

# 浪江町赤字木地区住民による11年間の放射線モニタリング結果 航空機モニタリングとの比較検討

今野義人<sup>1</sup>、今野邦彦<sup>1</sup>、今野栄次<sup>1</sup>、今中哲二<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 赤字木大字会、<sup>2</sup> 京大複合研、<sup>3</sup> IISORA（飯館村放射能エコロジー研究会）

## 1. はじめに

浪江町大字赤字木は浪江町の行政区のひとつで、福島第1原発から北西 25~30km の山間部に位置し、2011年3月11日の戸数は87軒、人口は300人弱であった（Fig.1）。地区に浪江町役場から避難指示が届いたのは3月15日のことで、多くの住民がその日のうちに、遅くとも3月30日にはほぼ全員が避難を済ませた。赤字木地区は汚染が大きく、今も全域が帰還困難区域に含まれている。

赤字木区長の今野らは2011年10月より、浪江町から貸与されたNaIサーベイメータ（日立アロカ TCS-172）を用いて地区全戸の上口（家前の道路から敷地へ向かう地点）での空間放射線量率の毎月調査を開始し、2021年11月まで実施した。今中ら IISORA グループは、赤字木地区に隣接する飯館村の走行サーベイを2011年3月末から定期的に行っていたこともあって、今野らと合同で3回にわたり赤字木の放射線量調査を行った。2024年4月、赤字木大字会（自治会）から「百年後の子孫（こども）たちへ」という地区と全戸の記録集が自費出版され、毎月調査の測定結果も収録されている[1]。本報告では、除染が実施されていない汚染地域の貴重な空間線量データとして赤字木地区の毎月調査結果を紹介する。また、規制庁が毎年実施している航空機モニタリングに基づく赤字木地区の放射線量率と赤字木大字会の測定結果を比較し、さらに汚染が生じた2011年3月15日以降の積算放射線量についての推定を試みる。



Fig.1 Location of Akougi district.

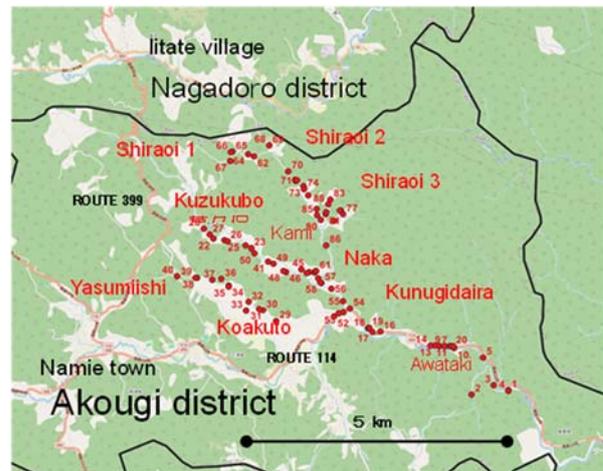


Fig.2 Location of 85 measurement points in Akougi.

## 2. 赤字木全戸毎月調査データ

毎月調査の対象とした測定点85カ所を Fig.2 に示す。地区の87戸は、泡滝（8戸）、柗平（12戸）、葛久保（7戸）、小阿久登（8戸）、休石（4戸）、上組（11戸）、中組（11戸）、白追1（5戸）、白追2（9戸）、白追3（12戸）という10の組に分かれている。測定点の数が85なのは、2軒で上口共通の家が2カ所（いずれも上組）あるためである。また、通し番号の最後が88番なのは、赤字木地区集会所（中組）のデータを省いたためである。測定作業は、今野義人（記録）、今野邦彦（測定）、今野栄次（運転）の3人チームで、月末に軽自動車を使ってまる1日かけて赤字木地区全域を回った。冬の積雪期は測定を中止した。2011年10月23日の初回から2021年11月30日までに97回の毎月測定を行った。今中ら IISORA の調査チームは、2014年10月31日、2015年9月22日、2020年11月1日の毎月調査に同行し、CsIポケット型サーベイメータ（日立アロカ PDR-111）を用いて今野らと同じポイントを測定した[2,3]。

今野らの毎月測定結果を組別にプロットしたものが Fig.3A~Fig.3I である。NaI サーベイメータ TCS-172 の測定上限値は  $30\mu\text{Sv/h}$  だが、汚染の大きな泡滝、櫛平では、2012 年の夏頃まで「振り切れ」が観測されている。調査期間中、ほとんどの測定点で放射線量の指数関数的な減少が認められるが、上組 (Fig.3E) の 3カ所 (42、43、44)、中組 (Fig.3F) の 5カ所 (57、58、59、60、61) については 2013 秋に不連続な減少が認められる。これらは当時実施されたモデル除染の効果である。2021 年後半に櫛平 (Fig.3B) の数カ所で認められる急な減少は、国道 114 号の道路工事の反映と思われる。白追 1 (Fig.3G) の No.62 は、組内の他データに比べて放射線量が大きく減衰も少ない「特異点」になっている。流水などで放射性セシウムが集まるポイントと思われるが、確かなところは不明である。

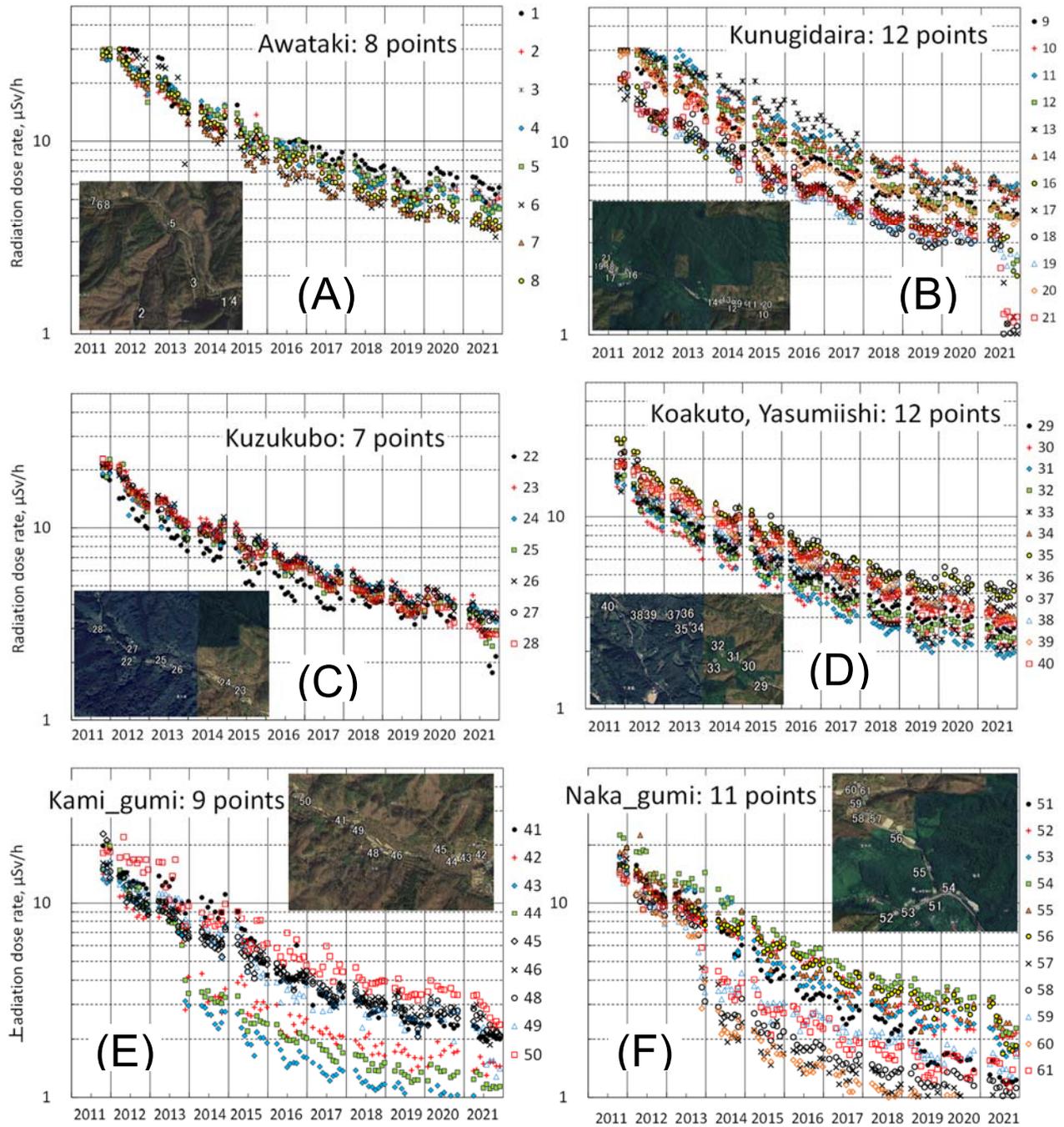


Fig.3. Temporary change of radiation dose rate monthly measured at the entrance of all houses in Akougi from October 2011 and November 2021. Legend locations are indicated in the aerial photo.

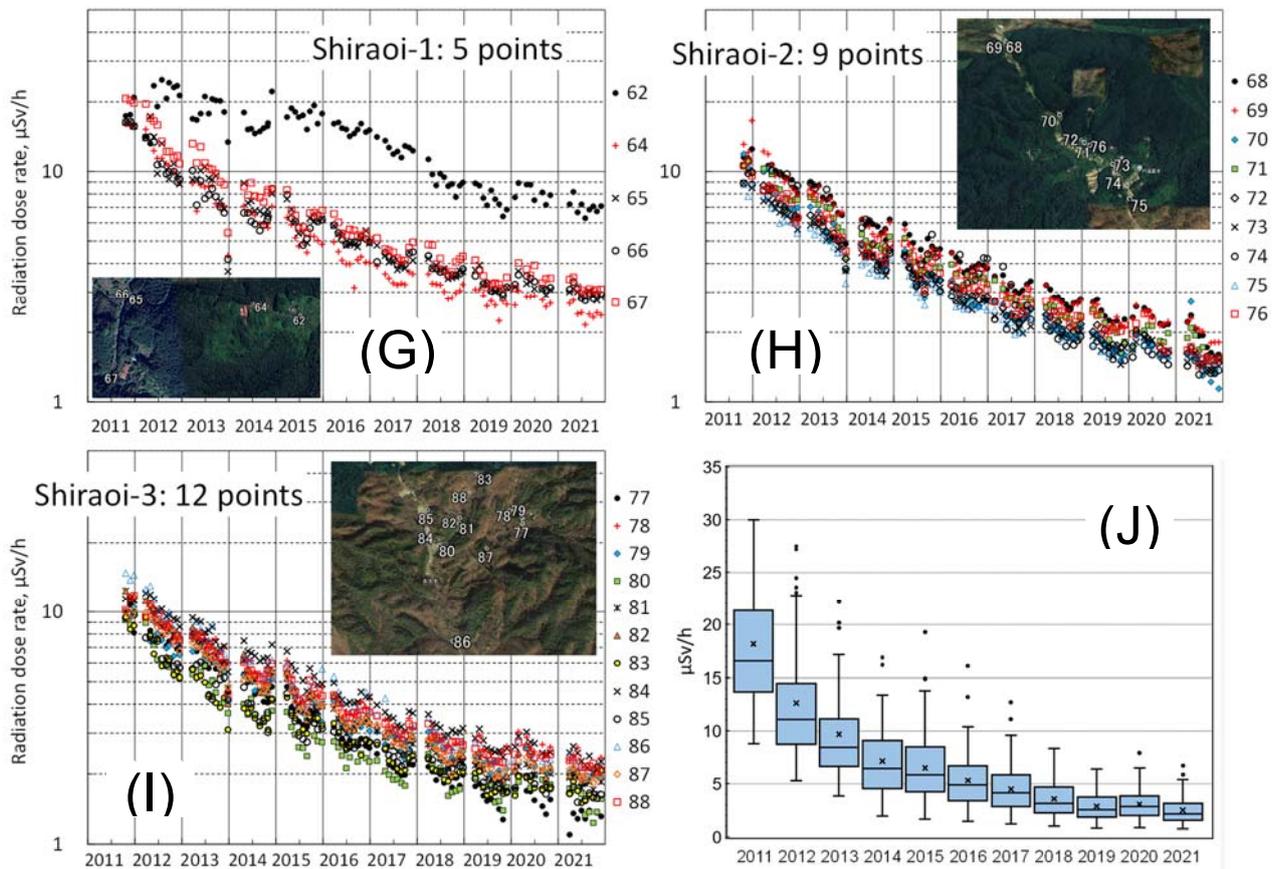


Fig.3 Continued. Temporary change of radiation dose rate monthly measured at the entrance of all houses in Akougi from October 2011 and November 2021. Legend locations are indicated in the aerial photo.

Fig.3J は、各年 10 月の調査結果についての箱ひげ図である。85 地点の平均値（箱の中の×印）は、2011 年 10 月 23 日の 18.3  $\mu\text{Sv/h}$  から 2021 年 11 月 30 日の 2.6  $\mu\text{Sv/h}$  に減少した。

### 3. 航空機モニタリングに基づく地表空間放射線量との比較

2011 年 3 月 11 日の地震・津波をきっかけに福島原発事故が始まった 5 日後の 3 月 16 日未明、米国 NNSA（核安全保障局）の放射線専門家チームが大量の機材とともに在日米軍横田基地に到着した。NNSA チームは翌 17 日から福島第一原発上空を含む空域で航空機モニタリングを開始した[4]。NNSA チームの活動は 5 月末に終了し、その後の航空機モニタリングは文科省・JAEA に引き継がれ、現在は原子力規制委員会によって毎年実施されている[5]。規制委員会の航空機モニタリングでは、主に福島第 1 原発から半径 80km 内の汚染地域を対象に有人ヘリコプターに NaI 測定器を搭載し高度約 300m でガンマ線スペクトルを測定して、地表 1m での放射線量を算出している。モニタリング結果は約 250mメッシュ区画に対する内挿値として規制委員会のホームページに公開されている。

Fig.4A～Fig.4K は、航空機モニタリングデータから、赤宇木地区の毎月測定点が属するメッシュの放射線量を抜き出し、同時期の毎月調査地上モニタリングと比較したものである。横軸は今野らによる地上モニタリングで縦軸が航空機モニタリングからの放射線量である。ただし、2013 年に実施されたモデル除染 8 カ所のデータは、除染実施後は省いてある。航空機モニタリング (AMS) と地上モニタリング (GND) が同じであれば、図に点線で示した対角線上に乗るはずだが、AMS/GND 比はばらつきながらも、経年的には若干大きくなりつつあるようだ。Foig.4L は、今中ら IISORA チームが行っている飯舘村走行サーベイの 2024 年データ[6]を用いて同様のプロットを作成したものである。走行サーベイは飯舘村主要道路上での放射線量で周辺は除染されている。一方、航空機モニタリングは除染されていない山林の寄与が大きいため、Fig.4L の

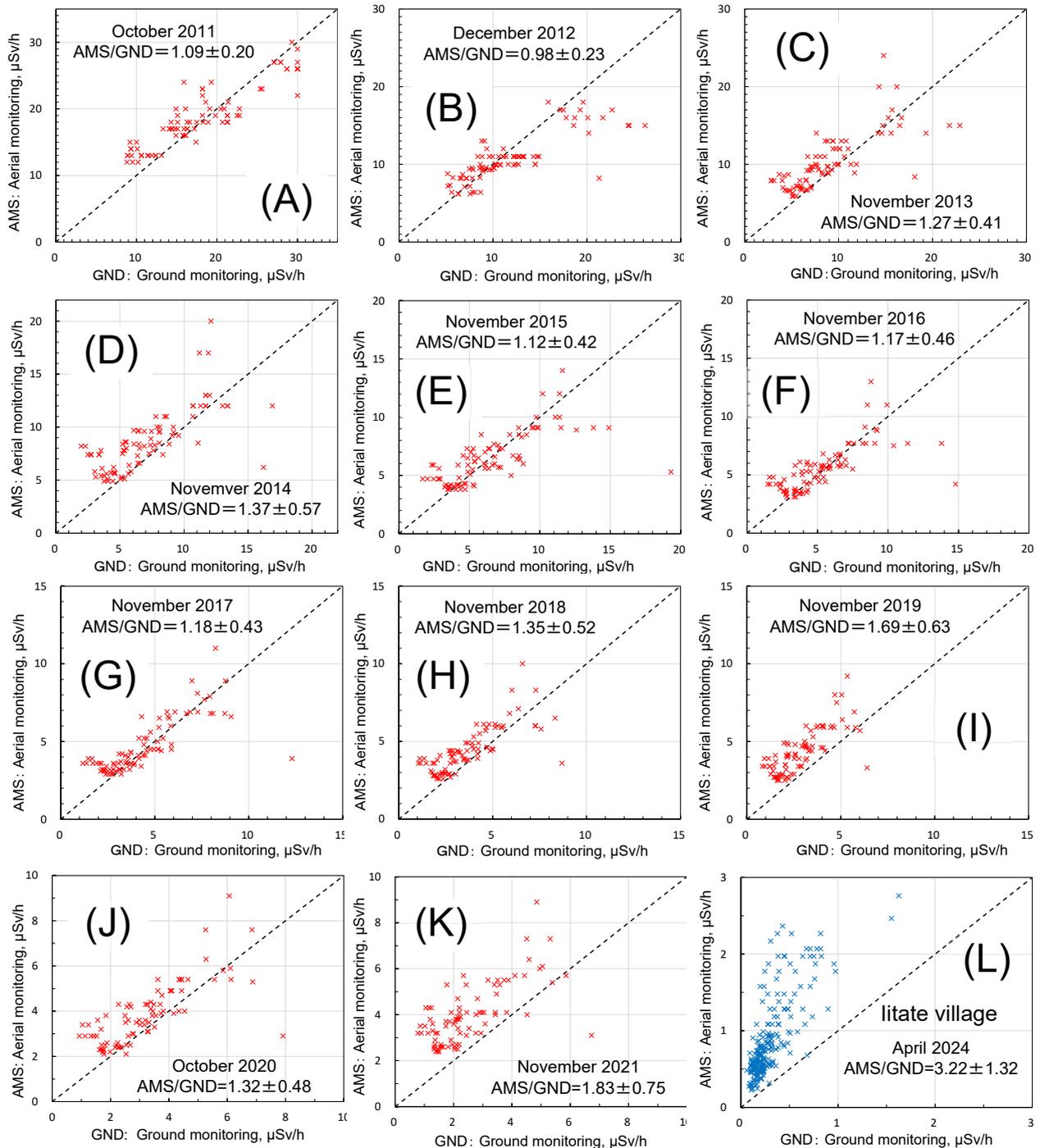


Fig. 4. (A)-(K): Comparison of radiation dose rate at 1m above ground between the aerial monitoring (AMS) by Nuclear Regulatory Commission and the ground monthly monitoring (GND) by Akougi residents, 2011-2021. (L): Comparison of AMS and car-borne survey (GND) by IISORA in litate village, 2024.

AMS/GND 比は赤字木に比べて大きくなっている。

Fig.5 は、赤字木の航空機モニタリングと地上モニタリングによる平均放射線量の比の平均値（図の AMS/GND 値）、ならびに飯館村の航空機サーベイと IISORA 歩行サーベイの比の平均値の経年変化をプロットした図である（飯館村の 2020 年～2022 年はコロナ禍のため走行サーベイ中止）。飯館村の AMS/GND 値が、赤字木に比べて大きいのは、飯館村では（帰還困難区域に指定された長泥地区を除き）出入り制限がなく自由に往来できたこと、加えて 2015 年～2017 年にかけて道路・宅地・公共施設周辺、農地の大規模除

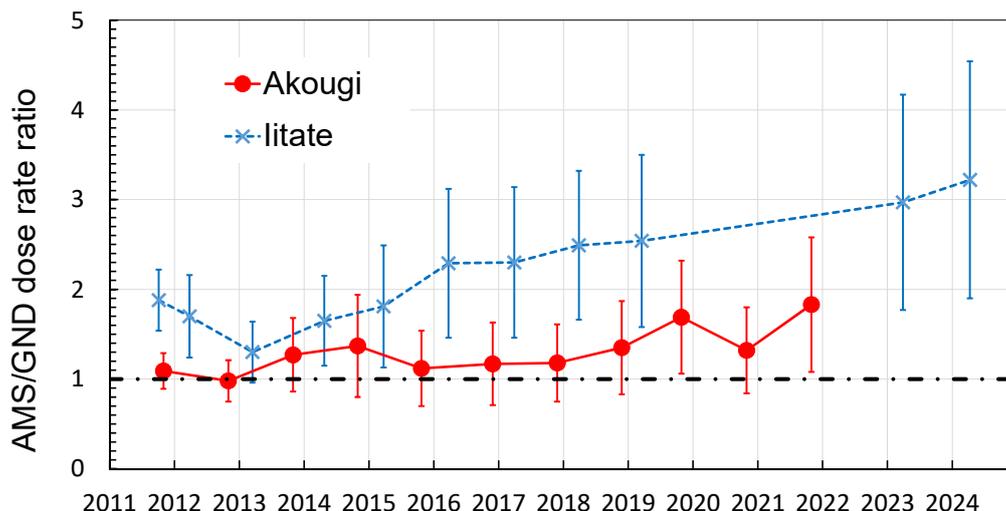


Fig.5 Temporary change of the average value of AMS/GND dose rate ratio in Akougi district and Iitate village. AMS: Aerial monitoring by Nuclear Regulatory Commission. GND: All houses monitoring by residents in Akougi and car-borne monitoring by IISORA team in Iitate.

染が実施されたため、除染されていない山林での放射線量と走行サーベイで測定している主要道路上の放射線量の違いが大きくなったと思われる。一方、赤字木地区では、大規模除染は実施されず、2018年夏までは許可された車以外立入り出来ず、毎月調査の各戸上口での放射線量と周辺山林の放射線量との違いは小さかったことが、Fig.5に認められる赤字木と飯館村の違いの理由であろう。

#### 4. 放射能汚染直後からの放射線量率の推移と積算放射線量の推定

IISORA チームは、赤字木地区で大規模汚染が生じた2週間後の2011年3月29日に飯館村の放射能調査を行った。その時の飯館村での土壌サンプリング結果に基づくと、長泥地区に沈着した放射能の核種組成比

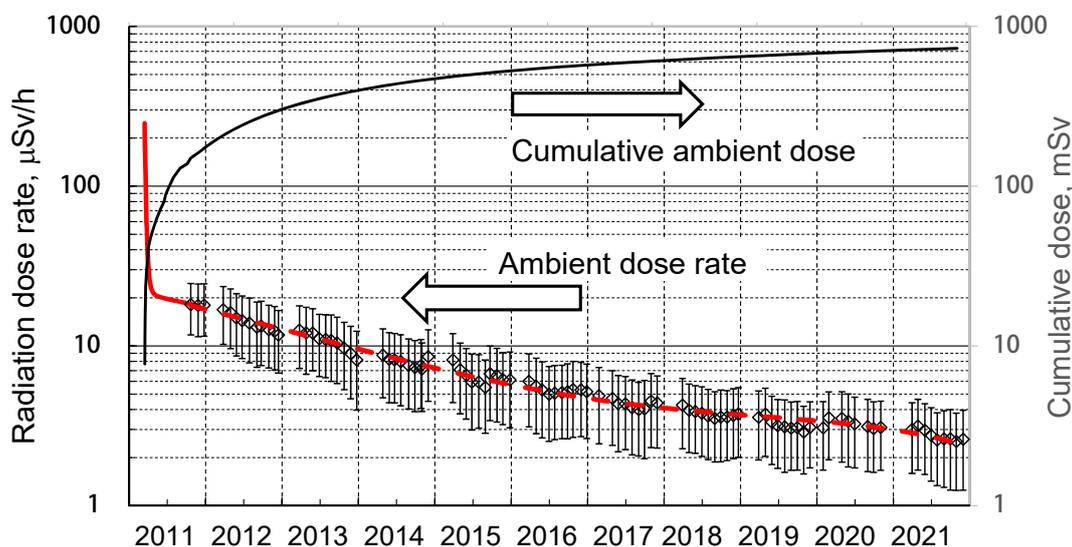


Fig.5 Temporary change of the average ambient dose rate and the cumulative ambient dose in Akougi. The red line was obtained assuming the deposition ratio of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{132}\text{Te}/^{132}\text{I}$  and  $^{131}\text{I} = 1:1:8:7$  as well as the deposition density of  $2,700 \text{ kBq/m}^2$  for  $^{137}\text{Cs}$ . Mark ( $\diamond$ ) indicates the average of monthly monitoring with 1 SD value. The red broken line is approximation of monthly monitoring using third degree polynomial. Cumulative ambient dose was obtained by integrating ambient dose rate beginning from 2011/3/16 00.00.

を3月15日の夕方に換算すると、Cs137 : Cs134 : Te132/I132 : I131 = 1 : 1 : 8 : 7であった[7]。Fig.6の空間線量率 (Ambient dose rate) は、赤宇木でも同様な組成比で沈着したと仮定し、2011年10月に始まった赤宇木地区毎月測定結果の平均値と連続するようにフィッティングさせ、測定データのない期間の値とした(赤実線)。フィッティング線のセシウム137沈着量は270万Bq/m<sup>2</sup>で、2011年3月16日零時の地上1mの空間放射線量率は260μSv/hとなった。◇印は毎月測定の平均値、誤差棒は1標準偏差、赤鎖線は毎月測定結果に対する3次元多項式での近似線である。積算空間線量 (Cumulative ambient dose) は、2011年3月16日午前零時から空間線量率の積分値で、理論計算と毎月測定の接続点(2011/10/23)までで139mSv、毎月測定終了時(2021/12/1)までで730mSvとなった。

## 5. まとめ

赤宇木大字会が実施した赤宇木地区全戸を対象とする毎月モニタリングは、除染されていない高汚染地域の放射線量の推移についての貴重なデータとなっている。毎月調査が始まった2011年10月の平均放射線量は18.6μSv/hで、調査が終了した2021年11月は2.6μSv/hであった。短半減期核種の沈着量を仮定し2011年3月16日の放射線量を推定すると260μSv/hとなった。原子力規制委員会が実施している航空機モニタリングの結果と比較すると、2018年までは2割以内の違いであったが、以降は航空機モニタリングが大きくなる傾向がある。航空機モニタリングデータを使って被曝評価を行う場合には地表の除染状況などを考慮する必要がある。また、2021年12月までの積算線量値730mSvという値は、福島原発事故による野生動物の被曝評価に参考になるとと思われる。

## 文献・資料

1. 赤宇木大字会編「百年後の子孫(こども)たちへ」2024年4月(非売品)
2. IISORA調査チーム、2015年3月。 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/etc/akougi15-3-31.pdf>
3. IISORA調査チーム、2020年11月。 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/temp/2020/akougi2020-11-1.pdf>
4. 沢野伸浩、科学、2017年3月号。 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/etc/kagaku2017-3.pdf>
5. 原子力規制庁ホームページ。 <https://radioactivity.nra.go.jp/ja/results/airborne/air-dose>
6. ISORA調査チーム。2024年4月。 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/temp/2024/iitate24-4-13.pdf>
7. 今中哲二ほか、科学、2014年3月号。 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/etc/Kagaku2014-3.pdf>

# Radiation Monitoring of Akougi District, Namie Town by Residents Themselves for 11 Years after the Fukushima NPP Accident: Comparison with Aerial Monitoring by NRC

Yoshito Konno<sup>1</sup>, Kunihiro Konno<sup>1</sup>, Eiji Konno<sup>1</sup>, Tetsuji Imanaka<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Akougi Ooaza- Society, <sup>2</sup> Kyoto University, <sup>3</sup> IISORA: Iitate-mura Society for Radioecology

Akougi district, Namie town is located in the mountainous area 25 – 30 km north-west from Fukushima Daiichi NPP, and heavily contaminated by the radioactive fallout. Evacuation instruction was informed from the town office on March 15, 2011, being not lifted up to now. Resident society (Akougi Ooaza Kai) began monthly monitoring at the entrance of all houses in Akougi in October 2011 and the last monitoring was in November 2021. Valuable data of radiation dose rate tendency were obtained about the area where decontamination efforts were not made. Results of the monthly monitoring were described in our presentation and they were compared with the results of the areal monitoring by Nuclear Regulatory Commission. Radiation situation before the beginning of the monthly monitoring was reconstructed based on the deposition composition measured in Nagadoro district of Iitate village adjacent to Akougi. The average radiation dose rate in Akougi on March 16, 2011 was estimated 260 μSv/h and it was 2.6 μSv/h on December 1, 2021. The average value of cumulative radiation dose in Akougi from March 16, 2011 to December 1, 2021 was obtained to be 730 mSv.