

空間放射線量の高い地域における農作業時の 被服に付着する γ 放射性核種の実態調査

Field Survey of γ -Emitting Radionuclides on Clothing Worn During Agricultural Work in Regions
with High Airborne Radiation

竹 崎 泰 子 多 屋 淑 子
Yasuko TAKEZAKI Yoshiko TAYA

日本女子大学大学院紀要
家政学研究科・人間生活学研究科
第 24 号

空間放射線量の高い地域における農作業時の被服に付着する γ 放射性核種の実態調査

Field Survey of γ -Emitting Radionuclides on Clothing Worn During Agricultural Work in Regions with High Airborne Radiation

竹崎 泰子* 多屋 淑子*

Yasuko TAKEZAKI

Yoshiko TAYA

Abstract This study examined the clothing worn during agricultural work in the Oguni neighborhood of Ryozen Town, Date City, Fukushima Prefecture, which is known to have high airborne radiation. Residents were first asked to fill in a questionnaire about the clothing they wore during farm work, which revealed that they wore clothing covering the entire body. Next, the arm and leg coverings worn in the fields of Oguni were tested for γ -emitting radionuclides. Cesium radiation of over 100 Bq/kg, the standard limit for food, was detected, and soil containing cesium was found adhering to their clothing. Agricultural activities can put residents of regions with high airborne radiation and cesium-containing soil at risk of internal radiation exposure: specifically, from inhalation exposure to soil stuck to clothing. Residents must handle clothing worn during agricultural work with caution, and prevent soil from adhering to it.

Key words: airborne radiation 空間放射線量, γ -emitting radionuclides γ 放射性核種, Clothing worn during agricultural work 農作業時の被服, Soil 土壌, inhalation exposure 経口摂取

1. はじめに

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所（以後、『福島原発』と記す）の事故を起因とする空間放射線量の高い周辺地域においては、除染ならびに放射性核種の一部が半減期を迎えたことにより空間放射線量は軽減している。現在は、大気から地表面に沈着したセシウムなどの放射性核種による外部被ばくや経口摂取による身体への影響が懸念されており、日常生活において被服は身体を防護する重要な手段のひとつである。

被服による放射能対策としては主に鉛やタンゲステンなどの放射線遮蔽体を含む放射線遮蔽衣があげられる。しかし、我々が行った『衣服重量から見る

放射線遮蔽衣の快適性向上に関する検討』¹⁾では、放射線遮蔽衣は高重量であることから身体への負荷ならびに着用時の不快感が見られることが明らかとなっており、日常生活での着用は困難であると考えられる。一方、日常着用する被服による放射能対策に関する研究は見受けられず、日常生活で被服に付着する γ 放射性核種の実態ならびに、その心身への影響も明確ではない。このような状況の中、2013年に我々が行った空間放射線量の高い地域の住民を対象とした衣生活に関するアンケート調査²⁾では、住民は衣生活に関する不安を抱えながら生活をしていることが明らかとなった。

本研究では、2013年から空間放射線量の高い地域の衣生活に関する不安感を軽減するための方策を検討することを目的に、福島県伊達市霊山町小国地区^{注1}を対象として衣生活に関する実態調査を行ってきた。特に、小国地区は γ 放射性核種を含む土壌に触れる機会の多い農作業およびガーデニングを頻

* 人間生活学研究科生活環境学専攻
Graduate School of Human Life Science, Division of Environment

繁に行う地域である。そこで、小国地区にて、2013年に農作業時に着用する被服の種類に関するアンケート調査を、2014年7月に農作業時の被服に付着する放射性核種の調査を行った。ここでは、それらの結果を基に空間放射線量の高い地域における農作業時の被服の実態を明らかにする。

2. 調査対象地域について

本研究の調査対象地域である福島県伊達市霊山町にある小国地区は、阿武隈山地を含む中通りに位置し、花崗岩地質の山林に囲まれた緑の多い農村地域である。福島原発からは北西約55kmの距離に位置しており、事故当時の南東の風により原発由来の放射性核種が福島原発から小国地区のある北西の方向へ拡散したことから、空間放射線量の高い地域のひとつとなった。

小国地区の空間放射線量ならびに土壤の放射能濃度に関して、次に詳しく述べる。

2-1. 空間放射線量

事故当時、小国地区では1.90～3.80 $\mu\text{Sv/h}$ の空間放射線量が観察され、2011年9月30日時点では一部が避難区域に指定されていた。

除染や放射性核種の半減期により時間経過とともに空間放射線量は減少し、農作業時の被服の着用実験を行った2014年7月時点では約0.30 $\mu\text{Sv/h}$ であった。そして、2017年現在では0.17～0.20 $\mu\text{Sv/h}$ で安定している。しかし、事故以前の空間放射線量は約0.03 $\mu\text{Sv/h}$ であり、比較すると依然として高い状況にある。

2-2. 土壤の放射能濃度

福島原発事故当時は、冬の寒い時期で畑にはほとんど作物がなく、事故によって大気中に放出された放射性核種は畑の場合、多くが土壤へ直接落ちて土壤表面に付着した。特に福島原発事故から放出された放射性核種の中で問題視されているCs-137は一度吸着されると粘土鉱物の構造内に強く保持されることが知られている。また、花崗岩が風化した風化黒雲母は低濃度放射性セシウムを選択的に吸着するという報告³⁾があることから、花崗岩地質の山林に囲まれた小国地区では、土壤にCs-137が強く吸着され、今後、長期間保持されていくことが予想される。

実際に、原子力規制委員会による『平成26年度東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性核種の分布データの集約及び移行モデルの開発事業成果報告書』にて発表されたCs-137沈着量を記した土壤濃度マップ⁴⁾において、小国地区近辺では平成26年7月時点で約60～100 KBq/m^2 のCs-137が沈着しており、福島県内においても比較的放射能濃度が高い地域であることがわかる。

3. 農作業時に着用する被服の種類に関するアンケート調査

農作業時に着用する被服の種類について調査することを目的に、小国地区在住者146名を対象とし、2013年11月9日から約1か月間アンケート調査を実施した。なお、調査対象地域内の小国ふれあいセンターにおける調査当時の平均空間放射線量は0.38 $\mu\text{Sv/h}$ であった。

Fig. 1はアンケート結果である。Fig. 1を見ると、上衣は「長袖」が97%、「半袖」が3%、下衣は全回答者「長ズボン」を着用するという結果となった。靴は回答が多い順に「長靴・ロングブーツ」が78%、「スニーカー」が15%、「サンダル」が5%、「その他」が2%となった。加えて回答者の半数が手袋をして作業を行っていた。

このことから、調査対象地域である小国地区では農作業時には長袖、長ズボン、長靴、手袋により全身を被覆していることが観察された。ゆえに、農作業時には、土壤が直接、皮膚に付着する機会は多く

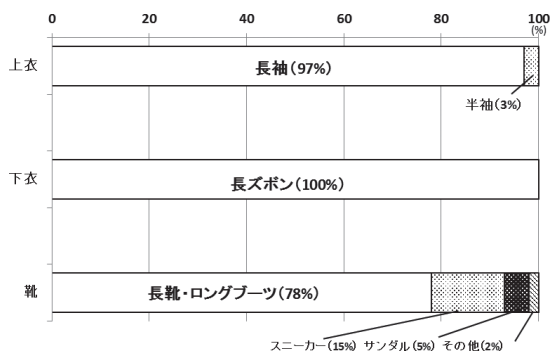


Fig. 1 Types of clothing worn during agricultural work (Garment : n = 136, Underwear : n = 130, Shoes : n = 88)

はないが、被服に付着する可能性は高いといえる。そこで、農作業時の被服に付着する γ 放射性核種の実態調査を行った。

4. 農作業時の被服に付着する γ 放射性核種の実態調査

農作業時の被服に付着する γ 放射性核種の実態調査を行うことを目的に、2014年7月に小国地区内の畑において着用実験ならびに畑の土壌の調査を行った。

4-1. 実験概要

(1) 実験地

実験地は、小国地区内7 km 範囲に分布する畑9か所 (Fig. 2) とした。

実験時の空間放射線量を Table 1 に示す (一部未測定箇所あり)。1 km 内に隣接する実験地においても、空間放射線量は場所により異なっていることがわかる。

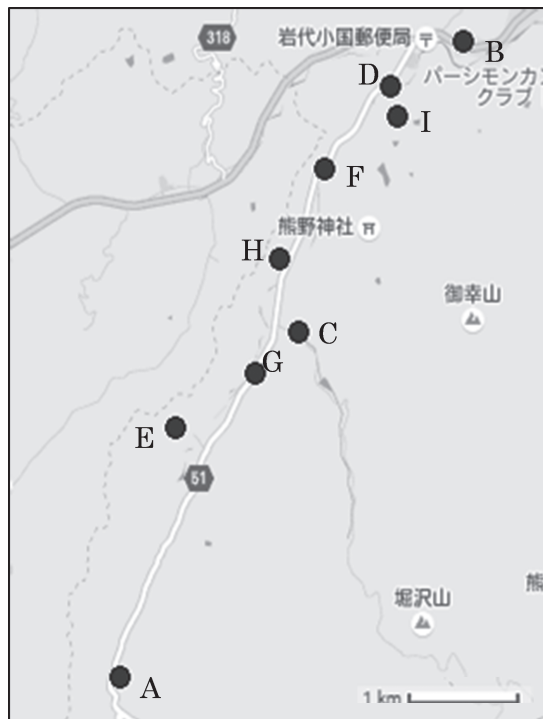


Fig. 2 Experiment locations

(2) 被験者

被験者は、実験地である畑の所有者9名 (成人男性7名, 成人女性2名) とした。

(3) 土壌に含まれる γ 放射性核種測定対象被服

土壌に含まれる γ 放射性核種の測定対象被服は、吸水吸湿性に優れ、日常生活の中では好んで着用されることが多い平織、綿100%の市販アームカバーとレッグカバー (Table 2) とした。

(4) 測定項目

測定項目は、以下の2項目とした。



- ①測定対象被服 (アームカバー・レッグカバー) に付着する土壌中の γ 放射性核種の放射能濃度
- ②畑の土壌の γ 放射性核種の放射能濃度

本実験で行う γ 放射性核種の定量分析は、ゲルマ

Table 1 Airborne radiation in experiment locations

実験地	空間放射線量 (μ Sv/h)
A	0.710
B	0.600
C	未測定
D	1.202
E	0.900
F	0.780
G	0.900
H	未測定
I	未測定

Table 2 Outline of subject clothing measured

測定対象被服	タッグ部分	重さ(g)	布の表面積(cm^2)
アームカバー 	あり	28.9	1470
レッグカバー 	なし	28.8	1554

ニウム半導体検出器（Princeton Gamma-Tech 製）を用いた。測定は認定NPO法人ふくしま30年プロジェクトにて、平成2年度版文部科学省マニュアルおよび平成4年度同指針（追補版）に準拠して行った。

(5) 実験方法

① 農作業時の被服に付着する土壌中の γ 放射性核種の実態調査

各被験者が普段着用している農作業時の被服を基本着衣とし、土壌の付着量が多いと予想される両腕脚を被覆するようにアームカバーとレッグカバー（以後、測定対象被服と記す）を一番外側に着用した（Fig. 3）。

着用後、各実験地にてじゃがいも掘作業を行った。なお、作業時間は日常生活を再現するために時間指定はせず、被験者各自でじゃがいも掘作業の時間を記録することとした。

作業終了後、測定対象被服を密閉袋に回収した。

次に、測定対象被服ならびに土壌の水分の放射線遮蔽力による測定結果への影響を少なくするため、測定対象被服を平衡重量となるまで自然乾燥した。

乾燥後、ゲルマニウム半導体検出器を用いて、測定対象被服の γ 放射性核種の測定を3時間行った。



Fig. 3 Examples of wearing (left: arm coverings, right: leg coverings)



Fig. 4 Experiment scenery (Experiment location "H")

② 畑の土壌の γ 放射性核種の調査

実験地の畑の土壌を100g採取し、ゲルマニウム半導体検出器を用いて、 γ 放射性核種の測定を1時間行った。

4-2. 結果と考察

(1) 農作業時の被服に付着する土壌中の γ 放射性核種の実態

農作業時の被服に付着する γ 放射性核種の実態を測定対象被服から検出された γ 放射性核種から検討する。

Table 3はそれらの γ 放射性核種の定量分析結果である。Table 3を見ると、複数の測定対象被服から原発由来の人工放射性核種であるCs-134とCs-137が検出されていることがわかる。また、測定対象被服からは土壌に含まれるウラン系列の天然放射性核種Pb-210も検出された。

Table 3から γ 放射性核種の放射能濃度について検討する。天然放射性核種Pb-210の最大放射能濃度は実験地Bのレッグカバーで262.49 Bq/kgであった。この数値はIAEA安全指針(RS-G-1.7)で定められた天然放射性核種に対する放射線防護の管理基準値1000 Bq/kg以下であった。一方、Cs-134とCs-137の合算値（以後、『セシウム濃度』と記す）における最大放射能濃度は、実験地Hのアームカバーの375.7 Bq/kgが観察された。ちなみに、セシウム濃度に関しては、福島原発の事故後2012年4月1日に、食品衛生法の規定に基づく食品中のセシウム（Cs-134, Cs-137）の基準値（Table 4）が設定されており、このセシウム濃度は一般食品の基準値

Table 3 Quantitative analysis results of γ -emitting radionuclides attached to subject clothing measured

試料	実験地	測定時間 (h)	Nuclide	Activity (Bq/Kg) ±Act Err(Bq/kg)
アームカバー	A	3	Cs-137	10.63±2.60
	B	3	Cs-137	11.19±2.49
	C	3	Cs-137	24.07±2.99
	D	3	Cs-137	9.44±2.44
	E	3	Cs-134	2.09±2.99
			Cs-134	27.06±3.69
			Cs-137	54.36±4.30
	F	3	Cs-134	17.87±2.86
			Cs-134	19.8±3.38
			Cs-137	60.34±4.61
G	3	Cs-137	13.44±2.66	
H	3	Cs-134	86.73±5.06	
		Cs-134	87.72±5.72	
		Cs-137	289.40±8.86	
I	3	N.D.		
レッグカバー	A	3	Cs-137	12.35±2.70
	B	3	Cs-137	7.39±2.36
			Pb-210	262.49±46.33
	C	3	N.D.	
	D	3	N.D.	
	E	3	Cs-134	6.89±2.13
			Cs-137	1.95±3.05
	F	3	Cs-134	9.53±2.48
			Cs-137	30.34±3.55
	G	3	Cs-137	23.65±3.05
H	3	Cs-134	28.77±3.31	
		Cs-134	23.34±3.79	
		Cs-137	94.31±5.42	
		Pb-210	216.76±46.83	
I	3	Cs-137	19.66±3.04	

Table 4 Standard value of cesium (Cs-134, Cs-137) in food ^{注2)}

	基準値 (Bq/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

100 Bq/kg の 3.8 倍であった。

次に、Table 5 は畑の土壌に含まれる γ 放射性核種の定量分析結果である。

Table 5 を見ると、土壌からは、セシウムだけでなく、測定対象被服からも検出された Pb-210 と同じウラン系列の天然放射性核種である親核種の Ra-226 が検出されている。その他、Pb-212 や Ac-228, K-40 などの土壌中に含まれる天然放射性核種が検出された。この例から、農作業時の被服には、土壌に含まれる天然の放射性核種と原発由来の放射性核種が付着することが観察された。農作業時の被服の取り扱いには注意を払うべきであることがわかる。

(2) 農作業時被服のセシウム濃度を高くする要因

Fig. 5 は、測定対象被服に付着した γ 放射性核種の定量分析結果からセシウムの放射能濃度ならびに畑の土壌のセシウム濃度、作業時間を実験地で比較したグラフである。Fig. 5 から各実験地で測定対象被服から検出されるセシウム濃度は異なっていることがわかる。そこで、農作業時被服のセシウム濃度を高くする要因について以下に検討する。

① 農作業条件

本実験では、作業時間ならびに畑の土壌の放射能濃度の異なる農作業条件で実験を行った。そこで、Fig. 5 から実験地 E と I の農作業条件を比較すると、E は作業時間 60 分・土壌の放射能濃度 2116 Bq/kg, I は作業時間 150 分・土壌の放射能濃度 2535 Bq/kg であった。E よりも I は作業時間が長く、土壌の放射能濃度も高い。一方、測定対象被服から検出されたセシウム濃度は I よりも E が高くなった。加えて、アームカバー、レッグカバー各々に対して『測定対象被服のセシウム濃度と畑の土壌のセシウム濃度』、『測定対象被服のセシウム濃度と作業時間』の相関を求めたところ、相関は見られなかった。

したがって、農作業時被服のセシウム濃度は『作業時間の長短』ならびに『畑の土壌のセシウム濃度の高低』に関わらず、一般食品の基準値を超えるセシウムが検出される可能性があると言える。

② 被服の湿潤

被服の湿潤程度とセシウム濃度との関係を検討した。Fig. 6 は、アームカバーの湿潤程度とアームカバーに付着した土壌中のセシウム濃度との関係である。アームカバーの水分量とセシウム濃度は、決定係数 $R^2=0.94$ 、ピアソンの積率相関係数 $r=0.97$ と非常に高い相関があることから、農作業時の被服の

Table 5 Quantitative analysis results of γ -emitting radionuclides included in soil taken from experiment locations

試料	実験地	測定時間 (h)	Nuclide	Activity (Bq/Kg) ±Act Err(Bq/kg)
土壌	A	1	Cs-134	388.11 ± 10.07
			Cs-134	389.81 ± 11.58
			Cs-137	1212.52 ± 17.95
			K-40	307.06 ± 38.72
			Ra-226	337.32 ± 82.63
	B	1	Cs-134	625.76 ± 12.08
			Cs-134	613.50 ± 13.94
			Cs-137	1953.18 ± 21.67
			K-40	520.39 ± 46.83
			Pb-212	36.91 ± 9.55
	C	1	Ac-228	27.08 ± 7.92
			Cs-134	49.98 ± 10.25
			Cs-134	455.48 ± 11.44
			Cs-137	1457.93 ± 17.71
			K-40	586.79 ± 47.01
	D	1	Pb-212	39.41 ± 11.16
			Ac-228	26.68 ± 8.72
			Cs-134	676.80 ± 12.86
			Cs-134	676.03 ± 14.93
			Cs-137	2161.36 ± 23.35
	E	1	K-40	467.61 ± 46.39
			Pb-212	33.34 ± 10.28
			Cs-134	498.61 ± 11.56
			Cs-134	510.41 ± 13.51
			Cs-137	1616.86 ± 21.02
	F	1	K-40	330.13 ± 41.11
			Pb-212	53.05 ± 9.52
			Cs-134	737.88 ± 13.50
			Cs-134	729.24 ± 15.58
			Cs-137	2181.72 ± 23.63
	G	1	K-40	296.57 ± 37.40
			Cs-134	612.12 ± 11.97
			Cs-134	598.24 ± 13.84
			Cs-137	1937.96 ± 21.64
			K-40	367.50 ± 39.93
	H	1	Cs-134	531.41 ± 11.46
Cs-134			518.20 ± 13.20	
Cs-137			1706.30 ± 21.05	
K-40			186.27 ± 32.42	
Cs-134			617.79 ± 12.57	
I	1	Cs-134	628.77 ± 14.69	
		Cs-137	1916.51 ± 22.44	
		K-40	309.59 ± 39.67	

水分量が増加するに伴い、そのセシウム濃度も高くなることわかる。

ところで、Fig. 6を見ると、実験地 H のアームカバーの水分量が突出して高くなっている。Fig. 5 から、実験地 H は、畑の土壌のセシウム濃度が 2237

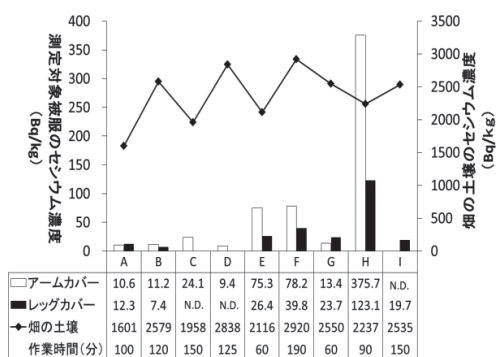


Fig. 5 Comparison of cesium concentrations in measurements of subject clothing by different farming conditions

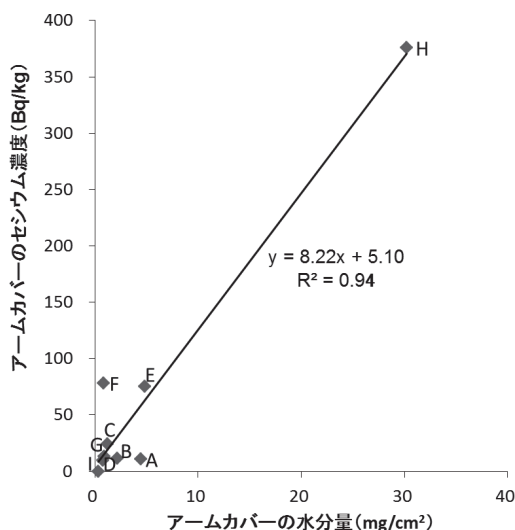


Fig. 6 Relationship of moisture content and cesium concentrations in arm coverings

Bq/kg と突出して高くはなく、作業時間も 90 分と比較的短時間であるが測定対象被服のセシウム濃度が最も高い地点であることがわかる。また、他に比べ、着用者の測定対象被服が汗によって湿潤し、土壌の付着が多く観察された地点でもある。

したがって、前項の考察から、測定対象被服から検出されたセシウムは土壌に含まれていると想定されることから、作業中の着用者の汗による被服素材の湿潤が土壌付着を促進し、農作業時の被服のセシウム濃度を高くする要因のひとつとなったと考え

られる。

(3) 農作業時の被服の留意点・取り扱い方法

以上の実態調査から農作業時の被服にはセシウムを含む土壌が付着していることが観察された。被服に付着した土壌を介したセシウムによる外部被ばくの影響は低いと考えられるが、土壌の付着したタオルや手袋で顔面の汗を拭う際や、被服に付着した土壌を掃う際には土壌を直接経口摂取する可能性があることから、農作業時の被服の取り扱いには注意が必要であるといえる。セシウムは土壌に強く吸着していることから、空間放射線量の高い地域の農作業時には被服への土壌付着を防止する対策が必要となると考えられる。

また、土壌付着を促進し、農作業時の被服のセシウム濃度を高くする要因のひとつには、着用者の汗による被服素材の湿潤があることが観察された。そして、実験地 H の測定対象被服の水分量は、アームカバーで 30.25 mg/cm²、レッグカバーで 0.72 mg/cm² であり、同一被験者内でもアームカバー、レッグカバーの水分量に差が見られた。実験地 H の実験風景 (Fig. 4) において、アームカバーはシャツに重ねて着用され、レッグカバーはズボンや靴下、長靴に重ねて着用されていることが観察できることから、重ね着枚数と被服素材が影響したと考えられる。このことから、農作業時には被服の汗による湿潤を防ぐ必要があり、一番外側に着用する被服が汗を吸収しないような着方の工夫や被服素材の速乾性が必要であるといえる。

以上から、空間放射線量の高い地域の日常生活に有用な農作業時の被服の取り扱い方法をまとめると、Table 6 に示すようになる。

5. まとめ

本研究では空間放射線量の高い地域の農作業時の被服の実態を明らかとすることを目的に、放射性核種を含む土壌に触れる機会が多いと予想される農作業やガーデニングが盛んな福島県伊達市霊山町小国地区を対象として、農作業時に着用する被服の種類に関するアンケート調査ならびに着衣実験による農作業時の被服に付着する γ 放射性核種の実態調査を行った。結果は以下の通りである。

(1) 農作業時に着用する被服の種類に関するアンケート調査

農作業時には長袖、長ズボン、長靴、手袋という全身を被覆する装着がなされていることが明らかとなった。

(2) 農作業時の被服に付着する土壌中の γ 放射性核種の実態調査

①測定対象被服から一般食品の基準値 100 Bq/kg を超す 463.85 Bq/kg のセシウムが検出され、測定対象被服には放射性核種を含む土壌が付着していることがわかった。

②畑の土壌のセシウム濃度ならびに作業時間に関わらず農作業時の被服にはセシウムなどの放射性核種を含む土壌が付着する可能性がある。

Table 6 Points to keep in mind and handling methods of clothing worn during agricultural work in regions with high airborne radiation

	対策
作業中	<ul style="list-style-type: none"> 土や砂に直接触れないように、手袋やアームカバーやレッグカバーなどを着用する。 汗や水で被服が湿潤すると土や砂が付着しやすくなるので、速乾性の素材を用いるなどの工夫をする。
作業後	<ul style="list-style-type: none"> 作業後は、被服に付着した土や砂を払い落とす。その際には、粉塵を吸い込まないように注意する。 家の中に入る前には、必ず作業着を脱ぐ。 シャワーを浴び、衣服を着替える。
作業着の取り扱い	<ul style="list-style-type: none"> 土や砂の付着した作業着は、屋外に放置せずに、収納場所(屋外)に保管する。 作業着はすみやかに洗濯し、土や砂の長時間の付着を避ける。

③土壤の水分や着用者の汗による被服素材の湿潤が土壤付着を促進し、農作業時被服のセシウム濃度を高くする要因であることが観察された。

以上の実態調査結果から、畑の土壤にセシウムが含まれる場合、被服には土壤を介したセシウムが検出されることもあることから、土壤が付着した被服を直接経口摂取することによる内部被ばくを避ける必要がある。したがって、空間放射線量の高い地域の農作業時には、被服の取り扱いに十分な注意を払い、速乾性のある被服素材を用いるなどの農作業時の被服への土壤付着を防止する対策が必要となる。

[要約]

空間放射線量の高い地域の農作業時の被服の実態を明らかとすることを目的とし、福島県伊達市霊山町小国地区を対象に農作業時の被服の実態調査を行った。

初めに、農作業時に着用する被服の種類に関するアンケートを行った。結果、農作業時には全身を被覆する着装がなされていることが観察された。

次に、小国地区の畑にて、測定対象被服（アームカバー・レッグカバー）に付着する γ 放射性核種を調査した。結果、測定対象被服から一般食品の基準値100 Bq/kgを超すセシウムが検出され、農作業時の被服にはセシウムを含む土壤が付着していることがわかった。

以上の実態調査から、空間放射線量の高い地域において畑の土壤にセシウムが含まれる場合、農作業時の被服に付着する土壤を直接経口摂取することで、内部被ばくをする可能性があると考えられる。ゆえに、農作業時の被服の取り扱いには注意し、被服への土壤付着を防止する必要がある。

注

注1) 正式には上小国と下小国に分けられるが、本稿では両者を合わせて『小国地区』と記している

注2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部：『基準値の設定—平成24年4月から—』, http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html を参考に表を作成

引用文献

- 1) 竹崎泰子, 多屋淑子: 衣服重量から見る放射線遮蔽衣の快適性向上に関する検討, 日本女子大学大学院紀要(家政学研究科人間生活学研究科), 23, 45-54 (2017)
- 2) 多屋淑子, 竹崎泰子: アンケート調査に見る空間放射線量の高い地域における衣生活の現状, 日本女子大学大学院紀要(家政学研究科人間生活学研究科), 21, 197-205 (2015)
- 3) Hiroki Mukai, Atsushi Hirose, Satoko Motai, Ryosuke Kikuchi, Keitaro Tanoi, Tomoko M. Nakanishi, Tsuyoshi Yaita and Toshihiro Kogure: *Cesium adsorption/desorption behavior of clay minerals considering actual contamination conditions in Fukushima*, Scientific Reports, 10.1038/srep21543 (2016)
- 4) 独立行政法人日本原子力研究開発機構: 放射性セシウム沈着量の面的調査, 平成26年度東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性核種の分布データの集約及び移行モデルの開発事業成果報告書 (2015)

参考文献

- 1) 中西友子: 土壤汚染—フクシマの放射性核種のゆくえ—, NHK 出版 (2013)
- 2) 高谷幸: 放射性核種測定値の統計学的特徴と食品中のセシウム検査, 公益社団法人日本食品衛生協会 (2014)

(指導教員 多屋淑子)