

# 琵琶湖産魚介類と海産魚の鮮度低下状況および 冷蔵中の品質低下状況の比較 I (昭和61年度)

三重大学水産学部 野田 宏行

琵琶湖産の各種淡水魚類の利用拡大を目指して、これ迄に各種の試験を実施してきた。本年度は湖産魚介類の中から新しい加工利用と原料魚の品質維持が望まれているコアユ、オオクチバス、イサザ、ホンモロコ、スジエビを試験材料に選んで短期間の冷蔵による鮮度低下の様子を調査した。また、上記の試料を長期間冷凍保管した時の品質の劣化の程度を試験した。これらの成果は海産魚の鮮度低下、冷凍保存中の変敗と併せて考察し、湖上で漁獲してから加工品にする迄の鮮度保持技術確立のための基礎資料にすると同時に、多獲された魚介類を冷凍保存後適宜加工品の素材として利用する際の参考に供するものである。

## 実験方法

### 1. 試料

湖産コアユとオオクチバスは6月下旬、イサザとスジエビは12月下旬、ホンモロコは4月上旬および海産魚は10月に入手し数日間4℃に冷蔵して連日外観とK値を測定し、一部を-30℃の冷凍庫に保管して一定期間経過後外観とTBA値を測定した。

### 2. 水分、K値

水分は常圧乾燥法により測定した。

K値は試料を10%TCAと共にホモジナイズ後遠心分離して中和し、試液とした。試液の一定量をオリエンタル電気製鮮度測定器KV-101を使用してK値を測定した。

### 3. TBA値

クロロホルム、メタノールで抽出した脂質の一定量をベンゼンに溶解し、チオバルビツール試薬(TBA)を加え、振盪後、水層を沸騰水浴中で加熱後冷却し、530nmの波長で測定した。なお、単位は油脂1,000g中のマロンアルデヒドのmg数を表示した。

## 実験結果と考察

### 1. 琵琶湖産魚介類と海産魚類の冷蔵中の鮮度低下状況比較

漁獲後できる限り速やかに冷蔵しながら運搬された試料の中でコアユ、イサザ、スジエビ、ホンモロコおよびマイワシは魚体そのまま、オオクチバスとハマチ、マダ

イは三枚に卸して筋肉部分を剥ぎ取り、10%TCAと共にホモジナイズ後K値を測定した。残りは夫々サランラップで一本ずつ包装して4℃の低温庫に保管し、その後4日間連日K値を測定した(表1、図1~5)。ホンモロコの初日の値が他の魚種に比較して高い値を示し、4日経過した後もK値は65%高まるに止まった。これは0日目のホンモロコの試料が既に鮮度がある程度低下していたものであったとも考えられるが、再検討の必要があろう。初期腐敗のガイドラインは魚種によって異なるので、一概に言えないが、仮に50%を1つの目安にして、それに達する迄の日数で比べると、コアユは4日後、イサザは2日後に、ホンモロコは1日後に50%を越えていた。これらは意外に速やかに鮮度が低下するように見受けられるが、いずれも魚体そのものをホモジナイズしたもので内臓も含まれているところから、筋肉内ばかりでなく内臓の酵素の影響を受けた可能性が強い。オオクチバス筋肉のK値が4日経過しても15%で低く、6日後でも22%であったことから、皮膚や内臓に含まれる核酸物質が関与している推測を支持する結果と言える(図2)。一方、念のために測定した海産魚筋肉の冷蔵中のK値の変化を表1、図6で見ると、マダイはオオクチバスに類似した傾向を示し、4日冷蔵後でもK値は13%で十分に可食に耐えられるようであった。3魚種の中で魚体を内臓を含んだ状態で処理したマイワシの鮮度低下が最も速く、2日後に約50%に達し、4日後には当初の10倍の高値を示して注目された。さらにハマチ肉は4日後にK値が50%を上廻り、マダイよりは鮮度低下が速いことをうかがわせた。なお、マダイ肉の4日以降のK値は今回は測定していない。

スジエビの鮮度低下は外見からは見分けがつきにくいですが、冷蔵3日後にK値が50%を越えることから、1~2日が冷蔵保管の限度になるように見受けられた。

今回得られた結果だけからスジエビと同様の見方をすると、コアユは2日間、イサザは24時間、ホンモロコはその日の中に加熱処理するか、冷凍保存することが望ましいと結論される。4℃に保存したときの湖産魚介類の外観変化を表2で比較したものを併せて考えると、コアユは2日後に腹切れ、生臭さが著しく可食不良と見受けられた。オオクチバスのK値は6日後でも22%で腐敗していないことになるが、外観は内臓も溶解が始まり、生

表1. 琵琶湖産魚介類、海産魚の冷蔵中（4℃）におけるK値

(単位：%)

魚種	保存期日(日)	0	1	2	3	4	5	6	8
コアユ		8.10	17.44	29.19	48.98	41.73	—	—	—
		11.98	24.22	26.39	45.71	53.68	—	—	—
		6.88	24.56	23.44	46.67	40.00	—	—	—
オオクチバス		0.35	3.15	5.41	17.81	11.23	—	21.04	—
		0.90	2.97	8.19	13.04	17.86	—	22.38	—
		1.33	2.19	8.82	13.88	13.04	—	24.32	—
イサザ		4.79	32.48	43.54	48.26	55.56	—	—	—
		7.08	30.30	50.00	58.15	54.14	—	—	—
		5.01	39.00	58.04	55.56	53.74	—	—	—
スジエビ		10.09	31.31	33.06	64.20	58.56	—	—	—
		6.71	20.69	38.14	53.71	58.87	—	—	—
		10.23	20.87	47.83	43.21	59.18	—	—	—
ホンモロコ		43.36	52.00	68.35	64.14	76.30	54.61	55.64	63.17
		41.62	63.72	59.39	69.29	75.74	66.06	61.27	70.52
		43.78	54.36	55.87	60.96	54.49	76.79	65.85	77.87
マイワシ		9.20	23.70	30.00	93.76	130.50	—	—	—
		10.72	25.68	58.14	89.21	102.13	—	—	—
		11.10	20.66	43.06	95.01	115.64	—	—	—
ハマチ		1.51	9.21	10.51	22.58	58.24	—	—	—
		1.09	9.07	11.31	29.63	53.04	—	—	—
		1.43	8.80	10.78	30.15	50.01	—	—	—
マダイ		2.51	8.56	9.25	10.56	12.63	—	—	—
		1.05	7.93	9.61	11.21	12.91	—	—	—
		1.63	8.21	9.82	11.05	13.05	—	—	—

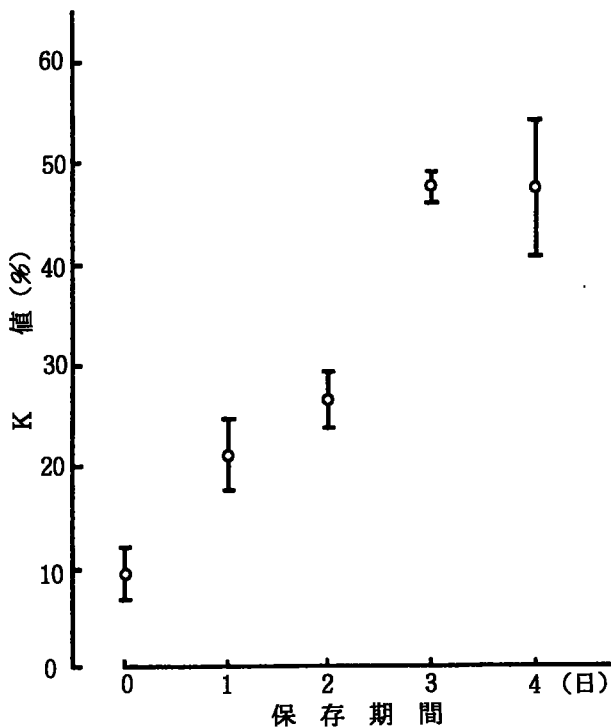


図1. コアユ全魚体の冷蔵中におけるK値変化

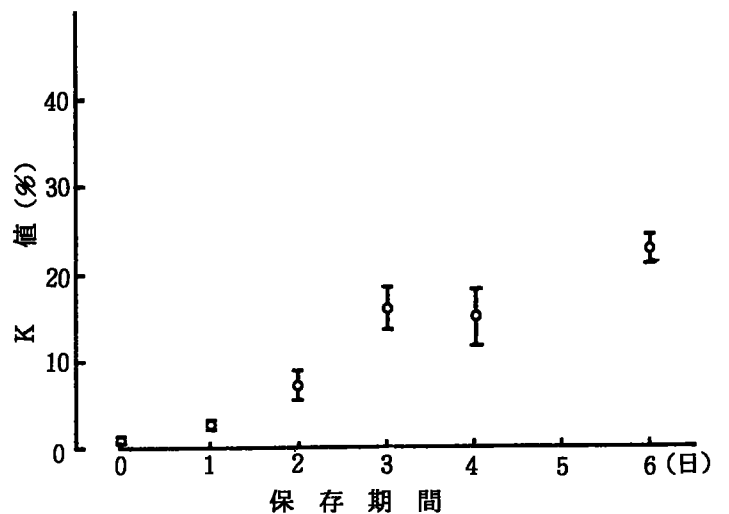


図2. オオクチバス筋肉部分の冷蔵中におけるK値変化

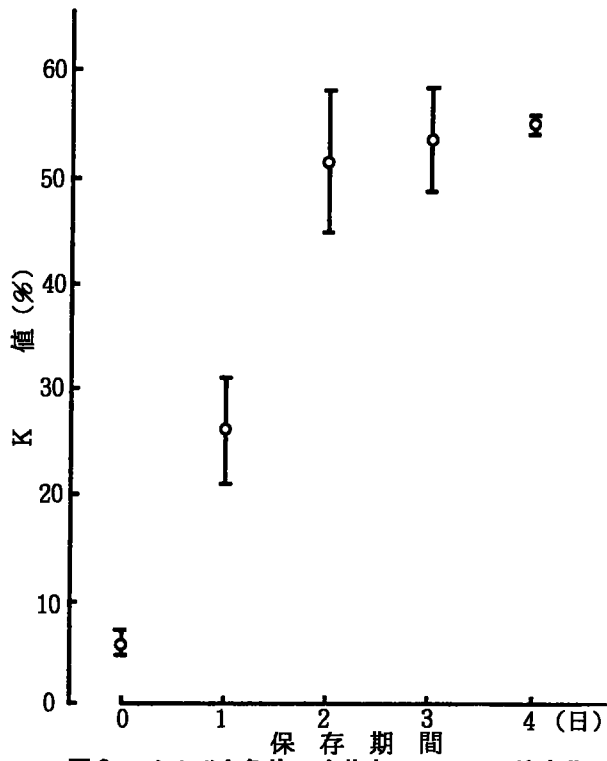


図3. イサザ全魚体の冷蔵中におけるK値変化

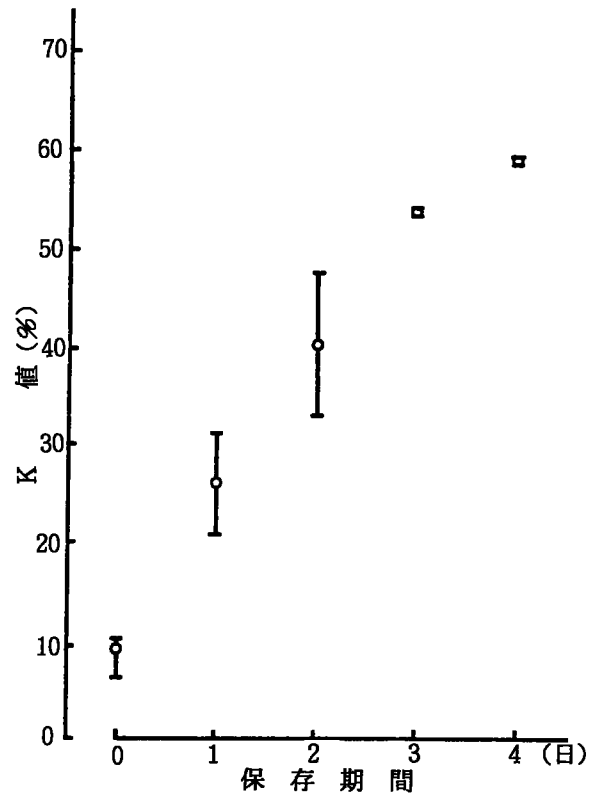


図4. スジエビの冷蔵中におけるK値変化

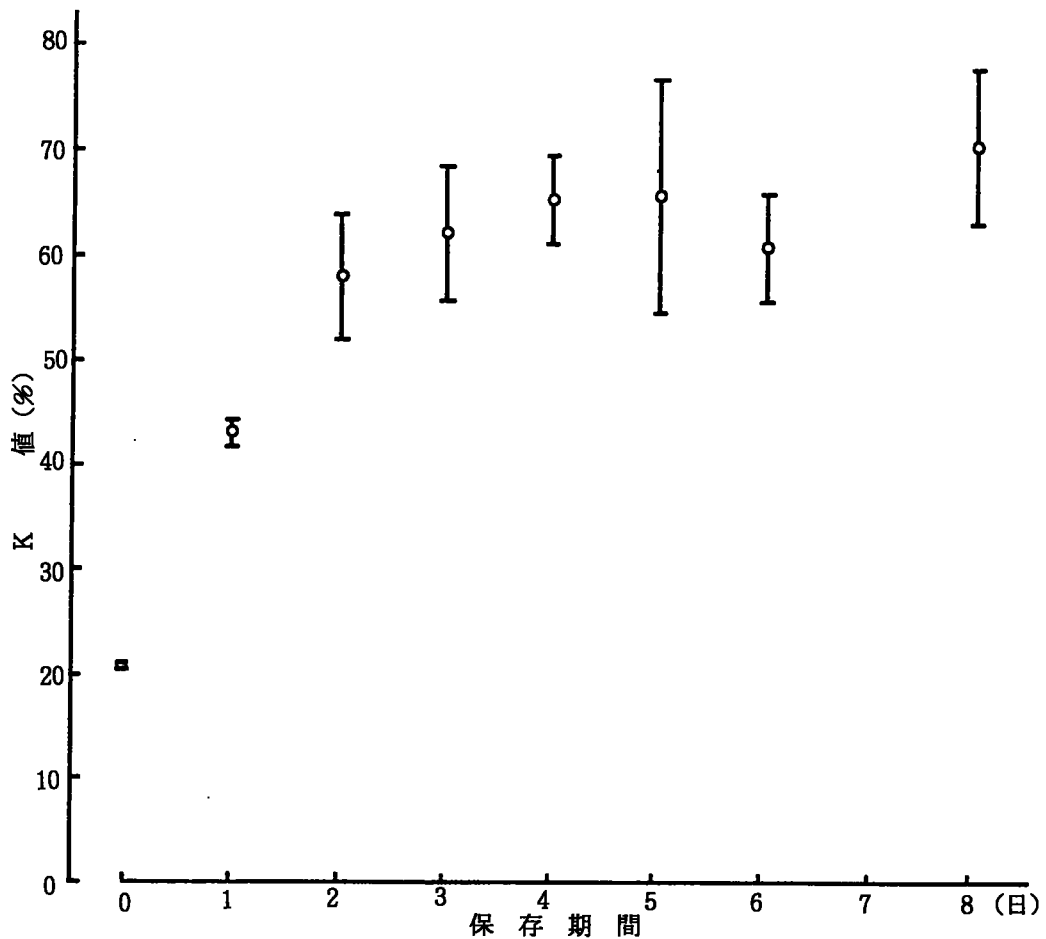


図5. ホンモロコ全魚体の冷蔵中におけるK値変化

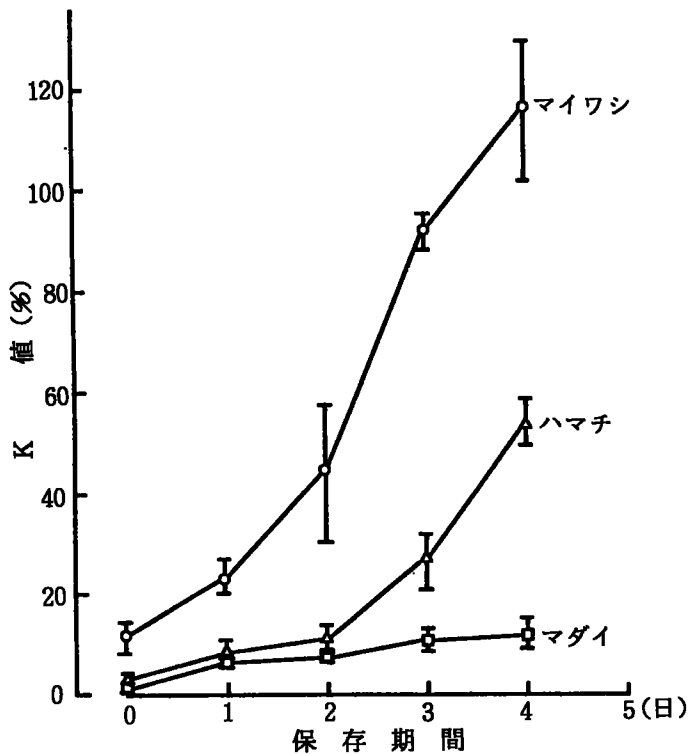


図6. 海産魚類の冷蔵中におけるK値の変動

食味が不能と見られ、ホンモロコは1日から2日にかけて体色は変わり、内臓も軟化しており、K値と外観とはかなりの部分で一致していることが判明した。オオクチバスや海産魚と異なり、これらの琵琶湖産魚介類は小ぶりで、そのまま加工されて食卓に出されるものであるから、変敗が早い内臓の変化に伴って肉質部分の鮮度も比較的落ち易いと考えた方が妥当であると思われる。

マイワシはコアユ、イサザ、ホンモロコと比較できるように小羽のものを使用し、魚体毎供試したが、2日後にK値が50%を越える点は琵琶湖産魚介類と変わらないが、その後の変敗はマイワシが著しく、4日経過後には腐敗臭がはなはだしく、上記琵琶湖産魚介類の方が悪変しにくいように見受けられた。山田ら(1981)はマイワシのK値は真皮が混入することによってグアニン由来のヒポキサンチンのためにK値が高まると報じているので、全魚体から得たK値が正確にその魚種の鮮度を表わすものか否か問題は残るが、目安として採用することは可能であると考えられる。

なお、今回供試した魚介類の水分を表3に示すが、ホンモロコが69.7%で少なくオオクチバスが79.5%で多い傾向を示し、コアユ、イサザがその中間の値を示した。

臭さも強くなっている。イサザでは1日後に体表面にぬめりが生じ、内臓も軟化している。スジエビは3日後に

表2 琵琶湖産魚介類の冷蔵中(4°C)における外観変化

魚種	日数	項目	体色	鰓	腹部	臭い	内臓
コ	採捕直後		所々黄色い。色薄い。	紅色、光沢なし。	肉薄く、破れそう。	芳香せず。	形をとどめている。
	1日後		鱗黄色い。色薄い。	"	"	生臭い。	溶けかけている。
	2日後		背部淡緑色。全体に白色、光沢なし。	"	押すと腹切れを起こす。	生臭い。食味疑問。	"
	3日後		"	淡紅色、白濁。	"	生臭い。食味不可。	溶けている。
ア	4日後		"	"	"	"	"
	採捕直後		銀緑色。	光沢なし。	硬い。	少し臭い。	正常。
	1日後		背部黄変、側部緑変。	薄紅色、ぬめりあり。	"	"	"
	2日後		"	"	赤味がかかる。	生臭い。	鼓腸してきた。
	3日後		"	"	"	"	"
ユ	4日後		"	"	"	"	"
	5日後		黄色、ぬめりあり。	"	軟らかい。	かなり生臭い。	溶けかける。
	採捕直後		黄色味を呈す。		肉薄い。	少し臭い。	軟らかい。
イ	1日後		黄色味を呈し、ぬめりあり。		"	"	形をとどめている。
	2日後		赤味増す。ぬめり増す。		肉薄く、破れそう。	生臭い。	溶けかけている。
	3日後		赤味呈す。ぬめり増す。		押すと腹切れを起こす。	生臭い。食味疑問。	溶けている。
	4日後		"		"	生臭い。食味不可。	"

魚種	項目 日数	体色	鰓	腹部	臭い	内臓
ホンモロコ	採捕直後	光沢あり。		肉薄く、やわらかい。	芳香せず。	しっかりしている。
	1日後	光沢あり、黄味がかる。		”	”	”
	2日後	光沢あり。		”	”	くずれそう。
	3日後	”		”	”	溶けかけている。
	4日後	”		”	”	”
	5日後	”		”	”	溶けている。
	6日後	一部に光沢あり。		”	”	”
	8日後	”		”	腐敗臭あり。	”
スジエビ	採捕直後				少し臭い。	正常。
	1日後				”	”
	2日後				”	軟らかい。
	3日後				生臭い。食味疑問。	溶けかけている。
	4日後				生臭い。食味不可。	溶けている。

## 2. 琵琶湖産魚介類と海産魚類の長期冷凍保管中の品質の変化

湖産のコアユ、モロコ、イサザ等の魚は、現在漁業者が捕獲した量に応じて加工業者の手元に運搬され、適宜加工されるのが常であるが、前項の試験結果からも推測されるように、漁獲後の放置時間が長びくにつれて鮮度は低下し、腐敗しないまでも、肉質は軟化し眼の充血や腹切れをもたらすと加工品の商品価値を著しく落とすことになる。従って、漁獲から加工までの低温管理が必須の条件になる。とりわけ、薄味が重用される昨今、原料の鮮度に対する注文が益々高まることになろう。

また、魚類は一般に旬があり、一時期に集中して多獲されるので、需要と供給のバランスが崩れ、加工面では年間を通じて安定的に商品を提供することができなくなるおそれが強い。冷凍保管の技術は湖産の魚種についても採用を考える時期に来ていると思われる。

表 3. 供試料の水分

魚種	水分
コアユ	73.8 %
オオクチバス	79.5
イサザ	74.5
スジエビ	75.0
ホンモロコ	69.7
イシガイ	74.9
マイワシ	64.4
ハマチ	62.1
マダイ	76.2

そこで、61年6月に入手したコアユ、オオクチバスと海産魚のマイワシ、ハマチ、マダイを $-30^{\circ}\text{C}$ に冷凍保管して夫々0、4、6、8ないし9ヶ月後にとり出し、表4で外観を、また過酸化脂質の量を表示するのに汎用されているTBA値を測定した結果を表5、図7に示す。

まず、冷凍保管中の外観を比較すると、コアユ、オオクチバス共に入手直後と6ヶ月、8ヶ月後では解凍後の所見は殆ど変化が認められない。即ち、体色、腹部の硬度、内臓の自己消化、表面の乾燥度合は新鮮時と8ヶ月後では変わらないように認められた。

なお、表中に( )で表示した数値は入手直後のホンモロコと4ヶ月冷凍保存後のイサザ、スジエビのTBA値であるが、これらの試料について測定回数を重ねても予測値を大幅に上回る値を示したので、この試験はイサザとスジエビの生試料の測定と併せて後日やり直すこととして参考までに掲示した。

コアユとオオクチバスのTBA値は当初それぞれ33.3 mg/kg、31.3 mg/kgでこの値は海産の新鮮魚と類似した値であるが、コアユ全魚体では6ヶ月後に3.67倍に高まり、8ヶ月後には4.14倍の138 mg/kgに達した。また、オオクチバス筋肉中のTBA値は6ヶ月後に約2倍に上昇し、8ヶ月後に6.16倍の192 mg/kgになり、この値はコアユの含量を凌駕している。一方、マイワシ全魚体およびハマチ肉のTBA値は6ヶ月経過すると当初の夫々4.32倍、3.99倍になり、更に9ヶ月後には5.56倍の251 mg/kg、5.91倍の240 mg/kgに急増している。このマイワシの脂質量は17.2%、ハマチが14.0%で高脂質量を有し、マダイの脂質が3.7%であることを考慮すると、TBA値の上昇も説明がつくことになる。今回は未測定であるが、コアユの脂質は概して1~5%、オオクチバス筋肉

表4. コアユ、オオクチバスの冷凍中（-30°C）における外観変化

魚種	経過時間		採捕直後	6ヶ月後	8ヶ月後
	項目				
コ ア ユ	体	色	背部は黒色、全体的に銀白色。	全体的に体色が薄れていた。	6ヶ月目と体色に変化なし。
		鱗	光沢なし。	光沢なし。	光沢なし。
	腹	部	肉が薄く破れやすい。	肉が薄く破れやすい。	押すと腹切れを起こす。
	臭	い	生臭い。	生臭い。	生臭い。
	内臓乾燥状態		形をとどめている。 べたべたしている。	形をとどめている。 べたべたしている。	形をとどめている。 べたべたしている。
オ オ ク チ バ ス	体	色	背部は暗緑色、腹部は薄いピンク色で、全体的に光沢あり。	体色変化なし、光沢なし。	体色変化なし、光沢なし。
		鱗	光沢なし。	形をとどめている、光沢なし。	形をとどめている、光沢なし。
	腹	部	硬く、表皮も強い、弾力あり。	硬く、表皮も強い、弾力あり。	硬く、表皮も強い、弾力あり。
	臭	い	生臭い。	生臭い、採捕直後と変化なし。	生臭い、採捕直後と変化なし。
	内臓乾燥状態		形をとどめている。 表面には水滴なし。	形をとどめている。 解凍後の表皮硬い。	形をとどめている。 解凍後の表皮硬い。

表5. 琵琶湖産魚介類と海産魚類の長期冷凍中（-30°C）のTBA値

(単位：mg/kg)

魚種	保存期間 (月)	TBA値					
		0	4	6	8	9	
コ	ア	ユ	33.31		122.25	137.91	
オ	オ	ク	31.30		68.00	191.47	
イ	サ	ザ	—	(200.17)			
ス	ジ	エ	—	(259.19)			
ホ	ン	モ	(559.87)				
イ	シ	ガ	—				
マ	イ	ワ	45.26		195.61		251.03
ハ	マ	チ	40.65		162.15		240.36
マ	ダ	イ	28.35		73.74		102.97

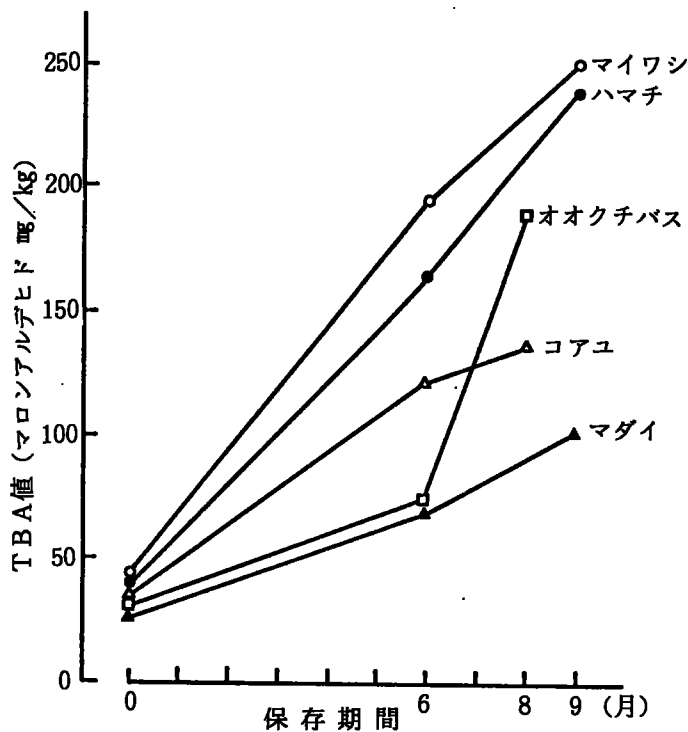


図7. 長期冷凍保管中の琵琶湖産魚介類、海産魚のTBA値

も数%前後と思われるので、6ヶ月後のTBA値は納得のゆくものと言える。但し、8ヶ月後のオオクチバスTBA値の急増の原因は不明である。

冷凍保管中の湖産魚介類の品質劣化の試験は、現在続行中で言えば中間報告の段階である。TBA値は表示の

方法が様々で既往の文献は参考にならない。まして、淡水魚のTBA値は全く報告が見られない。冷凍保管中の品質の劣化は含有脂質の変化が最も大きく、揮発性塩基窒素などの変化に先行して表われる。今回の結果から脂質含量の高い魚の方がTBA値の変動幅が大きくなることが推察された。脂質の酸敗を最少限に抑えるには、低温保管はもとより、保管中の変質を防止するために通気性のない袋で包装後、脱気、或いは不活性ガス置換、脱酸素剤使用などを実施することが肝要となる。包装袋の使用はまた表面の乾燥を防いでスポンジ化から護ることになる。

冷凍保管中の変質の指標の一つとなるドリップ量は今回試験できなかったので、先送りの課題としたい。

#### 文 献

1. 山田金太郎・東野 覚・河原敏明・伊東良太郎：日水誌，47，631—636（1981）。
2. 江平重男：東海水研報，88，1—132（1976）。
3. 加藤 登・内山 均・宇田文昭：日水誌，39，1039—1044（1973）。
4. 江平重男・内山 均：日水誌，40，479—487（1974）。
5. 坂口宏海・浜口 章：日水誌，35，1207—1214（1969）。
6. 豊水正道・花岡研一：日水誌，46，1007—1070（1980）。
7. 佃 信夫：東海水研報，94，51—58（1978）。