

2015年12月10日

## SPEEDI によった放射性物質拡散予測方向(北北西)における 各地点土壌および採取栗の放射能濃度経年変化についての考察

MDL  
15/12/10  
田中  
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12日福島第一原発事故直後、最初に放出された放射性物質の拡散方向を予測した SPEEDI による放射性物質拡散予測方向の主たる方向であった北北西に当たる、宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム水と歴史の公園」に至る線上観察地点の土壌及び当該方向の起点、終点近辺地域の植物(調査対象を栗とした)の放射能汚染レベル変遷を 2013年から調査開始してから今回が3回目の調査となります。

調査の目的は、日本で初めての原発事故災害がもたらした生活圏の放射能汚染という事態がどのように影響を与えていくのか、単年度、短期間の調査では知りえない環境変化や土壌、栗(の実)に代表される植物の放射能汚染の実態の変化、その間に知りえた新たな現象など、事故から4.5年を経過した自然界における変遷の実態を知ることに取り組みました。

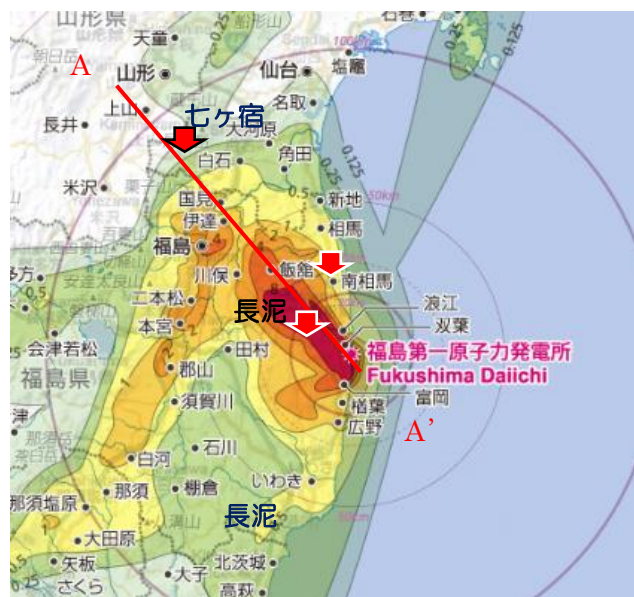
### 方法

福島第一原発事故直後の放射性物質放出拡散方向を予測した SPEEDI の予測地図を右図に示します。

Fig-1 放射能汚染地図—群馬大学早川教授作成—6版より抜粋

A-A'で示す線上の数地点を観測地点として、例年通り放射能汚染レベルを観測しました。

また、赤矢印のポイント(飯館村長泥、南相馬市、宮城県七ヶ宿町)に観測用栗の採取地点の位置関係を示します。



### 1. Fig-1A-A'線上の観測用栗および生育土の採取地点

- ①飯館村帰還困難地区のうち、高線量により立ち入りを制限されている長沼地区への R399 長泥立入規制北側ゲート前の栗および生育土。
- ②旧避難指示準備区域の南相馬市橋本町(南相馬市原町区中心市街地の南端) の栗および生育土。
- ③Fig-1 A-A'線上の北北西端に位置する、宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム水と歴史の館公園」内に自生する栗および生育土。
- ④新たに比較観測として、福島県南相馬市原町区郊外の太田地区(福島第一原発から 20Km 境界付近)の栗生育土。

### 2. Fig-1 A-A'線上の環境観測地点

- ①宮城県七ヶ宿町「七ヶ宿ダム水と歴史の館公園」栗および桜生育土の 2 地点。
- ②福島県国見町境界点県道 R46 小坂峠路肩土。
- ③福島県桑折町県道 R123 「伊達地方衛生センター」正門脇および正門前阿武隈川土手の 2 地点野地土。
- ④福島県霊山町 R115 交差点路肩土。
- ⑤福島県霊山町 R115 「片山アイスクリーム店」脇の田んぼあぜ道土。
- ⑥福島県飯館村旧佐須小学校分校前県道 R31 脇石碑路肩土。
- ⑦福島県飯館村前県道 R31 路肩土および畑地出入口路面土。
- ⑧福島県飯館村県道 R31 R12 交差点付近の遊休地面土。
- ⑨福島県飯館村国道 R399 長泥立入規制北側ゲート前栗生育土。
- ⑩福島県南相馬市原町区橋本町個人宅栗生育土。

### 3. 測定機器

#### ①栗および生育土の蓄積放射能濃度測定

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

型式：SEG-001-AKP-S-63(通称 食品測定器)

測定単位：Bq/Kg

#### ②A-A' 線上の観測地点土壌表面などの環境放射能測定

US Thermo 社製パンケーキ型 GM 多目的サーベイメーター

型式：RedEye20-ER

測定単位：H=0cm&1m CPM&Bq/cm<sup>2</sup>

日本 堀場製作所製 CsI(Tl)シンチレーションサーベイメーター

型式：PA1000

測定単位：H=0cm&1m  $\mu$  Sv/H

日本 日立アロカ社製 GM サーベイメーター

型式：TGS146B

測定単位：CPM

結果および考察

1. 観測用栗と生育土壌の測定結果

Fig-2

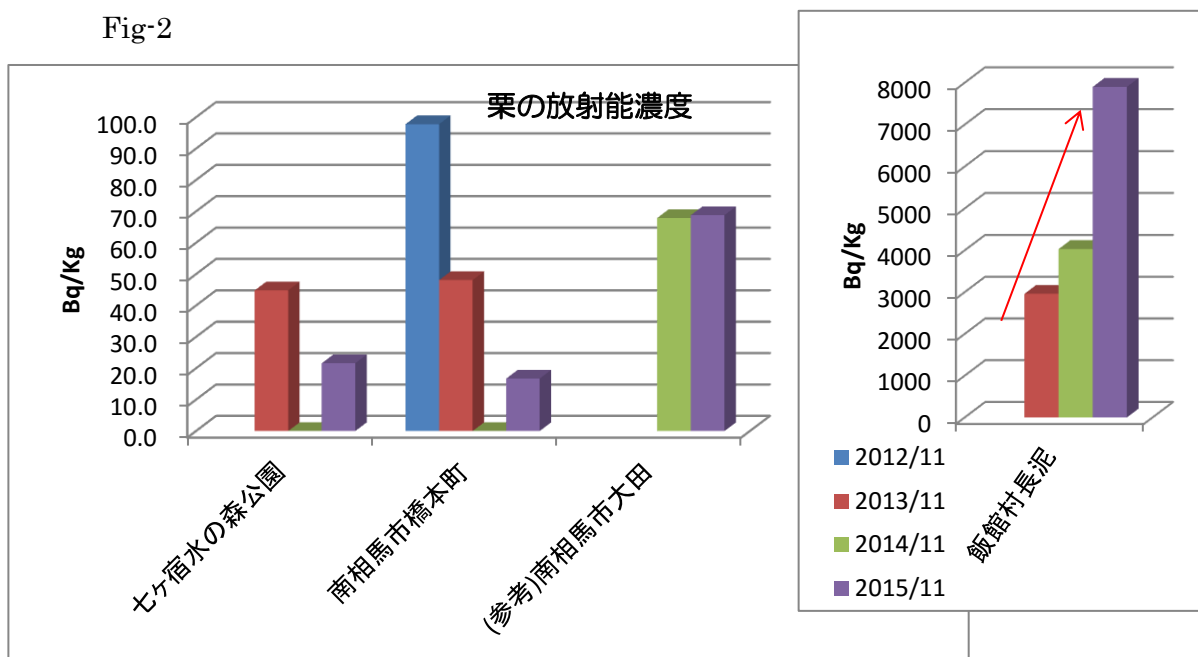
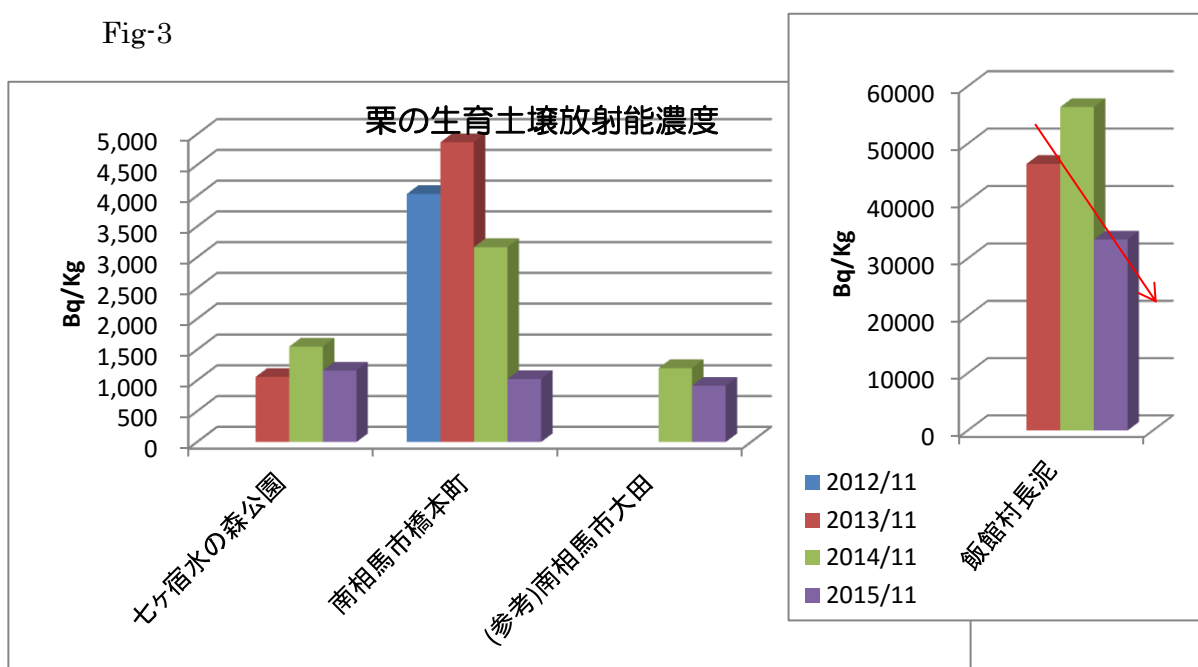


Fig-3



2011年3月12日福島第一原発事故により放出、北北西に拡散したとSPEEDIにより予測された放射性物質が、ほぼその最北北西端約80Km同方向にある七ヶ宿の栗にどのような影響を与えているか、またその生育土壌などの環境にどのような経年変化があったか、調査を開始してから2年を経過し調査は3回目となりました。

数年に限った短期間では評価が難しい放射能被害の調査では、今後も継続した調査を進めていく必要があり継続していく計画ですが、今回の観測結果により得られた事実とそこから読み取れる、放射能による環境への影響を考えてみました。

調査開始 2013 年より 2015 年 Fig-2 栗の傾向を見ると、セヶ宿水の森公園および南相馬市原町区市街地に位置する橋本町では毎年漸減する傾向が顕著です。

一方、南相馬市内にあっても 20Km 圏に近い大田地区は前年比で大きな差異はありませんが、観測された濃度は 100Bq/Kg 以下と小さいことからばらつきの挙動範囲を考えますと、前者の地点の栗と同様な変動、つまりばらつきの範囲内と考えられます。

他方、高線量地区である飯館村長泥の栗では年々放射能濃度が上昇する現象が起きています。この現象は数回の繰り返し測定で確実に確認されています。

この現象要因は、栗の生育は土壌の放射能濃度と密接な関係があることから、Fig-3 と比較して観察すると、セヶ宿および南相馬市大田地区の土壌は前年比大きな変化が見られず、濃度測定誤差や測定ばらつきによる変化の範囲内における漸減傾向と認められ、また、比較的土壌の放射能濃度が高い橋本町の土壌においては隣接地の除染の影響と思われる土砂の流入が認められ、比較的大きな低減傾向が顕著に示されています。

しかし、土壌の放射能濃度が今回のレベルの時は、栗の木が放射性物質を取り込む量は抑制傾向となり、これが栗の実の放射能濃度が漸減傾向になったと考えられます。

他方、居住制限地区となっている高線量地区の飯館村長泥の栗の木は、その生育土壌の放射能濃度は格段に高く、木々は放射性物質の蓄積(吸収)量が多くなる。

従って木の中に蓄積される量も多くなり、実や葉に移行する量とのバランスが低線量地区の前記地区と違い、つまり、土壌の放射能濃度が漸減方向にあっても、木々の容積当たりの放射能濃度が高まり、栗の実の放射能濃度の観測値が上昇する要因となっているのではないかと推考します。

つまり、市街地などの比較的放射能濃度の低い土壌地点と、山間(山林)部などの比較的高い地点では、経年における実や葉に移行される放射能濃度の変化に違いがある為ではないか。

飯館村長泥の栗の木の付近に生育する栗と同系統植物のコナラのドングリを、比較として今回測定していますが、これは Fig-4 に示すように昨年の観測値に比べ、約 14%と土壌の低減率 40%と比べて比較的小さい低減率となっており、また、土壌の放射性濃度が低く前年比で変化の小さい南相馬市大田地区の栗と同じ敷地から採取した Fig-5 ドングリも、栗と同様に昨年と比べ、小さい変化にとどまっています。

両者の類似の変化は栗の変化と比較すると違った逆の意味、南相馬市大田地区の場合には放射能濃度が低い故の土壌の結果による小さい変化、他方飯館村長泥のドング

りの放射能濃度の減衰量の小ささは、長泥の栗と類似の放射能濃度の増加または濃度の減衰量が小さくなる傾向に転じる可能性を、今後持っているのではないかと考えています。

栗と生育土壌の関係について推考した仮説については、実際木々がどのようなメカニズムにより成長し、実や葉に放射性物質を含む養分が移行するのか不明であり、今後の経年観察により実証的に明らかになるものと考え、これらの放射能濃度の違いが環境に与える影響はどのようなことが考えられるか、これまで時間の経過とともにあらゆる状況が自然に復帰すると思われていましたが、今回の増加する場合もあるという新たな事実を今後追跡調査を行っていきます。

Fig-4

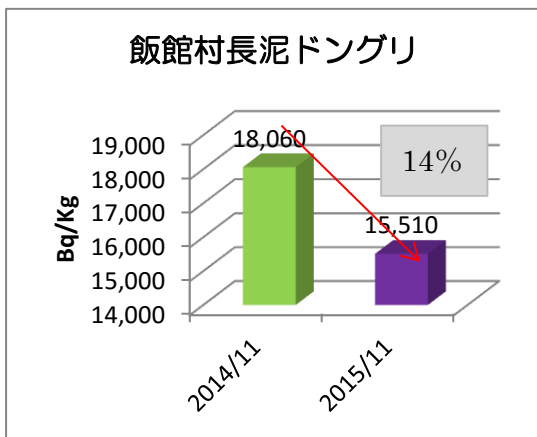
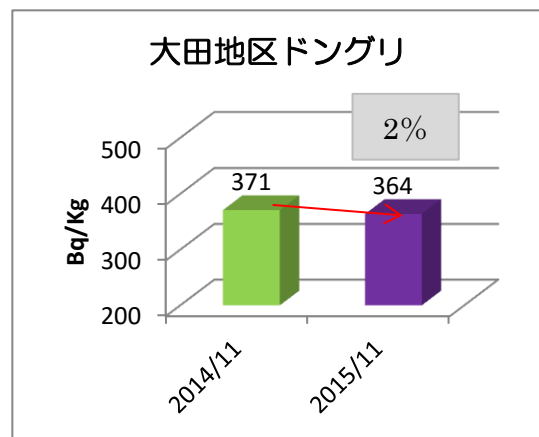


Fig-5



2. 福島第一原発を起点とした Fig-1A-A'線上北北西方向における環境測定結果

福島第一原発を起点とし七ヶ宿水の森公園を終点とした、北北西方向の観測地点を設定し、それぞれの地点における土壌表面放射能濃度 (Bq/cm<sup>2</sup>) を 2013 年から継続して測定、その結果を Fig-6 に示します。

Fig-6

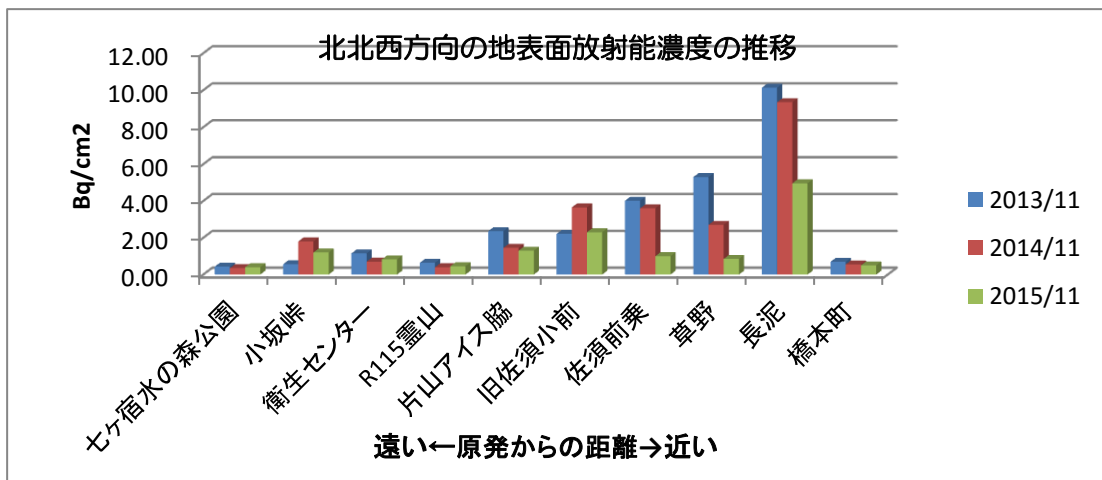


Fig-6 の内、橋本町は観測地点の北北西方向から東側に外れ、低線量であることから早期に居住が認められている南相馬市内にあり、他の観測地点と比べ最も第一原発と近い海寄りの地点という位置づけで、今回は栗の放射能濃度測定地点として、グラフに表しています。

観測を開始した 2013 年時点では、飯館村を含め放射能除染が小規模にしか行われていないことから、第一原発から遠いほど放射能濃度は低くなる当然の関係にありました。

2014 年度は、飯館村の除染が徐々に進み、観測地点と第一原発からの距離との放射能濃度の関係は規則性を失い、2015 年には飯館村との境界付近の霊山片山アイスを境に、飯館村市街の草野まで、除染効果により放射能濃度の減少率が大きく、空間環境改善が図られ人為的に距離と放射能濃度の関係は崩れ始めたことが分かります。

この状態は、係数が 1 に近いほど規則性があることを示す、Fig-7 に示す近似曲線の R2 値でも分かります。

ここで特徴的なのは、除染が同程度のレベルで行われていても自然環境の保全レベルの高い地域と市街では空間環境の除染効果に差が出るのが、佐須(山間) > 草野(市街)の関係から分かります。

また、長泥も 2015 年 8 月ごろから道路除染及び沿道山林内の落葉処分が実施され大幅に放射能濃度が低減しています、しかし山間部であることからその効果は限定的で居住できる生活空間レベルには無いことが分かります。

その他の地区については、もともと比較的低線量であったことなどから、観測地点周辺では自然減による変動のみとなっています。

Fig-7

| 観測年         | R2 係数  |
|-------------|--------|
| 2013 年 11 月 | 0.9286 |
| 2014 年 11 月 | 0.6792 |
| 2015 年 11 月 | 0.4223 |

福島第一原発事故前の空間環境への復帰を知る手がかりとして、2014 年から地表面および 1m 空間放射能強度の経年変化を調査しています。

その推移は、全体の流れとして前年比低減を示していることが Fig-8 のグラフにより分かります。

この要因は自然減と、特に飯館村内は除染による効果が高いと云えます。

しかし、グラフでは福島県国見町小坂峠および南相馬市橋本町で、前年比わずかに上がる傾向を示しています。

これは、現地自然環境の観察と Fig-9 矢印部に示す地表面の放射能強度( $\mu\text{Sv}/\text{H}$ )をみると地表面は前年比低減しており、周辺空間環境の自然環境のわずかな悪化によるものであることが分かります。

変化の傾向は、今後も経年継続して観測していく計画ですが、エネルギーの高いセシウム 134 の半減期経過後 2014 年ではおよそエネルギーが半減、以降減衰カーブは小さくなり、セシウム 137 の半減期(30 年)に向けて、Fig-10 に示すように長期間変化の小さい減衰推移を経過することになります。

が、この状況が除染などの放射能強度を下げる、人為的な各種施策により実質的には、理論値よりもさらに減衰していくことを期待し観測を継続していきます。

Fig-8

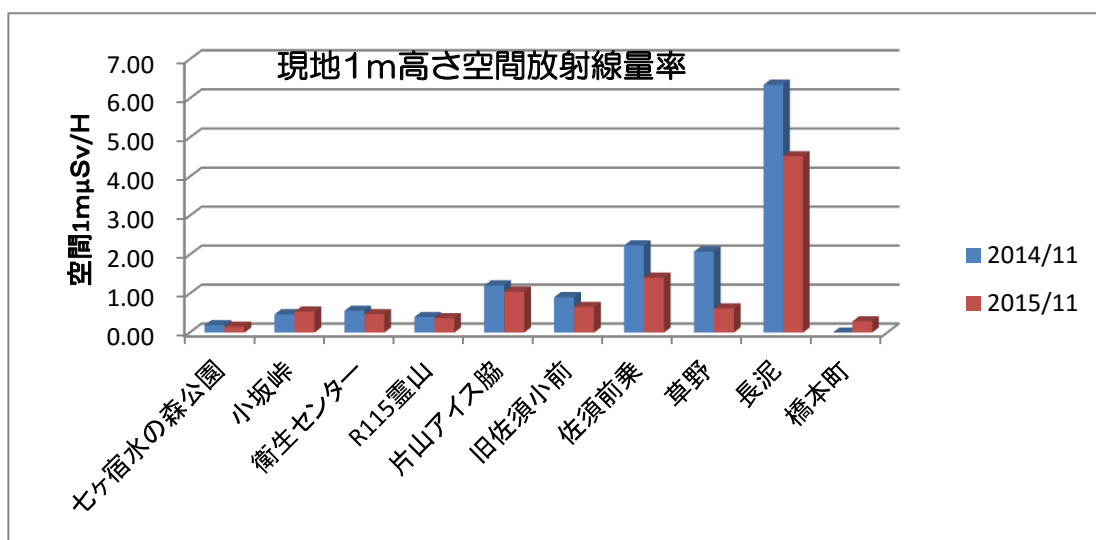


Fig-9

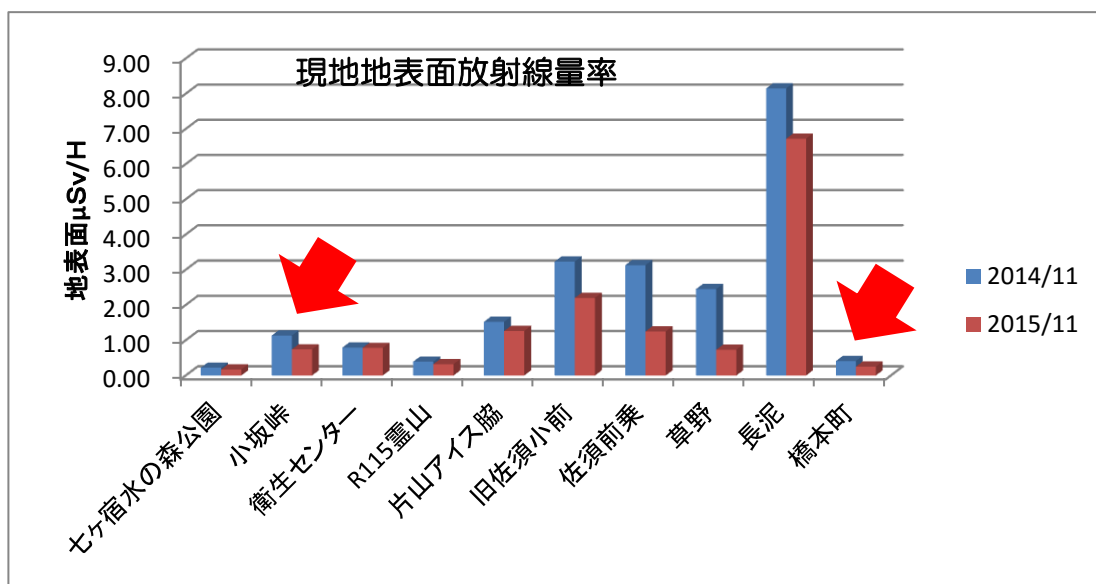
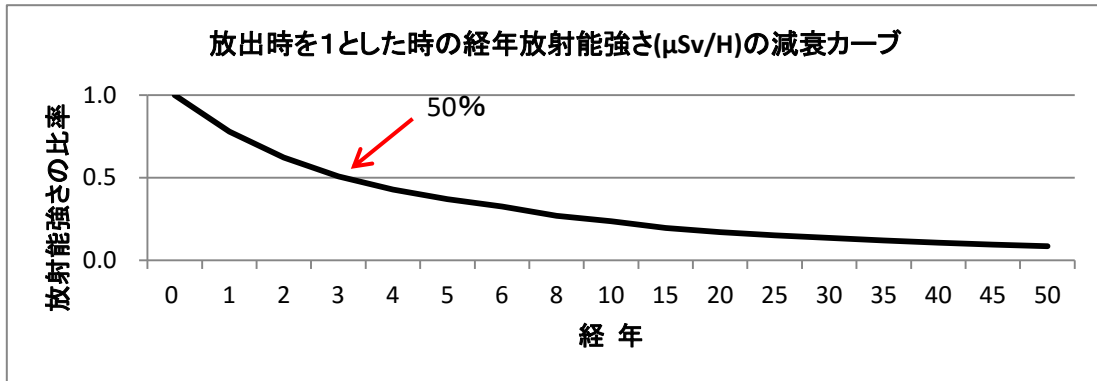
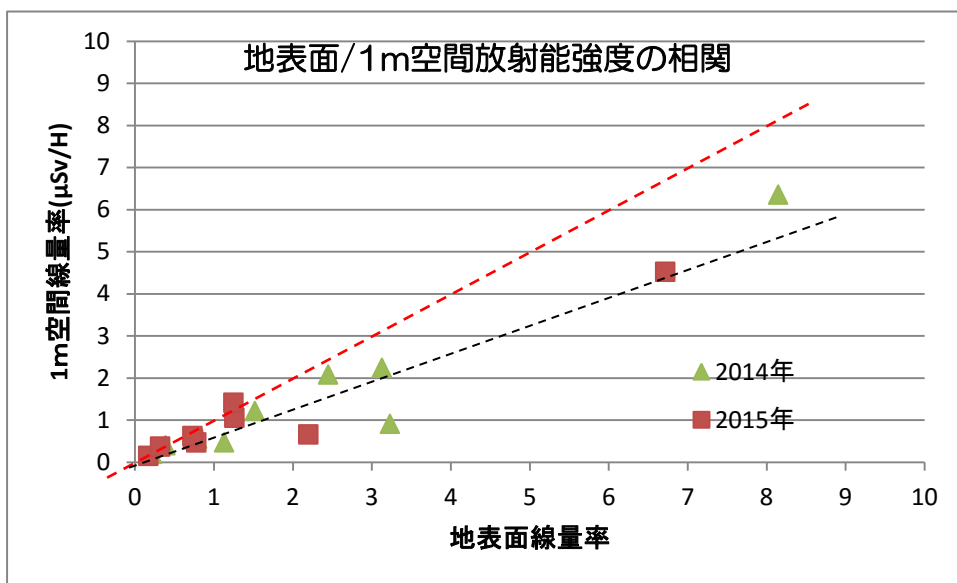


Fig-10



次に、観測地点の地表面と周辺的环境放射能の影響も含めた 1m 高さの空間放射能強度(μSv/H)の相関関係を Fig-11 にグラフで示します。

Fig-11



双方の項目線量率の相関比 1 : 1 を赤点線にて示しましたが、各年とも全体に観測地点地表面側に傾斜、つまり放射線強度は 1m 空間環境より地表面のほうが強いものの、おかれた空間環境全体としては低く、各観測地点の外部被ばく量は周囲の影響により、軽減されていることが分かります。

これらの変化が、どのように推移していくのかを可能な限り追跡し、人口過密で緑化度の高い日本の国土に於いて、山間部への帰還や山林木々の成長に吸収され続ける放射性物質と復興への道が、どのようにたどるのか確かめることは、今後の原子力災害における危機管理において、参考になる事実を実証的に確かめられる貴重な時間であると考え、活動を継続していきます。



まとめ

1. 放射能濃度(Bq)の低濃度地区と高濃度地区では、栗の実に移行吸収されている放射能濃度の挙動に差があることが分かりました。

低濃度地区の栗の実と生育土壌には正の相関関係が、高濃度地区では負の相関関係と、同じ植物で逆の生育挙動が今回認められました。

このことは、福島県のように自然に恵まれていた地方では、これまで楽しんできた山野における自然の収穫が、市街地と同じ植物であるからと云って、等しく放射能濃度が低減していることにはならず、むしろ更に濃度が凝縮されているリスクがあることを認知する必要があると考えます。

その点では山野における放射能濃度が高いままであることに加え、収穫の楽しみは、市街地以上に先になることとなります。

今後の継続調査にてどのような変化を示すのか、注目していきます。

2. SPEEDIにより予測された福島第一原発事故による北北西方向の放射能強度など放射能の各種レベルを調査することでいったん原発事故が発生すると生活空間の環境はどのような変遷を示すのか、調査を開始してから今回で3回目となりました。

原発事故は長期間にわたる影響にリスクを多く抱えています。

不幸にして起きてしまった事故について、冷静にその後の変遷を観察することにより、次世代に残せる歴史が見えてくると考えます。

今後も、これらの視点から調査を継続していきます。

以上