

国立公衆衛生院研究懇話会記事

第 267 回 (1992年 7月23日)

1. ガンマ線亜致死線量被ばくに対する無機コバルト元素の生体防護効果について

出雲 義朗 (放射線衛生学部)

マウス全身へのガンマ線亜致死線量照射において、照射する24時間前に Zn, Mn, Cd などの金属元素を予め多量に (5~20mg/kg 体重) 投与しておくこと、その後30日間の死亡率は著しく低下すること、また、その原因は投与によるメタロチオネイン蛋白質 (MT) の多量産生と強い関連があること、などが報告されている。

このうち、Zn については結合する蛋白質が現在、70種ほど知られているので、上記効果が MT に基づくとは必ずしも言い切れない。一方、私達は、放射線を照射後に Zn を多量投与すると MT の産生量は激減、ないし事実上産生されないことを見出した。したがって、上記の防護効果が MT の多量産生に基づくとすれば、照射後に Zn を投与した場合には、防護効果が示されない可能性がある。

そこで、この点を明らかにするため、照射後に Zn を多量に投与して死亡率を測定してみた。その結果、予想に反して防護効果があることを認めた。その後、私達は、さらに MT の多量産生とは直接の関連がない Mg 元素についても、効果があることを知った。そのほか、これまでに、Ca や Fe について防護効果が調べられているが、その効果はいまだに見出されてはいない。

そこで、さらに、これまでに効果が必ずしも検索されていない元素の防護効果を調べるため、その元素として、Co, Cu, Mo, Rb, W および Sr をそれぞれ選び、照射後24時間目に致死量の約10~40%を皮下に1

回投与して、その後30日間の死亡率を測定した。その結果、①. Co (CoCl₂, 20mg/kg 体重) に著明な防護効果を認めた ($p < 0.01$)。②. その最適投与量も20mgであり、10mg または40mg ではいずれも効果が見られなかった。つぎに、効果の原因を解明する一端として、照射後24時間目に放射性トレーサ (⁶⁰Co) とともに Co を20mg/kg・体重 ((Co+⁶⁰Co)) 投与して、全身からの排せつを測定し、無担保 ((⁶⁰Co)) 投与の場合と比較した。その結果、③. 照射および非照射間に差異はほとんど見られなかったが、[Co+⁶⁰Co]では体内に放射能が多量に残存し続けること ($p < 0.01$)、④. 臓器では肝臓中に高濃度に残存し続けること (全身の平均濃度に対して約5倍高い)、⑤. この肝臓中では非蛋白質態の窒素化合物区に主として残存すること (約40%、[⁶⁰Co]では15%)、また、⑥. このホモジネートの遠沈後の上清中 (放射能の移行は約50%) には分子量が大部分数千以下として存在する (60~70% [⁶⁰Co]では20%以下) こと、さらに⑦. その化学形態は Co²⁺イオンとして存在する可能性が少ないこと、などが明らかになった。

したがって、上記の防護効果は、これら [⁶⁰Co]との違いに起因すると考えられるが、その効果機構については未解明な点が多い。このうち、今後はまず、Co の多量投与による遺伝子の活性化とその産生蛋白質、などの関連を中心に検討を進めたい。

2. 夏の甲子園が2倍(?)楽しめる調査

熊江 隆 (労働衛生学部)

今回は、私が関係させて頂いている多くの調査・研究の中から、7月の最後という時期を考慮して、夏の甲子園の調査について発表いたしました。まず、なぜ表題に「2倍(?)楽しめる」としたかと言うことです。甲子園大会は夏の風物詩として定着した感さえあり、終日テレビで放送されています。しかしここで、試合中にほとんどテレビに映らないが、試合の間中グラウンドにいる人はだれだ?と言う質問をしてみると、試合に夢中になっている人ほど気づき難いものかもしれませんが、答えは審判員です。審判員は目立つ事はありません。目立つ時があっては困るのです。何故なら、目立つ時は判定に問題があるとき位だからです。しかし、ここで審判員の労働環境を考えてみますと、30℃を越える暑さと数万人の観衆に囲まれ、瞬時のプレーに対する判定に絶対ミスが許されないという厳しいものなのです。一体、試合中に審判員に何が起きているのでしょうか。さあこれで、試合を行っている選手たちを応援する以外にも夏の甲子園を研究の場として2倍(?)楽しむことができるようになったのではありませんか。

既に、地方大会における夏の高校野球の審判員の生体負担については、日本衛生学雑誌に発表しております。そこで、今回は重複を避けて、1991年の甲子園大会の準々決勝から決勝にいたるまでの試合について調査した結果について報告いたしました。調査の内容と

方法は次の通りです。試合開始前に担当の審判員に心拍計を装着し、試合直前に膝蓋腱反射、フリッカー、血圧、体温を検査し、採血、採尿を行いました。5回終了時に行われるグラウンド整備の間に排尿した者についてはその全尿を採取し、飲料を摂取した場合にはその量と種類を記録しました。試合終了後には、再び試合前に行なったのと同じ検査を行いました。また、試合中に審判員の動きは万歩計でみましたが、ネット裏からもタイムスタディを取りながら記録していきました。試合中にグラウンド環境は、左翼のラッキーゾーン内に設置した黒球寒暖計により計測しました。

得られた結果から、審判員の生体負担はかなり厳しく、例えば試合中は心拍数が130拍以上にもなることが判明いたしました。中高年の審判員が、心拍数に特徴的に現れたような非常に強いストレスを長時間受けることは危険ではないかとも思われます。これらの検査の結果や考察をここで全て述べることはできませんが、近いうちに論文にまとめるつもりでおります。

今年もデータの集積等の為に調査を行ないます。審判員の腰の辺りに見慣れない四角い物がついていたら、それは心拍計です。今年はラッキーゾーンが廃止され黒球寒暖計を見付ける楽しみはなくなりましたが、試合の流れを追っかけるのと同時に日頃あまり気にしていない審判員の動きも追っかけてみてはいかがでしょうか?

第268回 (1992年9月24日)

1. 公共空間における音による避難誘導

徳山 久雄 (建築衛生学部)

不特定多数の人が集まる公共空間においては、地震や火災などの災害時の避難誘導システムが整備されていることが不可欠である。近年、大規模建造物や大規模地下街が各所に登場しており、また公共施設を対象にした大深度地下の利用計画が提案されている。これらの大規模施設における災害時とくに火災時には光ばかりでなく音による誘導が重要な位置を占めるものと考えられる。

これらの公共空間を対象にして、より強力な誘導方法を開発することを目的として、先行音定位および音走査による避難誘導の実験を行なった。

同じ音が複数の異なる方向から到来する場合、人間は時間的にも早く到来する方向に音源があるように感じる。最初に到来する方向に定位することから第1波面の法則あるいは音定位と呼ばれている。この効果は遅れて到来する音のレベルがある程度大きくても維持される。この先行音定位を利用して非常口の方向を示す実験を行なった。直線状の長い廊下に小型のスピーカを8個等間隔に配置し、遅延装置により遅延を持たせて再生した。スピーカの設置間隔は2, 4, 8 mの3条件とした。音源には女性によるアナウンス「非常口はこちらです。音のする方向へ避難してください」を用い、遅延時間はスピーカ間隔に相当する空気中の音の伝搬間隔に関してはいずれのスピーカ間隔についても、+20msが最も適当であり、+10msでは到来方向が判別し難く、+50msでは到来方向の判別はできる

が場所による差が大きく、誤って判断する可能性があることがわかった。

音による避難誘導方法としては先行音定位による方法のほかに、誘導方向に信号音を走らせる方法、音走査が考えられる。信号音の走査による誘導実験は880 Hzのトーンバースト、500~2 kHzのバンドノイズ、500~5 kHzのスweep信号の3種類の信号音を使用して、その継続時間は50~500msとした。スピーカ間隔は先行音定位の実験と同じ2, 4, 8 mについて行ない、走行速度は遅延時間の設定により2~80mとした。実験の結果、信号音についてはスweep信号が適当とする回答が最も多く、ついでバンドノイズ、バースト信号の順であった。バースト信号は単調な音なので走査方向がわかりにくい、バンドノイズはかなり騒音レベルが高い環境の下では聞き取りにくい、これに対してスweep信号は耳慣れない信号なので注意を引きやすいという感想が被験者から得られた。信号音の走査速度については、およそ10~20m/sが適切な範囲であるとの結果が得られた。この速度は一般的な歩行速度よりかなり速い速度である。

光の点滅走行による誘導と音の走査による誘導を同時に行なったときの効果を調べる実験を、曲がり角や合流を含む廊下で行なった。その結果、音による誘導を併用すると光のみによる誘導に比較して評価の上昇がみられた。

2. 大気中のオゾンの挙動

溝口 次夫 (地域環境衛生学部)

1. はじめに

オゾンは地上から成層圏の上部 (高度約70km) にまで分布する酸化性のガス状物質である。地上付近 (対流圏下層) のオゾンは光化学スモッグの主原因物質でもあり、人間の健康を害し、動植物にも影響を与え、また建造物、文化財なども損傷する。一方、成層圏のオゾンは太陽光のうち有害な紫外線を吸収することによって、それが地上へ到達するのを制御し、地球上の生物を保護する役割を果たしている。最近、成層圏のオゾンが消失している事実が確認され、逆に対流圏のオゾンが増加していると報告されている。

以下に成層圏オゾンと対流圏オゾンの動態を紹介する。

2. 成層圏オゾンの挙動

1985年 Farman がイギリスの南極基地ハレーベイにおける1957年からの毎年2月と10月のオゾン全量の観測地を比較して1970年代半ばから南極上空のオゾンが減少していることを突き止めた。これが南極のオゾンホール発見である。彼はオゾン消失の原因をCFCs (フロンガス) であると推測した。

1984年ギリシャで開かれた国際オゾンシンポジウムで忠鉢は南極昭和基地での1982年1年間のオゾン全量の観測から9、10月に成層圏オゾンが減少していると発表した。Stolaorski は NASA の人工衛星 NIMBUS-7 による1979年からのオゾン全量観測値から南極上空のオゾンホールを確認した。Anderson らは1986年、87年にオゾンホール内での航空機観測を行い、成層圏オゾン破壊の原因がCFCsから遊離するClによるものであることを明らかにした。1974年にRolandが地上から放出されている大量のCFCsによって成層圏オゾンが消失すると予測してから、十数年後に南極上空で実証された訳である。何故南極上空なのか、どうして春なのか、北極上空はどうか、その他の地域の上空のオゾンは減少しているかなどの疑問は、その後次々に明らかにされ、最近の知見では地球のほとんどの上空でオゾンが消失していることも確認されている。

オゾンホールの元凶であるCFCsは1930年代から製

造が開始され、その優れた性質、安全性、人体への無害性などからスプレー剤、冷媒、発泡剤、洗浄剤など多様に利用され、その後、急速に生産量が増大していった。Rolandの発表の後1978年にアメリカ合衆国、カナダ、北欧諸国がスプレー用のCFCsの製造を禁止した。ECでは1980年にCFDsの生産能力の凍結とスプレー用のCFCsの生産削減を提言している。

1985年オゾン層保護のための国際条約「ウィーン条約」1987年の「モントリオール議定書」の採択を受けて、わが国でも1988年「特定物質の規制などによるオゾン層保護に関わる法律」を制定し、特定フロンの規制を開始した。最近では特定フロン以外のフロン類の生産も凍結されようとしている。最新の情報では先進諸国では1996年までに特定フロンを全廃しようとする国際的な提唱が行なわれているようである。

成層圏オゾンは現象が純科学的に推測され、十数年後に現実の場で証明され、その原因として指摘された特定フロンの生産規制が国際的に実施されるという形で保護されることになった。

3. 対流圏オゾンの挙動

成層圏オゾンの減少は対流圏オゾンの増加を来たすという推測がある。対流圏オゾンは成層圏から降下するオゾンと対流圏内で窒素酸化物と炭化水素類が光化学的に反応して生成するオゾンとがある。対流圏内全体では圧倒的に成層圏由来のオゾンが多いが地域的には対流圏内で発生するオゾンの比率が高いところがある。

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administrations, U. S. A) が十数年にわたって北半球2地点 (アラスカのバロー、ハワイのマウナロア)、南半球2地点 (太平洋上のサモア、南極点のアムンゼン・スコット) で地上オゾンの測定を行っているが、最近の傾向は北半球でやや増加、南半球でやや減少している。ヨーロッパでは1980年頃のバルト海沿岸でのモニタリング値と約100年前1800年代終わり頃のパリ郊外での測定値との比較から100年間に地上オゾンは約2倍になっていると報告している。秋元によるとわが国のオゾンゾンデによる対流圏オゾンの約20年間の

データ解析から、対流圏0～2 kmの間で日本列島では年間約2%のオゾンが増加していると報告している。

筆者は1983年から日本列島の山岳地帯を中心に大気の大気清浄な地点で地上オゾンの挙動を明らかにするためにモニタリングを行ってきた。3～10年にわたる日本列島各地点(北端は北海道の母子里、北緯44°、南端は西表島、北緯24°)における地上オゾンのモニタリング結果を以下に紹介する。

1) 季節変動

日本列島のバックグラウンドオゾンは北海道から沖縄南端までの間で月平均値約10～60ppbの範囲である。八甲田山、八方尾根、乗鞍岳(標高1000m以上の地点)では4、5月の月平均値が60ppbを越すことがある。これらの地点では1時間値100ppbを越すことがしばしばあり、これまでの最高値は116ppb(乗鞍岳)を記録している。北海道から奄美大島までの各地点では明確な一山型の年変化パターンを示している(西表島では2山型を示している)。毎年4月または5月にいずれの地点でも最高値を示し、7月にまたは8月に最低値を示している。Singhらによる北米大陸のバックグラウンドオゾンのモニタリング結果はわが国ほど明確な一山型ではないが類似している。

3～5月に高濃度を記録するのは成層圏からの寄与が大きいことの証明であると推定されるが、この時期は対流圏内での生成も盛んな時であり、その比率は今のところ明確ではない。大都市周辺では夏季に高濃度を示し、光化学スモッグ注意報がしばしば発令されているが、月平均値では低い値となっている。これは夏季の太平洋高気圧の張り出しによって南風が卓越し、日本列島内にオゾン量の少ない気流が侵入するためであると推定される。

2) 日変化

地上オゾンは汚染地域でも大気の大気清浄な地域でも存在し、市販の測定機で十分検出できる。SO₂、NO_xなどが検出できない清浄な大気のレベルを評価するために

オゾンを選定した。オゾンは大気の大気汚染状況に応じて日変化の大きさが異なっている。例えば南極昭和基地の測定値によると日変化、すなわち1時間値の24個の値は年間を通じてほとんど変動がない。汚染地域では昼間高濃度を示し、夜間は減少するのが通常である。これらの現象を利用して大気汚染レベルの評価のために次式を提案した。

$$PL=100/N(\sigma/Xi)$$

ここでPL:大気汚染レベル(PLが小さいほど大気が清浄)

N:測定日数(通常1年間)

Xi:1時間値の1日値平均値

σ:1時間値の1日の標準偏差

3) その他の現象

イ) 地上オゾンの長距離輸送

大気の大気清浄な地域にある八溝山及び大台ヶ原におけるオゾンのモニタリング結果から、それぞれ人為起源に基づく光化学オゾンが長距離輸送されてきたことを確認した。八溝山は関東平野の北北東に位置する約1000mの山である。東京の中心部から約150kmの距離を有している。一方大台ヶ原は大阪湾の南東約60kmの距離にある標高1000～1500mの峰から成っている。それぞれの地点で昼間都心部とその周辺で発生した光化学オゾンが風下方向へ運ばれ、夜間に八溝山、大台ヶ原へ到達していることが確認された。八溝山においては流跡線解析による輸送時間と測定値とがよく一致した。

ロ) バックグラウンドオゾンの長期トレンド

成層圏オゾンの現象とは逆にヨーロッパおよび北半球の太平洋上の対流圏オゾンが増加していると報告されているが、八甲田山の10年間にわたるオゾンのモニタリング結果、及び十ヶ種峰における8年間にわたるオゾンのモニタリング結果からはいずれも現在のところ、地上のバックグラウンドオゾンの増加傾向は明らかにはなっていない。