

畜水産物中の残留有機塩素系農薬実態調査（令和3年度）

森田 有香^a, 小林 麻紀^a, 酒井 奈穂子^b, 大町 勇貴^a, 大塚 健治^c, 横山 知子^a

令和3年4月から令和4年3月までに東京都内に流通していた食肉、生乳、鶏卵、魚介類及びその加工品等、畜水産物9種122食品について残留有機塩素系農薬の実態調査を行った。その結果、生乳、キンメダイ、サーモンの14食品（検出率11%）から2種類の有機塩素系農薬（DDT及びヘキサクロロベンゼン）が0.0001～0.018 ppmの範囲で検出された。食品衛生法の残留農薬基準値を超えたものは認められなかった。

キーワード：残留農薬、畜水産物、有機塩素系農薬、残留基準値

はじめに

DDTやBHC、ドリノ剤（アルドリノ、エンドリン、ディルドリン等）のような有機塩素系農薬は、広範囲の害虫に有効で製造も容易で安価なことから、世界中で大量に生産・使用され、日本では戦後以降に使用され始めた¹⁾。一方で、1962年に出版された「沈黙の春（レイチェル・カーソン著）」で、これら有機塩素系農薬が生態系や環境に及ぼす悪影響を指摘し、この書を契機に、農薬の効果だけでなくその毒性や環境への残留性に注目が集まり、日本では1971年に有機塩素系農薬の使用を禁止、規制した²⁾。

しかし、有機塩素系農薬の農薬登録は失効したものの、環境中に蓄積しやすく生物分解も受けられないという特性から、これまでに環境や生物、ヒトへの汚染が問題となってきた³⁻⁸⁾。有機塩素系農薬を含む残留性有機汚染物質をPOPs（Persistent Organic Pollutants）と定義し、国際的に協調して廃絶、削減等を行う必要があるとして、2004年に「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」が発効された⁹⁾。これにより、国際的な協調のもと、有機塩素系農薬は製造、使用の原則禁止等の対策を講ずべき対象となっている⁹⁾。

当センターでは都民の食の安全・安心を守るため、都内に流通する食肉及び魚介類等に残留する有機塩素系農薬の残留実態調査を継続的に実施しており¹⁰⁻¹⁹⁾、近年は低濃度での残留が続いている状況である¹⁶⁻¹⁹⁾。

本稿では令和3年度に都内に流通していた食肉、生乳、鶏卵、魚介類及びその加工品における残留有機塩素系農薬の調査結果について報告する。

実験方法

1. 試料

令和3年4月から令和4年3月までに都内で流通していた畜水産物である食肉、生乳、鶏卵、魚介類及びその加工品、計9種122食品について調査した。これら試料の内訳をTable 1に示した。

2. 調査対象農薬

有機塩素系農薬類としてBHC（ α -BHC、 β -BHC、 γ -BHC、 δ -BHC）、DDT（ p,p' -DDD、 p,p' -DDE、 o,p' -DDT、 p,p' -DDT）、クロルデン（*trans*-クロルデン、*cis*-クロルデン、オキシクロルデン）、ノナクロル（*trans*-ノナクロル、*cis*-ノナクロル）、アルドリノ、エンドリン、ディルドリン、ヘプタクロル（ヘプタクロルエポキシサイドを含む）及びヘキサクロロベンゼンの19化合物について調査した。

3. 装置

1) ガスクロマトグラフ

Agilent社製 7890A (GC/ECD)、カラム：DB-1（0.25 mm i.d. x30 m、膜厚0.25 μ m）、カラム温度：50°C（1 min） -

Table 1. List of Investigated Livestock and Fishery Products

Domestic (66)	Livestock Products (66)	Cattle muscle (3), Swine muscle (5), Chicken muscle (17), Raw milk (16), Chicken egg (25)
Imported (56)	Livestock Products (51)	Cattle muscle (8), Swine muscle (22), Chicken muscle (16), Duck muscle (1), Kangaroo muscle (4)
	Fishery Products (5)	Salmon (3), Splendid alfonsino [KINMEDAI] (2)

Number of samples appears in parentheses.

^a 東京都健康安全研究センター食品化学部残留物質研究科
169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1
^b 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科
^c 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科

Table 2. Pesticide Residues in Livestock Products

Sample	Country	No. of Samples	No. of Positive	Pesticide (ppm)	MRL ¹⁾ (ppm)
Cattle muscle	Australia	6	0	DDT (<i>p,p'</i> -DDE) 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0002, 0.0002, 0.0002, 0.0002, 0.0002, 0.0003, 0.0003	0.02
	Japan	3	0		
	Mexico	1	0		
	USA	1	0		
Swine muscle	Canada	5	0		
	Denmark	4	0		
	Japan	5	0		
	Mexico	4	0		
	Spain	3	0		
	USA	6	0		
Chicken muscle	Brazil	11	0		
	Japan	17	0		
	Thailand	4	0		
	Spain	1	0		
Kangaroo muscle	Australia	4	0		
Duck muscle	Hungary	1	0		
Raw milk	Japan	16	12		
Chicken eggs	Japan	25	0		

1) The Maximum Residue Limit (MRL)

(14°C/min) -180°C (4 min) - (4°C/min) -290°C (5 min) - (10°C/min) -300°C (10min), 注入口温度: 250°C, 注入方法: スプリットレス, キャリヤーガス: ヘリウム, 注入量: 1 µL, 検出器温度: 300°C

2) ガスクロマトグラフタンデム型質量分析計

島津製作所製 TQ8040 (GC/MS/MS).

(1) GC条件 カラム: DB-XLB (0.25 mm i.d. x30 m, 膜厚0.25 µm), カラム温度: 50°C (1 min) - (15°C/min) - 125°C (0 min) - (5°C/min) -300°C (8 min), 注入口温度: 250°C, 注入方法: スプリットレス, キャリヤーガス: ヘリウム, 注入量: 1 µL

(2) GC-MS条件 イオン化法: EI, イオン源温度: 200°C, インターフェイス温度: 250°C, コリジョンガス: アルゴン, 検出器電圧: 1.6 kV

4. 分析法

食肉, 魚介類及びその加工品等畜水産物は前報¹⁴⁾に, 生乳は前報¹⁰⁾に, 鶏卵は前報¹²⁾に準拠した試験法で試験溶液を調製した.

定量限界は0.001 ppm, 生乳では0.0001 ppm, 鶏卵ではBHC類で0.0005 ppm, その他の化合物は0.0002 ppmとした.

結果及び考察

令和3年度に都内に流通していた食肉, 生乳, 鶏卵, 魚介類及びその加工品等畜水産物9種122食品について残留実態調査を行った結果, 生乳, キンメダイ, サーモンの14食品 (検出率11%, 以下同様) から, 2種類の有機塩素系農

薬 (DDT及びヘキサクロロベンゼン) が0.0001~0.018 ppmの範囲で検出された. 食肉, 生乳及び鶏卵の結果をTable 2に, 魚介類及びその加工品の結果をTable 3に示した. なお, 食品衛生法の残留基準値を超えるものはなかった.

1. 食肉

検査したすべての食肉において, 定量限界値以上の検出は見られなかった.

今年度は狩猟肉であるカンガルー肉4検体を検査した. カンガルーは, オーストラリア大陸に野生で生息しており, オーストラリア政府の管理の下, 捕獲し商業利用され, オーストラリア国内だけでなく, 世界中に輸出されている^{20,21)}.

近年は国内においても, 狩猟で得た野生鳥獣の食肉 (以下, ジビエ) を販売する店舗が増えており, 農林水産省も農作物の被害減少を目的として, ジビエの利用を推進している²²⁾. 一方で, ジビエとして利用される鳥獣は家畜と異なり, と畜場法及び食品衛生法に基づく衛生管理や飼養管理がされていないため, どのような環境の下で育成していたか不明である. また, ジビエの安全性については, 一部の機関において実態把握のための微生物検査は行われているものの²³⁻²⁵⁾, 残留農薬検査に関する情報は少ない. ジビエの人気の高まりから, 鹿肉やイノシシ肉をはじめとした食肉の需要が高まると思われるため, これらの残留実態に一層注視していく必要がある.

Table 3. Pesticide Residues in Fishery Products

Sample	Country	No. of Samples	No. of Positive	Pesticide (ppm)	MRL ¹⁾ (ppm)
Salmon	Chile	3	1	DDT 0.007 (<i>p,p'</i> -DDD 0.002, <i>p,p'</i> -DDE 0.005)	3
				Hexachlorobenzene 0.001	0.1
Splendid alfonsino	Cook Islands	2	1	DDT 0.018 (<i>p,p'</i> -DDD 0.001, <i>p,p'</i> -DDE 0.011, <i>p,p'</i> -DDT 0.006)	3
				Hexachlorobenzene 0.004	0.1

1) The Maximum Residue Limit (MRL)

2. 生乳

生乳では検査した16検体中12検体（75%）からDDTの代謝体である*p,p'*-DDEが0.0001～0.0003 ppmの範囲で検出された。有機塩素系農薬の残留濃度や残留傾向は、*p,p'*-DDEが0.0001～0.0008 ppmの範囲で検出された既報^{13,16-19)}の結果とほぼ同様であった。

生乳中の残留農薬は、飼料や土壌といった乳牛の育成環境からの影響が大きい。国内において、北海道を除く都府県の酪農牛の飼料供給割合は、約40%が粗飼料（乾草、サイレージ及び稲わら等）、約60%が濃厚飼料（とうもろこし及び大豆油かす等）であり、濃厚飼料は主に輸入品²⁶⁾であることから、酪農牛の飼料事情は輸入先の飼料生産環境が少なからず影響していることがうかがえる。国内及び世界における牛乳及び生乳における有機塩素系農薬の残留実態をみると、近年はいずれも低濃度で推移している^{16-19,27-28)}。世界的に生乳中の農薬残留濃度は減少しているが、生乳及び乳牛体内において低濃度での残留が続いていることが示唆された。今後もデータを蓄積し、残留状況を把握していく必要がある。

3. 鶏卵

25食品中、有機塩素系農薬が検出されたものはなかった。約20年前の既報¹²⁾では、鶏卵30検体中23検体から*p,p'*-DDEが0.0002～0.0012 ppm、1検体から*p,p'*-DDTが0.0012 ppm検出されている。鶏卵中の残留農薬は、生乳と同様に飼料や土壌といった育成環境からの影響が大きい。

農林水産省によると、鶏卵の食料自給率は97%と高く、また国内における鶏卵の消費量は年間一人当たり17.1 kgと世界的に見ても多い²⁹⁾。日常的に摂取される鶏卵の安全性が担保されたことは、都民の健康を守るうえで重要な意義を持つ。今後も検査を継続し、実態把握を続けていきたい。

4. 魚介類及びその加工品

2種5食品中2種2食品（40%）からDDT、ヘキサクロロベンゼンが0.001～0.018 ppmの範囲で検出された。今回検出された農薬は既報の実態調査でも毎年検出されており、残留濃度や残留傾向は類似していた。

農薬が検出されたサーモン（さけ・ます類）は、水

産物輸入額の品目割合としては魚介類の中で最も多く³⁰⁾、国内でも人気の高い魚種である。また、これまでの当センターにおける検査でも検出報告例の多い魚種である^{14,16,19)}。有機塩素系農薬は脂溶性が高いため、サーモンのような脂肪組織の多い生物体内で長期間残留していることが考えられることから、今後も残留傾向を把握していきたい。

底魚であるキンメダイは、世界中の熱帯～温帯域の水深200～800 mにおいて生息しており、成長に従って徐々に沖合域の深い水深帯に移動することがわかっている³¹⁻³³⁾。最高齢魚が26年の個体も見つかっていることから³⁴⁾、長寿命の魚であると言える。主にイワシやイカ、エビ等を捕食しており³³⁾、高年齢魚ほど食物連鎖により有機塩素系農薬が蓄積されると考えられる。

今年度はキンメダイを2検体検査したところ、そのうち1検体からはDDTが0.018 ppm検出され、比較的高い残留値であった。成育海域や成長年数の違いにより、残留値に個体差が出たものと考えられる。キンメダイのみならず、底魚であるカレイや食物連鎖の上位に位置するマグロ等では、他の魚種と比較して、近年でも有機塩素系農薬が残留していることから^{15-18,35-36)}、今後も魚介類の残留値に注視していきたい。

本調査は東京都福祉保健局健康安全部食品監視課、当センター広域監視部食品監視第一課及び第二課と協力して行ったものである。

ま と め

令和3年4月から令和4年3月までに東京都内に流通していた畜水産物の食肉、生乳、鶏卵、魚介類及びその加工品等の9種122食品について有機塩素系農薬の残留実態調査を行った。その結果、生乳、キンメダイ、サーモンの14食品（検出率11%）から0.0001～0.018 ppmの範囲で検出され、うち1食品（キンメダイ）から0.01 ppm以上のDDTが検出された。なお、今回の調査で、食品衛生法の残留農薬基準値を超えて検出された食品はなかった。都民の食の安全・安心を守るため、今後も継続的に畜水産物の残留農薬実態をモニタリングしていく。

文 献

- 1) 大田博樹：植物防疫，**68**, 497–500, 2014.
- 2) 大田博樹：植物防疫，**68**, 628–632, 2014.
- 3) 立川 涼，脇本忠明，小川恒彦：食衛誌，**11**, 1–8, 1970.
- 4) 大谷良逸，世古静夫，吉川年彦，他：兵庫県農業総合センター研究報告，**29**, 59–64, 1981.
- 5) 高宮恒治，内田昭夫：日農医誌，**33**, 167–172, 1984.
- 6) 高松 誠，沖 真理子，吉塚敬子，他：日農医誌，**30**, 29–33, 1981.
- 7) 菅谷 彪，林 茂樹，渡部和弘，他：日農医誌，**30**, 1–5, 1981.
- 8) 榎本 隆：環境技術，**13**, 389–394, 1984.
- 9) 環境省：ストックホルム条約 | POPs
<https://www.env.go.jp/chemi/pops/treaty.html> (2022年8月1日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性
がある)
- 10) 橋本秀樹，橋本常生，笹本剛生，他：東京衛研年報，**51**, 144–149, 2000.
- 11) 橋本常生，橋本秀樹，宮崎奉之：東京衛研年報，**52**, 97–99, 2001.
- 12) 橋本常生，鷲 直樹，笹本剛生，他：東京健安研セ
年報，**54**, 171–173, 2003.
- 13) 橋本常生，八巻ゆみこ，笹本剛生，他：東京健安研
セ年報，**55**, 221–223, 2004.
- 14) 橋本常生，八巻ゆみこ，笹本剛生，他：東京健安研
セ年報，**56**, 211–214, 2005.
- 15) 橋本常生：東京健安研セ年報，**64**, 31–37, 2013.
- 16) 小林麻紀，酒井奈穂子，大町勇貴，他：東京健安研
セ年報，**69**, 197–202, 2018.
- 17) 森田有香，小林麻紀，酒井奈穂子，他：東京健安研
セ年報，**70**, 181–185, 2019.
- 18) 大町勇貴，小林麻紀，酒井奈穂子，他：東京健安研
セ年報，**71**, 217–221, 2020.
- 19) 大町勇貴，小林麻紀，酒井奈穂子，他：東京健安研
セ年報，**72**, 297–301, 2021.
- 20) オーストラリア貿易投資促進庁：日本市場への取り組
み〜ビーフ&ラム、豚肉やその他ヘルシーミート，
<https://www.austrade.gov.au/local-sites/japan/buy-from-australia/industry-information/meat> (2022年8月1日現
在. なお本URLは変更または抹消の可能性
がある)
- 21) 押田敏雄，祐森誠司：畜産の研究，**75**, 1041–1052, 2021.
- 22) 農林水産省：捕獲鳥獣のジビエ利用を巡る最近の情報，
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/gibier/attach/pdf/suishin-6.pdf> (2022年8月1日現在. なお本URLは変
更または抹消の可能性
がある)
- 23) 森田幸雄：日食微誌，**35**, 105–111, 2018.
- 24) 壁谷英則，黒田恵美，佐藤真伍，他：日獣会誌，**71**, 587–592, 2018.
- 25) 添田加奈，下島優香子，福井理恵，他：東京健安研
セ年報，**70**, 109–113, 2019.
- 26) 農林水産省：飼料をめぐる情勢（データ版）令和 4
年 7 月，
https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/
(2022年8月1日現在. なお本URLは変更または抹
消の可能性
がある)
- 27) Muhammad, A.A., Javed, I., Ayaz, M., *et al.* : *J. Food Sci. Technol.*, **58**, 129–137, 2021.
- 28) Raslan, A.A., Elbadry, S., Darwish, W.S. : *J. Toxicol. (Web)*, **2018**, page Null, 2018. doi :
10.1155/2018/3821797
- 29) 農林水産省：その12：牛乳乳製品と卵の自給率
https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/ohanasi01/01-12.html (2022年8月16日現在. なお本URLは変更
または抹消の可能性
がある)
- 30) 農林水産省：令和2年度以降の我が国水産の動向 図
表1-16
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/R3/attach/pdf/220603-3.pdf> (2022年7月11日現在. なお本URLは
変更または抹消の可能性
がある)
- 31) 木幡 孜，今井正昭，杉浦暁裕，他：神水試研報，
13, 41–51, 1992.
- 32) 本多 仁，池上直也，米沢純爾，他：黒潮の資源海
洋研究，**5**, 111–119, 2004.
- 33) 亘 真吾，米沢純爾，武内啓明，他：水研機構研報，
44, 1–46, 2017.
- 34) 明神寿彦，浦 吉徳：黒潮の資源海洋研究，**4**, 11–
27, 2003.
- 35) 藤井良昭，加賀岳朗，上田友紀子，他：道衛研所報，
71, 7–17, 2021.
- 36) Klincic, D., Herceg, R.S., Kljakovic, G.Z. , *et al.* :
Mar. Pollut. Bull., **155**, 111086, 2020.

Survey of Organochlorine Pesticide Residues in Livestock and Fishery Products (April 2021–March 2022)

Yuka MORITA^a, Maki KOBAYASHI^a, Naoko SAKAI^a, Yuki OMACHI^a, Kenji OTSUKA^a, and Tomoko YOKOYAMA^a

Pesticide residues were investigated in 122 samples from 9 kinds of livestock and fishery products sold in a Tokyo market during fiscal year 2021. Two organochlorine insecticides (DDT and hexachlorobenzene) were detected in 14 samples of livestock and fishery products (detection rate, 14%). Pesticide concentrations ranged between 0.0001 and 0.018 ppm. None of the samples exceeded the uniform limit specified by the Food Sanitation Law of Japan.

Keywords: pesticide residue, livestock and fishery products, organochlorine pesticide, maximum residue limit

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan