

表 12. 1999 年 11 月末及び 2000 年 11 月末における業者別の鯨肉製品の在庫量 (日本捕鯨協会、2000 ; 2001).

A. 1999 年 11 月末現在の在庫量

鯨種	卸売業者		仲卸業者		問屋		加工業者		料理店		合計	
	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数 %
ミンククジラ	67	12	99.9	82	9.9	4	450.4	50	16.2	19	643.4	59.0%
ゴンドウクジラ	2.5	1	0.9	3			111.5	16			114.9	10.5%
ツチクジラ			0.1	2			123.7	13			123.8	11.4%
イルカ類	2	1					174.4	11	0.1	1	176.5	16.2%
ニタリクジラ							1.7	1			1.7	0.2%
イワシクジラ							0.1	1			0.1	0.0%
ナガスクジラ			3.4	1			14.3	4			17.7	1.6%
マッコウクジラ			0.4	2			10.3	3	0.5	1	11.2	1.0%
ザトウクジラ							0.9	1			0.9	0.1%
合計	71.5	12	104.7	84	9.9	4	887.3	50	16.8	19	1090.2	100.0%

B. 2000 年 11 月末現在の在庫量

鯨種	卸売業者		仲卸業者		問屋		加工業者		料理店		合計	
	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数	在庫量 (トン)	業者数 %
ミンククジラ	15.9	11	131.1	112	6.9	6	462.8	44	24.8	26	774.6	66.7%
ゴンドウクジラ	2.5	1	1	2			70.7	16	0.009	1	74.2	6.4%
ツチクジラ			0.4	1			173.5	14	0.012	1	173.9	15.0%
イルカ類	0.1	1					119.4	8			119.5	10.3%
ナガスクジラ			1.3	2			7.5	4	1.3	1	10.1	0.9%
マッコウクジラ							9.2	3			9.2	0.8%
合計	18.5	11	133.8	112	6.9	6	843.1	46	26.121	3	1161.5	100.0%

表13. 各年調査における鯨製品のDNAによる鯨種判定結果と鯨製品に表示されていた鯨種名との照合結果について。藤瀬・後藤(2002)より

A. 1996年調査

鯨種名	ラベル表示名	鯨製品							正当表示	不当表示	表示なし	不明	
		赤肉類	本皮類	鰹須類	尾羽類	小腸	内臓	その他					総計 (%)
南半球産ミンククジラ	ミンククジラ	11	1	5	1	2	2	22	14.6%	22			
	ミンククジラ・ツチクジラ			1				1	0.7%	1			
	シロナガスクジラ		1					1	0.7%		1		
	ナガスクジラ			4				4	2.6%		4		
	ヒゲクジラ	2						2	1.3%		2		
	ツチクジラ		1					1	0.7%		1		
	表示なし	39	22	44	8	2	2	3	120	79.5%		120	
	小計	52	25	54	9	4	2	5	151	100%			
ミンククジラ	ミンククジラ	9	4	2				15	23.1%	15			
	ツチクジラ		1					1	1.5%		1		
	マッコウクジラ		1					1	1.5%		1		
	表示なし	25	6	12	5			48	73.8%		48		
	小計	34	12	14	5			65	100%				
ツチクジラ	ツチクジラ	1	2					3	7.5%	3			
	ナガスクジラ		1					1	2.5%		1		
	イワシクジラ	1						1	2.5%		1		
	ミンククジラ		2					2	5.0%		2		
	表示なし	12	14		4	1	2	33	82.5%		33		
	小計	14	19		4	1	2	40	100%				
コビレゴンドウ	ゴンドウ	4						4	50.0%	4			
	ミンククジラ		1					1	12.5%		1		
	表示なし		2		1			3	37.5%		3		
	小計	4	3		1			8	100%				
イシイルカ	イルカ	3	1		1			5	19.2%	5			
	ゴンドウ	2						2	7.7%		2		
	アカボウクジラ	1						1	3.8%		1		
	マッコウクジラ	1						1	3.8%		1		
	ナガスクジラ		1					1	3.8%		1		
	表示なし	13	1		2			16	61.5%		16		
	小計	20	3		3			26	100%				
その他のマイルカ科	イルカ	1	1					2	7.1%	2			
	ゴンドウ	1	1					2	7.1%		2		
	ミンククジラ		1		1			2	7.1%		2		
	表示なし	10	6		4		1	22	78.6%		22		
	小計	12	9		5		1	28	100%				
アカボウクジラ科鯨類	ミンククジラ	1						1	50.0%		1		
	表示なし	1						1	50.0%		1		
	小計	2						2	100%				
その他の鯨類	ナガスクジラ	ナガスクジラ	2		2			4	33.3%	4			
	表示なし	1	3	1	2		1	8	66.7%		8		
	ニタリクジラ	ミンククジラ	2		1			3	60.0%		3		
	表示なし	1		1				2	40.0%		2		
	ザトウクジラ	ザトウクジラ			1			1	100%	1			
	マッコウクジラ	表示なし	1	1				2	100%		2		
	コマッコウ	表示なし				1		1	100%		1		
	小計	7	4	6	3		1	21					
	種不明鯨類	ヒゲクジラ	1						1	8.3%			1
		マッコウクジラ		1					1	8.3%			1
ツチクジラ			1					1	8.3%			1	
ゴンドウ					1			1	8.3%			1	
ハクジラ類		1						1	8.3%			1	
表示なし		4	1		2			7	58.3%		7		
小計		6	3		3			12	100%				
総計		151	78	74	33	5	5	7	353	57	28	263	5
										16.1%	7.9%	74.5%	1.4%

B. 1999/2000年調査

鯨種名	ラベル表示名	鯨製品								正当表示	不当表示	表示なし	不明			
		赤肉類	本皮類	鰓類	鰭類	尾羽類	小腸	内臓	その他					合計 (%)		
南半球産ミンククジラ	南半球産ミンククジラ	6								6	2.0%	6				
	ミンククジラ	35	14	13	2	3		7	74	24.5%	74					
	ナガスクジラ			1					1	0.3%		1				
	マッコウクジラ		1						1	0.3%		1				
	イルカ	1							1	0.3%		1				
	表示なし	93	32	55	21	3	8	7	219	72.5%				219		
	小計	135	47	69	23	6	8	14	302	100%						
ミンククジラ	ミンククジラ	10	3	1		1	1	1	17	27.4%	17					
	ゴンドウ		1						1	1.6%		1				
	表示なし	20	7	8	3	1	1	4	44	71.0%				44		
	小計	30	11	9	3	2	2	5	62	100%						
ツチクジラ	ツチクジラ	5							5	8.9%	5					
	ナガスクジラ	1							1	1.8%		1				
	ミンククジラ	1							1	1.8%		1				
	表示なし	32	12		3	2			49	87.5%				49		
	小計	39	12		3	2			56	100%						
コビレゴンドウ	ゴンドウ	2					1		3	12.0%	3					
	南ミンククジラ	1							1	4.0%		1				
	ミンククジラ	1							1	4.0%		1				
	ツチクジラ	1							1	4.0%		1				
	表示なし	6	8		4		1		19	76.0%				19		
	小計	11	8		4		2		25	100%						
イシイルカ	イシイルカ									0%	0					
	イルカ	3							3	4.8%	3					
	つばめいるか	1							1	1.6%		1				
	ツチクジラ	1							1	1.6%		1				
	ゴンドウ	3							3	4.8%		3				
	ミンククジラ	2			1				3	4.8%		3				
	表示なし	34	7		10				51	82.3%				51		
	小計	44	7		11				62	100%						
その他のマイルカ科	マイルカ	1							1	2.0%	1					
	ハナゴンドウ	1							1	2.0%	1					
	イルカ	5							5	10.0%	5					
	ゴンドウ	3			1				4	8.0%		4				
	ミンククジラ	2							2	4.0%		2				
	表示なし	21	7		8		1		37	74.0%				37		
	小計	33	7		9		1		50	100%						
アカボウクジラ科鯨類	ミンククジラ	1							1	8.3%		1				
	表示なし	8	3						11	91.7%				11		
	小計	9	3						12	100%						
その他の鯨類	ナガスクジラ	ナガスクジラ		1					1	16.7%	1					
		ミンククジラ		1					1	16.7%		1				
		表示なし	1	1	1	1				4	66.7%			4		
	ニタリクジラ	ミンククジラ	2						2	100%		2				
		なし				1				1	100%			1		
	イワシクジラ	ミンククジラ	1	1					2	20.0%		2				
		表示なし	1	6		1				8	80.0%				8	
	ザトウクジラ	表示なし		1					1	100%					1	
		小計	5	11	1	3				20						
	種不明鯨類	ナガスクジラ	1							1	1.7%					1
		ミンククジラ	3	5						8	13.6%					8
		マッコウクジラ		2						2	3.4%					2
ゴンドウ		1	1		1				2	3.4%					2	
表示なし		5	24		15	1	1		46	78.0%				46		
	小計	9	32		16	1	1		59	100%						
総計		315	138	79	72	11	14	19	648		116	29	490	13		
											17.9%	4.5%	75.6%	2.0%		

C. 2000/2001年調査

鯨種名	ラベル表示名	鯨製品									正当表示	不当表示	表示なし	不明	
		赤肉類	本皮類	軟須類	尾羽類	小腸	内臓	その他	合計	(%)					
南半球産ミンククジラ	南半球産ミンククジ	72	32	39	10	11	8	10	182	37.8%	182				
	ミンククジラ	32	12	12	1			1	58	12.1%	58				
	ナガスクジラ		2	4					6	1.2%		6			
	ニタリクジラ	1							1	0.2%		1			
	マッコウクジラ		1	1					2	0.4%		2			
	ツチクジラ	1				1	1		3	0.6%		3			
	ゴンドウ	1							1	0.2%		1			
	表示なし	101	34	62	18	3	2	8	228	47.4%			228		
	小計	208	81	118	29	15	11	19	481	100%					
	ミンククジラ	ミンククジラ	11	4	3				1	19	20.9%	19			
南半球産ミンククジ		10	5	3	3			1	22	24.2%		22			
ツチクジラ			1						1	1.1%		1			
マイルカ		1							1	1.1%		1			
表示なし		25	13	7	1			2	48	52.7%			48		
小計		47	23	13	4			4	91	100%					
ツチクジラ	ツチクジラ	10	6			1			17	16.5%	17				
	ゴンドウ					1			1	1.0%		1			
	南半球産ミンククジ	1	1					1	3	2.9%		3			
	ミンククジラ		5						5	4.9%		5			
	ナガスクジラ		1						1	1.0%		1			
	表示なし	11	58		5		2		76	73.8%			76		
	小計	22	71		6	1	2	1	103	100%					
コビレゴンドウ	ゴンドウ	3						3	8.8%	3					
	南半球産ミンククジ		2					2	5.9%		2				
	ミンククジラ		1					1	2.9%		1				
	表示なし	6	16		5			1	28	82.4%			28		
	小計	9	19		5			1	34	100%					
イシイルカ	イシイルカ								0	0%	0				
	ゴンドウ	5						5	5.3%		5				
	ツチクジラ	2						2	2.1%		2				
	南半球産ミンククジ	3	1					4	4.3%		4				
	ミンククジラ	3						3	3.2%		3				
	表示なし	52	15		13			80	85.1%			80			
	小計	65	16		13			94	100%						
その他のマイルカ科	イルカ	2						2	3.8%	2					
	ゴンドウ	6	1					7	13.5%		7				
	南半球産ミンククジ	1	1		1			3	5.8%		3				
	ミンククジラ	2	3					5	9.6%		5				
	表示なし	20	13		2			35	67.3%			35			
	小計	31	18		3			52	100%						
アカボウクジラ科鯨類	ゴンドウ	1						1	6.7%		1				
	南半球産ミンククジ	3						3	20.0%		3				
	ミンククジラ	1						1	6.7%		1				
	ナガスクジラ		1					1	6.7%		1				
	表示なし	3	6					9	60.0%			9			
	小計	8	7					15	100%						
その他の鯨類	ナガスクジラ	1						1	50.0%	1					
	南半球産ミンククジ	1						1	50.0%		1				
	ニタリクジラ	2						2	50.0%			2			
	南半球産ミンククジ	1					1	2	50.0%		2				
	イワシクジラ	1						1	100.0%			1			
	ザトウクジラ	ミンククジラ					1	1	100.0%		1				
	マッコウクジラ	マッコウクジラ		2				2	33.3%	2					
	ミンククジラ		1					1	66.7%		1				
	小計	6	3				1	1	11						
	種不明鯨類	南半球産ミンククジ	4	2		4			10	10.4%					10
ミンククジラ		1	4		2			7	7.3%					7	
ミンク、ゴンドウ、イシイルカ					1			1	1.0%					1	
マッコウクジラ			5					5	5.2%					5	
ツチクジラ		1	1					2	2.1%					2	
ゴンドウ			2					2	2.1%					2	
表示なし		12	31		23	1	1	1	69	71.9%			69		
小計		18	45		30	1	1	1	96	100%					
総計		414	283	131	90	17	15	27	977		284	90	576	27	
											29.1%	9.2%	59.0%	2.8%	

分担研究報告書

リスクコミュニケーションの検討
ー水銀・P C Bの毒性と栄養条件との相互関係及び
望ましい献立作成の研究ー

分担研究者 浮島美之
(静岡県環境衛生科学研究所)

厚生科学研究費補助金（厚生科学特別件研究）
分担研究報告書

Ⅳ リスクコミュニケーションの検討

Ⅳ-2 水銀・PCBの毒性と栄養条件との相互関係および望ましい献立作成の研究

分担研究者 浮島美之（静岡県環境衛生科学研究所）

協力研究者 井上正子（日本医療栄養センター）

目次

要旨

1章 はじめに

1. IWCでの捕鯨禁止に関する考え方
2. 鯨類食用のメリット

2章 鯨肉の水銀、ことにメチル水銀汚染の現状と、その栄養学的対策

1. 魚介類の水銀汚染の実態
2. 水銀の一日許容摂取
3. 日本および各国の食品中総水銀規制値
4. メチル水銀の生体内動態
5. メチル水銀の蓄積と排泄
6. まとめ 参考文献

3章 鯨肉のPCB汚染の現状とその栄養学的対策

1. 鯨とPCBの問題について
2. PCBの暫定的規制値（食品衛生法；厚生省環境衛生局長通知）
3. 日本人のPCB摂取量とその割合
4. PCBの人及び動物への影響
5. PCBの代謝
6. PCBの排泄
7. まとめ 参考文献

4章 鯨肉摂取による健康に及ぼす害を軽減させる献立「環境汚染対策メニュー」の開発

1. 献立作成の留意点
2. 鯨肉の調理方法
3. 献立作成のための留意点
 - (1) 一品料理
 - ① 鯨の三色揚げ
 - ② 鯨汁
 - ③ 鯨のガーリックソテー
 - ④ 鯨のたたき
 - ⑤ 鯨のカルパッチョ
 - ⑥ 鯨の八幡巻き
 - ⑦ 鯨の冷しゃぶ
 - ⑧ 鯨と豆のサラダ
 - (2) 一食分の献立
 - ⑨ 鯨のケチャップ煮
 - (3) 一日分の献立
 - ⑩ 鯨の生姜焼き

4. 今後の研究課題

5. 水銀およびPCBの毒性発現抑制に有効な食品とその含有量（食品別）一覧表

要旨

食品成分表では肉類に分類される鯨は、食物としてのメリットとデメリットの両者及び含まれる環境汚染物の体内動態を十分理解してから食品として利用するべきである。即ち、鯨食のメリットは、鯨肉が高蛋白質、低脂肪で、アミノ酸スコアも高く、低アレルギーであることも知られ、またメタロチオネイン合成に必要な含硫アミノ酸が多いことである。さらにその脂質は低コレステロールで、不飽和脂肪酸が多く含まれ必須脂肪酸も多く、鉄含量も高い。一方、鯨食のデメリットは、まず水銀汚染であり、プランクトン食のヒゲ鯨類（ミンククジラ、シロナガスクジラ等）では内臓を除いて水銀含量は低いが、魚を食べる歯鯨類（マッコウクジラ、イルカ等）では水銀含量が高くなっている。従ってミンククジラ等ではそれらの内臓以外は食べても問題はないと推察される。一方メチル水銀についてはその生体内代謝に関連した食品成分が知られており、フィチン酸は吸収阻害、セレン及びメタロチオネインは毒性発現を抑制する。次いで、第2のデメリットである PCB 汚染は、脂肪含量の多いクジラの皮脂で高く、赤肉では少なくなっている。PCB の動態に関連した食品成分として、VA、VC、高アミノ酸スコア、飽和脂肪酸の多い植物油が毒性発現の抑制に役立っている。また食物繊維やクロロフィルは PCB の吸着排泄を促進している。

そこでこれら鯨肉の特徴を生かし、PCB やメチル水銀の吸収を阻害し、また毒性発現を抑制する栄養素等を含む食品と組み合わせて摂取することにより、鯨肉食による環境汚染物の健康へのリスクを低減させるための献立（環境汚染対策メニュー）を考案した。

1 章 序論

現在、鯨肉を食用する際の問題点の一つとして、鯨が食物連鎖上位に位置することによる環境汚染物質の生物濃縮が挙げられる。その環境汚染物質の中で、特に被害が深刻な水銀、ことにメチル水銀と、有機塩素化合物の PCB について、それらの特性と毒性の実態調査等の報告書を収集し、栄養・調理の面でどのように対処すべきかを検討し、どのようにしたら安全でかつおいしく鯨肉が摂取できるかを考察した。

1. IWCでの捕鯨禁止に関する考え方

IWC（国際捕鯨委員会）で 1982 年に決議された商業捕鯨モラトリアムにより、日本を始め鯨肉を食用とする国々の商用捕鯨が禁止され、今年 6 月に開催された IWC でも同様の結果となった。これについては生態系における役割を無視して、単一動物のみを保護すると、生態系のバランスが崩れ、生態系に影響がでるのではと、科学者たちは心配している⁴⁻¹⁾。食物連鎖で上位を位置する鯨のみを捕らないということは、海の生態形に悪影響を与えないとは言いがたく、事実、餌が不足し、餓死した鯨がいることや、いか・いわし等を漁船と捕りあっている状況などが報告されている¹⁾。また、このことを裏付けるかのように、2000 年現在ミンククジラの数に適性資源水準をはるかに上回る、76 万頭が海洋に生育していると報告されている。このことを根拠に、わが国では捕鯨再開を主張している⁴⁾。

2. 鯨類食用のメリット

海洋中に生育している鯨類は魚類に分類されると思われがちだが、鯨肉は食品成分表では肉類に分類されている。これは鯨類が生物学上哺乳類に分類されるからである。鯨肉の

たんぱく質含量は、ミンククジラの赤肉で 24.8%²⁾ (五訂食品成分表では 24.1%)、その尾羽で 28.5% (四訂食品成分表より) と大変高いものとなっている。鯨肉のたんぱく質はアミノ酸スコア 90V (バリンが制限アミノ酸となる。) で、バリン以外の必須アミノ酸は豊富に含まれている。一方、米にはバリンが豊富に含まれているので、米と鯨を一緒に食べるとアミノ酸スコアは 100 となり、たんぱく質の質の面では大変バランスの良い食事となる。このことから、米食を主体とする日本人にとって鯨肉は大変都合のいい食材となっている。トリプトファン含量が多いため、それから合成される水溶性ビタミンのナイアシンが比較的多く含まれることになる。また、鯨肉たんぱく質はアレルギー症状を起こすことが少なく、アレルギー疾患を持つものにとって、代替食品になりうる特性がある^{2) 18)}。

脂質に関しては、ミンククジラの赤肉にわずか 3% しか含まれておらず、コレステロールは 40 mg/100g と少ない。(表 1 参照) 脂肪酸総量は 2.14%、そのうち不飽和脂肪酸が 6 割を占め、一価不飽和脂肪酸で 42%、多価で 21% となっている。一価不飽和脂肪酸で、n-6 系と n-3 系の比がほぼ 1:4 と、脂肪酸組成において理想的な数値になっている。また、EPA、DHA などの必須脂肪酸がそれぞれ全脂肪酸中の 1.5%、13.1% と多く含まれている^{2) 18)}。

一方、鉄分含量が、ミンククジラの赤肉で 8.5 mg/100g、その尾肉で 5.6 mg/100g と馬肉 (4.3 mg/100g) と同等以上高く、鉄の形態はミオグロビン鉄であることから、非常に吸収されやすい形で存在している²⁾。

このように、鯨肉は、獣肉の様に鉄の補給源となり、魚肉の様に必須脂肪酸が多く含まれているといった、獣肉・魚肉の両特性を兼ね合わせた、食材であると言える。

表 1 食品のコレステロール含量

食品名	コレステロール含量 (mg/100g)
ミンククジラ (赤肉)	3.8
マグロ (赤身)	5.0
マグロ (トロ)	5.5
アジ	7.7
サバ	6.4
豚肉 (赤肉)	6.9
豚肉 (脂付き)	6.9
牛肉 (赤肉)	8.6
牛肉 (脂付き)	8.9
鶏肉 (皮なし)	7.3
鶏肉 (皮付き)	8.6

「五訂日本食品標準成分表 科学技術庁資源調査会編」

2章 鯨肉の水銀、ことにメチル水銀汚染の現状と、その栄養学的対策

1. 魚介類の水銀汚染の実態

水銀には水銀元素、水銀塩、有機水銀の3つの形で中毒を起こすことが知られている。水銀元素による中毒は主に水銀蒸気の注入で、水銀塩による中毒は塩化第二水銀などの無機水銀の形で、有機水銀はメチル水銀などで起こるとされる。魚類の水銀はほぼ100%メチル水銀の形状で魚体内に蓄積され、残りは水銀塩の形状で蓄積される。メチル水銀は無機水銀よりも毒性が強く、含硫アミノ酸のSH基と結合し、酵素、神経などの作用を阻害すると言われている³⁾。この為、我が国の食品衛生法により魚介類の水銀暫定規制値が決められている。

表2 厚生省 1973年6月24日 「魚介類の水銀に関する専門家会議」より

食品衛生法にもとづく規格基準	
4、魚介類に水銀の暫定的規制値 (単位: ppm)	
総水銀	0.4
メチル水銀	0.3 (水銀として)
* ただし、マグロ類 (マグロ、カジキ及びカツオ) 及び内水面水域の河川産の魚介類 (湖沼産の魚介類は含まない)、並びに深海性魚介類等 (ヌメケ類、キンメダイ、ギンダラ、ベニズワイガニ、エッチュウズワイガニ及びサメ類) については適用しない	

一般市販魚の中で、0.2ppm 以上の水銀を持つものは少ない。しかし、現在食物連鎖の上位にいるマグロ類や、水銀の沈殿した海底又は湖底で活動する鯛などの魚介類に、この値を持つものがいても適用されない³⁾。なお、ここでいう総水銀とは無機水銀とメチル水銀の総称を示す。

鯨類には大きく分けて、主にプラクトンを常食とするヒゲクジラ (ミンククジラ、シロナガスクジラなど) と、魚介類を食用とする歯クジラ (マッコウクジラ、イルカなど) があり、日本人は昔からどちらも食用としてきた⁴⁻¹⁾。

これら2種の鯨は、食生態の違いから、総水銀含有量に差があり、あまり水銀が濃縮されていないプラクトンを食べるヒゲクジラに比べ、食物連鎖が行われる歯クジラの方が水銀濃度が高いことが知られている。事実、2002年2月17日付の日経新聞で、赤身肉平均水銀値が一日暫定規制値を超えたマッコウクジラ (1.47ppm 含有) を、今年食用として流通させなかったことを報じている⁴⁻²⁾。

このことから、マッコウクジラが属する歯クジラではなく、ミンククジラが属するヒゲクジラなら、食用にできる範囲内の総水銀汚染であると考えられている。

また、南極海及び北西太平洋のミンククジラの部位による水銀含有量をみてみると、どちらも赤肉の所は暫定規制値を下回っている⁵⁾。

表3 資料5)「プレスリリース 鯨肉食品における水銀汚染について」

平成12年5月12日発行

(単位 ppm)

		筋肉	肝臓	腎臓
南極海ミンククジラ	平均値	0.03	0.07	0.05
	最小-最高	(0.003-0.07)	(0.004-0.35)	(0.004-0.33)
	分析個体数	227	672	228
北西太平洋ミンククジラ	平均値	0.21	0.67	0.83
	最小-最高	(0.004-0.83)	(0.01-4.26)	(0.01-4.07)
	分析個体数	498	498	498

この表から、魚体中の水銀濃度は部位により均一ではないことがうかがわれる。魚体内において、身肉と肝(きも)を比較すると、肝の方が多く、時に数倍高く達しているものもあるという⁶⁾。北西太平洋ミンククジラの肝臓、腎臓にそのような結果が測定されていることから、内臓部を食用とするのは避けたほうが無難だと考えられている。

また、魚肉の部位の水銀濃度も均一ではなく、尾部の背中側の方が胸びれ下部や頭部の肉よりも高いと言われている⁶⁾。これはおそらく脂肪含有量が尾肉(20.6g/100g)が尾羽(17.8g/100g)よりも高いからだと考えられる⁷⁾。

これらのことから、ミンククジラでは、脂肪層が多い尾肉や尾羽より、鯨肉の大部分を占める赤肉なら、食用にしても問題はないと考えられている。

2. 水銀の一日許容摂取

WHOが定めた総水銀の一日許容量は、 $0.47\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ である。スズキやサバ、マス、マグロなどの食物連鎖上位の魚介類の平均総水銀濃度は $0.2\sim 0.3\text{ppm}$ (百万分の1)では100g中 $20\sim 30\mu\text{g}$ 含まれていることになる。実際、我々が食べる魚介類の水銀濃度を中間の 0.25ppm とすると、100g当たり $28.2\mu\text{g}$ の含有量となり、50kgの人が一日に食べられる魚介類は、94.0gとなり、100g/日なら許容範囲であろうと考えられる¹⁵⁾。

式) 50kgの人が一日に食べられる魚介類等の水銀濃度

Hg 一日許容量 $23.5\mu\text{g}/\text{cipita}/\text{day}$ ($0.47\mu\text{g}\times 50\text{kg}$)

魚介類量 $94.0\text{g}/\text{cipita}/\text{day}$ ($23.5\mu\text{g}\div 0.25\text{ppm}$)

平成12年度国民栄養調査より、日本人の一日当たりの魚介類摂取量は昭和50年から100g弱で安定している¹⁵⁾。また、日本におけるトータルダイエット調査(国立医薬品食品研究所)によると、1995年から1999年までの5年間で日本人の総水銀摂取量の平均は $9.0\mu\text{g}/\text{cipita}/\text{day}$ であり、そのうち魚介類が $6.7\text{mg}/\text{cipita}/\text{day}$ と74.1%を占める³⁾。

ここから日本人の水銀摂取量はWHO基準の一日許容量以下であると考えられる。

しかし、鯨類は食物連鎖の頂点に位置するので、鯨類として総水銀濃度が暫定規制値に

かぎりなく近い0.4ppm 付近のものが出回ると予想し、これも50kgの人の一日許容量を計算すると、一日58.8g 食べられることになる。

式) 一日許容量 23.5mg/cipita/day

魚介類量 58.8g/cipita/day (23.5 μ g \div 0.4ppm)

しかし、魚介類が水銀摂取量の74.1%を占めているので、43.6g/日が摂取しても良いことになる。先述した様に総水銀0.4ppm以下でなおかつメチル水銀0.3ppm(水銀として)を超えるものについては廃棄等の処分を行うものとなっているので、これらを考慮し、鯨肉摂取量は50g/cipita/dayとすれば、許容内ではないかと考えられる^{3) 6)}。

3. 日本および各国の食品中総水銀規制値

昭和48年6月24日に決定した厚生省による「魚介類の水銀に関する専門家会議」によると、日本におけるヒト摂取量としてのメチル水銀の暫定的規制値は0.17mg/cipita/weekで、FPA—WHO合同専門家委員会による暫定摂取限度の0.2mg/cipita/weekよりも厳しいものとなっている⁶⁾。これはおそらく、日本人は魚介類由来の水銀が総水銀摂取量の74.1%とかなりの割合を占めているので、このように厳しいものになったと思われる。

4. メチル水銀の生体内動態

メチル水銀は日本人にとっては水俣病の原因因子として大変なじみがある環境汚染物質の一つである。この毒性として、神経障害、免疫機能低下などの障害が報告されていて、例え半減期が70日と短いといえども、不安がないとは言えない。

食品に含まれているメチル水銀は、まず胃で胃酸の作用を受けて遊離し、十二指腸で含硫アミノ酸のシステインのSH基と結合、その後小腸でシステインと共に100%吸収され、門脈でヘモグロビンと結合し、血液を介して全身にまわる³⁾。

メチル水銀の体内での吸収を阻害するには、十二指腸でシステインとの結合を阻害したりメチル水銀をキレートしたりする物質が存在すればよいと考えられる。これらの作用を持つものに、非栄養素であるフィチン酸が挙げられる。フィチン酸は食物の種子、穀物類に多く含まれ、強いキレート作用により金属イオンを除去する作用がある。フィチン酸の多い食品として、米糠、小麦ふすま、大豆、おから、玄米、ごま、とうもろこしなどがあり、ことに玄米は精白米より水銀含有量が高いが、その分水銀排泄量も高いことが報告されている。

表4 資料8) Genmai-net 「コンパ21」 No.332

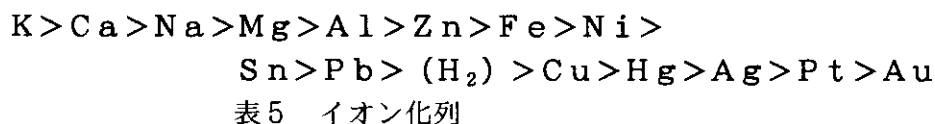
5. 化学毒性物質を体外に排出する力(解毒力)

動物実験水銀吸収試験(1ヶ月マウス)		
飼料名	玄米	白米
水銀含量(1日量 ppm)	0.09	0.04
排泄物水銀量(1ヶ月間平均1日量 ppm)	0.075	0.001
体内残留量	0.015	0.035
排泄率(%)	88.30	2.50
100g フィチン酸含有量(mg)	240.00	41.00

Rowland は 1986 年に、ラットにおいてメチル水銀を排泄する能力は、ペクチンやセルロースよりも小麦ふすまが強いことを報告している⁹⁾。小麦ふすまは 100g 中 18.2g のフィチン酸を含み、これは小麦ふすまの総食物繊維 11.2g/100g の約 16%にあたる。

Ou らの実験によると、小麦ふすまの食物繊維やフィチン酸は水銀のみならず、カドミウムや鉛などといった有害物質を吸着し、それらの害を防ぐことができるとしている。

一方、フィチン酸はカルシウムや鉄などの必須ミネラルも吸着することから、こうした有用金属の吸収阻害が問題とされている。しかし、下表のようにイオン化列から水銀の方が吸着しやすいと考えられ、同様にカドミウムの害もフィチン酸が吸着し、吸収阻害すると考えられる。



その Ou らの実験で、小麦ふすまはカルシウム、鉄、マグネシウムへの吸着はわずかだが、銅は吸着しやすいという結果がでている¹⁰⁾。これらの結果から、必要元素の銅のフィチン酸による吸収阻害が発生すると考えられるが、第6次栄養所要量では、日本人では通常の場合、銅欠乏症がないと報告されているので、ここでは銅に関しての考慮はしないこととした¹⁾。

これらより、フィチン酸を多く含む食品を摂取することでメチル水銀の排泄促進がなされることから、鯨肉摂取時にフィチン酸を含む食品の摂取すると良いと考えられる。

5. メチル水銀の蓄積と排泄

ヒト体内でのメチル水銀は、器官などにより濃度が異なり、肝臓・腎臓・毛髪の3ヶ所が特に多い。メチル水銀の吸収経路として食物中から腸へ、そして門脈に入り、肝臓へと運ばれる。排泄経路としては、肝臓から胆汁、そして糞便となり、体外に排泄される。そこで、これら両経路ともに関与する肝臓には必然的にメチル水銀が多く蓄積される。また、腎臓では体内で無機化された水銀を蓄積し、尿と共に排泄するので、こちらも蓄積される。毛髪はシステイン含量が高く、メチル水銀の蓄積が容易にされるためたまりやすく、ここは体外への排泄経路の一部ともなる³⁾。メチル水銀は、これらの経路によって約70日の

半減期で排泄される。なぜならこれは生体には体内に吸収した不要な化学物質を分解ないし排泄する能力が備わっているからである⁶⁾。

水俣病のように体内に過剰にメチル水銀が蓄積し、排泄が追いつかず、毒性が発現した例はある。体内でメチル水銀の毒性発現を抑制、中和する物質として、セレンが知られている。セレンはメチル水銀と1:1の割合で結合し、メチル水銀の毒性発現を阻止する作用を持つ。水銀中毒をおこしているであろう高濃度の水銀に汚染されたマグロが正常に動いているのは、そのマグロ魚肉中のセレンとメチル水銀が1:1の割合で結合していたからであると報告されている。このことからセレンはメチル水銀の毒性を中和する作用があるとされている^{3) 5)}。

また、有害金属の生体内での作用を抑制するものとして、生体内因子のメタロチオネインがある。これは体内の金属イオンを遊離した状態にしない為に存在する含硫たんぱく質で主に細胞質中に存在する^{12) 13)}。メタロチオネインは分子量約6000の低分子たんぱく質で、主に重金属の中和や解毒に関与する。このメタロチオネインはシステイン含量が30%を占め、またその他の含硫アミノ酸が多く存在する。含硫アミノ酸には必須アミノ酸のメチオニンと非必須アミノ酸のシステイン、シスチン、ホモシステイン、タウリンの5つが存在する。必須アミノ酸から非必須アミノ酸が合成されるが、それにはマグネシウム、亜鉛、ビタミンB₆が必要不可欠である。

メタロチオネインは半減期が数日と短く、その後分解されてしまうので、常に生合成し、体内に十分に存在させておくことが重要である。メタロチオネインを生合成する為には、含硫アミノ酸や硫化アリルなどの含硫化合物、また上記のように、亜鉛やマグネシウム、ビタミンB₆が必要である。そこで、これらの栄養素を摂取し、常にメタロチオネインを生合成できるよう努める事がメチル水銀毒性発現抑制に有効であろうと考えられる

^{14-1) 14-2)}。ただし、鯨肉には、含硫アミノ酸の含有量が多いとされている鶏卵(720mg/100g)などの卵類以上に含硫アミノ酸が豊富に含まれている(ミンククジラ赤肉で790mg/100g)。このことから、鯨肉摂取時には含硫アミノ酸以外の必要とする栄養素(マグネシウム、ビタミンB₆)を摂取するよう努めればよいと考えられる。

6. まとめ

メチル水銀は含硫アミノ酸のシステインのSH基と結合しやすい性質を持ち、吸収の際には胃で遊離したメチル水銀が十二指腸でシステインに結合し、小腸においてほぼ100%の割合で吸収される。また、生体内においても、たんぱく質のシステインに結合し、生体内反応を阻害する。体内での吸収を阻害するには、十二指腸でシステインの代わりにメチル水銀と結合し、便と共に排泄される物質が存在することが重要である。この作用を行う物質として、非栄養素であるフィチン酸がある。このことから、フィチン酸を含む食品と一緒に食べる事でメチル水銀排泄を促進することができる。

マグロの魚肉内でセレンとメチル水銀が1:1の割合で発見され、そこからセレンがメチル水銀と結合し毒性発現を抑制する、という事実関係が認められている。このことから、人においても、許容上限摂取量を上まらない程度に、セレンを含む食品を摂取することが重要であるとされる。

生体は体内に吸収した不要な化学物質を分解ないし排泄する能力を持っている。生体内因子である含硫たんぱく質のメタロチオネインは、体内の金属イオンを遊離の状態にしないように存在し、有害ミネラルの作用を抑える物質として知られている。しかし、メタロチオネインはたんぱく質でできている為半減期が数日と短く、その後分解されてしまうので、常に生合成する必要がある。そのため生合成に必要な含硫アミノ酸や含硫化合物、亜鉛やマグネシウム、ビタミンB₆などの摂取が不可欠である。ただし、鯨肉、特に赤肉には、卵類以上に含硫アミノ酸が豊富に含まれていることから、鯨肉摂取時には含硫アミノ酸以外の栄養素に気をつけて摂取することが望ましいと言える。

日本人が古来から食用としてきた鯨肉には、良質たんぱく質、低脂肪、鉄分豊富という条件が備わり、現代の日本人が必要とする最高の食材である。脂肪組織も大変よく、コレステロールは少なく、DHA、EPAなどの必須脂肪酸も獣肉と比べ大変多く、まさに魚介類に負けないくらいの「頭の良くなる」食材でもある。

このように鯨肉には大変良い面がある一方、食物連鎖の上位に位置するため、環境汚染物質の、ことにメチル水銀の生物濃縮の問題が無視できないのが現状である。

参考文献

- 1) 「鯨の資源量は豊富です」 (財) 日本鯨類研究所 (2000.9)
- 2) 「海の食文化」 (財) 日本鯨類研究所 (1996.11)
- 3) 総合食品安全事典編集委員会 編 「総合食品安全事典」 (株)産業調査会事典出版センター (1994.5)
 - 5.メチル水銀 P362~P368
 12. 食品経路の汚染物質 1日摂取量調査 P404~P405
- 4) 1 「クジラってなあに？」 (財) 日本鯨類研究所 (1996.11)
 - 2 日経新聞 (2002.2)
- 5) 「プレスリリース 鯨類食品における水銀汚染について」 (財) 日本鯨類研究所
- 6) 「食品衛生ハンドブック」 藤原喜久夫、粟飯原景昭 監修 (株)南江堂 (1992.4)
 - C 1 B 水銀による環境汚染 P644~P650
 - E 水銀等による環境汚染に対する政策 P652~P653 P675~P679
- 7) 「調理と理論」山崎清子 島田キミエ著 P343~P344 (1991.1)
- 8) Genmai-net より
- 9) Rowland IR *et al*; Arch Toxicol 59(2) P94~P98 (1998.7)
- 10) Ou S *et al*; J Agric Food Chem 47(11) P4714~P4717 (1999.11)
- 11) 「第六次改定 日本人の栄養所要量—食事摂取基準—」
 7. 銅 (Cu) P152Hathcock JN、細谷憲政監修・訳 (1997)
ビタミンとミネラルの安全性、CRN JAPAN 翻訳編集
P75~P76 健康産業新聞社、東京
- 12) メタロチオネイン
- 13) 佐藤雅彦、遠山千春 「環境汚染バイオマスマーカとしてのメタロチオネインの有用性」環境毒性学会誌 2(1) P27~P34 (1999)

- 14-1) 水銀 カドニウム
- 14-2) 有害なミネラルについて
- 15) Grace M.Egeland and John P. Middaugh ;SCIENCE vol278 P1904~P1905
“Balancing Fish Consumption Benefits with Mercury Exposure” (1997.12)
- 16) 平成 12 年度 国民栄養調査 P136
- 17) 「天然抗ガン物質 IP6 の驚異」アブルカラム・M・シャムステイン著 坂本孝作訳
日本食品工業学会誌 39 巻 7 号 P647-P655 (1992)
日本家禽学会誌 17 巻 6 号 P306-P311 (1980)
- 18) 科学技術庁資源調査会編；四訂日本食品成分表 (1999.11)

3章 鯨肉のPCB汚染の現状とその栄養学的対策

1. 鯨とPCBの問題について

鯨類の食用に際し水銀の他に問題視されている環境汚染物質にPCBがある。PCBは科学的に非常に安定な有機塩素化合物の総称で、正式名称はポリ塩化ビフェニールであり、209種の異性体が存在する。これらは、酸やアルカリによく耐える性質があることから、電気絶縁油、可塑剤、熱媒体作用、塗料印刷インク、感熱紙など、各種の工業用途に使用されてきた。しかし、その安定性が、現在、生体内で代謝、排出されにくい、という化学的特徴をもたらし、災いを引き起こしている。PCBは1972年に製造禁止、1974年に使用禁止となった。化学的に安定な性質ゆえに分解されずに環境中に分散され、今もなお人が生活できない深海や南極にもその汚染が及んでいる^{19) 20)}。

PCBは脂溶性の有機化合物であることから、人体においても脂肪含量の高いところに多く蓄積し、脂肪組織においては1ppm(百万分の1)程度と最も高く、逆に肝臓では数十ppb(1億分の1)と割合低い。PCBは代謝を受け難い性質を持ち、蓄積されていくので、年齢が上がるにしたがい組織中のPCB濃度は上がっていく。すなわち、長期間環境中のPCBを摂取していると、加齢に伴い、それだけPCBの体内蓄積量は高まってゆく^{19) 20)}。

海水中のPCBの濃度は通常1ppt(1兆分の1)以下である²⁰⁾。しかし、先述の通り、PCBは脂肪の多い部分に蓄積するため、食物連鎖と共に濃縮され、メチル水銀と同様、食物連鎖の上位の生物に高濃度で蓄積されている。このことから、食物連鎖の上位に位置し、しかも比較的長生きする鯨には蓄積しやすいと考えられる。一方、たん白質と親和性の高いメチル水銀とは蓄積する部位は異なり、PCBは主に鯨の皮の部位に蓄積され、赤肉にはほとんど蓄積されない。これは鯨類は脂肪(油)分を主として皮に蓄え、筋肉の部分に脂肪分が極めて少ないという性質があるからである²¹⁾。それゆえ赤肉の部位はPCBは少なく、検出限界値以下のものもあったが、本皮にはPCBの性質ゆえに赤肉よりも高濃度(数ppm単位)のPCBが検出されて、ツチクジラやゴンドウイルカの一部の鯨類の皮に暫定的規制値の0.5ppmを超える7.12ppm(ツチクジラ)と21ppm(ゴンドウイルカ)のPCBが検出されたほどである²²⁾。

しかし、本皮はそのまま食用として市場にでまわることには少なく、多くはベーコン(ゆでてから燻製)、本皮(塩蔵品)、ころ(本皮を鯨油で揚げる)といった加工食品として出回る為、それらのPCB濃度は多少減少しているのではないかと考えられる²³⁾。

2. PCBの暫定的規制値(食品衛生法;厚生省環境衛生局長通知)

PCBの暫定的規制値は遠洋・沖合魚介類で0.5ppmとなっている。一方、PCBの暫定的耐容摂取量(人が一生にわたって摂取しても健康影響が起こらない量)は50kgの人で、250 μ g/人/日と算出されている。日本人の通常の食事からのPCB摂取量は、1990年から1999年の平均で、1.1 μ g/人/日と厚生科学研究所で算出されている。暫定的耐容摂取量から1日摂取量の平均を引くと、1日のPCB摂取可能な余裕量は、250 μ g-1.1 μ g=248.9 μ g/人/日となる。これより、鯨肉の摂取可能量をPCB含量が規制値以上のもので計算すると、ツチクジラの皮下脂肪(PCB平均7.12ppm)で35g/日、バンドウイルカの皮下脂肪(PCB平均21ppm)で11g/日となる²²⁾。しかし、PCB濃度が検出限界以下のミンククジラの赤肉なら、それよりも多く

摂取しても問題はないと考えられる。

3. 日本人のPCB摂取量とその割合

最近10年間（1991年～1999年）のPCB平均一日摂取量は $1.1\mu\text{g}$ と、その前の10年間（1981年～1990年）の $2.4\mu\text{g}$ の47.9%減となっている。1974年以降PCBの一般使用が禁止され、1995年までPCBの摂取量が徐々に減少した。このことから環境中のPCB汚染が改善されたかのように思われるが、最近5年間の平均一日摂取量は $0.89\mu\text{g}$ で減少傾向がほとんどない。このことから明らかにPCB汚染が継続していることがうかがわれる²²⁾。

1980年代では、日本人のPCB平均一日摂取量は $2.4\mu\text{g}$ で、このうちの9割は食物由来であり、そのうち6割は魚介類からの摂取であった。しかし近年、獣肉・卵・乳類からのPCB摂取量が減少し、最近5年間の平均摂取量 $1.4\mu\text{g}$ の95.3%を占める $0.86\mu\text{g}$ が魚介類由来であると報告されている²²⁾。

先に獣肉からのPCB摂取量が減少していると述べたが、この中にはもちろん鯨類も含まれる。ではなぜPCB摂取量が問題とされる鯨類が、獣肉に含まれているのに獣肉由来のPCB摂取量が少ないのか、鯨肉のPCBはそれほど問題視されないのかと疑問に思われるであろう。これは、鯨肉は獣肉摂取量100g中占める量がわずか0.1gと少ない見積もりとなっており、しかも一度ボイルしてそのゆで汁を捨ててからPCBを測定しているためこのような結果が出た訳であり、これから鯨肉にPCB汚染の心配が全く無い、というわけではないと考えられる。

4. PCBの人及び動物への影響

PCBの影響として最近最も問題視されている事例に、*in vitro*における弱いエストロゲン様作用が挙げられる。この作用を持つ12種類のPCBをコプラナーPCB (co-PCB) とし、ダイオキシン類に分類する科学者もいるほどである。*in vivo* においては、マウスの去勢雄の精囊の重量減少や、雌で性周期の延長、交尾回数の減少や分娩の遅延などがあり、他の動物でも同様の結果が出ている。また、ウサギとサルの実験で、妊娠期間中の暴露で胎児・出生児死亡率の増加、出生直後並びに生後の死亡率増加と言うような結果が出ている。また、PCBの人への影響として、胎児の死亡率の増加、出生児の発育抑制、皮膚の色素沈着、流産発生率の増加などがある²⁴⁾。

なぜPCBにエストロゲン様作用があるのか、それはPCBのベンゼン環に結合した水酸基がエストロゲンの一種、エストラジオールのベンゼン環に結合した水酸基と同様の化学構造を持ち、その部分がレセプターに結合し、エストロゲン様作用を発現するのではないかと言われている²⁵⁾。

5. PCBの代謝

前述したが、PCBは209種の異性体を持つ有機塩素化合物の総称で、主に3～6塩基化体が多い。PCBは化学的に安定で、なおかつ多くの優れた物理・化学的特性を持っているので、熱媒体、絶縁油、複写紙用として大量に使用されていた。しかし、その安定な性質から一般環境への残留性が高いため、現在では製造及び使用禁止となっている。

PCBは脂溶性で、しかも生態系での代謝を受け難いことから生物濃縮される物質である。

しかし生体内でまったく代謝されないというわけではなく、一般に塩素数の少ないPCBほど代謝され易く、逆に多いほど代謝されにくいという特徴がある。マウスを使った実験では、4塩素化物以下の低塩素化体は投与後4週間目でほとんど消失したが、5塩化物以上の高塩素化体は9週間後もなお明瞭に残留していたという結果が報告されている¹⁹⁾。

PCBの代謝は、肝ミクロゾームのシトクロームP-450を中心とした薬物代謝酵素系によって水酸化され、モノドロキシ体としてグルクロン酸抱合を受けずに胆汁を介して糞便中に排泄される¹⁹⁾。また、このシトクロームP-450の生合成に関与していると言われているビタミンAが、PCB摂取によりその要求量が増加した、という結果がラットを使った実験で報告されている²⁶⁾。しかし、まだビタミンAがシトクロームP-450の生合成に関与しているかどうかははっきりとはしていないが、とにかく、PCB摂取でビタミンA要求量が増加するのは事実である。又、同様に、ビタミンCもPCB摂取で要求量が増すことが知られている。これもシトクロームP-450の合成に関与しているという説もあるが、今現在ははっきりとした結論はでていない。(名古屋文理短大学長 吉田昭教授より)PCBとビタミン類との関係及び生体内動態はまだはっきりとは解明されていないが、ビタミンAとビタミンCの適度の摂取がPCB毒性発現抑制に重要であると断言されている。このことから、PCB毒性発現抑制のためには、ビタミンAとビタミンCが不足にならないよう注意することが重要であると考えられる。

PCB摂取とたん白質との相関関係をみると、低たん白質状態ではPCBの毒性を受けやすくなり、又アミノ酸スコアが低い食事のラットほどPCBの毒性を受けやすいといった実験結果が報告されている。又脂質では、飽和脂肪酸の多いラードを摂取した方が、それが少ないオリーブ油、大豆油を摂取するより毒性を受けやすいという結果も報告されている。これによるとPCB毒性発現はラード>大豆油>オリーブ油を摂取した順となり、これは飽和脂肪酸含量と相関している²⁷⁾²⁸⁾。これらのことからたん白質はアミノ酸スコアを考慮し、且つ摂取不足にならないように、脂質は質を考えて摂取すればPCBの毒性を弱められると考えられる。

要約すると、

- ① ビタミンA、ビタミンCを充足するように摂取する。
- ② たん白質は質を考慮し、摂取不足がないように摂取する。
- ③ 脂質もたんぱく質同様質を考えて摂取する。

これらを考慮し、バランスの良い食事を摂取することがPCB毒性発現を抑制するためには重要であるといえる。

6. PCBの排泄

体内に食物と一緒に摂取されたPCBは脂肪と共に溶けて、小腸で吸収され、胸腺リンパ系を経由し、血液によって各組織に送られ、その後肝臓などの臓器や脂肪組織に蓄積される。蓄積されたPCBは一ヶ所にとどまるのではなく、絶えず血液に溶け込み、体内を循環し、臓器などに再配分、再蓄積を繰り返している²⁹⁾。

肝臓に蓄積されたPCBは、胆汁と共に胆のうを経由して十二指腸に行き、その後小腸で再吸収されるといった「腸管循環」を繰り返している。一部糞便として排泄され、通常

PCB のヒト体内の半減期は 5 年から 10 年とされている²⁹⁾。

しかし、この腸肝循環している時に、十二指腸で PCB を吸着し、便と共に排泄させる物質がある。これが食物繊維とクロロフィルである³⁰⁾。全ての食物繊維が同様に PCB を吸着するのではなく、食品によって異なる。PCB の吸着順位としては、食物繊維では、米ぬか (86.6%) > ほうれん草 (71.6%) > ごぼう (53.8%) > キャベツ (52.5%) > 白菜 (51.6%) > 大豆 (49.1%) 大麦 (47.8%) > 大根 (44.8%) > とうもろこし (42.2%) > 人参 (38.7%) の順となっている。(吸着率%) その他、フキ、葉ネギ、アルファルファ、モヤシ、サヤインゲンなどがある³¹⁾。

また、クロロフィルは PCB を特異的に吸着するので、小松菜、みつば、青じそなどの緑色野菜を積極的に摂取することも PCB 排泄促進に重要であるといえる。

以上のことから PCB の排泄を促すために、食物繊維とクロロフィルを含む食品を摂取することが重要である。

7. まとめ

一度摂取した PCB はヒトにおいて 5 年～10 年の半減期を持ち、体内の脂肪分の多い組織に蓄積される。しかし、一度蓄積された PCB は半永久的にそこに留まるといいうわけではなく、絶えず血液に溶解込み、体内を循環し、臓器などへの再配分・再蓄積を繰り返している。

PCB 摂取でビタミン A・C の要求量が高まることが知られている。これは PCB の解毒作用で知られる肝ミクロゾーム内の解毒酵素シトクローム P-450 の生合成にこれらのビタミンが必要だからと言われているが、はっきりとしたメカニズムはまだ解明されていない。しかし、ビタミン A 欠乏ラットで PCB の毒性が発現したことから、PCB の毒性抑制の面で十分量摂取する必要があると言える。また、たんぱく質は良質かつ十分量摂取することが必要であり、脂質は質の考慮は大切であると言える。

一方、体内に蓄積したダイオキシン類は食物繊維とクロロフィルに吸着し、便と共に排泄することを福岡県保健環境研究所のダイオキシン研究グループによって明らかにされた。これより、体内のダイオキシン類を効果的に排泄促進する食生活の方法として、クロロフィル含量の高い緑色野菜を、また、食物繊維の多い食品を摂取することが重要であると言える。

食物連鎖で上位に位置し、しかも他の魚類により比較的長寿の鯨類には、PCB などの脂溶性の汚染物質が全身に蓄積されると考えがちである。しかし実際には、鯨類にはダイオキシン類等の有機塩素化合物が全身に蓄積されにくい特徴を持っている。それは鯨類は脂肪(油)分を主として皮に蓄え、赤身となる筋肉部位の脂肪分が他の生物に比べて非常に少ないからである。

しかし、日本人は鯨類の本皮や尾の身といった脂肪分の多い部位も食用としていた。これらの部位は赤身とは異なり、性質上 PCB などの有機塩素化合物を蓄積しやすく、事実、一部の鯨類の本皮から暫定規制値以上の PCB が検出された。ところで、鯨類の皮脂は鯨油で揚げる、ボイルしてから燻製にするなど加工されてから利用されることが多く、これによりそれらの汚染物質が脂肪と共に減少するとも考えられる。だがしかし、いまだ製品状態での分析がなされていないのが現状であり、このことについては断言できるとは言いがたい。そこで、先述のような留意点に注意すれば赤身の鯨肉は食用として摂取できると

考えられる。

参考文献

- 19) 総合食品安全事典編集委員会 編；総合食品安全事典、(株)産業調査会事典出版センター：356-358 (1994.5)
- 20) 藤原喜久夫 粟飯原景昭 監修；食品衛生ハンドブック、(株)南江堂：161-166、673-674(1992.4)
- 21) プレスリリース 捕獲調査副産物のダイオキシン等について、(財)日本鯨類研究所
- 22) 豊田正武ら；日本におけるトータルダイエット調査（食品汚染物質の1日摂取量）
国立医薬品食品衛生研究所食品部（1977-1999）
- 23) 萩田 守 編；素材 *de* 料理 クッキング新辞典第一巻、(株)学習研究会：224
(1989.7)
- 24) (財)電気絶縁物処理協会 ポリ塩化ビフェニール類(PCB)より
- 25) 渡辺 雄二 著；環境ホルモン 防御の処方箋 (株)法研 (1999.8)
- 26) 印南 敏ら；15、環境汚染物質の毒性と栄養条件に関する研究 (1)PCBの毒性と栄養条件との相互関係に関する研究、厚生省国立栄養研究所栄養改善部栄養改善研究室 (1974-1978)
- 27) 印南 敏ら；16、環境汚染物質の毒性と栄養条件に関する研究 (1)PCBの毒性と栄養条件との相互関係に関する研究、厚生省国立栄養研究所栄養改善部栄養改善研究室 (1974-1978)
- 28) 印南 敏ら；17環境汚染物質の毒性と栄養条件に関する研究 (1)PCBの毒性と栄養条件との相互関係に関する研究、厚生省国立栄養研究所栄養改善部栄養改善研究室 (1974-1978)
- 29) 真島 新二 著；汚染から人間を守る方法を見つけよう
- 30) 福岡県保健環境研究所ダイオキシン研究グループ；ダイオキシンによる人体汚染と体外への排泄に関する研究 (1999.6)
- 31) 食生活の工夫でダイオキシンは排泄できる；health クリック
- 32) 科学技術庁資源調査会編；五訂日本食品標準成分表 (2000.12)