

# 千葉県の茶園・茶樹における放射性セシウムの分布実態とせん枝による低減効果

赤山喜一郎・廣野祐平\*・斉藤研二

キーワード：放射性セシウム，茶樹，土壌，濃度分布，低減効果

## I 緒言

千葉県の茶生産は県央部を中心に、2009年度現在、作付面積223ha、摘採面積42ha、生葉収穫量216t、荒茶生産量53t（千葉県、2013）があり、生産・製造・販売を行っている製茶業者数は21業者である。

2011年3月11日の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所（以下東電福島第一原発とする）の事故により、放射性物質が環境中に放出され、千葉県内産の一番茶生葉において当時の暫定規制値500Bq/kgを超える放射性セシウムが検出され（千葉県農林水産部安全農業推進課、2011）、県内7市町に対し茶の出荷制限が要請された（厚生労働省医薬食品局食品安全部、2011）。そのため、生産者及び製茶業者から出荷制限解除に向けた茶の放射性物質の低減対策が求められた。

国内では、東電福島第一原発事故まで茶樹における放射性物質の分布や移行、吸収等動態に関する知見は全くなく、低減対策は確立されていない。したがって、茶樹や茶園土壌における放射性物質の実態を把握するとともに、有効な低減対策を明らかにし、早急に対応することは喫緊の課題である。

茶葉への汚染が明らかになった後、廣野ら（2011）は茶樹における部位別の放射性セシウム含量を明らかにし、白木ら（2012a）は放射性セシウムが古葉及び枝から吸収されて新芽に移行したことやこれらの除去が新芽の濃度低減に有効であることを報告している。

そこで、県内の代表的な栽培地域の茶園において、茶樹及び土壌の放射性セシウム含有量の分布実態と中切り等のせん枝による放射性セシウム濃度低減効果の解明を試みたので、その結果を報告する。

本研究の実施及び共同研究事業の参画には、独立行政法

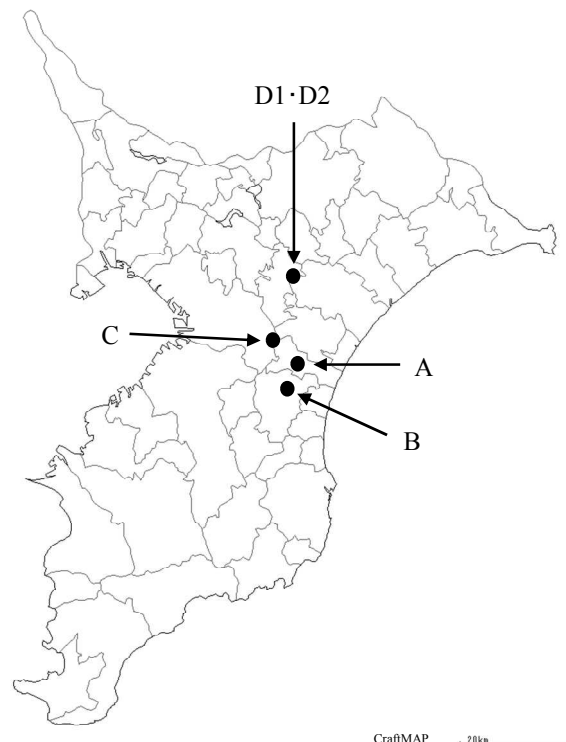
人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所の松尾喜義氏、野中邦彦氏、神奈川県農業技術センターの北宜裕博士にご助言、ご指導を賜った。また、調査に当たっては現地茶園の生産者の方々、千葉県農林総合研究センター生産環境部土壌環境研究室の職員には多大なご協力をいただいた。さらに放射性セシウムの測定に当たっては、検査業務課谷口克彦副主幹をはじめ課員の方々に多大なご協力をいただいた。ここに記して、厚く感謝の意を表する。

## II 材料及び方法

### 1. 調査茶園のせん枝管理状況

茶生産者が生産管理する茶園の中から、2011年の春整枝時期や管理の異なる5圃場を調査対象とした（第1図）。

A、B及びC圃場は場所が異なる茶園であるが、D1及びD2圃場は同一圃場であり、放射性物質の降下が非常に多かった3月21～24日（第2図）（千葉県環境生活部大気保全課、

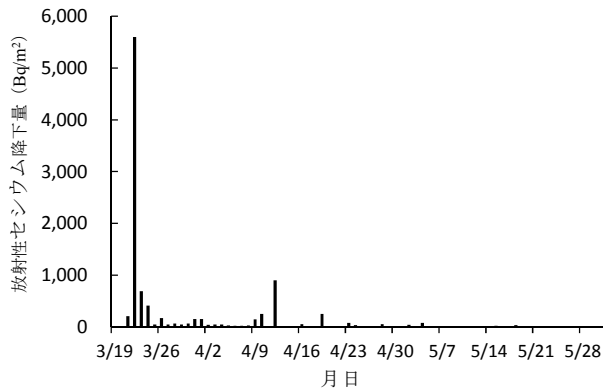


第1図 調査茶園の位置図

受理日 2013年8月16日

\*独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所

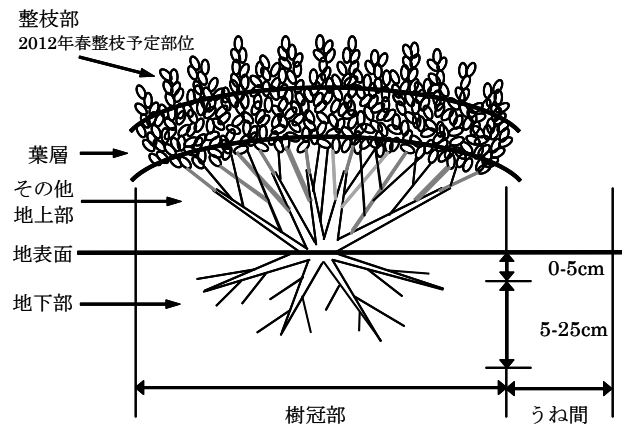
本研究は、平成23年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（緊急対応）「茶・果樹の放射性セシウム濃度低減技術の開発」の一環として実施した。



第2図 千葉県における放射性セシウムの24時間降下量の推移 (2011年)

注1) 千葉県HPより引用. 千葉県環境研究センター(千葉縣市原市)の測定値.

2) 放射性セシウム降下量は  $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の合計量.



第3図 茶樹の採取部位と土壌の採取位置

注) その他地上部は整枝部と葉層を除いた主に枝部分.

第1表 調査茶園のせん枝管理状況 (2011年)

調査茶園	品種	春整枝 <sup>1)</sup> (月/日)	摘採(月/日)			浅刈り <sup>2)</sup> (月/日)	中切り <sup>3)</sup> (月/日)	せん枝作業方法
			一番茶	二番茶	三番茶			
A	やぶきた	3/25	5/17	7/9	8/25	—	5/27	乗用機械刈り
B	やぶきた	—	—	—	—	—	—	なし(放任園)
C	おくみどり	3/31	5/24	7/6	8/28	—	6/1	乗用機械刈り
D1	やぶきた	3/20	5/15,20	—	—	5/21,6/1	6/22-25	手動機械刈り
D2	やぶきた	3/26以降	—	—	—	—	—	手動機械刈り

注1) 春整枝：一番茶摘採時に古葉や小枝が混入しないよう、摘採面を均一に揃える。

2) 浅刈り：枝数増加を改善するために、摘採面から下へ3~5cmの1~2年枝を刈り払う。

3) 中切り：冬季気象災害等の事後対策や老齡樹の若返りのため、地上から30~60cm程度の高さで刈り込む。

本調査のA, C園では地上から64cm, D1, D2園では上層から28~38cmの高さで刈り込んだ。

4) (参考)深刈り：樹高調整, 枝数増加抑制, 冬季気象災害等の事後対策, 芽数・芽重の改善のため、摘採面から下へ10~20cm程度まで深く刈り込む。

2011a, 2011b, 2011c) の前に春整枝が行われたD1園とその後に行われたD2園に分けて調査を行った。

放射性物質が降下した2011年は、調査茶園のうちA及びC園では例年通り一番茶、二番茶及び三番茶が摘採されて荒茶が製造された。D1及びD2園では一番茶のみ摘採されて荒茶が製造され、以後、摘採は行われなかった(第1表)。ただし、A園では5月27日、C園では6月1日、D1及びD2園では6月22~25日に放射性セシウム削減を目的とした中切りが行われた。また、B園は2010年8月に三番茶が摘採されて以降は茶園周囲の草刈り以外は全く管理されない放任園となり、摘採もせん枝も行われていなかった。

## 2. 荒茶又は製茶の放射性セシウム濃度

調査茶園において出荷制限のため保管されていた一番茶及び二番茶の荒茶又は製茶について、株式会社静環検査センター(静岡県藤枝市)に委託し、ゲルマニウム半導体検出器(GC-2020, キャンベラ社)による放射性セシウムの分析に供した。また、A園で製造された三番茶の荒茶及びD1・D2園で製造された2010年産二番茶の荒茶については、千葉県農林総合研究センター検査業務課においてゲル

マニウム半導体検出器(SEG-EMS, SEIKO EG&G社)により放射性セシウムを分析した。

## 3. 茶樹の部位別放射性セシウム濃度と存在量

休眠期において各圃場から茶樹を部位別に採取するとともに、土壌を深さ別に採取した。茶樹及び土壌の採取は、A園及びB園を2011年12月15日に、C園を12月16日に、D1及びD2園を2012年1月6日に行った。

2012年春整枝予定高から上部を「整枝部」とし、その下部の葉が生着している部分を「葉層」、その下部から土壌面までの主として枝及び幹部分を「其他地上部」、土壌面より下部を「地下部」として採取した(第3図)。

いずれのサンプルも、放射性物質を分析するゲルマニウム半導体検出器で用いる2Lマリネリ容器用の試料を確保するため、新鮮重3kgを目安に採取した。B園を除いた4園では、整枝部は樹冠表面から15~23cmの小枝、葉の部分7.74~29.41m<sup>2</sup>を、葉層は整枝部刈取り面から15~20cm下の枝葉部分3.9~6.0 m<sup>2</sup>をトリマー又は摘採鋏で採取した。B園では整枝部がないため、主として2011年に伸長したと思われる地上高85cm以上の枝葉部分を葉層とし

て4.9 m<sup>2</sup> をトリマー又は刈込鋏で採取した。さらに、いずれの調査茶園も整枝部と葉層を刈り取った箇所からその他地上部と地下部を1株ないし2株ずつ採取し、分析試料とした。各調査園とも試料は1か所から1試料のみを採取し、反復は設けなかった。

整枝部及び葉層は新鮮重を測定後、網カゴに厚さ10cm以内に広げ、通風乾燥機で70℃、48時間以上乾燥した。乾燥物の重量を測定した後、カッティングミル（SM-1、Retsch社製）で1cmメッシュを通過するように粉砕した。粉砕物は135℃で3時間乾燥し、重量を測定した。乾燥物及び粉砕物の重量から、採取した新鮮物の乾物率を算出した。その他地上部は新鮮重を測定後、山本オガオート（YOM-07、山本製作所製）を用いて粉砕し、網カゴに厚さ10cm以内に広げ、通風乾燥機で70℃、48時間以上乾燥した。乾燥物の重量を測定した後、さらに135℃で3時間乾燥し、新鮮物の乾物率を算出した。地下部は十分水洗いして風乾した後新鮮重を測定し、その他地上部と同様に処理した。部位別の乾燥試料を株式会社静環検査センターに委託し、ゲルマニウム半導体検出器による放射性セシウムの分析に供した。

#### 4. 茶園土壌の放射性セシウム濃度と存在量

茶樹試料採取場所に隣接した場所から、樹冠部と通路部（以下うね間とする）において地表面から深さ0～5cm及び深さ5～25cmの土壌を採取した（第3図）。ただし、A園及びC園ではうね間の部分が耕うんされていたため、うね間部分のみ地表面から深さ0～25cmの土壌を採取した。土壌試料は風乾後、株式会社静環検査センターに委託し、ゲルマニウム半導体検出器による放射性セシウムの分析に供した。土壌の物理性測定用の試料は、樹冠部とうね間において地表面から深さ0～5cm及び深さ10～15cmの部分を100mL容の採土管を用いて採取した。ただし、A園及

びC園ではうね間の部分が耕うんされていたため、うね間では地表面から深さ10～15cmの土壌のみ採取した。試料は105℃で24時間乾燥し、仮比重を算出した。

### Ⅲ 結果

#### 1. 荒茶又は製茶の放射性セシウム濃度

B園を除く3茶園で製造された一番茶の放射性セシウム濃度（<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの合計値、以下同じ）はD1及びD2園が5,167Bq/kgで最も高く、次いでA園の3,348Bq/kg、C園の1,756Bq/kgであり、茶園による差がみられた（第2表）。またA園では二番茶の濃度は2,034Bq/kg、三番茶の濃度は307Bq/kgと急激に低下したが、C園では二番茶の濃度は1,904Bq/kgで一番茶に比べやや高くなった。なお、D1及びD2園における前年の2010年産二番茶荒茶からは放射性セシウムは検出限界値3Bq/kg以下で検出されなかった。

#### 2. 茶樹の部位別放射性セシウム濃度と存在量

茶樹の部位別放射性セシウム濃度は、いずれの茶園においても地下部が最も低く、次いで整枝部が低かった（第3表）。葉層とその他地上部の濃度は茶園によって違いがみられ、A及びC園ではほぼ同等、D1及びD2園では葉層の方が濃度は高かった。一方、放任園のB園では地下部の濃度は他の4園と同様最も低かったが、その他地上部の濃度は4園と異なり葉層の2倍以上の濃度と非常に高かった。なお、D2園はD1園に比べ、いずれの部位においても濃度が高く、茶樹全体の濃度も高かった。また、濃度に乾物重を掛けて算出した部位別の放射性セシウム存在量は、その他地上部＞地下部＞葉層＞整枝部の順に高く、乾物重構成比が高い傾向にあるその他地上部に最も多く存在し、その存在比はA、C、D1及びD2園では72.1～77.6%と高く、特にB園では91.1%と非常に高かった。

第2表 調査茶園における2011年産荒茶及び製茶の放射性セシウム濃度

調査茶園	茶期	摘採日	分類	濃度(Bq/kg)		
				<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	合計
A	一番茶	2011年5月17日	製茶	1,633	1,715	3,348
	二番茶	2011年7月9日	荒茶	990	1,045	2,034
	三番茶	2011年8月25日	荒茶	130	177	307
C	一番茶	2011年5月10日	製茶	858	898	1,756
	二番茶	2011年7月6日	荒茶	913	991	1,904
D1・D2 (参考) <sup>1)</sup>	一番茶	2011年5月10日	荒茶	2,555	2,612	5,167
	二番茶	2010年7月17日	荒茶	N.D.	N.D.	N.D.

注1) 2012年7月に農林総合研究センター検査業務課のゲルマニウム半導体検出器により測定した。

2) N.D.は検出限界値以下を示す。検出限界値は<sup>134</sup>Csは2Bq/kg、<sup>137</sup>Csは1Bq/kgであった。

第3表 茶樹の部位別放射性セシウム濃度及び存在量

調査 茶園	部位	濃度 (Bq/kgDW)			部位別 乾物重 (kg/10a)	存在量 <sup>1)</sup> (kBq/10a)	存在比 (%)	茶樹全体	
		<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	合計				存在量 <sup>2)</sup> (kBq/10a)	濃度 <sup>3)</sup> (Bq/kgDW)
A	整枝部	33	39	72	42	3	0.6	499	147
	葉層	102	121	224	231	52	10.4		
	その他地上部	105	126	231	1,679	388	77.6		
	地下部	16	23	39	1,453	57	11.4		
B	葉層	63	83	146	346	51	3.1	1,624	226
	その他地上部	146	177	323	4,581	1,480	91.1		
	地下部	18	24	42	2,246	94	5.8		
C	整枝部	25	36	61	53	3	1.1	294	68
	葉層	34	43	77	318	24	8.3		
	その他地上部	38	43	82	2,599	212	72.1		
	地下部	16	25	41	1,328	54	18.5		
D1	整枝部	60	73	133	233	31	2.8	1,109	175
	葉層	157	210	368	305	112	10.1		
	その他地上部	102	137	239	3,510	840	75.8		
	地下部	24	31	55	2,275	126	11.4		
D2	整枝部	78	98	177	222	39	3.9	1,006	245
	葉層	226	292	518	195	101	10.0		
	その他地上部	200	264	464	1,611	747	74.3		
	地下部	28	30	57	2,076	119	11.8		

注1) 部位別の存在量=放射性セシウム濃度×(採取試料の新鮮重/採取試料の占有面積)×乾物率/100/1000

2) 茶樹全体の存在量=Σ部位別の存在量

3) 茶樹全体の濃度=茶樹全体の存在量/Σ部位別乾物重×1000

第4表 調査茶園の土壌物理性

調査 茶園	採取 位置	深さ (cm)	体積水分率 (%)	含水率 (%)	仮比重 (kg/L)
A	樹冠部	0~ 5	30.6	31.7	0.67
		10~15	34.0	24.5	1.05
	うね間	10~15	37.9	29.2	0.92
B	樹冠部	0~ 5	37.2	40.1	0.56
		10~15	40.7	33.6	0.80
	うね間	0~ 5	50.5	42.6	0.68
10~15		50.9	38.2	0.83	
C	樹冠部	0~ 5	23.7	50.0	0.24
		10~15	42.9	40.8	0.62
	うね間	10~15	42.7	46.4	0.49
D1	樹冠部	0~ 5	17.0	42.8	0.23
		10~15	32.2	37.1	0.55
	うね間	0~ 5	25.0	46.4	0.29
10~15		34.0	37.6	0.51	
D2	樹冠部	0~ 5	15.7	32.3	0.32
		10~15	32.1	29.6	0.77
	うね間	0~ 5	36.0	38.7	0.57
10~15		44.0	34.8	0.82	

茶樹全体の存在量は、B園が最も多くC園が最も少なく、濃度はD2及びB園が高くC園が低かった。

また、A、D1及びD2園では新芽が発生する葉層部分は整枝部のおよそ3倍であり、最高濃度部位は地下部に比べ5.9~9.1倍の濃度であるなど各部位別間で明らかな濃度

差が認められた。しかし、C園では他園に比べ部位間の濃度差は2倍程度であり、茶樹全体の存在量、濃度とも最も低かった。

### 3. 茶園土壌の放射性セシウム濃度と存在量

茶園土壌は、A、C、D1及びD2園が黒ボク土、B園が褐

第5表 調査茶園土壌中の放射性セシウムの濃度及び存在量

調査 茶園	採取 位置	深さ (cm)	濃度 (Bq/kgDW)			存在量 (MBq/10a)		幅 (cm)	
			<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	合計	採取位置・ 深さ別	全茶園 <sup>2)</sup>	樹冠部	うね間
A	樹冠部	0～5	93	123	216	7.19	10.3	125	45
		5～25	N.D. <sup>1)</sup>	3	3	0.63			
	うね間	0～25	30	44	74	17.17			
B	樹冠部	0～5	104	141	245	6.81	11.2	150	20
		5～25	4	15	19	3.05			
	うね間	0～5	184	246	430	14.69			
		5～25	14	23	38	6.24			
C	樹冠部	0～5	165	216	381	4.50	10.4	150	20
		5～25	5	16	20	2.52			
	うね間	0～25	125	168	293	36.02			
D1	樹冠部	0～5	337	438	775	8.91	14.3	150	30
		5～25	8	23	32	3.47			
	うね間	0～5	653	837	1,489	21.45			
		5～25	8	18	26	2.68			
D2	樹冠部	0～5	376	490	866	14.02	18.9	150	30
		5～25	6	15	21	3.17			
	うね間	0～5	372	500	872	24.84			
		5～25	3	13	16	2.68			

注1) N.D.は検出限界値以下を示す。<sup>134</sup>Csの検出限界値は2Bq/kgであった。

2) 樹冠部とうね間の面積比率を乗じて全茶園で評価した。

色低地土であり、その物理性を第4表に示した。仮比重は、いずれの調査茶園の深さ0～5cmにおいても0.23～0.68であり、通常の畑土壌における黒ボク土及び褐色低地土に比べ明らかに低かった。深さ10～15cmにおいても同様の傾向がみられた。調査茶園毎では、黒ボク土のC、D1及びD2園では樹冠部、うね間ともほぼ同様な傾向を示したが、同じ黒ボク土のA園の仮比重は他の3園に比べ高く、褐色低地土のB園に近い傾向を示した。

放射性セシウム濃度は、樹冠部、うね間とも深さ5～25cmでは非常に低いのに対し、表層の深さ0～5cmでは著しく高く、その結果、存在量も深さ0～5cmでは非常に多かった(第5表)。樹冠部とうね間を比較すると、深さ別に採取したB、D1及びD2園では深さ0～5cmは樹冠部に比べうね間で濃度が高い傾向がみられ、深さ5～25cmは濃度が低く一定の傾向はみられなかった。放射性セシウム存在量は、B、D1及びD2園においては深さ0～5cmで、うね間が樹冠部に比べ面積比率が小さいにもかかわらず、明らかに多かった。樹冠部とうね間の面積比率から茶園全体に換算した存在量は、A、B及びC園ではほぼ同量であったが、D1及びD2園では前3園に比べ多かった。

#### IV 考 察

##### 1. 荒茶又は製茶の放射性セシウム濃度

2011年に製造された荒茶又は製茶から、高濃度の放射性セシウムが検出された。このことは、第2表に参考として示した2010年産荒茶からは放射性セシウムが検出されなかったことから、東電福島第一原発の事故により大気中に放出された放射性物質で汚染されたことを示している。

放射性セシウム降下後間もないほぼ同時期に摘採、製造された一番茶の放射性セシウム濃度は、D1及びD2園ではA及びC園に比べかなり高いため、放射性セシウムの降下量が多かったことが原因の一つであると考えられた。

また、A園では一番茶に比べ、二番茶、三番茶の濃度が急激に低下していることから、相当量の放射性セシウムが除去されたと推測される。この原因については、後述するように、中切りや摘採により放射性セシウムを含有した枝葉を除去したことによるものと考えられた。

##### 2. 茶樹の部位別放射性セシウム濃度と存在量

放射性セシウムの降下後、およそ9か月経過した茶樹の部位別濃度は、葉層≧その他地上部>整枝部>地下部の順に高かった。茶樹全体に占める放射性セシウム存在量とその割合は、その他地上部>地下部>葉層>整枝部の順に高

く、樹体の構成比率が高いその他地上部に相当量の放射性セシウムが蓄積していることが明らかになった。茶樹の部位別濃度に関しては、放射性セシウム降下後の6月時点において、廣野ら（2011）は放射性セシウムが深刈り（第1表、注参照）面より上に茶樹全体の37%、中切り面より上に74%が存在し、中切り以下の地上部には20%しか存在していないことを明らかにした。また、白木ら（2012a）も放射性セシウムは古葉、小枝、太枝に多く、地際から40cm上部の幹及び根では少ない傾向があることを報告している。本県においても放射性セシウム降下後の早い時点では、同様な分布状況であったと推測される。

なお、C園では茶樹全体の放射性セシウム濃度、存在量とも他の4園に比べ明らかに低くなっているが、これは後述するように、中切りしたこととC園の茶樹が旺盛に生育したことによるものと考えられた。また、樹体内各部位の濃度差も非常に小さくなっている。これについても、茶樹の旺盛な生育により、樹体内の放射性セシウムの移行が他園に比べ、より早くより多く行われたことによるものと考えられた。

### 3. 茶園土壌の放射性セシウム濃度と存在量

土壌におけるセシウムの挙動については多くの知見があり、水溶性のセシウムイオンは、土壌中に存在するある種の粘土鉱物に強く吸着され、容易に移動しないことが知られている（廣野，2011；日本土壌肥料学会，2011）。

また、武田ら（2013）は、茶園での放射性セシウム濃度は、表面有機物が非常に高く、土壌では深さ0～1cmで高く、深さ10～15cmは非常に低く、深さ15～25cmでは微量か検出下限値以下であったことを確認している。

本調査における茶園土壌の放射性セシウムは樹冠部、うね間のいずれにおいても深さ5～25cmに比べ、深さ0～5cmにおける濃度は非常に高く、存在量も多く、武田ら（2013）の報告とほぼ一致する。

また、千葉県における普通畑又は野菜畑土壌の黒ボク土における深さ0～15cmの仮比重は、それぞれ0.69, 0.71であること（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2011）に比べ、黒ボク土のA, C, D1及びD2園の土壌の深さ0～5cm及び10～15cmの土壌試料の仮比重は、いずれもかなり低くなっている。特に深さ0～5cmでは非常に低い値となっている。B園の褐色低地土においても同様な傾向であった。調査茶園土壌の表層には、落葉やせん枝した枝葉と思われる有機物が堆積している状態であり、表層にある明らかな枝葉を除いただけで土壌を採取したため、土壌試料にはそれら有機物が多く含まれていた。したがって、土壌表層の深さ0～5cmに放射性セシウムを多く含む枝葉等の有機物が含まれていること、同時に土壌に直接降下した放射性セシウムの多くが表層の粘土鉱物に吸着され下層に

はほとんど移動していないと推測されることが、放射性セシウムが深さ0～5cmで多く5cm以下の下層には非常に少ない要因であると考えられた。

一方、放射性セシウムの存在量は、樹冠部に比べうね間で明らかに多くなっている。これは、うね間では降下する放射性セシウムが何の障害もなく直接うね間の土壌表面に降下するのに対し、樹冠部では茶樹の枝葉に阻まれ、それら枝葉への付着量の分だけ減じられ、樹冠部土壌に降下するためと考えられた。

### 4. 放射性セシウムの茶樹への吸収・移行

野中・廣野（2011）は、樹冠上からの安定セシウムの葉面散布により新芽にセシウムが移行したことを報告している。また白木ら（2012a）は、放射性セシウムが古葉及び枝から吸収された後に新芽に移行したと推察し、更に萌芽前の苗木への放射性セシウム汚染液の散布により、古葉や枝で吸収された放射性セシウムが新芽に移行することを明らかにしている（白木ら，2013）。本県では放射性セシウム降下後の茶樹における放射性セシウムの挙動は不明であるが、これらと同様に茶樹への放射性セシウムの吸収、移行が行われ、一番茶摘採葉に高濃度の放射性セシウムが検出されたと推測できる。

一方、土壌に存在する放射性セシウムの根から茶樹への吸収については、近澤・宅間（2005）は茶樹における放射性セシウムの移行係数は0.002～0.11であるとし、野中・廣野（2011）は安定セシウムを用いた土壌施用試験では新芽への移行が検出されなかったとしていることから、根からの吸収は極めて少ないことが示唆されている。本調査では、部位別の放射性セシウム濃度は地下部が他の部位に比べ非常に低いことから、根からの吸収はほとんどなかったものと考えられる。

以上のことから、降下した放射性セシウムは茶樹上層の古葉や枝から吸収された後、新芽に移行すると同時に、その後時間の経過とともに徐々に樹体内各部位へ移行したと推測された。

### 5. 調査茶園の放射性セシウムの存在量の比較

2011年12月又は2012年1月の採取時の調査茶樹及び土壌における放射性セシウム存在量を、茶園全体に換算した存在量は、A園では10.8MBq/10a, B園では12.8MBq/10a, C園では10.7MBq/10a, D1園では15.4MBq/10a, D2園では19.9MBq/10aであり、概ね10～20MBq/10aの範囲にあった。A, B及びC園に比べD1及びD2園は明らかに高い数値であることから、放射性セシウムの降下量はA, B及びCの3園ではほぼ同等であり、D1及びD2園では3園に比べやや多かったものと考えられた。

### 6. せん枝による放射性セシウムの低減効果

放射性セシウムの降下量がほぼ同等と思われるA, B及

びCの3園をみると、茶樹全体の放射性セシウム濃度と存在量は、A及びC園に比べ放任園のB園が明らかに高くなっている。その要因は、A及びC園では摘採や中切り等のせん枝によって多くの放射性セシウムが除去されたのに対し、B園ではこれらのせん枝等が行われず放射性セシウムがほとんど除去されなかったためと考えられる。最初に述べたように、実際に中切りを行ったA園では二番茶、三番茶の濃度は急激に低下し、相当量の放射性セシウムが除去されたことを示している。前述の白木ら（2012a）の報告ともほぼ一致しており、せん枝や摘採等人為的に茶樹を刈り取るにより放射性セシウムを除去できることが明らかとなった。

なお、C園ではA園に比べ放射性セシウム濃度、存在量とも低く、放射性セシウムがかなり低減されている。園主からの聞き取りによる摘採葉の収量は、A園では一番茶300kg/10a、二番茶200kg/10a、三番茶100kg/10aに比べ、C園ではそれぞれ380kg/10a、260kg/10a、200kg/10aと明らかに多かった。また、採取試料の単位面積当たりの新鮮重は、A園では整枝部が121g/m<sup>2</sup>、葉層が575g/m<sup>2</sup>に対し、C園ではそれぞれ207g/m<sup>2</sup>、872g/m<sup>2</sup>で明らかに重かった。これらのデータは、いずれもC園はA園よりも生育量が多いことを示すものであり、栽植密度も高いことから、C園の中切り等せん枝時の刈り取り量についてもA園に比べ多かったと推察される。その結果、放射性セシウムの低減量が多かったと考えられた。ただし、C園において、一番茶の放射性セシウム濃度がA園に比べ低いことや、二番茶荒茶に低減効果がみられなかったことの原因については不明である。

著者らは、放射性セシウム降下量が多かった3月21～24日の後に春整枝が行われたD2園は、その前に行われたD1園に比べ、放射性セシウムがその分除去されて濃度は低いのではないかと仮説を立てた。しかし、予想に反し濃度は逆転していた。一般に放射性セシウム濃度や空間放射線量は同一圃場等の狭い面積の範囲内でもばらつきがかなりあると言われており、武田ら（2013）は、土壌の放射性セシウム濃度の調査データの標準偏差が非常に大きいことは、近傍においても降下量にばらつきがあったか、又は表面水の移動による偏りが生じたことを示唆している。したがって、D1及びD2園は同一圃場内の近接するやや異なる斜面に位置することもあり、圃場内の降下量のばらつきが原因の一つであると考えられた。

一方、茶樹全体の放射性セシウム存在量を比較すると、D1及びD2園ではその平均値が1,058kBq/10aとなり、A及びC園に比べそれぞれ約2.1倍、約3.6倍と多い。これに対し、茶園全体の存在量で比較すると、D1及びD2園の平均値は17.7MBq/10aであり、A及びC園に比べ約1.6倍に過ぎ

ない。D1及びD2園は、A及びC園に比べ一番茶荒茶の濃度も高く、前述のように降下量がやや多かったことが原因の一つであると考えられるが、茶樹全体の存在量ではその差が大きくなっていることから、調査時までの低減効果がA及びC園に比べ低いことが示された。これについては、D1及びD2園ではせん枝の程度が軽い浅刈りを2回行っているものの、二番茶、三番茶の摘採が行われず、中切りも若干遅れて6月下旬に行われていることが原因として挙げられる。特に中切りの遅れは時間の経過とともに放射性セシウムが茶樹の下層に移行するため、同じ量のせん枝では低減効果が低下すると推測される。したがって、樹体中の放射性セシウムをより多く低減させるためには、せん枝は量及び回数を多くし、かつ、できるだけ早期に実施することが重要であることが示唆された。

## V 摘要

千葉県産の茶は、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により環境中に放出された放射性セシウムに汚染された。そのため、茶樹及び土壌の放射性セシウムの分布実態と中切り等のせん枝による放射性セシウム濃度低減効果を明らかにするため、現地の茶園における調査を行った。

1. 放射性セシウム降下後の休眠期において、茶樹の部位別放射性セシウム濃度は、葉層 $\geq$ その他地上部 $>$ 整枝部 $>$ 地下部の順に高かった。また樹体全体に占める放射性セシウム存在量の割合は、その他地上部 $>$ 地下部 $>$ 葉層 $>$ 整枝部の順に高かった。
2. 土壌の放射性セシウム濃度は、樹冠部、うね間とも深さ0～5cmの表層で非常に高く、深さ5～25cmでは低かった。また、表層25cmまでの土壌の放射性セシウム濃度及び存在量は、樹冠部に比べうね間が高かった。
3. 茶樹全体の放射性セシウム濃度は、放任園に比べ降下後に中切りや摘採を行った茶園では低く、二番茶、三番茶の荒茶における濃度も低下したことから、せん枝や摘採等人為的に茶樹を刈り取るにより樹体中の放射性セシウムが除去できることが明らかとなった。

## VI 引用文献

- 千葉県（2013）千葉の園芸と農産．77．農林水産部生産販売振興課．
- 千葉県・千葉県農林水産技術会議（2011）土壌モニタリング調査2巡目（2004～2007）による千葉県耕地土壌の現状：1～21．
- 千葉県環境生活部大気保全課（2011a）千葉県における降

- 下物(塵, 雨水等)の核種分析結果(平成23年3月分)  
—地震関連.  
<http://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/h23toughoku/houhasen/list-kekka-dropping1103.html>
- 千葉県環境生活部大気保全課(2011b)千葉県における降下物(塵, 雨水等)の核種分析結果(平成23年4月分)  
—地震関連.  
<http://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/h23toughoku/houhasen/list-kekka-dropping1104.html>
- 千葉県環境生活部大気保全課(2011c)千葉県における降下物(塵, 雨水等)の核種分析結果(平成23年5月分)  
—地震関連.  
<http://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/h23toughoku/houhasen/list-kekka-dropping1105.html>
- 千葉県農林水産部安全農業推進課(2011)県産農産物の放射能モニタリング検査結果について.  
<http://www.pref.chiba.lg.jp/annou/h23toughoku/index.html>
- 廣野祐平(2011)茶の放射性セシウムによる汚染. 茶研報. 112: 1-8.
- 廣野祐平・西坂章宏・山口優一・野中邦彦(2011)チャの樹体中における部位別の放射性セシウム含量. 茶研報. 112(別): 42-43.
- 近澤紘史・宅間範雄(2005)葉草中の<sup>137</sup>Cs. 高知衛研報. 51: 53-62.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部(2011)茨城県, 神奈川県, 千葉県及び栃木県の一部地域で産出される茶並びに福島県の一部地域で産出されるウメに係る出荷制限の設定について.  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001e drn.html>
- 日本土壤肥料学会(2011)原発事故関連情報(2): セシウム(Cs)の土壌でのふるまいと農作物への移行.  
<http://jssspn.jp/info/nuclear/cs.html>
- 野中邦彦・廣野祐平(2011)二番茶生育期間中の茶樹におけるセシウムの吸収・移行について. 茶研報. 112(別): 55-59.
- 白木与志也・北 宜裕・山田良雄(2012a)神奈川県における放射性セシウムの樹体内分布とその低減化について. RADIOISOTOPES. 61: 261-265.
- 白木与志也・北 宜裕・武田 甲(2012b)神奈川県における茶葉中放射性セシウム濃度低減への摘採・せん枝の効果. RADIOISOTOPES. 61: 587-594.
- 白木与志也・武田 甲・岡本 保・北 宜裕(2013)放射性セシウムの茶苗木における転流, および成木茶園の枝, 幹における分布について. 茶研報. 115: 11-19.
- 武田 甲・白木与志也・船橋秀登・北 宜裕・山田良雄(2013)神奈川県茶園土壌における放射性セシウムの垂直分布. 土肥誌. 84: 49-52.



## Distribution of Radioactive Cesium Fallout in Tea Plants and Tea Garden Soils in Chiba Prefecture, and Reduction Effect of Pruning

Kiichiro SEKIYAMA, Yuhei HIRONO\* and Kenji SAITOU

Key words: concentration distribution, radioactive cesium, reduction effect, soil, tea plants

### Summary

Tea grown in Chiba Prefecture has been contaminated by radioactive cesium released to the environment after the accident caused at the Tokyo Electric Power Company's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station by the Great East Japan Earthquake. We investigated local tea gardens to determine the distribution of radioactive cesium in tea plants and tea garden soils and the effect of pruning in reducing radioactive cesium concentrations.

1. About 9 months after the fallout, radioactive cesium concentrations in dormant tea plants ranged from leaf layer  $\geq$  other above-ground parts > skiffing parts > underground parts. Total radioactive cesium as a percentage of that in the whole tea plant ranged from other above-ground parts > underground parts > leaf layer > skiffing parts.
2. The radioactive cesium concentration in the soil was very high in the surface layer (0 to 5 cm depth) and low at 5 to 25 cm depth, both under the tea canopy and in the furrows. The total concentrations and quantities of radioactive cesium in the soil surface layer (up to 25 cm deep) were higher in the furrows than under the canopy.
3. It is clear that radioactive cesium can be removed from tea plants by pruning or plucking: in tea gardens in which the plants were pruned and plucked after the fallout, whole-plant radioactive cesium concentrations were lower than in gardens not subjected to culture management. Radioactive cesium concentrations in crude tea from the second and third crops were also lower.

\* National Institute of Vegetable and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization