

# 海産魚類の産地同定からみた 水産資源の流通の展開

— 中四国地方を中心とした魚類遺存体の炭素・窒素同位体分析の視角から —

石丸 恵利子<sup>1)</sup>・海野 徹也<sup>2)</sup>・米田 穰<sup>3)</sup>・柴田 康行<sup>4)</sup>・  
湯本 貴和<sup>5)</sup>・陀安 一郎<sup>6)</sup>

●キーワード：海産魚類 (marine fish), 産地同定 (identification of origin),  
炭素・窒素同位体分析 (carbon and nitrogen isotope analysis), 交流 (exchange),  
流通 (distribution), 中四国地方 (Chugoku and Shikoku area)

## 1. はじめに

動物遺存体の分析成果は、過去における人間と動物の関わりあいやその利用の変遷などについて様々な情報を与えてくれる。内陸部や山間部での海産魚類や海産貝類の出土は、遠隔地からの物資の運搬あるいは交流があったことを示すものである。例えば、縄文時代の山間部に位置する洞窟・岩陰遺跡からエイ類の尾棘やハマグリが出土し、中近世の内陸部の遺跡からはマダイをはじめとした様々な海産魚類や貝類などの海産資源が確認されている。しかし、魚骨や貝殻の形態的な特徴からでは、それらの生息地域を知ることはできず、複数の海域からの搬入が想定される遺跡では、その産地である交流地域を特定することができない。もし、海産資源の具体的な産地を明らかにすることができれば、情報の伝達や文化交流圏、あるいはその伝達ルートがどのようなものであったのかなど、交流および流通研究や食文化研究に有益な情報となる。

本研究は、これまで遠隔地との交流の有無にとどまっていた動物遺存体の分析視点に、どの地域とのつながりがあったのかという情報を加えることによって、交流・流通のより具体的な議論を可能とするために、海産魚類の産地同定の一方法の確立を目指し、また内陸部に持ち込まれた海産物の産地を判別し、それに関わる流通の展開について考察を深めることを目的とする。本稿では、中四国地方を中心とした現生魚類および遺跡出土資料を分析対象とし、広島県の内陸部に持ち込まれた四日市遺跡出土の海産魚類の産地と流通ルートについて議論する。

## 2. 研究方法

海産魚類の産地同定の方法として、骨コラーゲンの炭素・窒素同位体分析を試みた。骨コラーゲンの炭素・窒素同位体分析は、ヒトの食性の復元研究（南川 1993・2001, 米田 2002・2006）や、イノシシとブタの野生種と家畜種の判別研究（松井ほか 2001）などで利用され、考古学研究において大きな成果をあげている。これは、

<sup>1)</sup> 京都大学大学院人間・環境学研究科博士後期課程 〒729-0324 広島県三原市糸崎 4 丁目 11-6

<sup>2)</sup> 広島大学大学院生物圏科学研究科 〒739-8528 広島県東広島市鏡山 1-4-4

<sup>3)</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科 〒277-8562 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

<sup>4)</sup> 独立行政法人国立環境研究所 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

<sup>5)</sup> 総合地球環境学研究所 〒603-8047 京都府京都市北区上加茂本山 457 番地 4

<sup>6)</sup> 京都大学生態学研究センター 〒520-2113 滋賀県大津市平野 2 丁目 509-3

全ての生物やその組織生体分子が、食物の同位体比を反映した固有の安定同位体比を持っており、食物に含まれているタンパク質は、食事によってそれを摂取した動物の体組織形成のために利用されるため、同位体組成はその動物の体組織に残存する原理を利用したものである。

以上のような研究例から、魚類においても水深の深い日本海と浅海域の瀬戸内海では栄養供給源が異なる可能性があることや、地形的な閉鎖性の違いによって、海域や時代によって同位体組成に差が認められるであろうことが推測される。例えば、島根沿岸と広島湾では、イカ類の同位体比が異なるという報告がある (Takai *et al.* 2000・2002)。それらを検証するため、複数地点で漁獲した現生海産魚類の骨コラーゲンの炭素・窒素同位体分析を試みる。さらに、現生資料の分析結果から得られた情報をもとに、同位体比の特徴や魚種による相違、または時間的な値の推移などの検討を行い、産地同定のための炭素・窒素同位体分析の有効性を議論する。また、遺跡出土資料の分析によって、内陸部に持ち込まれた海産

魚類の産地を指摘した上で、より具体的に当時の海産資源の流通について考察する。

分析の前段階として、現生資料からの骨コラーゲンの抽出は (南川 2001・2003) に従って実施した。また、遺跡資料からの骨コラーゲンの抽出は、(Yoneda *et al.* 2002 を一部改変) に従って実施した。上述の手順によって抽出した骨コラーゲン約 1 mg をスズカップに採取し、元素分析計を前段にそなえた同位体比質量分析計 (Finnigan MAT Delta-S) を使用して炭素・窒素同位体分析を行った。今回の分析にともなう誤差は、炭素で 0.08 (SD) ‰以下、窒素で 0.12 (SD) ‰以下であった。

### 3. 現生魚類の分析

#### 3.1 分析資料

分析の有効性を確認するために、複数の海域で 2003 年から 2004 年に漁獲した現生魚類の骨格による分析を実施した。分析対象は、縄文時代以降多くの遺跡から出土する代表的な魚種であるマダイ (*Pagrus major*), クロ

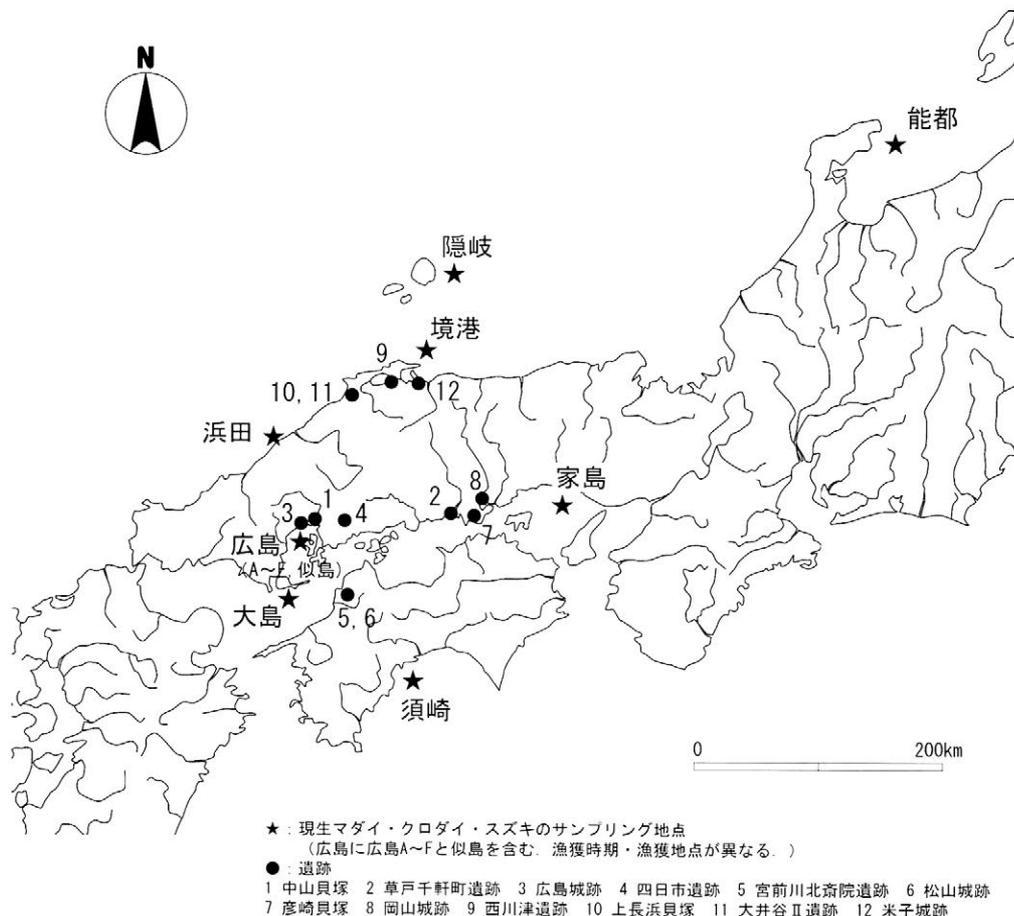


図1 現生魚類のサンプリング地点と遺跡分布図

Fig. 1 Sampling sea area of modern fishes and location of the site

表1 現生魚類の概要と分析結果一覧

Table 1 Data of modern fishes includes analyzed parts, sea area, body length,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and C/N values.

No.	試料 No.	魚種	分析部位	海域	サンプリング地点	体長 (mm)	捕獲季節	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C/N
1	334	マダイ	椎骨	瀬戸内海	広島B	104	6月	-15.0	12.1	3.4
2	8-2	マダイ	尾椎	瀬戸内海	広島A	275	6月	-13.5	13.4	3.2
3	8	マダイ	腹椎	瀬戸内海	広島A	275	6月	-13.5	13.4	3.2
4	59-2	マダイ	腹椎	太平洋	須崎	520	6月	-14.2	12.0	3.3
5	61-2	マダイ	擬頭骨	太平洋	須崎	370	6月	-13.2	11.8	3.3
6	59	マダイ	腹椎	太平洋	須崎	520	6月	-13.5	12.2	3.2
7	61	マダイ	腹椎	太平洋	須崎	370	6月	-12.6	11.9	3.2
8	159-1	マダイ	腹椎	日本海	隠岐	182	4月	-13.2	10.7	3.2
9	160-1	マダイ	腹椎	日本海	隠岐	170	4月	-13.5	11.0	3.2
10	20-2	マダイ	擬頭骨	日本海	境港	310	5月	-13.8	11.5	3.1
11	20	マダイ	腹椎	日本海	境港	310	5月	-14.6	11.4	3.5
12	326	マダイ	椎骨	日本海	能都	270	12月	-11.6	10.8	3.1
13	327	マダイ	椎骨	日本海	能都	247	12月	-12.9	10.8	3.1
14	88-1	マダイ	腹椎	日本海	能都	330	7月	-13.1	10.5	3.2
15	88-4	マダイ	前上顎骨	日本海	能都	330	7月	-13.1	10.2	3.3
16	88-5	マダイ	主上顎骨	日本海	能都	330	7月	-13.2	10.3	3.2
17	95-1	マダイ	腹椎	日本海	能都	265	7月	-12.7	11.3	3.1
18	32	マダイ	腹椎・尾椎	日本海	能都	355	5月	-14.3	10.8	3.2
19	66-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	広島	275	6月	-12.0	13.4	3.2
20	69-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	広島	290	6月	-11.2	13.6	3.2
21	70-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	広島	270	6月	-11.5	14.3	3.1
22	71-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	広島	265	6月	-11.8	13.8	3.1
23	68-2	クロダイ	擬頭骨	瀬戸内海	広島	280	6月	-11.6	14.0	3.2
24	67-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	広島	310	6月	-11.8	13.3	3.2
25	68-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	広島	280	6月	-11.6	13.6	3.2
26	15-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	300	4月	-11.1	15.8	3.2
27	17-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	300	4月	-13.1	15.3	3.2
28	19-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	340	4月	-12.0	16.2	3.2
29	16	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	295	4月	-9.7	15.0	3.3
30	24-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	-	4月	-12.3	16.3	3.2
31	23-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	-	4月	-11.9	15.3	3.3
32	18-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	家島	320	4月	-10.3	16.9	3.2
33	339	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島C	143	春季	-12.1	14.4	3.2
34	342	クロダイ	腹椎・尾椎	瀬戸内海	広島C	127	春季	-12.6	14.8	3.3
35	343	クロダイ	腹椎・尾椎	瀬戸内海	広島C	120	春季	-9.3	13.0	3.2
36	341	クロダイ	腹椎・尾椎	瀬戸内海	広島C	135	春季	-12.4	13.8	3.2
37	340	クロダイ	腹椎・尾椎	瀬戸内海	広島C	144	春季	-12.3	14.6	3.2
38	344	クロダイ	腹椎・尾椎	瀬戸内海	広島C	119	春季	-10.2	13.9	3.2
39	267	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島津津	312	12月	-11.8	14.1	3.1
40	204	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	215	春季	-12.3	9.4	3.1
41	204	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	215	春季	-12.3	9.5	3.1
42	205	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	295	春季	-11.7	13.7	3.1
43	235	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	257	春季	-12.0	13.3	3.2
44	236	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	205	春季	-12.4	10.0	3.2
45	242	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	210	春季	-12.4	10.0	3.1
46	243	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	195	春季	-11.9	9.5	3.1
47	244	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	260	春季	-11.3	10.5	3.1
48	249	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	168	春季	-11.6	10.7	3.3
49	250	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	220	春季	-12.4	9.6	3.1
50	257	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	200	春季	-12.7	9.9	3.2
51	228-1	クロダイ	尾椎	瀬戸内海	広島D	248	春季	-12.0	9.9	3.1
52	239	クロダイ	尾椎	瀬戸内海	広島D	196	春季	-12.2	9.6	3.1
53	238	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	255	春季	-11.3	10.7	3.1
54	251	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	200	春季	-11.7	9.9	3.1
55	252	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	195	春季	-12.7	9.5	3.2
56	241	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	260	春季	-11.6	11.3	3.1
57	230	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	165	春季	-12.5	10.1	3.2
58	207	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	282	春季	-12.0	9.3	3.1
59	208	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	210	春季	-11.1	10.3	3.1
60	256	クロダイ	椎骨	瀬戸内海	広島D	220	春季	-10.5	10.3	3.1
61	124-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	245	6月	-11.7	13.3	3.1
62	125-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	240	6月	-12.1	15.0	3.1
63	130-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	245	6月	-11.8	12.3	3.1
64	131-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	220	6月	-12.1	10.8	3.1
65	134-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	220	6月	-12.0	10.9	3.2
66	138-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	245	6月	-11.9	12.5	3.2
67	138-3	クロダイ	歯骨	瀬戸内海	大島	245	6月	-12.5	12.8	3.2
68	138-4	クロダイ	前上顎骨	瀬戸内海	大島	245	6月	-12.5	12.7	3.2
69	142	クロダイ	尾椎	瀬戸内海	大島	270	6月	-10.1	14.0	3.2
70	143-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	235	6月	-11.8	14.0	3.1
71	135	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	260	6月	-12.5	14.7	3.1
72	150	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	225	6月	-11.9	10.1	3.1
73	153	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	245	6月	-10.6	11.9	3.1
74	129-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	210	6月	-12.0	14.7	3.2
75	139-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	210	6月	-11.6	14.0	3.1
76	136	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	225	6月	-11.6	13.8	3.2
77	128-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	250	6月	-11.4	13.1	3.2
78	140-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	255	6月	-11.0	12.1	3.1
79	154-1	クロダイ	腹椎	瀬戸内海	大島	240	6月	-11.7	12.9	3.2
80	62-1	クロダイ	腹椎	太平洋	須崎	360	6月	-11.1	12.6	3.2
81	161	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	422	4月	-8.8	11.6	3.2
82	157-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	333	4月	-12.1	11.0	3.2
83	158-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	295	4月	-13.0	10.9	3.2
84	162-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	273	4月	-12.8	10.5	3.2
85	163-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	230	4月	-11.4	10.4	3.2
86	164-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	282	4月	-11.1	11.4	3.1
87	165-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	232	4月	-11.9	10.8	3.2
88	166-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	291	4月	-11.5	11.7	3.2
89	166-2	クロダイ	擬頭骨	日本海	隠岐	291	4月	-12.0	11.9	3.2
90	169-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	216	4月	-12.8	11.3	3.2
91	170-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	290	4月	-12.7	11.3	3.1
92	172-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	254	4月	-13.0	13.5	3.2
93	173-1	クロダイ	腹椎	日本海	隠岐	338	4月	-11.2	10.8	3.2
94	21-1	クロダイ	腹椎	日本海	境港	290	5月	-12.8	12.9	3.2
95	21-1	クロダイ	腹椎	日本海	境港	290	5月	-12.9	13.0	3.2
96	55	クロダイ	尾椎	日本海	能都	-	6月	-11.0	9.9	3.2
97	56-1	クロダイ	腹椎	日本海	能都	290	6月	-10.4	10.6	3.2
98	57-1	クロダイ	腹椎	日本海	能都	295	6月	-10.8	10.6	3.2
99	58-1	クロダイ	腹椎	日本海	能都	315	6月	-10.8	10.8	3.2
100	34	クロダイ	腹椎	日本海	能都	345	5月	-9.8	10.9	3.2
101	53-1	クロダイ	腹椎	日本海	能都	-	6月	-10.5	10.5	3.2
102	51-1	クロダイ	腹椎	日本海	能都	340	6月	-10.4	11.4	3.1

\* 広島A~F、似島、草津湾等は、同じ広島湾周辺(図1)の広島Dであるが、若干場所が異なるものを意味する。  
\* 体長の( )内は全長

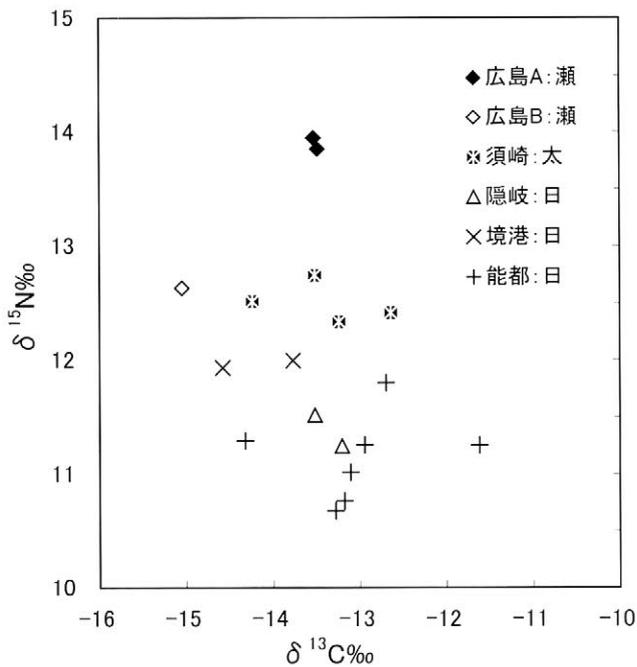
本海 24 点, 太平洋産 1 点, スズキの瀬戸内海産 28 点, 日本海産 21 点の合計 153 点の骨格試料約 1g から骨コラーゲンを抽出して分析を行った(図1)。

マダイは、北海道以南から尖閣諸島の水深 30~200m の岩礁、砂礫底、砂底に生息し、甲殻類や貝類、小魚などを主に捕食する。クロダイは、琉球列島を除く北海道以南の 50m 以下の浅海域の内湾、汽水域や沿岸の岩礁に生息し、甲殻類や多様な動物を餌にするが、海藻類も食べる雑食性の強い魚である。スズキは、日本各地の沿岸の岩礁域から内湾に生息し、主に魚類や甲殻類を捕食する<sup>1)</sup>。いずれも、縄文時代以降各地の遺跡で出土が確認され、古くから人間の生業活動と密接に関わりを持ってきた魚種である。

3.2 分析結果

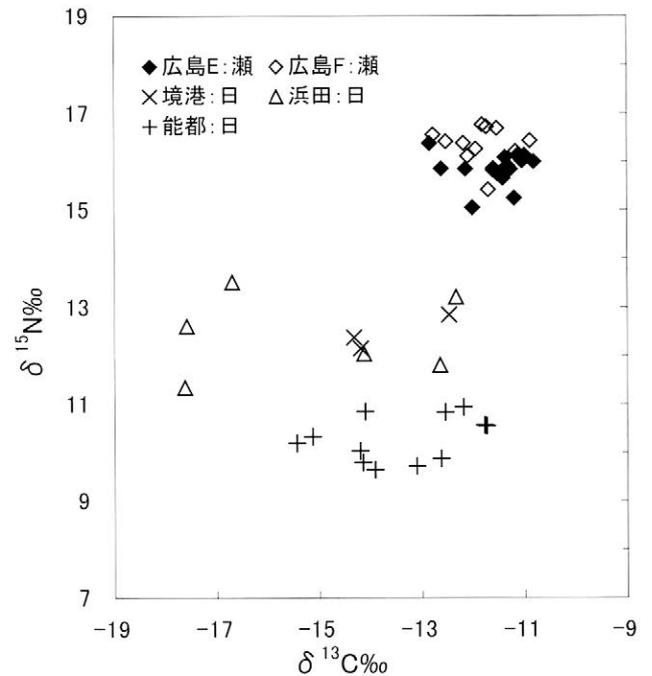
分析の結果、3 魚種全体での同位体比は、炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) は -17.6~-8.8‰, 窒素同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) は 9.4~16.9‰ の範囲に分布した(表1)<sup>2)</sup>。マダイの

ダイ (*Acanthopagrus schlegelii*), スズキ (*Lateolabrax japonicus*) とし、マダイの瀬戸内海産 3 点, 日本海産 11 点, 太平洋産 4 点, クロダイの瀬戸内海産 61 点, 日



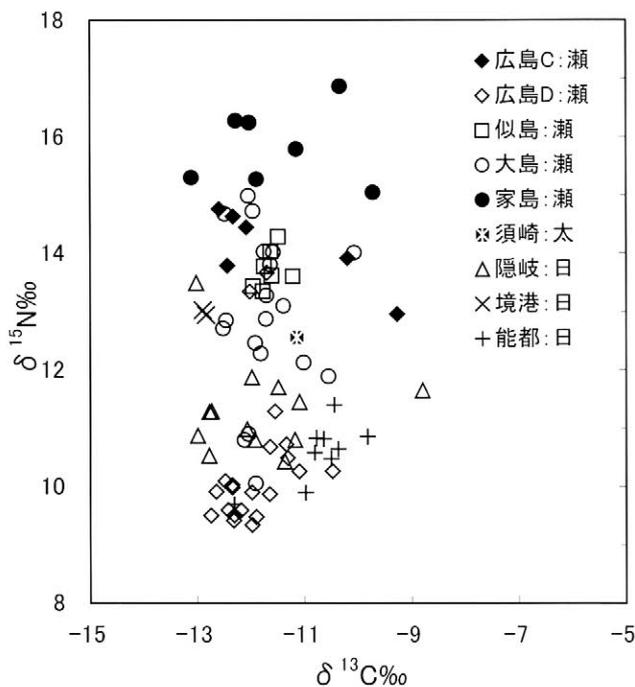
\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、太=太平洋沿岸部、日=日本海沿岸部

図2 現生マダイの漁獲地点別炭素・窒素同位体比  
Fig. 2  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern red sea bream



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部

図4 現生スズキの漁獲地点別炭素・窒素同位体比  
Fig. 4  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern Japanese sea bass



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、太=太平洋沿岸部、日=日本海沿岸部

図3 現生クロダイの漁獲地点別炭素・窒素同位体比  
Fig. 3  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern black porgy

$\delta^{13}\text{C}$  は  $-15.0 \sim -11.6\%$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  は  $10.2 \sim 13.4\%$  であり、 $\delta^{15}\text{N}$  に注目すると、瀬戸内海産は  $12.1 \sim 13.4\%$ 、太平洋産は  $11.8 \sim 12.2\%$ 、日本海産は  $10.2 \sim 11.5\%$  の範囲に分布しており (図2)、瀬戸内海で値が高く、日本海で低く、太平洋はその中間の値を示す傾向が指摘できる。

また、クロダイの  $\delta^{13}\text{C}$  は  $-13.1 \sim -8.8\%$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  は  $9.4 \sim 16.9\%$  の範囲に分布した (図3)。 $\delta^{15}\text{N}$  は、瀬戸内海産が  $9.4 \sim 16.9\%$ 、太平洋産が  $12.6\%$ 、日本海産が  $9.7 \sim 13.5\%$  に分布し、マダイと比較して、瀬戸内海の  $\delta^{15}\text{N}$  の範囲は広いが、日本海で低い傾向は類似しているといえる。スズキの  $\delta^{13}\text{C}$  は  $-17.6 \sim -10.8\%$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  は  $9.6 \sim 16.8\%$  に分布した (図4)。 $\delta^{15}\text{N}$  は、瀬戸内海産は  $15.0 \sim 16.8\%$ 、日本海産は  $9.6 \sim 13.5\%$  に集中しており、マダイ同様に瀬戸内海で値が高く、日本海では低いことが指摘できる。

### 3.3 判別分析

以上のことから、 $\delta^{13}\text{C}$  および  $\delta^{15}\text{N}$  の値で海域を判別できるかどうか、それぞれの魚種で瀬戸内海と日本海の判別分析を行った。分析数は、マダイは瀬戸内海3点、日本海11点、クロダイは、瀬戸内海61点、日本海24点、スズキは瀬戸内海28点、日本海21点で、分散分析による海域間の比較を行い、さらに分散共分散行列の相等性の検定を行った。その結果、有意な差がある場合はマハラノビスの距離により、有意な差がない場合は線形判別分析関数によって判別を行った。なお、危険率は0.05とした。

表2 現生資料における海域判別の正答率

Table 2 Percentage correct classification of modern specimens in discriminant analysis

	マダイ			クロダイ			スズキ		
	瀬戸内海	日本海	正答率 (%)	瀬戸内海	日本海	正答率 (%)	瀬戸内海	日本海	正答率 (%)
瀬戸内海	3	0	100	52	7	85.2	28	0	100
日本海	0	11	100	9	17	70.8	0	21	100
計	3	11	100	61	24	81.2	28	21	100

分析の結果、マダイ、クロダイ、スズキとも炭素と窒素の同位体比に瀬戸内海と日本海の間で有意な差が認められた (マダイ; Wilks's  $\Lambda=0.21$ ,  $F=20.88$ ,  $df=2$ ,  $11$ ,  $p<0.05$ , クロダイ; Wilks's  $\Lambda=0.88$ ,  $F=5.52$ ,  $df=2$ ,  $82$ ,  $p<0.05$ , スズキ; Wilks's  $\Lambda=0.09$ ,  $F=246.92$ ,  $df=2$ ,  $46$ ,  $p<0.05$ )。このうちクロダイとスズキでは海域間で分散共分散行列に有意な差が認められたため (クロダイ;  $X^2=27.79$ ,  $df=3$ ,  $p<0.05$ , スズキ;  $X^2=49.08$ ,  $df=3$ ,  $p<0.05$ )、マハラノビスの距離で判別式を作成した。一方、海域間に分散共分散行列の有意な差が認められなかったマダイにおいては線形判別分析をおこなった。判別式は、 $x_1$ ,  $x_2$  をそれぞれ炭素・窒素の同位体比とすると、

$$\text{マダイ} : Z = -1.3213x_1 + 8.5976x_2 - 120.4246$$

$$\text{クロダイ} : Z = 1.003x_1^2 - 1.097x_2^2 + 35.18x_1 + 12.567x_2 - 0.977x_1x_2 + 145.503$$

$$\text{スズキ} : Z = 2.941x_1^2 - 5.113x_2^2 + 43.275x_1 - 154.947x_2 + 1.416x_1x_2 + 1518.565$$

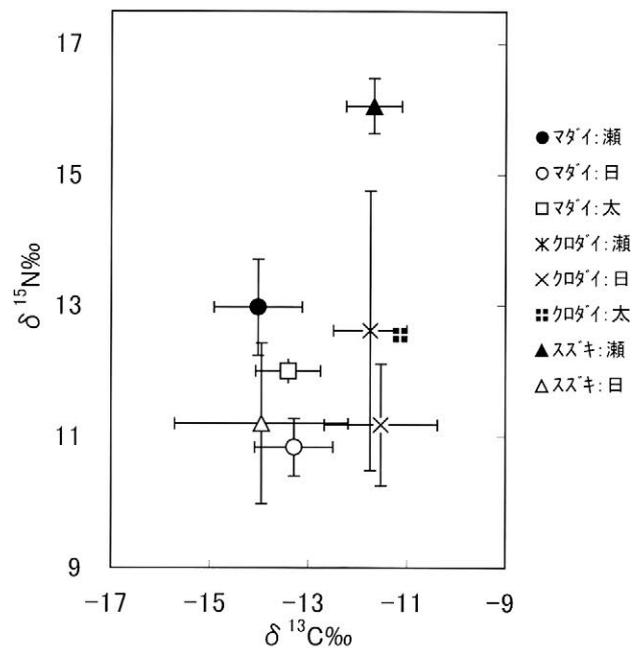
となり、マダイでは  $Z$  が正のものは瀬戸内海に、負のものは日本海に判別された。また、クロダイとスズキでは、 $Z$  が正のものは日本海に、負のものは瀬戸内海に判別された。この判別式による現生魚類の誤判別率は、マダイとスズキでは 0%、クロダイでは 18.8% であった (表 2)。

#### 4. 炭素および窒素同位体比の検討

次に、炭素および窒素同位体比に差が生じる要因について、同位体比と魚種や体長などとの関わりを検討する。

##### 4.1 魚種の差と同位体比

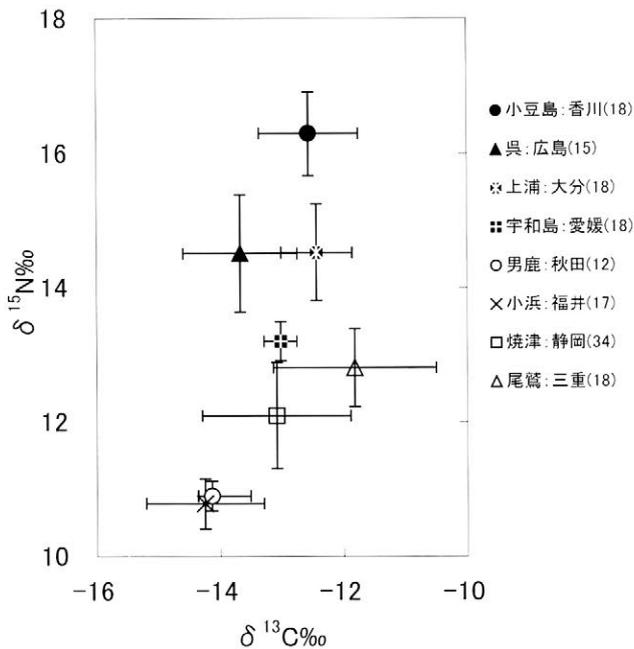
マダイ、クロダイ、スズキの 3 魚種はともに、 $\delta^{13}\text{C}$  は  $-15 \sim -11\%$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  は  $10 \sim 14\%$  を中心に分布し、魚



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、太=太平洋沿岸部、日=日本海沿岸部

図5 現生魚類の海域別炭素・窒素同位体比 (平均値・標準偏差)  
Fig. 5  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern fishes (means  $\cdot$  SD)

種ごとの生態や食性が若干異なることを考慮しても、分布範囲に大きな違いは認められない (図 5)。 $\delta^{13}\text{C}$  については、クロダイ全海域とスズキの瀬戸内海は、マダイ全海域とスズキの日本海と比較して 2% 程度高く、 $\delta^{15}\text{N}$  では瀬戸内海のスズキがその他の魚種および海域と比較して 4% 程度高い傾向が認められる。クロダイの  $\delta^{13}\text{C}$  がマダイに比べて高い理由は、 $\delta^{13}\text{C}$  の差に影響する海藻や貝類なども頻繁に食する、より雑食性の強いクロダイの食性の特徴によるものと考えられる。また、スズキの  $\delta^{13}\text{C}$  と  $\delta^{15}\text{N}$  の差については、対象資料の捕獲地点が広島湾内の近隣海域のみであるため、ある特定の海域の特徴しか反映していない点を考慮する必要はあるが、現在の海洋環境においては、河口および沿岸に近い水域で生息する個体では、より沖合で生息する個体と比較して、河川から供給される栄養分によって植物プランクトンが増殖し、それにより両同位体比が高くなることが予測されるため、より汽水域を好むスズキの値が高くなっていると考えられる。以上のような若干の相違は認められるものの、 $\delta^{15}\text{N}$  については、いずれの魚種においても、瀬戸内海で値が高く、日本海では低い傾向が認められ、太平洋は瀬戸内海と日本海の間分布することが指摘でき、メジナ (*Girella punctata*) の分析において



( )内は分析サンプル数

図6 メジナの海域別炭素・窒素同位体比 (平均値・標準偏差)  
Fig.6  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern girella (means  $\cdot$  SD)

も同様の結果が得られている (図6) (石丸ほか 2006, Ishimaru *et al.* 2006)。また、各海域内においても捕獲地点ごとに  $\delta^{13}\text{C}$  と  $\delta^{15}\text{N}$  とともに類似した値を示す状況がうかがえることから、両同位体比の値を詳細に検討することにより、さらに産地を絞ることができる可能性も今後の課題として指摘しておきたい。

以上のことから、魚種による若干の差は、各魚種の食性の違いが反映していることは考慮しても、 $\delta^{15}\text{N}$  が瀬戸内海で高く日本海で低い特徴は、これまで分析を行った4魚種すべてで共通しており、その他の魚種においても海域を区別することが可能と考えられる。

#### 4.2. 骨格部位の差と同位体比

同一個体の異なる部位から骨コラーゲンを抽出したものを分析した結果、 $\delta^{15}\text{N}$  は全試料平均で約 0.28‰、椎骨と椎骨などの同一部位で最大 0.24‰、歯骨と椎骨などの異なる部位では最大 0.69‰の違いが認められた (表1)。ただし、マダイとクロダイにおいては、同一個体の異なる部位でも最大約 0.41‰の違いしか認められず、スズキは部位による差が大きい傾向がうかがえる。また、 $\delta^{13}\text{C}$  は全試料平均で約 0.49‰、マダイとクロダイでは、同一部位で最大 0.72‰、異なる部位で最大 0.81‰の差が

認められ、スズキについては同一部位で 0.05‰、異なる部位では最大 1.79‰の差が認められた。

よって、部位による同位体比の若干の差は認められるものの、 $\delta^{15}\text{N}$  については部位による差が産地同定に与える影響は少ないと考えられるが、 $\delta^{13}\text{C}$  については、同一部位を選択した方が試料の値として誤差が少なく、より有効な値が得られると考えられる。しかし、判別分析の結果、マダイとクロダイでは産地同定に炭素の値は判定に役立たない結果が得られており、部位が異なっても影響は少ないと考えられる。

#### 4.3 体長の差と同位体比

次に、同位体比の高低に体長が反映しているかどうかを検討する。海域別に体長と同位体比の相関分析を行ったところ、クロダイでは瀬戸内海の  $\delta^{15}\text{N}$  に、体長が大きくなるほど同位体比が小さくなる低い負の相関 ( $r=0.316^*$ ,  $n=59$ ) が認められ、日本海の  $\delta^{13}\text{C}$  に高い正の相関 ( $r=0.662^{**}$ ,  $n=20$ ) が認められた。スズキでは、瀬戸内海の  $\delta^{15}\text{N}$  に中位の正の相関 ( $r=0.508^{**}$ ,  $n=23$ ) が認められ、日本海の  $\delta^{13}\text{C}$  に高い正の相関 ( $r=0.880^{**}$ ,  $n=11$ ) が認められた<sup>3)</sup>。しかし、クロダイとスズキのもう一方の同位体比とマダイには、体長との相関関係は認められなかった。ただし、クロダイにおいても漁獲地点別に検討すると、広島Dのみで相関が認められるだけで、似島や家島など他の地点のものには相関は認められなかった。また、スズキについても広島EとFでは異なる傾向を示した。

さらに、クロダイの広島Cはいずれも体長 150mm 以下の個体であるが、ほとんどが体長 200mm 大の広島Dの方が  $\delta^{15}\text{N}$  は低いことや、体長がほぼ等しい広島Dと大島であっても大島の方が値は高いなど、同じ瀬戸内海であっても捕獲場所によって同位体比が異なることが指摘できる。また、クロダイの体長 300mm 前後の個体で海域を比較してみると、 $\delta^{13}\text{C}$  にほとんど差は認められないが、 $\delta^{15}\text{N}$  は瀬戸内海の方が高く、スズキの体長 400mm 前後の個体による比較では、 $\delta^{13}\text{C}$  と  $\delta^{15}\text{N}$  とともに瀬戸内海の方が高い傾向が認められる。マダイにおいても同様な大きさでは、 $\delta^{13}\text{C}$  はほとんど変わらないが  $\delta^{15}\text{N}$  は瀬戸内海の方が高い点が指摘できる。ただし、

体長 100mm 前後の個体と体長 300mm 以上のものにおいては、成熟度による食生態の違いを考慮する必要はあるが、成長とともに両同位体比が増加あるいは減少する共通した相関関係は、魚種間においても海域間においても認められず、瀬戸内海と日本海の差は、体長による差ではないことが指摘できる。

#### 4.4 捕獲季節と同位体比

分析を行った各漁獲地点の資料は、多くが同日に捕獲された個体であるが、同一海域における同位体比の差は、マダイでは  $\delta^{13}\text{C}$  は 1.3‰、 $\delta^{15}\text{N}$  は 1.1‰であった。また、クロダイでは  $\delta^{13}\text{C}$  は 4.2‰、 $\delta^{15}\text{N}$  は 4.9‰、スズキでは  $\delta^{13}\text{C}$  は 5.0‰、 $\delta^{15}\text{N}$  は 2.2‰の範囲に含まれていた。

また、同一海域内で時期の異なるものを比較してみると、マダイの能都資料で、冬に  $\delta^{13}\text{C}$  が高く春はそれよりも低い傾向がうかがえる。ただし、骨の形成や組織の更新には数年から数十年かかるとされているので、季節差は平均化されていると考えられる。これは、体長と同位体比の関係においてもいえることであり、数年以上の齡差があり、食生態に変化があった場合には差が生じる可能性がある。

#### 4.5 海域と同位体比

以上のように、同位体比に有意な差が生じる要因について検討したが、同一魚種において食物連鎖の過程での同位体効果は一定であるとされているが、同位体比に差が生じるということは、溶存二酸化炭素や有機物の相違から、プランクトンなどの餌の同位体比が異なるか、あるいは同種においても生態学的地位が異なる可能性がある。また、同一魚種においても漁獲場所によって値の違いがあることが示されたが、海域によって炭素・窒素同位体比が異なる例として、北大西洋西域に生息するバンドウイルカでは沿岸域に生息するものと沖合に生息するものでは、沿岸域に生息する方が両同位体比が高いことが報告されている (Walker *et al.* 1999)。これは両者で主な餌が、沿岸域では魚であるが、沖合ではイカが主食となっているからだとされる。さらに、炭素同位体比については、海水の表面水温や二酸化炭素濃度、あるいは餌の由来が植物プランクトンか付着藻類かによっても異

なることが知られている (南川・吉岡編 2006)。よって、同位体比の差は、魚の食生態だけでなく海洋環境の相違によっても生じる可能性がある。いずれにしても、瀬戸内海と日本海の同位体比の差は、魚の体長や漁獲時期などにかかわらず違いが認められることから、産地判別に有効であることが指摘できる。

## 5. 遺跡出土魚類の分析

### 5.1 分析資料と遺跡の概要

現生魚類による分析結果をうけて、遺跡出土魚類との比較検討のため、同一地域にあたる中四国地方を中心とした遺跡出土の魚類遺存体において、瀬戸内海と日本海を区別することが可能かどうか注目して分析を実施した。対象の遺跡は、瀬戸内海沿岸域に位置する 7 遺跡 (中山貝塚、草戸千軒町遺跡、広島城跡、彦崎貝塚、岡山城跡、宮前川北斎院遺跡、松山城跡)、日本海沿岸域に位置する 4 遺跡 (西川津遺跡、上長浜貝塚、大井谷 II 遺跡、米子城跡)、内陸部に位置する 1 遺跡 (四日市遺跡) の計 12 遺跡で、各遺跡から出土した主な海産貝類と魚類からは、中四国地方の沿岸部においては、縄文時代以降豊富な海産資源を利用していたことがうかがえる (表 3)<sup>1)</sup>。

分析は、骨格部位の形態から種を同定したマダイ亜科、クロダイ属、スズキ属の 3 魚種の計 63 点の資料で実施した (図 1-1~12, 表 4)。各資料は、適宜ダイヤモンドカッターで必要量を切断し、塊重量にして約 0.2g から 1.1g を骨コラーゲン抽出に使用した。種の同定において、現生魚類は種まで同定が可能であるが、遺跡出土の骨格資料では、その形態的な特徴だけでは種まで同定できないため、正式な分類はマダイ亜科 (マダイあるいはチダイ)、クロダイ属 (クロダイあるいはキチヌ)、スズキ属 (スズキあるいはヒラスズキ) となる。ただし、マダイの前頭骨や上後頭骨の特徴からマダイは判別できるが、その他の部位においては、復元体長が 400mm 前後までのものはチダイの可能性も否定できないため、マダイ亜科とした。また、スズキの主鰓蓋骨は、ヒラスズキと区別できるが、それ以外はスズキ属と明記した (表 4)。分析には、種まで同定可能な部位に統一することが必要であるが、遺跡によってはこれらの部位の出土数

表3 遺跡の概要と主要出土動物遺存体(貝類・魚類)一覧  
Table 3 Data of the site includes location, times, character, and animal remains (shell・fish).

遺跡名	中山貝塚	草戸千軒町遺跡	広島城跡	四日市遺跡	彦崎貝塚	岡山城跡	西川津遺跡	上長浜貝塚	大井谷II遺跡	米子城跡	宮前北斎院	松山城跡
所在地	広島市	福山市	広島市	東広島市	岡山市	岡山市	松江市	出雲市	出雲市	米子市	松山市	松山市
主要時期	縄文晩～弥生	鎌倉～室町	近世	近世	縄文	近世	縄文早～前、弥生前～中	古代	中世	近世	古墳前期	近世
遺跡の性格	貝塚	港町・市場町	武家屋敷	町屋	貝塚	城跡	集落・貝塚	集落・貝塚	寺院生活跡	武家屋敷	集落	武家屋敷
貝	カサガイ											
	アワビ類											
	クボガイ											
	コンダカガンガラ											
類	イボキサゴ											
	サザエ											
	スガイ											
	ウミナシ											
	ホソウミ											
	フトヘナタリ											
	ヘナタリ											
	カワアイ											
	タマキビ											
	オオヘビガイ											
	ツタガ											
	コマツダマ											
	レイシガイ											
	イボニシ											
	アカニシ											
	ハク											
	テングニシ											
	ナガニシ											
	カリガネガイ											
	アカガイ											
	サトウガイ											
	サルボウガイ											
	ハクガイ											
	タマキガイ											
	イガイ科											
	イタヤガイ											
	ナミマガシフ											
	マダキ											
	イタボガキ科											
	シオフキ											
	ミルクイ											
	イチョウシラトリ											
	イシジミ											
	マダガイ											
	ウネナシトマヤガイ											
	ヤマトシジミ											
	カガミガイ											
	アサリ											
	オキアサリ											
	ハマグリ											
	オキシジミ											
	オオノガイ											
	ヤマクマガイ											
	タニシ類											
	カウニナ											
	マツカサガイ											
	イシガイ											
	キセルガイ科											
	マイマイ類											
魚	サメ類											
	エビ類											
	ウナギ科											
	アナゴ科											
類	ハモ類											
	ニシン類											
	フナ類											
	ニイ科											
	キキ											
	ナマズ											
	アユ											
	サケ類											
	ヒメ科											
	エソ科											
	タラ科											
	ヤガラ科											
	ボラ科											
	サヨリ科											
	タツ科											
	フサカサゴ科											
	ホウボウ科											
	コチ科											
	アイナメ科											
	スズキ類											
	ハタ科											
	アマダイ科											
	アンラ科											
	アジ科											
	ブリ類											
	イサキ科											
	クロダイ属											
	マダイ											
	タイ科											
	ニベ科											
	キス科											
	ウミタナゴ科											
	イシダイ科											
	ベラ科											
	ハゼ科											
	アイゴ科											
	カマス科											
	タチウオ科											
	サバ科											
	カワオ											
	マクロ類											
	ミシマオコゼ科											
	ヒラメ科											
	カレイ科											
	ギョ科											
	カワハギ科											
	フグ科											

\*カワハギ科にカワハギ、ウマヅラハギを含む。タイ科にチダイ、キダイ、ヘダイを含む。  
\*フサカサゴ科にメバル属、カサゴ属を含む。

が十分でなく、同一遺跡内において複数資料での分析が困難であったため、遺跡によっては部位を限定することができなかった。ただし、同一遺跡内で確実に同属の他種(チダイ、ヒラスズキ)と同定できる部位が確認され

ていない場合は、マダイおよびスズキの可能性が高い資料だといえる。また、クロダイ属は、現在の生息域においては、キチヌは本州中部以南や西部太平洋などに分布し高知や宮崎などのやや南方に多いとされるが、当時の海洋環境が現在と同一であったとはいえないことから、遺跡出土クロダイ属は、骨格形態での種の区別は困難だといえる。よって、マダイ亜科とスズキ属の分析部位の統一は、今後は十分に考慮しなければならない課題として指摘し、本稿における3魚種の分析資料は、マダイ亜科8点、スズキ属12点、クロダイ属18点を、それぞれマダイ、クロダイ、スズキと仮定して論を進めることとする。また、以下の表記についてもこれに統一する。

## 5.2 分析結果

遺跡出土資料の分析の結果、 $\delta^{13}C$ は $-15.0\sim-8.7\%$ 、 $\delta^{15}N$ は $7.9\sim15.2\%$ の範囲に分布した(図7~9、表4)。瀬戸内海沿岸遺跡では、 $\delta^{13}C$ は $-12.3\sim-8.7\%$ 、 $\delta^{15}N$ は $11.2\sim15.2\%$ に分布し、日本海沿岸遺跡では、 $\delta^{13}C$ は $-15.0\sim-10.6\%$ 、 $\delta^{15}N$ は $7.9\sim13.3\%$ の範囲に分布した。また、魚種別に比較すると、マダイでは $\delta^{13}C$ は $-12.8\sim-9.2\%$ 、 $\delta^{15}N$ は $11.7\sim14.7\%$ 、クロダイでは $\delta^{13}C$ は $-15.0\sim8.7\%$ 、 $\delta^{15}N$ は $7.9\sim12.7\%$ 、スズキでは $\delta^{13}C$ は $-14.5\sim-8.7\%$ 、 $\delta^{15}N$ は $9.9\sim15.2\%$ であり、いずれの魚種においても瀬戸内海と日本海を比較すると、 $\delta^{13}C$ と $\delta^{15}N$ ともに日本海より瀬戸内海のほうが高い傾向がうかがえ、 $\delta^{15}N$ が瀬戸内海で高い点については3魚種とも現生と同様な特徴が指摘できる。

また、遺跡と現生を比較すると、マダイでは $\delta^{13}C$ が全体的に現生よりも高い傾向がうかがえるが、いずれの魚種においても両同位体比は、現生資料の値の範囲と大きく異なっていないことが示された(図10~12)。これらのことから、窒素同位体比の変化については、長期的な富栄養化だけでは説明できない状況が指摘できる。魚種ごとに比較してみると、マダイでは松山城跡と四日市遺跡でやや $\delta^{13}C$ が高いものが認められるが、縄文から近世にかけてその範囲はほとんど変化しておらず、日本海沿岸遺跡においても、古代から近代にかけて大きな変化は認められない。また、現生と比較して、両海域で現在よりも遺跡の方の両同位体比が高いことが注目される。

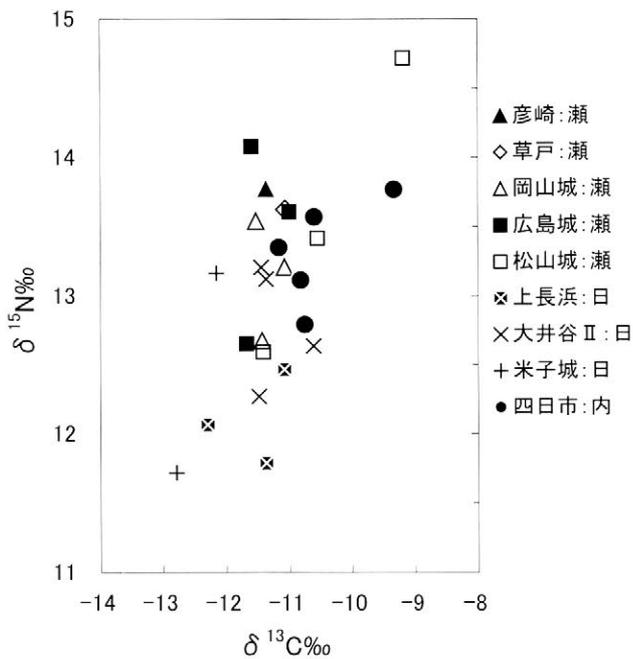
表4 遺跡出土資料の概要と分析結果一覧

Table 4 Data of excavated fishes includes analyzed parts, restored body length,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and C/N values.

No.	所在地	遺跡名	時期	魚種	分析部位	復元体長 (mm)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	C/N (比)	
1	広島(瀬)	中山貝塚	縄文晩期~弥生中期	クロダイ属	歯骨	250~299	-8.7	11.2	3.3	
2			"	クロダイ属	前上顎骨	250~299	-9.5	11.7	3.4	
3		草戸千軒町遺跡	中世	マダイ亜科	前上顎骨	400~449	-11.1	13.6	3.6	
4				クロダイ属	前上顎骨	300~349	-11.3	11.8	3.4	
5			14世紀	クロダイ属	第1血管間棘	-	-11.0	11.6	3.2	
6			15世紀後半~16初頭	スズキ属	歯骨	550~599	-10.8	14.1	3.4	
7			14世紀	スズキ属	擬鎖骨	-	-9.9	14.4	3.4	
8		広島城跡	元禄頃	マダイ	主上顎骨	600~649	-11.0	13.6	3.4	
9			17世紀中頃	マダイ	前上顎骨	450~499	-11.6	14.1	3.3	
10			18世紀後半	マダイ	前上顎骨	500~549	-11.7	12.7	3.4	
11			18世紀後半	クロダイ属	前上顎骨	200~249	-8.7	11.9	3.2	
12			17世紀前半	スズキ属	歯骨	400~449	-11.5	13.6	3.2	
13			近代以降	スズキ属	歯骨	450~499	-11.4	13.5	3.4	
14	岡山(瀬)	彦崎貝塚	縄文後期	マダイ	前頭骨	-	-11.4	13.8	3.5	
15			縄文中期	クロダイ属	前上顎骨	350~399	-12.3	12.7	3.3	
16			縄文後期	スズキ属	角骨	-	-8.7	12.9	3.5	
17		岡山城跡	17世紀初頭	マダイ亜科	歯骨	350~399	-11.4	12.7	3.2	
18			"	マダイ亜科	前上顎骨	400~449	-11.5	13.5	3.3	
19			"	マダイ亜科	前上顎骨	400~449	-11.1	13.2	3.3	
20			"	クロダイ属	前上顎骨	350~399	-11.4	11.0	3.4	
21			"	スズキ属	歯骨	700~749	-12.0	15.2	3.3	
22			"	スズキ	主鰓蓋骨	600~649	-11.7	14.6	3.3	
23			愛媛(瀬)	宮前川北斎院遺跡 (岸田II地区)	古墳前期	クロダイ属	主上顎骨	250~299	-11.0	12.3
24	松山城跡	19世紀代~幕末			マダイ	前頭骨	-	-10.5	13.4	3.3
25		18世紀末~19初頭		マダイ	歯骨	500~549	-11.4	12.6	3.3	
26		17世紀~18世紀		マダイ亜科	歯骨	400~449	-9.2	14.7	3.2	
27		19世紀代~幕末		クロダイ属	歯骨	300~349	-12.5	11.6	3.3	
28		19世紀初~中		クロダイ属	前上顎骨	300~349	-11.0	12.3	3.3	
29		18世紀末~19初頭		スズキ	主鰓蓋骨	600~649	-12.9	13.9	3.4	
30		19世紀代~幕末		スズキ	主鰓蓋骨	550~599	-11.6	13.6	3.4	
31		18世紀末~19初頭		スズキ	主鰓蓋骨	500~549	-10.9	13.8	3.4	
32	島根(日)	西川津遺跡		弥生前期	クロダイ属	前上顎骨	300~349	-11.1	10.1	3.4
33				弥生前~中期	クロダイ属	前上顎骨	300~349	-13.8	10.9	3.4
34			弥生前期	スズキ	主鰓蓋骨	550~599	-13.7	12.1	3.4	
35		上長浜貝塚	奈良後半~平安初期	マダイ	前頭骨	-	-12.3	12.1	3.4	
36			"	マダイ	前頭骨	400~449	-11.1	12.5	3.4	
37			"	マダイ	方骨	500~549	-11.4	11.8	3.3	
38			"	クロダイ属	前上顎骨	300~349	-12.5	7.9	3.4	
39			平安末期	クロダイ属	前上顎骨	250~299	-14.0	8.9	3.3	
40			奈良後半~平安初期	クロダイ属	前上顎骨	250~299	-15.0	10.1	3.4	
41			"	スズキ	主鰓蓋骨	600~649	-13.2	11.8	3.4	
42			"	スズキ属	歯骨	400~449	-14.5	9.9	3.4	
43			"	スズキ属	歯骨	650~700	-13.7	11.4	3.3	
44			大井谷II遺跡	13~15世紀	マダイ	主上顎骨	450~499	-11.4	13.2	3.3
45		"		マダイ	歯骨	500~549	-10.6	12.6	3.3	
46		"		マダイ亜科	前鰓蓋骨	350~399	-11.5	12.3	3.4	
47		"		マダイ	口蓋骨	450~499	-11.4	13.1	3.3	
48		鳥取(日)	米子城跡	近代以降	マダイ	主上顎骨	450~499	-12.2	13.2	3.4
49	"			マダイ	主鰓蓋骨	600~649	-12.8	11.7	3.2	
50	"			スズキ属	歯骨	600~649	-11.1	13.3	3.2	
51	"			スズキ属	角骨	-	-10.6	13.2	3.2	
52	"			スズキ	主鰓蓋骨	-	-11.9	12.7	3.3	
53	広島(山)	四日市遺跡	19世紀後半	マダイ亜科	歯骨	400~449	-10.8	13.1	3.3	
54			"	マダイ	前頭骨	-	-11.2	13.4	3.4	
55			"	マダイ	前鰓蓋骨	450~499	-9.3	13.8	3.2	
56			"	マダイ亜科	前上顎骨	350~399	-10.6	13.6	3.3	
57			"	マダイ	前上顎骨	500~549	-10.7	12.8	3.4	
58			"	クロダイ属	第1血管間棘	-	-11.5	11.8	3.4	
59			"	クロダイ属	前鰓蓋骨	300~349	-10.6	11.9	3.2	
60			"	クロダイ属	歯骨	250~299	-11.4	12.0	3.3	
61			"	スズキ属	擬鎖骨	-	-9.3	13.0	3.2	
62			"	スズキ	主鰓蓋骨	600~649	-9.0	13.4	3.3	
63			"	スズキ属	方骨	600~649	-9.4	13.2	3.2	

\* (瀬)=瀬戸内海沿岸部、(日)=日本海沿岸部、(山)=山間部

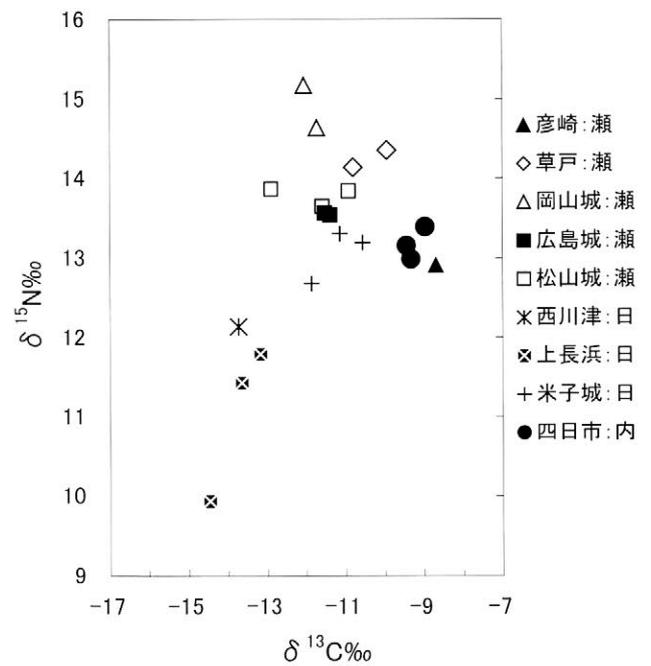
\* 復元体長が-のものは、破片のため復元に必要な箇所の計測ができなかったもの。



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部、内=内陸部

図7 遺跡出土マダいの炭素・窒素同位体比

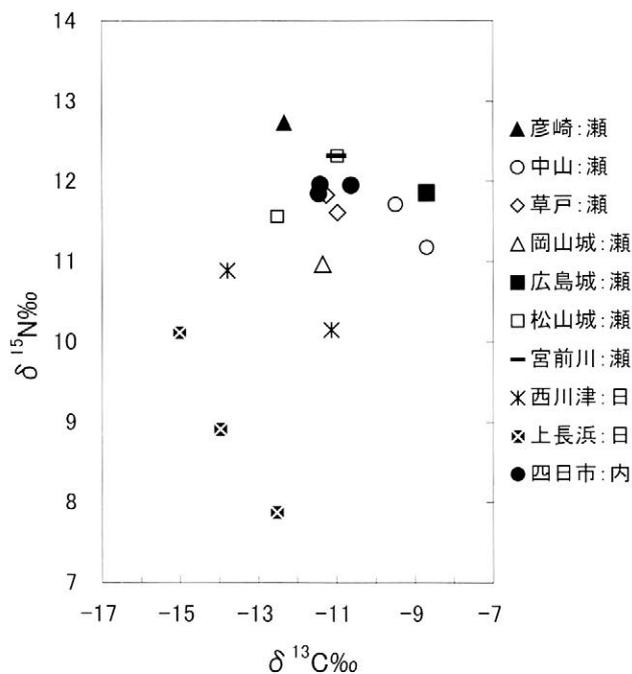
Fig. 7  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of red sea bream from the site



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部、内=内陸部

図9 遺跡出土スズキの炭素・窒素同位体比

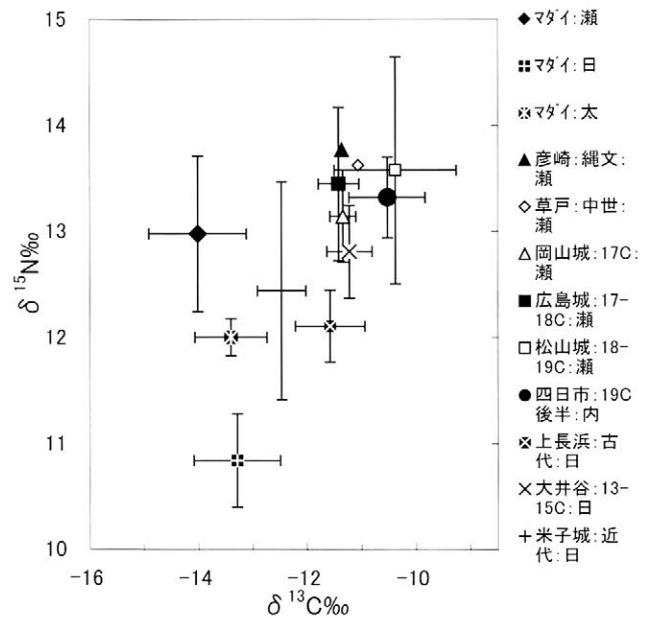
Fig. 9  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of Japanese sea bass from the site



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部、内=内陸部

図8 遺跡出土クロダイの炭素・窒素同位体比

Fig. 8  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of black porgy from the site



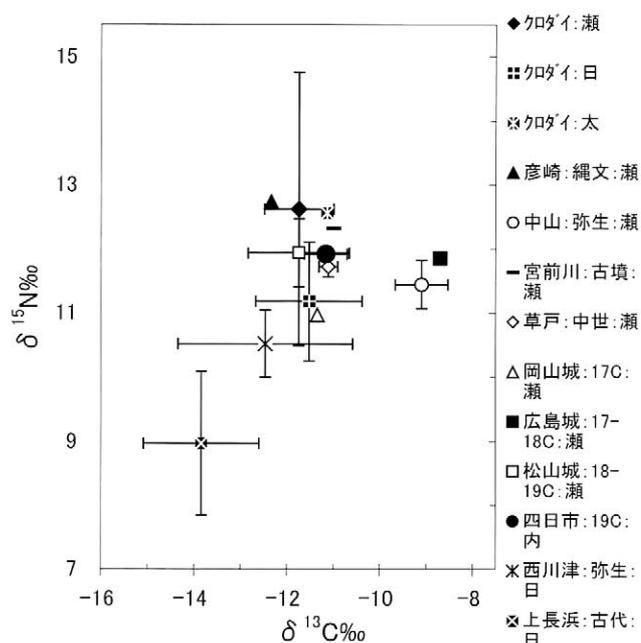
\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部、太=太平洋沿岸部、内=内陸部

図10 現生および遺跡出土マダいの炭素・窒素同位体比 (平均値・標準偏差)

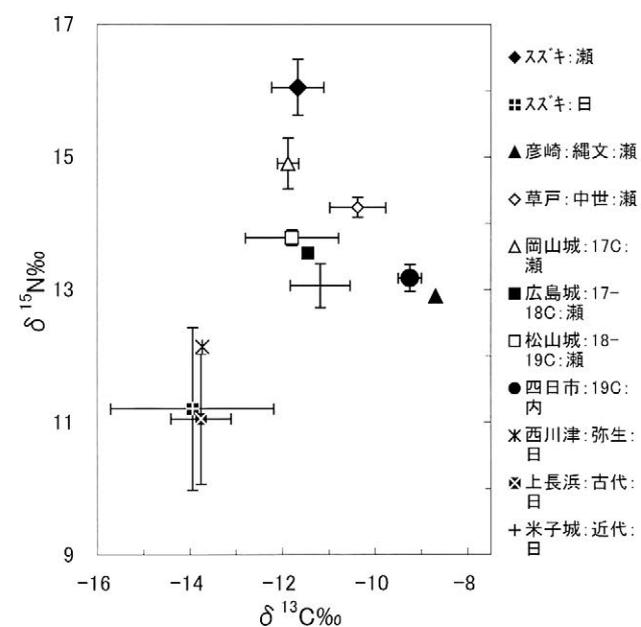
Fig. 10  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern red sea bream and from the site (means  $\cdot$  SD)

クロダイにおいては、中山貝塚と広島城跡で $\delta^{13}\text{C}$ が高い傾向がうかがえるが、両同位体比はまとまっており、現生と同様な範囲内にあるといえる。日本海沿岸遺跡では、弥生(西川津遺跡)から古代(上長浜貝塚)にかけ

て両同位体比は低くなるが、現生では両同位体比ともに逆に高くなることが指摘できる。スズキにおいては、彦崎貝塚、草戸千軒町遺跡、四日市遺跡で $\delta^{13}\text{C}$ がやや高いが、現生より $\delta^{15}\text{N}$ は低い傾向がうかがえ、日本海沿



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部、太=太平洋沿岸部、内=内陸部  
 図11 現生および遺跡出土クロダイの炭素・窒素同位体比 (平均値・標準偏差)  
 Fig. 11  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern black porgy and from the site (means  $\cdot$  SD)



\* 瀬=瀬戸内海沿岸部、日=日本海沿岸部、内=内陸部  
 図12 現生および遺跡出土スズキの炭素・窒素同位体比 (平均値・標準偏差)  
 Fig. 12  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of modern Japanese sea bass and from the site (means  $\cdot$  SD)

岸遺跡では、米子城跡で両同位体比が高い以外は、現生の範囲と変わらない傾向が指摘できる。

### 5.3 考察

以上のような遺跡と現生との違いを説明する上で、近

過去 40 年間に琵琶湖流域においては、富栄養化に代表される人間活動の影響で、炭素・窒素の両同位体比が高くなっていることが報告されている (Ogawa *et al.* 2001, 和田ほか 2001)。また、北大西洋の沿岸部に生息するバンドイルカにおいても、1880 年代から 1980 年代の約 100 年間の間に両同位体比がともに増加していることが報告されている (Walker *et al.* 1999)。さらに、アラスカ湾やベーリング海のアシカ、オットセイ、アザラシのアシカ亜種においては、1900 年代後半の約 50 年間に  $\delta^{15}\text{N}$  はほとんど変化していないが、 $\delta^{13}\text{C}$  は減少していることが指摘されている (Hirons *et al.* 2001)。人為活動による影響として、近年の化石燃料消費によって炭素同位体比が低下する Suess 効果が指摘されている (Wahlen 1994) が、本分析における遺跡資料から現生資料にかけての変化は、マダイで全体的に炭素は低くなっているが、クロダイとスズキではその傾向は認められない。よって、同位体比の時間的な推移は、3 魚種で共通した点が認められず、長い歴史の中での食物連鎖の構造あるいは海洋環境の変化に対する適応は、魚種によって異なっていた可能性が指摘できる。

以上のことから、魚種によって現生資料との高低差は認められるものの、窒素同位体比は日本海よりも瀬戸内海のほうが高く、炭素においても日本海より瀬戸内海の方が高い傾向が認められることから、遺跡資料においても同位体比によって海域を区別することができるであろうことが指摘できる。ただし、比較は魚種ごとに検討する必要があるが、さらに、現生資料は生息域が明確なものではあるが、富栄養化などの人為的な影響が含まれている可能性があることから、遺跡資料の産地判別には遺跡資料のみの分析値を使用するほうが有効だと考えられる。

### 5.4 判別分析

次に、現生資料同様に、遺跡資料において各魚種の瀬戸内海沿岸遺跡と日本海沿岸遺跡での判別分析を行った。ここでは、後述する内陸部に位置する四日市遺跡出土魚類の産地について議論するため、時代を古代以降に限定して判別分析の対象とした。分析数は、マダイは瀬戸内海 10 点、日本海 9 点、クロダイは瀬戸内海 6 点、日本海 3 点、スズキは瀬戸内海 9 点、日本海 6 点である。な

お、今回の分析資料に太平洋沿岸部の遺跡が含まれていないことや、瀬戸内海沿岸部の遺跡出土の海産魚類は瀬戸内海産、また日本海沿岸部の遺跡出土のものは日本海産であるかどうかについても追究する必要がある。ただし、今回判別分析の対象とした遺跡の立地から、身近な海域に普通に生息したと考えられるマダイ、クロダイ、スズキの3種を、あえて太平洋で漁獲して運搬してくる必要性は、いずれの時期においても非常に低かったといえるため、瀬戸内海沿岸部の遺跡出土の海産魚類は瀬戸内海産、また日本海沿岸部の遺跡出土のものは日本海産と仮定した上で判別分析を行うこととする。

分析の結果、マダイ、クロダイ、スズキとも炭素と窒素の同位体比に瀬戸内海と日本海の間で有意な差が認められた（マダイ；Wilks's  $\Lambda = 0.63$ ,  $F = 4.72$ ,  $df = 2$ ,  $16$ ,  $p < 0.05$ , クロダイ；Wilks's  $\Lambda = 0.11$ ,  $F = 24.60$ ,  $df = 2$ ,  $6$ ,  $p < 0.05$ , スズキ；Wilks's  $\Lambda = 0.39$ ,  $F = 9.57$ ,  $df = 2$ ,  $12$ ,  $p < 0.05$ ）。このうちスズキでは海域間で分散共分散行列に有意な差が認められたため（スズキ； $X^2 = 9.12$ ,  $df = 3$ ,  $p < 0.05$ ）、マハラノビスの距離で判別式を作成した。一方、海域間に分散共分散行列の有意な差が認められなかったマダイとクロダイにおいては線形判別分析をおこなった。判別式は、 $x_1$ ,  $x_2$ をそれぞれ炭素・窒素の同位体比とすると、

$$\text{マダイ} : Z = 0.0331x_1 + 2.2835x_2 - 29.2013$$

$$\text{クロダイ} : Z = 3.1563x_1 + 7.213x_2 - 35.3563$$

$$\begin{aligned} \text{スズキ} : Z = & -3.828x_1^2 - 4.201x_2^2 - 245.857x_1 \\ & + 239.958x_2 + 12.197x_1x_2 - 2903.769 \end{aligned}$$

となり、マダイとクロダイではZが正のものは瀬戸内海に、負のものは日本海に判別された。また、スズキでは、Zが正のものは日本海に、負のものは瀬戸内海に判別された。この判別式による遺跡資料の誤判別率は、マダイ31.6%、クロダイ0%、スズキ6.7%であった（表5）。

表5 遺跡資料における海域判別の正答率

Table 5 Percentage correct classification of excavated materials in discriminant analysis

	マダイ			クロダイ			スズキ		
	瀬戸内海	日本海	正答率 (%)	瀬戸内海	日本海	正答率 (%)	瀬戸内海	日本海	正答率 (%)
瀬戸内海	7	3	70.0	6	0	100	8	0	88.9
日本海	3	6	66.7	0	3	100	1	6	100
計	10	9	68.4	6	3	100	9	6	93.3

以上のことから、遺跡資料においても、同位体比によって瀬戸内海と日本海を区別することが可能であり、炭素・窒素同位体分析が産地判別に有効であることを指摘することができる。ただし、遺跡資料の判別分析においては、沿岸部の遺跡であっても近世においては広域に流通されるため、文献史料などによってその可能性がないか追究する必要性や、太平洋沿岸の遺跡を加えて分析した場合、3海域を明確に区別できるかについても検討しなければならないが、今回瀬戸内海沿岸あるいは日本海沿岸の遺跡で、それぞれ瀬戸内海または日本海に判別された資料については、確実に遺跡近くの海域で漁獲されたものであることを証明することができたといえる。

## 6. 四日市遺跡における海産資源の流通とその展開

では、実際に内陸部に位置する四日市遺跡出土の海産魚類はどこから運ばれてきたのかを判別するとともに、海産資源の流通の展開について考察してみたい。前述したとおり、四日市遺跡は沿岸部から直線距離にして約20km内陸部の標高200m前後の西条盆地に位置する中世から近世、近代の遺跡であり、江戸時代の山陽道・西国街道の宿駅「四日市宿」として栄えたことが、文献史料や発掘調査で明らかになっている（石垣ほか2004, 2005）。内陸部にあるにもかかわらず、大量の陶磁器や石製品、金属製品等とともに、食文化や流通に関する情報を与えてくれる動物遺存体も確認されている。貝類は、アカニシ、アワビ、ハマグリ、マガキ、アサリなどが出土しており、魚類は、マダイ、クロダイ、スズキに加え、ハモ属、ヒラメ、ブリ属、ハタ科、アイゴ属などの多様な海産魚類が確認されている（石丸2007）。流通網の発達により、海産資源が遠隔地に運ばれたことを示す重要な遺跡のひとつであり、大坂・豊前小倉間を結ぶ脇往還の整備による宿場町の繁栄を物語るものである。

### 6.1 海産魚類の産地同定

以上のような海産資源がいずれの地域から運ばれたのかを明らかにするため、四日市遺跡出土のマダイ5点、クロダイ3点、スズキ3点について、前述の遺跡資料の検定によって得られた判別式により産地判別を行った。

その結果、マダイは5点中4点が瀬戸内海と判別され、クロダイ3点とスズキ3点はすべて瀬戸内海と判別された。ただし、マダイの5点中1点が日本海と判別されたが、判別分析の正答率がクロダイやスズキに比べて低かったため、この資料が日本海から運ばれたとする根拠には至らない。従って、四日市遺跡出土の海産資源は、瀬戸内海沿岸から運び込まれたと判断でき、炭素・窒素同位体分析の結果は、その明確な証拠を示したといえる。

## 6.2 流通ルート

次に、瀬戸内海という産地を明確にした上で、これらの流通ルートを具体的に検討してみたい。内陸部への陸路として考えられるのは、西国街道を通過して瀬戸内海沿岸に位置する西の海田宿方面や東の本郷・三原宿方面からであるが、その間にも、広、三津、竹原、忠海などの沿岸部から小往還が整備されており、これらの地域からも産物が四日市宿に運ばれた可能性が高い（図13）。『西条町誌』によると、1649（慶長二）年に、それまで広島だけにあった米蔵が、三津、三原、尾道、竹原の5ヶ所に設けられ、藩内の三津や竹原への通路も開かれていったとされることから、それらの村々とも古くからつながりがあったことがうかがえる（西条町誌編纂室

1971）。また、西条盆地には各所の支流を合流しながら瀬戸内海に注ぐ黒瀬川が流れるが、帯水性に乏しいことから舟運が展開した記録は確認できず、流通ルートは陸路であったと考えられる。さらに、出土する陶磁器は、備前や信楽などの陶器や瀬戸・美濃の陶磁器に加え、萩、石見の陶器や肥前の陶磁器が確認されており、各方向からの物資の流通があったことは明らかである。

また、文献史料に残る四日市への海産物の記録としては、江戸中期の幕臣でもあり文人でもあった太田南畝は、1805（文化二）年に四日市宿の造酒屋・角屋に宿泊し、安芸郡海田村から送られた牡蠣を酒肴としたと『小春紀行』に記述している。さらに、1825（文政八）年に完成した『芸藩通志』によると、近隣村の特産として、能地には古くから浮鯛として知られる鯛の好漁場があり、また、出土は確認できていないが、下市村（竹原）の阿奈呉（あなご）、廣（広）、風早、三津村には麴條魚（しろうお）との記載が認められ（頼ほか1825）、これらの魚も運ばれていた可能性がある<sup>5)</sup>。その他にも、安芸郡では牡蠣、雑魚、鯛とあり、漁業が盛んであったことが分かり、豊田郡では松島辺りで鱸（すずき）、御調郡では尾道の鱸、鮎（はまち）、向島の牡蠣などの記録がある。漁業の盛んな芸備地方では、市場目当ての漁法が早くか

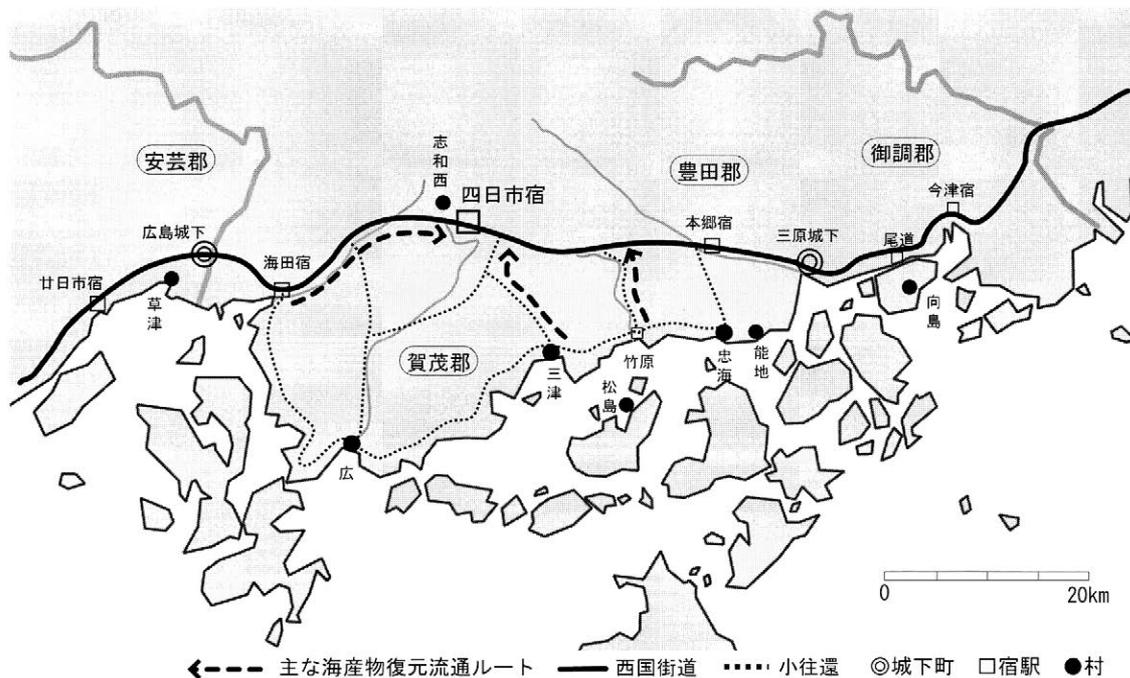


図13 中部瀬戸内地域の流通網（西国街道と主な小往還）  
Fig. 13 Distribution chain of central part Setouchi region (Saigoku road and main street)

ら発達し、他国にむけて漁獲物が販売されており、1716（享保一）年には、安芸郡は鯛、鱈、鰯、かれい、はまちなど、賀茂郡は鯛、鱈、鰯、豊田郡は鯛の移出量が多かったことが、『郡々諸色他国へ売物寄』に記録されている（広島県1981）。

一方、炭素・窒素同位体分析の値は、現生資料においても遺跡資料においても同一地域の資料は類似した同位体比を示しており、四日市遺跡出土のクロダイは、中山貝塚ではなく草戸千軒町遺跡や宮前川遺跡の値と近く、スズキは彦崎貝塚の値と類似している。したがって、距離的にもっとも近くカキが運ばれた海田のものだけとは言えない可能性がある。さらに、マダイについては、四日市遺跡同様に他の遺跡においても、値にあまりまとまりが認められないが、これはマダイが他の魚種と比較して広域に運搬されたこと、すなわち複数の産地から運ばれたことを意味すると考えられる。また、広島城跡から出土するマダイの多くは、現在の広島湾を中心とした海域で漁獲され、広島藩の港町である草津港で水揚げされたものである可能性が高いが、福島正則は芸備国の特産として江戸や京・大坂への贈答品として、三原酒・塩鯛・かますなどを選んでおり、それらは在府中の正則に三原の町人らが祝儀としてもっともよく贈った品々であったとされる（三原市2006）。以上のようなことから、海産物の多くは藩内の三津から運ばれた可能性がもっとも高いが、海田の牡蠣のように広島や海田、あるいは竹原や三原からマダイが運ばれることもあったと推測される。また、広島藩大坂蔵屋敷跡から米や玄米が運ばれたことを示す木簡が出土していることから（伊藤純1997）、流通が広域に展開する近世においては、江戸や京・大坂の遺跡から広島県沿岸で漁獲されたマダイが出土する可能性も否定できない。

### 6.3 流通の展開

分析を行ったのは、動物遺存体が最も多く確認されている19世紀後半の土坑出土資料であり、これは遺物の出土量がもっとも多くなる時期と一致し、幕末から明治初期が四日市宿の最盛期とされる。その他の特筆すべき点としては、17世紀後半から18世紀前半の井戸からサメ類の椎骨が複数まとまって出土していることがあげら

れる。四日市の特産として、1819（文政二）年の『国郡志御用郡辻書上帖』や『芸藩通志』には四日市の泥鰌（どじょう）、志和西村の八目鰻（やつめうなぎ）などの魚の記載がみられ、近隣の村で獲得できる水産資源は限られていたことがうかがえる。なお、四日市ではスッポンやイシガメも出土しており、これらも調理され食されていたことが分かる。19世紀前半までは、カキやドジョウなどの一部の素材に限られていたが、その後、近世中期以降の商業の活発化とともに西国街道の通行量も増加し、海産物の流通も広域に展開するようになったと考えられる。

また、四日市遺跡周辺において海産貝類および魚類が確認されている興味深い遺跡として、中世では山間部の北広島町に所在する戦国武将の大規模な館であった吉川元春館跡、福山市の芦田川河口近くの港町・市場町であった草戸千軒町遺跡、近世では広島城跡があげられる。吉川元春館跡では、マダイやアカニシなどの海産物が確認されており（金子1997）、これらは食料として運ばれたものと推測されるが、この時期にこのような遠隔地に食料としての海産物が運ばれるのは、軍事的・政治的意味を含んだもので、非常に限定的な物資の運搬であったと考えられる。一方、沿岸部の草戸千軒町遺跡や広島城跡では、中世以降豊富な海産物が利用されていたことがわかる（松井1994、黒澤2006）。

以上のことから、四日市では、19世紀前半までは文献史料からも海産物の豊富な様子うかがえず、遺物としてもサメ類の椎骨が確認されたに過ぎない。しかし、その後商業の活発化や交通制度の整備によって、庶民の旅行も含めた交通量が増大したことにより、海産物の流通も急速に発展したと考えられる。このことは、多くの海産貝類および魚類が出土することからも明らかであり、それにとまって中部瀬戸内地域の内陸部にも海産物の流通が活発になった様相をうかがうことができる。

## 7. まとめと展望

本稿では、海産資源の流通の展開についてより具体的な議論を可能にするために、海産魚類の産地同定方法の確立を目指した。その結果、骨コラーゲンの炭素・窒素同位体分析が産地判別に有効であることを明らかにした。

現生資料と遺跡資料では、魚種によって同位体比の差は認められるものの、いずれの資料においても窒素同位体比が瀬戸内海で高く日本海で低い傾向が認められ、判別分析の結果においても、炭素・窒素同位体比で両海域を区別することができると判断された。以上のような、動物遺存体の新しい分析視点により、内陸部の遺跡から出土した海産魚類の産地を明確に指摘した上で、中部瀬戸内地域における近世の海産物の流通について具体的に議論することができた。食文化については、利用された魚類の体長復元、骨に残された解体痕の観察、人骨の同位体分析などによって検討する必要があるが、これまで江戸や大坂、京都を中心に論じられた中近世の流通や食文化について、文献史料では明確にされていなかった中部瀬戸内地域を中心とした、特に内陸部の海産資源の流通の展開について論じることができた意義は大きい。

今後、各地の遺跡資料において、種の同定が可能な部位に限定して同位体分析をすすめることによって、江戸や京・大坂に持ち込まれた海産魚類の産地について、文献では明らかにされていないこと、あるいは史料のあるものについてはその証拠づけが可能となるなど、近世の流通における新しい発見が期待できる。ただし、広島城跡、岡山城跡、松山城跡出土のマダイの中に $\delta^{15}\text{N}$ が低いものがあり、これらが本当に瀬戸内海で漁獲されたものであるのか、あるいは日本海産や太平洋産のものが運び込まれることもあったのかなどを追究することによって、炭素・窒素同位体分析による産地同定の判別精度について検討することも課題のひとつである。また、沿岸部に位置する遺跡出土の海産魚類がすべてその沿岸部で漁獲されたものかについても、食料資源として遠隔地への海産資源の移動がなかった時代の資料における分析によってその根拠を明らかにした上で判別分析および議論をしなければならず、特に流通の拠点であった近世大坂の城下町および港町の遺跡については特に注意する必要がある。今後さらに地域や時代をしぼった産地の検討や日本列島全体での分析データの蓄積を行うことによって、海産資源への人為的働きかけの歴史だけでなく、自然環境の変化などについても注目していきたい。以上のように、魚類遺存体のもつ情報力の価値をより一層強く印象づけるとともに、今後微細遺物に配慮した発掘調査によ

って出土報告が増加し、分析の機会が増えることを期待する。今回は海産魚類の産地同定方法の確立を第一の目標としたが、四日市遺跡の事例からさらに地域や時代を拡大させ、日本列島における海産資源の流通や交流の展開について追究していきたい。

## 謝 辞

遺跡出土資料は、下記機関保管および提供の資料である。中山貝塚（広島大学大学院）、草戸千軒町遺跡（広島県立歴史博物館）、彦崎貝塚と岡山城跡（岡山市教育委員会）、西川津遺跡（島根県教育委員会）、四日市遺跡（東広島市教育委員会）、広島城跡（財団法人広島市文化財団）、宮前川北斎院遺跡と松山城跡（愛媛県教育委員会）、上長浜貝塚と大井谷Ⅱ遺跡（出雲市教育委員会）、米子城跡（米子市教育委員会）また、現生魚類の提供ならびに分析にご協力いただき、多大なるご教示を賜った以下の方々には心より感謝申し上げる次第である。古瀬清秀、草原孝典、田嶋正憲、鈴木康之、内田律雄、石井隆博、石垣敏之、福原茂樹、影山真二、原俊二、片岡大介、下高瑞哉、鶴野光、小島一文、高井則之、松井章、菊地大樹、兵藤不二夫、五十嵐健行、日下宗一郎、井上貴央、江田真毅（敬称略、順不同）

なお、本研究の成果は、平成16年度公益信託吉田学記念文化財科学研究助成基金および平成17年度財団法人三島海雲記念財団学術奨励賞による成果の一部を含むものである。さらに、本研究は、総合地球環境学研究所プロジェクト「日本列島における人間-自然相互関係の歴史的・文化的検討」の補助を受けている。また、京都大学生態学研究センターの質量分析計共同利用研究として実施した。

## 註

- 1) マダイ、クロダイ、スズキの生息域や食生態については、(落合・田中1986)、(中坊2000)を参考にしして記載した。
- 2)  $\delta$ 値は、標準物質との偏差を千分率(‰)で表記される。標準物質は、炭素ではベレムナイトの化石(PDB)、窒素では大気窒素(AIR)が用いられる。分析の結果、炭素と窒素の割合(C/N比)が、現

生動物のコラーゲンが示す範囲（2.9～3.6）以外のものは検討から除外した。

- 3) 相関係数 $r$ の\*がひとつの場合は5%の有意水準で、ふたつの場合は1%の有意水準で相関があることを示す。相関の強さは、相関係数の絶対値が1.000～0.600のものを高い、0.599～0.400を中位、0.399～0.200を低い、0.199以下を無相関とした。スズキの日本海は能都資料のみで相関分析をした結果である。また、マダイの瀬戸内海については、分析数が

十分でないため、相関の有無は不明である。

- 4) 各遺跡の出土動物遺存体の報告については、出所を参考文献欄に記した。なお、松山城の貝類については報告書から引用したが、魚類については実見して確認したものを記載した。また、四日市遺跡の貝類についても、実見して確認したものを掲載した。
- 5) 村名および魚種名は、文献の記載に従い、よみがなあるいは現在の地名を（ ）内に補足した。

#### 参考文献

- 石垣敏之・出野上靖・田邊展久・滝沢 亮・小池 聡・粕谷 隆・福波憲吾・堀内秀樹 2004『四日市遺跡発掘調査報告書Ⅰ－第1～4次調査－』文化財センター調査報告書第40冊 財団法人東広島市教育文化振興事業団
- 石垣敏之・長石紀子・長友美穂・中溝理恵・滝沢 亮・有馬多恵子・小池 聡・福波憲吾・堀内秀樹・三宅紹宣 2005『四日市遺跡発掘調査報告書Ⅱ－第5・6次調査－』文化財センター調査報告書第43冊 財団法人東広島市教育文化振興事業団
- 石丸恵利子・松井 章 2001「岡山城本丸下の段出土の動物遺存体」『史跡保存整備事業史跡岡山城本丸下の段発掘調査報告』pp.323-337 岡山市教育委員会
- 石丸恵利子・富岡直人 2006「彦崎貝塚出土の動物遺存体」『彦崎貝塚－範囲確認調査報告書－』pp.254-296 岡山市教育委員会
- 石丸恵利子・海野徹也・陀安一郎 2006「動物遺存体の産地同定に関する基礎研究－現生魚類の炭素・窒素同位体分析－」『日本文化財科学会第23回大会研究発表要旨集』pp.196-197 日本文化財科学会
- 石丸恵利子・富岡直人 2007「彦崎貝塚における動物資源の利用－彦崎ZⅠ式期からZⅡ式期の様相－」『彦崎貝塚2－範囲確認調査報告書－』pp.89-117 岡山市教育委員会
- 石丸恵利子 2007「西条盆地の動物遺存体と骨利用」『広島大学東広島キャンパス埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅳ』pp.529-548 広島大学埋蔵文化財調査室
- 石丸恵利子（印刷中）「中山貝塚における動物資源の利用」『中山貝塚発掘調査報告書（仮題）』広島大学大学院文学研究科考古学研究室
- 伊藤 純 1997『広島藩大坂蔵屋敷跡－大阪市北区中ノ島4丁目における発掘調査－』財団法人大阪市文化財協会
- 井上貴央 1987「西川津縄文遺跡から検出された動物遺存体について」『朝酌川河川改修工事に伴う西川津遺跡発掘調査報告書Ⅲ（海崎地区1）』pp.266-275 島根県土木部河川課・島根県教育委員会
- 井上貴央 1988「西川津遺跡弥生中期相当層から検出された動物遺存体について」『朝酌川河川改修工事に伴う西川津遺跡発掘調査報告書Ⅳ（海崎地区2）』pp.261-274 島根県土木部河川課・島根県教育委員会
- 井上貴央 1989「久米第1遺跡から検出された動物遺存体について」『鳥取県米子市久米町久米第一遺跡（資料編）鳥取大学医学部付属病院棟新営工事に伴う埋蔵文化財発掘調査の記録』pp.21-23 米子市教

育委員会

- 井上貴央 1996「米子城跡6遺跡から検出された動物遺存体について」『鳥取県米子市米子城跡6遺跡』鳥取県教育文化財団調査報告書44 pp.230-235 財団法人鳥取県教育文化財団
- 岡嶋隆司 2001「調理技術的にみたSE3出土の貝類」『史跡保存整備事業史跡岡山城本丸下の段発掘調査報告』pp.338-341 岡山市教育委員会
- 落合 明・田中 克 1986『新版魚類学(下)』恒星社厚生閣
- 金子浩昌 1997「吉川元春館跡出土の動物遺骸」『史跡吉川氏城館跡 吉川元春館跡—第4次発掘調査概要—』pp.88-90 広島県教育委員会
- 黒澤一男 2006「広島城跡太田川河川事務所地点の動物遺体同定」『広島城跡太田川河川事務所地点—広島市中区八丁堀所在—』財団法人広島市文化財団発掘調査報告書第15集 pp.271-315 財団法人広島市文化財団
- 佐伯純也 2002『米子城跡第33次・36次調査』財団法人米子市教育文化事業団文化財発掘調査報告書39 財団法人米子市教育文化事業団埋蔵文化財調査室
- 西条町誌編纂室 1971『西条町誌』
- 潮見 浩 1987「広島県中山貝塚—瀬戸内での縄文から弥生への推移—」『探訪弥生の遺跡』西日本編 pp.336-341 有斐閣
- 高橋浩樹 1996『米子城跡7遺跡』財団法人米子市教育文化事業団文化財調査報告書15 財団法人米子市教育文化事業団
- 高安克己 1987「西川津遺跡出土縄文層の貝類について」『朝酌川河川改修工事に伴う西川津遺跡発掘調査報告書Ⅲ(海崎地区1)』pp.265 鳥根県土木部河川課・鳥根県教育委員会
- 高安克己・角館正勝 1989「西川津遺跡弥生層出土の貝類について」『朝酌川河川改修工事に伴う西川津遺跡発掘調査報告書Ⅴ(海崎地区3)』pp.273-292 鳥根県土木部河川課・鳥根県教育委員会
- 高安克己 1996「出雲市上長浜貝塚出土の貝類」『上長浜貝塚』pp.58-67 出雲市教育委員会
- 土井光一郎・門田智美 2000『史跡松山城跡内県民館跡地—愛媛県美術館の建設に伴う埋蔵文化財調査報告書—』埋蔵文化財発掘調査報告書第81集 財団法人愛媛県埋蔵文化財調査センター
- 富岡直人 2003「岡山城二の丸跡出土の動物遺存体の分析」『岡山城二の丸跡—県立図書館建設に伴う発掘調査—』岡山県埋蔵文化財発掘調査報告175 pp.177-193 岡山県教育委員会
- 中坊徹次編 2000『日本産魚類検索 全種の同定第二版』東海大学出版会
- 広島県編集発行 1981『広島県史 近世1 通史Ⅲ』
- 広島県編集発行 1984『広島県史 近世2 通史Ⅳ』
- 広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編 1993『草戸千軒町遺跡発掘調査報告Ⅰ—北部地域北半部の調査—』広島県教育委員会
- 広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編 1994『草戸千軒町遺跡発掘調査報告Ⅱ—北部地域南半部の調査—』広島県教育委員会
- 広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編 1995『草戸千軒町遺跡発掘調査報告Ⅲ—南部地域北半部の調査—』広島県教育委員会
- 広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編 1995『草戸千軒町遺跡発掘調査報告Ⅳ—南部地域南半部の調査—』広島県教育委員会
- 松井 章 1987「宮前川北斎院遺跡出土の動物遺存体」『宮前川遺跡—中小河川改修事業埋蔵文化財調査報

- 告書ー』埋蔵文化財発掘調査報告書第18集 pp.291-297 財団法人愛媛県埋蔵文化財調査センター
- 松井 章 1994「草戸千軒町遺跡第36次調査出土の動物遺存体」『草戸千軒町遺跡発掘調査Ⅱー北部地域  
南半部の調査ー』pp.343-364 広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編 広島県教育委員会
- 松井 章・宮路淳子 1996「上長浜貝塚出土の脊椎動物遺存体」『上長浜貝塚』pp.68-79 出雲市教育委員  
会
- 松井 章 1997「岡山城本丸中の段出土の動物遺存体（予報）」『史跡保存整備事業史跡岡山城本丸中の段  
発掘調査報告』pp.323-331 岡山市教育委員会
- 松井 章 1998「古照・岩子山西麓・宮前川北斎院・斎院烏山各遺跡出土の動物遺存体」『斎院・古照ー新  
松山空港道路建設に伴う埋蔵文化財調査報告書ー（遺物編）』埋蔵文化財発掘調査報告書第67集  
pp.539-581 財団法人愛媛県埋蔵文化財調査センター
- 松井 章 2001「大井谷Ⅱ遺跡出土の動物遺存体」『非伊川放水路建設予定地内発掘調査報告書Ⅲ 大井谷  
Ⅰ遺跡 大井谷Ⅱ遺跡』pp.200-207 国土交通省中国地方整備局出雲工事事務所・出雲市教育委員会
- 松井 章・石黒直隆・本郷一美・南川雅男 2001「野生のブタ？飼育されたイノシシ？ー考古学からみる  
イノシシとブター」『イノシシと人間』pp.45-78 高橋春成編 古今書院
- 松崎寿和・潮見 浩 1961「広島県中山貝塚」『日本農耕文化の生成』pp.263-273 日本考古学協会編 東京  
堂出版
- 南川雅男 1993「アイソトープ食性解析法」『第四紀学試料研究法』pp.404-414 第四紀学会編 東京大学出  
版会
- 南川雅男 2001「炭素・窒素同位体分析により復元した先史日本人の食生態」『国立歴史民俗博物館研究報  
告』第86集 pp.333-357
- 南川雅男 2003「炭素・窒素同位体による食性分析」『環境考古学マニュアル』pp.283-292 同成社
- 南川雅男・吉岡崇仁編 2006『地球化学講座5 生物地球化学』日本地球化学会監修 培風館
- 三原市役所編集発行 2006『三原市史 第二巻通史編二』
- 米田 稔 2002「古人骨の化学分析からみた先史人類集団の生業復元」『先史狩猟採集文化研究の新しい視  
野』国立民族学博物館調査報告33 pp.249-255
- 米田 稔 2006「古人骨の化学分析による先史人類学ーコラーゲンの同位体分析を中心にー」  
*Anthropological Science (Japanese Series)* Vol.114 pp.5-15
- 頼 杏坪・加藤景纘ほか編纂 1825（1981復刻版）『芸藩通志』巻1～5 国書刊行会
- 和田英太郎・西川絢子・高津文人 2001「安定同位体の利用（1）環境科学ー特に水系についてー」  
『Radioisotopes』50 pp.158-165
- Ogawa N. O., T. Koitabashi, H. Oda, T. Nakamura, N. Ohkouchi and E. Wada 2001 Fluctuations of ni-  
trogen isotope ratio of gobiid fish (Isaza) specimens and sediments in Lake Biwa, Japan, during  
the 20<sup>th</sup> century., *Limnol. Oceanogr.*, 46, pp.1228-1236
- Hirons A. C., D. M. Schell and B. P. Finney 2001 Temporal records of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in North Pacific  
pinnipeds: inferences regarding environmental change and diet., *Oecologia*, 129, pp.591-601
- Ishimaru E., T. Umino, M. Yoneda and I. Tayasu 2006 Identification of origin of faunal remains: car-  
bon and nitrogen isotope analysis of marine fishes *International Council for Archaeozoology*  
10<sup>th</sup> Conference Abstracts, pp.90
- Takai N., S. Onaka, Y. Ikeda A. Yatsu, H. Kidokoro and W. Sakamoto 2000 Geographical variations

in carbon and nitrogen stable isotope ratios in squid., *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.*, 80, pp.675-684

Takai N., Y. Mishima and A. Hoshika 2002 Habitat use and trophic positions of Kobi squid *Loliolus sumatrensis* in the western Seto Inland Sea in late spring inferred from carbon and nitrogen isotope ratios 『水産海洋研究』 66 卷 1 号 pp.1-10

Yoneda M., A. Tanaka, Y. Shibata and M. Morita 2002 Radiocarbon Marine Reservoir Effect in Human Remains from the Kitakogane Site, Hokkaido, Japan., *Journal of Archaeological Science.*, 29, pp.529-536

Wahlen M. 1994 Carbon dioxide, carbon monoxide and methane in the atmosphere : abundance and isotopic composition., *Stable isotopes in Ecology and Environmental Science*, Blackwell, pp.93-113

Walker J. L., C. W. Potter and S. A. Macko 1999 The diets of modern and historic bottlenose dolphin populations reflected through stable isotopes., *Marine mammal science*, 15-2, pp.335-350

(2007 年 10 月 15 日受付, 2007 年 12 月 11 日受理)

# Expansion in the distribution of marine products revealed by the identification of marine fish origins : a new perspective from carbon and nitrogen stable isotope data from Chugoku and Shikoku

---

**Eriko ISHIMARU<sup>1)</sup>, Tetsuya UMINO<sup>2)</sup>, Minoru YONEDA<sup>3)</sup>, Yasuyuki SHIBATA<sup>4)</sup>,  
Takakazu YUMOTO<sup>5)</sup> and Ichiro TAYASU<sup>6)</sup>**

<sup>1)</sup> Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 4-11-6 Itosaki, Mihara, Hiroshima 729-0324, Japan

<sup>2)</sup> Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan

<sup>3)</sup> Graduate School of Frontier Science, University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-8662, Japan

<sup>4)</sup> National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

<sup>5)</sup> Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8047, Japan

<sup>6)</sup> Center for Ecological Research, Kyoto University, 2-509-3 Hirano, Otsu, Shiga 520-2113, Japan

---

This study aims to establish a method of identifying the origin of excavated marine fish in order to determine the interchange and distribution of marine products. Furthermore, it seeks to identify the expansion of fish food culture during medieval and modern ages.

We used carbon and nitrogen isotope analysis of bone collagen to identify the origins of fish remains. The carbon and nitrogen isotope ratios of recently collected fish (red sea bream, black porgy and Japanese sea bass) were significantly different between the Sea of Japan, the Inland sea and the Pacific coast. Excavated fish samples from 12 sites around Chugoku and Shikoku were also different between the sea areas. Discriminant analysis has shown a significant difference in carbon and nitrogen isotope ratios of each fish group between the Inland Sea and the Sea of Japan. The fact indicates that carbon and nitrogen isotope analysis is capable of distinguishing between sea areas.

Furthermore, discriminant analysis suggests that excavated marine fish from the Yokkaichi site were brought from the Inland Sea, which enabled us to illustrate the circulation route. We discuss the distribution of marine products in the inland central part of Setouchi area during the late 19th century.