

## 電磁界の健康影響と疫学研究

Health effects of electromagnetic field and epidemiological studies

竹下達也

Tatsuya TAKESHITA

和歌山県立医科大学・医

Sch. Med., Wakayama Med. Univ.

### 1. はじめに

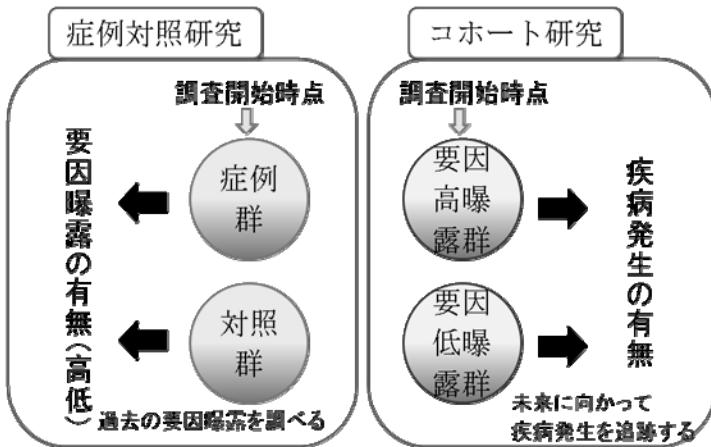
送電線からの電磁界曝露によって小児白血病のリスクが増加するという最初の報告がなされてから 30 年が経過した。この間世界各国で、送電線付近への居住による超低周波電磁界曝露と小児白血病のリスクとの関係について、主に症例対照研究を用いて多数の疫学研究が行われてきた。2000 年には Ahlbom らがこれらのうちの主だった研究をプール解析の手法を用いて総括し、 $0.4 \mu\text{T}$  以上の高曝露群では小児白血病のリスクが 2.0 [95%信頼区間 : 1.3, 3.1] と有意に上昇することを報告した。日本でも兜ら (2006)により 18 都道府県にまたがる症例対照研究が行われ、小児白血病全体では  $0.4 \mu\text{T}$  以上の高曝露群のオッズ比 (相対リスクの推定値) が 2.63 (有意差なし)、急性リンパ性白血病に限れば 4.73 (有意差あり) と報告された。さらにイギリスからも、がん登録の罹患情報を利用し、送電線からの距離により曝露レベルを推定する方法を用いて高曝露群の相対リスクが 1.67 という報告がなされた。

これらの研究結果を受けて 2007 年に出された WHO の「環境保健クライテリア」においては、「疫学研究において弱い関連が存在しているが、いまだ因果関係とみなすには不十分な証拠しか存在しない」と述べられている。ここではこの問題について、これまでの疫学研究結果をどのように理解・解釈し、我が国においてリスクコミュニケーションをどのように進めていけばよいかを考えてみたい。

### 2. 超低周波数電磁界曝露と小児白血病の発症リスクに関する症例対照研究の問題点

要因と結果との関係を明らかにする分析疫学の手法としては、症例対照研究とコホート研究の 2 つがある (図 1)。症例対照研究にくらべてコホート研究はバイアスがかかりにくいため、このテーマのように社会的に重要な研究については本来十分に費用と時間をかけてコホート研究を実施すべきである。しかしながらコホート研究は、小児白血病のように発生頻度の低い疾患を対象に実施しようとすると、大人数の小児の追跡調査が必要となり、巨大な費用と労力がかかってしまう。そこでこのテーマについては症例対照研究の手法に頼らざるを得ないことになる。

図1 2つの主要な分析疫学研究の研究デザイン



症例対照研究は、1-3年程度の短期間に実施できるが、反面、症例と対照どちらの群の参加率が低くとも、選択のバイアスの原因となる。

また、聞き取り調査への回答者はほとんどの場合には家族であるが、症例の家族の方が過去のことをしっかり思い出そうとする努力をするため、対照の家族よりも高曝露の方へ偏った回答をしてしまう危険が存在する（情報のバイアス）。そこで多くの症例対照研究で、対象者の居室の電磁界の測定により曝露レベルを決定するという客観的な方法がとられた。しかしこの方法では今度は、現在の曝露レベルが過去の曝露レベルを反映するという保証がないため、関連の時間性という点で弱点が生じる。

Ahlbom らのプール解析に採用されたノルディック諸国の症例対照研究では、がん登録事業のデータを利用しているので、選択のバイアスについては問題が少ない。しかし送電線からの距離等の情報によって曝露量を推定する方法を取っているため、その推定値の精度の問題が存在している。

さらに Ahlbom らのプール解析においては、全体としての対象者数は症例群、対照群ともに多くなっているが、肝心の高曝露群については、症例、対照ともに決して十分な人数とは言えないことがもう1つの問題点である。

### 3. 超低周波数電磁界曝露と小児白血病の発症リスクに関する疫学的因果関係の判断

疫学的因果関係に関しては、1964年に米国政府がまとめた「喫煙と健康」という報告書の中で、図2のような5つの項目にまとめられている。以下に超低周波数電磁界と小児白血病との関係について考えてみる。

関連の強固性については、相対リスクが低いということ以上に、高曝露群の対象者の人数が少ないために相対リスクの十分に安定した数値が得られていないことが課題である。また量反応関係を示さない点も弱点である。

関連の一致性については、これまでのいくつかの報告で同様の関連がみられている

こと、2つのプール解析で同様の結論が得られていることから、ある程度の一致性はみられるが強いものではない。

関連の特異性は必ずしも必要な要件ではないが、もし特異性が高ければ因果関係の重要な判断材料となりうる。電磁界曝露と小児白血病の関係について、特に特異性が高いことを示唆するようなデータは存在しない。

関連の時間性については、実際に住居における曝露レベルを測定した研究は精度が高い反面、現在の曝露レベルが過去の曝露レベルを反映しているのかという、関連の時間性がやや弱いという問題がある。

最後に、関連の整合性が大きな課題である。これまでの所、超低周波数電磁界曝露による小児白血病発症を説明できる生物学的なモデルは存在しないと考えられ、この面での研究の進展が待たれる。

以上をまとめると、超低周波数電磁界曝露と小児白血病のリスクとの関係については、判断基準のいずれの項目からみても弱い関連にとどまっており、また関連の整合性という点からは証拠が存在しないということになる。

図2 疫学的因果関係の5つの判断基準

関連の強固性	要因と結果の関連の指標となるオッズ比や相対リスクの値が大きいこと、あるいは量反応関係がみられる
関連の一致性	複数の異なる研究において同じような関連性が観察されていること
関連の特異性	要因と結果が特異的な関係にあること
関連の時間性	要因が時間的に先行し、その後に結果がおきていること
関連の整合性	要因による結果の発生の機序について生物学的に説明できること

(「喫煙と健康」の中で、この5つの条件が述べられた)

#### 4. 疫学研究が果たしてきた役割

分析疫学の手法は、歴史的には能動喫煙と肺がんとの関係を明らかにしようとする過程で生まれてきたものである。60年ほど前に英国と米国の疫学の先駆者達により症例対照研究およびコホート研究の手法が開発されて、能動喫煙と肺がんとの関連性を明らかにするのに威力を発揮した。その後、例えば合成女性ホルモン剤服用と子どもの腫瘍、塩化ビニルモノマーと肝血管肉腫など、様々な環境要因と疾患との関連を明らかにしてきた。また、受動喫煙と肺がん・虚血性心疾患のリスクについては、関連としては弱いけれども総合判断として「関連あり」とされて、予防方策に活かされてきた。最近の事例としては、乳幼児のミルクを介したメラニン曝露と尿路結石との

関連、およびロシアにおいて飲酒行動が死亡に与える影響を明らかにした研究などがあげられる。

#### 5. 疫学研究とリスクコミュニケーション—今後の方向性—

疫学研究は、人を対象として人の健康事象に関わる様々な要因についてエビデンスを提供し得る重要な方法論である。これまで我が国では、疫学研究およびその成果を基盤とする予防対策に対する国民の関心は決して高いとは言えなかった。しかし近年、ようやく喫煙、メタボリックシンドロームなど生活習慣病のリスク要因についてのエビデンスに関心が持たれるようになってきた。またBSEや新型インフルエンザなどの問題を契機として有害要因に対するリスク対策にも強い関心が向けられるようになってきた。

今後の方向性として、諸疾患の予防対策に理論的根拠を与える疫学研究の方法や結果の見方について、より一層国民に親しんでもらうことが重要と考える。

疫学研究の結果は、相対リスク、寄与危険、人口寄与危険度など、比較的理 解しやすい指標によって表される。ただし、データを正しく解釈するには、サンプル数の持つ意味や、検定・推定（信頼区間）の概念など、統計学的な考え方の「実践的な理解」が必要である。また、強い因果関係を示す例（能動喫煙と肺がん等）や、弱いけれども確実な因果関係を示す例（能動喫煙と虚血性心疾患等）など様々な事例と親しむことによって、「疫学的因果関係」というコンセプトをよりリアリティーをもって理解してもらえるようになるのではなかろうか。

超低周波数電磁界と小児白血病との関連性に関するリスクコミュニケーションにおいても、以上述べたような疫学・統計学的考え方を丁寧に伝えていくことが重要と考える。今後は、サイエンスライターのような役割を担う人材が多数現れて、このような啓蒙活動を行うことを期待したい。

#### 【参考文献】

1. 大阪科学技術センター 電磁界(EMF)に関する調査研究委員会. 超低周波電磁界の健康影響—WHO環境保健クライテリアの意味するもの—, 2008.
2. 大阪科学技術センター 電磁界の健康影響について [電磁界の安全性を確かめる研究の現状], 2005.