

배재설기회의 원료판별을 위한 도다리와 유사어종과의 식품학적 특성비교

김성훈¹⁾ · 강현우[¶]

영산대학교 동양조리학과¹⁾ · 영산대학교 한국식품조리학과[¶]

Comparison of Food Quality between *Finespotted flounder* and Their Similar Kinds for Material Distinction in Raw Fish Sliced with Bones(small sashime or sekoshi)

Sung-Hun Kim¹⁾ · Hyun-Woo Kang[¶]

Department of Oriental Cuisine & Culinary Arts, Youngsan University¹⁾
Department of Korean Food & Culinary Arts, Youngsan University[¶]

Abstract

Finespotted flounder, used for a representative raw fish in spring, is considered comparatively difficult to breed, which causes small *Olive flounder* and *Stone flounder* from China, similar kinds of *flounders*, to appear on the market for sale under the name of '*Finespotted flounder*.' The reason lies under the considerations that small *Olive flounder* and *Stone flounder* from China are relatively lower priced and in higher supply and demand, being difficult to distinguish from *Finespotted flounder* when sliced with bones. Thus, the purpose of our thesis is to distinguish *Finespotted flounder* from similar kinds of fish analyzing the lipid content in slices of raw fish and SDS-PAGE(sodiumdodecylsulfate-polyacrylamide gel electrophoresis). Upon comparing the main components between sliced *Finespotted flounder* and similar kinds of fish, such as small *Olive flounder* and *Stone flounder* from China, we found that there are no noticeable differences among them in moisture content, and little, if any noticeable differences, in crude protein and ash content($P>0.05$). Based on these analyses, we have conclude that commercial raw fish restaurants sell small *Olive flounder* and *Stone flounder* under the name of *Finespotted flounder*. However, a variety of factors have an effect on our analysis, such as the individual characteristics of fish and a seasonal variation. The aim of our analysis is to enhance more accurate distinction criteria, although some fish kinds can be discerned with our present technique of examining lipid content and SDS-PAGE. Through more sophisticated analyses developed by consistent research, we look forward to attaining more accurate techniques for discerning between *Finespotted flounder* and different kinds of similar fish.

Key words: *Finespotted flounder*, *Olive flounder*, *Stone flounder*, SDS-PAGE, Ingredients analysis

I. 서 론

급격한 경제성장으로 인한 국민들의 식품섭취

에 편리함과 간편함 등을 위해 패스트푸드와 인스턴스푸드 등의 가공식품은 성인병, 비만 및 체력 저하 등을 야기하고 과다섭취로 인한 건강문제는

¶ : 강현우, 영산대학교 한국식품조리학과, khw7200@ysu.ac.kr : 010-6571-7200

이미 심각한 사회문제로 대두되어왔다(Jung JH & Kim SH 2001). 식품의 주요 기능은 영양소의 공급 및 먹는 즐거움을 통한 삶의 만족을 주는 것뿐만 아니라 생리활성 등의 유용성에도 관심이 집중되는 추세이다(Lee CB 2012). 이는 건강에 대한 관심이 높아지면서 식품에서 다양한 생리활성을 찾고자 하는 것을 꼽을 수 있고 대표적으로 해양 자원 중 어류의 소비가 예전부터 꾸준히 증가하는 것은 이미 어류에 다양한 영양소와 생리활성 물질이 포함되어 있는 것이 알려져 있기 때문이다.

수산물의 소비는 생산 및 수입되는 활어 중 90% 이상이 생선횃감으로 소비되고 있는 것으로 알려져 있으며(Kim BE et al 2005), 최근자료에 의하면 어업생산량이 3,183천톤으로 이 수치는 매년 상승하였고 국내 소비는 2000년도 초반에 약 500톤에서 연간 꾸준히 증가하였다(Kim BE et al 2005; 김봉철·정대성 2012). 양식 어류의 소비변화 분석과 대응방안의 연구에 따르면 생선회의 선호도가 우수한 것으로 확인되었고, 어종별 선호도는 넙치, 조피볼락, 도다리 등의 순으로 나타났으며 생선회의 소비 선택기준은 신선도와 가격, 어종 및 맛의 순으로 확인되었다(황기영 등 2008).

뼈째썰기 생선회는 일반 생선회와 달리 씹을 때 우리나라 사람들이 선호하는 관능적인 요소 중 하나인 씹힘성을 강조하는 뼈가 포함되어있다. 생선의 뼈에는 지방질이 풍부해 회와 함께 생선회의 맛을 증가시킨다. 뼈째썰기의 형태로 조리하는 대표적인 횃감은 도다리가 대표적이지만 최근 연구해 오염 및 남획에 의한 자원 감소로 자연산 도다리의 어획량이 격감되었다. 그러나 횃집에서는 봄철의 대표적인 별미로 도다리 뼈째썰기가 판매되고 전문점의 수도 증가하고 있다. 하지만 기존에

판매되는 뼈째썰기 도다리는 대부분 중국에서 주로 양식되는 돌가자미나 양식산 넙치가 대부분이라는 연구가 보고되었으나(조영제 2006) 도다리, 넙치, 돌가자미는 활어상태에서는 구별이 가능하지만 뼈째썰기로 조리 시 구분하기가 불가능하다. 어종의 구별은 일반적으로 관능적인 방법에 의한 외부적 특성에 의존하고 있으나, 간단한 가공이나 조리예 의해 외부적인 특성이 사라지고 나면 어종 비교 및 구별이 어려워진다. 어류의 구성성분 중 단백질의 조성은 동일 어종에서 유전적으로 거의 같기 때문에 구성단백질을 검정하는 전기영동법이 어종의 구별에 이용할 수 있으며, 이를 응용한 단백질의 전기영동에 관한 연구 등이 많이 보고되었다(Kim JB et al 1991Senaratne LS et al 2006; Norziah MH et al 2009).

그러므로 본 연구에서는 뼈째썰은 회의 소비촉진과 올바른 이해를 위하여 뼈째썰기 형태로 조리 되는 대표어종 3가지에 대한 식품학적 품질을 비교 검토하고자 하였으며, SDS-전기영동과 지방의 함량을 토대로 양식산 돌가자미, 소형넙치, 도다리 등의 유사어종을 판별할 수 있는 방안을 마련하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용 된 도다리(국산, 자연산), 소형넙치(국산, 양식), 그리고 돌가자미(중국산)는 2010년 2월에 부산시 소재의 민락동 활어도매시장에서 원산지를 확인 한 후, 뼈째썰기로 주로 사용되는 크기를 구입하여, 활어 상태로 실험실로 운반하여 1시간 정도 정치 한 후, 실험재료로 사

<Table 1> Sample profile of *Finespotted flounder*, *Olive flounder* and *Stone flounder*

	Body weight (g)	Body length (cm)	Body height (cm)
<i>Finespotted flounder</i>	108.05 ¹⁾ ± 11.50	18.08 ± 0.82	1.28 ± 0.14
<i>Olive flounder</i>	223.33 ± 10.33	24.05 ± 0.78	1.97 ± 0.23
<i>Stone flounder</i>	160.83 ± 22.00	22.02 ± 1.65	1.68 ± 0.21

¹⁾Mean ± SD

용하였다. 각각의 시료는 체중, 체장 그리고 체고를 측정하고 다음(Table 1), 두부와 내장을 제거하고 fillet형태로 처리한 후, 근육부분만 채취하여 시료로 사용하였다.

2. 일반성분 측정

일반성분의 측정은 수분의 경우 105°C에서 상압가열 건조법으로, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로, 회분은 550°C에서 건식회화법으로, 조지방은 ethyl ether를 이용한 Soxhlet법으로 분석하였다(AOAC 1995).

3. 무기질 및 중금속 함량 측정

무기질 및 중금속 함량은 Standard Methods for Marine Environment (MOMAF 2002)에 따라 측정하였다. 또한 수은(Hg) 함량은 Gold-amalgam법으로 mercury analyzer (DMA80 milestone S&T CO. Italy)을 사용하여 측정하였다. 그 외 미량금속의 함량은 습식회화법에 따라 시료 육 3 g을 칭량하여 전기분해장치에 넣고 HNO₃ 30 mL를 가하여 맑은 암적색이 나타날 때까지 산 분해하였다. 산 분해 후 분해액을 여과하여 증류수로써 100 mL로 정용하여 무기질 측정용액으로 하였다. 분석은 ICP-AES (Perkin elmer, Optima 3300XL, USA)를 이용하여 각 표준물질로서 검량선을 작성한 후 정량하였다.

4. 지방산 조성 측정

지방산 조성은 시료 0.3 g을 취하여 14% BF₃-Methanol 용액으로 methyl ester화 하였다. Methyl ester화 시킨 지방산을 capillary column (HP-INNOWax polyethylene glycol capillary 30.0 m × 250 μm × 0.50 μm, model No. Agilent 1909 1N-233)이 장착된 gas chromatography(Agilent 6890N, Agilent Technologies, CA, USA)를 이용하여 지방산 조성을 분석하였다(KDFA 2009).

5. SDS-전기영동 분석

전기영동은 어종의 성분 중 단백질의 분자량 크기에 따라 동일어종인지 분별하기 위함으로 투석 농축 시료는 Laemmli UK(1970)의 방법에 따라 Bio-rad mini protean II 전기영동장치(Bio-Rad, USA)를 사용하여 SDS-PAGE(0.4% SDS를 함유하는 10% polyacrylamide gel) 전기영동 하였으며, 이때 전기영동 완충액은 25 mM Tris-192 mM glycine(pH 8.3)을 사용하였으며, well당 40 mA의 전류를 흘렸다. 전기영동 후의 polyacrylamide gel은 Coomassie brilliant blue R-250을 사용하여 염색한 후, 빙초산 : 메탄올 : 증류수(v/v, 1 : 1 : 8)의 혼합 용액으로 탈색하였다. 그리고 펩티드의 분자량은 동일한 조건에서 전기영동한 표준 단백질의 분자량과 비교하였다. 표준단백질은 Myosin from rabbit muscle(MW 200,000 dalton), β-Galactosidase(MW 116,000 dalton), Phosphorylase b from rabbit muscle(MW 97,000 dalton), Bovine serum albumin(MW 66,000 dalton), Glutamic Dehydrogenase (55,000 dalton), Ovalbumin from chicken egg(MW 45,000 dalton), Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase (MW 36,000 dalton), Carbonic anhydrase (MW 29,000 dalton), Trypsinogen (MW 24,000 dalton), Trypsin inhibitor (MW 20,000 dalton), α-Lactalbumin (MW 14,200 dalton), Aprotin (MW 6,500 dalton)을 사용하였다.

6. 통계분석

모든 결과는 3회 반복 측정 후 평균±표준편차로 나타내었으며, 유의성 검증은 GraphPad Prism 5.01을 이용하여 분산분석(ANOVA)과 p<0.05 수준에서 다중범위검증(Duncan's new multiple range test)으로 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 비교

도다리와 유사어종인 소형넙치, 돌가자미의 일

반성분 함량을 비교한 결과를 <Table 2>에 나타내었다. 도다리, 소형넙치, 돌가자미 등의 수분함량은 각각 $77.40 \pm 0.75\%$, $77.46 \pm 0.84\%$, $77.73 \pm 0.34\%$ 로 유의적인 차이($p < 0.05$)가 없는 것으로 나타났다. Jeong BM 등(1998)은 72종 어류의 일반성분조성을 분석한 결과에서 도다리, 소형넙치, 돌가자미 등의 수분함량은 각각 76.9%, 78.6%, 78.8%로 유사한 결과를 나타냈으며, 특히 소형넙치의 수분함량은 기존에 보고된 연구 결과인 76.4~77.7%로 유의적 차이($p < 0.05$)가 없는 것으로 나타났다(Oh K et al 1988). 도다리, 소형넙치, 돌가자미의 단백질 함량은 각각 $20.92 \pm 0.98\%$, $19.93 \pm 0.53\%$, $20.17 \pm 0.06\%$ 로 확인하였다. 실험 어종들은 어류의 단백질 함량인 20% 내외의 함량을 포함하고 있었으며, 어종에 따른 단백질 함량은 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보이지는 않았다. 도다리의 회분함량은 $1.66 \pm 0.03\%$ 였으며 소형넙치는 $1.35 \pm 0.07\%$, 돌가자미는 $1.32 \pm 0.25\%$ 를 확인하였다. 도다리의 회분함량이 소형넙치와 돌가자미 보다 높은 회분함량을 보였으며, 도다리와 두 어종이 유의적인 차이($p < 0.05$)를 확인하였다. 일반성분 중 조지방의 함량은 다른 성분의 결과와 다소 차이를 보였다. 도다리의 조지방 함량은 $0.65 \pm 0.04\%$, 소형넙치와 돌가자미의 조지방 함량은 각각 $2.10 \pm 0.16\%$, 그리고 $1.95 \pm 0.10\%$ 로 나타나, 도다리에 비해 2~4배 이상 높은 조지방 함량을 보이는 것으로 확인되었다. 이러한 지방의 함량 차이는 자연산으로 생산되는 도다리와 양식산 소형넙치 및 중국에서 수입되는 양식산 돌가자미의 식이에서 비롯하는 것으로 판단된다. 도다리, 소형넙치 그리고 돌가자미의 조지방 함량은 유의적인 차이가 확인되어, 세 가지 어종 중 도다리 판별의 기준점으로 활용이 가능할 것으로 사료되지만 향후 부위, 계절 및 지역 등에 비교 연구가 필요할 것으로 판단된다.

어종에 따른 일반성분 조성의 차이는 Jeong BM 등(1998)의 연구에서 도다리의 수분, 단백질, 회분 함량에서는 다소 차이가 있었으나 유사한

결과를 보였다. 하지만 지방의 함량은 큰 차이가 있는 것으로 보이며, 이는 계절 및 개체의 차이에 의한 것으로 보인다. 즉, 도다리의 일반성분 함량이 수분 76.9%, 단백질 20.3%, 지방 1.49%, 회분 1.24%의 결과를 보고하였다. 또한, 소형넙치의 일반성분 함량은 수분 78.8%, 단백질 17.6%, 지방 0.76%, 회분 1.34%로 보고하였으며, 돌가자미의 일반성분 함량은 수분 78.6%, 단백질 18.1%, 지방 2.53%, 회분 1.38%로 보고하였다. 이는 도다리, 소형넙치, 돌가자미가 저서어종으로 이동성이 적어 큰 에너지를 필요로 하지 않아 근육내의 지방함량의 축적이 낮은 것으로 보이며, 일반적인 저서 어종의 수분 및 단백질 함량과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 본 연구결과와 일반성분 함량의 차이를 보이는 것은 섭이 및 서식환경, 계절, 크기 등의 개체별 차이와 근육내로 유입이 가능한 뼈, 비늘 등의 이물질에 기인하는 것으로 판단되어진다.

Oh KS 등(1988)은 자연산 및 양식산 넙치와 도다리의 지방질 성분을 비교분석한 결과, 일반적으로 양식산 넙치에 비해 자연산 넙치의 지방함량이 높게 나왔으나 큰 차이가 없다고 하였고 자연산보다 양식어에서 지방함량이 많다고 보고되어 있으나, 뱀장어(Kim JS et al 2001), 망어의 경우에 자연산이 양식산 보다 지방함량이 다소 많거나 서로 비슷하다고 보고된 바도 있다. 또한 도다리의 지방함량이 넙치의 것과는 큰 차이를 나타내지 않는 결과를 보고하였다. 본 실험에서 사용한 넙치는 양식산 소형넙치로 과거의 결과와는 다른 결과를 보였으나, 이는 사용되는 사료의 변화 및 양식기술의 발달 등의 차이에 따른 결과로 보이며, 도다리의 경우 서식환경의 변화 및 섭이의 변화 등으로 차이를 보인 것으로 판단된다. 어종에 따른 일반성분은 동일한 저서어종으로 큰 차이를 보이지 않았으나, 지방의 함량은 차이를 보이는 것으로 나타나 향후 유사어종 중 도다리를 사용한 회를 구별하는데 도움이 될 것으로 판단되며 같은 어종으로 월별로 지방함량 등을 서

<Table 2> Ingredient analysis of *Finespotted flounder*, *Olive flounder* and *Stone flounder*

	Moisture(%)	Crude fat(%)	Crude protein(%)	Ash(%)
<i>Finespotted flounder</i>	77.40 ± 0.75 ^{a1)}	0.65 ± 0.04 ^a	20.92 ± 0.98 ^C	1.66 ± 0.03 ^b
<i>Olive flounder</i>	77.46 ± 0.84 ^a	2.10 ± 0.16 ^C	19.93 ± 0.53 ^a	1.35 ± 0.07 ^a
<i>Stone flounder</i>	77.73 ± 0.34 ^a	1.95 ± 0.10 ^b	20.17 ± 0.06 ^b	1.32 ± 0.25 ^a

¹⁾Values are Mean±S.D (n=3).

^{a-c}Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p < 0.05$).

식환경, 섭이, 계절에 따른 추가 연구가 필요하다.

2. 무기질함량 비교

도다리, 소형넙치, 돌가자미에 대하여 Na, Ca, K, Mg, P 등의 대량원소와 Fe, Cu, Zn 등의 미량원소 함량을 <Table 3>에 나타내었다. 도다리는 전체 중 Na, Ca, Mg 그리고 Cu의 함량이 가장 많았고 각각 55.02 ± 1.20 mg/100 g, 19.75 ± 0.19 mg/100 g, 36.29 ± 0.88 mg/100 g, 그리고 1.74 ± 0.04 mg/100 g을 확인하였다. 소형넙치의 경우 Fe 함량이 가장 높아 6.31 ± 0.02 mg/100 g였으며, 돌가자미는 K, P 그리고 Zn의 무기질이 가장 높았다 함량은 각각 488.11 ± 4.12 mg/100 g, 357.07 ± 2.77 mg/100 g, 그리고 6.08 ± 0.08 mg/100 g의 결과를 각각 확인하였다. 무기질의 함량은 유의구간 95%에서 어종에 따라 유의적인 차이 ($p < 0.05$)를 보였다. 본 연구에서는 전체적으로 미량 무기질간의 유의적인 차이는 보였지만, 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 중금속함량 비교

생활오수 및 산업폐수 등으로 인한 하천 및 연안 해역에 환경오염이 심각하게 대두되고 있으며,

바다로 유입되는 유해 미량금속의 양도 증가되어지며, 육상에서 수역으로 유입되는 미량금속의 양도 증가되고 있다. 특히 수산물은 먹이사슬을 통해 농축되어 문제가 가중될 것으로 보인다. 도다리, 넙치, 돌가자미 등의 어종은 활동량이 적고, 한 곳에서 오래 머물러 있어 오염된 해역에 있을 경우 다량의 중금속을 함유할 수 있을 것으로 보이며, 이에 따라 식품안전상 문제의 소지가 있다.

본 연구에서는 도다리, 소형넙치, 돌가자미의 근육에서 중금속인 Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Zn, Pb 7종의 함량을 조사하였으며, 그 결과를 <Table 4>에 나타내었다. Cd은 도다리, 소형넙치, 돌가자미에서 모두 검출되지 않았다. 이는 한국 연안산 어류의 중금속 함량을 조사한 보고의 Cd의 평균 함량인 0.017 ± 0.023 µg/g(Mok JS et al 2009)과, 우리나라 일부연안 해산어류 중 중금속 함량을 조사한 Cd 평균 함량인 0.056 ± 0.018 µg/g(Sung DH·Lee YW 1993)과는 다소 차이가 있었으며, 이는 서식환경 및 섭이의 영향을 받았을 것으로 판단된다. Cr의 함량을 살펴보면 돌가자미에서는 검출되지 않았으며, 도다리와 소형넙치에서 각각 0.67 ± 0.07 mg/kg, 그리고 0.43 ± 0.03 mg/kg의 함량을 나타내었다. Cu는 인체에 필수적인 무기

<Table 3> Mineral content in the muscles of *Finespotted flounder*, *Olive flounder* and *Stone flounder*

	Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100g)	P (mg/100g)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
<i>Finespotted flounder</i>	55.02±1.20 ^{c1)}	19.75±0.19 ^c	442.00±0.84 ^a	36.29±0.88 ^b	252.24±4.16 ^a	5.36±0.06 ^b	1.74±0.04 ^c	4.37±0.07 ^b
<i>Olive flounder</i>	22.76±0.51 ^a	18.54±0.19 ^b	459.71±1.83 ^b	35.64±0.33 ^b	278.76±0.58 ^b	6.31±0.02 ^c	1.11±0.02 ^b	3.81±0.05 ^a
<i>Stone flounder</i>	34.34±0.30 ^b	14.38±0.15 ^a	488.11±4.12 ^C	23.85±0.33 ^a	357.07±2.77 ^c	2.47±0.03 ^a	1.05±0.00 ^a	6.08±0.08 ^c

¹⁾Values are Mean±S.D (n=3).

^{a-c}Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p < 0.05$).

질이지만 과다 복용에 의한 건강에 악영향을 줄 수 있는 금속이다(Cesur H 2007). 도다리, 소형넙치, 돌가자미에서 Cu함량은 각각 1.74 ± 0.04 mg/kg, 1.11 ± 0.02 mg/kg, 그리고 1.05 ± 0.01 mg/kg으로 도다리에서 다른 어종에 비해 다소 높았으나, 큰 차이는 없는 것으로 확인되었다. 수산물 중금속 오염에서 가장 큰 문제가 되고 있는 것이 Hg이다. Hg의 잔류허용기준은 심해어류, 다랑어류 및 새치류를 제외한 어류 중 총 Hg 잔류허용기준이 0.5 mg/kg으로 설정되어 있으며, 무기수은의 잔류허용기준은 1.0 mg/kg으로 규정되어 있다(KFDA 2009). 호주에서는 갑각류, 어류, 연체류, 패류의 Hg 함량이 0.5 mg/kg이하, 상어, 다랑어, 가오리류 1.0 mg/kg이하, 캐나다상어, 다랑어, 새치류를 제외하고 0.5 mg/kg이하로 지정하고 있고, EU는 일반수산물에서 0.5 mg/kg이하로, 일본은 심해어류, 다랑어 및 새치류를 제외한 어류에서 Hg을 0.4 mg/kg 이하로 규정하고 있다. 도다리, 소형넙치에서의 Hg 함량을 살펴보면 각각 0.01 mg/kg, 그리고 0.06 mg/kg를 나타내었고 돌가자미에서는 검출되지 않아 우리나라 및 국제적인 기준에 부합되는 결과를 나타내었다. Mn의 소형넙치 중 함량을 살펴보면 0.17 ± 0.00 mg/kg을 나타내었고 도다리는 0.33 ± 0.00 mg/kg, 그리고 돌가자미에서는 0.15 ± 0.00 mg/kg으로 나타났으며 Ni은 도다리와 소형넙치에서는 검출되지 않았고 돌가자미는 0.19 ± 0.05 mg/kg로 극미량 검출되었다. Zn은 대사활성에 작용하는 필수적인 무기질이지만, 중금속으로도 작용이 가능하다, Zn의 함량은 어종에 따라 유의적인 차이를 보였으

며, 돌가자미가 6.08 ± 0.08 mg/kg로 가장 많은 함량을 확인하였고, 도다리 4.37 ± 0.07 mg/kg, 소형넙치 3.81 ± 0.05 mg/kg의 순서로 함량의 차이를 보였다. 수산물에서의 납은 수은과 더불어 중요한 중금속 오염원이며, 납중독이 가장 빈번한 환경적인 중금속 위해로 나타난다. 빈혈, 신장부종, 면역계감소, 저체중아 출산, 혈액 및 소변의 납농도 증가 등이 일반적으로 알려져 있는 증상이며 (Ati-Hellal ME et al 2007; Shahtaheri SJ et al 2007; Gulser F · Erdogan E 2008), 우리나라에서 어류의 납 허용기준치는 2007년 12월 이후 0.5 mg/kg이하로 규정하고 있으며, Codex에서는 어류에 0.3 mg/kg의 기준치를 적용하고 있다. 도다리 근육의 납 함량을 살펴보면 0.02 ± 0.02 mg/kg, 소형넙치 근육의 납 함량은 0.03 ± 0.01 mg/kg, 돌가자미의 납 함량은 0.02 ± 0.01 mg/kg로 나타나, 허용치에 크게 못미치는 결과를 확인하였다.

4. 지방산 조성 비교

도다리에서 추출한 지방의 지방산 조성은 <Table 5>와 같다. 도다리의 주요 구성 지방산은 C16:0, C20:5, C22:6, C18:1순으로 함유율이 높았고, 불포화 지방산 중 모노엔의 함유율이 26.54%로 가장 낮았으며, 폴리엔의 함유율이 37.71%로 가장 높았다. EPA(22:5), DPA(22:6)등의 오메가-3 지방산은 29.29%로 다른 비교 어종에 비하여 높은 함유율을 나타내었다. 소형넙치의 주요 구성 지방산은 C18:1, C16:0, C22:6 순으로 도다리와 비교하여 linoleic acid의 함량이 특이하게 높게 나타났다. 소형넙치의 지방산 조성은 도다리와

<Table 4> Content of heavy metal(mg/kg) in the muscles of *Finespotted flounder*, *Olive flounder* and *Stone flounder*

	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Zn	Pb
<i>Finespotted flounder</i>	ND ¹⁾	0.67±0.07 ^(c2)	1.74±0.04 ^C	0.01	0.33±0.01 ^b	ND ^a	4.37±0.07 ^b	0.02±0.02 ^a
<i>Olive flounder</i>	ND	0.43±0.03 ^b	1.11±0.02 ^b	0.06	0.17±0.01 ^a	ND ^a	3.81±0.05 ^a	0.03±0.01 ^a
<i>Stone flounder</i>	ND	ND ^a	1.05±0.00 ^a	ND	0.15±0.01 ^a	0.19±0.05 ^b	6.08±0.08 ^C	0.02±0.01 ^a

1)ND: Not detected

2)Values are Mean±S.D (n=3).

^{a-c}Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's range test($p < 0.05$).

비교하였을 때 34.98%의 높은 모노엔의 함유율을 보였으며, 폴리엔의 함유율은 33.60%로 낮은 함유율을 나타내었다. 오메가-3 지방산은 28.32%로 도다리와 큰 차이가 없었다. 돌가자미의 지방산 조성은 <Table 5>에서와 같이 주요 구성 지방산은 C16:0, C18:1, C22:6, C20:5의 순서로, 모노엔의 함유율은 29.09%였다. 불포화 지방산 중 폴리엔과 포화지방산은 각 35.59%, 35.32%로 유사

한 함유율을 보였으며, 오메가-3 지방산의 함유율은 28.80%를 나타내었다. 어류지방질의 구성 지방산 조성은 식이, 즉 먹이사슬과 밀접한 관계가 있으며, 수계식물연쇄에 의한 지방산의 전환은 식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤, 소어의 순으로 저차 영양 단계에서 고차 영양 단계의 지방산으로 이용 축적되어, 최종 어류에서는 고도 불포화 지방산으로 합성, 변환되어 축적된다. 즉 어중에

<Table 5> The comparison of fatty acid composition(%) in the muscles of *Finespotted flounder*, *Olive flounder* and *Stone flounder*

	<i>Finespotted flounder</i>	<i>Olive flounder</i>	<i>Stone flounder</i>
C14:0	3.41	6.61	2.42
C15:0	0.83	0.60	0.00
C16:0	18.86	19.00	22.67
C17:0	1.01	0.41	0.57
C18:0	5.83	1.87	5.97
C20:0	1.87	0.81	3.60
C22:0	2.97	0.01	0.09
C23:0	0.51	0.43	0.00
C24:0	0.46	1.68	0.00
Saturates	35.29	29.74	35.32
C14:1	0.47	0.25	0.57
C15:1	0.47	0.10	1.29
C16:1	5.32	12.27	4.52
C17:1	0.85	0.54	0.66
C18:1	13.41	19.37	18.24
C20:1	0.62	0.16	0.43
C22:1	0.60	0.39	0.00
C24:1	4.80	1.90	3.38
Monoenes	57.03	62.82	61.03
C18:2	1.12	2.85	1.88
C18:3	0.34	1.11	1.76
C20:2	0.13	0.08	0.00
C20:3	5.75	2.17	4.71
C20:4	0.42	0.49	0.02
C20:5	14.68	11.09	10.84
C22:2	1.42	0.18	0.20
C22:6	13.85	15.63	16.18
Polyenes	80.89	80.79	80.44
UFA/SFA	1.80	2.18	1.83
MUFA/SFA	0.74	1.11	0.82
PUFA/SFA	1.08	1.07	1.01
ω-3	29.29	28.32	28.80
ω-6	7.00	5.10	6.79
ω-3/ω-6	4.18	5.55	4.24
Total	100	100	100

따른 지방산조성의 차이는 있었지만, 먹이섭취, 서식환경 등의 요건에 기인한 것으로 판단된다.

5. SDS 전기영동을 위한 판별

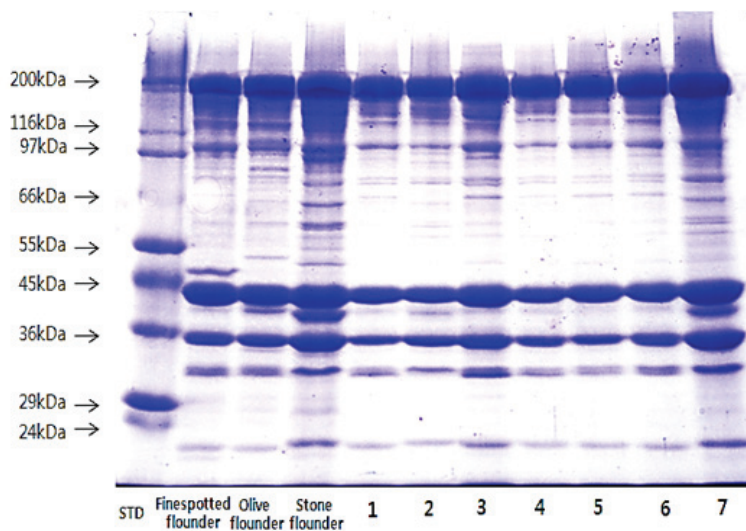
도다리, 소형넙치, 돌가자미의 SDS 전기영동 결과 돌가자미는 특이한 band가 여러 가지 나타나 소형넙치 및 도다리와 구별되어졌다. 즉 66 ~ 97 kDa, 55 ~ 66 kDa, 36 ~ 45 kDa 사이의 band에서 돌가자미는 도다리 및 소형넙치와 다른 패턴의 band 양상을 보였으며, 이를 통하여 시판되는 도다리 뼈째살기회를 판별하는데 이용할 수 있을 것으로 판단되었다. 특히 돌가자미의 40 kDa 부근의 band가 강하게 나타나는 것을 확인하였다. 본 연구결과는 어종간의 단백질 분자량 차이에 대한 실험으로 동일어종인 경우에는 동일한 밴드 혹은 오차범위가 적은 밴드를 확인할 수 있는 특징이 있다. 또한, 밴드가 나타나는 패턴 등으로 인하여 동일어종인지를 분별할 수 있다.

본 연구에서 사용된 전기영동으로 인한 단백질 분자량 차이를 응용하고자 다음 Fig. 1, 2, 3은 시판 도다리 뼈째살기회를 국내 20곳의 횡집에서 구입하여 SDS 전기영동 하였다. 울산소재의 횡집

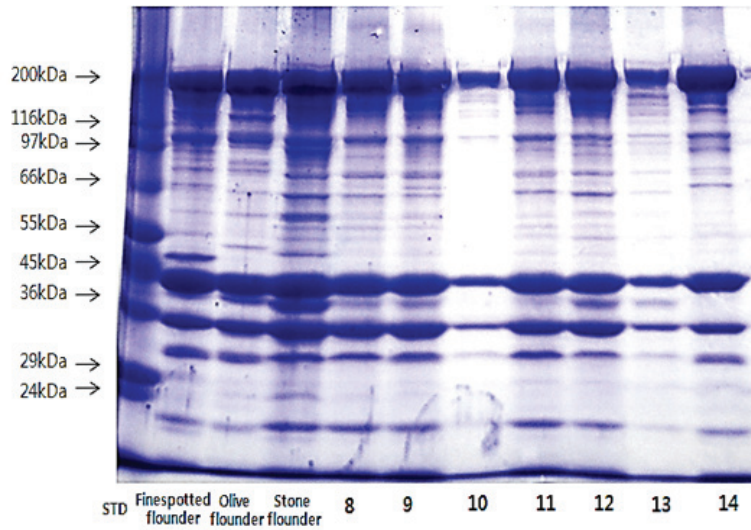
A, C와 부산소재의 횡집 C, D, E, H, I에서 판매하는 도다리 뼈째살기회의 band가 돌가자미와 유사한 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 울산소재의 횡집 B와 부산소재의 횡집 F, J, K는 구분이 모호하였다. 그 외의 횡집의 도다리 뼈째살기회의 SDS 전기영동 결과는 도다리 또는 소형넙치 band와 유사한 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 SDS 전기영동은 특징적인 band의 차이가 크지 않아 시판 뼈째살기회의 어종판별의 기초적인 자료로는 활용이 가능하나, 다른 어종판별 기술이 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 요약

본 연구에서는 도다리 뼈째살기회의 유사어종과의 판별을 위해 일반성분, 무기질과 중금속, 지방산 및 SDS전기영동을 통해 확인하였다. 도다리와 유사어종인 양식산 소형넙치와 중국산 양식 돌가자미의 일반성분을 비교한 결과 수분함량은 도다리, 소형넙치, 그리고 돌가자미 근육에서 각각 77.40 ± 0.75 , 77.46 ± 0.84 그리고 $77.73 \pm 0.34\%$ 로 나타났다. 또한, 단백질 함량은 $20.92 \pm$



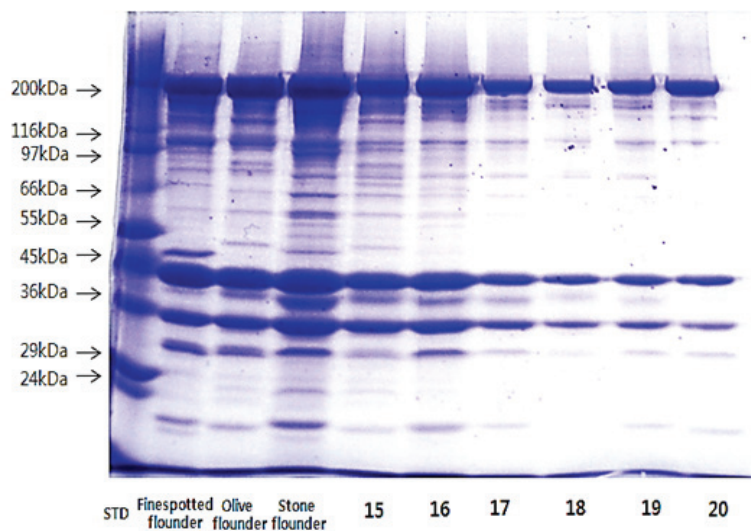
<Fig. 1> SDS-PAGE patterns of *Finespotted flounder*, *Olive flounder*, *Stone flounder* being sold at the following seafood restaurants. 1: Jinhae A 2: Busan A, 3: Jinhae B, 4: Jinhae C, 5: Busan B, 6: Kimhae A, 7: Ulsan A



〈Fig. 2〉 SDS-PAGE patterns of *Finespotted flounder*, *Olive flounder*, *Stone flounder* being sold at the following seafood restaurants. 8: Busan C, 9: Busan D, 10: Ulsan B, 11: Ulsan C, 12: Busan E, 13: Busan F, 14: Busan G

0.98, 19.93 ± 0.53 , 그리고 $20.17 \pm 0.06\%$ 의 함량을 확인하였다. 회분은 각각 1.66 ± 0.03 , 1.35 ± 0.07 , 그리고 $1.32 \pm 0.25\%$ 의 함량을 보였다. 특히 일반성분 중 조지방의 함량은 0.65 ± 0.04 , 2.10 ± 0.16 , 그리고 $1.95 \pm 0.10\%$ 로 다른 성분과 유의

적으로 높은 차이를 확인하였다. 도다리, 소형넙치, 돌가자미 근육의 무기질 함량은 어종에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 도다리에서 Na의 함량이 높게 나타났으며, Ca의 함량은 어종에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. K와 P의 함량은 돌가



〈Fig. 3〉 SDS-PAGE patterns of *Finespotted flounder*, *Olive flounder*, *Stone flounder* being sold at the following seafood restaurants. 15: Busan H, 16: Busan I, 17: Busan J, 18: Busan K, 19 : Ulsan D, 20: Ulsan E

자미에서 비교적 높은 함량을 보였으며, Mg 함량은 돌가자미에서 가장 낮은 함량의 결과를 확인하였다. 즉, 도다리는 Na, Ca, Mg, Cu에서 다른 어종보다 함량이 많았으며, 소형넙치는 Fe의 함량이 많았다. 돌가자미는 K, P, Zn의 함량이 다른 유사어종보다 높은 결과를 얻었다. 도다리의 주요 구성 지방산은 C16:0, C20:5, C22:6, C18:1 등의 순서를 나타내었고, EPA(22:5), DPA(22:6) 등의 오메가-3 지방산은 29.29%로 다른 비교 어종에 비하여 높은 함유율을 나타내었다. 소형넙치 근육의 주요 구성 지방산은 C18:1, C16:0, C22:6 순으로 도다리와 비교하여 linoleic acid의 함량이 특이하게 높게 나타났다. 오메가-3 지방산은 28.32%로 도다리 근육과 큰 차이가 없었으며, 돌가자미의 주요 구성 지방산은 C16:0, C18:1, C22:6, C20:5의 순서였고 오메가-3 지방산의 함유율은 28.80%를 나타내었다. 마지막으로 SDS 전기영동을 통해 각 어종의 근육의 차이를 일부 확인하였고 일부 횡집에서 도다리 유사어종을 둔갑시켜 판매하고 있는 것으로 판단하였다. 본 연구 결과는 어종판별에 대한 기초자료만을 제시하였으나 좀 더 체계적인 분석방법이 요구되어지며 본 결과는 향후 식품의 가공, 조리, 외식 산업 등에 응용이 가능 할 것으로 사료된다.

한글 초록

도다리를 이용한 뼈째살기회는 봄철 대표적인 생선회로 비교적 양식이 어려운 어종이다. 따라서 대부분 자연산 도다리를 이용하여 뼈째살기회를 만들어야 하지만 최근 자연산 도다리의 수급과 비용의 문제로 인해 유사어종인 양식산 소형넙치 및 중국산 양식 돌가자미를 도다리로 둔갑시켜 판매 되는 실정이다. 양식을 통하여 계절에 관계없이 구입이 가능한 소형넙치와 중국에서 수입되는 양식산 돌가자미는 도다리에 비해 가격이 저렴하고, 회로 만들면 동일한 가자미과에 속해 있어 구별이 어려운 어종이다. 따라서 봄철 소비

가 많은 도다리 뼈째살기회를 저렴한 돌가자미 및 소형넙치로 둔갑시켜 파는 경우가 많으며, 도다리회 전문점의 수조에서 돌가자미 및 소형넙치가 도다리 대신 판매되기 위해 볼 수 있는 경우가 많다. 따라서 이러한 도다리 유사어종에 대한 판별법이 중요하기 때문에 본 연구에서는, 도다리 및 도다리 유사어종의 근육 중 SDS 전기영동과 지방함량을 통해 어종을 판별하였다. 즉, 자연산 도다리와 양식산 소형넙치, 중국산 양식 돌가자미 근육의 식품학적 성분을 분석, 비교를 통해 도다리의 크기에 따른 성분 함량의 차이를 알아보고, 시판 뼈째살기회를 구입하여 SDS 전기영동 및 지방함량을 이용하여 분석, 비교하였다. 본 연구를 바탕으로 얻어진 결과는 외식산업에 자연산 도다리 뼈째살기회에 대한 기초지식을 제공 할 것으로 사료되어지지만 분자량과 성분적인 측면에서만 연구된 사항에 대해 좀 더 명확한 결과를 위하여 차후 필수 연구인 정밀분석적인 측면에서 연구가 필요할 것으로 판단되어지며 검증을 통한 확실한 방법 확립 등이 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 영산대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

- A.O.A.C. (1995). Official methods of analysis. 16th ed. association of official analytical chemists, Washington D.C. USA.
- Ati-Hellal MEI, Hellal F, Dachraoui M, Hedhili A (2007). Plackette-Burman designs in the pre-treatment of macroalgae for Pb, Cr and Al determination by GF-AAS. *Comptes Rendus Chimie* 10(9): 839-849.
- Cesur H (2007). Selective solid-phase extraction of

- Cu(II) using freshly precipitated lead diethyldithiocarbamate and its spectrophotometric determination. *Chem Pap* 61(5): 342-347.
- Gulser F, Erdogan E (2008). The effects of heavy metal pollution on enzyme activities and basal soil respiration of roadside soils. *Environ Monit and Assess* 145(1-3): 127-133.
- Jeong BM, Lee JS, Choi BD (1998). Proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content in 72 Species of Korean Fish. *J Korean Fish Soc* 31(2): 160-167.
- Jung JH, Kim SH (2001). A survey of dietary behavior and fast food consumption by high school students in Seoul. *J Korean home econ assoc* 39(10): 111-124.
- KFDA(Korea Food and Drug Administration) (2009). Food Code. Seoul Korea.
- Kim BE, Jo YJ, Shim KB (2005). A study on preference and promoting consumption of slice raw fish to conduct a questionnaire survey of citizens of Busan. *J Korean Soc Fish Marine Sci Edu* 17(3): 413-426.
- Kim JB, Choi SN, Lee GW, Jung YH (1991). Electrophoretic patterns of sarcoplasmic proteins in mid-west Korean sea fishes by thin layer polyacrylamide gel isoelectric focusing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20(3): 455-460.
- Kim JS, Oh KS, Lee JS (2001) Comparison of food component between conger eel (*Conger myriaster*) and sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a sliced raw fish meat. *J Korean Fish Soc* 34(6): 678-684.
- Lee CB (2012). Anti-inflammation activity of water extracts from *Herichium erinacium* among medicinal mushrooms. *J Culinary Soc Korea* 18(4): 233-242.
- Lundstrom RC (1980). Fish species identification by thin layer polyacrylamide gel isoelectric focusing, collaborative study. *J Assoc off Anal Chem* 63(1): 69-73.
- Mok JS, Shim KB, Jo MR, Lee TS, Kim JH (2009). Contents of heavy metals in fishes from the Korean coasts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(4): 517-524.
- MOMAF(Ministry of Maritime Affairs & Fisheries) (2002). Standard methods for marine environmental. 1-330.
- Norziah MH, Al-Hassan A, Kharrulnizam AB, Mordi MN, Norita M (2009). Characterization of fish gelatin from surimo processing wastes: Thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties. *Food Hydrocolloids* 23(4): 1610-1616.
- Oh KS, Rack HR, Kim JG, Lee EH (1988). Comparison of lipid components in wild and cultured bastard. *J Korean Food Sci Technol* 20(6): 878-882.
- Senaratne LS, Park PJ, Kim SK (2006). Isolation and characterization of collagen from brown backed toadfish (*Lagocephalus gloveri*) skin. *Bioresource Technology* 97(2): 191-197.
- Shahtaheri SJ, Khadem M, Golbabaei F, Rahimi-Froushan A, Ganjali MR, Norouzi P (2007). Solid phase extraction for evaluation of occupational exposure to Pb (II) using XAD-4 sorbent prior to atomic absorption spectroscopy. *Int J Occup Saf Ergon* 13(2): 137-145.
- Sung DH, Lee YW (1993). A study on the contents of heavy metals of marine fish in Korean coastal water. *J Kor Food Hyg* 8(4): 231-240.
- 김봉철, 정대성 (2012). 2012년 어업생산동향 조사 결과, 사회통계국 농어업통계과, 통계청
- 조영제 (2006). 생선횡감 바로 알기. 도서출판 한글그라픽스.
- 황기영, 마창모, 임남수 (2008). 양식어류의 소비변화 분석과 대응방안 연구. 한국해양수산개발원.

2013년 07월 25일 접수
2013년 10월 15일 1차 논문수정
2013년 10월 30일 2차 논문수정
2013년 11월 15일 3차 논문수정
2013년 11월 30일 논문게재확정