

暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析 (中間報告)

平成 23 年 12 月 25 日
福 島 県
農 林 水 産 省

<背 景>

- 福島県における 23 年産玄米の放射セシウム濃度に関する本調査の結果、暫定規制値を超えるものはなく、また、99.4 %が 100 Bq/kg 以下、90.4 %が 20 Bq/kg 未満であった。
- しかし、その後暫定規制値 (500 Bq/kg) を超える放射性セシウムが検出されたため、直ちに米の放射性物質緊急調査 (以下「緊急調査」という。) を開始した。
- これまで暫定規制値を超える放射性セシウムを含む玄米が検出されたのは、特定避難勧奨地点の付近の地区等限定的かつ局所的である。

1 調査の目的

- こうした一部地域で局所的に出現している暫定規制値を超過した米の発生原因を究明し、24 年産稲の作付指導や、24 年産米の具体的な調査の実施方法の検討に資するため、要因を検討、統計的に解析する。

2 調査方法

(1) 土壌調査

緊急調査において暫定規制値を超過する放射性セシウムを含むことが判明した玄米が生産された水田 (22 カ所) 及びその周辺の水田 (9 カ所) を対象として、土壌の表層 15 cm を採取し、土壌の放射性セシウム濃度、置換性の放射性セシウム濃度 (1 mol/l 酢酸アンモニア抽出)、物理性 (粒径組成)、化学性 (置換性カリウム濃度、陽イオン交換容量、腐植率) の分析を実施した。

また、こうした水田のうち 7 カ所では、土壌を層別 (土壌表面から 0~2.5 cm、2.5~5 cm、5~7.5 cm、7.5~10 cm、10~15 cm) に採取して、放射性セシウム濃度の鉛直分布についても分析した。

(2) 農家聞き取り調査・現地調査

玄米から暫定規制値を超過する放射性セシウムが検出された農家（21 農家）の協力を得て、施肥量、耕起時期（原発事故前の昨年秋の耕うん、春耕うんの有無）、根張りの深度、中干しの実施状況等の栽培管理状況に関する聞き取りを実施した。

加えて、該当の水田の現地調査を実施し、用水の水源、山林との隣接具合や山林からの水の流入状況についても調査した。

(3) 要因解析

暫定規制値を超過する放射性セシウムを含む玄米の発生要因である可能性がある項目について、農家の聞き取り調査等の結果を基に、それぞれの水田の条件がどの程度発生に寄与しているか検証するほか、土壌の分析結果を統計解析することにより、玄米の放射性セシウム濃度との相関のある項目を調査した。

解析に当たっては、福島県と農林水産省で協力して実施し、研究機関や大学のアドバイザー等の意見も聴取した。

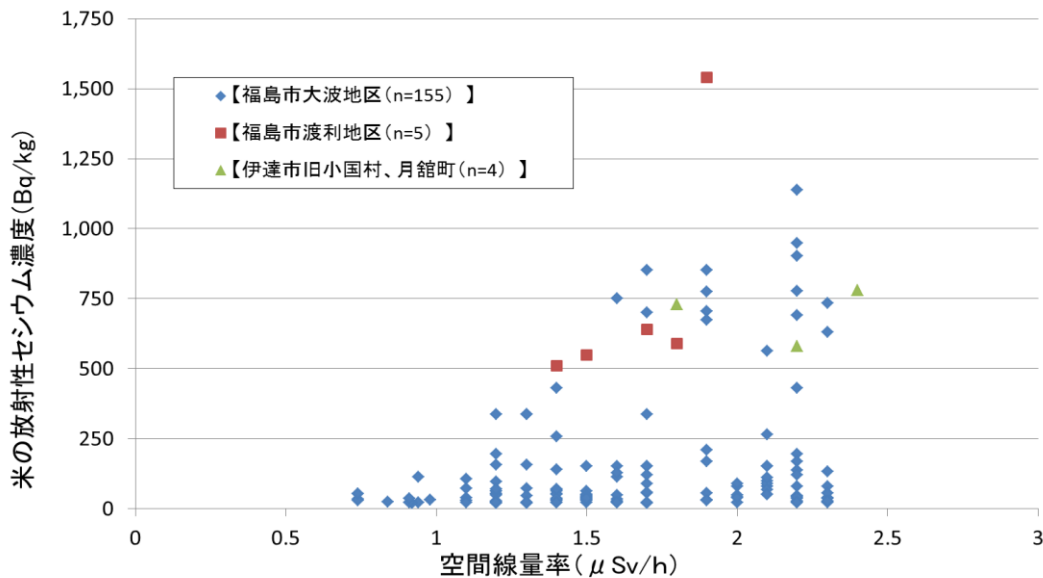
3 調査結果

(1) 暫定規制値を超過した米が生産された水田の地理的特徴

- 福島市旧小国村(大波地区)での緊急調査において、暫定規制値を超過する放射性セシウムを含む玄米が生産された水田の分布を調べたところ、地区の中でも特定の区域の水田において局所的に発生していた。
- また、現地調査を行ったところ、①山間部の山林に囲まれた狭隘な水田が多いものの、②基盤整備された比較的平坦な水田も見られた。

(2) 空間放射線量率

- 暫定規制値を超過する放射性セシウムを含む玄米は、空間放射線量率が $1.4 \mu\text{Sv/h}$ を超える水準の区域に限られていた。(図1)
- これは、空間放射線量率は、土壌や周辺環境の汚染の程度を反映していることから、空間放射線量率を参考として高濃度の放射性セシウムが米から検出される可能性がある区域かどうか判断することも可能と考えられた。



※1 空間線量率は当該ほ場から最も近い観測点(10m～数10m程度)のデータを入力。データは『環境放射線モニタリング詳細調査』原子力災害現地対策本部(放射線班)福島県災害対策本部(原子力班)の底先1mの測定値。
調査時期は、福島市大波地区(H23.7.23、7.26～7.28)、福島市渡利地区(H23.8.18～8.23、8.25、8.29、8.30)、伊達市がH23.6.11～12の間。
※2 玄米の放射性セシウム濃度について、大波地区は全袋調査の平均値、その他の地区は全戸調査の値。

図1 米の放射性セシウム濃度と空間線量率との関係

(3) 土壌の放射性セシウム濃度

- 暫定規制値を超過する放射性セシウムを含む玄米が生産された水田土壌の放射性セシウム濃度(0～15 cm層)は、2,321～11,660 Bq/kgと地点によって大きな差がある。(図2)
- また、土壌の放射性セシウム濃度が5,000 Bq/kgを超える地点でも、米の放射性セシウム濃度が暫定規制値を大きく下回る事例もあるなど、土壌の放射性セシウム濃度と玄米の放射性セシウム濃度との間には明確な相関関係は見られなかった。
- 土壌から米への移行係数は、栽培管理の方法等により大きく異なることが知られており、土壌と米の濃度の間で明確な相関が無いことは想定できる。一方、移行係数を計算すると1/3以上の地点で0.1を超える高い値を示しており、土壌から米への移行以外の要因が働いている可能性についても検討する必要がある。
- 一方、土壌の放射性セシウムの層別濃度を見ると、表層の0～5 cmの濃度は、その下の5～15 cmの層の濃度と比べ、7地点の平均で3.6倍と相当高く、層別の土壌を採取したいずれの地点も10,000 Bq/kg以上となっており、今回採取した7地点では、降下した放射性セシウムが耕うん等により均一に攪拌されていないと推察される。(図3)
- 福島市旧小国村における土壌の放射性セシウムに占める置換性の割合は平均で11.3%と比較的高く、当該地区の土壌では作物が吸収できる形態の放射性セシウムが比較的多かった可能性がある(表1)。

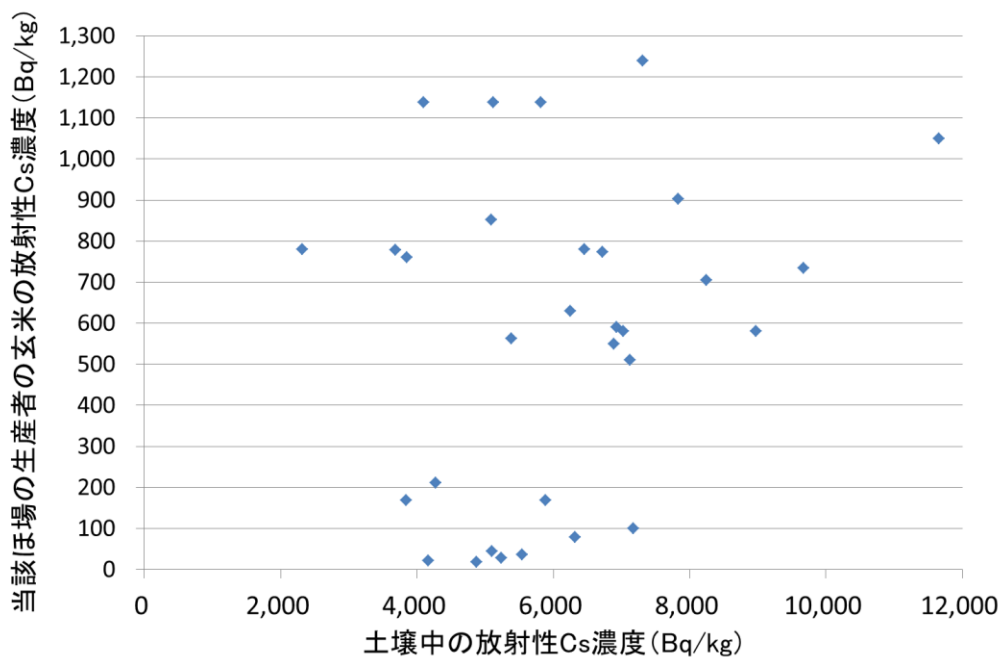


図2 土壌及び米の放射性セシウム濃度の関係

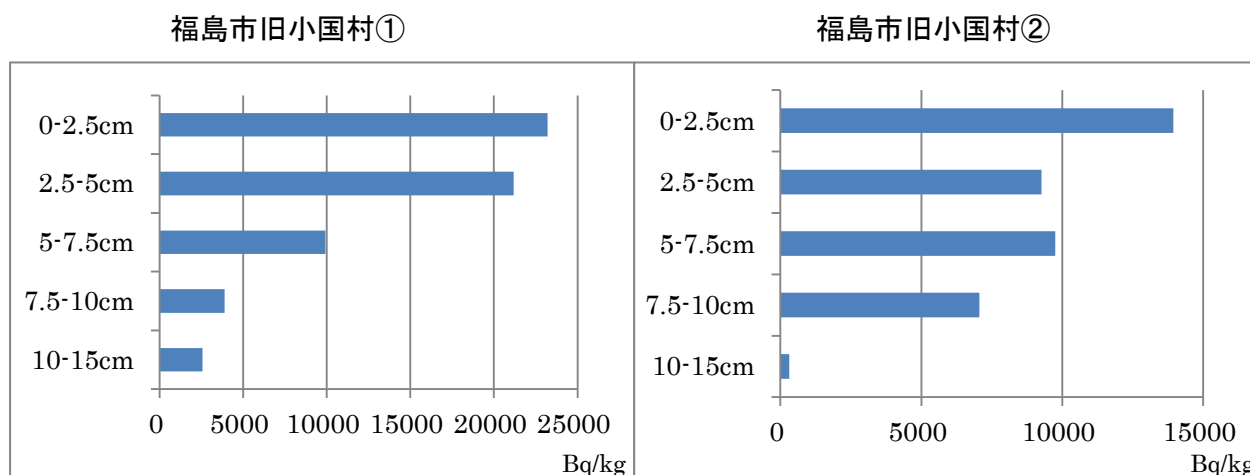


図3 土壌の層別放射性セシウム濃度(福島市旧小国村の2ほ場のデータ)

表1 福島市旧小国村における土壌中の放射性セシウムに占める置換性の割合

	平均(n=15)	超過した米が生産されたほ場(n=8)
置換性 Cs/全 Cs(%)	11.3%	13.4%
(データの範囲)	(3.7%~18.1%)	(9.0%~18.1%)

(4) 土壌の物理性

- 暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む玄米が生産された水田 (16 地点) の土壌について粒径組成を分析したところ、14 地点は粘土分が 25%以上存在する土壌であり、砂の多い土壌は一部地区 (伊達市旧月舘町) のサンプルに限られた。

- 一方、粘土鉱物の組成は、地域によって異なるが、福島市旧小国村、旧福島市、伊達市のサンプルでは、セシウムの固定力の強いイライトやバーミキュライト類は少なく、粘土含量は一定程度あっても、固定力や吸着力は低い可能性が考えられる。

(5) 土壌の化学性

- 暫定規制値を超過した水田土壌の置換性カリウム濃度は平均 6.7 mg/100g (2.5 ~14.7 mg/100g) であり、福島市の土壌の平均 15.9 mg/100g の 1/3 程度と低い水準である。
- 米の放射性セシウム濃度と土壌のカリウム濃度の間には、一定程度相関が見られた。(図4)
- 土壌中のカリウムは、作物が吸収する際にセシウムと競合するため、セシウムの吸収抑制に働くとされている。聞き取り調査によると、農家の中にはカリ肥料が無施用の場合もあり、土壌中のカリウム濃度が低いため、放射性セシウムの吸収が増加した可能性が考えられた。
- 土壌中のカリウムが、10 mg/100g を超える濃度にも関わらず、玄米中に高濃度な放射性セシウムが検出された「外れ値」が存在したが、これらの米は、移行係数の値も 0.2~0.28 と 0.1 を超えており、今後要因をさらに分析する必要がある。
- 陽イオン交換容量 (CEC) は、一部を除き 30 meq/100g 以上と、地力増進基本指針に定める改善目標値である 12 meq/100g と比較しても高かった。(表2)

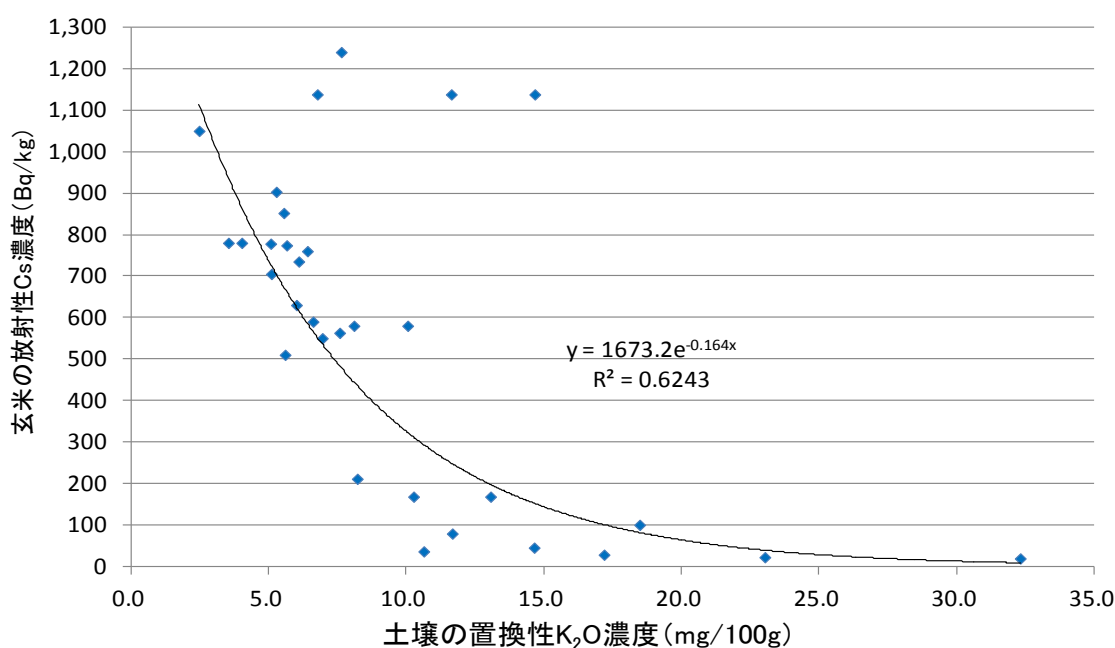


図4 土壌の置換性カリウム濃度と玄米の放射性セシウム濃度との関係

(6) 水田の状況と耕種概要

- 現地調査や農家への聞き取りによると、暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む玄米が生産された山間部の狭隘な水田では、排水不良や沢水の流入などにより常に湿潤状態にあるため、中干しを実施できない水田があった。
- また、区画が小さく、通常のトラクターでの作業ができないため、深く耕すことが困難な水田も多くあった。
- そのような水田では、稲株が容易に引き抜けるなど根張りが浅く、放射性セシウム濃度の高い土壌表層に多くの根が分布していた。

(7) 周辺環境と用水

- 暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む玄米が生産された水田は、沢水など天水を使用している山間部の狭隘な水田が多い。一方で、川等からの灌漑水を利用している平坦部の水田もあった。
- 平坦部でも暫定規制値を超過した水田は、道路と河川に挟まれている例外的なほ場を除けば、いずれも降雨時に山林から水が直接または水路等を経由して流入する環境にあった。
- 一方で、これまでのところ、採取した用水の放射性セシウム濃度は1 Bq/kg未満と低く、現段階では山林からの水の流入による影響については、直接的に実証されているとは言えない。

4 考察（要因についての考え方）

空間放射線量率や土壌の放射性セシウム濃度については、暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む玄米が生産された水田では高い値が見られたが、値の高い水田であっても米からほとんど放射性セシウムが検出されない場合もあり、暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む玄米が生産される必要条件に過ぎないと考えられる。

暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む玄米が生産される要因としては、土壌中の放射性セシウム濃度が高いことに加えて、水田の土質や施肥量、栽培管理、周辺環境などの複数の要因が複合的に関係したものと考えられる。

(1) 山間部の狭隘な水田

- カリ肥料の施用量が少なかったことから土壌中のカリウム含量が少なく、放射性セシウムが根から吸収され易かった可能性がある。
- 浅い耕うんと常時湛水のため、根張りが浅いことに加え、根が主に分布してい

る土壌表層に高濃度の放射性セシウムが残り、放射性セシウムを吸収しやすい状況にあったと考えられる。

- 沢水などの流入により、山林から放射性セシウムが供給された可能性がある。

(2) 平坦部の水田

- カリ肥料の施用量が少なかったことから土壌中のカリウム含量が少なく、放射性セシウムが根から吸収され易かった可能性がある。
- 平坦部であっても、隣接する山林から水路を経由又は直接水田に水が流入するところでは、山林から放射性セシウムが供給された可能性がある。

5 今後の取組

山林からの放射性セシウムの供給などは、状況証拠に過ぎず、流入水の放射性セシウム濃度の調査などで直接的に影響が十分検証されていない事項もあることから、引き続き調査を行いさらに要因の解析を進める。

(調査協力機関等)

農林水産省東北農政局福島地域センター

(独)農業環境技術研究所

学習院大学

福島大学

福島市、伊達市、二本松市

J A新ふくしま、J A伊達みらい、J Aみちのく安達

福島県県北農林事務所農業振興普及部、伊達農業普及所、安達農業普及所

福島県農業総合センター

表2 暫定規制値を超過した米が生産された水田及びその近隣水田の土壌の放射性セシウム濃度、土壌の化学性

No	採取地		玄米中Cs Bq/kg	土壌中Cs濃度(Bq/kg Dry)			pH	土壌の化学性				
	市町村	旧市町村		Cs134	Cs137	合計		K2O mg/100g	CEC me/100g	CaO mg/100g	MgO mg/100g	腐植(%)
1	福島市	小国村	970~1270	1,900	2,200	4,100	6.3	14.7	43.6	697	294	4.2
2	福島市	小国村	970~1270	2,610	3,210	5,820	6.1	11.6	41.6	647	276	4.5
3	福島市	小国村	700~710	3,690	4,560	8,250	5.8	5.1	34.7	618	128	4.3
4	福島市	小国村	121~750	2,380	3,000	5,380	6.1	7.6	40.7	689	216	4.0
5	福島市	小国村	840~980	3,540	4,290	7,830	5.3	5.3	31.3	489	86	3.4
6	福島市	小国村	690~820	4,240	5,430	9,670	5.0	6.1	32.3	443	89	3.4
7	福島市	小国村	450~1110	2,930	3,790	6,720	5.6	5.7	37.7	629	136	3.1
8	福島市	小国村	580~1100	1,600	2,080	3,680	6.6	5.1	38.9	649	273	3.8
9	福島市	小国村	970~1270	2,290	2,830	5,120	6.5	6.8	32.1	573	192	3.3
10	福島市	小国村	590~670	2,681	3,571	6,252	5.8	6.0	32.8	453	157	4.7
11	福島市	小国村	58~530	1,834	2,439	4,273	6.5	8.2	38.6	456	311	2.5
12	福島市	小国村	710~1170	2,173	2,918	5,091	5.3	5.6	24.3	163	50	3.7
13	福島市	小国村	760	1,599	2,251	3,850	5.1	6.4	20.3	98	43	2.7
14	福島市	福島市	590	2,961	3,965	6,926	5.2	6.6	31.7	390	86	3.0
15	福島市	福島市	550	2,934	3,956	6,890	5.9	7.0	30.1	422	102	2.8
16	福島市	福島市	510	3,056	4,072	7,128	5.4	5.6	32.9	439	124	2.5
17	伊達市	月舘町	1050	5,061	6,599	11,660	5.6	2.5	15.2	122	17	7.9
18	伊達市	小国村	780	2,729	3,726	6,455	5.7	3.5	9.3	101	21	2.6
19	伊達市	小国村	580	3,809	5,164	8,973	5.4	8.1	34.2	546	139	4.3
20	伊達市	柱沢村	580	3,012	4,017	7,029	6.2	10.1	55.5	967	321	4.1
21	伊達市	富成村	1240	3,098	4,210	7,308	5.4	7.6	34.8	765	106	4.6
22	二本松市	渋川村	780	977	1,344	2,321	5.2	4.0	16.3	133	34	2.4
23	福島市	小国村	ND~240	3,160	4,010	7,170	6.4	18.5	36.9	555	232	3.1
24	福島市	小国村	112~220	1,680	2,160	3,840	6.0	10.3	39.4	589	236	3.8
25	福島市	小国村	112~220	2,550	3,340	5,890	6.0	13.1	43.6	676	273	4.1
26	福島市	小国村	30~103	2,740	3,580	6,320	6.3	11.7	42.3	674	292	3.8
27	福島市	小国村	ND~46	2,300	2,940	5,240	6.8	17.2	40.5	761	247	3.5
28	福島市	小国村	ND~62	2,280	2,820	5,100	6.0	14.7	33.0	551	174	3.2
29	福島市	小国村	ND~35	1,860	2,310	4,170	6.4	23.0	37.1	659	207	3.0
30	福島市	小国村	ND	2,180	2,690	4,870	6.5	32.3	37.4	616	229	3.0
31	福島市	小国村	ND~50	2,540	3,000	5,540	6.6	10.6	33.0	560	200	2.4

注：二本松市旧渋川村の土壌データについては、ほ場の場所等再確認中。