

## 若狭湾西部の丹後海堆積物中の脂質組成と分布

近 藤 寛

長崎大学教育学部地学教室

(平成17年10月31日受理)

## Lipid Compounds and Distribution in Sediments from Tango-kai Bay of western part of Wakasa Bay

Hiroshi KONDO

Department of Geology, Faculty of Education, Nagasaki University

(Received October 31, 2005)

### Abstract

Sediment samples from Tango-kai bay of the western part of Wakasa bay were analyzed for mud contents,  $\text{CaCO}_3$ , organic C, N,  $\delta^{13}\text{C}$  and lipid compounds. Surveyed area are divided into 5 areas, that is, river mouth, bay head, mid bay, bay coast and strait.

Land derived organic matter in the sediments are 47.1~91.4% at the bay head of Tango-kai bay and 31.4%, 37.1% at the mid bay of Wakasa bay.

The contents of n-alkanes are high in the sediments at the Yura river, bay head and mid bay. The distribution pattern of L/H ( $L \leq C_{20}$ ,  $H \geq C_{21}$ ) of n-alkanes is different from the distribution pattern of  $\delta^{13}\text{C}$ .

The concentrations of dinosterol (a) are large in the silt from the bay head and the silty sand from the mid bay and strait. The distribution pattern  $\beta$ -sitosterol is similar to the distribution pattern of  $\delta^{13}\text{C}$ .

In a triangular diagram of  $C_{27}$ ,  $C_{28}$ ,  $C_{29}$ -sterols, the sediments of the strait and mid bay are plotted on open marine. The sediments of the river mouth and bay head are plotted on estuarine or bay.

### 1. は じ め に

現世の海底堆積物にふくまれる有機物は、陸起源有機物と海洋起源有機物が混合した状態で分布している。それぞれの起源をもつ有機物が寄与する割合によって、堆積物中の脂質組成は違いが生じると考えられる。有機物に含まれる有機物のうち、どれほどが陸起源であるかを推定するには、有機炭素同位体比  $\delta^{13}\text{C}$  値や有機分子をトレーサーとする方法がある(石渡, 1988)。また起源物質が推定される脂質成分は、生物指標化合物(バイオマー

カー) と呼ばれている。

若狭湾の海底地形と底質に関する報告は、志岐・林 (1985) があるが、底質中の有機物の  $\delta^{13}\text{C}$  値や脂質組成についての研究はないと思われる。そこで本研究は若狭湾西部の枝湾である丹後海において、堆積物に含まれる有機物の  $\delta^{13}\text{C}$  値と脂質組成を明らかにし、陸起源と海洋起源の有機物組成および分布を明らかにすることを目的とした。

## 2. 若狭湾西部の丹後海の概要

若狭湾の西部にある丹後海の概要は、志岐・林 (1985) によると次の通りである。若狭湾は海岸線が典型的なりアス式海岸であり、多数の枝湾を持つ。最大の枝湾は若狭湾の西部にあり、丹後半島と大浦半島で縁取られた丹後海である。丹後海の湾口部に冠島、小島が位置する。丹後海は海底地形は緩やかな傾斜をもち、全体的に平坦である。丹後海の面積は273km<sup>2</sup>である。若狭湾西部の大陸棚外縁部 (水深120~125m) は、不明瞭となっている。

潮流については、丹後海北部では夏期に冠島を取り巻くような時計まわりの環流が、数週間スケールで発生し消滅することが観測されている (原ほか, 1990)。若狭湾に流入する最大の河川は、丹後海に注ぐ由良川であり、平均して約30m<sup>3</sup>/秒の陸水が流入し、丹後海の水質および底質に大きな影響を及ぼしている (志岐・林, 1985)。

堆積物の底質と堆積環境 (星野, 1971; 那須, 1976) によって、若狭湾西部の丹後海を河口域 river mouth, 湾奥部 bay head, 湾央部 mid bay, 沿岸部 bay coast, 海峡部 strait の5海域に区分した。丹後海は若狭湾では湾奥部に相当する。湾央部としたものは若狭湾の湾央部である。また、海峡部としたものは丹後海の湾口部 bay mouth である。

それぞれの堆積物は、一般的に次のような特徴をもっている。河口域 river mouth: 湾岸や湾奥部にあり河川の河口部である。河川から流入する土砂や礫が堆積する。泥は沖合いに運ばれる。植物の破片が多い。湾奥部 bay head: 河川から運ばれた泥が堆積し、含泥量が高い。湾央部 mid bay: 湾の固有水塊による堆積物である。泥質砂~泥である。沿岸部 bay coast: 湾岸に近い浅所で、波浪と還流の影響により砂質である。湾口部 bay mouth: 湾外水が入り込むために湾央部の堆積物より粗粒である。生物生産性が高く貝殻などの炭酸カルシウム分が多くなる。海峡部 strait: 海水の流入により、岩盤が露出したり、粗粒な堆積物が分布する。

## 3. 試料採取と分析方法

1992年11月15日、丹後海において、由良川河口から沖合いにかけての測線上の14地点において、エクマン・バージ採泥器により堆積物試料を採取した。由良川からは St.14 の1地点で試料を採取した。表層部0~3cmまでの堆積物を試料とした。試料は-20°Cの冷凍庫で分析時まで保存した。採取地点は河口域 (St.14), 湾奥部 (St.9, 10, 11, 12), 湾央部 (St.3, 4, 5), 沿岸部 (St.1, 13), 海峡部 (St.2, 6, 7, 8) である (第1図)。

粒度分析は砂質部を篩分法でおこなった。含泥量は、水篩による泥を硫酸アルミニウムで凝集して求めた。貝殻などの炭酸カルシウム量は、5%塩酸処理前後の重量差とした。

有機炭素C・有機窒素Nは、塩酸処理した試料を長崎大学機器分析センターの柳本製 CHN コーダーにより分析した。有機炭素同位体比  $\delta^{13}\text{C}$  値は、東京都立大学理学部分析化学教室にて測定した。

脂質の分析方法は近藤(2005)と同じである。1 N KOH / メタノール溶液によるケン化液から、n-ヘキサン/ジエチルエーテル (9 : 1) により脂質を抽出する。脂質成分は薄層クロマトグラフィーにより炭化水素、多環芳香族炭化水素・アルデヒド・ケトン、脂肪族アルコール・4-メチルステロール、4-デスメチルステロールに分画した。

脂質成分の定量は、ガスクロマトグラム (Hewlett Packard 社製, 5890シリーズII) を用いた。カラムはDB-5 (内径0.32mm×長さ30m, 微極性) である。脂質成分の同定は Finniganmat INCOS-50 GC/MS により行った。カラムはDB-5 である。

## 4. 結果と考察

### 4-1 粒度組成, $\text{CaCO}_3$ 量, C・N量

粒度分析の結果 (第1表, 第1図) では、沿岸域 St. 1, 湾奥部 St. 9, 10, 12は、含泥量が50%を超えている。これらの泥質堆積物は、由良川から流れ込んだ泥が湾奥部に堆積したものと考えられる。とくに St. 10, 12は含泥量が約90%のシルトとなっている。若狭湾では湾中央部となる St. 4, 5は、含泥量が51.7%, 56.2%のシルト質砂である。この St. 4, 5は、水深が125m, 134mである。湾中央部とした St. 3もシルト質砂である。この海域の泥は、由良川からもたらされた泥の一部が運ばれて堆積したものと考えられる。一方、海峡部 (St. 2, 6, 8), 沿岸部 (St. 13) や湾奥部 (St. 11), 由良川 (St. 14) は、含泥量が20%程度の砂質堆積物となっている。

貝殻などの石灰質堆積物に由来する炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$ 量 (第1表, 第2図) は、湾奥部は、5.8%以下と少ないが、沖にむかい徐々に増加し、湾中央部 St. 4, 5は、約10%と

Table 1 Analytical data of sediments from Tango-kai bay

St.	Depth (m)	$\text{CaCO}_3$ %	Md phi	Mud %	C %	N %	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	ft. %	Sediments name	Area
1	70	9.5	4.15	54.1	0.78	0.10	7.8	-21.7	38.6	silty sand	Bc
2	76	8.8	2.15	19.7	0.29	0.03	9.7	-	-	sand	St
3	90	8.6	3.60	40.4	0.52	0.06	8.7	-21.2	31.4	silty sand	mB
4	125	10.1	4.10	51.7	0.95	0.10	9.5	-21.5	35.7	silty sand	mB
5	134	10.2	4.20	56.2	1.13	0.11	10.3	-21.6	37.1	silty sand	mB
6	100	9.0	2.35	22.4	0.29	0.03	9.7	-21.5	35.7	sand	St
7	70	7.4	1.95	7.2	-	-	-	-	-	sand	St
8	70	9.3	2.75	24.7	0.42	0.04	10.5	-21.3	32.9	sand	St
9	60	5.8	4.35	63.0	0.61	0.07	8.7	-22.3	47.1	sandy silt	Bh
10	50	4.6	5.50	89.8	1.61	0.14	11.5	-24.3	75.7	silt	Bh
11	25	0.6	3.35	20.8	0.38	0.05	7.6	-24.4	77.1	sand	Bh
12	40	5.8	5.50	91.9	1.96	0.14	14.0	-25.4	91.4	silt	Bh
13	50	17.1	2.85	19.8	0.49	0.05	9.8	-21.9	41.4	sand	Bc
14	-	1.2	2.45	22.9	0.74	0.08	9.3	-26.4	100.0	sand	Rm
Mean	74	7.7	3.52	41.8	0.78	0.08	9.8	-22.8	46.2	-	-

Rm: River mouth    Bh: Bay head    mB: Mid bay    Bc: Bay coast    St: Strait

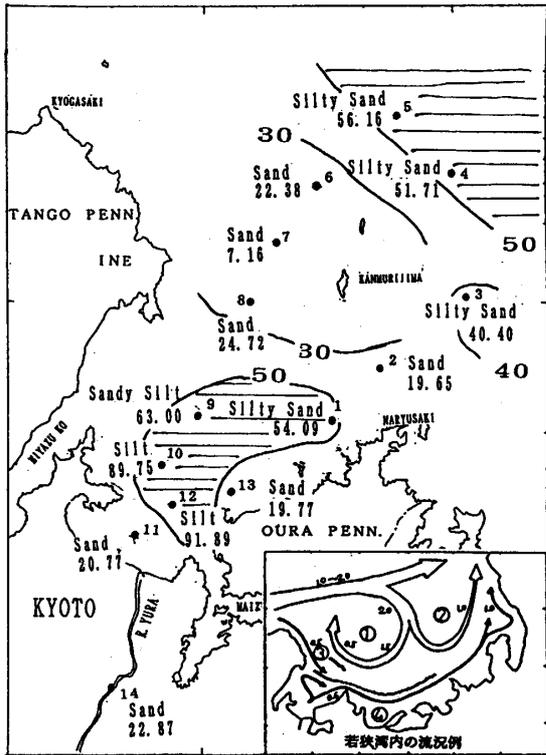


Fig.1 Bottom topography and sampling locations

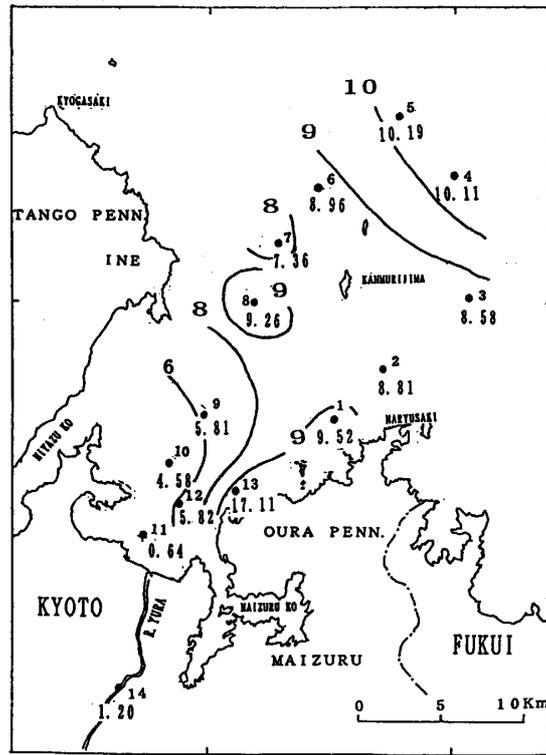


Fig.2 Distribution of CaCO<sub>3</sub>

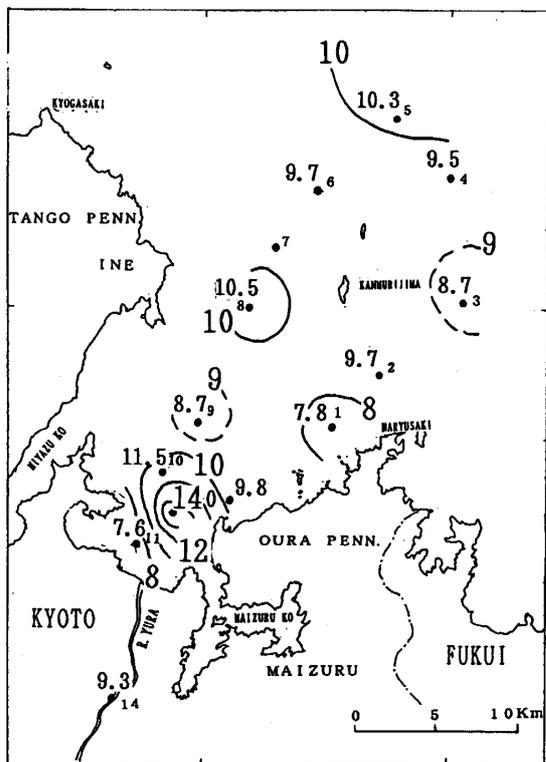


Fig.3 Distribution of C/N ratio

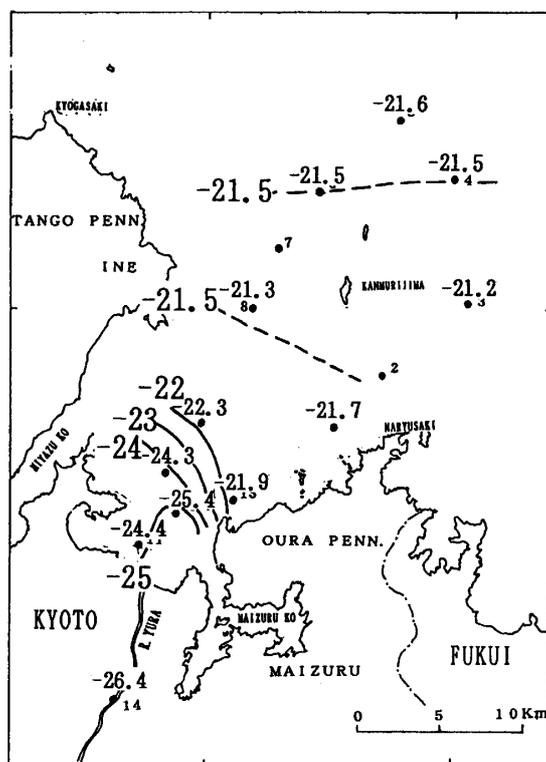


Fig.4 Distribution of  $\delta^{13}C$

なっている。有機炭素Cと有機窒素Nの含有量(%)によって求められた炭素率C/N比は、7.6~14.0の範囲にあり、湾奥部 St.10, 12は、最も大きなC/N比である。この2地点は、含泥量が最も高いことから、泥と共に植物破片が堆積しているの、C/N比が大きいものと考えられる(第1表, 第3図)。

#### 4-2 有機炭素同位体比 $\delta^{13}\text{C}$

有機炭素同位体比  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) (第1表, 第4図)の分布について、由良川の堆積物 St.14は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が最も小さく-26.4‰である。湾奥部の堆積物 St.9~12は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が-22.3~-25.4‰である。海峡部 St.6, 8は-21.5‰, -21.3‰と大きくなり、湾中央部 St.4, 5も同様に、-21.5‰, -21.6‰と大きい。

有機炭素同位体比  $\delta^{13}\text{C}$  (‰)は、陸起源有機物と海洋起源有機物で大きく異なることを利用して、陸起源有機物の割合が求められている(石渡, 1988)。陸起源有機物の割合である寄与率  $f_t$  (%)は、若狭湾では陸起源有機物の  $\delta^{13}\text{C}$ 値を-26.4‰, 海起源有機物の  $\delta^{13}\text{C}$ 値を-19‰として算出した(第1表)。

由良川の堆積物 St.14は、陸起源有機物の寄与率は100%である。湾奥部の堆積物 St.9~12は、寄与率が47.1~91.4%と高いが、海峡部 St.6, 8は寄与率が低下して35.7%, 32.9%である。湾中央部 St.4, 5においても寄与率は低く、35.7%, 37.1%となっている。

#### 4-3 脂肪族炭化水素(アルカン)

脂肪族炭化水素(アルカン)は、 $\text{C}_{14}\sim\text{C}_{37}$ -アルカンを検出して定量した。含有量( $\mu\text{g}/\text{g}$ )は0.44~2.54 $\mu\text{g}/\text{g}$ である(第2表)。アルカン含有量(第5図)は、由良川の St.14は1.99 $\mu\text{g}/\text{g}$ と大きい。湾奥部の St.12のシルトは、最大の2.54 $\mu\text{g}/\text{g}$ であり、St.9, 10, 11も大きい。海峡部の St.2, 6, 8では低く0.44~0.91 $\mu\text{g}/\text{g}$ となる。沖合いの湾中央部 St.4, 5で再び大きくなり1.29 $\mu\text{g}/\text{g}$ , 1.92 $\mu\text{g}/\text{g}$ である。このように堆積物のアルカンは、

Table2 n-Alkanes data for surface sediments from Tango-kai Bay

St.	n-Alkanes					Sediments name	Area
	$\mu\text{g}/\text{g}$	$\mu\text{g}/\text{gC}$	L/H	CPI	Peaks		
1	0.99	127	0.10	2.83	31,29,21	silty sand	Bc
2	0.44	133	0.35	2.31	29,31,27	sand	St
3	0.71	129	0.75	2.29	21,29,31	silty sand	mB
4	1.29	136	0.29	2.80	31,29,27	silty sand	mB
5	1.92	100	0.74	1.81	29,27,21	silty sand	mB
6	0.91	228	0.37	2.10	29,31,27	sand	St
7	—	—	—	—	—	sand	St
8	0.91	212	0.38	2.05	29,31,21	sand	St
9	1.14	187	0.38	2.15	29,31,27	sandy silt	Bh
10	1.36	84	0.69	1.93	21,31,29	silt	Bh
11	1.08	284	0.41	2.34	29,31,27	sand	Bh
12	2.54	129	0.50	2.53	29,31,25	silt	Bh
13	0.50	102	0.39	2.11	31,29,21	sand	Bc
14	1.99	243	0.39	1.90	29,27,31	sand	Rm
Mean	1.21	161	0.44	2.24	—	—	—

Rm: River mouth    Bh: Bay head    mB: Mid bay    Bc: Bay coast    St: Strait

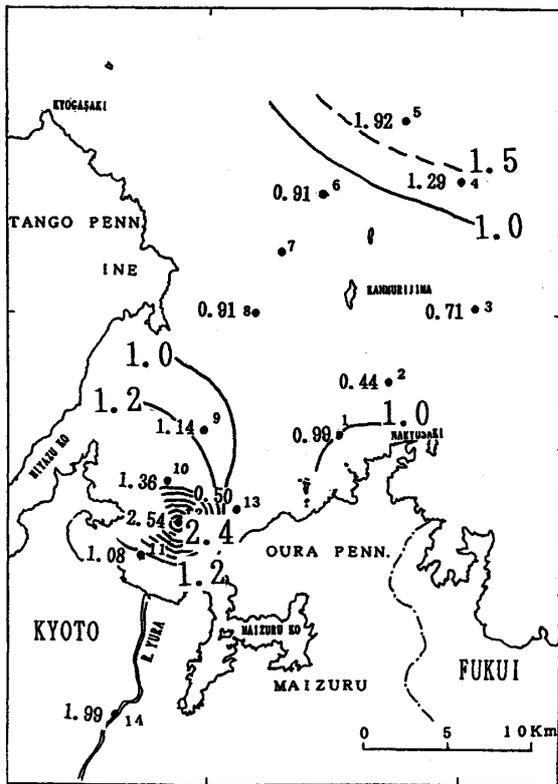


Fig.5 Distribution of n-alkanes in Tango-kai Bay

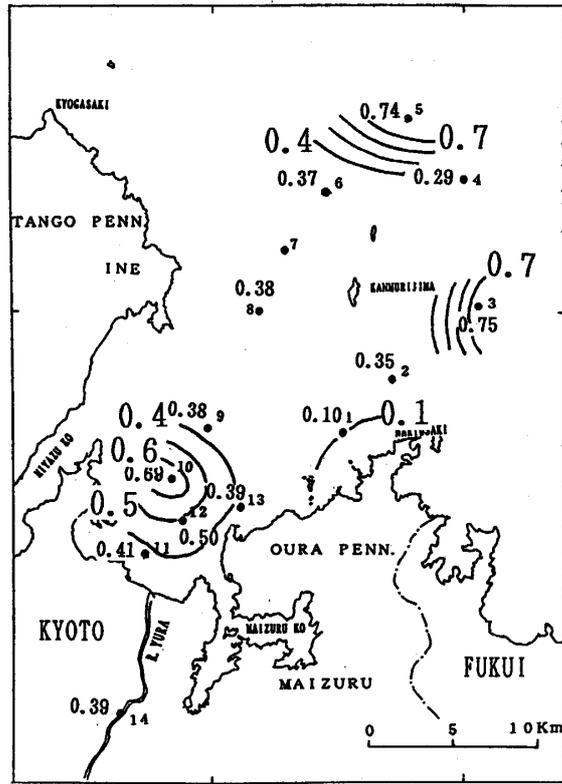


Fig.6 Distribution of L/H of n-alkanes

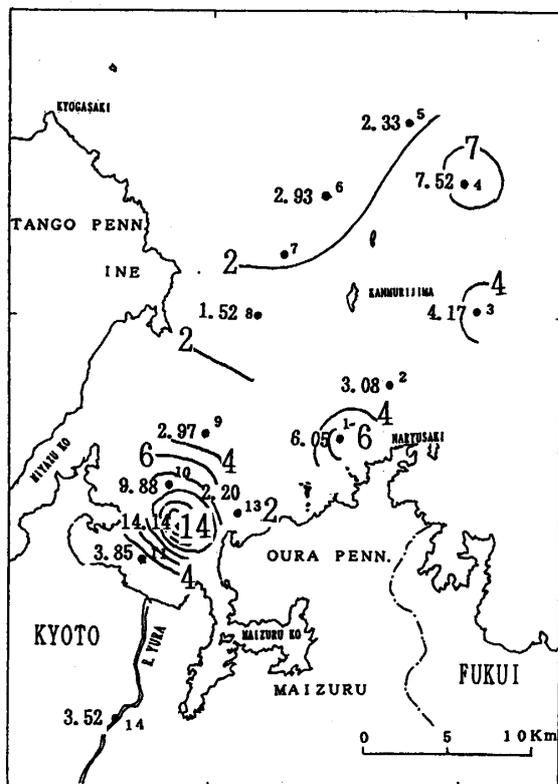


Fig.7 Distribution of n-alcohols(µg/g)

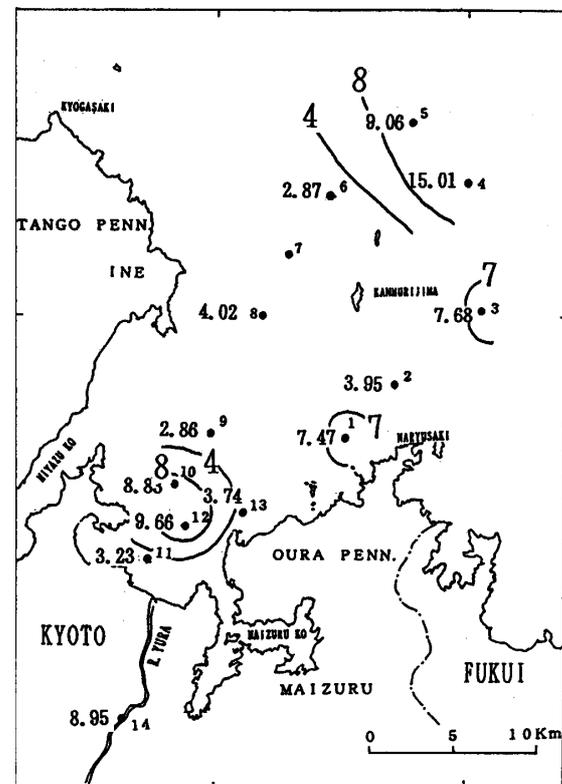


Fig.8 Distribution of sterols(µg/g)

由良川から湾奥部では多く、海峡部で少なくなるが、沖合いの若狭湾湾央部で再び増加している。

n-アルカンの L/H ( $L \leq C_{20}$ ,  $H \geq C_{21}$ ) について、陸上の高等植物に由来する有機物のアルカンは、炭素数が多い  $C_{27}$ ,  $C_{29}$ ,  $C_{31}$  などのアルカンに富むので L/H が小さくなると考えられる。

由良川の St.14 ではアルカンの L/H は、0.39 である。湾奥部 St.10, 12 は、 $\delta^{13}C$  値によると陸起源有機物は 75.7%, 91.4% を占めるが L/H は、比較的高い。これと逆に、陸起源有機物が少ない St. 1, 4 は、L/H がやや低い比較的高くなっている。

若狭湾堆積物ではアルカンの L/H は、陸起源有機物の指標に向かないと考えられる。

#### 4-4 n-アルコール

n-アルコール含有量 ( $\mu\text{g/g}$ ) は、湾奥部の St.10, 12 のシルトで最も高く、海峡部 St. 2, 6, 8 では含有量が低下する。また、湾央部 St. 3, 4 のシルト質砂は、アルコール含有量 ( $\mu\text{g/g}$ ) が高くなっている (第 3 表)。このように含泥量が高い堆積物は、アルコール含有量も高い傾向を示している。

n-アルコールの L/H ( $L \leq C_{20}$ ,  $H \geq C_{21}$ ) (第 3 表) は、湾奥部では河口に近い St.11 では L/H が小さいが、St.12, 10, 9 と沖に行くに従い大きくなり、湾央部の St. 3, 4 は最も大きい。このような L/H 値の分布は、湾奥部の堆積物には、陸上の高等植物起源の有機物の寄与が大きく、湾央部では寄与が少ないことを示す。これらは、厚岸湾 (近藤, 2005) の場合と一致している。

若狭湾では、湾奥部の堆積物は、陸起源有機物の寄与が大きいため、アルコールの含有量が大きく、L/H 比が小さくなっている。

Table 3 n-Alcohols data for surface sediments from Tango-kai Bay

St.	n-Alcohols				Peaks	Sediments name	Area
	$\mu\text{g/g}$	$\mu\text{g/g-C}$	L/H	CPI			
1	6.05	776	0.39	9.35	24,22,26	silty sand	Bc
2	3.08	1062	0.49	8.56	24,22,26	sand	St
3	4.17	802	0.66	9.03	24,22,26	silty sand	mB
4	7.52	792	0.73	9.47	24,22,26	silty sand	mB
5	2.33	206	0.43	9.90	24,22,26	silty sand	mB
6	2.93	1010	0.43	10.30	24,22,26	sand	St
7	—	—	—	—	—	sand	St
8	1.52	362	0.46	9.95	24,22,26	sand	St
9	2.97	487	0.54	10.36	24,22,26	sandy silt	Bh
10	9.88	614	0.48	11.55	24,22,26	silt	Bh
11	3.85	1013	0.44	9.52	24,22,26	sand	Bh
12	14.14	721	0.46	12.62	24,22,26	silt	Bh
13	2.20	449	0.64	8.05	24,22,26	sand	Bc
14	3.52	476	0.50	8.38	24,22,26	sand	Rm
Mean	4.94	675	0.51	9.77	—	—	—

Rm: River mouth Bh: Bay head mB: Mid bay Bc: Bay coast St: Strait

4-5 4-メチルステロール

ステロール骨格の4位にメチル基がある4-メチルステロール(4-methyl-sterol)は、dinosterol (a)を定量した。この dinosterol (a)は、植物プランクトンである渦鞭毛藻類起

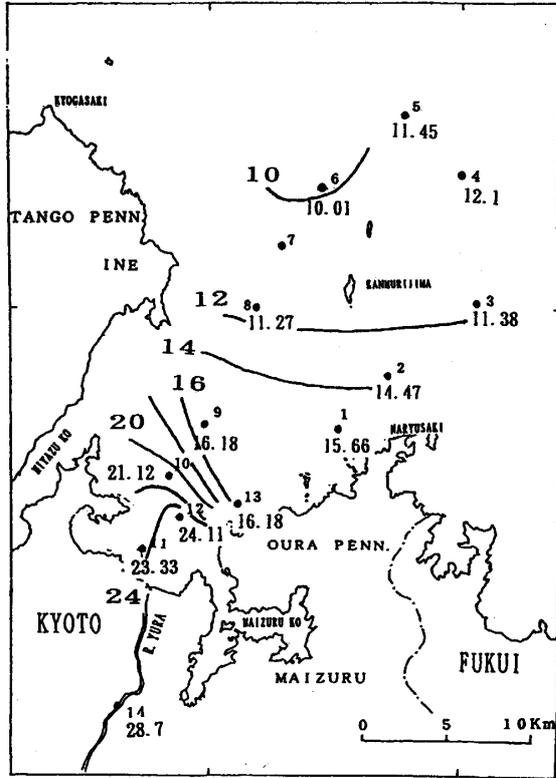


Fig.9 Distribution of  $\beta$ -sitosterol from Tango-kai Bay

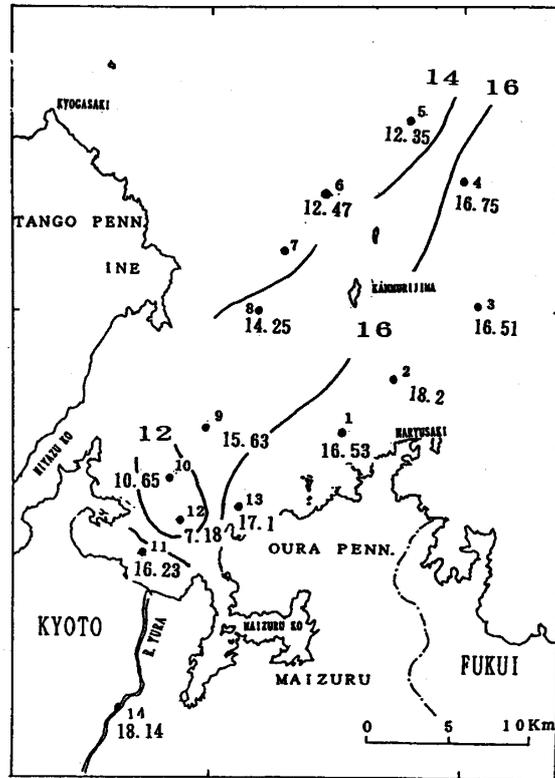


Fig.10 Distribution of cholesterol

Table4 Sterols data for surface sediments from Tango-kai Bay

St.	4-desmethylsterol		dinosterol		Sediments name	Area
	$\mu\text{g/g}$	$\text{mg/g-C}$	$\mu\text{g/g}$	$\mu\text{g/g-C}$		
1	7.47	0.96	0.80	102.6	silty sand	Bc
2	3.95	1.36	0.50	172.4	sand	St
3	7.68	1.48	0.84	161.5	silty sand	mB
4	15.01	1.58	0.96	101.1	silty sand	mB
5	9.06	0.80	0.44	38.9	silty sand	mB
6	2.87	0.99	0.41	141.4	sand	St
7	—	—	—	—	sand	St
8	4.02	0.96	0.20	47.6	sand	St
9	2.86	0.47	0.42	68.9	sandy silt	Bh
10	8.83	0.55	0.62	38.5	silt	Bh
11	3.23	0.85	0.23	60.5	sand	Bh
12	9.66	0.49	0.51	26.0	silt	Bh
13	3.74	0.76	0.36	73.5	sand	Bc
14	8.95	1.21	0.08	10.8	sand	Rm
Mean	6.72	0.96	0.49	80.3	—	—

Rm: River mouth    Bh: Bay head    mB: Mid bay    Bc: Bay coast    St: Strait

源の有機物の寄与を示す生物指標化合物 (バイオマーカー) とされている (De Leeuw et al., 1983; Robinson et al., 1984)。dinosterol 含有量 ( $\mu\text{g/g}$ ) は、海峡部 St. 1, 3 と湾中央部 St. 4 のシルト質砂で最も多い。また湾奥部 St. 10, 12 のシルトで多い (第 4 表)。これらのシルト質砂, シルトと共に, 渦鞭毛藻類起源の有機物が堆積しているために, dinosterol が多いものと考えられる。

#### 4-6 4-デスメチルステロール

ステロイド骨格の 4 位にメチル基がない 4-デスメチルステロール (4-desmethylsterol) は 21 種が確認された (第 5 表)。ステロール含有量 ( $\mu\text{g/g}$ ) は, 湾奥部の St. 10, 12 のシルト, 湾中央部の St. 3, 4, 5 のシルト質砂および沿岸部の St. 1 のシルト質砂に多くなっている (第 4 表, 第 8 図)。

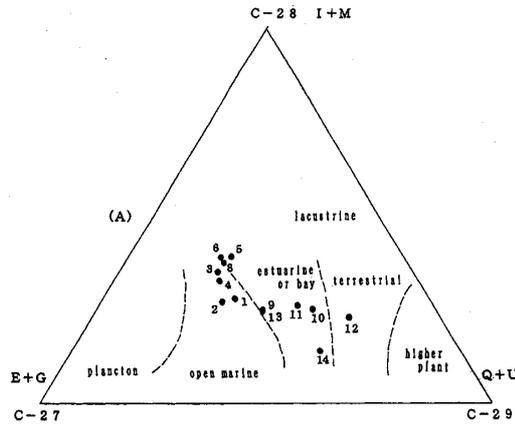
陸上の高等植物起源とされる  $\beta$ -sitosterol (U) (%) の分布は沖合いにむかって減少している (第 9 図)。このような分布は,  $\delta^{13}\text{C}$  値の分布図 (第 4 図) と良く対応している。従って, 若狭湾堆積物に含まれる  $\beta$ -sitosterol (U) は, 陸上の高等植物起源の有機物の分布をよく示している。動物プランクトンなどに多い cholesterol (G) (%) は, 湾中央付近では多くなっているが, 明瞭な分布をしめしていない (第 10 図)。

4-デスメチルステロールを用いて起源物質と堆積環境を知る方法として, Huang and Meinschein (1979) は, 動物プランクトンなどの動物, 甲殻類, 藻類は  $\text{C}_{27}$  ステロールに富み, 菌類, 原生動物, 土壌は  $\text{C}_{28}$  ステロールが多く, 陸上の高等植物は  $\text{C}_{29}$  ステロールが多いことから,  $\text{C}_{27}$ ,  $\text{C}_{28}$ ,  $\text{C}_{29}$  ステロールの 3 成分比によって堆積環境を区分できると報告し

Table 5 Assignment of 4-desmethylsterols

Peak	Identification	Cn	D.B.	MW(TMS)
A	24-norcholesta-5, 22E-dien-3 $\beta$ -ol	26	5,22	442
B	24-norcholest-22E-en-3 $\beta$ -ol	26	22	444
C	27-nor-24-methylcholesta-5, 22E-dien-3 $\beta$ -ol	27	5,22	456
E	cholesta-5, 22E-dien-3 $\beta$ -ol (22-dehydrocholesterol)	27	5,22	456
F	5 $\alpha$ -cholest-22E-en-3 $\beta$ -ol	27	22	458
G	cholest-5-en-3 $\beta$ -ol (cholesterol)	27	5	458
H	5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol (cholestanol)	27	—	460
I	24-methylcholesta-5, 22E-dien-3E-ol (brassicasterol)	28	5,22	470
J	24-methyl-5 $\alpha$ -cholest-22E-en-3 $\beta$ -ol	28	22	472
l	24-methylcholesta-5, 24(28)-dien-3 $\beta$ -ol	28	5,24	470
M	24-methylcholest-5-en-3 $\beta$ -ol (campesterol)	28	5	472
N	24-methyl-5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol (campestanol)	28	—	474
O	23, 24-dimethylcholesta-5, 22E-dien-3 $\beta$ -ol	29	5,22	484
Q	24-ethylcholesta-5, 22E-dien-3 $\beta$ -ol (stigmasterol)	29	5,22	484
R	24-ethyl-5 $\alpha$ -cholest-22E-en-3 $\beta$ -ol	29	22	486
S	23, 24-dimethylcholest-5-en-3 $\beta$ -ol	29	5	486
U	24-ethylcholest-5-en-3 $\beta$ -ol ( $\beta$ -sitosterol)	29	5	486
V	24-ethyl-5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol (stigmastanol)	29	—	488
vZ	24-ethyl-5 $\alpha$ -cholest-24(28)Z-en-3 $\beta$ -ol (isofucostanol)	29	24	486
W	24-ethyl-5 $\alpha$ -cholest-7-en-3 $\beta$ -ol	29	7	486
wE	24(E)-propylidenecholest-5-en-3 $\beta$ -ol	30	5,24	498

Cn: 炭素数 D.B.: 二重結合の位置 MW(TMS): 質量数(TMS 化)

Fig.11 C<sub>26</sub>-C<sub>27</sub>-C<sub>29</sub> sterols

た。この方法に従って、C<sub>27</sub> (E+G)、C<sub>28</sub> (I+M)、C<sub>29</sub> (Q+U) を3成分として三角ダイヤグラムを描いた (第11図)。

若狭湾において陸源 terrestrial とされるのは、湾奥部の St.12のみである。入り江～湾 estuarine or bay とされるものは、湾奥部の St.9, 10, 11, 沿岸部の St.13, 湾央部の St.5, 由井川河口の St.14である。なお St.13と湾央部の St.5は外洋 open marine に近く、由井川の St.14は陸源 terrestrial に近い。外洋 open marine とされるものは、沿岸部の St.1, 海峡部の St.2, 6, 8, 湾央部の St.3, 4となっている。このように丹後海から若狭湾の湾央部の堆積物では、Huang and Meinschein (1979) が区分した外洋域に相当するものは、海峡域と湾央部の堆積物が多い。また入り江～湾および陸源とされるものは、湾奥部と河口部のものが多い。ステロールの分布からは、丹後海湾奥部と海峡部から若狭湾の湾央部で、脂質組成の違いが比較的明瞭である。

## 6. ま と め

若狭湾西部の丹後海を、河口域、湾奥部、湾央部、沿岸部、海峡部に区分した。湾奥部では90%以上の泥があり、由良川からの流入によるものと考えられる。若狭湾の湾央部では、シルト質砂である。丹後海湾口の海峡部は砂質堆積物となっている。

炭素率 C/N 比は、湾奥部で最大であり、泥と共に植物破片が堆積したためと考えられる。 $\delta^{13}\text{C}$  (‰) による陸起源有機物の寄与率は、由良川の堆積物で100%とすると湾奥部では47.1~91.4%、若狭湾の湾央部では31.4~37.1%と低くなる。

堆積物中の脂肪族炭化水素 (n-アルカン) 含有量は、由良川から湾奥部では多く、海峡部で少ないが、若狭湾の湾央部では再び増加している。n-アルカンの L/H ( $L \leq C_{20}$ ,  $H \geq C_{21}$ ) の分布は、 $\delta^{13}\text{C}$  のような分布を示さない。

4-メチルステロールである dinosterol の含有量は、湾奥部のシルトと沿岸部や湾央部のシルト質砂に多く、渦鞭毛藻類起源と考えられる。4-デスメチルステロール21種の含有量は、湾奥部のシルト、湾央部と沿岸部のシルト質砂に多い。陸上の高等植物起源とされる  $\beta$ -sitosterol は、沖合いに向けて減少している。この  $\beta$ -sitosterol の分布は、 $\delta^{13}\text{C}$  値の分布と良く対応している。

C<sub>27</sub>, C<sub>28</sub>, C<sub>29</sub>ステロールによる三角ダイヤグラムにおいて、外洋域とされるものには、海峡域と湾央部の堆積物が多い。入り江～湾および陸源とされるものは、湾奥部と河口部の堆積物が多い。各海域においてステロール組成に違いがみられた。

#### 参 考 文 献

- De Leeuw J.W., Irene W., Rijpstra C., Schenck P.A. and Volkman J.K. (1983): Free, esterified and residual bound sterols in Black Sea Unit I sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **47**, 455-465.
- 原 哲之・和田洋蔵・河岸 賢・宗清正廣 (1990): 夏季における若狭湾西部海域の流動について, 水産海洋研究, **54**, 123-128.
- 星野通平 (1971): 大陸棚. 浅海地質学, 253-439, 東海大学出版会.
- Huang W.Y. and Meinschein W.G. (1979): Sterols as ecological indicators. *Geochim. Cosmochim. Acta* **43**, 739-745.
- 石渡良志 (1988): 東京湾の陸源有機物の流入と堆積, 沿岸海洋研究ノート, **25**, 2, 127-133.
- 近藤 寛・倉橋淑子・石渡良志 (2004): 東京湾堆積物中の陸起源有機物と脂質組成. 長崎大教育紀要自然, **70**, 9-24.
- 近藤 寛 (2005): 厚岸湖・厚岸湾堆積物中の脂質組成と分布. 長崎大教育紀要自然, **73**, 9-20.
- 那須紀幸 (1976): 浅海堆積物. 海洋地質, 27-40, 東京大学出版会.
- Robinson R., Eglinton G., Brassell S.C. and Cranwell P.A. (1984): Dinoflagellate origin for sedimentary 4 $\alpha$ -methyl steroids and 5 $\alpha$ (H)-stanols. *Nature*, **308**, 439-442.
- 志岐常正・林 勇夫 (1985): 若狭湾 I 地質, 日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会沿岸海洋研究部会編), 947-968.