2013 年 11 月 15 日

SPEEDI 放射性物質放出予測方向における
2013 年収穫の栗に含まれる放射性物質からの一考察

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

MDL
'13/11/15
田中

背景

今回　、数カ所の地点から栗を採取する機会があり、この採取地点の一つに七ヶ宿があった。当該地点と第一原発とを結ぶと SPEEDI が予測した放射性物質の放出方向と一致する方角であることが分かったので、それぞれの測定依頼により調査採取した栗と栽培土壌の放射能、および SPEEDI の予測方向の七ヶ宿から飯館村に及ぶ各地の土壌放射能を調査した data を集約、そこから比較検証し、見えてくる樹木汚染の現状分析と今後の降下放射能の残留や減少はどのような形態で樹木に影響を与えていくのか考察を加える。

方法

1.生栗および栽培地土壌に含まれる放射能測定

①福島県南相馬市橋本町

②福島県飯館村長泥地区(長泥北ゲート付近)

③宮城県七ヶ宿町(七ヶ宿ダム水と歴史の館公園)

2.SPEEDI 放射性物質放出方向予測線上の土壌放射能測定

①「土壌測定ポイントの全体関連」図参照

②「放射能レベル測定 data」参照

3.測定機器

①栗および栽培土壌の放射能

ウクライナ AKP 社製 NaI(TI)シンチレーションスペクトロメーター

形式 SEG-001-AKP-S-63(通称：食品放射能測定器)

②SPEEDI 上の今回調査測定各ポイント

U S Thermo 社製 多目的サーベイメーター

形式 RadEye B20-ER

結果および考察

1.生栗および栽培地土壌に含まれる放射能

南相馬市橋本町の栗は、昨年測定時と比較し本年はほぼ半減と大きな減少を示している。

樹木や果実への放射性物質の吸収メカニズムがどのようなものか、樹木の生長過程と大きな関連があると思うので、今後も調査を継続し来年以降の減少推移によって放射性物質の降下と樹木の影響を観察していく。これらは、これまでに追跡調査を行った記録が見られないので非常に有用な結果を導き出すと考える。

また、第一原発から約 70～80Km も離れ、空間放射線量率も早く低いレベルで推移した七ヶ宿で生長した栗が厚生省食品中放射能規制値の 50%と比較的高い値が測定されたことが意外であった。

今後、第一原発に近いが比較的降下放射性物質が少なかった橋本町、その反対に高い位置にある飯館村長泥ゲート付近、遠距離にある七ヶ宿と、比較検証に効果的と思われる検証地を継続測定することによって、果樹木や山林およびその周辺の環境の放射能被害からの復興と除染への手掛かりを掴むことができるのでは、との思いをもった。

考察

①南相馬市橋本町同一の木から採取された 2013 年生栗の前年比では、97.8Bq→48.1Bq とほぼ半減している。(表-1 参照)

今後も、この急激な低減傾向を維持していくのか、そのほかの傾向を示すのか、初めての調査であり、樹木の生長過程における養分の実までの経路と放射能含有減少カーブの関係を知るうえで継続調査に大きな意義があると考えている。

②栗に含まれた放射能の半減要因は何か?栽培土壌に変化があるのか?、data では 2012 年と 2013 年では同一場所のサンプリングなのに測定値が逆転している。これは同一の木周辺であっても採取場所による濃度のばらつきによるものと思われる。

つまり、前年と比較しほとんど放射性物質の強度に大きな変化がないことを示している。

土壌の放射能強度は変わらないが、栗の放射能吸収度は減少する原因は何か?生長とその過程における栄養素の吸収メカニズムに起因すると思われる。(表-2 参照)

③具体的には、土壌の放射能強度と栗の放射能の吸収度にどのような関係があるのか？樹木へのセシウム吸収は樹木のどの部位を伝わって栗の実へ伝わっていくのか、毎年新たに生長する部分のこれらに関するメカニズムを解明できれば、除染の難しい果樹栽培農地や山林の復興対応策を考えるうえでも重要であり、関心を持って追跡調査を続ける。

④今年度採取の橋本町と七ヶ宿の栗では、放射能を含むレベルはほぼ同じであった。

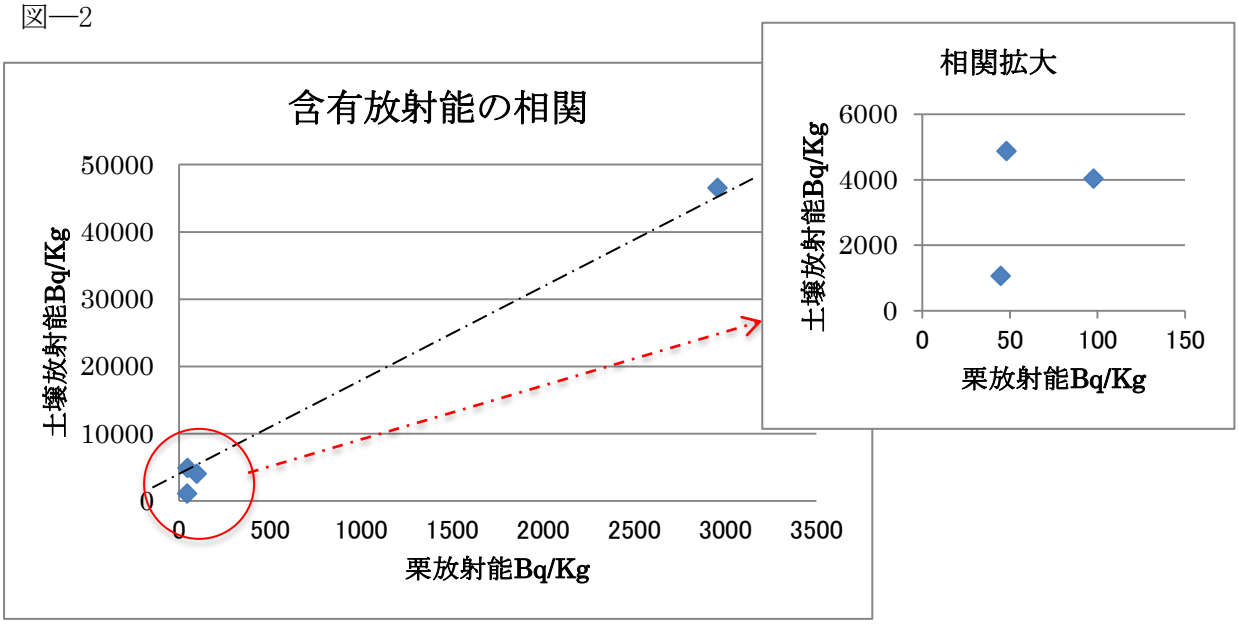
一方、栽培地の土壌では橋本町＞七ヶ宿の関係にあり、その差は約 4 倍と大きいものである。木の生長メカニズムや樹齢、栽培地気候などによる差か、その他の理由によるものか？不明であり、今後継続測定調査を進めることと併せ、専門家の意見など情報を収集していきこれらの要因を解明したい。(表-1 参照)

⑤しかし、高線量地区の長泥を含めた全体でみれば栗と汚染土壌の放射能汚染には相関関係があることが分かる。(図-2)

ここから、土壌の汚染度レベルを低・中・高汚染など、グループ分けした上で栗に含有

されてしまう放射能のレベルを推定し、土壌除染の手段に生かす方向性が見いだせないか?今後の継続調査で考えていく。

図―2



⑥飯館村長泥地区は’13-11 月現在も高線量立ち入り禁止地区にあり、採取栗はその入り口にあたる北ゲート手前で採取したもので、地域性から当然高い濃度を示した。今後の継続測定で放射能の減少傾向(有意差)を把握しやすいサンプルになる。また、他の地区との比較検証のパイロットとなる。(表-1 参照)

表-1 生栗放射能強度

単位：Bq/Kg

採取時期	区 分	137Cs	134Cs	Total
2012 年	橋本町	59.4	38.4	97.8
2013 年		32.3	15.8	48.1
	長泥	2010.0	949.0	2959.0
	七ヶ宿	31.9	12.9	44.8

表-2 栗栽培土壌放射能強度

単位：Bq/Kg

採取時期	区 分	137Cs	134Cs	Total
2012 年	橋本町	2,450.0	1,580.0	4,030.0
2013 年		3,300.0	1,570.0	4,870.0
	長泥	31,500.0	15,000.0	46,500.0
	七ヶ宿	733.0	326.0	1,059.0

2.SPEEDI 放射性物質放出予測方向における各地の土壌放射能

今年度各地の栗の実を測定する機会があり、その位置関係が偶然 SPEEDI による放射性物質放出の予測方向と類似していることが分かり、分析調査を行った。

その結果は、必ずしも関係性はないがこの偶然性を受けて追加調査した土壌の汚染調査の結果において SPEEDI の予測について正しさを再認識する data となった。

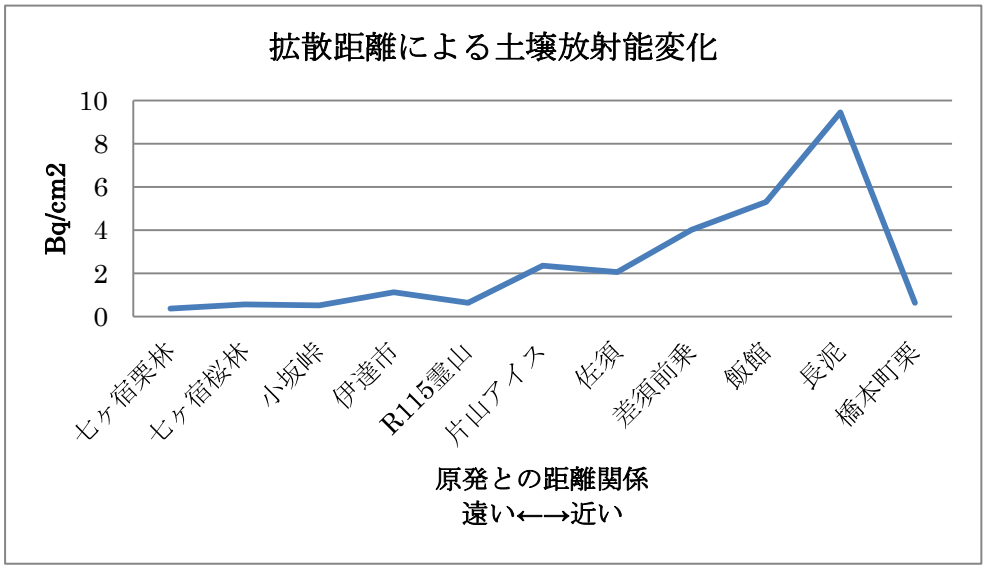
今後、同様の不幸な事故を起きないと信ずるが、いくつかの山々を越えて 100Km に近い地域においても平常時であれば管理区域となる汚染レベルになることも知っておくことが重要である。(事故から経年を増すごとに、飯館以北の地区ではこの事実を避けるように、話題にならない現状を恐れるのは考えすぎだろうか)

考察

①今回測定された土壌の汚染度は七ヶ宿(場所記号 A)から第一原発に最も近い飯館村に近いほど高くなる傾向を示し、SPEEDI の予測方向と値の増加する傾向が一致している。

このことから、阿武隈山系を越えた山形県境に係る山系においてもこの傾向は変わらずに、平常時に近い空間線量率の環境を示す地域はさらに遠方であることが分かり、被害の大きさが改めて実測で理解できた。

図-1



②放射線障害の防止に係る法律にて、外部被ばくを防止するために放射線管理区域について指定されている。

そしてこの放射線管理区域の設定基準は

a)外部放射線に係る線量については、実行線量が 3 か月あたり 1.3mSv。

一般的な「毎時」に換算すると、0.46μSv/H＝1.3＊1000/90/24 となる。

b)空気中の放射性物質の濃度については、3 か月についての平均濃度が空気中濃度限度の 1/10。

C)放射性物質によって汚染されるものの表面の放射性物質の密度については、表面汚染密

度(α線を放出するもの：4Bq/cm2　放出しないもの：40Bq/cm2)の 1/10。

つまり、セシウムはα線を放出するので 0.4Bq/cm2＝4＊0.1 となる。

d)外部放射線による外部被ばくと空気中の放射性物質の吸入による内部被ばくが複合する恐れがある場合は、線量と放射能濃度のそれぞれの基準値に対する比の和が 1。

と、定められており、この放射線管理区域では、

ｱ)関係者以外の立ち入りを禁止し、放射線被ばくを防止する。

ｲ)放射線モニタリングなどを厳重に行い、被ばく防護対策を行う。

ｳ)管理区域外への放射線の漏洩、放射能汚染の拡大を防止する。

ｴ)標識、柵などによって境界を明示区分し、出入り管理を行う。

ｵ)被ばく管理を行う。

ことが要求されています。

上記設定基準 C)と照合すれば、今回の全ての測定場所の土壌は”放射線管理区域”と同様の管理を要求される汚染レベルであることが分かった。(表-3 参照)

③今回の第一原発の事故によりこれほど広範囲にわたり汚染され、現実的に”放射線管理区域”というルールを無視せざるを得ない状況となっていることを、事実として知ることができた。(多くの人がこのルールを知らないまま放置されていることも知っておくことが大切)

しかし、今後も起こり得る可能性を持っていることや、″放射線管理区域“の設定は平時のルールということでなく健康を考慮した安心・安全の絶対ルールであることを再確認し、リスク管理として緊急異常事態時を含め、どのようにスピード感を持って対処するのかを改めて考え直すことが重要であることを問題提起したい。

表-3 各地土壌面放射能

単位：Bq/cm2

場所記号	A	B	C	D	E	F	G	H	J
測定値 注 2	0.37 ～0.85	0.52 ～0.60	1.13 ～1.15	0.64	2.36	2.06 ～2.36	4.01 ～26.2	5.30	9.45 ～10.8

注 1)測定値の場所記号名および詳細は「放射能レベル測定 data」参照

注 2)測定値は多目的サーベイメーターB20-ER による測定値を示す

④一方、南相馬市橋本町近辺および七ヶ宿にて栽培される植物は今回の栗およびやまなしの結果から多くは(当然各食品ごとの測定は欠かせないが)規制許容範囲内に収まることが予測される。(表-1 及び 6 参照)

また調査時の 2013-10 月における七ヶ宿では 0.12μSv/H 前後、橋本町では 0.11μSv/H 前後と、空間放射線量率は比較的低線量率にとどまっており、事故前と比較すると約 2 倍のレベルにはあるが、下記の計算根拠から現実的には生活空間として居住できるもの

とされる。(⑤、表-4 参照)

⑤逆説的に言えば、第一原発から約 24Km の橋本町と 7～80Km 離れた七ヶ宿で、ほぼ同じ線量率を示すことの汚染範囲の広域さ、影響の大きさを知っておくことが大切である。

⑥今回の災害前と同様に居住可能とする除染後の生活環境の目標値として、環境省より示されている「追加被ばく線量年間 1mSv の考え方」によれば、1 時間当たりの空間放射線量率に換算した場合、0.23μSV/H としたものです。

その考え方では、生活パターンを、1 日のうち屋外 8 時間、屋内 16 時間それぞれ滞在すると仮定しています。また、屋内での線量は屋外の 0.4 倍(木造家屋を想定)として、年間 1mSv（1,000μSv）となる空間放射線量率は、

1mSv/365 日(屋外 8 時間+室内 16 時間＊0.4)＝0.19μSv/H

これに、自然界の大地からの放射線 0.04μを加え 0.23μSv/H としたものです。

表-4 環境省目標の年間被ばく空間線量率との比較

単位：μSv/H

測定場所	空間線量率
年間 1mSv/Y	0.23
南相馬市橋本町	0.11
宮城県七ヶ宿	0.12

3.その他関連情報

①栗の調理加工による放射能含有の変化

七ヶ宿の栗を生および茹でた状態で含有する放射能がどのように変化するか調査した。放射能の残留はおよそ 2：1 の比で栗の実に残る結果となり、皮に溶出を阻まれ実に含まれたものは溶出しにくいのか、比較的茹で汁には溶出されないことが分かった。(表-5 参照)

表-5 処理別放射能変化

単位：Bq/Kg

処理のレベル	137C s	134Cs	Total
生栗	31.9	12.9	44.8
茹で処理後の栗	25.6	12.3	37.9
茹で汁	10.5	4.5	15.0

②宮城県七ヶ宿町(七ヶ宿ダム水と歴史の館公園)自生のヤマナシ放射能測定

今回七ヶ宿にて採取した栗から約 100ｍほど離れた場所に自生していた山梨の放射能を図った結果は表のとおり検出限界以下(ND)であった。

表-6 ヤマナシ放射能

単位：Bq/Kg

核種	検出限界値	測定値	判定
137Ｃｓ	3.2	2.47(評価誤差 94.8%)	ＮＤ
134Ｃｓ	2.7	0.00(評価誤差 0.00%)	ＮＤ

まとめ

1)遠方の放射能被害については各種情報を通して漠然と「被害はゼロではない」ことは認識していたが、今回の栗と土壌の放射能調査を通して、第一原発から約 24Km と近い南相馬市橋本町と幾つかの山を挟み 7～80Km も離れた遠方の七ヶ宿の栗の含有放射能の値がほぼ等しい。また、これほど遠方においても食品汚染が規制値の半分近いという結果に、改めて汚染被害の広域性と、だからこそ災害の再発は絶対許されないことを再認識させられた。

2)南相馬市橋本町の栗と栽培土壌の放射能経年変化(減少率)から、栗の実に放射性物質がどのような経路をたどって毎年蓄積されていくのか?このメカニズムが解明されれば果実や土壌の除染手段に新たな可能性が見いだせるのではないか、今後も継続して今回と同一地域サンプルの栗と土壌の放射能を調査していく。

3)今後除染が進行すると思われるが、今回の SPEEDI による放射性物質放出予測方向に沿った土壌の汚染レベルがどのように変化していくのか?継続して同一地域を調査することで変化と課題が生活環境にどのような影響を与えるのかウオッチしていく。

4)経年変化は複数年観察していくことでしか新事実を掴めない。よって、樹木と山林の放射能被害の軽減予測と効果的な除染手段の模索を図るためにも継続調査を行っていく。

次回調査時期は 2014 年 10 月初旬 栗の収穫季節とする。

添付資料

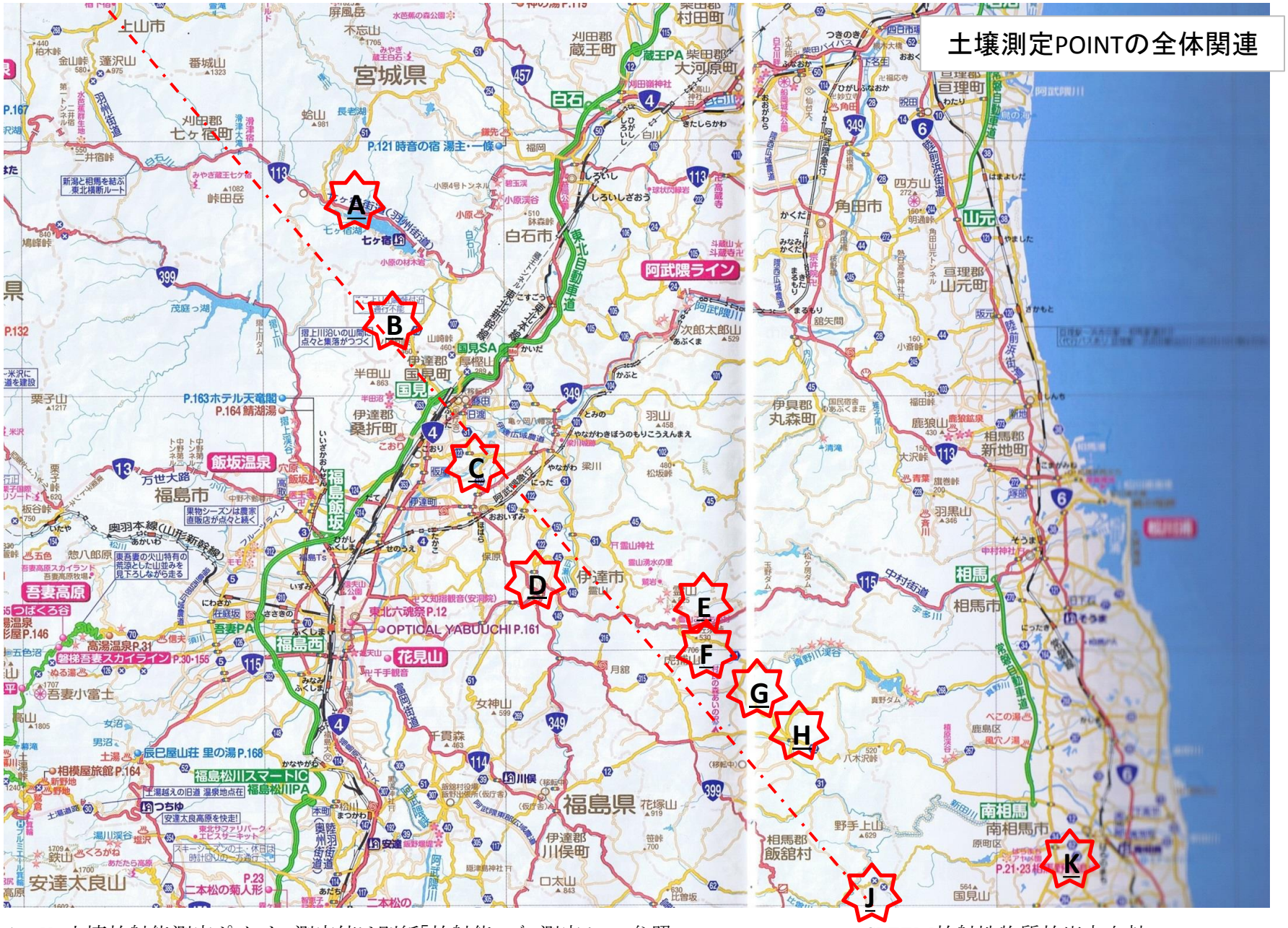
１．土壌測定ポイントの全体関連図

２．放射能レベル測定 data

調査協力

上野俊広さん

今回の調査に当たり試料収集など協力いただきました。ありがとうございました。



A～K：土壌放射能測定ポイント　測定値は別紙「放射能レベル測定data」参照

SPEEDI放射性物質放出方向軸

放射能レベル測定data

MDL
'13/11/15
田中

A:七ヶ宿 水と歴史の館公園

サーベイメーター 単位:Bq/cm2		食品放射能測定器 単位:Bq/Kg							
対象	土壌面測定	対象	137Cs	134Cs	合計Cs	対象	137Cs	134Cs	合計Cs
栗林の土壌	0.37～0.48	栗林の土壌	733.0	326.0	1059.0				
桜林の土壌	0.56～0.85	生栗A	31.9	12.9	44.8				
		栗A茹で後	25.6	12.3	37.9	栗B茹で後	11.0	4.5	15.5
		栗A茹で汁	10.5	4.5	15.0				

注)栗AとBは同一場所で採取し採取日が10/12と10/6の差、よって同一条件の栗品質とみなせる。

栗林の土壌測定POINT

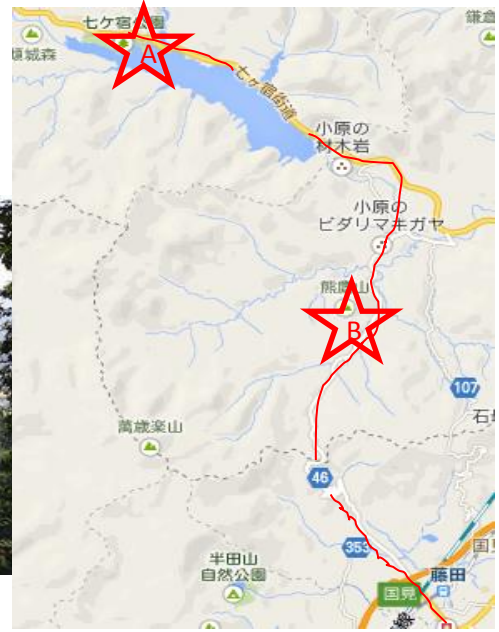
桜林の土壌測定POINT

B:県道46号線小坂峠(七ヶ宿～国見IC)

サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
路側の土壌	0.52～0.60

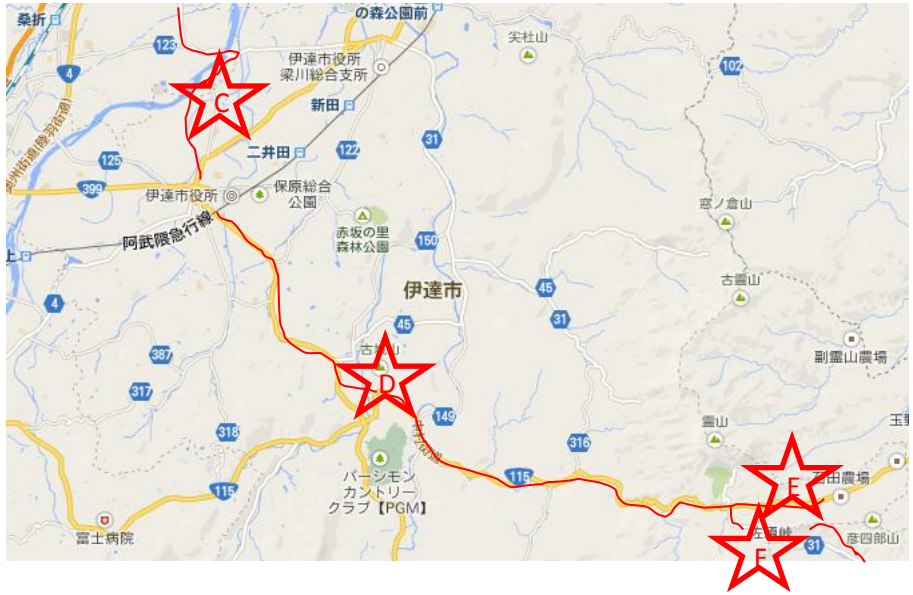
R46 小坂峠の土壌測定

小坂峠より伊達市遠望



C:伊達市阿武隈川河畔(水処理場前)

サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
処理場入口脇	1.15
処理場前土手	1.13～1.41



D:R115と霊山町入口交差点

サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
路側の土壌	0.64

E:霊山片山ジャージアイス端の田圃畔

サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
路側の土壌	2.36

F:佐須 綿津見神社入口交差点

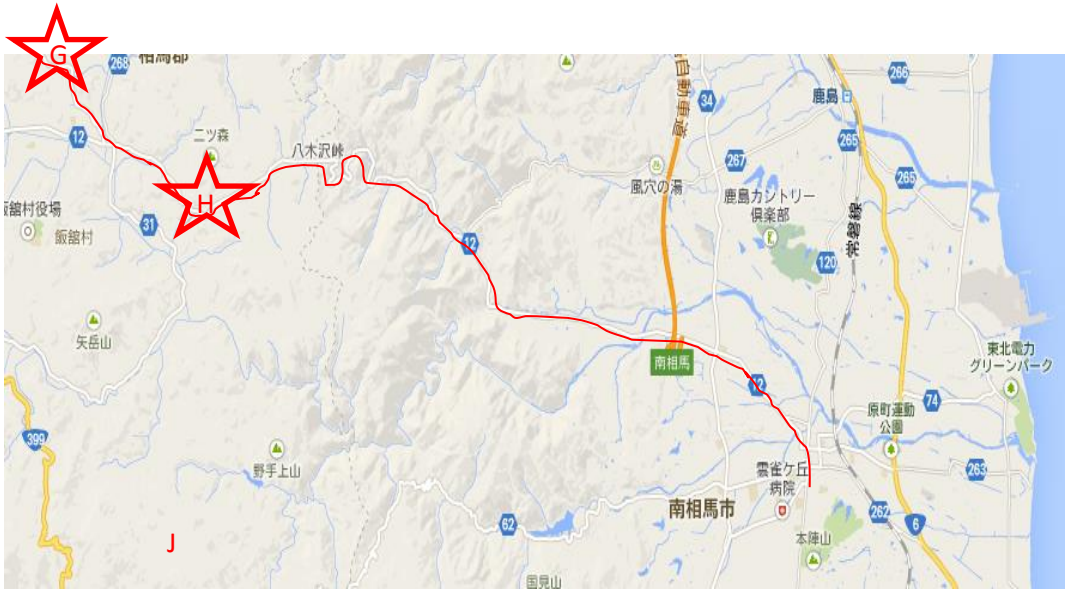
サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
路側の土壌	2.06～2.36

G:佐須前乗

サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
路側の土壌	4.01～26.2

H:飯館村 市街地端(佐須と草野合流点/真野ダム方面入口)

サーベイメーター 単位:Bq/cm2	
対象	土壌面測定
路側の土壌	5.30



J:飯館村 長泥北ゲート付近

サーベイメーター 単位:Bq/cm2		食品放射能測定器 単位:Bq/Kg			
対象	土壌面測定	対象	137Cs	134Cs	合計Cs
栗林の土壌	9.45～10.8	栗林の土壌	31,500.0	15,000.0	46,500.0
		生栗	2,010.0	949.0	2,959.0

栗採取及び土壌測定POINT

K:南相馬市橋本町

サーベイメーター 単位:Bq/cm2		食品放射能測定器 単位:Bq/Kg			
対象	土壌面測定	対象	137Cs	134Cs	合計Cs
栗の土壌	ー	栗の土壌	3300.0	1570.0	4870.0
		生栗	32.3	15.8	48.1

(参考)

2012年食品放射能測定器 単位:Bq/Kg			
対象	137Cs	134Cs	合計Cs
栗の土壌	2450	1580	4030.0
生栗	59.4	38.4	97.8