

環境中の DDT の日本人への移行と健康リスク評価

京都大学大学院 学生員 加藤 敦士
京都大学大学院 正 員 島田 洋子
京都大学大学院 フェロー 森澤 眞輔

1 はじめに

人類に大いに貢献してきた人工化学物質が、社会経済活動の拡大に伴って徐々に地球環境を汚染して、人や野生動物を含む生態系全体に悪影響を及ぼし、ひいては人類の存続にまで関わる問題に発展する可能性がある、ということに人々が気が付き始めたのはごく最近のことである。今日の化学物質による環境汚染は、短期間で局所的に起こる高レベルの環境汚染問題についてはある程度の解決もしくは解決の糸口が見つかっているといえようが、比較的低濃度で長期的な曝露によって影響が現れる、といった潜在的な環境汚染の問題に関しては、現在においても依然として人類が最優先すべき問題の一つであるといえる。また、ここ数年、特定の化学物質が人や動物の内分泌系（ホルモン作用）を攪乱し、次世代の子孫にまで影響を及ぼすおそれがあるという可能性（いわゆる、EDs問題あるいは外因性内分泌攪乱化学物質問題）が示唆されはじめており、人工化学物質による環境汚染はさらに深刻な問題となっている。本研究では、環境中の微量有害物質のうち農薬、とくに有機塩素系殺虫剤として使用されていたDDTに注目する。BHC、DDT、Dieldrinといった有機塩素系殺虫剤はわが国では20年以上も前に農薬としての使用が禁止されたにも関わらず、現在においても微量ながら環境中に残留し続けている。これらの物質は、たとえ環境中にほんの少し存在するだけでも、その蓄積性のため、食物連鎖の頂点にたつ人間にとってみれば、生物濃縮を繰り返しつつ生態系ピラミッドをゆっくりと時間をかけ、確実に登ってくる恐るべき物質であることにはかわりはない。また、有機塩素系薬剤のような生体への蓄積性がないにしても、現時点で使用が続けられている農薬に対しては、微量であるとはいえ、食品は常に汚染されていることになり、また、その農薬に偶発的に高濃度に汚染された食品が人体に取り込まれる危険性はどこにでも存在する。

本研究においては、DDTについて実測データに基づいて平均的な日本人の経口摂取の現状を把握し、本研究で得られた経口摂取量をもとにDDTによる日本人の健康リスクを評価し、健康リスクの今後の動向についても考察する。

2日本人によるDDT経口摂取量の評価

DDTの主な代謝物としてDDE、DDDがある。これらの物質をまとめてDDTと表現することにする。

一般的な農業の環境中の移行経路¹⁾を図-1に示す。DDTのほとんどは食品中に残留し、輸入などの手段によって世界から日本国内に運ばれ、日本人によって摂取される。評価対象期間を1971年～1995年の25年間とし、評価対象を平均的な日本人とする。日本人によるDDTの経口摂取量を食品中濃度、食品輸入割合、食品摂取量の報告値から算定する。食品中濃度の実測値については、国連環境計画(UNEP)のプロジェクトの一つである地球環境モニタリングシステム(GEMS)²⁾、国立衛生試験所食品部の報告値³⁾を用いることとする。日本人の1人1日あたりの食品別摂取量は1971年～1995年の厚生省による国民栄養調査の報告値⁴⁾を用いる。

食品に残留していた農薬は、経口摂取によって人の体内に運ばれ、蓄積される。日本国内での食料生産は便宜上日本から日本への食料輸入とみなし、食品目別の全輸入量に占める第n国からの輸入量の比率がそのまま日本人の食品摂取量に占める比率に等しいとすると、日本人が摂取する食品i中の農薬の濃度は、次式により算出される。

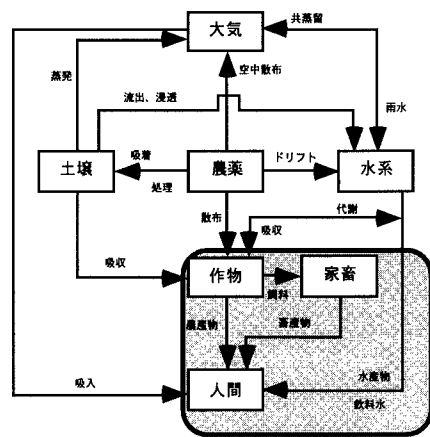


図1 農薬の環境中動態と人への移行経路

$$P_i = \sum_n K_{i,n} \cdot P_{i,n} \quad (1)$$

ここに、 P_i : 日本人が摂取する食品 i 中の残留農薬濃度 [μ g/g]

K_i : 食品 i の全供給量 (輸入量と国内生産量との和) に占める n 国からの輸入量割合 [-]

$P_{i,n}$: 輸入相手国 n で生産される食品 i 中残留農薬濃度 [μ g/g]

キーワード：DDT, 残留農薬, 経口摂取, 健康リスク, リスク評価

連絡先：京都市左京区吉田本町 TEL:075-753-5156 FAX:075-753-5066

また、各食品中の残留農薬濃度とその食品の1人1日当たりの摂取量との積を算出し、それらの和を全食品からの1人1日当たりのDDT摂取量とする。すなわち、以下の式によって経口摂取量Tを算出する。

$$T = \sum_i P_i \cdot H_i + T_{\text{water}} \quad (2)$$

ここに、 T : 日本人の1人1日当たりの残留農薬経口摂取量 [μ g/day]
 H_i : 日本人による食品iの1日当たりの摂取量[g/day]
 T_{water} : 1日当たりの飲料水からの残留農薬摂取量 [μ g/day]

式(1)、(2)を用いて、日本人のDDT経口摂取量を算出した結果を実測値とともに図-2に示す。農薬の経口摂取量の実測値については、GEMSの一環として1977年から食品汚染物摂取量調査(Total diet study)が開始され、毎年の食品汚染物の摂取量がマーケットバスケット法によって調査されており、本研究ではこの値を実測値として用いた。評価対象期間内においては、1971年から1980年辺りまでは畜産物からのDDT摂取量の占める割合が大きいが、それ以降は摂取量の大きさを反映して、農産物からのDDT摂取量の占める割合がやや大きくなっている。全18食品群別のDDT摂取量寄与率は、1979年辺りまでは豚肉と魚介類からの摂取が大きかったが、それ以降は日本人の魚介類摂取量が全食品摂取量の10%程度であるにもかかわらず、魚介類からのDDT経口摂取量が最も多く、DDT全経口摂取量の約1/5～1/3を占めている。これは、水産物によるDDTの高い濃縮性によるものと考えられる。

3 リスク評価

DDTによる人の発がんリスクを、EPAが用いている発癌機構に基づく数学モデル(Multi-stage model)⁵⁾を簡略化することにより求めた(図-3参照)。その結果、1971年から1995年の25年間に増加した発がんリスクは、 $2.48 \times 10^{-6} \sim 1.94 \times 10^{-5}$ (平均 9.27×10^{-6}) となった。日本国人口を1億2千万人とすれば、この25年間にDDTによって発がん患者が297人～2327人(平均1112人)増加したことになり、平均すれば、一年当たり12人～93人(平均44人)がDDTによって発がんしたことになる。さらにDDTによる発がんリスクの今後の影響を推算したところ、一年間に日本でDDTによって発がんする人数が1人以下となるのは実測値によれば2006年以降であり、計算値によれば2050年以降となった。また、DDTによる発がんリスクが半減するには実測値によれば、約7年を要することになり、計算値によれば約13年を要することになった。計算値が安全側に過大評価されていることを配慮しても、DDTによる発がん性の影響は、低いレベルではあるが今後しばらく続きそうである。

4 まとめ

本研究では、DDTによる発がんリスクは減少傾向にありながらも低いレベル存在し続け、また、ここでは触れなかったが、DDT、Malathionが発がん以外の健康影響を人に与える可能性は非常に小さいという結論に達した。しかし、EDs問題のように、どんなに微量であっても環境中の有害物質による悪影響が新たに発見される可能性は常に存在し、そういった問題に対処するためには疑いのある物質を継続的に監視することがまず第一の前提条件になるため、今後の環境汚染物質モニタリングのさらなる充実が必要であると考えられる。また、より多くの物質についての評価を行うために、より精度が高く、初期データが少なくてもすむようなトータルモデルの構築が今後の課題である。

参考文献

- 1) 金澤純：農薬の環境科学(1994)、合同出版
- 2) FAO/UNEP/WHO: Food Contamination Monitoring Programme (1980-1988)
- 3) 国立衛生試験所食品部汚染物質研究班：Food Contamination Monitoring Report (1971-1995)
- 4) 厚生省公衆衛生局栄養課：国民栄養の現状(1965-1995)
- 5) 関沢純：定量的リスク評価の手続き(1993)、p.59-62、日本リスク研究学会誌: 5 (1)

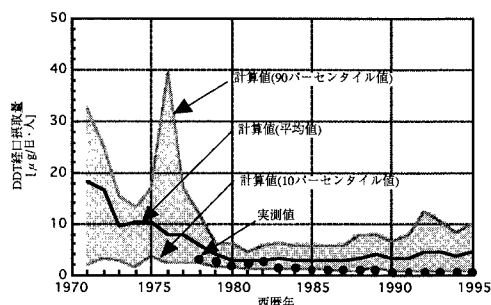


図2 DDT経口摂取量の実測値と計算値の比較

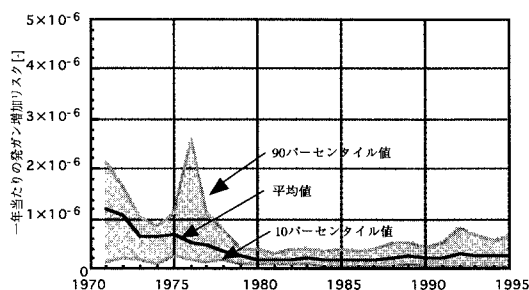


図3 一年当たりの発ガン増加リスク