

剥ぎ取り除染を行った農地において 表土剥ぎ取りおよび客土が地力に与える影響

好野 奈美子^{1*}、小林 浩幸²、高橋 義彦¹、斎藤 邦人³

¹ 国立研究開発法人 農研機構東北農業研究センター (〒960-2156 福島県福島市荒井原宿南 50)

² 国立研究開発法人 農研機構中央農業総合研究センター (〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3 丁目 1 番 1 号)

³ 内外エンジニアリング株式会社 (〒110-0015 東京都台東区東上野 1 丁目 28 番 12 号)

Effects of Soil Stripping and Dressing for Decontamination of Radioactive Materials on Soil Fertility of Agricultural Land

Namiko YOSHINO^{1*}, Hiroyuki KOBAYASHI²,
Yoshihiko TAKAHASHI¹, and Kunihito SAITOU³

¹Tohoku Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization
(50 Harajukuminami, Arai, Fukushima 960-2156, Japan)

²Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization
(3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-0856, Japan)

³Naigai Engineering Co.,Ltd. (1-28-12 Higashiueno, Taito, Tokyo 110-0015, Japan)

Summary

Farms that were highly contaminated with radioactive materials following the Tokyo Electric Power Company (TEPCO) Fukushima Daiichi nuclear power plant accident were decontaminated by removing topsoil and subsequently dressing with fresh soil. We investigated the chemical properties of soils following such decontamination on farms in Iitate village, Fukushima. The nitrogen content of dressed soil was considerably lower than that of the subsoil that was not stripped for decontamination, as a result of which the amount of dressed soil greatly affected the soil fertility of decontaminated farms. The potassium (K) content of soil differs markedly depending on the type of soil dressing material used; accordingly, the type of soil dressing material affected the soil K content on decontaminated farms. On most of the decontaminated farms where sandy soils were used as the soil dressing material, soil exchangeable K contents were less than 25 mg K₂O/100 g, which is the criterion value for inhibiting cesium absorption in rice and soybean cultivation. However, even in the soil dressing material from agricultural land, soil K content after soil dressing was generally lower than that before soil dressing. During fallow management and at the restart of cultivation on decontaminated farms, it is important to know in advance the chemical properties of soil and take the necessary measures based on this information.

Key Words: Farm decontamination, Soil dressing, Soil fertility, Potassium

1. はじめに

東日本大震災にともなう東京電力福島第一原子力発電所事故によって高濃度の放射能に汚染された農地では、放射性物質を多く含む表土を剥ぎ取る工法によって除染が行われている^{1,2)}。表土剥ぎ取りによる除染では、剥ぎ取って持ち出された分の土壌を補うために客土が行われる。つまり、農地土壌のうち表土が除かれ、さらに異なる場所から掘削された客

土材が投入されるため、除染後農地の土壌化学性は除染前に比べて多少なりとも変化していると考えられる。

放射性物質に汚染され表土を剥ぎ取った農地以外にも、重金属汚染対策、泥炭土圃場の保肥力向上、作土層のかさ増し、土壌の物理性や化学性の向上などを目的に日本各地の農地で客土が行われてきた³⁻⁵⁾。これらの客土された農地では、客土によって主目的は達成されているものの、特定の化学性項

*Corresponding author: TEL: 024-593-5151, Fax 024-593-2155, E-mail: yoshinon@affrc.go.jp

目の過不足が要因と考えられる作物の生育障害が発生する場合がある^{6,7)}。しかし、多くの事例で客土材や作土を分析することで適切な対策が講じられており、除染農地においても土壌分析を行うことであらかじめ適切な対策を行うことができると考えられる。そこで、除染後から営農再開までの地力増進や営農再開にあたっての肥培管理の基礎資料とするために、除染された農地土壌の化学性を分析することで、営農再開に向けて注意すべき点とその対応について検討を行う。

2. 方法

(1) 採集地および採集方法

本研究は2012年5月から11月にかけて農林水産省の農地除染対策実証事業によって剥ぎ取り除染が行われた農地40haのうち、福島県飯舘村草野向押地区、小宮地区および長泥地区の水田圃場および畑圃場を対象とした。この事業では、長泥地区では5cm深、小宮地区および草野地区では3cm深を最低限とした表土の剥ぎ取りによる除染が行われた後に、剥ぎ取られた土壌を補うために剥ぎ取った量と概ね同じ分量の客土が行われた¹⁾。客土材は村内の2か所の畑地で掘削さ

れた客土材Aおよび客土材B、村外の2か所で掘削された白砂の客土材Cおよび客土材Dの計4種類のうち、いずれかの客土材が用いられた(表1)。各地区ごとに2種類の客土材、具体的には、草野地区では客土材Bおよび客土材C、小宮地区では客土材Bおよび客土材D、長泥地区では客土材Aおよび客土材Cが用意され、各圃場の地権者がその2種類から客土する客土材を選定した。なお、地権者は対象となる圃場の地力が乏しいと考える場合は客土材Aあるいは客土材Bを、排水性を向上させたいと考える場合は客土材Cおよび客土材Dを選ぶ傾向にあった。本研究ではこれらの圃場のうち各地区から1圃場、合計27圃場から作土を採取し、分析を行った。

除染後である2012年の秋から初冬にかけて、1圃場あたり3～5点の土壌をコアサンプラーで15cm以上の深さまで採取した。採取を行った当時、全ての圃場で表土の剥ぎ取りおよび客土は終了していたが、耕起は行われていなかった。そのため、剥ぎ取りされた土壌より下層の、圃場に元々からある土壌(以下、下層土と略)と客土の層は混和されておらず、コアサンプルの断面では客土層と下層土を識別することができた。そこで、コアサンプルにおける客土層の深さを計測し、客土の厚さ

表1 客土材の産地、客土した圃場数および客土前の理化学性

			客土材 A	客土材 B	客土材 C	客土材 D
産地			飯舘村伊丹沢・畑地	飯舘村草野・畑地	福島市飯野・山地	月舘村・山地
客土した圃場数*	草野地区		0	15 (6)	11 (3)	0
	小宮地区		0	22 (6)	0	19 (3)
	長泥地区		43 (7)	0	31 (2)	0
理化学性**	全窒素	%	<0.3, <0.3, <0.3	<0.3, <0.3, <0.3	<0.3, <0.3, <0.3	未分析
	全炭素	%	1.16, 1.16, 1.16	1.16, <0.58, 1.16	<0.58, <0.58, <0.58	未分析
	交換性カリ (K ₂ O)	mg / 乾土 100g	78, 84, 92	29, 25, 96	5, 3, 4	未分析
	CEC	me / 乾土 100g	12.1, 14.2, 15.3	13.5, 15.9, 15.4	4.8, 3.4, 4.5	未分析
	可給態リン酸 (P ₂ O ₅)	mg / 乾土 100g	90, 90, 220	<10, <10, 10	20, 30, 20	未分析
	pH(H ₂ O) 乾燥	-	4.8, 4.9, 6.9	5.2, 5.4, 5.2	6.1, 6.8, 6.5	6.4
	交換性石灰 (CaO)	mg / 乾土 100g	146, 162, 461	79, 108, 134	205, 215, 161	未分析
	交換性苦土 (MgO)	mg / 乾土 100g	39, 36, 124	74, 200, 77	34, 29, 34	未分析
	放射性セシウム (¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs)	Bq / 乾土 1kg	285	未分析	<10	未分析
土壌改良資材	種類		炭酸カルシウム	炭酸カルシウム	投入せず	投入せず
	投入量	kg / 10a	238	180		

産地で直接採取した客土材を分析した値のため、図1および図2とは客土材あたりの分析点数および分析値が異なる

* 客土した圃場数のカッコ内は本研究で土壌を採取した圃場数を示す

** 数値は全ての分析値を示す。「<」がついている値は検出限界未満であったため、検出限界値を示す

とみなした。

土壌の化学性はコアサンプルごとに客土層と下層土に切り分け、それぞれ同一圃場内のサンプルをコンポジットして分析した。分析は全窒素、全炭素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 、交換性カリ、交換性苦土、交換性石灰、有効態リン酸、リン酸吸収係数、陽イオン交換容量 (CEC) および土性の計 12 項目を行った。

一部の客土材は農地除染対策実証事業がはじまるにあたり客土材の産地から直接採取して化学性の分析が行われていた (表 1)。その結果、客土材 A、B は強い酸性を示したため、客土材 A、B を用いた圃場では客土後にそれぞれ $238 \text{ kg}/10 \text{ a}$ 、 $180 \text{ kg}/10 \text{ a}$ の炭酸カルシウムが土壌改良資材として投入された。客土材 C、D は pH が適正な範囲であるとして、これらの

客土材を用いた圃場には土壌改良資材は投入されなかった。

なお、石灰や pH 以外の、例えば交換性カリなどの化学性の項目においても、客土後の除染後圃場で採取した客土層の分析値は客土材の産地で直接採取した分析値と大幅に異なる場合があったため、客土層の化学性はすべて圃場で採取した土壌の分析値を用いた。

(2) 解析方法

土壌化学性を分析した項目のうち土性を除く 11 項目について、作土層を 15 cm とみなし、深さ 15 cm までの客土層と下層土が耕起などで混和されることを想定して、作土の値分を客土層および下層土の深さと仮比重の積算値で重み付け平均して推定した。すなわち、

$$(\text{作土の推定値}) = \frac{(\text{客土の厚さ}) \times (\text{客土層の容積重}) \times (\text{客土層の値}) + (15 \text{ cm} - \text{客土の厚さ}) \times (\text{下層土の容積重}) \times (\text{下層土の値})}{15 \text{ cm} \times (\text{作土の容積重})}$$

ただし、作土の容積重についても客土層と下層土の重み付け平均で推定した。すなわち、

$$(\text{作土の容積重の推定値}) = \frac{(\text{客土の厚さ}) \times (\text{客土層の容積重}) + (15 \text{ cm} - \text{客土の厚さ}) \times (\text{下層土の容積重})}{15 \text{ cm}}$$

として、作土の推定値は以下の式を用いた。

$$(\text{作土の推定値}) = \frac{(\text{客土の厚さ}) \times (\text{客土層の容積重}) \times (\text{客土層の値}) + (15 \text{ cm} - \text{客土の厚さ}) \times (\text{下層土の容積重}) \times (\text{下層土の値})}{(\text{客土の厚さ}) \times (\text{客土層の容積重}) + (15 \text{ cm} - \text{客土の厚さ}) \times (\text{下層土の容積重})}$$

分析を行った土性を除く土壌化学性 11 項目について、下層土、客土層および作土の推定値で Tukey の多重比較検定を行った。多重比較検定は SAS Add-In for Microsoft Office 6.1 M1 で行い、その他の検定や作図は R version 3.1.0 で行った^{8,9)}。

3. 結果

(1) 客土層の厚さおよび化学性

剥ぎ取りおよび客土が行われた農地 27 圃場のコアサンプルをもとに計測した客土の厚さは圃場平均で 4.4 cm から 12.3 cm の範囲であり、地区および客土材の種類による差はみられなかった (表 2)。客土の厚さの分散は地区間や圃場間よりも圃場内で大きかった (表 3)。圃場において採取した作土のうち、客土層における全窒素や全炭素などの地力に関する化学性は、客土の種類にかかわらず下層土に比べて有意に低かった (図 1)。一方、客土層の交換性カリは客土材の種類によっ

て差があり、下層土と客土層で平均値に有意な差はみられなかった。客土材 A の交換性カリは客土材の産地で採取、分析した値は $78.5 \sim 92.0 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g}$ だったに対し、客土後の圃場で採取、分析した値は $15.9 \sim 46.4 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g}$ に低下していた (表 1、図 1)。

(2) 除染後の作土の化学性

下層土と客土層の分析値をもとに推定した作土の化学性について、全窒素や全炭素は下層土よりも有意に低かった。除染をしていない近隣の農地では土壌の上層になるほど全窒素および全炭素の含量が高く (表 4)、また、一般的に土壌の地力は表層に近いほど植物体や施肥の影響を受け肥沃であるため、除染によって剥ぎ取った表土における全窒素や全炭素の含量は残された下層土よりも高かったと推定された。つまり、下層土より含量の高い表土が除去され、含量の低い客土が投入されたため、除染後農地の地力は除染前に比べて低下した

表2 剥ぎ取り除染および客土を行った農地における客土の厚さおよび除染の効果

	圃場数	客土の厚さ (cm)	土壌中の放射性セシウム含量 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)*		
			施工前 (Bq/kg)	施工後 (Bq/kg)	希釈率 **
地区別					
草野地区	9	8.5 (6.9-12.3)	8190 (3130-16770)	1130 (380-2950)	8.0 (2.6-17.5)
小宮地区	9	6.9 (4.4-11.3)	8430 (2760-12100)	860 (90-4710)	9.8 (2.0-42.2)
長泥地区	9	7.9 (5.3-11.0)	15910 (1350-27970)	960 (160-6130)	14.6 (0.9-51.2)
採用した客土材の種類別					
客土材 A	7	7.9 (5.3-11.0)	15910 (1350-27970)	1560 (370-6130)	13.2 (0.9-17.1)
客土材 B	12	8.2 (4.4-11.3)	8590 (5220-12180)	1030 (200-4710)	7.0 (2.0-42.2)
客土材 C	5	9.3 (6.9-12.3)	9250 (3130-16770)	960 (160-1150)	17.3 (8.0-51.2)
客土材 D	3	6.3 (5.3-10.3)	4580 (2760- 5480)	560 (90- 860)	9.8 (5.3-30.7)

圃場数以外の数値は、中央値（最小値 - 最大値）を示す

* 農地除染対策の技術書（第4編参考資料編¹⁾の測定結果から対象圃場のデータを抽出し作成（対象圃場の地点情報は東北農政局からの聞き取りによる）

** 希釈率とは施工後の放射性セシウム含量を施工前の含量で除した値である

表3 除染後農地における客土の厚さの分散

	自由度	変動	分散	分散比	純変動	寄与率
地区	2	42	21.0	1.2	6	>0.00
圃場間 (地区内)	24	432	18.0	1.6	160	0.10
誤差 (圃場内)	98	1108	11.3			0.90
合計	124	1587				1.00

と推察された。また、全窒素および全炭素では客土の厚さと作土の含量に負の相関がみられた（図2）。

一方、作土における交換性カリ含量は客土の厚さとの相関はみられず、客土層の含量と作土の含量の推定値との間のみ相関がみられた（図2）。客土材 A、B が投入された圃場の客土層および作土は 15.9 ～ 56.2 mg K₂O/100 g および 17.0 ～ 49.0 mg K₂O/100 g を示す一方で、山地由来の客土材 C、D が投入された圃場では 4.29 ～ 8.46 mg K₂O/100 g および外れ値一つを除くと 4.98 ～ 14.7 mg K₂O/100 g であり、いずれの値も客土材 A、B より低かった（図2）。

4. 考察

以上の結果より、本研究を実施した圃場では表土の剥ぎ取りおよび客土という除染の作業によって土壌の化学性が除染前に比べて変化するが、影響を受ける要因が化学性によって異なることが明らかになった。具体的には、客土材における

全窒素や全炭素は客土の種類にかかわらず作土よりも大幅に低い。そのため、客土の投入量が多いほど地力が低下した。それに対して、交換性カリの含量は客土材の種類によって大きく異なるため、客土後の作土の交換性カリ含量は客土材の種類によって大幅に異なった。

窒素および炭素に代表される地力は客土材における含量が総じて低い。そのため、除染後の農地における地力は除染前より低下すると考えられた。さらに、本研究における客土の厚さの分散は地区間や圃場間よりも圃場内の方が大きかったため、地力対策を行う際には圃場全体の地力の低下に加えて圃場内の窒素等のバラつき、すなわち地力ムラについても考慮する必要がある。営農を再開するにあたっては圃場内の数か所で地力を分析してバラつきを把握した後に施肥などの対策を行うことや、営農再開までの期間を利用して、緑肥や堆肥を投入することで圃場全体の地力を底上げすることが有効であると考えられる。また、重金属汚染対策に客土された水田において肥効調節型の窒素肥料を用いることで収量が改善される報告がある⁷⁾。営農再開に当たっては、このような先行事例を参考に施肥効率を高める必要があるだろう。

一方、客土材に含まれる交換性カリは客土材の種類によって差があり、客土材における含量の差が作土の含量を大きく左右することが明らかとなった。福島県における水田および普通畑土壌の改良基準はカリ飽和度が 2 ～ 10 % と定められており¹⁰⁾、本研究で調査した 27 圃場のうち、85 % にあたる 23 圃場の作土推定値でカリ飽和度の基準を満たしていた。しかし、放射性セシウム濃度の高い米、大豆、そばが発生する要因は土壌中の交換性カリ含量が低いことであるこ

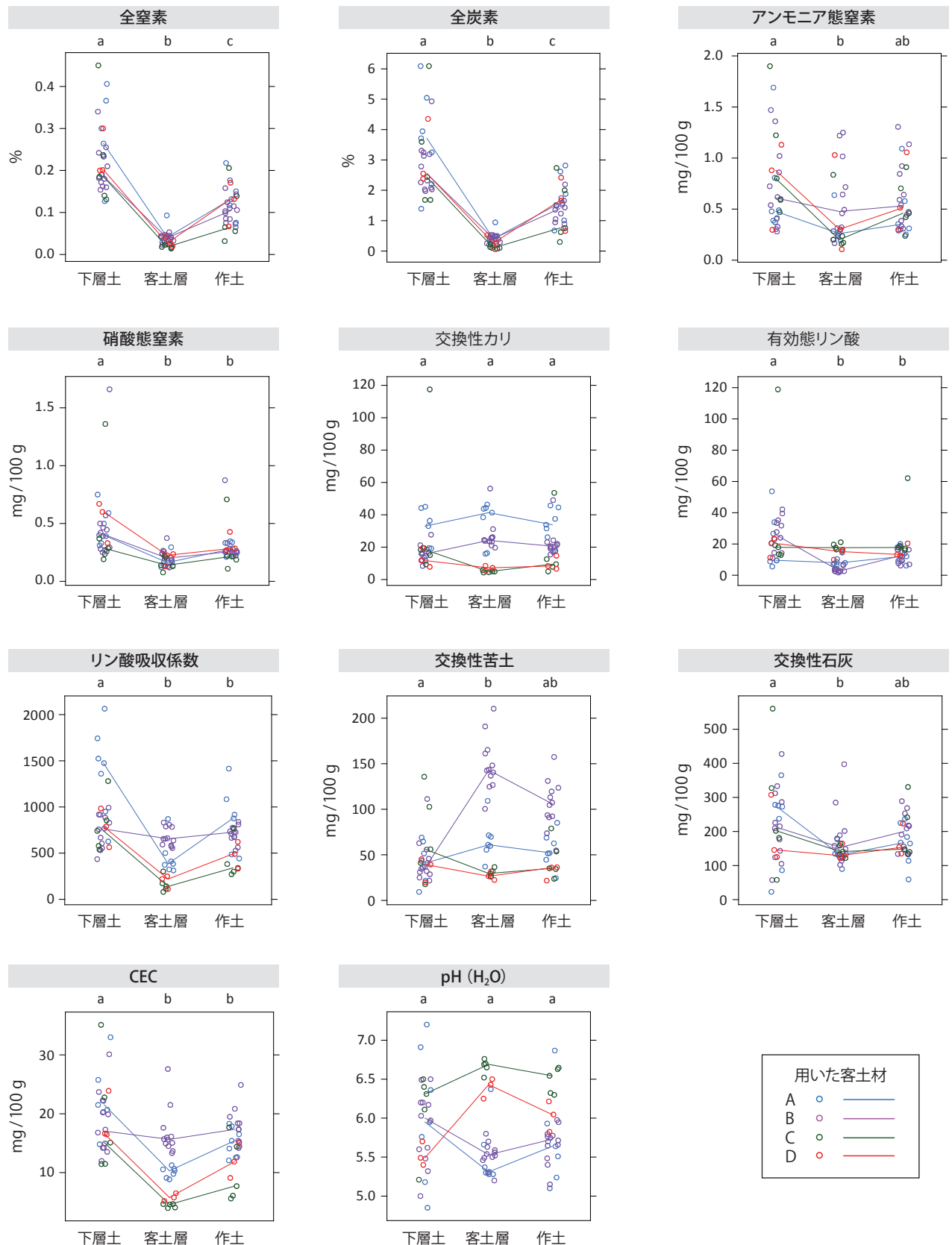


図1 除染農地における下層土、客土層および作土の土壌理化学性

※図中のアルファベットは Tukey の多重比較検定により異符号間に 5% レベルで有意差があることを示す。
線は客土材別の中央値を示す。

※作土は 15 cm として、下層土と客土層をもとに算出した推定値。客土層は客土後の各圃場で採取したため、客土材の産地で直接採取した表 1 の分析点数および分析値とは異なる。

表4 除染を行っていない農地の作土における全窒素および全炭素の含量

	草野地区		小宮地区		長泥地区	
	全窒素 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	全炭素 (%)
0-5 cm 深	0.265	3.62	0.244	3.21	0.403	5.51
5-10 cm 深	0.221	3.09	0.179	2.55	0.331	4.68
10-15 cm 深	0.213	3.02	0.165	2.42	0.312	4.48

各地区とも、除染した農地の近隣に位置する3圃場から2015年5月に採取し、平均を示した

とが明らかになっており^{11, 12)}、対策として、通常の施肥とは別に、土壌中の交換性カリ含量がそれぞれ25、25、30 mg K₂O/100 gになるようにカリを増肥することが求められている¹³⁾。本研究では70%の圃場、さらに山地由来の客土材Cおよび客土材Dを客土した圃場に限定すると88%の圃場で土壌中の交換性カリ含量が25 mg K₂O/100 g未満であった。本研究で調査した圃場では排水性の改善を期待して山地由来の客土材Cおよび客土材Dが用いられているが、交換性カリ含量が低くなる可能性に留意する必要がある。

畑地由来の客土材Aおよび客土材Bの客土層は概して交換性カリを多く含んでいたがバラつきが大きかった。さらに、客土する前に客土材Aおよび客土材Bの産地で直接採取した分析値に比べて、客土材Aおよび客土材Bを客土した圃場で採取した客土層の交換性カリ含量は低下していた。これらの要因として、まず、客土材Aおよび客土材Bは畑地由来であるため、これらの客土材の化学性は掘削される前の栽培や肥培管理の履歴が影響していた可能性がある。飯館村を含む福島県の阿武隈山地ではタバコの栽培が盛んであるが、タバコや一部の野菜栽培ではカリを比較的多く施肥するため、そのような作目の栽培履歴がある土壌ではカリが過剰に残留している場合がある^{14, 15)}。一方で、そのような作目の栽培履歴がなかったり、カリ施肥が少なかつたりした場合、畑地土壌でもカリが過剰に残留しているとは考えにくい、畑地由来の客土材で交換性カリ含量の分散が大きいと考えられた。

また、畑地由来の客土材が産地で直接採取した分析値に比べて、客土した圃場で採取した交換性カリ含量は低下していた要因について、土壌中の交換性カリは一般的に深層になるほど低下するため¹⁶⁻¹⁹⁾、同じ産地の客土材であっても、客土材を掘削した深度が異なるために交換性カリ含量に変動が生じた可能性がある。客土材Cおよび客土材Dについては、産地で直接採取、分析した交換性カリ含量でも10 mg K₂O/100 g以下で低い値だったため、産地における採掘深度の影響は検出できなかったと考えられる。

本研究で分析した山地由来の客土材Cおよび客土材Dは土性が砂土であり、保肥力が低くカリ含量も低かった。しかし、森林土壌の場合、表層は50 mg K₂O/100 gを超える土壌も普通にみられるため¹⁶⁻¹⁸⁾、畑地以外の土壌の客土によりカリ含量が必ずしも低くなるとは限らない。ただし、採掘が深層に進むにつれて交換性カリ含量が低くなるのは山地と畑地で共通しているため¹⁶⁻¹⁹⁾、客土材を深層から掘削する際にはカリは総じて低下することを考慮する必要があるだろう。

また、客土材Aおよび客土材Bが掘削された畑地は東日本大震災が起こる直前の2010年まで耕作が行われていたと考えられる。本研究は2012年に除染および客土された農地が対象であり、客土材Aおよび客土材Bが掘削されるまでに休耕した期間は1年程度と短期間であると推定されるので、耕作時の土壌養分の多くが保持されていた可能性が高い。しかし、客土材Aおよび客土材Bのように震災後から休耕していた畑地から採取した客土材の場合、除染の実施が遅くなるほど畑地由来の客土材は耕作時とは化学性が異なることを考慮する必要があるだろう。

本研究で交換性カリが低かった客土材および作土は養分保持能の目安であるCECも低い傾向がみられた。したがって、化成肥料などでカリを施肥した場合でも、作土のカリ含量は短期的に向上しても長期的には維持されない可能性がある²⁰⁾。有機物を圃場に投入することで生じる腐植は養分保持能を向上させる効果もあることから、緑肥を栽培することで圃場の有機物を増加させることは炭素や窒素だけでなくカリの保持対策としても有効と考えられる²¹⁾。

以上のことから、剥ぎ取り除染および客土を行った農地であっても、通常の農地と同様に土壌診断を行い、診断結果にもとづいた地力増進を行うことが有効であると考えられた。ただし、除染が行われた農地では、いったん裸地になり植被がなくなることによって降雨による客土の流亡が生じたり、耕作者の避難などで圃場管理者の不足による雑草繁茂が生じるなど、地力の問題以外にも対策が必要な問題が生じている。そのため、除染後の農地について、これらの問題に対して網羅的に対応できる保全管理の作業体系を構築していく必要があるだろう。

謝 辞

本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「農地等の放射性物質の除去・低減技術の開発 汚染地域の農地から放出される放射性セシウム動態予測技術の開発」により行われた。農林水産省 農林水産技術会議事務局 古賀 伸久氏（現・農研機構九州沖縄農業研究センター）、飯館村復興対策課 石井 秀徳氏、万福 裕造氏、川俣町原子力災害対策課 二階堂 貴人氏には本研究で用いたデータの使用許可をいただき、また、除染や客土材、農地に関する情報を提供していただいた。農研機構東北農業研究センター 太田 健氏には土壌分

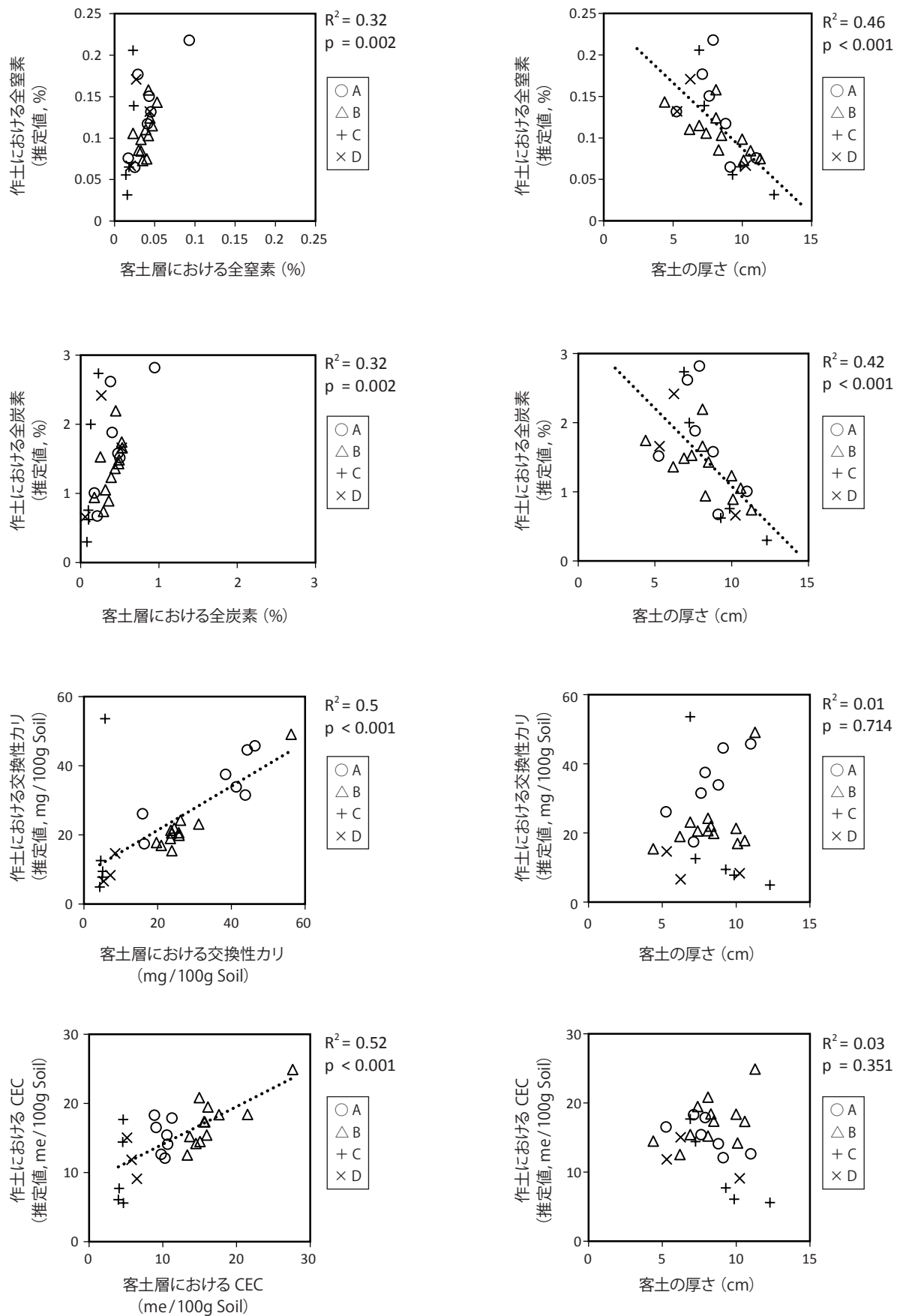


図2 除染した農地の作土における化学性に対する客土材の含量および客土の厚さの影響
(左図: 客土層と作土の関係、右図: 客土の厚さと作土の関係)

析値の解釈について助言をいただいた。同センター 伊藤 聖一氏、三浦 礼氏、安納 絵理氏、柴山 悦子氏には土壤サンプル収集および分析にご協力いただいた。ここに深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 「農地除染対策の技術書」について」農林水産省 HP (<http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/josen/>)、2014 年 10 月閲覧
- 2) 「除染等工事共通仕様書(第7版)」環境省 HP (<http://tohoku.env.go.jp/fukushima/>)、2014 年 8 月閲覧
- 3) 小川 仁、梯美仁：徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態。徳島県立農林水産総合技術センター農業研究所研究報告、**1**, 7-18 (2003)
- 4) 北川 巖：汎用田への品質改善客土の資源分布と利用指針。水土の知、**79**, 251-254 (2011)
- 5) 柳沢 宗男：神通川流域における重金属汚染の実態調査と土壌復元工法に関する研究。富山県農業試験場研究報告、**15**, 1-110 (1984)
- 6) 山田 信明：客土による土壌汚染対策技術と客土効果の持続性。日本土壌肥科学雑誌、**78**, 411-416 (2007)
- 7) 飯塚 文男、小野 イネ：肥効調節型肥料による客土水田の施肥法改善。東北農業研究、**46**, 67-68 (1993)
- 8) R Core Team: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2014)
- 9) Michael Friendly: SAS system for statistical graphics. SAS Institute (1991)
- 10) 「福島県施肥基準」農林水産省 HP (http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sechi_kizyun/fuk1.html)、2014 年 12 月閲覧。
- 11) 太田 健：水稻の放射性セシウム吸収抑制対策。日本土壌肥科学雑誌、**85**, 90-93 (2014)
- 12) 小林 浩幸：畑作物の放射性セシウム吸収抑制対策技術。日本土壌肥科学雑誌、**85**, 94-98 (2014)
- 13) 「農林水産省 / 放射性セシウム濃度の高くなる要因とその対策について(米・大豆・そば)」農林水産省 HP (http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/s_seisan_1.html)、2014 年 12 月閲覧
- 14) 「畑土壌とくに野菜、たばこ畑におけるカリ過剰の実態について(昭和 52 年度 指導上の参考事項)」岩手県農業研究センター HP (http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/seika/old/s52/s52_b_06.pdf)、2014 年 12 月閲覧
- 15) 福島県たばこ耕作組合、日本たばこ産業株式会社中国日本原料本部：たばこ耕作技術の手引 第1バーレー種(たいへい) 平成 21 年版 (2009)
- 16) 片桐 成夫、石井 弘、三宅 登、喜多村 雅夫：三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(X)：土壌中の養分量と乾湿度指数の関係について。島根大学農学部研究報告、**17**, 53-59 (1983)
- 17) 中島 剛、金子 信博：落葉広葉樹林へのヒノキ植栽が土壌の生物化学的特性に与える影響。日本森林学会誌、**94**, 112-119 (2012)
- 18) 澤田 智志、加藤 秀正：スギ・落葉広葉樹混交林の表層土壌の化学性に及ぼす樹幹流、林内雨およびリターの影響。森林立地、**49**, 93-101 (2007)
- 19) 市川 貴大、深澤 文貴、高橋 輝昌、浅野 義人：落葉広葉樹天然林のヒノキおよびスギによる人工林化が土壌の養分特性に及ぼす影響。森林立地、**44**, 23-29 (2002)
- 20) 松中 照夫：「土壌学の基礎－生成・機能・肥沃度・環境－」、農文協、東京 (2003)
- 21) 橋爪 健：「緑肥を使いこなす－上手な選び方・使い方」、農山漁村文化協会、東京 (2007)

2015 年 3 月 17 日受付

2015 年 6 月 19 日受理

和 文 要 約

東京電力福島第一原子力発電所事故によって高濃度の放射能に汚染され、表土剥ぎ取り除染および客土が行われた福島県飯館村 3 地区 27 圃場の土壌化学性を調査した。その結果、客土材の全炭素および全窒素含量は剥ぎ取られなかった下層土に比べて有意に低いため、客土の量が除染農地土壌の肥沃度を左右すると推察された。また、客土材の由来によって交換性カリ含量が異なるため、客土材の選択が除染農地土壌の交換性カリ含量を左右することが判明した。山地由来の客土材を客土した場合、ほとんどの圃場で作土中の交換性カリ含量が 25 mg K₂O/100 g Soil に満たなかった。ただし、畑地由来の客土材であっても客土された後の交換性カリ含量は客土前よりも総じて低下していたため、除染農地における休閑管理や作付再開の際には土壌化学性を把握し、それをもとに対策を講じる必要がある。