HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	農業再建への研究者としての取り組み
Author(s)	信濃, 卓郎
Citation	科学技術コミュニケーション, 17, 85-91
Issue Date	2015-07
DOI	https://doi.org/10.14943/70483
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59584
Type	departmental bulletin paper
File Information	web_Costep17_8.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

科学技術コミュニケーション 第17号（2015）　Japanese Journal of Science Communication, No.17（2015）

小特集ノート：寄稿

農業再建への研究者としての取り組み

信濃 卓郎[1]

Effort for Reconstruction of Agriculture as a Researcher

SHINANO Takuro[1]

キーワード：福島，農業，放射能除染

Keywords: Fukushima, agriculture, radioactive decontamination

1. 農作物の放射能対策に取り組む

農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）の信濃卓郎といいます．いま，久保田監督のお話に聞き入ってしまって，何を話そうかちょっと困っています．久保田監督が最後に取り上げた土壌の話[1)]，500年というのはたぶん本当です．きちんとしたものを作るためには本当に長い年月をかけなくてはなりません．今回，私はその土壌を取ることの必要性を話しますが，そこにはやはりジレンマというか，農家の方の中で気持ちが揺れ動く部分が当然あると思います．



図1　講演の様子

1.1 農研機構とは

あまり聞くことがないと思いますが，農研機構は農林水産省の所管する国立研究開発法人です[2)]．その中で福島研究拠点は，盛岡に本所がある東北農業研究センターの下部組織です．もともとは有機農業とか環境保全型農業，環境に負荷をかけない農業を研究するところです．去年，結構大きいツキノワグマが出たりしました．

本来であれば，こういうところでのんびりと研究をやっていくというような場所だったのです．けれども，福島研究拠点は，飯舘村を越して少し行った辺り，ちょうど福島第一原子力発電所から60kmぐらい離れたところにあるため，農研機構全体の中で放射線対策の中心となりました．農研機構は，震災が起きた2011年にすぐ予算をつけて，土壌学，作物学，農業工学，作物栄養学の基礎研究をやっていた人を集めて研究を始めました．2012年に，福島研究拠点に農業放射線研究センターを設置して，専属の研究員を4名，2013年には任期付き研究員を6名採用しました．現在14名の研究員がいます．

2015年5月1日受納　2015年6月3日受理
所　属：1 農業・食品産業技術総合研究機構東北研究センター福島研究拠点農業放射線研究センター
連絡先：shinano@affrc.go.jp

1.2 福島での研究を始めた経緯

偶然なのですが，震災のとき私はセシウムも含めた微量元素の植物への取り込みについて研究していました．震災が起きた10日後，岡山で行われた日中合同セミナーで，植物が養分を吸収することに関してのワークショップがあったのです．そのときに，私はセシウムを吸収する植物について発表しました．ちょうど震災の直後ということもあり，集まった人たちに，自分たちでできることがあったら一緒にやりませんか，と声をかけました．

このとき実際に福島のほうでは10名ぐらいの先生方が集まり，栽培試験などを始めていました．なんだかんだ研究を続けているうち，2年後の2013年に「そんなにやっているのだったら福島に来なさい」と命じられて，農業放射線研究センターのセンター長に赴任しました．2014年からは，農研機構全体の放射能対策技術の研究推進責任者ということで，農産物の放射能対策の仕事をやっています．

2. 事故後の対応

福島は農業県です．2010年の農林水産省データでは，福島の農業人口は全国で3番目の約10万9000人ですが，残念ながら生産額は11番目の2330億円です[3]．これは福島の人に話すと笑われるのですけれども，要するにたくさん人はいるけれども稼いでいないことを示しています．それでも福島において農業は非常に重要な産業です．このような場所で原子力発電所の事故が起きてしまったわけです．これは今回の事故が日本の農業に非常に大きな影響を与えたことを示しています．

2011年の震災にあたって，この場所ではまったく農業をやらないという方針もありました．ただ，そうしてしまうと，県の中心産業である農業をやらないということになってしまいます．それはさすがにダメだろうということで，緊急に何か対策をとらなくてはいけないということになりました．しかし，対策をたてるための情報が非常に少なかったのです．日本では，基本的に原発事故で放射性物質が飛び散る事態を想定していないため，研究自体ほとんど行われていなかったのです．そのため，大気圏核実験が多く行われたときに少し行われた，1960年代の実験結果や，1986年のチェルノブイリ原発事故のデータなどを使うことになりました．

2.1 食品を通して人体が被ばくする上限量の決定

その中で，いくつか決めなければいけないことがありました．まず一つ決めたのが，被ばく量です．これについては，研究者によっても意見が分かれていますけれども，一応，原子力に対して反対派も賛成派も，年間100ミリシーベルトの追加被ばくがある場合，がんで死亡する確率が0.5%高まることには合意していると思います．そして，この基準に100分の1の安全率をかけて，年間1ミリシーベルトであれば許容しましょうというのが，一つの考え方になっています[4]．

この考え方について，僕は基本的に賛成しています．というのは，ほかの発がん性のある化学物質と同じように考えてもらいたいのです．発がん性のある化学物質は数多くあると思います．それらに関して，ゼロリスクは基本的にはありません．基準値に100分の1なり1000分の1なりの安全率をかけて，リスクを受け入れようというのがいまのやり方だと思います．この考え方に基づいて，年間1ミリシーベルトの追加被ばくを許容範囲にするという考え方でやっていくと，人が食べて良い食品の基準値はだいたい1kgあたり100ベクレル．つまり100Bq/kgになります．

ただし，皆さんは最初の年は500Bq/kgと言われたのを覚えているかと思います．最初の1年間はこの数値を基準にしました．この数値は，放射性物質が飛び散ってしまい食糧供給が十分できなくなってしまった場合，食べ物を食べないで飢えるか，それとも食糧による被ばくの影響を受ける

かを天秤にかけたときに，500Bq/kgであればぎりぎり受け入れましょうという，一時的な緊急措置の場合の基準値なのです（消費者庁　2014, 16）.

これは，例えばチェルノブイリの場合のように，非常に広大な土地が汚染されてしまい，そこの地域では全く食糧が作れなくなってしまう状況では，この基準でやっていても良かったのです．しかし福島で，そして福島だけではなく日本全体で，この基準を適用したことが良かったのかどうかというのは分かりません．なぜならば，国内あるいは輸入によって食糧供給が可能だからです．ただ，現実的には，当時このような考え方に基づいて，最初の年は500Bq/kgという数値を基準にしたと判断しています.

2.2 稲の作付面積の決定

この500Bq/kgの基準をベースにして，2011年にいろいろな方針が決められました．その一つが，人が食べる玄米の放射性セシウム濃度が500Bq/kgを超えないようにするために，水稲の作付範囲を決めることです．この方針を決めるために必要な情報が移行係数です．移行係数とは，土壌中の放射性セシウム濃度に対する，植物体の放射性セシウム濃度の比率です．過去のデータによれば，稲の移行係数は0.1を超えるものはありませんでした（原子力災害対策本部　2011）．移行係数が0.1であれば，土壌が5,000Bq/kgより低い土壌なら，そこで作った玄米の放射性セシウム濃度は500ベクレルを超さないであろうと考えられるわけです.

このような推定の下に2011年に，水稲の作付地域を決めました．そうすると東京電力福島第一原発の周辺域約8,500ヘクタールでは作物を作ってはいけない，ということになります（図2左）.

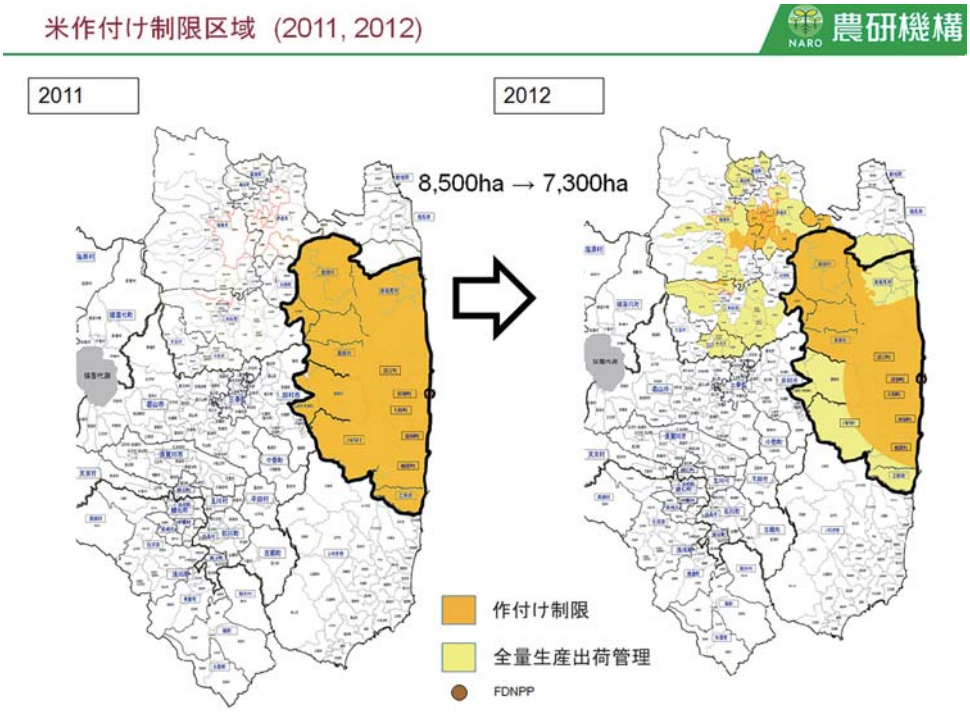


図2　水稲の作付け地域
農林水産省（2012b）の資料に基づき作成

2.3 土壌中のカリウム濃度による影響をふまえた対策

それが，次の年には7,300ヘクタールに変わったのです． 2011年の作付け制限区域の外側の北西地域については残念ながら予測が外れました (図2右)．なぜ予測が外れたのか．それは土壌中の放射性セシウム濃度から，玄米の放射性セシウム濃度が単純に決まらなかったからです．土壌中の放射性セシウム濃度が高くなると，玄米の放射性セシウム濃度も若干高くなる傾向は確かにあります．しかし，問題なのは土壌中の放射性セシウム濃度が高くなくても，玄米中の放射性セシウム濃度が高くなってしまうという事例が結構あったということなのです．

この原因について，急ピッチで研究が進められました．その結果2011年度のうちに，土壌中の交換性カリウム，つまり植物が吸いやすい状態のカリウムの濃度が，植物へ移行する放射性セシウムの程度を決定していることが明らかになったのです．簡単に言うと，植物が使える土壌中の交換性カリウムが少ないと，放射性セシウムがどんどん植物に取り込まれてしまうのです．このことが明らかになったので，土壌中の放射性セシウム濃度だけではなく，カリウムの濃度もきちんと制御することにしました．土壌100g中にカリウムが酸化カリウムとして25mgという，農研機構が公表した米の吸収抑制対策に必要とされる水準があるのですが，そのレベルにするように指導することになりました (農業・食品産業技術総合研究機構 他 2012)．それからは普通の施肥をする前に，まずカリウム濃度をしっかり上げてから栽培をすることになったわけです．

高校の化学の授業を思い出してください，元素の周期表を見ると分かるように，カリウムとセシウムは同じ列にあり，どちらも非常に化学的な性質は似ています．そのため同じような動きをします．植物は土壌から，カリウムを摂取するのですが，その時に化学的性質が似ているセシウムが少しだけ植物の中に入ってくるのです．土壌のカリウムの濃度を高めてやれば相対的にセシウムの量が減るので，植物の中に入ってくるセシウムの量も減ります．これが植物のセシウムの吸収を抑える対策の仕組みです (農林水産省 他 2014; 農林水産省 他 2015)．

3. 様々な除染の取り組み

他にも様々な取り組みを行いました (農業・食品産業技術総合研究機構 2011)．飯舘村や川俣町の山木屋地区など，非常に運悪く濃い放射性セシウムが落ちたところでは，例えば，先ほど監督のほうからも話があったように，土壌のはぎとり試験や，植物による土壌の有害物質吸収除去技術試験などを行いました．

3.1 土壌のはぎとり試験と水田の代掻き除染



図3　はぎとり試験の様子

はぎとり試験は，名前の通り約5cmほど表層の土壌をはぎ取る除染方法です．耕起していない土壌の放射性セシウムの分布を調べると，土壌の表面から5cmぐらいのところに，放射性セシウムのほとんどが残っていることが分かりました (農林水産省 2013a, 5-6)．2年ぐらい経っても同じような状態で，いまでもほとんど変わりません．放射性セシウムは粘土に吸着する性質があるので，粘土を多く含んだ土壌の場合だと放射性セシウムは地中深くに行かない．だから，地表に落ちてきた放射性セシウムを効率的に取り除くには，土壌の表面をはぎ取る方法が

有効です（図3）．あまり濃度が高くなければ，プラウという機械で上の土壌を下のほうに入れてしまって，表面線量は大丈夫なようにしてしまう方法もあります．

それから，水田の場合にはいわゆる代掻き除染と呼ばれる方法があります．これは，土壌の中の非常に小さい粘土の粒子に放射性セシウムが吸着しやすい性質を使います．代掻きというのは，水田に水を張って中の土をかき混ぜて，表面を均一にして水稲を植えやすくすることです．水中で土を混ぜて置いておくと，最初に砂利などの粒子が大きなものが沈んでいって，それから粒子の小さなものが上のほうに沈殿することは，皆さんも幼稚園や小学校で体験したことがあると思います．沈殿物の上にある細かい粘土の粒子を，ホースを使って集めて，分離剤を入れて取り除くことによって，土壌の中の放射性セシウムが高い部分を取り除く試験も行っています（農林水産省 2013a; 2013b）．

このほかにも，放射性セシウムの濃度が非常に高いようなところでは，表土をはぎとるときに生じる粉じんが体に悪いだろうということで，一度，マグネシウムでできた凝固剤を撒いて土壌を固めて，それから土壌を取り去る方法を開発しました．

このように，除染にはいろいろな方法があります．例えば他にも，樹木の場合，果樹から樹皮を剥ぎ取ったり，お茶の場合には枝を切る方法があります．

3.2 植物を用いた浄化法

もちろん，全ての研究がうまくいったわけではありません．うまくいかなかったものの一つに，ファイトレメディエーション（phytoremediation：植物を用いた浄化法）があります．環境大臣が実際に種をまくというデモンストレーションを通じて，福島中にヒマワリの種がまかれた時期がありました．ところが実際に研究をやってみると，ファイトレメディエーションで土壌から吸収できる放射性セシウムの量は0.05％に過ぎません．その後も，使用する植物や栽培方法の研究を進めましたが，最大でも1％を超しませんでした（平山 2011; 福島県農業総合センター 他 2011）．例えば0.05％だったら，物理的減衰を無視すれば，放射性セシウムを除去するのに2千年かかるのです．このような非現実的な年月をかけて植物で放射性セシウムを取り除くのは，果たして意味があるのかどうか．そういうことも考えて，農水省としてはファイトレメディエーションは推奨せず，もう止めています．

3.3 お米の全袋検査

お米の安全管理のために全袋検査も行っています．現在は1,100万体以上を一つひとつ検査して安全性を確かめています．2011年度は，まだ全袋検査はなかったのですが約2万体の検査を行いました．この時は100Bq/kgを超えた袋が全体の1.5％でした．2012年度は71袋，0.0007％，2013年度は28袋，昨年度はついにゼロになりました（福島県　2014）．除染とカリウムを中心にした移行抑制対策で，現在は福島のお米に関しては基準値を超えているものはない状態にまでなっています．

4. 残る問題

しかし，いくつも問題は残っています．玄米が基準値を超えていないのは，先ほど述べたように，対策としてカリウムを大量に投入しているからです．投入のためのカリウムの費用は賠償金で賄われています（文部科学省 2014）．いずれこの賠償金が無くなったときに，果たしてこのままカリウム投入による移行抑制対策を継続できるかどうかは疑問です．対策がとれなくなったときに，基準値超えを抑制することができるのかどうかは，冷静に判断していかなければいけないでしょう．

それから，全袋検査の機械の使用年数は5年間です．2016年度までは良いですが，2017年度から機械の保証が切れます．そこから先の検査の方法は，まだ決まっていません．また，問題は稲だけではありません．あんぽ柿もそうですし，去年は大豆からも放射性セシウムが検出されています．そしていま一番厄介なのは牧草です．牧草は，いまだにサンプルの1%以上で基準値を超えてしまい，非常に対策が困難です（農林水産省 2015）．このようにたくさんの問題が残っています．

もう一つが，営農再開をどこまで進めるかということです．いまでも大熊町や双葉町などの原発に近い地域の一部は，線量が高くてとても入れません．国の方針としては，それらの地域でもきちんと対策をやっていくことは決まっています．ただし，そこは放射性セシウム濃度も高く，水も汚染されている，そして原発が片付いていない以上，いまでもわずかながら放射性降下物がある．そのような地域で，農業を本当に再開して良いのかどうか．

その他にも直接農業技術とは関係ありませんが，鳥獣害の増加，売れない米，戻らない人口，賠償問題などいくつもの問題があるということで今回のお話を終わらせていただきます．

注

1）5cmの土ができるのに500年かかるという，地元川内町の秋元美誉氏から久保田氏が聞いた話．詳細は久保田（2015）を参照．
2）2015年4月1日より国立研究開発法人．
3）農業人口1位は茨城県約11万3000人，2位は北海道 約11万1000人（農林水産省　2011）．生産額1位は北海道 9,950億円，2位は茨城県 4310億円（農林水産省　2012a）．
4）1ミリシーベルト基準は，国際放射線防護委員会（ICRP）の1990年の勧告を踏まえ，コーデックス委員会（世界保健機関（WHO）と国連食糧農業機関（FAO）の合同機関）が定めている．消費者庁（2014, 15）参照．

●：文献

福島県 2014:「全量全袋検査の検査結果」(2014年12月26日)
https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36035b/zenryouzenhukurokensa-kensakekka.html (2015年5月25日閲覧)．
福島県農業総合センター・農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター・2011:「ヒマワリ栽培による土壌中の放射性セシウム吸収」 http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H23/hatasaku/H23hatasaku005.html (2015年5月25日閲覧)．
原子力災害対策本部 2011:「稲の作付けに関する考え方」(平成23年4月8日)
http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/ine_sakutuke.pdf (2015年5月25日閲覧)．
平山孝 2011:「ヒマワリ・ナタネ等の放射性物質の吸収」福島県農業総合センター『農業分野における放射性物質試験研究課題成果説明会 第5回資料』6 (平成23年12月9日)
http://www4.pref.fukushima.jp/nougyou-centre/kenkyuseika/h23_radiologic/111209_siryou.pdf (2015年5月25日閲覧)．
久保田直 2015:「福島で映画『家路』を作るにあたり考えたこと」『科学技術コミュニケーション』17, 79-83.
文部科学省 2014:「東京電力株式会社福島第一，第二原子力発電所事故による原子力損害の範囲の判定等に関する指針について」
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/__icsFiles/afieldfile/2014/02/04/1329116_1_1.pdf (2015年5月25日閲覧)．
農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 2011:「農地土壌除染対策技術の取り組み」
http://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/2011fukkoushien/fukkyuuhouhou/nouchi/dojouosen.pdf (2015年5

月25日閲覧）.
農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター・農業環境技術研究所・福島県農業総合センター・茨城県農業総合センター・栃木県農業試験場・群馬県農業技術センター　2012:「水田土壌のカリウム供給力の向上による玄米の放射性セシウム濃度の提言」https://www.naro.affrc.go.jp/disaster/files/radioactivity_p_r_01.pdf（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省　2011:「年齢別農業就業人口（自営農業に主として従事した世帯員数）」『2010年農林業センサス 速報 第2巻農林業経営体調査報告書　総括編』 http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001034606&cycode=0（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省 2012a:「全国農業地域別農業産出額及び生産農業所得（実額）」『生産農業所得統計 確報 平成22年生産農業所得統計」
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001086043（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省 2012b:「(2) 農業分野への影響と政府の対応 ア 農畜産物の安全確保に向けた取組」
http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h24_h/trend/part1/chap1/c1_2_02_1.html（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省 2013a:「農地除染対策実証事業の結果」（平成25年2月）
http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/josen/pdf/kekka.pdf（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省 2013b:「農地除染対策の技術書概要」（平成25年2月）
http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/josen/pdf/gaiyou.pdf（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省 2015:「永年生牧草地の除染対策について」（平成27年2月23日）
http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/shiryo/josentaisaku.html（2015年6月2日閲覧）.
農林水産省・福島県・農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境技術研究所 2014:『放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について～要因解析調査と試験栽培等の結果の取りまとめ』（平成26年3月 概要第2版）
http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/kome.pdf（2015年5月25日閲覧）.
農林水産省・農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境技術研究所 2015:『放射性セシウム濃度の高い大豆が発生する要因とその対策について～要因解析調査と試験栽培等の結果の取りまとめ』（平成27年3月 概要第3版）
http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/youin_daizu_3.pdf（2015年5月25日閲覧）.
消費者庁 2014:『食品と放射能Q&A』（平成26年11月13日　第9版）http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/141113_food_qa.pdf（2015年5月25日閲覧）.