

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 30 日現在

機関番号：11601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25550044

研究課題名(和文) 森林の精密な放射線量モニタリングのための野生動物を用いた計測法の開発

研究課題名(英文) Developing a precise monitoring method for dose rate of forests using wild animals

## 研究代表者

高橋 隆行 (TAKAHASHI, Takayuki)

福島大学・共生システム理工学類・教授

研究者番号：70197151

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：森林の精密な空間放射線量マップを把握することを目指し、GPS、放射線量計、高度計測用センサ、データログ機能を搭載した小型計測器を野生動物(サル)に装着して計測する方法の開発を行った。サルは地面から離れて生活するため、地上高一定での線量換算を行うためには、サルの実際の地上高を計測する必要がある。したがって、本研究での主要な技術課題は、この高度補正にある。しかしながら、いくつかの手法を試みたものの、この技術課題を解決するには至らなかった。一方で、高度補正を除く小型装置は完成しており、今後、対象動物を変更(例えば、イノシシ等)した新たなシナリオに基づく研究につなげることができると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The goal of this research is the development of a small device which is attached to wild animals like monkeys to make dose rate maps of forests. The device is equipped with GPS, dosimeter, altitude sensor and data logger. The key technical issue of this research is measuring precise altitude of the monkeys because these animals live in spaces above the ground level. In spite of testing and experimenting with some feasible ways, however, we failed to resolve this issue. On the other hand, since we have already succeeded in developing the device without the altitude sensor, we can consider an alternative research with a new scenario by changing the proposed target animal from monkeys to others like wild bores in the future.

研究分野：ロボット工学, 制御工学

キーワード：放射線量計測 野生動物 サル 高度補正 森林

### 1. 研究開始当初の背景

福島県土面積の71% (約97万ha) を占める森林の放射能汚染状況を詳細かつ正確に計測し、その動態を把握することは、今後の福島県にとって極めて重要である。なぜならば、森林は、木材、食糧、水、燃料等の供給源として重要であり、主たる汚染核種であるセシウムは森林中をダイナミックに移動しながら今後の農林漁業や居住地の放射線量に影響を与える。また、そこに生息する野生動物等を含めた環境保護の観点からも放置することはできない。図1に示すように、比較的高濃度に汚染されている地域の多くは森林であり、ここに沈着した放射能が多様な経路で平地や河川、湖沼、海へと移行する

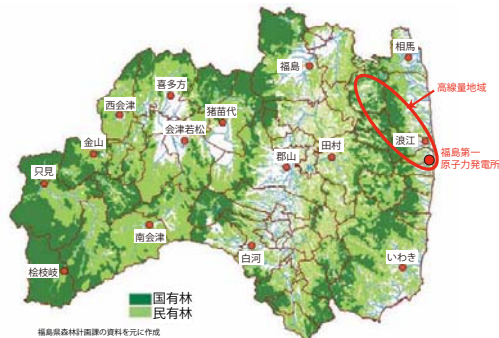


図1 福島県の森林分布

ことから、今後数十年単位の長期にわたる対策が必須となっている。また、会津地域などでもセシウムが検出されており、県全域にわたる計測が必要である。

現時点でのモニタリングは、主として人が容易に立ち入ることのできる平地ならびに道路沿いに限定されており、森林の詳細な調査については十分に行われているとは言い難い。森林内での放射能の動態を知るには、

- (1) 分解能の高い汚染マップを得ること
- (2) さらにそれを繰り返し継続的に実施すること

の2点が重要である。

ところで、福島第一原発事故による主要な汚染核種はセシウムである。セシウムは有機物への固定は弱く、また植物にとって必須元素であるカリウムと同じアルカリ金属元素であるため、リター (落葉・落枝等) に沈着した後、比較的ダイナミックに森林中を移動する。したがって、森林汚染ならびにその影響の検討には、セシウムの動態を把握することがきわめて重要である。正確にセシウムの汚染状況を知るには土壌や植物の核種分析を行う必要があるが、空間放射線量を計測することで基礎的な指標を得ることができる。現在、森林の空間放射線量は航空機による空中からの計測しか効果的な手段は無い。そのため、空間的な分解能も数100m程度と粗く、また、広葉樹の葉が茂る夏季などは葉に遮られるため、地表の正確な放射線量を計測することはほとんど不可能である。他の方法

としては、人が森林内に立ち入って測定する方法もあるが、長期にわたり繰り返し観測を継続できるものではない。

一方、野生動物の生態調査のために、小型のGPS装置 (首輪) を動物に取り付けて、その行動を計測することが従来から行われてきた。福島県鳥獣保護センターでは、地域の自治体と協力しながら、県内の野生動物の詳細な生態調査を行ってデータを集積している。図2は、同センターが有する比較的汚染度が高い南相馬地区の森林における野生

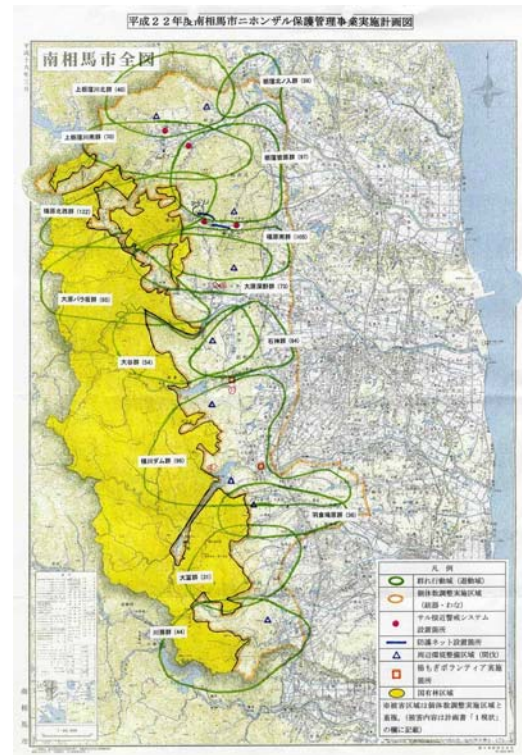


図2 南相馬地区の野生サルの生息分布

サルの行動圏 (閉曲線領域) を示した図である。全部で14グループの行動範囲ならびにグループに属する頭数など詳細なデータとなっている。また、これらのグループは互いに境界を重ねながら、ほぼ地域全体を覆っていることもわかる。

これらのことから、例えば野生サルにGPSならびに線量計を組み込んだ小型計測装置を装着することで、これまで不可能であった広範囲にわたる森林の放射線量計測を、効率的かつ継続的に実施できる可能性があると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究では、森林の精密な空間放射線量分布 (マップ) を把握することを目指し、野生動物を使った新たな計測手法を開発する。以て、福島県の除染、復興に必須の情報を得ることを目的とする。具体的には、GPS、放射線量計、高度計測用センサ、データログ機能を搭載した小型計測器を野生動物 (主としてサル) に装着し、数週間にわたって記録し



たデータを回収することで、目的とする放射線量分布を得る手法ならびに必要な装置を開発する。

### 3. 研究の方法

研究代表者らは、本研究に先立ち、簡易的に試作した計測装置を野生サルへ装着し予備的検討を行った。

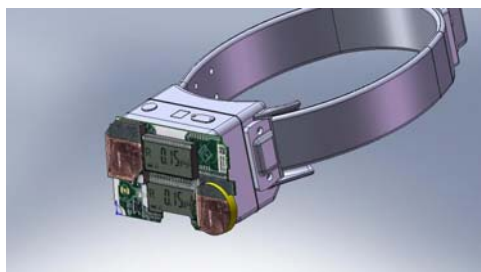


図3 試作した簡易計測装置

図3は、市販の部品を組み合わせて予備検討のために簡易的に試作した計測装置である。市販のGPS計測装置（データログ機能付き）に、放射線量計、高度計測用気圧センサ、制御用小型CPUボード、メモ리카ード、動画撮影用の撮像素子、バッテリーを組み込み、10分おきにデータを約35日間継続的に計測が可能となるように設計した。重量は約400gであり、体重約10kgの成人サルへの装着を前提としている。この装置を用いて、2011年10月18～29日まで、12日間にわたり計測を行った。サルへの装着状態を図4に示す。また、計測されたデータを図5に示す。行動範囲はおよそ12平方kmであり、日毎に行動範囲を少しずつ移動しつつ、領域内をほぼ万遍なく移動していることが観測できた。なお、本予備実験では、位置データ回収率は約50%であり、衛星補足数が十分でなかったものと考えられる。また、GPS以外のデータについては、プログ



図4 試作装置のサルへの装着

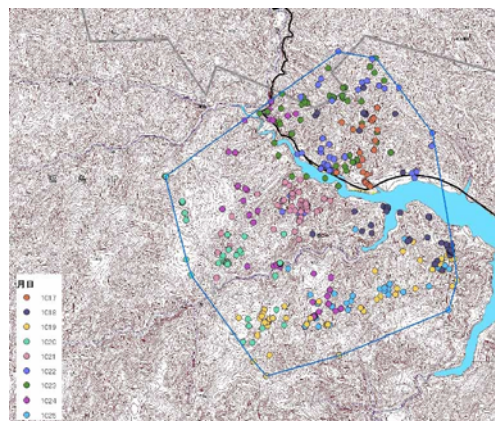


図5 計測されたサルの行動

ラムの不具合により最初の2日間の一部のデータのみとなってしまった。しかしながら、移動とともに線量に変化することが確認でき、本システムの可能性が示された。

一方、これを実現するためには、いくつかの解決すべき課題があることが明らかとなった。その中で、特に重要なものは、放射線量の計測精度を確保するために必要な地表面からの正確な高度の計測である。

一般にGPSは高度方向の精度は高くないため、本装置の目的には使用することは難しい。研究代表者らは過去に、気圧センサを組み込んだ人の行動計測のための携帯型装置を開発し、10cm程度の精度で高度差を計測できることを見出している。野生サルの行動範囲は10平方km程度であるので、その近くに基準となる気圧実測データがあればその基準点からの相対高度を相当な精度で計測可能であり、これと地形図とを組み合わせることで目的の高度情報を得られる可能性がある。また、計測装置に撮像素子を2つ組み込み、地表面をステレオ写真撮影することで後処理により地表面からの高度情報を得る方法も考えられる。

### 4. 研究成果

本研究では、予備的検討で使用した装置と同様の計測装置を試作し、高度計測の可能性について検討を行った。具体的には、市販のGPS計測装置（データログ機能付き）に、放射線量計、高度計測用気圧センサ、制御用小型CPUボード、メモ리카ードを組み込んだ装置である。

そこで明らかとなったのは、気圧計による相対的な高度変化はほぼ正確に計測できるものの、地形図による高度補正において十分な精度が確保できないという問題である。つまり、入手可能な地形図を補間して用いた場合に、地上高1m換算値を得るために十分な精度を確保できなかった。これは、山林部における必要な精度の地図が入手困難ということによるものである。

そこで、気圧を補正するための正確なリファレンスを得ることが困難であるとの結論に達し、撮像素子を用いて地上高を補正する

ことを試みた。しかし、装置のサルへの取り付け箇所が首に限られ、正確に撮像措置の方向を制御することが困難で、この手法も断念せざるを得なかった。その他、超音波等いくつかの手法の検討を行ったが、結局、小型の高度補正技術の確立に失敗した。

しかしながら、高度補正を除く、GPS、放射線量計、データログ機能を有する小型装置は完成しており、地上を移動する動物（例えばイノシシ等）などへの装着は可能であり、今後、対象動物を変更した新たなシナリオに基づく研究につなげることができると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 件)  
該当なし

〔学会発表〕(計 件)  
該当なし

〔図書〕(計 件)  
該当なし

〔産業財産権〕  
○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕  
該当なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高橋 隆行 (TAKAHASHI, Takayuki)  
福島大学・共生システム理工学類・教授  
研究者番号：70197151

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし

### (4) 研究協力者

溝口 俊夫 (MIZOGUCHI, Toshio)  
福島県鳥獣保護センター・所長  
研究者番号：