

2019年12月27日

## 原発事故8年余経過の SPEEDI 放射性物質拡散予測方向における 放射能の影響について

一般社団法人 南相馬除染研究所  
Chief Coordinator 田中節夫

### 背景

2011年3月11日東日本大震災に端を発した福島第一原発事故からこの秋で8年有余を経過しました。

この間、未だ帰還復興が実現していない地区もありますが、多くの市町村住民の帰還が実現し、大枠としての「安全安心」は、これまでの多様な復興施策により担保されてきました。

他方、原状復帰から未来に向けた先進的な地域創造への新しい街づくりへの取り組みは、若い世代を中心として帰還が進んでいないなど、その判断は一樣ではなく、再興に向けた革新的な取り組みも就業世代のニーズと合致するのか、非常に難しい局面にあることが現在の実態であろうと思われます。

弊所では、2014年から現在に至るまで、原発事故において特に高濃度放射性物質の拡散方向を北西～北北西と予測した SPEEDI の拡散予測事例における、その終端近傍の宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム自然休養公園(以下七ヶ宿ダム公園)」に至る線上にいくつかの観測地点を設け、放射能推移と変化を知ることで原発事故による放射能災害の影響がどの様に経年推移しているか調査を継続してきました。

事故発生当初から多くの機関・マスコミ及び多様な専門家から得られた情報と合わせ、「安全安心」の経過推移と現状を住民が理解する、一つの判断情報の目安となれば幸いです。

またこの調査結果は、放射性物質の拡散が与える長期間の空間環境の影響を理解するうえで、参考となる被災基礎データになるものと考えています。

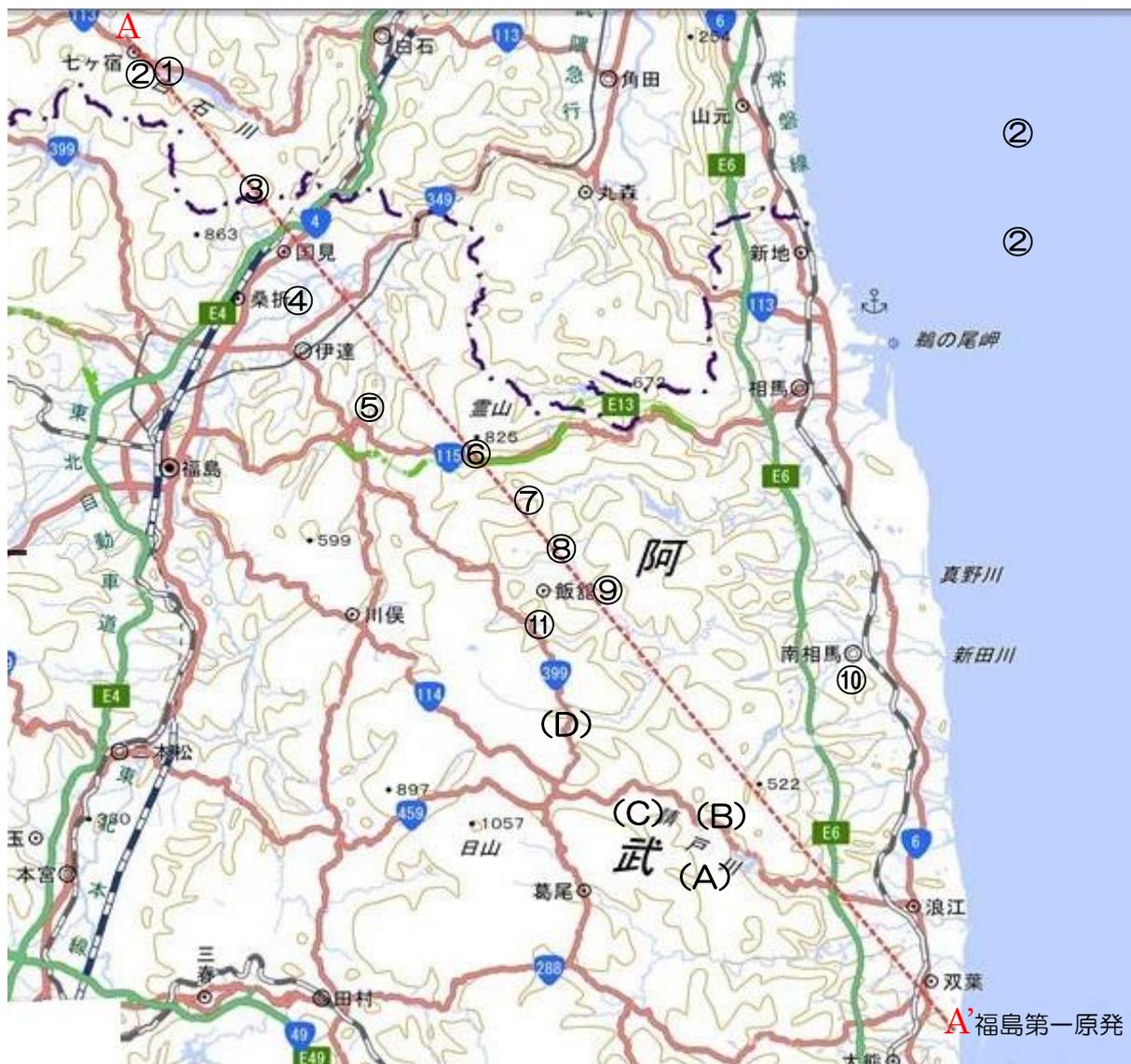
### 方法

Fig-1 A-A'で示す宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム公園」より福島第一原発に至る、線上周辺の9地点を観測地点とし土壌汚染の変遷を調査すること、併せて調査地点で10～11月ごろに収穫される栗などの放射能汚染レベルを観測することで、拡散予測地区の土壌汚染と植物の生育過程における放射性物質の取り込み状況を調査、その結果を考察しました。

なお、これらの情報と比較する地点として、福島第一原発より20Km圏近辺の橋本町(南相馬市原町区市街地)、及び高濃度放射線量を示す飯舘村長泥地区(北側ゲート)を、更に比較参考地点として、A-A'ライン付近にある別途調査目的のいくつかの調査地点における環境情報を取り上げました。

## 1. 観測地点

Fig-1 観測地点の配置(地点位置詳細は次項参照)



### 地点位置詳細

- ①宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム公園」の遊歩道、栗の木植栽脇  
(福島第一原発より約 80Km) \*注:いずれも直線距離を示します。
- ②宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム公園」の遊歩道桜林脇、通路の路肩
- ③国見町と白石市との境界点、県道 R46 小坂峠頂上道路の路肩  
(福島第一原発より約 70Km)
- ④桑折町阿武隈川沿い県道 R123 の「伊達地方衛生センター」正門脇道路の路肩  
(福島第一原発より約 65Km)
- ⑤国道 R115 と霊山町掛田本山地区の霊山交差点付近 (福島第一原発より約 55Km)
- ⑥霊山町国道 R115 沿いにある「片山アイスクリーム店」脇の霊山田んぼ畦  
(福島第一原発より約 50Km)

- ⑦飯館村旧佐須小学校分校前の県道 R31 との分岐交差点石碑下
- ⑧飯館村から霊山に向かう県道 R31 前乗地区道路の路肩 (福島第一原発より約 45Km)
- ⑨飯館村草野地区:南相馬市から飯館村中心市街地入口にあたる更地の一角  
(福島第一原発より約 40Km)

上記北北西各地点との比較地点として、

- ⑩南相馬市原町区橋本町住宅庭 (福島第一原発より直線約 25Km)
- ⑪飯館村長泥地区北ゲート付近道路の路肩 (福島第一原発より直線約 35Km)
- ⑫南相馬市原町区磐城太田藤沼農地 (福島第一原発より直線約 21Km)

注)住民避難の 20Km 圏目安の太田川北側対岸の地点の丘陵地。

上記の他、北西各地点との比較参考地点として、国道 114 号線沿いに高濃度放射性物質プルームが拡散北上したといわれ、調査開始時期には高線量地区として立ち入りが規制されていた阿武隈山塊地点の、別途調査計画により得られた立ち入り認可後の観測結果を取り上げました。

- (A) 葛尾村との境界にある浪江町川房地区県道 R50 道路の路肩  
(福島第一原発より直線約 20Km)
  - (B) 浪江町国道 R114 原浪トンネル昼曾根交差点の路肩 (福島第一原発より直線約 20Km)
  - (C) 浪江町国道 R114 より約 1K 南側に立ち入った津島沢先の開拓碑前  
(福島第一原発より直線約 25Km)
  - (D) 浪江町津島赤宇木国道 R399 路肩 (福島第一原発より直線約 30Km)
- 注)当該地点は⑩長泥地区北ゲートに対して、長泥地区を挟んで立ち入り規制する浪江町と飯館村の境界に位置する南ゲートより、約 1.5Km南に位置する地点。

## 2. 採取試料

観測地点①&⑩で採取した栗の実、および生育地表面 5Cm 土壌

## 3. 観測項目と測定機器

### 1) 栗などの植物及び植栽土壌の試料放射能濃度測定

ウクライナ AKP 社製 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメーター

形式:SEG-001-AKP-S-63

測定単位:Bq/Kg

### 2) 現地各観測地点における空間環境測定

#### ①地表面放射能汚染密度

US Thermo 社製パンケーキ型 GM 多目的サーベイメーター

形式:RedEye20ER

測定単位:Bq/Cm2

②地表面及び地表面および 1m 空間放射線強度

Japan 堀場製作所製 CsI(Tl)シンチレーションサーベイメーター

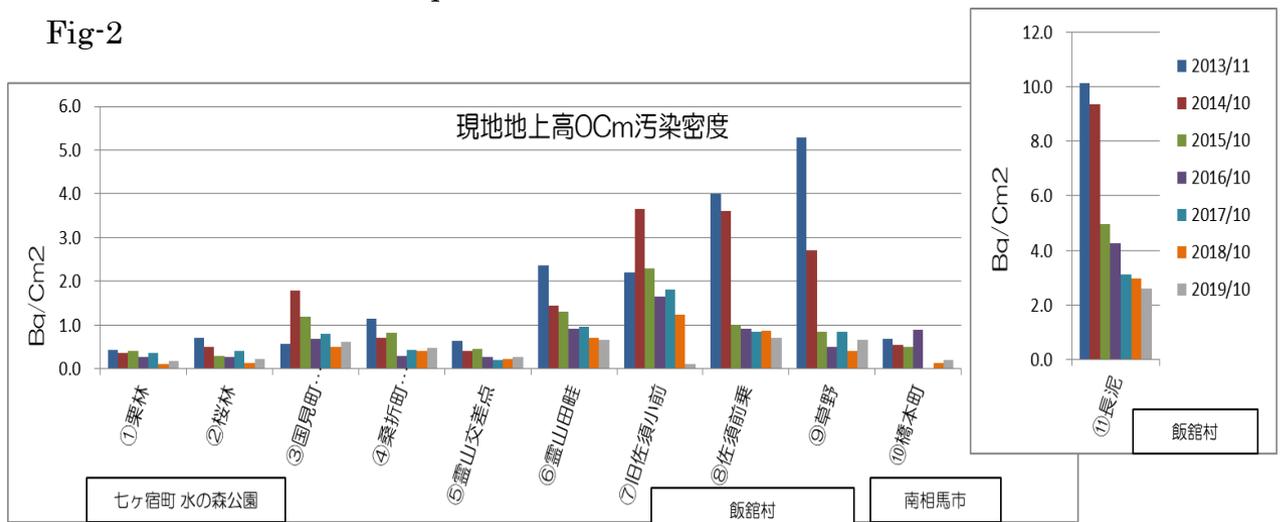
形式:PA1000

測定単位:  $\mu$  Sv/H

4. 観測結果とその考察

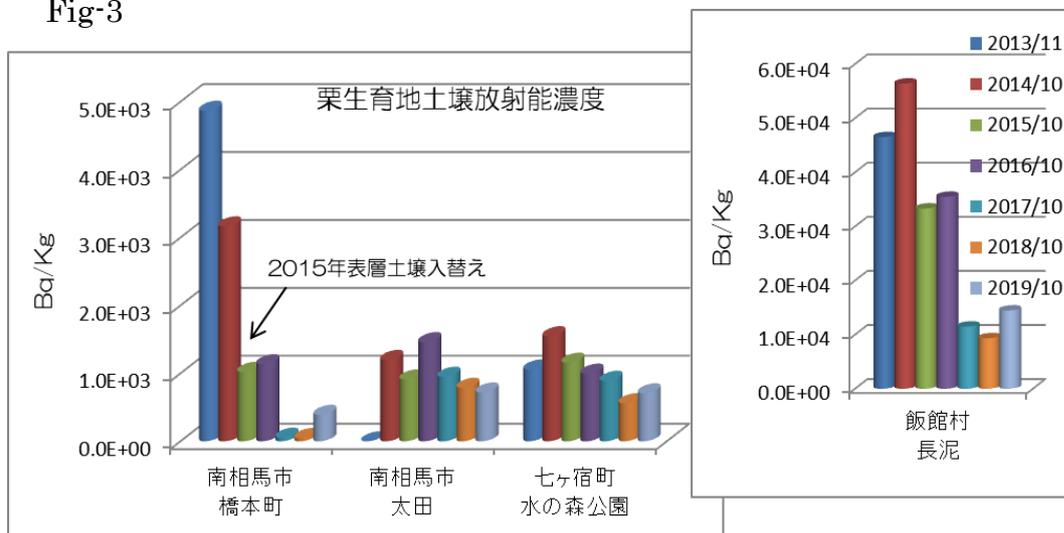
4-1 放射能の土壤汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)=地表面観測結果の変遷

Fig-2



4-2 土壤汚染放射能濃度(Bq/kg)観測結果の変遷

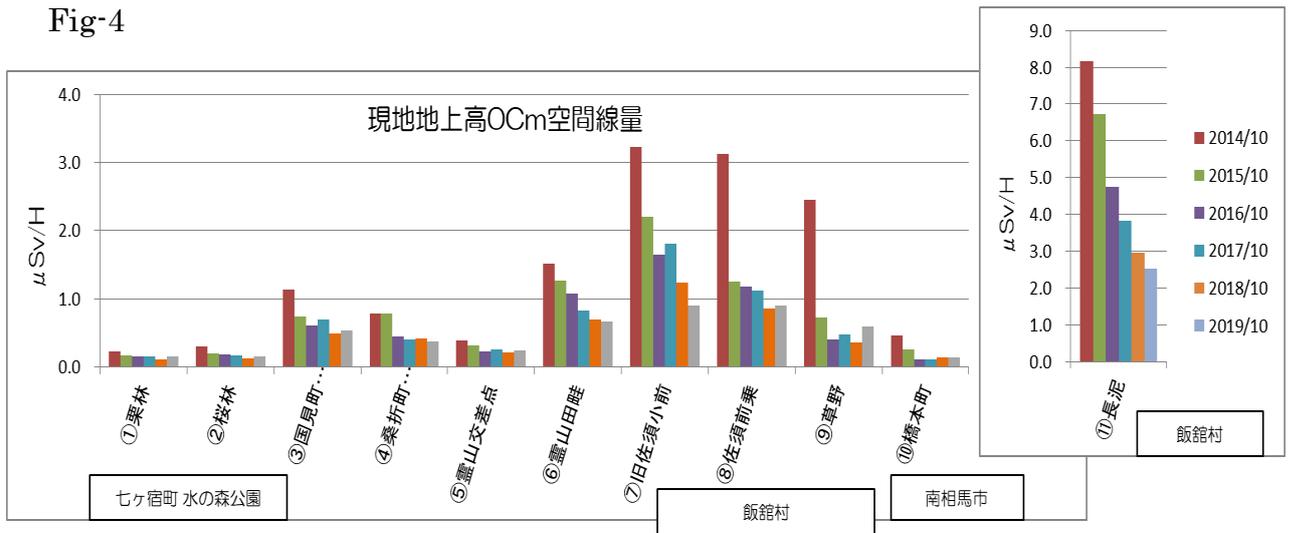
Fig-3



注)各観測地点の土壤表面の汚染度を汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)で比較評価(Fig-2)、その内、採取植物の放射性物質の吸収(移行)レベルと生育土壤汚染を比較評価するために、採取3地点の各試料で放射能濃度(Bq/Kg)を観測しました(Fig-3)。

4-3 現地地上高 0m空間線量( $\mu$  Sv/H)観測結果の変遷

Fig-4



参考グラフ) 長泥より福島第一原発に近い地点の立ち入り解除後の現地地上高 0m空間線量( $\mu$  Sv/H)

グラフ中 D)が Fig-4⑪長泥に隣接し、  
A)が福島第一原発に約 20 kmと最も近い  
この推移から浪江町赤宇木～飯館村長泥  
の間にある盆地が放射性物質プルームの  
移動で最も降下量が多かったことが裏付けられ  
ます。(4-2)詳細参照)

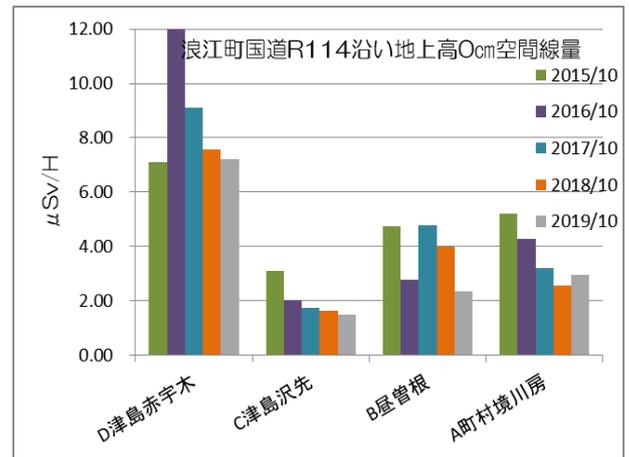
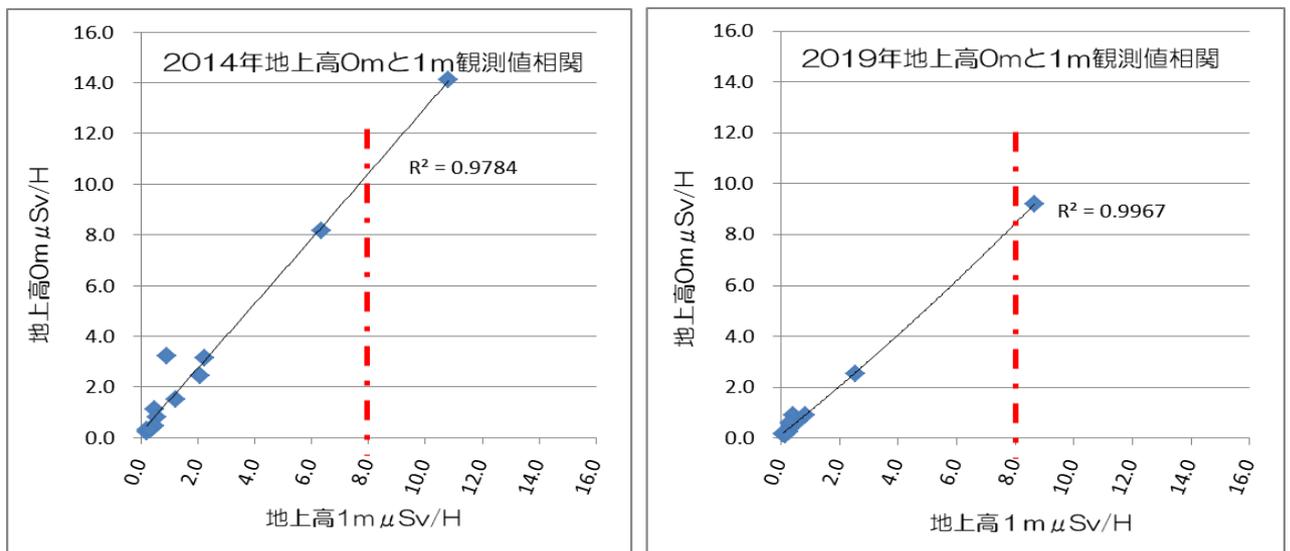


Fig-5



#### 4-4 観測データからみた土壤汚染の変遷からの影響についての考察

##### ①土壤汚染密度から見た変遷についての考察

Fig-2 では、震災後、観測開始の 2014 年より数年は、福島第一原発との距離に比例していた土壤汚染密度(Bq/Cm<sup>2</sup>)も、最近では放射能の自然減衰に加えて人工的な減衰つまり、除染や生活環境の再開及び復興諸活動により各観測地点とも減衰が促進され、土壤汚染などが低減し、飯館村では一部を除き住民帰還が実現して約 2 年余、七ヶ宿方向に至る観測値が生活に影響のないレベルで、各地とも平準化されていることが判ります。

一方、震災時に高い空間放射線量( $\mu$  Sv/H)を示し、現在も住民帰還が実現していない山間部にある飯館村長泥地区の、北側立入り規制ゲート付近の観測点では、大きな減衰を示しながらも復興途上にあることを示しています。

土壤の汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)は土壤表層面の状態を表していますが、観測地点の中で、最も福島第一原発に近い市街地の⑩南相馬市橋本町と山間部の⑪飯館村長泥、観測地点の終端に当たる①七ヶ宿町水の森公園内では地表から深さ 5cm までの土壤を採取し、栗生育土壤の放射能濃度(Bq/Kg)を測定、その観測結果を Fig-3 で示します

そのうち、土壤の汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)を示した Fig-2 に対して、これらの土壤の放射能濃度の推移傾向は汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)とほぼ一致し、高濃度放射能のプルーム移動ルート境界にあった南相馬市橋本町や観測地終端の七ヶ宿水の森公園における放射能濃度は観測当初より「廃棄物を安全に処理できる」基準の 8000Bq/Kg を下回り、特に七ヶ宿水の森公園では当初から土壤・農作物とも低濃度で規制基準以下、2015 年以降は南相馬市橋本町地点も表面汚染土壤の入れ替えにより 1,000Bq/Kg 以下と七ヶ宿初期観測レベルに人工的な改善がされています。

実際に南相馬市では、この時期を前後して土壤改良を終えた農地から、多くの農業品目で食品出荷規制基準を満足し、農業の再開が実現しています。

一方、高線量(高濃度)地区とされる山間部の飯館村長泥では、自然減による低線量化が顕著に進んでいることが分かりますが、これは崩壊エネルギーがセシウム 137 に比べて高く、半減期が 2 年と短いセシウム 134 の急速な減衰によると思われます、もともと高線量地区であることから 8 年有余を経過した現在も、人手をかけないと原状回復は困難ですが、自然回復力ともいえる自然減衰率の高さが、Fig-2/Fig-3 土壤の汚染密度や放射能濃度グラフの変遷から判ります。

この自然回復力の高さは、放出量など他の条件も加味しなければなりません、セシウム 134:137 の放出比に強く影響され、対セシウム 137 崩壊エネルギーが強く半減期の短いセシウム 134 比が、ウクライナ原発では 0.5:1 といわれ、福島第一原発では 1:1 と、大きかったことが一つの要因と考えられます。

## ②飯館村長泥の高線量(高濃度)汚染要因についての考察

前述の①飯館村長泥地点の土壤汚染放射能濃度(Bq/Kg)が最も高く、当該地点から南へ下った長泥集落は現在も住民帰還が実現していませんが、長泥地区の高線量(高濃度)に至った経緯は「別紙-1」をみると理解できます。

住民の帰還が実現した浪江町でも川俣町と接する津島地区は現在も帰還が実現していませんが、当地は高い山に阻まれ津島赤宇木を中心として原発事故当初から高線量(高濃度)な放射能にさらされ、放射性物質プルームが滞留したことが判っており、長泥集落はこのD)赤宇木地区と隣接した位置にあります。

原発事故により放出された放射性物質プルームは国道R114の山間をなぞるように津島赤宇木地区に至り、低い山間を縫い「別紙-1」北北西飯館村長泥盆地上空を通過、大量の放射性物質が当地へ降下拡散したことが、両地点の土壤の放射能濃度や地表面放射能空間線量グラフから分かります。

また、参考図「浪江町国道R114沿い地上高0cm空間線量」グラフの津島赤宇木とそこに至る通過地点のA)・B)・C)の放射性物質プルームによる降下量＝空間線量が津島赤宇木より低いことが、津島赤宇木における放射性物質プルームの滞留を裏付け、その後プルームは飯館村山間を経て市街地から伊達市方向へ移動したことが判ります。

Fig-2で明らかかなように長泥から山を下り、最も近い観測地点の⑨飯館村草野では汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)は①飯館村長泥の半分になっており、以降の各地点間の放射性物質の降下量の多寡を示す汚染密度の地点差が、なだらかな推移を示していることから判り、ここから飯館村長泥集落の降下量が大きかったことが容易に推定されます。

## ③放射能空間線量から見た変遷についての考察

Fig-4は、人体への影響の大きさを表す空間線量で、グラフは地表面に観測機器を設置して観測した変遷を示しています。

観測当初の2014年には、放射性物質のプルームが移動していった方向北西～北北西の観測値は(⑨草野～七ヶ宿)、当然原発との距離に比例して減衰していく傾向が顕著でした。

しかし、最近では放射能の自然減衰のほか、帰還のための除染や多様な復興諸活動、及び住民帰還を含む住生活環境の再開などにより、放射能の影響は年々小さくなり、2019年の観測値は距離に影響されることが小さく、⑨草野～七ヶ宿まで低レベルにて平準化されていることが判ります。

つまり、「安全・安心」が災害前の日常に近くなりつつあるということが、グラフから云えます。

また、人体への影響の大きさから「安心・安全」を考える評価単位の空間線量( $\mu$  Sv/H)により観察する時、その影響は土壤や降下拡散し汚染された周辺環境により変化します。従って、人体への影響の源を知り、住生活空間環境の「安全・安心」のレベルを推定

するために、複数高さによる空間線量( $\mu$  Sv/H)観測を実施してきました。

Fig-5 相関グラフは、観測高さ地表面と1mにおける2014年と2019年の空間線量の関係を表し、これから空間環境の変化の変遷をみると、2014年:地表面>地上高1mの相関比から、2019年:地表面 $\approx$ 地上高1mと、両者の比が等しくなっていることが判ります。

観測地点の環境から考察すると、この要因は自然と人工的な複合要素の絡み合いによるもので、住生活環境に近いほど経過時間が長くなると:地表面 $\leq$ 地上高1mの傾向になり減衰していくものと2014~2019年の過程年の比の変遷からも推定でき、この比のバランスがこの様に変化していくことが、より「安全・安心」が増す目安になります。

#### 4-5 生粟に吸収(移行)された放射能濃度観測結果の変遷

Fig-6

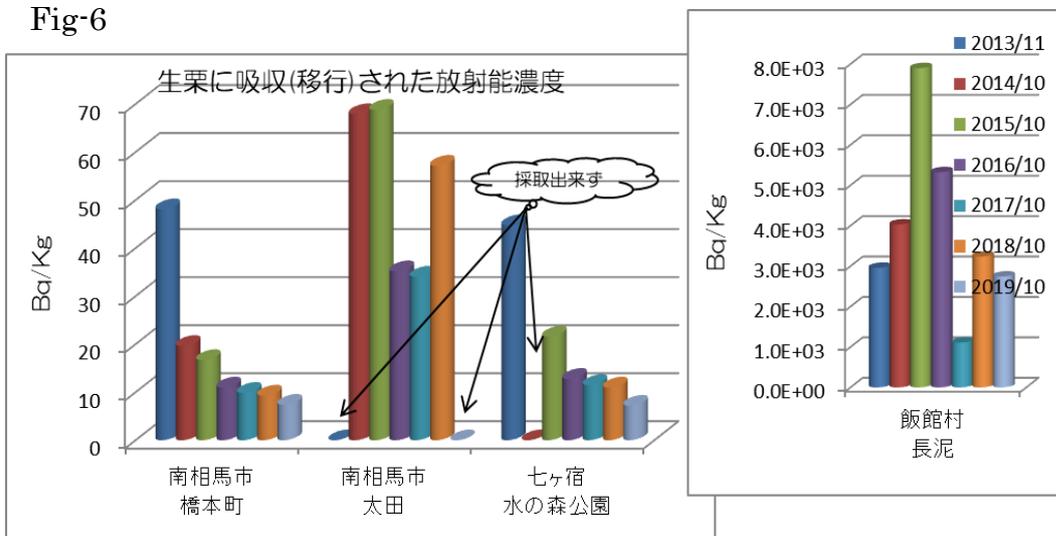
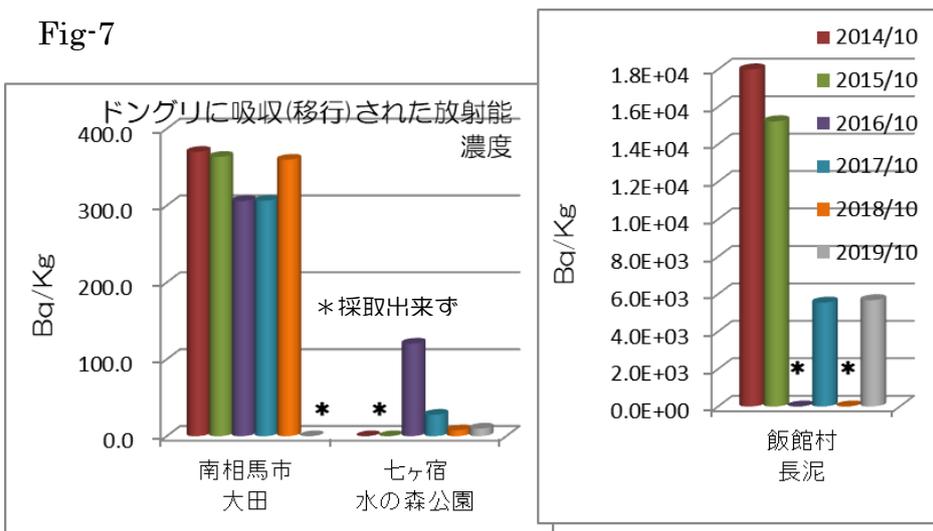


Fig-7



高線量(高濃度)による20Km範囲立ち入り制限により、試料は、福島第一原発よりおよそ25Km北西~北北西に流れたとする高線量(高濃度)な放射性物質のプルームの外縁に当たる比較的的安全と当時称された避難準備区域の⑩南相馬市原町区2地点、お

よび今回の調査方向で最も高線量(高濃度)な地点の D)飯館村長泥と調査終端地点の七ヶ宿水の森公園内の栗、計 4 地点で毎年採取観測しました。

なお、長泥は調査範囲のなかで現在も環境改善の手が入っていない山間地点にあり、高い汚染変遷の象徴的地区の一つになっています。

#### 4-6 生栗に吸収(移行)された放射能濃度(Bq/Kg)変遷からの影響についての考察

Fig-6 に示されたように、極めて高線量(高濃度)な放射性物質のプルームが移動したとされる飯館村長泥の山中に自生している栗を除き、この外縁にあたる南相馬やプルーム終端に近い七ヶ宿の栗はいずれも観測開始の年からは厚生省が設定した「食品中の放射性物質の基準値」を越えるものではありませんでした。

また、双方に経年による放射能減衰の傾向は認められますが、生育土壌と生栗との、放射能濃度比にはいずれの地点の栗にも規則性が認められませんでした。

栗の木の放射性物質の吸収プロセス、それぞれの地点の地質と栗の木の生育環境・樹木種類による性質の違いのほか、人工的な変動、例えば南相馬市橋本町の 2015 年からの表面土壌の入替えによる土壌除染による影響の程度など変動要素は多く、食品とする場合は結果として「栽培品の測定評価」が「安全・安心」の唯一の評価基準にならざるを得ないことになります。

これまでの変遷の共通点としては、栗の実に吸収された放射能濃度(Bq/Kg)の多寡と変動の違いはありますが、経年により各地一様に土壌と同様、当然減衰傾向を示していることがグラフから分かります。

他方、近辺に生育するドングリで比較参考として放射能濃度(Bq/Kg)を測定していますが、その放射能濃度(Bq/Kg)はいずれの地点でも「栗<ドングリ」の比となり、土壌ではなく異種植物間で差異が大きいことを Fig-7 のグラフは示していることが判ります。

このことから、植物それぞれの吸収メカニズムに違いがあり、土壌の汚染レベルを区切り「安全・安心」を一律に評価することは出来ないこととなりますが、この 3,4 年は風評被害に苦しみながらも農地復興再生事業により土壌管理された田畑での生産農産物は、確実に品質保証され、市民に信頼される農業環境が再構築され軌道に乗ってきたことを実感されます。

以上

北西～北北西方向への放射性物質のブルーム移動における、浪江町高濃度汚染地区といわれる津島周辺土壤汚染の変遷

注) 高濃度汚染地区とされ、立ち入りが規制されていた浪江町津島地区に、2016年立ち入り申請が認められ別途計画の観測を開始、その観測dataと比較しました。

