

氏名	角川正義 かど かわ まさ よし
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第854号
学位授与の日付	昭和51年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	環境放射能の監視システムに関する基礎的研究

論文調査委員 (主査) 教授 井上頼輝 教授 高橋幹二 教授 筒井天尊 教授 岩井重久

### 論文内容の要旨

本論文は原子力施設の周辺に配置された固定環境放射能監視システムの最適配置を探索理論を応用しながら考察し、その実地への適用を論じたもので、7章と付録とからなる。

第1章は外国における事例から本研究の重要性を示し、本論文の立場と研究目標を明らかにするとともに、その内容の概要を述べたものである。

第2章はバックグラウンド自然放射能の特性について述べたものである。大気中自然放射能は降雨、降雪、気流の状況等により変動し、昼間は小さく、夜間に大きな値を示す。著者はこのような変動を統計的に解析することによって、その特性を明らかにした。

第3章は原子炉から平常時に放出される放射性排気の影響を論じたもので、放射能雲の濃度分布を Pasquill の式に従って想定し、それよりの照射線量を $\gamma$ 線のビルドアップ係数をも含めて計算する式を誘導した。野外実測と比較したところ、風下 2.2 km までの数地点において、計算値と実測値の差は15%以内に収まった。

第4章では、風速、風向、安定度などの気象条件が変化する場合における平常時の被曝線量を、確率論的に評価する方法を展開している。この問題に関する国際放射線防護委員会が示した Submersion Model は、放射性気体が一様かつ均一に分布した場合の被曝量を求めたもので、実際の原子炉に適用するには問題があり、前記野外実験と比較すると、とくに炉から数百米以内の近距離における被曝量が不正確に評価されることを知った。たとえば実効放出高さが40米以上の煙突を持つ場合、Submersion Model に従えば被曝量は近距離で一桁以上の過少値となる。そこで著者は第3章で提案した式を拡張し、風速、風向、安定度の出現確率に関する密度関数がわかれば、1年、あるいは春夏秋冬で区分した3カ月程度といったかなり長い期間の公衆の被曝量を推定できる式を導いた。

また、2～4章の研究を統合することにより、環境監視システムにおける警報レベル、すなわち環境放射能( $\gamma$ 成分)と大気放射能( $\beta$ 成分)とが、平均放射能の何倍になれば異常があるとして警報を発する

べきかについて、合理的な基準を設定する方法を示している。なおここで評価された警報レベルは、日本原子力研究所東海地区で実際に用いられている。

第5章は、場所的重要性、測定器の信頼性、および経済性を考慮に入れた環境放射能監視システムの理想的な配置に関する研究であり、本論文の最重要部分となっている。事故時には、まず原子炉格納容器内に閉じこめられた核分裂生成物から発する多量の $\gamma$ 線による被曝が問題となるが、これには sky-shine 効果等を伴いながら遠方に到達する $\gamma$ 線の線量率を計算する必要がある。著者は sky-shine ならびに丘陵、山林、建物等の複雑な地物による遮蔽効果を考慮した、実用的な被曝量算定式を誘導し、数百米以上離れた地点の $\gamma$ 線は sky-shine の成分が圧倒的に多く、丘陵、山林等の地物の相異はさほど影響しないことや、核分裂生成物の核種構成比( $\gamma$ 線スペクトル)は原子炉から監視装置を離すべき距離にはあまり関係しないことなどを知った。

つぎに「原子炉災害の規模が対策レベルを越えるおそれのある事態が発生すれば、監視網の中の何れかの位置にある監視装置が警報レベル以上になり、警報を発するように装置の配置をきめること」を命題として、 $\gamma$ 線検出器、ダストモニターの状況把握能力から理想的な監視システムのあり方を追求している。また最適配置を許容被曝線量の関数として導びき、実際には原子炉から1 km くらいの近距離に、約1 km の間隔でモニターを配置するのが理想的であることを示した。

さらに、場所的重要性、計器の信頼度、経済性などの制約条件がある場合、その範囲内で最も効果の大きい system を選び出す方法を考案している。この場合、目的関数としては汚染気流を検出しうる確率を用い、測定器の故障の確率も考慮に入れて最大の効果を上げるためには、どのように冗長方式を採用するかを動的計画法を用いて解いている。

第6章は、事故時において原子炉から放散する汚染気流の放出率と、原子炉格納容器内に閉じこめられた核分裂生成物の量とを推定し、測定値のない地域の環境汚染の程度を外挿的に求めるための、野外で利用できる簡易計算器について述べている。

第7章では、結論と今後に残された課題と展望とを述べている。付録には放射能雲からの $\gamma$ 線照射量の計算法、サブシステム冗長方式を考慮した最適設計法など、諸計算法の補足説明が含まれている。

## 論文審査の結果の要旨

原子炉の周辺には環境放射能監視システムを配置して原子炉の異常を検出し、周辺住民を限度以上の放射線被曝から守るようになっている。実際 Windscale (1957年)、SL-1 (1961年)の原子炉事故の場合でも、原子炉内よりは外部における環境放射能の異常によって事故が発見されている。しかし多くの場合、迅速なデータ伝送に主眼が置かれ、どのような監視装置をどのような位置に配列すべきかについてはあまり研究がなされていなかった。

本論文は確率論的な探索理論を応用して、与えられた制約下で最適の監視システムを求める方法を論じたもので、得られた成果は以下の通りである。

1. 自然放射能の大部分は地面から放出される天然放射性核種とその娘核種によるものであるが、一般に夕刻から増加しはじめて早朝に最高濃度を示し、昼間は減少する。著者は風速、日射量、大気安定度な

どの気象現象とからめてこの現象を説明し、日変動解析法や $\alpha \cdot \beta$  相関法を用いることにより、自然放射能と異常放射能とを分離する方法を提案した。

2. 原子炉より放出される放射能雲による被曝線量を、 $\gamma$ 線のビルドアップ係数を含めて計算する式を提案し、それが国際放射線防護委員会が提案した式よりも、野外実測の結果をよく説明することを示した。

3. 原子炉事故時の周辺の被曝線量を評価するための計算式について検討し、米国国立原子炉試験所で行われた野外における核分裂生成物質放出実験の結果と対比してその有効性を実証した。

4.  $\gamma$ 線検出器とダストモニターとを用いて環境放射能を監視する場合、各施設の把握可能領域を明らかにし、その最適配置計画を論ずると共に、警報レベルを設定した時、容易にそれらの配置が設計できる図面を提供した。

5. 経済性、地域的重要度、計器の信頼度等の制約がある場合、すなわち風下となる頻度や人口密度の高い地域に重点を置き、湿地帯や海岸地帯のように計器の故障しやすい場合の信頼度を考え、与えられた費用で最適の監視システムを設計する方法を、計器の故障の可能性も考慮した冗長方式を含めた解析方法で示し、またその計算例を明示した。

以上を要するに本論文は、平常時および事故時の原子炉周辺環境の放射能監視の有効性を向上させるために、自然放射能の特性を解析し、放射能雲からの被曝線量率を求める式を誘導するとともに、理想的な状態や経済性、装置の信頼性などの制約条件がある場合ので境放射能監視システムの最適設計について論じたものであり、学術上、実際上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。