

特集「里山ランドスケープの放射能と除染」

里山流域単位の除染を目指した GIS 整備

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

多くの人々の暮らしを一変させた 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災から一年以上を経て、福島は震災後二回目の秋を迎えている。筆者を含む千葉大学福島支援チームが通っている川俣町山木屋地区(計画的避難区域)も本格的な秋を迎え、紅葉の美しい里山の景観の中に身を置いていると、そこが暮らしが断たれた被災地であることを忘れてしまいそうになる。起きてしまった問題は受け入れざるを得ず、解決に向けて次にどのような取り組みが可能なか。あまりの問題の大きさ、複雑さの前に自分の小ささを実感せざるを得ない状況の中、福島に通いながら経験したことに基づき考えたことを述べさせて頂きたいと思う。

原子力発電所が事故を起こし、放射性物質が広域に拡散されている事態が明らかになった時、研究者の連絡網を通じて様々な情報が交換される中で、チェルノブイリ原発事故に対する IAEA の報告書があることを知った¹⁾。さっそく入手し、チェルノブイリの経験が日本という場において共有できる情報か、という観点から読み進めていった。そこには極めて重要な情報が記載されていたが、その経験知が事故後の対応に十分活かされなかったことが悔やまれる。専門家と国レベルの行政が意思を通じ合う窓口がなかったこと、そもそも総合的かつ包括的な視点が必要な問題の解決を議論する場がなかったことが反省すべき点である。

チェルノブイリの経験がわかってくると、放射性物質による汚染の実態を地図化したいという欲求が高まっていった。汚染地図ができれば専門家の視点で解釈することにより、対策に活かすことができるはずである。汚染地図を活かすためには空間・時間軸を重視する、すなわち地域の個性を記述する様々な主題図の上で放射性物質の分布と経時変化を解釈する必要がある。これは地理情報システム (GIS) の概念そのものでもある。それは場の多様性を認識する、すなわち場所と時間によって事情は異なるということを認識することにつながる。被災者の暮らしは地域にある。地域の特徴を理解し、事情の異なる地域ごとに対応を考えなければならない。普遍性を重視し、一律の対策を要請する思想では、地域固有の問題は理解できない。

例えば、全村が計画的避難区域に指定された飯舘村(さらに 7 月には長泥地区が帰還困難区域に指定されている)、一部が指定された川俣町では様々な事情が異なる。地域に対する人の思いも変わらざるを得ない。地域に入り、地域を尊重し、人の故郷である土地に対する思いまでも含めて地域の事情を考慮しつつ、研究者としてまずできること、それが放射能汚染調査と GIS 整備であった。

2. 里山流域 GIS の整備

山木屋地区は川俣町南部の約 30 km² 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か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)より入手し、GIS の基盤情報として整備した。この GIS の上に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。

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提言したい。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、復興計画を提案することが我々の夢である(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)。

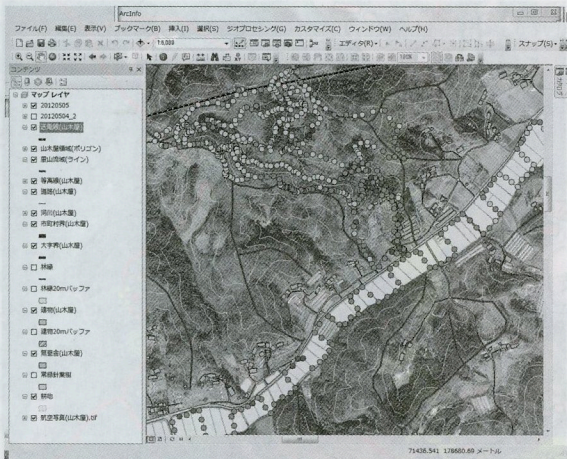


図-1 山木屋復興 GIS の画面例

図-1は商用GISであるArcGIS 10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、航空機あるいは近接リモートセンシングによる観測も企画し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。

3. 放射能汚染の地図化の過程

2011年3月12日以降に発生した原発事故の直後、多くの研究者が放射能汚染地図を作成しようとして福島に向かった。個人で行動した方々、グループとして行動した方々、組織として行動した方々、そして国による地図作成があった。原発事故当初は個々の情報が様々なセクターの間で十分共有できていなかったことは否めないが、地域への伝達は研究者によって達成された事例があることは記憶に留めておきたい。例えば、空間線量率の高い浪江町赤宇木に避難していた方々に観測事実を伝えた研究者がいる²⁾。また、2011年3月

17日から開始された日米共同の航空機モニタリングの結果は23日に米国エネルギー省のホームページに掲載されると同時に飯館村に伝えられた³⁾。その他、知られていない多くの事例があったと思われる。

2011年6月頃までには様々な汚染地図が公開されるようになった。文部科学省は航空機モニタリングの結果を5月6日に公表しているが、これが避難区域の線引きの根拠になったと思われる（政府は4月11日の時点で計画的避難区域設定の予告をしている）。その他、自動車による走行モニタリングの結果も文部科学省のホームページで順次公表されていったが、それらの情報は小縮尺の地図にプロットされた情報、あるいは幹線道路沿いの測定結果であった。

放射能汚染の程度が際立って高い東電福島第一原発の北西方向の領域は山村である。山村の暮らしは住居と田畑、そして里山流域における水循環、物質循環に依存している。山地斜面における詳細な汚染地図が必要なのである。そこで、空間線量率計（γ線スペクトロメーター）とGPSを組み合わせるシステムを組み、なるべく幹線道路以外の林道、農道を走るサーベイを行った。2011年7月から8月にかけて飯館村、川俣町を中心として広域の地図を作成し、結果は直ちに“負けねど飯館”⁴⁾、川俣町と共有した。その結果は近藤ほか（2011）等で記述しているので参照願いたい^{5)~8)}。

それでも山林における汚染の実態はわからない。そこで、ザックの中にGPSと連動させた空間線量率計を格納し、山腹斜面を歩く“歩行サーベイ”により空間線量率の詳細な調査を試みた。これにより地形や樹種などの土地被覆に対応する空間線量率の違いが明らかになりつつある。ようやく“暮らしスケール”の除染・放射能対策に向けた情報を整備する体制が整ってきた。現在、これらの情報をGIS上で地域の方々と一緒に整備し、今後の対策を立案する準備を進めているところである。

4. 里山流域単位の放射能汚染の現状

森林除染については平成24年7月に閣議決定された福島復興再生基本方針において、できるだけ早期に検討を進め、一定の方針を示すこととされている。地域からの要望も受けて、環境省環境回復検討委員会で検討が行われている最中であるが⁹⁾、まず必要なアクションは森林域における放射能汚染の実態を知ることである。文部科学省による航空機モニタリング¹⁰⁾はフットプリント300~600mの測定値を補間して画像化しており、山腹斜面における詳細な放射能汚染の検討を行うことはできない。そこで、流域内の森林域において歩行サーベイによる空間線量率の測定結果を蓄積してきたが、その成果の中から重要な点について述べたい。

●国や自治体による空間線量率測定点は低地に偏在しているが、山地斜面の空間線量率は相対的に高い場合が多い。

図-2は浪江町に至る国道114号線（富岡街道）に平行する北西—南東方向の測線における空間線量率の分布である。

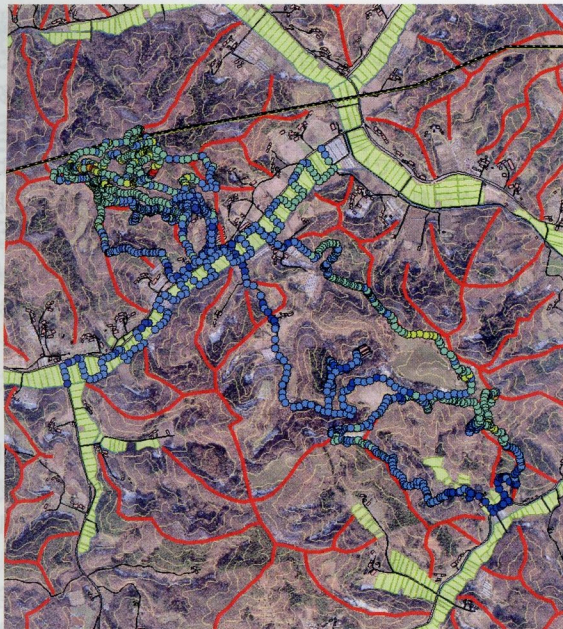


図-2 山地流域における空間線量率の分布 (その1)
空間線量率凡例 ●: ~1.0, ●: ~1.5, ●: ~2.0, ●: ~2.5, ●: ~3.0, ●: 3.0 μ Sv/h 以上

図の中上部を南西方向に走る谷には県道 62 号線が走っており、低地沿いに居住地、田畑が分布している。

歩行サーベイによる空間線量率測定結果によると、低地では 1μ Sv/h 程度であり、これは年間の積算被曝量で 1 mSv に相当する (野外滞在 8 時間、家屋遮蔽率 0.4、バックグラウンド 0.04μ Sv/h で計算した値)。国による除染は居住地から 20 m の範囲で行われることになっているが、除染実施後はさらに下がるはずである。

一方、山地斜面の空間線量率は低地と比較して相対的に高く、県道 62 号線北西側の斜面上部では 3μ Sv/h に達する領域もある。この流域上流部には地区の水源井がある。よって里山流域内の森林における放射能対策は地域の暮らしの安心にとって不可欠なものなのである。図-2 からの読み取りは難しいが、拡大して背景の航空写真と比較すると高空間線量域が常緑針葉樹と対応する領域があることがわかる。これは 2011 年 3 月 11 日の沈着時において着葉していた常緑樹の樹冠に放射性物質が沈着していることによって説明できる。一気に放射能汚染問題を解決することは困難であるが、少しずつ確実に流域内の放射能汚染を低減させるために、流域ごとの詳細な汚染マップに基づき、効率的に常緑針葉樹の伐採、枝打ち等の対策を行うことも可能である。

●ひとつの小流域内でも高空間線量率域は偏在し、一定の規則性も認められること。

図-3 は国道 114 号線沿いの二つの小流域における空間線量率の分布を示す (背景に示した空中写真の撮影季節が異なるために、左右で色合いが異なっていることに注意)。ここでも空間線量率は国道沿いの低地では 1μ Sv/h 程度である

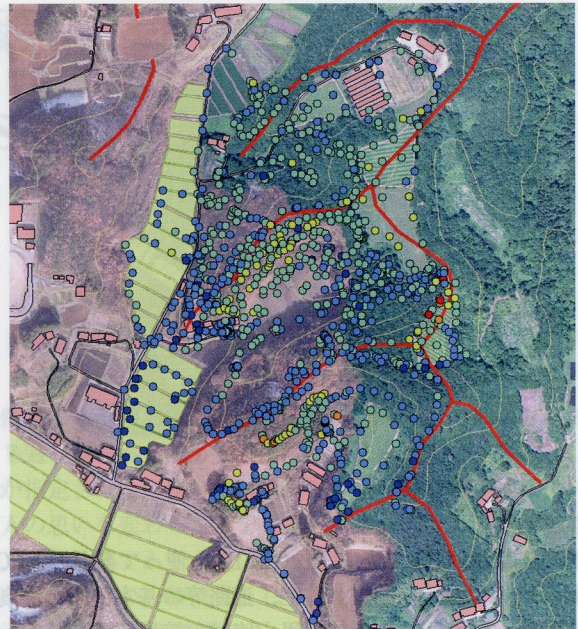


図-3 山地流域における空間線量率の分布 (その2)
空間線量率凡例 ●: ~1.0, ●: ~1.5, ●: ~2.0, ●: ~2.5, ●: ~3.0, ●: 3.0 μ Sv/h 以上

が、比高 30 m ほどの斜面上部では最大 3μ Sv/h 程度で相対的に高いことがわかる。赤線で流域界 (尾根線) が表示されているが、南西に延びる二つの尾根の南東側の斜面で空間線量率が相対的に高いことがわかる。南西側斜面はブルーム (放射能雲) に対する風上斜面にあたる。このような分布形成のメカニズムについてはさらに検討の必要があるが、少なくとも奥行き数百 m、比高数十 m 程度の小流域でも放射性物質の沈着は不均質であり、その分布に一定の規則性も見える。図-2 においても南西向き斜面上部の空間線量率が相対的に高いことが読み取れる。このことは放射性物質の詳細な分布を知ることで、効率的な放射能対策を実施することが可能であり、放射能汚染分布の規則性は効率的な調査および対策立案が可能であることも示している。

5. さいごに

東電福島第一原発の事故により放出され、地表面に沈着された放射性物質の広域分布状況は文部科学省により地図化され、公表されている¹⁰⁾。チェルノブイリ事故後の被災三カ国 (ウクライナ、ベラルーシ、ロシア) の汚染レベルの区分¹¹⁾と比較すると、当時の強制避難ゾーン (Cs 137 沈着量として 1480 kBq/m^2 以上)、強制 (義務的) 移住ゾーン (同 $555 \sim 1480 \text{ kBq/m}^2$) に相当する地域は東電福島第一原発から北西方向に浪江町を経て、飯館村に至る阿武隈山地の領域に対応する。移住が認められるゾーン (同 $185 \sim 555 \text{ kBq/m}^2$) は阿武隈山地北部から福島県中通りの広範な範囲を含み、放射能管理が必要なゾーン (同 $37 \sim 185 \text{ kBq/m}^2$) は東日本の複数の都県に広がっている。そのような場所で多くの住民が現在も生活を継続している。

これが現実であり、汚染地域に住む住民は否応なく放射能と向き合っ暮らさざるを得ないのである。この状況に我々はどう対応すべきか。現場から遠く離れた場所で、資料を見ながら頭の中で考えるのではなく、現場に身をおいて総合的な視点から現状を理解し、その場に適用可能な施策を考えたいと思う。総合的な視点を実現するツールとしてGISを活用することができる。

東北太平洋沖地震の後、震災に対する対応として対口支援（ペアリング支援）が提唱されていた¹²⁾。これは自治体間の連携であったが、研究者セクターでも多くの個人あるいは組織が被災自治体ごとの支援を継続している。例えば、日本大学系長研究室は20年に及び地域作りの支援の実績に基づき、飯館村の支援活動を行っている。その他、福島大学つくしまふくしま未来支援センターをはじめ、多くの大学による支援が今も継続している。

支援活動は地域ごとに異なる事情に対応する必要があるが、今後は横の連携を強化し、支援活動を補完して行く必要がある。GISは共通の基盤技術あるいはプラットフォームとして機能させることができると思われる。また、汚染の実態、除染等の記録を未来に残すデータベース機能としても極めて重要な役割を担うと考えられる。

引用文献

1) IAEA (2006) Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience, URL: http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub_1239_web.pdf

2) NHK, ETV 特集 (<http://www.nhk.or.jp/etv/21c/>), ネットワークで作る放射能汚染地図～福島原発事故から2ヶ月～(2011年5月15日放映)

3) 小澤祥司(2012)飯館村, 七つ森書館, 235 p.

4) 愛する飯館村を選せプロジェクト負けねど飯館!! (http://space.geocities.jp/iitate_0311/index.html)

5) 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.

6) 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館村および周辺地域の環境汚染の現状. 農村計画学会誌, 30(2), 121-122.

7) 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(2011)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, 農村計画学会誌, 30(3), 519-420.

8) 近藤昭彦(2011)東電福島第一原発事故による飯館村および周辺地域の放射能汚染の現状. 畜産の研究「東日本大震災下の動物たちと人間の記録」, 第66巻, 第1号, 97-102.

9) 環境省環境回復検討委員会 (<http://www.env.go.jp/jishin/rmp.html>)

10) 文部科学省による放射能汚染モニタリング情報 (<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/>)

11) 今中哲二(2009)チェルノブイリ原発事故の調査を通じて学んだこと, 広島大学平和科学研究センター IPSHU 研究報告シリーズ no. 41 p 75-88. (http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/metadb/up/kiyo/ipshu/ipshu_41_75.pdf)

12) 日本学術会議東日本大震災対策委員会, 東日本大震災に対応する第一次緊急提言, 平成23年3月25日 (<http://www.scj.go.jp/ja/info/jishin/pdf/t-110325.pdf>)