

25年産米の南相馬市での基準値超過に関する 調査結果

1. 福島県及び南相馬市における基準値超過の概要
2. 交差汚染の発生状況及び交差汚染防止対策の実施状況
3. 高濃度汚染米の汚染状況
4. 直接付着による汚染メカニズム
5. 土壌等の再巻き上げによる付着の可能性
(参考)
6. 土壌の分析結果
7. 用水の調査結果

※ 調査結果を引用する場合のお願い

本調査結果の中には、イメージングプレート(放射線を高感度に検出するX線写真)による画像が含まれています。

その多くは、放射性物質の位置がわかるように、イメージングプレートの画像と通常(可視光の写真)の画像を重ね合わせて合成していますが、あくまでも合成画像であり、実際の農作物等が黒く見える訳ではありません。

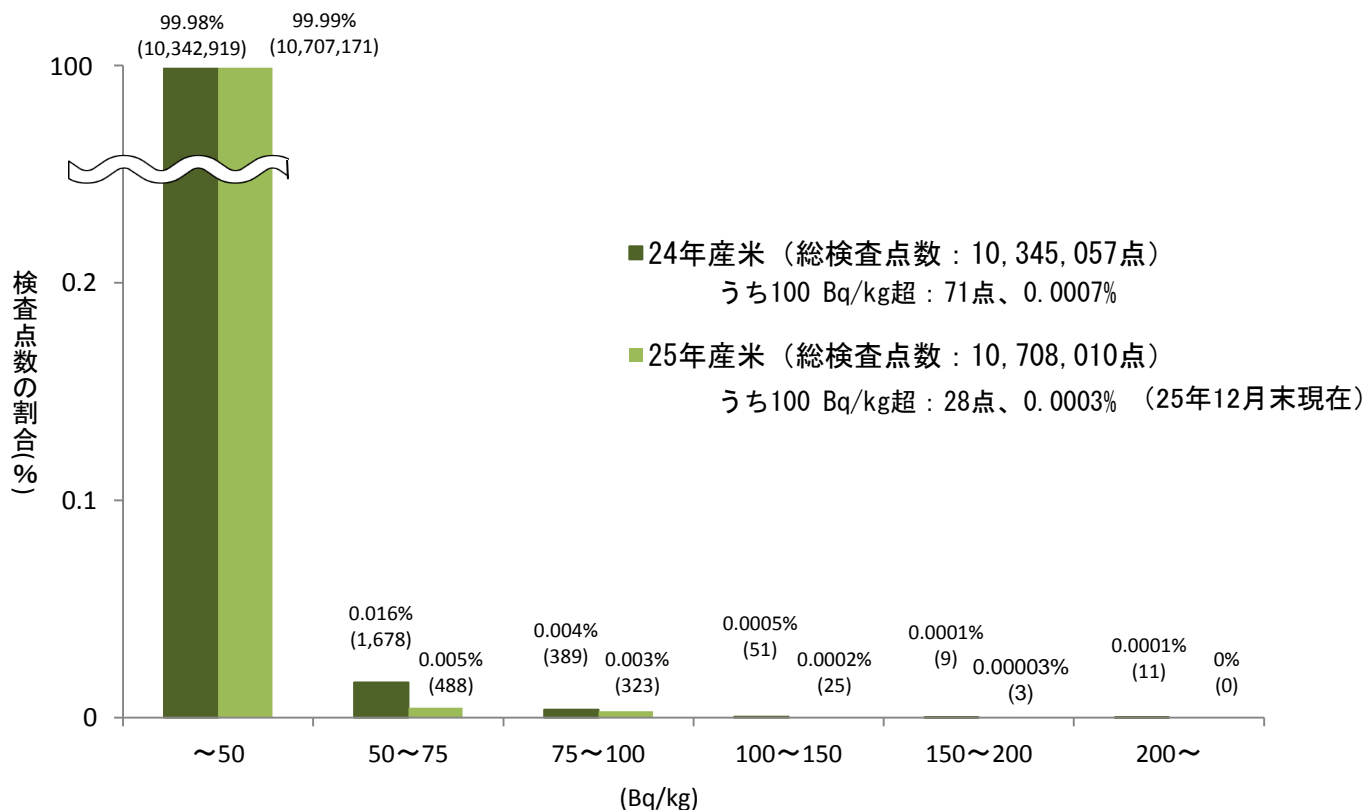
合成画像を引用する場合は、上記のような説明を付すなど、誤解が生じないようにご配慮をお願いいたします。

1. 福島県及び南相馬市における基準値超過の概要

(1) 福島県における全袋検査の結果

- 福島県では24年産米から県下全域で全袋検査(玄米30 kg/袋)を実施。
- 各年産で1,000万袋を超える検査が行われ、24年産では全体の0.0007%(71袋、計16地点)で基準値(100 Bq/kg)を超過。
- 25年産では、0.0003%(28袋、計15地点)で基準値を超過。

図1 福島県における24年産米及び25年産米の全袋検査結果



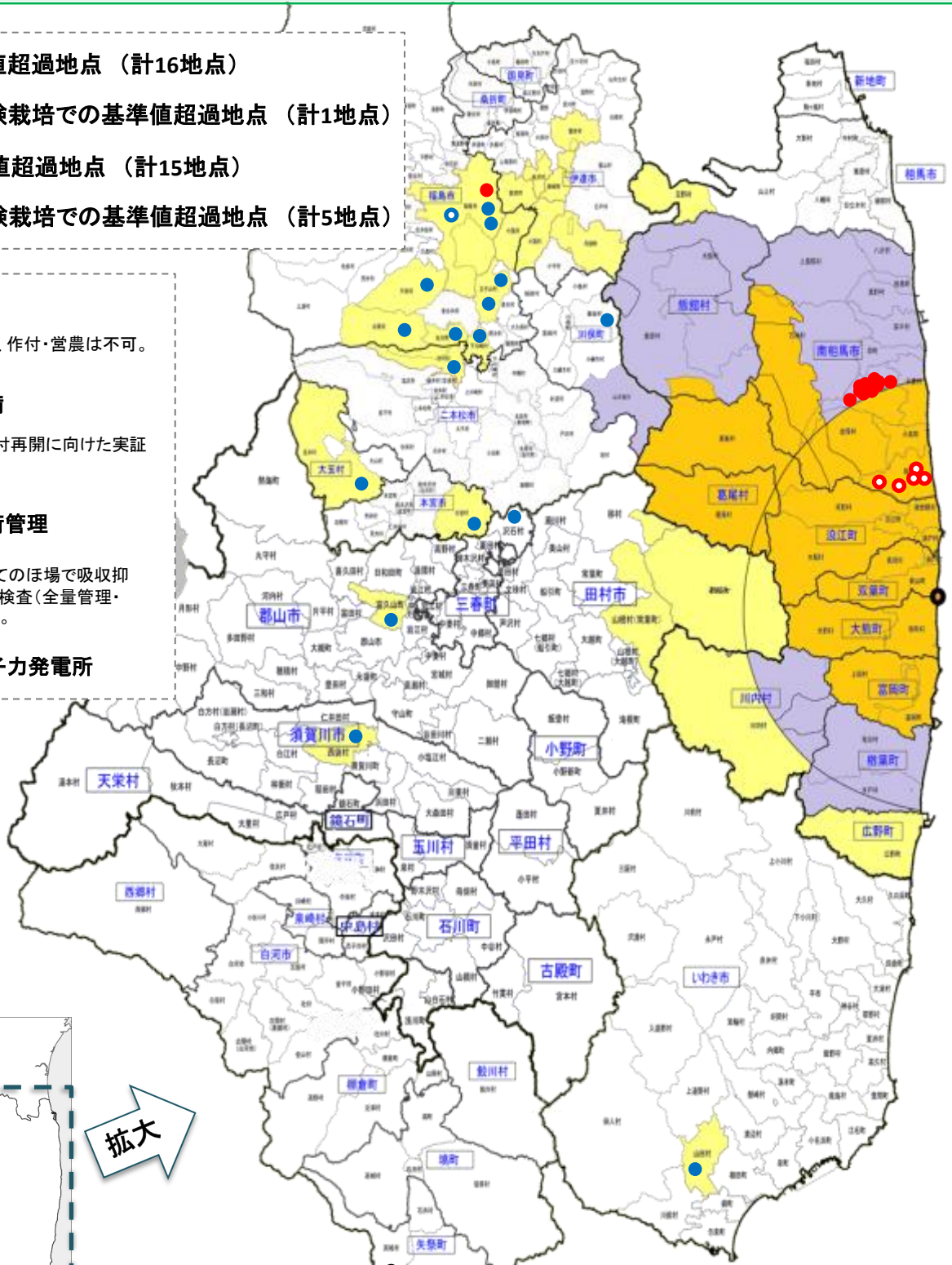
1. 福島県及び南相馬市における基準値超過の概要

(2) 福島県における基準値超過の発生地点

- 24年産の基準値超過16地点は、福島県中通りを中心に発生。
- 25年産の基準値超過15地点のうち、14地点は南相馬市旧太田村で、残り1地点は福島市旧福島市で発生。
- なお、福島県の作付制限区域では試験栽培が実施されており、25年産の試験栽培では南相馬市の避難指示区域内の5地点で基準値超過。

- 24年産基準値超過地点 (計16地点)
- (●) 24年産の試験栽培での基準値超過地点 (計1地点)
- 25年産基準値超過地点 (計15地点)
- (●) 25年産の試験栽培での基準値超過地点 (計5地点)

- 作付制限**
立入が制限されており、作付・営農は不可。
- 作付再開準備**
管理計画を策定し、作付再開に向けた実証栽培等を実施。
- 全量生産出荷管理**
管理計画を策定し、全てのほ場で吸収抑制耐草を実施、もれなく検査(全量管理・全袋検査)し、順次出荷。
- 福島第一原子力発電所**



1. 福島県及び南相馬市における基準値超過の概要

(3) 24年産米の基準値超過の発生要因

- 24年産の基準値超過ほ場のほとんどでは、土壌中の交換性カリ含量が目標水準(25 mg K₂O/100g)を下回っており、土壌中に十分なカリが無かったため、放射性セシウムの移行が高まったと考えられた。
- 25年産の基準値超過ほ場のうち、福島市旧福島市の1地点では吸収抑制対策が未実施であったことを確認。
- 他方、南相馬市旧太田村の14地点では、いずれも吸収抑制対策を実施していたにもかかわらず基準値を超過。

表1 24年産米の基準値超過地点の土壌分析の結果

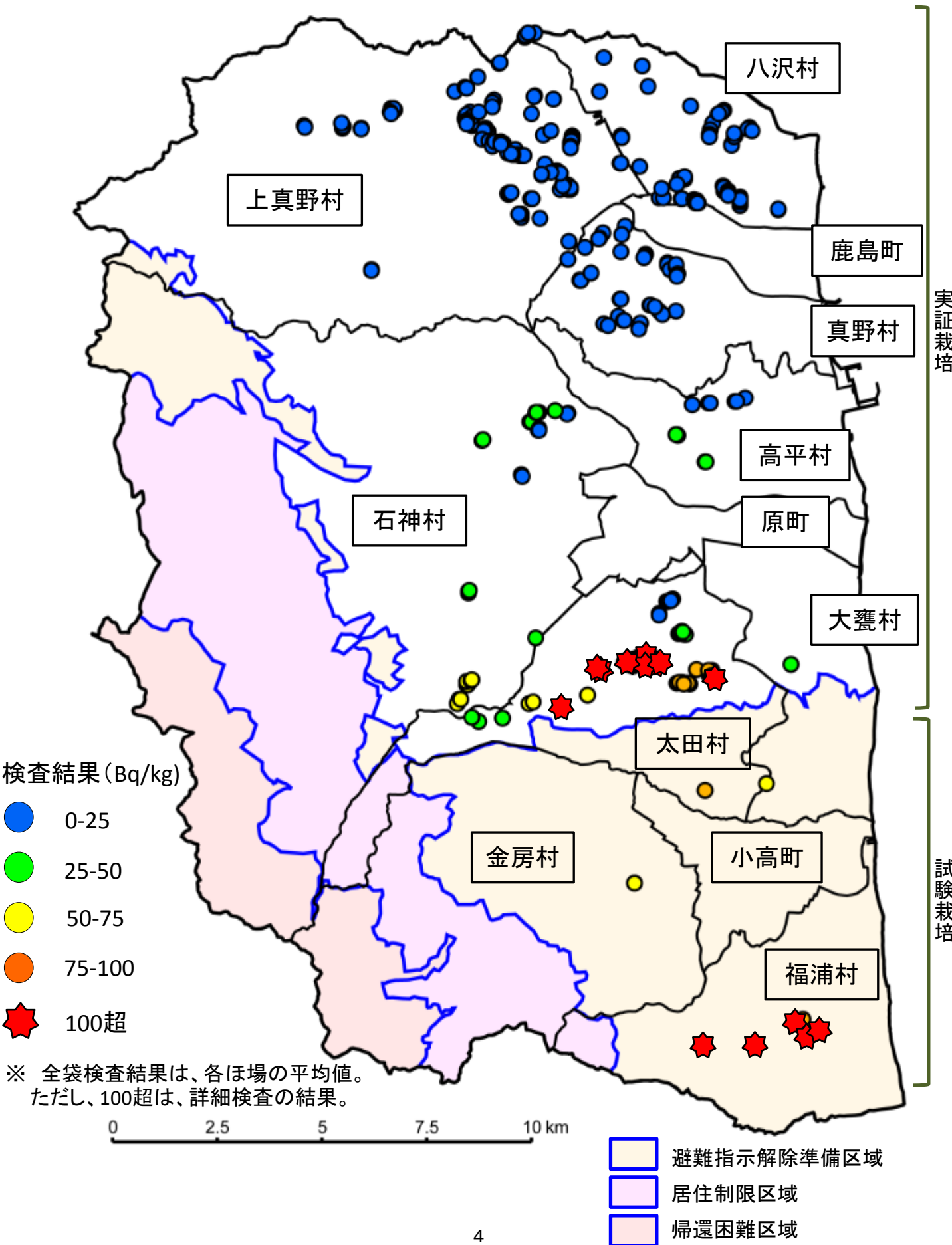
No	玄米調査			土壌分析	
	調査数 (袋)	100Bq超 (袋)	最大値 (Bq/kg)	土壌放射性セシウム (Bq/kg)	土壌交換性カリ (mg K ₂ O/100g)
1	320	1	110	1,629~2,958	3.8~7.4
2	187	7	110	2,597	4.4
3	7	1	120	2,783	5.6
4	6	6	281	1,826	6.2
5	3	3	360	961	4.2
6	11	1	109	3,259~3,488	5.2~7.0
7	15	5	159	1,909~3,427	3.5~7.7
8	22	2	180	3,336	7.5
9	4	1	144	258~273	7.8
10	31	4	128	2,538~2,919	3.6~12.0
11	1	1	228	2,397	6.1
12	43	12	230	2,584~3,108	5.3~10.8
13	2	1	114	2,216	42.0

※1 24年産米の基準値超過16地点のうち、土壌が採取できた13地点の土壌を分析。

※2 No.5、13のほ場は、不耕起栽培で水稻根域が極端に浅いことを確認。

1. 福島県及び南相馬市における基準値超過の概要

(4) 南相馬市における基準値超過の発生地点

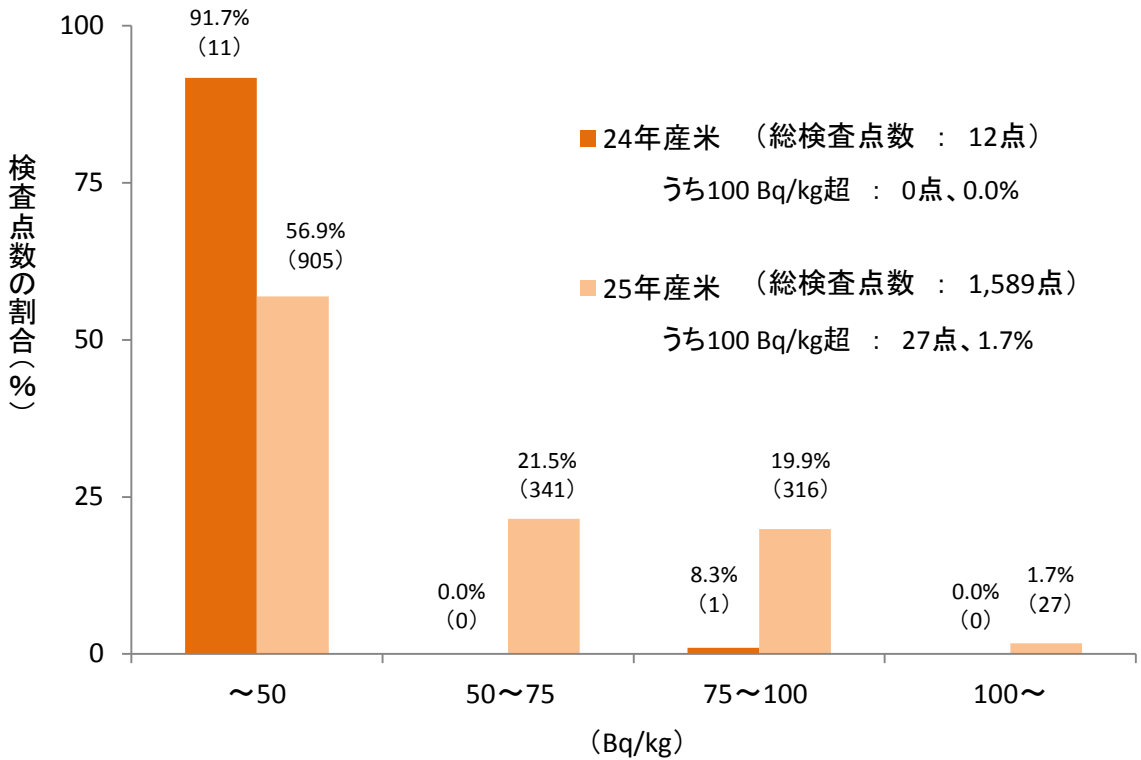


1. 福島県及び南相馬市における基準値超過の概要

(5) 南相馬市旧太田村の検査結果

○ 25年産米で基準値超過がみられた南相馬市旧太田村では、24年産米で試験栽培が行われていたが、基準値超過はみられなかった。

図2 南相馬市旧太田村における24年産米及び25年産米の検査結果



	年産	検査数量	検査結果				
			25Bq/kg 未満	25~50 Bq/kg	50~75 Bq/kg	75~100 Bq/kg	100Bq/kg 超
南相馬市 旧太田村	24年産	12 (100%)	8 (66.7%)	3 (25.0%)	0 (0.0%)	1 (8.3%)	0 (0.0%)
	25年産	1,589 (100%)	212 (13.3%)	693 (43.6%)	341 (21.5%)	316 (19.9%)	27 (1.7%)

2. 交差汚染の発生状況及び交差汚染防止対策の実施状況

(1) 24年産米における交差汚染の発生状況

○ 24年産米においては、稲の作付を再開し、原発事故後に初めて使用した粳すり機等を通じて、米の乾燥調製の過程で交差汚染が発生した事例がみられた。

表 2 24年産米における交差汚染疑い事例

No.	地域	発生状況	想定される要因
1	A地区	290 Bq/kg → 洗浄後25 Bq/kg (全283袋中の1袋)	原発事故当時に警戒区域(浪江町)にあった粳すり機を洗浄せずに使用。当該米袋にはネズミの糞や稲わらの屑等が混入。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。
2	B地区	99 Bq/kg → 洗浄後23 Bq/kg (全256袋中の1袋)	原発事故当時に警戒区域(双葉町)から持ち出した粳すり機を使用。当該米袋には夾雑物が混入。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。
3	C地区	110 Bq/kg → 洗浄後17 Bq/kg (全15袋中の1袋)	原発事故当時、粳タンク上部の窓が開放状態。また、原発事故後初めて使用した粳すり機を使用。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。
4	D地区	57 Bq/kg → 洗浄後12 Bq/kg (全36袋中の1袋)	原発事故後初めて使用した粳すり機を使用。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。
5		110 Bq/kg → 洗浄後38 Bq/kg (全45袋中の1袋)	原発事故後初めて使用した粳すり機を使用し、初めて調製したロットの米から検出。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。
6	E地区	73 Bq/kg → 洗浄後34 Bq/kg (全31袋中の1袋)	原発事故後初めて使用した粳すり機を使用し、初めて調製したロットの米から検出。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。
7	F地区	62 Bq/kg → 洗浄後4.2 Bq/kg (全234袋中の1袋)	玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。

2. 交差汚染の発生状況及び交差汚染防止対策の実施状況

(2) 交差汚染防止対策

- 24年産の全袋検査で交差汚染事例がみられたことから、乾燥調製等の過程における交差汚染を防止するためのガイドラインを策定。
- 25年産米においては、同ガイドラインに基づく対策が実施され、交差汚染が疑われる事例はほとんどみられなかった。

交差汚染防止対策のポイント

① 通常の清掃作業

米の収穫・乾燥・調製作業を行う作業場や使用する農機具などは、常日頃からきちんと清掃を行い、放射性物質の汚染源となりうるゴミやほこりを除去。

② 通常の清掃作業に加えて実施する「とも洗い」

籾摺機や選別・計量機は、通常の清掃では機械内部のゴミやほこりを十分に取り除くことができないため、原発事故後に初めて使用する際には、通常の清掃に加えて「とも洗い」を実施。

※「米の収穫・乾燥・調製工程における放射性物質交差汚染防止ガイドライン～原発事故の影響を受けた地域で米の乾燥調製を行う生産者向け～」（平成25年7月農水省）
http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/kome_130709.pdf

表3 25年産米における交差汚染疑い事例

地域	発生状況	想定される要因
G地区	120 Bq/kg → 洗浄後29 Bq/kg (全19袋中の1袋)	原発事故後初めて使用した籾すり機を使用。玄米を洗浄後、放射性物質濃度が大幅に低下。

2. 交差汚染の発生状況及び交差汚染防止対策の実施状況

(3) 南相馬市旧太田村における交差汚染防止対策

- 南相馬市旧太田村の25年産米で基準値超過がみられたほ場で生産された米は、個人所有の機械又はライスセンター(共同乾燥調製施設)で乾燥調製を実施。
- 個人所有の機械、ライスセンターのいずれもガイドラインに基づき交差汚染防止対策(粃を用いた「とも洗い」)を実施済み。

表 4 南相馬市旧太田村の25年産米の基準値超過事例における乾燥調製等の実施状況

ほ場	全袋検査の結果 (最高値)(Bq/kg)	乾燥調製方法		とも洗いの 実施	とも洗い玄米 ^{注2} の 放射性物質濃度(Bq/kg)		洗浄前後の玄米 ^{注4} の 放射性物質濃度(Bq/kg)	
		個人	ライスセンター		1袋目	2袋目	洗浄前 (全袋検査結果)	洗浄後
1	160	○		○	170	92	310 (160)	360
2	120	○		○	165	110	210 (120)	270
3	160		○ ^{注1}	○	110	100	270 (160)	330
4	150		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
5	110		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
6	150		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)	91 (100)	79
7	110		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
8	120		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)	100 (80)	98
9	180		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
10	120		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
11	130		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
12	110		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)	76 (76)	73
13	110		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		
14	110		○ ^{注1}	○	(注3)	(注3)		

注1 全て同一のライスセンターが利用されているが、ほ場ごとに異なるロットとして乾燥調製を実施。また、当該ライスセンターでは、平成23～25年にかけて、各年産の麦について乾燥調製を実施。

注2 粃を乾燥調製用の機械に実際に流し(「とも洗い」)、排出された玄米。

注3 当該ライスセンターのとも洗いは、ほ場3で生産された米を使用。

注4 当該ほ場で生産された米から一部をサンプリングし、洗浄前後の放射性物質濃度を比較。

3. 高濃度汚染米の汚染状況

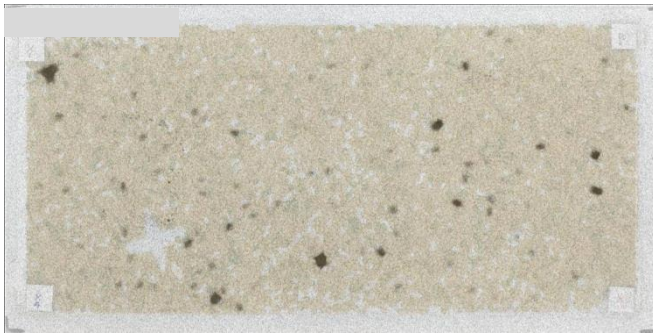
(1) 基準値超過玄米のイメージングプレートと比較

- 基準値を超過した玄米のサンプルを微量の放射線を検出するイメージングプレートで感光させたところ、米粒に濃淡があり高い濃度の米粒が一定程度含まれているとみられるサンプルが確認された。

図 3

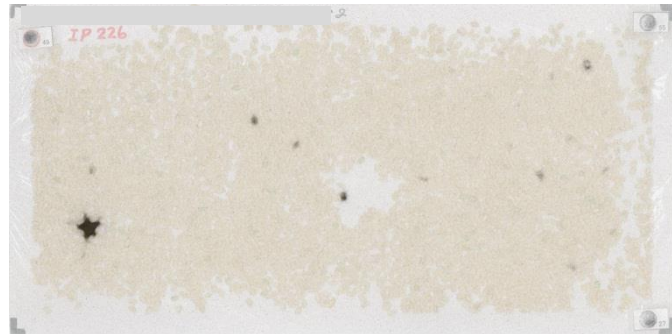
小高区、旧太田村の試験栽培ほ場で生産された25年産の基準値超過米のイメージングプレートの検出結果

(玄米中の放射性セシウム濃度 180 Bq/kg)
(小高区)



イメージングプレート画像と可視画像を重ねたもの。
放射性物質の濃淡が見られる。

(玄米中の放射性セシウム濃度 160 Bq/kg)
(旧太田村)



イメージングプレート画像と可視画像を重ねたもの。
放射性物質の濃淡が見られる。

図 4

24年産の基準値超過米のイメージングプレートの検出結果

(玄米中の放射性セシウム濃度 110 Bq/kg)
(中通りA市)



イメージングプレート画像と可視画像を重ねたもの。
放射性物質の濃淡は見られない。

(玄米中の放射性セシウム濃度 140 Bq/kg)
(中通りB市)



イメージングプレート画像と可視画像を重ねたもの。
放射性物質の濃淡は見られない。

3. 高濃度汚染米の汚染状況

(2) 稲穂のイメージングプレート(その1)

- 小高区の試験ほ場で採取した稲穂を同様に感光させたところ、放射性物質が固まって付着したサンプルが確認された。

図5 小高区の試験ほ場で採取した稲穂のイメージングプレートの検出結果



イメージングプレート画像と可視画像を重ねたもの。赤丸で囲った部分(黒点)に放射性物質の付着が見られる。

3. 高濃度汚染米の汚染状況

(2) 稲穂のイメージングプレート(その2)

- また、同じ農家のほ場において、稲穂の一連の籾が汚染されているとみられるサンプルが確認された。
- 当該稲穂と同じ稲株の葉及び茎を感光させたところ、上から2番目の葉にスポット状の汚染、さらには最上位の茎からも汚染が確認された。

図6 小高区の試験栽培ほ場で採取した稲穂のイメージングプレートの検出結果

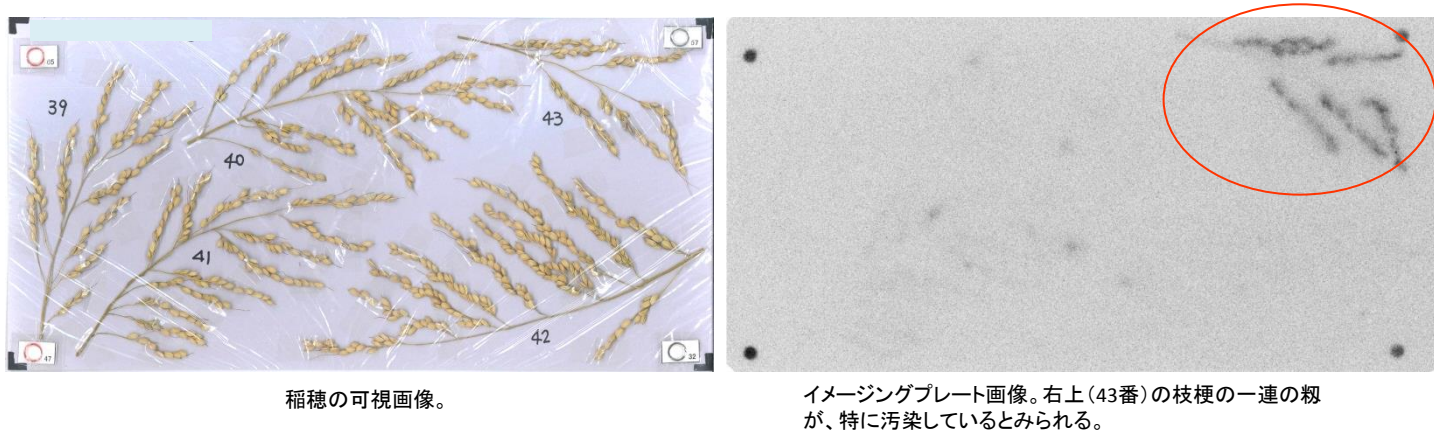
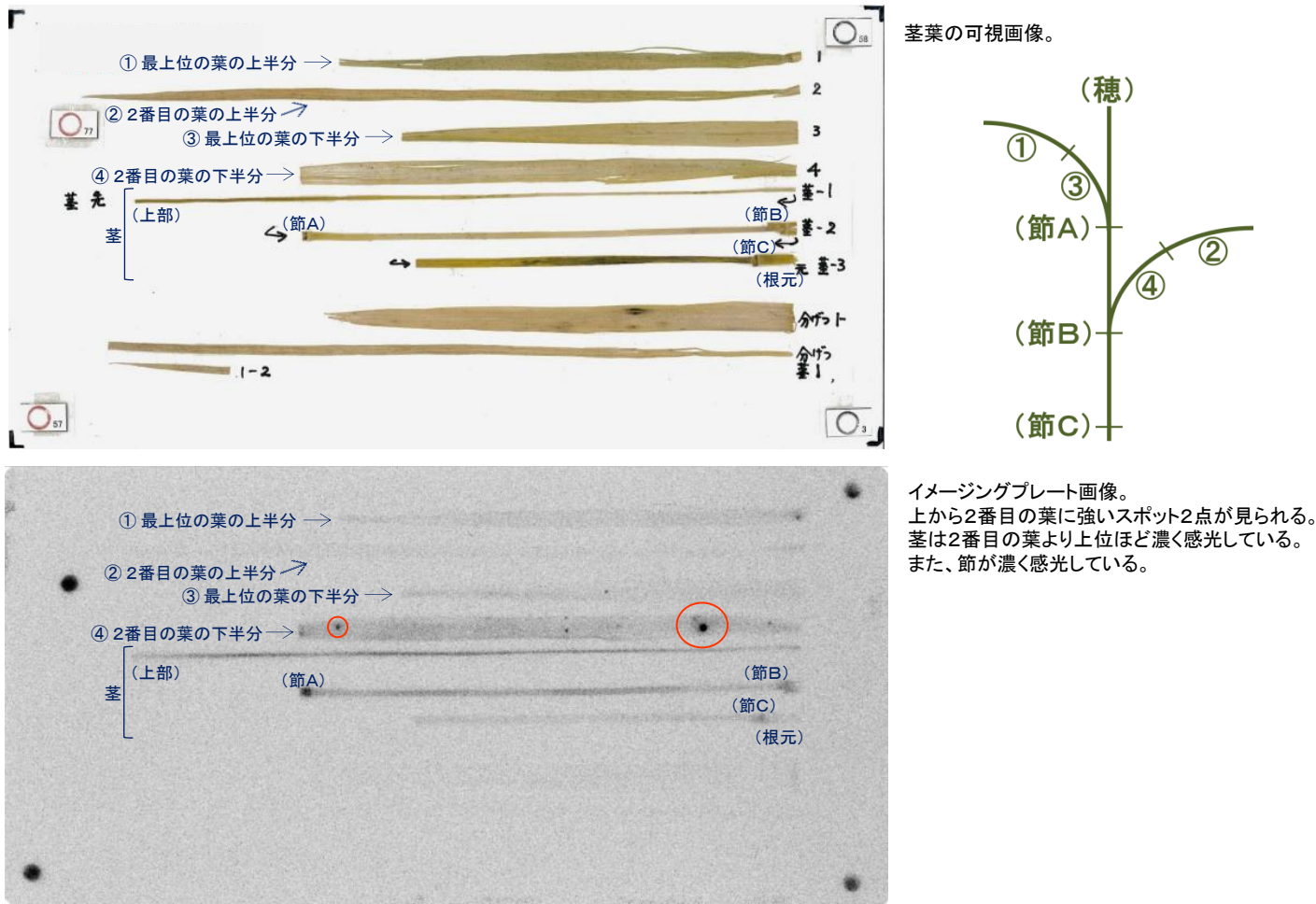


図7 稲穂に感光が見られた稲株の茎葉のイメージングプレートの検出結果



3. 高濃度汚染米の汚染状況

(3) 浪江町産の大豆等の汚染状況

- 浪江町の試験栽培ほ場で生産された25年産大豆の放射性物質濃度を検査した結果、約120～1700 Bq/kgを検出。土壌中の放射性セシウム濃度に対し、大豆子実の放射性セシウム濃度が著しく高い。
- 大豆の葉をイメージングプレートで感光した結果、浪江町の葉では点的に感光が見られる一方で、中通りの葉では感光は見られなかった。浪江町のほ場で採取した葉では、超音波洗浄後にも感光が見られた。
- その他、浪江町で採取したトウガラシや野草の葉にも、点的な感光が見られた。

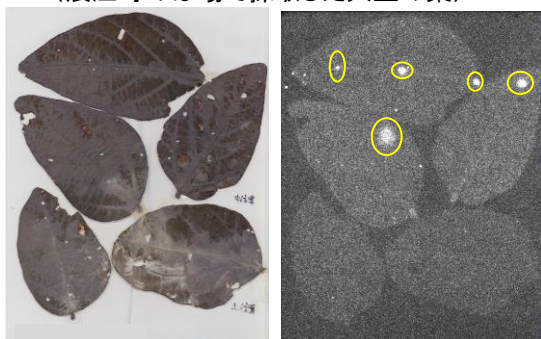
表5 浪江町の試験栽培ほ場で生産された25年産大豆の検査結果及び土壌分析結果

	① 大豆子実中の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	② 土壌中の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	①/②
除染後ほ場 (3サンプルの平均)	782	139	5.6
除染前ほ場 (3サンプルの平均)	1,140	1,697	0.67

(注)24年産大豆の基準値超過事例において、大豆子実と土壌の放射性セシウム濃度の比(表中の①/②)は、平均で0.15、最大でも0.47。

図8 大豆の葉のイメージングプレートの検出結果

(浪江町のほ場で採取した大豆の葉)



葉に汚染が見られる。

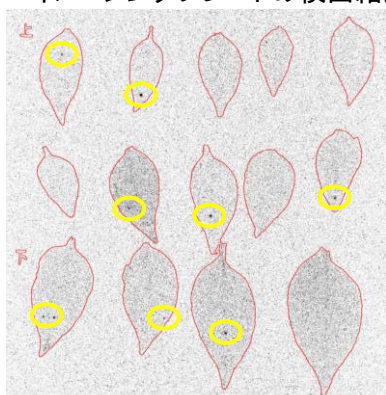
(中通りのほ場で採取した大豆の葉)



汚染が見られない。

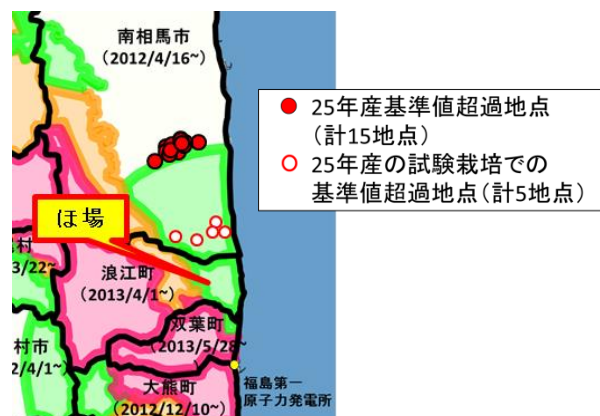
- 浪江町のほ場で採取した大豆の葉で放射性物質の感光が確認されたが、中通りの大豆では確認されなかった。(上のイメージは、ネガとポジを反転)
- 浪江町で採取した葉は5分間超音波洗浄を施したものであり、葉の内部に放射性物質が存在することを示唆。

図9 浪江町で採取したトウガラシの葉(*)のイメージングプレートの検出結果



※ 出荷の事前検査において基準値超過が見られたトウガラシのほ場の葉

図10 放射性セシウム濃度の高い大豆が生産されたほ場の場所

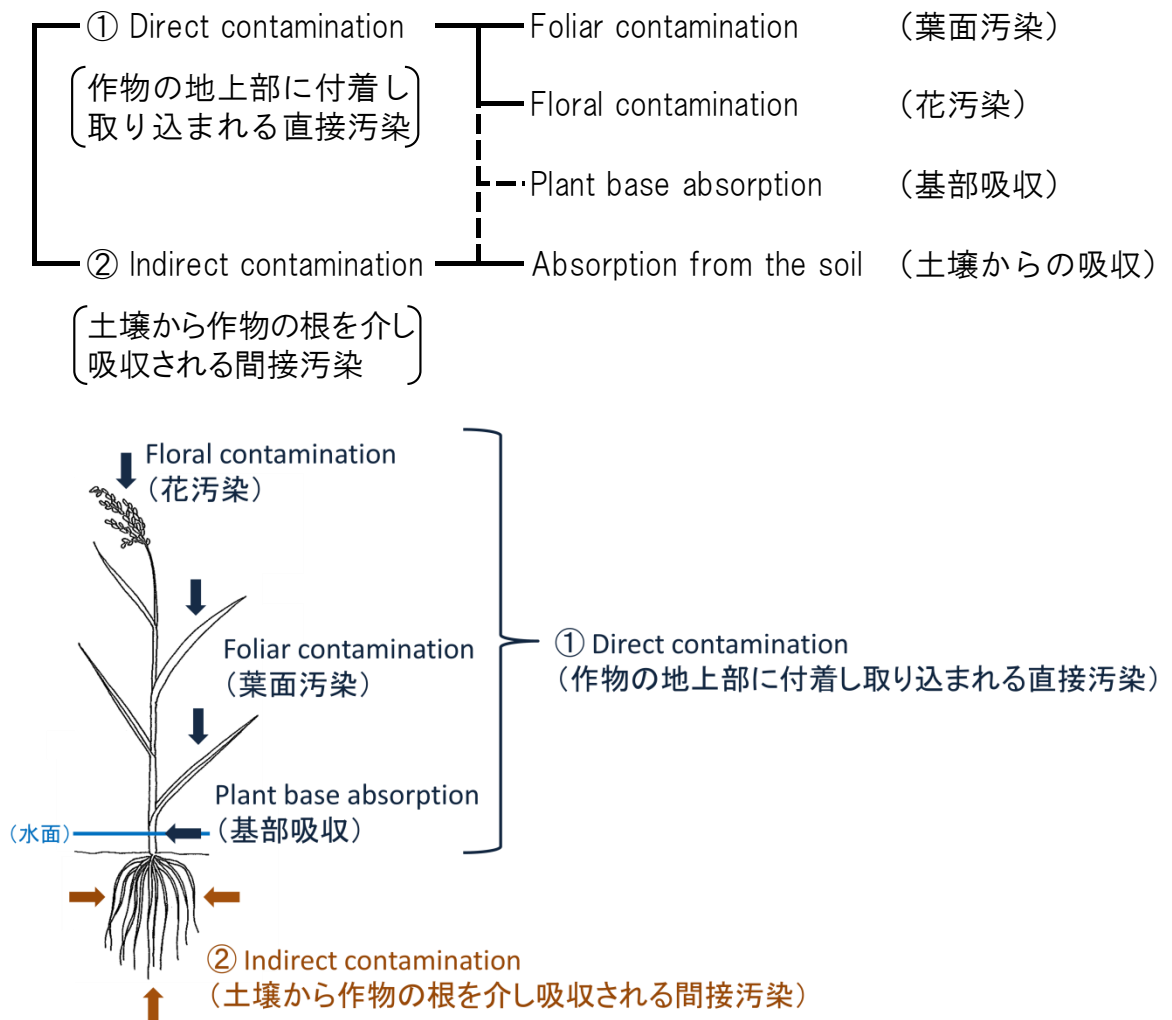


4. 直接付着による汚染メカニズム

(1) 直接付着による汚染経路

- 農作物が放射性物質に汚染される経路は、以下の2つに大別される。
 - ① 作物の地上部に直接付着・浸透する直接汚染
 - ② 土壌から吸収される間接汚染
- 直接汚染は、さらに、葉面汚染、花汚染、基部吸収の3つに細分化される。
- 葉面汚染については、出穂開花期にある稲の葉を放射性セシウム溶液に4日間浸漬処理し、処理後浸漬部位を切除して栽培したところ、玄米への転流が確認されている。
- また、花汚染については、稲の開花期に籾(穎花)に放射性セシウムを直接投与したところ、投与された籾に隣接する籾にも放射性セシウムの転流が確認されている。

図 11 農作物が放射性物質に汚染される経路 (FAO, 1960)



(出典) FAO Expert Committee, Rome (1960): Radioactive materials in food and agriculture. FAO Atomic Energy Series No.2, 35-65 を元で作成

表 6

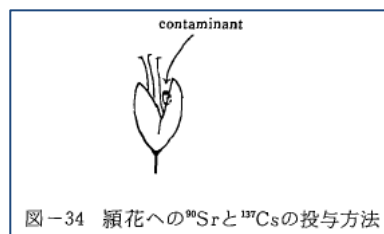
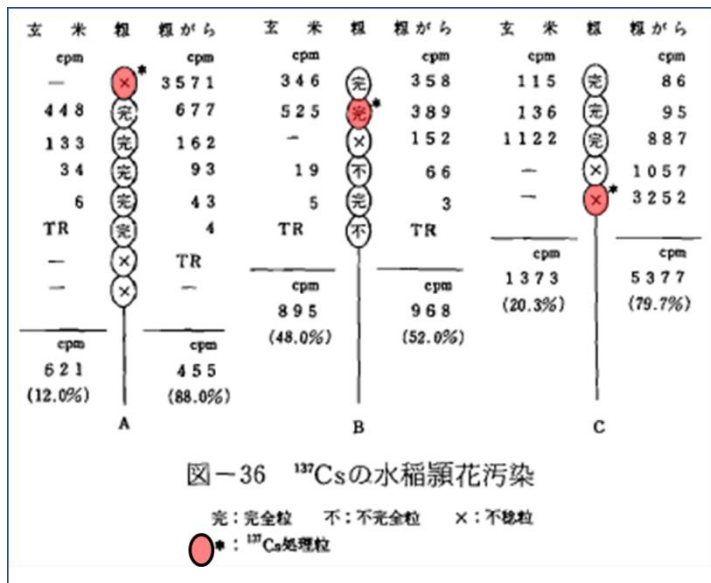
セシウム137による葉面汚染の再現試験結果(抜粋)

器官・部位		セシウム137濃度 (Bq/kg)	処理溶液濃度に 対する比
最上位の葉	葉身 (セシウム137溶液処理)	160,000	1.7×10^{-2}
	葉鞘	62,000	6.7×10^{-3}
2番目の葉	葉身 (セシウム137溶液処理)	220,000	2.4×10^{-2}
	葉鞘	33,000	3.6×10^{-3}
3番目の葉	葉身	10,000	1.1×10^{-3}
	葉鞘	10,000	1.1×10^{-3}
稈		100,000	1.1×10^{-2}
玄米		29,000	3.1×10^{-3}

【解説】

- ・ 水稻をポットで土耕栽培し、出穂開花期に上位2葉の葉身をセシウム137溶液($10 \mu\text{Ci}$ (=370,000 Bq)/約40 ml)に4日間浸漬した後、浸漬処理した上位2葉を切断して栽培を続け、子実の完熟後に収穫した。
 - ・ 各部位のセシウム137濃度を測定したところ、浸漬処理をしなかった部位への転流が確認された。玄米中のセシウム137濃度は約29,000 Bq/kgで、処理溶液中の濃度に対する比は0.0031であった。
- (出典) 津村昭人、駒村美佐子、小林宏信(1984) : 土壌及び土壌-植物系における放射性ストロンチウムとセシウムの挙動に関する研究. 農研技報B36, 57-113を元に作成

図 12 セシウム137による花汚染の再現試験結果



【解説】

- ・ 水稻をポットで土耕栽培し、開花期に、特定の籾にセシウム137の溶液を $0.1 \mu\text{Ci}$ (=3,700 Bq)分投与し、栽培を続け、完熟期に収穫し、玄米と籾殻に分けてそれらの放射能を測定した。
 - ・ その結果、セシウム137を処理した籾だけでなく、無処理の籾の玄米及び籾殻からもセシウム137が検出された。これは、穎間でセシウム137が転流したことを示している。
- (出典) 津村昭人、駒村美佐子、小林宏信(1984) : 土壌及び土壌-植物系における放射性ストロンチウムとセシウムの挙動に関する研究. 農研技報B36, 57-113

4. 直接付着による汚染メカニズム

(2) 降水量に対する玄米への移行割合

- IAEAの文献によれば、米について、
 - ① 我が国における8月のように、バイオマス量が多い時期においては、放射性セシウム降水量の半分以上が稲の体内に取り込まれる可能性があり、
 - ② さらに、取り込まれた量の約1割が玄米に転流したとのデータあり。(麦類については最大27%が転流したとのデータあり)
- これら知見を基に、放射性セシウム降水量 1,000 Bq/m²の玄米への影響を試算すると、100 Bq/kgの上昇は十分にあり得る範囲。

- ① 降水量1,000 Bq/m²のうち、約半分(500 Bq/m²)が稲体に取り込まれ、
- ② うち1割(50 Bq/m²)が玄米に転流。(可食部と非食部の面積当たり重量が同じと仮定)
- ③ 玄米の収穫量を500 kg/10a(= 0.5 kg/m²)とすると、50 Bq/m²は 100 Bq/kgに相当。

IAEA (2010)“Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments” 及びTECDOC より抜粋

湿性付着物の取込量測定

TABLE 2. SUMMARY OF INTERCEPTION MEASUREMENTS FOR WET DEPOSITION

Element/ conditions	Crop	Standing biomass	Amount of rainfall (mm)	Interception fraction	Mass interception fraction (m ² kg ⁻¹)	Reference
Simulated very fine drizzle, no water run-off from the foliage <small>微細な噴霧状の沈着があるが、葉から滴が落ちない状態でのシミュレーション</small>						
Mixture of radionuclides	Rice	8 × 10 ⁻²	(3-4) × 10 ⁻²	4.8 × 10 ⁻¹	6.0	[19-21]
		3.9 × 10 ⁻¹		7.9 × 10 ⁻¹	2.1	
		9.3 × 10 ⁻¹		8.8 × 10 ⁻¹	9.5 × 10 ⁻¹	
		1.0		8.7 × 10 ⁻¹	8.4 × 10 ⁻¹	
		1.7		9.4 × 10 ⁻¹	5.5 × 10 ⁻¹	
		1.9		9.4 × 10 ⁻¹	4.9 × 10 ⁻¹	

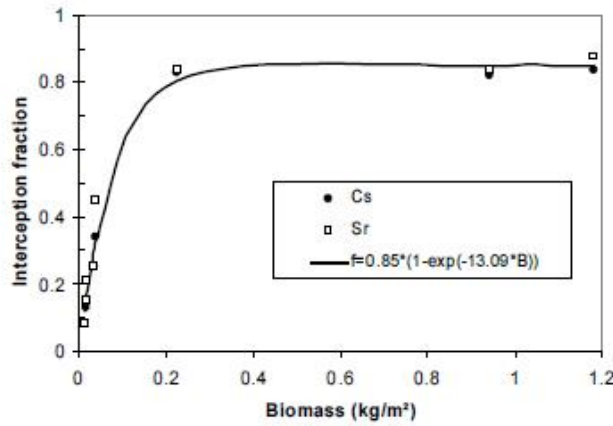
取込む割合は8~9割

TABLE 3. SUMMARY OF INTERCEPTION MEASUREMENTS OBTAINED FROM FIELD EXPERIMENTS FOR DRY DEPOSITS 乾性付着物の取込量測定(ほ場試験結果)

Deposited material	Diameter (μm)	Crop	Interception fraction (f)	Reference
			Interception coefficient [m ² kg ⁻¹] (α)	
			Mean±SD	
⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs		Rice	0.04-0.12 (f/LAI), n=6	※ [36]
		Wheat	0.05-0.09 (f/LAI), n=2	[36]

※出穂期のLAIは4~5程度なので、取込む割合は最大6割程度

Figs. 4 and 5 compare the dependence of the interception fraction f of particles by wheat plants on the biomass (Fig. 5) and on the leaf area (Fig. 6) [12]. In both cases, a good correlation has been found.



麦による取込み割合は、バイオマス量又は葉面積指数に応じて、最大8割程度

FIG. 4. Relationship between the interception fraction f of ^{137}Cs and ^{90}Sr particles on wheat and the above-ground biomass (DW) [12].

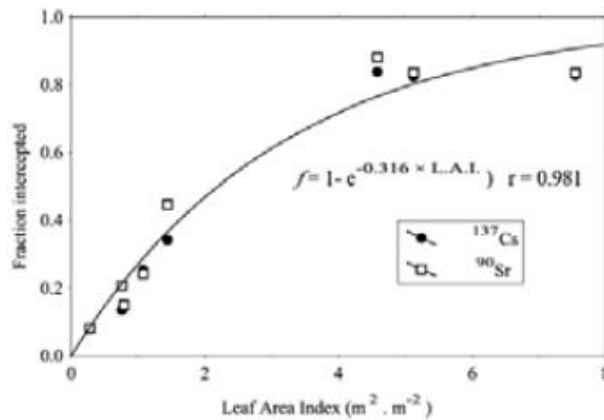


FIG. 5. Relationship between the interception fraction f for ^{137}Cs and ^{90}Sr particles on wheat and the leaf area index, LAI [12].

穀物におけるセシウムの転流係数(%)

TABLE 2. TRANSLOCATION FACTOR (f_p) VALUES OF CAESIUM FOR CEREALS, %

Element	N	Plant growth stage	GM	Min	Max	References
Wheat, barley and rye (grains)						
Cs	21	Leaf development-tillering	6×10^{-1}	6×10^{-2}	7.9	[7, 3, 8, 9, 12, 14, 16, 33, 34]
	21	Stem elongation	4.6	4.5×10^{-1}	24	
	15	Earing-flowering	6.1	1.1	27	
	11	Grain growth	5.5	1.1	27	
	11	Ripening	2.7	1.1	7.7	
Rice						
Cs	2	Leaf development-tillering	2.3	1.2	3.4	[35, 36]
	1	Stem elongation	4.3			
	1	Earing-flowering	8.4			
	1	Grain growth	11			
	1	Ripening	2.2			

麦では最大27%の転流

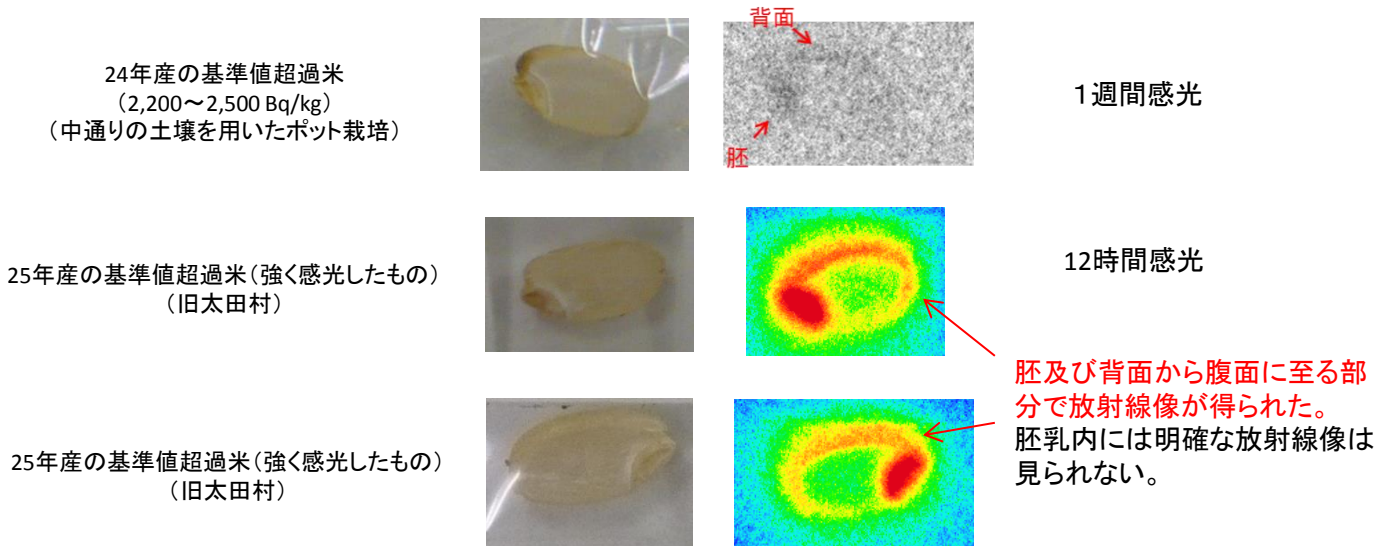
米では、出穂・開花期から登熟初期の転流は1割程度

4. 直接付着による汚染メカニズム

(3) 基準値超過米の画像解析

- 25年産及び24年産基準値超過米の米粒をそれぞれ縦に切断し、切断面を画像解析したところ、
 - 25年産の汚染は玄米表面(ぬか部分)にとどまらず、特に胚及び背面から腹面に至る部分で強い放射線像。
 - 24年産(経根吸収による汚染)においても、放射線像は弱いものの、同じ部分で感光。
- これらの部分は、貯蔵物質(デンプン質)が米粒に転送されるルートと同じ。

図 13 イメージングプレートによる高濃度汚染米の画像解析の結果



【解説】

- 南相馬市旧太田村で25年に生産された基準値超過玄米のうちイメージングプレート上で強く感光した米粒及び24年産基準値超過玄米をの米粒、それぞれ縦に切断した上、イメージングプレートで切断面を感光し、画像を解析。
- 25年産は、12時間感光で、胚及び背面から腹面にかけて強い放射線像が確認され、胚乳部分には明確な放射線像が確認されなかった。
- 24年産は、1週間感光でも弱い放射線像しか得られなかったが、25年産と同じ部分で感光が見られた。
- 収穫後のクロスコンタミであれば、玄米の表面だけに放射線像が見られたはずであった。

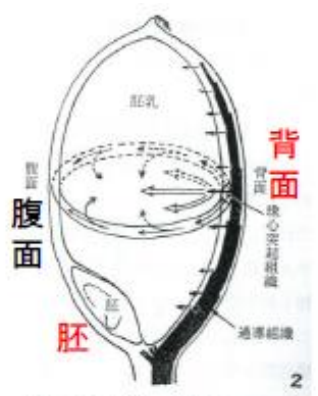


図2 貯蔵物質の胚乳内への転流通路

一印：登熟初期の転流通路
 二印：中後期の転流通路

(参考)貯蔵物質の胚乳内への転流通路

引用文献：イネの生長 p.278

5. 土壌等の再巻き上げによる付着の可能性

- 土壌中の放射性セシウム濃度や空間線量が比較的高い避難指示区域等において米の試験栽培が行われているが、南相馬市を除き、基準値超過はみられていない。
- また、南相馬市旧太田村よりも土壌中の放射性セシウム濃度が高い地域でも、通常の米の作付けが行われているが、基準値超過は1点のみ。
- 土壌の再巻き上げによる付着が影響するならば、これら地域で数多くの超過が見られたはずであり、土壌の再巻き上げが影響した蓋然性は低いと考えられる。

表7 避難指示区域における25年産の試験栽培の結果

	ほ場数	放射性セシウム濃度				
		25Bq/kg 未満	25～50 Bq/kg	50～75 Bq/kg	75～100 Bq/kg	100Bq/kg 超
葛尾村 (避難指示解除準備区域)	7	7	0	0	0	0
飯舘村 (帰還困難区域)	1	1	0	0	0	0
南相馬市 (避難指示解除準備区域)	9	0	0	2	2	5

表8 避難指示区域における25年産の実証栽培^(注)の結果

	ほ場数	検査点数(袋数)					
		25Bq/kg 未満	25～50 Bq/kg	50～75 Bq/kg	75～100 Bq/kg	100Bq/kg 超	
川俣町 (避難指示解除準備区域)	7	66	66	0	0	0	0
飯舘村 (居住制限区域及び 避難指示解除準備区域)	11	93	93	0	0	0	0
檜葉町 (避難指示解除準備区域)	15	226	214	12	0	0	0
南相馬市 (避難指示区域外)	507	10,349	8,318	1,273	412	319	27

(注) 避難指示区域内においても、稲の作付の本格再開に向けて準備を進めるため、廃棄を前提とした「試験栽培」ではなく、販売や試食等を目的とした「実証栽培」を行っている地域があり、この場合、収穫された米について全袋検査を実施。

(空白ページ)

(参考資料)

6. 土壌の分析結果

(1) 基準値超過ほ場の土壌分析

- 基準超過がみられたほ場では、いずれも放射性物質吸収抑制対策としてカリ肥料及びゼオライトを施用。
- 基準値超過の米が生産されたほ場の土壌中の放射性セシウム濃度は、360～2,600 Bq/kg。
- 旧太田村では収穫後の土壌中の交換性カリ含量は28～49 mg/100 gとカリ肥料対策を行った結果、吸収抑制対策として目標とする水準(25 mg/100 g)を上回っていたことが確認された。

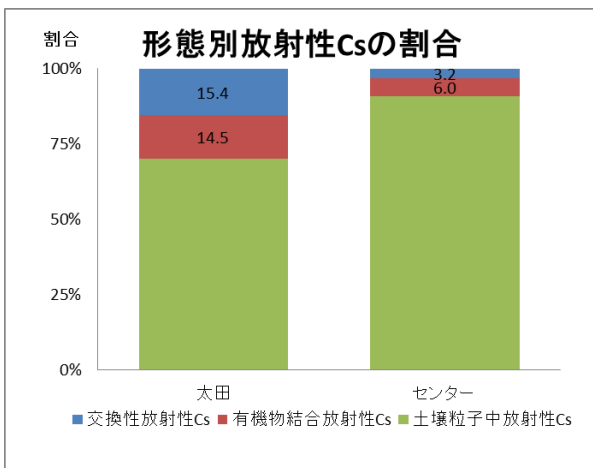
表9 基準値超過ほ場の土壌分析結果

区分	番号	玄米の放射性セシウム濃度(最高)(Bq/kg)	吸収抑制対策(kg/10a)		粘土含量(%)	土壌交換性カリ(作付後)(mg/100g)	土壌の放射性セシウム濃度(Bq/kg)		
			塩化カリ	ゼオライト			放射性セシウム	交換性放射性セシウム	交換性存在率(%)
実証栽培	太田—1	120	50	200	16.8	32	2,210	303	13.7
	太田—2	160	50	200	14.0	28	2,550	232	9.1
	太田—3	150	50	200	17.6	42	1,310	226	17.3
	太田—4	110	50	200		(分析中)	1,319	122	9.2
	太田—5	110	50	200	16.8	34	1,480	123	8.3
	太田—6	150	50	200	16.2	45	1,610	218	13.5
	太田—7	120	50	200	16.3	49	1,670	141	8.4
	太田—8	110	50	200		(分析中)	1,552	107	6.9
試験栽培	小高—2	170	67	0		37	362	49	13.5
	小高—3	120	50	200		34	359	43	12.0
	小高—4	140	50	0		42	538	41	7.6
	小高—5	180	50	200		34	2,010	93	4.6
	小高—6	120	50	200		20	1,000	51	5.1
対照ほ場	鹿島—1	16	50	200	27.3	47	951	163	17.1
	鹿島—2	17	50	200	21.4	42	1,510	40	2.7
	鹿島—3	48	50	200	24.0	29	576	46	8.0
	鹿島—4	21	50	200	18.5	38	933	138	14.8

※ 実証栽培の8戸のうち複数個ある場合は、代表的なほ場のみ調査した。

- 基準値超過の米が生産されたほ場の土壤中放射性セシウムのうち、作物に吸収されやすい交換態の割合をみると、中通りの平均(24年度)の5.9%に対して、4.6~17.3%(平均10.3%)と比較的高い値を示した。
- 粘土含量は14.0~17.6%と放射性セシウムの固定力が比較的弱い可能性を確認。
- さらに、基準値超過が見られたほ場の土壤中の放射性セシウムの形態について調査したところ、作物に吸収されやすい交換態及び有機物結合性の割合が合計で30%程度と比較的高いことが判明。

図 14 基準値超過ほ場の土壤中放射性セシウムの形態分析の結果



【解説】

- 南相馬市の基準値超過ほ場のうち、旧太田村のほ場の土壌と、対照土壌(県農業総合センターの土壌)について、放射性セシウムの形態別の存在割合を調査。
- その結果、南相馬市の基準値超過ほ場の土壌は、作物に吸収されやすい交換性及び有機物結合放射性セシウムの割合が高いことが判明。

参考(供試土壌と玄米放射性Cs濃度、移行係数)

太田 : 玄米放射性Cs濃度72Bq/kg、移行係数0.045

センター: 玄米放射性Cs濃度 2Bq/kg、移行係数0.012

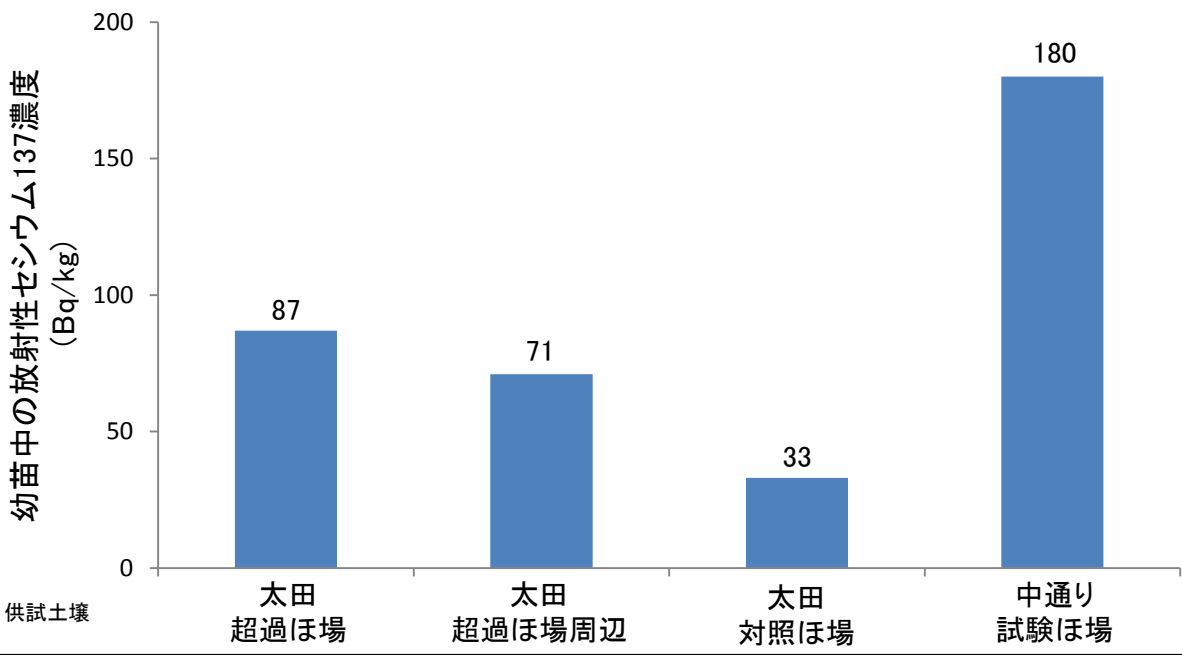
交換性放射性セシウム: 比較的溶けだしやすい部分
 有機物結合放射性セシウム: 有機物と結合している部分
 土壌粒子中放射性セシウム: 粒子中に存在している部分

6. 土壌の分析結果

(2) 幼苗試験の結果

・ 基準値超過の米が生産されたほ場の土壌を利用して、稲の幼苗を生育させ、土壌から稲体への吸収を調査したところ、100 Bq/kg近い放射性セシウム137の濃度が検出され、土壌が放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因の一つであると考えられた。

図 15 基準値超過ほ場の土壌を用いた幼苗試験の結果



25年産玄米の放射性セシウム濃度(注) (Bq/kg)	110	80	24	110
土壌中の交換性カリウム濃度 (mgK ₂ O/100g)	26.9	35.2	48.2	3.9

注: セシウム134とセシウム137の合計値

【解説】

- ・ 25年産米の超過要因が土壌に起因するものかどうか確認するため、旧太田村の基準値超過ほ場とその周辺ほ場、さらには中通りの試験ほ場の土壌を用い、栽培容器内でイネ幼苗を11日間栽培し、幼苗中の放射性セシウム(Cs137のみ)を測定した。
- ・ 旧太田村の基準値超過ほ場の土壌では、同地区の対照ほ場の土壌に比べて放射性セシウムがより多く吸収されたことから、基準値超過に土壌の性質が影響したと考えられる。
- ・ しかしながら、中通りのほ場の土壌に比べると、玄米の放射性セシウム濃度は同程度である一方、幼苗中の放射性セシウム濃度は半分程度となっており、旧太田村の基準値超過には、土壌以外の要素も影響している可能性が示唆された。

7. 用水の調査結果

(1) 用水の水質調査結果

- 基準値超過が見られたほ場のうち、旧太田村のほ場は太田川が水源で、小高区の試験栽培の超過ほ場は、ため池のほか、地下水が水源。
- これらの用水の放射性セシウム濃度を計測したところ、太田川を水源とする用水については、ろ過後のろ液についても溶存態とみられる放射性セシウムが確認され、濃度が新田川等のその他の河川と比べてわずかに高い傾向（収穫後10-11月に採水した結果）。
- 一方で、試験栽培ほ場の水源のうち、地下水は、溶存態・懸濁態ともに検出下限値（ ^{134}Cs , ^{137}Cs とも0.1Bq/L）未満。また、ため池の水も、検出下限値未満のため池のため池があったほか、検出されたため池でも、ろ過後のろ液は検出下限値未満、又は0.2Bq/L以下と低い値であった。

表 10 太田川水系、新田川水系及び試験栽培の用水の水質調査結果

区分	番号	水系	種類	年月日	濁度 (mg/L)	水質(ろ過前)			水質(ろ過後)			備考 (ほ場番号等)
						^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/L)	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/L)	
実証栽培	1	新田川	貯水池	H25.10.15	2	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.2	
	2	新田川	取水堰	H25.10.12	1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.2	
	3	太田川	貯水池	H25.10.15	4	0.3	0.8	1.1	0.1	0.3	0.4	太田-1~14
	4	太田川	貯水池	H25.10.15	2	0.2	0.4	0.6	0.1	0.4	0.5	太田-1~14
	5	太田川	取水堰	H25.10.15	3	0.2	0.5	0.7	0.2	0.4	0.6	太田-1
	6	太田川	取水堰	H25.10.19	18	0.2	0.4	0.6	0.1	0.4	0.5	
	7	太田川	取水堰	H25.10.19	26	0.1	0.4	0.5	0.1	0.3	0.4	太田-2
	8	太田川	取水堰	H25.10.19	19	<0.1	0.3	0.4	0.1	0.3	0.4	太田-3~14
	9	太田川	取水堰	H25.11.5	0	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.2	0.2	
	10	太田川	取水堰	H25.11.5	4	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.2	
	11	太田川	用水路	H25.10.12	2	0.1	0.3	0.4	<0.1	0.3	0.4	太田-1
	12	太田川	用水路	H25.10.19	15	<0.1	<0.1	<0.2	—	—	—	
	13	太田川	用水路	H25.10.19	18	0.2	0.4	0.6	0.1	0.3	0.4	太田-2
	14	太田川	用水路	H25.10.19	23	<0.1	0.3	0.4	<0.1	0.3	0.4	太田-3~14
	15	太田川	用水路	H25.11.5	1	<0.1	0.2	0.3	<0.1	0.2	0.2	太田-3~14
	16	太田川	用水路	H25.11.5	0	<0.1	0.2	0.3	<0.1	0.2	0.3	
	17	太田川	用水路	H25.11.5	2	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.2	
試験栽培	18		ため池	H25.8.30	3	0.6	1.3	2.0	<0.1	<0.1	<0.2	小高-3
	19		ため池	H25.8.30	11	<0.1	<0.1	<0.2	—	—	—	小高-4
	20		ため池	H25.11.15	0	0.1	0.2	0.3	<0.1	0.1	0.2	小高-6
	21		地下水	H25.11.1	—	<0.1	<0.1	<0.2	—	—	—	小高-2
	22		沢水									小高-5

※ろ過は0.45μmフィルターで実施

※ 検出下限値は、 ^{134}Cs , ^{137}Cs とも0.1Bq/L

7. 用水の調査結果

(2) ポット試験の結果

- 基準値超過がみられたほ場の土壌を用いてポット試験を行い、用水による米の放射性セシウム濃度への影響等の調査を進めており、中間的に移植1ヶ月後の稲体に含まれる放射性セシウム濃度を分析したところ、基準値超過がみられたほ場に流入する用水と水道水の間には有意な差はみられず、現在のところ用水の影響は確認されていない。

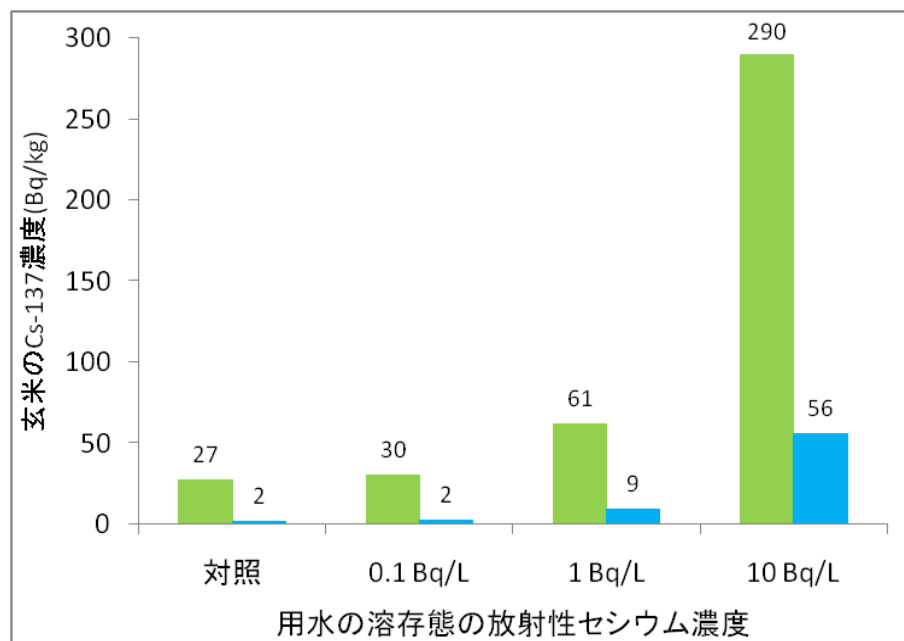
表 11 ポット試験の結果

区分(灌漑水)	稲体中の放射性セシウム ¹³⁷ 濃度 (Bq/kg)
水道水	65.3
太田川から採取した水	76.5

【解説】

- 旧太田村で基準値超過がみられたほ場の土壌を用いて、灌漑水として水道水及び太田川から採取した水(溶存態0.17 Bq/L)をそれぞれ与えてポット試験を実施(移植は平成25年11月25日、稲体採取は同年12月25日)。
- 水道水を与えた区及び太田川から採取した水を与えた区の稲体中の放射性セシウム濃度には有意差はみられなかった。

図 16 用水の放射性セシウム濃度が玄米の放射性セシウム濃度に及ぼす影響



- H23の玄米が500 Bq/kg以上の土壌を使用
 - 交換性カリ含量 5.0 mg K₂O/100g乾土
 - 雲母由来の粘土鉱物がほとんどみられない土壌
- 福島県農業総合センター(H23玄米 100 Bq/kg未満)の土壌を使用したポット試験
 - 交換性カリ含量 17.6 mg K₂O/100g乾土
 - 雲母由来の粘土鉱物を含む土壌