

畜水産物中の残留有機塩素系農薬実態調査（令和4年度）

大町 勇貴^a, 小林 麻紀^a, 森田 有香^a, 平石 勇樹^a, 横山 知子^a

有機塩素系農薬による健康危害を未然に防ぐため、東京都内に流通している畜水産物中の残留実態調査を継続的に実施している。令和4年度は、食肉、生乳、鶏卵、魚介類及びその加工品等、畜水産物10種122食品について調査した。その調査結果から、各食品毎に設定された残留基準値を超えていないか、また、既報と比較して残留の変遷について考察した。食肉、鶏卵からは有機塩素系農薬を検出しなかった。一方、生乳7食品、ウナギ3食品の合計10食品（検出率8%）から4種類の有機塩素系農薬（BHC、DDT、ヘプタクロル及びヘキサクロロベンゼン）を0.0001-0.008 ppmの範囲で検出した。これらの農薬はこれまでも検出例を報告している。有機塩素系農薬の使用が禁止され長期間が経過した現在においても、乳牛やウナギの飼育環境中に低濃度での残留が続いていることから、今後も継続調査が必要である。

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

有機塩素系農薬（BHC、DDT及びドリノ剤）は1950年前後に海外から輸入され、安価で広範な殺虫効果を示すことから戦後復興期の農業生産において広く普及していた。しかし、これらの農薬は利便性が高い一方、化学的に安定で脂溶性が高く、農作物への残留や環境に及ぼす影響が問題視されていた。さらには、食物連鎖を介した畜水産物や人体への生態系汚染が判明したため、日本を含む先進国では昭和30（1960）年代以降に使用を規制、禁止した^{1,2)}。農薬登録の失効から50年以上という長期間が経過しているが、半減期の長さにより世界各地の環境中に低濃度での残留が見られ、畜水産物への生体汚染の懸念は続いている³⁻⁶⁾。

有機塩素系農薬による都民の健康被害を未然に防ぐためには、流通する畜水産物の残留実態把握が必要である。加えて、平成以降日本は食料自給率が低く（カロリーベースで38%）、海外からの輸入品の喫食機会が増えている状況である⁷⁾。これまで喫食機会の少なかった種類や産地の畜水産物が市場で取引されるケースも増加しており^{8,9)}、

これらの畜水産物に対しても検査を実施していかなければならない。そのため、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いる¹⁰⁻²¹⁾。

本稿では令和4年度で得られた調査結果をまとめ、それに対し知見を得たので報告する。

実験方法

1. 試料

令和4年4月から令和5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10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、

Table 1. List of Investigated Livestock and Fishery Products

Domestic (54)	Livestock Products (54)	Cattle muscle (2), Swine muscle (6), Chicken muscle (10), Raw milk (16), Chicken egg (20)
Imported (68)	Livestock Products (62)	Cattle muscle (10), Swine muscle (32), Chicken muscle (15), Mutton muscle (5)
	Fishery Products (6)	Eel [UNAGI] (3) ^{a)} , Sea perch [MINAMIYUMEKASAGO] (1), Squid [IKA] (1), Whelk [TSUBUGAI] (1)

Number of samples appears in parentheses.

a) broiled

^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

Table 2. Pesticide Residues in Livestock Products

Sample	Country	No. of Samples	No. of Positive	Pesticide (ppm)	MRL ^{a)} (ppm)
Cattle muscle	Australia	6	0		
	Japan	2	0		
	Mexico	2	0		
	USA	2	0		
Swine muscle	Canada	7	0		
	Denmark	5	0		
	Japan	6	0		
	Mexico	6	0		
	Spain	5	0		
	Thailand	1	0		
	USA	8	0		
Chicken muscle	Brazil	12	0		
	France	1	0		
	Japan	10	0		
	Thailand	2	0		
Mutton muscle	Australia	5	0		
Raw milk	Japan	16	7	DDT 0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0002, 0.0002, 0.0002, 0.0002, 0.0002 (<i>p,p'</i> -DDE)	0.02
Chicken eggs	Japan	20	0		

a) The Maximum Residue Limit (MRL)

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), アルドリン, 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

ガスクロマトグラフタンデム型質量分析計

Waters社製 APGCシステム (GC-MS/MS)

(1) GC部: Agilent社製 8890

カラム: DB-5MS (0.25 mm i.d.×30 m, 膜厚0.25 μm), カラム温度: 80°C (1 min) - (25°C/min) - 150°C (0 min) - (8°C/min) - 270°C (0 min) - (20°C/min) - 320°C (6 min), 注入口温度: 250°C, 注入方法: スプリットレス, キャリアーガス: 窒素, 注入量: 1 μL

(2) MS部: Waters社製 Xevo TQ-S micro

イオン化法: APCI, イオン源温度: 150°C, インターフェース温度: 320°C, コリジョンガス: アルゴン

4. 分析法

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

定量限界は食肉及び魚介類とその加工品では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4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10種122食品について残留実態調査を行った。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。また, これらの結果と既報を比較し, 残留実態の変遷及び今後のモニタリングの必要性を考察した。

1. 食肉

検査した食肉80検体すべてにおいて, 定量限界値0.001 ppm以上の検出は見られなかった。80検体の内訳は国産品18検体, 輸入品62検体であった。また, 令和4年度の輸入食肉検査数は直近10年間で最多であり, 原産国は世界各地9か国と拡大した。検出結果は既報^{16-19,21)}と同様で, 日本を含む世界各地の食肉における有機塩素系農薬の残留例は非常に少ないと考えられる。

食肉への有機塩素系農薬の汚染は, 家畜飼育時に給餌される飼料や自然環境が主な原因となっている。今回の結果からは, 飼育環境中の有機塩素系農薬による影響が少なくなっていると考えられる。しかし, 2018, 2019年には牛肉及び豚肉からDDTやクロルデン, ヘキサクロロベンゼンの検出を報告している^{16,17)}。輸入品原産国の多様化, さらには今後の飼育環境や安全管理基準の改正等を考えると, 調査を継続し残留傾向を把握していくことが重要である。

2. 生乳

生乳では検査した16検体中7検体 (44%) からDDTの代謝体である*p,p'*-DDEを, 残留基準値 (MRL) 0.02 ppm未満の0.0001-0.0002 ppmの範囲で検出した。この残留濃度や検出率は, *p,p'*-DDEを0.0001-0.0008 ppmの範囲で検出した2004年と近年5年間^{13,16-19,21)}の結果とほぼ同様であった。

今回検出した*p,p'*-DDEはDDTの主要な代謝体であるが, 生体内ではさらに代謝を受けることなく非常に安定して存在する²²⁾。また, *p,p'*-DDEは脂溶性が高く, 乳牛が体内へ取り込むと脂肪組織へ蓄積し, 生乳へ移行していく。生乳における有機塩素系農薬の残留は, 乳牛へ給餌される飼料や土壌等の生育環境による影響が大きい。農薬の使用禁止後も生乳から継続して検出していることから, 乳牛の飼育環境中に有機塩素系農薬の残留が現在でも低濃度で続いていることが示唆された。この長期にわたる影響に警鐘を鳴らすためにも, 今後もデータを蓄積し, 残留状況を把握し

Table 3. Pesticide Residues in Fishery Products

Sample	Country	No. of Samples	No. of Positive	Fat ^{a)} (g)	Pesticide (ppm)	MRL ^{b)} (ppm)	
Eel	China	3	3	2.99	Heptachlor 0.001	0.05	
					DDT 0.001 (<i>p,p'</i> -DDE)	3	
					2.49	Hexachlorobenzene 0.001	0.1
					DDT 0.002 (<i>p,p'</i> -DDE)	3	
					1.97	BHC 0.008 (β -BHC 0.004, γ -BHC 0.004)	0.01
					DDT 0.001 (<i>p,p'</i> -DDE)	3	
Sea perch	Vietnam	1	0	0.08			
Squid	China	1	0	0.47			
Whelk	Russia	1	0	0.20			

a) Fat content per 10.0 g of sample

b) The Maximum Residue Limit (MRL)

ていく必要がある。

3. 鶏卵

検査した鶏卵20検体すべてにおいて、定量限界値以上は検出せず、昨年度²¹⁾と同様であった。2003年の報告²⁾で*p,p'*-DDEや*p,p'*-DDTを検出した状況と比較すると有機塩素系農薬による影響は低減していると考えられる。

鶏卵における有機塩素系農薬の残留は、食肉や生乳と同様、給餌される飼料等の生育環境による影響が大きい。鶏へ給餌する飼料には穀類（とうもろこし等）や大豆油かす、魚粉、米ぬか等が使用され、鶏の日齢に応じて配合割合を調整しながら給餌する。また、配合割合の約5割をとうもろこし等の穀類が占めており、使用量のほとんどをアメリカやブラジル、アルゼンチン等の海外から輸入している^{23,24)}。国内の鶏卵の安全性は海外で生産され飼料となる農作物の影響を大きく受けるが、安全管理基準は生産国により異なるため、引き続きデータを蓄積し、残留状況を注視していきたい。

4. 魚介類及びその加工品

4種6食品中1種3食品（50%）からBHC, DDT, ヘプタクロル及びヘキサクロロベンゼンが0.001~0.008 ppmの範囲で検出された。今回農薬を検出した3食品はすべてうなぎの蒲焼であり、残留濃度や検出率は既報¹⁶⁻²¹⁾の結果と類似していた。

魚介類（うなぎ目魚類）には γ -BHC（1 ppm）及びBHC（0.01 ppm）のMRLが設定されている。また、BHCの農薬残留値は α -、 β -、 γ -及び δ -BHCの総和で算出し、 α -、 β -または δ -BHCが検出された場合には γ -BHCの検出の有無に関わらず、BHCのMRL（0.01 ppm）を適用することとなっている。今回の調査では中国産のうなぎ蒲焼からBHCが0.008 ppm（ β -BHC：0.004 ppm, γ -BHC：0.004 ppm）検出された。近年の既報¹⁶⁻²¹⁾ではBHCを検出した例は報告されていないが、当センターが平成18年度（ポジティブリスト制度施行

日以前）に実施した調査（データ非公開）では、中国産のうなぎ蒲焼2検体からBHCを検出（0.022 ppm及び0.037 ppm）している。

うなぎは体組織に占める脂質の割合が多い魚種であり²⁵⁾、今回調査した3検体の10.0 gあたりの租脂肪量は1.97-2.99 gであった。これまでにもうなぎやサーモン等脂肪含量の多い魚類から高い頻度で有機塩素系農薬を検出しており、これら農薬の脂溶性の高さと脂肪組織への蓄積との関連が示される結果となった¹⁶⁻²¹⁾。また、うなぎは河川の低層に生息しており、小魚や甲殻類、昆虫等を捕食する肉食性の魚類である²⁶⁾。成長過程で様々な生物を摂取しているため、食物連鎖を介した有機塩素系農薬の生物濃縮の関連も示唆された。

今回の調査ではうなぎのみから有機塩素系農薬を検出したが、既報¹⁶⁻²¹⁾では世界各地の様々な魚種からこれらの農薬を検出している。生物濃縮の指標として、また残留濃度も比較的高いため、引き続き調査を継続し、残留状況を把握していくことが重要である。

本調査は東京都保健医療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4年4月から令和5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10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7食品、ウナギ3食品の合計10食品（検出率8%）から4化合物（BHC, DDT, ヘプタクロル及びヘキサクロロベンゼン）を0.0001-0.008 ppmの食品衛生法のMRLを超えない範囲で検出した。

都民の食の安全・安心を守るため、また有機塩素系農薬の環境からの影響の指標として、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) 環境省：POPs 残留性有機汚染物質
<https://www.env.go.jp/content/900410784.pdf>
- 4) Rodriguez-Sierra, C.J., Adelman, D., Vojta, S., *et al.*:
Bull Environ Contam Toxicol., **103**, 6, 770–775, 2019.
- 5) Bossi, R., Vorkamp, K., Skov, H., *et al.*: *Environ Pollut.*,
217, 4–10, 2016.
- 6) Volkamp, K., Riget, F., Glasius, M., *et al.*: *Total Environ.*,
331, 1/3, 157–175, 2004.
- 7) 農林水産省：日本の食料自給率,
https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/012.html
(2023年8月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)
- 8) 農林水産省：農林水産物輸出入概況2022年（令和4年）,
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kokusai/attach/pdf/index-38.pdf> (2023年8月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)
- 9) 水産庁：令和4年度 水産白書 全文,
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/R4/230602.html> (2023年8月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)
- 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, 鷺 直樹, 笹本剛生, 他：東京健安研七
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
七年報, **55**, 221–223, 2004.
- 14) 橋本常生, 八巻ゆみこ, 笹本剛生, 他：東京健安研
七年報, **56**, 211–214, 2005.
- 15) 橋本常生：東京健安研七年報, **64**, 31–37, 2013.
- 16) 小林麻紀, 酒井奈穂子, 大町勇貴, 他：東京健安研
七年報, **69**, 197–202, 2018.
- 17) 森田有香, 小林麻紀, 酒井奈穂子, 他：東京健安研
七年報, **70**, 181–185, 2019.
- 18) 大町勇貴, 小林麻紀, 酒井奈穂子, 他：東京健安研
七年報, **71**, 217–221, 2020.
- 19) 大町勇貴, 小林麻紀, 酒井奈穂子, 他：東京健安研
七年報, **72**, 297–301, 2021.
- 20) 大町勇貴, 小林麻紀, 酒井奈穂子, 他：東京健安研
七年報, **73**, 233–238, 2022.
- 21) 森田有香, 小林麻紀, 酒井奈穂子, 他：東京健安研
七年報, **73**, 239–243, 2022.
- 22) 栗原紀夫：日本農薬学会誌, **24**, 99–104, 1999.
- 23) 農林水産省：濃厚飼料をめぐる情勢（令和5年7
月）,
https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-932.pdf (2023年8月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)
- 24) 島根県養鶏協会：エサの種類,
<http://shimane.egggood.info/product/esa/> (2023年8
月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)
- 25) 文部科学省：日本食品標準成分表（八訂）増補2023
年脂肪酸成分表編第2章第1表（データ）,
https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_00001.html (2023年8月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)
- 26) 環境省：ニホンウナギの生息地保全の考え方,
<https://www.env.go.jp/content/900491527.pdf> (2023
年8月18日現在. なお本URLは変更または抹消の可能性はある)

Surveillance of Organochlorine Pesticide Residues in Livestock and Fishery Products (April 2022–March 2023)Yuki OMACHI^a, Maki KOBAYASHI^a, Yuka MORITA^a, Yuki HIRAISHI^a, and Tomoko YOKOYAMA^a

We have surveyed residual organochlorine pesticides in livestock and fishery products in Tokyo to prevent health hazards. Pesticide residues were investigated in 122 samples from 10 kinds of livestock and fishery products from April 2022 to March 2023. We considered whether or not the residual value stayed within the maximum residual limits set for each food as well as the change in the residual trend compared with previous reports based on survey results. No organochlorine pesticides were detected in meat and chicken eggs. Conversely, four organochlorine pesticides (BHC, DDT, heptachlor, and hexachlorobenzene) were detected in the range of 0.0001 to 0.008 ppm from 10 samples (detection rate: 8%), including 7 raw milk and 3 eels. Detection cases of these pesticides have been previously reported. Even after a long period time has passed since the use of organochlorine pesticides was banned, low concentrations of residues are continuously detected in the rearing environment of dairy cows and eels. This indicates the necessity of further surveillance.

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

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