水俣病の原因究明における反省点を今後の教訓とするための一考察

石 原 信 夫

東北労災病院 健康診断センター

Bibliographical Study of Minamata Disease

Nobuo ISHIHARA

Research Centre for Occupational Disease, Tohoku Rosai Hospital, Sendai

Abstract In 1958, Minamata Disease was suggested to be organic mercury compounds intoxication. This suggestion was based on Hunter and Russel's report³⁾ on occupational exposure to methylmercury. This report is known to have established the typical symptoms of methyl mercury intoxication. However, it has been widely believed since the official recognition of Minamata Disease (1956) that, at the moment of outbreak, no reports were available on organic mercury formation from inorganic mercury in acetaldehyde production from acetylene, or on organic mercury intoxication among workers in acetaldehyde production from acetylene. However, this was not the case.

The formation of organic mercury from inorganic mercury used as a catalyst was reported by Vogt and Nieuwland¹²⁾ in 1921. In 1930, Zangger reported several cases of organic mercury intoxication among workers in acetaldehyde production from acetylene. Soon after, Koelsch⁷⁾ reported that the cases were methyl- and/or ethylmercury intoxication, and that such cases had been common since 1916. These reports^{6,7,12)} were already available at the time of the Minamata Disease outbreak.

However, Zangger's report⁶⁾, the most important of these three was not referred to until 1987, notwithstanding its listing in the references of Kurland et al.⁸⁾. Zangger's report⁶⁾ was not referred to not by investigators, but by a lawyer. If these reports^{6,7,12)} had been referred to at the outbreak of Minamata Disease, the number of victims in Minamata would have been minimized, and Minamata Disease in Niigata would have been prevented.

Key words: Minamata Disease, methylmercury, inorganic mercury, acetaldehyde, organic mercury

1. はじめに

水俣病は1956年の発生公式確認当初は原因不明と考えられていたが、翌年には有機水銀中毒である事が示唆され、1960年には工場排水中の有機水銀が水俣病の原因である事は明白になっていた。しかし、この前後から、行政の一部や企業等から工場排水原因説を否定する反論が繰り返され、有機水銀の由来の特定が遅れさせられ、その一方でチソは増産を続け、不知火海の汚染の拡大による患者の増加だけでなく、新潟水俣病の発生を見ることとなった^{1,2)}。

ところで、1960年当時は、研究者の間ですら、①アセ

トアルデヒド製造工程で触媒である無機水銀から有機水銀が副生されるかどうかは不明である、②アセトアルデヒド製造工程作業者に有機水銀中毒が発生しているという報告はない、③有機水銀（メチル水銀）が特異的な中毒症状を引き起すとの報告は殆どない等と考えられていた。従って、工場廃水からのメチル水銀検出という明白な事実¹⁾にも係わらず、メチル水銀工場廃水由来説を否定する反論を許したともいえる。

しかし、1940年にはHunterらが³⁾、1948年にはAhlmarkが⁴⁾、更に1952年にはSwenssonが⁵⁾、既に有機水銀中毒例を報告している。従って、前記③の考えは否定される。一方、Hunterらの報告³⁾にあるメチル水銀中毒症例と水俣病患者の症状が酷似していることが1958年に武内により指摘され、有機水銀原因説の端緒となった。しかし、これらの報告³⁻⁵⁾は、有機水銀取扱者に起きた中毒症例を扱っており、水銀を触媒とするアセトアルデヒド製造工程での有機水銀（メチル水銀）中毒を扱ったものでは

受付2001年8月21日, 受理2001年11月12日
Reprint requests to: Nobuo ISHIHARA
Research Centre for Occupational Disease, Tohoku Rosai Hospital,
4-3-21 Dainohara, Sendai 981-0911, Japan
TEL: +81(22)275-1111, FAX: +81(22)273-6606

なく、まして水俣病のような環境汚染による中毒例を扱ったものでもない。この点が熊大研究班の努力にも係わらず、前述のような反論を許した原因の一つと考えられる。

しかし、前述の①と②の見解を否定する論文^{6,7)}が、水俣病発生公式確認の時点で既に存在していた。即ち、アセトアルデヒド製造工程で触媒である無機水銀から有機水銀が副生される事、アセトアルデヒド製造工程でこの有機水銀による中毒が起きている事等がこれらの論文には明確に示されており、しかも全ての論文が国内で検索可能であった。にも係わらず、これらの報告が明らかにされたのは 1987 年である。しかも、これらの報告^{6,7)}を明らかにしたのは医学者ではなく弁護士 (浅岡美恵氏) で、特別の方法で検索したのではなく、Kurland の報告⁸⁾を手がかりに、我々が日常行っている方法で検索した結果である。このことは、文献検索の進め方や研究における関心の持ち方等について我々に深刻な反省を迫っている^{9,10)}。そこで、水俣病発生公式確認の時点で、既に明らかにされねばならなかった事項、即ち①アセトアルデヒド製造工程で有機水銀が副生される事、および②アセトアルデヒド製造工程での有機水銀中毒の発生について、文献的検討を加えてみたい。

2. アセトアルデヒド製造工程における有機水銀の生成

合成化学産業におけるアセトアルデヒドの重要性は今も昔も変わらない。現在、日本ではアセトアルデヒドの合成は水銀を使用しないエチレン直接酸化法により行われており、原料であるエチレンは石油化学工業により供給されている。しかし、化学工業の主役が石炭であった 20 世紀の前半には、アセトアルデヒドの合成は石炭化学工業から供給されるアセチレンを原料として水銀を触媒とするアセチレン加水法により行われていた。水俣病発生当時、チッソは日本におけるアセトアルデヒド製造の主力企業であった。

アセチレン加水法の最大の問題点は、反応の進行中に副反応がおき、不溶性不活性有機水銀化合物や金属水銀が沈殿し、その結果触媒の損失がおきる事である。この触媒の損失を克服するために反応機序の解明が行われ、多くの改良法が提案されてきた。この過程で、真の触媒機能を営む物質は中間的に生成される有機水銀化合物である事が明らかにされた^{11,12)}。

Vogt と Nieuwland は次の様に述べている¹²⁾。
It was found, however, that in these solutions the mercury did not long remain in the form of the sulfate but was converted to an organic compound, and this compound acted as the catalyst.

即ち、1921 年にはアセトアルデヒド合成反応で、触媒として加えられた無機水銀から有機水銀が生成される事が述べられている。更にこの有機水銀化合物の構造について考察を加えている。この報告の再検討では¹³⁾、メチル水銀の生成は認められたが、反応機序は確認されてい

ない。Vogt 等はこれらの成果を基に 1945 年に、「The Chemistry of Acetylene」を著した。この著作は、アセチレンを原料とする合成化学産業従事者にとっては必読書であり、1950 年に邦訳 (辻雄次訳) が出版されている。更に、Vogt 等が推定した構造に酷似した有機水銀化合物の存在を、1951 年にチッソの五十嵐が確認している¹¹⁾。従って、水俣工場の技術者達はこの著作の存在だけでなく、内容についても知っていたと推定される。

その後、アセチレン加水反応における損失水銀中にメチル水銀が含まれている事、即ち、触媒として使用される無機水銀からメチル水銀が生成される事が実験的に確認された¹³⁾。しかし最近、アセチレン加水反応で触媒の無機水銀からのメチル水銀副生の機序についての Vogt & Nieuwland の推定は誤りで、正しい生成機序を解明したと報告された¹⁴⁾。しかし、Vogt 等¹²⁾の推定が誤りであっても、「無機水銀を触媒とするアセチレン加水反応で、有機水銀が生成され、これが真の触媒である」と指摘した彼等の功績は些かも揺るがない。

以上のように、1956 年当時、アセチレン加水反応で触媒の無機水銀から有機水銀が副生される事は、化学工学的見地からは当然想定される事であった。従って、水俣病の原因究明の過程で、チッソが繰り返して、「当時、アセチレン加水反応で触媒である無機水銀から有機水銀が生成される事は予見できなかった」と述べてきた事は、事実に反すると考えられる。もし、医学分野の研究者が、「アセチレン加水反応とはどのようなものだろうか？」と考え、その工程や反応機序に少しでも思いをめぐらせていれば、文献¹²⁾に到達するのは決して困難ではなかった筈である。

3. アセトアルデヒド製造工程における有機水銀中毒の発生

水俣病の原因解明の過程で、チッソや行政の一部は「無機水銀を触媒としてアセチレンからアセトアルデヒドを合成する工程で有機水銀による中毒の報告はなく、水俣病は世界に類例のない病気である。従って、原因物質の確定が 12 年後になったのは仕方がない」と繰り返して主張してきた。これに対し、1959 年に武内は水俣病の病変が Hunter & Russel の有機水銀中毒剖検例³⁾のそれと一致する事点を根拠に、有機水銀中毒説を発表している¹⁵⁾。しかし既に述べたとおり、この Hunter らの報告³⁾は沃化メチル水銀取扱者のメチル水銀中毒症例であり、アセトアルデヒド工程従事者の症例ではない。また、1956 年 5 月の水俣病発生公式確認の時点で、既に有機水銀中毒の症例の報告は多数あるが^{4,5)}、いずれも有機水銀取扱者のものである。従って、武内らの努力にも係わらず、彼らが拠り所とした症例がアセトアルデヒド工程で発生したものではないため、結果として反論を許したと考えられる。

20 世紀に入り、無機水銀を触媒にし、アセチレンを原料とするアセトアルデヒド製造が盛んに行われるようになったが、同時に触媒とした無機水銀による中毒が多発するようになった。ほどなく、アセトアルデヒド工程の労働者の間に、典型的な無機水銀中毒とは明らかに異なる症状を呈する中毒が多発するようになった。1930 年に Zangger⁶⁾ は、この無機水銀中毒とは明らかに異なる症状の中毒症例について、症状の詳細な検討の結果、原因は副生物である有機水銀化合物によると報告している。即ち、種々の産業における典型的な無機水銀や金属水銀中毒の症例について述べた後、当該論文の 552 頁で次のように述べている。

Im Gegensatz zu dieser Art Quecksilbererkrankungen stehen Erkrankungen, bei denen z.B. das Zahnfleisch selten und wenig erkrankt ist, dagegen ausgesprochene Muedigkeit der Glied massen und Herzstoerungen (Labilitaet), gelegentlich Druckempfindlichkeit der Gliedmassen, hier oft Oberschenkel, selten Waden, Kopfweh, Apathie, Schwindel, Erbrechen, Angst, Neigung zu Schweissausbruechen — meist weniger Gewichts abnahme als bei der vorherigen, anorganischen Gruppe (Durchfaelle, Tenesumus, starke Leibschmerzen und blosse Erregbarkeit kommen auch vor, sind aber nicht haeufig). (中略)

In diesen Fabrikabteilungen handelt es sich vorzugsweise um eine Kombination von mehreren wesensverschiedenen Wirkungen: einmal werden Aldehyde frei, unter anderen auch Crotonaldehyde.

Es konnten aber auch aus der Luft organische Quecksilberverbindungen gefasst werden (die sehr giftig sind, die hauptsaechlich das zentrale Nervensystem angreifen).

即ち、典型的な無機水銀中毒とは明らかに異なる症状を呈する中毒例がアセトアルデヒド工程の作業者に認められ、原因物質は中枢神経系に強い毒性を示す有機水銀化合物であると述べている。また、これに先だち同論文の 543 頁では、

Ueberall in der Welt sind dort mehr Quecksilbererkrankungen aufgetreten, wo das Quecksilber als Katalysator verwendet wird, —

と、水銀を触媒とする工程での水銀中毒が決して希ではない事を述べている。更に、同論文の 551 頁では、Ich habe schon 1916 darauf aufmerksam gemacht, dass in der Fabrik, in welcher 4 ganz verschiedenen Arbeiten mit Beruehrung mit Quecksilber ausgefuehrt werden mussten, 2 meist deutlich getrennte Gruppen von Symptombildern entstanden: die Gruppe der anorganischen Quecksilbervergiftung; die Gruppe mehr organischer das Nervensystem besonders betreffender Unterformen, allerdings bei sehr vielen Arteitern Mischformen. —

と述べている。即ち、1916 年には無機水銀を使用している職場で、二種類の明らかに異なる中毒、即ち無機水銀による中毒と有機水銀による中毒が発生している事

が、すでに知られていた。

1937 年に Koelsch は有機水銀化合物による中毒症例を報じた論文⁷⁾ で、この Zangger の報告⁶⁾ を引用し、アセトアルデヒド工程での有機水銀中毒は決して希ではなく、原因物質は副生されるメチル水銀やエチル水銀であると報告している。即ち、その 113 頁で、Seit etwa 20 Jahren haben die fluessigen, aber leicht fluechitigen Methyl- und Aethyl-Quecksilber-Verbindungen gewerbepathologisches Interesse als Nebenproducte bei der Erzeugung von Acetaldehyd (und Essigsaeure bzw. Alkohol) aus Acetylen unter Verwendung von Quecksilberoxyd als Katalysator.

と述べている。この Koelsch の論文は、種子消毒に用いられる有機水銀化合物の毒性について述べた Swensson の論文⁵⁾ に引用されている。

以上のように、無機水銀や金属水銀を使用する職場で、無機水銀中毒とは明らかに異なる症状を呈する水銀中毒が起きている事は 1916 年には既に知られており、1937 年にはこれが有機水銀化合物による中毒であると結論づけられていた。詳細な症状の観察から Zangger や Koelsch は原因物質を有機水銀としているが、その一方で Vogt & Nieuwland の報告¹²⁾ を参考にした可能性が高い。即ち、この見解¹²⁾ は発表当時からかなりの支持を集めており、アセチレン加水反応によるアセトアルデヒド合成では触媒である無機水銀から有機水銀が形成される可能性は、広く支持されていた事が伺える。

Zangger⁶⁾ や Koelsch⁷⁾ の論文は、水俣病発生公式確認の時点で、アセトアルデヒド工程における有機水銀中毒が既に知られており、決して「予見不可能」ではなかった事を示している。1960 年にこれら二論文は Kurland⁸⁾ が、Koelsch⁷⁾ の論文は 1952 年に Swensson⁵⁾ がそれぞれ引用しているにも係わらず、水俣病の原因に関する政府公式見解後も、医学研究者の注目を殆ど引かず、半ば埋もれたままであった。

わが国において、Zangger や Koelsch の報告^{6,7)} を掲載した雑誌 (Arch fuer Gewerbepathologie und Gewerbehygiene) は 1939 年には東大や北大をはじめ数箇所の図書館に収蔵されている。しかし、これら二論文のうち、最も重要な Zangger の論文⁶⁾ の存在が明らかになるには、1987 年 5 月 15 日まで待たねばならなかった。しかも、この論文の存在を明らかにしたのが、弁護士であった事⁹⁾ に注目しなければならない。この弁護士 (浅岡 美恵氏) は特別の手段を講じたのではなく、1960 年に Kurland が水俣の現地調査を基に発表した論文⁸⁾ の文献リストから、我々が日常行っている文献検索の方法で検索している。水俣病の研究において 1960 年前後より今日にいたるまで、Kurland という名前は注目しなければならない名前であり、多くの研究者がこの論文に眼を通していた筈である。しかし、そこに引用されていた Zangger⁶⁾ や Koelsch⁷⁾ の論文に注目した人はいなかった。

水俣病の発生が公式に確認された 1956 年当時、その原因がチソ水俣工場の排水であると想定した研究者は存

水俣病関連年表

1921		* アセトアルデヒド合成で真の触媒は副生される有機水銀 (Vogt & Nieuwland. JACS 1921; 43: 2071)
1930		* アセトアルデヒド工程従事者間に副生物の有機水銀による中毒 (Zangger H. Arch Gewerbepath u Gewerbehyg 1930; 1: 539-560)
1932	水俣工場でアセトアルデヒド生産開始	
1937		* アセトアルデヒド工程でメチル水銀やエチル水銀が副生されそれらによる中毒が発生している (Koelsch F. Arch Gewerbepath u Gewerbehyg 1937; 8: 113-116)
1949	魚類・鳥類の異変多発	
1950		* The Chemistry of Acetylene の邦訳出版 → Vogt & Nieuwland (1921) を引用
1951		* 触媒の反応機序を裏付ける有機水銀化合物の確認 (五十嵐 (新日室)。日本化学会発表 → Vogt & Nieuwland の報告を確認 → 触媒 1962; 4: 234
1953		* 新チッソ法に変更。触媒の反応機序を裏付ける有機水銀化合物を確認 (チッソ水俣工場)
1953 ~	ネコ、ブタ、イヌの狂死多発	
1954	死亡例 (チッソ倉庫係) 発症例 (漁師)	
1955	死亡例 (農婦、漁師)	
1956.		
05. 01	水俣病発生公式確認	
1957	有機水銀中毒を示唆 (武内)	
1958	原因物質はある種の有機水銀 (熊大)	
1959	チッソの反論 (無機水銀を使用) 爆薬説 (チッソ, 化学工業会)	
1959	廃液投与でネコ発症 (ネコ 400 号実験; 細川) 有機水銀原因説 (学会発表; 熊大)	
1960	腐敗アミン説の登場	
~ 1961		
1960		* Kurland et al. 有機水銀原因説を支持 (World Neurol 1960; 1: 370) 前年の水俣実地調査を踏まえたもので, Zangger (1930), Koelsch (1937) を引用
1960	アセトアルデヒド生産増加 (45, 227 t) → (6, 592 t/1953 年)	
1961	スラッジよりメチル水銀検出 (熊大) ドレンよりメチル水銀検出 (工場技術部)	
1962	工場排水由来の有機水銀原因説の否定 (チッソ) → 同一主旨の国際学会発表 (清浦; 1962; ロンドン)	
1963	新潟水俣病の発生	
1968. 05. 18	水俣工場のアセトアルデヒド製造設備稼働停止 (水銀を使わないエチレン法に転換)	
1968. 09. 26	政府見解 「工場排水が水俣病, 新潟水俣病の原因」	
1968. 12	新潟水俣病における農薬説	
1987. 05. 15		* Zangger (1930), Koelsch (1937) の論文が明らかになる

「水俣病」有馬 (編集) 1979; より。一部改編。

在したし、その時点で水俣工場が使用していた有害物質もリストアップされていたはずである。

従って、もし、この時点で「アセトアルデヒド」と「水銀」をキーワードとして文献検索をしていれば、Zangger や Koelsch の論文からアセトアルデヒド製造工程におい

て無機水銀から生じる有機水銀による特異な中毒が作業者に発生している事が判明し、速やかに Hunter-Russel 症候群と結びついた筈である。

即ち、1956 年 5 月の水俣病発生公式確認後、時を待たずして、

水俣工場→アセトアルデヒド製造→無機水銀

→有機水銀→排水中にでる→魚介類の汚染→水俣病
という図式を、文献検索の結果と水俣病患者の症状の詳細な（生活環境を念頭においた）観察により明確にする事が可能であった事になる。そうなれば、チッソ水俣工場と水俣病との関係が理論的に明白になり、反論の余地はなく、水俣病の拡大と新潟水俣病の発生は防止できた筈である。

適切な情報検索が行われていれば、水俣病発生当初（1956 年）から、有力な原因物質として有機水銀が示唆され、原因物質の特定が早期に可能であったと考えられる。熊大研究班を中心とする原因物質の解明の努力は高く評価されねばならない。しかし、現実には情報の検索が中毒学分野に偏り、それも不十分であった事は否定できない。毒性情報の検索では、当該物質の化学工学上の知識と、学問の境界を越えた情報検索が必須である事、使用の歴史の古い物質については 20 世紀初頭にまで遡り検索する必要がある事等を、水俣病の原因物質の解明の経過が教えている。

4. 考 察

以上述べてきた事を要約したものが付表である。水俣病発生公式確認の時点で、①アセトアルデヒド工程で触媒である無機水銀から有機水銀（メチル水銀）が副生される、②その有機水銀によりアセトアルデヒド工程で有機水銀中毒が発生している、③有機水銀（メチル水銀）中毒の症例は多数ある等を示す報告が既にあり、しかも国内で検索可能であった。しかし、水俣病原因究明の過程で検索引用されたのは Hunter らの論文³⁾ のみで、特に重要な Zangger の報告⁶⁾ が検索引用されるには 1987 年 5 月まで待たねばならなかった。この遅れが熊本水俣病の拡大を許しただけでなく、防げた筈の新潟水俣病の発生を許す事となった。

それでは何故この様に重要な報告⁶⁾ が、国内で検索可能であったにも関わらず、長い間、医学者から無視され続けたのかを考えてみたい。

いろいろな理由が考えられる。しかし、形式的な文献検索と、患者の症状だけでなく生活の詳細までよく調べるという基本を忘れた医学研究の進め方が主な原因と考える。自分が身を置く専門分野に限らず、境界領域や他領域にまで情報検索を広げねばならない。我々の日常生活で使用している物品について、何時、何処で、何を原料として、どのようにして作られているのか等について常に関心を持つ事が、広い範囲での情報検索を可能にする。

繰り返し述べてきた様に、Zangger や Koelsch の論文^{6,7)}、特に Zangger の論文の水俣病の原因究明における意味は極めて大きい。しかし、これまでに出版された多くの著作のうち、Zangger の論文を引用しているのは、Kurland の報告⁸⁾ や藤野らの報告¹⁰⁾ 以外には、浅岡氏の一文¹⁶⁾ だ

けである。水俣病研究の集大成である著作¹⁸⁾ や、水俣病研究の最新の著作^{2,17)} には引用されていない。また、一般向けの水俣病関係の著作¹⁹⁾ は、Kurland の水俣実地調査に基づく結論（有機水銀原因説）には触れているが、Zangger や Koelsch の論文^{6,7)} には言及していない。また、化学物質による環境汚染に関する啓蒙書²¹⁾ でも無視されている。

原因についての政府公式見解がでた後は、患者の認定や、それに基づく補償が大きな問題になった。しかし、各地の訴訟で、水俣病認定行政の誤りを指摘した判決が続いても、政府は認定基準や認定作業の進め方を改めようとはしなかったし、現在もしていない²⁰⁾。しかし、1956 年の時点で Zangger⁶⁾ や Koelsch⁷⁾ の論文が検索されていたならば、この認定行政の姿は現在とは違った姿になっていた可能性が高い。

水銀を使用するアセトアルデヒド製造が廃止され、引き続き政府公式見解がでると、間もなく「水俣病は終わった」との声が聞こえる様になった。しかし、水俣病は決して終わっていない。現在も多くの未解決の問題を抱えている。繰り返しているが、メチル水銀による水質汚染を不知火海一帯に拡大させ、水俣病患者を増加させ、更に新潟水俣病の発生を許したという取り返しのつかない事態になった原因の一つは、当然検索されて然るべきであった文献が検索されなかった事であるという事実を忘れてはならない。

当然検索されなければならなかった文献が、なぜ検索されなかったのかを検証し、その結果を将来に生かす事が、水俣病の犠牲者にたいするせめてもの償いであると考えている。（以上）

文 献

- 1) 有馬澄雄（編）水俣病，東京：青林舎，1979；842-857.
- 2) Takeuchi T, Eto K. The Pathology of Minamata Disease, pp 5-8, 1999, Kyushu University Press, Fukuoka.
- 3) Hunter D, Bomford RR, Russel RS. Poisoning by Methyl Mercury Compounds. Quart J Med 1940; 33: 193-213.
- 4) Ahlmark A. Poisoning by methyl mercury compounds. Brit J Ind Med 1948; 5: 117-119.
- 5) Swensson A. Investigations on the toxicity of some organic mercury compounds which are used as seed disinfectants. Acta Med Scand 1952; 143: 365-384.
- 6) Zangger H. Erfahrungen ueber Quecksilber vergiftungen. Arch fuer Gewerbepath u Gewerbehyg 1930; 1: 539-560.
- 7) Koelsch F. Gesundheitsschaedigungen durch organische Quecksilberverbindungen. Arch fuer Gewerbepath u Gewerbehyg 1937; 8: 113-116.
- 8) Kurland LT, Faro SN, Siedler H. Minamata Disease. World Neurology 1960; 1: 370-395.
- 9) 藤野 紘. ある弁護士による水俣病の文献的考察. 熊精協会誌 1988; No.54: 1-2.
- 10) 浅岡美恵. 60 年前の「水俣病」証言：有機水銀中毒に関する文献的考察. 熊精協会誌 1988; No.54: 3-16.

- 11) 有馬澄雄. 工場の運転実態からみた水俣病. 有馬澄雄 (編) 水俣病, 東京: 青林舎, 1979; 156-157.
- 12) Vogt RR, Nieuwland JA. The Role of Mercury Salts in the catalytic transformation of acetylene into acetaldehyde, and a new commercial process for the manufacture of paraaldehyde. *J Am Chem Soc* 1921; 43: 2071-2081.
- 13) 喜田村正次, 早川 清, 住野公昭, 瀬辺恵鎧. Acetylene 接触加水反応に伴う副反応 (I): メチル水銀の生成. *日薬理誌* 1967; 63: 228-243.
- 14) 西村 肇, 岡本達明. 水俣病の科学. 東京: 日本評論社, 2001; pp233, 242-246.
- 15) 武内忠男. 水俣病の病理学的追究の歩み…不明疾患水俣病から有機水銀中毒症へ…有馬澄雄 (編) 水俣病, 東京: 青林舎, 1979; 40-42.
- 16) 浅岡美恵. 「県外患者」の救済をめざして…スモンから水俣へ 板井・丸山 (編). *女たちのミナマタ*. 東京: 新日本出版社, 1988; pp170-191.
- 17) 西村 肇, 岡本達明. 水俣病の科学. 東京: 日本評論社, 2001; pp213-217.
- 18) 有馬澄雄 (編). 水俣病文献目録. 水俣病, 東京: 青林舎, 1979; 757-803.
- 19) 原田正純. 水俣病. 東京: 岩波書店, 1972; p53.
- 20) 坂東克彦. 「ハンセン病訴訟控訴断念の一方で」. *朝日新聞*, 2001. 06. 20.
- 21) 村田徳治. 化学はなぜ環境を汚染するのか. 東京: 環境コミュニケーションズ, 2001; p249-250.