

天然および養殖ナマズの可食部の脂肪酸組成

白井展也, 宮川正也, 東海林 茂
荏原 紘, 和田 俊

(1999年11月12日受付, 2000年5月22日受理)

The Fatty Acid Composition in Edible Portion of Wild and Cultured Catfish

Nobuya Shirai,^{*1} Masaya Miyakawa,^{*2} Shigeru Tokairin,^{*3}
Hiroshi Ehara,^{*3} and Shun Wada^{*1}

The fatty acid composition in the edible portion of wild (Japanese catfish *Silurus asotus* and Iwatoko catfish *S. lithophilus*) and cultured catfish (Japanese catfish *S. asotus*, Japanese and American channel catfish *Ictalurus punctatus*, Thai catfish *Clarias macrocephalus* and Thai catfish hybrid *C. macrocephalus* & *C. galipinus*) was analyzed. Cultured Japanese catfishes had a higher lipid content than wild ones. Lipid accumulation was not found in viscera. The tail meat of catfish had a higher lipid content than the dorsal meat. Catfish showed the characteristic to accumulate lipid under the skin. The most abundant fatty acid of catfish was oleic acid (18:1n-9). The proportion of saturated fatty acid in Thai catfish was high compared with that of other catfish. The linoleic acid (18:2n-6) content of cultured catfish was higher than that in wild ones. The arachidonic acid (20:4n-6) content of wild catfish was higher than that in cultured catfish. The contents of eicosapentaenoic acid (20:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3) of catfishes grown in Japan showed a higher content than those of catfishes cultured in American and Thailand. The contents of 18:2n-6, 20:5n-3, and 22:6n-3 in tail meat were higher than those in other portions of ordinary meat. These results suggest that Japanese catfish is a useful and functional food material.

キーワード: ナマズ, マナマズ, イワトコナマズ, アメリカナマズ, タイ産ナマズ, 養殖, 天然, 脂肪酸組成

ナマズは世界中に多くの種が分布し, 多くの国々で食されている。アメリカではアメリカナマズ *Ictalurus punctatus* がミシシッピ州を中心に養殖され, その肉質は低カロリー, 低コレステロールであることから, 健康食品として嗜好されている。アメリカナマズの食品学的研究は多岐にわたり報告されている。¹⁻¹²⁾ 一方, 日本では北海道を除き日本全国に分布するナマズ *Silurus asotus* (以下マナマズと称す) と, 琵琶湖北岸および余呉湖に生息するイワトコナマズ *Silurus lithophilus* が古くから食用にされてきた。なかでもイワトコナマズは美味とされているが, その数は極めて少ない。マナマズも戦後の急速な都市開発によりその生息域である湖沼や河川環境が激変し, 資源量が減少している。このため, 近年, マナマズの代替としてアメリカで養殖に成功しているアメ

リカナマズの養殖が日本でも行われるようになった。しかしながらアメリカナマズはマナマズと味が異なるため, 消費者に敬遠され, 日本ではアメリカナマズの養殖は現在行われなくなりつつある。

一方, マナマズは稚魚時の共食いのため種苗の育成が難しいとされてきた。しかし近年では養殖技術の改善が稚魚時の共食い発生率の低下につながり, マナマズの種苗育成が可能となった。そのためマナマズ養殖が急速に広がり, 今後の食品への利用が期待されている。しかしながらマナマズの食品学的知見は少ない。^{13,14)} 一般に養殖魚と天然魚の肉質は異なり,¹⁵⁻²⁵⁾ ナマズにおいてもその相違を明らかにする必要がある。さらにナマズ肉中のリノール酸 (18:2n-6), アラキドン酸 (20:4n-6), イコサペンタエン酸 (20:5n-3) およびドコサヘキサ

^{*1} 東京水産大学食品生産学科 (Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato, Tokyo 108-8477, Japan).

^{*2} 宮川株式会社 (Miyakawa Co., LTD. Yamato, Nakano, Tokyo 165-0034, Japan).

^{*3} 月島食品株式会社 (Tsukishima Foods Industry Co., LTD., Higashi Kasai, Edogawa, Tokyo 134-8520, Japan).

Table 1. Profiles of catfish samples (mean)

	Sampling date	Sampling place	Sample identification number	Species	Body length (cm)	Body weight (g)	Hepatosomatic index (%) ^{*2}	Gonado-somatic index (%) ^{*3}	Yield (%) ^{*4}	Female	Male	Total
Wild	Apr., May, Oct.-96	Japan ^{*1}	1	<i>Silurus asotus</i>	49.1	1103	2.0	9.1	47.3	6	0	n=5
	Apr., Jun.-98	Japan (Shiga)	2	<i>Silurus lithophilus</i>	41.8	1018	1.9	3.6	47.8	3	2	n=5
Cultured	Nov., Dec.-97	Japan (Saitama)	3	<i>Silurus asotus</i> (1 year male, winter)	28.5	219	1.8	0.4	45.8	0	5	n=5
	Nov., Dec.-97	Japan (Saitama)	4	<i>Silurus asotus</i> (1 year female, winter)	29.9	249	2.0	1.1	45.8	5	0	n=5
	Jul.-98	Japan (Saitama)	5	<i>Silurus asotus</i> (2 years, summer)	33.3	268	1.3	2.4	43.3	2	3	n=5
	Dec.-97	Japan (Saitama)	6	<i>Silurus asotus</i> (2 years, winter)	37.3	434	2.0	2.4	49.6	6	2	n=8
	Jun.-98	Japan (Saitama)	7	<i>Silurus asotus</i> (3 years, summer)	44.8	688	1.9	4.0	42.9	5	0	n=5
	Apr.-96	Japan (Ibaraki)	8	<i>Ictalurus punctatus</i>	40.4	1170	1.7	—	53.5	2	1	n=3
	Oct.-97	Japan (Saitama)	9	<i>Ictalurus punctatus</i>	48.8	2720	1.2	1.5	54.1	1	1	n=2
	Jun.-98	USA (Mississippi)	10	<i>Ictalurus punctatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	n=5
	Jul.-96	Thailand (Bangkok)	11	<i>Clarias macrocephalus</i>	33.5 ^{*5}	378 ^{*5}	—	—	—	—	—	n=3
	Jul.-96	Thailand (Bangkok)	12	<i>Clarias macrocephalus</i> & <i>Clarias galipinus</i> Hybrid	35.3 ^{*5}	406 ^{*5}	—	—	—	—	—	n=3

*1 Kinu river, Ibi river, and Ushiku marsh

*2 Liver/Body weight × 100

*3 Genital organ/Body weight × 100

*4 Fillet/Body weight × 100

*5 Except tail and viscera due to quarantine regulations

エン酸 (22:6n-3) 含量を明らかにすることは、ナマズを有用な食品として利用して行く上で重要である。

一般に淡水魚油は海水魚油に比べて 20:5n-3 や 20:6n-3 の割合が低く、20:4n-6 の割合が高い傾向にある。^{26,27)} ラットの飼育実験では淡水魚油添加食は海水魚油添加食に比べて 20:4n-6 含量を有意に高くする報告がある。²⁸⁾ このことからナマズは海水魚と異なる効果を示す可能性が考えられる。

そこで本研究では、天然マナマズ、天然イワトコナマズ、養殖アメリカナマズおよび養殖タイ産ナマズの可食部における脂肪酸組成を明らかにし、天然と養殖のマナマズ、外国産ナマズとの差異を明らかにすることとした。

実験方法

試料 天然ではマナマズ *Silurus asotus* を鬼怒川、揖斐川および牛久沼より、イワトコナマズ *S. lithophilus* を余呉湖より、養殖ではマナマズ *S. asotus* を鈴木養魚場 (埼玉県) より、日本産アメリカナマズ *Ictalurus punctatus* を霞ヶ浦ならびに鈴木養魚場より入手した。アメリカ産アメリカナマズ *I. punctatus* はミシシッピ州で市販の皮なしフィレーを、タイ産ナマズ *Clarias macrocephalus* (以下 CM) および *C. macrocephalus* と *C. galipinus* の交雑種 (以下 Hybrid) はタイのバンコク魚市場より入手した。これら試料の性状 (体長, 体重, 肝臓指数, 生殖腺指数および肥満度) を測定し Table 1 に示した。

活魚で輸送された天然および養殖ナマズは研究室で即殺後、三枚におろし可食部試料とした。冷凍, 活しめされた養殖ナマズも三枚におろし可食部試料とした。可食部試料は普通肉, 血合肉, 皮に分け, さらに普通肉を肛

門から尾側までを尾部とし, 頭部側はさらに背部, 腹部に分けた。腹部はさらに肋骨の外側肉を腹部 1, 内側肉を腹部 2 とし, いずれの試料も分析まで -30°C で凍結保存した。一方, 飼料については養殖マナマズ, 日本産アメリカナマズならびに養殖アメリカ産アメリカナマズの配合飼料およびタイ産ナマズ用の鶏糞飼料を分析した。

分析法 脂質は Bligh and Dyer 法²⁹⁾により抽出後, 重量法で総脂質含量を求めた。脂肪酸組成は Tricosanoic acid (23:0) methyl ester (Sigma 社製純度 99%) を内部標準とし, BF₃メタノール法にてメチルエステル誘導体化後, キャピラリーカラム Supelco-wax10 (0.25 mm i.d. × 30 m) を付したガスクロマトグラフ島津 GC-14A 型を用い, 初期温度 170°C, 1 分間 1°C 昇温, 最終温度 225°C で分析した。脂肪酸の定量は各三回行い, Grubbs 検定の後, 相加平均または中央値を得た。

結果

試料の性状および脂質含量 天然および養殖ナマズの肝臓割合は種間および天然養殖で大きな差はなかった (Table 1)。マナマズおよびイワトコナマズの可食部割合は, アメリカナマズに比べて低かった。天然および養殖いずれのナマズにおいても可食部のほとんどは普通肉であり, 血合肉は極めて少なかった。

各試料の各部位の脂質含量を Table 2 に示した。イワトコナマズ (No. 2) の各部位の脂質含量は天然マナマズ (No. 1) に比べて腹部 2, 血合肉および皮で高かった。冬季養殖マナマズ (No. 3, 4, 6) は天然マナマズに比べて脂質含量 ($p < 0.005$) が有意に高かった。夏季 (No. 5, 7) ではいずれの部位も冬季に比べて脂質含量

Table 2. Lipid content in dorsal, ventral 1, ventral 2, tail, and dark meat, and skin of wild and cultured catfish (mean)

Sample*1	Wild					Cultured						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dorsal	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.9	0.7	1.1	1.8	1.1	2.4	2.2
Ventral 1	1.3	1.2	1.2	1.6	0.8	1.3	0.9	2.6	2.0	2.0	3.0	2.4
Ventral 2	0.7	1.9	2.0	1.9	0.7	2.4	0.8	1.9	2.1	N.A.*2	3.0	2.0
Tail	1.6	1.6	1.7	1.7	0.8	2.4	1.2	3.1	2.3	3.8	4.5	4.6
Dark	5.3	9.9	4.7	10.0	1.8	7.6	2.7	12.9	20.6	24.6	11.4	8.6
Skin	17.8	24.2	10.4	11.9	3.7	18.5	5.2	24.7	28.5	N.A.*2	25.9	24.5

*1 Sample identification number designated in Table 1.

*2 The ventral 2 and skin in No. 10 were not analyzed for skinless fillet.

Dorsal: the meat filleted from the head to the anus on the dorsal side.

Ventral 1: the meat filleted from the head to the anus on the ventral side, and, in addition, outside rib.

Ventral 2: the meat filleted from the head to the anus on the ventral side, and, in addition, inside rib.

Tail: the meat filleted from the anus to the tail.

が低く, 天然マナマズと近似した。養殖マナマズにおいて雌雄間および成長による脂質含量の差異は認められなかった。

日本産アメリカナマズ (No. 8, 9) とアメリカ産アメリカナマズ (No. 10) では血合肉をのぞき脂質含量に差はなく, また日本産アメリカナマズと冬季養殖マナマズ (No. 3, 4, 6) の背肉の脂質含量に有意な差はなかつ

た。タイ産ナマズ (No. 11, 12) は他の養殖ナマズに比べて普通肉の脂質含量が高かった。

脂質含量は普通肉では尾部で高い傾向にあり, 可食部全体では血合肉および皮に脂質が多かった。

可食部の脂肪酸 各試料の背肉, 血合肉, 皮の脂肪酸組成を Table 3-5 に示した。各試料の特徴として天然ナマズ (No. 1, 2) では 18:2n-6 の割合が低く, 20:

Table 3. Fatty acid and dimethylacetal composition in dorsal meat of wild and cultured catfish (mean)

Sample*1	Wild					Cultured						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fatty acid composition (w/w%)												
14:0	1.3	1.5	1.4	1.6	0.6	0.9	0.6	1.3	1.5	1.0	0.8	0.6
16:0	20.6	19.6	21.3	20.8	18.2	21.3	19.3	18.8	17.2	20.9	27.8	26.9
18:0	6.8	6.4	5.1	4.8	7.4	5.2	7.5	5.1	4.6	7.1	8.2	7.1
Others	2.0	1.6	0.2	0.1	1.7	0.1	1.6	—	—	0.1	0.5	—
Σ SFA	30.7	29.1	28.0	27.3	27.9	27.6	28.9	25.2	23.3	29.1	37.4	34.6
16:1n-9	0.9	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4
16:1n-7	5.0	5.2	3.5	4.1	1.9	4.6	2.2	2.5	3.4	1.7	1.9	4.1
18:1n-9	9.8	10.3	11.1	12.5	5.6	13.7	6.7	31.5	42.3	37.9	35.8	33.2
18:1n-7	5.6	5.9	4.2	4.3	4.8	3.9	5.9	2.9	2.9	1.8	2.6	2.8
20:1	1.1	0.8	1.6	1.9	0.6	1.6	0.8	1.7	2.0	1.0	0.5	0.4
22:1	—	—	0.2	0.2	—	0.1	—	0.2	0.6	—	—	—
Others	0.6	0.3	—	—	0.1	—	0.1	—	—	—	—	—
Σ MUFA	23.1	23.1	20.9	23.4	13.2	24.3	16.3	39.3	51.7	42.9	41.2	41.0
18:2n-6	3.2	2.5	8.8	10.6	5.8	9.4	4.4	9.2	7.6	13.3	11.3	13.6
18:3n-3	1.5	1.3	0.7	0.8	1.2	0.6	1.1	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3
20:3n-9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	0.1	—
20:4n-6	7.9	9.1	1.7	1.5	10.8	2.1	10.2	1.7	0.9	2.5	2.3	2.4
20:5n-3	4.1	4.8	5.8	5.2	5.0	3.5	3.2	3.9	3.0	0.6	—	0.3
22:5n-3	4.2	4.0	2.1	2.0	4.0	1.8	3.4	1.4	1.1	0.6	0.4	0.5
22:6n-3	18.1	17.2	26.3	23.3	20.5	24.9	20.6	13.6	8.9	3.5	2.2	2.8
Others	5.0	5.1	2.9	2.9	6.1	2.9	6.0	1.9	1.3	4.3	2.5	2.4
Σ PUFA	38.9	44.1	48.1	46.4	53.3	45.2	48.9	32.3	23.3	26.0	19.2	22.3
16:0DMA	0.7	1.2	0.9	0.8	1.6	0.9	1.9	0.7	0.3	0.5	1.0	1.2
18:0DMA	0.3	0.6	0.4	0.3	0.7	0.3	0.7	0.4	0.1	0.3	0.5	0.5
18:1DMA	0.6	1.4	1.5	1.3	1.4	1.5	1.7	1.7	0.9	0.9	0.5	0.5
Σ DMA	1.7	3.2	2.7	2.4	3.6	2.8	4.3	2.9	1.4	1.7	2.0	2.2
unknown	0.5	0.7	0.4	0.3	1.5	0.1	1.6	0.1	0.2	0.2	0.2	—
Total fatty acid (mg/g lipid)*2												
	541	592	578	573	587	609	603	768	755	824	884	854
n-3/n-6	2.0	1.8	2.8	2.4	1.4	2.2	1.4	1.6	1.5	0.3	0.2	0.2
DBI	2.3	2.5	2.5	2.4	2.6	2.4	2.5	1.9	1.5	1.3	1.0	1.1

—: not found or trace, SFA: saturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid; DMA, dimethylacetal

DBI: Double-bond index defined the sum of each unsaturated fatty acid chain multiplied by number of double bonds/100.

*1 Sample identification number designated in Table 1.

*2 The content of fatty acid was calculated using 23:0 as an internal standard.

Table 4. Fatty acid and dimethylacetal composition in dark meat of wild and cultured catfish (mean)

Sample* ¹	Wild					Cultured						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fatty acid composition (w/w%)												
14:0	2.1	2.6	2.4	2.3	0.8	1.7	1.2	1.7	1.7	1.1	0.9	0.7
16:0	18.9	17.4	19.3	19.3	14.9	18.7	16.0	19.8	16.6	18.7	28.7	27.9
18:0	6.0	5.0	4.4	4.2	8.1	4.0	6.8	3.9	3.8	6.1	8.7	7.0
Others	3.1	2.5	0.7	0.6	2.7	0.5	2.7	0.4	0.3	0.2	0.3	—
Σ SFA	30.1	27.5	26.8	26.5	26.6	24.9	26.8	25.8	22.4	26.1	38.6	35.5
16:1n-9	1.0	0.8	0.3	0.3	0.4	0.4	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
16:1n-7	9.5	10.4	6.6	6.1	3.4	8.6	5.3	3.7	4.0	2.1	2.3	5.2
18:1n-9	18.1	19.7	22.7	21.2	12.4	27.7	15.6	41.0	47.5	48.8	42.0	39.3
18:1n-7	6.8	6.4	4.6	4.4	6.1	5.1	6.3	3.3	2.9	1.8	1.8	2.1
20:1	2.3	1.8	2.8	2.9	1.8	3.3	2.4	2.3	2.3	1.3	0.5	0.3
22:1	—	—	0.6	0.7	—	0.7	0.1	0.4	0.8	—	—	—
Others	1.2	0.8	0.4	0.3	0.7	0.4	0.8	0.2	0.1	—	—	—
Σ MUFA	38.8	40.0	38.1	36.0	24.9	46.2	31.3	51.3	58.1	54.4	47.0	47.2
18:2n-6	3.8	3.4	12.8	14.4	7.0	11.0	5.6	10.6	8.8	14.7	11.1	13.4
18:3n-3	2.3	2.3	1.0	1.1	1.4	0.8	1.9	0.7	0.7	0.9	0.3	0.4
20:3n-9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	—	—
20:4n-6	4.0	4.2	1.1	1.1	8.8	0.9	6.7	0.5	0.4	0.4	0.9	0.8
20:5n-3	2.7	3.5	3.5	3.6	3.3	2.0	2.0	1.8	2.0	0.2	—	—
22:5n-3	3.5	3.9	1.7	1.8	4.1	1.4	3.5	1.1	1.0	0.2	—	0.2
22:6n-3	7.9	7.2	11.2	11.5	12.1	9.7	10.9	5.9	4.9	0.7	0.9	0.8
Others	5.0	5.4	2.2	2.5	6.2	2.0	6.6	1.2	1.1	1.8	1.2	1.3
Σ PUFA	29.2	29.9	33.5	36.0	43.0	27.7	37.2	21.9	18.9	19.2	14.4	16.9
16:0DMA	0.2	0.2	0.4	0.4	1.6	0.2	1.0	—	—	—	—	—
18:0DMA	0.1	—	0.1	0.2	1.0	—	0.5	—	—	—	—	—
18:1DMA	0.1	0.1	0.4	0.4	1.3	0.3	0.8	0.2	—	—	—	—
Σ DMA	0.3	0.2	0.9	1.0	3.9	0.5	2.3	0.2	—	—	—	—
unknown	1.4	2.3	0.8	0.7	2.0	0.7	2.4	0.5	0.6	0.4	—	0.3
Total fatty acid (mg/g lipid)* ²												
	636	810	816	791	586	800	626	913	941	943	879	944
n-3/n-6	1.7	1.6	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	0.8	0.9	0.1	0.1	0.1
DBI	1.7	1.7	1.7	1.8	2.1	1.6	1.9	1.3	1.3	1.0	0.8	0.9

Refer to the footnote of **Table 3**.

4n-6の割合が高かった。養殖ナマズ (No. 3, 4, 6, 8-12) では 18:2n-6の割合が高く, 20:4n-6の割合が低かった。しかし, 夏季の養殖マナマズ (No. 5, 7) は 20:4n-6の割合が高かった。養殖マナマズ一年魚 (No. 3, 4) は他の養殖マナマズに比べて 20:5n-3の割合が高かった。在来種以外のナマズ (No. 8-12) ではオレイン酸 (18:1n-9) の割合が高かったが, パクセン酸 (18:1n-7) の割合は在来種に比べて少なかった。タイ産ナマズ (No. 11, 12) はパルミチン酸 (16:0) の割合が他の試料に比べて多かった。アメリカおよびタ

イで養殖されたナマズ (No. 10-12) は, 20:5n-3および 22:6n-3の割合が低かった。

背肉の 22:6n-3割合は高く, 脂質含量の多い血合肉, 皮の部位ほどその割合は減少した。各部位における 20:4n-6および 20:5n-3割合の変化も 22:6n-3のそれと同様であった。しかし, 18:2n-6の割合は 20:4n-6, 20:5n-3および 22:6n-3のそれとは逆に, 脂質含量の多い部位ほど増加した。皮の部位には 18:1n-9が高く, 脂質含量の多い部位ほどその割合は増加した。16:0の割合に部位による際立った変化は認められ

Table 5. Fatty acid and dimethylacetal composition in skin of wild and cultured catfish (mean)

Sample* ^{1,3}	Wild				Cultured							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	
Fatty acid composition (w/w%)												
14:0	2.5	2.9	3.4	3.2	1.6	2.2	1.6	1.9	1.7	1.0	0.7	
16:0	18.3	17.2	18.5	19.2	14.8	18.6	16.2	20.4	16.2	27.5	28.1	
18:0	5.0	4.6	3.5	3.3	5.7	3.5	5.8	3.6	3.6	7.6	6.9	
Others	3.3	2.8	0.8	0.6	4.4	0.7	3.5	0.4	0.3	0.8	0.1	
Σ SFA	29.1	27.5	26.3	26.5	24.9	27.1	26.3	21.8	37.0	35.9		
16:1n-9	1.1	0.9	0.3	0.3	0.7	0.5	1.0	0.6	0.4	0.4	0.4	
16:1n-7	11.6	12.1	7.9	7.5	7.2	9.9	7.0	4.0	4.0	2.5	4.9	
18:1n-9	19.9	20.7	25.7	23.8	18.7	29.8	19.1	44.2	48.9	42.2	38.4	
18:1n-7	6.3	6.6	4.3	4.1	4.7	4.7	5.1	3.3	2.9	1.6	2.1	
20:1	2.5	1.9	3.1	3.1	3.3	3.5	3.2	2.2	2.5	0.7	0.4	
22:1	—	0.1	0.9	1.0	0.3	1.0	0.4	0.6	1.0	—	—	
Others	1.7	0.9	0.5	0.5	1.2	0.4	0.9	0.2	0.2	—	—	
Σ MUFA	43.0	43.2	42.6	40.3	36.1	49.7	36.7	55.1	59.9	47.5	46.1	
18:2n-6	4.2	3.5	13.3	16.8	9.5	12.1	6.5	11.5	8.6	11.6	14.0	
18:3n-3	2.8	2.4	1.2	1.4	2.5	1.1	2.5	0.8	0.7	0.4	0.4	
20:3n-9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20:4n-6	2.3	3.3	0.5	0.5	4.0	0.5	4.4	0.3	0.4	0.6	0.9	
20:5n-3	2.3	3.5	3.0	3.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.9	—	0.1	
22:5n-3	3.1	3.5	1.7	1.6	3.2	1.3	3.1	0.8	0.9	0.2	0.2	
22:6n-3	5.3	5.2	7.6	6.8	4.3	6.3	6.0	3.0	4.2	0.7	1.1	
Others	4.8	4.9	1.8	1.8	6.7	1.7	7.1	1.0	1.0	1.7	1.3	
Σ PUFA	24.9	26.4	29.2	31.9	32.0	24.6	31.1	18.6	17.7	15.2	18.0	
16:0DMA	—	—	—	—	0.4	—	0.5	—	—	—	—	
18:0DMA	—	—	—	—	0.3	—	0.3	—	—	—	—	
18:1DMA	—	—	—	—	0.2	—	0.2	—	—	—	—	
Σ DMA	—	—	—	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	
unknown	3.0	2.8	1.8	1.5	4.5	0.8	4.4	0.1	0.7	0.4	—	
Total fatty acid (mg/g lipid)* ²												
	726	920	894	843	724	891	722	905	916	915	942	
n-3/n-6	1.7	1.6	1.0	0.8	0.7	0.8	0.9	0.5	0.9	0.1	0.1	
DBI	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.0	1.2	0.8	0.8	

Refer to the footnote of Table 3.

*³ No. 10 was not analyzed for skinless fillet.

なかった。

n-3/n-6 は日本で生育したナマズ (No. 1-9) で高く, アメリカ産, タイ産ナマズで低かった。また部位ではいずれの試料も脂質含量の多い皮や血合肉の部位で低く, 脂質含量の少ない背肉で高かった。

日本で生育したナマズ (No. 1-9) の脂肪酸あたりの不飽和度 (DBI) は, 日本以外で養殖されたナマズ (No. 10-12) より大きかった。天然マナマズ (No. 1) の各部位の DBI は養殖マナマズ (No. 3-7) のそれと差はなかった。

各部位における 100 g 中の 18:2n-6, 20:4n-6, 20:5n-3 および 22:6n-3 の含量を Fig. 1 に示した。18:2n-6 含量は No. 5 および 7 を除き養殖ナマズ (No. 3-12) で多かった。20:4n-6 含量は天然ナマズ (No. 1, 2), 夏季養殖マナマズ (No. 5,7) およびタイ産ナマズ (No. 11, 12) で多かった。20:5n-3 および 22:6n-3 含量は日本で生育したナマズ (No. 1-9) に多く, 普通肉よりも血合肉および皮の部位に多かった。普通肉中の 18:2n-6, 20:5n-3 および 22:6n-3 含量は尾部に多かった。

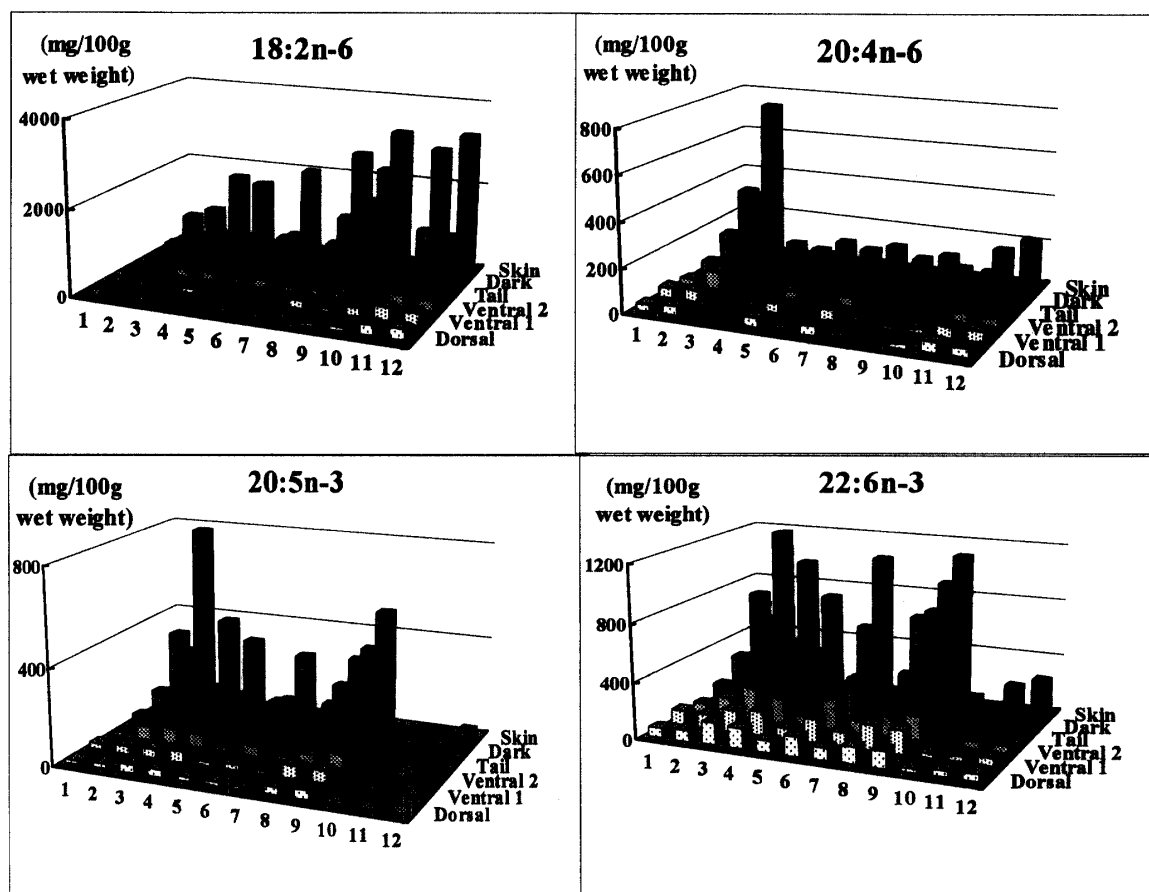


Fig. 1. The linoleic acid (18:2n-6), arachidonic acid (20:4n-6), eicosapentaenoic acid (20:5n-3), docosahexaenoic acid (22:6n-3) content of dorsal, ventral 1, ventral 2, tail, dark, and skin portions on wild and cultured catfish.

*The sample identification number designated in Table 1.

飼料の脂肪酸 各飼料の脂肪酸組成および 18:2n-6, 20:4n-6, 20:5n-3 および 22:6n-3 の含量を Table 6 に示した。養殖ナマズの配合飼料は、ポリエン酸組成比が高く、その中で 18:2n-6 の占める割合が高かった。特に養殖アメリカ産アメリカナマズ (No. 10) の飼料では、18:2n-6 は 48% を示し、その含量も供試飼料中で最多であった。タイ産ナマズ飼料 (No. 11, 12) は、飽和酸の割合が極めて高く、ポリエン酸は 21% と供試飼料中で最も低かった。そのポリエン酸中のほとんどを 18:2n-6 が占め、n-3 系はリノレン酸 (18:3n-3) と 22:6n-3 がわずかに含まれていた。さらにタイ産ナマズ飼料の 18:2n-6 含量は他飼料が 100 g 中 500 mg 以上であるのに対し、186 mg と極めて少なかった。

考 察

これまで天然魚と養殖魚の肉成分の比較では、養殖魚の脂質含量の多いことが指摘され、³⁰⁾ それが天然魚に比べて養殖魚の味が落ちる原因の一つとされている。³¹⁾ ナ

マズにおいても天然と養殖とでは脂質含量が異なり、これがナマズの食味に影響していると示唆される。夏季の養殖マナマズは冬季の養殖マナマズに比べて脂質含量が有意に少なかった ($p < 0.005$)。養殖マナマズの脂質含量が低下した時期はマナマズの産卵が終了した時期にあたる。サケ^{32,33)} やアユ³⁴⁾ において、産卵期に脂質の含量が低下することが報告される。マナマズの場合も、産卵が脂質代謝に影響し、脂質含量が低下したと推定される。いずれにしてもこの変化がマナマズの品質に影響するものと考えられる。

アジ等の養殖魚種では腹腔内に脂質を貯める傾向が認められるが、マナマズでは腹腔内の脂質蓄積は確認出来なかった。またアメリカナマズにおいても腹腔内に脂質蓄積は認められない。³⁵⁾ 脂質割合の変動は皮の部位で大きいのに対し、背肉では極めて小さい。マナマズは腹腔内および筋肉中に脂質を貯める魚ではなく、尾部、血合肉および皮下に集中して脂質を貯めるものと思われる。このような脂質蓄積の特徴はウナギと類似し、ナマズはウナギと似た脂質の分布をしていると考えられた。³⁶⁻³⁸⁾

Table 6. Lipid content and fatty acid composition in feed for cultured catfish

Sample* ¹	3, 4	5, 6	7, 9	8	10	11, 12
Lipid content (g/100 g feed)	7.3	7.2	8.1	3.6	3.5	2.5
Fatty acid composition (w/w%)						
14:0	4.4	4.1	2.9	3.2	0.6	0.5
16:0	20.7	20.8	21.5	19.6	18.1	33.5
18:0	4.3	4.3	5.3	4.1	4.0	8.7
Others	1.1	1.0	1.1	0.7	0.5	5.1
Σ SFA	30.5	30.2	30.8	27.6	23.3	47.8
16:1n-9	—	—	—	—	—	—
16:1n-7	5.0	4.6	3.5	3.8	0.9	0.5
18:1n-9	15.9	17.2	21.7	20.0	21.4	21.8
18:1n-7	2.7	2.5	3.0	2.9	1.4	2.7
20:1	2.0	1.3	2.0	2.7	0.3	0.6
22:1	1.8	0.6	1.6	2.1	—	—
Others	0.9	0.9	0.8	0.5	—	0.5
Σ MUFA	28.4	27.1	32.7	32.0	24.0	26.3
18:2n-6	16.8	18.6	15.4	21.4	48.2	19.9
18:3n-3	1.6	1.6	1.6	1.8	3.8	0.8
20:4n-6	0.8	0.7	0.8	0.8	—	—
20:5n-3	7.7	8.1	5.0	5.7	0.2	—
22:5n-3	1.3	1.2	0.9	1.0	—	—
22:6n-3	9.1	8.9	10.1	7.7	0.2	0.7
Others	1.1	1.0	0.9	—	—	—
Σ PUFA	38.4	40.1	34.8	38.5	52.5	21.5
16:0DMA	—	—	—	—	—	—
18:0DMA	—	—	—	—	—	—
18:1DMA	—	—	—	—	—	—
Σ DMA	—	—	—	—	—	—
unknown	2.3	2.5	1.8	1.1	0.2	4.4
Total fatty acid (mg/g lipid)* ²	654	678	708	652	697	371
n-3/n-6	1.1	1.0	1.1	0.7	0.1	0.2
Main poly unsaturated fatty acid contents (mg/100 g feed)* ²						
18:2n-6	802	911	882	505	1175	186
20:4n-6	37	34	48	19	—	—
20:5n-3	367	398	288	133	5	—
22:6n-3	433	436	576	182	6	7

—: not found or trace, SFA: saturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid; DMA, dimethylacetal;

*¹ Sample identification number designated in Table 1.

*² The content of fatty acid was calculated using 23:0 as an internal standard.

魚体内の脂肪酸組成が飼料脂質に類似することは古くから知られ,^{39,40)} またアメリカナマズについても同様の知見が得られている。^{5,9,11,12)} 本研究においても養殖ナマ

ズは飼料脂質と類似し、脂質含量が高い部位ほど飼料の脂肪酸組成に類似する傾向にあった。夏季養殖マナマズの脂肪酸組成が天然マナマズのそれと近似したことは、脂質含量の減少と同様に、マナマズの産卵行動によりエネルギー代謝が促進され、同時に 18:2n-6 から 20:4n-6 への代謝も促進されたと考えられる。

アメリカ産アメリカナマズでは他のナマズに比べて多くのイコサトリエン酸 (20:3n-9) が検出された。この脂肪酸は絶食下もしくは必須脂肪酸の欠乏により、18:1n-9 から生成される。⁴¹⁾ アメリカ産アメリカナマズは極端な n-3 欠乏食で飼育されており、他の養殖ナマズに比べると必須脂肪酸の不足が考えられる。同様に n-3 欠乏食であるタイ産ナマズにおいても、20:3n-9 が検出された。

ナマズには 18:1n-9 が多く含まれている。18:1n-9 は血中のコレステロール含量を低下させる作用も報告されているので、⁴²⁾ ナマズ食品にはこの作用が期待できるかもしれない。また日本産ナマズは日本以外で生育したナマズに比べて n-3/n-6 が高く、20:5n-3 や 22:6n-3 等の n-3 系多価不飽和脂肪酸が占める割合も高い。さらに日本産ナマズは日本以外で生育したナマズに比べて 20:5n-3 や 22:6n-3 の肉中に占める含量も多い。そのため海産魚油と同様の効果が期待できる。⁴³⁾

アユ¹⁷⁾ やウナギ⁴⁴⁾ において養殖魚と天然魚との味の違いには脂肪酸組成の違いが関与していると考察されている。すなわち、脂質の不飽和度の差が天然魚と養殖魚の肉の舌ざわりに差を生じさせていると推察される。マナマズでは天然魚と養殖魚の間に脂質の不飽和度に大きな違いは認められない。一般に美味しいとされているイワトコナマズとマナマズとの間にも DBI に顕著な違いが認められず、両者の脂肪酸組成および脂質含量にも際立った差はない。これらのことから脂質の DBI の違いでナマズの味を比較するのは難しいと考えられる。

本研究ではマナマズには 18:1n-9 が多く含まれ、外国産ナマズに比べて高度不飽和脂肪酸が多いことが解った。しかし、有用な多価不飽和脂肪酸の含量は天然マナマズおよび養殖マナマズで、また各部位で異なった。さらに養殖マナマズでは脂質含量や脂肪酸組成が季節により異なることが解った。食品素材としてのナマズの利用において脂肪酸組成の差異に留意する必要がある。

謝 辞

論文の校閲をしていただいた食品総合研究所の鈴木平光博士に感謝します。また、試料調達に御尽力いただいた霞ヶ浦淡水魚養殖卸業の野原篤、築地(街)小峰屋の和知幹夫、茨城白馬亭の細野登、埼玉(鈴)鈴木養魚場の鈴木弘蔵ならびに同養魚場の方々、東京水産大学白井隆明助教

授、同学生小倉竜、滋賀県水産試験場の藤岡康弘に感謝します。

文 献

- 1) F. A. Mustafa and D. M. Medeiros: Proximate composition, mineral content, and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. *J. Food Sci.*, **50**, 585-588 (1985).
- 2) R. G. Brannan and M. C. Erickson: Quantification of antioxidants in channel catfish during frozen storage. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 1361-1366 (1996).
- 3) O. E. Mills, Si-yin Chung, and P. B. Johnsen: Dehydration products of 2-methylisoborneol are not responsible for off-flavor in the channel catfish. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 1690-1692 (1993).
- 4) P. B. Johnsen and H. K. Dupree: Influence of feed ingredients on the flavor quality of farm-raised catfish. *Aquaculture*, **96**, 139-150 (1991).
- 5) P. Chanmugam, M. Boudreau, and D. H. Hwang: Differences in the ω 3 fatty acid contents in pond-reared and wild fish and shellfish. *J. Food Sci.*, **51**, 1556-1557 (1986).
- 6) C. F. Fernandes, G. J. Flick, J. Cohen, and T. B. Thomas: Role of organic acids during processing to improve quality of channel catfish filets. *J. Food Prot.*, **61**, 495-498 (1998).
- 7) C. A. Morris, K. C. Haynes, J. T. Keeton, and D. M. Gatlin: Fish oil dietary effects on fatty acid composition and flavor of channel catfish. *J. Food Sci.*, **60**, 1225-1227 (1995).
- 8) D. W. Freeman and J. O. Hearnberger: Rancidity in selected sites of frozen catfish filets. *J. Food Sci.*, **59**, 60-63 (1994).
- 9) R. E. Worthington and R. T. Lovell: Fatty acids of channel catfish (*Ictalurus punctatus*): variance components related to diet, replications within diets, and variability among fish. *J. Fish Res. Board Can.*, **30**, 1604-1608 (1973).
- 10) J. A. Nettleton, W. H. Allen, L. V. Klatt, W. M. N. Ratnayake, and R. G. Ackman: Nutrients and chemical residues in one- to two-pound mississippi farm-raised channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J. Food Sci.*, **55**, 954-958 (1990).
- 11) D. M. Gatlin and R. R. Stickney: Fall-winter growth of young channel catfish in response to quantity and source of dietary lipid. *Trans. Am. Fish Soc.*, **111**, 90-93 (1982).
- 12) R. R. Stickney and J. W. Andrews: Effects of dietary lipids on growth, food conversion, lipid and fatty acid composition of channel catfish. *J. Nutr.*, **102**, 249-258 (1972).
- 13) 小島朝子, 佐藤 守, 吉中禮二, 池田静徳: 琵琶湖産のコイ科以外の数種魚類の一般成分および脂質の脂肪酸組成. 日本誌, **52**, 2009-2017 (1986).
- 14) 津田泰三, 中西 弘: 琵琶湖魚介類中の総コレステロール含有量. 日本公衆衛生雑誌, **31**, 681-685 (1984).
- 15) T. Ohshima, H. J. Widjaja, S. Wada, and C. Koizumi: A comparison between cultured and wild ayu lipids. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **48**, 1795-1801 (1982).
- 16) 大島敏明, 和田 俊, 小泉千秋: 養殖及び天然マダイの脂質成分の比較. 日本誌, **49**, 1405-1409 (1983).
- 17) 平野敏行, 須山三千三: 天然および養殖アユの脂質の脂肪酸組成とその季節変化. 日本誌, **49**, 1459-1464 (1983).
- 18) 青木隆子, 鷹田 馨, 国崎直道: 天然および養殖魚6種の一般成分, 無機質, 脂肪酸, 遊離アミノ酸, 筋肉硬度および色差について. 日本誌, **57**, 1927-1934 (1991).
- 19) 西塔正孝, 国崎直道: 天然および養殖トラフグ筋肉の一般成分, 脂肪酸組成, 遊離アミノ酸, 無機質および筋肉硬度について. 日本誌, **64**, 116-120 (1998).
- 20) 佐藤 守, 吉中禮二, 西中義裕, 森本晴之, 小島朝子, 山本義和, 池田静徳: 天然および養殖ヒラメ肉の栄養成分の比較. 日本誌, **52**, 1043-1047 (1986).
- 21) 岡本隆久, 丸山武紀, 新谷 勲, 松本太郎: 天然及び養殖はまちの脂肪酸組成について. 油化学, **35**, 44-48 (1986).
- 22) 佐伯清子, 熊谷 洋: 10種の天然魚および養殖魚の一般成分の比較. 日本誌, **50**, 1551-1554 (1984).
- 23) T. Morishita, K. Uno, T. Araki, and T. Takahashi: Comparison of the fatty acid compositions in cultured red sea bream differing in the localities and culture methods, and those in wild fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 847-852 (1989).
- 24) 森下達雄, 宇野和明, 松本好央, 高橋 喬: 養殖マダイ一般成分組成の産地別, 養殖方法別並びに天然魚との比較. 日本誌, **54**, 1965-1970 (1988).
- 25) 国崎直道, 鷹田 馨, 松浦宏之: 天然および養殖アジの脂肪含量, 筋肉硬度および脂肪酸組成について. 日本誌, **52**, 333-336 (1986).
- 26) N. Chetty, S. C. Reavis, A. R. Immelman, P. M. Atkinson, and J. G. Vanas: Fatty acid composition of some South African fresh-water fish. *S. Afr. Med. J.*, **76**, 368-370 (1989).
- 27) E. H. Gruger jr., R. W. Nelson, and M. E. Stansby: Fatty acid composition of oils from 21 species of marine fish, freshwater fish and shellfish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **41**, 662-669 (1964).
- 28) S. M. Innis, F. M. Rioux, N. Auestad, and R. G. Ackman: Marine and freshwater fish oil varying in arachidonic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids differ in their effects on organ lipids and fatty acids in growing rats. *J. Nutr.*, **125**, 2286-2293 (1995).
- 29) E. G. Bligh and W. J. Dyer: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917 (1959).
- 30) 大島敏明: 養殖および天然魚の脂質, 「水産動物の筋肉脂質」(鹿山 光編), 恒星社厚生閣, 東京, 1985, pp. 90-100.
- 31) 鴻巣章二, 渡辺勝子: 養成および天然マダイのエキス成分の比較. 日本誌, **42**, 1263-1266 (1976).
- 32) S. Ando, M. Hatano, and K. Zama: A consumption of muscle lipid during spawning migration of chum salmon *Oncorhynchus keta*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **51**, 1817-1824 (1985).
- 33) H. Suzuki, B. S. Chung, S. Isobe, S. Hayakawa, and S. Wada: Changes in ω -3 polyunsaturated fatty acids in the chum salmon muscle during spawning migration and extrusion cooking. *J. Food Sci.*, **53**, 1659-1661 (1988).
- 34) 平野敏行, 中村秀男, 須山三千三: 天然および養殖アユの品質に関する科学的研究—II 一般成分の季節変化. 日本誌, **46**, 75-78 (1980).
- 35) 竹田正彦: 脂質の蛋白質節約効果, 「養魚と飼料脂質」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1978, pp. 78-92.
- 36) J. L. Sumner and G. Hopkirk: Lipid composition of New Zealand eels. *J. Sci. Fd Agric.*, **27**, 933-938 (1976).
- 37) J. L. Sumner, J. P. Beumer, A. Chambers, and M. C. Mobley: The lipid content and fatty acid composition of wild Australian eels, *Anguilla australis australis* Richardson. *Food Technol. Aust.*, **36**, 287-289 (1976).
- 38) 山田充阿弥, 中村節子: 魚肉の組織科学的研究—I. 東海水研報, **39**, 21-27 (1964).
- 39) 豊水正道, 川崎賢治, 富安行雄: ニジマス油の脂肪酸組成におよぼす飼料油の影響. 日本誌, **29**, 957-961 (1963).
- 40) 大田 亨, 山田 実: 淡水魚4種の脂質の脂肪酸組成. 北大水産彙報, **26**, 227-288 (1975).

- 41) 島崎弘幸: 脂質の栄養と代謝—必須脂肪酸, 季刊化学総説「脂質の化学と生化学」(日本化学会編), 学会出版センター, 東京, 1992, pp. 121-130.
- 42) F. H. Mattson and S. M. Grundy: Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.*, **26**, 194-202 (1985).
- 43) 鈴木平光: 魚油の健康機能. 油化学, **48**, 1017-1024 (1999).
- 44) 金田尚志: 油の味. 油化学, **12**, 179 (1963).