

支障があり、今後の正確な表示の徹底が図られる必要があろう。

E. 参考文献

- 原口、遠藤、阪田、増田、Simmonds 市販鯨肉製品における重金属及び有機塩素系化合物の汚染実態調査 食衛誌、41(4)、287-296(2000)
- AOAC. Mercury in fish Alternative flameless atomic absorption method. AOAC Official Method of Analysis (1984) 469-470.
- 飯野、村田、松本、戸田、山下、横山 1998. ミンククジラ (*Balaenoptera acutorostrata*) 可食部の成分. 中央水産研究所研究報告 第11号 27-36.
- 日本薬学会編. 「食品汚染物質試験法」衛生試験法・注解 (1990) pp.472-477
- 厚生省環境衛生局食品衛生課長通知. 「PCBの分析法について」昭和47年7月3日付環食第385号
- 厚生省環境衛生局長通知. 「食品に残留するPCBの規制について」昭和47年8月24日付環食第442号
- 厚生省環境衛生局長通知. 「魚介類の水銀の暫定的規制値について」昭和48年7月23日付環乳第99号
- 厚生省生活衛生局食品保健課新開発食品保健対策室長通知. 「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」平成11年4月26日衛新第13号
- 後藤睦夫 2000. 遺伝学的手法を用いた日本市場に流通する鯨製品の種判定と個体識別. 鯨研通信 407: 1-11.
- 藤瀬良弘・後藤睦夫 2002. 日本国内における鯨製品の流通の実態について 鯨研通信:

表1. 鯨類における水銀及びPCBsの汚染状況を検討するのに用いた鯨体の生物学的情報

ツチクジラ

検体番号	性	体長 (m)	成熟度	ID No.	採集日	捕獲海域
Bi-1	オス	10.49	成熟	01TH725	2001/8/24	三陸沖
Bi-2	オス	9.90	成熟	01TH726	2001/8/27	三陸沖
Bi-3	オス	9.85	成熟	01ST030	2001/8/27	三陸沖
Bi-4	オス	10.05	成熟	01TI002	2001/9/4	オホーツク海
Bi-5	オス	9.92	成熟	01TI001	2001/9/2	オホーツク海

バンドウイルカ

検体番号	性	体長 (m)	成熟度	ID No.	採集日	捕獲海域
1	メス	2.64	—	133	2002/1/29	紀州沖
2	オス	2.88	—	132	2002/1/29	紀州沖
3	オス	2.99	—	130	2002/1/29	紀州沖
4	メス	2.06	—	134	2002/1/29	紀州沖
5	メス	2.81	—	131	2002/1/29	紀州沖

表2. イシイルカとコビレゴンドウのPCBs及び水銀の汚染

市場調査サンプルから

鯨種	部位	製品名	試料番号	購入地
イシイルカ	赤肉	赤肉	02MR-34	東北
	赤肉	赤肉(塩漬け)	02MR-35	九州
	赤肉	赤肉(塩漬け)	02MR-36	九州
	赤肉	赤肉(塩漬け)	02MR-37	中国
	脂皮	脂皮(スライス)	02MR-38	九州
	脂皮	脂皮(塩漬け)	02MR-39	東北
	脂皮	脂皮(塩漬け)	02MR-40	東北
	脂皮	脂皮	02MR-41	九州
コビレゴンドウ	赤肉	赤肉(干物)	02MR-42	近畿
	赤肉	赤肉(塩漬け)	02MR-43	近畿
	赤肉	赤肉(塩漬け)	02MR-44	九州
	赤肉	赤肉(干物)	02MR-45	近畿
	脂皮	脂皮(塩漬け,ブロック状)	02MR-46	東北
	脂皮	脂皮(塩漬け)	02MR-47	九州
	脂皮	ベーコン(皮無し)	02MR-48	近畿
	脂皮	脂皮	02MR-49	九州

注) 鯨種はDNA分析結果によって決定した

表3. 2000—2001年市場調査サンプルにおける鯨製品中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度

購入地域	鯨種*	海域*	部位	検体番号
北海道	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-16
	ミンククジラ	南極海	ベーコン	02MR-17
	ミンククジラ	南極海	脂皮ブロック塩漬け	02MR-18
東北	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-19
	ツチクジラ	北西太平洋	脂皮塩漬け	02MR-20
	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-21
関東・北陸・中部	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-22
	ミンククジラ	南極海	脂皮の塩漬け	02MR-23
	イシイルカ	北西太平洋	赤肉(タレ)	02MR-24
近畿	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-25
	ミンククジラ	南極海	ベーコン	02MR-26
	ミンククジラ	北西太平洋	赤肉(すじ肉)	02MR-27
中四国	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-28
	ミンククジラ	南極海	ベーコン	02MR-29
	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-30
九州	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-31
	ミンククジラ	南極海	脂皮(畝)の塩漬け	02MR-32
	イシイルカ	北西太平洋	赤肉	02MR-33

*: 鯨種(海域)はDNA分析結果によって決定した

表4. 2002年市場調査サンプルにおける鯨製品中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度

購入地域	鯨種*	海域*	部位	検体番号
北海道	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-1
	ミンククジラ	南極海	畝須(ベーコンブロック)	02MR-2
	ニタリクジラ	北西太平洋	赤肉	02MR-3
	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-4
	ミンククジラ	南極海	脂皮塩漬け	02MR-5
関東	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-6
	ミンククジラ	南極海	畝須(ベーコンブロック)	02MR-7
	ミンククジラ	南極海	畝須(ベーコンスライス)	02MR-8
	ツチクジラ	北西太平洋	脂皮塩漬け	02MR-9
	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-10
九州	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-11
	ミンククジラ	南極海	赤肉	02MR-12
	ミンククジラ	南極海	脂皮(畝須)	02MR-13
	ミンククジラ	南極海	内臓(胃袋)	02MR-14
	ミンククジラ	南極海	尾羽(オバケ)	02MR-15

*: 鯨種(海域)はDNA分析結果によって決定した

表5. 市場調査サンプル*の内臓及び「うでもの」中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度

部 位	鯨 種**	海 域**	名 称	検体番号
内臓	コビレゴンドウ	北西太平洋	うでもの	02MR-50
内臓(腎臓)	ミンククジラ	南極海	まめわた	02MR-51
内臓(腎臓)	ツチクジラ	北西太平洋	まめわた	02MR-52

*: サンプルは2000-01年市場調査サンプルを使用

**: 鯨種(海域)はDNA分析結果によって決定した

表6. ツチクジラの分析結果

検体番号	部位	PCB (ppm)	総水銀 (ppm)	メチル水銀 (ppm)	脂肪含量 (%)
Bi-1	筋肉	0.16	2.6	1.3	2.1
	脂皮	11	0.71	0.10	83.4
Bi-2	筋肉	0.13	1.5	1.0	1.1
	脂皮	6.3	0.57	0.04	84.8
Bi-3	筋肉	0.07	0.44	0.37	1.2
	脂皮	5	0.05	0.02	79.4
Bi-4	筋肉	0.24	0.70	0.43	2.7
	脂皮	7.5	0.50	0.01	83.4
	心臓	0.05	0.73	0.38	0.7
	肝臓	0.08	21	0.28	2.4
	小腸	0.03	0.46	0.09	1.7
Bi-5	筋肉	0.08	0.60	0.39	0.5
	脂皮	5.8	0.17	0.02	84.3
	心臓	0.05	0.58	0.4	0.1
	肝臓	0.09	7.1	0.17	1.3
	小腸	0.06	0.27	0.05	0.4

は、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm、PCB0.5ppm)を超えている数値を示す。

表7. バンドウイルカの分析結果

検体番号	部位	PCB (ppm)	PCB (ppm fat base)	総水銀 (ppm)	メチル水銀 (ppm)	脂肪含量 (%)
1	筋肉(腹、背、頭)	1.2	110	8.2	4.9	1.1
	脂皮(腹、背、頭)	47	130	2.5	1.7	37.1
	肺	0.46	46	4.0	1.9	1.0
	肝臓	1.7	77	73	5.9	2.2
	腸管	0.43	430	4.6	3.4	0.1
2	筋肉(腹、背、頭)	0.59	98	24	8.3	0.6
	脂皮(腹、背、頭)	20	51	4.5	1.3	38.9
	肺	0.16	16	39	2.4	1.0
	肝臓	1.1	48	710	5.7	2.3
	腸管	0.08	16	14	3.0	0.5
3	筋肉(腹、背、頭)	0.65	50	34	9.6	1.3
	脂皮(腹、背、頭)	31	67	4.6	1.3	46
	肺	2.5	89	48	2.0	2.8
	腸管	0.17	85	21	2.7	0.2
4	筋肉(腹、背、頭)	0.78	31	1.8	0.61	2.5
	脂皮(腹、背、頭)	6.6	13	0.36	0.25	49.7
	肺	0.22	15	0.49	0.24	1.5
	肝臓	0.33	17	9.3	0.8	1.9
	腸管	0.17	43	0.52	0.28	0.4
5	筋肉(腹、背、頭)	0.05	10	37	9.7	0.5
	脂皮(腹、背、頭)	0.83	1.9	7.9	2.5	42.8
	肺	0.03	1.9	68	3.6	1.6
	肝臓	0.06	2.5	870	7.5	2.4
	腸管	0.01	3.3	26	4.9	0.3

は、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm、PCB0.5ppm)を超えている数値を示す。

表8. イシイルカ及びコビレゴンドウの市販製品中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度(サンプルは、2000-01年市場調査サンプルを使用)

鯨種*	部位	PCB (ppm)	PCB (ppm fat base)	総水銀 (ppm)	メチル水銀 (ppm)	粗脂肪含量 (%)	検体番号	備考	
イシイルカ	赤肉	生	0.66	1.1	0.64	10.8	02MR-34	赤肉	
		加工	0.28	21.54	1.2	0.67	1.3	02MR-35	赤肉(塩漬け)
		"	0.02	1.82	1.1	0.15	1.1	02MR-36	赤肉(塩漬け)
		"	0.08	4.71	0.74	0.02	1.7	02MR-37	赤肉(塩漬け)
	脂皮	生	2.9	8.41	0.34	0.13	34.5	02MR-38	脂皮(スライス)
		加工	6.6	14.93	0.72	0.10	44.2	02MR-39	脂皮塩漬け
		"	6.4	16.00	0.31	0.12	40.0	02MR-40	脂皮塩漬け
		生	4.9	19.22	0.44	0.09	25.5	02MR-41	脂皮
コビレゴンドウ	赤肉	加工	0.09	1.00	6.40	2.1	9.0	02MR-42	赤肉(干物)
		"	0.29	5.58	4.70	1.1	5.2	02MR-43	赤肉塩漬け
		"	1.6	4.47	8.90	0.45	35.8	02MR-44	赤肉塩漬け
		"	0.98	12.73	6.40	2.3	7.7	02MR-45	赤肉(干物)
	脂皮	加工	25	64.10	2.40	0.28	39.0	02MR-46	脂皮塩漬け(ブロック)
		"	4.6	21.43	8.90	0.75	21.0	02MR-47	脂皮塩漬け
		"	2.1	5.48	2.50	0.28	38.3	02MR-48	ベーコン(皮無し)
		生	0.27	0.97	N.D.	N.D.	27.7	02MR-49	脂皮

* 鯨種はDNA分析結果によって決定した

n.d.: 検出限界以下

分析方法及び検出限界: 総水銀はAOAC法 (0.01ppm)、メチル水銀は昭和47年7月27日環乳「魚介類の水銀の暫定的規制値について」(0.01ppm)、

PCBは昭和47年1月29日環食第46号 (0.01ppm)、粗脂肪はエーテル抽出法 (0.1%) によった。

は、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm、PCB0.5ppm)を超えている数値を示す。

表9. 南極海及び北西太平洋鯨類捕獲調査の捕獲されたミンククジラ、ニタリクジラ及びマッコウクジラの筋肉、脂皮及び腎臓中のPCBs、総水銀及びメチル水銀濃度
(日本鯨類研究所調査結果より)

鯨種	部位		PCBs ($\mu\text{g/g}$)	総水銀 ($\mu\text{g/g}$)	メチル水銀 ($\mu\text{g/g}$)
南極海 ミンククジラ (87-99)	筋肉	平均値	0.00018	0.027	
		(最少～最高)	(0.00008-0.0003)	(0.003-0.070)	NA
		標本数	3	227	
	脂皮	平均値	0.058		
		(最少～最高)	(0.023-0.11)	NA	NA
		標本数	3		
腎臓	平均値		0.045		
	(最少～最高)	NA	(0.004-0.33)	NA	
	標本数		228		
北西太平洋 ミンククジラ (94-01)	筋肉	平均値	0.025	0.2	0.12
		(最少～最高)	(0.005-0.06)	(0.004-0.83)	(0.017-0.19)
		標本数	4	638	40
	脂皮	平均値	1.8	0.02	
		(最少～最高)	(0.29-4.9)	(<0.01-0.06)	NA
		標本数	17	15	
腎臓	平均値		0.84	0.04	
	(最少～最高)	NA	(0.013-4.1)	(0.004-0.080)	
	標本数		638	40	
北西太平洋 ニタリクジラ (00-01)	筋肉	平均値	0.015	0.048	0.025
		(最少～最高)	(0.001-0.041)	(0.004-0.12)	(0.001-0.037)
		標本数	3	93	43
	脂皮	平均値	0.13		
		(最少～最高)	(0.03-0.21)	NA	NA
		標本数	3		
腎臓	平均値		0.22	0.009	
	(最少～最高)	NA	(0.011-0.77)	(0.001-0.019)	
	標本数		93	43	
北西太平洋 マッコウクジラ (00-01)	筋肉	平均値	0.077	2.1	0.7
		(最少～最高)	(0.022-0.15)	(0.36-4.8)	(0.45-1.1)
		標本数	3	13	5
	脂皮	平均値	1.7		
		(最少～最高)	(1.1-2.0)	NA	NA
		標本数	3		
腎臓	平均値		5.4	0.4	
	(最少～最高)	NA	(2.2-11)	(0.28-0.51)	
	標本数		13	5	

NA: 未分析

表10. 2000～2001年市場調査サンプルにおける鯨製品中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度

購入地域	鯨種*	海域*	部位	PCB (ppm)	PCB ppm fat base	総水銀 (ppm)	メチル水銀 (ppm)	粗脂肪 (%)	検体番号
北海道	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.05	0.02	2.0	02MR-16
	ミンククジラ	南極海	ベーコン	0.04	0.12	N.D.	N.D.	34.7	02MR-17
	ミンククジラ	南極海	脂皮ブロック塩漬け	0.04	0.06	N.D.	N.D.	62.6	02MR-18
東北	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.03	0.01	1.0	02MR-19
	ツチクジラ	北西太平洋	脂皮塩漬け	6.6	9.15	0.51	0.03	72.1	02MR-20
関東・北陸・中部	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.03	0.01	0.9	02MR-21
	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.02	0.01	1.0	02MR-22
	ミンククジラ	南極海	脂皮の塩漬け	0.05	0.06	N.D.	N.D.	82.7	02MR-23
近畿	イシイルカ	北西太平洋	赤肉(タレ)	0.27	13.50	1.2	0.49	2.0	02MR-24
	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	0.6	02MR-25
中四国	ミンククジラ	南極海	ベーコン	0.07	0.12	N.D.	N.D.	56.5	02MR-26
	ミンククジラ	北西太平洋	赤肉(すじ肉)	0.08	1.43	0.08	0.04	5.6	02MR-27
	ミンククジラ	南極海	赤肉	0.01	2.00	0.02	N.D.	0.5	02MR-28
九州	ミンククジラ	南極海	ベーコン	0.06	0.12	0.01	N.D.	49.0	02MR-29
	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.03	0.01	0.9	02MR-30
	ミンククジラ	南極海	赤肉	N.D.	N.D.	0.03	0.01	2.7	02MR-31
九州	ミンククジラ	南極海	脂皮(畝)の塩漬け	0.04	0.15	N.D.	N.D.	26.3	02MR-32
	イシイルカ	北西太平洋	赤肉	0.14	11.67	1.3	0.70	1.2	02MR-33

*: 鯨種(海域)はDNA分析結果によって決定した

分析方法及び検出限界: 総水銀はAOAC法(0.01ppm)、メチル水銀は昭和47年7月27日環乳「魚介類の水銀の暫定的規制値について」(0.01ppm)、PCBは昭和47年1月29日付環食第46号(0.01ppm)、粗脂肪はエーテル抽出法(0.1%)によった。

は、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm、PCB0.5ppm)を超えている数値を示す。

n.d.: 検出限界以下

表11. 2002年市場調査サンプルにおける鯨製品中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度

購入地域	鯨種*	海域*	部位	PCB (ppm)	PCB ppm fat base	総水銀 (ppm)	メチル水銀 (ppm)	粗脂肪 (%)	検体番号
北海道	ミンククジラ	南極海	赤肉	n.d.	n.d.	0.04	0.02	0.5	02MR-1
	ミンククジラ	南極海	敵須(ベーコンブロック)	0.01	0.06	n.d.	n.d.	16.8	02MR-2
	ニタリクジラ	北西太平洋	赤肉	n.d.	n.d.	0.04	0.03	2.6	02MR-3
	ミンククジラ	南極海	赤肉	0.01	0.56	0.03	n.d.	1.8	02MR-4
	ミンククジラ	南極海	脂皮塩漬け	0.02	0.04	n.d.	n.d.	47.6	02MR-5
関東	ミンククジラ	南極海	赤肉	n.d.	n.d.	0.01	0.01	0.4	02MR-6
	ミンククジラ	南極海	敵須(ベーコンブロック)	0.02	0.25	n.d.	n.d.	8.0	02MR-7
	ミンククジラ	南極海	敵須(ベーコンスライス)	0.03	0.09	0.01	0.01	32.7	02MR-8
	ツチクジラ	北西太平洋	脂皮塩漬け	5.3	6.29	0.28	0.05	84.3	02MR-9
	ミンククジラ	南極海	赤肉	n.d.	n.d.	0.0	0.03	0.6	02MR-10
九州	ミンククジラ	南極海	赤肉	n.d.	n.d.	0.04	0.03	0.7	02MR-11
	ミンククジラ	南極海	赤肉	n.d.	n.d.	0.03	0.02	0.5	02MR-12
	ミンククジラ	南極海	脂皮(敵須)	n.d.	n.d.	0.02	0.01	30.9	02MR-13
	ミンククジラ	南極海	内臓(胃袋)	0.03	0.09	n.d.	n.d.	34.7	02MR-14
	ミンククジラ	南極海	尾羽(オバケ)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.2	02MR-15

*: 鯨種(海域)はDNA分析結果によって決定した

n.d.: 検出限界以下
 分析方法及び検出限界: 総水銀はAOAC法(0.01ppm)、メチル水銀は昭和47年7月27日環乳「魚介類の水銀の暫定的規制値について」(0.01ppm)、
 PCBは昭和47年11月29日付環食第46号(0.01ppm)、粗脂肪はエーテル抽出法(0.1%)によった。

は、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm、PCB0.5ppm)を超えている数値を示す。

表12. 市場のうちのも及び内臓中のPCBs、T-Hg及びMe-Hg濃度(サンプルは、2000-01年市場調査サンプルを使用)

部位	鯨種*	PCB (ppm)	PCB (ppm fat base)	総水銀 (ppm)	メチル水銀 (ppm)	粗脂肪 (%)	検体番号
内臓(うでもの)	コビゴンドウ	0.18	6.21	7.30	0.79	2.9	02MR-50
内臓(まめわた)	ミンククジラ(南極海)	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	4.0	02MR-51
内臓(まめわた)	ツチクジラ	0.02	1.00	0.03	N.D.	2.0	02MR-52

*: 鯨種(海域)はDNA分析結果によって決定した n. d.: 検出限界以下

分析方法及び検出限界: 総水銀はAOAC法(0.01ppm)、メチル水銀は昭和47年7月27日環乳「魚介類の水銀の暫定的規制値について」

(0.01ppm)、PCBは昭和47年1月29日付環食第46号(0.01ppm)、粗脂肪はエーテル抽出法(0.1%)によった。

は、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm、PCB0.5ppm)を超えている数値を示す。

表13. 鯨類の汚染状況把握調査結果の要約

部 位	PCBs (ppm)				総水銀 (ppm)				メチル水銀 (ppm)				
	平均	最小	最大	検体数	平均	最小	最大	検体数	平均	最小	最大	検体数	
ツチクジラ	筋肉	0.14	0.07	0.24	5	1.2	0.44	2.6	5	0.70	0.37	1.3	5
	脂皮	7.1	5.0	11	5	0.40	0.05	0.71	5	0.04	0.01	0.10	5
	心臓	0.05	0.05	0.05	2	0.66	0.58	0.73	2	0.39	0.38	0.40	2
	肝臓	0.09	0.08	0.09	2	14	7.1	21	2	0.23	0.17	0.28	2
	小腸	0.05	0.03	0.06	2	0.37	0.27	0.46	2	0.07	0.05	0.09	2
バンドウイルカ	筋肉	0.65	0.05	1.2	5	21	1.0	37	5	6.6	0.61	9.7	5
	脂皮	21	0.83	47	5	4.0	0.36	7.9	5	1.4	0.25	2.5	5
	肝臓	0.80	0.06	1.7	4	418	9.3	870	4	5.0	0.8	7.5	4
	腸管	0.17	0.01	0.43	5	13	0.52	26	5	2.9	0.28	4.9	5
	肺臓	0.67	0.03	2.5	5	32	0.49	68	5	2.0	0.24	3.0	5
イシイルカ*	筋肉	0.26	0.02	0.66	4	1.0	0.74	1.2	4	0.37	0.02	0.67	4
	脂皮	5.2	2.9	6.6	4	0.45	0.31	0.72	4	0.11	0.09	0.13	4
コビレゴンドウ*	筋肉	0.74	0.09	1.6	4	7.1	4.7	8.9	4	1.5	0.45	2.3	4
	脂皮	8.0	0.27	25	4	4.6	2.4	8.9	3	0.44	0.28	0.75	3
ミンククジラ (南極海)	筋肉	0.0002	0.00008	0.0003	3	0.027	0.003	0.07	227	NA	NA	NA	NA
	脂皮	0.058	0.023	0.11	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	腎臓	NA	NA	NA	NA	0.045	0.004	0.33	228	NA	NA	NA	NA
ミンククジラ (北西太平洋)	筋肉	0.03	0.005	0.06	4	0.20	0.0	0.83	638	0.12	0.017	0.19	40
	脂皮	1.8	0.29	4.9	17	0.0	<0.01	0.06	15	NA	NA	NA	NA
	腎臓	NA	NA	NA	NA	0.8	0.01	4.1	638	0.04	0.004	0.08	40
ニタリクジラ (北西太平洋)	筋肉	0.02	0.001	0.01	3	0.05	0.004	0.1	93	0.03	0.001	0.04	43
	脂皮	0	0.03	0.21	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	腎臓	NA	NA	NA	NA	0.22	0.01	0.77	93	0.01	0.001	0.009	43
マッコウクジラ (北西太平洋)	筋肉	0.08	0.02	0.15	3	2.1	0.9	4.6	13	0.7	0.45	1.1	5
	脂皮	1.7	1.1	2.0	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	腎臓	NA	NA	NA	NA	60	3.6	250	13	1.1	0.53	1.6	5

*: DNA分析により決定したもの

NA: 未分析

表14. 市場調査サンプルからのランダムサンプルの分析結果の要約(2000-2001年の2回分の合計)

鯨 種*	部 位	PCBs (ppm)				総水銀 (ppm)				メチル水銀 (ppm)			
		平均	最小	最大	検体数	平均	最小	最大	検体数	平均	最小	最大	検体数
ミンククジラ(南)	赤肉	0.01*	n.d.	0.01	14	0.03	0.01	0.04	14	0.02*	n.d.	0.03	14
	畝須/ベーコン	0.04*	n.d.	0.07	8	0.01*	n.d.	0.02	8	0.01*	n.d.	0.01	8
	脂皮(塩漬け)	0.04	0.02	0.05	3	n.d.			3	n.d.			3
	尾羽(オバイケ)	n.d.			1	n.d.			1	n.d.			1
	内臓(胃袋)	0.03			1	n.d.			1	n.d.			1
ミンククジラ(北)	赤肉	0.08			1	0.08			1	0.04			1
ニタリクジラ	赤肉	n.d.			1	0.04			1	0.03			1
ツチクジラ	脂皮(塩漬け)	6.0	5.3	6.6	2	0.40	0.28	0.51	2	0.04	0.03	0.05	2
イシイルカ	赤肉	0.21	0.14	0.27	2	1.3	1.2	1.3	2	0.60	0.49	0.70	2

*: DNA分析により決定したもの

分担研究報告書

加工工程によるP C B及び水銀の減少の研究

分担研究者 藤瀬良弘

(財団法人日本鯨類研究所)

厚生科学研究費補助金（厚生科学特別研究事業）

分担研究報告書

II. 加工工程によるPCB及び水銀の減少の研究

分担研究者 藤瀬良弘（財団法人日本鯨類研究所）

研究協力者 高橋哲夫、長南隆夫、佐藤千鶴子、橋本諭（北海道立衛生研究所）

豊田正武（国立医薬品食品衛生研究所、実践女子大学）

要旨

鯨原料中に残留するPCB及び水銀（総水銀、メチル水銀）の食品加工工程における量的変化を明らかにするため、鯨類由来食品の原料（南極海ミンククジラの畝須、南極海ミンククジラの尾羽、北西太平洋ツチクジラの赤肉）とその加工品（ベーコン、オバイケ、タレ）を調製し、これらの濃度を比較した。

原料中のPCB濃度は低く、特に南極海ミンククジラでは暫定的規制値を大きく下回っており、畝須では全てが検出限界（ $0.01\mu\text{g/g}$ ）以下であった。また、ツチクジラの赤肉も規制値を超える試料は認められなかった。一方、総水銀及びメチル水銀はミンククジラ畝須及び尾羽において大きく下回り、全て暫定的規制値の50分の1から10分の1以下であったが、ツチクジラの赤肉ではすべての試料でこの規制値を超えており、最も高い試料では規制値の7倍以上の総水銀、9倍以上のメチル水銀が検出された。

これらの原料を加工したベーコン、オバイケ及びタレ中のPCB及び水銀濃度を、原料のそれと比較すると、ベーコンへの加工では総水銀では20～30%減少したが、メチル水銀では逆に50～400%上昇する傾向を示した。しかしながら、その濃度は、原料である畝と同様に、PCBや総水銀及びメチル水銀ともに暫定的規制値を大きく下回っていた。また、オバイケにおいても同様に暫定的規制値以下であることを示した。一方、ツチクジラ赤肉の加工品であるタレでは、総水銀及びメチル水銀はそれぞれ原料の21%及び29%濃度上昇が認められ、PCBでは145%の濃度上昇する傾向が認められた。

また、同様に北西太平洋鯨類捕獲調査で捕獲されたミンククジラ、ニタリクジラ及びマッコウクジラの加工品についても同様の検討を行った。これらの原料中PCB濃度は、ミンククジラの皮類（尾羽、畝須、本皮）及びマッコウクジラ尾羽、本皮、脳皮で暫定的規制値を上回り、ミンククジラ赤肉及びマッコウクジラ赤肉及び頭部の本皮では規制値を下回っていた。また、ニタリクジラでは、全ての原料が規制値を下回っていた。一方、原料中の総水銀及びメチル水銀はマッコウクジラの赤肉を除いた全ての検体で規制値を下回っていた。

これらの加工品中のPCBは、ミンククジラのベーコン及び塩蔵皮を除く全ての加工品で暫定的規制値を下回っていた。また、ニタリクジラのマメ及びサエズリ等の加工（脱水）によって脂肪含有量が見かけ上増加する場合を除き、PCB濃度は一般に脂肪の減少とともに、減少しており、特にサラシ加工については、その効果が顕著であることが明らかとなった。一方、水銀は、マッコウクジラのコロ（総水銀及びメチル水銀）やニタリクジラのマメ（総水銀のみ）で規制値を上回っており、むしろ加工による脱水によって濃縮する傾向のあることが分かった。しかしながら、マッコウクジラの冷凍赤肉をシステイン溶液で処理した水銀除去実験の結果は、総水銀及びメチル水銀とも、約80%もの水銀が除去され

ることが分かった。

A. 研究目的

鯨原料中に残留するPCB及び水銀(総水銀、メチル水銀)の食品加工工程における量的変化を明らかにするため、鯨類由来食品の原料(南極海ミンククジラの畝須、南極海ミンククジラの尾羽、北西太平洋ツチクジラの赤肉)とその加工品(ベーコン、オバイケ、タレ)を調製し、加工前後の濃度を比較し、加工による濃度変化を調べた。

B. 研究方法

1. 供試試料

本研究で用いた鯨類由来製品のリストを表1に示した。

ミンククジラ畝須5試料：南極海で捕獲した5個体のクジラの畝から採集した。

ミンククジラ尾羽5試料：南極海で捕獲した5個体の尾羽(尾ビレ)から採集した。

ツチクジラ赤肉5試料：北海道及び東北近海で捕獲したクジラから採集した。

また、同試料を鯨製品加工場に依頼して、これらの原料から普通に加工製造されている鯨製品(ベーコン、オバイケ及びタレ)の製造を依頼して加工品試料とした。

ベーコン5試料：ミンククジラ畝須から加工した。

オバイケ5試料：ミンククジラ尾羽から加工した。

タレ5試料：ツチクジラ赤肉から加工した。

畝はナガスクジラ科などのヒゲクジラ類に特有のもので、下顎部が弾力性に富んでアコーディオン状になっている部分を言う。これにより、海水を多量に口の中に含むことが出来、口腔内にあるクジラヒゲを通して吐き出され、残った餌を食べている。この畝は弾力性に富んでいて、脂皮の部分と内側の須の子と呼ばれる比較的繊維質の粗い赤肉部分と2層から成っている。ベーコンは、この畝の塩蔵した後に、ボイルし、必要に応じて着色したものである。鯨類の尾ビレや背ビレには骨がなく、脂皮が変形したものであり、繊維質の富んで硬質になっている。これらの部位を「尾羽」と呼称しており、これを薄くスライスをして、ボイルをしたものをオバイケ(地方によってオバケ(尾羽毛)、オバイケ、さらしくジラなど)と呼ばれて、酢味噌などで食される。

ツチクジラは伝統的に千葉県的小型捕鯨業で捕獲されているが、その赤肉は千葉県の特産ともなっている「くじらのタレ」として加工されている。タレは、その名のとおり、秘伝のタレに漬けて、天日干しにした肉のことを言う。

このほか、北西太平洋鯨類捕獲調査で捕獲された、ミンククジラ、ニタリクジラ及びマッコウクジラの試料を用いた加工品について、同様に検討した。用いた原料及び加工品は以下の通りである。

ミンククジラ：尾羽(原料とサラシクジラ)、畝須(原料とベーコン)、本皮(原料と塩蔵皮)各1試料を分析に供した。

ニタリクジラ(成熟オス1検体)：尾羽(原料とサラシクジラ)、畝須(原料とベーコン、茹畝)、本皮(原料と切り皮)、腎臓(原料とマメ)、舌(原料とサエズリ)各1試料を分析に供した。

マッコウクジラ(未成熟オス)：尾羽(原料とサラシクジラ)、本皮(原料とコロ)、脳皮(原料とサラシ脳皮)、本床(原料とサラシ本床)各1試料を分析に供した。

マッコウクジラ（成熟オス）：本皮（原料とコロ）各1試料、赤肉（原料1と塩蔵肉1.4及び水銀除去処理試料3）を分析に供した。

鯨類は、体温保持のために、皮下脂肪が特化してその脂肪層は数cmから10数cmまでの厚さにまで達している。これは脂皮と呼ばれて、表皮と真皮及び脂肪層から構成されている。この脂皮は、鯨製品としては本皮（ほんかわ）と呼ばれており、塩蔵皮や切り皮などに加工されて販売されており、薄くスライスしてクジラ汁などに広く利用されている。鯨類の腎臓は牛や豚と異なり、良く発達していて、小腎と呼ばれる小塊の集まりとなっており、ブドウの房のような形状をしているが、「マメ」や「まめわた」と呼ばれ、茹でものとして食されている。舌は「サエズリ」と称して、刺身や茹でものや煮物、田楽などにして食される。

マッコウクジラの本皮は、油で揚げ、「コロ」や「煎り皮」と称して、関西ではおでんのねたとして珍重されている。脳皮とは頭部の脂皮を言い、本床は頭部にある脳油袋の上部を被う結合組織で、これらもボイルなどをして「さらしもの」として食用に利用されている。

これら鯨の部位の名称、料理法方法については、銭谷（1998）や大西（1995）などに記述されている。

2. 分析方法

2.1. 南極海ミンククジラの畝須とツチクジラの赤肉

分析は基本的に厚生労働省の定めた分析方法に準じ、以下の方法により分析を行った。

2.1.1 試薬

(1) PCB

PCB標準品はカネクロルKC-300、400、500、600を用いた。

有機溶媒は残留農薬試験用試薬、フロリジルはフロリジルPR、その他の試薬は試薬特級品を用いた。

フロリジルカラム：内径1.9cmのカラム管にフロリジルPR15gをn-ヘキサンで湿式充てんし、約5gの無水硫酸ナトリウムを積層し、n-ヘキサン50mlで洗浄後、使用した。

(2) 水銀

水銀標準品は原子吸光分析用水銀標準溶液(1000 μ g/ml)及び塩化メチル第二水銀を用いた。

ベンゼンはクロマトグラフ用、塩酸は有害金属測定用試薬、その他の試薬は特級を用いた。

システイン・アセテート溶液：システイン塩酸塩1水和物1g、酢酸ナトリウム3水和物0.775g、無水硫酸ナトリウム12.5gを水に溶かし、全量を100mlとした。

2.1.2 試験溶液の調製

(1) PCB

均一にした試料5.0gを300mlのナス型フラスコに採り、水10ml、水酸化カリウム10g、エタノール100ml、沸石を加え、還流冷却器をセットして、沸騰水浴上で1時間加熱した。放冷後、エタノール10mlで還流冷却器を洗い、水100ml及びn-ヘキサン50mlを用いて500mlの分液ロートに移し、5分間振とうした。2層に分離後、n-ヘキサン層を分取し、水層にn-ヘキサン50mlを加え、同様の操作を更に2回行った。n-ヘキサン層を合わせ、2%塩化ナトリウム溶液50ml、水50mlで順次洗浄した。n-ヘキサン層を分取し、無水硫酸ナトリウム約30gを加え、15分放置後、ろ紙を用いてろ過し、ろ液を40°Cの水浴上で約5mlに減圧濃縮した。この濃縮液をフロリジルカラムに注入し、次にn-ヘキサン150mlをカラムに加え、流出液を採り、40°Cの水浴上で減圧濃縮し、正確に1ml

とした。

(2)脂質

ソックスレー法に従った。

(3)総水銀

厚生省環境衛生局長通知環乳第99号に記載されている方法に準じて行った。すなわち均一にした試料2.0gを石英管中で酸素気流下に燃焼させ、発生した水銀を過マンガン酸カリウム溶液に吸収させ、試験溶液とした。

(4)メチル水銀

厚生省環境衛生局長通知環乳第99号に記載されている方法に準じて行った。

均一にした試料10gに水を加え、ホモジナイズ後、塩酸で酸性に調整し、ベンゼン70mlで振とう抽出を行った。次にベンゼン層を50ml分取し、システイン・アセテート溶液6mlを加えて振とうし、メチル水銀をシステイン・アセテート溶液に転溶した。この溶液から2mlを分取し塩酸で酸性に調整した後、ベンゼン4mlを加え振とう、メチル水銀を再びベンゼンに転溶して試験溶液とした。標準品についても同様な操作を行い、標準溶液を調製した。

(5)水分

常圧加熱・乾燥助剤法(105℃、5時間)に従った。

2.1.3 機器分析の条件

(1)PCB

装置：ECD検出器付きガスクロマトグラフ

カラム：5%DC-200 Gaschrom Q 60/80 (3m×4mmI.D.)

注入量：5μl

カラム温度：210℃

注入口温度：260℃

検出器温度：260℃

キャリアガス：窒素 50ml/min

(2)総水銀

平沼水銀濃度計HG-1を用い、還元気化原子吸光法により定量した。

(3)メチル水銀

装置：ECD検出器付ガスクロマトグラフ

カラム：DEGS-HG(SHIMADZU)(20%DEGS、
1.5m×3mmI.D.)

注入量：2μl

カラム温度：150℃

注入口温度：170℃

検出器温度：170℃

キャリアガス：窒素 50ml/min

2.2. 南極海ミンククジラの尾羽

分析は基本的に厚生労働省の定めた分析方法に準じて行った。

PCBの分析は、昭和47年1月29日付環食第46号及び昭和47年7月3日付環食第385号の「PCB分析法について」に記載された方法に従った。

総水銀は、昭和48年7月23日付環乳第99号「魚介類の水銀の暫定的規制値について」に記載された代替法であるAOAC法に準じて分析した。

メチル水銀の分析は、昭和48年7月23日付環乳第99号「魚介類の水銀の暫定的規制値について」に記載された方法に従った。

に既報に従った。

また、粗脂肪はエーテル抽出法（昭和11年4月26日衛新第13号「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」に記載された方法）より求めた。

2.3. 北西太平洋ミンク、ニタリ及びマッコウクジラ

PCBの分析は、「食品汚染物質試験法」（衛生試験法・注解、日本薬学会（1990））に記載された方法に従った。

総水銀は、昭和48年7月23日付環乳第99号「魚介類の水銀の暫定的規制値について」に記載された還元気化原子吸光法に準じて分析した。

メチル水銀の分析は、昭和48年7月23日付環乳第99号「魚介類の水銀の暫定的規制値について」に記載された方法に従った。

すり身処理：

この他、Suzuki（1974）によるマグロ肉の水銀除去実験を参考に、システイン溶液による水銀の除去実験を行った。マッコウクジラ成熟オス1検体を用いて、システイン溶液による水銀除去実験を行った。マッコウクジラの冷凍赤肉原料を解凍して、これをすり身にした。次に、0.5%システイン塩酸塩溶液（pH7に調整した）に15分間、浸漬・攪拌して、ろ過した。これを3回繰り返したものをすり身処理Bとし、同様の工程を蒸留水で処理したものをすり身処理A（コントロール）とした。

2.4 検出限界

本試験での検出限界はPCBが0.005あるいは0.01ppm、総水銀0.01ppm、メチル水銀0.005ppm、総脂肪0.1%であった。

C. 研究結果及び考察

南極海ミンククジラ畝須及びその加工品（ベーコン）、南極海ミンククジラ尾羽及びその加工品（オバイケ）、ツチクジラ赤肉及びその加工品（タレ）、北西太平洋ミンク、ニタリ、マッコウクジラの各種原料及び加工品中の総水銀、メチル水銀及びPCB濃度をそれぞれ表2、表3、表4及び表5に示した。

(1) PCB

原料肉中のPCBは、ミンククジラ畝須では検出限界以下(検出限界 $0.01\mu\text{g/g}$)で、尾羽も検出限界値もしくはそれ以下であったが、ツチクジラ赤肉では $0.02\sim 0.15\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。検出されたPCB濃度を脂質あたりに換算すると $1.8\sim 12\mu\text{g/g}$ であった。

供試したミンククジラ、ツチクジラはそれぞれ南極海、北海道・東近海で捕獲されたものである。南極海ミンククジラはヒゲクジラの種類で主として南極海においてオキアミ類を餌としており、一方、ツチクジラはハクジラ類の種類で、主に、水深 $1000\sim 2000\text{m}$ の等水深域に分布して、底性の魚類、甲殻類等を餌としている。

本調査結果でミンククジラとツチクジラ中のPCB濃度に差が認められた原因として、棲息海域の環境の汚染の違い(南極海は人間活動から最も離れた場所の一つで汚染がそれほど進行していないと考えられている)や食性による生物濃縮度の違い(南極海ミンククジラはツチクジラ比べて1栄養段階低い生物を利用している)などを反映したものと考えられる。

次に、加工品について、PCBは南極海ミンククジラから製造されたベーコンやオバイケからは検出限界もしくは検出限界以下であった。なお加工品のオバイケ1試料より、最初 $0.13\mu\text{g/g}$ 相当のPCBが検出されたが、この原料及び試料について、再確認したところ、挟雑物質を誤同定した可能性があることが判明した。高分解能のGC-ECD(キャピラリーカラムを用いたもの)で再定量したところ、原料及びオバイケのPCB濃度は表に示すように検出限界以下であった。一方、ツチクジラのタレからは $0.03\sim 0.23\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。これを脂質あたりに換算すると $2.1\sim 12\mu\text{g/g}$ であった。原料(赤肉)と加工品(タレ)中の脂質あたりのPCB濃度を比較すると、加工前後の濃度の変化は少なかった。この原因として、タレはたれ汁に漬け込み、天日干しする加工度の低い製品であるため、水への溶解度が低く化学的に安定なPCBは減少しなかったものと考えられた。

なお、検出されたPCB濃度はすべて厚生労働省の暫定的規制値($0.5\mu\text{g/g}$)以下であった。

北西太平洋のミンククジラの原料中のPCBは、 $0.02\sim 2.1\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。この中で赤肉($0.02\mu\text{g/g}$)を除く脂肪含有量の高い尾羽、畝須及び本皮($1.0\sim 2.1\mu\text{g/g}$)のPCB濃度は、暫定的規制値($0.5\mu\text{g/g}$)を超えていた。これらの加工品であるベーコン(畝須の加工品)及び塩蔵皮(本皮の加工品)は、加工により $25\sim 35\%$ 程度PCB濃度が減衰したが、加工品中の濃度は各々 0.65 及び $0.97\mu\text{g/g}$ であり、暫定的規制値を超えていた。しかしながら、尾羽をボイルによりサラシ加工したサラシクジラは、加工によって、原料の 99.8% ものPCBが除去され、その濃度は $0.0047\mu\text{g/g}$ であり、規制値の 100 分の 1 以下に減少した。

北西太平洋のニタリクジラ原料中のPCBは、 $0.0003\sim 0.15\mu\text{g/g}$ であり、加工品中では、 $0.0007\sim 0.052\mu\text{g/g}$ の範囲であった。これら原料及び加工品はすべては、暫定的規制値($0.5\mu\text{g/g}$)以下であった。加工によるPCB濃度の減衰は、尾羽、畝須及び本皮では、 $18.6\sim 65.3\%$ であったが、腎臓及び舌では、各々 176.9 及び 48.4% 増加していた。前者が加工により脂肪含量が減少していたことに比べ、後者は加工により脂肪含量が増加しており、脂肪以外の成分が除去され、脂溶性の高いPCBがこれに伴い変化したものと考えられる。

北西太平洋のマッコウクジラ(2検体)の原料中のPCB濃度は、 $0.027\sim 2.0\mu\text{g/g}$ 及び加工品中では、 $0.003\sim 0.47\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。原料の尾羽、本皮及び脳皮のPCB濃度($0.8\sim 2.0\mu\text{g/g}$)は、暫定的規制値を超えていたが、その加工品については、全て規制値以下($0.02\sim 0.47\mu\text{g/g}$)であり、原料に比べて $3.8\sim 97.3\%$ のPCBが除去されていた。

本研究の結果から鯨中のPCB濃度は鯨種、棲息海域により大きく異なることが判明した。また、PCBは、脂溶性の高いことから、脂肪含有量の多い組織に、高蓄積する傾向が認められた。今後は、鯨種、棲息海域、年齢、部位などを考慮した詳細な調査研究を行ってPCBの残留実態を把握し、食品衛生上の安全性を検討することが望まれる。

一方で、加工方法によっては、PCB濃度に変化が現れることが明らかとなった。脂溶性の高いPCBは、脂肪含量の減少を伴う加工工程を経ることによって、除去された脂肪と共にPCBが除去されている。特に、脂肪分の流失が著しいサラシ加工においては、原料の約90%のPCBを除去できることが明らかとなった。

(2) 水銀

南極海ミンククジラ敵須においては総水銀が、原料中で0.005~0.031 $\mu\text{g/g}$ 、加工品(ベーコン)でn.d.~0.021 $\mu\text{g/g}$ の範囲であり、暫定的規制値(総水銀0.4ppm、メチル水銀0.3ppm(水銀として))を下回り、検出限界値に近かった。

南極海ミンククジラの尾羽では、総水銀及びメチル水銀とも検出限界以下であった。

ツチクジラ赤肉では、総水銀が0.429~3.142 $\mu\text{g/g}$ 、メチル水銀(水銀として)が0.439~2.269 $\mu\text{g/g}$ の範囲で検出され、全て規制値を上回っていた。

またこの加工品であるタレにおいても総水銀が0.522~3.265 $\mu\text{g/g}$ 、メチル水銀が0.527~2.899 $\mu\text{g/g}$ の範囲で検出され、原料肉同様全て規制値を上回った。また、加工の影響については、加工前後の水分量を考慮しても、原料肉と加工品では水銀濃度の変化はほとんど認められなかった。

北太平洋ミンククジラでは、総水銀及びメチル水銀とも検出限界以下であった。

北西太平洋のニタリクジラ原料中の総水銀濃度は、<0.005~0.21 $\mu\text{g/g}$ 、メチル水銀濃度は、<0.001~0.027 $\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。また、これらの加工品中の総水銀濃度は、0.01~0.58 $\mu\text{g/g}$ 、メチル水銀濃度は、<0.001~0.014 $\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。これら原料及び加工品は、マメ(腎臓の加工品)を除いて、暫定的規制値以下であった。ニタリクジラについては、加工法による水銀濃度の減衰はほとんど認められず、中にはマメのように上昇するものもあった。マメの総水銀濃度は0.58 $\mu\text{g/g}$ であったが、メチル水銀濃度は0.014 $\mu\text{g/g}$ であり、暫定規制値を下回っていた。「魚介類の水銀の暫定規制値について(昭和48年7月23日付環乳第99号)」の暫定規制値の判定には、「検査はまず総水銀の検査を行いその結果が0.4ppmをこえる場合には、さらにメチル水銀の検査を行い、その結果が0.3ppmをこえたものを暫定規制値をこえた魚介類と判定する」に照らし合わせると、本試料のマメも暫定規制値を超えないものと判断される。

北西太平洋のマッコウクジラ2検体の原料中の総水銀濃度は、0.08~1.64 $\mu\text{g/g}$ 、メチル水銀濃度は、0.010~0.98 $\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。また、これらの加工品(システイン処理実験のものは除く)中の総水銀濃度は、0.01~4.4 $\mu\text{g/g}$ 、メチル水銀濃度は、<0.001~2.7 $\mu\text{g/g}$ の範囲で検出された。赤肉は、原料及び加工品(塩蔵肉)とも厚生労働省の暫定的規制値を超えており、加工過程によりむしろ総水銀及びメチル水銀濃度が増加する傾向を示した。これらの試料中の水分含量の測定を行っていないが、塩蔵処理は一般的に水分を抜くことを目的の一つとしていることから、脱水によって、水銀が濃縮されたことが予想される。また、成熟オス