)

出水の看護業務、リハビリテーション補助

宮本清香(臨床部)

地域リビングでの出張リハビリ、地域との連携
遠山さつき(臨床部)

地域リビングでの出張リハビリ

田代久子(水俣市社会福祉協議会)

水俣での活動の責任者

川畑 智(芦北町社会福祉協議会)

芦北での活動の責任者

[区分]

業務

[重点分野]

地域の福祉の向上に貢献する業務

[グループ]

臨床

[業務期間]

平成 22 年度ー平成 23 年度(2 ヶ年)

[キーワード]

水俣病(Minamata disease)、地域福祉(area welfare)、介護予防(care prevention)。

[業務課題の概要]

介護予防等在宅支援モデル研究事業(平成 18 年から 20 年)の実施により進められ地域との交流及び福祉活動の成果をより実践的に実施し、介護予防在宅

支援事業が地域社会に根付いた活動となることを目指した業務である。

[背景]

水俣病の公式確認(1956年5月1日)以来、すでに約 50 年近く経過しようとしている現在も未解決で困難な問題を多々残している。さらに老化に伴い、水俣病患者の日常生活能力の低下と共にそれを支える家族の負担が指摘されている。しかしながら、メチル水銀の影響による神経症状の緩和や介護予防については、これまであまり取り組みがなされていないのが現状である。

こうした状況を踏まえ、国水研では平成 18 年度より 3 年間、水俣病被害者やその家族等の高齢化に対応するために ADL の改善につながるようなリハビリを含む支援のあり方を検討するために、介護予防等在宅支援モデルを実施してきたところである。

[目的]

これまでの実績を踏まえて、さらに介護予防事業が水俣病発生地域に根付くように、『介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業』として、実証事業を実施する。

[期待される成果]

本事業が地域に根付くことで、地域全体で水俣病患者を含めた高齢者を支援していくための仕組みが構築されることが期待される。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

本事業は基本的に委託事業であるが、本年度は各事業計画、予算に関してヒアリングを行い、予算の効率化を図るとともに、本事業終了後の事業計画についても検討を行った。水俣市、まどか園、芦北町ともに事業の継続を希望されており、自主運営に向けて準備が進みつつある。

今年の取り組みは以下のとおりである。

【水俣】:参加者数は 9555 名、施設の視察者数は 97 名であった。

地域リビング活動を 18 ヶ所(平成 21 年度:17 ヶ所)で実施した。地域リビング運営委員会を設置し、円滑な地域リビングの運営を行った。また、新たに地域リビングのメニューに「まあるい心の講座」、「メイク&タクティールケア」、「絵手紙教室」を追加した。

また、地域リーダーとなる人材の育成を目的とした研修の実施や水俣市の福祉の充実のための計画・実施を行うための「まちづくり推進委員会」(国水研から中村が参加)の運営を行った。

【まどか園】:参加者数は 3475 名、相談者数は 870 名であった。

これまでの事業の効果を低下させることなく、飽きのこない充実したプログラムの取り組みとして、活動時期の設定や内容について検討や改善の工夫を行った。具体的には、他施設への参加や関係機関との調整の実施、専任講師によるプログラムの改善やボランティアの育成、パンフレット配布による地域住民への周知活動、在宅訪問などを取り入れた相談支援事業の積極的な実施を行った。

【芦北】:参加者数は 3118 名、施設の視察者数は 143 名、各種講演・研修会参加者数は 6008 名であった。

対照地区の 23 地区(平成 21 年度:20 地区)に加えて、不定期で施設を使用する一般地区の 35 地区、地元公民館で活動する自主開催地区の 3 地区で活動を行った。身体機能の維持・改善のために、効果的なリハビリテーション(パソコンや配布資料を作成し、視覚的な学習を導入)や実技を積極的に取り入れ、参加者の学習記憶・運動記憶を高め効果的に介護予防戦略へとつなげた。認知機能面の維持・改善のために、音楽に対して力を注ぎ、「歌唱」「トーンチャイム」「手話」を用いながら「注意障害」に対するアプローチを行った。「あそび」を取り入れた口腔機能へのアプローチも実施した。また、地域間連携として、「支援センターまどか」と連携強化を図り、定期的に交流を行った。

次に国水研自身の本事業への参加活動を述べる。水俣市に関しては、まちづくり推進委員会(企画委員も兼任)に参加し、水俣の福祉活動の充実に寄与して

いる。

また、昨年度、水俣市の地域リビングの一環として、当センターから湯の児及び湯堂公民館で行った「手工芸を用いた脳トレ」が好評であったため、本年度は全 18 地区で自立した脳トレができるよう、人材育成も念頭に置いて、「リーダー講習会」(国水研の今までの取り組みや今後の方針、脳トレの内容を地域のリーダーに説明)を開催した後、全地区で脳トレを実施した。「出水リハビリテーションセンター」での作業療法も順調に行われた。また、年に一回報告会を行うことで、他の地区の事業のいい点をメニューに取り入れたり、地域間連携がみられるなどの効果がみられた。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

なし

■臨床グループ

(5)健康セミナー Health seminars

[主任担当者]

村尾光治(臨床部)
業務の総括

[共同担当者]

中村政明(臨床部)
業務のサブリーダー
辻 勇(国際・総合研究部)
業務のサポート
渡邊浩行(国際・総合研究部)
業務のサポート
水俣市芦北郡医師会
健康セミナーの共催

[区分]

業務

[重点分野]

地域の福祉の向上に貢献する業務

[グループ]

臨床

[業務期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水銀(Mercury)、健康(Health)。

[背景]

水俣病被害地域においては、水俣病の後遺症に加え、高齢化に伴う一般的な病の合併症による日常生活能力の低下が大きな不安となっているおそれがある。これらを取り除くための一つの手段として健康セミナーが有効と思われる。

[目的]

水俣病被害地域住民の健康不安を取り除くために、水俣市芦北郡医師会との共同開催で、さまざまな疾病に関する知識を提供するとともに、住民の交流を通じて、水俣を中心とする地域の「もやい直し」を支援することを目的に、健康セミナーを開催している。

[期待される成果]

住民へ健康に関する知識・情報を提供することで健康不安の解消につながるものと思われる。

[平成 22 年度の業務成果の概要]

第 20 回(平成 22 年 8 月 8 日)は「やせるアイデア 30」の演題で堤隆治先生(堤整形外科クリニック院長)に講演していただいた。聴衆は 70 名で、熱心に聴いていただいた。

第 21 回(平成 22 年 11 月 27 日)は地元医師会・歯科医師会の協力により「糖尿病」のテーマで 7 名の先生に講演していただいた。参加者は 118 名で糖尿病への関心度の高さが窺えた。

第 22 回(平成 23 年 3 月 26 日)は「メンタルヘルスケア～心身共に健康に老いるために～『ストレスを知って生き方上手になろう！』」の演題で島村佳子先生(熊本産業保健推進センター相談員)に講演していただいた。聴衆は、70 名であった。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

なし

3. リスク認知・情報提供グループ

Working group on risk recognition and information service

魚食に由来する微量メチル水銀摂取に対する関心が世界中で高まってきており、様々な情報が取りざたされており、中には解釈の偏ったものも含まれる。本研究グループでは、メチル水銀摂取の現状並びにそのリスクレベルを正確に認知し、正確かつ的確な情報を発信することを目的とする。

当グループの各研究についての平成 22 年度研究概要は以下のとおりである。

【研究】

[研究課題名と研究概要]

(1) クジラ多食地域におけるメチル水銀曝露に関する研究(プロジェクト)

安武 章(基礎研究部)

平成 21 年度と同様に 6 月から 8 月にかけて 728 名(男 349 名、女 379 名)の毛髪と 111 名(男 48 名、女 63 名)の血液を採取し、水銀濃度を分析した。平均毛髪水銀濃度は平成 21 年度に比べると男で 9%、女で 6%低めであった。血液試料については、東大にてセレン分析を行っている。9 月と 11 月には和歌山県立医大の協力を得て、137 名(男 84 名、女 53 名)を対象に神経内科診察を行い、診察結果に基づき、筋電図(18 名)、頭部 MRI(7 名)、頸椎 MRI(8 名)及び腰椎 MRI(8 名)の検査も行った。小児科健診については、平成 23 年度からの開始を前提として調整中である。

太地町漁協から提供された魚介類試料については、総水銀濃度を測定し、クジラ・イルカの試料については、総水銀、メチル水銀濃度及びセレン濃度の分析過程にある(RS-10-06)。また、冬季調査を含む平成 21 年度の調査結果については、報告書を作成し、国水研ホームページに掲載し、太地町及びマス

コミに対して説明会を開いた。

(2) 水銀の調査・研究拠点化プロジェクト(プロジェクト)

佐々木真敬(主任企画官)

水俣病の被災地にある、そして世界で唯一の水銀に特化した研究所である国水研として、世界の水銀の研究を振興させる役割を果たすことは、使命である。

国水研では、過去の調査・研究の財産や経験を活かし、国内外の水銀研究の推進機能、アーカイブ機能、レビュー機能、データベース機能、研修機能等を充実させ、世界の水銀関係の研究を振興する中核的基地、すなわち水銀の調査・研究の拠点化としての機能整備が進められてきた。しかしこれまでは、これらの機能を各々個別の課題として取り上げ、対応してきたため、十分な成果は得られていない。今後、国水研としてやるべき、かつ、国水研でしかできない業務として、これらの機能整備を統合的かつ横断的に推進する。

(3) 妊婦・胎児のメチル水銀とその他の重金属曝露評価に関する研究(基盤研究)

坂本峰至(国際・総合研究部)

“胎児期・乳児期別における母親由来金属の児体内蓄積に関する研究”

メチル水銀(MeHg)は生物濃縮性が高く、主として魚介類の摂取を介して人体へ取り込まれ、中枢神経、特に胎児脳への影響が強く現れる。また、胎児や授乳中の乳児は MeHg、鉛(Pb)、ヒ素(As)、カドミウム(Cd)、セレン(Se)に主に母親経路で曝露されている。本研究では、これらの金属の経胎盤移行性と乳児期における変動について、母体血、臍帯血、3 ヶ月齢の

乳児(この間は殆ど母乳のみで育てられている。)における赤血球中での各金属の濃度を検討した。Hg と Se は臍帯赤血球中の濃度が母体赤血球中の濃度より高く、特に Hg は約 1.6 倍上回っていた。Pb と As の臍帯赤血球中の濃度は母体血のそれの約 6 割、Cd は約 2 割であった。また、3 ヶ月間の授乳期間を経た後の児の赤血球中濃度は出生時点と比べ Hg、Se 及び As で約半減し、Pb と Cd はほとんど変化がなかった。

(4) セレンによるメチル水銀毒性抑制及びセレンと水銀のヒトや海洋生物での存在形態に関する研究
(基盤研究)

坂本峰至(国際・総合研究部)

課題 1 “脳の発達期ラットにおけるメチル水銀(MeHg)中毒発現に対するセレノメチオニン(SeMet)の防御効果に関する研究”

MeHg曝露で観察される、大脳皮質と線条体における神経変性及びグルタチオンペルオキシダーゼ(GSH-Px)活性低下及び血漿中酸化ストレス値(活性酸素・フリーラジカルによる副産物であるヒドロペルオキシド量)の上昇は、SeMetとの同時曝露で抑制された。一方、SeMet群では、血漿のT-Bil上昇といった肝障害を示唆する変化が観察されたが、MeHgとの同時曝露により抑えられた。今回の結果は、MeHgによる神経細胞死がSeMetの同時投与によって抑制されたことを示す最初の報告と考える。

課題 2 “クジラ多食住民の血中水銀とセレン濃度を測定し、その集団のセレンレベルと水銀とセレンの相関”

太地町住民における血中水銀濃度は男が女より約 2 倍高かった。一方、セレン濃度は男女でほぼ同じで、日本人の平均値よりはやや高かった。血中水銀濃度とセレン濃度は男女ともに正の相関を示した。これらのことから、太地町住民は血中水銀濃度が高いほど

同時にメチル水銀の毒性予防効果が期待されるセレン濃度も高いと言える。

課題 3 “太地町で良く消費されている魚介類 8 種における総水銀濃度”

厚生労働省が取りまとめている魚介類の水銀濃度と同様であり、特に特徴的なものは無かった。高めの魚種は 0.3 µg/g を超えていたカツオ(Bonito)とビンナガ(Tunnus alalunga)であった。

(5) 毛髪水銀分析を介した情報提供(基盤研究)

安武 章(基礎研究部)

平成 22 年には、国水研及び情報センター来訪者(一般公開、健康セミナーを含む)、外部機関からの試料送付及び出張分析で、計 1600 名余りの毛髪水銀濃度を分析し、測定結果を各個人に通知した。

メチル水銀の基礎知識に関する情報パンフレット「水銀と健康」(日本語版)の改訂版を発行し、英語版の改訂作業に着手した(年度内発行予定)。

毛髪水銀濃度にみられる男女差の原因を探る目的で、熊本市の学生ボランティア(男女各 25 名)について、メバチマグロ肉摂食前の毛髪試料、及び摂食前後の血液試料を採取し、総水銀濃度を測定した。

しかしながら、現時点で水銀濃度の毛髪/血液比、メチル水銀の体重当たりの付加量に対する血中水銀濃度の上昇幅などの毛髪水銀濃度の男女差を説明する有意の差は認められていない。

(6) 臍帯血メチル水銀濃度と母子の健康影響についての定量的評価に関する研究(基盤研究)

蜂谷紀之(国際・総合研究部)

東京/佐渡コホートで得られた臍帯血メチル水銀濃度と母親並びに出生児の健康状態に関するデータについて、子どもの感染症リスクについて定量的に解析した。臍帯血メチル水銀と小児感染症の関係については、重回帰分析により次のような結果が得られた。

託児所・育児施設の利用、臍帯血メチル水銀濃度、受動喫煙(1歳まで)が小児の発熱頻度と有意の正の相関を示し、兄弟姉妹なし、夫の年収が有意の負の相関を示した。このうちメチル水銀濃度を除く変数に関して標準化(調整)した発熱回数について、Murata(秋田大)のSPBSを用いてベンチマーク解析を行った。この結果得られたベンチマークドース(BMD、BMDL)は、すでに得られている半定量解析の結果と矛盾しないものであった。一方、臍帯血メチル水銀濃度に対する調整後の小児発熱頻度の用量反応曲線は線形を示し、明確な閾値を有していない可能性も示された。

(7) 低濃度メチル水銀の健康リスクに関する情報の発信とリスク認知に関する研究(基盤研究)

蜂谷紀之(国際・総合研究部)

環境イベント参加者を対象に、毛髪水銀測定を含む体験型リスクコミュニケーション調査を実施し、408名の参加を得た。参加者には、毛髪採取時に低濃度メチル水銀リスクに関する意識調査を実施し、毛髪水銀濃度測定結果は第2アンケートとともに参加者に郵送した。第2アンケートでは、自身の毛髪水銀濃度測定結果に対する受け止め方を調べるとともに、低濃度メチル水銀の健康影響に関するエビデンスリストに基づいたリスク情報を提示し、その認知性などについて調査した。先行研究で得られた毛髪水銀測定プログラム参加者のリスク認知などについての結果をまとめ、体験型リスクコミュニケーションとしての有効性を検証した。

(8) フレンチギアナ河川汚染による人体への健康影響に関する実験的研究(基盤研究)

藤村成剛(基礎研究部)

本年度は妊娠ラットを用いて、汚染魚の胎児影響に関する実験を行った。比較対象として、フレンチギ

アナ汚染魚と共にマグロなどの水銀濃度が高い魚類やサケなどの水銀濃度が低い魚類を比較対象として、行動(運動量、短期記憶、協調運動)の測定を行ったが、無処置対照群との間に優位な変化は観察されなかった。なお、ミトコンドリア機能等を毒性指標とした毒性発生メカニズム解析については、共同研究者が実施中である。

また、既知の環境汚染物質以外の物質についての解析については、文献調査及び外部研究者への相談を行った。しかしながら、分析分野の専門家の同意を得られず(実施には膨大な時間がかかるが、成功確率が低い)、実施には至らなかった。

なお、平成21年度に実施したマウスの成体期曝露の実験については、論文が受理された。

(Bourdineaud JP, Fujimura M, Laclau M, Sawada M, Yasutake A. Deleterious effects in mice of fish-associated methylmercury contained in a diet mimicking the Western populations' average fish consumption. Environ. Int., in press.)

【業務】

[業務課題名と業務概要]

(9) 水俣病情報センターにおける資料整備ならびに情報発信(業務)

蜂谷紀之(国際・総合研究部)

水俣病等に関する学術研究資料等を保管・管理する行政機関の施設として、法律等の規定に則り、水俣病情報センター資料室の運用を行った。目録内容及び検索システムを整備した。情報センターの展示については、科学的専門的な検討を加え、設備の経年劣化及び来館者ニーズにも配慮して更新内容の概要を検討し、企画入札により実施業者を決定し、展示を更新した。

(10) 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査(業務)

藤村成剛(基礎研究部)

本年度は、インドネシア(男性 31 人、女性 14 人)、ブラジル(男性 65 人、女性 97 人)、仏領ギアナ(男性 14 人、女性 15 人)及び韓国(男性 661 人、女性 635 人)の 4 ヶ国から毛髪が提供があった。それぞれの毛髪について水銀量を測定し、提供者にデータを返信した。

1) インドネシアの毛髪は金採掘従事者を含む住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 29.9 ppm、女性で平均 10.6 ppm であった。総水銀量が 10 ppm 以上を示すサンプルのメチル水銀量/総水銀量は 10.0% 以下であったことから、今回得られた毛髪水銀値は、金採掘時における毛髪への水銀蒸気等の付着による外部曝露を反映しているものと考えられた。

2) ブラジルの毛髪はアマゾン州に居住する原住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 9.7 ppm、女性で平均 7.9 ppm であった。本地域では金採掘が行われているが、原住民は金採掘を行っていないことから、今回得られた毛髪水銀値は、金採掘による水銀汚染魚を摂取したことによる内部曝露を反映しているものと考えられた。

3) 仏領ギアナの毛髪は金鉱山河川下流(上部マローニ地方)の原住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 8.9 ppm、女性で平均 10.0 ppm であった。総水銀量が 10 ppm 以上を示すサンプルのメチル水銀量/総水銀量は 90% 以上であったことから、今回得られた毛髪水銀値は、金採掘による水銀汚染魚を摂取したことによる内部曝露を反映しているものと考えられた。

4) 韓国の毛髪はソウル市周辺地域の住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 1.4 ppm、女性で平均 1.3 ppm であった。本地域では金採掘は行われておらず、化学工場による汚染も報告されてい

ない。よって、本毛髪水銀値は、通常の魚食を反映しているものと考えられた。

(11) 水俣病剖検例の病理組織標本の永久保存を目指したデジタル化(業務)

丸本倍美(基礎研究部)

水俣病剖検例の病理組織標本をデジタル化することにより永久保存し、後世に残す資料とすること、また、デジタル化した標本をインターネット上で公開し、水俣病の病理標本を世界中の研究者及び学生が教育資料として利用できるようにすることを目的とし本業務を実施している。今年度はアトラス形式の症例報告を胎児性及び小児性それぞれ 2 例作成した。また、バーチャルスライド形式の公開用病理組織標本のデジタル化を小児性 5 例、成人性 2 例実施した。合わせて永久保存用病理組織標本のデジタル化を小児性 5 例実施した。

■リスク認知・情報提供グループ

(1)クジラ多食地域におけるメチル水銀曝露に関する研究
Studies on methylmercury exposure in whale-eating district

[主任研究者]

安武 章(基礎研究部)
曝露評価、リスクコミュニケーション

[グループ]

リスク認知・情報提供

[共同研究者]

中村政明(臨床部)
神経内科検診、脳機能の画像検査
蜂谷紀之(国際・総合研究部)
データ解析、リスクコミュニケーション
坂本峰至(疫学研究部)
生物試料水銀等分析
佐々木眞敬(基礎研究部)
企画・調整、疫学研究倫理
近藤智善(和歌山県立医科大学)
神経内科診察及び神経影響の評価
竹下達也(和歌山県立医科大学)
公衆衛生学の観点からの助言
小西行郎(同志社大学)
小児の神経発達の評価
村田勝敬(秋田大学)
メチル水銀の健康影響の評価
吉村典子(東京大学)
疫学の観点からの助言
渡辺知保(東京大学)
血中セレンの検討
太地町役場
太地町漁協
和歌山県新宮保健所

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、毛髪水銀 (Hair Mercury)、クジラ・イルカ (Wales/Dolphins)、健康影響 (Health Effects)、脳磁図 (Maganetoencephalography)。

[研究課題の概要]

和歌山県東牟婁郡太地町から調査要請を受け、住民のメチル水銀曝露状況を把握した上で、健康影響の評価を行う。

[背景]

クジラ、イルカなどの海洋哺乳動物の中には、マグロ、カジキなどの大型肉食魚を上回る水銀濃度を示すものが知られている。和歌山県東牟婁郡太地町は伝統的に捕鯨を主要産業としており、食文化として鯨肉食が根づいている地域である。平成 21 年度のスクリーニング的な調査では、住民の一部には国内の他地域には見られない高濃度メチル水銀曝露が確認されており、神経症状発現の下限値である 50 ppm¹⁾を上回る毛髪水銀濃度も散見される。しかしながら、診察したどの住民にもメチル水銀摂取に起因すると考えられる症状は認められていない。また、血液(全血)では、セレン濃度が水銀濃度と相関することを確認している。

[区分]

プロジェクト

[目的]

太地町住民を対象にメチル水銀による健康影響の有無を精査すると同時に、クジラ・イルカを含む魚食とメチル水銀摂取に関する正確な情報を提供する。

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[期待される成果]

太地町のようなメチル水銀高濃度曝露集団は世界にも類がなく、そこで最先端の神経内科の診断技術を導入して健康影響の有無を調べることで、日本人の食生活で重要な位置を占める魚食の安全性に対するクライテリアの確立に繋がることが期待される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

平成 21 年度と同様に 6 月から 8 月にかけて、町の健診等に際して、724 名(男 347 名、女 377 名)の毛髪と 111 名(男 48 名、女 63 名)の血液を採取し、総水銀濃度を分析した。平均毛髪水銀濃度(男 9.86 ppm、女 6.22 ppm)は平成 21 年度(男 11.0 ppm、女 6.63 ppm)よりも低めであった。両年度で重複している住民 485 名(男 230 名、女 255 名)について平均値の 1 年間の変化をみると、男で 11.7 ppm → 10.7 ppm、女で 6.87 ppm → 6.80 ppm と、それぞれ 8% 及び 1% の減少を示した。毛髪/血液比(平均値:男 277、女 289)に有意の性差は認められなかった。血液試料については、東大でセレン分析の過程にある。9 月と 11 月には和歌山県立医大の協力を得て、137 名(男 84 名、女 53 名)を対象に神経内科診察を行った。結果の統計処理は解析の過程にある。また診察結果に基づき、筋電図(10 名)、頭部 MRI(5 名)、頸椎 MRI(2 名)及び腰椎 MRI(3 名)の検査も行った。

小児科健診については、平成 23 年度からの開始を前提として調整中である。

太地町におけるメチル水銀摂取源を調査するため、太地町漁協から提供された魚介類の総水銀濃度を測定した(RS-10-06 参照)。クジラ・イルカの試料については、分析の途中にある。また、クジラ肉を用いての動物実験については、対象動物(コモンマーモセット)がクジラ肉飼料を摂食することを確認したのみで、メチル水銀濃度 10 ppm Hg 以上のクジラ肉が入手できなかったため、曝露実験は行っていない。

なお、冬季調査を含む平成 21 年度の調査結果については、報告書を作成し、国水研ホームページに掲載した。報告書の内容については、太地町及びマスコミに対して説明会を開いた。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 「日本における現在のメチル水銀摂取と健康影響」日本薬学会第 131 年会、シンポジウム:身近な生活環境における重金属曝露と健康影響
2011 年 3 月(静岡)

[文献]

- 1) WHO (1990) IPCS Environmental Health Criteria 101 Methylmercury. World Health Organization, Geneva.

■リスク認知・情報提供グループ

(2)水銀の調査・研究拠点化プロジェクト

Global Center of Excellence Project on Mercury Research and Investigation

[主任担当者]

佐々木眞敬(主任研究企画官、基礎研究部)
業務の総括

[共同担当者]

村尾光治(臨床部)
業務のサブリーダー
国水研全職員
業務担当

[区分]

業務

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究
メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[業務期間]

平成 22 年度－平成 24 年度(3 ヶ年)

[キーワード]

研究拠点 (Center of Excellence)、メチル水銀 (Methylmercury)、水銀 (Mercury)、調査・研究 (Research and Investigation)。

[業務課題の概要]

国水研の水銀の調査・研究の推進機能、アーカイブ機能、レビュー機能、データベース機能、研究・研修員受け入れ機能等を強化・充実させて、世界の水銀の調査・研究の拠点、すなわち Center of Excellence を実現すること。

[背景]

国水研は、「水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理、提供を行うこと、及びこれらに関する研修の実施」を目的として設置されている。特に、水銀に関する世界で唯一の専門研究機関という存在からすれば、水銀を巡る地球規模での動向、生態系内での動態、個体レベルでのリスク評価、分子レベルでの作用メカニズム、さらには水銀による公害被害についての社会学的アプローチまで、広範な分野からのアプローチをバランスよく進めていくことが期待される。しかしながら、限られた人財と資源から、国水研内で、これらの分野を網羅的に、調査・研究を行うことは不可能である。

そこで、水俣病の被災地にあり、そして世界で唯一の水銀に特化した研究所である国水研として、その調査・研究の財産や経験を活かし、国内外の水銀の調査・研究の推進機能、アーカイブ機能、レビュー機能、データベース機能、研究・研修員受け入れ機能等を強化・充実させ、世界の水銀の調査・研究を振興させる役割を果たすことは、国水研の使命である。

しかしこれまでは、これらの機能を各々個別の調査・研究の課題として取り上げ、対応してきたため、十分な成果は得られていない。今後、国水研としてやるべき、かつ、国水研でしかできない業務として、これらの機能の整備を高い視野から統合的かつ横断的に推進すべく立案した。

[目的]

国水研を世界の水銀の研究の中核的基地、すなわち世界の水銀の調査・研究の拠点化を図り、世界の水銀の調査・研究を振興させる役割を果たすこと。

[期待される成果]

水銀の調査・研究に有用な情報を提供し、国内外の水銀研究の振興により、公害、特に水銀による環境汚染や公害の再発の防止に寄与すること。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

1. プロジェクト組織・体制の構築のための検討

(1) 国水研の所有情報の調査

国水研にはどのような情報がどのような状態であるか整理するために、国水研が所有している情報を調査した。

1) 国水研の組織情報: 組織、職員、予算、中長期計画、年報、研究・業務内容、研究評価、機関評価等。

2) 研究成果: 論文、報告書、NIMD フォーラム、国際水銀会議、総合的水銀研究推進事業、水銀分析マニュアル、水銀研究レビュー。

3) 水銀と健康知識の啓蒙: 広報誌、水銀と健康誌、ニュース解説、水俣病 Q&A、各種講演会・セミナー情報。

4) 図書室

a) 国水研図書検索システム: 下記の所蔵図書、雑誌、所蔵文献をデータベース化し、イントラネットで検索できるシステムがある(2009年12月システム更新)。内容は公表されている書誌情報であるため、国水研 HP にて外部から利用できるようにすることは可能である。

・所蔵図書、雑誌: 約 4,000 件(水俣病情報センターに保存)

・所蔵文献: 水銀関連が 10,000 件

b) 文献デジタル化: 水銀、水俣病関連の 2625 件の文献が TIF ファイルにてデジタル化されている。年代は 1938 年から 1995 年までの文献がある。デジタル化された論文のリストに論文タイトルが記載されていないため、データベース化には追加作業が必要である。

5) 水俣病情報センター

・和書: 3,523 冊

・洋書: 899 冊

・水俣病関連新聞切り抜き記事(1977~): 約 450 冊、約 12,500 記事を所蔵している。これらの新聞記事はデジタル化とリスト作成によるデータベース化の作業が進められている。水俣市立水俣病資料館所蔵の約 2,500 件(1954-1972 年)、水俣病情報センター所蔵の約 10,000 点(1972 年-)について、画像の TIF ファイル化、リストの作成、リストへの記事見出しのテキスト入力作業が行われており、1989 年まで終了している。

・滝澤行雄氏 寄贈新聞切り抜き記事(1979~1989 年): 81 冊。上記の新聞記事と重複が多いため、このまま保存が良いと思われる。

・その他

映像資料、録音資料、NIMD フォーラム資料、個人寄付資料等

(2) 水銀研究の動向の調査(表 1)

水銀の調査・研究の全体像からみた国水研の課題について把握するため、まず最初の取り組みとして本年度は 2009 年に中国、貴州省で開催された 9th International Conference on Mercury as a Global Pollutant (ICMGP) の発表内容について、Analytical chemistry、Atmosphere、Biogeochemistry、Contaminated Sites、Health、Politics & Social に分類し、その発表数について検討した。また、水銀の調査・研究の動向を知るため 2001 年(6th)水俣市での ICMGP の発表数とも比較した。2009 年の発表数は 890 演題で、その分野は Biogeochemistry が 49%と半数近く占めた。これを、2010 年の国水研の調査・研究課題の率と比較すると、ICMGP に比べ国水研では Biogeochemistry は 8%と低値であり、逆に Health が 63%と高値であった。また、ICMGP の 2001 年と 2009 年の発表数を比べると Biogeochemistry、Contaminated Sites 等の環境関連演題の増加に比べ、Analytical chemistry、Health 関連の演題の減少がみられた。

表 1 ICMGP2001 (n=579)、2009 (n=890)での発表分野及び国水研(2010)における水銀研究分野(24 課題)の割合(%)

Classification of research	ICMGP 2001	ICMGP 2009	国水研 2010
Analytical chemistry	17	6	0
Atmosphere	11	16	8
Biogeochemistry	33	49	8
Contaminated Sites	9	13	13
Health	27	12	63
Politics, Social	3	3	24

2. 他組織、施設等への視察調査

原爆放射線医科学研究所(原医研)及び国立環境研究所(国環研)を訪問した。

(1)原医研

原医研では所蔵する一部の資料を電子化し、以下の5種類のデータベースを構築・公開している。

- 1)「原爆・被ばく」をキーワードとする新聞切り抜き記事(S42年からS54年の中国、朝日、毎日、読売新聞)
- 2)米国陸軍病理学研究所が収集し、持ち帰った原爆被ばく直後の広島の写真及び関連する病理学写真等
- 3)原医研が所蔵する図書・雑誌の書誌情報
- 4)原爆被爆物理試料データ
- 5)米国及び旧ソ連核実験実施記録データ

前述の通り、国水研においても水俣病に関する新聞切り抜き記事を保有しており、データベース化を前提として、デジタル化を進めている。原医研の上記1)の新聞記事切り抜きデータベース構築について調査した結果、プライバシーチェックと新聞社の了解を得ることが課題であるが、原医研の例もあり可能性はあると思われた。

(2)国環研

国環研は客員研究員等を含め、約850名の研究者を擁する日本の環境研究の中核である。その情報関連業務を一手に担っているのが、環境情報センターである。情報センターは環境に関する情報を収集し、それを整理・加工してインターネットなどにより広く手依拠・普及することが目的である。総員31名、内11名が正職員で他が契約職員である。主な業務を以下に示す。

- 1)環境情報の提供・普及
- 2)研究成果の発信
- 3)研究支援

各種コンテンツ、データベースや研究支援システムなどは、基本的にすべて環境情報センターで企画・作成し、html化などの実務は契約職員が担当している。その後、情報小委員会のチェック後、公開されている。国水研においても、情報発信の充実するためには、専任の職員の配置が必要と思われた。

3. 水銀の調査・研究の各機能の今後の国水研での

在り方の検討

(1)水銀研究レビューの有用化

国水研のホームページには環境省による「水俣病に関する総合的研究」事業において、平成13年度から平成21年度まで行われた水銀研究レビューを環境省及び主任研究者の了解を得て掲載している。2009年度の研究年次評価において指摘されたように、これまでの水銀研究レビューはPDF表示であり、全文のキーワード検索ができない。本年度はすべての水銀研究レビューについて、PDF表示に加えhtml表示を追加して、検索機能を強化した。また、レビュー内に記載されている文献の内、PubMedに要旨が掲載されている文献については、リンク先をクリックすると要旨が新しいタブで表示されるようにリンクを貼った。

(2)水銀の分析・研修機能の充実

水銀の低濃度曝露の健康影響や空気、水等における環境動態の調査・研究において、新しい分析方法の開発や分析感度の向上は今後ますます発展が必要とされる研究分野である。また、国水研の水銀、特にメチル水銀の分析技術レベルは高いが、その技術は主に国水研の調査・研究のみに利用されている。さらに、その技術を途上国などに提供するための、分析技術の研修も一部の研究者が研究の時間を割いて対応している。

そこで、国水研は分析法の研究開発や、世界各国からの水銀分析の請負と分析技術の研修機能の一層の充実を図るべきと考える。世界で唯一の水銀に特化した調査・研究機関として、その基盤となるべき分析法の研究を継続することは必須である。一方、UNEP等国際機関や途上国からの試料の水銀分析を請け負うことで、分析の信頼性確保、分析法の画一化が得られ、施策に対して正確な情報提供が可能となる。また、JICA等を通じた途上国へのメチル水銀分析技術移管が必ずしも成功していないことから、現地では総水銀を測定して、メチル水銀については、国水研で引き受けることも意義があると思われる。さらに、外部研究者の水銀分析の研修についても、受け入れ体制を強化し、一層充実した研修を実現すべきと考える。

(3)地域福祉研究機能の強化・推進

「水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法」の施行により地域再生・振興の施策が本省により進められている。水俣病発生地域にある国水研としては、長年の患者さんのリハビリや社会学的研究を通じた経験を、地域住民に見える形で、活かすことが必要である。そこで、有効な地域福祉の具体的なかたちを模索する地域福祉研究機能を一層強化/推進して、地域住民や本省の施策に貢献すべきと考える。また、水銀の正しい科学情報を一般市民にも理解できる形で発信することも地域再生への道の一つと考える。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

- 1) 佐々木眞敬:水銀による健康影響に関する最近の話題について. 第 151 回日本獣医学会、シンポジウム「メチル水銀の有害作用と毒性発現機構の最新知見」, 東京, 2011. 3.

■リスク認知・情報提供グループ

(3)妊婦・胎児のメチル水銀とその他の重金属曝露評価に関する研究

Exposure assessment of methylmercury and other heavy metals in pregnant women and fetuses

[主任研究者]

坂本峰至(国際・総合研究部)
研究の総括、研究全般の実施

[共同研究者]

安武 章(基礎研究部)
サンプル採取の共同実施
河上祥一(福田病院)
サンプル採取
窪田真知(筑紫クリニック)
サンプル採取
村田勝敬(秋田大学)
統計解析の助言
赤木洋勝(国際水銀ラボ)
保存臍帯中メチル水銀測定
佐藤 洋(東北大学)
研究助言

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[研究期間]

平成 22 年度ー平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、重金属 (Heavy metals)、胎児 (Fetus)、妊娠 (Gestation)、曝露評価 (Exposure assessment)。

[研究課題の概要]

最も感受性の高い時期であると言われている胎児期やそれに準ずる乳児期におけるメチル水銀 (MeHg) を始めとする各重金属の曝露評価に関する研究を総合的に進める。そのことで、今まで明らかになっていなかった点についてヒトのサンプルを用いた研究で明らかにする。

[背景]

MeHg を始めとする有害な物質は胎盤や母乳を介して胎児や乳児に移行する。我々の動物及びヒトの研究で胎児期には MeHg は母親から胎児に移行しやすいが、母乳からは殆ど移行しないという結果を得、食品安全委員会や厚生労働省のリスク評価会議でもその研究結果が取り上げられた。MeHg や他の重金属の胎児期や乳児期の曝露評価の検討は次世代を担う、感受性が高い児の脳を守る目的でのリスク・マネジメント上も重要な研究である。

[目的]

MeHg は児に高く移行し、乳児への移行は非常に低いことを報告してきた。他の金属に関しても同様な検討を行う。又、胎盤や妊娠期間中に伸びた爪を用いた、児のメチル水銀曝露評価指標としての意義を検討する。更に、不知火海沿岸住民の MeHg への曝露実態をより詳細に検討するために引き続き保存臍帯を集めて最終年に解析を行う。

[期待される成果]

臍帯、胎盤、爪の水銀値測定意義が明らかになる。これらの研究で妊婦や胎児の MeHg や重金属の曝露評価がより適切となり、胎児期・乳児期別の重金属別リスク・マネジメントが可能となる。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

“胎児期・乳児期別における母親由来金属の児体内蓄積に関する研究”

MeHg は生物濃縮性が高く、主として魚介類の摂取を介して人体へ取り込まれ、中枢神経、特に胎児脳への影響が強く現れる。また、胎児や授乳中の乳児は MeHg、鉛(Pb)、ヒ素(As)、カドミウム(Cd)、セレン(Se)に主に母親経路で曝露されている。本研究では、これらの金属の経胎盤移行性と乳児期における変動について、母体血、臍帯血、3 ヶ月齢の乳児(この間は殆ど母乳のみで育てられている。)における赤血球中での各金属の濃度を検討する。方法：福岡県宗像市で、16組の出産時母体血と臍帯血及び3ヶ月における乳児の血液を採取した。水銀(Hg)は原子吸光法、他の金属はICP-MSで測定した。結果：母体赤血球、臍帯赤血球、乳児赤血球中金属の平均濃度と標準偏差(ng/g)を表1に示した。

Table 1. Mean±SD (ng/g) of Hg, Pb, As, Cd, and Se in maternal, cord and infant (3 mo) RBCs.

n=16	Hg	Pb	As	Cd	Se
Materna	8.19	24.34	7.01	2.85	246.16
1 RBCs	±3.43	±10.75	±4.45	±0.89	±26.52
Cord	12.98	14.07	4.33	0.55	279.52
RBCs	±5.42	±4.33	±2.97	±0.09	±40.01
Infant	6.87	16.05	1.95	0.61	211.53
RBCs	±2.37	±1.95	±0.67	±0.11	±30.24

母体と臍帯赤血球中の濃度の相関係数は表 2 に示したように Cd を除き強い相関であった。

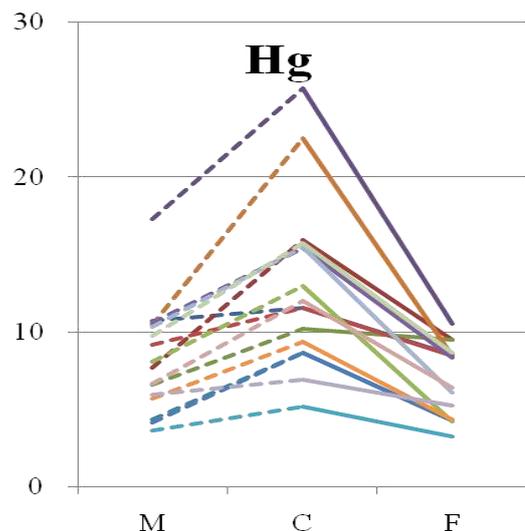
Table 2. Correlations coefficients of Hg, Pb, As, Cd, and Se among maternal, cord and infant (3 mo) RBCs

Metal	Maternal - Cord	Maternal - Infant	Cord - Infant
Hg	0.88	0.74	0.69
Pb	0.74	0.48	0.62
As	0.88	0.099	0.046
Cd	0.075	0.103	0.56
Se	0.67	0.74	0.72

図 1 に示したように Hg と Se は臍帯赤血球中の濃度が母体赤血球中の濃度より高く、特に Hg は約 1.6 倍上回っていた。Pb と As の臍帯血赤血球中の濃度は母体血のそれぞれの約 6 割、Cd は約 2 割であった。ま

た、3 ヶ月間の授乳期間を経た後の児の赤血球中濃度は出生時点と比べ Hg、Se 及び As で約半減し、Pb と Cd はほとんど変化がなかった。

考察：胎児期及び乳児期に児は母親の栄養に依存し、これらの金属も母体経路で児へ移行するが、各金属で児への異なる曝露パターンを示した。特に妊娠後期の胎児脳は MeHg に対する感受性が高いと言われている上に、MeHg は母親より高い濃度で蓄積するので注意が必要である。しかし、通常での魚介類摂取における MeHg 曝露は比較的低濃度であることに加え、乳児期には生後 3 ヶ月で血中 MeHg 濃度が半減するので胎児期ほどの注意は必要ないと考えられる。Cd は胎盤透過性が非常に低く、血中 Cd 濃度は乳児期にも低いまま推移するという独特のパターンを示した。他の金属は、胎盤がこれら金属の胎児への移行をある程度制限する役割を果たしており、更に、乳児期においては大きな血中濃度の変動は無い。以上より、胎児期には MeHg の曝露に関する注意が必要である。しかし、特段の汚染が授乳中の母親に無い限り、母乳で育てる場合に、特定の金属が児に特に高濃度で蓄積する危険性は少ないと考えられた。



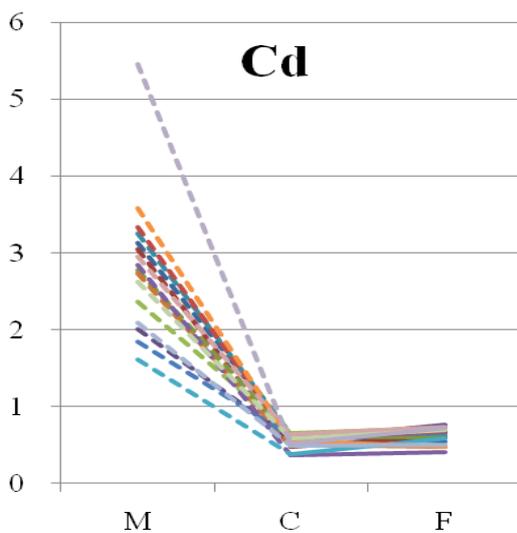
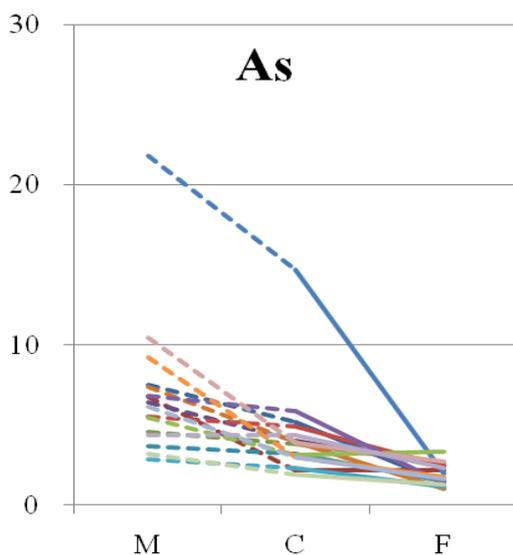
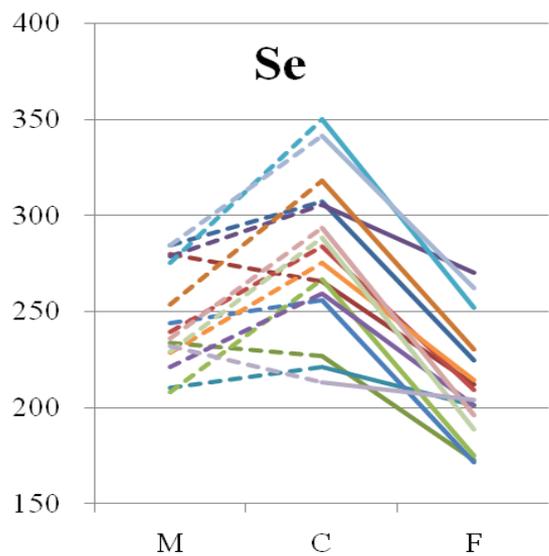
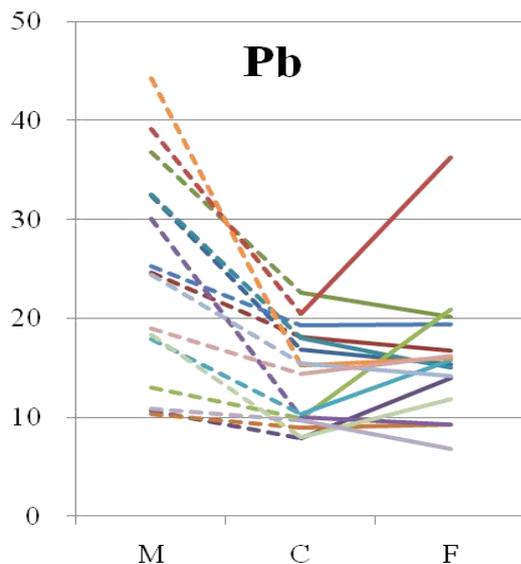


Fig. 1 Changes in Hg, Pb, As, Cd, Se concentrations in maternal (M), cord (C), 3 month infant (F) RBCs.

[研究期間の論文発表]

- 1) Sakamoto M (1st), Murata K, Kubota M, (他 2 名). Mercury and heavy metal profiles of maternal and umbilical cord RBCs in Japanese population. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2010 ;73(1):1-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19819550>
- 2) 村田勝敬、坂本峰至、佐藤 洋: メチル水銀曝露の多様性と健康リスク、特集;環境リスク、公衆衛生 Vol 74, 279-283, 2010.
- 3) 坂本峰至: メチル水銀. 食品安全ハンドブック、食品安全編集委員会編、丸善, 118-120, 2010.
- 4) 坂本峰至、佐々木眞敬: メチル水銀. 広範囲血液・尿化学検査、免疫学的検査(2)ーその数値をどう読むかー、日本臨床. 68 巻増刊号 1, 576-580, 2010.
- 5) 坂本峰至、山元 恵: 微量元素をめぐる動向 3 水銀(メチル水銀). *食品衛生研究.* 60(12), 35-41, 2010.

[研究期間の学会発表]

- 1) 坂本峰至、村田勝敬、窪田真知、仲井邦彦、佐藤洋: 胎児期・乳児期別における母親由来金属

- の児体内蓄積に関する研究. 第 81 回日本衛生学会総会, 2011.3.(予定).
- 2) 坂本峰至, 村田勝敬, 河上祥一, 仲井邦彦, 佐藤洋: 妊婦と胎児におけるメチル水銀と DHA 濃度の関連—魚食の risk と benefit. 第 80 回日本衛生学会総会, 2010.4.
 - 3) Sakamoto M. Relationship between methylmercury and DHA in Pregnant Women and fetuses: The risks and benefits of fish consumption. International Union of Toxicology (IUTOX), the XII International Congress of Toxicology, July 19-20 2010, Barcelona.
 - 4) Sakamoto M. Health Risks of Methylmercury with Special Reference to Fetus. GOLDSCHMID 2010. June 13-18, 2010. Knoxville, Tennessee.
 - 5) Iwasaki Y, Sakamoto M, Nakai K, Oka T, Deshimaru M, Iwata T, Satoh H, Murata K. (2003) Estimation of daily mercury intake from seafood in Japanese women: Akita Cross-Sectional Study. *Tohoku J Exp Med* 200, 67-73.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21432302>
 - 6) Sakamoto M, Kubota M, Matsumoto S, Nakano A, Akagi H. (2002) Declining risk of methylmercury exposure to infants during lactation. *Environ Res* 90, 185-189.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12962403>
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12477463>

[文献]

- 1) Sakamoto M, Kaneoka T, Murata K, et al. (2007) Correlations between mercury concentrations in umbilical cord tissue and other biomarkers of fetal exposure to methylmercury in the Japanese population. *Environ Res*. 103(1):106-11.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16650842>
- 2) Sakamoto M, Kubota M, Liu XJ, Murata K, Nakai K, Satoh H. (2004) Maternal and fetal mercury and n-3 polyunsaturated fatty acids as a risk and benefit of fish consumption to fetus. *Environ Sci Technol* 38, 3860-3863.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15298193>
- 3) Sakamoto M, Yasutake A, Satoh H. (2005) Methylmercury exposure in general populations of Japan, Asia and Oceania. Dynamics of mercury pollution on regional and global scales: atmospheric processes and human exposures around the world. *N. Pirrone & K.R. Mahaffey (Eds) Springer* p125-146.
- 4) Sakamoto M, Kubota M. (2004) Plasma fatty acid profiles in 38 pairs of maternal and umbilical cord blood samples. *Environ Health & Prev Med* 9, 67-69.

■リスク認知・情報提供グループ

(4)セレンによるメチル水銀毒性抑制及びセレンと水銀のヒトや海洋生物での存在形態に関する研究

Protective effect of selenium against methylmercury toxicity and co-existence of mercury and selenium in human and sea-mammals

[主任研究者]

坂本峰至(国際・総合研究部)
研究の総括、研究全般の実施

[共同研究者]

安武 章(基礎研究部)
サンプル採取の共同実施
動物実験共同実施
Laurie Chan(カナダ・ブリティッシュコロンビア大学)
動物実験共同実施
山元 恵(基礎研究部)
動物実験共同実施
赤木洋勝(国際水銀ラボ)
メチル水銀測定
安永玄太、藤瀬良弘(日本鯨類研究所)
鯨類の生物情報共有
岩崎俊秀(水産総合研・洋水産研究所)
鯨類の生物情報共有
柿田明美(新潟大学)
実験動物の組織学的検索
渡辺知保(東京大学)
実験動物のセレン濃度検索
丸本倍美(基礎研究部)
衛藤光明(介護老人保健施設 樹心台)
竹屋元裕(熊本大学)
バンク棟試料の処理
中野篤弘
研究アドバイス
村田勝敬(秋田大学)
統計解析の助言
佐藤 洋(東北大学)
研究助言
中村政明(臨床部)
太地町サンプル採取の共同実施

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、セレン(Selenium)、胎児(Fetus)、毒性(Toxicity)、曝露評価(Exposure assessment)。

[研究課題の概要]

セレンは必須微量元素で、水銀化合物の毒性防御作用が期待されている元素である。我々は先の研究(Sakamoto et al, 2010)で妊婦血液における水銀とセレン正の相関を持って存在することを明らかにした。

また、鯨類の中には高濃度の水銀とセレンを含むものがあり、鯨類の中セレンの存在意義としてメチル水銀の毒性抑制効果が期待される。

本研究では、自然界に存在する毒性の低いセレンであるセレノメチオニンでラット新生仔を用いてメチル水銀の毒性抑制効果を検討する。また、クジラを多食する集団や魚介類・鯨類で水銀とセレンの存在について検討する。一方、人工的メチル水銀汚染の場合の水俣における水銀とセレンに関する歴史的曝露背景の研究も行う。

[背景]

メチル水銀 (MeHg) は中枢神経毒性を有し、特にヒトでは胎児の発達期脳は感受性が高いことが知られている。また、セレン (Se) は必須微量元素で自然界において水銀 (Hg) と共存し、海洋哺乳類の組織やその多食住民には共に高濃度で存在することから、その役割が注目されてきた。加えて、1970 年代に Se が Hg 化合物の毒性発現抑制効果を持つことも知られるようになり多くの研究が行われてきた。しかし、無機 Hg と異なり、MeHg の毒性に対する Se の抑制効果と機構については諸説あり十分には解明されていない (NRC、2000)。

[目的]

動物実験では、自然界由来の毒性が低いセレンメチオニンを用いて、メチル水銀毒性抑制効果に関し大脳皮質に障害を生じる脳の発達期のモデル・ラットで実験的に検証する。水銀とセレンの生体内存在形態に関してヒト (血液、臍帯) と海洋生物 (魚・鯨・肉・臓器) での検討を行う。ヒトでの検討は一般人と太地町高濃度水銀曝露集団の血液での比較を行い、クジラ類を多食する集団のセレン濃度とメチル水銀濃度との相関を検討する。鯨類では鯨の臓器ごとに総水銀、メチル水銀、セレン濃度を測定し、それらの関連を検討する。また、加えて、各種クジラ類の肉質中水銀の化学形態別分析、セレンの分析検討を、生物学的情報 (体長、性別、成熟度、可能なものは年齢) を加味して検討する。採集個体の生物学的情報 (体長、性別、成熟度、可能なものは年齢) を加味した検討とする。更に、水俣病発生当時のリサーチリソースバンクに保存されている試料で自然界由来と人工汚染によるものとの違いがあるかどうかを検討する。

[期待される成果]

自然界由来の人体内でメチオニンと結合したセレンに発達期の脳のメチル水銀毒性抑制作用が認められる。また、自然界のメチル水銀曝露では、メチル水銀とセレンが共存するか、もしくは双方ともに高い状態が起こっており、自然界ではセレンがメチル水銀の毒性発現抑制的に働いている可能性が示唆される。一方、

水俣におけるメチル水銀汚染ではセレンが同時に増加するような状況は起こっておらずメチル水銀だけが突出している状況が確認される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

成果 1: 発達期脳におけるメチル水銀毒による神経細胞死に対する食物由来セレンの抑制効果

Se が MeHg の毒性発現をある程度抑制するという報告はあるが、実際に脳での神経細胞死を抑えるという報告は無い。本研究では、我々が開発した大脳皮質に病変を惹起し得る、胎児性水俣病モデル・ラットを用いて、発達期の脳に細胞死を引き起こす比較的高用量のメチル水銀毒性に対するセレンメチオニン (SeMet) の抑制効果とそのメカニズムに関する検討を行う。

方法: 哺乳ラット (14 日齢、雄) をコントロール、MeHg 単独、SeMet 単独、MeHg + SeMet 同時投与の 4 群 (10 匹/群) に分けた。MeHg (8 mg Hg/kg/day) は当モルシステインを含む 50% コンデンスミルクを含む溶液として、SeMet (2 mg Se/kg/day) は水溶液として投与前に調整し、それぞれ 10 日間連続経口投与した。MeHg + SeMet 群においては、SeMet 投与 30 分後に MeHg を投与し、その翌日解剖した。

結果: コントロール群と比較して、体重と肝重量の低下が MeHg と SeMet 群で起こったが、同時曝露群ではこれらの低下が抑制された (Fig.1)。MeHg 単独曝露に比べて、同時曝露群では大脳皮質と小脳で総水銀 (THg) 濃度が上昇し、血液と腎臓では減少し、無機水銀 (IHg) 濃度は腎臓を除く、大脳皮質、小脳、肝臓で増加していた。更に、各臓器では IH の % が上昇し Se による脱メチル化の亢進が示唆された (Fig.2)。MeHg 群では大脳皮質と線条体における神経変性が認められ、SeMet との同時曝露で抑制された (Fig.3)。肝臓と血液のグルタチオン量 (GSH) の低下が MeHg 群で見られたが、SeMet との同時曝露で抑制された (Fig.4)。肝臓と大脳でグルタチオンペルオキシダーゼ (GSH-Px) 活性低下が MeHg 群で見られたが、SeMet との同時曝露で抑制された (Fig.5)。また、Me 投与群で血漿中酸化ストレス値 (活性酸素・フリーラジカルによる副産物であるヒドロペルオキシド量) の上昇

が観察されたが、SeMetとの同時曝露で抑制された。一方、SeMet群では、肝重量の低下と血漿のT-Bil上昇といった肝障害を示唆する変化が観察されたが、MeHgとの同時曝露により抑えられた。

考察: 今回の結果は、脳中水銀濃度は高くなるにも関わらず、MeHgによる神経細胞死がSeMetの同時投与によって抑制されたことを示す最初の報告と考える。その効果はMeHgの中枢への移行抑制によるものではなく、組織内でのMeHgとSe化合物 (SeMetから派生) との相互作用によるものと推察される。また、同様な理由と思われるが、SeMet投与による肝障害はMeHgの同時投与によって抑えられた。今回、MeHgは脳での酸化防御システムを脆弱化させる作用があることも認められ、それに対してもSeMe投与は防衛的に働いていた。

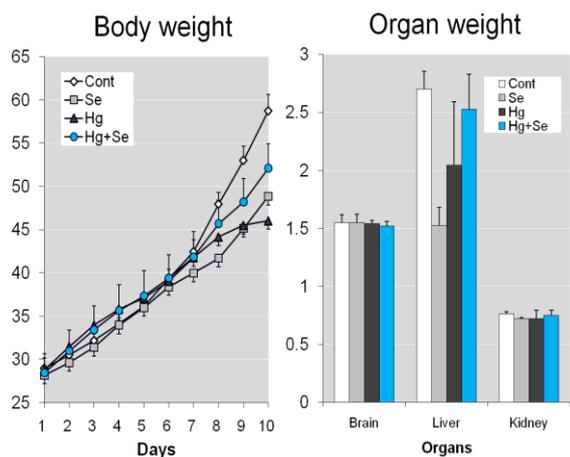


Fig. 1 Changes in body weight (g) and organ weights (g) at dissection.

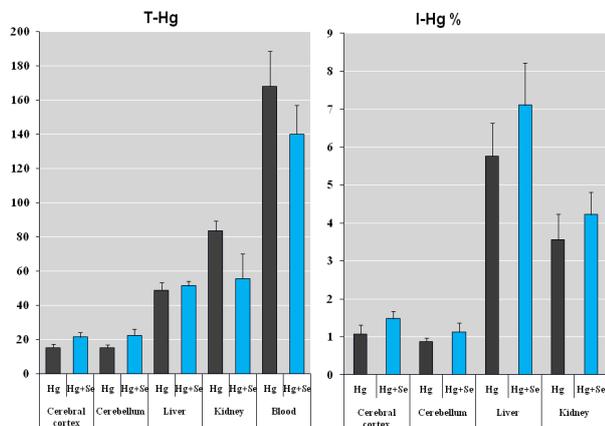


Fig. 2 Total Hg concentrations (µg/g) and percentage of

inorganic Hg in the cerebral cortex, cerebellum, liver, kidney and blood.

Table 1 Median and 25-75% of blood Hg and Se in inhabitants of Taiji Town

Sex		Hg (ng/g)	Se (ng/g)
M	Median	48.2	203
	25-75%	24.4-87.4	187-247
F	Median	22.9	202
	25-75%	11.8-44.3	178-240

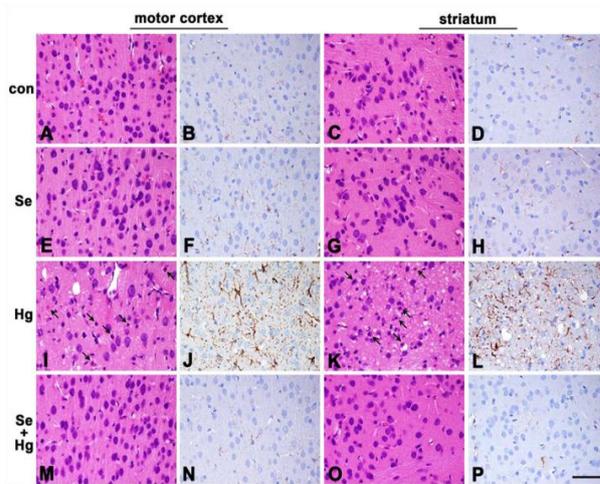


Fig. 3 Neuronal degeneration and reactive astrocytosis in the cerebral cortex and striatum

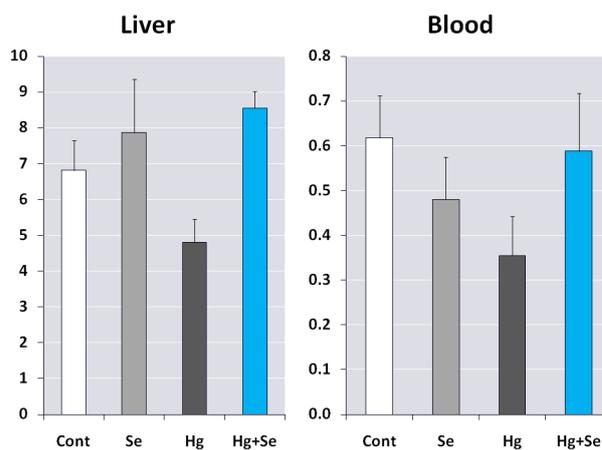


Fig. 4 Glutathione level (mM) in liver and blood

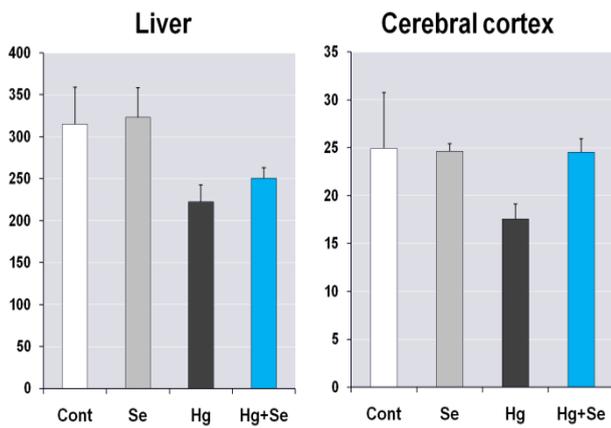


Fig. 5 Glutathione peroxidase activities (U/min/mg P) in liver and the cerebral cortex

成果 2: 太地町住民の血中水銀とセレン濃度

太地町住民における血中水銀濃度は男が女より約 2 倍高かった (Table 1)。一方、セレン濃度は男女でほぼ同じであった。血中水銀濃度とセレン濃度は男女ともに正の相関を示した (Fig.6)。

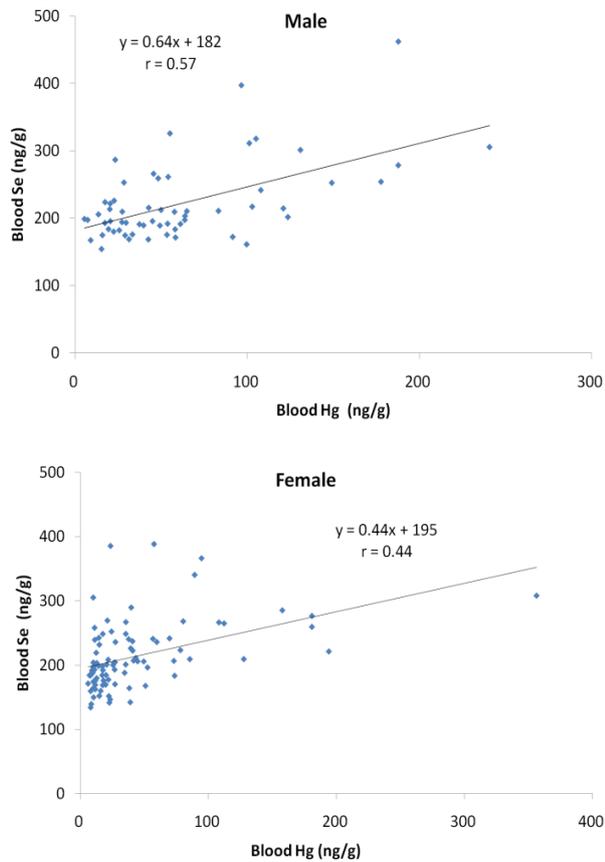


Fig. 6 Correlations between blood Hg and Se in both sexes

これらのことから、太地町住民は血中水銀濃度が高いほど、メチル水銀の毒性防御効果が期待されるセレン濃度も高いと言える。

成果 3: 太地町で消費されている主要魚介類中総水銀濃度

Table 2 に太地町で良く消費されている魚介類 8 種の総水銀濃度を示した。厚生労働省が取りまとめている魚介類の水銀濃度と同様であり、特に特徴的なものは無かった。高めの魚種は 0.3μg/g を超えていたカツオ (Bonito) とビンナガ (Tunnus alalunga) であった。

Table 2 T-Hg in fish consumed in Taiji Town

Species	Weights (g)		T-Hg (g/g)	
	Av	STD	AV	STD
Bluefish	390.5	(123.85)	0.131	(0.045)
Barracudas	729.8	(98.37)	0.134	(0.015)
Squid	371.2	(152.50)	0.183	(0.114)
Sardine	12.9	(4.54)	0.024	(0.004)
Horse mackerel	35.0	(29.18)	0.028	(0.010)
Bonito	2489.0	(253.90)	0.371	(0.074)
Yellow tuna	20000.0	-	0.029	(0.002)
Tunnus alalunga	20000.0	-	0.321	(0.031)

[研究期間の論文発表]

- 1) Sakamoto M (1st), Murata K, Tsuruta K, (他 2 名). Retrospective study on temporal and regional variations of methylmercury concentrations in preserved umbilical cords collected from inhabitants of the Minamata area, Japan *Ecotoxicol Environ Saf.* 73 (2010), 1144-1149. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20494441>
- 2) Sakamoto M (1st), Murata K, Kubota M, (他 2 名). Mercury and heavy metal profiles of maternal and umbilical cord RBCs in Japanese population. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2010 ;73(1):1-6.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/198119550>

[研究期間の学会発表]

- 1) 坂本峰至、安武 章、山元 恵、柿田明美、近江早苗、渡辺知保、発達期脳におけるメチル水銀毒による神経細胞死に対する食物由来セレンの抑制効果、第 81 回日本衛生学会総会, 2011.3. (予定).
- 2) Sakamoto M. Temporal and regional variations of methylmercury concentrations in preserved umbilical cords collected from inhabitants of Minamata area, Japan. SETAC Asia-Pacific 2010 Conference, 2010.7.

■リスク認知・情報提供グループ

(5)毛髪水銀分析を介した情報提供
Information service using hair mercury analysis

[主任研究者]

安武 章(基礎研究部)
業務統括、水銀分析

[共同研究者]

蜂谷紀之(国際・総合研究部)
データ解析
中村政明(臨床部)
血液遺伝子解析
宮本清香(臨床部)
血液試料採取

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[研究期間]

平成 22 年度(1 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、毛髪水銀 (Hair Mercury)、情報提供 (Information service)。

[研究課題の概要]

国水研来訪者及び外部団体からの依頼に応じて毛髪水銀濃度を分析し、魚介類由来のメチル水銀による健康影響に関する情報提供を行う。また、毛髪水銀濃度に見られる性差の原因について検討を行う。

[背景]

メチル水銀は主に魚食を通してヒト体内に取り込まれ、その一部が毛髪に取り込まれる。メチル水銀の健康影響を身近なものとしてとらえるために、毛髪水銀濃度測定によって自身の摂取状況を知ることは有効である。国立水俣病総合研究センターでは、従来より来訪者を対象として毛髪の水銀分析を行ってきたが、2000～2004 年にかけては、全国 14 地域で約 13000 の毛髪試料を採取し、現在のわが国における毛髪水銀濃度のデータベースを形作った^{1,2)}。その後も外部研究機関のコホート調査、あるいは教育機関や地方自治体からの依頼等に際して毛髪分析を継続しており、それによってデータベースの充実をはかってきた。

[目的]

国水研来訪者及び外部からの依頼を受けての毛髪分析を介して、各個人への結果の通知を通して微量のメチル水銀摂取に関する情報発信を行う。

[期待される成果]

魚食に由来する微量メチル水銀摂取に関する情報提供により、日本人の食生活で重要な位置を占める魚食に関して正確な認識をもつことができる。また、毛髪水銀濃度に見られる男女差の原因を説明するヒントが得られれば今後の情報提供に活用できる。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

平成 22 年には、国水研及び情報センター来訪者(一般公開、健康セミナーを含む)、外部機関からの試料送付(法政大学第二中学校、田園調布高等学校、神奈川学園高校)及び出張分析(水俣市健康まつり)で、計 1600 名余りの毛髪水銀濃度を分析し、測定結果については簡単な解説を付けた上で各個人に通知している。また、メチル水銀の基礎知識に関する情報パンフレット「水銀と健康」(日本語版)の改訂版を発行し、英語版の改訂作業に着手した(年度内発行)

予定)。

毛髪水銀濃度にみられる男女差の原因を探る目的で、熊本市の学生ボランティア(男女各 25 名)について、メバチマグロ肉(240~360 g)摂食前の毛髪試料、及び摂食前後の血液試料を採取し、総水銀濃度を測定した。しかしながら、現時点で水銀濃度の毛髪/血液比、メチル水銀の体重当たりの付加量に対する血中水銀濃度の上昇幅に有意の男女差は認められていない。今後、1、2、3 ヶ月後の血液試料で水銀の減衰を追跡し、水銀排泄に対する *Abcc1* の関与について検討する。また、3 ヶ月後の毛髪試料から、水銀の上昇幅を求める。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 「日本における現在のメチル水銀摂取と健康影響」日本薬学会第 131 年会、シンポジウム:身近な生活環境における重金属曝露と健康影響 2011 年 3 月(静岡).

[文献]

- 1) Yasutake A, Matsumoto M, Yamaguchi Y, Hachiya N (2003) Current hair mercury levels in Japanese: survey in five districts. *Tohoku J Exp Med* 199: 161-169.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12703660>
- 2) Yasutake A, Matsumoto M, Yamaguchi Y, Hachiya N (2004) Current hair mercury levels in Japanese for estimation of methylmercury exposure. *J Health Sci* 50: 120-125

■リスク認知・情報提供グループ

(6)臍帯血メチル水銀濃度と母子の健康影響についての定量的評価に関する研究
Quantitative evaluation on the association of methylmercury concentration in cord blood
and health effects in mother and infant

[主任研究者]

蜂谷紀之(国際・総合研究部)
研究の総括

[共同研究者]

安武 章(基礎研究部)
毛髪水銀の分析
浦島充佳(東京慈恵会医科大学)
コホート研究班統括

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[研究期間]

平成 22 年度(1 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(methylmercury)、健康影響(adverse health effects)、コホート研究(cohort study)、ベンチマーク法(benchmark analysis)、免疫系(immune system)。

[研究課題の概要]

先行研究において得られた東京・佐渡コホートの結果について、メチル水銀の健康影響の観点から定量的に解析し、その成果を論文として公表する。

[背景]

平成 21 年度まで実施した「妊娠中生活習慣および出生後発育と臍帯血メチル水銀濃度に関する研究」(東京慈恵会医科大学等との共同研究)においては東京・佐渡コホートにおける母親及び 4 歳時までの出生児の健康状況や発育との関連を調べた。

[目的]

東京/佐渡コホートで得られた臍帯血メチル水銀濃度と母親並びに出生児の健康状態に関するデータについて、子どもの発育状況並びに感染症などとの関係を定量的に明らかにし、得られた成果を学術誌等に公表する。

[期待される成果]

わが国一般集団レベルのメチル水銀の胎児期曝露について、健康状況に関するエンドポイントとの関連性の疫学的エビデンスを得る。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

臍帯血メチル水銀と小児感染症の関係についての定量的評価では、重回帰分析により、託児所・育児施設の利用、臍帯血メチル水銀濃度の対数、受動喫煙(1 歳まで)が小児の発熱頻度と有意の正の相関を示し、兄弟姉妹なし、夫の年収が有意の負の相関を示した。このうちメチル水銀濃度を除く変数について標準化(調整)した発熱回数について、Murata(秋田大)の SPBS 等を用いてベンチマーク解析を行った。この結果得られたベンチマークドーズ(BMD:ベンチマークドーズ並びに BMDL:BMD の 95% 区間推定の下限值で NOAEL の代わりに用いる)(表 1)は、すでに得られている半定量解析の結果(表 2)と矛盾しないものであった。一方、臍帯血メチル水銀濃度に対する調整後の小児発熱頻度の用量反応曲線はほぼ線形を示し(図 1)、明確な閾値を有していない可能性も示され

た。

わが国一般集団の毛髪水銀濃度の規定因子についての重回帰分析の結果などを第 80 回日本衛生学会総会(仙台、5月)にて発表した。

表 1 子どもの発熱回数に対する臍帯血メチル水銀濃度の BMD 解析結果($\alpha + \beta^{1.01}$ モデルによる)

Po	BMR	BMD (毛髪換算)	BMDL (毛髪換算)
0.05	0.02	7.1 ppb (1.4 ppm)	5.0 ppb (1.0 ppm)
	0.05	15.1 ppb (3.0 ppm)	10.7 ppb (2.1 ppm)
	0.10	25.1 ppb (5.0 ppm)	17.8 ppb (3.6 ppm)

Po:バックグラウンド頻度, BMR: Benchmark Response

表 2 臍帯血メチル水銀レベル(4段階)と子どもの発熱回数についての重回帰分析結果

メチル水銀濃度	子どもの発熱回数 (1-12 か月齢)	
$\mu\text{g Hg/L}$	偏回帰係数	P
~7.0	—	
~9.5	0.17	
~13.5	0.16	
~53.3	0.32	<0.001

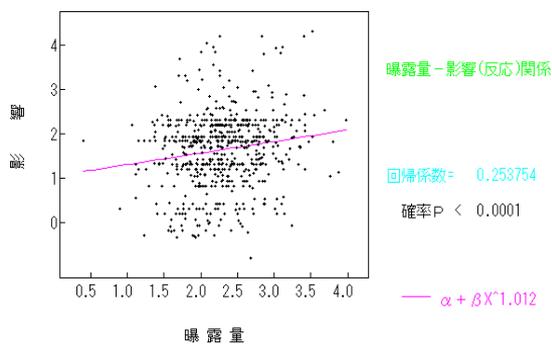


図 1 臍帯血メチル水銀濃度の対数変換値と子どもの調整発熱回数の相関性

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 蜂谷紀之, 安武 章:わが国における一般集団の毛髪水銀濃度とその規定因子(2), 第 80 回日本衛生学会学術総会, 仙台市, 2010.5.

[文献]

なし

■リスク認知・情報提供グループ

(7)低濃度メチル水銀の健康リスクに関する情報の発信とリスク認知に関する研究
Study on information transmission and risk perception on health risk
of low level exposure to methylmercury

[主任研究者]

蜂谷紀之(国際・総合研究部)
研究の総括

[共同研究者]

安武 章(基礎研究部)
毛髪水銀の分析

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(methylmercury)、リスクコミュニケーション(risk communication)、リスク認知(risk perception)、魚介類摂取(fish intake)、胎児影響(fetal effect)。

[研究課題の概要]

毛髪水銀測定を活用した体験型リスクコミュニケーションの実施等を通じて、低濃度メチル水銀の健康リスク認知に関する問題点を明らかにし、解決方法を探る。

[背景]

メチル水銀は魚介類に蓄積するため、魚介類に栄養摂取の多くを依存するわが国では一般集団の曝露レベルは他の主要国と比べて高く、集団の安全マ

ージンは小さい。先行研究において毛髪水銀測定をツールとする体験型リスクコミュニケーションを実施し、これが当該リスク問題に対する一般市民の興味・理解の促進に有効であること、一般市民のリスク情報の受容や認知における問題点を明らかにしてきた。また、効果的なリスクコミュニケーションにおける当該リスク情報や発信のあり方についても多くの課題が残されている。

[目的]

魚介類摂取を介する低濃度メチル水銀の曝露についてのリスクコミュニケーションにおいて、①リスクベネフィットやリスクトレードオフを前提した情報発信、②一般市民のリスク認知やリテラシーに配慮したコミュニケーション、③不確実性を伴う健康影響の可能性についての発信情報の在り方などの問題点について、実際にリスクコミュニケーションを実施しながら解決策を探る。

[期待される成果]

魚介類摂取に伴うメチル水銀リスクの軽減と栄養学的便益性確保の両立による健康で安全・安心な食生活の実現に貢献できる実践的な成果を得る。環境化学物質のリスク認知についての一般市民の理解の普及・促進並びに専門家と市民との情報交流の展開に貢献する。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

9 月の水俣明治大学展において毛髪水銀測定を含む体験型リスクコミュニケーション調査を実施し、408 名の参加を得た。毛髪水銀濃度は共同研究者の安武が分析し、この結果は 10 月上旬に第 2 アンケートとともに参加者に郵送した。第 2 アンケートでは、自身の毛髪水銀濃度測定結果に対する受け止め方を調べるとともに、あわせて低濃度メチル水銀の健康影響に関

するエビデンスリストに基づいたリスク情報を提示し、その認知性などについて調査した。第 2 アンケートの回収数は 146(回収率 34.8%)であった。

毛髪水銀測定を含む体験型リスクコミュニケーション参加者におけるリスク認知の第 2 報として、関連リスク情報の受け止め方(認知)に関するアンケート結果について学会予稿論文にまとめ、11 月の日本リスク研究学会第 23 回大会(明治大学)で発表した。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 蜂谷紀之, 安武 章:魚介類を介したメチル水銀曝露のリスク(9)毛髪水銀測定者とリスク情報, 日本リスク研究学会第 23 回年次大会講演論文集 Vol.23, 147-152, 東京都, 2010.

[文献]

なし

■リスク認知・情報提供グループ

(8) フレンチギアナ河川汚染による人体への健康影響に関する実験的研究

Experimental research on influence of human health in French Guiana river pollution

[主任研究者]

藤村成剛(基礎研究部)

研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

J. P. Bourdineaud(仏国・ボルドー大学)

ミトコンドリア機能解析の実施

安武 章(基礎研究部)

組織中水銀量測定の実施

W. Rostene(仏国・INSERM)

研究全般への助言

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[研究期間]

平成 22 年度(1 ヶ年)

[キーワード]

フレンチギアナ(French Guiana)、河川汚染(River pollution)、健康影響(Health effect)、実験的研究(Experimental research)。

[研究課題の概要]

フレンチギアナの水銀河川汚染状況を反映した動物実験を行うことによって、汚染魚による毒性発生メカニズムを明らかにする。

[背景]

近年、南米フレンチギアナの河川領域では金採掘が広範な範囲で行われており、その金採掘に伴う環境汚染物質(特に水銀)による魚貝汚染が問題になっている。実際に金採掘地域の下流に今日中する住民は汚染魚を摂取しており、人体への水銀汚染の指標である毛髪水銀値は高値を示し、汚染地域住民の健康影響(下肢の協調運動異常、認知障害等)についての報告もある。この水質汚染は、その拡大が懸念されており、早期の対策が必要だと考えられる。その対策として、現状把握としての現地調査の継続も対策手段の一つであるが、基礎実験手法を用いた汚染魚の健康影響及び毒性発症メカニズムの解明¹⁾も対策として重要だと考えられる。

[目的]

本研究の目的は、フレンチギアナの水銀河川汚染状況を反映した動物実験を行うことによって、汚染魚による毒性発生メカニズムを理解し、汚染地域住民の健康管理に寄与することである。

[期待される成果]

期待される成果は、目的にも記載したようにフレンチギアナの汚染魚による毒性発生メカニズムを理解し、汚染地域住民の健康管理に寄与することである。

また、水銀汚染魚による健康影響はフレンチギアナのみではなく、他の水銀汚染地域でも危惧されており、世界的な水銀汚染魚の健康影響についての研究に寄与できる可能性がある。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

本年度は妊娠ラットを用いて、汚染魚の胎児影響に関する実験を行った。比較対象として、フレンチギアナ汚染魚とともにマグロなどの水銀濃度が高い魚類やサケなどの水銀濃度が低い魚類を比較対象として、行動(運動量、短期記憶、協調運動)の測定を行った

が、無処置対照群との間に優位な変化は観察されなかった。なお、ミトコンドリア機能等を毒性指標とした毒性発生メカニズム解析については、共同研究者が実施中である。

また、既知の環境汚染物質以外の物質についての解析については、文献調査及び外部研究者への相談を行った。しかしながら、分析分野の専門家の同意を得られず(実施には膨大な時間がかかるが、成功確率が低い)、実施には至らなかった。

なお、平成 21 年度に実施したマウスの成体期曝露の実験については、論文投稿を行い受理された。

(Bourdineaud JP, Fujimura M, Laclau M, Sawada M, Yasutake A. Deleterious effects in mice of fish-associated methylmercury contained in a diet mimicking the Western populations' average fish consumption. Environ. Int., in press.)

[研究期間の論文発表]

- 1) Bourdineaud JP, Fujimura M, Laclau M, Sawada M, Yasutake A. Deleterious effects in mice of fish-associated methylmercury contained in a diet mimicking the Western populations' average fish consumption. Environ. Int. in press.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21035857>

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Bourdineaud JP, Bellance N, Bénard G, Brèthes D, Fujimura M, Gonzalez P, Marighetto A, Maury-Brachet R, Mormède C, Pédrón V, Philippin JN, Rossignol R, Rostène W, Sawada M, Laclau M (2008) Feeding mice with diets containing mercury-contaminated fish flesh from French Guiana: a model for the mercurial intoxication of the Wayana Amerindians. Environ Health 7: 53.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18959803>

■リスク認知・情報提供グループ

(9)水俣病情報センターにおける資料整備ならびに情報発信

Organization of documents and materials on Minamata disease, and information providing
in Minamata Disease Archives

[主任担当者]

蜂谷紀之(国際・総合研究部)
水俣病関連資料整備
情報センター管理委員会委員長

[共同担当者]

渡邊浩行(国際・総合研究部)
辻 勇(国際・総合研究部)
山内義雄(国際・総合研究部)
情報センター関係職員
水俣病関連資料整備
情報センター展示の更新
坂本峰至(国際・総合研究部)
業務総括

[区分]

業務

[重点分野]

国際貢献に資する業務

[グループ]

地域・地球環境

[業務期間]

平成 22 年度ー平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病(Minamata disease)、資料収集(document acquisition)、資料保存(resource preservation)。

[業務課題の概要]

水俣病情報センターの資料収集を推進し、水俣病研究者等の利用に供するとともに、展示室や講堂などを活用した一般への情報の発信を行う。

[背景]

水俣病情報センターは、水銀並びに水俣病に関する国内外の資料(国水研の研究成果を含む)を収集、保管、整理し、広く提供するとともに、水俣病に関する研究を実施することを目的として、平成 13 年 6 月に開館した。また、水俣病関連資料の管理に関しては、行政機関の保有する情報の公開に関する法律等が定める学術並びに歴史的資料等を保存・管理する国の機関として、平成 22 年 4 月に総務大臣の指定を受けた。

[目的]

水俣病情報センター機能の充実並びに、その効果的な利用を促進する。

[期待される成果]

水俣病並びに環境メチル水銀等に対する一般的理解の普及に対する貢献。

水俣病関連資料の収集・保管・利用を通じた水俣病研究の支援と推進。

情報発信等による水俣病総合研究センターの広報活動への寄与。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

水俣病情報センターは、水俣病等に関する学術研究資料等を保管・管理する行政機関の指定施設として、法律等の規定に則り、目録及び検索システムの整備を含む運用を行った。指定施設としての水俣病情報センターにおいては、関係者等から収集した研究・裁判記録等の資料(電子情報も含む)は、法律上の行政文書から除外されるだけでなく、学術研究用資料として専用の場所での適切な保管のほか、目録及び利用規程の公開、個人情報保護等の目的による制限を除いた一般利用などが義務付けられている。なお、行政文書に含まれない一般書籍・新聞等の収蔵や利

用はこの指定とは無関係である。

なお、平成 23 年 4 月 1 日の公文書等の管理に関する法律の施行にともない、平成 23 年度からは、学術研究資料等を保管・管理する行政機関の指定施設を規定する法律が、公文書等の管理に関する法律並びに同施行令に変わる。これに先立ち、水俣病情報センターは歴史的・文化的及び学術研究用の資料を管理する研究施設として内閣総理大臣の指定をあらためて受けた(平成 23 年 3 月 30 日内閣府告示第 14 号)。法の改正に伴い、行政機関において保存期間が満了した行政文書は国立公文書館等に移管され、水俣病情報センターへの移管はなくなったほか、指定施設には個人情報情報の漏洩防止措置が義務付けられる。

水俣病情報センターの展示に関しては、過去に行われた水俣病情報センター運営検討会での外部委員の指摘、所内委員会である水俣病情報センター管理委員会での平成 22 年度の検討結果を踏まえ、以下のように 2 階の展示の一部について更新を行った。

展示更新の内訳:新規展示の作成 19 点, 既存展示の変更 15 点, 既存展示の撤去 15 点

主要な更新箇所:次のとおり

- ・展示室の案内表示の交換
- ・A コーナー:水俣病のあらまし
(変更)メチル水銀の生成と海への流出
- ・B コーナー:水俣病の原因究明
(新規)水俣湾の今と昔
海水中水銀濃度の測定結果
- ・C コーナー:水銀の研究
(新規)スロベニア・イドリア鉱山の水銀鉱石(辰砂)
(新規)水銀に浮かぶ鉄のボルト
(変更)水銀の重さ体験コーナー
(新規)水系環境における魚などの食物連鎖による有機水銀の濃縮
(新規)大気中の水銀濃度の測定結果
(新規)世界で使用されている水銀と環境中への放出
- ・D コーナー:世界の水銀汚染問題
(新規)世界の水銀汚染と国水研の活動～スライドショー

- ・E コーナー:みなまたメッセージ
(変更)最新の情報に更新
- ・展示コーナー照明の LED 化

[業務期間の論文発表]
なし

[業務期間の学会発表]
なし

[文献]
なし

■リスク認知・情報提供グループ

(10)世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査

Hair mercury examination of areas concerning for mercury pollution around the world

[主任担当者]

藤村成剛(基礎研究部)
業務の総括、業務全般の実施

[共同担当者]

松山明人(疫学研究部)
毛髪水銀測定の実施、汚染地域調査の実施

[区分]

業務

[重点分野]

国際貢献に資する業務

[グループ]

リスク認知・情報提供

[業務期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

毛髪水銀(Hair mercury)、水銀汚染懸念地域
(areas concerning for mercury pollution)、世界
(world)。

[業務課題の概要]

インターネットホームページ、国際学会におけるパンフレットの配布等により国水研における毛髪水銀測定の宣伝を積極的に行い、現地協力者から水銀汚染地域住民の毛髪を送付してもらおう。送付された毛髪の水銀量を測定し、水銀汚染状況について考察を行う。また、毛髪水銀測定の結果から、現地調査の必要性がある場合は(毛髪水銀量が高い場合)、土壌、水、食物中の水銀量測定等についての現地調査を行う。

[背景]

メチル水銀などの有害物質による健康リスクを早期に把握するためには、「どれだけ有害物質が体内に取り込まれているか」という曝露状況を把握することが最も有効である。食物などから体内に取り込まれたメチル水銀は、尿などから排出されていくとともに、一定の割合で毛髪や爪に蓄積する。毛髪中に含まれる水銀量は比較的簡便に測定可能で、人体へのメチル水銀曝露量を把握する上で有効な方法である^{1,2)}。

[目的]

本業務の目的は、世界各地における金採掘、化学工場による汚染、魚食習慣などによって水銀汚染が疑われる地域住民の毛髪水銀量を測定することによって、世界の水銀曝露状況を把握し、健康被害の未然防止に貢献することである。

[期待される成果]

期待される成果は、目的にも記載したように、世界の水銀曝露状況を把握による健康被害の未然防止への貢献である。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

本年度は、インドネシア、ブラジル、仏領ギアナ及び韓国の 4 ヶ国から毛髪が提供があった。それぞれの毛髪について水銀量を測定し、提供者にデータを返信した。

1. インドネシア(男性 31 人、女性 14 人)

毛髪はインドネシアの金採掘従事者を含む住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 29.9 ppm、女性で平均 10.6 ppm であった。本水銀曝露が魚食等による内部曝露か、外部からの水銀付着による外部曝露かを判別するため、総水銀量が 10 ppm 以上を示すサンプルについてメチル水銀量について測定した結果、メチル水銀量/総水銀量は男性で 6.3% (n=17)、女性で 10.0% (n=4) であった。以上の結果

から、今回得られた毛髪水銀値は、金採掘時における毛髪への水銀蒸気等の付着による外部曝露を反映しているものと考えられた。

2. ブラジル(男性 65 人、女性 97 人)

毛髪はブラジルのアマゾニア州に居住する原住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 9.7 ppm、女性で平均 7.9 ppm であった。提供者の情報によると、本地域では金採掘が行われているが、原住民は金採掘を行っていないそうである。以上の結果から、今回得られた毛髪水銀値は、金採掘による水銀汚染魚を摂取したことによる内部曝露を反映しているものと考えられた。

また、今回の毛髪提供者は慶応大学医学部国際医学研究会の第33次派遣団であり、毛髪水銀値と白内障の関係についての研究のため、毛髪水銀値測定を依頼してきたものである。結果としては白内障非罹患者と白内障罹患者の毛髪水銀値に有意な相違は観察されなかった(図1)。しかしながら今回の調査は時間断片的な調査であり、結論を出すのは早急すぎると考えられる。今後の研究進展に期待したい。なお、本年度に実施したアマゾンの毛髪水銀濃度の測定結果は、慶応大学医学部国際医学研究会・第33次派遣団報告書に掲載されている。(藤田成人 (2010) 白内障と毛髪水銀濃度の関係について、第33次派遣団報告書、編著 慶応大学医学部国際医学研究会、pp. 17-20.)

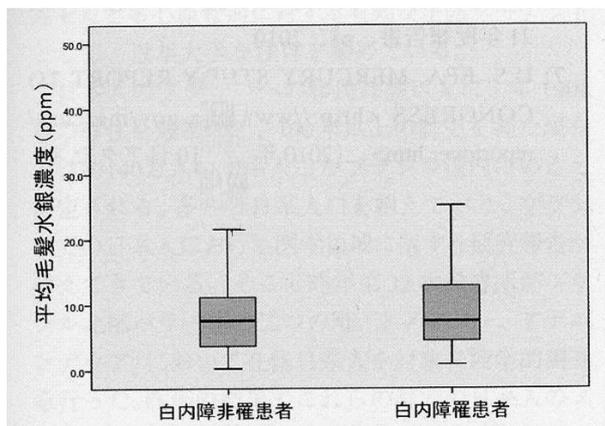


図1 白内障非罹患者と白内障罹患者における毛髪水銀値の比較(慶応大学医学部国際医学研究会・第33次派遣団報告書より)

3. 仏領ギアナ(男性 14 人、女性 15 人)

毛髪は今までと同様に仏領ギアナの金鉱山河川下流(上部マローニ地方)の原住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 8.9 ppm、女性で平均 10.0 ppm であった。本水銀曝露が魚食等による内部曝露か、外部からの水銀付着による外部曝露かを判別するため、総水銀量が 10 ppm 以上を示すサンプルについてメチル水銀量について測定した結果、メチル水銀量/総水銀量は男性で 96.7% (n=7)、女性で 92.0% (n=8) であった。また、提供者の情報によると、本地域では金採掘が行われているが、原住民は金採掘を行っていないそうである。以上の結果から、今回得られた毛髪水銀値は、金採掘による水銀汚染魚を摂取したことによる内部曝露を反映しているものと考えられた。

また、2004年から2009年までの仏領ギアナにおける水銀汚染状況の調査結果について、論文投稿を行った。(Fujimura M, Matsuyama A, Harvard JP, Bourdineaud JP, Nakamura K. Mercury contamination in humans, fish, and river water in Upper Maroni, French Guiana between 2004 and 2009. Environ. Monit. Assess., submitted.)

4. 韓国(男性 661 人、女性 635 人)

毛髪は韓国のソウル市周辺地域の住民から採取されたものであり、総水銀量は男性で平均 1.4 ppm、女性で平均 1.3 ppm であった。本地域では金採掘は行われておらず、化学工場による汚染も報告されていない。よって、本毛髪水銀値は、通常の魚食を反映しているものと考えられた。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Rojas M, Nakamura K, Seijas D, Squiuate G, Pieters MA, Infante S (2007) Mercury in hair as a biomarker of exposure in a coastal Venezuelan

population. Invest Clin 48: 305-315.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17853790>

- 2) Olivero-Verbel J, Johnson-Restrepo B, Baldiris-Avila R, Güette-Fernández J, Magallanes-Carreazo E, Vanegas-Ramírez L, Kunihiko N (2008) Human and crab exposure to mercury in the Caribbean coastal shoreline of Colombia impact from an abandoned chlor-alkali plant. Environ Int 34: 476-482.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18155151>

■リスク認知・情報提供グループ

(11)水俣病剖検例の病理組織標本の永久保存を目指したデジタル化

Digitization of histopathological slides of Minamata disease patients for permanent preservation

[主任担当者]

丸本倍美(基礎研究部)
業務全般の実施

[共同担当者]

藤村成剛(基礎研究部)
業務を進める上での助言
竹屋元裕(熊本大学)
業務を進める上での助言
衛藤光明(医療法人 信和会 樹心台)
業務を進める上での助言

[区分]

業務

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

リスク認知・情報提供

[業務期間]

平成 22 年度－平成 24 年度(3 ヶ年)

[キーワード]

水俣病 (Minamata Disease)、メチル水銀 (Methylmercury)、神経病理 (Neuropathology)、病理組織標本 (Histopathological slides)、デジタル化 (Digitation)。

[業務課題の概要]

水俣病の剖検例の病理組織標本及び資料は、他の疾患等と異なり人類が二度と得ることが出来ない極めて貴重なものであり、世界中で水俣病の病理組織標本を多数保有している研究機関は当センターのみである。

しかしながら、病理組織標本は年月の経過とともに褪色が起こるため永久に保管することが困難である。よって、これらをデジタル化し永久保存を目指す。

併せて、デジタル化した病理標本を、病理を学ぶ学生及び研究者のために教育用症例としてインターネットで公開する。実際の症例を、臨床所見と組織像を同時に閲覧しながら学び、水俣病の病理学の理解を進めることを目指す。

デジタル化した病理標本はアトラス形式(症例報告形式での病理組織所見解説)及びバーチャルスライド形式の2種類の形式で公開する。

[背景]

水俣病発生当初からの剖検例の病理組織標本及び資料が熊本大学医学薬学研究科より国立水俣病総合研究センターに貸与され、当センター内リサーチリソースバンクにおいて保管されている。水俣病に関する病理組織標本及び資料を整理・保管することは国立水俣病総合研究センターの責務の一つである。また、当センターは、単一疾患の病理組織標本が多数保存されている世界的にも例を見ない施設である。

[目的]

病理組織標本は年月が経過すると褪色が起こるため、永久に保存することが困難である。よって、これらの病理組織標本をデジタル化することにより永久保存し、後世に残す資料とすることを目的とする。また、デジタル化した標本をインターネット上で公開し、水俣病の病理標本を世界中の研究者及び学生が教育資料として利用できるようにすることを目的とする。

[期待される成果]

病理組織標本を永久保存し、後世に残す資料とすることができる。デジタル化した病理組織標本をインターネットで公開することにより、世界中の研究者及び学生が自由に水俣病の病理学を学ぶことが出来る。

当センターが病理組織標本を適切に管理・保管していることを周知させることができる。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

アトラス形式用の症例報告を胎児性及び小児性それぞれ 2 例作成した。また、バーチャルスライド形式の公開用病理組織標本のデジタル化を小児性 5 例、成人性 2 例実施した。合わせて永久保存用病理組織標本のデジタル化を小児性 5 例実施した。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

なし

4. 社会・疫学グループ

Social and epidemiological approaches to Minamata disease

水俣病の公式発見からすでに半世紀以上が経過し、メチル水銀による顕著な環境汚染は過去の歴史上事件になりつつある今日においても、地域社会においては、様々な形で「水俣病問題」の影響が残されている。当研究グループでは、このような甚大な被害をもたらしたメチル水銀の環境汚染に対するリスクマネージメントの問題点を歴史的に検証するとともに、当該地域における地域再生の取り組みについて社会学的な分析を実施する。

当グループの各研究についての平成 22 年度研究概要を以下のとおりである。

[研究課題名と研究概要]

(1) 水俣病におけるリスクマネージメントの歴史的変遷についての研究(基盤研究)

蜂谷紀之(国際・総合研究部)

メチル水銀による高度な環境汚染によって発生した健康被害のリスクマネージメントの問題を考える出発点として、本年度においてはメチル水銀汚染地域などを対象とした水俣病の疫学研究について、水俣病発生当時から今日までの資料を収集し、それらの成果を総説としてまとめている。"Epidemiological Update of Methylmercury and Minamata Disease"のタイトルで、水俣病の発生と背景、初期の疫学研究と原因の究明、新潟水俣病の発生と発症閾値、汚染地区住民のその後の追跡研究と問題点、などについてリスク科学及び環境毒性学的考察を加えたものとした。

(2) 公害発生地域における地域再生に関する研究(基盤研究)

新垣たずさ(国際・総合研究部)

過去に行われた地域社会再生事業「環境創造事

業みなまた」については、「もやい直し」による感情的な対立の変化や水俣病への認識について聞き取り調査・文献調査を行った。聞き取り調査においては、この 10 年間の地域の問題として産業廃棄物処分場建設問題があったことが指摘された。この反対運動の中で「市民調査」の手法を積極的に取り入れたことによって市民、患者とのわだかまりがなくなってきたなどの意見があった。共通の課題に向かって顔をあわせ活動することを通じて「お互いの立場を理解しあうこと」という「もやい直し」に影響を与えたと考えられる。

「もやい直し」に関する地域の取り組みについては、「総合もやい直しセンター」、「南部もやい直しセンター」の事業概要を検討したところ、介護予防事業など地域福祉の拠点として活用されていたが、「水俣病」や「もやい直し」を掲げた催しは年々減少傾向にあった。これらの成果などを踏まえ次年度実施予定の調査票を作成した。

水俣病資料館との共同企画展においては、タイトル「これまでのもやい直し・これからのもやい直し」の展示物の作成を行った。

■社会・疫学研究グループ

(1)水俣病におけるリスクマネジメントの歴史的変遷についての研究

Study on risk management in Minamata disease history

[主任研究者]

蜂谷紀之(国際・総合研究部)
研究全般

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

社会・疫学

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病 (Minamata Disease)、リスクマネジメント (Risk management)、環境政策 (environmental policy)。

[研究課題の概要]

聞き取り調査及び文献・資料調査に基づいて、リスクマネジメントの観点から水俣病問題の歴史的意義を検討する。

[背景]

水俣病の発生からすでに半世紀以上が経過し社会状況も当初とは大きく変化する一方、今日まで社会には水俣病をめぐる様々な問題が存続してきた。

水俣病問題の歴史を見ると、環境破壊の進行、人体影響の発生、社会的影響の持続には時間的に大きなずれがあり、環境問題の対応に対する重要な示唆が得られる。なかでも社会的影響は多方面に渡り、現在でも解決困難な課題を有している。国水研の水俣病に関する社会学的研究会は 1968 年までの問題点

や教訓の抽出を行ったが、それ以降の展開についても同様の考察が必要である。先行研究等において蓄積されてきた調査資料等についても研究資料として整備し、公開するための作業も実施する。

[目的]

過去半世紀にわたる水俣病問題を振り返り、戦後復興期、高度経済成長期、公害(環境)対策期、現在の各時代背景のもと、水俣病及び公害(環境)問題が社会的にどのように認識され対策が立てられたのかについて、各種記録や資料に基づいて明らかにする。当該問題は広範囲に及ぶため、本課題ではリスクマネジメントの観点からの問題点を主に検討する。

[期待される成果]

水俣病の教訓として次世代や開発途上国など諸外国に向けて発信できる成果を得る。関連資料の収集・整理を通じて、水俣病情報センターの資料収集事業へ貢献する。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

神経毒性学の英文専門書 "Methylmercury and Neurotoxicity" の編集者から水俣病の疫学に関する最近までの成果についての総説執筆依頼を受けた。そこで、当初の研究計画を変更し、今年度においては、水俣病の疫学の観点から、関連資料を整理し、水俣病発生の初期対応や、メチル水銀の神経毒性の健康影響評価等についての問題点をまとめる。

関連資料を収集し、"Epidemiological Update of Methylmercury and Minamata Disease" とのタイトルの総説を執筆中。内容は、水俣病の発生と背景、初期の疫学研究と原因の推定、新潟水俣病の発生と発症閾値、汚染地区住民のその後の追跡研究と問題点、まとめ、など。2 月中に最終稿として確定したい。

水俣病の疫学研究における最大の問題点は、曝露量評価ができないかもしくは極めて不十分になること

にある。八代海沿岸のメチル水銀曝露については高濃度曝露時の住民のデータは一部を除いてほとんど残っておらず、疫学的な評価は困難である。新潟においては患者発生期の一部住民の水銀曝露量評価などが行われているが、必ずしも十分ではなく、患者の毛髪水銀濃度等のデータについても体外排泄による減衰の影響が常に問題となってきた。最近になって、これら過去の住民調査成績などを利用した疫学解析なども行われ、魚の摂取頻度や居住地域を代替指標として用い健康影響などとの関連が検討されている。リスクマネジメントの観点からは、健康被害の防止において、地域・集団での知見に基づく疫学的効用が、因果関係を含む科学的不確実性のもとで、緊急時に有効性を発揮できるかどうかは課題と言えよう。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

なし

■社会・疫学研究グループ

(2)公害発生地域における地域再生に関する研究

Research on regeneration in Minamata disease area

[主任研究者]

新垣たずさ(国際・総合研究部)
研究の総括、調査全般の実施

[共同研究者]

下川満夫(水俣市立水俣病資料館)
平生則子(水俣市立水俣病資料館)
調査の実施・資料収集
丸山定巳(熊本学園大学)
調査の実施、研究を進める上での助言

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

[グループ]

社会・疫学

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病(Minamata disease)、公害(pollution)、地域社会(local community)、再生(regeneration)。

[研究課題の概要]

公害によって疲弊した地域の地域再生へ施策や住民の取り組みの変化について社会的に明らかにする。

[背景]

現在の水俣市は、水俣病問題によって学んだ教訓を活かし、環境に配慮したまちづくりを積極的に行っている。平成 20 年 7 月には政府による「環境モデル都

市」に認定され、市民全体の環境への取り組みが国内外からも注目されている。このように水俣病問題を受け入れたまちづくりは、1980 年代以降の動きである。

水俣病の公式確認後は、身体的な被害、生態系への被害、農業・観光業などへの風評被害による経済的影響や差別偏見など社会的影響、また原因企業であり、地域の経済をリードしてきたチッソの労働争議も加わり水俣地域は停滞し、市民感情は複雑化していた。

そのなかで変化の契機となったのは、水俣湾等公害防止事業完了である。埋立地が形となり現れ、その活用が市民を含め議論される過程によって水俣再生へ期待を市民が抱くようになった。

平成 2 年からは、熊本県による「環境創造みなまた推進事業」が実施された。この事業は、埋立地と関連施設の整備事業と環境復元を内外にアピールすることが目的であり、そのため各種イベントが実施された。

事業過程において患者や市民の対話(「地区別意見交換会」など)が進められ、水俣病の問題を患者救済だけに限定しない市民一人ひとりの課題であり「水俣病問題の解決なくしては水俣再生はありえない」方向性が示された。これによって水俣病問題などによって地域住民の間に生じた感情的な亀裂や水俣病への理解促進による差別や偏見を解消し、新たな地域を再生しようという「もやい直し」という言葉が用いられるようになった。

新潟県においても新潟水俣病公式確認 40 年をきっかけに平成 17 年に「ふるさとの環境づくり宣言」が発表され、阿賀野川流域地域を主に「ふるさとの環境づくり宣言推進事業」が行われた。また平成 20 年の「新潟水俣病問題に係る懇談会最終提言書」においても水俣市の「もやい直し」とは異なる新潟の実情にみあった独自の地域再生への取り組みの必要性が指摘されている。

[目的]

本研究の目的は、公害が発生することによって疲弊した地域再生への取り組みについて社会学的手法を用いて分析、検証する。特に「もやい直し」と総称される住民の感情的な亀裂の回復がどのように変化したのを明らかにする。

[期待される成果]

公害発生地域の地域再生の経過と現状を把握し、公開再生地域の振興に活用する。

水俣病資料館との共同企画展において研究結果を一般向けに展示公開する。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

「環境創造事業みなまた」終了後(平成 11 年)から 10 年間の地域再生についての状況把握のため、「もやい直し」による感情的な対立の変化や水俣病への認識について水俣市民 6 人に聞き取り調査実施し、文献調査も行った。聞き取り調査においては、この 10 年間の地域の問題として産業廃棄物処分場建設問題があったことが指摘された。この反対運動の中で「市民調査」の手法を積極的に取り入れたことによって市民、患者とのわだかまりがなくなってきたなどの意見があった。共通の課題に向かって顔をあわせ活動することを通じて「お互いの立場を理解しあうこと」という「もやい直し」に影響を与えたと考えられる。

また「もやい直し」に関する地域の取り組みを把握するため、もやい直しに関する事業を各種実施している「総合もやい直しセンター・もやい館」、「南部もやい直しセンター・おれんじ館」の平成 10 年～21 年度までの事業概要を検討した。事業内容から主目的(「福祉」・「全市民参加」・「水俣病」)として分類した。

もやい館においては、80 事業のうち「全市民参加」を対象にした文化事業活動が約 6 割を占め「もやい直し巡回展」や「もやい音楽祭」など「水俣病」を直接的に取り上げた事業は減少傾向にあった。

おれんじ館は介護予防事業など地域福祉の拠点として活用されているが、年々「水俣病」や「もやい直し」を掲げた催しが減少傾向にあった。

これらの聞き取り調査データやこれまで水俣地域内

で実施された社会調査などを踏まえ次年度実施予定の調査票作成などを作成した。

今年度実施した聞き取り調査データを中心に「公害を経験したまちにおける市民調査の実践について」として取りまとめ論文投稿予定。

水俣病資料館との共同企画展(2011 年 2 月開催)においては、タイトル「これまでのもやい直し・これからのもやい直し」の展示パネル原稿作成などを行った。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) 水俣市、第 3 次水俣市総合計画(1996～2005 年度)。
- 2) 水俣市、第 5 次水俣市総合計画(2010～2017 年度)。
- 3) 山田忠昭「もやい直しの現状と課題点」(1999)「水俣病研究 1 号」。
- 4) 吉本哲郎、(1995)わたしの地元学 水俣からの発信、NEC クリエイティブ。
- 5) 吉井正澄(1997)「離礁 水俣病対策に取り組んで」水俣旭印刷所。
- 6) 新潟県「水俣病問題に係る懇談会提言書」、2006 年。
- 7) 立澤史郎「政策提言型市民調査はなぜ失敗したのか?—野生生物保全分野の経験から—」、環境社会学研究 13 号(2007)p33-47。
- 8) 平成 10 年度～21 年度 財団法人水俣市振興公社事業報告書。
- 9) 新垣たずさ、石塚千世、柿本英行、志水恒雄、田村憲治、中山祐二、山本睦子、吉永利夫(2000)水俣市民は水俣病にどう向き合ったか。「私にとっての水俣病」編集委員会編、水俣市、葦書房。

5. 地域・地球環境グループ

Regional and global environment research group

水俣病が、環境を経由して摂取されたメチル水銀によって引き起こされたことに鑑み、水銀の環境中における移動、化学変化等、いわゆる環境動態に焦点を当て、フィールドワークを視野に入れた総合的な研究を行う。

水銀は陸地、水、大気を循環し同時にそれぞれの領域で化学形が変化する。すなわち金属水銀として放出されたものがメチル水銀になって食物連鎖経由で人の体にも到達するという循環の性質に着目し、主としてメチル水銀の動態を大気、降雨、海水、底質そして生態系で調査する。これらの各要素は相互に関連しあっているため、各研究担当者は日ごろから相互に成果の共有と情報交換を行っているが、これは大いに個々の研究の助けとなる。

当グループの各研究についての平成 22 年度研究概要は以下のとおりである。

【研究】

[研究課題名と研究概要]

(1) 海洋生態系における水銀の動態

一潮間帯表面底質における化学形別水銀分布と底生生物群集構造への影響の調査および陸水環境との比較調査－(基盤研究)

保田叔昭(国際・総合研究部)

潮間帯底生生物定期調査の折に採集した試料の水銀分析が多数残っているためその作業を完了させることを優先課題としていたが、測定環境の事情によって思うにまかせなかった。ただ、指標生物として選んだ純草食性のスガイに関しては、底質の水銀分布と体内の総水銀濃度との間にほぼ相関関係を見出すことができた。一方、インドネシア・タラワアン川流域水銀分布調査は、2004 年以降に生じた小規模金鉱山

の分布の変化を追跡する過程で新たな水銀の流路を見出した。この研究は後継の研究者により今後も継続される。

(2) 八代海における海洋生態系群集構造と水銀動態－水俣湾・八代海の底生生物相解明および食物網を通じた魚類の水銀蓄積機構の研究－(基盤研究)

森 敬介(疫学研究部)

水俣湾を中心として、八代海までの底生生物の分布調査を基礎に置き、水銀の分布と拡散を生物学的な視点から解明する。

本年度は赴任したばかりということで、フィールドの把握、共同研究の呼びかけ、研究計画の立案、そして前任者からの水銀分析技術の継承を行った。

(3) 水俣湾水環境中に存在する水銀の動態とその影響に関する研究(基盤研究)

松山明人(疫学研究部)

「水俣湾定期水質モニタリングの継続と夏季水質変動把握のための夏季集中観測」及び「水俣湾生簀実験」を実施した。

前者、最初の研究については、溶存態の総水銀及びメチル水銀の季節変動傾向が異なっていることを明らかにした。特に溶存態の総水銀については、夏冬関係なく海底面周辺の濃度が高く、底質からの溶出による可能性が大きい。後者、二番目の研究については、鯛稚魚を用いた生簀実験を水俣湾海洋域において、昨年に引き続き今年度も実施した。今年度は、昨年度と比べ海水中のメチル水銀濃度も、平年並みに上昇したが、結果として魚体内への水銀の蓄積は見かけ上観察されなかった。2 年間に亘る生簀実験の結果より、海水中に存在する水銀が、魚の鰓等から吸

収され体内に蓄積される可能性は、現在の一般海洋では、ほぼないものと考えられる。

(4) 大気中水銀の輸送及び沈着現象、並びに化学反応に関する研究(基盤研究)

丸本幸治(国際・総合研究部)

「水俣病情報センター屋上において降水中の水銀の形態別モニタリング」及び「大気中の水銀の形態別モニタリング」を実施し、同時に大気中メチル水銀のモニタリング手法の確立のための研究を行った。

前者、最初の研究では、総水銀及び溶存態水銀、粒子態水銀、溶存反応性水銀の間には互いに強い正の相関関係を見出したほか、溶存メチル水銀の動態についても、これまで確認されていた季節変動等が再確認されるなど、その動態について進展が見られた。後者、2番目の研究については、モニタリング装置の限界が露呈し、システムの改善が必要であるとの結論となった。最後の研究ではメチル水銀及び無機の二価水銀の低濃度標準ガス発生装置を試作し動作を検討したが、まだ改良の余地があることがわかった。

(5) 自然要因による水銀放出量に関する研究(基盤研究)

丸本幸治(国際・総合研究部)

海水中の揮発性水銀のサンプリング装置を、表層海水を攪乱せずに採取でき、そのまま抽出ができるように、またコストを抑えるために可能な限り既製品を組み合わせて設計した。今後はこの装置のサンプリング条件を検討する。

(6) 分子生物学的手法ならびに水銀の超微量分析手法を駆使した、水俣湾内の食物連鎖網の解明に関する研究(基盤研究)

松山明人(疫学研究部)

カサゴを対象とし、水俣湾で採取した個体の筋肉の

水銀分析、胃内容物の種の同定そして PCR による DNA 増幅実験を実施した。

水銀濃度とカサゴ体重とは相関を示した。胃内容物は従来の研究と同様に甲殻類が主で、小さな貝類も混入していた。また、PCR によるミトコンドリア 16S rRNA 遺伝子領域の増幅にも成功した。

【業務】

[業務課題名と業務概要]

(7) 国際共同研究事業の推進(業務)

坂本峰至(国際・総合研究部長)

外国人研究者の招聘4件、国水研研究者の派遣12件が実施された。主な活動内容として、外国人研究者を対象とした水銀分析技術等の技術移転、国際学会等での研究発表、水銀汚染地域における健康影響調査等、幅広く適正に本事業は遂行された。また、水俣病の概要や水銀と健康に関する講義などを目的とした研修の受け入れを12回実施し、延べ116名が受講した。

(8) JICA タパジヨス河流域メチル水銀に関する保健監視システム強化プロジェクト(業務)

坂本峰至(国際・総合研究部長)

アマゾン・タパジヨス河流域におけるメチル水銀の健康監視システム強化の実現を目標に、IEC と UFPA が本事業の実施対象機関として DNPM を設定し、本プロジェクトが実施された。本年度は、神経内科学的診断法の技術移転に関して、本業務の主任研究者である坂本峰至と、急遽ブラジル側の要望で臨床医の中村政明を 2010 年 6 月 25 日～7 月 11 日までの期間、現地ブラジルの都市ベレンへ派遣し、現地ベレンにて技術移転が実施された。

(9) NIMD フォーラム及びワークショップ(業務)

坂本峰至(国際・総合研究部長)

NIMD フォーラム

平成 23 年 1 月 25 日から 28 日の期間、「メチル水銀毒性のメカニズム」という題で開催し、国内外から 14 名の専門家を招聘した。

国際ワークショップ

平成 22 年 10 月 10 日～14 日の期間、スロベニア共和国において、Jozef Stefan Institute と共同でスロベニアワークショップを開催した。テーマは「水銀汚染地域に関する国際ワークショップーその特徴、影響及び浄化についてー」で発表者を含めて約 60 名の研究者がワークショップに参加した。

■地域・地球環境グループ

(1)海洋生態系における水銀の動態

—潮間帯表面底質における化学形別水銀分布と底生生物群集構造への影響の調査および陸水環境との比較調査—

Mercury behavior in marine environment –Comparative study of mercury distribution and influence to benthos community constitution between the surface sediment of intertidal zone and the terrestrial environments-

[主任研究者]

保田叔昭(国際・総合研究部)
研究の運営、調査全般の実施、水銀分析

[共同研究者]

森 敬介(疫学研究部)
生物調査の実施
Markus T. Lasut(インドネシア サムラトゥランギ大学)
インドネシアにおける環境調査実施

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

地域・地球環境

[研究期間]

平成 22 年度(1 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、潮間帯(Intertidal Zone)、底生生物(Benthos)。

[研究課題の概要]

水俣湾潮間帯を研究対象とし、そこに生息する底生生物の群集構造の解析とメチル水銀及び総水銀の分布・動態の調査・研究を行い、同時に金採掘現場周辺の同様の調査を実施する。これらの比較により、水環境中での水銀動態を解明する。

[背景]

水俣湾では過去に重大な水銀汚染を経験したが、その後の公害防止事業によって湾内の汚染された底質は埋立地に密封され、1997 年には県から安全宣言が出された。とはいえ、底質や生態系に含まれる水銀は他の地域に比べるとなお、幾分高く環境中での水銀動態を調べる研究にとって大変都合が良い。また、近年環境中でのメチル水銀生成に関する研究が飛躍的に隆盛し、ことに水環境中での水銀の化学形変化とその循環には、生態系へのメチル水銀蓄積と関連して注目が集まりつつある。

本研究は、水俣湾潮間帯における底生生物群集に着目し、メチル水銀の動態に関する研究を1997年以來実施して来た。

また、応用的な研究として、経済活動に起因する水銀拡散の現場(金採掘現場)において、生態系内の水銀蓄積の推移に着目し、陸水環境中の水銀動態に関する調査・研究を、インドネシア・スラウェシ島北部にあるサムラトゥランギ大学の研究者と共同で実施している。

これらの研究は平成 21 年度に終了する予定であったが、いくつか再調査の必要なものが残ったため、1年間期間を延長する。

[目的]

水俣湾の潮間帯底生生物群集調査を主体として、他の地域と比較しながら、海洋生物の生態系を中心とした海洋環境における水銀動態について調査を行う。そのため、潮間帯の底質、底生生物、海水等に含まれる水銀を化学形別に分析し、水環境中における水銀の動態に関する知見を得ることが本研究の目的である。

[期待される成果]

環境中における水銀動態を考える時、陸水環境と海水環境に介在する潮間帯の意義は一般に受け止められているよりずっと大きい。それは、そこに生息する底生生物が近海魚の餌として重要な位置を占めているため、潮間帯におけるメチル水銀生成が無視できない量であるとするれば、食物連鎖を通じてヒトにつながるメチル水銀の蓄積経路を考える上で無視できないということに起因する。また、潮間帯における水銀分布とメチル水銀の動態に関する知見は環境中の水銀動態に関して大変貴重で不可欠な研究となる。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

1. 底生生物水銀分布

平成 20 年及び 22 年の定点調査の折採取していた試料を用いて、指標の候補と考えている底生生物の水銀分析を実施した。有効なデータとなったのはスガイ(草食性)のみであった。

スガイは腹足のみを摘出した後凍結乾燥して粉末として水銀分析に供した。

表 2 スガイ腹足の総水銀 (ng/g)

	st S(N)		st G(N)		st K(N)		st J(N)	
'05	26.5 (30)		37.4 (30)		92.1 (30)		28.4 (30)	
	24.0	29.2	31.9	43.7	76.0	111.7	25.28.8	32.0
'07	27.6(30)		27.4 (30)		41.3 (30)		10.1 (30)	
	25.1	29.6	23.3	32.2	40.1	42.6	7.8	13.1
'09			31.2 (30)		41.6 (30)			
			26.0	37.5	35.9	48.3		

上段:幾何平均値、下段:95%信頼限界値

表 2 スガイ腹足のメチル水銀 (ng/g)

	st S (N)		st G (N)		st K (N)		st J (N)	
'05	8.8 (25)		7.1 (30)		14.1 (30)		12.1 (30)	
	7.2	10.7	5.0	10.3	10.4	19.1	10.2	14.3
'07					9.2 (30)			
					2.3	31.2		
'09					12.0 (30)			
					11.0	13.2		

上段:幾何平均値、下段:95%信頼限界値

腹足は筋組織であるため、メチル水銀の値が総水銀の値と近い数値を示すと期待したが、実際には 15-43%という低い値を示した。総水銀濃度の高い場所の試料ほど低い割合を示すので、外皮に付着している底質の影響が大きいと思われる。また、メチル水銀濃度は総じて大変低く、一試料当たりの量も限られるため、測定が困難な試料も多かった。

濃度分布の傾向としては、底質の総水銀及びメチル水銀の濃度分布を反映しているが、精密な指標とするには、採集場所のこまめな設定があるなど、もう少し調査を進める必要がある。

イボニシ及びゴカイについても測定を行っているが、以下に述べる理由によりまだ完了していない。

本年度当初から予想していたとおり、メチル水銀分析に使用していたガスクロマトグラフ (GC) の検出器が寿命を迎え、交換時期となった。ただ、そのための予算が認められず、代わりに別の研究室にあった同位体型の GC を使用せよとの指示があったため、そちらの機械の調整と移転手続きを行うことにしたが、時間がかかり、まともに機能するようになったのが 12 月に入ってからであった。そのためそれまではメチル水銀分析が思うに任せない状態が続き、試料の測定が滞ってしまっている。測定は現在鋭意続行中である。

2. インドネシア・スラウェシ島北部、タラワン川流域の、金採掘に伴う水銀汚染調査

8 月 21 日から 9 月 2 日にかけて、森室長とともに現地に赴き、前回実施した底質採取の不足分と、新たに判明した流路の底質採取、並びに初めての試みとして、水生昆虫の採取を行った。

持ち帰った試料はすべて凍結乾燥後十分に攪拌して均一とし、乳鉢で粉末とした。昆虫については、試料の量が極めて限られるため、1mlの水酸化ナトリウムで 60℃一晩アルカリ分解し、その一部を分析に使用した。結果は以下の表のとおりである。

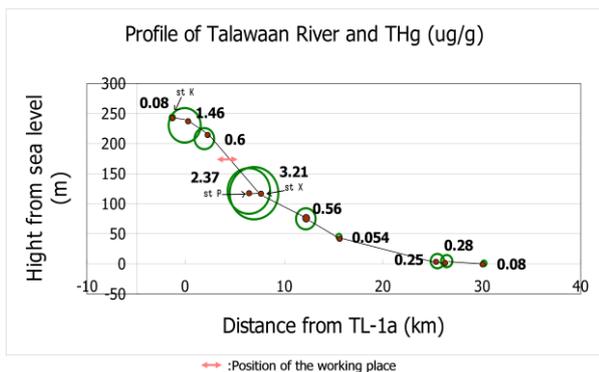


図1 タラワアン川の採集拠点の標高と底質の総水銀値

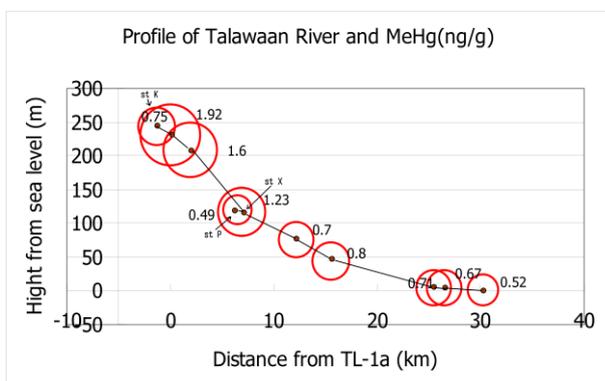


図2 タラワアン川採集拠点の標高と底質のメチル水銀値

表 水生昆虫の水銀値

	St K	St P
THg	0.16	3.65
95% limit	0.14 - 0.19	2.13 - 6.24
MeHg	0.023	0.083
95% limit	0.020 - 0.028	0.070 - 0.100

St K: 最上流地点

St P: 今回見出した細流の採集地

単位は $\mu\text{g/g}$

底質の水銀分布を最終地点の標高と対応させてみると(図1)、中流域の、一旦傾斜が減少する位置で比較的高い水銀濃度が観察された。この地点(St Xとする)は、前調査時には見出されていなかった細流が合流しており、その細流の、本流への合流点付近(St Pとする)の総水銀濃度はSt Xのものと同程度であった。これは、この細流が作業場からの水銀の流路となっていることを示している。つまり図1には上流域に二つの

水銀の経路があり、図1に示している上流2点は旧流路のものである。一方St Pの底質のメチル水銀値は、底質の堆積がかなり貧弱であったためか、St Xの値よりかなり低かった。また、川全域のメチル水銀の分布について総水銀の分布と比較すると、値の高低差が小さいことが目についた。この現象は、メチル水銀が放散された金属水銀から環境中で(おそらく底質中で)生成することと関連していると考えられる。金属水銀は、作業場から常に供給されているが、メチル水銀はある手続きを踏んで、おそらく底質中で生成されるが、その増減は、金属水銀の増減を直ちに反映してはいない。

水生昆虫の水銀値については、総水銀、メチル水銀ともに底質の水銀値を反映していた。ただ、St Pの水銀値については、総水銀とメチル水銀の濃度差が大変大きいことが特徴であった。この傾向は、水俣湾の潮間帯底生生物でも見られるものである。おそらく底質中に生活する生き物はその表面に底質中の無機水銀を付着させているのであろうと考えられる。

前回の報告書で示したとおり、2004年に地域自治体の規定が変更となり金回収作業は特定の作業場所に限って許可されることとなった。その作業場からの水銀が、今回発見された細流に流れ込んでいると推測できる。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Yasuda Y, Mori K (2010) Mercury deposit distribution in Minamata Bay. Coastal Marine Science 34(1), 223-229.
- 2) Lasut M, Yasuda Y, Edinger (2010) Distribution and accumulation of mercury derived from gold mining in marine environment and its impact on residents of Buyat Bay, North Sulawesi, Indonesia. Water, Air and Soil Pollution. 208 (1), 153-164.

- 3) Canario J, Prego R, Vale C, Branco V (2007) Distribution of mercury and monomethylmercury in sediments of Vigo Ria, NW Iberian Peninsula. *Water Air Soil Pollut.* 182: 21-29.
- 4) Balcom P H, Hammerschmidt C R, Fitzgerald W F, Lamborg C H, O'Connor J S (2008) Seasonal distributions and cycling of mercury and methylmercury in the waters of New York/New Jersey Harbor Estuary. 109: 1-17.
- 5) Martens H (2000) Mercury pollution awareness and control; A case study at small-scale gold mining sites in Ratatotok and Tatelu Districts of North Sulawesi, Indonesia. CIDA Project 472/18270, Canora (Asia) Incorporated, Montreal.

■地域・地球環境グループ

(2)八代海における海洋生態系群集構造と水銀動態

—水俣湾・八代海の底生生物相解明および食物網を通じた魚類の水銀蓄積機構の研究—

Marine ecosystem and mercury behavior in Yatsushiro Sea.

-Quantitative survey of marine benthic community in Yatsushiro Sea and mercury concentration of several fishes through food web-

[主任研究者]

森 敬介(疫学研究部)
研究の統括、調査全般、生物試料解析、
水銀分析

[キーワード]

海洋生態系 (marine ecosystem)、食物網 (food web)、底生生物相 (benthos community structure)、生物濃縮 (biological accumulation)、水銀拡散 (mercury diffusion)。

[共同研究者]

保田叔昭(国際・総合研究部)
富安卓滋(鹿児島大学)
水銀分析・野外調査補助
野外調査・環境測定・標本処理
逸見泰久、滝川 清、秋元和實、増田龍哉(熊本大学)
山本智子、鈴木広志、大木公彦、富山清升、阿部美紀子(鹿児島大学)
堤 裕昭(熊本県立大学)
荒木希世(熊本県水産研究センター)
玉置昭夫、飯間雅文(長崎大学)
清本節夫、山田梅芳、木元克則、徳永貴久(西海区水産研究所)
野外調査では、そのほかに熊本大学や鹿児島大学の学生の参加を予定している。

[研究課題の概要]

本研究では水俣湾・八代海における生態系群集構造と水銀動態を明らかにする目的で、底生生物相調査を実施し、魚類への水銀蓄積機構及び本海域での水銀動態の解明を目指すものである。

[背景]

海洋生態系は砂質、泥質から岩礁まで様々な底質が存在し、そこに深度や波浪の程度など異なる環境条件の生息場所が複雑に絡み合っている。そこに生息する生物も極めて多様となっている。多様な生物が食物網(以前は食物連鎖と言われていたが、捕食・被食関係が網の目のようにからんで生態系が成り立っている食物網 food web という考え方が主流となっている)によって結びつき、生態系を形成している。

食物網を通じた水銀濃縮はよく知られている現象であるが、実際の経路が判明しているものは、保田・森が行ったカサゴの例以外はない。水俣湾における他の魚種の生物濃縮を考える場合に、どのような餌生物が存在しているかは、最も重要な基礎データであるが、水俣湾・八代海において様々な生息地を含んだ定量的な底生生物相調査は存在しない。底生生物相調査は水銀蓄積機構の基礎データとして重要なだけでなく、現状の記録年今後のモニタリング等の基礎資料ともなり、水俣湾復活の象徴ともなりうる。と考える。

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

地域・地球環境

[研究期間]

平成 22 年度—平成 26 年度(5 ヶ年)

1. 水俣湾における食物網を通じた魚類の水銀蓄積機構及びその基礎となる底生生物相の解明

水俣湾における魚類の水銀蓄積機構については、カサゴに関して食物網と水銀蓄積機構の関連づける研究が行われている(保田、森)、カサゴの主要な餌場が転石潮間帯及びその下部で有る事を明らかにした後、カサゴ及び餌生物各種の食性とそれぞれの水銀蓄積レベルを調べ、底質からゴカイや小型甲殻類、軟体動物、大型甲殻類のエビ・カニ・ヤドカリを通して、カサゴへつながる食物網と水銀レベルの上昇が一致していることを解明した。同時に餌生物の分布と長期変動を解明するために、水俣湾内・湾外の4地点で転石・岩礁潮間帯の底生生物相と主要生物の水銀蓄積レベルのモニタリング調査を1997年より隔年で実施しており、長期的な変動について明らかにしつつある。

水俣湾にはカサゴ以外にも多数の水産上重要な魚類が存在し、それぞれ異なる食性を持ち、餌場や餌とする生物が異なっている。カサゴ同様に食物網を通して、水銀蓄積が生じたと考えられるが、カサゴ以外の種類については、食性や食物網はほとんど判っていない。干潟や潮下帯の砂泥地、藻場などこれまで調査が行われなかった場所を主要な餌場とする種類として、ヒラメ、カレイ、ウシノシタ、エイ、ハゼ類などの底魚類がいる。水俣湾内には転石や岩礁などの固い基質以外の砂泥地も多数存在するため、これらの場所の底生生物相と底質の水銀レベルを明らかにすることにより、他の魚種における食物網解明を進める事ができる。

ベントスの種組成に関しては、水俣湾及び八代海において、底生生物全般を対象とした本格的な調査は行われておらず、不明な点が多い。八代海北部の干潟、塩生湿地に関しては熊本大学グループ(文献1)や熊本県レッドデータブック(文献2)にて、多様な底生生物が出現する事が報告されているが、定量調査(種類と量)はなされていない。八代海南部の干潟、塩生湿地及び八代海全域の潮下帯では、底生生物全般を対象とした調査は、定性的な調査さえなされていないのが現状である。

近い環境の有明海では2005~2007年に全生物を対象とした本格的な生物相調査が行われ(森 敬介が代表)、数多くの新種を含む初記録が得られている。

一つ例を挙げると、端脚類(ヨコエビ類)は底生生物

の重要な餌となるが、これらの既知種は有明海では80種程度であったが、本調査により多くの新種を含み130種が確認されている。水俣湾・八代海でも同様あるいはそれ以上の発見が期待される。有明海、八代海においては国土交通省や農水省などの委託で数多くの底生生物を対象とした調査がコンサル会社を通じてなされているが、海洋生物の同定は難しいため専門家によるチェックが必要であるが、それを省いて標本の保存もしていない事が多く、比較データとして使えない状況である。上記の有明海調査では底生生物の同定を分類群ごとに専門の分類学者に依頼して、信頼できるデータを得たものである。

2. 水俣湾から八代海への水銀拡散調査

水俣湾から八代海全域にかけての水銀拡散については、仕切り網撤去前に底質に関する調査が行われ、拡散マップが作成されている。また、保田・森の全国水銀レベル調査の一環で、水俣湾対岸の御所浦島、新和町で岩礁・転石潮間帯の底生生物相調査が行われ、主要種の水銀レベルが調べられている。

仕切り網撤去により、水俣湾の生物相の変化として内湾性生物から外海の生物への入れ替わり(マガキからケガキへの変化)が明らかになっており、海水の流動性が高くなった事が予想される。この流動性の変化により水俣湾の縁辺部に残っていた水銀レベルの高い底質が周辺へ拡散した可能性がある。仕切り網撤去前後の変化を調べるために、八代海全域にて、底質及び主要底生生物の水銀レベル調査を行い、拡散の状況を明らかにする。

3. 潮間帯におけるベントス及び底質の水銀分布調査及びインドネシア・タラワン川流域調査

この項目は保田室長の研究引き継ぎを目的としている。今年度は保田室長の研究計画の協力者として参加し、次年度以降の引き継ぎを行う事を目的とする。各種野外調査の補填調査・標本の処理・データの取りまとめなど。

内容は水俣湾の定期モニタリング調査、全国水銀レベル調査、インドネシア・タラワン川流域で懸念されている金採掘に伴う水銀汚染調査、水銀分析技術の継承など。

[目的]

1. 本研究の目的は、水俣湾における様々な食性を持つ魚類への水銀蓄積機構を明らかにする目的で、湾内に出現する主要な魚類の餌場となる干潟、砂泥質潮下帯における底生生物(ベントス)の種組成を生息場所ごとに明らかにし、各場所を餌場とする魚類の蓄積機構解明の基礎資料を作成する事にある。
2. 底質に関して仕切り網撤去前後の水銀拡散の違いを明らかにすると共に、底質と主要種の水銀レベルの関連を広域にて比較する事を目的とする。
3. 水俣湾の岩礁・転石潮間帯モニタリング調査、全国水銀レベル調査は保田室長からの引き継ぎプロジェクトであり、貴重なデータが蓄積しており、継続して行く事が重要である。同じく引き継ぎのインドネシア、タラワアン川流域調査は、魚類の食物網による水銀濃縮解明が課題であり、水俣湾調査と比較、検討が可能となる。

[方法]

1. 岩礁・転石潮間帯のモニタリング調査(隔年)の継続。次回は2011.2-3月。干潮時の定量調査。
2. 干潟の底生生物相及び水銀レベル調査(場所)袋湾及び八代海周辺海域。干潮時の定量、定性調査。
3. 潮下帯(砂質、泥質)の底生生物相及び水銀レベル調査(場所)水俣湾中央、湾外、袋湾、(調査船等利用)。採泥器、ドレッジ(底曳き)調査。
4. 八代海周辺海域主要魚種の食性調査 餌場や餌種(文献調査、一部実地調査)。
5. 干潟、砂泥潮下帯を餌場とする魚類の食物網作成を行うために、代表種を選定する。その餌種となる底生生物の食性を順次調べていく。
6. 底生生物に関して底質からの水銀取り込みの室内実験、魚類や底生生物の餌生物からの水銀取り込み実験を行う。

[期待される成果]

1. 干潟や潮下帯(砂質、泥質)を主要な餌場とする魚類として、ヒラメ、カレイ、ウシノシタ、エイ、ハゼ類などの底魚類が考えられ、水産上重要な魚種も多い。

これらから対象種を絞り、カサゴと同様の食物網と水銀レベルの関係解明を行う事ができる。

また、底生生物の標本を得る事により、餌生物のデータベース作成が可能となり、DNAデータベースへの材料提供なども可能となる。

また、森 敬介が行った有明海調査と同様の方法で調査を行う事により、生物相の直接比較が可能となり、有明海に比して注目度の低い、水俣湾・八代海の豊かさを証明できる。

2. 底質に関しては大木らによる仕切り網撤去前のデータがあり、本研究との比較により水銀拡散について明らかにできる。

3. 底質と生物を同時に採集することにより、底質水銀レベルとその場所に生息する個体との関係を明らかにできる。

4. 八代海沿岸の御所浦、新和町の海岸については、全国水銀レベル調査の一環で、岩礁・転石潮間帯の生物に関してデータがあり、同地点での調査を行う事により、経年変化について明らかにできる。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

1. 共同研究の推進

熊本大学、熊本県立大学、鹿児島大学、九州大学、熊本県水産研究センター、西海区水産研究所、長崎大学の研究者十数名(共同研究者欄記載)を訪問し、水俣湾・八代海での研究立ち上げと協力依頼を行った。生物学、生態学、環境学、水産学、工学、地質学、化学など、様々な分野の研究者と相談したが、いずれも協力的で、次年度以降の研究費申請時に共同研究を申請する方向で相談を進める事とした。鹿児島大学・熊本大学では海域の調査時に調査船使用及び学生の調査同行も快諾された。

別件であるが、鹿児島大学理学部からは卒論生の引き受けを依頼され、水俣湾の生物調査をテーマとする事で合意し、連携大学院に関しても推進する事を話し合った。

2. 調査船を使用した調査

2011年3月3日～4日に実施予定

3. 底生生物相調査の予備調査

野外調査用の道具類、生物標本分析用の実体顕

微鏡、写真撮影装置、標本保存用の容器類、アルコール等薬品類を揃えた。次年度以降の引き継ぎを考え、アルバイト 2 名には、保田室長の水銀分析業務と並行しながら、私の研究業務の補助をやってもらった。室内では生物標本の分類・整理作業を進めて貰い、各月 2 回の大潮干潮時には水俣湾及び周辺の海岸生物調査に同行して貰った。また 2 泊 3 日で八代海一周調査も行った。これらを通して、2 名は調査法や生物標本の取り扱いに慣れてきたようだ。

4. 水銀分析技術の習得

保田室長の指導の下、水銀分析の講習を受けた。底質試料と生物試料について行い、流れを掴む事ができた。今後分析の練習を積み重ねていく予定。

5. 保田室長との共同研究の引き継ぎ

インドネシアにおける海外共同研究の引き継ぎを行った。8/21-9/2 のタラワアン川流域調査に同行し、河川及び河口域の野外調査を手伝った。共同研究者のマルクスは 9 月に来日し、一緒に水銀分析を行った。これらの期間に、この調査の到達点や問題点、次年度以降の計画について、議論する事ができた。

2 年ごとの岩礁・転石潮間帯のモニタリングは 2011 年 2 月、3 月に実施予定。

6. モニタリング調査の標本整理

1997 年より継続している水俣湾内外 4 地点のモニタリング調査による生物標本整理を進めた。前回 2009 年調査標本の大まかな分類を終えた。

[研究期間の論文発表]

- 1) Yasuda, Y. and Mori, K.: Mercury deposit distribution in Minamata Bay. Coastal Marine Science, Vol.34, 223-229, 2010

[研究期間の学会発表]

- 1) 森 敬介: 有明海における底生生物の分布状況—ヨコエビ類を中心に—. 日本動物学会・日本植物学会・日本生態学会九州地区合同大会, 九州大学箱崎キャンパス・九州産業大学工学部, 2010.5.
- 2) 森 敬介: 水俣湾周辺海域に発見された希少底生生物について. 2010 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会, 東京大学大気海洋

研究所, 2010.10.

- 3) 森 敬介: 水俣湾砂泥干潟における底生生物分布状況 —水銀汚染を乗り越えて—. 日本生態学会第 58 回大会, 札幌コンベンションセンター, 2011.3.

[文献]

- 1) 内野明德ほか(2008) 有明海・八代海の生物棲息環境の評価・保全・再生、熊本大学政策創造教育センターH19 年度報告書、p1-34.
- 2) 熊本県希少野生動植物検討委員会編(2009) 改訂・熊本県の保護重要な野生動植物—レッドデータブックくまもと 2009—、熊本県、597pp.

■地域・地球環境グループ

(3)水俣湾水環境中に存在する水銀の動態とその影響に関する研究

Research on its influences and behaviors of mercury in an aquatic environment of Minamata Bay

[主任研究者]

松山明人(疫学研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

丸本幸治(国際・総合研究部)
試料採取、各種化学分析の実施
保田叔昭(国際・総合研究部)
研究助言
畠田彰秀(長崎大学)
試料採取全般、解析担当
矢野真一郎(九州大学)
試料採取全般、解析担当
富安卓滋(鹿児島大学)
元素分析、その他分析担当
井村隆介(鹿児島大学)
地下水門学担当
田井 明(九州大学)
試料採取全般、解析担当
小山次朗(鹿児島大学)
生簀実験助言及び人口餌製作担当
赤木洋勝(国際水銀ラボ)
研究助言全般

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

地域・地球環境

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、水俣湾 (Minamata Bay)、モニタリング (Monitoring)、季節変動 (Seasonal variation)。

[研究課題の概要]

水俣湾内にこれまで残存・分布してきた 25 ppm 以下の水銀含有底質が、現状の水俣湾・海洋環境に対しどのような影響を与えているのかを実験的に明らかにする。

[背景]

水銀で汚染された水俣湾の浚渫・埋め立てによる大規模修復工事は、1990 年に終了し現在までおよそ 20 年が経過した。埋立地に埋設処理された底質の水銀濃度は 25mg/kg 以上であり、これ以下のものは浚渫されずそのまま水俣湾内に放置されたままとなっており、その水俣湾の環境に与える影響については、まだ十分判っていないのが実情である。また、高濃度の水銀汚染底質が封じ込められている水俣湾埋立地の、護岸耐久年数は残すところ後 15 年から 20 年程度と試算されており、近未来的な位置付けにおいて、この護岸に対しどのような具体的対応策を施すべきなのかを、真剣に検討しなければならない時期が近づいているといっても過言ではない。

[目的]

本研究では、この海洋中に残された 25 ppm 以下の水銀を含む底質及び海水中に含まれる微量水銀の、経年的な動的及び化学的变化を定量的に評価する。これらによって、現在、水俣湾に存在する水銀を含有した底質等が、どのような対象にどのような影響を与えているのかを把握することが第 1 の目的である。即ち、これまで行ってきた水俣湾モニタリングに加え、水俣湾水銀含有底質と低層海水(直上水)とのインタラクション(相互作用)を把握し、底質からの水俣湾へ

の総水銀、メチル水銀供給量を季節的な変動を踏まえて派握する。同時に海水の物理特性(DO、pH、ORP等)を把握し、主に微生物が関与すると考えられている海水中における水銀メチレーションについても考察を加える。また更に、水俣湾埋立地に埋設された、水銀濃度として乾重あたり2000ppm(mg/kg)を超える大量の水銀汚染底質や土壌が、地下水等、自然環境に与える影響把握も重要な研究目的として捉えている。

[期待される成果]

- ・定期水質モニタリング及び櫓計測実験等の実施と継続により、水俣湾海水に含まれる水銀等の年間変動データの取得と蓄積及び、その解析が可能。
- ・これまでの定期水質モニタリングに新たに、底質直上水モニタリングを組み込むことにより、底質からの水銀供給量を把握できる。
- ・生簀実験結果を踏まえ、現状の水俣湾水質が魚類に及ぼす影響の推定が可能となる。
- ・室内底質培養実験等の実施により、現在堆積している水俣湾底質が、水俣湾の水銀濃度変動に及ぼす影響について考察が可能となる。

上記を計画的に実施することにより、水俣とその周辺の住民の方々に対し有用な情報を提供できる可能性がある。

[平成22年度の研究実施成果の概要]

1. 実験方法及び実験準備

1-1 水俣湾定期水質モニタリングの継続と夏季水質変動把握のための夏季集中櫓観測



図-1 水俣湾採水ポイント

過去継続してきた内容と同様に毎月1回大潮・下げ

潮最強時に、水質モニタリングを実施した。また当初平成23年度から本格稼働を予定していた、水俣湾直上水の採取を1年前倒して今年から開始することにした。主な分析項目を以下に示す。

(1) 深度別採水及び水質測定

St.1~3の3地点。

・St.1、2は5層(0m、6m、10m、海底面上1m、及び0.1m)。

・St.3は4層(0m、6m、海底面上1m、及び0.1m)から採水。

採水は大潮時下げ潮最強に全て実施した。

(2) 測定項目

◎採水試料(深度別に測定)

溶存態総水銀(T-Hg)、溶存態メチル水銀(Me-Hg)、懸濁物質中総水銀(SS-THg)、懸濁物質重量(SS重量)、懸濁物質中メチル水銀(SS-Me-Hg)

◎水質測定(深度別に測定)

塩分、水温、濁度、溶存酸素濃度(DO)、密度クロロフィルa、平成22年11月よりSS粒度分布を測定開始。

(3) 夏季集中櫓観測

◎実施時期 平成22年7/25日-10/3日

◎採水回数 合計11回 ほぼ毎週1回の割合。

◎測定項目は通常モニタリングに順じた。

◎鉛直方向の海水試料採取は、表層から2mごとに8試料(0m,2m,4m,6m,8m,10m,12m,海底+0.1m)を採取した。

櫓はSt1より南南東方向凡そ200mの位置に設置した。傾向として、各モニタリングステーションの季節的な水質変動はほぼ全て同様の傾向を示す。湾内航路上の安全を考慮し、櫓位置を現在の場所に平成20年度より設置した。

1-2 水俣湾生簀実験

図-1に水俣湾実験用生簀の設置位置を示す。生簀は昨年来使用しているものと同じである。また水俣湾生簀のコントロールとして、昨年と同様に、鹿児島県出水郡長島町に位置する鹿児島大学水産学部附属臨海施設に同様の生簀を設置し、水俣生簀と同時に実験を開始した。昨年度は長島町のコントロール用生簀が6月上旬までしか継続出来なかったが、今年度

は地元漁協の協力の下、今年 12 月まで継続した。以下にこれまで実施された実験の概要を示す。

(飼育期間)

平成 3 月 27 日から 12 月 5 日およそ 9 か月間。

(飼育魚)

鯛稚魚、飼育当初の体長はほぼ 12 cm 程度。総水銀濃度は 10 匹の平均で 65 ppb。長島の生簀に 210 匹及び水俣の生簀に 250 匹ずつ導入した。

(試料採取間隔)

ほぼ 2 週間/1 回、月 2 回から 3 回。1 回につき魚 10 匹を生簀から採取した。採取後、すぐにセンターへ移送し、個別処理及び化学分析を実施した。

(飼育用餌)

水銀フリー餌(鹿児島大学水産学部で調製の従来品)を使用した。餌中に含有される水銀濃度は総水銀濃度が 0.8 ppb、メチル水銀濃度 0.6 ppb であった。

(生簀管理方法)

水俣湾生簀は、水俣漁協に全体生簀管理を委託。試料の採取から日々の餌やり、海水温の測定、魚の状態管理を委託した。また鹿児島大学水産学部臨海施設についても同様の管理を委託した。

2. 研究成果の概要

2-1 水俣湾定期水質モニタリング

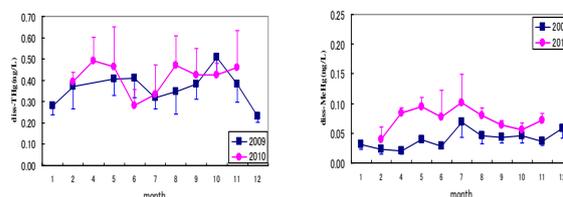


図-2 直上水採取装置

上述したように、今年度 4 月から図-2 に示す直上水採取装置を活用して、水俣湾海底から 10cm 上方の海水を各定期採水ポイント(図-1)から採水した。

図-3 に 2009 年(昨年)及び 2010 年(今年)の年次別経時変化の月別全体平均を溶存態総水銀及び溶存態メチル水銀について示す。この結果より 2009 年、2010 年の各濃度の季節変動傾向は大きく異なる。即ち、溶存態総水銀濃度については、全体として濃度分布にばらつきを生じているが、双方ともに経時的にほぼ同様の傾向を示し明確な相違は認められない。

しかし一方、溶存態メチル水銀濃度の経時変化については双方の結果で大きく異なり、2010 年の場合、夏季(6 月から 9 月)溶存態メチル水銀濃度は、2009 年の結果に比べ明確に増加した。



diss-T-Hg

diss-MeHg

図-3 溶存態水銀濃度の年次別経時変化

(1) 溶存態総水銀

これまでの研究結果より、水俣湾では夏季に温度成層が生成する。即ち、夏場の直射日光によって海水温が上昇するため、海水の比重が軽くなり鉛直方向への混合が起きなくなることを指す。図-4 に夏季(7 月)及び冬季(2 月)の鉛直方向の溶存態水銀及び DO(溶存酸素 以降 DO と呼ぶ)の濃度分布を示す。2 月の水温は夏季に比べ低く、海水表面温度も外気の影響で下がることから、表層水の海水比重が重くなるため鉛直混合が起きる。その影響を受けて、4 月のグラフでは DO 濃度が表層から低層までほぼ均一となっている半面、溶存態総水銀濃度は、明らかに海底面+10cm のみで明確に高くなっており、この傾向は年間を通じて共通していた。このことは、これまで予想されていたことではあるが、年間を通じて水俣湾では海底面に蓄積している底質から、溶存態の総水銀が常に供給され続けている可能性を示す。

また、年間の溶存態総水銀濃度の全体平均値は 0.42ng/l であった。

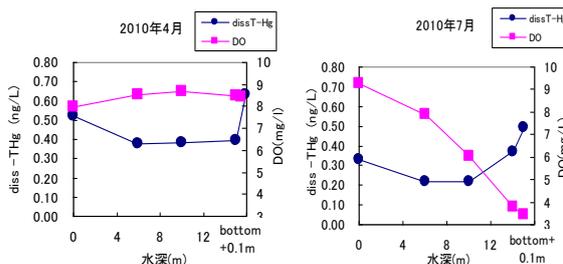


図-4 季節別溶存態総水銀の鉛直分布

(2) 溶存態メチル水銀

2010年の観測結果(図-3)より、2009年に比べ明確に夏季、水俣湾海水中の溶存態メチル水銀濃度が上昇していた。年間の溶存態メチル水銀濃度の全体平均値は0.08 ng/lであった。昨年2009年を除くそれまでの年間平均値が0.1ng/lであったことから、ほぼ例年並みとなった。この結果を夏季(2010年6月、7月)、冬季(2009年12月、2010年2月)に分け鉛直方向の深度別平均で見ると、図-5から夏季は冬季に比べ全体として、溶存態メチル水銀濃度が上昇するが、鉛直分布で二つの濃度分布傾向が認められた。

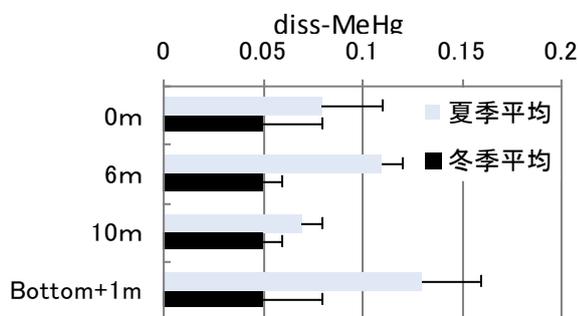


図-5 季節別溶存態メチル水銀の鉛直分布

一番目は表層から水深-6mにかけての濃度分布及び、二番目は海底面周辺に認められた分布であった。そこで、これら季節濃度変動等の原因を探るため、毎回海水のサンプリング時に計測している海水特性と各相関について検討してみた。過去同様に単相関による検討した結果では、海水中の溶存態メチル水銀濃度は海水温との相関(正)が最も強く現れていた。

今回は、海水温にも正の相関関係($R=0.50$)が認められるが、全体として海水塩分濃度との相関が最も強く表れた(図-6)。

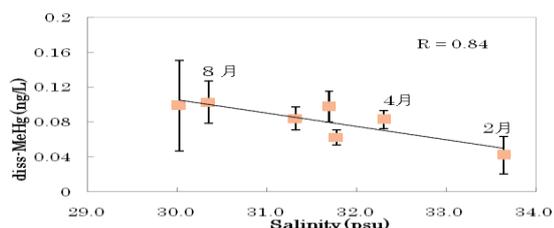


図-6 季節別溶存態メチル水銀 VS 海水塩分

また一方、DO(溶存酸素)濃度と溶存態メチル水銀濃度との間に相関関係が認められたが、特に-10m以深の層で認められ($r=0.54$)、表層から中層の-6m程度までは、溶存態メチル水銀濃度と明確な相関関係はほとんど認められなかった。一般に海洋中における水銀のメチル化は、海洋底質中でRSB(硫酸還元菌)など嫌気性菌の働きで無機水銀イオンがメチル化され、海洋中へ供給されることが知られている¹⁾。しかし、夏季水俣湾表層から中層にかけて存在しているメチル水銀は、この時期に温度成層(図-4)ができていることから水俣湾底質や直上水など低層中にあるメチル水銀が海水の鉛直混合によって海中全体に広がったとは考えにくい。したがって表層から中層域のメチル水銀は、DOなどの水質特性が下層とは異なることから、RSB等微生物の関与によるものだけでなく、他の生物・化学的反応が加味された原位置での水銀メチル化反応である可能性が大きい。海洋底質周辺での水銀のメチル化以外の反応についてはCossa、Sunderland、松山らがここ数年前から論文で発表しており、今後注目される研究テーマであるとしている²⁾³⁾⁴⁾。

2-2 水俣湾櫓実験

昨年2009年に引き続き今年2010年も水俣湾に設置された櫓を用いて、夏季集中観測を実施した。昨年は、年間を通じてほとんど海水中のメチル水銀濃度に変化が認められなかった。しかし今年度は昨年の傾向とは異なり、図-3に示すように雨季を含む夏季全般にわたり、海水中の溶存態メチル水銀濃度が上昇した。一方、溶存態総水銀濃度については、昨年と比べ大きな濃度傾向の違いは認められなかった。鉛直方向の溶存態メチル水銀濃度については、定期観測結果より示した図-5とほぼ同様の傾向を示しており、中層域(-6m)付近及び海底面付近で、溶存態メチル水銀のピークが認められた。更に、これまで2年間に亘って実施された夏季水俣湾の鉛直方向水銀濃度分析だけでなく、ADCP(多層流行流速計)等を利用した海水の流行流速解析結果などすべての櫓観測データより、水俣湾から年間におよそ10kg弱程度の溶存態水銀が八代海に向けて流出していることがシミュレーションの結果予想された。

2-3 水俣湾生簀実験

2009年(昨年度)に引き続き、2010年(今年度)も実施した。その結果を図-7に示す。今年度は昨年度とは大きく異なり、前述したように水俣湾内の溶存態メチル水銀濃度が昨年と比べ大きく上昇した。一方、コントロールとして設定された長島の生簀周辺の海水中の溶存態メチル水銀は、水俣湾に比べ濃度が低い状態で推移し、昨年と同じ傾向を示した(水俣生簀 0.12ng/l、長島生簀 0.05ng/l)。溶存態総水銀については、昨年と同様に、水俣生簀内の総水銀濃度比は約2倍となり(水俣生簀 0.55ng/l、長島生簀 0.26ng/l)、季節的な変動も踏まえ昨年とほぼ同様の傾向を示した。

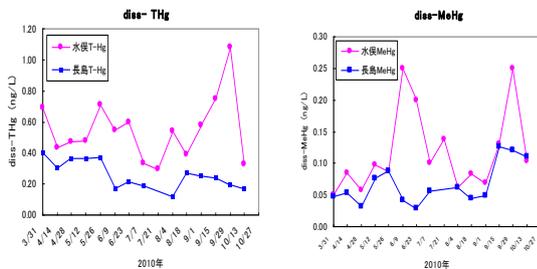


図-7 生簀 海水中水銀濃度経時変化

図-8及び9に鯛による生簀実験結果について示す。図-8より水俣、長島双方で経時的に鯛の体重は、昨年と同様に増加し成長するが、鯛中の総水銀濃度は体重の増加傾向とは逆の減少傾向を示した。

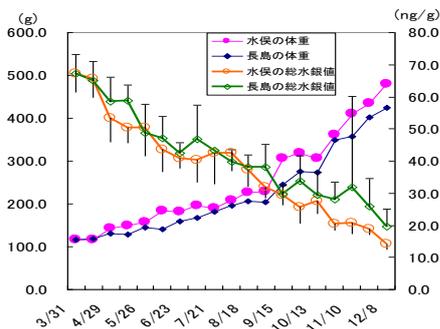


図-8 体重量及び水銀濃度の経時変化

一般に魚類中の水銀濃度の半減期は大変長く数年に及ぶとも指摘されている。したがってこの事は、日々わずかながらにも体内の水銀は排泄されるが、主要な反応として鯛が成長する方が大きく影響し、鯛

中の水銀が希釈され濃度が低下しているように見えることを示す。そこで、図-9に、鯛筋肉部の総水銀濃度に体重を乗じ、鯛に含まれる全水銀量で比較してみた。

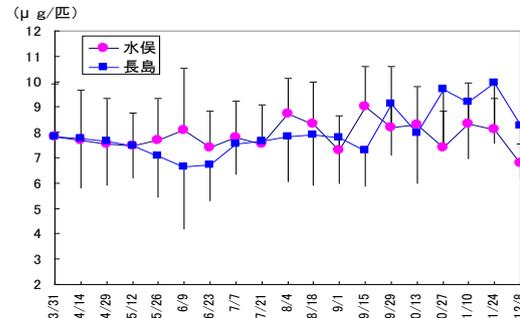


図-9 魚体内・全水銀量経時変化

その結果、長島と水俣湾で飼育されている鯛中の総水銀濃度には昨年の結果と同様に有意差は認められなかった。飼育中に与えた人口餌中には、ほとんど水銀を含まないため、この結果は海水中にある水銀の影響が反映していると考えられる。従ってこれまで得られた結果をまとめると、海水中の溶存態総水銀濃度と溶存態メチル水銀濃度双方が高い場合であっても、魚体内の水銀濃度は上昇しなかった。即ち、一般に述べられている海水からの魚体内への水銀の取り込みは、一般海洋域の水銀濃度の中で、高い濃度域に位置している水俣湾で起きなかったことから、通常の場合、一般海洋域での水銀に関する、魚体への影響はほぼないものと考えられる。

[研究期間の論文発表]

- 1) Matsuyama A, Eguchi T, Sonoda I, Tada A, Yano S, Tai A, Marumoto K, Tomiyasu T, Akagi H (2010) Mercury speciation in the water of Minamata Bay Japan, Water Air and soil pollut in press.

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Mason, R. P., Lawson, N., Lawrence, A. L., Leaner, J. J., Lee, J. G., Sheu, G-R. (1999). Mercury in the

Chesapeake Bay. *Marine Chemistry*, 65, 77–96.

- 2) Cossa, D., Bernard, A., Nicora, P. (2009). The origin of methylmercury in open Mediterranean waters. *Limnology and Oceanography*, 54, 837-844.
- 3) Sunderland, E. M., D. P. Krabbenhoft, J. W. Moreau, S. A. Strode, and W. M. Landing (2009), Mercury sources, distribution, and bioavailability in the North Pacific Ocean: Insights from data and models, *Global Biogeochem. Cycles*, 23, GB2010, doi:10.1029/2008GB003425.

■地域・地球環境グループ

(4)大気中水銀の輸送及び沈着現象、並びに化学反応に関する研究

Research on chemical reactions, transport and deposition of atmospheric mercury

[主任研究者]

丸本幸治(国際・総合研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

鈴木規之(国立環境研究所)
大気中水銀観測及び輸送モデルの開発
柴田康行(国立環境研究所)
大気中水銀観測に関する助言
田中 茂(慶應大学)
水銀化合物標準ガス発生装置の開発に関する
助言

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

地域・地球環境

[研究期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水銀(Mercury)、大気(atmosphere)、形態別分析(Speciation)、長距離輸送(long range transport)、東アジア(East Asia)。

[研究課題の概要]

本課題では、アジア大陸からの長距離輸送現象及び大気中におけるメチル水銀の生成・消滅反応を含めた、大気中水銀の輸送、沈着、化学反応に関する知見を得ることを目的とする。そのため、水俣市での大気・降水中の水銀のモニタリングと同時に、大陸由

来水銀の長距離輸送による影響をより強く受ける九州地方北部に新たなサイトを設け、モニタリングを実施する。また、日中韓多地点同時モニタリング及び EU 主導による地球規模の観測プロジェクト Global observation System for Mercury(以下、GMOS)に参加し、データを提供する。さらに、大気中のガス状二価水銀及びガス状メチル水銀の測定データの信頼性を確保するため、これらの水銀について、実大気濃度レベルに近い低濃度標準ガス発生装置を開発する。

[背景]

近年世界的に関心が高いメチル水銀の低濃度・長期曝露による人への影響及びそのリスクを評価する上で、水域における食物連鎖を介したメチル水銀の生物濃縮過程の解明が重要となっている。水域への無機水銀及びメチル水銀の供給源として大気からの湿性沈着及び乾性沈着がある¹⁾。

当センターでは、これまで湿性沈着物である降水に着目して、水俣市内 2 地点において降水中のメチル水銀濃度の通年モニタリングを実施した。その結果、降水中のメチル水銀濃度は冬季に濃度が増大することがわかった。しかしながら、冬季の濃度増大要因や湿性沈着過程については不明である。

一方、アジア大陸の東側に位置する日本では、東アジア地域において大気へ放出された水銀の長距離輸送による影響が指摘されている²⁾³⁾。水銀による越境大気汚染の影響は日本国内外において関心が高く、現在、環境省が沖縄県辺土岬にて大気中水銀の形態別モニタリングを実施している。また、日本、中国、韓国の研究者が協力して多地点同時モニタリングを行う Mercury in East Asian Network(以下、MEAN)プロジェクトが進行しつつある。さらに、EU 主導による地球規模の観測プロジェクト Global observation System for Mercury(以下、GMOS)も計画されている。

[目的]

九州地方における大気・降水中水銀の形態別モニタリングを実施し、アジア大陸からの長距離輸送現象及び大気中におけるメチル水銀の生成・消滅反応に関する知見を得る。また、国際的観測網である MEAN 及び GMOS にも協力する。

[期待される成果]

- ・東アジア地域における広域的な大気中水銀観測網 (MEAN 及び GMOS) への協力による国際貢献
- ・大気中メチル水銀のモニタリング技術の確立
- ・メチル水銀及び無機水銀を対象とした低濃度標準ガス発生装置の実用化
- ・大気・降水中のメチル水銀の濃度、沈着量データの蓄積
- ・大気中メチル水銀の生成・消滅過程に関する知見

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

1-1. 降水中の水銀の形態別モニタリング

水俣湾沿岸域1地点(水俣病情報センター屋上)において、可能な限り降水イベント毎の一降雨一括採取を行い、総水銀(溶存態水銀、粒子態水銀)と溶存メチル水銀、並びに溶存反応性水銀の濃度を測定した。また同時に主要イオン成分濃度を測定した。さらに、メチル水銀の生成に関係すると考えられる酢酸イオン、溶存有機炭素の濃度も測定した。そして、これらの成分と各水銀種との相関関係を調べた。

表1に各水銀種と他の化学成分の湿性沈着量の相関関係を示した。なお、湿性沈着量は降水中の成分濃度と降水量の積から求められる。降水中の溶存有機炭素(DOC)と酢酸イオン(CH_3COO^-)は検出限界濃度以下のデータがあったため、それらには検出限界濃度の半値を与えて湿性沈着量を計算した。また、表中のnss-は非海塩性成分を意味しており、ナトリウムイオンをすべて海塩起源として海水中の成分比を基に計算した値である。

表より、総水銀及び溶存態水銀、粒子態水銀、溶存反応性水銀の間には互いに強い正の相関関係があった。水俣市の降水では、総水銀の80~90%が溶存態水銀であり、溶存態水銀の約90%は溶存反応性

水銀であることから、これら3つの水銀種の強い相関関係は当然の結果である。また、総水銀の10%程度しか占めていない粒子態水銀も溶存態水銀等と強い相関を示すことから、大気中における液相と固相との間の分配平衡が大きく寄与している可能性がある。

一方、溶存メチル水銀は上述した水銀種との有意な相関はなかった。溶存メチル水銀と他の化学成分との相関関係をみると、溶存メチル水銀は溶存有機炭素及び酢酸イオン、硝酸イオンと非海塩性硫酸イオン、非海塩性カリウムイオンと有意水準1%で有意な正の相関があった。とりわけ、非海塩性カリウムイオンとの正の相関が強かった($r=0.61$, $P<0.01$)。大気中の非海塩性カリウムイオンの放出源は土壌や植物等の自然由来であることが報告されている⁴⁾。また、ごみ焼却によっても大気中に放出されるといわれている⁵⁾。しかしながら、水俣市内には小規模なごみ焼却施設が一つしかないため、ごみ焼却の寄与は小さいことが予想される。非海塩性カリウムイオンは、主に土壌由来である非海塩性カルシウムイオンと正の相関がみられたが($r=0.58$, $P<0.01$)、溶存メチル水銀と同様に、酢酸イオンや硝酸イオン、アンモニウムイオンとも正の相関($r=0.55\sim0.60$, $P<0.01$)があった。また、DOCとも弱い正の相関($r=0.37$, $P<0.05$)があった。酢酸イオンや硝酸イオン、アンモニウムイオンは生物活動と深い関係があることから、非海塩性カリウムイオンは土壌以外に植物等の生物由来物質の寄与があると考えられる。一方、大気中の酢酸イオンや硝酸イオンの生成及び消失過程には光化学反応が大きく影響している⁶⁾⁷⁾。とりわけ、酢酸イオン等の有機酸は大気液相中(雨滴、霧、露など)においてアルデヒド類の光酸化によって生成することが報告されている⁷⁾。

以上のことから、降水中の溶存メチル水銀も生物由来物質による影響や大気中における光化学反応の影響を受けて沈着量や濃度変動している可能性がある。今後さらにデータ数を増やして多変量解析を行い、メチル水銀と他の化学成分の関係を明確にしていく必要がある。

表 1 各水銀種と他の化学成分の湿性沈着量の
相関関係 (N=33)

	MeHg	R-Hg	D-Hg	P-Hg	T-Hg
MeHg					
R-Hg	0.205				
D-Hg	0.161	0.994 ^{**}			
P-Hg	0.256	0.903 ^{**}	0.889 ^{**}		
T-Hg	0.171	0.995 ^{**}	0.999 ^{**}	0.906 ^{**}	
DOC	0.474 ^{**}	0.289	0.275	0.482 ^{**}	0.295
CH3COO ⁻	0.561 ^{**}	0.066	0.046	0.178	0.057
Cl ⁻	0.314	0.249	0.250	0.303	0.257
NO ₃ ⁻	0.471 ^{**}	0.374 [*]	0.352 [*]	0.478 ^{**}	0.366 [*]
nss-SO ₄ ²⁻	0.446 ^{**}	0.210	0.205	0.328	0.217
Na ⁺	0.292	0.267	0.272	0.317	0.278
NH ₄ ⁺	0.400 [*]	0.298	0.284	0.435 [*]	0.299
nss-K ⁺	0.613 ^{**}	0.192	0.150	0.343	0.169
Mg ²⁺	0.313	0.268	0.272	0.326	0.279
nss-Ca ²⁺	0.328	-0.217	-0.251	0.007	-0.232
H ⁺	0.289	0.376 [*]	0.362 [*]	0.406 [*]	0.370 [*]

MeHg: dissolved methyl mercury 溶存メチル水銀
R-Hg: Reactive mercury 反応性水銀
D-Hg: mercury in dissolved phase 溶存態水銀
P-Hg: mercury in particulate phase 粒子態水銀
T-Hg: Total mercury 総水銀 (溶存態+粒子態)

CH3COO⁻: 酢酸イオン, DOC: Dissolved organic carbon 溶存有機炭素,
Cl⁻: 塩化物イオン, NO₃⁻: 硝酸イオン, nss-SO₄²⁻: 非海塩性硫酸イオン,
Na⁺: ナトリウムイオン, NH₄⁺: アンモニウムイオン, nss-K⁺: 非海塩性カリウム,
Mg²⁺: マグネシウムイオン, nss-Ca²⁺: 非海塩性カルシウム, H⁺: 水素イオン

* P< 0.05, ** P< 0.01

1-2. 大気中の水銀の形態別モニタリング

大気中水銀の形態別モニタリングにおけるデータの信頼性を確保するため、当センターで実施しているモニタリング手法(マニュアルサンプリング法)と形態別水銀連続分析装置(Tekran社製)で得られるデータの比較検討を実施した。その結果、当センターで昨年度10月から導入した加熱気化水銀測定システムに不具合があることが判明した。標準ガス注入口の汚染や水銀捕集管加熱部のオーバーヒートによる捕集管の捕集効率の低下などが主な原因であり、大気中のガス状二価水銀の値を低く計測していることがわかった。そのため、システムの改善を行った。なお、システムを改善している間、定期的な大気観測は中断していた

が、2011年1月から再開している。今後、上述した比較検討を実施し、データの信頼性を確保していく予定である。

一方、他の研究機関(国立環境研究所、産業総合技術研究所、東京農工大、福岡大)が福岡県福岡市で実施する大気中化学成分の集中観測に参加することができ、2010年12月6日から17日まで大気中のガス状水銀と大気浮遊粒子のサンプリングを実施した。

観測期間中における福岡市及び水俣市のガス状水銀の平均濃度はそれぞれ $1.90 \pm 0.20 \text{ ng m}^{-3}$ (N=13)、 $1.62 \pm 0.14 \text{ ng m}^{-3}$ (N=10)であり、福岡市の方が高かった。水俣市における値は2008年9月から2009年9月までの平均濃度とほぼ一致した。今後、サンプリングした大気浮遊粒子試料について粒子状水銀の分析を行う。

2. 大気中メチル水銀のモニタリング手法の確立

メチル水銀及び無機の二価水銀の低濃度標準ガス発生装置を試作し、その動作確認を行った。本装置では、水銀標準溶液を装置内に循環させ、気液平衡により気相に微量の水銀ガスを放出させる。

動作確認の結果、100 µg/mlの無機水銀(HgCl₂)標準溶液を使用することにより、1時間に約1 ngの水銀ガスの発生を確認した。これは大気濃度に換算すると15 ng m⁻³に相当する。しかしながら、発生する水銀量にはバラツキがあり、また、使用後の洗浄方法等も検討する必要があるため、今後それらについて検討する。

[備考]

平成 23 年度科研費に課題名「大気および降水中におけるメチル水銀の生成・消失機構と湿性沈着過程に関する研究」を応募している。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 丸本幸治、松山明人:水俣市における降水中メチル水銀濃度の季節変動とその要因。第 51 回大気環境学会年会、大阪、2010.9.

[文献]

- 1) Schroeder W, Munthe J (1998) Atmospheric mercury – An overview - . Atmospheric Environment 32: 809-822.
- 2) 丸本幸治, 坂田昌弘:(2007) 日本海側における水銀等化学成分の大気中濃度と湿性沈着量の季節変動. 環境科学会誌 20: 47-60.
- 3) Sakata M, Asakura K (2007) Estimating contribution of precipitation scavenging of atmospheric particulate mercury to mercury wet deposition in Japan. Atmospheric Environment 41: 1669-1680.
- 4) 一國雅巳(1993) 試料の分析値からその起源物質を探索するには 一元素比, 同位体比の利用一. ぶんせき, 38-43.
- 5) Dzubay, T. G., Stevens, R. K., Gordon, G. E., Olmez, I., Sheffield, A. E., Courtney, W. J. (1988) A composite receptor method applied to Philadelphia aerosol. Environmental Science and Technology 22, 46-52.
- 6) 玉置元則, 平木隆年:(1980) 神戸地域における雨水中の硝酸イオンと亜硝酸イオンの挙動. 日本化学会誌, 1169-1177.
- 7) Sakugawa, H., Kaplan, I. R., Shepard, L. S. (1993) Measurement of H₂O₂, aldehydes and organic acids in Los Angeles rainwater: Their sources and deposition rates. Atmospheric Environment 27B: 203-219.

■地域・地球環境グループ

(5)自然要因による水銀放出量に関する研究

Study on natural emission sources of atmospheric mercury

[主任研究者]

丸本幸治(国際・総合研究部)
研究の総括、実験全般の実施

大気中水銀濃度が一様でない地域においては、安価かつ簡便に多地点同時観測が可能な観測方法を検討し、その後の現地観測により、それぞれの水銀放出量を推定する。

[共同研究者]

松山明人(疫学研究部)
水俣湾における観測の実施
矢野真一郎(九州大学)
水俣湾における観測の実施
埴田彰秀(長崎大学)
水俣湾における観測の実施
佐久川弘(広島大学)
瀬戸内海の海洋観測の実施
竹田一彦(広島大学)
瀬戸内海の海洋観測の実施

[背景]

低濃度長期曝露の観点から、水銀の人に対する健康リスクを評価する上で、大気への水銀放出源に関する情報は必要不可欠である。大気中水銀の人為的な放出源には化石燃料の燃焼、ごみの焼却処分、金採掘等が挙げられるが、水銀は火山活動や地熱地帯の噴気、海洋、土壌、森林からの揮発等の自然的な要因によっても放出される。自然要因による水銀の全球放出量は、人為的要因による放出量と同程度であり、自然的要因による大気中水銀への寄与は比較的大きい¹⁾。わが国では、貴田ら(2005)²⁾によって人為的に大気へ放出される水銀量が推計されているが、自然要因によって放出される水銀量に関するデータは非常に少ない³⁾⁻⁵⁾。日本は周りを海に囲まれており、火山も多い。また国土の約70%が森林地帯であり、これらから大気へ放出される水銀量も多いことが予想される。

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

地域・地球環境

[研究期間]

平成22年度ー平成26年度(5ヶ年)

[キーワード]

水銀(mercury)、大気(atmosphere)、自然放出源(Natural emission sources)、水銀交換量(mercury exchange)、火山(Volcano)。

現在、大気中水銀の濃度分布や放出源、越境輸送等に関して、UNEPを中心として国際的な関心が高まっており、人為的な要因によって放出される水銀の削減に向けて活発な議論がなされている。人為的に環境中に放出される水銀の環境リスク評価とリスク軽減のための対策及び費用対効果を判断するためには、自然的要因によって大気へ放出される水銀量を可能な限り正確に推計することが重要である。

[研究課題の概要]

水俣湾を研究対象海域として、大気ー海洋間の水銀交換量を推定する。一方、火山地帯や森林域等の

[目的]

火山地帯、森林地帯、海洋から大気へ放出される水銀量を計測し、それらの変動要因を明らかにする。

また、自然要因によって放出される水銀が大気環境に与える影響について評価する。

[期待される成果]

- ・水俣湾海水表面からの水銀揮発量の推計値
- ・日本国内では初となる森林域からの水銀放出量の推計値
- ・火山地帯から放出される水銀が大気環境へ与える影響に関する知見

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

海水中の揮発性水銀(Dissolved gaseous mercury, 以下 DGM)のサンプリング装置は、サンプリング時における溶存ガスの揮散損失を最小限に抑えるため、表層海水を攪乱せず採取することが望ましい。そこで、サンプリング装置をゆっくり海水中に沈め、装置の下部から表層海水試料を採取し、そのまま DGM の抽出ができるものを設計した(図 1)。また、装置は可能な限り既製品を組み合わせることで、製作コストを最小限に抑えるように努め、製作した。しかしながら、既製品のサンプラーの不具合により装置下部のテフロン製コックから水漏れが生じることが判明したため、現在ガラス製のコックの製作を依頼中である。

一方、コックのないテフロン製のメクラ栓を用いてブランク試験及び標準ガス添加回収試験を実施した。標準ガス添加回収試験の結果、大気流量 0.5 L min^{-1} で 30 分間通気する条件で、添加した標準ガスはほぼ 100 %回収できた。また、ブランク試験の結果では、通気時間を長くするほど、ブランク値が大きくなることがわかった。今後は実海水試料を用いて、サンプリングの条件を検討する。その後、定期的な観測を実施する。

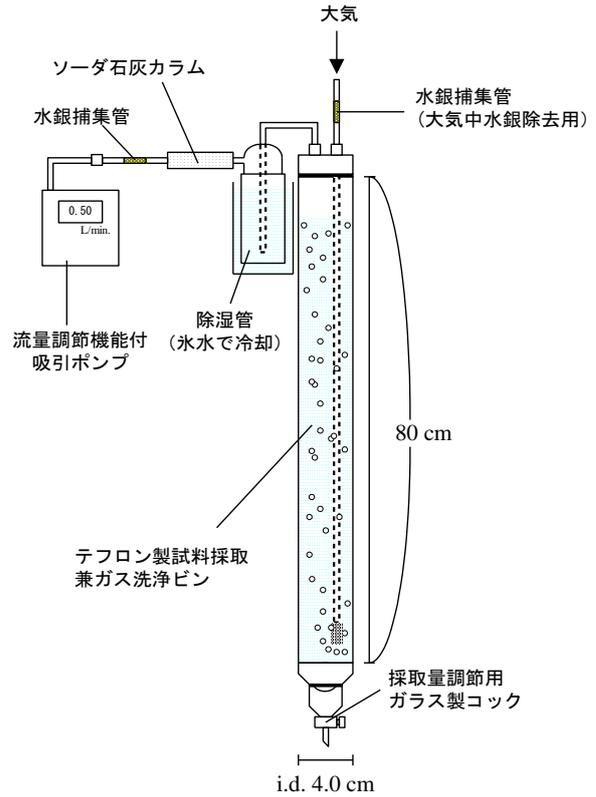


図 1 DGM サンプリング装置の概略図

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) 丸本幸治, 坂田昌弘 (2000) 大気中の水銀に関する研究の現状. 地球化学, 34: 59-75.
- 2) 貴田晶子, 酒井伸一 (2005) 水銀の排出インベントリーと環境排出. 廃棄物学会誌, 16: 191-203.
- 3) Nakagawa R (1999) Estimation of mercury emissions from geothermal activity in Japan. Chemosphere, 38: 1867-1871.
- 4) 丸本幸治, 坂田昌弘 (2005) 土壌からの水銀発生量とその変動要因. 地球化学, 39: 183-196.
- 5) Narukawa M, Sakata M, Marumoto K, Asakura, K (2006) Air-sea exchange of mercury in Tokyo Bay. Journal of Oceanography, 62: 249-257.

■地域・地球環境グループ

(6)分子生物学的手法ならびに水銀の超微量分析手法を駆使した、水俣湾内の食物連鎖網の解明に関する研究

Research on food web in Minamata Bay as for mercury pollution by using an ultratrace analysis on mercury and a molecular-biology technique

[主任研究者]

松山明人(疫学研究部)
研究の総括、各種分析等実験全般の実施

[共同研究者]

藤村成剛(基礎研究部)
分子生物学的手法による種の同定
森 敬介(疫学研究部)
目視による種の同定

[区分]

基盤研究

[重点分野]

メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

地域・地球環境

[研究期間]

平成 22 年度－平成 24 年度(3 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、水俣湾(Minamata Bay)、水銀汚染(Mercury pollution)、食物連鎖(Food web)。

[研究課題の概要]

水俣湾内に生息している魚体の体内に蓄積されている水銀の由来を、これまでとは全く異なる分子生物学的手法と水銀の超高感度分析手法を用いて解明する。

[背景]

平成9年の熊本県安全宣言により、水俣湾に敷設されていた仕切り網は撤去された。しかしその後も、「水俣湾環境対策基本方針」に基づく環境調査の一環として水質調査等とともに水俣湾の魚類モニタリング(ササノハベラ、カサゴ)は継続して実施されている。

平成16年には、熊本県の調査の結果、水俣湾で採取された魚の可食部に含まれる水銀濃度が国の暫定的規制値を超過していないが、総水銀が0.4ppm、メチル水銀が0.36ppm 検出され、地元の新聞各社より報道された(暫定的規制値超過とは、総水銀0.4ppm、かつメチル水銀0.3ppm を超えた場合であるため、メチル水銀の値のみで評価できない)。また平成17年、当センターから水環境学会誌へ、過去26年間にわたる水俣湾生息魚に関する水銀濃度変化¹⁾が掲載され、キスなどには水銀濃度として1 ppmを超える魚体が生息していることが報告されている。一般に魚体内に蓄積する水銀は、海洋中の食物網を通じ、順次、高次の生き物に濃縮されることによって成立すると説明される。また他にも魚体内の水銀の蓄積は、食物連鎖以外に鰓や魚の体表面などから直接吸収され、蓄積されることが報告されている²⁾³⁾。しかし実際の重金属等の毒性物質に関する魚類への蓄積過程について、食物網を踏まえた定量的評価による研究事例は大変少ない。特に水銀については、当センターの保田、森らによって実施された水俣湾に生息するカサゴに関する研究事例があるが、他にはほとんどないといっても過言ではない。

[目的]

本研究は、水俣湾に生息する魚類に蓄積される水銀が、どのようなプロセスを経て魚体内に蓄積されるのかを検討する。即ち、従来の魚胃内容物の目視

等による判別だけでなく、現代の分子生物学的手法を用いて胃内容物に含まれる遺伝子の解析を行い、その魚種が主に餌として取り込んでいる生物が、まず本当に何であるのかを明らかにすることと同時に、その種に含まれる水銀濃度を知ることが第一の目的と考えている。

[期待される成果]

これまで具体的に明らかにされていない、水俣湾に生息する魚体内への水銀蓄積に関する食物網の一端が解明される。

[平成 22 年度の研究実施成果の概要]

本年度は年次計画概要の項で述べたように、分子生物学的手法が本課題へ適用化可能であるのかどうかについて検討する段階からスタートすることとした。

そこで最初に、分子生物学的手法によって、魚類の胃内容物の種同定が可能とする専門業者数社に対し、問い合わせによる調査を実施した。その結果、いずれの専門業者もまだ十分な種同定能力を有しておらず、実際の依頼案件については、独自の技術によって同定するのではなく、大学に更に同定を依頼するようなケースも見られた。以上より、分子生物学的手法による魚類等の胃内容物の同定については、現在国内幅広く検討されているものの、未だ学術研究段階にあると判断された。このような社会での現状を踏まえ、今回、別課題である RS-10-17 の結果を踏まえると、現状における水俣湾に生息する魚に含まれる水銀の多くは、海水中の水銀由来ではないものが主であると予想される結果であった。したがって他海域に比べ、比較的高い水銀濃度を有する水俣湾生息魚類の水銀に関する体内蓄積過程は、水俣湾内の食物連鎖による影響が大きいと予想された。これらを踏まえ、独自に水俣湾内の水銀蓄積に関与する食物網を解明するためには、魚類胃内容物の目視による種の鑑定と、鑑定結果から特定された生物種の、分子生物学的手法による遺伝子配列を決定しデータベースを作成することが先ず重要であるという考えに至った。そこで、まず今年度 8 月水俣湾より、カサゴ 45 匹を水俣漁協を通じて延縄で採取した。採取後すぐに体長、体重

を測定・記録した後、胃内容物を検討するため、各個体より胃を取り出して専用のバイアル瓶に入れ、そのまま -20°C で急速冷凍保存した。また一方で筋肉部分を各個体より分取し、その中の総水銀濃度を測定した。その各種測定結果を、45 匹体重の平均値は $72.8\pm 29.9\text{g}$ 体長は $16.2\pm 1.94\text{cm}$ であった。図-1 にカサゴ総水銀濃度及び体重との相関を示す。

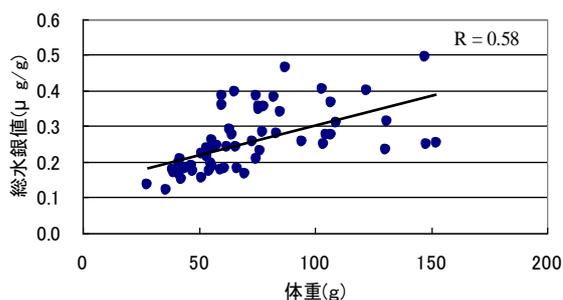


図-1 カサゴ体重及び総水銀濃度の関係

図-1の結果に示されたカサゴ総水銀濃度は、現在、国で定められている分析用試料作成方法等を含む公定分析法とは別の、当センター独自の処理・分析方法で得られたものである。したがって、この分析値を国の暫定的規制値(総水銀 0.4ppm かつメチル水銀 0.3ppm 超)と比較することはできないが、結果として、水俣湾で捕獲したカサゴの体重と総水銀濃度間には有意差が認められ、体重が増すにつれ、総水銀濃度が増加する傾向が認められた。

以降、カサゴの胃内容物の目視による種同定及び、これに関連して実施されたカサゴ胃内容物の分子生物学的手法による種同定の可能性とその現状について述べる。

1. 目視による種同定

カサゴを採集後、速やかに胃袋を切り取り冷凍保存した。半解凍状態の胃袋を、実体顕微鏡下で解剖し、胃内容の確認を行った。その際、解剖後速やかに冷凍パック上に置き、消化が進まないように配慮し、ラベルをつけ再度冷凍した。解剖した胃袋(消化した有機物含む)と同定した餌生物の一部を遺伝子解析に供した。結果として23個の胃袋を解剖し、胃内容物の種名もしくは分類群が同定できたものが9個で、11種類

(14 個体)の餌生物が確認できた。2 個体のカサゴは 1 種の餌のみを食し、6 個体のカサゴは種類の違う 2 個体の餌を食していた。その他は消化が進み判別できない状態の有機物がみられるものが 6 個あり、空胃(胃の中に何も無い状態)が 8 個であった。

胃内容物はすべて胃袋の後半部に存在しており消化が進んでいたが、軟体動物 4 種は殻が未消化で残り、シワオウギガニは殻幅 10 mm と大型であったため確認できた。その他は消化が進み、おおまかな分類群のみしか判別できなかった(表-2)。

カサゴは餌を丸呑みするため胃内容分析が比較的容易な部類であるが、本年の結果のように消化が進んだものの判別は困難であった。一方、餌をかみ砕くタイプのキスなど他の底魚類の胃内容分析及び食物連鎖解明はさらに困難となる。遺伝子解析による餌生物の特定が可能になる事により、様々な魚種食物連鎖の解明に大きく寄与すると考えられる。また採集方法を以後再検討し、餌を食べた直後のカサゴを採集することにより、より効率的に研究を進めることができることが予想される。

表-2 胃内容物種同定結果

門	綱	目	科	種名	個体数
軟体動物	ヒザラガイ			ウスヒザラガイ	2
軟体動物	腹足			オトメガサ	1
軟体動物	腹足			チグサガイ	1
軟体動物	腹足			キヌシタダミ?	1
節足動物	軟甲	十脚(カニ)		シワオウギガニ	1
節足動物	軟甲	十脚(カニ)	オウギガニ		1
節足動物	軟甲	十脚(カニ)	クモガニ		1
節足動物	軟甲	十脚(カニ)			1
節足動物	軟甲	十脚(ヤドカリ)			1
節足動物	軟甲	十脚(エビ)			1
棘皮動物	クモヒトデ				3

2. 分子生物学的手法による種同定

分子生物学的手法による種同定法を確立するために、カサゴの胃内容物を用いて検討を行った。胃内容物から総 DNA を抽出し、魚類の種同定に有用なミトコンドリア 16S rRNA 遺伝子領域⁴⁾を PCR (Polymerase Chain Reaction)法によって増幅することに成功した。

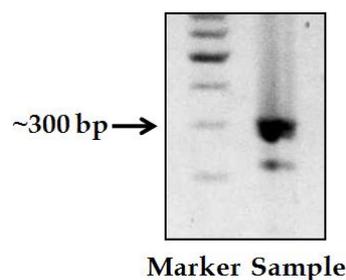


図-2 カサゴ胃内容物の PCR 法による増幅

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) 金田一充章, 松山明人(2005) 過去 26 年間に亘る水俣湾生息魚の総水銀濃度に関する変化、水環境学会誌、Vol28, No8、529-533.
- 2) 水俣病に関する総合的研究班(1976,1977) 水俣病に関する総合的研究.財団法人日本公衆衛生協会事業部.
- 3) Consumption Advice: Making Informed Choices about Fish, Health Canada, 2008.
- 4) Azuma N, Kunihiro Y, Sasaki J, Mihara E, Mihara Y, Yasunaga T, Jin DH, Abe S (2008) Genetic variation and population structure of hair crab (*Erimacrus isenbeckii*) in Japan inferred from mitochondrial DNA sequence analysis. Marine Biotech., 10: 39-47.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17955293>

■地域・地球環境グループ

(7)国際共同研究事業の推進

Cooperation of research in the international organization

[主任担当者]

坂本峰至(国際・総合研究部)
国際共同研究事業の総括・推進

[共同担当者]

国水研研究者
外国人研究者の招へい、国際会議への参加
国際・情報室職員
事務担当

[区分]

業務

[重点分野]

国際貢献に資する業務

[グループ]

地域・地球環境

[業務期間]

平成 22 年度－平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、共同研究 (Cooperative Research)、国際会議 (International Conference)。

[業務課題の概要]

高濃度水銀汚染の懸念がある国々の研究者を招へいし、当該国において水銀分析技術、モニタリング技術及び曝露評価方法の定着を図るための共同研究事業を実施する。また、海外の学会や会議で積極的に研究成果や水銀問題について発表を行う。

[背景]

国立水俣病総合研究センターは、昭和 61 年に「有

機水銀の環境影響に関する WHO 研究センター」に指定されている。そのほか、途上国を中心とした国際研究協力の要望に対応するため、平成 8 年に組織改正を行い、新たに国際・総合研究部を設け「水俣病に関する国際的な調査及び研究」を業務の柱として追加した。

今日、国際的な水銀問題として、金採掘に伴う高濃度水銀汚染による環境汚染問題、大気中水銀の越境移動、かつての水銀を使った工場による周辺環境汚染及び胎児への低濃度水銀影響問題などがある。

[目的]

本業務の目的は、WHO 研究センターとして、また、UNEP 水銀プログラム等において、組織的に専門性を発揮し、国立水俣病総合研究センターの研究成果や最新の情報を、水銀汚染問題を抱える途上国等に的確かつ効果的に伝えるとともに、それらの国々の研究者と水銀汚染に関する共同研究を実施することで、各国の抱える水銀汚染問題に適切に対処する。また、海外の学会や会議で積極的に研究成果や水銀問題について発表を行う。

[期待される成果]

水銀の研究機関として、各国研究者とのネットワークを構築し、水銀研究の振興拠点となるとともに、水銀研究において国際貢献を果たすことが期待される。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

インドネシア、韓国などから水銀研究を専門とする外国人研究者を招へい(12件)し、水銀分析技術等の習得することができた。また、ブラジル、中国などへ国水研研究者を派遣(18件)し、国際学会等での研究発表や水銀汚染地域での水銀曝露による健康調査等において、本事業の適正な遂行に寄与した。

水俣病の概要や水銀と健康に関する講義などを目的とした研修を15回実施し、延べ140名が受講した。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

なし

■地域・地球環境グループ

(8)JICA タパジヨス川流域メチル水銀に関する保健監視システム強化プロジェクト
The JICA project for strengthening the health vigilance system on methylmercury
in the Tapajos River Basin, Amazon

[主任担当者]

坂本峰至(国際・総合研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[共同担当者]

JICA ブラジル事務所
JICA 側企画調整
赤木洋勝(国際水銀ラボ)
水銀測定指導
中村政明(臨床部)
メチル水銀中毒診断技術指導
国際・情報室職員
事務担当

[区分]

プロジェクト

[重点分野]

国際貢献に資する業務

[グループ]

地域・地球環境

[業務期間]

平成 22 年度(1 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、国際協力機構(JICA)、タパジヨス川(Tapajos River)、アマゾン(Amazon)。

[業務課題の概要]

水銀分析技術の移転と海外研究者に自ら水銀汚染モニタリングを行える体制を確立させる。

[背景]

アマゾン地域では、金採掘に伴う水銀汚染が問題化しており、JICA は 1994 年から 2001 年までの間、国水研等において研究者の短期専門家派遣や研修生受け入れを通じ、ブラジル国パラ州における鉱山動力省ベレン支部、保健省エバンドロ・シャーガス研究所(IEC、パラ連邦大学熱帯医学研究所に水銀分析機器を供するとともに、水銀分析や環境・人の水銀曝露モニタリングに係る技術移転を行ってきた。

また、2007 年から 2009 年まで、アマゾン・タパジヨス川流域におけるメチル水銀の健康監視システムの強化と定着を目指し、現地での水銀分析インフラ整備や技術移転、日本での水銀分析・公衆衛生の研修を実施してきた。

[目的]

本業務の目的は、アマゾン・タパジヨス川流域におけるメチル水銀の健康監視システムの強化と定着の最終年度として、神経学的診断技術の移転及びモニタリングシステムに関する水銀測定環境を整備し分析技術の移転を行うことにある。

[期待される成果]

アマゾン・タパジヨス川流域におけるメチル水銀の健康監視システムの強化と定着が期待される。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

本年度においては、神経内科学的診断法の技術移転に関して、本業務の主任研究者坂本峰至と急遽ブラジル側の要望で臨床医の中村政明を 2010 年 6 月 25 日～7 月 11 日の期間、ブラジルベレンへ派遣した。なお、中村医師の派遣はブラジルにとって、水俣における経験上確立された神経所見の取り方の基本的技術の移転に貢献し、大変有意義であった。また、派遣最終日には IEC にて “International Symposium

on Mercury Impacts in the Environment and Human Health” というテーマで国水研職員 2 名の講演が以下のとおり行われた。

“メチル水銀の胎児影響” (坂本)

“水俣病の臨床” (中村)

[備考]

本件は JICA の要請に基づき JICA 予算で執行され、当初目的を達成しブラジル側からも大いに感謝され、平成 22 年度をもって終了課題とする。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

1) “International Symposium on Mercury Impacts in the Environment and Human Health” 2010.7.

ベレン、ブラジル

“メチル水銀の胎児影響” (坂本)

“水俣病の臨床” (中村)

■地域・地球環境グループ

(9)NIMD フォーラム及びワークショップ
NIMD Forum and International Workshop

[主任担当者]

坂本峰至(国際・総合研究部)

[共同担当者]

国水研各研究グループ

研究・発表

国際・情報室職員

事務担当

[区分]

業務

[重点分野]

国際貢献に資する業務

[グループ]

地域・地球環境

[業務期間]

平成 22 年度ー平成 26 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

NIMD フォーラム(NIMD Forum)、ワークショップ(International Workshop)、水銀(Mercury)。

[業務課題の概要]

国水研職員及び国内外の専門家の意見交換、情報発信の場

[背景]

国立水俣病総合研究センターは、1997 年以降、国内外の専門家を招へいし、国水研の研究者との研究発表及び意見交換を行う国際フォーラムとして、NIMD フォーラムを開催している。

また、平成 15 年度までに過去 5 回、高濃度水銀汚染問題を抱える途上国においてワークショップを開催

し、国水研の持つ研究成果や現地研究者との協力を行ってきた。その後、主催する国際会議を NIMD フォーラムだけに一本化していたが、国水研が長年にわり蓄積している研究成果、特に水銀分析技術や臨床診断技術等に対する途上国のニーズに対応するため、平成 21 年度より、ワークショップの開催を再開している。

[目的]

NIMD フォーラム

国水研の研究成果を発信するとともに国内外からの専門家を招へいし、最新の研究成果を収集する。

また、国水研の若手研究者らの研究成果発信の場とすることを目的とする。

ワークショップ

高濃度の水銀汚染問題を抱える地域において、ワークショップを開催し、国水研が長年にわたり蓄積してきた研究成果の情報を提供し、現地研究者と研究交流を図ることを目的とする。

[期待される成果]

NIMD フォーラム

国水研の情報発信・収集の強化、世界の水銀研究者とのネットワーク形成、ひいては若手研究者の育成に繋がる。

国際ワークショップ

水銀研究の普及及び現地研究者とのネットワーク形成に繋がる。

[平成 22 年度の業務実施成果の概要]

NIMD フォーラム

平成 23 年 1 月 25 日から 28 日の期間、「メチル水銀毒性のメカニズム」という題で開催し、国内外から 14 名の専門家を招へいした。

国際ワークショップ

平成 22 年 10 月 10 日～14 日の期間、スロベニア

共和国において、Jozef Stefan Instituteと共同でスロベニアワークショップを開催した。テーマは「水銀汚染地域に関する国際ワークショップーその特徴、影響及び浄化についてー」で約 60 名の研究者(発表者を含む)がワークショップに参加した。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

なし

■その他

(1)総合的水銀研究推進事業
Global mercury research promotion project

[主任担当者]

佐々木眞敬(基礎研究部)
業務の総括

検討を踏まえ、水銀問題の解決に必要なかつ効果的な研究課題を選定し、研究を実施する。

また、研究によって得られた情報や成果を広く国内外へ発信していく。

[共同担当者]

山元 恵(基礎研究部)
事務局担当
吉成信行(総務課)
総務全般担当
植屋岳洋(総務課)
経理担当
松山明人(疫学研究部)
安武 章(基礎研究部)
蜂谷紀之(国際・総合研究部)
各事業担当窓口

[背景]

現在、世界の水銀汚染の状況は、かつての水俣病のような劇症型の被害こそ発生していないが、金鉱山での水銀曝露や、化学工場跡地の土壌や水質の水銀汚染など、様々な汚染が顕在化している。また、途上国の急速な経済発展に伴う大気環境や水環境の汚染も水銀がその原因のひとつとして心配されており、国の枠組みを超えた影響も危惧されている。

水俣病発生地域に設立された世界で唯一の水銀に特化した研究機関である国水研は「有機水銀の健康影響に関する WHO 研究協力センター」として、これまでも、国内外の水銀に関する情報を収集・発信するとともに、水銀に関する永年の研究成果を活かし、国際的な調査・研究に貢献してきており、日本における水銀研究の研究拠点としての役割を担ってきた。

しかしながら、増え続ける世界の水銀問題に対し、一研究機関のみで対応できることは限られており、より積極的により実効ある国際貢献を実施していくためには、独自の調査・研究だけではなく、国内の研究機関や大学等と連携した調査・研究を推進し、産学官の英知を活用した広い視野にたった水銀研究の振興を図り、連携して世界の水銀問題へ貢献していく体制(水銀研究のネットワーク)を構築することが必要である。

また、本事業の実施については、国立水俣病総合研究センターの平成 20 年機関評価報告書において強く提言されている。

[区分]

業務

[重点分野]

メチル水銀の健康影響に関する調査・研究
メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

[グループ]

該当なし

[業務期間]

平成 22 年度ー平成 24 年度(3 ヶ年間)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、水銀(Mercury)、委託調査・研究(contract survey and research)。

[目的]

[業務課題の概要]

水銀研究を実施する研究機関を対象として、水銀に関する研究分野を設定し、研究提案を公募し、有識者による

国水研を拠点として、水銀に関する研究を広く公募を通じて実施することにより、水銀研究に関する情報収集及び情報提供を行い、本事業を通じた水銀研究のネットワ

ークを構築することで、我が国における水銀研究の振興を図るとともに、国内の研究機関と連携した国際的な水銀問題の解決への貢献を図る。

[期待される成果]

本事業を通じて国水研が水銀研究に関する拠点として研究推進及び情報収集・提供を実施することにより、水銀研究や水銀の国際問題への貢献などを国内の水銀研究機関が連携して実施することが可能なネットワークを構築し、水銀研究の活性化、水銀の国際問題の解決への貢献を図る。水銀の調査・研究に有用な機能を提供し、国内外の水銀研究の振興により、公害、特に水銀による公害の再発防止に寄与できる。

[平成 22 年度分の業務実施成果の概要]

1. 日程

H22/5/31 第 3 回委員会:継続の是非検討

6 月 研究計画の修正

7/2 委託契約締結、研究開始

H23/3 月 報告書受領

4 月 報告書取りまとめ

5 月 第 4 回委員会:研究報告確認、評価、

2. 採択課題及び研究要旨

(1)水俣湾沿岸域に放出された残留水銀の動態予測:コンピュータ・シミュレーションによる数値モデルの開発、矢野真一郎(九州大)、A3

【目的】

水俣湾においては、水銀により高濃度汚染された底質の浚渫とそれらの埋立て封入により大部分の水銀は除去されている。しかしながら、低濃度(25ppm 以下)の水銀を含んだ底質は未浚渫のままであり、現在でも 10ppm レベルの微量水銀を含む底質が残存している。さらに、埋立地に使用された矢板セルについて、耐用年数が残り 20 年前後と見積もられており、近い将来に高濃度水銀を含む埋立て土について対策を講じる必要性が指摘されている。このような状況にあることから、水俣湾とその周辺海域における水銀の動態について正確な予測を可能にすることが重要な課題となってきている。そこで、海水の流れなどの物理過程、水銀のメチル化過程などを組み込んだ数値

モデルを構築し、数日～数週間レベルの短期予測から一年間程度の中期予測までを行う水銀動態シミュレーションを可能にすることを目的として本研究を実施した。

【方法】

今年度は、主に数値モデルの改良と、水銀動態モデルの精度検証や水銀のメチル化過程のモデリングに必要となる水中の水銀濃度現地観測と底質の粒度分布特性の現地観測、並びに過去の水銀測定データの統計解析を実施した。

まず、数値モデルについて、開発済みの流動サブモデル(解像度: $\Delta x=250\text{m}$ 程度)について、河川起源の淡水流入による密度流の再現性の確認を行った。さらに、水俣湾とその周辺の海域について高解像度($\Delta x=45\text{m}$ 程度)の流動サブモデルを開発した。

次に、これまで行ってきた海水中水銀濃度に関する月に 1 回程度の定期サンプリング調査を継続して実施した。今年度は、現場で海水中の SS の粒度分布データを取得できる LISST-100X を導入し、懸濁態水銀と SS 粒度分布の関連についても調べた。また、一昨年度から継続設置している観測櫓において、夏季(観測期間:7 月 19 日～10 月 3 日)について概ね 1 週間に 1 回程度の高頻度なサンプリング調査を行った。さらに、12 月 21 日に底質の粒度分布について、湾内 29 地点(水俣湾:26 地点、袋浦:3 地点)でコアサンプリングを実施し、底泥表層について粒度分布の測定を行った。

最後に、過去(2006～2007 年)の観測データをもとにして、海水中水銀のメチル化・脱メチル化過程のモデリングのための重回帰解析を試みた。

【結果】

数値モデルについては、淡水流入による密度成層を正確に表現するため、平水流量と出水があった場合について再現性の検討を行った。具体的には、筑後川からの淡水の挙動についての現地観測データがある 2006 年 6 月～7 月を対象とした計算を行い、淡水の挙動の再現性が良好であることを確認した。また、水俣湾の高解像度モデルにより、潮流シミュレーションを行い、流動を良好に計算できることを確認した。

現地観測では、定期採水調査(月 1 回)と夏季採水調査(週 1 回)の結果より、浮遊懸濁物濃度(SS)、溶存態総水銀、溶存態メチル水銀、並びに懸濁態総水銀の鉛直分布

を測定した。定期採水調査においては、10月以降に LISST-100X により海中の SS の粒度分布データを取得し、懸濁態総水銀との関係性を調べた。次に、底泥表面(5cm 厚)の底質サンプルについて、粒度分析を行い、現状の水俣湾の粒度分布の空間特性を把握した。

最後に、過去に実施された海水中水銀データと採水と同時に調査した水質データを用いて、重回帰分析を行い、溶存態のメチル水銀—総水銀比(MeHg/T-Hg)に関する重回帰式を求めた。

【考察】

本数値モデルの塩淡成層の再現性は非常に良好であった。しかし、水俣湾とその周辺海域については、正確な流量データが入手できる一級河川はなく、二級河川以下の小河川が中心である。したがって、水銀動態をシミュレートする上で、水俣湾周辺の河川流量の推定法を確立する必要がある。また、水俣湾の高解像度モデルについては、計算可能モデルの開発ができたが、湾内の詳細な海底地形データ(深淺データ)が不足していることなど、今後計算精度の向上に向けた課題が明らかとなった。

現地観測より、水銀のメチル化・脱メチル化のモデリングや数値モデルの再現性評価のための水銀データの蓄積が進んだ。また、これまで全く情報の無かった、SS の粒度と懸濁態水銀の関係性を把握するためのデータ取得を可能とする観測方法が確立された。

重回帰分析により、海水中の溶存態メチル水銀と総水銀の比は、海水密度(σ_t)、水温、全リン(T-P)、などと高い相関性があることが分かった。2008 年以降のデータとこれまで蓄積している海水サンプルについて炭素量(TOC や DOC)なども加えた解析が必要である。

【結論】

昨年度開発した流動モデルの密度成層の再現性検討と水俣湾高解像度モデルの開発、水俣湾内における定期採水調査結果の解析、水俣湾内の底質の粒度分布特性調査、並びに過去の海水中水銀データと水質データを用いた重回帰分析を行った。これらの研究結果は、来年度本格的に実施予定の水銀動態サブモデル構築において利用できると期待される。次年度には、水俣湾周辺の高解像度モデルの高精度化と水銀動態サブモデルの開発のために、今年度と同様な調査の継続とモデル開発に加えて、底質の詳細情報入手(限界せん断応力値など)と、

水俣湾内の詳細な地形データ取得を試みる予定である。

(2)鹿兒島湾海底噴気活動によって放出される水銀の周辺環境に及ぼす影響、富安卓滋(鹿兒島大)、A4

【目的】

昨年度、噴気孔の存在する鹿兒島湾北部の最深部、水深 200m の海域において調査を行ったことを踏まえ、本年度は 200m 海域から西方向への水銀拡散の情報を得ることを目的とした。また、昨年度の調査は、2月に実施したが、本年度は 6 月に採取された試料に対して測定を行い、季節変動の影響を評価することも目的とした。

【方法】

本研究では、2010 年 6 月 17 日に鹿兒島大学水産学部附属練習船南星丸により採取された鹿兒島湾海水及び底質試料の提供を受け、測定に用いた。

湾北部水深 200m 海域において 1 点と、そこから、西方向へ約 4 km 毎に 3 点の採取地点において、表層、50 m, 100 m, 150 m, 海底から 10 m の計 5 深度で採取された海水試料、並びに、柱状に採取された底質試料を実験に用いた。底質試料は、2cm 厚に切り分け、鉛直方向の水銀濃度変動も追跡した。

海水 pH、水温、伝導度、ORP を測定することで、海底噴気・熱水活動の評価を試みるとともに、Hg₀、Hg₂₊、T-Hg を測定し、その濃度変動とあわせて熱水活動の海水中水銀濃度分布に及ぼす影響について考察した。また、底質についても、TOC 並びに底質の化学成分を測定し、総水銀濃度分布と対応させ、水銀の底質への供給についての考察を試みた。

【結果と考察】

今年度の試料は、夏季の成層期に採取されたが、深層部において pH が急激に低下し、pH7 を下回る数値が観測されるなど、噴気熱水活動の影響を受けていることが示された。これは、昨年度 2 月の調査では、観察されなかった現象であり、成層が発達して海水の上下混合が妨げられたことで明確に現れたと考えることができる。この深層部においては、総水銀濃度と原子状水銀濃度が上昇することが明らかとなった。過去の報告において、総水銀濃度の上昇は報告されているが、原子状水銀についての報告は初めてのものであり、噴気活動によって放出される水銀の化学形を評価するための極めて貴重な資料となるもの

である。

一方で底質においては、噴気帯周辺における水銀濃度が高いことは報告されてきたが、本研究で総有機炭素量と総水銀濃度の間に高い正の相関があることが明らかにされた。しかしながら、湾奥中央部では、得られた柱状底質の上部と下部では、TOC vs. T-Hg プロットの傾きが全く異なっており、過去に何らかの環境の変化が起こっていることが示唆されている。総有機炭素量は噴気帯のある水深 200 m 海域において、湾奥中央部よりも高い傾向があり、この有機炭素の起源も水銀の底質への供給を考察する上で興味深い問題である。有機物の由来についての情報を得るためには、総有機炭素量だけではなく、窒素、水素含有量などの測定も合わせて行う必要がある。噴気帯の中心部で採取された底質試料については、メチル水銀濃度も測定を行った。両者の鉛直変動は類似の傾向を示しており、総水銀濃度とメチル水銀濃度の間には有意な正の相関がみられた。総水銀濃度の鉛直変動は、噴気・熱水活動の消長を反映していると考えられるが、熱水活動によってメチル水銀が放出されるとは考えにくく、底質中に堆積した水銀がそこでメチル水銀生成反応にかかわることにより、総水銀に対してある一定の比率でメチル水銀が存在している可能性も考えられる。

(3)食材としての魚類:メチル水銀と不飽和脂肪酸の系統的分析、井上稔(尚絅大)、R1

【目的】

環境から摂取する水銀で問題になるのはメチル水銀であり、その摂取のほとんどが魚介類の摂食に起因する。メチル水銀に対する感受性が発達中の胎児の神経系で特に高いことから、厚生労働省は、妊婦を対象に「水銀を含有する魚介類等の摂食に関する注意」を行い、数多くの魚介類の可食部(筋肉)の水銀濃度を報告している。しかしながら、日本人が摂食するのは筋肉に限らないことから本研究では、市販の魚類を解剖して種々の部分の総水銀濃度を測定し、筋肉の他、平成 21 年度の結果から最も水銀濃度の高かった肝臓については、分別定量によってメチル水銀の存在比について検討した。

【方法】

測定は、加熱気化原子吸光法で行った。メチル水銀と無機水銀は、メチル水銀が塩酸酸性条件下でトルエンに

溶解する性質を利用して試料を前処理することによって分別定量した。分別定量は昨年度総水銀濃度を測定した 4 魚種中の 3 魚種に加えて、本年度は新たに 4 魚種を追加して行った。

【結果】

総水銀濃度は、肝臓、筋肉、心臓などで高く、卵や白子では低い傾向にあり、魚種間では、肉食の魚の方がプランクトン食の魚より高い傾向にあった。これまで検討した魚種のなかで筋肉の水銀濃度の最も高かったものはカサゴであった(クロマグロを除く)。体重との比較では、体重が大きいほど各臓器の総水銀濃度が高いものが多かった。筋肉と肝臓についての分別定量の結果から、筋肉はどの魚種も 95%以上がメチル水銀であり、一方肝臓では 56~84%がメチル水銀であった。その結果、平成 21 年度から検討した 8 魚種中、マアジを除く 7 魚種で、筋肉が最もメチル水銀濃度の高い組織であることが判明した。また水銀濃度が高いと報告されているクロマグロについては、赤身、中トロ、大トロ試料を同一個体から採取し、水銀濃度の他に脂肪酸の分析も行った。その結果、脂肪酸含有量が多いほど水銀濃度の低いことがわかった。

【結論】

検討した 7 魚種の筋肉では 95%以上の水銀がメチル水銀として存在したが、肝臓では 56~84%と低かった。その結果、総水銀濃度では筋肉より肝臓が高い魚種でも、メチル水銀濃度としては筋肉と同等、あるいは筋肉の方が高くなり、肝臓を摂食する場合でも、筋肉の値として出されている厚生労働省の基準を考慮すれば差し支えないと考えられた。

(4)わが国における歴史的な水銀産生および利用等に関する実証的研究、南武志(近畿大)、R2

【目的】

古代遺跡より出土する赤色顔料の朱(硫化水銀)の産地同定方法を確立し、古代における朱の流通及び利用について考察を行う。

【方法】

古墳時代以前の古代日本の主な辰砂鉱山は、三重県丹生鉱山、徳島県水井鉱山、奈良県大和水銀鉱山である。この 3 鉱山鉱石に、古代中国の辰砂産地である陝西省青銅地区と貴州省満山特区を加えた 5 カ所の辰砂鉱石の違

いをイオウ同位体比、水銀同位体比、鉛同位体比分析、微量元素分析等で検討する。さらに弥生時代から古墳時代にかけての大型墳墓(いわゆる首長が埋葬された墳墓)、あるいは多量の朱が採取された墳墓から収集された朱を上記の手法を用いて分析し、産地同定を試みる。得られたデータから、古代における朱-水銀の流通について考察する。さらに各地の埋蔵文化財センターなどから依頼された遺跡朱の分析を適宜行いデータの蓄積を行う。

1) 遺跡朱のデータベース化

多くの遺跡で朱は埋葬儀式に用いられていたが、今まで考古学者にあまり注目されていなかった。そのため、各地の首長クラスの遺跡でも朱が使用されているか不明な場合が多々ある。そこで朱が検出された墳墓のデータベース化を行い、時代別・地域別の朱利用度をわかりやすくまとめる。

2) 化学分析方法の確立

朱の構成成分であるイオウ同位体比分析が産地同定の有効な手段であることを今までに明らかにしてきた。しかし、遺跡朱の採取時にコンタミがおきた場合、あるいは産地の異なる朱を混合して使用した場合、イオウ同位体比分析だけでは信頼性に欠ける。そのためにもう一つ指標とする分析方法を模索し、鉛同位体比と水銀同位体比分析を平成21年度に開始した。辰砂は他の元素を巻き込まないで結晶化していることが多いが、鉛は数少ない共雑元素であり、中国貴州省産の巨大辰砂結晶からも鉛を検出している。水銀同位体比分析はマルチコレクターICP-MS装置で初めて精度の高い分析が可能となった。朱の水銀同位体比分析方法も確立できた。今後、鉾山辰砂鉾石の分析例数を増やし、さらに遺跡出土朱の分析を行い、イオウ同位体比分析と比較して産地同定を行っていく。水銀同位体比分析は新しい分析方法であり、鉾山産地によって値が異なることが明らかになれば遺跡出土朱の産地同定だけでなく、環境汚染源の特定などその用途は広がると考えている。

【結果と考察】

平成 22 年度は、朱を出土した遺跡のデータベース化を試みた。近年まで発掘担当者にとって朱は興味の対象でなかったことが多く、また報告書も各自治体あるいは埋蔵文化財センターが単独で発行しているものがほとんどである。それ故、どの地方のどの遺跡に朱が出土したか、

全国規模でまとめたものはまだ存在していなかった。今回、遺跡名・所在地・時期・朱付着場所・出展資料名の項目でデータベースを作成した。

つぎに、遺跡出土朱の産地同定を依頼されたサンプルにつきイオウ同位体比分析を行った。平成 22 年度は、三重県森添遺跡、三重県天白遺跡、京都府上里遺跡、徳島天河別神社古墳群1号墳・2号墳・4号墳、徳島矢野遺跡、徳島宝幢寺古墳、徳島萩原1号墳・2号墳より出土された朱を分析に供した。その結果、弥生時代後期の王墓で奈良県ホケノ山遺跡より少し古いと考えられている徳島県萩原1号墓・2号墓の朱は中国陝西省産の δ 値を示した。縄文時代の遺跡である徳島県矢野遺跡出土朱は三重県産の δ 値であったが、同じ縄文時代遺跡である京都府上里遺跡の朱は大きくプラスの δ 値を示し、イオウ同位体比からは中国産の可能性が示唆された。しかし、上里遺跡から同時に採取された辰砂原石は奈良地方の可能性を示唆していた。分析供とサンプル量が微量であったことと、混在物に含まれるイオウ分も分析してしまうことから、イオウ同位体比分析の問題点が浮き彫りになったと考えており、現在行っている水銀同位体比分析や鉛同位体比分析が産地同定のために必要と考えている。徳島県宝幢寺古墳出土朱はイオウ同位体比分析の結果から三重県産が示唆された。つぎに、三重県の森添遺跡と天白遺跡(縄文時代)彩色土器から採取した朱について、イオウ同位体比と微量元素分析を行い比較した。森添遺跡採取朱のイオウ同位体比分析結果は三重県丹生鉾山産が示唆された。一方、天白遺跡から採取した複数の朱サンプルからは、丹生鉾山産と中国産と考えられる δ 値が得られた。同時代で中国産の可能性を用いた可能性は考えにくいことから微量元素分析を行って見たところ、天白遺跡から採取した朱はヒ素の含量が高く、丹生鉾山内帯産の可能性が示唆された。また、森添遺跡から採取された朱からもヒ素を検出し、イオウ同位体比分析の結果と同様に丹生鉾山産が示唆された。このように朱に含まれる微量元素の分析は、イオウ同位体比分析を補佐して産地同定に用いることが出来ると考えている。

鉛同位体比分析では、古代の主な辰砂鉾山である三重県丹生鉾山、奈良県大和水銀鉾山、中国貴州省満山特区鉾石に地域差が認められた。その結果をもとに、弥生時代から古墳時代に多量の朱を用いた京都府大風呂

南遺跡、島根県出雲西谷墳墓、奈良県大和天神山古墳と五条猫塚古墳から出土した朱の鉛同位体比分析を行ったところ、出雲西谷墳墓の朱は中国産、五条猫塚古墳と大風呂南遺跡の朱は日本産と推定できた。大和天神山古墳の朱はばらつきが認められ、日本産かもしくは青銅器からの汚染が疑われた。イオウ同位体比分析と比較すると、大風呂南遺跡以外は合致しており、鉛同位体比分析は朱の産地同定に有力な手段の1つになる。大風呂南遺跡出土朱に関しては水銀同位体比分析の結果も参考にした産地同定を試みる予定である。

水銀同位体比分析では、昨年度以上の高感度化と高精度化を図り、分析装置の最適化に取り組んだ。その結果、感度は昨年度よりも約4倍向上し、測定精度を約2桁向上させることができた。新しい測定条件のもと、国内及び海外の水銀鉱山で産出した辰砂鉱物の水銀同位体を分析したところ、 $\delta^{202}\text{Hg}$ の比較からは丹生鉱山、大和水銀鉱山、中国貴州省満山特区の辰砂鉱石はそれぞれ異なる水銀同位体 δ 値を示した。水井鉱山鉱石は比較的大きな水銀同位体変動を示し、他の鉱山で産出した辰砂鉱物と区別することが難しかった。

辰砂鉱石で水銀同位体比分析とイオウ同位体比の両値を二次元グラフにプロットしたところ、古代の主な辰砂鉱石産地である中国貴州省満山特区、丹生鉱山、大和水銀鉱山は完全に異なる分布が得られた。水井鉱山は先に述べた水銀同位体の δ 値に変動が大きかったことから、判定は難しかった。今後、分析サンプル数を増やす予定にしている。

【結論】

平成22年度は遺跡朱のデータベースの作成を行い、鉛同位体比分析と水銀同位体比分析方法の確立に成功した。今後、分析サンプル数を増やし、信頼できる産地同定方法を確立する。微量元素分析も補完的な意味で産地同定に使用できると考えている。また、遺跡出土朱は発掘後にどこに保存されているか不明な場合が多い。朱の産地同定が可能であることを考古学会・文化財科学会などに宣伝し、依頼された朱の分析を行うことで日本中の遺跡出土朱が本研究グループに集まることを期待している。最後に、今回水銀同位体が産地によって異なる δ 値を示したことは、環境汚染物質としての水銀の源を特定できる可能性を秘めており、環境科学分野への応用や、環境考古

学への応用へと本研究は新たな応用研究に今後展開できる道筋が見えてきた。

7. 国水研セミナー2010

■平成 22 年 4 月 13 日

「Biomarkers for exposure and neurotoxicity of methylmercury」

Univ. of Northern British Columbia, Canada

Professor Laurie Chan

Methylmercury (MeHg) is a global pollutant and bioaccumulates in the aquatic system. Millions of people worldwide may be exposed to higher levels of MeHg through fish consumption. The central nervous system of fetus is the most sensitive organ and, therefore, women of child-bearing-age are particularly at risk. It is important to develop biomarkers for both exposure and early sign of effects in order to establish dose-response relationship and implement proper public health interventions. This talk will review results from our laboratory showing that laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry can be used to reconstruct time-resolved MeHg exposure in micrometer segments of a single hair strand. We have also shown in various animal models that repeated exposure to MeHg can alter biological markers of neurotoxic effect, including the muscarinic cholinergic receptor (mAChR) and monoamine oxidase (MAO) activity in various brain regions. However, due to the inaccessibility of human nervous tissue, the effects of MeHg on neurochemical changes have been difficult to address in human populations. We will present results on the association between MeHg exposure and surrogate biomarkers including MAO and the mAChRs in blood platelets and lymphocytes in various human populations. Surrogate biomarkers of effect offer an exciting opportunity to identify early neurochemical changes in populations exposed to MeHg. However, the presence of confounding factors or the specificity of biomarkers remains to be a challenge.

■平成 22 年 6 月 16 日

「Epidemiological and experimental studies on prenatal exposure to mercury and neurodevelopment of neonates」

Shanghai Jiao Tong University School of Medicine

Dr. Yu Gao

Exposure to hazardous Hg can adversely affect children's neurodevelopment. However, few data are available on either Hg levels in neonates and their mothers or the impact of prenatal exposure to Hg on neonates' neurobehavioral development in the Chinese population. Therefore, this study examined Hg levels in neonates and their mothers and the relationship between prenatal exposure to Hg and neonates' neurobehavioral development in Zhoushan City, Zhejiang Province, China. Between August and October 2004, 417 women who delivered their babies at Zhoushan Women's and Children's Health Hospital, an islands city in east China were invited to take part in this study. 408 complete questionnaires, 405 maternal hair samples, and 406 umbilical cord samples were collected. Neonatal Behavioral Neurological Assessments (NBNA) was conducted for 384 neonates. The geometric mean (GM) of Hg level in cord blood was 5.58 μ g/L (interquartile range: 3.96~7.82 μ g/L), and the GM of maternal hair Hg level was 1246.56 μ g/kg (interquartile range: 927.34~1684.67 μ g/kg), a level much lower than other reported fish eating populations, indicating Hg exposures in Zhoushan city are generally below those considered hazardous. However, according to the Reference Dose of Hg levels (RfD 5.8 μ g/L) derived by EPA, 69.9% of newborns had levels at or above the RfD, an estimated level assumed to be without appreciable harm. There was a strong correlation between maternal hair and cord blood Hg levels ($r=0.82$; $p<0.01$). Frequency of fish consumption was associated with hair Hg ($r=0.48$;

p<0.01) and cord blood Hg levels (r=0.54; p<0.01). Increased prenatal Hg exposure was associated with decreased behavioral ability for males (OR=1.235, 95%CI of OR=1.078-1.414, P<0.001), but not for females. Our results provide some support for the hypothesis that there is neurodevelopmental risk for males from prenatal MeHg exposure resulting from fish consumption. But the findings of this study may be due to chance, and long-term followed-up research is needed to evaluate cumulative effects of exposure to mercury.

Key words: Methylmercury; Prenatal exposure; Neonatal behavioral neurological assessments; Maternal fish consumption

■平成 22 年 12 月 16 日

「T細胞受容体遺伝子の研究—水銀を含む重金属による自己免疫疾患発症機構の解明を目指して—」

和歌山県立医科大学免疫制御学講座
講師 松谷隆治

T細胞受容体(T cell receptor, TCR)は、主要な免疫細胞であるT細胞に発現するヘテロダイマー分子であり、抗原提示細胞上の主要組織適合性抗原(MHC)に結合した抗原ペプチドを認識する受容体分子である。自己と非自己の認識に深く関わり、骨髄や臓器移植時の拒絶反応を引き起こすとともに、細菌・ウイルスなどの病原微生物に対する特異的免疫応答において重要な役割を担っている。同時に、自己に対して寛容である免疫システムが時として自己を攻撃する自己免疫反応にも深く関与することが知られている。そのため、TCR の多様性や抗原特異性を明らかにすることは、自己免疫疾患の発症機序の解明につながると期待されている。TCR は $\alpha\beta$ 型及び $\gamma\delta$ 型が知られ、ゲノム上にコードされた V (variable), D (diversity), J (joining) 及び C (constant) 領域の多数の遺伝子セグメントが、T 細胞の分化過程において遺伝子再構成(gene rearrangement)されることで無数の外来抗原に応答できる多様な TCR レパトアが作り出されている。私たちは、T 細胞による自己免疫疾患の発症メカニズムを明らかにするツールとして、TCR 遺

伝子の V 領域特異的プローブを用いて定量する TCR レパトア解析法や TCR 遺伝子の相補性決定領域 3 (CDR3) の塩基鎖長を利用した CDR3 size spectatyping 法を確立し、様々な疾患患者試料やモデルマウスを用いて TCR 遺伝子の分子生物学的解析を行ってきた。これら有用な TCR 遺伝子解析法を紹介するとともに、細菌・ウイルス感染症、骨髄・臓器移植、腫瘍組織、種々の自己免疫疾患患者や疾患モデルマウスにおける TCR 遺伝子解析の実際を紹介したい。また、近年注目されている制御性T細胞の TCR レパトア解析から自己免疫寛容に必要な T 細胞の多様性についても述べたい。免疫システムがなぜ自己を攻撃するようになるのかという重要な課題への取り組みと現在行っている自己抗体産生を特徴とする水銀誘導自己免疫疾患モデルマウスへの応用について紹介したい。

Ref: 1) Matsutani, T., et al. Mol Immunol 2010; in press, 2) Adeegbe, D., et al. J Immunol 2010;184:56-66. 3) Matsutani, T., et al. Mol Immunol 2007;44:2378-87. 4) Fujii, Y., et al. Immunogenetics 2010;62:383-95. 5) Matsutani, T., et al. Scand J Immunol 2006;64:53-60. 6) Matsutani, T., et al. Int J Oncol 2004;25:133-41, 7) Matsutani, T., et al. Leuk Res 2003;27:305-12. 8) Matsutani, T., et al. Thromb Haemost 2003;90:279-92. 9) Matsutani, T., et al. Transplantation 2003;75:398-407.

■平成 23 年 1 月 21 日

「酸化蛋白質特異的抗体による神経変性疾患診断法／薬物評価系の構築」

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科薬効解析学
薬学部薬品作用学分野
教授 上原孝

これまでに新生蛋白質成熟に深く関与する蛋白質ジスルフィドイソメラーゼ (protein-disulfide isomerase; PDI) が一酸化窒素(NO)により S-ニトロシル(SNO)化されること、この修飾がアルツハイマー病やパーキンソン病を含むヒト孤発性神経変性疾患患者死後脳にも認められることを明らかにしてきた。過剰量の NO あるいは過酸化水素によって SNO 化 PDI (SNO-PDI) は最終的にスルホン酸化される。したが

って、細胞内スルホン酸化 PDI の特異的な検出法の確立は、孤発性パーキンソン病などに対する早期診断に応用可能であると推定される。そこで、酸化 PDI 特異的なモノクローナル抗体を作出し、その評価を生化学的手法により検討した。

HEK293T 細胞を生理的 NO ドナーである S-ニトロソシステインや過酸化水素で各時間処理した後、細胞質画分に対して酸化 PDI 抗体を用いて免疫沈降反応を行った。沈降物を SDS-PAGE で分離し、抗 PDI 抗体を用いてウェスタンブロット解析を行ったところ、時間依存的なバンドが検出された。このことから、本抗体が酸化ストレス刺激による酸化 PDI を特異的に認識することが確認された。PDI の SNO 化は、分子中の 2 ヶ所のチオレドキシシン様ドメインに存在するシステイン残基で起こる。そこで、PDI のスルホン酸化部位を特定するために、野生型及び変異型(C36/39S、C383/386S、C36/39、383/386S)PDI を強制発現させ、過酸化水素で刺激して同様に解析した。その結果、C36/39S 及び C383/386S 変異体では野生型の約 1/2 に、C36/39、383/386S 変異体ではほぼ basal レベルまでバンドが減弱することがわかった。

以上の結果より、PDI の SNO 化及びスルホン酸化修飾は酵素活性に重要なチオレドキシシン様ドメインのシステイン残基で起こっていることが明らかとなった。本抗体を用いて内在性 PDI の酸化を検出することが可能となり、今後、病態モデル動物などを用いて疾病発症との因果関係を調べ、新規抗酸化薬のスクリーニング系にも応用する予定である。

■平成 23 年 3 月 3 日
「八代海の底質環境」

熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター
准教授 秋元和實

1.地球科学からのアプローチの必要性

生物の分布に影響する底質の物理的・化学的特性は、水塊分布、流動特性及び物質の供給で決定される。このことは、短期に変化する物理的あるいは化学的状态について、瞬間値とともに、中長期の平均値も重要であることを示している。さらに、重金属、有機物を吸着する泥粒子の移動に関係する底層流のシミュ

レーションが構築できれば、重金属の拡散、底質の泥化、生物多様性の減少を予測するための主要な切り口になることも紹介した。

2.八代海における底質の特徴

底質分布の概要、過去の研究結果との比較による経年変化、粒度組成と流動特性の関係に基づいて、底質の特徴を説明した。湾奥では、20 年間で底質が大きく変化した。例えば、1973 年には、氷川沖から宇土半島の間には泥質砂が、干上瀬には泥質砂あるいは砂が分布していた(建設省国土地理院、1974)。しかしながら、31 年後には、前者にはシルトに、後者には極細粒砂あるいは細粒砂が分布していた(秋元ほか、2005)。一方、1978 年には、天草上島北端の東方には泥が堆積していた(建設省国土地理院、1979)が、26 年後には中粒砂に変化していた。さらに、粒度組成の因子分析の結果に基づいて、潮汐流が粒子の移動に関係し、粒径によって移動様式が異なることを示した。

3.環境情報の高精度化をめざして

昨年度、森敬介先生と、水俣湾をはじめとする八代海の環境調査についてお話する機会を得た。沿岸では環境が局所的に変化するので、定点(定時)のサンプリング調査に潜む「曖昧さ」が話題になった。この方法の問題点は、①観測点あるいは観測時刻の間の情報が得られない、②観測櫓・ブイによる観測を除いて、夜間の情報が欠損する、③潮流により採泥器や水質計が降ろせないために情報が得られない、ことにある。曖昧さは、断片的な情報を、連続して変化すると仮定して、関係づけることから生じる。一方、問題を解決するために地点と回数を増やせば長期化し、同じ状況の基での環境情報は得られない。したがって、高い精度の情報を、短期間に連続して収集することが求められる。

そこで、当沿岸域センター所有の音響解析と各種センサーを搭載した自律型環境モニタリングロボット(AUV)を使用した調査を紹介させていただいた。

8. 所内研究発表会

- 平成 22 年 6 月 22 日
安武 章(基礎研究部)
「太地町におけるメチル水銀摂取について」
中村政明(臨床部)
「脳磁計による感覚障害の客観的評価法に関する取り組み」
- 森 敬介(疫学研究部)
「これまでの研究概要とこれからの展望」
- 平成 22 年 8 月 4 日
木幡邦男(国立環境研究所・水圏環境研究領域・領域長)
「環境研における水圏研究」
永野匡昭(国立環境研究所・水圏環境研究領域・水環境質研究室・主任研究員)
「ビフィズス菌によるメチル水銀の代謝に関する研究」
- 平成 22 年 7 月 27 日
丸本幸治(国際・総合研究部/疫学研究部)
「水俣市における降水中メチル水銀濃度の季節変動とその要因」
- 平成 22 年 9 月 14 日
坂本峰至(国際・総合研究部/疫学研究部)
「生後発達期ラットにおけるメチル水銀とセレンメチオニンの相互毒性防御効果」
- 平成 22 年 11 月 30 日
宮本清香(臨床部)
「地域リビング(介護予防支援事業)への参加活動報告」
遠山さつき(臨床部)
「振動刺激による疼痛および痙縮の緩和が ADL 改善をもたらした胎児性水俣病患者の 1 例」
- 平成 22 年 12 月 21 日
山元 恵(基礎研究部)
「メチル水銀の毒性発現におけるアクアポリンの関与」
佐々木眞敬(基礎研究部)
「水銀研究の拠点化プロジェクトに関する現状報告」
- 平成 23 年 1 月 25 日
保田叔昭(国際・総合研究部)
「インドネシア・スラウェシ島北部、タラワン川流域水銀分布調査」
松山明人(疫学研究部)
「水俣湾生簀実験に関する 2 年間のまとめ」
新垣たずさ(国際・総合研究部)
「公害発生地域における地域再生～2000 年から 10 年間の水俣市を事例に～」
- 平成 23 年 2 月 24 日
臼杵扶佐子(臨床部)
「国立水俣病総合研究センターにおけるリハビリテーション業務」
宮本謙一郎(臨床部)
村尾光治(臨床部)
「MEG における 2 点識別覚に及ぼす末梢神経感覚障害の影響の検討」

9. 平成22年度共同研究者一覧

赤木洋勝	窪田真知	田中茂	村岡範裕
秋元和實	後藤真一	谷川富夫	村田勝敬
阿部美紀子	小西行郎	玉置昭夫	森信博
荒木希世	小山次朗	堤裕昭	安永玄太
飯間雅文	近藤智善	徳永貴久	矢野真一郎
出雲周二	齋藤洋一	飛松省三	山下暁朗
逸見泰久	佐藤洋	富安卓滋	山城重雄
井村隆介	佐久川弘	富山清升	山田梅芳
岩崎俊秀	柴田康行	中西亮二	山田和慶
植川和利	下川満夫	中野篤弘	山田聡子
浦島充佳	鈴木広志	西田健朗	山本智子
衛藤光明	鈴木規之	平生則子	吉村典子
大木公彦	太地町役場	平田好文	若宮純司
大村忠寛	太地町漁協	深谷親	和歌山県新宮保健所
柿木隆介	田井明	藤井正美	渡辺知保
柿田明美	平孝臣	藤木稔	JICA ブラジル事務所
河上祥一	滝川清	藤瀬良弘	Jean Paul Bourdineaud
川崎安亮	竹下達也	増田龍哉	Laurie Chan
川畑智	竹田一彦	丸山定巳	Lasut Markus
木村美紀	竹屋元裕	水俣市芦北郡医師会	William Henry Rostene
木元克則	田代久子	三原洋祐	
清本節夫	笏田彰秀	宮本篤	

※ 五十音順

10. 平成 22 年度 報告・発表一覧

[学術刊行物(英文・査読有)]

Retrospective study on temporal and regional variations of methylmercury concentrations in preserved umbilical cords collected from inhabitants of the Minamata area, Japan.

Sakamoto M, Murata K, Tsuruta K, Miyamoto K, Akagi H. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2010;73:1144-1449.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20494441>

Mercury deposit distribution in Minamata Bay.

Yasuda Y, Mori K. *Coastal Mar Sci*. 2010;34:223-229.

Effect of methylmercury administration on choroid plexus function in rats.

Nakamura M, Yasutake A, Fujimura M, Hachiya N, Marumoto M. *Arch Toxicol*. 2011;85:911-918.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21132277>

Post-transcriptional defects of antioxidant selenoenzymes cause oxidative stress under methylmercury exposure.

Usuki F, Yamashita A, Fujimura M. *J Biol Chem*. 2011;286:6641-6649.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21106535>

Inhibition of the Rho/ROCK pathway prevents neuronal degeneration *in vitro* and *in vivo* following methylmercury exposure.

Fujimura M, Usuki F, Kawamura M, Izumo S. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2011;250:1-9.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20869980>

Deleterious effects in mice of fish-associated methylmercury contained in a diet mimicking the Western populations' average fish consumption.

Bourdineaud JP, Fujimura M, Laclau M, Sawada M, Yasutake A. *Environ Int*. 2011;37:303-313.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21035857>

Induction by mercury compounds of metallothioneins in mouse tissues: inorganic mercury accumulation is not a dominant factor for metallothionein induction in the liver.

Yasutake A, Nakamura M. *J Toxicol Sci*. 2011;36:365-372. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21628964>

Mercury distribution in seawater of Kagoshima Bay near the active Volcano, Mt. Sakurajima in Japan.

Ando T, Yamamoto M, Tomiyasu T, Tsuji M, Akiba S. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2010;84:477-481.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20182698>

Head hair total mercury and methylmercury levels in some Ghanaian individuals for the estimation of their exposure to mercury: preliminary studies.

Voegborlo RB, Matsuyama A, Adimado AA, Akagi H. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2010;84:34-38.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19915785>

Mercury Speciation in the water of Minamata Bay, Japan.

Matsuyama A, Eguchi T, Sonoda I, Tada A, Yano S, Tai A, Marumoto K, Tomiyasu T, Akagi H. *Water, Air, and Soil Pollut*. 2010;218:399-412.

Toxicokinetics of mercury in children : Children's Exposure to Mercury Compounds.

Adler R, Barbosa F Jr., Domingo J, Flegal R, Gardener R, Goldman L, Nyland J, Sakamoto M, Silbergeld E, Stern A, Wells E, Yamamoto M. *World Health Organization*. 2010;59-64.

[学術刊行物(和文・査読無)]

蜂谷紀之, 安武 章(2010)魚介類を介したメチル水銀曝露のリスク(9)毛髪水銀測定者とリスク情報. 日本リスク研究学会第 23 回年次大会講演論文集 23: 147-152.

山下暁朗, 臼杵扶佐子(2010)mRNA 監視機構の生命現象、疾患への寄与とその分子機構. 実験医学増刊「拡大・進展を続ける RNA 研究の最先端----長鎖 noncoding RNA・small RNA から RNA 修飾・編集・品質管理まで----」(塩見春彦、塩見美喜子、稲田利文、廣瀬哲郎編集) 羊土社 134-141.

谷川富夫, 山田聡子, 坂口里美, 岩下眞一, 宮本謙一郎(2010)精油の痛みに対する薬理効果ー痛み刺激によって生じる脳電位に関する臨床と基礎研究ー. AROMA RESEARCH 11: 312-319.

遠山さつき, 宮本清香, 臼杵扶佐子(2011)作業療法を用いた介入により社会適応行動が改善した軽度精神発達遅滞を伴う成人例. 作業療法 30: 213-218.

[学術発表(国外)]

Usuki F, Yamashita A, Fujimura M. Methylmercury causes oxidative stress through its posttranscriptional effect on antioxidant selenoenzymes. XVIIIth International Congress of Neuropathology, Salzburg, 2010. 9.

Fujimura M, Usuki F, Takashima A. Methylmercury induces neuropathological changes with tau hyperphosphorylation mainly through the activation of the c-jun N-terminal kinase pathway in the cerebral cortex, but not in the hippocampus of the mouse brain. 17th International Congress of Neuropathology, Salzburg, 2010. 9.

Sakamoto M. Protective effects of selenomethionine against methylmercury-induced neuronal degeneration in developing rat brain. NIMD FORUM 2011, Minamata, 2011. 1.

Usuki F. Posttranscriptional defects of antioxidant selenoenzymes cause oxidative stress undermethylmercury exposure. NIMD FORUM 2011, Minamata, 2011. 1.

Fujimura M. Neuritic degeneration contributes to MeHg-induced neuronal cell death. NIMD FORUM 2011, Minamata, 2011. 1.

[学術発表(国内)]

森 敬介:有明海における底生生物の分布状況ーヨコエビ類を中心にー.日本動物学会・日本植物学会・日本生態学会九州地区合同大会, 福岡, 2010. 5.

新垣たずさ:水俣病公式確認時の保健衛生担当者の聞き取り調査. 第 80 回日本衛生学会, 仙台, 2010. 5.

蜂谷紀之, 安武 章:わが国における一般集団の毛髪水銀濃度とその規定因子(2). 第 80 回日本衛生学会学術総会, 仙台, 2010. 5.

丸本幸治, 松山明人:水俣市における降水中メチル水銀濃度の季節変動とその要因. 第 51 回大気環境学会年会, 大阪, 2010.9

森 敬介:水俣湾周辺海域に発見された希少底生生物について. 2010 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会, 柏, 2010. 10.

蜂谷紀之, 安武 章:魚介類を介したメチル水銀曝露のリスク(9). 毛髪水銀測定者とリスク情報日本リスク研究学会第 23 回年次大会, 東京, 2010. 11.

遠山さつき, 臼杵扶佐子:振動刺激による疼痛および痙縮の緩和が ADL 改善に有効であった胎児性水俣病患者の1例. 第 32 回九州 理学療法士・作業療法士合同学会, 沖縄, 2010. 11.

森 敬介:水俣湾砂泥干潟における底生生物分布状況ー水銀汚染を乗り越えてー. 日本生態学会第 58 回大会, 札幌, 2011. 3.

佐々木眞敬:水銀による健康影響に関する最近の話題について. 第 151 回日本獣医学会, シンポジウム

「メチル水銀の有害作用と毒性発現機構の最新知見」, 東京, 2011. 3.

11. 平成 22 年度 国際共同研究事業等一覧[派遣]

用務地・機関等名称	派遣者	用務名	用務	派遣期間
スロベニア共和国 ソサ川河口域	疫学研究部 松山明人	アドリア海に堆積した底泥中残留水銀を対象とした形態別水銀濃度の分析・測定	「北部アドリア海ソサ川河口域の高濃度残留水銀の動態に及ぼす密度成層の影響について」の研究分担者として昨年度に引き続き、現地に赴き採水・採泥等を実施して各種分析、解析を行った。	H22.5.5-11
中華人民共和国 広州市	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至	SETAC アジア太平洋会議	「水俣病発生時期に生まれた不知火海沿岸住民保存臍帯のメチル水銀調査」の成果発表の一環として行った。この会議は中国で行われる非常に大きな環境に関する国際会議であり、参加協力を求められたもので国水研の国際協力としても意義がある。	H22.6.3-8
アメリカ合衆国 テネシー市	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至	Goldschmidt Conference で行われる水銀の特別セッションにおける講演	地球化学の学会「Goldschmidt Conference」で行われる水銀の特別セッションにおいて、水銀の毒性について講演を行った。	H22.6.11-21
ブラジル タパジヨス川流域	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至 臨床部 中村政明	JICAプロジェクト(ブラジル・タパジヨス川流域メチル水銀に関する保健監視システム強化プロジェクト)の現地調査	JICAのプロジェクトであるタパジヨス川流域住民の調査に関し、JICAより医師の派遣と現地での共同研究実施の要請があった。派遣最終日に現地で講習セミナーを行い、本プロジェクトは終了する。	H22.6.25-7.11
スペイン バルセロナ	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至	International Union of Toxicology(IUTOX),the XII International Congress of Toxicology	「妊婦・胎児のメチル水銀曝露評価」の成果発表を行う。また、本学会において Spain の Dr.Jose L.Domingo から魚食の Risk と Benefit について最新の知見を交換し合いたいと要望があった。	H22.7.17-25
インドネシア マナド	国際・総合研究部 保田叔昭 疫学研究部 森敬介	陸水環境におけるメチル水銀の分布調査	インドネシア マナドで海洋生態系における水銀の動態・潮間帯表面底質における化学形別水銀分布と底生生物群集構造への影響の調査及び陸水環境との比較調査を行った。	H22.8.21-9.2
スロベニア共和国 リュブリャナ	疫学研究部 松山明人	スロベニア、ソーチャ川沿岸域の水銀動態観測	ソーチャ川には、スロベニア水銀鉱山からの廃棄物が流入していることが知られており、河川水中の水銀濃度が高いことが知られている。当業務では現地へ赴き、実際の現地試料を採取し、各種分析を実施することによって、水俣湾の水環境と比較した。	H22.8.26-9.1
オーストリア ザルツブルグ	臨床部 臼杵扶佐子 基礎研究部 藤村成剛	第 17 回国際神経病理学会における研究発表	メチル水銀による酸化ストレス発生メカニズムと細胞ストレス応答について研究発表を行った。 メチル水銀曝露モデルにおける病理変化とTau 蛋白リン酸化の関係についての研究発表を行った。	H22.9.9-17
カザフスタン共和国 カラガンダ州	疫学研究部 松山明人	ヌラ川流域における水銀環境モニタリングに係るフォローアップ調査	ヌラ川では、アセトアルデヒド製造工場排水の流出によって、水銀汚染されていることが明らかとなった。これを受け、平成 20 年度に JICA 技術協力プロジェクト「カザフスタン共和国ヌラ川流域水銀環境モニタリングプロジェクト」の短期派遣専門家として派遣された。その年度限りのプロジェクト予定だったが、技術移転後のフォローアップ調査についての要請を受けた。	H22.9.13-25

用務地・機関等名称	派遣者	用務名	用務	派遣期間
スロベニア共和国 ピラン市	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至	平成 22 年度スロベニア 水銀ワークショップへの 参加	ジョゼフステファン研究所と共同で水銀汚染に関するワークショップを開催。実行委員長の一人として円滑な運営に参画するとともに、世界の水銀研究に係る情報収集及び当センターの研究成果を発表した。	H22.10.8-16
	基礎研究部 佐々木眞敬		ジョゼフステファン研究所と共同で水銀汚染に関するワークショップを開催。ワークショップでの円滑な運営が行われるように事務担当総括者として参加。世界の水銀研究に係る情報収集も行った。	
スロベニア共和国 ピラン市 イドリア市 リュブリャナ市	疫学研究部 松山明人	平成 22 年度スロベニア 水銀ワークショップへの 参加及びソーチャ川沿 岸域の水銀動態観測	ジョゼフステファン研究所と共同で水銀汚染に関するワークショップを開催。ワークショップでは、世界の水銀研究に係る情報収集及び当センターの研究成果を発表した。また、ジョゼフステファン研究所と共同で土壌を採取し、水俣湾の水環境との比較を行った。	H22.10.8-17
イタリア ローマ	国際・総合研究部 疫学研究部 丸本幸治	Kick-off Meeting Global Mercury Observation System への出席	世界レベルの大気中水銀モニタリングネットワークである Global Mercury Observation System (GMOS) のキックオフミーティングが開催された。国際環境研究所の研究者とともに GMOS にて、観測サイト及び観測内容の紹介並びに今後の方針等について打合せを行うため、同会合に出席した。	H22.11.15-21
インドネシア ジャカルタ	疫学研究部 松山明人	インドネシア ジャカル タ郊外における小規模 金採掘現場の水銀汚染 調査	インドネシア ジャカルタ郊外から周辺地域では、小規模の金採掘現場が多数点在しており、金精錬のために多くの金属水銀が消費されている。これに伴って、周辺環境が水銀により高度に汚染されている報告がある。今回の調査では、その汚染状況の概況を把握するとともに、土壌及び河川水中の水銀分析とその動態について、現地です料採取を実施し、周辺住民にヒアリングを実施した。	H22.1.17-24
カナダ ハリファックス	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至	国際水銀会議2011 第2回打合せ会議	カナダ ハリファックスで行われる国際水銀会議は、水銀に関する大気、環境、健康、金採掘等の分野において各国の研究者が研究成果を持ち寄って発表を行い、水銀問題全般の情報交換を行う会議である。本用務は、今年6月に控えた国際水銀会議を開催するため準備委員会に出席し、最終調整を図った。	H23.3.6-13

12. 平成 22 年度 国際共同研究事業等一覧[招へい]

氏名	所属機関	職名	研究テーマ	招へい期間	受入担当者
Ying Tian	上海交通大学	教授	水銀曝露と小児健康	H22.6.15-16	藤村 成剛
Yu Gao		医学博士			
Markus Talintukan Lasut	サム・ラトゥランギ大学	教授	「インドネシア・タラワン川底質における水銀循環」に関する共同研究	H22.9.7-19	保田 叔昭
Hee-Ung Chung	韓国国立環境研究所	研究員	日韓共同研究事業「ヒトへの環境汚染物質曝露と健康影響に関する研究	H22.10.18-29	坂本 峰至
Young-Min Kwon	韓国国立環境研究所	研究員	日韓共同研究事業「ヒトへの環境汚染物質曝露と健康影響に関する研究	H22.11.29-12.10	坂本 峰至
Sandra Ceccatelli	カロリンスカ研究所	教授	NIMD フォーラム	H23.1.23-29	臼杵 扶佐子
Roshan Tohighi	カロリンスカ研究所	主席研究員	NIMD フォーラム	H23.1.23-29	臼杵 扶佐子
William Rostene	フランス国立医学研究機構	教授	NIMD フォーラム	H23.1.23-29	藤村 成剛
Jean-Paul Bourdineaud	ボルドー大学	教授	NIMD フォーラム	H23.1.23-30	藤村 成剛
Michael Aschner	ヴァンダービルト大学医療センター	教授	NIMD フォーラム	H23.1.22-29	藤村 成剛
Chris Newland	オーバーン大学	教授	NIMD フォーラム	H23.1.22-2.2	藤村 成剛
Ebany J. Martinez-Finley	ヴァンダービルト大学医療センター	博士研修員	NIMD フォーラム	H23.1.22-29	藤村 成剛
熊谷 嘉人	筑波大学	教授	NIMD フォーラム	H23.1.25-28	岡本 浩二
出雲 周二	鹿児島大学	教授	NIMD フォーラム	H23.1.27-28	岡本 浩二
黄 基旭	東北大学	講師	NIMD フォーラム	H23.1.26-28	岡本 浩二
外山 喬士	筑波大学	博士課程	NIMD フォーラム	H23.1.25-28	岡本 浩二
永沼 章	東北大学	教授	NIMD フォーラム	H23.1.26-28	岡本 浩二
鍛冶 利幸	東京理科大学	教授	NIMD フォーラム	H23.1.24-28	岡本 浩二
廣岡 孝志	東京理科大学	助教	NIMD フォーラム	H23.1.24-28	岡本 浩二

13. 平成 22 年度 見学研修等一覧

1.JICA 主管による研修

研修日	研修名(コース名)	相手先(協力機関)	演題	担当研究者
H22.6.3	環境安全のための化学物質のリスク管理と残留分析コース	(財)日本国際協力センター	毛髪水銀測定と簡単な説明	基礎研究部 藤村成剛
			水銀に関する環境中の動態や世界各地の汚染状況	疫学研究部 松山明人
H22.7.7	JICA 集団研修 環境中の有害汚染物質対策コース	(公財)地球環境センター	国水研の紹介	基礎研究部 佐々木真敬
			水俣病の歴史と最近の状況	国際・総合研究部 蜂谷紀之
			環境中の水銀と世界的規模から見た水銀汚染	国際・総合研究部 保田叔昭
			世界の毛髪水銀調査と毛髪水銀分析結果報告	基礎研究部 藤村成剛
H22.7.29	熊本大学サマープログラム2010	熊本大学国際化推進センター	(DVD)水俣病－悲惨な経験を踏まえて－	
			(DVD)国水研の紹介	
			毛髪水銀の結果とその意義、水銀の話等	基礎研究部 藤村成剛
H22.8.27	産業廃水処理技術コース	(財)北九州国際技術協力協会	水俣病の概要説明	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至
			国水研の紹介と施設見学	基礎研究部 佐々木真敬
H22.9.10	アジア循環社会創造コース(中国)	(財)北九州国際技術協力協会	水俣病の発生状況と原因及び対策	国際・総合研究部 蜂谷紀之
			水俣病のメカニズムと体内水銀の排出等	基礎研究部 佐々木真敬
H22.10.6	JICA 集団研修コース 勤労者のための産業保健と予防医療	(財)北九州国際技術協力協会	水俣病や毛髪水銀の話(結果回答)	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至
			国水研の紹介	基礎研究部 佐々木真敬
H22.10.8	JICA 集団研修 環境モデル都市の実践活動(住民協働による持続可能な環境都市づくり)コース	水俣市環境モデル都市推進課	水俣病の概要説明と国水研の紹介	基礎研究部 佐々木真敬
			水銀の環境中動態と世界の水銀汚染状況	国際・総合研究部 保田叔昭
			毛髪水銀の話と結果回答について	基礎研究部 藤村成剛

研修日	研修名(コース名)	相手先(協力機関)	演題	担当研究者
H22.10.14	JICA 集団研修 水環境モニタリング	(財)日本環境衛生センター	水銀と健康に関する講義及び水俣病に関する講義	基礎研究部 藤村成剛
H22.10.25	中国 環境汚染健康損害賠償制度構築コース	(独)国際協力機構	水俣病の発生から今日の状況	国際・総合研究部 蜂谷紀之
			国水研の紹介	基礎研究部 佐々木眞敬
H22.11.25	JICA 地域別研修 中南米鉱・工業による廃水汚染対策コース	(公財)地球環境センター	水俣病の歴史と最近の状況	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至
			環境中の水銀と世界的規模から見た水銀汚染	国際・総合研究部 保田叔昭
			毛髪水銀説明と国水研の紹介・屋上見学	基礎研究部 佐々木眞敬
H22.11.26	水俣病経験の普及啓発セミナー	環境省	毛髪水銀値測定について(毛髪採取)	基礎研究部 安武 章
			国水研説明及び施設見学	基礎研究部 佐々木眞敬
			国水研の国際研究協力について	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至
			国水研の環境研究への取り組み	疫学研究部 松山明人
H22.12.10	アジア循環社会創造コース (アセアン・インド)	(財)北九州国際技術協力協会	水俣病の発生状況と原因の対策	国際・総合研究部 蜂谷紀之
			水俣病のメカニズムと体内水銀の排出等	基礎研究部 佐々木眞敬
H23.2.2	JICA 研修 食品保健行政コース	(財)北九州国際技術協力協会	海洋生態系における水銀の動態	疫学研究部 松山明人
			水俣病について 毛髪水銀検査結果説明 国水研の施設見学	基礎研究部 佐々木眞敬
H23.2.16	アセアン地域循環型社会の構築コース 廃棄物管理技術および環境教育 B	(財)北九州国際技術協力協会	水俣病の原因、経過、問題点	国際・総合研究部 蜂谷紀之
			毛髪水銀説明と国水研の紹介・屋上見学	基礎研究部 佐々木眞敬
H23.3.25	第5回「中東地域産業環境対策コース」	(財)北九州国際技術協力協会	海洋生態系における水銀の生物濃縮	疫学研究部 森
			水俣病の概要、国水研の紹介、毛髪水銀結果解説	基礎研究部 佐々木眞敬

2.その他

研修日	研修名(コース名)	相手先(団体名)	演題	担当研究者
H22.5.28	「公害事例(水俣)」見学	福岡大学	施設(情報センター)見学・展示説明・「水俣病問題と教訓」に関する講義	国際・総合研究部 蜂谷紀之
H22.7.15.	国水研見学	水俣漁協関係者	施設見学・施設概要	基礎研究部 佐々木眞敬
			「水銀と健康」を用いた説明	基礎研究部 藤村成剛
			MEG について	臨床部 中村政明
			魚の水銀分析のデモンストレーション	疫学研究部 松山明人
H22.8.27.	水俣研修	筑波大学附属駒場高校	国水研の概要	基礎研究部 佐々木眞敬
			海外での水銀汚染に対する国水研のアプローチ	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至
H22.8.30	国水研見学と研修	財団法人 放射線影響研究所	研究成果の広報や研究対象者の保護のあり方について	基礎研究部 佐々木眞敬
H22.9.3.	水俣病について学ぶ	阿久根看護学校学生	資料館見学・語り部聴講へ案内	国際・総合研究部 新垣たずさ
			水銀と健康について 毛髪水銀値測定と結果説明 (毛髪採取)	基礎研究部 安武 章
H22.12.2 - 3	「環境ディプロマディックリーダーの育成プログラム」の一環として	筑波大学	毛髪水銀値と魚の総水銀値測定	基礎研究部 山元 恵
H22.12.24	水俣研修	北九州市立大学	Minamata Disease-History and Lessons-	国際・総合研究部 蜂谷紀之
			水俣病の経験を生かした現代の海外協力	国際・総合研究部 疫学研究部 坂本峰至
H23.2.18	水俣研修	都留文科大学	施設見学・施設概要・取り組み内容	基礎研究部 佐々木眞敬

資 料

平成19年9月13日 決 定
平成19年10月3日 確 認
平成20年6月10日 一部改正
平成22年1月 7日 一部改正
平成22年8月20日 全部改正

国立水俣病総合研究センターの中長期目標について

1. 趣 旨

国立水俣病総合研究センター(以下、「国水研」という。)は、国費を用いて運営し、研究及び業務を実施している。したがって、国水研の運営及び活動については、自ら適切に中長期目標、計画を立て、これに沿って年次計画を実行した上で、研究評価及び機関評価を実施し、国民に対して説明責任を果たさなければならない。中長期目標は、国水研の設置目的に照らし、さらに環境行政を取り巻く状況の変化、環境問題の推移、科学技術の進展、社会経済情勢の変化などに応じて柔軟に見直していく必要がある。また、評価においては、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成20年10月31日内閣総理大臣決定)及び「環境省研究開発評価指針」(平成21年8月28日環境省総合環境政策局長決定)並びに「国立水俣病総合研究センター研究開発評価要綱」(平成19年9月13日国水研第103号。以下「評価要綱」という。)を踏まえる必要がある。

2. 設置目的について

国水研は、環境省設置法、環境省組織令及び環境調査研修所組織規則に設置及び所掌が示されており、当然のことながらこれらに則って運営されなければならない。

環境調査研修所組織規則(平成十五年六月十八日環境省令第十七号)抄

環境省組織令(平成十二年政令第二百五十六号)第四十四条第三項の規定に基づき、及び同令を実施するため、環境調査研修所組織規則を次のように定める。

第一条～第六条 (略)

第七条 国立水俣病総合研究センターは、熊本県に置く。

第八条 国立水俣病総合研究センターは、次に掲げる事務をつかさどる。

- 一 環境省の所掌事務に関する調査及び研究並びに統計その他の情報の収集及び整理に関する事務のうち、水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理及び提供を行うこと。
- 二 前号に掲げる事務に関連する研修の実施に関すること。

第九条 (略)

第十条 国立水俣病総合研究センターに、総務課及び次の四部を置く。

国際・総合研究部

臨床部

基礎研究部

疫学研究部

2 疫学研究部長は、関係のある他の職を占める者をもって充てる。

第十一条 (略)

第十二条 国際・総合研究部は、次に掲げる事務をつかさどる。

- 一 水俣病に関する国際的な調査及び研究の企画及び立案並びに調整に関すること。
- 二 水俣病に関する社会科学的及び自然科学的な調査及び研究に関すること(他の部の所掌に属するものを除く。)
- 三 水俣病に関する国内及び国外の情報の収集及び整理(疫学研究部の所掌に属するものを除く。)並びに提供に関すること。

第十三条 臨床部は、水俣病の臨床医学的調査及び研究並びにこれらに必要な範囲内の診療に関する事務をつかさどる。

第十四条 基礎研究部は、水俣病の基礎医学的調査及び研究に関する事務をつかさどる。

第十五条 疫学研究部は、次に掲げる事務をつかさどる。

- 一 水俣病の疫学的調査及び研究に関すること。
- 二 水俣病に関する医学的調査及び研究に必要な情報の収集及び整理に関すること。

第十六条 (略)

附 則

1 この省令は、平成十五年七月一日から施行する。

2 (略)

以上より、国水研の設置目的は次のように要約することができる。

「国水研は、水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理及び提供を行うこと及びこれらに関連する研修の実施を目的として設置されている。」

具体的には「水俣病に関する、○国際的な調査・研究、○社会科学的な調査・研究、○自然科学的な調査・研究、○臨床医学的な調査・研究、○基礎医学的な調査・研究、○疫学的な調査・研究、○国内外の情報の収集、整理、提供等を行う機関」である。

3. 長期目標について

国水研の活動は研究においても機関運営においても設置目的に照らし、かつ、熊本県水俣市に設置された趣旨に基づかなければならない。さらに、環境行政を取り巻く状況の変化、環境問題の推移、科学技術の進展、社会経済情勢の変化などを考慮し、現在の活動実態に鑑みて、国水研の長期目標を整理しておかなければならない。

国水研の長期目標は、現時点では、

「我が国の公害の原点といえる水俣病とその原因となったメチル水銀に関する総合的な調査・研究、情報の収集・整理、研究成果や情報の提供を行うことにより、国内外の公害の再発を防止し、被害地域の福祉に貢献すること」

と表現することが可能である。

4. 中期目標について

(1) 水俣病及び水俣病対策並びにメチル水銀に関する研究を取り巻く状況

水俣病認定患者については、高齢化に伴い、特に重症の胎児性患者については加齢に伴う著しい日常生活動作(ADL)の低下をみる場合もあり、認定患者として補償を受けているとしても将来的な健康不安、生活不安は増大している現状がある。

そのような中、平成21年7月8日に「水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法」が成立し、平成22年4月16日には同法第5条及び第6条の規定に基づく救済処置の方針が閣議決定された。

国際的には、国連環境計画(UNEP)が水銀プログラムを開始し、水銀の輸出規制や排出削減に向けて取り組んでいる。法的拘束力のある水銀規制条約の平成25年制定に向けた、政府間交渉委員会が平成22年6月から始まった。日本政府は、その条約に「水俣条約」と命名したい考えを表明している。また、低濃度曝露における健康影響評価のための研究も進められているほか、定期的に国際水銀会議も開かれ、多くの国で水銀研究の関心が高まっている。そのため、国際機関や海外への情報提供や技術供与の重要性が高まってきている。

(2) 中期目標の期間

中期的な研究計画を5年と定め、5年単位で研究計画を見直すこととする。平成21年度以前については、概ね平成17年度から開始された研究が多かったことから、暫定的に平成19年度を3年目即ち中間評価年とする評価を、また、平成21年度終期として最終評価を行った。平成22年度から始まる新たな5年間の「国立水俣病総合研究センター中期計画2010」を制定し、研究評価は、評価要綱「4. 研究評価」に基づき、各年度における年次評価を研究及び関連事業の実施状況等を対象とし、さらに5年に一度、中期計画に照らし、中期的な研究成果を対象とする研究評価を実施する。

機関評価については、中期的な研究計画と敢えて連動することなく、評価要綱「3. 機関評価」に基づき、環境行政を取り巻く状況の変化、環境問題の推移、科学技術の進展、社会経済情勢の変化などに呼応した機関となっているかどうかの評価も含め、3年単位で行う。前回は平成19年度に実施したため、今回は平成22年度に実施し、以後3年毎に実施することとする。

(3) 中期目標

(1)及び(2)を踏まえ、設置目的と長期目標に鑑み、中期的に国水研が重点的に進める調査・研究分野とそれに付随する業務については、以下のとおりとする。

- ①メチル水銀の健康影響に関する調査・研究
- ②メチル水銀の環境動態に関する調査・研究
- ③地域の福祉の向上に貢献する業務
- ④国際貢献に資する業務

また、調査・研究とそれに付随する業務をより推進するため、調査・研究と業務については、以下の考え方で進めることとする。

①プロジェクト型調査・研究の推進

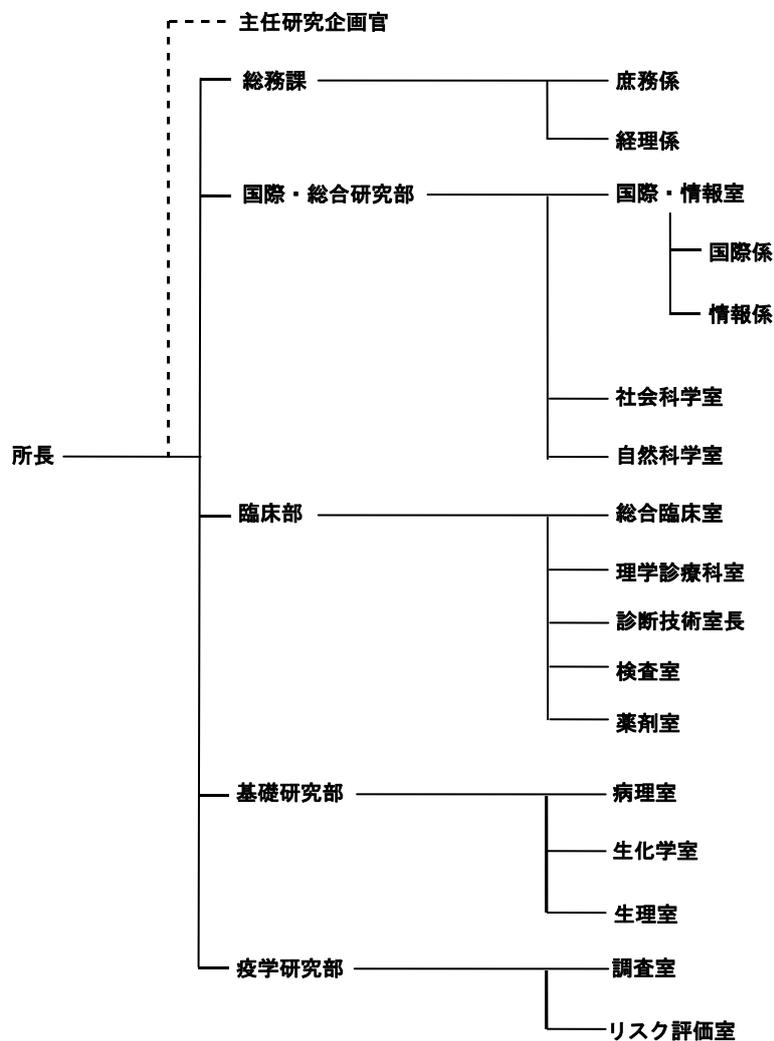
重要研究分野について、国水研の組織横断的なチームによる調査・研究を推進する。

②基盤研究の推進

長期的観点から、国水研の研究能力の向上や研究者の育成を図るため、基盤研究を推進する。

③調査・研究に付随する業務

調査・研究とそれに付随する業務の明確化を図る。業務は一部の研究者のみの課題ではなく、国水研全体として取り組むこととする。



国立水俣病総合研究センター中期計画 2010

平成 22 年 8 月 20 日
国水研発第 100820003 号

1 はじめに

国立水俣病総合研究センター(以下「国水研」という。)は、「水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理及び提供を行うこと」及び「(これらの)事務に関連する研修の実施」を目的として設置されている。この設置目的を踏まえ、平成 19 年 9 月 13 日に「国水研の中長期目標について」を取りまとめ、長期目標及び中期目標を決定した。さらに、これらの目標を具体化した、平成 21 年度末を終期とする「国立水俣病総合研究センター中期計画」(以下「前中期計画」という)が平成 20 年 1 月 29 日に策定された。

外部委員による評価として、平成 19 年度に機関評価、平成 20 年度及び平成 21 年度に研究年次評価、さらに平成 19 年度及び平成 21 年度に前中期計画の研究が対象である研究評価を受けた。これらの評価結果に加えて、平成 21 年 7 月 8 日の「水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法」成立など、水俣病や環境行政を取り巻く社会的状況の変化を踏まえ、今回新たに平成 22 年度より始まる「国立水俣病総合研究センター中期計画 2010」(以下「中期計画 2010」という)を策定する。

2 中期計画 2010 の期間

中期計画 2010 の期間は、平成 22 年度から平成 26 年度の 5 ヶ年間とする。なお、その間、適宜必要に応じ計画を見直すこととする。

3 中期計画 2010 の特徴

国水研の長期目標には、「我が国の公害の原点といえる水俣病とその原因となったメチル水銀に関する総合的な調査・研究、情報の収集・整理・研究成果や情報の提供を行うことにより、国内外の公害の再発を防止し、被害地域の福祉に貢献すること」とされている。

中期計画 2010 では、設置目的と長期目標に鑑み、国水研が重点的に進める調査・研究分野とそれに付随する業務については、以下のとおりとする。

- (1)メチル水銀の健康影響に関する調査・研究
- (2)メチル水銀の環境動態に関する調査・研究
- (3)地域の福祉の向上に貢献する業務
- (4)国際貢献に資する業務

4 調査・研究とそれに付随する業務の進め方

調査・研究とそれに付随する業務をより推進するため、調査・研究と業務については、以下の考え方で進めることとする。

- (1)プロジェクト型調査・研究の推進
重要研究分野について、国水研の組織横断的なチームによる調査・研究を推進する。
- (2)基盤研究の推進
長期的観点から、国水研の研究能力の向上や研究者の育成を図るため、基盤研究を推進する。
- (3)調査・研究に付随する業務
調査・研究とそれに付随する業務の明確化を図る。業務は一部の研究者のみの課題ではなく、国水研全体として取り組むこととする。

5 調査・研究の推進について

(1) 研究企画機能の充実

より効率的に調査・研究を推進するため、情報の収集と発信、共同研究など外部機関との連携の強化、進捗状況の把握・調整、環境の整備等を中心となって担当する者をおき、研究企画機能を充実させる。

(2) 外部機関との連携の強化

国水研が水銀に関する国内の研究ネットワークにおける拠点機関としての機能を果たすためには、外部機関との連携を強化し、開かれた研究機関として活動しなければならない。平成 21 年度から開始した総合的水銀研究推進事業等を活用して、積極的に共同研究を実施するほか、連携大学院である熊本大学、鹿児島大学との連携を強化する。

(3) 研究者の育成

国内外の研究機関との共同研究、熊本大学や鹿児島大学との連携大学院制度、開発途上国からの研修等を積極的に受け入れ、将来の研究人材の育成を図るとともに、国水研内の活性化を図る。

(4) プロジェクト型調査・研究の推進

各部、各グループ間のコミュニケーションを高め、高いレベルの研究成果を得るため、組織を横断するプロジェクト型調査・研究を推進する。国水研の中期計画 2010 においては、以下のプロジェクト型調査・研究を進めることとする。

- ① メチル水銀の選択的細胞傷害および個体感受性を決定する因子に関する研究
- ② 水俣病の病態に関する臨床研究－神経症候の客観的評価法の確立を中心にして
- ③ クジラ多食地域におけるメチル水銀曝露に関する研究
- ④ 水銀の調査・研究拠点化プロジェクト

(5) グループ制の維持

前中期計画で導入された、グループ制を基盤研究のみならず、プロジェクト型調査・研究や業務についても拡大し維持する。組織上の枠組みに縛られないフレキシブルな対応を可能にするため、各プロジェクト型調査・研究、基盤研究、業務をその目的により以下の各グループに分類し、各グループ内で情報を共有し、進捗状況を相互に認識しつつ、横断的に調査・研究及び業務を推進する。また、グループ内外の調整を行うため、各グループにはグループ代表(正副)を置く。

- ① メカニズムグループ
- ② 臨床グループ
- ③ リスク認知・情報提供グループ
- ④ 社会・疫学グループ
- ⑤ 地域・地球環境グループ

(6) 基盤研究課題の再編成

基盤研究については、社会的意味合い、目標の明確性、効率、成果の見通しなどの観点から見直し、選択と集中を図り、別表 1 のとおりとする。毎年、調査・研究に当たっては、前年度中に開催される所内研究企画会議において、進捗状況を確認して、調査・研究の進め方について見直すこととする。

(7) 自然科学研究分野の充実と社会科学研究分野及び疫学研究分野の再構築

環境省の直轄研究所として、自然界での水銀の動態のみならず、環境汚染物質全体を視野に入れた、地球規模での調査・研究のさらなる充実を図る。

自然科学研究分野については、重点項目として、水俣湾周辺の水銀動態を大気・水・土壌(底質)・生物について総合的な調査・研究を推進する。

社会科学研究分野については、水俣病発生の地にある国水研の特性を活かし、地域を含む一般社会や、開発途上国などの環境・福祉政策に貢献できるような調査・研究を実施する。

疫学研究分野については、環境保健分野においてエビデンスとして評価される成果などが得られるような調査・研究を推進する。

(8) 調査・研究成果の公表の推進

調査・研究で得られた成果については、論文化することが第一義である。さらに、国民への説明責任を果たすため、「8 広報活動と情報発信機能の強化及び社会貢献の推進」に後述する広報活動による情報発信のほか、記者発表や講演等様々な機会を活用して、より一層積極的に専門家以外にも広くわかりやすく成果を公表していく。

(9) 競争的資金の積極的獲得

競争的研究資金等の外部資金の獲得に関して、他の研究機関とも連携して戦略的な申請を行うなどにより獲得に努め、国水研のポテンシャル及び研究者の能力の向上を図る。

(10) 法令遵守、研究倫理

法令違反、論文の捏造、改ざんや盗用、ハラスメント、研究費の不適切な執行といった行為はあってはならないものである。不正や倫理に関する問題認識を深め、職員一人ひとりが規範遵守に対する高い意識を獲得するため、必要な研修・教育を実施する。

また、ヒトを対象とする臨床研究や疫学研究、実験動物を用いる研究においては、関係各種指針等を遵守し、生命倫理の観点から配慮しつつ研究を実施する。

6 地域貢献の推進

水俣病公式確認から 50 年以上を経て、水俣病患者等の高齢化が進んでいることに鑑み、水俣病患者等の健康増進を目的として、国水研の研究成果及び施設を十分に活用した、水俣病発生地域への福祉的支援を推進する。

(1) 脳磁計を使用した客観的評価法の研究の推進

平成 20 年度から導入した脳磁計を使用し、メチル水銀中毒症についての客観的評価法の研究を推進する。また、研究に当たっては、国保水俣市立総合医療センターと連携し、一層の脳磁計の有効な活用を図る。

(2) メチル水銀汚染地域における介護予防事業の充実

かつてのメチル水銀汚染地域における住民の高齢化に伴う諸問題に対して、日常生活動作 (ADL) の改善につながるようなリハビリを含む支援の在り方を検討するために、平成 18 年度から 20 年度まで介護予防等在宅支援モデル研究事業を実施した。本モデル事業の実績をもとに、さらに発展させるかたちで、平成 21 年度から実施している介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業を継続し、水俣病発生地域における福祉の充実に貢献する。

(3) 外来リハビリテーションの充実

胎児性、小児性を中心とした水俣病患者の生活の質 (QOL) の向上を第一の目的に、デイケアのかたちで外来リハビリテーションを実施する。新手法を積極的に取り入れ、加齢に伴う身体能力や機能の変化に対応したプログラムによる症状の改善と ADL の改善を目指す。さらに、参加者の生活の場、即ち自宅や入所施設、日々の活動施設などでの QOL 向上のために適宜訪問リハビリテーションを行い、ADL 訓練や介助方法、福祉用具や住環境整備について助言、指導する。

(4) 水俣病に対する治療法の開発

水俣病、特に重篤な胎児性・小児性水俣病患者の諸症状に対して、経頭蓋磁気刺激や機能外科による治療の可能性を検討する。機能外科や磁気刺激療法など最先端の医療による積極的な治療法の適用について検討する。

(5) 介助技術、リハビリテーション技術に関する情報発信の充実

水俣病発生地域の医療の一翼を担い、介助技術、リハビリテーション技術を地域に普及させるために、介護、リハビリテーション、医療関係者を対象にして、第一線で活躍している講師を招き、介助技術、リハビリテーション技術に関する講演、実技指導により、知識の共有、技術の向上を図る。

(6) 健康セミナーの一層の充実

水俣病の発生地域の水俣病患者も含めた住民全体の健康推進にも寄与するために、時流の変化や地域に要求される健康への関心に合わせた内容の健康セミナーの一層の充実を図る。

(7)健康相談業務の継続

医療相談に加え、福祉用具の選定、介助方法・生活動作の指導、リハビリテーションの相談等を希望者に適宜実施する。

(8)水俣・芦北地域水俣病被害者等保健福祉ネットワークでの活動の推進

水俣病被害者やその家族への保健福祉サービスの提供等に関わる機関等で構成される「水俣・芦北地域水俣病被害者等保健福祉ネットワーク」に参加し、関係機関との情報交換を行い、必要とされるリハビリテーション技術、医療情報の提供を行う。

(9)水俣病患者等との対話の推進と働きかけの実施

水俣病患者等の皆さんとの対話の機会を設け、国水研の支援活動を説明する。併せて見学会等の開催により、支援事業への参加を働きかける。

(10)関係機関との連携の強化

周辺自治体や地元医療機関、社会福祉協議会、水俣病患者入所施設・通所施設等水俣病患者等の支援に係る関係機関との連携を図り、情報交換や共同事業を推進する。

7 国際貢献の推進

国水研がこれまで培ってきた研究・開発能力とその経験を活かし、国際ワークショップや国際的学会活動を通じて、世界の水銀研究者等とのネットワークを形成しながら、世界の水銀汚染問題や最新の水銀研究成果を内外に向けて情報発信する。併せて、海外からの研究者の受入れを通じて、水銀研究の振興を図る。

(1)国際的研究活動及び情報発信の推進

平成9年以降、毎年NIMDフォーラムを開催してきた。世界の水銀研究者とのネットワーク形成の場、世界における水銀汚染・最新の水銀研究についての国内への発信の場、国水研からの研究成果発信の場、海外(特に開発途上国の研究者)への水銀研究の普及の場として、継続する。

WHO から指定を受けた有機水銀の健康影響に関するWHO 研究協力センターとして、また、UNEP 水銀プログラム等において、国水研として組織的に専門性を発揮していく。

(2)水銀研究活動の支援

国水研が国際的な水銀研究振興拠点となるために、海外からの研修生等を積極的に受け入れる。そのため、海外の研究者に対する調査・研究や招聘を助成する機能、指導的研究者を長期間招聘できる競争的資金による研究費支援などの仕組みづくりを行う。

開発途上国における水銀汚染に関し、国水研の研究成果及び知見を活かし、現地での調査・研究等に対して、技術支援・共同研究を行う。開発途上国に対する技術支援は、相手国の実情を踏まえ、事業が終了した後までも継続して成果が発揮できるよう、効果的なプログラムを工夫する。

JICA その他機関との連携を進めるとともに、より効果的、効率的な研修のため、国水研として積極的に事業プログラムの計画や内容に対して提案していく。

8 広報活動と情報発信機能の強化及び社会貢献の推進

(1)水俣病情報センター機能の充実

水俣病に関する情報と教訓を国内外に発信することを目的に設置された水俣病情報センターの機能をより充実するため、以下のことを実施する。

①水俣病等に関する歴史的・文化的資料又は学術研究資料を保管・管理する行政機関の施設として、公文書等の管理に関する法律ならびに行政機関の保有する情報の公開に関する法律の規定に則り、資料収集を進め、それらの適正な保管・管理を徹底する。

また、保管資料の学術研究等の目的による適切な利用の促進について、外部有識者の意見を踏まえながら利用細則等の制定を含む環境整備を行う。

②展示については、体験型展示など来館者のニーズ等に合致した効果的な展示を実現し、情報

の優先度等も勘案しながら最新の情報発信を行う。

③隣接する水俣市立水俣病資料館及び熊本県環境センターとの連携・協力を一層強化し、効果的な環境学習の場を提供する。

(2) ホームページの充実

ホームページは、国水研の活動を不特定多数に伝えるのに有用な手段であり、研究成果、健康セミナー、広報誌、一般公開、国水研セミナー等の情報を研究者のみならず、多くの国民が理解できるよう、“わかりやすさ”について工夫し、タイムリーに公開する。

(3) 広報誌「とんとん峠」の発行継続

広報誌「とんとん峠」については、発行を継続する。

(4) 一般公開の定期的開催

地域住民が国水研の研究者やその活動と直接ふれあうことは有意義であり、一般公開を年 1 回行う。

(5) 国水研セミナーの公開

国水研の研究レベルの向上のため、外部研究者による学術セミナーを開催している。活発な意見交換のため、外部の研究者(病院関係者等)も参加できるよう、開催情報を公開する。

(6) 見学、視察、研修の受入れ

国水研及び水俣病情報センターへの見学、視察、研修について、積極的に受け入れる。見学、視察、研修の申込手続を、ホームページ等を活用して周知する。

(7) 水銀に関する環境政策への関わり

①企画室は環境本省との連携の窓口となり、タイムリーに政策・施策の情報を把握し、所内に提供するとともに、環境本省へ必要な情報を提供する。

②環境本省関連の水銀等に関する各種会議へ積極的に参加して、国水研の研究成果を通じて、関連政策の立案や施策へ貢献する。

9 研究評価体制の維持

環境省研究開発評価指針(平成 21 年 8 月 28 日総合環境政策局長決定)及び国立水俣病総合研究センター研究開発評価要綱(平成 19 年 9 月 13 日国水研第 103 号)に基づき、国水研の研究者の業績評価及び研究機関として、外部委員による評価を以下のとおり実施する。

(1) 研究評価委員会

研究評価委員会は、各年度における調査・研究及び関連事業の実施並びに進捗状況の評価した上で、翌年度の企画について意見を述べる。毎年度第 4 四半期に実施する。さらに、5 年に一度、中期計画に照らし、中期的な研究成果を評価するとともに、次期中期計画について意見を述べる。

(2) 機関評価委員会

機関評価委員会は、国水研の運営方針、組織体制、調査・研究活動及びその支援体制並びに業務活動等の運営全般が設置目的に照らし、妥当であるか、有効であるか、改善すべき点は何かを明らかにすることを目的に機関評価を実施する。平成 22 年度及び平成 25 年度に実施する。

(3) 外部評価結果の反映と公表

外部評価結果は、調査・研究や国水研の運営の効果的・効率的な推進に活用する。調査・研究への国費の投入等に関する国民への説明責任を果たし、評価の公正さと透明性を確保し、調査・研究の成果や評価の結果が広く活用されるよう、外部評価結果を公表する。

(4) グループリーダー会議

グループリーダー会議は各研究、業務グループの代表から構成され、主任研究企画官を委員長とする。外部評価に先立ち、内部評価を実施する他、調査・研究の企画、進捗管理、情報共有、調査・研究に係る招聘・派遣の取りまとめ等のグループ間の調整を図る。

10 活力ある組織体制の構築と業務の効率化

(1) 計画的な組織と人事体制の編成

国水研の果たすべき役割、地域事情を踏まえ、効率的な業務運営となるよう組織の役割分担、管理や連携の体制及び人員配置について、見直しを行う。研究員の採用に当たっては、資質の高い人材をより広く求めるよう、工夫する。業務の効率化や職員の意欲の向上に資するよう、適切な業績評価を実施する。

(2) 一般管理費及び業務経費の抑制

施設の整備や研究機器、事務機器の購入については、費用対効果や国水研の責務を総合的に勘案して実施する。調査・研究、事務に必要な共通的な消耗品については、調達事務の集約化を行うとともに単価契約による調達などにより、契約件数の縮減、随意契約による調達を見直し、一般競争契約の導入・拡大を推進する。

(3) 施設及び設備の効率的利用の推進

研究施設・設備の活用状況を的確に把握するとともに、他の研究機関等との連携・協力を図り、研究施設・設備の共同利用を促進する等、その有効利用を図る。

11 業務の環境配慮

環境省の直轄研究所として、すべての業務について環境配慮を徹底し、環境負荷の低減を図るため以下の取組みを行う。

(1) 環境配慮行動の実践

使用しない電気の消灯、裏紙の使用、室内温度の適正化等を行う。物品・サービスの購入においても、環境配慮を徹底し、グリーン購入法特定調達物品等を選択する。

(2) 適正な光熱水量等の管理

業務の環境配慮の状況を把握するため、毎月の光熱水量、紙の使用量を集計し、適正な管理を行い、環境配慮につなげる。

(3) 排水処理システムの保守・管理の徹底

施設外部への排水までの工程について点検し、必要な箇所の排水処理システムの保守・管理を徹底する。

12 安全管理

労働安全衛生法等を踏まえた安全管理・事故防止を行う。

(1) 実験に使用する薬品

薬品の購入管理、使用管理、廃液処理までの総合管理システムを構築する。

(2) 安全確保

①危険薬品類の取扱いや研究室・実験室等の薬品等の管理に係る規則・マニュアルをもとに所内の安全管理に対する日常の管理について、定期点検を実施する。

②有害廃液処理・実験等に使用する化学薬品の安全対策の徹底を図る。

資料

国水研中期計画 2010

研究・業務企画一覧

I プロジェクト研究

1)メカニズムグループ

(1)メチル水銀の選択的細胞傷害および個体感受性を決定する因子に関する研究

2)臨床グループ

(1)水俣病の病態に関する臨床研究－神経症候の客観的評価法の確立を中心に－

3)リスク認知・情報提供グループ

(1)クジラ多食地域におけるメチル水銀曝露に関する研究

(2)水銀の調査・研究拠点化プロジェクト

II 基盤研究

1)メチル水銀の健康影響に関する調査・研究

(1)メカニズムグループ

a メチル水銀に対する生体応答の差をもたらす分子遺伝学的因子・生化学的因子に関する研究

b 神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用およびその薬剤治療に関する研究

c メチル水銀の毒性発現におけるアクアポリンの関与

(2)臨床グループ

a 胎児性・小児性水俣病後遺症に対する治療開発

(3)リスク認知・情報提供グループ

a 妊婦・胎児のメチル水銀およびその他重金属曝露評価に関する研究

b 水銀とセレンの生体内存在形態とセレンのメチル水銀毒性抑制に関する研究

c 毛髪水銀分析を介した情報提供

d 臍帯血メチル水銀濃度と母子の健康影響についての定量的評価に関する研究

e 低濃度メチル水銀の健康リスクに関する情報の発信と認知に関する研究

f フレンチギアナ河川汚染による人体への健康影響に関する実験的研究

(4)社会・疫学グループ

a 水俣病におけるリスクマネージメント等の歴史的変遷についての研究

b 入所している胎児性・小児性水俣病患者のADLの変化

c 水俣病患者の生活と健康現状調査

d 水俣病発生地域における地域再生に関する研究

2)メチル水銀の環境動態に関する調査・研究

(1)地域・地球環境グループ

a 海洋生態系における水銀の動態－潮間帯表面底質における化学形別水銀分布と底生生物群集構造への影響の調査および陸水環境との比較調査－

b 八代海における海洋生態系群集構造と水銀動態

c 水俣湾水環境中に存在する水銀の動態とその影響に関する研究

d 大気中水銀の輸送及び沈着現象、並びに化学反応に関する研究

e 自然要因による水銀放出量に関する研究

- f 分子生物学的手法ならびに水銀の超微量分析手法を駆使した、水俣湾内の食物連鎖網の解明に関する研究

Ⅲ 業務

1) 臨床グループ

- a 水俣病患者に対するリハビリテーション提供と情報発信
- b 介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業
- c 健康セミナー

2) リスク認知・情報提供グループ

- a 水俣病情報センターにおける資料収集ならびに情報発信
- b 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査
- c 水俣病剖検例の病理組織標本の永久保存を目指したデジタル化

3) 地域・地球環境グループ

- a 国際共同研究事業の推進
- b JICA タパジヨス川流域メチル水銀に関する保健監視システム強化プロジェクト
- c NIMD フォーラム及びワークショップの開催

4) その他

- a 総合的水銀研究推進事業

以上

平成 23 年度研究・業務一覧

平成 23 年 7 月現在

*: 国水研外研究者

1. プロジェクト研究

(1) [メカニズムグループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
メチル水銀の選択的細胞傷害および個体感受性を決定する因子に関する研究	藤村成剛	臼杵扶佐子 出雲周二*

(2) [臨床グループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
水俣病の病態に関する臨床研究 －脳磁計による客観的評価法の確立を中心に－	中村政明	宮本謙一郎 村尾光治 宮本清香 松山明人 劉 曉潔 蜂谷紀之 三原洋祐* 西田健朗* 谷川富夫* 山田聡子* 木村美紀* 植川和利* 山城重雄* 中西亮二* 飛松省三* 柿木隆介*

(3) [リスク認知・情報提供グループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
クジラ多食地域におけるメチル水銀曝露に関する研究	中村政明	蜂谷紀之 坂本峰至 佐々木眞敬 渡辺知保* 近藤智善* 竹下達也* 小西行郎* 村田勝敬* 吉村典子* 太地町役場* 太地町漁協* 和歌山県新宮保健所*
水銀の調査・研究拠点化プロジェクト	佐々木眞敬	村尾光治 国水研全職員

2.基盤研究

(1)[メカニズムグループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
メチル水銀に対する生体応答の差をもたらす分子遺伝学的・生化学的因子に関する研究	臼杵扶佐子	藤村成剛 山下暁朗* 出雲周二*
神経細胞の突起形成/伸展に対するメチル水銀の作用および毒性軽減に関する研究	藤村成剛	臼杵扶佐子 出雲周二*
メチル水銀の毒性発現におけるアクアポリンの関与	山元 恵	佐々木真敬 丸本倍美 中村政明 竹屋元裕* 衛藤光明* 宮本 篤* 川崎安亮* 森 信博*
メチル水銀の毒性発現におけるミクログリア・マクロファージの役割に関する研究	山元 恵	坂本峰至 柳澤利枝 松山隆美* Fumio Matsumura*

(2)[臨床グループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
胎児性・小児性水俣病後遺症に対する治療開発	中村政明	宮本謙一郎 村尾光治 宮本清香 大村忠寛* 後藤真一* 齋藤洋一* 平 孝臣* 平田好文* 深谷 親* 藤井正美* 藤木 稔* 村岡範裕* 山田和慶*

(3)[リスク認知・情報提供グループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
妊婦・胎児のメチル水銀とその他の重金属曝露評価に関する研究	坂本峰至	村田勝敬* 佐藤 洋* 窪田真知* 河上祥一* 赤木洋勝*

セレンによるメチル水銀毒性抑制及びセレンと水銀のヒトや海洋生物での存在形態に関する研究	坂本峰至	Laurie Chan* 山元 恵 赤木洋勝* 安永玄太* 藤瀬良弘* 岩崎俊秀* 柿田明美* 渡辺知保* 丸本倍美 衛藤光明* 竹屋元裕* 村田勝敬* 佐藤 洋* 中村政明 中野篤弘*
低濃度メチル水銀の健康リスクに関する情報の発信とリスク認知に関する研究	蜂谷紀之	
実験動物を用いたメチル水銀の心血管系への影響のフィージビリティスタディー	佐々木眞敬	中村政明 山元 恵 藤村成剛 坂本峰至 宮本 篤*
メチル水銀の免疫機能に及ぼす影響に関する研究(フィージビリティスタディー)	柳澤利枝	山元 恵 高野裕久* 小池英子*

(4)[社会・疫学グループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
水俣病におけるリスクマネジメントの歴史的変遷についての研究	蜂谷紀之	
入所している胎児性・小児性水俣病患者の ADL の変化	劉 曉潔	蜂谷紀之 若宮純司*
水俣病患者の生活と健康現状調査	劉 曉潔	蜂谷紀之
公害発生地域における地域再生に関する研究	新垣たずさ	下川満夫* 平生則子* 丸山定巳*
公害被害体験地・水俣市における雇用創出と福祉の連携に関する研究	原田利恵	鎌田みゆき* 田代久子* 宮北隆志* 五石敬路* 玉野和志*

(5)[地域・地球環境グループ]

研究課題	主任研究者	共同研究者
八代海における海洋生態系群集構造と水銀動態 －水俣湾・八代海の底生生物相解明および食物網を通じた魚類の水銀蓄積機構の研究－	森 敬介	松山明人 藤村成剛 逸見泰久* 滝川 清* 秋元和實* 増田龍哉* 山本智子* 大木公彦* 富安卓滋* 富山清升* 堤 裕昭* 荒木希世* 徳永貴久* 木元克則* 山田梅芳* 清本節夫* 玉置昭夫* 飯間雅文* 鈴木広志* 阿部美紀子*
水俣湾水環境中に存在する水銀の動態とその影響に関する研究	松山明人	丸本幸治 彗田彰秀* 矢野真一郎* 富安卓滋* 井村隆介* 田井 明* 小山次朗* 赤木洋勝*
大気中水銀の輸送及び沈着現象、並びに化学反応に関する研究	丸本幸治	鈴木規之* 柴田康行* 田中 茂*
自然要因による水銀放出量に関する研究	丸本幸治	松山明人 矢野真一郎* 彗田彰秀* 佐久川 弘* 竹田一彦*

3.業務

(1)[臨床グループ]

業務課題	主任担当者	共同担当者
水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信	臼杵扶佐子	遠山さつき 宮本清香

介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業	中村政明	宮本謙一郎 宮本清香 遠山さつき 田代久子* 川畑 智*
健康セミナー	村尾光治	中村政明 辻 勇 渡邊浩行 水俣市芦北郡医師会*

(2)[リスク認知・情報提供グループ]

業務課題	主任担当者	共同担当者
水俣病情報センターにおける資料整備ならびに情報発信	蜂谷紀之	渡邊浩行 辻 勇 山内義雄 情報センター関係職員 坂本峰至
世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査	藤村成剛	松山明人
水俣病剖検例の病理組織標本の永久保存を目指したデジタル化	丸本倍美	藤村成剛 竹屋元裕* 衛藤光明*

(3)[地域・地球環境グループ]

業務課題	主任担当者	共同担当者
毛髪水銀分析を介した情報提供	蜂谷紀之	丸本幸治
国際共同研究事業の推進	坂本峰至	国水研研究者 国際・情報室職員
NIMD フォーラム及びワークショップ	坂本峰至	国水研各研究グループ 国際・情報室職員

(4)[その他]

業務課題	主任担当者	共同担当者
総合的水銀研究推進事業	佐々木眞敬	山元 恵 佐藤克子 太田一弘 松山明人 蜂谷紀之

平成22年度人事異動

年月日	職名	氏名	異動事由	備考
22.4.1	国際・総合研究部 自然科学室長	保田叔昭	再任用	
22.4.1	疫学研究部調査室長	森 敬介	転入	国立大学法人九州大学大学院理学 研究院助教より
22.4.1	総務課庶務係長	辻脇基成	転出	水・大気環境局大気環境課指導係 長へ
22.4.1	総務課庶務係長	岩本宏幸	転入	自然環境局自然環境整備担当参事 官室温泉保護係長より
22.4.1	国際・総合研究部 国際・情報室情報係長	畠中太陽	転出	総合環境政策局環境経済課環境教 育推進室環境教育第一係長へ
22.4.1	国際・総合研究部 国際・情報室(情報係)	渡邊浩行	転入	独立行政法人国立環境研究所総務 部会計課(経理係)より
22.9.1	国際・総合研究部 国際・情報室長	坂本峰至	併任解除	
22.9.1	国際・総合研究部 国際・情報室長	蜂谷紀之	併任	
23.3.1	基礎研究部生化学室主任研究員 併任(基礎研究部生理室(研究員))	柳澤利枝	転入	独立行政法人国立環境研究所環境 健康研究領域生体影響評価研究室 主任研究員より
23.3.31	国際・総合研究部 自然科学室長	保田叔昭	再任用 期間満了	
23.3.31	基礎研究部生化学室長	安武 章	定年退職	

平成22年度

国立水俣病総合研究センター年報

第31号

平成23年11月発行

編集・発行

国立水俣病総合研究センター

熊本県水俣市浜4058番18号

郵便番号 867-0008

電話番号 (0966) 63-3111(代)

F A X (0966) 61-1145

ホームページ <http://www.nimd.go.jp>
