

## 제주도산 아열대성 어류 18종의 일반성분 및 무기질 함량

문수경 · 고준철<sup>1</sup> · 박혜진<sup>2</sup> · 정보영 · 김인수\*

경상대학교 식품영양학과/농업생명과학연구원, <sup>1</sup>국립수산물과학원 제주수산연구소, <sup>2</sup>창신대학교 식품영양학과

### Proximate Composition and Mineral Contents of 18 Subtropical Fish Species from Jeju Island

Soo-Kyung Moon, Jun-Cheol Ko<sup>1</sup>, Hye-Jin Park<sup>2</sup>, Bo-Young Jeong and In-Soo Kim\*

Department of Food and Nutrition/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

<sup>1</sup>Jeju Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Jeju 63068, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Nutrition, Changshin University, Changwon 51352, Korea

The proximate composition and mineral contents of 18 subtropical fish species caught off the coast of Jeju Island, Korea were determined. The mean moisture content was highest (78.0%) in the eight species of lean fish, lowest (72.6%) in the four species of medium-fat fish, and intermediate (75.4%) in the six species of low-fat fish. The lipid content was in the order of medium-fat fish > low-fat fish > lean fish. The protein content ranged from 17.7% to 18.9%. The mean macro-mineral contents in the 18 species were 290.2 mg/100 g edible portion K, 146.6 mg P, 113.5 mg Na, 67.2 mg Ca and 38.3 mg Mg. The mean value of micro-mineral contents were 2.1 mg Fe, 1.7 mg Cu and 1.5 mg Zn. These results suggest that subtropical fish from Jeju Island are good sources of protein, lipid and minerals.

Key words: Jeju Island, Mineral, Proximate composition, Subtropical fish

#### 서론

최근 제주도 해역은 수온 상승의 영향(Jang et al., 2006; Belkin, 2009; Suh et al., 2011)으로 아열대성 어종이 증가하는 등 해양생태계가 많이 변화하고 있다. 제주도산 아열대성 어류에 대한 연구로서, Ko et al. (2015)은 2012년부터 2년간 제주도 연안에 서식하는 어종을 조사한 결과 전체 출현 어종 중 49.4%가 아열대성 어종이었다고 보고하였다. 하지만 이들 아열대성 어류 중에는 이미 식품의약품안전처의 식품원료로서 등재된 어종도 있고 미등재된 어종도 있으나(MFDS, 2019), 이들 어류의 식품영양성분에 대한 정보는 거의 알려져 있지 않은 상태이다. 따라서 저자들은 제주도산 아열대성 어류의 유효 이용을 위한 연구의 일환으로, 이들 어류의 식품영양성분에 대한 연구를 수행하여 가식부 지질의 n-3 polyunsaturated fatty acids를 포함한 지방산 조성을 보고한 바 있다(Moon et al., 2017). 본 연구에서는 전보(Moon et al., 2017)에 이어 제주도산 아열대성 어류의 식품영양성분 중 일반성분 조성 및 무기질 함량에 대하여 기존의 어종과 비교 분석하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 연구에 사용된 아열대성 어류는 전보(Moon et al., 2017)와 같다. 다만 본 연구에서 사용된 어종 수는 18종으로 전보(Moon et al., 2017)의 20종 중 2종(열쌍돔가리, 긴꼬리벵에돔)을 제외하였으며. 시료 구입 및 처리 과정도 전보(Moon et al., 2017)와 같다. 즉, 분석에 사용된 시료는 Ko et al. (2015)에 의해 제시된 아열대성 어류 중 제주도 연안에서 비교적 어획량이 많은 어류 18종을 선정하였다. 이들 중 7종(2015년산)은 제주시 어시장에서 구입하였고, 11종(2016년산)은 국립수산물과학원 제주수산연구소에서 시험조업으로 어획된 어류를 제공받았다. 이들 아열대성 어류는 빙장하여 실험실까지 운반한 다음 체장과 체중을 측정 후 가식부(대부분 껍질 포함)를 채취하였다. 단, 가시복, 거북복, 청줄돔의 경우는 껍질이 식용하기 어려운 어종이기 때문에 근육만 채취하였다. 채취한 가식부는 speed cutter (NFM-8860, NUC Co. Ltd., Daegu, Korea)로 의하여 마쇄하여 혼합

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 1437 Fax: +82. 55. 772. 1440

E-mail address: iskim@gnu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0328>

Korean J Fish Aquat Sci 52(4), 328-333, August 2019

Received 20 June 2019; Revised 17 July 2019; Accepted 26 July 2019

저자 직위: 문수경(교수), 고준철(연구원), 박혜진(교수), 정보영(교수), 김인수(교수)

한 후 일부는 즉시 분석에 사용하고, 나머지는 -70°C의 냉동고 (WUF-500, DAIHAN Scientific Co. Ltd., Wonju, Korea)에 저장하여 두고 분석에 사용하였다. 일반성분 분석은 각 어종당 2 그룹으로 나누고, 각 그룹을 2회씩 분석하여 총 4회 분석의 결과를 평균치와 표준편차로 나타내었으나, 무기질의 분석은 각 어종당 2 그룹으로 나누어 1회씩 분석하였다.

### 일반성분 조성 분석

수분은 상압가열건조법으로, 단백질(N×6.25)은 semimicro kjeldhal법으로, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다. 총지질(total lipid, TL)은 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 중량법으로 측정하였다.

### 무기질 함량 분석

무기질 함량은 시료 1 g을 식품공전에 따라 질산-과염소산을

사용하는 습식분해법으로 분해하여 100 mL로 정용한 후 일정량을 ICP spectro-photometer (OPTIMA 4300DV, Perkin Elmer Co., Shelton, CT, USA)로 분석하였다.

### 통계분석

실험결과는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 평균±표준편차(SD)로 산출하였으며, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 하여 P<0.05의 유의수준에서 Duncan's multiple range tests를 시행하였다.

### 결과 및 고찰

#### 일반성분 조성 비교

제주도산 아열대성 어류 18종의 일반성분 조성은 Table 1과

Table 1. Proximate compositions of 18 subtropical fish species from Jeju Island

Common name (Korean name) Scientific name	Moisture	Protein	Lipid	Ash
(wt %)				
<b>Lean subtropical fish</b>				
1. Balloonfish (Ga-si-bog) <i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus	79.99±0.48 <sup>f</sup>	17.23±0.51 <sup>b</sup>	0.82±0.03 <sup>a</sup>	1.55±0.17 <sup>c</sup>
2. Pomfret (Sae-da-rae) <i>Brama japonica</i>	78.61±0.27 <sup>de</sup>	17.36±1.32 <sup>b</sup>	0.87±0.00 <sup>a</sup>	1.18±0.00 <sup>ab</sup>
3. Banded boarhead (Yug-dong-ga-ri-dom) <i>Evistias acutirostris</i>	79.35±0.75 <sup>ef</sup>	15.28±0.27 <sup>a</sup>	1.06±0.05 <sup>b</sup>	1.02±0.12 <sup>a</sup>
4. Scar breast tuskfish (Ho-bag-dom) <i>Choerodon azurio</i>	76.46±0.38 <sup>a</sup>	18.59±0.37 <sup>c</sup>	1.29±0.13 <sup>c</sup>	1.26±0.03 <sup>b</sup>
5. Black-spotted boxfish (Geo-bug-bog) <i>Ostracion immaculatus</i>	77.51±0.13 <sup>bc</sup>	18.68±0.40 <sup>c</sup>	1.33±0.05 <sup>cd</sup>	1.23±0.04 <sup>b</sup>
6. Yellowtail red bass (No-rang-ben-ja-ri) <i>Callanthias japonicus</i>	77.36±0.77 <sup>bc</sup>	18.39±0.30 <sup>c</sup>	1.38±0.02 <sup>cd</sup>	1.22±0.22 <sup>b</sup>
7. Hairy stingfish (Ssug-gam-peng) <i>Scorpaenopsis cirrhosa</i>	78.14±0.31 <sup>cd</sup>	17.14±0.54 <sup>b</sup>	1.45±0.07 <sup>d</sup>	1.17±0.01 <sup>ab</sup>
8. Blue-lined angelfish (Cheong-jul-dom) <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	76.67±0.38 <sup>ab</sup>	18.54±0.45 <sup>c</sup>	1.74±0.12 <sup>e</sup>	1.45±0.04 <sup>c</sup>
Submean	78.02±1.25	17.65±1.16	1.24±0.30	1.26±0.16
<b>Low-fat subtropical fish</b>				
9. Rabbit fish (Dog-ga-si-chi) <i>Siganus fuscescens</i>	75.89±0.40 <sup>b</sup>	18.70±0.33 <sup>c</sup>	2.24±0.01 <sup>a</sup>	1.49±0.04 <sup>c</sup>
10. Whitespot-tail morwong (A-hob-dong-ga-ri) <i>Goniistius zonatus</i>	74.63±0.29 <sup>a</sup>	20.92±0.23 <sup>e</sup>	2.89±0.11 <sup>b</sup>	1.20±0.08 <sup>b</sup>
11. Bamboo leaf wrasse (Hwang-nol-rae-gi) <i>Pseudolabrus sieboldi</i>	74.55±0.49 <sup>a</sup>	16.22±0.38 <sup>a</sup>	2.90±0.05 <sup>b</sup>	1.17±0.03 <sup>ab</sup>
12. Black barred morwong (Yeo-deorb-dong-gai-ri) <i>Goniistius quadricornis</i>	77.44±0.19 <sup>c</sup>	18.99±0.27 <sup>c</sup>	3.27±0.09 <sup>c</sup>	1.10±0.01 <sup>a</sup>
13. Stripey (Beom-dom) <i>Microcanthus strigatus</i>	74.15±0.17 <sup>a</sup>	18.19±0.31 <sup>b</sup>	3.34±0.16 <sup>cd</sup>	1.24±0.03 <sup>b</sup>
14. Red naped wrasse (Mu-jeom-hwang-nol-rae-gi) <i>Pseudolabrus eoethinus</i>	75.35±0.28 <sup>b</sup>	19.62±0.43 <sup>d</sup>	3.45±0.00 <sup>d</sup>	1.11±0.06 <sup>a</sup>
Submean	75.36±1.19	18.91±1.55	3.02±0.115	1.22±0.14
<b>Medium-fat subtropical fish</b>				
15. Red collared emperor (Gu-gal-dom) <i>Lethrinus haematopterus</i>	72.81±0.61 <sup>b</sup>	19.31±0.30 <sup>c</sup>	5.42±0.03 <sup>a</sup>	1.18±0.02 <sup>b</sup>
16. Japanese goatfish (Du-jul-chog-su) <i>Pseudupeneus spilurus</i>	74.49±0.31 <sup>c</sup>	17.92±0.71 <sup>b</sup>	6.41±0.04 <sup>b</sup>	1.03±0.10 <sup>a</sup>
17. Three line grunt (Ben-ja-ri) <i>Parapristipoma trilineatum</i>	72.39±0.15 <sup>b</sup>	17.94±0.90 <sup>b</sup>	7.38±0.26 <sup>c</sup>	1.14±0.10 <sup>ab</sup>
18. Coralfish (Ja-ri-dom) <i>Chromis notata</i>	70.86±0.22 <sup>a</sup>	14.74±0.47 <sup>a</sup>	8.17±0.05 <sup>d</sup>	1.19±0.01 <sup>b</sup>
Submean	72.64±1.50	17.46±1.98	6.86±1.21	1.14±0.07
<b>Total mean</b>	<b>75.94±2.49</b>	<b>18.03±1.54</b>	<b>3.08±2.30</b>	<b>1.22±0.14</b>

Means with different superscripts in the same column in each fish group are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

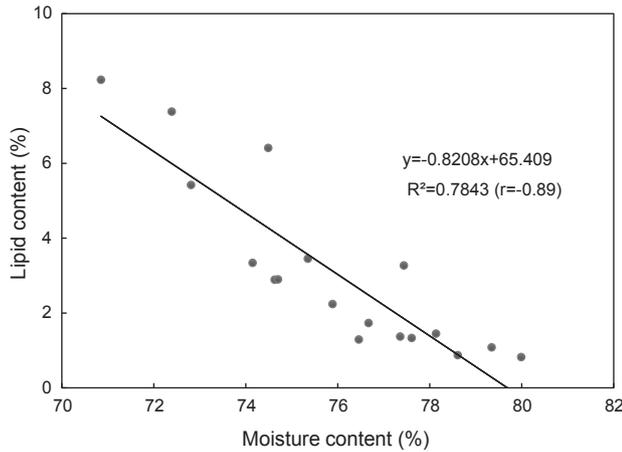


Fig. 1. Correlation between moisture and lipid contents of 18 subtropical fish species from Jeju Island.

같다. 이들 18종 어류 가식부의 평균 수분 함량은 75.9%, 단백질 함량은 18.0%, 지질 함량은 3.08%, 회분 함량은 1.22%로 나타났다. 일반성분 중 지질 함량은 전보(Moon et al., 2017)의 자료를 본 연구 결과의 해석을 위하여 재인용하였다. 또한 전보(Moon et al., 2017)에서 언급한 바와 같이 이들 18종의 어류를 총지질(total lipid, TL) 함량에 따라 저지방어류(lean fish, LF; TL 2% 이하), 소지방어류(low-fat fish, LFF; TL 2-4%), 중간지방어류(medium-fat fish, MFF; TL 4-8%) 등 3 그룹으로 분류하여 일반성분 조성을 비교하여 보면 다음과 같다. 즉, 저지방어류(가시복, 새다래, 육동가리돔, 호박돔, 거북복, 노랑벤자리, 썩감펭, 청줄돔 등 8종) 그룹의 수분 함량은 76.5% (호박돔)-80.0% (가시복) 범위로 평균 78.0%였다. 그리고 소지방어류(독가시치, 아홉동가리, 황놀래기, 여덟동가리, 범돔, 무점황놀래기 등 6종) 그룹의 경우에는 수분 함량이 74.2% (범돔)-77.4% (여덟동가리) 범위로 평균 75.4%였고, 중간지방어류(구갈돔, 두줄촉수, 뽕자리, 자리돔 등 4종) 그룹의 수분 함량은 70.9% (자리돔)-74.5% (두줄촉수) 범위로 평균 72.6%이었다. 한편 저지방어류 그룹의 단백질 함량은 15.3% (육동가리돔)-18.7% (거북복) 범위로 평균 17.7%였으며, 소지방어류 그룹의 경우는 16.2% (황놀래기)-20.6% (아홉동가리) 범위로 평균 18.9%였고, 중간지방어류 그룹에서는 14.7% (자리돔)-19.3% (구갈돔) 범위로 평균 17.5%였다. 그리고 저지방어류 그룹의 지질 함량은 0.82% (가시복)-1.73% (청줄돔) 범위로 평균 1.24%였고, 소지방어류 그룹의 경우에는 2.24% (독가시치)-3.45% (무점황놀래기) 범위로 평균 3.02%였고, 중간지방어류 그룹에서는 5.42% (구갈돔)-8.23% (자리돔)의 범위로 평균 6.86%였다. 회분 함량은 저지방어류 그룹에서 평균  $1.26 \pm 0.16\%$ , 소지방어류 그룹에서 평균  $1.22 \pm 0.14\%$ , 그리고 중간지방어류 그룹에서 평균  $1.14 \pm 0.07\%$ 로 그룹 및 어종에 따른 차이가 거의 없었다. 따라서 18종 어류의 그룹별 일반성

분 조성을 비교해 보면, 평균 수분 함량은 저지방어류 > 소지방어류 > 중간지방어류 그룹의 순이었다. 그러나 평균 지질 함량은 수분 함량과는 반대로 중간지방어류 > 소지방어류 > 저지방어류 그룹의 순으로 나타났기 때문에 양자간에는 음의 상관관계( $r = -0.89$ )를 나타내었다(Fig. 1). 한편 이들 18종 어류의 단백질 함량은 소지방어류 > 저지방어류 > 중간지방어류 그룹의 순으로 그룹간 평균 함량에서는 큰 차이는 나타나지 않았으나 일부 어종에 따라서는 차이가 상당히 큰 경우도 있었다.

한편 한국산 어패류의 식품영양성분에 대한 연구로서는 Jeong et al. (1998a, 1998b)의 72종 해산 및 담수산 어류의 일반성분 및 지방산 조성, Jeong et al. (1998c, 1999)의 35종 해산 무척추동물의 일반성분과 지방산 조성, 그리고 51종의 연안산 어류 및 46종의 해산 무척추동물의 일반성분 조성(Mok et al. (2007), 연안산 어류 53종의 무기질(Mok et al., 2008), 14종 어류의 일반성분 및 지방산 조성(Lee et al., 2011) 등 비교적 다양한 어종을 대상으로 한 연구들이 수행되어 왔다. 그러나 지금까지 제주도산 아열대성 어류의 식품영양성분에 대한 연구는 Moon et al. (2017)의 20종 어류의 지방산조성에 관한 연구가 유일하며, 일반성분 및 무기질 조성에 대한 연구도 자리돔(Jeong et al., 1998a)을 제외하고 본 연구가 유일하다. 본 연구에서 18종 아열대성 어류의 수분, 단백질, 지질 함량은 각각 평균 75.9%, 18.0%, 3.08%로서, Jeong et al. (1998a)이 보고한 72종 어류 중 연안 암초어류 14종의 경우(각각 평균 76.3%, 18.4%, 3.41%)와 가장 유사하였다. 그러나 Jeong et al. (1998a)의 연구 중 19종의 표-중층회유어의 경우(각각 평균 73.1%, 18.7%, 6.09%) 보다는 단백질 함량은 유사하였으나 수분 함량은 약 3% 많은 반면 지질 함량은 약 3% 적었고, 저서어 26종의 경우(78.5%, 17.7%, 2.12%)보다는 수분 함량이 약 3% 적었으며, 지질 함량은 약간 많았으나 단백질 함량은 거의 유사하였다. 또한 Mok et al. (2007)이 보고한 51종 연안산 어류의 수분, 단백질, 지질의 평균 함량은 각각 75.3%, 19.1%, 3.8%로서 본 연구결과는 물론 Jeong et al. (1998a)이 보고한 연안암초어류의 경우와도 거의 유사하였다. 이러한 결과는 이들 아열대성 어류가 제주도 연안의 수온, 먹이 등 서식환경에 많이 적응한 때문이라고 생각된다. 또한 열대 및 아열대 해역에 해당하는 인도산 17종 해산어류의 일반성분, 즉 수분, 단백질, 지질의 평균 함량은 각각 78.0%, 16.2%, 3.3%로서 본 연구결과와 큰 차이는 없으나 수분 함량은 약간 높은 반면 단백질 함량은 약간 낮았으며, 지질 함량은 거의 차이가 없었다(Chandrashekar and Deosthale, 1993). 한편 어류에서 수분 함량과 지질 함량간에는 음의 상관관계를 나타낸 경우는 본 연구를 포함하여 72종의 한국산 어류(Jeong et al., 1998a), 51종의 한국 연안산 어류(Mok et al., 2007), 12종 어류(Jeong et al., 1998d)에서도 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 triglyceride가 유적(oil droplets) 형태로 근육에 축적될 때 간질수분(interstitial water)과 대체되기 때문으로 알려져 있다(Shindo et al., 1986).

Table 2. Mineral contents of 18 subtropical fish species from Jeju Island (mg/100 g)

Mineral	Lean subtropical fish					
	1. Balloon-fish	2. Pomfret	3. Banded boarhead	4. Scar breast tuskfish	5. Black-spotted boxfish	6. Yellowtail Rea bass
Macro						
K	281.9±9.3	305.9±3.8	256.2±18.0	313.2±9.4	288.8±3.9	387.6±2.6
Ca	242.7±50.3	31.3±1.4	49.8±27.3	70.4±21.9	35.9±1.4	53.7±18.5
Mg	38.5±0.7	39.7±2.1	29.2±1.8	43.3±3.6	35.7±0.8	37.5±11.7
Na	172.4±6.4	99.9±7.1	84.2±3.6	109.2±2.3	122.3±1.7	159.5±4.0
P	186.9±6.2	154.9±19.6	137.5±28.4	171.7±2.2	109.5±4.3	146.7±47.9
Micro						
Fe	1.5±0.1	1.4±0.2	2.1±0.1	1.1±0.2	1.4±0.1	2.1±0.2
Cu	1.9±0.0	1.9±0.0	0.8±0.0	1.8±0.1	1.9±0.0	1.9±0.2
Zn	3.9±0.2	1.2±0.2	1.3±0.2	1.4±0.0	1.2±0.2	1.1±0.2
Mineral	Lean subtropical fish			Low-fat subtropical fish		
	7. Hairy stingfish	8. Blue-ined angelfish	9. Rabbit fish	10. White spot-tail morwong	11. Bamboo leaf wrasse	12. Black barred morwong
Macro						
K	285.5±1.4	266.9±20.2	343.0±5.6	294.9±8.7	279.2±0.2	283.0±13.7
Ca	63.7±0.8	111.9±71.6	48.8±14.3	61.2±29.3	58.0±22.8	38.8±0.3
Mg	35.6±0.5	41.8±1.3	45.0±0.1	41.2±3.1	37.5±1.7	37.5±1.1
Na	100.0±0.2	167.8±5.1	139.2±1.1	110.1±0.3	98.8±1.2	94.5±5.4
P	144.9±5.9	152.1±30.4	190.3±13.4	156.8±18.3	154.3±2.2	141.1±2.1
Micro						
Fe	1.8±0.9	1.3±0.0	2.7±0.2	1.3±0.2	1.3±0.1	2.6±0.3
Cu	1.9±0.0	1.9±0.0	1.9±0.0	1.8±0.0	1.9±0.0	1.9±0.0
Zn	1.1±0.0	1.4±0.2	1.1±0.1	1.4±0.0	1.5±0.1	0.9±0.1
Mineral	Low-fat subtropical fish			Medium-fat subtropical fish		
	13. stripey	14. Red naped wrasse	15. Red collared emperor	16. Japanese goatfish	17. Three line grunt	18. Coralfish
Macro						
K	248.7±0.4	252.3±4.2	288.7±3.9	267.5±3.8	289.4±2.5	290.7±10.1
Ca	64.7±25.4	58.7±3.5	30.1±0.3	51.3±27.1	67.5±20.9	69.9±0.1
Mg	42.8±1.0	37.6±0.9	35.8±0.5	32.3±0.5	39.0±0.9	38.8±1.0
Na	139.3±2.2	99.8±2.7	91.5±3.4	94.8±2.9	90.7±0.2	68.7±0.4
P	126.3±20.2	101.2±11.3	136.5±14.4	139.1±10.4	135.2±0.5	153.5±3.4
Micro						
Fe	1.1±0.0	1.1±0.1	3.0±2.6	2.7±0.2	1.5±0.0	7.6±8.2
Cu	1.9±0.0	1.9±0.1	1.9±0.1	1.9±0.0	1.9±0.0	0.3±0.1
Zn	1.1±0.0	1.6±0.0	1.6±0.1	0.9±0.0	1.5±0.2	1.9±0.1

## 무기질 함량

Table 2는 제주도산 아열대성 어류 18종의 무기질 함량을 가식부 100 g 당 mg으로 나타내었다. 이들 18종 어류의 무기질 중 다량무기질의 평균 함량은 칼륨(K) 290.2 mg, 인(P) 146.6 mg, 나트륨(Na) 113.5 mg, 칼슘(Ca) 67.2 mg, 마그네슘(Mg) 38.3 mg의 순이었으며, 미량무기질의 경우는 철(Fe) 2.1 mg, 구리(Cu) 1.7 mg, 아연(Zn) 1.5 mg으로 나타났다.

이들 18종 어류의 다량무기질 중 평균 함량이 가장 많은 K은 저지방어류 그룹(평균 298.3 mg, 범위 256.2-313.2 mg)에서 가장 많았고, 소지방어류(평균 283.5 mg, 범위 248.7-343.0 mg)와 중간지방어류(평균 284.1 mg, 범위 267.5-290.8 mg) 그룹에서는 유사하였다. 그리고 P 함량은 외형적으로 저지방어류(평균 150.5 mg, 범위 109.5-186.9 mg), 소지방어류(평균 145.0 mg, 범위 101.2-190.3 mg), 중간지방어류(평균 141.0 mg, 범위 135.2-153.5 mg) 그룹의 순이었으나 큰 차이는 없었다. 또한 Na 함량은 저지방어류(평균 126.9 mg, 범위 84.2-172.4 mg) 그룹에서 가장 많았고, 중간지방어류(평균 86.4 mg, 범위 68.7-94.8 mg) 그룹에서 가장 적었으며, 소지방어류(평균 113.6 mg, 범위 94.5-139.3 mg) 그룹에서는 중간 수준을 나타내었다. 또한 Ca 함량은 저지방어류(평균 82.4 mg, 범위 31.3-242.7 mg) 그룹에서 특히 많았고, 나머지 소지방어류(평균 55.0 mg, 범위 38.8-64.7 mg)와 중간지방어류(평균 54.7 mg, 범위 30.1-69.9 mg) 그룹에서는 아주 유사하였다. 다량무기질 중 가장 적은 Mg의 평균 함량은 저지방어류, 소지방어류, 중간지방어류 그룹에서 각각 37.7 mg, 40.3 mg, 36.5 mg으로 모든 그룹에서 거의 유사하였다. 한편 미량무기질 중 Fe 함량은 중간지방어류 그룹에서 평균 3.7 mg으로 약간 많았고, 저지방어류 및 소지방어류 그룹에서는 양자 모두 평균 1.6 mg 수준이었다. 또한 Cu 함량은 모든 어류 그룹에서 평균 1.5-1.9 mg이었고, Zn 함량 역시 평균 1.3-1.6 mg 수준으로 그룹간 거의 차이가 없었다.

한국산 어류의 무기질 함량에 대한 연구로서 Mok et al. (2008)은 53종의 연안산 어류를 대상으로 광범위한 연구를 실시하였으나, 대부분의 다른 연구들은 소수의 어종만을 대상으로 실시한 단편적인 연구에 불과하다. 한편 제주도산 아열대성 어류를 대상으로 무기질 함량을 분석한 연구는 본 연구가 유일하다. 따라서 본 연구의 18종 아열대성 어류의 평균 무기질 함량(mg/100 g 가식부)과 Mok et al. (2008)의 연안산 어류 53종의 평균 무기질 함량을 비교해 보면, 다량무기질 중 K 함량은 각각 290.2 mg 및 169.7 mg, P 함량은 146.6 mg 및 207.0 mg, Na 함량은 113.5 mg 및 101.6 mg, Ca 함량은 67.2 mg 및 44.4 mg, 그리고 Mg 함량은 38.3 mg 및 30.4 mg으로 나타났다. 또한 미량무기질의 경우, 본 연구결과(단위 mg/100 g)와 Mok et al. (2008)의 연구결과(단위 µg)를 보면, Fe 함량이 2.1 mg 및 4.98 µg, Cu 함량이 1.7 mg 및 0.76 µg, Zn 함량이 1.5 mg 및 8.98 µg으로 각각 나타났다. 따라서 본 연구의 18종 제주도산 아열대성 어류와 Mok et al. (2008)의 53종 연안산 어류의 무기

질 함량에서 크게 차이를 나타낸 다량무기질은 K, P, Ca 함량으로서, K 및 Ca 함량은 본 연구의 아열대성 어류에서, P 함량은 연안산 어류에서 각각 더 많았다. 그러나 나머지 다량무기질, 즉 Na 및 Mg의 평균 함량은 양자간 큰 차이는 없었으나 아열대성 어류에서 약간 더 많았다. 또한 미량무기질 함량은 본 연구의 아열대성 어류가 Mok et al. (2008)의 연안산 어류에서 보다 상당히 더 많았다. 이상의 결과로 보아 18종의 아열대성 어류의 무기질은 53종의 연안산 어류의 경우(Mok et al., 2008) 처럼 모든 무기질의 풍부한 급원으로 생각되며, 특히 한국인에게 부족하기 쉬운 Ca (KNS, 2016) 급원으로서도 효과적인 식품의 가능성이 시사되었다.

## 사 사

본 연구의 일부는 국립수산물과학원 제주수산연구소 제주주변 연근해 어업 및 환경생태조사 과제(R2019027)의 일환으로 수행되었습니다.

## References

- Belkin IM. 2009. Rapid warming of large marine ecosystems. *Prog Oceanogr* 81, 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.04.011>.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Chandrashekar K and Deosthale YG. 1993. Proximate composition, amino acid, mineral, and trace element content of the edible muscle of 20 Indian fish species. *J Food Compos Anal* 6, 195-200.
- Jang SM, Kim SS, Choi YC and Kim SG. 2006. A study of correlations between air-temperature of Jeju and SST around Jeju island. *J Korean Soc Ma Environ Energy* 9, 55-62.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998a. Proximate composition, cholesterol and  $\alpha$ -tocopherol content in 72 species of Korean fish. *J Korean Fish Soc* 32, 192-197.
- Jeong BY, Choi BD, Moon SK and Lee JS. 1998b. Fatty acid composition of 72 species of Korean fish. *J Fish Sci Tech* 1, 129-146.
- Jeong BY, Choi BD, Moon SK, Lee JS and Jeong WG. 1998c. Fatty acid composition of 35 species of marine invertebrates. *J Fish Sci Tech* 1, 232-241.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998d. Seasonal variation in proximate composition, cholesterol and alpha-tocopherol content of 12 species of Korean fish. *J Korean Fish Soc* 31, 707-7012.
- Jeong BY, Choi BD, Moon SK, Lee JS, Jeong WG and Kim PH. 1999. Proximate composition and sterol content of 35 species of marine invertebrates. *J Korean Fish Soc* 32, 192-197.
- KNS (The Korean Nutrition Society). 2016. Dietary reference intakes for Koreans 2015. The Korean Nutrition Society,

- Seoul, Korea, 570-606.
- Ko JC, Kim BY, Kim MJ, Park SE, Kim JB and Cho HK. 2015. A seasonal characteristic of marine environment and fish assemblage in the coastal waters Jeju island, Korea from 2012 to 2013. *JFMSE* 27, 319-344. <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.2.319>.
- Lee DS, Yoon HD, Kim YK, Yoon NY, Moon SK, Kim IS and Jeong BY. 2011. Proximate and fatty acid compositions of 14 species of coastal and offshore fishes in Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 44, 569-576. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2011.0569>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019. The list of food material. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/foodMaterial/foodMaterialDB.do> on Mar 27, 2019.
- Mok JS, Lee DS and Yoon HD. 2008. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. *J Kor Fish Soc* 40, 259-268.
- Mok JS, Lee DS, Yoon HD, Park HY, Kim YK and Wi CH. 2007. Proximate composition and nutritional evaluation of fisheries products from the Korean coast. *J Kor Fish Soc* 40, 259-268.
- Moon SK, Kim IS, Ko JC, Park HJ and Jeong BY. 2017. Fatty acid composition of 20 subtropical fish species from Jeju Island. *Korean J Fish Aquat Sci* 50, 637-649. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0637>.
- Shindo K, Tsuchiya T and Matsumoto J. 1986. Histological study on white and dark muscles of various fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi* 52, 1377-1399.
- Suh YS, Hwang JD, Pang IC, Han IS, Jo JD and Lee NK. 2011. Long-term variations of sea surface temperature in inshore and offshore waters of Jeju island. *Korean J Nature Conserv* 5, 135-140.