

電磁界と公衆衛生

物理的特性と生体への影響

自然界の発生源および多くの人工的発生源は、電磁波というかたちで電磁エネルギーを発生しています。これらの波は振動する電界と磁界から成っていますが、電界と磁界とでは細胞、植物、動物、ヒトなどの**生体**との相互作用が異なります。これらの相互作用をより良く理解するためには、電磁界スペクトルを構成する波の物理的特性を知ることが必要です。

電磁波は、**波長**、**周波数**、または**エネルギー**によって特徴づけられます。この3つのパラメータは相互に関連しています。それぞれのパラメータは、電磁界が生体に与える作用に影響を及ぼします。

- 電磁波の**周波数**は、ある固定点を単位時間当たりには通過する振動の回数です。毎秒のサイクル数または**ヘルツ**で測定されます。1 サイクル/秒は1 **ヘルツ (Hz)** と同じです。無線周波 (RF) 電磁界に用いられるのは、大きく分けて、**キロヘルツ (kHz)** または毎秒 1000 サイクル；**メガヘルツ (MHz)** または毎秒百万サイクル；**ギガヘルツ (GHz)** または毎秒十億サイクルなどです。
- 電磁波の**波長**が短ければ短い程、**周波数**は高くなります。例えば AM 放送帯の中心周波数は百万ヘルツ (1 **メガヘルツ**) で、その波長は約 300 メートルです。電子レンジは 24 億 5 千万ヘルツ (2.45 **ギガヘルツ**) で、その波長は 12 センチです。
- 電磁波は大変小さな**光子**と呼ばれるエネルギーの束から成り立っています。個々の光子のエネルギーは直接的に電磁波の周波数に比例します。**周波数が高ければ高い程、個々の光子のエネルギー量は大きくなります。**

電磁波が生体にどのように影響を与えるかは、ある部分では電磁界強度により、またある部分では光子エネルギー量によって決まります。

周波数の低い電磁波は「**電磁界 (electromagnetic fields)**」、極めて高い周波数の電磁波は「**電磁放射線 (electromagnetic radiations)**」と呼ばれています。電磁波はその周波数とエネルギーによって「**電離放射線**」と「**非電離放射線 (NIR)**」とに分類できます。

- **電離放射線**は極めて高い周波数の電磁波 (エックス線およびガンマ線) で、細胞内の分子を結合させている原子結合を破壊することによって電離作用 (プラスやマイナスに荷電した、原子または分離した分子を生成すること) を起こすのに十分な光子エネルギーを持っています。
- **非電離放射線 (NIR)** は、原子結合を破壊するには至らない程度の弱い光子エネルギーをもつ電磁スペクトルの部分を全般的に指す用語です。この中には**紫外線 (UV)**、**可視光**、**赤外線**、**無線周波**および**マイクロ波電磁界**、**超低周波 (ELF) 電磁界**そして**静的な電界**および**磁界**が含まれます。

- 非電離放射線は、どんなに強くとも生体で電離作用を起こすことはありません。しかし、組織や細胞における熱の発生、化学反応の変化、電流の誘導などにより生物学的影響を生じることが分かっています。

電磁波により生じる生物学的影響は、必ずではありませんが、時には健康への有害な影響につながる可能性があります。

- 生物学的影響とは、電磁波ばく露によって生体に生じた顕著なまたは検出可能な生理学的変化です。
- 健康への有害な影響とは、その生物学的影響が身体の正常な生理的補償の範囲を越え、結果として健康状態が損なわれることです。

多少強い日差しに対して皮膚の血流が増加する身体反応など、ある種の生物学的影響は無害といえます。肌寒い日に直射日光の暖かさを感じるなどには有益な影響といえますし、ビタミンD生成を助ける太陽の役割などは積極的な健康効果とさえ言えます。しかし、ある種の生物学的影響は、結果として日焼けの痛みや皮膚がんなど健康への有害な影響に至ります。

WHO 国際電磁界プロジェクトは無線周波 (RF) およびマイクロ波、中間周波 (IF)、超低周波 (ELF) の電磁界、ならびに静電界と静磁界へのばく露に関して持ち上がった健康への懸念を取り扱っています。これらの電磁界は健康への影響につながる可能性のある、種々の生物学的影響を生じます。

中間周波 (IF) および無線周波 (RF) 電磁界は熱と電流の誘導を生じることが知られています。その他に、十分に確立されていない生物学的影響も報告されています。

- 周波数が約 1 メガヘルツ以上の電磁界は、主として媒質中のイオンや水分子を運動させることにより熱を生じさせます。エネルギーが非常に低レベルでも微量の熱を発生しますが、この熱は、その人が気づくことなく、身体の正常な温熱制御過程により運び去られます。
- これらの周波数に関する多数の研究が、熱作用を引き起こすには至らない程度の弱い電磁界へのばく露が、がんや記憶喪失を含む健康への有害な影響をもたらすかも知れないと示唆しています。これらの未解決の問題に対する共同研究と一体となって推進することは国際電磁界プロジェクトの主要な目的のひとつです。
- 周波数が約 1 メガヘルツ以下の電磁界は、主として筋や神経などの組織の細胞を刺激する電荷や電流を誘導します。もともと、生命活動の必然である化学反応の一部としての電流が体内を流れています。もし電磁界が、この体内の背景レベルを顕著に上回る電流を誘導すれば、健康への有害な影響が起きる可能性があります。

超低周波 (ELF) の電界および磁界。これらの電磁界による生体への主な作用は電荷や電流の誘導であります。環境レベルの ELF 電磁界へのばく露によって生じることが報告されている小児がんなどの健康影響は、この作用メカニズムでは説明できないと思われま

- ELF 電界は、電流が流れているか否かではなく、一つの電荷 (電圧) があるところに常に存在します。電界が人体へ浸透することはほとんどありません。非常に高い電界強度では、皮膚の毛が動くため、電界は感知されます。いくつかの研究は、低レベルのこれらの電界へのばく露が小児がんの発生率上昇やその他の健康影響と関連することを示唆していますが、その他の研究は示唆していません。国際電磁界プロジェクトは健康リスク評価の改善に的を絞った研究を行うように推奨しています。

- **ELF 磁界**は、電流が流れるところに常に存在します。ELF 磁界は、ほとんど減衰することなく人体を貫通します。いくつかの疫学研究は、ELF 磁界とがん、特に小児がんとの関連を報告していますが、その他の研究は報告していません。**国際電磁界プロジェクト**によって監視と推進を受けているものも含め、低レベル（環境レベル）の ELF 磁界の影響に関する研究は現在進行中です。

静電界および静磁界。これらの電界および磁界によって生体に起こる主な作用は**電荷や電流の誘導**ですが、この他に、非常に高い強度においてのみ、健康にとって有害となる可能性がある影響が起きることは確立されています。

- **静電界**は人体へ浸透しませんが、皮膚の毛が動くことにより感知されます。強力な静電界による放電を除いて、静電界には明らかな健康影響はないと考えられます。
- **静磁界**の人体の内部の強度は外部の強度と実質的に同じです。非常に強い静磁界は血流を変化させ、正常な神経インパルスに変化を与えます。しかし、日常生活ではこの様な強い磁界強度は見当たりません。しかし、労働環境レベルの静磁界への長期ばく露の影響については知識が不十分です。

安全基準。電磁界への人体ばく露が健康への有害な影響をもたらさないこと、人工的な電磁界を発生する機器が安全で、かつその使用が他の機器と電磁干渉しないことを確保するために、種々の国際的ガイドラインと基準が採用されています。これらの基準は、科学者グループがあらゆる科学文献のレビューを行った後に作成されます。このレビューで科学者グループは健康にとって有害となるような影響が一貫性をもって再現されることを示す証拠を探します。その次に、これらの科学者グループは国際組織あるいは各国組織がとる行動基準のためのガイドラインを推奨します。非電離放射線防護の領域で、WHO により公式に認められた非政府組織が、**国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)** です。ICNIRP は、紫外線、可視光、赤外線、RF 電磁界およびマイクロ波を含むすべての電磁界に関して人体ばく露制限の国際的ガイドラインを確立しています。

電磁波は自然現象によっても発生しますが、大部分は人工的発生源によるものです。電磁スペクトラムは**電離**および**非電離放射線 (NIR)** の両方を含みます。

電離放射線（エックス線とガンマ線）は、細胞内の分子を結合させている原子結合を破壊することによって、プラスやマイナスに荷電した、原子または分離した分子を生成するのに十分なエネルギーを持っています。この作用を**電離 (イオン化)** と呼びます。

非電離放射線はどんなに強くとも**生体で電離作用を起こしません**。しかし、組織における熱の発生、化学反応の変化、電流の誘導などにより生物学的影響を生じることは分かっています。

WHO 国際電磁界プロジェクトは、静的、超低周波 (ELF)、中間周波 (IF)、無線周波 (RF) の**電磁界 (0-300 ギガヘルツ)** の健康影響を取り扱っています。

周波数の異なる電磁波は、細胞、植物、動物、ヒトなどの**生体**と、それぞれ異なった相互作用をします。電磁波が生体に与える影響の程度は、ある部分では**電磁界強度**で、またある部分では**光子エネルギー量**によって決まります。

電磁波により生じる生物学的影響は、必ずではありませんが、時には健康への有害な影響につながる可能性があります。

(本文終わり)

(翻訳について)

Fact Sheet の日本語訳は、WHO から正式の承認を得て、電磁界情報センターの大久保千代次が原文にできるだけ忠実に作成いたしました。文意は原文が優先されますので、日本語訳における不明な箇所等につきましては原文でご確認下さい。(2011年5月)