

# 計画的避難区域における暮らしの復興を目指した 住民参加・異分野協働の試み

Attempts to reconstruct life in mountain village forced to evacuate from nuclear disaster  
by collaboration of various sectors and citizen's participation

近藤昭彦\*・小林達明\*・松岡延浩\*・栗原伸一\*・丸山敦史\*  
石田貴士\*・鈴木弘行\*・山口英俊\*\*・早川敏雄\*\*\*・高良洋平\*\*\*\*  
千葉大学山木屋後方支援チーム

Akihiko KONDOH, Tatsuaki KOBAYASHI, Nobuhiro MATSUOKA, Shinichi KURIHARA, Atsushi MARUYAMA  
Takashi ISHIDA, Hiroyuki SUZUKI, Hidetoshi YAMAGUCHI, Toshio HAYAKAWA, Youhei TAKARA  
Yamakiya backup team of Chiba University

## 1 はじめに

千葉大学の教員有志と千葉大学と関係性を持つ方々を中心としたチームは 2011 年の春から福島県伊達郡川俣町山木屋地区に入り様々な調査と支援活動を行っている。飯舘村、浪江町と接する山木屋地区は原子力災害による計画的避難区域に指定され、住民は避難中である。阿武隈山地特有のなだらかな山容の上に広がる落葉広葉樹やアカマツの里山から多くの恵みを受けつつ、畜産や畑作、稲作が行われていた。そこには人と自然の良好な関係性があったが、現在は原子力災害により断たれた状態にある。

千葉大学園芸学部と川俣町は震災前から農村インターンシップを通じた交流があり、それが縁となり山木屋地区における暮らしの復興をお手伝いさせて頂きたいという想いを強く抱くようになった。大学の教員は科学者であり、技術者である。その専門性を問題の理解と解決に役立てること、それが職業人としての目的でもある。

そのためには目的を地域の方々と共有しなければならない。山木屋地区は帰還、復興に対する強い思いを抱いている（たとえば、菅野、2012）。“帰るために前へ進む”を共通の合い言葉として、地域主体原則に則り、協働により目的の達成を目指す活動の一部を報告したい。

## 2. 放射性セシウムの広域分布

放射能汚染に対する対策を考えるためには、まず汚染の実態を把握しなければならない。それは人の暮らしスケールにおいて明らかにしなければならない。そこで、GPS と同期させたガンマ線スペクトロメーターを自動車に搭載し、広域の空間線量率の分布を計測した。2011 年に行った最初の調査では飯舘村、川俣町を中心に、林道、農道を走行し、地形や土地利用により変化する空間線量率の詳細な分布を得た。測定結果は直ちに地域の方

々と共有した（近藤ほか、2011a、2011b）。

自動車を利用した走行サーベイでは道路上の空間線量率しかわからない。そこで、ザックに GPS と同期させた空間線量率計を格納し、山地斜面を歩くことにより詳細な空間線量率の分布を得る「歩行サーベイ」の手法を考案し、山木屋地区北部の里山において計測を行った。

その結果、明らかになったことは下記の通りである。

- ①国や町による公式の測定が行われている谷底平野と比較して山地斜面の空間線量率が高い。
- ②東南向き斜面、すなわち福島第一原発方向に向いた斜面で空間線量率が高い傾向が認められる。
- ③落葉樹林と比較して針葉樹林で空間線量率が高い傾向が認められる。

これらの観測事実は封じ込め、除染を含む今後の放射

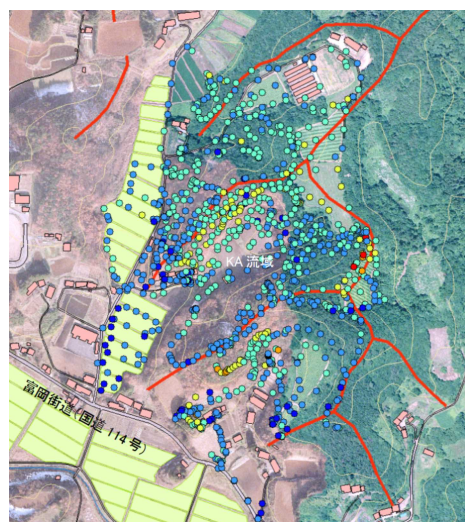


図1 歩行サーベイの結果の例：国道沿いでは  $1 \mu\text{Sv/h}$  程度（●）だが、里山流域では最大  $2 \mu\text{Sv/h}$  に達する。暮らしの復興には流域単位の放射能対策と持続的モニタリングが必要。

能対策を立案する際の指針になると考えられる。ただし、常にこのようなパターンが得られるとは限らず、例外も存在する。われわれは人に暮らしと関係性がある里山小流域単位の対策を提案しており、小流域ごとに放射性物質、空間線量率の分布を計測する方法論を提示した点が重要であると考えている。

### 3. 住民参加型の空間線量率の計測システム

原発事故から2年が過ぎ、今後は半減期が約30年のセシウム137が重要な放射性核種となる。放射能との闘いに備えて長期にわたるモニタリングの体制構築が行われなければならない。そのためには地域の方々が自ら計測できるシステムが役に立つ。計測の精度にこだわる前に、放射能が高い場所がどこにあるかをまず知る必要があるからである。

共著者の山口、早川は浜松ホトニクス(株)が開発した高感度放射線検出モジュールを用いて、調査者が現場で空間線量率をモニタリングしながら位置情報とともに記録できるシステムを開発し、HotSpotFinderと名付けて製品化した。このシステムを山木屋地区でも活用しているが、福島県はじめ多くの地域で住民自らが計測できるシステムとして活用されている。現場では暮らしスケールの放射能モニタリングと対策が急務であるため、行政による公式記録ではないが住民参加の空間線量率調査として暮らしの安全・安心のために役立っている。

里山として暮らしとの関係性があるが、人が入ることが容易ではない山地斜面においてはUAV(Unmanned Aerial Vehicle)による空間線量率測定が可能である。文部科学省による航空機モニタリングによるマップ(ホームページにて公開)はフットプリント300~600m、飛行パス間距離約2000mで計測された情報を空間補間して作成されており、里山小流域単位の汚染状況を知るこ



図2 山木屋小学校におけるUAV実験。歩行できない斜面林の放射能計測に最新の科学技術を導入。千葉大学野波研究室Mini Surveyorによる実験(2012年8月、TBSで放映)

とは困難である。そこで、共著者の高良は小型マルチコプター(千葉大学野波研究室開発)による空間線量率の測定を試みた。山木屋小学校の校庭において行われた実験では低高度で飛行しながら空間線量率を計測し、地図化することに成功した。まだ実験段階であるが、専門技術者でなくとも地域の方々が自ら操縦できるシステムの開発を進めているところである。

### 4. 里山小流域の放射性セシウムの動態と法面における流出抑制試験

環境省の除染ガイドラインで幅20mを目安に行うとされている林縁除染のあり方を検討するために、共著者の小林は2012年に試験を行った。丘陵地の落葉広葉樹林林縁とその下の農地を小規模除染し、林縁から農地への放射性物質の移行阻止法を検討した結果は次の通りである(小林、2013)。

- ①林縁法面の土壌の放射能は比較的高いので、森林と同じように草木刈り・落葉除去による除染を行っても、表面汚染密度の低下は見られなかった。
- ②林縁法面の除染によって、放射性物質を含んだ土壌等の侵食が増加するため、侵食防止対策が必要である。対策には、透水マットを備えた柵の設置が最も費用対効果が高かった。植生が回復すると、放射性物質の大きな移行は収まる。
- ③透水マットを透過流出する水の放射性セシウム濃度は一般に高くないが、施工後しばらくは浮遊物質が多く、放射能が高くなる場合があるため、法面からの排水が直接農地に流れ込まないように配慮する必要がある。これらの知見からは、森林の放射性物質汚染対策のあり方を次のように考えることができる。
- ①除染計画の策定のためには、汚染物質の空間的な把握が必要である。特に森林においては、汚染物質が土壌にどの程度浸透しているかによって対策の考え方が変わる。
- ②林縁を除染する場合は、柵工を施すなどして、放射性物質の再移行を防止するとともに、除染区域を明示する。農地周りの系統的排水処理に配慮する。
- ③放射性物質が土壌にあまり浸透していない場合は、森林の落葉・落枝層の処理は放射性物質低減に効果的であるが、有機物の燃焼減容処理などの施設を公的機関は早急に整備する必要がある。
- ④放射性物質が土壌に浸透している森林では、バーミキュライト土嚢設置による吸着処理等の付加措置も検討する必要がある。

この成果を活かして、里山流域単位の除染・放射能対策の実験を実施する予定である。



図3 法面から畑への移行部分における放射性物質移行および侵食防止実験。

## 5. 農家による放射能測定結果公開システムの構築と消費者評価

原発事故以降、福島県産農産物から基準値を超える放射性物質が検出されたことがマスメディアによって連日伝えられた結果、危険のない福島県産農産物に対しても極端な買い控えが発生することとなった。政府や自治体も、こうした事態を重く受け止め、基準値の引き下げやモニタリング体制の強化に乗り出したが、2013年1月現在でも、福島県産農産物は他県産よりも2～5割安い価格で取引されている（東京都中央卸売市場）。共著者の松岡、栗原、丸山、石田は、このような深刻な状況にある福島県産農産物に対する風評を払拭し、需要を原発事故前の水準にまで回復させるため、消費者が福島県産農産物を安心して購入できる「生産者参加型のトレーサビリティシステム（放射能測定結果公開システム）」を構築・提案するとともに、当該システムの導入効果（つまり需要回復の可能性）について実験経済学的方法で検証した。今回の実験で消費者に提案したシステムの概要は次の通りである。

- ①生産者は自分の圃場や作業場で農産物に含まれる放射性物質を出荷前に測定する（圃場ごとにサンプリング）。
- ②生産者は、その測定結果をタブレット端末と3G回線などを使ってシステム管理会社のデータセンターに送信しておく。
- ③測定結果は、Webサイトで自動的に更新され、即時公開される。
- ④小売店では、WebサイトのURLと紐付けられたQRコードを記載したラベルを印刷し、農産物に貼っておく。
- ⑤消費者は、自分のスマートフォンや、店舗備え付けの



図4 川俣町の協力農家が放射能測定を自ら行った結果をQRコードで消費者が知ることができると。農産物の安全性について多角的な支援を実施中。

タブレット端末などでQRコードを読み、手に取った農産物とほぼ同一の放射性物質の含有量を知ることができる。

われわれは、福島県川俣町の生産者の協力の下、こうしたトレーサビリティシステムを試験的に構築し、消費者によるシステム評価を行った。その方法は、試験会場内に模擬店舗を作成し、そこに主婦を集めて購買行動を観察するという方法である。なお、その結果については現在集計中である。

## 6. 里山流域単位の放射能対策を目指したGIS整備

山木屋地区は川俣町南部の約30km<sup>2</sup>を占め、二本松市東部を経て阿武隈川に合流する口太川の最上流域にあたる。北東の飯舘村および南東の浪江町との境界は太平洋流域と阿武隈川流域の流域界となっている。生業としては阿武隈山地を特徴付ける花崗岩山地特有のなだらかな地形を利用した酪農ほか、たばこ栽培を中心とした畑作および口太川低地では水田が営まれている。縫製業、部品工場も立地しているが、第一次産業を主体とする山村である。

山村における暮らしに不可欠な水は溪流の伏流水および地下水に依存しており、取水井は居住地背後の里山流域内に設置されていることが多い。里山の落葉広葉樹は椎茸栽培のほだ木用の材として利用される他、落葉は高品質のたばこを生産するための肥料としても利用されている。何よりも里山で採れる山菜は山村の暮らしにとって欠かせない楽しみとなっている。人の暮らしと密接に関わりを持っている里山の機能を地図化して可視化することが山村の復興の出発点であると考えた。

そこで、オルソ航空写真（2007年撮影）および基本図情報としての電子地図をNTT空間情報（株）より購入し、GISの基盤情報として整備した。このGISの上に

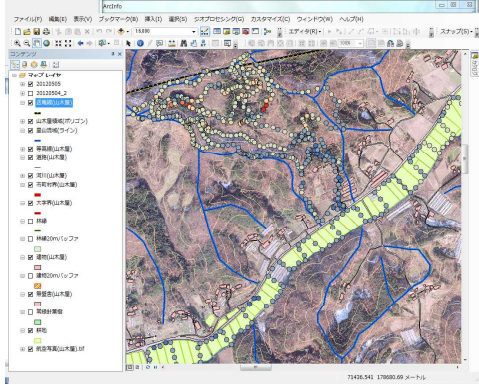


図5 山木屋復興 GIS。放射能対策やモニタリング結果、農産物産地情報を地理情報システムで記録し、同じ課題を抱える方々と共有する。

様々な主題図情報および観測情報を重ねていくことで山木屋地区の復興計画の策定の一助となることを期待している(近藤、2012)。

その際、重視していることは対策は里山流域単位で行うという点である。暮らしと関連性のある流域を単位として、流域ごとに最適な対策を施したい。その際に研究者セクターがアドバイザーとして最適な放射能対策、復興計画を提案し、実現することがわれわれの夢である(夢とは実現を目指して計画的に行動した上で達成されるものである)。

図5は商用 GIS である ArcGIS10 を使って整備中の GIS の画面の例である。田畑、住宅、道路等の基本情報と等高線から読み取った居住地背後の里山流域の境界等がレイヤーとして整備され、空間線量率の観測値もシンボルで表示されている。各流域の範囲から、個々の流域と人の暮らしとの関係性が流域ごとに異なることもわかる。今後、山林の放射能対策を考える必要があるが、それは決して一律の対策ではなく、流域ごとに除染、封じ込めといった異なる対策立案も可能であることを示している。

背景は空中写真であるので、常緑針葉樹、落葉広葉樹、牧草地等を判読することができる。2011年3月の放射性物質の沈着は土地被覆によって異なることが知られている。杉ヒノキ等の常緑樹では樹冠に多くの放射性物質が沈着したが、葉を落としていた落葉樹では林床に多くの放射性物質が沈着している。植生情報は放射能対策策定の重要な情報である。植生判別については写真判読を進めているところであるが、航空機による近接リモート

センシングによる観測も2012年12月に実施し、解析を進めているところである。

現在、GISのプロトタイプを山木屋地区の方々に見て頂いた段階であり、今後は協力して新たなレイヤーの追加を行って行きたいと考えている。例えば、水源井の位置は流域における放射能対策の必要性を決める重要情報である。人の暮らしにとって重要な地域から対策を講じることができると考えている。

## 7. おわりに

“問題”に対応するためには、まず“解決”を共有した上で、異分野協働で目的の達成を目指す必要がある。ただし、主体は地域あるいは住民であり、われわれは其中で役割を果たす、役に立つことを目指したい。

山木屋地区をはじめとする中山間地域の生活や農業には里山が深く関わっており、その再生なくして地域の復興は考えられない。その際、森林の除染は画一的に進めるのではなく、流域や所有地ごとに計画を作成する必要がある。そのためには住民の主体的な協力は欠かせない。これまでに3回の現地説明会をわれわれは開催したが、情報を共有しながら行政、専門家セクターが住民と協働で進める放射能対策を望みたい。

## 参考文献・資料

- 菅野源勝 (2012) : 「計画的避難区域から思うこと一帰るために前へ進む」、現代農業 2012年7月号、62-63.
- 小林達明 (2013.4) : 「森林と深く結びついた農民の生活一里山でも必要な放射線量の調査一流域や所有地ごとに除染計画を」、グリーン・パワー、6-7.
- 近藤昭彦・山口英俊・早川敏雄・下条亮介 (2011a) : 東電福島第一原発事故による飯館村および周辺地域の環境汚染の現状一空間線量率等詳細調査結果速報一、農村計画学会誌、30(2)、121-122.
- 近藤昭彦・小林達明・木下勇・鈴木弘行・山口英俊・早川敏雄・松下龍之介 (2011b) : 福島県川俣町における空間線量率・表面汚染密度等調査報告一農村計画学会誌、30(3)、419-420.
- 近藤昭彦・小林達明・唐常源・鈴木弘行 (2012) : 川俣町山木屋地区における流域単位の除染に向けた放射能調査、農村計画学会誌、30(4)、528-529.
- 近藤昭彦 (2012) : 里山流域単位の除染を目指した GIS 整備、日本緑化工学会、Vol38(2)、274-277.

\*千葉大学 (Chiba University)、\*\*SWR 株式会社 (SWR Co.,Ltd.)、\*\*\*太陽エンジニアリング (Taiyo Eng.)、\*\*\*\*エバ・ジャパン株式会社 (Eba Japan Co.,Ltd.)