長良川の異臭魚に関する研究 (第3報¹⁾)
異臭魚原因物質としての芳香族炭化水素類²⁾

船坂鐮三, 小瀬洋喜, 佐藤孝彦
岐阜薬科大学³⁾

Studies on the Offensive-Odor Fish of the Nagara River. III.¹⁾
Aromatic Hydrocarbons as One of the Offensive-Odor Substances²⁾

RYOZO FUNASAKA, YOUKI OSE
and TAKAHIKO SATO
Gifu College of Pharmacy³⁾

(Received January 10, 1975)

In order to clarify the substances responsible for the offensive odor in fish, aromatic hydrocarbons, which play an important role as a hexane extract, were examined by gas chromatography using *sym*-mesitylene as a standard. It was proved that the concentration of aromatic hydrocarbons was high in the river water and in the bottom mud where the fish with offensive odor lived. Such hydrocarbons were also found in a high concentration in the muscles and digestive organs of the fish with offensive odor, but was not detected in their liver, or in the fish in breeding ponds and in Ayu living in Nagara Bridge basin. Therefore, fish were kept in a tank with constant concentration of aromatic hydrocarbons and the taste of fish was examined at regular intervals. At the same time, concentration of aromatic hydrocarbons in the internal organs of the fish was analyzed. Accumulation of aromatic hydrocarbons was recognized in internal organs except in the liver, and the offensive odor appeared on the 40th day. At the time, 0.25 ppm of toluene, 0.23 ppm of benzene, 0.02 ppm of *m*-, *p*- and *o*-xylene were detected in the muscles. This value agreed with the concentration of aromatic hydrocarbons in the fish with offensive odor. These results suggested that aromatic hydrocarbons were responsible as substances giving the offensive odor to fishes.

1. は し が き

異臭魚原因物質としては, 上住ら⁴⁾が四日市地区石油コンビナート海域の異臭魚から脂肪族炭化水素および芳香族炭化水素を検出し, 緒方ら,⁵⁾ 西田ら⁶⁾が水島地区石油コンビナート海域の異臭魚から芳香族炭化水素を検出している. 淡水魚については Ackman らがカナダの

Athabasha 河の異臭魚から脂肪族炭化水素を検出している.⁷⁾

著者らは前報¹⁾において, 長良川の異臭魚の原因物質として, 水質分析値から揮発性脂肪酸を推定し, 異臭魚中の存在を確認し, 水中よりの移行・着臭を認めた. 異臭魚生存水域は都市河川の流入点以降であるが, この都

1) 第2報: 船坂鐮三, 小瀬洋喜, 佐藤孝彦, 衛生化学, **21**, 28 (1975).

2) 日本薬学会第92年会, 大阪, 1972年1月で要旨講演.

3) Location: 492-36, Mitahora, Gifu City (岐阜市三田洞492-36).

4) 上住南八男, 長谷川伸一, 山田玉世, 吉田克己, 笠間一男, “異臭魚に関する特別研究報告書,” p. 87, 三重県 (昭39).

5) 緒方正名, 三宅与志雄, 日本公衛誌, **17**, 1125 (1970).

6) 西田耕之助, 本多常夫, 光岡和彦, 山川正信, 悪臭の研究, **7** (10), 11 (1973).

7) R. G. Ackman, D. Noble, *J. Fisheries Research, Board of Canada*, **30**, (5), 711 (1973).

市河川の汚濁度は極めて高く、油分 1.3—9.5ppm にも至っている。⁸⁾ 本報ではこの点に着目し、各地の異臭魚から検出されている芳香族炭化水素の検出を行なうとともに、その定量を行ない、また水中から魚体への移行、着臭を認めたので報告する。

2. 実験方法

1) 分析試料 (1) 長良川本流の水質、底質——異臭魚の捕獲されない長良橋付近、異臭魚の捕獲される羽島水域・長島水域およびこの両水域の中間にある千本松原水域で、採水・採泥を行ない試料とした。採取点を Fig. 1 に示す。

試料の採取は、長良橋付近と羽島水域は1971年12月—1972年2月に、また千本松原水域と長島水域とは1972年5月に行なった。

試料の採取にあたっては、前日に降雨がなかったときをえらび、採水は水面で直接採取し、採泥はエクマン採泥器を用いて行ない、すみやかに実験室に運搬して分析した。

(2) 荒田川、境川の水質、底質——汚濁の甚しい荒田川、境川につき、荒田川で7地点、境川で4地点において、採水・採泥を行ない試料とした。採取は1972年5—6月に行なった。採取法は(1)と同じである。採取点を Fig. 2 に示す。

(3) 魚——各水域および養魚池で捕獲した魚を、実験室にもちかえりすみやかに水洗し、筋肉、消化器、肝臓エラに分け、筋肉の一部を数名で味覚試験を行ない、異臭の有無を確認し、残部を分析試料とした。魚の捕獲は長良橋付近水域は1972年5月、羽島水域は1972年2月および7月、長島水域は1972年5月と1973年10月に行なった。

2) 芳香族炭化水素類の分析 異臭魚中から芳香族炭化水素類を検出した上住ら、⁴⁾ 緒方ら、⁵⁾ 西田ら、⁶⁾ Ackman ら⁷⁾ は、いずれもガスクロマトグラフィ(GCと略す)を用いているが定量に至っていない。芳香族炭化水素類のGC定量法としては佐藤ら⁹⁾ が血液中濃度測定のための検体処理法を報告している。この方法を追試し、内部標準物質として *sym*-メジチレンを加える操作を追加することにより、本報の検体の定量を行なうことができた。

(1) 検体の処理——河川水はそのまま、底質は 3000 rpm で10分間遠心分離して上澄液を除いて沈でん部を分取して秤量した。魚体については、筋肉、消化器、肝臓およびエラに分けて秤量し、水を加えてホモゲナイズ

Fig. 1. Sampling Stations in the Nagara River

Fig. 2. Sampling Stations in the Arata River and the Sakai River

し、定容化した。

検体を水蒸気蒸留し、全留出量を約 500ml とする。蒸留装置はすり合わせにし、留液の捕集は充分冷却して行なう。留液量を正確に 500ml とし、その 100ml を 250 ml のバイアルビン中にとり、内部標準物質として *sym*-メジチレン溶液一定量を加え、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ で飽和し、

8) 岐阜県企画部環境局, “公害白書,” 岐阜県, 1970, p. 126.

9) 佐藤章夫, 産業医学, **13**, 173 (1971); 佐藤章夫, 藤原幸子, 産業医学, **14**, 133 (1972).

パラフィルムとゴム栓で栓をし、さらにアルミ金具で固定する。このバイアルビンに 55° の恒温槽中で 10 分間振盪し、空間ガスを GC 試料とする。

(2) GC 条件——ステンレス製カラム (直径 4 mm × 3 m) を用い、5% 1, 2, 3-tris (cyanoethoxy)-propane を Chamelite CS (60—80 メッシュ) にコーティングしたものを用いた。カラム温度 60°, 注入口温度 155°, キャリアーガス (N₂) 流速 60 ml/min, 水素流速 80 ml/min, 空気流速 0.6 liter/min で、島津 GC-4 APF 型水素炎イオン化検出器を使用した。

(3) 回収率の検討——底質、魚体を試料とし、(1) の処理を行ない、これに芳香族炭化水素類一定量を加えたものにつき、使用した底質、魚体を対照として回収率を求めた。

3) 着臭実験 (1) 飼育方法——前報¹⁾と同様の方法で行なった。

(2) 芳香族炭化水素類の添加——異臭魚生息水域で検出された濃度を参考とし、芳香族炭化水素濃度が各 1 ppm となるように混合添加した。水槽中での経時変化は Fig. 3 に示すようであったので、毎日一定量を加え、添加時に所定濃度となるようにした。

3. 実験結果および考察

1) 検量線

sym-メジレンを内部標準物質としたときの検量線は Fig. 4 のようで、いずれも直線性を示すが、*m*-, *p*-キシレンは分離しなかったため、*m*-と *p*-キシレンは合わせて定量した。

2) 回収率

各臓器および底質に添加したときの回収率は Table I のようで、いずれも 80% 以上ではばつきも少なかった。

Fig. 3. Variation of Aromatic Hydrocarbons Concentration in Fish Tank under the Aeration

—: benzene ●: *m*-, *p*-xylene
—x—: toluene —△—: *o*-xylene

Fig. 4. Calibration Curve of Aromatic Hydrocarbons

TABLE I. Recovery of Aromatic Hydrocarbons from Bottom Mud and Internal Organs (Percentage)

Sample		Benzene	Toluene	<i>m</i> -, <i>p</i> -Xylene	<i>o</i> -Xylene
Bottom mud	$\bar{x}$	5	5	5	5
	S. D.	87.5	84.3	81.5	80.0
Muscle	$\bar{x}$	1.731	1.405	1.314	1.501
	S. D.	5	5	5	5
Digestive organ	$\bar{x}$	81.3	80.7	80.6	80.4
	S. D.	0.894	1.113	1.500	0.820
Liver	$\bar{x}$	5	5	5	5
	S. D.	81.5	80.6	80.3	80.3
Gill Tissue	$\bar{x}$	1.323	1.430	1.159	1.380
	S. D.	5	5	5	5
	$\bar{x}$	82.6	82.0	81.0	81.4
	S. D.	1.351	0.900	0.860	0.794
	$\bar{x}$	5	5	5	5
	S. D.	83.2	81.5	81.2	81.7
	$\bar{x}$	0.970	0.723	0.732	1.208
	S. D.				

3) 長良川の水質・底質中の芳香炭化水素類の定量

長良川本流の水質および底質中の芳香族炭化水素類の定量結果を Fig. 5 に示す。図には3回の測定値の平均値を示した。芳香族炭化水素類の同定には、相対保持時間によるほか、芳香族炭化水素類を添加してピーク的一致を確認した。

図に示すように、上流の長良橋付近では河川水中からは検出されず、底質からはベンゼン0.01ppm、トルエン0.03ppm が検出されたにすぎなかった。ところが、異臭魚生息水域の羽島水域では河川水中からも、底質中からも顕著に検出した。この下流の千本松原水域では、河川水中からも、底質中からも検出量は減少するが、異臭魚生息水域の長島水域では河川水中からも、底質中からも再びいずれも増大している。

4) 荒田川・境川の水質および底質中の芳香族炭化水

Fig. 5. Analysis of Aromatic Hydrocarbons Concentration in the River Water and the Bottom Mud of the Nagara River

— : benzene — : *m*-, *p*-xylene
 — : toluene — : *o*-xylene

素類の定量

荒田川・境川の数地点の水質・底質についての定量値を Table II に示す。

TABLE II. Analysis of Aromatic Hydrocarbons in the River Water and the Bottom Mud of the Arata River and the Sakai River

Sampling station	River water (ppm)				Bottom mud (ppm/wet weight)			
	Benzene	Toluene	<i>m</i> -, <i>p</i> -Xylene	<i>o</i> -Xylene	Benzene	Toluene	<i>m</i> -, <i>p</i> -Xylene	<i>o</i> -Xylene
1	0.011	0.145	0.013	0.015	0.025	0.265	0	0
	0.014	0.101	0	0	0.012	0.103	0.043	0
	0.039	0.135	0.094	0.262	0.131	0.707	0.188	0.106
Average	0.021	0.127	0.036	0.092	0.056	0.358	0.077	0.035
2	0.124	0.805	0.092	0.034	0.124	1.513	0.205	0.130
	0.311	0.735	0.015	0	0.315	0.844	0.134	0
	0.153	0.256	0.125	0.200	1.093	1.320	0.150	0
Average	0.196	0.599	0.077	0.078	0.511	1.226	0.163	0.043
3	0.098	1.301	0.023	0.008	0.130	1.468	0.063	0.003
	0.267	0.546	0.203	0.078	0.714	1.135	0.328	0.011
	0.815	0.121	0.113	0.306	0.310	1.437	0.525	0.383
Average	0.393	0.656	0.113	0.131	0.385	1.347	0.305	0.132
4	0.625	1.010	0.032	0	0	1.308	0.142	0
	0.435	0.712	0.101	0.013	0.238	2.863	0.001	0
	0.164	0.533	0.075	0.125	1.054	0.001	0	0
Average	0.408	0.752	0.069	0.046	0.431	1.391	0.048	0
5	0.105	0.341	0.082	0	0.715	1.101	0	0
	0.213	0.457	0.124	0.011	0.924	1.468	0.173	0.010
	0.048	0.269	0.075	0	0.162	2.019	0.963	0.194
Average	0.122	0.356	0.094	0.004	0.600	1.529	0.379	0.068
6	0.615	0.983	0.035	0	—	—	—	—
	0.716	1.121	0.072	0.030	—	—	—	—
	0.155	0.808	0.005	0	—	—	—	—
Average	0.495	0.971	0.037	0.010	—	—	—	—
7	0.515	0.843	0.026	0	0.115	1.315	0.008	0
	0.333	0.911	0.010	0	2.342	4.637	0.001	0
	0.109	0.135	0	0	1.341	2.405	0.138	0.105
Average	0.319	0.630	0.012	0	1.266	2.768	0.049	0.035
8	1.302	2.025	0.620	0.569	0.423	4.213	0.211	0.130
	0.813	1.124	0.315	0.213	2.131	8.713	0.326	0.123
	0.208	0.991	0.328	0.315	1.845	3.622	0.219	0.139
Average	0.774	1.380	0.421	0.366	1.466	5.516	0.252	0.131

	0.413	0.735	0.012	0.001	0	0.003	0	0
9	0.328	0.863	0	0	1.325	1.014	1.415	1.746
	0.501	0.911	0.083	0.009	0.001	0.105	0	0.015
Average	0.414	0.836	0.032	0.003	0.442	0.374	0.472	0.587
	0.912	1.136	0.215	0.205	0.325	3.105	0.115	0.063
10	0.326	0.513	0.140	0.134	1.346	6.623	0.415	0.214
	0.088	0.202	0.138	0.113	1.565	2.350	0.131	0
Average	0.442	0.617	0.164	0.151	1.079	4.026	0.220	0.092
	0.436	0.813	0.180	0.151	0.821	1.923	0.135	0.009
11	0.420	0.611	0.135	0.103	0.941	0.814	0.134	0.045
	1.349	0.606	0.173	0.156	1.300	2.589	0.438	4.262
Average	0.735	0.677	0.163	0.137	1.021	1.775	0.236	0.105

—: not determined

表のように、河川水・底質の両方からベンゼン、トルエン、キシレンが検出された。両者とも各地点でトルエン含量が高く、ついでベンゼン、キシレンであった。荒田川、境川とも下流に至るほど濃度が高かった。

5) 市販石油中の芳香族炭化水素類含量

河川水および底質中に芳香族炭化水素類が多い原因として考えられるもののうち、流域から流出する石油類を推定し、市販の石油4種につき、その含量を測定し、Table IIIの結果を得た。

表のように、各石油ともトルエン含量が最も高く、ベンゼンがこれにつぎ、キシレン類は低い、この割合は河川水中および底質中の割合と似ており、石油の流出が汚染の主要な原因をなすものと推定される。

TABLE III. Analysis of Aromatic Hydrocarbons Concentration of the Petroleum on the Market (unit: ppm)

Sample	Benzene	Toluene	<i>m</i> -, <i>p</i> -Xylene	<i>o</i> -Xylene
A	3230	8965	325	235
B	1650	6540	123	105
C	2320	4250	268	286
D	3000	6632	389	251

6) 魚の各臓器中の芳香族炭化水素類含量

飼育魚および各水域で捕獲した魚の臓器中の芳香族炭化水素類の定量結果を Table IV に示す。羽島および長島水域の捕獲魚はいずれも官能試験で異臭を認めたもの

TABLE IV. Analysis of Aromatic Hydrocarbons Concentration in Internal Organs

Sampling station	Sample		Aromatic hydrocarbons concentration (ppm/wet weight)			
			Benzene	Toluene	<i>m</i> -, <i>p</i> -Xylene	<i>o</i> -Xylene
Breeding fish	silver carp	M ^{a)}	0	0	0	0
		D	0	0	0	0
		L	0	0	0	0
		G	0	0	0	0
		M	0	0	0	0
		D	0	0	0	0
		L	0	0	0	0
		G	0	0	0	0
		M	0	0	0	0
		D	0	0	0	0
		L	0	0	0	0
		G	0	0	0	0
Nagara bridge area	ayu	M	0	0	0	0
		D	0	0	0	0
		L	0	0	0	0
		G	0	0	0	0
		M	0	0	0	0
		D	0	0	0	0
		L	0	0	0	0
		G	0	0	0	0
		M	0	0	0	0
		D	0	0	0	0
		L	0	0	0	0
		G	0	0	0	0

Hashima area	silver carp	M	0.42	0.91	0.11	0.09
		D	0.20	0.65	0.20	0.13
		L	0	0	0	0
		G	0.31	0.77	0.11	0.07
		M	0.23	0.55	0.32	0.20
		D	0.10	0.54	0.21	0.10
		L	0	0	0	0
		G	0.25	0.12	0.08	0.03
		M	0.17	2.05	0.41	0.22
		D	0.30	1.93	0.15	0.11
		L	0	0.02	0	0
		G	0.09	0.11	0.10	0.05
	carp	M	0.21	0.81	0.35	0.12
		D	0.17	0.33	0.23	0.09
		L	0	0	0	0
		G	0.43	0.20	0.11	0.10
		M	0.48	0.89	0.20	0.12
		D	0.23	0.41	0.16	0.08
		L	0	0	0	0
		G	0.11	0.18	0.13	0.07
		M	0.20	0.77	0.32	0.15
		D	0.15	0.35	0.21	0.13
		L	0	0	0	0
		G	0.30	0.40	0.11	0.09
		M	0.15	0.42	0.21	0.15
		D	0.08	0.20	0.15	0.07
		L	0	0	0	0
		G	0.21	0.15	0.09	0.05
		M	0.27	0.91	0.31	0.11
		D	0.32	0.40	0.11	0.10
		L	0	0	0	0
		G	0.25	0.13	0.05	0.03
		M	0.34	1.05	0.46	0.21
		D	0.24	0.35	0.20	0.11
		L	0	0	0	0
		G	0.11	0.19	0.10	0.07
Nagashima area	silver carp	M	0.13	0.35	0.26	0.11
		D	0.09	0.25	0.11	0.07
		L	0	0	0	0
		G	0.14	0.27	0.13	0.09
		M	0.13	0.58	0.08	0.05
		D	0.18	0.60	0.14	0.06
		L	0	0.02	0	0
		G	0.22	0.62	0.13	0.03
		M	0.11	0.28	0.01	0
		D	0.09	0.39	0.03	0.01
		L	0	0.01	0	0
		G	0.08	0.51	0.01	0
		M	0.10	0.35	0.05	0.01
		D	0.15	0.01	0.01	0
		L	0	0	0	0
		G	0.07	0.03	0.04	0.01
	hemibarbus barbus	M	0.27	0.63	0.09	0.07
		D	0.25	1.03	0.27	0.10
		L	0	0.01	0	0
		G	0.34	0.50	0.21	0.16
		M	0.20	0.39	0.09	0.06
		D	0.11	0.28	0.13	0.01
		L	0	0	0	0
		G	0.09	0.81	0.10	0.05
		M	0.23	0.58	0.10	0.05
		D	0.16	0.92	0.13	0.01
		L	0	0	0	0
		G	0.08	0.71	0.10	0.03
	taiwanloach	M	0.27	1.84	0.20	0.10
		D	0.16	0.42	0.11	0.01
		L	0	0.01	0	0
		G	0.12	0.48	0.01	0

dace	M	0.09	1.71	0.18	0.03
	D	0.01	0.15	0.09	0.02
	L	0	0.01	0	0
	G	0.01	0.31	0	0
	M	0.12	0.19	0.07	0.05
	D	0.11	0.18	0.06	0.02
	L	0	0	0	0
	G	0.17	0.40	0.11	0.06
	M	0.10	0.13	0.05	0.01
	D	0.09	0.12	0.01	0
	L	0	0	0	0
	G	0.08	0.32	0.07	0.03
a) M: muscle D: digestive organ L: liver G: gill tissue					

TABLE V. Accumulation of Aromatic Hydrocarbons in the Scenting Fish (Silver Carp) by Breeding

Sample	Days	Taste ^{a)} test	Aromatic hydrocarbons concentration (ppm/wet weight)			
			Benzene	Toluene	<i>m</i> -, <i>p</i> -Xylene	<i>o</i> -Xylene
Muscle	10	0/10	0.01	0.01	0.01	0.01
	15	0/10	0.02	0.02	0.01	0.01
	20	0/10	0.03	0.03	0.01	0.01
	30	0/10	0.05	0.07	0.02	0.02
	40	10/10	0.23	0.25	0.02	0.02
	50	10/10	0.40	0.57	0.04	0.03
Digestive Organ	10		0.02	0.03	0.02	0.01
	15		0.03	0.04	0.03	0.02
	20		0.05	0.06	0.03	0.02
	30		0.07	0.09	0.05	0.05
	40		0.10	0.19	0.05	0.05
	50		0.28	0.34	0.07	0.06
Gill Tissue	10		0.02	0.03	0.02	0.02
	15		0.04	0.06	0.04	0.02
	20		0.05	0.06	0.04	0.04
	30		0.09	0.13	0.05	0.04
	40		0.20	0.38	0.07	0.05
	50		0.34	0.40	0.08	0.07
Liver	10		0	0	0	0
	15		0	0	0	0
	20		0	0	0	0
	30		0	0	0	0
	40		0	0.01	0	0
	50		0	0.01	0	0

a) denominator: number of tested people
numerator: number of the people answered the offensive odor

である。

表に示すように、飼育魚（フナ）および長良橋付近で捕獲されたアユからは、各部位とも検出されなかった。羽島水域および長島水域で捕獲した魚からは、筋肉、消化器、エラからはいずれも検出されたが、肝臓からはトルエンがわずかに検出されたにすぎなかった。

7) 飼育魚への着臭実験

毎日、水槽水中の濃度が各芳香族炭化水素とも 1ppm となるように添加し、この水槽水中で飼育したフナを数日ごとに捕獲して官能試験を行ない、またその検体につ

き、各臓器中の含有量を定量した。その結果を Table V に示す。

表に示すように、官能試験で40日目には着臭を認め、筋肉中にはトルエン 0.25ppm、ベンゼン 0.23ppm、*m*-, *p*-キシレン 0.02ppm、*o*-キシレン 0.02ppm を検出した。この濃度は異臭魚中の濃度にほぼ等しい。他の臓器中にも顕著に蓄積を認めたが、肝臓にはほとんど蓄積されなかった。

魚への芳香族炭化水素による着臭については、新田ら¹⁰⁾が四日市海域での異臭魚の原因を知るために含油廃

10) 新田忠雄, 大久保勝夫, 大久保孝子, 荒川 清, 田端建二, 鈴木正也, “異臭魚に関する特別研究班報告書,” p. 5, 三重県 (昭39); 新田忠雄, 水, 7, (2), 58 (1965); 新田忠雄, 公害と対策, 2, 511 (1966).

水や底泥などを用いた実験、川本¹¹⁾がまとめたその成績緒方¹²⁾が海水中の浮游原油を対象として行なった実験があり、異臭魚対策のための水質基準の考え方も油分について示されている。¹³⁾ 緒方らの実験は濃厚汚染条件下のもので、着臭も短時日で認められているが、四日市海域のものでは、中性分画が異臭の主成分であり、着臭限界は 0.1—1.0ppm であったと報告されている。¹¹⁾ この濃度は本実験の結果ともほぼ一致している。なお、これらの実験では臓器内分布については明らかにしていないが、新田¹⁰⁾はウナギによる着臭実験から、油臭はエラを通り、循環系を経て、魚体全般の油臭化が短時間に起るとしている。本実験における臓器内分布の経時変化からは必ずしもこのことを認めることはできなかった。

4. ま と め

長良川の異臭魚の異臭魚成分を明らかにするため、前報で報告した揮発性脂肪酸に続いて芳香族炭化水素類を検出した。

芳香族炭化水素類の存在を推定したのは、異臭魚生息水域の水質分析値に油分含量が高いこと、石油コンビナート海域の異臭魚からこれらが検出されていることなどからである。従来、異臭魚からの芳香族炭化水素検出は定性的には行なわれているが定量されていないので、佐藤¹⁰⁾が血液中の濃度測定に用いた方法を適用し *sym*-メジレンを内部標準物質として用いることによって、

80以上の回収率で定量化した。

その結果、異臭魚生息水域の水質、底質中から検出され、とくにこの水域に流入する都市河川の荒田川、境川では高濃度に検出された。また、異臭魚の各臓器からも検出された。これらの定量値では、いずれもトルエンが高濃度であり、ついでベンゼン、キシレンであった。

都市河川中の濃度は、水質・底質ともに下流ほど濃度が漸増しているので、流域全体からの流入が想定され、この排出源として石油を推定した。市販石油中の芳香族炭化水素の混入量を分析したところ、トルエンが高く、ベンゼン、キシレンの順で、異臭魚中の濃度および異臭魚生息水域の水質・底質の濃度と同様の関係を示した。

芳香族炭化水素類各 1ppm を添加した水槽中での飼育実験では、明らかに蓄積を認めるとともに、40日後には官能的にも認知し得た。このときの濃度は、捕獲した異臭魚中の濃度にほぼ等しかった。

以上の結果から、芳香族炭化水素類は長良川異臭魚の原因物質の一つであり、その排出源は、都市河川に流出する石油であると推定される。

謝辞 本研究は、昭和47年度文部省科学研究費によって実施した。また魚類の捕獲については、長良川下流漁業組合長 大橋定夫氏、長島漁業組合、長島町役場の御協力を得た。記して感謝する。

11) 川本信之、用水と廃水、6, 461 (1964)。

12) 緒方正名、三宅与志雄、繁田文通、堀井小恵子、日本公衛誌、21, 581 (1974)。

13) 経済企画庁水資源局水質調査課、公害と対策、2, 516 (1966)。