

## 高自然放射線地域における疫学研究について

## Epidemiological studies on the high background radiation areas

秋葉 澄伯\*

## 1. はじめに

低レベル放射線 (100-200mSv 未満) の健康影響に関しては不明な点が多いが、これを解明する上で自然放射線の健康影響調査は重要な意義を持っている。比較的自然放射線レベルが高く、人口も多くて疫学調査が可能と考えられているのは、中国広東省陽江、インド南部ケララ州カルナガバリ、イラン北部カスピ海沿岸のラムサル、ブラジルの東海岸にあるガラパリなどの地域、内陸部のポソス・デ・カルダスやアラシャなどである。しかし、放射線被ばく線量の推定が困難であることなどから、最近まで本格的な疫学研究は殆ど行われてこなかった。ここでは、主に中国とインドでの調査内容、特にがん症例の把握に関する調査の内容を紹介するとともに、放射線とがんの関連などに関する調査結果を紹介する。

## 2-1. 中国での研究

中国広東省陽江の高自然放射線地域の自然放射線レベルは通常の3倍以上のレベル (2-5 mSv/yr) であり、この地域には約7万人が住んでいるが、その半数が10世代以上にわたって住み続けている。中国衛生部工業衛生実験所 (現 National Institute for Radiological Protection) の Wei Luxin 博士を中心とした中国の研究グループは1972年以降、放射線レベルの測定のみならず、住民への健康影響も調査し、その結果をまとめ1980年に Science 誌に

報告した (High Background Radiation Research Group, 1980, Science, PMID:7403855)。彼等の調査によると、がん死亡は増加しておらず、むしろ対照地域に比べ少し低かった。遺伝病の増加は見られなかったがダウン症は例外で、高自然放射線地域に高かった。しかし、高自然放射線地域と対照地域で母親の出産時年齢に違いがあるなどの方法論的な問題点が指摘され、その後の調査ではこれらの問題点を考慮した検討が行われたがダウン症の増加は確認されなかった。1980年代には米国がん研究所との中・米共同研究が行われ、女性の甲状腺結節の有病率などが検討されたが、増加は認められなかった (Wang JX et al., 1990, PMID:2335392)。1990年代からは Wei Luxin 博士と菅原努京大名誉教授の指導の下で日中共同研究が行われてきた。これまでに公表された研究結果で特に重要なものは、早田勇博士 (放医研、当時) の指導の下に中国の研究者らが行った染色体の研究結果で、不安定型染色体異常である環状染色体と二動原体では放射線の影響が見られるが、安定型染色体異常である転座では放射線の影響が検出できないこと、中国の高自然放射線地域の放射線レベルでは喫煙の方が放射線より染色体異常を多く誘発することなどの結果を得ている (Zhang W et al., 2004, PMID:15613790)。

陽江の高自然放射線地域は、主に桐油 (Tongyou) 東岸岑 (Donangling) の二つの

\*鹿児島大学医歯学総合研究科

〒890-8544 鹿児島市桜ヶ丘八丁目 35 番 1 号

地域からなり、それぞれ、1979年1月1日当時の人口が21,838人と44,786人と報告されている。Wei Luxin博士が始めたコホート調査の対照地域は、恩平地域にあり、これは、陽江地域より、州都の広州に近い。対照地域の1979年当時の人口は25,924人であった。最新の報告書では、30-74歳の男女31,604人の死亡率を解析している。8,028人の屋外と屋内の線量がNaIシンチレーションサーベイメーターなどを用いて測定された(Tao et al. 2012, in press; Morishima et al 1997)。屋内では、寝室、主な居室、台所などの線量が測定された。屋外では、付近の主要道路、路地、集会などが行われる場所、水田や農地、井戸のまわり、池の周りの土手などで測定が行われた。また、屋外と屋内の居住時間は、0-92歳の男女5,291名を対象にした面接調査から得られた。

死亡率の調査は、公式の動態統計データの正確さに疑問があるために、独自に実施された。具体的には、医師を含む調査員グループが集落の訪問し、現地のクリニックなどから情報を得るとともに、確定診断の行われた病院を訪問して診断に関する情報を得た。

中国広東省陽江の高自然放射線地域の死亡率調査の最新の報告書では、がん、非がんともに放射線被ばくによる有意なリスクの増加は見られない(Tao et al. 2012 in press)。なお、高自然放射線地域の結核死亡率が対照地域より低いとも報告されているが、結論を得るには、さらに詳細な検討が必要である。

## 2-2. インドでの研究

インド南西端、ケララ州のアラビア海に面した海岸地帯に放射線レベルと人口密度から見て世界的にも有数の高自然放射線地帯が存在している。この地域にはモナザイトを含む黒い砂が堆積しており、これに含まれるトリウム、ウラン系列の放射性核種が高自然放射線の原因となっている。なお、モナザイトにはチ

タニウムなどの希元素も含まれ、この地方の貴重な鉱物資源となっている。主な高自然放射線地域はケララ州 Karunagapally と Tamil 州 Manavalakurichi にあるが、後者に関する調査はほとんど行われていない。

Karunagapally 地域は taluk と呼ばれる行政単位をなし、Karunagapally taluk には Chavara、Neendakara、Panmana、Alappad、Thevalakkara、Oachira、KS Puram、Karunagapally、Clappana、Thekkumbhagon、Thazhava、Thodiyoor の 12 の panchai がある。Karunagapally の高自然放射線地域が注目されたのは WHO の専門家委員会が 1959 年に Chavara と Neendakara 地域の放射線レベルが高い可能性を指摘してからのことである。この地域の人口は 1991 年の調査によると 385,103 人、世帯数約 7 万を数える。1990 年に入ってから、Trivandrum 地域がんセンターの所長であった MK Nair 博士の指導の下に、調査の実務責任者 Gangadharan 先生が、当時、放影研におられた重松逸造先生や Schull 先生からの助言などを基に調査の準備を進めた。具体的には、1990 年に Karunagapally 地域のがん登録を設立するとともに、Karunagapally 住民全員の生活習慣調査を行った。がん登録は、自ら、地域でのがんスクリーニング検査を行うとともに、以下のような病院・施設を訪問して、がん症例を把握している。

- ・トリバンドラムにある地域がんセンター  
(高自然放射線地域、とくにその南半分地域の住民は、このがんセンターを紹介される可能性が高い)
- ・トリバンドラム医科大学付属病院訪問
- ・カルナガパリ地域と、その近隣地域の主な病理診断施設訪問
- ・カルナガパリ地域の主な病院とクリニック
- ・カルナガパリ地域の PHC (プライマリヘルスケア) センター (がんのスクリーニング検査も行っている)

がん登録のデータは世界がん研究機関から出版されている「五大陸のがん」にも掲載されており、信頼に足るものと考えられる。

1998年からは菅原努京大名誉教授のご指導の下で（財）体質研究会が調査を援助することになった。最近、これまでの調査結果が Trivandrum 地域がんセンターの RR Nair 博士らによりまとめられ、国際誌に公表された（Nair RR et al., 2009）。この論文には、Karunagapally 地域の主に沿岸部の地域にある Chavara、Neendakara、Panmana、Alappad、Thevalakkara、Oachira の 6 つの panchai を対象にしたコホート調査結果が示されているが、住民のがん罹患率が自然放射線による生涯累積線量と関連することを示す証拠は得られなかった。固形がんについて、直線しきい値なし仮説のもとで単位累積線量当たりの過剰相対リスク（ERR）を計算すると  $-0.13/\text{Gy}$ （95% 信頼区間： $-0.58, 0.46$ ）であった。白血病に関しては累積線量が  $200\text{mSv}$  以上の群で過剰なリスクが観察されたが、統

計学的に有意なものではなかった。なお、2009 年末までには、Karunagapally 地域住民全体を対象としたコホート調査から得られたデータの解析が可能になり、固形がん、白血病の 95% 信頼区間はかなり狭まると予想されている。このインドでの調査は、①コホート研究であること（中国での研究もコホート研究）、②がん罹患例を用いてリスクを検討していること、③喫煙習慣、社会経済状態などのポテンシャルな交絡因子の情報が得られ、リスク解析で考慮されていること、④集団の規模が 10 万人を超えていて、観察人年も 150 万人年を超え、単位線量当たりの固形がんリスクを原爆被爆者コホートと比較するのに十分な統計学的検出力を持つこと、⑤原子力作業員では職場で放射線以外の発がん要因への曝露を否定できないが、この集団では職場での発がん物質への曝露の可能性は低いことなど、重要な特長を持っており、その研究結果に注目が集まっている。