ノート

千葉県で捕獲された野生獣肉の放射性セシウム検査について

(平成27年10月22日受理)

林 千恵子^{1,*} 中村 和宏¹ 本郷 猛¹ 橋本 博之¹
原田 利栄¹ 中西希代子² 石井 俊靖¹

Surveillance of Radioactive Cesium in Meats of Wild Animals Caught in Chiba Prefecture

Chieko HAYASHI^{1,*}, Kazuhiro NAKAMURA¹, Takeshi HONGO¹, Hiroyuki HASHIMOTO¹,
Rie HARADA¹, Kiyoko NAKANISHI² and Toshiyasu ISHII¹

¹ Chiba Prefectural Institute of Public Health: 666-2 Nitona-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8715, Japan;

² Kashiwa City Public Health Center: Wellness Kashiwa-nai, 65-1 Kashiwashita, Kashiwa, Chiba 277-0004, Japan;

*Corresponding author

From fiscal year 2012 to 2014, we surveyed the concentration of radioactive cesium in 39 wild animal meats obtained from 20 wild boars and 19 deer caught in Chiba prefecture, using a germanium semiconductor detector. Four wild boar meats in the fiscal years 2012 and 2013 exceeded the radioactive cesium limit in general foods (100 Bq/kg), whereas none of the deer meats exceeded the limit. The left side of the wild boar that showed a radioactive cesium concentration above 100 Bq/kg was divided into 14 parts. We compared the radioactive cesium concentration in the ham used for the screening test with those in other parts. The concentration was highest in ham, among the edible parts.

(Received October 22, 2015)

Key words: 放射性セシウム radioactive cesium; ゲルマニウム半導体検出器 germanium semiconductor detector; イノシシ wild boar; シカ deer; 部位別濃度 concentration by part

はじめに

平成23年3月に発生した東日本大震災により、東京電力福島第一原子力発電所事故が発生し、周辺環境に放射性物質が放出され、一部の食品から放射性物質が検出された。この事故を受け千葉県では県民の健康を守ることを目的に、当研究所において新たに検査体制を整備し、平成24年2月から食品中の放射性セシウム検査を開始した。当県では野生鳥獣による農作物の被害が増加しており、その対策として平成20年に千葉県イノシシ肉に係る衛生管理ガイドライン^{*1}が策定され、捕獲したイノシシを食肉として有効利用する事業が進められてきた。しかし、平成24年9、10月に県内で捕獲されたイノシシ肉から一般食品の基準値である100 Bq/kgを超える放射性セシウムが検出され、原子力災害対策特別措置法に基づく出荷制限の指

示があった。そのため、県では新たにイノシシ肉の出荷・検査方針^{*2}を定め、現在は県内5か所の野生獣肉処理加工施設で全頭検査により管理されるイノシシ肉に限り出荷制限が解除されている。処理加工施設が所在する市町において、NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータを用いたスクリーニング検査^{*3}が実施され、50 Bq/kgを超えたものについては平成25年3月から当研究所のゲルマニウム半導体検出器で精密検査を行うこととなった。さらに平成25年5月からは毎年度策定される野生鳥獣肉検査計画^{*4}に基づき、食用に供される野生鳥獣肉の安全性を担

* 連絡先 c.hysh8@pref.chiba.lg.jp

¹ 千葉県衛生研究所: 〒260-8715 千葉市中央区仁戸名町666-2

² 柏市保健所: 〒277-0004 千葉県柏市柏下65-1ウェルネス柏内

^{*1} 千葉県イノシシ肉に係る衛生管理ガイドライン, 千葉県野生鳥獣対策本部

<http://www.pref.chiba.lg.jp/noushin/choujuu/yougai/documents/guideline.pdf>

^{*2} 「検査計画, 出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」に基づく千葉県産イノシシ肉の出荷・検査方針の見直しについて

http://www.mhlw.go.jp/stf/kinkyu/2r9852000001ddg2-att/2r98520000036vvq_1.pdf

^{*3} 食品中の放射性セシウムスクリーニング法の一部改正について、事務連絡、厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課(平成24年3月1日)

^{*4} 千葉県における25年度県内処理加工施設で加工される野生鳥獣肉の放射性物質検査について、千葉県農林水産部農村環境整備課

http://www.pref.chiba.lg.jp/nousui/houshaseibussitsu/documents/5_yaseijuukensakeikaku.pdf

保するため、スクリーニング検査を実施せず、直接ゲルマニウム半導体検出器を用いたシカ肉のモニタリング検査を開始した。

本報告では、平成25年3月から平成27年3月に実施した千葉県内で捕獲された野生獣肉の検査状況について取りまとめた。また、100 Bq/kgを超えたイノシシ肉の左半身を用い、スクリーニング検査対象部位であるモモ肉とモモ肉以外の複数の部位について、放射性セシウム (Cs) 134と137の合計濃度や脂質含有量を比較したところ、有用な知見が得られたので報告する。

実験方法

1. 試料

平成25年2月から平成27年2月までに県内で食用として捕獲され、スクリーニング検査の結果50 Bq/kgを超えたイノシシ肉20検体および平成25年5月から平成27年2月までにモニタリング用として捕獲されたシカ肉19検体を試料とした。また、Cs濃度合計が100 Bq/kgを超えたイノシシ (捕獲日: 平成25年2月, 性別: オス, 体重: 56 kg) の左半身 (冷蔵保管検体, 約15 kg) を用い、イノシシ肉出荷・販売台帳^{*1}に記載されている7部位、および一定量の肉の採取が可能であったその他7部位の計14部位 (Fig. 1) に解体し、試料とした。さらに、脂肪のみのCs濃度を把握するため、脂肪の多い腹の部位から脂肪のみを採取し、脂肪試料とした。

2. 装置・容器等

ゲルマニウム半導体検出器は、キャンベラ社製GR2018 (相対効率24.8%) を用い、データ解析は解析ソフトのγエクスプローラーを用いて行った。検体の細切・均一化には、包丁、ミルサー (Iwatani (株) 製IFM-77G) を使用し、容器はU-8容器 (100 mL) を使用した。無水硫酸ナトリウム (残留農薬・PCB試験用) およびジエチルエーテル (試薬特級) は和光純薬工業 (株) 製を用いた。

3. 野生獣肉の放射性セシウム検査

検査は通知^{*5,*6}に基づいて行った。イノシシ肉は、NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータによるスクリーニング検査に使用した脂肪除去後のモモ肉を、そのままU-8容器に充填した。スクリーニング検査に使用したモモ肉が入手できなかった検体については、同一個体のモモ肉のブロックから可能な限り脂肪を除去した筋肉部分を包丁で細切・均一化し、U-8容器に充填した。シカ肉もモモ肉のブロックから可能な限り脂肪を除去した筋肉部分をイノシシ肉と同様に処理しU-8容器に充填した。イノシシ肉ではスクリーニング検査において50 Bq/kg以上検出してい

Fig. 1. Part names of wild boar meat

ることが確認されているため、Cs-134とCs-137のそれぞれの測定結果に伴う計数誤差による標準偏差の2乗和を分散とした相対標準偏差 (測定値のRSD) が10%を切った時点で終了する条件により測定した。また、当研究所においてCs濃度が確定してから出荷され、食用に供されることから、採取日から測定時までのCsの半減期による濃度減少の補正 (減衰補正) は行わなかった。シカ肉はモニタリング調査であることから、検出限界値未満または低濃度での検出となる検体が想定された。そのため測定条件は、Cs-134とCs-137の検出限界値の和が一般食品の基準値100 Bq/kgの1/5以下となるか、測定値のRSDが10%を切った時点で終了するように設定した。またイノシシ肉と同様に減衰補正は行わなかった。

4. イノシシ肉部位別の放射性セシウム測定

14部位に解体したイノシシ肉は、そのまま細切したもの (脂肪除去前検体) と可能な限り脂肪を除去し細切したもの (脂肪除去後検体) を調製した。また脂肪試料も細切し、それぞれU-8容器に充填し測定値を比較した。部位別測定に使用したイノシシ肉は3,600秒の測定時間において、測定値のRSDが10%を切ることが確認されたことから、過剰な測定時間は不要と判断し、測定時間は一律3,600秒とした。また、部位ごとの測定日が異なることから、捕獲日の数値としてCs濃度を比較するため、減衰補正を行った。

5. 脂質含有量の測定

脂質の定量はエーテル抽出法^{*7}により実施した。Cs濃度を測定したイノシシ肉をU-8容器から全量取り出し、ミルサーを用いて均一化した。均一化した試料5gを採取し、適量の無水硫酸ナトリウムと混合して脱水した後、ジエチルエーテルを溶媒に、ソックスレー抽出器を用いて8時間抽出した。溶媒を除去し、乾燥後の残留物の重量を脂肪重量とした。

^{*5} 食品中の放射性物質の試験法について、食安発0315第4号、厚生労働省医薬食品局食品安全部長 (平成24年3月15日)

^{*6} 食品中の放射性物質に係る基準値の設定に関するQ&Aについて、食安基発0320第3号、食安監発0320第3号、厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課長、監視安全課長 (平成27年3月20日)

^{*7} 栄養表示基準における栄養成分等の分析方法等について、衛新第13号、新開発食品保健対策室長 (平成11年4月26日)

Table 1. Cs concentration in wild boar meat

Fiscal year	Concentration (Bq/kg)		
	Cs-134	Cs-137	Total Cs
2012	38.6	86.4	130
	89.1	169	260
	25.0	47.6	73
2013	25.1	54.2	79
	33.0	60.9	94
	22.8	52.8	76
	27.8	65.7	94
	18.0	43.1	61
	18.1	47.4	66
	25.2	48.1	73
	16.8	54.7	72
	17.4	49.9	67
	25.9	56.9	83
	40.6	114	150
	29.4	96.7	130
	18.2	54.2	72
	24.6	74.5	99
	15.9	41.1	57
	14.0	45.7	60
2014	14.6	50.6	65

結果および考察

1. 野生獣肉の放射性セシウム検査

イノシシ肉の精密検査結果を Table 1 に示す。測定時間は 1,068～10,805 秒の範囲であった。処理加工施設が所在する市町におけるスクリーニング検査の結果、50 Bq/kg を超えたのは 334 検体中 20 検体であり、これらのうち 4 検体からは、一般食品の基準値を超える Cs 濃度が検出された。平成 25 年 2 月に捕獲された 2 検体は、Cs 濃度合計がそれぞれ 130、260 Bq/kg、平成 26 年 1 月に捕獲された 2 検体はそれぞれ 130、150 Bq/kg であった。その他の検体は 57～99 Bq/kg の濃度で検出された。

シカ肉のモニタリング検査結果を Table 2 に示す。測定時間は 1,445～28,274 秒の範囲であった。シカ肉は Cs 濃度合計が N.D.～28 Bq/kg の範囲であり、一般食品の基準値を超える Cs 濃度は検出されず、イノシシ肉に比べ検出濃度は低い傾向を示した。この結果の違いは、シカが草や木の芽や葉、樹皮などを餌にしている¹⁾のに対し、イノシシは雑食性であり、これまでに Cs が検出されているタケノコ、果実などを餌にし、また Cs に汚染されたミミズ²⁾などの土中生物を採餌している³⁾ことが原因の 1 つと考えられた。

イノシシ肉とシカ肉の検査結果から、Cs-137 に対する Cs-134 の存在比率を求めた。平成 25 年 2、3 月に捕獲された検体では 0.45～0.53、平成 25 年 5 月から平成 26 年 3 月に捕獲された検体では 0.26～0.54、平成 26 年 6 月から平

Table 2. Cs concentration in deer meat

Fiscal year	Concentration (Bq/kg)		
	Cs-134	Cs-137	Total Cs
2013	<8.0	<8.9	<17
	<8.9	<7.6	<17
	<7.8	<9.2	<17
	<7.2	<9.8	<17
	<9.2	<7.3	<17
	<8.0	<8.8	<17
	6.91	21.5	28
	4.78	15.0	20
	8.53	18.3	27
	2.76	10.7	13
2014	<8.2	<8.7	<17
	2.68	11.2	14
	<8.3	<8.5	<17
	<7.9	<8.7	<17
	<8.4	<8.1	<17
	<8.7	<8.0	<17
	<8.5	<8.3	<17
	2.04	6.08	8.1
	<8.8	<8.0	<17

成 27 年 2 月に捕獲された検体では 0.24～0.34 となった。福島第一原子力発電所事故により平成 23 年 3 月中に大気中に放出された Cs-134 が約 10×10^{15} Bq、Cs-137 が約 10×10^{15} Bq と推定されている^{*8}ことから、その比率を 1:1 とし（基準日：3 月 11 日）、物理学的半減期（Cs-134：約 2 年、Cs-137：約 30 年）⁴⁾から Cs-137 に対する Cs-134 の存在比率を求めた場合、2 年後の平成 25 年 3 月 11 日には 0.54、3 年後には 0.39、4 年後には 0.29 となる。検査結果から求めた値は、上記計算から求めた理論値とほぼ同様に推移していた。このことからイノシシ肉とシカ肉から検出された Cs 濃度は、主に福島第一原発事故に起因するものと推察された。Cs-137 の半減期は約 30 年と長く、チェルノブイリ原発事故後、20 年以上の長期間にわたりイノシシの筋肉から Cs が検出されたという報告⁵⁾があることから、食用に供されるイノシシ肉については、今後も継続的な調査が必要と考えられた。

2. イノシシ肉部位別の放射性セシウム濃度および脂質含有量

当研究所では、イノシシ肉の精密検査には脂肪層が少なく検体量が十分に採取できるモモ肉を常用している。そこで、モモ肉常用の妥当性を確認するために、部位間の Cs 濃度差の有無について脂肪除去前検体を用いて検討を行った。脂肪除去前検体の Cs 濃度測定結果および脂質含有量の結果を Table 3 に、その散布図を Fig. 2 に示した。Cs 濃度はモモ肉を基準とし、その他の部位を比で表した。Cs 濃度が最も高い部位はモモ肉で、最も低いのは脂質が多い腹の部位であった。脂肪試料はさらに低濃度となった。Cs 濃度比と脂質含有量の関係は、相関係数 $r = -0.956$ ($n = 15, p < 0.05$) となり、強い負の相関が認められた。牛肉において、脂肪含有量の増加に伴い Cs 濃度は低下す

*8 福島第一原子力発電所 東北地方太平洋沖地震に伴う原子炉施設への影響について、東京電力株式会社（平成 24 年 9 月）
<https://www.nsr.go.jp/data/000024865.pdf>

Table 3. The ratio of Cs concentration and fat content in each part of wild boar meat

	Part	Ratio of Cs concentration*	Fat content (%)
For food	Inside ham	1.00	5.95
	Outside ham	0.88	18.7
	Picnic shoulder	0.85	9.12
	Fillet	0.81	8.75
	Boston butt	0.62	41.3
	Loin	0.46	31.0
	Belly	0.28	61.4
Others	Hind leg	0.96	10.2
	Around the neck	0.81	14.4
	Foreleg	0.77	2.87
	Under the neck	0.65	27.6
	Rump	0.54	40.8
	Around the rump	0.26	63.1
	Abdomen	0.20	72.2
	Abdomen (fat only)	0.05	86.3

* The ratio of concentration between inside ham and each part.

Fig. 2. Relation between ratio of Cs concentration (inside ham = 1.0) and fat content in wild boar meats

○, Concentration of inside ham; ◆, Other parts

るという既報⁶⁾と同様の結果が、イノシシ肉においても得られた。

Csは水溶性であり、脂質への蓄積は少ないと考えられる。そのため、各部位のCs濃度は各部位ごとの脂質含有割合に影響されると考えられる。そこで、筋肉のみでのCs濃度の比較を行うため、脂肪除去後検体を用いて同様の検討を行った。その結果をTable 4に示した。Cs濃度が最も高い部位は後脚で、最も低い部位はロースであった。14部位全体のCs濃度平均値とその標準偏差から判断すると、Cs濃度の部位間の差はないと考えられた。脂肪除去後検体は脂質含有量の範囲が狭く（1.61～5.26%）、脂肪除去前検体と同様に評価できないが、Cs濃度比と脂質含有量の関係は、相関係数 $r = -0.096$ ($n = 14, p > 0.05$)となり相関は認められなかった。牛では胸最長筋（ロース）、大腿二頭筋（外モモ）のCs濃度に有意差はないという報告⁷⁾があり、今回検討したイノシシ肉においても同様の結果が得られた。

本検討結果では、脂肪除去前検体の食用部位の中でモモ

Table 4. The ratio of Cs concentration and fat content in each part of wild boar meat (fat removal processing)

	Part	Ratio of Cs concentration*	Fat content (%)
For food	Inside ham	1.00	2.36
	Outside ham	1.04	2.87
	Picnic shoulder	0.89	1.92
	Fillet	0.79	2.43
	Boston butt	0.86	4.24
	Loin	0.61	2.10
	Belly	0.82	5.26
Others	Hind leg	1.14	2.59
	Around the neck	0.86	4.41
	Foreleg	0.71	1.61
	Under the neck	0.82	3.68
	Rump	1.00	2.21
	Around the rump	0.82	3.93
	Abdomen	0.75	4.17

* Symbol is as in Table 3.

肉が最も高いCs濃度を示したことから、イノシシ肉のCs検査対象部位としてモモ肉を使用することに関しては、おおむね妥当であると考えられた。

ま と め

イノシシ肉の精密検査の結果、20検体中4検体から一般食品の基準値を超えるCs濃度が検出されたが、シカ肉のモニタリング検査では基準値を超えたものはなかった。食用に供されるイノシシ肉については、今後も継続的な調査が必要と考えられた。

イノシシ肉の左半身を14部位に分け、Cs濃度と脂質含有量を求めた。その結果、脂肪除去前検体の食用部位の中でモモ肉が最も高いCs濃度を示したことから、検査対象部位としてモモ肉を使用することに関しては、おおむね妥当であると考えられた。

国および地方公共団体は、農作物の被害防止対策を持続的に実施するため、捕獲されたイノシシ等の野生鳥獣を地域資源と捉え、食品としての利用を推進している^{*9)}。イノシシ肉における部位別のCs濃度についての報告はこれまでなく、今後、イノシシ肉の公衆衛生上の安全な有効活用を実施するために、個体数などを増やし、詳細な検討を行っていく予定である。

文 献

- 1) Furubayashi, K., Maruyama, N. Food habits of sika in Fudakake, Tanzawa mountains. Honyu Dobutsugaku Zasshi (The Journal of the Mammalogical Society of Japan), 7, 55-62 (1977).
- 2) Hasegawa, M., Ito, M., Kaneko, S., Kiyono, Y., Ikeda, S.,

*9) 鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための施策を実施するための基本的な指針、農林水産省告示第1396号（平成27年5月29日）

- Makino, S. Radiocesium concentrations in epigeic earthworms at various distances from the Fukushima Nuclear Power Plant 6 months after the 2011 accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, **126**, 8–13 (2013).
- 3) Koba, Y., Sakaguchi, M., Muraoka, R., Obitsu, T., Tanida, H. Food habitat of wild boars in Kami-Kamagari Island in Hiroshima. *Honyurui Kagaku (Mammalian Science)*, **49**, 207–215 (2009).
- 4) 日本アイソトープ協会. アイソトープ手帳11版. 東京, 丸善, 2011, p. 63–64. (ISBN 978-4-89073-211-1)
- 5) Semizhon, T., Putyrskaya, V., Zibold, G., Klemm, E. Time-dependency of the ^{137}Cs contamination of wild boar from a region in Southern Germany in the years 1998 to 2008. *Journal of Environmental Radioactivity*, **100**, 988–992 (2009).
- 6) Nabeshi, H., Kikuchi, H., Tsutsumi, T., Hachisuka, A., Matsuda, R. Concentrations of radioactive cesium in different cuts of beef. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **54**, 415–418 (2013).
- 7) Fukuda, T. *et al.* Distribution of artificial radionuclides in abandoned cattle in the evacuation zone of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *PLOS ONE*, **8**, e54312 (2013).