

東電福島第一原発事故による飯舘村および周辺地域の放射能汚染の現状

近藤昭彦（千葉大学環境リモートセンシング研究センター）

1 はじめに

福島第一原発群の一連の事故は大量の放射性物質が環境中に放出されるというあってはならない災害をもたらした。原発の爆発は複数回にわたったが、3月15日の爆発では放出された放射性プルーム（放射能雲）は北西に流れ、春の雪とともに大量の放射性物質が阿武隈山地に降り注ぎ、人の暮らしが奪われることとなった。

飯舘村、川俣町、葛尾村、浪江町、南相馬市の全域あるいは一部は4月11日に計画的避難区域として指定された。当初は概ね一ヶ月を目途に避難を求める内容であったが、現在でも解除されていない。避難自体も2ヶ月以上を要したが、その後も地域を離れることができない住民、そして家畜もいる。

緊急時避難準備区域は4月11日に指定され、9月30日に解除となっている。筆者は今夏、緊急時避難準備区域を通過する国道399号線を何度も走ったが、作付けされていない田畑が延々と続く状況を見た。さらに、特定避難勧奨地点の設定が6月16日以降行われることになり、人々に不安を与えている。4月21日に設定された警戒区域では「長期帰還困難地域」設定の議論が始まり、放射能汚染問題は長期化の様相を呈してきた。

この事態に即して関係機関で空間線量率をはじめ様々なモニタリングが進められ、順次発表されてきている。しかし、当初は現場で何が起きているのか、発表資料だけでは良くわからない状況が続いた。そのため、多くの研究者が、場合によっては職を辞してまでも現場に入り、情報の発信を行った（例えば、NHKのETV特集）。筆者も5月以降、文科省による土壌調査に参加して、微力を尽くした。しかし、結果の公表は8月30日以降であった（文科省のホームページで一連の情報公開がなされている）。公表できるだけの精度の検証に時間がかかることも理解できるが、この間も多くの方々が葛藤し、悩み苦しんでいる現実はいまだに継続している。独自の調査の必要性を感じ、福島県に通い続けた。

放射能汚染という問題は地域で起きている。地域は様々な地形、地質、植生、土地利用に関する特徴を持ち、それに基づいた人の営みがある。問題の理解、そして何をなすべきかを考えるためには、東北地方の地図に平面的な分布図を描画するだけでは恐らく困難である。現場に入り、人の“暮らし”のスケールにおける体験、観測が必要であり、かつ情報を地域と共有しなければならない。

い。

今夏までの段階では人の生活圏内における空間線量率等の空間的不均質性は充分把握されていないように思えた。そこで、GPSと連動した車載型空間線量率測定システムを構築し、走行サーベイ（移動観測）を行った。その際、幹線以外の支線、林道等も走行することにより従来得られていない詳細な空間線量率分布の測定を試みた。走行サーベイは7月1日～4日（伊達市と飯舘村の一部）、7月25日～28日（飯舘村全域）、8月19日～20日（川俣町）に順次行った。また、複数箇所での核種判別、表面汚染密度計測を行った。それらの結果は直ちに地域の方々と共に共有した。この調査で得られた結果、および現場の状況を本稿で報告したいと思う。なお、本稿は、農村計画学会誌に寄稿した内容を大幅に加筆修正したものである。

2 空間線量率の計測手法

空間線量率測定には高感度NaIシンチレーターとGM計数管を装備するGEORADIS社製携帯型放射線量・成分測定装置ガンマー線スペクトロメータRT-30を用いた。RT-30はGPSから位置情報を取得し、30秒に1回の間隔でメモリーに記録できるため、車で走行しながら連続的に空間線量率調査が可能である。

走行サーベイではRT-30を車の後部座席に据えて車内で計測を行うが、車内でγ線は減衰する。そこで、車内と車外1m高の空間線量率を複数箇所でも同時に測定し、変換係数を求め（図1）、車内における空間線量率を地上1m高さの空間線量率に変換して記録した。

なお、福島県でも自動車走行サーベイモニタリングの結果をPDFおよびGoogleEarthのkmz形式のファイルと

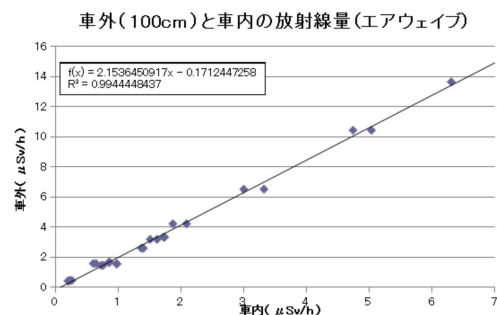


図1 車内と車外地上1m高の空間線量率(μSv/h)の関係

して順次公開している。コンピューターにアクセスできる住民であれば、詳細な空間線量率の分布を知ることができる（福島県ホームページ参照）。測定システムは京都大学が開発した KURAMA (Kyoto University Radiation Mapping system) を使用しており、基本的な仕組みは本稿における方法と同じである。ただし、著者らの調査は大学が行う調査として、市町村および住民からの要請に応じて様々な場所におけるきめの細かい測定が可能である点が特徴である。結果は直ちに地域にお知らせすることを旨とし、今後の検討に使って頂いた。

3 空間線量率の空間分布の特性

計測は7月と8月に行ったが、その間の空間線量率の減衰は無視できると仮定し、地図上にプロットした結果を図2に示す。GoogleEarthのkmzファイルとして結果を保存することにより様々な視点から結果の判読が可能となっている。

図2は浪江町津島、赤字木付近の上空から福島市街地方向を鳥瞰しており、3月15日に福島第一原発から放射性物質を含んだプルームが移動した方向にあたる。今回の観測では幹線道路だけでなく可能な限り林道を走行したが、7月の時点で雑草の繁茂が著しく、乗用車での走行は今後困難になると思われる。

図では赤色で表される $4 \mu\text{ Sv/h}$ 以上の領域が卓越する地域が概ね飯館村および川俣町山木屋地区の計画的避難区域に相当している。飯館村は太平洋流域に属し、その分水界の高まりにより高濃度の放射性物質を一手に引き受けてしまった状況がよくわかる。浪江町赤字木付近では $8 \mu\text{ Sv/h}$ を示す紫色が広く分布し、今回の観測の最大値は $25 \mu\text{ Sv/h}$ であった。

図2の結果から地表面における空間線量率の分布は等値線では表しがたく、土地被覆、植生によって不連続に変わることがわかる。たとえば、飯館牧場を通過する林道では幹線道路から入るとすぐに数 $\mu\text{ Sv/h}$ 上昇する。同様な傾向は飯館村北部の山地部や伊達市の山間部でも認められた。

その理由としてアスファルト道路と林道の素材の違いによる放射性物質の吸着と洗脱の速度の違いが考えられる。チェルノブイリの報告書³⁾によってもアスファルト道路上の減衰が大きいことがわかっている。また、事故から数ヶ月が経ち、放射性物質は空中にはほぼないと考えられるが、丈の高い樹木に覆われている場所では樹冠に遮断された放射性物質からの放射線も考慮しなければならない。谷地形では斜面上部からの放射線も考えられる。このことは、暮らしのスケールの除染は平面図上の地域一律の方法ではなく、場所の特性に応じた方法を選

択すべきであることも意味している。

図2に示した空間線量率の分布を判読してみる。福島第一原発のある南東方向から移動してくるプルームが進行方向に濃度を減じると仮定すると、飯館村と浪江町との境界の各峠を高濃度のプルームが越えているように見える。定点観測点「長泥」がある比曾川の谷では谷底が最も空間線量率が高くなっているため、谷底を高濃度のプルームが移動したように見える。この谷を高濃度のプルームが西方向に移動し、そのまま、笹峠を駆け上がり、一部川俣町方面に浸出しているようにも見える。

長泥から北方には国道399号線に沿ってプルームが駆け上がり、戦山東方の峠を越えている。戦山の稜線付近、北側斜面では相対的に低いのでプルームは峠の鞍部に集中して流れたように見える。また、長泥から東方向には空間線量率は若干下がっているため、ここではプルームは東に流れたのかも知れない。

飯館村北部の空間線量率は相対的に低いが、前田地区のみ低地でも高く、高空間線量率の領域は村民の森のある南側の丘陵から連続しているように見える。南東からやってきたプルームが地形の効果で三次元的にアップダウンを繰り返しているようにも見える。

浪江町津島から北西に進んだプルームは川俣町山木屋地区を汚染したが、山木屋地区と川俣町市街地の間の峠で多くは留まり、川俣町市街地の汚染が押さえられたのは不幸中の幸いであった。

今後、空間線量率分布の解釈を進める予定だが、まずは空間線量率の空間的不均質性を指摘し、詳細なマップおよび測定手段を提供することで、暮らしスケールの対策立案に役立て頂ければと思う。

4 放射性核種の分析結果

RT-30は内蔵しているデータベースを参照することにより核種の同定ができる。積分時間を3分に設定し、RT-30に内蔵されたアルゴリズムにより判別を行った結果を表1に示す。測定は7月26日に行った。

核種判別は一般にはゲルマニウム半導体検出器を用いるため、結果が得られるまでに時間がかかる。RT-30はその場で計測結果が得られるという利点があるが、NaIシンチレーターによる計測のため、十分な精度が得られない場合もある。そのため、明らかに誤分類と思われるデータは削除し、セシウムのみについて検討を行った。

7月時点の状況として、識別された核種の上位2種で総線量率の98%を占め、概ねCs-134が70%弱、残り30%程度がCs-137であることが明らかとなった。Cs-134の半減期は約2年なので空間線量率は現在の約70%相当が半減期2年で減り、残り約30%が半減期30年で減る

表1 簡易核種判別結果（上位2種を示す）
（コ：コンクリート、ア：アスファルト）

No.	調査地	地表	線量 μSv/h	緯度	経度	核種(平均線量率)	
1	M邸	土	6.11	37.727	140.678	Cs-134 (67%)	Cs-137 (31%)
2	M邸畑	草	5.29	37.727	140.679	Cs-134 (67%)	Cs-137 (31%)
3	M邸田	草	4.89	37.727	140.679	Cs-134 (68%)	Cs-137 (30%)
4	S邸玄関	コ	2.38	37.720	140.714	Cs-134 (69%)	Cs-137 (29%)
5	S邸脇林	草	4.98	37.719	140.713	Cs-134 (67%)	Cs-137 (31%)
6	八坂神社	草	4.45	37.696	140.755	Cs-134 (68%)	Cs-137 (30%)
7	K邸玄関	コ	2.88	37.696	140.749	Cs-134 (67%)	Cs-137 (31%)
8	A邸	土	3.03	37.673	140.730	Cs-134 (69%)	Cs-137 (29%)
9	長泥公民館	砂	6.74	37.614	140.751	Cs-134 (69%)	Cs-137 (29%)
10	曲田	ア	9.68	37.604	140.778	Cs-134 (67%)	Cs-137 (31%)
11	K邸	草	5.00	37.622	140.691	Cs-134 (68%)	Cs-137 (31%)
12	ひもろぎ湧水	ア	2.57	37.652	140.691	Cs-134 (68%)	Cs-137 (30%)
13	K氏作業小屋	土	2.96	37.733	140.711	Cs-134 (67%)	Cs-137 (31%)
14	K氏畑	草	4.27	37.734	140.710	Cs-134 (68%)	Cs-137 (30%)

ことになる。それぞれの核種に起因する空間線量率をCs-134はCs-137の約3倍とすると、放射能比Cs-134/Cs-137では約0.8となる。

この比率は半減期の異なるCs-134とCs-137の放射線変化によって変わっていくが、現時点で“何がどのくらい残っているのか”という情報は地域にとって重要な情報であるため、今後も継続して変化を追っていく予定である。なお、文部科学省では6月に行った土壌採取による分析結果を8月30日よりホームページで公開している。

5 β線地表面汚染密度の測定

富士電機製表面汚染密度測定用サーベイメータNHJ2で様々な対象のβ線表面汚染密度(Bq/cm²)を計測した結果を表2に示す。

β線の汚染密度測定の校正計数はCs-137用に設定し、ポリ袋にくるんだ測器を対象にあて、5回の計測値の平均をとった。地表面の計測値は概ねその場所の空間線量率に対応した。ただし、上方から来る放射線を遮断できていないため、あくまで参考値であるが、簡便な方法による測定が現場では重要である。

表2によると長泥曲田脇の檜林と落葉樹林の林床の表面汚染密度は落葉樹林の方が高い。落葉樹林は3月のフォールアウト時に落葉していたため、地表面の汚染が大きくなっている可能性がある。一方、幹の表面汚染密度は値がばらついた。今後、系統的な調査を行う必要があるが、現在、山木屋地区で様々な土地被覆、植生に対する検討を始めており、針葉樹林(杉ヒノキ林)より落葉広葉樹林の林床で表面汚染密度が高いことを予察的に確認しているところである。

また、すでに指摘されていることであるが、雨樋の下や側溝等の水が集まる場所で局部的に汚染密度が高くなる傾向がある。長泥コミュニティーセンターの旧体育館の雨樋下では1890Bq/cm²が得られたが、この日のポケット線量計の最大値は42μSv/hを記録した。

このことから現在は放射能の減衰だけでなく、放射

表2 表面汚染密度測定結果(7月26日測定)

No.	調査地	対象	緯度	経度	表面汚染密度 Bq/cm ²	空間線量率 μSv/h
1	M邸	雨樋下	37.727	140.678	228.2	5.9
		庭			21.9	
		畑跡			45.0	
		水田跡			66.9	
2	S邸	雨樋下	37.720	140.714	624.5	4.4
		庭			26.5	
		道路脇林床			62.8	
		落葉樹胸高幹			40.7	
		落葉樹林床			56.2	
		側溝			531.4	
		神社前の草地			54.3	
3	八坂神社	檜胸高幹	37.696	140.755	11.5	3.0
		銀杏胸高幹			9.7	
		草野館グラウンド			41.8	
		庭			21.9	
4	K邸	雨樋下	37.696	140.749	106.8	
		庭			29.9	
5	A邸	草地	37.673	140.730	147.9	10.4
		庭			56.4	
6	R399峠	旧体育館雨樋下	37.625	140.742	1890.0	6.7
		水田跡			97.8	
		檜林床			71.5	
7	長泥CC	檜胸高幹	37.604	140.778	36.5	10.5
		落葉樹林床			105.3	
		落葉樹胸高幹			35.9	
		庭			32.8	
		庭先斜面			54.5	
8	K邸	畑跡	37.622	140.691	23.6	5.0
		銀杏畑			31.7	
9	R氏畑	畑跡	37.733	140.711	23.6	4.3
		庭			31.7	
10	飯舘・浪江境	林道脇林床	37.601	140.813	131.9	16.7

性物質の再配分が進みつつある状況といえる。定点における空間線量率観測だけでなく、きめ細かい“暮らし”スケールの汚染実態調査が必要であると考えられる。

6 おわりに

飯舘村や川俣町で調査を進めている最中にも山林や田畑の手入れ、家畜の世話をされる多くの方々に出会った。もちろん、空間線量率は数μSv/h以上である。年間被曝量について一律の基準が設定されてしまったら暮らしが成り立たなくなる地域である。それでも人は故郷をあきらめるわけにはいかないのである。

5月以降福島には10回以上通った。現場において放射能汚染について考えていると、都会(東京)の視点と地域の視点がなかなか交わらないことに気づく。福島は確かにこの先何十年も住めなくなるかも知れない。しかし、それだけを主張するのは都会の視線ではない。主張のためには、そのことを説得し、村の外で生きる術を一緒になって作り上げることが必要である。

一方、住み続けることに希望が持てる地域もある。川俣町山木屋地区は線量が低い地域もあるが、町と地域で話し合っただけで地域と一緒に避難するということを決めたという。苦渋の判断であったが、コミュニティーとして判断に従ったという。地域ごとに事情がある。それを汲んで地域の方々と一緒に、地域の視点で考える。その中で、科学が少しでも役に立てればそれでよいと考える。これが“社会のための科学”であり、役に立つということであろう。

教育面からは都会の学生に飯舘村や川俣町の現状をし

っかり見せてやりたいと思う。千葉大学では学生を川俣町に派遣して交流する計画も企画中であるが、都会しか知らない学生が“がんばる”地域の現状を見ることで新たな生きる力の源とならないだろうか。

川俣町では9月には川俣シャモ祭、10月にはfolkloreの祭典「コスキン・エン・ハボン」が開催された。現状を受け入れざるを得ない状況で、前向きに進もうとする町の姿勢はきわめて示唆に富む。一方、全村避難を余儀なくされた飯舘村は異なる課題を抱えている。そのほか、警戒区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域に含まれる市町村、放射能汚染に苦しむ市町村はそれぞれ異なる事情を持つ。

放射能汚染に対する対策は全汚染域一律というよりも、地域ごとの自然地理学的、人文社会的特性に応じた対策が必要であると考え。今後も地域ごとの詳細モニタリングを進めるとともに、“暮らし”スケールの放射性物質の沈着と再配分の実態に関する調査を進めていく予定である。

3月の大地震の後は、対口支援（ペアリング支援）について議論されていたことを思い出す。地域に入り、地域を深く理解しながら協働して地域の復興のあり方を考える。大学の研究者としてこの枠組みの中に加えて頂き、

ほんの少し役割を果たすことができれば、それが“社会のための科学”の実現ではないかと思う。

現地調査では「飯舘村後方支援チーム」（糸長浩司代表）、「負けねど飯舘」菅野哲氏、川俣町産業課には大変お世話になった。また、研究者コミュニティのメーリングリスト上では貴重なご意見を頂いた。記して謝意を表したい。

参考文献・資料

- 1) 近藤昭彦・山口英俊・早川敏雄・下条亮介(2011)：東電福島第一原発事故による飯舘村および周辺地域の環境汚染の現状－空間線量率等詳細調査結果速報－。農村計画学会誌（大震災特集 No.2）、30(2)、121-122.
- 2) 文部科学省による放射線量等分布マップ（線量測定マップ）の作成について（8月2日報道発表）
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_ics_files/afieldfile/2011/08/02/1306855_0802.pdf
- 3) IAEA(2006)：Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience, URL: http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1239_web.pdf

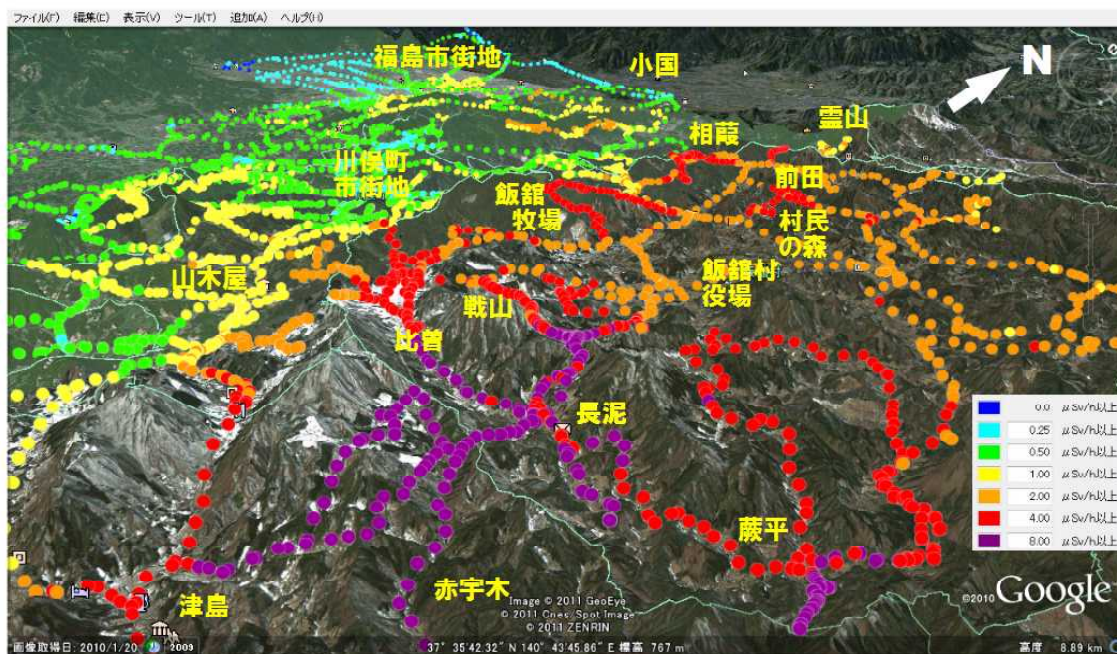


図2 2011年7月と8月に走行サーベイにより観測した空間線量率(μSv/h)の分布。(C)Google