

養殖マダイの化学成分の変動に関する研究—Ⅶ

養殖マダイの無機成分含量の成長段階別、産地別および
養成方法別比較並びに天然魚との比較

森下 達雄・宇野 和明*・荒木 利芳
三重大学生物資源学部, *江南女子短期大学

Studies on the Variations in Chemical Constituents of Cultured Red Sea Bream —VII

Comparison of the Mineral Contents of the Meat of Cultured Red Sea
Bream of Different Growth Stages, Localities and
Culture Methods, and Those of Wild Fish

Tatsuo MORISHITA, Kazuaki UNO* and Toshiyoshi ARAKI
Faculty of Bioresources, Mie University *Konan Women's Junior College

Abstract

Differences in the mineral contents of cultured red sea bream of different growth stages, localities, and culture methods were investigated, and a comparison was also made between those fish and the wild ones. The following results were obtained.

(1) The contents of P, Fe, Mg, Na and K were nearly constant regardless of growth. The Ca content slightly decreased with growth.

(2) The content of P in the meat was slightly higher in the cultured fish than in the wild fish. On the other hand, that in viscera was higher in the latter than in the former. The Fe content was high in the meat of cultured fish. There were no appreciable differences in the contents of Ca, Na, and Mg in the meat between cultured and wild fish.

(3) Fish raised on moist pellets containing more Na amount than fish raised on sardines, whereas the Ca content was high in the latter.

(4) No remarkable difference was seen in the mineral contents between fish raised in a marifarm and fish cultivated in net cages.

(5) The mineral contents in the meat of the analyzed fish differed in value from those listed in the standard tables of food composition in Japan.

Key words: cultured red sea bream, mineral content, variation, growth stage, culture method

緒 言

マダイは味も淡白で美味しく、加えて、その見事な姿と美しい色ゆえに、古来、高級日本料理の代表格として珍重されてきた。そのマダイも、養殖技術の進歩に伴って養成が可能となり、近年では重要な養殖魚の一つとなっている。しかし、養殖マダイは、食味において天然マダイには及ばないといわれ、その肉質改善が望まれている。そこで、著者らは、天然マダイと遜色のない消費者に好まれる健全な養殖マダイを生産するため、その技術改善に資する基礎資料を得ることを目的として、養殖マダイの化学成分の変動に関する一連の研究を行ってき

た。これまでに、一般成分組成、脂質の脂肪酸組成および含窒素エキス成分量などについて、養殖マダイの成長に伴うそれらの変動を明らかにし、つづいて、養殖マダイの産地による違いや天然魚との差異、さらに、餌料や養成方法の違いによる差異などを比較検討し、加えて、食味との関係についても検討を加えた¹⁻⁶⁾。

無機成分は生化学的にも、栄養学的にも非常に重要な微量成分で、エキス成分や脂質成分とともに味の構成にも加わり、味覚に重要な役割を果たしている⁷⁾。それにもかかわらず、マダイの無機成分含量は日本食品標準成分表⁸⁾に標準値のみが記載されているだけで詳細な報告はない。そこで、本報では養殖マダイの特性をさらに詳

Table 1. Cultured red sea bream*¹ used for analyses

Date of sampling	Body length		Body weight		Edible meat		Visera		
	Range	Average	Range	Average	Weight	% of BW* ²	Weight	% of BW* ²	
	cm	cm	g	g	g	%	g	%	
1984-Year class									
Oct. 26, '84	11.0~13.6	12.3	32.0~67.0	45.9	19.4	42.3	4.1	8.9	
Nov. 20, —	12.6~15.3	13.8	46.0~80.0	61.3	22.9	37.4	6.1	10.0	
Dec. 19, —	12.0~16.9	14.3	41.0~98.0	64.9	26.6	41.0	5.4	8.3	
Jan. 21, '85	13.1~16.4	14.9	54.0~103	74.9	32.0	42.7	6.8	9.1	
Feb. 26, —	14.1~17.1	15.7	61.0~100	82.7	31.8	38.5	6.8	8.2	
Mar. 20, —	14.0~17.3	15.0	50.0~110	70.7	30.1	42.6	5.7	8.1	
Apr. 25, —	15.2~20.2	17.3	90.0~185	118	45.7	38.9	9.8	8.3	
May 23, —	16.5~19.5	18.1	100~170	129	55.7	43.2	10.9	8.4	
Jun. 20, —	16.7~22.3	19.9	100~250	175	74.3	42.6	14.3	8.2	
Jul. 25, —	20.1~23.2	21.5	165~265	214	92.8	43.4	17.7	8.3	
Aug. 22, —	19.7~23.0	21.2	180~300	224	93.5	41.8	20.8	9.3	
Sep. 19, —	21.0~25.0	23.2	200~350	266	118	44.2	20.1	7.5	
1983-Year class									
Oct. 26, '84	23.4~26.1	24.6	284~396	336	149	44.3	24.2	7.2	
Nov. 20, —	25.0~27.4	26.1	350~451	391	170	43.4	34.8	8.9	
Dec. 19, —	26.1~29.1	27.8	399~536	483	211	43.6	49.8	10.3	
Jan. 21, '85	26.6~28.7	27.4	438~543	489	212	43.3	43.6	8.9	
Feb. 26, —	27.8~30.5	29.3	454~612	535	233	43.6	44.5	8.3	
Mar. 20, —	29.2~29.7	29.4	595~670	633	276	43.6	75.0	11.9	
Apr. 25, —	28.3~30.8	29.6	540~745	639	297	46.5	75.7	11.8	
May. 23, —	27.8~32.3	29.9	500~700	637	281	44.2	74.0	11.6	
Jun. 20, —	30.4~32.1	31.5	670~810	760	340	44.8	75.7	10.0	
Jul. 25, —	32.8~36.8	34.4	760~999	867	384	44.3	74.6	8.6	
Aug. 22, —	33.0~34.5	33.7	750~950	827	355	43.0	72.8	8.8	
Sep. 19, —	33.0~37.0	35.0	785~900	855	370	43.3	83.8	9.8	

*¹ Each lot consists of above five individuals of the fish cultivated at Furueura in Kata Bay (Owase).

*² Body weight.

しく知るため、その無機成分について検討した。得られた結果を以下に報告する。

実験方法

供試魚 実験に用いた養殖マダイは、既報^{1,4)}記載のものと同じで、それらの概要を Table 1~4 に示す。成長に伴う変動には、三重県尾鷲市古江浦漁場で生産された1984年魚と1983年魚（以下、前者を0年魚、後者を1年魚と記す）とを、1984年10月から翌年9月まで毎月1回供試した。それらの体長と体重の平均値幅は、0年魚がそれぞれ 12.3~23.2 cm と 45.9~226 g、1年魚では

24.6~35.0 cm と 336~867 g であった。また、同時に投与されていた餌料魚についても分析した。産地間比較用としては、三重県内の尾鷲市三木浦、海山町矢口浦および南勢町礪浦、それに和歌山県白浜町の4つの産地で養成された2年魚で、同時期にほぼ同じ大きさのものをを用いた。天然魚は養成魚とほぼ同じ大きさの3年魚を用いた。一方また、餌料の違いによる比較を行うために、礪浦産のモイストペレットで養成されたマダイ（以下、モイスト魚と記す）と、尾鷲市古江浦産の生餌マイワシで養成されたマダイ（以下、生餌魚と記す）のいずれも1年魚を用い、これらに投与されていた餌料も分析に供した。さらにまた、音響馴致した幼魚を海洋牧場（大分

Table 2. Average weight and weight ratio of each part of meat from cultured red sea bream

Date of sampling	Dorsal meat* ¹		Ventral meat* ²		A. c. meat* ³		Red meat		Ordinary meat		Whole meat* ⁴	
	Weight	Ratio	Weight	Ratio	Weight	Ratio	Weight	Ratio	Weight	Ratio	Weight	Ratio
1984-Year class	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Oct. 26, '84* ⁵	10.9	56.2	8.5* ⁶	43.8* ⁶	—	—	—	—	—	—	19.4	100
Nov. 20, —	12.9	56.3	5.7	24.9	4.0	17.5	0.3	1.3	22.6	98.7	22.9	100
Dec. 19, —	15.0	55.1	6.3	23.2	5.3	19.5	0.6	2.2	26.6	97.8	27.2	100
Jan. 21, '85	16.8	52.5	7.4	23.1	5.7	17.8	2.1	6.6	29.9	93.4	32.0	100
Feb. 26, —	18.3	57.5	7.3	23.0	5.1	16.0	1.1	3.5	30.7	96.5	31.8	100
Mar. 20, —	16.1	53.5	6.6	21.9	5.5	18.3	1.9	6.3	28.2	93.7	30.1	100
Apr. 25, —	22.9	50.1	9.4	20.6	9.6	21.0	3.8	8.3	41.9	91.7	45.7	100
May 23, —	29.3	52.6	11.2	20.1	11.9	21.4	3.3	5.9	52.4	94.1	55.7	100
Jun. 20, —	39.2	52.8	17.4	23.4	13.7	18.4	4.0	5.4	70.3	94.6	74.3	100
Jul. 25, —	47.1	50.8	22.1	23.8	18.1	19.5	5.5	5.9	87.3	94.1	92.8	100
Aug. 22, —	48.5	51.9	20.4	21.8	16.9	18.1	7.7	8.2	85.8	91.8	93.5	100
Sep. 19, —	59.7	50.7	26.9	22.9	23.6	20.0	7.5	6.4	110	93.6	118	100
1983-Year class												
Oct. 26, '84	81.3	54.6	28.1	18.9	30.6	20.6	8.8	5.9	140	94.1	149	100
Nov. 20, —	90.1	53.1	36.2	21.3	29.6	17.4	13.9	8.5	156	91.8	170	100
Dec. 19, —	114	54.2	42.7	20.3	40.5	19.2	13.3	6.3	197	93.7	211	100
Jan. 21, '85	115	54.1	47.3	22.4	38.8	18.3	11.0	5.2	201	94.8	212	100
Feb. 26, —	127	54.6	50.7	21.7	40.8	17.5	14.5	6.2	219	93.8	233	100
Mar. 20, —	142	51.4	59.4	21.6	56.6	20.5	17.9	6.5	258	93.5	276	100
Apr. 25, —	157	52.9	63.1	21.2	56.2	18.9	20.7	7.0	276	93.0	297	100
May. 23, —	153	54.2	58.7	20.9	52.2	18.6	17.8	6.3	264	93.7	281	100
Jun. 20, —	177	51.9	72.7	21.4	68.7	20.2	22.2	6.5	318	93.5	340	100
Jul. 25, —	200	52.0	83.7	21.8	73.2	19.1	27.4	7.1	357	92.9	384	100
Aug. 22, —	187	52.5	74.6	21.0	72.1	20.3	21.9	6.2	334	93.8	355	100
Sep. 19, —	189	51.0	77.4	20.9	74.0	20.0	30.1	8.1	340	91.9	370	100

Abbreviation; A. c.: Abdominal cavity, *¹~*³ Ordinary meat, *⁴ Whole edible meats, *⁵ Each part of meat containing red meat, *⁶ Containing abdominal-cavity meat.

Table 3. Cultured and wild red sea bream used for analyses*1

Localities (Prefecture)	Data of sampling	Body length		Body weight		Coefficient*2 of Fatness	
		Range (cm)	Average (cm)	Range (g)	Average (g)	Range	Average
Shirahama (Wakayama)*3	Jul. 3, '84	41.0~42.2	41.7	1,250~1,660	1,440	18.1~22.1	19.8
Mikinoura (Mie)*3	Jul. 30, —	40.0~42.0	40.7	1,280~1,530	1,400	20.0~20.9	20.5
Yaguchiura (Mie)*3	Sep. 3, —	40.0~44.0	41.3	1,240~1,260	1,240	14.8~19.4	19.3
Sazaraura (Mie)*3	Oct. 2, —	39.4~42.0	40.3	1,325~1,550	1,460	20.9~23.8	22.3
Irago (Aichi)*4 <Wild fish>	Jun. 4, —	37.6~44.2	41.4	982~1,430	1,260	15.8~18.8	17.7
Furueura (Mie)*5 <Fresh bait>	Dec. 4, —	32.4~37.8	35.3	820~1,000	887	18.5~24.1	20.4
Sazaraura (Mie)*5 <Moist pellet>	Dec. 4, —	28.4~33.4	30.8	585~900	728	23.3~29.3	24.8
Saeki Bay (Ohita)*6 <Marifarm>	Jul. 11, '85	13.5~18.0	15.2	57.8~149	90.6	23.5~30.5	26.2
Saeki Bay (Ohita)*7 <Marifarm>	Jul. 11, —	21.0~21.2	21.1	237~251	244	25.5~26.4	26.0

*1 Each lot consists of above three individuals except for two in 1 age fish of Marifarm, *2 Body weight (g) × 10³ / [Body length (cm)]³, *3 2 age fish, *4 3 age fish, *5 Fish cultivated by feeding different baits (1 age fish), *6,*7 Fish cultivated at the released from a net cage (*6 0 age fish, *7 1 age fish).

Table 4. Average weight and weight ratio of each part of meat from red sea bream

Localities	Data of sampling	Dorsal meat*1		Ventral meat*2		Abd.-cavity meat*3		Red meat		Whole ord. meat		Edible meat	
		Weight (g)	Ratio (%)	Weight (g)	Ratio (%)	Weight (g)	Ratio (%)	Weight (g)	Ratio (%)	Weight (g)	Ratio (%)	Weight (g)	Ratio (%)
Shirahama	Jul. 3, '84	587.8	45.6	278.5	21.6	352.2	27.3	70.0	5.5	1,218.5	94.6	1,288.4	100
Mikinoura	Jul. 30, —	558.2	51.2	261.5	24.0	212.8	19.5	57.5	5.3	1,032.5	94.7	1,089.9	100
Yaguchiura	Sep. 3, —	453.5	49.6	197.7	21.6	208.0	22.8	55.0	6.0	859.2	94.0	914.1	100
Sazaraura	Oct. 2, —	498.3	53.3	217.7	23.2	144.7	15.5	74.6	8.0	860.7	92.0	935.3	100
Irago <Wild>	Jun. 4, —	442.2	54.7	185.6	23.0	131.9	16.3	48.1	6.0	759.7	94.1	807.8	100
Furueura	Dec. 4, —	406.8	54.1	157.7	21.0	140.3	18.7	47.0	6.2	704.8	93.7	751.8	100
Sazaraura *4	Dec. 4, —	382.6	51.6	151.9	20.5	160.4	21.6	46.2	6.3	694.9	93.8	741.1	100
Saeki Bay*5	Jul. 11, '85	21.7	57.7	9.1	24.2	6.3	16.8	0.5	1.3	37.1	98.7	37.6	100
Saeki Bay*6	Jul. 11, —	55.3	55.2	24.3	24.2	17.6	17.6	3.0	3.0	97.2	97.0	100.2	100

Abbreviations; Abd.: Abdominal, ord.: ordinary, *1~*3 Ordinary meat, *4 Fish raised on moist pellets, *5 0 age fish cultivated at marifarm, *6 1 age fish cultivated at marifarm.

県佐伯湾内に設けられたマリノポリス)に、放し飼いに
して養成されたマダイの0年魚と1年魚(以下、それぞ
れ放飼0年魚、放飼1年魚と記す)を、小割生簀で養成
されたマダイ(以下、生簀魚と記す)との間で養成条件
の違いによる差異を検討するため供試した。

これらの供試魚のうち、放飼魚は水揚げ活め後、凍
結・空輸されてきたが、その他のマダイについては、水
揚げ活め後氷蔵して、研究室に運んだ。供試尾数は、

成長段階別では0年魚が15尾以上、1年魚が5尾以上で
あり、その他では、放飼1年魚が2尾以外はいずれも3
尾以上である。

試料の調製 既報^{1,4)}のように、マダイについては、
背肉、腹肉、腹腔内(いずれも血合肉を除去したもの)
に分割した各部位肉と、消化管の内容物を除去し、付着
脂肪組織を含めた全内臓を、また、餌料魚は丸ごとを、
それぞれブレンダーで破砕均一化したものから、それぞ

Table 5. Mineral contents in the various parts from cultured red sea bream of different growth stages (mg/100 g meat)

Date of sampling	Calcium (Ca)			Phosphorus (P)			Iron (Fe)			Magnesium (Mg)			Sodium (Na)			Potassium (K)														
	DM	VM	OM	DM	VM	OM	DM	VM	AM	DM	VM	AM	DM	VM	AM	DM	VM	AM												
1984-Year class																														
Oct. 26, '84 ^{*1}	41	33 ^{*2}	38	3	225	171 ^{*2}	201	87	0.5	0.5	^{*2}	0.5	1.6	33	25 ^{*2}	30	18	38	35 ^{*2}	37	53	316	172 ^{*2}	253	50					
Nov. 20, —	9	16	38	16	9	126	161	69	125	64	0.1	0.2	0.9	0.3	tr	18	23	18	19	6	22	29	41	27	11	386	288	35	299	18
Dec. 19, —	29	13	86	36	25	246	130	266	223	147	0.6	0.2	0.4	0.4	2.1	36	17	32	31	46	41	21	67	41	93	530	399	321	457	171
Jan. 21, '85	15	30	69	29	5	282	286	267	280	196	0.2	0.3	0.4	0.3	2.6	40	39	34	39	47	43	49	56	47	123	487	459	336	451	121
Feb. 26, —	14	31	61	26	153	274	307	286	284	223	0.5	0.8	0.8	0.6	3.2	35	35	35	35	61	33	39	45	36	84	594	462	401	531	110
Mar. 20, —	32	42	66	41	72	286	301	276	288	300	0.5	0.4	0.6	0.5	5.8	39	38	29	37	64	35	35	51	38	114	495	518	416	485	238
Apr. 25, —	4	20	77	24	51	277	275	257	272	194	0.8	0.8	0.9	0.8	3.5	37	32	29	34	28	50	47	59	42	144	460	417	380	432	185
May 23, —	30	35	45	34	7	296	290	272	289	157	0.9	0.6	0.7	0.8	1.9	26	24	33	27	35	58	52	60	57	109	411	484	440	433	211
Jun. 20, —	12	21	82	28	53	291	291	272	287	205	0.9	0.6	0.8	0.8	3.6	43	33	32	38	46	53	42	50	49	103	410	465	397	421	223
Jul. 25, —	4	23	45	17	76	297	303	262	291	109	0.5	0.7	0.5	0.5	2.7	37	35	37	37	28	45	67	65	55	74	503	502	349	471	61
Aug. 22, —	20	23	27	22	45	284	274	274	279	215	0.7	0.6	0.7	0.7	3.9	43	36	34	40	60	60	55	55	58	128	327	289	346	322	63
Sep. 19, —	15	1	19	13	34	272	264	257	267	165	0.3	0.5	0.5	0.4	3.0	28	24	30	27	29	41	52	65	49	118	576	506	341	509	129
1983-Year class																														
Oct. 26, '84	13	19	16	15	4	225	261	200	227	46	0.5	0.7	0.8	0.6	0.8	31	37	27	31	5	36	43	44	39	29	355	507	316	377	23
Nov. 20, —	2	3	—	—	2	62	132	25	—	25	tr	0.2	—	—	—	8	18	—	—	4	8	24	—	15	—	276	219	—	—	23
Dec. 19, —	13	6	18	13	4	299	231	154	254	104	0.5	0.4	0.2	0.4	1.8	42	32	20	35	16	42	34	28	37	54	491	378	239	414	9
Jan. 21, '85	26	5	43	24	8	292	286	276	287	184	0.3	0.4	0.2	0.3	2.3	40	38	36	39	35	38	38	47	39	117	463	500	396	459	117
Feb. 26, —	11	7	59	19	219	283	284	258	279	309	0.7	0.8	1.1	0.8	3.0	34	35	30	33	49	31	38	46	36	89	447	487	431	453	164
Mar. 20, —	13	14	37	18	16	285	281	259	278	294	0.8	0.5	0.7	0.7	4.6	40	39	36	39	32	38	46	48	42	110	415	450	436	428	300
Apr. 25, —	7	4	10	7	29	294	281	269	286	243	1.5	1.0	2.4	1.5	3.0	34	36	34	34	24	57	55	74	60	157	444	467	410	442	239
May. 23, —	7	8	46	15	15	291	295	275	289	163	0.9	0.8	0.7	0.8	1.2	34	30	36	33	18	41	37	40	40	74	495	489	437	482	82
Jun. 20, —	16	26	49	25	38	288	282	275	284	158	0.7	0.7	0.5	0.7	3.0	49	36	32	42	25	44	42	51	45	88	454	397	356	420	104
Jul. 25, —	18	34	43	27	30	297	326	250	294	140	0.9	0.8	0.5	0.8	5.1	40	42	31	38	29	60	64	65	62	88	434	418	253	393	67
Aug. 22, —	12	5	48	18	3	293	257	247	275	101	1.3	0.8	0.9	1.1	2.5	38	28	25	33	12	34	31	44	35	85	345	397	286	344	60
Sep. 19, —	24	17	22	22	12	273	250	222	257	119	0.4	0.5	0.5	0.4	3.2	36	23	30	32	31	56	49	59	55	97	480	482	222	425	56

Abbreviations for various parts; DM: Dorsal ordinary meat, VM: Ventral ordinary meat, AM: Abdominal-cavity ordinary meat, OM: Whole ordinary meat VO: Visceral organ. ^{*1} Without removal of red meat, ^{*2} Containing abdominal-cavity meat. tr: trace.

れ一定量をとって 600°C で灰化した。その残灰を塩酸 (1:3) を加えて蒸発乾固したのち、再度塩酸に溶解し、濾過したものを試料溶液とした。なお、全普通肉の分析値は Table 2 および 4 に示した部位別重量比率から算出したものである。

分析方法 カルシウム (Ca)、鉄 (Fe)、マグネシウム (Mg)、ナトリウム (Na) およびカリウム (K) は、日立 308 二波長原子吸光光度計を使用して、原子吸光法により測定した。一方、リン (P) はモリブデン青比色法を使用して、ゴモリー法⁹⁾により測定した。

結果および考察

成長に伴う変動 0年魚、1年魚の両養成マダイの各成長段階における部位別の各種無機成分含量を Table 5 に示す。また、餌料魚の無機成分含量を Table 6 に示す。

カルシウム (Ca) 含量の変動幅を全普通肉についてみると、0年魚は 13~41 mg (平均 27 mg) で、1年魚では 7~27 mg (平均 18 mg) となり、成長、季節による変動が大きい⁸⁾が、平均値を比較すると成長に伴い減少する傾向が認められた。トラフグ¹⁰⁾ およびハマチ¹¹⁾ でもこれと同様な結果を得、幼魚期に Ca 代謝活性が高くてその要求量が多くなっているためと考察しているが、マダイについても同様と考えられる。部位別にみると、Ca

含量は腹腔肉に多く、内臓では両年魚でも変動が大きく、2月に非常に高い含量を示している。マダイ肉と餌料魚の Ca 含量の変化を Fig. 1 に示す。0年魚、1年魚の両年魚とも各部位肉の変動傾向はほぼ似ており、また成長に伴い部位間の差異が小さくなっている。餌料魚の Ca 含量がマダイ肉に及ぼす影響は、これらの変動パターンからは推測することができない。

リン (P) は背肉、腹肉がほぼ同じ含量で、腹腔肉が少なくなっている。P 含量の変動幅を全普通肉についてみると、0年魚の 125~291 mg (平均 257 mg) に比べて1年魚では 227~294 mg (平均 274 mg) とわずかに増加しているが、成長に関係なくほぼ一定とみて差し支えなからう。P 含量の変動を Fig. 2 に示す。両年魚の P 含量は各部位肉とも11月に減少しているが、それ以外は周年ほぼ一定している。内臓では両年魚とも秋季から冬季にかけて増加し、春季から夏季には減少する傾向を示している。餌料魚の P 含量もマダイの各部位肉が減少した11月に同様に減少しているが、全体的にみて、餌料魚の影響は判然としない。なお、SAKAMOTO and YONE¹²⁾ は、餌料中の Ca 含量を 340 mg/100 g とした場合、Ca/P が 1/2 で成長が非常によく、優れた餌料効果を示すと報告している。本研究に用いられた餌料魚の平均 Ca 含量は 391 mg/100 g で Ca/P は 1/1.3 であった。

鉄 (Fe) は背肉、腹肉および腹腔肉ともほぼ同含量で、

Table 6. Mineral contents of the dietary fishes for analyses*1 (mg/100 g fish)

Date of giving	Body length (cm)	Body weight (g)	Ca	P	Fe	Mg	Na	K
Oct. 26, '84	15.8~19.8	52.~87.0	155	340	1.0	10	35	29
Nov. 20, —	11.2~15.5	11.0~28.0	212	204	1.1	31	144	69
Dec. 19, —	14.4~22.0	12.6~15.0	403	509	2.1	45	145	292
Jan. 21, '85	16.6~19.7	40.0~88.0	391	478	2.6	42	172	129
Feb. 26, —	12.5~13.7	21.0~28.0	270	547	3.3	46	159	325
Mar. 20, —	18.3~20.0	58.0~80.0	371	558	4.0	50	151	263
Apr. 25, —	17.5~22.2	50.0~100	720	639	3.4	52	207	277
May 23, —	5.0~7.0	1.5~2.6	396	499	1.7	48	157	211
May 23, —*2	9.5~14.0	10.8~34.2	388	528	1.2	60	147	362
Jun. 20, —	7.7~10.2	5.0~11.7	385	485	3.0	54	103	253
Jul. 25, —	19.0~22.1	60.0~125	463	508	4.4	35	108	172
Aug. 22, —	12.4~15.7	25.0~50.0	474	511	3.0	32	114	
Sep. 19, —	15.3~20.0	40.0~120	461	552	3.5	41	109	123

*1 Each lot consists of above ten individuals of the fishes (sardines) on which the cultured red sea bream have fed. *2 Dietary fishes are mackerels.

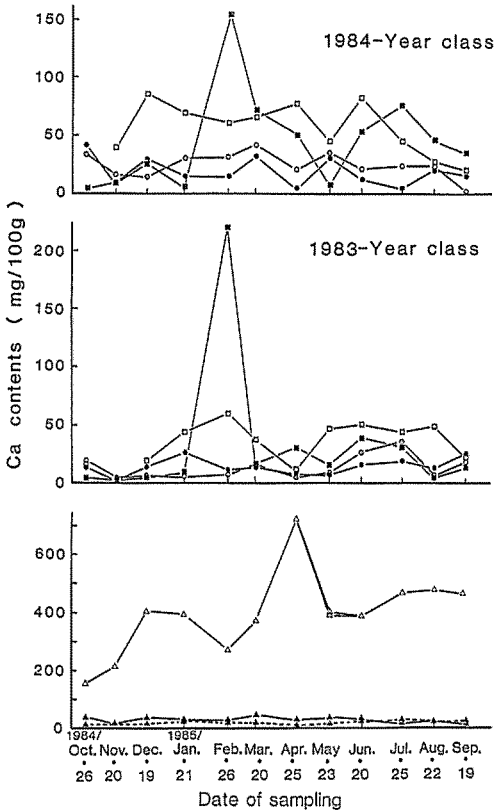


Fig. 1. Variations with growth in the calcium contents of the various parts of cultured red sea bream and in those of dietary fish.

●—●: Dorsal ordinary meat, ○—○: Ventral ordinary meat, □—□: Abdominal-cavity ordinary meat, ■—■: Visceral organ, △—△: Dietary fish (Sardine but lower symbol spot at May 23 shows mackerelles), ▲—▲: Whole ordinary meat in 1984-Year class, ▲...▲: Whole ordinary meat in 1983-Year class.

その変動幅は0年魚では0.3~0.8 mg (平均0.6 mg)であり、1年魚では0.3~1.5 mg (平均0.7 mg)であって、成長に伴う変動は認められない。内臓は各部位肉に比べて4~5倍と著しく高い含量を示した。Fe含量の変動をFig. 3に示す。各部位肉はあまり変化なくほぼ一定しているが、内臓は大きく変動し、その変動パターンが餌料魚によく類似している。それゆえ、マダイ内臓のFe含量は餌料魚の影響を受けているように考えられる。

マグネシウム (Mg) 含量の変動幅は、全普通肉につ

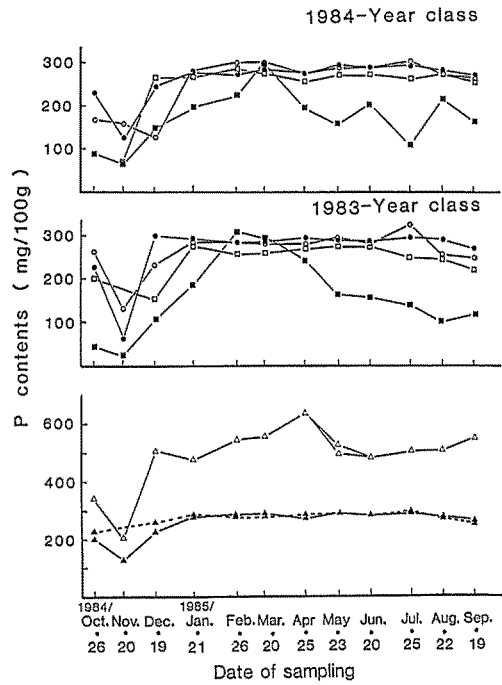


Fig. 2. Variations with growth in the phosphorus contents of the various parts of cultured red sea bream and in those of dietary fish. Symboles are the same as those in Fig. 1. The upper symbol spot at May 23 in dietary fish (Sardine) of symbol (△) shows mackerelles.

いてみると、0年魚では19~40 mg (平均33 mg)で、1年魚では31~42 mg (平均35 mg)である。その含量の変動をFig. 4に示す。各部位肉間で周年ほぼ一定している。内臓は兩年魚でともに大きく変動し、11月~翌2月に著しい増加の傾向を示した。餌料魚の変動パターンからは、マダイ肉のMg含量に及ぼす餌料魚の影響は認められない。

ナトリウム (Na) 含量の変動幅は0年魚で27~58 mg (平均45 mg)、1年魚では35~62 mg (平均45 mg)である。Na含量の変動をFig. 5に示す。Naは腹腔肉に若干多く含まれているが、各部位肉でその含量はほぼ一定している。内臓では、肉質部より含量が多く、0年魚、1年魚とも同様な変化を示し、また、それらの変動パターンは餌料魚のものによく似ており、餌料魚による影響がうかがい知れる。

カリウム (K) 含量の変動をFig. 6に示す。K含量は

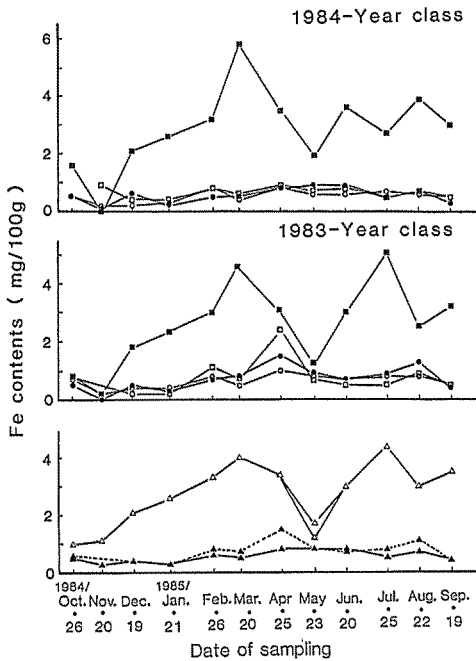


Fig. 3. Variations with growth in the iron contents of the various parts of cultured red sea bream and in those of dietary fish. Symbols are the same as those in Fig. 1. See Fig. 1 for symbole (Δ).

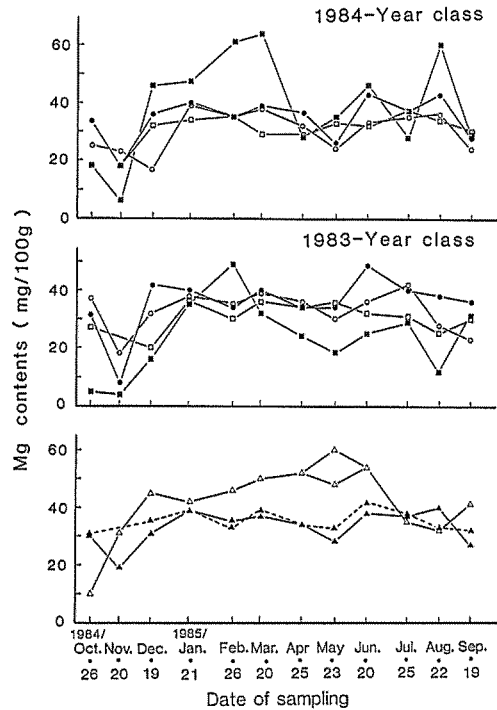


Fig. 4. Variations with growth in the magnesium contents of the various parts of cultured red sea bream and in those of dietary fish. Symbols are the same as those in Fig. 1. See Fig. 2 for symbole (Δ).

変動差が大きく、背肉、腹肉、腹腔肉の順に多い。その部位差は成長に伴い小さくなっている。変動幅を全普通肉で見ると、0年魚は253~531 mg (平均422 mg)、1年魚では344~482 mg (平均422 mg)で成長に伴う変化はみられない。K含量は成長停滞期の冬季に多く、成長期の夏季には少ないという変動パターンを示している。特に、内臓は両年魚とも3月に高い値を示しているが、肉質部に比べるとかなり低含量である。餌料魚のマダイ

肉 K 含量への影響は変動パターンからはうかがい知れない。

このように無機成分のうち、生物の必須元素であるCa, P, Fe, Mg, Na および K を部位別に成長段階を追って分析したが、肉質部では、それらのうち成長に伴う変動がみられたのはCa だけであり、成長に従って減少する傾向が認められた。その他の成分では、含量がほぼ一

Table 7. Mineral contents in the various parts of cultured red sea bream

Localities	Calcium (Ca)					Phosphorus (P)					Iron (Fe)				
	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO
Shirahama	13	15	11	13	2	270	288	155	241	62	0.6	0.7	0.6	0.6	1.3
Mikinoura	11	4	31	13	16	241	139	181	203	147	0.6	0.5	0.5	0.6	4.1
Yaguchiura	13	8	17	13	25	240	211	198	223	125	0.5	0.5	0.8	0.6	1.5
Sazaraura	8	14	33	14	—	124	231	211	166	72	0.3	0.8	0.8	0.5	0.6
Irago<Wild>	3	15	3	7	18	83	254	65	122	319	0.2	0.7	0.2	0.3	6.9

Abbreviations for various parts are the same as those in Table 5.

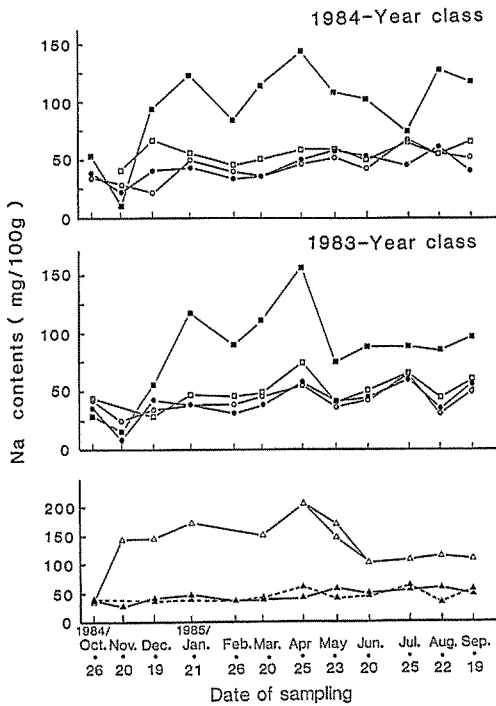


Fig. 5. Variations with growth in the sodium contents of the various parts of cultured red sea bream and in those of dietary fish. Symbols are the same as those in Fig. 1. See Fig. 1 for symbole (Δ).

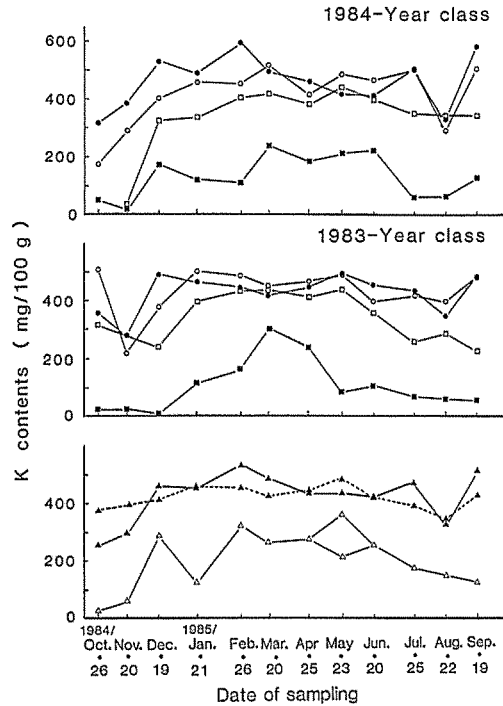


Fig. 6. Variations with growth in the potassium contents of the various parts of cultured red sea bream and in those of dietary fish. Symbols are the same as those in Fig. 1. See Fig. 2 for symbole (Δ).

定しており、恒常的代謝作用が十分に機能していると考えられた。一般に、魚類は餌料に含まれる無機成分を消化管から吸収するだけでなく、環境水中に溶け込んでいる無機成分をも体内にとり込む。それゆえ、餌料無機成分のマダイ肉無機成分への影響については詳細な検討を必要とするが、今回分析した餌料魚無機成分とマダイ肉無機成分との変動パターンを対比してみるかぎり、マダ

イ肉無機成分への餌料成分の影響は認められなかった。しかし、内臓においては、Fe と Na のみ餌料成分の影響がうかがわれた。

養殖魚の産地別比較および天然魚との比較 各産地別養殖魚および天然魚の無機成分含量を Table 7 に示す。また、その比較図を Fig. 7 に示す。分析した無機成分含量のうち、養殖魚および天然魚のいずれについても、

from different localities, and those of wild fish

(mg/100 g meat)

Magnesium (Mg)					Sodium (Na)					Potassium (K)				
DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO
43	42	22	37	17	34	35	28	32	70	562	600	443	536	186
36	21	27	30	16	47	27	42	41	178	490	396	396	447	283
37	30	26	33	32	42	40	47	43	13	398	388	270	365	129
18	32	30	24	9	19	45	48	30	99	191	361	284	250	101
10	31	7	15	39	19	62	18	29	243	244	495	180	294	371

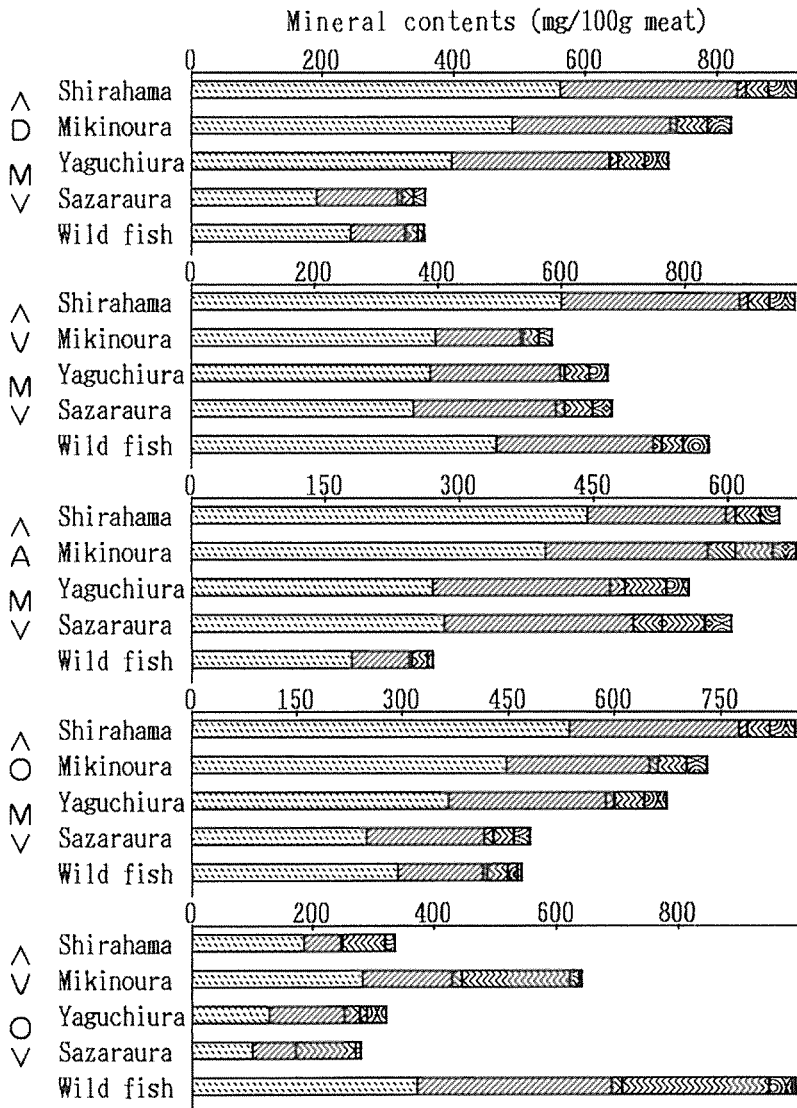


Fig. 7. Comparison of the mineral contents in the various parts among cultured red sea bream from different localities, and with those in wild fish.

Table 8. Mineral contents in the various parts of red sea bream

Baits	Calcium (Ca)					Phosphorus (P)					Iron (Fe)				
	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO
Fresh bait* ¹	19	2	19	15	11	241	222	84	205	38	0.5	0.4	0.1	0.4	0.9
Moist pellet* ²	4	14	14	8	20	263	250	323	274	147	0.5	0.5	0.2	0.4	3.3

Abbreviations for various parts are the same as those in Table 5. *¹ Sardine, *² Products of Nikaiken Co.

K が最も多く、その含量は 101~600 mg を示し、養殖魚では、産地間および部位間で大きな差異がみられた。産地間の比較をすると、K 含量は白浜産で多く、礪浦産で少なかった。また、K 含量は、養殖魚に比べて天然魚では、肉質部で少ない傾向を示したが、内臓では逆に多かった。K について多いのは P であり、その含量は礪浦産の背肉と内臓および白浜産の内臓で少なかったが、その他の産地間では各部位とも大差なかった。また、天然魚の P 含量は養殖魚に比べ肉質部でやや少なくて内臓で多い。養殖魚の Na, Mg および Ca 含量は、それぞれ 13~47 mg, 9~43 mg, 2~33 mg を示し、産地間や部位間で多少異なるが、全普通肉で比較すると大差なく、

天然魚のそれよりやや多かった。また、それらの内臓での含量は天然魚に比べるとかなり少なかった。Fe 含量は肉質部では 0.2~0.8 mg で、分析した無機成分中最も微量である。その含量はヒラメで得られている結果¹³⁾と同様に天然魚に比べて養殖魚の方が高くなっている。これは、天然魚の肉色に比べて養殖魚のそれがやや赤っぽいということから推察すると、筋肉色素であるミオグロビンや血色素のヘモグロビンの含量差、つまり、ヘム鉄含量の差に起因しているのではないかと考えられる。内臓の鉄含量は三木浦産と天然魚で多かった。

生餌養成魚とモイストペレット養成魚との比較 生餌魚とモイスト魚の無機成分含量を Table 8 に示す。また、

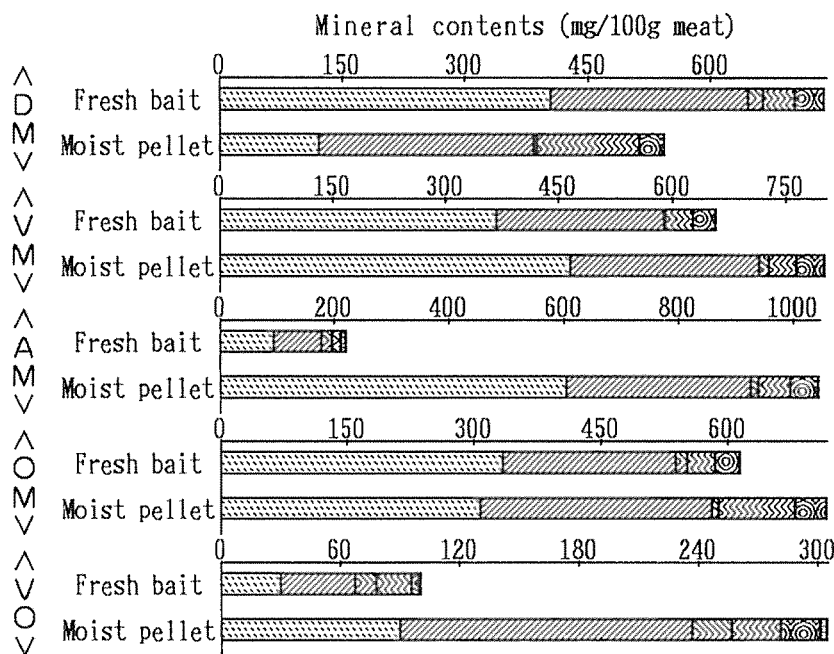


Fig. 8. Comparison of the mineral contents in the various parts between red sea bream raised on fresh bait and those raised on moist pellets. Symbols are the same as those in Fig. 7.

cultivated by feeding on two different baits										(mg/100 g meat)				
Magnesium (Mg)					Sodium (Na)					Potassium (K)				
DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO
36	31	10	30	4	39	37	16	34	18	405	368	94	335	30
31	38	49	37	20	126	37	57	91	25	121	465	604	308	90

それらの比較図を Fig. 8 に示す。K 含量は各部位とも両養成魚間にかなりの差異がみられるが、全普通肉と比較すると大差がない。P 含量は K 含量とともに生餌魚の腹腔肉と内臓で非常に少ないが、その他の部位では、両養成魚間に大差はない。Na 含量はモイスト魚で多く、Ca 含量は生餌魚に多かった。Mg と Fe の含量は両養成魚間に大きな差はなかった。それぞれに与えられていた生餌料とモイストペレット餌料の無機成分含量は、Table 9 に示すようにいずれの成分も後者の方が高含量であった。しかし、その後者のモイストペレット餌料の水分含量を生餌料に等しく換算すると、Ca, P, Fe 含量は両餌料でほぼ等しくなるが、モイストペレット餌料は生餌料の Na では約 5 倍に、Mg と K では約 12 倍となる。このことより餌料中の Mg, K の肉質への影響は認められないが、Na は肉質部に蓄積するように考えられる。また、それらの Ca/P は、生餌料では 1/1.2 であり、一方のモイストペレット餌料では 1/1.0 で大きな差はなかった。

養殖場の区画の違いによる比較 放飼魚は、大分県佐伯湾内において、音響給餌に馴致された幼魚を音波発信装置が設置された湾内に放流し、適宜水中スピーカーから一定周波数の音波を発生して集合させ餌料（今回はマイワシ生餌）を与えるという、給餌以外はほぼ自然に近い状態、いわゆる海洋牧場で生産されたものである¹⁴⁾。

Table 10 に放飼 0 年魚、放飼 1 年魚およびそれらとはほぼ同じ時期、同じ大きさの生簀魚の無機成分含量を示すが、後者については Table 5 から抜粋したものである。また、両者の比較図を Fig. 9 に示す。K 含量は放飼 1 年魚の腹肉と放飼 0 年魚の内臓で多かったが、その他の

Table 9. Mineral contents of two feeding baits (mg/100 g bait)

Mineral element		Fresh bait* ¹	Moist pellet* ²
Calcium	(Ca)	253	695
Phosphorus	(P)	310	686
Iron	(Fe)	2.5	6.3
Magnesium	(Mg)	4	96
Sodium	(Na)	21	199
Potassium	(K)	10	243

*¹ Sardine, *² Products of Nikkaiken Co.

部位では両養成魚間に大差はない。P 含量は肉質部で生簀魚の方がやや多く、内臓では、1 年魚で両養成魚間に差異は認められないが、0 年魚では逆に放飼魚の方が多くなっている。Mg および Ca の含量は、両養成魚の両年魚に大きな差異はみられなかった。

食品成分表との比較 Fig. 10 に、マダイの食品成分表値に対する本研究での供試マダイの全普通肉の分析値の割合をレーダーチャートで示した。なお、0 年魚および 1 年魚は全分析期間の平均値で、また、放飼 1 年魚は背肉の値で算出、図示した。各供試マダイの無機成分含量は成分表値とはかなり相違した。とりわけ、Ca はハマチ¹¹⁾の場合と同様にいずれの供試魚でも成分表値に比べて著しく低い値を示した。また、K と P 含量は天然魚と磯浦産が低く、Fe は天然魚を除きかなり高くなっている。Na は放飼 0 年魚を除くすべてが成分表値より少ない。このように、マダイ可食部における無機成分含量は、食品成分表に示された値とかなり異なると考

Table 10. Mineral contents in the various parts of red sea bream

Culture farm	Calcium (Ca)					Phosphorus (P)					Iron (Fe)				
	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO
Net cage* ¹ (0 age fish)	4	23	45	17	76	297	303	262	291	109	0.5	0.7	0.5	0.5	2.7
Marifarm (0 age fish)	18	24	42	24	91	221	237	202	222	267	0.4	0.6	0.3	0.4	4.8
Net cage* ¹ (1 age fish)	18	34	43	27	30	297	326	250	294	140	0.9	0.8	0.5	0.8	5.1
Marifarm (1 age fish)	14	37	—	—	7	255	252	—	—	133	0.8	0.8	—	—	9.5

Abbreviations for various parts are the same as those in Table 5. *¹ Data applied are those from

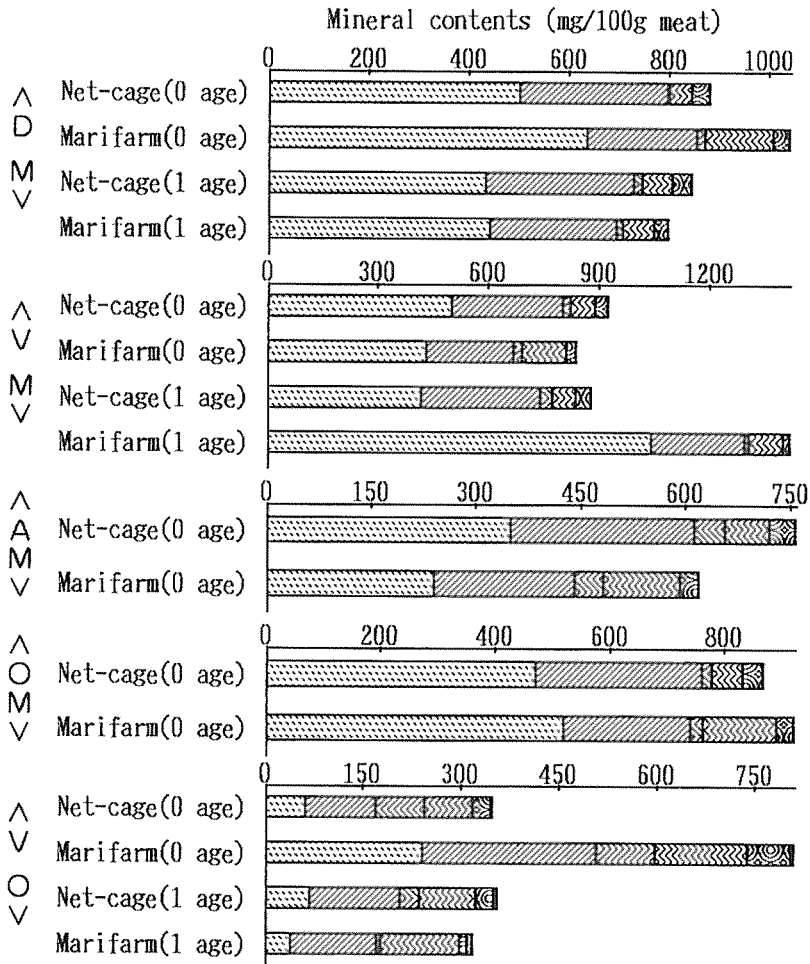


Fig. 9. Comparison of the mineral contents in the various parts between red sea bream cultivated at marifarm and those raised in net cages. Symbols are the same as those in Fig. 7.

cultivated at marifarm and in net cages										(mg/100 g meat)				
Magnesium (Mg)					Sodium (Na)					Potassium (K)				
DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO	DM	VM	AM	OM	VO
37	35	37	37	28	45	67	65	55	74	503	502	349	471	61
33	28	26	31	68	138	119	110	129	142	636	431	240	518	240
40	42	31	38	29	60	64	65	62	88	434	418	253	393	67
28	18	—	—	13	63	93	—	—	122	444	1,040	—	—	39

sample of Jul. 25 in the Table 5.

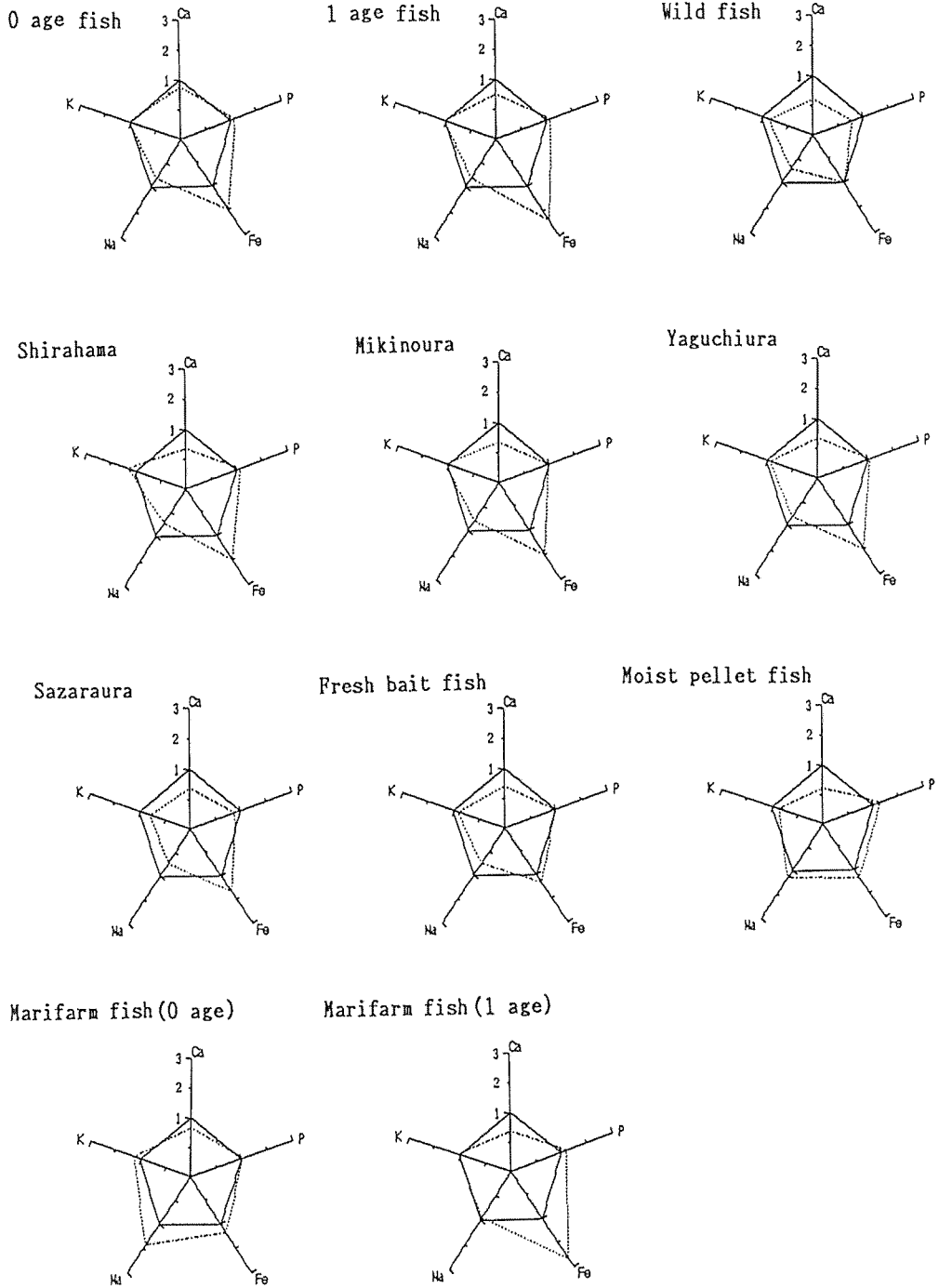


Fig. 10. The ratios of mineral contents in analyzed red sea bream to those listed in the standard tables of food composition in Japan.

えられ、今後、成分表には変動幅の記載などの考慮が望まれる。

文 献

- 1) 森下達雄, 宇野和明, 井村直樹, 高橋 喬. 養殖マダいの成長に伴う一般成分組成の変動. 日本水産学会誌, 53(9): 1602-1607 (1987).
- 2) 宇野和明, 森下達雄, 高橋 喬. 養殖マダいの成長に伴う脂質の脂肪酸組成の変動. 日本水産学会誌, 53(9): 1609-1615 (1987).
- 3) 森下達雄, 宇野和明, 高橋 喬. 養殖マダいの成長に伴う含窒素エキス成分量の変動. 日本水産学会誌, 53(10): 1871-1881 (1987).
- 4) 森下達雄, 宇野和明, 松本好央, 高橋 喬. 養殖マダいの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. 日本水産学会誌, 54(11): 1965-1970 (1988).
- 5) MORISHITA, T., 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(5): 847-852 (1989).
- 6) MORISHITA, T., K. UNO, T. ARAKI, and T. TAKAHASHI. Comparison of the Amounts of Extractive Nitrogenous Constituents in the Meats of Cultured Red Sea Bream of Different Localities and Culture Methods, and Those of Wild Fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(9): 1565-1573 (1989).
- 7) 林 啓仁. 水産物と味—II. 水産の研究, 3(4): 85-88 (1984).
- 8) 科学技術庁資源調査会編. 四訂日本食品標準成分表. 大蔵省印刷局, p. 124-125 (1982).
- 9) 五島孜郎, 関 博磨. 無機成分の定量. 改訂食品分析ハンドブック (小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之監修, 建帛社), p. 276-277 (1982).
- 10) 佐伯清子, 熊谷 洋. 天然および養殖トラフグの成長に伴う一般成分と無機成分の変動. 日本水産学会誌, 48(7): 967-970 (1982).
- 11) 伊達かおる, 山本義和. 養殖ハマチの成長にともなう一般成分と無機成分の季節的変動. 日本水産学会誌, 54(6): 1041-1047 (1988).
- 12) SAKAMOTO, S. and Y. YONE. Effect of Dietary Calcium/Phosphorus Ratio upon Growth, Feed Efficiency and Blood Serum Ca and P Level in Red Sea Bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 39(4): 343-348 (1973).
- 13) 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. 日本水産学会誌, 52(6): 1043-1047 (1986).
- 14) 能津純治. 大分県における海洋牧場の造成について. 大分県水試調研報, 12: 140-148 (1985).