

研究資料

タケの放射性物質汚染実態の把握と低減化技術の開発

齋藤 諒次* 小川 秀樹** 武井 利之***

目 次

要 旨	
I はじめに	30
II 竹林施業とタケノコの放射性 Cs 濃度の低減効果	30
1 試験方法	
2 結果および考察	
III 竹林内の放射性 Cs 分布調査	33
1 試験方法	
2 結果および考察	
IV おわりに	36
V 引用文献	37

要 旨

2011年12月に相馬市のモウソウチク林内で試験区を設定し、毎春にタケノコを採取し¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度を調査した。その結果、落葉除去、抜き切り及びカリウム散布を行った試験区は無施業区よりも¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度が低くなる傾向が2013年から2016年にかけて見られた。次に、竹林のタケノコ等の汚染のばらつきを確認するため、土壌の汚染度が不均一な福島市のモウソウチク竹林内でタケ各部位（タケノコ、葉及び枝）の¹³⁷Cs濃度の分布を調査した。タケ各部位の¹³⁷Cs濃度分布はいずれも竹林内で不均一で、採取位置の土壌の¹³⁷Cs濃度と特定の関連性は認められなかった

キーワード：タケノコ Cs 竹林施業 カリ散布 落葉除去

受付日 令和元年8月23日

受理日 令和元年11月11日

課題名 タケ類の放射性物質移行実態の把握と低減化技術の開発

(県単課題 平成26年～平成29年度)

*：現南会津農林事務所 **：現福島県農業振興課 ***：現福島県立会津大学短期大学部

I はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が広範囲に飛散し、多くの農林水産物が被害を受けた。そのうちタケノコは原発事故から8年経過後も、22の市町村で出荷制限、5町村で出荷自粛されている¹⁾。

タケノコの放射性Csによる汚染を防ぐためには、放射性Csの侵入経路を明らかにし、効果的な対策を実施する必要がある。武井は竹林内の放射性Csは落葉層及び土壌表層に高濃度で存在し、タケノコにも放射性Csが含まれていることを明らかにしている²⁾。また、原発事故時にはタケノコは地上に現れていなかったことから、タケノコ地上部の表面から吸収された放射性Csが地下茎をとおしてタケノコへ転流したこと、土壌中の放射性Csをタケノコの根が吸収したことの2点がタケノコへの汚染経路として考えられた。

武井は落葉層の除去や強度の抜き切りによるタケノコへ移動する可能性のある放射性Csを物理的に排除する施業と、根からの吸収においてセシウムと拮抗することが期待されるカリウムを散布する施業を実施し、タケノコの放射性Cs濃度の低減効果を調査した。その結果、落葉除去、抜き切り及びカリウム散布をした試験区は無施業の試験区よりも有意にタケノコの放射性Cs濃度が低くなり、施業によりタケノコの放射性Cs濃度が低減できる可能性がみられた²⁾。

今回の報告はその続報として、施業後のタケノコの放射性Cs濃度の推移を追うとともに、さらに抜き切り及びカリウム散布を実施し、それぞれの施業のタケノコの放射性Cs濃度低減効果を調査した。

また、同一竹林内におけるタケノコの放射性Cs濃度のばらつきについては明らかになっていない。そこで、各種研究やモニタリング等の基礎情報として、竹林内におけるタケノコ各部位（タケノコ、葉及び枝）の放射性Cs濃度のばらつきと部位間の関連性について調査を行った。さらに、放射性Csは土壌表層に高濃度で存在しており、タケノコに経根吸収されている可能性のあることから、タケノコと土壌の放射性Cs濃度の関係を調査した。

II 竹林施業とタケノコの放射性Cs濃度の低減効果

竹林施業によってタケノコの¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度を低減できるか調査を行った。2011年12月に相馬市内のモウソウチク林内に試験区を設定し、落葉除去及び抜き切りの施業と落葉除去、抜き切り及びカリウム散布の施業を行い、調査を続けてきた。前報では2012年に採取したタケノコの¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度は施業による低減効果が見られず、2013年に採取したタケノコの¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度は無施業区と比較して施業を行った区で低くなる結果だった²⁾。今回は施業後のタケノコの¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度の推移について調査を行った。

1 試験方法

(1) 試験地の設定

試験は相馬市のモウソウチク林内で実施した。試験地は福島第一原発から北北西に約40kmの距離に位置し、 $^{134+137}\text{Cs}$ の土壌への沈着量は $100\sim 300\text{kBq/m}^2$ であった³⁾。2011年12月に半径10mの円形のプロットを設定し、根切りによって試験区間を分断して、約1aの試験区を3つ作成した。作成した試験区をそれぞれ試験区A、B、Cとした。試験区の模式図を図-1に示す。

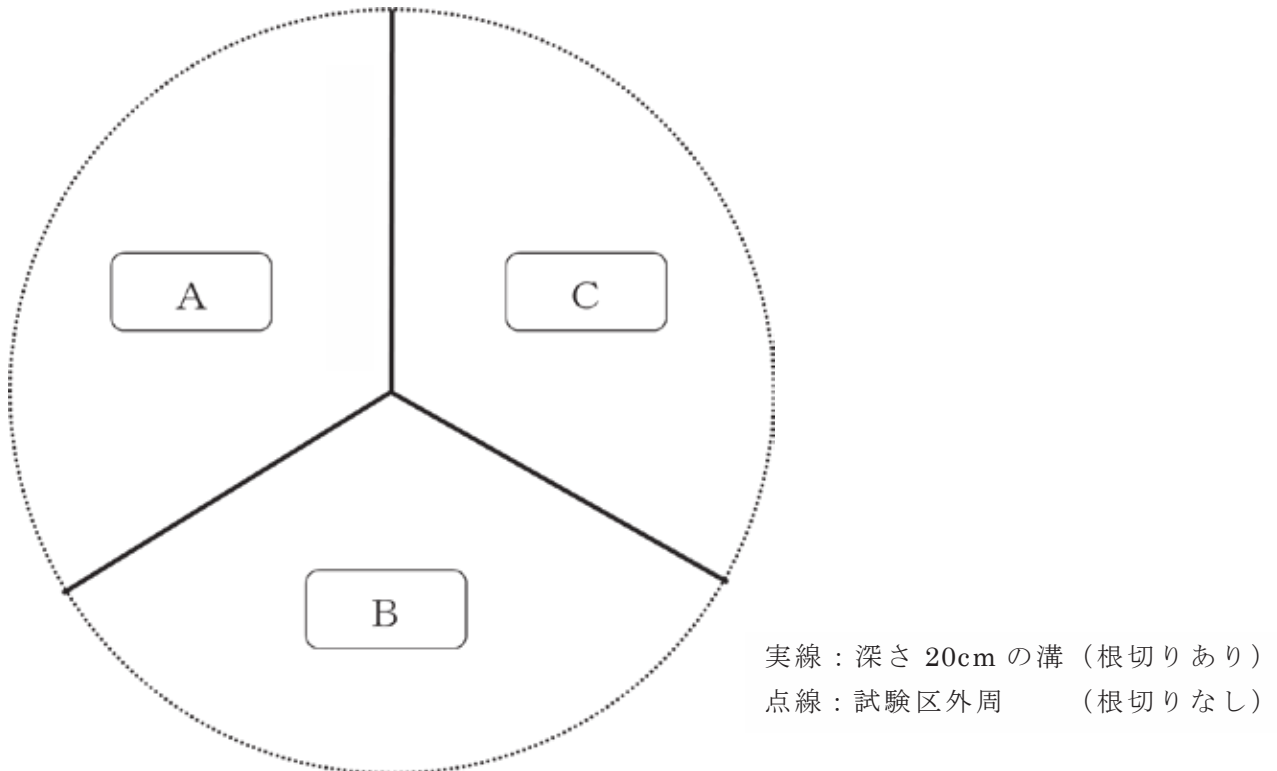


図-1 試験区の模式図（2011年12月設定）

(2) 試験地の施業

各試験区の施業内容を表-1に示す。試験区Aにおいては2011年12月に落葉層を試験区外へ掻き出した後に、タケ成木の70%を抜き切りで除去し、成立本数を36本/aとした。試験区Bにおいては同時期に試験区Aと同様の施業をした後、ケイ酸カリウム肥料20kgを均一に散布した。試験区Cは施業を行わず無施業区とした。なお、試験区Aにおいては落葉除去を、試験区Bにおいては落葉除去とカリウム散布を2012年12月、2013年12月に繰り返し実施した。

表-1 各試験区の施業歴

	2011年 12月	2012年 12月	2013年 12月	備考
試験区A	落葉除去 抜き切り	落葉除去	落葉除去	
試験区B	落葉除去 抜き切り K施用(※1)	落葉除去 K施用(※1)	落葉除去 K施用(※1)	※1 ケイ酸カリウム 20kg/a散布
試験区C				無施業

(3) サンプルの採取

タケノコは2013年から2016年まで、毎年4、5月に各試験区から3～5本ずつ無作為に採取した。土壌は2016年12月に475cc土壌円筒を用いて0～5cm層を各試験区から採取した。採取地点は円の中心を通り各試験区を二等分する線上の、円の中心からの距離が2.5m、5m、7.5mの3カ所とした。

(4) 測定試料の調製

タケノコは剥皮後、食用に用いられる部分（以下、可食部）を試料とした。測定に用いたタケノコの部位について図-2に示す。可食部を包丁で5mm角程度まで刻み、U8型容器に充填し測定試料とした。土壌は、それぞれのサンプルを室内で風乾させた後、2mmメッシュのふるいでふるった。その後105℃下で24時間乾燥させ、U8型容器に充填し測定試料とした。

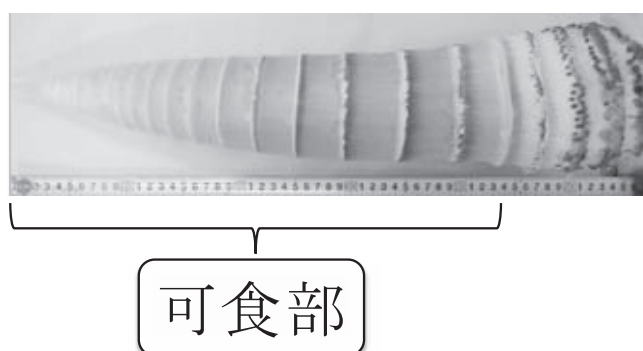


図-2 タケノコの測定部位

(5) 放射性Cs濃度の測定

調製したタケノコ及び土壌はゲルマニウム半導体検出器を用いて ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 濃度を6,000秒で測定した。

2 結果及び考察

(1) タケノコの $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度の試験区間の比較

2013年から2016年まで各試験区で毎年採取し測定したタケノコの $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度を図-3に示す。結果として落葉除去、抜き切りを行った試験区Aと落葉除去、抜き切り及びカリウム散布を行った試験区Bは無施業の試験区Cより2013年から2016年にかけてタケノコの $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度が低い傾向が続いた。試験区Bについては2015年から2016年にかけて有意に低かった。なお、参考として減衰補正後のグラフを図-4に示す。測定データは2011年3月15日時点に減衰補正している。減衰補正は、 ^{137}Cs の半減期は30.1671年、 ^{134}Cs の半減期は2.0648年として $N_a=N_b(1/2)^{((t_a-t_b)/T)}$ の式で算出している。

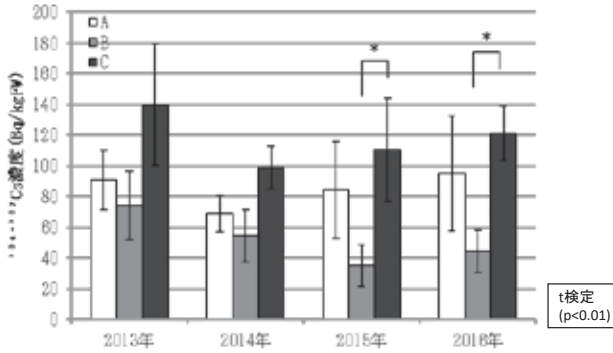


図-3 タケノコの平均 $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度

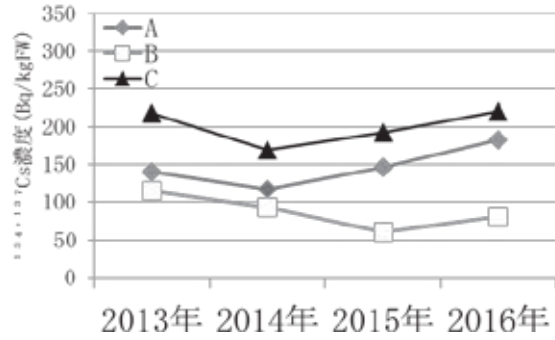


図-4 タケノコの平均 $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度 (減衰補正後)

Ⅲ 竹林内の放射性 Cs 分布調査

竹林内でタケ各部位（タケノコ、葉及び枝）の ^{137}Cs 濃度がどのように分布しているのかを明らかにするため調査を行った。また、タケノコの ^{137}Cs 汚染の主な原因が土壌によるものかどうか明らかにするために、土壌の ^{137}Cs 濃度とタケノコの ^{137}Cs 濃度の関係を調査した。

1 試験方法

(1) 試験地の設定

試験は福島市のモウソウチク林で実施した。この試験地は、南北方向に長さ約 50m、東西方向に幅 5~10m で広がる細長い竹林で、空間線量率 $0.82 \mu\text{Sv/h}$ 、汚染面密度 117.9kBq/m^2 である（図-5）。この試験地は 2013 年に北端から約 10m の範囲で落葉除去が行われ、南端から約 5m の範囲を 2014 年まで住宅や水路を自主除染した物質の仮置き場として利用してきたことから、竹林内で汚染度合いが異なる場所が存在する。そのような経緯から、落葉除去を行った区域を落葉層除去区域、汚染度合いの高い区域を汚染区域、その間を無処理区域と設定した。

2015 年 5 月に南端を起点として北側に向けて 2m おきに測点を設定し、空間線量率を地上高 10cm 及び 1m で測定した。さらに、2016 年 4 月に根切りを行い、汚染区域と無処理区域の間を分断した。試験区の模式図を図-6 に示す。



図-5 福島試験地

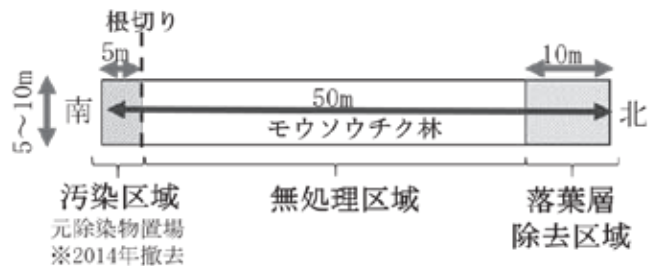


図-6 福島試験地の模式図

(2) サンプルの採取

タケノコは、2015 年 5 月に 13 本、2016 年 4、5 月に 23 本、2017 年 4 月に 16 本採取した。タケの葉と枝は、2015 年 5 月、2016 年 4 月に地上高約 1m にある枝を葉がつ

いたまま採取した。2015年には26サンプル、2016年には17サンプル採取した。土壌は、2016年4月に南端から2m地点、28m地点、46m地点で、土壌サンプラーを用いて30cm深さまで採取した。また、2~4mおき16地点から、おおむね0~5cm層の土壌をU8型容器を用いて採取した。

(3) 測定試料の調製

タケノコは剥皮後、食用に用いられる部分（可食部）を試料とした。可食部を包丁で5mm角程度まで刻み、U8型容器に充填し¹³⁷Cs濃度測定試料とした。葉のついた枝は葉と枝に分け、それぞれ室内で風乾させた後、5mm以下に粉碎した。その後105℃下で24時間乾燥させ、U8型容器に充填し¹³⁷Cs濃度測定試料とした。土壌については、土壌サンプラーで30cm深さまで採取したのものについては5cm毎に切り分けた。これら及びU8容器を用いて採取した土壌サンプルは、室内で風乾させた後、2mmメッシュのふるいでふるった。その後105℃下で24時間乾燥させ、U8型容器に充填し¹³⁷Cs測定試料とした。

(4) 放射性Cs濃度の測定

調製したタケノコ、葉、枝及び土壌はゲルマニウム半導体検出器を用いて¹³⁴Cs、¹³⁷Cs濃度を6,000~43,200秒で測定した。

2 結果及び考察

(1) 空間線量率と土壌の¹³⁷Cs濃度分布

空間線量率と土壌の¹³⁷Cs濃度分布を図-7に示す。空間線量率は汚染区域で高くなり、それ以外はおおむね一定となる結果だった。

(2) 土壌の深度別の¹³⁷Cs濃度

土壌の深度別の¹³⁷Cs濃度を図-8に示す。各地点とも0~5cm層の値が最も高かった。土壌断面を図-9に示す。地下茎は深さ7cm程度にあった。タケの根は地下茎から上下方向に伸びており¹³⁷Cs濃度の高い地表0~10cm付近に根の分布が集中していることが、タケノコの¹³⁷Cs吸収に影響を与えていることが考えられた。

(3) タケ各部位の¹³⁷Cs濃度

タケノコの¹³⁷Cs濃度を図-10に示す。タケノコの¹³⁷Cs濃度は2015年、2016年共に汚染区域で高くなり、汚染区域よりも無処理区域の25~35m地点で高くなる結果であり、土壌の¹³⁷Cs濃度と傾向が異なっていた。タケの葉、枝の¹³⁷Cs濃度を図-11に示す。タケの葉については、2015年に比べ2016年で¹³⁷Cs濃度が低くなる傾向がみられた。タケの枝の¹³⁷Cs濃度を図-12に示す。タケの枝については、葉と同様に2015年に比べ2016年で¹³⁷Cs濃度が低くなる傾向がみられた。タケ各部位はいずれも汚染区域で特に高いという傾向は見られなかった。

(4) まとめ

タケ各部位ともに¹³⁷Cs濃度の分布は竹林内で不均一であることがわかった。

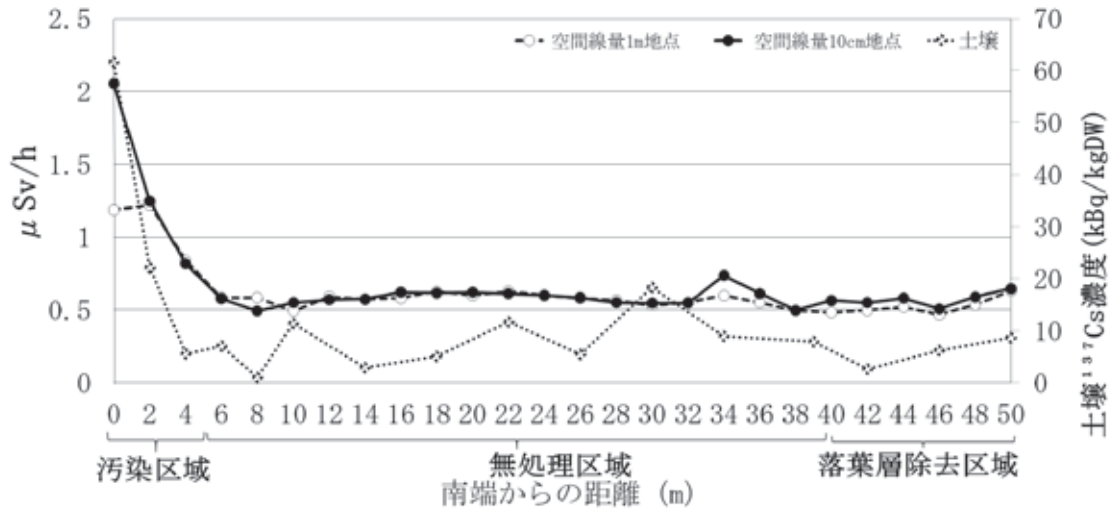


図-7 空間線量率と土壌表層の ^{137}Cs 濃度分布

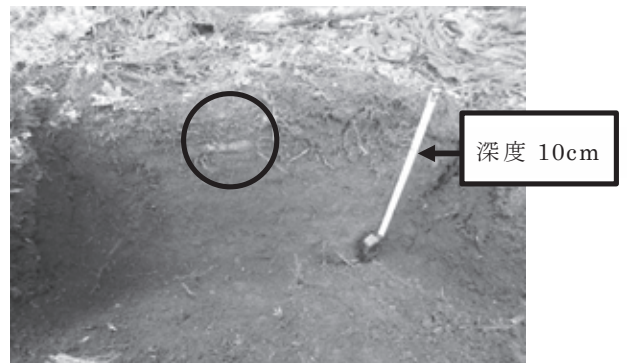
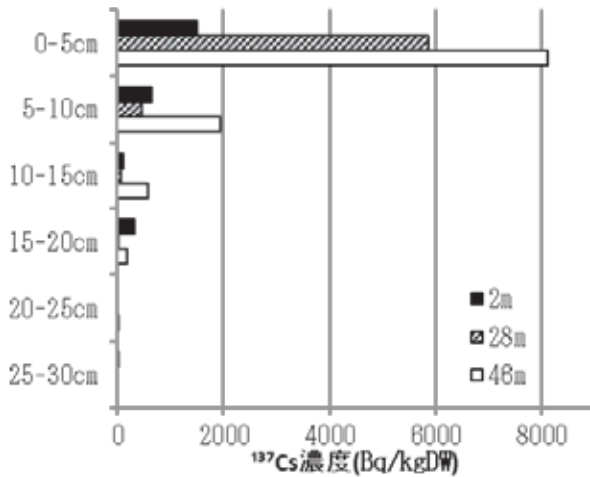


図-8 南端からの距離 2、28、46m 地点における
土壌深度 30cm までの ^{137}Cs 濃度分布

図-9 土壌断面

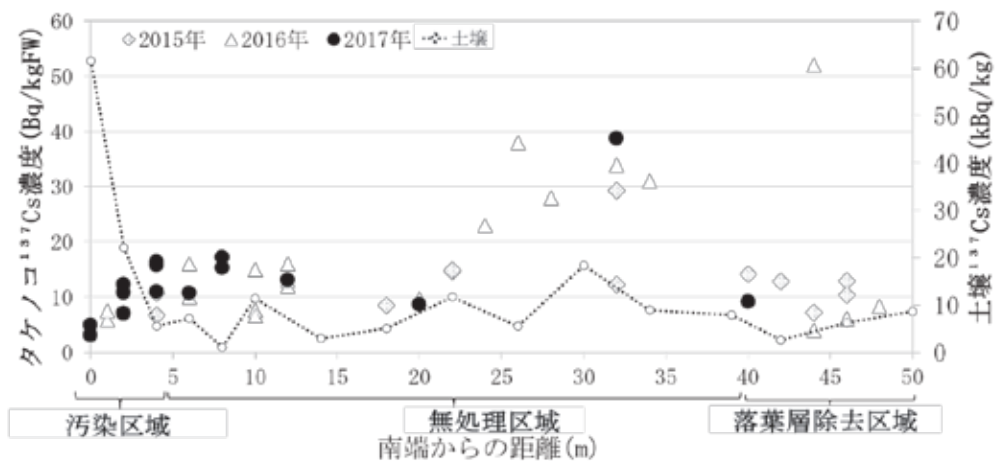


図-10 タケノコの ^{137}Cs 濃度分布

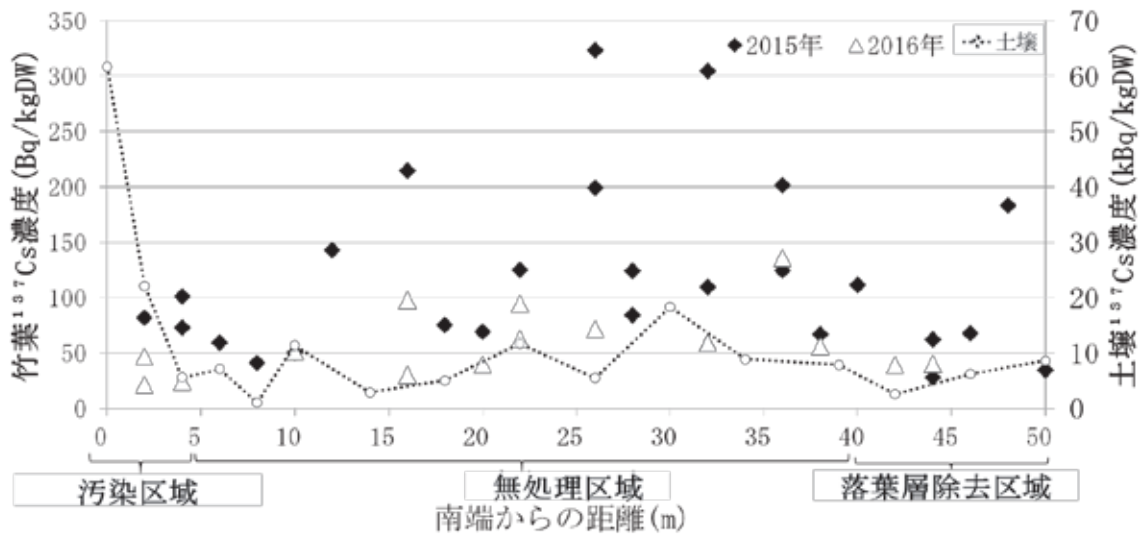


図-11 タケの葉の ^{137}Cs 濃度分布

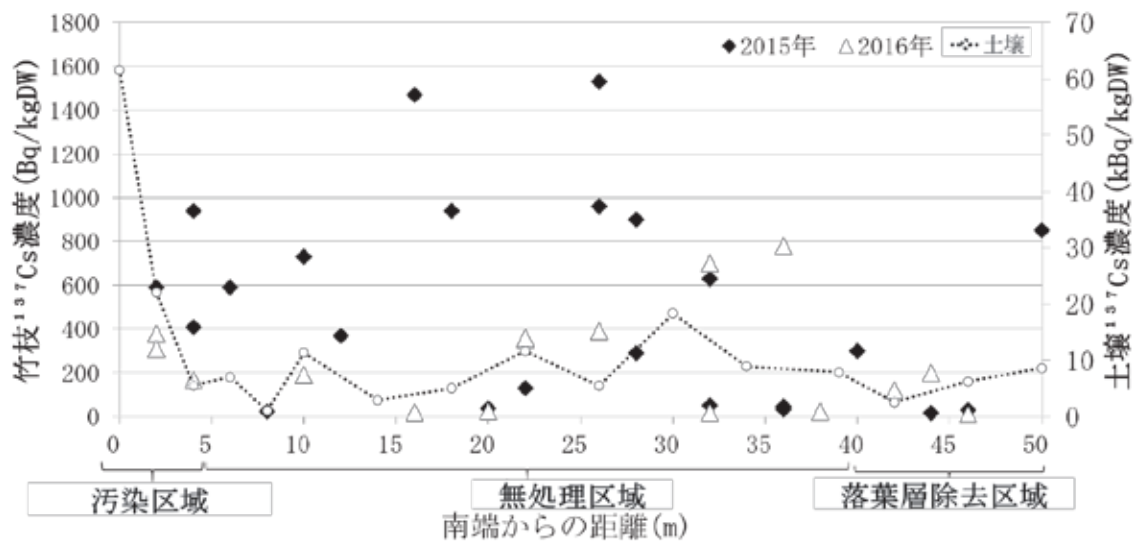


図-12 タケの枝の ^{137}Cs 濃度分布

IV おわりに

竹林内で施業を行い、タケノコの $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度低減効果を調査したところ、落葉除去、抜き切り及びカリウム散布からなる施業を行った試験区で無施業の試験区より優位に低い結果が続いた。土壌の汚染度の異なる区域が存在する同一竹林内でタケ各部位（タケノコ・葉・枝）の ^{137}Cs 濃度分布を調査したが、いずれも竹林内で不均一で特定の関連性は認められなかった。

V 引用文献

- 1) 福島県．きのこ、山菜類のモニタリングと出荷制限品目・市町村について，
<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36055c/ringyo-monitoring.html> ， （参照 2019.8.1）
- 2) 原子力規制委員会．第1次航空機モニタリング測定，
https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/4000/3710/24/1305820_20110506.pdf ，
（参照 2019.8.1）
- 3) 武井利之・伊藤正一・阿部正久・熊田淳（2014）竹林の施業がタケノコの放射性セシウム濃度に及ぼす効果．福島県林業研究センター研究報告 第47号：79-85