

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282081

研究課題名(和文)山村水文学 - 広域放射能汚染地域における安全・安心な暮らしの再生のための地理学 -

研究課題名(英文) Mountain village hydrology - Geography for the restoration of lost life in evacuation area by nuclear disaster

研究代表者

近藤 昭彦 (Kondoh, Akihiko)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号：30201495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：原子力災害により避難が継続している山村(福島県川俣町山木屋地区)において、環境回復・帰還・復興のために地理学の知識・経験を活かすことを目的とした山村の地理学的研究と放射能調査を行った。特に重視したのは里山の放射能分布の実態である。流域を単位とした空間線量率サーベイ、落葉層や土壌の放射能濃度測定、水文観測により、山木屋地区北部における放射性物質の分布と移行特性を明らかにした。これらの成果に基づき、山村の地域性を尊重した放射能対策の提案を行った。研究期間を通じて、地域の多様なステークホルダーとの連携を重視し、トランスディシプリナリティー(超学際)研究の実践と位置づけた。

研究成果の概要(英文)：Geographical research and radioactive contamination survey were carried out to make the most of knowledge and experience in geography for restoration, return and reconstruction of lost mountain village in Yamakiya District, Kawamata Town, Fukushima Prefecture, where was the former planned evacuation area on nuclear disaster. Actual condition of radioactive material in mountain watershed as SATOYAMA, is the most important subject. Based on the results of dose rate survey, measurement of radioactivity density of litter and soil layers, and hydrologic survey in selected SATOYAMA watershed, characteristics of distribution and transition of radioactive materials were made clear. The results lead to a proposal of countermeasure to radioactive contamination in mountain watershed respecting the life in mountain village. Cooperation with various stakeholders was attached importance to realize transdisciplinary research.

研究分野：地理学・水文学

キーワード：原子力災害 川俣町山木屋地区 里山流域 人と自然の関わり 放射能モニタリング 放射能汚染対策
環境回復 山村水文学

1. 研究開始当初の背景

(1) 原子力災害の意味

19世紀から20世紀にかけては科学技術が飛躍的な進歩を遂げた時期であり、人々は文明からの便益を大いに享受した。しかし、技術の発達がかえって科学技術を志向する市民の減少をもたらしたとスペインの哲学者オルテガは指摘し、小林(1991)は「文明社会の野蛮人」仮説を提唱した。

2011年3月、原子力発電所事故により、日本の中に人が住んではいけない地域が出現することになった。事故から5年が経過したが、現場では未だ避難が継続中であるが、原発の再稼働も進んでいる。日本人は原子力発電のリスクとベネフィットの関係性を時間・空間的な視点で捉えることができなくなっている。原子力災害は日本人が「文明社会の野蛮人」であることを証明し、日本の社会の根幹に関わる課題を提起したといえる。

(2) 避難指示と避難までの経緯

原発事故が明らかとなった後も、山木屋地区では不安の中で農作業や新学期の準備が始まっていた。国は4月12日に計画的避難の予告を行い、22日に避難指示が発動されることになったが、避難が計画的に行われたわけではなく、住民の対応は避難先探しから始まった。避難の準備に三ヶ月ほど費やし、住民はその間に放射能の中で暮らすことを余儀なくされた。

避難がほぼ完了してから2年後に山木屋地区は避難区域見直しで合意に至り、2013年8月8日に避難指示解除準備区域と居住制限区域に再編されることになった。周辺の避難自治体の中で最後の再編となったが、放射能汚染の程度の違いにより、地区内で葛藤があったためである。ふるさとに対する想いは複雑かつ多様である。

事故後、科学者は現場において放射性物質の挙動に関する綿密な研究を行った。その成

果は環境回復に活かされなければならない。また、被ばくに対する不安を払拭するためには科学は何ができるのか、極めて困難な課題であるが、近代文明の災禍に直面した科学者の課題として重視されなければならない。

2. 研究の目的

世界科学会議から10年以上を経た現在、“社会の中の科学、社会のための科学”を実践するために、問題解決型の研究を志向したい。広域放射能汚染を被った山村において学術研究を推進しながら、復興のための基礎的情報提供を行う。基礎は地理学にあり、山村の歴史、里山の機能、流域水文等の研究を推進しながら地域との関係性を維持し、研究の成果を地域への安全・安心情報として提供する。福島県川俣町山木屋地区(旧計画的避難区域)における活動を事故当初から継続するなかで、学術の成果を社会に実装するためには、“目的(ここでは住民の帰還)の達成”を共有した協働の枠組みの中で、研究者が役割を果たすことの必要性を実感した。総合科学としての地理学の特性を活かし、新たな社会と学術の関係を構築すること、すなわちトランスディシプリナリー(超学際)研究を実践することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) 山村地理学的研究

川俣町山木屋地区を対象として、環境(人と自然の関わり)の変遷を地理情報システム(GIS)によりデータベース化した。これは山村地理学的研究の推進であるが、地域の誇りを取り戻し、帰還・復興への推進力とすることも目的としている。また、山村におけるマイナー・サブシステムの重要性を強調するために、新しい技術(SfM-MVS技術による空中写真のオルソモザイク作成)により、過去70年間の山木屋地区の変遷を地図化し、人と山林の関わりについて可視化を試みた。

(2) 里山流域の放射能分布と移行に関する実証的研究

原発事故後の放射能対策において、山林対策に対する検討は十分行われてこなかった。そこで、流域を単位とした空間線量率の分布とその地理学的考察、落葉層および土壌層の放射能分布（鉛直下方分布、水平分布）を測定し、放射能汚染を時空間的に捉えることの重要性を強調した。

空間線量率分布の測定については、これまでに申請者らが開発・確立してきた線スペクトロメーターとGPSを連動させて1秒ごとに自記できる装置を用いて、山林斜面における歩行サーベイを実施した。据置型線スペクトロメーターを用いて落葉層、また土壌層はスクレーパープレートを用いて深度10cmまで1cmごとに採土を行い放射能濃度の計測を行った。

その他、流域内に定点カメラや水文観測等の施設を流域内に設置し、観測を行った。

(3) UAV (Unmanned aerial vehicle) による空間線量率測定方法の確立

山林斜面の空間線量率の分布を測定するために、歩行サーベイの方法を開発し、詳細な空間線量率の分布図を作成したが、広域の山林調査は困難である。そこで、UAVとして電動ラジコンマルチコプター（いわゆるドローン）を使った山林斜面の空間線量率測定方法の確立を試みた。

4. 研究成果

(1) 山木屋地区の変遷と人と自然の関わり

川俣町山木屋地区は明治22年の町村制施行により山木屋村として自治体を形成したが、昭和30年に一町七ヶ村が合併し、川俣町の一部となった。明治時代の山木屋村は三年に一回は冷害凶作が発生する冷害常習地帯であったが、昭和36年の農業基本法公布に伴い、基盤整備が進行するとともに、漏水田がなくなり、機械化農業の恩恵を受けて米生産量も伸

びた。昭和の終わりまでには豊作年でも2,600俵程度だった米出荷量が10,000俵程度まで増加し、川俣町の米の90%を山木屋が出荷するまでになった。“やませ”に悩まされた山村は豊かな農業地帯へと変身した。

山村における農業を支えていたのが水、堆肥となる落葉落枝、山菜、椎茸の原木などの豊かな山林の資源をもたらしてくれる里山であった。そこで、1947年（米軍写真）以降の多時期の空中写真からAfM-MVS技術を用いて山木屋地区のオルソ空中写真を作成した。そこから土地利用の変遷を記述するとともに、航空レーザー測量成果による1m空間分解能DEM(Digital Elevation Model)を用いて山林中を縦横に走る幅2m程度の作業道や、地形改変を伴う開拓地を地図化し、山木屋地区における濃密な人と自然の関わりを可視化した。SfM-MVS技術の活用によって空中写真のオルソモザイク画像作成が容易になったことは地理学分野の発展に大いに寄与することになると考えられる。また、1m空間分解能DEMのパフォーマンスを検証し、従来地図化が困難であった作業道の分布を地図化し、里山としての機能を可視化したことは重要な成果である。しかし、この人と自然の関係性は都市居住者の自然観の中では希薄である。山村における人と自然の関係性を尊重し、回復させることが阿武隈の山村における復興の目標のひとつである。

農山村ではマイナー・サブシステムと呼ばれる山菜やキノコ採りといった、その労働の中に遊びや競争（山中の秘密の場所、なわばりといったこと）も含み、生きるということの総体の一部を構成する生業活動がある。福島では原子力災害被災地域における避難解除が一部地域で始まった段階にあるが、帰還後の問題点のひとつはマイナー・サブシステムに対する補償の枠組みがないことである。日本の被害補償は経済

的指標による地物補償が優先され、それも減価償却主義でなされる。現状の補償は都市的世界の考え方に基づいて進められており、山村の農的世界では容易に受け入れられることではない。マイナー・サブシステムの場を含めたふるさとの回復こそが福島再生につながることを地理学の立場から主張すべきである。

よって暮らしの回復のために山林の放射能対策が必要となる。まず放射性物質の分布と移行について知らなければならないが、以下に述べる本研究の成果により、その実態が明らかになってきた。

(2) 里山流域における放射性物質の分布と移行特性

山林域における空間線量率の歩行サーベイの結果、山木屋地区北部では高標高域の空間線量率が高く、地形や植生に対応して空間線量率のホットスポット、ホットゾーンが認められる。これは山林域における空間線量率分布の大縮尺地図化および継続したモニタリングが必要であることを示す。

山地斜面におけるスクレーパーによる採土と放射能濃度の測定によると、放射性物質は表層 5cm 以内の有機物層に大部分が留まっているが、特に落葉層およびその下位の根系マット層 (A0 層の一部) に存在し、侵食による移動は少ない。定点カメラによるモニタリングによると秋の落葉は初冬の季節風で一部移動するが、積雪を経て春になると湿った落葉は移動が緩慢になり、その場で分解が始まる。

山地流域は一般的に出口が狭く懐が広い木の葉型の形状をしており、放射性物質が流域外に流出する経路は溪流である。よって溪流への放射性物質の移行を阻止すれば、山地から里地への放射性物質の移行を大幅に減少させることができる。流域全体の除染は困難であるが、放射性物質の分布を知り、必要な場所で放射性物質の隔離、

封じ込めといった対策を施すことにより、安心を醸成することができる。その方法は日本が培ってきた治山治水の技術を適用することができると思われる。例えば、斜面に横筋工、粗朶工を施し、放射性物質の移行を止めることができるが、それは個人やコミュニティで適用できる小技術でもある。里山として人と自然が関わる流域は優先して対策を施し、関わりが希薄な流域はそのまま隔離すれば良い。そこで、放射能対策あるいは治山治水、緑化を名目として、ふるさとの山に関わり続けることに付ける予算について検討を行っている。

(3) 行政との連携 - 除染等検証委員会

他の自治体では避難指示解除の動きも見てきた 2015 年 4 月に「山木屋地区除染等に関する検証委員会」が立ち上げられ、筆者も委員として参加することになった。国によって行われている除染事業は 2015 年 12 月までに完了することになっているため、委員会では、山木屋地区の除染効果の分析および検証に関すること、山木屋地区の放射線に関する調査および研究結果に関すること、山木屋地区の環境回復に関すること、について纏めることが目的とされた。2016 年 3 月に纏められた最終報告では国による除染事業完了を踏まえ、その効果等を分析、検証し、評価するとともに、除染・放射線防護対策等に関わる事項に関わる提言を纏めた。

委員会における被ばくの健康影響の評価に関する項目は国の除染の目標値である年間追加被ばく線量 20mSv を基準として行われた。国によりオーソライズされた公式データ、すなわち、除染が行われた地域周辺の空間線量率測定結果、モニタリングポストおよび走行サーベイの最新の記録等に基づき評価した結果、年間の被ばく線量は 20mSv を下回り、目標値の達成を確認する

こととなった。もちろん、年間追加被ばく線量の長期的な目標である 1mSv は超過している地点は多数あるため、継続したモニタリングの必要性を記述した。

年間追加被ばく線量の 20mSv に対しては様々な異なる考え方がある。委員会では“科学的な”判断を行うことになっていたが、現状では発がんに関する年間追加被ばく線量の科学的根拠があるのは 100mSv のみである。20mSv は ICRP(国際放射線防護委員会)の推奨値で、背後の考え方には NLT(しきい値なし直線)仮説がある。ICRP 勧告を参考にした国の除染目標値は 20mSv であるので、除染検証委員会の役割は 20mSv を下回ったかどうかを確認することである。確認後に次のステップが始まるが、20mSv はけっして帰還の基準値ではなく、その値を“科学的”に決めることは不可能である。それでもあるレベルを決めるとしたら、それは“諒解レベル”であろう。長期的な目標である 1mSv を超える線量は事故による被ばくであるため、追加被ばく線量に対してそのリスクとバランスするベネフィットを国、東電が提示することで諒解レベルを決めることができる。しかし、施策、予算を握る国に対峙することに行政は躊躇し、住民は合意まで時間がかかることに躊躇する。本来であれば国、東電と被害者が一体となって地域の未来を語る中で諒解レベルが決まってくるはずであるが、ステークホルダーの階層性、ステークホルダー間の対立等が諒解レベルの設定を妨げている。避難自治体ごとに異なる事情があるので、諒解レベルはたくさんあって良い。様々な決断を尊重し、複線型復興(日本学術会議、2014)を推進する中で、帰還希望者の諒解レベルを模索すべきである。

報告書後半の提言では、現存被ばく状況における現実的な放射線防護のための地図の作成、人が日常的に立ち入る森林の

放射能対策、包括的な相談員制度、日常生活に関する環境回復の加速化、国内外の市場に対する対応策、等について記述した。

このような活動は従来の狭義の科学の中では一般的ではなかった。それは、科学はその対象との関係性において価値や哲学といった判断を排除することにより成り立つと考えられてきたからである。しかし、次期 10 年の地球環境研究イニシアティブであるフューチャー・アースの具体化が進む中、トランスディシプリナリー(超学際)研究の実現のためには必須の観点であると考えている。

(4) トランスディシプリナリー研究へ向けて

山木屋地区の避難指示解除は今後早い段階で想定できる状況であるが、帰還後の問題は暮らしの再構築である。その課題は、放射線防護のあり方、日常生活に関する環境回復を加速させる基盤施設の整備、健康管理を含む総合的な相談員制度の設立、そして 生業復興、であろう。

放射線防護については、継続した放射能モニタリングと、土地の放射能管理のための山木屋 GIS の構築が必要と考えているが、報告書に記述することができた。今後どのような枠組みで実施するかが問題であるが、専門家としての支援を行いながら、住民が実施できる体制を構築中である。

帰還後に向けた様々なアクションは始動しつつあるが、生業の復活が今後の大きな課題である。厳しい道であることは自明であるが、サポートは大学セクターをはじめとする専門家集団が行い、山木屋をトップランナーとした成功例を作る準備が始まったといえる。

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4件)

- (1)近藤昭彦(2016):里山の放射能汚染の実態と復興への課題 - 川俣町山木屋地区における帰還へむけた取組と課題 -、農村計画学会、3月号、419-422。(査読なし)
- (2)近藤昭彦(2014):放射能汚染の実態評価と生活再建の課題 - 川俣町山木屋地区の場合 -、農村計画学会誌、32(4)、459-461。(査読なし)
- (3)近藤昭彦(2014):広域放射能汚染の圧倒的な現実を前に地理学はどう動くか、月刊地理、59-1、42-49。(査読なし)
- (4)近藤昭彦(2013):里山流域単位の除染を目指したGIS整備、日本緑化学会誌、38(22)、274-277。(査読なし)

〔学会発表〕(計18件)

- (1)濱 侃・田中 圭・近藤昭彦(2015.9.18):地理学的手法としての小型 UAV、SfM-MVS、日本地理学会(愛媛大学、愛媛県)
- (2)小林達明・平野亮将・近藤昭彦・鈴木弘行(2015.6.6):福島県川俣町山木屋地区における山菜の放射能リスクマップの作成、日本景観生態学会大会(九工大、福岡県)
- (3)中村典子・恩田裕一・近藤昭彦・脇山義史(2015.5.26):USLEモデルに基づく放射性セシウム分布および移行量の広域評価、JpGU2015(幕張メッセ、千葉県)
- (4)近藤昭彦・田中圭・早崎有香・濱侃・シャオケイテイアジ・山口英俊・早川俊雄(2015.5.25):UAVによる空間線量率マップと放射能汚染地域への適用、JpGU2015(幕張メッセ、千葉県)
- (5)佐藤周・濱侃、近藤昭彦(2015.4.11):福島県川俣町山木屋地区における里山の変遷と原発事故による人と自然の分断、日本農村計画学会(東京大学、東京都)
- (6)濱 侃・早崎有香・近藤昭彦・田中 圭(2014.12.6):UAV(ラジコンマルチコプター)・SfMを使用した環境計測 - 観測事例と水環境計測への応用 -、陸水物理研究会2014年能登大会(金沢大学、石川県)
- (7)早崎有香・濱侃・田中圭・近藤昭彦(2014.11.6):ラジコン電動マルチコプターを用いた環境計測、日本リモートセンシング学会2014(京都大学、京都府)
- (8)田中伴樹・濱侃・佐藤周・早崎有香・布和宝音・近藤昭彦(2014.9.20):里山流域における放射能汚染の実態と移行過程の地理学的認識、日本地理学会(富山大学、富山県)
- (9)佐藤周・濱侃・田中伴樹・早崎有香・近藤昭彦(2014.9.20):福島県川俣町山木屋地区における里山の変遷と原発事故による人と自然の分断、日本地理学会(富山大学、富山県)
- (10)早崎有香・濱侃・田中圭・近藤昭彦(2014.9.20):ラジコン電動マルチコプターによる空間線量率の三次元計測、日本地理学会(富山大学、富山県)

- (11)小林達明・山本理恵・高橋輝昌・近藤昭彦・鈴木弘明・保高徹生(2014.6.27):福島第一原子力発電所事故後の里山の放射性環境モニタリング、日本景観生態学会(金沢大学、石川県)
- (12)田中圭・近藤昭彦(2014.5.2):小型 UAVを用いた地理空間情報の取得手法の検討、JpGU2014(パシフィコ横浜、神奈川県)
- (13)近藤昭彦・本多嘉明・梶原康司・野呂直樹・高良洋平・安藤史識・藤森雄大・野波健蔵・山口英俊(2014.5.2):小型ヘリおよび UAVによる植生・土地被覆図と空間線量率マップの作成、JpGU2014(パシフィコ横浜、神奈川県)
- (14)近藤昭彦・恩田裕一(2014.5.2):侵食に伴う放射性セシウム移行の経験モデルと沈着量および河川への流出量の将来予測、JpGU2014(パシフィコ横浜、神奈川県)
- (15)近藤昭彦・安原正也・塚本 斉(2014.5.2):水文科学会は東日本大震災にどう向き合っているのか、JpGU2014(パシフィコ横浜、神奈川県)
- (16)近藤昭彦(2014.4.12):旧計画的避難区域における環境回復と生業復活の試み:川俣町山木屋地区における地域と大学の協働、農村計画学会(東京大学、東京都)
- (17)近藤昭彦(2013.9.29):広域放射能汚染の圧倒的な現実を前に、地理学はどう動くか、日本地理学会(福島大学、福島県)
- (18)Kondoh,A., Kobayashi,T., Matsuoka,N., Suzuki,H., Tang,C.(2013.8.6): Current situation and future perspective on Radioactive Contamination in Fukushima Evacuation Zone. International Geographical Union, Kyoto Regional Conference. (Kyoto International Conference Center, Kyoto Prefecture)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://dbx.cr.chiba-u.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

近藤昭彦 (KONDOH AKIHIKO)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号: 30201495

(2) 研究分担者

唐常源 (TANG CHANGYUAN)

千葉大学・園芸学研究科・教授

研究者番号: 80251198

(3) 連携研究者 なし