

平成11年度研究報告書

Epidemiological study for assessing Dioxin risk

研究課題 ダイオキシンのリスクアセスメントのための疫学研究
課題番号 (H11-生活-011)

主任研究員	山口県立大学看護学部教授	岩本 晋
研究員	Michigan State University 教授	R.J.Aulerich
研究員	IMAYA 会長 (下松記念病院院長)	岩本 功

1. 研究の概要

ダイオキシンのリスクアセスメントのための疫学研究について、アメリカ、ベトナムの研究者の協力を得ながら、疫学調査の委員会を立ち上げて、疫学調査の進め方について検討する。

委員会の構成員として予定するものは下記の3カ国とする。

- ①ダイオキシン高濃度汚染地域としてのベトナム関係者
- ②ダイオキシンの生体影響の毒性学としてのアメリカの研究者
- ③日本の関係者、NGOグループのIMAYA（国際医療協力山口の会）

1) ベトナム関係者の確保については、ハノイにあるベトナムの国立病院のルン院長と連携し、ベトナムで疫学調査を推進している関係者を紹介してもらい、枯れ葉剤によるダイオキシンが高濃度に残留している地域のベトナムにおける健康調査を含む疫学調査を行う。そのためには、過去数年にわたりベトナムでNGO活動を行ってきた団体IMAYA（国際医療協力山口の会）を通じてベトナム政府の協力を得られるように働きかけ、ベトナム側からの関係者を加えた疫学調査委員会を発足させる。

2) アメリカの研究者としてミシガン州立大学でダイオキシンの生体影響を長年研究をしている、オルリッチ博士の承諾を得ている。オルリッチ博士は岩本が行ったPCB毒性の指導教官であり、ほ乳類に対する影響調査の現況と、小動物における疫学調査の進め方について助力を得る。

2. 研究の目的、必要性及び期待される成果

ダイオキシンの毒性については疑いのない事実である。されど、ダイオキシンの環境レベル“0.00000000000000”以下を望むのも、現在の社会では現実的でない。そこで、必要なのはダイオキシンのリスクアセスメントである。そのアセスメントのためには、枯葉剤散布により現実にダイオキシンが蓄積し、その環境で暮らしている人々や哺乳類がどのような状況にあるのか記述疫学的手法によりデータを整理して、その時間的変化を整理しておく必要がある。ダイオキシンレベルの極端に高いところから極めて低い地域までの蓄積レベルで、ダイオキシンのリスクがどのようなレベルで、どのように変化するのか整理する。このデータ処理において欠かせないのが、長年アメリカでダイオキシンの毒性について動物実験を重ねてきた学者の知識である。このダイオキシンの専門家とわが国関係者の共同作業で、ベトナムの現況と将来のわが国におけるダイオキシンの影響について検討会を開いてデータを整理していく。

初年度はベトナム、アメリカの関係者を一堂に集める委員会が結成できるかどうか、検討会や話し合いを重ねて、次年度やその先へと継続していく基礎作りとして位置づける。ベトナム研究者との連携を考えると、ベトナム政府により医療功労勲章を受章したわが国のNGOグループIMAYAの協力があることは、計画全体への影響は大きい。

次年度は本格的にデータを集める作業に着手し、3年目に分析できればと期待している。

3. 研究状況及びこの研究の特色・独創的な点

この研究は、わが国の公害対策がまだ産声も上げていない時代に、山口県の宇部市において戦後復興の産業・生産第一主義の時代において、工場からの煤塵対策から始まり、排出ガス対策、騒音対策等とありとあらゆる戦後の公害対策の基礎を作り上げ、そのプロセスの中から「宇部方式（野瀬方式）」を生み出した現山口大学名誉教授 野瀬善勝先生の提案に基づき構築される。

以下に野瀬名誉教授による基本的考え方を示す。

ダイオキシンの安全基準をあなたはどのように決めますか

山口大学名誉教授 野瀬善勝

1. はじめに

ダイオキシンが有害なことはネズミなどの動物実験で確かめられています。そればかりかベトナム戦争でアメリカ軍がダイオキシンを含む枯れ葉剤を大量に飛行機から散布した結果、多数のベトナム人が健康を損ない、大量の奇形児を産み、ガン患者が多発する悲惨な姿を見ました。30年経った今日でもなお、大量のダイオキシンがベトナムの大地に残留しており、食物連鎖によって濃縮され、農作物や魚や家畜を食べるベトナム人の健康をむしばみ続けています。これはダイオキシンの壮大な人体実験と見なすことができます。

ダイオキシンは間違いなく人体に有害なのです。さて、大量にダイオキシンを摂取すると人体に有害であることはこれで分かりすぎるほど良く分かりました。それでは安全限界はどれだけの量なのでしょう？ 摂取しても健康障害が生まれない安全限界はどのように決めれば良いのでしょうか？

あなたはどのように決めますか？

2. 方法論の検証

アメリカ、イギリス、ドイツ、フランスなどの諸外国で決めた安全基準の中で、一番厳しい低い基準を日本の安全基準とするやり方もあります。しかし、このやり方は「他人がそうしているから」と言うだけで本当に適切な安全基準なのか、科学的根拠が怪しいと言えましょう。

ネズミを使った動物実験で、健康障害を生じる体重年当たりの最少量を人間の安全基準（体重 Kg 当たり）にするやり方も考えられます。外国の真似をするやり方よりは科学的です。ところが、毒物に対する反応は動物の種類によって異なるのです。ネズミでは安全量であっても、人間にとっての安全量とはいえないのです。人間の安全量は最終的には人間を使って確かめるしかないのです。

では、人間を使った人体実験をして安全限界を調査できるのでしょうか？

とんでもありませんね。有害と分かっているもの、あるいは有害かもしれないものの安全限界を人体実験で確かめることなど、人道的に許されるものではありません。

3. 疫学

それでは一体どうすれば人間の安全限界を私たちは知ることができるのでしょうか？人間で確かめなければ人間の安全限界は分からない。しかし、人間を使った人体実験をして

はいけない。この八方塞がりの問題を誰もがなるほどと納得する手順で解決する科学的な方法が本当にあるのでしょうか？

実はあるのです。それが疫学です。

ダイオキシン汚染地域住民の健康調査データの統計解析から安全限界を科学的に推論するのは。意図的にダイオキシンを人体投与することはできませんが、例えば、ゴミ焼却場の近くに、たまたま居住していた為に、運悪くダイオキシンを摂取してしまった人々を丹念に調査するのです。発ガン率、奇形児出生率、寿命などとダイオキシン摂取との因果関係の有無を統計学的に推論して、安全限界を求めるのです。

或る量以上を摂取した人間には、健康障害を起こす人が増大していることを統計確率の視点から確かめるのです。例えば、この或る量よりも摂取量が少なければ健康障害を起こす人間は増大しないということになります。この或る量の例えば「半分を安全限界（安全基準）」とすれば、皆が成るほどと納得できます。

ダイオキシンや環境ホルモンなど社会問題として大きく取り上げられている有害物について、社会全体の合意としての安全基準を決めるためには、疫学者が信頼できるしっかりした調査研究を行って、科学的に確かな安全限界を世の中に提示することが公害対策を考える最初に必要なことだと言うことが分かります。

安全限界を人体実験することなく疫学手法を用いれば、科学的に推定できることが分かりました。ところで、ベトナムの枯草剤散布や水俣湾の有機水銀のように、極端な人体被害が示される場合には、ダイオキシンと有機水銀が人体に有害であることに誰も疑問を持ちません。

極端な人体被害が現れるまでは、疑わしきものは疑わしいように手をこまねているしか無いのでしょうか？極端な人体被害が現れる以前に、人体に有害であることを立証して、被害を未然に防止する手段は無いのでしょうか？

軽微な健康被害をいち早く検知して、人体に有害であることを立証することも「疫学」は可能なのです。微小な発ガン率の上昇やシビレ感を訴える人の増加を、住民の念入りな健康調査データの統計解析に拠って立証すれば、疑わしいものは有害として断定して間違いのないものになります。極端な人体被害が現れる以前に有害物を安全限界以下に抑制することで、患者を作らずにすみます。公害を未然に防止するためにも疫学が役立ちます。

疫学は、また、有害物を少なくする努力を社会全体で行った結果、健康被害の徴候が無くなったことを立証する手段でもあります。疫学手法で疑わしいものを罰した結果、確かに健康被害の徴候が無くなれば、疑わしいものを早々に犯人としたことが、正しかったことを重ねて立証したことになります。

4. 疫学の効用

まとめると、「疫学」は、次の局面で、その他の医学的手段では立証できないことを打開できるユニークな能力をもつ科学的な手法です。

- ①人体に有害な危険因子を、人体実験を行うことなく早期発見できる。
- ②危険因子の人体への安全限界を人体実験なしに推定できる。
- ③危険因子を除去する努力が十分であるか否かを人体実験なしに判定できる。

5. 参考（先人の業績）

ロンドンの開業医スノウのコレラ流行調査研究があります。スノウはビクトリア女王の出産に「クロロホルム」を使用したことで医学史に名が残っている人物です。1849年のコレラ大流行に関して患者を個別的に調査して、コレラの原因は排泄物によって汚染された水道であって、その中に病原物質があることを推定し、その対策をとることによって、コレラ流行の防止に成功した。もちろん、当時はコレラ菌の存在は知られておらず、コッホがコレラ菌を発見した1883年の約30年前の話であった。スノウが患者を個別的に調査した疫学調査にもとづく成果だったので、現在ではスノウの「わらじ疫学」として知られている。

4. 委員会委員によるこの研究に関連して現在までに行った研究状況

岩本 晋はアメリカの5大湖におけるPCBに汚染された魚を餌とする小動物の生体影響について論文を書き修士を終えた（指導者はAulerich博士）。帰国後は、山口県徳山湾の水銀汚染や、大気汚染について公衆衛生活動として取り組み、上述した野瀬善勝教授の指導を受け、疫学について学び医学博士となった。以後、一貫して公衆衛生上の諸問題に対して疫学調査を繰り返し、多くの論文を著してきた。

Aulerich博士は、Michigan State Universityの教授として、20年以上ダイオキシン問題に取り組み、哺乳類におけるダイオキシン問題の権威者である。ダイオキシンに関する暴露データや、生体影響の現象を検討するには、専門家として欠かせない存在である。

岩本 功院長はNGO活動を行っているIMAYA（国際医療協力山口の会）の会長として、ベトナム政府より医療功労勲章を授与されるほどベトナム政府やベトナム厚生省と関係が深く、ハノイにある国立友好病院の院長とは交流が深く、ダイオキシン問題でベトナムの研究者と交流する際のキーパーソンである。

5. 研究計画・方法及び倫理面への配慮

ダイオキシン問題は未知のものだけに慎重な取り扱いを必要とする。なかでも、分析の結果が1兆分の1というオーダーで語られるほど繊細であり、従来の疫学調査の手法だけでは通用しない面があると予測される。ダイオキシンの高度暴露地域としてベトナムを選んだ場合、ベトナムの中でも高濃度汚染地域と、非汚染地域があり、詳細に検討することで、わが国における汚染実態と重ね合わせて検討することも可能と考える。ベトナムにおけるダイオキシン問題は被害者補償の問題などを抱え微妙であるだけに、ダイオキシンに精通した科学者の知識を必要とし、微妙な問題であるだけにベトナムの国情に精通した人材の確保が重要となる。わが国は、焼却炉問題等で社会問題化しているだけに、疫学調査のプロセスとそのとりまとめ、発表の仕方等に至るまで公明で公正な取り扱いを求められる。よって、わが国だけの考え方でなく、世界に通用する考え方を選択するためにも、慎重に人選を行い、初年度は委員会の準備会に当てるくらいの慎重さで進行することとする。

6. 倫理面への配慮

集積されるデータについてはプライバシーの尊重は当然として、アメリカ及びベトナムの研究者との共同作業を予定しているだけに、データの公開等における考え方の違いも予測されるので、従前の疫学調査とは全く違うほど慎重な資料の取り扱いに努める。

平成11年度の活動報告

1. 平成11年8月6日(金) ベトナム大阪駐在総領事 MR. Nguyen Canh Ruong 氏、ベトナム・ハノイにある友好病院(Huu Nghi hospital)のLung 院長及びビン医師、福島県より日越文化協会会長亀山哲三氏を迎えて、徳山氏で本研究への取り組みを話し合った。総領事よりベトナムにおける環境問題・ダイオキシン問題について講義を受け、Lung 院長より、ベトナムでのダイオキシンに関わる健康問題について講義を受ける。通訳は亀山哲三氏が担当した。

2. 平成11年9月28日 柳井市中国電力文化ホールで「環境問題 ダイオキシン」の講演会に参加して、岩本 晋がPCB毒性とダイオキシン毒性の特徴等について講演した。

3. 平成11年10月18日から10月28日の11日間ベトナム・ハノイを訪問した。

19日(火) ハノイにある友好病院(Huu Nghi hospital)のLung 院長と面談し、本研究課題であるダイオキシンについての研究計画をベトナム厚生省関係機関のダイオキシン委員会に提出する文章をベトナム語で作成し、政府機関に提出した。さらに、ベトナム住民の健康調査について実施方法について検討した。

20日(水) ハノイ駐在大使館の藤田医師を訪問して、ベトナムにおけるIMAYAの活動としてのベトナム住民健康調査およびダイオキシン研究の活動予定とその概要を報告した。

午後から同行した山口済生会病院の畑村看護婦が我が国における看護の状況 ―クリティカルパス― についての講演を病院関係者30名の前で行った。質問も多く、Lung 院長が答える場面が多く、ベトナム語のため理解できない場面が多かったがベトナム国立病院の看護部の働きを叱咤激励している雰囲気であった。

21日(木) 友好病院でベトナム住民健康調査の対象者の選定について検討した。結果として、高濃度暴露地域を抽出して、その地域に戦後生まれた住民か、移住してきた住民を対象にすることを希望として伝えた。ベトナム側としては、戦争中の被害者を含めた住民調査を希望しているとのことであった。

22日(金) ベトナム厚生省のダイオキシン委員会と第一回会議を実施。

出席者はIMAYA側として 岩本 晋、Lung 院長、グエン副院長、ビン医師、委員会側としてハノイ医科大学副学長でダイオキシン委員会の副代表 Nguyen Van Tuong 医師、厚生技官 Tran Van Phuong 医師、委員会委員数名

話し合いでは、ベトナム側が興味のある3点を述べた。

1. ダイオキシンの毒性の直接的研究
2. ダイオキシン量の測定技術の研究
3. ダイオキシン被害者への政策的研究



これに対して、IMAYAとしては戦後の長い年月でベトナム戦争中の枯れ葉剤によるダイオキシンの直接的毒性の研究は人・物・金の面から考えて出来ない。ダイオキシンの測定技術についても出来ない。被害者への政策的課題も政治的活動を予定していないし、NGO活動として行うので出来ないと意見を述べた。

これに対してベトナム側から再度考慮して欲しいとの意見があったが、上記の1-3を実施するのは政府レベルの活動であり、もし実施するとしたら日本政府が直接来ているのではないかと回答した。

IMAYAが行うのはあくまでも人道的なボランティアとして参加するのであり、IMAYA会員と岩本晋が厚生省から研究補助費を得ているのは、戦後の長い年月の間に風雨で洗い流されて、ダイオキシン量がきわめて少ない量に減衰した現状における健康影響調査を行う予定であることを述べた。

25日(月) 友好病院でルン院長とベトナムダイオキシン委員会への提出書類について打ち合わせ。午後3時より委員会開催が延期との報告あり。理由としてアセアンの科学者会議がハノイで開かれており委員が忙しく時間がないとのこと。

26日(火) ベトナムの枯れ葉剤被害者救済委員会 (Agent Orange Victims Fund) 副議長であるベトナム赤十字の理事長と会見したところ、IMAYAの計画について賛意を示された。

同時に、現在までに総括的にまとめられたダイオキシンの論文をいただき、日本語に翻訳することの許可をえることができた。

(本報告に添付する)



27日（水） 午前中に友好病院でダイオキシン調査の概要について打ち合わせ検討し、ダイオキシン汚染地域に移り住んだ人の健康調査を中心に行うことを同意した。

午後はベトナム厚生省のダイオキシン委員会と第2回会議を実施。

出席者はIMAYA側として 岩本 晋、ルン院長、グエン副院長、ビン医師
委員会側としてハノイ医科大学副学長でダイオキシン委員会の副代表 Nguyen Van Tuong
医師、厚生技官 Tran Van Phuong 医師、委員会委員数名

話し合いで、ベトナム側が興味のあるダイオキシンの毒性の直接的研究の3点を述べた。

1. 戦争中のダイオキシンによる直接の被害者の研究
2. ダイオキシンの2世等の子孫に対する影響の研究
3. 兵士ではなくダイオキシン汚染地域へ住んでいた人の影響研究
4. ダイオキシン汚染地域に移り住んだ人への影響研究

これに対して、本研究会は戦後の長い年月でベトナム戦争中の枯れ葉剤も減衰している。これと対照的に日本では焼却場等からのダイオキシン発生によりダイオキシンレベルが増加することが予測されている。そこで、既に汚染度が高い地域に住んでいる人がどのような健康被害を受けているかを知りたい。その結果、影響があればその汚染度では危険という結論が出る。我が国はそうならないように最大限の努力をするべきである。

もしも安全という結果が得られるならば、さらに引き続き別の視点から影響の有無を検討する手がかりにはなる。しかも、ベトナムの農産物の影響の少ないことが分かれば、消費も促進されて経済活動に良い影響がある。

ベトナムも工業化の波が押し寄せているのであるから、将来は枯れ葉剤の散布の無かった北ベトナム地域でも日本と同じダイオキシン問題が発生することが予測されるので、戦争当時に比較して現在の微量ダイオキシンにおける健康調査を始めることは重要であると疫学的な見解を伝えた。

これに対して、ベトナム側から来年からの研究計画を提出するように依頼があった。その計画に従ってIMAYAが行うことを許可するように努力するとの回答であった。

西暦2000年（平成12年）にはベトナム側の研究委員としては、ルン院長、グエン医師、ビン医師を含め、IMAYAとして岩本 晋、岩本 功で構成する委員会を発足することで同意した。



2. 平成12年3月20日から3月29日の10日間アメリカ・ミシガン州立大学を訪問し、(R. J. Aulerich) オルリッチ博士と打ち合わせた。

ミシガン州立大学で長年ダイオキシンの生体影響について研究しているオルリッチ博士の研究室を訪問して、日本におけるダイオキシン問題の状況をはじめ、ベトナムにおける本研究会のこれまでの活動について報告した。

ダイオキシン問題については、博士が最近まとめた最新の印刷中の研究論文を中心に議論が展開して、今後の本研究にも協力して進めることで合意した。

そのなかで、ミシガン州立大学でダイオキシンの測定を実施する分析センターの能力や可能性についても打ち合わせたが、本研究会のサンプルの分析については可能性を打診しながら細部について打ち合わせた。

結論としてはオルリッチ博士が分析依頼しているラボも候補の一つになれることを確認した。

オルリッチ博士の印刷中の研究によると、ダイオキシン含有飼料を一ヶ月超与えたミンクの顎の発育が極端に変形し、これまでのどんな報告にもない結果であったことがわかったという説明であった。



ベトナム戦争時の
エージェントオレンジ
使用の歴史とその結果

教授 LE CAO DAI 医師

エージェントオレンジ
被害者救済基金 (AGORAVIF) 事務局長

ハノイ-1999

(この文献の翻訳については LE CAO DAI 教授から直接岩本が許可を得ております)

I. ベトナム戦争時の化学薬品の使用

1. 歴史的背景

二度目のインドシナ戦争の時代に、合衆国軍は従来の兵器に加えて毒性の化学薬品をベトナム南部と、ラオスとカンボジアの一部も含んだ広域に散布しました。この戦争における化学薬品の使用は1961年から始まり、1971年に米国は使用を止めましたが、サイゴン政府は1975年までこれらの化学薬品を使用し続けていました。化学物質の種類も多く、使用されたものでもっと多かったのが除草剤と枯葉剤でした。

1937～38年頃、米国の化学薬品メーカーは多くの新種の除草剤を開発しました。それらは植物ホルモンに影響を与え、植物の葉を落し、枯らすことが出来て、枯葉剤と呼ばれ、これらの化学薬品は環境に対し有害ではないと最初は考えられていました。

1940年から2,4D(2,4-dichlorophenoxyacetic 酸)と2,4,5-T(Trichlorophenoxyacetic 酸)という2種類の化学薬品が農業分野で広く使用されはじめました。50年代～60年代になってから、これら2種類の化学薬品が世界中の農業生産の大幅な増加を果たした「緑色の革命」に貢献しています。2,4-Dは農業分野で現在も使用されています。

(最近の研究で2,4-Dには発癌性物質が含まれている可能性があると言われている)

しかし、1970年代に行われた研究により、2,4,5-Tが実験動物に異常をもたらしたことで、米国をはじめ他の多くの国々が2,4,5-Tの使用を禁止しています。2,4,5-Tはダイオキシン類という不純物を含んでおり、それが非常に強い毒性で、非常に厄介な性質をもつたものであることが今になってわかりました。

歴史上、最大規模の化学薬品が軍事目的での使用されたのは(最大1億kgの毒性の化学薬品が使用された)第一次世界大戦(1914年～1918年)でした。国際連盟は1924年、毒性の化学薬品が非戦闘員に与える影響を考慮し、戦時においても有害な科学物質の使用を禁止する条約を採択しています。

1950年代、フランス軍がインドシナから撤退した後、米国はますます南ベトナム政府との関係を深める事となり、60年代前半以来、南ベトナムで増加したゲリラ活動に直面した米国国防総省は、米国とタイで化学薬品の実験と空中散布の技術に関する研究を行いながら、東南アジアの戦場において除草剤と枯葉剤を使用することを決定して、米国軍は1961年、南部ベトナムの戦場において除草剤の使用を開始しました。

1961年～1965年の間、「Ranch Hand」というコードネームで、除草剤は軍事基地、大砲の付近、道沿いにのみに使用されていました。だが、戦争が激しくなった1966年～1970年になると、毒性の化学薬品はベトナム南部で広範囲に空中散布されるようになり、ラオスやカンボジアにも汚染が広がっていきました。

除草剤・枯葉剤の戦時下での使用目的は下記のようなものです。

- ・草と低木を排除し、木の葉を落し、米国と同盟の軍事基地を敵の攻撃から守るため。
- ・木の葉を落として隠された軍事基地の位置や輸送ルートの発見、敵の飛行機や大砲への攻撃を容易にするため。
- ・ゲリラに有益な作物を枯らすため。(現地の住民は「strategic hamlets」に集められ、ゲリラとの接触を制限された。)

戦争の最初の頃はサイゴン(政権)の印がある米国の航空機と西洋の民間パイロットが空中散布の作業を行っていました。

2. ベトナム戦争中に使用された化学物質

1) 除草剤と枯葉剤

Agent Purple、Agent Orange IとII、Agent Green、Agent Blue、Agent White、Agent Pink、Dioxin、Trinixon、Triquatなど様々な名前の混合物があるが、エージェントオレンジやエージェントブルーやエージェントホワイトなどの名前はただの軍事コードであり、格納庫での識別を容易にするためについているドラム缶のバンドの色であって、ドラム缶の中の化学薬品色とは関係ありません。

2) 散布された化学薬品の種類と時間と量

使用された化学薬品の量については資料によって違い、米国国防総省の公式の数値では1758万5778ガロン(6665万86リットル)であり、その他のレポートでは7200万リットルで、4400万リットルがAgent Orangeだったとしています。

表1. は毒性の化学薬品の年間使用量と、散布面積示したものです。

表1. 米国軍によって散布された主な化学薬品

Chemicals	Year of spraying (Estimate)	Volume of spray 10 ⁶ kg	Area of spraying 10 ⁶ ha	Percentage of Total splayed area
Agent Orange	1962 ~ 1970	57	1.6	12
Agent White	1966 ~ 1971	22.8	0.7	5
Agent Blue	1962 ~ 1970	10.7	0.3	2
CS	1964 ~ 1970	9.0	5.0	37
Malathion	1967 ~ 1972	3.0	6.0	4
Total	1962 ~ 1972	102.5	13.6	100

注意：Agent Orange, Agent white, Agent Blue および Malathion は主に飛行機で散布され、催涙ガスとして一般的に知られているCSはヘリコプターで散布された。Malathion は、蚊を制御するのに使用された。

3) ダイオキシンと関連物質

除草剤が分解されて減少するのは、理論上は散布されてから一週間から数ヶ月後とされていますが、ベトナムで散布された除草剤のAgent Orangeと2,4,5-Tを基本とするダイオキシンを含む化学薬品は非常に強い毒性と安定性があることがわかりました。

ダイオキシン系の化学薬品で最も毒性が強いのはTCDDと呼ばれる2,3,7,8-TCDD (Tetrachloro Dibenzo-p-Dioxin)です。

ダイオキシン(2, 3, 7, 8-TCDD)は「現在、人類によって発見されている最も毒性の強い化学薬品」いわれ、動物実験では体重1kgあたり100万分の1グラムの用量で死に至るとされ、ある科学者達は80gのTCDDをニューヨークの給水施設に入れるとすると、ニューヨークの人口すべてを消し去ることができるかと計算したくらいです。

表2, 1961年~1971年の間に散布されたAgents Orange, White およびBlueの量を示しています。

表2. ベトナム戦争の間に使用された除草剤

年間使用量(立方メートル=10³)

Year	Agent Orange	Agent White	Agent Blue	Total
1961	?	0	?	
1962	56	0	8	65
1963	281	0	3	284
1964	948	0	118	1,066
1965	1,767	0	749	2,516
1966	6,362	2,056	1,181	9,599
1967	11,891	4,989	2,513	19,394
1968	8,850	8,483	1,931	19,264
1969	12,376	3,572	1,309	17,257
1970	1,906	697	370	2,873
1971	0	38	?	38
Total	44,338	19,835	8,182	72,354

現在のところ、土中の TCDD の半減期は約 15 年と見積もられているが、人体における半減期は 5～8 年とされています。さらに、多くの下等生物(エビ、魚)における半減期は一ヶ月とされています。

ダイオキシンは産業のさまざまな場面で発生しており、ダイオキシンは 20 年以上も科学者達の関心を引き付けており、1981 年以降はダイオキシンとそれに関連する化合物についての国際的なセミナーが毎年開かれています。

Agent Orange に含まれているダイオキシン量を見積もるのは難しく、資料では 100 万あたり 0.1 未満から 60ppm 以上と幅があり、平均で 3ppm とすると、合計で約 170kg のダイオキシンが戦争中ベトナム南部に散布されたと推測できます。

3. 自然環境に放出されたダイオキシンが人体を汚染する 3 つの仕組み

- ・最も多いのは食物からの汚染ですが、飲み物から汚染されることは少ない。
- ・2 番目に多いのは呼吸からで、動物を使った実験によると、呼吸によって吸収したダイオキシンは、その 92%が脂肪組織に吸収される。
- ・3 番目は皮膚からの汚染で、化学的もしくはダイオキシンによって汚染された土に直接触れることにより皮膚から体内に取り込む。(しかしながら、皮膚からのダイオキシンの吸収は少ない。)

体内に入り込むダイオキシンの 85%～90%は汚染された食物の摂取が原因です。(ダイオキシンはあまり水に解けないので、飲酒による吸収は非常に少ない。)

自然環境において、人間は以下のような順番でダイオキシンに汚染されていきます。ダイオキシンは散布された地域の地上に達し、土中の有機的な物質に付着し、水によって川と湖まで運ばれ、そこでエビなどの無脊椎動物を汚染し、次にそれらを食べるナマズやウナギなど、食物連鎖を通じて魚を汚染し、最終的に人間を汚染しています。

1970 年代に、イタリアの科学者達は食物作物(米、小麦、穀物、豆および果実)のダイオキシン汚染に関する研究を行いました。彼らは、実験でダイオキシン濃度の高い肥料を使用し、食物作物を耕作しました。その結果、ダイオキシンは農産物のなかには吸収されていないという結論に達しました。したがって、ダイオキシンによって汚染された土で作られた作物はダイオキシンを含んではいない。しかし、ダイオキシンで汚染された土が、これらの作物に付着していて、人間や動物は、それらを食べることによってダイオキシンに汚染されると結論づけています。

北欧のある国では、化学工場の近くの牛が、汚染された草を食べてダイオキシンに汚染されたと報告しています。

ダイオキシンに汚染されている食物は主にエビ、魚、肉およびミルクで、米などの穀類や果実などはダイオキシンを含んでいません。

人体に入った、ダイオキシンは胃や腸を通り吸収され、血液循環へと入り、最初に肝臓、脂肪、皮および筋肉組織に集中するが、ダイオキシンが脂肪には溶けるので脂肪に徐々に蓄積されていきます。ダイオキシンは胆汁を通して排除されるが、胆汁は腸によって再吸収されるので、人間の体組織からダイオキシンが除去されるのには非常に時間がかかります。

ダイオキシンは妊娠している女性の胎盤を通り、胎児を汚染することがあります。出生の後に、母体は母乳を通してダイオキシンを体外に排除することができるが、母乳を飲む子供はダイオキシンによって汚染されます(ダイオキシンは鶏、アヒルなど鳥の卵の中でも見つかっています)。

II. 化学薬品が自然環境に与える影響

ベトナムの農業と食物産業省庁による森林調査によると、化学薬品が散布された森林の総面積は 310 万 4000ha（南部ベトナムの自然な面積の 17.8 %）で、このうちの 95 %が内陸森林(295 万 4000ha)で 5 %が沿岸のマングローブ森林(15 万 ha)でした。

森林の枯葉剤による破壊は野生動物と森林の産物に深刻な生態の不均衡を引き起こし、森林の再生能力を低下させ、保水力を低下させ、梅雨時期の氾濫と渇水期の干魃を引き起こし、農業生産に深刻に影響をもたらしました。高地は浸食されるようになり、低地は腐食物にあふれ、また洪水の脅威をさらに増加させることになりました。

III. 環境と人間に対するダイオキシンの影響

汚染された領域と人間の健康に対してのダイオキシンの影響について調査する際、ダイオキシンについても調査することが必要です。しかし、ベトナムにおけるダイオキシンの残量を調査するのは容易ではなく、高価な設備を使用して初めて、正確な調査が出来るのです。経済発展国でさえ、これらのテストを実行することができるのは、ほんの 2～3カ所の実験室だけです。現在、世界保健機関が公認している正確な分析の出来る実験所は、世界中で約 10カ所だけであり、これがダイオキシンテストの費用を非常に高くしている理由の一つです。

1995年以來、ベトナムの 2～3カ所の実験室において、いくつかのダイオキシン分析を行うことが可能になったが、一回の分析に 700～1000万 Vietnamese Dong(500～800 USD)と高い費用がかかります。

化学汚染を防ぐためには厳しい条件下でサンプルを集めて保存する必要があります（サンプル容器には化学汚染が絶対に含まれてはいけぬ）、有機的なサンプル(食物、肥満組織、血液またはミルクなど)は実験室への輸送の間、冷凍(-20C)される必要があります。このような理由から、広くダイオキシン分析を行うことはできず、現在まで、ほとんどのダイオキシン分析は精度を公平で科学的に確実なものにするために海外で行われています。

これらの化学薬品の使用から、約 30年経過したいまは人間の体組織と環境のダイオキシンレベルは、戦時中と比較すると 極めて低くなっていると予想されます。

1980年、ベトナム人科学者として初めて、Ton 教授はオランダ人の科学者と協力してダイオキシンについて Rung Sat(ホーチミン市の 30km 南)の土壌を調査しました。

1984年以來、アメリカの科学者(A.Schecter)、フランス、日本およびカナダからの科学者と共に調査するなど国際的な協力の輪は広がられていきました。

これまでに、約 4,000 個にもものぼる多種多様の資料がオランダ、ドイツ、フランス、日本、カナダおよびアメリカの 8つの分析機関でテストされ、テスト結果は、ベトナムとベトナム以外のセミナーで発表され、ベトナム語と外国語で広く発表されています。

1. 土と川泥のダイオキシンレベル

最近では、いくつかの場所を調べましたが(但し、昔化学薬品貯蔵庫や、空港、港を除く)、問題となるほど高いレベルのダイオキシンは発見されていません。(表 3)

現在まで、ダイオキシンはベトナム北部では検出されていません(そこでは化学兵器が使用されなかった)。しかし、ベトナム南部の土壌から採取された土のサンプルの多くは、ダイオキシンによって汚染されており、最大 897ppt を示し、ハットフィールドグループによって分析された Aluoi 溪谷の元空軍基地から採取された一部の土のサンプルを除いて、それらのレベルは平均 200ppt 以上を示しています。

EPA(Environment Protection Agency) (US)によって採用された安全標準を参考にすると、土壌のダイオキシンレベルが 1ppb(1000ppt)以上から人間にとって危険であるとされているので、我々は、国の大部分においてダイオキシンレベルを安全なレベルまで減少させるためのダイオキシンの除去計画が必要でした。しかし、元空軍基地のダイオキシンレベル

はまだ非常に高い可能性があるので、我々は慎重に調査する必要があります。

現在、ベトナム南部からは、数 100 個のサンプルだけしか確認されておらず、現段階でその結論はまだでない。

表 3. ベトナムの土壌と川泥のダイオキシンレベル (1981 - '98)

Location	Year	Sample	TCDD (ppt)	報告者
Hanoi-Red River (NVN)	1987	2	ND	A.Schecter
Hanoi	1989	5	ND	M.Masuda
Nghe AN-(Chi Khe)	1996	2	ND	Hatfield
Dong Nai River	1987	5	ND	A.Schecter
HoChiminh City	1987		190	Gros
Thi Nghe canal			ND	Hites
HoChiminh City	1981		20.6-31	Kees Olie
Rung sat	1987		9.1-21	
HoChiminh City	89-91	9	2.9-59.2	M.Masuda
Tay Ninh	89-91	54	1.2-38.3	M.Masuda
Song Be	89-91	11	6.0(1)	M.Masuda
Ca Mau	89-91	16	ND	M.Masuda
Playcu-Chu Jok-	1989		3.5-9.2	
Hue-Phuloc	89-91		4.3-16.8	M.Masuda
Hue- (Aluoi Valley)	1987	3	<1	
	1990		17.3-115.2	
A ngo	1996	2	0.9-1.1	Hatfield
Hong Ha	1996	1	1.7	Hatfield
Hong Van	1996	1	0.7	Hatfield
Sa Nhan	1996	1	4.3	Hatfield
A So (former airbase)	1996	2	32-110	Hatfield
A So (soil, manioc field)	1997	2	4.20-6.61	Hatfield
A So (former airbase)	1997	2	88.3-897.8	Hatfield
A So (Sediment fish ound)	1997	4	1.8-8.5	Hatfield

(米国環境保護代理店は危険な解毒レベルを 1ppb(1,000 ppt)以上と設定)

2. 食物のダイオキシンレベル

1973年に分析された魚とエビのダイオキシンレベル(図1)は驚くほど高かったが、1986年以後の分析ではダイオキシンレベル(図2)は、はるかに低くなっていた。ベトナム、ロシア、ドイツの食物中のダイオキシンレベルを比較するために研究が Schecter と Furst で行われ、1990年になって初めてベトナムで一般的に使用される食物中のダイオキシンレベルは他国の食物と変わらないことがわかった。(図3)

Le Cao Daiによる研究は世界保健機関規格(500pg/kg 体重/日の許容できる tolerable daily intake(TDI)との比較でそれを示す。(図4)

(1) 1973年に集められ、ハーバード大学でテストされた食物は、WHOによって設定されたダイオキシンの毎日摂取しても安全なレベルの40～235倍であったが、このレベルは1986年～1990年の間に、約1/10から1/35まで減少していた。

Aluoi 溪谷の中でハットフィールドグループによって行われた最近の研究では、元空軍基地近くで捕らえた魚のダイオキシンレベル(脂質の TCDD、51ppt)は高く、このことより、元空軍基地と化学倉庫跡にダイオキシンによって非常に汚染された土壌があり、環境と周囲の人々を汚染し続けてきた可能性が考えられる。

図1. 魚に含まれるダイオキシン量とその平均値

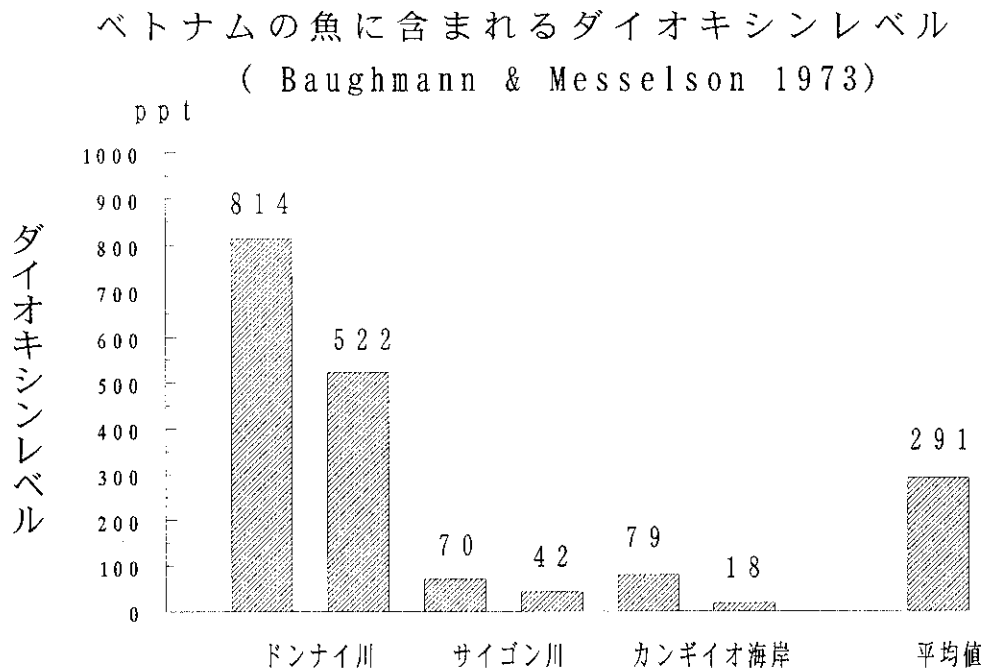


図2. 1973年と1990年時のダイオキシン量の比較

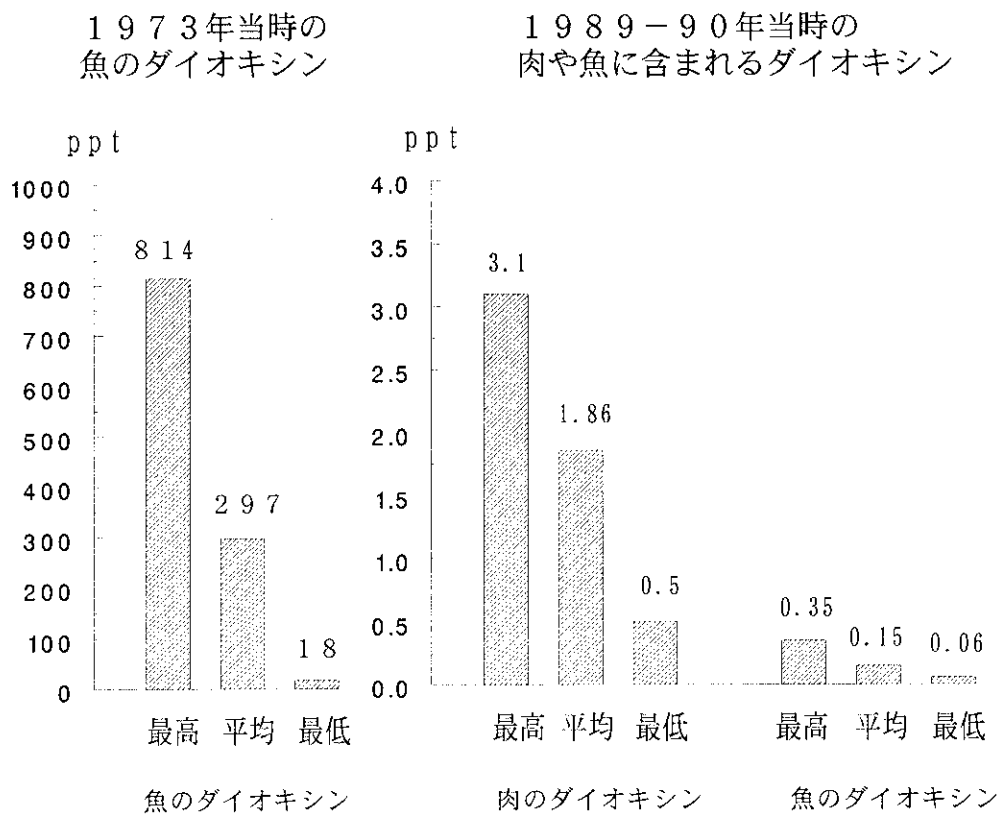


図3. 食品中のダイオキシン量

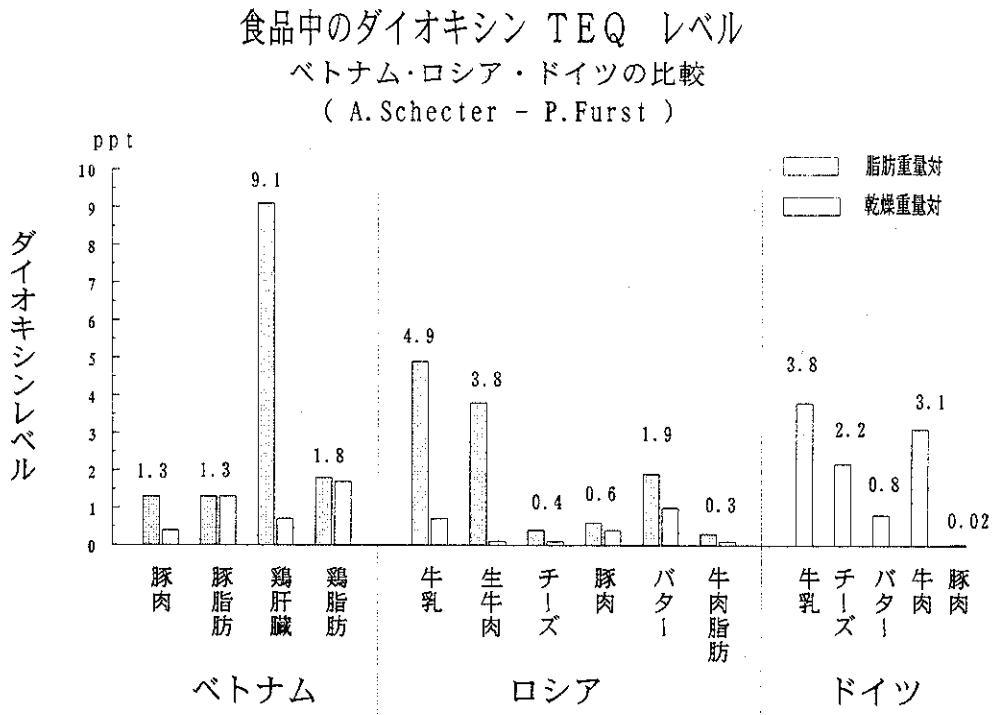
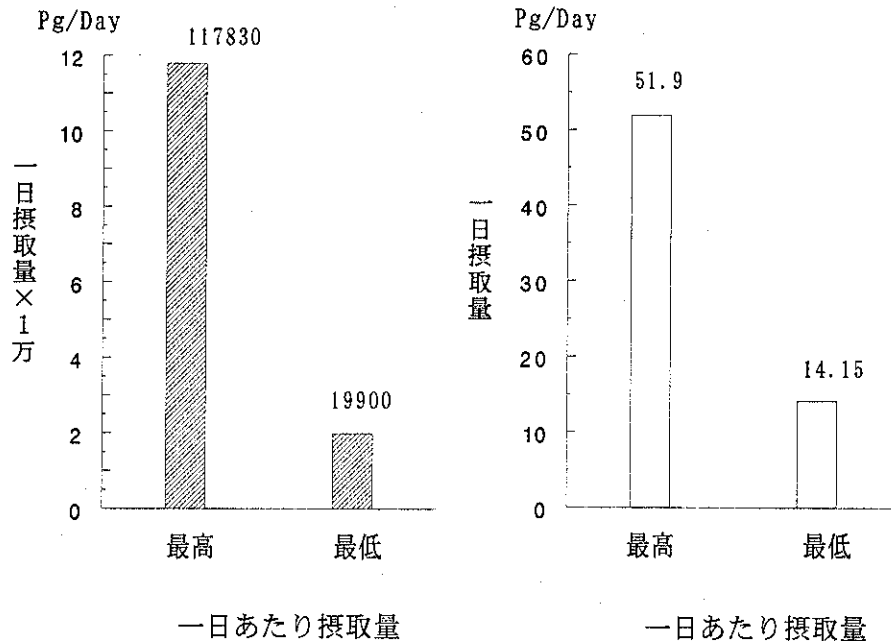


図4. 食品中のダイオキシン量

食物からのダイオキシン TCDD 摂取量の変化

1973年当時

1989-90年当時



WHOによるTCDD摂取量の許容量/1日は500Pg/Day

2. 人間の細胞に含まれるダイオキシン量

1984年になって初めて、枯葉剤が散布された地域と散布されなかった二つの地域で、住民の体組織(脂肪、血液、母乳)に含まれるダイオキシンレベルを調査することが始まった。

調査の結果

1) 脂肪細胞に含まれる量

最初の研究は1984年～1985年に実行され、人間の脂肪サンプル149個が外科的に摘出された。35人のドナーから集められた17個サンプルがベトナム南部から、ベトナム北部の病院からは114個集められた。

化学薬品によって汚染されなかったベトナム北部で取られたサンプルの12%だけが1.7pptの高い数値を示し、化学薬品の散布作業が行われたベトナム南部では、サンプルの83.3%が平均して1.7pptと高い数値を示した。(図5)したがって、ベトナム南部の散布された地域に住んでいる人々の脂肪内におけるダイオキシンレベルは散布されなかった地域に住んでいた人々よりも高い。

図6はベトナム(散布された地域と散布されなかった地域)と工業化された国々(米国、カナダ、日本)とのダイオキシンレベル比較を表す。

ベトナム南部の散布された地域のダイオキシンレベルは工業化された国々の10倍もあり、北部でも2～3倍以上もある。

図5. 人体の脂肪組織におけるTCDD量

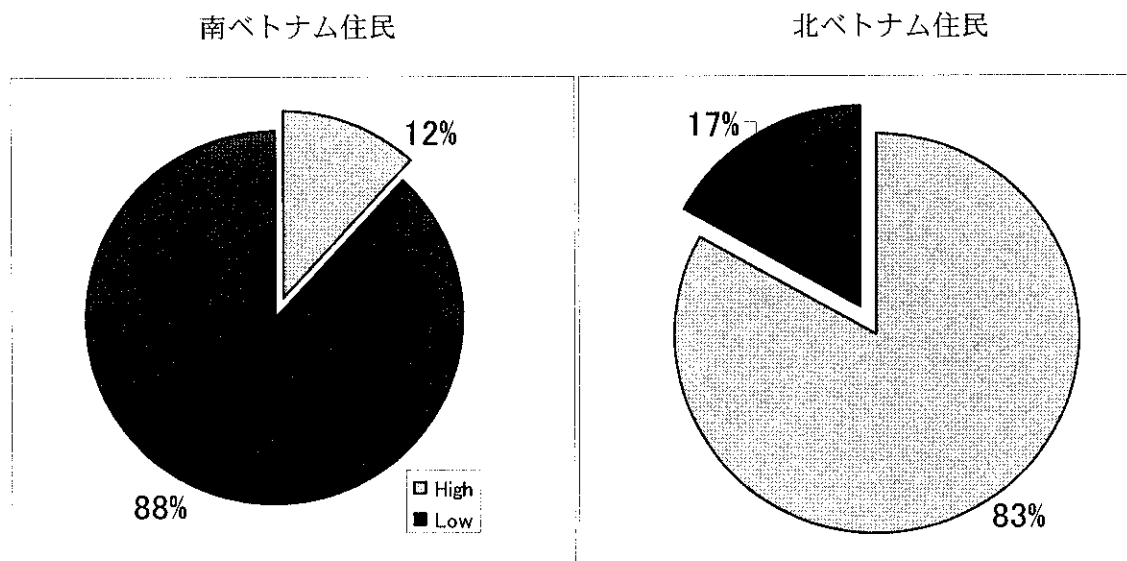
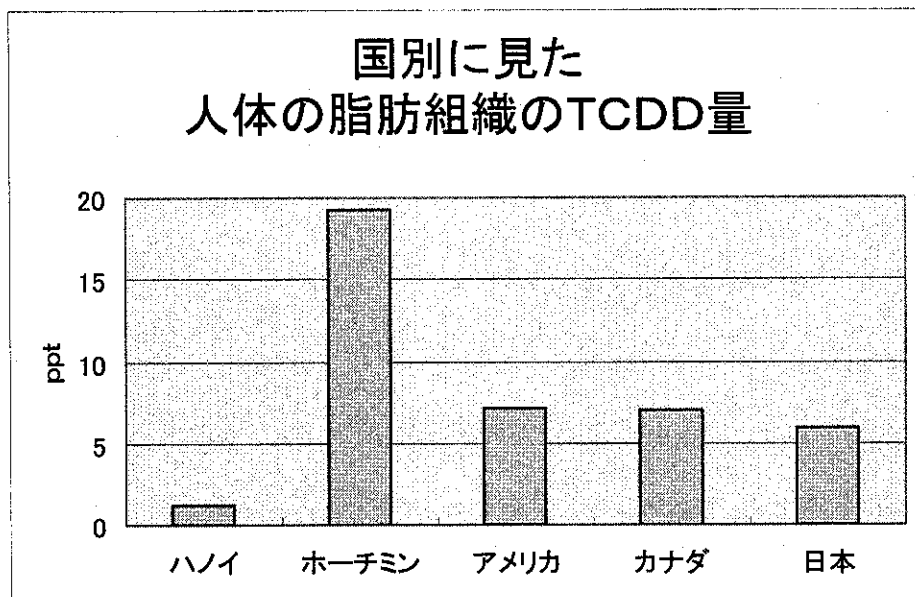


図6. 国別の脂肪組織のTCDD量

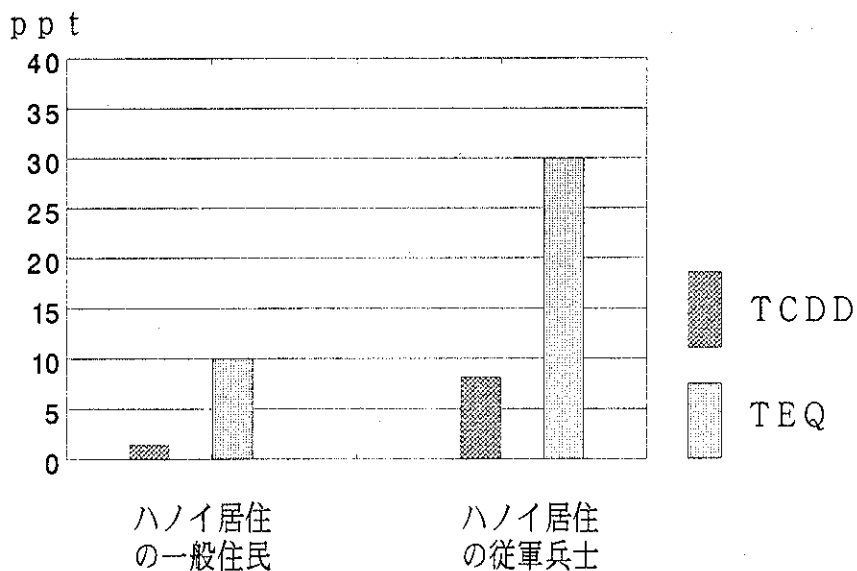


2) 北部の退役軍人に含まれる量

2度目のインドシナ戦争時、多くの若い北部住民を含む軍人、ボランティア、役人が、南部と除草剤が散布された地域で行われた戦争に参加した。これらの元軍人の脂肪と血液中のダイオキシンレベルのテストが化学薬品の影響を調査するために行われた。

図7で示されるこれらのテストの結果、南部の戦場にいた元軍人のダイオキシンレベルが以前から北部に住んでいた人々よりもはるかに高いことを示していた。

図7. ハノイ市民の脂肪細胞のダイオキシン量
枯れ葉剤散布地での居住
経験の有無とダイオキシン量



3) 母乳に含まれるダイオキシン量

1970年に初めて、散布された地域(Tan Uyen-Song Be, Can Gio-Saigon in Southern Vietnam)に住んでいる母親の母乳中にダイオキシンレベルが、Baughmann-Messelson-Harvard University で分析された。

3年後の1973年、同グループが同じ場所でもう一度サンプルを取った。1970年の研究では母乳中のダイオキシンレベルは非常に高く、サンプルの平均は484pptで最も高いレベルは1,450pptと世界で最も高いレベルを記録していた。しかし、73年の研究では母乳中のダイオキシンレベルは減少し、平均131pptでNDから400pptになっていることがわかった。

同様の研究が1986年に行われ、1973年と比べて、ダイオキシンレベルが7~20pptまで著しく減少したのを示したが、南部の母親の母乳は北部のサンプル(平均1.8~2ppt(図8))より3~6倍高いダイオキシンレベルをまだ示していた。

1988年に世界保健機関によって行われた世界中の母乳中のダイオキシンレベルを比較した調査の結果は図8に示した。これらのデータは母乳中のダイオキシンレベルが他国では2~3ppt、ハノイでは2.2ppt、しかし、ホーチミンでは7ppt、Song Beでは17pptを示し、エージェントオレンジが散布された地域の母親の母乳は、ハノイ(散布されなかった地域)や産業国の女性よりダイオキシンレベルが高い。

図8 母乳に含まれるダイオキシン量
ベトナムと諸外国を比較した
母親のミルクに含まれるダイオキシン量

